



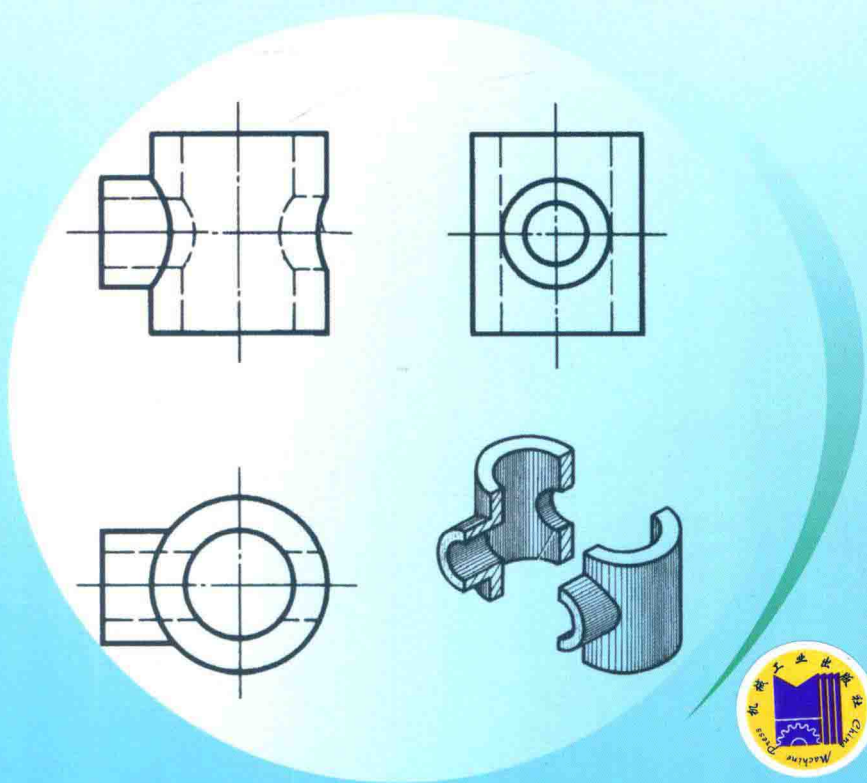
中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

机械制图

(少学时)

第4版

金大鹰 主编



机械工业出版社

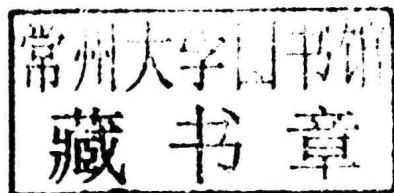
中等职业教育国家规划教材

机 械 制 图

(少学时)

第4版

金大鹰 主编



机械工业出版社

本书是在中等职业教育国家规划教材《机械制图(少学时)》第3版的基础上,根据国务院2014年印发的《关于加快发展现代职业教育的决定》精神,以中等职业学校《机械制图教学大纲(少学时)》的基本要求为依据,按最新机械制图国家标准修订而成的。与第3版相比,本书适当降低了理论知识要求,删去了较难的图例,更换和补充了一些新图例,调整和优化了部分章节的内容。

本书的教学内容共分九章:制图基本知识和技能、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、装配图以及管路图(选学内容)。

本书适用于中等职业学校(普通中专、职业高中、技工学校、职业中专等)非机械类各专业的制图教学,也可供职工培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图:少学时/金大鹰主编.—4版.—北京:机械工业出版社,2016.1

中等职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-111-52523-3

I. ①机… II. ①金… III. ①机械制图—中等专业学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第307964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:肖琳

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2016年2月第4版第1次印刷

184mm×260mm·14.5印张·357千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-52523-3

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

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

第4版前言

本书是在中等职业教育国家规划教材《机械制图(少学时)》第3版的基础上,根据国务院2014年印发的《关于加快发展现代职业教育的决定》精神,依据中等职业学校《机械制图教学大纲》(少学时)的基本要求,采用最新《机械制图》国家标准修订而成的,与金大鹰主编的《机械制图习题集(少学时)》第4版配套使用。

