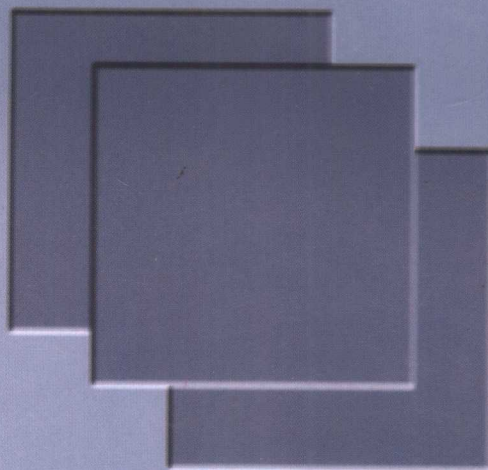




全国高职高专水利水电类精品规划教材

机械制图

主 编 徐元甫 郭 玲 陈 杰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国高职高专水利水电类精品规划教材

机械制图

主 编 徐元甫 郭 玲 陈 杰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是《全国高职高专水利水电类精品规划教材》中的一本。本书共分 12 章, 内容包括: 制图的基本知识, 投影的基本知识, 点、直线、平面的投影, 基本体与简单体, 轴测图, 立体表面的交线, 组合体, 图样画法, 标准件和常用件, 零件图, 装配图, 计算机绘图和附录。本书采用了 2003 年最新的《机械制图》GB/T 国家标准和 1998 年正式实施的《技术制图》GB/T 国家标准。

本书围绕制图课程的重点内容, 以培养学生的空间想象能力、视图表达能力、读图能力为主。关于专业知识方面, 尽量少写或不写, 留待后续课程解决, 以免喧宾夺主。本书与《机械制图习题集》(中国水利水电出版社同期出版, 王世华 徐元甫 郭玲主编) 配套使用。

本书为高等职业技术学院、高等专科学校、电大等机械类和近机类专业机械制图课程的教材, 也可供相关专业选用。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/徐元甫, 郭玲, 陈杰主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2005

全国高职高专水利水电类精品规划教材

ISBN 7-5084-3191-X

I. 机... II. ①徐... ②郭... ③陈... III. 机械制图—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 096537 号

书 名	全国高职高专水利水电类精品规划教材 机械制图
作 者	主编 徐元甫 郭玲 陈杰
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010)63202266(总机)、68331835(营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 14.5 印张 344 千字
版 次	2005 年 8 月第 1 版 2006 年 9 月第 2 次印刷
印 数	4101—7100 册
定 价	23.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

教育部在《2003—2007 年教育振兴行动计划》中提出要实施“职业教育与创
新工程”,大力发展职业教育,大量培养高素质的技能型特别是高技能人才,并
强调要以就业为导向,转变办学模式,大力推动职业教育。因此,高职高专教育
的人才培养模式应体现以培养技术应用能力为主线和全面推进素质教育的要求。
教材是体现教学内容和教学方法的知识载体,进行教学活动的基本工具;
是深化教育教学改革,保障和提高教学质量的重要支柱和基础。所以,教材建
设是高职高专教育的一项基础性工程,必须适应高职高专教育改革与发展的
需要。

为贯彻这一思想,在继 2004 年 8 月成功推出《全国高职高专电气类精品规
划教材》之后,2004 年 12 月,在北京,中国水利水电出版社组织全国水利水电行
业高职高专院校共同研讨水利水电行业高职高专教学的目前状况、特色及发展
趋势,并决定编写一批符合当前水利水电行业高职高专教学特色的教材,于是
就有了《全国高职高专水利水电类精品规划教材》。

《全国高职高专水利水电类精品规划教材》是为适应高职高专教育改革与
发展的需要,以培养技术应用性的高技能人才的系列教材。为了确保教材的编
写质量,参与编写人员都是经过院校推荐、编委会答辩并聘任的,有着丰富的教
学和实践经验,其中主编都有编写教材的经历。教材较好地贯彻了水利水电行
业新的法规、规程、规范精神,反映了当前新技术、新材料、新工艺、新方法和相
应的岗位资格特点,体现了培养学生的技术应用能力和推进素质教育的要求,
具有创新特色。同时,结合教育部两年制高职教育的试点推行,编委会也对各
门教材提出了满足这一发展需要的内容编写要求,可以说,这套教材既能够适
应三年制高职高专教育的要求,也适应了两年制高职高专教育培养目标的要求。

