

21 世纪高等工程教育规划教材

JIXIE ZHITU

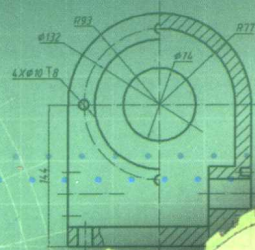
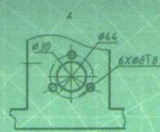
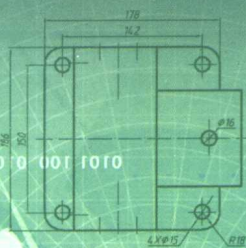
机械

制图

主编 郑运廷 王红卫 黄宏伟

1 10 1 010

101010 0 001 1010



西安地图出版社

21 世纪高等工程教育规划教材

机 械 制 图

主 编 郑运廷 王红卫 黄宏伟
副主编 宋学谦 高红霞 董永强

西安地图出版社

内容提要

本教材是根据国家教育部最新修订的普通高等院校工程制图课程教学基本要求,并结合多年的教学实践和教学经验编写而成的,采用了最新发布的《技术制图》和《机械制图》中的有关国家标准。全书共分十四章,内容主要包括:制图基本知识和技能、投影法、立体投影、轴测图、组合体视图、机件表达方法、标准件和常用件的画法、零件图、装配图、展开图与焊接图、计算机绘图和附录。其中带“*”号的内容可以根据课时的需要决定取舍。

本教材可作为高等工程院校、高职高专机械类和近机类各专业制图课程的教材,也可作为其他相关专业的教学用书和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/郑运廷,王红卫,黄宏伟主编.—西安:西安地图出版社,
2006.9

ISBN 7-80670-980-0

I.机… II.①郑…②王…③黄… III.机械制图 IV.TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 105744 号

机械制图

郑运廷 王红卫 黄宏伟 主编

西安地图出版社出版发行

(西安市友谊东路 334 号 邮政编码:710054)

新华书店经销 黄委会勘测规划设计研究院印刷厂印刷

787 毫米×1092 毫米 1/16 开本 32 印张 720 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-80670-980-0/Th·4

定价:40.00 元(套)

前 言

机械制图是用图样确切表示机械的结构形状、尺寸大小、工作原理和技术要求的学科。

本教材是根据国家教育部最新修订的普通高等院校工程制图课程教学基本要求,并结合多年的教学实践和教学经验编写而成的。在教材的编写过程中,采用了最新发布的《技术制图》和《机械制图》中的有关国家标准,贯彻“基础理论教学要以应用为目的,以必需够用为度,以掌握概念、强化应用、培养技能为教学重点”的原则,降低了理论要求,加强了绘制和阅读机械图样基本能力的训练,主要目的是培养学生绘制和阅读机械图样的方法和技能。

本教材的主要内容包括:制图基本知识和技能、投影法、立体投影、轴测图、组合体视图、机件表达方法、标准件和常用件的画法、零件图、装配图、展开图与焊接图、计算机绘图和附录。

本教材有以下特点:

1. 体系结构新颖,内容实用精练。把传统内容和新技术知识紧密结合起来,把知识传授和能力培养紧密结合起来,将传统内容与计算机绘图紧密结合起来,实现了教与学的科学统一。

2. 注重培养绘制机械图样的方法和技能。教材与习题集紧密结合,适当加强学生空间想像能力的训练,重点加强了机械图样的表达、读图能力的训练,注重学生手工仪器绘图、计算机绘图和徒手绘图能力的培养。

3. 适当降低了立体表面交线的难度。截交线、相贯线的求解和画法以实例为主,以简化画法为主,实用性强。

4. 全书图例丰富,语言通俗易懂,难易适中,易为学生掌握。其中带“*”号的内容可以根据课时的需要决定取舍。

本书由郑运廷、王红卫、黄宏伟任主编,宋学谦、高红霞、董永强任副主编,栗成杰、贾玉景、马俊朋、程广振任编委。具体撰写分工如下:平顶山工业职业技术学院郑运廷(第一、二章),栗成杰(第三、四章),贾玉景(附录);郑州轻工业学院王红卫(第六、九章),高红霞(第七章),宋学谦(第八章);漯河职业技术学院黄宏伟(第十、十四章);许昌学院董永强(第十二章),马俊朋(第十三章);平顶山工学院程广振(第五、十一章)。

