



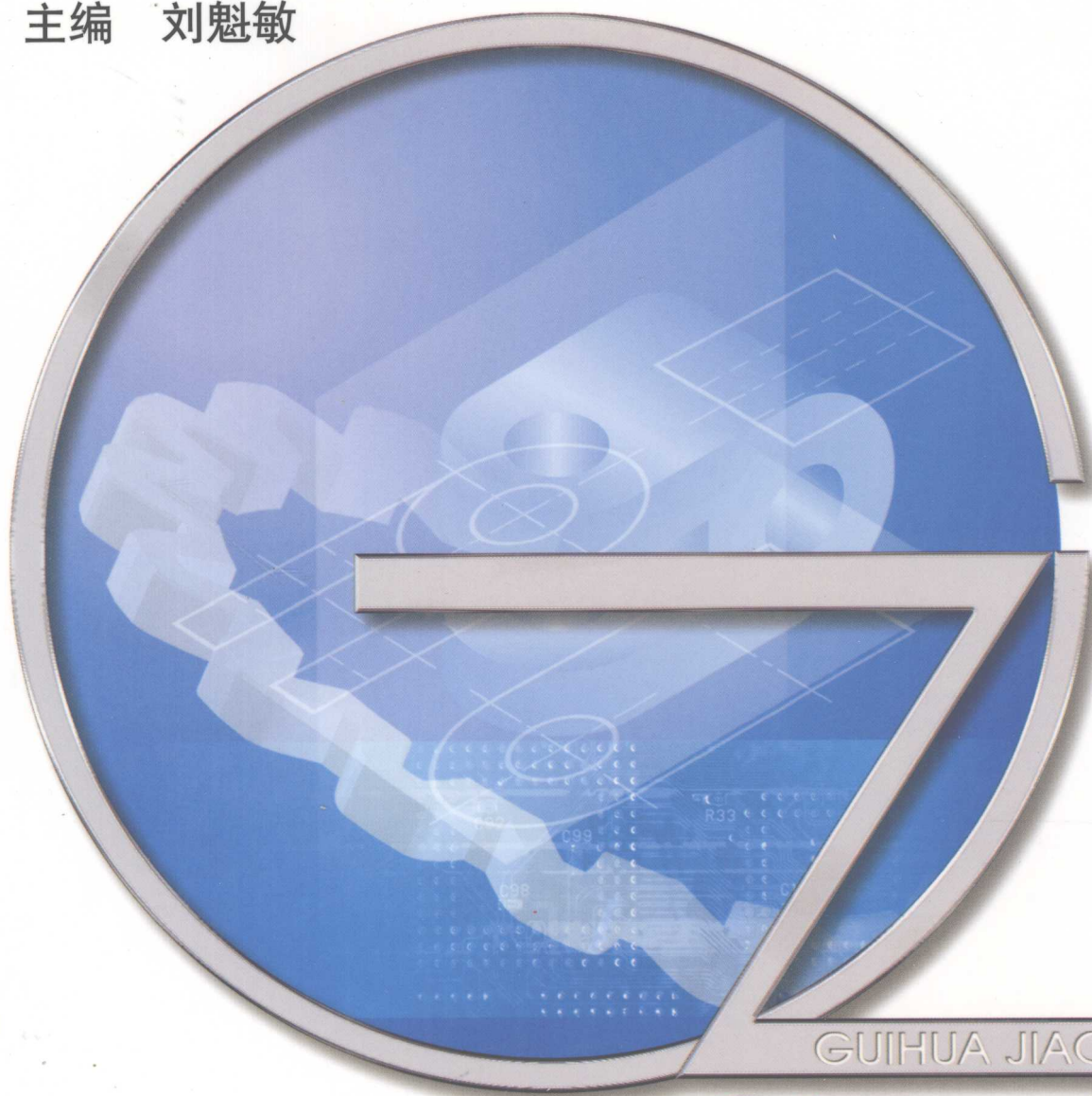
专业基础课

高职高专规划教材

机械制图

教育部机械职业教育教学指导委员会 组编
中国机械工业教育协会

主编 刘魁敏



GUIHUA JIAOCAI



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TH126
1028

高职高专规划教材

机 械 制 图

教育部机械职业教育教学指导委员会 组编
中国机械工业教育协会

主 编 刘魁敏

副主编 丁 荣 屈 波

主 审 杜伟明



机 械 工 业 出 版 社

本书是根据教育部制定的《高职高专工程制图课程教学基本要求（机械类专业）》编写而成的。

全书分十三章，内容包括：制图的基本知识和技能、投影基础、基本体、轴测投影、常见的立体表面交线、组合体、图样画法、标准件和常用件、零件图、装配图、变换投影面法、展开图、焊接图等。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人高等院校机械类各专业的通用教材，也可供其他相近专业师生和工程技术人员使用或参考。

与本书配套的《机械制图习题集》（刘魁敏主编）同时由机械工业出版社出版。

图书在版编目（CIP）数据

机械制图/刘魁敏主编. —北京：机械工业出版社，2004.8

高职高专规划教材

ISBN 7-111-14854-1

I. 机... II. 刘... 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（2004）第 066664 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：王世刚 王英杰

责任编辑：王世刚 版式设计：冉晓华 责任校对：张 媛

封面设计：姚 毅 责任印制：李 妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·20.25 印张·501 千字

定价：30.00 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、88379646