《全国高职高专水利水电类精品规划教材》的出版,是对高职高专教材建设的一
次有益探讨,因为时间仓促,教材可能存在一些不妥之处,敬请读者批评指正。

《全国高职高专水利水电类精品规划教材》编委会

2005 年 6 月

前

言

本书是根据《全国高职高专水利水电类精品规划教材》编写会议决定与教育部制定的《高职高专工程图学课程教学基本要求》及《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等精神,并根据目前多个专业的教学实际情况与基本要求,按 90 学时编写的。

本书围绕制图课程的重点内容,着力培养学生的空间想象能力、视图表达能力、读图能力。关于专业知识方面,尽量少写或不写,留待后续课程解决,以免喧宾夺主。

本书引入了截交线、相贯线的确切定义与新的编排方法,通过编者多年的教学实践证明,该部分内容可使教师在较短的时间内传授较多的知识,使学生在较短的时间内学到较多的技能。

本书采用了 2003 年最新的《机械制图》GB/T 国家标准和 1998 年正式实施的《技术制图》GB/T 国家标准。

本书根据高职教育的培养模式和基本特点,以培养高技术应用型专门人才为出发点,以适应社会需要为目标,以画图为基础,以读图为主线,以实用、够用为度的基本思路组织精选教学内容。结合编者多年的教学经验,坚持少而精和循序渐进的思路和原则,力求使内容精炼,前后贯通,概念清楚,实用性强,体现专科特色。

本书在编排顺序上,是从体入手,学习正投影的基本原理;然后再学习点、线、面到基本体、简单体,再到组合体,即由感性认识逐步上升到理性认识,逐步提高画图和读图的能力;最后学习专业图。这符合人们的认知规律,便于讲授和学习。

参加本书编写工作的有:黄河水利职业技术学院徐元甫

(绪论、第二章、第六章、第九章,其中第六章由徐元甫编著),郭玲(第一章、第十一章),王娟玲(第五章、第十二章),张圣敏(第八章),福建水利电力职业技术学院陈杰(第三章、第十章),南昌工程学院谢克非(第四章、第七章)。本书第一主编为徐元甫(本书为第一主编负责制),郭玲和陈杰分别为第二、第三主编。

在编写过程中,我们参考了多种制图教材,黄河水利职业技术学院的领导和老师给予了许多支持和帮助,在此一并谨向他们表示衷心的感谢。

本书与《机械制图习题集》(中国水利水电出版社同期出版,王世华 徐元甫 郭玲主编)配套使用。本书为高等职业技术学院、高等专科学校、电大等机械类和近机类专业机械制图课程的教材,也可供相关专业选用。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中难免存在不足或错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2005年6月

目 录

序

前 言

绪 论	1
第一章 制图的基本知识	3
第一节 常用制图工具和仪器的使用	3
第二节 制图的基本标准	6
第三节 几何作图	17
第四节 平面图形的绘图步骤和方法	20
第五节 徒手画图	23
第二章 投影的基本知识	25
第一节 投影法	25
第二节 物体的三视图	27
第三章 点、直线、平面的投影	32
第一节 点的投影	32
第二节 直线的投影	35
第三节 平面的投影	40
第四节 直线与平面、平面与平面的相对位置	43
* 第五节 投影变换	46
第四章 基本体与简单体	53
第一节 基本体三视图的投影与识读	53
第二节 简单体三视图的投影与识读	64
第五章 轴测图	67
第一节 轴测图的基本知识	67
第二节 平面体轴测图的画法	68
第三节 曲面体轴测图的画法	73
第四节 轴测图的选择	76

第六章 立体表面的交线	78
第一节 平面体的交线	78
第二节 平面体与曲面体的交线	81
第三节 两曲面体的交线	88
第四节 交线的特殊情况	91
* 第五节 柱体的展开图	93
第七章 组合体	95
第一节 组合体的形体分析及表面连接处的画法	95
第二节 组合体视图的画法	97
第三节 组合体的尺寸标注	100
第四节 组合体视图的识读	103
第八章 图样画法	108
第一节 视图	108
第二节 剖视图	111
第三节 断面图	118
第四节 其他表达方法	120
第五节 综合应用表达方法	124
第九章 标准件和常用件	126
第一节 螺纹及其规定画法	126
第二节 常用螺纹紧固件	130
第三节 键及花键连接	132
第四节 销连接	133
第五节 齿轮	134
第六节 滚动轴承	137
第七节 弹簧	138
第八节 焊接图	139
第十章 零件图	141
第一节 零件图的作用和内容	141
第二节 零件图表达方案的选择	142
第三节 零件图的尺寸标注	143
第四节 零件上常见的工艺结构	149
第五节 零件的技术要求	154
第六节 典型零件图例分析	166
第七节 零件的测绘	171
第八节 零件图的识读	173
第十一章 装配图	176

