

画法几何与 工程制图

张裕媛 魏 丽 © 主编

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

画法几何与工程制图

主 编 张裕媛 魏 丽

参 编 刘继海 郭俊英 张 威



内 容 简 介

本书主要内容包括绪论、制图基础、正投影法的基本概念与理论、基本几何元素的投影、基本几何体的投影、被截切基本几何体的投影、两立体相贯、轴测投影、组合体、剖面图与断面图、建筑施工图、结构施工图、设备施工图、机械工程图。本书配套有魏丽、张裕媛主编的《画法几何与工程制图习题集》，可供教师和学生选用。

本书可供普通高等院校土木工程类、建筑管理类及相关专业使用，也可供其他类型院校相关专业选用。

图 书 工 业 出 版 社

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

画法几何与工程制图/张裕媛, 魏丽主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2018. 6
ISBN 978 - 7 - 5682 - 5720 - 6

I. ①画… II. ①张… ②魏… III. ①画法几何 - 高等学校 - 教材 ②工程制图 - 高等学校 - 教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 107693 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17

字 数 / 410 千字

版 次 / 2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

定 价 / 65.00 元

责任编辑 / 高 芳

文案编辑 / 赵 轩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

前 言

本书依据 2004 年教育部工程图学教学指导委员会制订的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，并结合编者多年教学经验编写而成。

本书在编写过程中，力求以工程制图的图示理论、图示基本知识、图示基本技能为基础，建立贯彻工程制图最新标准、形体表达，培养学生尺规绘图的能力，增强学生的工程意识。在编写中注意考虑了以下几个方面：

(1) 突出投影和制图的基本理论。旨在通过基本理论的学习，使学生的空间思维能力得到提高，培养图学素养。采用图示分解、作图步骤和读图过程、形体分析等方法，既直观、清晰，充分体现了工程图学的特征，又有利于学生自学。

(2) 适应建筑工程各专业的需要。结合工程实践，拓宽图样的范围，加强了工程图的实用性和适应性。为了适应高等学校优化课程结构和专业培养方案的改革，满足建筑工程类专业工程图学课程的教学需要，书中包括了建筑、结构、给水排水、机械等专业的工程图，供各专业工程图学课程教学选用。

(3) 注意贯彻现行的国家制图标准。书中专业图的内容按照《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2017)、《建筑制图标准》(GB/T 50104—2010)、《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010)、《建筑给水排水制图标准》(GB/T 50106—2010) 等编写。

(4) 考虑到目前高等院校课程设置改革的需要，将机械工程图作为一章编入教材，使本书内容更加多样化、不拘一格。

(5) 每章都有学习目标和习题。目的是便于学生了解和掌握所学知识点。

(6) 与本书配套的习题集，题型多样、类型突出，有利于学生开拓思路，从不同角度深入了解和掌握课程内容。

本书由张裕媛、魏丽担任主编，编写分工如下：张裕媛编写绪论、第1章、第4章、第7章、第10章、第11章，魏丽编写第2章、第3章、第8章、第9章，张威编写第6章，刘继海编写第12章，郭俊英编写第5章、第13章。

限于编者的水平，书中难免有疏漏之处，欢迎同仁和读者批评指正。

编者

目 录

绪论	(1)
第1章 制图基础	(3)
1.1 制图工具及其使用方法	(3)
1.2 制图基本规定	(8)
1.2.1 图纸幅面	(8)
1.2.2 线型	(12)
1.2.3 字体	(13)
1.3 尺寸标注	(15)
1.3.1 尺寸界线	(16)
1.3.2 尺寸线	(16)
1.3.3 尺寸起止符号	(16)
1.3.4 尺寸数字	(16)
1.4 几何作图	(17)
1.4.1 过已知点作一直线平行于已知直线 (图 1-34)	(17)
1.4.2 过已知点作一直线垂直于已知直线 (图 1-35)	(17)
1.4.3 等分线段	(18)
1.4.4 作圆的切线	(18)
1.4.5 正多边形的画法	(19)
1.4.6 椭圆的画法	(19)
1.4.7 圆弧连接	(20)
1.5 建筑制图的一般步骤	(23)
1.5.1 准备工作	(23)
1.5.2 画底稿	(23)
1.5.3 加深图线	(24)

