

教育部第二批现代学徒制试点项目
验收材料（与原件一致）

3-2-2 课程标准

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（现代学徒制）专业课程标准论证表 1 份
3. 《AutoCAD 基础》教案 1 份
4. 《矿山机械维修与安装》教案 1 份
5. 《机械设计基础》教案 1 份
6. 《工厂供配电技术》教案 1 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的开展。

(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。

附件 2: 机电一体化专业现代学徒制核心课程标准

《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

教学时数: 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、团队协作精神和社会责任心; 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		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；	
任务2 集成逻辑门外特性电路		4、学生通过模拟仿真软件，设置情景，练习一般电路的	
任务3 数字集成电路的使用			

任务4 集成门电路的实践应用		故障诊断与排除。
任务4 故障诊断		
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 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			
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; 2、掌握常见的 MSI 器件的逻辑功能及应用; 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。			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务 1 时序逻辑电路的分析方法 任务 2 同步时序逻辑电路的设计方法 任务 3 寄存器 任务 4 计数器 任务 5 时序逻辑电路实践	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; 2、多媒体并结合视频讲解寄存器功能及应用; 3、多媒体讲解各型号计数器工作原理及应用; 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; 5、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	能够熟悉时序电路的特点;	授课教师应具有较强时序逻	

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、模拟仿真软件	掌握常见的 MSI 器件的逻辑功能及应用； 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； 学生具备初步的设计时序逻辑电路的能力。	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。
--	--	--

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			
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； 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。			
教学具体内容	教学组织与实施		
任务 1 多谐振荡器 任务 2 单稳态触发器 任务 3 施密特触发器 任务 4 电路实践	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； 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； 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； 4、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	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； 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； 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。	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。	

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。			

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； 3、讲解 PLC 的硬件结构及编程语言；	
任务 2 PLC 的基本工作原理		
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		

1) 三台皮带输送机顺启逆停控制程序 设计		
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 设计		
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	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;		
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	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/仿真软件进行较复杂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

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：黄锐

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、掌握一定的机械材料知识，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			

<p>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</p> <p>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。</p> <p>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。</p>		
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
<p>教学方法：多媒体讲解，“项目引导、任务驱动”教学法、讨论教学法等。</p> <p>教学手段：多媒体课件、图片、视频</p>	<p>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。</p>	<p>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。</p>

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观念。			
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 任务2 凹模的电火花线切割加工 任务3 电化学加工	1、多媒体、视频讲解电火花加工工艺并分组讨论; 2、多媒体、视频讲解电火花线切割加工工艺并分组讨论; 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、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：黄锐

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		

1) 金属的化学腐蚀与电化学腐蚀 2) 腐蚀失效的主要形式 任务 2 机械零件的防腐 1) 防腐蚀结构 2) 表面覆盖防腐 3) 缓蚀防腐 4) 电化学防腐	主要形式: 2、多媒体讲解防腐蚀结构, 表面覆盖防腐、缓蚀剂防腐、电化学防腐等防腐方法及措施。	
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, 表面覆盖防腐、缓蚀剂防腐、电化学防腐等。	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。

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
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 教学手段: 多媒体课件、视频、图片	了解故障诊断的内容, 简易诊断方法, 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, 了解转子平衡试验的意义。	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。

内容(项目)名称	项目五 机械设备维修分析	学时	6
学习目标			
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; 2、了解零件修复应考虑的因素、常用的修复方法及应用; 3、掌握焊修技术工艺特点、焊条的选择、工艺参数的选择; 4、了解; 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。			
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) 机械设备维修方式分析 2) 机械设备维修过程分析 任务2 机械零件维修方法分析及应用 1) 机械零部件修复技术应用分析	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; 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; 3、多媒体结合图片讲解焊接减小内应力的方法、减小防止变形的的方法; 4、多媒体结合图片讲解电镀修复、热喷涂修复、粘接修复、		

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、粘接等维技术理论知识和丰富的实践经验。

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;	

	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。		

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和拓展知识能力。

《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，奔

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合作、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、接线方式和确定原则。
- 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	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。	
任务2 电气设备及导体的短路校验		
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。	

方法。		
-----	--	--

五、学时分配

序号	教学内容	学时		
		理论	实践	小计
1	项目一 煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修系统	8	2	10
2	项目二 负荷计算	4	1	5
3	项目三 短路电流	7	1	8
4	项目四 电气设备选择及运行操作	8	2	10
5	项目五 供电线路及运行维护	6	2	8
6	项目六 供电系统的继电保护	7	2	9
7	项目七 井下供电系统及矿用电气设备	6	1	7
8	项目八 供电安全技术	6	2	8
合计		52	13	65

六、实施建议

（一）教材选用

《矿井供电技术》，张文荣主编，机械工业出版社，2015

（二）教学组织与设计

1、采用任务驱动法、项目教学法、分组讨论、多媒体教学等方法，以学生为中心，“在做中学，在学中做”，提高教学效果。

2、采用启发、引导式教学方法。启发学生积极思考，主动学习，提高学生分析问题的能力，激发学生的创新意识。

3、充分利用实训室、校内实训基地、生产现场，采取边教边做的方法，有针对性的解决课程中的重难点问题，提高学生实际操作能力。

（三）教学基本条件

1. 师资要求

1) 具有煤矿供电系统及电器设备的运行维护与检修方面丰富的理论知识和实践能力。

- 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

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。

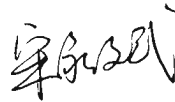
考核项目		考核方式	比例
过程考核	学习态度	课堂提问的正确率、出勤率、课堂练习的认真程度，综合评价学生的学习态度	10%
	课后作业	课后作业完成情况，认真态度、是否独立完成	10%
	任务技能考核	供电系统的结构、组成和运行认知，车间负荷统计，电力电缆探测，高低压电器的认识与操作，矿用电缆的认识测量与接线，定时线过电流保护实验，隔爆型煤电钻综合保护装置性能实验，人体阻抗的认识和测试保护接地系统安装	25%
结果考核	综合实践技能	小型供电系统设计	25%
	结业测试	知识拓展、笔试	30%
合计			100%

(五) 课程资源开发与利用

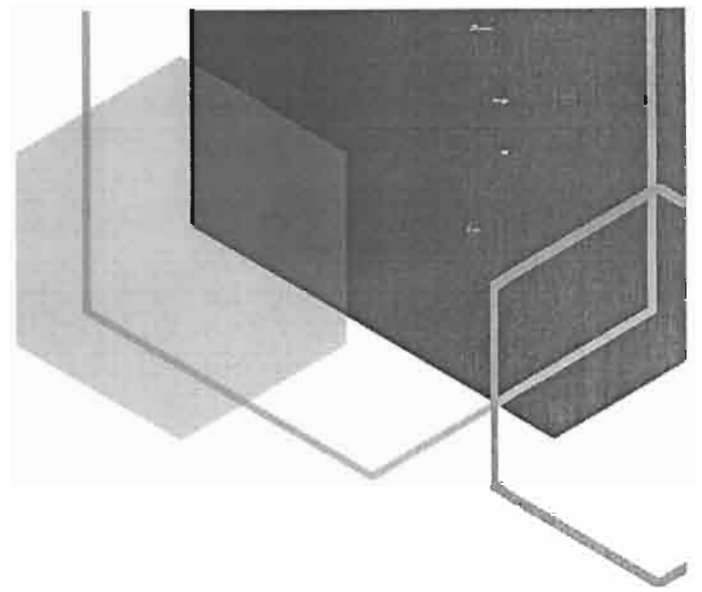
- 1、教师主动深入生产一线，了解行业发展情况，掌握生产现场所使用的新设备、新信息和新技术，将其融入到理论教学和实践教学中。
- 2、鼓励学生利用强大的网络资源，学会查资料，积极引导与培养学生自主学习能力、拓展知识能力。
- 3、充分利用实训条件，重点培养学生实际操作能力，使学生毕业后就能满足就业岗位需要。

附件 1: 机电一体化专业（现代学徒制）专业课程标准论证意见

机电一体化专业（现代学徒制）专业课程标准论证表
（专业课程标准校企专家论证用）

专业课程标准名称	机电一体化专业专业课程标准
论证专业名称	机电一体化专业（现代学徒制）
专业建设委员会论证意见	<p>机电一体化专业（现代学徒制）专业课程标准规范，教学内容具体，教学方法与手段先进、教学团队良好，实践教学体现了“招生即招工、入校即入厂”、“双主体、双导师、双身份”的现代学徒制特点。</p> <p>课程体系的构建遵循“岗位→能力→课程”和“学生→学徒→准员工→员工”的建设思路，课程教学安排由公共基础课程、职业平台课程、职业能力课程循序渐进并相互支撑，同时融入人文教育，教学计划安排合理。</p> <p>专业课程教学采用教、学、做一体化和企业双导师学徒培养，同时结合双证书课程，基本体现了高职现代学徒制教育的特点，实训课和理论课安排合理，能够较好的满足社会对高素质技能型人才培养的要求。</p> <p>专家建议：</p> <p>1、校企共同开发基于工作过程的课程和课程体系，要贴近科学技术发展的前沿、多加入一些企业文化的课程，更好实施现代学徒制教育要求。</p> <p>2、师资队伍培训要加大，尤其是学校教师转换师傅培训。</p> <p>3、多注重培养学生独立思考、解决问题能力，以及增加沟通、交流表达能力，学会换位思考等。</p> <p>专业建设委员会主任（签名）</p> <p>2017年 9月 3 日</p>

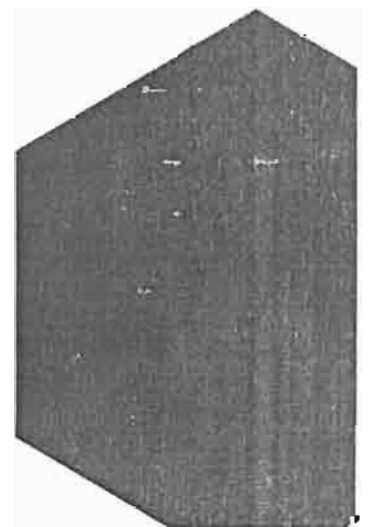
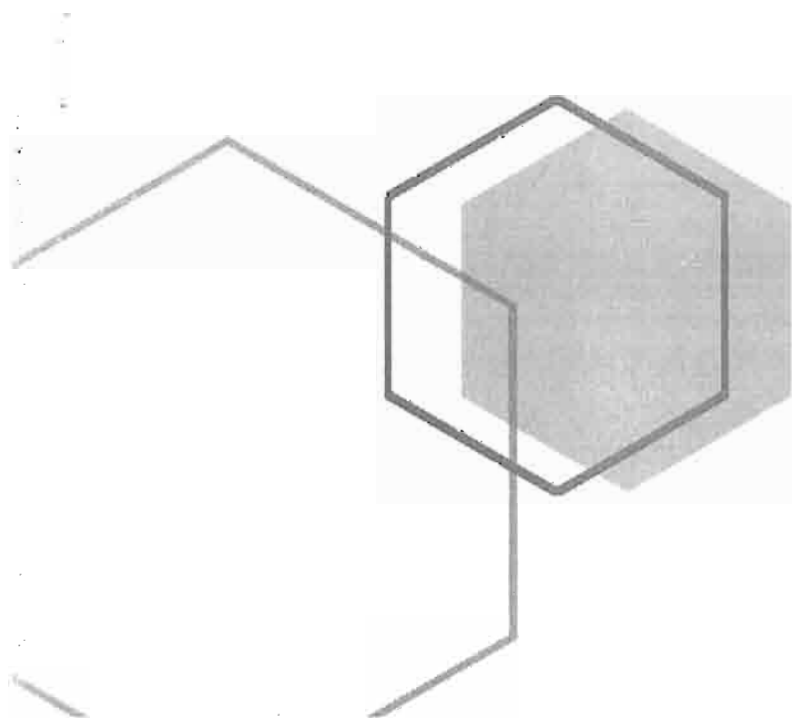
专业建设委员会成员	姓名	职称或职务	工作单位	专业特长	签名
	王成玺	副部长	淮南矿业集团人力资源部	人力资源管理	王成玺
	周晓燕	经理	赛力威机电设备有限公司电控分公司	机电设备技术及管理	周晓燕
	闵宏	铸造厂厂长	淮南舜立机械有限公司	机电设备技术及管理	闵宏
	刘金银	机电副总	淮南矿业集团顾北矿	机电设备技术及管理	刘金银
	潘培琦	总工程师	淮南矿业集团设备租赁分公司	机电设备技术及管理	潘培琦
	宋永斌	机电工程系主任	淮南职业技术学院	采矿技术及管理	宋永斌
	孟海波	机电副总	淮南矿业集团潘一矿	机电设备技术及管理	孟海波
	马军	机电工程系书记	淮南职业技术学院	机械、液压	马军
	郝坤	机电工程系副主任	淮南职业技术学院	电气、PLC	郝坤
	宋继祥	教研室主任	淮南职业技术学院	机械、传感器技术	宋继祥



AutoCAD 基础 教案

机电工程系 宫佳

18-19 学年第二学期



第一讲 第 1 章 AutoCAD 2014 简介

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	第 1 章 AutoCAD 2014 简介				
教学目的	了解 AutoCAD 软件的发展历程、功能、绘图基本常识等，激发学生对本课程的兴趣，为后续学习打下一定的基础。				
教学重点、 难点	教学重点：AutoCAD 软件工作界面、绘图环境设置以及图形文件的管理。 教学难点：AutoCAD 软件工作界面所包括的内容。				
课外作业					
课后总结	AutoCAD 软件的发展历程、功能、绘图基本常识				
授课主要内容或纲要					
<p>● 复习旧课： 回顾前期所学的机械制图课与本门课程的关系。</p> <p>● 讲授新课</p> <p>一、AutoCAD 发展历程</p> <p>1、概述：计算机辅助设计简称 CAD，(Computer Aided Design，简称 CAD) 技术萌芽于 20 世纪 50 年代，是一种以计算机作为主要技术手段来生成和处理各种数字信息和图形信息，以进行产品设计的方法。</p> <p>2、发展：Autodesk 公司 1982 年 11 月推出第一代产品，1992 年推出 AutoCAD R12，1994 年推出 AutoCAD R13，1997 年 6 月推出 AutoCAD R14，1999 年 3 月推出 AutoCAD 2000，现已有 AutoCAD 2014 版本。</p> <p>1.1 总体介绍</p> <p>1.1.1 用户界面</p> <p>启动 双击 AutoCAD 2014 中文版快捷图标或从程序组中选择 AutoCAD 2014 中文版来启动 AutoCAD 2014 中文版。</p> <p>界面介绍 默认应用程序窗口包括菜单浏览器、快速访问工具栏、信息中心、绘图区、命令窗口、工具集和状态栏。</p> <p>菜单浏览器 位于 AutoCAD 2014 三种工作界面的左上角，显示为按钮</p> <p>主要的作用是：</p> <p>1. 显示多种菜单项的列表，仿效传统的垂直显示菜单，它直接覆盖 AutoCAD 窗口，可展开和折叠用菜单浏览器展开的菜单；</p> <p>2. 查看或访问最近打开的文件；</p> <p>3. 用户可通过单浏览器上方搜索工具，键入条件进行搜索，并可在搜索后列出的项目中双击以直接访问关联的命令；</p> <p>4. 展开菜单的左下角有“选项”命令可供调用。</p> <p>下拉菜单栏 在“AutoCAD 经典”界面中有 11 个菜单项目。有 4 种类型：</p> <p>普通菜单：单击该菜单中的某一项将直接执行相应的命令；</p> <p>子菜单：菜单的后面有向右的黑三角，鼠标放在此菜单上时将弹出下一级菜单；</p> <p>对话框：菜单的后面有省略号，单击该菜单将弹出对话框；</p> <p>开关：表示某一选项被选中。</p> <p>工具栏 “AutoCAD 经典”界面的情况下 AutoCAD 2014 预先设置了 7 个工具栏，它们分别是：</p>					

标准工具栏;
对象特性工具栏;
图层工具栏;
绘图工具栏;
修改工具栏;
样式工具栏;
工具选项板;

在“三维建模”界面显示为菜单命令要用“菜单浏览器”调用,此界面主要是采用“工具栏”调用命令。

快速访问工具栏 快速访问工具栏显示在 AutoCAD 窗口的顶端,在菜单浏览器右边。它包括最常使用的工具,如新建、打开、保存、打印、撤消以及恢复。

信息中心 信息中心在 AutoCAD 2014 中得到增强,它提供了更灵活帮助搜索。用户可折叠或展开搜索框,以节约标题栏的空间。

工具集 工具集在 AutoCAD 窗口的上部,如图 1-9 所示。通过右键菜单可控制它的显示的状态,可打开、关闭选项标签集或只显示面板而不显示面板标题。另外通过拖放选项卡或选项卡中的面板到新的位置,可以拖动面板到工具集外以创立独立的浮动面板。

状态栏工具 位于最下方,AutoCAD 状态栏更新了新的工具和图标,状态栏左侧包含一些相近功能的切换按钮,如对象捕捉、栅格以及动态输入,右键菜单可以在图标和传统文字标签两种之间切换状态栏显示状态。

绘图区和命令窗口 绘图区位于界面的中部,是绘图的工作区,文本窗口在绘图区下方。

1.1.2 菜单及对话框简介

菜单

屏幕菜单 在默认的情况下屏幕菜单是不显示的,如果想让它显示的话,可采取如下方法:

下拉菜单: [工具][选项]

命令窗口: OPTIONS ✓

菜单浏览器: 选项

系统将弹出“选项”对话框,在此对话框中选择“显示”选项卡,在“窗口元素”选项组中选择“显示屏幕菜单”单击“确定”按钮即可。

下拉菜单 “AutoCAD 经典”界面中用鼠标选择菜单栏中的某一个菜单,单击左键即可。或用快捷方式也可以。

光标菜单 在绘图、编辑、不作任何工作时在绘图区右击,弹出与所使用命令有关的光标菜单。

对话框 在 AutoCAD2014 中,很多的命令执行以后,都会弹出一个对话框,

1.1.3 AutoCAD2014 的新增功能

菜单浏览器

快速访问工具栏

快捷特性

快速查看布局

快速查看图形

切换工作空间

图层特性管理器

动作记录器

Steering Wheels 工具

动态输入开关

线宽显隐开关

1.2 管理图形文件

1.2.1 新建图形

“创建新图形”对话框

从草图开始 AutoCAD2014 显示“英制”和“公制”两个选项，以供用户选择

使用样板 选择该项后，AutoCAD2014 显示样板文件，待用户选择其中一个后，以用户选择的样板图为基础，创建新图形。

使用向导 选择该项后，AutoCAD2014 将显示“高级设置”与“快速设置”。“高级设置”包含单位、角度、角度测量、角度方向和区域 5 个方面，“快速设置”包括单位和区域 2 个方面。

新建图形方法

在“AutoCAD 经典”工作界面中可用以下方法当中的任何一种方法。

- (1) 单击“标准工具栏”中的“新建”按钮。
- (2) 下拉菜单中的 [文件 (F)] [新建 (N) ...]。
- (3) 在命令窗口中输入 new 或 qnew。

1.2.2 打开已有图形

打开文件的方法 可用以下方法当中的任何一种方法：

标准工具栏：

下拉菜单：[文件 (F)] [打开 (O)]

命令窗口：OPEN✓

1.2.3 保存文件

调用“保存”命令

标准工具栏：

下拉菜单：[文件 (F)] [保存 (S)]

命令窗口：QESAVE✓

调用“另存为...”命令

下拉菜单：[文件 (F)] [另存为 (A) ...]

命令窗口：SAVE 或 SAVEAS

1.2.4 退出 AutoCAD

直接单击 AutoCAD 主窗口右上角的 X 按钮。

选择菜单 [文件 (F)] [退出 (X)]。

在命令行中输入：quit (或别名 exit)。

如果在退出 AutoCAD 时，当前的图形文件没有被保存，则系统将弹出提示对话框，提示用户在退出 AutoCAD 前保存或放弃对图形所做的修改

1.2.5 检查、修复文件

因为某些原因，可能出现保存的文件出错的情况，这时候，可以用以下的方法来解决：

将备份的文件调入（扩展名为 bak，与保存的文件在同一个文件夹中）。

使用 AutoCAD2014 提供的检查、修复功能 audit 与 recover.

调用命令的方法如下：

下拉菜单：[文件 (F)] [绘图实用程序 (U)] [检查 (A) 或修复 (R)]

命令窗口：audit 或 recover

1.2.6 AutoCAD 的多文件操作

利用“窗口”菜单可控制多个图形窗口的显示方式。窗口显示方式有“层叠”、“垂直平铺”和“水平平铺”方式。

1.3 绘图显示控制

1.3.1 视图缩放

AutoCAD2014 提供 ZOOM——缩放命令来完成此项功能。该命令可以对视图进行放大或缩小，而对图形的实际尺寸不产生任何影响。

1. 选择菜单中的 [视图 (V)] [缩放 (Z)]，如图 1-27 所示。

2. 在命令窗口中输入 zoom 或 z。

3. 绘图时, 单击鼠标右键, 弹出快捷菜单, 如图 1-28 所示。
4. 在“AutoCAD 经典”工作界面中右单击“标准”工具栏选取“缩放”工具栏, 弹出“缩放”工具栏, 从中进行选择。

1.3.2 平移

此命令用于移动视图, 而不对视图进行缩放。

下拉菜单: [视图 (V)] [平移 (P)]。

命令窗口: PAN ✓

快捷菜单: 绘图时, 单击鼠标右键, 将出现快捷菜单

1.3.3 鸟瞰视图

用户只需单击几次此窗口, 就可以快速地完成平移及缩放视图。

下拉菜单: [视图 (V)] [鸟瞰视图 (W)]

命令窗口: DSVIEWER✓

1.3.4 重画与重生成

重画与重生成都是重新显示图形, 但两者的本质不同。重画仅仅是重新显示图形, 而重生成不但重新显示图形, 而且将重新生成图形数据, 速度上较之前者稍微慢点。

重画:

下拉菜单: [视图 (V)] [重画 (R)]

命令窗口: REDRAW✓

重生成:

下拉菜单: [视图 (V)] [重生成 (G)]

命令窗口: REGEN✓

1.3.5 几个与显示控制有关的系统参数

1. 多线、多段线、实体填充: fill [on/off]
2. 线宽: lwdisplay [on/off] 控制是否显示线宽。
3. 文字快速显示: qtext [on/off] 如果打开了 QTEXT (“快速文字”), 则 AutoCAD 将每一个文字和属性对象都显示为文字对象周围的边框。

1.4 设置绘图环境

用户可以利用“选项”对话框, 非常方便地设置系统参数选项。键入 OPTIONS 命令或选择 [工具 (T)] [选项 (N)] 选项, 打开“选项”对话框

1. 显示选项卡 “显示”选项卡设置包括“窗口元素”、“显示精度”、“布局元素”和“显示性能”等 5 个选项组。

2. 打开和保存选项卡 “打开和保存”选项卡用于设置 AutoCAD 图形文件的版本格式、最近打开的文件数目及是否加载外部参照等。

3. 用户系统配置选项卡 用户可以使用“用户系统配置”选项卡优化 AutoCAD 的工作方式。

4. 草图选项卡 在“草图选项卡”中, 用户可以设置对象自动捕捉、自动追踪功能及自动捕捉标记和靶框大小。

5. 选择集选项卡 “选择集”选项卡用于设置选择集模式、是否使用夹点编辑功能、编辑命令的拾取框和夹点大小。

6. 三维建模选项卡 “三维建模”选项卡用于设置三维十字光标、动态输入、三维对象、三维导航等功能。

● 学习效果

第二讲 第2章 AutoCAD 2014 初步

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	第 2 章 AutoCAD 2014 初步				
教学目的	通过本章学习,使学生掌握命令的输入方式、对象捕捉和对象的选择方法,为准确绘制图形做准备。				
教学重点、难点	教学重点: AutoCAD 命令的基本操作方法、绘图辅助功能的使用、编辑图形时选择对象的方法等。 教学难点: AutoCAD 绘图辅助功能的使用。				
课外作业					
课后总结	AutoCAD 命令的基本操作方法、绘图辅助功能的使用、编辑图形时选择对象的方法等。				
授课主要内容或纲要					
<p>● 复习旧课:</p> <p>AutoCAD 软件工作界面、绘图环境设置以及图形文件的管理。</p> <p>● 讲授新课</p> <p>2.1 AutoCAD 命令</p> <p>在 AutoCAD 系统中,所有功能都是通过命令执行来实现的。熟练地使用 AutoCAD 命令有助于提高绘图的效率和精度。AutoCAD2014 提供了命令行窗口、下拉菜单和工具栏等多种命令输入方式,用户可以利用键盘、鼠标等输入设备以不同方式输入命令。</p> <p>2.1.1 命令的输入方式</p> <p>命令行窗口</p> <p>命令行窗口位于 AutoCAD 绘图窗口的底部,用户利用键盘输入的命令、命令选项及相关信息都显示在该窗口中。在命令行窗口出现“命令:”提示符后,利用键盘输入 AutoCAD 命令,并回车确认,该命令立即被执行。</p> <p>在绘图或图形编辑操作过程中,用户应特别注意动态提示或命令行窗口中显示的文字,这些信息记录了 AutoCAD 与用户的交流过程。如果要了解更多的信息,可以打开“文本窗口”来阅读。</p> <p>下拉菜单和工具栏</p> <p>移动鼠标,当光标移至下拉菜单选项或工具栏相应按钮,单击鼠标左键,相应的命令立即被执行。此时在命令行窗口会显示相应的命令及命令提示,与键盘输入命令不同之处是此时在命令前有一下划线。</p> <p>2.1.2 透明命令</p> <p>透明命令是指在执行其他命令的过程中可以执行的命令,在结束透明命令后,又回到刚刚运行的命令。透明命令多为修改图形设置、绘图辅助工具等命令,例如捕捉 (SNAP)、栅格 (GRID)、缩放 (ZOOM) 等命令。</p> <p>输入透明命令可以是直接单击命令按钮或在命令窗口输入命令动词,在当前没有命令运行时运行透明命令可直接输入命令动词,如“Z (zoom 的缩写)”回车,则调用放大命令,但当正运行一个非透明命令时,就应在命令动词前先输入一个单引号“'”,如“'Z”。在命令行中,透明命令的提示符前有一个双折号“>>”。透明命令执行结束,将继续执行原命令。</p> <p>2.1.3 命令的重复、终止、撤消与重做</p> <p>重复命令</p>					

重复刚刚执行过的命令 当执行完一条命令后, 还想再次使用该条命令, 直接按一下空格键或回车键, 就可重复这个命令; 或者单击鼠标右键, 要弹出的快捷菜单中选择“重复……”命令选项。

重复最近执行过的命令 在绘图区中单击鼠标右键, 会弹出的快捷菜单, 在“最近输入”菜单下列出最近使用过的命令, 从中选择可以重复命令;

如果在命令行窗口单击鼠标右键, 在弹出的快捷菜单中选择“近期使用的命令”选项, 选择最近使用过的 6 个命令之一。

终止命令

终止命令有下面三种方法:

(1) 在命令执行过程中, 用户在下拉菜单或工具栏调用另一非透明命令, 将自动终止正在执行的命令。

(2) 在命令执行过程中, 按 Esc 键终止命令的执行。

(3) 单击鼠标右键, 选择“取消”也可终止命令。

撤消命令

撤消前面的操作, 可以使用下面几种方法之一:

(1) 编辑菜单下的“放弃(U)”, 执行一次撤消一次操作。

(2) 命令行输入“U”, 执行一次撤消一次操作。

(3) 点击工具栏上的撤消按钮

(4) 使用快捷键 Ctrl + Z。

(5) 在命令行输入 UNDO 命令, 然后再输入要放弃的命令的数目, 可一次撤消前面输入的多个命令。

2.2 图形对象的选择

为了提高选择的速度和准确性, AutoCAD 提供了多种不同形式的选择对象方式, 常用的选择方式有以下几种:

直接选择对象

这是默认的选择对象方式, 此时光标变为一个小方框 (称拾取框), 当光标在对象上滑过进, 对象加粗突出显示, 此时单击鼠标左键, 则该对象被选中。

窗口 (W) 方式

当命令窗口提示“选择对象”时, 可以用“窗口”方式选择。通过光标给定一个矩形窗口, 所有部分均位于这个矩形窗口内的图形对象被选中。此时只有完全包含在选择窗口中的对象才被选中

多边形窗口 (WP) 方式

当命令窗口提示“选择对象”时, 键入“WP”, 用多边形窗口方式选择对象, 完全包含在多边形窗口中的图形被选中。

交叉 (C) 窗口方式

在交叉窗口方式下, 所有位于矩形窗口之内或者与窗口边界相交的对象都将被选中。

全部 (ALL) 方式 键入“ALL”, 选取屏幕上全部图形对象。

删除 (R) 与添加 (A) 方式 键入“R”进入删除方式。在删除 (R) 方式下可以从当前选择集中移出已选取的对象。在删除方式提示下, 输入“A”则可继续向选择集中添加图形对象。

前一个 (P) 方式 键入“P”, 将最近的一个选择集设置为当前选择集。

栏选 (F) 方式 当提示选择对象时键入“F”, 为栏选方式, 此时光标为“十”字形, 绘制一条虚线, 与虚线相交的元素全部被选择上。

放弃 (U) 方式 键入“U”, 取消最后的选择对象操作。

2.3 辅助功能

2.3.1 “捕捉”与“栅格”方式★

当状态栏上的“捕捉”按钮按下时, 此时屏幕上的光标呈跳跃式移动, 并总是被“吸附”在屏幕上的某些固定点上。如果此时“栅格”功能也启动了, 光标会在屏幕上的栅格

点上。

“栅格”和“捕捉”功能一般同时使用，可绘制比较规整的图形，如楼梯、棋盘等。捕捉间距与栅格间距一般设置为相同的值。

设置方法：

在“捕捉”或“栅格”按钮上单击鼠标右键，选择“设置...”菜单项

工具菜单下“草图设置...”

2.3.2 “正交”方式

按下状态栏的“正交”按钮，启动正交方式，此时如果为绘制直线命令状态，屏幕上的光标只能水平或垂直移动，绘制水平和垂直线。这种方式为绘制水平和垂直线提供了方便。按 F8 键可快速启动和关闭“正交”方式。

2.3.3 “极轴”方式

使用“极轴”功能，可以方便快捷地绘制一定角度的直线。如我们要绘制一个有 30° 角度的直角三角形，我们可以打开“草图设置”对话框，打开“极轴追踪”选项卡。

当启动了极轴功能后，绘制直线时，当鼠标在 30° 位置附近或其整数倍位置附近时，会出击如图 2-8 所示的极轴角度值“30°”提示和沿线段方向上的蚂蚁线。

2.3.4 “对象捕捉”方式

使用“对象捕捉”方式是在绘制和编辑图形时，捕捉对象上的特殊点，如端点、中点等。

对象捕捉有两种使用方式，一是“自动对象捕捉”，另一种方式是“单点捕捉”。

对象捕捉工具栏

“对象捕捉”工具栏如图所示。在绘图过程中，当要求用户指定点时，单击该工具栏中相应的特征点按钮，再将光标移到要捕捉对象的特征点附近，即可捕捉到所需的点。

对象捕捉快捷菜单

当要求用户指定点时，按下 Shift 键或者 Ctrl 键，同时在绘图区任一点单击鼠标右键，打开对象捕捉快捷菜单，如图所示。

“对象捕捉”关键字

不管当前对象捕捉模式如何，当命令提示要求用户指定点时，输入对象捕捉关键字，如 END、MID、QUA 等，直接给定对象捕捉模式。该模式常用于临时捕捉某一特征点，操作一次后即退出指定对象捕捉模式。

主要有：端点捕捉 (END)，中点捕捉 (MID)，交点捕捉 (INT)，外观交点捕捉 (APP)，捕捉延长线 (EXT)，捕捉圆心 (CEN)，捕捉象限点 (QUA)，捕捉切点 (TAN)，捕捉垂足 (PER)，捕捉平行线 (PAR)，捕捉插入点 (INS) 等。

2.3.5 “对象捕捉追踪”方式

对象追踪功能是利用已有图形对象上的捕捉点来捕捉其他特征点的又一种快捷作图方法。对象追踪功能常用于事先不知具体的追踪方向，但已知图形对象间的某种关系（如正交）的情况下使用，常与“极轴”或“对象捕捉”同时使用。

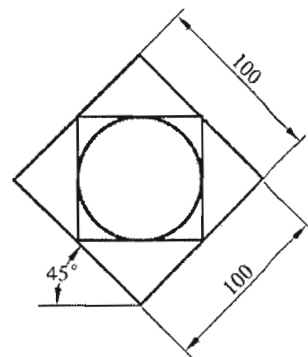
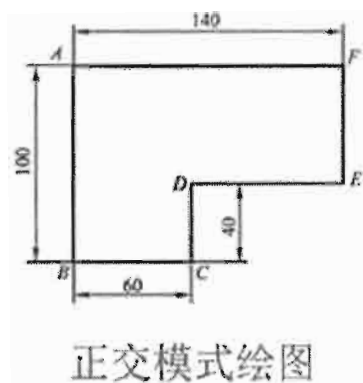
2.3.6 动态输入

当按下状态栏上的“动态输入”按钮时，在绘制图形时会给出长度和角度的提示，如左图所示。提示外观可在草图设置对话框的“动态输入”选项卡中设置。

● 学习效果

第三讲 第3章 绘制平面图形（一）

授课日期		授课时数		授课 班级	
授课章节名称	§ 3.1-3.4 绘制直线、圆、点				
教学目的	通过实例绘制，使学生了解 AutoCAD 常用绘图命令、辅助功能的应用。				
教学重点、 难点	教学重点：各种二维绘图命令的运用。 教学难点：各种二维绘图命令的运用。				
课外作业					
课后总结	直线、圆、点的画法，删除的使用				
授课主要内容或纲要					
<p>● 复习旧课：</p> <p>AutoCAD 命令的基本操作方法、绘图辅助功能的使用、编辑图形时选择对象的方法等。</p> <p>● 讲授新课：</p> <p>3.1 实例 1—直线绘制</p> <p>任务：利用正交模式绘制如图所示图形。</p> <p>目的：学习利用正交模式绘制水平线和垂直线。</p> <p>绘图步骤分解：</p> <p>绘图工具栏：</p> <p>下拉菜单：[绘图][直线]</p> <p>命令窗口：LINE (L) ✓</p> <p>键入直线命令</p> <p>指定起始点 A 点</p> <p>沿垂直向下给定长度 :100</p> <p>沿水平向右给定长度 :60</p> <p>沿垂直向上给定长度 :40</p> <p>沿水平向右给定长度 :80</p> <p>沿垂直向上给定长度 :60</p> <p>闭合 :c</p> <p>3.2 实例 2—圆的绘制及辅助功能的应用</p> <p>任务：利用直线和圆命令，使用极轴追踪和对象捕捉、对象捕捉追踪绘制所示的图形。</p> <p>目的：学习直线、圆的绘制方法；如何设置极轴追踪、对象捕捉模式及如何进行特征点的捕捉。</p> <p>绘图步骤分解：</p> <p>选择 [工具][草图设置] 选项，打开“草图设置”对话框，在对象捕捉选项卡中，选中“端点”、“中点”两个复选框。在“极轴追踪”选项卡中设置“增量角”为 45°，然后单击“确定”按钮。极轴、对象捕捉和对象追踪均打开。</p> <p>绘制外部正方形</p> <p>在屏幕上单击，确定第一点</p> <p>鼠标向右上移动出现 45° 极轴追踪时输入:100</p>					



鼠标向右下移动出现 45° 极轴追踪时输入:100

鼠标向左下移动出现 45° 极轴追踪时输入:100

闭合图形 :c

绘制内部正方形

捕捉正方形右上边线的中点

捕捉正方形右下边线的中点

捕捉正方形左下边线的中点

捕捉正方形左上边线的中点

绘制圆

绘图工具栏: / 下拉菜单: [绘图][圆] / 命令窗口: CIRCLE (C) ✓

鼠标在内部小正方形左边中点划过出现中点标识后,移动至上边中点处出现标识后向下移动,出现左图所示的追踪标记后,单击

向上移动鼠标,捕捉内部正方形边的中点,单击

3.3 实例 3-删除对象及临时捕捉功能的应用

任务: 绘制如图所示图形。

目的: 学习临时捕捉特征点的方法及“删除”命令的使用。

绘制圆

首先绘制直径为 100 的圆,回车,再次调用圆命令

光标在该圆圆心处移动,当出现圆心标记时向右移动鼠标,出现延伸直线时,键盘输入 100 给定圆半径 :20

绘制切线

命令: _line(按下 Shift 键,单击鼠标右键,选择切点选项),在大圆上出现递延切点标记后单击;然后再在小圆上出现递延切点标记后单击。绘制出上侧的切线,同法绘出下侧切线。

删除图形

修改工具栏: 下拉菜单: [修改][删除]; 命令窗口: ERASE (E) ✓; 键盘上 Delete 键

3.4 实例 4-点的绘制

任务: 绘制平面图形,如图所示,其中 B、C 两点分别为直线 AD 的等分点。

目的: 学习绘制点的方法。

利用绘制直线命令,绘制三角形 ADE

将 AD 三等分

下拉菜单: [绘图][点][定数等分] / 命令窗口: DIVIDE ✓ 选择目标: 直线 AD

输入等分线段数:3

变换点的样式

下拉菜单: [格式][点样式...]

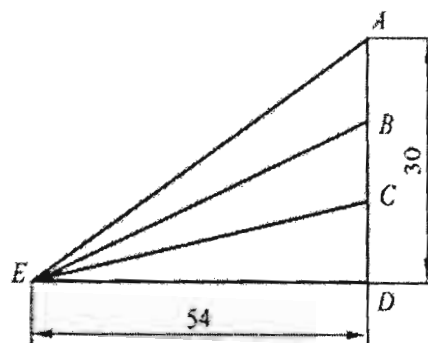
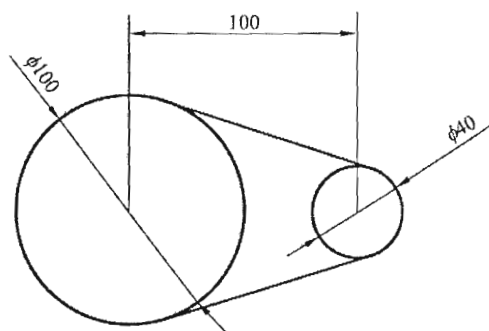
打开点样式对话框,选择除第一、第二种以外任何一种即可。

补充知识

1. 点除了可以用于等分线段,还可用于等分圆弧、圆、椭圆、椭圆弧、多段线和样条曲线。

2. 点除了可以用于定数等分,还可以对直线或圆弧等进行定距等分。

3. 绘制单独的点 下拉菜单: [绘图][点][单点]



4. 绘制多个点

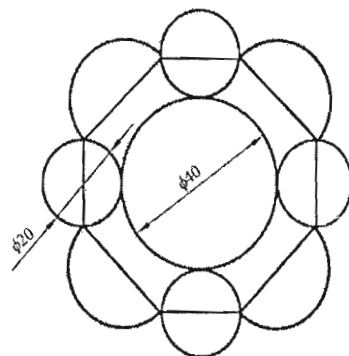
5. “点样式”对话框中“点大小”的设置

设置点的显示大小。可以相对于屏幕设置点的大小，也可以用绝对单位设置点的大小。

● 学习效果

第四讲 第3章 绘制平面图形（二）

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	§ 3.5-3.8 绘制圆弧、矩形、椭圆、正多边形				
教学目的	通过实例绘制，使学生了解 AutoCAD 常用绘图命令、辅助功能的应用。				
教学重点、难点	教学重点：各种二维绘图命令的运用。 教学难点：各种二维绘图命令的运用。				
课外作业					
课后总结	圆弧、矩形、椭圆、正多边形的画法，移动、镜像、复制、偏移、修剪的合理使用				
授课主要内容或纲要					
<p>● 复习旧课： 复习直线、圆、点的画法</p> <p>● 讲授新课：</p> <p>3.5 实例 5-绘制圆、圆弧、移动、镜像和复制任务：绘制如图所示图形。</p> <p>目的：学习绘制圆及圆弧的方法，学习移动、镜像、复制命令及其应用。</p> <p>绘制直径为 40 的圆，圆心位置可在绘图区内任取一点。</p> <p>绘制直径为 20 的圆，圆心位置可在绘图区内任取一点。</p> <p>利用“移动”命令移动小圆 移动工具栏： / 下拉菜单：[修改][移动] / 命令窗口：MOVE (M) 选择小圆；打开“对象捕捉”，捕捉到小圆上一个象限点；再移动鼠标捕捉到大圆上对应的象限点。</p> <p>利用“镜像”命令绘制第二个小圆 修改工具栏： / 下拉菜单：[修改][镜像] / 命令窗口：MIRROR (MI) ✓ 选择小圆；选择大圆上下两个象限作为点镜像线的两个端点。确定不删除物体时按回车键。</p> <p>利用“复制”命令绘制第三个小圆 修改工具栏： / 下拉菜单：[修改][复制] / 命令窗口：COPY (CO) ✓ 选择左侧小圆；✓；捕捉左侧小圆上面的象限点，移动光标到大圆下象限点处。并镜像另一小圆。</p> <p>绘制直线 利用绘制直线命令及象限捕捉功能绘制各段直线。</p> <p>利用绘制“圆弧”命令绘制第一段圆弧 绘图工具栏： / 下拉菜单：[绘图][圆弧] / 命令窗口：ARC (A) ✓ 捕捉 A 点；选择圆心 (C)；捕捉直线 AB 的中点 O；并镜像另一小圆；选角度 (A)， -180 ✓。</p> <p>利用镜像命令绘制另三段圆弧，完成全图。</p>					



有关圆的补充知识:

(1)绘制圆的方式 有 6 种圆的绘制方式。

(2)命令选项 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]。下图给出了 6 种画圆示例。

有关圆弧的补充知识:

(1)绘制圆弧的方式 有 11 种圆弧的绘制方式。

(2)命令选项 通过所示图例进行说明。

绘制直线 AB。

绘制圆弧 1 捕捉直线上点 A; C \checkmark ; 捕捉直线上点 AB 的中点 O; 选择角度 A, -180 \checkmark ;

绘制圆弧 2 捕捉直线上点 A; E \checkmark ; 捕捉直线 AB 的中点 O; D \checkmark , 打开正交模式, 光标拖向直线 AB 的上方, 单击鼠标左键。

绘制圆弧 3 捕捉直线上点 B; E \checkmark ; 捕捉直线 AB 的中点 O; A \checkmark , 180 \checkmark ;

绘制圆弧 4 C \checkmark ; 捕捉直线上点 AB 的中点 O; 捕捉圆弧 2 的圆心; 捕捉圆弧 2 的圆心。

(3)选项中“弦长”的含义。

绘制圆弧时, 在命令行的“指定弦长:”提示下所输入的弦长是基于起点和端点之间的直线距离绘制劣弧或优弧。

如果弦长为正值, AutoCAD 从起点逆时针绘制劣弧。如果弦长为负值, AutoCAD 逆时针绘制优弧。

有关“复制”命令的补充知识:

利用“复制”命令可一次复制多个选择集。

有关“镜像”命令的补充知识:

执行“镜像”命令时还可以选择删除源对象。

3.6 实例 6-绘制矩形与椭圆

任务: 绘制如图所示图形。

目的: 学习绘制矩形、椭圆的方法。

绘制带圆角的矩形

绘图工具栏: / 下拉菜单: [绘

图][矩形] / 命令窗口: RECTANG (REC) \checkmark

F \checkmark , 30 \checkmark ; 在绘图区内单击左键; D \checkmark , 220, 140。

绘制椭圆

绘图工具栏: / 下拉菜单: [绘

图][椭圆] / 命令窗口: ELLIPSE (EL) \checkmark

C \checkmark , 30 \checkmark ; 捕捉直线的中点; 40 \checkmark , 30 \checkmark 。

有关矩形的补充知识:

矩形各选项的含义。当输入矩形命令时, 命令行出现如下提示信息:

指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)], 其中标高、厚度选项用于绘制三维空间中的矩形。

有关椭圆的补充知识:

已知椭圆的长轴和短轴的长度值, 绘制椭圆。

命令: _ellipse

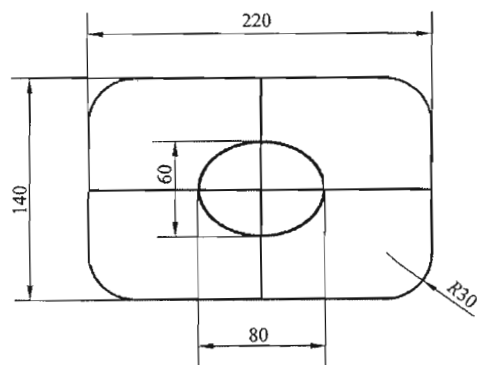
单击矩形底边的中点; 23 \checkmark ; 7.5 \checkmark 。

绘制椭圆弧的方法。

利用绘制椭圆命令绘制椭圆弧:

A \checkmark ; 单击绘图区内任一点; 单击绘图区内另一点; 30 \checkmark ; 60 \checkmark 。

利用绘制椭圆弧命令绘制椭圆弧:



绘图方法与绘制椭圆相同。

3.7 实例 7-分解、偏移、修剪

任务：绘制如图所示图形。

目的：学习“分解”、“偏移”、“修剪”命令的应用。

绘制矩形

利用绘制矩形命令，绘制长为 20，宽为 9 的矩形。

绘制椭圆

利用绘制椭圆命令，绘制长轴为 23，短轴为 15 的椭圆。

将矩形分解。

修改工具栏： / 下拉菜单：[修改][分解] / 命令窗

口：EXPLODE ✓

选择矩形；✓；矩形被分解为四段直线。

利用“偏移”命令绘制直线。

修改工具栏： / 下拉菜单：[修改][偏移] / 命令窗

口：OFFSET (O) ✓

4 ✓；选择矩形的下边直线；将光标移到直线的下方单击左键，✓。

利用“修剪”命令修剪直线与圆弧。

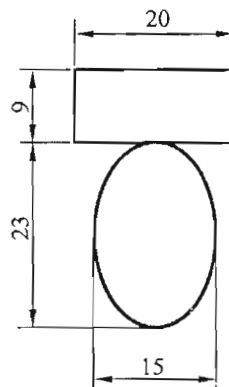
修改工具栏： / 下拉菜单：[修改][修剪] / 命令窗口：TRIM (TR) ✓

单击直线，单击椭圆；✓；选择直线与椭圆被剪部分；✓。

绘制直线 MN。

利用“偏移”命令绘制与 MN 距离相等的两直线。

删除直线 MN，完成图形。



有关“偏移”命令的补充知识：

“偏移”命令用于偏移复制线性实体，得到原有实体的平行实体。

有关“修剪”命令的补充知识：

绘图时经常需要修剪图形，将实体的多余部分除去。

使用修剪命令时，输入 E，出现提示：延伸/不延伸，当剪切线和被剪切线相交时，两者没有区别，当不相交时，两者才有区别。如图所示：E，延伸；F 不延伸。

3.8 实例 8-绘制正多边形

任务：绘制如图所示图形。

目的：学习绘制正多边形的方法。

绘制边长为 15 的正六边形

绘图工具栏： / 下拉菜单：[绘图][正多边形] / 命令

窗口：POLYGON (POL) ✓

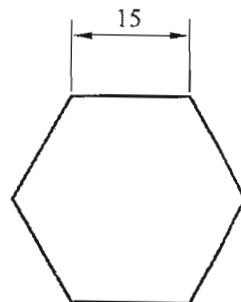
6 ✓；E ✓；单击绘图区内一点 A；15 ✓。

绘制已知圆的内接六边形

6 ✓；捕捉圆心位置；✓；15 ✓。

绘制已知圆的外切六边形。

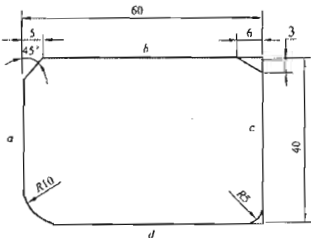
6 ✓；捕捉圆心位置；C ✓；15 ✓。

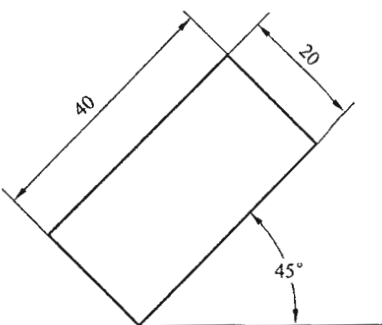


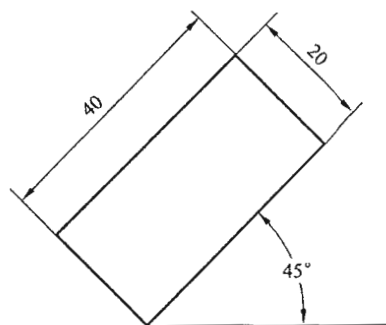
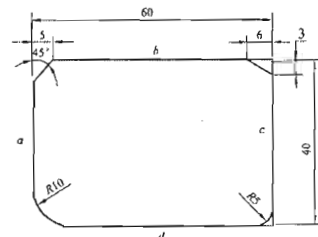
● 学习效果

第五讲 第3章 绘制平面图形（三）

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	§ 3.9-3.12 绘制倒角、圆角				
教学目的	通过实例绘制，使学生了解 AutoCAD 常用绘图命令、辅助功能的应用。				
教学重点、难点	教学重点：各种二维绘图命令的运用。 教学难点：各种二维绘图命令的运用。				
课外作业					
课后总结	倒角、圆角的画法，图层使用；旋转、比例、放大工具的使用				
授课主要内容或纲要					
<p>● 复习旧课： 常用二维编辑命令的应用。</p> <p>● 讲授新课：</p> <p>3.9 实例 9-倒角与倒圆角</p> <p>任务：绘制如图所示图形。</p> <p>目的：学习倒角、倒圆角命令及其应用。</p> <p>利用绘制直线命令绘制长为 60，宽为 40 的矩形。</p> <p>对矩形进行倒角</p> <p>修改工具栏： / 下拉菜单：[修改][倒角] / 命令窗口：CHAMFER (CHA) ✓</p> <p>A ✓ ; 5 ✓ ; ✓ ; 选择直线 b ; 选择直线 a。</p> <p>T ✓ ; N ✓ ; D ✓ ; ✓ ; 3 ✓ ; 选择直线 b ; 选择直线 c</p> <p>对矩形进行倒圆角</p> <p>修改工具栏： / 下拉菜单：[修改][圆角] / 命令窗口：FILLET (F) ✓</p> <p>T ✓ ; R ✓ ; 10 ✓ ; 选择直线 a ; 选择直线 d。</p> <p>有关“倒角”命令的补充知识： 倒角的方式有三种。①通过指定距离进行倒角，如上例；②通过指定长度和角度进行倒角，如上例；③为多段线进行倒角。</p> <p>有关“倒圆角”命令的补充知识： 倒圆角命令也可应用于多段线，如下图：</p> <p>R ✓ ; 5 ✓ ; P ✓ ; 选择此矩形。</p> <p>3.10 实例 10-旋转</p> <p>任务：绘制如图所示图形。</p> <p>目的：学习旋转命令及其应用。</p> <p>利用绘制直线命令，绘制长为 40，宽为 20 的矩形。</p> <p>对矩形进行旋转</p> <p>修改工具栏： / 下拉菜单：[修改][旋转] / 命令窗口：ROTATE (RO) ✓</p>					







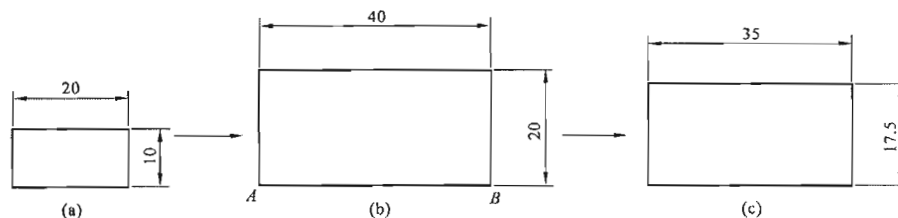
选择刚绘制的矩形 a ; ✓ ; 选择直线 b ; 捕捉矩形的 A 点; 45 ✓, 完成图形。

有关“旋转”命令的补充知识:

旋转命令的两种绘图方式, 1. 直接输入角度; 2. 参照旋转。

3.11 实例 11-比例缩放

任务: 绘制如图所示图形, 在变换过程中图形的长宽比保持不变。



目的: 学习比例缩放命令及其应用。

利用绘制矩形命令, 绘制长为 20, 宽为 10 的矩形。

利用比例因子对矩形进行缩放

修改工具栏: / 下拉菜单: [修改][缩放] / 命令窗口: SCALE (SC) ✓

(a) -- (b): 选择矩形 ; ✓ ; 选择直线 b ; 捕捉矩形上不动的点 ; 2 ✓。

(b) -- (c): 选择矩形 ; ✓ ; 捕捉矩形上点 A ;

R ✓ ; 2 ✓ ; 捕捉 A 点, 捕捉 B 点 ; 35 ✓。

3.12 实例 12-打断命令及图层设置

任务: 绘制如图所示图形。

目的: 学习打断命令并了解线型的设置等内容。

利用矩形命令、圆命令、直线命令和偏移命令, 绘制如图所示的图形。

利用打断命令将大圆在 AB 处断开

修改工具栏: / 下拉菜单: [修改][打断] / 命

令窗口: BREAK (BR) ✓

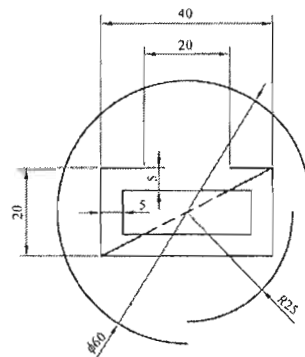
将大圆在 AB 处断开: 捕捉大圆上的象限点 A, 捕捉大圆上的象限点 B;

将小圆在 CD 处断开: 在小圆上任意一点处单击 ; F ✓ ; 捕捉小圆上的象限点 D, 捕捉小圆上的象限点 C。

将直线 MN 的一部分线段 EF 变为虚线。

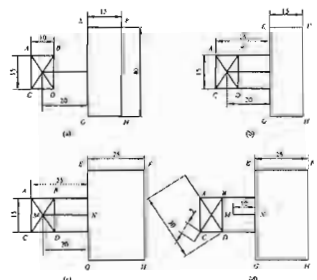
将直线 MN 分别在 E 点、F 点处断开: 选择直线 MN ; 捕捉 E 点 ; 捕捉 E 点。

将线段 EF 变为虚线: 工程图中包括不同的线型, 可利用图层来进行设置。



● 学习效果

第六讲 绘制平面图形（三）

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	3.13-3.16 图层的应用				
教学目的	通过实例绘制，使学生了解 AutoCAD 常用绘图命令、辅助功能的应用。				
教学重点、难点	教学重点：各种二维绘图命令的运用。 教学难点：各种二维绘图命令的运用。				
课外作业					
课后总结	延伸、拉伸、拉长、对齐、阵列的使用				
授课主要内容或纲要					
<p>● 复习旧课： 倒角、圆角的画法，图层的创建</p> <p>● 讲授新课</p> <p>3.13 实例 13-图层应用</p> <p>任务：绘制如图所示图形。</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;"><div style="width: 45%;"><p>目的：掌握图层、线型、线宽、颜色的设置方法。</p><p>创建图层</p><p>单击图层工具栏上的“图层管理器”按钮。</p><p>单击“新建”按钮，将“图层 1”改为“中心线”。</p><p>单击该层中对应颜色的“白色”位置，在“选择颜色”对话框中选择其中的“红色”作为中心线的颜色，线宽为默认。单击中心线层对应的“线型”，会出现“选择线型”对话框。单击“加载”按钮，在“加载或重载线型”对话框中选“CENTER”线型，并“确定”，回到“选择线型”对话框，再选择“CENTER”线型，并“确定”。</p><p>以同样的方法建立其他各图层。分别为“粗实线”、“虚线”、“细实线”和“剖面线”。</p><p>绘制中心定位线及各圆</p><p>选择“中心线”层作为当前层，绘制中心线。</p><p>打开“对象捕捉”，选择粗实线层作当前层，以给定的直径或半径作各粗实线圆及圆弧。</p><p>利用捕捉切点绘制各段切线（直线），并利用修剪命令进行修剪。</p><p>将虚线层设置为当前层，绘制虚线圆。</p><p>将细实线层设置为当前层，绘制断面轮廓。再绘制断面的剖面线，然后再选择剖面线，将其调整到“剖面线”层，如图所示。修整图形，完成全部作图。</p></div><div style="width: 45%; text-align: center;"></div></div>					
<p>3.14 实例 14-延伸、拉伸、拉长</p> <p>任务：绘制如图所示图形。</p> <p>目的：学习延伸、拉伸和拉长等内容。</p> <p>绘制基本平面图形，如图（a）所示。</p> <p>将（a）经过编辑变为（b）所示图形，用延伸命令。</p> <p>修改工具栏： / 下拉菜单：[修改][延伸] /</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"></div>					

命令窗口: EXTEND (EX) ✓

单击直线 GE ; ✓ ; 单击直线 AB 的右侧 ; 单击直线 DC 的右侧 ; ✓ 。

将 (b) 经过编辑变为 (c) 所示图形, 用延长命令。

修改工具栏: / 下拉菜单: [修改][延长] / 命令窗口: STRETCH ✓

利用交叉窗口选择矩形 EFGH 的 GH、HF、FE 各边; ✓ ; 单击图形内任意一点 ;

10 ✓。

将图 (c) 变为图 (d) 所示图形, 用拉长命令。

下拉菜单: [修改][拉长] / 命令窗口: LEN ✓

将 DA 直线拉长 30: T ✓ ; 30 ✓ ; 单击直线 DA 靠 A 部分 ; ✓ ; 直线 DA 长变为 30。

将 BC 直线拉长, 拉长量为 5: DE ✓ ; 5 ✓ ; 单击 BC 直线靠下部分 ; ✓ , BC 在原来的基础上拉长 5

将 MN 直线缩短, 长度为原来的一半: P ✓ ; 50 ✓ ; 单击直线 MN 左侧 ; ✓ , MN 在原来的基础上缩短一半, 图形绘制完成。

补充知识:

延伸命令中各选项的含义与修剪命令相同。

选择“动态 (DY)”选项时, 可根据需要对直线或圆弧沿原来方向任意拉长或缩短。

3.15 实例 15-对齐

任务: 绘制所示图形。由 (a) 变为 (b)、(c)。

目的: 学习对齐命令及其应用。

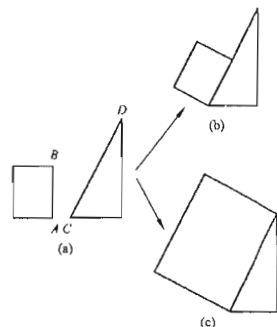
绘制基本平面图形, 如图 (a) 所示。

将 (a) 经过编辑变为 (b) 所示图形, 用对齐命令。

下拉菜单: [修改][三维操作][对齐] / 命令窗口: (AL) ✓

选择矩形 ; ✓ ; 选择矩形上 A 点 ; 选择三角形上 C 点 ; 选择矩形上 B 点 ; 选择三角形上 D 点 ; ✓ ; ✓ 。

将 (a) 经过编辑变为 (c) 所示图形, 步骤同上, 只是当提示最后一行, 选择 Y, 图形绘制完成。



3.16 实例 16-阵列

任务: 绘制所示图形。圆的直径为 80, 直线的长度为 100, 直线上距圆心近的点 to 圆心的距离为 25, 行间距为 400, 列间距为 420。

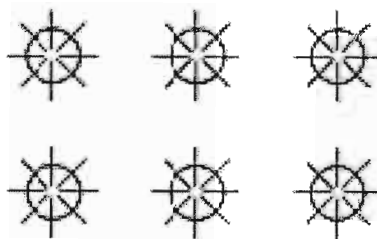
目的: 学习阵列命令及其应用。绘制其中一个基本平面图形, 用环形阵列命令。

修改工具栏: / 下拉菜单: [修改][阵列] / 命令窗口: ARRAY (AR) ✓

选择环形阵列 ; 选择 (a) 中要阵列的直线 ; 单击对话框内的“拾取中心点”按钮, 捕捉圆的圆心点 ; 根据题目要求, 对对话框内的参数进行设置。

将上面基本图形进行矩形阵列, 可得到所要求的图形。

选择矩形阵列 ; 选择 (b) 基本图形; 根据已知条件, 对阵列对话框内参数进行设置, 单击“确定”按钮, 完成图形绘制。



有关环形阵列的补充知识:

(1) 环形阵列的方法有三种:

① 项目总数和填充角度: 阵列的项数与阵列的包含角度。

- ②项目总数和项目间的角度：阵列的项数与相邻两项之间的角度。
③填充角度和项目间的角度：阵列的包含角度与相邻两项之间的角度。
以上三种形式，需根据具体条件选择。

(2)对话框中“复制时旋转项目”含义：

用于决定阵列的实体是否旋转以保持向心。选中表示边阵列边旋转，不选表示阵列后不旋转。

有关矩形阵列的补充知识：

在矩形阵列中，行距和列距有正、负之分，行距为正将向上阵列，为负则向下阵列；列距为正将向右阵列，为负则向左阵列。其正负方向符合坐标轴正负方向。

● 学习效果

第七讲 绘制平面图形（四）

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	3.17-3.21 其他平面的画法				
教学目的	通过实例绘制，使学生了解 AutoCAD 常用绘图命令、辅助功能的应用。				
教学重点、难点	教学重点：各种二维绘图命令的运用。 教学难点：各种二维绘图命令的运用。				
课外作业					
课后总结	构造线、曲线、填充、夹点编辑的使用				

授课主要内容或纲要

● 复习旧课：

图层的使用方法，延伸、拉伸、拉长、对齐、阵列的使用。

● 讲授新课

3.17 实例 17-构造线

任务：绘制所示图形。

目的：学习如何利用构造线进行辅助绘图。

绘制构造线 a、c、d，用构造线命令。

修改工具栏： / 下拉菜单：[绘图][构造线] /

命令窗口：XLINE (XL) ✓

单击绘图区内一点；✓；0 ✓；10 ✓；选择线 a；单击 a 线上方一点；✓；同理可得到与 a 平行的构造线 d。

绘制构造线 b、e、f，用构造线命令。

V ✓；单击绘图内一点；✓；同理利用偏移选项 (O)，可得到 e 和 f 线。

利用修剪命令，完成基本轮廓的绘制

利用角度 (A) 选项绘制图中的 AB。

A ✓；30 ✓；捕捉 A 点；✓，得到直线 AB。

利用二等分 (B) 选项绘制图中的 m

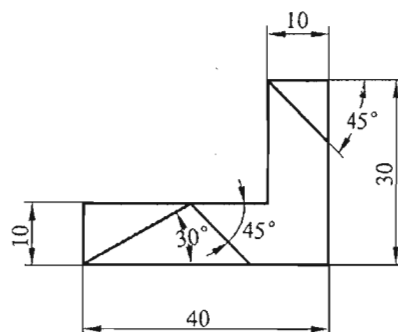
B ✓；捕捉 C 点；捕捉 D 点；捕捉 E 点；✓，经过修剪得到 m 线段。

利用偏移 (O) 选项绘制图中的 n

O ✓；单击直线 m；捕捉点 B；✓，得到直线 n。

有关构造线的补充知识：

通过绘制本节实例可知，构造线是通过某两点或通过一点并确定了方向的向两个方向无限延长的直线，一般用于绘制辅助线，常用于绘制三视图。

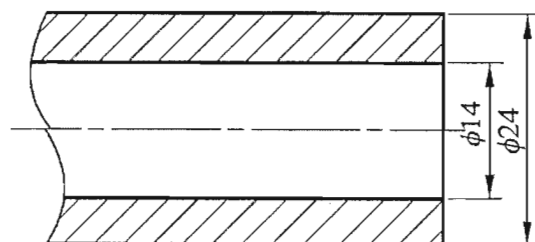


3.18 实例 18-样条曲线及图案填充

任务：绘制所示图形。

目的：学习样条曲线绘制及图案填充的方法。

绘制所示图形。



点划线的绘制方法，可参考 3-12 节中虚线的绘制方法，不同的是中心线层加载线型时选择“CENTER”。下面主要讲解 3-60 图中左侧曲线的绘制方法。

左侧曲线的绘制方法。

绘图工具栏： / 下拉菜单：[绘图][样条曲线] / 命令窗口：SPLINE (SPL)

单击 A 点；单击 D 附近的点；单击 E 附近的点；单击 C 点； / ；移动光标，改变曲线的起点的切线方向；移动光标，改变曲线的终点的切线方向。

在上图的基础上绘制剖面线

绘图工具栏： / 下拉菜单：[绘图][图案填充] / 命令窗口：BHATCH (BH/H)

单击“添加：拾取点”按钮，单击要填充图案的封闭区域； / ；设置一个样例； / 。

有关图案填充的补充知识：

1. 设置填充图案特性。

填充图案和绘制其它对象一样，图案所使用的颜色和线型将使用当前图层的颜色和线型。

2. 图案的选择和使用

系统提供三种类型的图案可供用户选择：预定义，用户定义和自定义。

下面分别介绍预定义及用户定义图案：

(1)预定义图案选择和设置

选择预定义的图案方法有两种：单击“图案”右侧的按钮；单击“样例”图案的预览小窗口。其参数包括角度和缩放比例，其中角度用于旋转图案，缩放比例用于设定放大或缩小图案。

(2)用户定义图案参数的设置

用户定义图案只能由平行线构成，其参数包括角度和间距。其中角度是指直线相对于 X 轴的夹角，间距为线间距。如果选择了下边的“双向”选项，将会画出两组相互垂直的平行线。

3. 定义要填充图案的区域

利用“图案填充和渐变色”对话框中的“添加：拾取点”按钮；利用“图案填充和渐变色”对话框中的“添加：选择对象”按钮。

4. 对话框中其它选项的含义

“删除边界”按钮。该按钮只有在点选边界后才可用。

“查看选择集”按钮。单击该按钮将显示当前定义的选择集。用户未选择边界时，该选项不可用。

“继承特性”按钮。单击该按钮，系统要求用户在图中选择一个已有的填充图案，然后将其图案的类型和属性设置作为当前的填充设置。

“选项”区：

关联：填充图案与边界实体具有关联性，当调整图案的边界时，填充图案会随之调整。

创建独立的图案填充：填充图案与边界实体不具有关联性，当调整图案的边界时，填充图案不会随之调整。

绘图次序

可以在创建图案填充之前给它指定绘图顺序。将图案填充置于其边界之后可以更容易地选择图案填充边界。

图案填充原点

创建和编辑填充图案时可以指定填充原点。用户可以使用当前的原点，通过点击一个点来设置新的原点，或利用边界的范围来确定。甚至可以指定这些选项中的一个

来做为默认的行为用于以后的填充操作。

5. “高级”选项的内容

通过可伸缩屏来访问高级选项，单击按钮，得到对话框。“孤岛检测样式”栏：列出了三种填充方式：①普通：将从最外层边界开始，交替填充第一、三、五等奇数层区域。②外部：将只填充最外层的区域。③忽略：将忽略所有内部边界，填充整个区域。

6. “渐变色”选项卡的内容

单色 指定使用从较深色调到较浅色调平滑过渡的单色填充。

双色 指定在两种颜色之间平滑过渡的双色渐变填充。

颜色样本 指定渐变填充的颜色。显示的默认颜色为图形的当前颜色。

置中 指定对称的渐变配置。如果没有选定此选项，渐变填充将朝左上方变化，创建光源在对象左边的图案。

角度 指定渐变填充的角度。

渐变图案 显示用于渐变填充的九种固定图案。

3.19 实例 19-面域与查询

任务：利用面域和布尔运算，将图(a)变为图(b)形式，并求图(b)的面积(不计内部四个圆)。

目的：学习面域的创建方法、布尔运算、面域数据的提取方法及有关查询的其他知识。

绘制(a)图。

将图形(a)定义成面域。

绘图工具栏： / 下拉菜单：[绘图][面域] / 命令窗口：REGION (REG) ✓

选中(a)中所有图形；✓。

对其进行着色，就可以看到面域的图形将被填充上灰色，下拉菜单：[视图][着色][平面着色]

对面域的图形进行布尔运算

(1)将四个直径为16的圆和图中最大的圆做并集运算

实体编辑工具栏： / 下拉菜单：[修改][实体编辑][并集] / 命令窗口：UNION (UNI) ✓

执行并集后的图形线框图与图(b)相同，着色后的图形与图3-69相同。

(2)将四个直径为10的圆和图中最大的圆做差集运算，可将四个小圆从图中减去。

实体编辑工具栏： / 下拉菜单：[修改][实体编辑][差集] / 命令窗口：SUBTRACT (SU) ✓

选择最大的圆；✓。

提取面域数据。

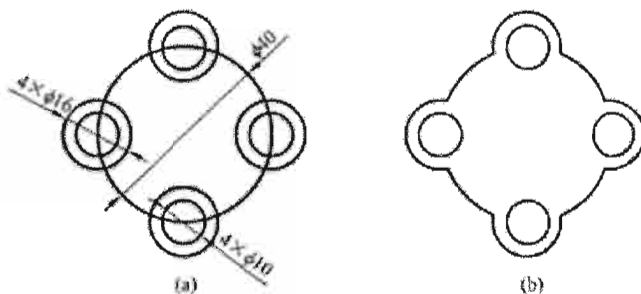
(1)将四个直径为16的圆和图中最大的圆做并集运算

查询工具栏： / 下拉菜单：[工具][查询][面域/质量特性] / 命令窗口：MASSPROP ✓

选择图3-70中图形；✓。打开如图所示文本窗口。状态栏提示：是否将分析结果写入文件？如果执行Y操作，会打开“创建质量与面积特性件”对话框，将分析结果保存在所选的位置；如果选择N，则结束命令的操作。

有关面域的补充知识：

1. 面域是以封闭边界创建的二维封闭区域。组成面域的边界必须共面，而且不能自相交。



2. 创建面域的另一种方法—边界法。

下拉菜单：[绘图][边界...] 命令窗口：BOUNDARY (BO) ✓

执行上述操作，打开“边界创建”对话框，单击“拾取点”按钮，在要创建面域的区域单击，系统自动分析边界，回车面域创建完成。

在一些特殊情况下，只有用 BOUNDARY 命令才能完成面域的创建，而用 REGION 命令是不行完成的，如图所示图形的面域。

有关布尔运算的补充知识：

用户可以对面域进行三种操作，即并集、差集和交集。下面介绍有关交集的内容：

交集是指从两个或两个以上面域中抽取其重叠部分的操作，如图所示，图 (b) 可由图 (a) 经交集操作创建。

实体编辑工具栏： / 下拉菜单：[修改][实体编辑][交集] / 命令窗口：INTERSECT (IN) ✓

✓，完成图形 (b) 的绘制。

有关查询的补充知识：

本节例题用到“面域 / 质量特性”命令，可对某实体或面域的质量特性进行查询。下面介绍有关查询的其它内容。

(1) 查询距离

查询工具栏： / 下拉菜单：[工具][查询][距离] / 命令窗口：DIST (DI) ✓

捕捉 A 点；捕捉 B 点，查询完成。

(2) 查询面积

查询工具栏： / 下拉菜单：[工具][查询][面积] / 命令窗口：AREA ✓

A ✓；0 ✓；选择矩形；选择圆；✓；✓。

3.20 实例 20-夹点编辑

任务：完成由 (a) 到 (d) 及由 (a) 到 (e) 的绘制过程。

目的：学会使用夹点编辑图形。

绘制 (a) 图。

利用夹点编辑方法将矩形移向三角形，使图中 A 点移到 C 点。

单击选择矩形；点取 A 处的夹点，使之变成红色；鼠标右键，选择移动；拖动基夹点，在 C 点处单击；按 Esc 键，取消夹点。完成由 (a) 到 (b) 的绘制。

利用夹点编辑方法将 (b) 的矩形绕 C 点旋转，使矩形的 AB 边与三角形的 CD 边重合。

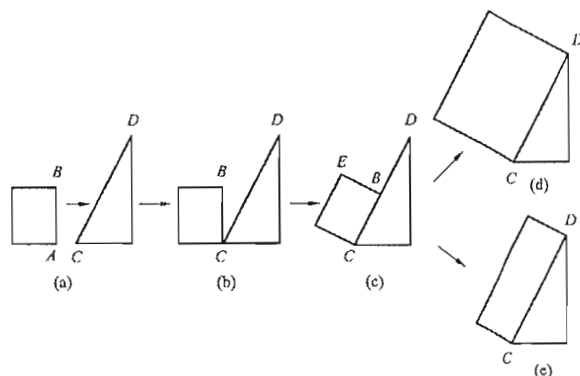
单击选择矩形；点取 C 处的夹点，使之变成红色；鼠标右键，选择旋转；R✓；单击 C 点；单击 B 点；单击 D 点。按 Esc 键，取消夹点。完成 (b) 到 (c) 的绘制。

利用夹点编辑方法将 (c) 的矩形进行比例缩放，使矩形的 CB 边与三角形 CD 边重合。

单击选择矩形；点取 C 处的夹点，使之变成红色；鼠标右键，选择缩放；R✓；单击 C 点；单击 B 点；单击 D 点。按 Esc 键，取消夹点。完成 (c) 到 (d) 的绘制。

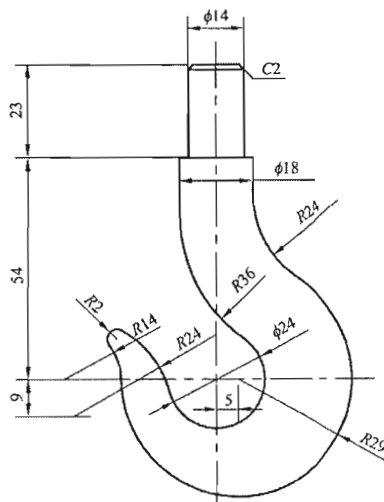
利用夹点编辑方法将 (c) 的矩形进行拉伸，矩形的宽度不发生变化，并使矩形的 CB 边与三角形 CD 边重合。

单击选择矩形；按住 Shift 键，点取 B 和 E 处的夹点，使之变成红色；释放 Shift



第八讲 绘制平面图形实例（一）

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	§ 4.1 绘制平面图形综合实例 1—平面图形				
教学目的	通过典型实例绘制，进一步巩固和加强常用的绘图与修改命令的使用，熟练掌握绘制平面图形的一般步骤和方法，并从中掌握一定的绘图操作技巧。				
教学重点、难点	教学重点：绘制平面图形的步骤、方法及绘图操作技巧。 教学难点：绘图操作技巧。				
课外作业					
课后总结	绘制平面图形的步骤、方法及绘图操作技巧。				
授课主要内容或纲要					
<p>● 复习旧课： 常用二维绘图及编辑命令的应用技巧。</p> <p>● 讲授新课：</p> <p>4.1 实例 1—平面图形</p> <p>任务：绘制如图所示的平面图形。</p> <p>目的：通过绘制此图形，训练直线、圆、圆弧、偏移命令以及修剪、倒角、圆角命令的使用方法，以及含有连接圆弧的平面图形的绘制方法，提高绘图速度。</p> <p>图形及绘图分析</p> <p>要绘制该图形，应首先分析线段类型。</p> <p>设置绘图环境，包括图纸界限、图层（线型、颜色、线宽）等的设置。</p> <p>本例中的绘图基准是图形的中心线，然后使用圆命令绘制出各个圆，再用修剪命令完成图形。</p> <p>绘图步骤分解：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 新建一张图纸，图纸区域取系统的默认值 A3 (420×297)。 2. 显示图形界限 单击“全部缩放”按钮，运行“图形缩放”命令中的“全部”选项。图形栅格的界限将填充当前视口。或者在命令窗口输入 Z，回车，再输入 A，回车。 3. 设置对象捕捉 在状态栏的“对象捕捉”按钮上单击鼠标右键，选择“设置...”，在弹出的“草图设置”对话框中，选择“交点”、“切点”、“圆心”、“端点”，并启用对象捕捉，单击“确定”按钮。 4. 设置图层 按图形要求，打开“图形特性管理器”，设置以下图层、颜色、线型和线宽： 					



图层名	颜色	线 型	线 宽
轮廓	白色	Continuous	0.5 毫米
中心线	红色	CENTER	默认
尺寸线	品红	Continuous	默认

5. 绘制中心线

选择图层

通过“图层”工具栏，将“中心线”层设置为当前层。

绘制垂直中心线 AB 和水平中心线 CD

打开正交，调用直线命令，在屏幕中上部单击，确定 A 点，绘制出垂直中心线 AB。在合适的位置绘制出水平直线 CD，如图所示。

6. 绘制吊钩柄部直线

柄的上部直径为 14，下部直径为 18，可以用中心线向左右偏移的方法获得轮廓线，两条钩子的水平端面线也可用偏移水平中心线的方法获得。

单击“偏移”按钮，调用偏移命令，将直线 AB 分别向左右各偏移 7 个单位和 8 个单位，获得直线 JK、MN 及 QR、OP；将 CD 向上偏移 54 个单位获得直线 EF，再将刚偏移所得直线 EF 向上偏移 23 个单位，获得直线 GH

7. 修剪图线至正确长短

(1) 单击“倒角”按钮，设置当前倒角距离 1 和 2 的值均为 2 个单位，将直线 GH 与 JK、MN 倒 45 度角。再设置当前倒角距离 1 和 2 的值均为 0，将直线 EF 与 QR、OP 倒直角。

(2) 单击“修剪”按钮，以 EF 为剪切边界，修剪掉 JK 和 MN 直线的下部。单击“打断”按钮，将 QR、OP 直线下部剪掉。完成图形如图所示。

8. 绘制已知线段

(1) 将“轮廓”层作为当前层，调用直线命令，启动对象捕捉功能，绘制直线 ST。

(2) 调用圆命令，以直线 AB、CD 的交点为圆心，绘制直径为 $\Phi 24$ 的已知圆。

(3) 确定半径为 29 的圆的圆心

(4) 调用圆命令，以交点为圆心，绘制半径为 29 的圆。

9. 绘制连接弧 R24 和 R36

单击“圆角”按钮，给定圆角半径为 24，在直线 OP 上单击作为第一个对象，在半径为 R29 圆的右上部单击，作为第二个对象，完成 R24 圆弧连接。

同理以 R36 为半径，完成直线 QR 和直径为 $\Phi 24$ 圆的圆弧连接。

10. 绘制钩尖半径为 R24 的圆弧

(1) 确定圆心

调用偏移命令，将 CD 直线向下偏移 9 个单位，得到直线 XY。

再调用偏移命令，将直径为 $\Phi 24$ 的圆向外偏移 24 个单位，得到与 $\Phi 24$ 相外切的圆的圆心轨迹。圆与直线 XY 的交点为连接弧圆心。(2) 绘制连接圆弧

调用圆命令，以为圆心，绘制半径为 24 的圆。

11. 绘制钩尖处 R14 的圆弧

(1) 调用偏移命令，将 $\Phi 29$ 的圆向外偏移 14 个单位，得到与 $\Phi 29$ 相外切的圆的圆心轨迹。该圆与直线 CD 的交点为连接弧圆心。

(2) 调用圆命令，以为圆心，绘制半径为 R14 的圆，结果如图所示。

12. 绘制钩尖处 R2 的圆弧

调用圆角命令，给出圆角半径为 2 个单位，在半径为 R14 的圆上右偏上的位置单击，作为第一个对象，在半径为 R24 的圆上右偏上位置单击，作为第二个圆角对象。

13. 编辑修剪图形

删除两个辅助圆；修剪各圆和圆弧成合适的长短；用夹点编辑或打断的方法调整中心线的长度。

● 学习效果

第九讲 绘制平面图形实例（二）

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	4.2 绘制平面图形综合实例 2—三视图				
教学目的	通过典型实例绘制，使学生进一步掌握三视图、轴测图的绘制方法与技巧。				
教学重点、难点	教学重点：三视图的绘制方法与技巧。 教学难点：三视图绘制方法与技巧。				
课外作业					
课后总结	三视图的绘制方法与技巧				

授课主要内容或纲要

● 复习旧课：
回顾前期所学的机械制图课与本门课程的关系。

● 讲授新课

4.2 实例 2—三视图

绘制组合体三视图前，首先应对组合体进行形体分析。分析组合体是由哪几部分组成的，每一部分的几何形状，各部分之间的相对位置关系，相邻两基本体的组合形式等。然后根据组合体的特征选择主视图，主视图的方向确定之后，其他视图的方向也就随之确定。

任务：绘制如图所示的三视图。

目的：熟悉三视图的绘制方法和技巧，学会利用“构造线”——即“辅助线”方法和对象捕捉、对象追踪的方法，来保证三视图的三等关系，提高绘图速度。

图形分析：
此轴承座可分为四部分，长方体的底座、上部的圆柱筒、两侧的肋板和前部带圆孔的长方体立板，空心圆筒位于长方形板的正上方，肋板对称分布在圆筒的左右两侧。画图时应按每个结构在三个视图中同时绘制，不要一个视图画完之后再去画另一个视图。

绘制该图形时，应首先绘制出中心线，确定出三视图的位置，然后绘制底板的外形结构，其次绘制圆筒，再次绘制两侧的肋板，前部立板，最后绘制各个结构的细小部分。

绘图步骤分解：

1. 绘图环境设置

设置图形界限 新建一张图纸，图形界限设置为 420×297 ，运行“图形缩放”命

令中的“全部”选项。

设置对象捕捉 选择“交点”、“端点”、“中点”、“圆心”等，并启用对象捕捉。

2. 设置图层

按图形要求，打开“图形特性管理器”对话框，设置轮廓线层、中心线层、虚线层、辅助线层。

3. 绘制“中心线”等基准线和辅助线

绘制基准线 选择中心线层，调用直线命令，绘制出主视图和俯视图的左右对称中心线 BE，俯视图的前后对称中心线 FA，左视图的前后对称中心线 CD。在轮廓线层，绘制主视图、左视图的底面基准线 GH、IJ。

绘制辅助线 选择辅助线层，调用构造线命令，通过 FA 与 CD 的交点 C，绘制一条 -45° 的构造线。

4. 绘制底板外形

利用偏移命令绘制轮廓线

用修剪、圆角命令完成底板外轮廓绘制

5. 绘制上部圆筒

绘制俯视图的圆；调用偏移命令和构造线命令绘制主视图轮廓线；调用偏移命令绘制左视图轮廓线；将内孔线调整到虚线层；修剪图形。

6. 绘制左右肋板

调用偏移命令和构造线命令绘制俯视图、左视图上偏移复制肋板后面投影。

调用直线命令绘制主视图上肋板斜面投影。

修剪三个视图中多余的线；镜像复制主视图中右侧肋板；调用构造线命令和圆弧命令绘制左视图中肋板与圆筒相交弧线 R9S

7. 绘制前部立板

调用偏移命令和修剪命令和倒角命令绘制前部立板；调用直线命令和修剪命令绘制左视图前部立板与圆筒交线 UV；调用偏移命令和圆命令绘制前部立板圆孔。

8. 编辑图形

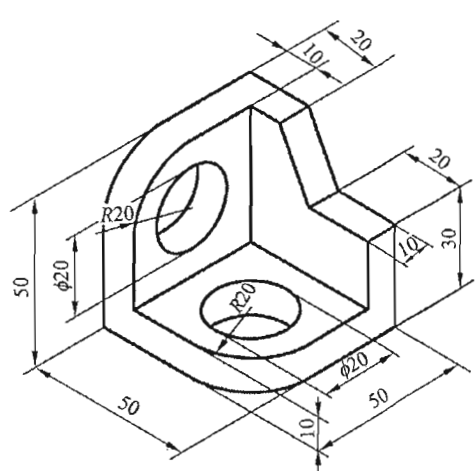
(1) 删除多余的线。

(2) 调用打断命令，在主视图和俯视图中间，打断中心线 BE。

(3) 调整各图中心线到合适的长短，完成全图。

● 学习效果

第十讲 绘制平面图形实例（三）

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	4.3 轴测图				
教学目的	掌握轴测图的画法				
教学重点、 难点	教学重点：轴测图的绘制方法（拆、分） 教学难点：对图的分析				
课外作业					
课后总结					
授课主要内容或纲要					
<div><div><div>● 复习旧课： 回顾前期所学的机械制图课与本门课程的关系。</div><div>● 讲授新课</div><div>4.3 实例 3-轴测图</div><div>轴测图又称立体图，常用的有正等测和斜二测。绘制轴测图时也要对图形进行形体分析，分析组合体的组成，然后作图。</div><div>AutoCAD 在绘制正等轴测图时，专门设置了“等轴测捕捉”的栅格捕捉样式。而画斜二测轴测图时利用 45° 的极轴追踪很容易绘制。所以这里只介绍正等轴测图的绘制方法。</div><div>任务：绘制如图所示的轴测图。</div><div>目的：熟悉轴测图的绘制方法和技巧。</div><div>图形分析： 该图形表示的是一个正等轴测图。水平方向是一个长方体的板上开一个圆形通孔，并倒有圆角。正立面结构与水平面相同。侧面上用一个水平面和一个侧垂面截去一个角。</div><div>绘图步骤分解： 1. 新建一张图纸，图纸区域取系统的默认值。 2. 设置对象捕捉 在状态栏的“对象捕捉”按钮上单击鼠标右键，选择“设置…”，在弹出的“草图设置”对话框中，选择“交点”、“切点”、“圆心”、“端点”，并启用对象捕捉，单击“确定”按钮。 3. 设置图层 该图形只用到了粗实线，所以可以只设置一个“轮廓线”层，线型为 CONTINUOUS，线宽为 0.5mm。 4. 设置捕捉类型和样式 在状态栏的“捕捉”或“栅格”按钮上单击鼠标右键，弹出“草图设置”对话框，在“捕捉和栅格”选项卡上，将“捕捉类型和样式”设置为“等轴测捕捉”。此时光标变成了等轴测方向。按 F5 键可切换三种样式。 5. 绘制水平底板 将光标切换至“等轴测上”状态，调用直线命令画出上表面的菱形；调用直线命令左侧面 AEFD 的绘制；将光标切换至“等轴测右”状态。以同样的方法得前表面</div><div></div></div></div>					

FGCD 。

6. 绘制右侧、后侧立板

绘制右侧、后侧立板的内侧轮廓线，再绘制外侧框线；删除 AE、CG 处线段；将光标切换至“等轴测右”状态。以同样的方法得前表面 FGCD 。

7. 绘制底面圆孔

调用直线命令确定椭圆中心；调用椭圆命令绘制椭圆（I；捕捉交点 O；10）；调用复制命令，绘制下底面椭圆；修改图形。

8. 绘制底面圆角

调用“椭圆”命令（I；捕捉上表面椭圆圆心；20）；再向下复制该椭圆；再调用修剪命令修剪图形再调用修剪命令修剪图形。

注意：此处不能用圆角命令，因为轴测图中的圆角是椭圆弧，而用圆角命令所绘制的弧线为圆弧。

9. 绘制后侧立面的圆孔和倒圆角

调整光标至“等轴测右”状态，用前面的方法绘制圆孔和倒圆角。

10. 绘制右侧立面结构

调用直线命令确定点 I 和点 J；再调用直线命令完成折线 ZMNJ 和 HKM 的绘制；调用直线命令，连接 JK。

注意：直线 HI 与 PF 在轴测图中不能用偏移复制方法获得。因为偏移复制所给的距离为原直线与偏移复制的直线间的垂直距离。

11. 编辑整理图形

删除直线 ZM、PH，用修剪命令修剪图形。

12. 保存图形

● 学习效果

第十一讲 绘制机械样图（一）

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	5.1 机械图样实例 1—定位销轴的零件图绘制				
教学目的	通过典型机械图样绘制,使学生掌握尺寸标注、块与样板图的应用等知识。				
教学重点、难点	教学重点: 尺寸标注、块与样板图的应用。 教学难点: 块的应用。				
课外作业					
课后总结					

授课主要内容或纲要

- 复习旧课:
回顾前期所学的机械制图课与本门课程的关系。
- 讲授新课
5.1 实例 1—定位销轴的零件图绘制
任务: 绘制如图所示的定位销轴零件图。

目的: 熟悉文字标注、尺寸标注、块等部分知识,掌握机械图样的绘制方法。

绘图步骤分解

1. 创建图层

按需要创建以下图层, 如图所示。

2. 绘制边框

绘制两个矩形, 为 A3 图纸的大小和边框线, 粗细实线应设在不同的图层上, 尺寸如图所示。

3. 绘制标题栏

使用分解命令将矩形炸开, 再使用偏移命令复制标题栏的内部直线, 再使用修剪命令修剪图线, 最后将内部的图线调整到细实线层。

填充文字

①创建文字样式

样式工具栏: / 下拉菜单: [格式][文字样式]

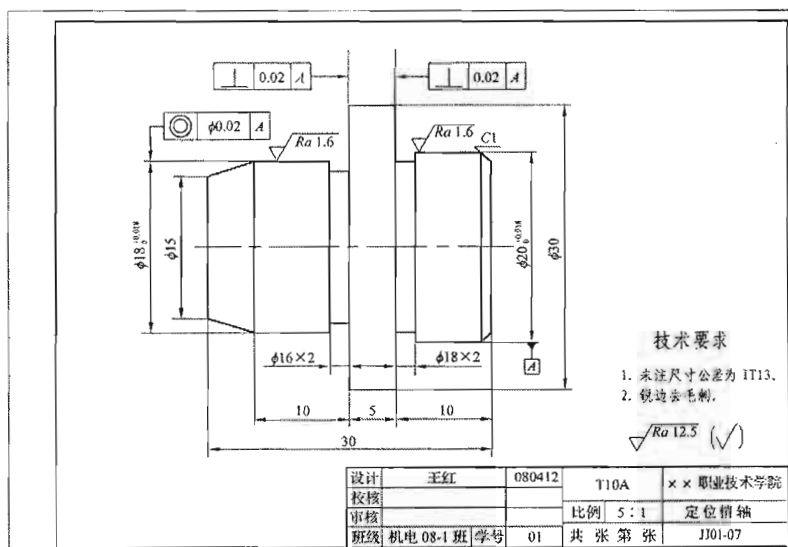
命令窗口: STYLE✓

单击“新建”按钮输入“汉字”

字体选择“gbenor. shx”

高度为“0”, 宽度因子为“1”

②填写图名文字“定位销轴”



文字样式工具栏: / 下拉菜单: [绘图] [文字] [单行文字] / DTEXT (DT)

✓
dt ✓ ; j ✓ ; mc ✓ ; 捕捉 MN 中点 ; 7 ✓ ; ✓ ; 输入“定位销轴” ; 两次回车, 结束命令。删除直线 MN。

③填写“设计”文字

dt ✓ ; j ; mc ; 捕捉 MN 中点 ; 5 ; ✓ ; 输入“设计” ; 两次回车, 结束命令。
删除直线 MN。

④填写其它文字

调用“复制”命令, 复制出如图所示位置的文字。

用类似的方法填写完标题栏。

4. 绘制图形

轴的零件图具有一对称轴, 且整个图形沿轴线方向排列, 大部分线条与轴线平行或垂直。我们可先画出轴的上半部分, 然后用“镜像”命令复制出轴的下半部分。

用“偏移”、“修剪”等命令绘图。根据各段轴颈和长度, 平移轴线和左端面垂线, 然后修剪多余线条绘制各轴段。也可以用“矩形”命令, 通过计算绘出各个矩形。

用“倒角”绘制轴端倒角。

因此图采用 5: 1 比例, 故按 1: 1 绘图后用“缩放”命令将图形放大 5 倍, 调整至合适位置, 如图所示。

5. 标注尺寸和形位公差

在 AutoCAD 中标注尺寸, 可通过操作下拉菜单 [标注] 或“标注”工具栏 (如图所示) 中尺寸标注命令来完成。

对图形进行尺寸标注应遵循以下步骤:

- 创建标注层
- 建立用于尺寸标注的文字样式
- 确定比例
- 设置尺寸标注样式
- 捕捉标注对象并进行尺寸标注

(1) 设置尺寸标注样式

通常先设置一个“基本样式”, 按照机械制图的绘图标准设置必要的参数, 以确保能用于常用标注类型的尺寸标注, 而其它如带有前后缀、水平放置等特殊要求标注, 只需在这个样式的基础上使用“样式替代”稍加修改即可。在将这个“基本样式”运用于具体的不同尺寸图形标注时, 还应结合所使用的图幅规格和比例来确定修改“标注特征比例”的值, 以保证输出的图形和标注符合国家标准。

①新建标注样式

打开“标注样式管理器”对话框, 单击“新建”按钮; 在“基础样式”下拉列表框中选择默认基础样式为 ISO-25; 在“用于”下拉列表框中选择“所有标注”项; 单击“继续”按钮, 打开“新建标注样式”对话框, 如图所示。

利用“线”“符号和箭头”“文字”“主单位”等可以设置标注样式的所有内容; 单击“置为当前”按钮, 将其设置为当前样式

②设置“线”选项卡

用于设置尺寸线、延伸线的格式和位置。

a. 尺寸线 用于设置尺寸线的颜色、线宽、超出标记、基线间距和隐藏情况等, 常规情况下, 尺寸线的颜色和线宽都采用“ByLayer” (随层), 基线间距暂选用 8。

b. 延伸线 用于设置尺寸界线的颜色、线宽、超出尺寸线的长度、起点偏移量和隐藏控制等, 超出尺寸线在国标中规定为 2~3mm。

③设置“符号和箭头”选项卡

用于设置箭头、半径标注折弯等。

a. 箭头 用于设置尺寸线和引线箭头的类型及箭头尺寸的大小, 机械制图国标规定, 尺寸线截止符采用“实心闭合”, 箭头大小: 国标中规定为 2~4, 在这里选用 3。

b. 圆心标记 用于设置圆心标记的类型、大小和有无，圆心标记类型若选择“标记”，则在圆心位置以短十字线标注圆心，该十字线的长度由“大小”编辑框设定。

c. 半径折弯标注 当圆弧半径较大、超出图幅时，不便于直接标出圆心，因此将尺寸线折弯表示出，这里设为“15°”。

④设置“文字”选项卡

用于设置文字外观、位置、对齐等项目。

a. “文字外观” “文字样式”：取事先设置的“符号”样式；“文字颜色”：“ByLayer”；“文字高度”：视图幅规格按国标要求设置，这里选取“3.5”。

b. “文字位置” 按国标设置，垂直取“上”、水平取“居中”；从“尺寸线偏移”一项选用“1”，它是文字偏移尺寸线的距离。

c. “文字对齐” “水平”：这个单选项用于标注角度和半径；“与尺寸线对齐”：这个单选项为线性类尺寸标注的常用选项。

⑤设置“调整”选项卡

用于设置文字外观、位置、对齐等项目。

a. “调整选项”、“文字位置”、“优化”三个选项区，采用默认项即符合国标要求。

b. “标注特征比例”：文本框中的数字用于控制“箭头大小”、“文字高度”等参数的倍数，在1:1比例绘图的前提下，如果要以1:2输出图形到指定规格的图幅，则在此文本框中输入2，以保证按1:2输出后的图纸符合国家制图标准。

⑥设置“主单位”选项卡

用于设置单位格式、精度、测量单位比例等值。

a. “线性标注” “单位格式”：选取“小数”；“精度”：依据图形精度需要设置，这里设为“0”；“小数分隔符”：选句点；“前缀”和“后缀”：进行线性标注时，系统测量尺寸数据前或后面出现的符号。

b. “测量单位比例”系统的测量值与此值的积，显示为标注结果数值，在这里此值取“0.2”。

c. “角度标注” “单位格式”：选取“十进制度数”；“精度”：依据图形精度需要设置为小数点后位数，暂设为“0”。

⑦设置“公差”选项卡

用于设置公差格式等。

a. “公差格式”区“方式”下拉列表选取“无”，在没有公差时使用。

b. “公差格式”区“方式”下拉列表选取“对称”。

c. “公差格式”区“方式”下拉列表选取“极限偏差”。

“高度比例”：公差字高与此值的积为最终高度，常用值为“0.5”。如果设精度的小数为两位，在偏差文本框“上偏差”中输入“0.02”、“下偏差”中输入“-0.01”，“高度比例”取“0.5”，“垂直位置”取“中”，则采用线性标注标出的结果如图所示。

(2) 尺寸标注

①线性标注

标注工具栏： / 下拉菜单：[标注][线性] / 命令窗口：DIMLINEAR✓

a. 标注尺寸 $\phi 16 \times 2$ 捕捉交点；捕捉另一个交点；m✓；在“2”前输入“%%c16x”，其中“%%c”会自动变为“ ϕ ”，单击“确定”按钮。

尺寸位置如果不合适，可使用“编辑标注文字”命令移动标注文字

标注工具栏： / 命令窗口：DIMTEDIT✓

b. 标注尺寸 $\phi 18 \times 2$ 标注方法与 $\phi 16 \times 2$ 相同。

捕捉交点；捕捉另一个交点；t✓；%%c18x2。

c. 标注尺寸 $\phi 15$ 和 $\phi 30$ 可新建一个标注样式“非圆样式”进行标注。在“基础样式”下拉列表框中选择默认基础样式为“基本样式”；设置“主单位”选项卡时“前缀”输入“%%C”，其它不变。这样用“非圆样式”进行线性标注的尺寸前就出现“ ϕ ”。

d. 标注尺寸 10（左侧）

捕捉交点；捕捉另一个交点；单击一点。

③基线标注

使用基线标注可以创建一系列由相同的标注原点测量出来的标注。

标注工具栏: / 下拉菜单: [标注][基线] / 命令窗口: DIMBASELINE; 拾取尺寸界线; 捕捉交点; ✓。

④尺寸公差标注

尺寸公差能有效控制零件的加工精度, 它的标注形式是通过标注样式中的公差格式来设置的。

下拉菜单 [标注] 中选择 [样式]; 在“标注样式管理器”中创建新的样式“公差样式”

公差格式区设置“方式”为“极限偏差”; 在“精度”栏选择“0.000”; 输入“上偏差”: “0.018”; “下偏差”: “0”; “高度比例”: “0.5”; “垂直位置”: “中”。进入“主单位选项卡”在前缀文本框中输入“%%C”。确定后选取这个样式为当前样式。

⑤形位公差标注

命令: LEADER✓

捕捉细实线上一点; ✓; ✓; T✓

打开“形位公差”对话框, 单击“符号”框, 打开“符号对话框”在“符号”对话框中选择形位公差符号, 在“公差1”文本框中填写形位公差值“0.02”, 在“基准1”文本框中填写基准“A”。用同样的方法标注其它形位公差。

⑥引线标注

在 AutoCAD 中, 使用引线标注可以对尺寸标注中的一些特例进行标注。引线不能测量距离, 通常由带箭头的直线或样条组成, 注释文字写在引线末端。

命令: qleader ✓

捕捉细实线上一点; ✓; ✓; T✓

6. 标注表面粗糙度

为了使此符号能在其它图中使用, 可将其建成块, 这样当需要时直接插入即可。

(1) 块的创建

绘图工具栏: / 下拉菜单: [绘图][块][创建...] / 命令窗口: BLOCK 或 BMAKE 或 B✓

“名称”项中输入名称: “表面粗糙度”; 单击“拾取点”按钮, 选取一点作为插入点; 单击“选择对象”按钮, 选取整个粗糙度符号。

“块单位”的设置: 单击下拉箭头, 将出现下拉列表选项, 用户可从中选取所插入块的单位。

“说明”: 用户可以在说明下面的输入框中详细描述所定义图块的资料。

(2) 块的输出

用上述方法创建的块只能在创建它的图形中应用, 而有时用户需要调用别的图形中所定义的块。AutoCAD 提供一个 WBLOCK 命令来解决这个问题。把定义的块, 作为一个独立图形文件写入磁盘中, 可供其它图形使用。

创建块文件的方法如下:

在命令行中输入 WBLOCK 或 W, AutoCAD 会出现图所示的“写块”对话框。

①在“源”项中选择“块”单选按钮, 单击右边的下拉箭头, 选择刚刚创建的名为“表面粗糙度”的块。

②在“目标”项中设置输出的文件名和路径以及插入块的单位。本例中的设置如图所示。

(4) 块的插入

绘图工具栏: / 下拉菜单: [插入][块...] / 命令窗口: INSERT✓

弹出“插入”对话框, 如图所示。

①单击“浏览”按钮, 选择要插入的“表面粗糙度”的块文件。

②确定图块的插入点: 选中“在屏幕上指定”选项, 然后在图形上指定。

③确定块的缩放比例: 可根据图形的大小, 在屏幕上指定。

④指定插入块时的旋转角度：可在“角度”框中直接输入旋转角度值，或是通过“在屏幕上指定”选项在屏幕上指定。

下面通过加工表面粗糙度符号的创建，说明带属性的块的创建方法及应用。

(1) 定义块的属性

①新建一个文件，绘制加工表面的粗糙度符号，如图所示。

②执行“定义属性”命令，方法如下：

下拉菜单：[绘图][块][定义属性...] /

命令窗口：ATTDEF ✓

在“标记”文本框中输入“A”，在“默认”文本框中输入“Ra1.6”。

(2) 建立带属性的块

执行“创建块”命令，打开“块定义”对话框，“块定义”对话框的设置如左图所示。块的“基点”设在三角形的底端顶点处，“对象”选择为整个图形和属性及块的插入点。单击“确定”按钮，打开“编辑属性”对话框，如右图所示，可以进一步对块的属性值进行修改。单击“确定”按钮，一个有属性的块就做成了。

(3) 块的输出

在命令行中输入“WBLOCK (W)”命令，在“目标”区内设置“文件名和路径”及“插入单位”，将刚建好的带属性的块输出，以便在其它图形中使用。

(4) 插入带属性的块

①打开需要插入粗糙度符号的图形文件。

②执行“插入块”命令，弹出“插入”对话框，选择定义好的带属性的块进行插入。

【补充知识】-块属性的编辑

1. 编辑属性定义

下拉菜单：[修改][对象][文字][编辑] / 命令窗口：DDEDIT ✓

此外，可以启动“特性”对话框，修改属性定义的更多项目。选择对象，打开“特性”对话框，方法如下：

标准工具栏：命令窗口：DDMODIFY ✓

2. 编辑块的属性

用户可以集中的编辑一组属性。方法如下几种：

(1) DDATE

用户可以通过在命令窗口输入 DDATE 来调用，选择块以后，AutoCAD 弹出如图所示的“编辑属性”对话框。

(2) 编辑属性值及属性的其他特性

修改 II 工具栏： / 下拉菜单：[修改][对象][属性][单个]

用户选择要编辑的图块后，AutoCAD 打开“增强属性编辑器”对话框，在此对话框中用户可对块属性进行编辑。

(3) 块属性管理器

修改 II 工具栏： / 下拉菜单：[修改][对象][属性][块属性管理器] / 命令窗口：BATTMAN ✓

【补充知识】-插入文件

在绘制图形过程中，如果正在绘制的图形是前面已经画过的，可以通过插入块命令来插入已有的文件。

1. 执行“插入块”命令，打开“插入”对话框，如前面所示。

2. 单击“浏览”按钮，打开“选择图形文件”对话框。

3. 选择所需的图形文件，单击“打开”按钮，回到“插入”对话框。以下操作与插入块相同。

● 学习效果

第十二讲 绘制机械样图（二）

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	§ 5.2 机械图样实例 2—手柄的零件图绘制 § 5.3 设计中心				
教学目的	通过典型机械图样绘制,使学生掌握文字标注与设计中心应用等知识。				
教学重点、难点	教学重点: 文字标注的相关命令及应用。 教学难点: 设计中心应用知识。				
课外作业					
课后总结					

授课主要内容或纲要

● 复习旧课:

尺寸标注、块与样板图的应用。

● 讲授新课:

5.2 实例 2—手柄的零件图绘制

任务: 绘制如图所示的手柄零件图。

目的: 通过此实例,熟悉样板图、文字标注、尺寸标注、块等知识,掌握机械图样的绘制方法。


1. 创建样板图

AutoCAD 为用户提供了三种设置方式:

● 使用样板 ● 使用缺省设置 ● 使用向导

AutoCAD 系统为用户提供了风格多样的样板文件,在默认情况下,这些图形样板文件存储在易于访问的 Template 文件夹中。用户可在“创建新图形”对话框中使用这些样板文件,如图所示。