全书由基础模块和综合实践模块两部分组成。基础模块是各专业学生必修的基础性内容(即本书的前八章),也是应该达到的基本要求;综合实践模块是本课程的综合应用部分,以测绘教学为主,在完成基础模块教学之后进行,以提高学生的综合实践能力。

为了适应中职学生就业岗位群职业能力的要求,本书以“培养学生的看图、画图能力”作为编写主线,尤其突出看图能力的培养。为此,本书体现如下特点:

在体系的编排方面:

从投影作图开始,即将看图与画图紧密结合在一起,介绍点、直线、平面的投影画法和读法,并以其轴测图画法为媒介,着力阐明空间(物)与平面(图)之间的相互的转化关系。

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”,使学生提早了解“线框的含义、一面视图不能确定物体形状”等一系列看图要领;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。直到在组合体读图阶段,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。

在内容的处理方面:

本书与第3版相比,适当降低了理论知识要求,更换了部分较难的图例,增加了一些新图例,并调整优化了部分章、节内容,将原第五章轴测图的内容分散编入第二、第四章中。

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,讲课、练习应向该部分倾斜;此后的部分写得较为粗略,全面介绍了有关生产图样的知识内容。

看图内容贯彻始终。从几何元素直到装配图的每一部分,都结合教学进程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),并编有识图方法作为指导,使学生从中悟出对看图有益的东西。

由于各校的专业特点、教学要求和教学学时数不尽相同,教学中可以对书中内容进行删、减,或适当调整教学顺序。第九章“管路图”为选学内容,各校根据各专业的实际需要自主选择。

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,在组合体、零件图、装配图部分还编排了一些有一定难度的看图题,并附有标准答案和立体图,供学有余力的学生自行阅读。

本书适用于中等职业学校(普通中专、职业高中、技工学校、职工中专等)非机械类各专业的制图教学,也可作为职工培训使用。

参加本书修订工作的有金大鹰、刘宇、高鑫、邓毅红、高俊芳、张鑫、刘春兰。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，希望广大读者批评指正。

编 者

为方便教学，本书配备了《机械制图教学课件》和配套习题集答案(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。

目 录

第4版前言

绪论	1
第一章 制图基本知识和技能	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	16
第五节 平面图形的画法	20
第六节 徒手画图的方法	23
第二章 投影的基本知识	25
第一节 投影法的基本概念	25
第二节 三视图	26
第三节 点的投影	30
第四节 直线的投影	33
第五节 平面的投影	37
第六节 几何体的投影	40
第七节 识读一面视图	50
第八节 几何体的轴测图	55
第三章 立体的表面交线	61
第一节 截交线	61
第二节 相贯线	70
第四章 组合体	75
第一节 组合体的形体分析	75
第二节 组合体视图的画法	77
第三节 组合体的尺寸标注	81
第四节 看组合体视图的方法	84
第五章 机件的表达方法	91
第一节 视图	91
第二节 剖视图	94
第三节 断面图	101
第四节 其他表达方法	104
第五节 看剖视图	107
第六章 常用零件的特殊表示法	114
第一节 螺纹	114
第二节 螺纹紧固件	120

第三节	齿轮	125
第四节	键联接、销联接	130
第五节	滚动轴承	133
第六节	弹簧	135
第七章	零件图	138
第一节	零件图概述	138
第二节	零件图的视图选择	139
第三节	零件图的尺寸标注	143
第四节	表面结构的表示法	148
第五节	极限与配合	154
第六节	几何公差	160
第七节	零件上常见的工艺结构	163
第八节	零件测绘	167
第九节	看零件图	173
第八章	装配图	178
第一节	概述	178
第二节	装配图的表达方法	180
第三节	装配图的尺寸标注、技术要求、零件序号及明细栏	182
第四节	装配结构简介	184
第五节	部件测绘	185
第六节	装配图的画法	189
第七节	看装配图	192
第九章	管路图	199
第一节	管路布置图	199
第二节	管路轴测图	206
附录		208

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,因此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。其主要任务如下:

