



高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材

Descriptive Geometry and Hydraulic & Civil Engineering Drawings

画法几何及水利土建制图

· 平台课课程群 ·

■ 主编 蒲小琼 陈 玲 尹湘云



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材

画法几何及水利土建制图

主编 蒲小琼 陈 玲 尹湘云



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP) 数据

画法几何及水利土建制图/蒲小琼,陈玲,尹湘云主编. —武汉:武汉大学出版社,2015.9
高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材
ISBN 978-7-307-16861-9

I. 画… II. ①蒲… ②陈… ③尹… III. ①画法几何—高等学校—教材 ②水利工程—
工程制图—高等学校—教材 ③建筑制图—高等学校—教材 IV. ①TV222.1 ②TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 222618 号

责任编辑:王亚明

责任校对:杨赛君

装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:武汉科源印刷设计有限公司

开本:880×1230 1/16 印张:21.75 字数:731 千字 插页:4

版次:2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-16861-9

定价:45.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材

学术委员会名单

(按姓氏笔画排名)

主任委员:周创兵

副主任委员:方志 叶列平 何若全 沙爱民 范峰 周铁军 魏庆朝

委员:王辉 叶燎原 朱大勇 朱宏平 刘泉声 孙伟民 易思蓉

周云 赵宪忠 赵艳林 姜忻良 彭立敏 程桦 靖洪文

编审委员会名单

(按姓氏笔画排名)

主任委员:李国强

副主任委员:白国良 刘伯权 李正良 余志武 邹超英 徐礼华 高波

委员:丁克伟 丁建国 马昆林 王成 王湛 王媛 王薇

王广俊 王天稳 王曰国 王月明 王文顺 王代玉 王汝恒

王孟钧 王起才 王晓光 王清标 王震宇 牛荻涛 方俊

龙广成 申爱国 付钢 付厚利 白晓红 冯鹏 曲成平

吕平 朱彦鹏 任伟新 华建民 刘小明 刘庆潭 刘素梅

刘新荣 刘殿忠 闫小青 祁皓 许伟 许程洁 许婷华

阮波 杜咏 李波 李斌 李东平 李远富 李炎锋

李耀庄 杨杨 杨志勇 杨淑娟 吴昊 吴明 吴轶

吴涛 何亚伯 何旭辉 余锋 冷伍明 汪梦甫 宋固全

张红 张纯 张飞涟 张向京 张运良 张学富 张晋元

张望喜 陈辉华 邵永松 岳健广 周天华 郑史雄 郑俊杰

胡世阳 侯建国 姜清辉 娄平 袁广林 桂国庆 贾连光

夏元友 夏军武 钱晓倩 高飞 高玮 郭东军 唐柏鉴

黄华 黄声享 曹平周 康明 阎奇武 董军 蒋刚

韩峰 韩庆华 舒兴平 童小东 童华炜 曾珂 雷宏刚

廖莎 廖海黎 蒲小琼 黎冰 戴公连 戴国亮 魏丽敏

出版技术支持

(按姓氏笔画排名)

项目团队:王睿 白立华 曲生伟 蔡巍

特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式而成为一次建设性、发现性的学习,从被动学习而成为主动学习,由教师传播知识而到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。

本系列教材在相关编写人员的配合下,将逐步配备基本数字教学资源,其主要内容包括:

课程教学指导文件

- (1)课程教学大纲;
- (2)课程理论与实践教学时数;
- (3)课程教学日历:授课内容、授课时间、作业布置;
- (4)课程教学讲义、PowerPoint 电子教案。

课程教学延伸学习资源

- (1)课程教学参考案例集:计算例题、设计例题、工程实例等;
- (2)课程教学参考图片集:原理图、外观图、设计图等;
- (3)课程教学试题库:思考题、练习题、模拟试卷及参考解答;
- (4)课程实践教学(实习、实验、试验)指导文件;
- (5)课程设计(大作业)教学指导文件,以及典型设计范例;
- (6)专业培养方向毕业设计教学指导文件,以及典型设计范例;
- (7)相关参考文献:产业政策、技术标准、专利文献、学术论文、研究报告等。



本书基本数字教学资源及读者信息反馈表请登录 www.stmpress.cn 下载,欢迎您对本书提出宝贵意见。

丛书序

土木工程涉及国家的基础设施建设,投入大,带动的行业多。改革开放后,我国国民经济持续稳定增长,其中土建行业的贡献率达到1/3。随着城市化的发展,这一趋势还将继续呈现增长势头。土木工程行业的发展,极大地推动了土木工程专业教育的发展。目前,我国有500余所大学开设土木工程专业,在校生达40余万人。

2010年6月,中国工程院和教育部牵头,联合有关部门和行业协(学)会,启动实施“卓越工程师教育培养计划”,以促进我国高等工程教育的改革。其中,“高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划”由住房和城乡建设部与教育部组织实施。

2011年9月,住房和城乡建设部人事司和高等学校土建学科教学指导委员会颁布《高等学校土木工程专业指导性专业规范》,对土木工程专业的学科基础、培养目标、培养规格、教学内容、课程体系及教学基本条件等提出了指导性要求。

在上述背景下,为满足国家建设对土木工程卓越人才的迫切需求,有效推动各高校土木工程专业卓越工程师教育培养计划的实施,促进高等学校土木工程专业教育改革,2013年住房和城乡建设部高等学校土木工程专业学科专业指导委员会启动了“高等教育教学改革土木工程专业卓越计划专项”,支持并资助有关高校结合当前土木工程专业高等教育的实际,围绕卓越人才培养目标及模式、实践教学环节、校企合作、课程建设、教学资源建设、师资培养等专业建设中的重点、亟待解决的问题开展研究,以对土木工程专业教育起到引导和示范作用。

为配合土木工程专业实施卓越工程师教育培养计划的教学改革及教学资源建设,由武汉大学发起,联合国内部分土木工程教育专家和企业工程专家,启动了“高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材”建设项目。该系列教材贯彻落实《高等学校土木工程专业指导性专业规范》《卓越工程师教育培养计划通用标准》和《土木工程卓越工程师教育培养计划专业标准》,力图以工程实际为背景,以工程技术为主线,着力提升学生的工程素养,培养学生的工程实践能力和工程创新能力。该系列教材的编写人员,大多主持或参加了住房和城乡建设部高等学校土木工程专业学科专业指导委员会的“土木工程专业卓越计划专项”教改项目,因此该系列教材也是“土木工程专业卓越计划专项”的教改成果。

土木工程专业卓越工程师教育培养计划的实施,需要校企合作,期望土木工程专业教育专家与工程专家一道,共同为土木工程专业卓越工程师的培养作出贡献!

