

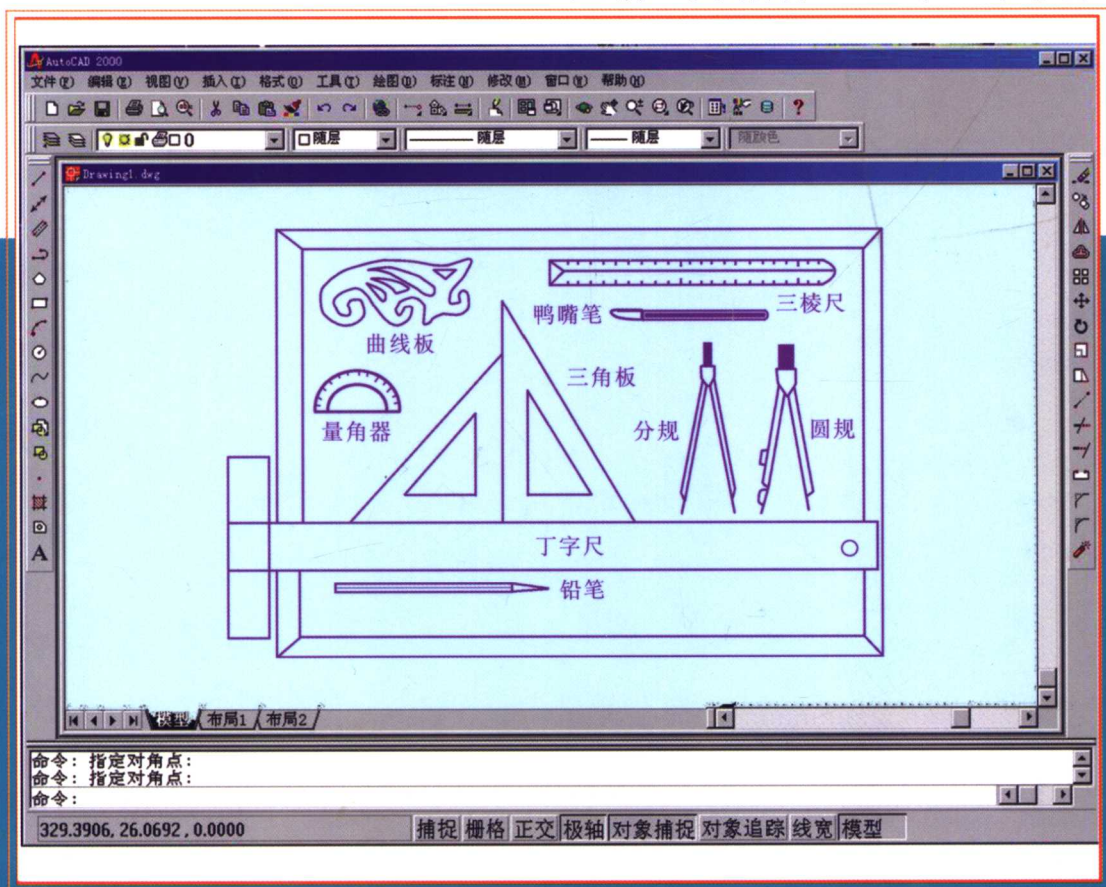


交通职业教育教学指导委员会推荐教材  
高职高专院校道路桥梁工程技术专业教学用书

高等职业教育规划教材

# 工程制图

主编 樊琳娟 主审 于敦荣



人民交通出版社  
China Communications Press

交通职业教育教学指导委员会推荐教材  
高职高专院校道路桥梁工程技术专业教学用书

高等职业教育规划教材

# 工 程 制 图

Gongcheng Zhitu

主编 樊琳娟

主审 于敦荣

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书是交通职业教育教学指导委员会推荐教材,由路桥工程学科委员会组织编写。全书共16章。主要内容包括:空间形体的图示方法,空间几何元素的图解法,空间形体的表达,道路工程制图和计算机辅助制图。另有《工程制图习题集》与之配套使用。

本书是高职高专院校道路桥梁工程技术专业教学用书,也可供相关专业教学使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程制图/樊琳娟主编. —北京:人民交通出版社,  
2005.7  
ISBN 7-114-05674-5

I.工... II.樊... III.工程制图-高等学校:技  
术学校-教材 IV.TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第084434号

书 名:工程制图

著 作 者:樊琳娟

责任编辑:夏 迎

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)85285838,85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:18.25

