

//

高等学校教材

画法几何与机械制图

主编 贾春玉 郑长民



 中国标准出版社

高等学校教材

画法几何与机械制图

主 编 贾春玉 郑长民
副主编 宋耀增 姚春东 张树存
主 审 张起生

中国标准出版社

内 容 简 介

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订并将公布的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,并总结多年教学经验,为适应 21 世纪工程图学教育而编写的。同时还编写了配套的《画法几何与机械制图习题集》。

全书共分为十四章并另加附录。主要内容有:制图的基本知识,投影基础,曲线与曲面,立体的投影,平面与立体相交,立体与立体相交,轴测图,组合体,物体常用的表达方法,标准件、齿轮和弹簧,零件图,焊接图,装配图,计算机绘图。

本书主要作为高等学校机械类、近机械类各专业制图课程的教材,也可作为其他各类学校相应专业的教学用书,亦可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

画法几何与机械制图/贾春玉,郑长民主编. —北京:
中国标准出版社, 2005
高等学校教材
ISBN 7-5066-3852-5

I. 画… II. ①贾…②郑… 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 (2005) 第 084435 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

网址 www.bzchs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 23.5 字数 554 千字

2005 年 8 月第一版 2005 年 8 月第一次印刷

*

定价 31.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

前 言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订并将公布的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,在我室编写的《画法几何·机械制图》基础上,参考了国内同类教材,结合我室教师数十年的教学经验,尤其是总结了近年来教学改革实践编写而成的。同时还编写了《画法几何与机械制图习题集》与本教材配套使用。

本书共 14 章,主要有以下特点:

(1) 章节的划分符合教学单元的设置,循序渐进,有利于组织教学,教师可按各专业学时数组织不同深度的教学。

(2) 投影理论是全书的基础和主体。投影法是绘制几何形体、零部件图的理论基础,投影理论构成了全书的主体和核心,体现了机械制图与画法几何的内在联系。

(3) 继续保持我室 2001 年编制的《画法几何·机械制图》重视图学基本理论的特点。在编写过程中,以掌握基本概念、培养技能和提高素质为指导,坚持基础理论与应用密切结合。重点突出了投影的基本理论、物体的表达方法及机械图样的画法与阅读。书中通过大量例题突出了分析和解决问题的思路与方法。

(4) 全书采用了最新国家标准。本书全部采用了技术制图与机械制图的最新国家标准及与制图有关的其他标准。计算机绘图采用 CAXA 电子图板升级软件。

(5) 另编有习题集与本书配套使用,习题集中的题目是结合多年的教学经验精心挑选的,具有典型性、代表性和多样性。数量、难度适中,并留有挑选的余地,可根据教学要求进行选择。

参加本书编写的有:贾春玉(绪论、第二、三、四、五、六、七章)、郑长民(第八、九、十、十一章和第十三章的第一、二、三、四、五、六、七节)、宋耀增(第一章、第十三章的第八节、附录)、姚春东(第十四章)、张树存(第十二章)。

全书由贾春玉、郑长民任主编,由宋耀增、姚春东、张树存任副主编;由张起生教授主审。

郭长虹老师参加了本书的校对工作,在此表示感谢!

本书凝结着教研室全体老师的智慧和汗水,在此表示感谢;同时参考了一些国内同类教材,在此特向有关作者致谢!

