

教育部第二批现代学徒制试点项目
验收材料（与原件一致）

3-4 校企教材

淮南职业技术学院

2019 年 7 月

目录

1. 机电一体化专业现代学徒制课程标准 1 份
2. 机电一体化专业现代学徒制人才培养方案 1 份
3. 学徒制校企培训教学指导书 1 份
4. 学徒手册 3 份

目录

1. 机电一体化专业现代学徒制课程标准 1 份
2. 机电一体化专业现代学徒制人才培养方案 1 份
3. 学徒制校企培训教学指导书 1 份
4. 学徒手册 3 份

机电一体化专业现代学徒制 课程标准

淮南职业技术学院机电工程系
2017年9月

淮南职业技术学院机电工程系

现代学徒制课程建设标准

课程建设是教学建设的重要内容,是实现人才培养目标、深化教学改革、提高教学质量的根本保证。为进一步加强课程建设,提高机电工程系课程的建设水平和教学质量,建立与学校人才培养目标与专业发展相适应的课程体系,特制订课程建设标准。

1.教学内容

1.1 课程内容

(1) 教学内容与职业能力培养紧密联系,从应用的角度进行整合改造,知识学习体现应用性。

(2) 有具体恰当的项目、任务和主题等,并能通过这些项目、任务和主题等的完成,达到对学生的能力培养要求。

(3) 能及时把教改教研成果引入教学。

(4) 课程内容设计能够体现职业道德培养和职业素养养成的需要。

1.2 教学组织与安排

(1) 课程内容在置于完成实际工作任务的过程中或在仿真的任务、项目环境中完成,充分体现任务驱动、项目导向、主题教学的教改思路。

(2) 能体现动口、动脑、动手的学习氛围,强化学生职业能力培养。

(3) 课内教学与课外实践相结合,措施得力,相互促进,形成有机的联系。

1.3 教材及相关资料

(1) 选用优秀教材(含国家规划教材、高职高专优秀教材和国外原版教材),自编教材的内容新颖,体现工学一体,具有高职教育的特色。

(2) 有配套完整的多媒体课件,且应用效果好。

(3) 重视实训教材建设,建有高质量与课程配套的实训教材。

(4) 完成教学标准、课程标准、教学内容、实训实习项目、教学指导、学习

评价等教学资源的建设及数字化工作。

2.教学方法与手段

2.1 教学设计

(1) 既有完整的课程教学整体设计,又有全部的课程教学单元设计。设计思想符合高职教育理念,突出能力培养。

(2) 根据人才培养目标和课程内容需要,实施具有高职特色的教学模式(工学交替、任务驱动、项目导向、案例教学、学练一体等)。

2.2 教学方法

(1) 因材施教,灵活运用多种恰当的教学方法,有效调动学生学习兴趣,促进学生积极思考与实践。

(2) 实现师生的互动,真正改变课堂上信息单向传递、教师单向控制的局面。

(3) 开展体验性学习、个性化学习等,促进学生职业能力发展。

(4) 考试的方法改革注重过程和结果、能力和知识并重,促进学生综合素质的提高。

2.3 教学手段

(1) 能恰当地使用现代教育技术手段促进教学活动开展。

(2) 能充分使用现代技术手段,取得很好的实效。

(3) 具有开发多媒体课件的能力,在课程教学中应用效果好;

2.4 网络教学环境

加强网络资源建设、提高网络教学硬件环境和软件资源。

3. 教学团队

3.1 课程负责人与主讲教师

- (1) 师德师风好,学术水平高,能及时跟踪产业发展趋势和行业动态,分析职业岗位能力要求和更新变化,并及时纳入教学内容。
- (2) 教学效果好,注重学生职业能力培养,专业技能水平高,教学特色鲜明。
- (3) 课程负责人与主讲教师全都承担该课程的教学任务(含实践教学环节)。
- (4) 每年以第一署名人在省级(含省级)以上刊物发表教学论文或学术论文。
- (5) 具有合计不少于3个月企业实践经历或承担横向课题。

3.2 教学队伍结构及整体素质

- (1) 教学团队具有合理的知识、年龄结构、职称结构;
- (2) 专任教师中“双师”型教师的比例 $\geq 80\%$ 。
- (3) 来自行业企业的兼职教师与专任教师的比例不低于1:2。
- (4) 教师的专业定位明确合理,中青年专业教师每人到企业实践建设周期内累计时间不少于2个月。

3.3 教师教学改革与教学研究

- (1) 团队的教研活动领域反映了高职教育教学改革的方向;
- (2) 建设周期内,承担有省级教改课题1项以上,或者主持院级以上教学研究、教学改革或科学研究课题2项以上。
- (3) 教研活动推动教改,成效显著,建设周期内,取得院级以上教学成果奖

励 1 项以上。

- (4) 建设周期内，在省级以上刊物发表高质量的教改论文 2 篇。

4. 实践教学

4.1 实践教学内容

- (1) 实践教学内容充分体现高技能人才的培养要求。
- (2) 能根据人才培养的目标，设计和更新实训项目，设计融学习过程于工作过程中的职业情境，效果良好。
- (3) 实践教学注重培养学生的创新精神和创业能力，培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，有显著成效。
- (4) 实践教学的方法不断改进，实践教学效果明显。

4.2 实践教学条件

- (1) 课程主讲教师亲自主持和设计实践教学的内容、形式和要求。
- (2) 实践教学条件满足教学要求，生产性实训占实践教学总时数的 1/2 以上。
- (3) 实践教学体现开放性、针对性和职业性，培养学生的职业能力效果明显。
- (4) 有效利用实践教学条件，创造性地开展社会职业技能培训项目。

5. 教学效果

5.1 同行评价

- (1) 校内外专家的证明材料对课程的教学内容，教师的教学方法、教材和教

学效果的评价均为优秀（或者是好的评价），材料充分可靠，有良好声誉。

(2) 课程曾被评为院级以上的优秀课程或者课程的教学改革受到院级以上的教育行政部门的表彰。

5.2 学生评教

(1) 学生评价材料较充实，采样科学，综合统计真实可靠，评价结果有 90% 以上的学生认为是优良。

(2) 学生从不同角度反映出对教学效果的赞扬和肯定。

5.3 录像资料评审

(1) 教师对教学内容的理解和把握，灵活的、有效的教学方法和教学手段的选择应用以及良好的教学效果，反映出教师的教学能力强。

(2) 教师仪态端庄，声音清晰，教学富有激情。

(3) 课堂气氛活跃，学生参与程度高，师生互动效果明显。

(4) 至少有 3 位主讲教师总数不少于 6 次、时间不少于 45 分钟的教学录像，录像质量高。

5.4 学生实践活动评价

(1) 学生实际操作能力强，实习产品能够体现应用价值。

(2) 有对应职业资格证书的课程证书获取率高，质量好。

《数字电子技术》课程标准

适用专业: 机电一体化

课程类别: 职业能力课程

修课方式: 必修

学时数: 56

编制人: 杨艳

审定人: 宋继祥

一、课程定位

《数字电子技术与实践》根据机电一体化专业“数字电子技术与实践”岗位能力需求, 设定本课程为机电一体化专业必修的一门专业核心课程, 是教、学、做一体化课程。通过本课程的学习要求学生掌握数字电路的相关理论、工作原理, 掌握常见仪器、仪表的使用, 熟悉简单电子产品的一般设计过程, 学会基本数字电路元器件和基本数字单元电路的分析、计算和简单数字电路设计、制作和调试测试方法, 具备简单数字功能电路的仿真分析、设计技能, 具有提取问题, 数字设计和解决问题的能力。

本课程的先修课程《高等数学》、《电工基础》、《模拟电子技术》是学习此门课程的专业基础, 后继课程《单片机应用技术》是此门课程的延伸学习, 是对此门课程的巩固和提高。

通过本课程的学习, 培养学生独立分析问题、解决问题的能力; 培养学生具有较强的思维能力和创新能力; 培养学生具有较强的沟通能力、团队协作精神和责任心; 掌握必备的数字电子技术与实践的基础知识。

二、设计理念与思路

(一) 课程设计理念

本课程立足于机电一体化专业岗位能力培养, 引入职业标准, 秉承“以学生为主体, 以任务驱动为导向, 工学结合”的课程设计理念, 注重学生所必须的逻辑代数、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与整形、A/D 与 D/A 转换等有相知识和常用仪器仪表使用、数字电路与功能电路测试、电路设计、电路制作与调试等技能培养。夯实基础, 由浅入深, 教、学、

做一体,培养学生发现、分析并解决问题的能力,激发学生勤于思考、勇于创新的学习热情。

（二）课程设计思路

该课程总体设计思路是,打破以知识传授为主要特征的传统学科课程模式,转变为以任务驱动为中心组织课程内容,并让学生在完成具体任务的过程中学会逻辑抽象和电路设计等相关知识,并发展相关职业能力。课程内容突出对学生职业能力的训练,突出工作任务与知识的联系,让学生在实践活动的基础上掌握知识,增强课程内容与职业能力要求的相关性,提高学生的就业能力。

项目选取的基本依据是该门课程涉及的工作领域和工作任务范围,任务设计由浅入深,通过三人表决器或裁判器、抢答器和数字钟等典型产器为载体,使工作任务具体化,产生具体的学习项目。其编排依据按照实践的逻辑顺序,建立适应职业岗位所需要的学习领域和以项目课程为主体的任务化工作任务,而不是知识关系。教、学、做一体,并可运用 Multisim8 仿真软件完成。充分开发学习资源,给学生提供丰富的实践机会。

教学效果评价采取过程评价与结果评价相结合的方式,通过理论与实践相结合,重点评价学生的职业能力。

三、课程教学目标

通过本课程的学习,使学生获得数字电路方面的基本理论知识;使学生掌握数字逻辑的基本概念、基本定律,了解逻辑门电路的组成及应用逻辑电路处理逻辑问题。使学生掌握组合逻辑电路和时序逻辑电路的特点,原理和应用。了解其集成逻辑电路的特点并掌握集成逻辑电路的应用。了解数/模转换器、模/数转换器及脉冲波形的产生与整形的基本原理并掌握其集成逻辑电路的应用。掌握常用逻辑电路的工作原理、基本特性及主要参数,学会基本测量技术方法并具有设计简单逻辑电路的能力。通过项目驱动的方式,让学生在做的过程当中掌握数字电路的知识;在项目实施过程中遇到实际问题,能锻炼学生解决问题的能力;并通过任务驱动教学方法,培养学生良好的职业素养及团队协作的精神。

（一）专业能力目标

- 1、会用各种表示方法描述数字电路逻辑功能。
- 2、具有常用数字集成电路的正确使用方法。

- 3、具有分析较复杂数字逻辑电路的逻辑功能。
- 4、能根据工作要求，完成简单数字逻辑电路的设计。
- 5、能通过对集成电路芯片资料的阅读，了解数字集成电路的逻辑功能和使用方法。
- 6、能分析和排除数字逻辑电路中出现的故障。
- 7、能熟练掌握数字电路中常用仪器仪表的使用。
- 8、能画出所设计的数字逻辑电路的电路原理图，能列出所设计电路的元器件清单，会写所设计电路的测试说明。

（二）方法能力目标

- 1、通过教、学、做一体化模式教学，培养学生对数字电子技术与实践的学习兴趣、爱好，养成自主学习与探究学习的良好习惯，培养基本的专业学习能力。
- 2、通过该课程各项实践技能的训练，使学生经历基本的电子技术工作过程，初步具有资料查阅、信息处理能力，具有一定的沟通、交流的能力。
- 3、通过数字电子技术分析方法，设计方法、模拟仿真，以及教学实训过程中创新方法的训练，培养学生提出问题、独立分析问题、解决问题和技术创新的能力。

（三）社会能力目标

- 1、具有严谨的工作态度和较强的质量和成本意识。
- 2、认真、踏实、团结协作的职业精神。
- 3、培养学生勇于创新、敬业乐业的工作作风。
- 4、具有较好的质量意识、安全生产意识。

四、课程内容与要求

内容（项目）名称	项目一 数字电路基础知识	学时	8
学习目标			
1、数字信号和数字电路的概念、特点，掌握数制和编码； 2、熟练掌握三种基本逻辑运算与常用复合逻辑运算、逻辑代数的运算公式、逻辑函数的表示方法； 3、掌握逻辑函数不同表达式形式之间的相互转换的方法。 4、掌握逻辑函数的公式化简法、卡诺图化简法。			

教学具体内容		教学组织与实施	
任务1 数制与码制的概念，布尔代数 任务2 逻辑代数基本定律与运算 任务3 逻辑函数的表示方法及化简，最小项表达式，卡诺图法		1、板书讲解数制、码制的概念及数制之间的相互转换； 2、多媒体讲解基本运算规则、逻辑代数的基本公式、定律逻辑代数； 3、多媒体讲解逻辑函数的表示方法； 4、多媒体讲解逻辑代数的一般化简方法、四变量及以下逻辑函数的卡诺图化简法； 5、分组讨论具有约束关系的逻辑函数的化简及数制、码制的实际应用。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	
教学方法： 板书讲解与多媒体教学相结合、“项目引导、任务驱动”教学法、分组讨论教学法、自主学习法等。 教学手段： 多媒体课件、视频、板书讲解	能够理解掌握逻辑代数的公式、定理、规则；掌握逻辑函数的公式、表示方法； 会对逻辑函数进行化简，掌握四变量及以下逻辑函数的卡诺图化简法。	授课教师应具有较强的电子技术相关理论知识，具有一定工作经验。能够指导学生正确构建电路，验证电路。	

内容（项目）名称	项目二 集成逻辑门电路	学时	9
学习目标			
1、掌握集成逻辑门电路的封装形式及引脚排列，理解集成逻辑门外特性； 2、掌握中规模集成组合逻辑电路的工作原理，功能测试，集成门电路的使用及实践应用； 3、能够对与门、或门、与非门和或非门电路一般故障进行诊断及排除。			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务1 集成逻辑门电路 1) 数字集成电路的封装及引脚 2) 数字集成电路的连线及逻辑图 3) 常用门电路的逻辑功能测试 4) 集成门电路构成数字加法器 任务2 集成逻辑门外特性电路 任务3 数字集成电路的使用	1、多媒体讲解集成逻辑门电路封装形式及引脚排列规律，集成电路应用时引脚的连接，多媒体讲解集成逻辑门外特性； 2、常用门电路的逻辑功能测试，并用仿真软件模拟测试； 3、如果应用集成门电路构成数字加法器（半加器和全加器），并演示结果； 4、学生通过模拟仿真软件，设置情景，练习一般电路的		

任务4 集成门电路的实践应用 任务4 故障诊断		故障诊断与排除。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	
<p>教学方法：“项目引导、任务驱动”教学法、分组讨论教学法、操作演示与实践练习相结合教学法等。</p> <p>教学手段：多媒体课件、图片、仿真软件</p>	<p>熟悉数字集成电路的封装形式及引脚排列规则；掌握数字集成电路的连线及逻辑图；熟悉OC门、TSL门的逻辑功能和应用；掌握常用TTL集成门的主要特性参数与使用方法；能掌握集成门电路的实践应用。</p>	<p>授课教师应具有较强的数字集成电路应用、测试等方面理论知识，具有一定实践经验，并能指导学生应用Multisim8仿真软件进行模拟仿真。</p> <p>能够指导学生正确设计电路，测试电路及一般电路故障的诊断及排除。</p>	

内容（项目）名称	项目三 组合逻辑电路	学时	10
学习目标			
<p>1、能够掌握组合逻辑电路分析方法及分析步骤并能对给定电路进行逻辑功能分析；</p> <p>2、能够掌握常用组合逻辑电路设计方法及设计步骤并能对给定逻辑功能设计出相应逻辑电路；</p> <p>3、掌握常用组合逻辑器件的工作原理及其应用（编码器、译码器、数据选择器、数据分配器、数值比较器）；</p> <p>4、掌握组合电路中的竞争与冒险的产生、判别与识别与消除。</p> <p>5、掌握组合逻辑电路功能测试方法，常用电路的故障诊断与排除方法。</p>			
教学具体内容	教学组织与实施		
<p>任务1 组合逻辑电路的分析方法和设计方法</p> <p>任务2 编码器和译码器</p> <p>任务3 数码显示器和译码驱动器</p> <p>任务4 数据选择器和数据分配器</p> <p>任务5 组合电路中的竞争与冒险</p> <p>任务6 组合逻辑电路实践</p> <p>任务7 故障诊断</p>	<p>1、多媒体讲解组合逻辑电路分析方法及分析步骤，讲解常用组合逻辑电路设计方法及设计步骤，通过具体任务让学生边学边练；</p> <p>2、多媒体讲解并结合视频讲解编码器、译码器、数据选择器、数据分配器、数值比较器常用逻辑器件的功能及应用。</p> <p>3、多媒体讲解组合电路中竞争与冒险的产生及如何消除</p> <p>4、学生通过模拟仿真软件，设置情景，练习一般电路的故障诊</p>		

	断与排除。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
<p>教学方法：数字电子技术与 Multisim8 软件相结合，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法、操作演示与实践练习相结合教学法等。</p> <p>教学手段：多媒体课件、图片、仿真软件、实践板（教学用）</p>	<p>掌握组合逻辑电路的分析及步骤，并会分析较复杂电路；掌握组合逻辑电路的设计步骤并能设计简单电路；能熟练运用常用功能器件实现逻辑函数；能够熟练使用仿真软件进行模拟仿真。</p>	<p>授课教师应具有较强的组合逻辑功能器件分析及应用方面的专业知识，具有一定实践经验，能指导学生应用 Multisim8 仿真软件进行模拟仿真。能够指导学生正确设计电路，测试电路及一般电路故障的诊断及排除。</p>

内容（项目）名称	项目四 集成触发器	学时	9
学习目标			
1、熟悉并掌握触发器的结构、工作原理； 2、掌握触发器的应用； 3、了解触发器的特性及其主要参数； 4、熟练掌握 RS 触发器、D 触发器、JK 触发器、T 触发器的逻辑功能； 5、掌握不同触发器逻辑功能转换的方法。			
教学具体内容		教学组织与实施	
任务 1 基本 RS 触发器 任务 2 同步触发器 1) 同步 RS 触发器 2) 同步 D 触发器 任务 3 边沿触发器 任务 4 不同类型触发器的相互转换 任务 5 触发器的应用 任务 6 故障诊断		1、通过多媒体讲解各类触发器的内部结构及工作原理； 2、通过多媒体并结合视频讲解触发器的特性方程、逻辑符号及输出波形分析； 3、多媒体讲解不同类型触发器的相互转换，并让学生分组讨论电路的优缺点； 4、通过具体任务（4 人智力竞赛抢答器）的设计，让学生分组完成并能通过仿真验证。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	

<p>教学方法: 多媒体讲解与仿真软件相结合, “项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法、操作演示与实践练习相结合教学法等。</p> <p>教学手段: 多媒体课件、图片、仿真软件</p>	<p>能了解各类触发器内部结构并能掌握各类触发器工作原理;能掌握各类触发器的特性方程及逻辑符号,并能对其波形进行分析,以更好应用触发器;掌握不同类型触发器的相互转换;能够运用触发器设计时序逻辑电路并用具体器件实现电路功能;能够熟练使用仿真软件进行模拟仿真;对触发器常见故障进行诊断排除。</p>	<p>授课教师应具有较强时序逻辑电路及器件分析及应用方面的专业知识,具有一定实践经验,能指导学生应用 Multisim8 仿真软件进行模拟仿真。能够指导学生正确设计电路,测试电路及一般电路故障的诊断及排除。</p>
---	---	---

内容(项目)名称	项目五 时序逻辑电路	学时	10
学习目标			
<p>1、熟悉时序电路的特点,掌握时序电路的基本分析方法及简单时序电路的设计方法;</p> <p>2、掌握常见的 MSI 器件的逻辑功能及应用;</p> <p>3、熟练掌握常见型号的集成计数器,并会自己设计构成 N 进制计数器。</p>			
教学具体内容		教学组织与实施	
<p>任务 1 时序逻辑电路的分析方法</p> <p>任务 2 同步时序逻辑电路的设计方法</p> <p>任务 3 寄存器</p> <p>任务 4 计数器</p> <p>任务 5 时序逻辑电路实践</p>		<p>1、多媒体讲解时序逻辑电路分析方法及分析步骤,讲解同步时序逻辑电路设计方法及设计步骤,通过具体任务让学生边学边练;</p> <p>2、多媒体并结合视频讲解寄存器功能及应用;</p> <p>3、多媒体讲解各型号计数器工作原理及应用;</p> <p>4、通过实训对寄存器、计数器进行功能测试,74LS194 应用电路功能测试,74LS160、161、162、163 计数器的应用电路功能测试;</p> <p>5、布置加工任务,学生分组完成。</p>	
教学手段与方法		对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法: 多媒体讲解与		能够熟悉时序电路的特点;	授课教师应具有较强时序逻

<p>视频相结合，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等</p> <p>教学手段：多媒体课件、图片、视频、模拟仿真软件</p>	<p>掌握常见的 MSI 器件的逻辑功能及应用；</p> <p>熟练使用常见型号的集成计数器，并会自己设计构成 N 进制计数器；</p> <p>学生具备初步的设计时序逻辑电路的能力。</p>	<p>辑电路及寄存器、计数器应用方面的专业知识，具有一定实践经验，能指导学生应用 Multisim8 仿真软件进行模拟仿真。能够指导学生正确设计电路，测试电路及一般电路故障的诊断及排除。</p>
--	---	---

内容（项目）名称	项目六 脉冲波型的产生与整形	学时	4
学习目标			
<p>1、了解单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器的构成区别及工作特点；</p> <p>2、掌握由 555 集成定时器组成的单稳态、施密特触发器以及多谐振荡器的工作原理。</p>			
教学具体内容		教学组织与实施	
<p>任务 1 多谐振荡器</p> <p>任务 2 单稳态触发器</p> <p>任务 3 施密特触发器</p> <p>任务 4 电路实践</p>		<p>1、多媒体讲解多谐振荡器、单稳态触发器、施密特触发器及 555 定时器的构成及工作原理；</p> <p>2、多媒体讲解 555 集成定时器组成的单稳态、施密特触发器以及多谐振荡器的工作原理；</p> <p>3、多媒体结合视频讲解典型脉冲波形的产生与整形电路，脉冲整形电路输入、输出电压波形之间的关系；</p> <p>4、布置加工任务，学生分组完成。</p>	
教学手段与方法		对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
<p>教学方法：多媒体讲解与视频相结合，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等</p> <p>教学手段：多媒体课件、图片、视频</p>		<p>理解多谐振荡器、单稳态触发器、施密特触发器及 555 定时器的构成及工作原理；</p> <p>掌握 555 集成定时器组成的单稳态、施密特触发器以及多谐振荡器的工作原理；</p> <p>掌握典型脉冲波形的产生与整形电路，脉冲整形电路输入、输出电压波形之间的关系。</p>	<p>授课教师应具有较强数字电子技术及应用方面的专业知识，具有一定实践经验，能够指导学生正确设计电路。</p>

内容（项目）名称	项目七 数模和模数转换器	学时	4
学习目标			
1、了解数模转换和模数转换的基本原理；理解权电阻网络 D/A 转换器、倒 T 型电阻网络 D/A 转换器的工作原理； 2、理解逐次渐进型 A/D 转换器、双积分型 A/D 转换器的工作原理；掌握 D/A 转换器和 A/D 转换器的典型应用。			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务 1 数字信号处理基础 任务 2 A/D 转换器 任务 3 数字信号处理器（DSP） 任务 4 D/A 转换器 任务 5 D/A 转换器的应用 任务 6 A/D 转换器的应用 任务 7 D/A 和 A/D 综合应用电路	1、多媒体讲解 D/A 转换及 A/D 转换的基本原理和基本电路 2、多媒体讲解 D/A 转换器及 A/D 转换器的实际应用； 3、布置加工任务，学生分组完成。		
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	
教学方法： 多媒体讲解与视频相结合，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等 教学手段： 多媒体课件、图片、视频	了解数模转换和模数转换的基本原理；理解权电阻网络 D/A 转换器、倒 T 型电阻网络 D/A 转换器的工作原理；理解逐次渐进型 A/D 转换器、双积分型 A/D 转换器的工作原理；掌握 D/A 转换器和 A/D 转换器的典型应用。	授课教师应具有较强的数字电子技术及应用方面的专业知识，具有一定实践经验，能够指导学生正确设计电路。	

内容（项目）名称	项目八 半导体存储器和可编程逻辑器件	学时	2
学习目标			
1、了解只读存储器和随机存取存储器的工作原理；掌握存储器的扩展方法；掌握用存储器设计组合逻辑函数的方法； 2、了解可编程逻辑阵列（PLA）、可编程阵列逻辑（PAL）、通用阵列逻辑（GAL）、复杂可编程逻辑器件（CPLD）、现场可编程门阵列（FPGA）的结构特点和工作原理；掌握 PAL、PLA 的应用。			

4

转换

换器

路

要求

较强

应用

，具

，能

设计

2

计组

逻辑

教学具体内容		教学组织与实施	
任务 1 只读存储器 (ROM) 任务 2 随机存取存储器 (RAM) 任务 3 其他存储设备 任务 4 可编程逻辑器件 PLD 任务 5 可编程阵列逻辑 PAL 任务 6 通用阵列逻辑 GAL 任务 7 半导体存储器的应用 任务 8 可编程逻辑器件的应用		1、多媒体讲解只读存储器和随机存取存储器的工作原理，存储器的扩展方法，掌握用存储器设计组合逻辑函数的方法； 2、多媒体讲解可编程逻辑阵列(PLA)、可编程阵列逻辑(PAL)、通用阵列逻辑 (GAL)、复杂可编程逻辑器件 (CPLD)、现场可编程门阵列 (FPGA) 的结构特点和工作原理，掌握 PAL、PLA 的应用。 3、布置加工任务，学生分组完成。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求		对教师执教能力要求
教学方法：多媒体讲解与视频相结合，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等 教学手段：多媒体课件、图片、视频	了解只读存储器和随机存取存储器的工作原理；掌握存储器的扩展方法，用存储器设计组合逻辑函数的方法； 了解可编程逻辑阵列 (PLA)、可编程阵列逻辑 (PAL)、通用阵列逻辑 (GAL)、复杂可编程逻辑器件 (CPLD)、现场可编程门阵列 (FPGA) 的结构特点和工作原理； 掌握 PAL、PLA 的应用		授课教师应具有较强数字电子技术及应用方面的专业知识，具有一定实践经验，能够指导学生应用电路设计电路。

五、学时分配

序号	教学内容	学时		
		理论	实践	小计
1	项目一 数字电路基础知识	8		10
2	项目二 集成逻辑门电路	7	2	9
3	项目三 组合逻辑电路	8	2	10
4	项目四 集成触发器	7	2	9
5	项目五 时序逻辑电路	8	2	10
6	项目六 脉冲波形的产生与整形	4		4
7	项目七 模数/数模转换器	4		4

8	项目八 半导体存储器和可编程逻辑器件	2		2
合计		48	8	56

六、实施建议

（一）教材编写或选用

教材：

《数字电子技术与实践》3版，杨翠峰、王永成主编，大连理工大学出版社，2014

参考书目：

- （1）《数字电子技术》2版，杨志忠主编，高等教育出版社，2003
- （2）《数字电子技术基础实验与综合训练》，卢庆林主编，高等教育出版社，2004
- （3）《数字逻辑与数字电路》，徐晓光主编，机械工业出版社，2008

（二）教学组织与设计

针对具体的教学内容和教学过程，采用任务驱动法、项目教学法、小组讨论法、仿真加工演示法、自主学习等多种教学方法。以学生为中心，“在做中学，在学中做”，让学生人人参与，增强数字电子技术理论与应用的技能。

（三）教学基本条件

1. 师资要求

- 1) 具有较强的数字电子技术理论知识，组合逻辑电路分析、设计、应用，时序逻辑电路分析、设计、应用能力。
- 2) 具有丰富的教学经验和指导学生实践的能力。
- 3) 具有较强的组织能力及教学过程设计能力。
- 4) 具有良好的职业道德和责任心。

2. 教学硬件设施及配备

电工电子实训室

（四）课程考核与评价

过程考核与结果评价相结合，理论考试与实践操作相结合。

考核项目		考核方式	比例
过程考核	学习态度	课堂提问的正确率、出勤率、课堂练习的认真程度，课堂学习积极性情况，综合评价学生的学习态度	10%

	课后作业	课后作业完成情况、认真态度、是否独立完成	5%
	项目考核	根据项目基本操作熟练程度与规范程度及任务完成质量	10%
结果考核	综合能力	融入企业标准, 综合测试(仿真软件)应用、团队合作、安全意识、标准与规范意识、责任心、规划与自我评价意识	15%
	结业测试	笔试	50%
合计			100%

(五) 课程资源开发与利用

1、根据机电一体化专业岗位能力, 结合企业标准, 选用本教材, 并制作多媒体课件辅助教学, 充分利用 Multisim8 软件进行仿真模拟实验及实践板的运用等辅助手段。

2、鼓励学生利用强大的网络资源, 学会查资料, 在线学习或下载教学课件、电子教案、教材电子版、教学录像、配套习题、实训指导等全方位的教学资源, 积极引导与培养学生自主学习能力、拓展知识能力。

《矿山机械设备电气控制系统的运行维护与检修》课程标准

适用专业: 机电一体化

课程类别: 职业能力课程

修课方式: 必修

教学时数: 40+60

编制人: 胡献泽

审定人: 宋继祥

一、课程定位

《矿山机械设备电气控制系统的运行维护与检修》根据机电一体化专业岗位能力需求, 设定本课程为机电一体化专业必修的一门专业核心课程, 是教、学、练一体化课程。通过本课程的学习要求学生了解常用低压电器的基本类型、原理、用途及常用电动机基本控制线路基本环节; 掌握 PLC 的组成结构、工作原理、指令系统、编程方法; 掌握简单及较为复杂的 PLC 控制系统的设计与维护; 完成控制任务。

本课程的先修课程：《电工基础》、《模拟电子技术》、《数字电子技术》、《电机及电力拖动》是学习此门课程的专业基础，后继课程：《煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修》、《传感器应用技术》、《矿山机械设备运行维护与检修》是对此门课程的巩固和提高。

通过本课程的学习，培养学生独立分析问题、解决问题的能力；培养学生具有较强的产品质量意识和控制生产安全意识；培养学生具有较强的沟通能力、团队协作精神和社会责任心；掌握必备的 PLC 操作的基础知识，具有较强的 PLC 实践操作技能。

二、设计理念与思路

（一）课程设计理念

本课程立足于机电一体化专业岗位能力培养，引入职业标准，秉承“以学生为主体，以任务驱动为导向，工学结合”的课程设计理念，注重学生生产接线工艺、编程、操作等技能的培养，夯实基础，由浅入深，把程序编制与生产单位的典型控制电路任务相融合，采用教、学、练三位一体的项目教学模式，教会学生发现、分析并解决问题的能力，激发学生勤于思考、勇于创新的学习热情。

（二）课程设计思路

该课程总体设计思路是，打破以知识传授为主要特征的传统学科课程教学模式，转变为以任务驱动为中心组织课程内容，并让学生在完成具体任务的过程中学会构建 PLC 编程与操作等相关知识，并发展相关职业能力。课程内容突出对学生职业能力的训练，理论知识的选取紧紧围绕工作任务完成的需要来进行，同时又充分考虑了高等职业教育对理论知识学习的可持续发展的需求，并融合了生产现场对知识、技能和职业能力的要求。

任务设计由浅入深，以生产现场的典型实例操作为线索来进行。教、学、练为一体，在 PLC 实训室完成实施仿真。充分开发学习资源，给学生提供丰富的实践机会。

教学效果评价采取过程评价与结果评价相结合的方式，通过理论与实践相结合，重点评价学生的职业能力。

三、课程教学目标

通过本课程的学习，让学生掌握常用低压电器的基本类型、原理、用途及合

理选用控制电器，掌握继电器、接触器控制线路的基本环节，学会阅读、分析由继电器、接触器构成的典型电气控制电路，并具有初步的控制程序设计能力；熟练掌握 PLC 的组成结构、工作原理、指令系统、编程方法，掌握 PLC 典型控制系统的设计；掌握 PLC 编程/仿真软件的操作方法。并通过任务驱动教学方法，培养学生良好的职业素养及团队协作的精神。

（一）专业能力目标

- 1、具有较强的识图能力。
- 2、具有较熟练 PLC 的操作技能。
- 3、能够根据简单电气控制电路图编制 PLC 的控制程序及 I/O 地址分配表。
- 4、能够具有对常用典型电气电路控制程序的编制能力。
- 5、能够根据电气控制电路图，完成较复杂 PLC 程序的编制能力。

（二）方法能力目标

1、通过教、学、练三位一体的教学模式，将课程的理论教学、实践教学和解决生产实际问题融为一体，理中有实，实中有理。突出学生动手能力和专业技能的培养。使学生对 PLC 编程及运行操作的产生学习兴趣和爱好，养成自主学习与探究学习的良好习惯和对专业技能的学习能力。

2、通过该课程各项目实践技能的训练，使学生完成基本的 PLC 控制技术工作过程，初步具有资料查阅、信息处理能力，具有一定的沟通、交流的能力。

3、通过对 PLC 编程方法、运行操作学习，以及教学实训过程中创新方法的训练，培养学生提出问题、独立分析问题、解决问题和技术创新的能力。

（三）社会能力目标

- 1、具有较好的 PLC 操作职业习惯。
- 2、认真、踏实、团结协作的职业精神。
- 3、培养学生勇于创新、敬业乐业的工作作风。
- 4、具有较好的质量意识、安全生产意识。

四、课程内容与要求

内容（项目）名称	项目一 常用低压电器及基本控制电路	学时	8
学习目标			

1、了解常用低压电器元件组成结构和工作原理及用途； 2、掌握常用电动机基本控制电路的工作原理； 3、掌握电动机基本控制电路的控制方法。		
教学具体内容	教学组织与实施	
任务1 常用低压基本知识 1) 交流接触器、按钮、断路器、熔断器、时间继电器等低压电器元件。 任务2 常用电动机基本控制电路 1) 三相异步电动机全压/降压启动控制电路； 2) 三相异步电动机制动控制电路； 3) 三相异步电动机调速控制电路。	1、多媒体讲解多媒体讲解常用低压电器元件（结合实物）组成结构讲解、工作原理等； 2、多媒体讲解常用低压电器元件的选择及使用； 3、通过多媒体讲解常用低压电器元件的类型含义； 4、分组讨论常用电动机基本控制（三相异步电动机启动、降压、制动、调速控制）电路。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法： 实物与多媒体教学相结合、“项目引导、任务驱动”教学法、分组讨论教学法、自主学习法等。 教学手段： 多媒体课件、视频、实物展示、电工技能与实训仿真教学系统软件	1) 能了解常用低压电器的组成结构、工作原理及电气符号。 2) 能掌握用常用低压电器元件实现三相异步电动机启动、降压、制动、调速）等基本电路的控制原理。	授课教师应具有较强的常用低压电器元件组成结构、原理、用途、选择等方面的理论知识和实现对三相异步电动机基本电路控制的实践能力。能指导学生正确使用常用低压电器元件完成对电动机的基本控制。

内容（项目）名称	项目二 PLC 基础	学时	4
学习目标			
1、掌握 PLC 的组成结构、特点及其应用； 2、掌握 PLC 的基本工作原理； 3、掌握 PLC 的硬件结构及编程语言。			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务1 认识 PLC 的组成结构、特点及	1、多媒体讲解 PLC 的组成结构、特点及其应用；		

其应用	2、学生分组讨论 PLC 的基本工作原理；	
任务 2 PLC 的基本工作原理	3、讲解 PLC 的硬件结构及编程语言；	
任务 3 PLC 的硬件结构及编程语言		
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法： “项目引导、任务驱动”教学法、分组讨论教学法、操作演示与实践练习相结合教学法等。 教学手段： 多媒体课件、FX 编程/仿真软件	能了解 PLC 的组成结构、特点及其应用；能掌握 PLC 的基本工作原理；能熟练掌握 PLC 的硬件结构及编程语言。	授课教师应具有较强的 PLC 理论知识和较强实践能力。能指导学生正确学习 PLC 基础。

内容（项目）名称	项目三 FX 系列 PLC 及基本逻辑指令	学时	18
学习目标			
1、熟悉并掌握 FX 系列 PLC 的特性、编程元件； 2、掌握 FX 系列的基本逻辑指令的使用； 3、掌握 PLC 梯形图编程规则与程序分析；			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务 1 FX 系列 PLC 的特性、编程元件 任务 2 FX 系列 PLC 基本逻辑指令 1) 认识熟悉 PLC 实验装置 2) PLC 基本指令练习 任务 3 FX 系列 PLC 梯形图编程规则与程序分析 1) 梯形图编程练习	1、演示讲解 FX 系列 PLC； 2、FX 系列 PLC 编程元件演示讲解； 3、FX 系列 PLC 基本逻辑指令边讲解边演示，学生边学习边练习； 4、演示 PLC 实验装置，边讲解边演示，学生边练习； 5、穿插指令讲解，逐步程序编写任务，学生独立或探讨完成；		
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	
教学方法 “项目引导、任务驱动”教学法、分组讨论教学法、操作演示相结	能熟练掌握 FX 系列 PLC 特性、编程元件。掌握基本指令的应用特及编程技	授课教师应具有较强的 PLC 编程编写方面的理	

合教学法等。 教学手段: 多媒体课件、FX 编程/仿真软件、PLC 实训装置(教学用)	巧: 能较合理编制控制程序; 利用基本指令编写正确的控制程序; 具有安全生产、日常保养实训装置良好习惯。 能使用实训装置完成项目内容。	论知识和较强 PLC 实训装置操作实践能力。能指导学生正确使用 FX 基本指令进行编程。
--	--	--

内容(项目)名称	项目四 FX 系列 PLC 的编程方法	学时	58
学习目标			
1、熟悉并掌握 PLC 常用基本环节编程; 2、掌握 PLC 编程基本指令的编程方法与应用; 3、掌握步进指令、顺序控制梯形图编程实例 4、熟悉具有多种工作方式的系统的编程方法。			
教学具体内容		教学组织与实施	
任务 1 FX 系列 PLC 常用基本环节编程 1) 用启-保-停方法编制三相异步电动机点动/连续控制程序操作 2) 用自锁、互锁编制电动机正反转、自动往返控制程序运行操作 任务 2 基本指令的编程方法与应用 1) 用联锁控制编制两台电动机顺序控制程序运行操作 2) 用互锁控制编制两台电动机协调运行控制程序操作 3) 三相异步电动机星/角控制程序操作 任务 3 步进指令		1、多媒体演示讲解 PLC 常用基本环节编程 1) 自锁、互锁、联锁 2、多媒体演示讲解 PLC 编程基本指令的编程方法; 1) 经验设计法 2) 时序电路设计法 3、多媒体演示讲解步进指令应用编写方法 1) 步进指令编程 4、多媒体演示讲解顺序控制梯形图编程实例 1) SFC 功能图编程 2) 用启-保-停电路编程 3) 以转换为中心的编程	

C 实训
力。能
用 FX
程。

1) 三台皮带输送机顺启逆停控制程序 任务 4 顺序控制梯形图编程实例 1) 三台皮带输送机顺启逆停控制程序 2) 火灾报警控制系统程序设计		
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法： 多媒体讲解与仿真软件相结合，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法、操作演示与实践练习相结合教学法等。 教学手段： 多媒体课件、FX 编程/仿真软件	能熟练掌握 FX 系列 PLC 常用基本环节编程。掌握各种基本指令的应用特点及编程技巧；能较合理编制控制程序；利用基本指令编写正确的控制程序；能使用实训装置完成项目内容。	授课教师应具有较强的 PLC 方面的理论知识和较强 PLC 操作实践能力。

内容（项目）名称	项目五 PLC 应用指令及 FX 编程/仿真软件	学时	12
学习目标			
1、了解 PLC 应用指令； 2、掌握 FX 编程/仿真软件的使用。			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务 1 功能指令 1) 功能指令的基本形式 2) 功能指令及其应用 任务 2 FX 编程/仿真软件使用 1) FX 编程/仿真软件操作练习 2) 梯形图编程实例操作练习	1、多媒体讲解功能指令的基本格式、功能指令； 2、多媒体讲解四则运算与逻辑运算指令； 3、多媒体讲解数据处理指令； 4、多媒体讲解演示 FX 编程/仿真软件使用； 5、多媒体讲解梯形图编程实例操作。		
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	

教学方法: 多媒体讲解与视频相结合, “项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等 教学手段: 多媒体课件、FX 编程/仿真软件编程	熟悉 PLC 功能指令; 能较熟练掌握 FX 编程/仿真软件的使用; 能正确使用功能指令合理编制梯形图控制程序; 能使用实训装置完成项目内容。	授课教师应具有较强的 PLC 编程编写方面的理论知识和较强 PLC 实训装置操作实践能力。能指导学生正确使用 FX 编程/仿真软件进行较复程序编写及仿真运行操作。
--	---	---

五、学时分配

序号	教学内容	学时		
		理论	实践	小计
1	项目一 常用低压电器及基本控制电路	8		8
2	项目二 PLC 基础	4		4
3	项目三 FX 系列 PLC 及基本逻辑指令	6	12	18
5	项目五 PLC 应用指令及 FX 编程/仿真软件	8	4	12
合计		40	60	100

六、实施建议

(一) 教材编写或选用

1、推荐使用教材 《矿山机械设备电气控制系统的运行维护与检修》，郝坤编著，中国矿业大学出版社，2012 年

2、参考文献:

《电气控制与 PLC 技术》，郭江涛编著，中国地质大学出版社，2011 年

《PLC 基础与实训》，王淑玲编著，中国劳动社会保障出版社，2010 年

《可编程序控制器应用技术实训指导》，李俊秀编著，化工出版社 2007 年

(二) 教学组织与设计

针对具体的教学内容和教学过程，采用任务驱动法、项目教学法、小组讨论法、仿真运行演示法、自主学习等多种教学方法。以学生为中心，“在练中学，在学中练”，让学生人人参与，增强对 PLC 的操作技能。

(三) 教学基本条件

有较强
写方面
较强
操作实
导学生
程/仿
复程序
运行操

小计

8

4

18

12

100

1. 师资要求

- 1) 具有 PLC 的专业知识和操作能力。
- 2) 具有丰富的教学经验和指导学生实践的能力。
- 3) 具有较强的组织能力及教学过程设计能力。
- 4) 具有良好的职业道德和责任心。

2. 教学硬件设施及配备

PLC 实训室、FXGP 编程/仿真软件、实验用实训装置 12 台控。建议增加实训装置台数。

(四) 课程考核与评价

过程考核与结果评价相结合，理论考试与实践操作相结合，考核与取证相结合。

考核项目		考核方式	比例
过程考核	学习态度	课堂提问的正确率、出勤率、课堂练习的认真程度，综合评价学生的学习态度	10%
	课后作业	课后作业完成情况，认真态度、是否独立完成	5%
	任务技能考核	PLC 操作的熟练程度，对平时工作任务完成的正确率，操作的规范程度等	30%
结果考核	综合实践技能	融入企业标准，综合测试（仿真软件）运行、编程、工艺技能	40%
	结业测试	知识拓展答辩、笔试	15%
合计			100%

(五) 课程资源开发与利用

- 1、根据机电一体化专业岗位能力，结合企业标准，编写校本教材，并制作多媒体课件辅助教学。
- 2、充分利用 FX 编程/仿真软件和 PLC 实验装置加强对学生的操作技能培养。
- 3、鼓励学生利用强大的网络资源，学会查找有关资料，积极引导与培养学生自主学习能力和拓展知识能力。

《机械制造基础》课程标准

适用专业：机电一体化

课程类别：职业能力课程

修课方式：必修

教学时数：56

编制人：黄锬

审定人：宋继祥

一、课程定位

《机械制造基础》根据机电一体化专业岗位能力需求，设定本课程为机电一体化必修的一门专业核心课程，是教、学、做一体化课程。通过本课程的学习要求学生了解和掌握常用机械零件的热处理及机械加工工艺、掌握一定的的机械工程材料知识，掌握机械制造技术的有关基本知识、基本理论、基本技能和科学思维方法。

本课程的先修课程《机械制图》、《机械设计基础》是学习此门课程的专业基础，后继课程《机械设备维修与安装》是此门课程的延伸学习，是对此门课程的巩固和提高。

通过本课程的学习，培养学生独立分析问题、解决问题的能力；培养学生具有较强的产品质量意识和加工生产安全意识；培养学生具有较强的沟通能力、团队协作精神和社会责任心；掌握必备的数控编程与加工操作的基础知识，具有较强的数控机床实践操作技能。

二、设计理念与思路

（一）课程设计理念

本课程立足于机电一体化专业岗位能力培养，引入职业标准，秉承“以学生为主体，以任务驱动为导向，工学结合”的课程设计理念，让学生在完成具体项目的过程中来构建相关理论知识，并发展职业技能。

以岗位需求为依据：依据职业标准对应的实践能力要求，设置课程内容，实现课程内容和职业岗位需要的紧密结合。

以工作过程为基础，按照工作过程中活动与知识的关系来设计课程突出工作过程在课程中的主线地位，按照工作过程的需要来选择知识，以工作任务为中心结合理论与实践内容。

以职业能力为主线：真正以“能力”为主线来设计课程，要按照工作的相

关性,而不是知识的相关性来确定课程设置。

以职业生涯为背景:重视与学生终生职业生涯发展密切相关的心理品质的培养,关注学生毅力、自信心、认真负责的工作态度、团队合作精神、人际交往能力的培养。关注学生不断学习、不断发展的愿望的培养。

(二) 课程设计思路

该课程总体设计思路是,打破以知识传授为主要特征的传统学科课程模式,转变为以任务驱动为中心组织课程内容,从应用的角度出发,依据由简到难的原则,以典型机械零件制造为主线,设计教学项目,通过教师指导学生开展自主学习完成工作任务或者项目,实现对工作过程的认识和对完成工作任务的体验,从而形成职业能力,每个学习项目应从知识技能等方面达到教学的标准。

教学效果评价采取过程评价与结果评价相结合的方式,通过理论与实践相结合,重点评价学生的职业能力。

三、课程教学目标

《机械制造基础》的主要任务是培养让学生具有机械零件常用材料的基本知识、热处理知识、毛坯生产方法知识以及选择机械零件材料、毛坯生产方法、热处理方法的能力。并通过完成典型零件生产过程的设计训练,培养学生分析问题的能力、良好的职业素养及团队协作的精神。

(一) 专业能力目标

- 1、具有较强的识图能力。
- 2、能根据机械零件的性能要求和材料的性能、应用范围,正确选择典型机械零件的材料种类和牌号。
- 3、能根据机械零件的结构和用途,选择典型零件的毛坯生产方法。
- 4、能根据机械零件的材料和性能要求、选择典型零件的热处理方法。
- 5、能根据机械零件的材料种类、毛坯种类、用途,合理安排典型机械零件的加工路线。
- 6、能根据机械零件的材料、毛坯生产方法等,正确分析零件结构工艺性。

(二) 方法能力目标

- 1、通过教、学、做一体化模式教学,培养学生对机械制造基础的学习兴趣、

爱好，养成自主学习与探究学习的良好习惯，培养基本的专业学习能力。

2、通过该课程各项实践技能的训练，使学生经历基本的工程技术工作过程，初步具有资料查阅、信息处理能力，具有一定的沟通、交流的能力。

3、通过对机械制造基础学习，以及教学实训过程中创新方法的训练，培养学生提出问题、独立分析问题、解决问题和技术创新的能力。

（三）社会能力目标

1、具有严谨的工作态度和较强的质量和成本意识。

2、认真、踏实、团结协作的职业精神。

3、培养学生勇于创新、敬业乐业的工作作风。

4、具有较好的质量意识、安全生产意识。

四、课程内容与要求

内容（项目）名称	项目一 认识阶梯轴毛坯的热加工	学时	7
学习目标			
了解材料的力学性能和各状态的组织结构。掌握金属的强度、硬度、韧性，并能够判断出金属的机械性能的优劣。掌握铁碳合金相图。了解热处理的目的。初步掌握热处理的四个基本环节。初步掌握钢的热处理工艺。了解碳钢的分类、牌号、性能和用途。掌握各种材料的性能。熟练掌握碳钢的牌号、性能和用途，并能根据加工条件和成品的要求来确定毛坯的材料			
教学具体内容		教学组织与实施	
任务1 阶梯轴毛坯材料的识别； 任务2 铁碳合金相图的建立与作用； 任务3 毛坯轴的热处理； 任务4 阶梯轴类零件的热加工。		1、板书讲解材料的性能、多媒体图片讲解硬度、冲击韧性等测量方法； 2、多媒体讲解铁碳合金相图的建立及作用； 3、多媒体讲解各种热处理方法及应用； 4、通过视频讲解铸造、锻造工艺，多媒体讲解铸造、锻造零件结构工艺性，多媒体讲解焊接工艺、及焊接变形及零件结构工艺性。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	
教学方法：实物与多媒体教学相结合、“项目引导、任务驱动”教学法、分组讨论教学法、自主学习法等。	能够认识毛坯类型；了解金属材料的各项性能；了解金属材料的分类、牌号；了解毛坯选择的依据等	熟悉相关专业理论基础、具有一定工作经验，熟悉铸、锻、焊、热处理等工艺过程，并能结合实际进行分析、讲解。	

教学手段：多媒体课件、视频		
---------------	--	--

内容（项目）名称	项目二 轴类、箱体类零件的冷加工	学时	20
----------	------------------	----	----

学习目标			
------	--	--	--

掌握常用金属切削机床（车床、钻床、铣床、刨床、磨床、齿轮加工机床）的种类、构造及附件。了解其它金属切削机床（镗床、插床、拉床、数控车床）的工艺范围、加工特点和加工方法。熟练掌握常用金属切削机床的工艺范围、加工特点和加工方法。

教学具体内容	教学组织与实施
任务1 刀具的认识与切削现象分析 任务2 阶梯轴的车削加工 任务3 变速箱壳体的铣削加工 任务4 零件的磨削加工 任务5 刨、钻、镗及拉削加工	1、多媒体讲解刀具几何角度、切削过程及刀具角度对加工过程的影响； 2、通过视频讲解车床、钻床、铣床、刨床、磨床、齿轮加工机床、镗床、插床、拉床、数控车床的工艺范围、加工特点和加工方法。

教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法： 多媒体讲解，“项目引导、任务驱动”教学法、分组讨论教学法等。 教学手段： 多媒体课件、图片、视频讲解	能认识各种机床；掌握各种机床的加工特点、工艺范围。	熟悉相关专业理论基础、具有一定工作经验，熟悉刀具几何角度及其对加工过程影响，熟悉车床、钻床、铣床、刨床、磨床、齿轮加工机床、镗床、插床、拉床、数控车床的工艺范围、加工特点和加工方法，并能结合实际进行分析、讲解。

内容（项目）名称	项目三 轴类、壳体类零件加工工艺的编排	学时	26
----------	---------------------	----	----

学习目标			
------	--	--	--

了解机床夹具的组成。掌握定位和夹紧机构的概念和功能。掌握简单工件的定位和夹紧机构的设计方法。掌握机械加工工艺的基本概念、基本理论。熟练掌握制定机械加工工艺规程的基本原则和方法、步骤

增强对机械加工表面质量的认识, 以及表面质量对零件使用性能的影响; 了解影响表面粗糙度的工艺因素及其改善措施。了解掌握机械加工振动的具体概念和分类; 了解机械加工中控制振动的工艺途径。

了解装配的概念、装配精度与零件机械加工精度的关系。重点掌握解装配尺寸链的具体方法, 初步了解在实际装配过程中如何去选择相应的装配方法。掌握解装配工艺规程制订的步骤和内容, 初步建立关于机械产品结构工艺性的相关概念。

教学具体内容	教学组织与实施	
任务 1 台虎钳夹具定位方法的分析 任务 2 机床主轴的工艺编排与分析计算 任务 3 活塞体加工质量的检测 任务 4 减速器的装配	1、多媒体讲解夹具结构、定位方法、功能, 组织学生分组讨论、通过网络查找各种夹具并加以分析, 巩固相关知识、学会分析方法; 2、多媒体讲解机械加工工艺的基本概念、基本理论。熟练掌握制定机械加工工艺规程的基本原则和方法、步骤; 3、多媒体讲解机械加工表面质量, 表面质量对零件使用性能的影响, 影响表面粗糙度的工艺因素及其改善措施, 机械加工振动的具体概念和分类, 以及机械加工中控制振动的工艺途径; 4、多媒体讲解装配的概念、装配精度与零件机械加工精度的关系, 以及尺寸链的建立、计算方法, 并组织學生分组讨论。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法: 多媒体讲解, “项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等。 教学手段: 多媒体课件、图片、视频	了解机床夹具的结构; 了解工件的定位方式及定位元件; 掌握机械加工工艺的基本概念、基本理论; 了解影响表面粗糙度的工艺因素及其改善措施; 了解装配的概念、装配精度的保证方法。	熟悉相关专业理论基础、具有一定工作经验, 熟悉夹具、机械加工工艺、装配工艺、工艺尺寸链等要关知识, 熟悉机械加工表面质量对零件使用性能的影响及改善表面质的方法。

紧机构
的基本
面粗糙
控制振
方法，
口内容，

且讨论、
会分析

练掌握

性能的
加工振
途径；
度的关
论。

力要求

么理论
定工作
具、机械
工艺、
要关知
工表面
性能的
质的方

内容（项目）名称		项目四 特种加工	学时	3
学习目标				
了解现代机械制造技术的产生及其特点，非传统加工技术的概念、工艺特点及应用场合。了解超精密加工的工艺特点及其影响因素，初步树立精益制造的理念。				
教学具体内容		教学组织与实施		
任务1 方孔冲模的电火花加工		1、多媒体、视频讲解电火花加工工艺并分组讨论；		
任务2 凹模的电火花线切割加工		2、多媒体、视频讲解电火花线切割加工工艺并分组讨论；		
任务3 电化学加工		3、多媒体、视频讲解电化学加工工艺。		
教学手段与方法		对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	
教学方法： 多媒体讲解，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等。 教学手段： 多媒体课件、图片、视频		了解电火花加工的工艺特点；了解电火花线切割加工的工艺特点；了解电化学加工的工艺特点。	熟悉相关专业理论基础、具有一定工作经验，熟悉电火花、电火花丝切割、电化学加工等工艺过程，并能结合实际进行分析、讲解。	

五、学时分配

序号	教学内容	学时		
		理论	实践	小计
1	项目一 阶梯轴毛坯的热加工	7	0	7
2	项目二 轴类、箱体类零件的冷加工	16	4	20
3	项目三 轴类壳体类零件加工工艺的编排	22	4	26
4	项目四 特种加工	3	0	3
合计		48	8	56

六、实施建议

（一）教材编写或选用

教材：

《机械制造基础》，陈强、张双侠主编，大连理工大学出版社，2015

参考书目：

- (1) 《机械制造基础》，邹积德主编，化学工业出版社，2015
- (2) 《机械制造基础》，于文强、张丽萍主编，清华大学出版社，2015

(二) 教学组织与设计

针对具体的教学内容和教学过程，采用任务驱动法、项目教学法、小组讨论法、自主学习等多种教学方法。以学生为中心，“在做中学，在学中做”，让学生人人参与，增强学生学习的主动性。

(三) 教学基本条件

1. 师资要求

- 1) 具有金属工艺学、金属的冷、热加工经验、零件加工工艺编制能力。
- 2) 具有丰富的教学经验和指导学生实践的能力。
- 3) 具有较强的组织能力及教学过程设计能力。
- 4) 具有良好的职业道德和责任心。

2. 教学硬件设施及配备

校内实训有钳工实训室、数控车加工实训室、液压传动智能实验台、机械展示柜等。

(四) 课程考核与评价

过程考核与结果评价相结合，理论考试与实践操作相结合。

考核项目		考核方式	比例
过程考核	学习态度	课堂提问的正确率、出勤率、课堂练习的认真程度、每个项目完成情况综合评价学生的学习态度	10%
	课后作业	课后作业、实习报告等完成情况、认真态度、是否独立完成	5%
	自评、互评	学习小组长根据认真态度、出勤率、是否独立完成进行自评和互评，根据各小组完成的情况，给出适当的分数	15%
结果考核	结业测试	笔试	70%
合计			100%

(五) 课程资源开发与利用

1、结合企业标准，与培养学生机械制造工程素养的结合。课程内容既具有基础性又具有应用性，从实际或已有知识中发现和提出问题，引导学生思考，应用所学知识探究规律和致力创新角度选用教材，并制作多媒体课件辅助教学。

2、鼓励学生利用强大的网络资源，学会查资料，积极引导与培养学生自主学习能力和拓展知识能力。

《矿山机械设备运行维护与检修》课程标准

适用专业：机电一体化

课程类别：职业能力课

修课方式：必修课

教学时数：48

编制人：黄锟

审定人：宋继祥

一、课程定位

《机械设备维修与安装》根据机电一体化专业“机械安装与检修”岗位能力需求，设定本课程为机电一体化专业必修的一门专业核心课程，是教、学、做一体化课程。通过本课程的学习，要求学生了解机械设备维修与安装的基本知识和基本理论，能够编制机械设备维修与安装工艺文件，掌握机械设备的故障诊断技术和失效零部件的修复技术，具有一定机械设备安装调试和维修能力。

本课程的先修课程《机械制图与公差配合》、《机械设计基础》是学习此门课程的专业基础。

通过本课程的学习，培养学生独立分析问题、解决问题的能力；培养学生具有较强的产品质量意识和安全生产意识；培养学生具有较强的沟通能力、团队协作精神和社会责任心；掌握必备的机械设备维修与安装的基本知识，具有一定的机械设备安装调试和维修能力。通过职业技能鉴定取得“维修钳工（中级）”技能等级证书。

二、设计理念与思路

（一）课程设计理念

本课程立足于机电一体化专业岗位能力培养，引入职业标准，秉承“以学生为主体，以任务驱动为导向，工学结合”的课程设计理念，注重学生机械设备安装

装调试和维修技能的培养,夯实基础,由浅入深,把机械设备故障诊断和零部件修复技术与实践相结合,教、学、做一体,教会学生发现、分析并解决问题的能力,激发学生勤于思考、勇于创新的学习热情。

(二) 课程设计思路

该课程总体设计思路是,打破以知识传授为主要特征的传统学科课程模式,转变为以任务驱动为中心组织课程内容,并让学生在完成具体任务的过程中学会构建机械设备故障诊断、维修与安装的相关知识,并发展相关职业能力。课程内容突出对学生职业能力的训练,理论知识的选取紧紧围绕工作任务完成的需要来进行,同时又充分考虑了高等职业教育对理论知识学习的可持续发展的需求,并融合了“维修钳工(中级)”职业资格证书对知识、技能和职业能力的要求。

任务设计由浅入深,以机械零部件的故障机理、诊断修复、安装调试为线索来进行。教、学、做一体,在校内实训室完成。充分开发学习资源,给学生提供丰富的实践机会。

教学效果评价采取过程评价与结果评价相结合的方式,通过理论与实践相结合,重点评价学生的职业能力。

三、课程教学目标

通过本课程的学习,让学生了解机械设备维修与安装的基本知识和基本理论,掌握机械设备的故障诊断技术和失效零部件修复技术,能够编制机械设备的维修与安装工艺,具有较熟练的机械设备安装、调试和维修能力。并通过任务驱动教学方法,培养学生良好的职业素养及团队协作的精神。

(一) 专业能力目标

- 1、具有查阅相关技术资料的能力。
- 2、具有编制一般机械设备安装与维修工艺规程的能力。
- 3、能够根据故障特点选择合理的修复方法。
- 4、能够熟练的使用工具对机械设备进行拆装、调试。
- 5、具有一定的机械设备故障诊断和维修能力。

(二) 方法能力目标

- 1、通过教、学、做一体化模式教学,培养对机械设备维修与安装的学习兴趣和爱好,养成自主学习与探究学习的良好习惯,培养基本的专业学习能力。

2、通过该课程各项实践技能的训练,使学生经历基本的工程技术工作过程,初步具有资料查阅、信息处理能力,具有一定的沟通、交流的能力。

3、通过对机械设备维修与安装知识学习,以及教学实训过程中技能的训练,培养学生提出问题、独立分析问题、解决问题和技术创新的能力。

(三) 社会能力目标

- 1、具有较好的设备维修与安装操作职业习惯。
- 2、认真、踏实、团结协作的职业精神。
- 3、培养学生勇于创新、敬业乐业的工作作风。
- 4、具有较好的质量意识、安全生产意识。

四、课程内容与要求

内容(项目)名称	项目一 机械的磨损与润滑	学时	4
学习目标			
1、了解机械设备磨损失效的知识和磨损规律; 2、了解润滑油的分类、性能和选择原则; 3、能够针对企业现场机械设备工作状况和润滑方式选择润滑材料。			
教学具体内容		教学组织与实施	
任务1 机械设备的磨损规律 1) 摩擦的种类及其本质 2) 磨损及其规律 任务2 机械设备的润滑 1) 润滑的作用 2) 润滑的原理 3) 润滑材料的分类和特性		1、多媒体图片讲解机械设备磨损失效的知识和磨损规律等; 2、多媒体讲解润滑的作用,润滑油的性能和选择原则; 3、多媒体图片讲解、分组讨论润滑方式及润滑材料的选择。	
教学手段与方法		对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法: 多媒体教学、“项目引导、任务驱动”教学法、分组讨论教学法、自主学习法等 教学手段: 多媒体课件、图片		能够了解润滑作用、润滑材料及性能;了解磨损的机理及磨损规律。	授课教师应熟悉磨损、润滑方面的理论知识和实践能力。了解机械设备的运行保养。
内容(项目)名称	项目二 机械零件的断裂、变形	学时	4

学习目标		
1、掌握机械零件断裂与变形的形式、机理、断口特征等知识； 2、能够认识断裂、变形失效零件的类型； 3、能够分析零件断裂和变形的原因，并针对零件断裂和变形原因采取正确的防止措施。		
教学具体内容	教学组织与实施	
任务1 机械零件的断裂分析与防止 1) 断裂的分类 2) 过载断裂 3) 疲劳断裂 4) 脆性断裂 任务2 机械零件的变形分析与防止 1) 弹性变形及其防止 2) 塑性变形及其防止	1、多媒体、图片讲解机械零件断裂与变形的形式、机理、断口特征等知识； 2、多媒体讲解零件断裂和变形的原因及应采取的防止措施； 3、多媒体讲解机械零件弹、塑性变形及其防止	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法： 多媒体教学、“项目引导、任务驱动”教学法、分组讨论教学法、自主学习法等 教学手段： 多媒体课件、图片	了解机械零件断裂与变形的形式，掌握零件断裂、变形的防止措施。	授课教师应具有较强机械零件断裂、变形方面的理论知识。具有采用相应措施防止断裂和变形的实践经验。

内容（项目）名称	项目三 机械零件的腐蚀与防腐	学时	4
学习目标			
1、了解金属腐蚀的基本原理和常见形式； 2、掌握机械设备零件或构件的防腐知识； 3、掌握常用防腐方法及措施。			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务1 机械零件的腐蚀分析	1、多媒体讲解化学腐蚀、电化学腐蚀的基本原理及腐蚀失效的		

机理、
防止措

要求

机械零
理论知
防止断

1) 金属的化学腐蚀与电化学腐蚀	主要形式;	
2) 腐蚀失效的主要形式	2、多媒体讲解防腐蚀结构, 表面覆盖防防腐、缓蚀剂防腐、电	
任务 2 机械零件的防腐	化学防腐等防腐方法及措施。	
1) 防腐蚀结构		
2) 表面覆盖防腐		
3) 缓蚀防腐		
4) 电化学防腐		
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法: 多媒体教学, “项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等 教学手段: 多媒体课件、图片、视频	能了解金属腐蚀的基本原理, 了解腐蚀失效的主要形式, 均匀腐蚀、小孔腐蚀、缝隙腐蚀、晶间腐蚀、氢损伤、腐蚀磨损等, 了解常用的防腐方法, 表面覆盖防防腐、缓蚀剂防腐、电化	授课教师应具有较强的金属腐蚀相关的理论知识, 能够根据零件判断零件腐蚀原因, 掌握相应的防腐方法并能指导学生正确选择。

4

失效的

内容(项目)名称	项目四 机械设备故障诊断	学时	8
学习目标			
1、了解故障诊断的内容, 简易诊断方法及应用; 2、了解机械设备故障的振动诊断原理及实施; 3、了解机械设备故障的温度诊断与实施; 4、了解油样分析技术及应用; 5、掌握无损探伤技术及应用; 6、掌握机械零件的平衡试验及操作方法。			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务1 机械设备故障的简易诊断与实施	1、多媒体讲解故障诊断的内容, 听诊法、触测法、观察法等简易诊断方法及应用;		
任务2 机械故障的振动诊断与实施	2、多媒体讲解机械故障的振动诊断、温度诊断、油样分析		

任务3 机械故障的温度诊断与实施	技术及应用; 4、多媒体、视频讲解超声探伤、射线探伤等无损探伤技术; 5、多媒体、图片、实物操作讲解转子现场平衡检验及平衡方法。	
任务4 油样分析技术及应用		
任务5 无损探伤技术及应用		
任务6 转子现场平衡技术		
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
<p>教学方法: 多媒体讲解, “项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法、操作演示与实践练习相结合教学法等</p> <p>教学手段: 多媒体课件、视频、图片</p>	<p>了解故障诊断的内容, 简易诊断方法,</p> <p>了解机械设备故障的振动诊断、温度诊断、油样分析技术、无损探伤技术原理,</p> <p>了解转子平衡试验的意义。</p>	<p>授课教师应具有较强的机械设备故障的简易诊断的经验, 机械故障的振动诊断、温度诊断、油样分析技术的理论基础, 熟悉无损探伤技术、现场转子平衡试验技术并能指导学生操作。</p>

内容(项目)名称	项目五 机械设备维修分析	学时	6
学习目标			
<p>1、了解机械设备维修方式、机械设备维修步骤、零件的检查与换修原则、零件的清洗等;</p> <p>2、了解零件修复应考虑的因素、常用的修复方法及应用;</p> <p>3、掌握焊修技术工艺特点、焊条的选择、工艺参数的选择;</p> <p>4、了解;</p> <p>5、了解电镀修复、热喷涂修复、粘接修复、表面强化等方法工艺特点及应用。</p>			
教学具体内容		教学组织与实施	
任务1 机械设备维修方式与过程应用		1、多媒体讲解机械设备维修方式、机械设备维修步骤、零件的检查与换修原则、零件的清洗等;	
1) 机械设备维修方式分析		2、多媒体讲解焊修技术工艺特点、焊条的选择、工艺参数的选择;	
2) 机械设备维修过程分析		3、多媒体结合图片讲解焊接减小内应力的方法、减小防止变形的办法;	
任务2 机械零件维修方法分析及应用		4、多媒体结合图片讲解电镀修复、热喷涂修复、粘接修复、	
1) 机械零部件修复技术应用分析			

力技术；
及平衡
要求
的机械
断的经
诊断、
技术的
探伤技
验技术

2) 机械修复技术分析及应用 3) 焊接修复技术分析及应用 4) 电镀修复技术分析及应用 5) 粘接修复技术 6) 修复层的表面强化技术	表面强化等方法工艺特点及应用。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法：多媒体讲解与视频相结合，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等 教学手段：多媒体课件、图片、视频	了解维修方法、步骤，了解焊接修复、电镀修复、粘接修复等各种修复技术及应用范围，能根据零件失效形式选择相应的修复方法。	授课教师应具有较强的焊接、电镀、粘接等维修技术理论知识和丰富的实践经验。

6

内容（项目）名称	项目六 典型零部件的维修	学时	10
学习目标			
1、了解轴类零件拆卸方法、拆卸后的检查和修复方法、轴的装配方法及检验； 2、了解滑动轴承失效形式、修复方法、加工、装配方法； 3、了解滚动轴承的失效形式，拆卸、清洗、检查和装配及间隙的调整； 4、了解齿轮的失效形式、修复方法、安装和调整； 5、了解联轴器的定心检查方法及调整； 6、了解液压系统的故障预防与维修。			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务1 轴类零件的修理与装配 任务2 轴承的修理与装配 任务3 齿轮的修理与装配 任务4 联轴器的检验与调整 任务5 液压系统的故障预防与维修	1、多媒体结合图片讲解轴类零件拆卸方法、拆卸后的检查和修复方法、轴的装配方法及检验； 2、多媒体结合图片讲解滑动轴承失效形式、修复方法、加工、装配方法； 3、多媒体结合图片讲解滚动轴承的失效形式，拆卸、清洗、检查和装配及间隙的调整；		

累、零件
参数的
防止变
要修复、

	4、多媒体结合图片讲解齿轮的失效形式、修复方法、安装和调整； 5、多媒体结合视频讲解联轴器的定心检查方法及调整。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法：多媒体讲解与视频相结合，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等 教学手段：多媒体课件、图片、视频	了解轴类零件、轴承、齿轮的失效形式，了解联轴器的结构，熟练掌握液压相关知识并能读懂液压系统图。	授课教师应具有较强的轴类零件、轴承、齿轮等的修理与装配技术理论知识和丰富的实践经验，联轴器的检验与调整理论知识和丰富的实践经验。

内容（项目）名称	项目七 矿山机械设备的修理与安装	学时	12
学习目标			
1、了解矿井提升机的检修制度，主要部件（减速器、卷筒、制动器）的修理、装配、调整； 2、了解矿井通风机主要部件（工作轮、出风端轴承座）的修理与装配； 3、了解矿井排水泵的检修制度，以及修理、装配、调整； 4、了解矿山机械设备安装的技术准备工作、现场准备工作、起吊工作，常用的起吊设备，机械设备与基础的连接，机械设备的安装找正与垫板的设置以及设备的试运转等。			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务 1 机、矿山机械设备的修理 1) 矿井提升机的修理 2) 矿井通风机的修理 3) 矿井排水泵的修理 任务 2 矿山机械设备的安装 1) 机械设备安装的准备工作 2) 机械设备安装的起重工作 3) 机械设备和基础的连接	1、多媒体结合图片讲解矿井提升机、矿井通风机、矿井排水泵的检修制度，主要部件（减速器、卷筒、制动器）的修理、装配、调整； 2、多媒体结合图片讲解矿山机械设备安装的技术准备工作、现场准备工作、起吊工作，常用的起吊设备，机械设备与基础的连接； 3、多媒体结合视频讲解机械设备的安装找正与垫板的设置以及设备的试运转。		

安装和
要求
强的轴
轮等的
理论知识
，联轴
理论知识
。

12

整；

机械设

井排水
的修理、

备工作、
备与基

的设置以

4) 机械设备安装过程 5) JK 型缠绕式提升机的安装工艺 6) 2K60 型轴流式通风机的安装工艺 7) D 型离心式水泵的安装工艺 8) 设备的试运转		
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法： 多媒体讲解与视频相结合，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等 教学手段： 多媒体课件、图片、视频	了解提升机、矿井通风机、矿井排水泵的结构，熟悉机械设备安装、找正方法。	授课教师应具有较强的机械设备的安装理论知识和丰富的实践经验，矿井提升机、矿井通风机、矿井排水泵修理的丰富的实践经验。

五、学时分配

序号	教学内容	学时		
		理论	实践	小计
1	项目一 机械的磨损与润滑	4		4
2	项目二 机械零件的断裂、变形	4		6
3	项目三 机械零件的腐蚀与防腐	4		6
4	项目四 机械设备故障诊断	4	4	10
5	项目五 机械设备维修分析	6		8
6	项目六 典型零部件的维修	10		10
7	项目七 矿山机械设备的修理与安装	8	4	12
合计		40	8	48

六、实施建议

（一）教材编写或选用

教材：

《机械设备维修与安装》，李瑞春、陈宝怡主编，机械工业出版社，2015

参考书目:

- (1)《机械设备安装与维修》，谢嘉霖主编，武汉大学出版社，2014
- (2)《机械设备维修与安装》，王丽芬主编，机械工业出版社，2012

(二) 教学组织与设计

针对具体的教学内容和教学过程，采用任务驱动法、项目教学法、小组讨论法、自主学习等多种教学方法。以学生为中心，“在做中学，在学中做”，让学生人人参与，增强机械设备安装与维修的操作技能。

(三) 教学基本条件

1. 师资要求

- 1) 熟悉机械设备结构、原理，具有机械设备安装与维修的实践经验。
- 2) 具有丰富的教学经验和指导学生实践的能力。
- 3) 具有较强的组织能力及教学过程设计能力。
- 4) 具有良好的职业道德和责任心。

2. 教学硬件设施及配备

多媒体教室、钳工实训室、井巷仿真实训室、校内实训基地等。

(四) 课程考核与评价

过程考核与结果评价相结合，理论考试与实践操作相结合，考核与取证相结合。

考核项目		考核方式	比例
过程考核	学习态度	课堂提问的正确率、出勤率、课堂练习的认真程度、每个项目完成情况综合评价学生的学习态度	10%
	课后作业	课后作业、实习报告等完成情况、认真态度、是否独立完成	5%
	任务技能考核	平时工作任务完成的正确率，操作的规范程度等	30%
结果考核	综合实践技能	机械装置安装、调试	40%
	结业测试	知识拓展答辩、笔试	15%
合计			100%

(五) 课程资源开发与利用

1、根据机电一体化专业岗位能力，选择任务驱动、项目导向教材，并制作多媒体课件辅助教学。

2、搜集、整理生产典型工作案例，激发学习兴趣，增强学生职业感。

3、鼓励学生利用强大的网络资源，学会查资料，积极引导与培养学生自主学习能力、拓展知识能力。

《煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修》课程标准

适用专业：机电一体化

课程类别：职业能力课

修课方式：必修课

教学时数：65

编制人：邱秀平

审定人：宋继祥

一、课程定位

《煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修》根据机电一体化专业“煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统运行维护及故障处理”岗位能力需求，设定本课程为机电一体化专业必修的一门专业核心课程，是教、学、做一体化课程。通过本课程的学习，使学生系统掌握煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修相关知识和实际操作能力，培养学生独立分析问题、解决问题的能力及安全生产意识，为学生以后从事煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修工程技术、设备安装和维护工作打下基础。

本课程的先修课程为《电工电子技术》、《煤矿电工技术》等，通过前修课程的学习，使学生掌握电学方面的基础知识、基本概念以及电路分析能力。为学好《煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修》奠定基础。

二、设计理念与思路

（一）课程设计理念

本课程立足于机电一体化专业岗位能力培养，引入职业标准，秉承“以学生为主体，以任务驱动为导向，工学结合”的课程设计理念，注重学生煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统运行维护及故障分析处理技能的培养，夯

实基础，由浅入深，把理论学习与具体任务相结合，教、学、做一体，教会学生发现、分析并解决问题的能力，激发学生勤于思考、勇于创新的学习热情。

（二）课程设计思路

该课程总体设计思路是，打破以书本知识传授为主的传统学科课程模式，突出对学生职业能力的训练，理论知识紧紧围绕今后岗位需要来进行。同时又充分考虑高职教育对理论知识学习的需要，并融合相关职业资格证书对知识和技能的要求。教学过程中通过校企结合、校内实训基地等多种途径，采用工学结合，充分开发学习资源，为学生提供丰富的实践机会。

任务设计由浅入深，教、学、做一体，在矿电实训室和校内实训基地来完成，充分开发学习资源，给学生提供丰富的实践机会。

教学效果评价采用过程评价与结果评价相结合方式，理论与实践相结合，重点评价学生的职业能力。

三、课程教学目标

通过本课程学习，使学生了解矿山供电系统，掌握负荷计算、短路电流、电气设备选择及运行操作、供电线路运行与维护、供电系统继电保护、井下供电系统及矿用电气设备、供电安全技术等内容，并通过任务驱动教学方法，培养学生良好职业素质和团结协作精神。

（一）专业能力目标

- 1、掌握煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统的组成、结线方式和确定原则。
- 2、掌握负荷统计方法，补偿电容器的选择，主变压器的选择。
- 3、掌握各种短路参数的计算和相互关系。
- 4、掌握电气设备选择的一般原则及运行操作方法。
- 5、掌握输电线路结构组成、及运行维护方法。
- 6、掌握继电保护原理及整定计算方法。
- 7、掌握防爆原理，常用矿用电气设备用途、性能、特点、工作原理及使用操作方法。
- 8、掌握供电安全技术。

（二）方法能力目标

1、结合生产实际，培养学生学习兴趣，养成自主学习与探索学习习惯，培养学生专业学习能力。

2、使学生具有一定的资料查阅和信息处理能力。

3、使学生具有一定的分析和解决问题的能力。

(三) 社会能力目标

1、树立科学发展观，培养实事求是的科学态度，培养观察、理解、判断、推理的辩证思维能力。

2、具有一定的组织和协调能力，善于与他人合作共事。

3、具有良好的职业道德，诚实守信，忠于企业，忠于事业。

4、具有有较好的质量意识和安全生产意识。

四、课程内容与要求

内容(项目)名称	项目一 煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统	学时	10
学习目标			
1、了解电力系统组成及煤矿常用供电电压等级； 2、掌握煤矿对供电的要求和供电系统的接线方式； 3、能识读供电系统图； 4、能确定变电所的主接线方案。			
教学具体内容		教学组织与实施	
任务1 了解电力系统基础知识 任务2 认识煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统 任务3 供电系统中性运行方式		传统教学与多媒体教学结合。充分利用实训室的相关设备进行教学。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求		对教师执教能力要求
教学方法：传统理论教学与多媒体教学方法相结合，项目引导、任务驱动教学方法，讨论式教学方法。 教学手段：课堂教学，多媒	具备基本电学知识，掌握电力系统概念，工矿企业电力系统组成，会选择煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统，能识读供电系统图，能确定变电所的主接线方案。		具备丰富的理论知识，同时具备相应的实践经验，能够因材施教，灵活主动教学，熟知煤矿供电系统及电器设备的运行维护

体教学，煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统模拟实训室教学。		与检修系统。
-----------------------------------	--	--------

内容（项目）名称	项目二 负荷计算	学时	5
----------	----------	----	---

学习目标

- 1、掌握提高功率因数的方法，能进行负荷统计与负荷计算；
- 2、掌握变压器的选择原则；
- 3、能制定提高自然功率因数的方案，确定补偿电容器的接线方式及电容器的补偿容量。

教学具体内容	教学组织与实施
任务1 负荷计算 任务2 功率因素提高 任务3 变压器选择	传统教学与多媒体教学结合。通过实例讲解，使学生掌握相关计算方法和电容器、变压器的选择方法，突出重难点。

教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法：传统理论教学与多媒体教学方法相结合，项目引导任务驱动教学方法，讨论式教学方法。 教学手段：课堂教学，多媒体教学。	具备相关电学基础知识，掌握负荷统计计算方法，会选择补偿电容器和主变压器。	具备丰富的理论知识，同时具备相应的实践经验，实物分析讲解，灵活主动教学。

内容（项目）名称	项目三 短路电流	学时	8
----------	----------	----	---

学习目标

- 1、理解短路类型、原因，熟悉短路电流的计算方法；
- 2、理解短路电流计算的目的，掌握电气设备及导体动、热稳定性的校验条件；
- 3、能够校验电气设备及导体的动稳定度和成套电气设备的热稳定度。

教学具体内容	教学组织与实施
--------	---------

任务1 短路电流计算 任务2 电气设备及导体的短路校验		传统教学与多媒体教学结合。通过实例讲解，使学生掌握短路电流计算方法及电器设备的校验方法，突出重难点。
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法： 传统理论教学与多媒体教学方法相结合，项目引导任务驱动教学方法，讨论式教学方法。 教学手段： 课堂教学，多媒体教学。	具备相关电学基础知识，掌握短路电流的计算方法，会确定导体最小热稳定截面积，会校验成套电气设备的热稳定度。	具备丰富的理论知识，同时具备相应的实践经验，实例分析讲解，灵活主动教学。

内容（项目）名称	项目四 电气设备选择及运行操作	学时	10
学习目标			
1、了解电弧的概念及灭弧措施； 2、熟悉常用高、低压电气设备的结构组成、工作原理、技术参数及作用； 3、掌握电气设备选择的一般原则； 4、能进行高压成套配电装置运行维护及典型器材常见故障处理。			
教学具体内容		教学组织与实施	
任务1 电气设备的选择原则 任务2 高压电气设备 任务3 互感器 任务4 低压电器设备		传统教学与多媒体教学结合。相应的电气设备教学可以采用矿电实训室教学以及校内实训基地现场教学。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	
教学方法： 传统理论教学与多媒体教学方法相结合，项目引导任务驱动教学方法，讨论式教学方法。 教学手段： 课堂教学，多媒	掌握前面的基础知识，掌握电气设备选用的一般原则，能操作、维护常用电气设备。	具备丰富的理论知识，同时具备相应的实践经验，结合实际常用电气设备，讲解结构、工作原理，会操作相关设备。	

体教学，矿电实训室拆装电气设备，实训地现场、操作电气设备。		
-------------------------------	--	--

内容（项目）名称	项目五 供电线路及运行维护	学时	8
学习目标			
1、了解架空线路和电缆线路的结构组成、特点、类型； 2、了解供电线路类型以及敷设方式，掌握架空线路和电缆线路选择原则； 3、具有一定的供电线路敷设、检修与维护能力。			
教学具体内容		教学组织与实施	
任务1 架空线路 任务2 电缆线路 任务3 输电导线截面的选择		传统教学与多媒体教学结合。采用输电线路现场教学法，使学生对内容理解吃透。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	
教学方法： 传统理论教学与多媒体教学方法相结合，项目引导任务驱动教学方法，讨论式教学方法。 教学手段： 课堂教学，多媒体教学，供电线路现场教学。	具备相关电学基础知识，了解、掌握供电线路结构、组成、会选择导线截面，会进行供电线路检修与维护	具备丰富的理论知识，同时具备相应的实践经验，对供电线路组成、敷设、检修、维护方法十分熟悉，能够合理地利用供电线路现场，灵活教学。	

内容（项目）名称	项目六 供电系统的继电保护	学时	9
学习目标			
1、了解继电保护装置的类型、作用以及接线方式； 2、掌握继电保护装置的整定和校验方法； 3、能看懂继电保护装置原理图和展开图； 4、能够选择、整定和校验继电保护装置。			

教学具体内容		教学组织与实施
任务1 继电保护概述 任务2 电力线路的继电保护 任务3 电力变压器的继电保护 任务4 微机保护		传统教学与多媒体教学结合。相应的电气设备教学可以采用矿电实训室教学以及校内实训基地现场教学，实例讲解有关供电安全技术问题。
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求
教学方法： 传统理论教学与多媒体教学方法相结合，项目引导任务驱动教学方法，讨论式教学方法。 教学手段： 课堂教学，多媒体教学，实训基地讲解，继电保护装置整定、校验方法。	掌握前面的基础知识，掌握继电保护原理及整定校验方法，能看懂继电保护原理图及展开图。	具备丰富的理论知识，同时具备相应的实践经验，会进行继电保护装置的整定与校验。

内容（项目）名称	项目七 井下供电系统及矿用电气设备	学时	7
学习目标			
1、了解矿用电气设备类型及特点； 2、熟悉矿用高压配电箱的工作原理，能够对其使用与维护； 3、熟悉矿用隔爆低压馈电开关的工作原理，能进行矿用隔爆低压馈电开关的操作与维护； 4、熟悉矿用隔爆型电磁起动器的控制原理，能进行矿用隔爆型电磁起动器使用与维护； 5、会使用矿用隔爆型移动变电站、煤电钻综合保护装置，能进行常见故障排除。			
教学具体内容		教学组织与实施	
任务1 井下供电系统 任务2 矿用电器设备的类型 任务3 常用矿用电器设备		传统教学与多媒体教学结合。相应的电气设备教学可以采用矿电实训室教学以及校内实训基地现场教学，实例讲解有关供电安全技术问题。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	

教学方法: 传统理论教学与多媒体教学方法相结合,项目引导任务驱动教学方法,讨论式教学方法。 教学手段: 课堂教学,多媒体教学,矿电实训室拆装井下电气设备,实训基地现场操作井下电气设备。	掌握前面的基础知识,熟悉矿用变压器、矿用隔爆型高压配电箱、矿用隔爆型低压馈电开关、矿用隔爆型电磁起动器结构特点,会维护、操作矿用隔爆型高压配电箱、矿用隔爆型低压馈电开关、矿用隔爆型电磁起动器。	具备丰富的理论知识,同时具备相应的实践经验,结合实际应用中的矿用电气设备,讲解结构、工作原理,会操作相关设备。
---	--	---

内容(项目)名称	项目八 供电安全技术	学时	8
学习目标			
1、了解触电的原因、危害性,能够处理触电事故; 2、了解漏电保护装置的类型原理,能够选择、调试、维护漏电保护装置,会查找和处理漏电故障; 3、熟悉地面接电和接零保护装置的组成和原理,掌握接地电阻测量方法; 4、熟悉井下接地保护装置的组成和原理,能够对其进行安装、维护和检修; 5、熟悉大气过电压类型和保护措施,会选择和运用防雷保护装置。			
教学具体内容		教学组织与实施	
任务1 触电的预防 任务2 漏电保护 任务3 保护接地与接零 任务4 过电压及其保护装置的选用		传统教学与多媒体教学结合。相应的电气设备教学可以采用矿电实训室教学以及校内实训基地现场教学,实例讲解有关供电安全技术问题。	
教学手段与方法	对学生知识能力要求	对教师执教能力要求	
教学方法: 传统理论教学与多媒体教学方法相结合,项目引导任务驱动教学方法,讨论式教学方法。 教学手段: 课堂教学,多媒体教学,现场讲解安全用电	了解、掌握触电原因危害性及触电预防方法,会选择、维护漏电保护装置、接地与接零保护装置,防雷保护装置,会测量接地电阻、查找和处理漏电故障,能对触电事故进行救护。	具备丰富的理论知识,同时具备相应的实践经验,结合实际讲解安全用电技术。	

- 2) 具有丰富的教学经验和指导学生实践的能力。
- 3) 具有较强的组织能力及教学过程设计能力。
- 4) 具有良好的职业道德和责任心。

2. 教学硬件设施及配备

矿电实训室，煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统模拟实训室，校内外实训基地。

(四) 课程考核与评价

过程考核与结果评价相结合，理论考试与实践操作相结合，考核与取证相结合。

考核项目		考核方式	比例
过程考核	学习态度	课堂提问的正确率、出勤率、课堂练习的认真程度，综合评价学生的学习态度	10%
	课后作业	课后作业完成情况，认真态度、是否独立完成	10%
	任务技能考核	供电系统的结构、组成和运行认知，车间负荷统计，电力电缆探测，高低压电器的认识与操作，矿用电缆的认识测量与接线，定时线过电流保护实验，隔爆型煤电钻综合保护装置性能实验，人体阻抗的认识和测试保护接地系统安装	25%
结果考核	综合实践技能	小型供电系统设计	25%
	结业测试	知识拓展、笔试	30%
合计			100%

(五) 课程资源开发与利用

- 1、教师主动深入生产一线，了解行业发展情况，掌握生产现场所使用的设备、新信息和新技术，将其融入到理论教学和实践教学中。
- 2、鼓励学生利用强大的网络资源，学会查资料，积极引导与培养学生自主学习能力、拓展知识能力。
- 3、充分利用实训条件，重点培养学生实际操作能力，使学生毕业后就能满足就业岗位需要。

