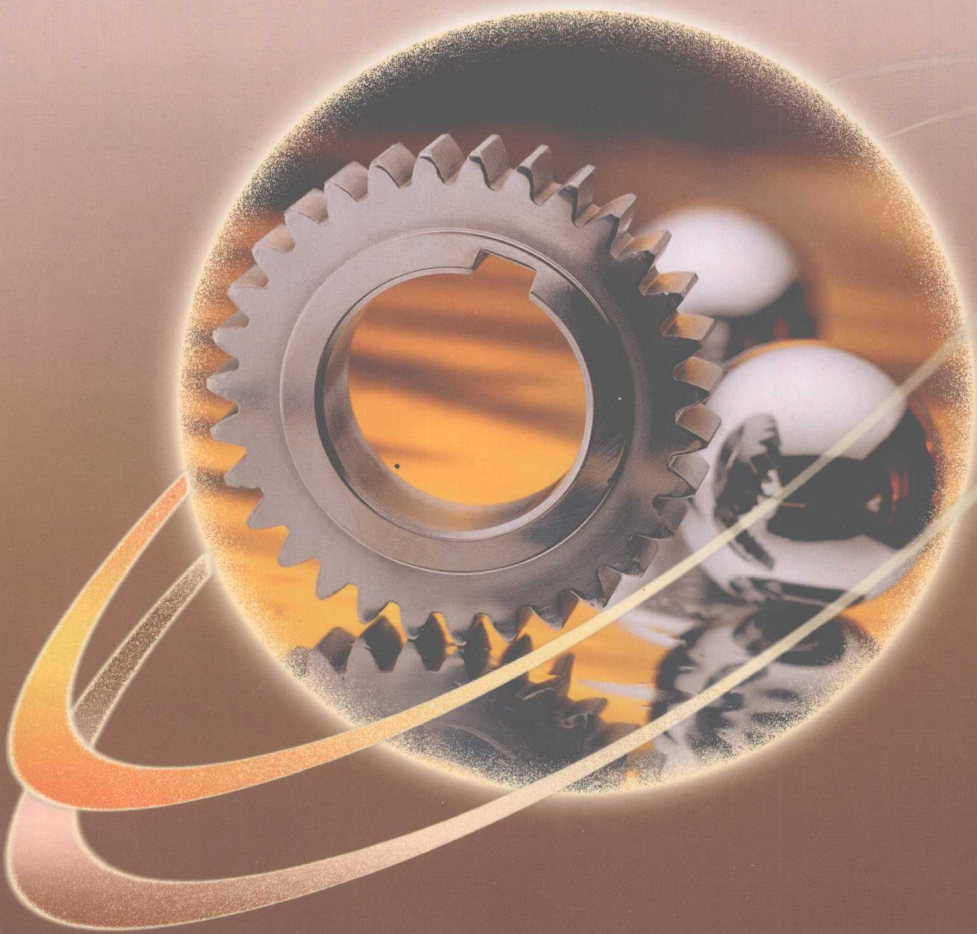




中等职业教育“十一五”规划教材

机械制图

杨利明 主编



中等职业教育“十一五”规划教材

机械制图

主 编 杨利明
副主编 王香耿
参 编 车世明 张宛利

江苏工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书是在“以服务为宗旨，以就业为导向”的职业教育办学方针指导下组织编写的。教学内容以实用、够用为度，降低了教材的理论难度，重点加强学生投影基础的训练及读图能力的培养，以满足学生就业岗位的需要。全书贯彻最新《机械制图》国家标准。

全书共分4单元11章，主要内容有制图的基本知识及其技能、正投影基础和三视图、基本立体的投影、轴测投影图基础、立体表面交线的画法、组合体、机件的表示法、标准件与常用件、零件图、装配图、展开图与焊接图等内容。

配套的《机械制图习题集》与本书同时出版。

本书可作为中等职业学校（全日制普通中专、职业高中、技工学校、职工中专等）机械类、近机械类各专业的教材，也可作为职业培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

机械制图/杨利明主编. —北京：机械工业出版社，2007.6

中等职业教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-111-21571-4

I. 机… II. 杨… III. 机械制图-专业学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字（2007）第079010号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：王海峰 崔占军