(1) 设置图幅

单击“标准”工具条上的按钮  ,打开“创建新图形”对话框,选择“使用向导”选项。

利用“快速设置”或“高级设置”,设定单位为“小数”、测量精度为“0.0”、作图区域为“420×297”(A3)。执行“全局缩放”命令,使 A3 图幅全屏显示。

(2) 建立图层

按需要创建以下图层,并设定颜色及线型。

(3) 设置文本样式

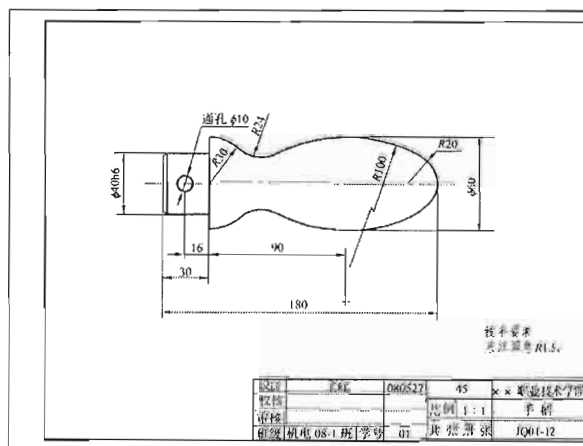
汉字样式: 用于输入汉字,字体选择“gbenor.shx”,选择“使用大字体”复选框,大字体样式为“gbcbig.shx”。

(4) 设置标注样式

主要包括基本样式、角度样式、非圆样式、抑制样式、公差样式等。

(5) 建立边框线

绘制两个矩形作为 A3 图纸的大小和边框线,尺寸如图所示。



(6) 保存图形文件

2. 调用样板图, 绘制标题栏

调用样板图的方法:

(1) 新建图形, 选择“使用样板”。

(2) 选择文件“A3.dwt”, 双击打开样板图, 可在其中进行绘图。

3. 绘制图形

4. 标注尺寸

(1) 圆和圆弧的标注

在 AutoCAD 中, 使用半径或直径标注, 可以标注圆和圆弧的半径或直径, 使用圆心标注可以标注圆和圆弧的圆心。

标注工具栏: / 下拉菜单: [标注][半径]; [标注][直径] / 命令窗口: DIMRADIUS✓; DIMDIAMETER✓

单击要标注的圆或圆弧; 单击某处

(2) 折弯标注

标注工具栏: / 下拉菜单: [标注][折弯]

命令窗口: DIMJOGGED✓

拾取圆弧; 拾取一点; 拾取一点; 拾取一点

【补充知识】-尺寸标注

1. 对齐标注

标注工具栏: 下拉菜单: [标注][对齐] / 命令窗口: DIMALIGNED✓

捕捉交点; 单击一点; 结果如图所示。

2. 角度标注

标注工具栏: 下拉菜单: [标注][角度] / 命令窗口: DIMANGULAR✓

单击直线; 单击直线; 单击一点。如图所示 3. 编辑尺寸标注

(1) 工具栏法修改尺寸标

使用“编辑标注”命令, 可以修改原尺寸为新文字、调整文字到默认位置、旋转文字和倾斜尺寸界线。

标注工具栏: / 下拉菜单: [标注][倾斜] / 命令窗口: DIMEDIT✓

0✓; ✓; 60✓。如图右图所示。

选择标注编辑类型为“新建(N)”: 选择该项, 可以在打开的文字输入、编辑框中修改标注文字, 编辑图中的直径尺寸 7。

N✓; 输入、编辑框中输入直径符号“%%c7”; 在图形中选择需要编辑的标注对象; ✓。

(2) 利用夹点调整标注位置

使用夹点可以非常方便地移动尺寸线、尺寸界线和标注文字的位置。在该编辑模式下, 可以通过调整尺寸线两端或标注文字所在处的夹点来调整标注的位置, 也可以通过调整尺寸界线夹点来调整标注长度。

例如, 要调整如图所示的轴段尺寸 25 的标注位置以及在此基础上再调整标注长度, 可按如下步骤进行操作:

①单击尺寸标注②单击一个尺寸界线所在处的夹点, 选中该夹点。③向下拖动光标。④在点 1 处单击左键。⑤单击该尺寸界线左上端的夹点, 将其选中⑥向左移动光标, 并捕捉到点 2, 单击确定捕捉到的点⑦按 Enter 键结束操作, 则该轴的总长尺寸 75 被注出

(3) 编辑尺寸标注特性

下拉菜单: [修改][特性]/ 命令窗口: PROPERTIES✓

在 AutoCAD 中, 通过“特性”窗口可以了解到图形中所有的特性, 例如线型、颜色、文字位置以及由标注样式定义的其他特性。

①在图形中选择需要编辑其特性的尺寸标注。

②打开“特性”窗口。这时在“特性”窗口中将显示该尺寸标注的所有信息。

③在“特性”窗口中可以根据需要修改标注特性，如颜色、线型等。

④如果要将修改的标注特性保存到新样式中，可右击修改后的标注，从弹出的快捷菜单中选择[标注样式][另存为新样式]。

⑤在“另存为新标注样式”对话框中输入新样式名，然后单击“确定”按钮，如图所示。

(4) 标注的关联与更新

例如，修改如图所示的轴径 7 尺寸标注，首先以没有前缀的线性标注样式标注完成，然后使用“标注更新”命令修改成 $\Phi 7$ 。

①在“标注”工具栏中单击“标注样式”按钮

②选取“基本样式”，置为当前，单击“替代”按钮，在打开的“替代当前样式”对话框中选择“主单位”选项卡。

③在“前缀”文本框内输入“%%C”，然后单击“确定”按钮。

④在“标注样式管理器”对话框中单击“关闭”按钮。

⑤在“标注”工具栏中单击“标注更新”按钮。

⑥在图形中单击需要修改其标注的对象。

⑦按 Enter 键，结束对象选择，即完成标注的更新。

5.3 设计中心

AutoCAD 设计中心 (AutoCAD Design Center, 简称 ADC) 是 AutoCAD 中的一个非常有用的工具。它有着类似于 Windows 资源管理器的界面，可管理图块、外部参照、光栅图像以及来自其他源文件或应用程序的内容，将位于本地计算机、局域网或因特网上的图块、图层、外部参照和用户自定义的图形内容复制并粘贴到当前绘图区中。

通常使用 AutoCAD 设计中心可以完成如下工作：

(1) 浏览和查看各种图形图像文件，并可显示预览图像及其说明文字。

(2) 查看图形文件中命名对象的定义，将其插入、附着、复制和粘贴到当前图形中。

(3) 将图形文件 (.dwg) 从控制板拖放到绘图区域中，即可打开图形；而将光栅文件从控制板拖放到绘图区域中，则可查看和附着光栅图像。

(4) 在本地和网络驱动器上查找图形文件，并可创建指向常用图形、文件夹和 Internet 地址的快捷方式。

1. 设计中心的启动和界面

调用 AutoCAD 设计中心的方法如下：

标准工具栏： / 下拉菜单：[工具][选项板][设计中心] / 命令窗口：ADCENTER✓

2. 使用设计中心查看内容

(1) 树状视图

树状视图显示本地和网络驱动器上打开的图形、自定义内容、历史记录和文件夹等内容。其显示方式与 Windows 系统的资源管理器类似，为层次结构方式。双击层次结构中的某个项目可以显示其下一层次的内容。对于具有子层次的项目，则可单击该项目左侧的加号“+”或减号“-”来显示或隐藏其子层次。

(2) 内容区

用户在树状视图中浏览文件、块和自定义内容时，内容区中将显示打开图形和其他源文件中的内容。例如，如果在树状视图中选择了一个图形文件，则内容区中显示表示图层、块、外部参照和其他图形内容的图标。如果在树状视图中选择图形的图层图标，则内容区中将显示图形中各个图层的图标。用户也可以在 Windows 资源管理器中直接将需要查看的内容拖放到内容区上来显示其内容。

(3) 预览和说明视图

对于在控制板中选中的项目，预览视图和说明视图将分别显示其预览图像和说明

文字。在 AutoCAD 设计中心中不能编辑文字说明,但可以选择并复制。

用户可通过树状视图、内容区、预览视图以及说明视图之间的分隔栏来调整其相对大小。

3. 使用设计中心进行查找

(1) 查找

利用 AutoCAD 设计中心的查找功能,可以根据指定条件和范围来搜索图形和其他内容(如块和图层的定义等)。

单击工具栏中的按钮,或在控制板上单击右键弹出快捷菜单,选择“搜索”项,可弹出“搜索”对话框,如图所示。

(2) 使用收藏夹

在 AutoCAD 设计中心中可将常用内容的快捷方式保存在该收藏夹中,以便在下次调用时进行快速查找。可通过如下方式来访问收藏夹,查找所需内容:

- ①选择工具栏中的按钮。
- ②在树状视图中选择 Windows 系统的收藏夹中的“Autodesk”子文件夹。
- ③在内容区上单击右键弹出快捷菜单,选择“收藏夹”。

4. 使用设计中心编辑图形

(1) 插入块 可以使用两种不同方法插入块:

①将要插入的块直接拖放到当前图形中。这种方法通过自动缩放比较图形和块使用的单位,根据两者之间的比率来缩放块的比例。在块定义中已经设置了其插入时所使用的单位,而在当前图形中则通过“图形单位”对话框来设定从“设计中心”插入的块的单位,在插入时系统将对这两个值进行比较并自动进行比例缩放。

②在要插入的块上单击右键弹出快捷菜单,选择“插入为块”项。这种方法可按指定坐标、缩放比例和旋转角度插入块。

(2) 附着光栅图像

可使用如下方式来附着光栅图像:

- ①将要附着的光栅图像文件拖放到当前图形中。
- ②在图像文件上单击右键弹出快捷菜单,选择“附着图像”项。

(3) 附着外部参照

将图形文件中的外部参照对象附着到当前图形文件中的方式为:

- ①将要附着的外部参照对象拖放到当前图形中。
- ②在图像文件上单击右键弹出快捷菜单,选择“附着外部参照”项。

(4) 插入图形文件

对于 AutoCAD 设计中心的图形文件,如果将其直接拖放到当前图形中,则系统将其作为块对象来处理。如果在该文件上单击右键,则有两种选择:

- ①选择“作为块插入”项,可将其作为块插入到当前图形中。
- ②选择“作为外部参照附着”项,可将其作为外部参照附着到当前图形中。

(5) 插入其他内容

与块和图形一样,也可以将图层、线型、标注样式、文字样式、布局和自定义内容添加到打开的图形中,其添加方式相同。

(6) 利用剪贴板插入对象

对于可添加到当前图形中的各种类型的对象,用户也可以将其从 AutoCAD 设计中心复制到剪贴板,然后粘贴到当前图形中。

具体方法为:选择要复制的对象,单击右键弹出快捷菜单,选择“复制”项。

5. 使用设计中心应用实例(略)

● 学习效果

第十三讲 绘制机械样图综合实例

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	§ 6.1 机械图样综合实例 1—装配图的绘制 § 6.2 机械图样综合实例 2—零件图及装配图的绘制				
教学目的	通过零件图及装配图的绘制,使学生绘图的技能得到进一步的训练,掌握更多的实用技巧。				
教学重点、难点	教学重点: 装配图的绘制步骤与方法。 教学难点: 各种命令的综合应用。				
课外作业					
课后总结	文字、标注的常用设置				

授课主要内容或纲要

- 复习旧课:
文字标注与设计中心应用。
- 讲授新课:
6.1 实例 1—装配图的绘制

任务: 绘制图所示的装配图。明细表及组成装配体的各零件的零件图。

目的: 通过此实例, 掌握零件图的绘制方法及由零件图组装装配图的方法。

绘图步骤分解

1. 绘制标题栏、边框线及明细表

- (1) 定义绘图区 选 3 号图纸, 绘图极限为 (420, 297)。
- (2) 绘制边框线 绘制 A3 图纸的边框线。
- (3) 绘制标题栏及明细栏 选择[插入]/[块]菜单, 在打开的“插入”对话框中单击“浏览”按钮, 插入文件, 结果如图所示。

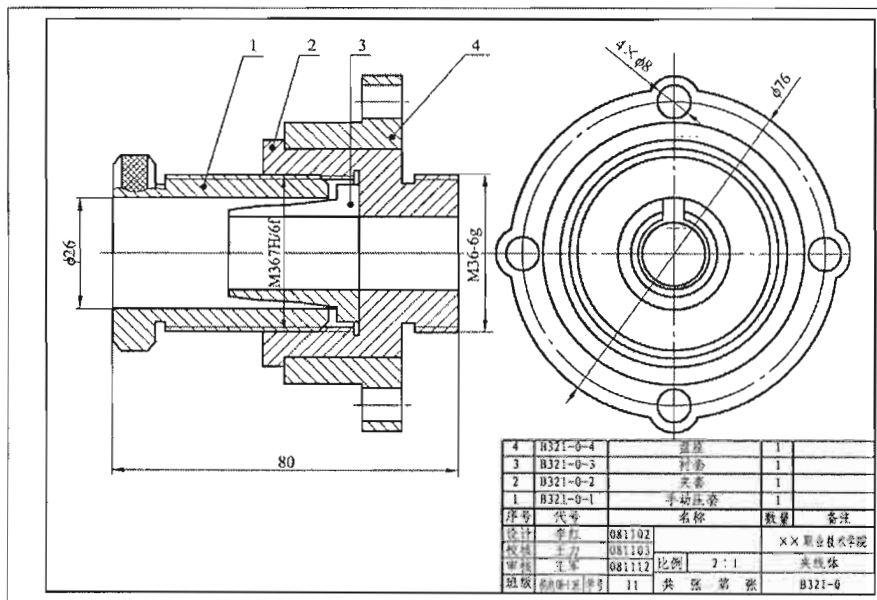
(4) 保存上述文件

2. 绘制各零件的零件图 (形体表达及尺寸标注)

(1) 新建一个文件, 利用 AutoCAD 设计中心, 调用以前文件中设置好的图层、文本样式、标注样式等信息。考虑到装配图的表达方式, 可将零件图直接画成局部剖的形式, 如图所示。

(2) 进行尺寸标注, 如图所示。

同理, 绘制其它零件图。



3. 把零件图组装成装配图

- (1) 打开前面建好的标题栏文件;
- (2) 冻结图层中“标注层”, 使图中的尺寸标注不显示, 便于装配图的绘制;
- (3) 将各个零件分别调入, 将各零件组装在一起, 使其符合装配关系。分解各零件图, 删除多余的图线。

①使用前述插入文件方法, 插入夹套零件, 在“插入”对话框的“比例”选项卡中, 选择“统一比例”及比例数字“2” (此装配图比例为 2: 1), 如左图所示。将夹套零件插入进来, 如右图所示。

②用同样方法插入零件“衬套”。(注意衬套零件基点的设置及相关点的捕捉), 如左图所示。然后分解“夹套”和“衬套”零件图形并对其进行编辑, 使其满足装配图的要求, 如右图所示。

③插入“手动压套”零件并进行编辑, 结果如图所示。

注意: 插入时, “手动压套”最左端与“夹套”最右端距离为 160mm。另外应注意螺纹及剖面线的画法。

④插入“盘座”并按投影关系编辑主左视图, 结果如图所示。

4. 标注尺寸及零件的序号, 如图所示。

(1) 标注尺寸

①新建一标注层, 将其置为当前。

②新建标注样式, 命名为“线性标注”。利用“线性标注”样式标注出 80 尺寸及直径为 76 的尺寸。

③新建标注样式, 命名为“非圆样式”。在“线性标注”的基础上, 将“主单位”中的“前缀”设置为 %%C, 标注出直径为 26 的尺寸。

④4 个直径为 8 的圆的尺寸标注。

在“线性标注”或“非圆样式”下对其进行标注。

双击刚刚标注的尺寸, 打开“特性”对话框, 如图所示, 在“文字替代”栏中输入 4x%%8C。

⑤利用在标注样式中填加“前缀”和“后缀”或特性中的“文字替代”的方法, 可标注出螺纹的尺寸和配合的尺寸。

(2) 标注零件序号

①选择[标注]/[多重引线]菜单, 在“指定引线基线的位置”提示下在图形上确定一点, 如图所示。

②在“指定引线箭头的位置”提示下在手动压套图形内确定一点, 打开“文字格式”对话框, 选择字体为“符号样式”, 字体高度设为 10, 在提示的文字输入处输入数字 1。结果如图所示, 并不是想要的格式, 需对其进行修改。

③双击刚刚建立的引线, 将“引线”选项中的“箭头”改为“点”, 大小改为 1, “基线距离”设置为 3; “文字”选项中的“连接位置”设置为“最后一行加下划线”, 引线格式结果如图所示。

④将刚建立的引线 1 复制 3 个, 基点为数字 1 所在的位置,

⑤双击刚复制的数字 1, 分别修改为 2、3 和 4。

⑥将刚复制的引线的“点”所在位置分别移动到夹套, 衬套及盘座所在的图形区域。

6.2 实例 2-装配图的绘制

任务: 绘制图所示的装配图。

目的: 掌握零件图的绘制方法及由零件图组装装配图的方法。

绘图步骤分解

1. 绘制零件图中的图形

(1) 图形的绘制及尺寸标注参考前面各章内容。注意块、样板图及设计中心的应用。

(2) 存盘前应设置好基点。

2. 完成各零件图的绘制 (以滑块为例说明绘图步骤。)

(1) 新建文件, 设置图形区域为 (210, 297), 或打开以前所建 A4 样板图。

(2) 绘制边框线。

(3) 建带属性的标题栏块(包括填充文字, 制定属性)。

(4) 插入带属性的标题栏块。

(5) 插入“滑块”文件及表面粗糙度符号, 则得到图 6-27 所示零件图。

同理绘制螺杆及钳座零件图。

3. 绘制钳体装配图

(1) 打开“钳座”文件

(2) 插入文件“滑块”。

绘图工具栏: / 下拉菜单: [插入][块]

①插入“滑块”: 单击“插入”对话框中“浏览”按钮, 找到“滑块”文件, 将其打开, 插入到“钳座”图中, 将基点捕捉到“钳座”图上的相应点, 如图所示。

②编辑“滑块”: 此时滑块做为一整体存在。

将其绕基点旋转 90 度; 分解“滑块”, 将“滑块”俯视图移到“钳座”俯视图相应位置, 如图所示。

③修改装配体图形

由于俯视图是在销孔处剖切得到的全剖视图, 所以俯视图中原螺纹的投影不存在, 将其删除。

填充“钳座”俯视图中的剖面线。

更改滑块剖面线的方向, 使其与“钳座”剖面线方向相反。

(3) 插入文件“螺杆”。

①插入“螺杆”: 使用插入“滑块”方法进行操作。将基点捕捉到“滑块”主视图上销孔圆心点, 如图所示。

②编辑“螺杆”: 此时螺杆做为一整体存在。

③编辑装配体。

利用“修剪”、“删除”、等命令编辑装配体的主视图。如图所示。

利用投影关系绘制俯视图所缺的线型。

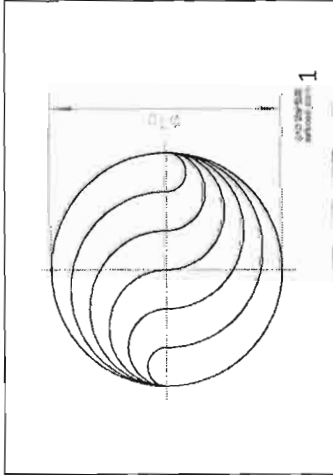
填充螺杆俯视图的剖面线。采用“钳座”俯视图剖面线的填充方法进行操作。

编辑之后装配体的俯视图如图所示。

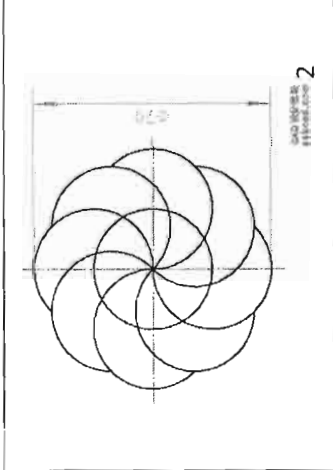
④绘制销。主视图没有改变, 俯视图变为如图所示。

3. 完成装配图的绘制

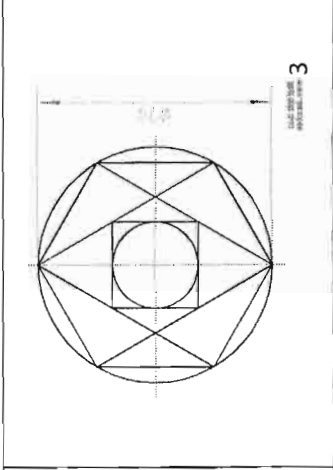
● 学习效果



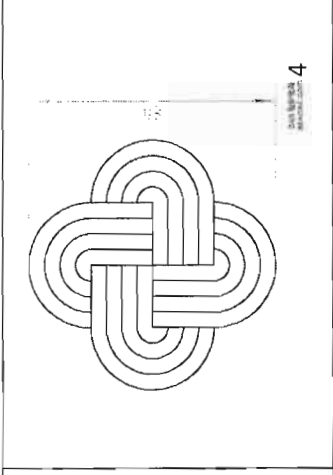
1



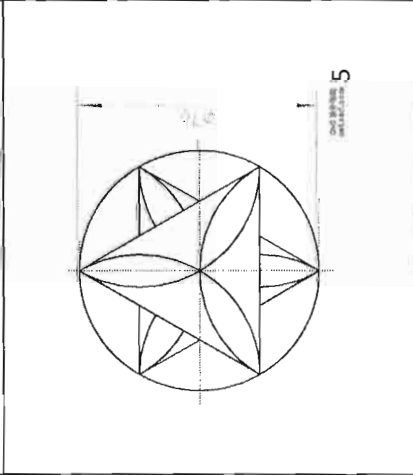
2



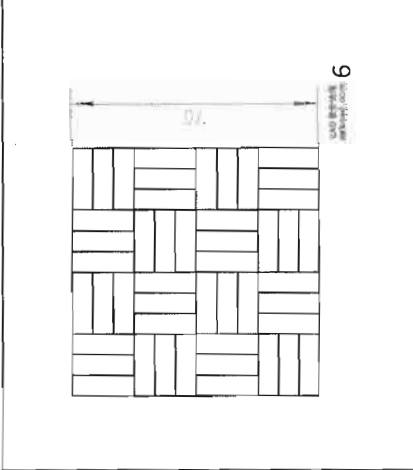
3



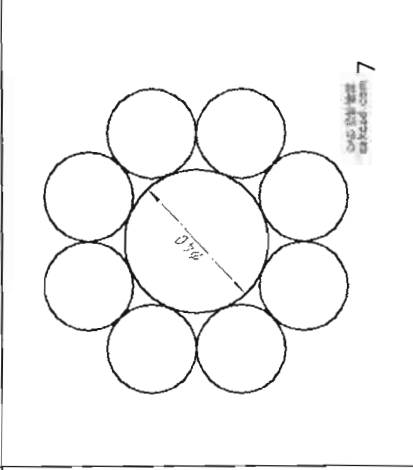
4



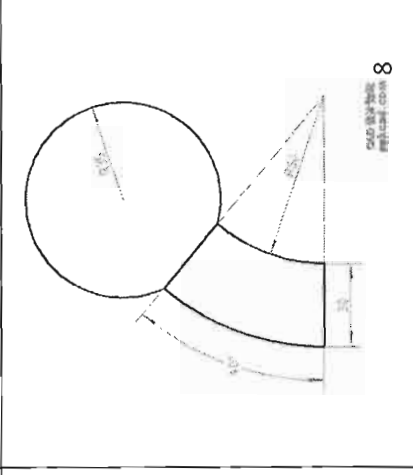
5



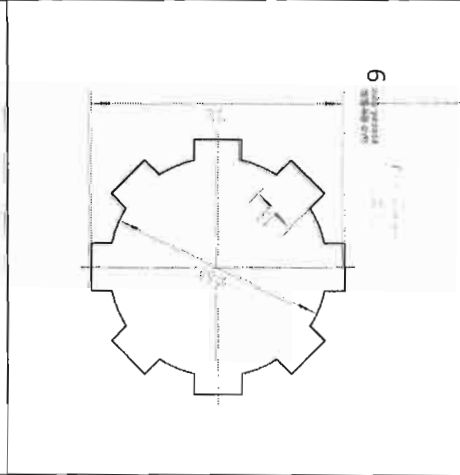
6



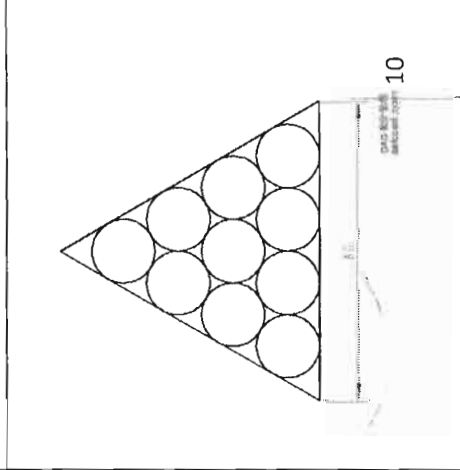
7



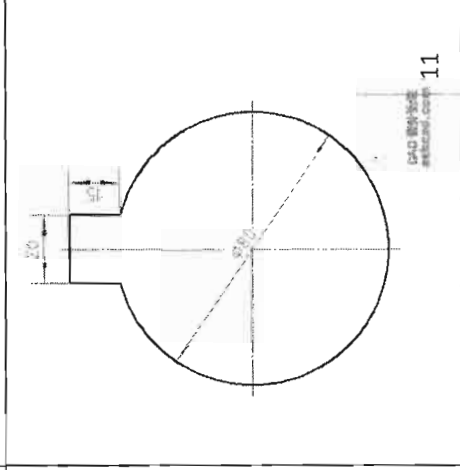
8



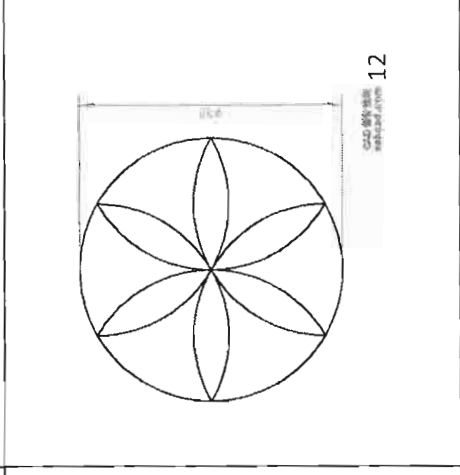
9



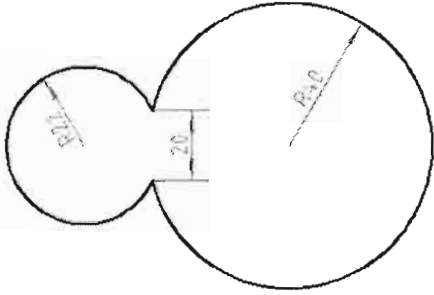
10



11

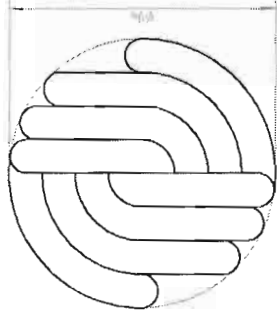


12



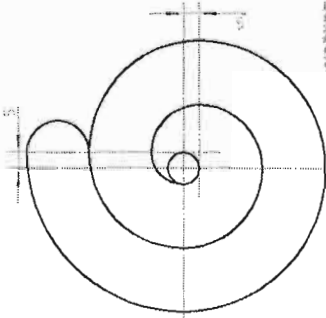
CAD 软件教程
askcad.com

13



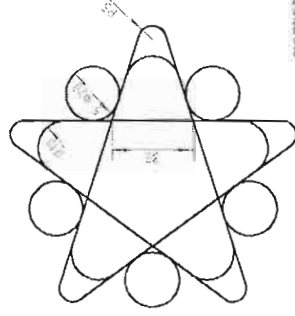
CAD 软件教程
askcad.com

14



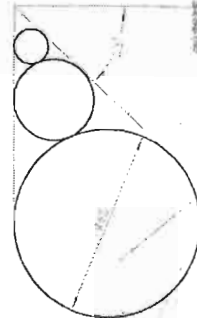
CAD 软件教程
askcad.com

17



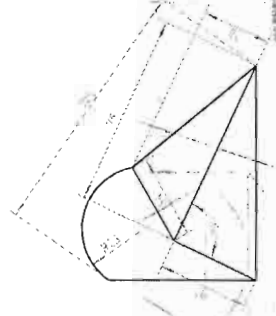
CAD 软件教程
askcad.com

18

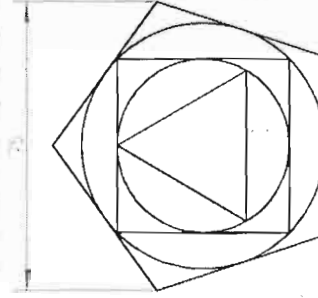


CAD 软件教程
askcad.com

21

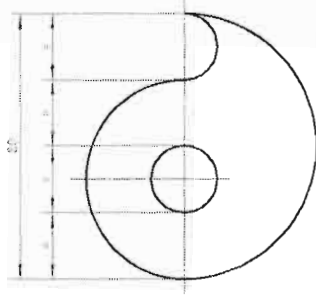


22



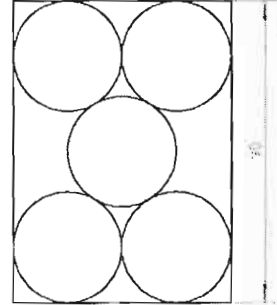
CAD 软件教程
askcad.com

23



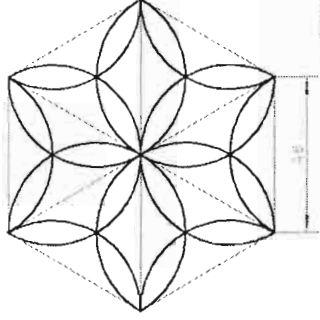
CAD 软件教程
askcad.com

19



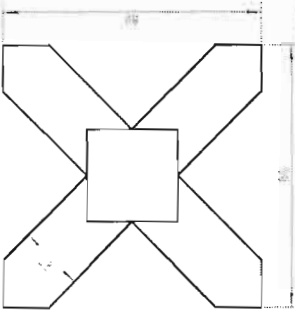
CAD 软件教程
askcad.com

15



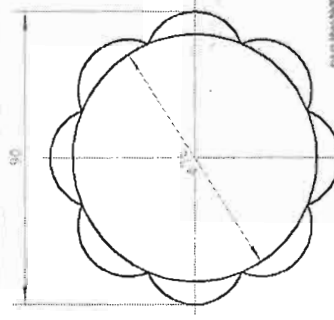
CAD 软件教程
askcad.com

16



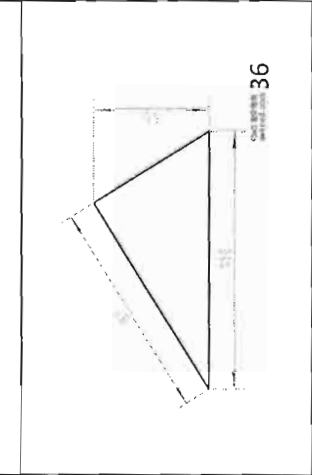
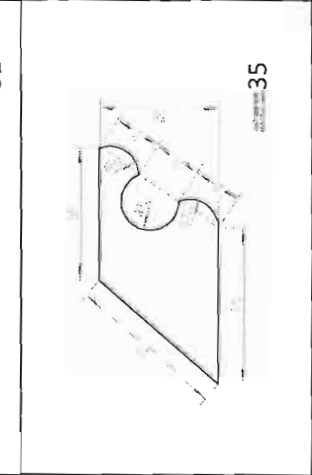
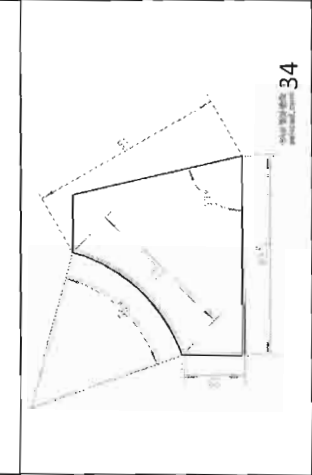
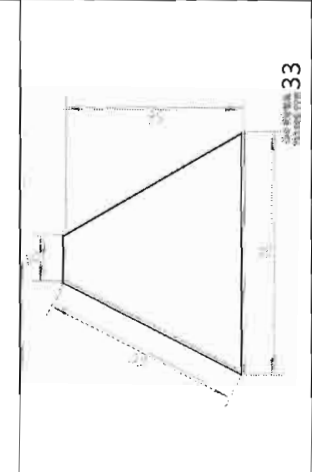
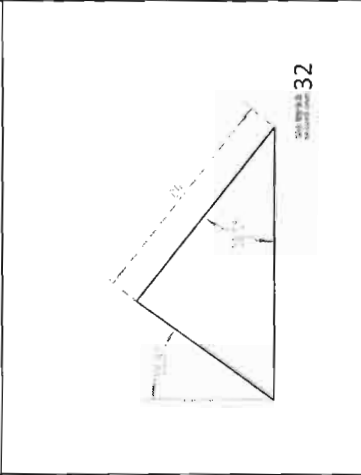
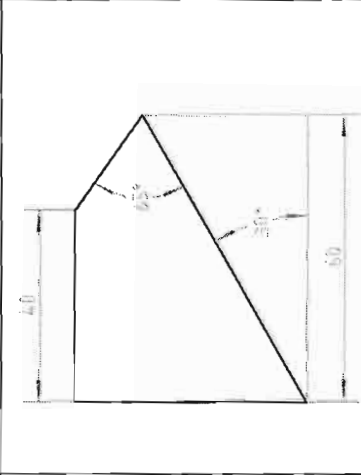
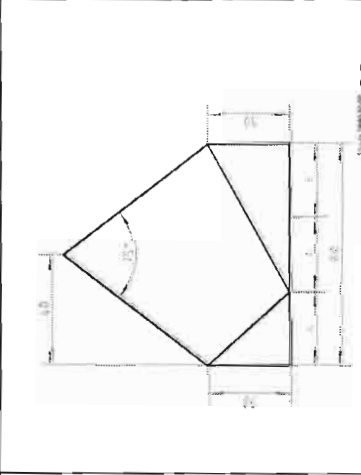
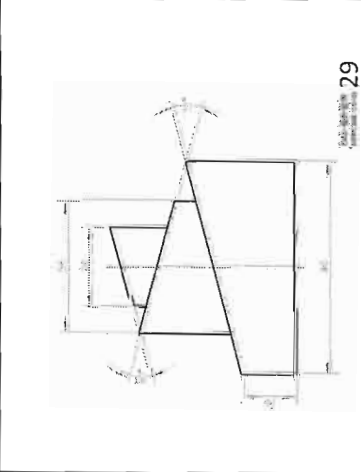
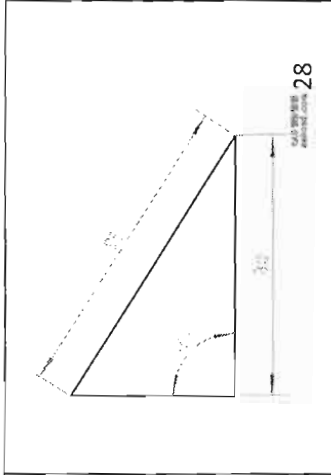
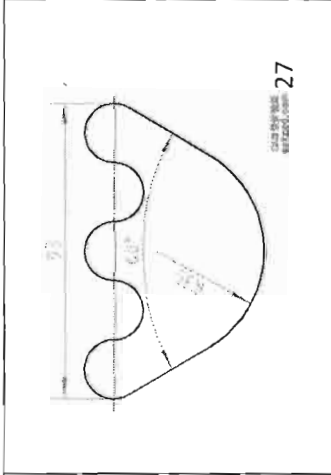
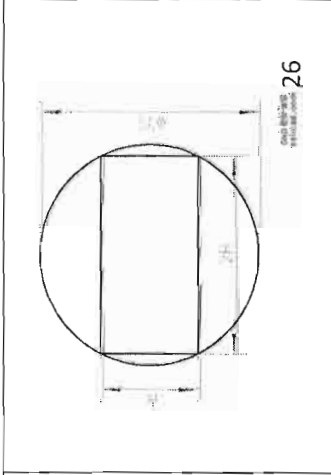
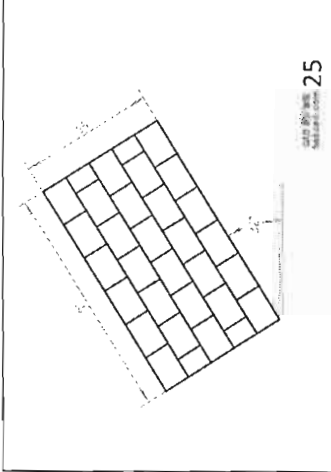
CAD 软件教程
askcad.com

20



CAD 软件教程
askcad.com

24



第一章 机械维修基本知识

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	1.1 机械故障概论 1.2 机械维修基础 1.3 可靠性维修基本原理				
教学目的	了解机械故障的含义、类型、特点、规律及产生的主要因素；掌握机械维修的基础知识；掌握可靠性维修基本原理。				
教学重点、难点	机械故障产生的基本规律；影响故障产生的主要原因				
课外作业	P10： 1-1； 1-5； 1-7； 1-10				
课后总结	了解机械故障的含义、类型、特点、规律及产生的主要因素；掌握机械维修的基础知识；掌握可靠性维修基本原理。以利于在设备的使用、维护、管理过程中，及时发现故障隐患，便于将故障排除在潜在阶段，避免重大设备事故发生。				
授课主要内容或纲要				教学手段	相关补充内容
课时内容					
1. 新课时内容					
1.1 机械故障概论					
1.2 机械维修基础					
1.3 可靠性维修基本原理					
【问题 1】					
1. 故障的含义及类型；				多媒体课件	结合现代矿井的机电设备管理内容补充讲解设备故障预防、排查原因、处理措施。
2. 故障的特点和故障管理；					
3. 机械故障产生的基本规律；					
4. 故障产生的主要原因；					
【授课内容】					
1. 机械设备在运行过程中，丧失或降低其规定的功能以及不能继续可靠运行的现象称为故障。					
其各项经济技术指标明显达不到要求；					
结构上，零件损坏及装配关系的破坏。					
2. 随机性；多层次性；突发性、间歇性、缓变性、连续性。					
故障管理：宣传教育与技术培训相结合，全员参					

<p>与，强化防范意识；结合生产实际，强化制度，及早发现，避免人为和重大故障发生；熟悉设备的结构原理，掌握其特性，做好日常检查和记录；配置、更新先进的装备，实时监测，定时分析；针对发生的故障或所发现的故障征兆，科学分析研究，判断其原因、类型，制定维修方案，并记录统计；对经常或多次重复出现故障的部位或零件，重点监测，必要时进行技术改造。</p> <p>3. 机械的故障概论曲线 防止或延缓机械零件进入耗损区从而延长机器寿命是故障诊断与维修学研究的主要内容。</p> <p>4. 制造和修理因素的影响 零件材料的选择；零件的加工质量；机械的装配质量；工作人员的素质。 机器使用因素的影响 工作负荷；工作环境；设备保养和操作技术。</p> <p>【举例】 以顾桥及顾北矿井设备为例，介绍故障的含义及类型；故障的特点和故障管理；机械故障产生的基本规律；故障产生的主要原因；</p>	
<p>【问题 2】 机械维修基础</p> <p>【授课内容】</p> <p>1. 机械的维修性 机械具有可以通过维修手段来预防故障、查找原因和消除后果的性质。（是机械的固有属性，反映机械维修的难易程度。） 维修：指在规定条件下、规定时间内，按规定的程序进行相应的作业，使机械保持和恢复到能完成其规定功能的过程。 维修度：指在规定条件下使用的机械，在规定时间内按照规定的程序和方法进行维修时，保持或恢复到能完成规定功能的概率。 维修方式与修理类别 设备维修方式（预防维修、定期维修、计划预修）；预测维修；事后维修；主动维修。</p> <p>2. 设备修理类别 大修：（工作量最大的一种有计划的彻底性修理，达到全面清除修理前存在的缺陷，恢复设备规定的精</p>	<p>多媒体课件</p> <p>煤矿生产中，每年 1~2 次的全矿井停产检修工作，就是集中的全面中修。？</p> <p>目前淮南矿业集团煤矿生产中，已取消了年中的中修等级，以大修替代中修，苏联以及欧洲工业发达国家在 70 年代就已取消了中修项目。</p>

度和性能。)

对设备的全部或大部分结构部件进行解体检查,修复基础件,更换或修复全部不可用的零件;修复、调整电气系统;修复设备的附件以及翻新外观;

中修:也称项修。根据设备的结构特点及存在的问题,对于技术状态劣化已达不到生产工艺要求的某些零部件,制定相应的修理内容并按照结构位置的不同规定一系列修理项目,按实际需要进行的针对性修理,恢复所修部分的性能。

小修:维持性修理,不对设备进行全面检查、清洗和调整,只结合掌握的技术状态的信息进行局部拆卸、更换和修复部分失效零件,保证设备正常的工作能力。

定期检查试验和定期精度检查:属于计划修理的,及时掌握设备的技术状态,发现和清除设备隐患以及较小故障,以减少突发故障的发生;通常检查周期为1~2年,也可以根据设备状况规定;主要对于动力设备、压力容器、起重运输设备等特种设备。

【举例】

以顾桥及顾北矿井设备为例,介绍设备故障的特点及管理;介绍维修的方式及类别。

3. 总结

通过本课程章节的讲解,使学生了解机械故障的含义、类型、特点、规律及产生的主要因素;掌握机械维修的基础知识;掌握可靠性维修基本原理。以利于在设备的使用、维护、管理过程中,及时发现故障隐患,便于将故障排除在潜在阶段,避免重大设备事故发生。

可靠性维修基本原理,安排为阅读内容。

4. 布置作业

P10:

1-1; 1-5; 1-7; 1-10

第二章 零件失效及机械技术诊断

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	1.1 零件的磨损；1.2 润滑；1.3 零件的变形；1.4 零件的断裂；1.5 机械及零件的常规检测技术				
教学目的	了解摩擦的本质和种类、磨损的机理和预防措施及润滑基础知识；掌握机械及零件的常规检测技术；了解机械故障诊断技术基础知识。				
教学重点、难点	了解变形、断裂的原因；机械及零件的常规检测技术				
课外作业	作业：2-2、2-8、2-15、2-18、2-26				
课后总结	使学生了解摩擦的本质和种类、磨损的机理和预防措施及润滑基础知识；掌握机械及零件的常规检测技术；了解机械故障诊断技术基础知识。以便在未来的工作中，灵活运用理论知识，结合现场实践经验，根据故障的表面现象，尽快排除故障，制定检修类别及内容，保证生产的连续性。				
授课主要内容或纲要				教学手段	相关补充内容
课时内容 1. 复习以前内容 回顾前章内容，引入新课。					
2. 新课时内容 零件的磨损； 润滑； 零件的变形； 零件的断裂； 机械及零件的常规检测技术；				多媒体课件	
【问题1】 零件的磨损					相关补充内容
【授课内容】 一、摩擦的本质和种类					

摩擦是在两摩擦表面间产生抵抗相对运动阻力的现象,这种阻力即摩擦力。

摩擦的种类很多。摩擦可根据摩擦物体表面的润滑程度,分为干摩擦、流体摩擦、边界摩擦和混合摩擦等几种。

二、磨损的种类

由于摩擦致使机器零件工作表面材料不断损失的现象称为磨损。摩擦是磨损的主要原因之一,磨损是摩擦的直接结果。

磨损的分类方法很多,一般可按照磨损的破坏机理分为粘着磨损、磨粒磨损、表面疲劳磨损和腐蚀磨损等。

在机械设备的实际磨损过程中,由于相互摩擦的零件所处的工作环境不同,其磨损原因也错综复杂。通常,磨损多以复合形式出现,但大多是以某一种磨损形式为主导因素。

三、磨损机理及预防措施

(一) 粘着磨损

粘着磨损又称咬合磨损。它是在摩擦副相对运动时,接触表面局部发生粘着,表面材料从一个表面转移到另一个表面的磨损。粘着磨损是一个粘着——撕裂——再粘着——再撕裂的循环过程。

(1) 轻微磨损,指剪切发生在粘着结合面上,表面转移材料极轻微的粘着磨损。如缸套与活塞环间的正常磨损。这类磨损一般不影响机器的正常工作,所以通常不进行处理或简单进行打磨处理。

(2) 涂抹,指剪切破坏发生在离粘着结合面很近的较软金属浅层内,软金属涂抹在硬金属表面的粘着磨损。如重载荷的蜗轮蜗杆副上常被涂抹。

(3) 擦伤,指剪切破坏主要发生在软金属的表面以下较浅的部位,细小划痕明显的粘着磨损。有时,硬金属表层以下也会被擦伤。

发生涂抹或擦伤现象一般需要做适当的打磨处理或刮研,严重时进行修理或更换零件。

(4) 撕脱,指剪切破坏发生在摩擦副的一方或两方金属较深处的粘着磨损。撕脱主要是发生在摩擦副表面高温、高压,粘接点粘着结合强度大于基体金属的剪切强度之时。

(5) 咬死,指摩擦副表面粘着区域大,粘结点强度很高,不能从基体金属表面剪切掉,以致造成零件相对运动中止的粘着磨损。如巴氏合金轴承在无润滑时由于过载造成的磨损现象。

为了防止和减轻粘着磨损的危害，通常应从以下几方面采取措施：

- (1) 合理选择摩擦副的材料。
- (2) 采用油性好或含有极压添加剂的润滑剂，保证摩擦副能得到良好的润滑，避免干摩擦。
- (3) 限制摩擦表面的温度，防止油膜损坏，减小材料软化的程度。
- (4) 对摩擦副零件表面进行处理，使其成为互溶性小、多相都带有化合物组织的摩擦副；也可采用非金属涂层，避免同种金属相互摩擦。
- (5) 控制摩擦副的工作载荷和滑动速度，减小粘着磨损。

(二) 磨粒磨损

由硬质颗粒或摩擦表面上的硬质突出物，在摩擦过程中引起摩擦表面划伤以及表层材料脱落的现象称为磨粒磨损，有时也称为磨料磨损或研磨磨损。

为减轻磨粒磨损，可采取以下措施：

- (1) 提高材料的硬度。
- (2) 改善摩擦副表面特性，提高其耐磨性。
- (3) 尽量减小摩擦表面的粗糙度，以减少自身的硬质峰顶。
- (4) 加强防护和密封，防止磨粒侵入。如在煤粉与砂石多的地方，尽量避免开式齿轮传动。
- (5) 加强润滑，保持润滑的清洁和质量。

(三) 表面疲劳磨损

受交变接触应力的摩擦副，在其表面或表面下一定深度处形成疲劳裂纹，从而形成点蚀或剥落的现象，称为表面疲劳磨损。

为了提高摩擦副的表面疲劳寿命，首先要从选材上下功夫，应尽量避免选择含杂质多的钢材。其次，还应注意：

- (1) 合理选择表面粗糙度。
- (2) 合理选择润滑油粘度。
- (3) 合理选择表面硬度。

(四) 腐蚀磨损

在摩擦副工作过程中，由于化学反应或电化学反应作用而引起的材料剥落现象叫做腐蚀磨损。常见的有氧化磨损、特殊介质磨损和气蚀磨损。

1. 氧化磨损

摩擦副工作时，当摩擦副一方的突起部分与另一方作相对滑动时，在产生塑性变形的同时，有氧气扩散到变形层内形成氧化膜，而这层氧化膜在遇到第二、

第三个突出部分时就被摩擦或剥落,使新露出的金属表面重新被氧化,这种氧化膜被不断磨失,又反复形成的过程就是氧化磨损。

2. 特殊介质磨损

摩擦副与酸、碱、盐等特殊介质接触工作时,因化学反应作用产生的材料损失称为特殊介质磨损。与氧化磨损相比,它的磨损速度快,磨损痕迹深,危害大,

3. 气蚀磨损

当机械零件在与液体接触的情况下工作时,由于气蚀现象的产生,使零件表面受到高温和冲击产生疲劳,逐渐脱落呈麻点状,继而扩展成为泡沫海绵状的磨损称为气蚀磨损。

上述机械摩擦副的四种磨损类型,在实际工作中,并不是孤立的和一成不变的。在同一摩擦副中,工作条件变了,磨损类型也可能随之改变。比如在低速轻载时,摩擦副多为氧化磨损;当速度和载荷变大时,就可能进而转化为粘着磨损;当速度较大、载荷较重时,随着工作温度的升高,还可能诱发腐蚀磨损。也正因为实际工作条件的多变性和复杂性难以预料,磨损经常以复合形式出现,经常见到的微动磨损就是一种典型的复合式磨损。

四、磨损规律

(一) 正常磨损

机器在正常工作条件下,零部件所出现的磨损叫做正常磨损,正常磨损的规律都是相同的,一般可将零件磨损的变化过程分为三个阶段。

第Ⅰ阶段为跑合磨损阶段。跑合是指机器使用初期,为改善机器零件的工作适应性、固体表面的微观几何形状和摩擦相容性的研磨过程。

跑合磨损主要由粘着磨损和磨粒磨损构成。

第Ⅱ阶段为稳定磨损阶段。跑合好的机器进入这一工作阶段后,磨损曲线近似一条直线,直线的斜率小,且基本不变,磨损速度缓慢而恒定,工作时间(t_2)最长,其大小应是零件的有效寿命期。

第Ⅲ阶段为剧烈磨损阶段。经过长时间的稳定磨损后,摩擦副表面的磨损量已经达到一定值,零件处于失效临界状态,摩擦副之间的间隙增大,表面疲劳现象明显,运动精度下降,冲击负荷明显增加,温度升高,曲线斜率迅速增大,磨损速度急剧增加,机器性能快速劣化,最终导致零件彻底失效。

(二) 特殊磨损

<p>(1) 在跑合阶段和稳定磨损阶段无明显的磨损，当表层达到疲劳极限后，就产生剧烈磨损。</p> <p>(2) 跑合时磨损较快，但当磨损转入稳定磨损阶段后，在很长一段时间内磨损甚微，无明显的剧烈磨损。一般特硬材料的磨损，如各种刀具的磨损就属于这一类。</p> <p>(3) 某些机械的磨损，一开始就存在的逐渐加速磨损的过程，其曲线斜率一直在增加，无明显的跑合磨损及稳定磨损特征，待斜率大于一定值后，即进入剧烈磨损阶段。</p> <p>(4) 事故磨损，是指机械零件在不正常工作条件下产生的过早磨损。</p> <p>五、磨损极限的确定</p> <p>机械磨损是机器工作时不可避免的客观事实。机器的寿命，大多取决于机械零部件的磨损极限，除非发生事故。机器摩擦副表面的正常磨损速度与很多因素有关。</p> <p>一般认为，零件的磨损极限点是稳定磨损阶段与剧烈磨损阶段的交汇点。</p> <p>由于影响零件磨损速度因素的复杂性和机器工作条件的多变性，机器工作的有效工作时间往往需要通过磨损试验来确定。</p> <p>【举例】</p> <p>以煤矿风机、水泵为例介绍滑动轴承、滚动轴承的磨损。</p> <p>小结：</p> <p>通过学习磨损的类型及预防措施，有利于在设备的维修中，根据零件的损坏现象，分析磨损的原因，制定相应的维修方法，延长机械的有效寿命。</p>	
<p>【问题 2】</p> <p>润滑</p> <p>【授课内容】</p> <p>一、润滑的内涵和作用</p> <p>(一) 润滑的内涵</p> <p>合理选择润滑剂；</p> <p>确定正确的润滑方式和方法；</p> <p>搞好润滑管理。</p> <p>(二) 润滑的作用</p> <p>降低摩擦，减小磨损；</p> <p>降温、冷却；</p>	<p>多媒体课件</p>

防锈;
 清洗;
 减冲、缓振;
 密封。

二、润滑的分类

(一) 按润滑介质分类

气体润滑、液体润滑、润滑脂润滑、固体润滑、油雾润滑。

(二) 按供给润滑剂的方法分类

分散或单独润滑、集中润滑。

(三) 按润滑剂的供给系统分类

不循环润滑系统、循环润滑系统。

(四) 按润滑装置供给润滑剂的时间分类

间歇润滑、连续润滑。

(五) 按供给摩擦副表面的润滑剂是否有压力分类

无压(常压)润滑、压力润滑。

三、机械润滑的基本要求

润滑剂质量好、可靠程度高;
 对机械润滑的要求随工作条件的不同而不同;
 耗油量要少,以提高机器运行的经济性;
 润滑装置简单实用、尽量采用标准化通用化的润滑装置。

