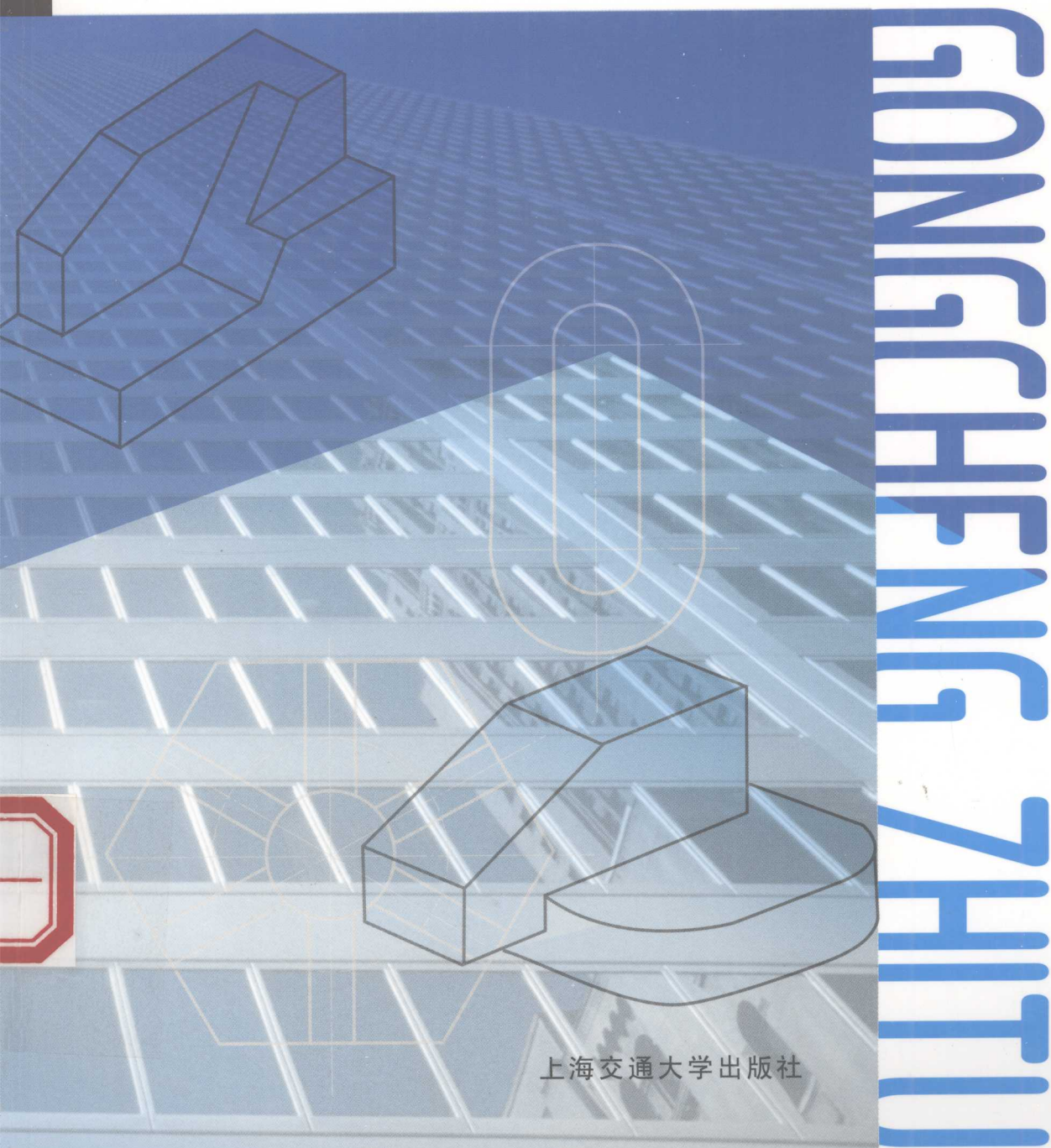


工程制图

◎主编 费秋仙



工 程 制 图

费秋仙 主编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书根据全国高等工业学校工程制图课程教学指导委员会制定的“工程制图”课程教学基本要求编写,适宜作为大专院校机械类专业“工程制图”课程教材,也可作为相关专业工程技术人员的参考和自学用书。

