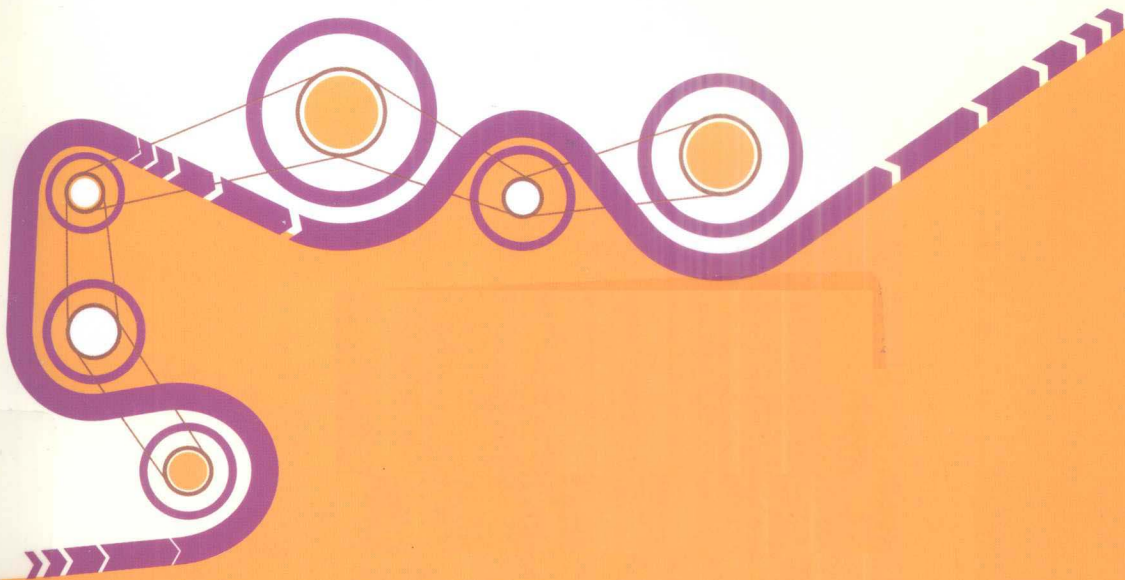


高职高专机电类工学结合模式教材

机械制图

王德俊 主编
赵冬晗 任艳霞 副主编
罗大金 主审

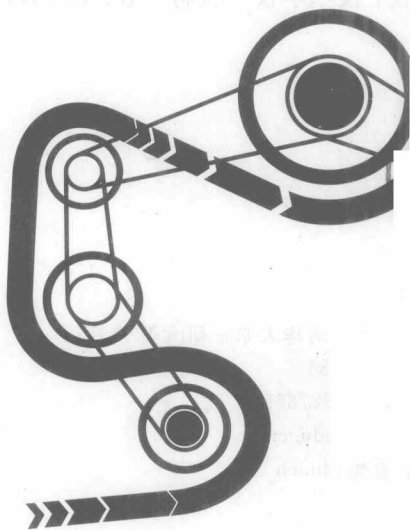


清华大学出版社

高职高专机电类工学结合模式教材

机械制图

王德俊 主编
赵冬晗 任艳霞 副主编
罗大金 主审



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从点、直线、平面到几何体、切割体、组合体,再到零件图、装配图的每一部分,都融进了看图内容,启发学生看图的思路,强化学生形象思维能力的培养,总结了作者多年来从事教学、科研和生产的实践经验。

全书共分 11 章,主要包括制图的基本知识、三视图基础、立体的投影、组合体的看图与绘图、轴测图、机件的基本表达方法、常用件和标准件、零件图和装配图的知识。本书有些部分如立体的投影、组合体、轴测图等看图的图例较多,主要是结合教学内容适时为学生提供看图材料。

本书供高职高专院校机械类专业作教材;也可供其他机电类专业和工厂企业等有关的工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/王德俊主编. —北京:清华大学出版社,2010.6