防止不同种类的润滑油混杂而改变润滑油的性能;

做好机械装配时的预润滑措施。

四、润滑剂

(一) 润滑剂的基本类型

(二) 润滑油

- 1 类型和牌号(P23, 表 2-4)
- 2 润滑油的质量指标(常用润滑油的主要性能)

(三) 润滑脂

- 1 润滑脂的类型和牌号
- 2 润滑脂的质量指标
- 3 常用润滑剂简介

(四) 固体润滑剂

五、润滑剂的选用一般原则

(一) 正确选用润滑剂的类型

(二) 确定润滑剂的牌号

载荷及载荷特性;
 相对运动速度;
 工作温度;
 摩擦副间隙和加工精度。

<p>(三) 确定供油量</p> <p>六、典型零部件的润滑</p> <p>【举例】 以刮板机减速箱、风机轴承、空压机轴承为例介绍润滑的作用。</p> <p>总结 通过学习润滑，理解其机理、作用，在设备运行、维护时，严格按照润滑管理要求加强设备的维护保养。</p> <p>布置作业 2-2、2-3、2-7、2-8、</p>	
<p>【问题 3】 零件的变形</p> <p>【授课内容】 一、金属零件变形基本概念和机理 定义：机器在工作过程中，由于受力的作用，使零件的尺寸或现状改变的现象。 1. 弹性变形：指零件在外力去除之后能完全恢复的那部分变形。 2. 塑性变形：指零件在外力去除之后，不能恢复的那部分永久变形。 机理，弹性滞后现象。 二、零件变形的原因 外载荷、温度、内应力。 三、零件变形的特点 缸体、齿轮传动箱、台车托架。</p> <p>【举例】 以综采液压支架缸体、机床变速箱，台车托架为例，介绍零件的变形，以及预防措施。</p> <p>小结 在设备的使用中，严格遵守操作规程和安全规程，严禁超载运行。</p>	多媒体课件
<p>【问题 4】 零件的断裂；</p> <p>【授课内容】</p>	

一、断裂的含义及类型

零件完全破断称为断裂。

(一) 按断口形态分类

延性断裂；(断裂前发生显著变形的断裂)

脆性断裂。(断裂前没有明显的塑性变形)

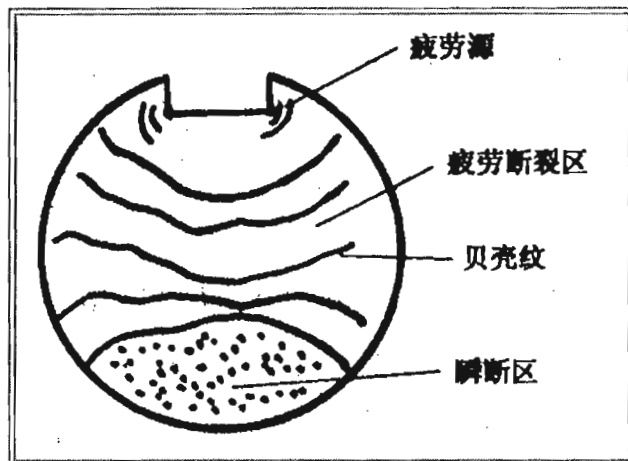
(二) 按载荷性质分类

一次加载断裂；

疲劳断裂。

(二) 疲劳断口形貌

一般由三个区域：疲劳核心区、疲劳裂纹扩展区、瞬时破断区。



【举例】

以鼓风机主轴、矿井提升机主轴检修工艺为例，介绍煤矿如何做无损探伤检查，以预防主轴发生疲劳裂纹导致断裂的。

小结

零件的疲劳断裂是零件断裂的主要原因，学习疲劳断裂的机理、现象、原因，在疲劳的初期通过预防性的探伤检查，及时修复微裂纹，避免零件裂纹的进一步扩展，从而减少维修工作量及费用，降低设备运行成本。

【问题 5】

机械及零件的常规检测技术

【授课内容】

多媒体
课件

<p>一、零件的感觉检查</p> <p>(一) 视觉检查</p> <p>零件是否齐全；装配是否正确合理；润滑、冷却密封等系统是否正常；有无跑、冒、滴、漏现象；清洁是否良好；零件有无断裂、裂纹、弯曲、扭曲、表面烧伤、擦伤、磨损等。</p> <p>(二) 听觉检查</p> <p>传声或敲击。</p> <p>(三) 触觉检查</p> <p>温度、间隙、振动、表面质量。</p> <p>(四) 嗅觉检查</p> <p>二、磁粉探伤检验</p> <p>将磁性材料制造的零部件磁化后，利用磁极能吸附磁粉的原理进行探伤的方法。</p> <p>(一) 磁粉探伤原理</p> <p>(二) 工件磁化的方法</p> <p>1. 周向磁化法</p> <p>周向磁化法又称横向磁化法。工件磁化后所产生的磁力线是在工件轴向垂直的平面内而且沿着工件圆周表面分布，磁力线是相互平行的同心圆。常用来检验工件上如纵焊缝等与轴线平行的缺陷。常用的周向磁化法有：直接通电周向磁化法、间接通电磁化法、磁锥法等。</p> <p>2. 纵向磁化法</p> <p>工件磁化后产生的磁力线与工件的轴线平行。用来检验与工件或焊缝轴线垂直的缺陷。常用的磁化方法有：螺线管线圈法、磁轭磁化法等。</p> <p>3. 复合磁化法</p> <p>复合磁化法是一种采用直流电使磁轭产生纵向磁场，用交流电直接向工件通电产生周向磁场（磁轭中部嵌入一片不导电的绝缘片把磁轭分开），使工件得到由两个互相垂直的磁力线作用而产生的合成磁场的方法。探伤时，必须先进行直流纵向磁化，然后进行交流周向磁化，对直流和交流电流强度进行适当调节，即可在工件的每点上，在不同的时间里，得到大小和方向都变化的磁场强度，从而能发现工件表面上任意方向上的缺陷。以检查各种不同角度的缺陷。</p> <p>4. 旋转磁场磁化法</p> <p>旋转磁场磁化法是采用相位不同的交流电对工件进行周向和纵向磁化，在工件中就可以产生交流周向磁场和交流纵向磁场。这两个磁场在工件中，产生磁场的叠加后形成复合磁场。由于所形成的复合磁场的</p>	<p>多媒体课件</p>
--	--------------

方向是以一个圆形或椭圆形的轨迹随时间变化而改变，且磁场强度保持不变，所以称为旋转磁场。它可以检测工件各种任意方向分布的缺陷。

三、超声波探伤检验

四、旋转零件的平衡检验

静平衡: 转速 $n < 1800 \text{ r/min}$ 和长径比 $L/D \leq 0.5$, 或 $n < 900 \text{ r/min}$;

动平衡: 转速 $n > 900 \text{ r/min}$ 和长径比 $L/D > 0.5$, 或 $n > 1800 \text{ r/min}$ 。

(一) 静平衡检验

零件的静平衡原理

1. 静平衡检验台架

平行台式静平衡检验台; 滚动式静平衡检验台架

2. 静平衡检验的操作方法

明显不平衡:

测定转子偏重的方位; 确定平衡的大小

不明显不平衡:

用八点试重周移法试验测定转子的偏移方位; 确定平衡重大小。

注: 对于某些小型低速转子, 只进行明显不平衡试验。

(二) 旋转零件的动平衡检验

平衡机法; 现场平衡法

现场平衡原理图

现场平衡过程的三个步骤

【举例】

以矿井日程保养方法、手段介绍零件的感觉检查方法的应用, 以提升机主轴、提升机钢丝绳探伤检查方法, 介绍磁力探伤仪器的原理、应用。

总结

零件的常规检查方法以及无损探伤检查是煤矿机电设备检修、运行维护中常用的手段, 通过学习有利于在接下来的顶岗实习中, 尽快熟悉掌握这些方法手段。

4. 布置作业

2-15、2-17、2-18、2-24、2-26

第三章 机械零件的修理方法

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	3.1 零件的焊接修理 3.2 零件的电镀修复 3.3 零件的金属电喷涂修复				
教学目的	了解机械零件的常用修理方法；掌握机械零件的焊接修理、电镀修理、金属喷涂修理的工艺及特点；掌握以上方法的修理过程及其应用。				
教学重点、难点	机械零件常用修理方法的工艺特点				
课外作业	3-2；3-4；3-9；3-10				
课后总结	机械零件的焊接修理、电镀修理、金属喷涂修理是机电设备维修中常用的修理方法；通过学习掌握焊接修理、电镀修理、金属喷涂修理的工艺及特点、修理过程及其应用，以便根据机械零件的性能特点，选用合理的修理方法，恢复其性能。				
授课主要内容或纲要				教学手段	相关补充内容
<p>课时内容</p> <p>1. 复习以前内容 复习上一章节内容，引入新课。</p> <p>2. 新课时内容 零件的焊接修理 零件的电镀修复 零件的金属电喷涂修复</p> <p>【问题1】 零件的焊接修理</p> <p>【授课内容】 焊接修理法是把焊接工艺应用于零件的修理方法。焊接方法的种类很多，在焊修时，常用熔焊中的手工电弧焊接，在有条件的情况下，应采用气体保护焊、等离子电弧焊等方法。焊修具有设备和工艺简单、操作容易、修理周期短、成本低、焊接质量好等优点，因此，焊接修理法应用广泛。</p>				多媒体课件	<p>补充以课件焊接加工工艺介绍焊接维修的特点应用</p> <p>在机械加工中气体保护焊、等离子电弧焊等方法已普遍采用。可以适当补充这些焊接加工方法。</p>

<p>焊修主要用于补焊零件裂纹，焊接断裂的零件，用堆焊修复磨损的零件等。</p> <p>一、零件焊修的特点及应用范围</p> <p>1. 零件焊修的特点</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 焊修零件易产生变形和损坏 2) 满足零件焊修后的技术要求 3) 零件焊修后的加工性能 <p>2. 焊修的应用</p> <p>焊接修理法应用广泛，目前，主要用于金属零件裂纹及损伤的焊补，断裂零件的焊接，用堆焊的方法修复磨损零件等。</p> <p>如常出现的轴颈磨损，常用堆焊的方法在轴颈处堆敷一层金属，然后进行机械加工。轴类零件、齿轮或其他零件等的裂纹或断裂，也常用焊接进行修理。</p> <p>二、焊修工艺及焊修准备工作</p> <p>焊修时，应合理的确定焊修工艺和进行焊前准备工作，以保证焊修后零件的机械性能。</p> <p>1. 焊修工艺的确定</p> <p>焊修工艺主要是指坡口的形式、焊接工艺参数（电源的种类与极性、焊条与直径、焊接电流与焊接层数等）等。</p> <p>1) 坡口形式</p> <p>坡口是根据焊修要求，在零件焊修部位加工的一定几何形状的沟槽。常见的坡口形式有 Y 形坡口，双 Y 形坡口、U 形坡口等，</p> <p>2) 焊修工艺参数的确定</p> <p>焊修工艺参数是为保证焊修质量而确定的焊修物理量，主要包括电源种类与极性、焊条、焊修电流与焊修层数等。合理的确定焊修工艺参数是保证焊修质量的关键。</p> <p>(1) 电源的种类与极性</p> <p>手工电弧焊电源种类，常用的有交流弧焊机、整流式直流弧焊机和逆变焊机等。</p> <p>(2) 焊条的选择</p> <p>焊条的种类繁多，常用的碳钢焊条 GB/T5117—1995 的型号是按熔敷金属的抗拉强度、药皮类型、焊接位置和焊接电流种类划分（详见国家标准及有关资料）。</p> <p>焊修低碳钢或低合金钢时，一般按“等强度原则”选择焊条，即使焊缝金属与母材等强度，而不考虑化学成分相同或接近。焊修不锈钢、耐热钢时，一般按“成分相近原则”选择焊条，即焊条的化学成分与母</p>	
--	--

材相同或相近。焊修刚度大、形状复杂及承受冲击载荷、交变载荷的重要零件时，应选用碱性焊条。焊修铸铁时，应根据零件的重要程度和加工要求选择相应的铸铁焊条，并有冷焊、热焊之分。

磨损零件的堆焊焊条的选择：

磨损零件的堆焊修复根据焊层的性能要求选用焊条，按强度、耐磨性等进行选择。

铸铁焊修时焊条的选择：

铸铁焊修时，一是易产生裂纹，二是易形成“白口”。

焊条直径的选择：

焊条直径通常根据焊修零件的厚度选择，表 3—4 为焊条直径的选择。

(3) 焊接电流的选择：

焊接电流是指流经焊接回路的电流，主要根据焊条的直径进行选择，见表 3—5。

(4) 焊接层数

焊接层数根据焊修件的厚度和焊条的直径确定。实际中，每一层的厚度应等于焊条直径的 0.8~1.2 倍。由于后焊焊层对先焊焊层有热处理作用，多层焊接有利于提高焊缝质量，但超过 4mm~5mm，热处理效果不明显。又为防止零件过热，每层也不宜太厚，一般 3mm~4mm 为宜。

2、焊修前的准备工作

(1) 清洁处理。

(2) 裂纹、断裂焊修。

对未穿透裂纹，裂纹深度大于 6mm 时，为保证焊透，应在裂纹处开坡口，坡口底部做成圆角，并超过裂纹深度 2mm~3mm。裂纹深度在 6mm 以下时，一般不用坡口。

对断裂（穿透裂纹）零件的焊修，根据零件的厚度按图 3-2 确定坡口的形式并进行焊接。对圆柱形零件（如轴）对接焊修时，为保证其强度，对接边最好做成铲状或楔形。

(3) 铸铁和有裂纹倾向的高碳钢等焊补时，为防止裂纹继续扩展，焊前在裂纹两端钻出 2mm~5mm 的止裂圆孔，裂纹焊合后，再补焊两圆孔。

(4) 堆焊零件表面的准备。

三、焊修注意事项

在焊修过程中，零件容易变形和开裂。为保证焊修质量，除了采取合理的焊修工艺，做好焊修前的准备，减少气孔、夹渣以及未焊透外，在焊修过程中，

还应注意防止零件的变形和开裂。

1. 焊接应力与变形和开裂
2. 焊修零件变形的形式
3. 减小焊修应力的方法
 - (1) 焊前预热、焊后缓冷
 - (2) 锤击或锻打
 - (3) 加热减应区
4. 减小和防止变形的的方法

减小内应力可以减小零件的变形，但是，在焊修过程中，零件的变形是不可避免的。如果零件变形量大，会增大矫正难度和费用，甚至会使零件报废。当对工件变形量有较高要求时，则应首先考虑控制其变形量，焊修后再采取适当的措施减小内应力。减小和防止变形的的方法有以下几种。

- (1) 反变形法
- (2) 刚性固定法。
- (3) 水冷法
- (4) 合理地安排焊修顺序

四、零件的焊后处理

焊修后的零件常常发生变形，当变形影响使用时，应对变形进行矫正。焊修零件的内应力是不可避免的，内应力影响机械加工精度，在使用中，由于内应力的释放，零件又不可避免的的产生变形，甚至开裂，重要的零件应消除其内应力。对焊修后，组织和性能达不到要求的零件，还应采取相应的热处理工艺，改善组织、提高性能。

1. 变形的矫正

焊修后的零件产生的变形，常用机械矫正法或火焰矫正法进行矫正。

- (1) 机械矫正法
- (2) 火焰矫正法

2. 内应力的消除

焊修或矫正后的零件，存在内应力，对重要的零件，为保证其加工和使用性能，需要消除零件的内应力。消除内应力最有效的方法是进行热处理，常采用去应力退火的方法消除零件焊后的内应力。

去应力退火也叫低温退火，其工艺是在热处理炉内加热到 $500^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ ，保温（保温时间可按壁厚计算，每 1mm 厚度保温 4min~5min），炉冷。

3、焊后热处理

除去应力退火外，对需要进行热处理的零件，应根据工作条件、使用性能等，采取合理的热处理工艺，

<p>以达到要求的组织和机械性能。</p> <p>【举例】 以刮板运输机中部槽钢板的焊接为例，介绍焊接工艺、特点、应用。</p> <p>小结： 焊修具有设备和工艺简单、操作容易、修理周期短、成本低、焊接质量好等优点，因此，焊接修理法应用广泛。焊接方法的种类很多，在焊修时，常用熔焊中的手工电弧焊接，在有条件的情况下，应采用气体保护焊、等离子电弧焊等方法。</p> <p>但在机械加工中气体保护焊、等离子电弧焊等方法已普遍采用。</p> <p>布置作业 3-2； 3-4；</p>	
<p>【问题 2】 零件的电镀修复；零件的金属电喷涂修复</p> <p>【授课内容】 定义：电镀是利用电极通过电流使金属附着于物体表面上，其目的是改变物体表面的特性或尺寸。</p> <p>一、电镀修复的特点和应用范围 (一) 电镀修复的特点 修复磨损零件的尺寸，保持会提高零件的表面硬度、耐磨性及耐蚀性；镀层不能太厚。</p> <p>(二) 应用范围 主要用于磨损量较小的零件，或保护性修复。</p> <p>二、常用镀层金属 机械修复常用铬、铁、锌、铜。</p> <p>(一) 铬 在纯金属中，其硬度最高。可达 HB800~1000；镀铬层具有良好的化学稳定性，抗强酸、强碱等腐蚀；摩擦系数较小；与金属基体结合能力强，内应力小，不易脱落和变形；多孔性镀铬可改善零件的润滑条件；工艺复杂，维修时间长，费用高，镀铬层不能太厚，一般为 0.2mm~0.3mm。</p> <p>(二) 铁 镀铁层硬度为 HB180~220，经热处理后可达 HB500~600；镀铁层厚度可达 3mm~5mm，可修复磨</p>	<p>多媒体课件</p>

损较大零件，并可和镀铬配合使用，修复磨损量较大的零件，获得高硬度、耐磨性表面；镀铁使用的原料来源广，经济、成本低；镀铁速度快、比镀铬快 10 倍以上；在电解液中加入糖和甘油等，可是镀铁层增碳约 1%，即“钢化”处理。

（三）锌

在干燥的空气中，较稳定；在潮湿的空气和水中，表面形成碳酸锌或氧化锌，具有保护性；强度低，一般不能用来修复耐磨性零件；具有良好的耐蚀性，镀层常用作钢铁防锈层。

（四）铜

具有良好的导电性和抛光性，组织紧密，与基体结合牢固。常用作改善零件的导电性、电镀层的底层、钢铁零件防止渗碳部分的保护层和磨损铜轴瓦的修复；在空气中易氧化，不能作防腐性镀层。

三、电镀原理及电镀修复工艺

（一）电镀原理

如图 3-11 所示，电镀工件作为阴极，电镀金属作阳极（有时也用不溶于电镀液的金属作阳极）。

（二）电镀修复工艺

表面处理

表面预处理：清除灰尘、油脂、除油、除漆、除锈。

镀前处理：以低碳钢为例介绍处理方法和步骤。

P70

电镀：为使镀层均匀，可采用下列措施：

选择分散能力好的电镀液及添加剂；合理安排镀件与阳极的位置及距离；设置辅助阳极；使镀件与电镀液作相对运动。

镀后处理

如镀件的尺寸、表面粗糙度、几何形状不满足要求，应进行机械加工以满足要求。

四、金属刷镀

也称为涂镀或擦镀，原理与槽镀相同。

如图 3-12 所示。

特点：设备简单，操作方便，镀层厚度可较精确控制，镀后可不进行机械加工，并可修复盲孔和深槽。但刷镀液价格高，维修费用高。

五、化学镀镍简介

特点：

溶液稳定性好，可循环使用；沉积速度快，生产效率高；镀层外观光亮，具有镜面光泽；镀层防腐性

能高；对复杂零件具有优异的均镀能力；镀层孔隙率低；操作简单，使用方便。

六、零件的金属电喷涂修复

机理：利用热能吧金属（丝、粉）熔化，并用高压气体把熔化的金属液吹散成微小颗粒，高速喷射在处理好的工件上，形成具有一定附着力和机械强度的金属层。

有电弧喷涂、火焰喷涂、等离子喷涂等。

一、金属电喷涂的原理和设备

（一）金属电喷涂的原理

（二）金属电喷涂设备

二、金属喷涂层的主要性质

（一）喷涂层的多孔性

（二）喷涂层与基体的结合强度

（三）喷涂层的强度和硬度

（四）喷涂层的耐磨性

三、金属电喷涂的应用

常用于工件的表面保护、零件的磨损修复、改善零件的性能等。

（一）钢铁零件的表面保护

（二）修复磨损零件、改善零件的性能

修复磨损的零件；

改善零件的性能。

【举例】

以鼓风机主轴磨损修复为例介绍电镀修复方法的应用、工艺特点。

总结

焊修具有设备和工艺简单、操作容易、修理周期短、成本低、焊接质量好等优点，因此，焊接修理法应用广泛。焊接方法的种类很多，在焊修时，常用熔焊中的手工电弧焊接，在有条件的情况下，应采用气体保护焊、等离子电弧焊等方法。

但在机械加工中气体保护焊、等离子电弧焊等方法已普遍采用。

电镀修复的特点是修复磨损零件的尺寸，保持会提高零件的表面硬度、耐磨性及耐蚀性；镀层不能太厚。主要用于磨损量较小的零件，或保护性修复。

布置作业

3-9；3-10

第四章 通用零件的修理与装配

授课日期	授课时数	授课班级
授课章节名称	4.1 机械检修的一般工艺过程; 4.2 轴的修理与装配; 4.3 过盈配合连接的装配; 4.4 滑动轴承的修理与装配; 4.5 滚动轴承; 4.6 齿轮传动装置的修理与装配	
教学目的	了解机械检修的一般工艺; 掌握轴、滑动轴承、滚动轴承、齿轮传动装置的修理与装配	
教学重点、难点	掌握轴、滑动轴承、滚动轴承、齿轮传动装置的修理与装配工艺过程特点	
课外作业	4-1; 4-6; 4-8; 4-13; 4-15; 4-21; 4-28; 4-31	
课后总结	机器在运行过程中, 由于零部件之间相互运动, 不可避免地会产生磨损和损坏。当磨损达到或超过某一定极限时, 原有的配合性质就被破坏, 配合性质的变化会使机器工作精度下降和发生故障, 严重时会导致机器丧失工作能力。因此, 对已磨损和损坏的零件必须进行修理或更换以保证设备的正常运转。	
授课主要内容或纲要		教学手段
<p>课时内容</p> <p>1. 复习以前内容 复习上一章节内容, 引入新课。</p> <p>2. 新课时内容 机械检修的一般工艺过程; 轴的修配与装理; 过盈配合连接的装配; 滑动轴承的修理与装配; 滚动轴承; 齿轮传动装置的修理与装配</p> <p>【问题 1】 机械检修的一般工艺过程</p> <p>【授课内容】 机器检修的一般工艺过程可分为故障的判断和检</p>		多媒体课件
		相关补充内容

查、拆卸、检验已拆卸的零件、制定修复方案、进行零部件的修理修复、重新装配调整、试车及验收等几个主要阶段。

一、故障的判断和检查

故障的判断和检查主要是对整机运行状况的检查和对故障的分析判断。有关检查诊断的详细内容见第二章。

二、机器拆卸

故障部位确定后，可根据机器的结构特点按照一定的拆卸方案进行拆卸。拆卸效果的好坏，将直接影响机器的修理质量与速度。机器的拆卸顺序包括拆卸前的准备、拆卸和拆卸后的整理。

(一) 拆卸前的准备

拆卸前的准备是指拆卸前应当做的技术准备工作和劳动组织安排的计划工作，包括拆卸方案的确定，拆卸设备、工具、备件和材料的准备，场地准备及人员的安排等。

零件的拆卸常用锤击法、压卸法、拉拔法、温差法和破坏法。

1) 锤击法

2) 压卸法

3) 拉拔法

4) 温差法

大部分情况下，常用加热与锤击，压卸与锤击、加热，拉拔与锤击、加热等组合起来的方法进行拆卸。

5) 破坏法

采用此方法拆卸时，要对拆卸零部件进行分析和确认，以免损坏可用零件。

(二) 拆卸过程

机器拆卸过程通常按实际需要先将外部的附件拆除，然后再根据装配图按照与装配顺序相反的原则，把机器拆成部件，部件再拆成组件，最后将组件拆成零件。

1. 拆卸操作应遵循以下原则：

1) 除大修外，一般情况下拆卸只针对发生故障的部位，并且尽量减小拆卸范围和拆卸零件，避免不必要的拆卸。

2) 拆下的零件应立即按部件、组件和零件分类放好，不得就地乱扔乱放，以防丢失或损坏。

3) 对于配合要求较高或装配时零件之间有严格位置要求的零件，拆卸后立即在零件上合适的位置打印标记，切忌标记打在零件的工作表面上。

4) 对于精密机器, 一般不要拆卸, 只有在必须拆卸后才能解决问题的情况下, 才准许拆卸, 并在拆卸过程中, 应特别慎重小心, 严格按顺序用专用工具拆卸。

5) 零件拆卸过程中, 无论是故障零件还是其它零件, 都要做到边拆卸边检查, 并且要仔细观察每一个零件的装配位置和相互关系是否发生了变化, 注意从零件表面痕迹上判定其故障或是否存在故障隐患, 并为后续的装配工作做好准备。

6) 如果机器的技术资料不全或机器的结构复杂, 拆卸时要做必要的记载, 编制装配系统图, 以便确认零部件的装配关系, 为机器的装配提供参考。

2. 装配系统图

装配系统图是一种现场实用的工程示意图。它用来表示部件或组件及所有组件、零件之间的装配顺序, 还用来表示部件、组件或整台机器的装配基准件、各零件的名称和数量。

(三) 拆卸后的整理

零件从机器上拆卸后, 首先对其表面的痕迹进行观察, 判断其配合面的磨损情况; 其次, 对零件进行清洗检查, 对难以判别的零件再进行严格的物理检验; 然后按照检查和检验结果分类, 并做好可用、待修与报废的鉴定区分和标记工作, 为下一步零件的修理和更换做好准备。

1. 零件清洗

清洗的目的是清除和洗净零件表面的油脂、污垢、锈迹和黏附的机械杂质, 便于对零件进行进一步的检查。

2. 零件分类

将清洗好的零件进行表面状况、形状和尺寸的检查; 根据检查结果, 分出可用零件、待修零件和报废零件。

3. 零件管理

将检查过的零件进行合理的管理, 按部件或类型归类、点数, 并放置整齐, 避免丢失、损坏或遗留在机器内。

三、拆卸零件的检查

对已拆卸的零件主要通过感觉检查法、仪器检查法、测量检查法和渗透检查法等进行检查, 确定零件损坏的原因和内容, 这是保质保量完成修理任务的前提。检查的内容主要包括: 零件的表面磨损情况、零件尺寸的变化、装配位置和配合状况、零件几

何形状如弯曲、扭曲以及裂纹、断裂等。

四、制定修复方案

修复方案的确定决定了零件的修复质量和修复成本，也决定了修理工期和工作效率。机器上的零件经检查后，待修的零件要进行相应的修复或更换，制定修复方案一般应考虑修理的经济性、修复后零件的技术性能、修复后零件的耐用度、现场具有的工艺水平和修理周期等因素。制定修复方案的一般过程为：

(1) 了解零件的结构、作用、材质及技术质量要求。

(2) 了解零件的损坏情况和原因，确定零件需要修理的具体内容。

(3) 根据现场实际条件确定应采取的修理方法、工艺内容及工艺流程，并指出确保修理质量的各项技术措施。

(4) 明确零件修复过程中的注意事项，提出零件运输、保管等方面的要求。

(5) 确定零件修复后的检验和验收方法与质量标准。

制定修复方案后，即可进行零件的修理修复，并确保修复质量。

五、机器的重新装配

修理后的零件符合要求后，即可进行机器的重新装配。重新装配的步骤与拆卸时相反。装配工作流程包括装配前的准备、装配、装配后的检查。

(一) 装配前的准备与要求

(二) 装配

装配时要严格按照各零件的装配要求和步骤进行装配。装配方式常有：

(1) 完全互换法。

(2) 选配法。

(3) 调整法。

(4) 修配法。

装配方法与拆卸方法接近，常用锤击法、压入法、温差法等。

(三) 装配后的检查

根据机器的修理质量标准，按规定项目及内容进行检查，以保证修理质量。

六、调整和试车

经过修理和装配后的机器在运行前应进行试车和调整，以检验机器是否满足技术要求。更具体的内容可见第五章第六节。

<p>【举例】 以矿井提升机大修工艺为例介绍检修的一般工艺过程。</p>	
<p>【问题 2】 轴的修理与装配；过盈配合连接的装配；</p> <p>【授课内容】 一、轴零件的主要失效形式 轴颈的磨损、轴的变形、轴的疲劳裂缝和断裂、轴上的键槽的损坏。 主要有：轴颈的磨损、弯曲变形和疲劳损坏。 二、轴的重新配制 (一) 合理选材和结构设计 1. 合理选材 原则：考虑轴的抗疲劳性、耐磨性等；对应力集中的敏感性小、加工性和热处理性。 材料：低碳钢、中碳钢和合金钢； 优质碳素结构钢； 合金钢、以及球墨铸铁。 2. 结构设计 考虑便于轴上零件的定位、装配、拆卸和节约材料，常用阶梯轴； 为减小应力集中，提高轴的抗疲劳强度，应尽量减缓轴直径的变化，在轴肩处设圆角过渡。 过盈配合处，除选择合适的过盈量，还可在轴上或轮毂上开卸荷槽。 (二) 制定合理的加工工艺路线 常见阶梯轴的一般加工工艺路线； 常见齿轮轴的一般加工工艺路线。 (三) 采用必要的热处理 调质、表面氮化、渗碳、高频或火焰表面淬火。 三、轴类零件的拆卸方法 (一) 击卸法 适用于配合力不大的零件。 (二) 拉卸法 利用拉出器、退卸器、拔销器等工具拉卸轴类零件或带有内螺纹的轴、销、钩头键及盲轴等。 采用压出法、温差法。 四、轴拆卸后的清洗、检查和修复 (一) 清洗 手工清洗、采用清洗剂。</p>	<p>多媒体课件</p>

(二) 检查和修复

1. 磨损的检查和修复

圆度检查；

圆柱度检查。

注：一般矿山机械中，轴颈的圆度和圆柱度参见表 4-1。(P86)

轴颈磨损的修复

2. 轴的弯曲检查和校直

直线度的检查；

弯曲轴的校直

冷校直法：压力校直、锤击校直。

热校直法：机理、步骤。

3. 轴的裂纹处理

重要的轴，裂纹深度不超过直径的 5%或扭曲变形角小于 3° ；对于不受冲击载荷、次要的轴，裂纹深度可达 15%，扭曲变形角可达 10° 度。

裂纹检查：仪器探伤或着色探伤。

裂纹的处理。

五、轴的装配

(一) 装配前的检查

(二) 装配注意事项

1. 在配合表面涂清洁润滑油；

2. 装配时注意轴与孔中对中校正，均匀施压；

3. 已装配好的轴部件，应均匀支撑在轴承上，用手转动感到轻快；

4. 轴组件装配完毕后应检查各轴间的装配位置精度。

检查方法：

1. 轴间平行度的检查

弯针挂线检查法；

轴间距测量法；

2. 轴间垂直度的检查；

3. 轴的同轴度检查。

六、过盈配合的基本概念

过盈配合是依靠包容件与被包容件之间的过盈量产生的配合力，在相对位移或相对转动时产生的摩擦力或摩擦力矩，来传递轴向力或扭矩的。

注：过盈配合的摩擦系数参见表 4-2。

过盈连接的零件，装配时应考虑满足过盈连接的要求、计算压入力、合理选择装配方法等。

七、过盈配合连接的要求

装配后最小的实际过盈量应保证两个零件具有一定的紧密度。

装配后最大的实际过盈量所引起的应力不至于是装配零件损坏。

八、过盈配合连接的装配方法选择

参见表 4-3 (P92)。

九、压入装配的基本过程

(一) 检查装配零件和测量过盈量

检查内容：零件的尺寸与偏差、表面粗糙度、倒角和圆角是否符合装配要求。

(二) 计算压入力

(三) 装入 注意事项

十、热装法装配的基本过程

(一) 验收装配零件和测量实际过盈量

(二) 计算加热温度，选择加热方法

(三) 做好准备工作

(四) 加热

(五) 装配

(六) 装配故障及处理

【举例】

以刮板机减速箱轴、大功率多节式离心泵主轴的维修为例介绍轴类零件的维修与装配；以皮带机传动辊轴头的装配介绍过盈方法。

小结

机器在运行过程中，由于零部件之间相互运动，不可避免地会产生磨损和损坏。当磨损达到或超过某一定极限时，原有的配合性质就被破坏，配合性质的变化会使机器工作精度下降和发生故障，严重时会导致机器丧失工作能力。因此，对已磨损和损坏的零件必须进行修理或更换以保证设备的正常运转。正确的维修和装配过程、方法可以提高维修速度，避免不必要的返工，满足装配质量要求。

布置作业

4-1；4-6；4-8；4-13；4-15

<p>【问题3】 滑动轴承的修理与装配；滚动轴承；</p> <p>【授课内容】 一、动压向心滑动轴承的润滑管理 完全液体摩擦的建立的三个阶段： 静止阶段、启动阶段、稳定阶段； 油层压力分布状态。 二、滑动轴承的失效形式（P98） 三、滑动轴承的间隙及其确定 滑动轴承的间隙； 轴承径向间隙的确定方法： <ul style="list-style-type: none"> ❖ 按设计的配合要求计算 ❖ 经验公式系数法 ❖ 经验表格法 ❖ 实验法 四、滑动轴承的修理 （一）轴瓦合金的重新浇注 <ol style="list-style-type: none"> 1. 熔脱旧的轴承合金 2. 清理和清洗瓦胎 3. 浇注准备 4. 芯棒的选择 5. 瓦胎的固定 6. 浇注用芯棒的组成 7. 缝隙的处理 8. 镀锡 9. 熔化轴承合金 10. 轴承合金的浇注 11. 轴承合金浇注后的质量检查 （二）轴瓦的加工 <ol style="list-style-type: none"> 1. 轴瓦瓦口的加工 2. 上下瓦结合面处调整垫片的确定 3. 轴瓦刮削余量的确定 4. 轴瓦内孔尺寸的确定 5. 轴瓦倒角 （三）轴瓦（或轴套）的刮研 利用手工操作的方式，边刮削加工，边研点测量，使工件达到工艺上规定的尺寸、几何形状、表面粗糙度和接触精度等要求的精密加工工艺。 粗刮、细刮、精刮。 轴瓦刮研后应保证轴承的间隙、接触角和接触点同时符合要求。</p>	多媒体 课件
--	-----------

1) 接触角

●轴瓦与轴颈接触面所对应的圆心角。

●一般接触角应控制在 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 范围内。重载、低速时，取较大的角度；反之，取较小的角度。

2) 接触点

●在接触角范围内单位面积（一般为 $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ ）上的接触点数。

●精度越高、转速越快，接触点应越多。（表 4-13）

●注：刮研应在轴承座安装后进行；轴承与轴颈的结合部分与非接触部分应光滑地过渡；刮削时应刮大点、留小点，刮亮点留暗点；不得用锉刀或砂布抹擦，特别是巴士合金瓦。

（四）油槽的种类和开凿

1. 种类：

轴向直线形油槽、斜向十字形油槽、径向王字形油槽。

2. 油槽的开凿原则：

润滑油应保证从无负荷部位进入。但轴颈圆周速度小于 0.5m/s 的低速轴承，因用润滑脂，必须在承载部位开油槽。

轴瓦内的油槽不能直通到轴瓦之外。

在上、下瓦的结合处必须开油槽。

尽可能避免开凿轴向油槽，以防止轴颈与轴衬发生金属摩擦。

较长的轴套供油较难，可开螺旋油槽。注意旋向。

负荷方向随转向而变化时，应通过轴颈引进润滑油。或在轴瓦端部开环形油槽。

在垂直轴承中，油槽的位置应开在轴套的上端并形成环形。

轴承的进油孔，一般应开在轴颈旋转的前方。

（五）滑动轴承的装配与调整

1. 轴承座的装配与调整

●拉线法

●高精度水准仪测量法

●对研法

2. 轴承盖与轴承座的装配

3. 轴瓦与轴承座、盖的装配与要求

轴瓦与轴承座的配合一般为 $H7/k6$ 、 $H7/k7$ ，要求配合紧密，不得有较大的过盈或间隙。轴瓦瓦背与轴承座孔的接触面积不得小于整个面积的 $40\% \sim 50\%$ ，上、

下瓦与轴承座的接触面圆心角大于 90° 和 120° 。

轴瓦的定位销。

轴瓦的稳钉

4. 轴套与轴承座的装配

轴套在压装时，易于变形，装配时应重视。

(六) 滑动轴承的间隙测量与调整

1. 塞尺法

检查轴承的顶间隙、侧间隙、轴向间隙。

2. 压铅丝法

用于不能或不使用塞尺法检查的顶间隙

3. 百分表法

主要用于测轴向间隙。或测量顶间隙。

注：在日常维护和检修中，顶间隙的测量以初装间隙为标准。

五、滚动轴承的种类和配合的选择

(一) 滚动轴承的种类

●向心轴承

●向心推力轴承

●推力轴承

(二) 滚动轴承的配合选择

按轴承所受的负荷类型、大小和方向、轴承的类型等选择。

六、滚动轴承的失效形式

点蚀、烧伤、磨损、轴承卡死、内外圈裂纹、保持架变形、锈蚀。

七、滚动轴承的拆卸、清洗、检查

(一) 轴承的拆卸

锤击法、压卸法、拉拔法拆卸。

(二) 轴承的清洗和检查

轴承的径向间隙及磨损极限间隙

八、滚动轴承的装配

(一) 轴与轴承箱几何形状对滚动轴承装配的影响

(二) 滚动轴承的装配

1. 圆柱孔轴承的装配

2. 圆锥孔轴承的装配

3. 角接触轴承装配

4. 推力轴承装配

(三) 轴承的固定

轴向定位、轴向紧固。

(四) 滚动轴承座的装配

<p>与滑动轴承相同。</p> <p>九、滚动轴承的间隙与调整</p> <p>(一) 滚动轴承的间隙类型</p> <p>径向间隙和轴向间隙；</p> <p>原始间隙、配合间隙和工作间隙。</p> <p>(二) 不可调滚动轴承的间隙</p> <p>(三) 可调型滚动轴承的间隙</p> <p>轴向间隙参见表 4-17；</p> <p>常用的调整方法：调整垫片、螺纹调整、调整环。</p> <p>十、滚动轴承装配的预紧</p> <p>定位预紧、定压预紧、径向预紧。</p> <p>【举例】</p> <p>以鼓风机滑动轴承的检修为例，以及多节式离心泵滚动轴承为例介绍轴承的检修。</p> <p>总结</p> <p>轴承的使用批量大，直接影响机电设备的性能，对设备的维修质量、成本、效率有着重要的影响。掌握轴承的维修、装配方法，可以有效提高维修质量。</p> <p>布置作业</p> <p>4-21； 4-28</p>	
<p>【问题 4】</p> <p>齿轮传动装置的修理与装配</p> <p>【授课内容】</p> <p>一、齿轮传动的特点和应用</p> <p>优点：传动功率、速度适用范围广，传动比准确，效率高，工作可靠，结构紧凑，寿命长。</p> <p>缺点：需专用设备加工，成本较高，齿轮制造、安装精度要求高，不适于轴间距较大的传动。</p> <p>二、齿轮传动的失效形式及防止措施</p> <p>1. 失效形式：轮齿的折断、齿面的损坏；</p> <p>2. 措施：提高齿面硬度和表面粗糙度；选用粘度较高的润滑油或采用适当的添加剂，供给足够的润滑油和保持润滑油的清洁；避免频繁启动、过载、冲击；提高装配质量、加强维护管理。</p> <p>三、齿轮的修理</p> <p>矿山机械更换齿轮的原则：</p> <p>点蚀区参数要求；</p>	<p>多媒体课件</p>

<p>齿面发生严重粘着，胶合区达到齿高的 $1/3$、齿长的 $1/2$；</p> <p>硬齿面齿轮，齿面磨损达到硬化层深度的 40%（绞车为 70%）；</p> <p>软齿面齿轮，齿面磨损达到原齿厚的 5%（绞车为 10%）；</p> <p>开式齿轮传动中，齿面磨损达到厚度的 10%（绞车为 15%）</p> <p>在重要和关键设备的修理中，相啮合的齿轮应成对更换。</p> <p>（一）齿轮轮齿的修理</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 堆焊加工法 2. 镶齿法 3. 变位切削法。 <p>注：对高速、高精度的齿轮不能采用修复的方法。</p> <p>（二）齿轮轮缘、轮毂的修理</p> <p>对破裂的齿轮，轻载或没有焊接条件时，可直接用固定夹板连接的方法处理。</p> <p>载荷较大时，采用焊接修理。</p> <p>轮毂上的裂纹，可焊接或镶轮毂。</p> <p>（三）蜗轮副的修理</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 加工修复法 <p>滚齿法：具备高精度的滚齿机时，对精度超差的蜗轮，重新精加工，在配新的蜗杆；</p> <p>研磨修复法</p> <p>四、圆柱齿轮的装配与调整</p> <p>（一）装配前的检查</p> <p>齿轮的主要技术参数是否与要求相符；</p> <p>检查齿轮轴孔的表面状况；</p> <p>高速齿轮应先做好平衡试验，保证齿轮旋转平稳。</p> <p>（二）齿轮与轴的装配</p> <p>齿轮与轴的连接有：空转、滑移、固定；</p> <p>齿轮安装后的缺陷；</p> <p>高精度齿轮传动机构，齿轮安装后的检查；</p> <p>（三）齿轮轴组件与箱体的装配</p> <p>参见表 4-20。</p> <p>（四）齿轮啮合质量的检查</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 滑移齿轮应没有啃住或阻滞现象 <p>齿轮错位的允许量；</p> <p>变速盘数字、定位基准、齿轮的轴向滑移错位量</p>	
---	--

三者统一。

2. 齿轮啮合间隙的检查

齿顶间隙、齿侧间隙的测量；

测量方法：塞尺法、千分表法、压铅丝法。

3. 齿轮啮合接触精度的检查

涂色法检查接触斑点。(表 4-22)

调整方法：参见表 4-23。

圆锥齿轮、蜗轮蜗杆的装配与调整(略)

【举例】

以刮板输送机减速箱为例介绍齿轮的维修。

总结

齿轮是矿山机械传动系统的主要零件，功率大、批量多，传动功率、速度适用范围广，传动比准确，效率高，工作可靠，结构紧凑，寿命长。

但需专用设备加工，成本较高，齿轮制造、安装精度要求高。掌握齿轮维修方法可以节约维修成本，提高维修质量。

布置作业

4-30、4-31

第五章 机械设备的安装

授课日期		授课时数		授课班级	
授课章节名称	第一节机械设备安装的准备工作 第二节机器和基础的连接 第三节机械设备的安装 第四节联轴器的安装检查与调整 第五节设备的试运转				
教学目的					
教学重点、 难点	联轴器的安装检查与调整				
课外作业					
课后总结					
授课主要内容或纲要				教学 手段	相关补充内容
课时内容 新课时内容 【问题1】				多媒体 课件 或 板书	
【授课内容】					

一、设备安装的含义及基本要求

机械设备的安装是按照一定的技术文件,将机械设备正确、牢固地固定在基础上。机械设备的安装是一项重要而复杂的工作,是一个庞大的系统工程。机械设备的安装工艺过程包括基础的验收、安装前的物质和技术准备、设备的吊装、设备安装位置的检测和找正、基础的二次灌浆、调试及试运转等。机械设备安装质量,直接影响机械设备工作的使用性能、使用寿命及生产效率。

机械设备安装工程的规模往往较大,要求多工种、多部门协调作业,因此必须充分做好施工准备工作和组织工作,做好科学施工,保证施工质量和施工安全

一、机械设备安装的含义与基本要求

1. 安装的含义

机械设备:般都必须先安装,再投入使用。所谓安装,就是把机器的各个部分按照设计要求组合起来,并分别固定在预先确定的地点,使机器能够完成设计规定的各项功能的施工过程。

机械设备安装的整个工作过程由选择地基、建筑基础、设备安装、调试和试运转等工序组成。安装质量直接影响机械设备工作的性能、运转周期及效率。

2. 机械设备安装的基本要求

考虑到装箱、搬运、运输和防护等要求,机械设备出厂时多以零部件的形式提供给用户,所以,装配和组装在机械设备的安装过程中占有较大的工作量。其次,机械设备安装的施工质量和进度与施工设备、检测仪器和工具、各部门之间的配合等因素有关。在安装过程中,应做到以下几点:

(1)有熟练的装配和组装技术能力,主要是拥有一定数量的专业技术人员。

(2)有可靠适用的施工设备,如起重设备、运输设备和现场加工设备等。

(3)有先进的检验、检测工具,确保在设备安装过程中能合理、准确地进行测量和调整。

(4)有严格的施工组织管理措施,并做好充分的准备工作。

随着各种安装设备、起重运输机械的发展和更新,新的测量、测试仪器及测试方法的广泛应用,各类先进的联络方式、指挥手段以及建立在系统工程基础上的科学施工方法,都给机械设备的安装工作带来

了全新的变化。

二、机械设备安装前的技术准备工作

机械设备的安装工作首先要在详尽熟悉安装工作各类技术资料的基础上,编制具体的技术质能要求、设计安装工艺国制安装程序保证安装C程技期坡工在视高劳动生产率和降低成本的原则下,完成安装施工任务。

(一) 熟悉机械设备施工图纸,了解机械设备工作性能

安装机极设咨前,有关人员更仟相市间被安装机械设备的图低,了解其工作性能和安装要求。

(1)大厦机械设备在安装时,般是按组件或部件形式运到安装现场。在市阅图纸时,要了解机械设备等部件间的装配关系,确定安装方案和装配质量要求。

(2)掌握机械设备的长、宽高总体尺才以及中心标高,再根据其附属设备,基本可以确定设备的安装空间。

(3) 根据设备图纸、设备安装图纸和设备实物进行核对。其主要内容是:

①安装图纸的地脚螺栓孔与设备底座的安装孔是否致。

②安装图纸中的机座项理位置的中心距、中心标高与设备主轴的中心距、中心标高是用否一致。

③土建部门提供的安装图纸是否能保证设备的组装,是否有足够的安装空间。

④附属设备的安装位置是否符合设备的运转要求。

⑤安装图纸中的管道、电缆沟等是香与设备的接口致。制(二)编制施工组织设计。负责安装工程的管理人员和工程技术人员要结合具体的安装设备,在全面了解和掌握图纸及安装使用说明书的基础上,编写出施工组织设计,其内容包括下列4个方面。

1.施工程序。一般机械设备的安装顺序是:找正,清洗、装配,然后调整试运转,但必须根据实际失利情况和安装条件,确定具体的安装方法。例如,采用设备整体安装法时,可预先进行清洗、装配或试运转,然后安装到地基上找正调试。施工程序不是成不变的,要注意采用去的先进的安装设备和安装工艺。

2.施工进度表和劳动组织表 设备工种和工作人员数量可在进度图表上列出,也可按工序进度单独

列表表示。进度图表 据。是以工期要求和施工程序进行制定的。

确定劳动组织时,般按照施工项目分别安排施工负责人、 技术负责人和安全负责人,并明确核定该项目的参加人员。要在保证安装质量的前提下,尽可能安排平行作业和交叉作业,以保证工期:要注意安装用工特点,防止窝工。

对各工种人员,不但应有人员的数量要求,还必须要有安装人员的技术等级要求,如焊 机械接、设备吊装、整机调试等。

3. 分部、分项的工程施工方法及质量要求

对于大型机电设备的安装,往往根据设备的结构组成和安装工作项目,采取分不同部分进行施工或分不同项目进行施工的方法,就是所谓的分部施工和分项施工。实施分部施工或分项施工必须满足施工空间的要求,满足施工技术装备和施工人员数量技术能力等的要求,不满足这些基本条件,就会事与愿违。安装施工前,对应的质量要求可参照制造提供的安装质量标准,或执行国家、行业标准。各零部件的安装质量技术标准要量化,并且施工进度、检验、检查等工作要有记录。

4. 安装中的安全技术措施及安全规程

机械设备的安装是多工种、多工序作业,防火与安全施工是十分重要的。在吊装及易燃易爆环境或在可能有毒性气体泄解环境中的施工及高空作业和在施工环境下用电(特别是高压电)等情况下,设备的运搬必须有严格的安全施工措施。

施工前,应组织安装人员学习、贯彻施工组织设计中的相关内容,确保施工按照要求进行。

三、机械设备安装前的现场准备工作

(一)设备开箱检查设备到货后,设备管理部门要严格进行验收工作,主要内容有:

(1)设备技术文件是安装工作的重要技术资料,要送交档案部门归档。

(2)按装箱清单检查设备组件、部件的数量和规格,特别要防止设备装箱错误,专用工具、特制螺栓等要严格检查,否则很可能在安装时因缺少一个特制螺栓, 面影响安装工期。

(3)设备的部件在运输或保管中是否有碰伤、锈蚀等现象,发现后要及时处理或与制造厂家协商处理方案。大型设备的缺陷处理需要较长时间,处理不及时会影响安装工期。

(4) 设备开箱后, 应对零部件、附件、附属材料和工卡具进行编号分类, 要有专人妥善保管。设备的防护包装应在施工工序需要时拆除, 不得过早拆除或乱拆, 致使设备受损。对一时不能进行安装的设备, 在检查后应将箱板重新钉好, 或采取其他措施, 防止损失和丢失。

(5) 设备的转动和滑动部件在防锈油料未清除前, 不得转动和滑动: 由于检查而除去的防锈油料, 在检查后应重新涂上

(6) 开箱检查记录要由设备管理部门认真填写并交档案部门, 若在开箱检查中发现设备的规格或性能与订货要求不符, 要请技术监督部门检验, 出具报告, 作为索赔的依据。

(二) 安装设备、工具与材料 1. 施工设备

施工设备有滑轮、起重杆、滚木、稳车、绞盘、链式起重机、起重吊车等起重及运搬机械, 电焊设备、气焊设备、手电钻、手提砂轮机、风动设备、铆接设备等现场加工设备, 安装用临时电源(变压器、输配电装置、发电设备)等。

2. 仪器、量具

经纬仪、水准仪、方水平仪、长水平尺、千分表、水准仪、内外径千分尺、游标卡尺、深度尺, 量角器、厚薄规、直角规、钢卷尺、盒尺、钢板尺、内外卡钳等, 在安装过程中用于测量和检查。

3. 工具及刀具

大小快锤、木槌、锅棒、锏块、护各类扳手、管钳等钳工工具, 钻孔、铰孔设备及工具, 攻丝工具, 各种性刀、号码手钳、螺钉旋具、钢丝刷, 黄油枪、喷灯、制刀、油石等刀具。

4 清耗材料行促油代油州州油州用期新育提示州砂烟, 机气使伴薄板州丝(0.5-1 mm), 借丝(14-8乙快青光限石相权、植外博钢皮, 各美常用标准件, 如垫圈、螺栓、螺母开口销号)、熔性、麻侧、棕州等易耗材料:

各种规格的电线, 开关等视安装需要用钢板, 例管方木、等: 安装临时用电力电缆、 防销读, 腻子等。

康水、水阳, 0 子石子等各种服色的感康或调和读, 消耗材料等, 要根据所安装的设备 and 施工方对施工用的设备、仪器、工只及劳具, 饮站去林规桥数用: 位制采制或银用计好对临时用设备(如汽车吊特)在线工图表出使用时间, 设备材料划民变保证施

工需要，又要注意节约，降低安装成

四、起重设备

在机械设备的安装工作中，起重作业是项复杂而细致的工作，是保证设备运板。安装的必要手段起重设备的发展和广泛应用，大大缩短了设备的安装时间，提高了安装效率，也改变着设备的安装方法和安装程序。下面对常用的几种起重设备进行简要介绍

(一) 超重葫芦

起重葫芦是种常用轻小型起重设备，分电动葫芦和手动葫芦两类。电动葫芦通常安装在架空工字梁或与小型起重机配套使用：设备安装过程中的起重作业，广泛使用手动葫芦

1. 手动葫芦

手动葫芦具有体积小、重量轻、使用方便、效率高等特点。根据结构和操作方法的不同，手动葫芦又分为手拉葫芦和手扳葫芦两种。其中，环链手拉葫芦、钢丝绳手扳葫芦、环链手扳葫芦的使用最为普遍。

