



普通高等教育“十二五”规划教材

机械制图

JIXIE ZHITU

主编 王冰 贾磊 张慧玲



航空工业出版社

014057595

普通高等教育“十二五”规划教材

机械制图

主 编 王 冰 贾 磊 张慧玲



TH126-43
166

航空工业出版社

北 京



北航

C1745917

内 容 提 要

本书是根据教育部有关高等教育的教学基本要求和现行的有关国家标准编写而成的。

本书从高等教育机械制图教学改革的实际出发,对传统的教学内容进行了优化整合,依据机械制图的知识点构成将教学内容划分为制图的基本知识和技能、AutoCAD 绘图基础、正投影基础、立体及其表面交线、组合体、机件的基本表示方法、标准件和常用件的表示法、零件图、装配图、轴测图、立体的表面展开图共 11 章内容。全书用案例教学法将“手绘草图、尺规绘图、测绘和计算机软件绘图”有机地结合在一起,与本书配套的多媒体资源库中还提供了全部案例和知识点的动画、视频、仿真模型等多媒体素材。

本书可作为高等院校机类、近机类专业的机械制图教材,也可作为其他技术人员的参考用书。

与本书配套的《机械制图习题集》是由王冰主编、航空工业出版社出版的。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 王冰, 贾磊, 张慧玲主编. — 北京 :
航空工业出版社, 2014. 6
ISBN 978-7-5165-0498-7

I. ①机… II. ①王… ②贾… ③张… III. ①机械制
图 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 131664 号

机械制图
Jixie Zhitu

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑 2 号院 100012)

发行部电话: 010-84934379 010-84936353

北京市科星印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经售

2014 年 6 月第 1 版

2014 年 6 月第 1 次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 24

字数: 555 千字

印数: 1—4000

定价: 45.00 元

编 者 的 话

本书是根据最新颁布的《技术制图》、《机械制图》及有关国家标准,并结合作者多年来从事机械制图教学改革经验编写而成的,是2013年《机械制图》国家级精品共享课程的建设教材。

根据高等教育改革的发展方向和应用型人才的培养目标,本书从目前高等教育的特点出发,强调画图、读图和计算机软件绘图基本能力的培养,对空间想象能力的培养采取了低起点逐步提高要求的教学方法。本书在教学设计和内容组织上有以下特点:

(1) 本书根据机械类和近机类专业机械制图课程教学基本要求确定编写内容,以“够用为度”的原则处理投影理论和工程图的关系。

(2) 为了使学生更好的掌握形体分析法和线面分析法,本书将正投影理论和立体的投影相结合,从三个视图的角度研究点、线、面的投影及其相互位置,在立体的投影中强调线面分析和形体分析。此外,本书对尺寸标注的要求分层次逐步讲解,对三视图的基本概念和绘制方法采用案例教学法讲解,以便学生理解和掌握。

(3) 测绘技术是工程技术人员必须掌握的基本技能,也是教学中的一个难点,不是通过一堂课或一个测绘实训就能熟练掌握的。因此,本书从第3章开始,在每一章的后面安排了一个或几个与本章内容相关的测绘案例。这样从简单的平面立体、曲面立体、组合体和机件,到比较复杂的零件图和装配图,逐步培养学生的测绘能力,从而使这个教学难点得到分解。此外,与本书配套的《机械制图习题集》中也有相应的测绘习题。

(4) 计算机软件绘图是现代企业工程技术人员普遍使用的绘图工具。为了适应现代绘图技术的发展,本书在机械制图课程体系的基础上,增加了使用计算机软件绘图的内容,并选择了当前应用最广泛 AutoCAD 绘图软件,从而使学生能够使用该软件绘制机械图样。

(5) 本教材第2章中对 AutoCAD 2012 的基本绘图方法、基本绘图工具和基本设置作了介绍。从第3章开始,在每章的测绘案例之后安排了 AutoCAD 绘图案例,这样就可以将手绘草图、尺规绘图、测绘和使用计算机软件绘图有机地结合在一起。这样的教学设计与目前高等教育的学情相适应,与企业工程技术人员的绘图过程相一致,体现了手工绘图是基础,计算机绘图软件是工具的基本理念。