责任编辑：崔占军 版式设计：张世琴 责任校对：陈延翔

封面设计：王奕文 责任印制：李妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2007年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·14印张·340千字

0 001—4 000册

标准书号：ISBN 978-7-111-21571-4

定价：21.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）68354423

封面无防伪标均为盗版

前言

本书以《国务院关于大力发展职业教育的决定》提出的“以服务为宗旨，以就业为导向”的职业教育办学方针为指导，参考中等职业学校“机械制图教学大纲”，结合社会对人才的需求，以培养生产、服务第一线高素质劳动者的培养目标为出发点，满足学生就业岗位的需要而编写的。本书突出读图能力的培养，使学生通过学习，真正掌握本课程的基本知识和技能。本书的编写特点是：

1) 降低了教材的难度。在编写教材过程中，充分考虑了初中毕业生的认识规律和学习本课程接受知识的能力，本着实用、够用为度的原则，降低理论难度，加强学生投影基础的训练及读图能力的培养。

2) 结合生产实际，注重实际应用，贯彻最新《机械制图》国家标准，体现新技术、新知识、新工艺。

3) 贯彻以能力为本位的职业教育思想，使学生毕业后具有从事的职业岗位必备的机械制图基本知识，充分满足学生就业需求。

4) 三所中等职业学校的教师参加编写本书，编写时结合了许多年来教学改革实践经验。

5) 本书适用性强，由浅入深，通俗易懂，循序渐进，重点突出，理论联系实际，以读图为主，便于教学和自学。

6) 本书带“*”的章节为选修内容。

7) 本书介绍了第三角画法，以满足部分地区阅读国外图样的需要。

8) 本书在各章后均有思考题，可供教师教学时参考和学生复习与总结。

本书由杨利明（河南机电学校）任主编，王香耿（河南机电学校）任副主编。参加本书编写的有杨利明（绪论、第1章、第2章、第3章），车世明（河南省轻工业学校）（第4章、第7章、第8章和附录A、B、C、D），张宛利（河南南阳工业学校）（第5章、第6章），王香耿（第9章、第10章、第11章和附录E）。

编者水平有限，书中一定有缺点和错误，恳请广大师生和读者指正。

编者

目 录

前言

绪论	1
----	---

第1单元 基本知识及技能

第1章 制图的基本知识及其技能	2	1.4 平面图形的画法	25
1.1 有关制图国家标准的基本规定	2	1.5 徒手画图的基本方法	27
1.2 绘图工具、用品及使用方法	16	思考题	29
1.3 几何图形的画法	19		

第2单元 投影知识

第2章 正投影基础和三视图	30	思考题	57
2.1 投影法的概念	30	第4章 轴测投影图基础	58
2.2 三视图的形成及其对应关系	32	4.1 轴测投影的基本知识	58
2.3 点的投影	36	4.2 正等轴测图的画法	60
2.4 直线的投影	41	4.3 斜二等轴测图的画法简介	67
2.5 平面的投影	43	思考题	69
思考题	45	第5章 立体表面交线的画法	70
第3章 基本立体的投影	47	5.1 立体表面的交线	70
3.1 平面立体	47	5.2 截交线	70
3.2 回转体	50	5.3 相贯线	76
3.3 基本立体的尺寸标注	55	5.4 截断体和相贯体的尺寸注法	79
3.4 徒手绘制三视图	56	思考题	80

第3单元 投影制图

第6章 组合体	81	7.1 视图	95
6.1 组合体及形体分析法	81	7.2 剖视图	99
6.2 组合体的三视图画法	83	7.3 断面图	108
6.3 组合体的尺寸标注	85	7.4 局部放大图和简化画法	110
6.4 读组合体三视图	88	7.5 读剖视图	116
思考题	94	*7.6 第三角画法简介	118
第7章 机件的表示法	95	思考题	120

第4单元 常用机械制图

第8章 标准件与常用件	122	8.3 键联接和销联接	135
8.1 螺纹	123	8.4 齿轮	138
8.2 常用螺纹紧固件及联接画法	128	8.5 滚动轴承	144