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和不足,敬请使用本书的广大师生及读者批评指正。

编 者

2005 年 6 月于燕山大学

3

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识	2
第一节 国家标准《技术制图》与《机械制图》摘录	2
第二节 绘图工具及使用方法	10
第三节 几何作图	12
第二章 投影基础	19
第一节 投影法的基本知识	19
第二节 点的投影	22
第三节 直线的投影	28
第四节 平面的投影	37
第五节 直线与平面、平面与平面的相对位置	46
第六节 换面法	57
第三章 曲线与曲面	65
第一节 曲线的基本概念	65
第二节 空间曲线	68
第三节 曲面	69
第四章 立体的投影	72
第一节 平面立体的投影	72
第二节 曲面立体的投影	76
第五章 平面与立体相交	85
第一节 平面与平面立体相交	85
第二节 平面与曲面立体相交	86
第三节 切割体	90
第六章 立体与立体相交	95
第一节 相贯线的概念和基本性质	95
第二节 平面体与曲面体相交	95
第三节 曲面体与曲面体相交	97

第七章 轴测图	108
第一节 轴测图的基本知识	108
第二节 正等轴测图的画法	108
第三节 斜二轴测图的画法	113
第四节 轴测图上的交线及剖切画法	114
第八章 组合体	118
第一节 基本概念	118
第二节 组合体三视图的画法	121
第三节 看组合体视图的方法和步骤	124
第四节 组合体的尺寸标注	130
第五节 组合体的构形设计	136
第九章 物体常用的表达方法	139
第一节 视图	139
第二节 剖视图	142
第三节 断面图	152
第四节 局部放大图、简化画法和规定画法	154
第五节 物体表达方法的综合应用举例	159
第六节 第三角画法简介	161
第十章 标准件、齿轮和弹簧	163
第一节 螺纹及螺纹紧固件	163
第二节 键、销和滚动轴承	175
第三节 齿轮和弹簧	184
第十一章 零件图	196
第一节 零件图的内容	196
第二节 零件的视图选择	197
第三节 零件的工艺结构	202
第四节 零件图的尺寸标注	205
第五节 零件图上的技术要求	209
第六节 读零件图	225
第七节 零件的测绘	227
第十二章 焊接图	232

第十三章 装配图	238
第一节 装配图的作用和内容	238
第二节 机器(或部件)的表达方法	239
第三节 装配图的视图选择	243
第四节 装配图中的尺寸标注	246
第五节 装配图的零、部件序号,明细栏和技术要求	247
第六节 装配结构	249
第七节 画装配图的方法和步骤	254
第八节 读装配图和拆画零件图	259
第十四章 计算机绘图	263
第一节 概述	263
第二节 CAXA 电子图板简介	263
第三节 CAXA 电子图板的用户接口	265
第四节 CAXA 电子图板的基本操作	267
第五节 下拉菜单及其功能简介	269
第六节 图形的绘制与编辑	310
附录	318
附录 A 公差与配合、形状公差与位置公差	318
附录 B 螺纹	336
附录 C 常用的螺纹紧固件	342
附录 D 键与销	349
附录 E 常用的滚动轴承	351
附录 F 常用材料	357
附录 G 热处理和表面处理	360
附录 H 常用标准数据、标准结构和简化标注	361
参考文献	365

绪 论

一、本课程的研究对象

在现代工业生产中,设计和制造机器以及所有工程建设都需要工程图样。在使用机器、设备时,也要通过阅读图样了解机器的结构和性能。因此,工程图样被称为“工程界的语言”。每个工程技术人员都必须能够熟练地绘制和阅读工程图样。

本课程就是研究如何运用投影基本原理,绘制和阅读工程图样。本课程是工科院校学生一门十分重要的、必修的主干技术基础课。

二、本课程的内容

本课程主要包括画法几何、机械制图和计算机绘图等部分。画法几何部分是研究用正投影法图示空间形体和图解空间几何问题的基本理论和方法;机械制图部分培养绘制和阅读工程图样的基本能力,学习机件的各种图示方法以及标注尺寸等基本方法;计算机绘图部分让学生掌握使用计算机绘图软件的基本方法和技能。

三、本课程的任务

(1) 学习正投影法的基本理论,培养空间想象能力和形象思维能力,以及空间几何问题的图示图解能力;

(2) 培养绘制和阅读工程图样的能力;

(3) 培养计算机绘图、徒手绘图和尺规绘图的综合能力;

