



高职高专“十二五”规划教材

# 电气工程制图

主编◎钱文伟

航空工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

# 电气工程制图

主 编 钱文伟

副主编 金 莹 张 莺 刘 鹏

航空工业出版社

北 京

## 内 容 提 要

本书是根据教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》编写而成的,同时出版了与本书配套使用的《电气工程制图习题集》。

本书主要内容包括制图的基本知识、立体的投影、组合体、机件形状的常用表达方法、常用零部件和结构要素表示法、零件图、装配图、电气工程图和计算机辅助绘图等。本书采用我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准及与制图有关的其他国家标准。

本书可作为高职高专非机械类特别是电子、计算机、管理类专业工程制图课程的教材,亦可供相近专业的师生及工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电气工程制图 / 钱文伟主编. —北京: 航空工业出版社, 2012. 7

ISBN 978-7-80243-973-3

I. ①电… II. ①钱… III. ①电气设备—工程制图—  
高等职业教育—教材 IV. ①TM02

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第090383号

电气工程制图

Dianqi Gongcheng Zhitu

---

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话: 010-64815615 010-64978486

北京市科星印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经售

2012年7月第1版

2012年7月第1次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 16.5

字数: 412千字

印数: 1—3000

定价: 38.00元

# 编 者 的 话



本教材是根据教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》组织编写的。在编写过程中，认真总结和充分吸取了各校近年来的教改经验与成果。

本书主要具有以下几个特点：

(1) 贯彻“基础理论教育以应用为目的，以必需、够用为度，以掌握概念、强化应用为教学重点”的原则，教材内容的选择及体系结构完全适应工程专科的教学需要，力求体现高职高专特色。

(2) 增加了电气工程制图部分的内容，介绍了与电气专业相关图形的规定画法。

(3) 适当降低了立体表面交线的难度。截交线、相贯线的求解及画法以工程应用实例为主，以定形分析、特殊情况、简化画法为主，具有针对性、实用性强的特点。

(4) 全书文字精炼、语言通俗，图例丰富，插图清晰。所选图例紧密结合专业需要，并力求结合生产实际。

(5) 本书所采用《技术制图》与《机械制图》国家标准及与制图有关的其他标准均为目前现行的最新国家标准。

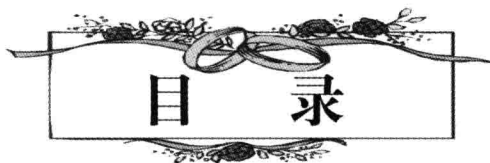
本书由钱文伟主编，金莹、张莺和刘鹏任副主编，刘永勋、闫花茹、贾琛参加编写。其中，钱文伟编写了绪论、第9章、附录；金莹编写了第6章；张莺编写了第5章；刘鹏编写了第4章；刘永勋编写了第1章和第8章；闫花茹编写了第2章；贾琛编写了第3章和第7章。

本书由王冰教授审阅。王教授对书稿提出了许多宝贵意见，在此衷心地表示感谢。除此之外，高莉莉也为本书的编审做了大量卓有成效的工作，在此一并表示感谢。

本书主要作为高职高专院校电子、计算机、管理类等非机类专业工程制图课程的教材，同时出版的《电气工程制图习题集》与本书配套使用。

在编写本书的过程中，编者翻阅了大量有关电气工程制图的资料和教材，在此，对这些资料的作者和编者表示衷心的感谢。由于时间仓促，编写人员水平有限，书中不尽如人意之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者  
2012年6月