8.6 弹簧	147	10.4 装配结构的合理性简介	184
思考题	149	10.5 装配图中零部件的序号和明细栏	186
第9章 零件图	150	10.6 读装配图和由装配图拆画零件图	187
9.1 零件图的内容	150	思考题	190
9.2 零件上常见的工艺结构	151	*第11章 展开图与焊接图	192
9.3 零件图的视图选择	154	11.1 展开图	192
9.4 零件图上的尺寸标注	156	11.2 焊接图	198
9.5 零件图上的技术要求	159	思考题	201
9.6 常见典型零件分析	166	附录	202
9.7 读零件图	168	附录 A 螺纹	202
9.8 零件测绘	175	附录 B 常用标准件	204
思考题	178	附录 C 平键及键槽尺寸	210
第10章 装配图	179	附录 D 滚动轴承	211
10.1 装配图的概述	179	附录 E 极限与配合	212
10.2 装配图的规定画法和特殊画法	180	参考文献	215
10.3 装配图上的尺寸标注和技术要求	183		

绪 论

1. 图样及图样的作用

在实际生产中,为了表达机械、设备和建筑物的形状、结构、大小等,一般用投影方法和国家标准或有关规定画出的图,称为图样。在机械行业中使用的图样,称为机械图样。

图样是人们表达设计意图、组织生产施工和进行技术交流的工具。在产品设计、制造和维修等工作中,人们都使用图样来进行工作。由此可见,图样被喻为“工程语言”,它是指生产的重要的技术文件。因此,作为生产一线高素质劳动者,必须具备读图和绘图的基本能力。

本课程是培养学生读图和绘制机械图样的一门重要的技术基础课。

2. 本课程培养学生应具有的能力

在机械制图教学过程中,培养学生五种能力。

- 1) 具有正投影法的基本知识及其应用的能力。
- 2) 具有阅读和绘制机械图样的基本知识、基本方法和技能的能力。
- 3) 具有空间想象和形象思维能力。
- 4) 掌握《机械制图》国家标准和有关规定。
- 5) 具有耐心细致的工作作风,严肃认真的工作态度以及创新精神和实践能力。

3. 本课程的学习方法

(1) 学习基本投影的方法 在学习过程中,要注意空间物体与投影图形之间的对应关系,重视由物体画投影图、由投影图想象物体的练习,还可以借助模型或自制简易模型,加深理解“空间与平面”的关系,逐步地培养和发展空间想象能力和分析能力。

(2) 学习机械制图的方法 本课程是一门实践性很强的技术基础课程,它的理论知识不复杂,然而用这些理论知识去解决具体问题并不容易,除了掌握基本理论知识外,还必须联系实际。只有通过一定数量的读图和绘图练习,才能掌握本课程的基本知识和基本技能。因此,在学习时不能只看教材,只有边看边画,才能提高作图技能。

(3) 学习国家标准的方法 贯彻国家标准《技术制图》、《机械制图》,图样的幅面、比例、字体、图线以及画法和标注方法,图样中涉及的各种技术要求都必须符合标准的规定。在阅读和绘制图样的实践过程中,要注意逐步熟悉国家标准《技术制图》、《机械制图》和有关的技术标准,并严格遵守。

(4) 提高绘图技能的方法 认真听课,独立完成习题作业。在掌握基本理论和方法的同时,注意正确使用绘图仪器以及运用恰当的绘图方法进行画图,不断提高绘图技能和绘图速度。

综上所述,本课程是以形象思维为主的新课程,学习时要充分利用物体和模型,多看、多想、多练习,掌握基础知识。只有通过大量的作图实践,才能提高读图和画图能力,具有本课程所要求的五种能力,圆满地完成“读”、“画”零件图和装配图的学习任务,为毕业后的就业打下良好的基础。

第1单元 基本知识及技能

第1章 制图的基本知识及其技能

本章重点介绍最新的国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本规定，主要有图纸幅面和格式、比例、字体、图线以及尺寸标注等；介绍一般的绘图工具、用品及使用方法、几何图形的画法、平面图形的画法等制图的基本知识和技能。

