



普通高校“十二五”规划教材

工程制图

主 编 李文望 诸世敏
副主编 罗志伟 罗 宁 陈水宣

GONGCHENG ZHITU



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

013069664

TB23-43
164



普通高校“十二五”规划教材

工程制图

主 编 李文望 诸世敏
副主编 罗志伟 罗 宁 陈水宣



TB23-43
164

北京航空航天大学出版社



北航

C1677795

内 容 简 介

工程制图是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。

本书共分7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、机械制图、电气工程图、化工制图、计算机绘图等。

本书可作为高等学校非机械类、近机械类专业“工程制图”课程的教材,也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

工程制图 / 李文望, 诸世敏主编. --北京: 北京航空航天大学出版社, 2013. 8

ISBN 978-7-5124-1164-7

I. ①工… II. ①李… ②诸… III. ①工程制图—高等学校—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 133181 号

版权所有,侵权必究。

工程制图

主 编 李文望 诸世敏

副主编 罗志伟 罗 宁 陈水宣

责任编辑 杨 昕 刘 工 刘爱萍

*

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: goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×1 092 1/16 印张: 16 字数: 410 千字

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷 印数: 3 000 册

ISBN 978-7-5124-1164-7 定价: 28.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

本书作者多年来致力于工程图学的教学改革,具有丰富的教学经验,在本书的编写过程中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。工程图样是一门技术语言,是表达和交流技术思想的重要工具。“工程制图”是一门理论性和实践性很强的技术基础课程,该课程的目标是培养学生的工程意识、空间想象力以及绘制和阅读工程图样的能力,同时培养学生耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度,为后续专业课的学习和毕业后从事相关工作打下基础。

在本书的编写过程中,我们力求实现科学性与实用性相结合,系统性与先进性相统一,新内容和经典内容相融合的目标,做到实践性强、语言通俗、重点突出、化解难点。注重采用由浅入深、由简单到复杂的思维方法,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。通过例题、习题等,培养学生的图示能力及看图能力,扩充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。

本书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。

本书由厦门理工学院李文望、诸世敏任主编,罗宁、罗志伟、陈水宣任副主编,在编写过程中得到金玉狮等。

本教材获得了“厦门理工学院教材建设基金”资助老师的指导和支持。

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

2013 年 4 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)	7
1.2 制图工具及其使用方法	10
1.2.1 铅笔和铅芯	10
1.2.2 图板、丁字尺和三角板	11
1.2.3 圆规和分规	12
1.3 基本几何作图	13
1.3.1 等分已知线段	13
1.3.2 等分圆周作正多边形	13
1.3.3 斜度与锥度	14
1.3.4 圆弧连接	15
1.3.5 工程上常见的平面曲线	16
1.4 平面图形的尺寸分析和线段分析	17
1.4.1 平面图形的尺寸分析	17
1.4.2 平面图形的线段分析	18
1.4.3 平面图形的作图步骤	18
第 2 章 投影的基本知识	20
2.1 投影的方法及分类	20
2.2 点的投影	22
2.2.1 两面投影体系中点的投影	22
2.2.2 三面投影体系中点的投影	22
2.2.3 两点间的相对位置及重影点	24
2.3 直线的投影	26
2.3.1 直线的三面投影	26
2.3.2 直线相对于投影面的位置	27

2.3.3 点与直线、直线与直线的相对位置	29
2.4 平面的投影	31
2.4.1 平面的表示法	31
2.4.2 各种位置平面的投影	32
第3章 立体及其表面交线的投影	35
3.1 基本立体的投影	35
3.1.1 平面立体	35
3.1.2 常见回转体	38
3.2 平面与立体相交	43
3.2.1 平面与平面立体相交	44
3.2.2 平面与曲面立体相交	45
3.3 两回转体的表面相交	49
3.4 组合体	54
3.4.1 组合体的组合形式	54
3.4.2 组合体视图的画法	56
3.4.3 读组合体视图的方法	62
3.4.4 组合体视图中的尺寸标法	67
3.5 轴测投影图	69
3.5.1 轴测投影的基本知识	69
3.5.2 正等轴测图的画法	70
3.5.3 斜二测图的画法	74
第4章 机械制图	76
4.1 图样画法	76
4.1.1 视图	76
4.1.2 剖视图	78
4.1.3 断面图	87
4.1.4 其他画法	89
4.2 零件图	93
4.2.1 零件图的作用和内容	93
4.2.2 零件图的视图选择	94
4.2.3 零件图的尺寸标注	100
4.2.4 表面结构要求及其标注	105
4.2.5 公差与配合	111
4.2.6 形位公差及其标注简介	117
4.2.7 读零件图	120
4.3 标准件和常用件	122
4.3.1 螺纹及螺纹连接	122

