



高职高专“十一五”规划教材

工程制图

■ 杨雨松 主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

工程制图

杨雨松 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书按照教育部《高职高专教育专门课程基本要求》和《高职高专专业人才培养目标及规格》的要求,在充分总结各院校工程制图课程教学改革研究与实践成果和经验的基础上编写而成。在教材编写过程中,根据专业教学计划的要求,适当压缩了较抽象的理论内容,增加了实践性、适用性、专业性较强的内容,从而使之符合高职高专院校的培养目标。

本书编写坚持基础理论以应用为目的,对每一章,每个新问题,尽量注意从感性认识入手,逐步引入概念和定义分析,力求体现高职高专应用型教学特色。

全书包括制图的基本知识和基本技能、正投影的基础知识、立体的投影、组合体、轴测图、物体的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、展开图与焊接图、建筑制图、制冷空调工程图等。

本教材按 80~100 学时编写,既可作为高职高专课程的教材,也可供成人教育和工程技术人员使用与参考。

与本教材配套的有杨雨松主编的《工程制图习题集》。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/杨雨松主编. —北京:化学工业出版社,
2007.7

高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-00370-6

I. 工… II. 杨… III. 工程制图-高等学校:技术
学院-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 059248 号

责任编辑:高 钰

文字编辑:张燕文

责任校对:宋 夏

装帧设计:于 兵

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 380 千字 2007 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519680) 售后服务:010-64519661

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.00 元

版权所有 违者必究

高职高专制冷与空调专业系列教材 编审委员会

主 任

王绍良

副主任

李晓东 赵玉奇 孙见君 魏 龙
杜存臣 隋继学 魏 琪

委 员

(按姓氏汉语拼音排序)

常新中	杜 垵	杜存臣	冯殿义	傅 璞
郝万新	李少华	李晓东	林慧珠	刘玉梅
潘传九	申小中	隋继学	孙见君	王绍良
魏 龙	魏 琪	杨雨松	赵晓霞	赵玉奇
郑智宏	周 皞	朱明悦		

前 言

本书按照教育部《高职高专教育专门课程基本要求》和《高职高专专业人才培养目标及规格》的要求,在充分总结各院校工程制图课程教学改革研究与实践成果和经验的基础上编写而成。

本教材主要有以下特点。

① 坚持基础理论以应用为目的,教材内容的选择及体系结构,对每一章、每个新问题,尽量注意从感性认识入手,逐步引入概念和画图方法,力求体现高职高专应用型教学特色。

② 为了便于学生考取职业资格证书,拓宽学生就业范围,从内容上增加了一些制图员考试必考内容,使学生通过正常的制图课程学习,满足职业技能考证的要求。

③ 在编写过程中听取了制冷与空调专业、机械类专业、化工专业等专业教师的意见,教材中增加了制冷工程图、建筑制图、展开与焊接图的基本内容,以满足相关专业的需要,进一步拓宽了教材的适用范围。

④ 对教材所涉及的图例,全部按照 2003 年 6 月颁布的《技术制图与机械制图》最新国家标准及与制图有关的其他标准进行绘制。

⑤ 书中的插图全部采用 AutoCAD 2006 进行绘制和润饰。图中的重点内容均套红印刷,以资醒目。

⑥ 为了配合教学需要,还编写了《工程制图习题集》与本教材配合使用。

本教材是集体智慧的结晶。参加本教材编写的都是长期从事高职高专《工程制图》教学和研究工作的一线教师,他们把多年的教学和科研经验都融入到了书中。参加本教材编写的有:杨雨松(编写第一、二、六章及附录),梁爱珍(编写第九、十、十二章),肖莉(编写第四、五、十一章),虞启凯(编写第八章),吕刚(编写第三章),王庶(编写第七章)。

全书由杨雨松担任主编负责统稿,梁爱珍任副主编。

本教材由李晓东教授主审。参加审稿的还有王绍良、潘传九、高琪妹、武海斌、王爱民、杜存臣、常新中、朱明悦等。对在本教材的编写中提供了许多帮助的同志,在此一并表示感谢!