(4) 学习、贯彻国家标准及其他有关规定,具有查阅有关标准及手册的能力;

(5) 培养学生认真负责的工作态度和严谨的工作作风,使学生的动手能力、工程意识、创新能力、设计概念等得以全面提高。

四、本课程的学习方法

(1) 认真学好正投影法的基本理论和方法,并运用这些理论和方法图示和图解空间几何问题,由浅入深,逐步提高空间想象能力和空间分析能力;

(2) 在学习本课程时,必须按规定完成一系列制图作业,并按正确的方法和步骤进行,通过大量的作业练习,加深理解并巩固理论知识,加速培养自己的图示能力及表达能力,掌握绘图的技巧,不断提高绘图质量;

(3) 注意将计算机绘图、徒手绘图和尺规绘图等各种技能与投影理论密切结合,能准确、快速地绘制工程图样;

(4) 多联系工程实际与生产实践,熟悉和遵守有关制图的国家标准,了解并学会查阅附录中的各种标准和有关资料。

由于工程图样在生产和施工中起着重要的作用,绘图和读图的差错都会给生产带来损失,甚至负有法律责任,所以在完成习题作业的过程中,要做到一丝不苟、精益求精。学好本课程可为后继课程及生产实习、课程设计和毕业设计打下良好的基础;同时也可以在上各环节中使绘图和读图能力得到进一步的巩固和提高。

第一章 制图的基本知识

第一节 国家标准《技术制图》与《机械制图》摘录

图样是机器制造过程中的重要技术文件之一,用来指导生产和进行技术交流,起到了工程语言的作用。为此我国于 1959 年发布了国家标准《机械制图》,对图样作了统一的技术规定。为满足生产不断发展的需要,试行之后又作了多次修订。

国家标准简称国标,其代号为 GB。本节仅摘录了国家标准《技术制图》与《机械制图》中的部分内容。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

(一) 图纸幅面尺寸

绘制图样时,应优先采用表 1-1 所规定的幅面尺寸,必要时也可以加长。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,见图 1-1。

表 1-1 幅面尺寸 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		

(二) 图框格式

无论图样是否装订,在图纸上均应用粗实线画出图框,其格式见图 1-2、图 1-3。尺寸按表 1-1 的规定。加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 $A2 \times 3$ 的图框尺寸,按 $A1$ 的图框尺寸确定,即 e 为 20 mm (或 c 为 10 mm),而 $A3 \times 4$ 的图框尺寸按 $A2$ 的图框尺寸确定,即 e 为 10 mm (或 c 为 10 mm)。

(三) 标题栏方位及格式(GB/T 10609.1—1989)

每张图纸都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸见图 1-4。标题栏的位置应位于图纸的右下角,见图 1-2、图 1-3。在此情况下,看图的方向应与看标题栏的方向一致,必要时,也可按图 1-5 所示的方式配置。

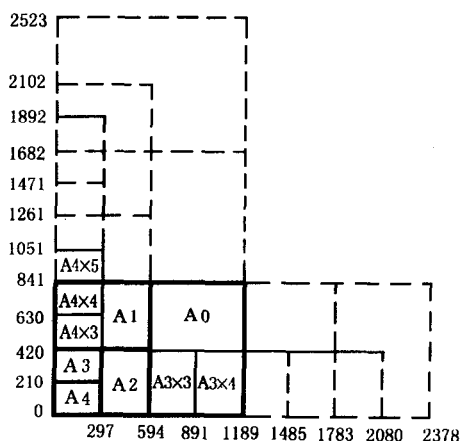


图 1-1 加长幅面的尺寸(单位为 mm)