绪论 .....	1
0.1 本课程的研究对象 .....	1
0.2 本课程的任务 .....	1
0.3 本课程的特点和学习方法 .....	1
<b>第 1 章 制图的基本知识 .....</b>	<b>2</b>
1.1 国家标准有关制图的基本规定 .....	2
1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008) .....	2
1.1.2 标题栏(GB/T 10609.1—2008) .....	3
1.1.3 比例(GB/T 14690—1993) .....	4
1.1.4 字体(GB/T 14691—1993) .....	5
1.1.5 图线(GB/T 17450—1998,GB/T 4457.4—2002) .....	6
1.1.6 尺寸标注(GB/T 16675.2—1996,GB/T 4458.4—2003) .....	8
1.2 绘图工具 .....	11
1.2.1 图板 .....	12
1.2.2 丁字尺 .....	12
1.2.3 三角板 .....	12
1.2.4 铅笔 .....	13
1.2.5 圆规 .....	14
1.2.6 其他绘图工具 .....	14
1.3 几何作图 .....	14
1.3.1 基本几何图形的作图方法 .....	14
1.3.2 圆弧连接 .....	17
1.4 平面图形的分析及画图步骤 .....	18
1.4.1 平面图形的尺寸分析 .....	18
1.4.2 平面图形的线段分析 .....	19
1.4.3 平面图形的画图步骤 .....	19
1.5 绘图方法 .....	20
1.5.1 仪器绘图的一般步骤 .....	20
1.5.2 徒手绘图的基本方法 .....	21
<b>第 2 章 立体的投影 .....</b>	<b>23</b>
2.1 正投影法与视图 .....	23
2.1.1 投影法 .....	23
2.1.2 正投影法的基本特性 .....	24
2.1.3 三投影面体系及三视图 .....	25

2.2 点、线、面的投影	27
2.2.1 点的投影	27
2.2.2 直线的投影	30
2.2.3 平面的投影	36
2.3 平面立体的投影	39
2.3.1 棱柱	39
2.3.2 棱锥	42
2.4 回转体的投影	44
2.4.1 圆柱体	44
2.4.2 圆锥体	48
2.4.3 圆球体	51
2.5 相贯线	54
2.5.1 圆柱与圆柱正交	54
2.5.2 圆柱与圆锥正交	56
2.5.3 相贯线的特殊情况	58
<b>第3章 组合体</b>	<b>59</b>
3.1 组合体的基本知识	59
3.1.1 组合体的组合形式	59
3.1.2 组合体上相邻两表面的连接关系	60
3.2 组合体视图的画法	61
3.2.1 综合式组合体视图的画图方法与步骤	61
3.2.2 切割式组合体视图的画法	64
3.3 组合体的尺寸标注	65
3.3.1 组合体尺寸标注的基本要求	65
3.3.2 基本形体和常见简单立体的尺寸标注方法	65
3.3.3 组合体的尺寸标注方法	66
3.4 读组合体视图	69
3.4.1 读图的基本知识	69
3.4.2 读图的方法	71
<b>第4章 机件形状的常用表达方法</b>	<b>75</b>
4.1 视图	75
4.1.1 基本视图	75
4.1.2 向视图	77
4.1.3 局部视图	77
4.1.4 斜视图	78
4.2 剖视图	79
4.2.1 剖视图的基本知识	79
4.2.2 剖视图的种类	82
4.2.3 剖切面的种类	85



4.3 断面图	87
4.3.1 断面图的概念	87
4.3.2 断面图的画法和标注	88
4.4 局部放大图和简化画法	90
4.4.1 局部放大图	90
4.4.2 简化画法	91
4.5 第三角画法简介	94
4.5.1 第一角画法与第三角画法的区别	94
4.5.2 第三角画法视图的形成与配置	95
4.5.3 第三角画法的标识	95
<b>第5章 常用零部件和结构要素表示法</b>	<b>96</b>
5.1 螺纹	96
5.1.1 螺纹的基本知识	96
5.1.2 螺纹的画法	98
5.1.3 螺纹的标记方法	100
5.2 螺纹紧固件及其连接	102
5.2.1 常用的螺纹紧固件	102
5.2.2 常用螺纹紧固件的画法	102
5.2.3 螺纹紧固件连接的画法	102
5.3 键连接和销连接	106
5.3.1 键连接	106
5.3.2 销连接	108
5.4 滚动轴承	110
5.4.1 滚动轴承的分类	110
5.4.2 滚动轴承的基本代号	110
5.4.3 滚动轴承的画法	111
5.5 齿轮	113
5.5.1 直齿圆柱齿轮的结构及其参数	114
5.5.2 直齿圆柱齿轮各参数的计算公式	115
5.5.3 直齿圆柱齿轮的画法	115
5.6 弹簧	116
5.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧的有关参数	117
5.6.2 圆柱螺旋压缩弹簧的画法	118
<b>第6章 零件图</b>	<b>119</b>
6.1 零件图的作用和内容	119
6.1.1 零件图的作用	119
6.1.2 零件图的内容	119
6.2 零件图表达方案的确定	120
6.3 零件图的尺寸标注	121

