

内容提要

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会 2005 年修订的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》,参考国内外同类教材,在总结和吸取多年教学改革经验的基础上编写的。全书共分 12 章,内容主要包括:制图的基本知识;点、直线和平面的投影;投影变换;立体的投影及其表面交线;组合体的视图及尺寸标注;轴测图;机件的常用表达方法;标准件与常用件;零件图;装配图;表面展开图和焊接图;AutoCAD 软件绘图。本书以图学基本理论为主线,注重对学生空间想象能力和图示表达能力的培养,内容由浅入深、图文并茂,便于学习。全书贯穿了最新的技术制图和机械制图国家标准。与之配套使用的《机械制图习题集》也同时出版。

本书可满足高等工科院校机械类和近机械类本科专业 80 ~ 120 学时的教学要求,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/宋春明主编. —重庆:重庆大学出版社,2017. 6

普通高等教育应用型本科规划教材

ISBN 978-7-5689-0008-9

I. ①机… II. ①宋… 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(2016)第 175877 号

机械制图

主 编 宋春明

副主编 易军萍 戴庆伟

主 审 陈杰峰

策划编辑:曾显跃

责任编辑:文 鹏 版式设计:曾显跃

责任校对:邹 忌 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆华林天美印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:22 字数:508千

2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5689-0008-9 定价:46.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

本书根据教育部工程图学教学指导委员会 2005 年修订的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》及近年来最新颁布的《技术制图》《机械制图》国家标准,针对应用型人才培养的具体要求,为适应 21 世纪教学内容和课程体系改革的需要,并参考国内外同类教材,结合多年教学实践编写而成。

本书以图学基本理论为主线,注重对学生空间想象能力和图示表达能力的培养,内容由浅入深、图文并茂,便于学习。与其他教材相比,本书有以下特点:

①针对应用型本科院校的人才培养要求,整合精选了传统画法几何学内容,使教材既有实用性,又有一定的深度。

②书中所涉及的知识点、例题均配有三维立体图和二维投影图,降低了读者的理解难度,有利于学生自学习惯的养成和自学能力的培养。

③全书采用国家标准化管理委员会颁布的《技术制图》《机械制图》最新标准,根据课程内容的需要,分别编排在正文或附录中,以树立学生贯彻国家标准的意识,培养学生查阅国家标准的能力。

④为便于老师组织教学,计算机辅助绘图一章在对 CAD 技术进行概述的基础上,以当前工程设计领域应用最为普遍的 AutoCAD 2010 版为例,详细介绍了其用户界面、环境设置、绘图功能、图形编辑功能、尺寸标注等内容,使学生能在教师的指导下按照操作步骤进行上机绘图训练。

本书可满足高等工科院校机械类及近机械类本科专业 80 ~ 120 学时的教学要求,也可供其他技术人员参考。为满足教学需要,与本书配套的《机械制图习题集》也同步出版,并配有综合 CAI 课件系统和习题解答。

本书由宋春明任主编,易军萍、戴庆伟任副主编。参加本书编写工作的有:宋春明(绪论、第 2 章、第 8 章、第 12 章和附录 I ~ IV)、易军萍(第 3 章)、戴庆伟(第 11 章)、张政武(第

4 章)、杜海霞(第 6 章、第 10 章)、陈鹏飞(第 5 章、第 9 章和陈录 V ~ VII)和彭春雷(第 1 章、第 7 章)等。

陕西理工大学陈杰峰教授认真、仔细地审阅了全书,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中存在缺点和不足在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2017 年 2 月

目 录

绪 论	1
0.1 本课程的性质、任务和主要内容	1
0.2 本课程的学习方法	2
第 1 章 制图的基本知识与技能	3
1.1 制图国家标准的基本规定	3
1.2 绘图工具及其使用方法	12
1.3 几何作图	13
1.4 平面图形的分析与作图	18
第 2 章 点、直线和平面的投影	21
2.1 投影法的基本知识	21
2.2 点的投影	23
2.3 直线的投影	26
2.4 平面的投影	35
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	40
第 3 章 投影变换	48
3.1 概述	48
3.2 换面法	49
3.3 旋转法	59
第 4 章 立体及其表面交线	62
4.1 基本立体及其表面上点的投影	62
4.2 平面与立体相交	71
4.3 立体与立体相交	83
第 5 章 组合体的视图及尺寸标注	94
5.1 三视图的形成与投影规律	94
5.2 组合体的组合形式	95
5.3 组合体视图的画法	97

