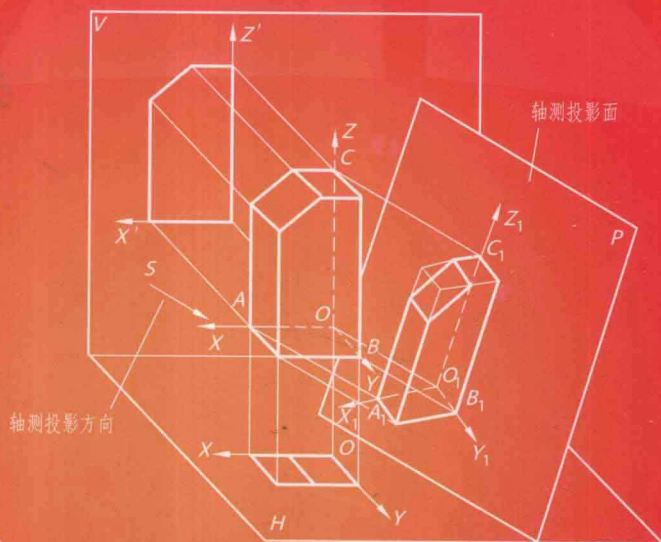


■ 高等 教育 规划 教材

画法几何与机械制图

HUAFAJIHE YU JIXIE ZHITU

王彦华 主编



化学工业出版社

高等教育规划教材

画法几何与机械制图

王彦华 主 编
王 萌 付浩然 刘玉莹 副主编
朱世杰 主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是根据国家教育部审定的机械制图课程基本要求,并参照有关行业职业技能鉴定规范标准编写的。本书共 11 章,内容包括制图的基本知识、几何作图、正投影法与三视图、基本几何体、轴测图、组合体的画法、机件形状的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、计算机绘图等。

本书采用最新标准,注重教材的科学性、系统性、实用性,侧重作图与读图能力的培养。

与本书配套使用的有王彦华主编的《画法几何与机械制图习题集》、《机械制图习题分析与解答》,由化学工业出版社出版。为方便教学,配套电子课件。

本书可供各类工科院校师生和培训人员使用,并可供自学者学习机械制图时参考。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何与机械制图/王彦华主编. —北京:化学工业出版社, 2012.7
高等教育规划教材
ISBN 978-7-122-14348-8

I. 画… II. 王… III. ①画法几何-高等学校-教材
②机械制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 103527 号

责任编辑:韩庆利
责任校对:陈 静

装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 393 千字 2012 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:30.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书是根据国家教育部审定的机械制图课程基本要求，并参照有关行业职业技能鉴定规范标准编写的。以面向 21 世纪高等教育的人才需求为出发点，以教育、教学改革的需求为编写思路，以提高学生的科学文化素养，培养学生的创新精神、实践能力及职业素质为目标。

本书着重阐明了绘制图样和识图的基本理论和方法步骤，突出以识图为主，学以致用，采用国家标准《技术制图》、《机械制图》和有关的技术标准最新规定，按照学生的认知规律规划教材内容，力求做到内容通俗易懂，由浅入深，由简到繁，突出重点，阐明难点，理论结合实际，注重培养学生的动手和空间想象思维能力。

本书共 11 章，内容包括制图的基本知识、几何作图、正投影法与三视图、基本几何体、轴测图、组合体的画法、机件形状的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、计算机绘图等。本书注意把握教材的科学性、系统性、实用性，根据本门课程各部分之间的内在联系，按照循序渐进的原则，处理本书的内容，注意前后紧密配合，并尽量做到突出重点、难点，力求对学时不同，深度、广度要求有别的专业都能适用，同时又注意贯彻理论与实际相结合的原则。

与本书配套使用的有《画法几何与机械制图习题集》，《机械制图习题分析与解答》，由化学工业出版社出版。这套教材可供各类工科院校师生使用，并可供自学者学习机械制图时参考。