是以为序。

2014年3月于同济大学四平路校区

前 言

本书是在蒲小琼等主编的《画法几何及水利土建制图》第三版的基础上,根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订公布的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”及国家制图标准,并结合高等学校水利、土建专业教育培养计划的相关要求,总结多年的教学经验编写而成。

本书在内容的选择上以水利水电类专业为主,以土建类专业为辅,在介绍两类国家标准规定相异的同一内容时,分别按各自的相关标准进行了侧重阐述。

在本书的编写过程中,编者主要注重了以下几方面:

(1) 在内容的组织和安排上,以培养应用型人才为目标,按“应用为目的”和“必需、够用为度”的标准,强调学习基础理论,掌握基本知识和基本技能,重点放在对学生构图能力的培养和工程识图能力的训练上,力求为学生奠定坚实的专业基础。为此,本书精简了点、线、面部分一般位置求交点、综合作图等内容,降低了立体部分两曲面立体相交求相贯线的难度;大幅度调整了组合体、轴测图部分的内容,使其更具工程性。为满足不同专业、不同学时需求,且考虑新知识的融入,本书对工程形体的表达方法、水利工程图、房屋建筑图、机械图和 AutoCAD 绘图基础部分的内容也在深浅度、专业性和合理性方面作了大幅度的修订。

(2) 在内容的表述上,书中尽量做到文字叙述易读、易懂,插图简单、清晰。本书对各种画法和表达方法在遵循投影规律的基础上,力求做到简明扼要、易懂、易解;对内容的重点、难点和典型例题作了较为详细的分析和叙述。书中尽量突出了工程类专业应用性强的特点,以继承和创新并重,理论与实践相结合为基准,选择实际工程图样,达到易绘、易读,融会贯通。

(3) 本书力求反映新的国家标准和行业标准。本书所采用的标准有:《总图制图标准》(GB/T 50103—2010)、《水利水电工程制图标准 基础制图》(SL 73.1—2013)、《水利水电工程制图标准 水工建筑图》(SL 73.2—2013)、《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)、《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。

与本书配套的《画法几何及水利土建制图习题集》同时出版。

与本书配套的微信公众平台(ximilaoshi)已上线使用。该平台结合本书和配套习题集提供学习交流和习题答案。

本书由四川大学蒲小琼、陈玲、尹湘云担任主编,由苏宏庆、魏晓霞担任参编。全书由蒲小琼统稿、修改并定稿。

具体编写分工为:蒲小琼(第0、1、2、3、4、6、8、9、11、12章,13.1~13.3节,附图),陈玲(第5、7、10章),尹湘云(第14、15章),苏宏庆、魏晓霞(13.4、13.5节)。

对在本书编写过程中给予大力支持的四川大学相关部门及王杰、干静、马俊、杨随先、蒋春林、周兵、尚利、张毅、刁燕、艾丽、蒋薇、鄢摄钢、陈军、刘斯俊、施天天、李亮、周梦舟、刘东源、陈韵竹、马彦、周昀燕、杨丁等表示特别的感谢。

本书在编写过程中参阅了部分教材,在此特向有关作者和出版社表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中疏漏、错误之处在所难免,敬请广大读者批评、指正。

编 者

2015年7月

目 录

0 绪论	(1)	2.3.1 三面正投影图的形成	(32)
1 制图的基本知识和基本技能	(2)	2.3.2 三面正投影图的对应关系	(33)
1.1 绘图工具、仪器及其使用方法	(2)	3 点、直线、平面的投影	(35)
1.1.1 绘图笔	(2)	3.1 点的投影	(35)
1.1.2 图板、丁字尺和三角板	(2)	3.1.1 点的单面投影	(35)
1.1.3 分规和圆规	(3)	3.1.2 点的两面投影	(35)
1.1.4 比例尺	(5)	3.1.3 点的三面投影	(36)
1.1.5 曲线板	(5)	3.1.4 两点的相对位置	(39)
1.1.6 其他绘图工具	(6)	3.2 直线的投影	(40)
1.2 制图的基本规定	(6)	3.2.1 概述	(40)
1.2.1 图纸幅面和格式	(6)	3.2.2 各种位置直线的投影特性	(40)
1.2.2 比例	(8)	3.2.3 求一般位置直线段的实长	(43)
1.2.3 字体	(9)	及其对投影面的倾角	(43)
1.2.4 图线	(12)	3.2.4 直线上的点	(44)
1.2.5 尺寸标注的基本规则	(15)	3.2.5 直线的迹点及其特征和画法	(45)
1.3 几何作图	(19)	3.2.6 两直线的相对位置	(46)
1.3.1 直线段和两平行线间距离的等分	(19)	3.2.7 一边平行于投影面的直角的投影	(49)
1.3.2 内接正多边形	(19)	3.3 平面的投影	(50)
1.3.3 椭圆的画法	(20)	3.3.1 平面的表示方法	(50)
1.3.4 圆弧连接	(21)	3.3.2 各种位置平面的投影特性	(51)
1.4 平面图形的分析与作图步骤	(23)	3.3.3 平面内的直线和点	(53)
1.4.1 平面图形的尺寸分析和线段分析	(23)	3.4 直线与平面、平面与平面的相对位置	(58)
1.4.2 绘图的一般方法和步骤	(25)	3.4.1 平行	(58)
2 投影法的基本知识	(29)	3.4.2 相交	(60)
2.1 投影法概述	(29)	3.4.3 垂直	(65)
2.1.1 投影的概念及分类	(29)	3.4.4 综合作图	(67)
2.1.2 正投影的基本性质	(30)	4 投影变换	(71)
2.2 工程上常用的四种投影图	(31)	4.1 概述	(71)
2.2.1 透视投影图	(31)	4.2 换面法	(71)
2.2.2 轴测投影图	(31)	4.2.1 基本概念	(71)
2.2.3 多面正投影图	(31)	4.2.2 投影变换规律	(72)
2.2.4 标高投影图	(32)	4.2.3 基本作图问题	(73)
2.3 物体的三面正投影图	(32)	4.2.4 换面法应用举例	(76)

