



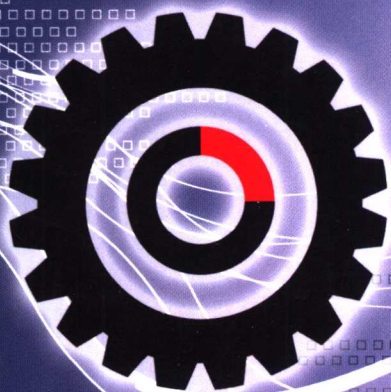
21世纪高等职业技术教育 机电一体化 数控技术 专业规划教材

机械

制图

■ 主编 朱林林 顾凌云

Jixie zhitu



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高等职业技术教育机电一体化·数控技术专业规划教材

机 械 制 图

主 编 朱林林 顾凌云
参 编 李鸣亚 邹晓峰 许 菁



 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材是应高等职业教育需要,并结合我国高等职业教育机械类专业的教学要求而编写。本书集作者多年来的教学与改革经验,力求满足广大读者的需要,适应对外开放与交流、合作的要求,贯彻了最新的机械制图国家标准。全书除绪论和附录外,共有五个单元十四章,包括制图基础(制图基本知识、投影基础)、形体视图(平面立体、曲面立体、组合体)、图样画法(机械零件常用表达方法、其他图样)、机械图样(零件图的基础知识、标准件和常用件、零件图实践、中外画法比较、装配图)、辅助绘图与综合应用(计算机绘图、装配体测绘)等。

为了使教学工作能更好地开展,本书作者专门编写了配套的《机械制图习题集》,以便与教材配合使用。

本书可作为高等职业院校机械(或机电)类、近机械类等专业的制图课程教材,也可供有关专业的师生、工程技术人员使用或参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 朱林林, 顾凌云主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2006. 8

ISBN 7-5640-0762-1

I. 机… II. ①朱… ②顾… 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(2006)第 088816 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 20.75

字 数 / 426 千字

版 次 / 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1~4000 册

定 价 / 30.00 元

责任校对 / 郑兴玉

责任印制 / 母长新

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

出版说明

当前，高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的重要标志之一，成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。

如今，中国已成为制造业大国，但还不是制造业强国。我们要从制造业大国走向制造业强国，必须大力发展以数控技术为主的先进制造技术，提高计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）的技术水平。

制造业要发展，人才是关键。尽快培养一批高技能人才和高素质劳动者，是先进制造业实现技术创新和技术升级的迫切要求。高等职业教育既担负着培养高技能人才的任务，也为自身的发展提供了难得的机遇。

为适应制造业的深层次发展和数控技术的广泛应用，根据高等职业教育发展与改革的新形势，北京理工大学出版社组织知名专家、学者，与生产制造企业的技术人员反复研讨，以教育部《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求为指导思想，确立了“满足制造业对人才培养的需求，适应行业技术改革，紧跟前沿技术发展”的思路，编写了这套高职高专教材。本套教材力图实现：以培养综合素质为基础，以能力为本位，把提高学生的职业能力放在突出位置，加强实践性教学环节，使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者；以企业需求为基本依据，以就业为导向，增强针对性，又兼顾适应性；课程设置和教学内容适应技术发展，突出机电一体化、数控技术应用专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法；教学组织以学生为主体，提供选择和创新的空間，构建开放、富有弹性、充满活力的课程体系，适应学生个性化发展的需要。

本套教材的主要特色有：

1. 借鉴国内外职业教育先进教学模式，顺应现代职业教育教学制度的改革趋势；
2. 以就业为导向，进行了整体优化；
3. 理论与实践一体化，强化了知识性和实践性的统一。

本套教材适合于作为高职高专院校机电一体化、数控技术、机械制造及自动化、模具设计与制造等专业的课程教学和技能培训用书。

北京理工大学出版社

前 言

伴随着科学技术的迅猛发展和我国改革开放的不断深入,我国经济建设水平也迅速提高,人们的思想观念也发生了巨大的变化。当前,高等职业教育已发展成为一种具有巨大影响力的新的教学形式,本教材正是为了适应这种需要,并结合我国高等职业教育机械类专业的教学要求而编写的。