本书可作为高等工程院校、高职高专机械类和近机类各专业制图课程的教材,也可作为其他相关专业的教学用书和有关工程技术人员参考。

由于编者水平有限,书中不足和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2006 年 3 月

目 录

绪论	(1)
第一章 制图的基本知识和基本技能	(2)
第一节 国家标准的基本规定	(2)
第二节 绘图工具及其应用	(16)
第三节 几何作图	(20)
第四节 平面图形的画法	(25)
第五节 绘图的方法和步骤	(28)
第二章 投影法	(31)
第一节 投影法的基本知识	(31)
第二节 物体的三视图	(34)
第三节 点的投影	(35)
第四节 直线的投影	(42)
第五节 平面的投影	(48)
第三章 立体的投影	(55)
第一节 平面立体的投影	(55)
第二节 回转体的投影	(59)
第三节 切割体的投影	(64)
第四节 相贯线的投影	(70)
第四章 轴测图	(79)
第一节 轴测投影的基本知识	(80)
第二节 正等轴测图	(81)
第三节 斜二轴测图	(87)
第五章 组合体视图	(91)
第一节 组合体的构造及形体分析法	(91)
第二节 组合体的三视图画图方法	(94)
第三节 组合体的尺寸标注	(98)
第四节 组合体的读图方法	(106)
第六章 机件常用的表达方法	(113)
第一节 视图	(113)
第二节 剖视图	(117)
第三节 断面图	(127)
第四节 局部放大图及其他规定与简化画法	(130)
第五节 表达方法综合应用举例	(134)

第七章 标准件和常用件的画法	(137)
第一节 螺纹及螺纹的规定画法	(137)
第二节 螺纹联接件及联接画法	(145)
第三节 齿轮	(151)
第四节 键、花键、销联接	(162)
第五节 滚动轴承	(169)
第六节 弹簧	(171)
第八章 零件图	(174)
第一节 零件图的作用与内容	(174)
第二节 零件表达方案的确定	(175)
第三节 零件图的尺寸标注	(178)
第四节 零件图上的工艺结构	(184)
第五节 零件图的技术要求	(188)
第六节 典型零件的视图选择及尺寸标注	(203)
第七节 读零件图	(208)
第九章 装配图	(212)
第一节 装配图的作用和内容	(212)
第二节 部件的表达方法	(214)
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	(218)
第四节 装配图中的零、部件序号	(219)
第五节 装配结构的合理性	(220)
第六节 画装配图的步骤	(224)
第七节 读装配图	(227)
第八节 由装配图拆画零件图	(229)
第九节 装配体的测绘	(230)
第十节 一组圆柱齿轮减速器的测绘	(233)
* 第十章 展开图与焊接图	(238)
第一节 展开图	(238)
第二节 焊接图	(245)
第十一章 AutoCAD 绘图基础	(254)
第一节 AutoCAD 简介	(254)
第二节 AutoCAD 的基本操作	(255)
第三节 图形单位和界限的设置	(264)
* 第十二章 AutoCAD 绘制平面图形	(266)
第一节 常用绘图命令	(266)
第二节 常用编辑命令	(273)
第三节 精确绘图工具	(283)
第四节 图形显示控制	(289)

第五节 绘制平面图形举例	(291)
第六节 文字处理	(293)
第七节 颜色、线型和图层	(300)
* 第十三章 AutoCAD 绘制视图及剖视图	(308)
第一节 绘制三视图	(308)
第二节 绘制其他视图	(317)
第三节 绘制剖视图	(320)
第四节 尺寸标注	(325)
* 第十四章 AutoCAD 绘制零件图	(337)
第一节 图块	(337)
第二节 属性	(341)
第三节 尺寸公差和形位公差标注	(349)
第四节 绘制零件图	(353)
附录	(358)