(6) 随着计算机三维绘图技术的发展,工程技术人员绘制轴测图的机会越来越少,所以本书将轴测图作为选学内容安排在装配图之后的第9章介绍。

(7) 为了适应现代教育技术的发展,与本书配套的多媒体资源库中提供有各章节重



要的知识点详解；大部分素材案例的动画、视频、仿真模型等多媒体资源，以及作者从事机械制图教学 30 多年积存下的丰富的教学资料等，这些教学资料有作者从事制图教学时绘制的作业、在教学实践中测绘的模型、从生产现场收集到的生产图样、保存下来的学生作业等。此外，与本书配套的多媒体资源库中，还提供了与本书配套的《机械制图习题集》中所有习题的参考答案，且重点和难点的习题提供有多媒体动画辅导和仿真模型，从而为教师采用现代教育技术组织教学、学生利用现代教育技术自主学习提供了广阔的平台。

本书由王冰、贾磊、张慧玲担任主编，李莉、王国永、宋英杰、崔盟军、于建国、谢颖、陈文娟、李巍杭、赵杰、王技德、张志森担任副主编，全书由王冰统稿。

参与制作与本教材配套的多媒体素材的有（按姓氏笔画排序）王森、王峰、孙晨曦、李兴臣、杨杰、张黎明、苏磊、郝玉良。

由于编者能力和水平所限，书中不妥和错漏之处在所难免，恳请使用本教材的师生以及其他读者批评指正。

编者

2014 年 5 月

本书编委会

主 编：王 冰 贾 磊 张慧玲

副主编：李 莉 王国永 宋英杰

崔盟军 于建国 谢 颖

陈文娟 李巍杭 赵 杰

王技德 张志森

配套多媒体资源库素材制作：

王 森 王 峰 李兴臣

杨 杰 张黎明 苏 磊

郝玉良 孙晨曦

目 录

第1章 制图的基本知识和技能	1
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定	1
1.2 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)	9
1.3 平面图形的绘制和尺寸标注	16
1.4 平板类零件的测绘	20
第2章 AutoCAD 绘图基础	25
2.1 AutoCAD 2012 的绘图环境、基本操作和绘图设置	25
2.2 AutoCAD 2012 绘图、编辑和尺寸标注命令	39
2.3 定制 A4 图幅的样板图	43
2.4 AutoCAD 绘制平面图形案例	48
第3章 正投影基础	61
3.1 投影法及三视图	61
3.2 点、直线、平面的投影	69
3.3 点、直线、平面的位置关系	80
3.4 投影变换	90
3.5 平面立体的测绘案例	96
第4章 立体及其表面交线	102
4.1 基本几何体的投影	102
4.2 截交线	106
4.3 相贯线	115
4.4 截交线和相贯线测绘案例	123
4.5 在 AutoCAD 中绘制截交线和相贯线	126
第5章 组合体	131
5.1 组合体的画图方法	131
5.2 组合体的读图方法	137
5.3 组合体的尺寸标注	142
5.4 组合体测绘案例	148



5.5 利用 AutoCAD 绘制组合体的三视图案例	150
第 6 章 机件的基本表示方法	156
6.1 视图 (GB/T 17451—1998、GB/T 4458.1—2002)	156
6.2 剖视图 (GB/T 17452—1998、GB/T 4458.6—2002)	160
6.3 断面图 (GB/T 17452—1998、GB/T 4458.6—2002)	167
6.4 局部放大图和简化表示法	170
6.5 剖视图的尺寸标注	172
6.6 第三角画法 (GB/T 14692—2008)	173
6.7 机件测绘案例	176
第 7 章 标准件和常用件的表示法	183
7.1 螺纹及螺纹紧固件表示法 (GB/T 4459.1—1995)	183
7.2 键、花键及其联结的表示法	194
7.3 齿轮表示法 (GB/T 4459.2—2003)	199
7.4 滚动轴承表示法 (GB/T 4459.7—1998)	206
7.5 弹簧表示法 (GB/T 4459.4—2003)	211
7.6 零件测绘案例	215
7.7 在 AutoCAD 中绘制轴的零件图及螺栓连接	221
第 8 章 零件图	230
8.1 零件图的作用和内容	230
8.2 典型零件的视图表达方法	231
8.3 零件上常见的工艺结构	240
8.4 零件图的尺寸标注	244
8.5 零件图的技术要求	249
8.6 读零件图案例	264
8.7 零件测绘	267
8.8 在 AutoCAD 中绘制零件图	274
第 9 章 装配图	280
9.1 装配图的作用和内容	280
9.2 装配图的视图表达方法	281
9.3 装配图中的尺寸标注、零部件编号及明细表	285
9.4 常见的装配工艺结构	288
9.5 部件测绘和装配图画法	291
9.6 读装配图和拆画零件图	299