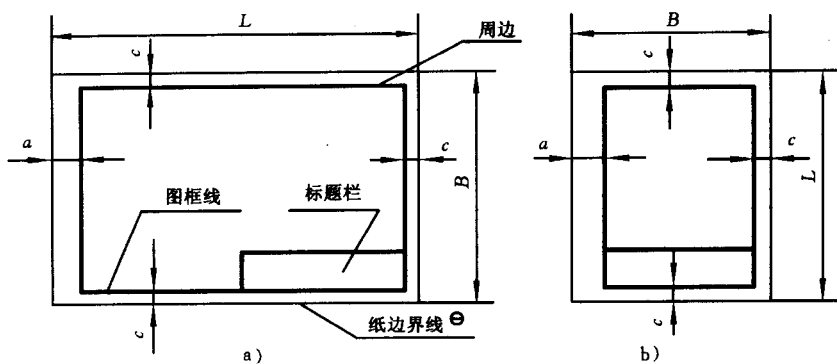


图 1-2 留装订边的图框格式

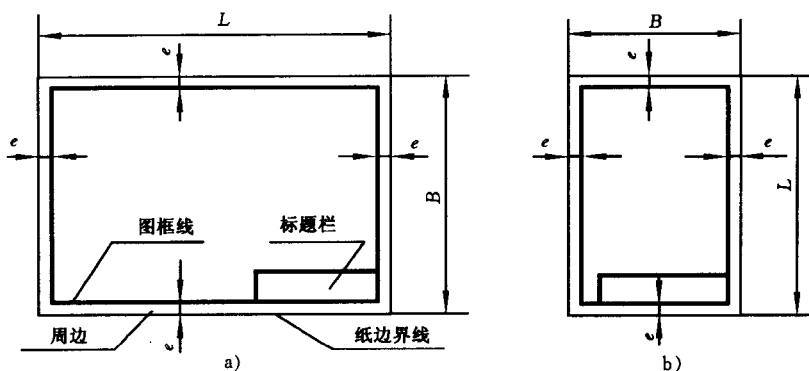


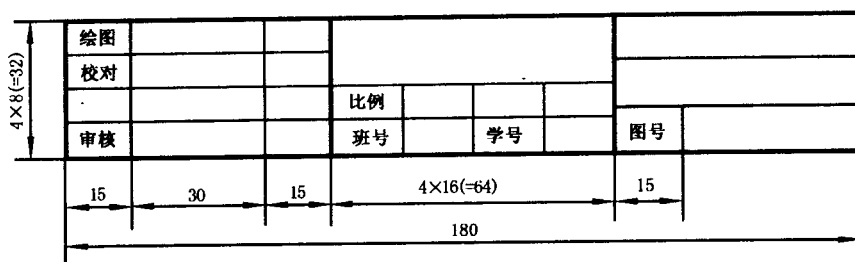
图 1-3 不留装订边的图框格式

(四) 其他附加符号

为了阅读、管理图样的方便,图框线上还可设置一些附加符号,如对中符号(图 1-5)、方向符号(图 1-6)等。

二、比例(GB/T 14690—1993)

180											
10		10		16		16		12		16	
8×7 (=56)	7							(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					
	设计	(签名)	(年月日)	(标准化)	(签名)	(年月日)	阶段标记	重量	比例	10	(图样名称)
	审核							6.5		9	(图样代号)
	工艺			批准			共 张	第 张	(9)		
		12	12	16	12	12	16	50			



b) 学校暂用格式

续图 1-4

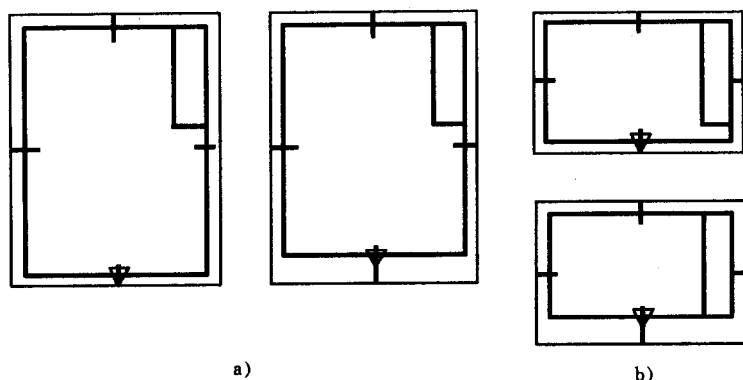


图 1-5 标题栏的方位

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。绘制技术图样时一般应在表 1-2 中规定的系列中选取适当的比例。