由于水平所限,书中难免存在错漏之处,欢迎广大读者和任课教师提出批评意见和建议,并及时反馈给我们(E-mail:yys0669@163.com)。

编 者
2007 年 3 月

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识和基本技能	2
第一节 国家标准关于制图的有关规定	2
第二节 绘图工具、仪器及其使用	7
第三节 标注尺寸的基本原则	9
第四节 常用几何作图方法	14
第五节 平面图形的分析与绘图方法	22
第二章 正投影的基础知识	26
第一节 投影法与三视图的形成	26
第二节 点、直线、平面的投影	31
第三章 立体的投影	41
第一节 平面立体	41
第二节 回转体	43
第三节 切割体	49
第四节 相贯体	58
第四章 组合体	63
第一节 组合体的形体分析	63
第二节 组合体三视图画法	65
第三节 组合体尺寸标注	68
第四节 读组合体视图	72
第五章 轴测图	79
第一节 轴测投影概述	79
第二节 正等轴测图	80
第三节 斜二轴测图	84
第六章 物体的表达方法	88
第一节 视图	88
第二节 剖视图	92
第三节 断面图	103

第四节	局部放大图和简化画法	105
第七章	标准件和常用件	109
第一节	螺纹及螺纹连接件	109
第二节	齿轮	116
第三节	键、销连接	120
第四节	滚动轴承和弹簧	121
第八章	零件图	126
第一节	零件图的作用和内容	126
第二节	零件图的视图选择	127
第三节	零件图的尺寸标注	131
第四节	零件图的技术要求	137
第五节	零件上常见的工艺结构	144
第六节	零件测绘	147
第七节	读零件图	152
第九章	装配图	155
第一节	装配图的作用和内容	155
第二节	装配图的表达方法	156
第三节	装配图的画法	158
第四节	装配图的尺寸标注、明细栏及零件序号	162
第五节	零件的装配结构	163
第六节	读装配图和由装配图拆画零件图	166
第十章	展开图与焊接图	171
第一节	求线段实长的方法	171
第二节	作展开图的基本方法	173
第三节	金属焊接件图	177
第十一章	建筑制图	183
第一节	房屋建筑图的基本知识	183
第二节	读房屋建筑图	187
第十二章	制冷空调工程图	190
第一节	制冷工艺图	190
第二节	设备布置图	194
第三节	管道布置图	198
附录		205
参考文献		226

绪 论

一、本课程的地位、性质和任务

在工程技术上,根据投影原理、制图标准或有关规定,准确表达工程对象的形状、大小、材料、相对位置和技术要求等内容的图形称为工程图样。

在现代工业中,无论是机器的设计、制造、维修,还是机电、冶金、化工、航空航天、汽车、船舶、桥梁、土木建筑、电气等工程的设计与施工,都必须依靠工程图样才能进行。工程图样与文字、语言一样,是人类表达和交流技术思想的重要工具,被称为工程技术界的共同语言,所有工程技术人员都必须学习和掌握这种语言。

《工程制图》是研究“工程图样”的绘制和识读方法的一门学科,是理工科职业技术类院校一门必修的技术基础课。它研究绘制和阅读机械图样的原理和方法,为培养学生的空间思维能力和绘图技能打下必要的基础。

二、本课程的主要任务

本课程的主要任务,是培养学生具有画图和读图的能力。通过本课程的学习,应基本掌握机械类(中级以上)绘图员职业资格认证对职业技能及相关知识所要求的内容;具备通过(中级以上)绘图员国家职业技能鉴定统一考试的水平,以提高个人的职业能力。

- ① 学习正投影法的基本原理及应用。
- ② 培养绘制和阅读机械图的基本能力。
- ③ 培养简单的空间几何问题的图解能力。
- ④ 培养空间想象能力和空间几何问题分析能力。
- ⑤ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的学习方法

本课程是一门既有理论又有较强实践性的技术基础课,学习时应注意以下两点。

① 应该坚持理论联系实际学风,理论上要重点掌握正投影法的基本理论和基本方法,学习时不能死记硬背,要通过由空间到平面、由平面到空间的一系列循序渐进的训练,不断提高空间思维能力和表达能力。本课程的特点是实践性较强,实践的主要内容是通过一系列的练习和作业来掌握绘图与读图的能力。及时完成练习和作业,是学好本课程的重要环节。只有通过反复训练,才能不断提高绘图与读图能力。

② 要重视学习和严格遵守制图方面的国家标准和行业标准,掌握正确查阅和使用有关手册的方法,对常用的标准应该牢记并能熟练地运用。正确地使用绘图仪器和工具,掌握正确的作图方法和步骤。画图应做到投影正确,视图选择和配置恰当,尺寸完整,字体工整,图面整洁,符合国家标准。