封面无防伪标均为盗版

机电类高等职业技术教育教材建设 领导小组人员名单

顾问：郝广发

组长：杨黎明

成员：刘亚琴 李超群 惠新才 王世刚 姜立增
李向东 刘大康 鲍风雨 储克森 薛 涛

专业基础课教材编审委员会名单

苏群荣 胡家秀 薛 涛 刘魁敏 杜伟明
邱 敏 夏奇兵 李怀甫 柴鹏飞 田 鸣
许文茂 赵建彬 王世刚

前 言

本书是根据教育部制定的《高职高专工程制图课程教学基本要求（机械类专业）》和在广泛吸纳高职院校制图教学改革实践经验的基础上编写而成的。本书适用于高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人高等院校机械类各专业的制图教学，也可供其他相近专业使用或参考。

本书的主要特点：

1. 突出画图、读图能力的培养 这是编写本书的核心所在，为此坚持以掌握概念、注重应用、培养能力为主线。在课程体系和编排次序上，做到重点突出，循序渐进，符合认知规律，方便教与学；对基础理论以“必需、够用”为指导，强化“空间——平面”之间的相互转化，突出职教特色；在章节内容的设置上，贯彻“画、读、注（标注尺寸）、思（构思形体）”相结合，着力体现制图能力和基本功训练的连续性。

2. 采用最新制图国家标准《技术制图》与《机械制图》，凡在定稿前搜集到的新国家标准，均在书中予以贯彻。

3. 重点突出，内容明确 本课程内容涉及面广。如零件图上的技术要求注写以及常用件、标准件等部分就刻意突出了画法与标注的要求，适度降低了理论内容。

4. 适用性强 本书共分为十三章，并附有必要的国家标准摘录等。其中，前十章为必学内容，后三章为选学内容，以满足不同专业的需求。

与本教材配套使用的习题集，编排了较多的题目，以便于选用。

参加本书编写工作的有：河北机电职业技术学院刘魁敏（第一、二章）、张家界航空工业职业技术学院丁荣（第三、六章）、安徽机电职业技术学院邹维刚（第四、五章）、河北机电职业技术学院杨进荣（第七章）、太原理工大学长治学院范明珠（第八章）、重庆工业职业技术学院屈波（第九章）、西安理工大学高等技术学院张燕荣（第十、十一章）、石家庄工程技术学校刘秀艳（第十二、十三章）。全书由刘魁敏任主编，丁荣、屈波任副主编。本书由上海电机高等专科学校的杜伟明副教授担任主审。

