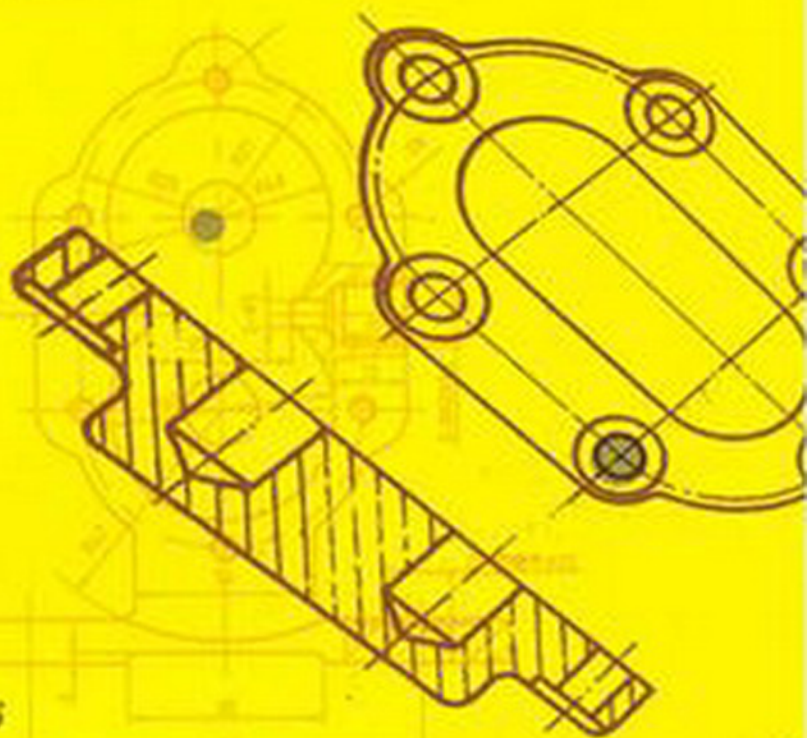




普通高校“十二五”规划教材

PUTONG GAOXIAO SHIYEWU GUIHUA JIAOCAI



- 以新国家标准为准则编写
- 突出形体想象、创造和设计能力
- 培养科学、严谨、求实的制图习惯

# 机械制图

主 编 李文望 副主编 金玉翀 诸世敏

JIXIE ZHITU



北京航空航天大学出版社



普通高校“十二五”规划教材

# 机械制图

主 编 李文望

副主编 金玉狮 诸世敏

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

“机械制图”作为工程技术人员必须掌握的技术语言,是工程学科的一门技术基础课程。本书根据最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准,结合近几年教学改革的情况,并参考国内外同类教材编写而成。全书以机械图样的绘制和识读为主线,介绍制图和识图的基本知识和方法。本书共分14章,主要包括制图的基础知识、视图投影原理、组合体三视图、轴测投影、机件常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图和部件测绘等。

本书既可作为高等学校机械类、近机械类专业“机械制图”课程的教材,又可以作为工程技术人员的自学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 李文望主编. --北京 : 北京航空航天大学出版社, 2010. 9

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0108 - 2

I. ①机… II. ①李… 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 094690 号

版权所有,侵权必究。

### 机械制图

主 编 李文望

副主编 金玉狮 诸世敏

责任编辑 李 杰 王淑梅

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×1092 1/16 印张:19.5 字数:499 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0108 - 2 定价:36.00 元

此为试读,需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

# 前 言

本教材依据教育部《高等学校画法几何与工程制图课程教学基本要求》，严格贯彻国家制图规范，理论联系实际，循序渐进地介绍了各相关知识点。其编写目的在于充分发挥“机械制图”在学生工程素质和综合能力培养的作用，注重培养学生的绘图能力、看图能力和空间想象能力，培养学生严谨求实、一丝不苟的工作态度与工作作风，培养学生创新思维和开拓进取的精神。

本教材编者多年来致力于工程图学的教学改革，总结并吸取了近年来教学改革的成功经验和同行专家的意见，在编写过程中，力求实现科学性与实用性相结合、系统性与先进性相统一、新内容与经典内容相融合的目标，做到实践性强、语言通俗、突出重点、化解难点。

本教材的特点：

1. 注重采用由浅入深、由简单到复杂的思维方法，注重采用图文并茂、视图与实物立体图对照的表现手法，使教材内容形象直观、简明实用，便于学生较快、较好地掌握画图规律。