本书全部采用最新颁布的国家标准和有关的行业标准,共分9章,并编有《工程制图习题集》与之配套使用。

本书在编写中,考虑到21世纪教学改革的要求,在保持过去教材特色的基础上,对部分内容作了重组和增减,读者可按不同专业和学时数的要求,对内容进行灵活取舍和组合。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/费秋仙主编. - 上海:上海交通大学出版社,2006

ISBN 7-313-03379-6

I. 工… II. 费… 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 088285 号

工程制图

费秋仙 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

上海交大印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:19.5 字数:478千字

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

印数:1~3 050

ISBN 7-313-03379-6/TH·113 定价:34.00元

版权所有 侵权必究

前 言

工程制图是机械类和近机械类各专业的一门主干技术基础课,它以培养高等技术应用性人才为目标。本书以形成工程制图能力为重点,以培养空间思维能力和工程设计表达能力为核心,配以互换性的测量技术知识,使学生能很顺利地过渡到专业课的学习。该教材是在《机械制图》和《互换性与测量技术》两本教材的基础上编写的。

本教材有以下几个特点:

1. 结构与内容是以形成职业和能力为目标,着重提高学生的分析与应用能力,遵循“必需、够用、易自学”的原则,选择教学内容。

2. 从感性认识着手,先由三维立体画二维图形,再通过点、线、面及基本体的认识,由二维图形想象出三维立体,最后引导学生综合运用所学的投影理论去解决实际作图问题。

3. 为便于学生自学,本教材列举了大量的实例。

4. 为了便于更好地学习专业课,本教材加入了互换性和测量技术知识。

5. 增强了徒手绘图的内容。徒手绘图是工程设计、工程技术应用、记录创新构思的重要技能。本教材根据章节内容由浅入深地安排了徒手绘图的相应练习。为了便于教学,本书保留了必要的手工仪器绘图的内容。

6. 为了使更快地适应阅读许多国家采用第三角投影所绘的图纸,本教材特地增加了第三角投影法绘图的相关知识和练习。

参加本书编写的人员有:费秋仙(编写绪论、第四、六、七、八、九章、附录1~10)、陈玉冬(编写第一、二章)、范新竹(编写第三、五章)、蔡菲菲(编写第六章中某些部分、附录20~33)。全书由费秋仙任主编。

本教材的编写工作得到了校领导和许多教师的帮助,在此表示感谢;同时也参考了一些国内同类著作,在此特向有关作者致谢!

由于编者水平有限,书中会有些缺点和不当之处,敬请读者同仁批评指正。

编 者

2004年7月

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识和技能	2
第一节 国家标准《机械制图》的基本规定	2
第二节 绘图工具和绘图方法	11
第三节 常用几何图形画法	13
第二章 投影与视图	19
第一节 投影基本知识	19
第二节 物体的三面视图	21
第三节 点、直线、平面的投影	24
第四节 基本几何体的三视图	35
第五节 切割体与相贯体的三视图	43
第六节 草图绘制的一般方法	54
第七节 第三角投影法	56
第三章 轴测图	59
第一节 轴测图的基本知识	59
第二节 正等测图的画法	60
第三节 斜二测图的画法	66
第四节 轴测草图的画法	68
第四章 组合体	70
第一节 组合体的形体分析	70
第二节 组合体的三视图画法	73
第三节 组合体的尺寸注法	79
第四节 读组合体的三视图	83
第五章 机件常用的表达方法	90
第一节 视图	90
第二节 剖视图	94
第三节 断面图	103
第四节 局部放大图、简化画法和其他规定画法	105

第五节 表达方法的综合应用举例	108
第六章 零件图的技术要求	112
第一节 零件图的作用和内容	112
第二节 表面粗糙度	115
第三节 公差与配合	124
第四节 形状与位置公差	141
第五节 其他的技术要求	159
第七章 标准件与常用件	161
第一节 螺纹	161
第二节 常用螺纹连接件及画法	168
第三节 螺纹结合的互换性及检测	175
第四节 齿轮	183
第五节 弹簧	190
第六节 键和销连接	193
第七节 键和花键结合的互换性及检测	197
第八节 滚动轴承	203
第九节 与滚动轴承相配零件的互换性	206
第八章 零件图	213
第一节 零件视图的选择	213
第二节 零件图上的尺寸标注	215
第三节 常见典型零件图例分析	220
第四节 零件的工艺结构	227
第五节 读零件图	231
第六节 零件测绘	234
第九章 装配图	239
第一节 装配图的作用和内容	239
第二节 装配体的表达方法	243
第三节 装配图上的尺寸和技术要求	246
第四节 装配图中的零、部件的序号及明细表	247
第五节 装配体的工艺结构	248
第六节 装配体的测绘	250
第七节 读装配图	260
第八节 由装配图拆画零件图	262
附录	265

