



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

# 机械制图

陈锦昌 刘 林 主编

 高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

要點容內

# 全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

# 机械制图

Jixie Zhitu

陈锦昌 刘林 主编

图书出版 (CIP) 目録編寫中

机械制图 / 陈锦昌, 刘林主编. — 北京: 高等教育出版社, 2010.2

ISBN 978-7-04-030133-2

中国版本图书馆CIP数据  
I. ①机... II. ①陈...  
III. ①机械—教材 IV. ①TH136

中国版本图书馆CIP  
I. ①机... II. ①陈...  
III. ①机械—教材 IV. ①TH136

责任编辑

陈锦昌 刘林  
王 莹

陈锦昌 刘林  
王 莹

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德胜大街甲3号  
邮政编码 100120  
http://www.hep.com.cn

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德胜大街甲3号  
邮政编码 100120

http://www.landraco.com.cn  
http://www.widedu.com

北京机械工业出版社  
北京机械工业出版社

2010年8月第1版  
2010年8月第1次印刷  
30.00元

787×1092 1/16  
25.2  
250 000



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

30183-00

## 内容提要

本书是依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“高等学校本科工程图学课程教学基本要求”，针对独立学院机械类制图教学的需要及应用型人才培养的目标编写而成的。全书共分 13 章，主要内容有绪论、制图的基本知识、正投影基本知识、换面法、基本形体的投影与立体表面交线、轴测图、组合体、工程图样的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图和 AutoCAD 软件应用等。书后附有附录。

与本书配套的陈锦昌、丁川主编的《机械制图习题集》同时出版发行。

本书可作为高等学校独立学院机械类制图课程的教学用书，也可供高等工科学校近机类或非机类专业及函授大学、电视大学、网络学院、成人高校等相关专业选用。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图 / 陈锦昌, 刘林主编. — 北京: 高等教育出版社,  
2010. 8

ISBN 978 - 7 - 04 - 030133 - 5

I. ①机… II. ①陈… ②刘… III. ①机械制图 - 高等学校 - 教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 125782 号

策划编辑 肖银玲  
版式设计 王莹

责任编辑 薛立华  
责任校对 姜国萍

封面设计 于涛  
责任印制 陈伟光

责任绘图 尹莉

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 北京奥鑫印刷厂

开 本 787×1092 1/16  
印 张 22.5  
字 数 550 000

购书热线 010 - 58581118  
咨询电话 400 - 810 - 0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landracoco.com>  
<http://www.landracoco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010 年 8 月第 1 版  
印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷  
定 价 30.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究  
物料号 30133 - 00

# 前 言

本书是根据高等学校独立学院应用型人才培养的目标,依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“高等学校本科工程图学课程教学基本要求”,针对独立学院开设机械类制图教学的需要,结合作者开展独立学院制图教学的教学改革实践和经验,以及当前制图课程的教学改革实践编写而成的。本书是全国教育科学“十一五”规划课题——“我国高校应用型人才培养模式研究”机械类子课题的研究成果,是机械类应用型人才培养系列教材之一。

本书共分 13 章,主要内容有绪论、制图的基本知识、正投影基本知识、换面法、基本形体的投影与立体表面交线、轴测图、组合体、工程图样的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图和 AutoCAD 软件应用等。书后附有附录。

陈锦昌、丁川主编的《机械制图习题集》与本书配套使用,由高等教育出版社同时出版,可供选用。

本书具有以下特点:

1. 根据高等学校独立学院培养应用型人才的培养模式要求,在内容上遵循少而精、突出应用性的原则,力求按照学生的认知规律,符合学生空间想象能力培养的基本要求,加强了草图能力、计算机绘图能力和读图能力的培养,使本书更具有实用性。

2. 在每章的开始给出了本章的学习目标和学习内容,便于学生学习时抓住重点;每章的最后给出了复习思考题,有利于学生课后复习。

3. 贯彻工程制图最新国家标准,并将与课程相结合的相关国家标准编排在附录之中,以便于学生查阅,培养学生贯彻工程制图规范的意识。

4. 配套研制了 CAI 课件和习题参考答案(可发邮件至 [jcchen@scut.edu.cn](mailto:jcchen@scut.edu.cn) 联系作者,免费提供给用书学校使用),教学中可结合使用,将进一步提高教学效率和教学质量。

5. 选用美国 Autodesk 公司的 AutoCAD 2010 软件作为绘图软件。本书对 AutoCAD 的介绍详尽,范例丰富。

本书由陈锦昌、刘林任主编,其中华南理工大学陈锦昌编写第 1 章和附录、江西理工大学应用科学学院刘书灵编写第 2 章、华南理工大学刘林与湖北工业大学工程技术学院胡月玲编写第 3 章、长春理工大学张学忱编写第 4 章、东莞理工学院城市学院曾月鹏与华南理工大学刘林编写第 5 章、广东工业大学华立学院周艳琼编写第 6 章、吉林大学珠海学院崔宁编写第 7 章、华南理工大学陈亮编写第 8 章、华南理工大学张瑞秋编写第 9 章、北京师范大学珠海分校段卫民与华南理工大学周述璋编写第 10 章、华南理工大学丁川编写第 11 章、华南理工大学熊巍编写第 12 章、华南师范大学张承忠编写第 13 章。熊巍、陈亮、张瑞秋、朱理劲等为本书绘制了大量立体模型效果图。

