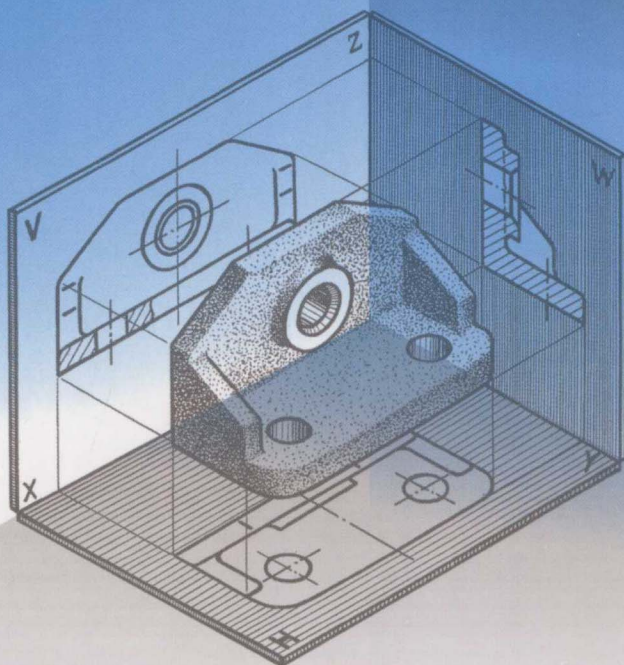


技工学校规划教材

机械制图

金大鹰 主编



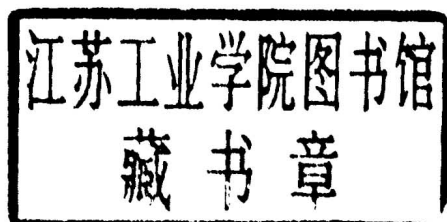
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



技工学校规划教材

机械制图

金大鹰 主编



机械工业出版社

本书是依据劳动和社会保障部培训就业司 2000 年颁发的机械类“机械制图教学大纲”的基本要求,并本着“以看图为主”的原则编写的,采用了最新《技术制图》与《机械制图》国家标准。全书共分九章,内容包括:制图的基本知识,投影的基本知识,立体的表面交线,组合体,机件的表达方法,常用零件的特殊表示法,零件图和装配图及计算机绘图等。书中文字简练,插图清晰、秀美。

本书为技工学校机械类、近机械类各专业的通用教材,也可作为职业培训教材。与本书配套使用的《机械制图习题集》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/金大鹰主编. —北京:机械工业出版社,
2005.7 (2006.7 重印)
技工学校规划教材
ISBN 7-111-16969-7

I. 机... II. 金... III. 机械制图—技工学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 080285 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:杨民强 版式设计:冉晓华 责任校对:刘志文

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2006 年 7 月第 1 版第 2 次印刷

184mm×260mm·15.25 印张·370 千字

5001—10000 册

定价:22.00 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)68326294

编辑热线:(010)88379771

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是依据劳动和社会保障部培训就业司 2000 年颁发的机械类“机械制图教学大纲”的基本要求,并结合编者多年的制图教学经验,采用最新制图国家标准编写而成的。

根据工科技校学生就业岗位群职业能力的要求,本课程着力培养学生的看图能力,并以此作为本书的编写主线。在体系的处理上:①从投影作图开始,即将看图与画图揉在一起,介绍了点、直线、平面的投影图读法,并以其轴测图画法为媒介,阐明了物(轴测图)、图(投影图)之间正、逆向的转化关系;②单设“看简单体的三视图”,并以此进一步提出了“看图是画图逆过程”这一看图原理,进而通过识读一面视图强化这种逆向思维训练,以打通看图思路、培养构形能力、积累基本体的形象储备;③将图线和线框含义等内容提前。这样,在识读一面视图时则必然涉及到“一面视图不能确定物体的形状”、“要将几个视图联系起来看”、“要善于构形思维”、“进行线框分析”等一系列看图要领问题,既避免了将其与组合体看图方法一起讲授,内容过于臃肿、学生难以理解的弊端,同时也为组合体看图方法的讲授做好铺垫,赢得了更多的时间。在内容的处理上:①试以组合体为界,此前的内容(含组合体)重在打基础,写得较为详尽,例题、例图也都较多,并点拨一些学习方法,因为这是培养学生具有看图、画图能力的根本保证(建议:教学、练习时数应向该部分倾斜);此后的部分写得较为粗广,全面介绍了生产图样应具备的内容;②看图内容“不断线”,贯穿始终,即从点、直线、平面→几何体→简单体→切割体→相贯体→组合体到剖视图→常用零件连接图→零件图→装配图的每一部分都编写了相应的看图内容。这样,有利于循序渐进地提高看图能力。应该指出,有些部分(如“柱、锥、球、环”、切割体、剖视图及形位公差的识读等)的看图题例很多,且有一定难度,但不需要教师逐题讲解(希望引导),也并非要求学生都得看懂。我们是想结合教学进程随时为学生提供一些与其相适应的看图材料(类似于带答案的选作题),使他们从中悟出一些对看图有益的规律性的东西。