9.7 利用 AutoCAD 拼画装配图.....	303
9.8 部件测绘实训	305
第 10 章 轴测图	322
10.1 轴测图的基本知识.....	322
10.2 正等轴测图的画法.....	324
10.3 斜二等轴测图的画法.....	328
10.4 正二等轴测图的画法.....	330
第 11 章 立体的表面展开图	332
11.1 概述	332
11.2 平面立体的表面展开图.....	333
11.3 可展曲面的展开图	335
11.4 不可展曲面的近似展开图	340
附 录	344
参考文献	373

第 1 章 制图的基本知识和技能

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定

机械图样是表达工程技术人员的设计意图和设计方案的重要技术文件。图样作为技术交流的共同语言,必须有统一的规范,否则会给生产和技术交流带来混乱和障碍。为此,国家质量监督检验检疫总局颁布了《技术制图》和《机械制图》等一系列国家标准,对图样的内容、格式、表达方法、画法等都作了统一规定。

国家标准《技术制图》是基础技术标准,在制图标准中处于最高层次,具有通用性,适用于各类制图。国家标准《机械制图》是在《技术制图》的基础上制定的适用于机械图样的制图标准,工程技术人员必须严格遵守其有关规定。

标准代号由字母和数字组成,如“GB/T 4457.4—2002”。其中,“GB/T”表示推荐性国家标准,“4457.4”是该标准的编号,“4457”为标准的顺序号,“.4”表示本标准的第4部分,“2002”是该标准颁布的年份。

1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

1. 图纸的幅面尺寸

国家标准“GB/T 14689—2008”规定的图纸幅面有三种:如图 1-1 中粗实线所示为基本幅面(第一选择),细实线所示为加长幅面(第二选择),虚线所示为加长幅面(第三选择)。绘图时应优先选择基本幅面。基本幅面的幅面代号由“A”和相应的幅面号组成,基本幅面共有 5 种,其代号为 A0~A4。基本幅面的代号、尺寸和边框尺寸如表 1-1 所示。

表 1-1 基本幅面(第一选择)

单位: mm

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$		841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
边 框	a	25				
	c	10			5	
	e	20		10		



必要时允许采用加长幅面,但加长幅面的尺寸应按基本幅面的短边成整数倍增加,加长幅面的尺寸和代号如图 1-1 所示。此外,表 1-1 中 a , c , e 均代表周边尺寸,即图框线到图纸边界的距离,如图 1-2 和图 1-3 所示。