绪 论

1. 本课程的研究对象

在工程技术上,为了准确表达工程对象的形状、大小、相对位置及技术要求,通常需要将其按一定的投影方法和有关技术规定表达在图纸上,得到工程图样,简称图样。

图样和文字、数字一样,是人们借以表达、构思、分析和交流的基本工具之一。在现代化工业中,各种机床、设备、仪器、仪表的设计、制造、维修和使用都离不开工程图样。设计者通过图样表达设计对象;制造者通过图样了解设计要求,依照图样制造设计对象;使用者需要通过图样了解工程对象的结构及性能。因此,图样是表达设计意图、技术交流和指导生产的重要工具,是工业生产中的重要技术文件,被称为“工程界的共同语言”。

机械图样是工程图样中应用最多的一种,包括零件图和装配图,是用于表达机器、部件或零件的图样。

2. 本课程的性质和任务

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的课程,是探讨绘制机械图样的理论、方法和技术的基础课。其主要目的是培养学生正确运用正投影法来分析、表达机械工程问题,绘制、阅读机械图样的能力和空间想像能力。同时,它又是学生学习后续课程和完成课程设计与毕业设计不可缺少的基础。

本课程的主要任务是:

- (1)学习正投影法的基本理论,为绘制和应用各种工程图打下良好的理论基础。
- (2)培养形象思维能力、空间想像能力和空间分析能力。
- (3)培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (4)学习、贯彻机械制图国家标准和其他有关规定,具有查阅标准和手册的初步技能。
- (5)培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

3. 本课程的学习方法

本课程的特点是实践性较强,只有通过大量地画图和看图才能掌握本课程的内容。因此,在学习本课程时,必须完成一系列的作业。学习机械制图的大部分时间是画图,要想把图样画得又快又好,必须做到:

- (1)弄懂基本原理和基本方法,掌握看图和绘图的基本方法和思路,按照正确的步骤画图。
- (2)注意培养空间想像能力和空间构思能力,这是看图的基本功和关键。
- (3)注意画图和看图相结合,物体与图样相结合,多看多画,只有这样才能提高看图和画图水平。
- (4)严格遵守机械制图国家标准,准确地使用有关标准和资料,只有这样才能画出符合工程需要的图样。
- (5)鉴于图样的重要作用,在学习中要注意养成认真负责、耐心细致的工作作风。

第一章 制图的基本知识和基本技能

基本要求

- (1)熟悉国家标准中规定的图纸幅面代号、比例、字体、图线等。
- (2)掌握尺寸标注的基本规则,如尺寸线、尺寸界线、箭头的画法以及尺寸数字的注写规则。学习直线尺寸、半径尺寸、角度尺寸及小尺寸的标注方法。
- (3)学习长仿宋体、拉丁字母、希腊字母、阿拉伯数字的正确书写方法。

技术图样是产品设计、制造、安装、检测等过程中的重要技术资料,是科学技术交流的重要工具。为便于生产、管理和交流,必须对图样的画法、尺寸注法等方面作出统一的规定。《技术制图》和《机械制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准,是绘制和阅读机械图样的准则和依据。需要注意的是,《机械制图》标准主要适用于机械图样,《技术制图》标准则普遍适用于工程界的各种专业技术图样。

本章摘要介绍国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法和机械工程 CDA 制图的有关规定,并介绍常见的绘图方式和几何作图方法。

第一节 国家标准的基本规定

一、图纸幅面和格式(GB/T14689 - 1993)^①

1. 图纸幅面

为了便于图样的绘制、使用和保管,图样均应画在规定幅面和格式的图纸上。绘制图样时,应优先采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸。

在基本幅面中,A0 图纸长边与短边之比为 $\sqrt{2}:1$,其面积是 1m^2 。A1 图纸的面积是 A0 的一半。其余各种幅面都是后一幅面的面积为前一幅面的一半。

表 1-1 基本幅面尺寸 (mm)

幅面代号	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		

^① GB—国家标准的拼音缩写;/T—推荐;14689—标准的编号;1993—表示该标准 1993 年发布。

如果必要,可以对幅面加长,选用表 1-2 和表 1-3 所规定的加长幅面。加长后的幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍数增加后得出,如图 1-1 所示。图 1-1 中的粗实线部分为基本幅面,细实线部分为加长幅面的第一选择,虚线部分为加长幅面的第二选择。加长后幅面代号记作:基本幅面代号 $\times$ 倍数。如 A4 $\times$ 3,表示按 A4 图幅短边 210 加长 3 倍,即加长后图纸尺寸为 297 $\times$ 630。

