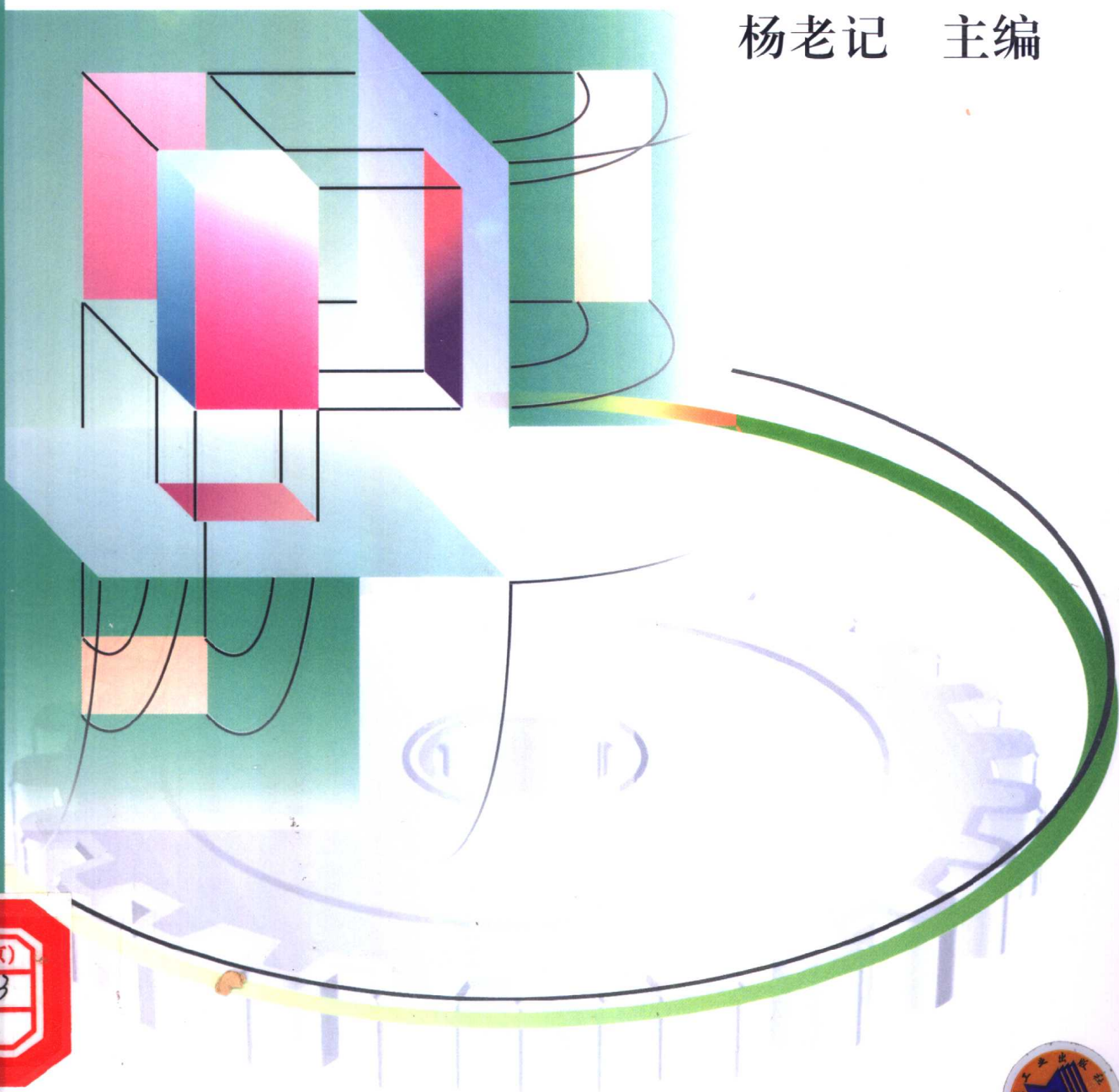


高职高专类教材

机械制图

杨老记 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

北京)
-43

高职高专类教材

机 械 制 图

主 编 杨老记

副主编 刘彩琴 马 英

参 编 阎新华 马 璇 高英敏 杨芬蕊

尹向高 张丽萍 李 威 张庆武

主 审 谷群广 谢海滨



机 械 工 业 出 版 社

本教材是根据教育部“高职高专教育工程制图课程教学基本要求”，结合多年的教学经验编写的，以培养技术应用型专门人才为目标，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。通过本课程的学习，使学生具备中等绘图和读图能力。