为便于学生自学,书中的文字叙述着意通俗、详尽,插图力求清晰、醒目、秀美;对学生学习时易犯的错误示出了正误对比图例,对较复杂的投影图采用了分解图或附加了立体图等。在教学中,可以根据专业特点和要求,对教材内容或顺序进行删减或调整。

与本书配套使用的习题集,内容较为充实,题型多,寓意深,角度新。习题有一定余量,为教师取舍及学生多练提供了方便。此外,还编排了一部分难度较大的看图题,并附有标准答案或立体图,供学生选作。

本书适合于技工学校机械类(或近机械类)各专业的制图教学,也可作为职业培训教材。

本书由金大鹰、刘宇编写,由《机械制图》国家标准主要起草人王槐德教授主审。

由于我们的水平所限,书中的缺点在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识	3
第一节 制图工具及用品	3
第二节 国家标准《技术制图》与《机械制图》的基本规定	6
第三节 尺寸注法	10
第四节 几何作图	12
第五节 平面图形的画法	17
第六节 徒手画图的方法	19
第二章 投影的基本知识	22
第一节 投影法的基本概念	22
第二节 三面视图	23
第三节 点的投影	27
第四节 直线的投影	30
第五节 平面的投影	34
第六节 几何体的投影	38
第七节 看简单体的三视图	47
第八节 几何体的轴测图	56
第三章 立体的表面交线	62
第一节 截交线	62
第二节 相贯线	76
第四章 组合体	81
第一节 组合体的形体分析	81
第二节 组合体视图的画法	83
第三节 组合体的尺寸标注	87
第四节 看组合体视图的方法	90
第五章 机件的表达方法	101
第一节 视图	101
第二节 剖视图	104
第三节 断面图	110
第四节 其他表达方法	113
第五节 第三角画法简介	116
第六节 看剖视图	118
第六章 常用零件的特殊表示法	123

第一节	螺纹	123
第二节	螺纹紧固件	128
第三节	齿轮	134
第四节	键联结、销连接	139
第五节	滚动轴承	142
第六节	弹簧	144
第七章	零件图	147
第一节	零件图的视图选择	148
第二节	零件图的尺寸标注	151
第三节	零件上常见的工艺结构	156
第四节	表面粗糙度	159
第五节	极限与配合	163
第六节	形状与位置公差	169
第七节	看零件图	173
第八节	零件测绘	184
第八章	装配图	187
第一节	装配图的表达方法	187
第二节	装配图的尺寸标注、零件序号及明细栏	190
第三节	装配结构简介	192
第四节	装配图的画法	193
第五节	看装配图	196
第九章	计算机绘图	206
第一节	CAXA 电子图板软件概述	206
第二节	CAXA 电子图板的常用命令	207
第三节	CAXA 电子图板的绘图命令	209
第四节	工程标注	213
第五节	CAXA 电子图板的编辑命令	216
第六节	CAXA 电子图板的显示及打印命令	218
第七节	利用 CAXA 电子图板绘图	219
附录		222

绪 论

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。

本书所研究的图样主要是机械图样,用它来准确地表达机件的形状和尺寸以及制造和检验该机件时所需要的技术要求。

人类在近代生产活动中,无论是机器的设计、制造、维修或是船舶、桥梁等工程的设计与施工,都必须依据图样才能进行。由此可见,图样是表达设计意图和交流技术思想的工具,是指导生产的技术文件。因此,作为生产一线的技术工人,必须具有画图和看图的本领。

机械制图就是研究机械图样的绘制(画图)和识读(看图)规律的一门学科。

一、本课程的任务和要求

机械制图是工科技工学校最重要的一门技术基础课。其主要任务是培养学生具有画图能力和看图能力,具体要求是:

