

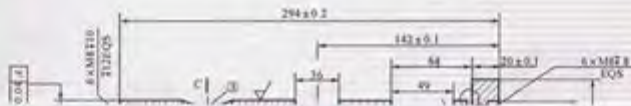
51c4X 高职高专机械工程系列精品教材

# 机械制图

## Engineering Drawing

翁卫洲 杨大成 陈 强 邱国旺 李绍鹏 编著

- 海量的教学资源库
- 丰富的教学辅助工具
- 方便灵活的使用方式
- 完善的教学配套服务



Engineering Drawing

51c4X

# 机械制图

(含习题册活页)

高职高专机械工程系列精品教材

# 机械制图

翁卫洲 杨大成 陈 强 邱国旺 李绍鹏 编著

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图 / 翁卫洲等编著. —杭州: 浙江大学出版社, 2011. 6  
ISBN 978-7-308-08662-2

I. ①机… II. ①翁… III. ①机械制图 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 076605 号

## 内容简介

本书为工科类《机械制图》教学用书, 内容共计 11 章, 分别介绍了机械制图基础知识、投影理论基础、基本几何体的投影、组合体的视图、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图等。本书在内容的编排中突出了理论与应用相结合的实用性原则, 对传统的基本理论知识进行了优化组合, 以掌握概念、强化投影应用为主要特色。

针对教学的需要, 本书由浙大旭日科技配套提供全新的立体教学资源库, 内容更丰富、形式更多样, 并可灵活、自由地组合和修改。同时, 还配套提供教学软件和自动组卷系统, 使教学效率显著提高。

本书适用于应用型本科、高职高专、中职院校及各类培训机构的授课教材。在教学中可以依据实际的需求, 选择适当的内容组合成各种不同专业、不同课时数的专业课程, 循序渐进地完成教学。

## 机械制图

翁卫洲 杨大成 陈 强 邱国旺 李绍鹏 编著

---

责任编辑 杜希武  
封面设计 刘依群  
出版发行 浙江大学出版社  
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)  
排 版 杭州好友排版工作室  
印 刷 富阳市育才印刷有限公司  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 24  
字 数 584 千  
版 次 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-308-08662-2  
定 价 48.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换  
浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571) 88925591

# 《高职高专机械工程系列精品教材》

## 编审委员会

(以姓氏笔画为序)

丁友生	王卫兵	王志明	王敬艳
王翠芳	古立福	刘绪民	李绍鹏
杨大成	吴立军	吴治明	邱国旺
林华钊	罗晓晔	周文学	单 岩
赵学跃	贾 方	徐勤雁	翁卫洲
谢力志	鲍华斌	蔡玉俊	

# 立体词典使用指南

## 什么是立体词典

立体词典是与本教材配套的立体教学资源库。“立体”是指资源结构的多样性和完整性,包括视频、电子教材、印刷教材、PPT、练习、试题库、教学辅助软件、自动组卷系统、教学计划等。“词典”是指资源组织方式,即把一个个知识点、软件功能、实例等作为独立的教学单元,就像词典中的单词。教师利用这些“单词”,可灵活组合出各种个性化的教学资源。

## 如何获得立体词典

选用本教材的任课教师请直接致电索取立体词典及专用账号:0571—86691121。

其他用户可通过以下步骤获得立体词典:1)在 [www.51cax.com](http://www.51cax.com) 网站注册并登录。2)在首页点击“教学软件”下载立体词典教学软件。3)在首页搜索栏中输入本教材名称,点击“搜索”键。在搜索结果中下载本教材配套的立体词典压缩包。


## 如何安装立体词典

1)安装立体词典教学软件。2)将本教材配套的立体词典压缩包解压,并安装。

## 如何使用立体词典教学软件

在 window 视窗中,依次点选:“开始”>>“所有程序”>>“立体词典教学软件”,即可启动教学软件。在教学软件界面中点击“帮助”键,即可观看操作说明(动画),只需几分钟便可掌握教学软件的使用方法,并学会如何对教学资源进行添加和修改。

## 如何使用试题库及在线自动组卷系统

1)打开组卷系统页面,有三种方式:一、在立体词典教学软件中点击  功能键。二、在网页浏览器中直接打开网址 <http://www.51cax.com/exam/>。三、登录 [www.51cax.com](http://www.51cax.com) 网站,点击“考试组卷”键。2)使用我们为教师提供的专用账号和密码登录组卷系统。3)点击“帮助”键,即可下载并观看操作说明(动画),只需几分钟便可掌握组卷系统的使用方法,并学会如何对试题库进行添加和修改。

