

21

世纪高等院校教材

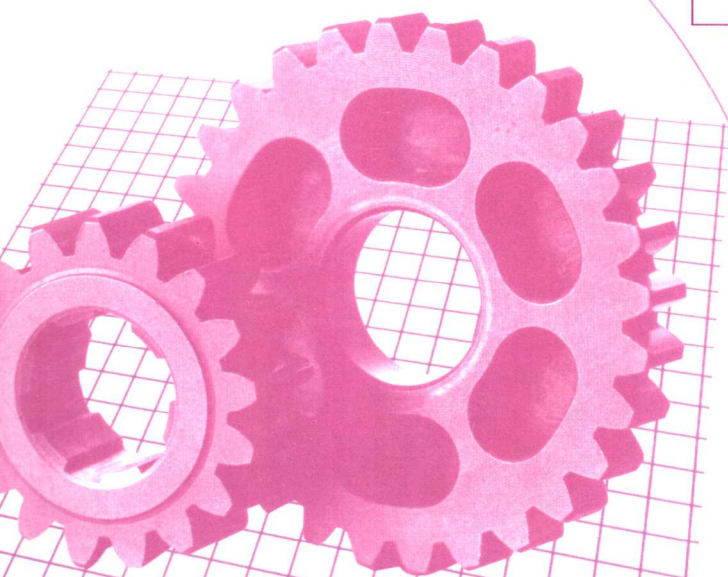
制图

工程

GONGCHENG
ZHITU

主编 李广明 郭晓兰

科学出版社



21 世纪高等院校教材

工 程 制 图

主 编 李广明 郭晓兰
副主编 杨晓冬 孙 锐

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是根据教育部颁布的高等学校工科本科“画法几何及机械制图课程教学基本要求”及“工程制图基础课程教学基本要求”，结合多年的教学与教改经验编写而成的。全书除附录外共9章，主要内容有：制图基本知识，点、直线、平面的投影，立体的投影，组合体，轴测图，机件常用的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图。书中插图全部由计算机生成与处理，图形清晰准确、形象逼真。

本书可作为高等工科本科院校非机械类各专业50~70学时工程制图课程的教材，也可供高职高专院校的师生及工程技术人员参考。

与本书配套出版的《工程制图习题集》(科学出版社，长春工业大学杨晓冬、孙锐主编)可供读者选用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/李广明,郭晓兰等主编. —北京:科学出版社,2006

21世纪高等院校教材

ISBN 7-03-016867-4

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第009553号

责任编辑:马长芳 / 文案编辑:董 斌 / 责任校对:朱光光

责任印制:黄晓靖 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年2月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006年2月第一次印刷 印张:13 3/4

印数:1—4 000

字数:317 000

定价:22.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

本书是根据教育部颁布的高等学校工科本科“画法几何及机械制图课程教学基本要求”及“工程制图基础课程教学基本要求”，结合多年的教学与教改经验，并参考了一些兄弟院校同类教材编写而成。

工程制图课程是高等工科院校的一门必修的技术基础课，对培养学生工程素质具有极其重要的作用。随着科学技术的进步，特别是计算机技术的普及与发展，工程制图课程在课程体系、教学内容、教学方法与手段等方面都发生了深刻变革。本书的编写，力求在保证课程内容体系完整的基础上，充分适应形式的发展与变化。我们计划陆续推出与教材配套的教师和学生用的教学辅助系统、多媒体课件，以适应现代化教学方法与手段的需要。

本书的主要特点如下：

1. 以培养应用型人才为目的，在教学内容的选择及体系结构的安排上，完全适合应用型人才的教学要求，适于目前工科本科院校非机械类 50~70 学时工程制图课程的教学需要。

2. 精选了点、线、面及立体的投影的内容，强化了视图表达的训练，以增强学生空间分析与构型能力的培养。

3. 本书的全部插图均由计算机生成与处理，确保图形清晰准确、形象逼真，有利于教师的教学和学生的自学。

4. 采用了我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准。

5. 各章节内容科学准确、文字精练、衔接合理，符合本课程的教学特点。

参加本教材编写的有：孙锐（第 1 章、第 5 章），郭晓兰（第 3 章、第 9 章），杨晓冬（第 4 章、第 6 章），李广明（第 2 章、第 7 章、第 8 章、附录）。

