



高职高专“十一五”规划教材
机械电子类系列

机械制图

JIXIE ZHITU

主编 ◆ 杨清荣 吴艳萍



哈尔滨工程大学出版社

高职高专“十一五”规划教材

——机械电子类系列

机械制图

主 编 杨清荣 吴艳萍

副主编 高晓晋 李 梅

胡绍文 廖永宜

编 委 杨清荣 胡绍文 吴艳萍

胡觉民 刘必卿 高晓晋

李 梅 廖永宜

哈尔滨工程大学出版社

内容简介

本书根据教育部制定的“高职高专教育工程制图课程教学基本要求”，并结合作者多年教学经验及探索编写而成，采用了最新的国家标准。

全书共分十章，主要内容有：正投影法原理、点、直线、平面的投影、基本立体的投影、复杂立体的投影、轴测投影、制图基础知识、机件常用的表达方法、标准件、齿轮和弹簧、零件图、装配图、附录。

本书适合高职高专机械类和近机类专业 60~80 学时的机械制图课程教材，也可作为其他类型高校相关专业的教学用书，亦可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图 / 杨清荣, 吴艳萍主编. — 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2010.7

ISBN 978 - 7 - 81133 - 802 - 7

I. ①机… II. ①杨… ②吴… III. ①机械制图—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 127098 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮政编码 150001

发行电话 0451 - 82519328

传 真 0451 - 82519699

经 销 新华书店

印 刷 四川墨池印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 15.00

字 数 千字

版 次 2010 年 8 月第 1 版

印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价 32.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前言

近年来,随着高等职业院校机械类各专业的快速发展,“机械制图”课程作为重要专业基础课程之一,无论是课程体系、教学内容,还是教学方法与手段等方面,都发生了深刻的变化。本书根据教育部制定的“高职高专教育工程制图课程教学基本要求”编写而成,可作为高职高专机械类和近机类专业 60~80 学时的机械制图课程教材,也可作为其他类型高校相关专业的教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。

本书在我们多年教学经验和教学改革成果的基础上,从高职院校的教学特点和学生的实际情况出发,遵循“必需、够用为度”的原则,坚持理论以应用为目的,注重培养学生绘制和阅读工程图的能力,教学内容的选择及结构体系,完全适应高职高专教学的需要,力求体现应用型的教学特色。为适应机类、近机类各专业的教学需要,不仅在教学内容的选择上有一定的伸缩性,而且所选图例尽量涵盖各专业需要,以满足各专业不同类型教学的要求。本书全部采用《技术制图及机械制图》最新国家标准及与制图有关的其他标准。

该本系列教材主要针对机械制造、模具设计与制造、数控加工、机电一体化、设备维修和 CAD/CAM 专业,涵盖了全部的专业基础课和大部分专业课。第一批共 20 本将于 2010 年春出版。

本书是其中的一本《机械制图》

全书共十章,主要内容有:正投影法原理、点、直线、平面的投影、基本立体的投影、复杂立体的投影、轴测投影、制图基础知识、机件常用的表达方法、标准件、齿轮和弹簧、零件图、装配图、附录。该书中图片文字、数字和字母的字体采用机械制图的标准字体(solid 字体)。

本书由杨清荣、吴艳萍主编,高晓晋、李梅、胡绍文、廖永宜副主编。杨清荣编写绪论、第四章;杨清荣、廖永宜编写第五章;胡绍文编写第七章;吴艳萍编写第一章和第八章;廖永宜、胡觉民编写第十章;刘必卿编写附录;高晓晋编

写第二章、第三章；李梅编写第六章、第九章。

在本书的编著过程中，我们参考了所有能找到的文献和资料，包括互联网上的一些信息，在此一并表示感谢！由于时间仓促，加上作者水平有限，书中错误在所难免，希望广大师生在使用过程中提出宝贵意见，请将您的建议或意见发送至 19630807lql@163.com 与我们联系。并恳请全国各地的高职高专院校教师积极加入该系列规划教材的策划和编写队伍中来，以便我们在今后的工作中不断改进和完善，使这套教材成为高职高专院校的精品教材。我们网站 <http://www.dztf.com> 将尽可能提供免费的电子教案等教学资料下载。