- 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

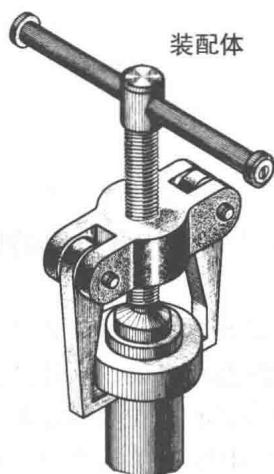
1. 要注重形象思维

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。

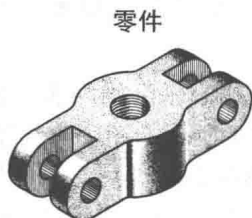
2. 要注重基础知识

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,尤其是训练看图的关键阶段。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



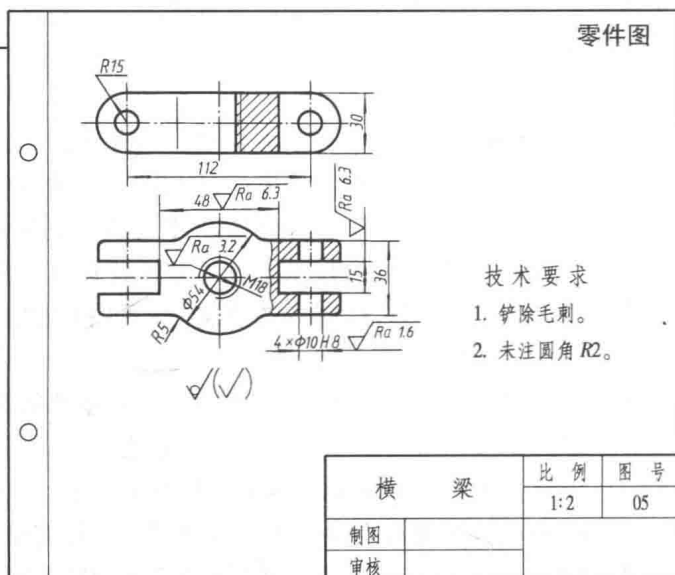
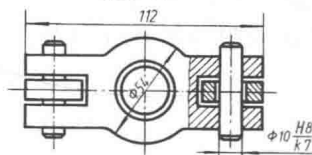
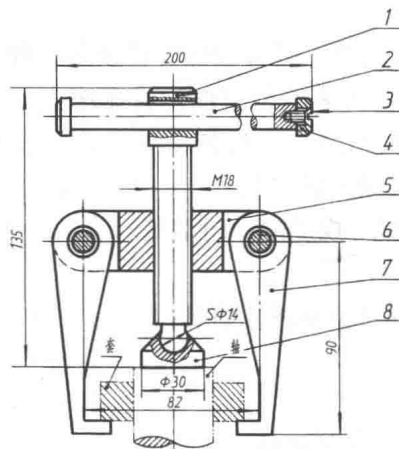
机器(装配体)都是由零件组合而成的。制造机器时,首先要根据零件图制造零件,再根据装配图把零件装配成机器。所以,图样是工程界的技术语言,是指导生产的技术文件。



拆卸器的工作原理

顺时针转动把手2(见装配图),压紧螺栓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			

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

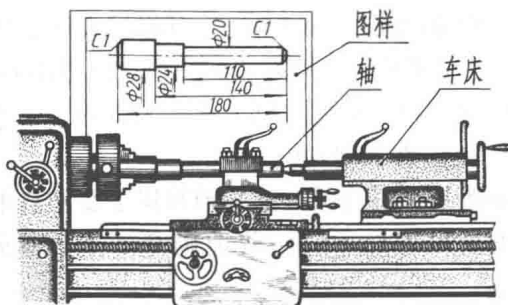
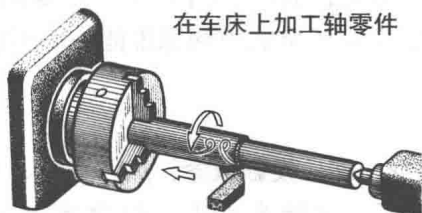


图 0-1 装配体、装配图, 零件、零件图及依据图样加工零件

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，甚至很难完成本课程的学习任务。

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的能力，达到本课程最终的学习目标，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 制图基本知识和技能