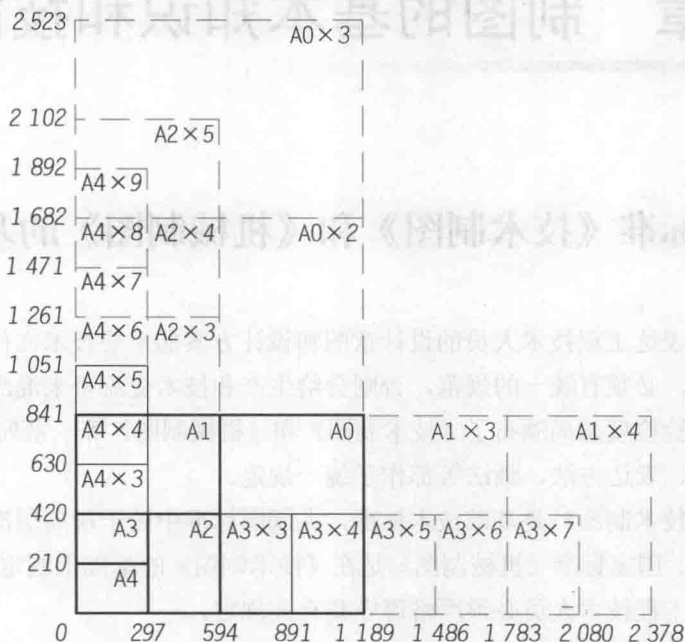
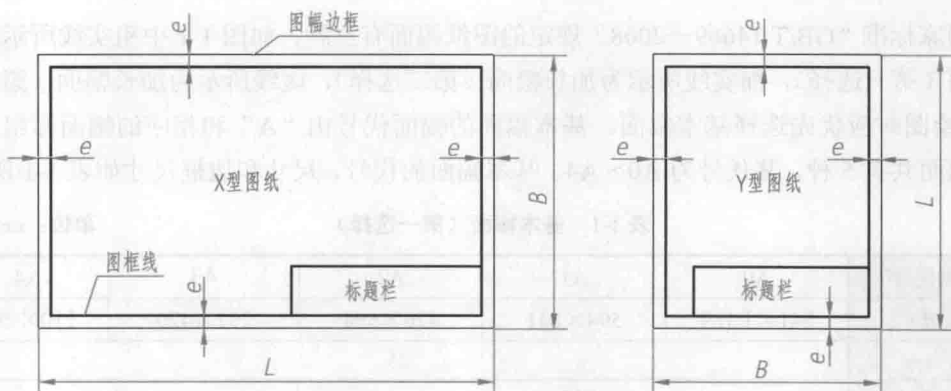


图 1-1 图纸的幅面尺寸

2. 图框格式

图纸上必须用粗实线绘制出图框,其格式分为留有装订边和不留装订边两种,如图 1-2 所示,但同一产品的图样只能采用一种格式。基本幅面的图框及留边尺寸 a , c , e , 可按表 1-1 中的规定绘制。



(a) 不留装订边的图框格式

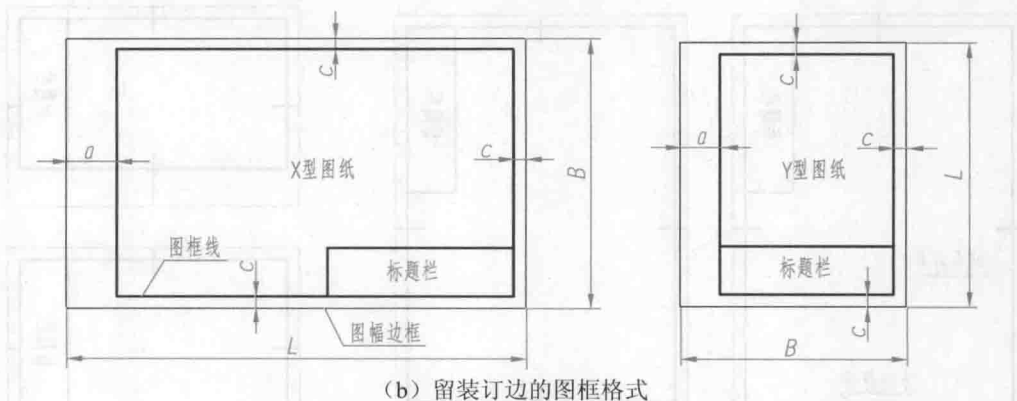


图 1-2 图框格式和标题栏位置

3. 标题栏及其方位

每张图样都必须画出标题栏。《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)规定的标题栏格式和尺寸如图 1-3 所示。

180											
10 10 16 16 12 16											
8×7(56)							(材料标记)			(单位名称)	
							4×6.5(26) 12 12				
	标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日	阶段标记			重量	比例
	设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)					
	制图										
	审核										
	工艺			批准			共 张 第 张				
							50			留有空隙	
12 12 16 12 12 16						50					