(高职高专机电类工学结合模式教材)

ISBN 978-7-302-21963-7

I. ①机… II. ①王… III. ①机械制图—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 018566 号

责任编辑:贺志洪

责任校对:袁芳

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20 字 数:455 千字

版 次:2010 年 6 月第 1 版 印 次:2010 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:33.00 元

产品编号:036282-01



机械制图作为高等职业院校机械类和近机类各专业的核心课程之一,对学生职业技能的学习和形成起着关键性、基础性的作用。《机械制图》在编写过程中,充分考虑老师和学生的现状以及企业的实际需求,使教学内容、教学方法与教学手段相协调,注重知识的实践应用,将抽象的问题具体化,将复杂的理论简单化,将理论知识实践化,强调培养学生的绘图识图能力、空间思维能力、徒手绘图能力和工程应用能力。为此,作者在多年从事教学、科研和生产实践的基础上,参考了国内外大量有关机械制图方面的专著和最新技术资料以及最新制图国家标准,结合机械行业的生产实际,整理编写了此书。

本书以“绘图与看图”为主线,对传统的教学内容进行了重组和整合,看图内容始终“不断线”,从点、直线、平面到几何体、切割体、组合体,再到零件图、装配图的每一部分,都融进了看图内容。同时,更换了部分较难的图例,删除了与看图、绘图关系不太密切的内容,适当降低了理论要求。在内容处理上,注重看图时的逆向思维训练,启发学生看图的思路,强化学生构形能力和形象思维能力,以适应培养生产一线高素质技能型人才的需要。

全书内容共分11章,以培养学生看图与绘图技能为目的,从制图的基本知识、三视图基础、立体的投影、组合体的看图与绘图、轴测图,到机件的基本表达方法、常用件和标准件、零件图、装配图的知识,层层展开,步步推进。内容由简单到复杂,由理论到实际应用。本书的前9章为必学内容,后两章为选学内容。应该指出,本书有些部分如立体的投影、组合体、轴测图等看图的图例较多,且部分图例有一定难度,但书中的图例并不需要教师逐题讲解,也并非要求学生全部看懂。我们的意图是结合教学内容适时为学生提供一些看图材料,希望通过教师的引导,使学生从中悟出一些对看图与绘图有益的东西。

本书由鹤壁职业技术学院王德俊、姚志英、杨晓红,濮阳职业技术学院赵冬晗、王亚辉、郑晓利和济源职业技术学院任艳霞、刘红艳编写。由王德俊任主编,赵冬晗、任艳霞为副主编。本书由河南科技大学罗大金教授主审。各章编写的具体分工如下:王德俊编写绪论、第1章、第3章;姚志英编写第2章和附录;杨晓红编写第4章、第5章;郑晓利编写第6章;王亚辉编写第7章;任艳霞编写第8章;刘红艳编写第9章;赵冬晗编写第10章、第11章。全书由王德俊负责统稿和修改。

本书供高职高专院校、高等工程专科学校以及成人高等院校机械类各专业作教材；也可供其他机电类专业和工厂企业等有关的工程技术人员参考。

需特别说明的是，书中选用了部分图书、期刊上的论述和一些企业生产中的图、表等精彩资料。本书在编写过程中得到了有关企业、兄弟院校的大力支持和帮助，编者在此一并表示衷心的感谢。同时感谢所引用文献的作者，他们的辛勤劳动使本书的内容更加充实且富有特色。

由于作者水平有限，时间仓促，书中难免有欠妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2009年8月