6.3.1	合理选择尺寸基准	121
6.3.2	尺寸标注合理性的基本要求	122
6.3.3	零件上常见结构的尺寸注法	123
6.4	典型零件的视图选择及尺寸标注	125
6.4.1	轴套类零件	125
6.4.2	盘盖类零件	126
6.4.3	叉架类零件	127
6.4.4	箱(壳)体类零件	128
6.4.5	其他零件	128
6.5	表面粗糙度	131
6.5.1	表面粗糙度的概念与评定参数	131
6.5.2	表面粗糙度的标注方法	133
6.6	极限与配合、几何公差简介	136
6.6.1	互换性与公差的概念	136
6.6.2	极限与配合的相关概念	137
6.6.3	公差与配合的选用	140
6.6.4	公差与配合在图样上的标注	142
6.6.5	几何公差简介	143
6.7	零件上常见的工艺结构	146
6.7.1	铸造工艺结构	146
6.7.2	机械加工工艺结构	147
<b>第7章</b>	<b>装配图</b>	<b>150</b>
7.1	装配图的作用和内容	150
7.1.1	装配图的作用	150
7.1.2	装配图的内容	150
7.2	装配图的视图表达	151
7.2.1	装配图的规定画法	151
7.2.2	装配图的特殊表达方法	152
7.3	装配图的尺寸标注和技术要求	154
7.3.1	装配图的尺寸标注	154
7.3.2	装配图的技术要求	154
7.4	装配图中的零件序号和明细栏	154
7.4.1	零件序号的编排方法	154
7.4.2	明细栏	155
7.5	常见的装配结构和装置	156
7.6	画装配图	158
7.6.1	了解和分析装配体	159
7.6.2	拟定表达方案	160
7.6.3	画装配图的步骤	160



7.7 读装配图 .....	162
7.7.1 读装配图的步骤和方法 .....	162
7.7.2 装配图中零件的分析 .....	162
7.7.3 读装配图举例 .....	163
<b>第 8 章 电气工程图 .....</b>	<b>166</b>
8.1 系统图和框图 .....	166
8.1.1 系统图和框图的作用 .....	166
8.1.2 系统图和框图的绘制方法 .....	166
8.1.3 系统图和框图的布局原则 .....	167
8.1.4 系统图和框图的绘制步骤 .....	167
8.2 电路图与印制电路板图 .....	168
8.2.1 电路图 .....	168
8.2.2 印制电路板图 .....	169
8.3 接线图与线扎图 .....	172
8.3.1 接线图 .....	172
8.3.2 线扎图 .....	173
8.4 逻辑图与流程图 .....	177
8.4.1 逻辑图 .....	177
8.4.2 流程图 .....	178
<b>第 9 章 计算机辅助绘图 .....</b>	<b>180</b>
9.1 AutoCAD 2008 入门 .....	180
9.1.1 熟悉 AutoCAD 2008 操作界面 .....	180
9.1.2 鼠标及图形对象的基本操作 .....	182
9.2 精确绘图手段 .....	184
9.2.1 对象捕捉 .....	184
9.2.2 捕捉和栅格 .....	185
9.2.3 对象捕捉追踪 .....	186
9.2.4 通过输入坐标或尺寸值来定位点 .....	186
9.3 图层的创建及管理 .....	187
9.3.1 创建图层 .....	187
9.3.2 控制图层状态 .....	189
9.4 AutoCAD 基本绘图命令 .....	189
9.4.1 绘制各种直线 .....	190
9.4.2 绘制圆和圆弧 .....	191
9.4.3 绘制矩形和正多边形 .....	194
9.4.4 绘制断面线和剖面符号 .....	195
9.5 AutoCAD 常用编辑命令 .....	196
9.5.1 改变对象位置及方向 .....	196
9.5.2 复制图形对象 .....	198