1.1 有关制图国家标准的基本规定

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

图纸幅面和格式的标准编号是 GB/T 14689—1993。其中，GB/T 为推荐性国家标准代号，一般简称为“国标”。“G”是“国家”一词汉语拼音的第一个大写字母；“B”是“标准”一词汉语拼音的第一个大写字母；“T”表示“推荐性标准”；“14689”为该标准的编号；“1993”为该标准发布的年份。

1. 图纸幅面

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 中所列的五种基本幅面。必要时，也允许选用国家标准加长幅面。

表 1-1 基本幅面 (单位：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		

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。其图框格式分为两种：不留装订边和留装订边。同一产品中所有图样均应采用同一种格式。图 1-1a、b 所示的图框格式为不留装订边；图 1-2a、b 所示的图框格式为留装订边。图框格式尺寸（见表 1-1）为不留装订边的图纸。如果选用留装订边格式时，A4 幅面的图纸一般采用竖放，A3 幅面的图纸一般采用横放。

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏，一般应位于图纸的右下角，如图 1-2 所示。GB/T

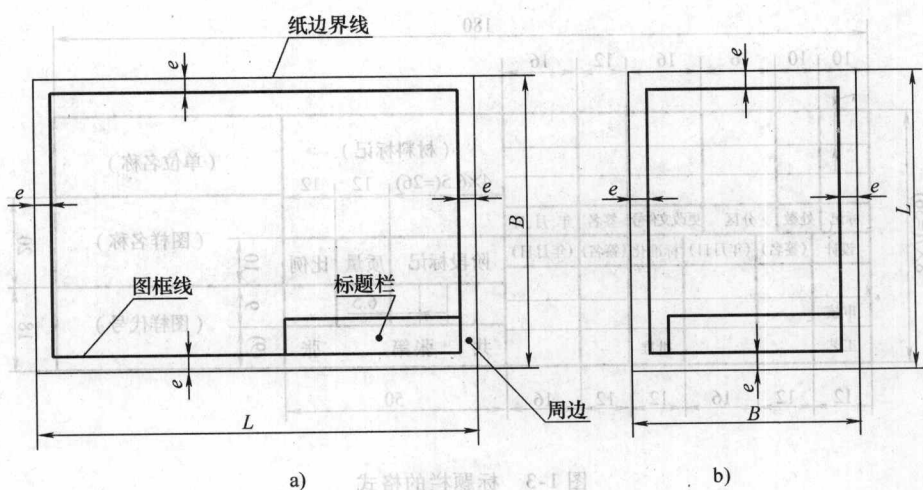


图 1-1 图框格式为不留装订边

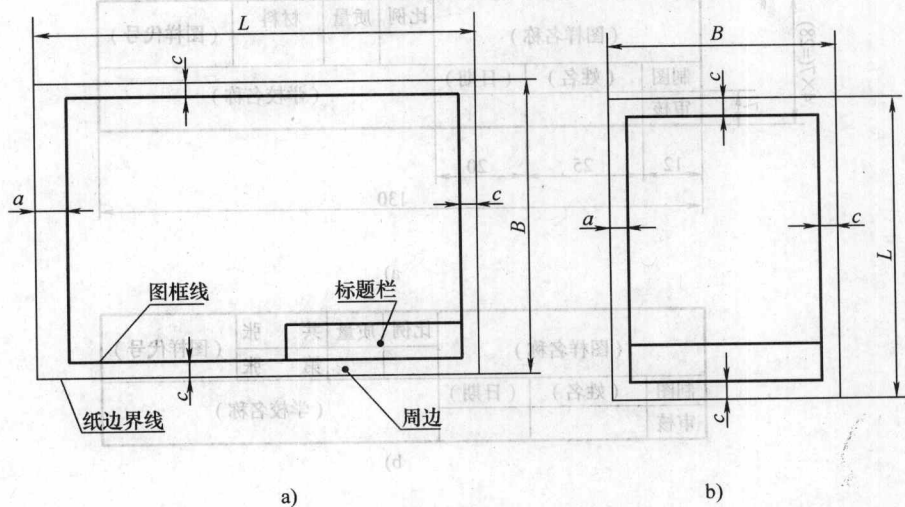


图 1-2 图框格式为留装订边

10609.1—1989 中规定了标题栏的格式和尺寸,如图 1-3 所示。建议学生在制图作业中采用图 1-4 所示的简化标题栏。

4. 标题栏的方位

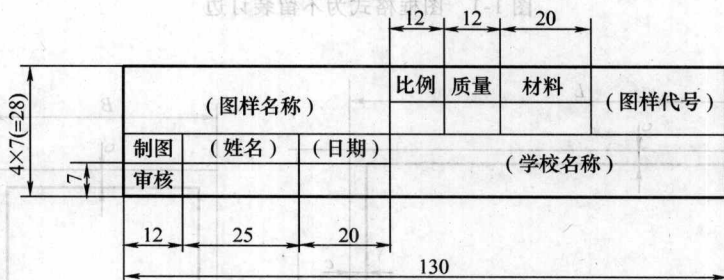
为了利用预先印制的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用,如图 1-5 所示;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-6 所示。

5. 附加符号

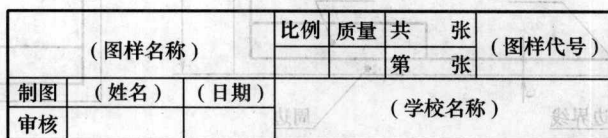
(1) 对中符号 为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,对基本幅面的各号图纸,均应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5mm,长度为从纸边界开始至伸入图框内约 5mm,如图 1-5、图 1-6 所示。对中符号的位置误差应



图 1-3 标题栏的格式



a)



b)

图 1-4 学生用标题栏的格式

不大于 0.5mm。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏部分可省略不画,如图 1-6 所示。

(2) 方向符号 当使用预先印制的图纸时,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 1-5、图 1-6 所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和所处的位置如图 1-7 所示。