1. 掌握正投影法的基本理论和作图方法。
2. 能够正确执行制图国家标准及其有关规定。
3. 具有识读中等复杂程度的零件图和装配图,绘制一般的零件图和简单装配图的基本能力。
4. 能够正确地使用常用的绘图工具;具有绘制草图的技能。
5. 了解计算机绘图的基本知识,能用计算机绘制简单的机械图样。
6. 具有创新精神和实践能力,认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

二、本课程的学习方法

1. 要注重形象思维

制图课主要是研究怎样将空间物体用平面图形表示出来,怎样根据平面图形将空间物体的形状想象出来的一门学科,其思维方法独特(注重形象思维),故学习时一定要抓住“物”、“图”之间相互转化的方法和规律,注意培养自己的空间想象能力和思维能力。不注意这一点,即便学习很努力,也是徒劳无益的。

2. 要注重基础知识

制图是门新课,其基础知识主要来自于本课自身,即从投影概念,点、直线、平面、几何体的投影……,一阶一阶地砌垒而成。基础打好了,才能为进入“组合体”的学习搭好铺垫。

组合体在整个制图教学中具有重要地位,是训练画图、标注尺寸、尤其是看图的关键阶段。可以说,能够绘制、读懂组合体视图,画、看零件图就不会有问题了,故应特别注意组合体及其前段知识的学习,掌握画图、看图、标注尺寸的方法。否则,此后的学习将会严重受阻,甚至很难完成本课的学习任务了。

3. 要注重作图实践

制图课的实践性很强，“每课必练”是本课的又一突出特点。就是说，若想学好这门课，使自己具有画图、看图的本领，只有完成一系列作业，认认真真、反反复复地“练”才能奏效。

综上所述，本课是以形象思维为主的新课，学习时切勿采用背记的方法；注意打好知识基础；只有通过大量的作图实践，才能不断提高看图和画图能力，达到本课最终的学习目标，圆满地完成“看、画零件图和装配图的学习任务，为毕业后的工作创造一个有利的条件”。

第一章 制图的基本知识

第一节 制图工具及用品

进行制图工作，须有制图工具及制图用品。它们的质量好坏和用法是否得当，将直接关系到所绘图样的质量和工作效率。

常用的制图工具和用品有：图板、丁字尺、三角板、制图仪器和图纸、铅笔等等。

一、图板

图板是固定图纸用的矩形木板(图 1-1)，板面及导边应光滑平直。

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成(图 1-1)。尺头和尺身的导边应保持互相垂直。

将尺头紧靠图板的左边，上下滑动，即可沿尺身的上边画出各种位置的水平线(图 1-2)。

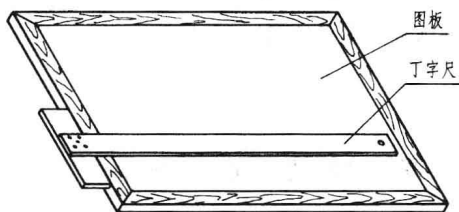


图 1-1 图板和丁字尺

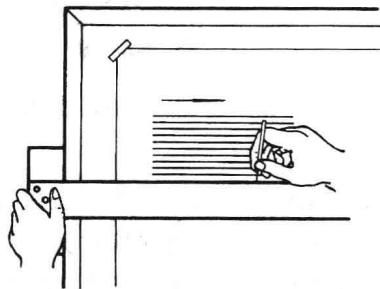


图 1-2 用丁字尺画水平线

三、三角板

三角板由 45° 的和 $30^\circ-60^\circ$ 的两块合成为一副。将三角板和丁字尺配合使用，可画出垂直线(图 1-3)、倾斜线(图 1-4)和一些常用的特殊角度。