限于编者的水平，书中难免存在缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

2004 年 5 月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识和技能	2
第一节 国家标准关于制图的一般规定	2
第二节 常用绘图工具、用品及其用法	15
第三节 几何作图	18
第四节 平面图形的画法	25
第五节 徒手画图的方法	28
第二章 正投影基础	31
第一节 投影法的基本知识	31
第二节 三视图的形成及其对应关系	33
第三节 点的投影	36
第四节 直线的投影	40
第五节 平面的投影	47
第三章 基本体	53
第一节 平面立体	53
第二节 回转体	55
第三节 带切口的基本体	59
第四节 基本体和带切口基本体的尺寸注法	62
第四章 轴测图	65
第一节 轴测投影的基本知识	65
第二节 正等轴测图	66
第三节 斜二轴测图简介	71
第五章 立体表面的交线	73
第一节 截交线	73
第二节 相贯线	81
第三节 截断体与相贯体的尺寸注法	91
第六章 组合体	92
第一节 组合体的形体分析	92
第二节 组合体的三视图画法	93
第三节 组合体的尺寸注法	95
第四节 读组合体视图的方法	98
第五节 组合体轴测图的画法	106
第七章 图样画法	109
第一节 视图	109
第二节 剖视图	113
第三节 断面图	127
第四节 其他表达方法	131
第五节 读剖视图	138
第六节 轴测剖视图的画法	140
第七节 各种表达方法的应用举例	142
第八节 第三角画法简介	144
第八章 标准件和常用件	147
第一节 螺纹	147
第二节 常用螺纹紧固件	155
第三节 齿轮	161
第四节 键联接和销联接	174
第五节 滚动轴承	178
第六节 弹簧	182
第九章 零件图	186
第一节 概述	186
第二节 零件图的视图选择	188
第三节 零件图的尺寸标注	190
第四节 零件图上技术要求的注写	197
第五节 零件上常见的工艺结构	218
第六节 几类典型零件的分析	222
第七节 零件测绘	234
第八节 读零件图	237
第十章 装配图	240
第一节 概述	240
第二节 装配图的规定画法和特殊画法	242
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	246
第四节 装配图中零、部件的序号和明细栏	247
第五节 部件测绘和装配图画法	248
第六节 装配结构的合理性	255
第七节 读装配图和由装配图拆画零件图	257
第十一章 变换投影面法	262
第一节 换面法的基本概念	262

第二节 点的投影变换	263	第一节 焊缝的表示方法	279
第三节 直线的投影变换	264	第二节 焊缝的标注方法	282
第四节 平面的投影变换	266	第三节 读焊接图	284
第五节 应用举例	268	附录	286
第十二章 展开图	271	一、螺纹	286
第一节 用旋转法求实长	271	二、常用的标准件	289
第二节 平面立体的表面展开	272	三、常用零件的结构要素	300
第三节 可展曲面的展开	273	四、极限与配合	304
第四节 直角环形弯管的近似展开	277	五、常用材料及热处理	312
第五节 画展开图应注意的几个问题	277	六、机构运动简图符号	315
第十三章 焊接图	279	参考文献	317

绪 论

一、图样及其在生产中的用途

根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象,并有必要的技术说明的图,称为图样。

在现代生产活动中,无论是机器、仪器的设计、制造与维修,还是船舶、桥梁、房屋等工程的设计与建造,都必须通过图样才能进行。设计部门通过图样来表达设计意图;制造和施工部门依照图样进行制造与建造;使用者通过图样了解其构造和性能,掌握正确的使用和维护方法。因此,图样是生产中的重要技术文件,是传递技术信息和设计思想的媒介与工具,是工程界的技术语言。由此可知,凡是从事工程技术工作的人员,都必须具备绘制和阅读图样的能力。