机械制图是机械类专业的一门专业基础课程,被形象地称为“工程界的语言”,它起着桥梁的作用,对学生学习其他专业课程影响极大。本书集作者多年来教学实践与教学改革的经验,力求满足广大读者的需要,适应对外开放与交流、合作的需要。

在编写本教材时,力求打破固有的体系,从学生的实际出发,从社会的需求出发。全书共分为五个单元,详细介绍了制图基础、形体视图、图样画法、机械图样及辅助绘图与综合应用等内容。

本书特色如下:

- (1) 明确了学习内容、目的、要求和方法,层层递进;
- (2) 弱化知识体系和板图尺规练习,强调徒手绘图和计算机辅助绘图,强调对知识的综合运用和能力培养,并将其贯穿于全书始终;
- (3) 考虑到各国在图样画法中的不同,本书专门增添了一章,讲述中外图样画法方面的比较。

本书除绪论和附录外,共有五个单元十四章,并编有配套的《机械制图习题集》,以便于与本教材配合使用。

本书由江苏联合职业技术学院无锡机电分院朱林林老师、顾凌云老师任主编。参加本书编写的有朱林林(绪论、第1章、第2章、第14章)、李鸣亚(第3章、第4章的4.1和4.2)、邹晓峰(第4章的4.3、第5章)、钱志芳(第6章、第8章、第10章)、许菁(第7章、第9章、第12章)、顾凌云(第11章、第13章、附录)。

本书的编写得到了江苏联合职业技术学院无锡机电分院的领导和有关部门的支持和帮助，对此我们表示衷心的感谢。

限于各种主、客观因素，书中难免还会存在一些不足，甚至错误，恳请广大读者提出宝贵意见和建议，以便今后进一步改进。谨此深表感谢。

编者

目 录

绪论	(1)
----------	-----

第一单元 制图基础

第1章 制图基本知识	(6)
1.1 常用绘图工具及用法	(6)
1.2 制图国家标准基本规定	(9)
1.3 常用几何图形的画法	(23)
1.4 平面图形的画法	(28)
第2章 投影基础	(31)
2.1 投影法的基本知识	(31)
2.2 三面投影的形成及投影规律	(33)
2.3 点、线、面投影	(35)

第二单元 形体视图

第3章 平面立体	(45)
3.1 轴测投影的基本概念	(45)
3.2 平面立体正等轴测图的画法	(47)
3.3 平面立体的三视图	(51)
3.4 平面立体的尺寸注法	(58)
3.5 平面立体的草图画法	(59)
第4章 曲面立体	(61)
4.1 曲面立体正等轴测图的画法	(61)
4.2 曲面立体的三视图	(64)
4.3 曲面立体的尺寸注法	(83)
4.4 曲面立体的草图画法	(85)
第5章 组合体	(87)
5.1 组合体的分析方法	(87)

5.2	组合体的轴测图画法	(89)
5.3	组合体的三视图画法	(91)
5.4	组合体的尺寸注法	(94)
5.5	组合体轴测图草图的画法	(96)
5.6	读组合体视图	(98)

第三单元 图样画法

第6章	机械零件常用表达方式	(107)
6.1	视图	(107)
6.2	剖视图	(110)
6.3	断面图	(120)
6.4	其他表示方法	(123)
6.5	综合运用	(127)
第7章	其他图样	(130)
7.1	换面法	(130)
7.2	展开图	(132)
7.3	焊接图	(138)