本书内容包括：制图的基本知识和基本技能，投影法，基本立体的投影，截交线，相贯线，组合体视图，机件的各种表达方法，轴测图，标准件和常用件的画法，零件图，装配图，零、部件测绘指导，附录。

本书章节编排合理，思路清晰，层次分明，重点突出，通俗易懂，符合学生的认识规律，便于教学。

本书可作为高职、高专工科学校的机械和近机械专业的教材，也可作为理论要求较低的高等工科学校、函授、业余大学等相近专业的教学用书，可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 杨老记主编. —北京: 机械工业出版社,

2002. 9

高职高专类教材

ISBN 7-111-10961-9

I. 机... II. 杨... III. 机械制图—高等学校: 技术
学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 070557 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 余茂祚 于奇慧

封面设计: 姚 毅

责任印制: 付方敏

北京忠信诚胶印厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm/16·17 印张·418 千字

0 001—6000 册

定价: 26.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材根据教育部“高职高专教育工程制图课程教学基本要求”，按照高职高专教育的培养目标和特点，结合多年的教学经验编写而成。本教材的编写指导思想是：以培养技术应用型专门人才为目标，降低理论要求，加强绘制和阅读机械图样的基本能力的训练；联系实际，注重解决实际问题能力的培养。通过本课程的学习，使学生达到中等绘图和读图能力。

本教材有以下特点：

1. 精简画法几何内容。以必需、够用为度，以建立点、线、面的空间概念和三者之间的基本关系为标准。

2. 注重解决实际问题能力的培养。教材与习题集紧密结合，适当加强学生空间想象能力的训练，重点加强了机械图样的表达、读图、徒手画草图能力的训练。

3. 细化了常用件和零件图两章。这两章内容较全面，既加强了绘图、读图基础，又增进了课程之间的横向联系，还可作为相关课程的参考资料。

4. 零、部件测绘作为单独一章。理论内容与实践相结合，在实践中巩固提高。同时知识点相对集中，便于教学中取舍。

5. 章节编排合理，思路清晰，层次分明，重点突出，通俗易懂，内容精心安排，符合学生的认识规律，便于教学。

6. 不包含计算机绘图。考虑到计算机绘图软件版本更新较快，学校应在教学中使用较新版本的计算机绘图软件，所以在本教材中不包含计算机绘图内容，减少了教材的篇幅。

7. 采用最新的国家标准。

参加本书编写的有杨老记、刘彩琴、马英、马璇、高英敏、尹向高、张丽萍、张庆武，阎新华，杨芬蕊，李威。本书由谷群广、谢海滨主审。

限于编者水平和时间仓促，书中难免存在不足和错误，恳请读者批评指正。

编 者

2002年7月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识和基本技能	3
第一节 国家标准的基本规定	3
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	24
第五节 绘图的方法和步骤	26
第二章 投影法	30
第一节 投影法的基本知识	30
第二节 点的投影	31
第三节 直线的投影	38
第四节 平面的投影	47
第三章 基本立体的投影	54
第一节 平面基本体的投影及其表面上的点的投影	54
第二节 曲面基本体的投影及其表面上点的投影	57
第四章 截交线	63
第一节 平面与平面立体相交	63
第二节 平面与曲面立体相交	65
第五章 相贯线	71
第一节 平面立体与平面立体相交	71
第二节 平面立体与曲面立体相交	73
第三节 两曲面立体相交	74
第四节 组合相贯线	81
第六章 组合体视图	82
第一节 组合体的形体分析	82
第二节 组合体的三视图画图方法	84
第三节 组合体的尺寸标注	85
第四节 组合体的读图方法	93
第七章 机件的各种表达方法	100
第一节 视图	100
第二节 剖视图	103
第三节 断面图	113
第四节 局部放大图、规定画法和简化画法	116
第五节 综合应用举例	119
第八章 轴测图	121