字 数:450千

版 次:2005年9月第1版

印 次:2005年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-114-05674-5

印 数:0001—5000册

总 定 价:42.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



# 交通职业教育教学指导委员会 路桥工程学科委员会

主 任：柴金义

副主任：金仲秋 李加林 夏连学

委 员：（按姓氏笔画为序）

于敦荣 王 亮 李全文 张贵元

张洪滨 陆春其 周志坚 俞高明

郭发忠 施 斌 梁金江 程兴新

谢远光 彭富强

秘 书：伍必庆



## 出版说明

CHUBAN SHUOMING

为深入贯彻落实《高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划》及全国普通高等学校教学工作会议的有关精神,深化教育教学改革,提高道路桥梁工程技术专业的教学质量,按照教育部“以教育思想、观念改革为先导,以教学改革为核心,以教学基本建设为重点,注重提高质量,努力办出特色”的基本思路,交通职业教育教学指导委员会路桥工程学科委员会在总结教育部路桥专业教学改革试点的6所交通高职高专院校办学实践经验的基础上,经过反复调研和讨论,制定了三年制“高职高专院校道路桥梁工程技术专业教学指导方案”,随后又组织全国20多所交通高职高专院校道路桥梁工程技术专业的教师编写了18门课程的规划教材。

本套教材依据教育部对高职高专人才培养目标、培养规格、培养模式及与之相适应的知识、技能、能力和素质结构的要求进行编写。为使教材中所阐述的内容反映最新的技术标准和规范,路桥工程学科委员会还组织有关人员参加了新技术和新规范学习班。

按照2004年10月路桥工程学科委员会所确定的编写原则,本套教材力求体现如下特点:

1. 结构合理性。按照道路桥梁工程技术专业以培养技能型人才为主线的要求,对传统的专业技术基础课和专业课程进行了整合,教材的体系设计合理,循序渐进,符合学生心理特征和认知及技能养成规律。所编写的教材更适合高职教育的特点,强调现代教学技术应用的需要和教学课件的应用,以节省教学成本和提高教学效果。每章列有教学要求、本章小结和复习思考题,便于学生学习本章核心内容。

2. 知识实用性。体现以职业能力为本位,以应用为核心,以实用、实际、实效为原则,紧密联系生活、生产实际,及时反映现阶段公路交通行业发展和公路交通科技进步对道路桥梁工程技术专业人才的需要,采用最新的技术标准、规范和规程。加强教学针对性,与相应的职业资格标准相互衔接。在内容的取舍方面,在以适应当前工作岗位群实际需要为主基调的同时,为将来的发展趋势留有接口。

3. 职业教育性。渗透职业道德和职业意识教育,体现就业导向,有助于学生树立正确的择业观。教材中所选编的习题、例题,均来自工程实际,不仅代表性强,而且对解决实际问题具有较强的针对性。在教材编写中注重培养学生爱岗敬业、团队精神和创业精神,树立安全意识和环保意识。

4. 使用灵活性。本套教材体现了教学内容弹性化,教学要求层次化,教材结构模块化,

有利于按需施教,因材施教。

《工程制图》是高职高专院校道路桥梁工程技术专业规划教材之一,内容包括:空间形体的图示方法、空间几何元素的图解法、空间形体的表达,道路工程制图和计算机辅助绘图。另有《工程制图习题集》与之配套使用。

参加本书编写工作的有:南京交通职业技术学院樊琳娟(编写第一、十、十一、十二章)、芮丽珺(编写第二、三章、六章),河北交通职业技术学院向一鸣(编写第四、五章),云南交通职业技术学院虎良燕(编写第七、八章、九章),河南交通职业技术学院高建华(编写第十三、十四章、十五章),青海交通职业技术学院侯铁军(编写第十六章)。全书由樊琳娟担任主编,鲁东大学交通学院于敦荣担任主审。

本套教材是路桥工程学科委员会委员及长期从事道路桥梁工程技术专业教学与工程实践的教师们工作经验的总结。但是,随着各项改革的逐步深化,书中难免有错误之处,敬请广大读者批评指正。