绪论	1
第 1 章 制图基本知识	4
1.1 常用绘图工具及其使用方法	4
1.2 工程制图的基本规定	9
1.3 尺寸的标注方法	17
1.4 常用几何作图	20
1.5 绘制平面图形的的方法和步骤	29
1.6 徒手画图的技巧	31
第 2 章 正投影基础	34
2.1 投影的基本知识	34
2.2 物体的三视图	35
2.3 点的投影	37
2.4 直线的投影	44
2.5 平面的投影	53
第 3 章 立体的投影	62
3.1 平面立体的投影	62
3.2 回转体的投影	65
3.3 切割体的投影	70
3.4 相贯体的投影	83
3.5 切割体与相贯体的尺寸注法	90
第 4 章 组合体的画图与读图	91
4.1 组合体的形体分析	91
4.2 组合体视图的画法	94
4.3 看组合体视图的方法	96
4.4 组合体的尺寸注法	103
4.5 组合体的构形设计	105

第 5 章 轴测图	108
5.1 轴测投影的基本知识	108
5.2 正等轴测图的画法	111
5.3 斜二等轴测图的画法	117
5.4 轴测剖视图的画法	120
5.5 轴测草图的画法	122
第 6 章 机件常用的表达方法	124
6.1 视图	124
6.2 剖视图	128
6.3 断面图	138
6.4 简化画法与其他表达方法	141
6.5 表达方法的综合应用	144
6.6 第三角画法简介	146
第 7 章 标准件与常用件	150
7.1 螺纹	150
7.2 常用螺纹紧固件	160
7.3 齿轮	166
7.4 键连接和销连接	174
7.5 滚动轴承	178
7.6 弹簧	182
第 8 章 零件图	185
8.1 零件图的作用和内容	185
8.2 零件图的视图选择	186
8.3 零件图的尺寸标注	188
8.4 零件图上的技术要求	195
8.5 零件的工艺结构	213
8.6 典型零件的图例分析	218
8.7 零件测绘	224
8.8 读零件图	231
第 9 章 装配图	234
9.1 装配图概述	234
9.2 装配图的表达方法及规定画法	236
9.3 装配图的尺寸标注和技术要求	239

9.4	装配图的零件序号和明细栏	240
9.5	常见的装配工艺结构	242
9.6	部件测绘和装配图的画法	244
9.7	读装配图与拆画零件图	250
第 10 章	其他工程图样简介	257
10.1	展开图	257
10.2	焊接图	269
第 11 章	投影变换——换面法	279
11.1	换面法的基本概念	279
11.2	点的投影变换	280
11.3	线的投影变换	282
11.4	面的投影变换	285
11.5	应用举例	286
附录 A	螺纹	290
附录 B	螺纹紧固件	293
附录 C	销和键	300
附录 D	常用的滚动轴承	303
附录 E	常用的结构形状及尺寸	306
参考文献	309

机械制图是用图样确切表示机械的结构形状、尺寸大小、工作原理和技术要求的学科。图样由图形、符号、文字和数字等组成,是表达设计意图和制造要求以及交流经验的技术文件,常被称为工程界的语言。

1. 图样概述

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,作为高等技术人才,必须具有画图和看图的本领。

用图来状物记事的起源很早,如中国宋代苏颂和赵公廉所著《新仪象法要》中已附有天文报时仪器的图样,明代宋应星所著《天工开物》中也有大量的机械图样,但尚不严谨。1799年,法国学者蒙日发表《画法几何》著作,自此机械图样中的图形开始严格按照画法几何的投影理论绘制。

20世纪前,图样都是利用一般的绘图工具手工绘制的。20世纪初出现了机械结构的绘图机,提高了绘图的效率。20世纪下半叶出现了计算机绘图,将需要绘制的图样编制成程序输入计算机,计算机再将其转换为图形信息输给绘图仪绘出图样,或输送给由计算机控制的自动机床进行加工。

图样一般需要描绘成透明底图,用透明底图洗印出蓝图或用氨熏出紫图。20世纪中期出现了静电复印机,这种复印机可将原图样直接进行复制,并可图放大或缩小。采用这种新技术可以省去描图工序。