第一章 制图的基本知识和基本技能

工程图样是工程界的语言，是工程技术人员表达设计意图、交流技术思想、组织和指导生产的重要工具，是现代工业生产中必不可少的技术文件。因此，在设计、绘制和阅读图样时，必须严格遵守制图国家标准和相关的技术标准，正确地使用绘图工具和仪器，采用正确的绘图方法和步骤。本章主要介绍国家标准中的一些规定和常用曲线的绘制方法。

第一节 国家标准关于制图的有关规定

工程图样是现代机器制造过程中指导生产必不可少的重要技术文件，是技术交流的有效工具。为了便于管理和交流，国际上统一规定了 ISO 标准，我国也制定了《技术制图》和《机械制图》等一系列国家标准，对图样的内容、格式、表达方法等都作了统一规定。《技术制图》国家标准是一项基础技术标准，在内容上具有统一性和通用性，它涵盖机械、电气、建筑等各行业，在制图标准体系中处于最高层次。《机械制图》国家标准是机械专业制图标准。它们是图样绘制与使用的准绳，工程技术人员必须严格遵守其有关规定。

国家标准（简称国标），代号 GB，如“GB/T 14689—93”，“G”是“国家”一词汉语拼音的第一个字母，“B”是“标准”一词汉语拼音的第一个字母，“T”是“推荐性”一词汉语拼音的第一个字母。“14689”表示该标准的编号，“93”表示该标准发布的年份。

一、图纸的幅面和格式（GB/T 14689—93）

1. 图纸幅面

绘制图样时，图纸幅面尺寸应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸					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		

注：a、c、e 为留边宽度。

图纸幅面代号由 A 和相应的幅面号组成，即 A0~A4。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-1 所示。

幅面代号的几何含义，实际上就是对 0 号幅面的对开次数。如 A1 中的“1”，表示将全张纸（A0 幅面）长边对折裁切一次所得的幅面；A4 中的“4”，表示将全张纸长边对折裁切四次所得的幅面，如图 1-1 所示。