机电一体化专业现代学徒制 人才培养方案

淮南矿业集团
(舜立机械公司、赛力威机电设备公司)
淮南职业技术学院

2017年10月

机电一体化专业现代学徒制人才培养方案

一、专业名称与代码

(一) 专业名称: 机电一体化

(二) 专业代码: 580201

二、招生对象

普通高中毕业生/中等职业学校毕业生

三、学制与学历

(一) 学制: 三年

(二) 学历: 专科

四、就业面向

表 1 机电一体化专业就业面向岗位

职业领域	初始岗位	预期发展岗位
淮南矿业集团、淮南舜立机械公司各个煤矿综机工区、检修工区	煤矿机电设备操作工	操作司机
	煤矿机电设备安装工	安装班长
	煤矿机电设备维修电工	电工班长
	煤矿机电设备维修钳工	钳工班长
	煤矿机电设备管理员	仓储主管
	煤矿机电电子仪器仪表装配工	电子仪器仪表装配班长
	煤矿机电电气设备安装工	电气设备安装班长
	煤矿机电电工仪器仪表装配工	电工仪器仪表装配班长

五、培养目标与规格

(一) 学徒培养目标

本专业培养拥护党的基本路线, 适应面向淮南矿业集团、淮南舜立机械公司生产、建设和管理第一线需要的高素质技能型人才, 培养具有良好的思想品质和

敬业精神，德、智、体全面发展的高素质技能型人才。本专业培养掌握机电专业必备的基础理论和专门知识，具有从事专业实际工作的综合职业能力和全面素质，适应生产、建设、管理、服务第一线需要的，具备机电一体化技术基础理论基本技能，基本掌握提升设备、通风设备、压风设备、压力设备、排水设备、采掘设备、支护设备、运输设备、供电及电气设备、安全监测监控及瓦斯抽放设备安装、调试、运行、维护和保养、普通机电设备操作、数控机床操作与编程、机电产品设计与工艺设计、车间现场管理、机电产品销售与售后服务以及机电设备的维修、安装、操作等工作，德、智、体、美等方面全面发展的高素质、高技能人才。

（二）学徒培养规格

1. 毕业生应具备的综合职业能力（职业核心能力）

- （1）电气设备的选型、安装、运行、维护和常见故障分析处理能力；
- （2）机械设备的选型、安装、运行、维护和常见故障分析处理能力；
- （3）具有实施常规电气控制的能力，通过电工工种的中级考试；
- （4）具有机电一体化设备安装、调试、检测、维修、运行、保养的能力。

2. 毕业生应达到的基本要求

（1）学徒基本素质

- ①爱党爱国，遵纪守法，德、智、体、美等方面全面发展；
- ②吃苦耐劳，敬业乐业；
- ③具有一定的机电一体化方面的理论知识，较强的动手能力；
- ④具有较强的质量意识和安全意识；
- ⑤具有较强的沟通能力、团队协作精神和社会责任心；
- ⑥具有一定的独立分析问题、解决问题的能力；
- ⑦具有较高的文化素养；
- ⑧能够胜任机电一体化相关岗位的工作要求。

表2 机电一体化专业现代学徒制职业核心能力结构分解表

序号	能力名称	内涵要点	相关课程
	电气设备的选型、安装、	电工基本知识与技能，	《电工基础》
	运行、维护和常见故障分	电机的工作原理与控	《煤矿供电系统及电器设备

1	析处理能力	制方法,电气保护的基 本知识,PLC 控制技术 的应用(电工工种的中 级考试)等。	的运行维护与检修》 《矿山机械设备电气控制系 统的运行维护与检修》 《电工基本技能实训》 《电机综合实训》 《矿山机械设备电气控制系 统的运行维护与检修实训》 《变频技术》
2	机械设备的选型、安装、 运行、维护和常见故障分 析处理能力	液压系统的组成、原理 与回路分析,机械的选 型计算、结构特点、工 作原理与维护,机械设 备的故障诊断与处理 技术等。	《煤矿机械液压传动》 《机械设计基础》 《矿山机械设备运行维护与 检修》 《机械制造基础》
3	具有实施常规电气控制 的能力	模拟电子技术的基本 知识与技能,数字电子 技术的基本知识与技 能,变频技术的基本知 识与技能,单片机原理 及应用技术的基本知 识与技能。	《模拟电子技术》 《数字电子技术》 《变频技术》 《电子安装技能实训》 《矿山机械设备电气控制系 统的运行维护与检修》 《单片机原理及应用》
4	具有机电一体化设备安 装、调试、检测、维修、 运行、保养的能力。	数字信息处理、微电 子、计算机、PLC 工业 控制控制、传感检测、 信息处理、网络通信、 液压气动等基本知识 与技能。	《数控技术》 《传感器应用技术》 《机电一体化综合实训》 《煤矿机械液压传动》 《矿山机械设备电气控制系 统的运行维护与检修实训》

(2) 学徒基本知识

- ①掌握一般机械零件图样的绘制和识读的基本知识;
- ②掌握运用相关标准、手册进行机械设计的基本知识;
- ③掌握电工电子方面的基本知识;
- ④掌握电工方面的基本知识;
- ⑤掌握煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统运行、维护方面的基本知识;
- ⑥掌握机电一体化设备工作原理、结构特性方面的相关知识;
- ⑦掌握机械设备电气控制方面的基本知识;
- ⑧掌握机械设备安装、检修方面的基本知识;
- ⑨掌握电气设备安装、检修方面的基本知识;
- ⑩掌握机电一体化设备管理方面的基本知识。

(3) 学徒基本能力

- ①绘图、识图能力;
- ②基本的电工操作技能;
- ③初步的机械设计能力,能设计简单的机械;
- ④机电一体化设备的选型计算、运行、维护能力;
- ⑤电气设备的安装、检修能力;
- ⑥机电一体化设备的故障分析、判断、处理能力;
- ⑦机电一体化设备的安全运行管理能力;
- ⑧运用所学知识分析和解决实际问题的能力。

(4) 职业态度

- ①爱岗敬业,吃苦耐劳,对所从事的职业具有较高的认同度;
- ②严谨细致,作风务实,具有较强的安全意识和质量意识;
- ③具有良好的团队合作精神。

六、职业资格证书

表3 机电一体化专业现代学徒制相关职业资格证书

序号	证书名称和级别	内涵要点	发证单位
1	电工证或 PLC 可编程 控制器程序设计师	掌握电工基本知识,能使用常用的电 工工具,掌握 PLC 控制原理,对 PLC	人力资源和社会保 障部

	(中级)	控制程序进行设计、调试和改造。	
2	装配钳工	操作机械设备或使用工装、工具,进行机械设备零件、组件或成品组合装配与调试的人员。	人力资源和社会保障部
3	电子装配工	使用工具、仪器、仪表和工艺装备,对电工仪表、交直流仪器等电工仪器仪表进行组合装配和调试的人员。	人力资源和社会保障部

七、课程体系

(一) 建设思路

1. 岗位→能力→课程

淮南职业技术学院、淮南矿业集团、淮南舜立机械公司共同以企业岗位的职业能力和职业素质培养为主线,根据现代学徒制专业培养目标,以企业需求为起点,以职业岗位群职责、工作任务、工作流程分析为依据,以行业企业专家和学院骨干教师合作开发为关键,实现专业课程的开发与教学设计的创新。通过对工作岗位的分析,建立基于工作过程的行动领域课程体系,使理论知识与实践技能互相渗透、密切结合,成为统一的课程体系。

2. 教、学、做一体化

专业课程采用工作过程导向的课程教学理念,打破以知识传授为主要特征的传统学科课程模式,转变为以工作任务为中心、以实践为主线来组织课程内容并开展教学,实现教、学、做一体化教学模式。在教学活动中,教师从以传授为主,转变为以指导为主;学生的角色从被动的听为主,转变为以主动的练为主。通过实情实景、实练实训,在学中做、在做中练,在练与训中逐渐积累经验性知识,优化专业性知识,不断提高学生职业技能水平。

3. 双证书课程

依照国家职业分类标准及对学生就业有实际帮助的相关职业资格证书的要求,调整教学内容和课程体系,把职业资格证书课程纳入专业人才培养方案中,使学生在获得学历证书的同时,还能获得职业资格证书,推行“双证书”制度,推动专业的教育教学改革。

本专业与职业资格证书相关的课程有《矿山机械设备电气控制系统的运行维

护与检修》、《钳工实训》、《电工基础》、《矿山机械设备运行维护与检修》、《传感器应用技术》等。

(二) 专业课程架构

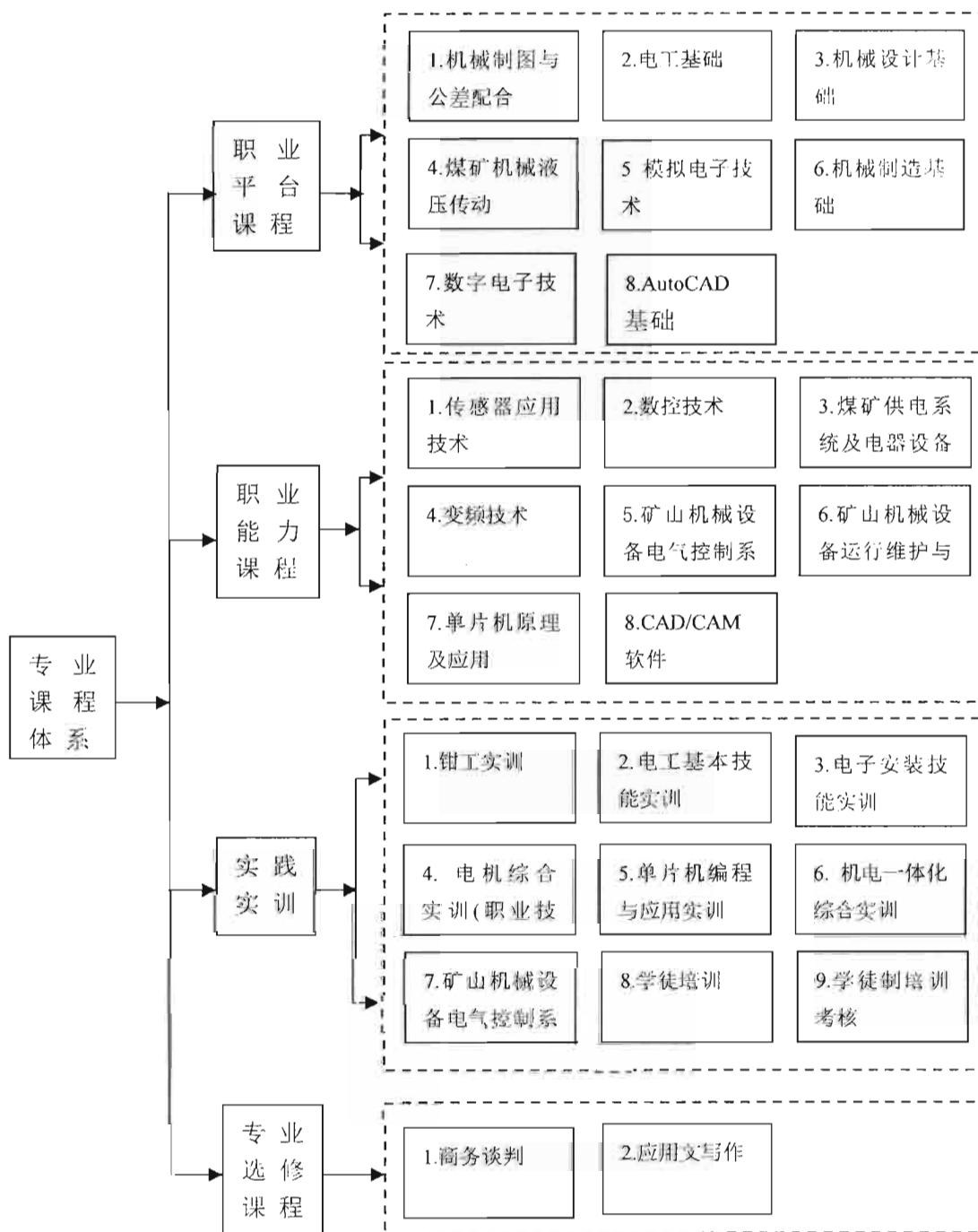


图1 专业课程架构

八、教学计划

表4 机电一体化专业现代学徒制教学计划表

课程性质	修课方式	序号	课程名称	考核方式		总学分	总学时	学时分配		学期分配						备注
				考试	考查			理论	实践	第一学年		第二学年		第三学年		
										1	2	3	4	5	6	
公共基础课	必修	1	思想道德修养与法律基础		√	3	48	40	8	4						
		2	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论		√	4	64	56	8		4					
		3	形势与政策		√	1	64	32	32	16	16	16	16			
		4	英语		√	7.5	104	94	10	4	4					
		5	体育		√	4	54	4	50	2	2					
		6	计算机应用基础	√		4	60	20	40	4						
		7	大学生职业发展与就业指导		√	2.5	40	32	8	10	10	10	10			
		8	大学生创新与创业教育		√	6	96	32	64	8	8	8	8			
		9	大学生社会责任教育		√	4	64		64	16	16	16	16			
		10	大学生心理健康教育		√	2	32	24	8	16	16					
		11	军事理论		√	2	32	24	8	8	8	8	8			
	选修	12	公共基础选修课		√	2	32	32	0	公共基础选修课由学院统一安排,学生在校期间最低须修满2学分。						
	小 计					42	690	390	300							
职业平台课	必修	1	高等数学		√	3	48	48		4						
		2	机械制图与公差配合	√		4.5	60	50	10	5						
		3	电工基础	√		4	60	48	12	4						
		4	机械设计基础		√	3.5	52	40	12		4					
		5	模拟电子技术	√		4	60	52	8		4					
		6	煤矿机械液压传动	√		3.5	52	44	8		4					
		7	机械制造基础★	√		3.5	56	48	8			4				
		8	数字电子技术★	√		3.5	56	48	8			4				
		9	Auto CAD 基础		√	4	60	30	30		4					
	小 计					33.5	504	408	96							
职业能力	必修	1	数控技术		√	3.5	56	44	12			4				
		2	煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修★	√		4	65	40	25				5			

课	3	矿山机械设备运行维护与检修★	√		3	48	38	10				4			
	4	矿山机械设备电气控制系统的运行维护与检修★	√		2.5	40	32	8				4			
	5	变频器技术		√	3	48	20	28				4			
	6	传感器应用技术		√	3.5	56	26	30			4				
	7	CAD/CAM 软件		√	2.5	40	20	20			4				
	8	单片机原理与应用		√	2.5	40	32	8			4				
小 计					24.5	393	252	141							
实践实训课	1	入学教育与军训		√	2	60		60	60						
	2	电工基本技能实训	√		1	30		30	30						
	3	电子安装技术实训	√		2	60		60		60					
	4	钳工实训	√		1	30		30		30					
	5	单片机编程与应用实训	√		2	60		60			60				
	6	机电一体化综合实训	√		2	60		60			60				
	7	电机综合实训(职业技能鉴定)	√		2	60		60				60			
	8	矿山机械设备电气控制系统的运行维护与检修实训	√		2	60		60				60			
	9	矿山机械设备维修(舜立机械有限公司)、煤矿电气设备检修(淮南矿业集团)、电动机、变压器绕线工艺及检修(赛力威机电设备有限公司)学徒培训	√		33	990		990		30	30	30	450	450	
	10	学徒培训考核	√		6	180		180					90	90	
小 计					53	1590		1590							
	1	应用文写作		√	1.5	24	12	12			4				

	2	商务谈判	√	1.5	24	12	12				4			
		小 计			48	24	24							
		总 计		153	313 5	107 4	215 1							

注：课程后以“★”标记的为专业核心课程。

表5 机电一体化专业各类课程学时分配表

序号	课程类别	学时	比例	备注
1	公共基础课程	690	22.0%	其中：理论课时为 1074 学时，占 33.3%；实践课时为 2151 学时，占 66.7%。
2	职业平台课程	504	16.1%	
3	职业能力课程	393	12.5%	
4	实践实训课程(含学徒培训)	1590	47.9%	
5	专业选修课程	48	1.5%	

九、现代学徒制专业核心课程简介

1、机械制造基础

课程名称	机械制造基础		
开设学期	第三学期	学时	56
课程目标	<p>知识目标：掌握机械工程材料的性能特点，了解金属的晶体结构，掌握铁碳合金相图，掌握钢的热处理，掌握铸造，锻造，焊接等工艺基础知识，了解金属切削基本原理，刀具角度标注，刀具材料的要求，熟悉平面加工，外圆表面加工，内圆表面加工和圆柱齿轮加工等各种加方法及工艺范围，了解加工工艺基本知识，了解零件特种加工方法。</p> <p>能力目标：能根据机械零件的工作条件、工作状况，合理选择的选择工程材料及所需的热处理方式，能针对机械零件的工作方式、工作要求、生产批量，合理的选择零件毛坯的成型方式，能根据毛坯的材料，零件的技术要求、生产批量，合理选择切削加工方法，编制加工工艺，了解先进制造新技术的发展动向。</p> <p>素质目标：注重培养学生运用知识的综合能力、严谨的工作态度、</p>		

	良好的沟通能力及团队精神，使学生具有创新意识和勤奋学习的良好作风，培养学生良好的职业道德和职业素质。
课程内容	<p>项目一 阶梯轴毛坯的热加工</p> <p>项目二 轴类、箱体类零件的冷加工</p> <p>项目三 轴类、壳体类零件加工工艺的编排</p> <p>项目四 特种加工</p>
学习要求	<p>1、能根据零件的机械加工精度和表面质量要求，结合现场可利用的生产条件，正确应用机械制造技术的基础理论知识和基本实践经验，在合理选择相应的加工方法，加工工具及其制造材料，加工设备与工艺装备，重要工艺参数及技术数据等基础上，综合考虑，协调平衡，熟练地制定出中等复杂程度零件的工艺规程，并合理设计出与之关联的可行性专用工艺装备；</p> <p>2、能正确认识并把握工艺方案的灵活性和多样性特征，在设计工艺规程和运用工艺装备时，依据实际情况，充分考虑各种制造方法的基本原理的应用特点，具体分析，协调好满足零件机械加工质量指标与制造成本要求的可能性与可行性，经综合的科学评判后作出抉择，不断优化机械制造工艺方案，进而选用最佳的工艺方案；</p> <p>3、能基本独立地开展与机械制造技术相关联的各项工作，熟悉生产实践中解决专业技术问题的原则，方法，步骤，技巧，熟悉与设备及工艺装备有关的操作使用方法，性能调试，工况监控，参数调整，故障诊断，日常维护等基本技能的技术要点，在对生产现场的各种典型工艺问题进行综合分析研究的基础上，可以提出处理意见，并予以有效实施。</p>
教学方法和手段	<p>教学方法：采用任务驱动法、项目教学法、小组讨论法、模型演示法、自主学习等多种教学方法。</p> <p>教学手段：采用多媒体课件、录相等进行教学。</p>
学习组织形式	本课程是教、学、做一体化课程，以小班形式组织教学，项目导入、任务驱动式，边教、边学、边做、边探讨利于学生对典型零件加工

	工艺的理解、简单零件工艺编制的掌握。
保障条件	优秀的机电一体化专业教学团队，钳工实习车间、数控车加工车间、液压传动实训室、机械零件室等
考核方式	过程考核与结果评价相结合，理论考试与实践操作相结合。 学习态度、课堂练习的认真程度占 15%，任务技能考核 30%； 综合实践技能 40%，知识拓展答辩、笔试 15%。

2、矿山机械设备运行维护与检修

课程名称	矿山机械设备运行维护与检修		
开设学期	第四学期	学时	48
课程目标	<p>知识目标：了解机电一体化设备维修的基础理论与基础知识、掌握机电一体化设备的几何精度检验方法、掌握机电一体化设备的拆卸、零件清洗、技术鉴定方法、能够正确选用矿山机械零件的各种修复技术。</p> <p>能力目标：能分析及其排除机电一体化设备常见故障、能对机电一体化典型零部件的修理、装配和调试会分析、选择和应用矿山机械零件修复技术。</p> <p>素质目标：热爱本专业技术工作、具备一定的沟通知识和技巧、具备团队合作精神、具有创新意识、学会自学的方法。</p>		
课程内容	1、机械维修基本知识 2、零件失效及机械技术诊断 3、机械零件的修理方法 4、通用零件的修理与装配 5、机械设备的安装 6、典型设备修理与安装举例		
学习要求	通过本课程的学习，要求学生掌握机电一体化设备的几何精度检验方法、掌握机电一体化设备的拆卸、零件清洗、技术鉴定方法、能够正确选用矿山机械零件的各种修复技术，为培养学生的机械维修能力打下基础。		
教学方法和手段	分组讨论、案例教学、引导法等多种教学方法；多媒体、校外实训、课程资源平台等多种教学手段		

	<p>主要教学方法：上课首先对上一讲内容复习，提问题引入本节内容，紧接着进行重点讲解、难点分析（这时要配合多媒体课件、相关视频、图片增加学生的感性认知，加深理解），最后对本节内容进行总结并布置作业。</p>
学习组织形式	<p>通过教、学、做，全面培养学生的技术应用能力和职业综合能力。运用现代化教学手段和多媒体课件进行教学，将与生产联系紧密的专业课制作成视频录像片配合课堂教学。</p> <p>校企融合、教学做合一。</p>
保障条件	<p>学校现有电工基本技能实训室、电工电子实验室、电机与拖动实验室、单片机软件仿真室、单片机硬件实训室、电气实训室、PLC 应用实训室、传感器实训室、机体综合实训室、液压传动实验室、钳工实训室等，可供本课程学习使用。</p>
考核方式	<p>考核方式主要分为两部分，考试和平时成绩，考试为闭卷考试占 80%，平时分为课堂表现和作业各占 10%</p>

3、矿山机械设备电气控制系统的运行维护与检修

课程名称	《矿山机械设备电气控制系统的运行维护与检修》		
开设学期	第四学期	学时	40+60
课程目标	<p>知识目标：了解常用低压电器的基本知识；掌握常用电动机基本控制电路；掌握 PLC 的编程语言、编程元件；要求熟练掌握几种常用 PLC 的编程方法。掌握 PLC 基本指令和功能指令的应用；掌握 FXGP 编程/仿真软件的使用。</p> <p>能力目标：具有较强的识图能力；具有较熟练 PLC 的操作技能；具有编制 PLC 程序的能力。</p> <p>素质目标：培养学生对 PLC 操作的兴趣、爱好，养成自主学习与探究学习的良好习惯；培养认真、踏实、团结协作的职业精神。</p>		
课程内容	<p>项目一 常用低压电器及基本控制电路</p> <p>项目二 PLC 基础</p> <p>项目三 FX 系列 PLC 及基本逻辑指令</p> <p>项目四 FX 系列 PLC 的编程方法</p>		

	项目五 PLC 应用指令及编程软件
学习要求	1、能掌握常用电动机基本控制电路的原理； 2、能掌握 PLC 的基本指令及常用功能指令； 3、能掌握常用 PLC 的编程方法； 4、能完成典型电气控制程序的设计；
教学方法和手段	教学方法： 采用任务驱动法、项目教学法、小组讨论法、仿真运行演示法、自主学习等多种教学方法。 教学手段： 采用多媒体课件、实例、仿真结合实训室等进行教学。
学习组织形式	本课程为教、学、练一体化课程，以小班形式组织教学，采用相关知识、项目导入、项目分析及项目实施式，边教、边学、边练、边探讨利于学生对编程、PLC 操作技能的掌握。
保障条件	优秀的机电一体化专业教学团队，PLC 实训室、PLC 编程/仿真操作软件、自动生产线实训、电梯仿真实训、实训用 PLC 实验箱等。
考核方式	过程考核与结果评价相结合，理论考试与实践操作相结合。学习态度、课堂练习的认真程度占 15%，任务技能考核 30%。综合实践技能 40%，知识拓展答辩、笔试 15%。

4、数字电子技术

课程名称	数字电子技术		
开设学期	第三学期	学时	56
课程目标	<p>知识目标：使学生获得数字电路方面的基本理论知识；培养学生懂得电路的原理及应用；培养学生分析解决实际数字电路中问题的能力；培养学生能灵活利用手边元器件完成具有特定功能的电路。</p> <p>能力目标：具有较强的识图能力；能够正确使用电子仪器的能力；具有集成电路的应用及检测能力；具有小型电路的分析及设计能力。</p> <p>素质目标：培养学生对数字电子技术的兴趣、爱好，有使用逻辑电路并能进行简单综合设计的能力，养成自主学习与探究学习的良好习惯；培养认真、踏实、团结协作的职业精神。</p>		
课程内容	项目一 数字电路基础知识		

	项目二 集成逻辑门电路 项目三 组合逻辑电路 项目四 集成触发器 项目五 时序逻辑电路 项目六 脉冲波形的产生与整形 项目七 数模和模数转换器 项目八 半导体存储器和可编程逻辑器件		
学习要求	1、掌握数电子技术方面的基本理论的相关知识 2、能够阅读电路图，掌握数字电路的基本分析与设计方法 3、初步具备工程计算和实验研究的能力 4、培养自我对手册等工具书，常用数字集成器件的参数、功能等资料的查阅能力 5、具备能够对常用电子电路进行故障诊断及故障处理的能力。		
教学方法和手段	教学方法： 采用任务驱动法、项目教学法、小组讨论法、仿真模拟演示法、引导教学法、自主学习等多种教学方法。 教学手段： 采用多媒体课件、录像、模拟仿真、电工电子实训室等进行教学。		
学习组织形式	本课程是教、学、做一体化课程，以小班形式组织教学，项目导入、任务驱动式，边教、边学、边做、边探讨利于学生对编程、机床操作技能的掌握。		
保障条件	优秀的机电一体化专业教学团队，电工电子实训室等		
考核方式	过程考核与结果评价相结合，理论考试与实践操作相结合。学习态度 10%、课后作业 5%，项目考核 10%。综合能力 15%，笔试 50%。		
课程名称	煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修		
开设学期	第四学期	学时	65
课程目标	知识目标： 了解工矿企业供电系统的组成；掌握电气设备的结构特点、工作原理和计算方法；掌握供电系统运行维护相关知识和供电安全知识。		

	<p>能力目标：通过本课程的学习，使学生具备煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统及电气设备选择、安装、运行、维护和故障分析处理能力。</p> <p>素质目标：培养学生对供电系统运行维护工作的兴趣、爱好，养成自主学习与探究学习的良好习惯；培养认真、踏实、团结协作的职业精神。</p>
课程内容	<p>项目一 煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统</p> <p>项目二 负荷计算</p> <p>项目三 短路电流</p> <p>项目四 电气设备选择及运行操作</p> <p>项目五 供电线路及运行维护</p> <p>项目六 供电系统的继电保护</p> <p>项目七 井下供电系统及矿用电气设备</p> <p>项目八 供电安全技术</p>
学习要求	<p>1、了解煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统的组成及原理；</p> <p>2、掌握供电系统电气设备的选型、使用及维护；</p> <p>3、掌握供电安全技术；</p> <p>4、能够进行一般供电系统的安装、维护和故障诊断处理。</p>
教学方法和手段	<p>教学方法：采用任务驱动法、项目教学法、小组讨论法、自主学习等多种教学方法。</p> <p>教学手段：采用多媒体课件、录像、供电系统实训室实训等学、做一体等进行教学。</p>
学习组织形式	<p>通过理论教学、实际案例分析、实验室观摩、操作的“体验式”教学，启发学生积极思考，主动学习，提高学生分析、解决问题的能力，激发学生的创新意识。</p>
保障条件	<p>优秀的双师型教学团队和完善的实训条件。</p>
考核方式	<p>过程考核与结果评价相结合，理论考试与实践操作相结合。学习态度、课堂练习的认真程度占 20%，任务技能考核 25%。综合实践技能</p>

25%，知识拓展答辩、笔试 30%。

十、现代学徒制专业实践课程设置

表 6 专业实践课程设置

序号	实践课程名称	实习（实训）项目	开设学期	学时	实践地点
1	电工基本技能实训	1. 熟练地掌握各种电工工具、常用仪表的使用与维护； 2. 掌握三相异步电动机常用控制电路的工作原理，会安装调试电气线路，会分析处理故障。	1	30	电工实训室
2	钳工实训	1、入门知识、钳工常用工量具、平面划线； 2、錾削； 3、锉削； 4、锯割、钻孔、攻丝和套丝； 5、矫正和弯曲、锉配。	2	30	校内学徒培训基地
3	电子安装技术实训	1. 了解电子工艺的一般知识； 2. 掌握常用电子元器件及材料的类别、规格、型号等主要性能及一般选用原则； 3. 熟悉电子焊装工艺的基本知识和原理、了解电子产品制造工艺流程与工艺规范，掌握手工焊装技术及方法； 4. 初步掌握电子产品的检测、安装、及调试方法和过程； 5. 掌握印制电路板的设计方法和绘图的基本知识； 6. 提高综合运用所学的理论知识	2	60	电工电子实训室

		独立分析和解决问题的能力； 7. 培养学生的创新能力、实践能力。			
4	单片机编程与应用实训	1. 汇编语言程序编程及人工汇编技能训练； 2. 伟福 6000 软件机器汇编技能训练； 3. Protes7 软件仿真技能训练。	3	60	单片机实训室
5	电机综合实训(职业技能鉴定)	1. 三相异步电动机定子绕组首尾及绝缘电阻测定； 2. 三相异步电动机的各种控制线路； 3. 双速异步电动机的各种控制线路； 4. 直流电动机的正反转与调速控制； 5. 单相变压器的空载与短路实验； 维修电工技能鉴定（中级）实训	4	60	电拖实训室
6	PLC 工业控制与编程训练	1. PLC 基本指令编程训练； 2. PLC 电气控制实验； 3. PLC 控制应用实验。	4	60	PLC 实训室
7	机电一体化综合实训	1. 了解 YL-335B 自动生产线实训考核设装备； 2. 供料单元控制系统实训； 3. 加工单元控制系统实训； 4. 装配单元控制系统实训； 5. 分拣单元控制系统实训； 6. 用人机界面控制分拣单元的运	3	60	机电一体化综合实验室

		行; 7. 输送单元控制系统实训; 8. YL-335B 的整体控制。			
8	淮南矿业集团、淮南舜立机械公司、淮南赛力威机电设备公司学徒培训	到企业师徒培训基地培训, 进行专业技能综合实训, 达到理论与实践的一体化。	5、6	900	企业师徒培训基地
9	学徒培训考核	对学徒基本技能考核, 主要考核胜任工作岗位的技能水平	6	180	企业师徒培训基地

实践课程简介

1、课程名称：钳工实训

课程教学目标：通过实训，使学生掌握钳工常用工具的使用方法和技巧包括（1、钳工常用工量具、平面划线；2、錾削；3、锉削；4、锯割、钻孔、攻丝和套丝；5、矫正和弯曲、锉配），获得对机械加工制造的感性认识，初步培养学生对简单零件的工艺分析能力和一定的实践操作技能。

2、课程名称：电工基本技能实训

课程教学目标：《电工基本技能实训》是机电一体化专业一门重要专业基础实训课程。通过本实训课程的训练，使学生掌握各种电工工具、常用仪表的使用与维护；掌握三相异步电动机常用控制电路的工作原理，会安装调试电气线路，会分析处理故障，为学生获得中级维修电工职业资格证书和今后从事专业技术工作打下良好的基础。

3、课程名称：电子安装技术实训

课程教学目标：通过训练使学生初步接触电子产品的生产实际，了解并掌握电子工艺的一般知识和技能，培养学生的动手能力、创新意识及严谨细致的工作作风，并为学习后续课程和从事电子技术工作打下必备的基础。

4、课程名称：单片机编程与应用实训

课程教学目标：通过对简单任务的编程与调试，使学生了解汇编语言的指令系统和开发系统的使用；使学生掌握简单程序、分支程序、循环程序和子程序等结构的编程方法；熟练掌握 Protes7 仿真软件的使用，并能据此完成简单单片机控制系统的设计；掌握伟福 6000 软件的使用。

5、课程名称：电机综合实训（职业技能鉴定）

课程教学目标：本课程的任务是熟悉常用控制电器的用途、结构原理及型号等，达到正确使用和选用的目的；熟练掌握电气控制的基本线路，具有对一般电气控制线路独立分析的能力；具有从事电气设备的安装、调试、运行和维护等技术工作能力；具有设计和改进一般生产设备电气控制线路的能力。通过实训，使学生掌握维修电工、装配钳工、电子装配工所需的知识和技能，考取相关的职业技能证书，为提高学生的动手能力和市场竞争力创造条件。

6、课程名称：PLC 工业控制与编程训练

课程教学目标：了解 PLC 的硬件组成、熟悉 PLC 编程软件界面；会用梯形图语言编制、调试、运行程序；熟练掌握 FX 系列 PLC 基本逻辑指令的操作；掌握用 PLC 实现三相鼠笼式异步电动机的常见控制；掌握 PLC 典型控制系统及常见应用系统设计。

7、课程名称：机电一体化综合实训

课程教学目标：培养学生能正确分析自动化生产线设备的工作原理、工作过程，掌握光、机、电、气、组态技术在机电设备中的综合应用，能够进行气路设计安装、电路识图及布线、PLC 编程与调试、运行过程的监控、故障检测和排除，具备自动化生产线安装、调试与维护能力。

8、课程名称：淮南矿业集团、淮南舜立机械公司学徒培训

学徒培训目标：根据企业具体岗位需求安排学徒现场培训，煤矿机电种类繁多，大致可分为提升设备、通风设备、压风设备、压力设备、排水设备、采掘设备、支护设备、运输设备、供电及电气设备、安全监测监控及瓦斯抽放设备等，学徒在企业带教师傅的指导下学习，边操作边学习，边安装边学习，学徒在岗期间，不可能掌握所有的煤矿机电设备，要求学徒在每位带教师傅的带领下，熟练掌握一类设备的安装、调试、运行、维护和保养，基本掌握一类设备的安装、调试、运行、维护和保养，了解其他设备的安装、调试、运行、维护和保养。

9、课程名称：学徒培训考核

学徒培训考核目标：通过培训考核，培养和提高学生独立分析问题和解决问题的能力，使学生学习并至少掌握一类以上煤矿机电设备安装、调试、运行、维护和保养，养成正确的理论联系实际的工作作风，严肃认真的科学态度，达到淮

南矿业集团、淮南舜立机械公司机电岗位员工的有关要求。

十一、专业基本条件和教学要求

（一）师资队伍条件要求

1. 专职教师要求

（1）专业与学历：应具备机电一体化或机械电子工程相关专业本科或以上学历，获得硕士或以上学位。

（2）技术职称：应具备高校教师资格证，具有机械制造、机械工程及自动化、机械电子工程类相关的中级及以上职业资格证书。

（3）实践能力：熟悉并掌握煤矿机电设备、机械电子工程或机电一体化相关技能，并能解决一定的实际问题、具有项目开发和实践技术能力。获得相关的行业资格或技术等级证书。

（4）工作态度：热爱教育，遵纪守法，关爱学生，积极主动，乐观进取，努力培养社会主义新人。

2. 兼职教师（带教师傅）要求

（1）热爱教育事业、责任心强，善于沟通。

（2）具有专科及以上学历，工作5年以上，具有丰富的实践经验，具有高级技师或工程师资格或高级工资格。

（3）具有很好的煤矿机电设备某一方面的专业技能，并具有一定的教学能力，能讲授专业课程或实训课程。

（二）实践教学条件要求

1. 校内实践教学条件要求

满足机电一体化专业学生的实习实训要求，目前有电工电子实训室、电工实训室、单片机实训室、电拖实训室、PLC实训室、传感器实训室以及机电一体化综合实训室等，可完成本专业所有专业课和专业基础课的课内实验和电工电子实训、电工基本技能实训、PLC综合实训、单片机综合实训以及中级电工的取证实训等。

2. 校外实践教学条件要求

（1）学院和学徒培训基地双方要按照统筹规划、互惠互利、合理设置、全面开放和资源共享的原则来建设实习、实训学徒培训基地。

(2) 实习实训基地建设的原则：要与人才培养目标紧密结合，尽可能选择专业对口，工艺和设备先进、技术力量雄厚、管理水平高、生产任务比较充足、企业领导重视的综机工区或检修工区开展合作，原则上每个学徒培训基地应能同时容纳 10 人以上集中实习。

(3) 全面规划、协调发展，避免各专业之间重复，提高校外学徒培训基地的利用率。各系要结合本专业的特点和教学改革的实际需要。

(4) 学徒培训基地校企双方均安排专人负责，在基地建设与管理方面应在合作协议中明确校企双方的责任、义务与权利。

(5) 学徒培训基地原则上由校企合作中心和各系负责管理与协调。

(三) 教学方法、手段与教学组织形式

1. 教学组织形式及方法

(1) 第 1、2 学期主要完成军训、公共基础课程，部分职业平台课程的学习，利用校内实训场所，实施学、做一体化教学，同时进行基本操作技能考核。通过小班教学、分组讨论等多种形式，了解企业文化，熟悉生产过程及要求，逐渐养成良好的职业习惯，同时也后续的职业能力课程学习打下基础。

(2) 第 3、4 学期主要进行职业能力课程及部分职业平台学习，采用理论实践一体化教学，实行边学、边做、师生互动、问题导入等多种教学方式，充分促进学生职业核心能力的形成，培养学生团队协作精神形成，增强学生发现问题并具有解决问题的能力。第 4 学期，获取相应中级工职业资格证书。

(3) 第 5、6 学期开展学徒培训，利用企业工作环境，学生除了要完成学徒培训工作以外，还需根据企业岗位需求，切实掌握一类煤矿机电设备的安装、调试、运行、维护和保养。经过一年的岗位锻炼，对职业核心能力进一步加强，对文明安全生产形成习惯，并具有积极进取，不断创新、吃苦耐劳的精神，通过学徒培训考核，能胜任该岗位，达到企业员工的基本要求。

2. 教学方法手段

公共基础理论课程主要采用问题引入和分组讨论等启发式教学方法；职业平台课程及职业能力课程主要采用情境教学法、工作任务法、案例分析法（项目导向、任务驱动）等。通过校内外实习实训等途径，采取和企业联合培养现代学徒制的教育模式，让学生在学习过程中构建相关基础知识，提升职业核心能力。学

徒培训期间,学生参与企业生产全过程,校企双方教师共同指导。

(四) 教学评价与考核

1、教学评价建议

教学评价主要包括用人单位对毕业生的综合评价,行业企业对学徒培训学生的知、能、素的评价,兼职教师对学生实践能力的评价,教学督导对教学过程组织实施的评价,教师对教学效果的评价,学生对教学团队教学能力的评价,学生专业技能认证水平和职业资格通过率的评价,专业技能竞赛参赛成绩的评价,社会对专业的认可度等,形成独具学校特色、开放式、自主型的教学质量保障体系。

2、教学考核建议

(1) 职业平台课程建议采用笔试与实践能力考核相结合的形式,实践成绩占50%,笔试成绩占50%。

(2) 职业能力课程采用技能测试、笔试、答辩相结合的方法,部分课程可以采用答辩形式。笔试或答辩占20%;技能测试包括功能测试、工艺评测和过程评价,占80%;

(3) 职业技能训练课程主要采用技能测试和职业素养,重点关注功能测试、工艺评测和过程评价。

(4) 学徒培训期间由校企人员组成的评定委员会根据学生出勤情况、实习报告、实习日记、学徒培训总结、学徒培训考核、带队或指导教师对学生的鉴定报告、企业对学生的评价鉴定,综合定性给出优秀、良好、及格、不及格四个评定等级。

(5) 学生毕业前应考取相应的职业资格证书,相应的职业资格证书标准应该纳入专业人才培养方案。

(五) 教学管理

1、教学质量监控。教学质量监控包括课堂教学质量、实践教学质量以及学徒培训鉴定、考核等。在质量监控过程中对教师的课前准备、课堂教学、辅导答疑、作业批改、成绩考核等进行全面监控,同时对实践教学、学徒培训加强监控。

2、建立学校教学管理部门、专业所在系、学生信息员等督导教学质量监控体系,对教学全程中各个环节进行全过程监控。建立校企双方共同参与的管理制度和考核办法及质量保障监控体系,对学徒培训的各个环节实施质量监控。

3、学校定期对各系部的教学工作状态进行检查和评估，并将教学工作评估结果及时反馈系部负责人，各系部要把教师教学质量评定等级传达到教师本人。学校要建立激励机制，制订并认真实施教学过程绩效考评制度，认真听取对教学质量监控和评估工作的意见和建议。

4、学校教学质量监控体系领导小组要及时召开会议，对教学质量监控和评估过程中发现的问题进行研究，并向有关部门提出整改意见。教务处根据领导小组提出的意见，进一步制定具体的整改措施和建设方案，并负责组织落实。

淮南职业技术学院

Huainan vocational and technical college

学徒手册

班 级 机电-17(11)班

学 号 1703012

姓 名 刘 旺

指导教师 杨 艳

带教师傅 李 冰冰

淮南职业技术学院机电工程系印制

2017年9月

目 录

- 一、学徒指南
- 二、机电工程系学徒管理办法
- 三、机电工程系学徒安全教育告知书
- 四、学徒安全责任书
- 五、学徒记录
- 六、学徒鉴定

一、学徒指南

为积极探索构建现代学徒制,有效地整合淮南职业技术学院和淮南矿业集团、淮南舜立机械有限公司等煤矿机电行业的教育资源,进一步拓展校企合作的内涵,使职业教育和企业行业在人才培养上“捆绑发展”,进一步提升学院职业教育对华东煤矿机电行业的贡献度。根据教育部和省教育厅关于在安徽省开展第二批职业教育现代学徒制试点工作的有关要求,并结合我院实际,特制定学徒指南。

(一) 学徒成绩考核:

学徒每一学习阶段结束时,学生认真填写《学徒鉴定表》,由学徒工作企业单位和指导教师共同考核,评定成绩。

1. 学徒工作企业单位带教师傅对学徒工作期间学生的出勤、实习态度、实习纪律、实习效果及工作能力等方面进行考核评定。并加盖单位公章。

2. 指导教师负责学徒成绩评语,学徒成绩按优、良、中、及格、不及格五级分制评定。

(二) 学徒要求:

1. 学徒在学习工作期间必须服从领导,遵守学徒工作单位的规章制度和工作规程。

2. 学徒期间认真做好学徒纪录,完成学徒报告。

3. 学徒报告要求语言简练,内容真实,书写工整,字数在 3000 字左右。如果考核表页数不够用可用其它白纸附后。

4. 学徒每一阶段结束后,在写好学徒报告的同时,还必须由学徒工作单位作出鉴定,并经学徒工作单位盖章后有效。

5. 学徒记录、学徒报告要求用钢笔或碳素笔认真书写。

6. 由教研室会同指导老师或企业带教师傅对学生实习作出综合成绩评定。

二、机电工程系学徒管理办法

第一章 总则

第一条 为适应我国高等职业教育的改革与发展,提高教育教学质量和管理水平,切实提高学生职业能力;本着“以服务为宗旨、以就业为导向”的原则,根据《中华人民共和国教育法》、《中华人民共和国劳动法》、《中华人民共和国职业教育法》和国家有关规定,结合我院实际,适应学徒制人才培养模式的需要,特制定本办法。

第二条 学生通过学徒制学习过程,巩固已学理论知识,增强感性认识,培养劳动观点,掌握基本的专业实践知识和实际操作技能,让学生获得符合实际工作条件的基本训练,从而提高独立工作能力和实践动手能力;同时也能更深入了解党的方针、政策,了解国情,认识社会,开阔视野,建立市场经济观念。通过学习使学生养成爱岗敬业、吃苦耐劳的良好习惯和实事求是、艰苦奋斗、联系群众的工作作风;树立质量意识、效益意识和竞争意识,培养良好的职业道德和创新精神,提高学生的综合素质和能力,尽快成为生产、建设、管理、服务第一线的高素质、高技能人才。

第二章 组织与职责

第三条 机电工程系负责学院校内实训基地建设;建立健全学徒制管理制度;协调处理顶岗实习中出现的突发事件。

主要职责是:

(一)根据学徒制要求建设校外联系学徒单位,签订协议;负责与学徒学习单位沟通协调。

(二)在学徒上岗前,对学徒进行动员、培训和教育,帮助学徒明确学习目的、任务、方法和考核办法,并对学徒进行以法制观念、安全知识、防范技能、学习单位规章制度等为主要内容的安全教育,杜绝各种意外事故发生。

(三)根据学徒制人才培养方案,将学徒学习过程纳入教学计划。组织制定学徒大纲,组织指导教师制定学徒学习计划并组织学生学习。

(四)组织实施学徒学习计划,包括确定指导教师、学徒分组及实习过程的管理等。

(五)检查学徒工作进展情况,处理各种突发事件。

(六) 组织实习的考核, 制定学徒成绩的评定标准。

(七) 组织学徒成绩的评定, 材料的整理、归档。

第四条 指导教师分为学校指导教师和企业带教师傅。学校指导教师应由具有一定实践教学能力的教师担任, 企业带教师傅应从具有丰富实践经验的技术人员或能工巧匠中聘任。指导教师的主要职责是:

(一) 学校指导教师要依据学徒制大纲并结合学徒岗位, 制定学徒制具体的方案和计划。计划应包括: 学习目的与要求、学习时间的安排、学习内容与任务、学习方法与步骤、学徒纪律、学徒总结与考核等。做好上岗前的准备工作。

(二) 企业带教师傅具体负责学徒学习期间的组织管理、技能训练等工作, 保证每名学徒有专人负责。贯彻落实学校和企业联合制定的学徒制计划, 具体落实学徒工作任务, 做好学徒学习期间的考勤、业务考核、学徒鉴定、安全教育等工作。

(三) 指导教师要进行现场检查与指导, 定期组织学习研讨会、讲座、经验交流等, 定期检查学徒学习进度和质量; 在业务指导的同时应注重培养学徒良好的职业素质。

(四) 指导教师在学习期间要指导学徒如何撰写学徒报告。

(五) 学校指导教师应与企业带教师傅密切沟通, 帮助解决学徒学习过程中存在的问题; 负责与学徒学习单位企业带教师傅等经常沟通, 做好学徒的思想工作, 负责学徒考核工作。

第五条 接受学徒企业要指定一位主管学徒工作的领导, 负责学徒的安全教育和日常管理, 与学校指导教师沟通联系或与学校联系, 客观真实地反馈学徒在学习单位的学习情况。

第三章 纪律与要求

第六条 学徒在企业学习期间学徒要严格遵守各项校规校纪和学习单位的各项规章制度, 不做有损企业形象和学校声誉的事情, 维护正常的实习秩序。

第七条 学徒在企业学习前要认真学习学徒制的有关管理规定, 端正实习态度, 明确实习目的, 了解学习项目。学习期间要爱岗敬业, 遵纪守法, 认真履行本岗位职责, 培养独立工作能力, 努力提高自己的专业技能; 要按照学徒计划和

岗位特点，安排好自己的学习、工作和生活，按时按质完成各项实习任务，认真做好学徒工作记录，为撰写学徒报告积累资料。学徒学习阶段结束后，独立完成学徒阶段报告。

第八条 学徒学习期间要严格遵守学徒工作单位的考勤要求，特殊情况需请假时应征得学徒学习单位的批准，并及时向学校指导教师报告。

第九条 实习期间要树立高度的安全防范意识，牢记“安全第一”，严格遵守操作规程。

第四章 考核与评价

第十条 学徒在企业学习期间接受学校和企业的双重指导，校企双方要加强对学徒的工作过程控制和考核，实行以企业为主、学校为辅的校企双方考核原则，双方共同填写《学徒鉴定》。

（一）鉴定分两部分：一是企业带教师傅对学生的考核鉴定；二是学校指导教师对学徒的工作报告进行评价鉴定。

（二）企业带教师傅对学生的考核。学徒工作可以在同一单位不同部门或岗位进行，企业要对学生在每一部门或岗位的表现情况进行考核，填写《学徒鉴定表》，并签字确认，加盖单位公章。

（三）学院指导教师对学生的考核。学校指导教师要对学生在各企业每一部门或岗位的表现情况进行考核；在每一个岗位，学徒要写出学徒记录，学校指导教师要对学生的学徒记录及时检查。

（四）顶岗实习作为一门必修课成绩纳入教学管理，成绩分优秀、良好、中等、及格、不及格五等，对顶岗实习不及格学生不予毕业。对严重违反实习纪律，被实习单位终止实习或造成恶劣影响者，实习成绩按不及格处理；对无故不按时提交实习报告或其他规定的实习材料者，实习成绩按不及格处理。

第五章 附则

第十一条 本规定由机电工程系负责解释。

三、机电工程系学徒制学员安全教育告知书

(一) 学徒安全特别注意事项

1. 预防人身安全

(1) 要有预防的意识，保持良好的防护习惯。

(2) 用法律维护自己的人身财产安全。特别是面对暴力犯罪，要坚决制止不法侵害。对正在进行行凶、杀人、抢劫、强奸、绑架以及其他严重危及人身安全的暴力犯罪，采取正当防卫。

(3) 发生案件、发现危险要快速、准确、实事求是的报警求助。

(4) 留心观察身边的人和事，及时规避可能针对自己的侵害。注意防火，防盗，防交通意外。

(5) 积极预防不法侵害危及的人身安全：

①抢劫的预防。注意观察，及时识别；选好外出行走路线；不在陌生人面前暴露自己的财物；保持行车途中及住地警惕；遇到抢劫时沉着冷静应付；及时报案，以便组织追捕。

②滋扰的预防。慎重处置；依靠集体力量，积极制止违法犯罪行为；注意策略，防止事态扩大；自觉寻找证据，用法律保护自己。

③性侵害的预防。正确识别性侵害；注意自身的言行举止；尽量避免在开放性场所独处；加强教育，增强性自卫能力；遭遇性侵害时，要沉着冷静对待，努力消除性侵害成功的机会和条件；加强性侵害过程中的自身防卫；积极报案，提供证据；人最宝贵，安全第一。我要安全，安全为我。互让半步，处处通途。步步小心，平安是金。

2. 防盗

(1) 出租屋或者宿舍防盗措施。锁好门、关好窗；不要留宿外来人员；注意盘查形迹可疑人员；防止推销小商品人员顺手牵羊；宿舍内不放大量现金；贵重物品不要放在明处；安装防盗门窗；及时修复损坏的防盗设施；保管好自己的钥匙；选址安全，谨慎交友。

(2) 现金防盗措施。现金存入银行；日常生活费用贴身携带。

(3) 存折、银行卡宿舍防盗措施。设置一个既保密又不会遗忘的密码；保管好存折、银行卡；参加体育锻炼时应锁在柜中；被盗或丢失要立即挂失。

(4) 发生盗窃案件的应对办法。发现被盗时要迅速叫上他人，寻找和围堵嫌疑人；保护盗窃现场，切勿出入和翻动现场物品；发现存折、银行卡被盗，立即挂失；配合调查。

3. 防抢

- (1) 要有遭遇抢劫、抢夺的心理准备。
- (2) 夜间不要单独到偏僻的地方行走。
- (3) 女生注意首饰小包。
- (4) 不要外露财物。
- (5) 不走偏黑路。
- (6) 乘坐有营运执照的正规车，或者出租车。
- (7) 攻心感化作案人。
- (8) 伺机逃脱。
- (9) 在有人时大声呼救。
- (10) 对抢夺作案人边追赶边呼救。
- (11) 急救创伤。
- (12) 在第一时间报案。

4. 防骗

诈骗花样有合同诈骗、假金元宝诈骗、借口帮忙诈骗、利用求财求子等心理诈骗、在特定场所如银行门前诈骗、中大奖骗局、利用公话诈骗、碰撞丢钱诈骗等。针对大学生诈骗主要是求职陷阱，包括试用期陷阱，收费陷阱，工资陷阱，智力陷阱。

- (1) 多学习观察。
- (2) 不贪钱财，不图便宜。
- (3) 保守自我信息秘密。
- (4) 慎重交友，不感情用事。
- (5) 多与同学和老师交流、斟酌。
- (6) 慎重对待他人的财物请求。

5. 防传销

传销，是指组织者或者经营者发展人员，通过对被发展人员以其直接或者间接发展的人员数量或者销售业绩为 依据计算和给付报酬，或者要求被发展人员

以交纳一定费用为条件取得加入资格等方式牟取非法利益,扰乱经济秩序,影响社会稳定的行为。

- (1) 消除快速成功的心理。
- (2) 正确对待就业困难。
- (3) 学会用《禁止传销条例》保护自己。
- (4) 杜绝非法传销渗透的空间。
- (5) 尽快脱身,防止越陷越深。
- (6) 主动配合打击。

6. 防网络犯罪

(1) 互联网对犯罪心理形成的影响

①色情信息容易导致性犯罪。②暴力游戏容易催生暴力犯罪。③网络虚拟性容易导致诈骗犯罪。

(2) 预防互联网对人身和财产安全造成的危害

①树立正确的网络使用意识。②慎交网友。③建设网络文明。④不登陆色情网站,不下载色情软件,不观看色情信息,不到不规范网吧。⑤举报网络违法犯罪。

(二) 学员的安全纪律要求


1. 自觉遵守实习单位操作规程和有关纪律及安全管理规定,增强安全防范意识和团队协作精神,提高自我防护能力;积极主动接受安全教育,自觉遵守国家的法律法规、校纪校规,认真接受指导教师及用人单位的教育和管理,自觉学法、懂法、守法、用法,要有法制观念和法律意识,学会自我保护、加强自我管理,不做违法违纪的事,确保实训实习安全进行。

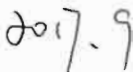
2. 自觉遵守设备设施安全操作规程规范,在使用未操作过的设备前,应读懂其使用说明书,并有指导教师在场,方能操作该设备。

3. 外出期间,应当尊重当地的民族风俗及习惯,避免与当地群众或其他人员发生冲突,做到宽容与谦让;上下班及外出活动应结伴而行,不得单独在外留宿、闲逛;应当注意交通、财物、饮食卫生及人身安全,增强自我保护防范意识,随时注意身边的安全,并及时提醒其他同学注意安全。

4. 不得参与传销等非法组织和违法乱纪活动,严禁参与非法娱乐活动或从事与学习无关的危险性工作;严禁酗酒、寻衅滋事、打架斗殴;严禁床上吸烟、不规范用电;严禁到无安全设施或者无专业救护人员的场所游泳等。

5. 违反实训实习安全管理规定，造成个人人身安全事故和损失的，由学徒学员本人负责，学院不承担责任。造成集体和国家损失的，视情节轻重，按有关规定处理。

学徒制学员签名（我已经知悉上述内容，我承诺遵守其中的要求和规定）： 

日期： 

五、学徒岗位学习安全责任书

为加强对学徒岗位工作的管理,确保学生安全而有效地完成岗位学习任务。所在院系(甲方)和学徒(乙方)共同协商,就学徒岗位学习期间的安全责任,达成如下协议:

1、乙方岗位学习期间的安全责任,按《普通高校学生管理规定》和《普通高等学校安全教育及管理暂行规定》以及《学生伤害事故处理方法》等文件规定执行。

2、乙方在岗位工作学习前,必须征得家长同意,必须与学校签订安全责任书。

3、乙方在岗位工作学习期间,要遵守社会公德和公共秩序,自觉遵守国家法律、法规,增强安全防范意识,提高自我保护能力。遵守实习单位的各项规章制度,听从指挥,服从管理,注意自己的人身安全和财物安全,防止各种事故的发生,努力完成实习任务。

4、乙方在岗位工作学习期间若出现意外,如果由于乙方自身原因造成,由乙方自己负责。如果是非乙方原因造成,按照国家法律法规级第一条所列规定办理。

5、乙方在岗位工作学习期间,应按学校统一要求及时向所在系汇报思想、工作和生活等情况。

6、本协议经双方签字后生效,有效期至学徒岗位工作学习结束返校为止。

甲方签字:



乙方签字:



2017年9月15日

年 月 日

六、学徒岗位工作学习记录

1. 学徒记录（写明时间、地点、内容等）

1. 时间： 2018 年 5 月 22 日 ~ 2018 年 5 月 24 日

2. 工位名称：电机装配

3. 工位技术要求：

正确使用工具、量具、仪器、仪表。

正确按照工艺规程装配

装配后二次调试、维护

4. 工位具体内容与体会：

内容：了解电机装配电路的组成
安全知识和安全要求。

体会：必须具有机械钳工、电工的基本知识和认识。

学徒记录。

2018 年 5 月 24 日

1. 时间： 2018 年 5 月 25 日 ~ 2018 年 5 月 31 日

2. 工位名称：数控车床、折弯

3. 工位技术要求：

正确调整切削行程。

合理调整切削量

正确掌握切削顺序。

4. 工位具体内容与体会：

工作内容：正确操作机床。

体会：掌握切削操作要领。

如：缩短切削时间，提高生产效率。

2018 年 5 月 31 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间： ____年____月____日～____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： ____年____月____日～____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

2. 学徒报告

第一阶段（包括企业概况，生产工艺流程，在企业学习体会，以及专业认识。）

赛力威公司下设电缆、电控、安仪三个分公司。

公司拥有16万平米的主生产厂房。电缆分公司主要生产截面 400mm^2 以下的各种规格电力、矿用电力电缆。产品销往全国各地。

电控公司主要生产测试专用设备和仪器，拥有国内先进的数控钻床冲床、剪床、折弯机、和镗铣床。生产高压中置式开关柜、高低压隔爆馈电开关，各种型号的低压馈电式、组合式、抽出式开关成套设备。

数控磨床工艺流程：1. 整理每批产品工程单，明确产品所需板材，合理下料，提高材料利用率。

2. 分析图纸技术要求，编程。

3. 检查工件，调整刀具到正确状态。

4. 正确操作磨床，批号下料。

通过在赛力威有限公司的学习，我深刻认识到技能的重要性。企业师傅精益求精的专业态度和扎实的技能令我触动很大。我认识到了专业知识在今后职业技能发展中的重要作用。

签名：刘健

日期 2018年 5月 31日

第二阶段

签名:

日期 年 月 日

第三阶段

签名:

日期 年 月 日

八、学徒鉴定

第一阶段企业鉴定意见

考核项目	单项成绩	总评成绩
纪律态度		
工作业务技能		
工 作 业 绩		
团体协作能力		
<p>企业带教师傅意见：</p> <p style="text-align: right;">带教师傅（签章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		
<p>企业鉴定意见：</p> <p style="text-align: right;">企业单位（盖章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		
备注		

第一阶段系部鉴定意见

学校指导教师鉴定意见：

签名或盖章：

年 月 日

系审核意见：

机电工程系（盖章）：

年 月 日

第二阶段企业鉴定意见

考核项目	单项成绩	总评成绩
纪律态度		
工作业务技能		
工 作 业 绩		
团体协作能力		
<p>企业带教师傅意见：</p> <p style="text-align: right;">带教师傅（签章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		
<p>企业鉴定意见：</p> <p style="text-align: right;">企业单位（盖章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		
备注		

第二阶段系部鉴定意见

学校指导教师鉴定意见：

签名或盖章：

年 月 日

系审核意见：

机电工程系（盖章）：

年 月 日

第三阶段企业鉴定意见

考核项目	单项成绩	总评成绩
纪律态度		
工作业务技能		
工 作 业 绩		
团体协作能力		
企业带教师傅意见： <div style="text-align: right; margin-top: 100px;"> 带教师傅（签章）： 年 月 日 </div>		
企业鉴定意见： <div style="text-align: right; margin-top: 100px;"> 企业单位（盖章）： 年 月 日 </div>		
备注		

第三阶段系部鉴定意见

学校指导教师鉴定意见：

签名或盖章：

年 月 日

系审核意见：

机电工程系（盖章）：

年 月 日

淮南职业技术学院

Huainan vocational and technical college

学徒手册

班 级 机电170111班

学 号 1703023

姓 名 王坎坎

指导教师 柳 楠

带教师傅 焦 阳

淮南职业技术学院机电工程系印制

2017年9月

目 录

- 一、学徒指南
- 二、机电工程系学徒管理办法
- 三、机电工程系学徒安全教育告知书
- 四、学徒安全责任书
- 五、学徒记录
- 六、学徒鉴定

一、学徒指南

为积极探索构建现代学徒制,有效地整合淮南职业技术学院和淮南矿业集团、淮南舜立机械有限公司等煤矿机电行业的教育资源,进一步拓展校企合作的内涵,使职业教育和企业行业在人才培养上“捆绑发展”,进一步提升学院职业教育对华东煤矿机电行业的贡献度。根据教育部和省教育厅关于在安徽省开展第二批职业教育现代学徒制试点工作的有关要求,并结合我院实际,特制定学徒指南。

(一) 学徒成绩考核:

学徒每一学习阶段结束时,学生认真填写《学徒鉴定表》,由学徒工作企业单位和指导教师共同考核,评定成绩。

1. 学徒工作企业单位带教师傅对学徒工作期间学生的出勤、实习态度、实习纪律、实习效果及工作能力等方面进行考核评定。并加盖单位公章。

2. 指导教师负责学徒成绩评语,学徒成绩按优、良、中、及格、不及格五级分制评定。

(二) 学徒要求:

1. 学徒在学习工作期间必须服从领导,遵守学徒工作单位的规章制度和工作规程。

2. 学徒期间认真做好学徒纪录,完成学徒报告。

3. 学徒报告要求语言简练,内容真实,书写工整,字数在 3000 字左右。如果考核表页数不够用可用其它白纸附后。

4. 学徒每一阶段结束后,在写好学徒报告的同时,还必须由学徒工作单位作出鉴定,并经学徒工作单位盖章后有效。

5. 学徒记录、学徒报告要求用钢笔或碳素笔认真书写。

6. 由教研室会同指导老师或企业带教师傅对学生实习作出综合成绩评定。

二、机电工程系学徒管理办法

第一章 总则

第一条 为适应我国高等职业教育的改革与发展,提高教育教学质量和管理水平,切实提高学生职业能力;本着“以服务为宗旨、以就业为导向”的原则,根据《中华人民共和国教育法》、《中华人民共和国劳动法》、《中华人民共和国职业教育法》和国家有关规定,结合我院实际,适应学徒制人才培养模式的需要,特制定本办法。

第二条 学生通过学徒制学习过程,巩固已学理论知识,增强感性认识,培养劳动观点,掌握基本的专业实践知识和实际操作技能,让学生获得符合实际工作条件的基本训练,从而提高独立工作能力和实践动手能力;同时也能更深入地了解党的方针、政策,了解国情,认识社会,开阔视野,建立市场经济观念。通过学习使学生养成爱岗敬业、吃苦耐劳的良好习惯和实事求是、艰苦奋斗、联系群众的工作作风;树立质量意识、效益意识和竞争意识,培养良好的职业道德和创新精神,提高学生的综合素质和能力,尽快成为生产、建设、管理、服务第一线的高素质、高技能人才。

第二章 组织与职责

第三条 机电工程系负责学院校内实训基地建设;建立健全学徒制管理制度;协调处理顶岗实习中出现的突发事件。

主要职责是:

(一) 根据学徒制要求建设校外联系学徒单位,签订协议;负责与学徒学习单位沟通协调。

(二) 在学徒上岗前,对学徒进行动员、培训和教育,帮助学徒明确学习目的、任务、方法和考核办法,并对学徒进行以法制观念、安全知识、防范技能、学习单位规章制度等为主要内容的安全教育,杜绝各种意外事故发生。

(三) 根据学徒制人才培养方案,将学徒学习过程纳入教学计划。组织制定学徒大纲,组织指导教师制定学徒学习计划并组织学生学习。

(四) 组织实施学徒学习计划,包括确定指导教师、学徒分组及实习过程的管理等。

(五) 检查学徒工作进展情况,处理各种突发事件。

(六) 组织实习的考核, 制定学徒成绩的评定标准。

(七) 组织学徒成绩的评定, 材料的整理、归档。

第四条 指导教师分为学校指导教师和企业带教师傅。学校指导教师应由具有一定实践教学能力的教师担任, 企业带教师傅应从具有丰富实践经验的专业技术人员或能工巧匠中聘任。指导教师的主要职责是:

(一) 学校指导教师要依据学徒制大纲并结合学徒岗位, 制定学徒制具体的方案和计划。计划应包括: 学习目的与要求、学习时间的安排、学习内容与任务、学习方法与步骤、学徒纪律、学徒总结与考核等。做好上岗前的准备工作。

(二) 企业带教师傅具体负责学徒学习期间的组织管理、技能训练等工作, 保证每名学徒有专人负责。贯彻落实学校和企业联合制定的学徒制计划, 具体落实学徒工作任务, 做好学徒学习期间的考勤、业务考核、学徒鉴定、安全教育等工作。

(三) 指导教师要进行现场检查与指导, 定期组织学习研讨会、讲座、经验交流等, 定期检查学徒学习进度和质量; 在业务指导的同时应注重培养学徒良好的职业素质。

(四) 指导教师在学习期间要指导学徒如何撰写学徒报告。

(五) 学校指导教师应与企业带教师傅密切沟通, 帮助解决学徒学习过程中存在的问题; 负责与学徒学习单位企业带教师傅等经常沟通, 做好学徒的思想工作, 负责学徒考核工作。

第五条 接受学徒企业要指定一位主管学徒工作的领导, 负责学徒的安全教育和日常管理, 与学校指导教师沟通联系或与学校联系, 客观真实地反馈学徒在学习单位的学习情况。

第三章 纪律与要求

第六条 学徒在企业学习期间学徒要严格遵守各项校规校纪和学习单位的各项规章制度, 不做有损企业形象和学校声誉的事情, 维护正常的实习秩序。

第七条 学徒在企业学习前要认真学习学徒制的有关管理规定, 端正实习态度, 明确实习目的, 了解学习项目。学习期间要爱岗敬业, 遵纪守法, 认真履行本岗位职责, 培养独立工作能力, 努力提高自己的专业技能; 要按照学徒计划和

岗位特点，安排好自己的学习、工作和生活，按时按质完成各项实习任务，认真做好学徒工作记录，为撰写学徒报告积累资料。学徒学习阶段结束后，独立完成学徒阶段报告。

第八条 学徒学习期间要严格遵守学徒工作单位的考勤要求，特殊情况需请假时应征得学徒学习单位的批准，并及时向学校指导教师报告。

第九条 实习期间要树立高度的安全防范意识，牢记“安全第一”，严格遵守操作规程。

第四章 考核与评价

第十条 学徒在企业学习期间接受学校和企业的双重指导，校企双方要加强对学徒的工作过程控制和考核，实行以企业为主、学校为辅的校企双方考核原则，双方共同填写《学徒鉴定》。

（一）鉴定分两部分：一是企业带教师傅对学生的考核鉴定；二是学校指导教师对学徒的工作报告进行评价鉴定。

（二）企业带教师傅对学生的考核。学徒工作可以在同一单位不同部门或岗位进行，企业要对学生在每一部门或岗位的表现情况进行考核，填写《学徒鉴定表》，并签字确认，加盖单位公章。

（三）学院指导教师对学生的考核。学校指导教师要对学生在各企业每一部门或岗位的表现情况进行考核；在每一个岗位，学徒要写出学徒记录，学校指导教师要对学生的学徒记录及时检查。

（四）顶岗实习作为一门必修课成绩纳入教学管理，成绩分优秀、良好、中等、及格、不及格五等，对顶岗实习不及格学生不予毕业。对严重违反实习纪律，被实习单位终止实习或造成恶劣影响者，实习成绩按不及格处理；对无故不按时提交实习报告或其他规定的实习材料者，实习成绩按不及格处理。

第五章 附则

第十一条 本规定由机电工程系负责解释。

三、机电工程系学徒制学员安全教育告知书

(一) 学徒安全特别注意事项

1. 预防人身安全

(1) 要有预防的意识，保持良好的防护习惯。

(2) 用法律维护自己的人身财产安全。特别是面对暴力犯罪，要坚决制止不法侵害。对正在进行行凶、杀人、抢劫、强奸、绑架以及其他严重危及人身安全的暴力犯罪，采取正当防卫。

(3) 发生案件、发现危险要快速、准确、实事求是的报警求助。

(4) 留心观察身边的人和事，及时规避可能针对自己的侵害。注意防火，防盗，防交通意外。

(5) 积极预防不法侵害危及的人身安全：

①抢劫的预防。注意观察，及时识别；选好外出行走路线；不在陌生人面前暴露自己的财物；保持行车途中及住地警惕；遇到抢劫时沉着冷静应付；及时报案，以便组织追捕。

②滋扰的预防。慎重处置；依靠集体力量，积极制止违法犯罪行为；注意策略，防止事态扩大；自觉寻找证据，用法律保护自己。

③性侵害的预防。正确识别性侵害；注意自身的言行举止；尽量避免在开放性场所独处；加强教育，增强性自卫能力；遭遇性侵害时，要沉着冷静对待，努力消除性侵害成功的机会和条件；加强性侵害过程中的自身防卫；积极报案，提供证据；人最宝贵，安全第一。我要安全，安全为我。互让半步，处处通途。步步小心，平安是金。

2. 防盗

(1) 出租屋或者宿舍防盗措施。锁好门、关好窗；不要留宿外来人员；注意盘查形迹可疑人员；防止推销小商品人员顺手牵羊；宿舍内不放大量现金；贵重物品不要放在明处；安装防盗门窗；及时修复损坏的防盗设施；保管好自己的钥匙；选址安全，谨慎交友。

(2) 现金防盗措施。现金存入银行；日常生活费用贴身携带。

(3) 存折、银行卡宿舍防盗措施。设置一个既保密又不会遗忘的密码；保管好存折、银行卡；参加体育锻炼时应锁在柜中；被盗或丢失要立即挂失。

(4) 发生盗窃案件的应对办法。发现被盗时要迅速叫上他人，寻找和围堵嫌疑人；保护盗窃现场，切勿出入和翻动现场物品；发现存折、银行卡被盗，立即挂失；配合调查。

3. 防抢

- (1) 要有遭遇抢劫、抢夺的心理准备。
- (2) 夜间不要单独到偏僻的地方行走。
- (3) 女生注意首饰小包。
- (4) 不要外露财物。
- (5) 不走偏黑路。
- (6) 乘坐有营运执照的正规车，或者出租车。
- (7) 攻心感化作案人。
- (8) 伺机逃脱。
- (9) 在有人时大声呼救。
- (10) 对抢夺作案人边追赶边呼救。
- (11) 急救创伤。
- (12) 在第一时间报案。

4. 防骗

诈骗花样有合同诈骗、假金元宝诈骗、借口帮忙诈骗、利用求财求子等心理诈骗、在特定场所如银行门前诈骗、中大奖骗局、利用公话诈骗、碰撞丢钱诈骗等。针对大学生诈骗主要是求职陷阱，包括试用期陷阱，收费陷阱，工资陷阱，智力陷阱。

- (1) 多学习观察。
- (2) 不贪钱财，不图便宜。
- (3) 保守自我信息秘密。
- (4) 慎重交友，不感情用事。
- (5) 多与同学和老师交流、斟酌。
- (6) 慎重对待他人的财物请求。

5. 防传销

传销，是指组织者或者经营者发展人员，通过对被发展人员以其直接或者间接发展的人员数量或者销售业绩为 依据计算和给付报酬，或者要求被发展人员

以交纳一定费用为条件取得加入资格等方式牟取非法利益，扰乱经济秩序，影响社会稳定的行为。

- (1) 消除快速成功的心理。
- (2) 正确对待就业困难。
- (3) 学会用《禁止传销条例》保护自己。
- (4) 杜绝非法传销渗透的空间。
- (5) 尽快脱身，防止越陷越深。
- (6) 主动配合打击。

6. 防网络犯罪

(1) 互联网对犯罪心理形成的影响

①色情信息容易导致性犯罪。②暴力游戏容易催生暴力犯罪。③网络虚拟性容易导致诈骗犯罪。

(2) 预防互联网对人身和财产安全造成的危害

①树立正确的网络使用意识。②慎交网友。③建设网络文明。④不登陆色情网站，不下载色情软件，不观看色情信息，不到不规范网吧。⑤举报网络违法犯罪。

(二) 学员的安全纪律要求

1. 自觉遵守实习单位操作规程和有关纪律及安全管理规定，增强安全防范意识和团队协作精神，提高自我防护能力；积极主动接受安全教育，自觉遵守国家的法律法规、校纪校规，认真接受指导教师及用人单位的教育和管理，自觉学法、懂法、守法、用法，要有法制观念和法律意识，学会自我保护、加强自我管理，不做违法违纪的事，确保实训实习安全进行。

2. 自觉遵守设备设施安全操作规程规范，在使用未操作过的设备前，应读懂其使用说明书，并有指导教师在场，方能操作该设备。

3. 外出期间，应当尊重当地的民族风俗及习惯，避免与当地群众或其他人员发生冲突，做到宽容与谦让；上下班及外出活动应结伴而行，不得单独在外留宿、闲逛；应当注意交通、财物、饮食卫生及人身安全，增强自我保护防范意识，随时注意身边的安全，并及时提醒其他同学注意安全。

4. 不得参与传销等非法组织和违法乱纪活动，严禁参与非法娱乐活动或从事与学习无关的危险性工作；严禁酗酒、寻衅滋事、打架斗殴；严禁床上吸烟、不规范用电；严禁到无安全设施或者无专业救护人员的场所游泳等。

5. 违反实训实习安全管理规定，造成个人人身安全事故和损失的，由学徒学员本人负责，学院不承担责任。造成集体和国家损失的，视情节轻重，按有关规定处理。

学徒制学员签名（我已经知悉上述内容，我承诺遵守其中的要求和规定）： 王屹屹

日期： 2017.9

五、学徒岗位学习安全责任书

为加强对学徒岗位工作的管理,确保学生安全而有效地完成岗位学习任务。所在院系(甲方)和学徒(乙方)共同协商,就学徒岗位学习期间的安全责任,达成如下协议:

1、乙方岗位学习期间的安全责任,按《普通高校学生管理规定》和《普通高等学校安全教育及管理暂行规定》以及《学生伤害事故处理方法》等文件规定执行。

2、乙方在岗位工作学习前,必须征得家长同意,必须与学校签订安全责任书。

3、乙方在岗位工作学习期间,要遵守社会公德和公共秩序,自觉遵守国家法律、法规,增强安全防范意识,提高自我保护能力。遵守实习单位的各项规章制度,听从指挥,服从管理,注意自己的人身安全和财物安全,防止各种事故的发生,努力完成实习任务。

4、乙方在岗位工作学习期间若出现意外,如果由于乙方自身原因造成,由乙方自己负责。如果是非乙方原因造成,按照国家法律法规级第一条所列规定办理。

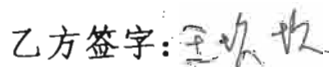
5、乙方在岗位工作学习期间,应按学校统一要求及时向所在系汇报思想、工作和生活等情况。

6、本协议经双方签字后生效,有效期至学徒岗位工作学习结束返校为止。

甲方签字:



乙方签字:



2017年 9月15日

年 月 日

六、学徒岗位工作学习记录

1. 学徒记录（写明时间、地点、内容等）

1. 时间：2018年5月22日~2018年5月24日

2. 工位名称：电机装配

3. 工位技术要求：

正确使用工具、量具、仪器仪表。

正确按照工艺流程装配。

装配后的调试。

4. 工位具体内容与体会：

内容：了解电机单绕组回路的调试。

安装顺序和安装要求。

体会：必须具备机械钳工、电工及安全生产相关知识。

掌握质量要求。

2018年5月24日

1. 时间：2018年5月25日~2018年5月31日

2. 工位名称：数控剪床折弯

3. 工位技术要求：

正确调节剪切行程。

合理调节剪切角。

正确掌握操作顺序。

4. 工位具体内容与体会：

工位内容：正确操作数控剪床。

体会：掌握精确的折弯步骤。

缩短剪切时间，提高剪切效率。

2018年5月31日

1. 时间： _____年____月____日～_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日～_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日～_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日～_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

2. 学徒报告

第一阶段 (包括企业概况, 生产工艺流程, 在企业学习体会, 以及专业认识。)

实力威公司下设电缆、电控、安全仪器三个分公司。

公司拥有1.6万平米的主生产厂房, 电缆分公司主要生产截面400mm²以下的各种规格的电力、矿用电力电缆。产品销往全国各地。电控分公司主要生产测试应用设备和仪器, 拥有国内先进的数控钻塔冲床、剪床、折弯机、和铣床。生产高压中压开关柜、高低压防爆馈电开关、各种型号的低压固定式、组合式、抽出式开关、集成柜设备。

数控剪床工艺流程: 1. 整理每批产品工程单明确产品所需板料合理下料提高材料利用率。

2. 分析图纸技术要求编程
3. 检查工作面调整刀具到正确状态
4. 正确操作剪板机号下料

通过实力威有限公司的实习, 我体会到了技能的重要性, 在老师傅精益求精的工作态度扎实的技能和我的触动很大, 我认识到了理论知识在今天的职业技能发展中的弱作用。

签名: 王欢欢

日期 2015年5月31日

第二阶段

签名:

日期 年 月 日

第三阶段

签名:

日期 年 月 日

八、学徒鉴定

第一阶段企业鉴定意见

考核项目	单项成绩	总评成绩
纪律态度		
工作业务技能		
工 作 业 绩		
团体协作能力		
<p>企业带教师傅意见：</p> <p style="text-align: right;">带教师傅（签章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		
<p>企业鉴定意见：</p> <p style="text-align: right;">企业单位（盖章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		
备注		

第一阶段系部鉴定意见

学校指导教师鉴定意见：

签名或盖章：

年 月 日

系审核意见：

机电工程系（盖章）：

年 月 日

第二阶段系部鉴定意见

学校指导教师鉴定意见：

签名或盖章：

年 月 日

系审核意见：

机电工程系（盖章）：

年 月 日

第三阶段系部鉴定意见

学校指导教师鉴定意见：

签名或盖章：

年 月 日

系审核意见：

机电工程系（盖章）：

年 月 日

淮南职业技术学院

Huainan vocational and technical college

学徒手册

班 级 _____

学 号 _____

姓 名 _____

指导教师 _____

带教师傅 _____

淮南职业技术学院机电工程系印制

2017年9月

目 录

- 一、学徒指南
- 二、机电工程系学徒管理办法
- 三、机电工程系学徒安全教育告知书
- 四、学徒安全责任书
- 五、学徒记录
- 六、学徒鉴定

一、学徒指南

为积极探索构建现代学徒制,有效地整合淮南职业技术学院和淮南矿业集团、淮南舜立机械有限公司等煤矿机电行业的教育资源,进一步拓展校企合作的内涵,使职业教育和企业行业在人才培养上“捆绑发展”,进一步提升学院职业教育对华东煤矿机电行业的贡献度。根据教育部和省教育厅关于在安徽省开展第二批职业教育现代学徒制试点工作的有关要求,并结合我院实际,特制定学徒指南。

(一) 学徒成绩考核:

学徒每一学习阶段结束时,学生认真填写《学徒鉴定表》,由学徒工作企业单位和指导教师共同考核,评定成绩。

1. 学徒工作企业单位带教师傅对学徒工作期间学生的出勤、实习态度、实习纪律、实习效果及工作能力等方面进行考核评定。并加盖单位公章。

2. 指导教师负责学徒成绩评语,学徒成绩按优、良、中、及格、不及格五级分制评定。

(二) 学徒要求:

1. 学徒在学习工作期间必须服从领导,遵守学徒工作单位的规章制度和工作规程。

2. 学徒期间认真做好学徒纪录,完成学徒报告。

3. 学徒报告要求语言简练,内容真实,书写工整,字数在 3000 字左右。如果考核表页数不够用可用其它白纸附后。

4. 学徒每一阶段结束后,在写好学徒报告的同时,还必须由学徒工作单位作出鉴定,并经学徒工作单位盖章后有效。

5. 学徒记录、学徒报告要求用钢笔或碳素笔认真书写。

6. 由教研室会同指导老师或企业带教师傅对学生实习作出综合成绩评定。

7. 凡无故未完成手册填写者，学徒成绩按不及格计，随下一届学徒学习，成绩合格者，方可进行下一阶段学习。

二、机电工程系学徒管理办法

第一章 总则

第一条 为适应我国高等职业教育的改革与发展,提高教育教学质量和管理水平,切实提高学生职业能力;本着“以服务为宗旨、以就业为导向”的原则,根据《中华人民共和国教育法》、《中华人民共和国劳动法》、《中华人民共和国职业教育法》和国家有关规定,结合我院实际,适应学徒制人才培养模式的需要,特制定本办法。

第二条 学生通过学徒制学习过程,巩固已学理论知识,增强感性认识,培养劳动观点,掌握基本的专业实践知识和实际操作技能,让学生获得符合实际工作条件的基本训练,从而提高独立工作能力和实践动手能力;同时也能更深入了解党的方针、政策,了解国情,认识社会,开阔视野,建立市场经济观念。通过学习使学生养成爱岗敬业、吃苦耐劳的良好习惯和实事求是、艰苦奋斗、联系群众的工作作风;树立质量意识、效益意识和竞争意识,培养良好的职业道德和创新精神,提高学生的综合素质和能力,尽快成为生产、建设、管理、服务第一线的高素质、高技能人才。

第二章 组织与职责

第三条 机电工程系负责学院校内实训基地建设;建立健全学徒制管理制度;协调处理顶岗实习中出现的突发事件。

主要职责是:

(一)根据学徒制要求建设校外联系学徒单位,签订协议;负责与学徒学习单位沟通协调。

(二)在学徒上岗前,对学徒进行动员、培训和教育,帮助学徒明确学习目的、任务、方法和考核办法,并对学徒进行以法制观念、安全知识、防范技能、学习单位规章制度等为主要内容的安全教育,杜绝各种意外事故发生。

(三)根据学徒制人才培养方案,将学徒学习过程纳入教学计划。组织制定学徒大纲,组织指导教师制定学徒学习计划并组织学生学习。

(四)组织实施学徒学习计划,包括确定指导教师、学徒分组及实习过程的管理等。

(五)检查学徒工作进展情况,处理各种突发事件。

(六) 组织实习的考核，制定学徒成绩的评定标准。

(七) 组织学徒成绩的评定，材料的整理、归档。

第四条 指导教师分为学校指导教师和企业带教师傅。学校指导教师应由具有一定实践教学能力的教师担任，企业带教师傅应从具有丰富实践经验的专业技术人员或能工巧匠中聘任。指导教师的主要职责是：

(一) 学校指导教师要依据学徒制大纲并结合学徒岗位，制定学徒制具体的方案和计划。计划应包括：学习目的与要求、学习时间的安排、学习内容与任务、学习方法与步骤、学徒纪律、学徒总结与考核等。做好上岗前的准备工作。

(二) 企业带教师傅具体负责学徒学习期间的组织管理、技能训练等工作，保证每名学徒有专人负责。贯彻落实学校和企业联合制定的学徒制计划，具体落实学徒工作任务，做好学徒学习期间的考勤、业务考核、学徒鉴定、安全教育等工作。

(三) 指导教师要进行现场检查与指导，定期组织学习研讨会、讲座、经验交流等，定期检查学徒学习进度和质量；在业务指导的同时应注重培养学徒良好的职业素质。

(四) 指导教师在学习期间要指导学徒如何撰写学徒报告。

(五) 学校指导教师应与企业带教师傅密切沟通，帮助解决学徒学习过程中存在的问题；负责与学徒学习单位企业带教师傅等经常沟通，做好学徒的思想工作，负责学徒考核工作。

第五条 接受学徒企业要指定一位主管学徒工作的领导，负责学徒的安全教育和日常管理，与学校指导教师沟通联系或与学校联系，客观真实地反馈学徒在学习单位的学习情况。

第三章 纪律与要求

第六条 学徒在企业学习期间学徒要严格遵守各项校规校纪和学习单位的各项规章制度，不做有损企业形象和学校声誉的事情，维护正常的实习秩序。

第七条 学徒在企业学习前要认真学习学徒制的有关管理规定，端正实习态度，明确实习目的，了解学习项目。学习期间要爱岗敬业，遵纪守法，认真履行本岗位职责，培养独立工作能力，努力提高自己的专业技能；要按照学徒计划和

岗位特点,安排好自己的学习、工作和生活,按时按质完成各项实习任务,认真做好学徒工作记录,为撰写学徒报告积累资料。学徒学习阶段结束后,独立完成学徒阶段报告。

第八条 学徒学习期间要严格遵守学徒工作单位的考勤要求,特殊情况需请假时应征得学徒学习单位的批准,并及时向学校指导教师报告。

第九条 实习期间要树立高度的安全防范意识,牢记“安全第一”,严格遵守操作规程。

第四章 考核与评价

第十条 学徒在企业学习期间接受学校和企业的双重指导,校企双方要加强对学徒的工作过程控制和考核,实行以企业为主、学校为辅的校企双方考核原则,双方共同填写《学徒鉴定》。

(一) 鉴定分两部分:一是企业带教师傅对学生的考核鉴定;二是学校指导教师对学徒的工作报告进行评价鉴定。

(二) 企业带教师傅对学生的考核。学徒工作可以在同一单位不同部门或岗位进行,企业要对学生在每一部门或岗位的表现情况进行考核,填写《学徒鉴定表》,并签字确认,加盖单位公章。

(三) 学院指导教师对学生的考核。学校指导教师要对学生在各企业每一部门或岗位的表现情况进行考核;在每一个岗位,学徒要写出学徒记录,学校指导教师要对学生的学徒记录及时检查。

(四) 顶岗实习作为一门必修课成绩纳入教学管理,成绩分优秀、良好、中等、及格、不及格五等,对顶岗实习不及格学生不予毕业。对严重违反实习纪律,被实习单位终止实习或造成恶劣影响者,实习成绩按不及格处理;对无故不按时提交实习报告或其他规定的实习材料者,实习成绩按不及格处理。

第五章 附则

第十一条 本规定由机电工程系负责解释。

三、机电工程系学徒制学员安全教育告知书

（一）学徒安全特别注意事项

1. 预防人身安全

（1）要有预防的意识，保持良好的防护习惯。

（2）用法律维护自己的人身财产安全。特别是面对暴力犯罪，要坚决制止不法侵害。对正在进行行凶、杀人、抢劫、强奸、绑架以及其他严重危及人身安全的暴力犯罪，采取正当防卫。

（3）发生案件、发现危险要快速、准确、实事求是的报警求助。

（4）留心观察身边的人和事，及时规避可能针对自己的侵害。注意防火，防盗，防交通意外。

（5）积极预防不法侵害危及的人身安全：

①抢劫的预防。注意观察，及时识别；选好外出行走路线；不在陌生人面前暴露自己的财物；保持行车途中及住地警惕；遇到抢劫时沉着冷静应付；及时报案，以便组织追捕。

②滋扰的预防。慎重处置；依靠集体力量，积极制止违法犯罪行为；注意策略，防止事态扩大；自觉寻找证据，用法律保护自己。

③性侵害的预防。正确识别性侵害；注意自身的言行举止；尽量避免在开放性场所独处；加强教育，增强性自卫能力；遭遇性侵害时，要沉着冷静对待，努力消除性侵害成功的机会和条件；加强性侵害过程中的自身防卫；积极报案，提供证据；人最宝贵，安全第一。我要安全，安全为我。互让半步，处处通途。步步小心，平安是金。

2. 防盗

（1）出租屋或者宿舍防盗措施。锁好门、关好窗；不要留宿外来人员；注意盘查形迹可疑人员；防止推销小商品人员顺手牵羊；宿舍内不放大量现金；贵重物品不要放在明处；安装防盗门窗；及时修复损坏的防盗设施；保管好自己的钥匙；选址安全，谨慎交友。

（2）现金防盗措施。现金存入银行；日常生活费用贴身携带。

（3）存折、银行卡宿舍防盗措施。设置一个既保密又不会遗忘的密码；保管好存折、银行卡；参加体育锻炼时应锁在柜中；被盗或丢失要立即挂失。

(4) 发生盗窃案件的应对办法。发现被盗时要迅速叫上他人，寻找和围堵嫌疑人；保护盗窃现场，切勿出入和翻动现场物品；发现存折、银行卡被盗，立即挂失；配合调查。

3. 防抢

- (1) 要有遭遇抢劫、抢夺的心理准备。
- (2) 夜间不要单独到偏僻的地方行走。
- (3) 女生注意首饰小包。
- (4) 不要外露财物。
- (5) 不走偏黑路。
- (6) 乘坐有营运执照的正规车，或者出租车。
- (7) 攻心感化作案人。
- (8) 伺机逃脱。
- (9) 在有人时大声呼救。
- (10) 对抢夺作案人边追赶边呼救。
- (11) 急救创伤。
- (12) 在第一时间报案。

