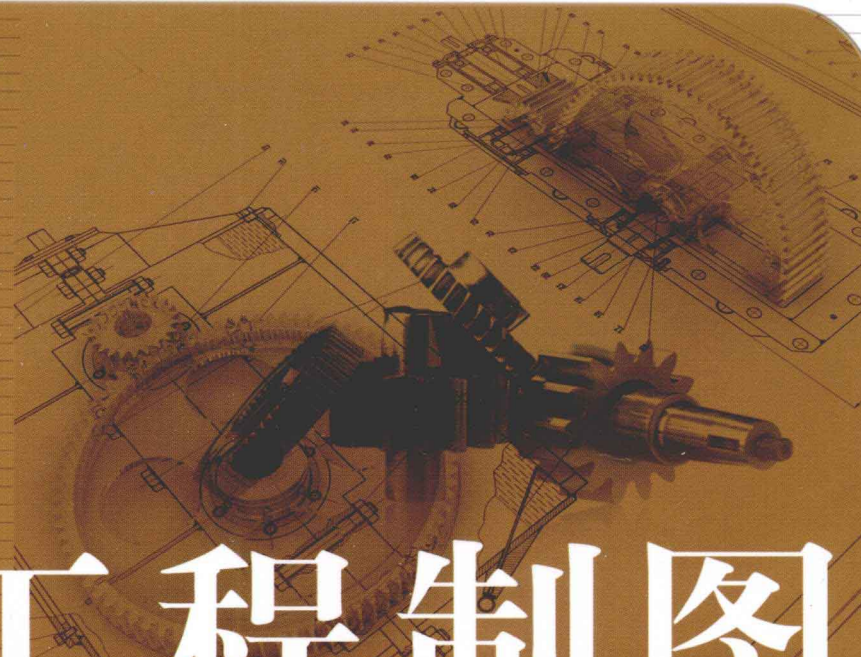




21世纪高等学校规划教材



工程制图

GONGCHENG ZHITU

主 编 于文妍 薄少军



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



21 世纪高等学校规划教材

工程制图

主 编 于文妍 薄少军
副主编 包玉梅 闫洪波 孟智慧

北京邮电大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

本书基本涵盖工程类制图,并加入了计算机辅助设计内容,将基本理论与实践教学有机地融为一体。教材主要分为四个部分,即制图篇、阴影篇、透视篇和计算机辅助设计篇,内容全面、体系完整。本教材还配套有《工程制图习题集》(薄少军、于文妍主编),可满足读者对多样性学习方式的要求。

本教材针对高等学校“工程图学”课程而编写,适用于 40~120 学时的各专业学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/于文妍,薄少军主编.——北京:北京邮电大学出版社,2011.8

ISBN 978-7-5635-2714-4

I. ①工… II. ①于… ②薄… 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(2011)第 158995 号

书 名	工程制图
主 编	于文妍 薄少军
责任编辑	韩 霞
出版发行	北京邮电大学出版社
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号(100876)
电话传真	010-82333010 62282185(发行部) 010-82333009 62283578(传真)
电子信箱	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	北京市梦宇印务有限公司
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	18.5
字 数	461 千字
版 次	2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-2714-4

定价: 32.00 元

如有质量问题请与发行部联系

版权所有 侵权必究

前 言

目前我国经济和科技迅猛发展,国家又制定了第十二个五年规划,对知识面的发展和高等学校的教育教学改革也提出了相应的要求。为了满足社会的需求,迎合社会对知识更新和对人才培养的新要求,目前高等学校的教育教学改革越来越细化,越来越深化,因此教材的改革必须符合时代的要求。

工程图学是一门应用于实际工程中的技术基础课程,其课程性质决定了它必须随着科学技术的发展而发展,同时工程图学也是全世界工程技术人员进行科学技术交流的一种无声语言,由于其“语言”的重要性和特殊性,使得工程图学课程成为工科类学生必修的一门技术基础课程,它也为学生完成后续课程、课程设计、毕业设计以及今后从事工程技术工作提供必要的基础,因此其重要性不言而喻。这就对工程图学教学改革提出了更高的要求,而教材的改革和更新就显得更为重要。

依据国家制定第十二个五年规划和教育部制定的“高等教育面向 21 世纪高等教学内容和课程体系改革计划”要求,也为满足高等学校对工程图学的分类教学要求,我们逐步开展了针对课程教学体系改革的研究与实践,经过几年的探索,并汲取了我国各高等学校教学改革的经验,编写了此书。它将工程类制图基本涵盖,并加入了计算机辅助设计内容,将基本理论与实践教学有机地融为一体,并满足高等学校工科类制图课程教学指导委员会制定的《画法几何及工程制图课程教学基本要求》。