4.3 绕垂直轴旋转法	(78)	7 立体表面的展开	(133)
4.3.1 基本概念	(78)	7.1 平面立体的表面展开	(133)
4.3.2 点的旋转	(79)	7.2 曲面立体的展开	(135)
4.3.3 直线的旋转	(79)	7.2.1 可展曲面的展开	(135)
4.3.4 平面的旋转	(82)	7.2.2 不可展曲面的近似展开	(138)
5 曲线与曲面	(84)	8 组合体	(139)
5.1 曲线	(84)	8.1 概述	(139)
5.1.1 概述	(84)	8.1.1 组合体的组合方式	(139)
5.1.2 圆的投影	(84)	8.1.2 组合体的表面连接关系	(139)
5.2 曲面的形成和分类	(85)	8.1.3 组合体的三视图	(140)
5.2.1 曲面的形成	(85)	8.2 组合体视图的绘制	(141)
5.2.2 曲面的分类	(85)	8.2.1 形体分析	(141)
5.2.3 曲面投影的表示法	(86)	8.2.2 视图选择	(141)
5.3 建筑物中的常见曲面	(86)	8.2.3 组合体视图的绘制	(142)
5.3.1 柱面	(86)	8.3 组合体的尺寸标注	(147)
5.3.2 锥面	(88)	8.3.1 基本形体的尺寸标注	(147)
5.3.3 扭面	(90)	8.3.2 组合体的尺寸标注	(148)
5.3.4 双曲抛物面	(93)	8.4 组合体视图的读图	(152)
5.3.5 单叶双曲回转面	(94)	8.4.1 读图的基本知识	(152)
5.3.6 锥状面	(95)	8.4.2 组合体视图的阅读方法	(154)
5.3.7 柱状面	(96)	8.4.3 组合体视图的阅读	(154)
5.4 螺旋线和正螺旋面	(97)	8.4.4 由两视图补画第三视图	(157)
5.4.1 螺旋线	(97)	9 轴测图	(163)
5.4.2 正螺旋面	(97)	9.1 轴测图的基本知识	(163)
6 立体	(100)	9.1.1 轴测图的形成及术语	(163)
6.1 概述	(100)	9.1.2 轴测图的性质	(164)
6.1.1 立体及其分类	(100)	9.1.3 轴测图的分类	(164)
6.1.2 立体表面交线	(100)	9.1.4 轴测图的画法	(164)
6.2 平面立体	(101)	9.2 正等轴测图	(165)
6.2.1 平面立体的投影及在其表面上 取点、取线	(101)	9.2.1 正等轴测图的轴间角和轴向 伸缩系数	(165)
6.2.2 平面立体的截交线	(105)	9.2.2 平面立体正等轴测图的绘制	(165)
6.2.3 平面立体与平面立体相交	(108)	9.2.3 曲面立体正等测图的绘制	(168)
6.2.4 同坡屋面的投影	(109)	9.2.4 组合体的正等测图	(170)
6.3 曲面立体	(110)	9.3 斜轴测图	(172)
6.3.1 曲面立体的投影及在其表面上取点、取 线	(110)	9.3.1 正面斜二测图	(172)
6.3.2 曲面立体的截交线	(116)	9.3.2 水平斜等测图	(175)
6.3.3 平面立体与曲面立体表面相交	(122)	9.4 轴测图的选择	(176)
6.3.4 曲面立体与曲面立体表面相交	(124)	9.4.1 轴测图种类的选择	(176)
		9.4.2 形体摆放位置和投射方向的选择	(177)

10 标高投影	(178)	12.2.3 水工图中的其他规定画法 和习惯画法	(225)
10.1 概述	(178)	12.2.4 水工建筑物图例	(229)
10.2 直线和平面的标高投影	(179)	12.3 水工图的尺寸标注	(230)
10.2.1 直线的标高投影	(179)	12.3.1 高度尺寸的注法	(230)
10.2.2 平面的标高投影	(181)	12.3.2 平面尺寸的注法	(231)
10.3 曲面的标高投影	(185)	12.3.3 曲线尺寸的注法	(232)
10.3.1 正圆锥面	(185)	12.3.4 封闭尺寸和重复尺寸	(232)
10.3.2 同坡曲面	(186)	12.3.5 尺寸的简化注法	(232)
10.3.3 地形面和地形断面图	(187)	12.4 水工图的阅读	(233)
10.4 工程实例	(189)	12.4.1 阅读水工建筑物结构图	(233)
11 工程形体的表达方法	(196)	12.4.2 阅读某河流域二级水电站 枢纽的几张主要图纸	(237)
11.1 视图	(196)	12.5 水工图的绘制	(240)
11.1.1 基本视图	(196)	12.5.1 绘制水工图的一般步骤	(240)
11.1.2 向视图	(197)	12.5.2 描绘分水闸设计图并作指定 位置的剖视图	(241)
11.1.3 局部视图	(198)	13 房屋建筑图	(242)
11.1.4 斜视图	(198)	13.1 建筑形体的表达方式	(242)
11.2 剖视图	(199)	13.1.1 基本视图	(242)
11.2.1 剖视图的概念及形成	(199)	13.1.2 镜像投影图	(243)
11.2.2 剖视图的画法	(199)	13.1.3 剖面图和断面图	(243)
11.2.3 剖视图的标注	(200)	13.1.4 简化画法	(247)
11.2.4 画剖视图时应注意的问题	(200)	13.2 房屋建筑图概述	(249)
11.2.5 常用建筑材料图例	(201)	13.2.1 房屋的分类及组成	(249)
11.2.6 剖切面与剖切方法	(202)	13.2.2 房屋施工图的分类和内容	(250)
11.2.7 工程上常用的几种剖视图	(202)	13.2.3 房屋施工图的有关规定	(250)
11.2.8 剖视图的尺寸注法	(207)	13.3 房屋建筑施工图	(256)
11.3 断面图	(208)	13.3.1 房屋建筑施工图的阅读	(256)
11.3.1 断面图的概念	(208)	13.3.2 房屋建筑施工图的绘制	(271)
11.3.2 断面图的种类及其画法	(209)	13.4 房屋结构施工图的阅读	(273)
11.4 轴测图中形体的剖切	(210)	13.4.1 概述	(273)
11.4.1 轴测图中图例线的画法	(210)	13.4.2 基础图	(274)
11.4.2 轴测图的剖切画法	(211)	13.4.3 楼层结构平面图	(277)
11.5 综合应用举例	(212)	13.4.4 钢筋混凝土构件详图	(279)
11.5.1 工程形体的读图	(212)	13.5 室内给水排水工程图	(282)
11.5.2 工程形体的表达	(212)	13.5.1 概述	(282)
11.6 第三角投影法简介	(213)	13.5.2 室内给水工程图	(284)
12 水利工程图	(216)	13.5.3 室内排水工程图	(286)
12.1 水工图的分类和特点	(216)	14 机械图	(290)
12.1.1 水工图的分类	(216)	14.1 螺纹紧固件和圆柱齿轮	(290)
12.1.2 水工图的特点	(218)	14.1.1 螺纹和螺纹紧固件	(290)
12.2 水工图的表达方法	(218)		
12.2.1 水工图表达的一般规定	(218)		
12.2.2 水工图的基本表达方法	(220)		