4. 防骗

诈骗花样有合同诈骗、假金元宝诈骗、借口帮忙诈骗、利用求财求子等心理诈骗、在特定场所如银行门前诈骗、中大奖骗局、利用公话诈骗、碰撞丢钱诈骗等。针对大学生诈骗主要是求职陷阱，包括试用期陷阱，收费陷阱，工资陷阱，智力陷阱。

- (1) 多学习观察。
- (2) 不贪钱财，不图便宜。
- (3) 保守自我信息秘密。
- (4) 慎重交友，不感情用事。
- (5) 多与同学和老师交流、斟酌。
- (6) 慎重对待他人的财物请求。

5. 防传销

传销，是指组织者或者经营者发展人员，通过对被发展人员以其直接或者间接发展的人员数量或者销售业绩为 依据计算和给付报酬，或者要求被发展人员

以交纳一定费用为条件取得加入资格等方式牟取非法利益，扰乱经济秩序，影响社会稳定的行为。

- (1) 消除快速成功的心理。
- (2) 正确对待就业困难。
- (3) 学会用《禁止传销条例》保护自己。
- (4) 杜绝非法传销渗透的空间。
- (5) 尽快脱身，防止越陷越深。
- (6) 主动配合打击。

6. 防网络犯罪

(1) 互联网对犯罪心理形成的影响

①色情信息容易导致性犯罪。②暴力游戏容易催生暴力犯罪。③网络虚拟性容易导致诈骗犯罪。

(2) 预防互联网对人身和财产安全造成的危害

①树立正确的网络使用意识。②慎交网友。③建设网络文明。④不登陆色情网站，不下载色情软件，不观看色情信息，不到不规范网吧。⑤举报网络违法犯罪。

(二) 学员的安全纪律要求

1. 自觉遵守实习单位操作规程和有关纪律及安全管理规定，增强安全防范意识和团队协作精神，提高自我防护能力；积极主动接受安全教育，自觉遵守国家的法律法规、校纪校规，认真接受指导教师及用人单位的教育和管理，自觉学法、懂法、守法、用法，要有法制观念和法律意识，学会自我保护、加强自我管理，不做违法违纪的事，确保实训实习安全进行。

2. 自觉遵守设备设施安全操作规程规范，在使用未操作过的设备前，应读懂其使用说明书，并有指导教师在场，方能操作该设备。

3. 外出期间，应当尊重当地的民族风俗及习惯，避免与当地群众或其他人员发生冲突，做到宽容与谦让；上下班及外出活动应结伴而行，不得单独在外留宿、闲逛；应当注意交通、财物、饮食卫生及人身安全，增强自我保护防范意识，随时注意身边的安全，并及时提醒其他同学注意安全。

4. 不得参与传销等非法组织和违法乱纪活动，严禁参与非法娱乐活动或从事与学习无关的危险性工作；严禁酗酒、寻衅滋事、打架斗殴；严禁床上吸烟、不规范用电；严禁到无安全设施或者无专业救护人员的场所游泳等。

5. 违反实训实习安全管理规定，造成个人人身安全事故和损失的，由学徒学员本人负责，学院不承担责任。造成集体和国家损失的，视情节轻重，按有关规定处理。

学徒制学员签名（我已经知悉上述内容，我承诺遵守其中的要求和规定）：

日期：

五、学徒岗位学习安全责任书

为加强对学徒岗位工作的管理,确保学生安全而有效地完成岗位学习任务。所在院系(甲方)和学徒(乙方)共同协商,就学徒岗位学习期间的安全责任,达成如下协议:

1、乙方岗位学习期间的安全责任,按《普通高校学生管理规定》和《普通高等学校安全教育及管理暂行规定》以及《学生伤害事故处理方法》等文件规定执行。

2、乙方在岗位工作学习前,必须征得家长同意,必须与学校签订安全责任书。

3、乙方在岗位工作学习期间,要遵守社会公德和公共秩序,自觉遵守国家法律、法规,增强安全防范意识,提高自我保护能力。遵守实习单位的各项规章制度,听从指挥,服从管理,注意自己的人身安全和财物安全,防止各种事故的发生,努力完成实习任务。

4、乙方在岗位工作学习期间若出现意外,如果由于乙方自身原因造成,由乙方自己负责。如果是非乙方原因造成,按照国家法律法规级第一条所列规定办理。

5、乙方在岗位工作学习期间,应按学校统一要求及时向所在系汇报思想、工作和生活等情况。

6、本协议经双方签字后生效,有效期至学徒岗位工作学习结束返校为止。

甲方签字:

乙方签字:

年 月 日

年 月 日

六、学徒岗位工作学习记录

1. 学徒记录（写明时间、地点、内容等）

1. 时间： _____年____月____日～_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日～_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日～_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日～_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间: _____年____月____日~_____年____月____日

2. 工位名称:

3. 工位技术要求:

4. 工位具体内容与体会:

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日～_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

1. 时间： _____年____月____日～_____年____月____日

2. 工位名称：

3. 工位技术要求：

4. 工位具体内容与体会：

年 月 日

2. 学徒报告

第一阶段（包括企业概况，生产工艺流程，在企业学习体会，以及专业认识。）

签名：

日期 年 月 日

第二阶段

签名:

日期 年 月 日

第三阶段

签名:

日期 年 月 日

第一阶段系部鉴定意见

学校指导教师鉴定意见：

签名或盖章：

年 月 日

系审核意见：

机电工程系（盖章）：

年 月 日

第二阶段系部鉴定意见

学校指导教师鉴定意见：

签名或盖章：

年 月 日

系审核意见：

机电工程系（盖章）：

年 月 日

第三阶段企业鉴定意见

考核项目	单项成绩	总评成绩
纪律态度		
工作业务技能		
工 作 业 绩		
团体协作能力		
企业带教师傅意见： <div style="text-align: right; margin-top: 100px;"> 带教师傅（签章）： 年 月 日 </div>		
企业鉴定意见： <div style="text-align: right; margin-top: 100px;"> 企业单位（盖章）： 年 月 日 </div>		
备 注		

第三阶段系部鉴定意见

学校指导教师鉴定意见：

签名或盖章：

年 月 日

系审核意见：

机电工程系（盖章）：

年 月 日

学徒制校企培训教学指导书

淮南矿业集团
(舜立机械公司、赛力威机电设备公司)
淮南职业技术学院

2017年10月

前 言

《学徒制校企培训教学指导书》主要由实习和实训两大部分组成。学徒制校企培训部分包括大学新生入学教育及军训、钳工实习、矿井机电设备认识实习、培训考核四个环节，各培训实习均有实习任务书，实习指导书，实习报告书编写提纲。实训部分包括机电一体化实训、电工电子技术实训、电子安装技术实训、单片机原理及应用实训、PLC 工业控制与编程实训、电动机及变压器绕线工艺与检修、矿山机械设备维修实训、煤矿电气设备检修、矿井维修电工技能鉴定（中级）实训共九个环节，各实训具体内容有实训任务书和实训指导书等。《学徒制校企培训教学指导书》实践与理论教学相结合，内容全面，可操作性强，深浅适中，使用方便，是引导学生顺利完成实习与实训教学的必备指导书，也是教师教学的参考书。

《学徒制校企培训教学指导书》 编写委员会

主 任 宋永斌

副主任 马军 宋继祥

王成奎（淮南矿业集团）

周晓燕（赛力威机电设备有限公司）

闵 宏（淮南舜立机械有限公司）

成 员 郝 坤 黄保华 李全军 刘立群 王良超

王 慧 赵广引 宫 毓 宫 佳 沈颂芸

王海波 刘 慧 常平树 孟凡军 苏 磊

吴乐兵 臧广磊 郑道义

目 录

目 录.....	I
项目一、大学新生入学教育及军训.....	1
实训一、新生入学教育.....	1
实训二、军政训练教育.....	3
项目二、钳工实习.....	6
项目三、电工电子技术实训.....	9
实训一、常用电子器件识别与检测.....	9
实训二、三相异步电动机的选择.....	12
实训三、三相异步电动机的点动控制电路实验.....	14
实训四、三相异步电动机的单向连续运转控制实验.....	15
实训五 三相异步电动机的正、反转控制电路实验.....	18
实训六 三相异步电动机的降压起动实验.....	19
实训七 常用电子仪器的使用.....	22
项目四、电子安装技术实训.....	26
项目五、单片机原理及应用实训.....	32
实训一、单片机开发系统的使用.....	32
课题一、开发系统实验箱原理及使用.....	32
课题二、开发系统使用及人工汇编技能训练.....	40
实训二、汇编语言程序编程及人工汇编技能训练.....	41
课题一、简单程序设计(上).....	41
课题二、简单程序的设计(下).....	41
课题三、分支程序的设计.....	42
课题四、循环程序设计.....	42
课题五、子程序设计.....	43
课题六、查表程序的设计.....	43
实训三、伟福 6000 软件机器汇编技能训练.....	44
课题一、清零程序汇编调试.....	44
实训四、Protes7 仿真软件仿真技能训练.....	45
课题一、多位数码管字段显示.....	45
课题二、8 键 8 灯 2 管显示.....	46
课题三、单个数码管显示.....	47
课题四、中断控制多种显示样式.....	49
课题五、中断计数.....	50
课题六、定时器串联应用.....	51
课题七、测试外部脉冲频率.....	51
课题八、独立式按键和一位数码显示.....	52
课题九、开关量输出.....	53
课题十、模数转换.....	54
项目六、机电一体化实训.....	55
实训一、三相异步电动机定子绕组首尾及绝缘电阻测定.....	55
实训二、具有过载保护的连续运行和点动控制线路.....	56
实训三、两台电动机顺序控制线路.....	56

实训四、单向起动反接制动控制线路.....	57
实训五、三相异步电动机正反转控制.....	58
实训六、双重互锁正反转控制线路.....	60
实训七、Y-Δ降压起动控制.....	61
实训八、三相异步电动机能耗制动控制.....	63
实训九、双速异步电动机自动加速控制线路.....	64
实训十、直流电动机的正反转控制与调速控制.....	64
实训十一、单相变压器的空载与短路实验.....	66
项目七、PLC 工业控制与编程实训.....	70
实训一、基本指令的编程练习.....	76
实训二、PLC 电气控制实验.....	85
课题一、自动配料系统的模拟.....	93
课题二、十字路口交通灯控制的模拟.....	95
课题三、水塔水位控制.....	98
课题四、天塔之光.....	99
课题五、液体混合装置控制的模拟实验.....	102
课题六、LED 数码显示控制.....	103
课题七、三层电梯控制系统的模拟实验.....	104
项目八、电动机、变压器绕线工艺及检修（企业）.....	106
实训一、电动机机械故障修理.....	106
实训二、电动机绕组损坏与修理.....	107
实训三、三相异步电动机定子绕组.....	108
实训四、异步电动机绕组重嵌准备.....	110
实训五、异步电动机绕组嵌线工艺.....	112
实训六、绕组接线.....	114
实训七、绕组试验与浸漆.....	115
项目九、矿山机械设备维修（企业）.....	119
实训一、离心式水泵的操作.....	119
实训二、离心式水泵的拆卸与装配.....	120
实训三、离心式水泵常见故障及其处理.....	122
实训四、矿井提升机的操作.....	124
实训五、小型提升机的拆卸、装配.....	126
实训六、采煤机的操作使用.....	127
实训七、采煤机的维护、检修.....	129
实训八、采煤机的常见故障分析与处理.....	130
实训九、刮板输送机的运转.....	132
实训十、刮板输送机的维护检修.....	133
实训十一、刮板输送机的常见故障分析与处理.....	135
实训十二、液压支架的维护及故障处理.....	137
项目十、煤矿电气设备检修（企业）.....	142
实训一、隔爆知识.....	142
实训二、QC83-80N 型隔爆磁力起动器的检修.....	145
实训三、DQZBH-300/1140 型真空磁力起动器的检修.....	147
实训四、电动机的检修.....	154

实训五、电动机顺序控制与多地控制线路的安装及常见故障的处理.....	158
实训六、电动机星三角降压起动控制线路的安装和常见故障的处理.....	163
项目十一、矿井维修电工技能鉴定（中级）实训.....	169
项目十二、学徒制毕业考核指导书.....	172

项目一、大学新生入学教育及军训

实训一、新生入学教育

新生入学教育是整个大学教育的起点，是新生入学后大学生涯的第一课，起着成才发展的“导航”作用，是一项十分重要的基础性工作，同时也是加强和改进大学生思想政治教育的重要载体和手段。为帮助新生树立科学的世界观、人生观、价值观和荣辱观，使其明确学习目的，端正学习态度，增强学习动力，帮助他们了解大学生活特点和基本要求，顺利完成从中学到大学的角色适应和角色转变，使他们从入学始就能步入科学的发展轨道，根据学院新生入学教育的总体安排，结合机电工程系实际，制定本方案。

一、入学教育的原则

集中教育与长期教育相结合、全面教育与重点教育相结合、教师教育与学长教育相结合、引导教育与自我教育相结合、日常教育与生活关怀相结合。

二、入学教育时间与形式

新生入学至整个学期结束。采取学校、学院集中教育和班级分散教育相结合的形式。

三、入学教育的内容

（一）接待服务情景教育

新生入学的第一印象决定了他能否对学校产生认同感和归属感，因此，接待情景教育显得尤为重要，对于一个刚刚经历高考洗礼的学生来说，更多的人文关怀可以缓解他们面对大学的压力和困惑，以便于他们更好地融入到淮南职业技术学院这个大学的校园文化氛围。

具体措施：

1.党员、学生会干部进新生寝室。学生党员、学生会成员在新生入住学校后第一时间深入新生宿舍，了解学生基本情况，帮助学生熟悉校园、解决困难、适应环境。

2.高年级学生参加迎新工作，全程陪同新生办理入学手续，树立服务意识。

3.班主任、辅导员负责班级新生接待动作，以便了解学生信息，针对班级重点学生做好思想工作。重点关注经济困难学生的心理状况。

（二）专业思想教育

通过了解所学专业的背景、现状及发展趋势；所学专业教学计划和课程介绍；所学专业师资情况介绍；本专业学生的学术科技活动介绍及已经取得的成绩，牢固树立新生的专业意识。

具体措施：

1.大学精神教育及机电工程系情况介绍

主讲人：机电工程系主任宋永斌；

时间：开学第一周；

地点：一号教学楼报告厅。

2.专业介绍——现代学徒制机电一体化专业

主讲人：现代学徒制机电一体化专业教研室主任宋继祥；

时间：开学第一周；

地点：一号教学楼报告厅。

（三）学习能力及方法教育

通过教育，使新生认识大学与中学在学习方法上的差异，帮助新生尽快适应大学学习的特点和要求；明确学习目标，把主要精力投入到学习中去，不断探索新的学习方法，掌握大学的学习规律。

具体措施：

1.以班级为单位，邀请相关专业的教师座谈大学学习方法的改变、对图书馆资源的有效利用。

活动组织：新生班学习委员；

活动形式：班会；

活动时间：开学第一周；

活动地点：自习教室。

2.邀请高年级的学生参加座谈。主要是学习方法和学习心得的沟通 and 交流。

活动组织：机电工程系团总支、学生会学习部；

活动形式：座谈；

活动时间：开学第一周；

活动地点：自习教室。

（四）校纪校规及安全卫生文明教育

通过教育，让新生熟悉学校各项规章制度的内容，明确遵守纪律的重要性，提高遵纪守法的自觉性，形成良好班风、学风，注重安全防范，顺利完成大学学业。

具体措施：

1.《淮南职业技术学院学院学生手册》中有关内容。包括学生行为准则、学生安全教育及管理暂行规定、学生学籍管理规定、学生纪律处分规定、学生考试违规处理办法、学生评优与奖励规定、学院学生综合测评办法、学生奖学金评定办法、国家助学贷款实施与管理细则等内容。

2.早操，寝室卫生，晚归、不归等管理办法。

3.学习《安全手册》中的基本常识，掌握防火、防盗、防欺诈等基本知识。

4.进行健康知识宣传，使学生了解各种疾病的传播途径和特点，掌握预防疾病的方法，自觉养成健康的生活卫生习惯。

5.网络安全教育。教育新生辩证地认识网络的积极作用和负面效应，加强新生网络安全知识和网络安全意识教育，树立网络伦理道德和责任意识，做到正确、科学使用网络，避免学生过度上网和网络成瘾。

（五）团的基本知识教育

在广大团员中认真开展团的基本知识教育。教育引导团员学生树立崇高的理想信念，做好党的助手和后备军。

具体措施：

由机电工程系团总支组织实施。

（六）职业与人生规划教育

结合当前国家经济社会发展、就业形势及专业特点，指导学生做好人生发展规划和职业生涯规划设计，树立正确的择业观，增强创业自信心，正确对待在校学习和未来就业将遇到的现实问题。

具体措施：

1.讲座：职业与人生规划

主讲人：机电工程系罗明老师

时间：第一学期中期；

地点：一号教学楼。

2.征文：关于高职三年的规划。

活动组织：机电工程系团总支、学生会学习部。

（七）校园文化教育

让新生保持足够的开放性和参与性，积极的融入淮南职业技术学院的校园文化。

具体措施：

1.继续开展“好书推荐”活动、新生杯系列体育活动。

2.举办淮南职业技术学院社团招聘会，向全院学生推介学生社团，鼓励学生参与。

时间：第一学期中期；

地点：图书馆楼前活动广场。

（八）诚信与感恩教育

诚实守信是当代大学生应该具备的基本道德。当前大学生的诚实守信教育集中体现在学费交纳、贷款还贷、诚信应试等方面。让学生了解国家和学校的有关政策，形成“缴费上学”、“有借必还”、诚信应试的美德；加强感恩教育，培养学生回报父母、社会的高尚情操。

1.举行新生诚信签名活动；

2.开展“感恩父母情——给父母写一封信”的活动。通过活动让广大新生感受父母的含辛茹苦，也更加的体会到父母的眷眷之情；让学生表一份决心，从我做起，关爱父母，重塑亲情。珍惜大学期间美好时光，努力学习，以优秀的成绩回报父母。

实训二、军政训练教育

根据《兵役法》、《国防法》和《国防教育法》关于对学生进行军事训练、国防教育的有关规定和学院教学计划的安排，结合我系实际情况，制定学生军训教育实施方案。

一、军训的指导思想和目的

（一）军训的指导思想

坚持以马列主义、毛泽东思想、邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导，深入贯彻党的十八大精神，以《兵役法》、《国防法》和《国防教育法》为依据，全面贯彻党的教育方针，围绕人才培养的长远战略目标和加强国防后备力量建设的需要，努力培养社会主义事业的建设者和接班人。

（二）军训的目的

我系通过组织学生军训活动，提高学生的思想政治觉悟，激发爱国热情，增强国防观念和国家安全意识，进行爱国主义、集体主义和革命英雄主义教育，增强学生组织纪律观念，培养艰苦奋斗的作风，提高学生综合素质；使学生掌握基本军事知识和技能，为中国人民解放军培养后备兵员和预备役军官，为国家培养社会主义事业的建设者和接班人打好基础。

二、军训的内容

军训的基本内容包括军事技能课和军事理论课。

（一）军事技能训练内容

- 1.国防形势教育
- 2.中国人民解放军光荣传统教育
- 3.中国人民解放军共同条令及队列训练
- 4.军队兵种知识
- 5.统一内务秩序
- 6.擒敌拳
- 7.综合拉练（部分学生）

（二）军事理论课内容

- 1.军事思想
- 2.军兵种知识
- 3.现代军事科技

三、军训的时间、地点及形式

（一）时间安排

入学新生军事训练集中一次性进行，安排在第一学年的第一学期进行，时间定为两周。为保证训练的连贯性和便于管理，军事训练期间周六、周日照常训练。最后一天组织军训成果汇报表演。

（二）地点

军训在淮南职业技术学院校区院内（篮球场及体育运动场）进行。

（三）军事训练的形式

1.我系成立军训团。邀请淮南市武警支队承训，军训工作在院人武部的统一组织协调下，由我系负责落实和实施。

2.训练以室外训练为主，根据国家教育部、总参谋部和总政治部新修订的《高等学校学生军事训练教学大纲》内容进行军事技能训练。

3.军训编制的组成根据新生报到情况整体安排。

4.军事理论课共计 10 学时，由人武部统一安排。

四、军训领导机构

（一）在学院党委统一领导下，成立军训工作领导小组，全面负责军训工作的组织、指导、督促和检查。

（二）机电工程系党总支负责组织军事训练的学生日常管理、思想政治工作，部队负责军事训练的实施。

（三）军训组织的军事干部由施训单位的教官担任；军训组织政工干部（教导员、指导员）由系学生工作负责人、辅导员担任；军训连副排长、班长、副班长由学生骨干担任。

五、工作要求

（一）各工作小组要切实履行工作职责，严防各种事故发生。顾全大局，密切配合，确保军训工作顺利进行。

（二）各工作小组要认真制定和落实好我系军训工作实施方案，做好宣传报道、文体活动、学生考勤及填写军训日志等各项工作。

（三）参训工作人员要与学生同时作息；要深入训练现场，主动与教官和学生沟通，帮助各军训单位解决实际困难；要关心爱护学生，及时作好学生的思想政治工作和日常管理工作；发现问题要妥善处理并及时上报。

（四）对因健康原因不宜参训的学生（如：心脏病、过度肥胖、高血压、严重贫血、腰椎间盘突出等），要严格管理，以成立诸如军容军纪督导组、宣传报道组、爱心帮困组等各种形式，促使各类学生参与军训教育的整体活动中。

（五）由系党总支书记牵头负责召开每日的军训工作例会，参训教师要准时参加，及时反映学生思想动态，及时解决学生问题。

六、军事训练要求

（一）各教研室、班级要把学生军训工作作为重大任务来抓，切实加强对军训工作的领导和支持，加强安全教育，严格军训纪律，做到任务明确，职责清楚，管理到位。

（二）全体参训人员要不断提高对军训教育活动的认识，以身作则，积极投入军训生活，模范遵守军训工作制度，严格按照军训要求办事。

（三）参加军事训练的学生要严格遵守训练的各项制度，一切行动听指挥，自觉服从各级领导，尊重教官，团结同学。

（四）参加军事训练的学生要严格要求自己，严格操作规程和军容风纪，爱护武器装备和各种器材，确保人身安全，杜绝责任事故的发生。

（五）军事训练期间做到不迟到、不早退、不旷课，原则上不准请事假；请病假要有相关医院证明，没有准假而又不到课者按旷课处理；无故迟到、早退 3 次按半天旷课处理。

（六）极少数参训学生因身体原因，经医院证明并经校医院核实，确实不宜参加剧烈活动的学生，可减训或担任内、卫、哨工作等。

请假权限规定：

1.军训期间，原则上不得请事假。凡外出离开训练地的同学，必须写出书面申请，由班主任、辅导员审核，批准，方可准假。

2.训练时参加军事技能训练以外的活动，必须经系领导批准，方可准假。

3.凡请病假者，须凭校医院证明，经班主任、辅导员审批，方可按规定休息（半天或全天）。请病假 1 天以上 3 天以内者，由系领导批准备案。

4.因特殊情况需请假超过 3 天者，由机电工程系严格审核，报院军训工作领导小组批准。

5.凡请假者，必须按时归队，并向指导员和教官销假。

6.军训期间，请假时间超过 1 周者，要在毕业前利用假期进行补训。

七、奖励和处罚

（一）对军训期间认真负责、训练刻苦、纪律严明、成绩显著的集体和个人予以表彰。

（二）对组织不力、训练不刻苦、违反军训纪律的集体和个人，视其情节轻重给予通报批评和处分。

（三）军训期间，没有履行请假手续而不参加军训活动的学生作旷课处理，学院将依照《淮南职业技术学院学生学籍管理条例》给予处理。

（四）对于军训期间擅自离开军训地的学生将从严处理。

项目二、钳工实习

一、钳工实习要求

1.了解钳工工作在机械制造及设备维修中的作用。了解钳工工作的主要内容，基本操作方法及所用的设备及工、卡、量具。

2.掌握钳工工作（划线、锯、锉、钻孔、攻螺纹、套螺纹等）的基本操作及作用。

3.了解钻、扩、铰、刮削和研磨等方法。

4.掌握钳工常用工具、量具的正确使用方法并具有一定的操作技能。

5.能按零件图熟练进行锯、锉、钻、攻螺纹、套螺纹等加工较复杂零件，按图纸要求做出实训产品。

6.掌握并严格遵守钳工安全操作规程。

二、钳工安全操作规程

1.使用锉刀、手锤等钳工工具前应仔细检查是否牢固可靠，有无损裂，不合格的不准使用。

2.凿、铲工件及清理毛刺时，严禁对着他人工作，要戴好防护镜，防止铁屑飞出伤人。使用手锤时，禁止戴手套。不准用扳手、锉刀等工具代替手锤敲打物件，不准用嘴吹或手摸铁屑，以防伤害眼、手。

3.用台钳夹持工件时，钳口不允许张得过大（不准超过最大行程的 2/3）。夹持圆工件或精密工件时应用铜垫，防工件坠落或损伤工件。

4.钻小工件时，必须用夹具固定，不准用手拿着工件钻孔，使用钻床加工工件时，禁止戴手套操作。

5.用汽油和挥发性易燃品清洗工件，周围应严禁烟火及易燃物品，油桶、油盘，回丝要集中堆放处理。

6.使用手锯要防止锯条突然折断，造成割伤事故。

三、实习教学设备

台式钻床、钳台、各种工量具等。

四、时间及实习方式

实习课时：30 学时。

理论教学及示范操作（4 学时），操作技能训练（26 学时）。

五、实习内容、方法及步骤

（一）准备工作：

1.自我介绍、点名考勤、小组划分、设备分配、穿戴劳动防护用品等；

2.钳工概述。

（二）基础知识

1.钳工工作特点及作用

钳工主要利用台虎钳、手用工具和一些机械工具完成某些零件的加工，部件、机器的装配和调试，以及各类机械设备的维护、修理等任务。

作用：生产前的准备；单件小批生产中的部分加工；生产工具的调整；设备的维修和产品的装配等。

2.钳工基本操作：划线、錾削、锯割、锉削、钻孔（扩孔、铰孔、铰孔）、攻（套）螺纹、装配、刮削、研磨、矫正和弯曲以及铆接等。

3.划线的基本知识和方法

根据图样要求,在毛坯或工件上用划线工具划出待加工部位的轮廓或作为基准的点线叫划线。

- 1) 划线基准的概念;
- 2) 划线常用工具、量具的使用的方法;
- 3) 平面划线的方法和步骤:
 - (1) 根据图样要求,选定划线基准;
 - (2) 对零件进行划线前的准备;
 - (3) 划出加工界限(直线、圆及连接圆弧);
 - (4) 在划出的线上打样冲眼。
- 4) 立体划线的方法和步骤。

4. 锯削的基本知识和方法

用手锯把原材料和零件割开,或在其上锯出沟槽的操作叫锯削。

- 1) 锯架的种类;
- 2) 锯条的种类、选择及安装方法;
- 3) 起锯方法及锯割姿势(指导老师演示)。

5. 锉削的基本知识和方法

用锉刀从零件表面锉掉多余的金属,使零件达到图样要求的尺寸、形状和表面粗糙度的操作叫锉削。

- 1) 锉刀的种类和规格及选用原则;
- 2) 锉削的方法:平面锉(顺向锉、交叉锉、推锉)、滚锉、圆弧锉法(指导老师演示)。
6. 钻削的基本知识和方法

零件上孔的加工,除去一部分由车、镗、铣和磨等机床完成外,很大一部分是由钳工利用各种钻床和钻孔工具完成的。钳工加工孔的方法一般指钻孔、扩孔和铰孔。

用钻头在实心零件上加工孔叫做钻孔。钻孔的尺寸公差等级低,为IT14~IT11,表面粗糙度Ra值为25~12.5 μm 。

1) 钻孔方法

钻孔前先用样冲在孔中心线上打出样冲眼,用钻尖对准样冲眼铤一个小坑,检查小坑与所划孔的圆周线是否同心(称试钻)。

2) 扩孔、铤孔、铰孔

(三) 实习操作指导

1. 设备认识

讲解设备各部分的组成、工作原理及作用(指导老师演示)。

2. 台钻及摇臂钻操作与使用(指导老师演示)

3. 操作及安全

1) 钻前应检查钻床传动是否正常、工具、电气、安全防护装置等是否完好,钻床上保险块,挡块不准拆除,并按加工情况调整好才使用;

2) 摇臂钻床在校夹或校正工件时,摇臂必须移离工件并升高,刹好车,必须用压板压紧或夹住工件,以免回转甩出伤人;

3) 钻床床面上不要放其他东西,换钻头、夹具及装卸工件时须停车进行。带有毛刺和不清洁的锥柄,不允许装入主轴锥孔,装卸钻头要用楔铁,严禁用手锤敲打;

4) 钻削小工件时,要用台虎钳,钳紧后再钻。严禁用手去刹住转动着的钻头。薄板、大型或长形的工件竖着钻孔时,必须压牢,严禁手扶加工;当工件孔将钻穿时,应减压慢速,防止损坏平台。

4. 操作示范

钳工各基本操作示范（指导老师演示）。

5.工具、量具的整理、收藏。

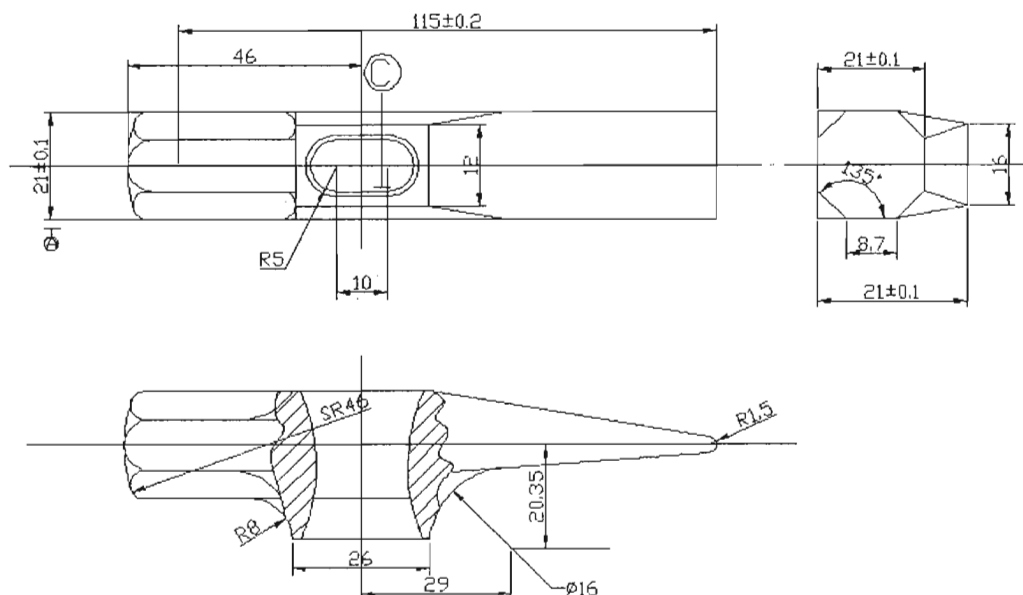
（四）实习操作——学生独立操作（以现场实际图样为准）

1.工件名称：扁嘴锤。

2.工件功能：手锤。

3.技术要求：熟练掌握各种设备、工具、量具的正确使用与操作。能够熟练看懂图纸、并能按照图纸要求设计正确的加工方案及其加工步骤。

4.工具、量具、刃具及材料：锯条、锯弓、划针、样冲、钻头、钢板直尺、游标卡尺、各种锉刀等。



图样：扁嘴锤

六、总结和考评

（一）学生填写实习报告

- 1.完成《报告》中的作业；
- 2.完成《报告》中的工艺报告和小结；
- 3.对指导老师进行评议。

（二）老师对学生进行总结考评

- 1.学生《报告》全批全改；
- 2.按《工件评分标准》检验工件；
- 3.安全、出勤、文明、劳动态度等评定；
- 4.成绩汇总、登录。

项目三、电工电子技术实训

电工电子技术实训课是进行实验基本技能的训练,巩固、加深并扩展所学到的理论知识,培养运用基本理论分析、处理实际问题的能力。通过实验课在实验技能上应达到如下要求。

- 1.正确使用常用电工工具、仪表、仪器和一些电工实验设备;
 - 2.能按电路图连接实验线路完成实验全过程,具有排除简单故障的能力;
 - 3.学会观察实验现象,能正确地读取实验数据,具备判断获得的实验数据是否正确的能力;
 - 4.能写出符合要求的实验报告并能对实验结果做出合理的分析;
 - 5.能正确运用实验手段来验证一些定理和结论及处理一些实际问题;
 - 6.能根据实验任务确定实验方案、设计实验线路、选择实验仪器设备。
 - 7.为确保人身和实验设备安全,进入实验室后学生应严格遵守实验室规则。
- 实验报告要求件附录一。

实训一、常用电子器件识别与检测

一、实训目的

- 1.认识与熟悉各种电子元件的外观与型号;
- 2.掌握用万用表检测各种元件的方法。

二、实训仪器与设备

- 1.万用表一块;
- 2.各类电阻、电容、二极管、三极管、集成块若干。

三、实训原理

(一) 电阻器

1.电阻器的种类

电阻器一般分固定电阻器、敏感电阻器和可变电阻器三大类。通常又把可变电阻器叫电位器。按制作材料分可分为线绕式、膜式和碳质等;按用途分为精密、高频、高压、大功率、热敏、光敏等。

表 5-1 电阻色环与阻值及精度对应表

颜色 (Color)	第 1 数字	第 2 数字	第 3 数字 (5 色环电阻)	Multiple 乘数	Error 误差
黑 (Black)	0	0	0	$10^0 = 1$	
棕 (Brown)	1	1	1	$10^1 = 10$	$\pm 1\%$
红 (Red)	2	2	2	$10^2 = 100$	$\pm 2\%$
橙 (Orange)	3	3	3	$10^3 = 1000$	
黄 (Yellow)	4	4	4	$10^4 = 10000$	
绿 (Green)	5	5	5	$10^5 = 100000$	$\pm 0.5\%$
蓝 (Blue)	6	6	6		$\pm 0.25\%$
紫 (Purple)	7	7	7		$\pm 0.1\%$
灰 (Grey)	8	8	8		
白 (White)	9	9	9		
金 (Gold)	注: 第 3 数字是五色环电阻才有!			$10^{-1} = 0.1$	$\pm 5\%$
银 (Silver)				$10^{-2} = 0.01$	$\pm 10\%$

2.电阻器的主要参数

主要参数：额定功率、标称阻值、精度、温度系数、噪声系数、非线性度等。但一般只考虑额定功率、标称阻值、精度，其它几项参数只在特殊需要时才考虑。

3.电阻的识别与测量

目前在实际工作中普通使用色环电阻。色环表示阻值，电阻的功率一般与其体积成正比。模拟实验系统上的绝大部分电阻为 $1/2W$ ，其次还有 $1/4W$ 和 $1/8W$ ，其阻值可用万用表的电阻档测出。电阻色环与阻值及精度对应表见表 1 所示。

常用电阻还分为金属膜和碳膜两类，金属膜电阻优点是温度范围宽、精度较高、噪声小，但脉冲负载能力差；碳膜电阻优点是阻值范围宽、温度系数小而且是负值，脉冲负载稳定、价格低廉。

（二）电容器

1.电容器的种类

按结构分：固定、可变、半可变；按介质分：气体、液体、有机固体、电解等；按极性分：有极性、无极性。此外，还有新型的片状电容器、独石电容器。

2.电容器的主要参数

（1）标称容量和允许偏差

标志于电容体上的电容量数值称为电容器的标称容量，常用单位：微法(μF)、纳法(nF)、或皮法(pF)。

（2）额定直流电压

表示电容器长期稳定正常工作时，两端可施加的直流工作电压。

（3）绝缘电阻

指电容器两极间介质的电阻，有时称漏电阻。绝缘电阻越大，其性能越好。

（4）检测电容好坏及极性

注意观察在电解电容侧面有“—”标记，是负极，如果电解电容上没有标明正负极，也可以根据它引脚的长短来判断，长脚为正极，短脚为负极。

如果电容的引脚已经剪短，并且电容上没有标明正负极，那么可以用万用表来判断，判断的方法是正接时漏电流小（阻值大），反接时漏电流大。如果没有上述现象，说明电容已经损坏。

（三）二极管

常用的二极管有开关二极管、检波二极管、整流二极管、稳压二极管等。

1.判断二极管极性时可用指针式万用表，检测时用 $\times 100$ 或 $\times 1K$ 档将红表棒插在“+”，黑表棒插在“—”，将二极管搭接在表棒两端，观察万用表指针的偏转情况，如指针偏向右边，显示阻值很小，表示二极管与黑表棒连接的为正极，与红表棒连接的为负极，与实物相对照，黑色的一头为正极，白色的一头为负极，也就是说阻值很小时，与黑表棒搭接的时二极管的黑头，反之，如果显示阻值很大，那么与红表棒搭接的时二极管的正极。

2.用数字万用表测试二极管时，档位放在二极管挡，若红表笔和黑表笔分别接二极管阳极和阴极，则液晶屏显示的是二极管的导通电压，若表笔反接，则液晶屏上最高的数字位显示 1 表示 ∞ 。

（四）三极管的检测与端子的判别

常用型号有 3DG6、3DG130、9012 (PNP)、9013 (NPN) 等。用万用表的电阻挡可判断三极管的好坏与三个极的名称。

1.用万用表检测晶体管的管脚极性

用万用表可以判断三极管的电极、类型及好

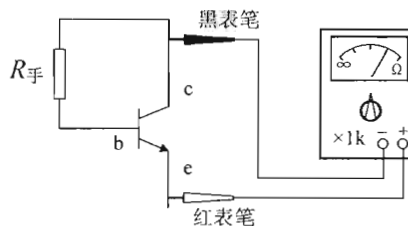


图 5-1 检测示意图

坏。测量时一般将万用表置欧姆档“ $R \times 100$ ”或“ $R \times 1k$ ”挡。

(1) 判断基极 b 和三极管的类型:

首先假设三极管的某极为“基极”，将黑表笔接在假定的基极上，再将红表笔依次接在另两个电极上，若两次测得的电阻都很大（约为几 $k\Omega$ 到几十 $k\Omega$ ）或者都很小（约为几百 Ω 到几 $k\Omega$ ），则对换表笔再重复上述测量，若测得两个电阻都很小或都很大，则可确定假定的基极是正确的，否则假设另一电极为基础，重复上述的测试，以确定基极。

当基极确定后，将黑表笔接基极，红表笔分别接其它两极，若测得电阻都很小，则该管为 NPN 型；反之为 PNP 型。

(2) 判断集电极 c 和发射极 e

将黑表笔接在假设的集电极上，红表笔接在假设的发射极上，并用手捏住 b 和 c 极，读出表头所示 c、e 间的电阻值，然后将红、黑表笔反接重测。若第一次电阻值比第二次小，说明原假设成立。

(3) 电流放大能力 β 值的估测

将万用表置欧姆档“ $R \times 1k$ ”，黑、红表笔分别与 NPN 型三极管的集电极、发射极相接，测量 c、e 间的电阻值。当用一电阻接于 b、c 两管脚间时，阻值示值会减小，即万用表指针右偏。三极管的电流放大能力越大，则万用表指针右偏的角度越大。

2. 用万用表的 hFE 挡可测量三极管的 β 值

hFE 挡上有两列小插孔，每列三个孔，其中一列用于 NPN 管，另一列用于 PNP 管，三个孔上都标有 e、b、c 符号，把三极管对应的三个管脚插入孔，表针指示的刻度表示出 β 值的大小。

(五) 集成器件外形识别与管脚识别

集成电路的外封装常用双列直插式，外壳为矩形，两边有两排端子，有 8 端、14 端、16 端、20 端等。其中一端有半圆形槽状的标识端（也有 8 端的集成电路只有一个小圆点），将标识端向上、集成电路型号标识面面对读者，此时左上角的端子为 1 号，其它端子号按逆时针顺序排列。

四、实训内容与步骤

1. 观察电阻的外观

按表识别电阻值，并用万用表测量比较、验证标称值与实测值是否符合，误差多少（注意万用表各电阻挡应调零）。

2. 观察电容的外观与型号

用万用表判断其好坏。小电容接万用表电阻挡时，指针应不动，较大电容接万用表电阻挡时，指针会先偏转一个角度后，再回到初始位，电容越大，则指针返回原位的时间越长（即充放电时间越长）。

3. 电位器的测试

用万用表相应的电阻挡测试电位器，一只表笔放在电位器中间接点，另一只表笔放在其上接点或下接点，旋动旋钮，观察阻值变化是否连续。旋钮可正向或反向旋动，若阻值连续增大或减小，表示电位器良好，若出现跳跃或开路的阻值，说明电位器故障或接触不良。

4. 检测二极管

把万用表电阻挡调 $\times 100$ 至或 $\times 1k$ 挡，（因 $10k$ 挡的表内电压太高，为 9V，会损坏二极管。 $\times 1$ 和 $\times 10$ 挡输出电流大，也易损坏二极管）。用表笔检测二极管的好坏并找出阳极和阴极。

5. 测试三极管

用万用表 $\times 1k$ 挡检测三极管的好坏、型号和三个极的名称，测试时要细心准确，再用 hFE 挡测试 β 值。注意端子符号与管子的型号。

6.观察 LM324 集成电路的外形，识别端子号

用万用表电阻挡×1K 挡测各端子间的阻值都应在几千欧以上。

五、实训注意事项

(1) 正确使用万用表，避免把红、黑表笔插反，否则会误读结果。

(2) 测试时不要两手同时捏住两只表笔的头部和元件两端，这样人体电阻会影响测量精度。

六、实训预习要求

(1) 熟悉万用表的使用。

(2) 掌握二极管和三极管的原理及特点。

七、实训报告要求

(1) 写出实训过程和结果，并记录数据。

(2) 写出实训体会。

实训二、三相异步电动机的选择

一、实验目的

(1) 通过铭牌了解电动机的性能，学会如何选择异步电动机。

(2) 学习电动机绝缘电阻的测量方法，学会电机正确接线。

二、实验原理

(一) 电动机的选择

在工程中，经常要根据需要选择电动机的类型，选择电动机可根据以下 5 个方面考虑。

1.功率的选择

(1) 考虑温升的因素；

(2) 考虑过载能力；

(3) 鼠笼电机要考虑启动转矩大于生产设备的负载转矩。

2.种类的选择

(1) 优先考虑鼠笼电动机；

(2) 对于要求有较大的启动负载转矩，或要求在小范围内调整的生产设备，可以选择绕线式异步电动机；

(3) 对于转速要求恒定，或大容量、低转速、或需要改善功率因数的情况，可选择三相同步电动机；

(4) 对于需要在较大范围内均匀调整的机械，可选择直流电动机。

3.构造形式的选择

(1) 开启式 用于干燥、无灰尘、无腐蚀气体、无爆炸性气体、无外来物可能掉入的环境；

(2) 防护式 可防止外来物掉入，适用于干燥、灰尘不多、无腐蚀气体、无爆炸性气体的环境；

(3) 封闭式 用于水土飞溅、尘雾很多的环境；

(4)、防爆式 用于有爆炸性气体的工作环境。

4.电压的选择

(1) 小功率交流电机多采用低压 380V 工频三相交流供电；

(2) 对于 100KW 以上的大功率交流电机多采用 3KV 或 6KV 的高压供电。

5.转速的选择

- (1) 根据生产机械的转速，尽量不用减速装置。
- (2) 常用的是同步转速 1500r/min 的 4 极电动机。
- (3) 对于转速很低的生产机械可以选择低速电动机。

(二) 电动机的铭牌

电动机铭牌上给出了电动机运行时的额定值，它是正确使用电机的主要依据。电动机铭牌上主要给出了 9 种用于选择电动机和与电动机运行有关的参数，参见图 5-2。

型号: JO ₂ -51-4	功率: 7.5KW	频率: 50HZ
电压: 380V	电流: 14.9A	接法: △
转速: 1450r/min	温升: 75℃	工作方式: 连续
绝缘等级: E	功率因数: 0.8	
年 月	编号	**电机厂

图 5-2 异步电动机铭牌

1. 型号和系列

电动机型号表明电动机的类型、性能、用途和结构特点。中国电机产品的型号，采用大写汉语拼音字母和阿拉伯数字表示，各部分符号的意义如下。

JO₂-51-4: J 表示三相异步电动机; O 表示封闭式; 2 表示设计序号; 5 表示机座号; 1 表示铁心长度序号; 4 表示磁极数。

Y132S2-2: Y 表示异步电动机; 132 表示机座中心高 (毫米); S 表示短机座 (M 中机座、L 长机座); 2 表示第二种铁心长度; 2 表示磁极数。

2. 电压和接法

指定子三相绕组的额定线电压及其连接方式。定子三相绕组可接成 Y 形或△形，根据电动机的铭牌规定和电源电压决定，不能接错。

3. 电流

是指电动机在额定电压下满载运行时的定子绕组线电流 I_N 。

4. 功率

铭牌上的功率是指电动机在额定电压下运行，电流为额定值时轴上输出的机械功率 P_N 。而定子绕组的输入功率 P_{IN} 。

5. 效率

是指电动机在额定状态下运行，轴上输出的机械功率 P_N 与定子绕组的输入功率 P_{IN} 的比值，即 $\eta_N = P_N / P_{IN} \times 100\%$ 。

6. 功率因数

因为异步电动机是感性负载所以其功率因数小于 1，铭牌上给出的是额定负载时的功率因数，空载和轻载时将低得多，空载时约 0.2~0.3。

7. 转速

是指电动机在额定电压下运行，轴上输出额定功率时的转子转速 n_N 。

8. 温升

电动机在运行过程中，因功率损耗导致发热，而使电动机温度超过周围的环境温度。而温升与电动机的绝缘等级有关，等级与最高允许温度的关系如表 5-2 所示：

表 5-2 绝缘等级与温升关系表

绝缘等级	A	E	B	F	H
最高允许温度/℃	105	120	130	155	180

9. 工作方式

连续工作方式指该电动机可以按铭牌上规定的输出功率长期连续运行。

短时工作方式指电动机运转时间短而停车时间长的工作方式。

断续工作方式指电动机运行与停车交替工作的方式。

(三) 电动机绝缘电阻的测量

鼠笼式异步电动机的绝缘电阻是指每相绕组和机壳之间以及任意两相之间的绝缘电阻。对于额定功率小于 100KW，额定电压为 380V 的电动机，其绝缘电阻不能低于 0.5MΩ，绝缘电阻采用 500V 的兆欧表测量。

(四) 三相异步电动机的接线方式

1. 打开三相异步电动机的接线盒，按电动机铭牌上的要求和所使用的电源电压，把三相定子绕组的六个接线端做适当的连接。如图 5-3 所示。

三、实验步骤

1. 准备好 500V 的兆欧表，分别测电动机相间绝缘电阻，各相对外壳绝缘电阻并做记录。

2. 根据电源电压和电动机的连接方式连接好定子绕组的首尾端。

3. 记录测量数据和操作过程所遇到的问题及解决的过程。

四、实习注意事项

1. 正确使用各种电工工具和仪表。

2. 切记！在送电前仔细检查线路有无错误，确认无误后方可送电试验。

五、在实习报告中完成下述内容

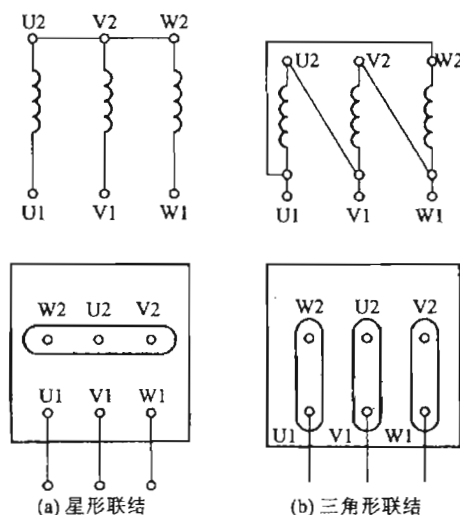


图 5-3 三相定子绕组的接线方式

相间绝缘电阻/MΩ			各相对外壳绝缘电阻/MΩ		
A、B 相间	B、C 相间	C、A 相间	A 对外壳	B 对外壳	C 对外壳

思考题 1. 你在实验过程中遇到过什么问题，如何解决的？

2. 电动机接线盒内的接线方式与什么有关？

六、实验设备

1. 三相异步电动机 1 台

2. 500V 兆欧表、万用表、钳形电流表各 1 块

实训三、三相异步电动机的点动控制电路实验

一、实验目的

1. 了解三相异步电动机的继电器—接触器控制系统的控制原理，观察实际交流接触器、热继电器、及按钮等低压电器的动作，学习其使用方法；
2. 掌握三相异步电动机的点动控制电路的连接方法；
3. 熟练掌握三相异步电动机点动控制电路的控制过程。

二、实验主要仪器设备

1. 三相异步电动机一台；
2. 低压控制电器配盘一套；
3. 其它相关设备及导线。

三、实验电路原理控制图及控制过程

1. 电动机的点动控制过程

(1) 先闭合主回路中的电源控制开关，为电动机的起动做好准备。

(2) 按下起动按钮 SB，接触器线圈 KM 得电，KM 的三对主触点闭合，电动机主电路接通，电动机起动运转。

(3) 松开按钮 SB，接触器 KM 线圈失电，KM 的三对主触点随即恢复断开，电动机主电路断电，电动机停止运行。实现了三相异步电动机的点动控制。

四、实验步骤

1. 连线前首先要将电路图与实物相对照，做到能把电路中的图符号、文字符号与实际设备一一对应认识的要求后才能照图进行连线。

2. 连接三相异步电动机的点动控制线路的主回路。注意电动机作 Y 接，连接主回路的顺序应从上往下连线，热继电器的发热元件应串接在 KM 主触点的后面。

3. 连接点动控制电路的辅助回路。点动按钮 SB 连接复合按钮的一对常开触点，一端与一相电源相连，另一端与 KM 线圈相连，KM 线圈另一端与热继电器的常闭触点相连，热继电器的另一端连接到另一相电源线上。注意：控制回路一定要接在 KM 主触点的上方，否则电动机永远不会运转。

4. 连线结束检查无误后通电操作，观察电器及电动机的动作。

五、实验思考题

1. 你在实验过程中遇到了什么问题，如何解决的？
2. 你能用万用表判断交流接触器和按钮的好坏吗？如何判断？

六、实验报告

一、实验日期_____ 实验者姓名_____ 实验组别_____

二、实验思考题的回答与实验体会。

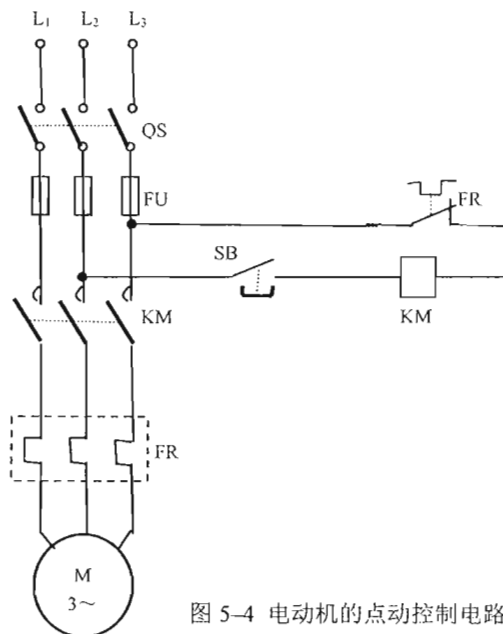


图 5-4 电动机的点动控制电路

实训四、三相异步电动机的单向连续运转控制实验

一、实验目的

1. 了解三相异步电动机的继电器—接触器控制系统的控制原理，观察实际交流接触器、热继电器及按钮等低压电器的动作过程，学习其使用方法；
2. 通过对三相异步电动机自锁控制线路的实际安装接线，掌握由电气原理图变换成安装接线图的知识；
3. 掌握三相异步电动机的单向连续运转控制电路的控制过程；
4. 掌握控制电路的接线及检查方法。

二、实验主要仪器设备

1. WBK-2003 多功能电学实验台；
2. 三相异步电动机 (JW6314)；
3. 交流接触器 (CJT1-10)、按钮 (LA4)、热继电器 (JB/DQ4050-81) 等；

- 4.斜口钳、剥线钳等相关工具，以及导线若干；
- 5.MF47型模拟万用表，DT9205数字万用表，钳形电流表等。

三、实验电路原理及控制过程

1.三相异步电动机单向连续运转控制原理图。

实际应用中，大多电动机的控制电路中都要满足连续运转的控制要求。与点动控制电路相比，该电路中多了一个接触器 KM 的辅助常开触点，在控制电路中起自锁作用；还有一个停止按钮 SB₁。

2.控制过程：

(1) 先闭合主回路中的电源控制开关，为电动机的起动做好准备。

(2) 按下常开按钮 SB₂，接触器 KM 线圈得电，KM 的三对主触点闭合，电动机主电路接通，电动机单向运转，同时 KM 的辅助常开触点也闭合，起自锁作用；把手松开按钮 SB₂，电动机控制回路中电流由从 SB₂ 通过改为从 KM 辅助常开触点通过，即控制回路仍然闭合，因此 KM 线圈不会失电，电动机主回路触点不会断开，仍将连续运行。

(3) 需要电动机停下来时，按下停止按钮 SB₁ 即可，控制回路电流由 SB₁ 处断开，造成接触器 KM 线圈断电，其主触点打开，电动机停转。

3.原理说明

(1) 在控制回路中常采用接触器的辅助触头来实现自锁。要求接触器线圈得电后能自保持动作后的状态，称之为自锁，通常用接触器自身的常开触头与起动按钮相并联来实现，以达到电动机的长期运行。

(2) 控制按钮通常用以短时通、断小电流的控制回路，以实现近、远距离控制电动机等执行部件的起、停或正、反转控制，按钮专供人工操作使用。

4.常规保护

(1) 短路保护 电源下方的熔断器用于实现对电源的短路保护。

(2) 过载保护 常用的过载保护元件是热继电器。热继电器可以满足如下要求：当电动机为额定电流时，电动机为额定温升，热继电器不动作；在过载电流较小时，热继电器要经过较长时间才动作；过载电流较大时，热继电器则经过较短时间就会动作。因此，热继电器的过载检测元件一般与电动机定子绕组相串联，其常闭触点串联在控制电路中。一旦电动机长时间过载，就会因定子电流长时间过大而在检测元件上形成热量积累，此积累值一旦超标，就会诱发触点动作（常闭触点断开），以切断控制电路电源，导致交流接触器断电，主触点打开，电动机停止工作。

由于热惯性的原因，热继电器不会受电动机短时过载冲击电流或短路电流的影响而瞬时动作，所以在使用热继电器作过载保护的同时，还必须设有短路保护，选作短路保护的熔断器熔体的额定电流不应超过4倍热继电器发热元件的额定电流。当热继电器与其他电器安装在一起时，应将它安装在其他电器的下方，以免其动作特性受到其他电器发热影响。

必须强调指出，短路、过载保护虽然都是电流保护，但由于故障电流的动作值、保护特性和保护要求以及使用元件的不同，它们之间是不能相互取代的。

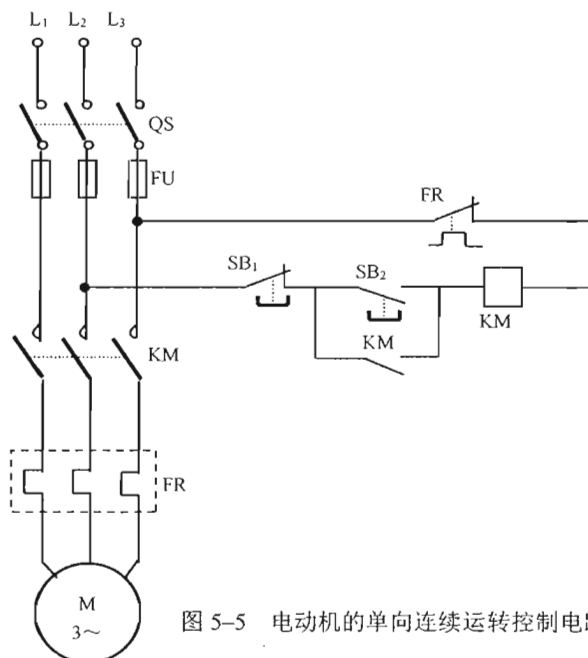


图 5-5 电动机的单向连续运转控制电路

(3) 欠压、失压保护 通过接触器 KM 的自锁环节来实现。当电源电压由于某种原因而欠电压或失电压(如停止)时,接触器 KM 断电释放,电动机停止转动。当电源电压恢复正常时,接触器线圈不会自行通电,电动机也不会自行起动,只有在操作人员重新按下启动按钮后方可起动。因此可以看出由交流接触器组成的控制电路同时兼有欠压(失压)保护的功能。

四、实验步骤

1.检查元器件是否缺损,连线前先要把电路图与实物相对照,把电路中的图符号、文字符号与实际设备一一对应认识,而后照图进行连线。

2.接线时,先串联后并联,先主电路后控制电路。走线时,从电器的左端进,右端出,上端进,下端出。连线要求牢靠、横竖平直、清楚、美观。

3.连接控制线路的主回路,电动机作 Y 接,连接主回路的顺序应从上往下连线,热继电器的发热元件应串接在 KM 主触点的后面。

4.连接控制电路的辅助回路。启动按钮 SB2 用按钮的一对常开触点,一端与 KM 线圈相连,KM 线圈另一端与热继电器的常闭触点相连,热继电器的另一端连接到另一相电源线上。

注意:控制回路一定要接在 KM 主触点的上方,否则电动机永远不会运转。

5.连线完成后,使用万用表对电路进行检查。

6.检查无误后经老师同意方能通电操作,观察电器及电动机的动作。

(1) 按启动按钮 SB2,松手后观察电动机 M 是否继续运转。

(2) 按停止按钮 SB1,松手后观察电动机 M 是否停止运转。

(3) 切断三相电源,拆除控制回路中自锁触头 KM,再接通三相电源,启动电动机,观察电动机及接触器的运转情况。从而验证自锁触头的作用。

7.实验完毕,切断实验线路的三相交流电源。

五、实验注意事项

1.本实验系强电实验,接线前(包括改接线路)、实验后都必须断开实验线路的电源,特别是改接线路和拆线时必须遵守“先断电,后拆线”的原则,接线或改接线路必须经指导教师检查后方可进行实验。

2.接线时合理布置元器件,接线要求整齐、清楚、安全可靠。

3.每次接线完毕后,同组同学应自查一遍,然后由指导教师检查后,方可接通电源。

4.操作时要胆大、心细、谨慎,不许用手触及各电器元件的导电部分及电动机的转动部分,以免触电及意外损伤。通电观察继电器动作情况时,要注意安全,防止碰触带电部位。

5.每次实验完毕,均需断开三相电源,以确保人身安全。

6.单相(即缺相)运行时间不能太长,以免过大的电流导致电机的损坏。

六、实验思考题

1.你在实验过程中遇到了什么问题,如何解决的?

2.你能用万用表判断交流接触器和按钮的好坏吗?如何判断?

3.图中各个元器件起什么作用?已经使用了熔断器为何还要使用热继电器?已经有了开关 QS 为何还要使用接触器 KM?

4.该电路能否对电动机实现过载、短路、欠压和失压保护?

5.画出该电路图的工作原理流程图。

七、实验报告要求

1.写清实验日期、实验人姓名、实验组别。

2.写清实验目的和步骤。

3.用标准符号画出实验电路原理图,并简述工作原理。

- 4.实验过程中出现过的问题，说明其原因及解决方法。
- 5.实验思考题的回答。
- 6.心得体会及其他。

实训五 三相异步电动机的正、反转控制电路实验

一、实验目的

- 1.进一步熟悉三相异步电动机的继电器—接触器控制系统的控制原理，熟悉交流接触器、热继电器及按钮等低压电器的动作原理及连线方法；
- 2.掌握三相异步电动机的正、反转控制电路的连接方法；
- 3.能够熟记三相异步电动机正、反转控制电路的控制过程。

二、实验主要仪器设备

- 1.三相异步电动机一台；
- 2.低压控制电器配盘一套；
- 3.其它相关设备及导线。

三、实验电路原理控制图及控制过程

- 1.工程中，起重机的升降、车刀的进和退等都是由电动机的正、反转控制实现的。三相异步电动机正、反转控制原理电路主回路如图 5-6（a）所示，辅助回路如图 5-6（b）所示。

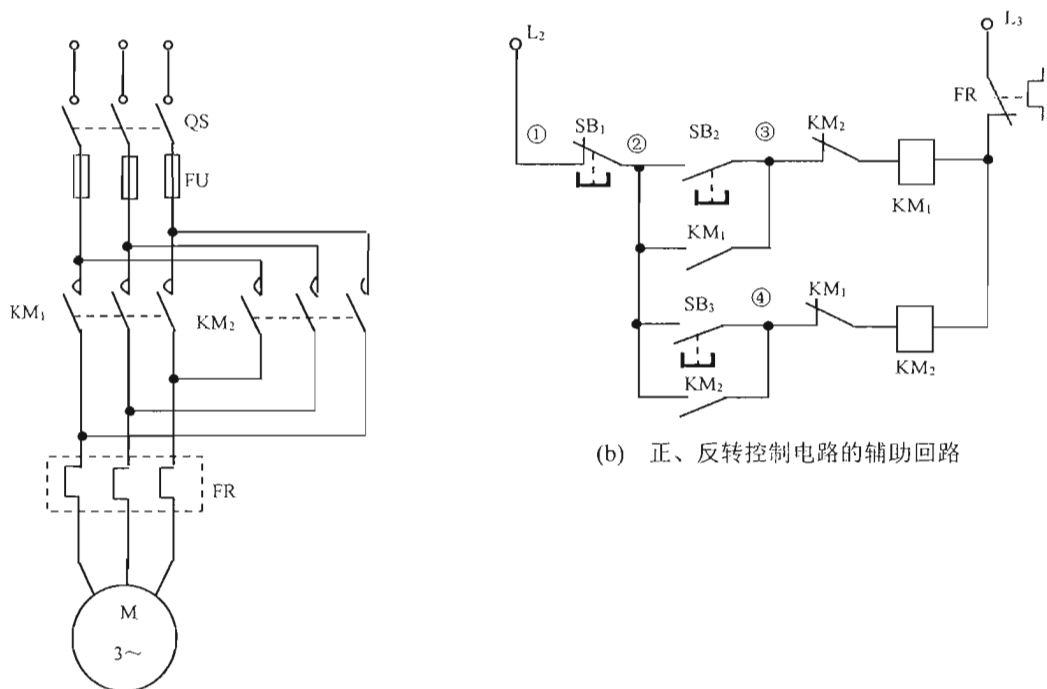


图 5-6 电动机的正、反转控制电路

2.控制过程

- (1) 先闭合主回路中的电源控制开关，为电动机的起动做好准备。
- (2) 按下正转起动按钮 SB_2 ，正转接触器线圈 KM_1 得电， KM_1 串接在反转控制回路中的辅助常闭打开互锁，即电动机正转时反转控制电路不能接通； KM_1 的三对主触点闭合，电动机正转主电路接通，电动机正转起动；同时， KM_1 的辅助常开触点闭合自锁，保证电动机正向连续运转。
- (3) 点下停止按钮 SB_1 ，接触器 KM_1 线圈失电， KM_1 的三对主触点随即恢复断开，电

动机主电路断电，电动机正向运行停止。同时 KM₁ 的辅助触点复位。

(4) 按下反转起动按钮 SB₃，反转接触器线圈 KM₂ 得电，KM₂ 串接在正转控制回路中的辅助常闭打开互锁：即电动机反转时正转控制电路不能接通；KM₂ 的三对主触点闭合，电动机反转主电路接通，电动机反转起动；同时，KM₂ 的辅助常开触点闭合自锁，保证电动机反向连续运转。

(5) 当需要反转停止时，按下停止按钮 SB₁，接触器 KM₂ 的线圈就会失电，KM₂ 的三对主触点随即恢复断开，电动机主电路断电，电动机反向运行停止。同时 KM₂ 的辅助触点复位。

四、实验步骤

1. 连线前把电路图与实物相对照，把电路中的图符号、文字符号与实际设备一一对应认识，而后照图进行连线。

2. 连接三相异步电动机正、反转控制线路的主回路。两个接触器主触点的连接方式中 KM₁ 与点动和单向连续运转主电路情况相同，KM₂ 则并接在 KM₁ 两端，注意 KM₂ 与电源相连的一端要把两根电源线对调，使之成为 C→B→A 的相序，以实现从正转变为反转；KM₂ 与热继电器相连的另一端保持回路原来的 A→B→C 顺序不变，与 KM₁ 的另一端拧在一起后与热继电器的发热元件相串联，最后电动机三相绕组与热继电器发热元件的另一端相连，主电路连接完成。

3. 连接正、反转控制电路的辅助回路。电动机的正、反转辅助回路中共用三个按钮盒，通常实验室中的三相按钮装在同一个盒内，结构形式完全相同。按钮盒内的三个按钮连线如图 5-7 所示。4 条向外的引线与电路原理图相对照，位置不能接错。

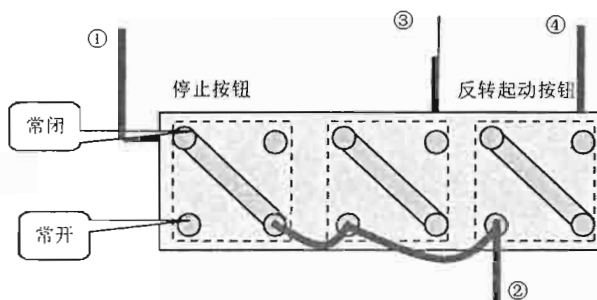


图 5-7 正转起动按钮

4. 控制辅助回路正转和反转控制的连接方法与单向连续运转基本相似，所不同的是加设了互锁环节，连线位置要注意。

5. 连线结束检查无误后通电操作，观察电器及电动机的动作。

五、注意事项

1. 电动机的正转和反转控制电路必须要有互锁，以防误操作造成短路事故和设备损坏。

六、思考题

1. 能否在实验做完后自己把电动机正、反转控制电路默画下来？并照图叙述动作过程。
2. 设计一个既有点动又有自锁控制（点动时自锁失去控制）的三相异步电动机控制电路。
3. 你能否设计一个两台异步电动机顺序起动的控制电路？要求：第一台电动机起动后第二台电动机才能起动；第二台电动机停转后，第一台电动机才能停转。

实训六 三相异步电动机的降压起动实验

一、实验目的

1. 熟悉实际电动机控制线路的连接，初步掌握三相异步电动机绕组的首、尾端判别方法及外引线连接方法。
2. 掌握三相异步电动机起动瞬间电流的测量方法；
3. 了解钳形电流表的使用。

二、实验主要设备

- 1.三相异步电动机两台；
- 2.三相自耦补偿器一台；
- 3.Y-Δ起动手动装置一个；
- 4.兆欧表一块；
- 5.钳形电流表一块；
- 6.万用表一块；
- 7.电流表一块；
- 8.电源控制装置及导线。

三、实验原理图

1.Y-Δ降压起动原理图。

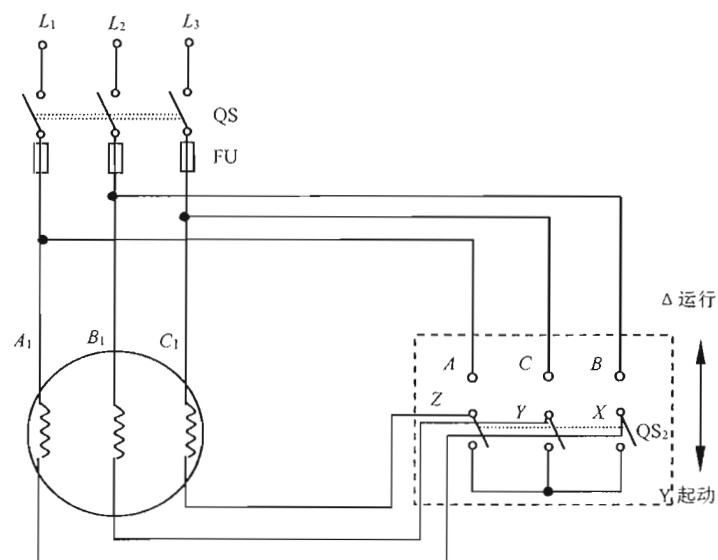


图 5-8 Y-Δ 降压起动原理图

2.自耦补偿降压起动原理图。

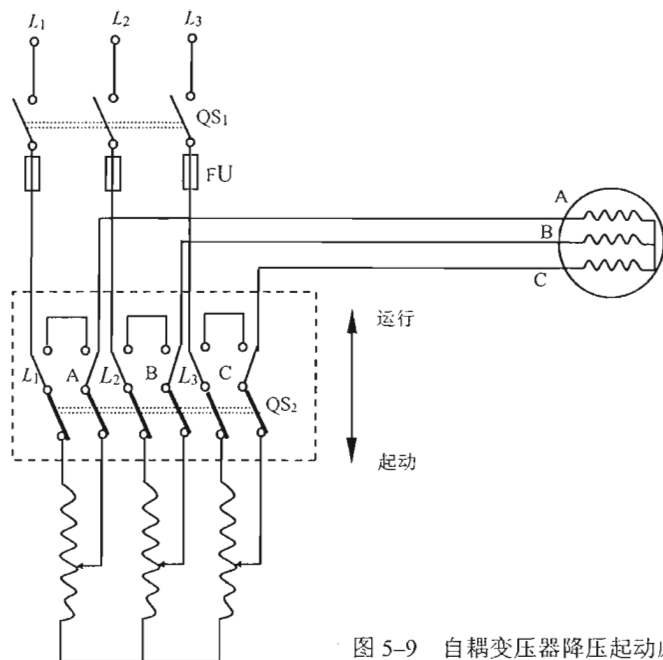


图 5-9 自耦变压器降压起动原理图

四、实验内容及步骤

1. 三相绕组的判别及首、尾端的确定

(1) 三相绕组的判别

利用万用表的欧姆挡，对三相异步电动机定子绕组出线接线端进行测量，可以判别三相绕组。具体方法是用万用表的一只表棒固定一个接线端，另一只表棒分别与其他接线端接触，若有一个接线端使万用表读数接近零，则此两个端子为一相绕组。用相同的方法可以确定另外两相绕组。

(2) 三相绕组首、尾端的确定

三相异步电动机定子绕组的出线端一般如图 5-9 (a) 所示。定子绕组可以接成 Y 形或 Δ 形两种，分别如图 5-9 (b)、图 5-9 (c) 所示。采用哪种接线则要根据电动机铭牌及电压等

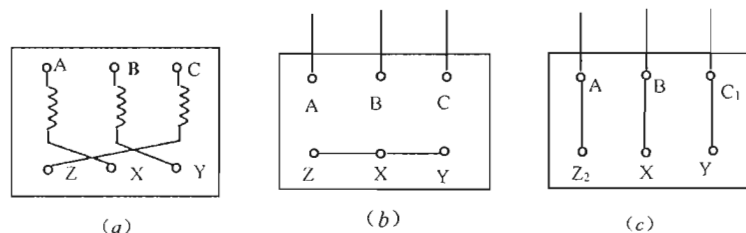


图 5-9 绕组判别及首、尾端的确定

级来决定。

当三相异步电动机出于检修或其他原因，出现不规则排列时，则要通过实验来判别各相绕组的首尾端。其实验方法如下：首先用万用表将三相绕组确定下来后，把属于两个绕组的其中两个接线端短接，剩下两个端子接交流电压表，如图 5-10 所示。把调压器的输出电压接在第三绕组两端，逐渐提高调压器的输出电压，使第三绕组中的电流约等于电机额定电流的一半时为止。如果电压表的读数为零，则相短接的是两个绕组的同极性端，定为绕组的首端（或末端）；如果电压表有读数，则是两个异极性端相接，即一相绕组为首端，另一相绕组为末端。再换另外一相绕组，按上述方法再判断一次，即可确定出三相绕组的首、末端。

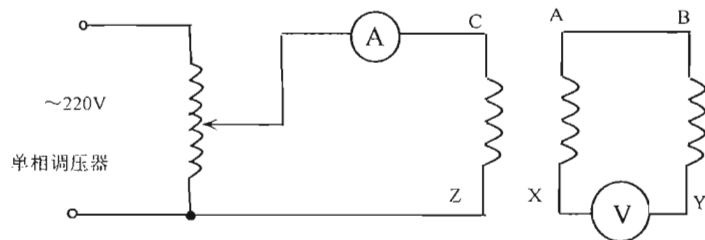


图 5-10 判断各相绕组首尾端的实验电路图

2. 三相异步电动机的降压起动

由于三相异步电动机的起动电流较大，通常为额定电流的 4~7 倍，因此起动时间虽短，但可能使供电线路上的电流超过正常值，增大线路电压，使负载端电压降低，甚至造成同一电网上的其他用电设备不能正常工作或受到影响，这时应考虑降压起动。

(1) Y-Δ降压起动 按实验原理图连线。注意手动 Y-Δ起动器内部触点的连接方法。线路接好无误后即可通电，Y 形连接通电瞬间利用测量装置观测起动瞬间的电流表指针偏转情况，与正常 Δ 形运行时的稳定电流相比较，记录下来。

(2) 自耦变压器降压起动 按实验原理图连线。注意操作手柄的操作方法。线路接好无误后即可通电，降压起动时用钳形电流表观测起动瞬间的指针偏转情况，与正常稳定运行情况下的指针偏转情况进行比较，记录下来。

五、实验思考题

1. 实观测验数据，电动机起动电流是正常运转情况下电流的多少倍？
2. 对比两种降压起动方法，说一说各自的优、缺点。
3. Y-Δ降压起动能否用在正常工作下 Y 形连接的电动机？

六、实验报告要求

1. 填写实验日期、实验者姓名及实验组别；
2. 记录实验原始数据记录（把数据填写在自制表格中，表格分 Y 接和 Δ 接）
3. 实验思考题的回答与实验体会。

实训七 常用电子仪器的使用

一、实验目的

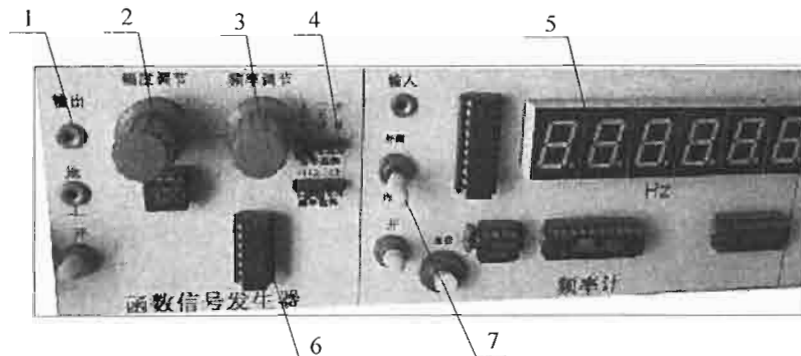
1. 认识和了解双踪示波器、低频信号发生器、电子毫伏表等常用电子仪器。
2. 初步掌握用电子毫伏表和双踪示波器测量交流信号波幅值、周期和频率的方法；学会应用低频信号发生器产生各类信号波的方法。

二、实验主要仪器设备

1. 电子实验台一套；
2. 信号发生器一台；
3. 双踪示波器一台；
4. 电子毫伏表一台；
5. 相关设备及导线若干。

三、实验仪器介绍

1. 函数信号发生器面板简介



如图 5-11 所示。1-信号输出；2-波形幅度调节旋钮；3-频率调节旋钮；4-波形选择插帽；5-频率显示数码管；6-频率选择插帽；7-电键搬向“内”。

2.双踪示波器面板简介

如图 5-12 所示。1-波形显示屏，横格表示周期，纵格表示幅度，每格数量级由相关调节旋钮定；2-波形水平位置调节旋钮；3-旋转至零位周期选择读数为 1:1；4-周期调节旋钮；5-波形显示选择电键；6-波形纵向位置调节旋钮；7-波形幅度调节旋钮；8-灰色旋钮关断时幅度读数 1:1；9-探头插孔；10-CH2 波形调节区域；11-双踪选择电键；12-CH1 波形调节区域；13-示波器开关；14-屏幕亮度和对比度的两个调节旋钮；15-示波器内部方波输出端口。

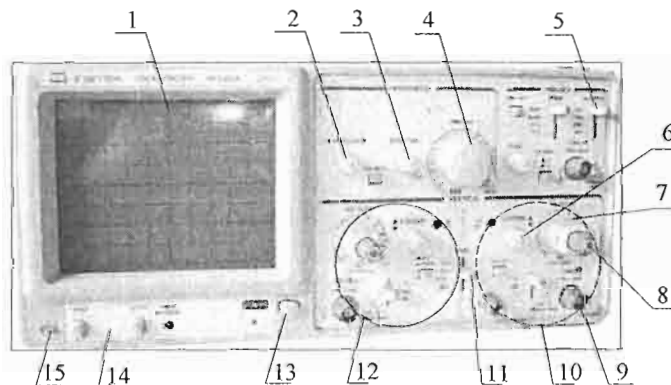


图 5-12 双踪示波器面板

3.示波器探头

如图 5-13 所示。1-示波器探针；2-黄色电键向上推波形显示为 1:1；3-示波器插头。

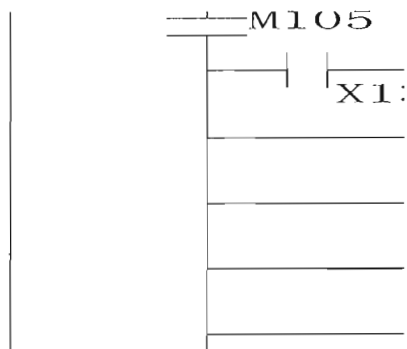


图 5-13 示波器探头

4.电子毫伏表简介

如图 5-14 所示。1-数值指示区，读数为所测量的有效值；2-电源开关；3-量程选择旋钮；4-测试笔插孔。

四、实验内容及步骤

1.认识实验台的布置及信号发生器的位置，认识示波器、电子毫伏表，将示波器与电源连通。

2.测试示波器内置电源，观察其精确度。首先将示波器探头上的黄色电键向上推，使波形读数显示为 1:1；把示波器探头的探针与示波器内置电源引出端环相连。

3.将双踪示波器与实验台电源相接通，示波器旋钮开关置于如下位置：“通道选择”选择

图 5-14 电子毫伏表

“CH1”，“触发源”选择“内触发”，“触发方式”选择“自动”，“DC, \perp , AC”开关关于“AC”，“VOLT/div”打在“0.5V/div”档上，并注意旋钮上的灰色小旋钮关断，使其读数为1:1；周期旋钮“TIME/DIV”旋在0.2ms的位置上，并把周期旋钮右侧小旋钮旋至零位，使其显示值也为1:1。观察示波器屏幕上此时的显示波形，读出其数值与示波器内置电源参数对照，确定示波器的准确度。如果波形位置不合适，可调节“X轴位移”和“Y轴位移”，使波形位于显示屏幕的中央位置，调节“辉度”、“聚焦”，使显示屏幕上的波形细而清晰，亮度适中。

4.观察屏幕上内置电源的波形（方波），屏幕上横向方格指示的为波形的周期，内置电源周期为1ms；屏幕上纵向方格指示的为内置电源电压的幅度值，内置电源的峰峰值为2V。如屏幕上方波的波形显示与内置电源的相等，则示波器可以正常测试使用。如指示值与实际值有差别，应请指导教师帮助查找原因。

5.学习实验台上的函数信号发生器的使用方法及调节步骤：

（1）把示波器探针与函数信号发生器输出端子相连，示波器与函数信号发生器共“地”；

（2）把函数信号发生器的波形选择插帽戴在正弦波的选择针上，把频率选择插帽手帽戴在左数第2、第3选择针上；

（3）连接晶体管毫伏表监测信号发生器的输出，调节信号发生器正弦波的输出电压，按照附表中的数据分别进行调试和输出，使其输出信号分别为： $U_1=0.1V$, $f_1=500Hz$ ； $U_2=2V$, $f_2=1000Hz$ ； $U_3=50mV$, $f_3=1500Hz$ 的正弦波，用示波器测量各信号的电压及频率值，并填在表格中。

6.调节信号发生器产生波形的输出频率时，应以频率显示数码管的显示数值为基本依据，分别调节出附表中要求的频率值。

7.分析实验数据的合理性，如没有问题可以让指导教师审阅，合格后实验结束，断开电源，拆卸连接导线，设备复位。

五、思考题

1.电子实验中为什么要用晶体管毫伏表来测量电子线路中的电压？为什么不能用万用表的电压档或交流电压表来测量？

2.用示波器观察波形时，要满足下列要求，应调节哪些旋钮？移动波形位置，改变周期格数，改变显示幅度，测量直流电压。

六、实验报告要求

一、实验日期_____ 实验者姓名_____ 实验组别_____

二、实验原始数据记录

表 5-3 常用电子仪器使用的测量数据

晶体管毫伏表读出的电压	0.4V	2.0V	50mV
信号发生器产生的信号频率	500Hz	1000Hz	1500Hz
示波器“VOLT/div”挡位值 \times 峰—峰波形格数			
峰—峰值电压 U_{PP} (V) 读数			
根据示波器显示计算出的波形有效值 (V)			
示波器 (TIME/div) 挡位值 \times 周期格数			
信号周期 T 值 (ms)			
信号频率 $f=1/T$ (Hz)			

三、实验思考题的回答与实验体会。

附录一：

实验报告要求

实验报告是实验工作的全面总结和理论上的进一步提高,要用简明扼要的形式将实验结果完整和真实的表达出来,报告要求字迹工整,实验图表清晰,曲线和电路实验图规范。实验报告主要内容如下表

实验报告

班级	姓名	学号	同组人	报告日期	成绩

- 一、实验名称;
- 二、目的要求;
- 三、仪器设备;
- 四、实验原理及实验电路图;
- 五、实验步骤;
- 六、实验测试结果(原始记录)及整理结果、分析、说明等;
- 七、实验过程中遇到主要问题的分析、说明及处理办法,实验问题讨论;
- 八、实验的心得体会。

项目四、电子安装技术实训

——六管超外差收音机的组装实训

一、实训目的

- 1. 了解电子产品装配的基本过程；
- 2. 掌握简单电子元器件的质量检测和极性识别的方法；
- 3. 熟悉并初步掌握收音机整机的装配工艺。

二、实验内容和步骤

由于直接放大式收音机的灵敏度比较低，只能接受本地区强信号的电台，接收远地电台的能力较弱，它的选择性差，接收相邻频率的电台信号时存在串台现象。

为了提高灵敏度和选择性，就要采用超外差式收音机。超外差式收音机有别于直放式收音机的特点是它不直接放大广播信号，而是通过一个叫变频级的电路将接收的任何一个频率的广播电台信号变成一个固定中频信号(我国规定中频频率是 4 6 5 KHz)，由中频放大器进行放大，然后进行检波，得到音频信号，最后推动扬声器工作。

(一) 电路的工作原理

六管超外差收音机的电路原理如图 6-1 所示。

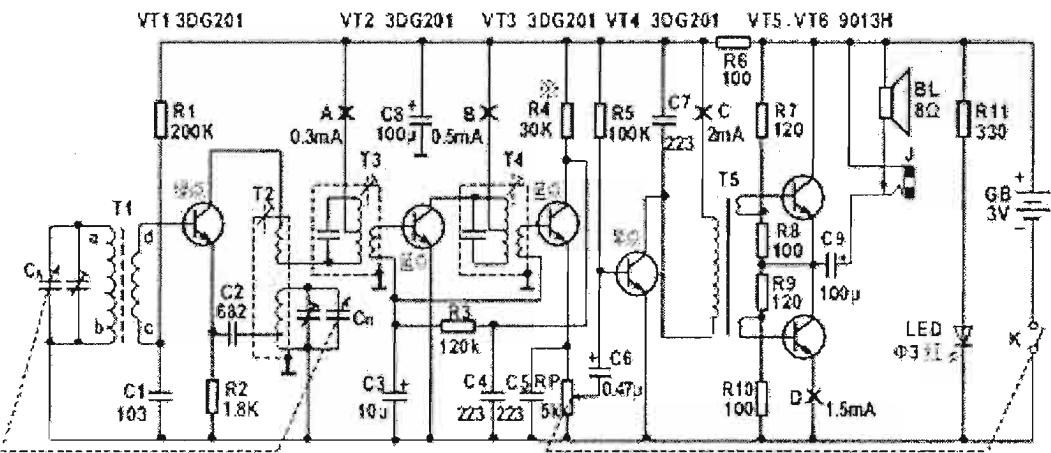


图 6-1 六管超外差收音机的电路原理

六管超外差式收音机的组成框图如图 6-2 所示。

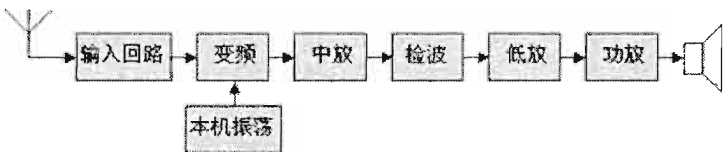


图 6-2 六管超外差收音机的组成框图

显然收音机主要由输入回路、变频级、中放级、检波级、低放级、功率输出级组成。

1. 输入调谐电路

输入调谐电路由双连可变电容器 CA 和 T 1 的初级线圈 Lab 组成,是一并联谐振电路, T1 是磁性天线线圈,从天线接收进来的高频信号,通过输入调谐电路的谐振选出需要的电台信号,电台信号频率是 $f=1 / 2 \pi L a b C A$,当改变 CA 时,就能收到不同频率的电台信号。

2. 变频电路

本机振荡和混频合起来称为变频电路。变频电路是以 VT1 为中心,它的作用是把通过

输入调谐电路收到的不同频率电台信号(高频信号)变换成固定的 465KHz 的中频信号。

VT1、T2、CB 等元件组成本机振荡电路, 它的任务是产生一个比输入信号频率高 465 KHz 的等幅高频振荡信号。由于 C1 对高频信号相当短路, T1 的次级 Lcd 的电感量又很小, 对高频信号提供了通路, 所以本机振荡电路是共基极电路, 振荡频率由 T2、cB 控制, CB 是双连电容器的另一连, 调节它以改变本机振荡频率。T2 是振荡线圈, 其初次绕在同一磁芯上, 它们把 VT1 的等电极输出的放大的振荡信号以正反馈的形式耦合到振荡回路, 本机振荡的电压由 T2 的初级的抽头引出, 通过 C2 耦合到 VT1 的发射极上。

混频电路由 VT1、T3 的初级线圈等组成, 是共发射极电路。其工作过程是: (磁性天线接收的电台信号)通过输入调谐电路接收到的电台信号, 通过 T1 的次级线圈 Lcd 送到 VT1 的基极, 本机振荡信号又通过 C2 送到 VT1 和发射极, 两种频率的信号在 T1 中进行混频, 由于晶体三极管的非线性作用, 混合的结果产生各种频率的信号, 其中有一种是本机振荡频率和电台频率的差等于 465KHz 的信号, 这就是中频信号。混频电路的负载是中频变压器, T3 的初级线圈和内部电容组成的并联谐振电路, 它的谐振频率是 465KHz, 可以把 465KHz 的中频信号从多种频率的信号中选择出来, 并通过 T3 的次级线圈耦合到下一级去, 而其它信号几乎被滤掉。