绪 论

一、本课程的性质、任务和基本要求

工程技术上根据投影方法并遵照国家标准的规定绘制成的用于工程施工或产品制造等用途的图形叫做工程图样,简称图样。

图样是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的一项重要技术文件。诸如机械、冶金、采矿、土建、电子、水利、航空、造船、化工、轻工等方面,进行设计、施工制造、工艺装备、检验、安装、调试、维修等,都要绘制或使用图样。因此,每个工程技术人员都必须能够绘制和阅读工程图样。

不同性质的生产部门,对图样有不同的要求。在机械制造业中使用的图样,称为机械图样;在建筑业中使用的图样,称为建筑图样。

本课程是一门研究用投影法绘制和阅读机械图,以及选用合适的公差与配合的技术基础课。主要任务是培养学生具有一定的绘制和阅读机械图样的能力,空间想像和思维能力以及选用合适的公差与配合的实际能力。

通过本课程的学习,学生应达到下列基本要求:

- 1) 掌握正投影法的基本原理和基本方法。
- 2) 熟悉并掌握国家标准《机械制图》的规定。
- 3) 能够正确、熟练地使用常用绘图工具和仪器。
- 4) 能够绘制和识读中等复杂程度的零件图和装配图。
- 5) 掌握公差与配合的选用原则和方法,以及在图样上的正确标注。
- 6) 养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的特点和学习方法

本课程是一门既有理论、又有很强实践性的课程。因此,学习时应做到:

1) 坚持理论联系实际的作风,认真学习投影原理,在理解基本概念的基础上,由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践,不断地由物画图,由图想物,逐步培养和提高自己的想像力和思维能力,掌握正投影的基本作图方法及其应用。

2) 在掌握有关基本概念的基础上,按照正确的方法和步骤作图,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,熟悉制图的基本原则和基本知识,遵守《机械制图》国家标准的有关规定,并学习查阅和使用有关手册和国家标准,通过习题和作业培养绘图和读图的能力。

3) 由于图样在生产中起着很重要的作用,绘图和读图的差错,都会带来损失,所以在做习题和作业时,应养成认真、细致、一丝不苟的工作作风。

4) 要注意培养自学能力。在自学中,要循序渐进和抓住重点,把基本概念、基本理论和基本知识掌握好,然后深入理解有关理论内容和扩展知识面。

第一章 制图的基本知识和技能

第一节 国家标准《机械制图》的基本规定

机械图样是现代工业生产中最重要技术文件,为了便于技术交流和生产管理,对图样的画法、尺寸以及所用代号等作出统一规定,使绘图和读图都有共同的准则。这些统一规定由国家制订和颁布实施,用于机械图样的国家标准叫做《机械制图》,简称机械制图国标。

机械制图国标中的每个标准均有专用代号,例如 GB4458.4—84,这里 GB 是“国家标准”简称“国标”,其中“4458.4”为该标准的编号,“84”表示该标准是 1984 年颁布的。

在学习机械制图时必须严格遵守国家的有关规定。本章摘要介绍有关图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸注法等几个标准,其余将在以后有关章节中介绍。

一、图纸幅面(GB/T 14689—1993)和标题栏(GB/T 10609.1—1989)

1. 图纸幅面

1) 绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。

表 1 - 1 图纸幅面						(单位:mm)
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	
$B\times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297	
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

由表 1-1 可知,图纸幅面的大小有五种,以 A0,A1,A2,A3,A4 为其代号。绘制图样时,优先采用表中规定的幅面尺寸,必要时可以沿长边加长,加长幅面及其图框尺寸在 GB/T 14689—1993 中另有规定。

2) 图纸边框的格式,如图 1-1 所示。

无论图纸是否装订,均应画出边框。图纸装订时一般应采用 4 号幅面竖装或 3 号幅面横装。

2. 标题栏

每张图纸的右下角均应有标题栏,如图 1-1 所示。看图的方向与看标题栏的方向一致。标题栏的尺寸与格式在 GB/T10609.1—1989 中作了规定,制图作业建议采用图 1-2 所示格式。