不同专业或行业使用不同的图样,如机械图样、建筑图样、水利图样、电气图样等。用来表示机器、仪器等的图样,称为机械图样。机械制图就是研究绘制与识读机械图样的基本原理和方法的一门学科。

二、本课程的主要任务和要求

本课程的主要任务是培养学生具有一定的识读和绘制机械图样的能力、空间想像和思维能力以及绘图技能,为提高学生全面素质,形成综合职业能力和继续学习打下基础。通过本课程的教学,使学生:

- (1) 掌握正投影法的基本理论和作图方法。
- (2) 掌握正确地使用绘图仪器画图和徒手画图的方法,并具有较高的绘图技巧和技能。
- (3) 能运用正投影的基本理论,根据国家标准的规定,绘制和识读中等复杂程度的零件图与装配图。

(4) 具有一定的空间想像和思维能力。

(5) 具有创新精神和实践能力,以及认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

三、本课程的学习方法

本课程是一门实践性很强的职业基础课,学习时应注意下列各点:

(1) 掌握基本理论 在学习中,必须注意空间几何关系的分析,掌握空间形体与投影图之间的内在联系。只有通过“从空间到平面,再从平面到空间”这样反复研究和思考,才能扎实掌握本课程的基本理论和基本方法。

(2) 注重实践环节 在学习投影理论的同时,要多动手绘图、多读图、多想像。还应通过参观生产现场和机械产品,借助模型、轴测图、实物等,增加生产实践知识和表象积累,培养和发展空间想像和思维能力。

(3) 按时完成作业 本课程的各种训练是通过一系列作业来贯彻的。由于本课程的基础理论具有较强的系统性、逻辑性和一定的抽象性,因此要求学生在认真听课并及时复习的前提下,应独立、按时完成作业。

(4) 培养严谨作风 画图时要确立对生产负责的观念,严格遵守国家标准,正确地使用绘图工具和仪器,以不断提高绘图质量和速度。

第一章 制图的基本知识和技能

机械图样是现代工业生产过程中的重要技术文件，是交流技术思想的一种工程语言。因此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 国家标准关于制图的一般规定

国家标准《技术制图》是一部基础性制图标准，是带有技术性质的图样都应遵守的共同规则；国家标准《机械制图》则是一部机械类专业制图标准。它们是绘制和阅读机械图样的准则，所以必须严格遵守这些规定，树立标准化的概念。

本节仅介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的部分内容。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

(1) 在绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的五种基本幅面尺寸。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸 (mm)

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

(2) 必要时，也允许加长幅面。但加长后的幅面尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

2. 图框格式

(1) 在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

(2) 不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-1 所示。

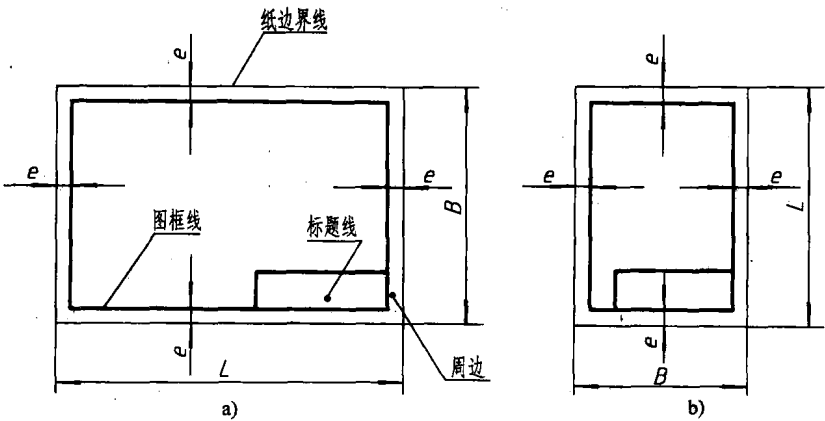


图 1-1 不留装订边的图框格式

(3) 留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示。

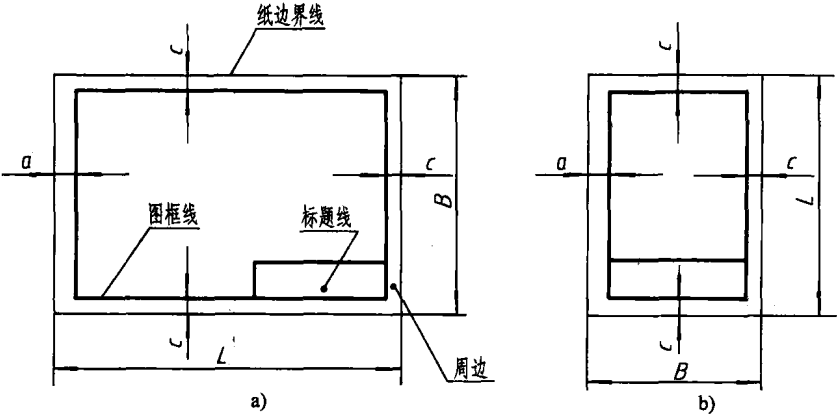


图 1-2 留有装订边的图框格式

3. 标题栏的方位

(1) 每张图样上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角。标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—1989 的规定。在制图作业中建议采用如图 1-3 所示的简化标题栏。

57			15	15	30		
(图样名称)			比例	数量	材 料	图 号	7
制 图	(姓名)	(日期)	(校名、班级)				5×7=(35)
设 计							
审 核							
12	25	20	130				

a) 零件图标题栏

								7	
序号	名 称		数量	材 料			备注	14	
(图样名称)			比 例		共 张		(图号)	5×7=[35]	
			质量		第 张				
制图	(姓名)	(日期)	(校名、班级)						
设计									
审核									
12	25	20	15	15	23				
130									

b) 装配图标题栏

图 1-3 简化标题栏

(2) 标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 形图纸，如图 1-1a、图 1-2a 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 形图纸，如图 1-1b、图 1-2b 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。

(3) 为了利用预先印制的图纸，允许将 X 形图纸的短边置于水平位置使用。如图 1-4 所示；或将 Y 形图纸的长边置于水平位置使用，如图 1-5 所示。

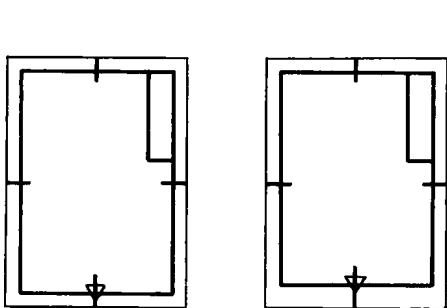


图 1-4 X 形图纸的短边置于水平位置

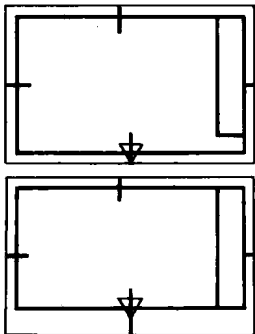


图 1-5 Y 形图纸的长边置于水平位置

4. 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，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 1-4、图 1-5 所示。

对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。

当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1-5 所示。

(2) 方向符号 对于按规定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 1-4、图 1-5 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 1-6 所示。