3. 中频放大电路

中频放大电路主要由 VT2、VT3 组成的两级中频放大器。第一中放电路中的 VT2 负载是中频变压器 T4 和内部电容组成, 它们构成并联谐振电路, 谐振频率是 465KHz, 与前面介绍的直放式收音机相比, 超外差式收音机灵敏度和选择性都提高了许多, 主要原因是有了中频放大电路, 它比高频信号更容易调谐和放大。

4. 检波和自动增益控制电路

中频信号经一级中频放大器充分放大后由 T4 耦合到检波管 VT3, VT3 既起放大作用, 又是检波管, VT3 构成的三极管检波电路, 这种电路检波效率高, 有较强的自动增益控制 (AGC)作用。

AGC 控制电压通过 R3 加到 VT2 的基极, 其控制过程是: 外信号电压 $\uparrow \rightarrow V_{b3} \uparrow \rightarrow I_{b3} \uparrow \rightarrow I_{c3} \uparrow \rightarrow V_{c3} \downarrow$ 通过 R3 $V_{b2} \downarrow \rightarrow I_{b2} \downarrow \rightarrow I_{c2} \downarrow \rightarrow$ 外信号电压 \downarrow 。

检波级的主要任务是吧中频调幅信号还原成音频信号, C4、C5 起滤去残余的中频成分的作用。

5. 前置低放电路

检波滤波后的音频信号由电位器 RP 送到前置低放管 VT4, 经过低放可将音频信号电压放大几十到几百倍, 但是音频信号经过放大后带负载能力还很差, 不能直接推动扬声器工作, 还需进行功率放大。旋转电位器 RP 可以改变 VT4 的基极对地的信号电压的大小, 可达到控制音量的目的。

6. 功率放大器(OTL 电路)

功率放大器的任务是不仅要输出较大的电压, 而且能够输出较大的电流。本电路采用无输出变压器功率放大器, 可以消除输出变压器引起的失真和损耗, 频率特性好, 还可以减小放大器的体积和重量。

VT5、VT6 组成同类型晶体管的推挽电路, R7、R8 和 R9、R10 分别是 VT5、VT6 的偏置电阻。变压器 T5 做倒相耦合, C9 是隔直电容, 也是耦合电容。为了减少低频失真, 电容 C9 选得越大越好。无输出变压器的功率放大器的输出阻抗低, 可以直接推动扬声器工作。

(二) 元器件的选择

可变电容器 CA, CB 采用 CMB-223 型的密封双连。

磁性天线采用 5mm×13mm×55mm 的中波扁磁棒, 初级 Lab 用线径 0.17 毫米的漆包线绕 100 圈, 次级用同规格的线绕 10 圈。其外形见图 6-3。

T2 是振荡线圈, 型号为 LF10-1(红色), T3、T4 是中频变压器, 中频变压器也叫作中周。它的初级线圈有三根引线, 次级有二根引线。线圈绕在 I 型磁芯上, 磁芯外面有磁帽。调节磁帽可改变线圈的电感量。中周外面有金属屏蔽外壳, 把外壳接地, 可减小互相干扰。T3 是第一放用中周, 型号为 TF10-1(白色), T4 是第二中放用中周, 型号为 TF10-2 (黑色)。

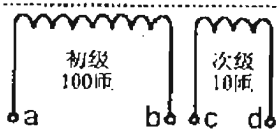


图 6-3 磁棒线圈示意图

T2、T3、T4 在出厂前均已调在规定频率上, 装好图 3 磁性天线示意图后可以不调。如要调整只需微调, 请不要调乱。中周外壳除起屏蔽作用外, 本电路还起导线的作用, 所以安装中周时外壳必须焊接在相应处。

T5 是输入变压器, 型号是 E14, 有六个引出脚, 线圈骨架上有凸点标记的为初级。VT1~VT4 是高频小功率三极管, VT1 选用低 β 值(如绿点或黄点), β : 40~80 间; VT2、VT3 选用中 β 值(如兰点和紫点), β : 80~1801 司; VT4 选用高 β 值(紫点或灰点), β : 120~2701 间, VT1~VT4 的型号一般是 3DG201, 9014; VT5、VT6 选用 9013 属于中功率三极管, 请不要与 VT1~VT4 相混淆。

电容要求容量准确, c1、C2、c4、c5、c7 一般选用瓷片电容, c3、c6、c8、c9 选用电解电容, 耐压一般不低于 6V, 漏电要小。电阻器采用同规格的碳膜电阻器。误差在 $\pm 5\%$ 以内。其余的元器件和附件见表 6-1。

表 6-1 元件清单

序号	名称	型号规格	位号	数量	序号	名称	型号规格	位号	数量
1	三极管	3DG201(绿、黄)	VT1	1 只	18	瓷片电容	682、103	C2、C1	各 1 只
2	三极管	3DG201(兰、紫)	VT2、VT3	2 只	19	瓷片电容	223	C4、C5、C7	3 只
3	三极管	3DG201(紫、灰)	VT4	1 只	20	双联电容	CBM-223P	CA	1 个
4	三极管	9013H	VT5、VT6	2 只	21	收音机前盖			1 个
5	发光二极管	$\phi 3$ 红	LED	1 只	22	收音机后盖			1 个
6	磁棒线圈	5×13×55mm	T1	1 根	23	刻度尺、音窗			各 1 个
7	中周	红、白、黑	T2、T3、T4	3 个	24	双联拨盘			1 个
8	输入变压器	E 型	T5	1 个	25	电位器拨盘			1 个
9	扬声器	$\phi 58\text{mm}$	BL—	1 个	26	磁棒支架			1 个
10	电阻器	100 Ω	R6、R8、R10	3 只	27	印刷电路板			1 块
11	电阻器	120 Ω	R7、R9	2 只	28	原理图及说明			1 张
12	电阻器	330 Ω 、1.8K	R11、R2	各 1 只	29	电池正负极片			3 片
13	电阻器	30K、100K	R4、R5	各 1 只	30	连接导线			4 根
14	电阻器	120K、200K	R3、R1	各 1 只	31	耳机插座	$\phi 2.5\text{mm}$	J	1 个
15	电位器	5K	RP	1 个	32	双联拨盘螺钉	$\phi 2.5 \times 5$		3 只
16	电解电容	0.47 μF 、10 μF	C6、C3	各 1 只	33	电位器拨盘螺钉	$\phi 1.6 \times 5$		1 只
17	电解电容	100 μF	C8、C9	2 只	34	自攻螺钉	$\phi 2 \times 5$		1 只

本机的印刷电路图如图 6-4 所示。印刷电路板上有关元件面和焊接面之分。一般将元件安装面称为正面, 覆铜焊接面称为反面。正面上的各个孔位都标明了应安装元件的图形符号和文字符号, 制作者只需按照印刷电路板上标明的符号, 再通过原理电路图查找其规格, 将相

应元件对号入座即可。

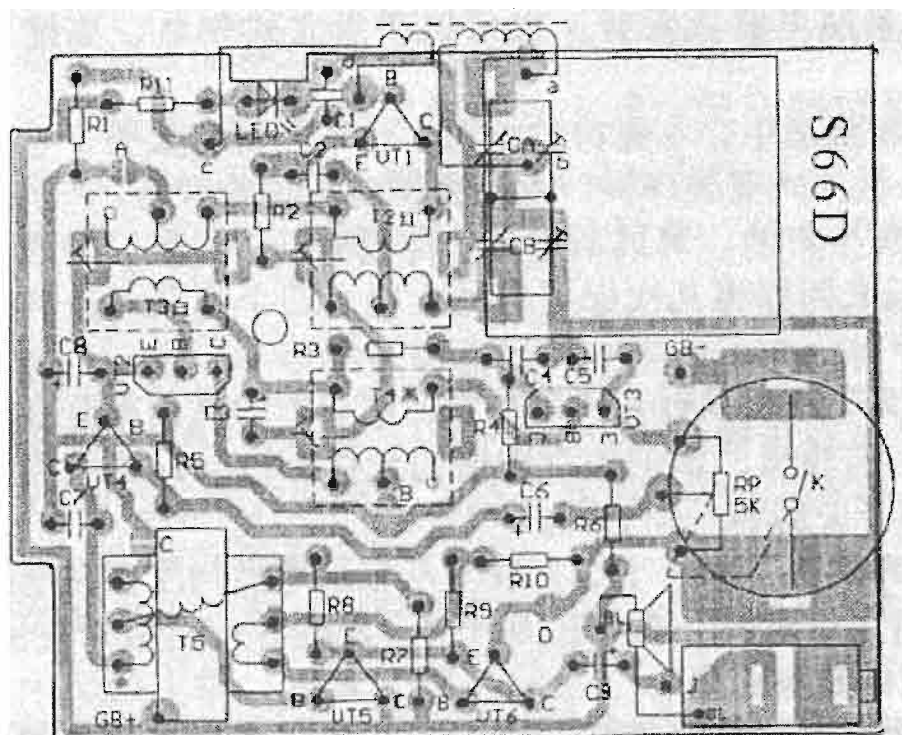


图 6-4 S66D 印刷面板图

(三) 安装工艺要求

安装时请先装低矮或耐热的元件(如电阻),然后再装大一点的元件(如中周、变压器),最后装怕热的元件(如三极管)。

1. 电阻的安装 请将电阻的阻值(参照本说明书的“色环电阻色标数”)选择好后根据两孔的距离弯曲电阻脚可采用卧式紧贴电路板安装,也可以采用立式安装,高度要统一。

2. 瓷片电容和三极管的脚剪的长度要适中,不要剪的太短,也不要留得太长,它们不要超过中周的高度。电解电容紧贴线路板立式安装焊接,太高会影响后盖的安装。

3. 磁棒线圈(系采用进口的自焊线生产的,可以不用刀子刮或砂纸砂线头)的四根引线头可以直接用电烙铁配合松香焊锡丝来回摩擦几次即可自动上锡,四个线头对应的焊在线路板的铜泊面。

4. 由于调谐用的双联拨盘安装时离电路板很近,所以在它的圆周内的高出部分在焊接前先用斜口钳剪去,以免安装或调谐时有障碍,影响拨盘调谐的元件有 T2 和 T4 的引脚及接地焊片、双连的三个引出脚、电位器的开关脚和一个引脚。

5. 耳机插座的安装。先将插座的靠尾部下面一个焊片往下从根部弯曲 90 度插在电路板上,然后再用剪下来的一个引脚一端插在靠尾部上端的孔内,另一端插在电路板对应的 J 孔内,焊接时速度要快一点以免烫坏插座的塑料部分。

6. 发光管的安装请按照要求弯曲成型,直接插在电路板上焊接,最后请将跨线 J1 连接。

7. 喇叭安放挪位后再用电烙铁将周围的三个塑料桩子靠近喇叭边缘烫下去把喇叭压紧以免喇叭松动。

总之,装配焊接过程中我们应当特别细心,不可有虚焊、错焊、漏焊等现象发生。初学者比较容易发生的错误是: a. 电阻色环认错。色环中红、棕、橙容易混淆,在不能确定时,请用万用表检测其阻值; b. 将电解电容器和发光二极管等有极性的元件焊反。电解电容器长脚为正极,短脚为 负极,其外壳圆周上也标有“-”号,说明靠近“-”号的那根引线是负

极。发光二极管的长脚为正极，短脚为负极，将管体透过光线来看，电极小那根引线是正极，另一个引线是负极；c. 中周、振荡线圈弄混。振荡线圈 T2 的磁帽是红色，T3 是第一中周磁帽是白色，T4 是第二中周磁帽是黑色，它们之间千万不要弄混；d. 输入变压器 T5 装反。T5 的塑料骨架上有凸点的一边为初级，印刷板上也有圆点作为标记，将它们一一对应即可；e. 磁性线圈的线头未上锡就焊接。

（四）六管超外差式收音机的调试

一台不经过调整的收音机可能收不到电台或声音很小，要提高收音机的灵敏度、选择性和收听频率范围，还必须经过调整。在通电调试之前，要对照印刷电路图认真检查元器件有无错漏的地方，焊点之间有没有短路现象，元器件引线之间有无相碰现象等。

1. 调整各级晶体三极管的静态工作点

晶体三极管的工作状态是否合适，会直接影响整机的性能，严重时甚至使整机不能工作。所谓工作状态的调整主要是指集电极电流的调整。图 1 中有“X”的地方为电流表接入处，线路板上留有四个测量电流的缺口，分别是 A、B、c、D 四个点，将电位器的开关打开(音量旋至最小即测量静态电流)，用万用表的 10mA 档测量各点的三极管静态电流是 $I_{c1} \approx 0.3\text{mA}$ ， $I_{c2} \approx 0.5\text{mA}$ ， $I_{c4} \approx 2\text{mA}$ ， $I_{c5,6} \approx 1.5\text{mA}$ ，测量值与上述值差不多时可用。

电烙铁将这四个缺口依次连接，再把音量开到最大，调双连拨盘即可收到电台声音。如果遇到某一级电流太大或太小时首先重点检查这一级三极管的极性和质量，然后检查三极管周围元件是否有问题。

2. 调整中频频率

就是通过调整中周的磁帽，使它谐振在 465KHz 上。调中周的工具应该使用无感起子，调中周最好使用高频信号发生器，使高频信号发生器输出 465KHz 的中频信号，用 1KHz 音频调制，调制度选 30%。

调整的方法是：首先，将本机振荡回路用导线短路，使它停振，以避免造成对中频调试工作的干扰；然后，将双连可变电容器调到最大值(逆时针旋到底)。打开收音机的电源开关 K，将音量电位器 RP 旋到最大，信号发生器的输出头碰触 VT2 的基极，调整 T4，使扬声器发出 1KHz 的响声最响。然后由后级往前级，从基级输入信号，仅调整 T3、T4，使扬声器中声音最响，中频就调整好了。

如果没有高频信号发生器，也可以利用一台成品收音机做信号源。从成品收音机的第二中周的次级(检波之前)焊出一根导线，串联一个 0.01 的电容器作为中频输出端头，成品收音机调准一个电台，音量电位器旋到最小位置，测试调整方法同上。

这步调试完成后，将使本机振荡器停振的短路线去掉，以便进行下一步的调试工作。

3. 调整频率范围

调整频率范围也叫做调整频率覆盖。它是通过调整本机振荡线圈 T2 和振荡回路的补偿电容来实现。

在中波波段，规定接收频率范围是 535KHz 到 1605KHz，也就是要求双连可变电容器全部旋入时能接收 535KHz 的信号，全部旋出时能接收 1605KHz 的信号。

首先在低端收一个广播电台，例如武汉交通广播电台 603KHz 的广播。如果刻度盘指针位置比 603KHz 低，说明振荡线圈的电感量小了，可以把振荡线圈的磁帽旋进一点。反之，可以把振荡线圈的磁帽旋出一点，直到指针的位置在 603KHz 处收到这个广播电台。

然后在高端收一个广播电台，例如武汉楚天广播电台 1179KHz，如果指针的位置不在 1179KHz 处，要调整补偿电容器(双连背后)，直到指针的位置在 1179KHz 处收到这个电台为止。

在调整的过程中，高低端相互存在影响，需要来回调整几次。

4. 跟踪统调

统调的目的是使本机振荡频率同天线回路频率始终相差 465KHz。当然这两个频率要处处保持相差 465KHz 是困难的。但是可以做到高、低二点相差 465KHz。

先在低端接收一个广播电台，例如 603KHz 的广播，移动磁性天线线圈 T1 在磁棒上的位置，使扬声器的声音最响，低端统调就算初步完成了。再在高端接收一个广播电台，例如 1179KHz 的广播，调整天线回路中的补偿电容器(双连的背后)，使扬声器的声音最响，高端统调就初步完成了。由于高、低端相互影响，因此要反复调整几次。

三、实训要求

- (1) 机壳及刻度板清洁完整，不得有划伤、烫伤及缺损。
- (2) 元件安装整齐美观，焊接质量好，无损伤。
- (3) 导线焊接可靠，线头不得裸露太长，不得有虚焊。
- (4) 转动部分灵活，固定部分可靠。
- (5) 性能指标：①频率范围 535KHz-1605KHz；
②灵敏度较高（相对）；
③音传清晰、噪声低。

四、实训总结

写出自己的心得体会

项目五、单片机原理及应用实训

实训一、单片机开发系统的使用

课题一、开发系统实验箱原理及使用

一、通用外围电路

DVCC仿真实验系统中设计了一系列实验所必要的外围电路。包括逻辑电平开关电路、发光二极管显示电路、时钟电路、单脉冲发生电路、继电器及驱动电路、直流电机及驱动电路、步机电机及驱动电路、电子音响及驱动电路、模拟电压、基准电压产生电路；另外，系统中设计了系统总线扩展插座和通用IC插座。

1. 逻辑电平开关电路

该系统提供10位逻辑电平开关，每一个输出端有一插孔，分别标有K1~K10。开关向上打时，输出高电平“1”，向下时输出低电平“0”。

2. 发光二极管显示电路

实验系统提供十二个发光二极管，其中四红、四绿、四黄。其输入端有十二个插孔，分别标有L1~L12，它对应1~12个发光二极管。输入端为高电平“1”时，发光二极管亮；输入端为低电平“0”时，发光二极管灭。

3. 时钟电路

可以输出4MHZ经1~8次分频获得的8种时钟信号，供0809A / D转换器、8253A定时器/计数器接口实验使用。

4. 单脉冲发生电路

采用RS触发器产生“±”单脉冲。实验者每按一次州按钮，即可以从两个插座上分别输出一个正脉冲SP及负脉冲 / SP，供“中断”、“CLR”、定时器/计数器等实验使用。

5. 继电器及驱动电路

现代自动化控制设备中都存在一个电子与电气电路的互相联结问题。一方面要使电子电路的控制信号能够控制电气电路的执行元件(电动机、电磁铁、电灯泡等)；另一方面又要为电子电路的电气设备提供良好的电隔离，以保护电子电路和人身的安全。电子继电器便能完成这一桥梁作用。

6. 直流电机及驱动电路

系统中设计有一个+5V直流电机及相应的驱动电路。小直流电机的转速是由加到其输入端“DJ”的脉冲电平及占空比来决定的，正向占空比越大转速越快，反之越慢。驱动电路输出接直流电机。

7. 步进电机及驱动电路

步进电机是工业控制及仪表中常用的控制元件之一，它有输入脉冲与电机轴转角成比例的特征，在智能机器人、软盘驱动器、数控机床中广泛使用，微电脑控制步进电机最适宜。系统中设计使用20BY-0型号步进电机，它使用+5V直流电源，步距角为18度，电机线圈由四相组成。

8. 电子音响及驱动电路

音响电路的控制输入插孔为“SIN”，控制输入信号经放大后接喇叭。

9. 模拟信号、基准电压产生电路

系统中提供1路0~5V模拟电压信号，1路基准电压产生电路供A/D、D/A转换实验使用。

10. 脉冲滤波电路

FIN输入脉冲经过滤波，可形成三角波输出。

二、DVCC系列单片仿真实验系统各开关插头、插座定义

1. J1为电源插座；

2. J2为通信系统插座；

3. J3为步进电机驱动输出插座;
 4. J4为直流电机驱动输出插座;
 5. J5为喇叭驱动输出插座;
 6. J6为MC5-51CPU仿真插座, 同时兼做196CPU卡、8088CPU卡连接插座;
 7. J7为打印机接口。打印驱动由8255芯片的PA口实现, 如图所示。括号中的内容为打印机上接口的信号名;
 8. J8为8279键盘显示接口;
 9. WAVE为示波器测量接口插座;
 10. J10为示波器通信插座;
- 做有关串行通信实验时, 将随机配备的用户实验专用通信电缆线一头四芯插头插入实验系统J10插座中, 另一头9芯D型插头接到上位机串行口上即可, COM1~COM4任选;
11. 开关SKi为CPU切换开关;
 12. 开关SK3、SK4为不同CPU总线切换开关(只适用于DVCC-5286JH);
 13. 卧式开关KBB在主机的左中偏上;
 14. 短路块DL1~DL4;
 15. RESET复位按钮;
 16. AN为单脉冲产生按钮, 按一次产生一个正脉冲、一个负脉冲;
 17. 总线扩展插针座;
 18. 通用IC插座。

系统中扩有IC-14插座1或2只, 对DVCC-52196JH另扩有IC-40插座1只, 既可插IC-40, 又可插IC-28、IC-24, 非常灵活方便。

三、键盘监控命令简介

DVCC系列单片机仿真实验系统键盘共有32个, 15只功能键均为多功能键。显示部分有6只数码显示器组成。DVCC系列单片机仿真实验系统、十六位微机8088接口实验系统, 其键盘操作、显示设置完全一样。只要熟悉一种系统的键盘操作即可。特殊的地方将在下面的论述中以详细说明。

1. 键盘布置

!	()	?	ILin	%	/	↑	=	\$
R7 7	DPL 8	DPH 9	A A	TV MEM	EPRGH DEL	PRT	EXEC FVBP		
				S	J	P	@		
&	QUit	Back	DLin	T	← *	↓ ;	→ ,		
R4 4	R5 5	R6 6	B B	REG OFST	ODRW INS	COMP	PCDBG EPRGL		X
				M	O	V			
-	K	W	G	+	.	H	Z		
R1 1	R2 2	R3 3	PSW C	F1 LAST	EPMOV	.MOVE	STEP NVBP		#
				R	L	,			
<	>	Y	Q		U	:	I		
R0 0	PCH F	PCL E	SP D	F2 NEXT SHIFT	EPCH EPCOM	DAR	MON		
				N		U	J		

图 7-1 键盘布置图

键盘布置如图7-1所示。左边16个为数字键, 数字键键下面的表示十六进制数字0~F, 用于输入地址、数据或机器语言代码。对51CPU而言, 键上面的是工作寄存器名或其省略写法, 如DPH表示数据指针DRTR高8位, DPL表示数据指针DRTR低8位, PCH表示程序指针的高8位, PCL表示程序指针低8位。但在不同的CPU状态, 由于其内部寄存器的设置不一样, 因此键盘上的代号代表的意义不一样。图中右边16个为功能键, 在独立运行模式下输入操作

命令，其通用功能如下：

TV/MEM：TV/程序存储器检查

REG/OFST：片内RAM、寄存器、特殊功能寄存器检查/偏移量计算

ODRW/INS：外部存储器、外部RAM、I/O检查/偏移量计算

EPRGH/DEL：EPROM高速写入/删除一字节

F1/LAST：第一标志键/读上一字节

F2/NEXT：第二标志键/读下一字节

STEP/NVBP：单拍/单拍跟踪

EXEC/FVBP：连续执行/断点运行

PCDBG/EPRGL：与上位机通讯调试/低速固化

EPMOV：固化去内容移入目标RAM

EPCH/EPCOM：EPROM真空/EPROM比较

PRT：打印命令

COMP：源程序与目标程序比较

MOVE：程序块或数据块移动

DAR：反汇编

MON：退出当前操作，返回初态——显示闪动“P.”

RESET：系统复位按钮，无论何时按RESET键，都使整个系统复位，返回初始状态——显示闪动“P.”

2. 键盘监控特点

(1) 一键多用，减少键数，增强功能。

(2) 闪动的光标提示，指出应做什么操作，操作位置在那里。

(3) 除复位键以外，大多数键有自动连续功能，持续按键1秒以上，就会产生连续按键的效果，达到快速扫描、检查，简化了操作，节省了时间。

(4) 省零功能，数字后的0可省略，减少了按键次数。

(5) 重键检测功能，几个数字键同时按下，不会使程序丢掉，以防误操作。

(6) EPROM固化，写入时自动加VPP电压，写好后自动关断VPP电压，保证插拔EPROM芯片安全。

(7) 相对偏移量计算功能，为无系统机的用户现场调试、修改程序，带来了极大方便，防止手工计算出错。

(8) 键盘监控没有换挡键，键的功能取决于计算机所处的状态。各个键的功能同计算机状态联系在一起，免去了记忆上下挡的麻烦。计算机的状态可以从显示方式中判断，不会引起混乱。

(9) 具有单拍跟踪功能，持续按压单拍执行键STEP，计算机便进入跟踪状态，以每分500条指令快速执行用户程序，同时显示程序执行地址及该单元内容，只要松开键便可立刻停止，同时返回待命状态1。本机有单拍、单拍跟踪、全速断点、连续执行等功能，大大提高了本机的开发功能。

(10) 在监控中的插入命令INS和删除一字节命令DEL，由于两个键功能“互补”，当不慎按错其中一键后，可以用操作另一个键来补救，使影响范围减至最小。尤其插入、删除命令可自动或指定某一范围，使插入、删除影响范围更小，并使插入删除速度加快。

(11) 可与上位机联机工作，可充分利用系统机资源，提高实验效率。

(12) 开发机上出借给用户的仿真调试程序/数据复合空间达64KB。用户系统可设计成64KB程序数据复合空间，也可设计成一个64KB程序空间，一个64KB数据空间。并能对用户系统进行调试、分析。

3. 键盘监控工作状态

可以通过32个键向本机发出各种操作命令，大多数键均有2个以上功能，本机无上下档转换键，计算机到底进行什么操作，不仅与按压什么键有关，也与当前计算机所处的工作状态有关。“工作状态”在操作中，是一个重要的概念：

(1) 单板状态 在本状态时，显示器的左端显示提示符，一个闪动的“P.”字符，表

示开发机处于初始化状态，等待操作；

按压RESET复位键后，使本机处于单板状态；

在大多数情况下，按MON键，也可以使本机进入单板状态(在后面也称为待命状态0)。待命状态0时，可以进行的操作有：

按压任一数字键，进入待命状态1，待命状态1即为数字键可输入状态；

按压F1标志键，进入仿真2态，在51/196状态，仿真2态就是用户只是借用实验系统CPU，其余均在用户系统上。PC值指向外部用户程序空间，DPTR指向外部数据空间，显示闪动的“H.....”(适用51、196)；

按压F2标志键，进入仿真1态，在51/196状态，仿真1态就是用户借用实验系统CPU和实验系统上的仿真程序区。PC值指向实验系统用户程序空间，DPTR指向外部数据空间，显示闪动的“P.....”(适用51、196)；

按压PCDBG键，进入与上位机通讯、调试、反汇编，显示器全暗；

按压EPCH键，检查EPROM内容是否是全FFH(适用51、196)；

按压EXEC键，从现行PC地址开始执行用户程序；

按压STEP键，从现行PC地址开始单拍执行用户程序。

(2) MEM态 即存贮器读写状态，进入存贮器读写状态时，前4位显示器显示存贮器地址，后2位显示器显示该存贮器单元中的内容。

在待命状态下，按压MEM键，或当执行用户程序时遇到断点、单拍执行、EPROM编程写入出错等都会使计算机进入该状态，本状态可进入如下操作：

按压OFST键，进入相对偏移量计算；

按压DEL键，进入删除操作，按一下，删除一字节；

按压INS键，进入插入操作，按一下，插入一字节；

按压LAST键，进入上一字节读写操作；

按压NEXT键，进入下一字节读写操作；

按压STEP键，以当前显示器内容作为地址，按压一下，执行一条命令，即执行用户程序一步；

按压EXEC键，以当前显示器内容作为地址，连续执行用户程序(若要退出，应按RESET复位按钮)；

按压MON键，返回待命状态0(按EXEC键后，该命令无效)。

(3) REG态 即寄存器读写状态，进入该状态时，前面1位和2位显示寄存器地址，后面2位显示该寄存器中的内容。

在待命状态1，按压REG键，可进入如下操作：

对51CPU状态如前面键入1位地址，进入当前工作寄存器读写 / 检查状态；

如前面键入2位地址，进入片内寄存器读写(包括特殊功能寄存器和通用寄存器)。

(4) ODRW态 即用户目标系统数据存贮器读写状态(本状态只适用于51CPU系统)。

在仿真1状态，即显示“P.....”状态下键入4位地址后按ODRW键，读写的内容都是用户系统中的扩展数据存贮器或扩展I/O口，与实验系统无关。前面4位显示用户目标系统数据存贮器地址，后2位显示存贮器中的内容。

(5) 标志态 即F态。

在待命状态1，再按压F1键，本机便进入标志态，标志态功能特别强。

F1键功能 装入源程序首址，即把当前显示器内容作为源程序首址，装入本机的约定单元，并显示闪动“L”标志符。

F2键功能 装入源程序末址，即把当前显示器内容作为源程序末址，装入本机的约定单元，并显示闪动“J”标志符。

在“J”状态下，再键入的数，便是目标首址；

F标志态可进入的操作：

按压MOVE键，进入程序 / 数据块移动。

在“P.”态，本机内部0000H—FEFFH空间相互传送。

在“P.”态，本机内部0000H—FEFFH空间的内容移到用户系统数据区，在“H.....”态，用户目标程序区移到本机仿真RAM区。

操作如下 源首地址，F1，源末地址，F2，目标首地址，MOVE。

按压COMP键, 进入程序块比较, 操作步骤如下:

源首址, F1, 源末址, F2, 目首址, COMP。

按压EPRGH键, 进入EPROM高速固化(适用51、196系统), 操作步骤如下:

源首址(RAM区), F1, 源末址(RAM区), F2, 目首址(EPROM), EPRGH。

按压EPRGL键, 进入EPROM低速固化(适用51、196系统), 操作步骤如下:

源首址, F1, 源末址, F2, 目首址, EPRGL。

按压EPMOV, 把固化区程序搬运到程序区(适用51、196系统):

在“P.”态, 固化区内容传向本机内0000H—FEFFH空间。

按压FVBP键, 进入断点运行(适用51、196系统), 操作步骤如下:

断点地址, F1, 执行首址, FVBP。

4. 键盘监控操作命令介绍

(1) 复位命令——RESET键

在任何时刻按压复位键RESET, 都会迫使计算机进入初始状态(与通电复位作用一样), 在RST为高的第二个周期执行内部复位, 并且在RST变低前每一个周期重复执行内部复位, 复位后, 使8155、8255 I/O接口芯片复位; 使计算机进入待命状态0; 按压复位键不会改变用户存贮区的内容, 也不会改变CPU片内RAM区的内容及外部数据区的内容。

(2) 返回待命状态-MON键

按MON, 可迫使计算机进入待命状态。通常用MON键进行以下操作: 清除已送入显示器的数字; 退出其他操作状态。例如, 退出存储器读写状态, 寄存器读写状态等; 按MON键, 不会影响用户的存贮器、寄存器内容。

(3) 程序存贮器读写命令——MEM、NEXT、LAST键

这一组命令是用来检查(读出)或更改(写入)内存单元, 因此, 通过这些键命令的操作, 向计算机送入程序和数据或从计算机中读出数据。

在“P.”闪动状态下, 读出的是仿真程序/数据区的内容(在实验系统上的外部存贮器)。

在“P.”状态下, 读出的是仿真程序/数据区的内容(在实验系统上的外部存贮器)。

在“H.”状态下, 读出的是用户板(目标板)上程序存贮器即EPROM中内容。

先按压MON键, 使计算机处于待命状态0, 然后送入4位表示要检查的程序存储器地址, 再按MEM键, 读出该单元的内容, 计算机便进入存储器读写状态。

在程序存贮器读写状态, 显示器的左边4位数字是内存单元地址, 右边的2位是该单元的内容。光标(闪动的数字)表示等待修改(写入)的数字。

程序存贮器读写状态是键盘监控的一种重要状态; 这时多数命令键都具有与待命状态1不同的功能。

注意: 程序存贮器读写状态的明显标志是显示6位数字, 光标在第五位或第六位。

在程序存贮器读写状态, 使用LAST或NEXT键可以读出上一个或下一个存贮单元的内容, 同时光标自动移动到第五位。持续按LAST或NEXT键在1秒以上, 计算机便开始对内存进行向上或下扫描, 依次显示各单元地址及内容, 或快速移动到要检查的单元, 从而简化了操作。

按MON键, 可使计算机退出存储器读写状态, 返回待命状态。

(4) 寄存器读写、特殊功能寄存器检查、片内RAM区读写命令——REG、NEXT、LAST键:

寄存器读写可以输入一位地址, 亦可以二位地址。在51CPU系统中, 输入一位地址时作为寄存器代号。特殊功能寄存器、片内RAM的读写输入二位地址。

输入一位地址时, 寄存器读写状态的标志是: 显示器上显示3个数字, 左边第一位数字代表寄存器的代号, 右边的2位数字表示该寄存器的内容。光标处于显示器的第5位到第6位之中。

若要对寄存器的内容进行改写, 可按压所需的数字键, 光标所在处的数字即被更换, 而光标随即往右移一位。(若到了最右端, 又重新回到起始位)。

特殊功能寄存器检查状态标志是: 显示器上显示4个数字, 左边第一位、第二位数字代表寄存器地址, 右边的2位数字表示该寄存器的内容, 中间两位是空格, 光标在第五位中第六位。

片内RAM区读写状态是: 显示器上显示四个数字, 左边两位是RAM区地址, 右边两位

是该地址的内容，中间两位是空格。光标处于显示器的第5位或第6位。

若要对RAM区的内容进行改写，可按压所需的数字键，光标所处的数字即被更换。按压NEXT或LAST键，可检查更改下一或上一单元RAM区(按地址顺序排列)的内容。持续按LAST或NEXT键的时间在1秒以上时，可实现快速查找。按压MON键，可以从寄存器、RAM区读写状态返回待命状态0。

初始化时该单元为04，即4000开始PC指针自动指向外部目标系统，若目标系统仿真RAM大于4000应对SS进行重新设置，否则4000以后的仿真程序不能实施仿真调试。

单板状态与仿真2态SS无效，在这两个状态SS可为任意值，不需用户设定。

特殊功能寄存器检查状态标志是：显示器上显示4~6个数字，(字节寻址显示8位数据，字寻址显示16位数据)左边第一位、第二位数字代表寄存器地址，右边的4位数字表示该寄存器的内容。

片内RAM区读写状态是：显示器上显示6个数字，左边两位是RAM区地址，右边四位是该地址的内容。

(5)外部数据存贮器、外部RAM、口读写命令——ODRW、NEXT、LAST键(只适用51CPU系统)

用ODRW键可以对外部数据存贮器和扩展I/O口进行检查(读出)或更改(写入)。

在“P.”状态下，用该键读写仿真RAM区的内容(在实验系统上)。

在“P.....”状态下，用该键读写的是用户板上外扩展数据存贮器或I/O口的内容。

在“H.....”状态下，用该键读写的是用户板上外扩展数据存贮器或I/O口的内容。

对外部数据、RAM口读写，一般应先按MON键，使计算机进入待命状态0。然后按所要访问的外部数据区的地址及扩展RAM的地址，计算机便进入读写状态。

外部数据存贮器读写的状态标志是：显示器显示6个数字，左边4位数字是存贮单元地址，右边两位是该单元的内容，光标在第五位与第六位之间，表示等待修改单元内容。

外部扩展RAM及口的读写的状态标志是：显示器上显示4个数字。左边二位数字是RAM或口的单元地址，右边两位是该单元的内容，光标在第五位与第六位之间，表示等待修改单元内容，中间两位是空格。

按压NEXT或LAST键，可查访、更改下一个或上一个单元的内容。持续按LAST或NEXT键的时间在1秒以上，可实现快速查找。

按MON键，可使计算机返回待命状态0。

(6) 断点运行

本机提供了断点方式运行仿真RAM中的程序，为用户提供了检测用户CPU定时响应中断的速度或定时精度提供了方便，断点运行方式不适合于运行用户样机内EPROM中的程序。操作方法为：先送入断点地址，按下设置断点键F1，然后键入执行首址，再按FVBP键。延时在这里就看不出了，因为是断点运行，遇到断点才停下来。运行的操作规程如下：

以51CPU系统为例，先把一个8字循环程序用存贮器读写命令键MEM送入实验系统RAM区。程序如下：

0000	7480	MOV A, #80H
0002	7822	MOV, R0, #22H
0004	7921	MOV, R1, #21H
0006	F2	MOVX@R1, A
0007	7401	MOV, A, #01H
0009	F3	LOOP: MOVX@R1, A
000A	120010	LCALL DELAY
000D	23	RL A
000E	80F9	SJMP LOOP
0010	7EFF	DELAY: MOV R6, #0FFH
0012	7FFF	DELA2: MOV R7, #0FFH
0014	DFFE	DELA1: DJNZ R7, DELY1
0016	DEFA	DJNZ R6, DELY2

遇到断点后可以再设断点，再按下FVBP；也可以返回监控测试现场，单拍运行用户程序。这样几种运行方式交叉使用，加快程序的调试速度，若断点设置不正确或用户系统硬件、软件有故障，则显示器LED5显示“F”，除非复位，否则实验系统不会返回监控，复位后，还会保持用户CPU内RAM现场和I/O扩展口现场，但设置断点处的原内容被破坏三个单元，用户需予以恢复。

实验系统RAM区的0000H为用户机复位入口，0003H、000BH、0013H、001BH、0023H分别为用户系统的中断入口。

若断点设在中断入口，或中断服务程序中，则可以检测用户CPU是否响应中断，以及检测中断服务程序是否正确，用户设置断点时必须注意断点地址需在指令的第一个字节所在的地址，若断点设置错误或程序有错，断点方式运行过程中碰不到断点时，则显示器不显示，此时按任一个键，显示器显示当前用户CPU的PC值及该单元内容，这为用户判断程序是否出现死循环或飞掉提供了方便。用户可以单拍、断点交替运行用户程序以验证程序的正确性，排除软硬件故障。

(7) 执行程序命令——EXEC

执行键EXEC在待命状态0、待命状态1和存贮器读写状态时有效。在待命状态0显示一个闪动“P.”，按EXEC键，计算机将按照用户0000H的地址，开始执行程序；在待命状态1(送人数字后的状态，数字后的0可省)，则按显示器上地址执行程序；在存贮器读写状态，按显示器的现行地址执行程序。在其它状态，EXEC键无效。

用EXEC键执行用户程序，在程序中遇到断点时会停下来，显示断点地址和该单元内容并保护所有的寄存器的内容，返回待命状态1。这时EXEC键作为断点运行键(FVBP)。

例1：键入0000H，再按EXEC键，则显示器上显示“8”字循环。

例2：在上例中000DH设断点，执行断点运行，操作如下：在待命状态0，按000D，再按F1标志键，然后按执行首址0（后三个0可省），再按FVBP键，则程序运行到000DH地址停下。并显示000DH及该单元内容23，说明000DH以上程序正确无误，这对带有延时子程序的调试，带来方便。

(8) EPROM检查、编程写入命令——EPROM、EPCOM、EPRGH、EPRGL键

在仿真实验仪上，有一EPROM写入区，利用实验系统上可编程I/O接口芯片8255，可对2764、27128实现编程写入（程序固化）。

对EPROM高速编程写入的步骤如下：

a) 把需要固化的EPROM芯片，插在对应的EPROM插座上，芯片缺口朝上。

固化区EPROM首地址均为0000H；2764EPROM地址为0000H—1FFFH；27128EPROM地址为0000H—3FFFH。

b) 检查插座上EPROM是否全部擦干净（EPROM中的内容是否是全FFH）。在待命状态0，按压EPCH键，对EPROM进行检查，在显示器上出现“P.”字符，即说明EPROM是全FFH，可以对EPROM进行编程(固化程序)。如果在显示器上出现出错地址及数据，即该片在显示器上的地址单元内容不是FFH，则不能进行编程，可再一次擦除（用EPROM擦除器进行），或调换一片，用上述方法再进行检查，直到检查通过为止。

有的EPROM烧坏后，检查也是全FFH，所以必须能改写EPROM才是真正好的芯片，也可用电流表串接在VPP电压中，若静态电流大于50mA，说明该芯片已损坏，不能使用。

c) 用导线将线路板上(4X8键盘左下)VPP插孔和外置电源上的+25V(+12V~+25V可调)插孔相连，根据经验，EPROM芯片写入电压在12V至24V之间，视各芯片电压而定，有的厂家在芯片上注明PGM（写入电压），有的芯片不作说明，目前市场有很多芯片不标明PGM固化电压，往往使许多用户上当，烧坏了大量芯片，一般12V芯片中的硅片比21V的芯片小1/2倍。请用户特别引起注意，所以你写EPROM时若没有把握，电压可以从低(12V)到高(25V)逐渐试写。

d) 用存贮器读写命令，或系统机通讯方式下的装载命令，将要求写入EPROM的内容送入程序RAM区，如果是拷贝ROM，应把原芯片插在EPROM固化区(在8255旁边)，读到内存中去。

读入方法如下：键入EPROM芯片首地址，按F1，再键入EPROM芯片末地址(2764末址为1FFFH、27128末地址为3FFFH)，按F2键，再键入仿真RAM区首地址(0000H)按EPMOV，

待仿真器显示“P.”读入结束。

f) 固化操作步骤如下：在显示器上键入源首址；再键入F1标志键；再键入RAM区源末址；再键入F2标志键；再键入目标EPROM首址；再键入EPRGH键；则自动进入高速写入，显示器上显示写入地址及其内容，这过程是一边写入、一边校对、一边显示。如写入正确无误，写完后显示器上显示“P.”，若有错，则显示出错地址及其内容。

在编程写入操作过程中，按RESET键，可使计算机中止编程操作而返回待状态0。

对EPROM低速编程写入的步骤如下：

操作同用EPRGH键的(1)~(5)；仅在步骤上，不按EPRGH，而按EPRGL键，则进入低速编程。

以固化“8”字循环为例：

i. 先把前面8字循环程序输入到用户区0000H—0020H中，再按EXEC键，应有“8”字在LED上循环显示。

ii. 你把固化的芯片插在对应的EPROM插座上。

iii. VPP中串接50mA电流表，加上符合EPROM芯片要求的固化电压。

iv. 固化操作：0000(源首址)→F1→0020(源末地址)→F2→0000(目标EPROM首地址)，再按EPRGH进入固化，正确结束显示“P.”。

v. 比较操作 0000(EPROM首地址)→F1→0020(末地址)→F2→0000 (RAM首地址)→EPCOM。进入比较，正确结束显示“P.”。

vi. 关掉直流稳压电源。

vii. 打开直流稳压电源，把刚固化的内容读到内存执行，查看固化正确与否，具体操作如下：

即：0000 F1 0020 F2 0000 EPMOV。按EPMOV键后，即刻把固化区内容读到0000H为首址内存。再按EXEC键（0地址可省），应显示“8”字循环。

(9) 插入和删除命令——INS、DEL键(适用51、196CPU系统)

这二个命令的功能是在调试机器码程序时，在程序存储器单元中插入或删除某些指令或数据，而不必重新装入整个程序。

基本操作如下：

INS键 在单板状态下，先输入要插入内容的首地址，按F1键，后输入下限地址，按INS键，开发机返回“P.”状态。从首地址到下限地址之间所有单元的内容都向下移动一个字节，而下限单元原来的内容将溢出丢失。如果不规定上下限区域，则在存储器读写状态下，按一次INS键，内容下移一个字节，当前地址中的内容清0，此时可以输入要插入的内容。

DEL键 在单板状态下，先输入要删除内容的首地址，按F1键，后输入下限地址，按DEL键，开发机返回“P.”状态。首地址所在单元的内容被删除，下限地址以上单元的内容依次向上移动一个字节。如果不规定删除区域，则在存储器读写状态下，按一次DEL键，删除一个字节。

由上所述，INS和DEL命令键，对内存是有影响的，所以操作时不应随意按压。

(10) 单步执行键——STEP

单步执行键在待命状态1和存储器读写状态时有效。在待命状态1，则按显示器上的地址单步执行；在存储器读写状态，按现行地址执行。

按STEP键，计算机将依据上述三种情况，执行一条用户指令，续而显示当前PC和它的内容，等待下一个命令。

持续按单步键1秒以上，计算机就进入跟踪执行状态，以每分钟500条指令的速度执行用户程序，同时显示程序的执行地址和累加器的内容。这对检查延时循环程序特别有用。因此可监视程序的运行路线，在松开按键时，便立即停止跟踪状态，显示中止时的PC及累加器的内容，并返回待命状态0。

按MON键，返回到待命状态0。

单步命令不会影响已设置断点。

(11) 计算相对转移偏移量命令——OFST键

在51CPU系统中，OFST键命令的功能，是用来计算MCS-51指令系统中相对转移指令的操作数——偏移量。OFST键命令只在存储器读写状态有效。

先在需要填入偏移量的单元上填入所要转移的(目标)地址的低字节，然后按OFST键，

该单元的内容立即转变成所要求的偏转量，也就是自动将偏移量填入，这时计算机仍处于存储器读写状态，用户可直接继续往下送入程序。

课题二、开发系统使用及人工汇编技能训练

——实验箱指令命令练习

一、实验目的

掌握人工汇编的基本方法，熟悉键盘操作。

二、实验内容

```
ORG 0000H
0000 7400      MOV  A, #00H
0002 7810      MOV  R0, #10H
0004 F6        MOV  @R0, A
0005 7511F1    MOV  11H, #0F1H
0008 06        INC  @R0
0009 E6        MOV  A, @R0
000A F4        CPL  A
000B F9        MOV  R1, A
000C 8912      MOV  12H, R1
000E 30        7FMOV R7, #30H
000F CF        XCH  A, R7
0010 C4        SWAP A
0011 FE        MOV  R6, A
0012 901000    MOV  DPTR, #1000H
0015 F0        MOVX @DPTR, A
0016 A3        INC  DPTR
0017 E9        MOV  A, R1
0018 F0        MOVX @DPTR, A
0019 FA        MOV  R2, A
001A 2A        ADD  A, R2
001B 8B        MOV  R3, A
001C 75F020    MOV  B, #20H
001F E4        CLR  A
0020 04        INC  A
0021 A4        MUL  AB
0022 FC        MOV  R4, A
0023 ACF0      MOV  R5, B
0025 80FE      AAA: SJMP AAA
```

三、实验要求

1. 对所给程序段进行人工汇编；
2. 为每条指令加上注释；
3. 将汇编后的目标程序输入机器；
4. 执行所给程序段，将执行后部分寄存器和存储单元的内容填入下表。

R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	Λ
10H	11H	12H	B	DPL	DPH	PSW	1000H	1001H

四、实验步骤

五、实验体会

实训二、汇编语言程序编程及人工汇编技能训练

课题一、简单程序的设计（上）

一、实验目的

1. 进一步熟悉51系列单片机实验箱的基本使用方法；
2. 掌握汇编语言设计和调试方法，熟悉键盘操作；
3. 掌握简单程序的设计方法。

二、实验内容

1. 编写程序，将外部RAM 2000H~2003H单元的内容清零；
2. 拆字程序 将外部RAM 2004H单元的内容拆开，高位送2005H的低位，低位送2006H的低位，2005H、2006H的高位清零。

三、实验要求

1. 用顺序结构编写程序（设程序起始地址分别在0300H和0400H单元）；
2. 为每条指令加上注释；
3. 进行人工汇编；
4. 将目标程序输入机器进行结果验证。

四、实验步骤

在运行程序之前在外部RAM 2000H~2004H单元中分别输入1AH，2BH，3CH，4DH和5EH，检查验证程序运行后的结果。

五、实验体会

课题二、简单程序的设计（下）

一、实验目的

1. 掌握汇编语言设计和调试方法，熟悉键盘操作；
2. 掌握简单程序的设计方法。

二、实验内容

1. 拼字程序 在内部RAM 30H和31H单元中存放有数字0~9范围内的ASCII码，要求将它们的低四位拼装在一起存入32H单元。
2. 求R1、R0中存放的16位二进制数的补数，并存入R3、R2中。

三、实验要求

1. 用顺序结构编写程序（设程序起始地址分别在0500H和0600H单元）；
2. 为每条指令加上注释；
3. 进行人工汇编；
4. 将目标程序输入机器进行结果验证。

四、实验步骤

1. 在30H和31H中输入35H和38H，检查验证程序运行后的结果；
2. 在R1和R0中输入6CH和E3H，检查验证程序运行后的结果。

五、实验体会

课题三、分支程序的设计

一、实验目的

1. 掌握条件转移指令的用法；
2. 掌握分支程序的设计与调试方法；
3. 学习伪指令的使用。

二、实验内容

1. 两个无符号数分别存于ONE和TWO单元，试比较它们的大小，将较大数存入MAX单元，较小数存入MIN单元。
2. 内RAM 40H单元中存有一个数X，若X为一奇数，则将X*2存入41H中；若X为偶数，则将X/2存入41H中。
3. 分段函数：设变量X存于VAR单元，函数Y存于FUNC单元，试按照下式的要求给Y赋值：

$$Y = \begin{cases} 1 & X > 20 \\ 0 & 10 \leq X \leq 20 \\ -1 & X < 10 \end{cases}$$

三、实验要求

1. 用分支程序结构编写源程序（设程序起始地址分别在0700H、0800H和0900H单元）；
2. 为每条指令加上注释；
3. 进行人工汇编；
4. 将目标程序输入机器进行结果验证。

四、实验步骤

1. 用EQU伪指令将ONE、TWO、MAX和MIN单元分别定义为30H、31H、32H、33H，在30H、31H中输入5BH和34H，检查验证程序运行后的结果；
2. 40H中分别输入35H和38H，检查验证程序运行后的结果；
3. 用EQU伪指令将VAR和FUNC单元定义为50H、51H，在50H中分别输入5AH、0FH和04H，程序运行后的结果为。

五、实验体会

课题四、循环程序设计

一、实验目的

1. 学习用断点方式运行程序；
2. 掌握循环程序的设计与调试方法；
3. 继续学习伪指令的使用。

二、实验内容

1. 求字符串长度：内存中以STRING开始的区域有一个字符串，该字符串的最后一个字符为\$（其ASCII码为24H），试统计该字符串中字符的个数，并存入NUM单元。

2. 单字节数求累加和：将内RAM中从DATA开始的10个无符号数相加，和存入NUM单元。

3. 从BLOCK单元开始有一个无符号数据块，其长度存于LEN单元，试求出数据块中最大的数，并存入MAX单元。

三、实验要求

1. 用循环程序结构编写源程序（设程序起始地址分别在0A00H、0B00H和0C00H单元）；
2. 为每条指令加上注释；
3. 进行人工汇编；
4. 将目标程序输入机器进行结果验证。

四、实验步骤

1. 从40H单元开始输入“GOOD MORNING \$”，结果存于4FH单元。检查验证程序运行后的结果。

2. 从50H单元开始输入10个数12H、31H、05H、08H、17H、02H、09H、56H、33H、01H，结果存于5FH单元。检查验证程序运行后的结果。

3. 从60H单元开始输入5个数04H、31H、05H、08H、17H，结果存于6FH单元。检查验证程序运行后的结果。

五、实验体会

课题五、子程序设计

一、实验目的

1. 掌握子程序调用与返回指令的用法；
2. 掌握子程序设计与调试的方法。

二、实验内容

1. 用子程序实现 $C=A2+B2$ ，设A、B、C存于内RAM的三个单元D1、D2、D3，均为0~9中的任意一个数；

2. 16进制数转换成ASCII码 内RAM中从HEX开始存有10个十六进制数（每个单元放2位），将它们转换成ASCII码，存入从ASC开始的10个单元中；

3. 数组传送 有两个无符号数据块分别存于以BLOCK1和BLOCK2为首地址的内RAM单元，每个数据块的第一个字节存放数据块长度，将两个数据块传送至外部RAM从DATA1开始的连续区域。

三、实验要求

1. 用子程序结构编写源程序（设程序起始地址分别在0D00H、0E00H和0F00H单元）；
2. 为每条指令加上注释；
3. 进行人工汇编；
4. 将目标程序输入机器进行结果验证。

四、实验步骤

1. 30H开始输入06H、08H，检查验证程序的运行结果。

2. 从40H开始输入12H、1AH、05H、0C8H、17H，检查验证程序的运行结果。

3. 从50H开始输入04H、1AH、05H、0C8H、17H，从60H开始输入03H、34H、67H、8FH，检查验证程序的运行结果。

五、实验体会

课题六、查表程序的设计

一、实验目的

1. 掌握查表程序的设计与调试方法；
2. 继续学习本实验装置的使用方法。

二、实验内容

1. 设R0中存有1个2位的十六进制数，将其转换成ASCII码存于R2和R1中。
2. 设30H单元中存有1个1位的BCD码，求其平方值存于31H中。

三、实验要求

1. 用查表程序结构实现程序的编写（设程序起始地址在1000H和1100H单元）；
2. 为每条指令加上注释；
3. 进行人工汇编；
4. 将目标程序输入机器进行结果验证。

四、实验步骤

1. 设（R0）=3BH，检查验证程序的运行结果。
2. 设（30H）=08H，检查验证程序的运行结果。

五、实验体会

实训三、伟福 6000 软件机器汇编技能训练

课题一、清零程序汇编调试

```
ORG 0030H
CLEAR: MOV R0, #00H
MOV DPTR, #7000H      ; 设数据指针 DPTR=7000H
CLEAR: CLR A
MOVX @DPTR, A          ; 清第一个数据单元
INC DPTR               ; 指针加 1
INC R0                 ; 字节数加 1
CJNE R0, #00H, CLEAR1  ; 判字节数满 256 个否，不满继续
SJMP CLEAR             ; 满结束程序
END
```

课题二、拆字程序汇编调试

```
OEG 0050H
CWORD: MOV DPTR, #7000H      ; 设数据指针 DPTR=7000H
MOVX A, @DPTR               ; 取（7000H）内容暂存 B
MOV B, A
SWAP A
ANL A, #0FH                 ; 将（7000H）的高半字节存入（7001H）
INC DPTR
MOVX @DPTR, A
INC DPTR
MOV A, B                    ; 将（7000H）的低半字节存入（7002H）
ANL A, #0FH
MOVX @DPTR, A
CWORD1: SJMP CWORD1         ; 结束
END
```

课题三、拼字程序汇编调试

```
ORG 0070H
PWORD: MOV DPTR, #7000H          ; 设数据指针 DPTR=7000H
MOVX A, @DPTR
ANL A, #0FH
SWAP A
MOV B, A                        ; (7000H) 中内容低 4 位交换到高 4 位暂存于 B 中
INC DPTR
MOVX A, @DPTR                  ; (7001H) 中的内容屏蔽高 4 位
ANL A, #0FH
ORL A, B                        ; 两字节的内容相或 (相折) 后存入 (7002H)
INC DPTR
MOVX @DPTR, A
PWORD1: SJMP PWORD1
END
```

实训四、Protes7 仿真软件仿真技能训练

课题一、多位数码管字段显示

一、实训项目 多位数码管字段显示

二、实训任务

首先最左侧数码管依次显示a~f段轮流被点亮，然后下移一个数码管依次轮流点亮a~f段，不断循环。

三、实训目的

掌握I/O口的综合应用技术；掌握延时子程序编写与使用；了解数码管显示原理；掌握编程技巧；掌握单片机系统的仿真过程。

四、实训准备

1. 复习数码管的基本知识，如8个LED排列顺序，共阴极和共阳极等。
2. 复习单片机指令功能，特别是移位指令，还有堆栈的用法等。
3. 复习程序设计的基本方法，程序的结构等。
4. 按照数位和字段变化规律编写程序。仿真程序：LED.DSN。

参考电路：按照技能训练图7-2绘制电路原理图。参考源程序(仿真文件夹\第4章\4位数码管字段显示)。

五、操作步骤

1. 按要求准备好电路图。

2. 读懂参考程序，进行有益的改进。

3. 在Proteus环境下，建立新仿真项目，设计电路原理图，添加程序，编译，执行，看到要求的效果。

4. 暂停，单步查看指令功能和控制结果之间的关系。

5. 单步查看各个存储器的内容变化，理解堆栈原理和作用。

6. 思考是否能改成拉幕式显示。

7. 提交仿真报告。

思考：在程序中取消延时程序，运行结果如何？为什么？

六、说明

这个仿真主要是练习指令与程序，如果感兴趣，可以打开源文件所在文件夹中对应的列表文件（扩展名为.LST），看看程序的机器码与源程序文件的对应关系。

仿真程序参看：仿真文件\第4章\4位数数码管字段显示\LED.DSN。

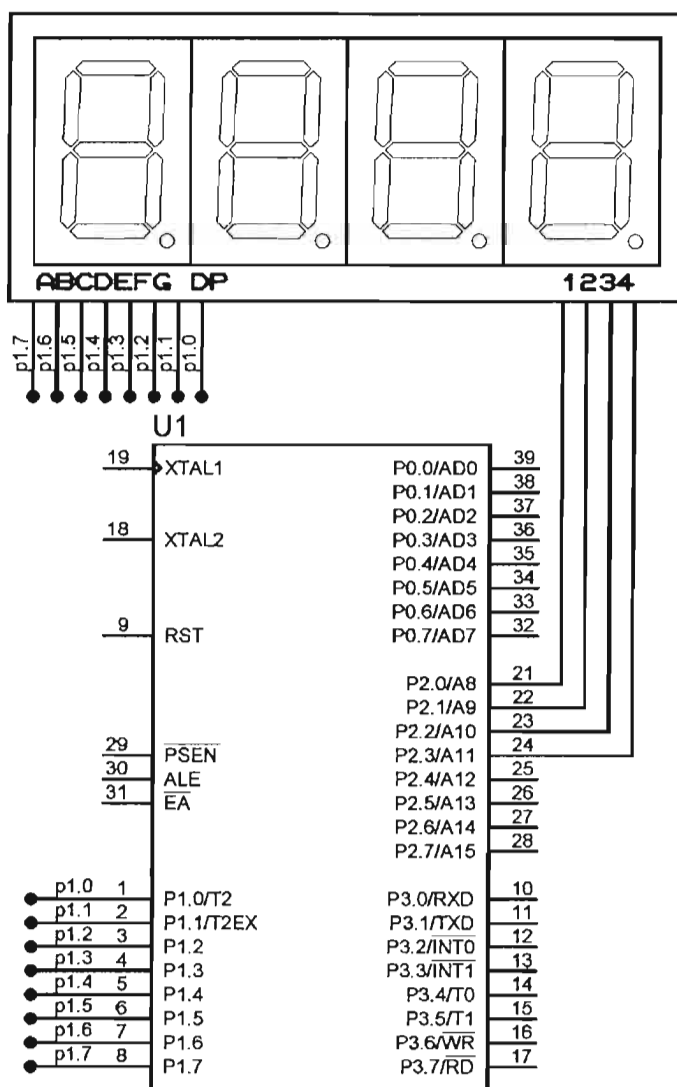


图 7-2 多位数码管字段显示技能训练图

课题二、8 键 8 灯 2 管显示

一、仿真题目 8 键 8 灯 2 管

二、训练目的

掌握I/O口的综合应用技术；掌握延时子程序编写与使用；了解数码管显示原理；了解按键输入的方法；掌握编程技巧；掌握单片机系统的仿真过程。

三、训练任务

P1口接8个按键开关作为输入信号，P0、P2、P3口同步输出。

在按键都没有按下时，P0、P2、P3交替出现高电平和低电平10次，左移5次，右移5次，如此循环。

按下任意按键时，就把按键所接P1口电平送到P0、P2、P3、P1口输入，P0、P2、P3口输出，所有输出都是P0、P2、P3相同，以便比较产生的效果。研究数码管的字形与代码的关系，便于将来按照数位和字段变化规律编写显示程序。

四、训练准备

- 8 键 8 灯 2 管显示电路如图 7-3 所示。参考源程序(仿真文件夹\第 4 章\8 键 8 灯 2 管)。

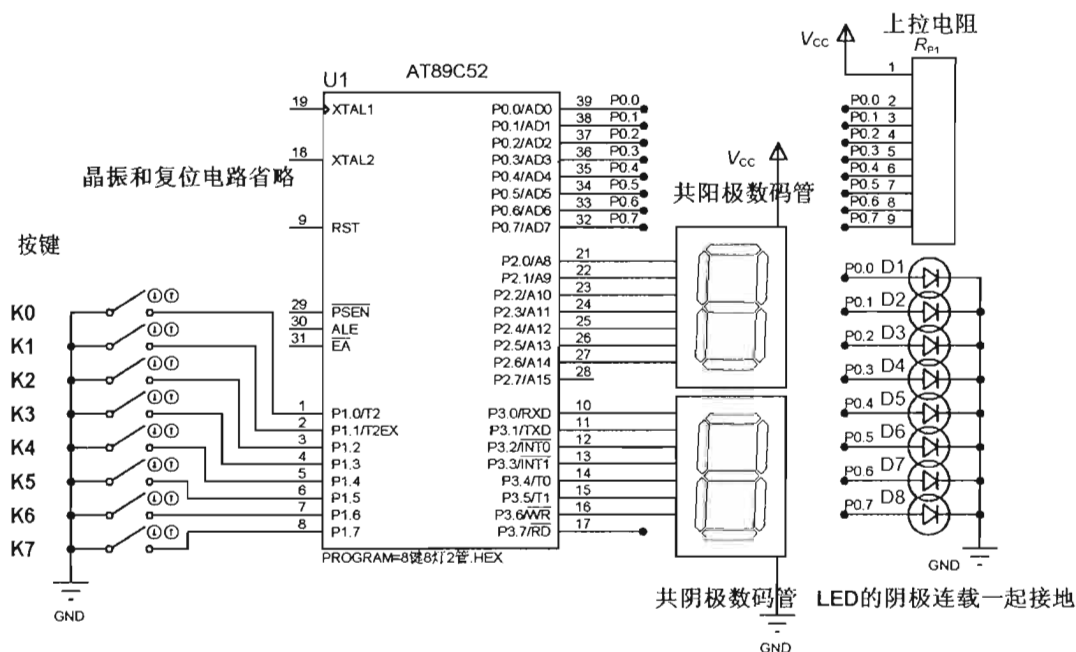


图 7-3 8 键 8 灯 2 管显示电路图

五、操作步骤

4. 点击不同按键, 查看代码与显示之间的关系。
5. 研究共阴极、共阳极显示字形的区别。
6. 提交仿真报告。

思考：要让共阴极数码管显示2，应该输入什么代码？

六、说明

主程序开头没有使用伪指令ORG 0000H,但是,一般情况下默认从0000H开始,也是可以的。

导线附近的小方块代表电平高低, 红色代表高电平, 蓝色代表低电平, 灰色代表悬空或中间电平。

仿真程序参考光盘：仿真文件夹\第4章\8键8灯2管\8键8灯2管.DSN。

课题三、单个数码管显示

- 一、仿真题目 单个数码管显示
二、训练目的:

掌握I/O口的综合应用技术；掌握延时子程序编写与使用；重点掌握数码管显示原理，学习数字到字形码的转换方法，为以后编写数码管显示程序做准备；掌握编程技巧；掌握单片机系统的仿真过程。

三、训练任务

P2 口接一个共阳极发光数码管，输出字形 0~F，不断循环显示。

研究数码管的字形与代码的关系，便于将来按照数位和字段变化规律编写显示程序。

四、训练准备

1. 复习数码管的基本知识，如8个LED排列顺序，共阴极和共阳极等。
2. 复习单片机指令功能，特别是查表指令。
3. 复习程序设计的基本方法，注意主程序到子程序的参数传递方法。
4. 重点研究代码与数码管的字形关系，掌握转换方法。

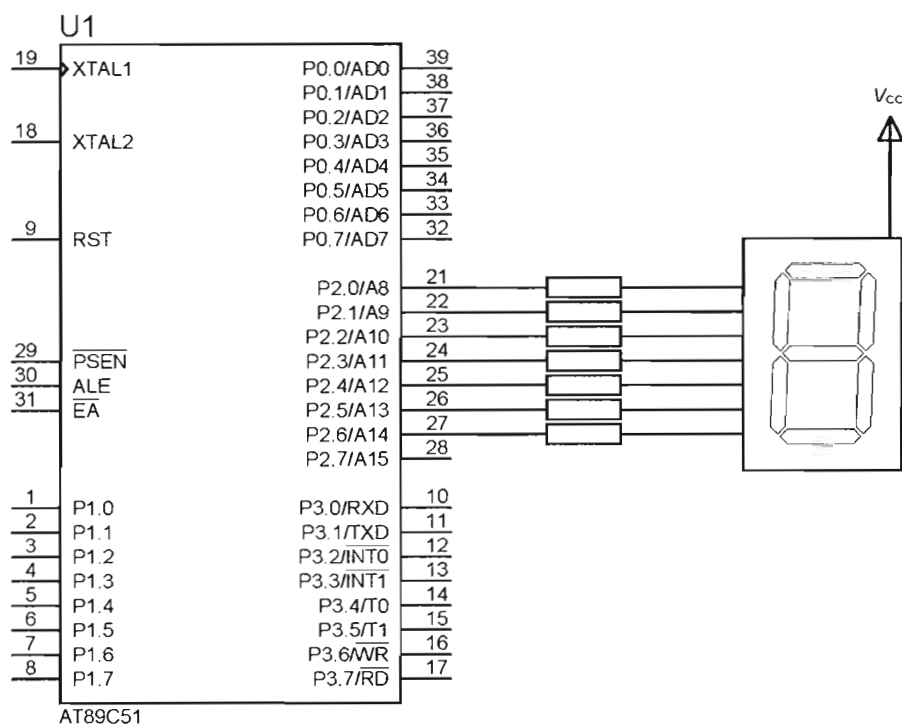


图 7-4 单个数码管显示电路图

单个数码管显示技能训练图如图7-4所示。可以仿照图中共阳极数码管的电路绘制电路原理图，其他无用的元件去掉；也可以直接使用技能训练图的电路，无用的元件不必理会。参考程序（仿真文件夹\第4章\一位数码管）。

五、操作步骤

1. 注意所用的LED数码管的极性，如果是共阴极要修改程序。
2. 这次实验的目的是研究数码管显示程序的编写方法。实验结果要能够按照要求显示。
3. 提交实验报告。

六、说明

思考如下问题：

1. 如果用的是共阳极数码管，应该如何修改程序？
 2. 如果使用的是8键8灯2管的电路，如何使2个数码管显示相同的数码？
 3. 如果用2个相同的数码管显示2位数字，应该如何编程？
 4. 以上程序中标号为DISPTAB1的字形表和标号为DISPTAB2的字形表作用是什么？
- 如果有了答案，要写在实验报告中。如果哪一题目还没有答案，就好好研究一下吧。

课题四、中断控制多种显示样式

一、训练题目 中断控制多种显示样式

二、训练目的

熟练掌握在Proteus环境下原理图绘制；掌握Proteus环境下的源程序编辑与编译；掌握中断方式下程序的编制方法；掌握中断返回的使用方法；掌握Proteus仿真调试方法；

三、实训任务

按钮SW1由 $\overline{INT0}$ 引入单片机，每按一次变换一种显示样式，共四种显示样式，显示样式编号由P2口输出到数码管（共阳极）显示，每种显示样式的具体内容由P1口输出到数码管（共阴极）显示，中断控制多种显示样式电路参考技能训练图7-5。

显示样式1：显示样式数码管显示0~9数码；

显示样式2：显示样式数码管显示9~0数码；

显示样式3：显示样式数码管顺时方向依次显示数码笔画；

显示样式4：显示样式数码管逆时方向依次显示数码笔画；

四、训练准备

复习外部中断的设置、入口地址、中断引脚、响应条件和编程方法等知识。按任务要求准备电路图和程序。

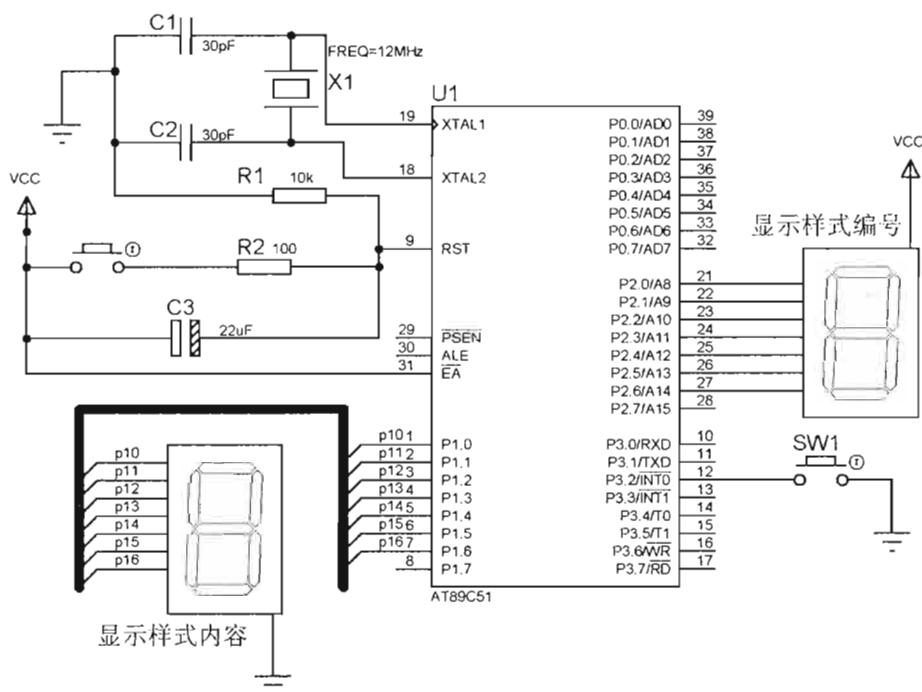


图 7-5 中断控制多种显示技能训练图

参考电路：参考源程序(仿真文件夹\第5章\中断控制多样显示)。

五、实训步骤

1. 按照硬件电路原理图，在Proteus环境下完成原理图绘制；
2. 根据实训任务设计出相应的源程序；
3. 在Proteus下进行源程序的编译；
4. 编译后HEX文件装入单片机仿真运行。

六、说明

光盘提供Proteus仿真文件，运行文件夹\第五章\中断控制多样显示\ZHD5_4.DSN，观察运行结果，并进一步分析源程序。

课题五、中断计数

一、训练题目 中断计数

二、训练目的

继续巩固中断知识，进一步熟悉数码管和显示编程；培养动手能力。

三、训练任务

外中断一次，计数值加1，将结果在2位数码管上显示出来，以十进制的形式显示。

四、训练准备

设计2位数码管显示电路原理图。设计外中断输入电路，确定中断源（参考技能训练图7-6）。设计中断、计数和显示程序。

参考电路：参考程序（仿真文件夹\第5章\中断计数）。

五、训练步骤：

1. 注意所用的LED

数码管的极性，如果是共阴极的要修改程序；

2. 这次实验主要就是要研究中断的应用，然后就是数码管显示程序的编写方法。试验结果要能够按照要求显示，每一次中断显示的数增加一；

3. 提交实验报告。

六、说明

光盘提供Proteus仿真文件，运行仿真文件夹\第5章\中断计数\中断计数.DSN，观察运行结果，并进一步分析源程序。

由于只显示2位数，超过99最高位就没有了，只显示末2位。

思考如下问题：

1. 如果用的是共阳极数码管，应该如何修改程序？

2. 如果要显示3位数，应该如何修改电路和程序？

3. 如果中断采用低电平触发，会出现什么问题？

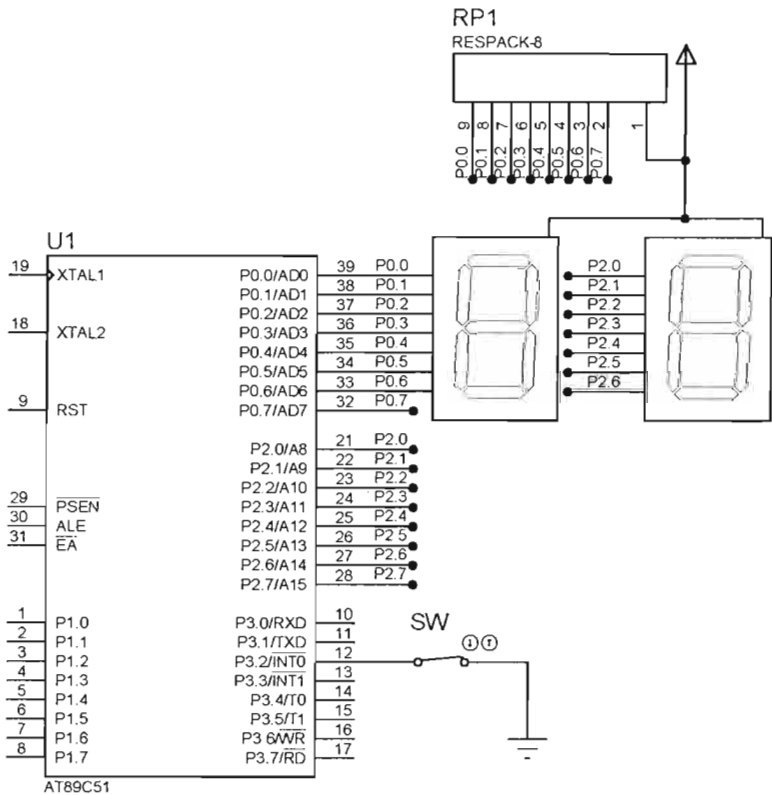


图 7-6 中断计数技能训练图

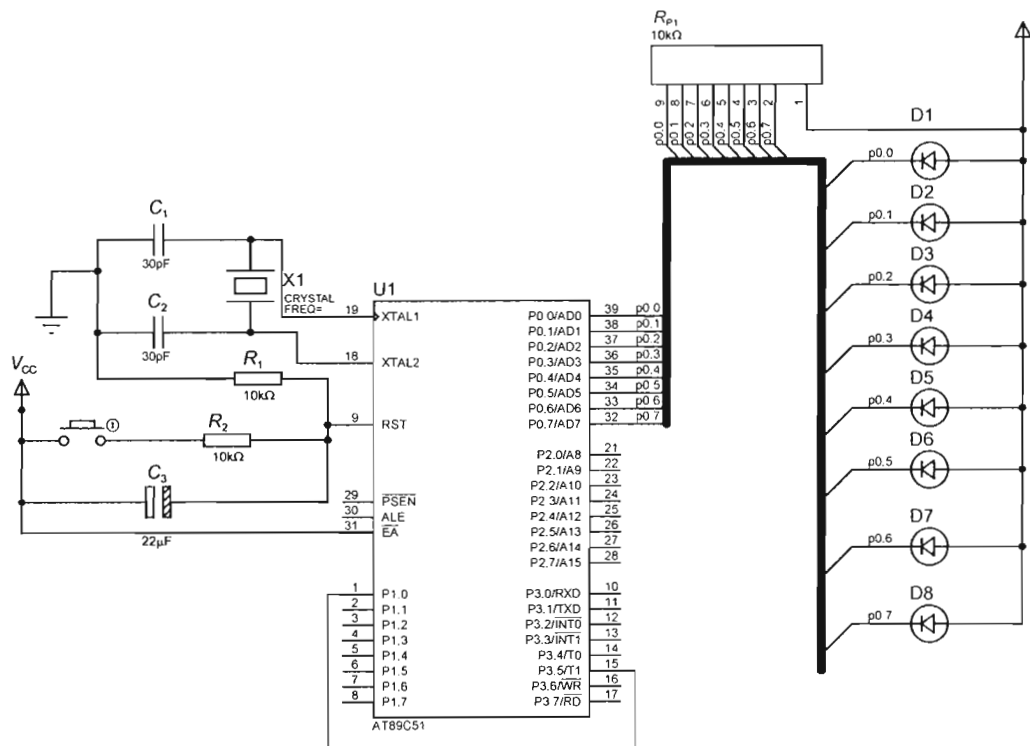


图 7-7 控制发光二极管闪烁技能训练图

课题六、定时器串联应用

一、实训项目 定时器串联应用

二、实训任务

实现发光二极管闪烁（发光2s，熄灭2s）。P0口外接8个发光二极管，引脚P1.0与P3.5相连，设 $f_{osc}=6\text{MHz}$ ，T0与T1串联使用（T0方式1定时，T1方式2计数）。

三、实训目的 灵活使用单片机定时器，利用定时器串联实现长时间延时。

四、实训准备

1. 分析题目要求，在Proteus中绘制原理图（参考技能训练图7-7）。
2. 根据实训任务设计出相应的程序。

五、实训分析

每次定时0.1s，T0的计数初值=3CB0H；

每0.1s对P1.0取反一次，这样T1计数10次，可得2s；

T1的计数初值=256-T1的计数次数=256-10=246；

设置TMOD。T0方式1定时，与外部脉冲无关，TMOD的低4位为0001；T1方式2计数，与外部脉冲无关，TMOD的高4位为0110。

参考程序(仿真文件夹\第6章\定时器串联)，观察运行结果，并进一步分析源程序。

课题七、测试外部脉冲频率

一、实训项目 测试外部脉冲频率

二、实训任务

T0方式1定时，T1方式1计数，外部脉冲由P3.5（T1）引脚输入，将1秒内的脉冲计数值在数码管中显示。

三、实训目的

1. 掌握频率测量的原理；
2. 掌握二—十进制转换程序设计方法；
3. 掌握显示数据传送到显示缓冲区的程序设计方法；
4. 了解数码管动态显示的程序设计思路。

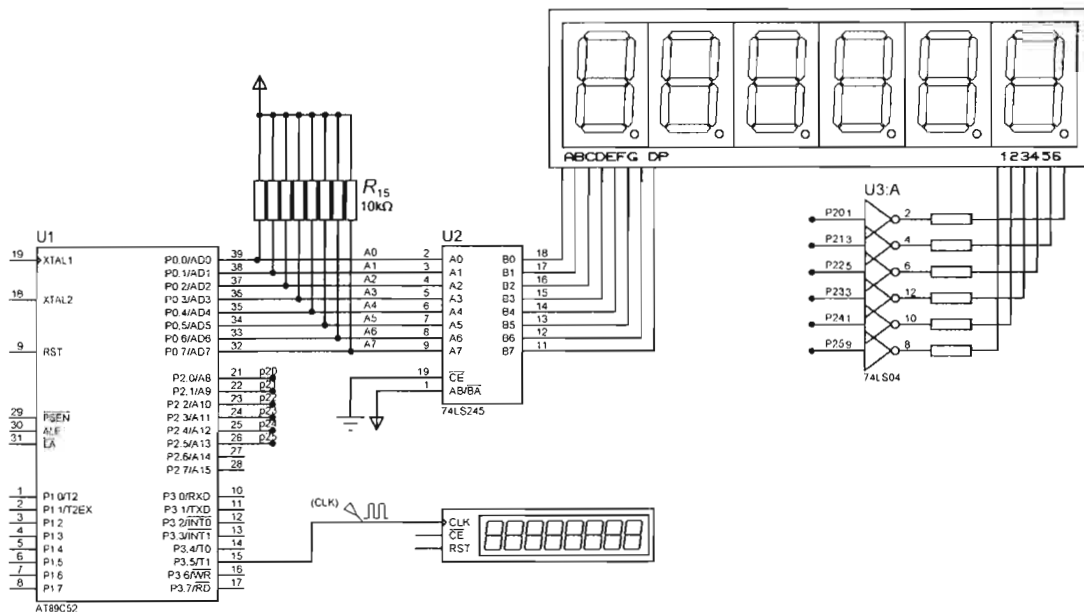


图 7-8 频率计原理技能训练图

四、实训准备

1. 分析题目要求，在Proteus中绘制原理图（技能训练图7-8）。
2. 根据实训任务设计出相应的程序。

参考源程序(仿真文件夹\第6章\频率测量).观察运行结果，并进一步分析源程序。

五、思考题：如何实现以“时 分 秒”的方式进行时钟计时。

课题八、独立式按键和一位数码显示

一、实训目的

1. 练习按键编程；
2. 练习数码显示编程。

二、实训任务（可以根据实际条件改做类似按键和显示的实验）

1. 8个按键，分别对应一个子程序，按1号键，执行第一个子程序，按2号键执行第二个子程序，依此类推。
2. 每个子程序功能是，在一位数码管上显示键号。

三、实训准备

1. 分析电路，准备材料，按图连接电路；
2. 分析任务，编写程序，并仿真调试；
3. 要求用散转指令实现多分支；

参考仿真文件：按键数码.DSN。参考电路如图7-9所示。

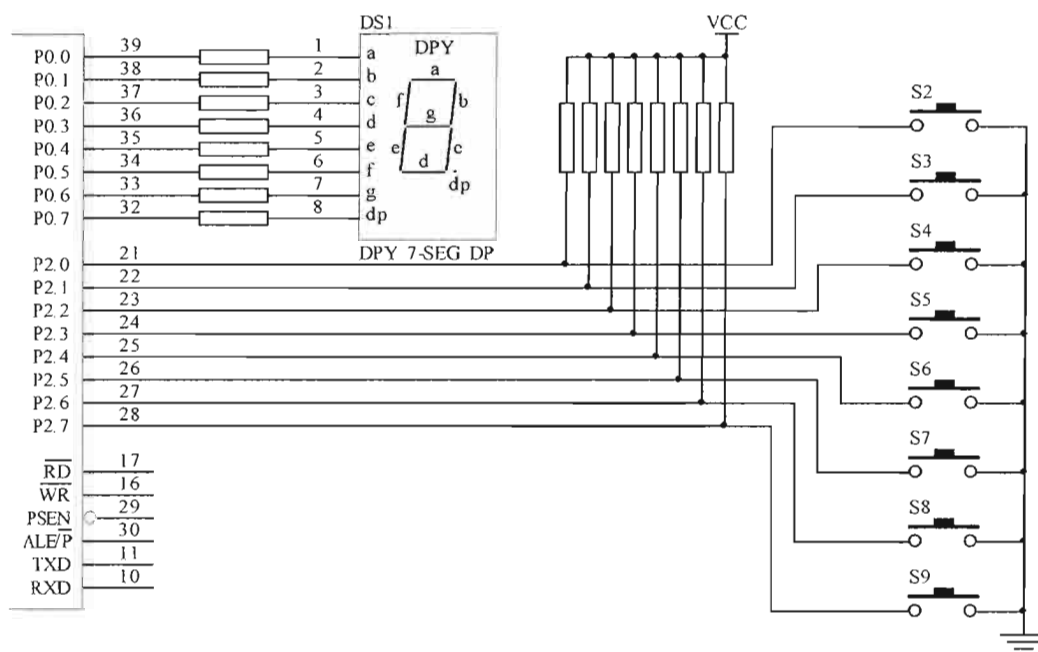


图 7-9 数码显示编程技能训练图

说明：此图省略了单片机的复位和晶振电路，试验时必须加上。

四、参考程序 (仿真文件夹\第9章\按键数码)。

课题九、开关量输出

一、训练目的

1. 熟悉一种开关量的输出方法和驱动电路;
2. 练习输出编程。

二、训练任务

利用单片机控制一路继电器，每秒钟动作一次，就是断开一秒，再接通一秒，依次循环不止。（模仿航标灯）

参考电路如

图7-10所示。

三、训练准备

1. 看懂参考电路图, 准备材料。为了指示继电器的动作, 利用继电器的常开触点控制一个指示灯。

2. 编写控制程序,编写训练步骤,写明所用材料。

四、参考程序(仿真)

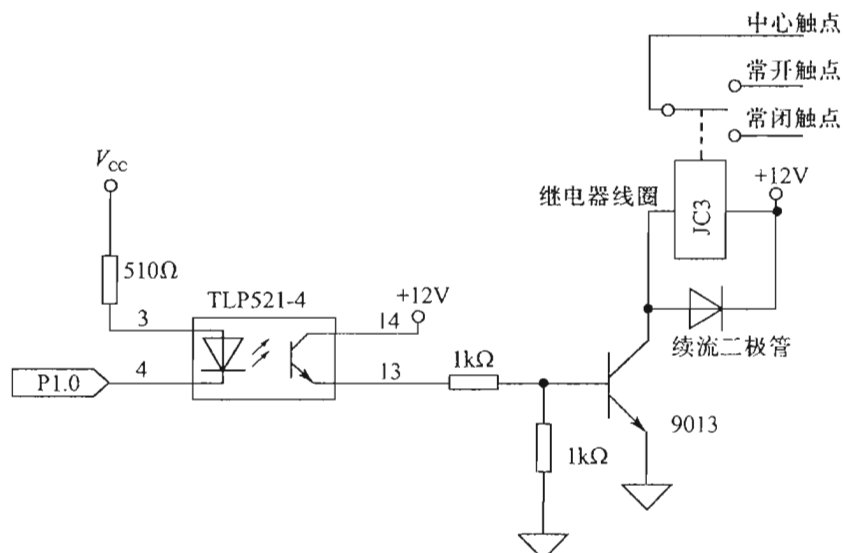


图 7-10 技能训练参考电路图

文件夹\第 10 章\光耦输出 a\光耦输出 a. DSN)。

课题十、模数转换

一、训练目的

1. 熟悉一种ADC芯片ADC0809;
2. 综合应用输出显示电路;
3. 综合程序设计。

二、训练任务

利用ADC0809将可调直流电压（0~5V）通过IN0通道转换成数字量给单片机输入数据，然后处理此数据，最后利用串行口在数码管上显示此数据。（模仿电压表）

三、训练准备

1. 研究第10章的图10-9和它的配套程序，以便采集数据;
2. 研究第7章的训练，利用其显示电路和显示驱动程序，以便显示;
3. 准备训练材料，列出材料清单;
4. 编写能完成这次训练任务的程序，可以利用前面提到的子程序。

四、训练步骤

1. 按照图10-9连接单片机和ADC0809电路。
2. 按照第7章训练连接数码管显示电路，并连接到单片机的串行口。
3. 准备好0~5V直流可调电源，连接到ADC0809的IN0（26号引脚）。
4. 检查电路，确保连接无误。
5. 输入训练程序，并且确保软件仿真验证程序正确,如有错误要修改好。
6. 将程序写入单片机（没有硬件仿真器的情况），将单片机插入实验板。如果有硬件仿真器，则将仿真头插入实验板，程序传送到仿真器。插入的时候要注意不要插错。
7. 经实训指导教师检查允许后，接通电源。
8. 观察电路无异常现象，进行训练记录。
9. 调节输入直流电压，观察显示数据，记录并计算电压对应的数据。
10. 如果出现异常现象，要找出原因并处理好，记录整个过程。

五、参考程序(仿真文件夹\第 10 章\0809ADC+\0809ADC+. DSN)。

项目六、机电一体化实训

实训一、三相异步电动机定子绕组首尾及绝缘电阻测定

一、实训目的

1. 学会对三相定子绕组均无标记时如何辨别绕组的首、尾端；
2. 掌握兆欧表的使用方法并测量绝缘电阻。

二、实训器材

1. 三相异步电动机一台
2. 兆欧表、万用表各一块

三、工作原理

用剩磁法测定定子绕组首尾端，依靠转子旋转时，转子中的剩磁在定子三相绕组内感应出的电动势这一原理来进行测量。如果首尾连接正确则

$\dot{E}_1 + \dot{E}_2 + \dot{E}_3 = 0$ ，如图 8-1 即流过毫安表的电流为零，指针不动，反之指针将产生摆动现象。

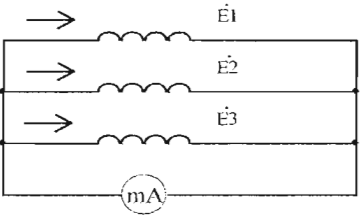


图 8-1 定子首尾连接图

四、实训方法

1. 先用万用表欧姆档 ($\times 10\Omega$) 测试电动机定子三相绕组的六个引出线头，所测量的两个引出线头导通的作为一组（一相）共分成三相，标上记号，然后将假设的三相绕组的首端、尾端分别接在一起。此时，万用表转换成毫安档位 ($\times 1$ 毫安档)， “+” 表笔相连的三个端同为首端（或尾端）， “-” 表笔相连的别处三个端同为尾端（或首端），用手转动转子，如果毫安表指针不动，则说明假设的首、尾端就是实际的首、尾端。如果指针发生摆动，则需要依次调换每相绕组首、尾端重新测试，直至毫安表指针不动为止。

2. 用兆欧表测量电阻

- (1) 将兆欧表置于水平位置，把三相绕阻的每二相接于 E 和 L 两端钮间，以每分钟 120 转速度摇动兆欧表手柄，将三次测量结果填于下表。

绕组	A—B 相	B—C 相	A—C 相
绝缘电阻			

(2) 测量三相绕阻对地（或电动机外壳）的绝缘电阻，测量时将 E 端钮良好接地（电机外壳），L 端分别接三相绕阻，将测量结果填入下表。

绕组	A 相	B 相	C 相
绝缘电阻			

五、思考题

1. 测试中与实际首、尾端不符时电流表为什么产生摆动现象？
2. 在测量电动机绝缘电阻时，被测电动机绕组之间以及对地的绝缘电阻位多少？是否符合要求？

实训二、具有过载保护的连续运行和点动控制线路

一、实训目的

1. 加深点动和单方向旋转与自锁关系的理解；
2. 通过对控制线路的接线，学会将电气原理图变换成安装接线图的方法；
3. 理解什么是电压起动；
4. 了解电路中的各种保护；
5. 掌握主电路、控制电路接线要求。

二、实训器材

三相异步电动机；电源开关；熔断器；交流接触器；热继电器；三联按钮；万用表；两种规格导线若干。

三、工作原理

合上电源开关 QS。

1. 连续控制

启动 按下 SB2→KM 线圈通电→KM 自锁触电闭合、KM 主触点闭合→电动机 M 全压起动并连续运行。

停止 按下 SB1→KM 线圈失电→KM 自锁触电断开；KM 主触点断开→电动机 M 断电停转。

2. 点动控制

启动 按下 SB3→SB3 常闭触电先断开，切断自锁电路；SB3 常开触点先闭合→KM 线圈通电→KM 自锁触电闭合（但自锁电路不通）；KM 主触点闭合→电动机 M 起动运行。

停止 松开 SB3→SB3 常开触点先断开，SB3 常闭触点后闭合（此前 KM 自锁触电已断开）→KM 线圈失电→KM 自锁触电断开，KM 主触点断开→电动机 M 断电停转。

四、电气原理图

电气原理图如图 8-2 所示。

五、思考题

1. 比较点动与连续正转在控制结构上的主要区别。
2. 简述熔断器的保护功能、熔断原理和保护特性，并说明它与热继电器的保护相比有何区别？熔断器和热继电器在使用时能否互换？为什么？
3. 电路中都有哪几种保护？如何实现？

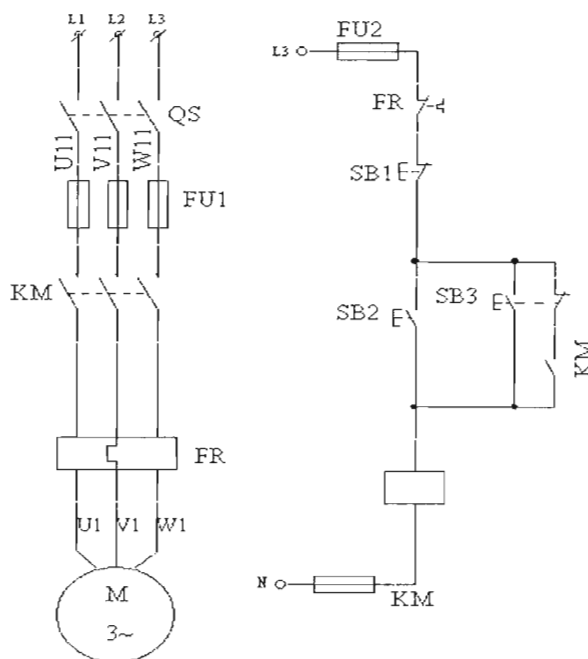


图 8-2 电气原理图

实训三、两台电动机顺序控制线路

一、实训目的

1. 加深对多台电动机有特殊要求的控制线路的理解及明确先后关系；
2. 通过训练，提高对控制线路故障分析和故障排除能力。

二、实训器材

KM2 主触点闭合→电动机 M 串电阻反接制动→转速小于 120n/min 时,速度继电器 KA 触电断开, KM2 线圈失电→KM2 自锁触电断开; KM2 主触点断开; KM2 互锁触电闭合→电动机 M 脱离电源 (制动结束)。

四、反接制动电阻的计算

$$R = K \frac{U}{I_{ST}} \quad P = I_N^2 R$$

根据经验工式:

I_{ST} ——全压时起动电流; U ——定子绕组电压; I_N ——额定电流; K ——系数

制动电流不超过全压起动的电流时, K 为 0.13; 制动电流不超过全压起动的电流一半时, K 为 1.5。

本电路特点制动力矩大、制动迅速、设备简单; 缺点是制动准确性差, 制动过程冲击强烈, 易损坏传动零件。一般只适用于系统惯性较大制动要求迅速且不频繁的场所。

五、电气原理图

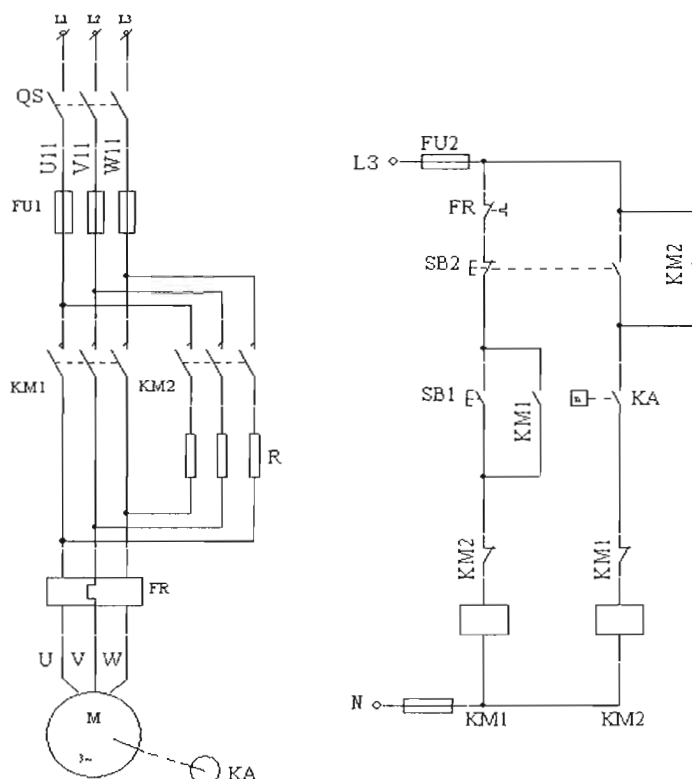


图 8-4 电动机单向起动反接制动控制电气原理图

六、思考题

1. 已知: 一台 5.5KW 三相异步电动机, 额定工作电流 11A, 工作电压 380V。计算制动电阻?
2. 简述制动工作原理。
3. 反接制动时, 为什么要选择串电阻? 如果不串电阻或串电阻过大或过小会有什么情况发生。
4. 速度继电器在控制中起什么作用? 什么情况下其常开触点会动作?