第2章 正投影法的基本概念与理论	(25)
2.1 投影的形成和投影法的分类	(25)
2.1.1 投影和投影法	(25)
2.1.2 投影法的分类	(26)
2.1.3 投影法的基本性质	(26)
2.2 平行投影法的特性	(27)
2.3 工程上常用的投影图	(28)
2.4 正投影图的形成及特性	(29)
2.4.1 两面投影图及其特性	(30)
2.4.2 三面投影图及其特性	(31)
第3章 基本几何元素的投影	(34)
3.1 点的正投影	(34)
3.1.1 点在两投影面体系中的投影	(34)
3.1.2 点在三投影面体系中的投影	(35)
3.1.3 点的直角坐标及两点的相对位置	(36)
3.1.4 点的辅助投影	(39)
3.2 直线的正投影	(41)
3.2.1 各种位置直线的投影	(41)
3.2.2 直线上的点	(45)
3.2.3 一般位置线段的实长及对投影面的倾角	(47)
3.2.4 两直线的相对位置	(48)
3.3 平面的正投影	(54)
3.3.1 平面的表示法及其空间位置的分类	(54)
3.3.2 各种位置平面的投影	(55)
3.3.3 平面内的直线和点	(58)
3.3.4 直线和平面的相对位置	(61)
3.3.5 两平面的相对位置	(67)
第4章 基本几何体的投影	(74)
4.1 平面基本几何体的投影及其表面取点	(75)
4.1.1 平面立体的投影	(75)
4.1.2 平面立体表面上的点和线	(77)
4.2 回转体的投影	(79)
4.2.1 曲面体的投影	(80)
4.2.2 曲面立体表面的点	(82)

第 5 章 被截切基本几何体的投影	(86)
5.1 概述	(86)
5.2 被截切平面基本几何体的投影	(87)
5.3 被截切曲面基本几何体的投影	(90)
5.3.1 被截切圆柱体的投影	(91)
5.3.2 被截切圆锥体的投影	(92)
5.3.3 被截切圆球体的投影	(93)
第 6 章 两立体相贯	(100)
6.1 两平面立体相贯	(101)
6.1.1 相贯线的特点	(101)
6.1.2 相贯线的求法	(101)
6.1.3 相贯线作图步骤	(101)
6.1.4 相贯线作图的注意事项	(102)
6.2 平面立体与曲面立体相贯	(104)
6.2.1 相贯线的特点	(104)
6.2.2 相贯线的求法	(105)
6.2.3 相贯线作图步骤	(105)
6.3 两曲面立体相贯的一般情况	(107)
6.3.1 相贯线的特点	(107)
6.3.2 相贯线的求法	(108)
6.4 两曲面立体相贯的特殊情况	(111)
6.4.1 两圆柱的轴线平行	(111)
6.4.2 两圆锥共锥顶	(111)
6.4.3 同轴回转体	(111)
6.4.4 两回转体共内切于圆球面	(112)
第 7 章 轴测投影	(113)
7.1 基本知识	(114)
7.1.1 轴测投影图的形成	(114)
7.1.2 轴测投影的基本性质	(114)
7.2 正等轴测投影	(115)
7.2.1 正等测的轴间角和轴向变形系数	(115)
7.2.2 点的正等测画法	(115)
7.2.3 圆的正等测画法	(118)
7.2.4 曲面立体的正等测画法	(119)
7.3 斜二等轴测投影	(121)

7.3.1	斜二测的轴间角和轴向变形系数	(121)
7.3.2	斜二测投影图的画法	(122)
第8章	组合体	(124)
8.1	组合体的形成分析	(124)
8.2	组合体视图的画法和尺寸标注	(126)
8.2.1	组合体视图的画法	(126)
8.2.2	尺寸标注的基本要求	(130)
8.3	组合体投影图的阅读	(132)
8.3.1	组合体投影图阅读的一般步骤	(132)
8.3.2	组合体投影图的阅读方法	(133)
第9章	剖面图与断面图	(141)
9.1	剖面图	(141)
9.1.1	基本概念及画法	(142)
9.1.2	常用剖面图的种类	(144)
9.2	断面图	(147)
9.2.1	断面图的基本概念及画法	(147)
9.2.2	常用断面图的种类	(148)
第10章	建筑施工图	(150)
10.1	基本知识	(150)
10.1.1	房屋的组成及其作用	(150)
10.1.2	房屋施工图的分类	(151)
10.1.3	绘制房屋施工图的有关规定	(152)
10.1.4	施工图的阅读步骤	(158)
10.2	建筑总平面图	(158)
10.2.1	建筑总平面图的内容	(158)
10.2.2	图示实例	(161)
10.3	建筑平面图	(162)
10.3.1	建筑平面图的形成、表达内容与用途	(162)
10.3.2	建筑平面图的图示内容	(162)
10.3.3	识读建筑平面图示例	(166)
10.4	建筑立面图	(169)
10.4.1	建筑立面图的形成、命名与用途	(169)
10.4.2	建筑立面图的图示内容	(170)
10.4.3	识读建筑立面图示例	(170)
10.5	建筑剖面图	(172)