依据本教材的体系要求,我们在编写教材时主要分为四个部分,即制图篇、阴影篇、透视篇和计算机辅助设计篇,各部分内容特点如下。

(1)在制图篇中,包含制图基本知识、画法几何、机械图等部分内容,在编写方面力求以制图基本知识为主线,以立体模型为纽带,建立了三维立体与二维图形之间的紧密联系,使制图部分内容变得形象、简单、易于理解,有助于教师讲解和学生学习。

(2)在阴影、透视两篇中,包含阴影和透视两部分内容,它主要为满足目前各高等学校针对工业设计专业的工程图课程教学要求而增加的内容。在编写方面主要遵循以基本理论和概念为基本要求,以实际应用为重点的理念,将此部分内容与制图篇结合在一起,使工业设计专业学生在学习阴影透视部分时变得轻松,为后续课程的学习和应用奠定扎实的基础。

(3)在计算机辅助设计篇中,包含了基本命令的使用、基本绘图技巧和简单的三维建模内容。本部分内容可将手工绘图与计算机绘图有机结合,使制图体系更加完善,符合社会科技发展的趋势。

本教材由内蒙古科技大学机械工程学院的教师编写,它的出版凝结了诸位教师的多年经验和辛苦。参加编写的有:于文妍(第 1、第 4 章和附录)、薄少军(第 10~第 16 章)、包玉梅(第 2、第 3、第 8、第 9 章)、孟智慧(第 5~第 7 章)、闫洪波(第 17 章),最后由于文妍、薄少军、汪建新编排、审校、修改并定稿。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者及同仁不吝赐教。

编 者

目 录

制图篇

第 1 章 机械制图的基本知识	1
1.1 国家标准中《技术制图》的基本规定	1
1.2 绘图工具的使用方法	12
1.3 几何作图	14
1.4 绘图的一般步骤	16
第 2 章 投影法基本知识	20
2.1 投影的概念和投影法的分类	20
2.2 正投影特性分析	21
2.3 投影体系的建立	21
2.4 物体的三面投影图	22
第 3 章 点、直线和平面的投影分析	23
3.1 点的投影	23
3.2 直线的投影	26
3.3 平面的投影	31
3.4 直线与平面的相对位置	35
3.5 平面与平面的相对位置	37
第 4 章 立体的投影	39
4.1 基本几何体的投影	39
4.2 平面与立体的截交	48
4.3 两立体相交	62
第 5 章 组合体	69
5.1 组合体的形体分析法	69
5.2 画组合体视图	70
5.3 组合体的尺寸标注	73
5.4 读组合体视图	79

第 6 章 机件的常用表达方法	84
6.1 视图	84
6.2 剖视图	86
6.3 断面图	94
6.4 局部放大图和简化画法	96
第 7 章 标准件与常用件	101
7.1 螺纹的规定画法和标注	101
7.2 螺纹紧固件	106
7.3 键与销	110
7.4 齿轮	113
第 8 章 零件图	116
8.1 零件图的内容	116
8.2 零件图的视图选择	117
8.3 零件图的尺寸标注	120
8.4 零件图的工艺性简介	123
8.5 零件图的技术要求	125
8.6 读零件图	136
第 9 章 装配图	138
9.1 装配图的内容	138
9.2 装配图的视图表达	139
9.3 装配图的尺寸标注	140
9.4 装配图的零件序号及明细栏	141
9.5 装配结构合理性简介	142
9.6 装配图的画法	143
9.7 读装配图及拆画零件图	145

阴影篇

第 10 章 阴影的基本知识	149
10.1 阴影的形成	149
10.2 绘制阴影所使用的光线	149
10.3 绘制物体阴影的作用	150
第 11 章 点、线的落影和面的阴影	152
11.1 点的落影	152

11.2	直线的落影·····	155
11.3	直线平面形的阴影·····	161
11.4	曲线的落影·····	166
11.5	曲面的阴影·····	167
第 12 章	立体的阴影 ·····	169
12.1	平面立体的阴影·····	169
12.2	曲面立体的阴影·····	171

透视篇

第 13 章	透视的基本知识 ·····	172
13.1	透视的形成及透视图的特点·····	172
13.2	透视的基本知识和常用术语·····	173
第 14 章	点、直线和平面形的透视 ·····	175
14.1	点的透视·····	175
14.2	直线的透视·····	180
14.3	平面形的透视·····	190
第 15 章	透视图的分类 ·····	194
15.1	常用透视图的分类·····	194
15.2	视觉范围和视点选定·····	195
第 16 章	透视图的常用画法 ·····	200
16.1	建筑师法·····	200
16.2	全线相交法·····	202
16.3	量点法·····	204
16.4	距点法·····	206
16.5	透视的简捷画法·····	207
16.6	受图板限制时的透视画法·····	210

