

◆高等职业教育土建类“十五五”新形态融媒体教材◆

工程制图基础

(第三版)

主编 卓维松 刘兴隆



南京大学出版社

双色版颜色跟正文

◆ 高等职业教育土建类“十五五”新形态融媒体教材 ◆

工程制图基础

(第三版)

主 编 卓维松 刘兴隆
副主编 李海燕 王本锋
施微丹 李 程



南京大学出版社

内容简介

本书是高职高专土建类专业系列教材,在《工程制图基础》(第二版)的基础上,根据国家制图标准,综合考虑模块化课程改革、课程思政教育、教材体例创新、数字化资源融入等因素编写而成,是笔者近30多年教学实践经验的总结。本书主要内容包括:制图基本知识、投影基本知识、基本几何体的投影、轴测投影、组合体的投影、剖面图与断面图、标高投影7个教学模块共计24个单元。完全可以满足土建类各专业工程制图课程的教学需求。

教材内容编写以“必需、够用”为遵循原则,以满足专业群平台课程“模块化、群共享”为修订目标。书中选择的例题难易程度适中,图文并重,简明易懂。另外,本书有配套《工程制图基础习题集》(第三版),供学生巩固练习之用。

本书适用于高职高专智能建造技术、建筑工程技术、道路与桥梁工程技术、市政工程技术、工程测量技术、建设工程监理、建设工程管理、工程造价、地下与隧道工程技术、测绘地理信息技术、建筑装饰工程技术等土建类专业工程制图课程教学。亦可作为其他职业教育、成人高校、广大自学者以及工程技术人员的学习教材,也可以作为退役军人、下岗职工等培训学习教材。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图基础 / 卓维松, 刘兴隆主编. — 3 版.

南京: 南京大学出版社, 2026. 8. — ISBN 978-7-305-30288-6

I. TB23

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2026WH7865 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号

邮 编 210093

书 名 工程制图基础

GONGCHENG ZHITU JICHU

主 编 卓维松 刘兴隆

责任编辑 朱彦霖

编辑热线 025-83597482

照 排 南京南琳图文制作有限公司

印 刷 常州市武进第三印刷有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16 印张 14.25 字数 329 千

版 次 2026 年 8 月第 3 版

印 次 2026 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-30288-6

定 价 45.00 元

网址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

微信服务号: NJUYUNSHU

销售咨询热线: (025) 83594756

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购图书销售部门联系调换

第三版前言

本教材严格遵循国家职业教育改革系列文件精神,以深化产教融合、推进校企“双元”育人为导向,积极推动新型教材建设。随着教学改革的持续深化,教材内容与形式也面临更高要求。第三版教材结合国家制图标准、课程思政要求、模块化教学改革及学生实际情况,进行全面修订,具备以下特色:

1. 融入思政元素,落实立德树人

依据《高等学校课程思政建设指导纲要》,将“立德树人”根本任务贯穿全书。七大知识模块均设有“模块素养目标”,并配套“名人故事”案例,有机融入党的二十大精神,强化价值引领,丰富思政育人资源。

2. 重构知识体系,贴合认知规律

基于学生认知习惯,内容排序循序渐进,重新整合模块结构与内容顺序。教材由第二版的2大模块拓展为7大模块、24个单元,便于不同专业根据教学需求灵活选用,增强教材使用适配性。

3. 配套数字资源,拓展学习方式

围绕教材例题与知识点,配套开发42个微课视频、60个动画资源。学生可随时随地扫描二维码,观看课程讲解与解题演示,实现碎片化学习,增强理解力,提升学习效率。

4. 创新编写体例,突出学习导向

突破传统教材编写模式,构建“模块—单元”结构化体系,新增模块知识导图、学习目标、素养目标、学习导入、学习提示、名人故事、扫码练习等栏目,帮助学生明确目标、把握重点,提升学习效果。



5. 创设应用场景,强化实践关联

按照 7 个模块知识,对应地创新设置 7 个“知识应用场景”,帮助学生理解制图知识在工程实践中的具体应用,增强学习的目的性与实用性,提升学习积极性和理解力。

6. 遵循三大原则,打造适用教材

教材编写严格遵循“由简入繁”、“必须够用”、“易学易会”三大原则,贴合学生认知规律,循序渐进培养三维空间想象能力,增强教材的易学性与实用性。

本书由福建船政交通职业学院卓维松和福建省交通规划设计院有限公司刘兴隆共同担任主编;福建船政交通职业学院李海燕和施微丹、昌吉职业技术学院王本锋、广西工业职业技术学院李程担任副主编。第 2、3、7 模块以及模块知识应用场景由卓维松编写;第 4、5 模块由李海燕编写;第 6 模块由昌吉职业技术学院王本锋和广西工业职业技术学院李程编写;第 1 模块由福建船政交通职业学院施微丹和福建省交通规划设计院有限公司刘兴隆高级工程师编写;名人故事由李海燕编写,二维码数字化资源建设由卓维松、李海燕等负责统筹,全书由卓维松负责统稿并定稿。

本书在编写过程中参考了教材、规范和标准,在此向相关作者致以衷心的感谢!对福建省交通规划设计院有限公司刘兴隆高级工程师参与教材编写工作的辛勤付出表示感谢!

由于编者理论水平有限,不妥与疏漏在所难免,恳请读者和同行批评指正。

编 者

2026 年 6 月

目 录

模块 1 制图基本知识	1
单元 1.1 常用绘图工具	4
1.1.1 图板、丁字尺、三角板	4
1.1.2 圆规和分规	6
1.1.3 比例尺和曲线板	7
1.1.4 铅笔和其他绘图用品	9
单元 1.2 制图基本规定	10
1.2.1 图幅	10
1.2.2 图线	15
1.2.3 字体	17
1.2.4 比例	18
1.2.5 尺寸标注	19
单元 1.3 平面图形画法	23
1.3.1 平行线、垂直线、等分线段的画法	23
1.3.2 等分圆周和内接正多边形的画法	25
1.3.3 圆弧的连接	26
单元 1.4 绘图的一般步骤	28
1.4.1 绘图准备工作	28
1.4.2 绘图的一般步骤	28
模块 2 投影基本知识	33
单元 2.1 投影概述	36
2.1.1 投影的形成	36



2.1.2 投影的分类·····	37
单元 2.2 正投影特性 ·····	39
2.2.1 类似性·····	39
2.2.2 实形性·····	39
2.2.3 积聚性·····	40
2.2.4 从属性·····	40
2.2.5 定比性·····	40
2.2.6 平行性·····	41
单元 2.3 正投影图的画法 ·····	42
2.3.1 三面投影体系的建立·····	42
2.3.2 三面投影的形成·····	42
2.3.3 三面投影的三等关系·····	43
2.3.4 三面投影的位置关系·····	44
2.3.5 三面投影图的画法举例·····	45
单元 2.4 点的投影 ·····	47
2.4.1 点的三面投影·····	47
2.4.2 点的三面投影规律·····	48
2.4.3 两点的相对位置·····	48
单元 2.5 直线的投影 ·····	52
2.5.1 直线投影的形成·····	52
2.5.2 各种位置直线的投影·····	53
2.5.3 直线上的点·····	57
2.5.4 两直线的相对位置·····	58
单元 2.6 平面的投影 ·····	62
2.6.1 各种位置平面的投影·····	62
2.6.2 平面上的点和直线·····	66
模块 3 基本几何体的投影 ·····	73
单元 3.1 平面立体的投影 ·····	76
3.1.1 棱柱体的投影·····	76
3.1.2 棱锥体的投影·····	80



3.1.3 平面立体的切口投影·····	83
单元 3.2 曲面立体的投影 ·····	89
3.2.1 曲面概述·····	89
3.2.2 圆柱的投影·····	90
3.2.3 圆锥的投影·····	93
3.2.4 球体的投影·····	96
3.2.5 曲面立体的切口投影·····	98
单元 3.3 两立体相贯的投影 ·····	107
3.3.1 两平面立体相贯 ·····	108
3.3.2 平面立体与曲面立体相贯 ·····	110
3.3.3 两曲面立体相贯 ·····	114
模块 4 轴测投影 ·····	122
单元 4.1 正等测图 ·····	125
4.1.1 正等测图的概念 ·····	125
4.1.2 正等测图的画法 ·····	127
单元 4.2 斜二测图 ·····	134
4.2.1 斜二测图的概念 ·····	134
4.2.2 斜二测图的画法 ·····	135
模块 5 组合体的投影 ·····	142
单元 5.1 组合体投影的画法 ·····	145
5.1.1 组合体的分类 ·····	145
5.1.2 组合体画图步骤 ·····	146
5.1.3 组合体作图举例 ·····	149
单元 5.2 组合体投影图的尺寸标注 ·····	155
5.2.1 基本几何体的尺寸标注 ·····	155
5.2.2 切口形体的尺寸标注 ·····	156
5.2.3 组合体的尺寸标注 ·····	156
单元 5.3 组合体投影图的阅读 ·····	159
5.3.1 读图的基本知识 ·····	159



5.3.2 读图的基本方法与步骤	160
5.3.3 组合体投影举例	162
模块 6 剖面图与断面图	169
单元 6.1 剖面图	171
6.1.1 剖面图的形成	172
6.1.2 剖面图的标注	175
6.1.3 剖面图的种类与画法	175
单元 6.2 断面图	182
6.2.1 断面图的概念	182
6.2.2 断面图的标注	182
6.2.3 断面图的种类与画法	183
单元 6.3 简化画法	186
6.3.1 对称图形画法	186
6.3.2 折断省略画法	186
6.3.3 相同要素画法	187
模块 7 标高投影	191
单元 7.1 点和直线标高投影	193
7.1.1 标高投影的概念	193
7.1.2 点的标高投影	194
7.1.3 直线的标高投影	195
单元 7.2 平面的标高投影	199
7.2.1 平面标高投影的表示法	199
7.2.2 平面的交线	201
单元 7.3 曲面的标高投影	205
7.3.1 曲面的表示法	205
7.3.2 地形的表示法	207
7.3.3 建筑物与地面的交线	210
参考文献	218

立体化资源目录

	资源名称	页码		资源名称	页码
模块 1 制图基本知识	微课 1	4	模块 2 投影基本知识	微课 10	62
	微课 2	10		微课 11	66
	微课 3	23		动画 15 图 2.35	66
	动画 1 图 1.23	23		动画 16 图 2.36	67
	动画 2 图 1.24	24		动画 17 图 2.37	68
	动画 3 图 1.29	26		课后巩固练习 2	68
	动画 4 图 1.30	27		微课 12	76
	动画 5 图 1.31	27		微课 13	76
	课后巩固练习 1	29		动画 18 图 3.7	78
				动画 19 图 3.8	79
模块 2 投影基本知识	微课 4	36	模块 3 基本几何体的投影	微课 14	80
	微课 5	39		动画 20 图 3.10	81
	动画 6 图 2.13	43		微课 15	83
	动画 7 图 2.17	45		动画 21 图 3.12	84
	动画 8 图 2.19	46		动画 22 图 3.13	85
	微课 6	47		动画 23 图 3.14	87
	动画 9 图 2.21	48		动画 24 图 3.15	88
	微课 7	48		微课 16	90
	动画 10 图 2.22	49		动画 25 图 3.18	92
	动画 11 图 2.23	50		微课 17	93
	微课 8	52		动画 26 图 3.20	95
	动画 12 图 2.24	52		微课 18	96
	动画 13 图 2.27	58		动画 27 图 3.22	97
	微课 9	58		微课 19	98
	动画 14 图 2.30	60			



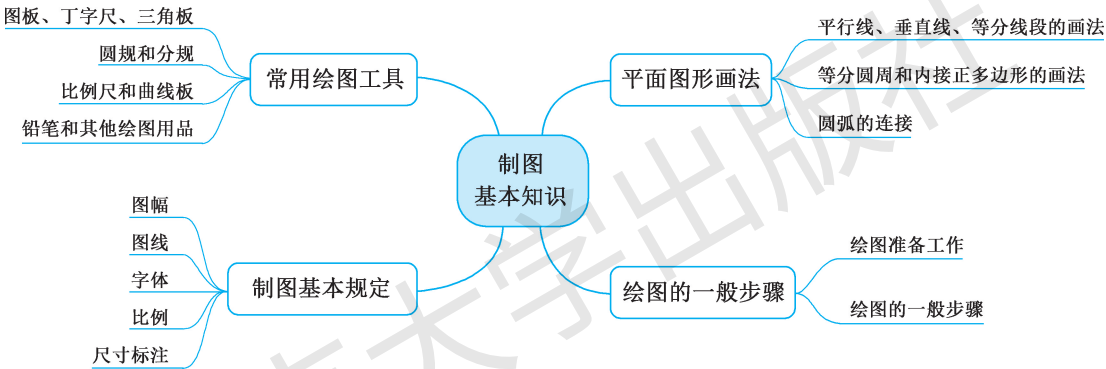
(续表)

	资源名称	页码		资源名称	页码
模块3 基本几何体的投影	动画 28 图 3.23	100	模块5 组合体的投影	动画 42 图 5.26	163
	动画 29 图 3.24	102		动画 43 图 5.27	164
	动画 30 图 3.25	106		动画 44 图 5.28	165
	微课 20	108		课后巩固练习 5	166
	动画 31 图 3.28	110	模块6 剖面图与断面图	微课 33	171
	微课 21	110		微课 34	175
	动画 32 图 3.30	113		动画 45 图 6.6	176
	微课 22	114		动画 46 图 6.8	177
	动画 33 图 3.32	117		动画 47 图 6.10	179
	课后巩固练习 3	118		动画 48 图 6.12	180
模块4 轴测投影	微课 23	125		动画 49 图 6.13	180
	微课 24	127		微课 35	182
	动画 34 图 4.7	128		微课 36	183
	动画 35 图 4.11	130		动画 50 图 6.17	184
	动画 36 图 4.13	132		课后巩固练习 6	187
	动画 37 图 4.15	133	模块7 标高投影	微课 37	193
	微课 25	134		动画 51 图 7.7	198
	微课 26	135		微课 38	199
	动画 38 图 4.19	136		动画 52 图 7.14	202
	课后巩固练习 4	138		动画 53 图 7.15	204
模块5 组合体的投影	微课 27	145		微课 39	205
	微课 28	146		动画 54 图 7.17	207
	微课 29	149		微课 40	208
	动画 39 图 5.10~图 5.13	150		动画 55 图 7.22	210
	动画 40 图 5.14~图 5.17	152		动画 56 图 7.23	211
	微课 30	155		动画 57 图 7.24	212
	微课 31	159		动画 58 图 7.25	214
	微课 32	162		课后巩固练习 7	214
	动画 41 图 5.25	162		微课 41	215

模块 1

制图基本知识

模块知识导图



模块学习目标

1. 能够正确使用常用绘图工具；
2. 能够熟知制图的基本规定；
3. 能够绘制常见的平面图形。

模块素养目标

树立严格遵守制图规范的意识。

模块名人故事

不以规矩,不成方圆——裴秀与中国古代制图规范

裴秀,字季彦,魏晋时期河东郡闻喜(今山西省闻喜县)人,魏晋时期名臣、杰出的地



图学家(图 1.1)。他有感于以往地图“虽有粗形,皆不精审,不可依据”,遂组织人员绘制中国有史以来最早的历史地图集《禹贡地域图》(图 1.2),并在序言中提出了“制图六体”,即“分率”(比例尺)、“准望”(方位)、“道里”(距离)、“高下”(相对高程)、“方邪”(地面坡度的起伏)、“迂直”(实地高低起伏与图上距离的换算)等六项制图原则。裴秀提出的“制图六体”,奠定了中国古代地图制图的理论基础,对后世的地图制图学发展产生了深远的影响,英国著名学者李约瑟称其为“中国科学制图学之父”。

裴秀提出的“制图六体”体现了古人对精确与标准的追求,以及对规范的尊重和遵循。规范是确保工作质量和效率的关键,在工程制图中遵守规范是确保设计准确性、保障工程质量的根本。



图 1.1 裴秀画像

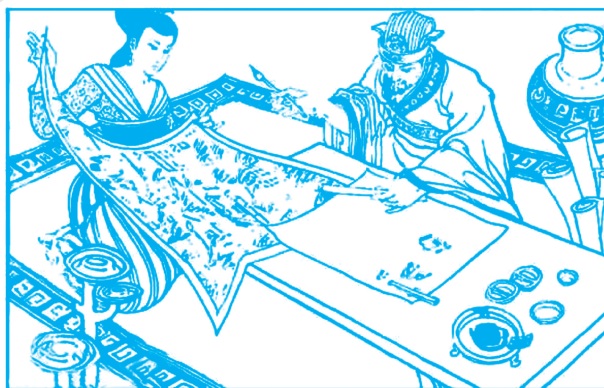


图 1.2 裴秀制图



模块学习导入

海心桥,又称“珠江两岸人行景观桥”,是广州首座横跨珠江的专用人行桥,体现了景观设计与工程技术的完美融合。作为目前世界跨度最大、宽度最宽的曲梁斜拱人行桥,它不仅以流畅的造型成为广州的城市新地标,更以高超的建造技术展现了中国桥梁的创新实力(图 1.3)。

造型优美的海心桥,其建造技术面临着极大的挑战:桥身为复杂的空间三维曲面,每一段钢拱的线形与尺寸均独一无二,需由成千上万的构件在工厂精密预制,再于现场精准拼接。试想,若无一套全国通行的、精确严谨的“工程图学语言”,如何指挥百里之外的工厂进行数字化预制加工?又如何确保数以万计的构件在珠江之上严丝合缝地组装成型?