本教材由长春工业大学李广明主编，由吉林省工程图学学会理事长、吉林大学侯洪生教授主审。

本书在编写过程中参考了一些国内同行著作，在此向有关作者致谢！

由于我们水平有限，书中错误在所难免，希望读者批评指正。

编 者

2005 年 12 月

目 录

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识	3
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	3
1.2 绘图工具和仪器的使用方法	13
1.3 几何作图	14
1.4 平面图形的尺寸注法和线段分析	18
1.5 绘图的方法和步骤	21
第 2 章 点、直线、平面的投影	25
2.1 投影法的基本知识	25
2.2 点的投影	26
2.3 直线的投影	31
2.4 平面的投影	39
第 3 章 立体的投影	47
3.1 平面立体	47
3.2 曲面立体	53
3.3 平面与回转体表面相交	58
3.4 两回转体表面相交	68
第 4 章 组合体的视图及尺寸注法	75
4.1 三视图的形成及其特性	75
4.2 形体分析与线面分析	76
4.3 画组合体的视图	79
4.4 组合体的尺寸注法	82
4.5 读组合体的视图	87
第 5 章 轴测图	95
5.1 轴测图的基本知识	95
5.2 正等测	97
第 6 章 机件常用的表达方法	102
6.1 视图	102
6.2 剖视图	106
6.3 断面图	116
6.4 局部放大图、简化画法和其他规定画法	118
6.5 综合应用举例	122
6.6 第三角画法简介	124

第 7 章 标准件和常用件	126
7.1 螺纹	126
7.2 常用螺纹紧固件的规定画法和标注	133
7.3 键和销	138
7.4 齿轮	140
7.5 弹簧	145
第 8 章 零件图	149
8.1 零件图的内容	149
8.2 零件结构的工艺性简介	150
8.3 零件图的视图选择和尺寸标注	153
8.4 零件图中的技术要求	159
8.5 读零件图	171
第 9 章 装配图	174
9.1 装配图的内容	174
9.2 装配图的视图表达方法	175
9.3 装配图的尺寸标注	178
9.4 装配图中的零、部件序号和明细栏.....	179
9.5 装配结构的合理性简介	181
9.6 由零件图画装配图	181
9.7 读装配图及由装配图拆画零件图	187
参考文献	194
附录	195

绪 论

1. 本课程的作用和研究对象

“工程制图”是一门研究用投影法绘制工程图样和解决空间几何问题的技术基础课,是高等工科院校学生的必修课。“图样”和文字、数字一样,也是人们借以表达、构思、分析和交流设计思想的基本工具之一。在现代工业中,设计、制造、装配、安装、使用和维修各种机械、电机、电器、仪表等各方面的设备,都要以图纸为根据。所以,“图样”既是技术交流的重要工具,又是指导和组织生产必不可少的重要技术文件。因而,“图样”是每一个工程技术人员必须掌握的“工程界的语言”。

在教育部规定的工科院校四年制学生培养目标中也明确指出:“获得本专业的工程师的基本训练,掌握本专业所需要的比较宽厚的基础理论知识;掌握运算、实验、制图等基本技能和必要的工艺操作技能;受到工程设计和科学研究方法的初步训练 ……”

本课程以研究最基本的机械结构方面的图样为主,培养学生能够初步运用图示方法来构思、分析和表达工程问题的能力 and 空间想像能力。

2. 本课程的主要任务和内容

(1) 主要任务

- a. 学习正投影的基本原理,培养初步的空间形象思维能力。
- b. 培养绘制和阅读机械图样的初步能力。

此外,在教学过程中还必须有意识地培养学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力,以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

(2) 主要内容

- a. 制图基本知识和技能。
- b. 投影基本原理。
- c. 机械制图。

3. 本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,在学习过程中应掌握正确的学习方法。

(1) 扎扎实实地学好基本理论。不仅要学好必要的投影知识,还要学会运用正确的分析方法去分析问题、解决问题,特别是掌握好投影分析法、形体分析法和线面分析法。

(2) 认真听课。听课要抓住基本概念、基本理论,要特别注意老师的分析和作图,要在听课中积极思考。

(3) 认真做好作业。完成作业是学好本课程的一个重要实践性环节。做作业时必须严格按国家标准规定,注意正确使用仪器。

(4) 要多看图、多画图。在听课和做作业时要多思、多想投影图与空间物体的对应关系,以不断提高自己的空间思维能力。

随着科学技术的发展,图学理论也在不断充实新的内容。新工艺、新材料等也在不断发展,计算机绘图将在越来越多的工程设计和绘图中得到应用。但计算机绘图的出现并不意味着不必学习投影理论,恰恰相反,作为一个设计者必须十分娴熟地掌握投影基本原理、机械制图、电气制图、建筑制图等有关国家标准,才能正确地进行编制程序和运用计算机进行绘图。