9.5.3	调整对象大小或形状 .....	201
9.5.4	修整图形对象 .....	205
9.6	文本注释 .....	208
9.6.1	文字注释 .....	208
9.6.2	编辑文字注释 .....	212
9.7	尺寸标注入门 .....	212
9.7.1	创建标注样式 .....	212
9.7.2	常用尺寸标注命令 .....	215
9.7.3	快速标注尺寸 .....	218
9.7.4	多重引线注释图形 .....	219
9.7.5	形位公差 .....	221
9.8	使用图块绘制图形 .....	222
9.8.1	创建及使用自定义的块 .....	222
9.8.2	使用系统内置的块 .....	225
附录	.....	226
参考文献	.....	253

# 绪 论

## 0.1 本课程的研究对象

“电气工程制图”是一门研究图示、图解空间几何问题和绘制工程图样的学科。它主要研究绘制和阅读工程图样的基本理论和方法，学习《机械制图》、《技术制图》和《电气制图》等国家标准的相关规定。

在工程技术中，按一定的投影方法和有关技术标准规定，准确将工程对象的形状、大小和技术要求等信息表达在图纸上所获得的图样称为工程图样。工程图样是信息的载体，设计者通过图样传递设计意图，描述设计对象；生产者依据图样了解设计要求，组织和指导生产；使用者通过图样了解设备的结构、原理和性能，进行操作和维修。因此，工程图样被称为“工程界共同的技术语言”，它是每个工程技术人员必须掌握好的一种工具。

## 0.2 本课程的任务

- ① 学习正投影法的基本理论及其应用。
- ② 培养空间思维能力。
- ③ 培养空间几何问题的图解能力。
- ④ 培养绘制和阅读各种工程图样的基本能力。
- ⑤ 培养利用计算机绘制各类工程图样的基本能力。
- ⑥ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 0.3 本课程的特点和学习方法

本课程的特点是既有理论又有较强的实践性，其核心内容是学习如何用二维平面来表达三维空间物体的形状。因此，在学习过程中，不能仅满足于对理论和原则的理解，必须将知识和生产实际密切结合。

在学习本课程的过程中应注意以下几点。

- ① 在学习过程中不断地进行由物画图，由图想物的训练，以逐步提高空间想象能力和空间思维能力。
- ② 认真学习和遵守本教材中所述的机械制图国家标准，以保证绘制出符合规范的机械图样。
- ③ 掌握绘图仪器和工具的正确使用方法，以提高绘图质量和绘图速度。
- ④ 完成一定数量的作业与习题，并保证作图正确和图面清洁，这不但能巩固理论知识和提高绘图、读图的能力，还能培养严谨细致的工作作风。

# 第1章 制图的基本知识

教学目的 和要求	熟练掌握国家标准《技术制图》与《机械制图》的一般规定，掌握绘图工具及仪器的使用方法，能够正确完成平面图形的绘制及正确标注其尺寸			
重点难点	国标关于线型与尺寸标注的有关规定，手工仪器制图的方法和步骤			
学习指导	正确使用绘图工具是保证线型合格的重要环节，正确掌握手工仪器制图的方法和步骤是又快又好完成绘图的重要保证			
教学安排		教学内容		作业
	第一讲	1.1	国家标准有关制图的基本规定	
	第二讲	1.2	绘图工具	
		1.3	几何作图	
第三讲	1.4	平面图形的分析及画图步骤		
	1.5	绘图方法		

## 1.1 国家标准有关制图的基本规定

工程图样是指导生产和对外进行技术交流的重要技术文件。因此，对于工程图样的有关内容，我国制定了与国际标准相适应的国家标准，这些标准是每个工程技术人员必须掌握、遵守和执行的准则。