石家庄铁道学院池建斌教授认真审阅了全书,并提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书编写过程中参考了一些国内同类教材,特向有关编著者表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中不当之处恳请读者批评指正,作者的联系方式:[jcchen@scut.edu.cn](mailto:jcchen@scut.edu.cn)。

编者

2010 年 5 月



08 ..... 交联材料的基本概念 ..... 三

19 ..... 思考题 ..... 三

20 ..... 图例 ..... 三

20 ..... 思考题 ..... 三

20 ..... 思考题 ..... 三

**第 1 章 绪论** ..... 1

1.1 课程的研究对象、性质 ..... 1

    一、课程的研究对象、性质 ..... 1

    二、课程的任务 ..... 1

1.2 课程的目的要求、内容 ..... 1

    一、课程的目的要求 ..... 1

    二、课程的内容 ..... 2

    三、课程的学习方法 ..... 2

1.3 投影法的基本知识 ..... 3

    一、投影法及其分类 ..... 3

    二、正投影的基本性质 ..... 4

    复习思考题 ..... 6

**第 2 章 制图的基本知识** ..... 7

2.1 国家标准的基本规定 ..... 7

    一、图纸幅面和格式 ..... 7

    二、技术制图比例 ..... 9

    三、字体 ..... 10

    四、图线 ..... 12

    五、尺寸标注 ..... 14

2.2 制图工具及其使用方法 ..... 18

    一、铅笔 ..... 18

    二、图板和丁字尺 ..... 18

    三、三角板 ..... 19

    四、圆规和分规 ..... 19

    五、曲线板 ..... 20

    六、其他制图工具 ..... 20

2.3 几何作图 ..... 21

    一、斜度的画法与标注 ..... 21

    二、锥度的画法与标注 ..... 22

    三、圆弧连接 ..... 22

    四、等分已知线段 ..... 23

# 目 录

24 ..... 为特殊位置平面平面的投影 ..... 一

    一、特殊位置平面平面的投影 ..... 一

    二、特殊位置平面平面的投影 ..... 二

24 ..... 特殊位置平面平面的投影 ..... 三

24 ..... 特殊位置平面平面的投影 ..... 四

24 ..... 五、分两平行线之间的距离为已知等份 ..... 24

24 ..... 六、等分圆周和作正多边形 ..... 24

25 ..... 七、椭圆的画法 ..... 25

25 ..... 八、两圆外公切线的画法 ..... 25

2.4 平面图形的作图方法及尺寸标注 ..... 26

    一、平面图形的尺寸分析 ..... 26

    二、平面图形的线段分析 ..... 26

    三、平面图形的作图步骤 ..... 27

    四、平面图形的尺寸标注 ..... 28

2.5 徒手图的绘制 ..... 28

    一、徒手绘制直线的方法 ..... 29

    二、徒手绘制圆的方法 ..... 29

    三、徒手绘制平面图形举例 ..... 30

    复习思考题 ..... 31

**第 3 章 正投影基本知识** ..... 32

3.1 三投影面体系与三视图 ..... 32

    一、三投影面体系与三视图的概念 ..... 32

    二、三视图的投影规律及方位对应关系 ..... 33

3.2 点的投影 ..... 34

    一、点的三面投影 ..... 34

    二、点的三面投影规律 ..... 34

    三、点的相对位置及重影点 ..... 35

3.3 直线的投影 ..... 36

    一、各种位置直线的投影特点 ..... 36

    二、直角三角形法 ..... 38

    三、属于直线上的点 ..... 39

    四、两直线的相对位置 ..... 39

    五、直角投影定理 ..... 41

3.4 平面的投影 ..... 42

一、各种位置平面的投影特点·····	42	三、多个基本形体相交·····	89
二、平面上的点和线、属于平面的 投影面平行线·····	45	复习思考题·····	91
三、直线与平面、平面与平面平行···	47	<b>第6章 轴测图</b> ·····	92
四、直线与平面、平面与平面相交···	49	6.1 轴测图的概念·····	92
复习思考题·····	52	一、轴间角和轴向伸缩系数·····	93
<b>第4章 换面法</b> ·····	53	二、轴测投影的基本性质·····	93
4.1 换面法的基本概念·····	53	三、轴测投影的基本作图方法·····	94
4.2 点的换面·····	54	四、轴测投影的分类·····	94
一、点的一次换面·····	54	6.2 正等轴测图的画法·····	94
二、点的两次换面·····	55	一、正等轴测图轴间角和轴向 伸缩系数·····	94