第一节 绘图工具和用品的使用

“工欲善其事，必先利其器”。正确地选择和使用绘图工具，是提高绘图质量和效率的前提。现将几种常用的绘图工具和用品的使用方法简介如下：

一、图板

图板是固定图纸用的矩形木板(图 1-1)。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。

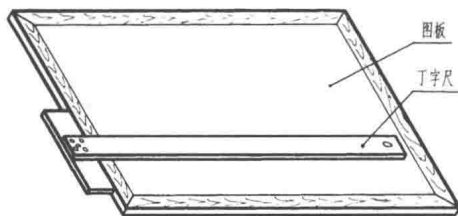


图 1-1 图板和丁字尺

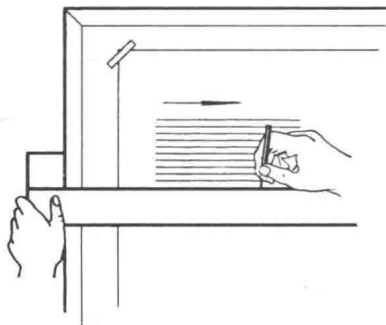


图 1-2 用丁字尺画水平线

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° 、 105° 等。

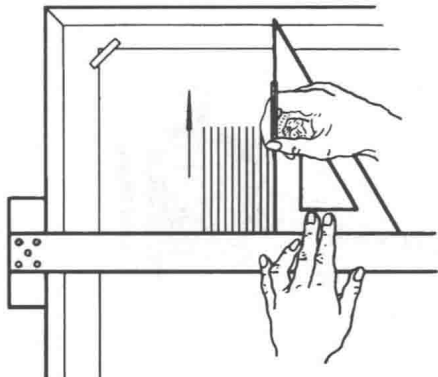


图 1-3 垂直线的画法

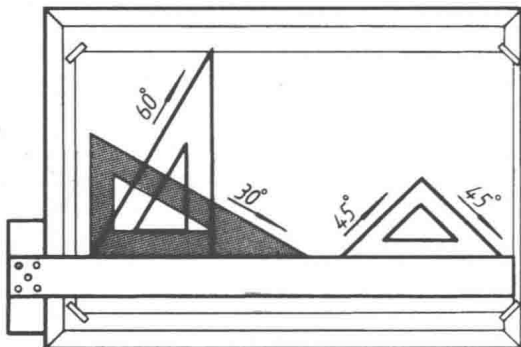


图 1-4 倾斜线的画法

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，并使肩台与铅芯尖平齐。

圆规的使用方法如图 1-5、图 1-6 所示。



图 1-5 圆规的用法

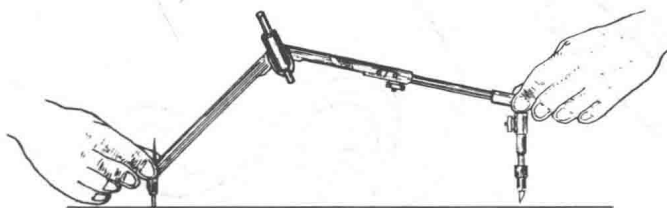
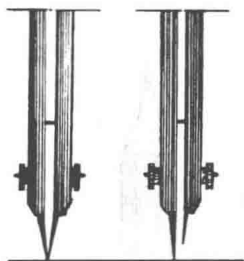


图 1-6 加入延伸插杆用双手画较大半径的圆

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。



a) 正确 b) 错误

图 1-7 针尖对齐

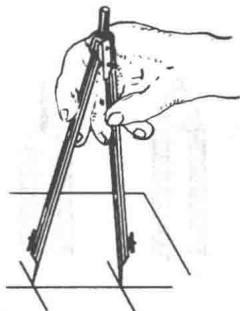


图 1-8 调整分规的手法

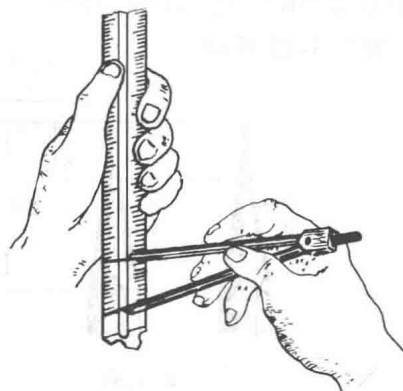


图 1-9 截取尺寸的手法

六、比例尺

比例尺俗称三棱尺(图 1-10)，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 1-9,注意勿损尺面),再在图线上截取。