GB/T 14689—2008<sup>①</sup>、GB/T 10609.1—2008、GB/T 14690—1993、GB/T 14691—1993、GB/T 4457.4—2002、GB/T 16675.2—1996、GB/T 4458.4—2003 等国家标准分别就图幅、标题栏、比例、字体、图线、尺寸注法等做了相应的规定。现分别进行介绍。

### 1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

#### 1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度所组成的图面，可用图纸的宽度 $\times$ 长度 $=B\times L$ 表示。绘制工程图样时，应根据所要表达的物体结构图的大小来选择图纸幅面，通常选用表1-1规定的基本幅面尺寸。必要时也可以按规定加长幅面，相关规定可查阅GB/T 14689—2008。

#### 2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种（参见图

---

<sup>①</sup> GB/T 14689—2008 是《技术制图 图纸幅面和格式》的标准编号。“GB”表示“国家标准”，是“国标”两字的拼音缩写。“T”表示“推荐性标准”，是“推”字的汉语拼音首字母。“GB/T”应读成“国标推”。“14689”是标准顺序号，“2008”是该项标准批准的年号。



1-1 和图 1-2), 但同一产品的图样只能采用一种图框格式。周边尺寸  $e$ 、 $c$ 、 $a$  等按表 1-1 的规定画出。图纸装订形式一般采用 A4 幅面竖装, 也可按 A3 幅面横装。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

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				

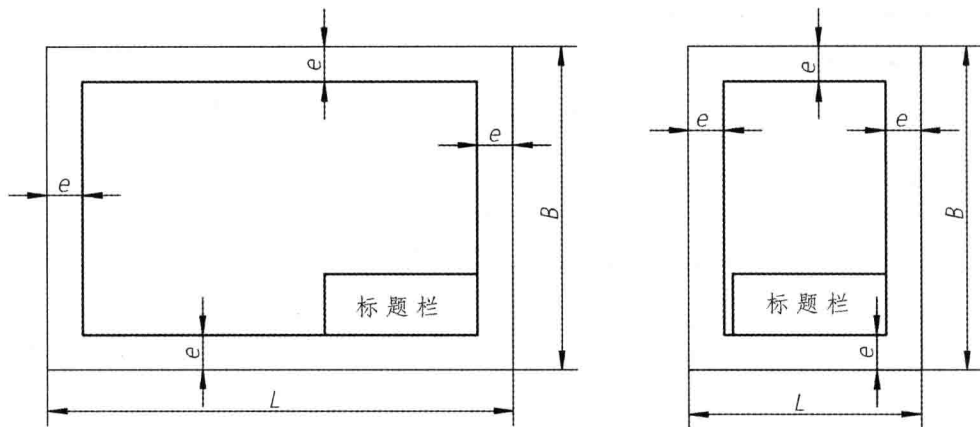


图 1-1 不留装订边的图框格式

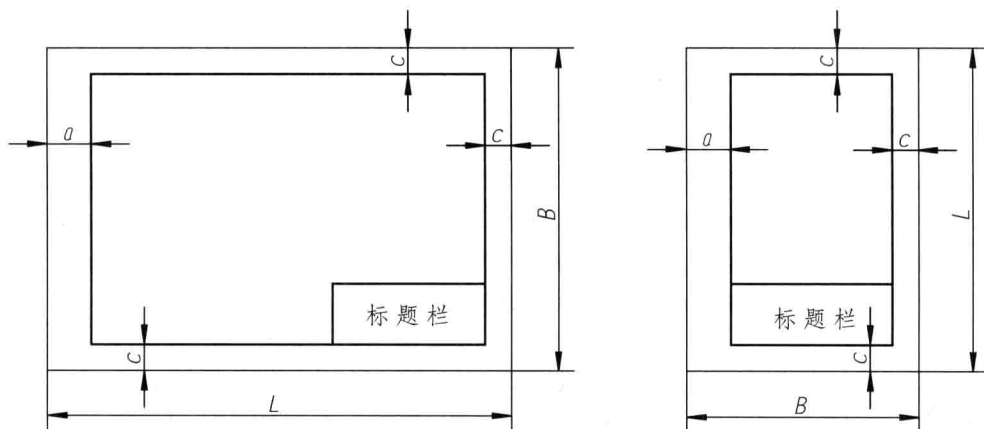


图 1-2 留有装订边的图框格式

### 1.1.2 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

绘图时应在每张图纸的右下角画出标题栏, 其外框用粗实线绘制, 内部用细实线分格。标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成。如图 1-3 所示为 GB/T 10609.1—2008 中标题栏的格式举例。本书在制图作业中建议采用图 1-4 所示的格式。