4.3 直线的换面·····	56	二、平面立体的正等轴测图画法·····	95
一、直线的一次换面·····	56	三、圆的正等轴测图画法·····	97
二、一般位置直线的两次换面·····	57	四、曲面立体的正等轴测图画法·····	98
4.4 平面的换面·····	58	五、圆角的正等轴测图画法·····	98
一、平面的一次换面·····	58	六、组合体的正等轴测图画法·····	99
二、一般位置平面的两次换面·····	59	6.3 斜二轴测图的画法·····	100
4.5 应用举例·····	60	一、斜二轴测图的轴间角和轴向 伸缩系数·····	100
复习思考题·····	61	二、形体的斜二轴测图画法·····	101
<b>第5章 基本形体的投影与立体表面     交线</b> ·····	63	复习思考题·····	102
5.1 平面立体投影、表面取点及 平面体切割·····	63	<b>第7章 组合体</b> ·····	103
一、棱柱的投影及表面取点·····	63	7.1 组合体构型·····	103
二、棱锥的投影及表面取点·····	64	一、组合体的组合形式·····	103
三、平面体切割·····	66	二、组合体的表面连接关系·····	104
5.2 曲面立体投影、表面取点及 曲面体切割·····	68	7.2 组合体画图·····	106
一、圆柱的投影及表面取点·····	68	一、形体分析法画图·····	106
二、圆锥的投影及表面取点·····	70	二、线面分析法画图·····	108
三、圆球的投影及表面取点·····	71	7.3 组合体尺寸标注·····	110
四、圆柱切割·····	73	一、组合体尺寸标注的基本 要求·····	110
五、圆锥切割·····	75	二、基本形体的尺寸标注·····	111
六、圆球切割·····	78	三、尺寸标注应注意的问题·····	111
七、复合回转体切割·····	80	四、组合体的尺寸标注·····	113
5.3 立体与立体相交·····	80	五、尺寸标注的清晰问题·····	116
一、平面立体与曲面立体相交·····	81	7.4 组合体读图·····	117
二、两曲面立体相交·····	82	一、组合体读图要点·····	117
		二、组合体读图方法·····	118

302	三、举例分析组合体读图	121	352	二、圆柱螺旋压缩弹簧的作图	
302	复习思考题	126	352	步骤	172
	<b>第 8 章 工程图样的表达方法</b>	127	352	三、装配图中螺旋弹簧的规定	
312	8.1 视图	127	352	画法	172
312	一、基本视图	127	352	9.6 滚动轴承	173
312	二、向视图	128	352	一、滚动轴承的画法	173
312	三、局部视图	128	352	二、滚动轴承的标记和代号	175
312	四、斜视图	130	352	复习思考题	176
312	8.2 剖视图	130		<b>第 10 章 零件图</b>	177
312	一、剖视图的概念	130	352	10.1 零件图的内容	177
312	二、剖视图的画法	132	352	一、零件的分类	178
312	三、剖视图的种类	135	352	二、零件图的内容	178
312	四、剖切面的种类	139	352	10.2 零件图的视图选择和尺寸	
312	8.3 断面图	145	352	标注	179
312	一、断面图的概念	145	352	一、零件图的视图选择	179
312	二、移出断面图	145	352	二、零件图的尺寸标注	183
312	三、重合断面图	148	352	三、各类零件的表达方法和尺寸	
312	8.4 规定画法	148	352	标注实例分析	191
312	一、肋板的规定画法	148	352	10.3 零件图上常见的工艺	
312	二、均匀分布的肋板和孔的		352	结构	200
312	规定画法	148	352	一、铸造工艺结构	200
312	复习思考题	149	352	二、机械加工工艺结构	201
	<b>第 9 章 标准件和常用件</b>	150	352	10.4 零件图中的技术要求	202
312	9.1 螺纹与螺纹紧固件	150	352	一、表面结构	202
312	一、螺纹	150	352	二、极限与配合	208
312	二、螺纹紧固件的标记和		352	三、几何公差	214
312	画法	156	352	10.5 零件测绘	216
312	9.2 键连接	163	352	一、绘制零件草图的方法和	
312	一、键的种类和标记	163	352	步骤	217
312	二、键连接	164	352	二、常用的简便测量零件尺寸	
312	9.3 销连接	166	352	的方法	218
312	一、销的种类和标记	166	352	10.6 读零件图	221
312	二、销连接	166	352	一、读零件图的要求	221
312	9.4 齿轮	167	352	二、读零件图的方法和步骤	221
312	一、圆柱齿轮的基本参数	168	352	三、读零件图实例	222
312	二、圆柱齿轮的画法	169	352	复习思考题	225
312	9.5 弹簧	171		<b>第 11 章 装配图</b>	226
312	一、圆柱螺旋压缩弹簧的画法	171	352	11.1 装配图的作用和内容	226