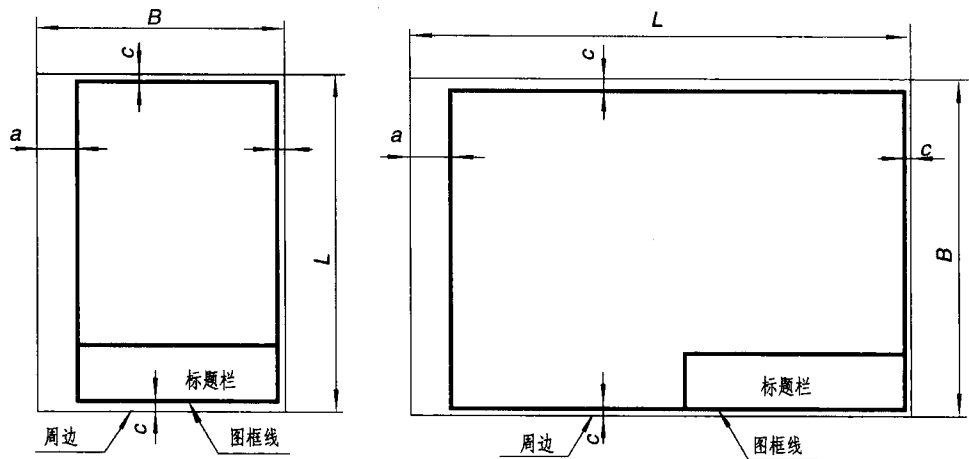


图 1-1 边框格式

				30		绘零件图时 此栏填写材料
40	8	(图 名)		比例		(图号)
	8			件数		
	8	制图	(日期)	重量		共 张 第 张
	8	描图		(校 名)		
	8	审核				
		12		12		
		40		65		
		130				

图 1-2 标题栏的格式和尺寸

二、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。绘图时,一般采用 1 : 1 的比例,便于从图中看出物体的真实大小。根据机件的具体情况,可以采用放大或缩小的比例,但必须选用表 1-2 中规定的绘图比例,必要时也允许选用表 1-3 中的比例。

表 1-2 规定的绘图比例

种 类	比 例
原值比例	1 : 1
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ

注:n 为正整数。

表 1-3 允许使用的绘图比例

种 类	比 例
放大比例	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 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。

绘制同一机件的视图应采用相同的比例,并在标题栏比例一栏内填写,如 1 : 1 或 1 : 2。不论采用何种比例绘图,图样中标注的线性尺寸数字均为实物的实际大小,如图 1-3 所示。

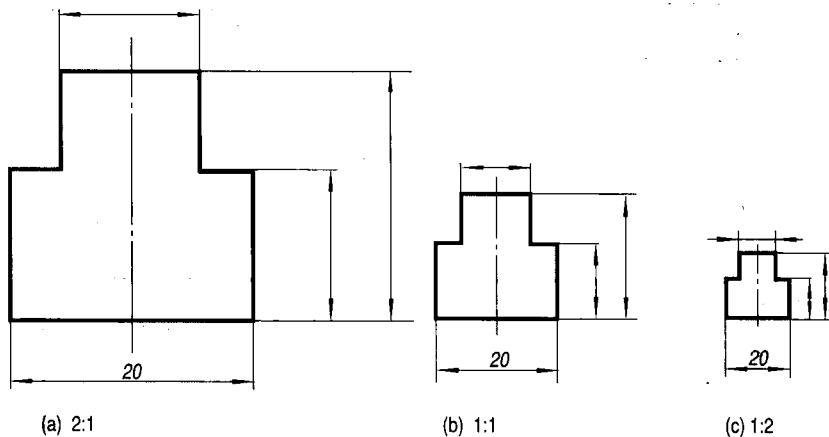


图 1-3 用不同比例画出的图形

三、字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了表示机件形状的图形以外,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和其它内容。国家标准规定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。字体的号数,即字体的高度(单位为毫米),分别为 20, 14, 10, 7, 5, 3.5, 2.5, 1.8 八种。字体的宽度约等于字高的 $1/\sqrt{2}$ 。下面分别介绍各种字体的笔画及结构特点。

图样上的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。数字及字母分 A 型和 B 型, A 型字体的笔画宽度为 $h/14$, B 型字体的笔画宽度为 $h/10$ 。长仿宋体字的书写要领为:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。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° 。