5.4	组合体的尺寸标注	101
5.5	读组合体视图	107
第6章	轴测图	113
6.1	轴测图的基础知识	113
6.2	正等轴测图	115
6.3	斜二测图	122
第7章	机件的常用表达方法	125
7.1	视图	125
7.2	剖视图	128
7.3	断面图	138
7.4	其他表达方法	141
7.5	表达方法应用举例	145
7.6	第三角投影画法	146
第8章	标准件与常用件	148
8.1	螺纹	148
8.2	螺纹紧固件	154
8.3	键连接和销连接	159
8.4	齿轮	162
8.5	滚动轴承	166
8.6	弹簧	169
第9章	零件图	172
9.1	零件图的作用和内容	172
9.2	零件图的视图选择	173
9.3	零件图的尺寸标注	176
9.4	典型零件的视图选择和尺寸标注	183
9.5	零件图的技术要求	192
9.6	零件上常见的工艺结构	207
9.7	读零件图	210
第10章	装配图	213
10.1	装配图的内容	213
10.2	装配图的表达方法	215
10.3	装配图的尺寸标注和技术要求	219

10.4	装配图的零、部件序号和明细栏	220
10.5	装配结构的合理性	222
10.6	装配图的画法	226
10.7	阅读装配图	233
10.8	零部件测绘	239
第 11 章	表面展开图和焊接图	246
11.1	表面展开图	246
11.2	焊接图	256
第 12 章	AutoCAD 软件绘图简介	265
12.1	AutoCAD 2010 操作基础	265
12.2	常用绘图命令	272
12.3	常用图形编辑命令	277
12.4	图形实体属性	288
12.5	创建文本和尺寸标注	291
12.6	定制样板图	297
12.7	绘制工程图实例	298
附 录		302
附录 I	常用螺纹	302
附录 II	螺纹紧固件	305
附录 III	键与销	312
附录 IV	常用滚动轴承	315
附录 V	极限与配合	323
附录 VI	零件的结构要素	332
附录 VII	常用材料及热处理	333
参考文献		341

绪 论

0.1 本课程的性质、任务和主要内容

(1) 课程的性质

图形和文字、声音、图像一样,是承载信息的重要媒体,用于实现信息的传递。以图形为主的图样是用来表达设计思想和意图、进行技术交流的工具。在工程界,根据设计表达原理、相关标准和规定,并有必要技术说明的图样,称为工程图样。它既是产品信息的载体,也是用来指导生产、施工和管理的重要技术文件,被誉为“工程界的语言”。因此,凡从事工程技术工作的人员,都必须具备绘制和阅读工程图样的能力。

工程图样的种类很多,如机械图样、建筑图样、水利图样、电气图样等,不同行业或专业对图样有不同的要求。机械图样用来表达零、部件或机器的结构、大小、材料以及技术要求等内容,是机械制造与装配的依据。

本课程就是研究设计表达理论,绘制和阅读机械图样的方法和技能的一门技术基础课。

(2) 课程的任务

- ①学习正投影法的基本原理,并应用正投影法图解、图示一般空间几何问题。
- ②培养学生的空间想象和形体构思能力。
- ③培养学生遵照国家标准绘制和阅读机械图样的基本能力。
- ④培养学生徒手绘图、尺规绘图和应用计算机绘图软件进行二维绘图的基本方法和技能。
- ⑤培养学生认真负责的学习态度和严谨细致的工作作风。

(3) 课程的主要内容

本课程包括画法几何、制图基础、机械图和计算机绘图基础四个部分。

画法几何部分主要学习投影法的基本知识,研究三维空间点、线、面和基本立体在二维平面上的投影。

制图基础部分主要介绍绘制机械图样的基本方法和技能,使学生能运用形体分析和线面分析方法,进行组合体的画图、读图和尺寸标注,掌握视图、剖视图、断面图等常用的几种表达方法,做到视图选择和配置恰当,投影正确,尺寸标注正确、完整、清晰。