一、装配图的作用 .....	226	13.1 .....	一、设置图层 .....	265
二、装配图的内容 .....	226	13.2 .....	二、设置绘图环境 .....	268
11.2 装配图的表达方法 .....	228	13.3 .....	三、绘制图框和标题栏 .....	269
一、装配图的规定画法 .....	228	13.4 .....	四、文字与字样 .....	271
二、装配图的特殊画法 .....	229	12.4 绘制平面几何图形 .....	273	
11.3 装配图的尺寸标注和技术		一、绘制中心线 .....	273	
要求 .....	232	二、绘制轮廓线 .....	273	
一、装配图的尺寸标注 .....	232	12.5 尺寸标注 .....	276	
二、装配图的技术要求 .....	232	一、尺寸标注样式 .....	276	
11.4 装配图中的零件序号、		二、尺寸标注方法 .....	282	
明细栏和标题栏 .....	233	12.6 绘制零件图 .....	283	
一、装配图中的零件序号 .....	233	一、绘图环境设置 .....	284	
二、装配图中的明细栏和标题栏 .....	234	二、绘制视图 .....	284	
11.5 装配工艺结构的合理性 .....	234	三、标注尺寸 .....	289	
一、接触面与配合面的结构 .....	234	四、图形块 .....	291	
二、接触面转折处结构 .....	235	复习思考题 .....	294	
三、考虑装拆维修方便 .....	236	<b>第 13 章 计算机绘制三维图形</b> .....	295	
四、常见的定位、密封及防松		13.1 基础知识 .....	295	
装置 .....	236	一、视口 .....	295	
11.6 部件测绘及绘制装配图 .....	238	二、绘制形体 .....	296	
一、部件测绘 .....	238	三、模型显示控制 .....	297	
二、根据装配示意图和零件草图		13.2 基本形体 .....	298	
绘制装配图 .....	240	一、楔体 .....	298	
11.7 读装配图并拆画零件图 .....	250	二、圆锥体 .....	298	
一、读装配图的要求 .....	250	三、球体 .....	299	
二、读装配图的方法和步骤 .....	250	四、圆环体 .....	299	
三、由装配图拆画零件图 .....	254	五、拉伸体 .....	299	
四、读装配图实例 .....	255	六、回转体 .....	299	
复习思考题 .....	259	七、棱锥 .....	299	
<b>第 12 章 计算机绘制二维图形</b> .....	260	八、通过剖切棱柱生成棱锥 .....	300	
12.1 绘图软件的启动与退出 .....	260	九、螺旋线 .....	300	
一、启动 .....	260	十、扫掠 .....	301	
二、退出 .....	261	十一、放样 .....	301	
12.2 交互式绘图 .....	261	13.3 用户坐标系 .....	301	
一、绘图操作 .....	261	13.4 三维实体的编辑 .....	303	
二、数据的输入方式 .....	262	一、并、差、交 .....	303	
三、图形的保存与调用 .....	264	二、圆角与倒角 .....	304	
12.3 绘图环境设置 .....	264	三、切割与截面 .....	304	



---

13.5 三维实体模型创建实例 .....	305	附录三 常用零件结构要素 .....	330
复习思考题 .....	311	附录四 极限与配合 .....	333
附录 .....	312	附录五 常用材料 .....	340
附录一 螺纹 .....	312	附录六 局部放大图和简化画法 .....	341
附录二 常用标准件 .....	317	附录七 第三角画法简介 .....	347

# 第 1 章 绪论

**本章学习目标:**了解本课程的研究对象、任务和目的要求,了解本课程的理论基础——投影法的基本知识。

**本章学习内容:**本课程的研究对象、任务,本课程的目的要求、学习内容和学习方法,投影法的基本知识。

## 1.1 课程的研究对象、性质和任务

### 一、课程的研究对象、性质

在工程技术中,准确地表达工程对象的形状、尺寸及其技术要求的图形称为工程图样。工程图样不仅是指导生产的重要技术文件,而且是进行技术交流的重要工具,是工程信息的载体,所以工程图样有“工程界的语言”之称。工程图样的绘制和阅读是工程技术人员必须掌握的一种技能。

工程图样可以手工绘制,也可用计算机绘制。本课程是研究工程图样的绘制和阅读的一门学科,是工科院校学生必修的一门技术基础课。它研究用正投影法解决空间几何问题,在平面上表达空间物体及根据《技术制图》和《机械制图》国家标准绘制和阅读工程图样的理论和方法。

### 二、课程的任务

本课程的主要任务是:

- 1) 培养运用正投影法,用二维平面图形表达三维空间形体的能力;
- 2) 培养对三维形体及相关位置的空间形象思维能力;
- 3) 培养贯彻、执行有关绘制工程图样的标准和规定的工程意识;
- 4) 培养徒手绘图、尺规绘图和阅读工程图样的基本能力;
- 5) 培养应用计算机绘图软件绘制工程图样及进行三维造型设计的基本能力;
- 6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 1.2 课程的目的要求、内容和学习方法

### 一、课程的目的要求

本课程是工科院校中一门既有理论又有实践的重要技术基础课。对于工科院校的学生来说,本课程的主要目的是培养徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图的能力,阅读工程图样的能力以及对三维几何形体的造型设计能力;同时,培养和发展学生对空间形体的形象思维能力和分析能力。