本套教材在编写过程中,得到了交通职业教育教学指导委员会的关心与指导,全国各交通职业技术学院的领导也给予了大力支持,在此,向他们表示诚挚的谢意。

交通职业教育教学指导委员会

路桥工程学科委员会

2005年5月

# 目 录

## MULU

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第一章 绪论 .....               | 1   |
| 第二章 制图基本知识 .....           | 3   |
| 第一节 绘图工具及其使用方法 .....       | 3   |
| 第二节 一般规定与图形美学 .....        | 11  |
| 第三节 几何作图 .....             | 28  |
| 复习思考题 .....                | 36  |
| 第三章 投影的基本知识 .....          | 37  |
| 第一节 投影的概念 .....            | 37  |
| 第二节 平行投影特性 .....           | 40  |
| 第三节 形体的三面投影图 .....         | 42  |
| 第四节 轴测投影图的基本知识 .....       | 44  |
| 复习思考题 .....                | 55  |
| 第四章 点和直线的投影 .....          | 56  |
| 第一节 点 .....                | 56  |
| 第二节 直线 .....               | 61  |
| 复习思考题 .....                | 73  |
| 第五章 平面投影 .....             | 74  |
| 第一节 平面的投影 .....            | 74  |
| 第二节 平面内的点和直线 .....         | 77  |
| 复习思考题 .....                | 83  |
| 第六章 直线与平面、平面与平面的相对位置 ..... | 84  |
| 第一节 直线与平面、平面与平面平行 .....    | 84  |
| 第二节 直线与平面、平面与平面相交 .....    | 86  |
| 第三节 直线与平面、平面与平面垂直 .....    | 91  |
| 复习思考题 .....                | 95  |
| 第七章 曲线与曲面 .....            | 96  |
| 第一节 曲线概述 .....             | 97  |
| 第二节 曲面概述 .....             | 97  |
| 第三节 回转曲面 .....             | 98  |
| 复习思考题 .....                | 103 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>第八章 立体的投影及直线、平面与立体相交</b> | 104 |
| 第一节 平面立体的投影                 | 104 |
| 第二节 平面与平面立体相交               | 107 |
| 第三节 平面与曲面立体相交               | 109 |
| 第四节 直线与立体相交                 | 114 |
| 复习思考题                       | 117 |
| <b>第九章 两立体相交</b>            | 118 |
| 第一节 两平面立体相交                 | 119 |
| 第二节 平面立体与曲面立体相交             | 121 |
| 第三节 曲面立体与曲面立体相交             | 123 |
| 复习思考题                       | 125 |
| <b>第十章 组合体的投影</b>           | 126 |
| 第一节 基本几何体视图                 | 126 |
| 第二节 组合体的投影图                 | 127 |
| 第三节 组合体的尺寸标注                | 132 |
| 第四节 组合体投影图的读法               | 134 |
| 复习思考题                       | 137 |
| <b>第十一章 剖面图与断面图</b>         | 138 |
| 第一节 剖面图                     | 138 |
| 第二节 断面图                     | 144 |
| 复习思考题                       | 147 |
| <b>第十二章 标高投影</b>            | 148 |
| 第一节 概述                      | 148 |
| 第二节 直线和平面的标高投影              | 149 |
| 第三节 曲面的标高投影                 | 156 |
| 第四节 标高投影在土建工程中的应用           | 160 |
| 复习思考题                       | 166 |
| <b>第十三章 道路路线工程图</b>         | 167 |
| 第一节 公路路线工程图                 | 167 |
| 第二节 公路路面、排水防护工程图            | 177 |
| 第三节 道路沿线设施及环境保护工程图          | 180 |
| 第四节 道路交叉工程图                 | 182 |
| 复习思考题                       | 193 |
| <b>第十四章 涵洞工程图</b>           | 194 |
| 第一节 钢筋混凝土结构图                | 194 |
| 第二节 涵洞的分类与组成                | 201 |
| 第三节 涵洞工程图                   | 203 |
| 复习思考题                       | 211 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>第十五章 桥梁与隧道工程图</b> .....   | 212 |
| 第一节 钢筋混凝土梁桥工程图 .....         | 212 |
| 第二节 斜拉桥 .....                | 228 |
| 第三节 桥梁的读图和画图步骤 .....         | 230 |
| 第四节 隧道工程图 .....              | 234 |
| 复习思考题 .....                  | 239 |
| <b>第十六章 计算机辅助制图</b> .....    | 240 |
| 第一节 计算机绘图概述 .....            | 240 |
| 第二节 AutoCAD2004 绘图环境设置 ..... | 244 |
| 第三节 AutoCAD2004 基本绘图命令 ..... | 258 |
| 第四节 AutoCAD2004 高级操作 .....   | 263 |
| 第五节 布局与打印 .....              | 269 |
| 第六节 AutoCAD2004 实际应用示例 ..... | 274 |
| 复习思考题 .....                  | 280 |
| <b>参考文献</b> .....            | 281 |