编 者

2010年8月

绪 论

一、本课程的性质、内容和任务

机械制图是一门重要的专业技术理论基础课,它是以机械图样作为研究对象,研究如何运用正投影基本原理,绘制和阅读机械工程图样的课程。在现代工业生产和科学技术中,无论是制造各种机械设备、电气设备、仪器仪表,或加工各种通讯电子元、器件,还是建筑房屋和进行水利工程施工等,都离不开工程图样,它是工厂组织生产、制造零件和装配机器的依据。图样是表达设计者设计意图、进行技术交流和指导生产的重要工具,是生产中重要的技术文件。因此,图样常被誉为“工程界的技术语言”或“工程师的语言”。作为一名工程技术人员,必须能够阅读和绘制工程图样。

本课程的主要任务:

1. 学习正投影法的基本理论及其应用。
2. 培养空间形象思维能力和创新思维能力。
3. 培养绘制和阅读中等复杂程度机械图样的能力。
4. 培养良好的工程素养,即认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的特点和学习方法

本课程是一门既有理论又有技术的实践性很强的课程。因此掌握正确的学习方法尤为重要。

1. 学习本课程要坚持理论联系实际。认真学习投影理论,在理解基本理论的基础上,由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践,不断地由物画图,由图想物,分析和想象空间形体与图纸上图形之间的对应关系,逐步提高空间想象能力和空间逻辑思维能力,从而掌握正投影的基本作图方法及其应用。

2. 做习题和作业时,应在掌握有关基本概念的基础上,按照正确的方法和步骤作图。

3. 养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,遵守《机械制图》国家标准的有关规定。制图作业应做到:投影正确,视图选择与配置恰当,图线分明,尺寸齐全,字体工整,图面整洁美观。

4. 工程图样在生产和施工中起着很重要的作用,绘图和读图的差错,都会给生产带来损失。因此,在做习题和作业时,应培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

5. 培养和发展想像力是本课程的核心任务。良好的意志品质,浓厚而持久的学习兴趣,知难而进、坚忍不拔的性格和积极进取的精神,在本课程的学习中同样起着关键的作用。

三、工程图学发展史简介

任何一门学科的产生和发展,都是和人类的生产活动密切相关的,工程图学和其他学科

一样,也是人类生产实践的积累和总结的结果。

在我国,春秋时代的《周礼考工记》、宋代的、《新仪象法要》及《天工开物》等著作反映了我国古代劳动人们对工程图样及其相关几何知识的掌握已达到了非常高的水平。特别是宋代李诫的《营造法式》一书,是世界上最早的一部关于建筑标准和图样的著作。

在近代工业革命的进程中,随着生产的社会化,1795年,法国学者蒙日系统地提出了以投影几何为主线的《画法几何学》,他全面总结了前人的经验,用几何学的原理,提供了在二维平面上图示三维空间形体和图解空间几何问题的方法,把工程图的表达与绘制高度规范化、唯一化,从而奠定了工程制图的基础,使工程图样在各技术领域中广泛使用,对推动现代工程技术的发展起到了重要的作用。

几百年来,画法几何理论没有太大的变化,仅在绘图工具方面有不断的改变。直到近30年来,随着计算机软硬件技术和外部设备的研制成功和不断发展,导致了制图技术的重大变化,以计算机图形学(CG)为基础的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工艺设计(CAPP)和计算机辅助制造(CAM)技术,推动了几乎所有设计制造领域发展。CAD技术从根本上改变了过去的手工绘图、发图、凭图样组织整个生产过程的技术管理方式,将它变为图形工作站上交互设计、用数据文件发送产品定义、在统一的数字化产品模型下进行产品的设计打样、分析计算、工艺设计、工艺装备设计、数控加工、质量控制、编印产品维护手册、组织备件订货供应等等,在设计和制造领域里产生了一场革命。这场革命有三个特征产生了深远的影响,第一个特征是数字化定义,实现了CAD/CAPP/CAM等一系列过程的集成,实现了无纸化生产,实现了数字化预装配;第二个特征是标准化,例如,波音公司与其合作生产发动机等公司的信息交换是在产品交换标准(STEP)下实现的;第三个特征是网络化,通过网络交换信息。

目前,计算机绘图已广泛在我国应用,计算机绘图代替手工绘图已比较普遍。我们相信,随着计算机三维设计、虚拟设计制造技术的飞速发展,我国的工程图学也将向更高的水平迈进。