实训五、三相异步电动机正反转控制

一、实训目的

1. 用接触器控制正反转线路的工作原理和接线方法；
2. 理解什么是互锁控制。

二、实训器材

三相异步电动机；电源开关；熔断器；交流接触器；热继电器；.三联按钮；万用表；导线若干。

三、工作原理

合上电源开关 QS。

1. 正转 按下 SB1→KM1 线圈得电→KM1 常闭触点断开，对 KM2 互锁；KM1 自锁触点闭合；KM1 主触点闭合→电动机 M 正转运行。

2. 反转 先按下 SB3→KM1 线圈得电→KM1 互锁触点闭合，解除对 KM2 的互锁；KM1 自锁触点断开；KM1 主触点断开→电动机 M 停转。

再按下 SB2→KM2 线圈得电→KM2 互锁触点断开，对 KM1 互锁；KM2 自锁触点闭合；KM2 主触点闭合→电动机 M 反转运行。

本电路特点是线路相对简单，工作安全可靠，缺点是操作不便。正、反转换时要经过“正—停—反”的过程。

四、电气原理图

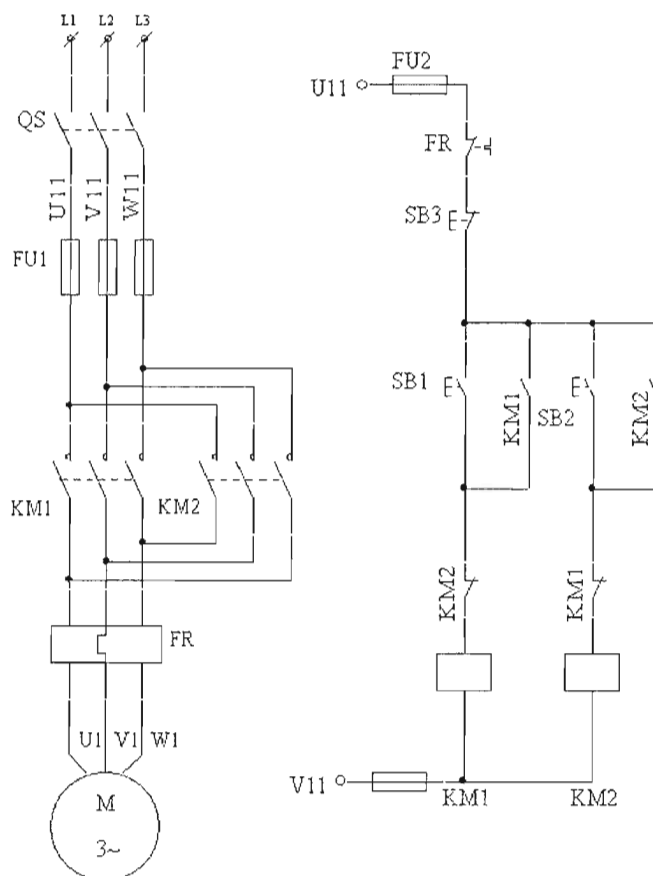


图 8-5 三相异步电动机正反转控制电气原理图

五、思考题

1. 简述控制线路中有几对互锁触点和自锁触点？自锁触点与互锁触点的作用各是什么？
2. 电机在正转情况下，可否直接反转状态？为什么？
3. 如果按下 SB1 后不能正转分析故障原因？

实训六、双重互锁正反转控制线路

一、实训目地

1. 掌握按钮互锁与接触器互锁控制原理；
2. 熟悉按钮的使用和正确接线。

二、实训器材

三相异步电动机；电源开关；熔断器；交流接触器；热继电器；三联按钮；万用表；两种规格、颜色的导线若干。

三、工作原理

该控制线路的特点是采用按钮、接触器、双重互锁控制。正、反转切换时可直接转换，不必按下停止按钮。操作方便，工作安全可靠，广泛用于电力拖动系统中。

合上电源开关 QS。

1. 正转 按下 SB1→KM1 线圈得电→SB1 常闭触点断开，实现机械互锁（切断反转控制电路）；KM1 自锁触点闭合；KM1 主触点闭合（电动机 M 正转）；KM1 常闭触点断开，实现电气互锁（切断反转控制电路）。

2. 反转 直接按下 SB2：

（1）SB2 常闭触点先断开→KM1 线圈失电→KM1 自锁触点断开；KM1 主触点断开（电动机 M 断电停转）；KM1 互锁触点闭合（为反转起动做准备）。

（2）SB2 常开触点后闭合→KM2 线圈得电→KM2 自锁触点闭合；KM2 主触点闭合（电动机 M 反转）；KM2 常闭触点断开，实现互锁（切断正转电路）。

3. 停止 按下 SB3→KM2 线圈得电→KM2 自锁触点断开；KM2 常闭触点闭合；KM2 主触点断开（电动机 M 断电停转）。

四、电气原理图

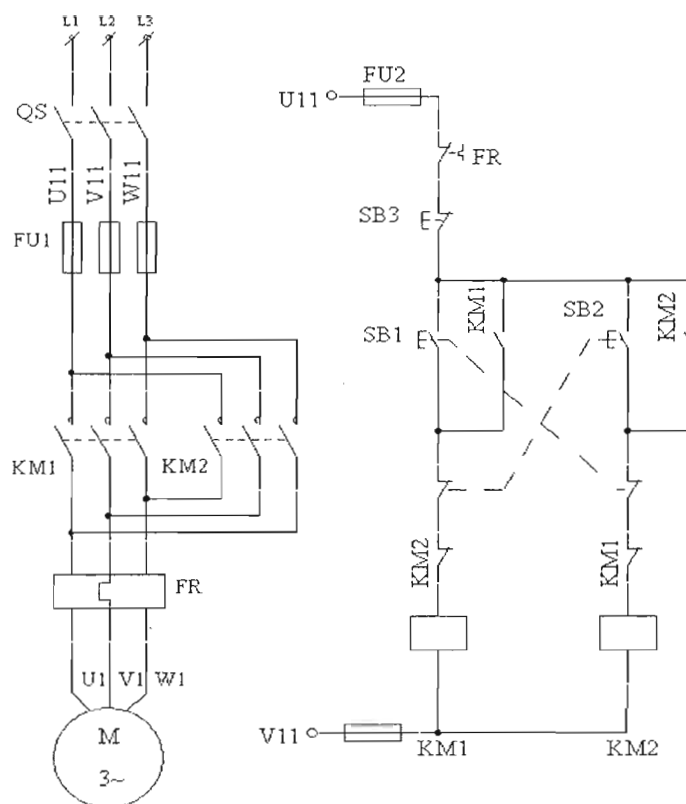


图 8-6 三相异步电动机正反转控制电气原理图

五、思考题

1. 该控制线路在实际应用中是否适合频繁换向的场合？
2. 电动机在正转情况下。操作者轻轻按下反转起动按钮 SB2，发现电动机停止正转，而没有出现反转，试分析原因。

实训七、Y-Δ降压起动控制

一、实训目的

1. 了解时间继电器的结构工作原理及使用方法；
2. 加深理解 Y-Δ 起动控制线路的工作原理及接线方法。

二、实训器材

三相异步电动机；电源开关；熔断器；交流接触器；热继电器；三联按钮；万用表；时间继电器；导线若干。

三、工作原理

三相异步电动机 Y-Δ降压起动控制工作原理如图 8-7 所示。

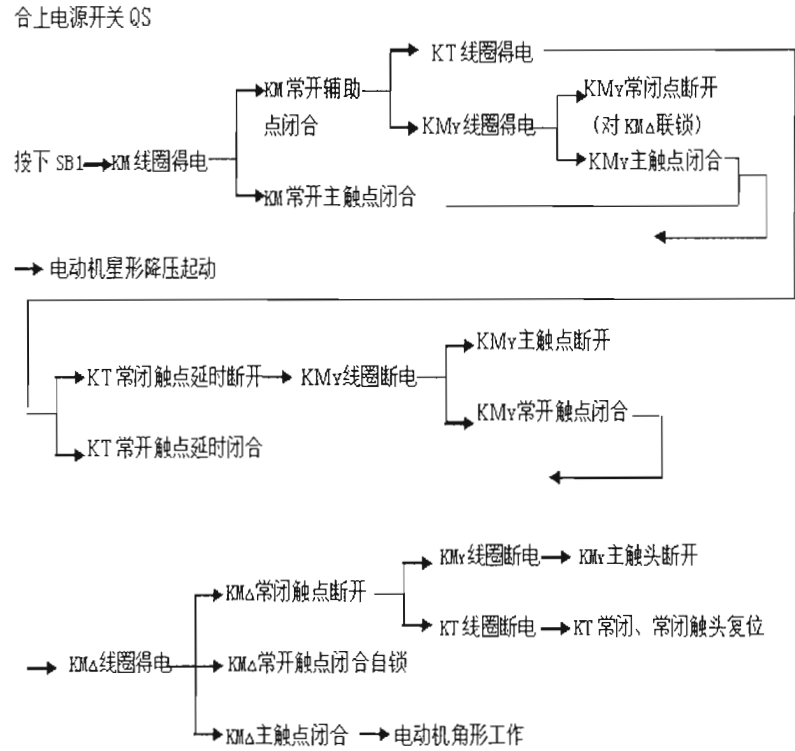


图 8-7 电动机 Y—Δ降压起动控制工作原理图

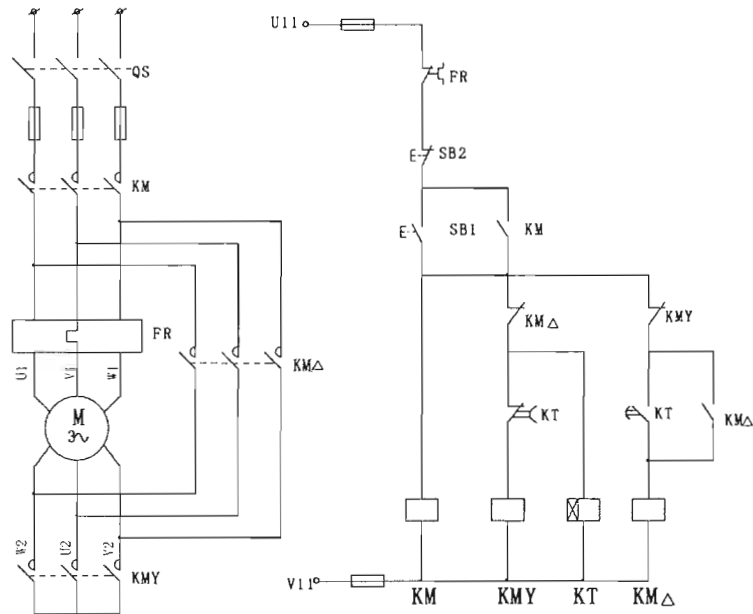


图 8-8 电动机 Y-Δ降压起动控制电气原理图

图 8-9 三相异步电动机能耗制动控制电气原理图

三相异步电动机能耗制动控制电气原理图如图 8-9 所示。

六、思考题

1. 接入电动机，调解滑线变阻器，观察制动电流对制动时间有何影响？
2. 本控制线路可否用速度继电器来控制制动？如果可以，请画出电气原理图？

实训九、双速异步电动机自动加速控制线路

一、实训目的

1. 掌握双速异步电机调速原理；
2. 完成主电路、控线路的接线。

二、实训器材

双速异步电机；电源开关；熔断器；交流接触器；热继电器；三联按钮；万用表；时间继电器；导线若干。

三、工作原理

本控制线路以 Δ -YY 接法的双速异步电动机为例，该控制线路主要是通过改变电动机定子绕组的接法，使电动机的极对数发生改变，获得两种转速。控制原理自行分析。

四、控制电气原理图

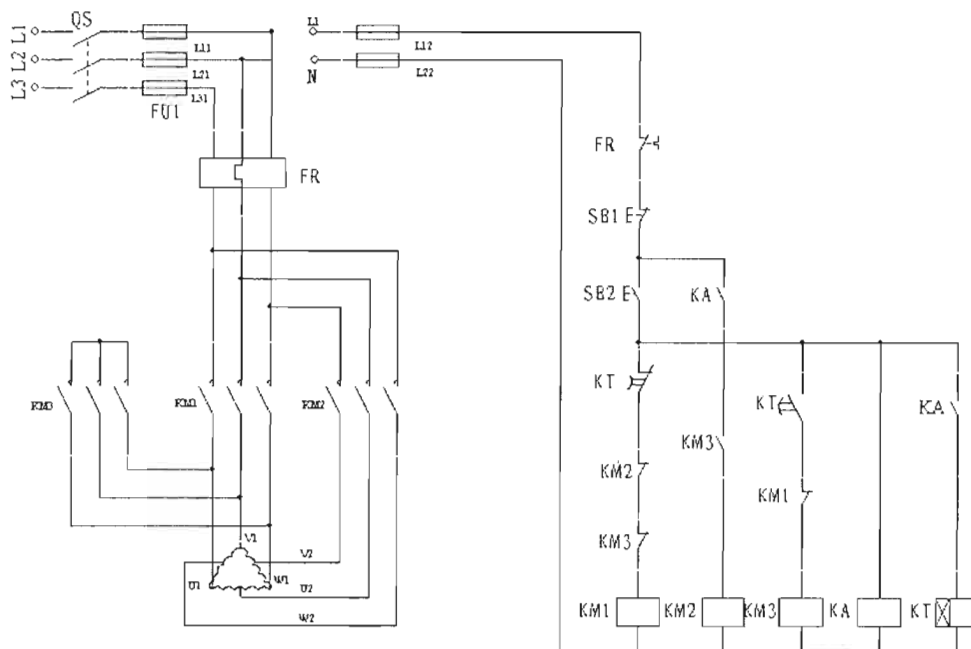


图 8-10 双速异步电动机自动加速控制电气原理图

五、思考题

1. 简述该控制线路是如何实现变速的？为什么改变极对数，会引起转速的变化？

实训十、直流电动机的正反转控制与调速控制

一、实训目的

1. 掌握直流电动机正反转控制的方法和接线。

2. 了解改变电机电枢电压、励磁电压实现调速的方法。

二、实训器材

自控系统实验装置；转速表；万用表；电流表；直流他励电动机。

三、实训电气原理图

直流电动机正、反转控制电气原理图如图 8-11 所示；调速控制电气原理图如图 8-12 所示。

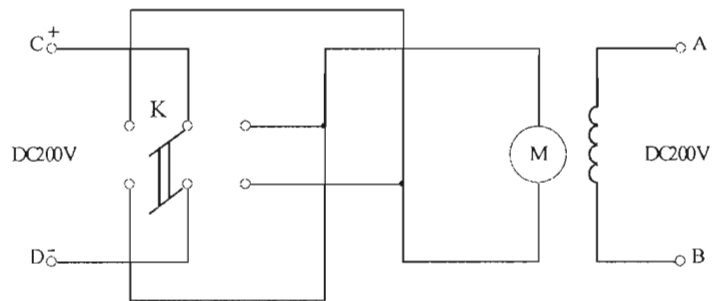


图 8-11 直流电动机正、反转控制电气原理图

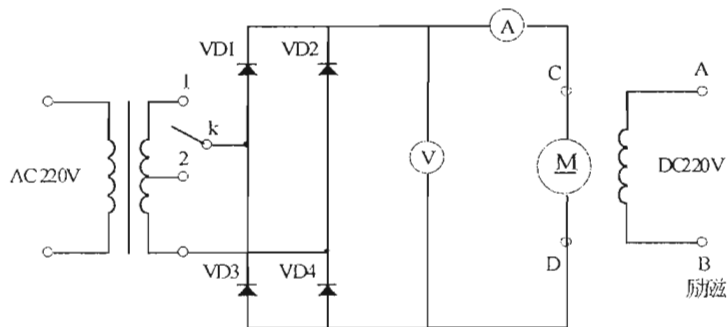


图 8-12 直流电动机调速控制电气原理图

四、实训内容与步骤

1. 观察直流电动机的正反转。按图 8-11 接线，经老师检查后，先给“励磁”通电，后接通电枢回路，观察电机转向，当分别改变电枢电压极性和励磁电压极性时，观察电机转向，将结果记入下表。

励磁电压		电枢电压		电机转向
A	B	C	D	
+	-	+	-	
-	+	+	-	
+	-	-	+	
-	+	-	+	

2. 改变电压调速

(1)按照图 8-12，电机正常起动后，将变压器输出电压转换开关 K 置于“2”端。用万用表和转速表分别测量电枢电压 U 和电机转速 n 结果记入下表。

(2)将变压器转换开关置于“1”重复上述过程。

励磁电压	电枢电压 U	电机转速 n (r/min)
220V		

五、思考题

1. 在实训中为什么先给励磁绕组通电？
2. 通过改变电枢电压或励磁电压的方法均可以改变直流电机的转向，在实际正反转控制电路中，你认为采用哪种安全？

实训十一、单相变压器的空载与短路实验

一、实训目的

1. 掌握单相变压器空载实验与短路实验的方法；
2. 用实验的方法测定单相变压器空载损耗，测定电压变比；
3. 根据实验数据研究变压器空载特性和短路特性。

二、实训器材

交流电流表；万用表；单相功率表；单相变压器；单相自耦变压器；导线若干。

三、实验内容与步骤

1. 空载实验

(1) 测定变比

按如图 8-13 所示接线，将调压器输出电压调节器至 0V 位置，经老师检查后合闸通电。调节调压器手柄使 U_1 逐渐增大到 U_1 (220V) 后并测量变压器副边电压 U_2 。

记录结果为： $U_1=220V$ $U_2=$

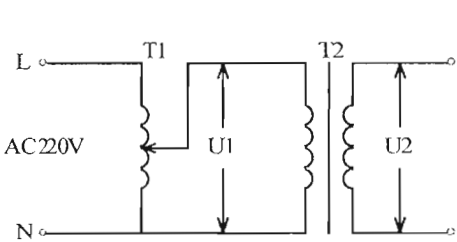


图 8-13 测定电压变化接线图

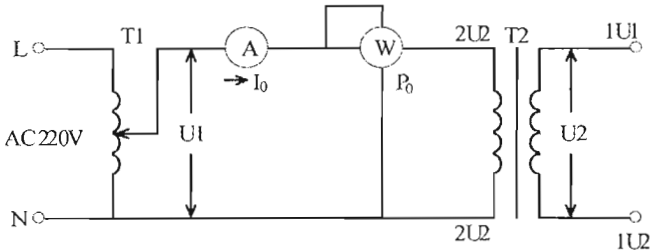


图 8-14 变压器空载实验原理接线图

(2) 空载参数测定

按如图 8-14 所示接线，将调压器输出电压调节至 0V 位置。经教师检查后合闸通电。调节调压器手柄使变压器原方电压达到额定值。 $U_1=220V$ 然后测量空载电流 I_0 。空载损耗 P_0 和副边电压 U_2 。记录结果填入下表。

U_1	I_0	P_0	U_2
220V			

(3) 测空载特性

如图 8-14 所示。 调节调压器手柄，使变压器原方电压 U_1 从逐渐增大，测出相应的空载电流 I_0 。记录结果填入下表。

$U_1(V)$	0	1	2	5	10	20	46	60	80	100	200	220	230	245
$I_0(A)$														

2. 短路实验

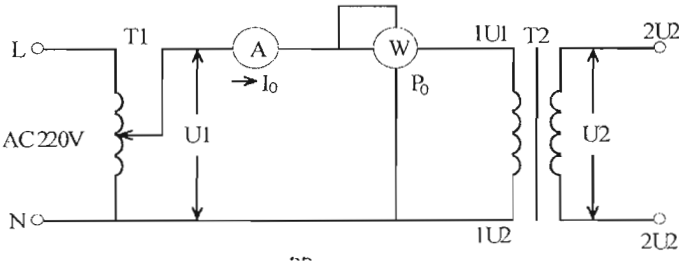


图 8-15 变压器短路实验原理接线图

如图 8-15 所示。将变压器原方法短接（注：将单相变压器原副方对调），并将调压器输出电压调至 0，经老师检查后，合闸通电。缓慢调节调压器使电流 I_K 达到额定电流（1A）。测量短路损耗（ P_K ），短路电压（ U_K ）室内温度（ T_C ），记录结果填入下表。

I_K	P_K	U_K	T_C
1A			

四、思考题

1. 变压器在实际使用中，副边能短路吗？短路实验中的“短路”有什么特殊之处？

附：电工常用仪表的使用及维护

一、万用表

万用表是一种多用途和多量限的电气测量仪表。万用表分指针式和数字式两种。一般万用表可测量交流电压和电流，直流电压和电流及电阻等。数字式万用表除了可测试上述参数以外，有的还可以测量电容、电感等。

指针式万用表 在使用前首先要检查仪表指针是否停在标尺左端的零位上，如果不在零位可旋转表盘上的机械调零旋钮，将指针调到零位。

测量电阻之前，应根据被测电阻选择相应的量程。在测量电阻之前要将两表笔短接一下，完成欧姆调零。在实际测量电阻时每换一档量程都需要调零。如经调零电位器调零后指针仍不能指到零位，说明表内电池电压已下降到一定值应更换新电池。如果在更换完新电池后仍不能将其调至零位，有可能调零电位器有故障或表内有故障，需要做进一步检查修理。在使用中读电阻值时其阻值等于读数乘以该量程的倍数。要想得到准确被测值，万用表量程要与被测电阻值接近（应使万用表的指针指向表盘中间附近位置为宜），才能使被测值准确。

测量电路上的某一电阻值时，必须断开被测电路的电源，同时应断开被测电阻的一端让其悬空，从而避免其它并联电路影响测量结果。另外，也不能在测量时用手捏住电阻的两端，因为这样相当于将人体电阻与被测电阻并联，影响测量结果的准确性。

测量直流电压、直流电流时要注意要选对测量种类和量程，不能错用电阻档测量电压和电流，以免烧坏表头。在不清楚被测电压或电流的数量级别时，可以先选择最大的量程然后在逐步减小量程，测量直流电压和电流时，应该注意极性，如反接表针反摆极易损坏表针。

二、兆欧表

现主要介绍兆欧表的结构和使用方法。

兆欧表是用来测量电气设备绝缘电阻的仪表。

手摇式兆欧表又称摇表。手接式兆欧表主要是由手摇发电机和表头（磁电式）两部分组成。它的电压等级分常用的有 500 伏、1000 伏、2500 伏三种规格。

兆欧表上有 3 个接线端子：L 端子接被测物体；E 端子接地；G 端子为保护环。

测量电动机、电器或线路对地绝缘电阻时，其导电部分与 L 端子相连接，接地线或设备的外壳、基座等与 E 端子相接。测量电缆的线芯对其外壳的绝缘电阻时，线芯接 L 端子，电缆外壳接 E 端子。为了消除表面泄漏电流对测量结果的影响，要将电缆的绝缘层与 G 端子相连。

兆欧表使用方法如下：

（1）根据被测物体的电压等级正确选择兆欧表。（例如：500V 以下的电气设备，应选用 500V 兆欧表，1000V 以上的高压电气设备和线路应分别选用 2500V 或 5000V 的兆欧表。

（2）测量前首先要对兆欧表进行一次开路和短路试验，检查兆欧表是否完好。开路试验是将两根导线分开，摇动手柄，正常情况下表针应当指向“∞”处。短路试验是将两根测量导线短接，缓慢摇动手柄，正常情况下表针应当指向“0”处，则该台兆欧表没有故障，相反则为故障仪表不能使用。

（3）兆欧表在使用时应当将其放平，摇动手柄的速度应当控制在 120r/min 且要均匀，连接兆欧表的导线要选用绝缘良好的单股线，不要选用胶线，测量用的导线要分开悬空。

（4）对于测量如电力变压器、高压电动机等设备，测量前各相间都要对地放电。

（5）测量前必须确认被测物体已经切断电源，禁止在雷电或设备、线路带电的情况下测量。

（6）在测量电缆线路、电容器、电动机和变压器等电气设备绝缘电阻时，由于兆欧表

要向它们所存在的电容充电，所以测量结束后，应对被测物短路放电。

(7) 为了安全起见，测量时两手不能同时接触兆欧表的两根接线柱或是测量导线的金属部分。

(8) 测量中如指针已经指零，则立即停止摇动手柄以免烧坏表头。

三、钳型电流表

钳型电流表分为交流和直流两种。交流钳型电流表分为指针式和数字式两种（下面主要介绍数字式）。

数字交流钳型电流表是从电流互感器取出信号经过电子线路处理后有液晶显示屏显示出量值的大小。有的表头还设置显示数字保持功能，即测量时按下保持按钮，就把所显示的数字记忆并保持下来，不像指针式表头那样只要一放开被测载流导线，指针指示就消失。

目前钳型电流表存在抗电磁干扰性能差、线性度差，被测导线位置影响大。如果感应线圈绕制不当，误差会更大。所以，使用钳型电流表测出的电流值不十分精确，但使用方便，所以还是广泛用于现场电流测量。

钳型电流表的使用方法：

测量负载电流时，必须将电流表串接在被测电路中。而钳型电流表是在不中断被测线路的情况下测量电流的一种仪表。

(1) 使用钳型电流表测量电流之前要先检查仪表是否完好，手柄是否干燥、清洁。

(2) 被测电路的电压不能超过钳型电流表的额定值。

(3) 测量前要先估计被测电流的大小，选择合适的量程。如果不知被测电流的大小，可将量程开关调至最大值上测量，然后根据测量值的实际大小变换合适的量程，以提高测量精度。

(4) 测量时被测载流导线放在钳型口的中央，以免产生误差。同时要使钳口紧密结合。如果钳口接合不紧，则会产生响声，这时可将钳口重新接合；如果还有响声，应检查钳口上面有无污物或杂质存在，如果发现应当及时清理。

(5) 测量时为了安全起见，仪表不要触及其他带电部位。如果载流导线是根裸漏的导线，应在测量操作过程中，要细心，不要让钳口处的铁心触及裸线。手持把柄，使仪表放平。

(6) 测量 5A 以下的电流时，为了得到较准确的数字，在条件允许的情况下，可将导线在钳口处多绕几圈测量。实际的电流值等于所测值除以圈数。

项目七、PLC工业控制与编程实训

概 述

可编程控制器是采用微机技术的通用工业自动化装置，近几年来，在国内已得到迅速推广普及。正改变着工厂自动控制的面貌，对传统的技术改造、发展新型工业具有重大的实际意义。

可编程序控制器，英文称 Programmable Controller，简称 PC。人们习惯地用 PLC 作为可编程序控制器的缩写。它是一个以微处理器为核心的数字运算操作的电子系统装置，专为在工业现场应用而设计，它采用可程序的存储器，用以在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时/计数和算术运算等操作指令，并通过数字式或模拟式的输入、输出接口，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 是微机技术与传统的继电接触控制技术相结合的产物，它克服了继电接触控制系统中的机械触点的接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性和灵活性差的缺点，充分利用了微处理器的优点，又照顾到现场电气操作维修人员的技能与习惯，特别是 PLC 的程序编制，不需要专门的计算机编程语言知识，而是采用了一套以继电器梯形图为基础的简单指令形式，使用户程序编制形象、直观、方便易学；调试与查错也都很方便。用户在购到所需的 PLC 后，只需按说明书的提示，做少量的接线和简易的用户程序的编制工作，就可灵活方便地将 PLC 应用于生产实践。

一、PLC 的结构及各部分的作用

PLC 的类型繁多，功能和指令系统也不尽相同，通常由主机、输入/输出接口、电源、编程器扩展器接口和外部设备接口等几个主要部分组成。

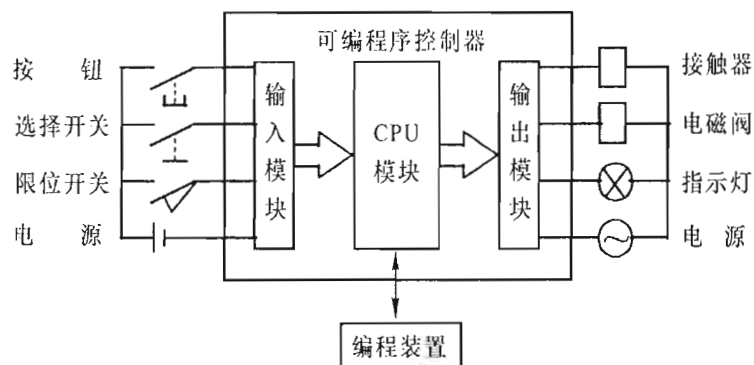


图 9-1 PLC 硬件系统结构图

PLC 的硬件系统结构如下图 9-1 所示。

1. 主机

主机部分包括中央处理器（CPU）、系统程序存储器和用户程序及数据存储器。CPU 是 PLC 的核心，它用以运行用户程序、监控输入/输出接口状态、作出逻辑判断和进行数据处理，即读取输入变量、完成用户指令规定的各种操作，将结果送到输出端，并响应外部设备（如编程器、电脑、打印机等）的请求以及进行各种内部判断等。PLC 的内部存储器有两类，一类是系统程序存储器，主要存放系统管理和监控程序及对用户程序作编译处理的程序，系统程序已由厂家固定，用户不能更改；另一类是用户程序及数据存储器，主要存放用户编制的应用程序及各种暂存数据和中间结果。

本实验装置共有三种型号的三菱主机供用户根据自身的需要加以选用。

(1) FX1N-40MR-001 AC/DC/继电器内置数字量 I/O (24 路开关量输入，16 路继电

器输出), 另配置 FXON-3A 模拟量模块 (2 路模拟量输入, 1 路模拟量输出); FX2N-485-BD 通信模块; SC-09 通信编程器, 采用 RS485 网络通信。

(2) FX2N-48MR-001 AC/DC/继电器内置数字量 I/O (24 路开关量输入, 24 路继电器输出), 另配置 FXON-3A 模拟量模块 (2 路模拟量输入, 1 路模拟量输出), FX2N-485-BD 通信模块。SC-09 通信编程器, 采用 RS485 网络通信。

(3) FX2N-48MR-001 AC/DC/继电器内置数字量 I/O (24 路开关量输入, 24 路继电器输出), 另配置 FXON-3A 模拟量模块 (2 路模拟量输入, 1 路模拟量输出), FX2N-32CCL 通信模块。SC-09 通信编程器, 采用 CC-Link 网络通信。

2. 输入/输出 (I/O) 接口

I/O 接口是 PLC 与输入/输出设备连接的部件。输入接口接受输入设备 (如按钮、传感器、触点、行程开关等) 的控制信号。输出接口是将主机经处理后的结果通过功放电路去驱动输出设备 (如接触器、电磁阀、指示灯等)。I/O 接口一般采用光电耦合电路, 以减少电磁干扰, 从而提高了可靠性。I/O 点数即输入/输出端子数是 PLC 的一项主要技术指标, 通常小型机有几十个点, 中型机有几百个点, 大型机将超过千点。

3. 电源

图中电源是指为 CPU、存储器、I/O 接口等内部电子电路工作所配置的直流开关稳压电源, 通常也为输入设备提供直流电源。

4. 编程器

编程器是 PLC 的一种主要的外部设备, 用于手持编程, 用户可用以输入、检查、修改、调试程序或监视 PLC 的工作情况。除手持编程器外, 还可通过适配器和专用电缆线将 PLC 与电脑联接, 并利用专用的工具软件进行电脑编程和监控。

5. 输入/输出扩展单元

I/O 扩展接口用于连接扩充外部输入/输出端子数的扩展单元与基本单元 (即主机)。

6. 外部设备接口

此接口可将编程器、打印机、条码扫描仪等外部设备与主机相联, 以完成相应的操作。

二、PLC 的工作原理

PLC 是采用“顺序扫描, 不断循环”的方式进行工作的。即在 PLC 运行时, CPU 根据用户按控制要求编制好并存储于用户存储器中的程序, 按指令步序号 (或地址号) 作周期性循环扫描, 如无跳转指令, 则从第一条指令开始逐条顺序执行用户程序, 直至程序结束。然后重新返回第一条指令, 开始新一轮新的扫描。在每次扫描过程中, 还要完成对输入信号的采样和对输出状态的刷新等工作。

PLC 的扫描一个周期必经输入采样、程序执行和输出刷新三个阶段。

PLC 在输入采样阶段: 首先以扫描方式按顺序将所有暂存在输入锁存器中的输入端子的通断状态或输入数据读入, 并将其写入各对应的输入状态寄存器中, 即刷新输入。随即关闭输入端口, 进入程序执行阶段。

PLC 在程序执行阶段: 按用户程序指令存放的先后顺序扫描执行每条指令, 执行的结果再写入输出状态寄存器中, 输出状态寄存器中所有的内容随着程序的执行而改变。

输出刷新阶段: 当所有指令执行完毕, 输出状态寄存器的通断状态在输出刷新阶段送至输出锁存器中, 并通过一定的方式 (继电器、晶体管或晶闸管) 输出, 驱动相应输出设备工作。

三、PLC 的程序编制

1. 编程元件

PLC 是采用软件编制程序来实现控制要求的。编程时要使用到各种编程元件, 它们可提供无数个动合和动断触点。编程元件是指输入继电器、输出继电器、辅助继电器、定时器、

计数器、通用寄存器、数据寄存器及特殊功能继电器等。

PLC 内部这些继电器的作用和继电器接触控制系统中使用的继电器十分相似,也有“线圈”与“触点”,但它们不是“硬”继电器,而是 PLC 存储器的存储单元。当写入该单元的逻辑状态为“1”时,则表示相应继电器线圈得电,其动合触点闭合,动断触点断开。所以,内部的这些继电器称之为“软”继电器。

表 9-1 FX2N-48MR 编程元件的编号范围与功能说明




元件名称	代表字母	编号范围	功 能 说 明
输入继电器	X	X0~X27 共 24 点	接受外部输入设备的信号
输出继电器	Y	Y0~Y27 共 24 点	输出程序执行结果并驱动外部设备
辅助继电器	M	M0~M499 共 500 点	在程序内部使用,不能提供外部输出
继电器	T	T0~T199	100ms 延时定时继电器,触点在程序内部使用
		T200~T245	10ms 延时定时继电器,触点在程序内部使用
计数继电器	C	C0~C99	加法计数继电器,触点在程序内部使用
数据寄存器	D	D0~D199	数据处理用的数值存储元件
嵌套指针	N、P	N0~N7 P0~P127	N 主控用, P 跳跃、子程序用

2. 编程语言

所谓程序编制,就是用户根据控制对象的要求,利用 PLC 厂家提供的程序编制语言,将一个控制要求描述出来的过程。PLC 最常用的编程语言是梯形图语言和指令语句表语言,且两者常常联合使用。

1) 梯形图 (语言)

梯形图是一种从继电器接触控制电路图演变而来的图形语言。它是借助类似于继电器的动合、动断触点、线圈以及串、并联等术语和符号,根据控制要求联接而成的表示 PLC 输入和输出之间逻辑关系的图形,直观易懂。

梯形图中常用 、 图形符号分别表示 PLC 编程元件的动断和动合接点;用  表示它们的线圈。梯形图中编程元件的种类用图形符号及标注的字母或数加以区别。

梯形图的设计应注意到以下三点:

(1) 梯形图按从左到右、自上而下的顺序排列。每一逻辑行(或称梯级)起始于左母线,然后是触点的串、并联接,最后是线圈与右母线相联。

(2) 梯形图中每个梯级流过的不是物理电流,而是“概念电流”,从左流向右,其两端没有电源。这个“概念电流”只是用来形象地描述用户程序执行中应满足线圈接通的条件。

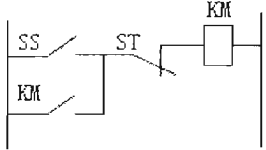
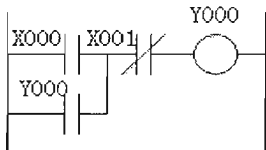
(3) 输入继电器用于接收外部输入信号,而不能由 PLC 内部其它继电器的触点来驱动。因此,梯形图中只出现输入继电器的触点,而不出现其线圈。输出继电器输出程序执行结果给外部输出设备,当梯形图中的输出继电器线圈得电时,就有信号输出,但不是直接驱动输出设备,而要通过输出接口的继电器、晶体管或晶闸管才能实现。输出继电器的触点也可供内部编程使用。

2) 指令语句表

指令语句表是一种用指令助记符来编制 PLC 程序的语言,它类似于计算机的汇编语言,但比汇编语言易懂易学,若干条指令组成的程序就是指令语句表。一条指令语句是由步序、指令
令
语和作用器件编号三部分组成。

为 PLC 实现三相鼠笼电动机起/停控制的两种编程语言的表示方法如表 9-2 所示。

表 9-2 三相鼠笼电动机起/停控制的两种编程语言的表示方法

继电器接触控制线路图	梯形图	指令语言表																		
		<table> <tr> <th>步序</th><th>指令语</th><th>器件号</th></tr> <tr> <td>0</td><td>LD</td><td>X000</td></tr> <tr> <td>1</td><td>OR</td><td>Y000</td></tr> <tr> <td>2</td><td>ANI</td><td>X001</td></tr> <tr> <td>3</td><td>OUT</td><td>Y000</td></tr> <tr> <td>4</td><td>END</td><td></td></tr> </table>	步序	指令语	器件号	0	LD	X000	1	OR	Y000	2	ANI	X001	3	OUT	Y000	4	END	
步序	指令语	器件号																		
0	LD	X000																		
1	OR	Y000																		
2	ANI	X001																		
3	OUT	Y000																		
4	END																			

四、可编程控制器基本指令简介

表 9-3 基本指令表

名 称	助记符	目 标 元 件	说 明
取指令	LD	X、Y、M、S、T、C	常开接点逻辑运算起始
取反指令	LDI	X、Y、M、S、T、C	常闭接点逻辑运算起始
线圈驱动指令	OUT	Y、M、S、T、C	驱动线圈的输出
与指令	AND	X、Y、M、S、T、C	单个常开接点的串联
与非指令	ANI	X、Y、M、S、T、C	单个常闭接点的串联
或指令	OR	X、Y、M、S、T、C	单个常开接点的并联
或非指令	ORI	X、Y、M、S、T、C	单个常闭接点的并联
或块指令	ORB	无	串联电路块的并联连接
与块指令	ANB	无	并联电路块的串联连接
主控指令	MC	Y、M	公共串联接点的连接
主控复位指令	MCR	Y、M	MC 的复位
置位指令	SET	Y、M、S	使动作保持
复位指令	RST	Y、M、S、D、V、Z、T、C	使操作保持复位
上升沿产生脉冲指令	PLS	Y、M	输入信号上升沿产生脉冲输出
下降沿产生脉冲指令	PLF	Y、M	输入信号下降沿产生脉冲输出
空操作指令	NOP	无	使步序作空操作
程序结束指令	END	无	程序结束

（一）逻辑取及线圈驱动指令 LD、LDI、OUT

LD 是取指令。表示一个与输入母线相连的动合接点指令，即动合接点逻辑运算起始。

LDI 是取反指令。表示一个与输入母线相连的动断接点指令，即动断接点逻辑运算起始。

OUT 是线圈驱动指令，也叫输出指令。

LD、LDI 两条指令的目标元件是 X、Y、M、S、T、C，用于将接点接到母线上。也可以与后述的 ANB 指令、ORB 指令配合使用，在分支起点也可使用。

OUT 是驱动线圈的输出指令，它的目标元件是 Y、M、S、T、C。对输入继电器不能使用。OUT 指令可以连续使用多次。

LD、LDI 是一个程序步指令，这里的一个程序步即是一个字。OUT 是多程序步指令，要视目标元件而定。

OUT 指令的目标元件是定时器和计数器时，必须设置常数 K。

（二）接点串联指令 AND、ANI

AND 是与指令。用于单个动合接点的串联。

ANI 是与非指令，用于单个动断接点的串联。

AND 与 ANI 都是一个程序步指令，它们串联接点的个数没有限制，也就是说这两条指令可以多次重复使用。这两条指令的目标元件为 X、Y、M、S、T、C。

OUT 指令后，通过接点对其它线图使用 OUT 指令称为纵输出或连续输出。这种连续输出如果顺序没错，可以多次重复。

（三）接点并联指令 OR、ORI

OR 是或指令，用于单个动合接点的并联。

ORI 是或非指令，用于单个动断接点的并联。

OR 与 ORI 指令都是一个程序步指令，它们的目标元件是 X、Y、M、S、T、C。这两条指令都是一个接点。需要两个以上接点串联连接电路块的并联连接时，要用后述的 ORB 指令。

OR、ORI 是从该指令的当前步开始，对前面的 LD、LDI 指令并联连接。并联的次数无限制。

（四）串联电路块的并联连接指令 ORB

两个或两个以上的接点串联连接的电路叫串联电路块。串联电路块并联连接时，分支开始用 LD、LDI 指令，分支结束用 ORB 指令。ORB 指令与后述的 ANB 指令均为无目标元件指令，而两条无目标元件指令的步长都为一个程序步。ORB 有时也简称或块指令。

ORB 指令的使用方法有两种：一种是在要并联的每个串联电路后加 ORB 指令；另一种是集中使用 ORB 指令。对于前者分散使用 ORB 指令时，并联电路块的个数没有限制，但对于后者集中使用 ORB 指令时，这种电路块并联的个数不能超过 8 个（即重复使用 LD、LDI 指令的次数限制在 8 次以下），所以不推荐用后者编程。

（五）并联电路的串联连接指令 ANB

两个或两个以上接点并联电路称为并联电路块，分支电路并联电路块与前面电路串联连接时，使用 ANB 指令。分支的起点用 LD、LDI 指令，并联电路结束后，使用 ANB 指令与前面电路串联。ANB 指令也简称与块指令，ANB 也是无操作目标元件，是一个程序步指令。

（六）主控及主控复位指令 MC、MCR

MC 为主控指令，用于公共串联接点的连接，MCR 叫主控复位指令，即 MC 的复位指令。在编程时，经常遇到多个线圈同时受到一个或一组接点控制。如果在每个线圈的控制电路中都串入同样的接点，将多占用存储单元，应用主控指令可以解决这一问题。使用主控指令的接点称为主控接点，它在梯形图中与一般的接点垂直。它们是与母线相连的动合接点，是控制一组电路的总开关。

MC 指令是 3 程序步，MCR 指令是 2 程序步，两条指令的操作目标元件是 Y、M，但不允许使用特殊辅助继电器 M。

（七）置位与复位指令 SET、RST

SET 为置位指令，使动作保持；RST 为复位指令，使操作保持复位。SET 指令的操作目标元件为 Y、M、S。而 RST 指令的操作元件为 Y、M、S、D、V、Z、T、C。这两条指令是 1~3 个程序步。用 RST 指令可以对定时器、计数器、数据寄存、变址寄存器的内容清零。

八、脉冲输出指令 PLS、PLF

PLS 指令在输入信号上升沿产生脉冲输出，而 PLF 在输入信号下降沿产生脉冲输出，这两条指令都是 2 程序步，它们的目标元件是 Y 和 M，但特殊辅助继电器不能作目标元件。使用 PLS 指令，元件 Y、M 仅在驱动输入接通后的一个扫描周期内动作（置 1）。而使用 PLF 指令，元件 Y、M 仅在驱动输入断开后的一个扫描周期内动作。

使用这两条指令时，要特别注意目标元件。例如，在驱动输入接通时，PLC 由运行到停机到运行，此时 PLS M0 动作，但 PLS M600（断电时，电池后备的辅助继电器）不动作。这是因为 M600 是特殊保持继电器，即使在断电停机时其动作也能保持。

（九）空操作指令 NOP

NOP 指令是一条无动作、无目标元件的 1 程序步指令。空操作指令使该步序作空操作。用 NOP 指令替代已写入指令，可以改变电路。在程序中加入 NOP 指令，在改动或追加程序时可以减少步序号的改变。

（十）程序结束指令 END

END 是一条无目标元件的 1 程序步指令。PLC 反复进行输入处理、程序运算、输出处理，若在程序最后写入 END 指令，则 END 以后的程序就不再执行，直接进行输出处理。在程序调试过程中，按段插入 END 指令，可以按顺序扩大对各程序段动作的检查。采用 END 指令将程序划分为若干段，在确认处于前面电路块的动作正确无误之后，依次删去 END 指令。要注意的是在执行 END 指令时，也刷新监视时钟。

五、可编程控制器的编程规则

（一）编程的八个步骤

1. 决定系统所需的动作及次序

当使用可编程控制器时，最重要的一环是决定系统所需的输入及输出，这主要取决于系统所需的输入及输出接口分立元件。

输入及输出要求：

（1）第一步是设定系统输入及输出数目，可由系统的输入及输出分立元件数目直接取得。

（2）第二步是决定控制先后、各器件相应关系以及作出何种反应。

2. 将输入及输出器件编号

每一输入和输出，包括定时器、计数器、内置继电器等都有一个唯一的对应编号，不能混用。

3. 画出梯形图

根据控制系统的动作要求，画出梯形图。

梯形图设计规则

（1）触点应画在水平线上，不能画在垂直分支上。应根据自左至右、自上而下的原则和对输出线圈的几种可能控制路径来画。

（2）不包含触点的分支应放在垂直方向，不可放在水平位置，以便于识别触点的组合和对输出线圈的控制路径。

（3）在有几个串联回路相并联时，应将触头多的那个串联回路放在梯形图的最上面。在有几个并联回路相串联时，应将触点最多的并联回路放在梯形图的最左面。这种安排，所编制的程序简洁明了，语句较少。

（4）不能将触点画在线圈的右边，只能在触点的右边接线圈。

4. 将梯形图转化为程序

把继电器梯形图转变为可编程控制器的编码，当完成梯形图以后，下一步是把它编码成可编程控制器能识别的程序。

这种程序语言是由地址、控制语句、数据组成。地址是控制语句及数据所存储或摆放的位置，控制语句告诉可编程控制器怎样利用数据作出相应的动作。

5. 在编程方式下用键盘输入程序。

6. 编程及设计控制程序。

7. 测试控制程序的错误并修改。

8. 保存完整的控制程序。

六、PLC 实训前预备知识

(一) 预习 PLC“27 条”基本指令。

(二) 熟悉 PLC 应用软件“SWOPC-FXGP”的使用。

1. 首先把 PLC 的通信接口用通信数据线将 PLC 与电脑相连(一端与 PLC 相连另一端与电脑相连)，然后再打开电脑。

2. 从开始菜单选择“所有程序”(或从桌面找到 PLC 软件 FXGP-WIN-C)，点击图标进入 PLC 编程软件，然后点击菜单栏下“文件”选择“新文件”选择 PLC 类型，选择“FX1N”点击“确定”(根据所使用的 PLC 类型进行选择)。

3. 进入 PLC 编程前点击菜单栏“工具”，选择“全部清除”(以清除 PLC 内所有程序)点击“确定”系统自动进入清除 PLC 内部程序。

4. 进入 PLC 软件进行编制程序，点击“左键”使屏幕上蓝色方块与左母线相连，此时便可输入 PLC 程序(用指令表输入或编程元件符号输入)。输入一条指令后按一下空格键再输入编程元件符号，输入编程元件后按“回车”键。再用左键把蓝色方块移到左母线上，再输入第二行指令。

5. 程序输入完毕后，点击菜单栏“工具”选择“转换”或点击工具栏下“转换图标”，系统进入自动转换使所编制的灰色梯形图变成白色。

6. PLC 外部基本接线，首先将 PLC 所用的 COM1~COM5 用导线连接后再与“正”电源相连；再把所用演示板上的 COM 端子与 PLC 上 COM 相连后再与“负”电源相连。

7. 连接 PLC 外部接线(连接输入/输出端子接线)根据控制对象的输入/输出开关量进行接线，连接后再打开 PLC 的 24V 直流电源(操作台上的 24V 电源开关)，电源指示灯亮，同时 PLC 指示灯亮。

8. 点击菜单栏“PLC”选择“遥控运行/停止”，选择“中止”点击“确定”，PLC 运行(RUN)指示灯不亮。

9. 点击菜单栏“PLC”选择“传送”，点击“写出”选择“所有范围”或选择“范围设置”；点击“确定”系统进入自动传送数据，PLC 运行(RUN)指示灯亮。

10. 点击菜单栏“PLC”选择“遥控运行/停止”；选择“运行”点击“确定”，系统开始执行程序。

11. 点击菜单栏“监控/测试”选择“开始监控”可观察梯形图上的程序运行情况。

12. 退出程序前可点击菜单栏“保存或另存为”保存程序，最后点击程序上“关闭”按钮即可退出程序。

实训一、基本指令的编程练习

在 MF21 模拟实验挂箱中基本指令的编程练习实验区完成本实验。

基本指令编程练习的实验面板如图 9-2 所示，用以模拟输出负载的通与断。

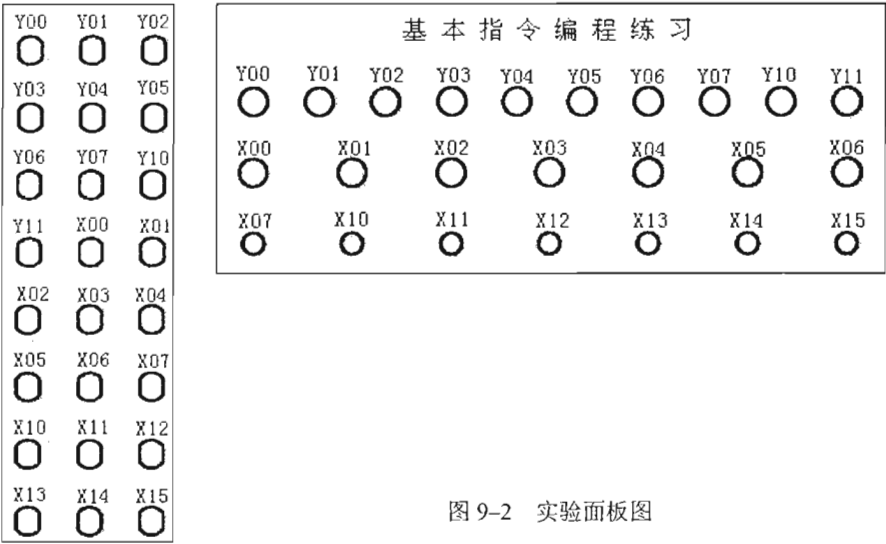


图 9-2 实验面板图

图中竖排的接线孔，通过防转座插锁紧线与 PLC 的主机相应的输入输出插孔相接。Xi 为输入点，Yi 为输出点。图中横排的接线孔，下面两排 X0~X15 为输入按钮和开关，模拟开关量的输入；上边一排 Y0~Y11 是 LED 指示灯，接 PLC 主机输出端。

课题一、与或非逻辑功能实验

在 MF21 模拟实验挂箱中基本指令的编程练习实验区完成本实验。

一、实验目的

- 1. 熟悉 PLC 装置；
- 2. 熟悉 PLC 及实验系统的操作；
- 3. 掌握与、或、非逻辑功能的编程方法。

二、实验原理

调用 PLC 基本指令，可以实现“与”“或”“非”逻辑功能。

三、输入/输出接线列表如 9-4。

表 9-4 接线列表

输入	X10	X11	输出	Y1	Y2	Y3	Y4
接线	X10	X11	接线		Y01	Y02	Y03

四、实验步骤

通过专用电缆连接 PC 与 PLC 主机。打开编程软件，逐条输入程序，检查无误并把其下载到 PLC 主机后，将主机上的 STOP/RUN 按钮拨到 RUN 位置，运行指示灯点亮，表明程序开始运行，有关的指示灯将显示运行结果。

拨动输入开关 X10、X11，观察输出指示灯 Y1、Y2、Y3、Y4 是否符合与、或、非逻辑的正确结果。

五、梯形图参考程序

参考图 9-3。

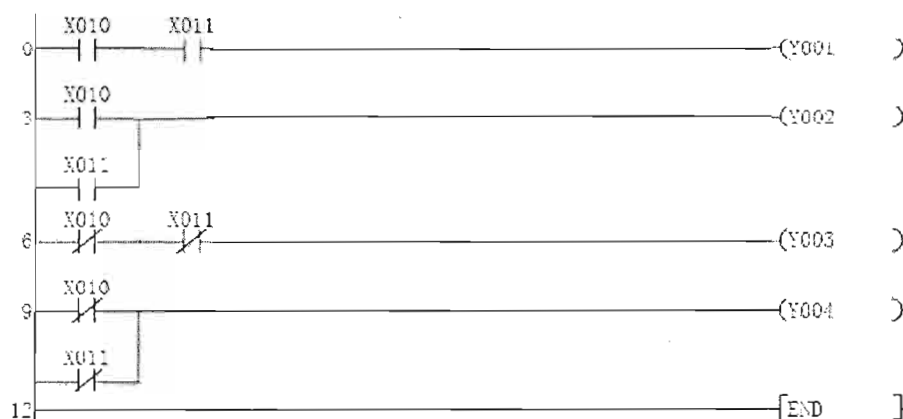


图 9-3

课题二、定时器/计数器功能实验

在 MF21 模拟实验挂箱中基本指令的编程练习实验区完成本实验。

一、定时器的认识实验

1. 实验目的

认识定时器，掌握针对定时器的正确编程方法。

2. 实验原理

定时器的控制逻辑是经过时间继电器的延时动作，然后产生控制作用。其控制作用同一般继电器。

3. 梯形图参考程序

参考图 9-4。

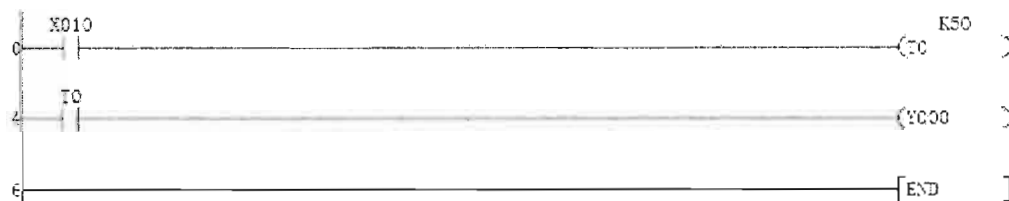


图 9-4

二、定时器扩展实验

1. 实验目的

掌握定时器的扩展及其编程方法。

2. 实验原理

由于 PLC 的定时器都有一定的定时范围。如果需要的设定值超过机器范围，我们可以通过几个定时器的串联组合来扩充设定值的范围。

3. 梯形图参考程序

参考图 9-5。

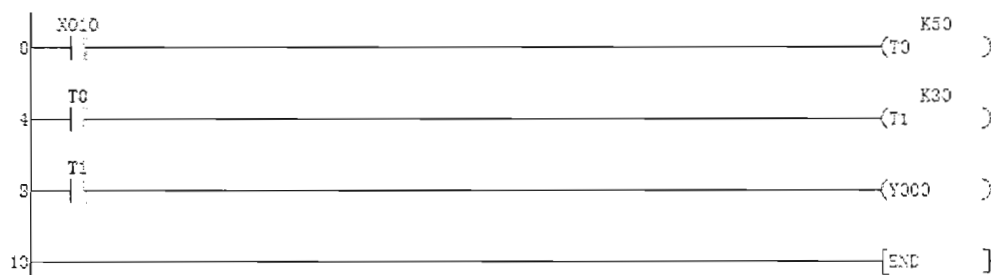


图 9-5

三、计数器认识实验

1. 实验目的

认识计数器，掌握针对计数器的正确编程方法。

2. 实验原理

三菱 FX0S 系列的内部计数器分为 16 位二进制加法计数器和 32 位增计数 / 减计数器两种。其中的 16 位二进制加法计数器，其设定值在 K1~K32767 范围内有效。

这是一个由定时器 T0 和计数器 C0 组成的组合电路。T0 形成一个设定值为 1 秒的自复位定时器，当 X10 接通，T0 线圈得电，经延时 1 秒，T0 的常闭接点断开，T0 定时器断开复位，待下一次扫描时，T0 的常闭接点才闭合，T0 线圈又重新得电。即 T0 接点每接通一次，每次接通时间为一个扫描周期。计数器对这个脉冲信号进行计数，计数到 10 次，C0 常开接点闭合，使 Y0 线圈接通。从 X10 接通到 Y0 有输出，延时时间为定时器和计数器设定值的乘积： $T_{\Sigma} = T0 \times C0 = 1 \times 10 = 10S$ 。

3. 梯形图参考程序

参考图 9-6。

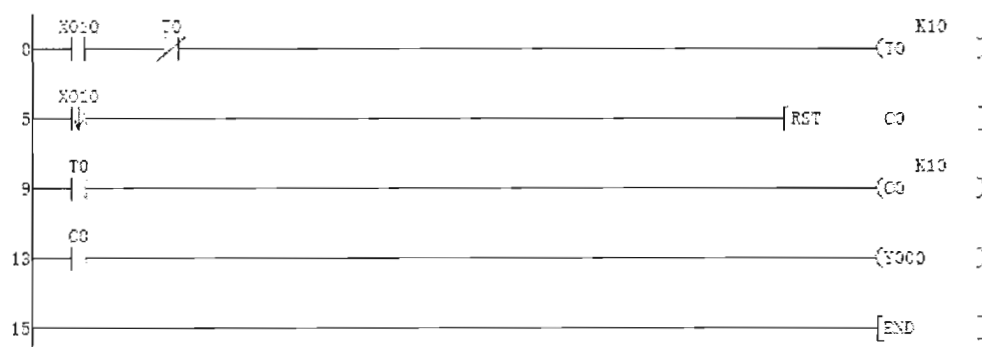


图 9-6

四、计数器的扩展实验

1. 实验目的

掌握计数器的扩展及其编程方法

2. 实验原理

由于 PLC 的计数器都有一定的定时范围。如果需要的设定值超过机器范围，我们可以通过几个计数器的串联组合来扩充设定值的范围。

此实验中，总的计数值 $C_{\Sigma} = C0 \times C1 = 20 \times 3 \times 1 = 60S$

3. 梯形图参考程序

参考图 9-7。

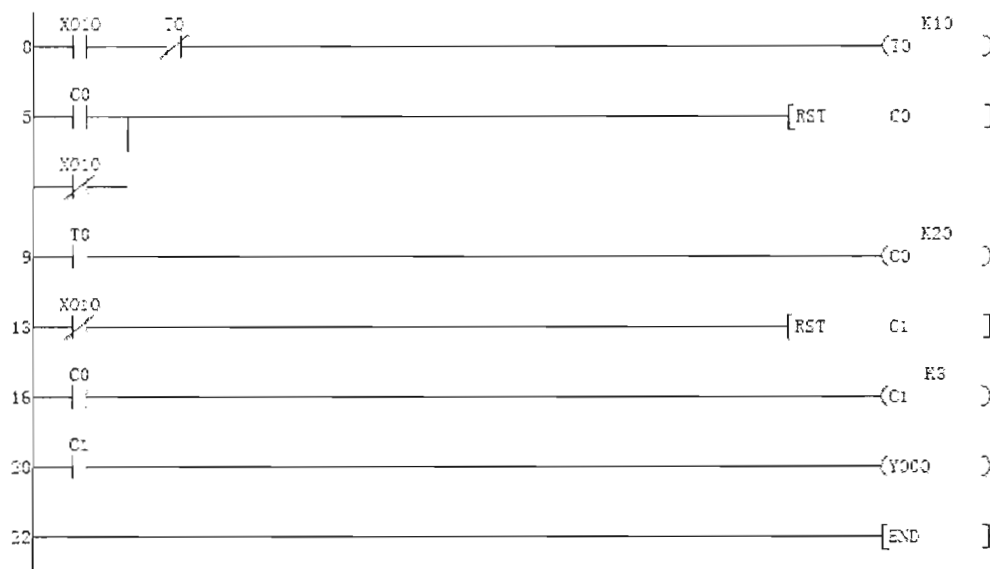


图 9-7

课题三、栈及主控指令练习

一、实验目的

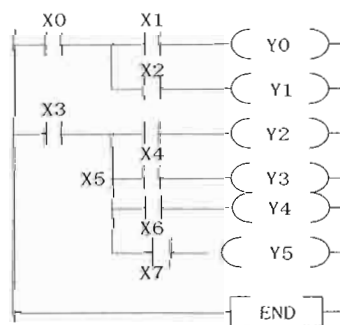
1. 熟悉和掌握进栈 MPS、读栈 MRD、出栈 MPP 指令的使用方法；
2. 熟悉和掌握主控(MC、MCR)指令的使用方法；
3. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台；
2. PC 机 1 台；
3. 编程电缆 1 根；
4. 连接导线若干；
5. PLC 基本实验电路板 1 块。

三、实验步骤

1. 多重输出线路，进栈 MPS、读栈 MPD、出栈 MPP 指令。



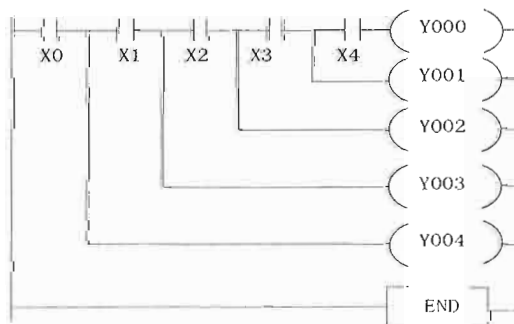
- 1) 一段堆栈 (如图 9-8)

- (1) 输入程序；
- (2) 写出助记符指令；
- (3) 画出外部接线图，X0~X7 接 K0~K7，Y0~Y6 接 L0~L6；
- (4) 系统进入监控状态，运行程序，按如下操作观察 Y0~Y6 状态：a. X0、X3 为 ON 时；

- b. X0、X3 为 OFF 时。

- 2) 四段堆栈 (如图 9-9)

- (1) 输入程序；
- (2) 写出助记符指令；
- (3) 画出外部接线图，X0~X4 接 K0~K4，Y0~Y4 接 L0~L4；
- (4) 系统进入监控状态，运行程序，观



察输出 Y0~Y4 状态，把结果填入表 9-5。

表 9-5 观察状态数据表

X0	X1	X2	X3	X4	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4
1	1	1	1	1					
1	1	1	1	0					
1	1	1	0	0					
1	1	0	0	0					
1	0	0	0	0					
1	0	1	1	1					
1	0	0	1	1					
1	0	0	0	1					
0	1	1	1	1					

2. 主控 MC、主控复位 MCR 指令（如图 9-10）

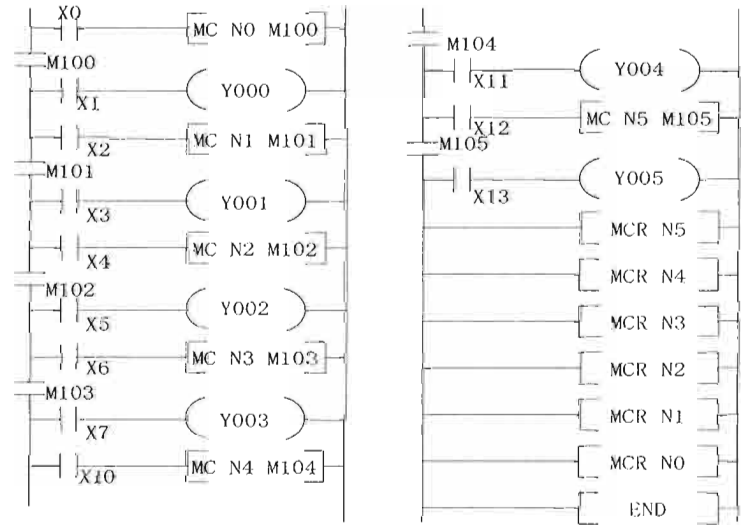


图 9-10

- (1) 输入程序；
- (2) 写出助记符指令；
- (3) 画出外部接线图，X0~X13 接 K0~K13，Y0~Y5 接 L0~L5；

系统进入监控状态，运行程序，依次分别使 X0~X13 为 ON，输出依次为 Y0~Y5 为 ON。观察输出 Y0~Y5 状态，把结果填入表 9-6。

表 9-6 观察状态数据表

U/O	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X0	1					
	0					
X1	1					
X2	1					
	0					

X3	1						
X4	1						
	0						
X5	1						
X6	1						
	0						
X7	1						
X10	1						
	0						
X11	1						
X12	1						
	0						
X13	1						

课题四、置位、复位及脉冲指令练习

一、实验目的

1. 熟悉和掌握 SET（置位）、RST（复位）、PLS（上升沿脉冲）和 PLF（下降沿脉冲）指令的使用方法；
2. 学会 PLC-2 型实验台的输入控制信号、输出负载的使用；
3. 学会 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台；
2. PC 机 1 台；
3. 编程电缆 1 根；
4. 连接导线若干；
5. PLC 基本实验电路板 1 块。

三、实验步骤

1. 自保持和消除（SET、RST，如图 9-11）

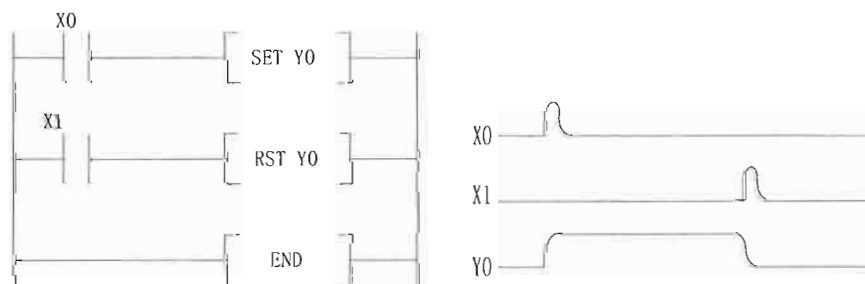


图 9-11

- (1) 画出外部接线图；
- (2) 完成外部接线；
- (3) 系统进入监控状态，切换输入触点，观察输出结果是否与波形图一样。
- (4) 将实验结果填入真值表 9-7。

表 9-7 实验结果真值表

I/O	Y000
-----	------

X000	0	
	1	
X001	0	
	1	

2. 脉冲输出（PLS、PLF，如图 9-12）

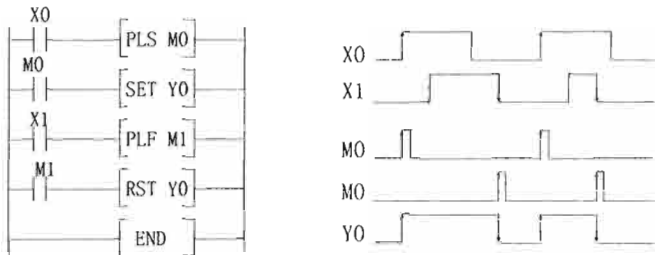


图 9-12

- (1) 画出外部接线图；
- (2) 完成外部接线，Y0 可接实验台上的发光管、指示灯、蜂鸣器或直流电机等；
- (3) 系统进入监控状态，分别切换 X0 和 X1，观察输出结果，比较是否与波形图一样。
- (4) 将实验结果填入真值表 9-8。

表 9-8 实验结果真值表

I/O		Y000
X000	0	
	1	
X001	0	
	1	

3. 输入如图 9-13 中 3 个程序，观察运行结果，分别画出它们的 X-Y 关系波形图。其中输入控制信号接实验台上的开关信号，输出接 LED 发光管。

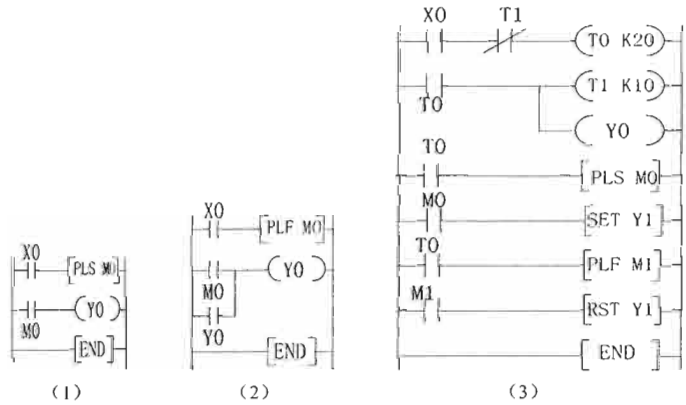


图 9-13

四、实验总结。观察分析实训操作数据写出操作过程。

课题五、运料小车的自动控制

一、实验目的

- 1. 学会用 PLC 解决一个实际问题的思路；。
- 2. 熟悉 PLC 指令的功能；
- 3. 掌握程序设计中起保停电路、自锁电路和互锁电路的设计方法。

二、实验器材

- 1. FX 系列 PLC 可编程控制器实验台 1 台；
- 2. 模拟实验板一块
- 3. 编程电缆
- 4. 连接导线

三、实验原理

表 9-9 运料小车 I/O 分配表

输入			输出		
器件	器件号	功能说明	器件	器件号	功能说明
0	X0	停止	0	Y0	从甲地到乙地
1	X1	甲地启动	1	Y1	从乙地到甲地
2	X2	乙地启动	2	Y2	从甲到乙的指示灯
3	X3	甲地行程开关	3	Y3	从乙到甲的指示灯
4	X4	乙地行程开关			

运料小车的自动控制可由 PLC 完成。

成。小车可在甲、乙两地分别启动。且在甲、乙两地停留时间均为 1min。在甲地起动时小车停车等待装料，然后自动驶向乙地，到达乙地后停车 1min 等待卸料，然后返回甲地。小车从乙地起动时，小车等待 1min 等待卸料，然后自动驶向甲地，在甲地停车 1min 等待装料，然后驶向乙地，循环往复。在运行过程中，小车可在任意位置手动停车，再次起动后，小车重复原来的运动。此外，在小车前进、后退过程中，分别有指示灯指示其行进方向。

根据实验要求，PLC 的 I/O 分配如表 9-9 所示。

本实验的的梯形图和指令表如图 9-14 所示。

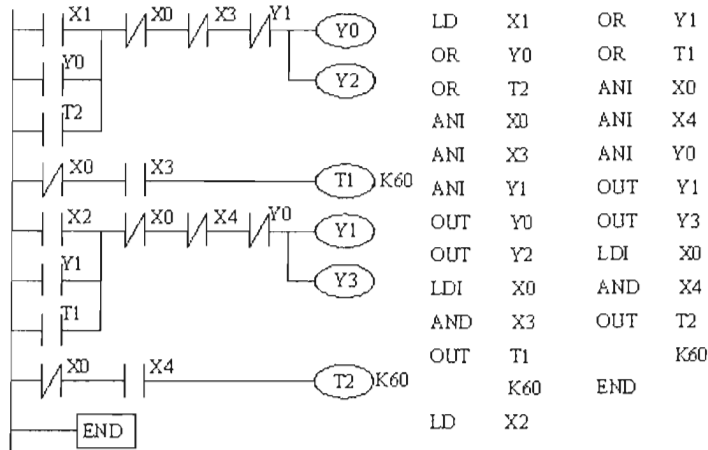


图 9-14

四、实验步骤和内容

- 1. 按图图 9-14 输入程序；
- 2. 检查程序是否正确；
- 3. 运行程序，观察结果是否与要求相符合。

五、预习要求

1. 复习起保停电路及正反转控制电路的设计方法;
 2. 阅读本次实验原理、内容和步骤。
- 六、实验报告要求
1. 按一定格式完成实验报告。
 2. 分析本实训课题并举例说明本课题在实际生产中的应用。

实训二、PLC 电气控制实验

课题一、三相电动机点动控制和长动（自锁）控制

一、实验目的

1. 熟悉和掌握 PLC 基本电路;
2. 熟悉和掌握“既点动又能长动控制”电路;
3. 熟悉梯形图程序设计方法和指令表的书写;
4. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台;
2. PC 机 1 台;
3. 编程电缆 1 根;
4. 连接导线若干;
5. 电机的 PLC 自动控制实验电路板 1 块。

三、实验步骤

1. 画出 PLC “点动和长动控制控制”电路梯形图;
2. 画出“点动和长动控制控制”电路的外部接线图; 编写 I/O 地址分配表。
3. 写出助记符指令;
4. 完成接线, 输入程序, 在监控状态下观察结果。

四、实验说明

1. 点动控制

启动 按启动按钮 SB1, X0 的动合触点闭合, 实现点动控制。每按动 SB1 一次, 电机运转一次。

2. 长动（自锁）控制

启动 按启动按钮 SB2, X1 的动合触点闭合, 实现自锁控制。只有按下停止按钮 SB3 时电机才停止运转。

3. 用一只按钮控制电动机的启动与停止。(运用 SET (置位)、RST (复位)、PLS (上升沿脉冲) PLS (上升沿脉冲)、计数器 C 进行编程)。

五、实验总结

课题二、设计两台电动机顺序控制 PLC 系统

一、实验目的

1. 熟悉和掌握 PLC 基本电路;
2. 熟悉和掌握“两台电动机顺序控制”电路;
3. 熟悉梯形图程序设计方法和指令表的书写;

4. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台；
2. PC 机 1 台；
3. 编程电缆 1 根；
4. 连接导线若干；
5. 电机的 PLC 自动控制实验电路板 1 块。

三、实验步骤

1. 画出 PLC “两台电动机顺序控制” 电路梯形图；
2. 画出 “两台电动机顺序控制” 电路的外部接线图；编写 I/O 地址分配表。
3. 写出助记符指令；
4. 完成接线，输入程序，在监控状态下观察结果。

四、实验说明

两台电动机相互协调运转，M1 运转 10S，停止 5S，M2 要求与 M1 相反，M1 停止 M2 运行，M1 运行 M2 停止，如此反复动作 3 次，M1 和 M2 均停止。

五、实验总结

课题三、两台三相异步电动机顺启顺停控制

一、实验目的

1. 熟悉和掌握 PLC 基本电路；
2. 熟悉和掌握 “二台电动机顺启顺停控制” 电路；
3. 熟悉梯形图程序设计方法和指令表的书写；
4. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台；
2. PC 机 1 台；
3. 编程电缆 1 根；
4. 连接导线若干；
5. 电机的 PLC 自动控制实验电路板 1 块。

三、实验步骤

1. 画出 PLC “二台电动机顺启顺停控制” 电路梯形图；
2. 画出 “四台电动机顺启逆停控制” 电路的外部接线图，编写 I/O 地址分配表。
3. 写出助记符指令；
4. 完成接线，输入程序，在监控状态下观察结果。

四、实验说明

有两台三相异步电动机 M1 和 M2，要求：

- (1) M1 启动后，M2 才能启动；
- (2) M1 停止后，M2 延时 30 秒后才能停止；
- (3) M2 能点动调整。

五、实验总结

课题四、三相鼠笼式异步电动机联锁正反转控制

一、实验目的

1. 熟悉和掌握基本 PLC 电路；
2. 熟悉和掌握“电动机联锁正反转控制”电路；
3. 熟悉梯形图程序设计方法和指令表的书写；
4. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台；
2. PC 机 1 台；
3. 编程电缆 1 根；
4. 连接导线若干；
5. 电机的 PLC 自动控制实验电路板 1 块。

三、实验步骤

1. 画出 PLC“电动机联锁正反转控制”电路梯形图；
2. 画出“电动机联锁正反转控制”电路的外部接线图；编写 I/O 地址分配表。
3. 写出助记符指令；
4. 完成接线，输入程序，在监控状态下观察结果；

四、实验说明

在电机正转时反转按钮 SB2 是不起作用的，只有当按下停止按钮 SB3 时电机才停止工作；在电机反转时正转按钮 SB1 是不起作用的，只有当按下停止按钮 SB3 时电机才停止工作。

四、实验总结

课题五、 三相鼠笼式异步电动机带延时正反转控制

一、实验目的

1. 熟悉和掌握 PLC“电动机带延时正反转控制”电路；
2. 熟悉和掌握“三相异步电动机正反转控制”电路；
3. 熟悉梯形图程序设计方法和指令表的书写；
4. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台；
2. PC 机 1 台；
3. 编程电缆 1 根；
4. 连接导线若干；
5. 电机的 PLC 自动控制实验电路板 1 块。

三、实验步骤

1. 画出 PLC“电动机带延时正反转控制”电路梯形图；
2. 画出“电动机带延时正反转控制”电路的外部接线图；编写 I/O 地址分配表。
3. 写出助记符指令；
4. 完成接线，输入程序，在监控状态下观察结果；

四、实验说明

启动 按启动按钮 SB1，X0 的动合触点闭合，Y3 的线圈得电，Y0 的线圈也同时得电，此时电机正转，延时 3S 后，Y0 的线圈失电，Y1 的线圈得电，此时电机反转；按启动按钮 SB2，X1 的动合触点闭合，Y3 的线圈得电，Y1 的线圈也同时得电，此时电机反转，延时 4S，Y1 的线圈失电，Y0 的线圈得电，此时电机正转；按停止按钮 SB3 电机停止运转。

五、实验总结

课题六、 三相鼠笼式异步电动机星/三角换接起动控制(一)

一、实验目的

1. 熟悉和掌握 PLC 基本“电动机星/角控制”电路；
2. 熟悉和掌握“三相异步电动机电动机星/角控制”电路；
3. 熟悉梯形图程序设计方法和指令表的书写；
4. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台；
2. PC 机 1 台；
3. 编程电缆 1 根；
4. 连接导线若干；
5. 电机的 PLC 自动控制实验电路板 1 块。

三、实验步骤

1. 画出 PLC “电动机星/角控制”电路梯形图；
2. 画出“电动机星/角控制”电路的外部接线图；编写 I/O 地址分配表。
3. 写出助记符指令；
4. 完成接线，输入程序，在监控状态下观察结果；

四、实验说明

启动 按启动按钮 SB1，X0 的动合触点闭合，M20 线圈得电，M20 的动合触点闭合，同时 Y0 线圈得电，1S 后 Y3 线圈得电，电动机作星形连接启动；6S 后 Y3 的线圈失电，同时 Y2 线圈得电，电动机转为三角形运行方式，按下停止按钮 SB3 电机停止运行。

五、实验总结

课题七、三相鼠笼式异步电动机带正反转的星/三角换接起动控制(二)

一、实验目的

1. 熟悉和掌握 PLC 基本“电动机星/角控制”电路；
2. 熟悉和掌握“三相异步电动机电动机星/角控制”电路；
3. 熟悉梯形图程序设计方法和指令表的书写；
4. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台；
2. PC 机 1 台；
3. 编程电缆 1 根；
4. 连接导线若干；
5. 电机的 PLC 自动控制实验电路板 1 块。

三、实验内容及步骤

1. 设计要求

电机起动可以正转启动和反转启动。而且正、反转可切换，即在正转时可直接按下反转启动按钮，电机即开始反转，同时切断正转电路，反之亦可。启动时，要求电机先为“Y”形连接，过一段时间再变成“ Δ ”连接运行。另外还要有停止按钮。

2. I / O 地址

输入地址 停止—X000 正转启动—X001 反转启动—X002
输出地址 正转继电器 KM1—Y000 反转继电器 KM2—Y001
 Y 形连接继电器—Y002 △形连接继电器—Y003

3. 实验步骤

- (1) 输入程序并检查;
- (2) 按 I / O 地址分配接线;
- (3) 按设计要求检验程序正确否。

课题八、三台皮带运输机顺启逆停控制

一、实验目的

1. 熟悉和掌握 PLC 基本电路;
2. 熟悉和掌握 “三台电动机顺启逆停控制” 电路;
3. 熟悉梯形图程序设计方法和指令表的书写;
4. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台;
2. PC 机 1 台;
3. 编程电缆 1 根;
4. 连接导线若干;
5. 电机的 PLC 自动控制实验电路板 1 块。

三、实验步骤

1. 画出 PLC “三台电动机顺启逆停控制” 电路梯形图;
2. 画出 “三台电动机顺启逆停控制” 电路的外部接线图; 编写 I/O 地址分配表。
3. 写出助记符指令;
4. 完成接线, 输入程序, 在监控状态下观察结果;

四、实验说明

有一 3 台皮带运输机传输系统, 分别用电动机 M1、M2、M3 带动, 按下起动按钮, 先起动最末一台皮带机 M3, 经 5S 后再依次起动其它皮带机。M3 → M2 → M1。正常运行时, M3、M2、M1 均工作。

按下停止按钮时, 先停止最前一台皮带机 M1, 待料送完毕后再依次停止其它皮带机。M1 → M2 → M3。

四、实验总结

课题九、四节传送带的模拟

一、实验目的

1. 熟悉和掌握 PLC 基本电路;
2. 熟悉和掌握基本 “四台电动机顺启逆停控制” 电路;
3. 熟悉梯形图程序设计方法和指令表的书写;
4. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台;
2. PC 机 1 台;

3. 编程电缆 1 根;
4. 连接导线若干;
5. 电机的 PLC 自动控制实验电路板 1 块。

三、实验步骤

1. 画出 PLC “四台电动机顺启逆停控制” 电路梯形图;
2. 画出 “四台电动机顺启逆停控制” 电路的外部接线图; 编写 I/O 地址分配表。
3. 写出助记符指令;
4. 完成接线, 输入程序, 在监控状态下观察结果;

四、实验说明

有一个用四条皮带运输机的传送系统, 分别用四台电动机带动, 控制要求如下:

启动时先起动最末一条皮带机, 经过 1 秒延时, 再依次起动其它皮带机。停止时应先停止最前一条皮带机, 待料运送完毕后再依次停止其它皮带机。当某条皮带机发生故障时, 该皮带机及其前面的皮带机立即停止, 而该皮带机以后的皮带机待运完后才停止。例如 M2 故障, M1, M2 立即停, 经过 5 秒延时后, M3 停, 再过 5 秒, M4 停。当某条皮带机上有重物时, 该皮带机前面的皮带机停止, 该皮带机运行 1 秒后停, 而该皮带机以后的皮带机待料运完后才停止。例如, M3 上有重物, M1, M2 立即停, 再过 1 秒, M4 停。

四、实验总结

课题十、自动往返工作台控制系统设计

一、实验目的

1. 熟悉和掌握 PLC 基本电路;
2. 熟悉和掌握基本 “自动往返工作台控制系统” 电路;
3. 熟悉梯形图程序设计方法和指令表的书写;
4. 熟悉 FXGP-WIN 编程软件的使用。

二、实验器材

1. PLC-2 型可编程控制器实验台 1 台;
2. PC 机 1 台;
3. 编程电缆 1 根;
4. 连接导线若干;
5. 电机的 PLC 自动控制实验电路板 1 块。

三、实验步骤

用 PLC 控制工作台自动往返运行, 工作台前进、后退由电动机通过丝杠驱动工作台控制示意图如图 9-15 所示。

(一) 步骤

1. 画出 “工作台自动往返运行” 电路的外部接线图; 编写 I/O 地址分配表。
2. 根据每一步梯形图, 写出每一步的助记符指令;
3. 完成接线, 输入程序, 在监控状态下观察结果。

(二) 控制要求

1. 自动循环工作;
2. 点动控制器;

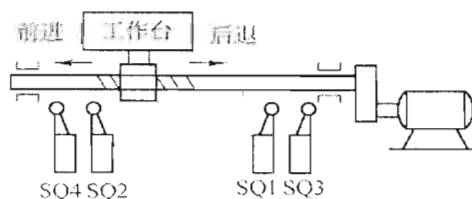


图 9-15 工作台控制示意图

3. 单循环和多次循环两种运行状态。

首先分析控制要求。工作台的前进与后退通过电动机的正反转来实现，所以，完成这一动作可以采用电动机正反转控制的基本程序。

工作台的工作方式有点动和自动往返连续运行两种方式，可以采用程序实现两种工作方式的转换，也可以采用选择开关 S1 来转换。设选择开关 S1 闭合时，工作台采用点动控制方式；S1 断开时，工作台采用自动往返连续运行方式。

工作台的单循环和多次循环两种运行状态，也可以采用选择开关 S2 来转换。设 S2 闭合时，工作台为单循环状态；S2 断开时，工作台为多次循环运行状态，循环次数由计数器控制。

I/O 点分配：

X0 用于点动/自动控制 X0=OFF，自动；X0=ON，点动。

X1-正转；X2-反转；X3-停止。

X10 用于单循环/多次循环控制：X10=OFF，多次循环；X10=ON，单循环。

行程开关 SQ1~SQ4，对应 X11、X12、X13、X14。

正转接触器 KM1 对应 Y1；反转接触器 KM2 对应 Y2。

(三) 根据控制要求设计梯形图

1. 设计基本控制程序 基本控制程序为正反转控制程序，如图 9-16 所示。

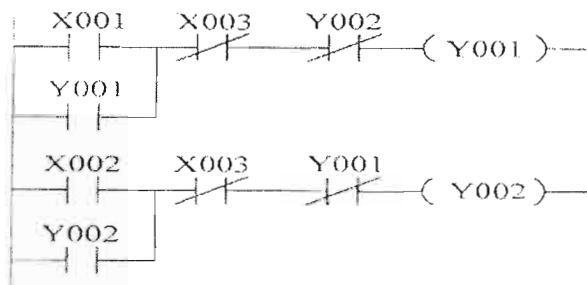


图 9-16 正反转控制程序

2. 设计自动往返控制程序 在工作台自动往返的工作过程中，工作台前进中压合 SQ2 后，SQ2 动作，X12 常闭触点断开 Y1 线圈，使工作台停止前进，X12 常开触点接通 Y2 线圈，使工作台后退，完成工作台由前进转为后退的动作。同理，工作台后退中压合 SQ1 后，工作台完成由后退转为前进的动作。自动往返控制程序如图 9-17 所示。

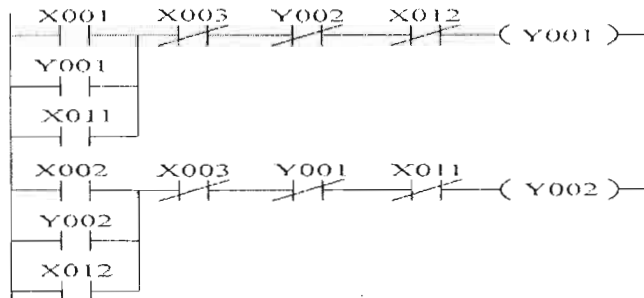


图 9-17 自动往返控制程序

3. 设计点动控制程序 根据点动控制的方法可知，如果解除自锁功能，就能实现点动控制。利用开关 S1 来选择点动与自动控制方式。选择开关 S1 闭合时，工作台在点动状态；S1 断开时，工作台在自动往返连续运行状态。S1 对应的 X0 与实现自锁的常开触点 Y1、Y2

串联, 在 X0=ON 时使 Y1、Y2 失去自锁作用, 实现系统的点动控制。点动控制程序如图 9-18 所示。

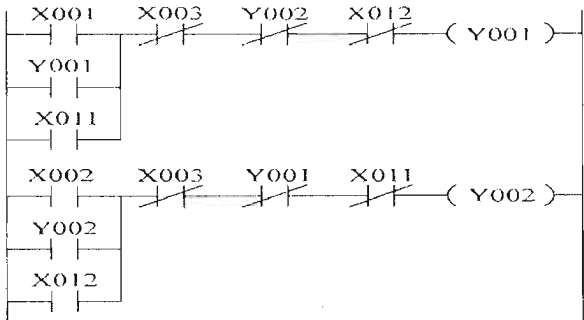


图 9-18 点动控制程序

4. 设计单循环控制程序 在 X11 常开触点闭合后, 只要不使 Y1 线圈得电, 工作台就不会前进, 这样便宜实现了单循环控制。

当单循环选择开关 S2 闭合时, X10 常开触点断开, 与 X10 串联的 X11 触点失去作用, Y1 不能得电, 工作台后退回来后不能再前进, 实现了单循环控制。单循环控制程序如图 9-19 所示。

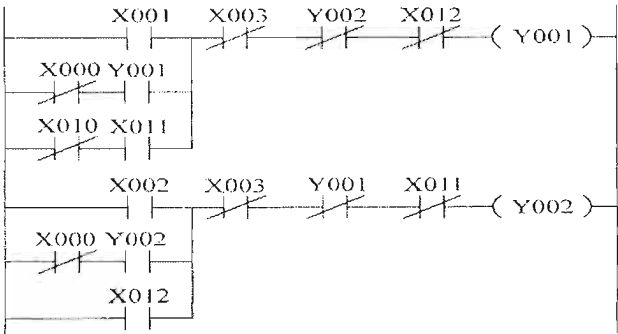


图 9-19 单循环控制程序

所示。

5. 设计保护环节 最后合并实现完整控制要求, 工作台自动往返过程中, 通过限位行程开关 SQ3、SQ4 实现后退与前进方向的限位保护。完整的梯形图如图 9-20 所示。

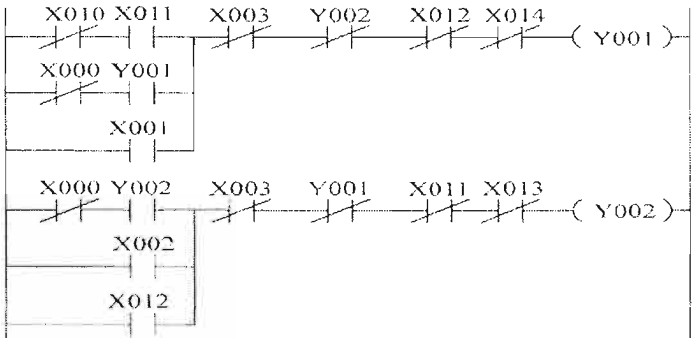


图 9-20 完整控制程序

自动往返连续控制与点动控制的区别在于有无自锁环节; 工作台前进与后退可以利用正反转实现; 自动往返可以通过带机械联锁的正反转实现; 单次往返可以通过解锁联锁环节来实现。

实训三、PLC 控制应用实验

课题一、自动配料系统的模拟

一、实验目的

- 1. 熟练掌握 PLC 的编程和程序调试；
- 2. 了解掌握现代工业中自动配料系统的工作过程和编程方法。

二、控制要求

系统启动后，配料装置能自动识别货车到位情况及对货车进行自动配料，当车装满时，配料系统能自动关闭。

三、自动配料系统模拟实验面板如图 9-21 所示。

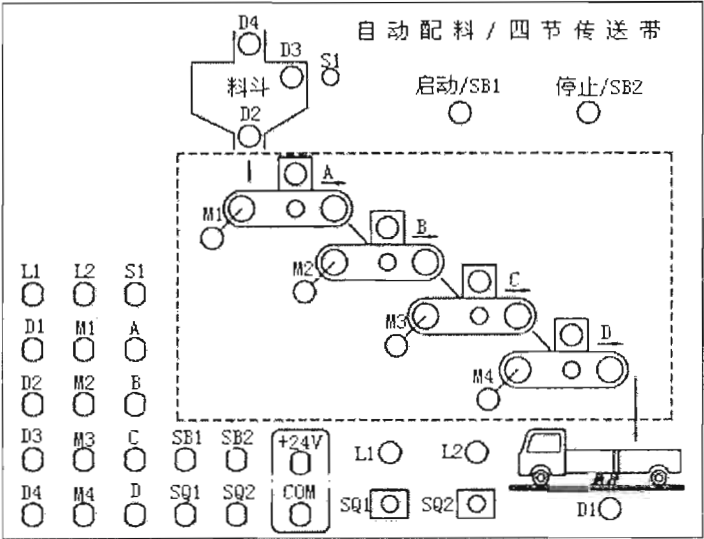


图 9-21 系统模拟实验面板

四、输入/输出接线列表

按钮	SB1	SB2	S1	SQ1	SQ2
功能	启动	停止	料斗满	车未到位	车装满
连线	X0	X1	X2	X3	X4

指示灯	D1	D2	D3	D4
功能	车装满	料斗下口下料	料斗满	料斗上口下料
连线	Y0	Y1	Y2	Y3

指示灯	L1	L2	M1	M2	M3	M4
功能	车未到位	车到位	电机 M1	电机 M2	电机 M3	电机 M4
连线	Y4	Y5	Y6	Y7	Y10	Y11

五、工作过程

- 1. 初始状态

系统启动后，红灯 L2 灭，绿灯 L1 亮，表明允许汽车开进装料。料斗出料口 D2 关闭，若料位传感器 S1 置为 OFF（料斗中的物料不满），进料阀开启进料（D4 亮）。当 S1 置为 ON（料斗中的物料已满），则停止进料（D4 灭）。电动机 M1、M2、M3 和 M4 均为 OFF。

2. 装车控制

装车过程中，当汽车开进装车位置时，限位开关 SQ1 置为 ON，红灯信号灯 L2 亮，绿灯 L1 灭；同时启动电机 M4，经过 2S 后，再启动启动 M3，再经 2S 后启动 M2，再经过 2S 最后启动 M1，再经过 2S 后才打开出料阀（D2 亮），物料经料斗出料。

当车装满时，限位开关 SQ2 为 ON，料斗关闭，2S 后 M1 停止，M2 在 M1 停止 2S 后停止，M3 在 M2 停止 2S 后停止，M4 在 M3 停止 2S 后最后停止。同时红灯 L2 灭，绿灯 L1 亮，表明汽车可以开走。

3. 停机控制

按下停止按钮 SB2，自动配料装车的整个系统终止运行。

六、梯形图参考程序如图 9-22（a）、（b）。

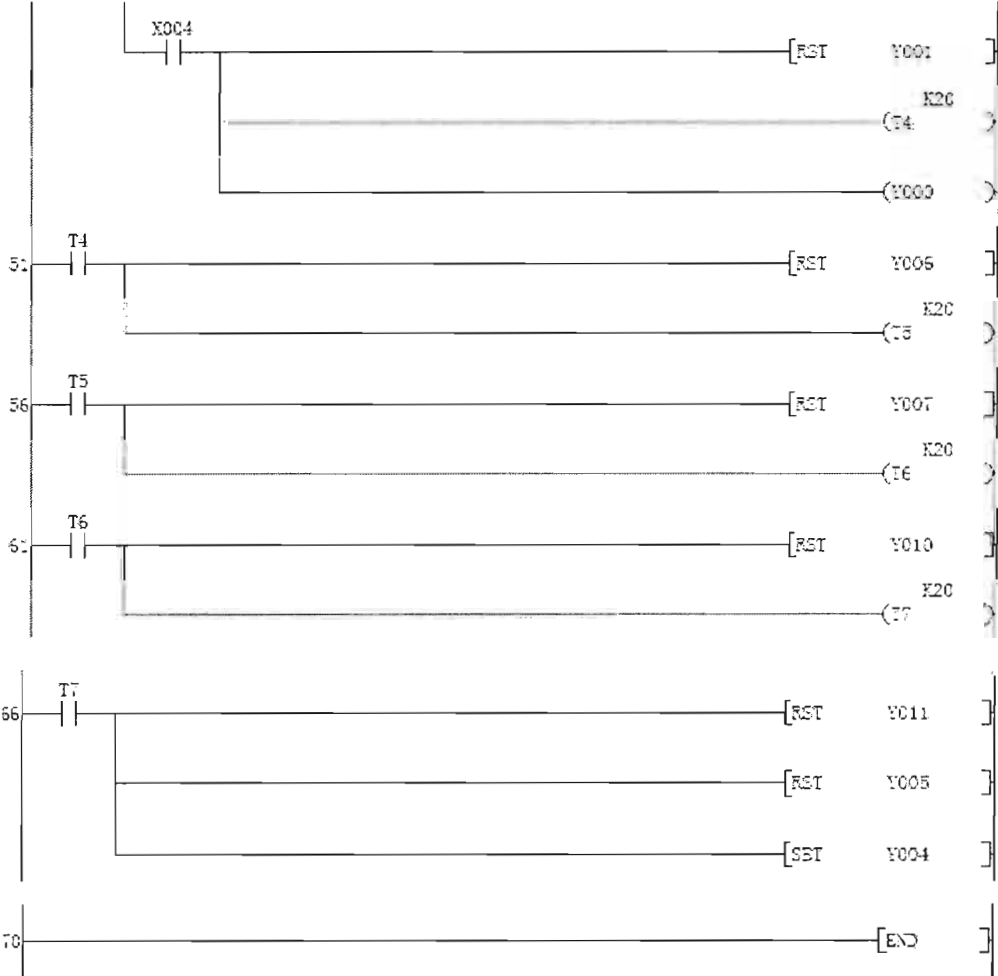


图 9-22 (b)

图 9-22 (a)

课题二、十字路口交通灯控制的模拟

一、实验目的

熟练使用各基本指令，根据控制要求，掌握 PLC 的编程方法和程序调试方法，使学生了解用 PLC 解决一个实际问题的全过程。

二、十字路口交通灯控制实验面板如图 9-22 所示。

实验面板图中，甲模拟东西向车辆行驶状况；乙模拟南北向车辆行驶状况。东西南北四组红绿黄三色发光二极管模拟十字路口的交通灯。

三、控制要求

信号灯受一个启动开关控制，当启动开关接通时，信号灯系统开始工作，且先南北红灯亮，东西绿灯亮。当启动开关断开时，所有信号灯都熄灭。

南北红灯亮维持 25 秒。东西绿灯亮维持 20 秒。到 20 秒时，东西绿灯闪亮，闪亮 3 秒后熄灭。在东西绿灯熄灭时，东西黄灯亮，并维持 2 秒。到 2 秒时，东西黄灯熄灭，东西红灯亮，同时，南北红灯熄灭，绿灯亮。

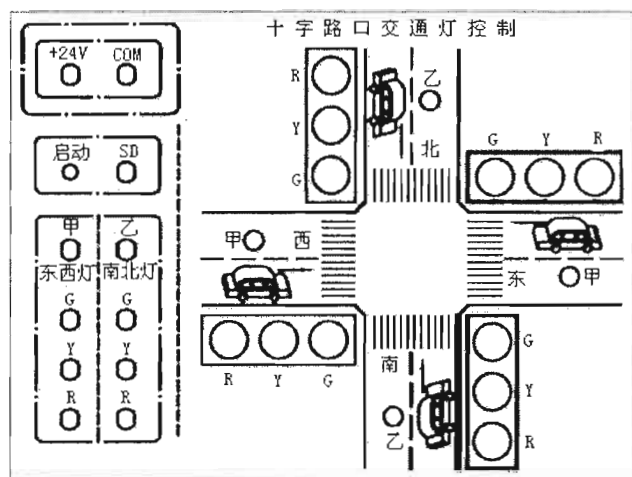


图 9-23 交通灯控制实验面板图

东西红灯亮维持 25 秒。南北绿灯亮维持 20 秒，然后闪亮 3 秒后熄灭。同时南北黄灯亮，维持 2 秒后熄灭，这时南北红灯亮，东西绿灯亮，周而复始。

四、输入/输出接线列表

输入	SD	输出	南北 G	南北 Y	南北 R	东西 G	东西 Y	东西 R	甲	乙
接线	X0	接线	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y7	Y6

五、工作过程

当启动开关 SD 合上时，X000 触点接通，Y002 得电，南北红灯亮；同时 Y002 的动合触点闭合，Y003 线圈得电，东西绿灯亮。1 秒后，T12 的动合触点闭合，Y007 线圈得电，模拟东西向行驶车的灯亮。维持到 20 秒，T6 的动合触点接通，与该触点串联的 T22 动合触点每隔 0.5 秒导通 0.5 秒，从而使东西绿灯闪烁。又过 3 秒，T7 的动断触点断开，Y003 线圈失电，东西绿灯灭；此时 T7 的动合触点闭合、T10 的动断触点断开，Y004 线圈得电，东

西黄灯亮，Y007 线圈失电，模拟东西向行驶车的灯灭。再过 2 秒后，T5 的动断触点断开，Y004 线圈失电，东西黄灯灭；此时起动累计时间达 25 秒，T0 的动断触点断开，Y002 线圈失电，南北红灯灭，T0 的动合触点闭合，Y005 线圈得电，东西红灯亮，Y005 的动合触点闭合，Y000 线圈得电，南北绿灯亮。1 秒后，T13 的动合触点闭合，Y006 线圈得电，模拟南北向行驶车的灯亮。又经过 25 秒，即起动累计时间为 50 秒时，T1 动合触点闭合，与该触点串联的 T22 的触点每隔 0.5 秒导通 0.5 秒，从而使南北绿灯闪烁；闪烁 3 秒，T2 动断触点断开，Y000 线圈失电，南北绿灯灭；此时 T2 的动合触点闭合、T11 的动断触点断开，Y001 线圈得电，南北黄灯亮，Y006 线圈失电，模拟南北向行驶车的灯灭。维持 2 秒后，T3 动断触点断开，Y001 线圈失电，南北黄灯灭。这时起动累计时间达 5 秒钟，T4 的动断触点断开，T0 复位，Y003 线圈失电，即维持了 30 秒的东西红灯灭。

上述是一个工作过程，然后再周而复始地进行。

六、梯形图参考程序

梯形图参考程序如图 9-24 (a)、(b)、(c) 所示。

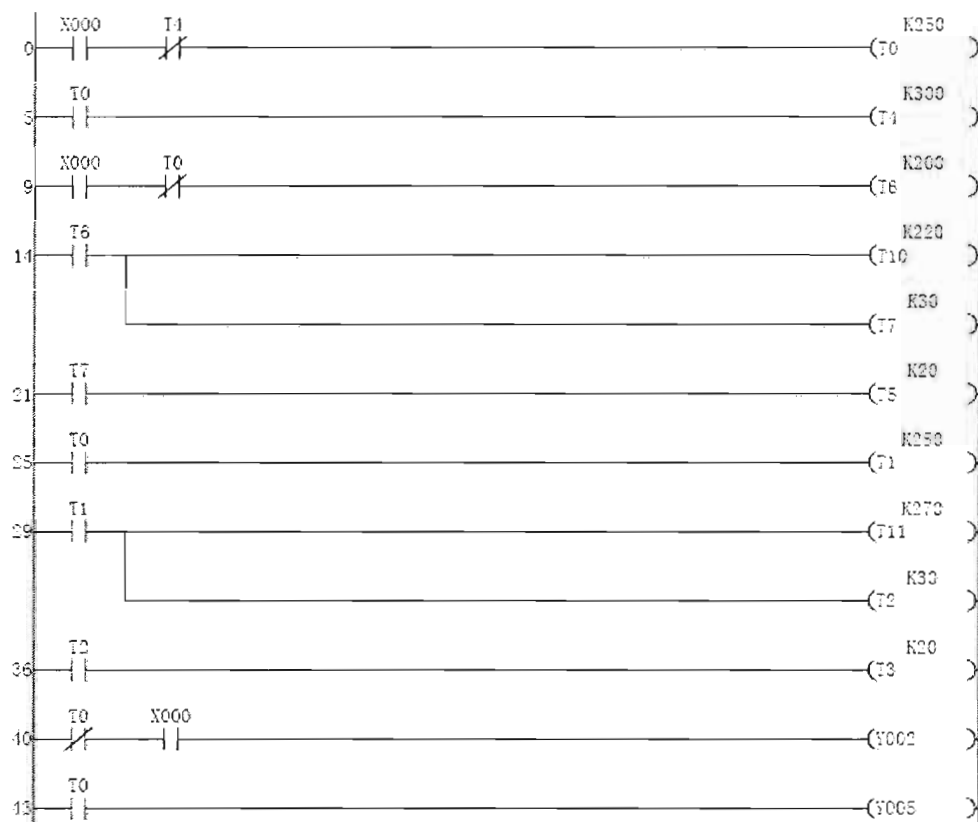


图 9-24 (a)

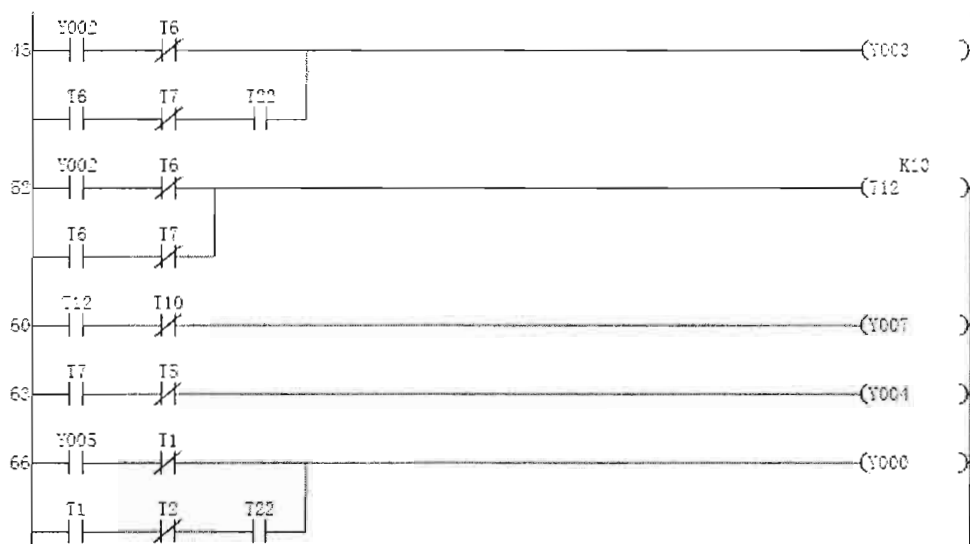


图 9-24 (b)

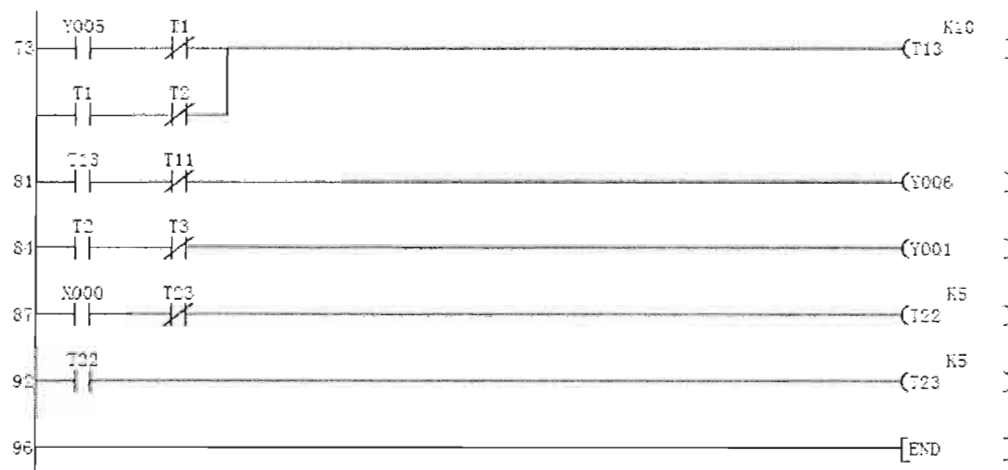


图 9-24 (c)

课题三、水塔水位控制

一、实验目的

用 PLC 构成水塔水位自动控制系统。

二、控制要求

当水池水位低于水池低水位界 (S4 为 ON 表示), 阀 Y 打开进水 (Y 为 ON) 定时器开始定时, 4 秒后, 如果 S4 还不为 OFF, 那么阀 Y 指示灯闪烁, 表示阀 Y 没有进水, 出现故障, S3 为 ON 后, 阀 Y 关闭 (Y 为 OFF)。当 S4 为 OFF 时, 且水塔水位低于水塔低水位界时 S2 为 ON, 电机 M 运转抽水。当水塔水位高于水塔高水位界时电机 M 停止。

三、水塔水位控制的实验面板图

如图 9-25 所示, 面板中 S1 表示水塔的水位上限, S2 表示水塔水位下限, S3 表示水池水位上限, S4 表示水池水位下限, M1 为抽水电机, Y 为水阀。

四、输入/输出接线列表

输出	M1	Y	输入	S1	S2	S3	S4
接线	Y0	Y1	接线	X0	X1	X2	X3

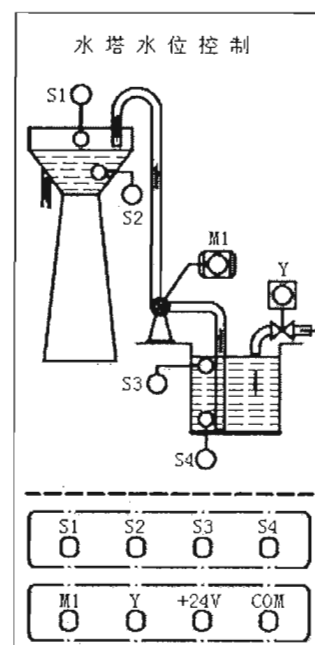


图 9-25 水位控制实验面板

五、梯形图参考程序

水塔水位控制梯形图参考程序如图 9-26 所示。

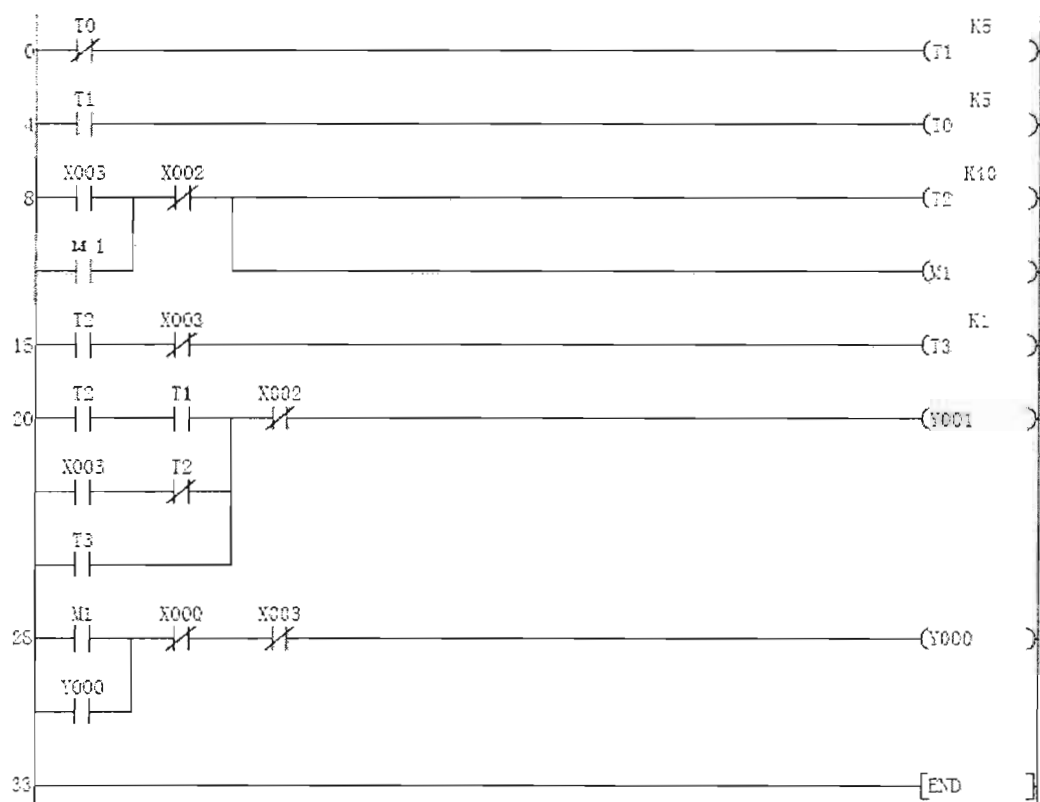


图 9-26

课题四、天塔之光

在 MF23 模拟实验挂箱中天塔之光实验区完成本实验。

一、实验目的

用 PLC 构成闪光灯控制系统。

二、控制要求

合上启动按钮后，按以下规律显示：L1→L1、L2→L1、L3→L1、L4→L1、L5→L1、L2、L4、→L1、L3、L5→L1→L2、L3、L4、L5→L6、L7→L1、L6→L1、L7→L1→L1、L2、L3、L4、L5→L1、L2、L3、L4、L5、L6、L7→L1、L2、L3、L4、L5、L6、L7→L1.....如此循环，周而复始。

三、天塔之光的实验面板图

天塔之光的实验面板如图 9-27 所示。

四、输入/输出接线列表

输入	SD	ST	输出	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
	接线	X0	接线	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7

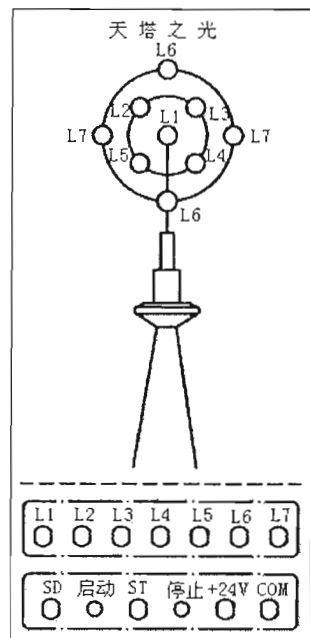


图 9-27 模拟实验挂箱面板

五、梯形图参考程序

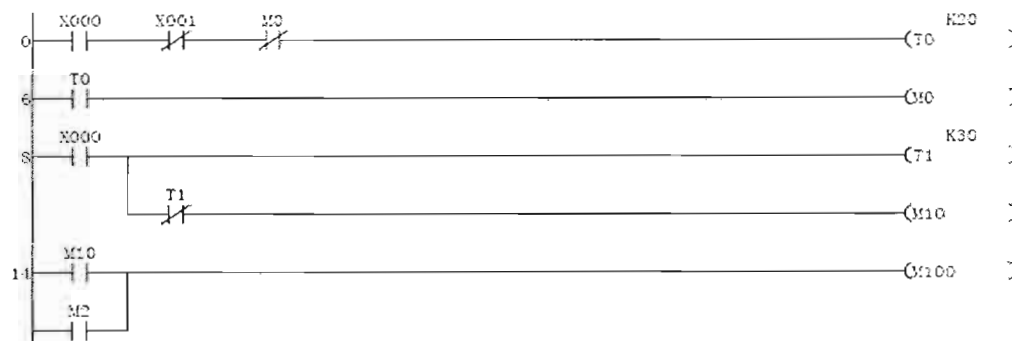


图 9-28 (a)

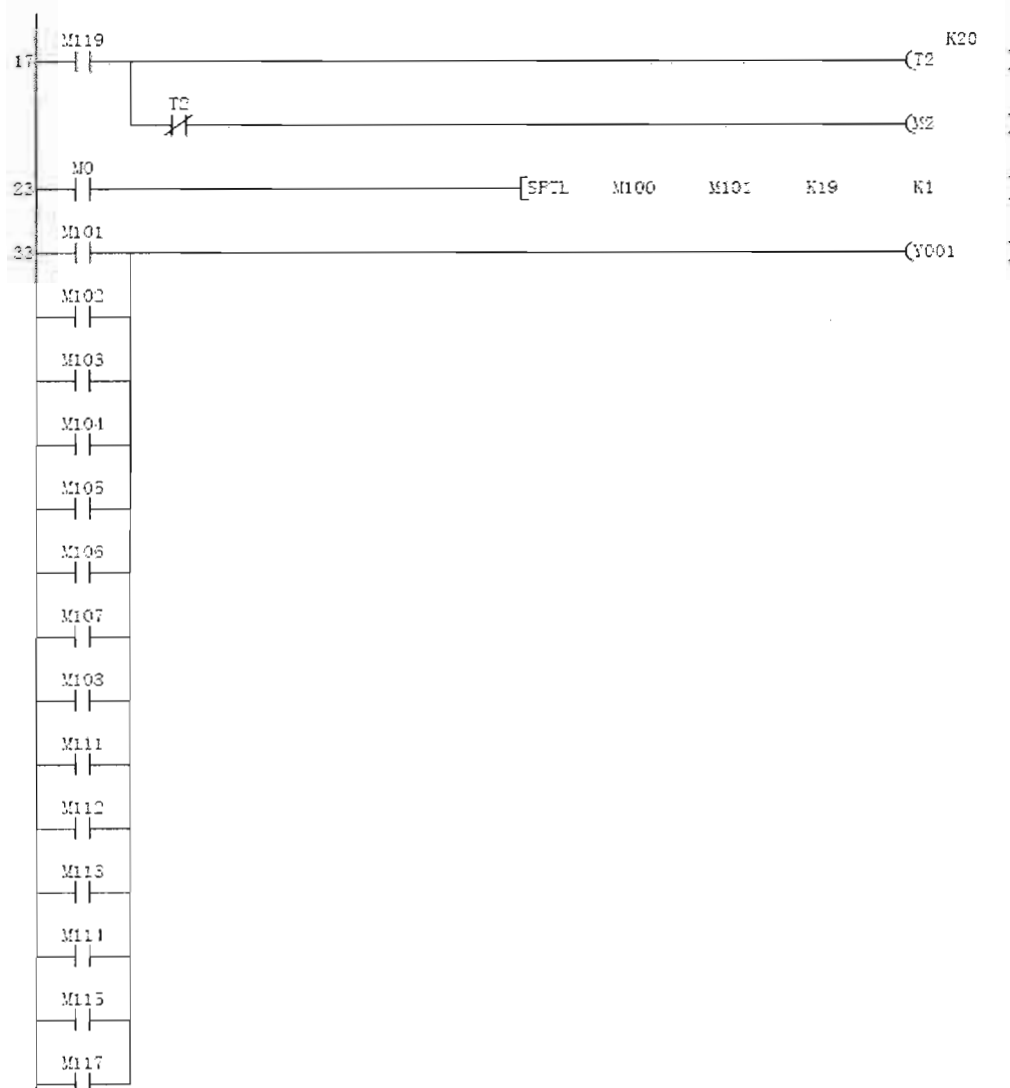


图 9-28 (b)

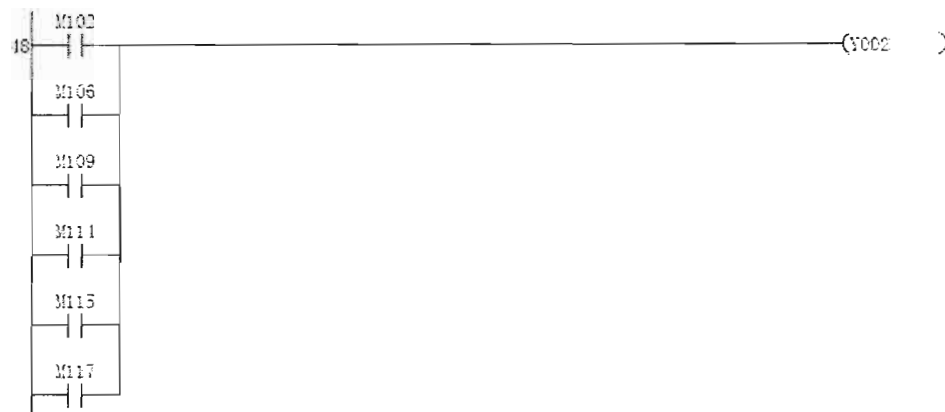


图 9-28 (c)

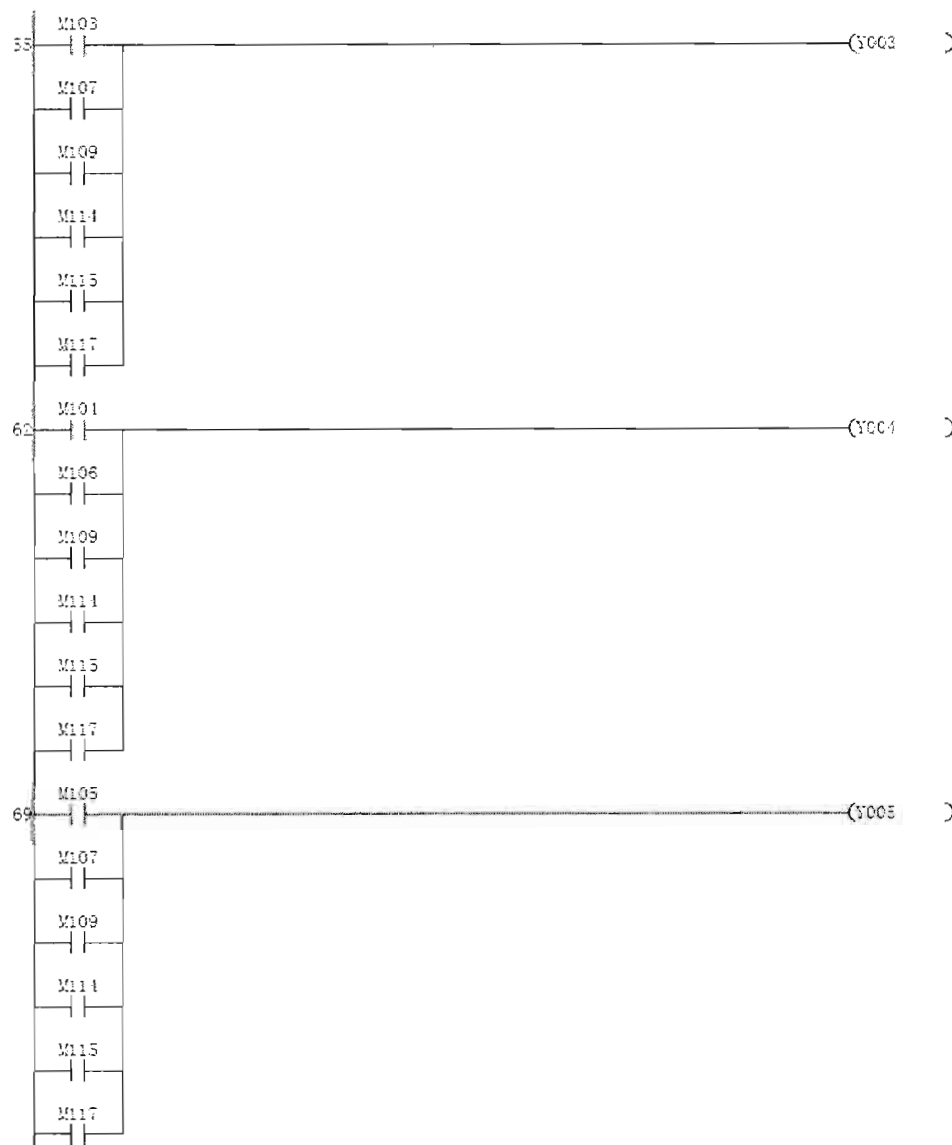


图 9-28 (d)

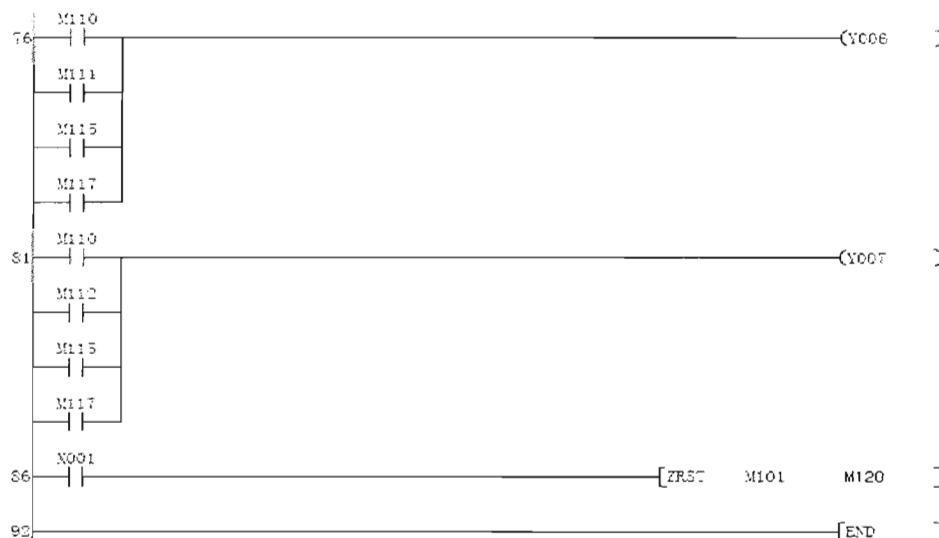


图 9-28 (c)

课题五、液体混合装置控制的模拟实验

一、实验目的

熟练使用各条基本指令，通过对工程实例的模拟，熟练地掌握 PLC 的编程和程序调试。

二、控制要求

本装置为两种液体混合模拟装置，SL1、SL2、SL3 为液面传感器，液体 A、B 阀门与混合液阀门由电磁阀 YV1、YV2、YV3 控制，M 为搅匀电机，控制要求如下：

(1) 初始状态 装置投入运行时，液体 A、B 阀门关闭，混合液阀门打开 20 秒将容器放空后关闭。

(2) 启动操作 按下启动按钮 SB1，装置就开始按下列约定的规律操作。

液体 A 阀门打开，液体 A 流入容器。当液面到达 SL2 时，SL2 接通，关闭液体 A 阀门，打开液体 B 阀门。液面到达 SL1 时，关闭液体 B 阀门，搅匀电机开始搅匀。搅匀电机工作 6 秒后停止搅动，混合液体阀门打开，开始放出混合液体。当液面下降到 SL3 时，SL3 由接通变为断开，再过 2 秒后，容器放空，混合液阀门关闭，开始下一周期。

(3) 停止操作 按下停止按钮 SB2 后，在当前的混合液操作处理完毕后，才停止操作（停在初始状态上）。

三、液体混合装置控制的模拟实验面板图

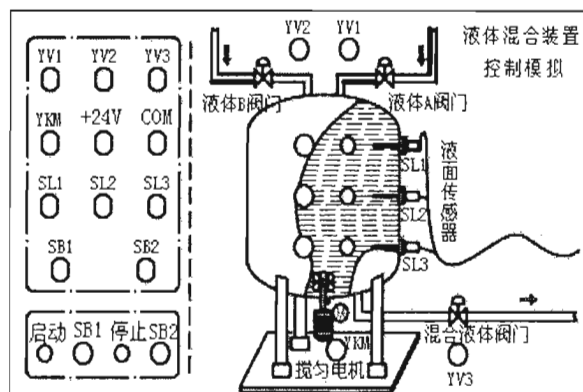


图 9-29 模拟实验面板图

液体混合装置控制的模拟实验面板如图 9-29 所示。

此面板中，液面传感器用钮子开关来模拟，启动、停止用动合按钮来实现，液体 A 阀门、液体 B 阀门、混合液阀门的打开与关闭以及搅匀电机的运行与停转用发光二极管的点亮与熄灭来模拟。

四、输入/输出接线列表

输入	SB1	SB2	SL1	SL2	SL3	输出	YV1	YV2	YV3	YKM
接线	X0	X1	X2	X3	X4	接线	Y0	Y1	Y2	Y3

五、工作过程分析

根据控制要求编写的梯形图分析其工作过程。

（1）启动操作 按下启动按钮 SB1，X000 的动合触点闭合，M100 产生启动脉冲，M100 的动合触点闭合，使 Y000 保持接通，液体 A 电磁阀 YV1 打开，液体 A 流入容器。

当液面上升到 SL3 时，虽然 X004 动合触点接通，但没有引起输出动作。

当液面上升到 SL2 位置时，SL2 接通，X003 的动合触点接通，M103 产生脉冲，M103 的动合触点接通一个扫描周期，复位指令 RST Y000 使 Y000 线圈断开，YV1 电磁阀关闭，液体 A 停止流入；与此同时，M103 的动合触点接通一个扫描周期，保持操作指令 SET Y001 使 Y001 线圈接通，液体 B 电磁阀 YV2 打开，液体 B 流入。

当液面上升到 SL1 时，SL1 接通，M102 产生脉冲，M102 动合触点闭合，使 Y001 线圈断开，YV2 关闭，液体 B 停止注入，M102 动合触点闭合，Y003 线圈接通，搅匀电机工作，开始搅匀。搅匀电机工作时，Y003 的动合触点闭合，启动定时器 T0，过了 6 秒，T0 动合触点闭合，Y003 线圈断开，电机停止搅动。当搅匀电机由接通变为断开时，使 M112 产生一个扫描周期的脉冲，M112 的动合触点闭合，Y002 线圈接通，混合液电磁阀 YV3 打开，开始放混合液。

液面下降到 SL3，液面传感器 SL3 由接通变为断开，使 M110 动合触点接通一个扫描周期，M201 线圈接通，T1 开始工作，2 秒后混合液流完，T1 动合触点闭合，Y002 线圈断开，电磁阀 YV3 关闭。同时 T1 的动合触点闭合，Y000 线圈接通，YV1 打开，液体 A 流入，开始下一循环。

（2）停止操作 按下停止按钮 SB2，X001 的动合触点接通，M101 产生停止脉冲，使 M200 线圈复位断开，M200 动合触点断开，在当前的混合操作处理完毕后，使 Y000 不能再接通，即停止操作。

课题六、LED 数码显示控制

在 MF25 模拟实验挂箱中 LED 数码显示控制实验区完成本实验。

一、实验目的

了解并掌握置位与复位指令 SET、RST 在控制中的应用及其编程方法。

二、实验原理

SET 为置位指令，使动作保持；RST 为复位指令，使操作保持复位。SET 指令的操作目标元件为 Y、M、S。而 RST 指令的操作元件为 Y、M、S、D、V、Z、T、C。这两条指令是 1~3 个程序步。用 RST 指令可以对定时器、计数器、数据寄存器、变址寄存器的内容清零。

三、控制要求

按下启动按钮后，由八组 LED 发光二极管模拟的八段数码管开始显示：先是一段段显示，显示次序是 A、B、C、D、E、F、G、H。随后显示数字及字符，显示次序是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、b、C、d、E、F，再返回初始显示，并循环不止。

四、LED 数码显示控制的实验面板图

LED 数码显示控制的实验面板如图 9-30 所示。

五、输入/输出接线列表

输入 接线	SD	输出 接线	A	B	C	D	E	F	G	H
	X0		Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7

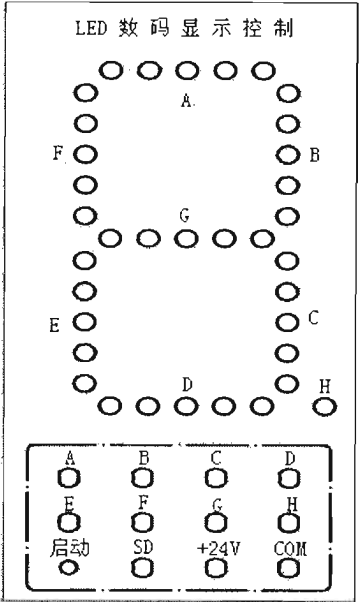


图 9-30 LED 数码显示控制面板

课题七、三层电梯控制系统的模拟实验

在 MF27 模拟实验挂箱中三层电梯控制系统的模拟实验区完成本实验。

一、实验目的

1. 进一步熟悉 PLC 的 I/O 连接；
2. 熟悉三层楼电梯控制系统的编程方法。

二、控制要求

电梯由安装在各楼层厅门口的上升和下降呼叫按钮进行呼叫操纵，其操纵内容为电梯运行方向。电梯轿厢内设有楼层内选按钮 S1~S3，用以选择需停靠的楼层。L1 为一层指示、L2 为二层指示、L3 为三层指示，SQ1~SQ3 为到位行程开关。电梯上升途中只响应上升呼叫，下降途中只响应下降呼叫，任何反方向的呼叫均无效。例如，电梯停在一层，在二层轿厢外呼叫时，必须按二层上升呼叫按钮，电梯才响应呼叫（从一层运行到二层），按二层下降呼叫按钮无效；反之，若电梯停在三层，在二层轿厢外呼叫时，必须按二层下降呼叫按钮，电梯才响应呼叫（从三层运行到二层），按二层上升呼叫按钮无效，依此类推。

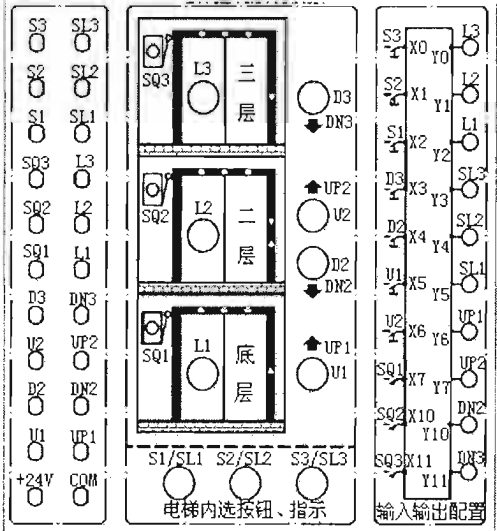


图 9-31 电梯控制系统模拟面板图

三、三层电梯控制系统的模拟实验面板图

三层电梯控制系统的模拟实验面板如图 9-31 所示。

四、输入/输出接线列表

输入接线列表

序 号	名 称	输入点	序 号	名 称	输出点
0	三层内选按钮 S3	X000	5	一层上呼按钮 U1	X005
1	二层内选按钮 S2	X001	6	二层上呼按钮 U2	X006
2	一层内选按钮 S1	X002	7	一层行程开关 SQ1	X007
3	三层下呼按钮 D3	X003	8	二层行程开关 SQ2	X010
4	二层下呼按钮 D2	X004	9	三层行程开关 SQ3	X011

输出接线列表

序 号	名 称	输入点	序 号	名 称	输出点
0	三层指示 L3	Y000	6	二层内选指示 SL2	Y006
1	二层指示 L2	Y001	7	一层内选指示 SL1	Y007
2	一层指示 L1	Y002	8	一层上呼指示 UP1	Y010
3	轿厢下降指示 DOWN	Y003	9	二层上呼指示 UP2	Y011
4	轿厢上升指示 UP	Y004	10	二层下呼指示 DN2	Y012
5	三层内选指示 SL3	Y005	11	三层下呼指示 DN3	Y013

项目八、电动机、变压器绕线工艺及检修（企业）

实训一、电动机机械故障修理

电气专业工作者对于电机修理，主要指的是绕组部分，但是为了能在短时间内有效地排除电动机的故障，以利于及时恢复生产，电工必须学会检查分析和排除电动机故障的方法，学会掌握机械部分修理方法也是很必要的。

一、电动机正确拆装

（一）电动机的拆卸

1. 拆卸皮带轮或联轴器

先将皮带轮或联轴器端面距前端盖处的位置尺寸记录下来，然后把皮带轮或联轴器上的固定螺丝或销子松脱，再用拉力把皮带轮或联轴器慢慢拉出来。如果拉不出来，可以渗入煤油再拉，如仍拉不出，可以用喷灯加热，乘热胀时拉下，温度不能过高，以防机轴变形。

2. 拆卸端盖

首先应在端盖与机座接缝处做好标记，以免装配时弄错位置，端盖上如有轴承室外盖，应先拆掉，一般小型电动机只拆前端盖、后侧的风罩、风扇及后端盖螺丝，然后将转子连同后端盖一起抽出。拆卸前端盖时，用扁铲在螺丝连接“耳子”处和与机座的接缝处用手锤在不同位置轻轻敲打，使之分离。卸下端盖时应用木板垫住，以免端盖与轴颈碰撞造成损伤。前端盖卸下后，拧下后端盖螺丝，垫上木板用手锤轻轻敲打轴伸端面，使后端盖与机座离缝把转子和后端盖一同抽出。

3. 抽出转子

小型电动机的转子可以用手取出，较大的电机可用一根长钢管套住轴伸，由一人抬住钢管另一人在另一端抽出管子，更大的电机因转子较重，用起重设备将转子吊住平移抽出。

（二）电动机装配

1. 装配前的准备

首先要把绕组和机壳内部吹扫干净，机座，端盖，轴承盖的止口和转子表面都要擦拭干净。清洗后的轴承重新加入润滑油时要适量，约为轴承或轴承室的 $1/2 \sim 1/3$ 为宜，4 级以上电机取上限，2 极电机取下限，润滑脂过多，会使轴承温度过高，空载损耗增大，润滑脂变稀淌出。

2. 装配

电动机装配基本上是电动机拆卸的反过程。装配时，应按标记将各部件复位。敲打端盖或转轴端面等部位时要垫上木板敲打。端盖的固定螺丝要依对角交替均匀地拧紧。将轴承盖紧固时，应边拧紧螺丝边灵活转动转子，否则应检查端盖与机座连接部位是否合适，并相应调整螺丝的松紧，转子灵活后，装上风扇，风罩和皮带轮。

二、轴承的维护与修理

在电动机的故障中，轴承的故障是经常发生的。轴承损坏时，电动机的转子将与定子铁芯相擦，进而发热破坏绕组绝缘，所以必须注意轴承的保养，有了故障应及时排除。

轴承档轴颈稍有磨损时，可用冲子在轴颈圆周上均匀冲上一些麻点。或用扁铲打毛再装上轴承。即可配合较为紧密。如有条件可在磨损部分镀上一层金属，或用电焊条在轴颈圆周上堆焊，然后按正常尺寸车圆。

三、机座、端盖修理

一般小型电动机机座和端盖都是铸铁制成的。如机座、端盖有裂缝或机座底脚断裂，可用铸铁焊条补焊。端盖轴承室磨损，如果磨损不大时，可用冲子轻轻地在轴承室圆周上均匀地冲上些麻点，也可用扁铲打毛，然后再安装轴承，如磨损较大，须采用镶套的办法补救。

四、铁心的修理

常见的铁心故障有：铁心槽齿向外张开；铁心硅钢片沿轴向松弛；铁心槽齿局部烧熔等。

铁心槽齿向外张开或扭曲，主要是由于拆除旧绕组时用力过猛造成的。可用尖嘴钳子矫正，然后敲打平整。

铁心松弛，主要原因是制造不良和使用修理方法不当造成的。当电机铁心采用内压装时，可用压力机把铁心重新压紧，把扣片扣严或与压圈焊住。

铁心槽齿局部烧熔，主要是因绕组短路或碰铁产生高热烧毁槽齿，可用扁铲把烧毁部分铲掉，再用细锉除去毛刺。

五、轴承的检查与清洗

小型电动机均采用滚动轴承。电动机拆开后，首先检查润滑脂是否变干涸或缺少，用手摇动轴承外圈，如感觉松动说明轴承磨损。磨损程度可用塞尺检查。

更换润滑脂，进一步检查轴承有无锈蚀，裂纹与损坏时，要清洗轴承。清洗时，不必拉下轴承，先剥去轴承和轴承盖上的废油，先用毛刷蘸清洗盆中的汽油刷洗（不要转动轴承以免滚入杂物），油污去除后，再用另一盆清洁汽油清洗，然后用破布擦干。

实训二、电动机绕组损坏与修理

一、定子绕组损坏与修理

定子绕组是电动机的主要部分，也是最容易发生故障的部位。其主要原因是绕组绕制质量不好，使用时选择不当，以及长期运行绕组绝缘老化等。

（一）绕组接地

绕组本身绝缘损坏，绕组导线与机壳铁心相撞就造成接地故障。为了保证安全，在安装使用时，机壳都进行了接地处理，一旦发生绕组接地故障时，就会产生短路现象。如果电动机机壳没做接地处理。发生绕组接地时机壳带电，危及人身安全。

处理接地故障时，先仔细检查绕组绝缘损伤的情况及部位。除绝缘老化变质外，一般是可做局部修理的，接地点大多数都在槽口附近。修理时将绕组加热待绝缘物软化后用划线板撬起绕组，插入适当大小的绝缘材料。用兆欧表检查故障是否消失。如接地故障已排除，则在修补处热涂刷一层绝缘漆。如有两根以上导线绝缘损坏，则在处理槽绝缘时还要将导线之间的绝缘修补好，以免发生匝间短路故障。接地点发生在槽内大多须更换绕组。

（二）绕组短路

主要原因是电源电压过高或过低，过载或两相运行，或制造不良，绝缘层老化等所制。绕组短路的情况有：匝间短路、绕组间短路、极相组间短路及相间短路。

1. 检查方法

（1）检查相间短路，通常使用兆欧表或万用表分别检查两相绕组间的绝缘电阻。检查时如果测得的绝缘电阻值很低。就说明该两相绕组间短路，有时由于两相以上绕组同时发生接地故障而造成相间短路。所以在检查时，一般先检查绕组对地绝缘。

（2）检查绕组相间短路或极相组间短路，可以用电桥测量三相绕组的直流电阻值，电阻值较小的一相为短路相。也可以三相绕组通入单相低压电流。分别测量每相绕组电流。电流大的为短路相。

（3）检查匝间短路。常利用短路侦察器测量。

2. 处理方法:

(1) 故障点在端部, 由于引线和绝缘套管损伤造成的相间短路或极相组间短路, 只要把损伤处重新包以相应的绝缘。就能故障排除有时须将绕组加热。撬开引线, 把绝缘管重新套到槽口部分或垫好绝缘纸, 可消除故障。由于绕组端部绝缘损坏造成的绕组间短路或相间短路, 找出有故障的两组线圈后, 把线圈加热软化, 撬开后塞入绝缘纸垫好。

线圈匝间短路, 若故障点在端部, 并且不太严重时, 可以把导线包以绝缘后, 再刷上绝缘漆烘干。

(2) 故障点在槽内

槽内线圈短路损坏, 线圈匝间短路故障点在槽内或者故障点虽在端部, 但比较严重的都应将短路线圈进行更换。

更换个别损坏线圈时, 往往容易弄坏其他完好的绕组, 更换一个线圈就要把一个节距内的线圈全部拉到槽外, 损坏的几率更多, 所以局部拆换线圈时可采用“穿绕修补法”操作时先把线圈加热软化, 打出槽楔, 剪断损坏线圈的端部, 然后用钳子把导线一根一根地从槽

底抽出, 把槽清理干净, 另用绝缘纸卷成圆筒塞进槽内, 取比原线圈总长略长的同规格漆包线在槽内穿线绕至原来的匝数。经检验证明故障排除后, 再浸漆烘干。如果损坏线圈较多, 应全部拆换。

(三) 绕组断路

造成绕组断路的原因主要有: 接头焊接不良, 长期运行接头过热而断路; 绕组受外力作用折断; 由于匝间短路绕组接地而造成的绕组烧断。检查绕组断路可用兆欧表, 万用表的欧姆档。检查时要每相分别测试, 找到断路相后, 在拆开极相组间连线, 逐把线圈检查, 找出故障点。也可以分别测量三相绕组电流, 电流值小或等于零的相为断路相。

如断路故障是端部导线断线或接头松脱, 则只要重新连接焊牢, 包扎好绝缘在涂上绝缘漆即可。如导线在槽内断开, 则要先加热翻出线圈找出故障点, 加入一根新导线, 将连接点设在线圈的两个端部, 焊牢后涂漆或套管包扎好, 把翻出的导线和新的一根导线嵌入槽内封好槽口。

由于某种原因造成绕组烧断, 个别线圈故障少的可维修, 绕组损坏较多时则须全部拆换。

二、转子绕组的损坏与修理

铸铝鼠笼型转子绕组比较坚固而不易损坏, 但由于铸铝质量不好或使用不当, 将造成的转子断条, 如有转子断条时, 电动机运行带负载时转速下降, 串接的电流表指针摆动。

检查转子断条的方法:

(1) 外表检查拆开电机取出转子, 仔细观察端环和转子, 铁心表面处的铝条, 检查有无断裂或过热变色处。

(2) 用短路侦察器检查侦察器的开口铁心外缘形状应是凹弧形, 并应与转子外圆吻合, 沿转子表面逐槽检查, 检查时串联一只电流表, 通以适当的交流电源, 若检查到某一槽时, 电流变小, 说明这个槽内有断条故障。

(3) 用铁粉检查在转子的两个端环上通以低压大电流把铁粉撒在转子表面, 未断的铝条有电流通过, 周围产生磁场, 铁粉就被吸附在铁心槽口附近, 如果某槽口附近聚集的铁粉很少, 甚至没有, 就说明该槽内铝条有断条或细条故障。

如笼型转子端环部分发生断裂可用气焊修补, 个别铝条断条时, 也可将断条钻掉, 清槽后打入与槽形相符的铝条, 用气焊与端环焊牢。

实训三、三相异步电动机定子绕组

一、异步电动机绕组参数

(一) 极距

极距是指沿定子铁心内圈, 每个磁极所占的范围, 可用长度表示, 也可用槽数表示, 则

极距:
$$t = \frac{Z}{2P}$$

式中 Z ——定子铁心总槽数;

P ——磁极对数。

(二) 节距

节距也称跨距, 指的是每把线圈两个有效边之间的距离, 用槽数表示。当线圈节距等于极距时称为全节距; 当线圈节距小于极距时称为短节距。一般单速电动机多采用短节距, 因为可以改善电磁性能, 又节省导线材料。

(三) 每极每相槽数

定子绕组在每个磁极下, 每一相所占的槽数称为每极每相槽数。

表示:
$$q = \frac{Z}{2Pm}$$

式中 m ——相数。

把属于同一相的 q 只线圈按一定方式串联成组, 称为极相组, 通常在绕线时一次绕成, 然后分别嵌装单层绕组, 每相的极相组数等于极对数。

(四) 电角度

计量电磁关系的角度称为电角度。电角度=极对数×机械角度。电动机的空间机械角度都是 360 度。但不同磁极对数的电动机其电角度不同。不论电动机有几个磁极, 一对磁极即占有 360 度电角度; 一个极距为 180 度电角度。

(五) 相带

所谓的相带, 就是每极每相所占的电角度。三相电动机所产生的旋转磁场是定子三相绕组的合成磁场, 因此在每对磁极所占据范围内均应有三相绕组的有效边。通常把每对磁极下绕组平均分成六个区段。并把每极下的三个区段分 A、B、C 三相。因为一个极距为 180 度, 所以每一相带电角度为 60 度。一般情况下, 三相单速电动机绕组都绕成 60 度相带。

二、异步电动机绕组

(一) 绕组种类

三相异步电动机定子绕组均属于分布绕组, 它的种类结构也较复杂多样, 主要分为单层绕组, 双层绕组等多种。

所谓单层绕组就是每个定子槽中只嵌线圈的一个有效边, 因此线圈的绕制和嵌线都比较方便, 而且还没有层间绝缘, 槽满率较高, 不会发生槽内相间短路, 但每个线圈的两个端部不易处理整齐。电气性能也较差, 绕组的线圈数等于总槽数的一半。所以一般应用于小容量的电动机中。

双层绕组的每一个槽都嵌上下两个线圈的有效边, 槽的利用率较高, 电气性能也得到了提高, 因此一般应用于大容量的异步电动机定子绕组。

(二) 绕线型式

(1) 同心式绕组 在同一极相组内, 绕组由节距不等的同心线圈组成。顾名思义, 这种绕组极相组的连接方式是“尾接头”串联顺接, 因为单层绕组每相的极相组数等于磁极对数, 所以当极对数 P 为偶数时, 整个电机绕组数也为偶数。线圈的端部通常安排在两个平面上, 即先把各相半数的极相组线圈嵌入槽内, 其端部处于一个平面上, 在嵌放各相另一半极相组线圈, 后嵌入线圈端部处在先嵌好的线圈端部的上面, 因此整个绕组线圈在两个平面上。同心式绕组较易嵌线, 但铜线用量较多, 因此多用于小容量二极电动机中。

(2) 链式绕组 当每极每相槽数 $q=2$ 时, 把每个极相组中的两只线圈分别折向两边。其极相组线圈间形成“头接头”“尾接尾”反接串联的连接方式, 整个三相绕组如链相扣, 故各为链式绕组。构成链式绕组的线圈节距必定是奇数, 否则无法构成。

链式绕组线圈节距相等; 端部较短, 比同心式绕组节省铜线。因此链式绕组在小容量电动机中普遍使用。

(3) 交叉链式绕组 当 $q=3、5、7$ 等奇数时, 把每一极相组线圈也分为两组折向两边, 一组为偶数, 一组为奇数, 且两组线圈节距不等, 各组线圈作链式连接, 这种绕组称交叉链式绕组。其排列方法与链式绕组相同, 极相组间连接, 采用反接串联。绕组端部连接短, 但下线工艺较复杂, 一般用于 q 为奇数的小容量电机中。

(4) 同心链式(交叉同心式)绕组 当极对数 P 为奇数时, 整个电机绕组有奇数个极相组。通常是把一个极相组的线圈分为两部分, 把其中一部分线圈的端接部分折向另一边, 使三相绕组的端线分别处在三个平面上, 称三平面同心绕组。当每极每相槽数 $q>2$ 的偶数时, 每极相组折向两边为线圈数相等的同心线圈, 如绕组也同链式绕组排列, 则称为同心链式绕组。

实训四、异步电动机绕组重嵌准备

电动机绕组出现严重的短路、断路接地故障时, 采用局部修理已无法使绕组恢复完好状态时, 或绝缘老化, 就要全部拆换旧绕组更换新绕组。

一、记录原始数据

目的是以原始数据作为重嵌线的重要依据, 使电动机修复后各种参数不变。

(1) 铭牌数据

主要应记录: 型号、功率、转速、接法、电压、电流等。

(2) 绕组数据

应判明记录: 绕组形式、节距、并绕根数、支路数、导线直径、每槽匝数、联结方式、绝缘等级、画出接线图等。

(3) 铁心数据

测量和记录: 定子铁心、外径、内径、长度、槽数等。

二、拆除旧绕组

成品电动机绕组都经过浸漆、烘干处理, 坚硬而不易拆掉, 拆除时首先需加热, 使绕组绝缘软化, 无论用何种方法加热, 事先须把接线板等易损部件拆下, 以免损坏。

(一) 烘焙加热

用烘箱加热到绝缘材料软化, 乘热拆除, 温度控制在 200°C 为宜。

(二) 通电加热

将绕组适当连接, 利用调压器或电焊机等电源设备, 通电加热, 电流的大小可控制在额定电流的 $2\sim 3$ 倍, 如果电源容量不够, 可以先对一组或一个线圈加热, 边加热边拆除, 绕组如有短路断路情况, 通电的局部得不到加热, 可用喷灯进行烧烤后再拆除。

(三) 绕组拆除

(1) 先将槽契打出, 把无连接线一端的线把剪开, 在另一端用钢丝钳逐根地从槽内拉出, 不要一次拉出太多, 也不要用力过猛。

(2) 要设法拆下一把没有变形的完整线把, 作为制造线模绕制新线圈时参考。

(3) 绕组全部拆除后, 要把每个槽里的杂物清除干净, 硅钢片如有弯曲歪扭也要修整好。

三、绕制线圈

(一) 制作绕线模

尺寸要比较正确,若线模尺寸小绕制的线圈端部长度不足,嵌线困难,甚至嵌不下去。若线模尺寸太大,线圈电阻和端部漏抗都增大,影响电动机的电气性能,还浪费铜线。因此绕线模的尺寸一定要做得适当。

1. 模芯尺寸的确定

- 1) 按照拆出的完好旧线圈量出;
- 2) 根据经验按线圈节距在定子铁心上估计出;
- 3) 根据电动机铭牌型号参考技术手册中的数据确定模芯尺寸;
- 4) 根据绕组型式进行计算。

单层同心式和链式绕组模芯计算

$$(1) \text{ 模芯宽度: } A = \pi \frac{(\text{定子铁芯内径} + \text{槽深})}{\text{槽数}} \times (\text{节距} - k) \quad (\text{毫米})$$

式中 k ——校正系数,4极 $k=0.5\sim 0.7$ 。

(2) 模芯直线长度: $L = \text{铁心长度} + 2$ (毫米),取 $10\sim 15$ (毫米)。

$$(3) \text{ 端部圆弧半径: } R = \frac{A}{2} + t \quad (\text{毫米})。$$

式中 t ——经验系数,取 $5\sim 8$ (毫米)。

(4) 模心厚度: $H = (\sqrt{\text{线圈导线根数}} + 0.5) \times \text{绝缘线径}$ 。小型电动机: H 取 $8\sim 10$ 毫米;较大型电动机: H 取 $10\sim 15$ 毫米。

2. 绕线模制作

(1) 固定式绕线模,由模芯和夹板组成,一般用干燥硬木制作,或者5层以上的胶合板即可,制作的线模不应翘裂变形。

模芯做成后,通常在其轴心处斜锯开,每块各固定在一个夹板上,这样绕成的线圈容易脱模。

夹板形状与模心相同,但每边要比模芯放出 $5\sim 10$ 毫米长度,夹板上要留出引线槽和绑线槽。

(2) 活络式绕线模有多种式样,这里只介绍简单的一种,隔板可用干燥木板或胶合板制作,板上钻几排孔,孔的位置和数量可以根据需要安排。隔板为同样的两块,中间夹装可以拆卸的轮子,若要连绕几只线圈,就要放几组轮子。

(二) 绕制线圈

首先要准备好绕线机和绕线模,绕线机有手动和电动的两种,都要带有计数器,使用方便。

绕制时把导线线轴搭在放线架上,应能灵活转动,并与绕线机保持一定距离。手握纱团或破布,把导线裹持住,给导线一定的拉力,使其平直无曲折,但手的拉力应适中。每组线圈的首尾端要留适当长度,并且应留在同一方向,绕制线圈前,要把布带或线绳放入线模的绑线槽中,导线应尽量紧密排列平整,不要交叉重叠,一个极相组几个线圈连绕时,通常是先从左面绕起,逐槽右移,过桥线不用套绝缘管,若一相线圈连绕时,应预先把所用的套管套在导线上,绕完一个机相组后,放好一个套管,再继续绕下一组线圈。绕到规定的匝数后,用绑线槽中的布带或线绳,把线圈四个转角扎好,并留一定长度引线剪断取下。

绕制线圈时,如果需要接线头,必须要接在端部焊接后套上绝缘管。绕完一组线圈应先试嵌,合格后再继续绕制。

实训五、异步电动机绕组嵌线工艺

一、嵌线前的准备工作

嵌线前要准备好一些嵌线工具和辅助材料，使用的工具有压线板、划线板、钢划板、长柄弯头剪刀、橡皮锤等。

压线板一般用钢材料制作，压脚宽度应比槽上部宽度略小，根据不同的槽型，选用不同的尺寸，压脚面必须光滑无棱角，以免损伤导线绝缘和槽绝缘。

划线板可用竹、木、塑料板等制作，端部略尖，一边稍薄如刺刀形，表面应十分光滑，划线板是用来划顺导线，使堆积在槽口的导线受到劈的作用，而迫进槽两侧，划线板要能划入槽内 2/3 处。

钢划板用于折合槽口处绝缘纸封闭槽口，弯头剪刀用于剪去多余的引槽纸，橡皮锤用于绕组端部成型。

嵌线用的绝缘材料有：槽绝缘材料、端部和相间绝缘材料、白布带、槽契等。

二、定子绕组绝缘及导电材料

电动机的绝缘结构，取决于绕组工作电压的高低和绝缘耐热等级，绝缘材料按其正常运行条件下允许的最高工作温度分级，称为耐热等级。

表 11-1 绝缘材料的耐热等级和极限温度

耐热等级	Y	A	E	B	F	H	C
极限温度℃	90	105	120	130	155	180	>180

（一）槽绝缘配置

1. 槽绝缘材料规范

低压小型电动机常用 E、B 级绝缘材料。

E 级：1~2 号机座，采用 0.22 毫米复合聚脂薄膜青壳纸，或用一层 0.05 毫米聚脂薄膜和一层 0.15 毫米青壳纸。

B 级：中心高 80~112mm 的机座，采用 0.25 毫米 DMDM 或一层 0.2 毫米 DMD 一层 0.05 毫米 M。

2. 槽绝缘结构

小型单层绕组采用临时引槽纸法，把绝缘纸剪成长方形纸片，剪去四角，然后折叠放入槽内，以加强槽口处的绝缘强度，嵌线时在槽口插入两片宽约 20~30 毫米薄模青壳纸，作为临时引槽纸，嵌好线后抽出引槽纸，盖上一条槽盖纸，然后用槽契封槽。

3. 槽绝缘尺寸确定

（1）槽绝缘宽度 “以其紧贴槽壁而达到槽口下转角处为宜” 不要高出槽口，或放至太低，以免造成嵌线困难或影响嵌线质量。

（2）槽绝缘长度 槽绝缘两端伸出铁心的长度也要适当，若太短时，使得绕组对铁心的漏电距离不够，端部相间绝缘也不容易与槽绝缘相接。若太长时，则会增加线圈直线部分长度。槽绝缘两端一般各伸出铁心 6~15 毫米，视电动机容量大小而定。考虑到槽绝缘两端伸出部分折叠成双层放置，所以裁剪槽绝缘时，其长度要将绝缘部分和折回槽内部分一并计算。

（二）相间绝缘

绕组端部相间垫入与槽绝缘相同的绝缘材料，形状与线圈端部相似。

（三）槽楔

通常可用干燥的毛竹、硬木制作,用变压器油浸煮,一端要倒角,防止打入槽内时勾破绝缘。Y 系列小型电动机,采用成型 MDB 复合槽契或新型的引拔槽契,宽度应以用手能推入槽长的一半为宜,然后用锤子打入另一半。注意不能高出铁心表面,槽契长度一般比相应槽绝缘要短 4~6 毫米。

(四) 其他绝缘材料

电机嵌线所使用的其他绝缘材料,如套管、扎带、绑线、绝缘漆等选用时,要使其耐热等级与电机的主要绝缘材料相适应。

(五) 导电材料

1. 电磁线分为漆包线、绕包线、无机绝缘电磁线和特种电磁线四大类。普通中小型电机绕组,常用漆包线、绕包线,目前 QZ 漆包线使用面极为广泛。

E 级或 B 级绝缘电机目前应用的是聚脂漆包线(QZ),它的机械强度高,耐压耐溶剂性均较好。B 级绝缘电机,有的应用高强度聚乙稀醇缩醛漆包线(QQ)。在小型电机中,所用电磁线的线径一般在 1.56 毫米以下,中大型电机要求较大截面时,可以用几根并绕的方法。

2. 引出线 电机引出线用多股绝缘铜线。可采用丁青聚氯乙烯绝缘电机电器引出线,型号为 JVR。丁青橡胶电缆型号为 JBQ。其截面积视电机额定功率或额定电流,加放一定余量选择。

在电机修理过程中,可以用耐热等级较高的绝缘材料,代替耐热等级较低的绝缘材料,而不能以低带高。另外还要注意到主要绝缘材料和套管、绑线、引出线、浸渍漆等的配套性。

三、嵌线工艺

(一) 嵌线方法

1. 首先要注意线圈的引出线端,应嵌放在机壳的出线孔一侧。为了嵌线方便和防止出差错,一般嵌线时习惯上要面向机座出线孔的对面。线圈由定子膛的右面向左嵌入,引出线留在右面。

2. 嵌线时,应将线圈宽度稍压缩,先嵌靠身体一侧的线圈有效边。单层绕组应使先下的一边外侧导线扭在下面,用手把线圈尽量捏扁,将捏扁线圈的左端从槽口右侧倾斜着嵌进槽里,此时左手在定子的另一端接住,逐渐向左移动,轻轻地来回拉动,尽可能地将线圈一次拉入槽内。

3. 未拉入的导线可用划线板划入槽内,要使槽内导线平整服贴,不能太乱和交叉太多,应使线圈两端伸出铁心长度相等。

4. 当槽内部分导线有凸起或槽满率较高时,可把压线板从槽的一端插入,用小锤轻敲压线板背部,边敲边移,把槽内导线压实压平,盖上槽盖绝缘打入槽楔。槽楔不能劈裂、歪斜或高出铁心表面。

5. 为了使暂不嵌入线圈的另一有效边,不影响其他线圈边的嵌线,可用线绳将其绑在膛内吊起来,或用破布等暂时垫起,此把线圈称为吊把或起把。

6. 起把后的另一有效边,其嵌线方法是把线圈边的右端先嵌入槽口,然后用划线板从右向左把导线逐渐划入槽内。

7. 嵌单层绕组时,端部相间绝缘应剪成半圆形随嵌随加,也可以待端部整形后塞入。相间绝缘必须与槽绝缘相接,并重叠大约 2 毫米左右。端部整形后,相间绝缘应修剪整齐,比线圈端部长出 5 毫米左右为宜。

8. 绕组全部嵌完后,须对绕组端部进行一次整形,用橡皮锤或用手锤垫竹板或木板轻敲绕组端部,使绕组两端呈喇叭口形,避免安装时绕组与转子相碰,同时也有利于通风散热。

（二）嵌线规律

确定第一个槽位置时，应考虑使嵌完线后，引线对称地位于出线孔的两侧，最好是从出线孔的对面引过来，单层绕组的嵌线顺序，一般习惯都是后退进行。

例：二十四槽单层链式绕组嵌线规律是“嵌一空一吊二”；三十六槽单层交叉链式绕组嵌线规律是“嵌二空一、嵌一空二吊三”。

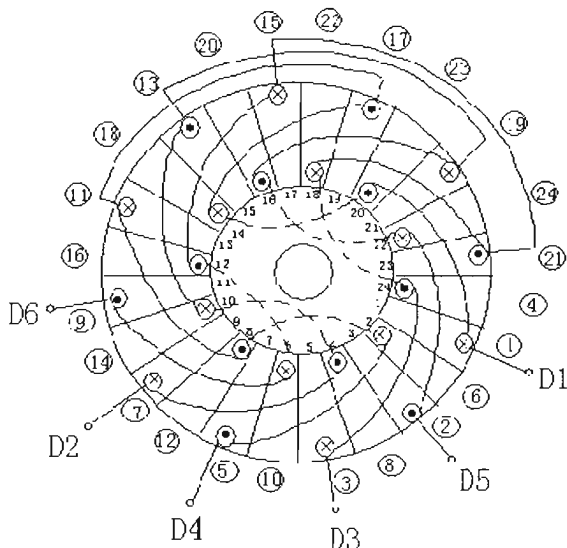


图 11-1 三相异步电动机（鼠笼式）24 槽链式绕组嵌线

实训六、绕组接线

绕组嵌好线后，就要把每相的极相组，按照绕组嵌线图串联成一路或并联成多路，然后把三相绕组的首尾端分别与引出线连接，并引出到接线盒内。

一、极相组间连接

根据绕组的型式与排列，极相组间的连接分两种：

1. “正串”接法：极相组间“尾接首”相连。
2. “反串”接法：极相组间“首接首”、“尾接尾”相连。

以三相四极 24 槽电机为例，画出其中 A 相绕组的“正串”和“反串”两种接法。

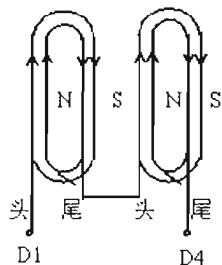


图 11-2 绕组“正串”接法原理图

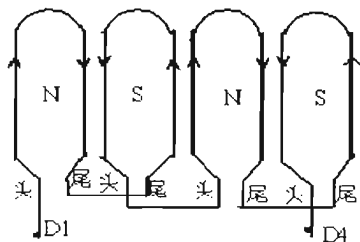


图 11-3 绕组“反串”接法原理图

绝大多数电机，无论是单层绕组或双层绕组，各极相组间的连接，都是头接头尾接尾，极相组间采用头接尾的电机是很少的。

二、引出线

三相绕组电源引出线，一般由单层绕组的里层边引出。三相绕组的首端要互差 120° 电角度。

确定三相绕组首端位置时，首先确定 A 相首端所在的槽位，B、C 两相的首端应依次与 A 相相差 120° 电角度和 240° 电角度，可按电机定子的槽距角计算出 B、C 相的首端槽位。对于极相组间以尾接尾头接头连接的绕组，有时为了出线紧凑和接线方便，也可以把 B、C 相的首端，置于 A 相首端左右各间隔 120° 电角度的位置。

三、接线和引线焊接

在连接线和电源引出线焊接时，一定要把线头刮干净，特别是漆包线，要用刮刀刮净线头圆周上的绝缘漆层。以松香为焊剂，先搪锡后焊接，焊接后表面应无毛刺和虚焊假焊现象，焊接处要套上绝缘套管。

四、端部统包

在引出线侧，当接头焊接完毕套好绝缘管后，要把所有的连接线和引出线连同接头处套管，用布带或线绳紧紧地绑扎在端部喇叭口上。接线要对称整齐，小型电机的引出线最好从出线孔的对面引过来，包扎整齐。小型电动机也可以把接线布置在端部外侧。

实训七、绕组试验与浸漆

为了保证修理质量，重新嵌线的电机在浸漆前，应进行必要的质量检查和试验。

一、绕组半成品试验

（一）外观检查

检查绕组端部尺寸是否符合要求；槽底口绝缘是否完好；槽口绝缘是否封好；绝缘低或槽契是否凸出槽口；相间绝缘是否垫好；绕组端部是否统包绑扎牢固等。

（二）测量直流电阻

首先应测量每相绕组是否通路，然后用电桥测量每相绕组的直流电阻，其不平衡度应小于 5%。若绕组不通路或三相直流电阻相差超过平均值的 5%，则应检查绕组是否断路。连接时导线绝缘是否处理好，接触电阻是否大等原因，并予以排除。

（三）测量绝缘电阻

一般使用兆欧表。应测量每相绕组对地及三相绕组之间的绝缘电阻，500 伏以下电机用 500 伏兆欧表；500 伏~3000 伏的电机用 1000 伏兆欧表；3000 伏以上电机用 2500 伏兆欧表；

新嵌线的电机绕组一般规定：低压电机不小于 5 兆欧；3~6 千伏高压电机不小于 20 兆欧；若绝缘电阻值很低或为零时应仔细检查。

（四）极性检查

首先应将极相组连接起来后，三相绕组分别串入电流表，经三相调压器送入低压交流电。调节电压使其接近额定电流值，若三相电流基本平衡，任何一相电流不超过三相平均值的 10% 时，则说明绕线、嵌线、接线均正确无误。这时把两端折起的铁片，中间小孔作轴，沿定子中心轴线放入铁心中，则铁片应沿旋转磁场方向旋转起来。这就说明定子铁心上有了极性，而且是正确的。

（五）耐压试验

这项试验是绕组对地，绕组之间的绝缘介电强度试验。经专用的试验变压器供给 50 赫兹高压交流电进行。

对于接线后未浸漆的绕组，试验电压规定为：

1 千瓦以下电机试验电压为 $2U_e + 750$ 伏；

1~3 千瓦电机试验电压为 $2U_e + 1500$ 伏；

3 千瓦以上电机试验电压为 $2U_e + 2000$ 伏。

试验时，试验电源的火线接在绕组的相线端，地线接在机壳上。试验方法是：第一次将 A、B 相绕组接火线，C 相绕组与机壳接地。第二次 A、C 相绕组接火线，B 相绕组与机壳接地。这样试验两次，即可将各相绕组对机座，及各相绕组之间的绝缘介电强度试验完毕。每次试验时间均为 10 秒钟，如果天气潮湿等原因，可适当降低试验电压值。

二、浸漆与烘干

（一）浸漆处理的意义

电机绕组嵌装好，绕组各项试验合格后，还须进行浸漆处理，其意义在于：

1. 提高绕组的防潮性能，增加电气绝缘强度

绕组经过烘培，浸漆处理后，可使绕组绝缘材料的微孔和间隙中的潮气烘出，而且其空隙为绝缘漆所填充，使潮气水分不易浸入绝缘内部。因而提高了防潮性能。同时，由于绝缘漆的介电强度比空气高，所以也提高了电气绝缘强度。

2. 改善绝缘导热性能

绕组经过浸漆处理后，使槽绝缘和导线间隙缝内充填了绝缘漆，排挤出了其中的空气，烘干后，绝缘漆比空气传导热量的能力大得多。大大地改善了绕组导热性能，使温升降低。

3. 提高绕组机械强度

经过浸漆处理后，绕组导线与绝缘材料粘结成坚实整体，从而提高了绕组的机械强度。

此外，浸漆所形成的光滑漆膜，使外面的灰尘，油污和腐蚀性气体不易进入线圈内部，也提高了化学稳定性。绕组的浸漆处理对于电机制造和修理都是十分重要的。

（二）浸漆工艺

绕组浸漆方法有：沉浸法、真空压力浸和滴浸等。电动机修理后的浸漆处理，通常为沉浸法。其工艺如下：

1. 预烘 预烘目的是驱除绕组中所含的潮气，以提高浸渍的质量。依据绝缘材料的耐热等级，选取预烘温度，按照电机容量大小决定预烘时间。E、B 级电机预烘温度为 $120\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，预烘时间为 4~6 小时。

在预烘过程中，通常用兆欧表测量绕组对地的绝缘电阻来决定预烘时间，兆欧表的一端接在三相绕组连接的中心端头上，另一端接机座。从预烘开始每一小时测量一次，记录所测结果。如连续三次测得的数值没有变化，这说明绝缘电阻已经稳定，绕组内潮气已基本驱除。把所经历的时间乘以 1.1~1.2 的系数，即可定为预烘时间。一般在预烘温度下，10 千瓦以上电机绝缘电阻应稳定在 15 兆欧以上，10 千瓦以下电机应稳定在 50 兆欧以上。

2. 浸漆 浸漆一般采用沉浸法，就是将经过预烘的电机定子绕组浸入绝缘漆槽内，使漆渗透到绕组及绝缘内部，填充其所有空隙。沉浸法用漆量较多，如果没有条件，可把定子垂直放置，将绝缘漆往绕组上浇灌，浇完一面后翻过来再浇另一面，或用刷子蘸绝缘漆往绕组上涂刷，无论用那种方法都应把绕组浸透。

（1）工件温度预烘后的定子，待铁心温度降到 $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ 时，开始浸漆为合适。温度过高，会使漆中的溶剂大量挥发，浪费原料，同时绝缘漆在较热的工件表面，迅速结成一层漆膜，堵塞了向内部浸透的通道。反之温度过低，漆的流动性渗透性较差，也不能有较好的浸渍效果。