1) 环链手拉葫芦

环链手拉葫芦又称“神仙葫芦”、“倒链”，它是种操作简便、携带方便的手动起重设备，广泛用于小型设备和重物的短距离吊装。起重量般不超过 10t，最大可达 20 t。

在安装和维修工作中，环链手拉葫芦常与三脚架或单轨行车配合使用，组成简易起重机械，吊运平稳，操作方便，在垂直、水平、倾斜等方向均可使用，除吊装工作外，还可固定，如用于设备的短距离搬运、设备的找平找正，用于收紧重型金属桅杆的缆风绳。在搬运庞大设备时，用来固定设备。

2) 手动葫芦的使用注意事项

手动葫芦在使用前应仔细检查吊钩、链条、钢丝绳、轮轴和制动器等是否良好，传动部分是否灵活，并在传动部分加油润滑：葫芦吊挂必须牢靠，起吊重量要与葫芦的起重量

一致：操作时，应先慢慢起升，待链条张紧后，检查葫芦的各部分有无变化，安装是否要电动葫芦，当确定各部分安全可靠后，才能继续工作：在倾斜或水平方向使用时，拉链方向应和慢

(1) 起重机具不超载。事先应估计(2)准备和检查起重机具。所有的起重物的重量，而机具都必须在工作前仔细检查，确认安全可靠必须在机具允许的载荷以下。间，准备好承垫用的物品。(3)准备放置地点。

事先确定放置地点,清理出物体放置和人员工作操作的必须空(4)检查运搬路线,清除通道上的障碍,保证重物 and 人员顺利通过。(5)绳索固定位置适当、捆绑可靠

①必须推去绳索和它在重物上固定部位上的油脂和污场。②绳结必须正确、可靠,保证受载时不会带动和脱落。

(如木板、破布等)。工件加工面与钢丝绳接触时,要整以适当厚度的软材料

④必须防止物体转动或摆动,具体要注意下列4点:a)可转动的物体重心最好转到最低点再固定绳索。b)捆绑物体时不许拧劲。

c)各段绳索在物体上的固定点和长度都应适当,使绳索上端的悬挂点在物体重心的正上方附近。

d)起吊钩或抬杆必须位于物体重心的正上方。

⑤多条绳索共同承载时,它们上端之间的夹角不宜大于 60° 。⑥绳端不受力的自由部分必须绕挂在吊钩或物体上。

(6)物体上如有可动部分时,必须卸下或绑扎牢固,防止起吊时的动作使物体重心偏移或危及人员。

(7)试吊试抬。正式吊(抬)起物体前,对其各部位进行全面检查,再稍微将物体吊(抬)起,检验全部工作的正确性、可靠性,确认安全可靠后再正式吊运。

(8)禁止在受载状态下改变绳索的位置。

(9)防止物体造成损害主要包括以下几点:

①运送时防止物体摆动。物体摆动可能撞伤人员,损坏其他物体:还可能形成比它的自重大得多的力(动载荷),使起重机过载,甚至拉断绳索。

②物体离地面不要太高,严禁在人员上方通过。

③吊运时,护送人员只许在物体后方或一侧,其余人员必须回避。④在物体没有垫好和放稳时,严禁人体的任何部位伸入物体下方。

(10)物体下放时的位置要正确,必要时在离垫木不远的高度停止来调整垫木位置。垫木受力后再停止下放,检查物体是否垫实,是否平稳,松开绳子后再全面检查一次。

五、钢丝绳的计算及使用注意事项(一)钢丝绳的计算

钢丝绳是起重机械和在安装工作中常用的挠性件。般情况下选用麻心及棉心钢丝绳,高温情况下宜用金属芯或石棉芯钢丝绳。室外、水下及潮湿或腐蚀环境下用金属芯钢

(二)钢丝绳的使用注意事项

(1)不能使钢丝绳发生锐角曲折或由于被夹、被砸造成扁平。(2)为防止钢丝绳生锈,应经常保持清洁,并定期涂油。

以免损坏钢丝绳。筑物尖角直接接触,应垫木块。

(6)尽量减少钢丝绳绕绕过滑轮的次数、触,以免打坏钢丝绳。

(7)钢丝绳的连接及绳端要固定牢固,格遵守操作规程,严严格掌握钢丝绳的报废条件,做到安全使用。避免钢丝绳在编绕系统中做反向弯曲的布置。要经常检在钢丝绳的直径,检查磨损及断丝

情况,保持绳面清洁。严格

(8)保管钢丝绳时,要注意存(9)钢丝绳在运搬过程中,存放在干燥库房的木板上,存放前要涂满油。

避免钢丝绳伤人事故。要由有经验的人员指挥进行装车、纳绕及展开等操作,

第二节机器和基础的连接

一、基础的简易计算和验收

(一)基础的简易计算

(二)基础的验收

二、轨座的形式

三、地脚螺栓

第三节机械设备的安装

一、设备的找平、找正

二、中心标板的埋设

三、找正设备的中心线

四、找正设备的标高

第四节联轴器的安装检查与调整

一、常用联轴器的装配要求

二、联轴器的检查联轴器的检查联轴器的检查

第五节设备的试运转

一、试运转的准备工作

二、试运转的基本操作

三、试运转的注意事项

四、空气压缩机的试运转举例

【分析】

【举例】	
【问题 2】	
【授课内容】	
【分析】	多媒体课件或板书
【举例】	

3. 总结		
4. 布置作业		

第六章 煤矿典型设备的修理与安装

授课日期		授课时数		授课班级
授课章节名称	第一节 矿井大型提升机的修理与安装 第二节 矿用大型空气压缩机的修理与安装 第三节 矿井通风机的修理与安装 第四节 矿井排水泵的修理与安装 第五节 带式输送机的修理与安装			
教学目的	1. 了解矿井提升机，空压机。通风机和排水泵等设备修理			

	制度和检修质量标准 2 零握矿并提升机、空压机。通风机和排水系等设备的特点和主要零部件的修理方法		
教学重点、 难点			
课外作业			
课后总结			
授课主要内容或纲要		教学 手段	相关补充内容
课时内容			
1. 复习以前内容			
2. 新课时内容			
第一节 矿井大型提升机的修理与安装			
矿井提升设备的任务是沿并筒提运矿石、下放材料、升降人员和设备，是联系井下业地面的主要运输工具，其性能和提升能力是决定矿井生产能力的重要因素。提升设备。发生故障，就会导致整个矿井停产。所以，必须及时，合理地做好提升设备的维护保养与检修工作，确保提升设备的安全运转。煤矿矿井用提升机一般有缠绕式提升机和摩推式提升机两大系列。下面以 JK 型矿井提升机为例，介绍其维修制度、修理内容与安装方性		多媒体 课件或 板书	
一、JK 型缠绕式提升机的结构特点			
JK 型矿井提升机是国内新型的提升机系列产品，目前使用较普遍的提升机，限筒有径般为 2-5 m，不同规格的提升机总体结构类似，如图 6-1 所示。该系列提升机主基有以下特点：			
(D) 制动系统采用了液压制动装置，由液压站提供动力，盘式闸实施制动，不仅编小了提升机的体积，			

同时提高了制动的可靠性。

(2) 卷筒调绳装置采用了油压齿轮离合器，结构简单动作可靠、调绳方便且速度快，尤其适用于多水平提升矿井的生产系统。

(3) 与 K 型提升机相比，提升能力提高了 25%，重量平均减少 25%。

二、JK 型矿井提升设备的维护检修制度

目前。本教矿井提升设备的维护检修均采用预防维修方式，执行定期检修预测维修相结合的维修制度，随着故障诊断技术的日趋成熟和不断推广，预测维修将成为设备维修单提升机定用的能的内容 一般包括日检、月检、月检大修。中小能带(一)检查制度

1. 日检

日检主要由运转人员和专职检修值班人员的运转状况及经常磨损和易于松动的外购件，以运转人员为主，主要检查设备进行适当的调整、简单的修理和更换，

(1) 检查运转过程中的音响，振动是否正常。

(2) 检查各部分的连接零件(如螺钉、铆钉、销子和联轴器等)是否松动。

(3) 检查减速器齿轮的啮合和主轴工作机构是否正常。

(4) 检查各部位(如轴承、齿轮离合器和各转动部位等)是否有漏油现象，润滑油量及温升情况。

(5) 检查制动系统(如闸轮、闸瓦、制动机构、油压或风压系统等)动作是否正常，检查闸轮、闸瓦的磨损状况及抱闸间隙是否合适，适当进行调整。

(6) 检查各转动或连接部分的情况(如轴承松动、滚筒窜动、各部机座和基础螺栓松动等)及时调整和作紧固处理。

(7) 检查天轮的运转情况(如钢衬垫、轴承等)。

(8) 检查提升容器(如罐笼、货斗等)及附属机构(如阻车器、连接器、罐耳等)的情况。

(9) 检查断绳保护器(如各转动连杆、弹簧、安全爪、制动钢丝绳等)动作是否可靠。

(10) 检查提升钢丝绳的断丝变形、推伤、伸长和润滑情况。(1) 检查设备及其周围的卫生和工具备件的保管情况。

对以上情况的检查和处理结果，须由运转人员按照规定详细地填入运转工作日志中，以供操作或维修人员参考，并作为交接班的内容之一。

第二节 矿用大型空气压缩机的修理与安装

一、4L-20/8 型活塞式空压机的结构特点

二、空压机的拆卸及注意事项

三、4L-20/8 型活塞式空压机主要零部件的修理与装配

四、4L-20/8 型活塞式空压机的装配质量及安装工艺

第三节 矿井通风机的修理与安装

一、2K60 型轴流式通风机的结构特点

二、2K60 型轴流式通风机检修制度

三、2K60 型轴流式通风机主要零部件的修理与装配

四、2K60 型轴流式通风机的安装工艺

第四节 矿井排水泵的修理与安装

一、D 型离心式水泵的结构特点

二、D 型离心式水泵的维护检修制度

三、D 型离心式水泵主要零部件的修理与装配

第五节 带式输送机的修理与安装

带式输送机在生产现场也称为胶带输送机，或简称为皮带机。它是以输送带作为牵引作承载构件，将张紧的输送带传动滚筒之间产生的摩擦力作为牵引力的一种可连续运行的输送设备。带式输送机有很多类型，按照使用输送带的不同，分为普通带式输送机、阻燃带式输送机、钢丝绳芯带式输送机；按照安装方式的不同，分为吊挂式带式输送机等。落地式带式输送机：按照功能的不同，分为固定式带式输送机、伸缩式带式输送机。

还可以按照用途和使用场合的不同，分别进行分类，如煤矿井下用带式输送机、装配用带式输送机、清洗用带式输送机。

落地式、吊挂式与固定式伸缩式带式输送机在煤矿井上、下运输系统中得到广泛的应用。下面以固定落地式带式输送机为例，介绍其修理与安装方法。

一、带式输送机的结构特点

固定落地式带式输送机目前多使用 DTL 型号，并已经形成系列产品，其不同规格产品的区分取决于配用的输送带宽度、输送能力和驱动功率，如

DTL140200/表示带宽为 1.4m,输送能力为 2000 vh,单电动机驱动,功率为 315 kw; DTL100/80/2x125 表示带宽为 1.0m,输送能力为 800vh,双电动机驱动,每台功率为 125 kW。

带式输送机的结构大同小异,其主要差别在于采用的带宽不同,安装倾角不同,相应的驱动功率不同,在结构上存在定的差别。图 6- 24 是 DTL 型固定落地式带式输送机传动系统。图 6 - 25 是 DTL100 型固定落地式带式输送机总装配图。

带式输送机主要用于煤矿井下采区运输巷和集中运输巷中作为运输煤炭的设备,在条件适宜的情况下,也可用于采区上、下山运输。带式输送机有如下几个方面的特点:

(0)机头结构为钢架结构,主体结构般采用情钢焊接加工面成。大型带式输送机的机头都分多采用强度更高的 H 形钢焊接,用角型、槽钢等作为辅助构件。根据具体的运输和安装条件,可以设计为整体式或分体组合式。

(2)输送机可用单电动机驱动,也可用双电动机驱动,以适应各种运输任务和输送长度的要求。传动装置中装有液力偶合器,以改善输送机的起动性能,并保证在双电动机驱动时负荷分配趋于均衡。

(3)中间部分为钢架或管架结构,结构简单,运输拆装及调整都很方便。中间架的使用寿命较长,重复利用率高,可以在阿一规格输送机中互换,降低生产投入。

(4)中间架 H 形支腿可以设计为可调节型,以适应在巷道底板高度起伏变化较大的条件下,保证输送带平直,减小巷道工程量。

(5)输送带的张紧装置可根据现场条件设置在机头部、机尾部,中间部。根据带式输送机的长度、输送能力和布置方式的需求,可以采用蜗轮卷筒拉紧装置、张紧绞车拉紧装置、液压拉紧装置,用于及时调整输送带的张力。

二、带式输送机的维护检修制度

三、带式输送机主要零部件的修理与装配

机 械 设 计 基 础 教 案

课程名称 机械设计基础

授课班级 2018 级机体 1、2 班

任课教师：宋继祥

授课内容：绪 论

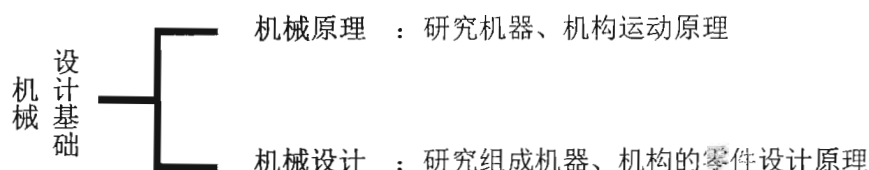
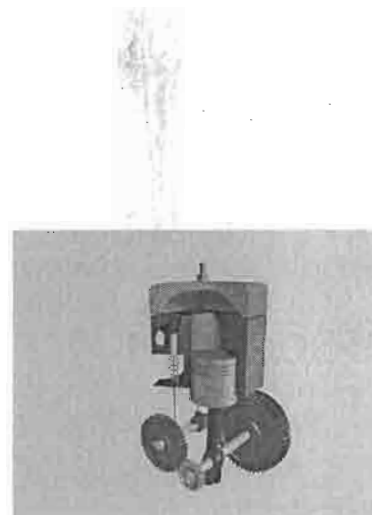
目的要求：了解机械设计基础课程研究对象及学习要求

重点难点：重点：课程学习要求 难点：课程学习要求

计划学时：2

绪 论

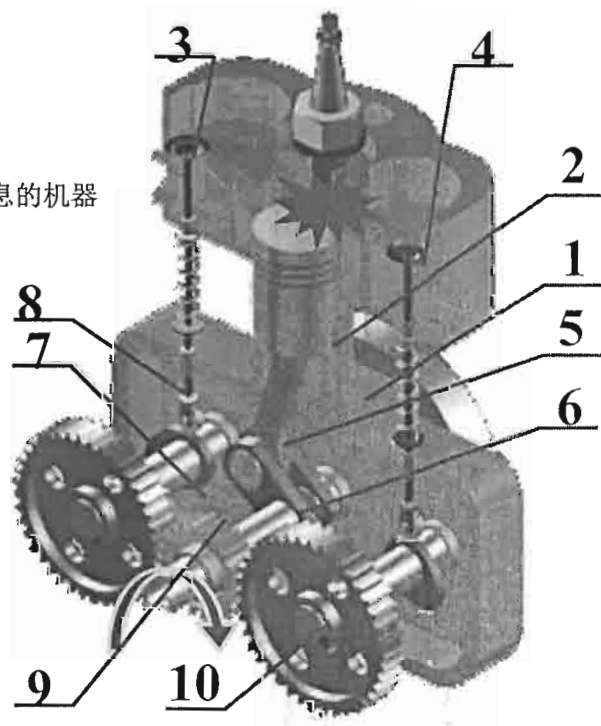
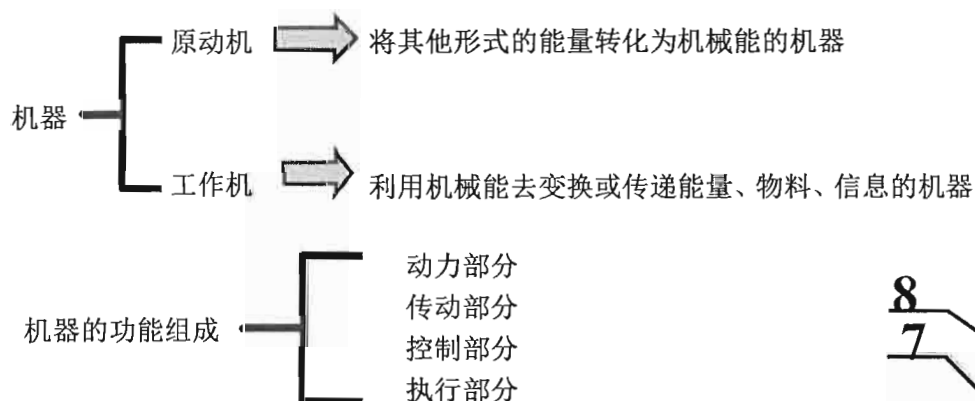
第一节 本课程研究的对象和内容



本课程研究对象：机 械（机器与机构的总称）

机器的定义：执行机械运动的装置

机器的分类



机器主体部分由机构组成

曲柄滑块机构：活塞的往复运动通过连杆转变为曲轴连续转动

凸轮机构：凸轮和顶杆用来启闭进气阀和排气阀；

齿轮机构：两个齿轮保证进、排气阀与活塞之间形成协调动作；

机械是机器和机构的总称



第二节 本课程在教学中的地位

一、本课程的特点

是工程制图、工程材料及机械制造基础、理论力学，材料力学、金工实习等理论知识和实践技能的综合运用，同时，为后续课程的学习打下基础

通过本课程的学习，可以培养大家初步具备运用手册设计简单机械设备的能力，为今后操作、维护、

管理、革新工程机械设备创造条件

三、怎样学好本课程

1. 重思考，常想几个问题：

A. 什么样子 B. 怎么运动 C. 工作原理、方式 D. 现实生活中的实际例子

2. 会查表、会用工具书

3. 不注重公式的记忆——哪些公式要记忆，会在课堂上和考试前提醒

4. 多看一些设计方面的书，如工业设计、机械优化设计等

5. 一定要会几个设计软件 二维的：AUTOCAD 三维的：Pro/E、UG 等

授课内容：第1章 平面机构的自由度和速度分析 (§1.1—§1.2)

目的要求：熟悉运动副的分类

重点难点：重点：运动副的分类 难点：运动副的分类

计划学时：2

第一节 平面机构的组成

基本概念

1、平面机构的定义：所有构件都在互相平行的平面内运动的机构

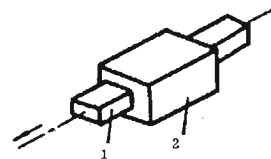
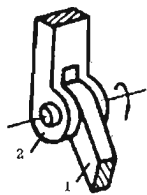
2、自由度：构件所具有的独立运动个数

一个平面构件有三个自由度，在空间内，一个构件有几个自由度？

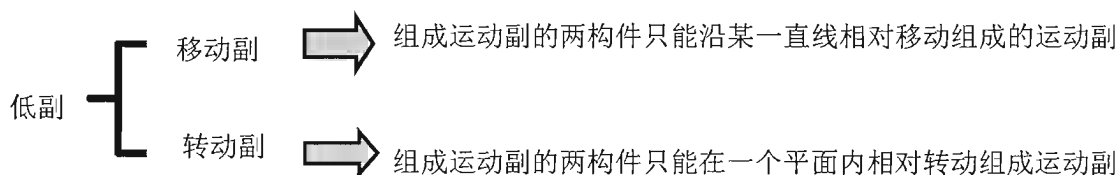
3、运动副：两个构件直接接触组成的仍能产生某些相对运动的联接

如：凸轮、齿轮齿廓、活塞与缸套等。

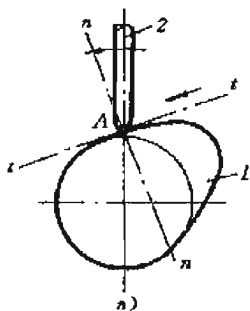
运动副的分类



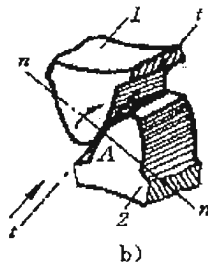
1、低副：两构件通过面接触组成的运动副



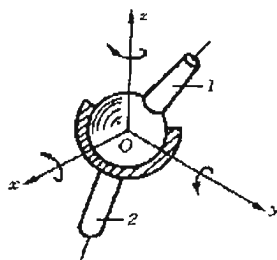
2、高副：两构件通过点或线接触组成的运动副



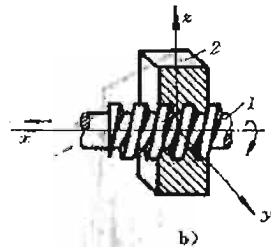
凸轮副



齿轮副



球铰链

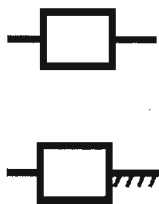


螺旋

运动副的表示



转动副



移动副



高副

授课内容：第1章 平面机构的自由度和速度分析 (§1.3—§1.4)

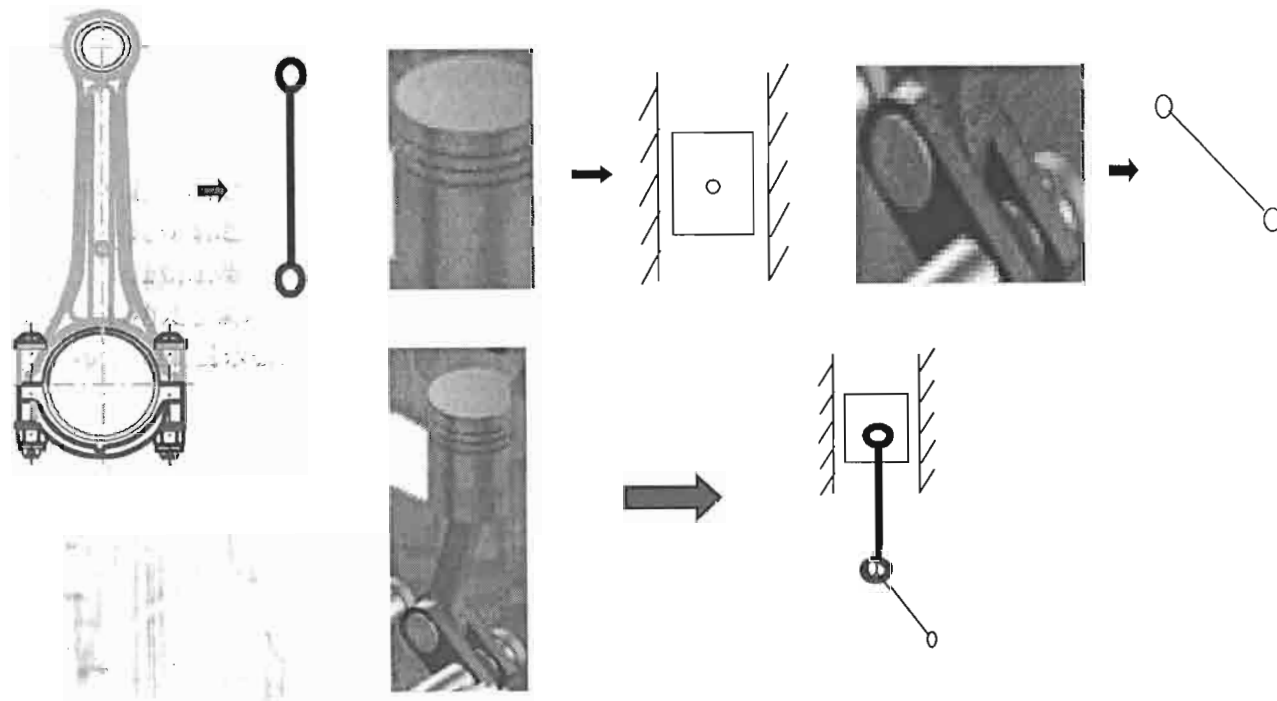
目的要求：理解平面机构运动简图的绘制原理、熟悉机构自由度计算

重点难点：重点：平面机构运动简图的绘制 自由度计算 难点：自由度计算

计划学时：2

第二节 平面机构的运动简图

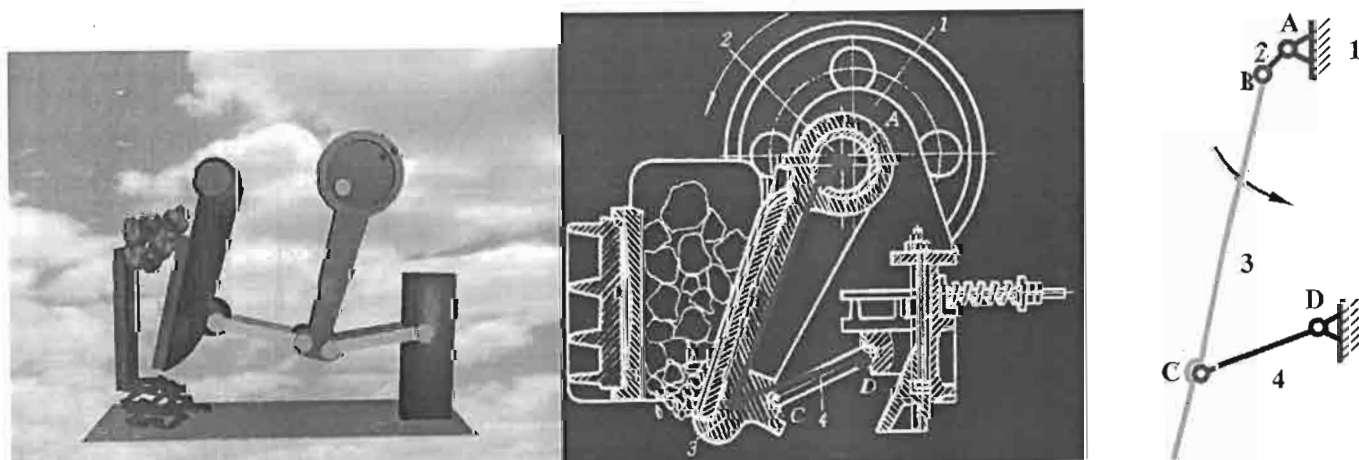
平时观察机构的组成及运动形式时，不可能将复杂的机构全部绘制下来观看，应该将不必要的零件去掉，用简单的线条表示机构的运动形式：机构的运动简图、机构简图



步骤

- 1、运转机械，搞清楚运动副的性质、数目和构件数目；
- 2、测量各运动副之间的尺寸，选投影面（运动平面）；
- 3、按比例绘制运动简图；简图比例尺： $\mu_l = \text{实际尺寸 } m / \text{图上长度 } mm$
- 4、检验机构是否满足运动确定的条件。

举例：绘制图示颚式破碎机的运动简图



第三节 平面机构的自由度

一、平面机构自由度计算公式

机构的自由度保证机构具有确定运动，机构中各构件相对于机架的独立运动数目
一个原动件只能提供一个独立运动

机构具有确定运动的条件为

自由度=原动件的个数

平面机构的每个活动构件在未用运动副联接之前，都有三个自由度
经运动副相联后，构件自由度会有变化：

活动构件	构件总自由度	低副约束数	高副约束数
n	$3 \times n$	$2 \times P_L$	$1 \times P_h$

自由度的计算公式

$$F=3n-(2P_L+P_h)$$

二、计算平面机构自由度的注意事项

1、复合铰链：两个以上的构件在同一处以转动副相联

例如：计算图示机构的自由度

解：活动构件数 $n=7$ 低副数 $P_L=10$

$$\begin{aligned} F &= 3n - 2P_L - P_h \\ &= 3 \times 7 - 2 \times 10 - 0 = 1 \end{aligned}$$

2、局部自由度：与输出件运动无关的自由度出现在加装滚子的场合，计算时应去掉 F_p

例如：计算图示两种凸轮机构的自由度

本例中局部自由度 $F_p=1$

$$F=3n-2P_L-P_h-F_p=3 \times 3 - 2 \times 3 - 1 - 1 = 1$$

或计算时去掉滚子和铰链：

$$F=3 \times 2 - 2 \times 2 - 1 = 1$$

3、虚约束：对机构的运动实际不起作用的约束计算自由度时应去掉虚约束

例如：已知：AB=CD=EF，计算图示平行四边形机构的自由度

$$\begin{aligned} n=3, \quad P_L=4, \quad P_h=0 \quad F &= 3n - 2P_L - P_h \\ &= 3 \times 3 - 2 \times 4 = 1 \end{aligned}$$

授课内容：第2章 平面四杆机构 (§2.1—§2.2)

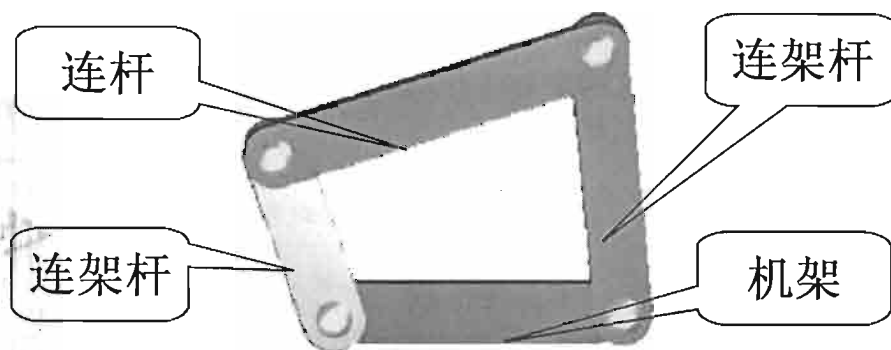
目的要求：了解铰链四杆机构的基本型式和特性、铰链四杆机构有整转副的条件

重点难点：重点：平面四杆机构的基本特性

难点：平面四杆机构的基本特性

计划学时：2

第一节 铰链四杆机构的基本型式和特性

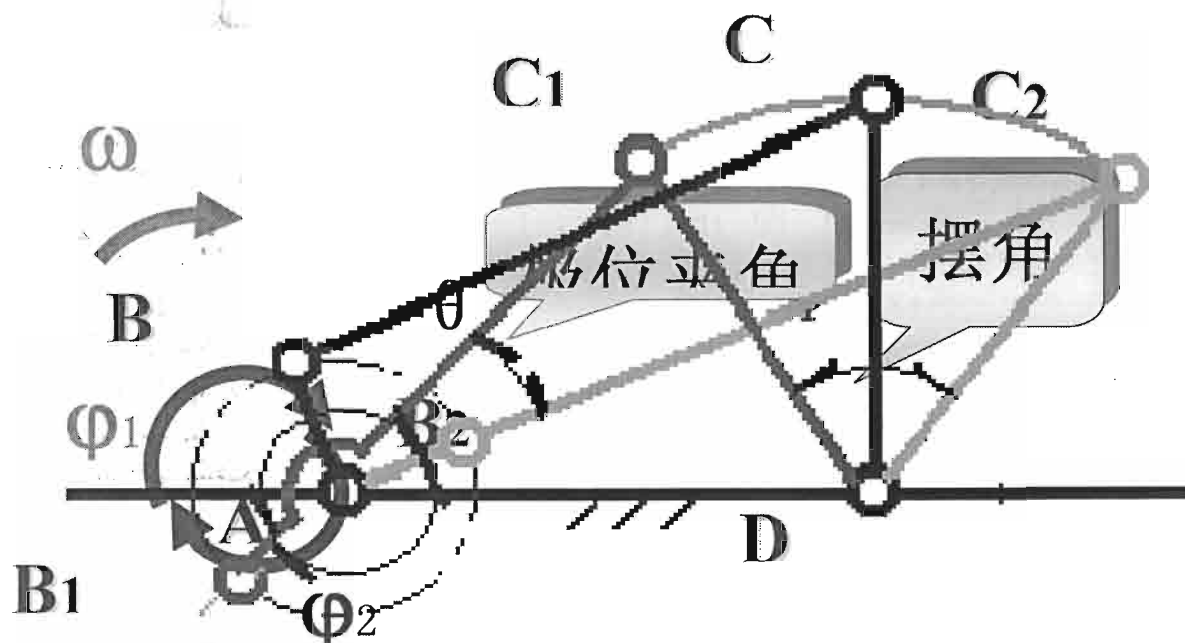


1) 曲柄摇杆机构：两连架杆中，一个为曲柄，而另一个为摇杆。

2) 双曲柄机构 两连架杆均为曲柄。

3) 双摇杆机构 两连架杆均为摇杆。

急回特性



$$v_1 = C_1 C_2 / t_1 \quad v_2 = C_1 C_2 / t_2 \quad \varphi_1 = 180^\circ + \theta, \quad \varphi_2 = 180^\circ - \theta$$

$$\because \varphi_1 > \varphi_2, \quad \therefore t_1 > t_2, \quad v_1 < v_2$$

行程速比系数

$K = \frac{\text{输出件空回行程的平均速度}}{\text{输出件工作行程的平均速度}}$

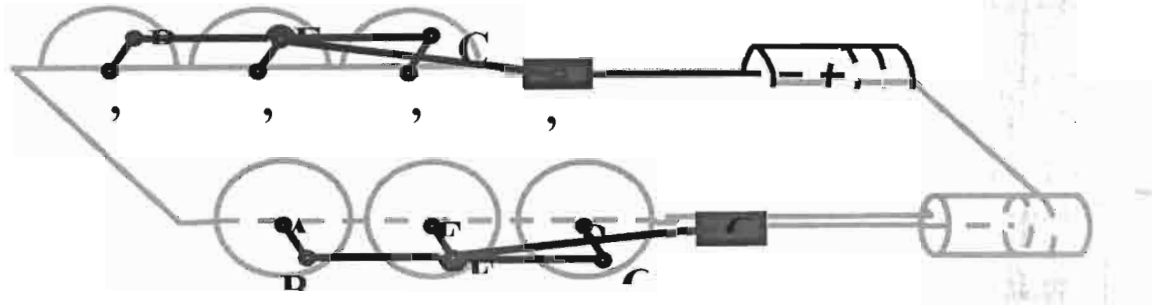
$$\theta = 180^\circ (K-1) / (K+1)$$

机构的死点位置

摇杆为主动件，且连杆与曲柄两次共线时，有： $\gamma = 0$

此时机构不能运动，称此位置为：“死点”

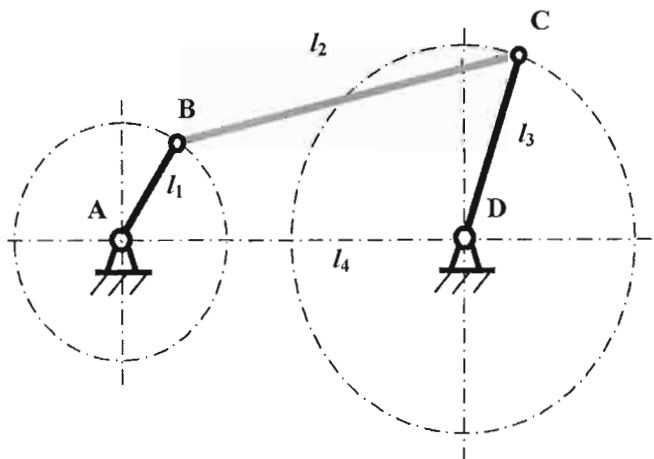
避免措施：两组机构错开排列，如火车轮机构；靠飞轮的惯性



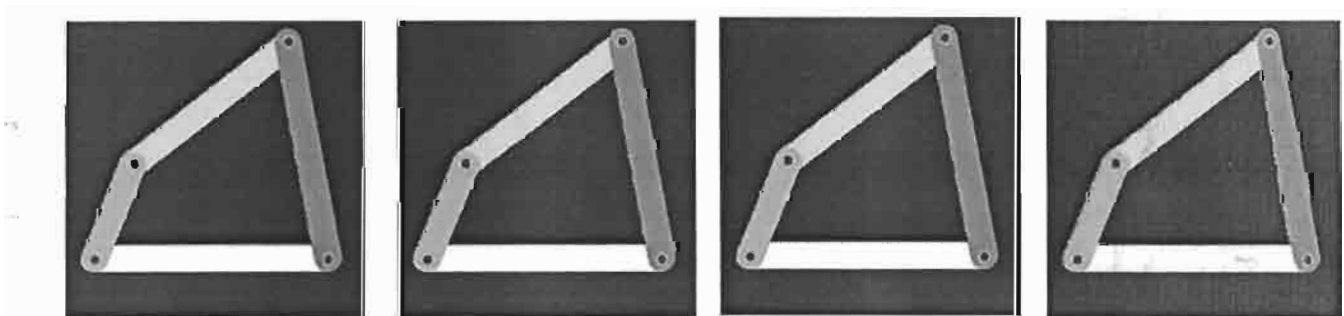
第二节 铰链四杆机构有整转副的条件

平面四杆机构具有整转副可能存在曲柄

整转副存在的条件最长杆与最短杆的长度之和应 \leq 其他两杆长度之和
整转副是由最短杆（曲柄）与其邻边组成的



当满足杆长条件时，说明存在整转副，当选择不同的构件作为机架时，可得不同的机构。如曲柄摇杆1、曲柄摇杆2、双曲柄、双摇杆机构



授课内容：第2章 平面四杆机构 (§2.3—§2.4)

目的要求：了解铰链四杆机构的基本型式和特性、铰链四杆机构有整转副的条件

重点难点：重点：平面四杆机构的基本特性

难点：平面四杆机构的基本特性

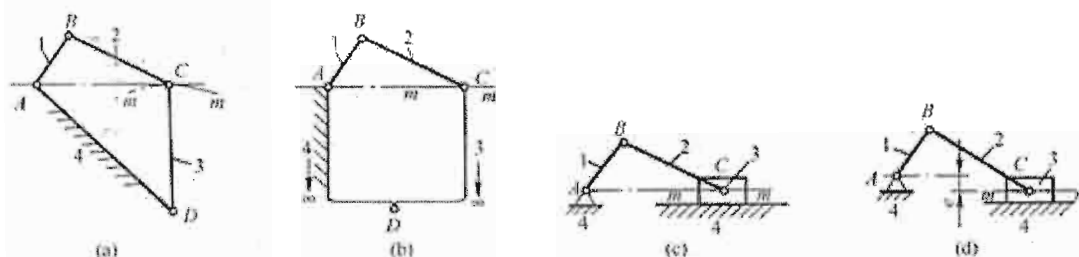
计划学时：2

2.3 铰链四杆机构的演化

通过前面的学习，我们知道在铰链四杆机构中，可根据两连架杆是曲柄还是摇杆，把铰链四杆机构分为三种基本形式——曲柄摇杆机构、双曲柄机构、双摇杆机构，而后两种可视为曲柄摇杆机构取不同构件作为机架的演变。通过用移动副取代回转副、变更杆件长度、变更机架和扩大回转副等途径，还可以得到铰链四杆机构的其他演化形式。下面我们分别用几幅图来说明。

2.3.1 曲柄滑块机构

请看下图所示的曲柄滑块机构。

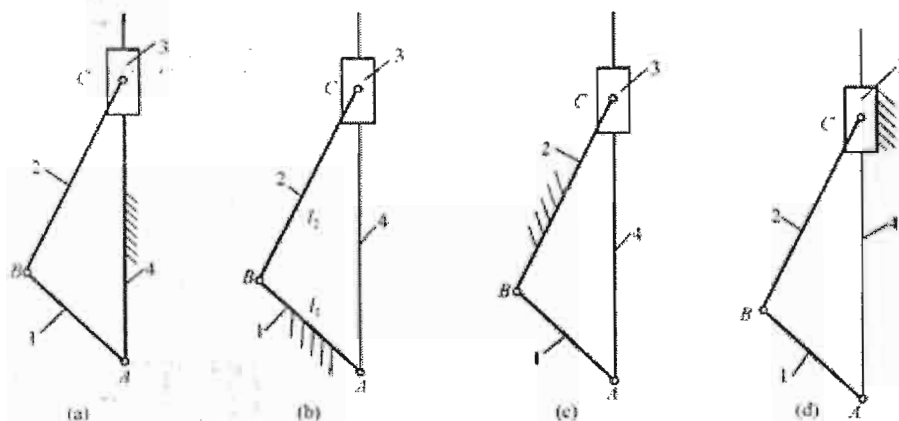


曲柄滑块机构

2.3.2 曲柄滑块机构的演化

1. 导杆机构

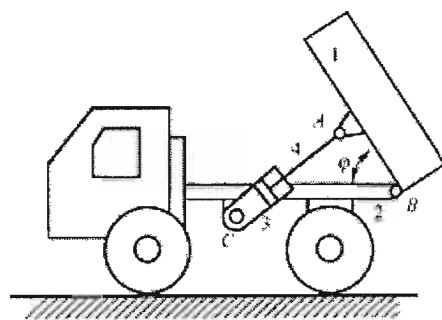
见下图的曲柄滑块机构演化的导杆机构。



曲柄滑块机构的演化

2. 摇块机构

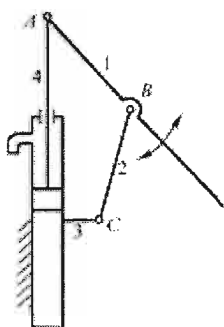
见下所示的卡车车厢自动翻转卸料机构。



自卸货车

3. 定块机构

见下图所示的抽水唧筒。

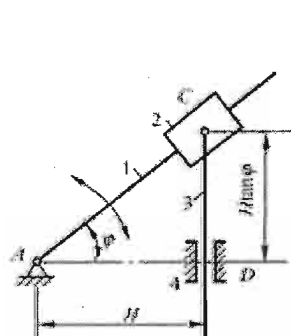


抽水唧筒

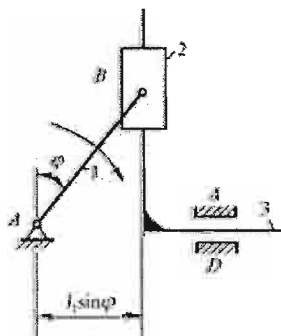
2.3.3 双滑块机构

双滑块机构：是具有两个移动副的四杆机构。我们可以认为是铰链四杆机构两杆长度趋于无穷大演化而成。

下图所示的这种机构中的两种，一种是从动件 3 的位移与原动件转角的正切成正比，称为正切机构。另外一种是从动件 3 的位移与原动件转角的正弦成正比，称为正弦机构。



正切机构

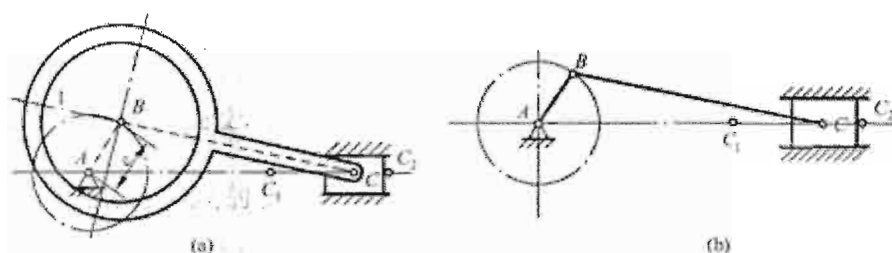


正弦机构

2.3.4 偏心轮机构



再来看下图所示的为偏心轮机构。杆1为圆盘，其几何中心为 **B**。因运动时该圆盘绕偏心 **A** 转动，故称偏心轮。**A**，**B** 之间的距离 **e** 称为偏心距。按照相对运动关系，可画出该机构的运动简图。偏心轮是回转副 **B** 扩大到包括回转副 **A** 而形成的，偏心距 **e** 即是曲柄的长度。



偏心轮机构

2.4 平面四杆机构的设计

平面四杆机构的设计归纳起来主要有两类问题：

1. 按照给定从动件的运动规律（位置、速度、加速度）设计四杆机构；
2. 按照给定轨迹设计四杆机构。

平面四杆机构的设计方法：

1. 图解法：直观清晰
2. 解析法：结果精确
3. 实验法：简便易行

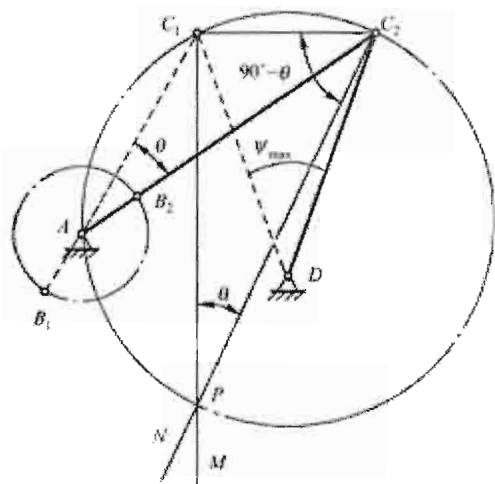
2.4.1 按给定的行程速度变化系数设计四杆机构

铰链四杆机构在下所示的曲柄摇杆机构 **ABCD** 中，已知行程速度变化系数 **K**、摇杆 **CD** 的长度和摆动的角度 φ_{12} ，要求设计四杆机构。

设计步骤如下：

1. 计算极位夹角 θ ，
$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1}。$$
2. 任意选定转动副 **D** 的位置，并按 **CD** 的长度和 φ_{12} 角大小画出摇杆的两个极限位置 C_1D 和 C_2D 。

3. 连接 C_1C_2 , 过 C_2 作 $\angle C_1C_2N = 90^\circ - \theta$, 过 C_1 作直线 C_1M 垂直于 C_1C_2 , C_1M 与 C_2N 相交于 P 点。作 C_1C_2P 三点的外接圆, 则圆弧 C_1PC_2 上任意一点 A 与 C_1, C_2 连线的夹角 $\angle C_1AC_2 = \theta$ 。故曲柄 AB 的回转中心 A 应在圆弧 C_1PC_2 上。若再给定其他辅助条件, 如机架转动副 A, D 间的距离, 或 C_2 处的传动角 γ , 则 A 点的位置便可完全确定。



按行程速度变化系数设计铰链四杆机构

4. A 点位置确定后, 按曲柄摇杆机构极限位置, 曲柄与连杆共线的原理可得 $AC_2 = a + b$, $AC_1 = b - a$, 由此可求出

曲柄长度

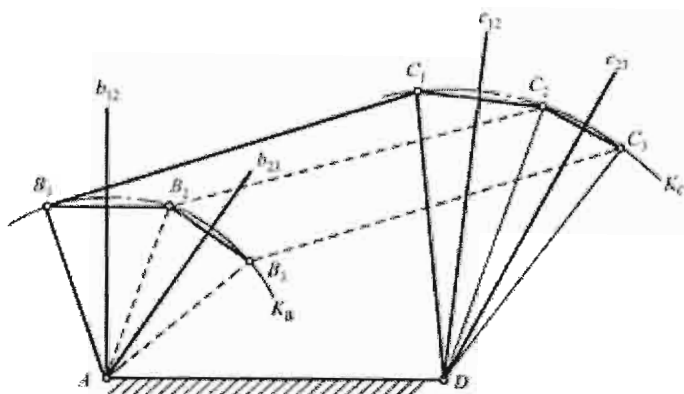
$$a = \frac{1}{2}(AC_2 - AC_1)$$

连杆长度

$$b = \frac{1}{2}(AC_2 + AC_1)$$

2.4.2 按给定连杆的两个或三个位置设计四杆机构

如下所示, B_1C_1, B_2C_2, B_3C_3 是连杆要通过的三个位置, 该四杆机构可如下求得:



按给定连杆三个位置设计四杆机构

1. 连接 $B_1B_2, B_2B_3, C_1C_2, C_2C_3$ 。

2. 分别作 B_1B_2, B_2B_3 的中垂线 h_{12}, h_{23} ，两条中垂线相交于 A 点。

3. 分别作 C_1C_2, C_2C_3 的中垂线 c_{12}, c_{23} ，两条中垂线相交于 D 点。

则交点 A, D 就是所求铰链四杆机构的固定铰链中心， $ABCD$ 即为所求的铰链四杆机构在第一个位置时的机构图。

通过上面分析可以知道，若知连杆两个位置，则点 A, D 可分别在中垂线 h_{12}, c_{12} 上任意选择，因此有无穷多解。若再给定辅助条件，则可得一个确定的解。

授课内容：第3章 凸轮机构 (§3.1—§3.2)

目的要求：了解凸轮机构的应用和分类、从动件的常用运动规律

重点难点：重点：从动件的常用运动规律 难点：从动件的常用运动规律

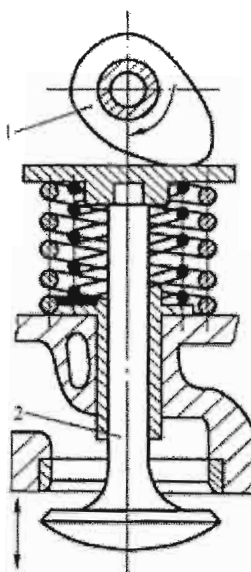
计划学时：2

3.1 凸轮机构的应用和分类

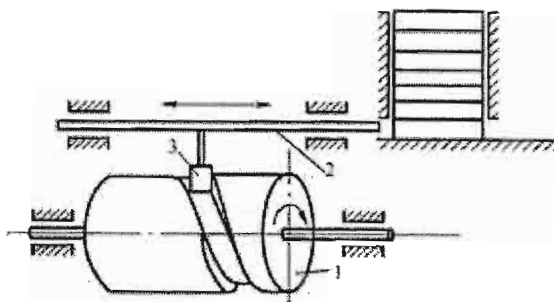
3.1.1 凸轮机构的应用

凸轮是一个具有曲线轮廓或凹槽的构件，主要由凸轮、从动件和机架三个构件组成。凸轮通常作连续等速转动，从动件则按预定运动规律作间歇（或连续）直线往复移动或摆动。

请看下图所示的内燃机配气凸轮机构。凸轮1以等角速度回转，它的轮廓驱使从动件（阀杆）按预期的运动规律启闭阀门。



内燃机配气机构



送料机构

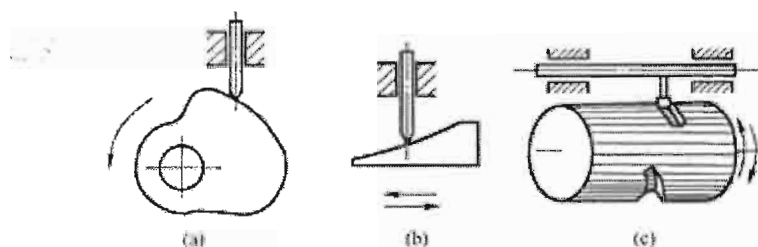
上图所示则是自动送料机构。当有凹槽的凸轮1转动时，通过槽中的滚子3，驱使从动件2作往复移动。凸轮每转一周，从动件即从储料器中推出一个毛坯送到加工位置。

3.1.2 凸轮机构的分类

接下来学习凸轮机构的分类。

如果按凸轮的形状分，可以分为：

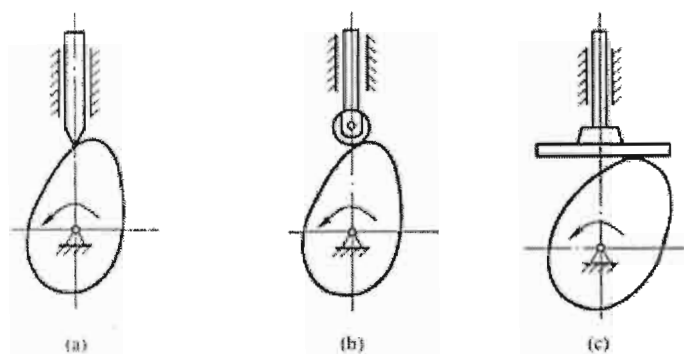
- ① 盘形凸轮：如下图(a)所示。
- ② 移动凸轮：如下图(b)所示。
- ③ 圆柱凸轮：如下图(c)所示。