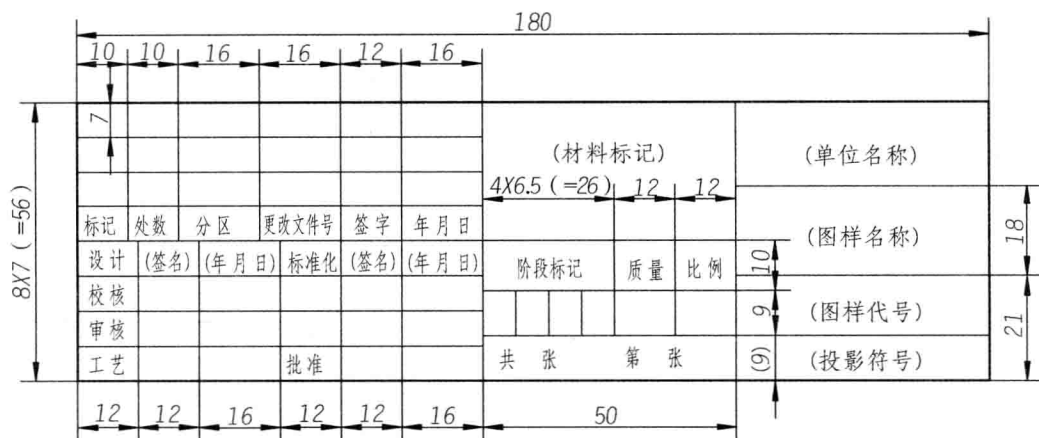


图 1-3 标题栏各部分尺寸与格式

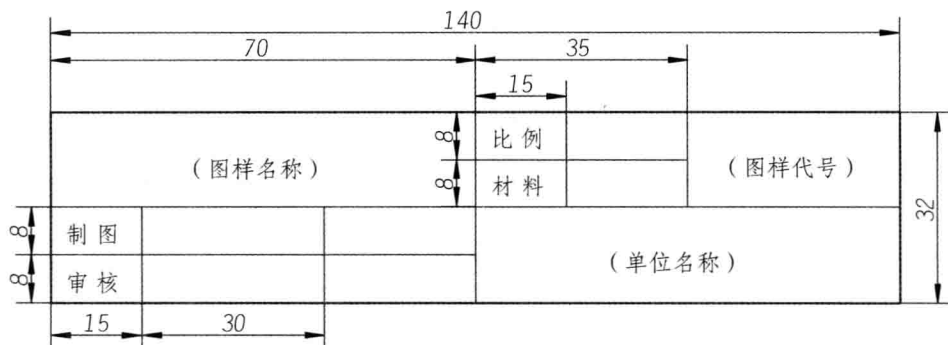


图 1-4 制图作业中标题栏各部分尺寸与格式

### 1.1.3 比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时,应在表 1-2 所规定的系列中选取适当的比例。第一系列为优选系列,必要时可选第二系列。无论采用缩小或放大的比例绘图,图样中所标注的尺寸都是物体的实际大小,与所用的比例无关,如图 1-5 所示。绘制图样时,对于选用的比例应在标题栏的“比例”一栏中注明。

