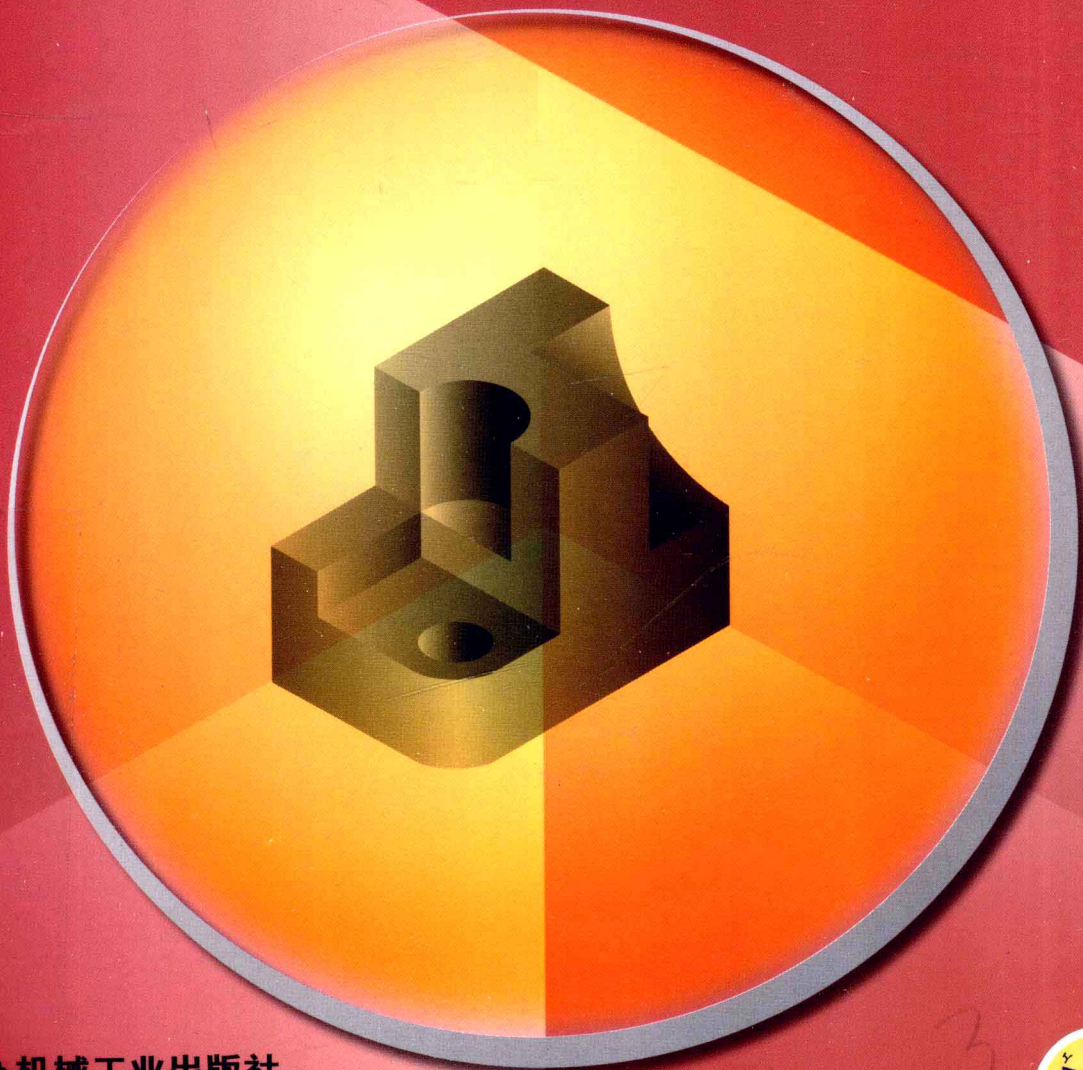


技工学校“十二五”规划教材

机械制图

第3版

金大鹰 主编



技工学校“十二五”规划教材

机 械 制 图

第3版

金大鹰 主编

机 械 工 业 出 版 社

本书依据教育部2009年颁布并于2010年实施的中等职业学校《机械制图教学大纲(多学时)》的基本要求,在技工学校规划教材《机械制图》第2版的基础上,按最新机械制图国家标准修订而成。