本书由王彦华主编，王萌、付浩然、刘玉莹副主编，张彬、李五坡、孙志强、卢慧参编。全书由朱世杰主审。

本教材有配套电子课件，可免费赠送给用本书作为授课教材的院校和老师，如有需要，可发邮件至 hqlbook@126.com 索取。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请使用本书的师生和读者批评指正。

编者

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识	3
1.1 图纸幅面与格式	3
1.2 比例	5
1.3 字体	6
1.4 图线	7
1.5 尺寸注法	9
第 2 章 几何作图	12
2.1 绘图工具及使用方法	12
2.2 线段等分法	15
2.3 圆的等分法	15
2.4 圆弧连接	16
2.5 椭圆的画法	18
2.6 斜度和锥度	20
2.7 平面图形的画法	22
2.8 徒手画图	24
第 3 章 正投影法与三视图	26
3.1 投影原理	26
3.2 点的投影	29
3.3 直线的投影	32
3.4 平面投影	38
3.5 换面法	41
第 4 章 基本几何体	47
4.1 平面体	47
4.2 曲面体	51
4.3 基本几何体视图的尺寸标注	56
4.4 截交线与相贯线	57
第 5 章 轴测图	69
5.1 轴测图的基本概念	69
5.2 正等轴测图	70
5.3 斜二轴测图	76
第 6 章 组合体的画法	79
6.1 组合体的形体分析	79
6.2 组合体三视图的画法	81
6.3 组合体的尺寸标注	83
6.4 组合体的读图方法	88

第 7 章 机件形状的表达方法	95
7.1 视图	95
7.2 剖视图	98
7.3 断面图	107
7.4 简化画法及局部放大图	110
7.5 第三角投影法简介	114
第 8 章 标准件与常用件	117
8.1 螺纹及其紧固件	117
8.2 键和销	128
8.3 齿轮	131
8.4 滚动轴承	135
8.5 弹簧	138
第 9 章 零件图	142
9.1 零件图的内容与基本要求	142
9.2 零件图的视图表达方案	143
9.3 零件图的尺寸标注	144
9.4 零件图的技术要求	149
9.5 零件的工艺结构	160
9.6 几种典型零件图例分析	164
9.7 零件的测绘	168
9.8 读零件图	171
第 10 章 装配图	174
10.1 装配图的内容	174
10.2 装配图视图的选择及画法规定	175
10.3 装配图上的尺寸标注和技术要求	179
10.4 装配图中的零部件序号、明细表	179
10.5 装配体的工艺结构	180
10.6 测绘装配图的方法和步骤	183
10.7 读装配图和拆画零件图	187
第 11 章 计算机绘图	191
11.1 AutoCAD 的绘图基础	191
11.2 尺寸标注概述与设置	193
11.3 尺寸标注	200
11.4 绘制机械图样应用实例	217
附录	224
附录 1 螺纹	224
附录 2 螺纹紧固件	227
附录 3 键与销	232
附录 4 滚动轴承	234
附录 5 公差与配合	239
附录 6 常用的金属材料与非金属材料	244
参考文献	246

绪 论

1. 课程的性质和任务

《画法几何与机械制图》是机械类，电子、电气工程类专业学生必修的一门专业技术基础课，是培养学生正确识读和绘制工程图样，增强学生工程基础能力，实践性较强的应用型课程。

根据《教育部关于加强高等教育人才培养工作的意见》，以及现代企业技术进步和发展需求，本着“突出应用，服务于专业”的主旨，课程精化教学内容，改革课程体系，完善教学手段，以培养学生建立“二维-三维”的空间想象和思维能力为核心，在理论知识适当的基础上，突出识读和绘制工程图样能力，为今后的学习和工作实践运用打下坚实基础。

本课程主要包括以下内容：

- (1) 制图的基本知识；
- (2) 几何作图；
- (3) 正投影法与三视图；
- (4) 基本几何体；
- (5) 轴测图；
- (6) 组合体的画法；
- (7) 机件形状的表达方法；
- (8) 标准件与常用件；
- (9) 零件图；
- (10) 装配图；
- (11) 计算机绘图。