表 1-2 图纸的加长幅面尺寸一 mm					
幅面代号	A3 $\times$ 3	A3 $\times$ 4	A4 $\times$ 3	A4 $\times$ 4	A4 $\times$ 5
B $\times$ L	420 $\times$ 891	420 $\times$ 1189	297 $\times$ 630	297 $\times$ 841	297 $\times$ 1051

表 1-3 图纸的加长幅面尺寸二 mm							
幅面代号	A0 $\times$ 2	A0 $\times$ 3	A1 $\times$ 3	A1 $\times$ 4	A2 $\times$ 3	A2 $\times$ 4	A2 $\times$ 5
B $\times$ L	1189 $\times$ 1682	1189 $\times$ 2523	841 $\times$ 1783	841 $\times$ 2378	594 $\times$ 1261	594 $\times$ 1682	594 $\times$ 2102
幅面代号	A3 $\times$ 5	A3 $\times$ 6	A3 $\times$ 7	A4 $\times$ 6	A4 $\times$ 7	A4 $\times$ 8	A4 $\times$ 9
B $\times$ L	420 $\times$ 1486	420 $\times$ 1783	420 $\times$ 2080	297 $\times$ 1261	297 $\times$ 1471	297 $\times$ 1682	297 $\times$ 1892

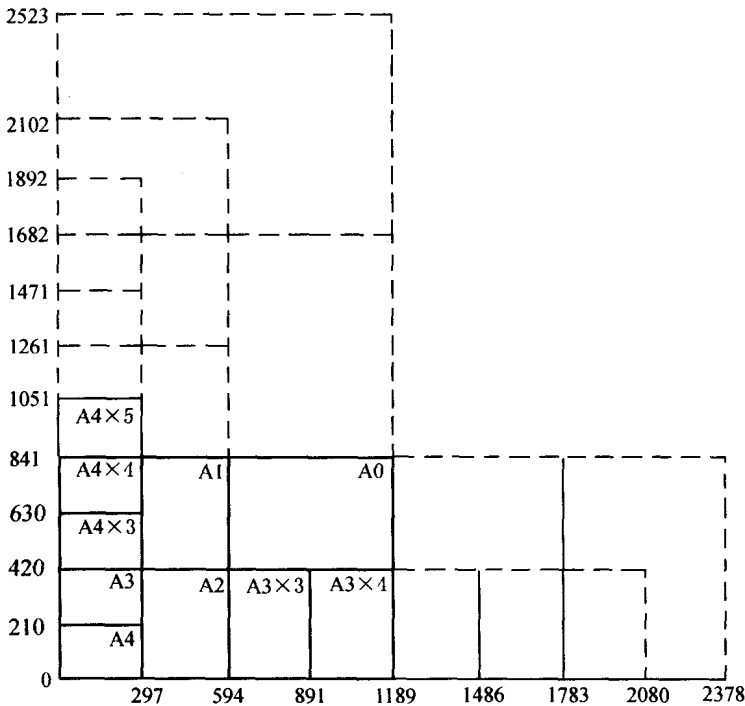
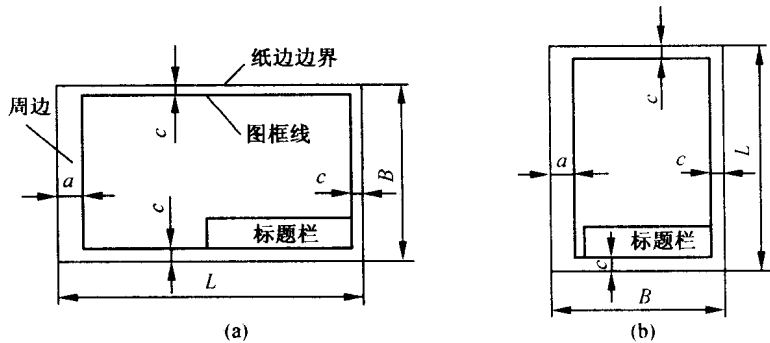