总之,学习本课程既要学好基本理论,又要学好作图方法,达到对工程师的基本训练的要求。

第 1 章 制图的基本知识

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

机械图样是设计和制造机械过程中的重要资料,是交流技术思想的语言。因此,对图样画法、尺寸注法等都必须作出统一的规定。国家标准《技术制图》和《机械制图》是我国颁布的一项重要技术标准,国家标准(简称国标)的代号是“GB”。例如 GB/T 14689—1993,其中“T”为推荐性标准,“14689”是标准序号,“1993”是标准颁布的年代号。本节仅介绍其中的基本规定。

1.1.1 图纸幅面(GB/T 14689—1993)和标题栏

绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸					(mm)
幅面尺寸	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

需要装订的图样,其图框格式如图 1-1(a)所示。一般采用 A4 幅面竖装,或 A3 幅面横装。不需要装订的图样及需要标注看图方向的图样格式如图 1-1(b)所示。必要时允许加长幅面,加长幅面及其图框尺寸在 GB/T 14689—1993 中另有规定。

图框线用粗实线绘制。

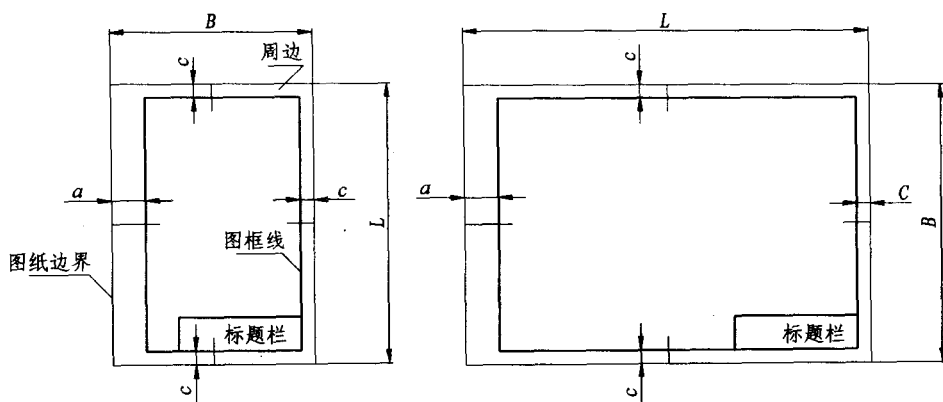
GB/T 10609.1—1989 对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定,如图 1-2 所示。制图作业的标题栏建议采用图 1-3 所示的格式。

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

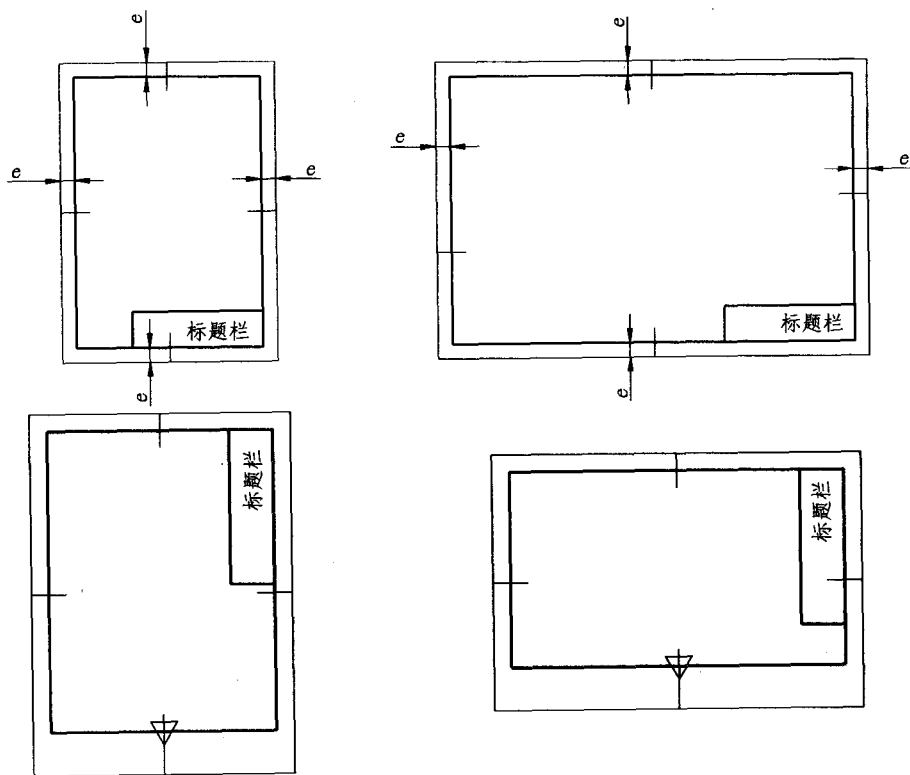
比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时,一般应从表 1-2 规定的系列中优先选取不带括号的适当比例,必要时也允许选取表 1-2 中带括号的比例。