2. 课程的基本要求

- (1) 能够正确使用常用的绘图工具。
- (2) 掌握正投影的基本原理和作图方法。
- (3) 能够识读和绘制简单的零件图，并能够识读简单的装配图。所绘制的图样做到：投影正确、视图选择和配置比较合理、尺寸完整；图面整洁，符合国家标准《技术制图》、《机械制图》的规定。
- (4) 掌握绘制轴测图的基本方法。
- (5) 掌握仪器绘图、徒手绘图的基本方法与技能。
- (6) 了解机械零件和部件的结构知识、技术要求和构型设计方法。
- (7) 掌握计算机绘图的基本操作。
- (8) 培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

3. 课程的学习方法

- (1) 在学习课程的理论基础部分时，必须掌握投影的原理、基本作图方法和图解方法。
- (2) 为了培养空间形体的图示表达能力，必须注意对物体进行几何分析以及掌握不同形

体在各种相对位置时物体形状的图示特点。只有“从空间到平面，再从平面到空间”进行反复的思考和练习，才是学好本课程的有效方法。

(3) 绘图能力和读图能力的培养主要通过一系列的绘图和读图实践。

(4) 对于国家标准的有关规定要严格遵守，学会查阅手册。

(5) 要注意培养自学能力。

第 1 章

制图的基本知识

图样是设计和生产中的重要技术资料，是工程技术人员进行技术交流的一种工程语言。为了便于生产管理和交流，在设计和绘制图样时，每一位工程技术人员必须以严肃认真的工作态度遵守国家标准。严格遵守《技术制图》、《机械制图》和有关的标准规定。技术制图国家标准是工程界各专业（包括机械、建筑等）各领域制图统一的通则性基本规则，比其他各专业制图国家标准高一个层次；机械制图国家标准是为了适应机械领域自身的特点，在选用技术制图国家标准中若干基本规定，或不违背技术制图标准规定的前提下做出一些必要的具体补充。本章主要介绍图纸幅面和格式、比例、字体、图线以及尺寸标注法等。

1.1 图纸幅面与格式

1.1.1 图纸幅面和尺寸

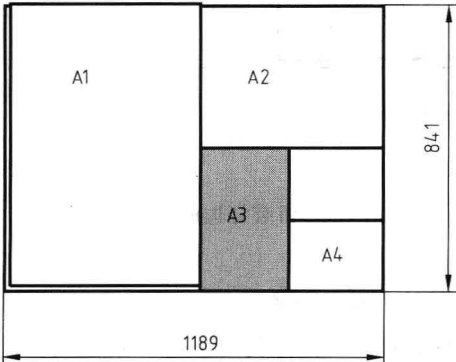
1. 基本幅面

为了便于进行图样管理，用于绘制图样的图纸，其幅面的大小和格式必须遵循《技术制图 图纸幅面和格式》（GB/T 14689—2008）中的规定。

绘制技术图样时，优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸 mm

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



基本幅面示意图

注：表 1-1 中 A1 号图纸幅面是 A0 号图纸幅面延长边对开，其余图纸幅面类推。

2. 加长幅面

当基本幅面不能满足需要时，可延长边加长。对于 A0、A2、A4 幅面的加长量应按幅

面 A0 面长边的八分之一的倍数增加, 对于 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的四分之一的倍数增加, 对于 A0、A1 幅面也允许同时加长两边。