10.5.1	建筑剖面图的形成和特点	(172)
10.5.2	建筑剖面图的图示内容	(173)
10.5.3	识读建筑剖面图示例	(173)
10.6	建筑详图	(174)
10.6.1	有关规定与画法特点	(175)
10.6.2	墙身剖面详图	(175)
10.6.3	看图示例	(176)
10.7	楼梯详图	(177)
10.7.1	楼梯平面图	(177)
10.7.2	楼梯剖面图	(178)
10.7.3	楼梯节点详图	(178)
第11章	结构施工图	(181)
11.1	概述	(181)
11.1.1	结构施工图的种类	(181)
11.1.2	结构施工图的一般规定	(182)
11.1.3	钢筋混凝土结构及基本图示方法	(184)
11.2	基础图	(188)
11.2.1	基础图的形成及作用	(188)
11.2.2	基础图的图示内容和图示方法	(188)
11.2.3	基础图的阅读示例和绘制	(189)
11.3	钢筋混凝土结构图	(191)
11.3.1	钢筋混凝土结构图的内容和图示特点	(191)
11.3.2	结构平面图	(191)
11.3.3	构件详图	(194)
11.3.4	平面整体表示法	(196)
第12章	设备施工图	(198)
12.1	给水排水施工图	(198)
12.1.1	概述	(198)
12.1.2	室外给水排水平面图	(203)
12.1.3	室内给水排水施工图	(205)
12.1.4	给水排水工程详图	(212)
12.2	采暖工程图	(213)
12.2.1	采暖工程图的一般规定	(213)
12.2.2	采暖工程图的规定	(214)
12.2.3	室内采暖工程图	(215)
12.3	建筑电气施工图	(220)

12.3.1	有关电气施工图的一般规定	(221)
12.3.2	电气照明施工图	(224)
第 13 章 机械工程图		(232)
13.1	零件图	(232)
13.1.1	零件图的作用	(232)
13.1.2	零件图的内容	(232)
13.2	零件图的视图及表达方法	(234)
13.2.1	零件图的视图选择	(234)
13.2.2	典型零件的表达方法	(234)
13.3	零件图的尺寸标注	(238)
13.4	极限与配合	(240)
13.4.1	极限与配合的基本概念	(240)
13.4.2	公差带图	(241)
13.4.3	标准公差和基本偏差	(241)
13.4.4	配合种类	(242)
13.4.5	基准制	(243)
13.4.6	极限与配合在零件图中的标注	(243)
13.5	读零件图的方法及步骤	(245)
13.6	装配图的作用和内容	(246)
13.6.1	装配图的作用	(246)
13.6.2	装配图的内容	(246)
13.7	装配图的表达方法	(248)
13.7.1	装配图的一般表达方法	(248)
13.7.2	装配图的规定画法	(248)
13.7.3	装配图的特殊表达方法	(249)
13.8	画装配图的方法及步骤	(250)
13.9	读装配图的方法及步骤	(257)
参考文献		(259)

绪论

工程制图是高等工科院校学生必须掌握的一门重要技术基础课。开设本课程的目的是培养学生的工程文化素养、绘制和阅读工程图样能力、空间想象能力，帮助学生树立创新意识，为后续课程的学习和未来从事工程技术工作打下良好的基础。

1. 学习任务

本课程的主要内容包括画法几何、制图基础、专业工程图三部分。画法几何以正投影原理为主要理论基础；制图基础介绍、贯彻国家有关制图标准；专业工程图是投影原理和国家制图标准在各专业的应用，介绍各专业图样的表达方法和规定，培养阅读和绘制专业工程图样的基本能力。