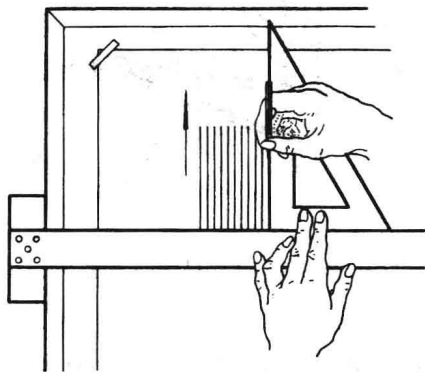


图 1-3 垂直线的画法

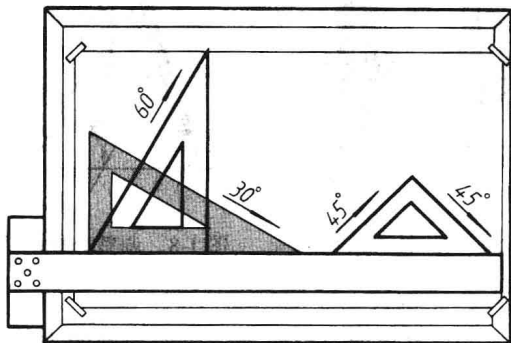


图 1-4 倾斜线的画法

四、圆规

圆规主要用来画圆或圆弧。圆规的附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等。

画圆时，圆规的钢针应使用有肩台的一端，并使肩台与铅心尖平齐。

圆规的使用方法如图 1-5、图 1-6 所示。

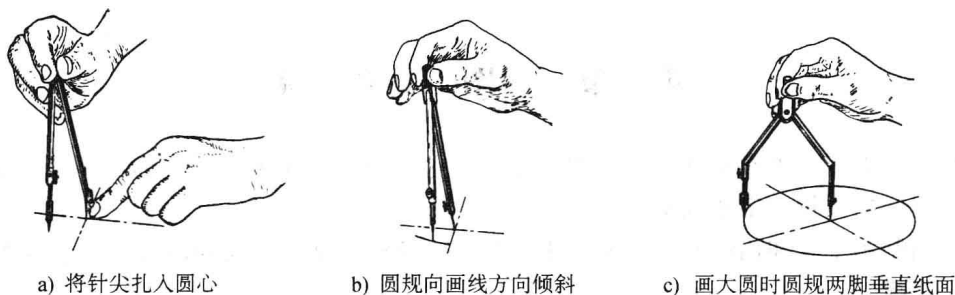


图 1-5 圆规的用法

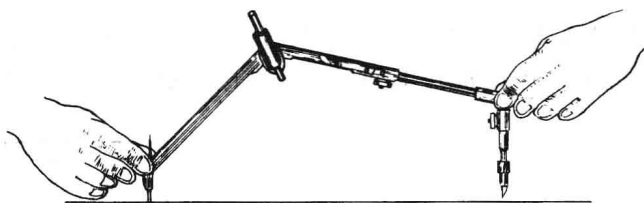


图 1-6 加入延伸插杆，用双手画较大半径的圆

五、分规

分规是用来截取尺寸、等分线段和圆周的工具。

分规的两个针尖并拢时应对齐，如图 1-7a 所示；调整分规两脚间距离的手法如图 1-8 所示；用分规截取尺寸的手法如图 1-9 所示。

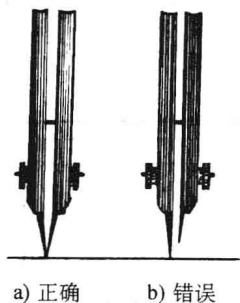


图 1-7 针尖对齐

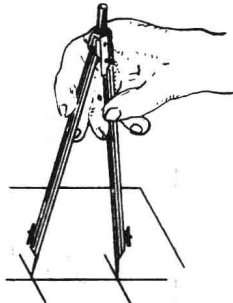


图 1-8 调整分规的手法

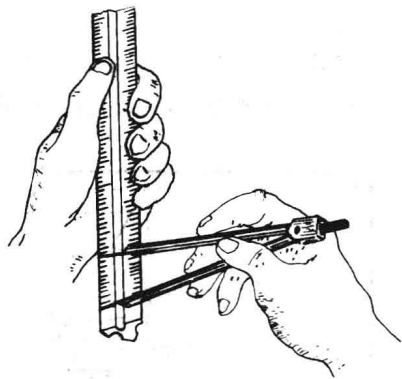


图 1-9 截取尺寸的手法

六、比例尺

比例尺是尺面上刻有不同比例刻度的直尺，其形式有很多种，最为常见的形式如图 1-24 所示。它的尺面上刻有 6 种不同比例的刻度，当绘图的比例确定后，即可直接从尺面上量取尺寸来

作图，无需另行计算。

如在尺面上标记 1:100 或 1:1000 的比例，在机械制图中可作 1:1 使用，即每一小格刻度为 1mm (图 1-10a)；标记 1:200 或 1:2000 的比例，可作 1:2 使用，即每一小格刻度为 2mm (图 1-10b)；比例尺还可以用作放大尺，如以 1:500 作 2:1 使用，即每一小格刻度为 0.5mm (图 1-10c)。