表 1-2 绘图的比例										
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 : 6)	1 : 1×10 ⁶	(1 : 1.5×10 ⁿ)	1 : 2×10 ⁿ
	(1 : 2.5×10 ⁿ)	(1 : 3×10 ⁿ)	(1 : 4×10 ⁿ)	1 : 5×10 ⁿ	(1 : 6×10 ⁿ)					
放大比例	2 : 1	(2.5 : 1)	(4 : 1)	5 : 1	1×10 ⁿ : 1	2×10 ⁿ : 1	(2.5×10 ⁿ : 1)	(4×10 ⁿ : 1)	5×10 ⁿ : 1	

注:n 为正整数。



(a) 留装订边的图框格式



(b) 不留装订边的图框格式和标注看图方向的图框格式

图 1-1 图框格式

比例一般应标注在标题栏的比例栏内,必要时,可标注在视图名称的下方或右侧。
图样无论放大或缩小,在标注尺寸时,都应按机件的实际尺寸标注。

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,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要

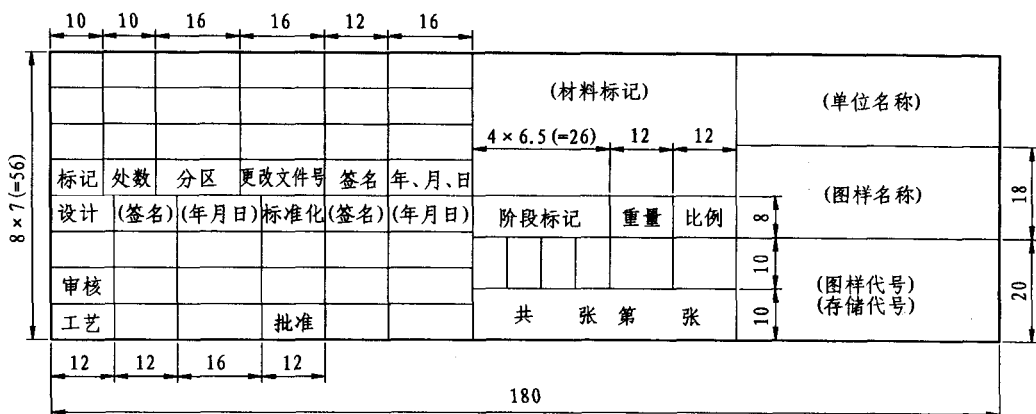


图 1-2 标题栏的格式

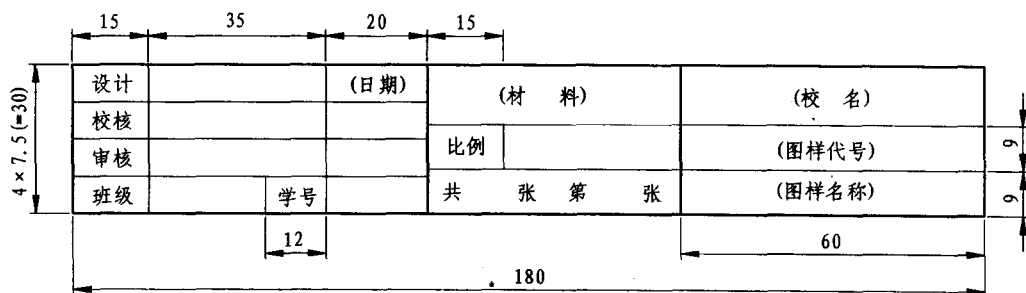


图 1-3 制图作业的标题栏

求和其他内容。如果在图样上的文字和数字写得很潦草,不仅会影响图样的清晰和美观,而且还会造成差错,给生产带来麻烦和损失。

在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,即字体高度 h ,其公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm。汉字应写长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于3.5mm,其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体汉字的书写示例见图1-4。

数字及字母分A型和B型。A型字体的笔画宽度为字高的1/14,B型字体的笔划宽度为字高的1/10。数字和字母可写成斜体或直体,常用斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。为了保证字体大小一致和整齐,书写时可先画格子或横线,然后写字。

数字、字母及其综合应用示例见图1-5。字体的综合应用有下述规定:用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体;图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号,以及其他符号、代号,应分别符合国家有关法令和标准的规定。

1.1.4 图线及其画法(GB/T 17450—1998,GB/T 4457.4—2002)