汉字应字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

院校系专业班级姓名制图审核序号件数名称比例材料重量备注

螺栓螺母螺钉技术要求铸造圆倒角起模斜度深度均布旋转球销锥热处理精度等级淬火

图 1-4 长仿宋体汉字示例

汉字示例见图 1-4 所示。汉字常由几个部分组成,为了使所写的汉字结构匀称,书写时应恰当分配各组成部分的比例。

图样中字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。书写示例见图 1-5 所示。当数字与汉字混写时,宜用直体。

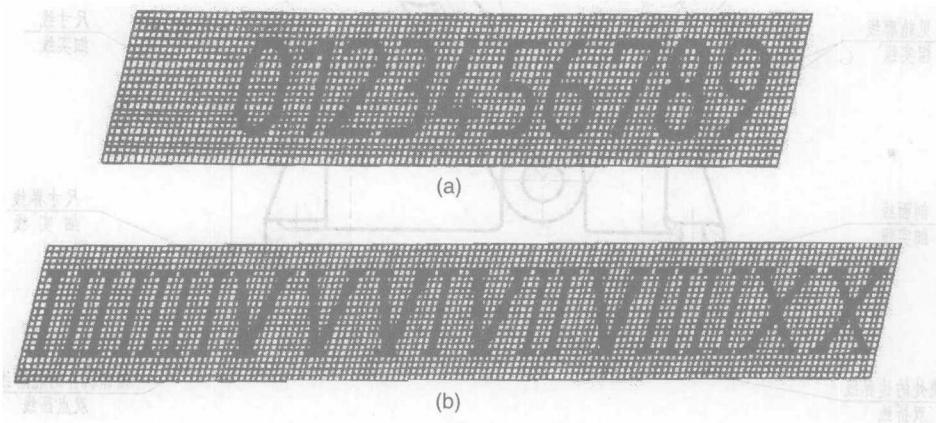


图 1-5 字母与数字写法

四、图线及其画法(GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457.4—2002)

1. 图线的规格、用途和画法

物体的形状在图样上是用各种不同的线段画成的。为了图样清晰和便于看图,国家标准对图线的名称、型式、画法等都作了规定,如表 1-4 所示。

表 1-4 常用图线的型式、宽度和主要用途

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线、可见相贯线等
细实线		$0.5d$	尺寸线及尺寸界线、剖面线、引出线等
细波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
细双折线		$0.5d$	断裂处的边界线
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线、不可见棱边线
细点画线		$0.5d$	轴线及对称线、中心线、轨迹线、节圆及节线
粗点画线		d	限定范围的表示线
细双点画线		$0.5d$	相邻零件的轮廓线、移动件的限位线

2. 图线宽度

图线分粗细两种,粗线的宽度为 d ,应按图样的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $d/2$,图线宽度系列有: 0.18 mm , 0.25 mm , 0.35 mm , 0.5 mm , 0.7 mm , 1 mm , 1.4 mm , 2 mm 。绘图时,建议采用 $d = 0.7 \text{ mm}$ 的粗实线。图线应用举例如图 1-6 所示。