2. 加强绘制草图技能的训练和测绘能力的培养，全书始终贯穿草图与测绘训练的横向和纵向联系，便于学生尽快地掌握徒手绘制图样的基本能力。

3. 采用最新颁布的《技术制图》、《机械制图》等国家标准。

4. 把“第三角画法”作为必修的内容，以便更好地适应国际间的技术交流，满足对外开放的需要。

5. 通过例题及配套的习题集等内容，扩充学生的图示能力、看图能力及机械结构方面的知识储备，培养学生运用理论解决实际工程问题的能力，缩短学习与应用的时差，使学生在设计方法、基本技能和基础知识方面都得到较扎实的培养和训练。

6. 部分内容可作为选修处理，以适应不同类型的学校、不同专业的师生选用。

本教材由厦门理工学院李文望任主编，金玉狮、诸世敏任副主编，在编写过程中得到姚静毅、罗志伟、罗宁等老师的帮助，在此一并表示感谢！

本教材获得了“厦门理工学院教材资助基金”的资助。

由于编者水平有限，书中不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者  
2010年5月

# 目 录

绪 论	1
第 1 章 制图基本知识	2
1.1 国家标准关于制图的一般规定	2
1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)	2
1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)	4
1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)	4
1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002)	6
1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)	8
1.2 制图工具及其使用方法	11
1.2.1 铅笔和铅芯	11
1.2.2 图板、丁字尺和三角板	11
1.2.3 圆规和分规	12
1.2.4 比例尺	14
1.2.5 曲线板	14
1.2.6 其他绘图用品	14
1.3 基本几何作图	15
1.3.1 等分已知线段	15
1.3.2 等分圆周作正多边形	15
1.3.3 斜度与锥度	16
1.3.4 圆弧连接	17
1.3.5 工程上常见的平面曲线	19
1.4 平面图形的尺寸分析和线段分析	20
1.4.1 尺寸分析	20
1.4.2 线段分析	21
1.4.3 作图步骤	21
第 2 章 投影的基本知识	22
2.1 投影的方法及分类	22
2.1.1 投影的基本知识	22
2.1.2 工程上常用的投影图概述	24
2.2 点的投影	25
2.2.1 两面投影体系中点的投影	25
2.2.2 三面投影体系中点的投影	26
2.2.3 两点间的相对位置及重影点	28
2.3 直线的投影	30

2.3.1	直线的三面投影	30
2.3.2	直线相对于投影面的位置	30
2.3.3	直线的迹点	35
2.4	点与直线、直线与直线的相对位置	36
2.4.1	点与直线的相对位置	36
2.4.2	直线与直线的相对位置	38
2.5	直角投影定理	40
2.6	平面的投影	41
2.6.1	平面的表示法	41
2.6.2	各种位置平面的投影	42
2.6.3	平面内的点和直线	45
2.6.4	属于平面的投影面平行线	46
* 2.6.5	属于平面的最大斜度线	47
	本章小结	48
<b>第3章</b>	<b>直线与平面、平面与平面的相对位置</b>	<b>53</b>
3.1	平行问题	53
3.1.1	直线与平面平行	53
3.1.2	平面与平面平行	54
3.2	相交问题	56
3.2.1	利用积聚性求交点和交线	56
3.2.2	利用辅助平面的方法求交点和交线	58
3.3	垂直问题	60
3.3.1	直线与平面垂直	60
3.3.2	两平面相互垂直	61
	本章小结	63
<b>第4章</b>	<b>投影变换</b>	<b>65</b>
4.1	概述	65
4.1.1	投影变换	65
4.1.2	投影变换的方法简介	66
4.2	换面法	66
4.2.1	换面法的基本概念	66
4.2.2	点的投影变换规律	67
4.2.3	投影变换解决的4个基本问题	68
4.3	习题分析举例	70
	本章小结	72
<b>第5章</b>	<b>基本立体的投影</b>	<b>73</b>
5.1	平面立体	73
5.1.1	棱柱和棱锥的投影	73
5.1.2	棱柱和棱锥的表面取点	75