第一节	轴测投影的基本知识	121
第二节	正等轴测图	122
第三节	斜二等轴测图	129
第九章	标准件和常用件的画法	131
第一节	螺纹及螺纹联接件	131
第二节	螺纹联接件及联接画法	138
第三节	齿轮	143
第四节	键、花键、销联接	156
第五节	弹簧	161
第六节	滚动轴承	163
第十章	零件图	166
第一节	零件图的作用与内容	166
第二节	零件表达方案的确定	168
第三节	零件的工艺结构	170
第四节	零件图的尺寸标注	173
第五节	零件图的技术要求	179
第六节	四类典型零件	200
第七节	读零件图	204
第十一章	装配图	208
第一节	装配图的作用和内容	208
第二节	装配图的规定画法、特殊画法和简化画法	210
第三节	装配图表达方法的选择	212
第四节	装配图的尺寸标注和技术要求	214
第五节	装配图中的零、部件序号	216
第六节	画装配图的步骤	217
第七节	装配结构的合理性	219
第八节	读装配图	223
第九节	由装配图拆画零件图	226
第十二章	零、部件测绘指导	228
第一节	测绘的目的和步骤	228
第二节	常用的测绘工具和测量方法	230
第三节	一级圆柱齿轮减速器的测绘	236
附录		243
一、螺纹		243
二、常用的标准件		246
三、常用的零件结构要素		258
四、极限与配合		261

绪 论

一、图样的作用

用图形表达物体，具有形象、生动和一目了然的特点，比用语言和文字描述更直观、更简洁。特别是对工程技术上一些结构复杂的设备和工程，必须用图形表达。工程技术上根据投影原理，并遵照国家标准或有关规定绘制的表达工程对象的形状、大小及技术要求的图，称为工程图样，简称图样。

在现代工业中，无论是设计和制造各种机器设备，还是设计工程或工程施工都离不开工程图样。在设计阶段，通过图样表达设计意图；在制造、施工阶段，图样是主要技术依据；在使用、维修中，由图样了解设备或工程的结构和性能；在科技交流中，图样是重要的技术资料，是交流技术思想的工具。因此，工程图样是工业生产中的一种重要技术资料，是工程界共同的技术语言。作为工程技术人员，必须掌握这种语言。也就是说，工程技术人员必须具备绘制和阅读工程图样的能力。

不同的生产部门，对图样有不同的要求和名称，如机械图样、建筑图样、水利图样。用于表达机器、仪器等的图样，称为机械图样。

二、本课程的性质

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、方法和技术的技术基础课。本课程主要包括三部分内容：画法几何、制图基础和机械制图。画法几何部分主要研究正投影法的基本原理；制图基础部分介绍制图的基本知识与规定，培养绘图的操作技能和看图的能力；机械制图部分培养绘制和阅读机械图样的基本能力。制图基础部分是本课程的重点。

三、本课程的任务

根据培养技术应用型技术人才的要求，本课程的主要任务是培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力。本课程的任务有以下几个方面：

- (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、空间想象能力、空间分析能力和简单的空间几何问题的图解能力。
- (3) 培养绘制和阅读机械零件图和部件图的基本能力。
- (4) 掌握制图国家标准的基本内容，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。

四、本课程的学习方法

本课程的特点是实践性很强，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) 弄清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) 注意培养空间想象力和空间构思能力，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绘图水平。

(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、一丝不苟的工作作风。

本课程为学生的绘图和读图能力打下初步基础, 在后继课程、生产实习、课程设计和毕业设计中, 还要进一步提高。

第一章 制图的基本知识和基本技能

机械图样是现代工业生产过程中的重要技术资料。要绘制出符合要求的机械图样，必须首先掌握机械制图的基本知识和基本技能。

第一节 国家标准的基本规定

为了便于生产和技术交流，绘图和读图应该有共同的准则。也就是说，图样的画法、尺寸的标注、代号的使用等，应该有统一的规定。为此，国家标准《技术制图》和《机械制图》对机械图样作了统一的技术规定。所以必须树立严格标准化的观念，在绘图时认真执行国家标准。

我国的国家标准简称国标，代号为 GB/T。本节摘录国家标准《技术制图》和《机械制图》中的部分内容，作为制图的基本规定予以介绍，其余的内容将在以后的有关章节中分别叙述。