目 录

绪 论	1
一、本课程的性质、内容和任务	1
二、本课程的特点和学习方法	1
三、工程图学发展史简介	1
第 1 章 正投影法原理	3
1.1 投影法概述	3
1.1.1 投影法的分类	3
1.1.2 平面与直线的投影特点	3
1.2 三面投影的形成及其对应关系	4
1.2.1 三面投影的形成过程	4
1.2.2 三面投影之间的对应关系	6
第 2 章 点、直线、平面的投影	8
2.1 点的投影	8
2.1.1 点的三面投影与标记	8
2.1.2 点的三面投影规律	9
2.1.3 两点之间的相对位置	10
2.1.4 重影点	10
2.2 直线的投影	11
2.2.1 直线的三面投影	11
2.2.2 三面体系中三类位置直线的投影	11
2.2.3 直线上点的投影特性	13
2.3 平面的投影	14
2.3.1 三面体系中三类位置平面的投影	15
2.3.2 立体上的各种位置平面举例	17
2.3.3 平面内取点和取直线	18
第 3 章 基本立体	21
3.1 基本立体的投影	21
3.1.1 平面立体	21

3.1.2 曲面立体(回转体)	24
3.2 基本立体的截切	29
3.2.1 平面立体的截切	29
3.2.2 曲面(回转)立体的截切	32
3.2.3 组合回转体的截切	42
3.3 基本立体之间相交	43
3.3.1 表面取点法	43
3.3.2 辅助平面法	46
3.3.3 相贯线的特殊情况	49
第4章 复杂立体的投影	51
4.1 复杂立体的形体分析	51
4.1.1 形体分析法	51
4.1.2 复杂立体的组合形式及表面间连接关系	51
4.2 复杂立体投影图的画法	54
4.2.1 形体分析法画图	54
4.2.2 线面分析法画图	55
4.3 复杂立体投影图的识读	58
4.3.1 读图的要点	58
4.3.2 读图的基本方法	59
4.4 复杂立体的尺寸标注	63
4.4.1 基本立体的尺寸标注	63
4.4.2 复杂立体的尺寸标注	65
第5章 轴测图	69
5.1 轴测图的基本知识	69
5.1.1 轴测图的形成	69
5.1.2 轴测轴、轴间角和轴向伸缩系数	70
5.1.3 轴测图的分类	70
5.1.4 轴测图的投影特点	70
5.2 正等轴测图	70
5.2.1 轴间角和轴向伸缩系数	70
5.2.2 正等轴测图的画法	71
5.3 斜二等轴测图	75
5.3.1 轴间角和轴向伸缩系数	75
5.3.2 画法举例	76

第6章 制图基本知识	78
6.1 制图的基本规定	78
6.1.1 图纸幅面与格式 (GB/T 14689—1993)	79
6.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	81
6.1.3 字体 (GB14961—1993)	82
6.1.4 图线 (GB4457.4—2002)	83
6.1.5 尺寸标注 (GB4458.4—2003)	85
6.2 常用绘图工具及其使用方法	86
6.2.1 绘图工具的正确使用	86
6.3 几何作图	88
6.3.1 等分线段	88
6.3.2 正多边形的画法	88
6.4 平面图形的分析和画图步骤	93
6.4.1 平面图形的尺寸分析	93
6.4.2 平面图形的线段分析	93
6.4.3 平面图形绘图过程	93
6.5 绘制仪器图的方法和步骤	94
6.5.1 绘制仪器图的方法和步骤	94
第7章 机件常用表达方法	95
7.1 视图	95
7.1.1 基本视图	95
7.1.2 向视图	96
7.1.3 局部视图	97
7.1.4 斜视图	98
7.2 剖视图	99
7.2.1 剖视图的概念和画法	99
7.2.2 剖视图的种类	105
7.2.3 剖切面的种类	109
7.3 断面图	112
7.3.1 断面图的概念	112
7.3.2 断面图的种类	113
7.3.3 断面图的标注	115
7.4 局部放大图和常用简化画法	115
7.4.1 局部放大图	115