第四单元 机械图样

第8章	零件图的基础知识	(144)
8.1	零件图概述	(144)
8.2	零件的工艺结构	(145)
8.3	零件的表达方案	(147)
8.4	零件图上的尺寸标注	(150)
8.5	零件图上的技术要求	(155)
第9章	标准件和常用件	(164)
9.1	螺纹	(164)
9.2	常用螺纹紧固件	(169)
9.3	键连接和销连接	(174)
9.4	齿轮	(177)
9.5	滚动轴承	(184)
9.6	弹簧	(188)
第10章	零件图实践	(191)
10.1	读典型零件图	(191)
10.2	零件草图的画法	(193)
10.3	零件的测绘	(194)

第 11 章 中外画法比较	(199)
11.1 第一角和第三角画法	(199)
11.2 各国国家标准基本规定比较	(201)
第 12 章 装配图	(210)
12.1 装配图的内容	(210)
12.2 装配图表达方法	(213)
12.3 装配结构的合理性	(215)
12.4 由零件图画装配图	(217)
12.5 读装配图并拆画零件图	(220)
第五单元 辅助绘图与综合应用	
第 13 章 计算机绘图	(227)
13.1 计算机绘图基本知识	(227)
13.2 常用绘图及编辑命令	(232)
13.3 平面图形画法	(240)
13.4 尺寸与文本标注	(243)
13.5 绘制零件图	(248)
13.6 绘制装配图	(254)
13.7 三维造型简介	(257)
第 14 章 装配体测绘	(265)
14.1 装配体测绘的目的和任务	(265)
14.2 装配体测绘的方法与步骤	(265)
14.3 常用的测绘工、量具及零件尺寸的测量方法	(268)
14.4 测绘进程安排	(272)
14.5 测绘纪律与成绩考核	(272)
14.6 装配体测绘示例	(273)
附录	(279)
附录 1 公差与配合	(279)
附录 2 螺纹	(287)
附录 3 螺纹紧固件与连接件	(290)
附录 4 常用滚动轴承	(308)
附录 5 常用材料及热处理名词解释	(313)
附录 6 常用标准数据和标准结构	(319)
参考文献	(322)

绪 论

一、图样及其在生产中的用途

根据投影原理、标准或有关规定绘制的表示工程对象，并有必要的技术说明的图，称为图样。

在现代工业生产中，无论是机器或仪器的设计、制造与维修，还是工程建筑的设计与施工，都是通过图样来进行的。设计者通过图样来表达设计意图；制造者根据图样进行制造与施工；使用者通过图样了解它的构造和性能，掌握正确的使用和维护方法。因此，图样是工业生产中的重要技术文件，是交流技术思想的重要工具，是工程界的技术语言。工程操作人员必须具备绘制和阅读图样的能力。

不同部门使用的图样名称不同，要求也不同。用来表示机器、仪器等的图样，称为机械图样。机械制图就是研究绘制与识读机械图样的基本原理和方法的一门课程。

二、本课程的主要任务

本课程的主要任务是培养学生的空间想象和思维能力，进而培养学生的识读和绘制机械图样的能力，为提高学生素质、形成综合职业能力和继续学习打下基础。通过本课程的教学，使学生：

- (1) 掌握正投影法的基本理论和作图方法；
- (2) 能够执行国家制图标准及其他有关规定；
- (3) 具有一定的空间想象和思维能力；
- (4) 能够正确地使用常用的绘图工具，具有徒手画图的技能；
- (5) 具有识读中等复杂程度的零件图和装配图、绘制中等复杂程度的零件图和简单装配图的基本能力；
- (6) 了解计算机绘图的基本知识，能用计算机绘制简单的机械图样；
- (7) 具有创新精神和实践能力，认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

三、本课程的学习方法

(1) 本课程是一门实践性很强的工程技术基础课。学习过程中，要注意将物体和图样相结合，由浅入深，通过由空间到平面，由平面到空间的多画、多读、多想、反复实践，及时、独立、认真地完成习题和作业。同时还应通过参观生产现场和机械产品，借助模型、轴测图、实物等，增加生产实践知识和表象积累，培养和发展空间想象和思维能力。

(2) 要严格遵守、认真贯彻《技术制图》和《机械制图》等国家标准及有关技术标准。《技术制图》、《机械制图》国家标准对图样画法、尺寸标注及技术要求的注写等都作了统一规定，要重视学习和严格遵守，对其中常用的标准，应牢记并能熟练地运用。