# 前 言

工程图样被喻为“工程界的语言”，它是表达和交流技术思想的重要工具，是制造业工程师最常用的、必备的基本技术，也是所有大中专院校机械类及相关专业的必修课程。

本教材在编写过程中，以掌握基本概念、注重技能培养为指导思想，遵循“以制图技能为先、以理论知识为够用”基本原则，压缩繁琐的理论推导，不追求理论深度和理论的完整性，力求在培养学生工程应用素质的同时，拓展锻炼学生的形象思维能力。

本书对传统的教学内容进行优化组合。在投影体系建立之初，在基础部分点、线、面的教学之前，列举了大量最简单易懂的平面立体题例，以示投影与形体之间的对应联系，帮助学生认识《机械制图》课程的了解，力图先培养学生对机械制图的兴趣，随着学习的不断深入，再逐渐提高学生在绘图技能方面的水平。本书每个章节后所列出的“本章小结”和“复习思考题”，归纳总结了各知识点；为各章配备了大量的习题，有针对性地提升了各章节重点，结合实际绘图流程的穿插，有效提高教学效率。本书适用于应用型本科、高职高专、中职业院校及各类培训机构的授课教材。在教学中，可以依据实际的需求，选择适当的内容组合成各种不同专业、不同课时数的专业课程，循序渐进地完成教学。

此外，我们发现，无论是用于自学还是用于教学，现有教材所配套的教学资源库都远远无法满足用户的需求。主要表现在：1)一般仅在随书光盘中附以少量的视频演示、练习素材、PPT 文档等，内容少且资源结构不完整。2)难以灵活组合和修改，不能适应个性化的教学需求，灵活性和通用性较差。为此，本书特别配套开发了立体教学资源，包括视频、电子教材、印刷教材、PPT、练习、试题库、教学辅助软件、自动组卷系统、教学计划等。

本书由翁卫洲、杨大成、陈强、邱国旺、李绍鹏等编写。限于编写时间和编者的水平，书中必然会存在需要进一步改进和提高的地方。我们十分期望读者及专业人士提出宝贵意见与建议，以便今后不断加以完善。请通过网站 <http://www.51cax.com> 或致电 0571—87952303 与我们交流。

杭州浙大旭日科技开发有限公司为本书配套提供立体教学资源库、教学软件及相关协助，在此表示衷心的感谢。同时还要感谢各位合作的同仁和老师们，对于你们的帮助深表谢意。最后，感谢浙江大学出版社为本书的出版所提供的机遇和帮助。

编 者

2011 年 5 月

# 目 录

<b>第 1 章 制图基本知识和技能</b> .....	1
1.1 《机械制图》国家标准 .....	1
1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993).....	1
1.1.2 比例(GB/T14690—1993) .....	3
1.1.3 字体(GB/T14691—1993) .....	3
1.1.4 图线(GB/T17450—1998) .....	4
1.1.5 剖面符号(GB/T4457.5—1998) .....	6
1.2 绘图工具和仪器的使用方法 .....	7
1.3 几何作图.....	10
本章小结 .....	13
复习思考题 .....	13
<b>第 2 章 投影体系的建立</b> .....	14
2.1 投影法.....	14
2.1.1 中心投影法.....	14
2.1.2 平行投影法.....	15
2.2 正投影图.....	15
2.3 三视图示例.....	17
2.3.1 实例一.....	17
2.3.2 实例二.....	19
本章小结 .....	20
复习思考题 .....	20
<b>第 3 章 点、直线、面</b> .....	21
3.1 点的投影.....	21
3.1.1 点的单面投影.....	21
3.1.2 点的双面投影.....	22
3.1.3 点在三面投影体系中的投影.....	23
3.1.4 点的三面投影与直角坐标的关系.....	24
3.1.5 两点的相对位置.....	25