2. 制图的有关规定

为使人们对图样中涉及的格式、文字、图线、图形简化和符号含义有一致的理解,人们在实践中逐渐制定出统一的规格,并发展成为机械制图标准。各国一般都有自己的国家标准,国际上有国际标准化组织制定的标准。中国的机械制图国家标准制定于1959年,后在1974年和1984年进行过两次较大的修订。1993—2003年陆续修订1985年实施的《机械制

图》国家标准,目前国家质量监督检验检疫总局颁布并实施的机械制图国家标准绝大部分已与国际标准(ISO)接轨。

在机械制图标准中规定的项目有图纸幅面及格式、比例、字体和图线等。在图纸幅面及格式中规定了图纸标准幅面的大小和图纸中图框的相应尺寸。比例是指图样中的尺寸长度与机件实际尺寸的比例,除允许用1:1的比例绘图外,只允许使用标准中规定的缩小比例和放大比例进行绘图。

在中国,规定汉字必须按长仿宋体书写,字母和数字按规定的结构书写。图线规定有8种规格,如用于绘制可见轮廓线的粗实线、用于绘制不可见轮廓线的虚线、用于绘制轴线和对称中心线的细点画线、用于绘制尺寸线和剖面线的细实线等。

表达机械结构形状的图形,常用的有视图、剖视图和剖面图等。视图是按正投影法即机件向投影面投影得到的图形。按投影方向和相应投影面的位置不同,视图分为主视图、俯视图和左视图等。视图主要用于表达机件的外部形状。图中看不见的轮廓线用虚线表示。机件向投影面投影时,观察者、机件与投影面三者之间有两种相对位置。机件位于投影面与观察者之间时称为第一角投影法。投影面位于机件与观察者之间时称为第三角投影法。两种投影法都能同样完善地表达机件的形状。中国国家标准规定采用第一角投影法。

剖视图是假想用剖切面剖开机件,将处在观察者与剖切面之间的部分移去,将其余部分向投影面投影而得到的图形。剖视图主要用于表达机件的内部结构。剖面图则只画出切断面的图形,常用于表达杆状结构的断面形状。对于图样中某些作图比较烦琐的结构,为提高制图效率允许将其简化后画出,简化后的画法称为简化画法。机械制图标准对其中的螺纹、齿轮、花键和弹簧等结构或零件的画法有明确的规定。图样是依照机件的结构形状和尺寸大小按适当比例绘制的。图样中机件的尺寸及尺寸线、尺寸界线和箭头指明被测量的范围,用数字标明其大小。在机械图样中,数字的单位规定为毫米,但不需注明。对直径、半径、锥度、斜度和弧长等尺寸,在数字前分别加注符号予以说明。制造机件时,必须按图样中标注的尺寸数字进行加工,不允许直接从图样中量取图形的尺寸。要求在机械制造中必须达到的技术条件,如尺寸公差与配合、形位公差、表面粗糙度、材料及其热处理要求等均应按机械制图标准在图样中用符号、文字和数字进行说明或予以标明。

机械图样主要有零件图和装配图,此外还有布置图、示意图和轴测图等。零件图表达零件的形状、大小以及制造和检验零件的技术要求;装配图表达机械中所属各零件与部件间的装配关系和工作原理;布置图表达机械设备在厂房内的位置;示意图表达机械的工作原理,如表达机械传动原理的机构运动简图、表达液体或气体输送线路的管道示意图等。示意图中的各机械构件均用符号表示。轴测图是一种立体图,直观性强,是常用的一种辅助用图样。

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。

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。

3. 本课程的任务和要求

机械制图是工科高等职业院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 能够绘制和识读中等复杂程度的零件图和装配图。
- ④ 能够正确地使用常用的绘图工具并具有绘制草图的技能。
- ⑤ 培养和发展学生的空间想象能力。
- ⑥ 培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度,培养学生的创新精神和实践能力。

4. 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”的学习打好铺垫。

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、看图的关键。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。

(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,本课程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”,为专业基础课和专业课的学习及毕业后的工作打下坚实的基础。