本书的教学内容由基础模块、选学模块和综合实践模块三部分组成。基础模块的内容为前八章,即:制图基本知识、投影基本知识、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、装配图;选学模块的内容为后三章,即:展开图、焊接图和管路图(另有“第三角画法”编入第五章);综合实践模块,以测绘教学为主。

本书为技工学校、中等专业学校、职业高中机械类和近机械类各专业的通用教材,也可作为职工中专、电视中专、职业培训教材。与本书配套使用的《机械制图习题集》第3版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. —3版. —北京:机械工业出版社,2010.11
技工学校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-32227-6

I. ①机… II. ①金… III. ①机械制图—技工学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第200422号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:杨民强 责任编辑:杨民强 责任校对:刘志文

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011年1月第3版第1次印刷

184mm×260mm·17.25印张·423千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-32227-6

定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版



第3版前言

本书依据教育部2009年颁布并于2010年实施的中等职业学校《机械制图教学大纲(多学时)》的基本要求,在技工学校规划教材《机械制图》第2版的基础上,按最新机械制图国家标准修订而成。

本书的教学内容由基础模块、选学模块和综合实践模块(以测绘教学为主)三部分组成。基础模块的内容为前八章,即制图基本知识、投影基本知识、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、装配图。这是各专业学生必修的基础性内容和应达到的基本要求。选学模块的内容为后三章,即展开图、焊接图、管路图(另有第五章机件表达方法中的一节——“第三角画法”)。选学模块是由学校根据各专业培养要求的实际需要而自主确定的选择性内容。综合实践模块是本课程的综合应用部分,以测绘教学为主。应在完成基础模块和选学模块教学之后集中一周进行,以提高学生的综合实践能力。

本书仍保持第2版的知识体系,突出“以看图为主,画图为辅”的职教特色。具体编写思路如下:

1. 在体系的编排上:①从投影作图开始,即将看图与画图揉在了一起,并以其轴测图画法为媒介,着力阐明物、图之间相互的转化关系。②将“线框的含义”提前在第二章(几何体投影之后)详细讲述,并随之编入了“识读一面视图”等内容。这样,在识读一面视图时,将使学生的理解加深(即运用线框去分析“面与面”间的相对位置和“体与体”间的凹凸关系);提早了解“一面视图不能确定物体形状”等一系列看图要领问题;强化看图时的逆向思维训练,有助于打通看图思路、培养构形能力和积累基本体的形象储备。在组合体读图阶段,上述知识还将予以强调,这种螺旋式深入的讲授,有利于提高学生的看图技能。

2. 在内容的处理上:①以组合体为界,此前的内容重在打基础,写得较为详尽,例题、例图也都较多(教学、练习时数应向该部分倾斜);此后的部分写得较为粗略,全面介绍了生产图样应具备的内容。②看图内容“不断线”,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,每一部分都编写了看图内容。应该指出,有些部分(如几何体、切割体、剖视图等)的看图题例较多,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。目的是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(类似带答案的选作题),使他们从中悟出一些对看图有益的东西。

由于各校的专业特点、教学要求和教学学时数不尽相同,所以教学中可以对书中内容进行增删或对前后顺序进行调整。选学内容由各校根据各专业培养要求的实际需要自主选定。

与本书配套使用的习题集,内容充实,题型多,寓意深,角度新。习题有一定余量,为教师取舍和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。

本书为技工学校、中等专业学校、职业高中机械类、近机械类各专业的通用教材,也可

作为职工中专、电视中专、职业培训教材。

参加本书修订工作的有：金大鹰、邢瑞欣、刘春兰、高俊芳、温丽华、王忠强、刘宇，由金大鹰任主编。

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

为了更好地配合教师使用本教材，金大鹰主编特意编写了《中等职业学校机械制图教学法建议》，将教材的编写思想、体系结构以及教学、教法建议汇总成册，免费赠予任课老师。如有老师需要，请告知详细通信地址及联系电话，以方便邮寄。另外，对于教材、习题集使用中发现的问题、错误以及新的建议、新的想法，也请一并告知，以便我们今后继续完善，将本教材做成更高层次的精品。此外，为方便教学，本书配备有《机械制图电子课件》和《机械制图习题集答案》(PDF版)，凡选用本书作为教材的教师均可登录机械工业出版社教材服务网www.cmpedu.com免费下载。