## 第一章

# 绪 论

### 一、画法几何及工程制图

本课程包括画法几何和工程制图两部分内容。画法几何是研究在二维平面上图示空间几何形体和图解空间几何问题的理论和方法的学科。其研究内容为:第一,研究空间几何元素(点、线、面)及其相对位置在平面上的表示方法;第二,研究在平面上用几何作图的方法来解决空间几何问题。

用图解法解决空间几何问题,在生产中是一种重要手段。例如在土木工程中,估算施工现场的土石方作业和工程量,图解法与计算法相比由于仪器工具的限制在精度上有一定的局限性,但在一定精度要求范围内,比计算法来得简便迅速。

在学习图示法和图解法的过程中,能培养和发展学生的空间想象力和空间构思能力。因此,锻炼和提高学生在这方面的能力,也是学习画法几何的任务之一。

工程制图是研究绘制和阅读工程图样的学科,是应用画法几何的基本理论和方法,把工程建筑物用图形表达在二维平面上,成为工程图样。常用的工程图有:房屋工程图、桥梁工程图、道路工程图、机械工程图、管道工程图等。

### 二、本课程的作用、性质

在生产实践中,无论是建筑工程还是道路工程及机械制造等都需要依照图样进行施工和生产。例如在路面工程中,无论是路面底基层、基层、面层还是其他附属设施,从设计到施工,各阶段都离不开工程图样(简称工程图)。在设计阶段,设计人员用工程图来表达对某项工程的设计思想;审批工程设计方案时,工程图是研究和审批的对象,它也是技术人员交流设计思想的工具;在施工阶段,工程图是编制施工计划、编制工程项目预算、准备施工所需的材料以及施工组织所必须依据的技术资料。

工程图实际上是一种工程上专用的图解文字。在工程技术中,人们把图样比喻为工程界的语言,因为任何一项工程,都不可能用写文章的形式将它描述清楚。例如一套道路工程图可以借助一系列图形、符号、数字、字母的标注和必要的文字说明来表示出道路工程的结构、里程、桩号及各部分的相互位置关系、所需的材料、数量以及施工技术的要求。因此说工程图是“工程界语言”。它既是人类语言的补充,也是人类语言在更高发展阶段的具体体现。识读工程图是每一个工程技术人员必须具备的基本素质,对于从事道路工程的技术人员来说,不懂这门“工程界语言”,他在工作中将会遇到很多困难,所以,我们必须学好画法几何及工程制图。

### 三、本课程的主要任务

(1)学习各种投影法的基本理论及其应用(正投影法、斜投影法、中心投影法),主要是正投影法的应用。

(2)培养和发展空间想象力,提高空间分析问题与解决问题的能力。

(3)学习、贯彻道路工程制图国家标准规定。

(4)学习道路工程图的图示方法、图示内容,培养绘制和阅读工程图的能力。

(5)学习计算机绘图的基本方法,培养计算机绘图的初步能力。

(6)培养认真细致、一丝不苟的工作作风与科学的工作方法。

### 四、本课程的学习要求和方法

#### 1. 学习要求

学习工程制图的任务主要是培养识读和绘制工程图的基本技能,为学习《道路施工》、《桥梁工程》、《路基路面》等专业课做准备,还为《公路勘测设计》、《CAD 辅助设计》等课程设计及毕业设计打下必要的基础;同时对计算机绘图有初步的了解,可为毕业后适应工程需要和进一步学习打下基础。

学生学完本课程应达到以下要求:

(1)阐述正投影、轴测投影的基本理论和作图方法,能根据需要画出相应图样。

(2)运用作图方法解决空间度量问题和定位问题。

(3)能使用绘图工具画出符合制图标准的工程图。

(4)使用计算机绘制简单的道路施工图。

(5)运用徒手作图技巧。

(6)能识读道路工程图。

#### 2. 学习方法

画法几何是制图的理论基础,比较抽象且系统性较强。制图是投影理论的运用,专业技术要求高。AutoCAD 是新技术的运用,实践性较强。

(1)从几何形体模型入手,根据模型画出物体的投影图,再根据投影图想象出模型的空间情况,要下功夫培养空间想象能力,即从二维的平面图能想象出三维形体的形状。

(2)做作业或练习时,要做到画图与读图相结合,每一道题都根据自己的想象徒手画出立体图。画图的过程即是图解思考的过程。

(3)在专业识图与制图时,会遇到许多新的知识点,这是学习本课程的第二道难关。为此,应首先认真学习国家制图标准中的有关规定,熟记各种代号和图例的含义。

(4)计算机绘图部分,理论比较容易,但是操作比较难。攻克这道难关只有靠上机实践、实践、再实践。

(5)要注意自学能力的培养。

(6)在学习中培养认真负责、一丝不苟的工作作风。

## 第二章

# 制图基本知识

### 教学要求

1. 学会使用绘图工具和运用绘图的基本技能;
2. 描述有关制图标准的基本规定;
3. 进行几何作图与平面图形的尺寸标注。

### ● 第一节 绘图工具及其使用方法 ●

工程制图必须使用绘图工具和仪器。古语说“工欲善其事,必先利其器”,准备一套得心应手的绘图仪器和工具,并熟悉它们的性能和用法是提高制图质量和速度的前提条件。

常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、铅笔、比例尺等,绘图仪器有圆规、分规、鸭嘴笔等,如图 2-1 所示。

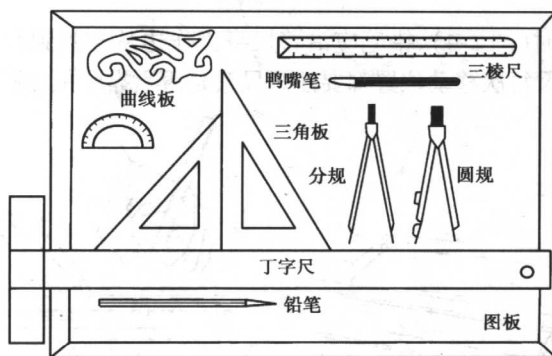


图 2-1 制图常用工具和仪器

#### 一、图 板

图板是用作画图时的垫板,如图 2-2 所示。图板通常用胶合板制成。图板板面应软硬适中、光滑平整、有弹性,图板两端要平整,角边应垂直。图板的大小有 0 号、1 号、2 号等不同规格,可根据所画图幅的大小而选定。

图板不能受潮或曝晒,以防变形。为保持板面平滑,贴图纸宜用透明胶纸,不宜使用图钉。

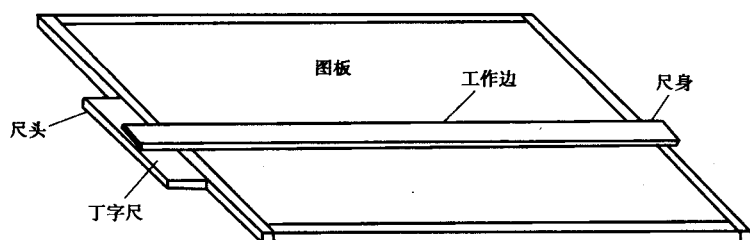


图 2-2 图板与丁字尺

## 二、丁 字 尺

丁字尺由相互垂直的尺头和尺身构成(图 2-3)。丁字尺主要用来与图板配合画水平线,并作为三角板的水平基准。使用时应先检查尺头和尺身是否坚固,再检查尺身的工作边和尺头内侧是否平直光滑。

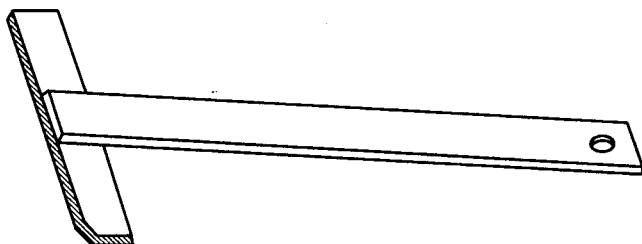


图 2-3 丁字尺

用丁字尺画水平线时(图 2-4),铅笔应沿着尺身工作边从左画到右,如水平线较多,则应由上而下逐条画出。丁字尺每次移动位置都要注意尺头是否紧靠图板,画线时应防止尺身移动。

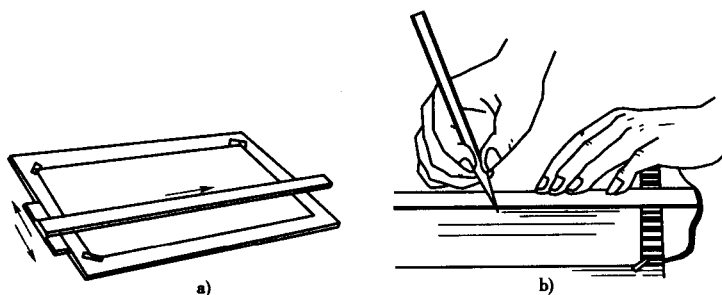


图 2-4 用丁字尺画水平线

为保证图线的准确,不许用丁字尺的下边画线,也不许把尺头靠在图板的上边、下边或右边来画铅垂线或水平线。

丁字尺用胶合板或有机玻璃制成,应防止受潮、曝晒或弯曲,以免变形,不用时应挂在墙壁上。

## 三、三 角 板

绘图用的三角板不宜太小,它主要是和丁字尺配合,主要用来画铅垂线和  $15^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、