国家标准(GB/T 17450—1998)规定了15种基本线型及若干基本线型的变形,需要时可查国标手册。机械工程图样中常用的线型名称、型式、图线宽度及其应用见表1-3

和图 1-6。

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技术要求纺织服装

3.5 号字

极限与配合形状和位置公差表面粗糙度零件图装配图材料公称代号标注

图 1-4 长仿宋字体汉字示例

拉丁字母示例

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

希腊字母示例

$\alpha\beta\chi\delta\epsilon\phi\eta\theta\kappa\lambda\mu\nu\pi\rho\sigma\tau\upsilon\omega\xi\psi\zeta$

阿拉伯数字示例

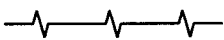
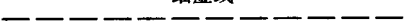
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

罗马数字示例

I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

图 1-5 数字、字母及其组合示例

表 1-3 线型及应用

序号	线 型	线宽	一般应用
1	粗实线 	d	1. 可见轮廓线
			2. 相贯线
			3. 螺纹的牙顶线
			4. 螺纹长度终止线
			5. 齿顶圆(线)
			6. 表格图、流程图中的主要表示线
			7. 模样分型线
			8. 剖切符号用线
2	细实线 	$d/2$	1. 过渡线
			2. 尺寸线
			3. 尺寸界线
			4. 指引线和基准线
			5. 剖面线
			6. 重合断面的轮廓线
			7. 短中心线
			8. 螺纹牙底线
			9. 尺寸线的起止线
			10. 表示平面的对角线
			11. 零件成形前的弯折线
			12. 范围线及分界线
			13. 重复要素表示线,例如齿轮的齿根线
			14. 锥形结构的基面位置线
			15. 叠片结构位置线,例如变压器叠钢片
			16. 辅助线
			17. 不连续同一表面连线
			18. 成规律分布的相同要素连线
			19. 网格线
			20. 投影线
3	波浪线 	$d/2$	断裂处边界线;视图与剖视图的分界线
4	双折线 	$d/2$	断裂处分界线;视图与剖视图的分界线
5	细虚线 	$d/2$	不可见轮廓线
6	粗虚线 	d	允许表面处理的表示线

续表

序号	线 型	线 宽	一般应用
7	细点画线	$d/2$	1. 轴线
			2. 对称中心线
			3. 分度圆(线)
			4. 孔系分布的中心线
			5. 剖切线
8	粗点画线	d	限定范围表示线
9	细双点画线	$d/2$	1. 相邻辅助零件的轮廓线
			2. 可动零件的极限位置的轮廓线
			3. 成形前轮廓线
			4. 剖切面前的结构轮廓线
			5. 轨迹线
			6. 毛坯图中制成品的轮廓线
			7. 特定区域线
			8. 工艺用结构的轮廓线
			9. 中断线