本课程的学习任务如下：

- (1) 学习正投影法的基本理论和方法。
- (2) 培养空间想象能力、空间逻辑思维能力和图解分析能力。
- (3) 学习、贯彻工程制图的国家有关标准，培养绘制和阅读专业工程图样的基本能力。

2. 学习方法

(1) 本课程是一门实践性很强的技术基础课，所以在掌握基本概念、基本理论和基本方法的前提下，要完成一定数量的习题练习。

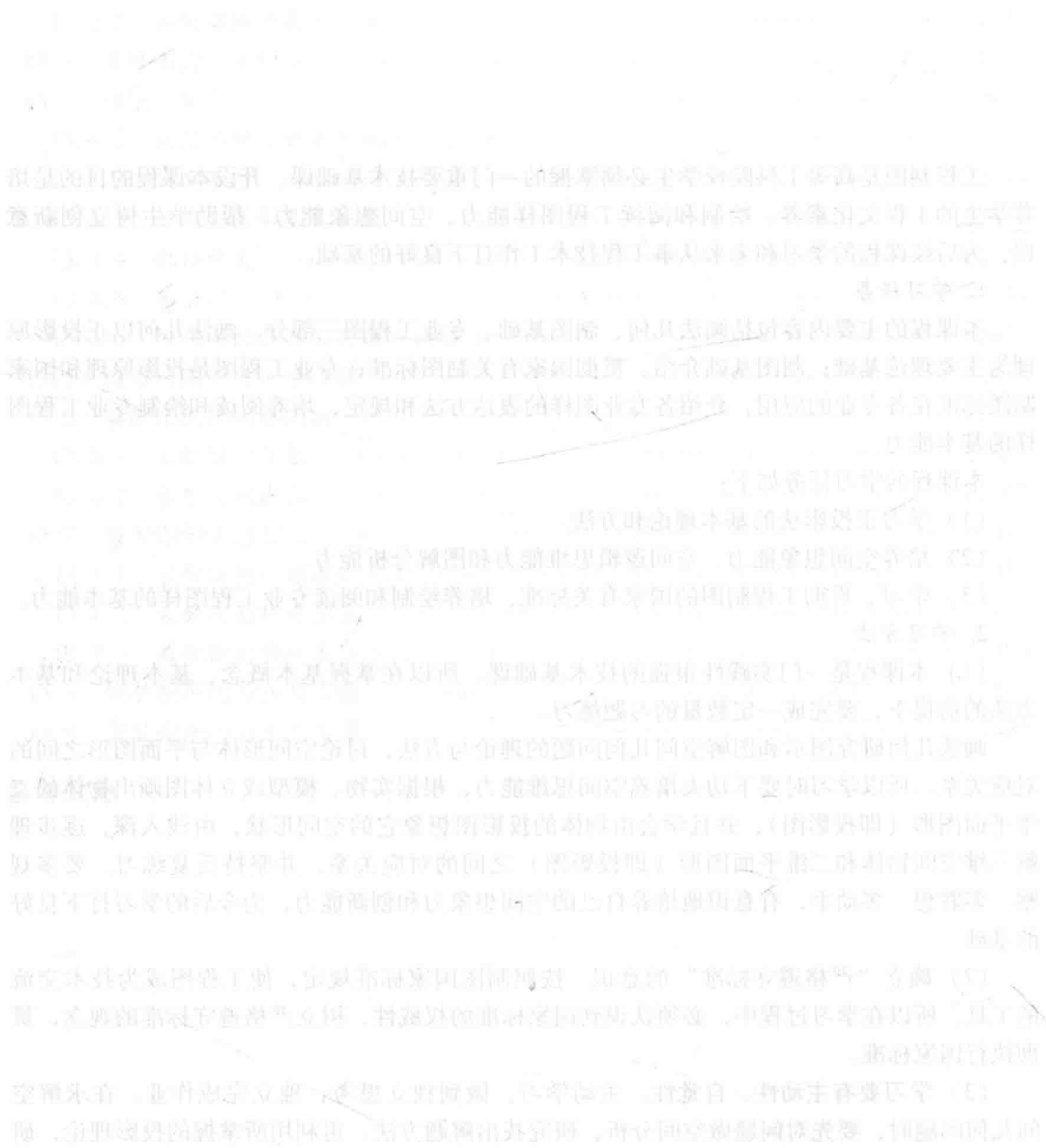
画法几何研究图示和图解空间几何问题的理论与方法，讨论空间形体与平面图形之间的对应关系。所以学习时要下功夫培养空间思维能力，根据实物、模型或立体图画出物体的二维平面图形（即投影图），并且学会由物体的投影图想象它的空间形状，由浅入深，逐步理解三维空间物体和二维平面图形（即投影图）之间的对应关系，并坚持反复练习。要多观察、多联想、多动手，有意识地培养自己的空间想象力和创新能力，为今后的学习打下良好的基础。