## 二、课程的内容

在工程技术中,为了正确地表达机器、设备等(工程对象)的形状、大小、规格和材料等内容,通常将物体按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上;在设计和改进机器和设备时,设计人员的设计思想和要求通过图样表达出来;在制造机器过程中,无论是制作毛坯还是加工、检验、装配等各个环节,都是以图样作为依据;在使用机器设备时,对机器设备结构和性能的了解也要通过图样的阅读来实现。由此可见,工程图样是工程设计、制造和使用过程中的一种主要的技术文件。

为了绘制工程图样,人们在长期的实践中不断创造出各种绘图工具,从简单的三角尺、圆规、丁字尺、各种专用模板到复杂的机器式绘图机等,但都摆脱不了手工绘图的绘图方式。生产过程中需要绘制大量的图样,而手工绘图是一种烦琐、费时且绘图精度不易保证的工作。长期以来,工程技术人员都希望能采用先进技术使绘图过程实现机械化和自动化。

随着计算机技术的普及和发展,产生了一个新的学科——计算机图学。它使传统的借助尺规的手工绘图方式产生了根本性转变。使用计算机技术来辅助绘图,不仅绘图速度快,且作图精度高。计算机绘图已成为一种先进的工程图样的成图手段。

本课程的主要内容包括:

1) 投影法是本课程的理论基础部分,要正确运用正投影原理、基本作图方法在平面上图示空间几何问题。

2) 几何形体造型设计是培养学生创造性思维的有效方法,它是工程制图的基础。

3) 徒手绘图技术是工程技术人员的一种基本技能,它具有可简便、及时地记录和表达人们的设计思想的优势。这一优势是尺规作图及计算机绘图所不具备的。

4) 计算机绘图是本课程用以表达工程图样的主要手段。通过课程的学习,要掌握应用计算机绘图软件绘制工程图样的基本技能,为将来从事 CAD 工作打下必要的基础。

5) 图样是工业生产中的一种重要技术文件,为适应生产需要和便于技术交流,我国对工程图样的绘制颁布了国家标准,起到统一工程语言的作用。本课程介绍常用的《技术制图》和《机械制图》的国家标准,培养学生独立查阅、使用技术标准的能力。

6) 阅读工程图样的技能是本课程的主要内容之一。按照形体分析法等方法进行读图是学生必须掌握的技能。在将来计算机绘图取代尺规绘图后,读图能力仍是工程技术人员所必须具有的技能。

## 三、课程的学习方法

本课程是一门既有基础理论,又密切结合生产实际和强调实践的技术基础课程。要学好本课程,只有通过大量的绘图和读图实践才能掌握,所以在学本课程各部分的内容时,必须动手完成一系列的作业,包括完成习题集的作业、草图练习及在计算机上绘制工程图样等。要很好地学习本课程的内容,还必须:

1) 在学习本课程的理论基础部分即投影法时,掌握正投影原理和基本作图方法。要把基本概念理解透彻,做到融会贯通,并灵活运用这些概念和方法进行解题。

2) 通过由物画图、由图想物,分析和想象空间几何形体与图纸上图形之间的对应关系,不断培养空间形象思维能力和几何形体的构思能力。即通过不断地从空间到平面,再从平面到空间

的反复思维活动,逐步建立起空间概念。

(3) 养成自觉地严格遵守有关绘制工程图样的标准和规定的良好习惯,并学会查阅有关标准、资料的方法。

4) 掌握形体分析法、线面分析法等绘图和读图的方法,通过一系列的绘图实践,多看多想多画,提高独立分析能力和读图能力。

5) 掌握灵活运用绘图软件绘制工程图样的方法和步骤,提高计算机绘图的速度、精度和技能。

6) 图样在工程技术上起着很重要的作用,绘图和读图的任何差错将给生产带来不应有的损失。在课程的学习以及完成作业时,要培养耐心细致的工作作风和树立严肃认真的工作态度。

通过本课程的学习,仅能为学生掌握手工绘制、计算机绘制工程图样以及读图打下初步的基础。绘图能力和读图能力的继续培养和提高,还需通过后续的生产实习、课程作业、课程设计、毕业设计等的不断学习及通过实践经验的不断积累。

## 1.3 投影法的基本知识

### 一、投影法及其分类

#### 1. 投影法的基本概念

在日常生活中,我们经常看到一些类似投影的现象,如人、物体等在太阳光或灯光照射下,在地面或墙面上产生人、物体的影子等。投影的方法就是根据这一自然现象,经过科学的抽象,并随着科学技术的发展而发展起来的。

如图 1-1 所示,空间有一平面  $H$ 、一点  $A$ ,过点  $A$  作一直线  $S$ ,令其向  $H$  面投射,得交点  $a$ 。交点  $a$  就是点  $A$  在  $H$  面上的对应图形。称通过点  $A$  的直线  $S$  为投射线(投射方向),得到图形的面为投影面,在投影面上的对应图形为投影(投影图)。

这种利用投射线通过物体,向选定的投影面投射,并在该面上得到图形的方法称为投影法。投影法是在平面上表示空间物体的基本方法,也是绘制工程图样的基础。

#### 2. 投影法的分类

常用的投影法有两大类:中心投影法和平行投影法。

##### (1) 中心投影法

如图 1-2 所示,设  $S$  为投射中心, $\triangle ABC$  在投影面  $H$  上的投影为  $\triangle abc$ 。所有投射线从同一投射中心发出的投影方法,称为中心投影法。按中心投影法作出的投影称为中心投影。