1.1.2 图框格式和尺寸

1. 图框格式

每张图纸在绘图之前必须用粗实线先画出边框。图框有两种格式: 一种是留装订边, 另一种是不留装订边。同一种产品中所有图样均应采用一种格式。

(1) 不留装订边的图纸, 其图框格式如图 1-1(a)、(b) 所示。

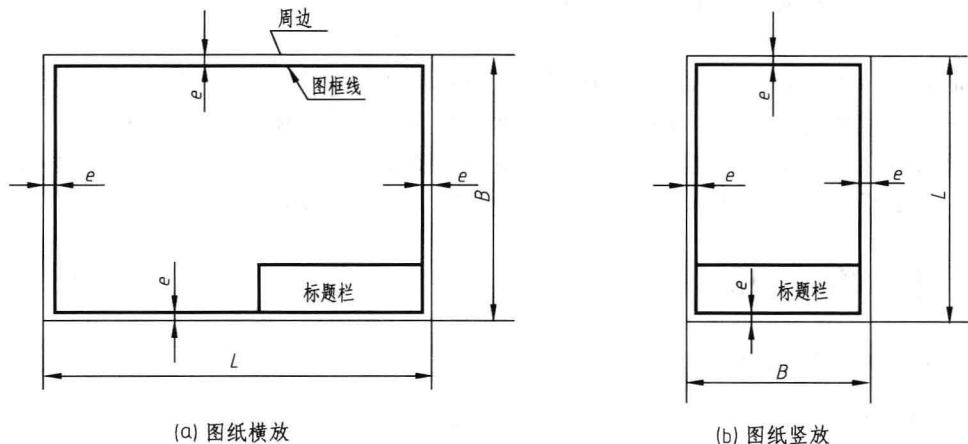


图 1-1 不留装订边的图纸格式

(2) 留装订边的图纸, 其边框格式如图 1-2(a)、(b) 所示。

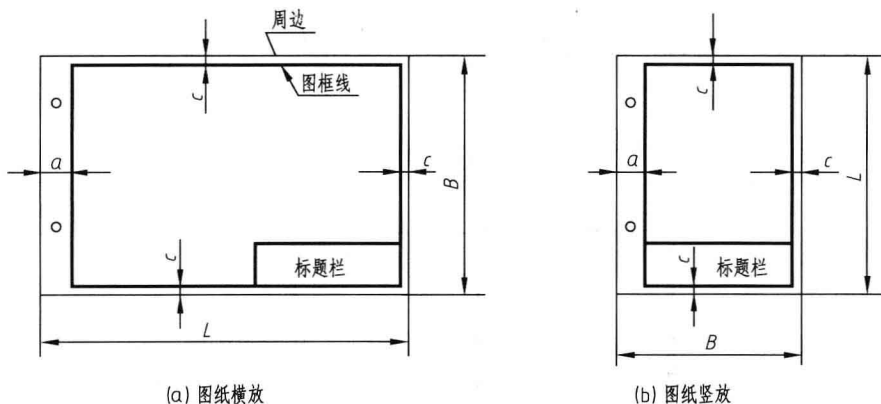


图 1-2 留装订边的图纸格式

2. 图框尺寸

不留装订边的图纸, 其四周边框的宽度相同, 均为 e , 宽度 e 值根据图纸幅面的大小而定; 留装订边的图纸, 其装订宽度 a , 一律为 25mm, 其他三种边一致, 均为 c , 宽度 c 值根据图纸幅面的大小而定, 具体尺寸见表 1-1。