3.1.6 重影点·····	25
3.2 线的投影·····	26
3.2.1 直线的投影特性·····	26
3.2.2 直线上的点及分割线段成定比·····	29
3.2.3 两直线的相对位置·····	31
3.3 面的投影·····	36
3.3.1 平面的表示方法·····	36
3.3.2 平面的投影特性·····	36
3.3.3 平面上的直线和点·····	40
3.4 直线与平面及平面与平面之间的相对位置·····	42
3.4.1 平行问题·····	42
3.4.2 相交问题·····	44
本章小结·····	46
复习思考题·····	47
<b>第4章 体的投影</b> ·····	<b>48</b>
4.1 平面体的投影·····	48
4.1.1 基本平面体的投影·····	50
4.1.2 平面体表面的截交线·····	53
4.2 曲面体的投影·····	55
4.2.1 回转体的投影·····	55
4.2.2 回转体表面的截交线·····	59
4.3 立体表面的相贯线·····	68
本章小结·····	73
复习思考题·····	74
<b>第5章 组合体</b> ·····	<b>75</b>
5.1 组合体的形体分析·····	75
5.2 组合体视图的画法·····	78
5.3 组合体视图的阅读·····	80
5.3.1 组合体视图阅读的基本方法·····	80
5.3.2 组合体视图阅读的基本步骤·····	82
本章小结·····	85
复习思考题·····	85
<b>第6章 尺寸标注</b> ·····	<b>86</b>
6.1 尺寸标注基本规则与要求·····	86

6.2 基本立体的尺寸标注	90
6.3 组合体的尺寸标注	91
6.3.1 完整地标注尺寸	91
6.3.2 尺寸的清晰标注	98
本章小结	100
复习思考题	101
<b>第7章 机件的常用表达方法</b>	<b>102</b>
7.1 视图	102
7.1.1 基本视图	102
7.1.2 向视图	104
7.1.3 局部视图	104
7.1.4 斜视图	105
7.2 剖视图	106
7.2.1 剖视图的形成及其画法	106
7.2.2 剖视图的种类	110
7.2.3 剖切平面的种类	115
7.2.4 剖视图中的规定画法	119
7.3 断面图	120
7.3.1 断面图的形成	120
7.3.2 断面图种类	120
7.4 简化画法	122
7.5 表达方法的综合举例	124
本章小结	126
复习思考题	126
<b>第8章 轴测图</b>	<b>127</b>
8.1 轴测图的基本知识	127
8.1.1 轴测图的形成	127
8.1.2 轴测轴、轴间角和轴向伸缩系数	127
8.1.3 轴测图的基本投影特性	128
8.2 正等轴测图	129
8.2.1 正等轴测图的轴向伸缩系数和轴间角	129
8.2.2 正等轴测图的画法	130
8.3 斜二等轴测图	134
8.3.1 斜二等轴测图的轴向伸缩系数和轴间角	134
8.3.2 斜二等轴测图的画法	134

8.4 轴测剖视图 .....	135
本章小结 .....	136
复习思考题 .....	136
<b>第9章 标准件和常用件</b> .....	<b>138</b>
9.1 螺纹及螺纹的画法与标注 .....	138
9.1.1 螺纹的形成、要素和结构 .....	138
9.1.2 螺纹的规定画法 .....	141
9.1.3 螺纹的标注 .....	145
9.2 螺纹紧固件 .....	148
9.2.1 螺纹紧固件的标记及简化画法 .....	148
9.2.2 螺纹紧固件装配图的画法 .....	149
9.3 键及键连接的画法 .....	158
9.3.1 键的功用、种类及标记 .....	158
9.3.2 键连接的画法及键槽尺寸注法 .....	160
9.4 销连接画法 .....	161
9.5 齿轮 .....	162
9.6 滚动轴承 .....	166
9.7 弹簧 .....	168
9.7.1 弹簧的作用与种类 .....	168
9.7.2 圆柱螺旋压缩弹簧 .....	169
本章小结 .....	171
复习思考题 .....	172
<b>第10章 机械零件图</b> .....	<b>173</b>
10.1 零件图的作用与内容 .....	173
10.2 零件图的视图表达 .....	174
10.2.1 视图选择的要求及方法 .....	175
10.2.2 典型零件的视图表达 .....	175
10.3 零件的工艺结构 .....	178
10.4 零件图尺寸标注的合理性 .....	180
10.5 零件上常见结构的尺寸标注 .....	182
10.6 零件图的技术要求 .....	185
10.6.1 表面粗糙度及其注法 .....	185
10.6.2 极限与配合及其注法 .....	188
10.7 零件图的阅读方法 .....	194
10.8 零件测绘 .....	196