联系方式：100037 北京百万庄大街22号机械工业出版社汽车分社 杨民强

电话：010-88379771 传真：010-68329090 E-mail: ymq010@163.com

目 录

第3版前言

绪论	1
第一章 制图基本知识	4
第一节 绘图工具和用品的使用	4
第二节 制图的基本规定	7
第三节 尺寸注法	13
第四节 几何作图	15
第五节 平面图形的画法	21
第六节 徒手画图的方法	23
第二章 投影基本知识	26
第一节 投影法的基本概念	26
第二节 三面视图	27
第三节 点的投影	31
第四节 直线的投影	35
第五节 平面的投影	39
第六节 几何体的投影	43
第七节 看简单体的三视图	52
第八节 几何体的轴测图	59
第三章 立体的表面交线	65
第一节 截交线	65
第二节 相贯线	74
第四章 组合体	79
第一节 组合体的形体分析	79
第二节 组合体视图的画法	81
第三节 组合体的尺寸标注	85
第四节 看组合体视图的方法	88
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	111
第四节 其他表达方法	114
第五节 看剖视图	117
第六节* 第三角画法简介	124
第六章 常用零件的特殊表示法	126
第一节 螺纹	126

第二节	螺纹紧固件	133
第三节	齿轮	138
第四节	键联结、销连接	143
第五节	滚动轴承	146
第六节	圆柱螺旋压缩弹簧	148
第七章	零件图	152
第一节	零件图的视图选择	153
第二节	零件图的尺寸标注	155
第三节	表面结构的表示法	159
第四节	极限与配合	166
第五节	几何公差	174
第六节*	零件上常见的工艺结构	178
第七节	零件测绘	182
第八节	看零件图	188
第八章	装配图	198
第一节	概述	198
第二节	装配图的表达方法	200
第三节	装配图的尺寸标注和技术要求	202
第四节	装配图上的零件序号和明细栏	203
第五节	装配结构简介	204
第六节	部件测绘	207
第七节	装配图的画法	209
第八节	看装配图	212
第九章	钣金展开图	223
第一节	求实长或实形的方法	224
第二节	平面立体的表面展开	226
第三节	可展曲面的展开	227
第四节	不可展曲面的近似展开	231
第十章	焊接图	233
第一节	焊缝的表示方法	233
第二节	焊缝的标注方法	237
第十一章	管路图	241
第一节	管路布置图	241
第二节	管路轴测图	248
附录		251

绪 论

根据投影原理、标准及有关规定,表示工程对象,并有必要的技术说明的图,称为图样。

本课程所研究的图样主要是机械图,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,如图 0-1 所示。图中给出了拆卸器和横梁的立体图,这种图看起来很直观,但是它还不能把机件的真实形状、大小和各部分的相对位置确切地表示出来,因此生产中一般不采用这种图样。实际生产中使用的图样是用相互联系着的一组视图(平面图),如图 0-1 所示的装配图和零件图,它们就是用两个视图表达的。这种图虽然立体感不强,但却能够满足生产、加工零件和装配机器的一切要求,所以在机械行业中被广泛地采用。

在现代化的生产活动中,无论是机器的设计、制造、维修,还是船舶、桥梁等工程的设计与施工,都必须依据图样才能进行(图 0-1 下部的直观图即表示依据图样在车床上加工轴零件的情形)。图样已成为人们表达设计意图、交流技术思想的工具和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、看机械图的本领。

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

机械制图是工科职业学校最重要的一门专业基础课。其主要任务是:

- 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) 能够正确使用常用的绘图工具绘图,并具有绘制草图的技能。
- 4) 能识读中等复杂程度的零件图和简单的装配图;能绘制简单的零件图。
- 5) 培养创新精神和实践能力,团队合作与交流能力和良好的职业道德,以及严谨、敬业的工作作风。

二、本课程的学习方法

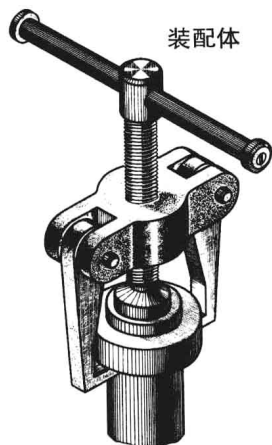
1. 要注重形象思维

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。

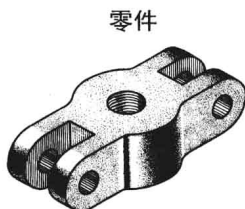
2. 要注重基础知识

制图是一门新课,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、几何体的投影等,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



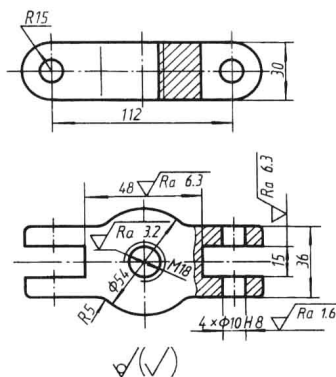
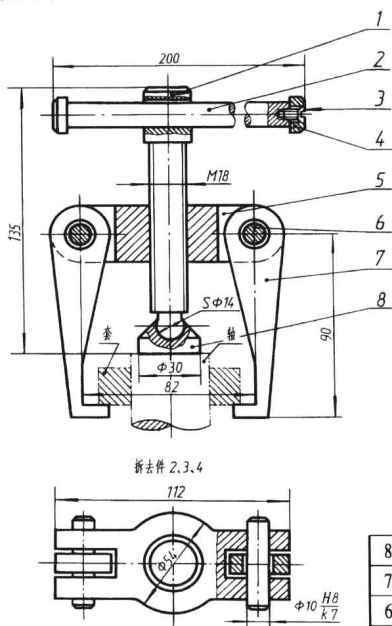
机器(装配体)都是由零件组合而成的。制造机器时,首先要根据零件图制造零件,再根据装配图把零件装配成机器。所以,图样是工程界的技术语言,是指导生产的技术文件。



拆卸器的工作原理

顺时针转动把手2(见装配图),压紧螺杆1随之转动。由于螺纹的作用,横梁5即同时沿螺杆上升,通过横梁两端的销轴6,带动两个爪子7上升,被爪子勾住的零件(套)也一起上升,直到将其从轴上拆下。

拆卸器立体图



技术要求

1. 铲除毛刺。
2. 未注圆角 $R2$ 。

横 梁		比 例	图 号
		1:2	05
制图			
审核			

				3	沉头螺钉 M5 × 8	1	
8	压紧垫	1	45	2	把手	1	Q235—A
7	爪子	2	45	1	压紧螺杆	1	45
6	销轴 10 × 60	2		序号	名 称	数量	材 料
5	横梁	1	Q235—A	拆卸器		比例	1:2
4	挡圈	1	Q235—A			重量	第 张

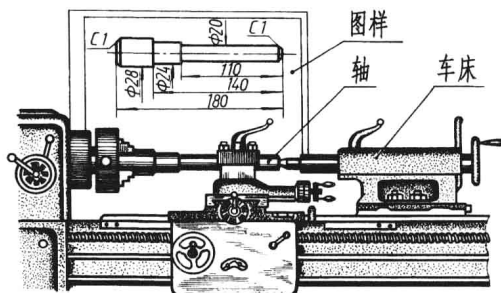
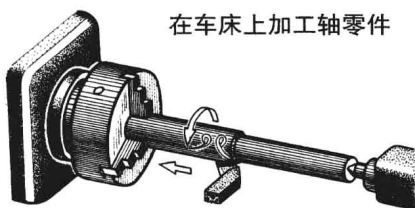