必要时，允许沿基本幅面的短边成整数倍加长幅面，但加长量必须符合国家标准（GB/T 14689—93）的规定。

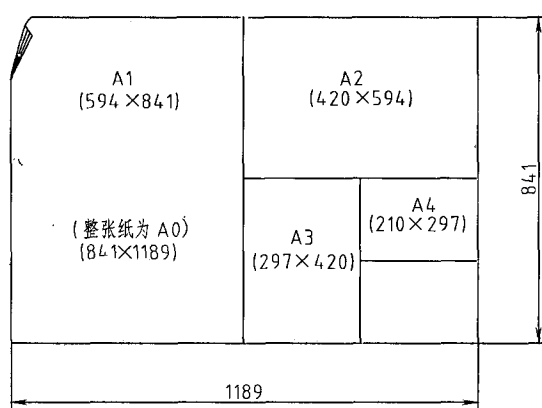


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

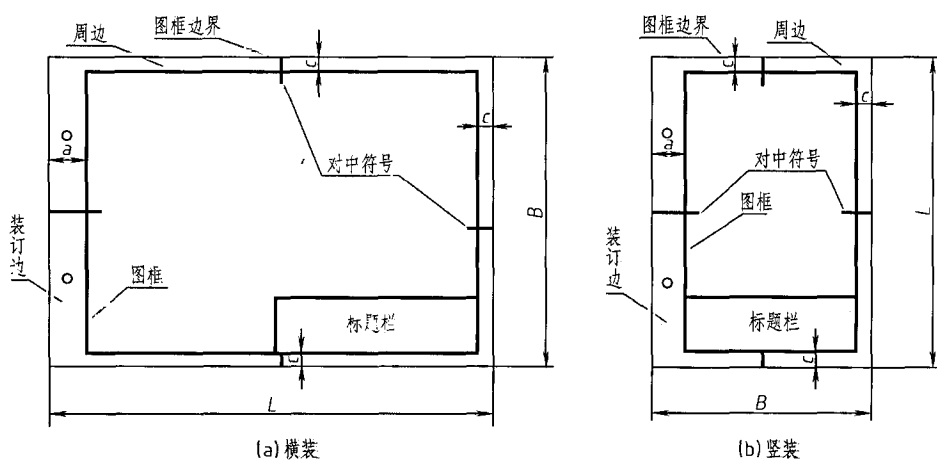


图 1-2 留装订边的图框格式

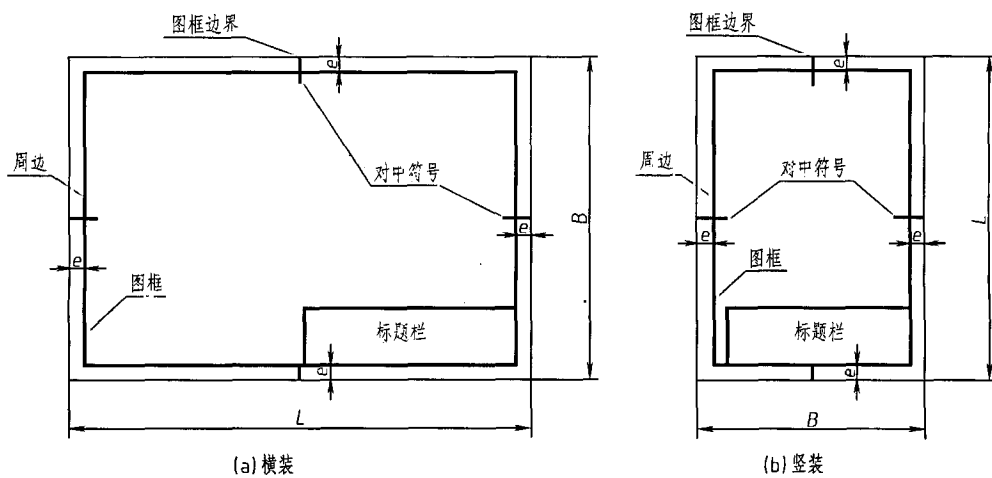


图 1-3 不留装订边的图框格式

图框线必须用粗实线绘制。图框格式分为留有装订边和不留装订边两种，如图 1-2 和图 1-3 所示。两种格式图框的周边尺寸 a 、 c 、 e 见表 1-1。但应注意，同一产品的图样只能采用一种格式。

国家标准规定，工程图样中的尺寸以毫米为单位时，不需标注单位符号（或名称）。如采用其他单位，则必须注明相应的单位符号（或名称）。本书的文字叙述和图例中的尺寸单位为毫米，均未标出。

2. 标题栏及其方位

在工程图样中必须画出标题栏。标题栏的内容、格式和尺寸，应按国家标准 GB/T 10609.1—89 的规定绘制。标题栏在图样上的位置，一般应置于图样的右下角，标题栏中的文字方向与看图方向一致，如图 1-2、图 1-3 所示。在学校的制图作业中，为了简化作图，建议采用图 1-4 所示的简化标题栏。

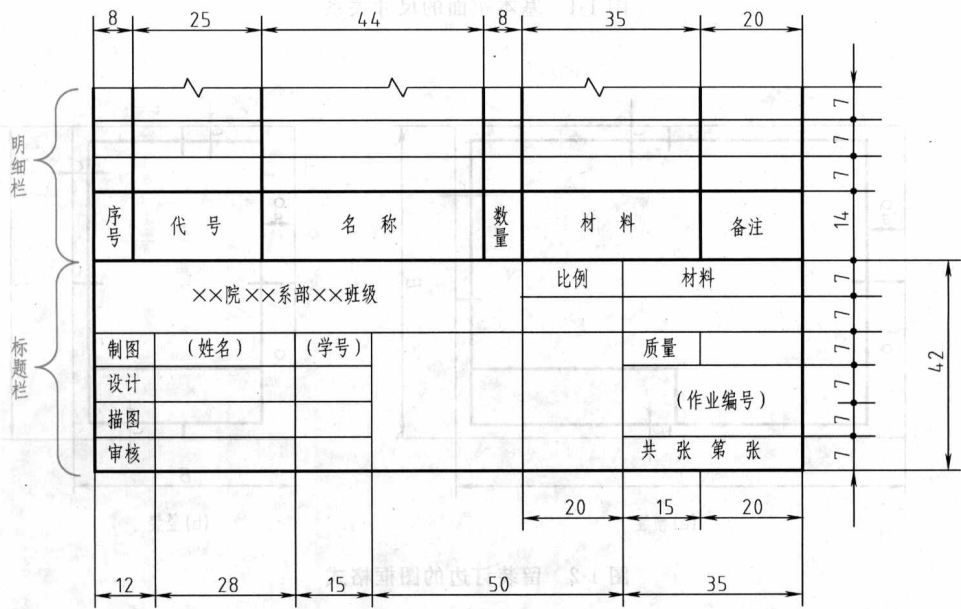


图 1-4 简化标题栏的格式

二、比例 (GB/T 14690—93)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时，应优先选择表 1-2 中的优先使用比例。必要时也允许从表 1-2 中允许使用比例中选取。