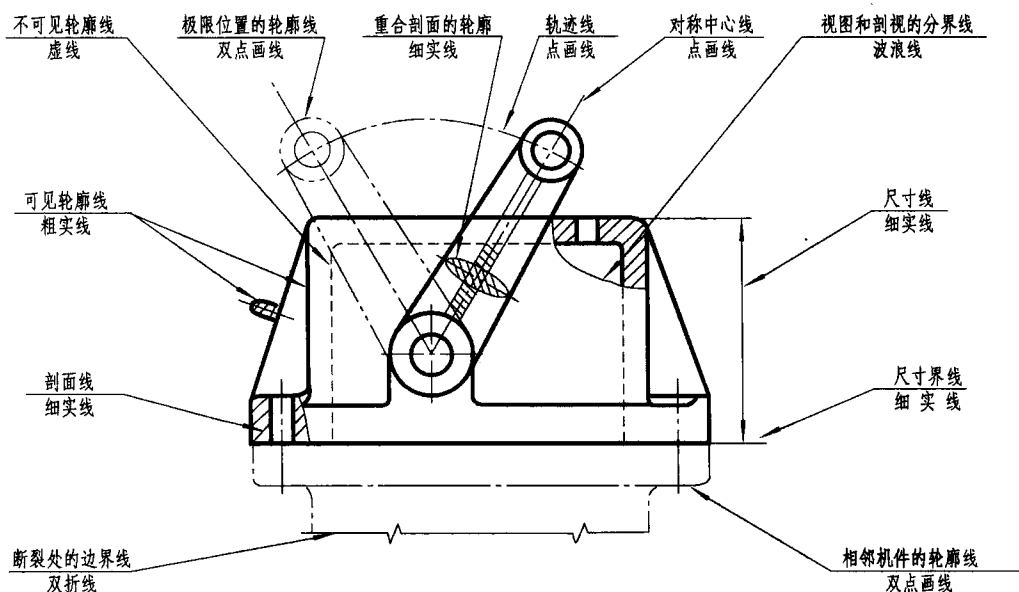
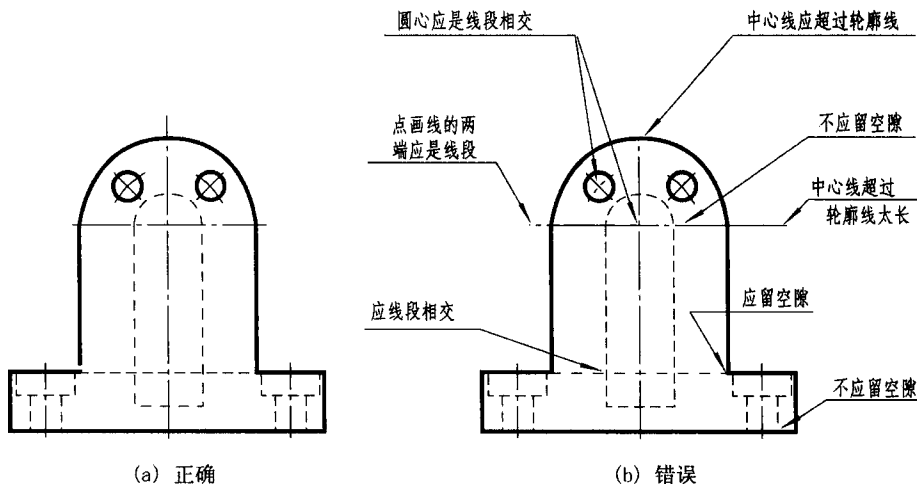


图 1-6 图线的应用示例

3. 图线画法

如图 1-7 所示,绘图时应遵守以下几点:



1-7 图线在相交、相切处的画法

1) 图线宽度及虚线、点画线、双点画线的每一段长度,应根据图形的大小和复杂程度按表 1-6 给的范围内选用。

2) 同一图样中,同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及双点画线段长短和间隔应各自大致相等,点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画。

3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点,且对称中心线的两端应超出圆弧 2~5 mm,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) 虚线与虚线(或其它图线)相交时,应线段相交;虚线是实线的延长线时,虚线在分界点处应留有空隙。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。

五、尺寸注法(GB4457.4—84 和 GB/T 16675.2—1996)

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(包括技术要求和其它说明的尺寸),以毫米(mm)为单位时,不需要标注计量单位的代号或名称,如采用其它单位,则必须注明相应的计量单位或名称。

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. 尺寸的组成和注法

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。

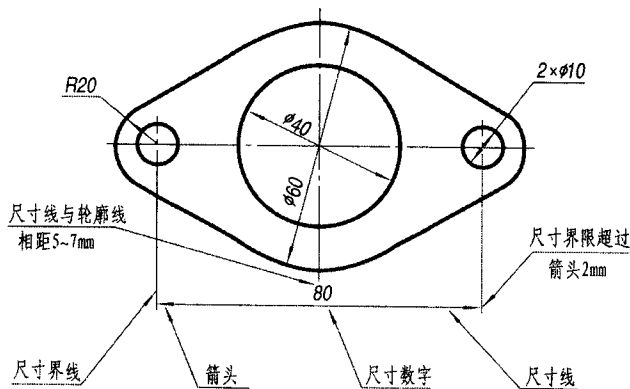


图 1-8 尺寸的组成及标注示例

1) 尺寸界线,用来表示所注尺寸的范围。

尺寸界线用细实线绘制,并应自图形的轮廓线、轴线或中心线处引出,尽量画在图外并超出尺寸线末端约 2 mm。有时也可借用轮廓线、轴线或中心线作为尺寸界线。

2) 尺寸线,用来表示尺寸度量的方向。

尺寸线用细实线绘在尺寸界线之间。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,终端应指到尺寸界线;当有几条互相平行的尺寸时,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) 箭头,用以表示尺寸的起止。