(2) 确立“严格遵守标准”的意识。按照制图国家标准规定，使工程图成为技术交流的工具。所以在学习过程中，必须认识到国家标准的权威性，树立严格遵守标准的观念，贯彻执行国家标准。

(3) 学习要有主动性、自觉性。主动学习，做到独立思考，独立完成作业。在求解空间几何问题时，要先对问题做空间分析，研究找出解题方法，再利用所掌握的投影理论，研

究找出在投影图上求解问题的方法、作图步骤。分析空间问题时，可以利用身边的笔、尺、书本等物件摆出问题的空间模型，来帮助分析和理解；本课程作业基本上都是动手用尺、规画图或图解作图，作图要准确、规范。绘图与读图是相辅相成的，只有认真、仔细地绘图，读图才能深入、细致，弄清图样表达的内容。在提高绘图能力的同时也积累了相关专业知识，提高了读图能力。

(4) 有意识地培养自己的工程人文素养，养成认真负责的工作态度。土木工程关系到人民人身财产的安全，高度负责、严谨细致是工程技术人员应具备的优秀素质。工程图是施工的依据，绘图错误、看图不仔细都会给生产带来损失。因此，绘图和读图时必须养成细心、耐心、严肃、认真、一丝不苟的工作作风和工作态度。



制图基础

★学习目标

1. 了解制图工具及其使用方法。
2. 熟悉建筑制图国家标准规定。
3. 掌握基本几何作图方法。
4. 了解建筑制图的一般步骤。

1.1 制图工具及其使用方法

学习制图，要了解各种制图工具的性能，掌握其使用方法，并经常维护保养，这样才能保证绘图质量，提高绘图速度。常用的制图工具有绘图板、丁字尺、三角板、圆规、比例尺、曲线板和铅笔等。

1. 绘图板

绘图板的四周工作边要平直，否则用丁字尺画出的平行线就不准确；板面要保持平滑，否则会影响画图质量，如图 1-1 所示。绘图板一般有 0 号（900 mm × 1200 mm）、1 号（600 mm × 900 mm）和 2 号（400 mm × 600 mm）三种规格，可根据需要选定。0 号绘图板适合画 A0 号图纸，1 号绘图板适合画 A1 号图纸，四周还略有宽余。绘图板放在桌面上，板身宜与水平桌面成 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 倾角。绘图板不可用水刷洗和在日光下暴晒。

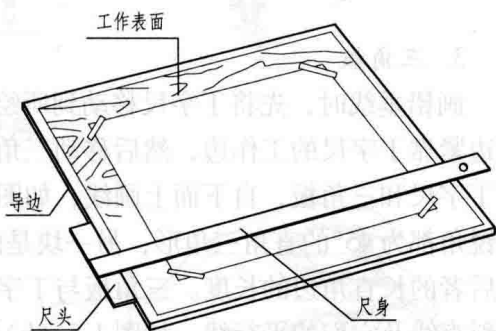


图 1-1 绘图板和丁字尺（一）

2. 丁字尺

丁字尺由尺头和尺身两部分构成。尺头与尺身互相垂直，尺身带有刻度，如图 1-2 所示。尺身要牢固地连接在尺头上，尺头的内侧面必须平直，使用时应紧靠绘图板的左侧导

边。在画同一张图纸时，尺头不可以在绘图板的其他边滑动，以避免绘图板各边不成直角时，画出的线不准确。丁字尺的尺身工作边必须平直光滑，不可用丁字尺击物和用刀片沿尺身工作边裁纸。丁字尺用毕后，宜竖直挂起，以避免尺身弯曲变形或折断。选择绘图板导边时，应选择比较光滑笔直的一端，在画图时应该始终如一地以此端为工作边，丁字尺尺头不可以随时调换位置，如图 1-3 所示。