图 0-1 装配体、装配图, 零件、零件图及依据图样加工零件

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 制图基本知识

第一节 绘图工具和用品的使用

“工欲善其事，必先利其器”。正确地使用和维护绘图工具，是保证绘图质量和加快绘图速度的一个重要方面，因此，必须养成正确使用、维护绘图工具和用品的良好习惯。

一、图板

图板是供铺放、固定图纸用的矩形木板(图 1-1)。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。

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身构成(图 1-1)，主要用来画水平线。使用时，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。

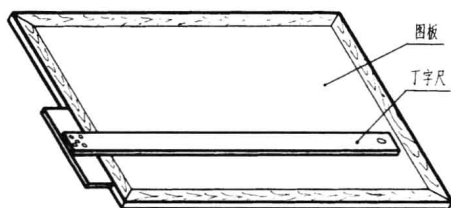


图 1-1 图板和丁字尺

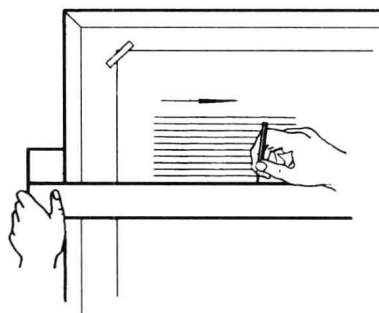


图 1-2 用丁字尺画水平线

三、三角板

三角板由 45° 和 $30^\circ-60^\circ$ 两块合成为一副。将三角板和丁字尺配合使用，可作出垂直线(图 1-3)、倾斜线(图 1-4)和一些常用的特殊角度，如 15° 、 75° 和 105° 等。

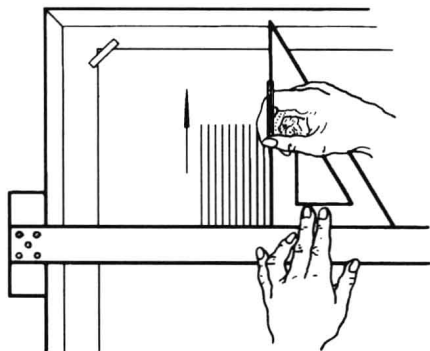


图 1-3 垂直线的画法

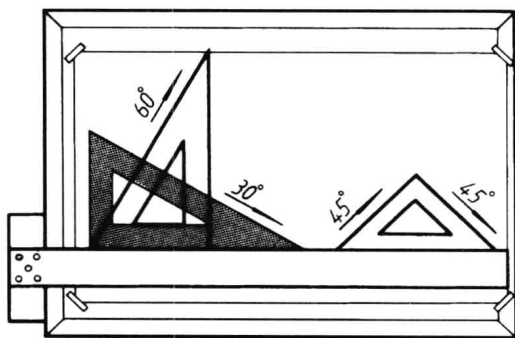


图 1-4 倾斜线的画法

如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，具体作法如图1-5、图1-6所示。

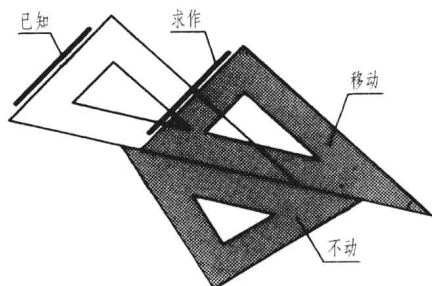


图 1-5 平行线画法

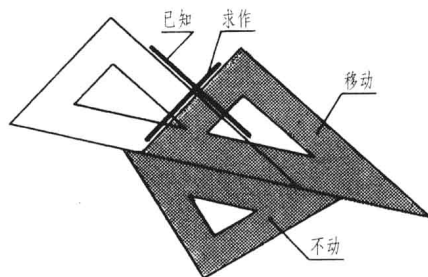
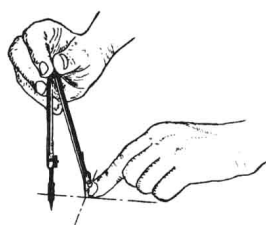