(3) 要正确地使用绘图工具和仪器，同时应注重计算机绘图和徒手绘图能力的培养。

四、工程图发展的历史及成就简介

1. 我国古代的工程图

(1) 在河北省平山县, 1977 年出土的战国时代中山王墓建筑规划平面图 (约公元前 309—前 308 年) (见图 0-1)。

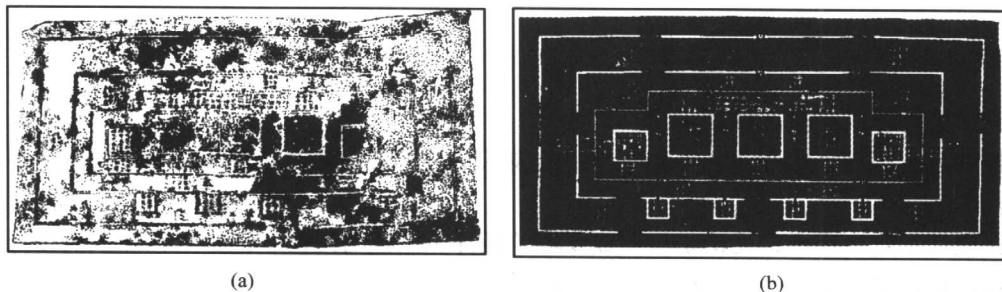


图 0-1 中山王墓建筑规划平面图

(a) 铜板原形; (b) 整理后的平面图

(2) 南朝宋炳 (公元 367—443) 著《画山水序》中, 投影原理图 (见图 0-2)。

(3) 北宋李诫 (?—1110) 编写《营造法式》共 36 卷, 其中绘图 570 余幅, 图 0-3 为其中的宫殿建筑图。

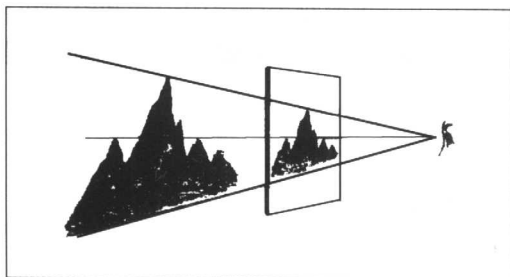


图 0-2 《画山水序》中投影原理图

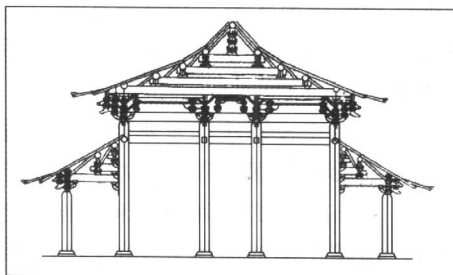


图 0-3 《营造法式》中插图

(4) 宋代苏颂 (1037—1101) 的《新仪象法要》(1089 年) 中的机械图 (图 0-4)。

(5) 元代王祯的《农书》(1313 年) 中有农业机械图样 258 幅, 图 0-5 为其中的部分插图。

(6) 宋代郑樵 (1104—1162) 在《通志》中说: “图谱之学不传, 则实学尽化为虚学矣。”“索象于图, 索理于书。”

“凡此十六类, 有书无图, 不可用也”: “星辰之次舍, 日月之往来, 非图无以见天之象”; “山川之纪, 夷夏之分, 非图无以见地之形”; “凡宫室之属, 非图无以作室”; “凡器用之属, 非图无以制器”; “为车旗者, ……非图无以明章程”; “为衣服者, ……非图无以明制度”; “为坛域者, ……大小高深之形, 非图不能辨”; “为都邑者, ……内外轻重之势, 非图不能纪”; “为城筑者, ……非图无以明关要”; “为田里者, ……非图无以别经界”; ……“通古今者, ……非图无以通要”; “别物名者, 非图无以别要”; “明书者, ……非图