计算机辅助设计篇

第 17 章	计算机辅助设计 CAD 基础 ·····	212
17.1	AutoCAD 绘图软件 ·····	212
17.2	基本绘图命令的使用·····	218

17.3	绘图编辑命令的使用·····	231
17.4	图案填充·····	237
17.5	文字·····	239
17.6	显示控制·····	241
17.7	尺寸标注·····	244
17.8	图块应用·····	247
17.9	绘图环境设置·····	248
17.10	设计中心及其他辅助功能 ·····	254
附录	·····	256
参考文献	·····	288

制 图 篇

第 1 章 机械制图的基本知识

工程图是全世界工程技术人员进行科学技术思想交流的一种无声语言,由于“语言”的重要性和特殊性,使得全世界工程界都有其规范要求,以便能够更准确地使用这种特殊语言。由此它也成为工程界的一种法规,从事工程技术工作的人员必须遵守其规定。根据我国工程技术的发展状况,有关部门也作出了相应的规范要求,并随着科技的发展不断加以更新。因此从事工程技术工作的人员都应该熟悉和掌握有关“工程图”的基本知识和绘制工程图样的基本技能。本章介绍了《技术制图》国家标准、绘图工具使用、几何作图方法以及绘图的一般步骤,为后续课程的学习打好基础。

1.1 国家标准中《技术制图》的基本规定

我国已发布部分《技术制图》标准,这些技术制图标准在技术内容上,相对于工业部门(如机械、造船、建筑、土木及电气等行业)的制图标准具有统一性、通用性和通则性,对各行业制图标准具有指导性。本节根据最新的国家标准,简要介绍《技术制图》中的部分有关规定,如常用的图纸幅面和格式、比例、图线、字体和尺寸等,制图时必须严格遵守。更多的规定使用时可查阅国家标准设计手册。

国家标准编有一定的编码,称为“国标代码”,其作用是使工程技术人员能够迅速查找到国家标准的相关规定。例如,GB/T 14689—2008,其中“GB”为“国家标准”的简称,“T”为“推荐”的简称,“14689”为国家标准的编码,“2008”为该标准颁布的年代。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

绘制工程技术图样时,应选择国家规定的图纸幅面要求,且应优先采用“基本幅面”;必要时也可以采用“加长幅面”,其尺寸是由基本幅面短边成整数倍增加后得出的。如图 1-1 所示,图中粗实线为基本幅面,虚线为加长幅面。表 1-1 规定了其幅面和边框尺寸。

2. 图框格式

在图纸上须用粗实线画出图框,而图样必须绘制在图框内。图框格式分为留有装订边(见图 1-2)和不留装订边(见图 1-3)两种,但是同一产品的图样只能采用同一种格式。装订时可采用 A4 幅面竖装或 A3、A2 幅面横装。

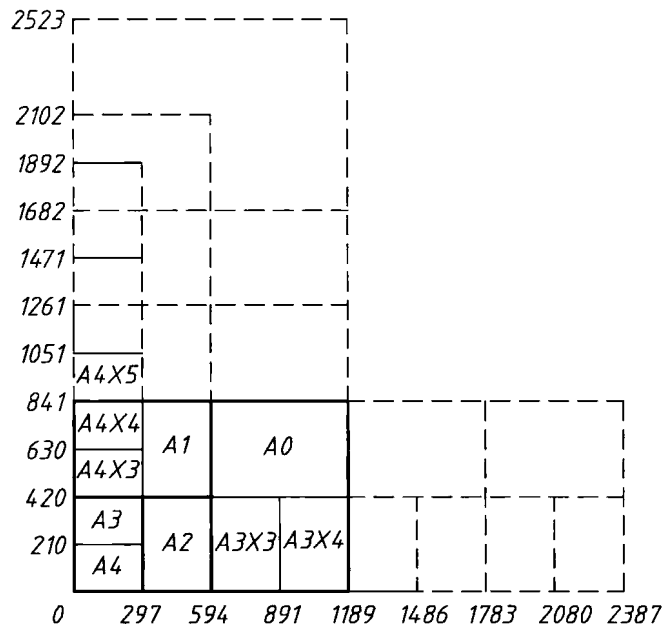


图 1-1 图纸幅面规定

表 1-1 幅面和边框尺寸 mm

基本幅面						加长幅面					
第一选择						第二选择		第三选择			
幅面 代号	A0	A1	A2	A3	A4	幅面 代号	B×L	幅面 代号	B×L	幅面 代号	B×L
B×L	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297			A0×2	1 189×1 682	A3×5	420×1 486
e	20		10			A3×3	420×891	A0×3	1 189×2 523	A3×6	420×1 783
						A3×4	420×1 189	A1×3	841×1 783	A3×7	420×2 080
c	10			5		A4×3	297×630	A1×4	841×2 378	A4×6	297×1 261
						A4×4	297×841	A2×3	594×1 261	A4×7	297×1 471
a	25					A4×5	297×1 051	A2×4	594×1 682	A4×8	297×1 682
								A2×5	594×2 102	A4×9	297×1 892