14.1.2 圆柱齿轮	(295)	15.2.6 点	(311)
14.2 零件图	(296)	15.2.7 图案填充	(312)
14.2.1 零件图的内容	(296)	15.3 图形编辑	(314)
14.2.2 零件的视图选择	(297)	15.3.1 构造选择集	(314)
14.2.3 零件图中的尺寸标注	(299)	15.3.2 常用的编辑命令	(315)
14.3 装配图	(299)	15.4 显示控制	(317)
14.3.1 装配图的内容	(299)	15.4.1 视图缩放	(318)
14.3.2 装配图的特殊表达方法	(301)	15.4.2 视图平移	(318)
14.3.3 装配图的阅读	(301)	15.5 精确绘图	(318)
15 AutoCAD 绘图基础	(304)	15.5.1 捕捉和栅格	(319)
15.1 AutoCAD 2015 软件概述	(304)	15.5.2 对象捕捉	(319)
15.1.1 AutoCAD 2015 工作环境	(304)	15.5.3 功能键和控制键	(320)
15.1.2 对图形文件的操作	(305)	15.6 图形管理	(320)
15.1.3 AutoCAD 基本绘图流程	(306)	15.6.1 图层的概念及操作	(320)
15.1.4 AutoCAD 的命令和数据输入	(306)	15.6.2 设置线型比例	(322)
15.2 常用绘图命令	(307)	15.6.3 图块和属性	(323)
15.2.1 直线	(307)	15.7 文字和尺寸标注	(326)
15.2.2 多线	(308)	15.7.1 标注文字	(326)
15.2.3 圆	(308)	15.7.2 标注尺寸	(328)
15.2.4 圆弧	(309)	15.8 实例示范	(333)
15.2.5 多段线	(310)	参考文献	(335)

1 制图的基本知识和基本技能

1.1 绘图工具、仪器及其使用方法 >>>

工程图样的绘制通常有徒手绘制、尺规绘制和计算机绘制三种方式。一般精度要求不高的草图可采用徒手绘制,而精度要求高且比较正式的图样必须选用尺规或计算机绘制。

“工欲善其事,必先利其器。”尺规绘图的工具和仪器种类繁多,下面就学习中常用的绘图工具和仪器作简要介绍。

1.1.1 绘图笔

1.1.1.1 铅笔

铅笔是绘图必备的工具。铅笔笔芯的硬度用字母 H 和 B 标识。H 越高,铅芯越硬,如 2H 铅芯比 H 铅芯硬;B 越高,铅芯越软,如 2B 铅芯比 B 铅芯软;HB 铅芯是中等硬度。通常, H 或 2H 铅笔用于画底稿线及细实线、点画线、双点画线、虚线等, HB 或 B 铅笔用于画中粗线、写字等, B 或 2B 铅笔用于画粗实线。

铅笔要从没有标记的一端开始削,以便保留铅芯软硬的标记。将画底稿或写字用铅笔的木质部分削成锥形,铅芯外露 6~8 mm,如图 1-1(a)所示;用于加深图线的铅笔可以磨成图 1-1(b)所示的形状。

用铅笔绘图时,用力要均匀,不宜过大,以免划破图纸或留下凹痕。铅笔笔尖与尺边的距离要适中,以保持线条位置的准确,如图 1-2 所示。

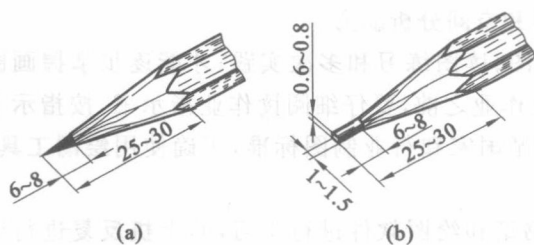


图 1-1 铅笔的形状

(a) 画细线铅笔的形状; (b) 画粗线铅笔的形状

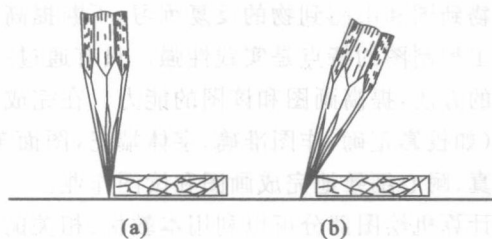


图 1-2 铅笔笔尖的位置

(a) 合适; (b) 不合适

1.1.1.2 直线笔和针管笔

直线笔(又名鸭嘴笔)和针管笔都是用来上墨描线的,目前已广泛用针管笔代替直线笔。针管笔笔端是不同粗细的针管,绘图时可按所需线宽选用,常用的规格有 0.2 mm、0.3 mm、0.4 mm、0.5 mm、0.6 mm、0.7 mm、0.8 mm、1 mm、1.1 mm 等。