机械图部分包括标准件、常用件、零件图、装配图和表面展开图、焊接图等内容,通过学习,使学生了解零件图和装配图的作用、内容,能够合理制订表达方案,正确、完整、清晰、合理地标注尺寸及技术要求,培养学生绘制和阅读零件图、装配图的基本能力。

计算机绘图基础部分介绍经典二维绘图软件 AutoCAD,内容包括绘图环境设置、基本绘图、绘图编辑、尺寸标注以及辅助绘图等内容。

0.2 本课程的学习方法

本课程的学习要注意以下四个方面:

(1) 空间想象与投影作图紧密结合

本课程的核心内容是应用正投影法在二维平面上表达空间几何元素,因此,在学习过程中要不断地由物画图、由图想物,分析和想象空间形体与平面图形之间的对应关系,才能逐步提高空间逻辑思维和形象思维能力,从而掌握本课程的基本内容。

(2) 理论联系实际,掌握正确的方法和技能

本课程具有很强的实践性,在掌握基本概念和理论的基础上,必须通过大量的绘图、读图实践才能学会和掌握运用投影理论去分析实际问题 and 解决实际问题的正确方法,以及徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图的步骤和技能。

(3) 加强标准化意识和对国家标准的学习贯彻

为了确保图样传递信息准确无误,绘制图样必须严格遵守国家标准的相关规定。

(4) 有意识地培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风

工程图样是产品生产和工程建设中最重要的技术文件,绘图和读图中的丝毫差错都会带来巨大的损失。因此,在学习本课程及完成绘图作业时,就要有意识地培养自己认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

第 1 章

制图的基本知识与技能

本章介绍国家标准《技术制图》《机械制图》的基本规定和仪器绘图的基本技能,使学生建立工程图的标准规范概念,初步掌握绘图的基本技能。

1.1 制图国家标准的基本规定

国家标准《技术制图》是一项制图的基础技术标准,它涉及各行各业在制图中都应遵守的统一规范。国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准,其内容更具专业性。

国家标准简称国标,用汉语拼音首字母“GB”表示。国家标准分为强制性和推荐性标准。其中,推荐性标准在 GB 后加“/T”,字母后两组数字分别表示标准顺序号和标准发布的年份。如“GB/T 14689—2008”指推荐性国家标准,标准顺序号为“14689”,标准发表的年份为 2008 年。本节介绍最新的《技术制图》《机械制图》标准中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸注法等基本规定。

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组成的图面。绘制图样时,应优先采用表 1.1 中规定的基本幅面尺寸。基本幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。

表 1.1 图纸幅面及图框格式尺寸 (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				

当基本幅面不能满足视图的布置时,可按 GB/T 14689—2008 的规定加长幅面。

(2)图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。图纸可以横放(X型),也可以竖放(Y型),其格式分为有装订边和无装订边两种(见表1.2)。图框尺寸 a 、 c 、 e 见表1.1中的规定。

(3)标题栏

每张图纸均要有标题栏。标题栏应置于图纸的右下角,与看图的方向保持一致。

GB/T 10609.1—2008 对标题栏的格式和尺寸均作了规定,如图1.1所示。本课程的制图作业建议采用图1.2所示的简化标题栏格式。

ISO 国际标准规定,在标题栏附近的投影符号指采用第一角画法或第三角画法的投影识别符号,如图1.3、图1.4所示。我国国家标准规定,当采用第一角画法时无须标出投影识别符号。