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏用来表达零部件及其管理等相关信息,是图纸上非常重要的一项内容。其格式和尺寸应按照国家标准(GB/T 10609.1—2008)的规定绘制,如图 1-4 所示。标题栏应位于图纸的右下角,并使标题栏的底边线与下图框线重合,右边线与右图框线重合,如图 1-2 和图 1-3 所示,标题栏的方向应与看图方向一致,字体应符合 GB/T 14691.1—1993 的规定(责任签名除外)。由于各设计单位的用途不同,标题栏格式会根据其使用要求变化,但其所含的内容基本相同。本书给出学生制图作业用标题栏格式,如图 1-5 所示。

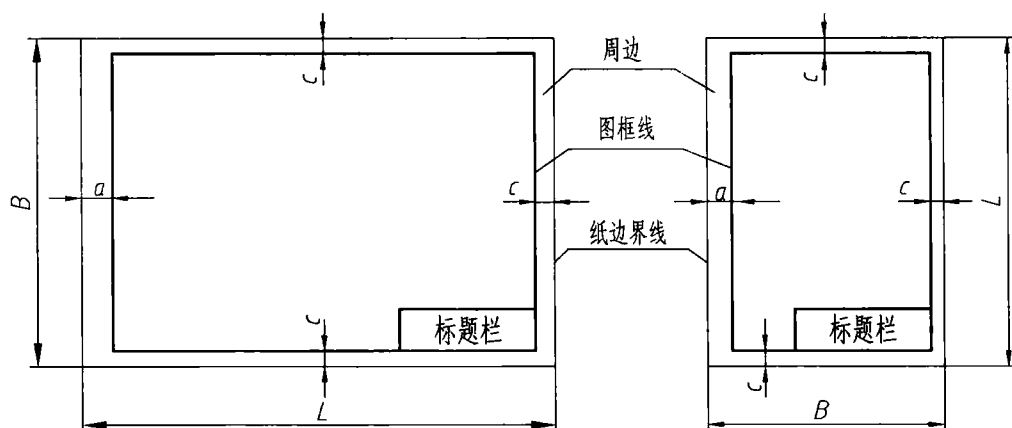


图 1-2 留装订边的图框格式

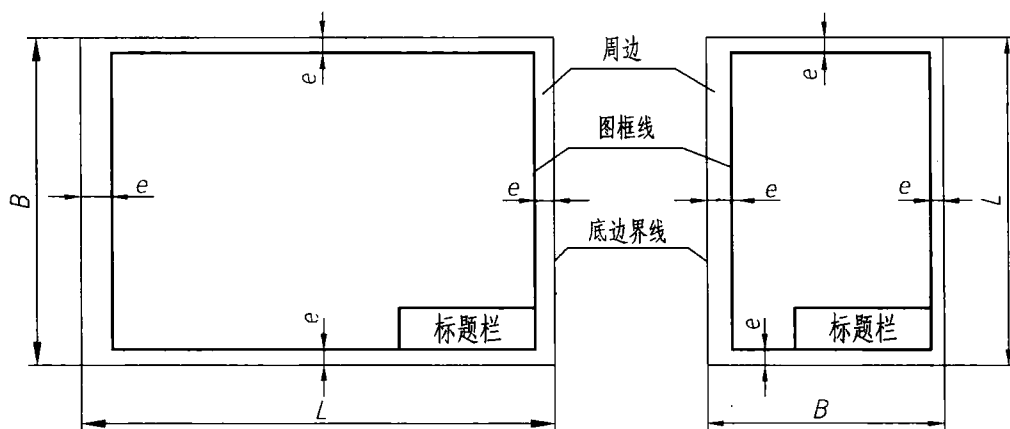


图 1-3 不留装订边的图框格式

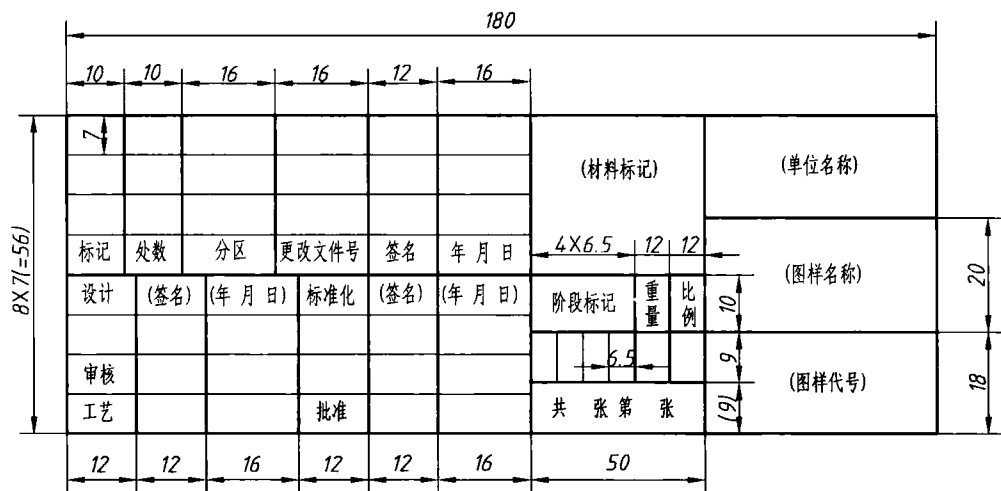