图 1-6 垂直线画法

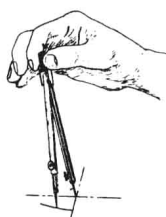
四、圆规

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。

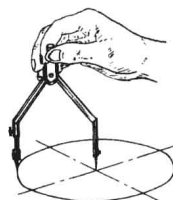
画圆时，圆规的钢针应使用有肩台的一端，并使肩台与铅芯尖平齐。圆规的使用方法如图1-7和图1-8所示。



a) 将针尖扎入圆心



b) 圆规向画线方向倾斜



c) 画大圆时圆规两脚垂直纸面

图 1-7 圆规的用法

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1-9a所示；调整分规两脚间距离的手法，如图1-10所示；用分规截取尺寸的手法，如图1-11所示。

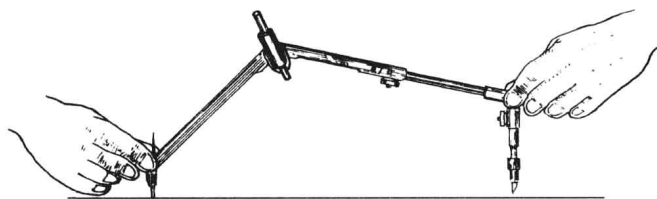
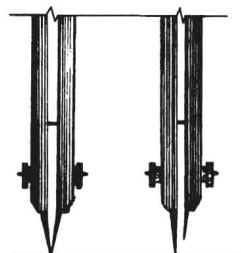


图 1-8 加入延伸插杆用双手画较大半径的圆



a) 正确 b) 错误

图 1-9 针尖对齐

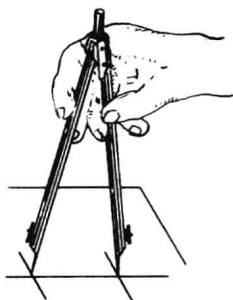


图 1-10 调整分规的手法

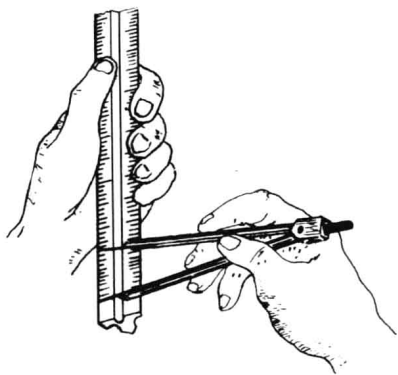


图 1-11 截取尺寸的手法

六、比例尺

比例尺俗称三棱尺(图 1-12), 是供绘制不同比例的图形用的。

使用时, 将比例尺放在图纸的作图部位, 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(图 1-11, 注意勿损尺面), 再在图线上截取。

比例尺只用来量取尺寸, 不可作直尺画线用。

七、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 1-13 那样, 至少应使其画线边通过 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, 依次类推, 完成非圆曲线的作图。

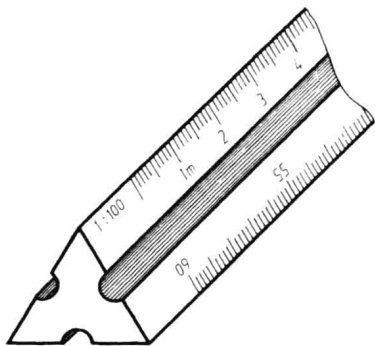


图 1-12 比例尺

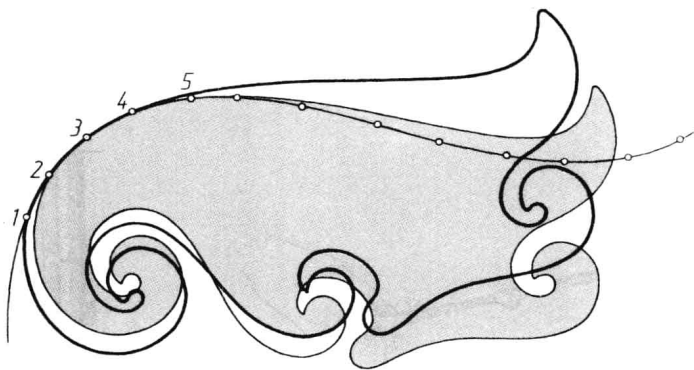


图 1-13 曲线板

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。

八、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 13 种。6H 为最硬，HB 为中等硬度，6B 为最软。