图 1-3 标题栏格式、分栏及尺寸

标题栏通常位于图框的右下角。若标题栏的长边位于水平方向并与图纸的长边平行,则构成 X 型图纸;若标题栏的长边与图纸的长边垂直,则构成 Y 型图纸,如图 1-2 所示。在此情况下,标题栏中的文字方向为看图方向。

4. 对中符号和方向符号

为了便于图纸的复制和微缩摄影时定位,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,长度从纸边开始至伸入图框内约 5 mm 处,当对中符号处于标题栏内时,则伸入标题栏内的部分省略不画,如图 1-4 所示。

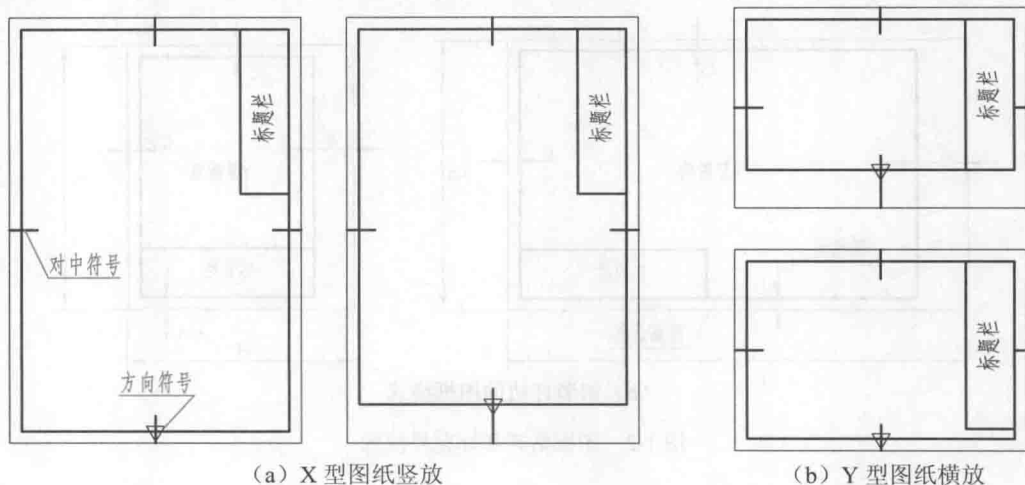


图 1-4 对中符号和方向符号

为了使用预先印制好的图纸, 允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用, 或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用。这种情况下, 对需要留装订边的图纸, 装订边在下方。此时, 标题栏中的文字方向与看图方向不一致, 应在图纸下边的对中符号处绘制方向符号, 以表明绘图与看图的方向, 如图 1-4 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形, 其大小和位置如图 1-5 所示。

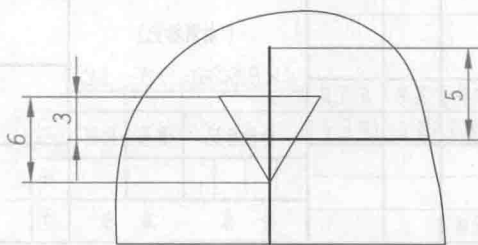


图 1-5 对中符号和方向符号的画法

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

图样中机件要素的线性尺寸与机件相应要素的实际线性尺寸之比, 称为图样的比例。绘制图样时, 应优先选用国家标准规定的第一系列中图样的比例, 表 1-2 为常用的比例系列。



无论采用缩小或放大的比例绘图, 图样上标注的尺寸应为物体的实际大小, 与绘图比例无关, 如图 1-6 所示。绘制图样时, 比例大小一般应注写在标题栏中的“比例”栏内, 必要时, 也可标注在图形的下方或右侧。



表 1-2 比例

种类	比例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	——
缩小比例	1:2, 1:5, 1:10, 1:2×10 ⁿ , 1:5×10 ⁿ , 1:10×10 ⁿ	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
放大比例	2:1, 5:1, 1×10 ⁿ :1, 2×10 ⁿ :1, 5×10 ⁿ :1	2.5:1, 4:1, 2.5×10 ⁿ :1, 4×10 ⁿ :1