比例尺只能用来量取尺寸,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 1-11 那样,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,完成其圆曲线的作图。

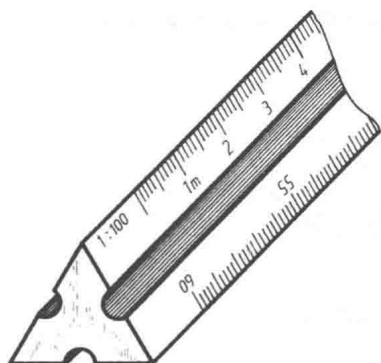


图 1-10 比例尺

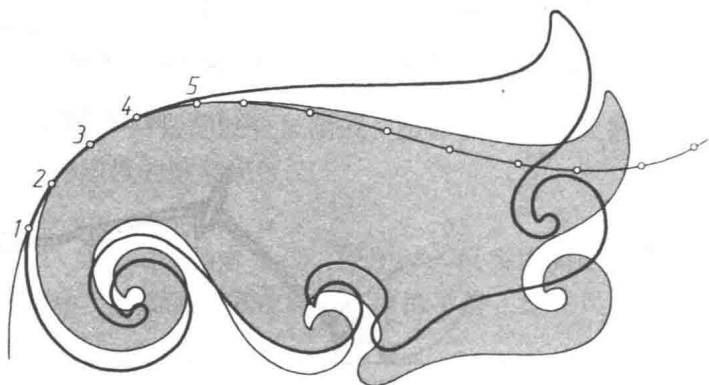


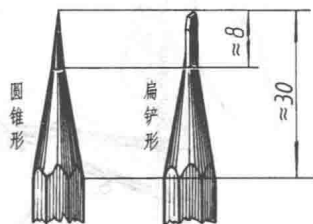
图 1-11 曲线板

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。

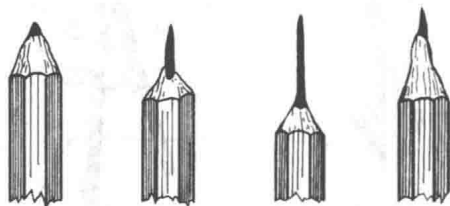
八、铅笔

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 最硬,HB 为中等硬度,6B 为最软。

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 B 或 HB 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 1-12 所示。



a) 正确



b) 不正确



c) 从无字端削起

图 1-12 铅笔的削法

九、绘图纸

绘图纸要求质地坚实，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，但图纸下方应留出足够放置丁字尺的地方，如图 1-13 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。

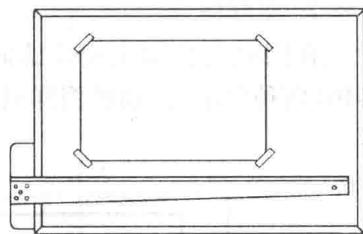


图 1-13 固定图纸的位置

第二节 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，说明标准的构成。

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。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

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(表 1-1)。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-14 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 1-15、图 1-16。

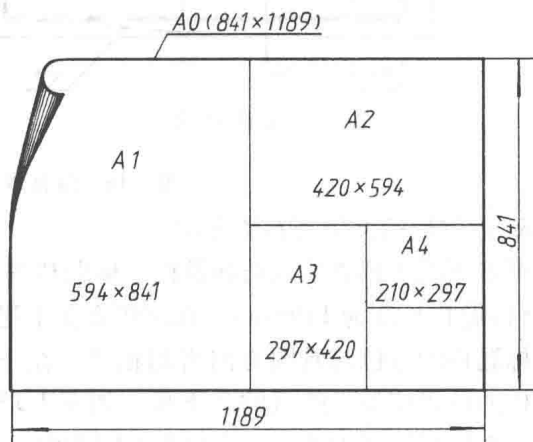


图 1-14 基本幅面的尺寸关系

2) 必要时, 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

在图纸上必须用粗实线画出图框, 其格式分为不留装订边(图 1-15)和留装订边(图 1-16)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。