图 1-4 零件图标题栏格式

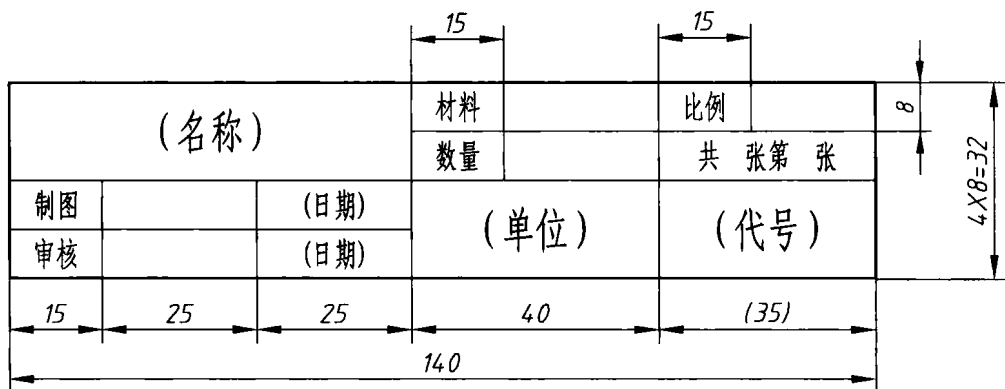


图 1-5 制图作业用标题栏格式

4. 明细栏

明细栏仅用于装配图中,它描述了组成装配体的各种零、部件的名称、数量、材料、重量以及相关标准和图号等信息。明细栏配置在标题栏的正上方,其下边线应与标题栏的上边线重合,各零件序号应按照由下至上的顺序依次书写。装配图中的明细栏由国家标准 GB/T 10609.2—2008 规定,如图 1-6 所示。

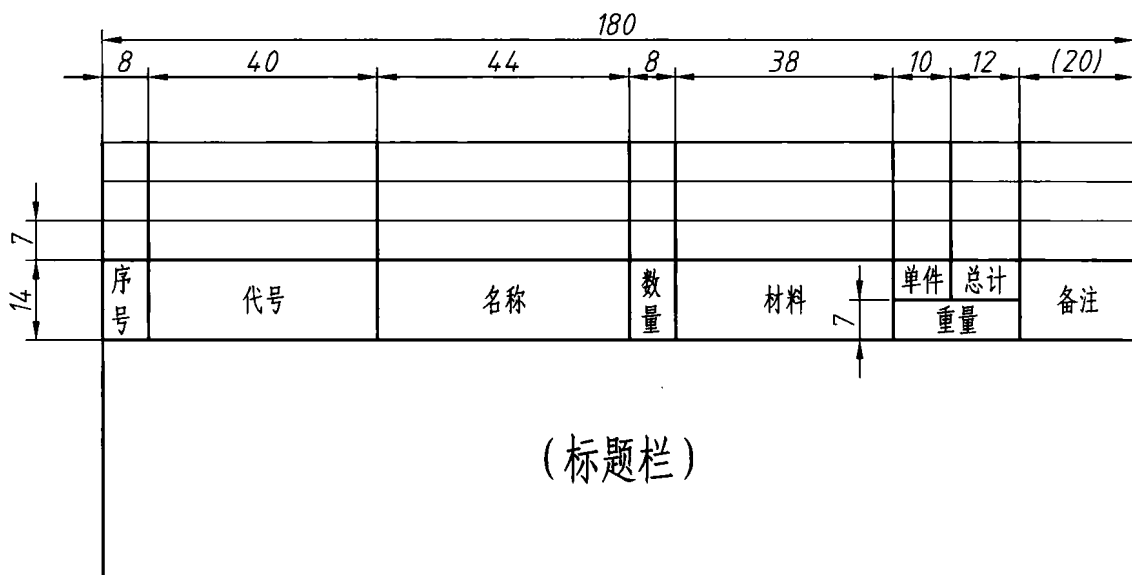


图 1-6 装配图中明细栏格式

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比称为比例,也称为绘图比例。比例在绘图中非常重要,因为在图样中表达实物常常要将较大的物体用较小的图样画出,也需要将较小的实物用较大的图样画出,也会用与实物相同大小的图样画出,有了比例才能将实物在有限的图纸上真实地表达出不同大小的物体。