注： n 为正整数。

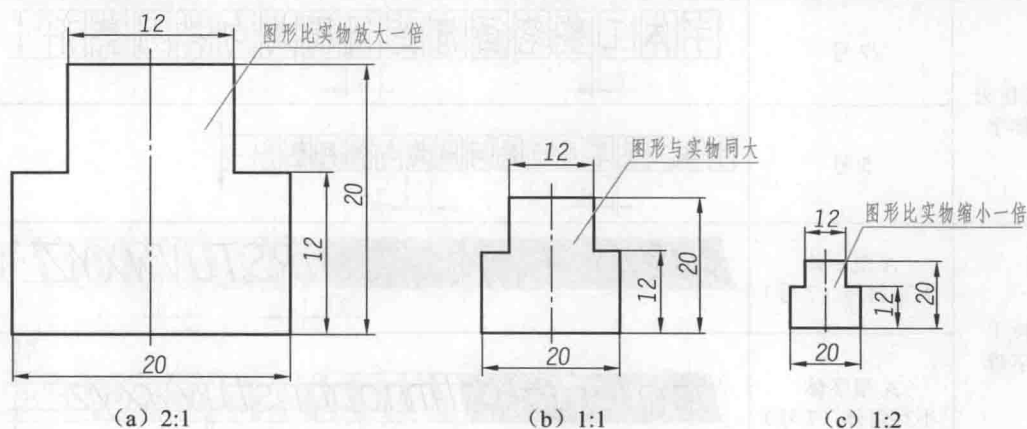


图 1-6 不同比例的尺寸标注

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图样中的字体有汉字、字母和数字，在图样上写字时要根据需要选用合适的字号。字号用字体高度的公称尺寸（用 h 表示）表示，有 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14 和 20 共八个系列，单位均为 mm。如果要书写更大的字，其字体高度应按 $h/\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

2. 字母和数字

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) 的十四分之一，B 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的十分之一。在同一图样上只允许选用一种型式的字体。字母和数字可以写成直体或斜体，斜体字字头向右倾斜，与水平基线成 75° 。

书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整体。为了达到这些要求，手写时要注意以下几点：



- 用 H 或 HB 铅笔写字, 并将铅笔削成圆锥形, 笔尖不要太尖或太秃。
- 按所写的字号用 H 或 2H 的铅笔打好底格, 底格宜浅不宜深, 以能看清为准。
- 字体的笔画宜直不宜曲, 起笔和收笔不要追求刀刻效果, 要大方简洁。
- 字体的结构力求匀称、饱满, 笔画分割的空白分布均匀。

表 1-3 为字体示例。

表 1-3 字体示例

字体		示例
长仿宋 体字	7 号	字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐 1 5
	5 号	字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐 0.7 3.5
拉丁 字母	A 型字体 大写斜体 (7 号)	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ 3.5 1
	A 型字体 小写斜体 (7 号)	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 3.5 1 2
阿拉伯 数字	A 型字体 斜体 (7 号)	1234567890 3.5 1
	A 型字体 直体 (7 号)	1234567890 3.5 1
综合应用		$\sqrt{Ra\ 12.5}$ $\phi 86_{-0.056}^{+0.038}$ $\phi 25_{m5}^{H6}$ R73

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002)

1. 机械制图的线型及应用

国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002) 规定了机械图样常用的 9 种线型, 如表 1-4 所示。机械图样中采用粗细两种线宽, 它们之间的比率为 2:1。粗线 (粗实线、粗虚线、粗点画线) 的宽度 (d) 应按图样的类型、大小和复杂程度, 在下列参数中选取: 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm, 细线取粗线的 0.5 倍。粗线的宽度 (d) 优先选用 0.5 mm 和 0.7 mm。在同一图样中, 同类图线的宽