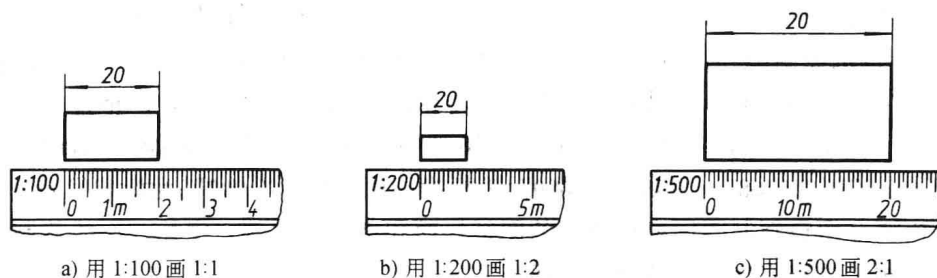


图 1-10 比例尺的用法

七、铅笔

铅笔分硬、中、软三种。标号有：6H、5H、4H、3H、2H、H、HB、B、2B、3B、4B、5B 和 6B 等十三种。6H 为最硬，HB 为中等硬度，6B 为最软。

绘图形底稿时，建议采用 H 或 2H 铅笔，并削成尖锐的圆锥形；描黑底稿时，建议采用 HB、B 或 2B 铅笔，削成扁铲形。铅笔应从没有标号的一端开始使用，以便保留软硬的标号，如图 1-11 所示。

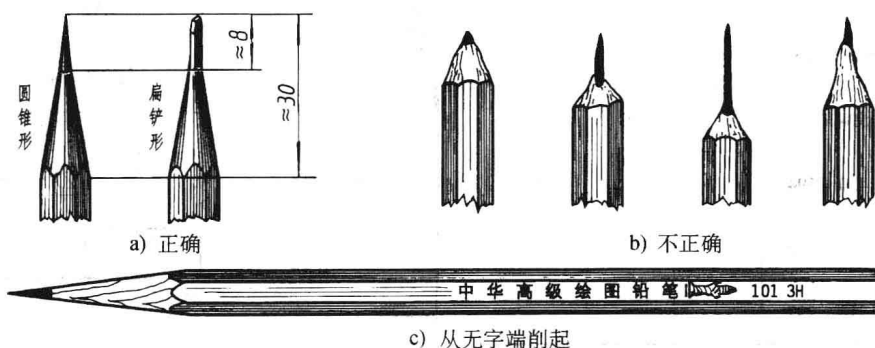


图 1-11 铅笔的削法

八、绘图纸

绘图纸的质地坚实，用橡皮擦试不易起毛。必须用图纸的正面画图。识别方法是用橡皮擦拭几下，不易起毛的一面即为正面。

画图时，将丁字尺尺头靠紧图板，以丁字尺上缘为准，将图纸摆正，然后绷紧图纸，用胶带纸将其固定在图板上。当图幅不大时，图纸宜固定在图板左下方，图纸下方应留出足够放置丁字尺的地方，如图 1-12 所示。

除上列工具和用品外，必备的绘图用品还有橡皮、小刀、砂纸、胶带纸等。

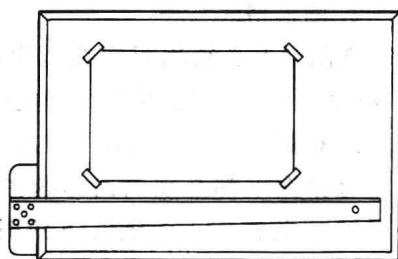


图 1-12 固定图纸的位置

第二节 国家标准《技术制图》与《机械制图》的基本规定

机械图样是工程界的技术语言。为了便于生产、管理和进行对外技术交流,国家标准《技术制图》与《机械制图》对图样的画法和尺寸注法等有关内容都作了统一的规定,它们不仅是图样绘制与使用的准绳,也是制图教学的根本依据,因此,我们必须严格遵守。

国家标准,简称国标,代号为“GB”(“GB/T”为推荐性国标)。例如,“图纸幅面”的相应标准编号是 GB/T 14689—1993。“14689”为标准的顺序号,“1993”为标准发布的年份。