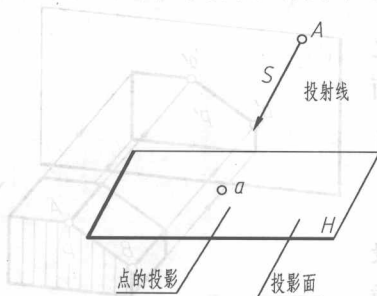


图 1-1 投影的基本概念

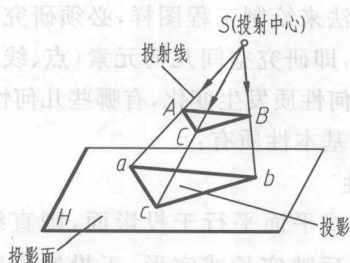


图 1-2 中心投影法

用中心投影法得到的物体的投影大小与物体的位置有关。在投射中心和投影面不变的情况下,当 $\triangle ABC$ 靠近或远离投影面时,它的投影就会变小或变大,且不能反映 $\triangle ABC$ 的实际大小。

中心投影法主要用于绘制建筑物的透视图。

## (2) 平行投影法

如果将中心投影法中的投射中心移至无穷远处,则各投射射线可视为互相平行,这种投影方法称为平行投影法。按平行投影法作出的投影称为平行投影。如图 1-3 所示,设  $S$  为投射方向, $\triangle ABC$  在投影面  $H$  上的平行投影为  $\triangle abc$ 。在平行投影法中,当沿着投射方向平行移动物体时,其投影的形状和大小都不会改变。

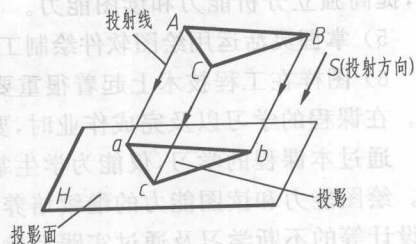
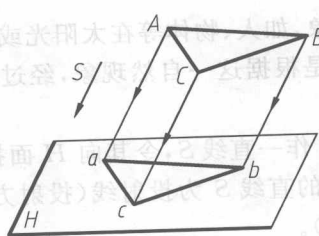


图 1-3 平行投影法

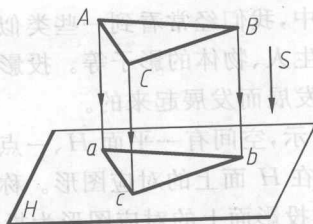
如图 1-4 所示,根据投射射线是否垂直于投影面,平行投影法又分为斜投影法与正投影法两种。

1) 斜投影法 投射射线倾斜于投影面的平行投影法称为斜投影法。用斜投影法得到的投影称为斜投影(图 1-4a);

2) 正投影法 投射射线垂直于投影面的平行投影法称为正投影法。用正投影法得到的投影称为正投影(图 1-4b)。



(a) 斜投影



(b) 正投影

图 1-4 斜投影和正投影

正投影法能在投影面上较“真实”地表达空间物体的形状和大小,且作图简便,度量性好,在工程技术中得到广泛的应用。本课程主要学习这种投影方法。因此,本书中凡未作特殊说明的“投影”都指正投影。

## 二、正投影的基本性质

用正投影法来绘制工程图样,必须研究物体与其投影之间的对应关系,即研究空间几何元素(点、线、面)投射到平面上后有哪些几何性质发生变化,有哪些几何性质仍保留不变。

正投影的基本性质有:

### 1. 显实性

如果直线或平面平行于投影面,则直线或平面在该投影面上的投影反映实长或实形,正投影中的这种投影性质称为投影的显实性。如图 1-5 所示,直线段  $AB$  平行于投

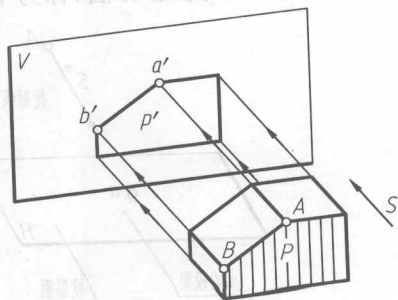


图 1-5 显实性



影面  $V$ , 则其投影  $a'b'$  反映该直线段实长; 平面  $P$  平行于投影面  $V$ , 则其投影  $p'$  反映该平面图形实形。

## 2. 积聚性

如果直线或平面垂直于投影面, 则直线或平面在该投影面上的投影积聚成一个点或一条直线, 正投影中的这种投影性质称为投影的积聚性。如图 1-6 所示, 直线段  $AB$  垂直于投影面  $V$ , 则其投影  $a'b'$  积聚为一点; 平面  $P$  垂直于投影面  $V$ , 则投影  $p'$  积聚为一线段。