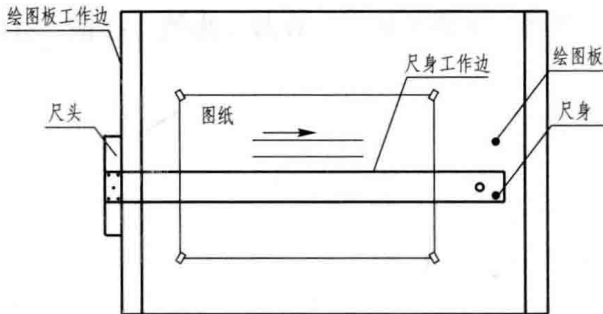


图 1-2 绘图板和丁字尺 (二)

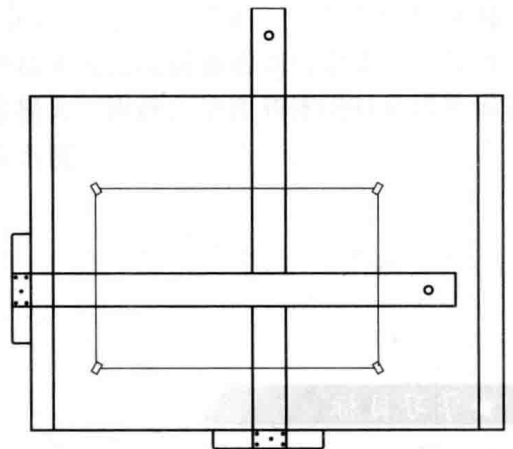


图 1-3 丁字尺的错误用法

丁字尺主要用于画水平线，使用时左手握住尺头，使尺头内侧紧靠绘图板的左侧导边，上下移动到位后，用左手按住尺身，即可沿丁字尺的工作边自左向右画出一系列水平线。画较长的水平线时，可把左手滑过来按住尺身，以防止尺尾翘起和尺身摆动（图 1-4）。

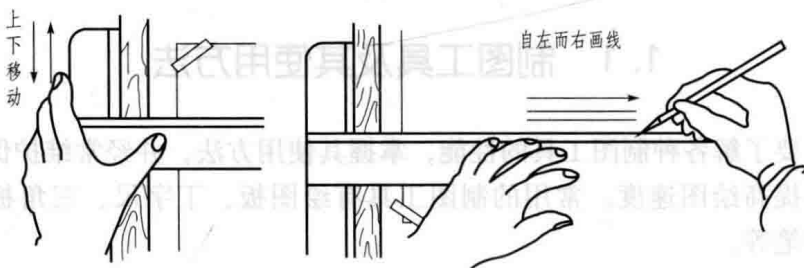


图 1-4 上下移动丁字尺及画水平线的手势

3. 三角板

画铅垂线时，先将丁字尺移动到所绘图线的下方，把三角板放在应画线的右方，并使一直角边紧靠丁字尺的工作边，然后移动三角板，直到另一直角边对准要画线的地方，再用左手按住丁字尺和三角板，自下而上画线，如图 1-5 (a) 所示。三角板由两块组成一副，其中一块是两锐角都为 45° 的直角三角形，另一块是两锐角分别为 30° 和 60° 的直角三角形。前者的斜边等于后者的长直角边的长度。三角板与丁字尺配合使用，还可以画出 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 等倾斜直线及它们的平行线，如图 1-5 (b) 所示。

4. 圆规

圆规是画圆和圆弧的专用仪器。为了扩大功能，圆规一般配有三种插腿：铅笔插腿（画铅笔线圆用）、直线笔插腿（画墨线圆用）、钢针插腿（代替分规用）。画圆时可在圆规上接一个延伸杆，以扩大圆的半径。画图时应先检查两脚是否等长，当针尖插入绘图板后，