本节摘要介绍最新制图国家标准中的图纸幅面和格式、比例、字体、图线等制图的基本规定,其他相关内容将在以后章节中叙述。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制技术图样时,应优先选用基本幅面(表 1-1)。基本幅面共有五种,其尺寸关系如图 1-13 所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

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

注: e 、 c 、 a 为留边宽度,参见图 1-14。

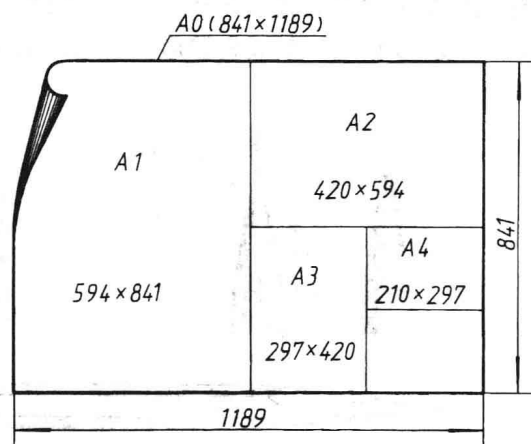


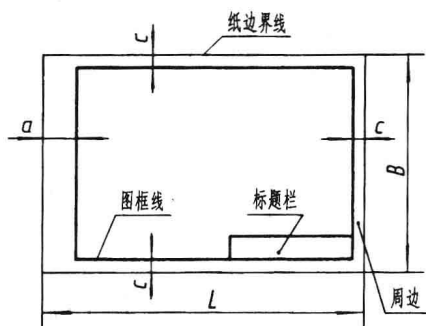
图 1-13 基本幅面的尺寸关系

2. 图框格式

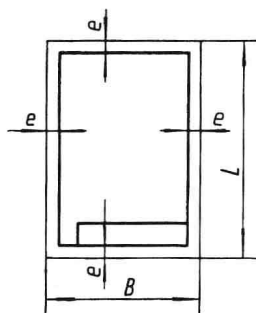
在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留装订边(图 1-14a)和不留装订边(图 1-14b)两种(同一产品的图样只能采用一种格式),尺寸按表 1-1 的规定。

3. 标题栏的方位与看图方向

每张图纸都必须画出标题栏。标题栏的方位与看图方向密切相联,共有两种情况:一是当标题栏位于图纸右下角时,应按着标题栏的方向看图(图 1-14)。二是当标题栏位于图纸右上角时(见图 1-15。当利用预先印制的图纸绘图时将出现这种情况),应按“方向符号”指示的方向看图。该图中位于图纸各边中点处的粗实线短画为“对中符号”,所有图样均应画出,其作用是为图样复制和缩微摄影时定位提供方便。方向符号应在下边的对中符号处画出。



a) 留装订边



b) 不留装订边

图 1-14 图框格式

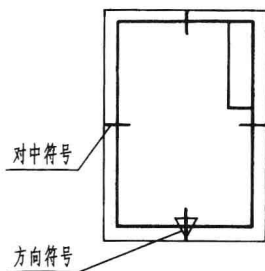


图 1-15 对中符号与看图方向

标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—1989 的规定画出。在制图作业中建议采用图 1-16 的格式和尺寸。

57			15	45	(13)	7 4 × 7 = (28)
(图 名)			比 例	材 料	图 号	
制 图	(姓 名)	(学号)	(校名、班级)			
审 核						
12	25	20	(73)			
130						

图 1-16 制图作业标题栏的格式

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 等。
- (4) 缩小比例 比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

2. 比例系列

- 1) 需要按比例绘制图样时，应由表 1-2 “优先选择系列” 中选取适当的比例。
- 2) 必要时，也允许从表 1-2 “允许选择系列” 中选取。

表 1-2 比例系列

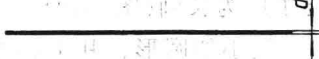
种 类	优先选择系列			允许选择系列				
原值比例	1:1			—				
放大比例	5:1	2:1		4:1	2.5:1			
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$			
缩小比例	1:2	1:5	1:10	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

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

国家标准《技术制图》、《机械制图》规定了图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的应用。机械图样中常用线型的名称、型式等见表 1-4。图线应用示例见图 1-18。

表 1-4 图 线

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	应用举例
粗实线		d	可见轮廓线、相贯线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、过渡线
细点画线		$d/2$	轴线 对称中心线
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 视图与剖视图的分界线
粗点画线		d	限定范围的表示线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线、轨迹线