表 1.2 图框格式

特 征	横放(X型)	竖放(Y型)
有装订边		
无装订边		

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。

绘图时,应根据实际需要按表1.3中的优先选择系列选择合适的比例,必要时也可选用允许选择系列中的比例。

为了使图样能反映实物的真实大小,应尽量选用原值比例(1:1)画图。当机件不宜用



图 1.1 标题栏格式和尺寸

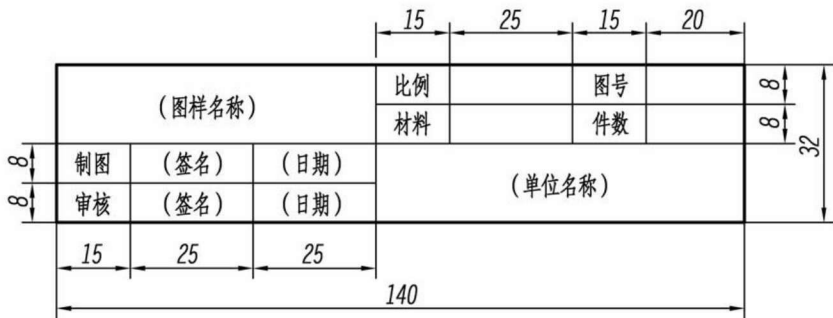
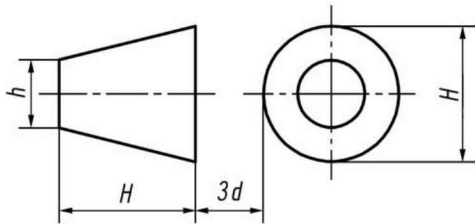


图 1.2 简化标题栏格式和尺寸



h ——图中尺寸字体高度 ($h=2h$)
 d ——图中粗实线宽度

图 1.3 第一角画法的投影识别符号

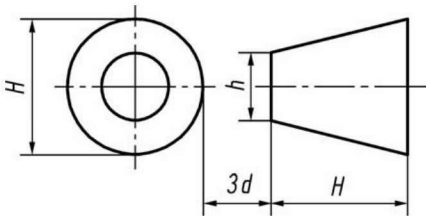


图 1.4 第三角画法的投影识别符号

1:1画图时,也可用缩小或放大的比例画出。但应注意,不论采用何种绘图比例,标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸,如图 1.5 所示。

绘制同一物体的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中标明,但当某个视图采用不同的比例绘制时,必须另行标注。

表 1.3 比例系列

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1 : 1	
放大比例	2 : 1 5 : 1 2×10 ⁿ : 1 5×10 ⁿ : 1 1×10 ⁿ : 1	2.5 : 1 4 : 1 2.5×10 ⁿ : 1 4×10 ⁿ : 1

续表

种 类	优先选择系列	允许选择系列
缩小比例	1 : 2 1 : 5	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6
	1 : 2×10 ⁿ 1 : 5×10 ⁿ 1 : 1×10 ⁿ	1 : 1.5×10 ⁿ 1 : 2.5×10 ⁿ 1 : 3×10 ⁿ
		1 : 4×10 ⁿ 1 : 6×10 ⁿ