5.2 常见回转体·····	76
5.2.1 圆 柱·····	76
5.2.2 圆 锥·····	78
5.2.3 圆 球·····	80
5.2.4 圆 环·····	80
本章小结·····	82
<b>第 6 章 平面及直线与立体相交</b> ·····	84
6.1 平面与立体相交·····	84
6.1.1 平面与平面立体相交·····	84
6.1.2 平面与曲面立体相交·····	85
6.2 平面与组合回转体相交·····	91
6.3 直线与立体相交·····	92
本章小结·····	95
<b>第 7 章 立体与立体相交</b> ·····	97
7.1 平面立体与曲面立体相交·····	97
7.2 两回转体的表面相交·····	99
7.2.1 表面取点法·····	99
7.2.2 辅助平面法·····	101
7.2.3 相贯线的特殊情况·····	103
7.2.4 影响相贯线形状的因素·····	104
7.2.5 多个立体相交相贯线的画法·····	106
本章小结·····	107
<b>第 8 章 组合体</b> ·····	108
8.1 概 述·····	108
8.2 组合体视图的画法·····	110
8.2.1 三视图的形成·····	110
8.2.2 组合体的画图方法·····	110
8.2.3 表面相对位置分析·····	111
8.2.4 画组合体视图的步骤·····	112
8.3 读组合体视图的方法·····	116
8.3.1 用形体分析法读图·····	116
8.3.2 用线面分析法读图·····	116
8.3.3 已知两视图补画第三视图·····	118
8.4 组合体视图中的尺寸标法·····	122
8.4.1 基本形体的尺寸注法·····	122
8.4.2 组合体的尺寸注法·····	123
8.5 第三角投影简介·····	125
本章小结·····	126

<b>第 9 章 轴测投影图</b> .....	128
9.1 轴测投影的基本知识 .....	128
9.1.1 轴测图的形成 .....	128
9.1.2 轴测图的分类 .....	129
9.2 正等轴测图的画法 .....	129
9.2.1 轴间角和轴向伸缩系数 .....	129
9.2.2 平面立体的正等测图 .....	129
9.2.3 回转体的正等测图 .....	131
9.2.4 组合体的正等测图 .....	132
9.3 斜二测图的画法 .....	133
9.3.1 轴间角和轴向伸缩系数 .....	133
9.3.2 平行于坐标面圆的斜二测图画法 .....	133
9.3.3 组合体斜二测图的画法 .....	134
本章小结.....	135
<b>第 10 章 机件常用的表达方法</b> .....	136
10.1 视 图.....	136
10.2 剖视图.....	139
10.2.1 剖视图的基本概念和画法.....	139
10.2.2 剖视图的分类.....	142
10.2.3 剖切面的种类.....	144
10.3 断面图.....	148
10.3.1 移出断面.....	148
10.3.2 重合断面.....	150
10.4 其他画法.....	151
10.4.1 局部放大图.....	151
10.4.2 简化画法及其他规定画法.....	152
10.5 机件表达方法综合举例.....	154
本章小结.....	155
<b>第 11 章 零件图</b> .....	157
11.1 零件图的内容.....	157
11.2 零件图的视图选择.....	159
11.2.1 零件的结构分析.....	159
11.2.2 主视图的选择.....	159
11.2.3 选择其他视图.....	161
11.2.4 典型零件的视图表达方案示例.....	161
11.3 零件图的尺寸标注.....	167
11.3.1 合理选择基准.....	168
11.3.2 合理标注尺寸的原则.....	170
11.3.3 尺寸标注的形式.....	173

11.3.4	尺寸标注的方法及步骤	174
11.3.5	尺寸标注注意事项	174
11.3.6	尺寸标注示例	176
11.4	表面结构要求及其标注	177
11.4.1	表面结构的相关概念	177
11.4.2	常用表面结构参数的确定	179
11.4.3	零件图中表面结构的表示方法(GB/T 131—2006/ISO1302:2002)	180
11.5	极限与配合以及形位公差简介	188
11.5.1	极限与配合的相关概念	188
11.5.2	尺寸公差的标注	195
11.5.3	形位公差及其标注简介	197
11.6	零件的常见工艺结构	201
11.6.1	铸造工艺对零件结构的要求	201
11.6.2	机械加工工艺对零件结构的要求	203
11.7	读零件图	204
11.7.1	读零件图的要求	204
11.7.2	读零件图方法和步骤	205
	本章小结	207
<b>第 12 章</b>	<b>标准件和常用件</b>	<b>208</b>
12.1	螺纹和螺纹紧固件	208
12.1.1	螺纹的形成及其要素	208
12.1.2	螺纹的规定画法	211
12.1.3	常见螺纹的种类及其标注	214
12.1.4	常用螺纹紧固件及其规定画法和标记	219
12.2	齿轮及其规定画法	225
12.2.1	圆柱齿轮	226
12.2.2	圆锥齿轮	231
12.2.3	蜗轮、蜗杆	233
12.3	键、销、和滚动轴承	237
12.3.1	键连接	237
12.3.2	销及其连接	241
12.3.3	滚动轴承	242
12.4	弹    簧	246
12.4.1	圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称及尺寸计算	247
12.4.2	单个圆柱螺旋压缩弹簧的表达	248
12.4.3	装配图中弹簧的画法	249
	本章小结	251