凸轮的类型

如果按从动件的形状分，可以分为：

- ① 尖顶从动件：如下图(a)所示。
- ② 滚子从动件：如下图(b)所示。
- ③ 平底从动件：如下图(c)所示。



从动件的类型



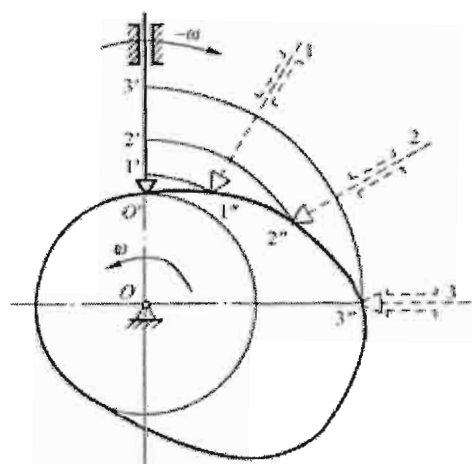
3.2 从动件的常用运动规律

从动件的常用运动规律有下面三种：

1. 等速运动规律
2. 等加速等减速运动规律
3. 简谐运动规律

3.3 图解法设计盘形凸轮轮廓

3.3.1 图解法原理



凸轮轮廓的设计原理

按从动件的已知运动规律绘制凸轮轮廓的基本原理是反转法。根据相对运动原理，若将上图所示的整个凸轮机构（凸轮、从动件、机架）加上一个与凸轮角速度大小相等、方向相反的公共角速度（ $-\omega$ ），此时各构件之间的相对运动关系不变。这样，凸轮静止不动，而从动件一方面随机架和导路一起以等角速度“ $-\omega$ ”绕凸轮转动，另一方面又按已知运动规律在导路中作往复移动（或摆动）。由于从动件的尖顶始终与凸轮轮廓保持接触，所以反转后从动件尖顶的运动轨迹就是凸轮轮廓。

凸轮机构的类型虽然有多种，但绘制凸轮轮廓的基本原理及方法是相同的，凸轮轮廓都按反转法原理绘出。下面以常见的盘形凸轮为例，说明凸轮轮廓曲线的绘制方法。

3.3.2 尖顶直动从动件盘形凸轮轮廓的设计

我们来看一个例题

设已知凸轮逆时针回转，其基圆半径 $r_b = 30 \text{ mm}$ ，从动件的运动规律为

凸轮转角	$0^\circ \sim 180^\circ$	$180^\circ \sim 300^\circ$	$300^\circ \sim 360^\circ$
从动件的运动规律	等速上升 30 mm	等加速等减速下降回到原处	停止不动

试设计此凸轮轮廓曲线。

解：设计步骤如下：

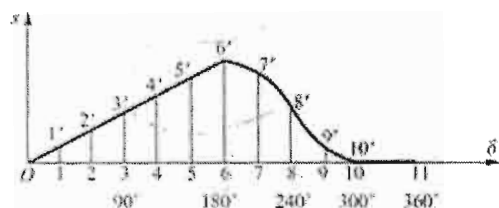
1. 按一定比例尺 $\mu_s = 0.002 \text{ m/mm}$ 绘制从动件的位移线图（见下图(a)）。
2. 按同一比例尺 $\mu_s = \mu_s$ ，以 r_b 为半径作基圆，基圆与导路的交点 B 即为从动件尖顶的起始位置。
3. 等分位移线图的横坐标和基圆。根据反转法原理，按位移线图中横坐标的等分数，

从 B 开始，沿 $-\omega$ 的方向将基圆圆周分成相应的等分数，以射线 OB_1, OB_2, OB_3, \dots 代表机构反转时各个相应位置的导路，各射线与基圆的交点为 B_1, B_2, B_3, \dots 。

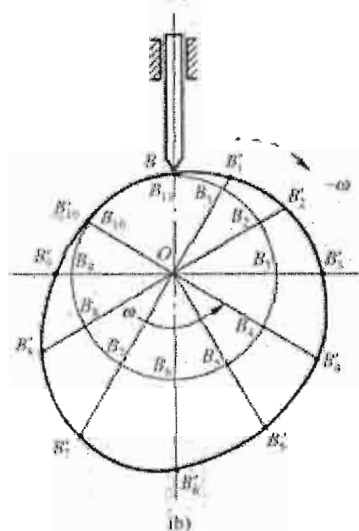
4. 从位移线图量取 $B_1B'_1 = 11'$, $B_2B'_2 = 22'$, $B_3B'_3 = 33'$, \dots , 得 B'_1, B'_2, B'_3, \dots 。

5. 以光滑曲线连接 B'_1, B'_2, B'_3, \dots ，即得凸轮的轮廓曲线（见下图(b)）。

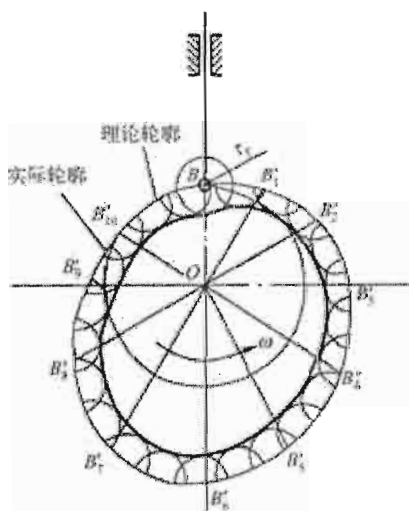
如果采用滚子从动件，由于滚子中心是从动件上的一个固定点，它的运动就是从动件的运动。因此，首先把滚子中心看成是尖顶从动件的尖点，此时按尖顶从动件设计得到的轮廓线称为理论轮廓曲线。再以理论轮廓线上各点为圆心画一系列滚子圆，然后绘出此滚子圆的包络线，它就是滚子从动件凸轮机构的实际轮廓线。但须注意，此时凸轮的基圆半径是指理论轮廓线上的最小半径（见下图(c)）。



(a)



(b)



(c)

对心直动尖顶从动件盘形凸轮轮廓的设计

授课内容: 第3章 凸轮机构 (§3.3—§3.5)

目的要求: 了解凸轮机构基本尺寸的确定

重点难点: 重点: 凸轮机构基本尺寸的确定

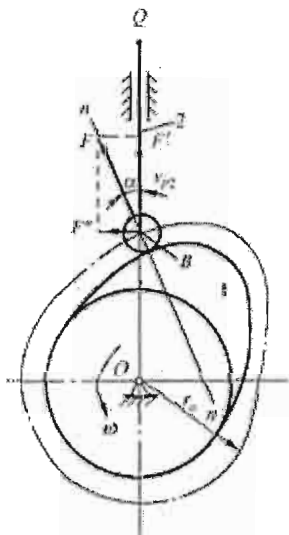
难点: 凸轮机构基本尺寸的确定

计划学时: 2

3.4 凸轮机构基本尺寸的确定

3.4.1 凸轮机构的压力角和自锁

压力角是决定凸轮机构能否正常工作的重要参数, 确定凸轮机构尺寸时必须考虑对压力角的影响。



凸轮机构的压力角

上图所示的为滚子直动从动件凸轮机构。凸轮机构和连杆机构一样, 从动件运动方向和接触轮廓法线方向之间所夹的锐角称为压力角。当不考虑摩擦时, 凸轮给于从动件的作用力 F 是沿法线方向的, 从动件运动方向与作用力 F 之间的夹角 α 即压力角。作用力 F 可分解为沿从动件运动方向的有效分力 F' 和使从动件紧压导路的有害分力 F'' 。

$$F' = F \cos \alpha$$

$$F'' = F \sin \alpha$$

压力角 α 越大, 则有害分力 F'' 越大, 由 F'' 引起的摩擦阻力也越大。当 α 增大到一定程度, 由 F'' 引起的摩擦阻力大于有效分力 F' 时, 无论凸轮给于从动件的作用力多大, 从动件都不能运动, 这种现象称为自锁。

由以上分析可以看出, 为了保证凸轮机构正常工作并具有一定的传动效率, 必须对压

力角加以限制。凸轮轮廓曲线上各点的压力角是变化的, 在设计时应使最大压力角 α_{\max} 不

超过许用值 $[\alpha]$ 。根据实践经验, 推程许用压力角推荐取以下数值:

直动从动件，许用压力角 $[\alpha] = 30^\circ$

摆动从动件，许用压力角 $[\alpha] = 45^\circ$

常见的依靠外力维持接触的凸轮机构，其从动件是在弹簧或重力作用下返回的，回程不会出现自锁。因此，对于这类凸轮机构，通常只须对其推程的压力角进行校核。

3.4.2 压力角与基圆半径的关系

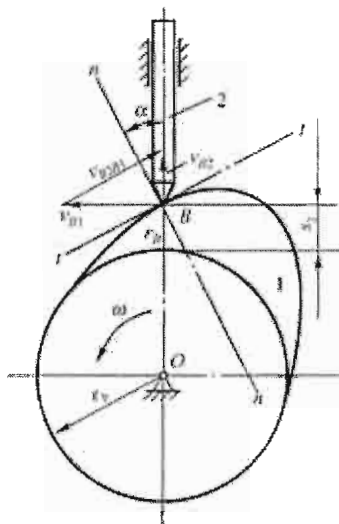
请看下图，凸轮基圆半径和凸轮机构压力角有关。

$$v_2 = v_{B2} = v_{B1} \tan \alpha = r_B \omega \tan \alpha = (r_B + s_B) \omega \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{v_2}{(r_B + s_B) \omega}$$

式中 v_2 ——从动件的线速度；

s_B ——从动件在 B 处的位移。



压力角与基圆半径的关系

由上式可知，基圆半径 r_B 越小，压力角 α 越大。若基圆半径过小，压力角就会超过许用值。反之，基圆半径 r_B 越大，压力角 α 就越小，但整个机构的尺寸也就越大，这将使结构不紧凑。故实际设计中，在保证凸轮机构的最大压力角不超过许用值的前提下，将 α 取大一些，以减小基圆半径 r_B 的值。

若对机构尺寸没有严格限制，则基圆半径可取大些，以使 α 减小，改善凸轮受力情况。基圆半径通常可根据结构条件，由下面的经验公式确定：

$$r_B \geq (0.8 \sim 1) d_x \text{ (mm)}$$

式中 d_f ——凸轮安装处的轴颈直径。

在根据所选的基圆半径设计出凸轮轮廓曲线后，必要时可对其实际压力角进行检查。若发现压力角的最大值超过许用压力角，则应适当增大 r_b ，重新设计凸轮轮廓。

3.4.3 滚子半径的选择

滚子半径的选择要考虑滚子的结构、强度和凸轮轮廓曲线的形状。从减小凸轮与滚子间的接触应力来看，滚子半径越大越好，但滚子半径增大后对凸轮实际轮廓曲线有很大影响，从而使滚子半径的增大受到限制。请看下图，对于外凸的理论轮廓曲线，由于实际轮廓曲线的曲率半径等于理论轮廓曲线的曲率半径与滚子半径之差，设理论轮廓外凸部分的最小曲率半径以 ρ_{\min} 表示，滚子半径用 r_T 表示，则相应位置实际轮廓的曲率半径 $\rho' = \rho_{\min} - r_T$ 。

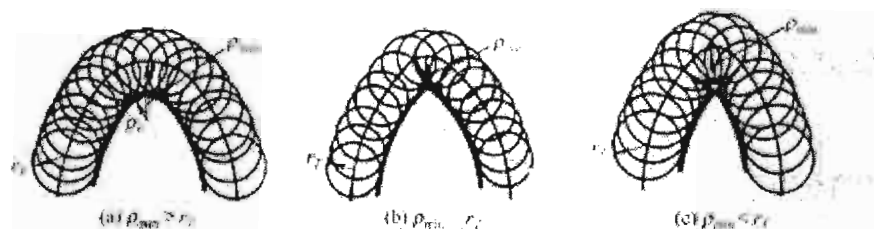
当 $\rho_{\min} > r_T$ 时，如下图(a)所示，这时， $\rho' > 0$ ，实际轮廓为一平滑曲线。

当 $\rho_{\min} = r_T$ 时，如下图(b)所示，这时， $\rho' = 0$ ，在凸轮实际轮廓曲线上产生了尖点，这种尖点极易磨损，磨损后就会改变原定的运动规律。

当 $\rho_{\min} < r_T$ 时，如下图(c)所示，这时， $\rho' < 0$ ，产生交叉的轮廓曲线，交叉部分在实际加工时将被切削掉，使这一部分运动规律无法实现，因此从动件的运动将会失真。

经过上述分析可以得到结论，为了使凸轮轮廓在任何位置既不变尖也不相交，滚子半径 r_T 必须小于外凸理论轮廓曲线的最小曲率半径 ρ_{\min} 。另外，滚子半径 r_T 必须小于基圆半径 r_b 。设计时应使 r_T 满足以下经验公式

$$r_T \leq 0.8 \rho_{\min} \text{ 和 } r_T \leq 0.4 r_b$$



滚子半径的选择

第4章 齿轮机构

一、教学目的:

通过本章的学习,达到了解齿轮机构的特点与分类、齿廓啮合基本原理、齿轮的计算与设计及切齿原理与根切现象问题的目的。

二、教学方法:

黑板教学与多媒体教学相结合

三、教学手段:

课堂教学和课后辅导相结合

四、学时分配:

讲课学时为4学时

五、重点、难点:

4.2节、4.3节、4.4节、4.5节、4.6节重点讲解

难点:齿廓啮合基本原理、渐开线标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算与啮合传动

六、作业布置:

习题4-10至4-16

七、辅导安排:

课后安排辅导

八、教学内容

4.1 齿轮机构的特点和分类

齿轮机构是机械中应用最广的传动机构之一,它的主要优点主要有下面几个方面:

1. 适用的圆周速度和功率范围广;
2. 传动效率高;
3. 传动比稳定;
4. 寿命长;
5. 工作可靠;
6. 可实现任意两轴之间的传动。

齿轮机构缺点,主要表现在以下方面:

1. 要求较高的制造和安装精度,成本较高;
2. 不适宜远距离两轴之间的传动。

齿轮按齿廓曲线分类,可以分为:

1. 渐开线齿轮
2. 摆线齿轮

请看下图所示的齿轮机构的基本类型。圆弧齿轮按照两轴的相对位置和齿向,齿轮机构可分为:

1. 平行轴齿轮机构

包括直齿圆柱齿轮机构、斜齿圆柱齿轮机构和人字齿轮机构。直齿、斜齿圆柱齿轮机构又分为外啮合齿轮机构、内啮合齿轮机构和齿轮与齿条机构(下图(a), (b), (c), (d), (i))。

2. 相交轴齿轮机构(圆锥齿轮机构)

包括直齿和曲齿圆锥齿轮机构(下图(e), (f))。

3. 交错轴齿轮机构

包括交错轴斜齿轮机构和蜗杆蜗轮机构(下图(g), (h))。

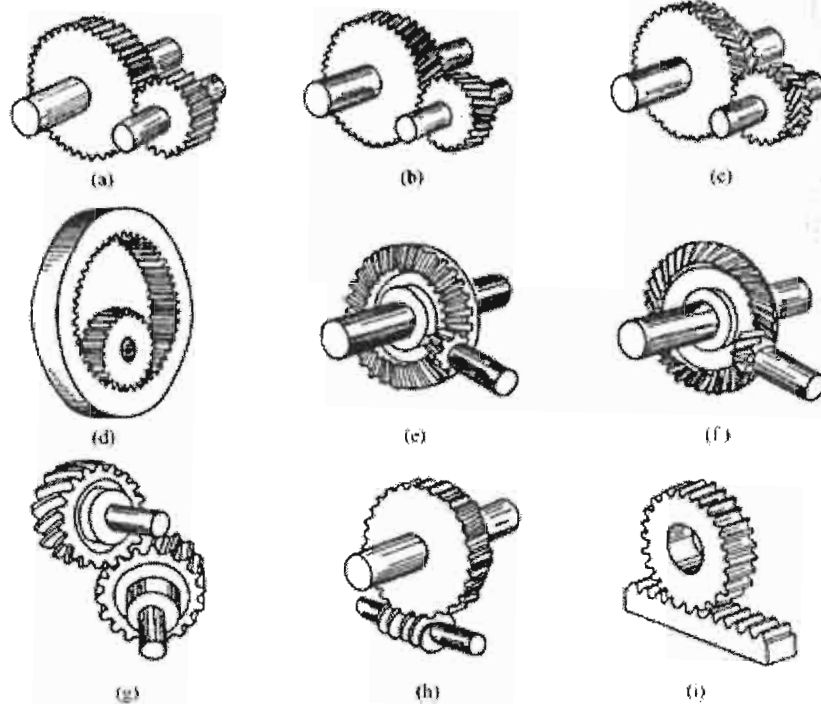
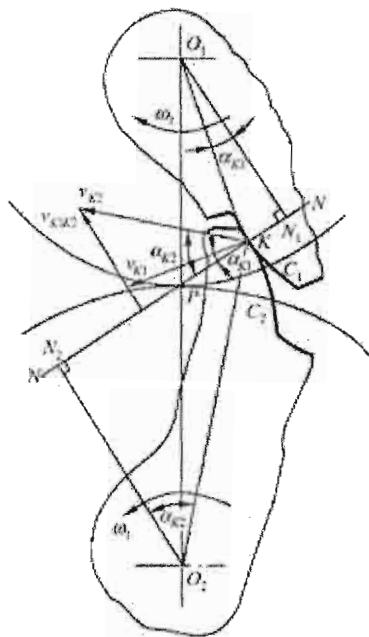


图 4.1 齿轮机构的基本类型

4.2 齿廓啮合基本定理

齿轮传动的基本要求之一是其瞬时传动比必须保持恒定，否则当主动轮以等角速度转动时，从动轮的角速度为变量，从而产生惯性力，引起齿轮装置的冲击、振动和噪声，它不仅影响齿轮的传动精度和平稳性，甚至影响轮齿的强度，使其过早损坏而失效。要保证瞬时传动比恒定不变，齿轮的齿廓必须符合一定的条件。

下图是为一对相互啮合的齿轮的齿廓 C_1 , C_2 在 K 点接触。设主动轮 1 以角速度 ω_1 绕轴 O_1 顺时针方向回转，从动轮 2 受轮 1 的推动以角速度 ω_2 绕轴 O_2 逆时针方向回转。它们在 K 点处的线速度分别为 v_{K1} , v_{K2} 。过 K 点作两齿廓 C_1 , C_2 的公法线 NN ，它与连心线 O_1O_2 交于 P 点。要使这一对齿廓能连续地接触传动，则 v_{K1} , v_{K2} 在公法线 NN 方向上的分速度应相等，否则两齿廓将会压坏或分离，即



齿廓啮合基本定律

$$v_{K1} \cos \alpha_{K1} = v_{K2} \cos \alpha_{K2}$$

又因

$$v_{K1} = \omega_1 \overline{O_1 K}, \quad v_{K2} = \omega_2 \overline{O_2 K}$$

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\overline{O_2 K} \cos \alpha_{K2}}{\overline{O_1 K} \cos \alpha_{K1}}$$

过 O_1, O_2 分别作公法线 NN' 的垂线, 得交点 N_1, N_2 , 由图可知

$$\overline{O_1 K} \cos \alpha_{K1} = \overline{O_1 N_1}, \quad \overline{O_2 K} \cos \alpha_{K2} = \overline{O_2 N_2}$$

又因 $\triangle O_1 P N_1 \sim \triangle O_2 P N_2$, 于是 $\frac{\overline{O_2 N_2}}{\overline{O_1 N_1}} = \frac{\overline{O_2 P}}{\overline{O_1 P}}$

由此可得

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\overline{O_2 K} \cos \alpha_{K2}}{\overline{O_1 K} \cos \alpha_{K1}} = \frac{\overline{O_2 N_2}}{\overline{O_1 N_1}} = \frac{\overline{O_2 P}}{\overline{O_1 P}}$$

$$\frac{\overline{O_2 P}}{\overline{O_1 P}}$$

由上式可知, 欲保证瞬时传动比为定值, 则比值 $\frac{\overline{O_2 P}}{\overline{O_1 P}}$ 应为常数。因两轮轴心连线 $O_1 O_2$ 为定长, 故欲满足

$$\frac{\overline{O_2 P}}{\overline{O_1 P}}$$

为常数, 必须使 P 点为连心线上的定点。

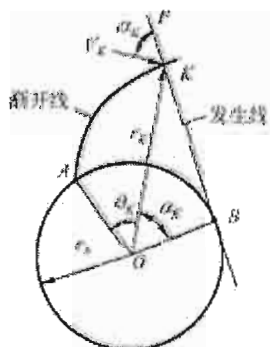
因此, 为使齿轮瞬时传动比保持恒定, 则其齿廓曲线必须符合下述条件, 即不论两齿廓在任何位置接触, 过接触点(啮合点)的公法线必须与两齿轮的连心线交于一定点 P 。这就是齿廓啮合的基本定律。

定点 P 称为节点。以 O_1, O_2 为圆心, 过节点所作的圆称为节圆, $\overline{O_1 P}, \overline{O_2 P}$ 为两齿轮的节圆半径, 分别用 r_1' 和 r_2' 表示。节点就是两节圆的切点。从图 6-2 可以看出, 一对外啮合齿轮的中心距 a , 恒等于两节圆半径之和, 即 $a = \overline{O_1 O_2} = r_1' + r_2'$ 。

4.3 渐开线齿廓

4.3.1 渐开线的形成及其性质

请大家看下图, 当直线 AK 沿一圆周作纯滚动时, 直线上任一点 K 的轨迹 AK , 就是该圆的渐开线。

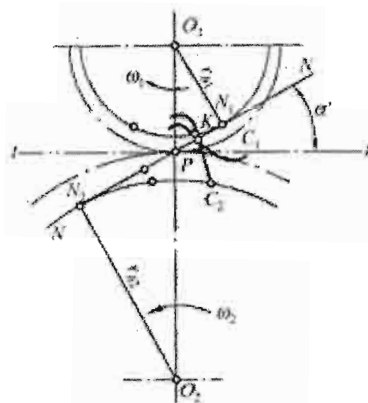


渐开线的形成

我们由渐开线的形成过程，可以知道渐开线具有下列性质：

1. 因为发生线在基圆上作纯滚动，所以它在基圆上滚过的一段长度等于基圆上被滚过的一段弧长，即 $\overline{BK} = \widehat{AB}$ 。
2. 渐开线上任意一点的法线恒切于基圆。
3. 渐开线上各点的压力角不相等。
4. 渐开线的形状取决于基圆的大小。
5. 基圆以内无渐开线。

4.3.2 渐开线齿廓满足齿廓啮合基本定律



渐开线齿廓的啮合传动

在上图中假设渐开线齿廓 C_1 和 C_2 在任意点 K 接触，过 K 点作两齿廓的公法线 NN' 与两轮连心线交于 P 点。根据渐开线的特性， NN' 必同时与两基圆相切。由于基圆的大小和位置都是不变的，所以同一方向的内公切线只有一条，它与连心线交点的位置是不变的。即无论两齿廓在何处接触，过接触点所作齿廓公法线均通过连心线上同一点 P ，故渐开线齿廓满足齿廓啮合基本定律，其瞬时传动比

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\overline{O_2P}}{\overline{O_1P}} = \text{常数}$$

又在图 6-5 中， $\triangle O_1PN_1 \sim \triangle O_2PN_2$ ，故两轮的传动比还可以写成

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\overline{O_2P}}{\overline{O_1P}} = \frac{r_2'}{r_1'} = \frac{r_{s2}}{r_{s1}}$$

也就是说两轮的传动比不仅与两节圆半径成反比，同时也与两基圆半径成反比。因 $i \geq 1$ ，故在讨论一对齿轮传动时，下标 1 表示小轮，下标 2 表示大轮。

4.3.3 渐开线齿廓的其他啮合特性

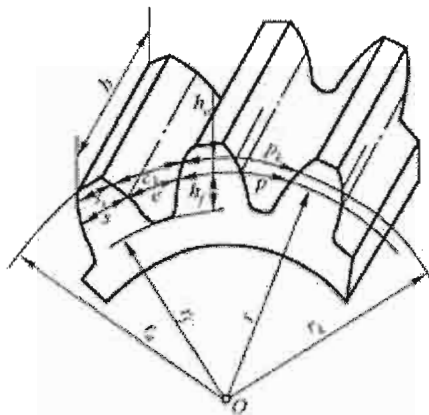
渐开线齿轮传动除满足齿廓啮合基本定律外，还有下面几个特点：

1. 啮合线为一直线
2. 啮合角为常数
3. 渐开线齿轮传动的可分性

4.4 齿轮各部分名称及渐开线标准直齿圆柱齿轮的尺寸计算

4.4.1 齿轮各部分名称

下图表示直齿圆柱齿轮的一部分，它的各部分的名称和符号如下：



齿轮各部分名称、代号

齿顶圆：齿顶所确定的圆称为齿顶圆，其半径用 r_a 表示，直径用 d_a 表示。

齿根圆：齿槽底部所确定的圆称为齿根圆，其半径用 r_f 表示，直径用 d_f 表示。

齿槽宽：相邻两齿之间的空间称为齿槽。

齿厚：在任意直径 d_x 的圆周上，轮齿两侧齿廓之间的弧长称为该圆的齿厚，用 s_x 表示。

齿距：在任意直径 d_x 的圆周上，相邻两齿同侧齿廓之间的弧长称为该圆的齿距，用 p_x 表示。在同一圆上，齿距等于齿厚与齿槽宽之和，即

$$p_x = s_x + e_x$$

设 z 为齿数，则根据齿距的定义可得

$$\pi \cdot d_x = p_x z$$

$$d_x = \frac{p_x}{\pi} z$$

故

分度圆上的齿距 p 对 π 的比值称为模数，用 m (mm) 表示，即

$$m = \frac{p}{\pi}$$

分度圆直径

$$d = \frac{p}{\pi} z = mz$$

分度圆上的齿距、齿厚及齿槽宽分别用 p , s 和 e 表示，而且 $p = s + e = \pi m$ 。

齿顶高：轮齿在齿顶圆和分度圆之间的径向高度称为齿顶高，用 h_a 表示。

齿根高：轮齿在齿根圆和分度圆之间的径向高度称为齿根高，用 h_f 表示。

$$\begin{cases} h_a = h_a^* m \\ h_f = (h_a^* + c^*) m \end{cases}$$

式中 h_a^* ——齿顶高系数（表 6-2）；

c^* ——顶隙系数（表 6-2）。

全齿高：轮齿在齿顶圆和齿根圆之间的径向高度称为全齿高，用 h 表示，故

$$h=h_a+h_f$$

style='mso-ignore:vglayout;;z-index:1;left:0px;margin-left:221px;margin-top:16px;width:12px; height:23px'

由此可以推出齿顶圆直径 d_a 和齿根圆直径 d_f 的计算式为

$$d_a=d+2h_a=(z+2h_a^*)m$$

$$d_f=d-2h_f=(z-2h_a^*-2c^*)m$$

分度圆上齿厚与齿槽宽相等，且齿顶高和齿根高为标准值的齿轮称为标准齿轮。因此，对于标准齿轮

$$s=e$$

分度圆压力角用 α 表示，由式（6-2）可知，有

$$\cos\alpha=\frac{r_b}{r}$$

基圆直径的计算式为

$$d_b=d\cos\alpha$$

分度圆：齿轮上具有标准模数和标准压力角的圆称为分度圆。

齿宽：轮齿在齿轮轴向的宽度，用 b 表示。

4.4.2 标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算

1. 齿轮

请看下表，介绍的是外啮合标准直齿圆柱齿轮几何尺寸计算。

外啮合标准直齿圆柱齿轮几何尺寸计算

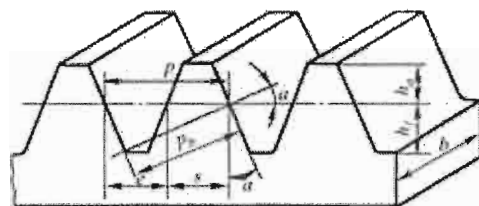
名 称	符 号	计 算 公 式
模数	m	根据强度计算或结构需要而定
压力角	α	$\alpha=20^\circ$
分度圆直径1	d	$d_1=mz_1, d_2=mz_2$
齿顶圆直径	d_a	$d_{a1}=d_1+2h_a-(z_1+2h_a^*)m, d_{a2}=d_2+2h_a-(z_2+2h_a^*)m$
齿根圆直径	d_f	$d_{f1}=d_1-2h_f-(z_1-2h_a^*-2c^*)m, d_{f2}=d_2-2h_f-(z_2-2h_a^*-2c^*)m$
基圆直径	d_b	$d_{b1}=d_1\cos\alpha, d_{b2}=d_2\cos\alpha$
全齿高	h	$h=h_a+h_f-(2h_a^*+c^*)m$
齿顶高	h_a	$h_a=h_a^*m$
齿根高	h_f	$h_f=(h_a^*+c^*)m$
顶隙	c	$c=c^*m$
齿厚	s	$s=\pi m/2$
齿槽宽	e	$e=\pi m/2$
齿距	p	$p=\pi m$
基圆节距	p_b	$p_b=p\cos\alpha$
中心距	a	$a=\frac{(d_1+d_2)}{2}=\frac{m}{2}(z_1+z_2)$

2. 齿条

下图所示的为一齿条，可以看做是齿轮的一种特殊形式，即齿数为无穷多的齿轮。由于其基圆半径无

穷大，故齿条的渐开线齿廓变成直线齿廓。其主要特点是：

- ① 由于齿条的齿廓是直线，所以齿廓上各点的法线是平行的。又由于齿条是作直线移动的，齿廓上各点的速度大小和方向一致，故齿廓上各点的压力角相同，其大小等于齿廓的齿形角 α （取标准值 20° 或 15° ）
- ② 由于齿条上各齿同侧齿廓是平行的，所以，不论在分度线上、齿顶线上或与其平行的其他直线上的齿距均相等，即 $p = \pi m$ 。



齿条

齿条的基本尺寸，可参照标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算公式进行计算。例如：

齿条的齿顶高
$$h_a = h_a^* m$$

齿条的齿根高
$$h_f = (h_a^* + c^*) m$$

齿条的齿厚
$$s = \frac{\pi m}{2}$$

齿条的齿槽宽
$$e = \frac{\pi m}{2}$$

4.5 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动

4.5.1 齿轮传动的正确啮合条件

如下图所示的正确啮合条件，一对齿轮要实现正确啮合传动，则应使两齿轮的相邻两齿同侧齿廓在啮合线上的距离相等 ($K_1 K'_1 = K_2 K'_2$)，即两齿轮的法向齿距应相等。

$$p_n = p_{n2}$$

而

$$p_n = p_1 \cos \alpha_1 = \pi m_1 \cos \alpha_1$$

$$p_{n2} = p_2 \cos \alpha_2 = \pi m_2 \cos \alpha_2$$

故

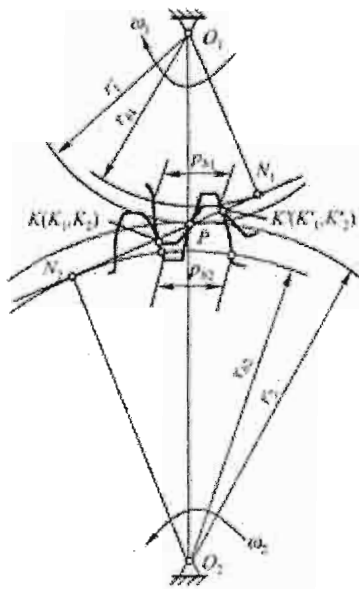
$$\pi m_1 \cos \alpha_1 = \pi m_2 \cos \alpha_2$$

由于齿轮的模数和压力角均已标准化，为满足上式必须使

$$\begin{cases} m_1 = m_2 = m \\ \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha \end{cases}$$

上式表明，渐开线齿轮正确啮合条件是两轮分度圆上的模数和压力角必须分别相等。于是，一对齿轮的传动比可写成：

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_2'}{d_1'} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1}$$



正确啮合条件

4.5.2 标准中心距

齿侧间隙：一齿轮节圆上的齿槽宽与另一齿轮节圆上的齿厚之差。

安装要求：齿侧间隙=0，即 $s_1' = e_2'$ ， $s_2' = e_1'$ 。

由前述已知，标准齿轮分度圆的齿厚与齿槽宽相等。又知正确啮合的一对渐开线齿轮模数和压力角分别相等，

故 $s_1 = e_1 = s_2 = e_2 = \frac{1}{2}m$ 。安装时将分度圆与节圆重合（即两轮的分度圆相切），参见下图(a)所示，这种安装叫标准安装，此时 $s_1' - e_2' = s_1 - e_2 = 0$ ，即齿侧间隙为零。

一对标准齿轮分度圆相切时的中心距称为标准中心距，以 a 表示。

$$a = r_1' + r_2' = r_1 + r_2 = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$$

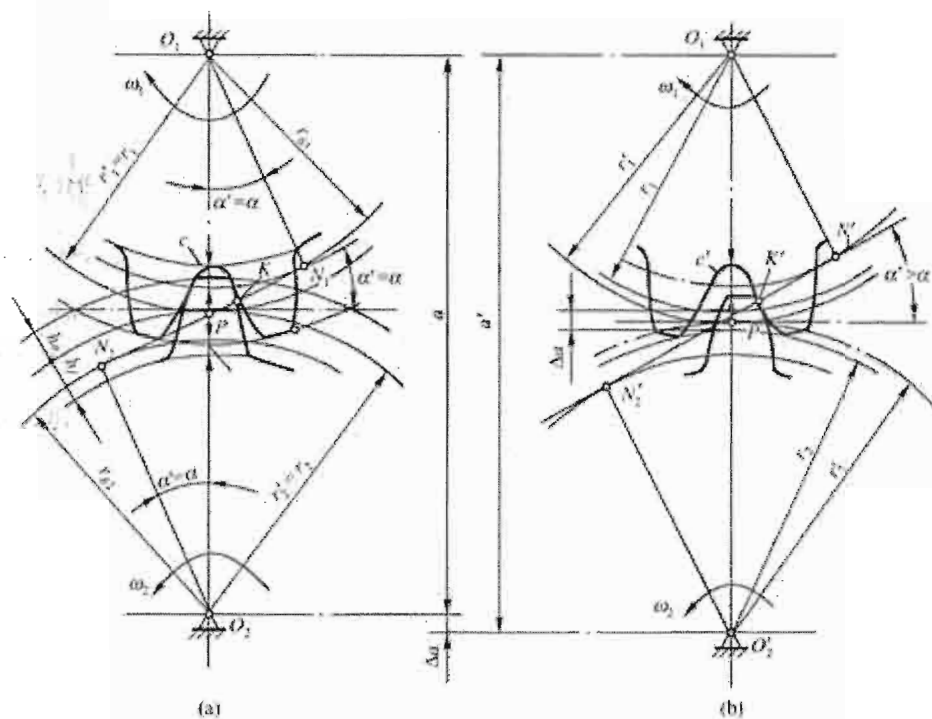
此时，啮合角 α' 等于分度圆上的压力角 α ，正确安装时无齿侧间隙。

因两轮分度圆相切，故顶隙

$$c = h_f - h_a = c^* m$$

在生产实际中，由于齿轮制造和安装的误差，使齿轮实际中心距与标准中心距往往不同。两轮的分度圆不再相切，这时节圆与分度圆不重合，如下图(b)所示实际中心距 a' 与标准中心距 a 的关系为

$a' \cos \alpha' = a \cos \alpha$ 。由于两齿轮制成后，基圆半径不变，所以中心距改变后传动比并不改变。渐开线齿轮传动的这一特性称为传动的可分性。这种传动的可分性，对于渐开线齿轮的加工和装配都是十分有利的。



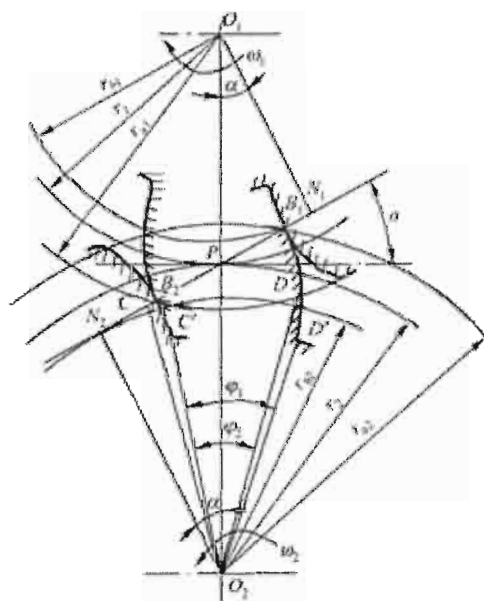
渐开线齿轮传动的可分性

4.5.3 连续传动条件

请看下图。如果设齿轮 1 为主动轮，齿轮 2 为从动轮。

连续传动条件：一对互相啮合的齿轮，当前面一对轮齿开始分离时，其后面的一对轮齿必须进入啮合。

为了保证连续传动，应使 $\overline{B_1B_2} \geq p_b$ 。



齿轮的重合度

一对齿由开始啮合到终止啮合，分度圆上任意一点所经过的弧长称为啮合弧，图 6-10 中圆弧 \widehat{CD} 就是啮合弧。

当轮齿从开始啮合到终止啮合时，该齿在基圆上所经过的弧长为 $\widehat{C'D'}$ ，

由渐开线性质可知 $\widehat{C'D'} = \overline{B_1B_2}$ 。

令

$$\varepsilon = \frac{\overline{B_1B_2}}{p_b} = \frac{\widehat{CD'}}{p \cos \alpha} = \frac{\widehat{CD} \cos \alpha}{p \cos \alpha} = \frac{\widehat{CD}}{p} > 1$$

啮合弧与齿距之比称为重合度，用 ε 表示。式 (6-19) 为齿轮连续传动的条件。

根据齿轮传动的几何关系，可求出重合度的计算公式。对于正确安装的标准齿轮传动

$$\varepsilon = \frac{1}{2\pi} [z_1(\tan \alpha_{a1} - \tan \alpha) + z_2(\tan \alpha_{a2} - \tan \alpha)]$$

上式中 α_{a1} ——齿轮 1 齿顶圆压力角， $\alpha_{a1} = \arccos \frac{r_b1}{r_{a1}}$ ；

α_{a2} ——齿轮 2 齿顶圆压力角， $\alpha_{a2} = \arccos \frac{r_b2}{r_{a2}}$ 。

4.6 渐开线齿轮的切齿原理与根切现象

4.6.1 渐开线齿轮的切齿原理

生产中，可以用下列方法制造渐开线齿轮：

1. 成形法：用渐开线齿形的成形铣刀直接切出齿形。
2. 范成法：利用一对齿轮（或齿轮与齿条）互相啮合时其共轭齿廓互为包络线的原理来切齿的。如果把其中一个齿轮（或齿条）做成刀具，就可以切出与其共轭的渐开线齿廓。

- ① 齿轮插刀
- ② 齿条插刀
- ③ 齿轮滚刀

4.6.2 根切现象和最小齿数

请看下图(a)，先来看看什么叫根切现象？它是指用范成法加工时，如果齿轮的齿数太少，则刀具的齿顶将会把根部已加工好的渐开线齿廓切去一部分的现象。

如下图(b)所示，标准齿轮产生根切的原因是刀具的齿顶线超过了极限啮合点 N 。为避免根切，必须使刀具的齿顶线位于啮合极限点 N 的下方。但加工标准齿轮时，刀具的中

线与齿轮的分度圆切于点 P 。当模数一定时，刀具的齿顶高 $h_a = h_a^* m$ 为一定值，故刀具齿顶线的位置也就确定了。因此，只要设法使啮合极限点 N 沿啮合线移至刀具齿顶线上方的位置才不会产生根切。而啮合极限点 N 的位置与被切齿轮的基圆半径有关，基圆半径愈小，则极限啮合点 N 愈接近于节点 P ，齿条刀具的齿顶线愈易超过 N 点，此时愈易产生根切现象。

又因为基圆半径 $r_b = \frac{mz}{2} \cos \alpha$ ，而 m, α 皆为定值（与刀具的 m, α 相同），所以被切齿轮的齿数愈少，愈易发生根切现象。由此可知，为了避免发生根切现象，标准齿轮的齿数应有一个最少的限度。用齿条插刀或滚刀加工标准齿轮，若使被切齿轮不产生根切现象，则刀具的齿顶线不得超过 N 点，即

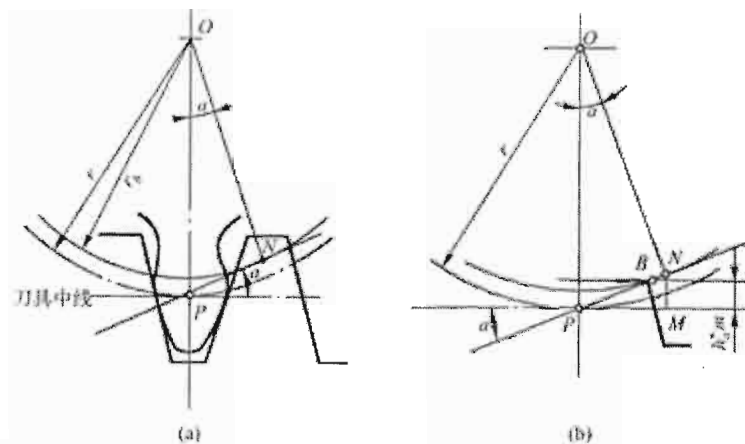


图 4.6.2 根切现象和不产生根切的最小齿数

$$\overline{PN} \geq \overline{PB}$$

$$\overline{PN} = \frac{mz}{2} \sin \alpha$$

$$\overline{PB} = \frac{h_a^* m}{\sin \alpha}$$

$$z \geq \frac{2h_a^*}{\sin^2 \alpha}$$

$$z_{\min} = \frac{2h_a^*}{\sin^2 \alpha}$$

而

因此

所以

当 $\alpha = 20^\circ$, $h_a^* = 1$ 时, $z_{\min} = 17$ 。

对于标准齿轮当用齿条插刀或滚刀加工时, 不产生根切的最小齿数为 $z_{\min} = 17$, 因此为了避免根切, 应使小齿轮的齿数 $z \geq 17$ 。

4.6.3 变位齿轮

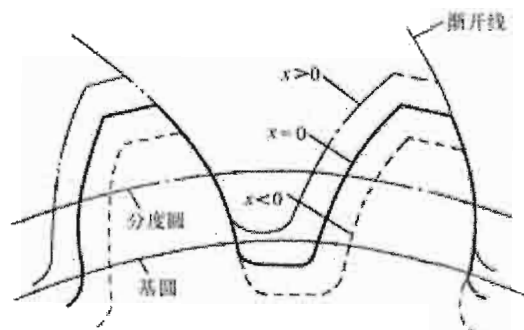
标准齿轮存在不足之处表现在下面几个方面:

1. 标准齿轮的齿数 $z \geq z_{\min}$ 。如前所述, 当采用范成法加工齿轮时, 若被切齿轮的齿数 $z < z_{\min}$, 则必将产生根切。
2. 标准齿轮不适用于实际中心距 a' 不等于标准中心距 a 的场合。若 $a' < a$, 则无法安装; 反之, 若 $a' > a$, 虽可安装, 但齿侧间隙增大, 重合度减小, 传动不平稳。
3. 一对材料相同的标准齿轮传动, 由于小齿轮的齿根厚度较薄, 而且啮合次数又较多, 因而小齿轮轮齿的强度较弱, 磨损较严重, 也就容易损坏。

变位齿轮指的是用改变刀具与轮坯的相对位置来切制齿轮的方法称为变位, 变位切制所得的齿轮。

变位齿轮与标准齿轮相比具有如下特点:

1. 切制变位齿轮和标准齿轮所用刀具和分度运动传动比是一样的, 因而它们的模数和压力角相同, 分度圆和基圆也相同。齿廓曲线是同一个基圆展出的渐开线, 只是两者所截取的区段不同而已, 如下图所示。因为各区段渐开线的曲率半径不同, 所以可用变位的方法来改善齿轮传动的质量。
2. 标准齿轮分度圆齿厚与齿槽宽相等 ($s = e$); 正变位齿轮 $s > e$, 而负变位齿轮 $s < e$ 。
3. 正变位齿轮的齿根高减小了, 而齿顶高增大了; 负变位齿轮与此正好相反。
4. 正变位齿轮的齿根变厚了, 而负变位齿轮的齿根却变薄了。因而, 采用正变位齿轮可提高轮齿的强度。



变位齿轮与标准齿轮的比较

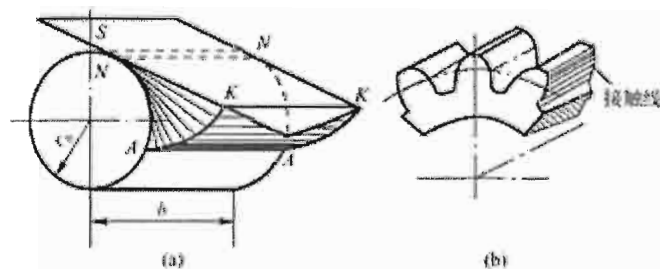
变位系数选择与齿数有关，对于 $h_a^* = 1$ 的齿轮，最小变位系数可用下式计算

$$x_{\min} = \frac{17 - z}{17}$$

4.7 斜齿圆柱齿轮机构

4.7.1 斜齿圆柱齿轮齿廓曲面的形成及其啮合特点

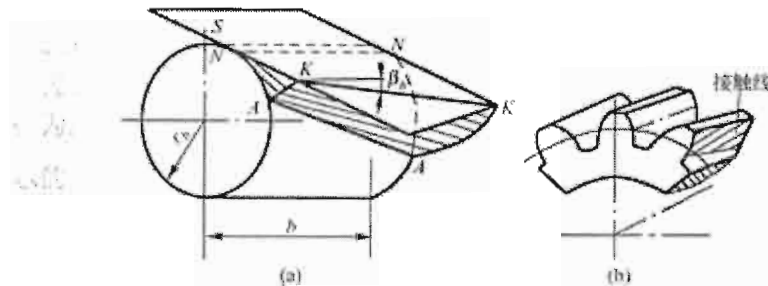
请看下图，直齿圆柱齿轮的齿廓曲面是发生面 S 在基圆柱上作纯滚动时，由其上任一与基圆柱母线 \overline{NN} 平行的直线 \overline{KK} 所展出的渐开线曲面。当一对直齿圆柱齿轮啮合时，轮齿的接触线是与轴线平行的直线，如下图(b)所示，轮齿沿整个齿宽突然同时进入啮合和退出啮合，所以容易引起冲击、振动和噪声，传动平稳性差。



直齿轮齿面形成及接触线

斜齿圆柱齿轮齿廓曲面形成的原理和直齿轮类似，所不同的是形成渐开线齿面的直线 \overline{KK} 不平行于 \overline{NN} 而与它成一个角度 β_b 。请看下图(a)所示，当发生面 S 沿基圆柱滚动时，斜直线 \overline{KK} 的轨迹为一渐开线螺旋面，即斜齿轮的齿廓曲面。直线 \overline{KK} 与基圆柱母线的夹角 β_b 称为基圆柱上的螺旋角。由斜齿轮齿廓曲面的形成可见，其端面（垂直于其轴线的截面）的齿廓曲线为渐开线。从端面看，一对渐开线斜齿轮传动就相当于—对渐开线直齿轮传动，所以，它也满足定角速比的要求。

如下图(b)所示，斜齿轮啮合传动时，齿廓曲面的接触线是与轴线倾斜的直线，接触线的长度是变化的，开始时接触线长度由短变长，然后由长变短，直至脱离啮合。这说明斜齿轮的啮合情况是沿着整个齿宽逐渐进入和退出啮合的，故与直齿圆柱齿轮相比，传动平稳，冲击和噪声小。



斜齿轮齿面形成及接触线

4.7.2 斜齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸的计算

这一节给大家介绍斜齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸计算。

1. 螺旋角

螺旋角 β 的大小表示斜齿圆柱齿轮轮齿的倾斜程度，它是反映斜齿轮特征的一个重要参数。

2. 法面参数与端面参数间的关系

由于斜齿圆柱齿轮的齿向倾斜，故有端面和法面之分。垂直于轴线的平面称为端面，与分度圆柱螺旋线垂直的平面则称为法面。

下面左图所示的为斜齿圆柱齿轮分度圆柱面的展开图。从图上可知端面齿距 p_t 与法面齿距 p_n 的关系为

$$p_n = p_t \cos \beta$$

若以 m_t ， m_n 分别表示端面模数和法面模数，因为

$$p_t = \pi m_t, \quad p_n = \pi m_n$$

故有

$$m_n = m_t \cos \beta$$

法面压力角 α_n 和端面压力角 α_t 的关系由下面右图可知

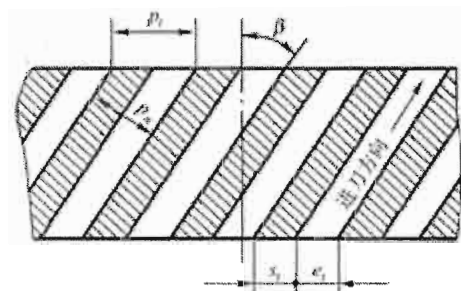
$$\tan \alpha_t = \frac{\overline{BD}}{\overline{AB}}, \quad \tan \alpha_n = \frac{\overline{B_1D}}{\overline{A_1B_1}}$$

而

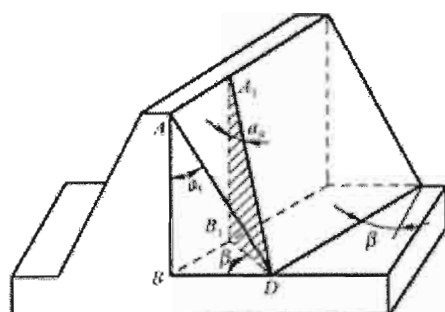
$$\overline{B_1D} = \overline{BD} \cos \beta, \quad \overline{A_1B_1} = \overline{AB}$$

所以

$$\tan \alpha_n = \tan \alpha_t \cos \beta$$



斜齿轮的展开图



端面压力角和法面压力角

端面齿顶高系数和端面顶隙系数 因为无论是从法面来看还是从端面来看，轮齿的齿顶高是相同的，

顶隙也是相同的,可以得到

$$h_{at}^* = h_{at}^* \cos \beta$$

$$c_t^* = c_a^* \cos \beta$$

用铣刀切制斜齿轮时,铣刀的齿形应等于齿轮的法面齿形;在强度计算时,也需要研究法面齿形,因此,国标规定斜齿轮的法面参数(m_n , α_n , h_{an}^* , c_n^*)取为标准值,而端面参数为非标准值。

3. 斜齿圆柱齿轮几何尺寸的计算

渐开线标准斜齿轮的几何尺寸可参看下面表格进行计算。

标准斜齿圆柱齿轮几何尺寸计算

名 称	符 号	计 算 公 式
螺旋角	β	一般取 $\beta = 8^\circ \sim 25^\circ$
端面模数	m_t	$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$ (m_n 为标准值)
端面压力角	α_t	$\tan \alpha_t = \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta}$ ($\alpha_n = 20^\circ$)
端面齿顶高系数	h_{at}^*	$h_{at}^* = h_{an}^* \cos \beta$, $h_{at}^* \approx 1$
端面顶隙系数	c_t^*	$c_t^* = c_n^* \cos \beta$
齿顶高	h_a	$h_a = h_{at}^* m_t = m_t$ (h_{at}^* 为标准值)
齿根高	h_f	$h_f = (h_{at}^* + c_t^*) m_t = 1.25 m_t$ (c_t^* 为标准值)
全齿高	h	$h = h_a + h_f = 2.25 m_t$

续表

名 称	符 号	计 算 公 式
顶隙	c	$c = h_f - h_a = 0.25 m_t$
分度圆直径	d_t, d_f	$d_t = m_t z = \frac{m_n z}{\cos \beta}$, $d_f = m_f z_f = \frac{m_n z_f}{\cos \beta}$
齿顶圆直径	d_{at}, d_{af}	$d_{at} = d_t + 2h_a$, $d_{af} = d_f + 2h_a$
齿根圆直径	d_{ft}, d_{ff}	$d_{ft} = d_t - 2h_f$, $d_{ff} = d_f - 2h_f$
中心距	a	$a = \frac{d_t + d_f}{2} = \frac{m_t}{2} (z_t + z_f) = \frac{m_n (z_1 + z_2)}{2 \cos \beta}$

4.7.3 斜齿轮的正确啮合条件和重合度

1. 正确啮合条件

一对斜齿轮的正确啮合,除两轮的模数和压力角必须相等以外,外啮合时两轮分度圆柱螺旋角(以下简称螺旋角) β 也必须大小相等,方向相反,即一个为左旋,另一个为右旋。

$$\begin{cases} m_{n1} = m_{n2} \\ \alpha_{n1} = \alpha_{n2} \\ \beta_1 = \pm \beta_2 \end{cases}$$