注：n 为正整数。

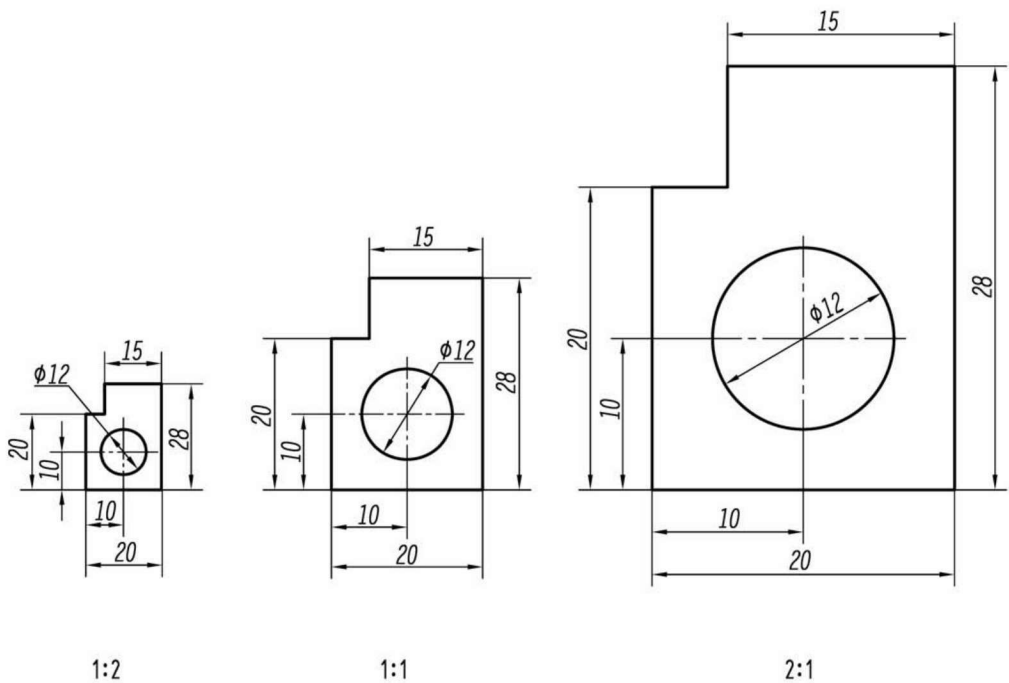


图 1.5 图形比例与尺寸数值的标注

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字、数字和字母来表示机件的大小和技术要求等。

在图样上书写汉字、数字和字母必须做到:字体端正,笔画清楚,排列整齐,间隔均匀。

字体的号数(即字体的高度,用 h 表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为 1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20。如需书写更大的字,其字高应按 $\sqrt{2}$ 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简化字。汉字的字高 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 0.7 h)。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、布满方格。汉字的书写示例如图 1.6 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐
横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格
技术制图机械电子轻工化工纺织服装汽车船舶航空土木建筑

图 1.6 长仿宋字体

(2) 字母和数字

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。在同一图样中,只允许采用一种形式的字体。斜体字母和数字的书写示例如图 1.7—图 1.11 所示。



图 1.7 大写拉丁字母

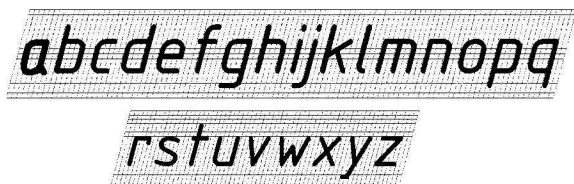


图 1.8 小写拉丁字母

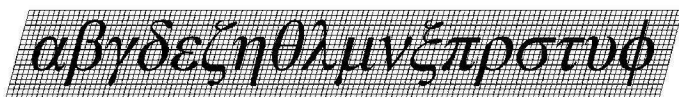


图 1.9 希腊字母

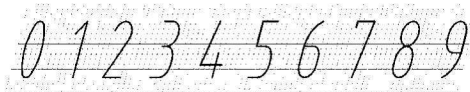


图 1.10 阿拉伯数字



图 1.11 罗马数字

1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002、GB/T 17450—1998)

(1) 基本线型

绘制图样时应采用规定的图线,表 1.4 列出了机械制图中常用的 8 种图线。

表 1.4 基本线型及应用

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线、相贯线、剖切符号用线
细实线		$d/2$	过渡线、尺寸线及尺寸界线、指引线、剖面线、重合断面的轮廓线
波浪线		$d/2$	断裂处边界线、局部剖视的分界线
双折线		$d/2$	
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、运动零件极限位置的轮廓线、轨迹线

(2) 图线的宽度

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 d 应根据图形的大小和复杂程度在数系 0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm 中选择,常用的为 0.5 mm 和 0.7 mm。粗线与细线的宽度比约为 2 : 1。