10.8.1 画零件的测绘草图·····	196
10.8.2 零件上尺寸的测量方法·····	197
本章小结·····	202
复习思考题·····	203
<b>第 11 章 机械装配图</b> ·····	<b>204</b>
11.1 装配图的内容·····	204
11.2 装配图的视图表达方法·····	206
11.2.1 装配图的规定画法·····	206
11.2.2 装配图的特殊表达方法·····	206
11.3 装配图的视图选择·····	208
11.4 装配图的尺寸标注·····	209
11.5 装配图的零件序号和明细栏·····	211
11.5.1 零件序号·····	211
11.5.2 装配图的明细栏·····	212
11.6 装配图的绘制·····	212
11.6.1 画装配图的方法·····	212
11.6.2 画装配图的步骤·····	213
11.7 常见装配结构·····	217
11.8 部件测绘·····	220
11.9 装配图的读图方法和步骤·····	221
11.9.1 读装配图的一般要求·····	222
11.9.2 读装配图的方法和步骤·····	222
11.10 由装配图拆画零件图·····	226
本章小结·····	228
思考复习题·····	231
<b>附录一 明细栏、标题栏、标准件、公差等有关数据</b> ·····	<b>233</b>
<b>附录二 机械制图习题册(活页)</b>	

# 第 1 章 制图基本知识和技能

现代工业生产中,各种机器、部件、设备都要通过工程图样来表达其设计意图,并依据图样进行生产制造。因此,工程图样作为工程技术的技术文件,记载着有关设计理念、加工工艺、安装测试等诸多信息。在工业工程的流程中,主导着产品质量的准确性、稳定性和完整性。在工业生产的发展与开发中,工程图样如同信息语言,流畅于工程技术人员之间,交流着彼此的工程触觉,相惯出最前沿的工程信息。

工程图样作为工程界的信息语言,有其严格的标准性。我国国家标准《机械制图》对图样的各种元素都作了统一的规定。我们首先必须树立起标准化的概念,严格遵守、认真执行国家标准。

## 1.1 《机械制图》国家标准

我国的国家标准简称“国标”,用代号“GB”表示。例如“GB/T17451—1998”,字母后面的两组数字,分别表示标准顺序号和标准批准的年份。既:“T17451”为标准顺序号,“1998”为标准批准的年份,而“GB”为国标的拼音缩写。

### 1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

#### 1. 图纸幅面

图纸幅面即用于绘制工程图样的图纸,其幅面的大小尺寸,应严格按照国家给予的标准选取。表 1-1 中即为国标所规定的基本幅面,例如 A4 的图幅尺寸为  $210 \times 297$ ; A3 的图幅尺寸为  $297 \times 420$ 。从表中可以得出;A4 图幅的长度尺寸正是 A3 图幅的宽度尺寸,以此类推如图 1-1 所示。这些幅面都是矩形,即这些幅面的长边与短边之比,都是 $\sqrt{2}$ ,即  $L = \sqrt{2}B$ 。表中列出了常用的五种幅面,必要时幅面还可以加大,具体的尺寸数据请详见国家标准《技术制图》。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸

单位: mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	$841 \times 1189$	$594 \times 841$	$420 \times 594$	$297 \times 420$	$210 \times 297$
$a$	25				
$c$	10			5	
$e$	20		10		

#### 2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框,该图框即为图纸图幅。图框必须用粗实线绘制。

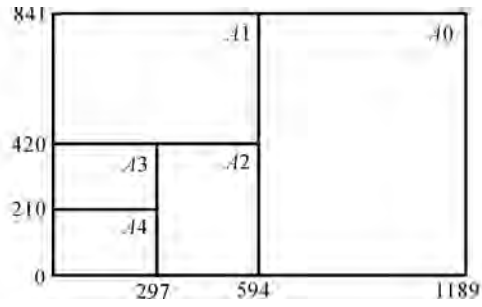


图 1-1 各图幅号之间的长宽关系

其格式分为不留装订边和留有装订边两种,如图 1-2 和图 1-3 所示,图中  $L$ 、 $B$ 、 $a$ 、 $c$ 、 $e$  的尺寸见表 1-1,同一产品的图样只能采用一种格式。