<b>第 13 章 装配图</b> .....	252
13.1 装配图的作用和内容 .....	252
13.1.1 装配图的作用 .....	252
13.1.2 装配图的内容 .....	252
13.2 装配图表达方法和绘图步骤 .....	255
13.2.1 装配图的表达特点 .....	255
13.2.2 装配图的规定画法 .....	255
13.2.3 装配图的特殊表达方法 .....	256
13.2.4 装配图的绘制方法和步骤 .....	258
13.3 装配图的尺寸和技术要求 .....	260
13.3.1 装配图的尺寸 .....	260
13.3.2 装配图的技术要求 .....	261
13.4 装配图零、部件序号及明细栏 .....	261
13.4.1 装配图零、部件序号 .....	261
13.4.2 装配图明细栏 .....	262
13.5 装配结构的合理性 .....	263
13.6 读装配图及由装配图拆画零件图 .....	266
13.6.1 读装配图的方法和步骤 .....	266
13.6.2 由装配图拆画零件图 .....	271
13.7 焊接图简介 .....	275
13.7.1 焊接图 .....	275
13.7.2 常见焊缝代(符)号及标注简介 .....	277
本章小结 .....	281
<b>第 14 章 部件测绘</b> .....	283
14.1 测量工具的使用 .....	283
14.1.1 常见测量工具 .....	283
14.1.2 常见尺寸的测量方法 .....	284
14.1.3 尺寸测量需要注意的问题 .....	286
14.2 徒手画图的方法 .....	287
14.3 部件测绘步骤 .....	289
本章小结 .....	296
<b>附录 常用金属材料</b> .....	298
<b>参考文献</b> .....	300

# 绪 论

## 1. “机械制图”课程的研究对象

“机械制图”是一门研究绘制和阅读机械图样、图解空间几何问题的理论和方法的技术基础学科。主要内容包括正投影理论和国家标准《技术制图》、《机械制图》的有关规定。

## 2. “机械制图”课程的任务和要求

准确表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图纸,称为图样。图样是制造机器、仪器和进行工程施工的主要依据。在机械制造业中,机器设备是根据图样加工制造的。如果要生产一部机器,首先必须画出表达该机器的装配图和所有零件的零件图,然后根据零件图制造出全部零件,再按装配图装配成机器。在工程技术中,人们通过图样来表达设计对象和设计思想。图样不但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。因此,图样是每一个工程技术人员必须掌握的“工程技术语言”。

## 3. “机械制图”课程的学习要求

① 掌握正投影法的基本理论,并能利用投影法在平面上表示空间几何形体,图解空间几何问题;

② 培养绘制和阅读机械图样的能力,并研究如何在图样上标注尺寸;

③ 培养用仪器绘图、计算机绘图和手工绘制草图的能力;

④ 培养空间逻辑思维与形象思维的能力;

⑤ 培养分析问题和解决问题的能力;

⑥ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 4. “机械制图”课程的学习方法

“机械制图”课程是一门既有系统理论,又注重实践的技术基础课。本课程的各部分内容既紧密联系,又各有特点。根据“机械制图”课程的学习要求及各部分内容的特点,这里简要介绍一下学习方法:

① 准备一套合乎要求的制图工具,并认真完成作业。按照正确的制图方法和步骤画图;

② 认真听课,及时复习,要掌握形体分析法、线面分析法和投影分析法,提高独立分析和解决看图、画图等问题的能力;

③ 注意画图与看图相结合,物体与图样相结合,要多画多看,逐步培养空间逻辑思维与形象思维的能力;

④ 严格遵守机械制图的国家标准,并具备查阅有关标准和资料的能力;

⑤ 在学习过程中,有意识地培养自己的自学能力和创新能力。

# 第 1 章 制图基本知识

本章重点介绍中华人民共和国国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本规定,它是绘制图样的重要依据。同时,还要介绍对绘图工具的使用、绘图基本技能、几何作图方法、平面图形的绘图步骤等。《机械制图》国家标准是一项基础性的技术文件,每一位工程技术人员在绘制图样时都必须严格遵守,认真贯彻执行。