1.1.3 标题栏

国家标准《技术制图 图框幅面和格式》(GB/T 14689—2008), 对标题栏的基本要

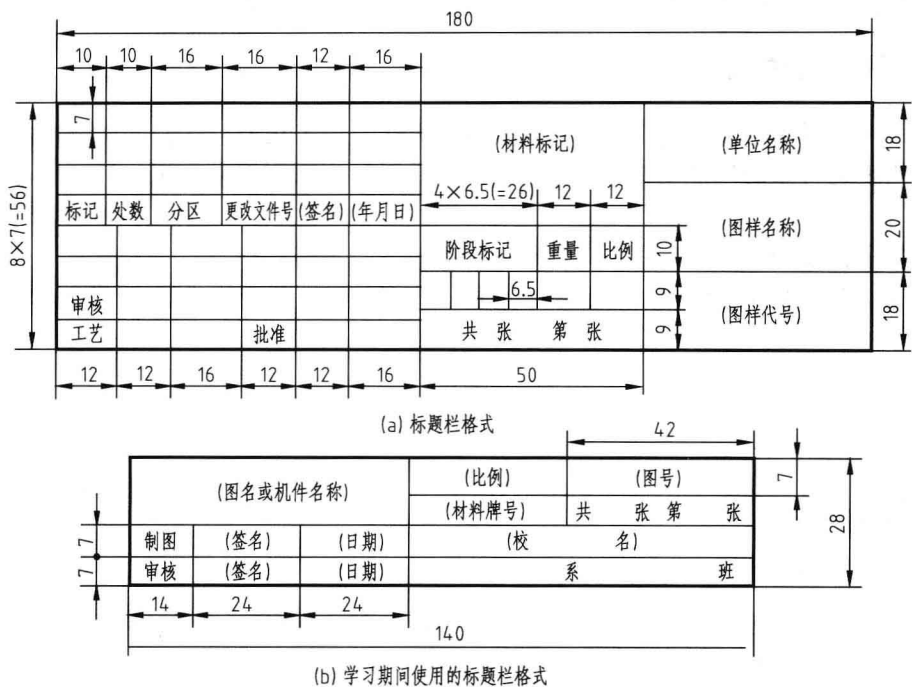


图 1-3 标题栏

求、内容、尺寸与格式作了明确规定，制图作业的标题栏格式如图 1-3(a) 所示。标题栏一般应位于纸的右下角。学习期间使用的标题栏格式如图 1-3(b) 所示。

1.2 比例

1.2.1 比例的概念

图样及技术文件中的比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

1.2.2 比例系数

绘制图样时，一般应优先选用表 1-2 中不带括号的适当比例，必要时亦可选用表 1-2 中带括号的适当比例。

表 1-2 比例系列

原值比例	1 : 1
缩小比例	(1 : 1.5) 1 : 2 (1 : 2.5) (1 : 3) (1 : 4) 1 : 5 (1 : 6) (1 : 1×10 ⁿ) (1 : 1.5×10 ⁿ) 1 : 2×10 ⁿ (1 : 2.5×10 ⁿ) (1 : 3×10 ⁿ) (1 : 4×10 ⁿ) 1 : 5×10 ⁿ (1 : 6×10 ⁿ)
放大比例	2 : 1 (2.5 : 1) (4 : 1) 5 : 1 1 : 10 ⁿ 2×10 ⁿ : 1 (2.5×10 ⁿ : 1) (4×10 ⁿ : 1) 5×10 ⁿ

注：n 为正整数。

1.2.3 标注方法

- (1) 比例符号以“:”表示。比例的表示方法如 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。必要时，可在视图名称下方标注比例。

(3) 当同一机件的某个视图采用了不同的比例绘制时, 必须另行标明所用的比例。

1.2.4 选择比例的原则

(1) 当表达对象的形状复杂程度和尺寸适中时, 一般采用原值比例 1:1 绘制。

(2) 当表达对象的尺寸比较大, 结构比较简单时, 应采用缩小比例, 但要保证复杂部位清晰可读。

(3) 尽量优先选用表 1-2 中不带括号的比例。

(4) 选择比例时, 应结合幅面尺寸选择, 综合考虑其最佳表达效果和图面的审美价值。

1.3 字体

1.3.1 基本要求

图样上除了绘制机件的图形外, 还要用文字填写标题栏、技术要求, 用数字标注尺寸等。为了易读、统一、便于缩微摄影及照相复制, 国家标准《技术制图字体》(GB/T 14691—1993) 对字体作了如下规定:

(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: 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 (mm)。如需要书写更大的字, 其字体高度应按 2 的平方根比率递增。字体高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体字, 并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm, 其字宽一般为字高 h 的 $1/\sqrt{2}$ 。

(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 $1/4$, B 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/10$ 。一般采用 B 型字体。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、注脚等的数字及字母, 一般采用小一号的字体。