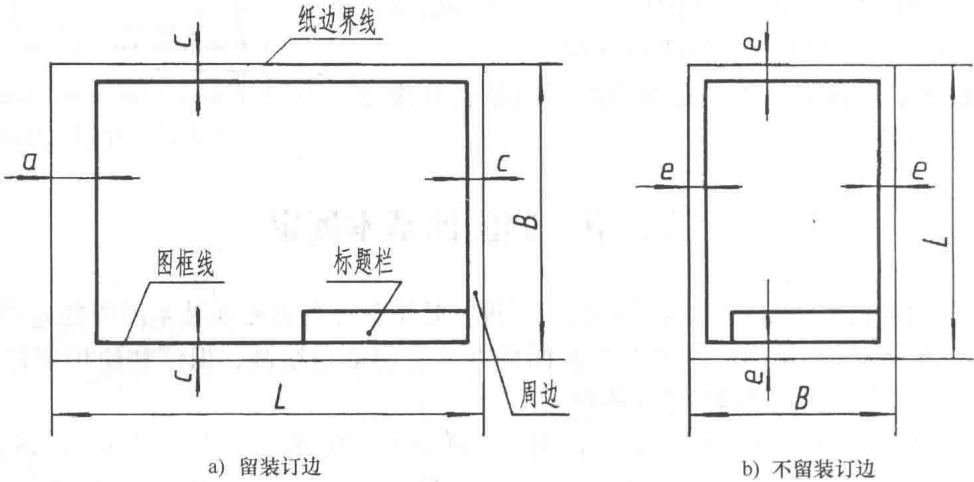


图 1-15 不留装订边的图框格式

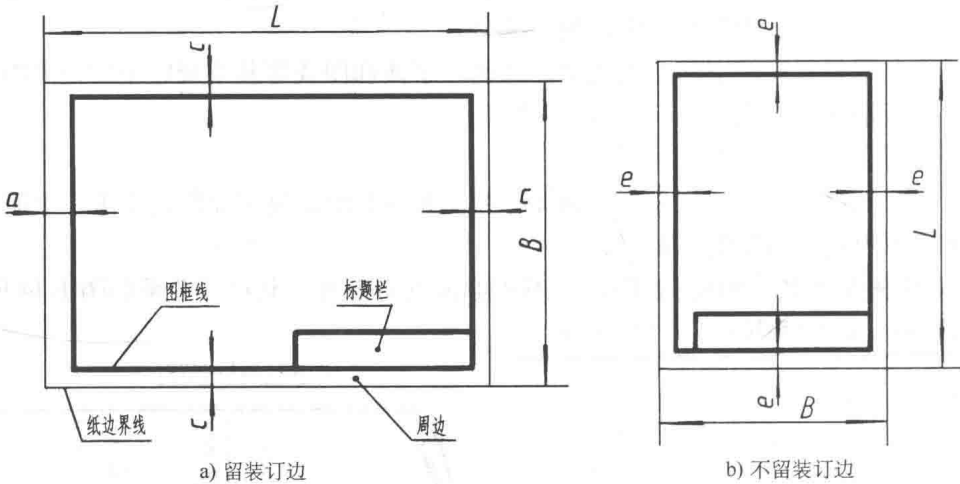


图 1-16 留有装订边的图框格式

3. 标题栏的方位与看图方向

每张图纸上都必须画出标题栏。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 1-17 的格式和尺寸。

标题栏的方位与看图方向密切相联。在正常情况下(指 A4 图纸竖放, 其他图纸横放), 标题栏的位置应位于图纸的右下角, 如图 1-15、图 1-16 所示。此时, 应按看标题栏的方向看图, 即以标题栏中的文字方向为看图方向。但在特殊情况下, 即指为了利用预先印制的图纸, 即当 A4 图纸横放(图 1-18)、其他图纸竖放(图 1-19), 且标题栏位于图纸右上角时, 应