无以明”。

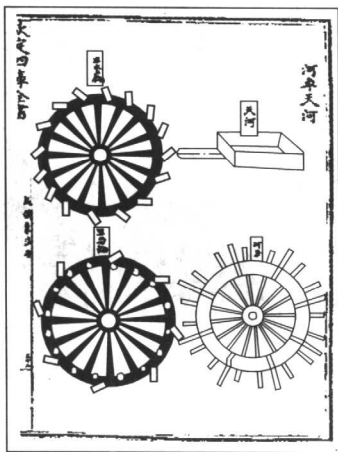
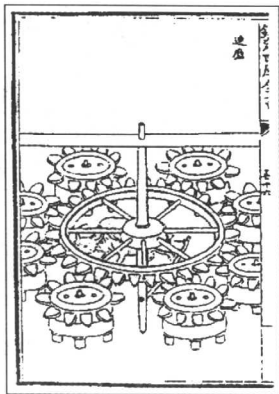
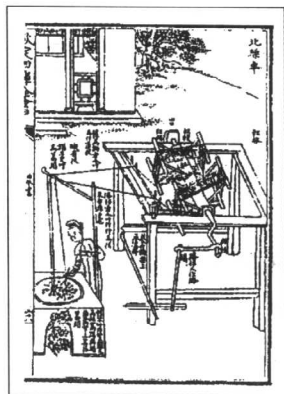


图 0-4 《新仪象法要》插图



(a)

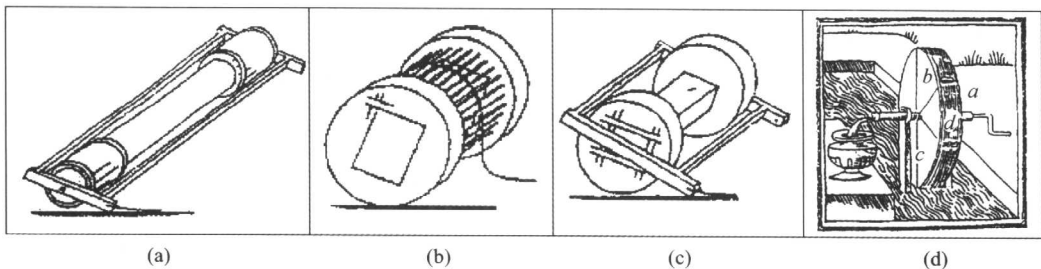


(b)

图 0-5 《农书》插图

2. 外国古代的工程图

(1) 古罗马建筑师维特鲁威亚 (Vitruvius Pollio 创作时期为公元前 27 年左右) 的《建筑十书》(1522 年出版) 中, 图 0-6 为其中的部分插图。



(a)

(b)

(c)

(d)

图 0-6 《建筑十书》中插图

(2) 意大利著名画家及工程师达·芬奇 (Leonardo da Vinci 1452 - 1519) 的工程画, 见图 0-7。

(3) 德国的阿格里科拉 (Georgius Agricola 1494 - 1555) 在《冶金论》中的插图, 见图 0-8。

(4) 法国著名科学家加斯帕·蒙日 (Gaspard Monge 1748 - 1881), 1795 年在巴黎高等师范学校任教画法几何。其讲稿于 1798 年正式获准发表, 名曰《画法几何学》。它是工程图学发展史上的里程碑, 图 0-9 为其中的插图之一。