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

1. 术语

比例是图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

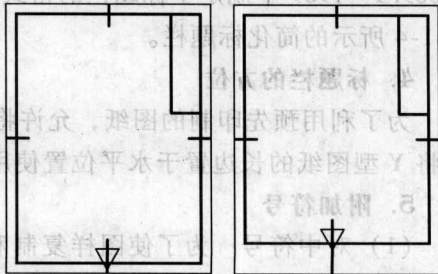


图 1-5 X 型图纸竖放

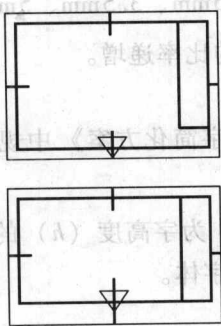


图 1-6 Y 型图纸横放

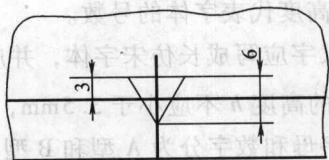


图 1-7 对中符号、方向符号的大小和位置

比例分为以下三种。

- (1) 原值比例 比值为 1 的比例，即 1:1。
- (2) 放大比例 比值大于 1 的比例，如 2:1 等。
- (3) 缩小比例 比例小于 1 的比例，如 1:2 等。

2. 比例系列

绘制图样时，应优先选用表 1-2 中规定的比例关系。

表 1-2 常用比例

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

注：n 为正整数。

必要时，也允许选用表 1-3 所列的比例关系。

表 1-3 允许选用的比例

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

3. 标注方法

- 1) 比例符号应以“:”表示，如 1:1、1:5、5:1 等。
- 2) 比例一般应标注在标题栏内。

无论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形的比例无关。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

- 1) 书写字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

2) 字体高度 (用 h 表示) 的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。若需要书写更大的字体, 其字高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

字体高度代表字体的号数。

3) 汉字应写成长仿宋字体, 并应采取国家正式公布的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

4) 字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高度 (h) 的 1/14; B 型字体的笔画宽度 (d) 为字高度 (h) 的 1/10。一般采用 B 型字体。

在同一样图上, 只允许选用一种型式的字体。

5) 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

6) 用作指数、分数、极限偏差、注脚的数字及字母, 一般应采用小一号的字体。

2. 字体示例

1) 长仿宋汉字示例

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舱位挖填施工引水通风闸阀坝棉麻化纤

2) 拉丁字母示例

B 型字体 (图 1-8)

3. 阿拉伯数字和罗马数字示例

B 型字体 (图 1-9)

4. 其他应用示例 (图 1-10)