箭头的式样如图 1-9 所示,其尾部宽度等于图样中可见轮廓线的宽度 d ,长度约为 $4d$ 。尺寸线终端的结构除箭头外,还可采用 45° 斜线的形式,斜线用细实线绘制。这种斜线只用于尺寸线和尺寸界线互相垂直的场合。对于在尺寸界线倾斜引出时,则不适用;对于直径、半径、弧长、角度等尺寸也不适用。同一张图样只能采用一种尺寸线终端的形式。当采用箭头时,在地位不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头。

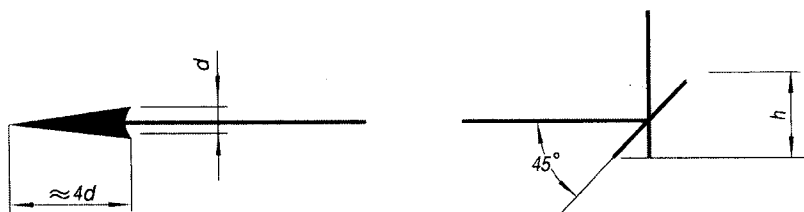


图 1-9 箭头和 45°斜线画法

同一张图样上箭头的式样和大小应尽可能保持一致,箭头的位置应与尺寸界线接触,不得超过或留有空隙。

4) 尺寸数字,用以表示所注机件尺寸的实际大小。

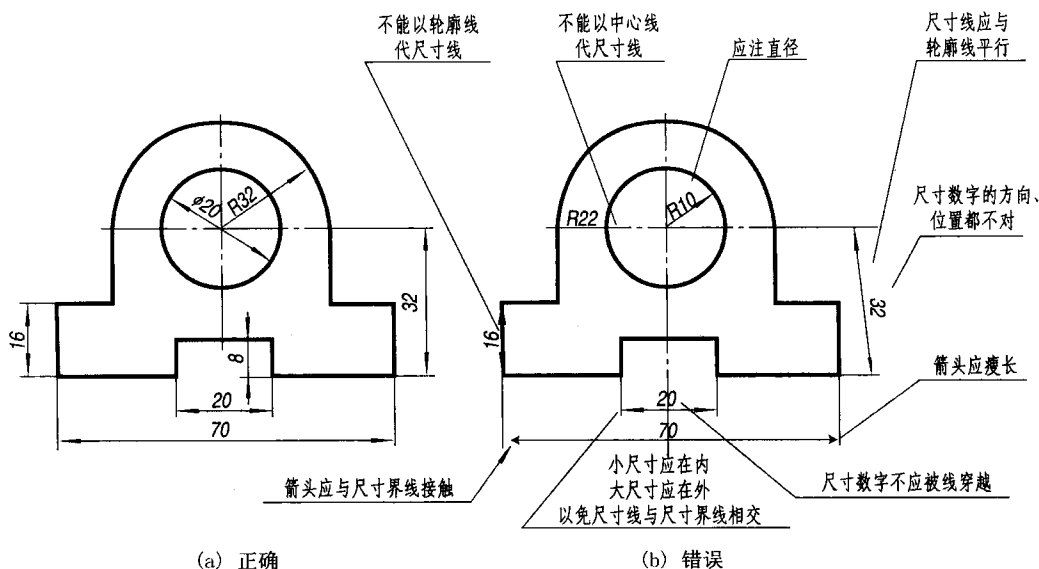
线性尺寸数字一般应注写在尺寸线的上方(尺寸线不断开),也允许注写在尺寸线的中断处,同一张图样上注写方法应一致。国标还规定了一些注写在尺寸数字周围的标注尺寸的符号,可参阅表 1-5。例如:在标注直径时,应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”;标注半径时,应在尺寸数字前加注符号“R”(通常对于小于或等于半圆的圆弧注半径,对大于半圆的圆弧则注直径)。在标注球的直径或半径时,应在符号“ ϕ ”或“R”前再加注符号“S”。