## 1.1 国家标准关于制图的一般规定

### 1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

#### 1. 图纸幅面

为了合理利用图纸和便于图样管理,国标中规定了 5 种标准图纸的幅面,其代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4。绘图时应优先选用国标中规定的幅面尺寸(见表 1-1)。必要时,也允许以基本幅面的短边的整数倍加长幅面。

表 1-1 图纸幅面尺寸

mm

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

#### 2. 图框格式

无论图纸是否装订,都必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留装订边,如图 1-1 和图 1-2 所示。其尺寸均按表 1-1 中的规定。但应注意,同一产品的图样只能采用一种格式。

有时为了复制或缩微摄影的方便,还采用对中符号。对中符号是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线,如图 1-1(b)所示。

#### 3. 标题栏及明细表

每张图样上都应有标题栏,用来填写图样上的综合信息,标题栏配置在图纸的右下方,其格式如图 1-3 所示。明细栏是装配图中才有的。在学校的制图作业中标题栏也可采用图 1-3(b)所示的简化形式。标题栏中文字方向必须与看图方向一致,标题栏内一般图名用 10 号字书写,图号、校名用 7 号字书写,其余都用 5 号字书写。

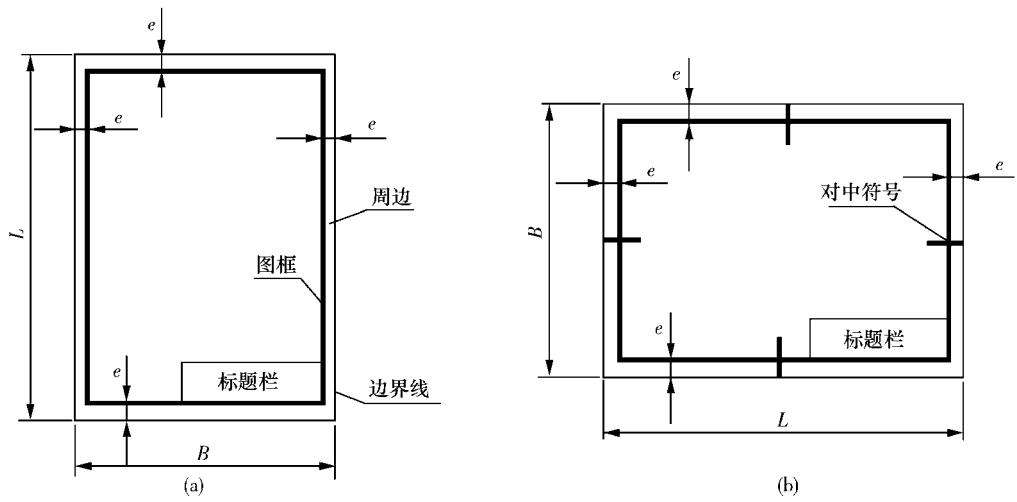


图 1-1 无装订边的图纸格式

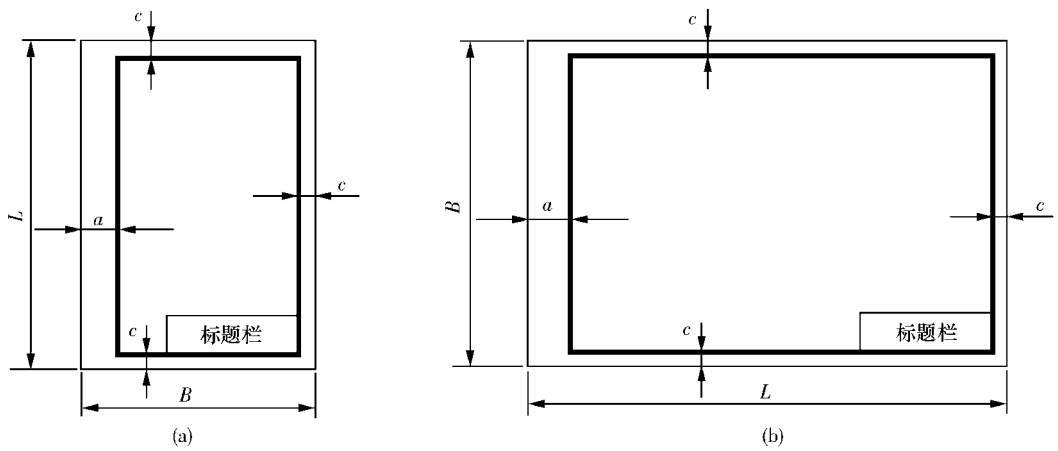


图 1-2 有装订边的图纸格式

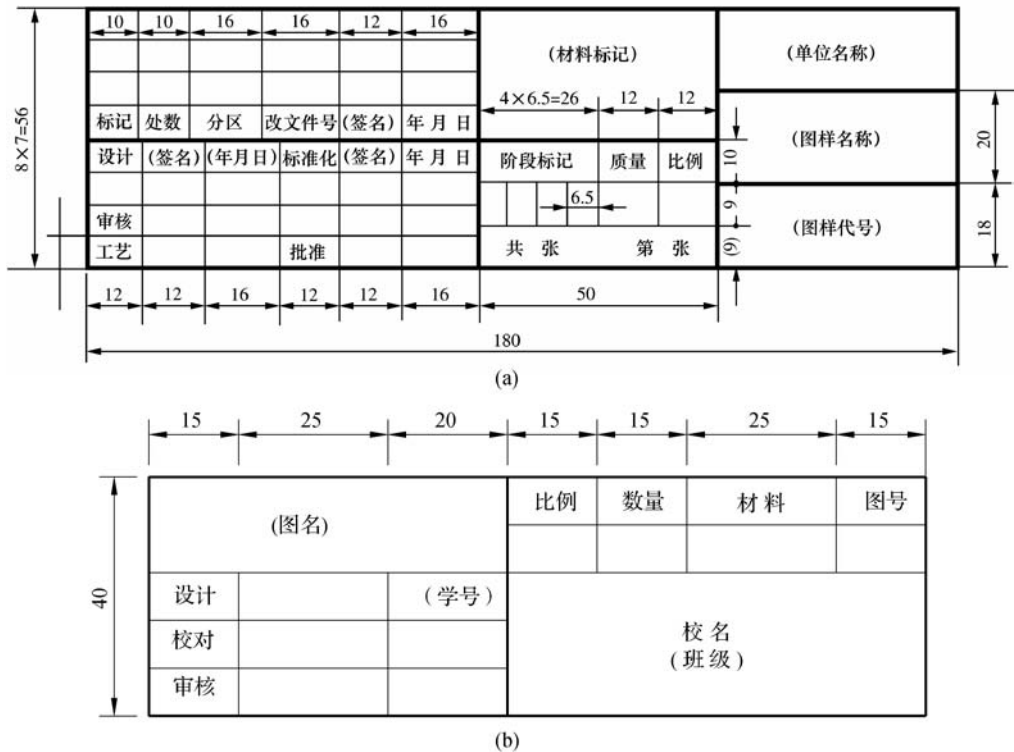


图 1-3 标题栏的格式

### 1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比称为比例,即

$$\text{比例} = \text{图形中线性尺寸大小} : \text{实物上相应线性尺寸大小}$$