1.3.2 字体示例

1. 长仿宋体汉字示例

10 号字

字体工程笔画清楚间隔均匀排列整齐

7 号字

横平竖直注意起落间隔均匀

5 号字

技术制图国家标准作业号比例建筑汉字第一章数学阿拉伯罗马斜体长仿宋体均布

3.5 号字

2. 字母示例（图 1-4）

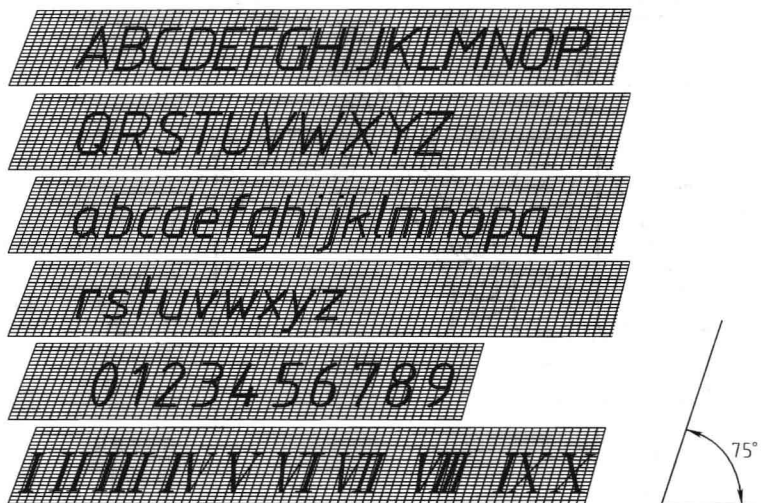


图 1-4 字母示例

1.4 图线

绘制样图时，应遵循国家标准《机械制图图线》（GB/T 4457.4—2002）的规定。

1.4.1 线型及图线的尺寸

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数系中选择：

0.13mm；0.18mm；0.25mm；0.35mm；0.5mm；0.7mm；1.0mm；1.4mm；2.0mm。

绘制机械图样的图线分粗、细两种。粗线的宽度 d 可在 0.5～2mm 之间（练习时一般用 0.7mm），细线的宽度为 $d/2$ 。

1.4.2 图线的应用

表 1-3 中列出了机械图样中的线型及其应用，各种图线的应用示例如图 1-5 所示。

表 1-3 图线及其应用

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	主要用途
粗实线		A	粗线	可见轮廓线、可见过渡线
细实线		B	细线	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、辅助线
波浪线		C	细线	断裂处的边界线、视图与剖视的分界线
双折线		D	细线	断裂处的边界线
虚线		F	细线	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线		G	细线	轴线、对称中心线、节圆及节线、轨迹线
粗点画线		J	粗线	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		K	细线	假想轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、中断线

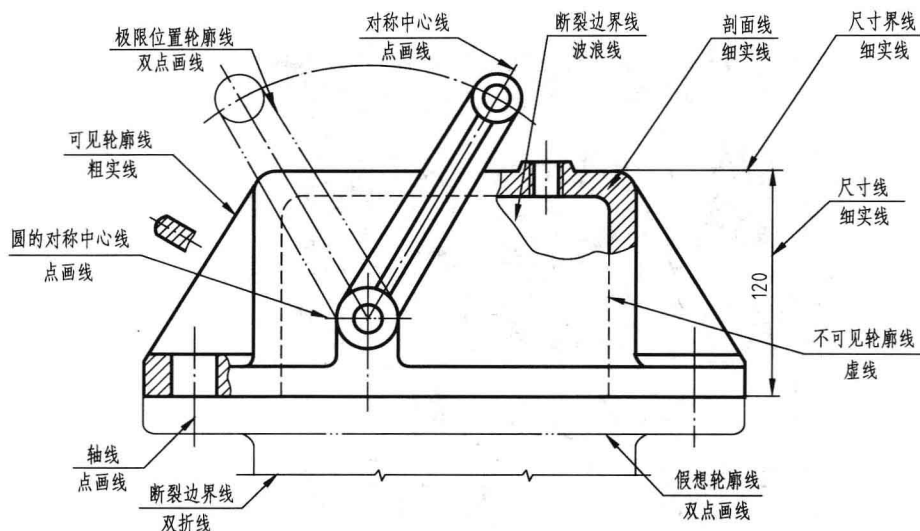


图 1-5 图线的应用示例

1.4.3 图线的画法

- (1) 在同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的画长及间隔应用大致相同。点画线、双点画线的首、末端只能是线而不能是点。
- (2) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 7mm，除非另有规定。
- (3) 画图时，在线条交、接、切处应以表 1-4 中的举例画法进行。