7.4.2 常用简化画法	116
7.5 表达方法综合举例	118
7.5.1 表达方法综合应用中应注意的问题	118
7.5.2 表达方法综合应用实例	119
第8章 标准件、齿轮和弹簧	120
8.1 螺纹	120
8.1.1 螺纹的形成	120
8.1.2 螺纹的要素	121
8.1.3 螺纹的规定画法	122
8.1.4 常用螺纹的种类和标记	124
8.2 螺纹紧固件	127
8.2.1 螺纹紧固件的标记	127
8.2.2 常用螺纹紧固件的比例画法	128
8.2.3 常用螺纹紧固件的装配画法	129
8.3 齿轮	132
8.3.1 直齿圆柱齿轮各部分的名称和代号	132
8.3.2 直齿圆柱齿轮各几何要素的尺寸关系	134
8.3.3 圆柱齿轮的规定画法	134
8.4 键、销连接	136
8.4.1 键连接	136
8.4.2 销连接	137
8.5 弹簧	138
8.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧术语、代号及尺寸关系	138
8.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的画图步骤	139
8.5.3 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	140
8.6 滚动轴承	140
8.6.1 滚动轴承的结构和种类	141
8.6.2 滚动轴承的代号和标记	141
8.6.3 滚动轴承的画法	142
第9章 零件图	144
9.1 零件图的作用和内容	144
9.1.1 零件图的作用	144
9.1.2 零件图的内容	145
9.2 零件图表达方案的确定	146

9.2.1 零件图的视图选择	146
9.3 零件图的尺寸标注	146
9.3.1 尺寸标注方法	146
9.3.2 常见结构尺寸标注举例	148
9.4 零件图的技术要求	150
9.4.1 表面粗糙度	151
9.4.2 极限与配合	155
9.4.3 形状与位置公差简介	160
9.5 零件结构的工艺性简介	162
9.5.1 铸造零件的工艺结构	162
9.5.2 零件加工面的工艺结构	164
9.6 典型零件的表达方法	166
9.6.1 轴套类零件	166
9.6.2 盘盖类零件	167
9.6.3 叉架类零件	168
9.6.4 箱体类零件	170
9.7 读零件图	172
9.7.1 读零件图的基本要求	172
9.7.2 读零件图的方法和步骤	172
第 10 章 装配图	174
10.1 装配图的作用和内容	174
10.2 装配图的表达方法	176
10.2.1 规定画法	176
10.2.2 特殊画法	176
10.3 装配图的尺寸标注	177
10.4 装配图中的零、部件序号和明细栏	177
10.4.1 编写序号的方法	177
10.4.2 明细栏	178
10.5 部件测绘与装配图的画法	179
10.5.1 部件测绘的方法和步骤	179
10.5.2 画装配图的方法和步骤	184
10.6 看装配图和由装配图拆画零件图	188
10.6.1 看装配图的基本要求	188
10.6.2 看装配图的方法和步骤	188

10.6.3	由装配图拆画零件图	192
附 录		193
一、	螺纹	193
二、	常用的标准件	196
三、	极限与配合	213
四、	常用的零件结构要素	220
五、	常用材料的牌号及性能	223
六、	常见的热处理名词解释	225
参考文献		227

绪 论

一、本课程的性质、内容和任务

机械制图是一门重要的专业技术理论基础课,它是以机械图样作为研究对象,研究如何运用正投影基本原理,绘制和阅读机械工程图样的课程。在现代工业生产和科学技术中,无论是制造各种机械设备、电气设备、仪器仪表,或加工各种通讯电子元、器件,还是建筑房屋和进行水利工程施工等,都离不开工程图样,它是工厂组织生产、制造零件和装配机器的依据。图样是表达设计者设计意图、进行技术交流和指导生产的重要工具,是生产中重要的技术文件。因此,图样常被誉为“工程界的技术语言”或“工程师的语言”。作为一名工程技术人员,必须能够阅读和绘制工程图样。

本课程的主要任务:

1. 学习正投影法的基本理论及其应用。
2. 培养空间形象思维能力和创新思维能力。
3. 培养绘制和阅读中等复杂程度机械图样的能力。
4. 培养良好的工程素养,即认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的特点和学习方法

本课程是一门既有理论又有技术的实践性很强的课程。因此掌握正确的学习方法尤为重要。

1. 学习本课程要坚持理论联系实际。认真学习投影理论,在理解基本理论的基础上,由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践,不断地由物画图,由图想物,分析和想象空间形体与图纸上图形之间的对应关系,逐步提高空间想象能力和空间逻辑思维能力,从而掌握正投影的基本作图方法及其应用。

2. 做习题和作业时,应在掌握有关基本概念的基础上,按照正确的方法和步骤作图。

3. 养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,遵守《机械制图》国家标准的有关规定。制图作业应做到:投影正确,视图选择与配置恰当,图线分明,尺寸齐全,字体工整,图面整洁美观。