比例一般分为原值比例、缩小比例及放大比例 3 种类型。绘制图样时,尽可能采用原值比例,以便从图中看出实物的大小。根据需要也可采用放大或缩小的比例,但不论采用何种比例,图中所注尺寸数字仍为机件的实际尺寸,且图样按比例放大或缩小,仅限于图样上各线性尺寸,而与角度无关。绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏中统一填写,当某个视图采用了不同的比例时,必须在该图形的上方加以标注。常用的比例见表 1-2。

表 1-2 比例

原值比例	1 : 1						
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 10 <sup>n</sup>
	1 : 1.5 × 10 <sup>n</sup>		1 : 2 × 10 <sup>n</sup>	1 : 2.5 × 10 <sup>n</sup>		1 : 5 × 10 <sup>n</sup>	
放大比例	2 : 1	2.5 : 1	4 : 1	5 : 1	(10 × n) : 1		

### 1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图样中除图形外,还需用汉字、数字和字母等进行标注或说明,它是图样的重要组成部分。

字体包括汉字、数字及字母的字体。

① 图样中书写的字体必须做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

② 字体的号数即字体的高度(单位为 mm),分别为 20、14、10、7.5、3.5、2.5、1.8 等 8 种,字体的宽度约等于字体高度的 2/3。数字及字母的笔画宽度约为字高的 1/10。汉字不宜采用 2.5 和 1.8 号,以免字迹不清。

③ 汉字应写成长仿宋字体,并应采用国家正式公布的简化字。汉字要求写得整齐匀称。书写长仿宋体的要领为:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。图 1-4 所示为长仿宋体字示例。