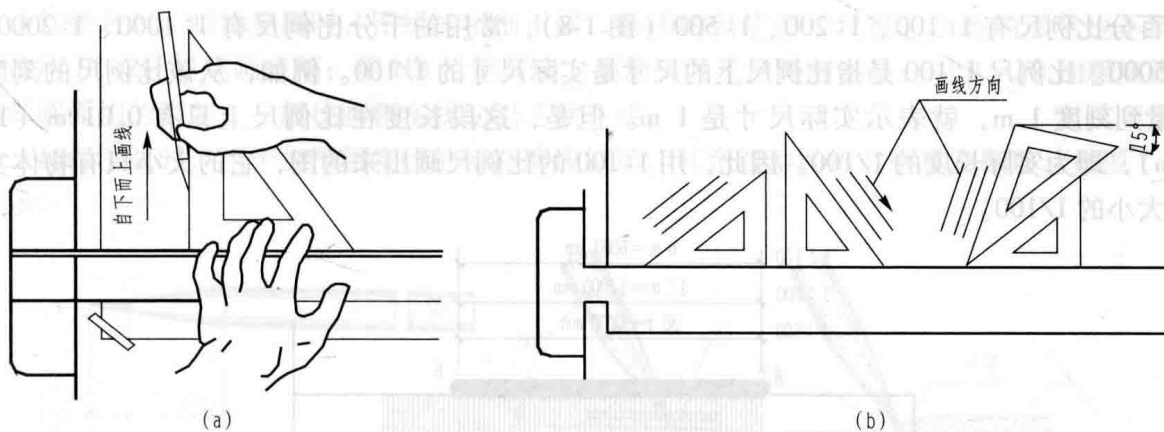


图 1-5 用三角板和丁字尺配合画铅垂线与各种斜线

留在外面的部分应与铅芯尖端齐平（画墨线时，应与鸭嘴笔脚齐平），如图 1-6（a）所示。铅芯可磨成约 65° 的斜截圆柱状，斜面向外，也可磨成圆锥状。

画圆时，首先调整铅芯与针尖的距离等于所画圆的半径，再用左手食指将针尖送到圆心上轻轻插住，尽量不使圆心扩大，并使笔尖与纸面的角度接近垂直；然后右手转动圆规手柄，转动时，圆规应向画线方向略为倾斜，速度要均匀，沿顺时针方向画圆，整个圆一笔画完。在绘制较大的圆时，可将圆规两插杆弯曲，使它们仍然保持与纸面垂直 [图 1-6（b）]。直径在 10 mm 以下的圆，一般用点圆规来画。使用时，右手食指按顶部。大拇指和中指按顺时针方向迅速地旋动套管手柄，画出小圆，如图 1-6（c）所示。需要注意的是，画圆时必须保持针尖垂直于纸面，圆画出后，要先提起套管，然后拿开圆规。画实线圆、圆弧或多个同心圆时，要使圆规针腿有平面端的大头向下，以防止圆心扩大，从而保证画圆的准确度。