图 1-1 图纸的基本幅面及加长幅面尺寸

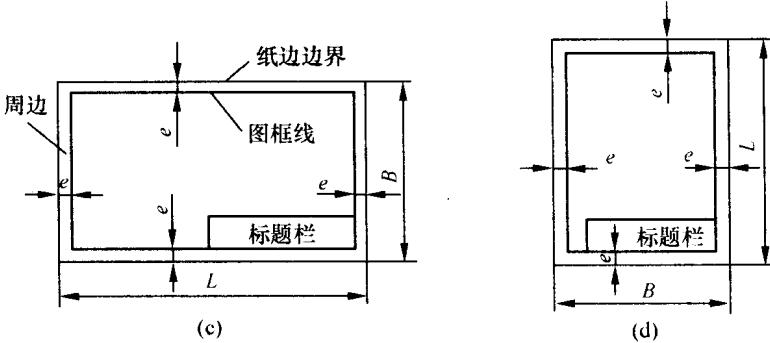
2. 图框格式

无论图样是否装订,均应在图幅内画出图框。图框线用粗实线绘制。图框的格式有留装订边和不留装订边两种。需要装订的图样,装订边宽度 a 预留 25mm;其图框格式一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装,格式见图 1-2(a)、(b)。不需装订的图样则不留装订边,其图框格式见图 1-2(c)、(d)。图框距图纸边界的尺寸视图幅大小及有无装订边不同,尺寸见表 1-1。

同一产品的图样,只能采用同一种格式。



(a)、(b)留装订边的图框格式



(c)、(d)不留装订边的图框格式

图 1-2 图框格式

3. 标题栏

每张图样都必须有标题栏。标题栏的位置一般位于右下角如图 1-2 所示。国家标准 GB/T10609.1-1989 对标题栏的格式和尺寸作了统一的规定。标题栏的外框是粗实线,其右边

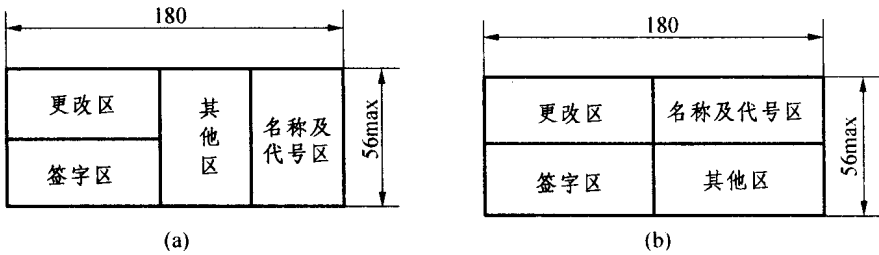


图 1-3 标题栏格式

和底边与图框线重合,其余是细实线绘制。技术制图标准规定,标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称代号区组成,其格式如图 1-3(a)、(b)所示。也可按实际需要增加或减少(图 1-4)。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时则为 X 形图纸,如图 1-2(b)。若