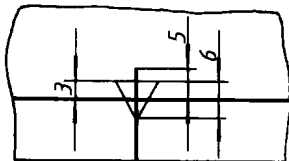


图 1-6 方向符号

二、比例（GB/T 14690—1993）

1. 术语

(1) 比例 图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

(2) 原值比例 比值为 1 的比例，即 1:1。

(3) 放大比例 比值大于 1 的比例，如 2:1、5:1 等。

(4) 缩小比例 比例小于 1 的比例，如 1:2、1:5 等。

2. 比例系列

(1) 在按比例绘制图样时，应优先选用表 1-2 规定的比例。

表 1-2 优先选用的比例

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。

(2) 必要时, 也允许选取表 1-3 中的比例。

表 1-3 允许选用的比例

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。

为了从图样上直接反映出实物的大小, 绘图时应尽量采用原值比例。必要时也可根据实际需要选取放大比例或缩小比例。

3. 标注方法

(1) 比例符号应以“:”表示。如 1:1、1:500、20:1 等。

(2) 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

不论采用何种比例, 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。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

(1) 在图样中书写的汉字、数字和字母, 都必须做到: 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: 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。如需要书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体字, 并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体字的要领是: 横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 1/14; B 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 1/10。在同一图样上, 只允许选用一种型式的字体。

(5) 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° 。

(6) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母, 一般应采用小一号字体。

2. 字体示例

汉字、数字和字母的示例见表 1-4。

四、图线 (GB/T 4457.4—2002、GB/T 17450—1998)

1. 基本线型及其尺寸

(1) 基本线型 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》中规定了 15 种基本线型, 见表 1-5。

(2) 图线的宽度 所有线型的图线宽度 (d) 应按图样的类型和尺寸大小在下列公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$) 的数系中选择:

0.13mm, 0.18mm, 0.25mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm。

粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4:2:1。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。

(3) 图线的构成 在手工绘图时, 线素的长度应符合表 1-6 的规定。

表 1-4 字体示例

字 体		示 例
长仿宋体汉字	10号	字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐
	7号	横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5号	技术制图石油化工机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备
	3.5号	螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝坝棉麻化纤
拉丁字母	大写斜体	<i>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</i>
	小写斜体	<i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i>
阿拉伯数字	斜体	<i>0123456789</i>
	正体	0123456789
罗马数字	斜体	<i>I II III IV V VI VII VIII IX X</i>
	正体	I II III IV V VI VII VIII IX X
字体的应用		$\phi 20^{+0.010}_{-0.023} \quad 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$ $10JS5(\pm 0.003) \quad M24-6h$ $\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad \frac{A}{5:1}$ $\frac{6.3}{\nabla} \quad R8 \quad 5\% \quad \nabla \frac{3.50}{}$

表 1-5 基本线型

代码 No.	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

表 1-6 线素的长度

线 素	线 型 No.	长 度	线 素	线 型 No.	长 度
点	04~07, 10~15	$\leq 0.5d$	画	02, 03, 10~15	$12d$
短间隔	02, 04~15	$3d$	长 画	04~06, 08, 09	$24d$
短 画	08, 09	$6d$	间 隔	03	$18d$

注：表中给出的长度，对于半圆形和直角端图线的线素都是有效的。半圆形线素的长度与技术笔（带有管端和墨水）从该线素的起点到终点的距离相一致，每一种线素的总长度是本表中长度加 d 的和。

2. 机械制图图线

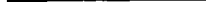
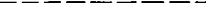
GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》规定了机械制图中所用图线的一般规则。它是对 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》的补充。

(1) 线型及其应用 线型及应用见表 1-7。该表中第 1 列的代码根据 GB/T 17450 给出。线型应用示例如图 1-7 所示。

表 1-7 线型及应用

代码 No.	线 型	一 般 应 用
01.1		.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

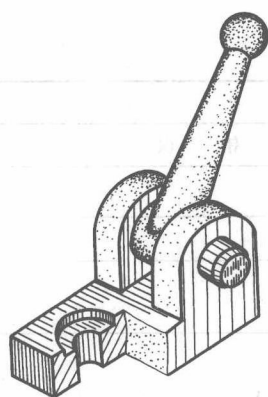
(续)