4. 工程图样在生产和施工中起着很重要的作用,绘图和读图的差错,都会给生产带来损失。因此,在做习题和作业时,应培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

5. 培养和发展想像力是本课程的核心任务。良好的意志品质,浓厚而持久的学习兴趣,知难而进、坚忍不拔的性格和积极进取的精神,在本课程的学习中同样起着关键的作用。

三、工程图学发展史简介

任何一门学科的产生和发展,都是和人类的生产活动密切相关的,工程图学和其他学科

一样,也是人类生产实践的积累和总结的结果。

在我国,春秋时代的《周礼考工记》、宋代的、《新仪象法要》及《天工开物》等著作反映了我国古代劳动人民对工程图样及其相关几何知识的掌握已达到了非常高的水平。特别是宋代李诫的《营造法式》一书,是世界上最早的一部关于建筑标准和图样的著作。

在近代工业革命的进程中,随着生产的社会化,1795年,法国学者蒙日系统地提出了以投影几何为主线的《画法几何学》,他全面总结了前人的经验,用几何学的原理,提供了在二维平面上图示三维空间形体和图解空间几何问题的方法,把工程图的表达与绘制高度规范化、唯一化,从而奠定了工程制图的基础,使工程图样在各技术领域广泛使用,对推动现代工程技术的发展起到了重要的作用。

几百年来,画法几何理论没有太大的变化,仅在绘图工具方面有不断的改变。直到近30年来,随着计算机软硬件技术和外部设备的研制成功和不断发展,导致了制图技术的重大变化,以计算机图形学(CG)为基础的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工艺设计(CAPP)和计算机辅助制造(CAM)技术,推动了几乎所有设计制造领域发展。CAD技术从根本上改变了过去的手工绘图、发图、凭图样组织整个生产过程的技术管理方式,将它变为图形工作站上交互设计、用数据文件发送产品定义、在统一的数字化产品模型下进行产品的设计打样、分析计算、工艺设计、工艺装备设计、数控加工、质量控制、编印产品维护手册、组织备件订货供应等等,在设计和制造领域里产生了一场革命。这场革命有三个特征产生了深远的影响,第一个特征是数字化定义,实现了CAD/CAPP/CAM等一系列过程的集成,实现了无纸化生产,实现了数字化预装配;第二个特征是标准化,例如,波音公司与其合作生产发动机等公司的信息交换是在产品交换标准(STEP)下实现的;第三个特征是网络化,通过网络交换信息。

目前,计算机绘图已广泛在我国应用,计算机绘图代替手工绘图已比较普遍。我们相信,随着计算机三维设计、虚拟设计制造技术的飞速发展,我国的工程图学也将向更高的水平迈进。

第1章 正投影法原理

1.1 投影法概述

物体在灯光或日光的照射下,在墙壁或地面上就会出现物体的影子。投影法与这种自然现象相类似。如图 1-1、1-2 所示,投射射线通过物体,向选定的面投射,并在该面上得到图形的方法,称为投影法。得到投影的面,称为投影面。根据投影法所得到的图形,称为投影。

1.1.1 投影法的分类

投影法分为两类:中心投影法和平行投影法。

1. 中心投影法

如图 1-1 所示, $\triangle ABC$ 在平面 P 和 S 点之间,自 S 分别向 A, B, C 引直线并延长之,使它与平面 P 交于 a, b, c ,平面 P 即为投影面, $\triangle abc$ 即是空间 $\triangle ABC$ 在投影面 P 上的投影。 S 称为投射中心, SA, SB, SC 称为投射射线。这种投射射线汇交于一点的投影法,称为中心投影法。

2. 平行投影法

如图 1-2 所示,投影线 Aa, Bb, Cc 按给定的投射方向互相平行,分别与投影面 P 交出点 A, B, C 的投影 a, b, c , $\triangle abc$ 是 $\triangle ABC$ 在投影面 P 上的投影。这种投射射线都互相平行的投影法,称为平行投影法。