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

图线是指起点和终点间以任意方式进行的一种几何图形, 形状可以是直线或曲线、连续或不连续线。

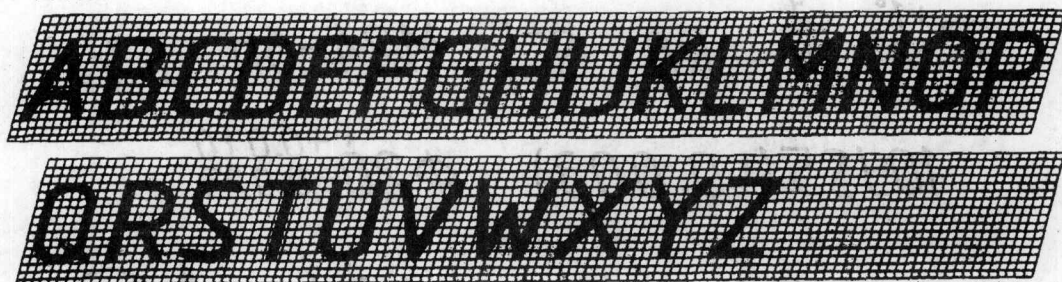
为了使图样统一、清晰, 在绘图时, 所有的图线必须符合国家标准《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998) 规定的 15 种基本线型。基本线型的变形及其组合, 适用于机械、电气、土建等图样。

《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002) 主要依据《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998) 具体规定了绘制机械图样的各种线型。

1. 线型及其应用

主要介绍《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002) 的规定, 机械图样中常用的 8 种线型名称、线型、宽度及应用见表 1-4。

大写斜体



小写斜体



图 1-8 拉丁字母

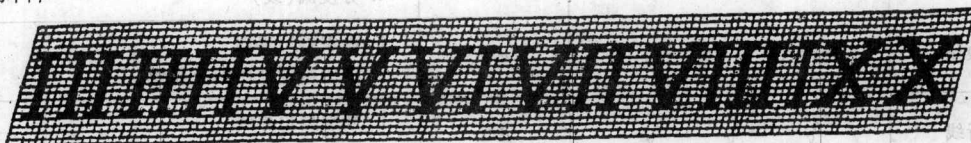
斜体



直体



斜体



直体



图 1-9 阿拉伯数字和罗马数字

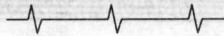
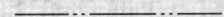
$$7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \frac{3}{5} R8 S^{-1} M24-6h 5\%$$

$$10JS5(\pm 0.003) \phi 20^{+0.010}_{-0.023}$$

$$\phi 25 \frac{H6}{m5} \frac{II}{2:1} \frac{6.3}{\nabla} \frac{A}{5:1}$$

图 1-10 字体的综合应用

表 1-4 机械制图的线型及其应用 (摘自 GB/T 4457.4—2002)

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	1. 可见轮廓线 2. 相贯线 3. 可见棱边线
细实线		$d/2$	1. 尺寸线 2. 尺寸界线 3. 剖面线 4. 过渡线 5. 重合断面的轮廓线 6. 指引线和基准线 7. 辅助线
细虚线		$d/2$	1. 不可见轮廓线 2. 可见棱边线
细点画线		$d/2$	1. 轴线 2. 对称中心线 3. 剖切线 4. 分度圆(线)
波浪线		$d/2$	1. 断裂处边界线 2. 视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	1. 断裂处边界线 2. 视图与剖视图的分界线
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. 成形前的轮廓线 4. 轨迹线 5. 毛坯图中制成品的轮廓线
粗点画线		d	限定范围表示线

2. 图线的尺寸

图线的宽度应根据图纸幅面的大小和所表达对象的复杂程度而定。图线宽度用 d 表示。粗线与细线宽度的比例为 2:1。

图线宽度尺寸应在 0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.4mm、2.0mm 线型组别中选取（常用粗线的宽度 $d = 0.5 \sim 1\text{mm}$ ，学生作图选用 $d = 0.7\text{mm}$ ）。