度应一致。

表 1-4 线型及其应用

图线名称	线型	图线宽度	一般应用	应用举例
粗实线		d	可见轮廓线	
细实线		$d/2$	① 尺寸线和尺寸界线 ② 剖面线 ③ 重合断面的轮廓线	
波浪线		$d/2$	① 断裂处的边界线 ② 视图与剖视图的分界线	
双折线		$d/2$	断裂处的边界线	
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线	
细点画线		$d/2$	① 轴线 ② 对称中心线 ③ 轨迹线	
细双点画线		$d/2$	① 相邻辅助零件的轮廓线 ② 可动件的极限位置的轮廓线	
粗虚线		d	允许表面处理的表示线	
粗点画线		d	限定范围表示线	

2. 图线的画法

在绘制虚线、点画线时，线和线相交处应为线段相交。当虚线在粗实线的延长线上时，其分界处要留空隙，如图 1-7 所示。点画线超出轮廓线的长度约为 3 mm~5 mm。当要绘制的细点画线长度较短时，可用细实线代替。

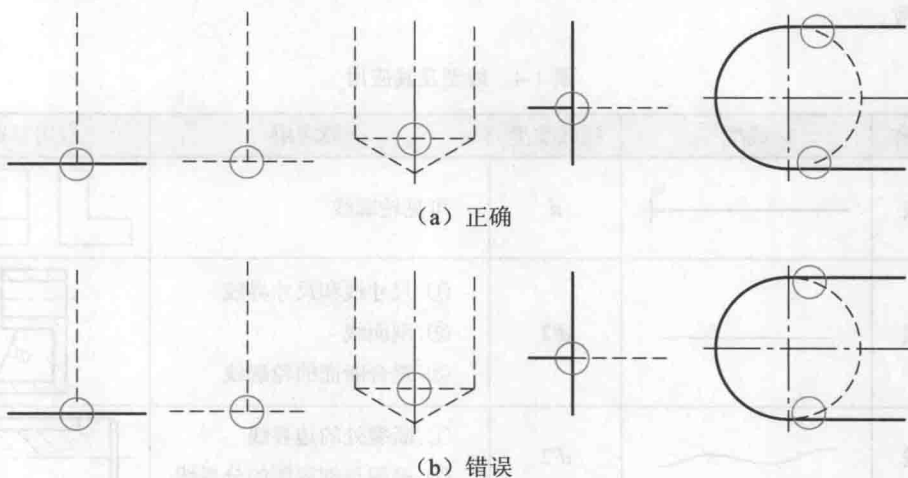


图 1-7 图线的画法

3. 粗线铅笔的削法和使用

粗实线是图样中最重要的图线,要把粗实线画得均匀整齐,关键是正确地削铅笔和使用铅笔。画粗直线的铅笔以 HB 或 B 铅芯为宜,画线时,应将铅芯削成长方体形,使用时用矩形的短棱和纸面接触,长棱与丁字尺或三角板的导向棱面贴紧,用力要均匀,速度要慢,一遍画不黑可重复运笔,如图 1-8 所示。

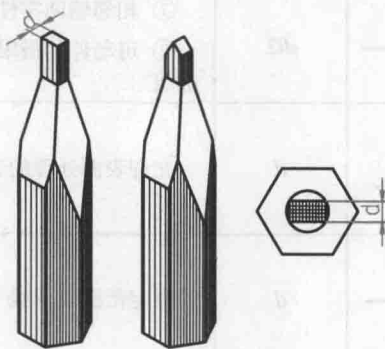


图 1-8 粗线铅笔的削法和使用

画粗实线圆所用的铅笔为 HB 铅芯,并削成图 1-9 所示形状。使用时要调整圆规腿的关节,使铅芯和纸面垂直,侧棱 d 和纸面均匀接触。画圆时用力要均匀,速度要慢,一遍画不黑可反方向重复一遍。

4. 细线铅笔的削法和使用

画细实线、细虚线、细点画线等细线所用的铅笔为 H 或 2H 铅芯,且需将铅芯削成圆锥形,如图 1-10 所示。当铅芯磨秃后要及时磨削,不要凑合着画。绘制虚线和点画线时,