表 1-2 绘图的比例

种类	比 例					
原值比例	1:1					
放大比例	优先使用	5:1	2:1	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
	允许使用	4:1	2.5:1	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$	
缩小比例	优先使用	1:2	1:5	1:10	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$
	允许使用	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
		$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

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。但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。比例一般应在标题栏中的“比例”一栏内填写,必要时也允许注在视图名称的下方或右侧。图样中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小,与绘制图形时所采用的比例无关,如图 1-5 所示。

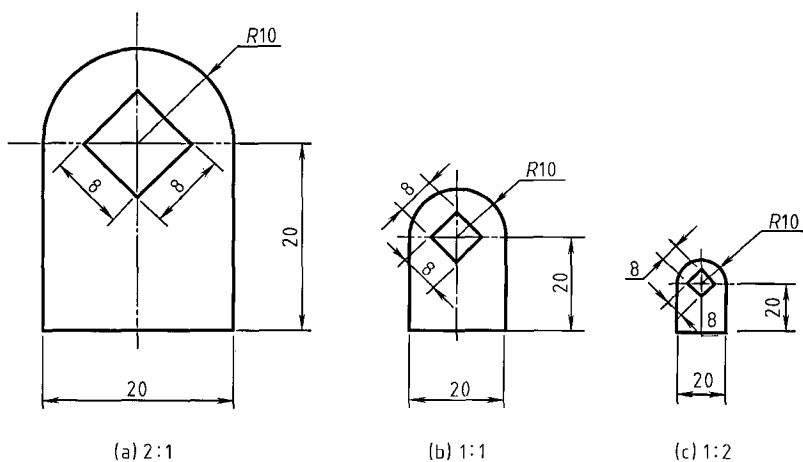


图 1-5 用不同比例所画出的机件

三、字体 (GB/T 14691—93)

在图样上除了要用图形来表达机件的结构形状外,还必须用数字及文字来说明它的大小和技术要求等其他内容。

1. 基本规定

在图样和技术文件中书写的汉字、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。字体的号数代表字体高度(用 h 表示)。字体高度的公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 (mm)。如需更大的字,其字高应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。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 应不小于 3.5,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 $d=h/14$,B 型字体的笔画宽度 $d=h/10$ 。在同一张图样上,只允许选用一种型式的字体。字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例

汉字示例:

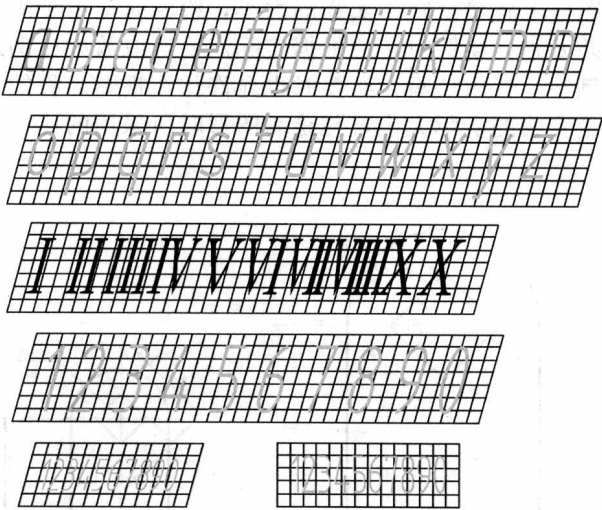
横平竖直注意起落结构均匀填满
方格机械制图轴旋转技术要求等

字母示例:

A B C D E F G H I J K L M N
O P Q R S T U V W X Y Z Ø

罗马数字示例:

阿拉伯数字示例:



四、图线及其画法 (GB/T 4457.4—84)

图线是指起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，它是组成图形的基本要素，形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。国家标准中规定了在工程图样中使用的八种图线，其名称、型式、宽度以及应用示例见表 1-3 和图 1-6。

表 1-3 常用图线的型式、宽度和主要用途

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		约 $b/3$	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线, 视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线
虚线		约 $b/3$	不可见轮廓线
细点划线		约 $b/3$	轴线, 对称中心线
粗点划线		b	有特殊要求表面的表示线
双点划线		约 $b/3$	假想投影轮廓线, 中断线