制图基本知识

1.1 常用绘图工具及其使用方法

常用的绘图工具和仪器有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、比例尺、铅笔、曲线板等。“工欲善其事，必先利其器”，要提高绘图的准确度和效率，必须正确地使用这些绘图工具和仪器。

1. 图板和丁字尺

图板是供铺放、固定图纸用的矩形垫板，如图 1-1 所示。图板一般用胶合板制成，板面要求平整光滑，左侧为导边，必须平直。使用时，应注意保持图板的整洁完好。

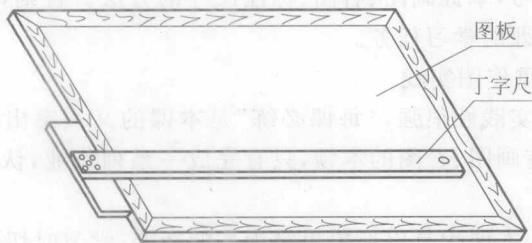


图 1-1 图板和丁字尺

丁字尺由尺头和尺身构成，如图 1-1 所示，它是用来画水平线的长尺。

图板和丁字尺配合使用时，丁字尺的尺头内侧必须靠紧图板的导边，用左手推动丁字尺上、下移动。移动到所需位置后，改变手势，压住尺身，用右手由左至右画水平线，如图 1-2 所示。

2. 三角板

三角板由 45° 和 $30^\circ \sim 60^\circ$ 的两块合成为一副。三角板和丁字尺配合使用，可画出垂直线、倾斜线，如图 1-3 所示；此外，这两块三角板配合还可以画出一些常用的特殊角度，如 15° 、 75° 和 105° 等。