正确啮合条件为

上式表明,平行轴斜齿轮传动螺旋角大小相等,外啮合时旋向相反,取“-”号,内啮合时旋向相同,取“+”号。

2. 重合度

由斜齿轮啮合的特点，计算斜齿轮重合度时必须考虑螺旋角 β 的影响。请看下图所示的为两个端面参数（齿数、模数、压力角、齿顶高系数及顶隙系数）完全相同的标准直齿轮和标准斜齿轮的分度圆柱面（即节圆柱面）展开图。直线 $\overline{B_1B_1}$ 和 $\overline{B_2B_2}$ 之间的区域表示啮合区。

直齿轮运转时，齿轮在 \overline{KK} 线处沿整个齿宽同时开始啮合，而在 $\overline{K'K'}$ 处沿整个齿宽同时脱离。斜齿轮运转时，齿轮也是在 \overline{KK} 线处，但仅是从一端进入啮合，当转到 $\overline{K'K'}$ 位置时，轮齿从一端开始脱离，直到继续转到 $\overline{K''K''}$ 位置时，才全部脱离啮合。显然，斜齿轮比直齿轮多转过一段弧长 ΔL ，因此，斜齿轮传动重合度的增量为

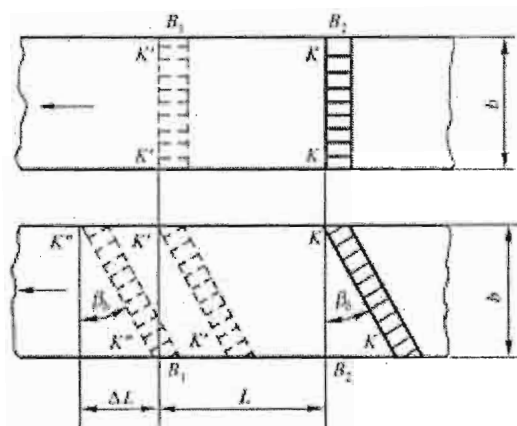
$$\Delta\varepsilon = \frac{\Delta L}{P_{\alpha}} = \frac{b \tan \beta_2}{P_{\alpha}} = \frac{b \tan \beta \cos \alpha_t}{P_t \cos \alpha_t} = \frac{b \tan \beta}{P_t}$$

式中 P_{α} ——端面基节。

设 ε_t 为端面重合度，即与斜齿轮端面参数相同的直齿轮的重合度，则斜齿轮的重合度为

$$\varepsilon = \varepsilon_t + \Delta\varepsilon = \varepsilon_t + \frac{b \tan \beta}{P_t}$$

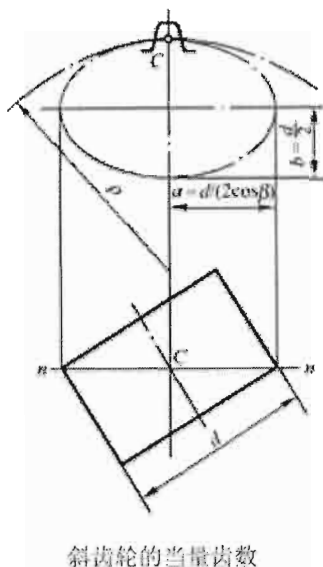
由上式可见，斜齿轮的重合度随螺旋角 β 和齿宽 b 的增大而增大，其值可以达到很大。这是斜齿轮传动平稳，承载能力较高的主要原因之一。



斜齿轮传动的重合度

4.7.4 斜齿轮的当量齿数

用成形法加工斜齿圆柱齿轮时，铣刀是沿螺旋齿槽方向进刀的。而进行强度计算时，也必须知道斜齿轮的法面齿形。因此，刀具需按斜齿轮的法面齿形来选择。但要精确计算法面齿形较困难，通常用近似齿形代替。



斜齿轮的当量齿数

请看上图，过斜齿轮分度圆柱面上的任一点 **C** 作轮齿螺旋线的法面，该法面与分度圆柱的交线为一椭圆。在此剖面上，点 **C** 附近的齿形可近似地看成斜齿圆柱齿轮的法面齿廓。其长半轴 $a = \frac{d}{2 \cos \beta}$ ，短半轴 $b = \frac{d}{2}$ 。椭圆在 **C** 点处的曲率半径为

$$\rho = \frac{a^2}{b} = \frac{d}{2 \cos^2 \beta}$$

若以曲率半径 ρ 为分度圆半径，以斜齿轮法面模数 m_n 为模数，取法面压力角 α_n 作一直齿圆柱齿轮，此直齿圆柱齿轮的齿形与斜齿圆柱齿轮的法面齿廓十分相近。该直齿圆柱齿轮称为斜齿圆柱齿轮的当量齿轮，其齿数称为斜齿轮的当量齿数，用 z_v 表示。

$$z_v = \frac{2\rho}{m_n} = \frac{d}{m_n \cos^2 \beta} = \frac{m_n z}{m_n \cos^3 \beta} = \frac{z}{\cos^3 \beta}$$

用成形法加工时，应按当量齿数选择铣刀刀号；强度计算时，可按一对当量直齿轮传动近似计算一对斜齿轮传动。正常标准斜齿轮不发生根切的齿数，可按下式求得

$$z_{\min} = z_{v\min} \cos^3 \beta = 17 \cos^3 \beta$$

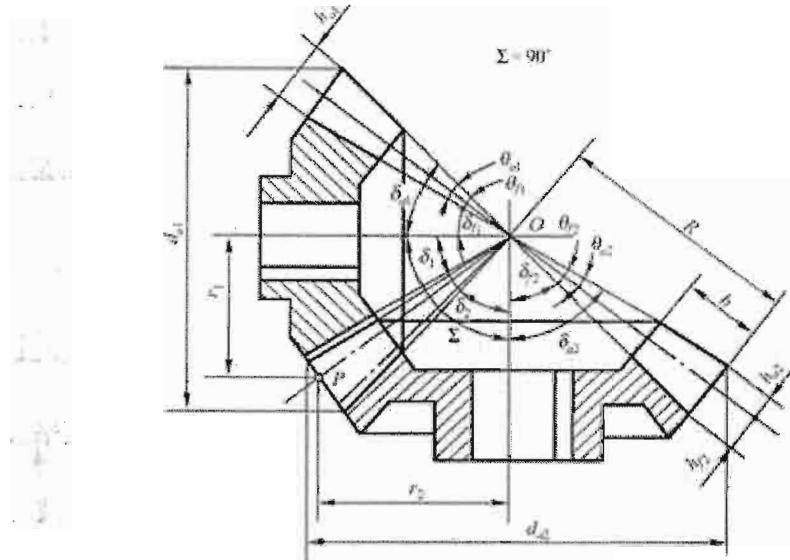
4.7.5 斜齿轮的优缺点

与直齿轮相比，斜齿轮具有以下优点：

1. 齿廓接触线是斜线，轮齿是逐渐进入啮合和逐渐脱离啮合的，故运转平稳，冲击和噪声小。
2. 重合度较大，并随齿宽和螺旋角的增大而增大。故承载能力较高，运转平稳，适于高速传动。
3. 最少齿数小于直齿轮的最小齿数 z_{\min} 。

4.8 圆锥齿轮机构

圆锥齿轮用于相交两轴之间的传动，其轮齿有直齿、曲齿等类型，直齿圆锥齿轮的设计、制造和安装均较简便，故应用最为广泛。圆锥齿轮的轮齿分布在圆锥面上，所以齿形从大端到小端逐渐缩小。和圆柱齿轮传动相似，一对圆锥齿轮的运动相当于一对节圆锥的纯滚动。除了节圆锥以外，圆锥齿轮还有分度圆锥、齿顶圆锥和基圆锥。请看下图，它表示一对正确安装的标准圆锥齿轮。



正确安装的标准直齿圆锥齿轮

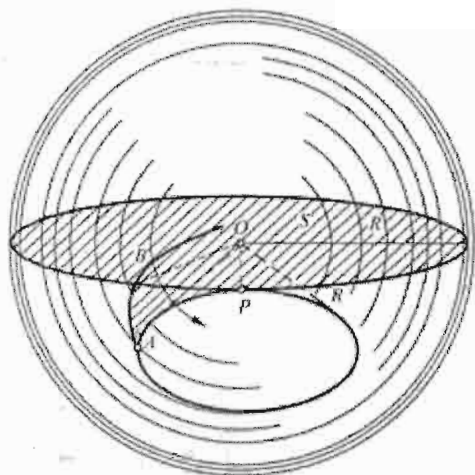
4.8.1 直齿圆锥齿轮的传动比

δ_1, δ_2 为两轮分度圆锥角，两轮大端分度圆直径分别为 d_1, d_2 ，齿数分别为 z_1, z_2 。当 $\delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$ 时，传动比为：

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{\sin \delta_2}{\sin \delta_1} = \tan \delta_2$$

4.8.2 直齿圆锥齿轮的背锥和当量齿数

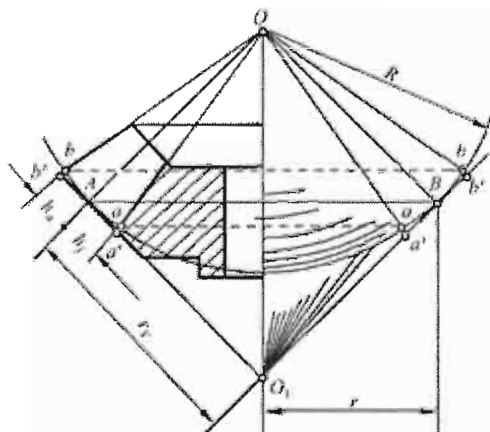
如下图所示，平面 S （发生面）与基圆锥相切，并在其上作纯滚动时，该平面上任意点 B 描绘出的轨迹为球面渐开线 AB ，所以圆锥齿轮的理论齿廓曲线就是以锥顶 O 为球心的球面渐开线。



圆锥齿轮齿廓曲线的形成

1. 背锥

圆锥齿轮的齿廓曲线在理论上是球面曲线。但是，球面不能展成平面，这给圆锥齿轮的设计和制造带来很多困难，因此通常采用近似曲线代替。

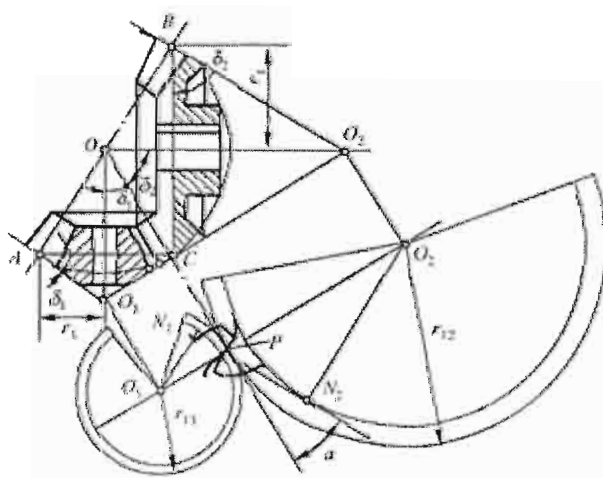


圆锥齿轮的背锥

上图为一具有球面渐开线齿廓的直齿圆锥齿轮， OAB 表示分度圆锥， \widehat{bA} 和 \widehat{aA} 为球面上齿形的齿顶高和齿根高。过分度圆锥上的点 A 作球面的切线 AO_1 ，与分度圆锥的轴线交于 O_1 点。以 OO_1 为轴， O_1A 为母线作一圆锥体，该圆锥称为背锥。显然，背锥与球面切于圆锥齿轮大端的分度圆上，如上图右半部所示。将球面渐开线齿形投影到背锥上，自 A 点和 B 点取齿顶高和齿根高得 b' 点和 a' 点。由图可见，在 A 点和 B 点附近，背锥面与球面非常接近。因此，可近似地用背锥上的齿形来代替球面齿形，同时背锥面可以展成平面，这样将给圆锥齿轮的设计和制造带来极大的方便。

2. 当量齿数

请看下图，将背锥面展成一扇形平面，故圆锥齿轮传动可以转化为平面扇形齿轮传动。将扇形齿轮补足成完整的直齿圆柱齿轮，则该齿轮即为直齿圆锥齿轮的当量齿轮，其齿数称为当量齿数，用 z_v 表示。



圆锥齿轮的当量齿轮

由图可知，当量齿轮的分度圆半径为

$$r_{v1} = \frac{r_1}{\cos \delta_1} = \frac{m z_1}{2 \cos \delta_1}$$

$$r_{v2} = \frac{r_2}{\cos \delta_2} = \frac{m z_2}{2 \cos \delta_2}$$

式中 m —— 锥齿轮大端模数。

$$r_{v1} = \frac{m z_{v1}}{2}$$

$$r_{v2} = \frac{m z_{v2}}{2}$$

又
故得



$$\left. \begin{aligned} z_{F1} &= \frac{z_1}{\cos \delta_1} \\ z_{F2} &= \frac{z_2}{\cos \delta_2} \end{aligned} \right\}$$

上式中 z_1, z_2 ——两直齿圆锥齿轮的实际齿数；

δ_1, δ_2 ——两齿轮的分度圆锥角。

在选择齿轮铣刀的刀号、轮齿弯曲强度计算及确定不产生根切的最少齿数时，都是以 z_F 为依据的。

直齿圆锥齿轮的正确啮合条件由当量圆柱齿轮的正确啮合条件得到，即两齿轮的大端模数和压力角分别相等，即有 $m_1 = m_2 = m$ ， $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ 。除此以外，二轮锥距还必须相等。

4.8.3 直齿圆锥齿轮几何尺寸计算

为了便于计算和测量，圆锥齿轮的参数和几何尺寸均以大端为准，取大端模数 m 为标准值，大端压力角为 $\alpha = 20^\circ$ ，齿顶高系数 $h_a^* = 1$ ，顶隙系数 $c^* = 0.2$ 。标准直齿圆锥齿轮各部分名称和

第 5 章 轮 系

一、教学目的:

通过本章的学习,达到了解了解轮系的类型、定轴轮系、周转轮系与复合轮系传动比计算、几种特殊行星齿轮传动等等问题的目的。

二、教学方法:

黑板教学与多媒体教学相结合

三、教学手段:

课堂教学和课后辅导相结合

四、学时分配:

讲课学时为 4 学时

五、重点、难点:

5.2 节、5.3 节与 5.4 节重点讲解

难点:定轴、周转与复合轮系的传动比计算问题

六、作业布置:

习题 5-6 至 5-10

七、辅导安排:

课后安排辅导

八、教学内容

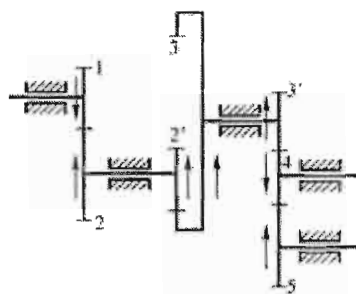
5.1 轮系的类型

由一对齿轮组成的机构是齿轮传动的最简单形式。在精密机械中,为了将输入轴的一种转速变换为输出轴的多种转速,或者为了获得很大的传动比,常采用一系列互相啮合的齿轮(包括圆柱齿轮、圆锥齿轮和蜗杆蜗轮等各种类型的齿轮)将输入轴和输出轴连接起来。这种由一系列齿轮组成的传动系统称为轮系。轮系可以分为:

1 定轴轮系; 2 周转轮系。

5.1.1 定轴轮系

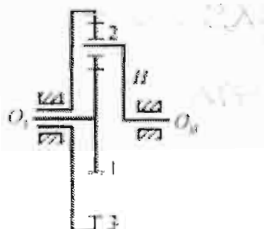
定轴轮系：轮系在传动时，所有齿轮轴线的位置都是固定的。如下图所示



定轴轮系

5.1.2 周转轮系

周转轮系：至少有一个齿轮的轴线可以绕另一齿轮的固定轴线转动的轮系。如下图所示。



周转轮系

复合轮系：既包含有定轴轮系部分，又包含有周转轮系部分的轮系。

5.2 定轴轮系传动比计算

在轮系中，输入轴与输出轴的角速度（或转速）之比称为轮系的传动比，用 i_{ab} 表示。

下标 a, b 为输入轴和输出轴的代号。即

$$i_{ab} = \frac{\omega_a}{\omega_b} = \frac{n_a}{n_b}$$

表示齿轮传动的转向关系有用正负号表示或用画箭头表示两种方式。对于平行轴定轴轮系，其转向关系用正负号表示：转向相同，传动比取正号；转向相反，传动比则取负号。对于非平行轴定轴轮系，各轮转动方向用画箭头表示。

同过去再看前面的定轴轮系图，定轴轮系由圆柱齿轮组成，各轮的轴线互相平行。输入轴与主动轮 1

固联，输出轴与齿轮 5 固联，该轮系传动比 $i_{15} = \frac{\omega_1}{\omega_5} = \frac{n_1}{n_5}$ 就是输入轴与输出轴的转速比。

若已知轮系中各轮的齿数，则为了计算轮系的传动比，可先计算各级齿轮的传动比，分别为

$$\begin{aligned} i_{12} &= \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2}{z_1} \\ i_{23} &= \frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{z_3}{z_2} \\ i_{34} &= \frac{\omega_3}{\omega_4} = \frac{n_3}{n_4} = -\frac{z_4}{z_3} \\ i_{45} &= \frac{\omega_4}{\omega_5} = \frac{n_4}{n_5} = -\frac{z_5}{z_4} \end{aligned}$$

其中， $\omega_2 = \omega_2$ ， $\omega_3 = \omega_3$ 。

式中“-”表示外啮合时主、从动轮转向相反；“+”表示内啮合时主、从动轮转向相同。将上述各式相乘后得

$$i_{12} i_{23} i_{34} i_{45} = \frac{\omega_1 \omega_2 \omega_3 \omega_4}{\omega_2 \omega_3 \omega_4 \omega_5} = \frac{\omega_1}{\omega_5} = i_{15}$$

故轮系的传动比为

$$i_{15} = \frac{\omega_1}{\omega_5} = i_{12} i_{23} i_{34} i_{45} = (-1)^3 \frac{z_2 z_3 z_4 z_5}{z_1 z_2 z_3 z_4} = (-1)^3 \frac{z_2 z_3 z_5}{z_1 z_2 z_3}$$

轮系传动比的正负号（首、末两轮的转向），还可在图上根据内啮合（转向相同）、外啮合（转向相反）的关系，依次画上箭头来确定。由图 7-1 所示可以看出，齿轮 1 和齿轮 5 的转向相反，所以 i_{15} 为负。

在前面定轴轮系图中所示的轮系中，齿轮 4 同时和两个齿轮啮合，它既是前一级的从动轮，又是后一级的主动轮。齿轮 4 的齿数不影响轮系传动比的大小，但它却使外啮合次数改变，从而改变了传动比的符号，即改变了轮系的从动轮转向。这种齿轮称为惰轮。

来学习下面的例题。

例 在前面定轴轮系图中所示的轮系中，已知 $z_1 = 20$ ， $z_2 = 40$ ， $z_2' = 30$ ， $z_3 = 60$ ， $z_3' = 25$ ， $z_4 = 30$ ， $z_5 = 50$ ，均为标准齿轮传动。若已知轮 1 的转速 $n_1 = 1440 \text{ r/min}$ ，试求轮 5 的转速。

解：此定轴轮系各轮轴线相互平行，且齿轮 4 为惰轮，齿轮系中有三对外啮合齿轮，

由前面得出的式子得

$$\begin{aligned} i_{15} &= \frac{n_1}{n_5} = (-1)^3 \frac{z_2 z_3 z_4 z_5}{z_1 z_2 z_3 z_4} = (-1)^3 \frac{40 \times 60 \times 30 \times 50}{20 \times 30 \times 25 \times 30} = -8 \\ n_5 &= \frac{n_1}{i_{15}} = \frac{1440}{-8} = -180 \text{ (r/min)} \end{aligned}$$

再来学习下面的另外一个例题。

例 在下图所示的含有空间齿轮的定轴轮系中，设已知 $z_1 = 16$, $z_2 = 32$, $z_2' = 20$, $z_3 = 40$, $z_3' = 2$, $z_4 = 40$ ，均为标准齿轮传动。已知轮 1 的转速 $n_1 = 1000 \text{ r/min}$ ，试求轮 4 的转速及转动方向。

解：右图所示的定轴轮系中含有空间齿轮机构，其传动比的大小仍可用定轴轮系的传动比计算公式计算。但因各轮轴线并不全部相互平行，故不能用 $(-1)^m$ 来确定主动轮与从动轮的转向，必须用画箭头的方式在图上标注出各轮的转向。

一对互相啮合的圆锥齿轮传动时，在其节点处的圆周速度是相同的，所以表示两轮转向的箭头要么同时指向啮合点，要么同时背离啮合点。

于是利用前面式子得

$$i_{14} = \frac{n_1}{n_4} = \frac{z_2 z_3 z_4}{z_1 z_2' z_3} = \frac{32 \times 40 \times 40}{16 \times 20 \times 2} = 80$$

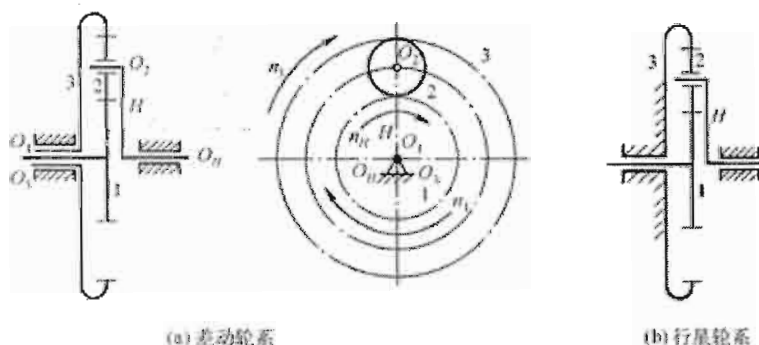
$$n_4 = \frac{n_1}{i_{14}} = \frac{1000}{80} = 12.5 \text{ (r/min)}$$

轮 4 的转向如图所示，为逆时针方向转动。

5.3 周转轮系传动比计算

5.3.1 周转轮系的组成

请见下图周转轮系的组成。



周转轮系的类型

齿轮 1 和 3 以及构件 H 各绕固定的且互相重合的几何轴线 O_1 , O_3 及 O_H 转动，而齿轮 2 则空套在构件 H 的小轴上。当构件 H 转动时，齿轮 2 一方面绕自身的几何轴线 O_2 转动（自转），同时又随构件 H 绕固定的几何轴线 O_H 转动（公转）。从轮系的定义可知，这是一个周转轮系。在周转轮系中，既作自转又作公转的齿轮 2 称为行星轮；支持行星轮作自转和公转的构件 H 称为转臂或行星架；而轴线位置固定的齿轮 1 和 3 则称为中心轮或太阳轮。每个单一的周转轮系具有一个转臂，中心轮的数目不超过两个。

上图(a)所示的周转轮系，两个中心轮都能转动，轮系的自由度为2，即需要两个原动件。

这种周转轮系称为差动轮系。若固定住其中一个中心轮，上图(b)所示，只有一个中心轮能转动，则轮系的自由度为1，即只需要一个原动件。这种周转轮系称为行星轮系。

5.3.2 周转轮系传动比的计算

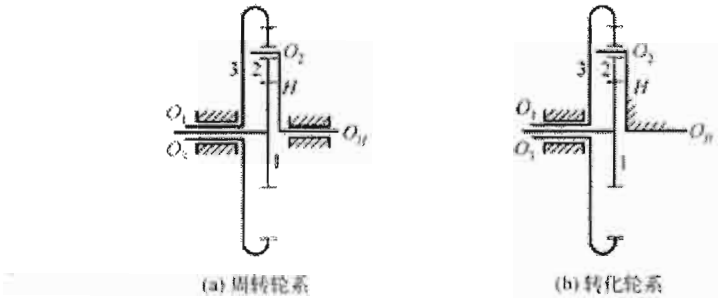


图 5-5 周转轮系和转化轮系

构 件	原来的转速	转化轮系中的转速
1		
2	n_1	$n_1^H = n_1 - n_H$
	n_2	$n_2^H = n_2 - n_H$
3	n_3	$n_3^H = n_3 - n_H$
	n_H	$n_H^H = n_H - n_H = 0$
H		

既然周转轮系的转化轮系是一个定轴轮系，就可应用求解定轴轮系传动比的方法，求出其中任意两个齿轮的传动比来。齿轮1和齿轮3间的传动比可表达为：

$$i_{13}^H = \frac{n_1^H}{n_3^H} = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H} = (-1) \frac{z_2 z_3}{z_1 z_2} = - \frac{z_3}{z_1}$$

等式右边的“-”号表示齿轮1与齿轮3在转化轮系中的转向相反。

当然，我们的目的并非是求转化机构的传动比。由上式可见，在各齿轮的齿数已

知的条件下，对于三个活动构件1、3及H，只要给定 n_1 、 n_3 及 n_H 中任意两个，就可求出另外一个。于是，原周转轮系的传动比 i_{13} （或 i_{1H} ， i_{3H} ）也可随之求出。

在前面所示的行星轮系中，若齿轮3固定不动，则轮系的传动比为

$$i_{13}^H = \frac{n_1^H}{n_3^H} = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H} = \frac{n_1 - n_H}{0 - n_H} = 1 - i_{13}^H = - \frac{z_3}{z_1}$$

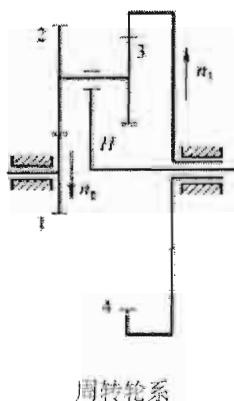
所以

$$i_{H1} = 1 - i_{13}^H$$

上式表明，只要已知 1 和 H 中任一构件的速度，则另一构件的速度便可求出。

先来看看一个例子。

例 在下图所示的周转轮系中，已知各轮的齿数为 $z_1 = 15$ ， $z_2 = 25$ ， $z_3 = 20$ ， $z_4 = 60$ ， $n_1 = 200 \text{ r/min}$ ， $n_4 = 50 \text{ r/min}$ ，且齿轮 1 和齿轮 4 的转向相反。试求 i_{H1} 的大小和方向。



解：由前面式子得

$$i_{H1}^H = \frac{n_1^H}{n_H} = \frac{n_1 - n_H}{n_4 - n_H} = (-1)^1 \frac{z_2 z_4}{z_1 z_3}$$

代入已知数值时必须将自身的符号一同代入。由于齿轮 1 和齿轮 4 的转向相反，设 n_1 为正，则 n_4 为负。

$$\frac{200 - n_H}{(-50) - n_H} = -\frac{25 \times 60}{15 \times 20}$$

解得

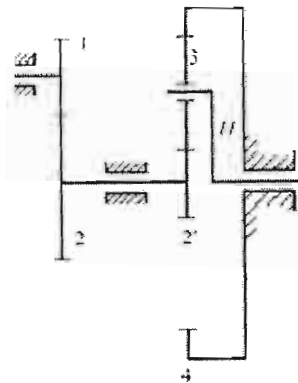
$$n_H = -\frac{50}{6} = -8.33 \text{ (r/min)}$$

n_H 为负，说明转臂 H 与齿轮 1 转向相反，与齿轮 4 转向相同。

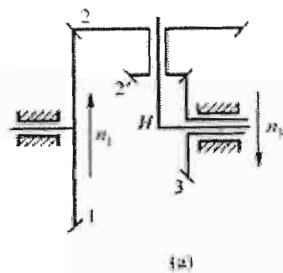
再看另外一个例子。

例 在下图(a)所示的由锥齿轮组成的周转轮系中，已知： $z_1 = 48$ ， $z_2 = 48$ ， $z_2 = 18$ ， $z_3 = 24$ ， $n_1 = 250 \text{ r/min}$ ， $n_3 = 100 \text{ r/min}$ ，齿轮 1 和齿轮 3 的转向如图。试求 n_H 的大小和方向。

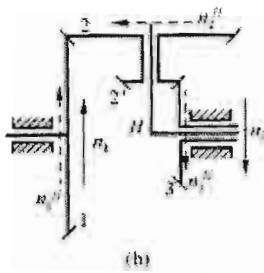
解：如下图(b)所示，画出转化轮系中各轮的转向，如图中虚线箭头所示。



复合轮系



(a)



(b)

锥齿轮组成的周转轮系

由前式得

$$i_{13}^H = \frac{n_1^H}{n_3^H} = \frac{n_1 - n_H}{n_3 - n_H} = -\frac{z_2 z_3}{z_1 z_2}$$

上式等号右边的“-”号是由转化轮系中齿轮1和齿轮3虚线箭头反向而确定的，与实

线箭头无关。设 n_1 为正，则 n_3 为负。

代入上式得

$$\frac{250 - n_H}{(-100) - n_H} = -\frac{48 \times 24}{48 \times 18}$$

解得

$$n_H = \frac{350}{7} = 50 \text{ (r/min)}$$

正号表示 n_H 的转向与 n_1 相同。

5.4 复合轮系传动比计算

在实际的机械传动中，除了单一的定轴轮系或单一的周转轮系外，有时还经常将定轴轮系和周转轮系或几个单一的周转轮系组合在一起使用，这种复杂的轮系称为复合轮系。复合轮系的传动比计算可以按照下面几个步骤：

1. 将各个单一的周转轮系和定轴轮系正确区分开来；
2. 分别按周转轮系和定轴轮系列出传动比计算式，并根据它们的组合关系找出其运动联系；
3. 联立解出复合轮系传动比。
4. 查找定轴轮系的方法是：如果一系列互相啮合的齿轮的几何轴线是固定不动的，则这些齿轮便组成一个定轴轮系；
5. 查找周转轮系的方法是：先找行星轮，即找出那些几何轴线是绕另一几何轴线转动的齿轮。当找到行

星轮后, 支持行星轮的构件就是转臂 H , 和行星轮相啮合且几何轴线固定的齿轮就是中心轮。这些行星轮、中心轮和转臂 H 便组成了一个周转轮系。

例 5-5 在右图所示的复合轮系中, 已知各轮齿数 $z_1 = 20$, $z_2 = 40$, $z_2' = 20$, $z_3 = 30$, $z_4 = 60$ 。试求 i_{H1} 。

解: 1. 分解轮系

在右图 5-8 所示的复合轮系中, 齿轮 3 在绕自身轴线转动的同时, 又随转臂 H 的轴线转动, 故齿轮 3 为行星轮, 与行星轮 3 相啮合的齿轮 $2'$ 和 4 为中心轮。它们一起组成一个周转轮系。剩下的齿轮 1 和 2 为定轴轮系。即

周转轮系: $2' - 3 - 4 - H$

定轴轮系: 1-2

2. 分析轮系中各轮之间的内在关系, 由图中可知

$$n_4 = 0, \quad n_2 = n_2$$

3. 分别计算各轮系的传动比

对定轴轮系

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = (-1) \frac{z_2}{z_1} = -\frac{40}{20} = -2$$

$$n_1 = -2n_2 \quad (a)$$

对周转轮系

$$i_{24}^H = \frac{n_2^H}{n_4^H} = \frac{n_2 - n_H}{n_4 - n_H} = -\frac{z_4 z_3}{z_3 z_2} = -\frac{60}{20} = -3 \quad (b)$$

联立式 (a) 和式 (b), 代入 $n_4 = 0$, $n_2 = n_2$ 得

$$\frac{n_2 - n_H}{0 - n_H} = -3$$

又

$$n_1 = -2n_2$$

最后求得

$$i_{HR} = \frac{n_H}{n_R} = \frac{-2n_2}{\frac{n_2}{4}} = -8$$

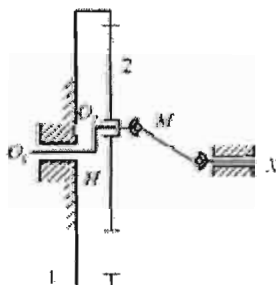
5.5 轮系的功能

轮系主要功能主要有以下几个方面：

1. 相距较远两轴之间的传动
2. 可获得大的传动比
3. 实现变速、换向传动
4. 实现分路传动
5. 实现运动的合成与分解

5.6 几种特殊的行星齿轮传动简介

5.6.1 少齿差行星齿轮传动



少齿差行星齿轮传动

见上面少齿行星齿轮传动图。该机构由固定中心轮 1、行星轮 2、行星架（输入轴）、输出轴 X、机架，以及等速比机构 M（双万向联轴器）组成。

其传动比为

$$\frac{H}{i_{H2}} = \frac{n_1 - n_H}{n_2 - n_H} = \frac{z_2}{z_1}$$

$$\frac{0 - n_H}{n_2 - n_H} = \frac{z_2}{z_1}$$

故

$$i_{H2} = -\frac{z_2}{z_1 - z_2}$$

5.6.2 谐波齿轮传动

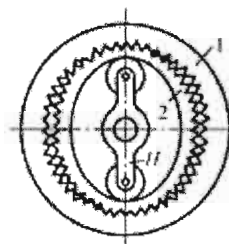


图 5-17 谐波齿轮传动

上图是谐波齿轮传动的示意图。

它的基本构件组成是：谐波发生器 H （相当于行星架 H ）、刚轮 1（相当于中心轮）和柔轮 2（相当于行星轮）组成。

谐波齿轮传动特点：

1. 传动比大、体积小、重量轻和效率高；
2. 零件数少，结构更为简单；
3. 承载能力强，传动平稳疲劳强度高、高弹性和热处理性能好的材料；
4. 加工和热处理工艺复杂。

第9章 机械零件设计概论

教学目的与要求:

- 1.了解机械设计的基本要求和机械设计的一般步骤
- 2.了解机械零件常见失效形式
- 3.掌握有关机械零件设计和计算的基本概念
- 4.掌握机械零件的强度判定准则,了解除强度之外其它设计计算准则
- 5.了解机械零件设计的标准化、系列化及通用化

教学重点、难点:机械零件的强度判定原则

§9.1 机械设计的基本要求

一、机械设计的基本要求

1.机械设计包括以下两种设计:

- (1)应用新技术、新方法开发创造新机械;
- (2)在原有机机械的基础上重新设计或进行局部改造。

2.机械设计的基本要求:

- (1)实现预定功能;
- (2)满足可靠性要求;
- (3)满足经济性要求;
- (4)操作方便、工作安全;
- (5)造型美观、减少污染。

二、机械设计、制造的一般程序

1.机械设计方法大致可分为以下两类:

- (1)现代设计方法;
- (2)常规设计方法。

2.机械设计的过程通常可分为以下几个阶段:

- (1)可行性研究;
- (2)方案设计;
- (3)技术设计;
- (4)施工设计;
- (5)样机试制;
- (6)投产销售。

§9.2 机械零件设计的基本知识

一、设计机械零件的基本要求

工作可靠并且成本低廉。

设计机械零件要注意以下几点:

- (1)合理选择材料,降低材料费用;
- (2)保证良好的工艺性,减少制造费用;
- (3)尽量采用标准化、通用化设计,简化设计过程从而降低成本

二、机械零件工作能力和设计准则

1.失效:在规定的工作条件下机械零件失去了正常工作能力。

2.失效形式:

- (1)断裂 有:过载断裂、疲劳断裂。
- (2)过量变形 有:塑性变形(强度失效)、弹性变形(刚度失效)。

(3)表面失效 有:疲劳点蚀、磨损、压溃和腐蚀等

(4)破坏正常工作条件引起的失效 如：带传动因过载发生打滑。

3、设计计算准则

以防止产生各种可能失效为目的而拟定的零件工作能力计算依据的基本原则。

(1)强度: 应力法 $\sigma \leq [\sigma]$ 或 $\tau \leq [\tau]$, 安全系数法

(2)刚度: $y \leq [y]$

(3)耐磨性: 条件性计算 $p \leq [p]$

(4)散热性: $t \leq [t]$

(5)可靠性: $R = NS/NT$

三、机械零件设计一般步骤

(1) 根据零件的使用要求, 选择零件的类型或结构;

(2) 根据零件的工作条件及对零件的特殊要求, 选择合适的材料和热处理方法;

(3) 根据零件的工作情况, 确定作用于零件上的载荷 (包括建立力学模型、进行载荷分析和计算、考虑各种因素对载荷的影响及确定零件的计算载荷);

(4) 根据零件可能出现的失效形式, 确定计算准则, 并计算和确定出零件的基本尺寸;

(5) 根据工艺性和标准化等要求进行零件的结构设计;

(6) 必要时应对零件进行校核计算;

(7) 绘出零件的工作图。

四、机械零件的标准化

1. 三化:

按规定标准生产的零件称为标准件。将标准规范化称标准化。

同一产品, 为符合不同的使用条件, 在同一基本结构或基本尺寸条件下, 规定出若干个辅助尺寸不同的产品称为产品的系列化。

在不同规格的同类产品或不同类产品中采用同一结构和尺寸的零件、部件 称通用化。

2. 机械设计中要遵循的“三化”的好处:

(1) 由专门化工厂大量生产标准件, 能保证质量、节约材料、降低成本;

(2) 选用标准件可以简化设计工作, 缩短产品的生产周期;

(3) 选用参数标准化的零件, 在机械制造过程中可以减少刀具和量具的规格;

(4) 具有互换性, 从而简化机器的安装和维修。

3. 我国现行的标准有:

国家标准(GB)

部颁标准(如机械部标准 JB、冶金部 标准 YB 等)

企业标准

出口产品应采用国际标准(ISO)

§9.3 机械工程常用材料

一、机械零件的常用材料

1、黑色金属

钢: 碳素结构钢、碳素工具钢、合金钢

铸铁: 灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁

铸钢——铸造性比铸铁差, 但比锻钢和轧制钢好。强度性比铸铁好, 但比锻钢和轧制钢差

2、有色金属

a) 铝合金——重量轻、导热导电性较好、塑性好、抗氧化性好, 高强度铝合金强度可与碳素钢相近

铜合金——青铜: Cu 与 Zn 合金

青铜: Cu 与 Sn 的合金

无锡青铜: Cu 与铝、硅、锰、镍的合金。

3、非金属材料 塑料——轻、易加工成形、减摩性好, 强度低, 可作为普通机械零件、绝缘体

陶瓷——电热性好, 硬度高

橡胶——弹性、绝缘性好，常用作弹性元件和密封元件、减震元件

4、复合材料

二、机械零件材料选用的原则

1、使用要求 2、工艺要求 3、经济性要求

§9.4 现代机械设计方法简介

近二三十年来，科学技术飞速发展。新技术、新工艺、新材料的不断涌现，微电子技术、控制技术和计算机技术的发展及其与机械技术的有机结合，有关基础理论研究的深化，使得机械设计发生了巨大的变化。

机械设计从依赖于经验和实物类比，走向科学、理性、系统分析和创新；从单机走向系统；从静态设计走向动态设计；从单一目标走向多目标；从寻求较佳方案到走向最优化。

在机械设计中，已广泛采用一系列现代设计方法，如计算机辅助设计、优化设计、可靠性设计、动态设计、系统设计、造型设计、反求工程设计、模块化设计等等，使设计水平有了质的飞跃。机械产品也从单纯机械走向机—电一体化，向着高效能、自动化、综合化和智能化等方向发展。

计算机辅助设计(Computer Aided Design)，简称 CAD 简介。

第 10 章 联接

一、教学目的:

通过本章的学习,达到了解螺纹联接件的主要类型与应用、螺纹联接的预紧与防松、键联接、花键联接和销联接基本知识的目的。

二、教学方法:

黑板教学与多媒体教学相结合

三、教学手段:

课堂教学和课后辅导相结合

四、学时分配:

讲课学时为 4 学时

五、重点、难点:

10.3 节与 10.4 节重点讲解

难点: 螺纹联接的预紧与防松

六、作业布置:

习题 10-1 至 10-4

七、辅导安排:

课后安排辅导

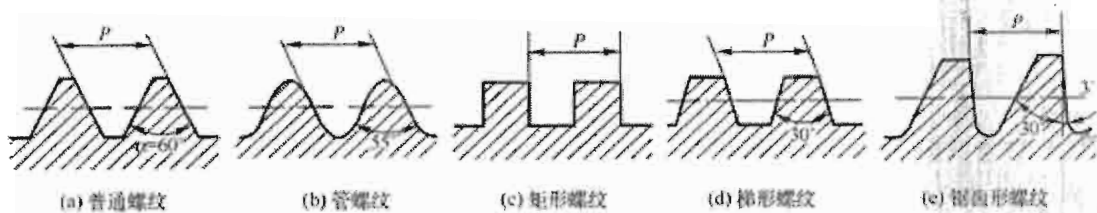
八、教学内容

10.1 概 述

本章简要介绍可拆性联接中的螺纹联接、键联接、花键联接和销联接。

10.2 螺纹的基本知识

10.2.1 螺纹的类型和应用



常用螺纹的牙型

请看上图所示的常用螺纹的类型。其中，前两种主要用于联接，后三种主要用于传动。除矩形螺纹外，其他螺纹都已标准化。螺纹按螺旋线的绕行方向，可分为右旋螺纹和左旋螺纹，一般多用右旋，特殊需要时左旋。螺纹按螺旋线的数目，可分为单线螺纹和多线螺纹，联接螺纹一般用单线。为了制造方便，螺纹螺旋线的数目一般不超过四线。

下面对常用螺纹的类型作分别介绍。

1. 普通螺纹

普通螺纹即三角形螺纹，牙型角 $\alpha = 60^\circ$ 。同一直径按螺距的大小分为粗牙和细牙两种，螺距最大的一种是粗牙，其余的均为细牙。一般联接多用粗牙螺纹。细牙螺纹的牙浅、升角小、自锁性能好，多用于薄壁或细小零件，以及受冲击、振动和变载荷的联接中，也可用做微调机的调整螺纹。

2. 管螺纹

常用的管螺纹是英制细牙三角形螺纹，牙型角 $\alpha = 55^\circ$ ，牙顶有较大的圆角，内外螺纹旋合后牙型间无径向间隙，公称直径近似为管子内径。管螺纹其螺距以每英寸的螺纹牙数表示，它多用于有紧密性要求的管件联接。

3. 矩形螺纹

牙型为正方形，牙型角 $\alpha = 0^\circ$ 。牙根强度弱，精加工困难，对中精度低，工程上已逐渐被梯形螺纹所替代。它常用做传力螺纹。

4. 梯形螺纹

牙型为等腰梯形，牙型角 $\alpha = 30^\circ$ 。其传动效率略低于矩形螺纹，但牙根强度高，工艺性好，螺纹副对中性好。它常用做传动螺纹。

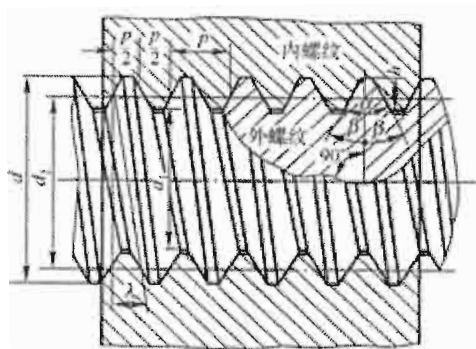
5. 锯齿形螺纹

牙型角 $\alpha = 33^\circ$ ，牙的工作面倾斜 3° ，牙的非工作面倾斜 30° 。传动效率及强度都高于梯形螺纹，对中性良好。它多用于做单向受力的传动螺纹。

10.2.2 螺纹的主要参数

请大家看下图，我们以普通螺纹为例说明螺纹的主要参数。





螺纹的主要参数

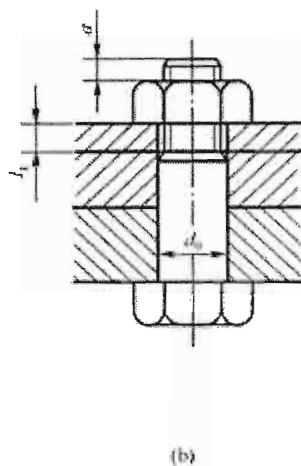
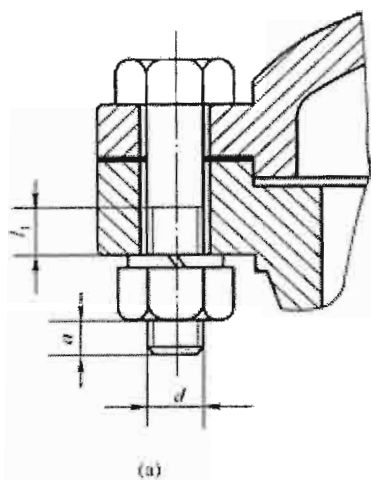
1. 大径 d (或 D) 它是与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相重合的假想圆柱面的直径，亦称公称直径。
2. 小径 d_1 (或 D_1) 它是与外螺纹牙底或内螺纹牙顶相重合的假想圆柱面的直径。一般为外螺纹危险剖面的直径。
3. 中径 d_2 (或 D_2) 在轴向剖面内，牙厚等于牙间距的假想圆柱面的直径。它是确定螺纹几何参数和配合性质的直径。
4. 螺距 P 螺纹相邻两个牙型对应点的轴向距离。
5. 螺纹线数 n 螺纹螺旋线的数目，一般 $n \leq 4$ 。
6. 导程 L 螺纹上任一点沿同一条螺旋线转一周所移动的轴向距离。单线螺纹 $L = P$ ；多线螺纹 $L = nP$ 。
7. 螺纹升角 λ 在中径圆柱面上，螺旋线的切线与垂直于螺纹轴线平面间的夹角， $\lambda = \arctan[L/(zd_2)]$ 。
8. 牙型角 α 在轴向剖面内，相邻螺纹牙型两侧边间的夹角。
9. 牙型斜角 β 在轴向剖面内，螺纹牙型侧边与螺纹轴线垂线间的夹角。对称牙型 $\beta = \alpha/2$ 。
10. 螺纹工作高度 h 内外螺纹的径向接触高度。

10.3 螺纹联接的主要类型及应用

接下来给大家介绍螺栓联接、双头螺栓联接、螺钉联接及紧定螺钉联接这四种螺纹联接的主要类型。

10.3.1 螺栓联接

首先是螺栓联接，请看下图，它分为普通螺栓联接和铰制孔用螺栓联接两种。当用普通螺栓联接（图(a)）时，被联接件的通孔与螺栓间有一定间隙，无论联接传递的载荷是何种形式，螺栓都受到拉伸的作用。由于这种联接的通孔加工精度低，结构简单，装拆方便，故应用广泛。当用铰制孔螺栓联接（图(b)）时，螺栓的光杆和被联接件的孔多采用基孔制过渡配合（H7/m6 或 H7/n6），这种联接的螺栓杆在工作时受到剪切和挤压作用，主要用来承受横向载荷。它用于载荷大，冲击严重、要求良好对中的场合。



螺栓联接

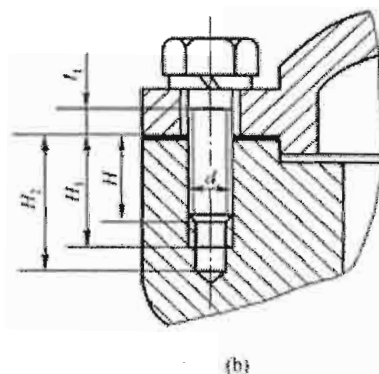
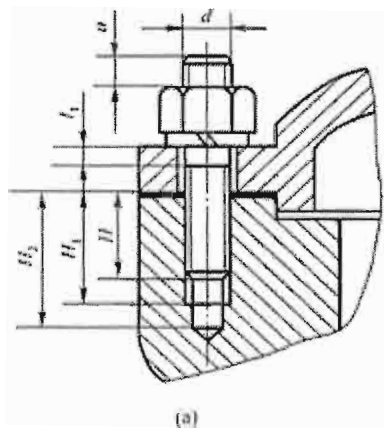
普通螺栓螺纹余留长度 l 确定如下：静载荷， $l \geq (0.3 \sim 0.5)d$ ；变载荷， $l \geq 0.75d$ ；冲击载荷或弯曲载荷， $l \geq d$ 。铰制孔用螺栓， l 应尽可能小。螺纹伸出长度 $a = (0.2 \sim 0.3)d$

10.3.2 双头螺柱联接

如图(a)所示，当被联接件之一较厚而不宜制成通孔且需经常拆卸时，可用双头螺柱联接。

10.3.3 螺钉联接

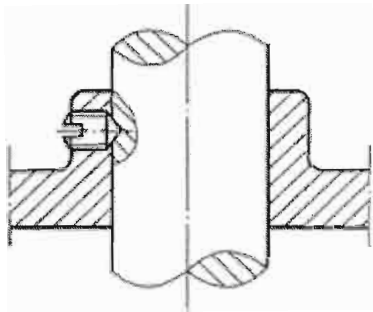
如下图(b)所示，这种联接不需用螺母，其用途和双头螺柱相似，多用于受力不大且不需经常拆卸的场合。



双头螺柱联接和螺钉联接

座端拧入深度 H 确定如下：螺纹孔材料为钢或青铜， $H = d$ ；铸铁， $H = (1.25 \sim 1.5)d$ ；铝合金， $H = (1.5 \sim 2.5)d$ 。螺孔深度 $H_1 = H + (2 \sim 2.5)P$ 。钻孔深度 $H_2 = H_1 + (0.5 \sim 1.0)d$ 。 l ， a 值的确定同螺栓联接。

10.3.4 紧定螺钉联接



紧定螺钉联接

再来看看上图的紧定螺钉联接，当将它旋入一零件的螺纹孔中，并以其末端顶住另一零件的表面或嵌入相应的凹坑中，以固定两个零件的相对位置，可以传递不大的力或转矩。

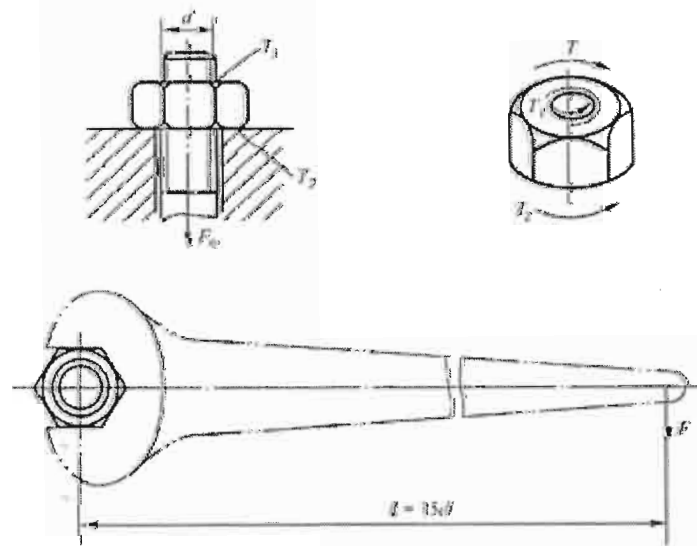
10.4 螺纹联接的预紧与防松

10.4.1 螺纹联接的预紧

在实际工作中，大多数螺纹联接在装配时都需要拧紧，从而使联接在承受工作载荷之前，各联接件已预先受到了力的作用，称之为预紧，这个预加的作用力称为预紧力。预紧的目的是增强联接的刚性、紧密性及防松能力。预紧力的大小根据联接工作的需要确定。装配时需要拧紧的联接称为紧联接，反之则称为松联接。

1. 拧紧（扳手）转矩的确定

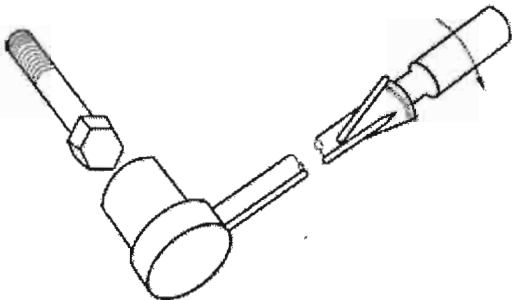
如下图所示，在拧紧螺母时，拧紧转矩 T 需克服螺纹副的阻力矩 T_1 和螺母环形支承面上的摩擦转矩 T_2 ，即 $T = T_1 + T_2$ 。



拧紧转矩

2. 预紧力的控制方法

下图是生产中常用测转矩扳手，一般用来控制拧紧转矩，从而控制预紧力。此外，还有通过测量拧紧螺母后螺栓的伸长量等方法来控制预紧力。



测转矩扳手

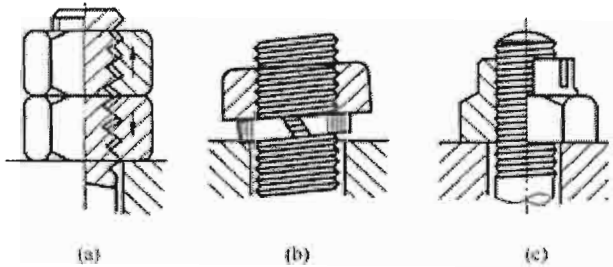
10.4.2 螺纹联接的防松

联接螺纹都满足自锁条件，在静载荷作用下不会自行松脱。但在冲击、振动及变载荷作用下，或工作温度变化较大时，螺纹副上及螺母支承面上的摩擦力可能会减小或瞬时消失。经多次重复后，会使联接松动，甚至会导致严重事故，故必须充分重视防松问题。