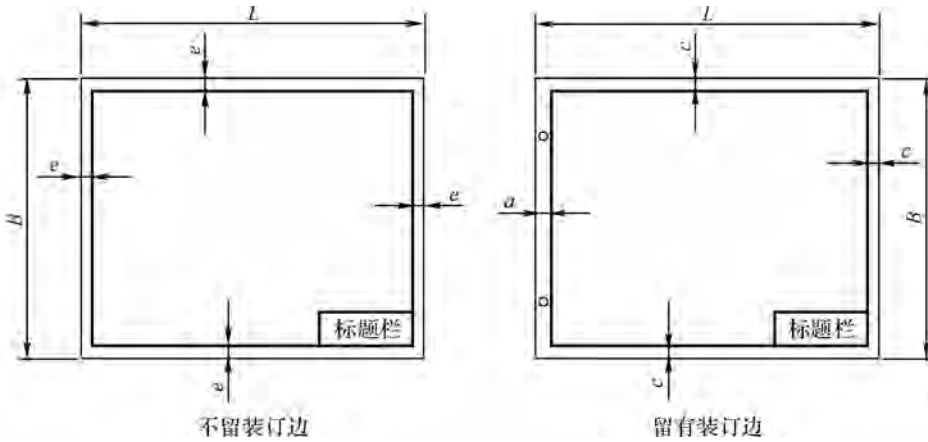


图 1-2 图纸格式(横用)

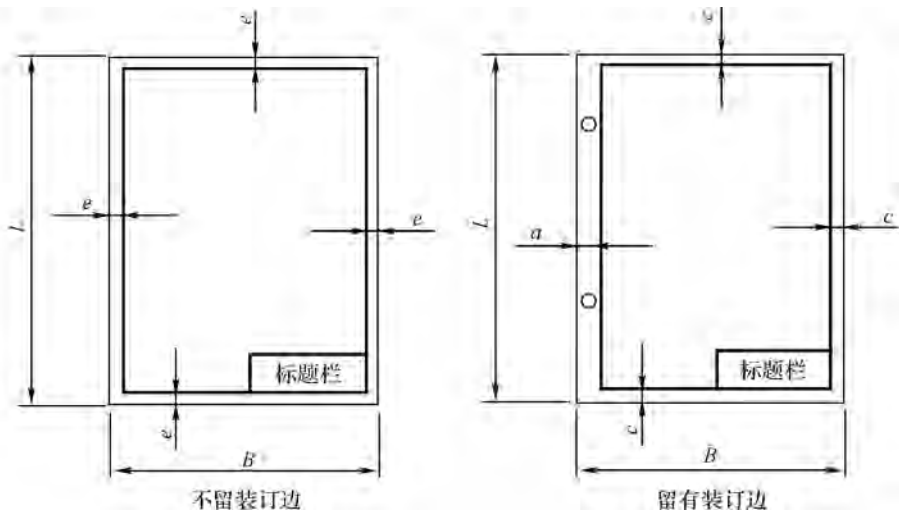


图 1-3 图纸格式(竖用)

### 3. 标题栏

标题栏的工程图样中必不可缺的信息栏目,其位置位于图纸的右下角紧贴图符图框。标题栏的重要性在于其填写的信息内容,详情如图 1-4 所示。标题栏的格式与尺寸必须严格按照国标的要求绘制,如图 1-4 所示。在本课程的制图作业中,可以采用简化标题栏。