3. 图线的应用

各种图线的应用示例，如图 1-11 所示。

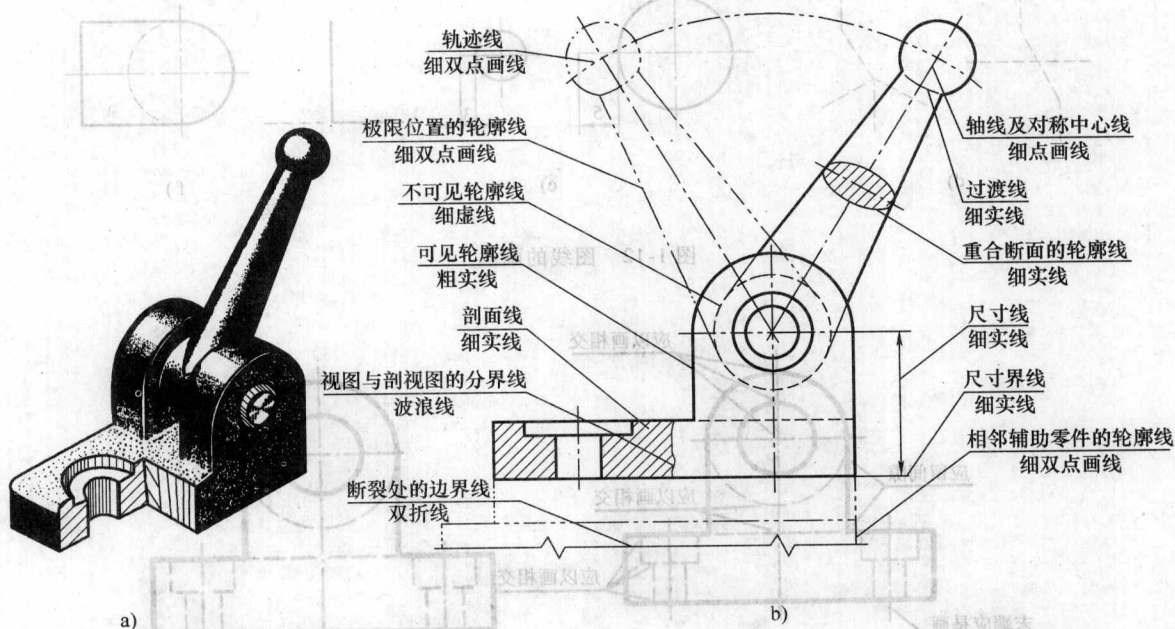


图 1-11 图线的部分应用示例

4. 图线的画法

1) 为保证图样的清晰度，两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm，如图 1-12a 所示。

