

工程制图
手册

国家大坝安全工程技术研究中心支撑项目

水利水电工程制图手册

长江勘测规划设计研究有限责任公司 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

国家大坝安全工程技术研究中心支撑项目

水利水电工程制图手册

长江勘测规划设计研究有限责任公司 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本手册依据《水利水电工程制图标准》(SL 73—2013)编写,共分为6篇,主要包括:水利水电工程制图基础、勘测图、水工建筑图、水力机械图、电气图、金属结构图等。手册在SL 73—2013的规定内,结合水利水电工程各专业工程制图的特点及工程实践,对国内水利水电工程制图进行了较全面地阐述和示例性说明,并紧密跟踪工程设计制图技术的发展趋势,简要介绍了水利水电工程三维设计技术。

本手册基于最新水利水电行业工程制图标准,内容丰富,图表齐全,并附有大量工程实例,可作为从事水利水电工程设计、施工与管理工程技术人员工具书,也可供水利水电工程科研、管理人员及水利水电专业大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程制图手册 / 长江勘测规划设计研究有限公司著. — 北京:中国水利水电出版社, 2014.12

ISBN 978-7-5170-2843-7

I. ①水… II. ①长… III. ①水利水电工程—工程制图—手册 IV. ①TV222.1-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第310495号

书 名	水利水电工程制图手册
作 者	长江勘测规划设计研究有限公司 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 38.25印张 906千字
版 次	2014年12月第1版 2014年12月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	178.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

《水利水电工程制图手册》
编 审 人 员

主 编 王小毛 陈尚法

主 审 胡中平 陈又华 陈德基 覃利明 石运深
陈冬波 曹去修

各篇撰稿人和参加人

篇序	篇名	撰稿人	参加人
第一篇	水利水电工程制图基础	龚道勇 李 伟 程晓君	樊少鹏
第二篇	勘测图	段建肖 廖立兵 叶圣生 曹伟轩 肖 鹏	吴世泽 柳景华 王家祥 李茂华 喻可忠 刘聪元 樊少鹏
第三篇	水工建筑图	曾令华 职承杰 韩前龙 曹艳辉 龚道勇	潘 江 李 伟 吴俊东 游万敏 柳雅敏 向友国 花俊杰 黄 元 夏传星 樊少鹏 江义兰
第四篇	水力机械图	郭学洋 郑建强 邹海青 柳 飞	
第五篇	电气图	李程煌 刘月桥 陈昌斌 杨 杰 肖 军 黄天东	
第六篇	金属结构图	魏文炜 史 兵 石 泽 熊绍钧 邹柏青 陈智海 钱军祥 王永权 伍友富 汤长书 曾晓辉 陈美娟	金 辽 罗 斌 高 伟 韩争光 穆柏文

前 言

兴水利、除水害，历来是治国安邦的大事。在我国悠久的治水历史中，积累了水利工程建设丰富经验。特别是近年来，我国的水利水电建设事业发展迅猛，以“三峡工程”为代表的大批技术复杂、规模宏大的水利水电工程建成运行，向世界展现了我国水利建设事业的水平。水利水电工程设计与工程制图技术密切相关，设计成果需经由图纸来呈现，设计图纸不仅反映设计水平，更为工程实施提供便利。为满足设计要求，1995年出版的《水利水电工程制图手册》自问世以来，在我国水利水电建设中发挥了不可估量的作用，深受广大水利水电工程技术人员欢迎，成为勘测设计人员必备的案头工具书。

随着电子计算机技术的迅猛发展，各种工程制图软件，诸如 AutoCAD、MicroStation、Catia 等横空出世，这些制图软件的开发极大地满足了工程制图需求并提升了制图效率及精度，给传统的手工制图带来了极大的冲击。尤其是进入 21 世纪后，制图软件不仅逐步改进完善，同时还增加更多更为强大的功能，为工程设计人员带来了一场效率革命。科技的多元化发展让人们不再拘泥于二维设计，更加直观明了的三维设计迅速发展起来，三维设计软件的使用不再是汽车和航空领域的专属，水利水电工程设计也逐渐与三维设计相结合。