比例分为三种:原值比例、放大比例和缩小比例。比值为 1 的比例称为原值比例,如 1:1,是指在图样上用与实物实际大小相同的尺寸所画出的图形;比值大于 1 的比例称为放大比例,

如 2 : 1 ; 比值小于 1 的比例称为缩小比例, 如 1 : 2 。前面的数字代表图形的大小, 后面的数字代表实物的大小。但要特别注意的是: 无论用哪种比例绘制图形, 图中的尺寸均应按照实物的实际大小的尺寸进行标注。图 1-7 为用不同比例绘制图形并标注的图样效果。

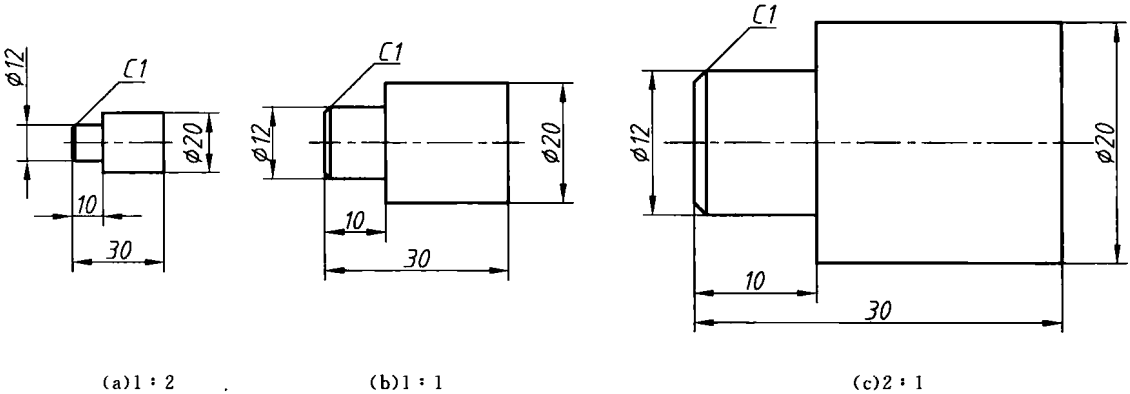


图 1-7 不同比例绘制并标注的图形

国家标准中规定了绘制图形所选用的比例系列(见表 1-2), 绘图时应优先选用“优先系列”, 必要时可以选用“允许系列”。

表 1-2 标准比例

种 类	比 例	
	优 先 系 列	允 许 系 列
原值比例	1 : 1	
放大比例	5 : 1 2 : 1	4 : 1 2.5 : 1
	5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1	4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10	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。

在国家标准(GB/T 14690—1993)中, 对比例还作了以下规定。

- (1) 通常在表达清晰、布局合理的条件下, 应尽可能选用原值比例, 以便直观地了解机件的形貌。
- (2) 绘制同一机件的各个视图时, 应尽量采用相同的比例, 并将比例标注在标题栏中的比例格内。
- (3) 当图样中用以表达机件上较小或较复杂的结构的个别视图采用了与标题栏中不相同的比例时, 必须另行标注, 一般将比例标注在该视图名称的下方或右侧。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

字体是技术图样中的一个重要组成部分。国家标准规定了图样上汉字、字母、数字的书写规范。

在图样中书写字体的基本要求与原则是: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度代表了字体的号数, 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸(单位为 mm)系列有八种: 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。如果要书写更大的字时, 其字体高度应按 $\sqrt{2} : 1$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋体字的要点是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。长仿宋体字的书写规范示例如下。

10 号字:

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号字:

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5 号字:

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

3.5 号字:

螺纹 齿轮 端子 接线 飞行 指导 驾驶 舱位 挖土 施工 引水 通风 闸阀 堤坝 棉麻 化纤

2. 数字和字母

数字和字母均可写成直体或斜体两种形式,斜体字的字头向右倾斜,与水平线成 75° 角。在同一图样上,只允许选用一种样式的字体。数字和字母的书写规范示例如下。

1234567890
 1234567890
 abcdefghijklm
 abcdefghijklm
 ABCDEFGHIJKLM
 NOPQRSTUVWXYZ