一、图纸幅面和格式 (GB/T14689—1993)

1. 图纸幅面

为了便于绘制、使用和保管，绘制图样时，应采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸。

表 1-1 基本幅面尺寸

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
尺寸	$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
边 框	a	25				
	c	10			5	
	e	20		10		

在基本幅面中，A0 图纸长边与短边之比为 $\sqrt{2}:1$ ，其面积是 1 m^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。

如果必要，可以对幅面加长。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 1-1-1 所示。图 1-1-1 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×倍数。如 A4×3，表示按 A4 图幅短边 210 加长 3 倍，即加长后图纸尺寸为 297×630。

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。需要装订的图样，其图框格式一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。装订边预留 25mm 宽。图框距图纸边界的尺寸视图幅大小及有无装订边不同。格式见图 1-1-2。不需装订的图样则不留装订边，其图框格式见图 1-1-3。

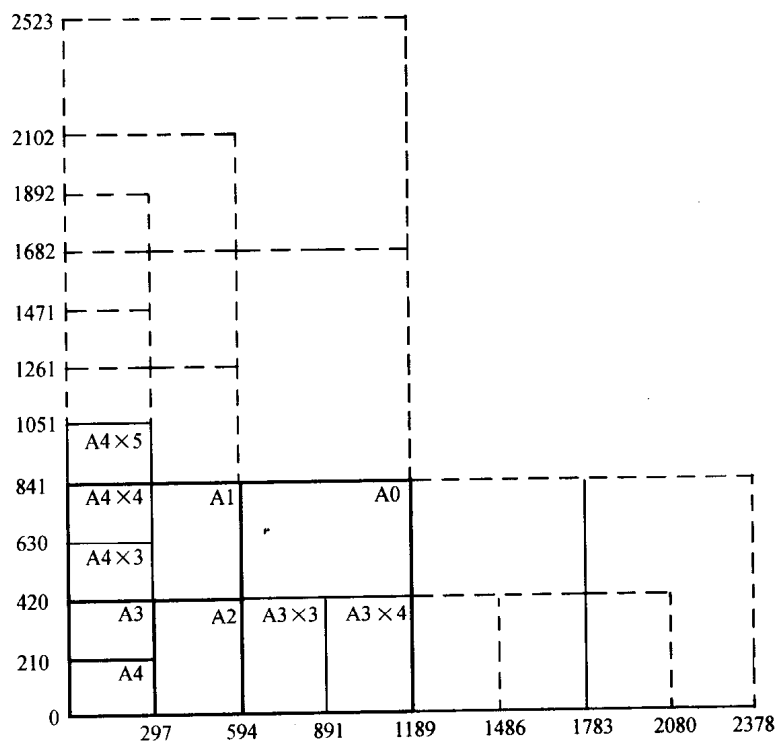


图 1-1-1 图纸的基本幅面及加长幅面尺寸

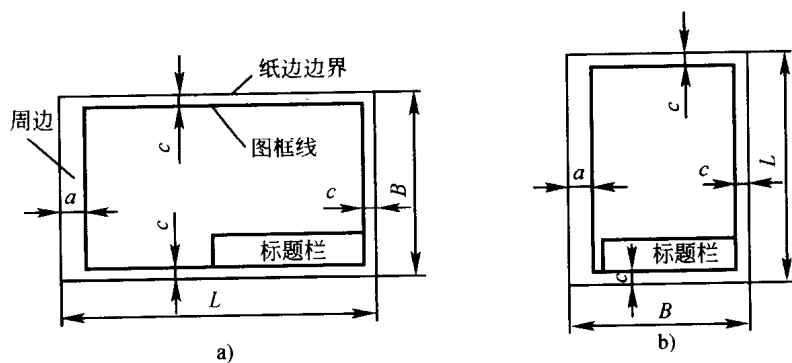


图 1-1-2 留装订边的图框格式

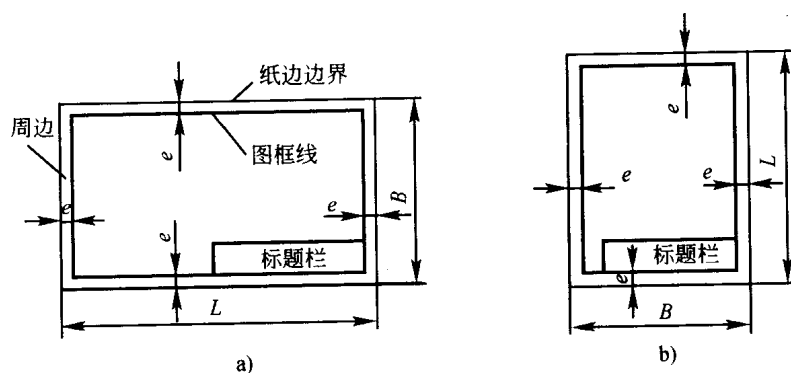


图 1-1-3 不留装订边的图框格式

(2) 方向符号

对于利用预先印制的图纸, 为了明确绘图与看图时图纸的方向, 应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号, 如图 1-1-6 和如图 1-1-7 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形, 其大小和所处位置如图 1-1-8 所示。

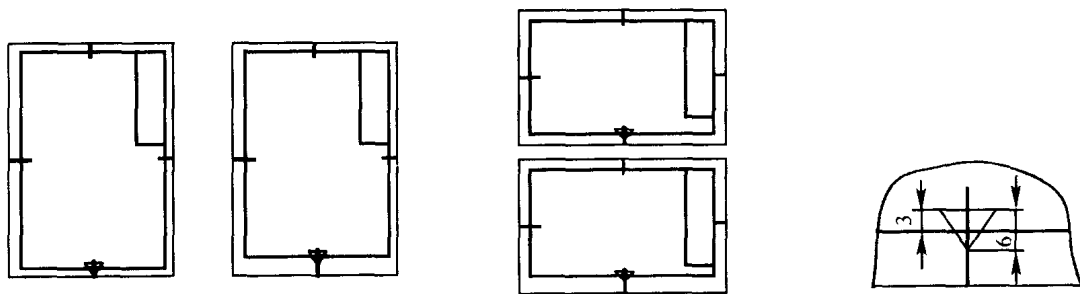


图 1-1-6 X 型图纸的短边置于水平 图 1-1-7 Y 型图纸的长边置于水平 图 1-1-8 方向符号

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 1-2、表 1-3 是 GB/T 规定比例值, 分原值、放大、缩小三种。应优先选用表 1-2 中的比例值, 必要时, 也允许选用表 1-3 中的比例值。

表 1-2 图样比例

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

注: n 为正整数。

表 1-3 图样比例 (允许选用)

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

注: n 为正整数。

绘制图样时, 应尽可能按机件的实际大小 (1:1) 画出 (即尽量采用 1:1 的比例), 以便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照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。