直线笔和针管笔使用后必须及时清洗,以避免堵塞。

1.1.2 图板、丁字尺和三角板

图板是铺放图纸的垫板。它的工作表面必须平坦光洁;左边为工作导边,可通过光线间隙检查其是否

平直。图板不能用水洗刷和在日光下暴晒,也不能在图板上切纸。

丁字尺由尺头和尺身组成,如图 1-3(a)所示。尺头接触图板的一边必须平直;尺身要紧靠尺头,不能松动,尺身的工作边必须保持平直、光滑,不能沿尺身的工作边切纸。

丁字尺主要用来画水平线,如图 1-3(b)所示。画线时,左手握住尺头,使它始终紧靠在图板左边,然后上下移动到要画线的位置。画水平线时要自左向右画,每画一条线时左手都要向右按一下尺头,看它是否紧贴图板。所画线段的位置离尺头较远时,要用左手按住尺身,以防止尺身摆动或尺尾翘起。

三角板的角度要准确,各边应平直、光滑。三角板和丁字尺配合使用可画铅垂线。画铅垂线时,使三角板的一直角边紧靠丁字尺尺身的工作边,然后沿工作边移动三角板至另一直角边到达所画铅垂线的位置,再用左手按住丁字尺和三角板,右手执笔自下而上画线,如图 1-3(c)所示。若三角板与图板的接触不好,在画铅垂线时,应用右手的小指轻轻按住三角板并在其表面滑动。三角板同丁字尺配合使用还可以画特定角度的斜线,如 30° 、 45° 、 60° 、 75° 等斜线,如图 1-3(d)所示。

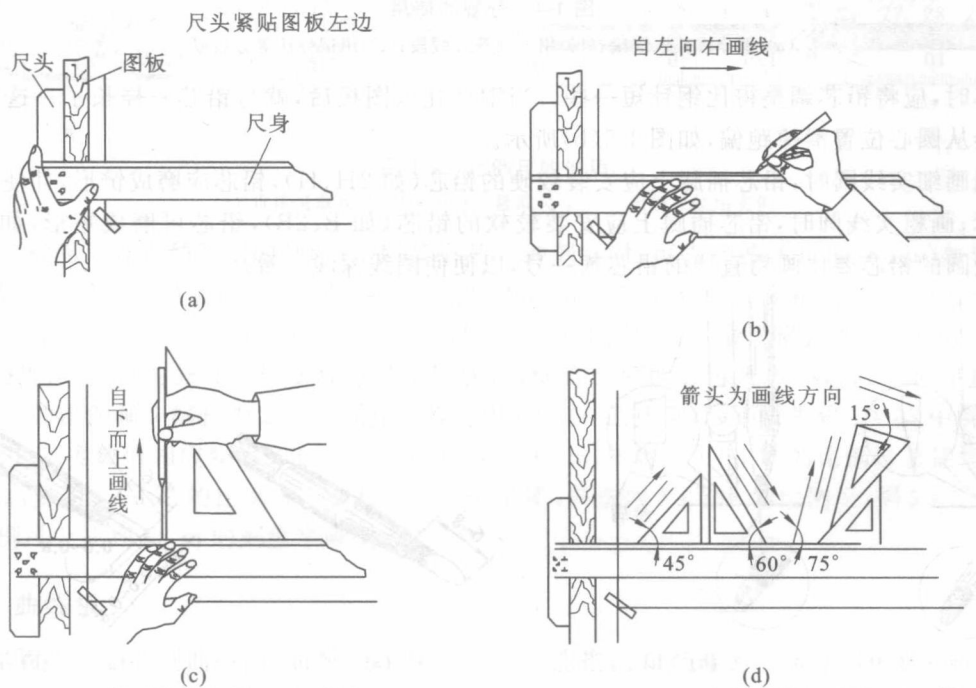


图 1-3 图板、丁字尺、三角板的配合使用

(a) 图板与丁字尺;(b) 画水平线;(c) 画垂直线;(d) 画特定角度的斜线

1.1.3 分规和圆规

1.1.3.1 分规

分规的两条腿都是钢针,主要用来截取线段和等分线段,如图 1-4(a)、(b)所示。使用分规时两腿端部的两个钢针应调整整齐;当两腿合拢时,针尖应汇合于一点。

用分规等分线段时可用试分法。如图 1-4(c)所示,若要三等分线段 AB ,则先目测估算,使分规两针尖间的距离大约为 AB 线段长度的 $1/3$,然后从点 A 开始在 AB 上试分。如果最后一点 C 超出(或不到)点 B ,则说明两针尖间的距离大于(或小于) AB 的 $1/3$,这时应使分规两针尖向里闭合(或向外张开) BC 的 $1/3$,再进行试分,直至刚好等分为止。

1.1.3.2 圆规

圆规的一条腿为钢针,另一条腿为铅芯插腿。钢针的一端为圆锥形,另一端带有台肩,如图 1-5(b)所示。圆规主要用来画圆和圆弧。画圆或圆弧时,将钢针置于圆心上,如在铅芯插腿上装铅芯可以绘制铅笔圆,如装墨线头可以绘制墨线圆。若在铅芯插腿上装钢针(用不带台肩一端),使两针尖齐平,则可作分规使用。