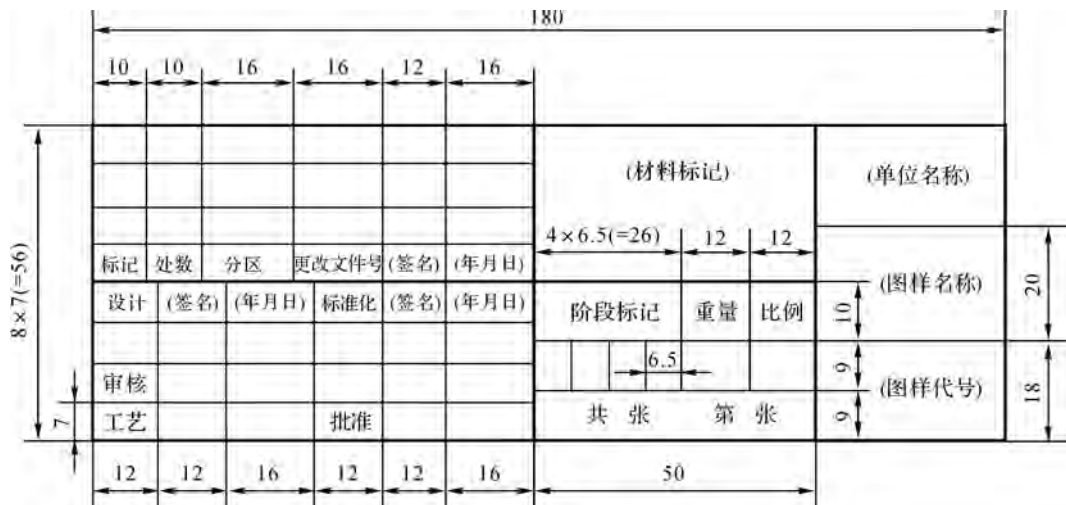


图 1-4 标题栏的尺寸与格式

#### 1.1.2 比例(GB/T14690—1993)

绘制图形时,不可能都按照实物的真实尺寸 1 比 1 绘制。根据实际的需求,绘图比例可放大绘制,也可缩小绘制。图样中的图形与实物相应要素的线性尺寸之比,称为绘图比例。绘制图样时,应由表 1-2 规定的系列中选取适当比例。值得强调的是;不论采用何种比例,图形中所标注的尺寸数值必须是实际尺寸,与绘图比例无关。

表 1-2 常用绘图比例

种 类	比 例				
原值比例	1 : 1				
放大比例	2 : 1	5 : 1	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$
	(4 : 1)	( $2.5 \times 10^n : 1$ )	( $4 \times 10^n : 1$ )	(2.5 : 1)	
缩小比例	1 : 2	1 : 5	$1 : 1 \times 10^n$	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$
	(1 : 1.5)	(1 : 2.5)	(1 : 3)	(1 : 4)	(1 : 6)
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

#### 1.1.3 字体(GB/T14691—1993)

在图样中书写的汉字、数字,其字体在书写过程中必须做到:字体工整、笔画清晰、间隔均匀、排列整齐;字体大小用字号表示,分别为 1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20mm 八种,字号即是字体的高度(用  $h$  表示),而字宽一般为  $h/\sqrt{2} \approx 0.7h$ 。如需要书写更大的字,其字体高度应按的比率递增。

### 1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字,汉字的高度  $h$  不应小于  $3.5\text{mm}$ ,字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。不同的图幅应选择合适高度的字体,用作指数、分数、极限偏差、注脚等的字母与数字,一般应小一号字体。字体如下:

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 结构均匀 注意起落 添满方格

技术制图机械电子汽车航空船舶

土木建筑矿山港口纺织服装井坑

### 2. 字母和数字

数字和字母分可写成斜体或直体,斜体字体向右倾斜,与水平基准线成  $75^\circ$ 。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstu vwxyz


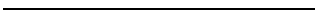
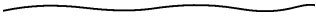

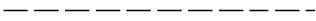
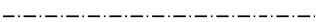
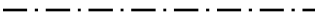

I II III IV V VI VII VIII IX X

#### 1.1.4 图线(GB/T17450—1998)

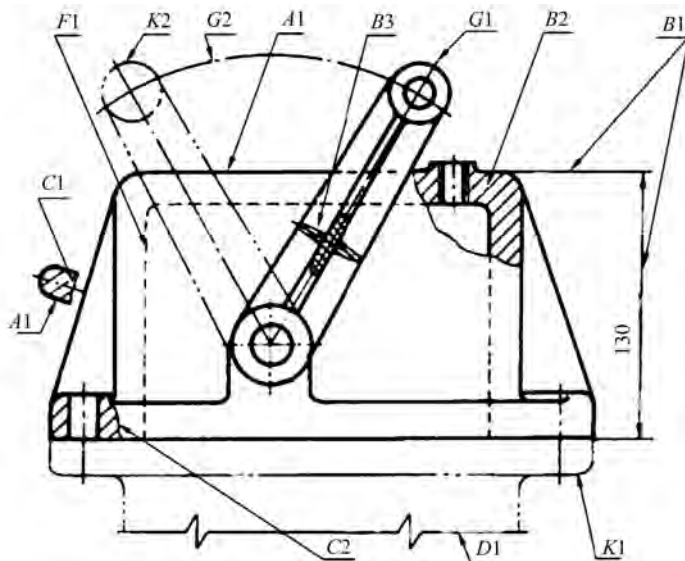
图线是组成图样的元素,掌握图线的绘制对图样有着至关重要的影响。一条图线的错误可以导致整张图样的报废,对于工程技术人员而言,严格按照图线的意义绘制图样,才能正确表达期间的信息意图。常用的图线线型见表 1-3,这些基本图线有其各自的图线意义,不能混淆。