表 1-4 图线交、接、切的举例画法

图线间 关系	图 例		图 线 画 法
	正	误	
虚线与 粗实线 相接			虚线为粗实线的延长线时，粗实线应画到分界点，留空隙后再画虚线
图线 相交			虚线或点画线与其他图线相交时，应在线段处相交，而不应在空隙处相交
			虚线与虚线或点画线与点画线相交时，应在线段处相交，不应在空隙处相交。画圆的对称中心线时，圆心应为点画线的线段交点，而不是点画线的点(短画)

(4) 图线重叠时的画法

当两种或两种以上图线重叠时,应按以下顺序优先画出所需的图线:

可见轮廓线→不可见轮廓线→轴线和对称中心线→双点画线。

1.5 尺寸注法

在图样上,图形只表示物体的形状。物体的大小及个部分相互位置关系,则需要用标注尺寸来确定。国家标准《机械制图尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)、《技术制图简化表示法第2部分:尺寸注法》(GB 16675.2—1996)规定了图样中尺寸的注法。

1.5.1 基本原则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据,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 mm(毫米)为单位时,不需标注计量单位的符号或名称。如采用其他单位,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,并应标注在反应该结构最清晰的图形上。

1.5.2 尺寸数字、尺寸线和尺寸界线(尺寸标注三要素)

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。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。

1. 尺寸数字

用以表示所注机件尺寸的实际大小。

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,同一张图样商的注写方法应一致。通常采用的方法是:

- ① 水平方向的尺寸,字头向上;
- ② 垂直方向的尺寸,字头垂直朝左;
- ③ 倾斜方向的尺寸,适中使字头有向上的趋势。

2. 尺寸线

用以表示所注尺寸的方向,尺寸线用细实线绘制。尺寸线不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线的终端结构形式主要有以下三种形式:

(1) 箭头。箭头的形式如图 1-6(a) 所示,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 1-6(b) 所示,当尺寸线的终端采用斜线形式时,尺寸线界线必须互相垂直。这种形式适用于建筑图样。

(3) 圆点。用来标注狭小部分的尺寸。同一张图样一般只采用一种尺寸线终端形式。

3. 尺寸界线

用以表示所注尺寸的范围。

(1) 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。

(2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直并略超过尺寸线(通常以 3~4mm 为宜);在特殊情况下也可以不相垂直,但两尺寸界线必须相互平行。如图 1-7 所示。