4.3.2 普通平键连接	126
4.3.3 齿 轮	127
4.3.4 滚动轴承	129
4.4 装配图	130
4.4.1 装配图的作用和内容	130
4.4.2 装配图的表达方法和绘图步骤	133
4.4.3 装配图的尺寸和技术要求	137
4.4.4 装配图的零、部件序号及明细栏	138
4.4.5 装配结构的合理性	139
4.4.6 读装配图及由装配图拆画零件图	141
第5章 电气工程制图	150
5.1 概 述	150
5.2 电气图的一般规定	151
5.3 电气图的基本表示法	153
5.3.1 线路的表示法	153
5.3.2 连接线的表示法	154
5.3.3 电气元件的表示法	156
5.4 电气符号	157
5.4.1 电气图形符号	157
5.4.2 文字符号	158
5.5 电气简图的画法	159
5.5.1 绘图原则	159
5.5.2 图线的布局	159
5.5.3 电路元件的布局	160
5.6 电气系统图	161
5.6.1 电路图	161
5.6.2 接线图和接线表	162
5.6.3 功能图表	164
5.6.4 印刷电路板电气图	167
第6章 化工制图	171
6.1 化工设备图	171
6.1.1 化工设备装配图的内容	172
6.1.2 化工设备装配图的表达方法	175
6.1.3 化工设备装配图中焊缝的表示法	179
6.1.4 化工设备常用标准化零部件	180
6.1.5 化工设备装配图的阅读	183
6.2 化工工艺图	184

6.2.1 方案流程图	184
6.2.2 物料流程图	186
6.2.3 施工流程图	187
第7章 计算机绘图	194
7.1 计算机绘图系统	194
7.1.1 硬件系统	194
7.1.2 绘图软件	195
7.2 AutoCAD 2011 基础知识	196
7.2.1 AutoCAD 2011 的启动	196
7.2.2 AutoCAD 2011 基本界面介绍	197
7.2.3 AutoCAD 2011 输入方式	200
7.2.4 常用快捷键功能	201
7.2.5 文件操作	201
7.2.6 退出 AutoCAD 2011	203
7.3 基本二维图形绘制	203
7.3.1 设置绘图单位及边界	203
7.3.2 常用的绘图命令	204
7.3.3 常用图形编辑命令	207
7.4 图形显示控制与精确绘图	216
7.4.1 图形显示控制	216
7.4.2 精确绘图	217
7.5 图形实体属性	220
7.5.1 图 层	220
7.5.2 对象属性的修改	223
7.6 文字标注及表格创建	224
7.6.1 文字标注	224
7.6.2 创建表格	226
7.7 零件图绘制及标注	229
7.7.1 表面粗糙度符号的绘制	229
7.7.2 尺寸标注	232
7.8 剖视图绘制	242
7.8.1 剖面符号绘制	242
7.8.2 波浪线绘制	244
7.8.3 剖切符号绘制	245
参考文献	246

绪 论

一、“工程制图”课程的任务和研究对象

在工程界,常常需要正确地表达机器、设备、建筑物等的大小和形状,而这些是不能仅用语言来表达的,必须通过图样来表达设计思想和要求,作为指导生产的依据,设计人员把设计构思画在图上,工人按图施工,图样成了表达和交流技术思想的重要工具,被认为是工程界的“语言”。

“工程制图”是一门研究图示图解的空间几何问题,以及研究绘制和阅读工程图样的原理、方法的学科。

二、“工程制图”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。

三、“工程制图”课程的学习方法

“工程制图”是一门既有系统理论,又比较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“工程制图”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来画图。
2. 认真听课,及时复习,掌握形体分析法、线面分析法和投影分析方法,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,多画多看,逐步培养空间逻辑思维与形象思维的能力。
4. 严格遵守工程制图的国家标准,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,国标中规定了五种标准图纸的幅面,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	$B \times L$	a	c	e
A0	841×1 189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594			
A3	297×420		5	10
A4	210×297			