## 3. 类似性

如果直线或平面倾斜于投影面, 则直线或平面在该投影面上的投影小于其实长或实形。平面图形的投影必然是原平面图形的类似形, 正投影中的这种投影性质称为投影的类似性。如图 1-7 所示, 平面  $P$  与投影面  $V$  倾斜, 则投影  $p'$  为该平面图形面积缩小的类似形。

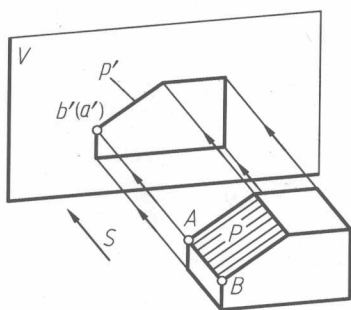


图 1-6 积聚性

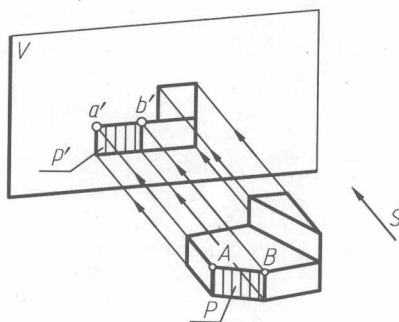


图 1-7 类似性

## 4. 定比性

直线上两线段长度之比等于其投影的长度之比, 正投影中的这种投影性质称为投影的定比性。如图 1-8 所示, 如果点  $A$  属于直线段  $BC$ , 将  $BC$  分为  $BA$ 、 $AC$  两段, 则投影  $a'$  属于直线段的投影  $b'c'$ , 将  $b'c'$  分为  $b'a'$ 、 $a'c'$  两段, 有  $BA : AC = b'a' : a'c'$ 。

## 5. 平行性

相互平行的两直线在同一投影面上的投影保持平行, 正投影中的这种投影性质称为投影的平行性。如图 1-9 所示, 如果直线  $BC$  平行于  $DE$ , 则投影  $b'c'$  平行于  $d'e'$ , 且两线段的长度之比等于它们的投影长度之比, 即  $BC : DE = b'c' : d'e'$ 。

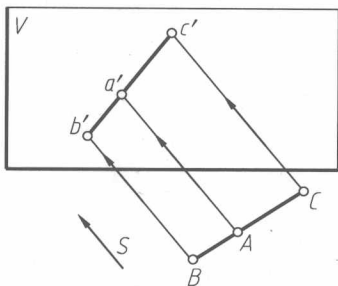


图 1-8 点分线段成正比

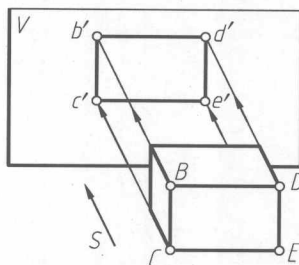


图 1-9 两平行直线的投影特性

### 复习思考题

答案 3

1. 本课程的目的要求是什么？应如何学好本课程？
2. 投影法分几类？本课程主要以什么投影法作为研究方法？
3. 正投影有哪些性质？试用图形表达。
4. 知道点的一个投影，能唯一地确定空间点吗？
5. 如果两直线的投影平行，是否就一定有空间的两直线平行？
6. 如果点A的投影a'属于直线的投影b'c'，是否在空间一定有点A属于直线BC？

图 1-1 图

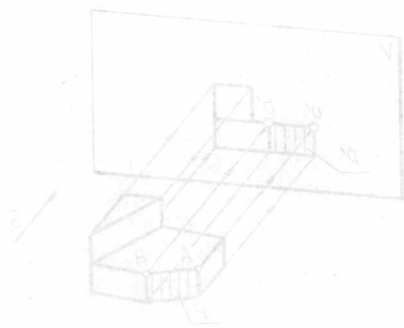


图 1-1 图

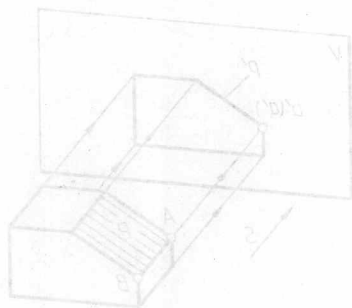


图 1-2 图

答案 4

图 1-8 所示，如某点 A 属于直线 BC，将 BC 分为 BA、AC 两段，则投影 a' 属于直线段 b'c'，将 b'c' 分为 b'a'、a'c' 两段，有 BA、AC = b'a'、a'c'。

平行线

相互平行的两直线在同一投影面上的投影保持平行，正投影中的这种投影称为投影的平行性。如图 1-9 所示，如某直线 BC 属于直线 DE，则投影 b'c' 属于直线段 d'e'，且直线段 b'c' 平行于 d'e'。