第一节	装配图的作用和内容	176
第二节	装配图的视图表达方法	178
第三节	装配图的尺寸与技术要求的标注	180
第四节	装配图中零部件序号和明细栏	181
第五节	常见装配工艺结构	182
第六节	装配图的绘制	184
第七节	装配体的测绘	186
第八节	装配图的识读	187
第九节	由装配图拆画零件图	190
第十二章	计算机绘图	192
附录		198

绪 论

一、概述

工程图学是一门研究各种工程图样的理论和应用的学科。工程图样包括机械图样、建筑图样、水利工程图样等。《机械制图》是工程图学的一部分，它主要是研究用正投影法绘制和阅读机械图样的一门学科。

工程技术上根据投影法，并按照国家或国际标准的规定绘制成用于工程施工或产品制造等用途的图，称为工程图样，简称图样。在实际工作中，设计者要通过图样来表达设计意图；施工人员要根据图样来进行施工和生产；操作使用者和管理者也要通过图样来使用、维护和修理。在技术交流活动中也离不开图样。所以，图样被人们称为工程界的“技术语言”。掌握图样的绘制和阅读，是工程界的技术工作者必须具备的一种能力。

《机械制图》是一门重要的技术基础课程，它为后续课程的学习和以后从事技术工作提供必要的条件。

二、本课程的主要任务

(1) 主要学习正投影法的基本原理和图示方法，培养学生的空间想象能力和分析问题与解决问题的能力。

(2) 培养学生绘制和阅读机械图样的能力。

(3) 培养学生能够正确使用绘图工具，初步使用计算机（CAD）绘图的基本技能。

(4) 培养学生良好的工作作风，严肃认真的工作态度。

三、本课程的特点及学习方法

本课程是一门既有理论又重视实践的课程。学习时要认真钻研，弄懂基本原理和基本方法。密切注意理论联系实际，掌握由物到图再由图到物的相互转化规律，提高空间想象能力及空间思维能力。要想真正掌握这门知识，必须要进行一定数量的绘图和读图练习，要“弄懂、多练”。学习时特别应注意以下两个方面：

(1) 投影制图是本课程的基本理论，必须学深学透。学习时不能死记硬背，要搞清空间概念。要认真听讲，注意教师的讲解和演示。听好课是学好制图课的关键。在听好课的基础上，再看书思考，增加理解，才能事半功倍。

(2) 在学习制图技能时，要按正确的绘图方法和规定绘图，正确贯彻制图标准。

四、我国工程图学发展史简介

我国在世界上是文明古国之一，我国在工程图学方面具有悠久的历史。在天文图、建筑图、机械图等方面都有过杰出的成就，既有文字记载，又有实物考证，得到举世公认。工程图学同其他学科一样，是人类长期从事生产活动而产生、发展和日趋完善的。

我国远在公元前 1059 年的《尚书》一书中，就有建筑工程使用图样的记载。宋代（1100 年）李诫所著《营造法式》一书，是一部建筑技术著作。其中的工程图样画法，采用了正投影、轴测投影和透视图等方法。这充分说明我国古代在工程图学方面已达到了很



高的水平。

1949年中华人民共和国建立以后，国家十分重视工程图学的发展。1959年颁布了国家标准《机械制图》，并于1974~2003年先后多次进行了较大的修订，进一步向国际标准化组织（ISO）标准靠拢，更利于工程技术的国际交流。这标志着我国工程图学已进入了一个新的发展阶段。

随着科学、生产的高速发展，对绘图的质量和速度提出了更高的要求。计算机及其绘图机的相继出现适应了这些要求。随着我国改革开放的不断推进，工程图学定能得到更加广泛的应用和发展。