(3) 图线的应用

各种图线的应用示例如图 1.12 所示。

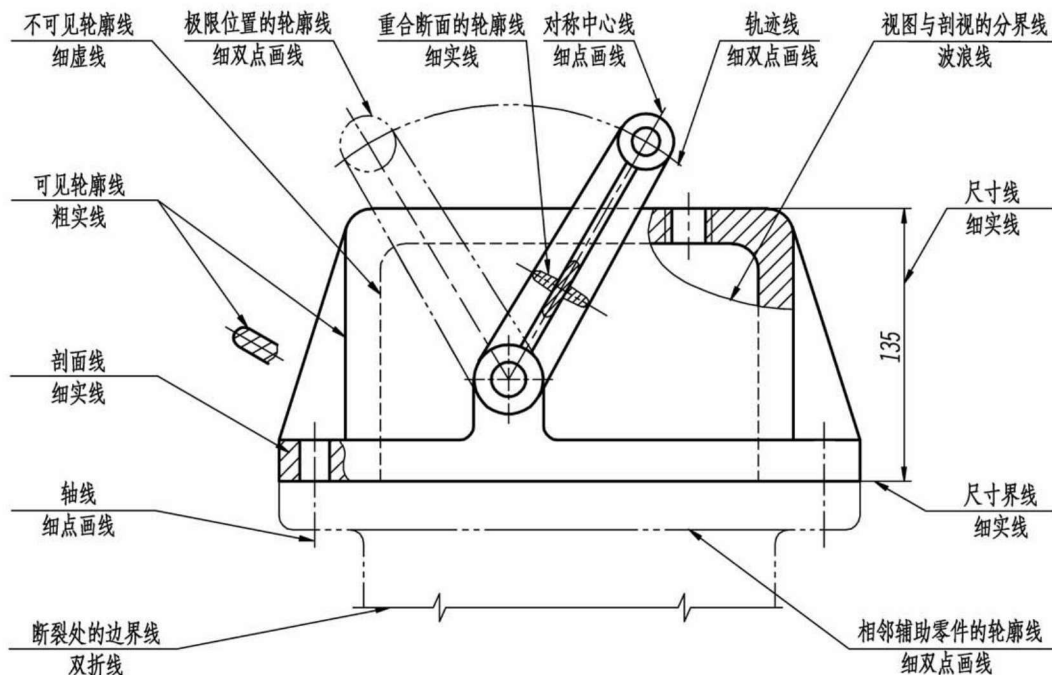


图 1.12 图线应用示例

(4) 图线画法的注意事项

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各自大致相等。

②两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小间隙不得小于0.7 mm。

③点画线(或双点画线)的首末两端应是线段而不是点。点画线(或双点画线)相交时,其交点应为线段相交。点画线端部应超出轮廓线2 mm~5 mm。

④在较小图形上画点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

⑤虚线与粗实线相交时,不应留有空隙,但虚线在粗实线延长线上时,虚线一侧应留间隙。

⑥当图中的线型重合时,其优先顺序为粗实线、虚线、点画线。

图1.13所示为图线画法示例。

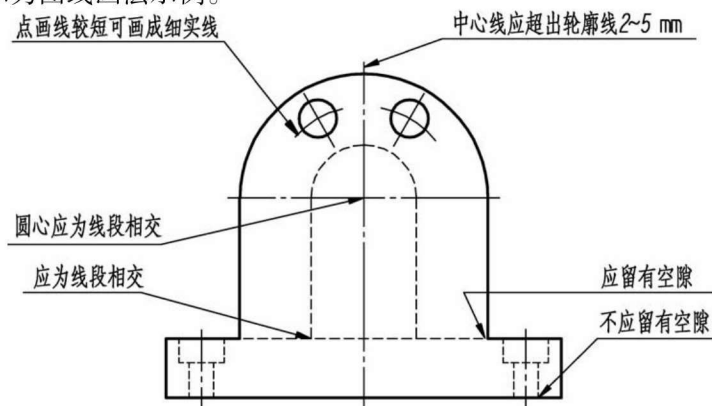


图1.13 图线画法示例

1.1.5 尺寸标注(GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

图样中,除了表达机件的结构形状外,还需标注尺寸,以确定机件的大小。国家标准对尺寸标注的基本方法有一系列规定,下面介绍其中的主要内容。

(1) 尺寸标注的基本规则

①机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据,与图形的绘图比例和绘图的准确度无关。

②图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称;如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

③图样中所标注的尺寸为机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

④机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(2) 组成尺寸的三要素

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线(包含尺寸终端)和尺寸数字三要素组成,如图1.14所示。

1) 尺寸界线

尺寸界线用来表示所注尺寸的界限,用细实线绘制。尺寸界线应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可利用轮廓线、轴线或中心线作为尺寸界线,并超出尺寸线2~3 mm。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图1.14(b)所示。

2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,相同方向的各

尺寸线之间的距离要均匀,间隔应大于 5 mm。尺寸线不能用其他图线代替,也不能与其他图线重合或画在其延长线上,并应尽量避免与其他尺寸线或尺寸界线相交,如图 1.14(a)所示。