绘制图样时,应尽可能按机件的实际大小(1:1)画出,以方便看图。如果机件太大或太小,可采用缩小或放大的比例。

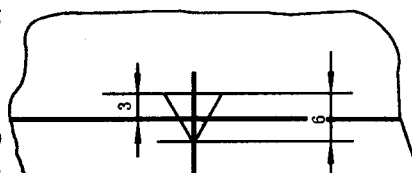


图 1-6 方向符号的大小和所处位置

表 1-2 比例

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

注: n 为正整数。

三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

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 等八种。字体高度代表字体的号数。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体,并应采用我国正式推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$,数字和字母分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用 d 表示。

A 型字体的笔画宽度 $d=h/14$, B 型字体的笔画宽度 $d=h/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

长仿宋体汉字示例:

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

A 型斜体拉丁字母示例:

ABCDEFGHIJKLMNO

PQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopq

rstuvwxyz

A 型斜体数字示例:

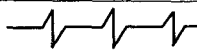
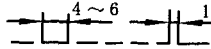
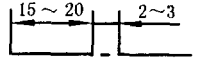
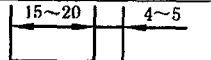
0123456789

IIIIIVVVVVIIIIIXX

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

图线标准作为技术制图标准之一,于1998年发布,常用的图线基本线型见表1-3。

表 1-3 基本线型

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	图线应用举例
粗实线		$d=0.5\sim2$ (mm)	可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线和尺寸界线;剖面线;重合断面的轮廓线;螺纹的牙底线;引出线;分界线及范围线;弯折线;不连续的同一表面的连线
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线;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		$d/2$	轴线;对称中心线;轨迹线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		$d/2$	极限位置的轮廓线,坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线

注:图线的应用举例只选取常见的。

标准规定了9种图线宽度,所有线型的图线宽度(d 表示图线宽度)应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择:0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。图线的应用示例如图1-7所示。

机械图样上采用两种线宽,其比例关系是2:1。机械图样上,常用的线型为:粗实线、细实线、波浪线、双折线、虚线、点画线、双点画线等。

注:国家标准中规定虚线、点画线、双点画线亦有粗细之分,应用范围亦不同。本书中未明确指出的均为细的。

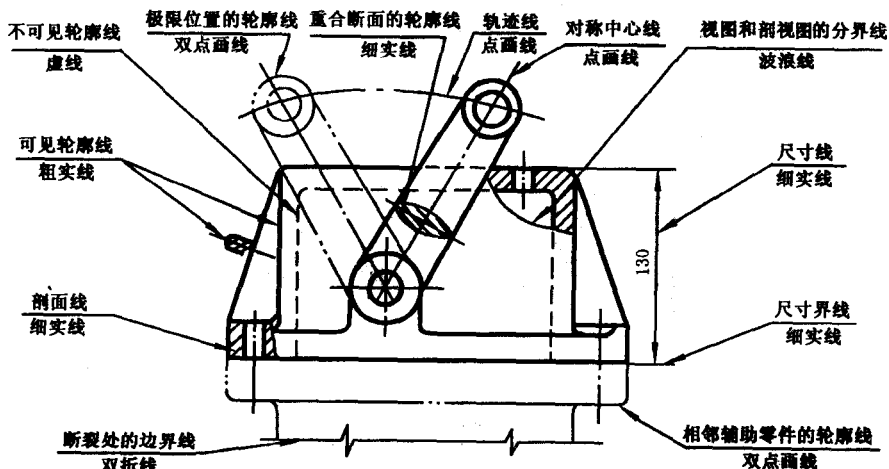


图 1-7 图线应用示例

手工绘图时,各线素的长度宜符合表 1-4 的规定,显然,使用 CAD 系统绘制图样易于满足这些规定。注意:点画线、双点画线的画为“长画”,只是为了符合原有习惯而作此规定,点画线、双点画线中的点是“点”,而不是原有意义的“短画”。