代码 No.	线 型	一 般 应 用
01.1		.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 投影线
		.20 网格线
		.21 断裂处边界线；视图与剖视图的分界线 ^①
01.2		.1 可见棱边线
		.2 可见轮廓线
		.3 相贯线
		.4 螺纹牙顶线
		.5 螺纹长度终止线
		.6 齿顶圆（线）
		.7 表格图、流程图中的主要表示线
		.8 系统结构线（金属结构工程）
		.9 模样分型线
		.10 剖切符号用线
02.1		.1 不可见棱边线
		.2 不可见轮廓线
02.2		.1 允许表面处理的表示线
04.1		.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
04.2		.1 限定范围表示线
05.1		.1 相邻辅助零件的轮廓线

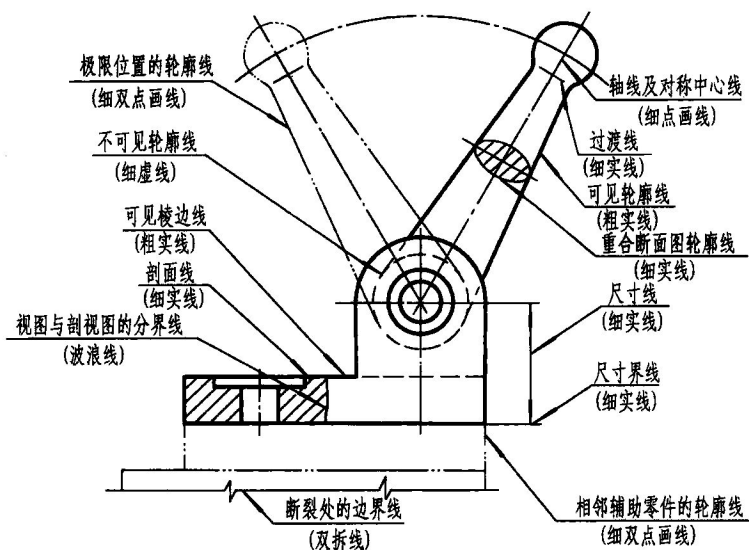
(续)

代码 No.	线 型	一 般 应 用
05.1	细双点画线	.2 可动零件的极限位置的轮廓线
		.3 重心线
		.4 成形前轮廓线
		.5 剖切面前的结构轮廓线
		.6 轨迹线
		.7 毛坯图中制成品的轮廓线
		.8 特定区域线
		.9 延伸公差带表示线
		.10 工艺用结构的轮廓线
		.11 中断线

① 在一张图样上一般采用一种线型，即采用波浪线或双折线



a) 轴测图



b) 投影图

图 1-7 各种图线应用举例

(2) 图线宽度和图线组别 图线宽度和图线组别见表 1-8。在机械图样中采用粗细两种线宽，它们之间的比例为 2:1。

表 1-8 图线宽度和图线组别

(单位: mm)

线型组别	与线型代码对应的线型宽度	
	01.2; 02.2; 04.2	01.1; 02.1; 04.1; 05.1
0.25	0.25	0.13
0.35	0.35	0.18
0.5 ^①	0.5	0.25

(续)

线型组别	与线型代码对应的线型宽度	
	01.2; 02.2; 04.2	01.1; 02.1; 04.1; 05.1
0.7 ^①	0.7	0.35
1	1	0.5
1.4	1.4	0.7
2	2	1

① 优先采用的图线组别。

3. 图线的画法

(1) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

(2) 图线相交的画法，见表 1-9。

(3) 图线重合绘制的优先顺序 当有两种或更多种图线重合时，通常应按照图线所表达对象的重要程度，优先选择绘图顺序：

可见轮廓线→不可见轮廓线→尺寸线→各种用途的细实线→轴线和对称中心线→假想线。

表 1-9 常用图线的画法

说 明	图 例	
	正 确	错 误
细点画线和细双点画线的首末两端应是画，而不是点		
各种线型应恰当地相交于画线处。即各种线型相交时，都应以画相交，而不应该是点或间隔		