图线的线宽分为粗、细两种。粗线的线宽宽度  $d$  应按图样的类型、图幅的规格、尺寸的大小,在  $0.5\sim 2\text{mm}$  之间选择。其推荐系列为  $0.5, 0.7, 1, 1.4, 2\text{mm}$ 。在确定了粗线线宽  $d$  之后,细线的宽度即可确定,约为  $d/2\sim d/3$ 。

表 1-3 图线线型及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		$b(\approx 0.7)$	可见轮廓线 可见过渡线
细实线		约 $b/2$	尺寸线及尺寸界线 剖面线、引出线 重合断面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 分界线及范围
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线 视图和剖视图的分界线
双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线 视图和剖视图的分界线
虚线		约 $b/2$	不可见的轮廓线 不可见过渡线
细点画线		约 $b/2$	轴线、对称中心线、 轨迹线、齿轮的节圆及节线
粗点画线		$b(\approx 0.7)$	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $b/2$	相邻辅助零件的轮廓线 限定位置的轮廓线

各类图线在图样中的意义各不相同,绘图时应按要求选取图线的类型与粗细。如粗实线描绘零件的可见轮廓线,细实线描绘零件的不可见轮廓线,两者决不能相混。图线的应用如图 1-5 所示。



A1 可见轮廓线 B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合断面的轮廓线 C1 断裂处的边界线  
C2 视图和剖视的分界线 D1 断裂处的边界线 F1 不可见轮廓线 G1 对称中心线 G2 轨迹线  
K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线

图 1-5 图线应用示例

图线的类型在图样的绘制过程中不仅要正确掌握,还应注意线性之间笔画的使用,结合图 1-6 说明下列注意问题:

1. 同一图样中同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应相等,在图样中要显得匀称协调。

2. 点画线和双点画线实际为短划、长划线,其首末两端应是长划而不是短划。点画线应超出相应图形轮廓线 2~5mm。如图 1-6 中 D1 所指。

3. 绘制圆的对称中心线时,圆心应为长划线的交点,如图 1-6 中 C1 所指。在较小图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可以用细实线代替,如图 1-6 中 E1 所指。

4. 当虚线与虚线或与其他图线相交时,应以线段相交;如图 1-6 中 A1 所指。当虚线是粗实线的延长线时,其连接处应留有空隙,如图 1-6 中 B1 所指。

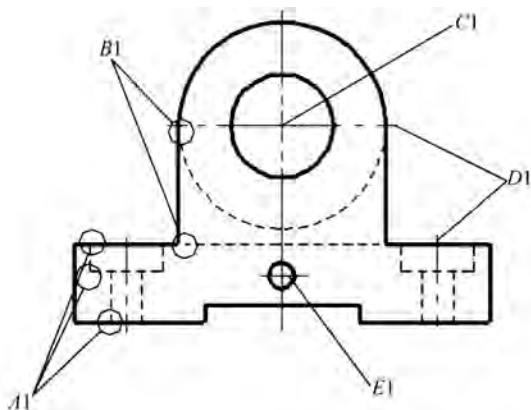


图 1-6 线性绘制中注意事项示例

### 1.1.5 剖面符号(GB/T4457.5—1998)

在剖视图和断面图中,应根据机件零件材料的不同,采用表 1-4 中所规定的剖面符号,表示画有剖面符号的范围为假想的剖切面。其剖面符号仅表示材料类别,对于材料的名称和代号必须另行注明。机械制图中的零件多为金属材料制造,其剖面符号规定用细实线画成间距相等、方向相同、且与主要轮廓线或剖面区域的对称线成 45° 角的平行线,平行线之间的距离大小国家标准未作规定,可根据图形大小和剖面复杂程度,一般在 1~6mm 范围内选择。同时要注意:同一个零件的不同视图,其剖面线的方向和间距必须一致。

表 1-4 常用剖面符号

材 料	剖面符号	材 料	剖面符号
金属材料(已有规定的剖面符号除外)		胶合板(不分层次)	
非金属材料(已有规定的剖面符号除外)		玻璃及供观察用的其他透明材料	