这一切的基石,正是我们即将要系统学习的“国家制图标准”。它是一切设计与施工的根本法典,其核心价值体现在:

1. 图纸规格是协作的基石。统一的图幅、标题栏、比例尺等,确保从设计、预制到施工全链条能阅读同一份“无歧义的说明书”,是跨地域、跨专业高效协同的前提。
2. 线型与字体是严谨的语法。图中,一条粗实线与一条细虚线,严格规定了钢拱结构的可见轮廓与不可见轮廓,承载着截然不同的工程指令。标准化的字体,则是为了防止“6”与“b”之类的误读,杜绝因毫厘之失引发的安全隐患。
3. 尺寸标注是毫厘的契约。这是图纸的灵魂。每一个螺栓孔的定位、每一块连接板的厚度公差,都必须被唯一、清晰、完整地标注。它是指挥工厂下料、工地装配的“数字律令”,定义了工程实体中各个构件最根本的空间秩序。

学习这些基础知识,绝非记忆条文,而是掌握一种将创新构想变为安全现实的核心能力。我们笔下的每一条线、每一个尺寸,都承载着对标准的尊重、对协同的诚信与对安全的敬畏。现在,让我们从这份支撑起像海心桥这样严谨工程的图纸语言开始,开启《工程制图基本知识》的学习。



图 1.3 广州海心桥



在生产实践中,任何一个土建工程项目(建筑工程、道路工程、桥隧工程等)都需要按照工程设计图进行施工和生产,工程设计图是按照规定的方法来表达土建工程项目的形状、大小、材料和技术要求的,是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的一项重要工具和技术文件。在工程界中,人们把工程设计图比喻为“工程界的语言”,工程设计图实际上是一种工程专用的“图解文字”。例如:一套建筑工程设计图都可以借助一系列的图形、符号、字母、数字的标准和必要的文字说明来表达建筑工程的结构形式、平面和立面布置、各部分之间的相互位置关系、工程所需要的材料和数量以及施工技术要求等。

识读工程图是每一位工程技术人员必须具备的基本技能。对于从事土建工程的技术人员来说,如果不懂这门“工程界语言”,他将会遇到很多困难,工作将会无所适从和难以开展。因此,我们必须认真学习有关工程制图知识。

微课 1



单元 1.1 常用绘图工具

古人云:“工欲善其事,必先利其器”,准备好一套得心应手的绘图仪器和工具,熟悉它们的性能和用法是提高制图质量和速度的先决条件。

按照绘图工具的不同,工程绘图可分为尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图。尺规绘图是借助图板、三角板、圆规等绘图工具和绘图仪器进行手工绘图的一种方法。

常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、比例尺、曲线板、铅笔等。

* 1.1.1 图板、丁字尺、三角板

1. 图板

绘图时,图板是用来铺放图纸的矩形木板,通常用胶合板制成,要求板面平整光滑,图板两端平整,边角垂直。常用图板大小有 0 号、1 号、2 号等不同规格,可根据所画图幅的大小而选定。图板如图 1.4 所示。

使用提醒:图板使用时要注意加以保护,不能受潮、不能暴晒、不能水刷冲洗,以防止变形。为了保持板面平滑,宜用透明胶纸固定图纸,不宜使用图钉固定,更不能在图板上割纸。

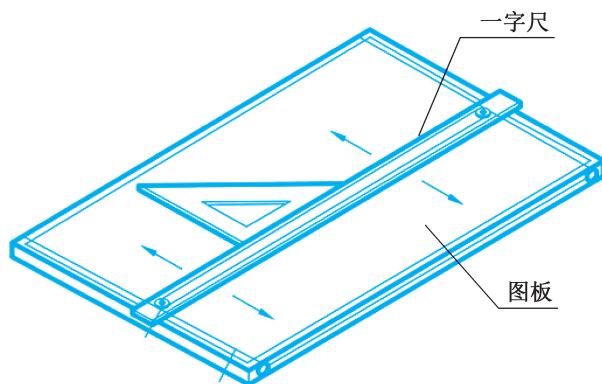


图 1.4 图板

2. 丁字尺

丁字尺是由相互垂直的尺头和尺身构成(图 1.5a),是用胶合板或有机玻璃制成的。主要用来与图板配合画水平线,使用时将尺头紧贴图板的工作边,左手把住尺头,使它始终紧靠图板左侧,然后上下移动丁字尺,待工作边对准要画线的地方,再从左向右画水平线,如图 1.5(b)所示。也可以与三角板配合画铅垂线和平行斜线,如图 1.5(c)、(d)所示。

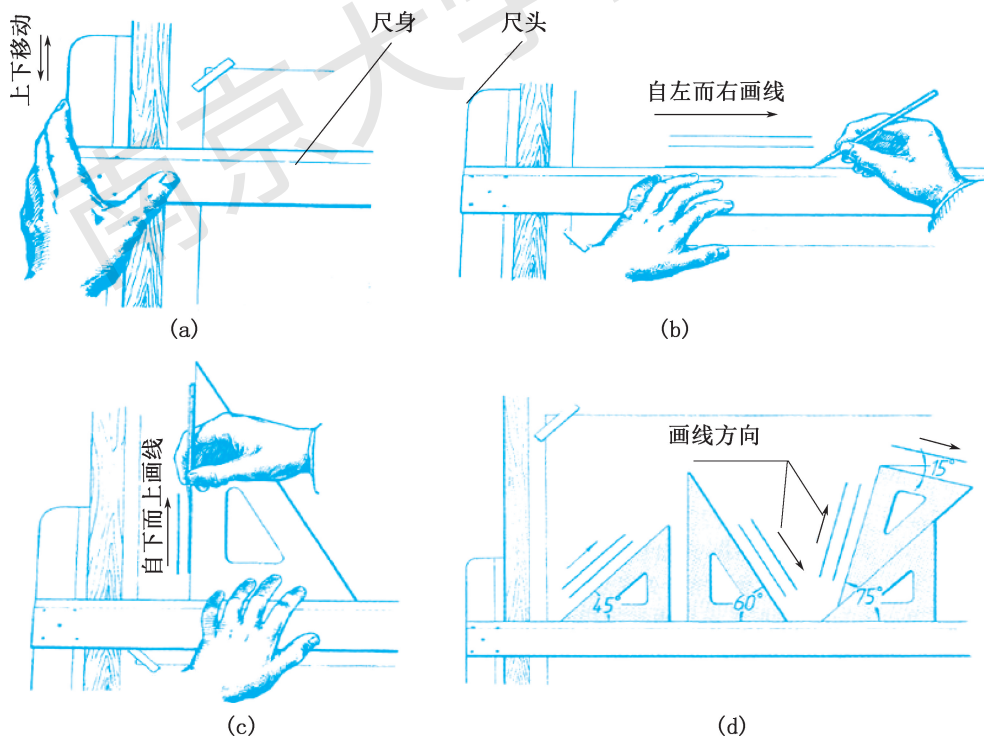


图 1.5 丁字尺



使用提醒: (1) 为保证图线的准确,不允许用丁字尺的下边画线,也不允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。(2) 丁字尺其连接处必须牢固,尺身的工作边必须平直,不用时应挂在墙壁上,以避免尺身弯曲变形或折断。(3) 应避免用丁字尺敲击他物或刀片沿尺身工作边裁纸。(4) 防止其受潮或暴晒导致其弯曲变形。

3. 三角板

三角板主要是与丁字尺配合,用来画铅垂线和某些角度的斜线。画垂直线时,先把丁字尺移动到待绘图线的下方,把三角板放在待绘图线的右方,使一直角边紧靠丁字尺的工作边,移动三角板至另外一直角边对准要画线的位置,用左手按住丁字尺和三角板,自下而上画线,如图 1.5(c)所示。

多个三角板互相配合,可以画已知直线的平行线或垂直线,如图 1.6 所示。

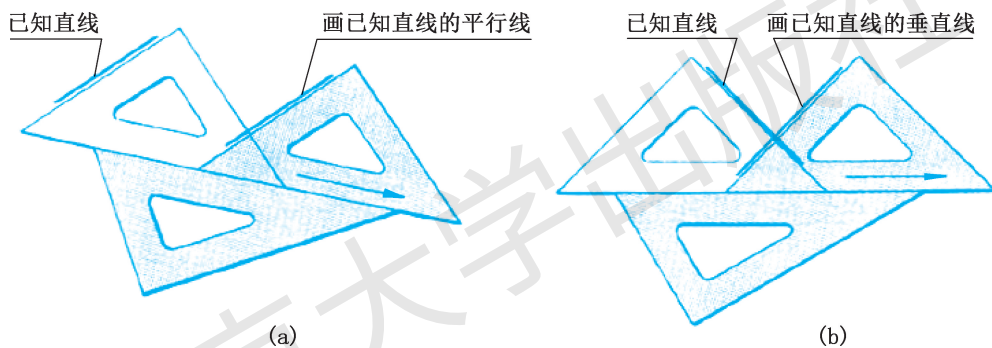


图 1.6 三角板

1.1.2 圆规和分规

1. 圆规

圆规是画圆或圆弧的主要工具。圆规定圆心的一条腿是钢针,画圆或画圆弧的一条腿是装有铅芯的插腿,如图 1.7 所示。

使用圆规时,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画圆或画圆弧。

使用提醒: (1) 画圆时尽量使铅芯笔尖与纸面垂直;(2) 转动时,圆规应向画线方向略微倾斜,画线速度均匀;(3) 画圆线应一气呵成、一笔画完。

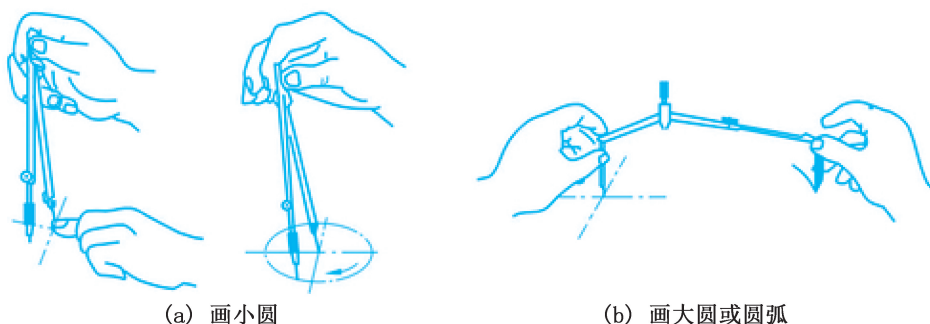


图 1.7 圆规

2. 分规

分规是用来截量尺寸和等分线段的工具,如图 1.8 所示。使用时,应从比例尺或直尺上量取所需的长度,然后在图纸的相应位置量出用于绘图。分规主要用途:(1) 在比例尺上用分规量取画图尺寸;(2) 在直线上量取任意等长线段;(3) 等分已知线段或圆弧。

分规与圆规的区别:分规的形状与圆规相似,但分规两腿都装有钢针;圆规两腿分别装钢针和铅芯。

使用提醒:为了保证量取长度准确,使用前应检查:分规的两脚必须等长,两针尖合拢时用能合成一点。

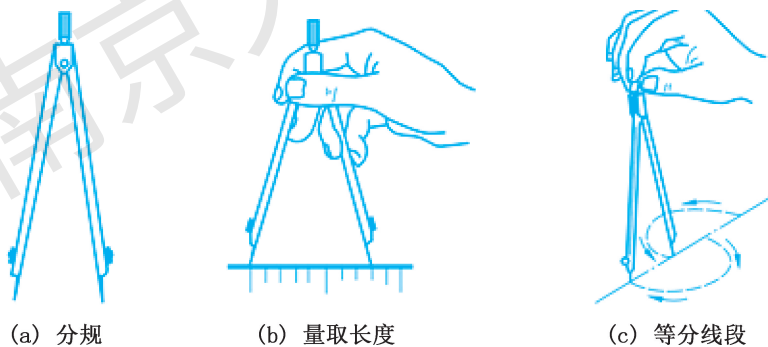


图 1.8 分规

1.1.3 比例尺和曲线板

1. 比例尺

刻有不同比例的直尺称为比例尺。比例尺是供绘图时量取不同比例的尺寸之用,



比例尺的式样很多,供绘图时选用,如图 1.9 所示。

常用的有三棱尺(图 1.9a),它三个面刻有六种不同的比例,有百分比例尺和千分比例尺两种,百分比例尺有 $1:100$ 、 $1:200$ 、 $1:300$ 、 $1:400$ 、 $1:500$ 、 $1:600$ 等六个比例尺刻度;千分比例尺有 $1:1\,000$ 、 $1:1\,250$ 、 $1:1\,500$ 、 $1:2\,000$ 、 $1:2\,500$ 、 $1:5\,000$ 等六个比例尺刻度。比例尺上刻度所注数字的单位为米(m)。

值得注意的是:图形上所注写的尺寸是指物体的实际大小,它与图形的比例无关。

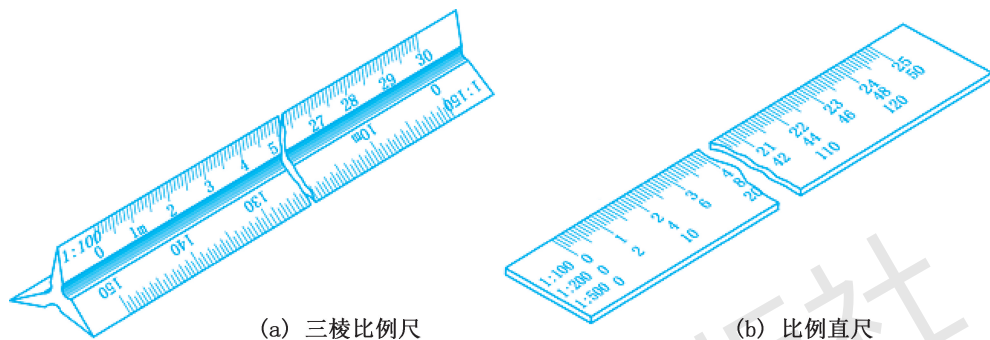


图 1.9 比例尺

2. 曲线板

曲线板是用来绘制不同曲率半径的非圆曲线的工具,如图 1.10 所示。曲线板板面应平滑、板内外边缘应光滑、曲率转变自然。曲线板是用塑料或有机玻璃制作的,应防止翘曲变形。

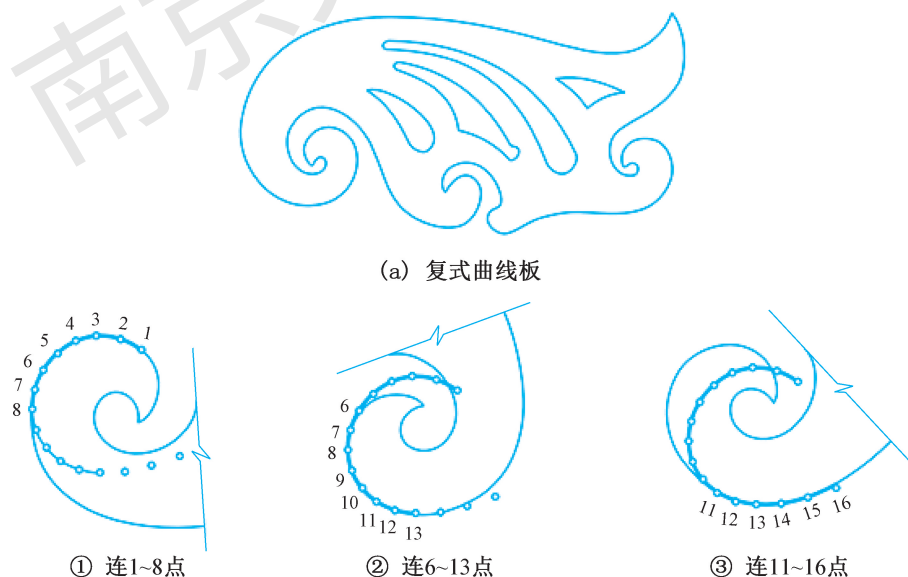


图 1.10 曲线板画非圆曲线



* 1.1.4 铅笔和其他绘图用品

1. 铅笔

绘图铅笔用标号表示铅笔的软硬程度。标号中的 H 表示硬, B 表示软, HB 表示不软不硬。

画图时可根据使用要求选用不同型号的铅笔: (1) 绘图时常用 H 或 2H 的铅笔画底稿或画组线; (2) 用 HB 的铅笔书写字体或画中线或徒手画图; (3) 用 B 或 2B 铅笔加深描粗图线。

铅笔要削成圆锥形, 铅芯露出 6~8 mm, 如图 1.11 所示。

使用提醒: (1) 使用铅笔绘图, 用力要均匀, 避免用力过大划破图纸, 也避免用力过小使所画线条不清晰; (2) 削铅笔时, 保留有标号一端不削, 以便识别铅笔的软硬度。

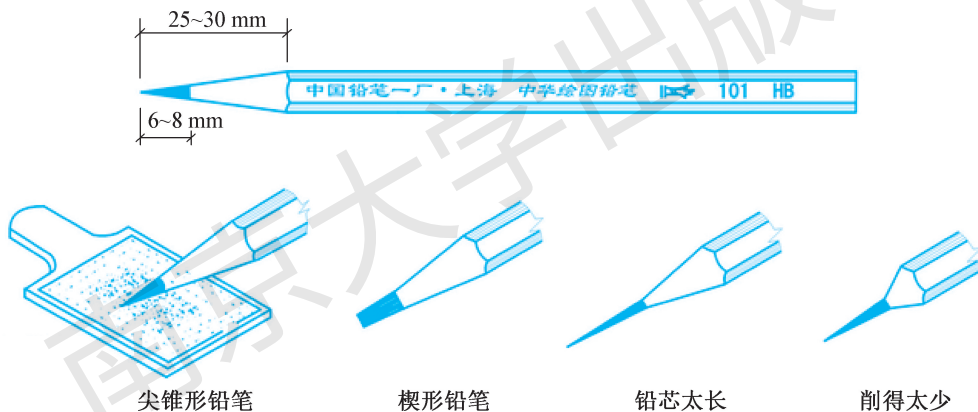


图 1.11 铅笔

2. 其他绘图用品

常用的其他绘图用品有: 橡皮、小刀、擦图片、胶带纸、砂纸等。

► 学习提示

为了更好地完成制图作业, 提高制图作业质量, 在教师指导下, 请大家提前购买绘图工具, 并在课后练习使用各种常用绘图工具, 熟悉其正确的使用方法。



单元 1.2 制图基本规定

为了便于生产和技术交流,使工程图样图形准确,保证图面质量,符合设计、施工、存档的要求,绘制工程图样时必须遵循统一的标准,即《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001)和《道路工程制图标准》(GB 50162)。

1.2.1 图幅

图幅是指图纸的幅面大小,即图纸的长度和宽度组成的图面。幅面用代号“A—”表示(—为数字 0、1、2、3、4,如 A0、A1、A2 等),图纸基本幅面如图 1.12 中所示。

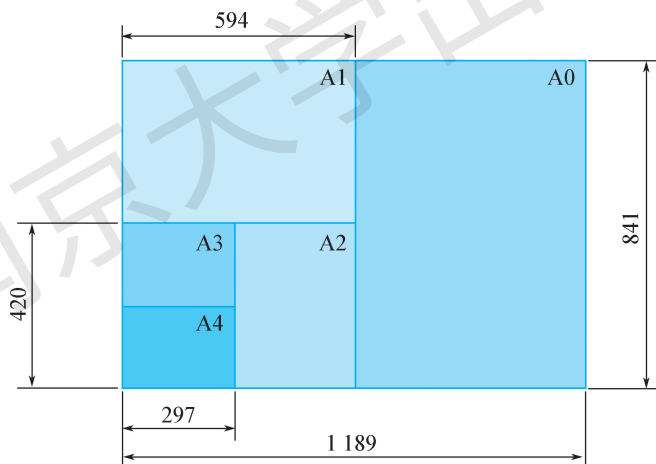


图 1.12 各幅面尺寸

从图 1.12 可以看出,A0 到 A4 的各种图幅的尺寸关系,A0 沿着长边对折即为两张的 A1,A1 沿着长边对折为两张的 A2,以此类推。

1. 幅面尺寸

为了便于统一装订、保存,房屋建筑工程和道路工程的《制图标准》对图纸的幅面尺寸进行了统一规定,房屋建筑制图的图幅见表 1-1,道路工程制图的图幅见表 1-2。



表 1-1 房屋建筑制图的图幅尺寸(mm)

幅画 尺寸	A0	A1	A2	A3	A4
$b \times l$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				

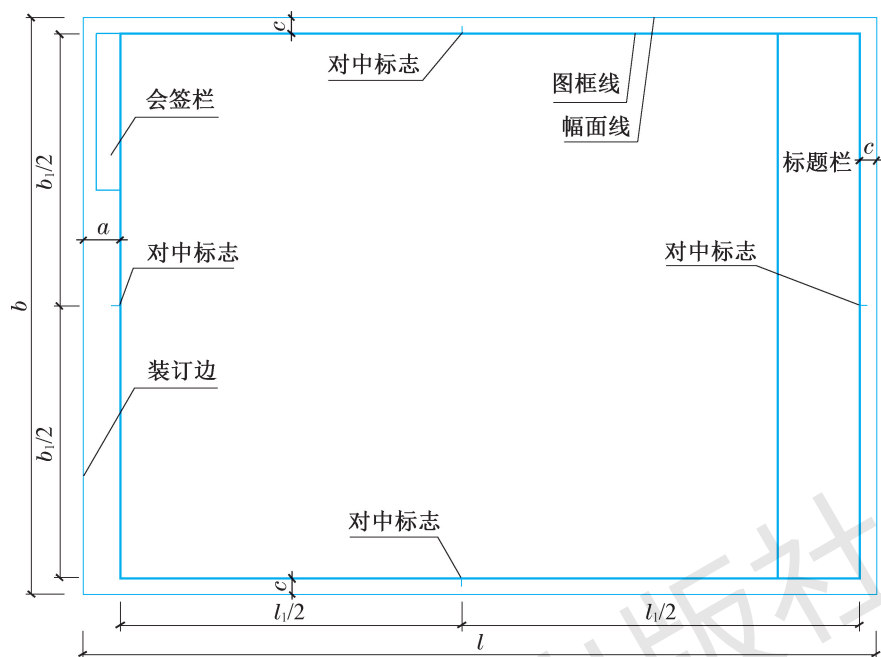
表 1-2 道路工程制图的图幅尺寸(mm)

幅面 尺寸	A0	A1	A2	A3	A4
$b \times l$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	35	35	35	30	25
c	10				