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), 有 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm。若书写更大的字, 字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

(1) 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 1-1-9 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 1-1-9 长仿宋体汉字示例

(2) 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 1-1-10 所示。

大写斜体

ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ

小写斜体

abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz

斜体

1234567890

直体

1234567890

图 1-1-10 字母和数字书写示例

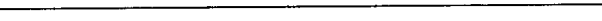
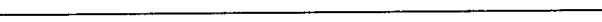
四、图线（GB/T17450—1998 和 GB/T4457.4—1984）

工程图样是用不同型式的图线画成的，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 1-4）。它们适用于各种技术图样，如机械、电气、土木工程等。

表 1-4 基本线型

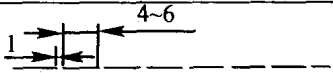
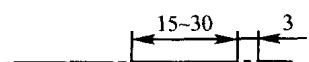
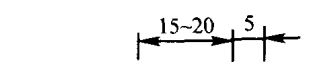
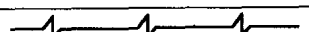
代 码	基 本 线 型	名 称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		画点线
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

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/T 4457.4-84《机械制图 图线》中规定的 8 种图线（表 1-5）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、型式、图线宽度及其应用见表 1-5。图 1-1-11 为线型应用举例。

表 1-5 机械制图使用的图线

图 线 名 称	图 线 型 式	图 线 宽 度	一 般 应 用
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 2) 重合断面的轮廓线 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

(续)

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
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