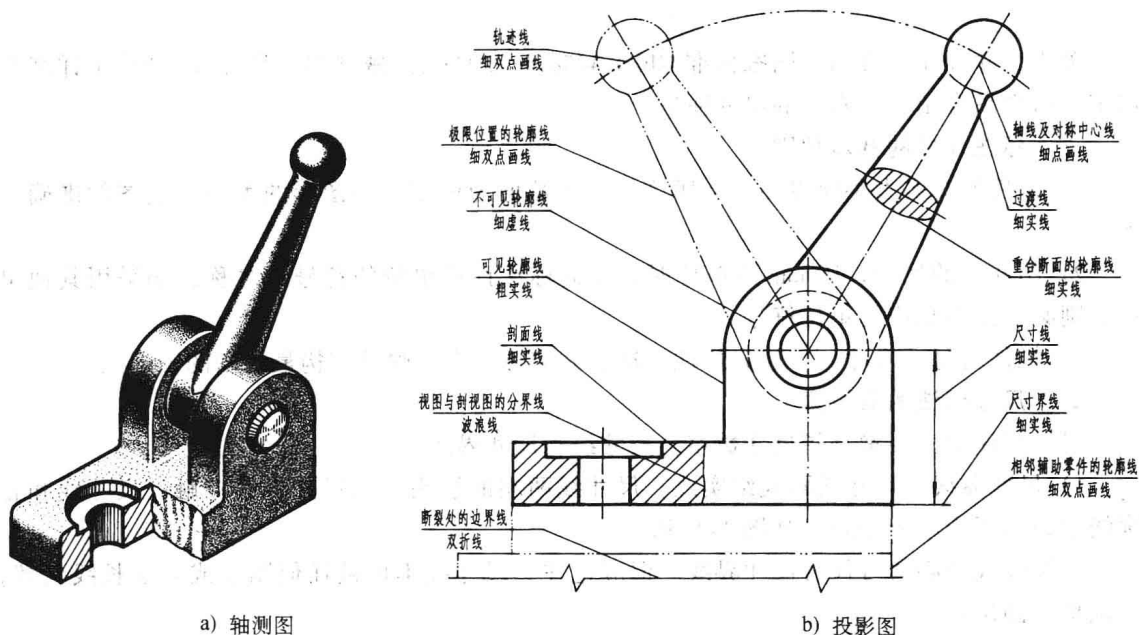


图 1-18 各种图线应用举例

1. 图线宽度

图线分粗细两种, 其宽度比率为 2:1。图线的宽度数列为 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。手工绘图时, 粗实线的宽度通常为 0.5~1mm。

2. 图线画法

1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。

2) 点画线应以长画相交。点画线的起始与终了应为长画(图 1-19)。

3) 细点画线超出图形轮廓约 5mm(图 1-20a)。较小的圆形, 其中心线可用细实线代替, 超出图形约 3mm(图 1-20b)。

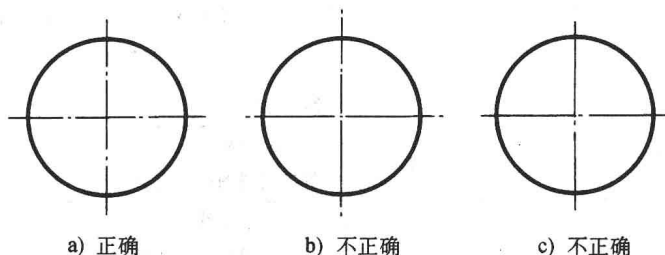


图 1-19 画点画线的正误例子

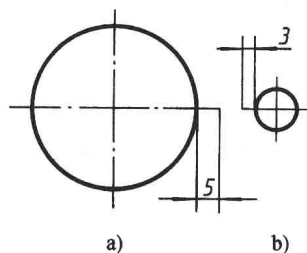


图 1-20 圆的中心线画法

第三节 尺寸注法

尺寸是图样中的重要内容之一, 是制造零件的直接依据, 也是图样中指令性最强的部分。

关于尺寸标注的规则, 国家标准 GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》作了详细的规定, 这里只介绍一些常见的尺寸注法。

一、标注尺寸的基本规则

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 mm 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, 则必须注明相应的单位符号。