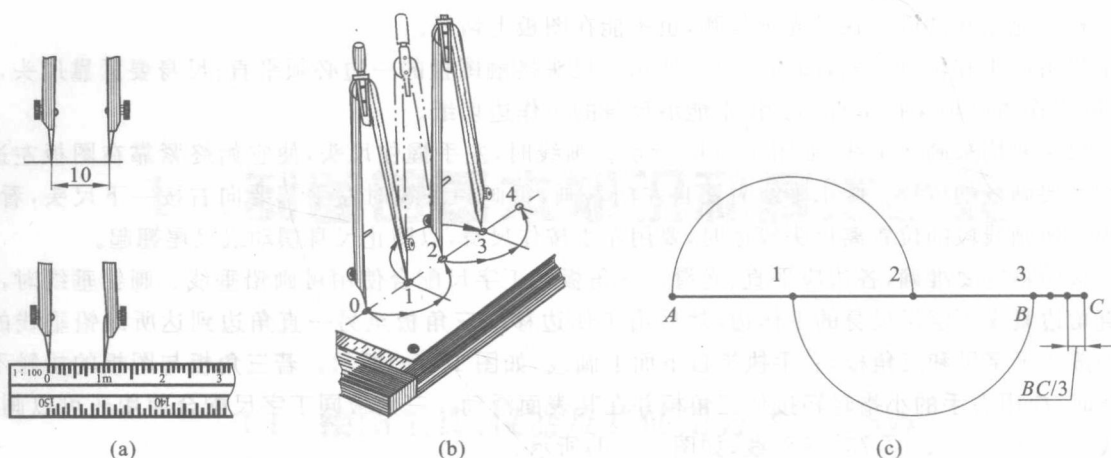


图 1-4 分规的使用

(a) 用分规截取线段;(b) 用分规等分线段;(c) 用试分法等分线段

安装铅芯时,应将铅芯调整得比钢针短一些。当钢针扎入图板后,就与铅芯一样长了。这样,画圆的时候钢针就不会从圆心位置滑掉跑偏,如图 1-5(b)所示。

使用圆规画细实线圆时,铅芯插腿上应安装较硬的铅芯(如 2H、H),铅芯应磨成铲形,并使斜面向外,如图 1-6(a)所示;画粗实线圆时,铅芯插腿上应安装较软的铅芯(如 B、2B),铅芯可磨成矩形,如图 1-6(b)所示。画粗实线圆的铅芯要比画粗直线的铅芯软一号,以便使图线深浅一致。

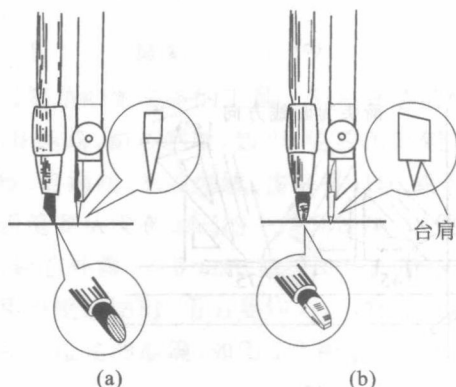


图 1-5 圆规针脚的形式

(a) 普通尖;(b) 台肩尖

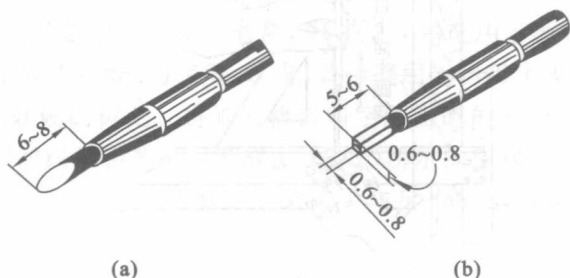


图 1-6 圆规铅芯的形式

(a) 铲形;(b) 矩形

用圆规画圆时,应将圆规略向前进方向倾斜,如图 1-7(a)所示;应随时调整圆规两腿,保证两腿始终与纸面垂直,如图 1-7(b)所示;画圆时手持圆规的姿势如图 1-8 所示。画较大直径圆时,可用加长杆来增大所画圆的半径,并使圆规两脚都与纸面垂直,如图 1-8(b)所示。画小圆时宜用弹簧圆规或点圆规。

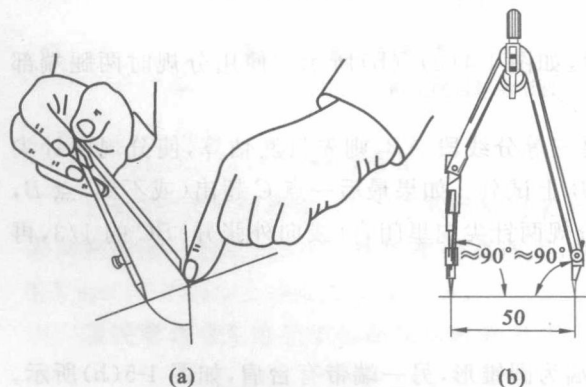


图 1-7 圆规的用法

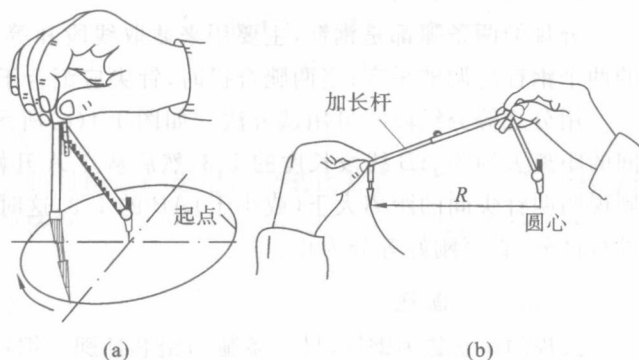


图 1-8 用圆规画圆的方法

(a) 画一般直径圆;(b) 画较大直径圆

1.1.4 比例尺

图样上图形的线性尺寸与实物相应的线性尺寸之比称为比例。比例尺是刻有不同比例的直尺,其形式很多,常用的比例尺做成三棱柱状,称为三棱尺。比例尺只能用来度量尺寸,不能用来画线。尺寸可从比例尺上直接量取,如图 1-9(a)所示;也可以先用分规从比例尺上量取,然后移到图纸上,如图 1-9(b)所示。必须注意,不能用分规的针尖在比例尺刻度上扎眼,以免破坏尺面。