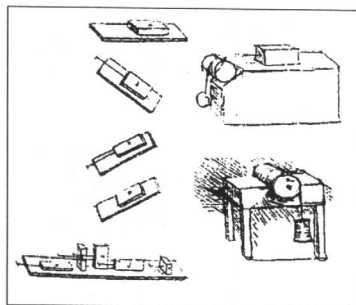


图 0-7 达·芬奇的工程画

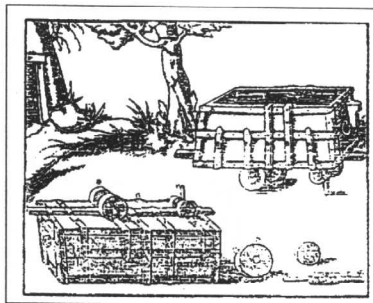


图 0-8 《冶金论》插图

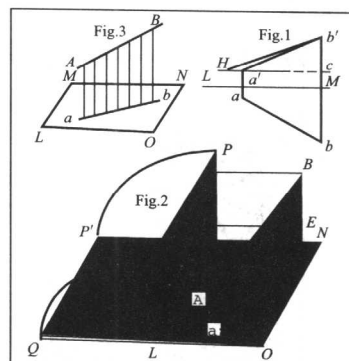


图 0-9 《画法几何学》插图

第一单元 制图基础

【内容提要】

本单元主要学习以下内容：

1. 制图国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸注法的有关规定。
2. 绘图的基本方法和常用几何作图法。
3. 投影法的基本知识。
4. 三面投影的形成及投影规律。
5. 点、线、面的投影特性。

【学习目的】

1. 培养良好的绘图习惯，使绘制的图样符合规范。
2. 初步建立空间与平面之间的转换概念。

【学习要求】

1. 掌握常用绘图仪器的使用与维护方法。
2. 熟悉图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸注法等机械制图国家标准。
3. 掌握常用几何图形的作图方法与步骤。
4. 掌握平面图形尺寸分析和线段分析的方法，能用绘图仪器熟练绘制平面图形。
5. 了解投影法的基本知识。
6. 掌握正投影的基本原理及三面投影的形成与投影规律。
7. 了解点、直线和平面的投影特性。

【学习方法】

机械制图是一门既有本学科基础理论，又有与生产实际密切结合的实践性技术的基础课程。学习基本理论和方法，必须通过大量的画图和读图实践才能掌握。

学习中要注重理论联系实际，细观察、多思考、勤动手，努力提高读、绘图技能。对本单元所介绍的图纸幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸注法的有关规定，都要在绘图过程中随时查阅、严格执行。久而养成良好的绘图习惯，使绘制的图样符合规范。

在绘图技能方面，尺规绘图工具的使用，是工程技术人员的基本技能，也是计算机绘图的基础。熟练掌握尺规绘图的操作方法、基本几何作图的步骤及徒手绘草图，不仅是培养学生能力和提高专业素质的过程，也是训练学生具有严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度途径。

第 1 章

制图基本知识

1.1 常用绘图工具及用法

“工欲善其事，必先利其器。”绘制工程图样有三种方法：尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图。尺规绘图是绘制各类工程图样的基础。具备了良好的尺规绘图的能力，就为借助其他绘图手段和工具绘制高质量的工程图奠定了基础。尺规绘图是借助丁字尺、三角板、圆规、分规等绘图工具和仪器进行手工操作的一种绘图方法。正确使用各种尺规工具和仪器既能保证绘图质量，加快绘图速度，又能为计算机绘图奠定基础。因此，必须养成正确使用和维护绘图工具和仪器的良好习惯。

1.1.1 图板

图板是用来铺放、固定图纸并进行绘图的（图 1-1）。板面要平整、光滑，左侧为工作边（又叫导边），必须光滑、平直。使用时，要注意板面和工作边完好无损，防止受潮和受热。

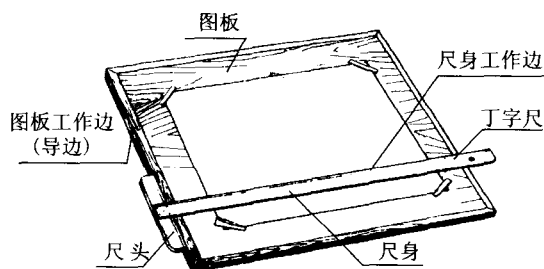


图 1-1 图板与丁字尺

1.1.2 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分构成，如图 1-1 所示，它主要用来画水平线。使用时，左手扶住尺头，并使尺头工作边紧靠图板工作边，上下移动到画线位置（图 1-2（a）），然后将左手移到画线部位压住尺身，右手握笔，沿丁字尺工作边自左向右画水平线（图 1-2（b））。禁止直接用丁字尺画铅垂线，也不能用尺身下缘画水平线。用完要将丁字尺挂起，以免变形、跌坏或踩断。