60°、75°的斜线,如图 2-5 所示。一副三角板是由 30°×60°×90°和 45°×45°×90°两块板组成。它的每一个角都必须十分准确,各边都应平直光滑。

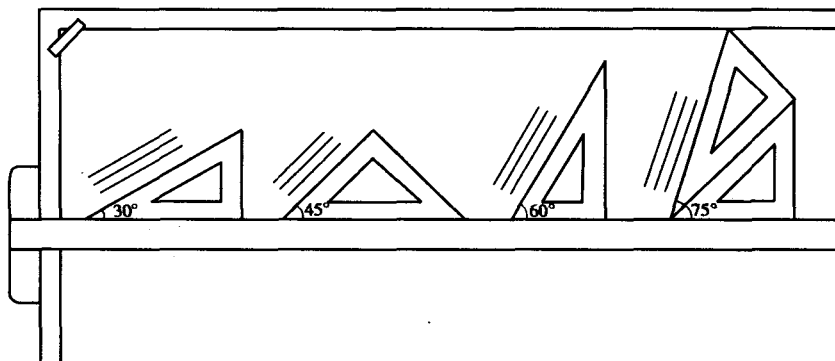


图 2-5 30°、45°、60°、75°角斜线的画法

使用三角板画铅垂线时,应使丁字尺尺头紧靠图板左边硬木边条,先推丁字尺到线的下方,将三角板放在线的右侧,并使三角板的一直角边靠紧在丁字尺的工作边上,然后移动三角板,直至另一直角边靠贴铅垂线,再用左手轻轻按住丁字尺和三角板,右手持铅笔,自下而上画出铅垂线,如图 2-6 所示。

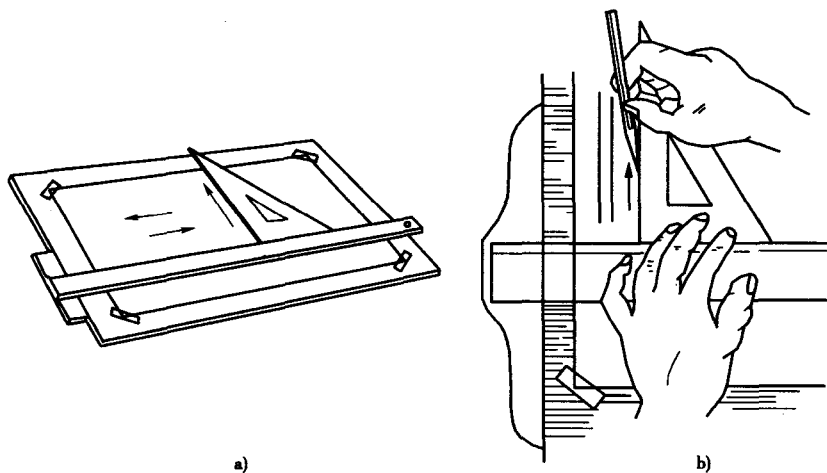


图 2-6 丁字尺、三角板作铅垂线

三角板一般用有机玻璃制成,需防止曝晒和碰坏。

#### 四、铅 笔

各种硬度的石墨铅笔是绘图的基本工具之一。绘图使用的铅笔的铅心硬度用 B 和 H 标明, B 表示软而浓, H 表示硬而淡, HB 表示软硬适中,“B”或“H”前的数字越大表示铅芯越软或越硬。画底稿时常用 2H~H 铅笔,描粗时常用 HB~2B 铅笔。

削好的铅笔还要用“0”号砂纸将铅心磨成圆锥形,以保证所画图线粗细均匀(图 2-7、图 2-8)。画图时,从侧面看笔身要铅直,如图 2-9 所示;从正面看,笔身倾斜约 60°,如图 2-10 所示。