表 1-4 图线的构成

线 素	线 型	长 度
点	点画线、双点画线	$\leq 0.5 d$
短间隔	点画线、双点画线、虚线	$3 d$
画	虚线	$12 d$
长画	点画线、双点画线	$24 d$

虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等,一般在图样中要显得匀称协调,建议采用图 1-8 的图线规格。

绘制点画线和虚线时,还应遵守图 1-9 的画法要求,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。绘制点画线的要求是:以画为始尾,以画相交,超出图形轮廓 2 ~ 5 mm。

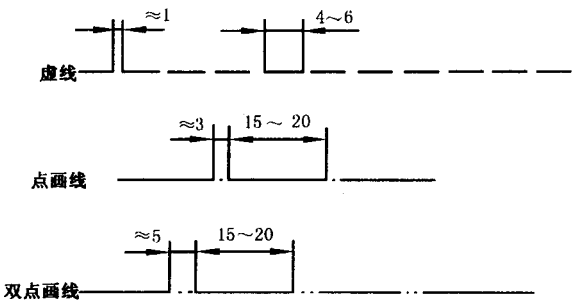


图 1-8 图线规格

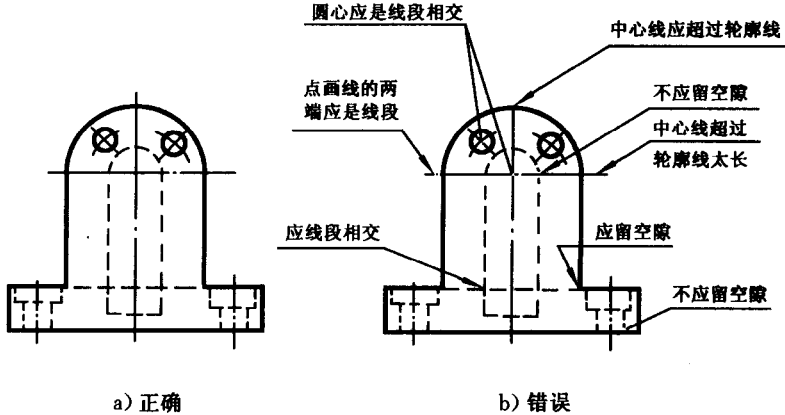


图 1-9 画点画线和虚线应遵守的画法

五、尺寸注法(GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

(一) 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) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需要标注计量单位的代号和名称,如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号和名称。
- (3) 图样中所注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应加说明。
- (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。

(二) 尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸数字、尺寸线、尺寸界线、尺寸线的终端所组成,见表 1-5。尺寸线的终端有以下两种形式:

- (1) 箭头;
- (2) 斜线,其形式见表 1-5。

(三) 各类尺寸的注法

- (1) 标注尺寸的一般方法见表 1-5。
- (2) 标注尺寸使用的符号和缩写词见表 1-6。

表 1-5 尺寸注法

线性尺寸注法	
说明	(1) 线性尺寸的数值一般应写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处。数值应按上图所示方向注写,并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,也可水平地注写在尺寸线中断处 (2) 线性尺寸的尺寸线必须与所标注的线段平行,平行的尺寸线间距离应力求一致(建议在 $5 \sim 10 \text{ mm}$ 之间) (3) 线性尺寸的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
圆及圆弧尺寸注法	
说明	(1) 标注圆或大于半圆的圆弧时,尺寸线通过圆心,以圆周为尺寸界线,尺寸数字前加注直径符号“ϕ” (2) 标注小于或等于半圆的圆弧时,尺寸线自圆心引向圆弧,只画一个箭头,数字前加注半径符号“R” (3) 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时,可采用折线形式,若圆心位置不需注明,则尺寸线可只画靠近箭头的一段
利用符号的注法	
说明	标注球面的尺寸时,在 ϕ 或 R 前加注符号“S”;剖面为正方形的结构可用图例所示两种形式中的一种标注;标注片状零件厚度的尺寸时加注符号“t”