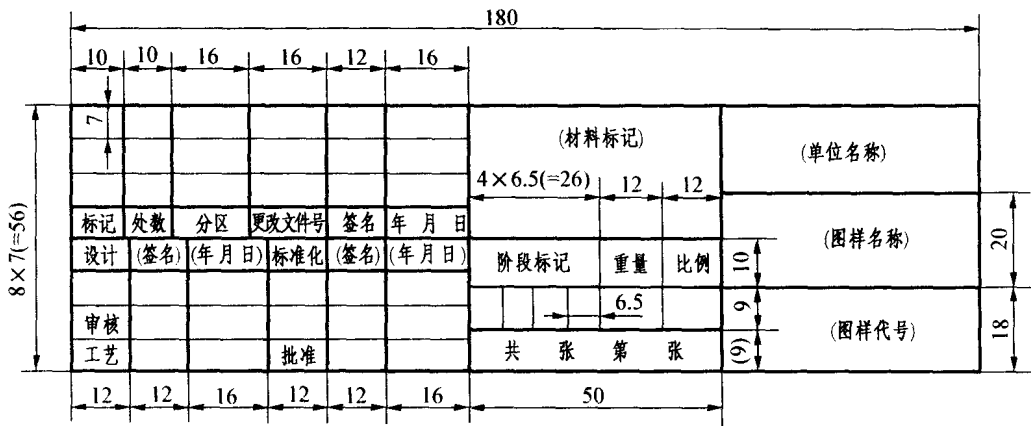


图 1-4 标题栏格式举例

标题栏长边与图纸长边垂直,则为 Y 形图纸,如图 1-2(a)。不论是 X 形或 Y 形图纸,其看图方向与看标题栏的方向一致。当看图方向与看标题栏方向一致时,可采用方向符号,如图 1-5 所示,即方向符号的尖角对着读图者时为看图的方向。方向符号用细实线画出,如图 1-5 (c) 所示。学习本课程时为便于作图,作业中建议采用如图 1-6 推荐的简化标题栏格式。

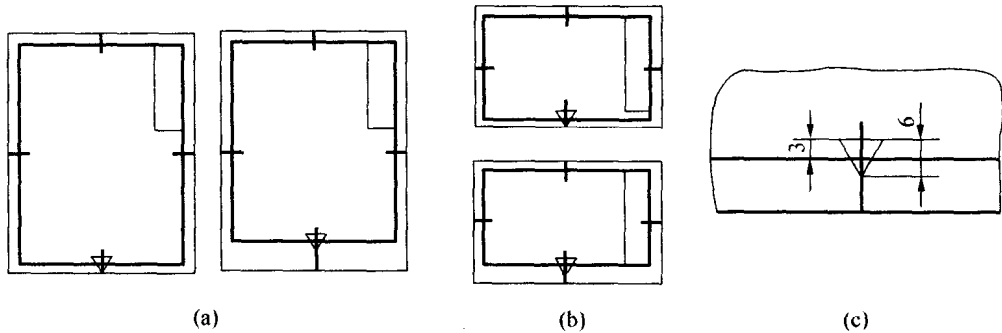


图 1-5 方向符号的画法

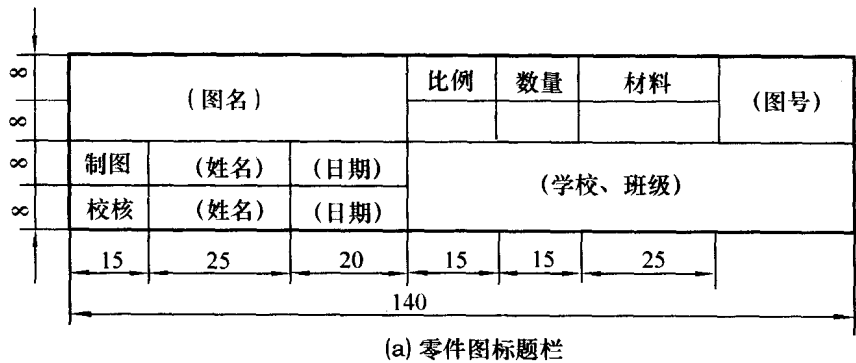


图 1-6 制图作业中推荐的标题栏格式

序号	零件名称		数量	材料
(图名)		比例	重量	第 张
				共 张
制图	(姓名)	(日期)	(学校、班级)	
校核	(姓名)	(日期)		

(b) 装配图标题栏和零件明细表

图 1-6 制图作业中推荐使用的标题栏格式(续)

二、比例(GB/T14690-1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时,应采用 GB/T 规定的比例。表 1-4、表 1-5 中列出了 GB/T 规定的比例值,分原值比例、放大比例、缩小比例三种。应优先选用表 1-4 中的比例值。必要时,也允许选用表 1-5 中的比例值。

表 1-4 图样比例

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1-5 图样比例(允许选用)

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

绘制图样时,应尽量采用原值比例(即采用 1:1 比例)绘图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。对于大而简单的机件,可采用缩小比例,而对于小而复杂的机件,宜采用放大的比例。

无论采用何种比例画图,标注尺寸时都必须按机件原有的尺寸大小标注(即尺寸数字是机件的实际尺寸)。

同一机件的各个视图,应采用相同的比例,并在标题栏中的比例栏内注明所采用的比例。当同一机件的某个视图采用了不同比例时,必须另行标注。

三、字体(GB/T14691 - 1993)