图 2-7 绘图铅笔

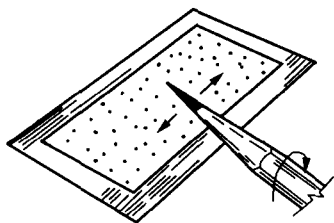


图 2-8 磨铅笔

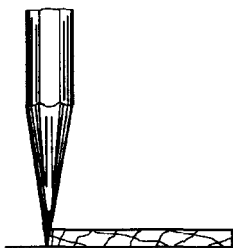


图 2-9 铅笔与尺身的相对位置

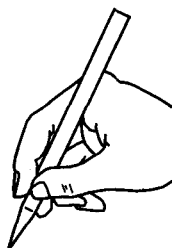


图 2-10 握铅笔法

## 五、比例尺

在图样中图形与实物相应的线性尺寸之比,称为比例。刻有不同比例的直尺称为比例尺。比例尺的式样很多,常用的为三棱尺(图 2-11),它在三个棱面上刻有六种比例,其比例有百分比例尺和千分比例尺两种。百分比例尺有 1:100、1:200、1:300、1:400、1:500、1:600 六个比例尺刻度;千分比例尺有 1:1000、1:1250、1:1500、1:2000、1:2500、1:5000 六个比例尺刻度。比例尺上刻度所注数字的单位为米(m)。



图 2-11 比例尺

值得注意的是图形上所注的尺寸是指物体实际的大小,它与图形的比例无关。绘图时不必通过计算,而利用比例尺可直接将物体的实际长度,按所选用的比例缩小或放大画在图纸上,如图 2-12 所示。

比例尺一般用木料或塑料制成,因此不能将比例尺作直尺使用,也不能将棱线碰缺而损坏尺面上的刻度。

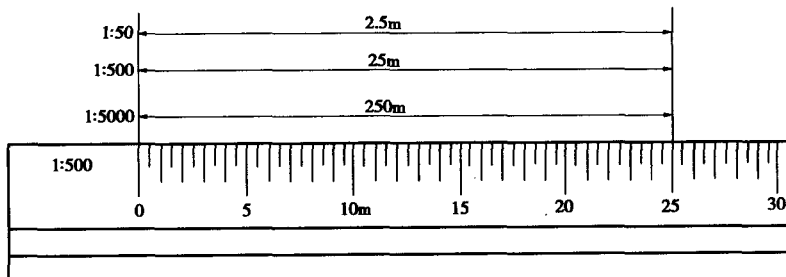


图 2-12 比例尺的用法

## 六、圆规

圆规主要用来画圆或圆弧。成套的圆规有三种插脚和一支延伸杆,在一腿上附有插脚,换上

不同的插脚,可作不同的用途(图 2-13)。其插脚有三种:钢针插脚、铅笔插脚和墨水笔插脚。

使用圆规时,先调整针脚,使针尖略长于铅芯,圆规铅芯宜磨成楔形,并使斜面向外,其硬度应比所画同种直线的铅笔小一号,以保证图线深浅一致。

画圆时,先把圆规两脚分开,使铅芯与针尖的距离等于所画圆弧半径,再用左手食指帮助针尖扎准圆心,从圆的中心线开始,顺时针方向转动圆规。转动时圆规可往前进方向稍微倾斜,整个圆或圆弧应一次画完,如图 2-14a)、b)所示。画较大的圆弧时,应使圆规两脚与纸面垂直。画更大的圆弧时要接上延长杆,如图 2-14c)所示。

### 七、分 规

分规是截量长度和等分线段的工具。分规的用途:第一,在比例尺上用分规量取画图尺寸;第二,在直线上截取任意等长线段;第三,等分已知线段或圆弧。

使用时应使两针尖接触对齐,如图 2-15、图 2-16、图 2-17 所示。

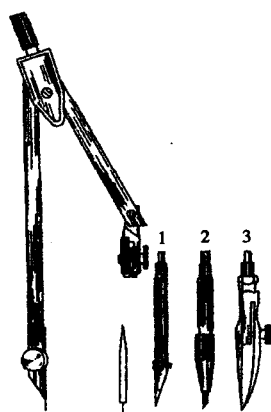


图 2-13 圆规及其附件

1-钢针插脚;2-铅笔插脚;3-墨水笔插脚(鸭嘴笔插脚)