表 1-2 比例系数

种类	比例	
原值比例	1 : 1	
放大比例	第一系列	5 : 1, 2 : 1, 5 × 10 <sup>n</sup> : 1, 2 × 10 <sup>n</sup> : 1, 1 × 10 <sup>n</sup> : 1
	第二系列	4 : 1, 2.5 : 1, 4 × 10 <sup>n</sup> : 1, 2.5 × 10 <sup>n</sup> : 1
缩小比例	第一系列	1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 2 × 10 <sup>n</sup> , 1 : 5 × 10 <sup>n</sup> , 1 : 10 × 10 <sup>n</sup>
	第二系列	1 : 1.5, 1 : 2.5, 1 : 3, 1 : 4, 1 : 6, 1 : 1.5 × 10 <sup>n</sup> , 1 : 2.5 × 10 <sup>n</sup> , 1 : 3 × 10 <sup>n</sup> , 1 : 4 × 10 <sup>n</sup> , 1 : 6 × 10 <sup>n</sup>

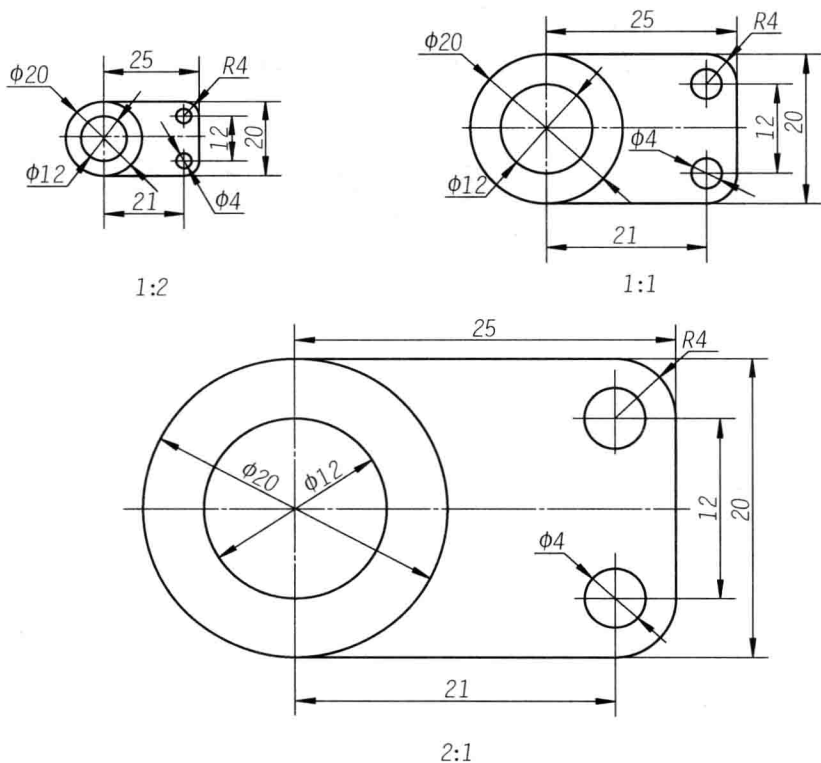


图 1-5 用不同比例画出的图形及其尺寸标注

### 1.1.4 字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了要表示机件的形状外,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和其他内容。

图样中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数即为字体的高度  $h$ ,分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 等 8 种,单位为 mm(毫米)。

图样上的汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。长仿宋体字的特点是:字形长方、笔画挺直、粗细一致、起落分明、撇挑锋利、结构均匀。汉字高度  $h$  不应小于 3.5 mm,其字宽度  $b$  一般为  $\frac{h}{\sqrt{2}}$  ( $\approx 0.7h$ )。如图 1-6 所示为图样上常用的 10 号、7 号和 5 号长仿宋体字的示例。

数字和字母可写成直体和斜体。当其与汉字混合书写时可采用直体,如图 1-7a 所示。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成  $75^\circ$ ,如图 1-7b 所示。