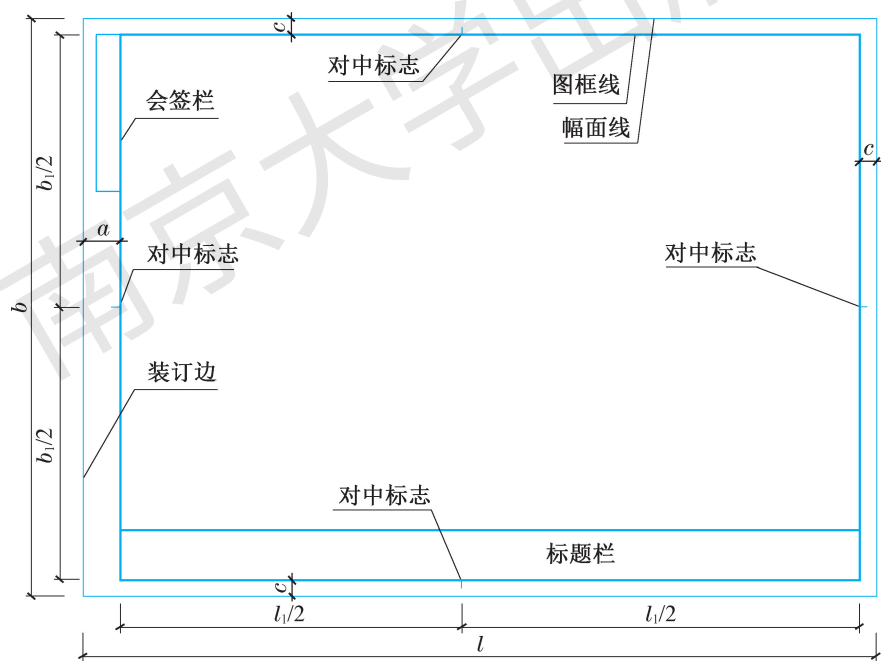
注:表中的 b 为幅面的短边尺寸, l 为幅面的长边尺寸, c 为图框线与幅面线之间的宽度, a 为图框线与装订边间的宽度。

2. 图框格式

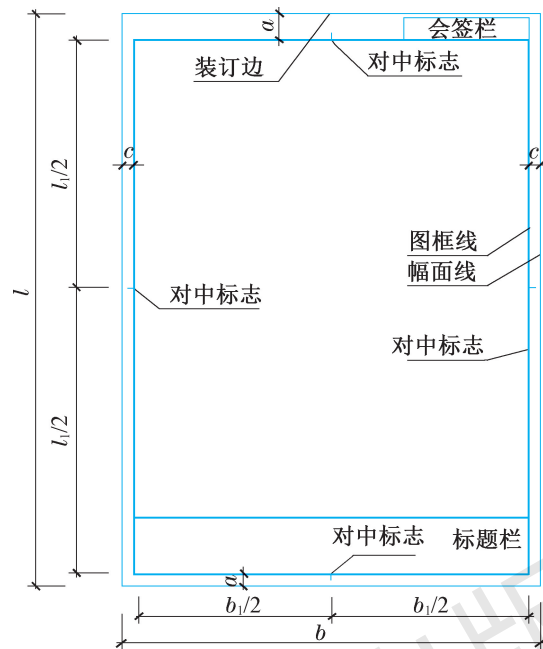
图纸无论是否装订,均需在图幅以内按照表 1-1 或表 1-2 的规定尺寸画出图框,图框线用粗实线绘制。图框格式有横式和立式两种,如图 1.13 所示。



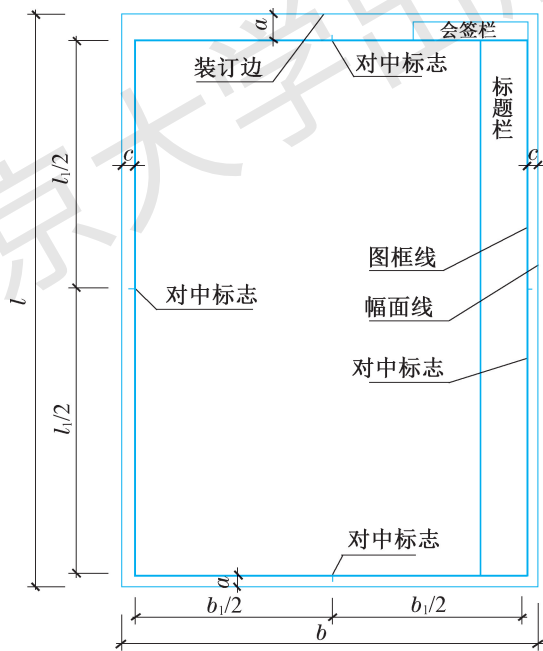
(a) A0~A3横式一



(b) A0~A3横式二



(c) A0~A4立式一



(d) A0~A4立式二

图 1.13 图纸幅面



3. 标题栏与会签栏

在每张图纸中,为了方便查阅,应在图框的右边或下边设置标题栏,俗称图标。标题栏的内容有设计单位名称、工程名称、图样名称、比例、设计日期、设计人、校对人、审核人、项目负责人、专业负责人以及注册建筑师或注册结构师盖章,标题栏应按如图 1.14 所示,根据工程的需要选择确定其尺寸、格式及分区。

在图框左侧或者上方的外面留有会签栏,会签栏是供设计单位在设计期间相关专业互相提供技术条件所用。

设计单位名称
注册师签章
项目经理
修改记录
工程名称区
图号区
签字区
会签栏

40~70

(a) 标题栏(一)

设计单位名称	注册师签章	项目经理	修改记录	工程名称区	图号区	签字区	会签栏
--------	-------	------	------	-------	-----	-----	-----

(b) 标题栏(二)

图 1.14 标题栏



对于学生的制图作业图纸，不设会签栏，采用标题栏格式如图 1.15 所示。

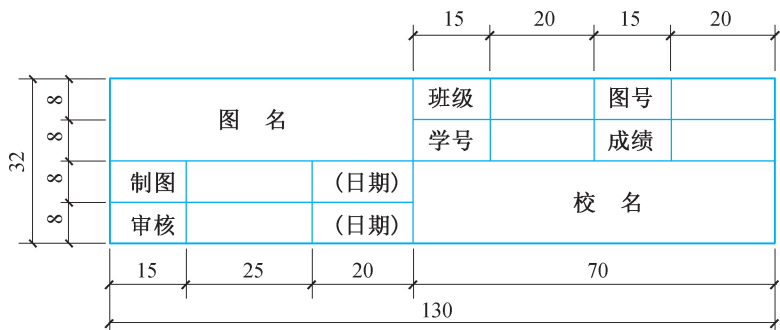


图 1.15 作业标题栏格式

1.2.2 图线

1. 线型与线宽

任何工程图样都是采用不同的线型和线宽的图线绘制而成的，这些图线可表达图样的不同内容，可以分清图中的主次。线型有实线、虚线、单点长画线、双点长画线、折断线和波浪线等，其中有些线型还分粗、中、细三种。

工程制图中常用的图线类型与用途如表 1-3 所示。

表 1-3 图线的类型与用途

名称	线型	线宽	一般用途
实线	粗	b	主要可见轮廓线
	中粗	0.7b	可见轮廓线
	中	0.5b	可见轮廓线、尺寸线、变更云线
	细	0.25b	图例填充线、家具线
虚线	粗	b	见各有关专业制图标准
	中粗	0.7b	不可见轮廓线
	中	0.5b	不可见轮廓线、图例线
	细	0.25b	图例填充线、家具线



(续表)

名称		线型	线宽	一般用途
单点长画线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中		0.5b	见各有关专业制图标准
	细		0.25b	中心线、对称线、轴线等
双点长画线	粗		b	见各有关专业制图标准
	中		0.5b	见各有关专业制图标准
	细		0.25b	假想轮廓线、成型前原始轮廓线
折断线	细		0.25b	断开界线
波浪线	细		0.25b	断开界线

2. 注意事项

绘制图线时应注意以下几点：

- (1) 相互平行的两条图线,其净间隙不宜小于 0.7 mm。
- (2) 虚线、单点长画线、双点长画线的线段长度和间隔,宜各自相等。
- (3) 绘制相交图线时,应注意相交处的画法。
- (4) 圆的中心线应注意相交处的画法。

以上注意事项如图 1.16 所示。

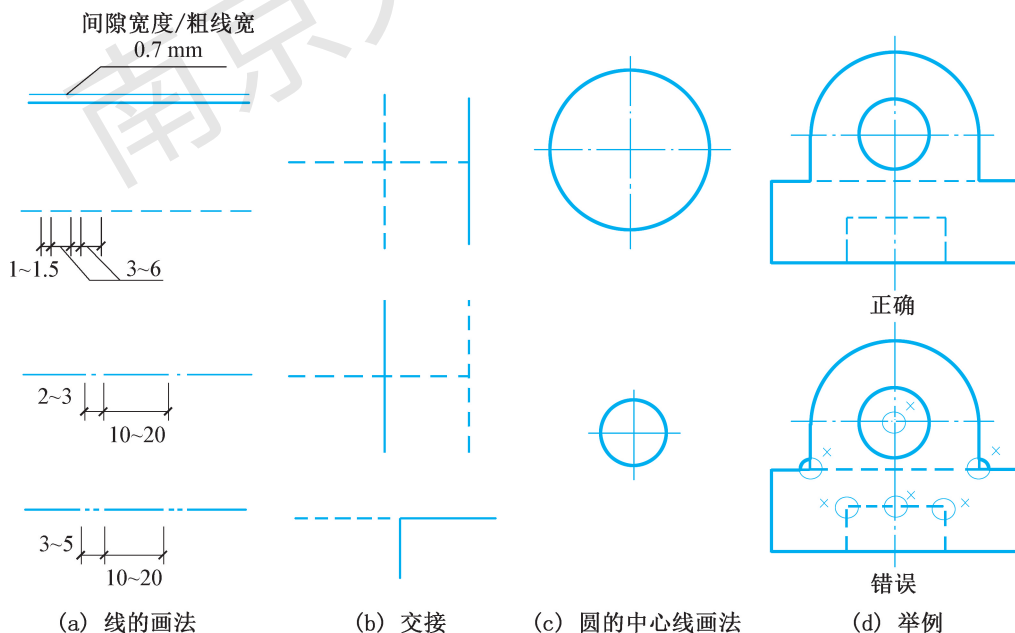


图 1.16 绘制图线的注意事项



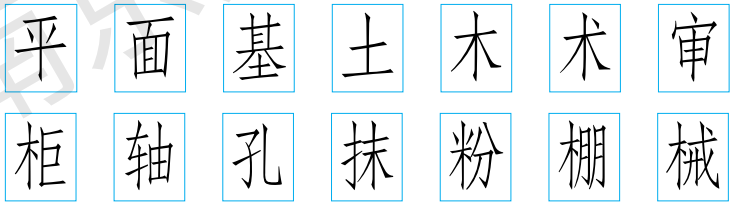
1.2.3 字体

字体是指工程图纸中文字、字母、数字等的书写形式,用来说明建筑构件的大小及施工的技术要求等内容。工程图纸上所需要的文字、数字或者字母等,均要笔画清晰、字体端正,标点符号应清楚正确。图样和说明中的汉字应采用国家公布的简化汉字,应写成长仿宋体,图 1.17 所示。汉字宽度和高度的比例大约为 2 : 3,字体的高度即为字号,字高系列有 3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm 等,如 5 号字的字高为 5 mm。文字的高度应从表 1-4 中选用,字高大于 10 mm 的文字宜采用 TrueType 字体。

长仿宋体字书写应横平竖直、起落分明、结构匀称,字体构架要中正疏朗、疏密有致,要填满方格。

名称	横	竖	撇	捺	挑	点	钩
形状							
笔法							

(a) 仿宋体字基本笔画的写法



(b) 仿宋体

图 1.17 长仿宋体书写示例

表 1-4 长仿宋体字宽与字高 (mm)

字宽	2.5	3.5	5	7	10	14
字高	3.5	5	7	10	14	20

数量中的数字注写,应采用正体阿拉伯数字。分数、百分数和比例数的注写,应采用阿拉伯数字和数字符号。



工程图纸中数字和字母所占的比例比较大,常用有拉丁字母、阿拉伯数字以及罗马字母等。数字和字母可以根据需要写成直体或斜体,最小字高不应小于 2.5 mm,如图 1.18 所示。在同一册图纸中的数字和字母一般应保持一致。

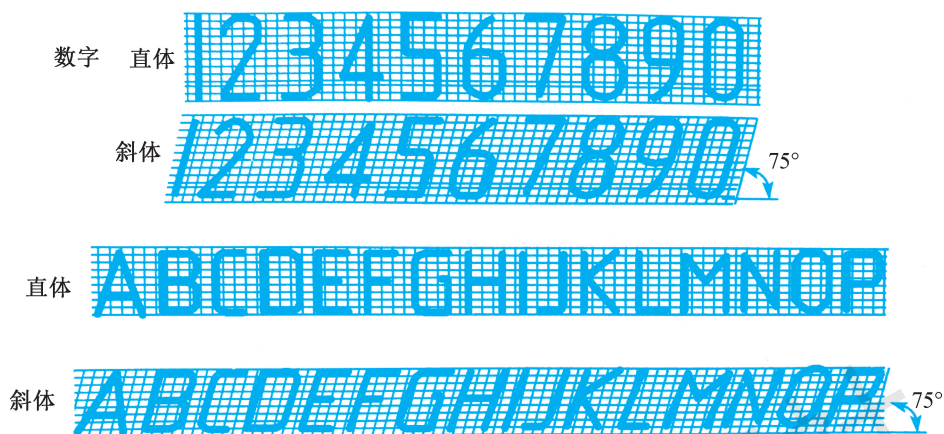


图 1.18 数字与字母示例

1.2.4 比例

图形一般尽可能按实际大小画出,以便读者有直观印象。但是建筑物的实体比图纸要大得多,而精密仪器的零部件往往又很小,为了方便绘图及读图,一般要用缩小或放大的比例在图纸上绘制。

比例是指图样中图形与实物相应线性尺寸之比。

比值大于 1 的比例,称为放大的比例;比值小于 1 的比例,称为缩小的比例。绘图比例的选择,应根据图面布置合理、匀称、美观的原则,按图形大小和图面复杂程度确定。工程图上常采用缩小的比例,一般优先选用表 1-5 中的常用比例。

表 1-5 绘图选用的比例

常用比例	1:1、1:2、1:5、1:10、1:20、1:30、1:50、1:100、 1:150、1:200、1:500、1:1000、1:2000
可用比例	1:3、1:4、1:6、1:15、1:25、1:40、1:60、1:80、1:250、 1:300、1:400、1:600、1:5000、1:10000、1:20000、 1:50000、1:100000、1:200000

比例应采用阿拉伯数字表示,标注在图名的下方或右侧,字的基准线应取平齐,图名下方应画 1.4 倍的粗实线,比例的字高应比图名字高小一号或二号,比例书写示例如



图 1.19 所示。

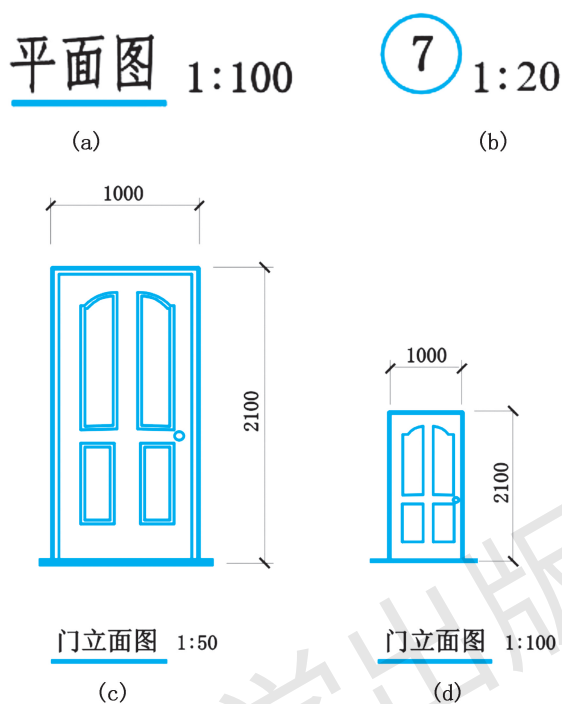


图 1.19 比例的书写示例

► 学习提示

当采用某种比例画图时,图样上所标注的尺寸数字是物体的实际尺寸,而与图形的比例无关。

★ 1.2.5 尺寸标注

一张完整的工程图纸,除了用线条表示建筑物外形、构造以外,还要标注尺寸数字以便能够清楚表达建筑物的实际尺寸,作为建筑施工的依据。

图样上的尺寸由尺寸线、尺寸界线、起止符号和尺寸数字四部分组成,如图 1.20 所示。

(1) 尺寸线:用细实线绘制,应与被标注长度平行,且不应超出尺寸界线;

(2) 尺寸界线:用细实线绘制,应与被标注长度垂直,其一端离开图样轮廓不小于 2 mm,另一端宜超出尺寸线 2~3 mm,如图 1.20 所示。

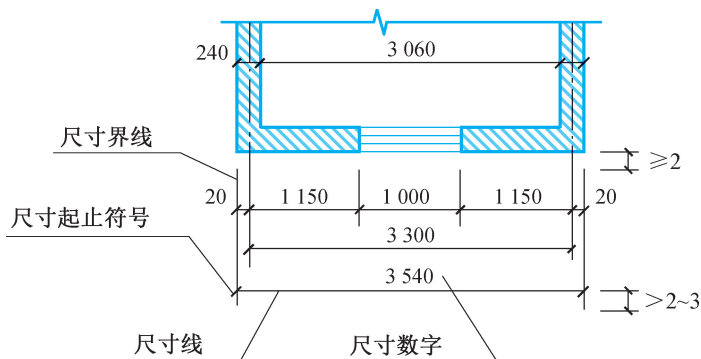


图 1.20 尺寸的组成

图样轮廓线可用作尺寸界线,如图 1.21 所示。

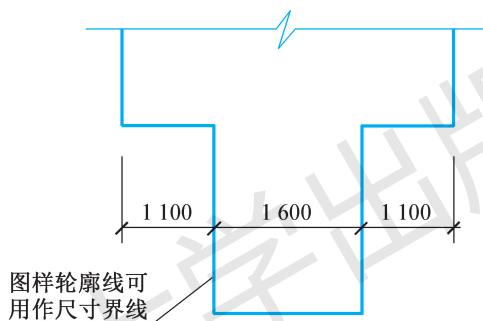


图 1.21 尺寸界线

(3) 尺寸起止符:一般用中粗斜短线绘制,其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45° 角,长度 $2\sim 3\text{ mm}$ 。半径、直径、角度与弧长的起止符宜用箭头表示,如图 1.22 所示。

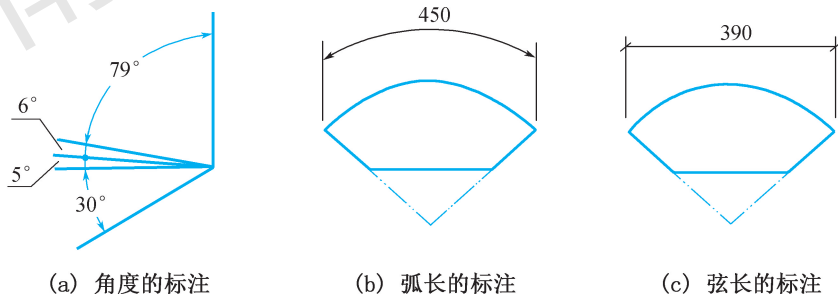


图 1.22 角度、弧长、弦长的标注

(4) 尺寸数字:一律采用阿拉伯数字注写。

尺寸标注是一项细致的工作,必须认真,不得一丁点马虎,表 1-6 列出常见的尺寸标注正误对比,供学习参考。



表 1-6 尺寸标注的正误对比

说明	正确	错误
轮廓线、中心线可用作尺寸界线,但不能用作尺寸线		
不能用尺寸界线作尺寸线		
应将大尺寸标在外侧,小尺寸标在内侧		
水平方向和豎直方向的尺寸数字注写应按规定方向注写		
尺寸数字应按照规定方向注写,尽量避免在阴影范围内注写尺寸数字		



(续表)

说明	正确	错误
任何图线不能穿交尺寸数字。无法避免时,需将图线断开		
同一张图纸所标注的尺寸数字字号应大小统一		



微课 3



单元 1.3 平面图形画法

建筑施工图中的图样形状是多种多样的,但是其投影轮廓却是由一些直线、圆弧或其他曲线组成的几何图形。因此,掌握常用几种几何图形的画法非常必要。

* 1.3.1 平行线、垂直线、等分线段的画法

1. 作平行线

过已知点 P 作一直线平行于已知直线 AB ,作图过程如图 1.23 所示。

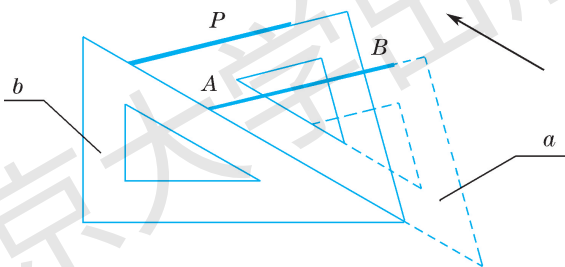


图 1.23 过 P 点作平行线

动画 1



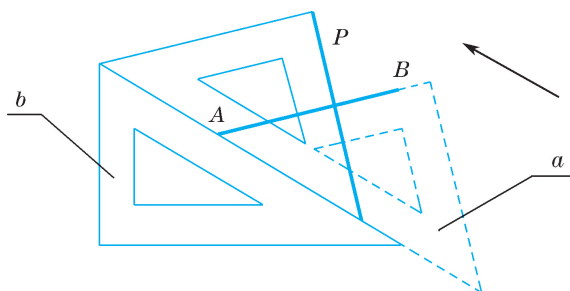
图 1.23

主要画图步骤:

- (1) 使三角板 a 的一直角边先靠贴直线 AB ,其斜边靠上另一三角板 b ;
- (2) 按住三角板 b 不动,推动三角板 a 至点 P ;
- (3) 过 P 点画一直线即为所求的平行线。

2. 作垂直线

过已知点 P 作一直线垂直于已知直线 AB ,作图过程如图 1.24 所示。

图 1.24 过 P 点作垂直线

主要画图步骤:

- (1) 使三角板 a 的一直角边靠贴直线 AB , 另一个三角板 b 斜边靠贴三角板 a 的斜边;
- (2) 按住三角板 b 不动, 推动三角板 a 至 P 点;
- (3) 过 P 点画一直线即为所求的垂直线。

► 学习提示

请注意观察图 1.23 和图 1.24 中画平行线和画垂直线的三角板直角边, 想一想两种不同直角边的位置关系。

3. 等分线段

- (1) 已知线段 AB , 请把直线 AB 五等分, 作图过程如图 1.25 所示。

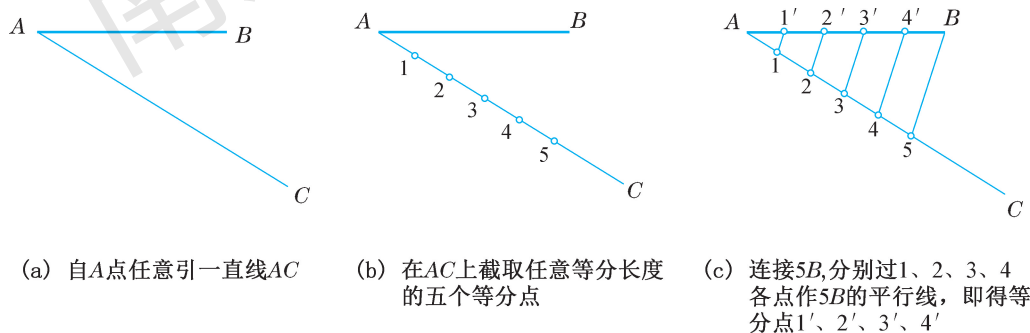


图 1.25 五等分线段



(2) 作已知直线二等分,如图 1.26 所示。

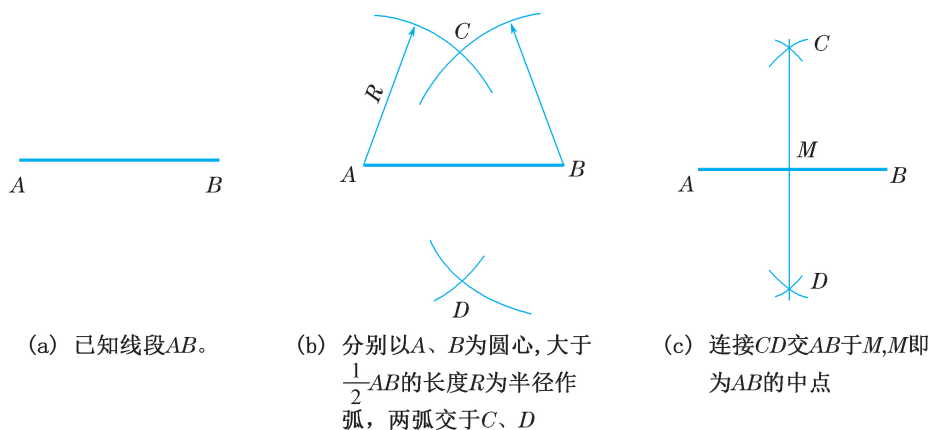


图 1.26 二等分线段

* 1.3.2 等分圆周和内接正多边形的画法

1. 三等分圆周和内接正三角形

已知一个圆和半径,作三等分圆周和内接正三角形,如图 1.27 所示。

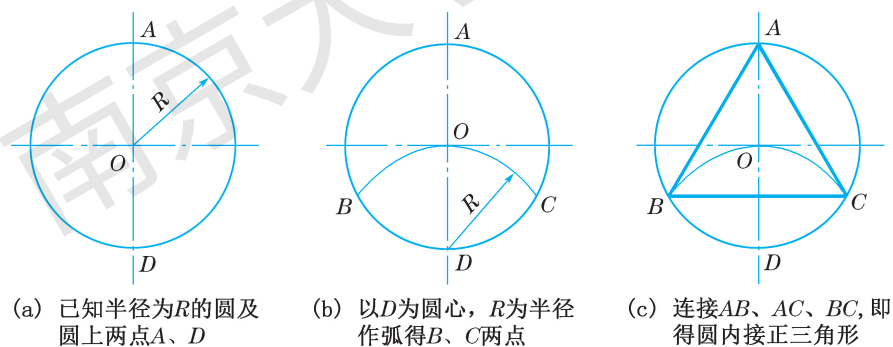


图 1.27 三等分圆周和内接正三角形

2. 六等分圆周和内接正六边形

已知一个圆和半径,作六等分圆周和内接正六边形,如图 1.28 所示。

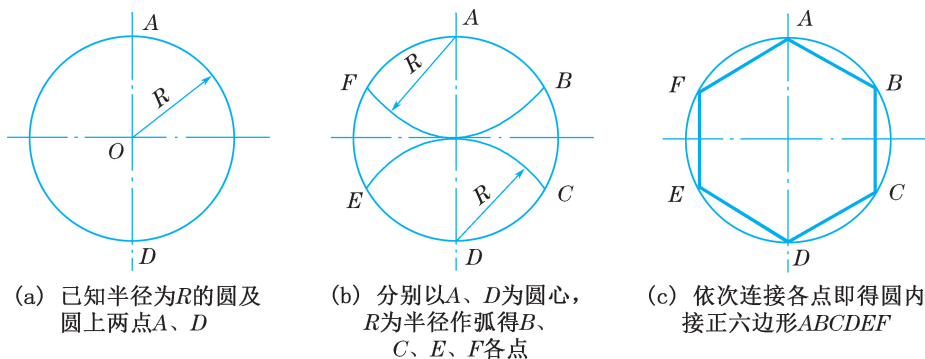
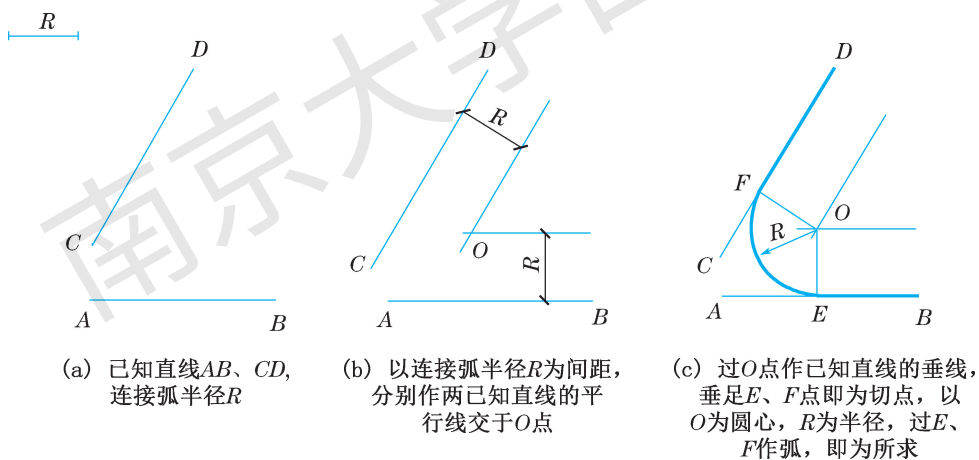


图 1.28 六等分圆周和内接正六边形

1.3.3 圆弧的连接

1. 两直线间的圆弧连接

已知两条直线 AB 和 CD 以及连接圆弧半径 R ，请用半径 R 的圆弧连接直线 AB 和 CD ，作图过程如图 1.29 所示。



动画 3



图 1.29

图 1.29 两直线间的圆弧连接

学习提示

作图的关键是：找准圆心 O ，定好切点（即垂足点 E 和 F ）。



2. 直线与圆弧间的圆弧连接

已知直线 AB 和半径 R_1 的圆 O_1 , 连接弧半径 R , 请用半径 R 的圆弧连接直线 AB 和圆 O_1 , 作图过程如图 1.30 所示。

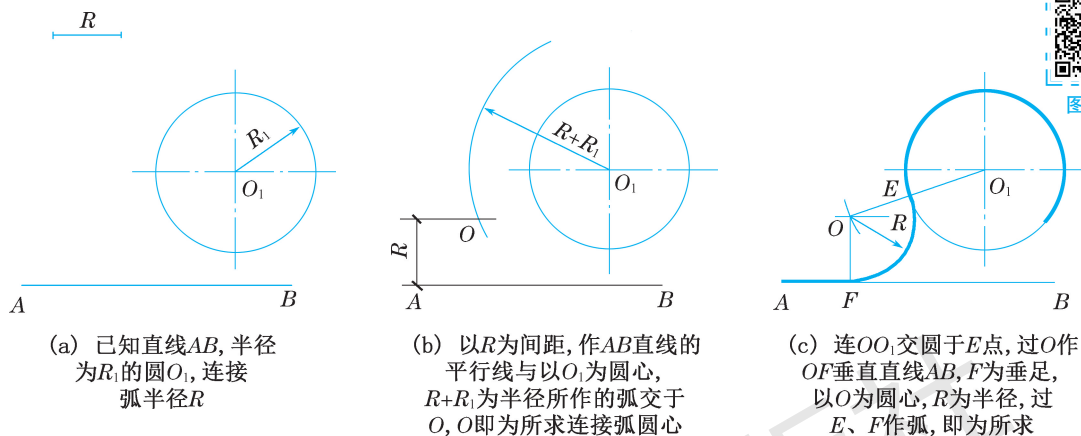


图 1.30 直线与圆弧间的圆弧连接

3. 两圆弧间的圆弧连接

已知圆 O_1 和圆 O_2 以及连接弧半径 R , 请用半径 R 的圆弧连接圆 O_1 和圆 O_2 , 作图过程如图 1.31 所示。

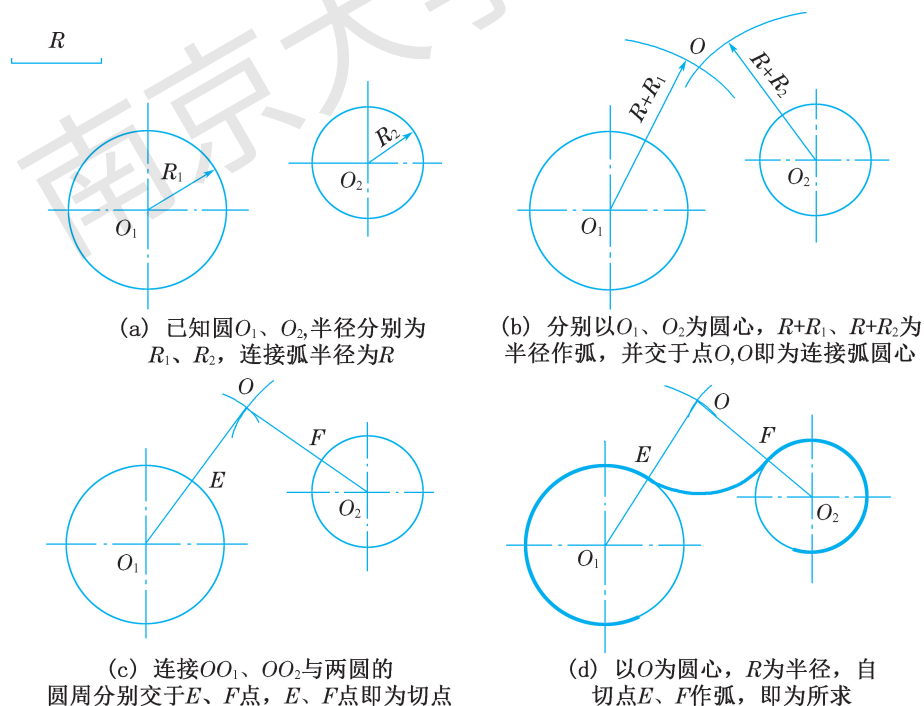


图 1.31 两圆弧间的圆弧连接



单元 1.4 绘图的一般步骤

* 1.4.1 绘图准备工作

对所绘图样进行阅读了解,在绘图前尽量做到心中有数。

1. 绘图工具、绘图用品准备

准备好必需的绘图仪器、工具、用品,并且把图板、一字尺、丁字尺、三角板、比例尺等擦洗干净,把绘图工具、用品放在合适的位置。

2. 阅读图样,选用合适图幅

认真阅读需绘制的图样,分析图形的尺寸以及线段的连接关系,拟定作图顺序。

根据图形大小确定绘图比例,选用合适的图纸大小,将图纸用胶带纸固定在图板的适当位置,贴图纸时应用丁字尺校正其位置。

3. 画好图框线、标题栏

根据制图标准的要求,把图框线和标题栏在规定的位置画好。

* 1.4.2 绘图的一般步骤

1. 绘制底稿

(1) 画底稿的铅笔一般用 H 或 2H,所有的绘制图线应轻而细,不可反复描绘,能看清就可以了。

(2) 依据所画图形的大小、多少及复杂程度选择适当的绘图比例,然后安排各个图形的位置,定好图形的中心线,图面布置要适中、匀称,以便获得良好的图面效果。

(3) 绘制图形的主要轮廓线,其次由大到小,由外到里,由整体到局部,画出图形的所有轮廓线。

(4) 画出尺寸线以及尺寸界线等。

(5) 最后检查修正底稿,改正错误,补全遗漏,擦去多余线条。



2. 加深底稿

(1) 加深粗实线的铅笔用 B 或 2B, 加深细实线的铅笔用 H 或 B, 加深圆弧时所用的铅芯, 应比加深同类直线所用的铅芯软一号。

(2) 加深图线的步骤: 同类型的图线一次性加深, 先画细线, 后画粗线; 先画曲线, 后画直线; 先画图, 后标注尺寸和注释; 最后加深图框和标题栏。

(3) 加深过程中应减少丁字尺、三角板与图纸的摩擦, 保持图面整洁。

3. 检查核对

加深底稿完成后, 必须认真对所绘制图形再次认真仔细检查, 如发现错误应立即修改。



课后巩固练习



课后巩固练习 1

模块 1 知识应用场景

施工平面图的绘制

一、工程应用项目

在工程项目施工图绘制过程中, 设计师须严格遵循国家制图规范, 具体涵盖图框格式、图线选择、字体样式、比例确定、尺寸标注及线条交叉等各个方面。若未能按规范制图, 不仅会造成图面杂乱、识读困难, 更可能引发误读, 导致施工错误与返工, 甚至酿成工程质量事故。

某办公楼的一层门卫值班室平面图(图 1.32)。请大家仔细审阅, 找出其中不符合《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2017)等制图规范的地方。

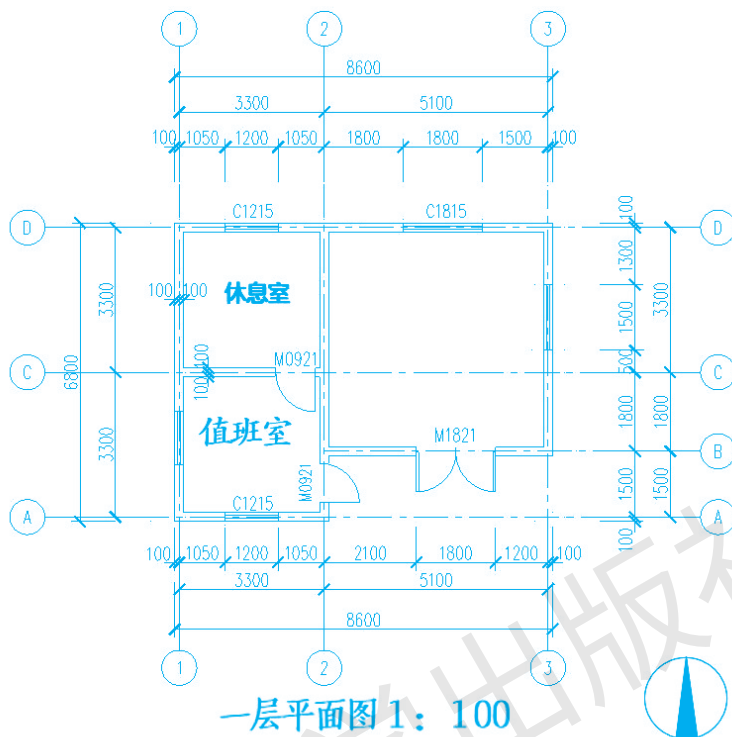


图 1.32 值班室平面图(不规范)

二、施工图绘制不规范问题

1. 线条绘制不规范

图中的线条宽度无区分度,线条多容易混淆,墙体轮廓不醒目,对于初学者造成识图困难。

2. 尺寸标注不规范

- (1) 建筑南面三道尺寸线之间的间距不一,显得杂乱无章。
- (2) 建筑东面缺少最外侧一道尺寸标注。
- (3) 建筑西面缺少最内侧一道尺寸标注,墙段和窗户的尺寸无法识读。

3. 字体字号与图名不规范

- (1) “值班室”、“休息室”的字号大小不一,字体不一,图面显示很随意。
- (2) 图名“一层平面图”和比例“1:100”的标注不规范,图名下方画两条细实线,比例字高与图名字高一致。

三、制图规范知识的应用

1. 线条绘制不规范

规范要求:在建筑平面图中,墙体是主要的剖切构件,按规定应使用粗实线(线



宽 b) 来表示,以突出其重要性;其他线条使用细实线。

2. 尺寸标注不规范

(1) 规范要求:尺寸标注应清晰、整齐、便于读图。尺寸界线与轮廓线应留有适当空隙(建议 2~3 mm),平行尺寸线之间间距应均等(建议 8~10 mm)。

(2) 规范要求:尺寸标注应有三道尺寸标注。

(3) 规范要求:第一道尺寸标注,应注明门窗所在位置。

3. 字体字号与图名不规范

(1) 规范要求:图面字体字号大小应统一,应采用长仿宋体;

(2) 规范要求:图名下方应画 1.4 倍的粗实线,比例的字高应比图名字高小一号或二号。

如图 1.33 所示,是一张严格按照国家制图规范绘制的平面图:

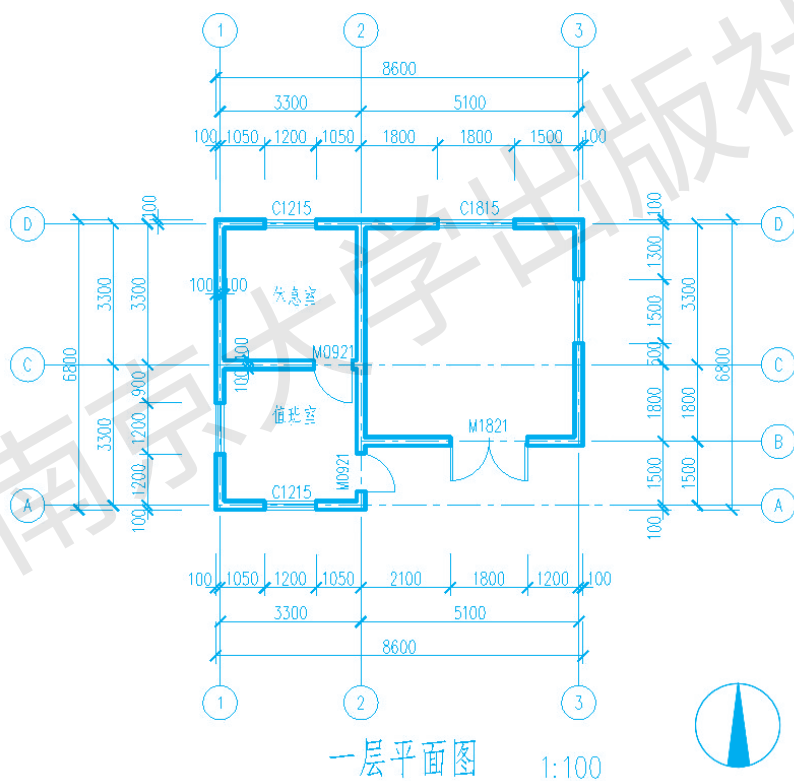


图 1.33 值班室平面图(规范)



四、核心知识点总结

制图规范 知识点	在案例中的应用 (错误 VS 正确)	规范的重要性
图线	粗实线、细实线等使用混乱 VS 线型分明,层次清晰	区分不同构件,表达不同含义,使图面美观、清晰
尺寸标注	尺寸标注不规范、不统一、不完整 VS 清晰整齐划一,便于读取正确数据,用于施工测量放样	施工的依据,差之毫厘,谬以千里
文字标注	字体、字号、图名标注随意,杂乱无章 VS 符合国标,图面清晰有序	确保信息的唯一性和准确性

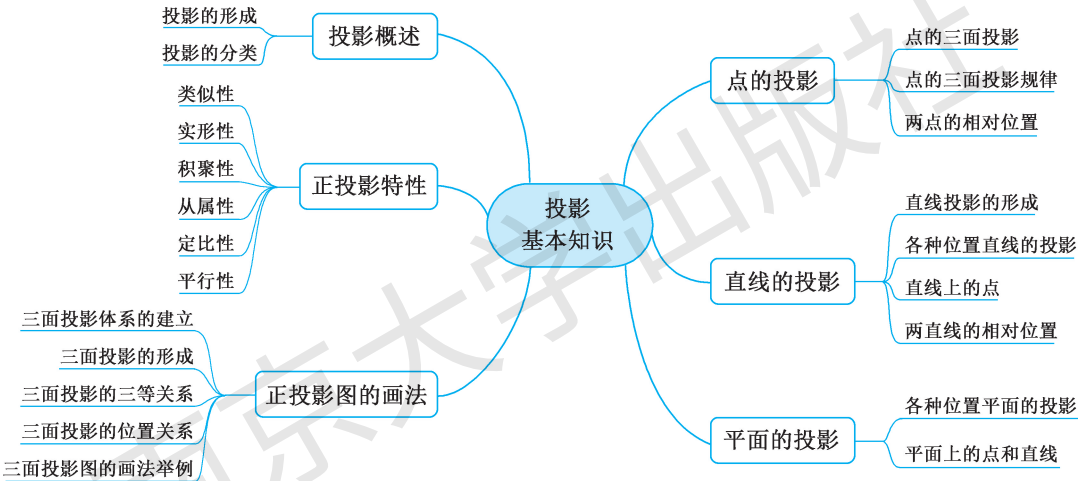
五、为什么制图规范是工程的“法律”?