图 1-9 图

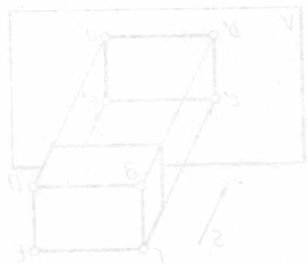


图 1-9 图

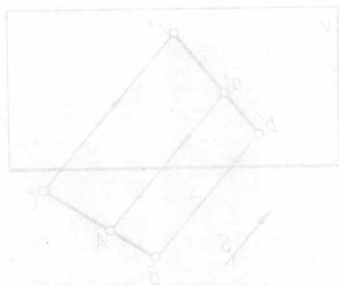


图 1-8 图

## 第 2 章 制图的基本知识

**本章学习目标:**了解工程制图中必须遵循的国家标准的有关规定,掌握基本的几何作图方法。

**本章学习内容:**国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定,制图工具及其使用方法,常用的几何作图原理和方法,平面图形的尺寸分析和绘制方法,徒手绘制平面图形的方法。

### 2.1 国家标准的基本规定

工程图样是现代工业生产中的主要技术文件,工程设计中表达设计思想、进行技术交流都离不开工程图样,工程图样因此被称为工程界的技术语言。要使用工程图样这种语言进行技术交流,就必须有统一的规范,这就是《技术制图》及《机械制图》国家标准。

我国的国家标准简称“国标”,代号“GB”(GB/T 为推荐性国家标准),字母后的两组数字分别表示标准的顺序编号和标准颁布的年份,例如 GB/T 14689—2008《技术制图 图纸幅面和格式》,即表示技术制图中图纸幅面和格式的要求。

本节摘录了国家标准中有关绘图的基本规定,在绘制工程图样时,必须严格遵守这些规定。

#### 一、图纸幅面和格式

##### 1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸本身的尺寸大小,绘制工程图样时,应优先采用表 2-1 所规定的基本幅面尺寸(GB/T 14689—2008)。

表 2-1 图纸基本幅面尺寸

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
$e$	20		10		
$c$	10			5	
$a$	25				

必要时可允许选用规定的加长幅面(更详细的规定应参照有关标准),这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的,如图 2-1 所示。图中粗实线为第一选择的基本幅面,细实线为第二选择的加长幅面,细虚线为第三选择的补充幅面。

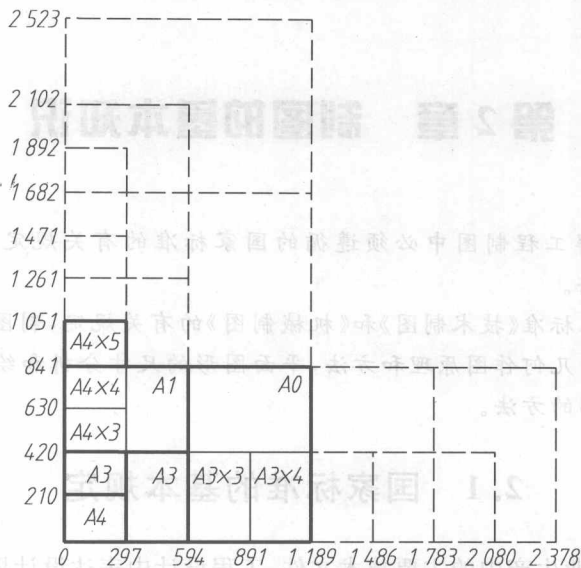


图 2-1 图纸幅面及加长

## 2. 图框格式

图纸上必须用粗实线画出图框,图样必须绘制在图框线所限定的范围内。其格式分为留有装订边和不留装订边两种,如图 2-2 和图 2-3 所示,其尺寸按表 2-1 的规定选取。

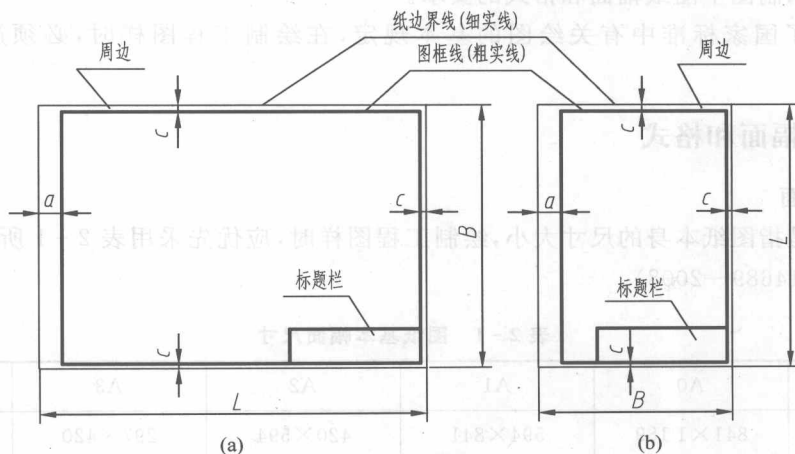


图 2-2 留装订边的图纸格式

但应注意,同一产品的图样只能采用一种格式。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,可在图纸各边的中点画出对中符号。对中符号是从图纸边界线开始画入图框内约 5 mm 的一段粗实线,如图 2-3 所示。

## 3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏,用来填写设计单位、设计者、审核者、图名编号、绘图比例等综合信息,它是图样的重要组成部分。标题栏的位置应位于图纸的右下角,如图 2-2 和图 2-3