3) 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、尺寸标注的三要素

尺寸标注的三要素是指尺寸数字、尺寸线和尺寸界线。

1) 尺寸界线和尺寸线画成细实线; 尺寸线两端的箭头应与尺寸界线接触; 尺寸线和轮廓线的距离不应小于 7mm, 如图 1-21 所示。

轮廓线或中心线可代替尺寸界线。但应记住: 尺寸线不可被任何图线或其延长线代替, 必须单独画出。

2) 尺寸线终端的箭头, 其长度为 $\geq 6d$, 箭头形状如图 1-22a 所示。

3) 线性尺寸的数字, 一般应填写在尺寸线的上方, 如图 1-21 所示。

尺寸数字的方向, 应按图 1-23 所示的方向注写, 并应尽可能避免在图示 30° 范围内标注

尺寸。当无法避免时，可按图 1-24 所示的形式标注。

尺寸数字不允许被任何图线所通过。当不可避免时，必须把图线断开。

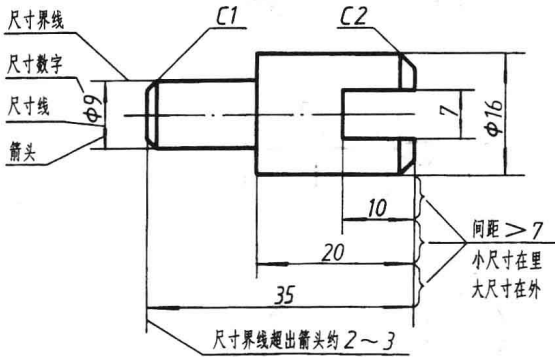


图 1-21 尺寸的组成及标注示例

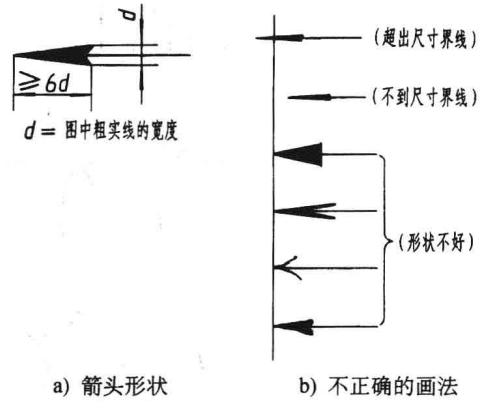


图 1-22 箭头的画法

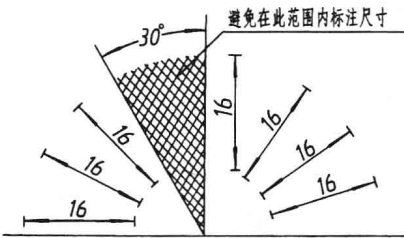


图 1-23 尺寸数字

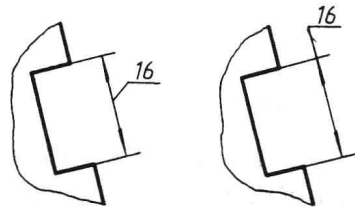


图 1-24 尺寸数字

三、常见尺寸的注法

1. 线性尺寸的注法

标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线 2~3mm。尺寸数字应按图 1-23 所示方向注写(标注示例见图 1-21)。

2. 圆、圆弧及球面尺寸的注法

- 1) 圆须注出直径，且在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”，注法如图 1-25a 所示。
- 2) 圆弧须注出半径，且在尺寸数字前加注符号“R”，注法如图 1-25b 所示。
- 3) 标注球面的直径或半径时，应在符号“ ϕ ”或“R”前加注符号“S”，注法如图 1-26 所示。

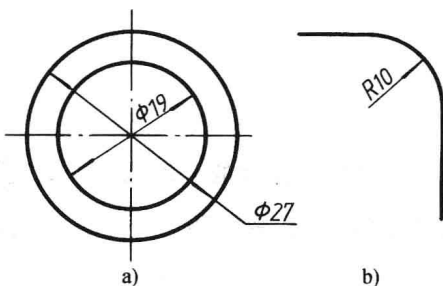


图 1-25 圆及圆弧尺寸注法

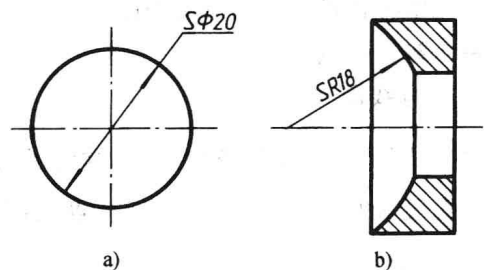


图 1-26 球面尺寸注法