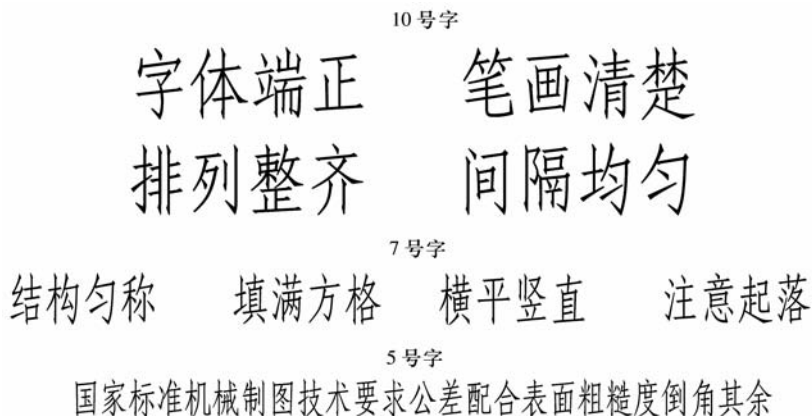


图 1-4 长仿宋字体示例

④ 数字及字母有直体和斜体之分。在图样中通常采用斜体。斜体字的字头向右倾斜,与水平线成  $75^\circ$ 。拉丁字母以直线为主体,减少弧线,以便书写及计算机绘图。数字和字母的笔画粗度约为字高的 1/10。罗马数字上的横线不连起来。国家标准规定的数字和字母的书写形式如图 1-5 所示。用做指数、分数、极限偏差、注脚等的字母及数字,一般采用小一号的字体,如图 1-6 所示。

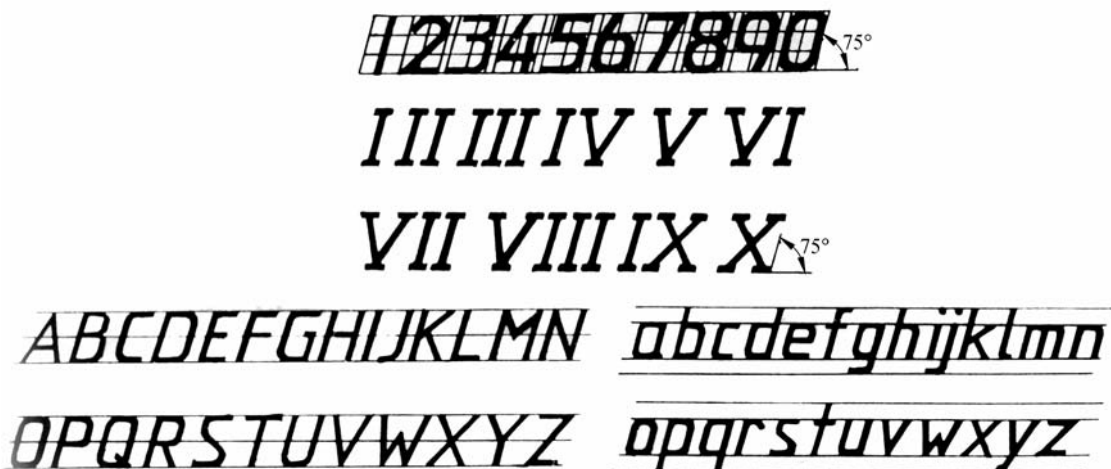


图 1-5 数字和字母示例

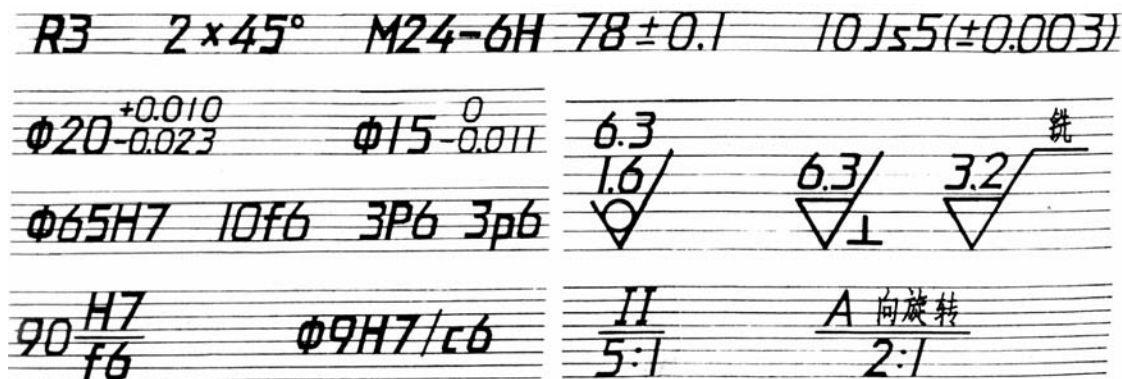


图 1-6 字体组合应用示例

### 1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002)

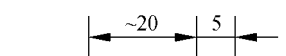
#### 1. 基本线型

在机械制图中常用的线型有实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线及双折线等,它们的使用在国家标准中都有严格的规定(见表 1-3),使用时应严格遵守。