尺寸数字采用斜体阿拉伯数字,同一张图样数字大小应一致。

3. 尺寸注法示例

表 1-5 中列出了国标规定的一些尺寸注法。

图 1-10 所示,用正误对比的方法列举了初学标注尺寸时的一些常见错误。



(a) 正确

(b) 错误

图 1-10 尺寸标注的正误对比示例

表 1-5 尺寸注法示例

项目	说 明	图 例
尺寸界线	1. 尺寸界线用细实线绘制,也可以利用轮廓线(图 a)或中心线(图 b)作尺寸界线	轮廓线作尺寸界限 中心线作尺寸界限 (a) (b)
	2. 尺寸界线应与尺寸线垂直,当尺寸界线过于贴近轮廓线时,允许倾斜画出	从交点处引出尺寸界线 尺寸界线允许倾斜画出
	3. 在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点引出尺寸界线	
尺寸线	1. 尺寸线必须用细实线单独画出,轮廓线、中心线或它们的延长线均不可作尺寸线使用	尺寸线为中心线的延长线 尺寸线为轮廓线的延长线 尺寸线与轮廓线不平行
	2. 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行	尺寸线与轮廓线重合 尺寸线与中心线重合 正确 错误
尺寸数字	1. 尺寸数字一般标注在尺寸线的上方或中断处	10 46 70 36 20 26 C3
	2. 线性尺寸的数值应按图 a 所示的方向填写,并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时可按图 b 标注	(a) (b)

(续表)

项 目	说 明	图 例
尺寸 数字	3. 数字不可被任何图线所通过。当不可避免时,必须把图线断开	
直径与 半径	1. 标注直径尺寸时,应在尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”,标注半径尺寸时,加注半径符号“ R ”	
	2. 半径尺寸必须标注在投影为圆弧的图上,且尺寸线应通过圆心	
	3. 大圆半径及球半径的标注方法	
狭小位置的 尺寸标注	1. 当没有足够位置画箭头或写数字时,可将其中之一布置在外面 2. 位置更小时箭头和数字可以都布置在外面 3. 标注一连串小尺寸时,可用小圆点或斜线代替箭头,但两端箭头仍应画出	
	1. 角度的尺寸界线必须沿径向引出 2. 角度的数字一律水平填写 3. 角度的数字应写在尺寸线的中断处,必要时允许写在外面,或引出标注	

第二节 绘图工具和绘图方法

正确使用绘图工具和仪器,既能保证绘图质量,又能提高绘图速度。因此,必须养成正确的使用、维护绘图工具的良好习惯,培养运用绘图工具绘制高质量图样的基本技能。下面介绍几种常用的手工绘图工具的用法。

一、绘图工具

1. 图板、丁字尺和三角板

图板用作画图的垫板,要求表面平坦光洁;又因它的左边用作导边,所以必须平直。

丁字尺是画水平线的长尺。画图时,应使丁字尺始终紧靠图板左侧的导边。画水平线必须自左向右画,如图 1-11 所示。

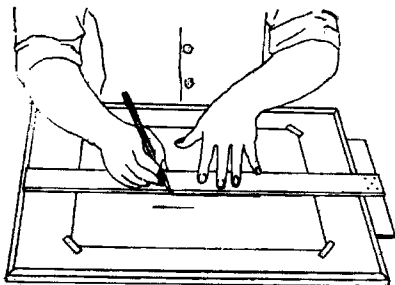


图 1-11 用丁字尺画水平线

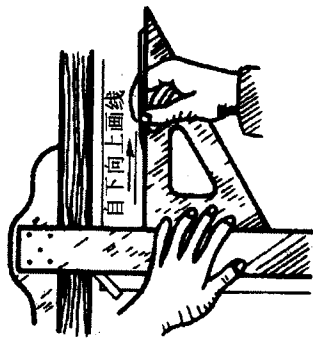


图 1-12 用丁字尺和三角板画铅垂线

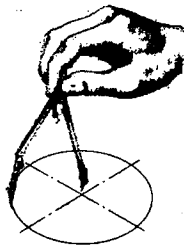
图形中的铅垂线,即水平线的垂直线(有时也叫竖线),一定要用三角板与丁字尺配合起来画。如图 1-12 所示,三角板除了直接用来画直线外,也可配合丁字尺画铅垂线和与水平线成 30° , 45° , 60° 的倾斜线。

2. 圆规

在使用圆规前,应先调整针脚,使针尖略长于铅芯。如图 1-13a 所示,在使用圆规画图时,应将圆规向前进方向稍微倾斜;画较大圆时,应使圆规两脚都与纸面垂直。如图 1-13b 所示。



(a) 针脚应比铅芯稍长



(b) 画较大圆时,应使圆规两脚都与纸面垂直

图 1-13 圆规的用法