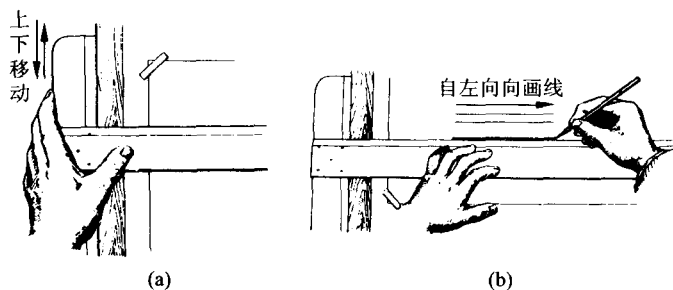


图 1-2 用丁字尺画水平线

1.1.3 三角板

三角板与丁字尺配合,可以画水平线的垂直线,如图1-3所示。画线时,三角板的一直角边靠紧丁字尺尺身工作边,另一直角边置于左侧,左右移动三角板至画线位置。左手按住丁字尺和三角板,右手握笔,自下而上沿三角板左边画垂直线。

三角板与丁字尺或直尺配合使用,可画与水平线成 15° 倍数角的斜线,如图1-4所示。



图1-3 用三角板与丁字尺画垂直线

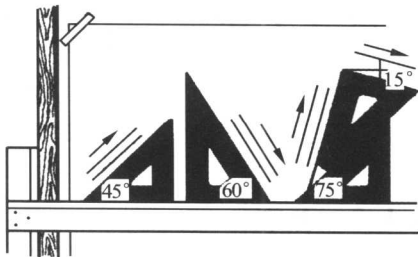


图1-4 用三角板画 15° 倍数角的斜线

两块三角板配合,还可以画任意已知直线的平行线或垂直线,如图1-5所示。

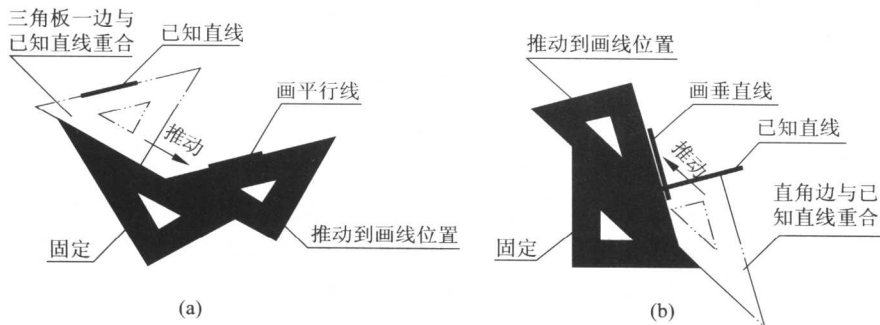


图1-5 画已知直线的平行线和垂直线

(a) 画平行线; (b) 画垂直线

1.1.4 圆规

圆规用来画圆和圆弧。它的一条腿上装有钢针,另一条腿上可换装三种插脚和接长杆,其构造和附件如图1-6所示。

画圆前,应将插脚上的铅心削好,将钢针有台肩的一端朝下,并使台肩面与铅心尖端平齐,如图1-7所示。

画圆时,应将钢针尖对准圆心(可借助左手食指),并扎入图板,右手捏住圆规头部手柄,按顺时针方向画圆,并向前进方向稍微倾斜,画小圆时,圆规两脚应向里弯曲(图1-8(a));画较大圆时,应调整钢针与铅心插脚,保持与纸面垂直(图1-8(b));画大圆时,应接上接长杆(图1-8(c))。