但需注意以下规定。

(1)用做指数、分数、极限偏差、注脚等的数字和字母,一般应采用小写的字体。

10^3 S^1 D_1 Td

$\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $8^{+1^\circ}_{-2^\circ}$ $\frac{3}{5}$

(2)图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其他符号、代号,应符合国家有关标准的规定。

l/mm m/kg 460r/min 220V 380Kpa

10Js5(± 0.003)M24 - 6h

3. 应用示例

$\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad R8$

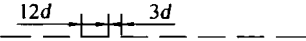
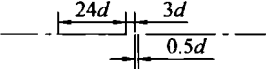
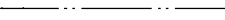
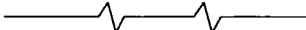
1.1.4 图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

在绘制图样时,应根据表达的需要,采用相应的线型。国家标准中规定了技术制图所使用图线的名称、型式、结构、标记及画法规则。它适用于各种技术图样,如机械、电气、土木工程等。

1. 线型

国家标准规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型,以及线型的变形和相互组合。表 1-3 和图 1-8 给出了机械制图中常用的几种线型的名称、画法和应用。

表 1-3 线 型

代号 NO. (名称)	图线名称和表示	应 用	图线宽度
01(实线)	粗实线 	可见轮廓线、螺纹牙顶线螺纹终止线	d
	细实线 	尺寸线、尺寸界线、指引线、剖面线等	约 $d/2$
02(虚线)	细虚线 	不可见轮廓线	约 $d/2$
04(点画线)	细点画线 	中心线、对称线、齿轮的节圆、剖切线等	约 $d/2$
	粗点画线 	有特殊要求表面的表示线	d
05(双点画线)	细双点画线 	假想轮廓线、极限位置轮廓线	约 $d/2$
基本线型的变形	波浪线 	断裂边界线	约 $d/2$
图线的组合	双折线 	断裂边界线	

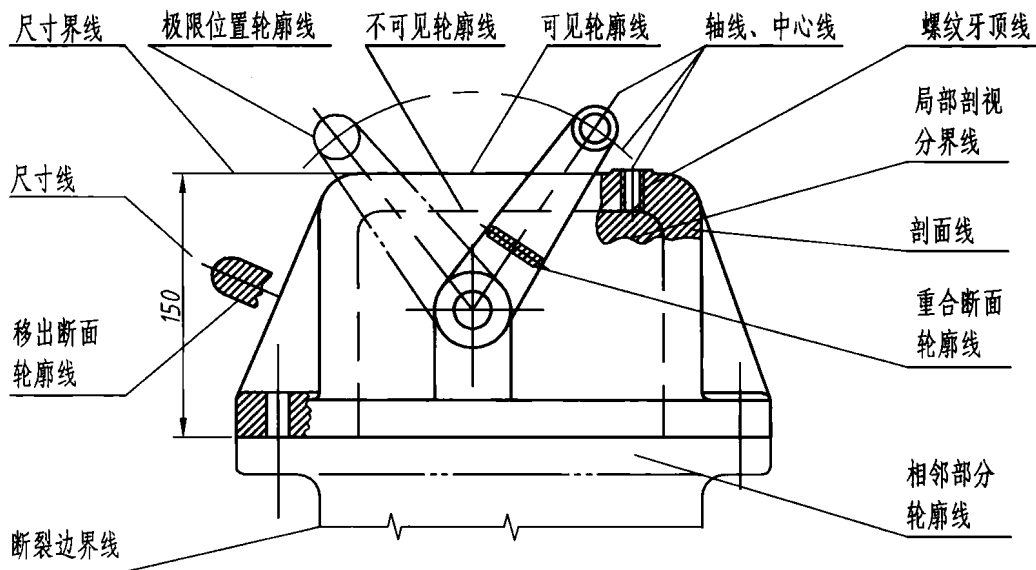


图 1-8 线型的应用示例

2. 图线的宽度

机械工程图样采用两种图线宽度,即粗线与细线。粗线的宽度为 d ,细线的宽度为 $d/2$ 。所有线型的图线宽度,均应按照图样的复杂程度和尺寸大小,在下面系列中选择(单位为 mm):0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2,这是国家标准规定的 9 种图线宽度。