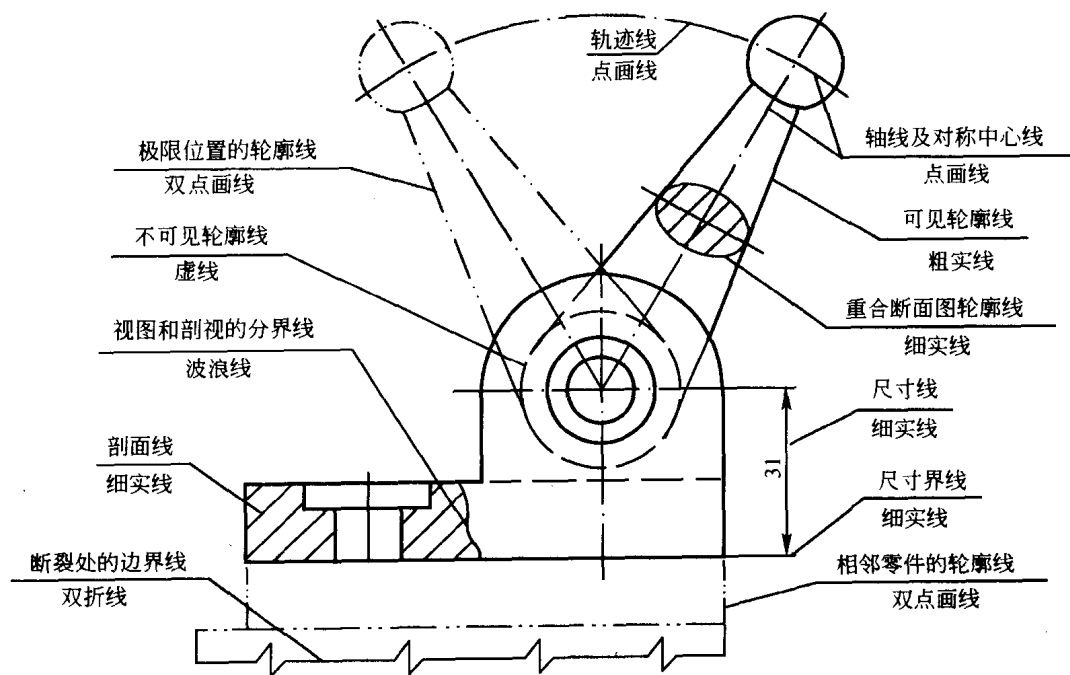


图 1-1-11 线型应用举例

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 $1:\sqrt{2}$ ：

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。图 1-1-12b 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 1-1-12b 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，或虚线与其它形式图线相交时，应是画线相交。图 1-1-12c 是正确的，而图 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 1-1-12e 是正确的，而图 f 是错误的。