第一章 制图的基本知识

图样是现代工业生产的重要技术文件之一。本章将重点介绍图样中国标准的有关规定、绘图工具的使用及正确的作图方法，为今后的学习打下必要的基础。

第一节 常用制图工具 and 仪器的使用

一、图板、丁字尺、三角板

1. 图板

绘图时，需用胶带纸将图纸固定在图板左下方的适当位置上，如图 1-1 所示。要求图板板面平整、光滑和洁净，木质软、硬适中，工作边要求平直，木质较硬。常用的图板规格有 0 号、1 号和 2 号。

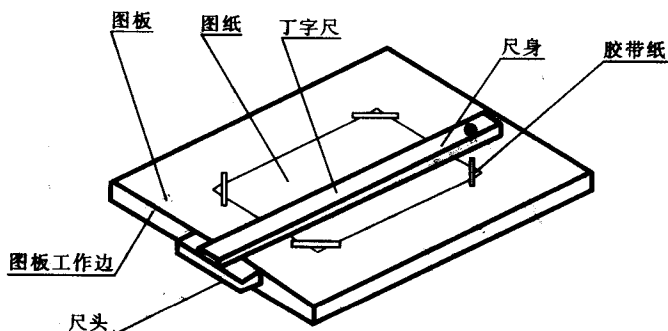


图 1-1 图板、丁字尺及图纸的固定

2. 丁字尺

丁字尺是由尺头和尺身两部分组成的，如图 1-1 所示。丁字尺主要用于画水平线以及与三角板配合画垂直线及各种 15° 倍数的斜线。画水平线时，应使尺头靠紧图板左侧的工作边，然后左手扶住尺头，右手推动尺身上下移动丁字尺，从左至右画出所需的水平线，如图 1-2 所示。

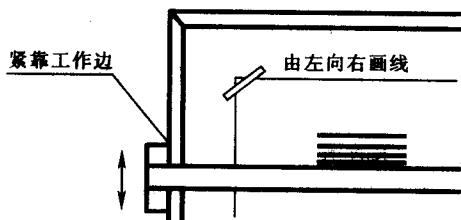


图 1-2 用丁字尺画水平线

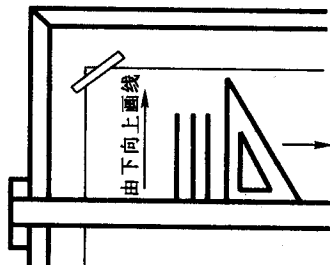


图 1-3 用三角板和丁字尺配合画垂直线



3. 三角板

一副三角板有两块, 其中一块为 45° 等腰直角三角形, 另一块为 30° 、 60° 直角三角形。三角板在使用中:

- (1) 与丁字尺配合画垂直线, 如图 1-3 所示。
- (2) 与丁字尺配合画 15° 倍数角的斜线, 如图 1-4 所示。

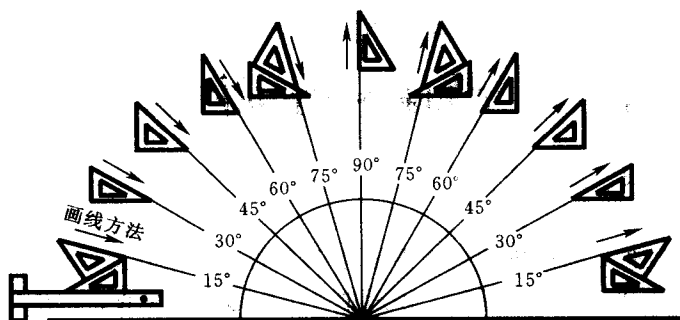


图 1-4 用三角板和丁字尺配合画 15° 倍数角的斜线

- (3) 两块三角板互相配合画已知直线的平行线和垂直线, 如图 1-5 所示。

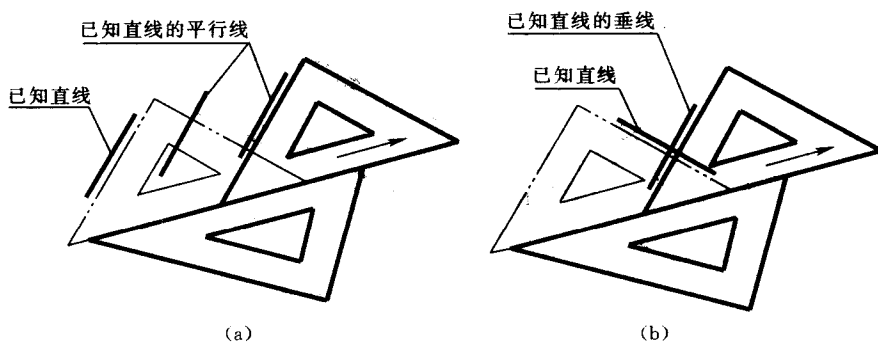


图 1-5 两块三角板配合使用

(a) 画任意直线的平行线; (b) 画任意直线的垂直线

二、规与分规

1. 圆规

圆规是用来画圆或圆弧的绘图仪器。

圆规的两脚中一个为固定脚, 固定脚上的钢针两端的形状有所不同, 一端带有台阶是画圆或圆弧时定心用的, 台阶可以防止图纸上的针眼扩大而使圆心不准确; 圆锥形的一端可作为分规使用。另一个为活动插脚, 可分别装入铅芯插脚、延长杆 (画大圆时用)、钢针插脚 (当分规用) 或鸭嘴插脚 (描图时用), 如图 1-6 所示。

画圆或圆弧时, 定心钢针台阶应与铅芯尖端平齐并与图纸面垂直, 使针尖略长于铅芯, 然后, 将针尖在圆心的位置上全部扎入图板内, 按顺时针方向并稍向前用力均匀地转动圆规。画直径不同的圆时, 应注意调整钢针和铅芯插脚, 使其始终与图纸面垂直, 如图

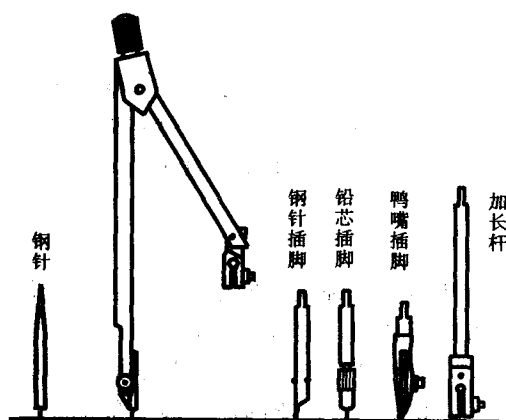


图 1-6 圆规及其插脚

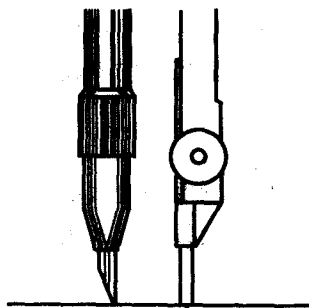


图 1-7 调整好铅芯与钢针

1-7 所示。画大直径可在活动脚上装入延长杆。

铅芯磨削根据画图的内容而定。当画底稿或细线时，铅芯磨削成圆锥形状或斜截头圆柱形状；加深底稿时，磨削成四棱柱形状，如图 1-9 所示。

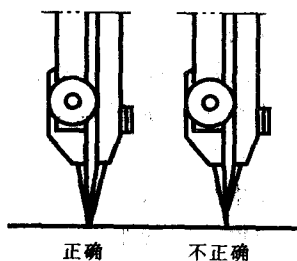


图 1-8 分规的用法

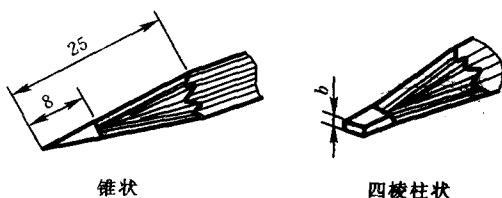


图 1-9 铅笔的削磨

2. 分规

分规是用来量取线段和等分线段的绘图仪器。

分规两腿端部均为钢针，当两腿合拢时两针尖应当平齐，如图 1-8 所示。量取尺寸时把针尖的两端平放在尺子面上，截取所需的长度或将一处图形的尺寸量取到另一处图形中。操作过程中由于没有画痕保证了图面的整洁。

三、铅笔

绘图铅笔的铅芯有软、硬两种型号，分别用字母 B 和 H 来表示，B 前面的数值越大，表示铅芯越软而黑，H 前面的数值越大，则表示铅芯越硬而淡。HB 表示软硬适中的铅芯。

绘图时，常用 H 或 2H 的铅笔打底稿和加深细线，用 HB 的铅笔写字和徒手画图，用 B 或 HB 铅笔画粗线。

削铅笔时应从无记号的一端开始，以便供使用时识别。被削去的笔杆长度约 25mm 左右，铅芯露出约 6~8mm 为宜。画底稿线、细线和写字用的铅笔，铅芯应研磨成圆锥状，画粗线的铅笔的铅芯应研磨成四棱柱形状，如图 1-9 所示。