图线分为粗、细两种。以粗线宽度作为基础，粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度，在 0.5~2mm 之间选择，细线的宽度应为粗线宽度的 1/3。图线宽度的推荐系列为 0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 (mm)。若各种图线重合，应按粗实线、点划线、虚线的先后顺序选用线型。

如图 1-7 所示，图线画法应遵守以下原则。

- ① 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。
- ② 虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大小相等。

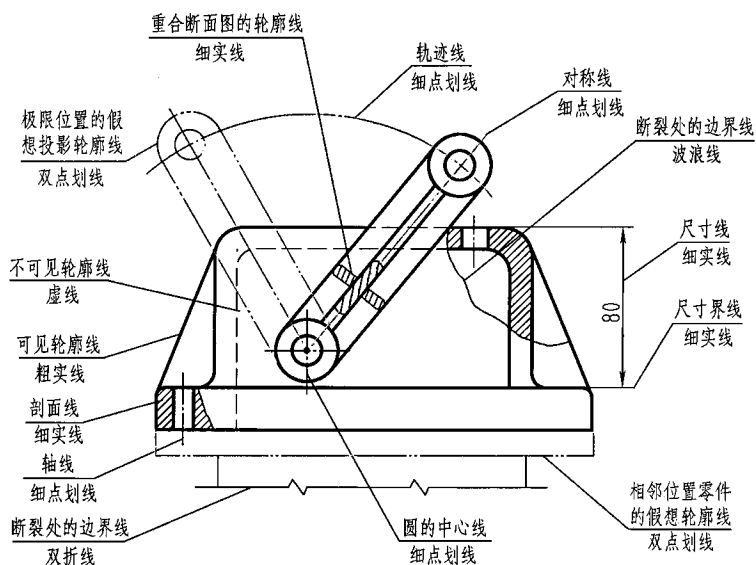


图 1-6 图线的应用示例

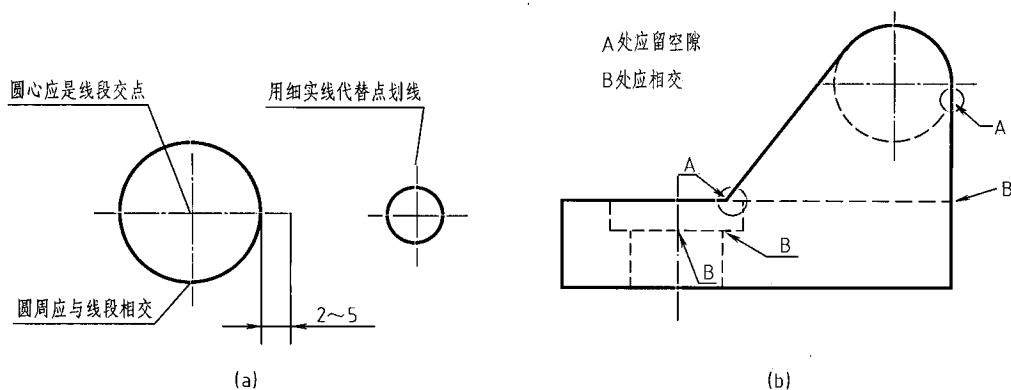


图 1-7 图线的画法

③ 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线宽度的两倍，其最小距离不得小于 0.7mm。

④ 点划线、双点划线的首尾应是线段而不是点；点划线彼此相交时应该是线段相交；中心线应超过轮廓线 2~3mm。

⑤ 虚线与虚线、虚线与粗实线相交应是线段相交；当虚线处于粗实线的延长线上时，粗实线应画到位，而虚线相连处应留有空隙。

第二节 绘图工具、仪器及其使用

正确地使用和维护绘图工具，对保证绘图质量和提高绘图速度是十分重要的。本节介绍几种常用绘图工具的使用方法。

一、图板、丁字尺和三角板

图板是供铺放、固定图纸用的空心木板，板面比较平整光滑，左侧为丁字尺的导边。

丁字尺是画水平线的长尺，由尺头和尺身构成，尺身的上边为工作边。使用丁字尺时，将尺头的内侧边紧贴图板的导边，上下移动丁字尺，自左向右画出不同位置的水平线，如图 1-8 所示。