1. 它是“精准的语言”:规范统一了“说法”,让全国的设计、施工、监理人员都能用同一套语言无缝沟通,不会产生歧义。
2. 它是“质量的保证”:一张规范的图纸,是精细化设计和管理的体现。它能最大程度地避免施工中的误读、误操作,从源头上杜绝质量事故。
3. 它是“安全的底线”:尤其在结构施工图中,一个符号、一个数字的错误或缺失,都可能演变成一场灾难。规范,就是守护生命财产安全的技术底线。
4. 它是“责任的凭证”:符合规范的图纸是具有法律效力的技术文件。一旦发生问题,可以根据图纸追查责任。而不规范的图纸,本身就是责任事故的源头。

模块 2

投影基本知识

模块知识导图



模块学习目标

1. 能够理解正投影的基本规律；
2. 能够理解点、线、面的空间位置与平面投影的互相转换；
3. 具有二维平面和三维空间互相转换的想象能力。

模块素养目标

培养严谨细致的学习态度。



模块名人故事

严谨细致,求真务实——梁思成与手绘古建筑图

梁思成,中国近代建筑学的奠基人之一。自1931年起,梁思成与中国营造学社成员,遍访河北、山西、陕西等地,对中国古建筑开展系统的考察与研究。在野外考察时,梁思成先生强调必须实地调查测绘。他与学社成员一起,对建筑物从整体到局部进行详细的测量、绘图;对各种构件、装饰,都细致地摄影记录;抄录相关碑文、史料。前后历时6年,整理200多组建筑群,绘制1898张图稿及大量精美的古建筑测绘图,形成了中国第一部建筑史稿《图像中国建筑史》。

梁先生在研究中国古代建筑时,始终坚持实地考察、精确测量和严谨绘图的原则,这种对细节的极致追求,体现了他严谨细致的学习态度,求真务实的工作作风,也是我辈学习的楷模。



图 2.1 梁思成

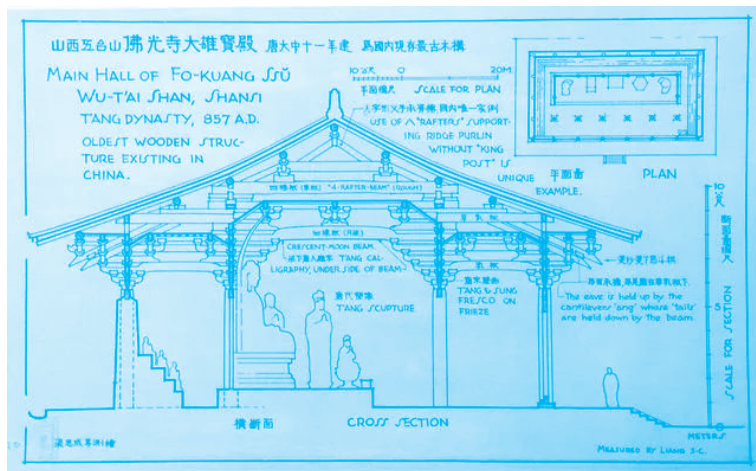


图 2.2 梁思成手绘图



模块学习导入

皮影戏,又称“影子戏”或“灯影戏”,是一种融合了光影、美术、音乐与表演的综合性民间戏剧形式(图 2.3)。其表演者操纵由兽皮或纸板雕琢而成的影偶,在光源照射下,将动态影像投射于白色幕布上,并辅以唱腔、对白及乐器伴奏,从而叙述故事、塑造角色。皮影戏历史悠远,雏形可溯至两千多年前的汉代,至宋代已发展为一套成熟完整的娱乐形态。

作为传统社会文化生活的重要组成部分,皮影戏不仅是一门表演艺术,更承载着丰富的民俗功能。它深植于民间节庆、乡村文化活动中,是凝聚乡土情感的文化纽带。

其中影偶、幕布与灯光共同构成了皮影戏的光影呈现基础,可视为一套朴拙而精妙的古典投影系统。从工程视角看,其运作原理与现代制图投影学高度相通,均涉及物体、光源与投影面之间的几何关系,皆依托于“光沿直线传播”这一基本物理法则。

那么,皮影戏究竟如何具体运用投影原理?其幕后隐藏着怎样的光学与运动规律?接下来,让我们一同从投影基础知识出发,解析这场跨越千年的光影之谜。



图 2.3 皮影戏



单元 2.1 投影概述

在日常生活中,物体在阳光或灯光的照射下,会在地面或墙面上形成影子,随着光线照射的角度和光源与物体之间距离的变化,其影子的位置和形状也会发生变化。人们根据自然界的这种现象,经过长期探索和科学归纳总结,形成了物体投影的原理和投影作图的方法。如何将空间的物体,如房屋建筑、道路桥梁等图示在图纸上,如何阅读图示在图纸上的工程图样,这是本课程所要研究和解决的问题。而要解决此问题,必须先以投影理论(投影基本知识)为基础。因此,我们要认真学习投影基本知识。

2.1.1 投影的形成

当太阳光或者灯光照射物体时,在地面上或者墙面上会出现物体的阴影,这个阴影称之为影子。如图 2.4 所示,我们把灯光源称为投影中心,把形成影子的光线称为投射线,把物体抽象称之为形体,把承受投影图的平面称为投影面,在投影面上的所得到的图形称为投影图,简称为投影。

形体、投射线、投影面是形成投影的三要素,三者缺一不可。

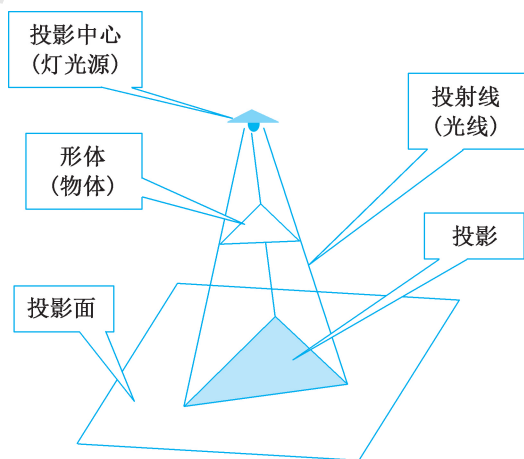


图 2.4 投影的形成



皮影戏主要道具有幕布、影偶、灯光设备、伴奏乐器与唱腔、操作杆、音响等。其中幕布、影偶、灯光是展示皮影戏的主要部件(图 2.5)。皮影戏,本质上是一门古老而精密的投影工程技术。其原理与工程制图的投影方法高度相通,只是应用场景从“技术表达”转向了“艺术呈现”。



图 2.5 皮影戏主要部件

在工程制图中,投影须具备三个基本要素:投射中心(光源)、形体(物体)、投影面。皮影戏的舞台恰好完美对应这一“模型”,详见表 2-1。它告诉我们:无论是艺术舞台上的光影变幻,还是工厂图纸上的严谨线条,背后都是同一套投影科学的智慧。

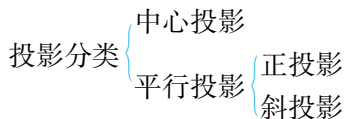
皮影戏如一盏穿越千年的明灯,投射的不仅是故事,更是中国人对生命、自然与社会的理解。

表 2-1 皮影戏的投影分析

皮影戏主要部件	工程投影对应要素	说明
舞台灯光	投射中心(光源)	提供投射光线,决定投影的清晰度与范围。
皮质影偶	形体(物体)	经雕刻造型,其轮廓与镂空图案构成投影内容。
白色幕布	投影面	接收并呈现影像,相当于制图中的“图纸”。

2.1.2 投影的分类

根据投射中心与投影面的位置不同,投影分类如下:



1. 中心投影

当投射中心与投影面的距离有限远时,所有的投射线均从投射中心(一点)发出,在投影面所形成的投影称为中心投影,见图 2.4。

中心投影的大小由投影面、空间形体以及投射中心三者之间的相对位置来确定,即使投影面和投射中心的距离确定,形体投影的大小仍会随着形体与投影面的距离变化而发生变化。中心投影不能够准确反映空间形体的真实情况。

2. 平行投影

当投射中心距离空间形体无穷远时,投射线可以看作是一组平行线,这种投影称为平行投影。根据投射线与投影面的相对位置不同,又可分为正投影和斜投影,

如果投射线与投影面垂直时所作出的平行投影称为正投影如图 2.6(a)所示;如果投射线与投影面斜交时所作出平行投影则称为斜投影,如图 2.6(b)所示。

在正投影中,形体平面与投影面相互平行,其投影能够反映形体平面的真实情况,且和形体与投影面的距离无关,是平行投影的一种特殊情况。工程图样通常采用正投影来表达形体。

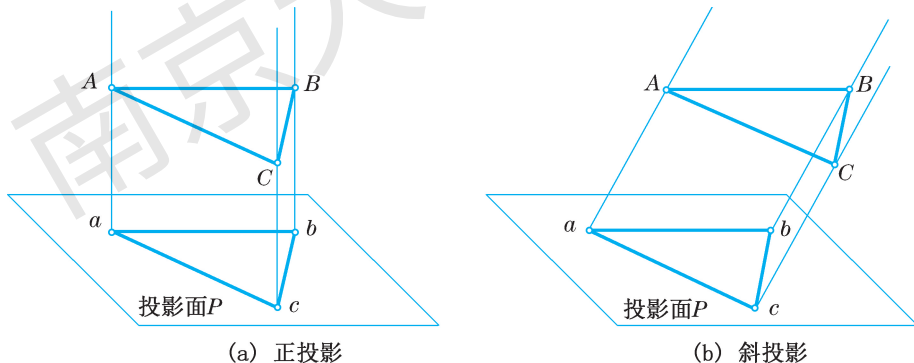


图 2.6 平行投影

► 学习提示

大多数土建工程项目的工程图都是采用正投影绘制。正投影是本课程的主要学习对象,除非有特别说明,否则学习中的投影均指正投影。



单元 2.2 正投影特性

点、线、面是最基本的几何元素,学习投影方法应该从点、线、面的正投影开始,正投影具有以下特性:类似性、实形性、积聚性、从属性、定比性、平行性。

2.2.1 类似性

一般情况下,点的投影仍然为点,直线的投影仍为直线,平面的投影仍为类似原图的平面,如图 2.7 所示,这种性质称为正投影的类似性。

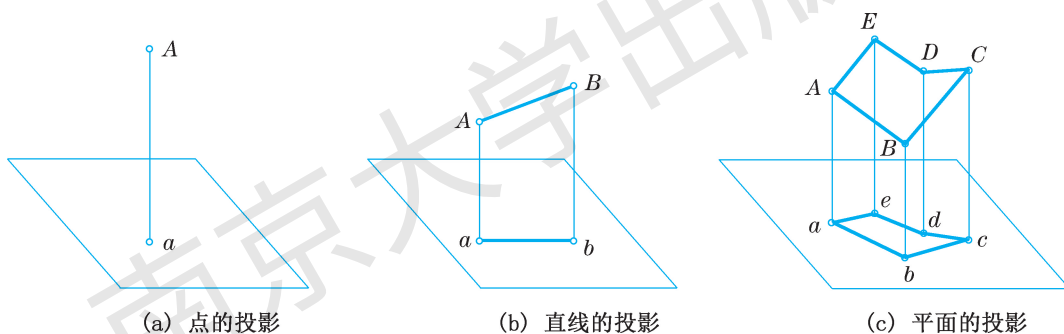


图 2.7 投影的类似性

2.2.2 实形性

当直线或平面平行于投影面时,它们的投影反映实长或实形,如图 2.8 所示,空间直线 AB 投影后 ab 长度是反映实长,空间平面 P 投影后 p 反映实形,这种性质称为正投影的实形性。

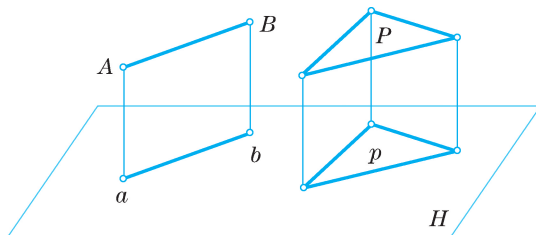


图 2.8 投影的实形性



* 2.2.3 积聚性

当空间直线、平面垂直于投影面时,它们在投影面上的投影分别是一个点和一条直线,如图 2.9 所示,这种性质称为正投影的积聚性。

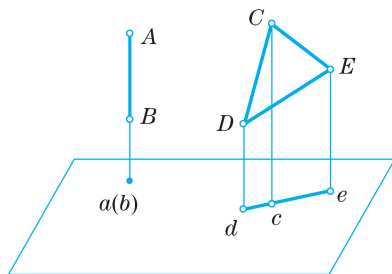


图 2.9 投影的积聚性

* 2.2.4 从属性

如果点在一条直线上,则点的投影必定在这条直线的同面投影上,如图 2.10 所示,空间点 E 在直线 AB 上,则点的投影 e 必定在直线投影 ab 上,这种性质称为正投影的从属性。

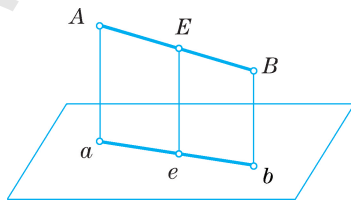


图 2.10 投影的从属性和定比性

* 2.2.5 定比性

直线上的一点 E 把该直线段 AB 分成两段,则该两段直线之比($AE : EB$)等于其投影之比($ae : eb$),如图 2.10 所示,这种性质称为正投影的定比性。



* 2.2.6 平行性

空间两平行直线的投影仍然互相平行,如图 2.11 所示。

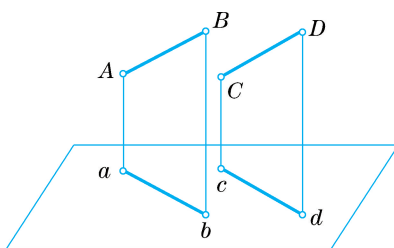


图 2.11 投影的平行性

► 学习提示

必须熟练掌握正投影的六种特性,熟悉其投影规律。在今后学习中应用“六种投影特性”的频率非常高。



单元 2.3 正投影图的画法

* 2.3.1 三面投影体系的建立

以三个互相垂直的平面作为投影面,组成一个三面投影体系,如图 2.12 所示。其中, H 面为水平面,称为水平投影面; V 面为正立面,称为正立投影面; W 面为侧立面,称为侧立投影面。

H 、 V 、 W 三个投影面在空间中两两垂直相交,其交线称为投影轴,分别为 OX 、 OY 、 OZ 投影轴。三条轴线相交于一点 O , O 点称为原点。

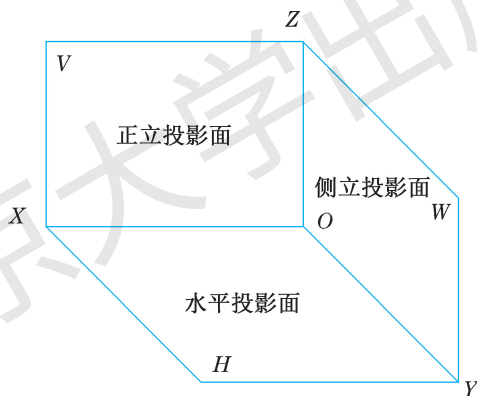
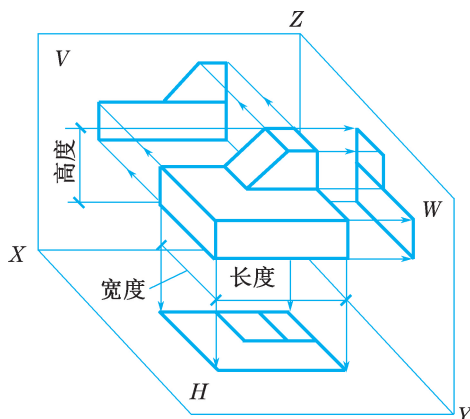


图 2.12 三面投影体系

* 2.3.2 三面投影的形成

将形体置于三面投影体系中,把形体的主要表面与三个投影面对应平行,然后用三组分别垂直于三个投影面的平行投射线进行投影,得到三个方向的正投影,即 H 、 V 、 W 三面投影,如图 2.13 所示。



动画 6



图 2.13

图 2.13 三面投影图的形成

为了把相互垂直的三个投影面上的投影画在一张二维的图纸上,我们必须将其展开。首先,沿着 YO 方向将 OY 轴剪开;其次, V 面固定不动, H 面沿着 OX 轴向下旋转 90° , W 面沿着 OZ 轴向后旋转 90° ,使三个投影面处在同一平面内,如图 2.14 所示。需要注意的是: OY 轴剪开后分成 2 条轴,一条在 H 面上的用 Y_H 表示,另一条在 W 面上用 Y_W 表示。