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。

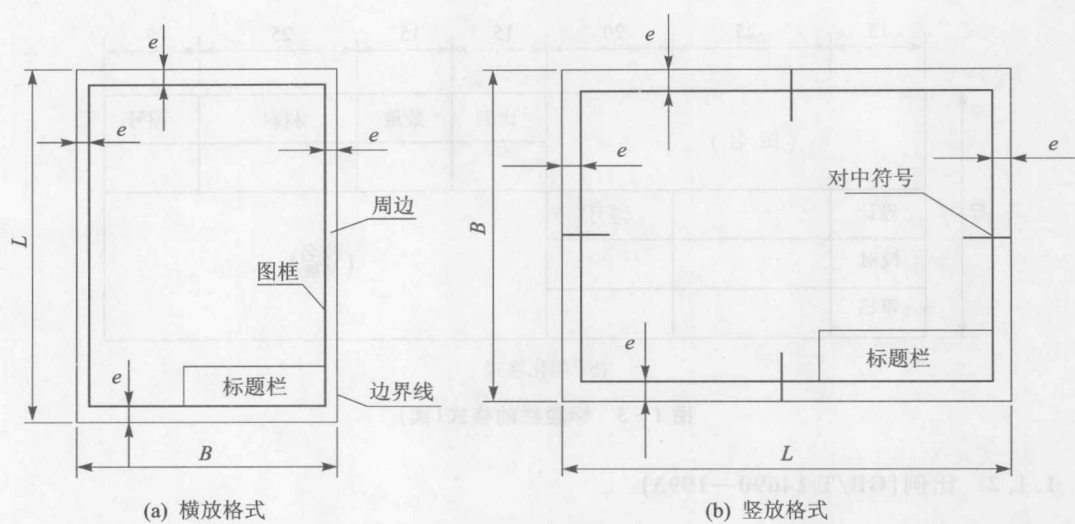


图 1-1 无装订边的图纸格式

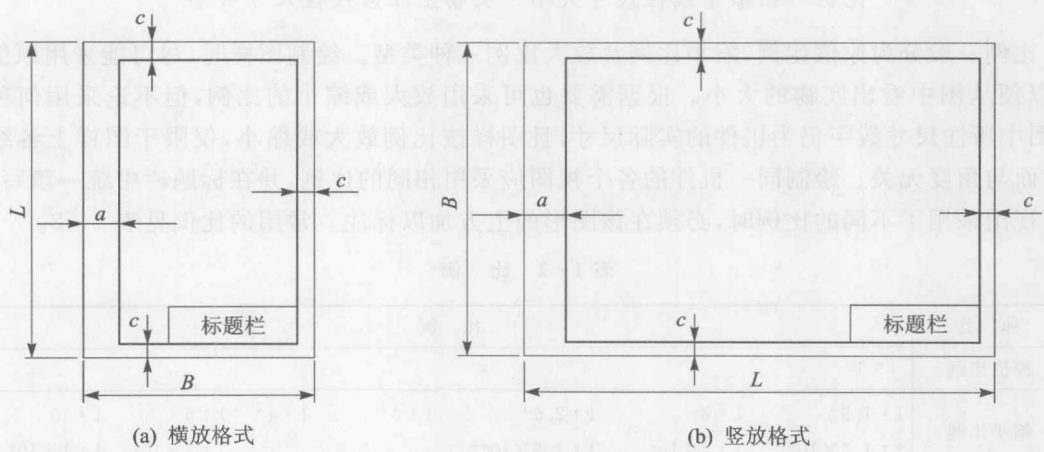
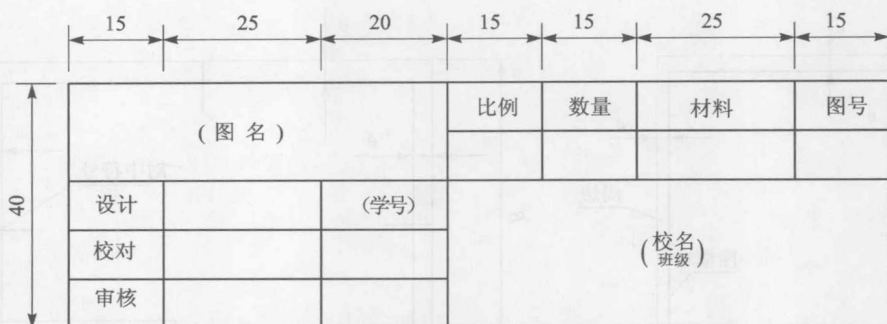