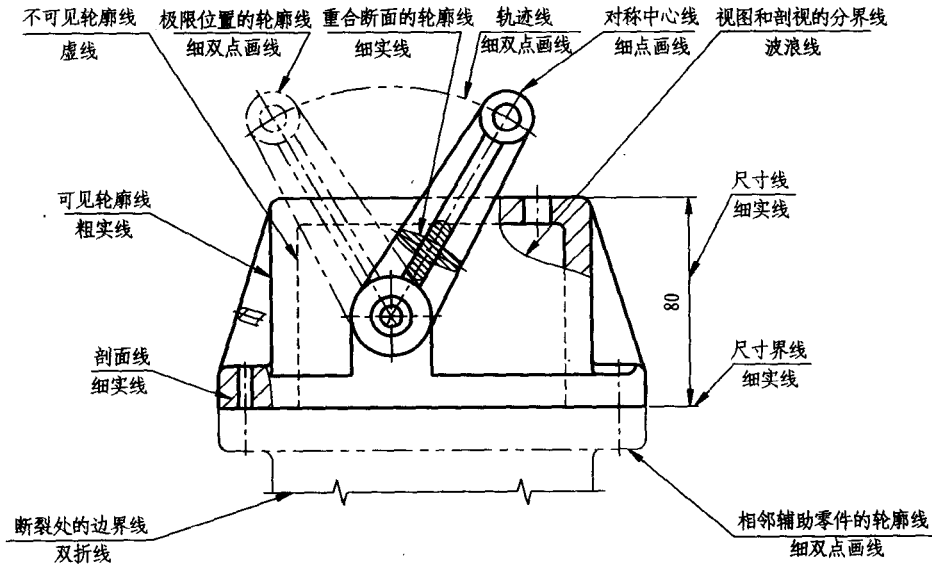


图 1-6 图线的用途示例

机械制图中经常采用两种线宽,即粗线和细线。其比例关系为 2 : 1,粗线宽度优先采用 0.5、0.7。为了保证图样清晰易读,便于复制,图样上应尽量避免出现小于 0.18mm 的图线。

如图 1-7 所示,绘图时通常应遵守以下各点:

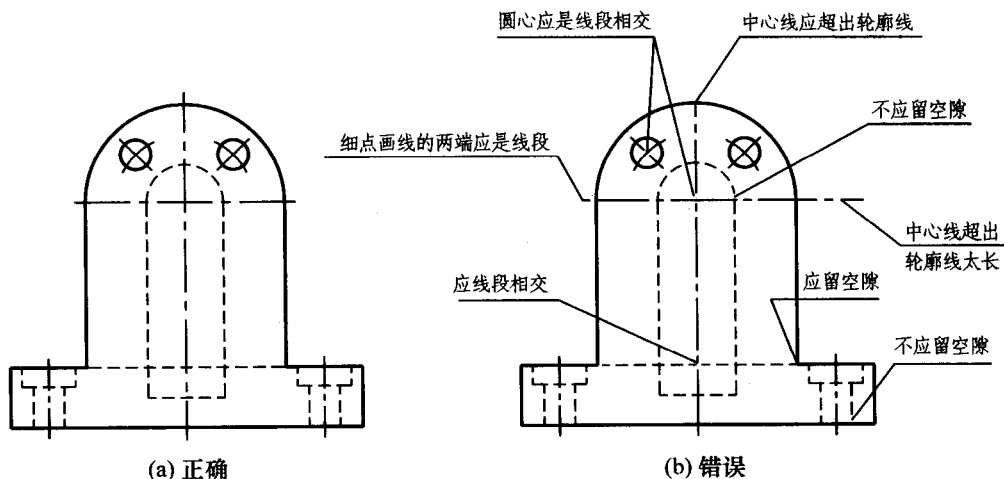


图 1-7 图线在相交、相切处的画法

(1) 在同一图样中,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,其最小距离不得小于 0.7mm。

(3) 绘制圆的对称中心线(简称中心线)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短划。

(4) 在较小的图形上绘制点画线、双点画线有困难时,可用细实线代替。

(5) 点画线和双点画线的中间是短划,而不是圆点。

(6) 当各种线画重合时,应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。

(7) 轴线、对称中心线、双折线和作为中断线的双点画线,应超出轮廓线 2~5mm。

(8) 点画线、虚线和其他图线相交时,都应在线段处相交,不应在空隙或短划处相交。

(9) 当虚线处于粗实线的延长线上时,粗实线应画到分界点,而虚线应留有空隙。当虚线圆弧和虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画到切点,而虚线直线需留有空隙。