2) 细点画线、细双点画线的首、末两端应是画，而不应是点，如图 1-12b 所示。

3) 各种线型相交时，都应以画相交，而不应该是点或间隔，如图 1-12c 所示。

4) 各种线型应恰当地相交于画线处：图线起始于相交处；画线形成完全的相交；画线形成部分的相交，如图 1-12d 所示。

5) 画圆的中心线时，圆心应是画的交点，细点画线的两端应超出轮廓线 3~5mm；当圆的图形较小时，允许用细实线代替细点画线，如图 1-12e 所示。

6) 细虚线直线在粗实线的延长线上相接时，细虚线应留出间隔；细虚线圆弧与粗实线相切时，细虚线圆弧应留出间隔，如图 1-12f 所示。

7) 图线画法的正确与错误对比，如图 1-13 所示。

8) 图线重合时的画图顺序：当两种或两种以上图线重合时，应按照图线所表达对象的重要程度，按重合线优先顺序画出：可见轮廓线→不可见轮廓线→尺寸线→各种用途的细实

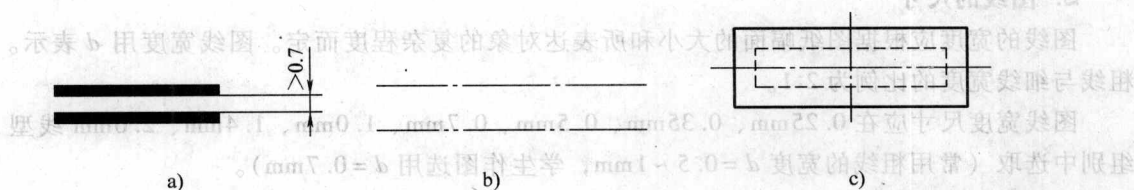


图 1-12 图线的画法

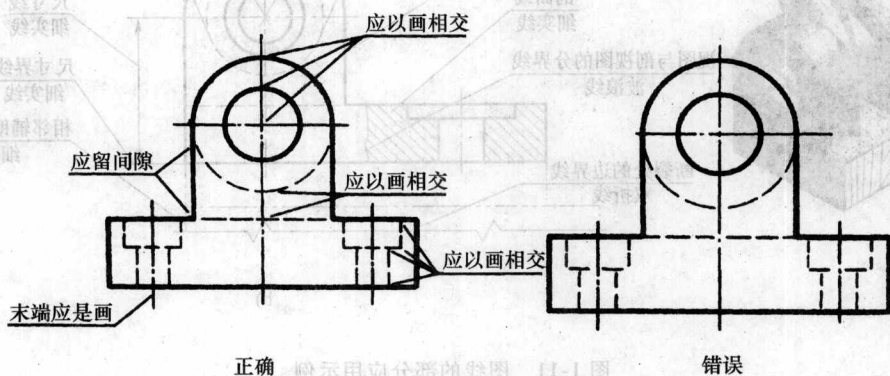


图 1-13 图线画法的正确与错误对比

线→轴线和对称中心线→假想线。

1.1.5 尺寸注法

在图样中，图形表达了机件形状；尺寸确定了机件的大小。在生产中，机械加工制造是以图样中所标注的尺寸数字为依据，因此，制图标准（GB/T 4458.4—2003、GB/T 19096—2003）规定了图样中尺寸的注法。我们在绘图和读图时必须严格遵守这些规定。

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（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米（mm）为单位时，不需标注计量单位的符号或名称。若采用其他单位，则必须注明相应的计量单位的符号或名称。

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。

5) 标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-5。

表 1-5 常用的符号和缩写词

名 称	符号或缩写词	名 称	符号和或写词
直径	ϕ	45°倒角	C
半径	R	深度	
球直径	S ϕ	沉孔或锪平	
球半径	R ϕ	埋头孔	
厚度	t	均布	EQS
正方形	$\square$	—	—

2. 尺寸数字、尺寸线、尺寸界线和箭头

一个标注完整的尺寸应标注出尺寸数字、尺寸线和尺寸界线等要素。尺寸数字表示尺寸的大小，尺寸线表示尺寸的方向，而尺寸界线则表示尺寸的范围，如图 1-14 所示。

尺寸线终端可以有箭头（图 1-15a）、斜线（图 1-15b）两种形式（机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端）。箭头的形式适用于各种类型的图样。

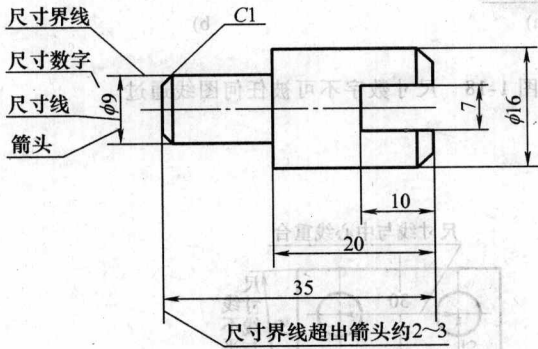


图 1-14 尺寸的标注示例

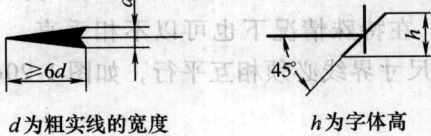


图 1-15 尺寸线的两种终端形式

a) 尺寸线终端的箭头 b) 尺寸线终端的斜线

(1) 尺寸数字

1) 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，如图 1-16 所示。

2) 线性尺寸数字一般应按图 1-17a 所示的方向注写，并尽可能避免在图示 30°范围内标注尺寸。当无法避免时可按图 1-17b 的形式标注。

3) 数字不可被任何图线通过。当不可避免时，图线必须断开，如图 1-18 所示。

(2) 尺寸线

1) 尺寸线用细实线绘制。轮廓线、中心线或它们的延长线均不可作尺寸线使用，如图 1-19 所示。

2) 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，如图 1-19 所示。