图 1-2 有装订边的图纸格式

8×17=56	10	10	16	16	12	16	(材料标记)			(单位名称)	
							4×6.5=26	12	12	(图样名称)	20
	标记	处数	分区	改文件号	(签名)	年 月 日					
	设计	(签名)	(年 月 日)	标准化	(签名)	年 月 日	阶段标记	质量	比例	(图样代号)	18
	审核						6.5				
	工艺			批准			共 张	第 张			
	12	12	16	12	12	16	50				
							180				

(a) 完整格式

图 1-3 标题栏的格式



(b) 简化格式

图 1-3 标题栏的格式(续)

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

比例 = 图形中线性尺寸大小 : 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三种类型。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,图样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

种 类	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
	1 : 1.5 × 10 ⁿ *	1 : 2 × 10 ⁿ	1 : 2.5 × 10 ⁿ *			1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 1 × 10 ⁿ
放大比例	2 : 1	2.5 : 1*	4 : 1*		5 : 1		1 × 10 ⁿ : 1

注: n 为正整数。

* 必要时,允许选取。

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: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 为长仿宋体字示例。

10 号字

字体端正 笔画清楚
排列整齐 间隔均匀

7 号字

结构匀称 填满方格 横平竖直 注意起落

5 号字

国家标准机械制图技术要求公差配合表面粗糙度倒角其余

图 1-4 长仿宋字体示例

④ 数字及字母: 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° 。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。

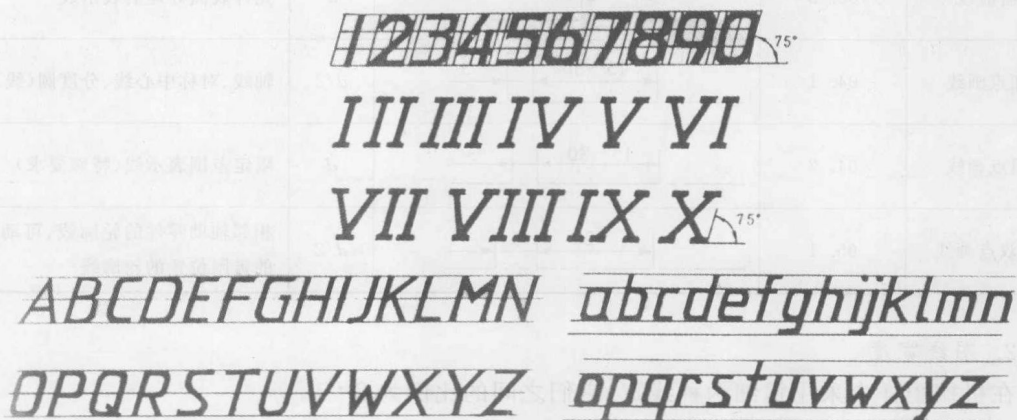


图 1-5 数字和字母示例

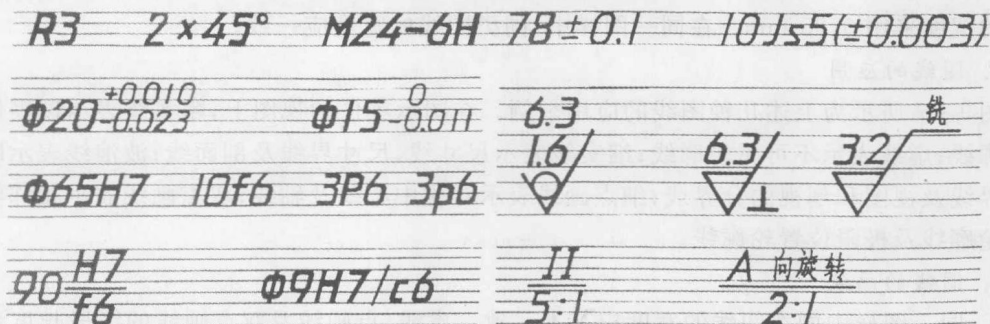


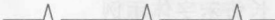
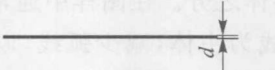
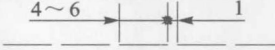
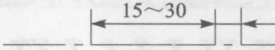
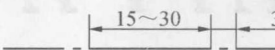
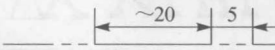
图 1-6 字体组合应用示例

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、双折线等,它们的使用在国标中都有严格的规定(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)
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:0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2 mm。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。