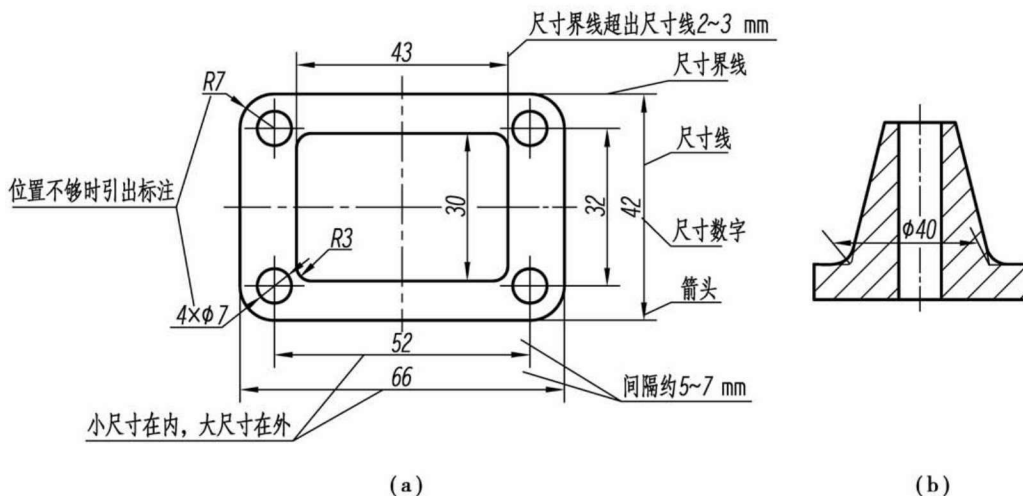


图 1.14 尺寸的组成及标注示例

尺寸线终端有箭头和斜线两种形式,如图 1.15 所示。在机械图中多采用箭头形式,当位置不够时也可用圆点或斜线代替。

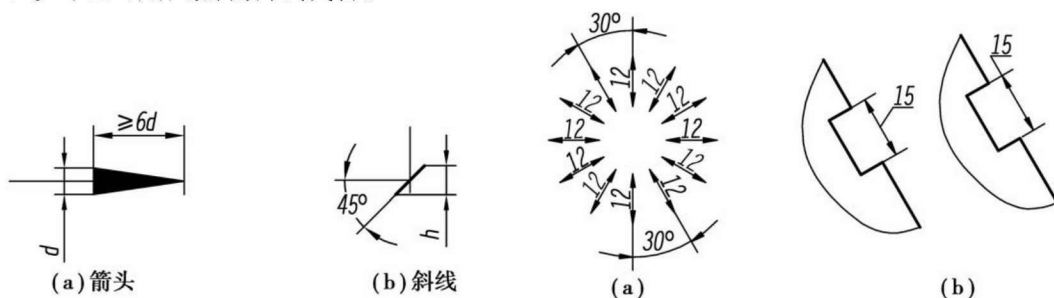


图 1.15 尺寸终端的画法
 d —粗实线线宽; h —字高

图 1.16 尺寸数字的方向

3) 尺寸数字

尺寸数字表明尺寸的数值,应按国家标准对字体的规定形式书写,同一图样上的字高要一致。

(3) 基本注法

1) 线性尺寸的注法

线性尺寸一般应注在尺寸线上方,也允许注在尺寸线的中断处。尺寸数字不可被任何图线穿过,否则必须将图线断开,如图 1.14(a)所示。

线性尺寸数字的方向,一般应按图 1.16(a)所示的方向注写,并且尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时可按图 1.16(b)所示的形式引出标注。

2) 直径和半径尺寸的注法

标注圆或圆弧(大于半圆)的直径时,尺寸线应通过圆心,尺寸线的两个终端应画成箭头,并在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”,如图 1.17(a)所示。