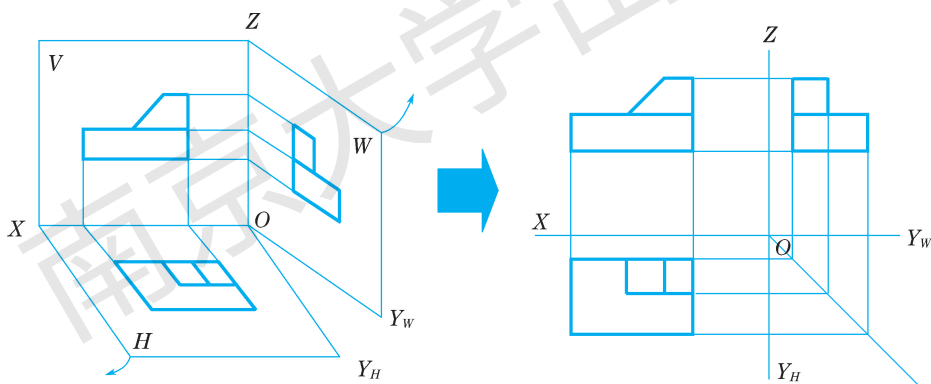


图 2.14 投影面的展开

* 2.3.3 三面投影的三等关系

在三面投影体系中,形体的 X 轴方向尺寸称为长度, Y 轴方向尺寸称为宽度, Z 轴方向尺寸称为高度,如图 2.15 所示。

在三面投影中,形体的 H 面与 V 面的投影在 OX 轴方向左右应对正,即“长对正”; H 面与 W 面的投影在 OY 轴方向宽度应相等,即“宽相等”; V 面与 W 面的投影在



OZ 轴方向上下应对齐,即“高平齐”。“长对正”“宽相等”“高平齐”称为三面投影的“三等关系”,它是形体三面投影图之间最基本的投影关系,是画图和读图的基础。

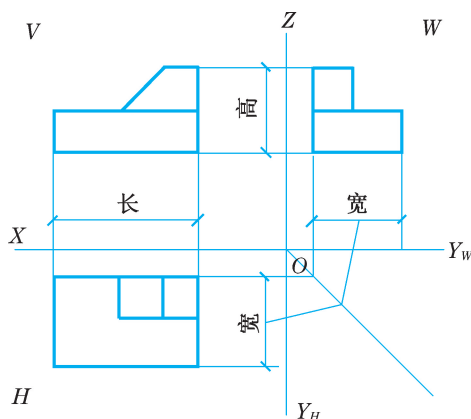


图 2.15 三面投影的三等关系

2.3.4 三面投影的位置关系

形体在三面投影体系中的位置确定后,它在空间有上下、左右、前后六个方位,如图 2.16 所示。

- (1) 正立投影图(V 面)反映形体位置关系:左、右、上、下;
- (2) 水平投影图(H 面)反映形体位置关系:左、右、前、后;
- (3) 侧立投影图(W 面)反映形体位置关系:前、后、上、下。

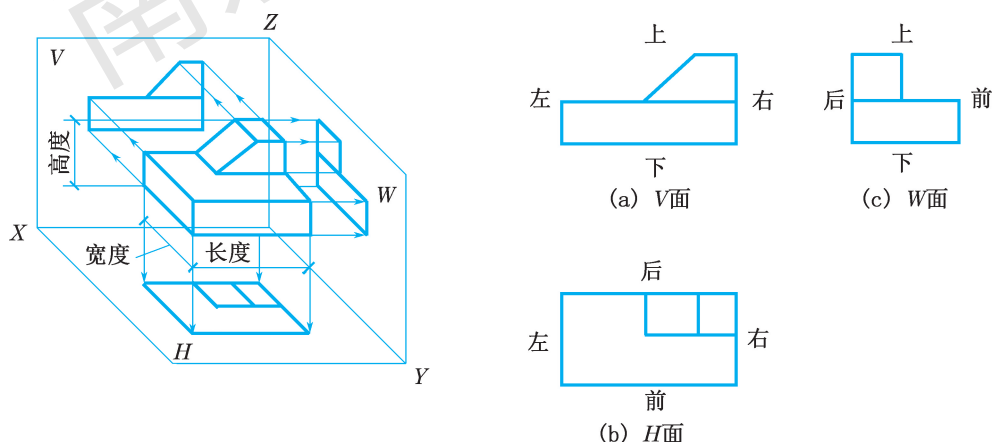


图 2.16 三面投影的位置关系



* 2.3.5 三面投影图的画法举例

例题 2-1 根据图 2.17 所示的形体图,画出该形体的三面投影图。

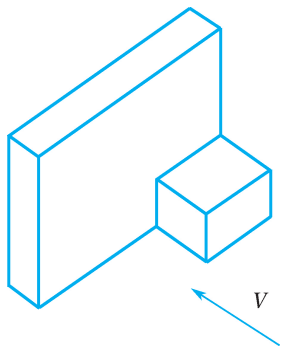


图 2.17 形体图



图 2.17

解:绘图过程如图 2.18 所示。

(1) 绘制“十”字相交的坐标轴,如图 2.18(a)。

(2) 画出形体的外轮廓线,如图 2.18(b)。

首先,画出 V 面投影;其次根据三等关系分别画出 H 面和 W 面投影。

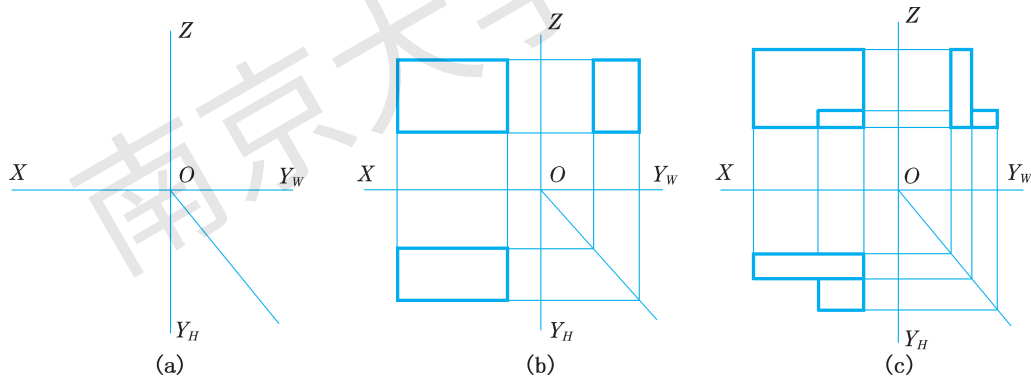


图 2.18 绘图过程

(3) 根据三等关系,画出形体的其余投影,并擦除多余的线条,检查三面投影的完整性并加深图形,如图 2.18(c)所示。

► 学习提示

绘制三面投影图的长度、宽度、高度,按照 1:1 直接在形体上量取。最后的绘图结果要加粗,以示绘图结果与作图过程相区分(即:绘图结果为粗实线,绘图过程线为细实线)。



例题 2-2 下图为双坡的房屋立体图,画出该房屋的三面投影图。

解:该立体图比较简单,可以直接绘制投影图。

- (1) 首先绘制十字相交坐标轴,根据房屋立体图的侧面直接量取宽、高尺寸,画出 W 面投影图;
- (2) 根据“高平齐”以及立体图正面量取长度尺寸,画出 V 面投影图;
- (3) 从 V 面和 W 面,根据投影的“长对正、宽相等”原则,画出 H 面投影图;
- (4) 最后检查修改并加深图形,如图 2.19 所示。

► 学习提示

在画“宽相等”时,可以采用图 2.19(c)的 45° 法或者(d)的圆弧法绘制图形。

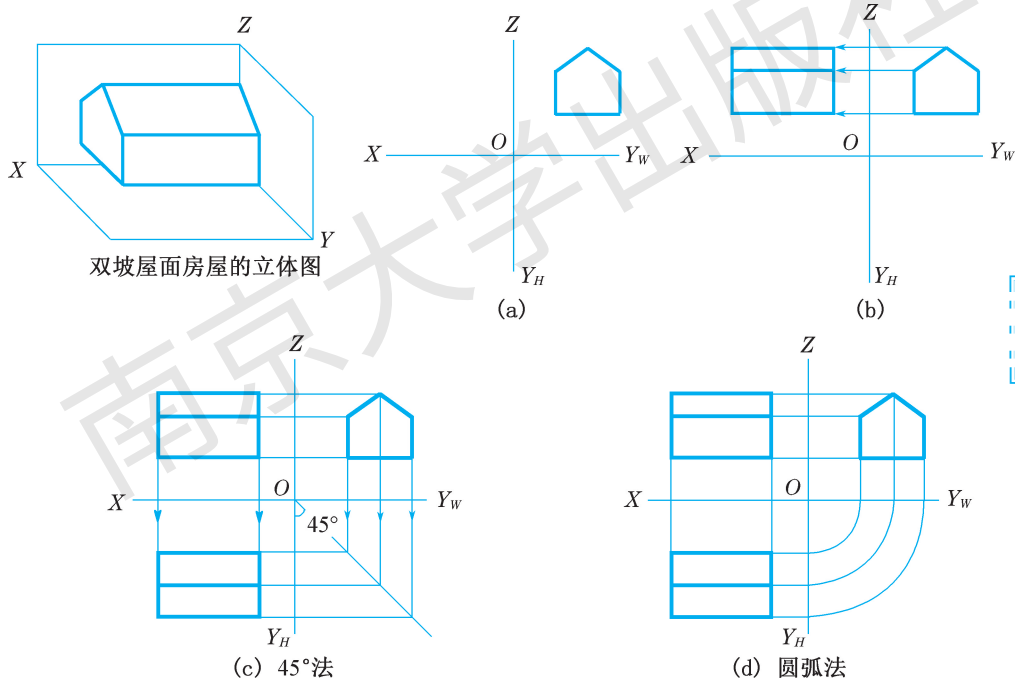


图 2.19

图 2.19 房屋的三面投影图

► 学习提示

在画三面投影图时,可见的线条画实线,不可见线条画虚线。



单元 2.4 点的投影

* 2.4.1 点的三面投影

如图 2.20(a)所示,在三面投影体系中,空间点 A 的三面投影点分别为 a 、 a' 、 a'' , a 为水平投影, a' 为正面投影, a'' 为侧面投影。将图 2.20(a)展开在一个平面上,就得到空间点 A 的三面投影图,如图 2.20(b)所示。

► 学习提示

(1) 必须注意 H 、 V 、 W 三个投影面的点的标注分别是: a 、 a' 、 a'' , 不能随意更改, H 面字母不带“撇”, V 面字母只能带“一撇”, W 面字母只能带“两撇”。

(2) 点的三面投影仍然要符合“长对正”“宽相等”“高平齐”的三等关系。

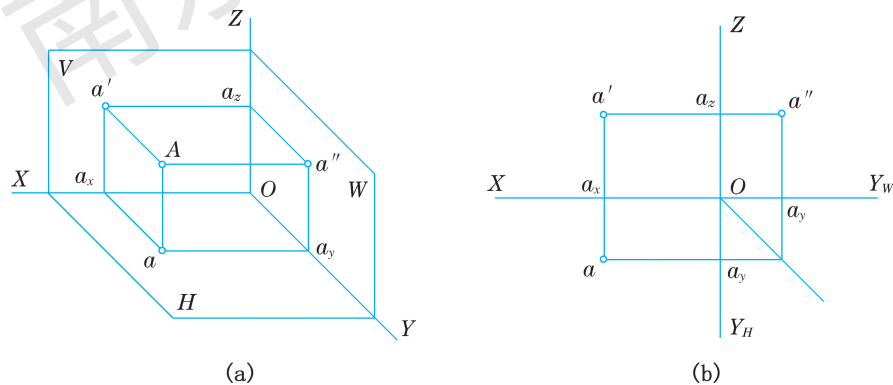


图 2.20 点的三面投影



* 2.4.2 点的三面投影规律

如图 2.20(b)所示,点的三面投影规律:

(1) 投影的连线垂直于投影轴,如 $aa' \perp OX$, $a'a'' \perp OZ$ 等。

(2) 空间点到投影面的距离,由点的投影到相应投影轴的距离来确定,如图 2.20(a)所示: $Aa = a'a_x = a''a_y$, $Aa' = a''a_z = aa_x$, $Aa'' = a'a_z = aa_y$ 。

例题 2-3 已知空间点 A 在 H 面上,以及空间点 B 的两面投影,求空间点 A 和 B 的其他面投影。

解: (1) 空间点 A 在 H 面上,其在 H 面的投影即为 a ,根据三等关系,空间点 A 在 V 面和 W 面的投影分别在 OX 轴上和 OY 轴上(即为 a' 和 a'')。

(2) 空间点 B 已知两面的投影 b' 和 b'' ,根据三等关系中“长对正”“宽相等”原则,画出两条垂直于对应投影轴的直线,于 H 面相交于 b 点,即为所求的点。

作图过程如图 2.21(b)所示。

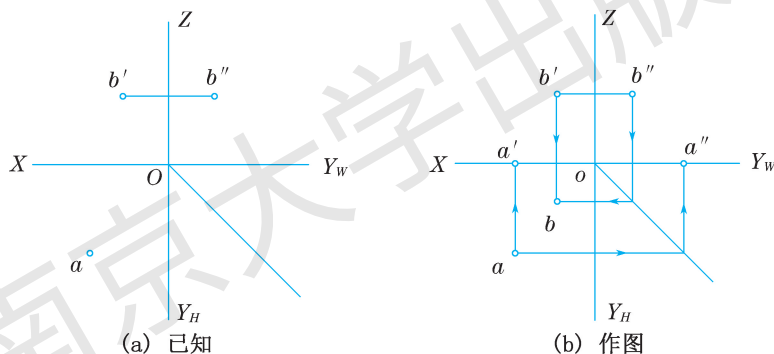


图 2.21 求点的第三面投影

动画 9



图 2.21

微课 7



* 2.4.3 两点的相对位置

1. 两点的相对位置判断

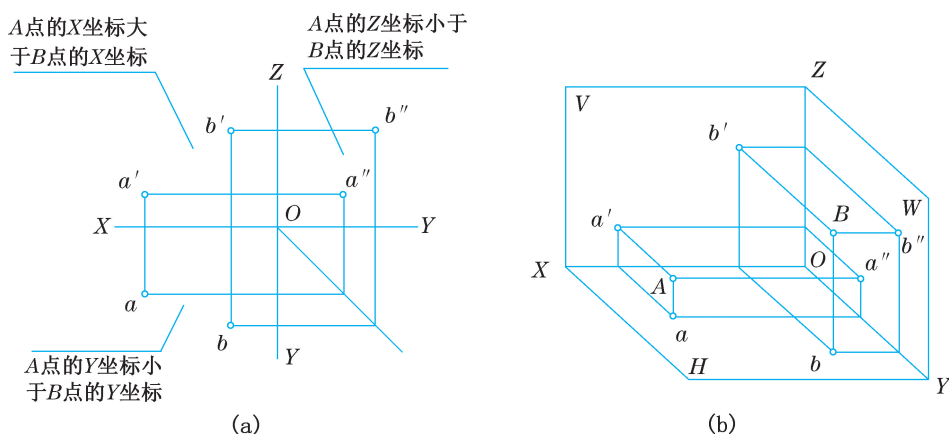
空间两点的相对位置,是以其中一点为基准来判断另一个点在该点的前或后、左或右、上或下的位置关系。

判断方法:

- (1) X 坐标大的点在左边,反之为右边;
- (2) Y 坐标大的点在前面,反之为后面;
- (3) Z 坐标大的点在上面,反之为下面。



例题 2-4 试判断图 2.22 中 A、B 两点的相对位置。



动画 10



图 2.22

图 2.22 根据两点的投影判断其相对位置

解:如图 2.22 所示,假设以 B 基准点,来判断 A 点相对于 B 点的位置。

(1) A 的 X 坐标大于 B 点的 X 坐标,即 A 点在 B 点的左边;

(2) A 的 Y 坐标小于 B 点的 Y 坐标,即 A 点在 B 点的后面;

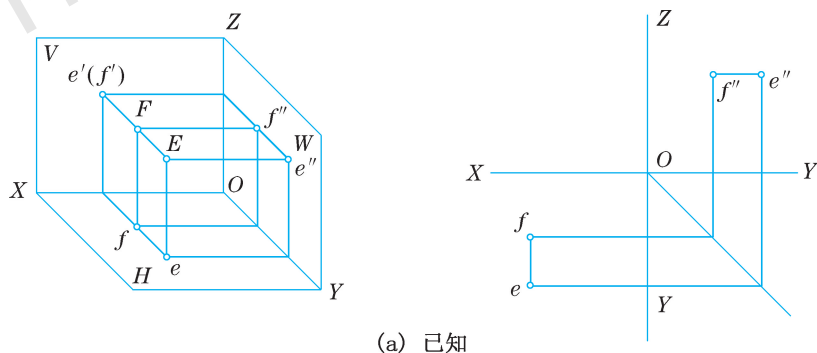
(3) A 的 Z 坐标小于 B 点的 Z 坐标,即 A 点在 B 点的下面。

因此,相对于 B 点而言,A 点在 B 点的左、后、下;反之,B 点在 A 点的右、前、上。

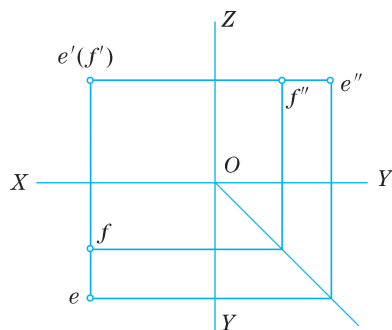
2. 重影点

空间两点在某一投影面上的投影重合为一点时,则称此两点为该投影面的重影点。重影点中不可见点应加括号表示。

例题 2-5 如图 2.23(a)所示,已知空间点 E 和 F 在 V 面投影是重影点以及它们的两面投影,求点 E 和 F 的第三面投影。



(a) 已知



(b) 作图

图 2.23 重影点的投影



动画 11

图 2.23

解:如图 2.23 所示,已知空间点 E 和 F 的两面投影,根据投影的三等关系中“长对正”“高平齐”的原则,画出两条垂直于对应投影轴的直线,此两直线的交点即为重影点 (V 面投影),表达形式为“ $e'(f')$ ”,如图 2.23(b)所示。

说明:因为空间点 E 和 F 在 V 面重影,而且 E 点在 F 点的正前方。因此,在 V 面的投影后 E 点可见, F 点不可见,应注意重影点的表达形式。

3. 投影面上的重影点

投影面上的重影点一般有三种形式: H 面重影点, V 面重影点, W 面重影点。此三种重影点的直观图和投影对照情况,详见表 2-2。

表 2-2 投影面上的重影点

名称	H 面的重影点	V 面重影点	W 面重影点
直观点			

▶ **学习提示**

在画三面投影图时,重影点中的不可见点,其投影标记必须加括号表示,以示区别。

在画三面投影图时,重影点中的不可见点,其投影标记必须加括号表示,以示区别。



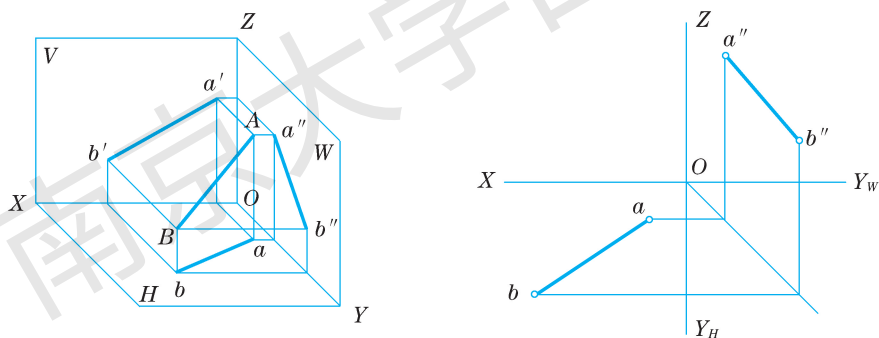
单元 2.5 直线的投影

* 2.5.1 直线投影的形成

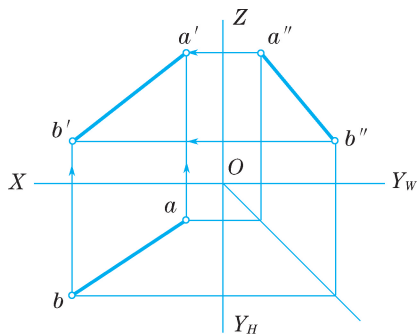
两点确定一条直线,一条直线的投影可由直线上两点的投影来确定。因此,作直线的三面投影图,首先做出直线上的两点在三个投影面上的投影;其次,分别连接两点的同面投影即可。

已知直线的任意两面投影,可利用点的三面投影规律,分别求两点的第三面投影,并连接所求的两点,即为此直线的第三面投影。

例题 2-6 如图 2.24(a)所示,已知直线 AB 的两面投影,求直线 AB 在 V 面的投影。



(a) 已知



(b) 作图

图 2.24 一般位置直线的投影



图 2.24



解:根据已知条件:直线的 H 面和 W 面投影,按照“三等关系”投影规律,求出 V 面上的 a' 点和 b' 点,然后连线 a' 点和 b' 点,即为 AB 在 V 面的投影。