（2）漆的粘度一次性浸漆时，所用漆的粘度以 35~38 秒为宜。两次性浸漆时，第一次浸漆漆粘度为 22~26 秒，漆粘度较低，便于渗透。第二次采用 30~38 秒，漆粘度较高，以便绝缘表面形成较好漆膜。

（3）浸漆次数在正常情况下，一般应浸两次。工作在高湿度下的湿热带电机一般浸三次，工作在很潮湿或化学气体影响下的电机，还应适当增加浸漆次数。

（4）浸渍时间第一次浸渍时间为 15~20 分钟；第二次为 10~15 分钟；以后每次浸渍时间为 5~10 分钟。

每次浸漆后，在进行烘干之前，都要在室温下把漆滴干，一般需要 30~60 分钟，至没有漆滴出为止。

3. 烘焙 E、B 级绝缘的电机，浸过漆以后烘焙温度为：低温阶段 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ ；高温阶段 $130\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；烘焙时间为：低温阶段 3~4 小时。高温阶段第一次是 6~8 小时；第二次是 8~10 小时。

烘焙的低温阶段，主要是漆中溶剂挥发过程，如果这一阶段升温过快，温度过高则会因溶剂挥发过快，在漆膜表面形成小孔，影响浸漆质量。同时，因漆膜表面很快硬化，使内部溶剂不易挥发，造成不易烘干的后果。在烘干过程中，注意要间断通风，排出挥发气体。高温阶段主要是漆聚合固化阶段，以使工件表面形成坚硬的漆膜。

实际工作中，由于工作条件和烘焙方法不同，绕组的烘焙时间和温度都有差异。烘干时要求每一小时测量一次绕组的绝缘电阻。烘焙时间以绝缘电阻的持续三次达到稳定值为止，一般第一次烘干时，绝缘电阻应稳定在 2~3 兆欧以上，第二次烘干时，应稳定在 1~1.5 兆欧以上。

（三）常用烘焙设备及方法

1. 烘房和烘箱在制造或修理批量较大时，采用烘房和烘箱。烘房应采用热风循环式，烘箱采用装有风机排气伐门和自动控温装置。

2. 灯泡烘焙法对于容量较小和单件修理的电机，采用大功率红外线灯泡或普通灯泡，放置于铁心内膛烘烤。

3. 通电干燥法将三相绕组互相串联后，接上降压变压器等单相低压电源，电流控制在额定值的 50~70%，依靠绕组发热烘焙。

三、修复后试验

电机大修或重绕线圈后，必须逐台进行试验。

（一）外观检查

试验前，应检查电动机的装配质量，如引线连接是否正确；紧固螺栓是否拧紧；转子转动是否灵活等。

（二）轴承检查

电动机空载运行时，轴承运转是否平稳、轻快、无停滞现象，声音均匀而无杂音。

（三）直流电阻测量

绕组直流电阻的测量，采用直流双臂电桥测量。绕组的每相电阻与以前测得的数值相比较，其差别不应超过 2~3%，平均值不应超过 4%，三相绕组不平衡度小于 5% 为合格。

三相电阻平均值：
$$r_{\text{平均}} = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{3}$$

三相电阻不平衡度：
$$\frac{r_{\text{最大}} - r_{\text{最小}}}{r_{\text{平均}}} \times 100\% < 5\%$$

（四）绝缘电阻测量

500 伏以下三相异步电动机，绝缘电阻值 ≥ 0.5 兆欧，否则须经干燥处理后，方可进行耐压试验及通电运转。

在实际工作中，以吸收比的数值来判断电机是否受潮。

一般应符合：
$$\frac{R_{60}}{R_{15}} > 1.3 \text{ (中小型电机)}$$

测试时，要以每分钟平均转动 120 转的速度，用兆欧表在连续不断测量 1 分钟内，读取 R_{15} 和 R_{60} 值。

（五）耐压试验

试验内容及方法与前相同。

耐压标准：1 千瓦以下电机试验电压 $2U_e + 500$ 伏；1~3 千瓦以上电机试验电压 $2U_e + 1000$ 伏。

加压时，应从试验电压全值的 $1/3 \sim 1/2$ 以下电压开始，在 10~15 秒内逐渐升至全值，维持 1 分钟。然后迅速将电压降至全值的 $1/3 \sim 1/2$ 后再切断电源。试验以绕组对机座及绕组之间绝缘不击穿为合格。

(六)空载实验

在定子绕组上加入三相交流额定电压，使电动机空转运行 30 分钟以上，测量空载电流和空载损耗。三相空载电流相差应该不超过 5%。如有超出空载电流与额定电流百分比很多时，应查找原因。

(七)短路试验

试验时，先判明转子转向，然后将转子堵住，用调压器不断升高电压，使定子电流达到额定值时，读取短路电压及短路功率值。小型电机 0.6~7.5 千瓦，短路电压是 90~75 伏，如短路电压超出标准时应查找原因。

(八)匝间绝缘强度试验

试验时，仍采用短路试验线路。在定子绕组上加 1.3 倍额定电压，使电机空载运行 5 分钟，绕组匝间绝缘应不被击穿。

项目九、矿山机械设备维修（企业）

实训一、离心式水泵的操作

一、实训目的及要求

通过实训，熟悉矿用离心式水泵正常运行时的工作状态；掌握其正确操作程序。

二、实训设备与器材

矿用 DA 型（或 D 型）多级离心式水泵

三、相关工艺知识

1. 离心式水泵的启动。离心式水泵启动前和启动后，需做下列工作：

（1）清除机组附近的有碍运转的任何物件，检查基础螺栓及所有连接部分的紧固情况，检查填料压盖的松紧程度，检查并加足润滑油。

（2）开启前用手转动泵轴判明有无卡阻现象。

（3）向泵内灌注引水，关闭放气阀。

（4）关闭排水管上的闸门，以减小启动电流。

（5）水泵开启后，注意压力表、真空、电流表的读数是否正常，如发现意外情况，应立即停车处理。

（6）水泵压力达到正常时，则可渐渐打开闸门，向管路供水，以免水泵发热。闸门关闭情况下，运转时间不应超过三分钟。

2. 离心式水泵的正常运转。离心式水泵的正常运转主要有下列特点：

（1）滤水器最上端距离吸水井水面不能小于 1 米。

（2）压力表、真空表、电流表的指示数正常。

（3）水泵响声正常。

（4）轴承温度不得超过环境温度的 35℃，最高温度不得超过 75℃。电动机温度不得超过电机的额定温度，填料箱与外壳不烫手。

（5）填料完好，松紧合适，运行中应陆续滴水。

3. 停泵。停止水泵时，需按下面的步骤进行：

（1）慢慢的关闭闸门，使水泵进入空转状态。

（2）关闭真空表的旋塞。

（3）切断电源，使水泵逐渐停止。

（4）关闭压力表旋塞。

（5）停泵后，应及时解决在工作中发现的问题，查明凝点，做清洁工作，若长期停泵时，为避免锈蚀和冻裂，应将泵内的水放空，并对泵轴进行油封。

四、实训操作步骤

（1）按前述要求做好水泵启动前的准备工作（清理工作现场、检查泵体、手盘泵轴、灌注引水、关闭排水闸阀）。

（2）接通电动机电源，水泵启动，压力表，真空表，电流表读数正常，且泵压达到要求时，则可渐渐打开闸门供水。

（3）依据水泵正常运转的标志（特点），判断其是否处于正常运转状态，如不符合，立即停泵。

（4）按停泵程序停泵，并做相应维护。

五、安全注意事项

- (1) 必须懂得用电常识及停、送电程序，并且要有实习指导教师在现场。
- (2) 必须严格按设备安全操作程序进行操作，操作过程中如遇异常情况，要及时报告实习指导教师，不得自行处理。
- (3) 不得遗漏设备运行前的准备工作及运行中的检查工作。

六、评分标准

考核项目	配 分	评 分 标 准	得 分
1. 设备操作前准备工作	20 分	准备工作完整，方法正确，得 20 分；准备工作遗漏一项，扣 10 分，遗漏两项扣 20 分；每项准备工作的方法不正确扣 10 分；两项以上的方法不正确扣 20 分。	
2. 设备的启动与运转	40 分	设备启动程序正确，运转正常，且运行中监控工作细致、全面，得 40 分；启动程序不正确，扣 40 分；因操作不当，导致设备运行有异常现象，扣 40 分；运行中监控工作不细致、不全面，扣 40 分。	
3. 设备的停车（止）	30 分	设备停车（止）程序正确，且停车（止）后维护工作细致、全面，得 30 分；停车（止）操作不当，导致设备有异常现象，扣 30 分；停车（止）后未做相应维护工作，扣 20 分。	
4. 安全文明	10 分	劳保穿戴符合要求，整个操作过程安全，有序，并能使用文明用语，得 10 分；上述有一项不符合要求，扣 10 分；	

七、思考题

1. 离心式水泵启动前应做哪些工作？
2. 离心式水泵正常运转的标志（特点）是什么？
3. 停止水泵，应按哪些步骤进行？

实训二、离心式水泵的拆卸与装配

一、实训目的与要求

通过实训，熟悉各种拆、装工具的使用方法；掌握离心式水泵的拆卸、装配程序及相关工艺。

二、实训设备与器材

DA 型（或 D 型）型水泵，搬手（12 吋，15 吋，18 吋、24 吋），套筒搬手，手锤，铜棒，撬棍，拉卸器，管钳，尖咀钳等。

三、相关工艺知识

1. 离心式水泵（DA 型或 D 型）拆卸程序

(1) 轴承体的拆卸。拆卸联轴器，再卸下泵轴两侧的轴承盖，拧下花螺母，卸下轴承的连接螺栓，取下轴承体，然后将滚动轴承、挡水圈、短轴套和 O 形耐油橡胶密封圈卸下。

(2) 填料压盖的拆卸。拧下压盖与泵体间的连接螺母，并沿轴向推出压盖；取出材料。

(3) 尾盖的拆卸。拧下尾盖与排水段之间的连接螺母，即可拆下尾盖；然后把平衡盘与平衡环等拆下。

(4) 拉紧螺栓的拆卸。拧下拉紧螺栓两头的螺母，即可将其抽出。

(5) 排水段的拆卸。用手锤轻敲排水段的凸缘，使之松脱后即可拆下。

(6) 叶轮的拆卸。自泵轴上取下叶轮时，应该用手来拆卸，如卸不下来，可用木锤沿叶轮四周轻敲，使其松动；然后用撬棒斜插入叶轮流道内，应尽量靠近叶轮，再用锤轻敲打撬棒，以取出叶轮。

(7) 中段的拆卸。用撬棒沿中段两脚撬动即可卸下，中段卸下后，取下小密封环，然后按顺序继续拆卸，直至进水段。

2. 拆下的零件应及时进行处理

(1) 刮去叶轮内、外表面及密封环等处积存的水垢和铁锈，再用水清洗；然后检查叶轮内部有无尽可能物堵塞，叶片有无损伤，有无麻面或蜂窝孔。

(2) 清洗壳体各接合面上积存的油垢及铁锈。

(3) 清洗水封管并检查管内是否通畅。

(4) 刮去轴承内油垢，用汽油清洗轴承，并检查轴承的磨损情况。

(5) 如果水泵不是立即进行装配，清洗过的零件结合面上应涂保护油。

3. 离心式水泵（DA 型或 D 型）装配顺序

(1) 将大口环紧装在进水段和中间段上，并把小口环装在所有中间段上（对 DA 型水泵，小 D 环装在导水圈上）

(2) 将平衡盘装在排水段上。

(3) 将装好进水段轴套和键的轴穿过进水段，并顺键推入叶轮；在中间段上铺一层青壳纸，装上中间段和另一键，在顺键推入另一叶轮，重复以上步骤，将所有叶轮和中间段装完。

(4) 将出水段装在中间段上，然后用拉紧螺栓将进水段，中间段，出水段紧固在一起，并均匀、牢固地拧紧。

(5) 装上平衡盘和泵轴两侧的轴套及 O 形密封圈，并将尾盖用螺栓固定于排水段上。

(6) 顺次在两端填料箱内放入填料和水封环，并装上填料压盖和挡水圈。

(7) 把轴承体装于水泵前后段上，然后装上滚动轴承，在轴承内加入黄油，并装上两端侧盖，拧上侧盖螺母，装好后，转动一下泵轴，检查转子部分是否灵活。同时，还应检查泵轴窜量。

(8) 在泵轴两端的填料箱内放入水封环外侧的填料，拧上填料压盖，并注意水封环中心孔与水封管对正。

(9) 装上水封管、回水管、联轴器和所有四方螺栓，最后再转动泵轴，观察填料的压紧程度。

四、实训操作步骤

(1) 场地及工具准备。

(2) 离心式水泵的拆卸：轴承体→填料压盖→尾盖→拉紧螺栓→排水段→叶轮→各级中段→进水段→吊放或临时支撑泵轴→对叶轮、键、中段等部件进行编号放置。

(3) 按工艺知识要求对拆下的零部件进行检查和处理。

(4) 工艺知识要求对离心式水泵进行装配。

五、安全注意事项

实训操作至少应配备 3 人，且劳保穿戴齐全；操作场地必须平整、整洁；因水泵泵壳较重，拆、装时应注意配合协调，防止挤伤、砸伤。

六、评分标准

考核项目（内容）	配分	评分标准	得分
1. 水泵拆卸前准备工作	10分	拆卸操作前场地、工具准备得当、充分，人员安排合理并确立统筹指挥人员得 10 分；上述有一项准备不足或安排欠妥扣 5 分；两项准备工作不合理扣 10 分。	
2. 水泵拆卸操作	30分	拆卸步骤正确，方法得当，工量具使用正确，统筹指挥有力、得当，得 30 分；上述拆卸步骤，工量具使用、统筹指挥三方面有一项不妥扣 15 分，两项不妥扣 30 分。	
3. 零部件清洗、检查	20分	对拆卸下的零部件逐一进行清洗、擦拭、编号、摆放和检查，得 20 分；上述过程少一项扣 10 分，少两项扣 20 分。	
4. 水泵装配操作	30分	标准与同“拆卸步骤”。	

5. 安全文明	10分	劳保穿戴符合要求，整个操作过程安排有序，安全无误，并能使用文明用语，得 10 分；上述有一项不符合要求，扣 10 分。	
---------	-----	---	--

七、思考题

1. 试述矿用离心式水泵拆卸程序。
2. 试述矿用离心式水泵的装配程序。

实训三、离心式水泵常见故障及其处理

一实训目的与要求

通过实训，对矿用离心式水泵的常见故障有一个全面认识；能根据实训教师设置的故障点，自行分析故障原因并予以解决。

二、实训设备与器材

DA 型（或 D 型）离心式水泵、活络扳手（12 吋、15 吋、18 吋、24 吋）、铜棒、夹柄螺丝刀、撬棍、拉卸器、刮刀、研具等。

三、相关工艺知识

故障现象	故障原因	处理方法
水泵不出水	<ol style="list-style-type: none"> 1. 未灌满引水或底阀泄露 2. 吸水管、吸水侧填料箱或真空表连接处漏气 3. 底阀未开或滤水器堵塞。 4. 水泵转速不够 5. 水泵转向不对 6. 吸水高度过大 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 重新灌满水，消除泄露 2. 处理漏气处，重新安装真空表 3. 检查底阀，清理滤水器 4. 检查电源电压 5. 重新接线 6. 降低吸水高度，使吸水高度降到允许值
水泵启动后，只出一股水就不上水了	<ol style="list-style-type: none"> 1. 吸入的水有过多的气泡 2. 吸水管中存有空气 3. 吸水管或吸水侧填料不严密 4. 底阀有杂物堵塞 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查滤水器是否浸如水下 0.5m 2. 排除空气 3. 处理漏气处，拧紧连接螺栓或 填料压盖 4. 清除杂物
水泵排水量不足，排水压力降低	<ol style="list-style-type: none"> 1. 转速不足 2. 吸水管漏气或滤水器堵塞 3. 填料箱漏气或水封管堵塞 4. 叶轮堵塞或损伤 5. 叶轮或导叶中心未对正 6. 密封环磨损太大，泵内水泄露过多 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 调整电压 2. 清除漏气处，清洗滤水器 3. 更换填料，疏通水封管 4. 清洗更换叶轮 5. 重新调整叶轮与导叶 6. 更换
起动负荷过大	<ol style="list-style-type: none"> 1. 填料压的太紧 2. 叶轮、平衡盘安装不正，转动部分与固定部分有摩擦或卡碰现象 3. 排水闸门未关闭 4. 平衡盘导水管堵塞 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 放松填料压盖 2. 检查并重新调整有关部件 3. 关闭闸门 4. 疏通导水管
运转中消耗功率过大	<ol style="list-style-type: none"> 1. 轴承磨损或损坏 2. 填料压得过紧或填料箱内不进水 3. 泵轴弯曲或轴心没对正 4. 叶轮与泵壳或叶轮密封环发生摩擦 5. 排水管路破裂，排水量增加 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更换轴承更换轴承 2. 放松填料盖或疏通水封管 3. 校直或调正泵轴 4. 调整、修理或更换叶轮或泵壳叶轮密封环 5. 检修排水管路

轴承过热	1. 轴承磨损或损坏 2. 用滑润脂时, 油量过多 3. 轴承过度磨损, 轴瓦装的过紧 4. 泵轴弯曲或联轴器不正 5. 平衡失去作用	1. 更换轴承 2. 重新装配 3. 修理或调整轴承和轴瓦 4. 校直泵轴, 调正联轴器 5. 检查回水管是否堵塞, 平衡盘与平衡环是否磨损, 并进行疏通更换
泵壳局部发热	1. 水泵在闸门关闭的情况下, 开动时间较长 2. 平衡盘导水管堵塞	1. 水泵启动后及时打开闸门 2. 清理导水管
填料箱发热	1. 填料压的过紧 2. 填料失水 3. 填料压的偏斜 4. 轴套表面有损伤	1. 放松填料 2. 检查填料环是否装正, 水封管有无堵塞 3. 调正填料 4. 修理、更换轴套
水泵震动	1. 基础螺钉松动 2. 电动机与水泵中心不正 3. 泵轴弯曲 4. 轴承磨损过大 5. 转动部分有摩擦现象 6. 水泵转子与电动机转子不平衡	1. 拧紧螺钉 2. 重新找正电动机和水泵中心 3. 校直或更换泵轴 4. 修理或更换泵轴 5. 查出原因, 消除碰撞 6. 检查、修理水泵及电动机转子
水泵有噪音, 排水量压头猛增或供水中断	1. 流量过大 2. 吸水管阻力太大 3. 吸水高度太大 4. 水温过高	1. 适当关闭闸门 2. 检查吸水管底阀 3. 降低吸水高度 4. 降低水温

四、实训操作步骤

(1) 对整个排水系统进行清查, 找出故障点, 对照《离心式水泵常见故障及其处理表》, 对故障现象进行分析。

(2) 在确定故障原因后, 依据《处理表》多列出的处理方法, 并在实训教师的指导下进行维修。

(3) 维修实训以能恢复设备正常运行为准, 至少要将故障程度降至最低。

(4) 维修实训要求学生掌握机修钳工基本功, 维修工艺及过程因故障不同而有区别, 具体由实训教师做详细指导。

五、安全注意事项

(1) 应先正确判断出设备故障的原因, 在进一步研究解决方案。

(2) 设备故障查找、分析的结果, 以及具体解决步骤或方案要报告给实习指导教师, 并在实习指导教师的准许和指导下开展故障处理操作。

(3) 要正确使用工量具, 尤其是在用到起吊设备时, 必须有实习指导教师在场, 并严格遵循相关安全操作规定。

(4) 设备维修操作完成后, 要使设备恢复原状, 解决不了的问题由实习指导教师处理, 不得擅自处理。

六、评分标准

考核项目	配 分	评 分 标 准	得 分
1. 设备故障点原因的查找与分析	30 分	故障点的原因查找及分析方法正确并且故障原因判断正确, 得 30 分; 查找或分析方法不正确扣 20 分; 故障原因判断有误扣 30 分	
2. 设备故障点的处理	60 分	设备故障处理方法正确并且处理后能使设备恢复原有工作要求, 得 60 分; 处理方法正确, 但不能使设备达到工作要求, 扣 30 分; 处理方法不正确, 也不能使	

		设备达到工作要求，扣 60 分	
3.安全文明	10 分	劳保穿戴符合要求，工量具使用正确，整个检修过程安全有序，并能使用文明用语，得 10 分；上述有一项不符合要求，扣 10 分	

七、思考题

1. 试分类叙述离心式水泵的常见故障及其相应处理方法。

实训四、矿井提升机的操作

一、实训目的与要求：

通过实习（训），熟悉提升机安全操作的注意事项.；掌握提升机的运行，操作的程序和步骤。

二、实训设备与器材

JTB1.6×1.2—20 型矿井提升机。

三、相关工艺知识

1. 提升机起动、运行和停止

1) 运转前的工作注意事项

为确保提升工作的安全进行，运转前必须做好下列各项检查：

- (1) 检查各结合部分螺钉是否松动,销轴有无松旷现象。
- (2) 检查各润滑部分油质是否合格,油量是否充足,有无漏油现象。
- (3) 检查制动系统工作闸和安全闸是否灵活可靠,闸瓦间隙、行程及磨损程度是否符合要求。
- (4) 检查各种安全保护装置动作是否准确可靠。
- (5) 检查各种仪表和灯光声响信号是否准确。
- (6) 罐笼提升时,升降人员前必须试验过卷开关,如不好使用不准提升。

2) 提升机的操作顺序和运转

开车前应注意下列手把的位置：

- (1) 工作制动手把应在后端——紧闸位置。
- (2) 主令控制器受柄应在中间——‘零位’。
- (3) 过卷复位开关应在中间——零位。
- (4) 调绳转换开关应在正常工作位置。
- (5) 减速开关应在相应的减速方式位置。

当司机接到开车信号后：

- (1) 闭合高、低压电源开关。
- (2) 起动硅整流电源和油泵。
- (3) 观察深度指示器确定提升机运行方向。
- (4) 操作工作闸，根据负载大小平稳起动，送电上提或刹车下放。

(5) 减速一开始应立即将主令控制受柄拉至中间位置，切断主电动机电源，使提升机按规定减速方式减速。

(6) 提升容器到达终点，抱闸、停车、断电。提升机在运转中，操作人员应特别注意电流、电压信号和深度指示器的位置，同时还应注意机械运转声音和运行状况是否正常，钢丝绳的排列是否整齐和摆动情况如何。

提升机在运转中若发现下列情况时应立即停车检查，记录在案，向有关人员汇报：

- (1) 因过速过卷松绳时；

- (2) 在等速阶段运行时，负载电流超过正常数值，突然增加或剧烈摆动时；
- (3) 电动机和提升机运转不正常、轴瓦温升过高时；
- (4) 液压站和润滑系统发生故障时；
- (5) 速度超过规定值，而且限速和过速保护又未起作用时。

2. 运行中的检查及注意事项

(1) 电气方面：检查电动机的声音与温度是否正常，换向器，接触器，继电器动作是否灵活，线包温度是否超过规定，起动电阻有无过热，发红，刺火现象。

(2) 机械方面：检查轴瓦的温升及润滑情况是否正常，各处螺栓及销轴有无松动现象，制动系统工作是否正常、可靠。

(3) 安全保护装置：过卷，松绳，紧急停电开关、紧急制动开关等工作情况是否正常。

四、实训操作步骤

- (1) 开车前按要求做好检查工作。
- (2) 观看深度指示器，确定提升机运转方向。
- (3) 与信号工联系清楚，明确提升任务人员或物料。
- (4) 起动油泵和直流发电机，油压、电压指示正常后方可开车。
- (5) 提升机在加速过程中，闸应全部松开，根据电流表指示，逐步闭合接触，以达到额定转速。
- (6) 当减速警铃发出后，将主令控制器手柄拉至中间位置，工作制动手柄拉到半制动位置，并根据载荷和速度操作工作制动手柄。
- (7) 工作制动闸的操作应根据载荷、速度和停车距离，逐步地增加和减少制动力矩，禁止猛刹。
- (8) 在按要求完成上述实习（训）后，再按实习（训）教师的要求完成“起动—匀加速—匀速—匀减速—停车”这一整套操作，并准确地将提升机刹在指定位置上。
- (9) 如提升机在运行中遇到不正常状况（前述），应按要求停车检查处理。
- (10) 提升机在运行中要不断检查电气、机械、安全保护等装置。

五、安全注意事项

- (1) 必须做到一人开车一人监护。
- (2) 操作时必须集中思想，谨慎操作，不打闹说笑，做到起动稳，停车准。
- (3) 操作中严格执行“三不开”（即信号不明不开，没有看清上下钩不开，起动状态不正常不开）“五注意”（即注意电压，电流表是否正常，注意制动闸是否可靠，注意深度指示器指示是否准确，注意钢丝绳排列是否整齐，注意润滑系统是否正常），如遇有异常，立即停车汇报检查处理。

六、评分标准

考核项目	配 分	评 分 标 准	得 分
1. 设备操作前准备工作	20 分	准备工作完整，方法正确，得 20 分；准备工作遗漏一项，扣 10 分，遗漏两项扣 20 分；每项准备工作的方法不正确扣 10 分；两项以上的方法不正确扣 20 分。	
2. 设备的启动与运转	40 分	设备启动程序正确，运转正常，且运行中监控工作细致、全面，得 40 分；启动程序不正确，扣 40 分；因操作不当，导致设备运行有异常现象，扣 40 分；运行中监控工作不细致、不全面，扣 40 分。	
3. 设备的停车（止）	30 分	设备停车（止）程序正确，且停车（止）后维护工作细致、全面，得 30 分；停车（止）操作不当，导致设备有异常现象，扣 30 分；停车（止）后未做相应维护工作，扣 20 分。	
4. 安全文明	10 分	劳保穿戴符合要求，整个操作过程安全，有序，并能使用文明用语，得 10 分；上述有一项不符合要求，扣 10 分；	

七、思考题

1. 提升机开车前的检查工作及注意事项有哪些？
2. 试叙述提升机的操作步骤？
3. 提升机操作过程中的安全注意事项有哪些？
4. 提升机在遇到哪些情况时应停车检查？
5. 提升机在运行过程中应检查哪些方面？

实训五、小型提升机的拆卸、装配

一、实训目的要求

通过实习（训），熟悉小型提升机的拆卸、装配程序；通过拆卸、装配操作，更进一步了解小型提升机的结构、特点及工作原理。

二、实训设备与器材

JT800/630 型矿井提升机、活动扳手（14 吋、15 吋、18 吋、24 吋）、套筒扳手、手锤、夹柄启子、铜棒、游标卡尺、塞尺。

三、相关工艺知识

提升机拆卸、装配程序

- （1）对提升机的外观进行检查，看有无残缺。
- （2）用活动扳手拆下齿轮防护罩与底座的联接螺栓，取下齿轮防护罩。
- （3）用夹柄启子插进制动闸带与制动闸连杆的联接螺母（螺母为左旋），将其拧松，取下制动闸带。
- （4）用活络扳手拆下体力制动手柄及连杆装置与底座的联接螺栓，取下制动手柄及连杆装置。
- （5）用活络扳手配合套筒扳手，分别拆除电动机与底座、减速器与底座的联接螺栓；拆除联轴器之间的联接螺栓，并用夹柄启子顶出弹性销；拆除主轴两端的轴承座联接螺栓，并取下剖分式轴承的上半部分。
- （6）起吊行车，依次将电动机、减速器、主轴及滚筒吊离机座，并摆放整齐，支承稳固，注意起吊过程中要使棕绳挂牢固，起吊动作平稳，且由一人完成起吊，行车下严禁站人。
- （7）对减速器可作进一步拆卸，拆卸时要注意先将定位销顶出。
- （8）拆卸工作全部完毕后用柴油对零部件进行全面清洗，用游标卡尺、塞尺对运转部位进行检测，记录（重点为主轴、轴承、减速器输入、输出轴及啮合齿轮），为后续的检修工作做好准备。
- （9）及时补充运转部位的润滑油脂（同上）。
- （10）按拆卸的逆程序对提升机进行组装，注意避免在装配过程中的主轴滚筒，电动机，减速器之间发生碰撞。

四、实训操作步骤

- （1）对 JT800/630 型提升机的主体部分（包括滚筒、轴承、底座、减速器、电动机、制动器等部分）进行解体操作。
- （2）零部件清洗、擦拭、编号、摆放、检查。
- （3）对 JT800/630 型提升机的主体部分进行装配操作。

五、安全注意事项

- （1）实训操作至少应配备 4 人，且劳保穿戴齐全。
- （2）行车必须由熟悉行车操作规程的人操作。

(3) 操作时要对起重工具（行车）进行检查，确认牢固可靠，方可使用。

(4) 行车起吊地点不得有障碍物，不得有人员逗留。

(5) 行车吊运零部件时，不宜离地面过高，不得长时间悬吊，指挥人员不准站在物件重力倾斜方向一侧。

(6) 行车工作中禁止用手直接校正已被重物张紧的吊绳和吊具，发现捆绑松动或吊运工具发挥异样，异响时，必须立即停止吊转，进行处理。

(7) 其它拆卸工具必须妥当使用。

六、评分标准

考核项目	配 分	评 分 标 准	得 分
1. 提升机拆卸前准备工作	10 分	拆卸操作前场地、工具准备得当、充分，人员安排合理并确定统筹指挥人员得 10 分；上述有一项准备不足或安排欠妥扣 5 分；两项准备工作不合理扣 10 分。	
2. 提升机拆卸操作	30 分	拆卸步骤正确、方法得当，工量具、起吊设备使用正确，统筹指挥有力、得当，得 30 分；上述拆卸步骤、工量具及起吊设备使用，统筹指挥三方面有一项不妥当扣 15 分，两项不妥当扣 30 分。	
3. 零部件清洗，检查	20 分	对拆卸下的零部件逐一进行清洗、擦拭、编号、摆放和检查，得 20 分，上述过程少一项扣 10 分，少两项扣 20 分。	
4. 提升机装配操作	30 分	标准同“拆卸步骤”。	
5. 安全文明	10 分	劳保穿戴符合要求，整个操作过程安排有序、安全无误，并能使用文明用语得 10 分；上述有一项不符合要求，扣 10 分。	

七、思考题

1. 小型提升机在拆卸、装配过程中有哪些安全注意事项？
2. 简述小型提升机的拆卸程序？
3. 试归纳小型提升机的结构特点及工作原理？

实训六、采煤机的操作使用

一、实训目的与要求

通过实训，熟悉采煤机上各控制手柄和按钮的功用，掌握其起动，停止方法和操作中的注意事项。

二、实训设备与器材

MLS₃-170 型采煤机。

三、相关工艺知识

1. 采煤机上控制手把和按钮介绍。

- (1) 牵引部分上面的手把有开关阀手把、调整换向手把，牵引部离合器手把。
- (2) 截割部上面的手把和按钮有截割部离合器手把，翻转挡煤板手把。
- (3) 电动机上的手把和按钮有电动机隔离开关手把，电动机起动、停止按钮，选择开关，紧急停止按钮，水开关阀。
- (4) 中间箱上的手把和按钮有急停按钮，联锁按钮，牵引增减速按钮，左滚筒升降按钮，右滚筒升降按钮，机身调斜按钮。
- (5) 控制箱上的手把和按钮有右滚筒升降手把，左滚筒升降手把，机身调节斜手把。
- (6) 电气控制盒上的手把和按钮有右滚筒升降按钮，紧急停止开关。

2. 采煤机的操作程序

1) 起动顺序

- (1) 合隔离，急停解锁。
- (2) 供水喷雾。
- (3) 按动电动机起动停止按钮，切断电源，待马达即将停转时，合上牵引部离合器。
- (4) 按动电动机起动停止按钮，切断电源，待电动机快要停转时，合上截割部离合器。
- (5) 起动电动机，使滚筒旋转，检查滚筒的旋向是否正确。
- (6) 调节滚筒高度。
- (7) 调整左、右挡煤板的位置。
- (8) 调整机身的倾斜程度。
- (9) 将选择开关转到接通位置约 1min 后，再将其转到停用位置，然后把开关阀手把转到“开”位，并按需要的牵引方向和速度转动调速换向手把或操作增减速按钮，使采煤机牵引。

(10) 若使用电动机功率调整器时，先把选择开关转到“→0”位置，并按需要的牵引方向把调速换向手把转到比需要的速度略大的位置上，再把开关阀手把转到“开”位，然后把选择开关转到“接通”位置，采煤机就开始牵引并按电动机功率自动调速。

2) 停止顺序

- (1) 将开关阀手把转到“停位”，或把调速换向手把转到“零位”，或按下减速按钮，或把选择开关转到“→0”位置，均能停止牵引。
- (2) 待滚筒内余煤排净后，停止电动机并切断电动机电源。
- (3) 关闭水开关阀，停止冷却与喷雾。

四、实训步骤

- (1) 操作前要对设备作全面的检查，确保设备、供电系统安全无误后主方可启动。
- (2) 按操作步骤依次完成合隔离开关、供水、合牵引部离合器、合截割离合器、判断滚筒旋向、调整滚筒高度、调整挡板煤板位置、调整机身的倾斜度、调节牵引速度等一系列操作。
- (3) 操作停机步骤依次完成停止牵引、停止电动机、切断电源、停止供水等操作。
- (4) 操作结束后，按要求做好必要的维护检查工作。

五、安全注意事项

- (1) 所有操作必须在教师在场的情况下完成，操作人员必须懂得采煤机安全操作规程及安全停电程序。
- (2) 久停首次启动时，在切断冷却水的情况下让电动机空运转十几分钟，使液压系统中空气排出。
- (3) 运转中不得强行把开关阀手把固定在“开”位。
- (4) 油位不符合要求或无冷却水时，不得开电动机。
- (5) 挡煤板应始终处于浮动状态。
- (6) 每隔 1h 应把升高的摇臂降低一次，以使润滑油流回行星减速箱内。
- (7) 长时间停止运转时，应把摇臂减速箱放平，并把隔离开关扳到断开位置。

六实训考核及评分标准

考 核 项 目	配 分	评 分 标 准	得 分
1. 开车前检查工作	20 分	检查工作细致全面，方法正确，得 20 分；检查工作每错、遗漏一次扣 5 分；二次扣 10 分；三次扣 20 分。	
2. 起动及运行	30 分	按操作规程操作，得 30 分；操作程序、动作每错一次扣 10 分；二次扣 30 分。	
3. 停车操作	20 分	按规定顺序正确停车，得 20 分；停车顺序每错一次扣 10 分；二次扣 20 分。	
4. 停车后维护、检查	20 分	维护、检查细致全面，方法正确，得 20 分，工作检查每错、遗漏一次扣 5 分；二次扣 10 分，三次扣 20 分。	

5. 安全文明	10 分	能安全文明、有序地完成操作得 10 分，未能做到者扣 10 分。	
---------	------	----------------------------------	--

七、思考题

1. 采煤机上一般有哪些控制手把和按钮？
2. 试叙述采煤机的起动和停止顺序？
3. 采煤机在操作过程中有哪些安全注意事项？

实训七、采煤机的维护、检修

一、实训目的与要求

通过实训，掌握采煤机日常检查内容及液压系统的维护内容。

二、实训设备与器材

MLS₃-170 型采煤机。

三、相关工艺知识

1. 采煤机的日常维护内容

- (1) 各处连接螺栓、螺钉是否齐全牢固。
- (2) 各部位油量是否符合规定要求。
- (3) 滤油器是否符合规定要求。
- (4) 电气系统与信号有无故障，电缆有无破损。
- (5) 各手把、按钮有无损坏。
- (6) 各外露和接头有无损坏和泄漏。
- (7) 电缆拖移装置和液压紧链装置是否完好可靠。
- (8) 冷却和喷雾装置有无损坏，水压、水量是否符合要求。
- (9) 牵引链有无损坏，安装调整是否正确。
- (10) 防滑装置是否完好无损可靠。
- (11) 截齿、齿座与固定螺钉是否齐全可靠，及时更换磨钝的截齿。

2. 液压系统的维护和油液管理

1) 液压系统的维护

- (1) 主要液压元件如油泵、马达、阀组要定期进厂维修、试验。
- (2) 机体外部的管路和接头要保持完好、坚固和不漏油，并要防止碰撞和保持清洁。
- (3) 按润滑图纸定期对各注油点进行注油。
- (4) 采煤机工作时，其牵引部油温不得超过 70℃。
- (5) 滤油器应保持完好，定期检查更换。

2) 油液的管理

- (1) 对液压传动油的油质定期检查，不符合要求时应立即更换。
- (2) 换油时，液压系统各部都应清洗干净，换进新油的规格和数量要符合要求。
- (3) 做好油液的存放工作，存放时要注意防水、防尘、防氧化。
- (4) 往工作面运送及向机器内注油时，要保持清洁，避免污染。
- (5) 如需在工作面上打开箱体盖板时，应先停止其它作业，彻底清除盖上和螺钉窝内的煤粉，并把箱体上空遮好，以免落入矸石。

四、实训步骤

- (1) 按规定内容完成采煤机的日常维护、检查操作。
- (2) 按润滑图纸要求完成注油操作。
- (3) 按要求对液压系统进行换油操作。

五、安全注意事项

- (1) 操作前必须熟悉各项维护检修内容，能熟练使用各种工、量具。
- (2) 操作过程中要注意分工和配合，且要有教师现场指导。
- (3) 维护检修之后的通电运转，要有教师在场或指定专人操作。

六、实训考核及评分标准

考核项目	配分	评分标准	得分
1. 日常维护、检查操作	30分	检查、维护内容完整，方法正确得30分；检查，维护内容（项目）每少一次扣5分；2次扣10分；3次扣30分	
2. 注油操作	30分	按要求注入相应规格一定剂量的油液，得30分，未达到注油要求或有缺漏，扣30分。	
3. 换油操作	30分	评分标准同“注油操作”	
4. 安全文明	10分	能安全文明、有序的完成操作，得10分，未能做到者扣10分。	

七、思考题

1. 采煤机正常检查和维护内容有哪些？
2. 采煤机液压系统的维护和油液管理有哪些要求？

实训八、采煤机的常见故障分析与处理

一、实训目的与要求

通过实训，掌握采煤机各类常见故障的分析方法及处理方法，以及在故障处理过程中的安全注意事项。

二、实训设备与器材

MLS₃-170 型采煤机，专用拆卸工具。

三、相关工艺知识

采煤机常见故障及处理方法

1. 牵引机构

故障现象	产生原因	处理方法
牵引力太小	1. 管路漏油 2. 主泵或马达泄露过大 3. 冷却不良使油温过高 4. 安全阀整定值低 5. 补油量不足	1. 拧紧接头，更换密封件或管件 2. 更换 3. 调整冷却水量和水压至额定值 4. 重新整定 5. 辅助泵泄漏量大，更换新件
牵引速度低	1. 管路漏损严重 2. 泵或马达泄漏过大 3. 自动变量机构动作失灵，有卡阻。如开关活塞或电机恒功率调速活塞不能完全退出等	1. 拧好接头或更换 2. 更换 3. 修理调整
在压力阀关闭后，从新启动时，开关手把总是跳回到关的位置	检查并调整主泵的零位，检查节流孔	重新调整疏通
工作油温过高，使牵引部停车	1. 主油管路与接头漏油 2. 冷却系统及补油回路流量和冷却水温是否正常	有漏油及时处理，排除故障
低压低于 0.5Mpa，开关阀手把打不开	1. 油位过低 2. 管路漏损 3. 补油泵排量不足	1. 加油 2. 拧好或换管 3. 换新泵

	4. 背压阀或低压安全阀整定值过低或有卡阻不能复位 5. 纸滤芯堵塞	4. 重新整定或修好 5. 更换新滤芯
压力未过载, 但牵引驱动轮一转既停	1. 20Mpa 安全关闭阀未复位 2. 高压安全阀上的节流孔堵塞 3. 主阀组至高压安全阀管路不通	调整或更换
压力过载但主机不停	1. 高压安全阀整定值不正确 2. 安全关闭阀卡阻 3. 液压功率调速机构的调速活塞卡阻或开关活塞卡阻 4. 控制油路漏油	1. 整定好 2. 修理、更换 3. 修理、更换 4. 修好
牵引部发出的异常声音	1. 缺油、吸空 2. 泵或马达损坏 3. 主油路泄露 4. 油路内有空气	1. 加油 2. 更换 3. 修理、更换 4. 排气
牵引部油液乳化	1. 冷却器漏水 2. 牵引部上盖有漏水处	1. 修理、更换 2. 修理、更换, 紧好螺丝
牵引部齿轮传动箱发热	1. 油中有水, 太脏 2. 检查油位 3. 轴承过度磨损	相应处理
开关手把断开时, 仍不能停止牵引	先导阀有故障	相应处理

2. 截割机构

故障现象	产生原因	处理方法
摇臂升不起或升起后自动下降	1. 双锁阀封油情况不佳或阻尼孔烧结滤油器堵塞 2. 油缸窜油 3. 管路漏油 4. 安全阀整定值过低或卡阻不能复位 5. 换向阀未到位 6. 油量不足	修好或更换 加油
摇臂升降不平稳	节流阀未起作用	重新调整
滚筒停转或机壳、摇臂内发生沉闷声响	1. 行星传动机构及各处轴承有损坏 2. 各连接销、螺丝松动 3. 油池有杂物、油位不足、滤芯堵塞	1. 更换 2. 拧紧 3. 换油, 清除杂物(齿轮泵滤油器)
滚筒突然停转, 机头箱或摇臂内发出金属碰击声	1. 轴承或各连接件有损坏 2. 离合器未合好	1. 更换 2. 电动机接近停机时, 再合离合器

四、实训步骤

(1) 由教师设置“牵引机构”的故障点, 由学生分析故障原因, 并在教师指导下进行故障处理。

(2) 由教师设置“截割机构”的故障点, 由学生分析故障原因, 并在教师指导下进行故障处理。

以上操作均要模拟生产现场环境。

五、安全注意事项

(1) 故障处理过程中要能正确分析, 判断出故障原因, 并采用可行的方案予以处理。

- (2) 故障处理过程中要注意分工配合，且要在教课现场指导。
- (3) 故障处理之后的通电试运转，要有教师在场或指定专人操作。

六、实训考核及评分标准

考 核 项 目	配 分	评 分 标 准	得 分
1. 牵引机构的故障处理	50 分	对故障点的产生原因能做出正确分析、判断，并能采用合适的方法进行处理，得 50 分；不能正确分析判断或处理，扣 50 分。	
2. 截割机构的故障处理	40 分	对故障点的产生原因能做出正确分析、判断，并能采用合适的方法进行处理，得 40 分；不能正确分析、判断或处理，扣 40 分。	
3. 安全文明	10 分	能安全文明、有序地完成操作，得 10 分；未能做到者，扣 10 分。	

七、思考题

1. 采煤机的牵引机构有哪些常见故障？应分别怎样处理？
2. 采煤机的截割机构有哪些常见故障？应分别怎样处理？

实训九、刮板输送机的运转

一、实训目的与要求

通过实训，掌握刮板输送机的运转注意事项，以及在运转过程中的安全注意事项。

二、实训设备与器材

SGW-250 型刮板输送机

三、相关工艺知识

刮板输送机的运转注意事项

(1) 起动前必须发出信号，向工作人员示警，然后断续起动，转动方向正确又无其它情况时方可正式起动运转。

(2) 防止强制起动，一般先起动刮板输送机，然后再往输送机的溜槽里装煤。机采工作面同样先起动刮板输送机，再开动采煤机。

(3) 进行爆破时要将设备，尤其是管路、电缆等保护好。

(4) 不要向溜槽里装入大块煤或矸石。

(5) 一般不准运送支柱和木材，必须运送时要制定防止顶人、顶机组和顶倒支柱的安全措施。

(6) 起动程序由外向里（由放煤眼到工作面），沿逆煤流方向依次起动。

(7) 停止时先停采煤机，炮采时不要再向输送机里装煤。

(8) 工作面停止出煤前，应将溜槽里的煤拉运干净，然后由里向外沿顺煤流方向依次停止运转。

(9) 运转时要及时供水，洒水降尘。

(10) 运转中发现断链、刮板严重变形、机头掉链、溜槽拉坏、出现异常声音和有关部位的油温过高等事故，都应立即停车检查。

(11) 输送机的卸载端与转载机的机尾部分，二者垂直位置要配合适当，不能使煤粉，大块煤堆积在链轮附近。

(12) 运转的最初两周，要特别注意刮板链的松紧程度。

四、实训步骤

(1) 刮板输送机启动前，必须检查刮板链的松紧程度，有两个以上松弛链环时需重新

紧链，以缩短链条。

- (2) 发出开车信号，向工作人员（包括采煤机司机）示警。
- (3) 断续启动，判明运转方向，再正式启动。
- (4) 启动输送机后，再启动采煤机。
- (5) 按要求完成一段时间的运转操作。（空载）
- (6) 停止运转时，先停止采煤机，再断开输送机的电气控制开关。
- (7) 对输送机和采煤机进行必要的维护和检查。

五、安全注意事项

(1) 所有运转操作必须在教师的指导下完成，且操作人员必须懂得电气设备安全停电程序。

(2) 操作前要对刮板链的松紧程度、机身铺设的平直度进行检查和调整，并按规程规定对其它联接、运转部位进行检查，确认无误后方可开车。

(3) 严格按运转操作规程操作，操作现场不得有多余人员逗留，确保人员和设备的安全。

六、实训考核及评分标准

考核项目	配分	评分标准	得分
1. 开车前检查工作	20分	检查工作细致全面，方法正确得20分；检查工作每错、遗漏一次扣5分；二次扣10分；三次扣20分。	
2. 启动及运行操作	30分	按操作规程操作，得30分；操作程序、动作每错一次扣10分；二次扣30分。	
3. 运作中检查工作	20分	标准同“开车前检查工作”。	
4. 停车操作	20分	按规定顺序正确停车，得20分；停车顺序每错一次扣10分，二次扣20分。	
5. 安全文明	10分	能安全文明，有序地完成操作，得10分，未能做到者扣10分。	

七、思考题

1. 刮板输送机在开车前应做哪些检查工作？
2. 刮板输送机在运行中应注意哪些事项？

实训十、刮板输送机的维护检修

一、实训目的与要求

通过实训，掌握刮板输送机的各项维护、检修内容，以及在维护、检修过程中的安全注意事项。

二、实训设备与器材

SWG-250型刮板输送机，专用拆卸工具。

三、相关工艺知识

1. 刮板输送机的日检

- (1) 检查减速器的声音正常与否，以及振动、发热和油位情况。电动机减速器、轴承的温度，一般不超过65℃。
- (2) 检查减速器和液力耦合器等是否漏油，按规定往各润滑部位注入润滑油。
- (3) 检查刮板链的张紧程度，有无拧麻花现象，链环和连接环有无损坏，刮板有无弯曲和损坏。
- (4) 检查溜槽的磨损、变形和连接情况，挡煤板和铲煤板有无变形、磨损，连接是否紧固。
- (5) 检查各部件的连接情况，有无松动和丢失。

2. 刮板输送机的周检

除日检内容外，还应检查下列内容。

(1) 检查减速器的油质是否良好，润滑状况及齿轮啮合情况，以及液力耦合器和减速器等连接螺栓的紧固情况。

(2) 查看机头架和机尾架有无损坏、歪斜。

(3) 检查液力耦合器是否平稳，各台电动机负荷分配是否均衡，必要时调整注油量。

(4) 测量电动机绝缘，检查开关接头及防爆面的情况。

(5) 检查拔链器，链板链的磨损情况，保证工作可靠。

3. 刮板输送机的季检和半年检

每季度应对橡胶联轴器、液力耦合器、过渡溜槽、链轮和拔链器进行轮换检修一次，每半年对电动机和减速器进行一次全面的检修。

4. 刮板输送机的大修

当采完一个工作面后，应将设备升井进行全面检修。

5. 刮板输送机的润滑

注油是刮板输送机维护工作的重要一环，应定期向各个润滑点注入规定的润滑油。

以 SGW—250 型刮板输送机为例，介绍调和各部位的润滑方式

润 滑 部 位	润 滑 油 牌 号	注 油 时 间
电动机轴承	钙钠基脂润滑脂 ZGN-2	检修时注油
减速器齿轮	汽缸油 HG-11	检修时注油
减速器第一轴轴承	钙钠基润滑脂 ZGN-2	检修时注油
盲轴	钙钠基润滑脂 ZGN-2	每月注油一次
液力耦合器	22 号汽轮机油	检修时注油
液力耦合器轴承	22 号汽轮机油	检修时注油

四、实训步骤

(1) 按规定内容完成刮板输送机的日检操作。

(2) 按规定内容完成刮板输送机的周检操作。

(3) 按规定内容完成刮板输送机的季检和半年检操作。

以上操作均要模拟生产现场环境。

五、安全注意事项

(1) 操作前必须熟悉各项维护检修内容，能熟练使用各种工、量具。

(2) 操作过程中要注意分工和配合且要有教师现场指导。

(3) 维护检修之后通电试运转，要有教师在场或指定专人操作。

六、实训考核及评分标准

考 核 项 目	配 分	评 分 标 准	得 分
1. 日检操作	30 分	检查维修内容完整，方法正确得 30 分；检修内容（项目）每少、错一次扣 5 分；二次扣 10 分；三次扣 30 分。	
2. 周检操作	20 分	检查、维修内容完整、方法正确得 20 分；检修内容（项目）每错、遗漏一次扣 5 分；二次扣 10 分；三次扣 20 分。	
3. 季检和半年检	20 分	标准同“日检操作”	
4. 加注、更换润滑油	20 分	注油点每遗漏一次，注油方法每错一次扣 5 分；二次扣 10 分；三次扣 20 分。	
5. 安全文明	10 分	能安全文明、有序地完成操作，得 10 分；未能做到者扣 10 分	

七、思考题

1. 刮板输送机的日检内容有哪些？

2. 刮板输送机的周检内容有哪些？
3. 以 SGW-250 型刮板输送机为例，说明输送机各个部位应加注什么润滑油？加注周期分别是多少？

实训十一、刮板输送机的常见故障分析与处理

一、实训目的与要求

通过实训，掌握刮板输送机各类常见故障的分析方法及处理方法，以及在故障处理过程中的安全注意事项。

二、实训设备与器材

SGW-250 型刮板输送机，专用拆卸工具。

三、相关工艺知识

刮板输送机常见故障及处理方法

1. 电动机部分

故障现象	产生原因	处理方法
电动机启动不起来	负荷过大	1. 减轻负荷，将上槽煤去掉一部分 2. 检查线路，更换损坏零件
电动机发热	1. 起负荷工作时间过长 2. 通风散热情况不好	1. 减轻负荷，缩短超负荷时间 2. 清除电动机周围浮煤和杂物
电动机声音不正常	1. 单相运转 2. 接线头不牢	1. 检查处理 2. 接牢

2. 液力耦合器部分

故障现象	产生原因	处理方法
液力耦合器打滑	1. 液力耦合器里的油量不足 2. 溜槽里堆煤太多 3. 刮板链被卡住	1. 补充油量 2. 将溜槽里的煤去掉一部分 3. 检查处理
一个耦合器温度过高	1. 两个耦合器里的油量不等 2. 联轴器罩内被卡住或涡轮被卡住	1. 调整油量 2. 清除杂物
液力耦合器漏油	1. 注油塞或易熔合金保护塞松动 2. 密封圈及垫圈损坏	1. 拧紧 2. 更换
耦合器打滑，温度超过 120℃ -140℃，但易熔合金不熔化	易熔合金配方不对	消除打滑原因，更换合格的易熔合金保护塞

3. 减速器部分

故障现象	产生原因	处理方法
减速器声音不正常	1. 齿轮啮合不好 2. 轴承或齿轮磨损或损坏 3. 减速器里润滑油有金属杂物 4. 轴承窜量大	1. 重新调整 2. 修理或更换 3. 清除杂物 4. 调整轴承的轴向间隙
减速器油温过高	1. 润滑油不合格或不洁净 2. 润滑油过多或过少 3. 冷却散热不好	1. 更换合格的润滑油 2. 放出或补充润滑油 3. 清除煤粉杂物

减速器漏油	1. 密封圈损坏 2. 减速箱体结合面不严,各轴承盖螺钉松动	1. 更换 2. 拧紧螺钉
盲轴轴承温度过高	1. 密封件损坏, 油不洁净 2. 轴承损坏 3. 油量不足	1. 更换 2. 更换 3. 补油

4. 刮板链部分

故障现象	产生原因	处理方法
刮板链在链轮处跳牙	1. 连接环安装不正确或圆环链拧麻花 2. 链轮轮齿磨损严重 3. 刮板链过松	1. 重新调整 2. 更换 3. 重新紧链
链子卡在链轮上	拔链器松动, 损坏或脱落	拧紧螺栓或更换拔链器
刮板链掉道	1. 刮板链过松 2. 刮板弯曲严重 3. 工作面不直, 两条链子受力不均 4. 机身过度弯曲	1. 重新紧链 2. 更换 3. 修直工作面, 修刮板链 4. 一次推移距离不要过大, 不要有急弯
刮板链过度振动	1. 刮板链运行中受到刮卡 2. 溜槽脱开或连接不平	1. 检查处理 2. 接好溜槽, 调平接口

四、实训步骤

(1) 由教师设置“电动机部分”的故障点, 由学生分析故障原因, 并在教师指导下进行故障处理。

(2) 由教师设置“液力偶合器部分”的故障点, 由学生分析故障原因, 并在教师指导下进行故障处理。

(3) 由教师设置“减速器部分”的故障点, 由学生分析故障原因, 并在教师指导下进行故障处理。

(4) 由教师设置“刮板链部分”的故障点, 由学生分析故障原因, 并在教师指导下进行故障处理。

以上操作均要模拟生产现场环境。

五、安全注意事项

(1) 故障处理过程中要能正确分析, 判断出故障原因, 并采用可行的方案予以处理。

(2) 故障处理过程中要注意分工、配合, 且要有教师课在现场指导。

(3) 故障处理之后的通电试运转, 要有教师在场或指定专人操作。

六、实训考核及评分标准

考核项目	配 分	评 分 标 准	得 分
1. 电动机部分的故障处理	20 分	对故障点的产生原因能做出正确分析、判断, 并能采用合适的方法进行处理, 得 20 分; 不能正确分析、判断或处理, 扣 20 分。	
2. 液力偶合器部分的故障处理	20 分	对故障点的产生原因能做出正确分析、判断, 并能采用合适的方法进行处理, 得 20 分; 不能正确分析、判断或处理, 扣 20 分。	
3. 减速器部分的故障处理	20 分	对故障点的产生原因能做出正确分析、判断, 并能采用合适的方法进行处理, 得 20 分; 不能正确分析、判断或处理, 扣 20 分。	
4. 刮板链部分的故障处理	30 分	对故障点的产生原因能做出正确分析、判断并能采用合适的方法进行处理, 得 30 分; 不能正确分析、判断或处理, 扣 30 分。	
5. 安全文明	10 分	能安全文明、有序地完成操作, 得 10 分; 未能做到者, 扣 10 分。	

七、思考题

1. 刮板输送机的电动机部分有哪些常见故障？应分别怎样处理？
2. 刮板输送机的液力耦合器部分有哪些常见故障？应分别怎样处理？
3. 刮板输送机的减速器部分有哪些常见故障？应分别怎样处理？
4. 刮板输送机的刮板部分有哪些常见故障？应分别怎样处理？

实训十二、液压支架的维护及故障处理

一、实训目的及要求：

通过实训，熟悉液压支架故障诊断的方法；掌握液压支架的维护及常见的故障分析与处理。

二、实训设备与器材

ZZ4000 12/24；ZF4000 17/27H；ZZ6000 21/42

三、相关知识

液压支架在工作过程中经常会出现各种故障，故障主要出现在管路系统、立柱或前梁千斤顶、推移千斤顶、操纵阀，安全阀及侧压阀 7 个部位。例如，管路无液压；供液时活塞杆伸出，停止供液后自动收缩；缸体变形；操作阀转动费力；安全阀达不到额定压力就开启等。发生故障后液压支架不能正常工作，会影响生产的正常进行，所以要及时处理故障。

另外，对液压支架的日常维护也是非常重要的，日常维护能延长液压支架的使用寿命，尽量减少故障的发生率，提高生产率。为了能准确、及时地判断、分析产生故障的原因，使故障得到准确、有效地处理，恢复液压支架的正常工作状态，必须学习判断故障的过程和方法，液压支架的完好标准等相关知识。

（一）判断故障的过程和方法

1. 检验

（1）检查外部零件及零件外露部分有无损伤（如缸体表面有无损伤），零件的连接部位是否松动脱落（如钢铰接销子、高压软管接头等），密封部位是否严密（如密封磨损产生泄露），运动部位是否有卡阻现象。

（2）在工作状态下观察设备上已有各种仪表的测量值，必要且可能时对某些状态要进行专门测量

（3）凭感官收集设备在运行中的表现，主要方法有问、闻、听、望、触。

- a. 问诊是指询问操作及日常维护人员，了解设备的工作状况。
- b. 闻诊是指由嗅觉感受到某些气体的刺激来发现设备的某些缺陷（如油液泄漏等）
- c. 听诊是指由设备所产生的声音特点来发现、判断设备缺陷。
- d. 望诊是指通过观察或观测来发现设备和零件的缺陷（如运动部件发生卡阻现象等）。
- e. 触诊是指用手触及设备机体和零件时的感官发现设备的缺陷（如机体温度等）。

2. 缺陷的定性与定位

根据上一步测出的或感觉的信息来判断哪一个零件（或部件）有什么缺陷，确定其性质。如果有多种缺陷或多种零件都产生同一种现象时，就要掌握这些零件故障的全部现象，通过分析进行筛选，最后做出判断。

3. 定限

把发现的缺陷与相应的已知界限进行比较，判定或大体判断它是否已经超过了还是接近于允许的界限，是否需要修理或更换。比较时，可通过实验或实践后确定的数值，或者由检修人员的经验来进行判断。

（二）故障处理前的准备工作

- (1) 资料的准备（设备的结构图、设备的完好标准、设备的检修质量标准）等。
- (2) 工具材料的准备。
- (3) 场地的清理

（三）液压支架的完好标准

- (1) 支架的零部件齐全、完好，连接可靠、合理。
- (2) 立柱和各种千斤顶的活柱、活塞杆与缸体动作可靠，无损坏、无严重变形，密封良好。
- (3) 承载结构件上无影响正常使用的严重变形，焊缝上无影响支架安全使用的裂纹。
- (4) 各种阀密封良好，不窜液、漏液、动作灵活可靠。安全阀的压力符合规定数值，过滤器完好无缺，操作时无异常声音。
- (5) 软管与接头完整无缺、无漏液、排列整齐、连接正确、不受挤压，U 行销完整无缺。
- (6) 泵站供液压力符合要求，所用液体符合标准。

四、实训操作步骤

（一）液压支架的维护

综采设备投资较大，特别是液压支架的投资约占整个综采工作面全套设备投资的一半。为了延长其服役期限，保证支架可靠地工作，减少非生产停歇时间，充分发挥设备效能，除了严格遵守操作规程外，还必须对液压支架进行维护保养，使支架处于完好状态。

1. 支架的维护和检查项目

1) 日常维护和检查

(1) 检查各连接销、轴是否齐全，有无损坏，发现严重变形或丢失的应及时更换或补上。

- (2) 检查液压系统有无漏液、窜液现象，有漏液的地方要及时处理或更换部件。
- (3) 检查各运动是否灵活，有无卡阻现象，如果有应及时处理。
- (4) 检查所有软管有无卡扭、堵塞、压埋和损坏现象，如果有应及时处理或更换。
- (5) 检查立柱和前梁有无自动下降现象，如果有应及时寻找原因并及时处理。
- (6) 检查立柱和千斤顶，如有弯曲变形和严重擦伤要及时处理。影响伸缩时要更换。
- (7) 当支柱动作缓慢时，应检查其原因，及时更换堵塞的过滤器。

2) 周检

除了日检的全部内容外，还包括以下内容：

- (1) 检查顶梁与前梁的连接销、轴及耳座，如发现有裂纹或损坏，应及时更换。
- (2) 检查顶梁与掩护梁、掩护梁与前后连杆的焊缝是否有裂缝，如有应及时更换。
- (3) 检查各受力构件是否有严重的塑性变形及局部损坏。如发现要及时更换。
- (4) 检查阀件的连接螺钉，如松动应及时拧紧。
- (5) 检查立柱复位橡胶盒的紧固螺钉，如松动应及时拧紧。

3) 工作面搬家时的检修

包括周检的全部内容，如有损坏应全部更换新件。

- (1) 检查承载结构件有无变形、开焊现象，如有应进行整修。
- (2) 每半年对安全阀轮流进行一次性能试验。
- (3) 断路阀、过滤器等液压元件应全部升井清洗。

2. 维护与管理的注意事项

- (1) 支架在工作面进行部件拆装和更换时，应注意防止顶板冒落，做好人身和设备的防护工作。更换立柱、前梁千斤顶、各控制阀等元件时，要先临时用支柱撑住顶梁后再进行。
- (2) 支架上的液压部件及管理路系统在有压力的情况下，不能进行修改和更换，必须

在卸载后进行。拆卸时严防污物进入。

(3) 在支架拆装和检修过程中, 必须使用合适的工具, 禁止硬打乱敲, 尤其要防止损伤各种液压缸的活塞杆表面、导向套、各种阀件的阀芯与密封面、管接头以及连接螺纹等, 避免增加检修的困难。对拆装的液压元件的部件要标上记号并量取必要尺寸, 要将他们分别放在适当的地方。拆下的小零件、开口销及密封圈等, 应装入工作袋内, 防止丢失。

(4) 支架上使用的各种液压缸和阀件等液压元件, 一般不允许在井下拆装, 如发现问题不能继续使用时, 必须整件更换, 送井上进行修理。各种液压缸在井下拆装、搬运过程中, 应先收缩至最低位置, 并将缸体内的液体放出, 避免在搬运过程中损伤活塞杆表面。

(5) 备换的各种软管、立柱、千斤顶与各种阀件的进、出液口, 必须用适当的堵头保护, 并在存放与搬运过程中注意防止堵头脱落。

(6) 支架检修后应做检修记录, 包括检修内容、材料和备件消耗、所需工时、质量检查情况和参加检修人员等, 以便积累资料, 分析情况, 为日后的维修创造条件。检修后的支架还应进行整架动作性能试验。

(7) 支架的存放与配件储备要有计划, 设专人负责保管, 加强防尘、防锈和防冻措施。支架和配件应尽量放在库房内, 对存放在地面露天的待检修或暂不下井的支架, 应集中在固定的地方进行保管, 并将支架各液压缸、阀件内的乳化液全部放掉。冬季要注入防冻液, 以防液压元件冻裂。

(9) 软管在储存过程中应盘卷或平直捆扎, 盘卷弯曲半径不能小于 200~500mm。橡胶件和尼龙件应避免阳光直射、雨雪侵淋, 存放温度应保持在-15~40℃, 存放相对湿度应在 50%~80%之间, 严禁与酸碱油类及有机溶剂等物质接触, 并应远离发热装置 1m 以外。

五、液压支架常见故障及处理方法

序号	部位	故障现象	原因	处理方法
1	管路系统	管路无液压, 操作无动作	1. 断路阀未打开 2. 软管被堵死, 油路不通, 或软管破裂泄液 3. 软管接头松脱, 接头密封件损坏, 漏液 4. 进液侧过滤器被堵死, 液路不通 5. 操作阀内密封损坏, 高低压腔窜液	1. 打开断路阀 2. 排除堵塞物, 更换损坏部分 3. 更换、检修软管 4. 更换、清洗过滤器 5. 更换、检修密封环
2	立柱或前梁千斤顶	供液后不伸也不降, 或伸出太慢	1. 供液软管或回液软管打折、堵死 2. 管路中压力过低或泵的流量较小 3. 缸体变形, 上下腔窜液 4. 活塞密封圈损坏卡死 5. 活塞杆弯曲变形卡死 6. 操作阀漏液 7. 液控单向阀杆密封损坏, 漏液	1. 排除障碍, 畅通液路 2. 检修乳化液泵站 3. 检修缸体 4. 更换密封圈 5. 更换活塞杆 6. 检修操作阀 7. 更换、检修液控单向阀
		供液时活塞杆伸出, 停止供液后自动收缩	1. 操纵阀关闭太早, 初撑力不够渗漏 2. 活塞密封件损坏, 高低压腔窜液, 失去密封性能 3. 缸体焊缝漏液或有划伤 4. 液压锁密封不严, 阀座上有脏物, 或密封件损坏 5. 安全阀未调整好或密封件损坏 6. 高压软管或高压软管接头密封件损坏, 漏液	1. 按操作规程操作 2. 更换密封件 3. 检修焊缝或缸体 4. 使操纵阀动作进行冲洗, 无效时更换或检修 5. 重新调整或更换、检修 6. 检修该部位管道

		不能卸载,或卸载后不收及收缩困难	1. 活塞杆或缸体弯曲变形,别死或划伤 2. 柱内密封圈反转损坏,或相对滑动表面间被咬死 3. 液压锁顶杆折断、弯曲,或顶端缩粗,阀打不开 4. 液控单向阀顶杆密封件损坏,泄漏 5. 高压液路工作压力低或阻力大,使单向阀打不开 6. 回液管路截止阀未打开,或回液管路堵塞 7. 回液管路截止阀、顶杆或密封圈损坏 8. 立柱内导向套损坏	1. 更换、检修活塞缸 2. 更换、检修密封圈 3. 更换、检修液控单向阀 4. 更换、检修密封圈 5. 更换泵站及液压系统,找出原因,进行处理 6. 打开截止阀或找出堵塞处,进行处理 7. 更换损坏件 8. 更换导向套
		缸体变形	1. 安全阀堵塞,缸体超载 2. 外界碰撞	1. 检修安全阀 2. 更换缸体
		导向套漏液	密封件损坏	更换、检修密封件
3	推移千斤顶	供液后无动作或动作缓慢	1. 活塞的密封件损坏,高低压腔窜液 2. 活塞杆弯曲变形,或焊接处断裂 3. 控制阀密封不严,有脏物卡住或密封件损坏 4. 进液管路压力低阻力大,或回液管路堵塞 5. 采煤机割出套界,或有矸石、大块煤卡住 6. 千斤顶与支架连接销或连接块折断	1. 在一时难以确定故障原因是阀还是缸的情况下,可将有疑问的千斤顶上的软管拆下,与邻架正常的阀组对调操作,进行判断。 2. 确定故障原因后拆换损坏件并进行检查。如果是外部原因引起的故障,应该及时清除杂物
		导向套漏液	密封圈损坏	更换、检修密封圈
		移架时本架推移	推溜回路的液控单向阀密封不严	更换密封零件或密封圈
4	操纵阀	中位时,阀内有异响,缸动作慢	1. 阀座等零件密封不好 2. 密封圈弹簧损坏 3. 阀内有脏物卡住	1. 更换密封零件 2. 更换密封圈或弹簧 3. 冲洗操纵阀,如果无效须更换操纵阀
		操纵时,油缸动作缓慢或无动作	操纵阀高低压腔窜液	更换密封零件或密封圈
		操纵阀手柄周围漏液	阀盖螺钉松动,密封不严或密封件损坏	更换、检修螺钉和密封件
		手柄转动费力	1. 滚珠轴承损坏 2. 转子尾部变形 3. 卸压孔堵塞	1. 更换、检修滚珠轴承 2. 更换、检修转子 3. 清洗或疏通卸压孔
5	安全阀	达不到额定压力就开启	1. 未按额定压力调整,或弹簧疲劳 2. 阀垫损坏或有脏物卡住,密封不严	1. 重新调定,更换弹簧 2. 去除脏物,重新密封
		不能及时复位	1. 内部有别卡现象或密封面粘住 2. 弹簧损坏	1. 检修 2. 更换弹簧
6	液压锁	阀打不开立柱不收缩	阀内顶杆折断、弯曲变形或顶端伸缩	更换、检修单向阀
		渗液,立柱自动下降	弹簧疲劳或顶杆歪斜,损坏了阀座	更换、检修弹簧
7	侧压阀	打开时漏液严重,立柱下缩	1. 钢球和阀座密封件间的密封面损坏 2. 阀座上有脏物附着	1. 更换、检修密封件 2. 检修

六、安全注意事项

(1) 液压支架在进行液压系统故障处理时,应先关闭进、回液断路阀,以切断本架液压系统与主回路间的连接通路。然后将系统的高压液体释放,再进行故障处理。故障处理完

毕后，再将断路阀打开，恢复供液。如果主管路发生故障需要处理时，必须与泵站司机取得联系，待停泵后才能进行。

(2) 当工作面刮板输送机出现故障，需要用液压支架前梁起吊中部溜槽时，必须将该架及左、右邻架影响的几个支架推移千斤顶与刮板输送机连接销脱开，以免在起吊过程中将千斤顶的活塞杆别弯（垛式支架还应将支架与邻架的防倒千斤顶脱开），起吊完毕后将推移装置和防倒装置连接好。

(3) 液压支架在使用过程中要随时注意采高的变化，防止支架被“压死”即活柱完全被压缩而没有行程，支架无法降柱，也不能前移。使用中要及早采取措施，进行强制放顶或加强无立柱空间的维护。一旦出现“压死”支架情况，有以下3种处理方法：

a. 增加液压支架立柱下腔的液体压力，利用一根辅助千斤顶（推移千斤顶或备用的立柱）与被“压死”的立柱液路串联，作为被“压死”的立柱的增压缸，增大进入该立柱下腔的液压力，进行反复增压，使顶板有松动。当活柱有小量进程时，就可拉架前移。

b. 放炮挑顶。在用上述方法仍不能移架时，在顶板条件允许的情况下，可采用放小炮挑顶的办法来处理。放炮要分次进行，每次装药量不宜过大。只要能使顶板松动，立柱稍微升起，就可拉架前移。

c. 放炮拉底。在顶板条件不好不适于挑顶时，可采用拉底的办法。它是在底座前的底版处打浅炮眼，装小药量进行放炮，将崩碎的底版岩石掏出，使底座下降。当立柱有小量进程时，就可拉架前移。在顶板破碎的情况下，用拉底的办法处理压架时，为了防止局部冒顶，可在支架两侧架设临时抬棚。

七、评分标准

序号	考核内容	考核项目	配 分	检 测 标 准	得 分
1	准备工作	1. 资料准备 2. 工具材料准备 3. 场地清理准备	10	缺一扣1~5分	
2	液压支架的维护保养	1. 日检 2. 周检 3. 工作面搬家时的检修	20	缺一扣2~5分	
3	故障分析及处理	1. 管路系统故障 2. 立柱或前梁千斤顶故障 3. 推移千斤顶故障 4. 操纵阀故障 5. 安全阀故障 6. 液控单向阀故障 7. 侧压阀故障	60	能够正确分析故障原因，及时处理故障，根据操作情况酌情扣分	
4	安全文明操作	1. 遵守安全规程 2. 清理现场卫生	10	1. 不遵守安全规程，扣5分 2. 不清理现场卫生，扣5分	
总 计					

八、思考题

1. 液压支架的故障分析过程分哪几步？
2. 液压支架的维护包括哪几个方面的内容？
3. 液压支架供液后不伸不降或伸出太慢是什么原因引起的？
4. 液压支架操作手柄转动费力是什么原因引起的？

项目十、煤矿电气设备检修（企业）

实训一、隔爆知识

一、实训目的

1. 了解煤矿井下电气设备的隔爆原理及要求；
2. 掌握隔爆型电气设备的隔爆结构、特点，使用和维护方法。

二、实训器材

隔爆开关、塞尺、电工工具等。

三、相关工艺知识

1. 瓦斯、煤尘的爆炸条件和防爆途径

1) 瓦斯、煤尘爆炸的条件

矿井在开采过程中，从煤、岩层中不断的涌出瓦斯，其中有甲烷，乙烷、一氧化碳、二氧化碳和二氧化硫等气体，但主要是甲烷（CH₄）又名沼气。在正常温度和压力下，瓦斯浓度含量达 5%~15%时，遇到点燃热源就会爆炸。实验表明，当电火花或灼热导体的温度达到 650~750℃ 以上时，就有引起瓦斯爆炸的可能。电火花最容易引起瓦斯爆炸的浓度是 8.5%，而爆炸力最大的瓦斯浓度是 9.5%。

煤尘粒度在 1μm~1mm 范围内，挥发指数（即煤尘中所含挥发物的相对比例）超过 10%，且飞扬在空气中的含量达 30~2000g/m³ 时，遇有 700~800℃ 点燃温度时便会爆炸，当然引起瓦斯、煤尘爆炸的点火源不仅是电弧和电火花，还有金属撞击和摩擦火花、炮焰、煤自然发火及明火等，在工作中应特别注意。为了防止瓦斯、煤尘爆炸，可从两方面采取措施：一方面限制他们在空气中的含量，如加强通风，减少瓦斯浓度，对煤尘可用撒水和撒岩粉的方法，迫使其降落；另一方面就是控制井下各种引爆的火源和热源，使之不外露或低于点燃温度。

2) 电气设备的防爆措施

为了使电气设备成为引起瓦斯爆炸的起因，一般常采用以下三种措施加以预防。

（1）采用隔爆外壳：对于开关电器和电动机等动力设备，采用隔爆外壳进行防爆。隔爆外壳具有足够的机械强度，即使在壳内发生瓦斯爆炸，外壳也不致于变形，并且从间隙逸出壳外的火焰已受到足够的冷却，不足以点燃壳外的瓦斯和煤尘，即把爆炸仅限制在壳内，故称隔爆外壳。

（2）采用本质安全电路和设备：所谓本质安全电路和设备，就是在电路系统或电气设备上采取一定的技术措施，使之在正常和故障状态下产生的电火花热量，均不足以点燃瓦斯和煤尘。但由于电火花能量受到限制，故只适用于信号、通讯、测量仪表、控制回路等弱电系统应用。

（3）采用超前切断电源：利用瓦斯、煤尘具有点火延迟的特性，使电气设备在正常和故障状态下产生的热源或电火花尚未引起瓦斯爆炸之前，即自行切断电源达到防爆的目的，此作用称超前切断电源。这种防爆原理，目前在防爆白炽灯、放炮器及屏蔽电缆保护系统中得到应用。

2. 矿用电气设备的分类

防爆型设备在外壳上的总标志为“Ex”，按结构的不同，分为下列几种类型。

1) 隔爆型“d”：这种类型的电气设备具有隔爆外壳，该外壳既能承受内部爆炸性气体混合物引起爆炸产生的爆炸冲击力；又能防止爆炸产物穿出隔爆间隔，点燃外壳周围的爆炸性气体混合物爆炸。

2) 增安型“e”：这种类型电气设备，在正常运行状态下不产生火花、电弧、危险温度或

在会发生火花的部分（如电动机的滑环部分）有隔爆措施。不发生火花部分的温度，限制在允许的温度范围内。

3) 本质安全型“i”：这种类型电气设备内部的所有电路都是本质安全电路，即电路或设备无论在正常状态下或在故障状态下，产生的电火花和温度都不能引起爆炸性混合物的爆炸，该类设备按安全程度不同分为 ia 型和 ib 型。对于经常存在爆炸性混合物的场所应采用 ia 型。煤矿井下并不经常存在爆炸性混合物，故应采用 ib 型设备。其附加标志为“ia”或“ib”。

4) 正压型“p”：这种类型的电气设备是将新鲜空气或惰性气体充入密封的外壳内部，并保持一定的正压，以阻止壳外的爆炸混合物进入壳内的电气设备，从而达到防爆目的。

5) 充油型“o”：这种类型的电气设备是将可能产生火花、电弧或危险高温的带电部件浸在绝缘油中，使其不能点燃油面以上的爆炸性混合物。例如防爆高压油开关等。

6) 充砂型“q”：这种类型电气设备电弧火焰通过壳内砂粒窄缝时，电弧被拉长、变细和冷却，使壳壁、砂粒材料都不能产生危险高温的电气设备。

7) 特殊型“S”：这种类型电气设备在结构上不属于上述防爆类型及其类型组合，而是采取其他防爆措施的电气设备。

表 13-1 防爆电气设备的类型、标志新旧对照表

序号	GB3836—83		序号	GB1336—77	
1	矿用隔爆增安型	Exe I	1	矿用防爆安全型	KA
2	矿用隔爆型	Exd I	2	矿用防爆隔爆型	KB
3	矿用防爆本安行	Exib I	3	矿用防爆安全火花型	KH
4	防爆充油型	Exo	4	矿用防爆充油型	KC
5	防爆特殊型	Exs	5	矿用防爆特殊型	KT
6	防爆正压型	Exp	6	防爆通风、充气型	F
7	防爆充砂型	Exq	备注	K—矿用 无 K—工厂用	

注：类型分两类：

I 类：煤矿用防爆电气设备（煤矿井下必须选用 I 类）

II 类：工厂用防爆电气设备（如石油化工企业），本表略。

3. 矿用隔爆型电气设备的防爆原理

1) 隔爆外壳：隔爆外壳有两个作用：一是要有足够的机械强度，即壳内出现瓦斯和煤尘爆炸时，其内部气体爆炸压力和高温不使外壳损坏和变形，二是具有不传爆性，即阻止内部的爆炸不向外壳周围的瓦斯、煤尘传播。因此，要求隔爆外壳既要有耐爆性，又要有隔爆性。

(1) 耐爆性：耐爆性指的是隔爆破外壳的机械强度。为使外壳能成后瓦斯爆炸时的高温、高压的冲击作用，隔爆型电气设备的隔爆外壳需用钢板、铸钢或抗拉强度和韧性较高的铸铁制成。为了确实保证外壳的机械，出厂或检修后必须进行水压实验，其标准列于表 13-2。

表 13-2 水压试验标准

外壳净容积(升)	0.5 以下	0.5~2	2 以上
试验压力（公斤/厘米 ² ）	3	6	8

(2) 隔爆性：隔爆性是指外壳各部件的结合面应符合一定的要求，即壳内爆炸时，向外喷出的火焰或灼热的金属性颗粒不会引起壳外的可燃性气体爆炸。隔爆性是由外壳装配结合面的宽度、间隙和表面粗糙度来保证的。结合面的型式有法兰盘对口式、止口转盖式和圆筒式三种。

火焰通过间隙传播出来时，若其温度降低至点燃温度以下，壳外爆炸性气体就不能燃烧爆炸。一般在相同条件下，结合面的间隙越小，壳内发生爆炸时喷出的爆炸生成物的温度越低，就不易引燃瓦斯和煤尘。达到了隔爆的目的。要求隔爆外壳的结合面具有一定的间隙、

宽度和粗糙度。经过结合面间隙的散热降温作用，使喷出气体的温度降低到瓦斯点燃温度之下，不致引起壳外瓦斯的爆炸。由于隔爆外壳的结构和空腔容积的不同，对结合面要求也不同，如表 13-3 所示。

表 13-3 I 类隔爆结合面结构参数

接合面型式	L 长度 (毫米)	L1 (毫米)	W (毫米) 间隙		隔爆面粗糙度 (微米)
			外壳容积 V (升)		
			V<0.1	V>0.1	
平面止口或圆筒结构	6.0	6.0	0.3	—	平面对口：3.2 止口：6.3
	12.5	8.0	0.4	0.4	
	25.0	9.0	0.5	0.5	
	40.0	15.0	—	0.6	

注: L—隔爆接合面的最小有效长度;

L1—螺栓孔边缘至隔爆接合面边缘的最小有效长度;

W—静止部分接合面、操纵杆与杆孔隔爆接合面以及隔爆绝缘套管隔爆接合面的最大间隙或直径差。

2) 本质安全电路和设备: 由于本质安全型电气设备不需要隔爆外壳，也不是采用隔离电火源（如通风、充油）的方法来防爆的，而是在设计电气设备时就将电路的电气参数选择在安全火花允许值以下，保证电路在正常工作和故障状态下所产生的电火花或高温都不会点燃可燃性混合物。因此，它具有结构简单、体积小、重量轻、制造维修方便、造价低、安全性可靠等特点，可用在任何瓦斯矿井中的通讯、信号、遥测遥控、自动装置等弱电系统中得到广泛应用。

在井下，甲烷空气爆炸混合物的浓度为 8.5% 时，遇到 0.28mJ 能量电火花即可爆炸。因此安全火花所产生的能量必须低于某一安全值。一般认为是 0.02mJ。在此值以下能量的电火花是安全的，它不能引爆。就其主要因素而言，对于简单的感性电路，安全火花能量的大小主要取决于电流和电感；对于简单容性电路，主要取决于电容和电压；对于电阻性电路，主要取决于电压和电阻。在本安电路中，由于电流和电压的安全值受到限制，因而使本安设备的功率受到了限制。

4. 隔爆外壳的使用和维护

隔爆型电气设备往往由于使用和维护不当，使之失去隔爆性能，因此，加强对隔离电气设备的管理和维护是十分重要的。

1) 隔爆型电气设备在使用中应注意以下几个问题:

- (1) 隔爆外壳应完整无损，无裂痕和锈蚀。
- (2) 外壳的紧固件、弹簧垫圈、密封件。齐全完好。密封，紧固无松动。
- (3) 隔爆结合面的间隙，宽度和表面粗糙度符合规定，隔爆面应防止锈蚀，不得涂漆。
- (4) 安装的地点应用干燥无淋水，设备应垂直放置，倾斜 $\leq 15^\circ$

2) 防爆面的修补

(1) 适用条件: 在钢制零件隔爆面上出现伤痕、砂眼等缺陷时，无伤表面距离符合规定的，可以用焊锡方法加以修补

静止的隔爆面，缺陷宽度大于 0.5mm 或外圆直径大于 1mm，深度不超过原结构厚度的 1/3 时，如有一段无伤连续隔爆面的有效结合长度不小于表 13-4 所列数值时，可以修补。

表 13-4 焊锡修补隔爆面的条件

L 或 L1 (mm)	≥ 40	≥ 25	≥ 12.5 (或 15)	≥ 8 (或 10)
连续无伤隔爆面的有效结合面长度	20	13	8	5

(2) 焊补方法

①将缺陷或伤痕处进行清洁处理，直到露出洁净的金属光泽为止。

②将烙铁烧到 450°C 左右，平放在应焊补处，使焊补面加热至 60°C 左右。

③在将焊补处涂上少许的焊剂。

④用烙铁将锡焊条熔于伤痕表面，并用烙铁推平所堆附的锡块。

⑤将油石蘸汽油磨平高出隔爆面的锡块，或用刮刀刮平，使之与隔爆面形成牢固结合和同一光滑而平整的平面。注意在打磨平面时应小心，不得以油石或刮刀将隔爆面磨伤或刮伤。

⑥用干净布头蘸热水洗净修补面上存留的酸液，用棉纱擦干，隔爆面最后进行磷化处理（焊补处不起反应），并涂防锈油脂。

3) 注意事项

隔爆面上有下列缺陷时可不经修补即可使用。对局部出现的外接圆直径不大于 1mm，深度不超过 2mm 的小针孔或砂眼，在宽度为 40、25、15mm 及以上的隔爆面上，每平方米不超过 5 个；在 12.5mm 以下，5mm 以山的隔爆面上每平方米不超过 2 个者。

偶然产生机械伤痕之宽度及深度均不超过 0.5mm，其剩余的无伤隔爆面有效结合长度，不小于隔爆面实际长度的 2/3 者。但伤痕周围的突起金属必须磨平。

如果隔爆面缺陷大于以上两条规定，不允许修补。

四、实训内容

1. 认识新旧矿用设备的标志。
2. 各类隔爆结构的认识与使用。
3. 隔爆结合面的检测与维修。

五、作业

1. 煤矿井下为了防止瓦斯煤尘爆炸，一般从那些方面采取措施？
2. 矿用电气设备一般常采用哪三种防爆措施？
3. 写出个类矿用电气设备的新旧标志？
4. 简述 Exd I 隔爆形电气设备的防爆原理？
5. 简述本质安全形矿用电气设备的防爆原理？
6. 简述矿用电气设备防爆外壳使用注意事项？
7. 写出容积大于 2 升的低压隔爆电气设备平面对口式隔爆结合面和止口转盖式隔爆结合面的要求是那些？

实训二、QC83-80N 型隔爆磁力起动器的检修

一、实训目的

1. 了解 QC83-80 型磁力启动器的结构及操作使用方法。
2. 学会启动器接线方法及安装工艺要求。
3. 熟悉启动器的检修与常见故障的处理方法。

二、实训设备与器材

电工常用工具，套筒扳手以及专用扳用、塞尺、电工仪表等。

三、相关工艺知识

1. 概述

该起动器是用来控制经常需要正、反转的机械，如回柱机等。它的基本结构，相当于两台 QC83-80 型启动器芯子组合在一起放在一个外壳内。外壳的前后各有一个转盖。启动器本身没有设起动按钮，只设有一个停止按钮。启动器可以在外部设正、反起动按钮及停止按钮。启动器的内部电气元件分别装在前后两块绝缘板上，为避免两个接触器同时合闸，设有电气和机械闭锁。设有外盖与隔离开关手把、手把与停止按钮之间的机械闭锁装置。

起动机有正反电气闭锁触点,当正转接触器 1KM 处于吸合状态时,常闭辅助触点 1KM3 打开,切断反转接触器线圈 2KM 的电源电路,2KM 不会通电动作。KM3 和 2KM3 为闭锁触点,防止发生相间短路故障。另外,正反转起动按钮都有常闭触点,这两个常闭触点是起动护锁触点。形成互为闭锁的关系,防止同时按下两个按钮时,两个接触器闭合造成瞬时相间短路。

2. 工作原理

电动机正转时,合上隔离开关 QS,接通电源,按下正转起动按钮 3SB,即构成电流通路如下:(T) 5→1SB→2KM3 触点→KM1 线圈→端子 1→4SB 常闭触点→3SB→2SB→端子 4→(T) 4。正转接触器线圈 1KM1 有电动作,使主回路的 1KM1 及辅助触点 1KM2 闭合,同时打开触点 1KM3 电动机正转起动。当松开 3SB 时,则由触点 1KM2 构成自保回路,使 KM1 线圈通过 1KM2 触点继续保持有电,电动机正转运行。

常闭触点 1KM3 打开、切断了反转线圈 KM2 的电源,保证此时 KM2 不会再通电吸合,起到电气联锁作用。

停机时,可按下 1SB 或 2SB 按钮,均可切断控制电源、电动机停转。

电动机反转时与正转回路基本相同,只需按下 4SB 按钮即可。为防止同时按下两个起动按钮,使两个接触器同时吸合造成瞬时相间短路,接线时正转线圈 KM1 回路内必须通过 4SB 的常闭触点。KM2 线圈回路要通过 3SB 的常闭触点,这种按钮间互为联锁的关系,保证了只有按下一个按钮时,才能构成通路,否则,两个起动回路都不能通电。QC83-80 型磁力启动器电气原理如图 13-1 所示。

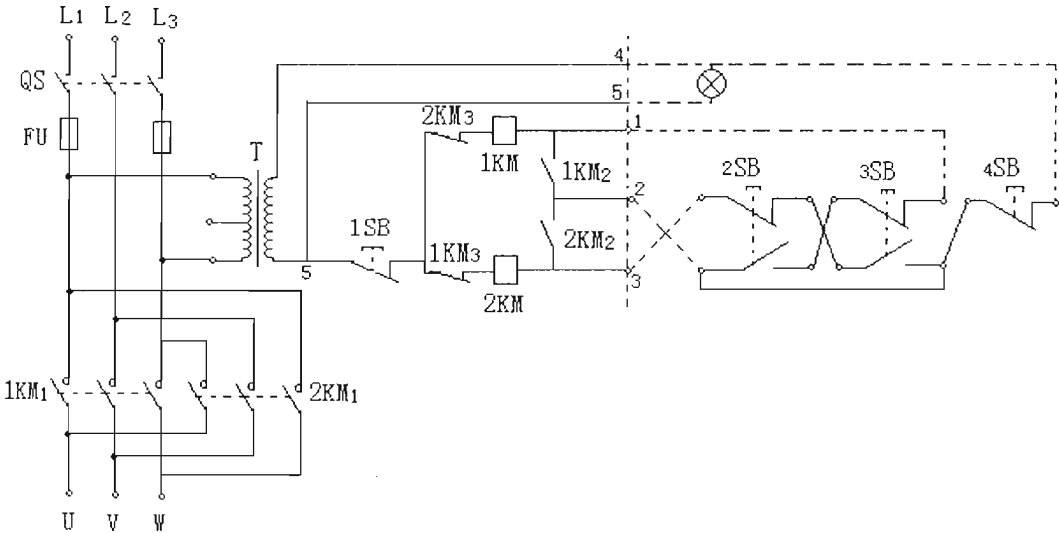


图 13-1 QC83-80 型隔爆磁力启动器电气原理图

3. 故障原因及处理方法

80N 型磁力启动器除与 80 型磁力启动器的故障相同外,还有如下表所示的一些故障。

表 13-5 QC83-80N 型启动器部分故障现象及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
单方向不能起动	1. 能动作一侧的常闭联锁触点不良或损坏	1. 检查修理或更换常闭触点
	2. 能动作的动触头被消弧罩卡住后,其辅助联锁触点未闭合	2. 检查消弧罩位置并重新固定使联锁触点闭合
	3. 不能起动侧的控制线路有断路处	3. 按电气线路图检查各元件的连线
	4. 能起动侧按钮的常闭触点接触不良	4. 检查并修复触点
其它故障	参照 QC83-80 型隔爆磁力启动器	

四、实训内容:

1. 结构特征与操作方法训练;
2. 安装和接线训练;
3. 检修与常见的故障处理训练。

五、作业

1. 简述 QC83-80N 起动器的外部结构特征及操作使用方法, 说明型号含义。
2. 简述 QC83-80N 起动器的内部主要元件及特点。
3. 简述 QC83-80N 起动器的工作原理, 画出原理图。
4. 简述 QC83-80N 起动器工作时只能一个方向启动的故障现象是什么原因造成的?