公制比例尺所用的单位是 m。比例尺中的每一种刻度都有一个“m”,没有注“m”的数值也是以 m 为单位的,如图 1-9 所示。

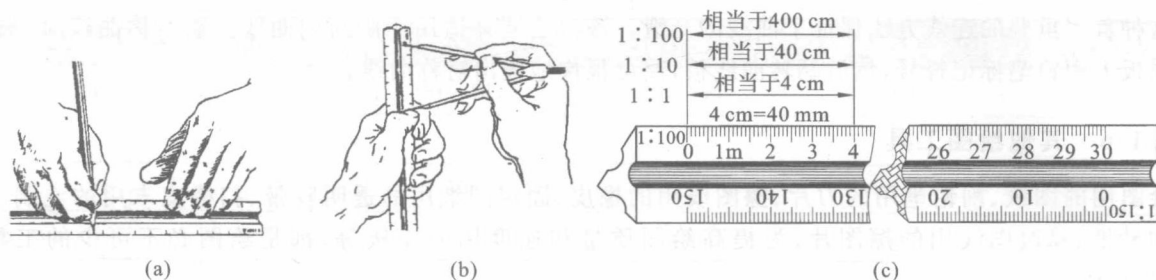


图 1-9 比例尺的使用

(a) 直接量取尺寸;(b) 用分规量取尺寸;(c) 比例尺使用实例

比例尺三棱面上有六种不同的刻度,使用其中某一种刻度时,可直接按该尺面所刻的数值量取或读出该线段的长度。如图 1-9(c)所示,若选用 1:100 的比例,4 m(400 cm)的长度相当于 1:10 比例的 40 cm,又相当于 1:1 比例的 4 cm。由于 4 cm=40 mm,故 1:100 比例中的一最小格长度为 1 mm。为此,得出了换算比例尺的规律:比例的分母与刻度数值呈正比变化,即将比例的分母乘以(或除以)同刻度的倍数。例如,要用 1:25 的比例画一幅长为 250 cm 的图,若选用 1:100 的比例尺,则需先将 1:25 中的 25 换成 100,即 $25 \times 4 = 100$,刻度数值相应变为 $250 \times 4 = 1000(\text{cm}) = 10 \text{ m}$;然后在 1:100 的比例尺上找到 10 m 的长度来画图。又如,要用 1:150 的比例画一幅长度为 9 m 的图,若选用 1:300 的比例尺,则 $9 \times 2 = 18(\text{m})$,即在 1:300 的比例尺上找到 18 m 的刻度来画图。

1.1.5 曲线板

曲线板是用来绘制非圆曲线的,如图 1-10 所示。为了能把已知点连成一条光滑的曲线,可以先徒手用细实线把各点连成曲线,再用曲线板完成作图,如图 1-11 所示。

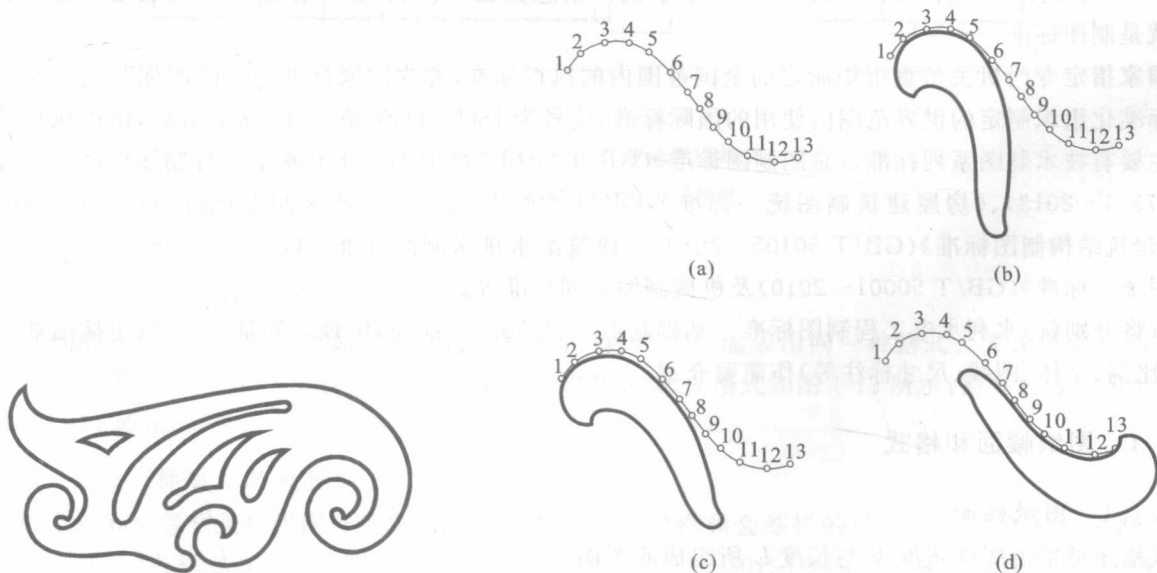


图 1-10 曲线板

图 1-11 曲线板的用法

(a) 徒手连细实线;(b) 找四点连三点;(c) 找五点连三点;(d) 重复找五点连三点

曲线板连线的具体步骤如下:

① 徒手连细实线。用铅笔徒手轻轻地把已知各点依次连接成细实线,如图 1-11(a)所示。

② 找四点连三点。从某一端开始,在曲线板上寻找刚好通过 1、2、3、4 四个点的部分,按住曲线板画曲线,但只画到第三点就终止,即只画出 1→2→3 三个点之间的曲线,如图 1-11(b)所示。

③ 找五点连三点。以后画的各段都要退回一点,按照找五点连三点的办法,使每一段的首部和前一段的尾部重叠。如从第 2 点开始,在曲线板上寻找刚好能够通过 2、3、4、5、6 五个点的部分,按住曲线板画曲线,但只画到第五点就终止,即只画出 3→4→5 三个点之间的曲线,如图 1-11(c)所示。

④ 重复找五点连三点。以后各段以此类推,直至画出 1→13 点的全部曲线,如图 1-11(d)所示。

这种首尾重叠的连线方法保证了曲线的光滑。该方法同样适用于画封闭曲线。绘对称曲线时,最好先在曲线板上用铅笔标记符号,然后翻转曲线板,便可很快地描出对称曲线。

1.1.6 其他绘图工具

绘图用的图纸、削铅笔用的刀片、擦图线用的橡皮、固定图纸用的透明胶带、扫橡皮末用的毛刷、磨铅芯用的砂纸、修改图线用的擦图片、为提高绘图质量和速度用的模板等,都是绘图必不可少的工具,如图 1-12 所示。