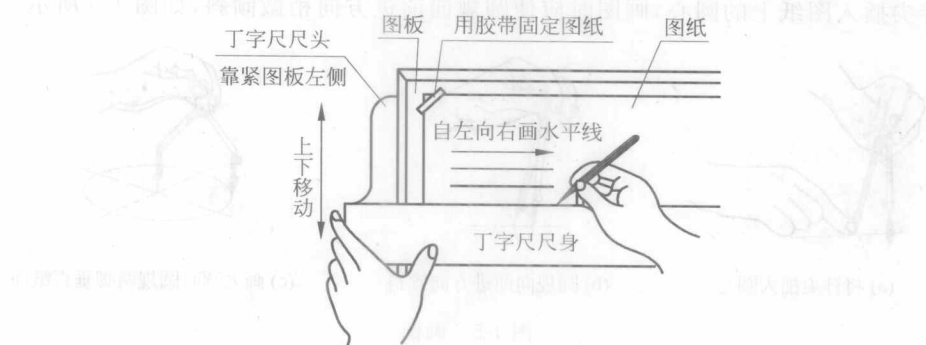


图 1-2 用丁字尺画水平线

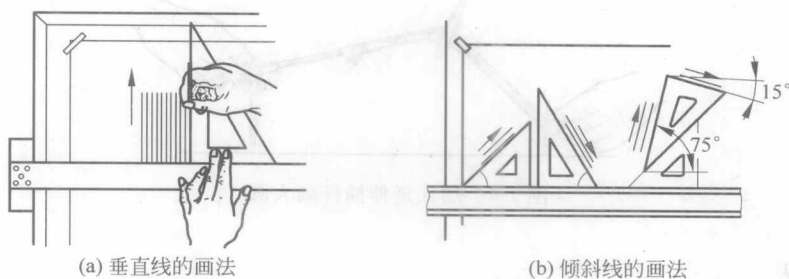


图 1-3 三角板与丁字尺配合画垂直线和倾斜线

在制图中将两块三角板配合使用,还可以画出已知直线的平行线或垂直线,具体做法如图 1-4 所示。

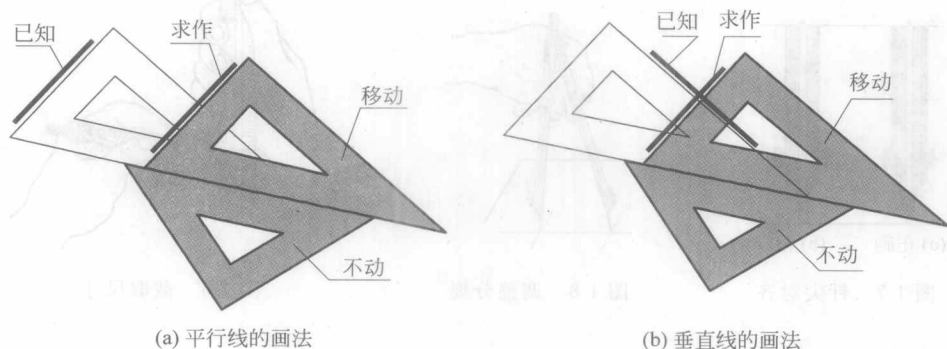


图 1-4 画已知直线的平行线和垂直线

3. 圆规

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

使用前应先调整针脚,圆规的钢针应使用有肩台的一端,并使针尖略长于铅芯,使用

时将针尖插入图纸上的圆心,画图时应使圆规向前进方向稍微倾斜,如图 1-5 所示。



图 1-5 画圆

画直径更大的圆时,应使用延伸插杆,并双手同时操作圆规,如图 1-6 所示。

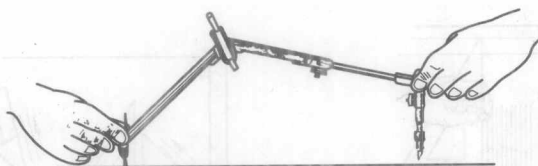


图 1-6 加入延伸插杆画大圆

4. 分规

分规是用来截取尺寸、等分线段和圆周的工具有。

分规的两个针尖并拢时应对齐,如图 1-7(a)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。

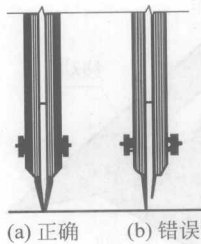


图 1-7 针尖对齐

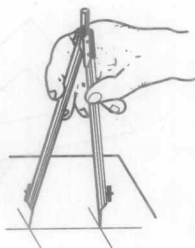


图 1-8 调整分规

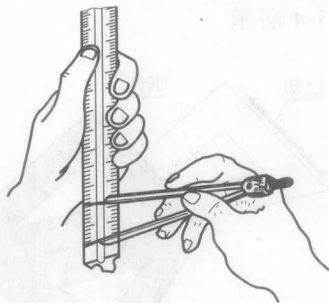


图 1-9 截取尺寸

5. 比例尺和曲线板

比例尺俗称三棱尺,是供绘制不同比例的图形用的,如图 1-10 所示。

使用时,将比例尺放在图纸的绘图部位,根据所需的刻度用笔尖在图纸上作一记号,或用针尖扎一小孔,当同一尺寸需要次数较多时,可用分规在其上量出(注意不要损坏尺面),再在图线上截取,如图 1-9 所示。

比例尺只用来量取尺寸,不可作直尺画线用。

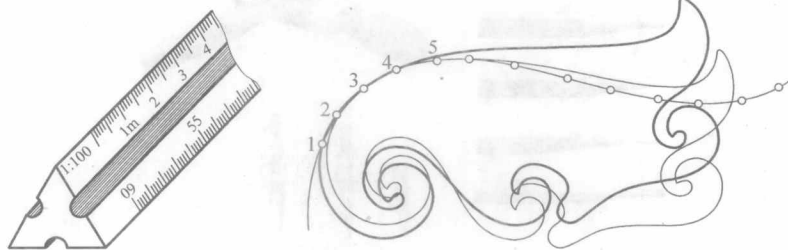


图 1-10 比例尺和曲线板

曲线板用于绘制不规则的非圆曲线。使用时,应先徒手将曲线上各点轻轻地依次连成光滑的曲线,然后在曲线上找出足够的点,如图 1-10 所示。至少可使其画线边通过 1、2、3 点,在画出 1、2、3 点后,再移动曲线板,使其重新与 3 点相吻合,并画出 3 到 4 乃至 5 点间的曲线,以此类推,完成非圆曲线的作图。