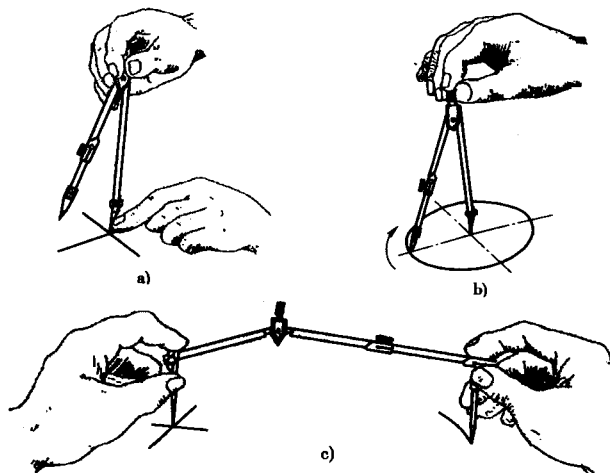


图 2-14 圆规用法

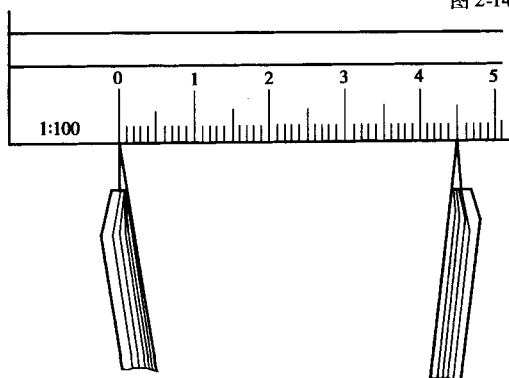


图 2-15 分规用法一

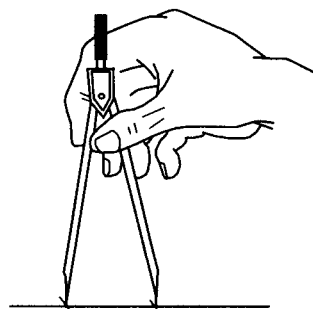


图 2-16 分规用法二

## 八、小圆规(点圆规)

小圆规是用来画直径小于5mm小圆的工具。使用时以大拇指和中指提起套管,用食指按下针尖对准圆心,然后放下套管,使笔尖与纸面接触,再用大拇指及中指轻轻转动套管即可画出小圆(图2-18)。画完后,要先提起套管才能拿走小圆规。小圆规用低碳钢制成,不用时应放松弹片,以保护弹性。

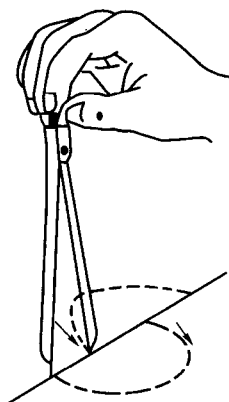


图 2-17 分规用法三

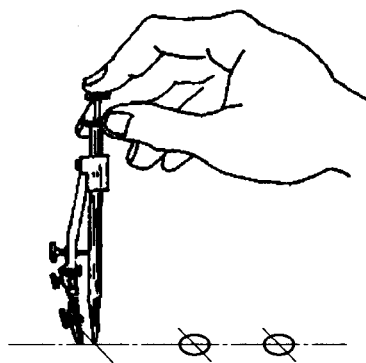


图 2-18 点圆规的用法

## 九、墨 线 笔

墨线笔(又称鸭嘴笔)是描图上墨画线的工具。

加墨时,用墨水瓶上的吸管或小钢笔蘸取墨水,灌注在两叶片中间(图2-19)。

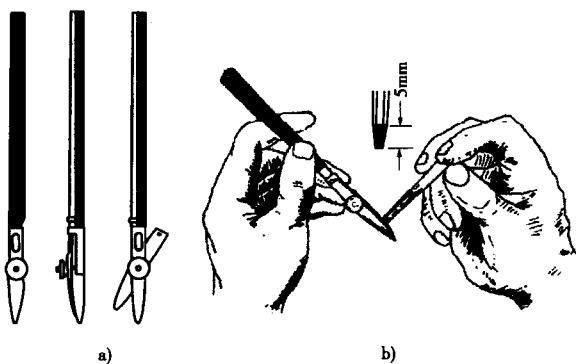


图 2-19 墨线笔

a) 墨线笔(鸭嘴笔); b) 墨线笔上墨水方法

墨线笔上墨水后,根据所画线条粗细,调节叶片间的距离,并在相同的图纸上试画,直至调节到符合要求为止。

画图时,笔杆向右倾斜约 $5^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ,笔尖与尺应保持一定距离,两叶片同时均匀地接触纸面(图2-20)。笔杆切不可外倾或内倾,以免造成跑墨或墨线不平滑等现象。画线速度要均