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 1-17 制图作业标题栏的格式

按方向符号(三角形)指示的方向看图(用未预先印制的图纸画图时,其标题栏的方位和看图方向也应与上述规定一致)。

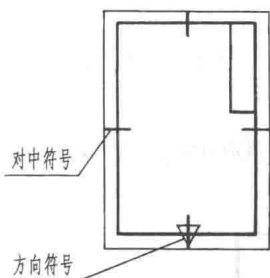


图 1-18 A4 图纸横放

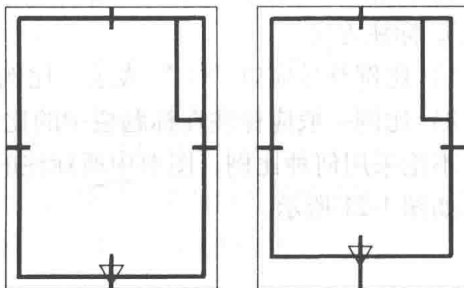


图 1-19 A3 等图纸竖放

图 1-18 和图 1-19 中位于图纸各边中点处的粗实线短画,称为对中符号。这是为了便于图样复制和缩微摄影时定位方便而画出的,对基本幅面(含部分加长幅面)的各号图纸,均应画出对中符号。其画法:线宽不小于 0.5mm,长度为从纸边界线开始至伸入图框线内约 5mm。当其处在标题栏范围内时,则伸入标题栏部分可省略不画,如图 1-18 所示。对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。

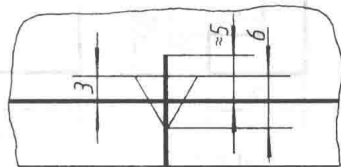


图 1-20 方向符号大小和位置

方向符号为等边三角形,用细实线绘制在图纸的下边对中符号处,其大小和所处的位置如图 1-20 所示。画有方向符号的装订边位于图纸下边,如图 1-18、图 1-19 所示。

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” 中选取适当的比例。

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
	$5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$ 1 : 3 1 : 4 1 : 6
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10	
	$1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ $1 : 1 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$ $1 : 2.5 \times 10^n$ $1 : 3 \times 10^n$ $1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$

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。

3. 标注方法

- 1) 比例符号应以 “:” 表示。比例的表示方法如 1 : 1、1 : 2、2 : 1 等。
- 2) 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形的比例无关，如图 1-21 所示。

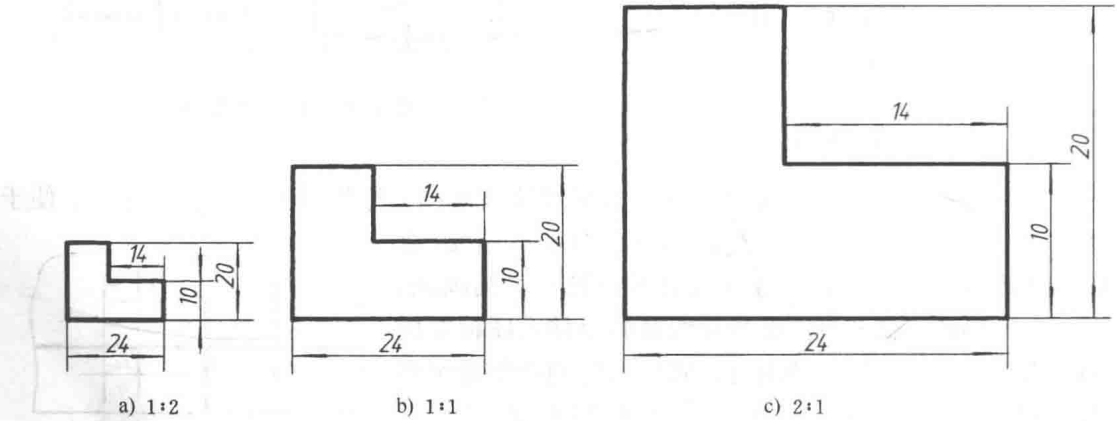


图 1-21 图形比例与尺寸数字

三、字体(GB/T 14691—2005)

1. 基本要求

- 1) 在图样中书写的汉字、数值和字母，都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。
- 2) 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。
- 3) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于