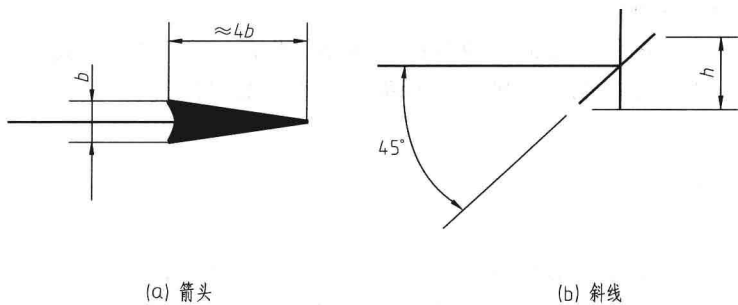


图 1-6 尺寸线的两种终端形式

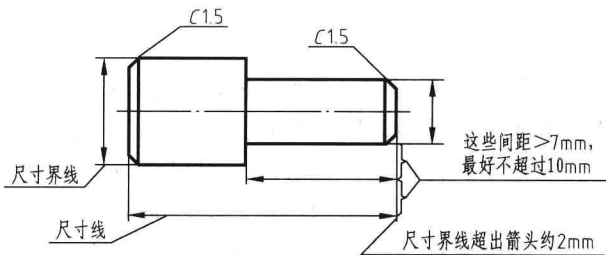


图 1-7 尺寸的标注示例

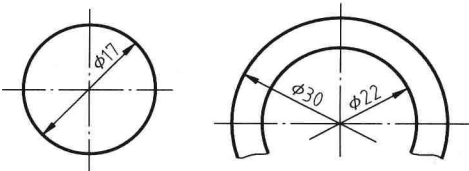
1.5.3 常见的尺寸注法

下面以表格的形式进一步说明常见尺寸的标注方法，如表 1-5、表 1-6 所示。

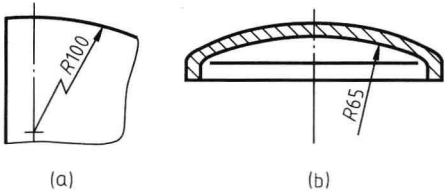
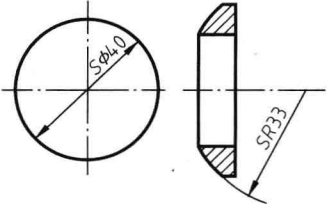
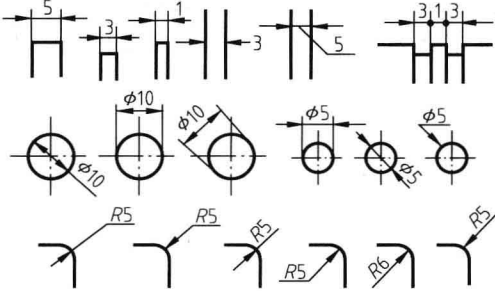
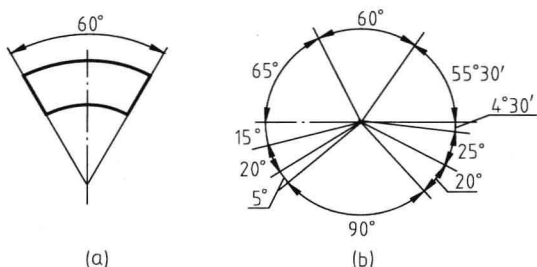
表 1-5 标注尺寸时常用的符号

名 称	符号或缩写词	名 称	符号或缩写词
直径	ϕ	均布	EQS
半径	R	正方形	
圆球直径	S ϕ	深度	
圆球半径	SR	沉孔或铰平	
厚度	t	埋头孔	
45°倒角	C		

表 1-6 常见的尺寸注法

项 目	图 例	尺 寸 注 法
圆		标注整圆或大于半圆的圆弧直径尺寸时，以圆周为尺寸界线，尺寸线通过圆心，并在尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”。圆弧直径尺寸线应画至略超过圆心，只在尺寸线一端画箭头指向圆弧

续表

项目	图 例	尺 寸 注 法
圆 弧		标注小于或等于半圆的圆弧半径尺寸时,尺寸线应从圆心出发引向圆弧,只画一个箭头,并在尺寸数字前加注半径符号“R”
	 (a) (b)	当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出圆心位置时,可按图(a)的折线形式标注。当不需标出圆心位置时,则尺寸线只画靠近箭头的一段,如图(b)
球 面		标注球面直径或半径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“Sφ”或“SR”
小 尺 寸		在尺寸界线之间没有足够位置画箭头或注写尺寸数字的小尺寸,可按图示形式进行标注。标注连续尺寸时,代替箭头的圆点大小应与箭头尾部宽度相同
角 度	 (a) (b)	标注角度的尺寸界线应沿径向引出;尺寸线画成圆弧,其圆心为该角的顶点,半径取适当大小,如图(a);角度数字一律写成水平方向,一般注写在尺寸线的中断处或尺寸线的上方或外边,也可引出标注,如图(b)

小 结

本章主要介绍了国家标准《技术制图》、《机械制图》中的图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸注法等内容。在学习过程中,对于这些内容,无需死记硬背,在看图和绘图时只要多查阅、多参考,经过一定的时间后便可掌握。机械图样使设计和制造机械的重要技术文件,是工程界的共同语言,因此在绘图过程中必须遵守上述国家标准。