实训三、DQZBH-300/1140 型真空磁力起动器的检修

一、实训目的

1. 了解 DQZBH-300/1140 真空磁力启动器的结构特点与操作使用方法;
2. 学会此启动器接线方法及安装要求;
3. 熟悉启动器的检修与常见故障处理方法。

二、实训设备与器材

1. DQZBH-300/1140 真空磁力启动器;
2. 橡套电缆等材料;
3. 隔爆型双联按钮;
4. 隔爆异步电动机;
5. 电工常用工具, 套筒扳手以及专用扳用、塞尺、电工仪表等。

三、相关工艺知识

1. 作原理

DQZBH-300/1140 型磁力起动器是为了提高采区电压、保证供电质量而设计的新型产品, 适用于有瓦斯的煤尘爆炸危险的矿井中。这种真空磁力起动器中的主要元件是 CJ2-300/1140 型真空接触器, 并设有失压、过载、断相、短路保护、以及漏电、真空管漏气闭锁保护和事故信号显示灯及试验开关等。

真空接触器的动作原理。当触头没有外力作用时, 在真空负压力作用下动、静触头闭合; 接触器的分断是靠压缩弹簧的弹力的作用, 合闸时由电磁力和真空负压力共同作用, 触头闭合。触头断开时, 电磁铁的气隙 $\delta=3\text{mm}$, 当电磁铁吸合到 1.5mm 时, 触头在负压力 F_f 作用下已接触; 衔铁继续吸合时, 联杆可自由向上 1.5mm , 此为触头超行程。设置超行程的目的, 是当触头磨损时仍能可靠接触。

真空接触器采用双开口的气隙铁芯直流拍合式电磁铁; 其吸合电压为 42V 、吸持电压为 14V , 由于电磁铁线圈是按吸持电流选取的, 所以不允许线圈在吸合电压下长时工作, 电压的转换应在电磁铁吸合后完成。

1) 保护组件工作原理

(1) 电源组件 (DYZ) 24V 交流电经整流、滤波、稳压成直流 15V , 作为时间继电器组见 (SJZ)、保护组件 (BHZ) 和漏电闭锁组见 (LDZ) 的电源。该组件还设有过流保护, 当电流大于 2.5A 时 3V1 导通, 使串联调整管 3V2 、 3V3 的基极电位降低, 限制稳压电源的输出。

(2) 分压器组件 分压器组件由电流变换器 TA 提供信号电源, 由整流、滤波及保护整定值调节开关 S 等组成。S1 为电流整定范围选择开关, 其值为 $80\sim 160\text{A}$ 、 $160\sim 320\text{A}$; S2 为整定细调开关, 每档变化为 8A 或 16A ; S3 为过流速断保护动作倍数调节开关。其值为 8

或 10 倍。

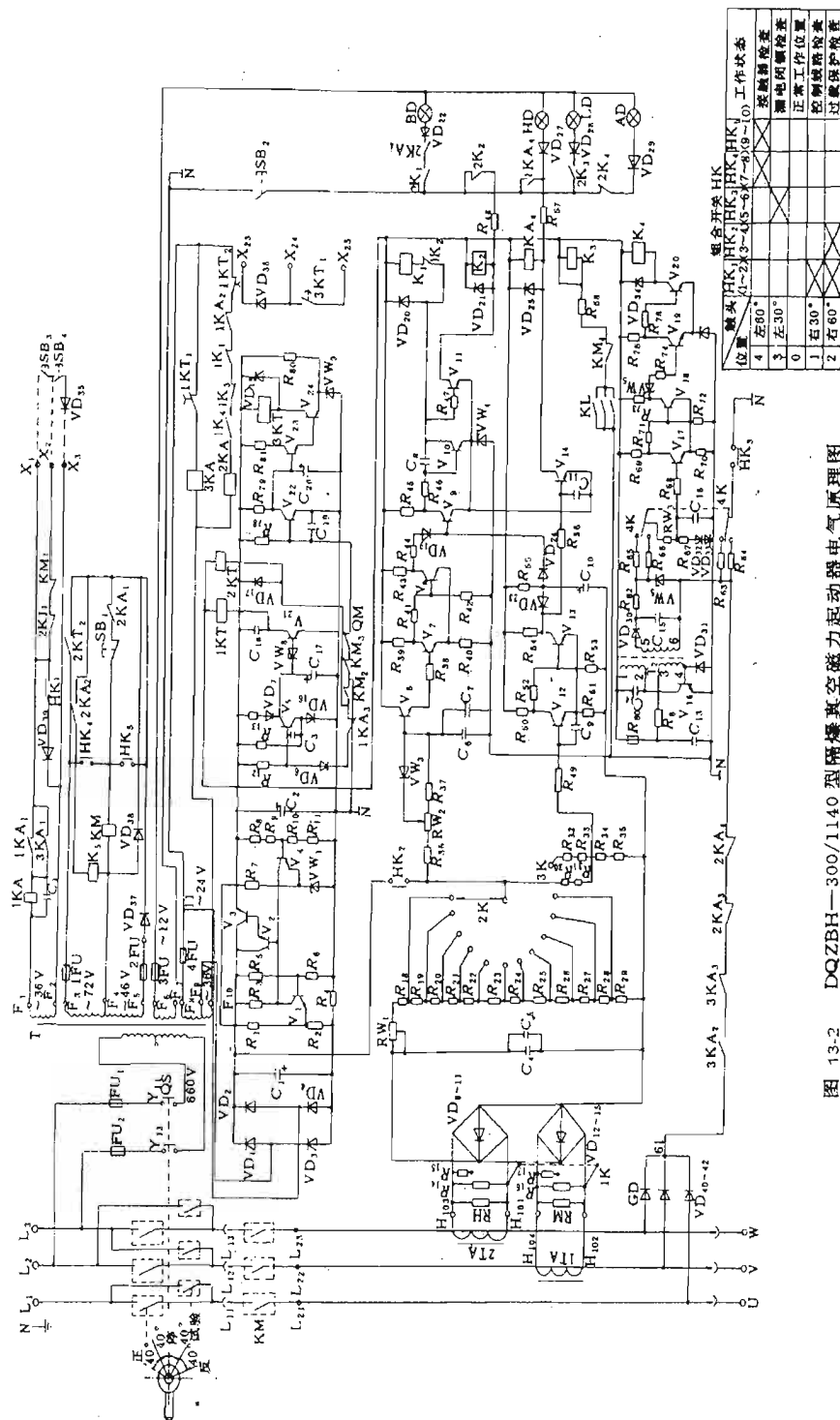


图 13-2 DQZBH—300/1140 型隔爆真空磁力起动器电气原理图

为了抑制大冲击电流产生的浪涌电压，在变换器的二次并接压敏电阻 RM（标称电压为 $120 \pm 10\% V$ ）。

(3) 保护组件 (BHZ) 保护组件有延时过流保护、电流速断保护和继电器 KZX、KZB、KGL、KLQ 等组成。

主回路正常时，3V8、3V10、3V13 导通，其它三极管截止。执行继电器 KZX 形成了如下的闭合回路：+→KZX→KZB1→3V10→W4→—，KZX 有电动作，其触点 KZX1 闭合，接通了 2KZ 控制电路，KZX2 打开，白灯 WH 熄灭。

过载时，过载信号经 C6、C7 充电延时回路，使 3V6、3V7、3V8 组成的单稳态触发器

翻转。这时，3V8 接触。3V9 导通，3V10 截止，KZX 释放，2KZ 控制回路被切断，并接通了白灯 WH，显示过载；与此同时，3V11 导通，使自保继电器 KZB 动作，其触点 KZB2 闭合自保，KZB1 打开，使 KZX 保持断开状态。消除故障后按压复位按钮 SB，KZB 才能复位。

短路故障时，由 S3 转换过来的断路信号电压，使 3V12、3V13 组成的触发器翻转，则 3V13 导通，过流速断继电器 KGL 动作，其触点 KGL2 切断白灯 WH，KGL1 接通红灯 RD，显示短路故障；3V13 截止后，使 C10 约 0.2s 延时充电又使 3V9 导通，它于过载保护有共同的执行电路，切断中间控制电路。

因起动机极限切断能力为 4500A，为使大于 4500A 的故障电流由前级馈电开关切断，该起动机短路保护设 0.2s 延时，使其只作为前级馈电开关对较小故障电流瞬时动作时的后备保护。短路动作后，消除故障，再按压复位按钮 SB 使 KZB 复位。

真空开关管漏气将失去灭弧能力，故设有漏气拉力继电器 KLL。当三个开关中任一个在起动前严重漏气时，KLL 触点闭合，经 3KZ4 常开触点（起动机非运行状态 3KZ 有电吸合，3KZ4 闭合）接通漏气继电器 KLQ 电路，KLQ 有电吸合，其触点 KLQ1 切断 2KZ 中间控制电路，使真空接触器 KM 不能起动；实现漏气闭锁；同时，KLQ2 触点接通绿灯 GN，显示漏气故障。

（4）漏电闭锁组件（LDZ） 漏电检测电源采用高频振荡器经整流稳压后为 100V 的直流，检测回路为：W5（+）→R65→S4→RP3→R67→V33→V34→大地→电网对地绝缘电阻 RX→电网→V6~8→3KZ2→3KZ3→2KZ3→2KZ4→W5（-）

起动机在非运行状态时，2KZ2、3 和 3KZ3、4 闭合，绝缘检测电源接入电网。当电网绝缘电阻 RX 小于漏电闭锁电阻值时，从 RP3 取出的信号电压使 3V16、3V17、3V18、3V19 组成的触发器翻转，则继电器 KLD 释放，其触点 KLD1 使中间控制电路闭锁，同时，KLD2 触点闭合，蓝灯 BL 亮，显示出漏电闭锁。

（5）时间继电器组件 时间继电器组件由组件中的延时电路与组件外的时间继电器 1KT、2KT 组成。1KT 延时 0.18~0.2s，其作用是保证接触器主触头断开，电弧熄灭后，才将漏电检测电路接入电网。主触头 KM 断开后，其辅助触点 KM2 闭合，3V20 截止，C17 充电延时后，3V21 导通，1KT 有电吸合。这时，1KT 的触点 1KT1 接通了中间继电器 3KZ，保证了 KM 主触头灭弧后 3KZ2、3、5 闭合，接通漏电检测电路和漏气检测电路，保证 KM 前后两次合闸的间隔时间不小于 1KT 的动作和释放延时之和，以限制接触器的操作频率，从而延长其使用寿命。1KT 的常闭触点 1KT2 和 3KZ4 串联在中间控制电路的 2KZ 回路中，用以确保 1KT 断电切除 3KZ 后，使 3KZ2、3、5 断开，漏电和漏气检测解除，1KT2、3KZ4 闭合时，才允许 2KZ 动作，起动接触器 KM。

当 KM 可靠吸合后，KM2 触点打开，2KT 失电，但利用 V40 的续流作用延时约 0.12s 后，2KT2 触点将 KM 线圈高压电源部分切断，使接触器从吸合电压转换为较低的吸持电压；同时，2KT1 串入先导控制电路的自保回路中，以检查是否已将吸合高压切除。一旦继电器 2KT 失灵而未切除 KM 线圈的高压，触点 2KT1 也就不能使先导控制回路自保，则可防止烧损 KM 线圈。

时间继电器 3KT，作为多台电动机程控延时用。

2. 控制单元工作原理

1) 安全火花先导控制电路 F1 绕组为高内阻，使短路电流限制在安全火花电流以下，故无需短路保护。

此电路的继电器 1KZ 必须经 3KZ1 触点控制，以防 1KT、3KZ 等准备电路元件故障时，把高压窜入漏电检测回路。采用远端二极管整流控制，可防止先导控制电路短路时，电动机发生自启动故障。

2) 中间控制电路 在 2KZ 中间继电器的回路中串有触点 3KZ4（漏电、漏气检测解除，

即 3KZ2、3、5 触点打开时, 3KZ4 闭合)、KZX1 (无过载、短路故障时闭合) 等。当无上述故障, 切有关各继电器本身正常时, 通过 1KZ 的触点 1KZ2, 可正常控制 2KZ 的通、断。由 2KZ 的触点控制主控电路 KM 线圈。

3) 主控电路 主控电路由触点 2KZ1 控制接触器线圈 KM; 由 2KZ2 控制接触器开断次数计数器 KDM。当接触器可靠吸合后, 触点 2KT2 将接触器 KM 的吸合电压切除, 仅以低压半波电源维持 KM 吸持。为使吸持可靠, 设置续流二极管 V3。切除 KM 电源时, 同时切除续流二极管, 以提高接触器的断路速度。

4) 起动器的程序控制 程控时把 CK 合上, 为程控延时继电器 3KT 进入工作做好准备。当第 1 台起动器起动后, KM3 闭合, 3V22 截止, C20 充电延时约 7.5s 后, 3V23、3V24 导通, 3KT 有电动作, 其触点闭合使第 2 台起动器的 1KT 有电, 第 2 台起动, 以此类推。

第 1 台停机时, KM3 打开, 3V22 导通短接 C20, 3KT 无延时释放, 使第 2 台停机, 以后各台不经延时相继停机。

5) 起动器控制回路检查 本起动器的控制回路具有一定的自检作用: 起动前如有故障, 则不能完成起动过程; 工作中发生故障, 可自动切断主回路电源。其故障范围, 可通过试验开关 SK 判断。

当 QSZ 置于试验位置时, 主电路被切断, 但控制、保护电路有电源。若起动器不能起动, 把 SK 右转 30°使 SK1 接通时能够起动 KM, 则故障是在远控线路范围内; 若 SK1 接通仍不能起动 KM 时, 可使 SK 左 60°, 使 SK5、6 接通, 如果此时 KM 起动, 说明故障是在中间控制电路内或主控电路内。检查时要注意, SK4、5 位置接通时间要短, 否则可能烧毁 KM 吸合线圈。

3. 保护检查试验

为了验证保护装置动作是否可靠, 本起动器设有过载保护和漏电闭锁保护检查电路。

1) 过载保护动作检查 SK 开关右转 60°时, SK1、2 触点接通, 可检查 BHD 组件过载保护是否正常, 其电源引自电源组件。正常时, KM 合上后应经 6~10s 再跳闸, 并有 WH 信号灯显示。

2) 漏电闭锁保护动作检查 SK 开关左转 30°时, SK3 触点接通, 可检查 LD2 组件是否正常。正常时, BL 灯有显示。

四、安装使用与检修

1. 安装

1) 起动器安装前应检查是否有产品合格证和每只真空触头的产品合格证, 并检查在运输过程中有无损坏, 发现问题及时处理, 否则, 不准使用。

2) 真空接触器、真空换向开关中真空触头的真空度是保证起动器正常分断的关键, 在产品使用前应对此两元件单独进行工频耐压的测定。工频试验电压施加在每一只真空触头分断状态下的动、静触头间 (动触头接地), 将测量的工频耐压值与出厂时的数值相比较 (出厂时工频耐压值为 10kV、1min), 不允许下降 30% 以上, 否则不允许使用, 必须更换。

3) 由于设计时选择电磁机构与触头系统的传动件杠杆比为 1, 这样只要铁芯中线处的开口气隙调整为 3mm, 就可满足触头开距 (1.5mm) 加超程 (1.5mm) 的总要求。铁芯开口气隙可通过旋动调整螺钉和电磁机构后部铁轭与左、右间增减钢纸垫板的方法调整, 这种方法也很便于测量。

4) 安装前, 必须检查起动器的技术数据 (电压、电流等) 是否与本机相符合, 并将电子保护分压器组件上的粗调与细调开关, 按被控电动机的额定电流调整在相对应的位置上。

5) 安装前, 必须在地面利用机壳上的试验开关对起动器的保护线路、控制线路、信号线路作一次全面检查 (在使用中每一工作班前也要进行一次全面检查), 证实起动器一切正常后, 再按远距离控制按钮操作试运转。

6) 起动机在井下装卸及搬运过程中, 应避免受强烈振动, 严禁翻滚, 必须轻移轻放。

7) 在井下安装时, 应检查进出线电缆连接是否牢固, 凡进出线口未使用的孔应当用压盘、钢质压板和橡胶垫圈进行可靠的密封; 各处防爆面是否按规定压接完好。各防爆反面及前门锁扣机构要定期涂油防锈。

8) 经试验检查认为正常后, 即可试运转。

2. 使用

1) 电路要经常检查。交换班前必须用试验开关对电路进行一次检查, 及时发现故障及时处理, 保证起动机器的正常运行。

2) 使用中不得随意改变控制、保护系统电路, 避免造成降低分断能力和烧坏电器组件的事故。

3) 保护整定值不能随意调整, 应与电机额定值相对应以免失去保护作用。

4) 发生短路、过载跳闸(红、白灯亮)或漏电漏气事故(蓝、绿灯亮)后, 必须将事故排除才允许再投入工作。

5) 漏电保护组件上的钮子开关, 应放在与线路电压等级一致(1140 或 660V)的位置。为保证漏电闭锁的性能, 动力电缆必须采用长度小于 300m 的分相屏蔽橡套电缆。

6) 电子组件出现问题时只许换备用组件, 组件的修理应专人负责。

7) 维护人员应熟悉所有电路, 发生故障时, 必须认真分析故障原因, 不得盲目拆换或将保护组件短接而失去保护功能。

3. 检修

常见故障及处理

1) 起动机合闸后不能自保, 原因可能是时间继电器 2SJ 的常闭触点 2SJ1 及 1ZJ、CJZ 的常开触点 1ZJ、CJZ1 没有闭合, 应认真检查, 看继电器、接触器是否吸合牢靠。

2) 开关不能合闸, 白灯、蓝灯同时亮, 原因是 15V 直流电源无输出, 应检查 DYZ 组件, R4 (4.7Ω) 可能损坏, 调整管 (BG3)、复合管 (BG2) 前级对地短路; 另一种可能是接触不良, 调整管、放大管、保护管工作不正常。更换 DYZ 组件

3) 起动机正常操作, 但电源指示灯或运行指示灯不亮, 原因可能是 3RD 熔断、损坏或指示灯泡烧坏, 更换元件。

4) 插上插件白灯(过载)亮, 原因可能是由于 BG10 饱和导通, 其集电极电位较高, 导致 BG11 动作, ZBJ 动作。可减少 R46 的阻值, 如果减小 R46 无变化, 可能是 BG10 坏了。

5) 漏电检测信号灯不亮, 原因是无 100V 监视电压, 检查 R62 是否烧坏, 单管变换器是否工作(正常工作可听到是音频振荡声); 如有 100V 电源, 应检查 BG16 是否损坏, 线圈 L2 两端是否接错。

6) 启动时接触器吸合不牢固, 原因远方二极管接反。

五、实训内容

1. 结构特征及操作方法训练

1) 外部结构认识

方形的隔爆外壳在便于移动的拖架上, 外壳分成接线空腔和主空腔两个部分, 主空腔的前门为平面止口式, 门与隔离换向开关之间设有机闭锁装置, 门上有白(过载)蓝(漏电)红(过流)绿(漏气)指示灯, 观察窗孔和门锁手把及闭锁扳。起动机侧面有试验开关, 复位按钮, 停止按钮, 和隔离换向开关(包括 GA 按钮)

接线空腔有四个主回路进出线嘴和四个控制回路进出线嘴, 内有电源接线柱 X1、X2、X3 负荷接线柱 D1、D2、D3 控制线接线柱, 端子排。

2) 起动机内部的主要元件的认识

除了真空隔离换向开关, 千伏级按钮(GA)静插座组, 接线端子等电子元件安装在主

空腔内后壁和右壁上之外,其它电气元件都安装在抽屉式芯架上,与接线空腔的连接采用静碰撞触头和外引接线装置等。抽屉式芯架上装有 CJZ-300/1140 型真空交流接触器,控制变压器及玻璃管熔断器 JR-2 型直流电磁继电器, JZT 型中间继电器与电容,二极管按按钮元件组成的本质安全型控制电路、电流互感器、高压硅堆、分压器组件、电子保护电源组件、漏电闭锁组件,时间继电器组件等组成的保护系统,电源指示红色,运行指示灯:黄色,试验开关等组成的信号和检查系统主回路及控制回路的动触头组。

试验开关与隔离换向开关之间设有联锁装置:只有将隔离换向开关打至试验位置时,才能拨动试验开关;反之也只有将试验开关拨回运转位置后,隔离换向开关才能扳回到停或正反位置。

3) 操作使用方法训练

(1) 打开门前,按下停止按钮,同时转动隔离换向开关至停止的位置上,再向上顶动定位销,将闭锁杆拉向后方的隔离换向开关手把槽孔内,使闭锁杆完全脱离前门上的锁板后,可推动闭锁板至左假位置,此时,才能顺时针方向转动前门上的门锁手把,将门打开。前门关合的方法与打开的程序相反。

(2) 拉出芯架,在打开前门后,拆下壳体下部的锁止螺栓,使芯子外移至触头排脱开后,提起挂钩,芯子可沿着滑轮抽出芯架。安装时按相反顺序进行。

(3) 启动器的操作 按下停止按钮,同时转动隔离换向开关至试验位置,再将试验开关分别打至左 60° (接触器检查),左 30° (漏电闭锁检查),右 60° (过载保护检查),右 30° (控制线路检查),各指示灯亮表示保护工作正常,按下故障复位按钮,再将试验开关拨回在运转位置上,按下停止按钮将隔离换向开关扳回正或反的位置上,这时控制电源工作→时控电路工作→准备电路工作。

按下远控启动器 2SB1→先导回路工作→执行回路工作→主控回路工作,时电动机启动运转。

停车时,按下近控停止按钮 18B2 或远控停止按钮 28B2 即可停车。

2. 安装与接线训练

1) 入井前的检查

- (1) 隔爆外壳。接线嘴及螺栓、垫圈的完好状况;
- (2) 隔爆结合面及间隙的检查;
- (3) 机械闭锁状况检查;
- (4) 主次回路的绝缘检查;
- (5) 导电部分安装情况以及触头的闭合数据检查;
- (6) 最后通电试验检查。

2) 安装接线步骤

- (1) 打开接线箱取下接线嘴,将压紧装置、金属垫圈、密封圈顺序套在电缆端部;
- (2) 量取尺寸,剥切电缆护套;
- (3) 调整电缆线的排列位置,再用压盘、压板固定电缆,保证电缆护套伸入箱内 10mm;
- (4) 按各接线柱的位置剥去电缆芯线绝缘层,打磨氧化层后做线鼻压线;
- (5) 接线的内容主要有电源线、负荷线和控制线。接线完毕后清除箱内杂物,检查各回路绝缘状况;
- (6) 根据负载调整、保护整定值,过载整定值 $=I_e$,过流整定值 $=8I_e$,漏电闭锁 1140V/40kA!!!;

(7) 将隔爆面涂凡士林,最后课堂螺栓对称拧紧,检查隔爆间隙;

(8) 经实训指导教师检查后方可送电。

3. 安装要求及注意事项

- 1) 启动器的本体安装应符合要求;
- 2) 接线装置压接电缆应符合要求, 确保牢固, 密封防爆;
- 3) 电缆芯线的压接要符合要求;
- 4) 不同的空线嘴要密封;
- 5) 隔爆面及间隙要符合规定;
- 6) 特别注意保护真空管, 不被碰伤;
- 7) 组件等插脚必须插牢, 保证接触良好。

4. 检修与常见故障处理训练

1) 检修

隔爆面的检修与放锈处理, 隔爆间隙的检测; 机械闭锁及隔爆外壳的检查修理; 接线嘴的修理; 检查各电器件是否良好, 各开关的动作状况检修; 对真空触头施加工频电压检查测定 ($\geq 7000\text{V}$) 检修触头, 以及调整触头压力, 间距和三相同步性。

2) 常见故障处理见表 13-6。

表 13-6 常见故障的处理

故障现象	查找原因	检修处理方法
启动器合闸后不能自保	28J 的常用闭锁没闭合。	
启动不能合闸, 白蓝灯同时亮	15V 直流电源无输出, 可能是 R4 烧坏或电路接触不良。	
漏电闭锁在送电后听不到振荡声	振荡管烧坏。有音频声, 无 100V 直流输出可能是 R64 烧坏。	
启动器正常, 但指示灯不亮	原因可能是 3RD 或指示灯损坏。	

判断故障范围

将隔离换向开关置于试验位置

(1) 若不能启动, 把试验开关右转 30° , 使 SK1 接通时能够启动 KM, 则故障在远控线路上;

(2) 若 SK1 接通后, 仍不能启动 KM 时, 可使试验开关左转 60° , 使 SK5、6 接通, 如果此时 KM 启动, 则故障在中间控制电路或主控电路内。

六、评分标准

项目内容	配分	评分标准	得分
动力线接线工艺	60	密封不合格	扣 10 分
		隔爆不合格	扣 10 分
		动力线与接线柱压接不合格	扣 15 分
		动力线漏电距离不合格	扣 10 分
		动力线接线间隙不合格	扣 10 分
		接地线不合格	扣 5 分
控制线接线工艺	40	接线错误	扣 20 分
		控制线与接线架连接不合格	扣 10 分
		控制线在接线室内布线不整	扣 10 分
总额时间	4h	每超过半小时	扣 10 分
备注	各项扣分不得超过配分值		
开始时间	结束时间	成绩	

七、作业

1. 简述 DQZBH-300/1140 启动器的外部结构特点及操作使用方法。说明型号含义。
2. 简述 DQZBH-300/1140 启动器的安装要求
3. 简述 DQZBH-300/1140 启动器的内部结构特征及主要元气件
4. 简述 DQZBH-300/1140 启动器的过载保护动作过程。

5. 简述 DQZBH-300/1140 起动器的漏电闭锁组件，闭锁工作过程。
6. 简述 DQZBH-300/1140 起动器的控制单元的安全火花先导控制回路工作原理。

实训四、电动机的检修

一、电动机的安装

电动机的安装工作内容包括搬运，安装和校正等。

(一) 电动机的搬运

1. 小型电动机的搬运

可以用铁棒穿过电动机吊环、也可以用绳子栓在电动机的调换或底座上，用杠棒搬运。

2. 中、大型电动机的搬运

可用起重机机械搬运；和没有起重机械，可在电动机下面垫一块排子，再在排子下面塞入相同直径的金属管或圆木制成的滚杠，然后用铁棒或木棒撬动。

(二) 电动机的安装

1. 电动机底座基础的建造

电动机底座的基础一般用混凝土浇注。

基础高出地面一般为(100~150) mm。B 和 L 的尺寸应按电动机座安装尺寸决定，每边比电动机底座宽(100~150) mm。以保证埋设的地脚螺栓有足够的强度。

2. 地脚螺栓的埋设方法。

为了保证使地脚螺栓埋的牢固，螺栓的六角头一端，一定要开成人字形开口。埋入长度一般是螺栓直径的 10 倍左右，人字开口长度约是埋入长度的一半左右。

3. 电动机的安装

把电动机抬到基础上，四个地脚螺栓上均要套用弹簧垫圈；拧螺母时要按对角交错次序拧紧，每个螺母要拧的一样紧。

穿导线的钢管应在浇混凝土前埋好，连接电动机的一端钢管管口距地不得低于 100mm，并应使他尽量接近电动机的接线盒，最好用软管伸入接线盒。

(三) 电动机的校正

电动机的水平校正，一般用水平仪放在转轴上进行，并用 0.5~5mm 厚的钢片垫在机座下，来调整电动机的水平

(四) 电动机传动装置的安装和校正

1. 齿轮传动装置的安装和校正

1) 齿轮传动装置的安装。

(1) 安装的齿轮与电动机要配套，转轴纵横尺寸要配合安装齿轮的尺寸。

(2) 所装齿轮与被动齿轮应配套，如模数、直径和齿形等。

2) 齿轮传动装置的校正

齿轮传动时，电动机的轴与被传动的轴应保持平行，两齿轮啮合应合适，可用塞尺测量两齿轮的齿间间隙，如果间隙均匀，说明两轴已平行

2. 皮带传动装置的安装和校正

1) 皮带传动装置的安装

(1) 两个皮带轮的直径大小必须配套

(2) 两个皮带轮要装在同一条直线上，两轴要装的平行，否则要增加传动装置的能量损耗，而且会损坏皮带。

2) 皮带轮传动装置的校正

用皮带轮传动时必须使电动机皮带轮的轴和被活动机器皮带轮的轴保持平行，同时还要

使两皮带轮宽度的中心线在同一直线上。

3. 联轴器传动装置的安装和校正

应先把两片联轴节分别装在电动机和机械的轴上，然后把电动机移近连接处，使两轴相对地处于一条直线上，初步拧紧，电动机的机座地脚螺栓，接着用钢皮尺搁在两片联轴上，然后用手转动电动机转轴，旋转 180° 看两片联轴节是否有高低，处于同轴心状态时便可把联轴节和电动机分别固定后最后拧紧地脚螺栓。

（五）电动机的接线

1. 电动机接线范围内的接线

（1）星型接法 将三相绕组的尾端 u_2 、 v_2 、 w_2 接在一起，前端 u_1 、 v_1 、 w_1 分别接三相电源。

（2）三角形接法 将第一相的尾端 U_2 接第二相的首端 V_1 ，第二相的尾端 V_2 接第三相的首端 W_1 ，第三相的尾端 W_2 接第一相的首端 U_1 ，然后将三个接点分别接三相电源。

2. 电动机定子绕组首尾端的判别

1) 用干电池和万用表判别首尾端。

（1）先判别出三相绕组的各自两个线头

（2）再把任意一相绕组的两个线端接到万用表的电流档上，然后将第二相绕组的两个线端分别接在干电池和开关。

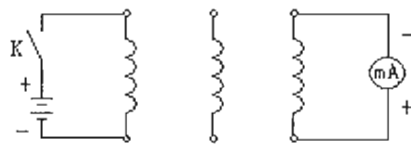


图 13-3 用干电池和万用表判别接线图

当开关 K 闭合瞬间，表针正转，则与电池“+”极相连的线端和万用表负极端同为首端或尾端。

（3）用同样的方法判别另一组。

2) 用 36V 低压电源和灯泡判别首尾端

（1）先判别三相绕组各自两个出线端，将三相绕组任意两个出线端串接灯泡，另一组接入 36V 电源，若灯泡亮，则串联两线端为首尾相连，若灯泡不亮，则为同首端或同尾端。

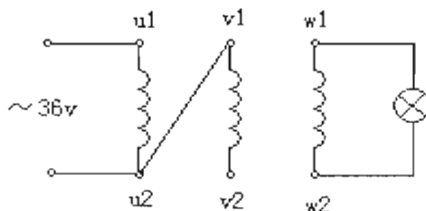


图 13-4 用低压电源和灯泡判别接线图

（2）用同样的方法判别另一组。

3) 用万用表判别首尾端

先判别出每相绕组的各自两个出线端，然后将万用表的转接开关扳到直流毫安档，并将三相绕组接成如图所示的线路，然后用手转动电动机转子，若万用表指针不动，则说明三相绕组首尾端的区分是正确的。

二、三相异步电动机的拆卸与装配

1. 拆卸

- 1) 切断电源，拆开电动机与电源的连接线，并对电源先头作好绝缘处理。
- 2) 拖开皮带轮或联轴器，松掉地脚螺栓和接地螺栓。
- 3) 拆卸皮带轮或联轴器。
- 4) 拆卸风罩，风扇。
- 5) 拆卸轴承盖和端盖。
- 6) 抽出或掉出转子。
- 7) 拆卸轴承。

2. 装配

电动机的装配顺序按拆卸时的逆顺序进行。装配前，各配合处要清理除锈。装配时，应将各部件按拆卸时所作标记复位。

1) 滚动轴承的安装

(1) 冷套法 把轴承套到轴上, 对准轴颈, 用一般铁管, 其内径略大于轴颈直径, 外径略小于轴承内圈的外径, 铁管的一端顶在轴承的内圈上, 用手锤敲打铁管的另一端, 把轴承敲进去。

(2) 热套法 将轴承放在 80~100℃ 变压器油中加热 30~40 分钟, 更趁热迅速把轴承一直推到轴颈。

(3) 装润滑脂 一般二极电动机装满 $1/3 \sim 1/2$ 的空腔容积, 四极和四极以上电动机装满轴承 $2/3$ 的空腔容积。轴承内外盖的润滑脂一般为盖内容积的 $1/3 \sim 1/2$ 。

2) 后端盖的安装

将轴伸端朝下垂直放置。在其端面上垫上木版, 将后端盖套在后轴承上, 用木锤敲打, 把后端盖敲进去后装轴承外盖, 紧固内外轴承的螺栓时要逐步拧紧。

3) 转子安装

把转子对准定子孔中心, 小心的往里送。后端盖要对准与机座的标记, 拧上后端盖螺栓, 但不要拧紧。

4) 前端盖的安装

将前端盖对准与机座的标记, 用木锤均匀敲击端盖四周, 并拧上端盖的紧固螺栓, 然后再装前轴承外端盖。

5) 安装风扇叶和风罩。

6) 皮带轮的安装。

安装时, 要注意对准键槽或上紧螺钉孔。

3. 装配后的检查

1) 一般检查

检查所有固定螺栓是否拧紧; 转子转动是否灵活; 轴伸端径向有无偏摆的情况。

2) 测定绝缘电阻

测量电动机定子绕组相与相, 相对地的绝缘电阻, 其值不得小于 0.5 兆欧

3) 用钳形电流表分别测量三相电流

4) 用转速表测量电动机的转速

5) 检查铁心是否过热或发热

三、三相异步电动机的故障排除

(一) 三相异步电动机的故障分析

1. 电动机接通电源后不能启动或有异常响声

1) 属于电动机外部因素的有

- (1) 断相运行;
- (2) 启动设备发生故障;
- (3) 电动机过载。

2) 属于电动机机械结构方面的有

- (1) 机壳破裂;
- (2) 轴承损坏, 以致转子与定子相擦;
- (3) 轴承的滚珠磨损, 轴套间隙过大;
- (4) 轴承内有异物卡住。

3) 属于电动机绕组方面的有

- (1) 绕组连接有错误;
- (2) 定子绕组短路或短路。

2. 电动机启动后转速较低

1) 将三角形接法误接为星形接法;

2) 鼠笼转子的端环, 笼条断裂或脱焊;

3) 定子绕组局部短路或断路。

3. 电动机启动后过热、冒烟

1) 电源电压过低或三相电压相差过大;

2) 电动机过载;

3) 电动机缺相运行;

4) 定子绕组局部短路, 相间短路, 绕组通地;

5) 转子与定子相擦。

4. 轴承发热

1) 电动机与转动机构连接偏心;

2) 传动皮带过紧;

3) 转轴弯曲;

4) 轴承磨损, 轴承内有异物, 轴承缺油。

(二) 定子绕组故障的排除

1. 断路故障的排除

1) 检查方法

(1) 三相电流平衡法 对于星形接法的电动机将三相绕组并联, 通入低压大电流, 如三相电流值相差 5%, 电流小的一相为断路。

对于三角形接法的电动机, 先将三角形接头拆开一个, 然后通入低压大电流, 用电流逐相测量每相绕组的电流, 其中电流小的一相为断路相。

(2) 电阻法 用电桥测量三相绕组的电阻, 若三相电阻值相差 5% 时, 电阻较大的一相为断路相。

2) 修理法

短路往往是引出线和引出线接头没有焊牢或扭断而引起的, 找出后重新焊接包扎即可。

2. 绕组绝缘不良的检修

1) 原因

电动机长期不用, 周围环境潮湿, 长期过载, 化学腐蚀性气体等侵入, 都可能使绕组的绝缘电阻下降。

2) 检查方法

(1) 测量相与相的绝缘电阻;

(2) 测量相对机座的绝缘电阻;

(3) 如测出的绝缘电阻在 0.5 兆欧以下, 则说明该电动机已受潮或绝缘很差, 如绝缘电阻为零, 则绕组通地或相间短路。

3) 排除方法

绕组受潮的电动机, 需要烘干处理后才能使用

3. 通地故障的检修

1) 原因

电动机长期过载, 硅钢片未压紧, 转子与定子相擦使铁心过热, 烧伤槽楔和槽绝缘。

2) 检查方法

(1) 测量相与地绝缘电阻;

(2) 用校验灯检查;

(3) 故障排除。

如接地点在槽口, 可用绝缘纸或竹片垫入线圈的通地外, 如发生在端部, 可用绝缘带包扎。

4. 短路故障的排除

1) 原因

电动机电流过大，电压过高 机械损伤。

2) 检查方法

- (1) 外部检查；
- (2) 用万用表检查；
- (3) 用电流平衡法检查；
- (4) 直流电阻法；
- (5) 用短路测试器检查绕组匝间短路。

3) 修理方法

- (1) 如能明显看出短路点，可用竹楔插入两个线圈间，把短路部分分开，垫上绝缘；
- (2) 如短路点发生在槽内，应重新嵌线。

(三) 转子绕组故障

1. 用短路测试器检查

短路测试器接通 36V 交流电源，放在转子铁心槽口上沿转子圈周逐槽移动，如导条完好，电流表指示的是正常的短路电流，若某一槽口电流有明显的下降，则该处导条断裂。

2. 导条通电法

在转子两端端环上加上 2~3 伏的交流电，再在转子表面撒上铁粉或用锯条沿着导条依次测试，当某一部位不吸铁粉或不吸锯条时，则该处导条已断裂。

实训五、电动机顺序控制与多地控制线路的安装及常见故障的处理

一、实习目的

1. 熟悉电动机顺序控制与多地控制线路的构成及工作原理；
2. 了解电动机顺序控制与多地控制线路控制的特点及应用；
3. 掌握电动机顺序控制与多地控制线路的安装和简单的故障处理。

二、实习内容

(一) 顺序控制线路

在装有多台电动机的生产机械上，各电

动机所起的作用是不同的，有时需按一定的顺序启动或停止，才能保证操作过程的合理和工作的安全可靠。主电路顺序控制原理如图 13-5 所示。

工作原理 合上电源开关 QS，只能先按下 SB1，电动机 M1 起动，按下 SB2 电动机 M2 起动，按下 SB3 KM1 线圈 KM2 线圈同时失电。

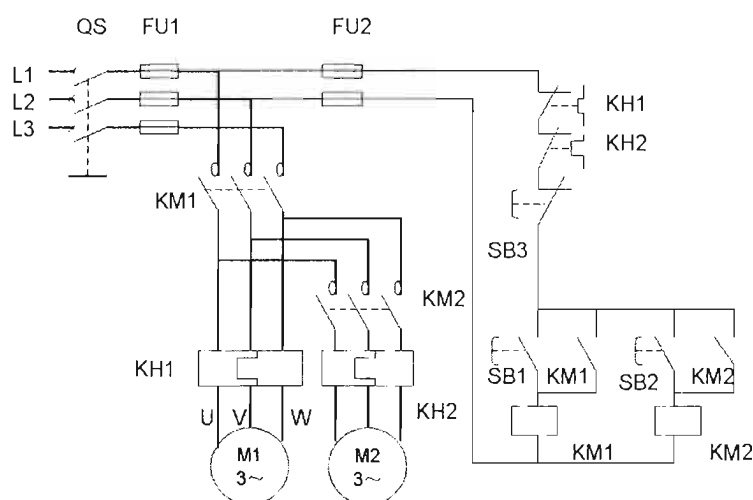


图 13-5 主电路顺序控制原理图

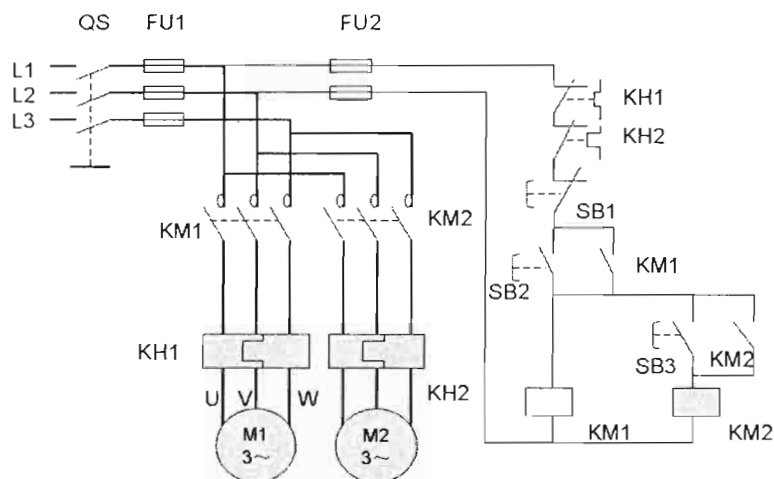


图 13-6 控制电路顺序控制原理图

控制电路实现顺序控制如图 13-6 所示。合上电源开关 QS，按下 SB2，KM1 线圈得电，KM1 自锁触头闭合，对 KM1 自锁，KM1 主触头闭合，电机 M1 正转。松开 SB2 电动机继续运行，按下 SB3，KM2 线圈得电，KM2 自锁触头闭合，对 KM2 自锁 KM2 主触头闭合，电动机 M2 正转，松开 SB3，电动机 M1、M2 继续正转，按下 SB1，KM1，KM2 线圈失电，动合辅助触头断开，解除自锁，动合主触头断开，电机停转。

(二) 多地控制电路

能在两地或多地控制同一台电动机的控制方式叫做电动机的多地控制。多地控制原理如图 13-7 所示。

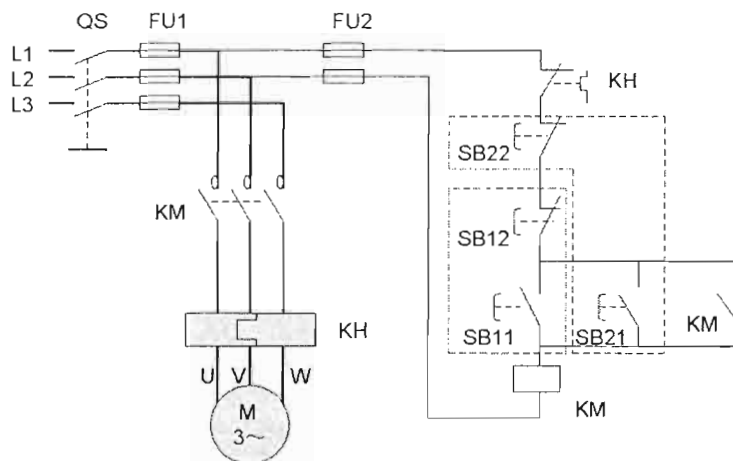


图 13-7 多地控制电路原理图

工作原理 合上电源开关 QS，按下 SB11（甲地）KM 线圈得电，KM 自锁触头闭合，自锁 KM 主触头闭合，电机正转，松开 SB11（甲地）电机继续正转，按下 SB12，KM 线圈失电，自锁触头断开，解除自锁，主触头断开，电机停转。按下 SB21（乙地），KM 线圈得电，松开 SB21（乙地），电机继续正转，按下 SB22，KM 线圈失电，自锁触头断开，解除自锁，主触头断开，电机停转。

三、操作实习

(一) 两台电动机顺序启动逆续停止控制线路的安装

1. 目的要求

掌握两台电动机顺序启动、逆续停止控制线路的安装。

2. 工具、仪表及器材

- (1) 工具 测电笔, 螺钉旋具, 尖嘴钳, 斜口钳, 剥线钳, 电工刀等。
- (2) 仪表 500V 型兆欧表、T301-A 型钳形电流表、MF47 型万用表。
- (3) 器材 各种规格的导线、紧固体、编码套管等。电器元件见表 13-7。

表 13-7 元件明细表

代 号	名 称	型 号	规 格	数 量
M	三相异步电动机	Y112M-4	4KW, 380V, Δ 接法, 8.8A, 1440r/min	1
M2	三相异步电动机	Y90S-2	1.5kW, 380V, 3.4A, Y 接法, 2845r/min	1
QF	低压断路器	DZ5-20/330	380V, 20A, 整定 16A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	500V, 60A, 配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	500V, 15A 配熔体额定电流 2A	2
KM1	交流接触器	CJ10-20	三相, 20A, 线圈电压 380V	1
KM2	交流接触器	CJ10-20	三相, 20A, 线圈电压 380V	1
FR1	热继电器	JR16-20/3	20A, 整定电流 8.8A	1
FR2	热继电器	JR16-20/3	20A, 整定电流 8.8A	1
SB11-SB12	按钮	LA10-3H	保护式, 按钮数 3 (代用)	1
SB21-SB22	按钮	LA10-3H	保护式, 按钮数 3 (代用)	1
XT	端子排	JX2-1015	380V, 10A, 20 节	1
	走线槽		18mm \times 25mm	若干
	控制板		50mm \times 400mm \times 20mm	1

3. 安装步骤及工艺要求

1) 工艺要求

- (1) 布线时, 严禁损伤线芯和导线绝缘。

(2) 各电器元件接线端子引出导线的走向, 以元件的水平中心线为界限, 在水平中心线以上接线端子引出的导线, 必须进入元件上面的走线槽; 在水平中心线以下接线端子引出的导线, 必须进入元件下面的走线槽。任何导线都不允许从水平方向进入走线槽。

(3) 各电器元件接线端子上引出或引入的导线, 除间距很小和元件机械强度很差允许直接架空敷设外, 其他导线必须经过走线槽进行连接。

(4) 进入走线槽内的导线要安全置于走线槽内, 并应尽可能避免交叉, 装线不要超过其容量的 70%, 以便于能盖上线槽盖和以后的装配及维修。

(5) 各电器呀与走线槽之间的外露导线, 应走线合理, 并尽可能做到横平竖直, 变换走向要垂直. 同一个元件上的位置一致的端子和同型号电器元件中位置端子上引出或引入的导线, 要敷设在同一平面上, 并应做到高低一致或前后一致, 不得交叉。

(6) 所有接线端子、导线线头上都应套有与电路图上相应接点线号一致的编码套管, 并按线号进行连接, 连接必须牢靠, 不得松动。

(7) 在任何情况下, 接线端子必须与导线截面积和材料性质相适应. 当接线端子不适合连接软线或较小截面积的软线时, 可以在导线端头穿上针形后又形轧头并压紧。

(8) 一般一个接线端子只能连接一根导线, 如果采用专门设计的端子, 可以连接两根或多根导线, 但导线连接的方式, 必须是公认的、在工艺上成熟的各种方式, 如夹紧、压接、焊接、绕接等, 并应严格按照连接工艺的工序要求进行。

2) 安装步骤

- (1) 按表 13-7 配齐所用电器元件, 并检验元件质量。
- (2) 根据如图 13-8 所示电气原理图, 画出布置图。

- (3) 在控制板上按布置图安装走线槽和所有电器元件，并贴上醒目的文字符号。
- (4) 在控制板上按如图 13-8 所示电气原理图进行板前线槽布线，并在导线端部套编码套管和冷压接线头。
- (5) 安装电动机。
- (6) 可靠连接电动机和电器元件金属外壳的保护接地线。
- (7) 连接控制板外部的导线。
- (8) 自检。
- (9) 检查无误后通电试车。

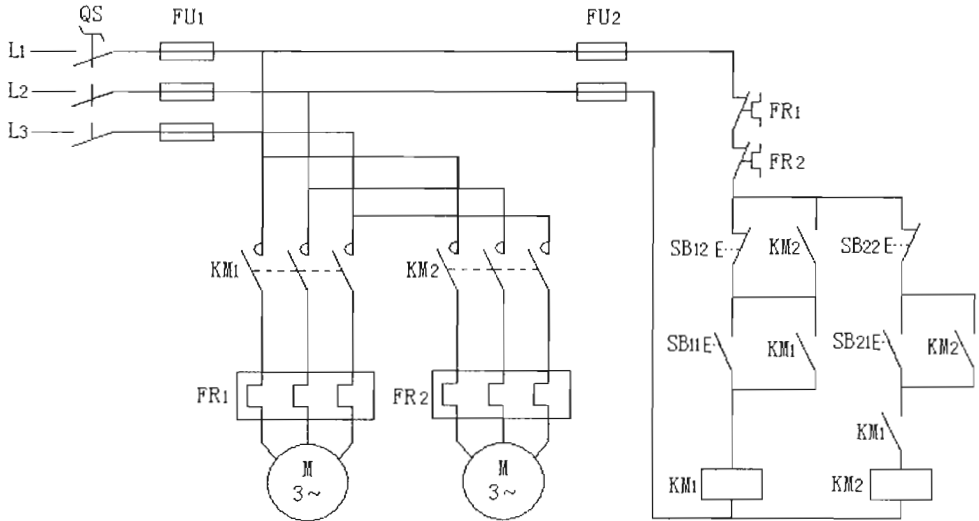


图 13-8 电动机顺序启动逆序停止控制原理图

4. 注意事项

- (1) 通电试车前，应熟悉线路的操作顺序，即先合上电源开关 QS，然后按下 SB11 后，在按 SB21 顺序启动；按下 SB22 后，在按下 SB12 逆序停止。
- (2) 通电试车时，注意观察电动机各电器元件及线路各部分工作是否正常。若发现异常情况，必须立即切断电源开关 QS，因为此时停止按钮 SB12 以失去作用。
- (3) 安装应在规定的定额时间内完成，同时要做到安全操作和文明生产。

5. 评分标准

项目内容	配 分	评 分 标 准	扣 分
装前检查	15	(1) 电动机质量漏检查 每处扣 5 分 (2) 电气元件漏检或错检 每处扣 5 分	
安装元件	15	(1) 元件布置不整齐，不匀称，不合理 每只扣 3 分 (2) 元件安装不紧固 每只扣 4 分 (3) 安装元件时漏装木螺钉 每只扣 1 分 (4) 走线槽安装不符合要求 每处扣 2 分 (5) 损坏元件 扣 15 分	
布线	30	(1) 不按电路图布线 扣 25 分 (2) 布线不符合要求：主电路每根扣 4 分；控制电路每根扣 2 分 (3) 接点松动，露铜过长，压绝缘层，反圈等，每个接点扣 1 分 (4) 损伤导线绝缘或线芯 每根扣 5 分 (5) 漏套或错套编码套管 每处扣 2 分 (6) 漏接接地线 扣 10 分	

通电试车	40	(1) 热继电器未整定或整定错	每只扣 5 分	
		(2) 熔体规格配错	主、控电路各扣 5 分	
		(3) 第一次试车不成功	扣 20 分	
		第二次试车不成功	扣 30 分	
		第三次试车不成功	扣 40 分	
安全与文明生产		(1) 违反安全文明生产规程	扣 5—40 分	
		(2) 乱线敷设, 加扣不安	扣 10 分	
定额时间 3h	每超过 5min 以内扣 5 分计算			
备注	除定额时间外, 各项内容的最高扣分, 不应超过配分数		成绩	
开始时间		结束时间	实际时间	

(二) 两地控制的具有过载保护接触器自锁正转控制线路的安装与检修

1. 目的要求

掌握两地控制的具有过载保护接触器自锁正转控制线路的安装与检修。

2. 工具、仪表及器材

与课题二技能训练的工具、仪表及器材相同, 另外再增加一只同型号规格按钮和适量按钮线。

3. 安装训练

根据如图 13-9 所示电气原理图, 画出布置图, 然后参照课题二技能训练中的安装步骤和工艺要求、注意事项、评分标准进行训练。

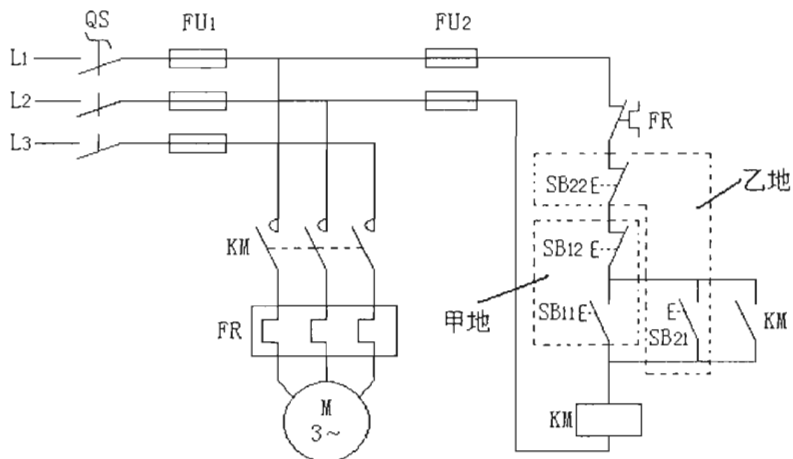


图 13-9 两地控制电气原理图

4. 检修训练

根据以下故障现象, 同学们之间相互设置故障点、查找故障点, 并正确排除故障, 把结果填入下表。教师巡视指导并做好现场监护, 评分标准见课题三技能训练中的表。

检修结果表

故障现象	故障点	排故方法
按下 SB11、SB21 电动机都不能启动		
电动机只能点动控制		
按下 SB11 电动机不启动		
按下 SB2 能启动		

实训六、电动机星三角降压起动控制线路的安装和常见故障的处理

一、实习目的

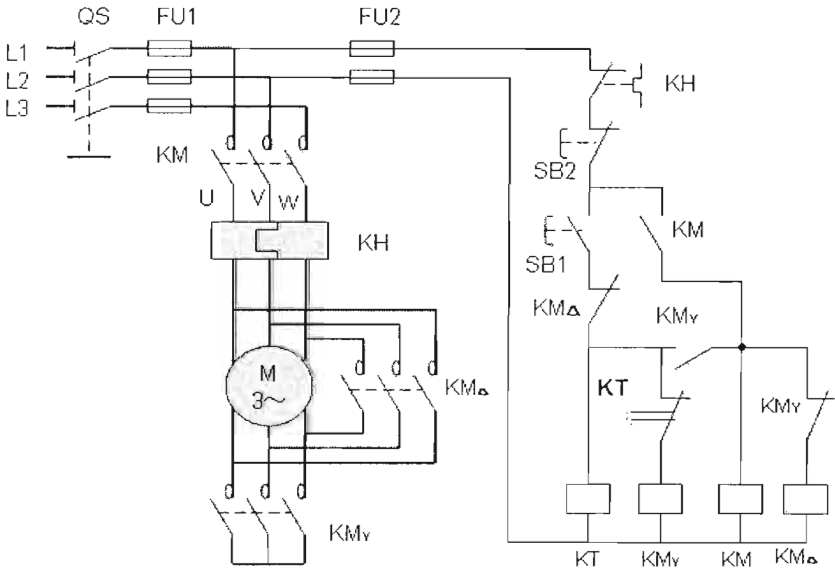
1. 熟悉电动机星三角降压起动控制线路的构成及工作原理；
2. 了解电动机星三角降压起动控制线路控制的特点及应用；
3. 掌握电动机星三角降压起动控制线路的安装和简单的故障处理。

二、实习内容

全压启动：启动时加在电动机定子绕组上的电压为电动机的额定电压。

降压启动：利用启动设备将电压适当降低后，加到电动机的定子绕组上进行启动，待电动机启动运转后，再使其电压恢复到额定电压正常运转。

电动机启动时，把电动机的定子绕组接成星形，电动机定子绕组电压低于电源电压启动，启动即将完毕时再恢复成三角形，电动机便在额定电压下正常运行。电气原理如图 13-10 所示。



工作原理 合上电源开关 QS 降压启动。按下 SB1，KT 线圈得电，KMY 线圈得电，KMY 主触头闭合，KMY 动合辅助触头闭合，KMY 动断辅助触头断开，KM 自锁触头闭合，KM 主触头闭合，电动机降压启动。松开 SB1，电动机继续，降压启动，KT 延时断开的动断触头延时分断，KMY 线圈失电，KMY 主触头断开，KMY 动合辅助触头断开，KMY 动断辅助触头闭合，KM Δ主触头闭合，KM Δ动断辅助触头断开，KT 线圈失电，电动机全压运行。

停止：按下 SB2。

三、操作实习

Y-Δ降压启动控制线路的安装与检修。

1. 目的要求

掌握时间继电器自动控制 Y-Δ降压启动控制线路的安装与检修。

2. 工具、仪表及器材

(1) 工具 测电笔、螺钉旋具、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、电工刀等。

(2) 仪表 500V 型兆欧表、T301-A 型钳形电流表、MF47 型万用表。

(3) 器材 各种规格的导线, 紧固体, 针形及叉形轧头, 金属软管, 编码套管等, 电器元件见表 13-8。

表 13-8 元件明细表

代 号	名 称	型 号	规 格	数 量
M	三相异步电动机	Y112M-4	4KW, 380V, Δ 接法, 8.8A, 1440r/min	1
QF	低压断路器	DZ5-20/330	380V, 20A。整定 16A	1
FU1	螺旋式熔断器	RL1-60/25	500V, 60A, 配熔体额定电流 25A	3
FU2	螺旋式熔断器	RL1-15/2	500V, 15A 配熔体额定电流 2A	2
KM1-KM3	交流接触器	CJ10-20	三极, 20A, 线圈电压 380V	1
FR	热继电器	JR16-20/3	20A, 整定电流 8.8A	1
KT	时间继电器	JS7-2A	线圈电压 380V	1
SBI-SB2	按钮	LA10-3H	保护式, 按钮数 3 (代用)	1
XT	端子排	JD0-1020	380V, 10A, 20 节	1
	走线槽		18mm \times 25mm	若干
	控制板		50mm \times 400mm \times 20mm	1

3. 安装训练

1) 安装工艺及步骤要求

安装工艺参照本课题技能训练一中的安装工艺要求。其安装步骤如下:

- (1) 按表 13-8 配齐所用电器元件, 并检验元件质量。
- (2) 画出布置图。
- (3) 在控制板上按布置图安装电器元件和走线槽, 并贴上醒目的文字符号。
- (4) 在控制板上进行板前线槽布线, 并在线头上套编码套管和冷压接线头。
- (5) 安装电动机。
- (6) 可靠连接电动机和电器元件金属外客的保护接地线。
- (7) 连接控制板外部的导线。
- (8) 自检。
- (9) 检查无误后通电试车。

2) 注意事项

(1) 用 Y- Δ 降压启动控制的电动机, 必须有 6 个出线端子且定子绕组在 Δ 接法时的额定电压等于三相电源线电压。

(2) 接线时要保证电动机 Δ 形接法的正确性, 即接触器 KM Δ 主触头闭合时, 应保证定子绕组的 U1 与 W2, V1 与 V2 相连接 (首尾相连)。

(3) 接触器 KMy 的接线必须从三相定子绕组的末端引入, 若误将其首端引入, 则在 KMy 吸合时, 会产生三相电源短路事件。

(4) 控制板外部配线, 必须按要求一律装在导线通道内, 使导线有适当的机械保护, 以防止液体, 铁屑和灰尘的侵入。在训练时可适当降低要求, 但必须以能确保安全为条件, 如采用多芯橡皮线或塑料护套软线。

(5) 通电校验前要再检查一下熔体规格及时间继电器, 热继电器的各整定值是否符合要求。

(6) 通电校验前必须有指导教师在现场监护, 学生应根据电路图的控制要求独立进行校验, 若出现故障也应自行排除。

(7) 安装训练应在规定定额时间内完成.同时要做到安全操作和文明生产。

3) 评分标准

项 目 内 容	配 分	评 分 标 准	扣 分
装前检查	15	(1) 电动机质量漏检查 每处扣 5 分 (2) 电气元件漏检或错检 每处扣 5 分	
安装元件	15	(1) 元件布置不整齐, 不匀称, 不合理 每只扣 3 分 (2) 元件安装不紧固 每只扣 4 分 (3) 安装元件时漏装木螺钉 每只扣 1 分 (4) 走线槽安装不符合要求 每处扣 2 分 (5) 损坏元件 扣 15 分	
布线	30	(1) 不按电路图布线 扣 25 分 (2) 布线不符合要求: 主电路每根扣 4 分; 控制电路每根扣 2 分 (3) 接点松动, 露铜过长, 压绝缘层, 反圈等 每处扣 1 分 (4) 损伤导线绝缘或线芯 每根扣 5 分 (5) 漏套或错套编码套管 每处扣 2 分 (6) 漏接接地线 扣 10 分	
通电试车	40	(1) 热继电器未整定或整定错 每只扣 5 分 (2) 熔体规格配错 主、控电路各扣 5 分 (3) 第一次试车不成功 扣 20 分 第二次试车不成功 扣 30 分 第三次试车不成功 扣 40 分	
安全与文明 生产		(1) 违反安全文明生产规程 扣 5-40 分 (2) 乱线敷设, 加扣不安全分 扣 10 分	
定额时间 3h		每超过 5min 以内扣 5 分计算	
备 注		除定额时间外, 各项内容的最高扣分不应超过配分数	成 绩
开始时间		结束时间	实际时间

4. 检修训练

1) 故障设置 在控制电路或主电路中人为设置电气故障两处。

2) 故障检修 其检修步骤及要求如下。

(1) 用通电实验法观察故障现象。观察电动机、各电器及线路的工作是否正常, 若发现异常现象, 应立即断电检查。

(2) 用逻辑分析法缩小故障范围, 并在电气原理图上(图 13-10)用虚线标出故障部位的最小范围。

(3) 用测量法正确、迅速地找出故障点。

(4) 根据故障点的不同情况, 采取正确的方法迅速排除故障。

(5) 排除故障后通电试车。

3) 注意事项

(1) 检修前要先掌握电路图中各个环节的作用和原理, 并熟悉电动机的接线方法。

(2) 在检修过程中严禁扩大和产生新的故障, 否则, 要立即停止检修。

(3) 检修思路和方法要正确。

(4) 带电检修故障时, 必须有指导教师在现场监护, 并确保用电安全。

(5) 检修必须在额定时间内完成。

4) 评分标准

项 目 内 容	配 分	评 分 标 准	扣 分
---------	-----	---------	-----

故障分析	30	(1) 检修思路不正确 (2) 标错电路故障范围	每处扣 5—10 分 每处扣 15 分	
排除故障	70	(1) 停电后不许检电 (2) 工具及仪表使用不当 (3) 排除故障的顺序不对 (4) 不能查出故障 (5) 查出故障点但不能排除 (6) 产生新的故障：不能排除，每个扣 35 分；已经排除，每个扣 15 分 (7) 损坏电动机 (8) 损坏电器元件或排故方法不正确 (9) 排故后通电试车不成功	扣 5 分 每次扣 10 分 扣 5—10 分 每个扣 35 分 每个扣 25 分 扣 70 分 每次扣 5—20 分 扣 50 分	
安全与文明生产		违反安全文明生产规程	扣 10—70 分	
定额时间 30min		不允许超时检查，若在修复故障过程中才允许超时，以每超时 1min 扣 5 分计算		
备注		除定额时间外，各项内容的最高扣分不应超过配分数	成绩	
开始时间		结束时间	实际时间	

附：工业机械电气故障检修的一般方法

1. 检修前的故障调查

当工业机械发生电气故障后，切忌盲目随便动手检修。在检修前，通过问、看、听、摸来了解故障前后的操作情况和故障发生后出现的异常现象，以便根据故障现象判断出故障发生的部位，进而准确地排除故障。

问 询问操作者故障前后电路和设备的运行情况及故障发生后的症状，如故障是经常发生还是偶尔发生；是否有响声、冒烟、火花、异常振动等。

看 察看故障发生前是否有明显的外观征兆，如各种信号；有指示装置的熔断器的情况等。

听 在线路还能运行和不扩大故障范围、不损坏设备的前提下，可通电试车，细听电动机、接触器等电气的声音是否正常。

摸 在刚切断电源后，尽快触摸电动机、变压器、电磁线圈及熔断器等，看是否有过热现象。

2. 用逻辑分析法确定并缩小故障范围

逻辑分析法是根据电气控制线路的工作原理、控制环节的动作顺序及它们之间的联系，结合故障现象作具体的分析，迅速的缩小故障范围从而判断出故障所在。分析电路时，通常先从主电路入手，了解工业机械各运动部件和机构采用了几台电动机拖动，与每台电动机相关的电器元件有哪些，采用了何种控制，然后根据电动机主电路所用电器元件的文字符号、图区号及控制要求，找到相应的控制电路。在此基础上，结合故障现象和线路工作原理，进行认真分析排查，即可迅速判定故障发生的可能范围。

3. 对故障范围进行外观检查

在确定了故障发生的可能范围后，可对范围内的电器元件及连接导线进行外观检查。例如：熔断器的熔体熔断；导线接头松动或脱落等，都能明显地表明故障点所在。

4. 用试验法进一步缩小故障范围

经外观检查未发现故障点时，可根据故障现象，结合电路图分析故障原因，在不扩大故障范围、不损伤电气和机械设备的条件下，进行直接通电试验，或除去负载（从控制箱接线

端子板上卸下) 通电试验, 以分清故障可能是在电气部分还是在机械等其它部分; 是在主电路上还是在控制电路上。一般情况下先检查控制电路, 具体做法是: 操作某一只按钮或开关时, 线路中有关的接触器、继电器将按规定的动作顺序进行工作。若依次动作至某一电器元件时, 发现动作不符合要求, 即说明该电器元件或其它相关电路有问题。再在此电路中进行逐项分析和检查, 一般便可发现故障。待控制电路的故障排除恢复正常后, 再接通主电路, 检查控制电路对主电路的控制效果, 观察主电路的工作情况有无异常等。

5. 用测量法确定故障点

测量法是维修电工工作中用来准确确定故障点的一种行之有效的检查方法。常用的测试工具和仪表有测电笔、万用表、钳形电流表、兆欧表等。主要通过对电路进行带电或断电时的有关参数如电压、电阻、电流等的测量, 来判断电器元件的好坏、设备的绝缘情况以及线路的通断情况。下面介绍两种常用的测量方法。

(1) 电压分段测量法。首先把万用表的转换开关置于交流电压 500V 的挡位上, 然后按如下方法进行测量。

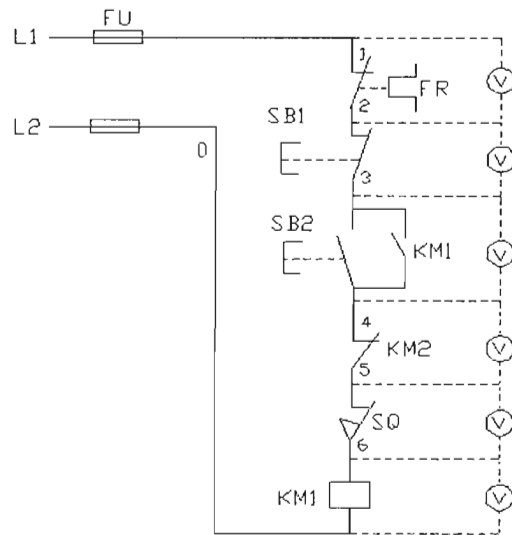


图 13-11 电压分段测量法

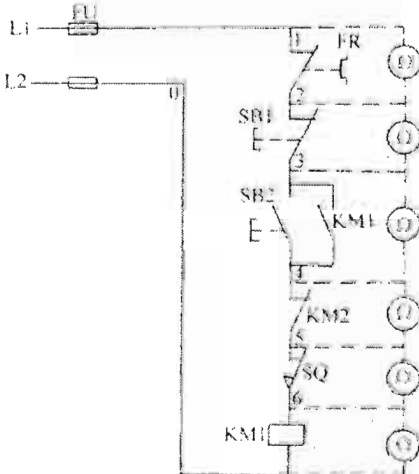


图 13-12 电阻分段测量法

先用万用表测量如图 13-11 所示 0-1 两点间的电压, 若为 380V, 则说明电源电压正常。然后一人按下启动按钮 SB2, 若接触器 KM1 不吸合, 则说明电路有故障。这时另一人可用万用表的红、黑两根表棒逐段测量相邻两点 1-2、2-3、3-4、4-5、5-6、6-0 之间的电压, 根据测量结果即可找出故障点, 见下表。

电压分段测量法所测电压值及故障点

故障现象	测试状态	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-0	故障点
按下 SB2 时, KM1 不吸合	按下 SB2 不放	380V	0	0	0	0	0	FR 常闭触头接触不良
		0	380V	0	0	0	0	SB1 触头接触不良
		0	0	380V	0	0	0	SB2 触头接触不良
		0	0	0	380V	0	0	KM2 常闭触头接触不良
		0	0	0	0	380V	0	SQ 常闭触头接触不良
		0	0	0	0	0	380V	KM1 线圈断路

(2) 电阻分段测量法。

测量时, 首先切断电源, 然后把万用表的转换开关置于倍率适当的电阻挡, 产并逐段测如图所示相邻号点 1-2、2-3、3-4 (测量时由一人按下 SB2)、4-5、5-6、6-0 之间的电阻。

如果测得某两点间电阻值很大 (∞)，即说明该两点间接触不良或导线断路，见下表。

电阻分段测量法查找故障点

故障现象	测量点	电阻值	故障点
按下 SB2 时，KM1 不吸合	1-2	∞	FR 常闭触头接触不良或误动作
	2-3	∞	SB1 常闭触头接触不良
	3-4	∞	SB2 常开触头接触不良
	4-5	∞	KM2 常闭触头接触不良
	5-6	∞	SQ 常闭触头接触不良
	6-0	∞	KM1 线圈断路

电阻分段测量法的优点是安全，缺点是测量电阻值不准确时，易造成判断错误，为此应注意以下几点：

A、用电阻测量法检查故障时，一定要先切断电源。

B、所测量电路若与其他电路并联，必须将该电路与其他电路断开，否则所测量电阻值不准确。

6. 检查是否存在机械、液压故障

在许多电气设备中，电气元件的动作是由机械、液压来推动的，或与它们有着密切的联动关系，所以在检修电气故障的同时，应检查、调整和排除机械、液压部分的故障，或与机械维修工配合完成。

7. 修复及注意事项

当找出故障点和修复故障时，就要着手进行修复、试运转、记录等，然后交付使用，但必须注意如下事项：

(1) 在找出故障点和修复故障时，应注意不能把找出的故障点作为寻找故障的终点，还必须进一步分析查明产生故障的根本原因。在找出原因并排除之后进行故障修复。

(2) 找出故障点之后一定要针对不同故障和部位相应采取正确的修复方法，不要轻易采用更换电器元件和补线等方法，更不允许轻易改动线路或更换规格不同的电器元件，以防止产生人为事故。

(3) 在故障点的修理工作中，一般情况下应尽量做到复原。但是，有时为了尽快恢复工业机械的正常运行，根据实际情况也允许采取一些适当的应急措施，但绝不可凑合行事。

(4) 电气故障修复完毕，需要通电试运行，应和操作者配合，避免出现新的故障。

(5) 每次排除故障后，应及时总结经验，并做好维修记录，以备日后维修时参考。并通过对历次故障的分析，采取相应的有效措施，防止类似事故的再次发生或对电气设备本身的设计提出改进意见等。

以上所述是检查分析、电气、修复电气设备故障的一般顺序和方法，应根据故障的性质和具体情况灵活应用，以便迅速有效地找出故障点。

8. 思考题

(1) 简述电气故障检修的一般步骤。

(2) 简述如何用电阻法确定故障点。

(3) 简述如何用电压法确定故障点。

项目十一、矿井维修电工技能鉴定（中级）实训

矿井维修电工技能鉴定是提高劳动者素质，增强劳动者就业能力的有效措施，是劳动保障部、煤炭协会为企业合理使用人才、为劳动者自主择业提供依据和凭证的有效途径。让更多的学生能顺利通过矿井维修电工技能鉴定，提高他们的劳动技能和就业竞争力，特举办矿井维修电工培训。本实训适合具备一定的电工知识、对维修电工有一定了解的在校学生、电工技术人员，以及今后想从事电气工作的技术人员。

一、实训目的

通过实训，使学生具有中级矿井维修电工的基本技能，能熟练掌握中级矿井维修电工所必须具备的基本理论知识和基本实践技能，为从事矿井维修电工工作打下良好基础。

二、实训内容

1. 电路基本知识；
2. 电机和变压器知识；
3. 模电和数电基本知识；
4. 安全用电基本知识；
5. 常用电工仪表与工具的使用；
6. 低压电器基本知识；
7. 电气控制线路的安装与调试；
8. 矿井设备控制线路故障分析与排除；
9. 简单控制电路设计方法；
10. 供配电知识。

三、培训形式

理论复习和实际操作交错进行，每班安排一个指导老师。

四、培训时间

为保证每个学员都能达到培训要求，学时为116课时，具体分配如下表。

序 号	培训内容	课时分配		
		总课时	理论讲授	实际操作
1	电路基本知识	16	16	0
2	电机和变压器知识	28	20	8
3	模电和数电基本知识	12	12	0
4	安全用电、电工仪表	8	4	4
5	供配电知识	4		4
6	电气控制线路的安装与调试	24	0	24
7	矿井设备控制线路原理分析与故障排除	16	8	8
8	单相可控调压电路设计安装	8	4	4
合计		116	64	52

五、培训各知识点教学要求及教学要点

（一）电路基本知识

1. 教学要求

学会直流电路的分析与计算方法、了解简单交流电路的分析与计算以及三相交流电相电流、线电流、相电压、线电压的概念和计算。

2. 教学内容

- (1) 直流电路的分析与计算；
- (2) 简单交流电路的分析与计算；
- (3) 三相交流电相电流、线电流、相电压、线电压的概念和计算。

(二) 电机和变压器知识

1. 教学要求

了解电机与变压器的结构与原理、特性以及故障检修方法。

2. 教学内容

- (1) 三相异步电动机的结构和工作原理；
- (2) 三相异步电动机故障检修；
- (3) 变压器结构和工作原理；
- (4) 变压器空载与负载运行；
- (5) 变压器外特性；
- (6) 三相变压器联结组别与并联运行；
- (7) 变压器维护与检修。

(三) 模电和数电基本知识

1. 教学要求

了解模拟电子技术和数字电子技术的基本知识。

2. 教学内容

- (1) 晶体管、晶闸管及单结晶体管工作原理；
- (2) 基本放大电路特点；
- (3) 反馈电路的应用知识；
- (4) 功率放大电路的应用知识；
- (5) 数字电路知识。

(四) 安全用电基本知识

1. 教学要求

了解安全用电基本知识及安全操作技术规程。

2. 教学内容

- (1) 触电原因、急救方法和预防措施；
- (2) 安全操作技术规程；

(五) 常用电工工具和仪表

1. 教学要求

了解常用电工工具和仪表的使用方法。

2. 教学内容

- (1) 万用表、兆欧表、钳形电流表的使用方法；
- (2) 电桥（直流双臂电桥、直流单臂电桥等）的使用方法；
- (3) 示波器的使用方法；
- (4) 其它常用电工工具的使用方法。

(六) 三相异步电机拆装

1. 教学要求

了解三相异步电机的拆装步骤。

2. 教学内容

- (1) 三相异步电机结构和原理；

(2) 三相异步电机的拆装步骤;

(3) 三相异步电机绕组的判别。

(七) 电气控制线路的安装与调试

1. 教学要求

了解延时自动往返、星-三角降压启动、双重联锁正反转控制线路的安装与调试。

2. 教学内容

(1) 星-三角降压启动控制线路安装与调试;

(2) 延时自动往返控制电路安装与调试;

(3) 双重联锁正反转控制电路安装与调试。

(八) 矿井设备控制线路故障分析与排除

1. 教学要求

了解矿井设备控制线路常见故障的原因并进行故障排除。

2. 教学内容

(1) EBZ100掘进机电控线路工作原理及常见故障分析与排除;

(2) 继电器-接触器控制常见线路故障分析与排除。

(九) 单相可控调压电路设计安装

教学要求, 了解单相可控调压电路设计和安装方法。

(1) 晶闸管整流电路工作原理;

(2) 单结晶体管触发电路工作原理;

(3) 单相可控调压电路的原理;

(4) 单相可控调压电路的设计方法;

(5) 单相可控调压电路的安装。

六、培训对象

矿山机电及相关学生和校外从事电类工作的相关人员。

七、考核方式

考试分为应知和应会两部分, 即采取理论闭卷考试和实际操作两项相结合的形式, 有一项不及格就视为不通过。不通过的学生可以参加下次培训和鉴定考试。

项目十二、学徒制毕业考核指导书

一、毕业考核目的

毕业考核是现代学徒制机电一体化专业的一个重要的实践性教学环节。通过实习,可巩固和扩展课堂的所学知识,使理论和实践结合起来。掌握煤矿典型机电设备的结构、工作原理、维护安装的技能与操作使用方法,为今后正确、合理的使用、维护和管理矿山机电设备打下坚实的基础。通过毕业考核比较深入地了解矿山机电设备的电气控制技术及设备,掌握矿井供电系统的组成和设备使用情况。

1. 现代学徒制机电一体化专业主要面向矿山企业及矿山机电设备的生产、制造企业,培养拥护党的基本路线,德、智、体、美全面发展,牢固掌握现代学徒制机电一体化专业必需的知识和技能,能从事矿山机电设备的制造、安装、维护与管理等方面工作的高素质、高技能人才。通过毕业考核,可以进一步巩固和深化所学的理论知识,弥补理论教学的不足,以提高教学质量。

2. 通过毕业考核,使学生进一步加深对煤矿企业的认识了解,在实践中验证、巩固、深化和运用已学的专业理论知识,进一步熟练专业技能,通过知识的运用,加深对相关课程理论与方法的理解与掌握。

3. 通过毕业考核,引导学生加强对本职业工作的了解、认识,并在此基础上,将学到的知识与实际相结合,灵活运用所学专业知识,在实践中发现并提炼问题,提出解决问题的思路和方法,提高分析问题及解决问题的能力。

4. 通过毕业考核,了解专业发展动态,锻炼并提高专业应用能力。

5. 通过毕业考核,了解实习单位的各项规章制度,增强组织纪律性和自觉性,使学生在思想品德、工作态度及工作作风等方面得到锻炼,在吃苦耐劳、严肃认真、严谨求实、团队协作精神、人际沟通能力等综合素质方面得到全面提高,为即将走上的工作岗位打下坚实的基础。

二、毕业考核要求

1. 全面了解矿井生产的全过程,熟悉机电设备的布局,性能、管理方法。充分认识机电工作在矿井生产中的地位和作用,增强事业心和责任感,尽快适应和促进煤炭产业现代化建设的高素质、高技能型专门术人才。

2. 理论联系实际,印证、巩固和扩展专业知识,注意学习机电设备使用和维护的先进经

验，对生产中存在的问题，应能独立的进行分析，提出建设性意见，进一步提高分析问题和解决问题的能力。

3. 参加设备检修，安装劳动或技术革新活动、虚心学习工人和工程技术人员的好思想、好作风及熟练的生产技能，努力培养劳动观点，见习和领会怎样组织和领导基础班组生产，提高实际工作能力。

4. 深入调查分析矿井综采设备，提升设备或排水设备的选型、布局、安装、电气控制方式和目前的使用状况。

5. 收集现代电气控制新技术在煤矿机械、安全、监控系统中的应用情况。

6. 讲文明、守纪律，增强安全生产的观念。

三、毕业考核安排

1. 实习地点一般应选择在机械化程度较高，机电设备的种类比较齐全，管理水平先进，安全生产状况良好，技术力量较强的生产矿井。尽可能采用分散安排的方式，每个矿井 10～30 人左右，以利于锻炼学生独立工作能力。

2. 毕业考核是在矿井与学校共同领导下进行，具体工作由实习单位安排，每个学生都应该自觉地、主动地按照要求进行实习。

3. 实习指导人的任务：

(1) 负责组织安排实习的进程，经常深入实习班组了解督促检查学生的实习情况，协调解决学习中出现的问题，保证实习的正常进行；

(2) 负责对学生实习情况的考核，评阅实习报告，评定实习成绩。

4. 实习时间为 12 周。

四、毕业考核内容

(一) 矿区概况

1. 矿区和井田概况

(1) 矿区位置、交通、地形、气候；

(2) 矿区地层、地质构造、煤系；

(3) 地层产状结构、地质、水文、瓦斯、煤尘、自燃及突出的情况。

2. 井田开拓与开采

(1) 矿井工作制度，年产量及服务年限；

(2) 井田开拓方式：水平（阶段）及采区的划分，井田开采程序；

(3) 开采方法：采区巷道平面布置图及有关尺寸，煤层顶底板特征。开采方法及开采

场内工艺过程及劳动组织。

（二）采煤机械

1. 矿井采煤机械化程度；
2. 采煤机的组成部分及其功用，主要技术特征；
3. 截割部：齿轮减速箱、摇臂、截煤滚筒、弧形挡煤板、调高装置；
4. 牵引部：液压传动系统、牵引原理、工作特性、总体结构；
5. 辅助装置：底托架、电缆架、喷雾装置、液压紧链装置；
6. 采煤机的操作、运行、维护检修及常见故障的处理；
7. 采煤机电气控制系统的结构组成、电气控制方式、电气管理要求、电气设备的布置、供电电缆结构和敷设方式；
8. 管理经验与存在的问题、改进建议等。

（三）回采工作面的支护设备

1. 液压支架的工作原理及基本参数；
2. 支撑式液压支架：支架的液压系统、支架主要零部件的结构特点；
3. 掩护式液压支架：支架的技术特征及使用条件、支架的液压系统、结构特点；
4. 支撑掩护式液压支架：支架的技术特征及使用条件、支架的液压系统、结构特点；
5. 单体液压支柱：适用条件、工作原理、主要结构特点；
6. 液压支架、单体液压支柱的操作和技术管理、维护与检修常见故障的处理；
7. 管理经验与存在的问题、改进建议等。

（四）采区运输机械

1. 刮板输送机：结构、工作原理、紧链装置；
2. 桥式转载机：主要组成与结构原理；
3. 胶带输送机：主要组成与结构原理；
4. 煤、矸运输系统及设备；
5. 运输机械的运行、维护检修及常见故障的处理；
6. 运输机械电动机安装位置，控制开关的型号、控制性能、安装位置，电缆的型号规格；
7. 管理经验与存在的问题、改进建议等。

（五）掘进机械

1. 风动凿岩机：风动凿岩机的组成及功用：配气机构及转针机构的动作原理，风水联动及气腿轴推力的调节；

2. 液压凿岩机：推进机构及排粉机构的动作原理，液压系统；
3. 凿岩机的使用维护及常见故障的处理；
4. 掘进机械的电气控制设备、控制特点、设备布置；
5. 掘进工作面局部通风机的电气控制方式、是否实现“三专两闭锁”控制、控制性能及设备布置；
6. 管理经验与存在的问题、改进建议等。

（六）装载机械

1. 铲斗装载机：使用条件及技术特征、提升机构、回转机构、行走机构的工作原理及结构特点；
2. 耙斗装载机：主要组成部分与结构原理、耙斗装载机的绞车传动系统；
3. 装载机的使用维护及常见故障的处理；
4. 管理经验与存在的问题、改进建议等。

（七）矿井提升设备

1. 矿井提升方式，提升机与井筒的相对位置；
2. 提升设备的种类、型号、结构原理、调试方法；
3. 提升机的电气控制系统与提升信号系统；
4. 提升机的使用维护及常见故障的处理；
5. 管理经验与存在的问题、改进建议等。

（八）矿井排水设备

1. 矿井排水系统、水泵房与水仓的布置；
2. 排水设备的型号、结构特点及电气控制方式及设备型号规格、设备布置；
3. 排水设备的使用维护及常见故障的处理；
4. 防洪管理上的先进经验与存在的问题、改进建议等。

（九）矿井通风设备

1. 矿井通风方式、风量与负压大小、通风机房的布置；
2. 通风机的种类、型号、通风机的调节方法及反风方式；
3. 通风机的电器控制方式及设备型号规格、设备布置；
4. 通风机的使用维护及常见故障的处理；
5. 管理经验与存在的问题、改进建议等。

（十）矿井压风设备

1. 矿井风动工具的数量、耗气量；
2. 压风机房的布置，管理系统；
3. 压风机的种类、型号、结构特点及电气控制方式及设备型号规格、设备布置；
4. 管理经验与存在的问题、改进建议等。

（十一）井下与地面供电

1. 井上下供电系统，着重采区供电系统、机电设备及电缆名称规格，估计负荷率，同时率，各设备安装位置与供电系统图；
2. 矿井地面变电所的位置、设备布置、设备名称、规格及供电系统图；
3. 防雷、接地保护，提高功率因素的措施；
4. 先进经验及存在问题、改进建议等。

（十二）收集了解先进电气控制技术（如变频控制、可编程序控制器控制、单片机控制等）在生产实际中的应用情况。

五、毕业考核报告

实习结束时，每个学生必须写出实习报告。

实习报告应按阶段分段写，在实习结束时再整理定稿，交实习指导教师批阅，评定成绩。

要求实习报告内容丰富，图表清晰，条理分明，字迹工整，文字力求简练，尽量用图表说明。

实习报告内容包括：

1. 实习煤矿企业的基本概况。包括：煤矿概况、煤矿各生产系统（采煤系统、通风系统、供电系统及主要设备、提升运输系统、排水系统、通讯系统、监测监控系统等）及地面生产系统；
2. 实习煤矿企业的开拓方式、准备方式、采煤工作面、掘进工作面的供电系统及设备布置情况；
3. 供电系统及主要设备、提升运输系统具体详述；
4. 本人在实习中的收获、体会，及对实习煤矿企业的合理化建议。

六、毕业考核考核

1. 实习结束后，由指导教师根据学生提交的实习笔记、实习报告及煤矿企业接纳学生实习的证明及意见评定实习成绩，实习成绩按按优、良、中、及格、不及格五个等级评定。

2. 评定标准与方法。

3. 对应参加实习的学生，凡出现下列情况之一者，视情节实习成绩记为不及格或零分：

- (1) 无故未参加实习者；
- (2) 严重违反实习纪律造成不良影响者；
- (3) 不按规定时间完成实习者。

实习成绩不及格和记零分的学生，按照学籍管理有关规定，将被缓发毕业证，必须参加下一届毕业生的实习工作，成绩合格后方可领取本人毕业证。