国标要求,图样和有关技术文件中书写的汉字、字母和数字必须做到:字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

(1) 字号

图样中书写的字体应采用国标规定号数。字体的号数即字体高度(用 h 表示,单位为 mm),有 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。若书写更大的字,字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

(2) 汉字

汉字要写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字,汉字高度不小于 3.5mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体的书写要领:横平竖直、起落有锋、结构匀称、写满方格。图 1-7 是长仿宋体汉字示例。

10 号字

横平竖直起落有锋结构匀称写满方格

7 号字

书写汉字字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

5 号字

机械制图国家标准认真执行耐心细致技术要求尺寸公差配合性质

图 1-7 长仿宋体汉字示例

(3) 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔划宽度 d 为字高 h 的 $1/14$, B 型字体的笔划宽度 d 为字高 h 的 $1/10$ 。同一图样只允许一种字体。

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平线成 75° 角。如图 1-8 所示。

大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

小写斜体

a b c d e f g h i j k l m n

o p q r s t u v w x y z

图 1-8 字母和数字书写示例

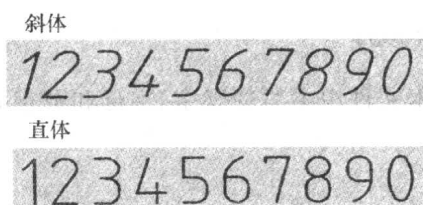


图 1-8 字母和数字书写示例(续)

四、图线(GB/T17450 - 1998 和 GB/T4457 - 1984)

工程图样是用不同型号的图线画成的。为了统一,便于看图和绘图,绘制图样时应采用国标中规定的图线。

1. 图线线型及应用

国家标准 GB/T17450 - 1998《技术制图 图线》规定了绘制各种技术图样的基本线型(表 1-6)。它们适用于各种技术图样,如机械、电气、土木工程等。

表 1-6 基本线型

代 码	基 本 线 型	名 称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		画点线
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

在实际应用时,各专业要根据该标准制定相应的图线标准。GB/T4457.4 - 84《机械制图图线》中规定的 8 种图线(表 1-7)符合 GB/T17450 - 1998 的规定,是目前机械制图使用的图线标准。各种图线的名称、型号、图线宽度及其应用见表 1-7。图 1-9 为线型应用举例。

表 1-7 机械制图使用的图线

名 称	型 式	宽 度	主 要 用 途
粗实线		b	①可见轮廓线 ②可见过渡线
细实线		约 $b/3$	①尺寸线及尺寸界线 ②剖面线 ③重合断面的轮廓线 ④螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 ⑤引出线 ⑥分界线及范围线
虚线		约 $b/3$	①不可见轮廓线 ②不可见过渡线
点画线		约 $b/3$	①轴线 ②对称中心线 ③轨迹线 ④节圆及节线
双点画线		约 $b/3$	①相邻零件的轮廓线 ②极限位置的轮廓线 ③坯料的轮廓线
波浪线		约 $b/3$	①断裂处的边界线 ②视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线
粗点画线		b	有特殊要求的线或表面的表示线