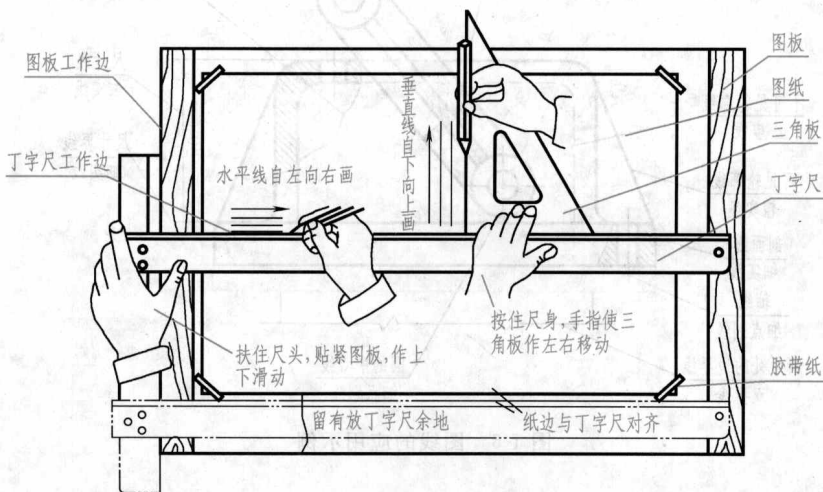


图 1-8 图板及丁字尺的使用

三角板由一块 45° 的等腰直角三角形板和一块 30° 、 60° 的直角三角形板组成。三角板与丁字尺配合使用时，可画垂直线和 15° 整倍数的斜线。两块三角板配合使用时，可画出任意斜线的水平线和垂直线，如图 1-9 所示。

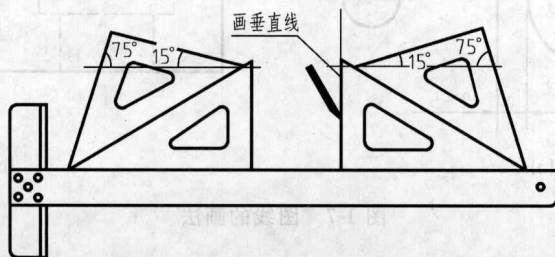


图 1-9 三角板的使用

二、圆规和分规

圆规是用来画圆或圆弧的工具。圆规的一条腿上装有钢针，钢针有两种不同形状的尖端：带台阶的尖端是画圆或圆弧时定心用的，带锥形的尖端可作分规使用。圆规的另一条腿上除具有肘形关节外，还可以根据作图需要装上不同的附件。圆规的附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等。画图时，要注意调整钢针在固定腿上的位置，使两脚在并拢时钢针略长于铅芯而可插入图板内，如图 1-10 (a) 所示；再将圆规按顺时针方向旋转，并稍向前倾斜，且要保证针脚和铅芯均垂直于纸面，如图 1-10 (b)、(c) 所示。

分规是用来量取尺寸和等分线段或圆周的仪器。分规的两条腿均装有钢针，使用前，应检查分规两脚的针尖并拢后是否平齐，如图 1-11 (a) 所示；用手调节分规的大小如图 1-11 (b) 所示；用分规等分线段的用法如图 1-11 (c) 所示。

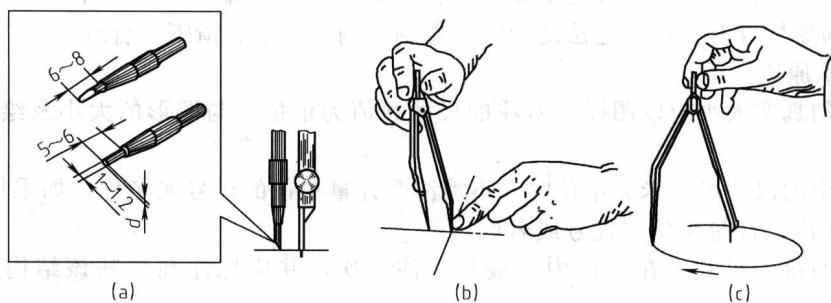


图 1-10 圆规的用法

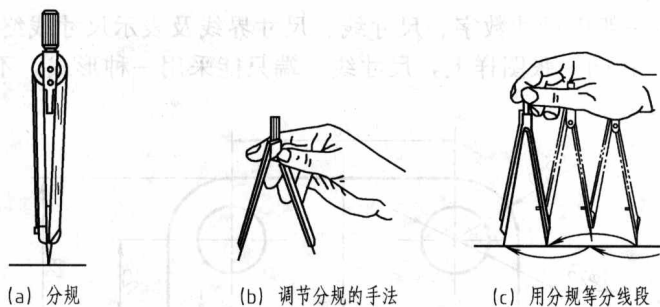


图 1-11 分规的用法

三、铅笔

绘图铅笔的铅芯有软硬之分，分别以标号“B”和“H”来表示。“B”的数值愈大，铅芯愈软，画出的图线愈黑；“H”的数值愈大，铅芯愈硬，画出的图线愈淡。标号“HB”表示铅芯软硬适中。铅笔应从没有标号的一端开始使用，以便保留软硬的标号。