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。

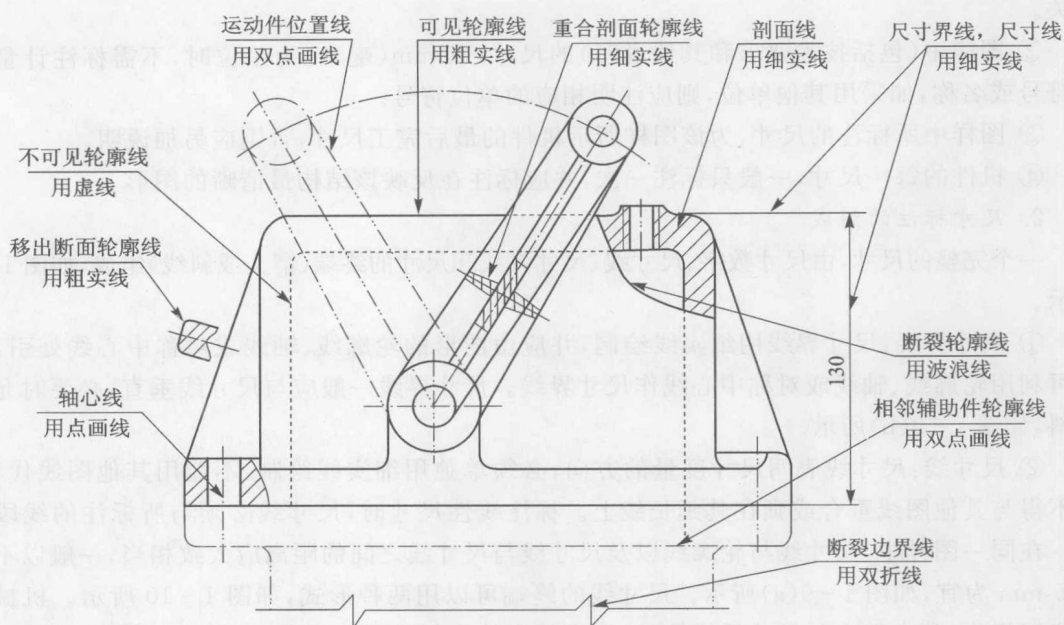


图 1-7 图线应用示例

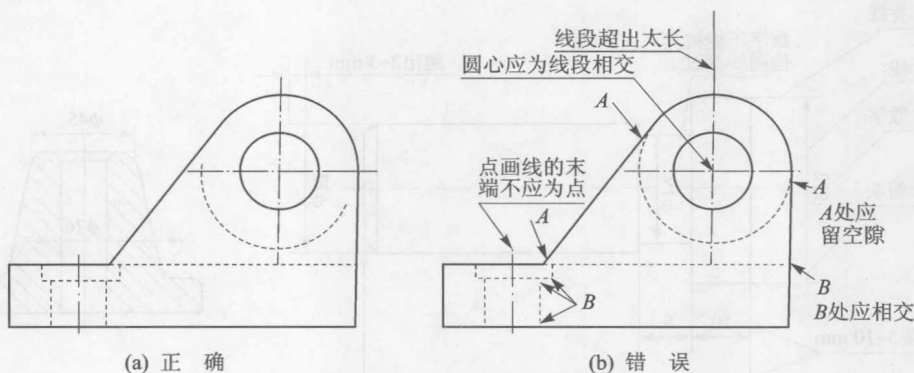


图 1-8 图线交接处的画法

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。

④ 虚线、点画线、双点画线相交时,应该是线段相交。当虚线是粗实线的延长线时,在连接处应断开。

⑤ 当各种线型重合时,应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

国家标准中规定了标注尺寸的规则和方法。绘图时必须严格遵守。

1. 基本规则

① 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度

无关。

② 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以 mm(毫米)为单位时,不需标注计量单位符号或名称,如采用其他单位,则应注明相应的单位符号。

③ 图样中所标注的尺寸,为该图样所示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. 尺寸标注的组成

一个完整的尺寸,由尺寸数字、尺寸线、尺寸界线和尺寸的终端(箭头或斜线)组成,如图 1-9 所示。

① 尺寸界线:尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时允许倾斜,如图 1-9(b)所示。

② 尺寸线:尺寸线表明尺寸度量的方向,必须单独用细实线绘制,不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。在同一图样中,尺寸线与轮廓线以及尺寸线之间的距离应大致相当,一般以不小于 5 mm 为宜,如图 1-9(a)所示。尺寸线的终端可以用两种形式,如图 1-10 所示。机械图一般用箭头,其尖端应与尺寸界线接触,箭头长度约为粗实线宽度的 6 倍。土建图一般用 45° 斜线,斜线的高度应与尺寸数字的高度相等。