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

图形只能表达机件的形状,而机件的大小和相对位置则由标注的尺寸确定,即“以图形定形状”,“以尺寸定大小”。

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. 尺寸组成

如图 1-8 所示,一个完整的尺寸一般应包括尺寸数字、尺寸线、尺寸界线和表示尺寸线终端的箭头或斜线。

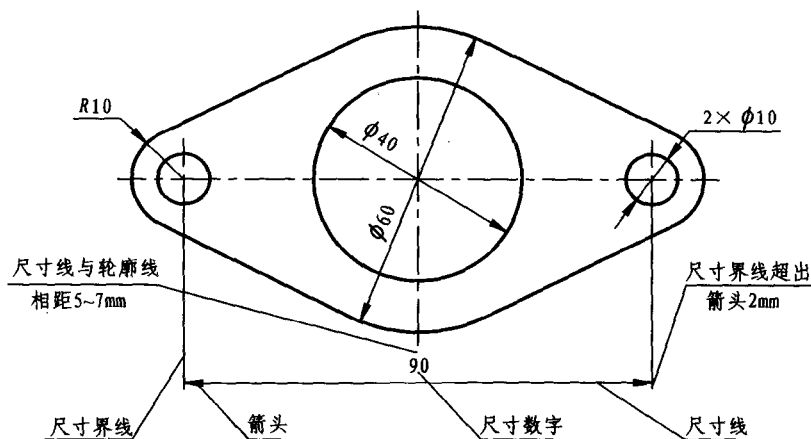


图 1-8 尺寸的组成及标注示例

(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。也可直接利用这些线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线 2~4mm。必要时允许尺寸界线与尺寸线倾斜。

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制,不能用其他图线代替,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;当有几条互相平行的尺寸线时,大尺寸要注在小尺寸外面,以免尺寸线与尺寸界线相交。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时,尺寸线一般应通过圆心或延长线通过圆心。

(3) 尺寸箭头或斜线。尺寸线的终端有两种形式,如图 1-9 所示:机械工程图样中,一般采用箭头形式,当地方不够时,可用实心圆点代替,同一张图上箭头大小要一致。图中的 d 为粗实线的宽度;斜线用细实线绘制,图中的 h 为字体高度。

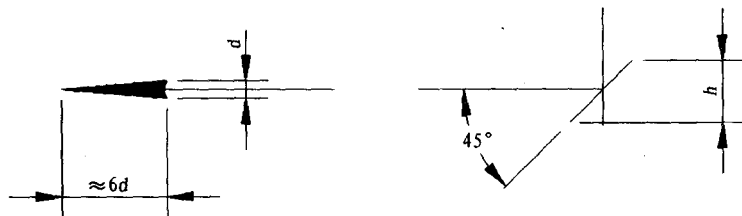


图 1-9 尺寸终端的两种形式

(4) 尺寸数字。线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处。应按国标 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》中对数字的规定形式书写。

尺寸数字不允许被任何图线所穿过,否则必须将图线断开。同一张图上,无论尺寸大小,其字高一致。

3. 尺寸注法示例

表 1-4 中列出了国标规定的一些尺寸注法。

表 1-4 尺寸注法示例

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸的数字方向		尺寸数字应按左图所示方向注写,并尽可能避免在图示 30°范围内标注尺寸,当无法避免时可按右图的形式标注
角度		尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画成圆弧,圆心是角的顶点。尺寸数字应一律水平书写,一般注在尺寸线的中断处,必要时也可按右图的形式标注
圆		标注整圆或大于半圆的圆弧时,应标注直径尺寸,并在数字前加符号“ ϕ ”。圆的直径尺寸可以圆的轮廓为尺寸界限,一般应倾斜注出
圆弧		标注小于或等于半圆的圆弧时,应标注半径尺寸,尺寸线由圆心出发指向圆弧,并在数字前加符号“R”。半径尺寸一般均标在圆弧上且倾斜注出
小尺寸		如上排列图所示,没有足够地方时,箭头可画在外面,可用小圆点或斜线代替箭头;尺寸数字也可写在外面或引出标注。圆和圆弧的小尺寸,可按下排列图标注
球面		标注球面的尺寸,如左侧两图所示,应在 ϕ 或 R 前加注“S”。不致引起误解时,则可省略,如右图中的右端球面