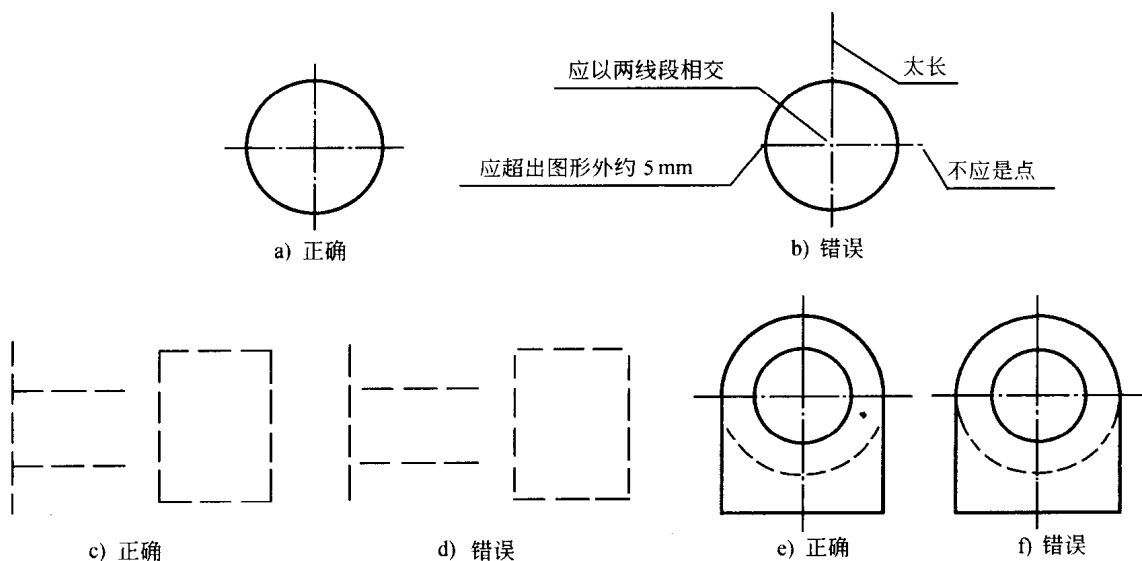


图 1-1-12 图线画法注意事项

(7) 计算机绘图时，圆心处的中心线可用圆心符代替。

(8) 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。

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。

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，并应标在反映该机件最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

在图样上标注的尺寸，一般应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字所组成，如图 1-1-13 所示。

(1) 尺寸界线

尺寸界线用于表明在图形上所标注尺寸的范围，其画法规定如下：

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，如图 1-1-14 所示。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界线，如图 1-1-14 所示。

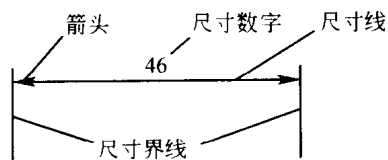


图 1-1-13 尺寸的组成

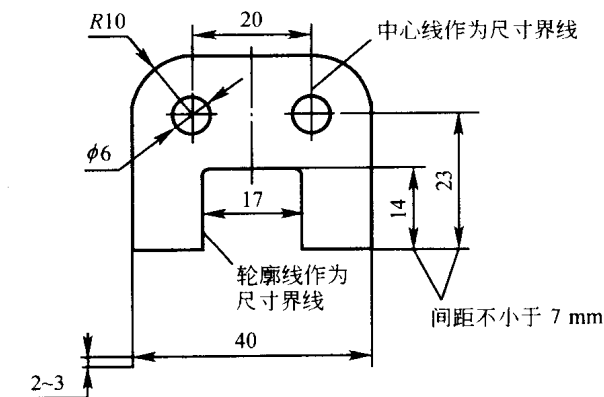


图 1-1-14 尺寸界线

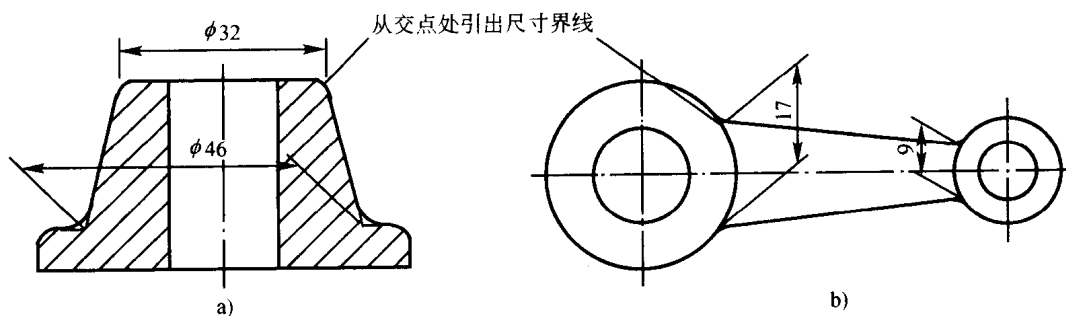


图 1-1-15 尺寸界线的允许画法

(2) 尺寸线

尺寸线用于表明所注尺寸的度量方向，尺寸线不能用其它形式的图线代替，一般也不能与其它图线重合或画在其延长线上。其画法有如下规定：

尺寸线用细实线绘制，其终端有下列两种形式。

1) 箭头：箭头的形式如图 1-1-16 所示。箭头尖端应画到与尺寸界线接触，不得超过或留有空隙。在同一张图样中，箭头的大小应一致。箭头的形式适用于各种类型的图样。

2) 斜线：斜线用细实线绘制，其方向和画法如图 1-1-17 所示。尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须垂直。

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，如图 1-1-18 所示。