表 1-3 基本线型及应用

图线名称	代码 No.	线型	线宽	一般应用
细实线	01.1		d/2	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、螺纹牙底线、重合断面轮廓线、可见过渡线
波浪线				断裂处边界线、局部剖分界线
双折线				断裂处边界线、视图与局部剖视图的分界线
粗实线	01.2		d	可见轮廓线、螺纹牙顶线
细虚线	02.1		d/2	不可见轮廓线、不可见过渡线
粗虚线	02.2		d	允许表面处理的表示线
细点画线	04.1		d/2	轴线、对称中心线、分度圆(线)
粗点画线	04.2		d	限定范围表示线(特殊要求)

续表 1-3

图线名称	代码 No.	线型	线宽	一般应用
细双点画线	05. 1		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线

## 2. 图线宽度

在机械图样中采用粗细两种线宽,它们之间的比例为 2 : 1。

图线的宽度  $d$  应根据图形的大小和复杂程度,在下列数系中选择(单位为 mm): 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2。该数系的公式为  $1 : 2$ 。通常情况下,粗线的宽度采用 0.7 mm,细线的宽度采用 0.35 mm。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

## 3. 图线的应用

图 1-7 所示为上述几种图线的应用举例。在图示零件的视图上,粗实线表示该零件的可见轮廓线;虚线表示不可见轮廓线;细实线表示尺寸线、尺寸界线及剖面线;波浪线表示断裂处的边界线及视图和剖视的分界线;细点画线表示对称中心线及轴线;双点画线表示相邻辅助零件的轮廓线及极限位置轮廓线。

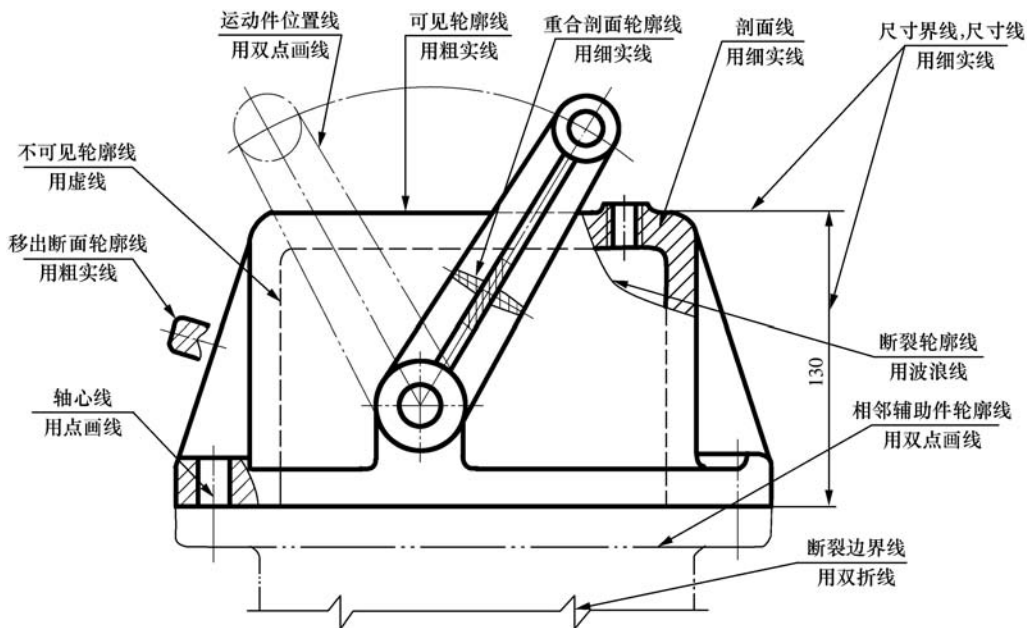


图 1-7 图线应用示例

## 4. 图线的画法

① 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等,如图 1-8 所示。

② 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是点,且应超出图形外 2~5 mm。

③ 在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

此为试读,需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)