画图时，一般用“H”铅笔打底稿，用“HB”铅笔写字、画箭头，用“B”铅笔加深图线。画底稿线、细线和写字时，铅笔应削成锥形头部，如图 1-12 (a) 所示。加深粗实线的铅笔应削成四棱柱形头部，以保证画出均匀一致的粗实线，如图 1-12 (b) 所示。

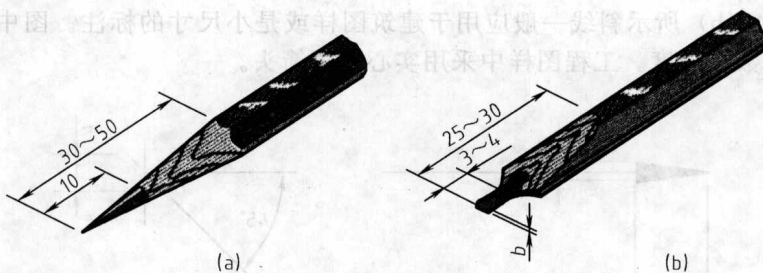


图 1-12 修磨铅笔的方法

第三节 标注尺寸的基本原则

在工程图样中，图形只能表达机件的结构形状，而机件的大小则由在图形上所标注的尺

寸来确定。尺寸的标注是一项极为重要的工作,必须认真、细致,一丝不苟。标注尺寸时,应严格遵守国家标准有关尺寸注法的规定,做到正确、完整、清晰、合理。

一、基本原则

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程度无关。

② 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需注明计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

③ 物体的每一尺寸,在图样中一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

④ 图样中所注尺寸是该物体最后完工时的尺寸,否则应另加说明。

二、尺寸的构成

一个完整的尺寸一般由尺寸数字、尺寸线、尺寸界线及表示尺寸线终端的箭头或斜线组成,如图 1-13 所示。在同一张图样上,尺寸线终端只能采用一种形式,不可交替使用。

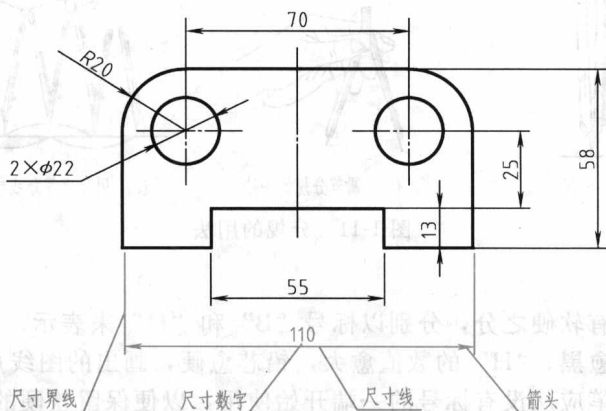


图 1-13 尺寸的组成

1. 尺寸线终端的画法

尺寸线终端应画成箭头或斜线,如图 1-14 所示。图 1-14 (a) 所示箭头适用于各种类型的图样;图 1-14 (b) 所示斜线一般应用于建筑图样或是小尺寸的标注。图中 b 为粗实线的宽度, h 为尺寸数字高度。工程图样中采用实心三角箭头。

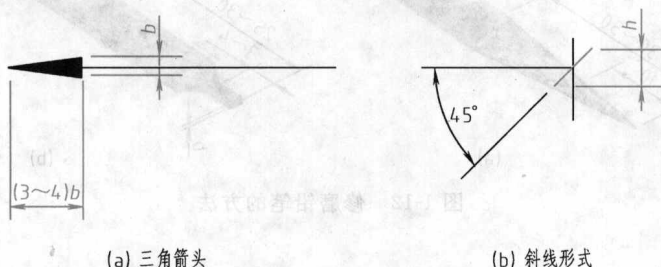


图 1-14 尺寸线终端的形式和画法

2. 尺寸数字

尺寸数字用来表示机件的实际大小,一般应注在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的