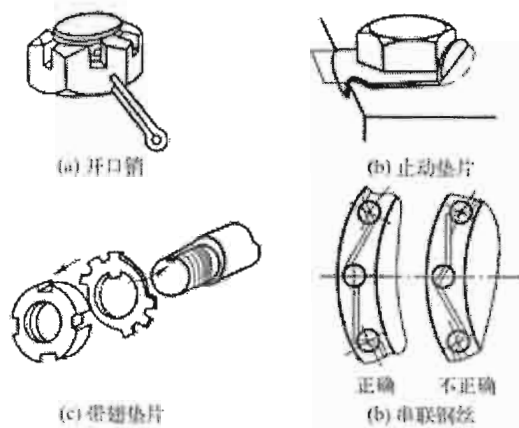
防松的基本出发点是防止螺纹副出现反向相对转动。按防松的原理可将其分为三类。

1. 摩擦防松

如下图所示，摩擦防松是使螺纹副间总有正压力存在，当螺母有松动趋势时，产生一定的摩擦阻力矩来阻止反向转动。这种正压力可由螺纹副纵向或横向压紧产生。如双螺母、弹簧垫圈、自锁螺母等。



摩擦防松



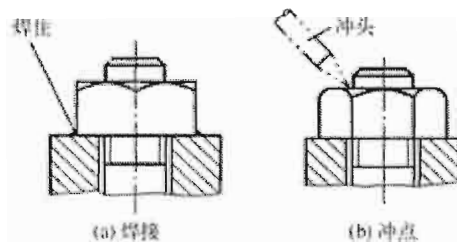
机械防松图

2. 机械防松

上图是几种机械防松的示意图。机械防松比较可靠，适用于高速、冲击、振动的场合。

3. 永久防松

再来看看下图所示的永久防松，这是利用焊接、冲点、粘结等方法破坏螺纹副，使其成为不可拆联接。这种方法仅能用于装配后不再拆开的场合。



永久防松

10.5 键联接和花键联接

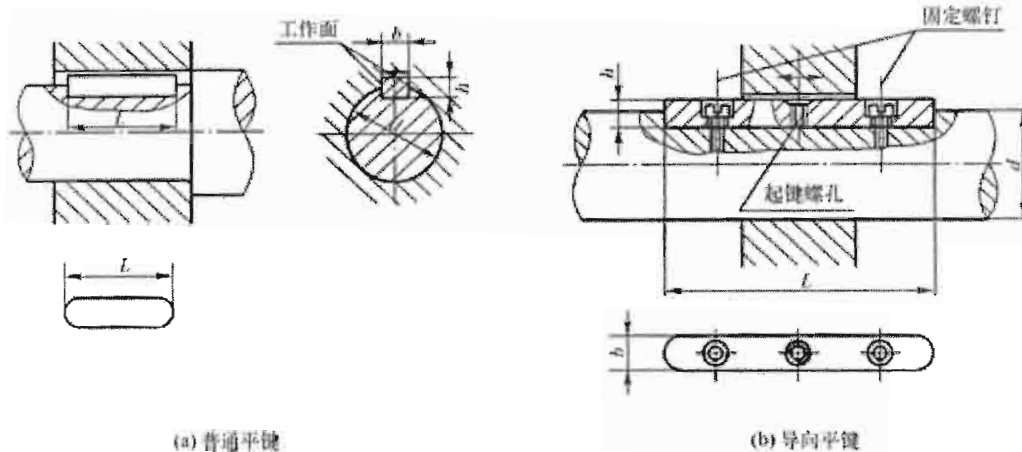
10.5.1 键联接的类型

键主要用来实现轴和轴上零件之间的周向固定以传递转矩。有些类型的键还可实现轴上零件的轴向固定或轴向移动。

键是标准件，分为平键、半圆键等。设计时应根据各类键的结构和应用特点进行选择。

1. 平键联接

请见下图，平键的两侧面是工作面，上表面与轮毂槽底之间留有间隙。这种键定心性较好、装拆方便。常用的平键有普通平键和导向平键两种。



(a) 普通平键

(b) 导向平键

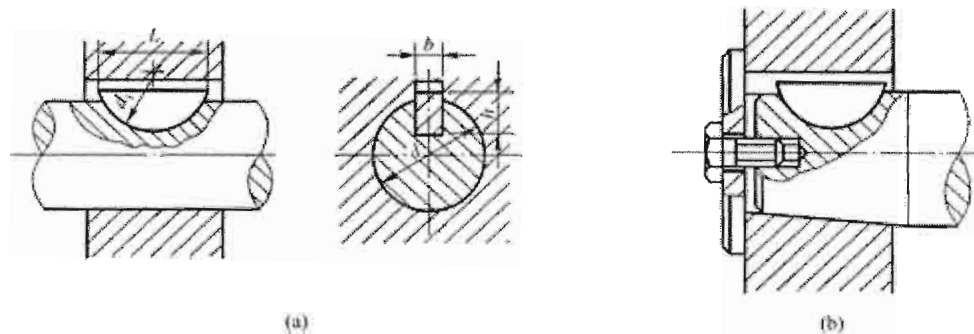
平键联接

普通平键的端部形状可制成圆头（A 型）、方头（B 型）或单圆头（C 型）。圆头键的轴槽用指形铣刀加工，键在槽中固定良好，但轴上键槽端部的应力集中较大。方头键用盘形铣刀加工，轴的应力集中较小。单圆头键常用于轴端。普通平键应用最广。

而上图(b)所示的导向平键较长，需用螺钉固定在轴槽中，为了便于装拆，在键上制造出起键螺旋孔。这种键能实现轴上零件的轴向移动，构成动联接。如变速箱的滑移齿轮就可采用导向平键联接。

2. 半圆键联接

下图所示的半圆键也是以两侧面为工作面，与平键一样具有定心较好的优点。



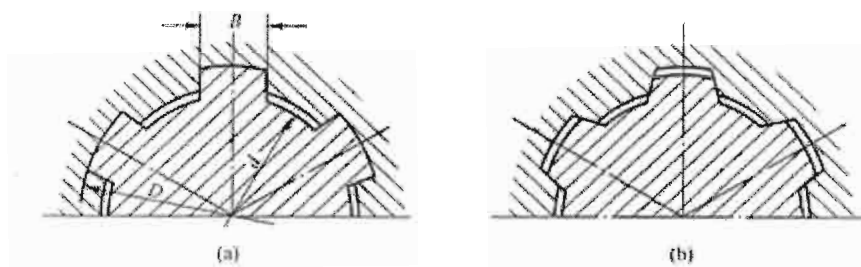
(a)

(b)

半圆键联接

10.5.2 花键联接

请大家看下图，轴和轮毂孔周向均布的多个键齿构成的联接称为花键联接。齿的侧面是工作面。由于多齿传递载荷，所以花键联接与平键联接相比承载能力高，对轴削弱程度小（齿浅，应力集中小），定心好和导向性能好等优点。它适用于定心精度要求高，载荷大或经常滑移的联接。花键联接按其齿形不同，可分为一般常用的矩形花键（见下图(a)）和强度高的渐开线花键（见下图(b)）。



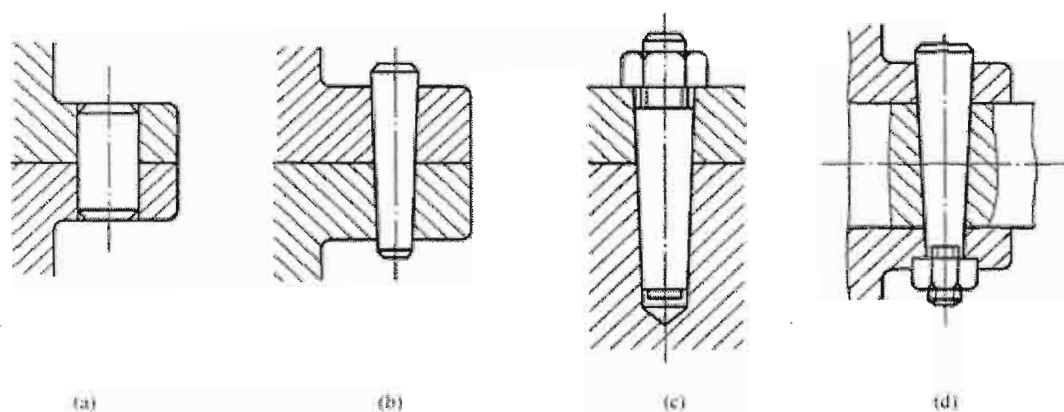
花键联接

花键联接可以是静联接，也可以是动联接。它的选用方法与平键联接类似。

10.6 销 联 接

销的主要用途是固定零件之间的相互位置，并可传递不大的载荷。销的常用材料为 35 钢和 45 钢。

下图所示是销的基本形式。下图 (a) 所示的圆柱销经过多次装拆，其定位精度会降低。下图 (b) 所示的圆锥销有 1:50 的锥度，安装比圆柱销方便，多次装拆对定位精度的影响也较小。下图 (c) 是具有外螺纹的圆锥销，便于拆卸，可用于盲孔。下图 (d) 是小端带外螺纹的圆锥销，可用螺母锁紧，适用于有冲击的场合。



淮南职业技术学院

教 案

课程名称： 工厂供配电技术

授课班级： 17 机体（1~7）班

系 别： 机电工程系

授课教师： 宫毓

任教时间： 2019 年 3 ~7 月

淮南职业技术学院

课程名称: 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

[illegible]

<p>b. 变电所： 是接受电能和分配电能并改变电压的枢纽，是发电厂到用户之间的重要环节。</p> <p>c. 电力网： 是连接发电厂和用户的中间环节，是传送和分配电能的装置。按功能分为输电网和配电网。</p> <p>1.2 电力系统与单独电厂比较有以下优点：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 提高运行的可靠性 2) 利用各地区各类负荷的特点进行调配 3) 减少备用机组的总容量 4) 发挥各类电厂的特点，充分利用电源。 5) 供电质量提高，减少电压频率的波动。 <p>2. 工厂供电工作的基本要求：安全、可靠、优质、经济</p> <p>供电工作人员“安全”意识的培养；</p> <p>供电工作人员“节”能意识的培养。</p> <p>2.1 工厂供电系统及其电源</p> <p>关键词：供电系统、适用条件、电力负荷</p> <p>a. 工厂供电系统</p> <p>(1) 具有高压配电所的工厂供电系统</p> <p>母线：用来汇集和分配电能的导体，又称“汇流排”。</p> <p>单母线分段制：利用一台开关分隔开的单母线接线形式。</p> <p>具有双电源的高压配电所最常见的运行方式：分段开关正常工作情况下是闭合的，整个配电所由一条电源进线进行供电，通常来自公共高压配电网络；而另一条电源进线则作为备用，通常是从邻近单位取得备用电源。</p> <p>(2) 具有总降压变电所的工厂供电系统</p> <p>(3) 高压引入负荷中心的工厂供电系统</p> <p>(4) 只有一个变电所或配电所的工厂供电系统</p> <p>配电所的任务：接受电能并分配电能</p> <p>变电所的任务：接受电能、变换电压和分配电能</p>	<p>问题 2： 工厂供电工作的基本要求</p> <p>问题 3： 供配电所的任务有何区别？</p>
<p>作业:课后 1.1 1.2 1.4</p>	
<p>任务 2. 电力系统额定电压</p> <p>1. 电力系统额定电压</p> <p>关键词：额定电压、电压偏差、电压调整</p> <p>(1) 电网（线路）的额定电压</p>	

<p>电网的额定电压等级是国家根据国民经济发展的需要和电力工业的水平，经全面的技术经济分析后确定的。它是确定各类电力设备额定电压的基本依据。</p> <p>(2) 用电设备的额定电压</p> <p>用电设备的额定电压规定与同级电网的额定电压相同。</p> <p>(3) 三相交流电网和电力设备的额定电压</p> <p>① 电网和用电设备的额定电压相同</p> <p>② 发电机的额定电压：高于同级电网的额定电压 5%</p> <p>(4) 电力变压器的额定电压：</p> <p>电力变压器一侧绕组：</p> <p>① 压器与电动机直接相连的，其一次绕组额定电压应与发电机的额定电压相同。</p> <p>② 电力变压器不与发电机相连的，与线路直连被看作是线路的用电设备</p> <p>电力变压器二次绕组：</p> <p>① 变压器二次测供电线路较长时，二次测额定电压应比相连电网额定电压高 10%</p> <p>② 变压器二次测供电线路不长时，二次测额定电压只需高于相连电网额定电压 5%</p> <p>2. 工厂供电电压的选择</p> <p>工厂供电电压的选择，主要取决于当地电网的供电电压等级，同时也要考虑工厂用电设备的电压、容量和供电距离等因素。</p> <p>3. 复习总结</p>	<p>你能回答吗？</p> <p>问题与思考：</p> <p>一次能源包括哪些？说一说电能属于一次能源吗？枢纽变电所和一般变电所有什么区别？</p>
<p>作业： 1.3 1.5</p>	
<p>板书设计：</p> <p>项目一 电力系统</p> <p>任务 1. 电力系统和供配电系统概述</p> <p>1. 工厂供电的意义、要求及课程任务</p> <p>2. 工厂供电系统及其电源</p> <p>任务 2 电力系统的额定电压</p> <p>1. 三相交流电网和电力设备的额定电压</p> <p>2. 电压偏差和电压调整</p> <p>3. 工厂高、低压配电电压的选择</p> <p>4. 复习总结</p>	<p>教学后记：</p> <p>学生课堂表现活跃、接受知识较快。</p>

课程名称： 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

项目：项目一	课题：电能的质量标准及电力负荷	周次	第 2 周	授课课次 3
				授课学时 2
教学方法： 多媒体教室授课				
教学目的：掌握电力系统电能质量的确认方法；理解供配电系统电力负荷分类				
教学重点：衡量电能质量的两个参数；工厂供电工作的基本要求。负荷划分				
教学难点： 影响电能质量的因素。 怎样消除影响电能质量的因素。				
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业） 5 分钟考勤、新课引入 70 分钟新课讲授。 15 分钟巩固所学知识内容、回答问题。				
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。				
教学过程： 一、组织教学：考勤 二、讲授新课 任务 4. 电能的质量指标 衡量电力系统电能质量的重要参数：电压和频率 工频：50Hz 1. 电压的质量指标 2. 电压偏差和电压调整 (1)、电压偏差 电压偏差是指电气设备的端电压与其额定电压之差，通常用其 $\Delta U = \frac{U - U_N}{U_N} \times 100\%$ 对额定电压的百分值来表示 (2)、电压调整 1)、正确选择无载调压型变压器的电压分接头和采用有载调压型变压器 2)、降低阻抗 3)、尽量使系统的三相负荷平衡 4)、合理改变系统的运行方式 5)、采用无功功率的补偿装置 3. 频率的质量指标 (1) 供电频率：频率是衡量电力系统电能质量的一项重要指标。 我国采用的工业频率为 50Hz，一般交流电力设备的额定频率就是 50Hz，此频率简称为“工频”。 (2). 频率偏差：频率偏差是指实际频率与额定频率差。 在我国，频率许偏差规定如下： 在电力系统正常供电时，电力网容量在 300 万千瓦及以上，频率偏差为± 0.2Hz；电力网容量在 300 万千瓦以下，频率偏差为± 0.5Hz。 4. 复习总结				教学方法、手段 多媒体讲授

作业：1.10 1.11 1.12		
板书设计： 任务 4. 电能的质量指标 1. 电压的质量指标 2. 电压偏差和电压调整 3. 频率的质量指标 (1) 供电频率： (2). 频率偏差： 4. 复习总结		教学后记： 学生课堂气氛很活跃
任务 5 电力负荷 1、 关键词：供电要求、安全、节能、电力负荷 2、 工厂供电工作的基本要求：安全、可靠、优质、经济 供电工作人员“安全”意识的培养； 供电工作人员“节”能意识的培养。 3、工厂的电力负荷 电力负荷的两个含义：一个是指用电设备或用电单位；另一个是指用电设备或用电单位所消耗的电功率或电流 (1) 电力负荷的分级 一级负荷 二级负荷 三级负荷 (2) 各级电力负荷对供电电源的要求 4. 复习总结		
作业：1.13 1.14		
板书设计： 任务 5 电力负荷 1、 关键词：供电要求、安全、节能、电力负荷 2、 工厂供电工作的基本要求：安全、可靠、优质、经济 3、工厂的电力负荷 (1) 电力负荷的分级 (2) 各级电力负荷对供电电源的要求 4. 复习总结		教学后记： 学生课堂气氛很活跃

课程名称: 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

[illegible]

<p>平均负荷 P_{av} 是电力负荷在一定时间 t 内平均消耗的功率</p> <p>(2) 负荷系数</p> <p>负荷系数又称负荷率，它是利用电负荷的平均负荷 P_{av} 与最大负荷 P_{max} 的比值</p> <p>5. 复习总结</p>	
作业：2.1 2.2	

课程名称： 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

项目：二	课题：任务 2. 用电设备的设备容量； 任务 3. 电力负荷的计算方法	周次	第 3 周	授课课次 5、6 授课学时 5
教学方法： 多媒体面授				
教学目的： 了解企业内器件用电设备的特点用电设备容量 掌握常用的负荷计算方法；能够用需要系数法进行负荷计算 培养学生严谨求实的工作作风				
教学重点： 计算负荷概念、用电设备容量，单个用电设备的负荷计算及用电设备组的计算方法。				
教学难点： 需要系数法负荷计算的方法。进行负荷计算的特点、适用范围。				
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业）				
两次课共用学时分别为：				
第 5 次		第 6 次		
5 分钟考勤、新课引入 70 分钟新课讲授。 15 分钟巩固所学知识内容、回答问题。		10 分钟考勤、复习提问。 115 分钟新课引入、讲解新课知识。 10 分钟巩固新课、回答问题。		
课后记： 通过本次课堂授课， 同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。				
教学过程： 一、组织教学 1、考勤 2、复习 二、讲授新课 任务 2：用电设备的设备容量 1. 设备容量的定义 用电设备的铭牌上都有一个“额定功率”，但是由于各用电设备的额定工作条件不同，经过换算至统一规定工作制下的“额定功率”称为设备容量，用 P_e 表				

<p>示。</p> <p>在进行负荷计算时，必须将用电设备按其不同工作制性质分为不同的用电设备组，由此确定用电设备组容量后才能进行计算。</p> <p>2. 设备容量的确定</p> <p>用电设备组的设备容量，是按不同工作制分组后该组用电设备的负荷计算用容量之和。</p> <p>(1) 长期连续工作制和短时运行工作制设备组</p> <p>(2). 断续周期工作制的设备</p> <p>(3). 照明设备</p> <p>(4). 备用设备的容量不列入设备总容量</p> <p>在确定计算负荷时，成组用电设备的设备容量，是指不应包括备用设备在内的所有单个用电设备的额定功率。</p> <p>【例 2-1】</p> <p>任务 3： 负荷计算的方法</p> <p>计算负荷是指通过电力负荷的统计计算求出的、用来按发热条件选择供配电系统中各电气设备的负荷值。</p> <p>关键词：计算负荷、用电设备组、需要系数、二项式</p> <p>通过负荷的统计计算求出的、用来按发热条件选择供电系统中的各元件负荷值称为计算负荷。</p> <p>1. 计算负荷的意义</p> <p>计算负荷是电力一次系统的电器及传输导线选择的基本依据，也是二次系统继电保护整定值确定的基本依据。若计算负荷过大，将使电器和导线电缆选的规格过大，造成投资过高，导致浪费。若计算负荷过小，又将使电器和导线电缆等设备在过负荷情况下运行，必将增加电能损耗，产生过热，导致绝缘老化甚至烧毁。</p> <p>2. 计算负荷的方法</p> <p>(1) 计算负荷的估算法</p> <p>将工厂的年产量 A 乘上单位产品耗电量 α，可得到工厂全年耗电量</p> $W_a = A\alpha$ <p>在求得工厂年耗电量 T_{\max} 后，除以工厂的年最大负荷利用小时 W_a，就可求出工厂的有功计算负荷。</p> $P_{30} = \frac{W_a}{T_{\max}}$ <p>(2). 需用系数法（计算题）</p> <p>需要系数 K_d，是用设备组在最大负荷时需要的有功功率 P_{30} 与其总的设备容量 P_e 的比值，即</p> $K_d = P_{30}/P_e$ <p>1) 用电设备组的设备实际上不一定都同时运行</p> <p>2) 运行的设备也不太可能都满负荷</p> <p>3) 设备本身有功率损耗</p> <p>4) 配电线路也有功率损耗</p> $P_{30}=K_d P_e \qquad Q_{30}=P_{30} \cdot \tan \phi$ $S_{30}=P_{30} / \cos \phi \qquad I_{30}=S_{30} / \sqrt{3} U_N$ <p>需要系数法比较适用于用电设备台数比较多，而单台设备容量相差不大的情况。</p> <p>3. 复习总结</p>	<p>教学方法、手段</p> <p>多媒体 +黑板板书</p>
---	-------------------------------------

作业：	
板书设计： 课题： 任务 2：用电设备的容量 1. 设备容量的定义 2. 设备容量的确定 任务 3. 电力负荷的计算方法 1. 计算负荷的意义 2. 计算负荷的方法（方法分析） （1）计算负荷的估算法 （2）.需用系数法 3. 复习总结	教学后记： 同学们学习较认真，基本掌握了计算负荷的方法。

课程名称： 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

项目：项目二	课题：任务 4：功率因数和无功功率补偿 任务 5：尖峰电流计算	周次	第 4 周	授课课次 7、8
				授课时数 5
教学方法：多媒体教学及在矿电实训室图版现场讲解功率因数和无功功率补偿，分两次上				
教学目的： 掌握功率因数的概念、各种用电设备功率因数的大小、用电企业对功率因数的要求。 理解尖峰电流的概念、基本计算方法。 培养学生刻苦努力的学习精神				
教学重点： 各类用电设备的功率因数特点 无功功率的补偿方法				
教学难点： 用电设备的功率因数特点 无功补偿的方法；尖峰电流的基本计算方法				
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业）				
第 7 次课 2 学时：5 分钟复习旧课。 75 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		第 8 次课 3 学时：5 分钟复习旧课。 120 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。				
教学过程： 一、组织教学 1、考勤 2、复习 二、讲授新课 关键词：工厂的功率因数、无功补偿				

<p>任务4：功率因数和无功功率补偿</p> <p>1. 简述 工厂计算负荷是按发热条件选择工厂电源进线及有关电气设备的基本依据，也是用来计算功率因数、需电容量和确定无功功率补偿容量的基本依据。</p> <p>2. 功率因数的计算 <u>工厂的功率因数有以下三种：</u></p> <p>(1). 瞬时功率因数 $\cos \phi = P / (IU)$</p> <p>(2) 平均功率因数 $\cos \phi = \frac{W_p}{\sqrt{W_p^2 + W_q^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (W_q / W_p)^2}}$</p> <p>(3) 最大负荷时的功率因数 $\cos \phi = P_{30} / Q_{30}$</p> <p>3. <u>功率因数对供配电系统的影响及提高功率因数的方法</u></p> <p>(一). 功率因数低的影响 主要表现在：</p> <p>(1) 影响供电质量，使线路电压损耗增大；</p> <p>(2) 使发电、配电设备的容量得不到充分利用；</p> <p>(3) 增加了线路的截面；</p> <p>(4) 电能损耗大，不经济。</p> <p>3、无功功率补偿</p> <p>(二). 提高功率因数的方法 最有效而经济的措施是采用无功功率补偿装置，即在电路中并联电力电容器。</p> <p>4. 复习总结</p>	
<p>作业：2.7 2.8 2.9</p>	
<p>板书设计：</p> <p>任务4：功率因数和无功功率补偿</p> <p>1. 简述</p> <p>2. 功率因数的计算</p> <p>2. 按需要系数法确定工厂计算负荷</p> <p>3. 功率因数对供配电系统的影响及提高功率因数的方法</p> <p>4. 复习总结</p>	<p>教学后记：</p> <p>通过一般讲析及例题讲解，同学们基本掌握了工厂计算负荷的确定方法。</p>
<p>教学过程：</p> <p>一、组织教学 1、考勤 2、复习</p> <p>二、讲授新课</p> <p>1. 概述</p> <p>2. 用电设备尖峰电流的计算</p> <p>(1) 单台用电设备尖峰电流的计算</p> <p>(2) 多台用电设备尖峰电流的计算</p> <p>3. 复习总结</p> <p>任务5:尖峰电流的计算</p> <p>关键词：尖峰电流</p>	
<p>作业：</p>	

板书设计： 任务 5:尖峰电流的计算 1. 概述 2. 用电设备尖峰电流的计算 (1) 单台用电设备尖峰电流的计算 (2) 多台用电设备尖峰电流的计算 3. 复习总结	教学后记： 通过讲授和学生自学，同学们基本掌握了本节课的重点内容。
---	--

课程名称： 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

项目：项目三	课题：供配电系统	周次	第 5 周	授课课次 9、10
	任务 1.变电所的类型及位置选择 任务 2.变压器的选择			授课时数 5
教学方法：多媒体教学，分两次上				
教学目的： 了解变电所类型及位置选择 了解变电所主要设备的作用 掌握主变压器台数和容量的选择				
教学重点：变配电所的构成、作用。 变电所位置选择原则。				
教学难点：电力变压器的容量和过负荷能力				
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业）				
第 9 次 2 学时： 5 分钟复习旧课。 70 分钟讲新课。 15 分钟巩固新课。		第 10 次 3 学时： 10 分钟复习旧课。 115 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课		
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。				
教学过程： 一、组织教学 1、考勤 2、复习 二、讲授新课 关键词：变电所，选择，变压器 任务 1. 变电所的类型及位置选择 1. 变电所的位置选择 变电所位置的选择，应根据下列要求并经技术经济分析比较后确定： （1）. 尽量接近负荷中心，以降低配电系统的电能损耗、电压损耗和有色金属消耗量； （2）. 进出线方便，特别是要便于架空进出线； （3）. 接近电源侧，特别是工厂的总降压变电所和高压配电所； （4）. 设备运输方便，特别是要考虑电力变压器和高低压成套配电装置的运输； （5）. 不应设在有剧烈振动或高温的场所，无法避开时，应有防振和隔热的措施； （6）. 不宜设在多尘或有腐蚀性气体的场所，无法远离时，不应设在污染源的下				教学方法、手段 多媒体教室讲授， 结合设置课题组 织学生进行小组 讨论； 位置选择的原 则？

<p>风侧；</p> <p>(7). 不应设在厕所、浴室和其他经常积水场所的正下方，且不宜与上述场所相贴邻；</p> <p>(8). 不应设在有爆炸危险环境的正上方或正下方，且不宜设在有火灾危险环境的正上方或正下方。</p> <p>2. 变压器的选择</p> <p>(一) 变压器型号的选择</p> <p>(1). 电力变压器的分类</p> <p>(2). 电力变压器的结构和型号</p> <p>(二) 变压器台数和容量的确定</p> <p>(1). 主变压器台数的选择原则</p> <p>a. 工厂变电所的主变压器数应根据下列原则选择：</p> <p>满足用电负荷对供电可靠性的要求；对季节性负荷或昼夜负荷变动较大的变电所，可考虑采用两台主变压器；一般的三级负荷只采用一台主变压器；考虑负荷的发展，应留有安装第二台主变压器的空间。</p> <p>b. 台数选择条件及选择方法</p> <p>(2). 电力变压器的额定容量</p> <p>a. 电力变压器的额定容量，是指它在规定的环境温度条件下，户外安装时，在规定的使用年限（20 年）内所能连续输出的最大视在功率（KV.A）。</p> <p>b. 容量选择原则及选择方法</p> <p>3. 【例 3 -1】</p> <p>4. 复习总结</p>	<p>多媒体教室讲授，结合设置课题组织学生进行小组讨论；</p> <p>例：3-1</p>
<p>作业：3.1 3.10</p>	
<p>板书设计：</p> <p>任务 1. 变电所的类型及位置选择</p> <p>1. 变电所的位置选择</p> <p>2. 变压器的选择</p> <p>(一) 变压器型号的选择</p> <p>(二) 变压器台数和容量的确定</p> <p>4. 复习总结</p>	<p>教学后记：</p> <p>课堂气氛活跃，同学们掌握知识很快，通过例题的讲解，同学们可以自己做课后习题。</p>

课程名称： 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

项目：项目三	课题：供配电系统 任务 3. 变电所主要电气设备 任务 4. 变电所主接线 任务 5. 变电所的布置和结构	周次	第 6 周	授课课次 11、12
				授课时数 5
教学方法：多媒体教学，分两次上				
教学目的：了解变电所主要电气设备 掌握变电所主接线方案				

[illegible]

(2) 一次侧采用外桥式接线、二次侧采用单母线分段的总降压变电所主接线图 (3) 一、二次侧均采用单母线分段的总降压变电所主接线图 (图 3-51) (4) 一、二次侧均采用双母线的总降压变电所主接线图 任务 5. 变电所的布置和结构 1. 变电所的配置 变电所担负着从电力系统受电, 经过变压, 然后配电的任务。配电所担负着从电力系统受电, 然后直接配电的任务。显然, 变配电所是工厂供电系统的枢纽, 在工厂中占有特殊重要的地位。 2. 变电所的布置 (1) 变配电所总体布置的要求 (a) 便于运行维护和检修 (b) 保证运行安全 (c) 便于进出线 (d) 节约土地和建筑费用 (e) 适应发展要求 3. 复习总结	
作业 3.2 3.7	

课程名称: 工厂供配电技术

授课教师: 宫毓

项目：项目四	课题： 电力线路 任务 1. 高低压电力线路的接线方式 任务 2. 导线和电缆选择的原则 任务 3. 导线和电缆截面的选择 任务 4. 电力线路的结构和敷设	周次	第 7 周	授课课次：13、14
				授课时数 5
教学方法：多媒体教学教学，并在“矿电实训室”现场讲解高低压电力线路的接线方式分两次上				
教学目的：掌握高、低压电力线路的接线方式；掌握导线和电缆选择的基本原则；了解电力线路的结构和敷设方法				
教学重点：掌握高、低压电力线路的接线方式；掌握导线和电缆选择的基本原则；				
教学难点：导线和电缆截面的选择				
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业）				
第一次 3 学时： 5 分钟复习旧课。 120 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		第二次 2 学时： 5 分钟复习旧课。 75 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。				

4. 复习总结 任务 4. 电力线路的结构和敷设 1. 电力线路的结构 架空线和电缆是工厂高低压配电网最普通的两种户外结构形式 (1) 架空线路 (2) 电缆线路 2. 电力线路的敷设 (1). 架空线路的敷设: (2). 电缆的敷设 3. 复习总结		
作业: 4.1 4.6		
板书设计: 任务 1. 高低压电力线路的接线方式 1. 高压电力线路的接线方式 2. 各种高压接线方式优缺点: 3. 低压电力线路的接线方式 4. 各种低压接线方式优缺点: 5. 复习总结 任务 2. 导线和电缆选择的原则 1. 导线 2. 电缆 3. 导线和电缆截面的选择原则 4. 复习总结 任务 3. 导线和电缆截面的选择 1. 按允许载流量选择导线和电缆截面 2. 按允许电压损失选择导线和电缆截面 3. 按经济电流密度选择导线和电缆截面 4. 复习总结 任务 4. 电力线路的结构和敷设 1. 电力线路的结构 2. 电力线路的敷设 3. 复习总结		教学后记: 通过一般讲析及例题讲解, 同学们基本掌握了掌握高、低压电力线路的接线方式; 掌握导线和电缆选择的基本原则; 了解电力线路的结构和敷设方法。

课程名称: 工厂供配电技术

授课教师: 宫毓

项目：项目五	课题：短路电流计算 任务 1. 短路概述 任务 2. 无限大容量供电系统三相短路分析	周次	第 8 周	授课课次：15、16
				授权学时：5
教学方法：多媒体教学，分两次上				
教学目的：掌握无限大容量供电系统概念； 理解短路电流的有关概念				

掌握常用的短路电流计算方法及三相短路分析	
教学重点： 短路原因	
教学难点： 三相短路分析	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业）	
第 15 次 2 学时： 5 分钟复习旧课。 75 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。	第 16 次 3 学时： 5 分钟复习旧课。 120 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。	
<p>教学过程：</p> <p>一、组织教学 1、考勤 2、复习</p> <p>二、讲授新课</p> <p>关键词：短路电流；无限大容量供电系统；短路原因</p> <p>任务 1. 短路概述</p> <p>1. 短路及短路电流的有关概念 (1) 短路的有关概念</p> <p>2. 短路的原因： 电气绝缘损坏；误操作；鸟兽害 等</p> <p>3. 短路的危害： (1) 产生极大热量，损坏电力设备，引起的火灾。 (2) 电压骤降，影响电气设备正常运行。 (3) 引起跳闸式熔断器熔断，造成停电事故。 (4) 影响系统稳定。 (5) 产生电磁干扰。</p> <p>任务 2. 无限大容量供电系统三相短路分析</p> <p>1. 短路的形式 (1) 三相短路 (2) 两相短路 (3) 单相短路 (4) 两相接地短路</p> <p>2. 无限大容量电力系统三相短路的概念 (1)、无限大容量电力系统 (2)、无限大容量电力系统三相短路的物理过程 (3)、短路有关的物理量 (1) 短路电流周期分量 i_p (2) 短路电流非周期分量 i_{np} (3) 短路全电流 i_k, 其有效值 (4) 短路冲击电流 i_{sh}, (5) 短路稳态电流 I_∞ , $I'' = I_\infty = I_k$</p> <p>3. 三相短路分析</p> <p>4. 短路电流的计算方法及目的 此节课程要求学生自学，教师适当引导。</p> <p>5. 复习总结</p>	<p>教学方法、手段</p> <p>多媒体讲授、自学讨论</p>
作业： 5.1 5.2 5.3	

板书设计： 任务 1. 短路概述 1.短路及短路电流的有关概念 2.短路的原因： 3. 短路的危害： 任务 2. 无限大容量供电系统三相短路分析 1.短路的形式 2.无限大容量电力系统三相短路的概念 3. 三相短路分析 4.短路电流的计算方法及目的 5.复习总结	教学后记： 通过讲授和学生自学，同学们基本掌握了本节课的重点内容
---	---

课程名称： 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

项目：项目 五	课题：短路电流计算 任务 3. 无限大容量供电系统三相短路电流的计算 任务 4. 短路电流的效应	周次	第 9 周	授课课次：17、18 授课学时：5
教学方法：多媒体教学，分两次上				
教学目的：掌握三相短路电流的计算；了解 短路电流的效应				
教学重点： 三相短路电流的计算				
教学难点：短路电流的效应				
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业）				
第一次 3 学时： 5 分钟复习旧课。 120 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		第二次 2 学时： 5 分钟复习旧课。 75 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。				
教学过程： 一、组织教学 1、考勤 2、复习 二、讲授新课 关键词：三相短路电流的计算；电流的效应 任务 3. 无限大容量供电系统三相短路电流的计算 1. 标么值 标么值是指任意一个有名值的物理量与同单位的基准值之比，称为标么值。 2. 短路回路元件阻抗的标么值 3. 三相短路电流计算				教学方法、手段 介绍采用欧姆法计算三相短路电流

举例 [例 5-1] 4. 两相短路电流的计算 5. 单相短路电流的计算 任务 4. 短路电流的效应 1. 短路电流的效应 2. 短路电流的电动力效应 3. 短路电流的热效应 4. 复习总结		三相短路电流和两相短路电流的关系
作业：5.4 5.7		
板书设计： 任务 3. 无限大容量供电系统三相短路电流的计算 1. 标幺值 2. 短路回路元件阻抗的标幺值 3. 三相短路电流计算 举例 4. 两相短路电流的计算 5. 单相短路电流的计算 任务 4. 短路电流的效应 1. 短路电流的效应 2. 短路电流的电动力效应 3. 短路电流的热效应 4. 复习总结		教学后记： 通过一般讲析及例题讲解，同学们基本掌握了三相短路电流的计算；了解了短路电流的效应

课程名称： 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

项目：项目六	课题：电气设备的选择 任务 1. 电气设备选择的一般原则 任务 2. 高压开关电器的选择 任务 3. 母线、支柱绝缘子和穿墙套管选择	周次	第 10 周	课次：19、20 学时：5
教学方法：多媒体教学，分两次上				
教学目的：掌握各类高低压电气设备选择的一般原则 了解各类开关设备的工作特性				
教学重点：电气设备选择的一般原则				
教学难点：母线、支柱绝缘子和穿墙套管选择				
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业）				
第 19 次 2 学时： 5 分钟复习旧课。 75 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		第 20 次 3 学时：5 分钟复习旧课。 120 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课		
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。				

<p>教学过程：</p> <p>一、组织教学 1、考勤 2、复习</p> <p>二、讲授新课</p> <p>关键词：关键词：环境条件、电气要求、选择条件、选择性配合、参数整定</p> <p>任务 1. 电气设备选择的一般原则</p> <p>各种电器、设备的功能尽管不同，但都在供电系统中工作，所以在选择时必然有相同的基本要求。在电气设备正常工作时，必须保证工作安全可靠、运行维护方便，投资经济合理；在短路情况下，能满足动稳定和热稳定的要求。</p> <p>任务 2. 高低压开关电器的选择</p> <p>1. 高压断路器的选择</p> <p>选择高压断路器时，除了考虑其额定电压、额定电流及动稳定和热稳定等一般条件外，还应校验其断流能力，即断路器在额定电压下能切断的最大电流必须大于或等于其安装点的最大短路电流</p> <p>2. 高压隔离开关的选择</p> <p>选择隔离开关时，主要考虑其额定电压、额定电流及动稳定和热稳定，以及环境等条件因素。</p> <p>3. 电流互感器的选择</p> <p>① 一次绕组的额定电压要与电网电压相等；</p> <p>② 一次侧的额定电流，一般要大于等于线路最大工作电流或线路变压器额定电流的 1.2~1.5 倍；</p> <p>4. 熔断器的选择</p> <p>（一）熔体额定电流的选择</p> <p>a. 保护电力线路的熔断器熔体额定电流的选择</p> <p>（1）熔体额定电流 $I_{N.FE}$ 应不小于线路的计算电流</p> <p>（2）熔体额定电流 $I_{N.FE}$ 还应躲过线路的尖峰电流 I_{pk}</p> <p>（3）熔体额定电流 $I_{N.FE}$ 还应小于线路所允许的载流量，能确实起到保护作用。</p> <p>b. 保护电力变压器的熔断器熔体额定电流的选择</p> <p>1000KV·A 以下电力变压器的短路保护和过负荷保护的熔断器的熔体额定电流按下式确定 $I_{N.FE} = (1.5 \sim 2.0) I_{1N.T}$</p> <p>c. 保护电压互感器的熔断器熔体额定电流的选择</p> <p>一般选择 0.5A</p> <p>5. 母线、支柱绝缘子和穿墙套管选择</p> <p>（1） 母线选择</p> <p>（2） 支柱绝缘子的选择</p> <p>（3） 穿墙套管的选择</p> <p>6. 复习总结</p>	<p>教学方法、手段</p> <p>一般讲授</p>
<p>作业：</p>	
<p>板书设计：</p> <p>任务 1. 电气设备选择的一般原则</p> <p>任务 2. 高低压开关电器的选择</p> <p>1. 高压断路器的选择</p> <p>2. 高压隔离开关的选择</p>	<p>教学后记：</p> <p>课堂气氛活跃，同学们掌握知识很快。</p>

3. 高熔断器的选择 4. 电流互感器的选择 5. 复习总结	
--------------------------------------	--

课程名称： 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

项目：项目 六	课题：电气设备的选择 任务 4. 高压开关柜选择 任务 5.低压断路器、熔断器选择	周次	第 15 周	授课课次：21、22
				授课学时：5
教学方法：多媒体教学，分两次上				
教学目的：了解高压开关柜选择方法 掌握低压断路器、熔断器选择原则				
教学重点： 低压断路器、熔断器选择				
教学难点：高压开关柜选择方法				
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业）				
第 21 次 2 学时： 5 分钟复习旧课。 75 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		第 22 次 3 学时： 5 分钟复习旧课。 120 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。				
教学过程： 一、组织教学 1、考勤 2、复习 二、讲授新课 关键词： 任务 4 高压开关柜选择 高压成套配电装置（又称高压开关柜），按主要设备的安装方式分为固定式和移开式（手车式）；按开关柜隔室的构成形式分为铠装式、间隔式、箱型、半封闭型等；按其母线系统分有单母线型、单母线带旁路母 线型和双母线型；根据一次电路安装的主要元器件和用途分，有断路器柜、负荷开关柜、高压电容器柜、电能计量柜、高压环网柜、熔断器柜、电压互感器柜、隔离开关柜、避雷器柜等。 任务 5. 低压断路器、熔断器选择 1. 低压断路器选择 （1） 低压断路器选择的一般原则 低压断路器的一般选用原则： 1) 根据线路对保护的要求确定断路器的类型和保护形式；				教学方法、手段

2) 断路器的额定电压 U_N 应等于或大于被保护线路的额定电压; 3) 断路器欠压脱扣器额定电压应等于被保护线路的额定电压; 4) 断路器的额定电流及过流脱扣器的额定电流应大于或等于被保护线路的计算电流; 5) 断路器的极限分断能力应大于线路的最大短路电流的有效值; 6) 配电线路中的上、下级断路器的保护特性应协调配合,下级的保护特性应位于上级保护特性的下方且不相交; 7) 断路器的长延时脱扣电流应小于导线允许的持续电流。 (2)、低压断路器过电流脱扣器动作电流的整定 a. 瞬时过电流脱扣器的动作电流,应躲过尖峰电流 b. 短延时过电流脱扣器的动作电流,应躲过尖峰电流 c. 长延时过电流脱扣器的动作电流,应能躲过计算电流 d. 各种过电流脱扣器的动作电流应和保护线路相配合,小于一定倍数的允许载流量 (3)、低压断路器热脱扣器额定电流的选择 热脱扣器的额定电流不小于线路的计算电流 2.低压熔断器的选择 (一) 熔体额定电流的选择 (二) 熔断器) 额定电流的选择 4.复习总结		设置课题组织学生 对高压开关柜和低压断路器、熔断器的作用进行小组讨论;
作业:		
板书设计: 任务 4 高压开关柜选择 任务 5.低压断路器、熔断器选择 1. 低压断路器选择 2.低压熔断器的选择 3.复习总结	教学后记: 通过讲析,同学们基本了解高压开关柜选择方法 掌握低压断路器、熔断器选择原则	

课程名称: 工厂供配电技术

授课教师: 宫毓

项目: 项目七	课题: 供配电系统的继电保护及二次回路 任务 1. 继电保护 任务 2. 二次回路	周次	第 16 周	授课课次: 23、24 授课学时: 5
教学方法: 多媒体教学, 分两次上				
教学目的: 了解供电系统继电保护 掌握二次回路基本知识				
教学重点: 供电系统继电保护				
教学难点: 变电所的自动装置				
教学过程时间分配 (包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业)				

第 23 次 2 学时： 5 分钟复习旧课。 75 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。	第 24 次 3 学时： 5 分钟复习旧课。 120 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。	
<p>教学过程：</p> <p>一、组织教学 1、考勤 2、复习</p> <p>二、讲授新课</p> <p>关键词：继电保、 二次回路</p> <p>任务 1.继电保护</p> <p>继电保护的作用是防止因短路故障或不正常运行状态造成电气设备或供配电系统的损坏，以提高供电可靠性。继电保护是变电所二次回路的重要组成部分，也是供电设计的主要内容。</p> <p>1. 继电保护装置的任务和基本要求</p> <p>（1）.继电保护的任务:继电保护装置就是这样一种自动装置，它能反映供配电系统中电气设备发生故障或不正常运行状态，并能使断路器跳闸，或启动信号装置发出预告信号。供电系统的保护装置种类及保护范围</p> <p>① 熔断器保护：装置简单，灵敏度低，熔体更换不便</p> <p>②低压断路器保护：装置灵敏度高，可靠性好，但只适用于抵压系统。</p> <p>③继电器保护：可靠性较高，操作灵活方便，适用于高抵压供电系统。</p> <p>（2）.对继电保护的要求</p> <p>（3）.继电保护的基本工作原理</p> <p>任务 2. 二次回路</p> <p>在变电所中通常将电气设备分为一次设备和二次设备两大类。</p> <p>（1）一次设备： 一次设备是指直接生产、输送和分配电能的设备，主电路中的变压器、高压断路器、隔离开关、电抗器、并联补偿电力电容器、电力电缆、送电线路及母线等设备都属于一次设备。</p> <p>（2）二次设备：对一次设备的工作状态进行监视、测量、控制和保护的辅助电气设备称为二次设备。</p> <p>由二次设备连接的电路称为二次回路或二次接线。</p> <p>4.复习总结</p>	<p>教学方法、手段</p> <p>多媒体讲授</p>
作业：	
<p>板书设计：</p> <p>任务 1.继电保护</p> <p>1. 继电保护装置的任务和基本要求</p> <p>任务</p> <p>2. 二次回路</p> <p>3.复习总结</p>	<p>教学后记：</p> <p>通过讲解，同学们基本了解供电系统继电保护掌握二次回路基本知识。</p>

课程名称： 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

项目：项目八	课题：电气安全、防雷与接地 任务 1.电气安全 任务 2.过电压和防雷 任务 3.电气装置的接地	周次	第 17 周	授课课次：25、26 授课学时：5
教学方法：多媒体教学，分两次上				
教学目的： 了解电气安全知识、过电压与雷电的有关概念； 掌握防雷的措施				
教学重点： 电气安全知识				
教学难点：过电压与雷电的有关概念				
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业）				
第 25 次 3 学时： 5 分钟复习旧课。 75 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		第 26 次 2 学时： 5 分钟复习旧课。 120 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。				
教学过程： 一、组织教学 1、考勤 2、复习 新课引入：你们回顾生活中，有没有过触电的经历？都有些什么感受？ 二、讲授新课 关键词：电气安全；过电压；防雷；电气装置的接地 任务 1.电气安全 1. 知识准备：电气安全的含义和重要性 问：你能否根据你的理解说说触电是怎么回事吗？ 触电一是指人身接触带电体、或是人体过度地接近高压带电体时有电流流过人体而造成的事故。 当人体接触带电设备，或接触不同电位的两点时，就会有电流流过人体，危及生命安全，经常发生的触电形式有单相触电、两相触电和跨步电压触电。人们常说的触电一般是指电流流过人体，对人体造成伤害，也叫做电击。 问：是不是只要有电流通过人体就一定会造成触电事故呢？ 2.影响危险程度的因素： (1)流经人体的电流。 (2) 人体电阻。 (3) 作用于人体的电压。 (4) 触电时间。 (5) 电流路径。				教学方法、手段 多媒体讲授 学生小组讨论 思考与提问： 你能否根据你的理解说说触电是怎么回事吗？ 问：人触电后一定会死亡吗？

<p>(6) 电流性质。</p> <p>问：能不能粗略算一算，电压值是多少才安全？ 追问：不高于 36 伏的电压就一定安全吗？</p> <p>3. 电气安全措施</p> <p>保证电气安全的措施如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1). 加强电气安全教育。 (2). 严格执行安全工作规程 (3). 加强维护和检修试验工作。 (4). 采用电气安全用具。 (5). 采用漏电保护装置。 <p>4. 电气防火和防爆</p> <p>(一). 产生电气火灾和爆炸的原因</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 电气设备或导体过流造成的过热 (2) 电路中局部电阻增大 (3) 由电火花、电弧引起。 (4) 散热不良。 <p>(二). 电气防火和防爆的措施</p> <p>由于电气火灾和爆炸的原因往往是各种因素的集合，所以防火和防爆措施也是综合性的措施。</p> <p>(三). 电气灭火特点</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 带电灭火安全要求 (2) 充油设备灭火要求。 <p>5. 触电及防护</p> <p>任务 2. 过电压和防雷</p> <p>1. 知识准备：过电压及雷电概述</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 过电压的形式与有关概念 (2) 雷电的形成、危害及有关名词概念 <p>2. 防雷设备</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 避雷针 (2) 避雷线 (3) 避雷器 <p>3. 防雷保护</p> <ol style="list-style-type: none"> (1). 变配电所的防雷措施 (2). 架空线路的防雷措施 <p>任务 3. 电气装置的接地</p> <p>1. 知识准备：接地概述</p> <p>在供电系统中，为保证电气设备的正常工作或防止人身触电，而将电气设备的某部分与大地做良好的电气连接，称为接地</p> <p>2. 接地装置</p> <ol style="list-style-type: none"> (1). 接地装置的构成 (2). 接地装置的散流效应 (3) 电气设备的接地类型 (4) 接地装置的运行与维护 <p>3. 低压配电系统的等电位连接</p>	<p>讨论：</p> <p>既然电流的大小直接影响到触电电事故后果，那么通过人体的电流大小受什么决定？</p> <p>问题：触电产生的原因？</p> <p>讨论：</p> <p>触电发生时怎么办？</p>
--	--

等电位连接是指使电气装置各外露可导电部分及装置的导电部分的电位作实质上相等的电气连接。	
4.复习总结	
作业：	
板书设计： 任务 1.电气安全 1. 知识准备：电气安全的含义和重要性 2.影响危险程度的因素： 3.电气安全措施 4. 电气防火和防爆 5. 触电及防护 任务 2.过电压和防雷 1. 知识准备：过电压及雷电概述 2. 防雷设备 3. 防雷保护 任务 3.电气装置的接地 1. 知识准备：接地概述 2. 接地装置 3. 低压配电系统的等电位连接 4.复习总结	教学后记： 通过讲析，同学们基本了解电气安全知识、过电压与雷电的有关概念； 掌握防雷的措施

课程名称： 工厂供配电技术

授课教师： 宫毓

项目：项目九	课题：电气照明 任务 1. 电气照明的基本概念 任务 2. 电光源、照明器具 任务 3. 照明器具的布置	周次	第 18 周	授课课次： 27、28
				授课学时：5
教学方法：多媒体教学，分两次上				
教学目的：掌握电气照明的基本概念和照明器具的布置 了解电光源、照明器具种类				
教学重点： 电气照明的基本概念				
教学难点：照明器具的布置				
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、讲授新课、巩固新课、布置作业）				
第 27 次 2 学时：5 分钟复习旧课。 75 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		第 28 次 3 学时：5 分钟复习旧课。 120 分钟讲新课。 10 分钟巩固新课。		
课后记： 通过本次课堂授课，同学们基本掌握了本次课程应掌握的知识内容。				

本课程总结

本课程是一门技术性、实践性，针对性很强的专业课，它是在上学期学生学过了电工电子技术的基础上进行的，因此它既是旧知识的应用又是新知识的探索。是为今后学习后续课程以及毕业后从事煤矿机电工作打好基础的一门很重要的课程。

在内容编排上首先是让学生对供电系统有一个基本的认识，其次是使学生掌握供电设备的功能和使用，实现做中学、学中做，这对于学生了解供电方面的基本知识，掌握基本技能、提高安全意识是起着十分重要作用的。

我们知道，电是看不见不能摸的比较抽象，如果我们只用语言去解读供电方面的相关知识，就无法在学生的头脑中形成动态的物理图像。据此，我在设计本课时，我就思考，我能不能结合供电的特征，从一个合适的角度切入，教给学生一种如何解读，“知识来源于实践而又作用于实践”的辩证关系。试图通过本课程的教学教给学生将理论知识应用于实践的技能。由此，确定了本课程的教学目标和教学重、难点。

本课程的学法指导是：创设恰当的情景，问题驱动，采用讨论法和自主探究法。让学生在浓郁的课堂氛围中，培养他们的合作探究能力，突出了他们的主体地位。

首先，在本节课的教学中，我采用了多媒体课件的辅助，通过生动有趣的动画和案例图片，把看不见、不能摸的供电现象展现在学生面前，使枯燥的知识“活”了起来，提高了学生对供电知识的兴趣。

其次，本课程基本上做到了结合供电特征来创设情境，以问题驱动和案例分析的方法对“工厂供配电技术”做了有针对性的解读从而调动了学生学习兴趣，提高了他们分析问题和解决问题的能力，实现了备课时所预期的课堂争鸣。