2.5.2 各种位置直线的投影

空间直线对投影面的相对位置有三种:(1) 一般位置直线;(2) 投影面平行线;(3) 投影面垂直线。其中,投影面平行线和投影面垂直线又称为特殊位置直线。

1. 一般位置直线

一般位置直线是指倾斜于三个投影面的直线。一般位置直线在三个投影面上的投影见图 2.24。

其投影特点:在三个投影面上的投影均与投影轴不平行、不垂直(即三条一般位置直线),且不反映空间直线的实长。

2. 投影面平行线

投影面平行线是指仅平行于一个投影面,而倾斜于另外两个投影面的直线。投影面平行线有三种:水平线、正平线、侧平线。

(1) 水平线:平行于 H 面,倾斜于 V 面和 W 面。

(2) 正平线:平行于 V 面,倾斜于 H 面和 W 面。

(3) 侧平线:平行于 W 面,倾斜于 H 面和 V 面。

其投影特性:一个投影为一般位置直线(反映直线实长),另外两个投影平行于相应的投影轴(即一条一般位置直线,两条平行直线)。见表 2-3。

表 2-3 投影面平行线

名称	直观图	投影图	投影特性
水平线			1. 投影 ab 反映实长; 2. 另外两面投影分别平行于 OX 轴和 OY_w 轴。



(续表)

名称	直观图	投影图	投影特性
正平线			1. 投影 $a'b'$ 反映实长; 2. 另外两面投影分别平行于 OX 轴和 OZ 轴。
侧平线			1. 投影 $a''b''$ 反映实长; 2. 另外两面投影分别平行于 OY_H 轴和 OZ 轴。

3. 投影面垂直线

投影面垂直线是指垂直于一个投影面,同时平行于另外两个投影面的直线。投影面垂直线有三种:正垂线、铅垂线、侧垂线。

(1) 正垂线:垂直于 V 面,平行于 H 面和 W 面。

(2) 铅垂线:垂直于 H 面,平行于 V 面和 W 面。

(3) 侧垂线:垂直于 W 面,平行于 V 面和 H 面。

其投影特性:一个投影为一个点,另外两个投影垂直于相应的投影轴且反映实长(即一点两直线)。见表 2-4。



表 2-4 投影面垂直线

名称	轴测图	投影图	投影特性
正垂线			1. 在 V 面上投影为一个点； 2. 另外两面投影分别垂直于 OX 轴和 OZ 轴, 且均等于实长。
铅垂线			1. 在 H 面上投影为一个点； 2. 另外两面投影分别垂直于 OX 轴和 OY_W 轴, 且均等于实长。
侧垂线			1. 在 W 面上投影为一个点； 2. 另外两面投影分别垂直于 OZ 轴和 OY_H 轴, 且均等于实长。



► 学习提示

空间直线根据其位置不同可分为三种：一般位置直线、投影面平行线、投影面垂直线。三种直线在三面投影图中的投影形状各有不同，但各有各的特征性：(1) 一般位置直线投影特征：三面投影图表现为三条一般位置直线；(2) 投影面平行线投影特征：三面投影图表现为一条一般位置直线和两条平行直线；(3) 投影面垂直线投影特征：三面投影图表现为一个点和两条平行直线。

例题 2-7 试判断图 2.25 中直线 SA 、 SB 、 BC 、 AC 的空间位置。

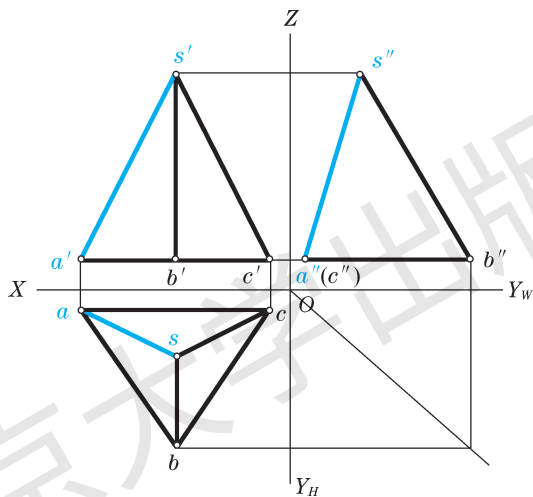


图 2.25 判断直线的空间位置

解：(1) 直线 SA ：空间直线 SA 的三面投影是三条一般位置直线，因此判定 SA 是一般位置直线。

(2) 直线 SB ：空间直线 SB 的三面投影是一条一般位置直线(W 面)，两条平行直线，因此判定 SB 是侧平线。

(3) 直线 BC ：空间直线 BC 的三面投影是一条一般位置直线(H 面)，两条平行直线，因此判定 BC 是水平线。

(4) 直线 AC ：空间直线 AC 的三面投影是一点(W 面)，两条垂直线，因此判定 AC 是侧垂线。



* 2.5.3 直线上的点

1. 投影特性

直线上的点和直线本身具有如下投影特性:

(1) **从属性**。点在直线上,则点的投影必在直线的同面投影上,且符合点的投影规律;反之,如果点的投影均在直线的同面投影上,则点必定在该直线上。

如图 2.26 所示,点 C 在直线 AB 上,点 C 的三面投影在直线 AB 的各个同面投影上,并且符合点的投影规律。如果 C 的三面投影均在直线 AB 的同面投影上,并符合点的投影规律,则点 C 必定在直线 AB 上。

(2) **定比性**。一个点分直线成两段,则两段长度之比等于其投影长度之比,直线投影的这一性质称为定比性。

如图 2.26 所示,如果点 C 在直线 AB 上,则有 $AC : CB = ac : cb = a'c' : c'b' = a''c'' : c''b''$ 。利用直线上点的投影特性(从属性和定比性)可求出直线上点的投影或判断点是否在直线上。

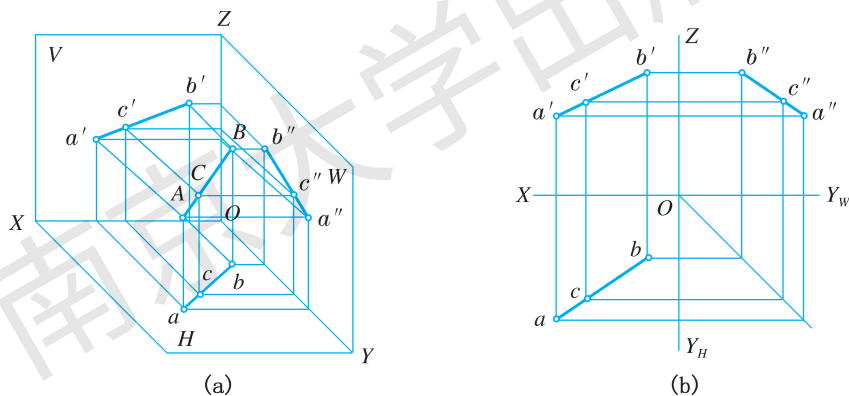
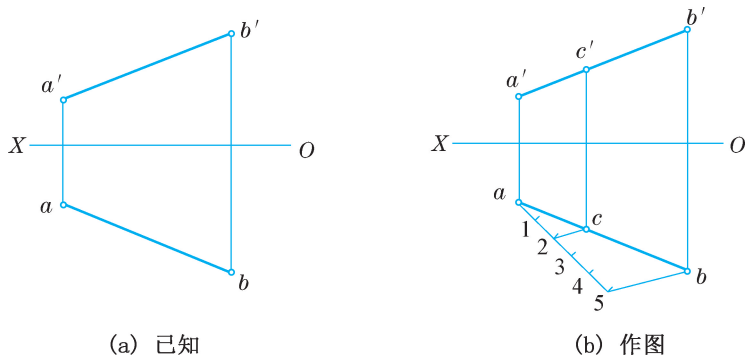


图 2.26 直线上的点的投影

2. 作图举例

例题 2-8 如图 2.27 所示,在直线 AB 上求一点 C ,使 $AC : CB = 2 : 3$ 。

解:在 H 面上过 a 点引一条随意角度的射线,并在其上截取 5 等份,连接 5 与 b ,过 2 作 $5b$ 的平行线,交 ab 于 c ,过 c 向上引铅垂线,交 $a'b'$ 于 c' , c 和 c' 即为所求。作图过程如图 2.27(b) 所示。



动画 13

图 2.27

图 2.27 求直线上的点

例题 2-9 如图 2.28 所示,判断点 K 是否在侧平线 AB 上。

解:方法一 用定比性作图判断

在图 2.28(b)中,在 H 面上过 b 点引一条射线,在 V 面分别量出 $b'k'$ 和 $k'a'$ 长度用于 H 面射线上对应定出点 k_1 和 a_1 ,连接 a_1a 和 k_1k ,发现此两直线不平行。

由作图可知 $ak : kb \neq a'k' : k'b'$ 。因此,可判断点 K 不在直线 AB 上。

方法二 用从属性作图判断

在图 2.28(c)中,根据 H 面和 V 面投影,可补出 W 面投影 $a''b''$ 和 k'' ,发现 k'' 点不在 $a''b''$ 上。因此,可判断点 K 不在直线 AB 上。

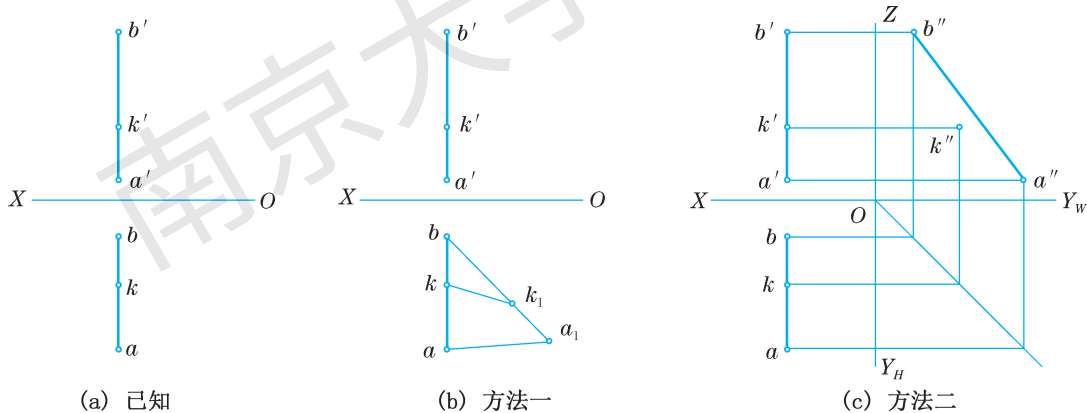


图 2.28 判断点是否在直线上

微课 9



2.5.4 两直线的相对位置

在空间中,两直线的相对位置有三种情况(图 2.29):平行、相交、交叉。两直线平行和两直线相交的称为同面直线,两条直线交叉的称为异面直线。

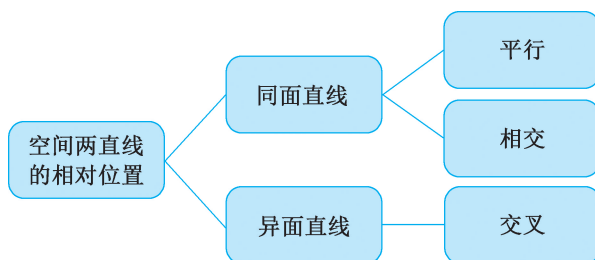


图 2.29 空间两直线

- (1) 两直线平行:空间中两条直线互相平行。
- (2) 两直线相交:空间中两条直线有一个交点。
- (3) 两直线交叉:空间中两条直线既不平行也不相交。

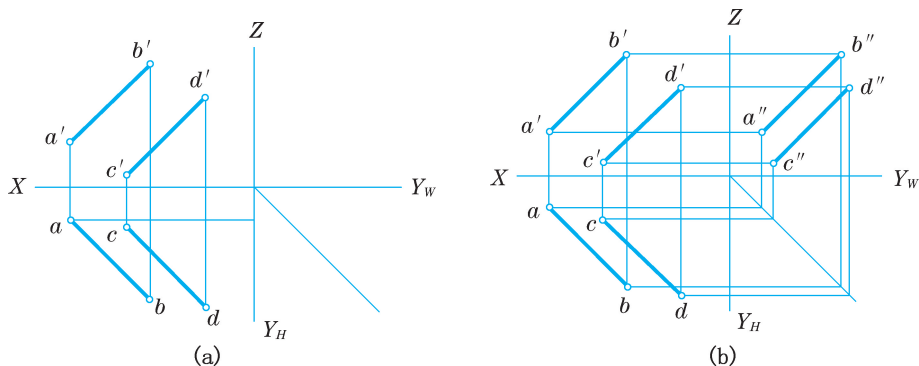
空间两直线的投影特性与判断见表 2-5。

表 2-5 两直线相对位置投影特性与判断

相对位置	平行	相交	交叉
投影图			
投影特性	三面投影均为平行线。	三面投影均有交点,且交点符合点的投影规律。	两面或三面投影的交点不符合点的投影规律。
位置判断	- 如果三面投影均互相平行,则两直线平行。 - 如果两面投影均为平行线,且为一般位置平行线,则两直线平行。	- 如果三面投影的交点符合点的投影规律,则两直线相交。 - 如果两面投影的交点符合点的投影规律,则两直线不一定相交。	- 如果两面或三面投影的交点不符合点的投影规律,则两直线交叉。 - 如果三面投影中只有一个交点,其余两面投影为特殊位置的平行线,则两直线交叉。



例题 2-10 如图 2.30(a)所示,判断两条直线 AB 和 CD 的相对位置。



动画 14



图 2.30

图 2.30 判断两直线相对位置

解:方法一:根据图 2.30(a)已知条件,空间直线 AB 与 CD 在 H 面和 V 面的投影均为一般位置的平行直线,即可判断 AB 与 CD 相互平行。

方法二:如图 2.30(b)所示,根据两面投影,作出两直线的第三面投影,在三个投影面上的投影都为平行线,即可判断 AB 与 CD 相互平行。

例题 2-11 如图 2.31(a)所示,判断两条直线 AB 和 CD 的相对位置。

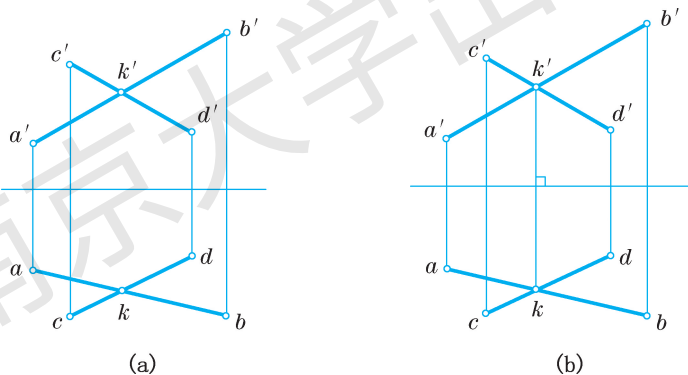


图 2.31 判断两直线相对位置

解:如图 2.31(a)所示,空间两直线 AB 和 CD 的两面投影均有交点,连线 k 和 k' 且垂直于 OX 轴(如图 2.31(b)所示),又因两直线 AB 和 CD 的两面投影为一般位置直线,因此,可以判定直线 AB 与 CD 相交。

例题 2-12 如图 2.32(a)所示,判断两条直线 AB 和 CD 的相对位置,并判断可见性。

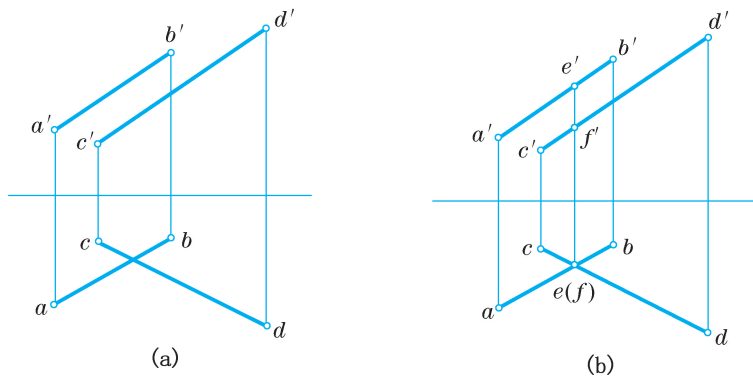


图 2.32 判断两直线相对位置

解:如图 2.32(a)所示,空间两直线 AB 和 CD 的两面投影为: H 面投影有交点, V 面投影互相平行(相当于交点在无穷远处),因此,两投影面的交点连线不垂直于 OX 轴,即可判断直线 AB 与 CD 交叉。

可见性判断:如图 2.32(b)所示,过 H 面交点 $e(f)$ 作一条垂直于 OX 轴的直线,分别与 $a'b'$ 和 $c'd'$ 相交于 e' 点和 f' 点,此两点在 H 面的投影为重影点 $e(f)$,因为 e' 点高于 f' 点,因此在 H 面上重影点标注为 $e(f)$ 。

► 学习提示

特别说明:如果 e' 点低于 f' 点,则在 H 面上重影点标注为 $f(e)$ 。



单元 2.6 平面的投影

由几何学可知,不在同一条直线上的三个点可确定一个平面。因此,平面的空间位置可以用下列几种方法确定:(1) 不在同一条直线上的三个点;(2) 一条直线和直线外的一点;(3) 平行两直线;(4) 相交两直线;(5) 平面图形。如图 2.33 所示,这几种确定平面的方法是可以互相转化的。

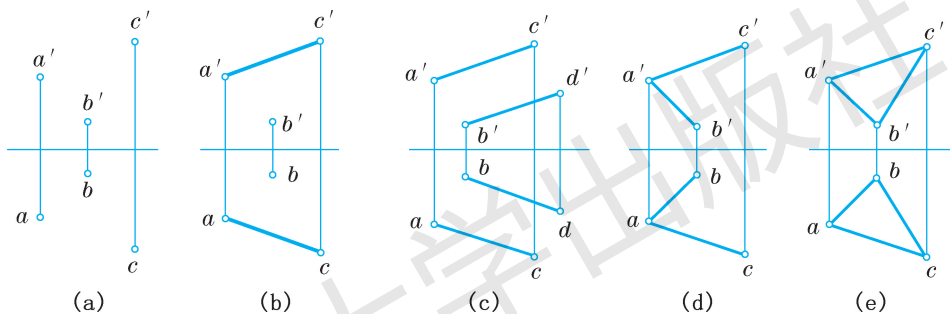


图 2.33 几何元素表示平面

2.6.1 各种位置平面的投影

平面按其与投影面的相对位置分为三种:一般位置平面、投影面平行面、投影面垂直面。下面分别讨论这三种位置平面的投影及投影特性。

1. 一般位置平面

空间平面与三个投影面均相交(或与三个投影面既不平行也不垂直),称为一般位置平面。

一般位置平面的三面投影为三个类似图形,且均小于实形,其投影如图 2.34 所示。

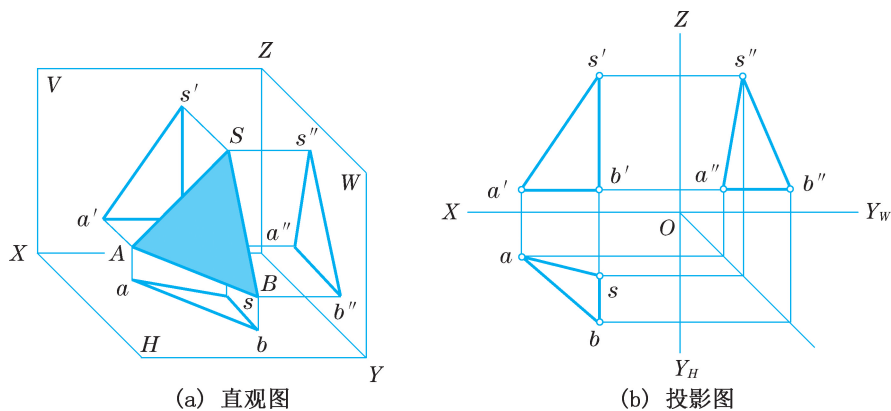


图 2.34 一般位置平面

2. 投影面平行面

空间平面与三个投影面中的任何一个投影面平行,称为投影面平行面。投影面平行面可分为水平面、正平面、侧平面三种。

水平面:平行于 H 面的平面(且垂直于 V 、 W 面)。

正平面:平行于 V 面的平面(且垂直于 H 、 W 面)。

侧平面:平行于 W 面的平面(且垂直于 V 、 H 面)。

投影面平行面的投影及投影特性见表 2-6。

表 2-6 投影面平行面的投影特性

名称	轴测图	投影图	投影特性
水平面			1. H 面投影反映实形; 2. V 面和 W 面的投影积聚成一条直线,分别平行于投影轴 OX、OY_W。



(续表)