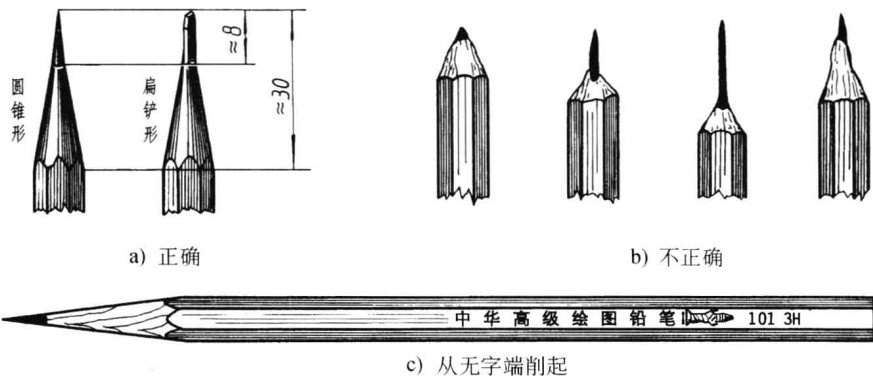


图 1-14 铅笔的削法

绘制图形底稿时，建议采用 2H 或 3H 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 1-14 所示。

九、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。识别方法：用橡皮擦拭几下，不易起毛的一面即为正面。

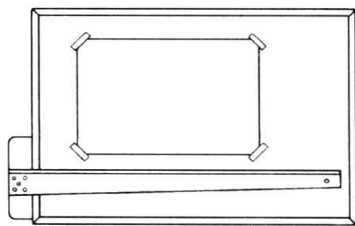


图 1-15 固定图纸的位置

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。

除上列工具和用品外，必备的绘图用品还有橡皮、小刀、砂纸和胶带纸等。

第二节 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—2008。“14689”为标准的顺序号，“2008”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—2008)

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 1-16 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 × 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 1-17。

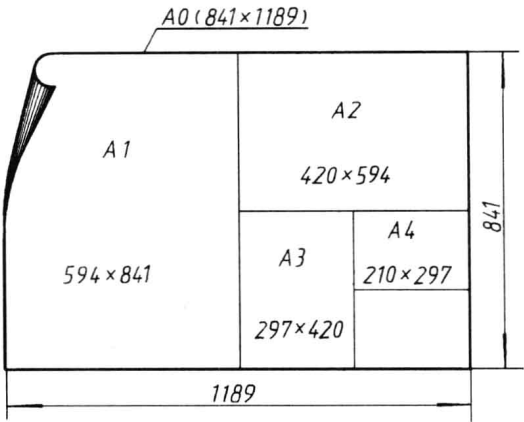


图 1-16 基本幅面的尺寸关系

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 1-17a)和不留装订边(图 1-17b)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。