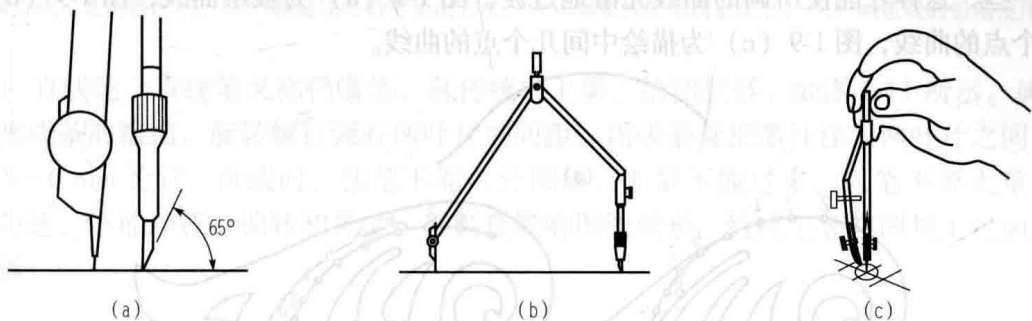


图 1-6 圆规及其使用

画铅笔线圆或圆弧时，所用铅芯的型号要比画同类直线的铅笔软一号。例如，画直线时用 B 号铅笔，而画圆时则用 2B 号铅芯。虚线圆的画法如图 1-7 所示。

5. 比例尺

比例尺是绘图时用于放大或缩小实际尺寸的一种常用尺子，在尺身上刻有不同的比例刻度。常用

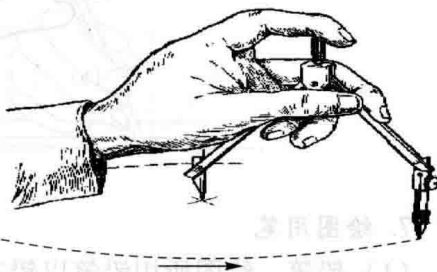


图 1-7 虚线圆的画法

的百分比例尺有 1:100、1:200、1:500 (图 1-8)，常用的千分比例尺有 1:1000、1:2000、1:5000。比例尺 1:100 是指比例尺上的尺寸是实际尺寸的 1/100。例如，从该比例尺的刻度 0 量到刻度 1 m，就表示实际尺寸是 1 m。但是，这段长度在比例尺上只有 0.01 m (10 mm)，即为实际长度的 1/100。因此，用 1:100 的比例尺画出来的图，它的大小只有物体实际大小的 1/100。

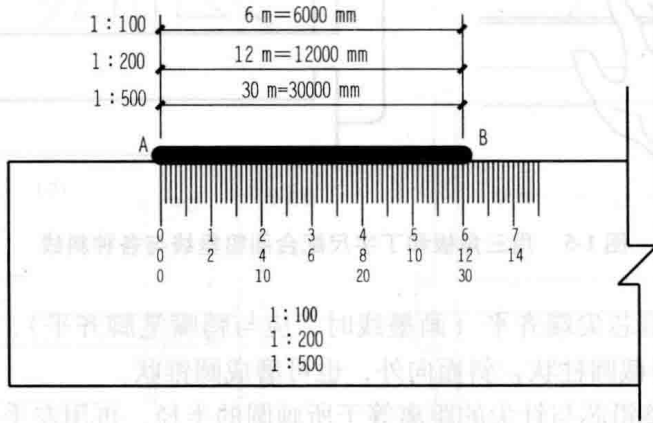


图 1-8 比例尺

6. 曲线板

曲线板是描绘各种曲线的专用工具，如图 1-9 所示。曲线板的轮廓线是以各种平面数学曲线（椭圆、抛物线、双曲线、螺旋线等）相互连接而成的光滑曲线。描绘曲线时，先徒手用铅笔把曲线上一系列的点顺次地连接起来，然后选择曲线板上曲率合适的部分与徒手连接的曲线贴合。每次连接应通过曲线上三个点，并注意每画一段线，都要比曲线板边与曲线贴合的部分稍短一些，这样才能使所画的曲线光滑地过渡。图 1-9 (a) 为被绘曲线，图 1-9 (b) 为描绘前几个点的曲线，图 1-9 (c) 为描绘中间几个点的曲线。

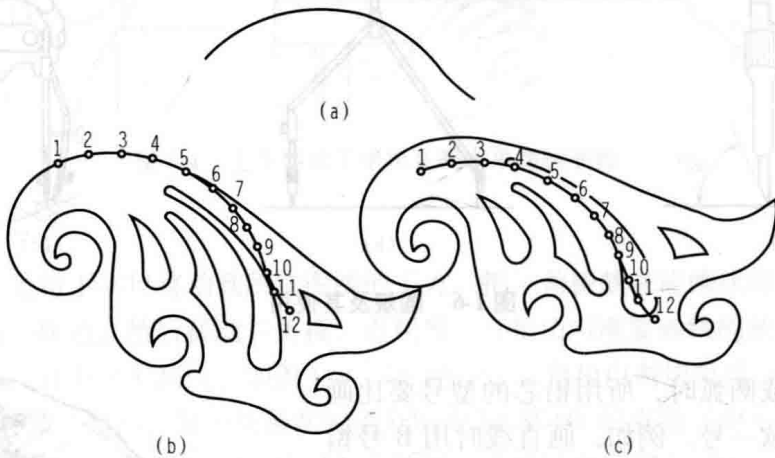


图 1-9 曲线板的用法

7. 绘图用笔

(1) 铅笔。绘图所用铅笔以铅芯的软硬程度分类，“B”表示软，“H”表示硬，“B”或“H”各有 6 种型号，其前面的数字越大，则表示该铅笔的铅芯越软或越硬。“HB”铅笔