3. 图线的画法规定

- (1) 在同一图样中,同类图线的宽度应一致。
- (2) 为了保证图样清晰易读,图样上尽量避免出现线宽小于 0.18 mm 的图线。
- (3) 由绘图工具偏差所引起的线宽的误差不得大于 $\pm 0.1d$ 。
- (4) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。
- (5) 虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。
- (6) 点画线和双点画线的首末端一般应为线段,而不是短画。
- (7) 点画线或虚线与粗实线、虚线、点画线相交时,一般应以线段相交;当虚线是粗实线的延长线时,粗实线与虚线的分界处应留出空隙;虚线圆弧与实线圆弧相切时,虚线圆弧应留有间隙,如图 1-9 所示。
- (8) 绘制圆的对称中心线时,圆心处应为线段与线段相交;点画线应超出圆的轮廓线外 2~5 mm;当圆的直径较小,画点画线有困难时,中心线可用细实线代替,如图 1-10 所示。
- (9) 当不同图线互相重叠时,应按粗实线、虚线、点画线的先后顺序只画前面一种图线。

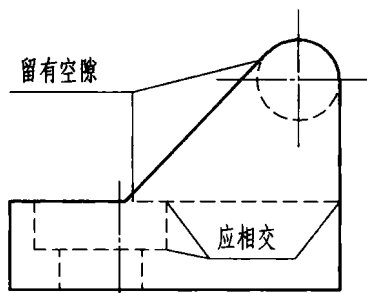


图 1-9 线连接处的画法

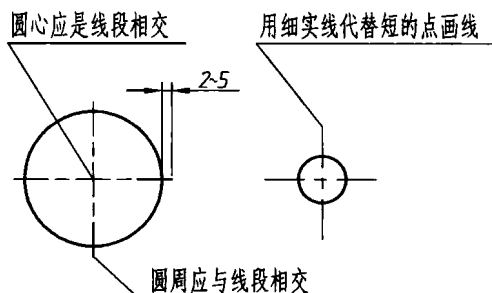


图 1-10 圆的中心线画法

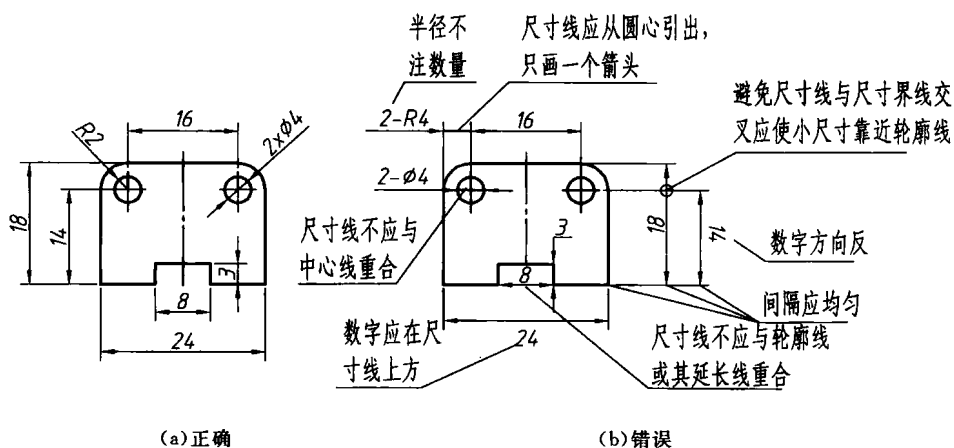
1.1.5 尺寸标注 (GB 4458.4—2003, GB/T 19096—2003)

图样中的图形主要用来表达机件的结构形状,而图样中的尺寸标注决定机件的大小。尺寸标注应做到:正确、完整、清晰、合理。其正确性是必须的、绝对的,因为尺寸标注是否正确,直接影响着机件的安装和使用,所以工程界经常将尺寸称为图的灵魂。国家标准对尺寸标注的基本方法作了一系列规定,在绘图中应严格遵守。本章只介绍有关尺寸标注的部分规定,其他尺寸标注要求参见后续各章中有关尺寸标注的具体要求。

1. 尺寸标注的基本规则 (见图 1-11)

(1) 图样上所标注的尺寸数值为机件的真实大小,与图形的大小、绘图的比例和准确度无关。

(2) 图样中的尺寸,在机械制图中以毫米为单位,且不需标注单位;如采用其他单位,则必须注明相应单位名称和符号,如 60° 、30 cm。



(a) 正确

(b) 错误

图 1-11 尺寸注法

(3) 图样中所标注的尺寸应为该机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸,在图样中一般只标注一次,且应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(5) 同一要素的尺寸应尽可能集中标注,如多个相同孔的直径。

(6) 尽可能避免在不可见的轮廓线(虚线)上标注尺寸。

(7) 标注尺寸时,应尽可能使用符号和缩写词,如 $R20$ 、 $\phi 50$ 。没有规定的则不必写。常用的符号和缩写如下所列。

在图样中的尺寸数字前用符号来区分不同类型的尺寸。 ϕ 表示直径; R 表示半径; S 表示