续表 1-5

对称机件的尺寸注法	图例	说明
小尺寸注法	图例	说明
角度、弦长、弧长注法	图例	说明
曲线轮廓尺寸注法	图例	说明

表 1-6 标注尺寸使用的符号和缩写词

名 称	直 径	半 径	球直径	球半径	厚 度	正 方 形
符号和缩写词	ϕ	R	$S\phi$	SR	t	$\square$
名 称	45°倒角	深 度	沉孔或锪平		埋头孔	均 布
符号和缩写词	C	$\downarrow$	$\sqcup$		∇	EQS

第二节 绘图工具及使用方法

正确地使用绘图工具,既能保证绘图的质量,又可以提高绘图工作的效率。下面介绍几种常用绘图工具的正确使用方法。

一、图板

图板是铺贴图纸用的,其上表面应平滑光洁。图板的左侧边为丁字尺的导边,应该平直光滑。图纸用胶带纸固定在图板上,当图纸较小时,应将图纸铺贴在图板靠近左上方的位置,如图 1-10 所示。

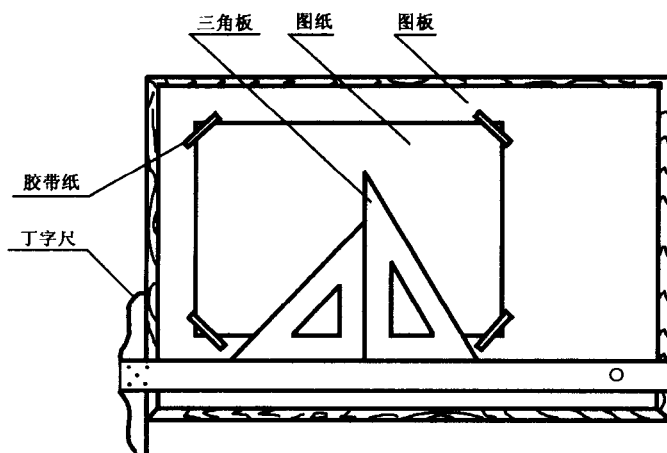
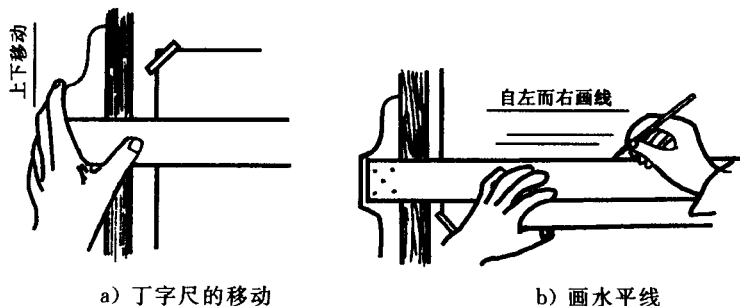


图 1-10 图纸与图板

二、丁字尺和三角板

丁字尺由尺头和尺身两部分组成。它主要用来画水平线,配合三角板画垂直线和常用角度的倾斜线。使用时,左手握住尺头,使尺头内侧边紧靠图板导边,上下移动到绘图所需位置,配合三角板绘制各种图线,如图 1-11 及图 1-12 所示。



a) 丁字尺的移动

b) 画水平线

图 1-11 丁字尺和三角板的使用方法