绘图时，应保持笔杆前后方向与纸面垂直，并向画线运动方向自然倾斜。



四、其他常用绘图工具

1. 比例尺

比例尺是画图时按比例量度尺寸的绘图工具,它又称为三棱尺。它的三个棱面上有六种不同的比例刻度,当用比例尺已有的比例画图时,可以直接利用尺身刻度量取尺寸,无需进行计算。比例尺上的刻度以米为单位,而机械图样中的尺寸单位是毫米,在使用时应注意进行换算。

2. 曲线板

曲线板是绘制非圆曲线的常用工具。使用时应先徒手用细线轻轻地把已知各点光滑连接起来,然后在曲线板上找出与曲线相吻合的线段进行连接并描深。吻合的点越多,线段就可描绘越长,所得曲线也就越光滑。每次描绘的曲线段一般应不少于吻合四个点,并包括前一次吻合的最后两点,这样才能保证连接光滑,如图1-10所示。

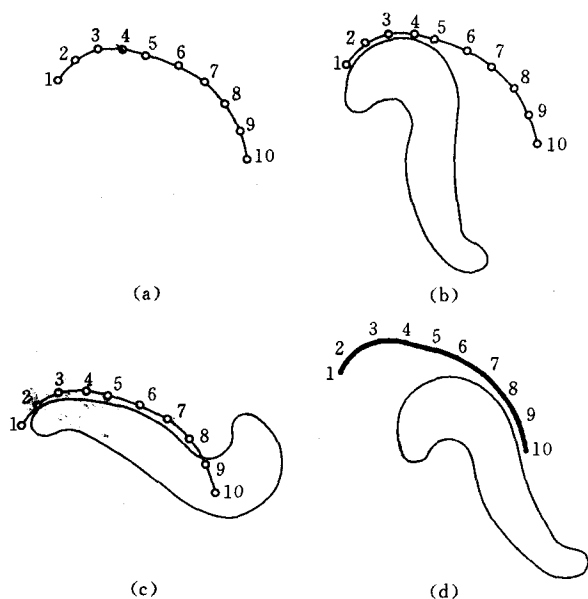


图1-10 曲线板的用法

- (a) 徒手连细线; (b) 描1、2、3、4点;
(c) 描3、4、5、6、7、8点; (d) 完成连接

3. 鸭嘴笔与针管笔

(1) 鸭嘴笔。鸭嘴笔是绘制墨线图的专用工具。墨线的宽度由鸭嘴笔笔头上两钢片间的距离来确定的,两钢片的距离可通过调节螺母来调整。使用时,应先在两钢片之间加注墨水,装墨高度以4~6mm为宜,然后调节两钢片间的距离,在另一纸上试画,到合适的宽度后再开始画线。使用完毕应用软布将钢片擦拭干净,并放松调节螺母。

(2) 针管笔。针管笔主要有笔囊和笔尖组成。笔囊用来储存碳素墨水;常用的笔尖有三种规格,其画线

宽度分别为0.3、0.6、0.9mm。使用针管笔描图,不必经常添加墨水,也不需调整线型宽度,可满足画不同粗细图线的需要。

4. 专用模板与擦图片

专用模板上各种常用的符号和字框,使用时根据需要直接用模板套画。

擦图片上有各种各样的孔,在清除图纸上的多余图线时,为了使有用的图线不被擦去,可选擦图片中合适的孔对准多余的图线,用橡皮擦去,保护了有用的图线。

第二节 制图的基本标准

图样是工程技术界的共同语言,是现代工业生产中的主要技术文件之一。为了便于生

产、进行技术交流和使用保管，国家质量技术监督局颁布了一系列有关制图的国家标准（简称“国标”或“GB”）。每个从事技术工作的人员都必须掌握并遵守。

本节主要介绍：图幅、比例、图线、字体、尺寸标注等基本制图标准，其余的内容将在以后的章节中逐一介绍。

一、图幅、图框及标题栏（GB/T 14689—93）

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 规定的图纸基本幅面。

表 1-1

基本幅面尺寸

单位：mm

幅 面 代 号		A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 B×L		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
周边	a	25				
	c	10			5	
	e	20		10		