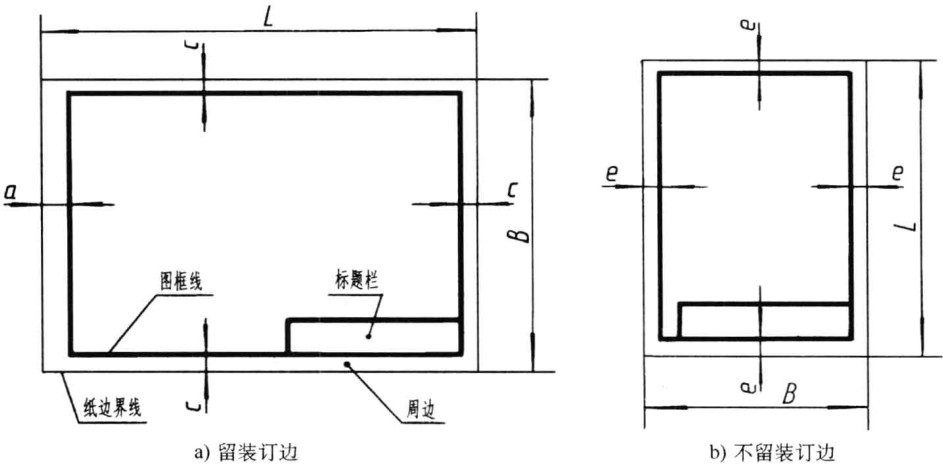


图 1-17 图框格式

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，应按看标题栏的方向看图(图 1-17)。二是当标题栏位于图纸右上角时(图 1-18,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”，线宽不小于 0.5mm，长度为从纸边界开始至伸入图框内约 5mm，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(等边三角形,用细实线绘制)应在下边的对中符号处画出,其大小和所处的位置如图 1-19 所示。

标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—2008 的规定画出(标题栏长度为 180mm)。在制图作业中建议采用图 1-20 的格式和尺寸。

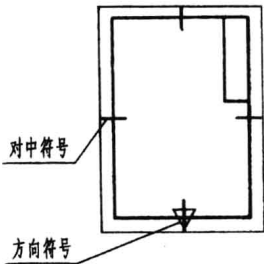


图 1-18 对中符号与看图方向

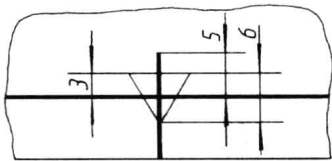


图 1-19 方向符号大小和位置

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 1-20 制图作业标题栏的格式

二、比例(GB/T 14690—2008)

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。

为了从图样上直接反映出实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。因各种实物的大小与结构千差万别，绘图时，应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。但不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值应是设计要求的尺寸，如图 1-21 所示。

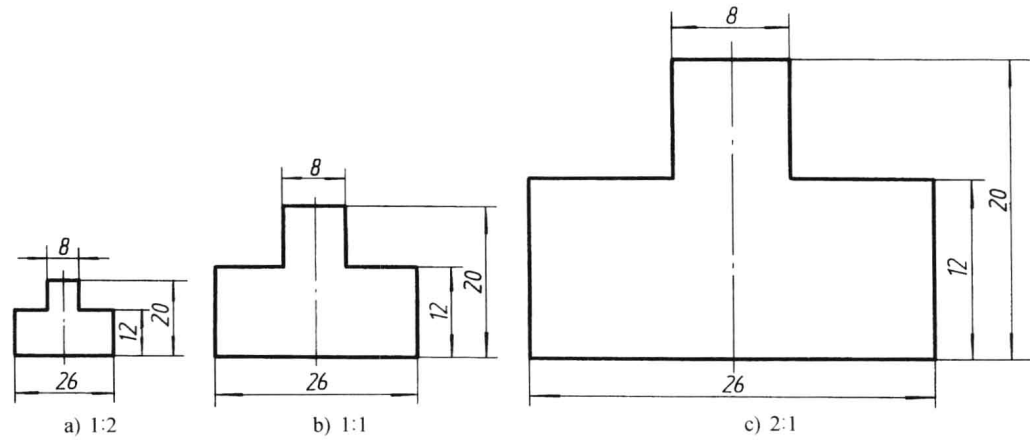


图 1-21 以不同比例画出的图形

三、字体(GB/T 14691—2005)

1. 基本要求

- 1) 在图样中书写的汉字、数字和字母，都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。
- 2) 汉字应写成长方宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其宽度一般为 $\sqrt{2}h$ 。字体高度代表字体的号数。
- 3) 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°。

2. 字体示例

汉字、数字和字母的示例见表 1-3。

表 1-3 字体

字 体		示 例
长仿宋体汉字	10 号	字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐
	7 号	横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5 号	技术制图石油化工机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备工艺
	3.5 号	螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝坝棉麻化纤
拉丁字母	大写斜体	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写斜体	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯数字	斜体	0123456789
罗马数字	斜体	IIIIIVVVVIIIIIXX