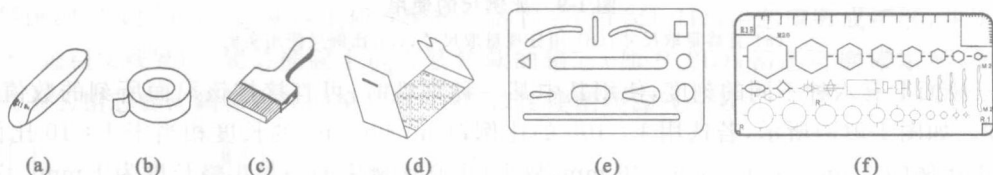


图 1-12 其他绘图工具

(a) 橡皮;(b) 胶带;(c) 毛刷;(d) 砂纸;(e) 擦图片;(f) 模板

1.2 制图的基本规定 >>>

图样是工程技术界的共同语言,是产品或工程设计结果的一种表达形式,是产品制造或工程施工的依据,是组织和管理生产的重要技术文件。为了便于技术信息交流,对图样必须作出统一的规定。这个统一的规定就是制图标准。

由国家指定专门机关负责组织制定的全国范围内的执行标准,称为国家标准,简称“国标”,代号为 GB;由国际标准化组织制定的世界范围内使用的国际标准,代号为 ISO。目前,在土木、水利方面,国内执行的制图标准主要有技术制图系列标准、《总图制图标准》(GB/T 50103—2010)、《水利水电工程制图标准 基础制图》(SL 73.1—2013)、《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)、《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)、《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)及机械制图系列标准等。

本节将分别就《水利水电工程制图标准 基础制图》(SL 73.1—2013)中规定的基本内容(包括图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸标注等)作简要介绍。

1.2.1 图纸幅面和格式

1.2.1.1 图纸幅面

图纸幅面是指由图纸宽度 B 与长度 L 所组成的图面。

(1) 基本幅面

《水利水电工程制图标准 基础制图》(SL 73.1—2013)中规定,绘制技术图样时应优先采用表 1-1

中所规定的五种基本幅面,其代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4,尺寸为 $B \times L(\text{mm} \times \text{mm})$ 。各图框尺寸应符合表 1-1 的规定。从表 1-1 中可看出,A1 图幅是 A0 图幅对裁剪,A2 图幅是 A1 图幅对裁剪,其余类推。

(2) 加长幅面

必要时,允许选用加长幅面。在选用加长幅面时,图纸的短边尺寸不应加长,A0~A3 幅面长边尺寸可加长,加长尺寸按《水利水电工程制图标准 基础制图》(SL 73.1—2013)的相关规定执行,这里不再赘述。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L/(\text{mm} \times \text{mm})$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e/mm	20		10		
c/mm	10			5	
a/mm	25				

在一个工程设计中,每个专业所使用的图纸不宜多于两种幅面(不含目录及表格采用的 A4 幅面)。绘图时,图纸可以横放(长边 L 水平放置)或竖放(长边 L 垂直放置)。一般情况下,A0~A3 图纸宜横放使用,必要时,也可竖放使用。图纸中一般有幅面线、图框线、装订边线、对中标志和标题栏。注意:对中标志是图纸微缩复制时的标记,应绘制在图框线各边的中点处,其线宽为 0.35 mm,应伸入内框边 5 mm,如图 1-13、图 1-14 所示。

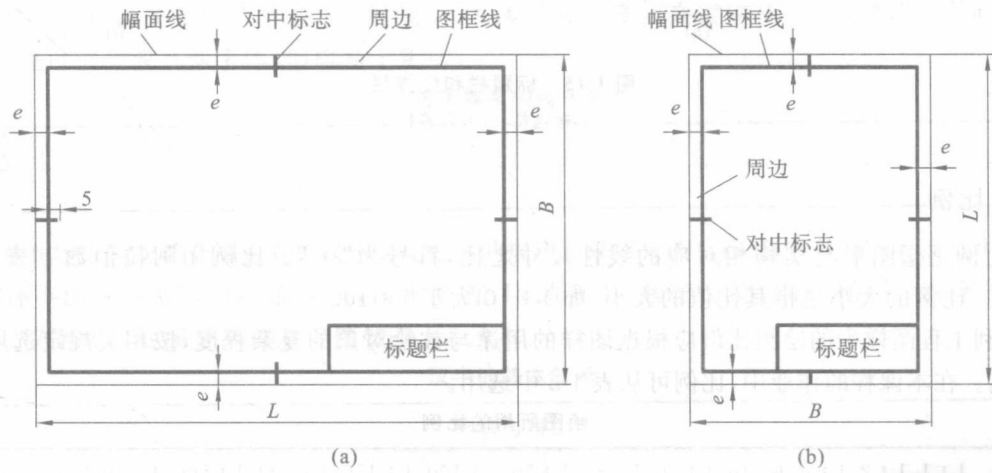


图 1-13 无装订边的图框格式
(a) 横式幅面;(b) 立式幅面

1.2.1.2 图框格式

图框是指图纸上限定绘图区域的线框。

图框格式分为不留装订边和留装订边两种,同一种产品只能采用同一种格式。无论装订与否,均应用粗实线画出图框线,其尺寸见表 1-1。不需要装订的图纸,图框格式如图 1-13 所示;需要装订的图纸,图框格式如图 1-14 所示。

1.2.1.3 标题栏与会签栏

标题栏和会签栏是提供图样信息的栏目。图样中标题栏和会签栏的尺寸、格式、分区及内容应根据工程的需要并按《水利水电工程制图标准 基础制图》(SL 73.1—2013)中的相关规定执行。在本课程的作业中,标题栏和会签栏的位置见图 1-13、图 1-14,其尺寸、格式和内容可采用图 1-15 所示形式。