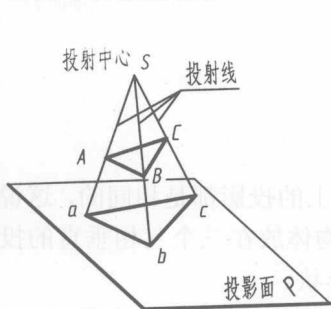
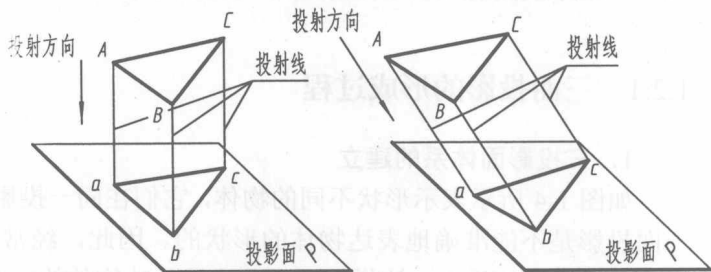


图 1-1 中心投影法



(a) 正投影法

(b) 斜投影法

图 1-2 平行投影法

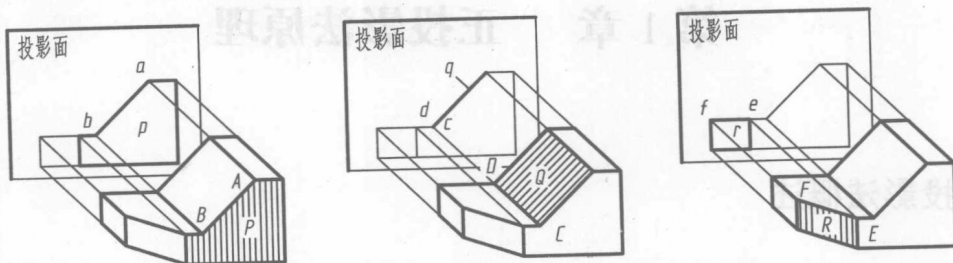
平行投影法分为正投影法和斜投影法:如图 1-2 (a) 所示是投射方向垂直于投影面的正投影法,所得的投影称为正投影;如图 1-2 (b) 所示是投射方向倾斜于投影面的斜投影法,所得的投影称为斜投影。

工程图样主要采用正投影法,今后将“正投影”简称“投影”。

1.1.2 平面与直线的投影特点

在正投影法中,平面与直线的投影有以下三个特点:

(1) 实形性 如图 1-3 (a) 所示, 物体上与投影面平行的平面 P 的投影 p 反映其实形, 与投影面平行的直线 AB 的投影 ab 反映其实长。



(a) 实形性

(b) 积聚性

(c) 类似性

图 1-3 平面与直线的投影特点

(2) 积聚性 如图 1-3 (b) 所示, 物体上与投影面垂直的平面 Q 的投影 q 积聚为一直线, 与投影面垂直的直线 CD 的投影 cd 积聚为一点。

(3) 类似性 如图 1-3 (c) 所示, 物体上倾斜于投影面的平面 R 的投影 r 成为缩小的类似形, 倾斜于投影面的直线 EF 的投影 ef 比实长短。

物体的形状是由其表面的形状决定的, 因此, 绘制物体的投影, 就是绘制物体表面的投影, 也就是绘制表面上所有轮廓线的投影, 线段的投影又是组成线段的点的投影的集合。从上述平面与直线的投影特点可以看出: 画物体的投影时, 为了使投影反映物体表面的真实形状, 并使画图简便, 也便于尺寸标注, 应该让物体上尽可能多的平面和直线平行或垂直于投影面。

1.2 三面投影的形成及其对应关系

1.2.1 三面投影的形成过程

1. 三投影面体系的建立

如图 1-4 所示表示形状不同的物体, 它们在同一投影面上的投影都是相同的, 这说明仅有一面投影是不能准确地表达物体的形状的。因此, 经常把物体放在三个互相垂直的投影面所组成的投影面体系中, 这样就可以准确地反映物体的三维形状。

三个互相垂直的投影面所组成的投影面体系称为三投影面体系, 如图 1-5 所示。三个投影面分别为:

正立投影面, 简称正面, 可以看成是与观察者正对的平面, 用 V 表示;

水平投影面, 简称水平面, 用 H 表示;

侧立投影面, 简称侧面, 用 W 表示。

两投影面之间的交线, 称为投影轴, 它们分别是:

OX 轴, 简称 X 轴, 是 V 与 H 面的交线, 它表示长度方向;

OY 轴, 简称 Y 轴, 是 H 面与 W 面的交线, 它表示宽度方向;

OZ 轴, 简称 Z 轴, 是 V 面与 W 面的交线, 它表示高度方向。

三根投影轴互相垂直, 其交点 O 称为原点。