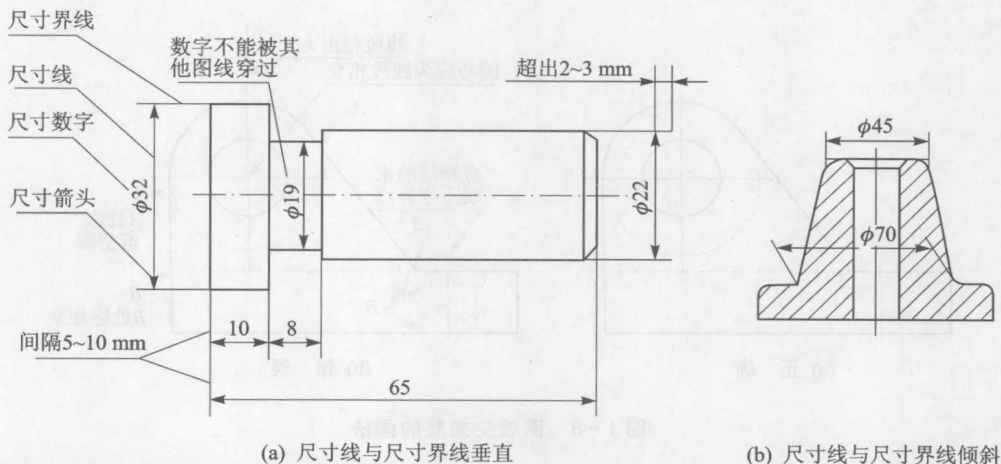


图 1-9 尺寸的组成

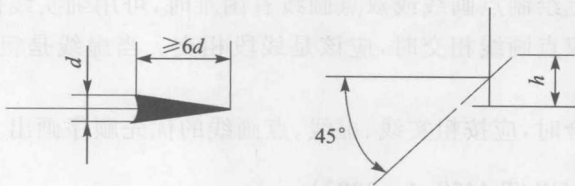


图 1-10 尺寸线终端的形式

③ 尺寸数字:线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,或注写在尺寸线的中断处,尺寸数字不可被任何图线所穿过,如图 1-9 所示。

线性尺寸的数字方向,一般应按图 1-11 所示方向注写,即水平方向的尺寸数字字头朝上;垂直方向的尺寸数字字头朝左;倾斜方向尺寸数字字头有朝上的趋势,如图 1-11(a)所示。应避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,可按图 1-11(b)的形式标注。

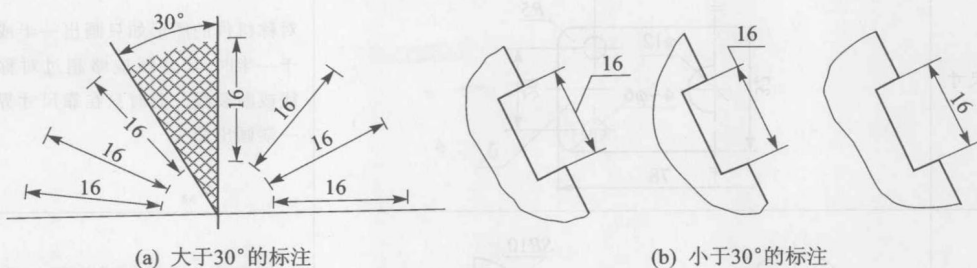


图 1-11 线性尺寸数字的方向

3. 常用尺寸注法

在实际绘图中,尺寸标注的形式很多,常用尺寸的标注方法如表 1-4 所列。

4. 标注尺寸的符号及缩写词

标注尺寸的符号及缩写词应符合表 1-5 的规定。

表 1-4 常用尺寸的注法

尺寸种类	图 例	说 明
圆和圆弧		在直径、半径尺寸数字前,分别加注符号 ϕ 、 R ; 尺寸线应通过圆心(对于直径)或从圆心画出(对于半径)
大圆弧		需要标明圆心位置,但圆弧半径过大,在图纸范围内又无法标出其圆心位置时,用左图; 不需标明圆心位置时,用右图
角 度		尺寸界线沿径向引出;尺寸线为以角度顶点为圆心的圆弧。尺寸数字一律水平书写,一般写在尺寸线的中断处,也可注在外边或引出标注
小尺寸和小圆弧		位置不够时,箭头可画在外边,允许用小圆点或斜线代替两个连续尺寸间的箭头。 在特殊情况下,标注小圆的直径允许只画一个箭头;有时为了避免产生误解,可将尺寸线断开