用作指数、分数、注脚、尺寸偏差的字母和数字,一般采用比基本尺寸数字小一号的字体。如图 1-8 所示为字母和数字的应用示例。

# 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

(a)10号字示例

# 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满表格

(b)7号字示例

技术制图 机械 电子 汽车 航空 船舶 土木建筑 矿山 井坑 港口 纺织 服装

(c)5号字示例

图 1-6 汉字示例



(a) 直体

(b) 斜体

图 1-7 数字、字母示例

$S^{-1} \frac{3}{5} 10^3 D_1 M24-6h \phi 40^{+0.025} T_d 1:20$

图 1-8 字母和数字的应用示例

## 1.1.5 图线 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

### 1. 图线的形式及其应用

国家标准规定的图线宽度  $d$  共有 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 等 9 种，单位为 mm。在机械图样中，采用粗、细两种线宽，它们之间的比例为 2:1。粗实线的线宽通常采用 0.5 mm 或 0.7 mm。绘制图样时常用的线型及其应用如表 1-3 所示。

表 1-3 图线的基本线型及其应用

图线名称	图线形式	图线宽度	图线应用举例
粗实线		$d$	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、剖切符号用线等
细实线		$0.5d$	尺寸线和尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、过渡线、指引线和基准线、投影线和辅助线等
波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线等





续表 1-3

图线名称	图线形式	图线宽度	图线应用举例	
细虚线	----	$0.5d$	不可见棱边线、不可见轮廓线	短画长 $4 \sim 8$ mm, 间隔为 $1 \sim 1.5$ mm
粗虚线	----	$d$	允许表面处理的表示线	
细点画线	— · — · — · — · —	$0.5d$	轴线、对称中心线、分度圆及分度线等	长画长 $12 \sim 16$ mm, 间隔及点画为 $1 \sim 1.5$ mm
粗点画线	— · — · — · — · —	$d$	限定范围表示线	
细双点画线	— · — · — · — · —	$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线、可动零件极限位置的轮廓线等	

为了叙述方便,通常将细虚线、细点画线和细双点画线分别简称为虚线、点画线、双点画线。图线的具体应用实例如图 1-9 所示。

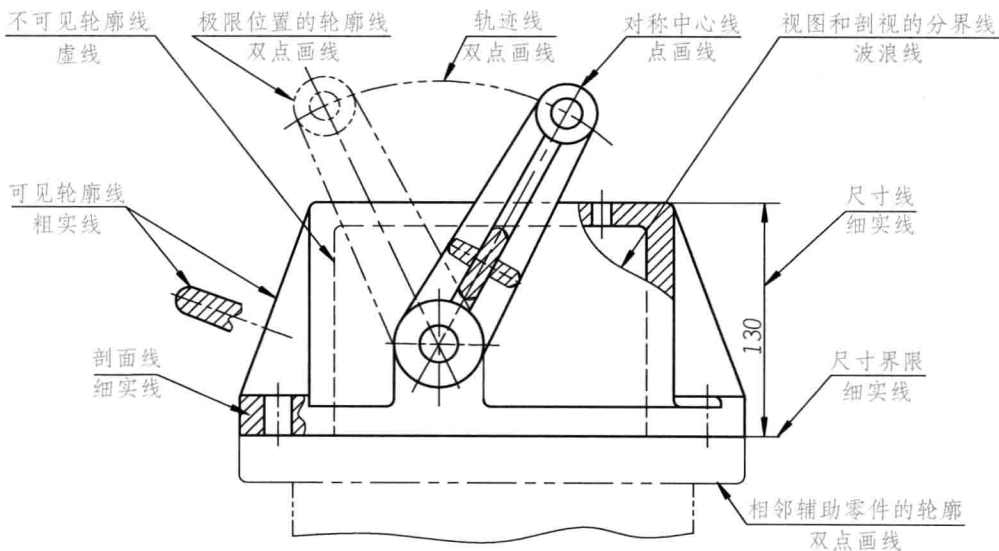


图 1-9 图线应用举例

## 2. 图线的画法

绘图时,图线的画法有如下要求。

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。点画线和双点画线的首尾两端应是线段而不是短画。

② 点画线、虚线和其他图线相交时,都应在长画或短画处相交,不应在间隔或点画处相交。

③ 在较小的图形上绘制虚线、点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

④ 当虚线成为粗实线的延长线时,在虚线、实线的连接处,虚线应留有间隔。当虚线圆与虚线直线相切时,虚线直线应留有间隔。