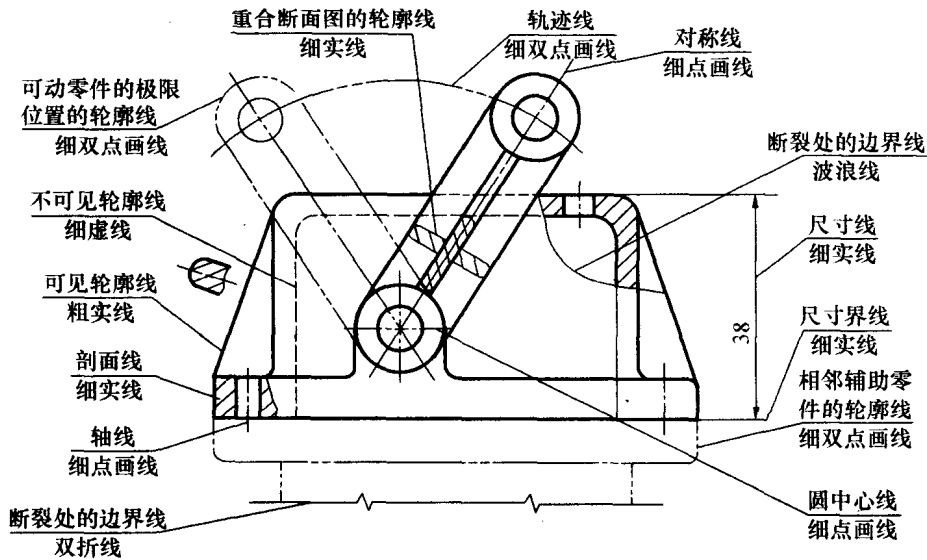


图 1-9 图线及其应用

2. 图线的尺寸

图线的宽度应根据图幅的大小、机件的复杂程度等在下列数字系列中选择:(该数字系列的公比为 $1:\sqrt{2}$, 单位为 mm) 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、

2mm。

机械图常用的粗线宽度 b 为 0.5mm 至 2mm。细线的宽度约为 $b/3$ 。

3. 图线画法注意事项

(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。

(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时,圆心应为画线的交点,如图 1-10(a)所示。图 1-10(b)是错误的。

(4) 点画线和双点画线的首末两端应是画线而不是点。点画线应超出图形的轮廓线 3~5mm。图 1-10(b)是错误的。

(5) 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。

(6) 当虚线与虚线相交,或虚线与其他形式图线相交时,应是画线相交。图 1-10(c)是正确的,而图 1-10(d)是错误的。当虚线是粗实线的延长线时,连接处应留出空隙。图 1-10(e)是正确的,而图 1-10(f)是错误的。

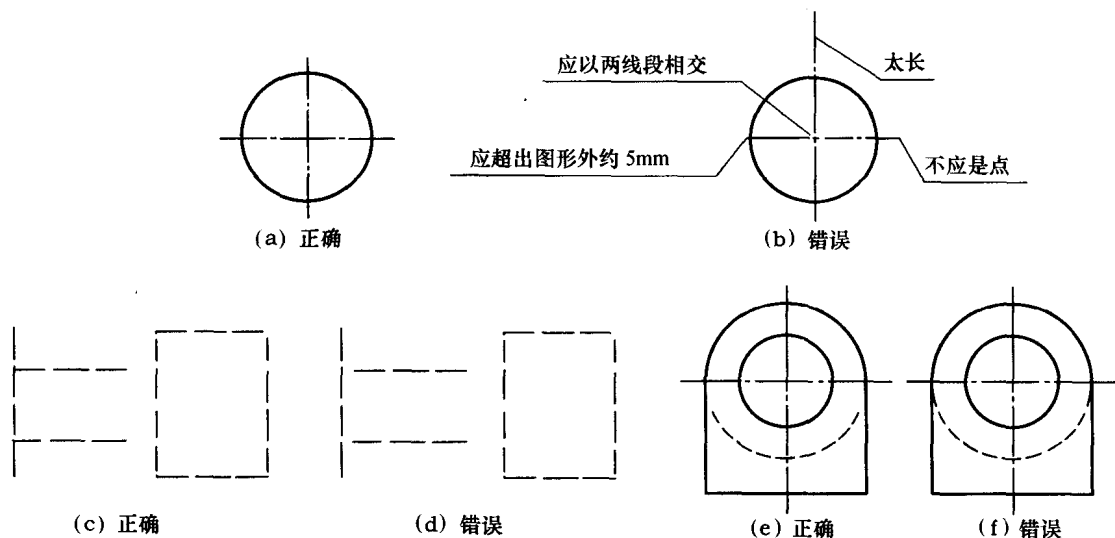


图 1-10 图线画法注意事项

(7) 计算机绘图时,圆心处的中心线可用圆心符号代替。

(8) 当某些图线重合时,应按各种图线的优先次序:可见轮廓线—不可见轮廓线—尺寸线—各种用途的细实线—轴线、对称线等,只画前面的一种。

(9) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆,当不可避免时应首先保证文字、数字或符号等的清晰。

五、尺寸注法(GB/T4458.4-1984 和 GB/T16675.2-1996)

图样上标注尺寸时,必须严格遵守制图标准中有关尺寸注法的规定。