基本幅面图纸中，A0 幅面为 1m²，长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍，各种图纸幅面之间的关系可由表 1-1 中看出。必要时，允许选用加长幅面。加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的，如图 1-11 所示。

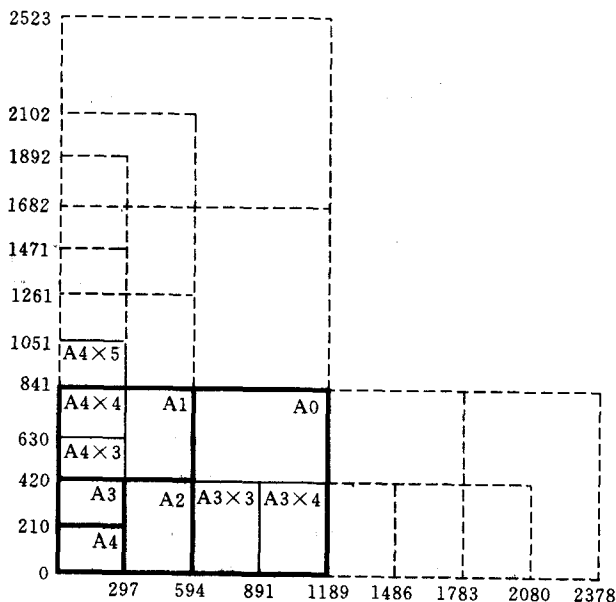


图 1-11 基本幅面与加长幅面

图 1-11 中粗实线所示为基本幅面（第一选择）；细实线（第二选择）、虚线（第三选择）所示为加长幅面。

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和留装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-12 所示，周边的尺寸见表 1-1。这种格式在绘图、复制、折叠、装订和使用中非常方便，所以应优先使用。

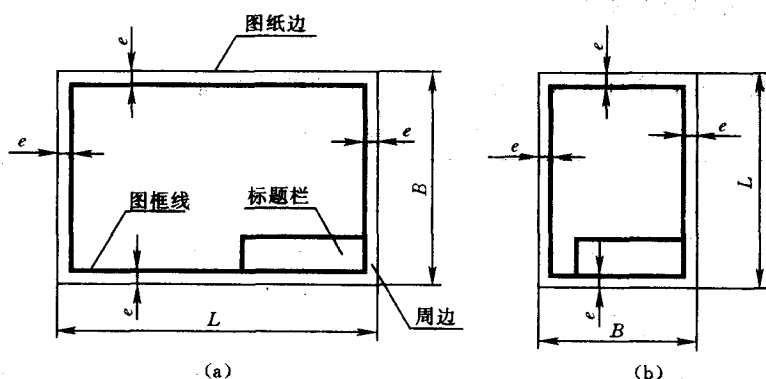


图 1-12 不留装订边的图框格式

(a) X 型图纸；(b) Y 型图纸

留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-13 所示，周边的尺寸见表 1-1。

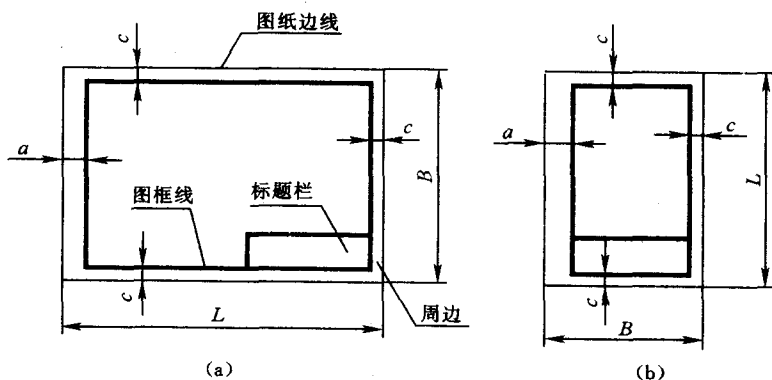


图 1-13 留有装订边的图框格式

(a) X 型图纸；(b) Y 型图纸

加长幅面的图框尺寸，按所选的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 A2×3 的图框尺寸，按 A1 的图框尺寸确定，即 e 为 20（或 c 为 10）。

3. 标题栏的方位

每张图纸上都必须画出标题栏，标题栏的位置应位于图纸的右下角。

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-12 (a) 和图 1-13 (a) 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-12 (b) 和图 1-13 (b) 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。