描画对称曲线时,最好先在曲线板上标上记号,然后翻转曲线板,便能方便地按记号的位置描画对称曲线的另一半。

6. 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 13 种。6H 为最硬,HB 为中等硬度,6B 为最软。

绘制图形底稿时,建议采用 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,用来画粗实线。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。

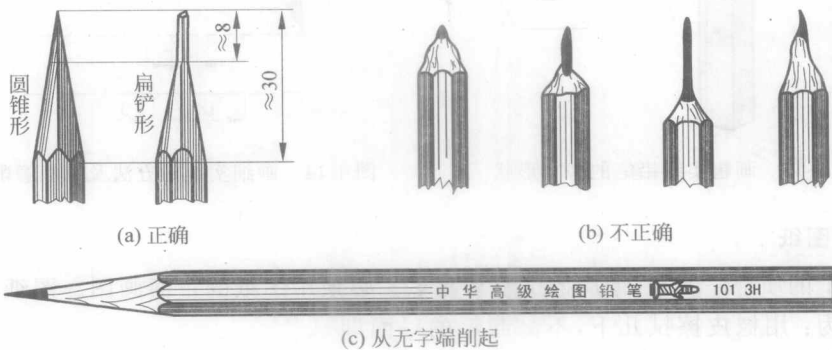


图 1-11 铅笔的削法

写字时,建议采用 HB 型号铅笔并削成圆锥形,铅笔的磨削形状如图 1-12 所示。

(1) 粗实线铅笔的修理和使用。粗实线是图样中最重要的图线,为了把粗实线画得均匀整齐,必须正确使用和修整铅笔。绘制粗实线一般使用 HB、B 或 2B 铅笔,使用时将铅芯修理成长方体形,如图 1-13 所示,图中的“b”为粗实线的宽度。

画线时用矩形的短棱与纸面接触,长方体铅芯的宽侧面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。一般长度较长的粗实线需要来

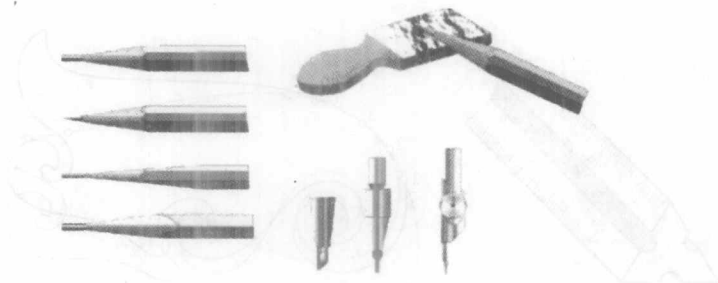


图 1-12 铅笔的磨削形状

回重复加粗两次。

(2) 细实线铅笔的修理和使用。画细实线、虚线、点画线等细线所用的铅笔型号为 H 或 2H, 将铅笔修理成圆锥形, 如图 1-14 所示。当铅笔磨秃后要及时修理, 不要凑合着画。绘制虚线和点画线时, 初学者要边画边数丁字尺或三角板上的毫米数, 这样经过一段时间的练习后, 画出的虚线和点画线的线段长度才能整齐相等。