名称	轴测图	投影图	投影特性
正平面			1. V 面投影反映实形; 2. H 面和 W 面的投影积聚成一条直线,分别平行于投影轴 OX 、 OZ 。
侧平面			1. W 面投影反映实形; 2. V 面和 H 面的投影积聚成一条直线,分别平行于投影轴 OZ 、 OY_H 。

投影面平行面的投影特性可归纳为:一面两直线。

- (1) 在平面所平行的投影面上的投影反映平面图形的实形(即为一面);
- (2) 在其他两个投影面上的投影集聚为直线,且平行于相应的投影轴(即为两直线)。

3. 投影面垂直面

空间平面与三个投影面中的任何一个投影面垂直,并与其他两个投影面相交,称为投影面垂直面。投影面垂直面可分为铅垂面、正垂面、侧垂面三种。

铅垂面:垂直于 H 面的平面(且倾斜于 V 、 W 面)。

正垂面:垂直于 V 面的平面(且倾斜于 H 、 W 面)。

侧垂面:垂直于 W 面的平面(且倾斜于 V 、 H 面)。

投影面垂直面的投影及投影特性见表 2-7。



表 2-7 投影面垂直面的投影特性

名称	轴测图	投影图	投影特性
铅垂面			1. H 面投影积聚成一条直线, 并与 OX、OY_H 轴相交; 2. V 面和 W 面投影为小于实形的类似图形。
正垂面			1. V 面投影积聚成一条直线, 并与 OX、OZ 轴相交; 2. H 面和 W 面投影为小于实形的类似图形。
侧垂面			1. W 面投影积聚成一条直线, 并与 OZ、OY_W 轴相交; 2. V 面和 H 面投影为小于实形的类似图形。

投影面垂直面的投影特性可归纳为: 两面一直线。

(1) 在平面所垂直的投影面上的投影积聚成一条直线, 并与其他两个投影轴相交 (即为一直线);

(2) 在其他两个投影面上的投影均为小于实形的类似图形 (即为两面)。



► 学习提示

平面根据其空间位置不同可分为三种:一般位置平面、投影面平行面、投影面垂直面。三种平面在三面投影图中的投影形状各有不同,但各有各的特征性:(1)一般位置平面投影特征:三面投影图表现为三个小于实形的类似平面;(2)投影面平行面投影特征:三面投影图表现为一个实形平面和两条平行直线;(3)投影面垂直面投影特征:三面投影图表现为两个小于实形的类似平面和一条一般位置直线。

微课 11



2.6.2 平面上的点和直线

1. 平面上的点

平面上取点的几何条件:若点在平面内的任一直线上,则此点一定在该平面上。根据这些条件,可以判定点是否在平面上,也可以求作平面上点的投影。

例题 2-13 如图 2.35(a)所示,已知给定一平面 $\triangle ABC$ 和 D 点的两面投影,试判断点 D 是否在该平面 $\triangle ABC$ 上。

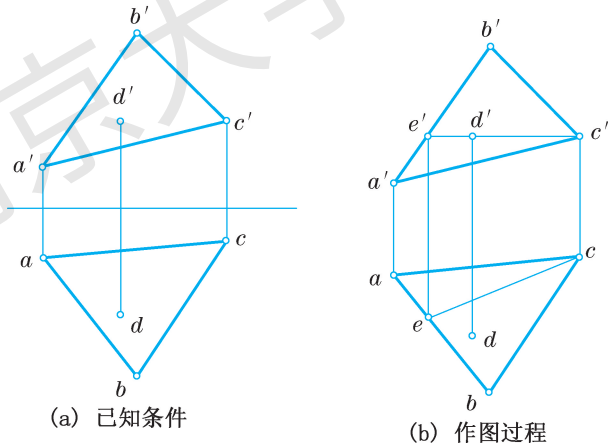


图 2.35 判断点是否在平面上

动画 15



图 2.35

解:根据平面上取点的几何条件,从已知条件图 2.35(a)可作图:过 d' 点连线 $c'd'$ 直线延长至 e' 点(E 点在直线 AB 上),根据“长对正”求出 e 点,连接直线 ce , d 点不在直线 ce 上,由此可判定: D 点不在平面 $\triangle ABC$ 上。作图过程如图 2.35(b)所示。

例题 2-14 如图 2.36(a)所示,已知点 M 、 N 在平面 $\triangle ABC$ 上,求作点 M 和 N 的另一面投影 m' 和 n' 。

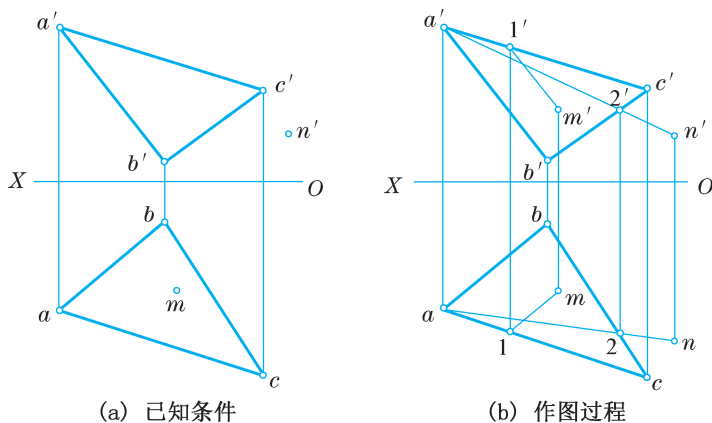


图 2.36

图 2.36 平面上求点

解:已知 M 点和 N 点在平面 $\triangle ABC$ 上,根据平面上取点的几何条件:若点在平面内的任一直线上,则此点一定在该平面上。作图过程如下:

(1) 在 H 面上,过 m 点作直线 ab 的平行线 $m1$ (1 点在 ac 上),根据“长对正”求出 V 面的 $1'$ 点,过 $1'$ 点作一直线平行于 $a'b'$,过 m 点“长对正”与 V 面上的过 $1'$ 点作平行于 $a'b'$ 的直线相交于 m' 。

(2) 在 V 面上,连接直线 $a'n'$ 与 $b'c'$ 相交于 $2'$ 点。根据“长对正”在 H 面上求出 2 点,连接直线 $a2$ 并延长,过 n' 点“长对正”与 $a2$ 延长线相交于 n 点。

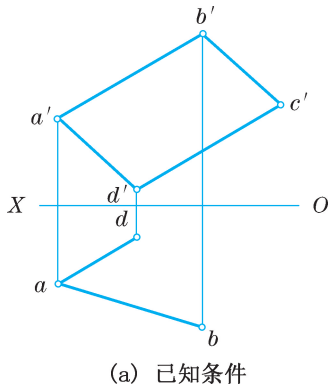
2. 平面上的直线

平面上取直线的几何条件:

- (1) 一条直线通过平面上两点,则此直线必在该平面上。
- (2) 一条直线通过平面上一点,且平行于平面上的另一直线,则此直线必在该平面上。

根据这些条件,可以判定直线是否在平面上,也可以求作平面上直线的投影。

例题 2-15 如图 2.37(a)所示,已知平行四边形 $ABCD$ 的 V 面投影以及 A 点、 B 点、 D 点的 H 面投影,直线 AC 是正平线,请补全平行四边形 $ABCD$ 在 H 面的投影。



(a) 已知条件

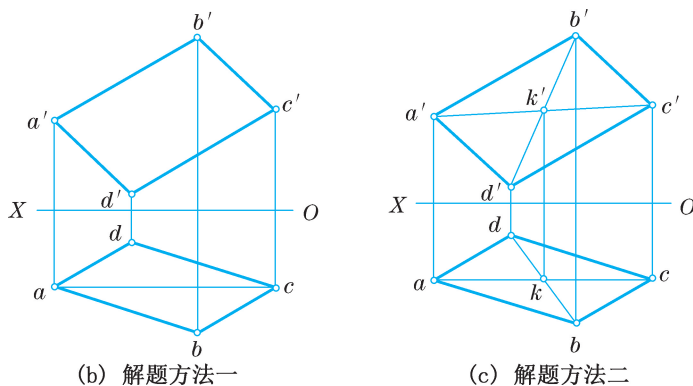


图 2.37

图 2.37 补全平面投影

解:此题为平面上取点和取直线。只要在 H 面上确定出 c 点,平行四边形的 H 面投影即可解决。

方法一:

- (1) 因直线 AC 是正平线,所以 AC 在 H 面的投影为一条平行于 OX 轴的直线。
- (2) 过 a 点作一直线平行于 OX 轴,过 c' 点“长对正”与 H 面过 a 点这一平行于 OX 轴的直线相交于 c 点。

- (3) 在 H 面上连接 dc 和 bc 。

作图过程如图 2.37(b)所示。

方法二:

- (1) 在 V 面上,连接四边形的对角线,得出 k' 点;在 H 面上连接 db 。
- (2) 过 k' 点“长对正”与 H 面的 db 相交于 k 点;
- (3) 连接 ak 并延长,与过 c' 点“长对正”的 ak 延长线相交于 c 点;
- (4) 在 H 面上连接 dc 和 bc 。

作图过程如图 2.37(c)所示。



课后巩固练习



课后巩固练习 2



模块2 知识应用场景

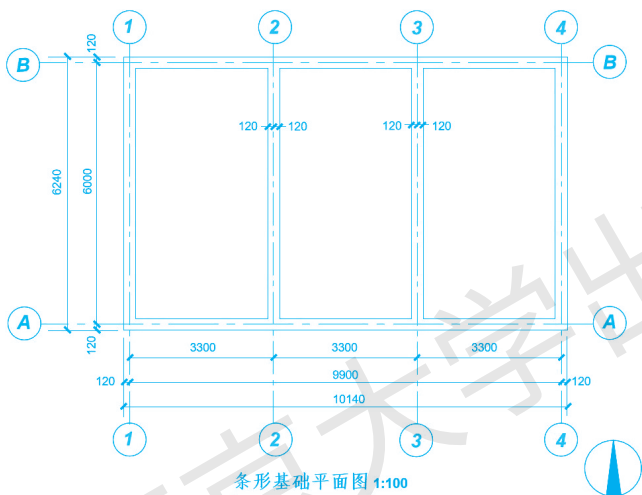
条形基础轴线放样与面积计算

一、工程应用项目

某私人住宅工程施工项目,为四层砖混结构建筑,采用墙下条形基础。根据图

2.38(a)条形基础施工平面图,其已知条件为:

1. 平面开间:三开间,横向定位轴线编号为①、②、③、④
2. 平面进深:纵向定位轴线编号为A、B
3. 轴线尺寸:每个开间、进深均分别为3300 mm、6000 mm。
4. 墙体厚度:240 mm。



(a) 施工平面图



(b) 基础实景图

图 2.38 条形基础

二、施工需求问题

作为施工员,拿到施工图后,需要完成以下工作:

1. 如何将施工图纸上的定位轴线精准地“投射”到实际施工场地上。
2. 如何根据施工图计算首层建筑面积。

解决这个问题的金钥匙,就是——“点、线、面的投影”。

三、点线面投影知识的应用

整个施工放样过程,完美体现了从“点”到“线”,再从“线”到“面”的投影过程。

1. 点的投影——定位轴线交点(施工的基准)

(1) 图纸上的点(设计坐标)

在施工图纸上,六条定位轴线两两相交,产生了八个轴线交点。例如:轴①与轴A交点、轴①与轴B交点、轴②与轴A交点、轴②与轴B交点、轴③与轴A交点、



轴③与轴⑥交点、轴④与轴①交点、轴④与轴⑥交点。

这些点在施工图纸上有其精确的平面坐标 (x, y) 。

(2) 现场的点(实地投测)

测量员可以使用全站仪,将施工图纸上这些轴线交点的坐标,逐一放样到实地。**具体做法:**在实地打木桩,并在木桩顶面钉小铁钉,铁钉的中心点就是精确的轴线交点位置,如图 2.39 中的轴线相交处的小圆点。

这就完成了将图纸上的“点”投影到现实空间的过程。全站仪就是我们的“投影工具”。

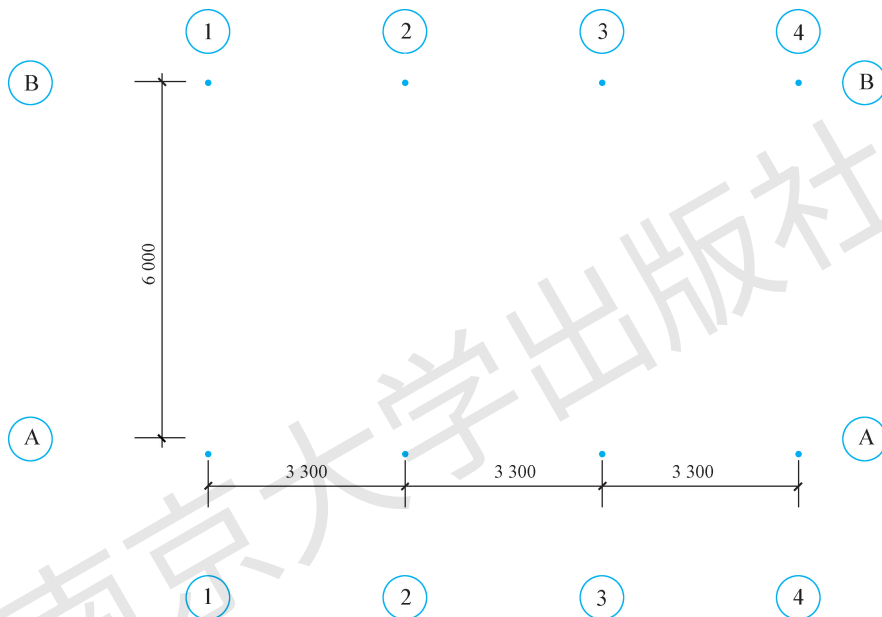


图 2.39 轴线交点放样

2. 线的投影——弹出定位轴线(平面的骨架)

(1) 连点成线

这八个交点被精准放样后,施工员会使用墨斗,在工地的木桩之间弹上墨线。弹出的线①—①、②—②、③—③、④—④、A—A、B—B就是条形基础施工平面图的六条定位轴线。这就完成了由“点的投影”生成“线的投影”的过程(图 2.40)。

(2) 条形基础放样

已知墙体厚度为 240 mm,根据已放样的定位轴线,使用钢尺在现场量取,从轴线向两侧各偏移 120 mm,即可确定各条形基础边线,并弹出墨线,如图 2.40 所示。

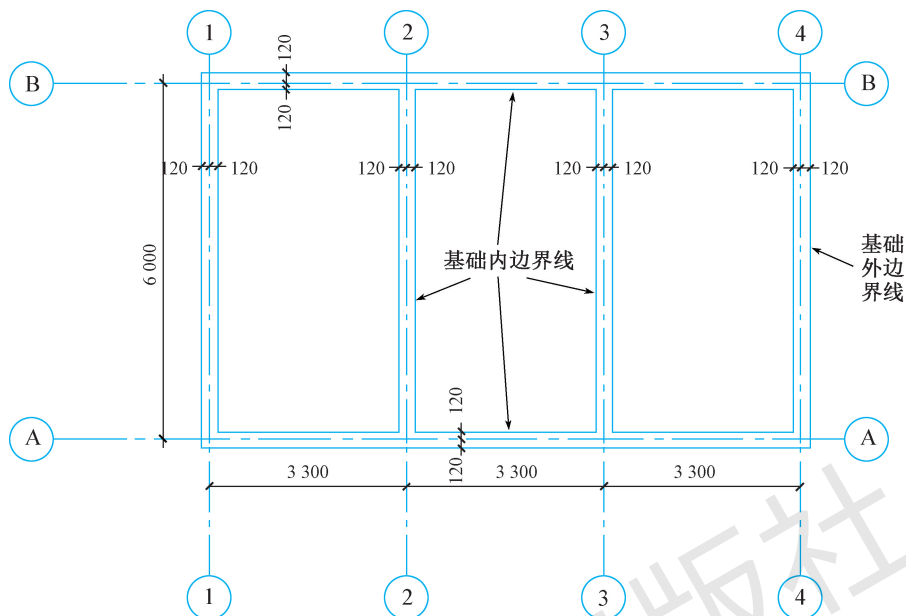


图 2.40 条形基础定位轴与边界线

3. 面的投影——界定建筑基底面积(计算的依据)

(1) 连线成面

由定位轴线①、④、A、B围合而成的区域,基本上是首层建筑基底的水平投影面,但这个“面”还不是首层建筑面积的范围。

(2) 指导施工与计算

指导施工:工人将根据这个投影面,向外偏移(基础宽度+工作面),撒上白灰线,标出基槽开挖的范围。

面积计算:这个投影面的面积,就是首层建筑面积的计算依据,但不是首层建筑面积的全部。

四、首层建筑面积计算

根据投影出的“面”,建筑面积按外墙勒脚以上结构的外围水平面积计算,首层建筑面积即为图 2.41 中基础外边界线所围合的面积。其计算过程如下:

$$\text{投影面长度 } L = 3\,300 \times 3 + 120 \times 2 = 10\,140 \text{ mm} = 10.14 \text{ m}$$

$$\text{投影面宽度 } B = 6\,000 + 120 \times 2 = 6\,240 \text{ mm} = 6.24 \text{ m}$$

$$\text{首层建筑面积 } S = L \times B = 10.14 \text{ m} \times 6.24 \text{ m} = 63.27 \text{ m}^2$$

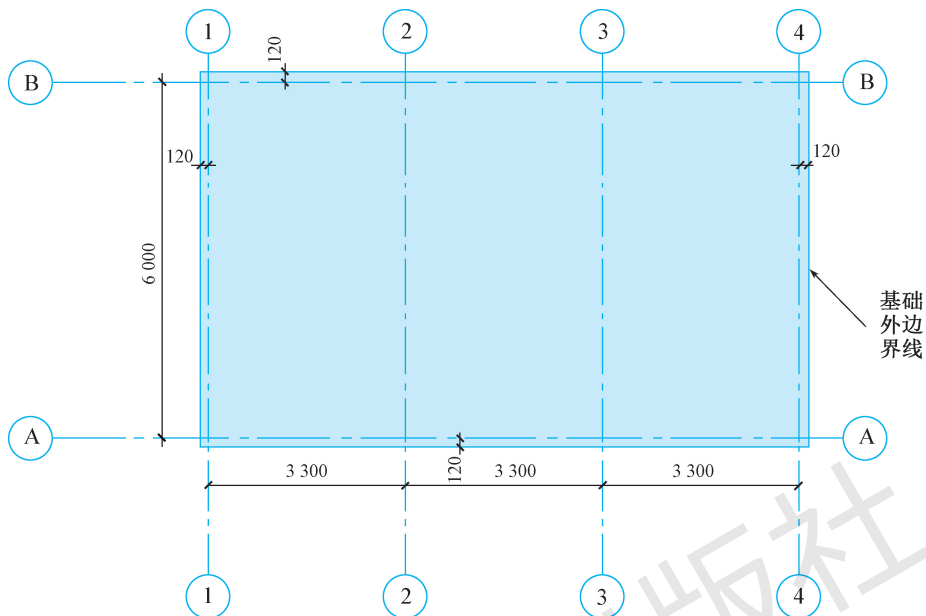


图 2.41 首层建筑面积范围

五、核心知识点总结

点线面投影知识点	在案例中的应用	作用与施工意义
点的投影	轴线交点的定位	精准定位,是所有测量放样的基准。
线的投影	定位轴线的建立	确定建筑平面“骨架”,控制整体形状与尺寸。
面的投影	建筑面积计算依据	界定工作范围,是施工与计算的直接依据。

六、为什么点、线、面投影是工程的基石?

1. 它是“按图施工”的第一环:所有的工程建设都始于测量放样,而放样的本质就是点的投影。点准,则线准;线准,则面准;面准,则形状就准。
2. 它是从 2D 到 3D 的桥梁:我们根据二维图纸上的点、线、面的投影信息,在三维空间中构建出真实的建筑物。这个转换能力是土木工程师的核心能力。
3. 它是成本控制的基础:如案例所示,建筑面积等工程量的计算,完全依赖于投影理论,这直接关系到工程的预算与成本。