标注圆弧(小于半圆)的半径时,尺寸线应从圆心画起,另一端画成箭头,并在尺寸数字前加注符号“ R ”,如图 1.17(b)所示。

标注球面的直径或半径时,应在符号“ ϕ ”或“ R ”前再加注符号“ S ”,如图 1.17(c)(d)所示。

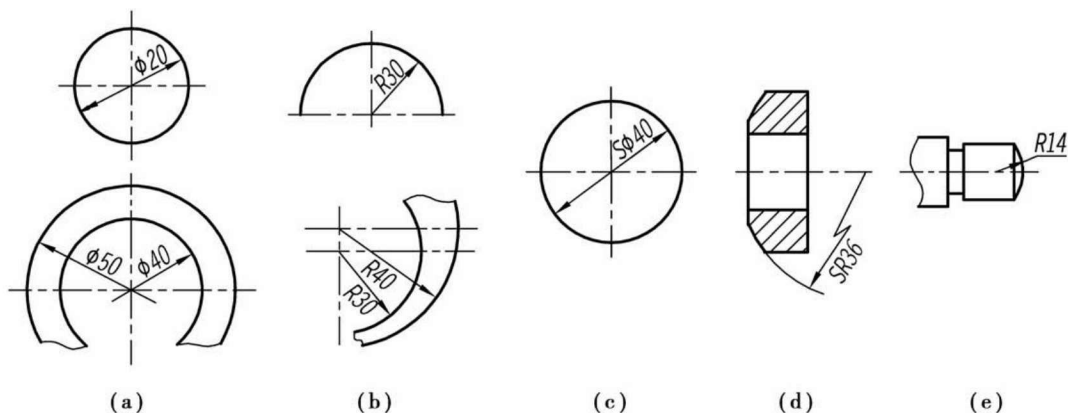


图 1.17 直径、半径及球面尺寸的标注

当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可按图 1.17(d)的形式标注。对于螺钉、铆钉的头部,轴的端部以及手柄的端部等,在不引起误解的情况下,可省略“S”,按图 1.17(e)的形式标注。

3) 角度尺寸的标注

标注角度时,尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点。尺寸界线应沿径向引出。角度的数字一律水平书写,一般注在尺寸线的中断处,也可注在尺寸线的上方或外面,如图 1.18 所示。

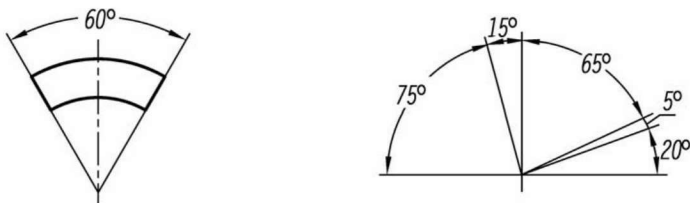


图 1.18 角度尺寸注法

4) 小尺寸的标注

对于较小的尺寸,在没有足够位置画箭头或注写数字时,可将箭头或数字放在尺寸界线之外。几个小尺寸连续标注时,尺寸线终端允许用小圆点或斜线代替箭头,如图 1.19 所示。

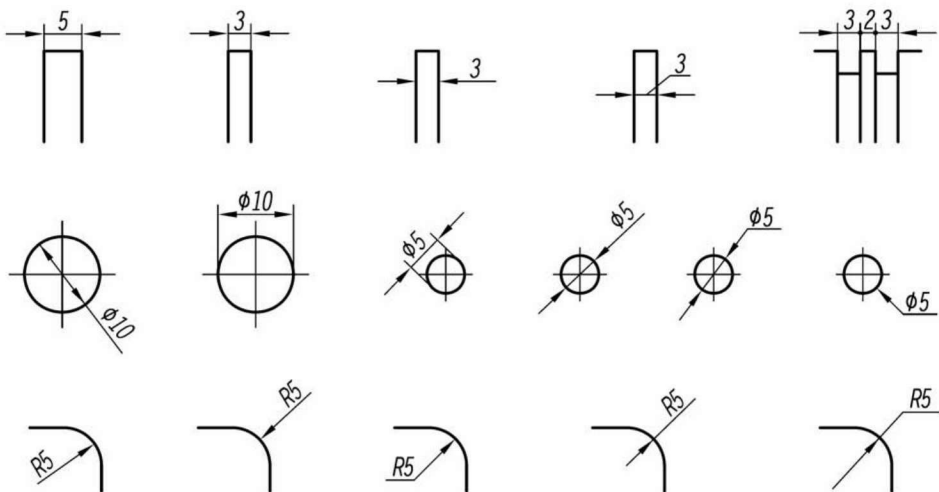


图 1.19 小尺寸的注法