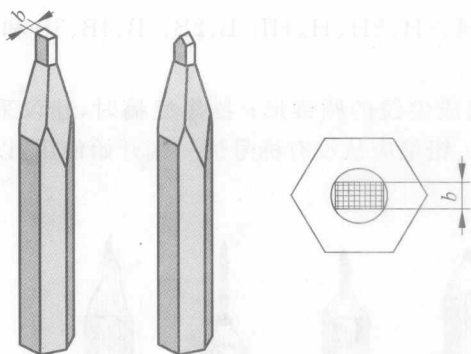


图 1-13 画粗实线铅笔的磨削形状

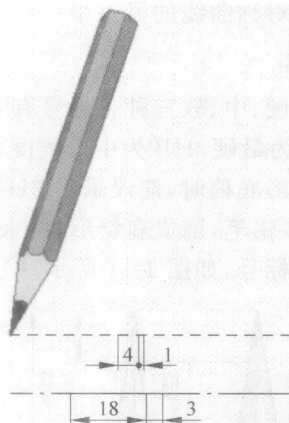


图 1-14 画细实线的方法及铅笔磨削形状

7. 绘图纸

绘图纸的质地坚实, 用橡皮擦拭不易起毛。必须用图纸的正面画图。图纸正反面的识别方法为: 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 1-15 所示。

除上述工具和用品外, 必备的绘图用品还有橡皮、小刀、砂纸和胶带纸等。

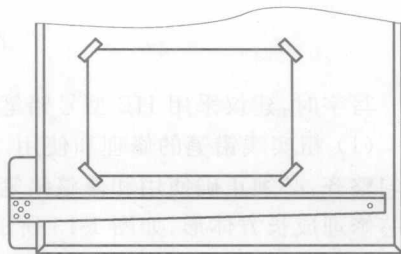


图 1-15 固定图纸的位置

1.2 工程制图的基本规定

国家标准《技术制图》是一项基础技术标准,是工程界各种专业技术图样的通则性规定;国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准。它们都是绘制、识读和使用图样的准绳,因此我们必须认真学习和遵守这些规定。

现以“GB/T 4458.1—2002《机械制图 图样画法 视图》”为例,说明如下。

国家标准(简称“国标”)由标准编号(GB/T 4458.1—2002)和标准名称(机械制图图样画法 视图)两部分构成。“GB”是国标两字的拼音缩写,与 GB 用斜线相隔的“T”表示“推荐性标准”,“4458.1”表示标准的顺序号,“2002”表示标准的批准年号;标准名称则表示这是机械制图标准图样画法中的视图部分。

本节将介绍制图标准中的图纸幅面、比例、字体和图线等基本规定中的主要内容。

1.2.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面指图纸尺寸规格的大小,图纸幅面(简称图幅)即图纸的面积,用图纸的短边 \times 长边 $=B\times L$ 表示。为了使图纸幅面统一,便于装订和保管以及符合缩微复制原件的要求,绘制技术图样时,应按以下规定选用图纸幅面。

(1) 应优先采用基本幅面。基本幅面共有 5 种,其尺寸关系如表 1-1 所示,不同幅面的关系如图 1-16 所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (单位: mm)

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

注: e 、 c 、 a 为留边宽度,参见图 1-17、图 1-18。

(2) 必要时允许选用加长幅面。特殊情况绘图需要时,也允许选用加长幅面,但加长幅面的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

图框是指在图纸上绘图范围的界限。在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为两种,一种是不留装订边的图纸格式,如图 1-17 所示,另一种是留装订边的图纸格式,如图 1-18 所示。这里应当注意,同一产品的图样只能采用一种格式,尺寸按表 1-1 的规定。

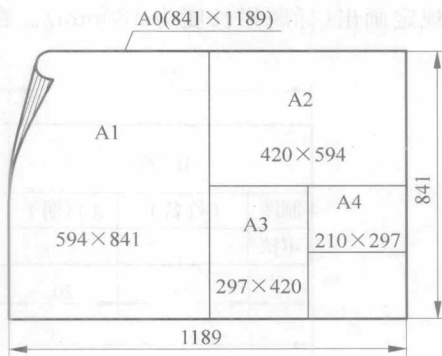


图 1-16 基本幅面的尺寸关系