基于水利水电设计技术与工程制图软件的发展，新制定的《水利水电工程制图标准》(SL 73—2013) 已颁布实施，原版的《水利水电工程制图手册》已难以满足现今水利水电工程技术人员的设计需求，为此我们重新编制了新版的《水利水电工程制图手册》。本手册采用最常用的制图软件，结合我国水利水电工程的设计、管理、施工和建设的工程实践，全面阐述了水利水电工程各专业的制图要求与相关应用，与我国颁布的现行规范保持一致，并紧密跟踪设计制图的发展趋势，简要介绍了水利水电工程三维设计技术，是一部综合性水利水电工程制图工具书，具有如下特色：

1. 内容全面

手册涵盖了水利水电工程设计中各专业的制图要求，结合常用制图软件，

从基础细节着手，全面呈现了各专业的制图过程，并配有相关表格和图片进行说明。

2. 清晰简明

为便于设计者参考使用，在内容上简明清晰，层次分明，各章节标题均能反映要表述的内容，方便查阅；在表达方法上多采用公式、表格、图片等形式，例图均按规范要求绘制，为使用者提供标准的参考；语言表述上采用标准术语，各种说明浅显易懂，不多赘言。

3. 实用可行

手册以现行相关制图规范为基础，以我国已建成或已完成可研论证的工程为实例，结合水利水电设计工作者多年约定俗成的制图习惯和要求，详细提供了各专业制图方法及要求，内容实用可行。

4. 与时俱进

随着计算机绘图软件的飞速发展，工程制图已不再局限于二维设计，三维设计作为辅助设计工具已逐步得到推广应用。手册部分篇章对三维设计软件和设计方法进行介绍，为三维设计提供了良好的基础平台。

新版《水利水电工程制图手册》的编纂工作得到了长江勘测规划设计研究院、中国水利水电出版社的大力支持。长江勘测规划设计研究院多位专家、工程技术人员直接参与了组织、策划、撰稿、审稿工作，除手册中所列编写人与校审人外，还有很多工程技术人员参加了附图的编辑工作与校审工作。参编者在开展编审工作的同时肩负着繁重的设计工作，但他们始终保持着谨慎细心、兢兢业业的工作态度，克服诸多困难，完成了手册的编写任务，为手册的顺利出版作出了贡献。在此，我们向所有参加手册工作的编写人、审稿人表示衷心的感谢，并致以诚挚的慰问。

手册编制过程中，参考了多种制图手册及有关专著，在此对这些文献作者表示诚挚的感谢。

最后，我们诚恳地欢迎读者对手册中的疏漏和错误给予批评指正，对手册中不足之处提出宝贵修改意见。

作者

2014年11月



目 录

前言

第一篇 水利水电工程制图基础

第一章 制图常用软件	1
第一节 AutoCAD	1
第二节 MicroStation	2
第二章 制图基础知识	4
第一节 投影基础	4
第二节 元素相交	15
第三节 组合体	21
第三章 制图基本要求	24
第一节 图纸幅面	24
第二节 标题栏与会签栏	26
第三节 制图比例	28
第四节 制图字体	29
第五节 制图图线	30
第六节 复制图纸的折叠	33
第四章 图样画法	35
第一节 视图	35
第二节 剖视图	40
第三节 断面图	44
第四节 详图	47
第五节 曲面画法	49
第六节 标高图	54
第七节 轴测图	55
第八节 常用符号画法	57
第五章 图样标注方法	59
第一节 图样标注方法的基本要求	59
第二节 一般标注方法	60
第三节 简化标注方法	69

第六章 总体三维制图概要	72
第一节 概述	72
第二节 三维图形的表达方式	72

第二篇 勘 测 图

第一章 概述	74
第一节 水利水电工程地质勘察阶段的划分	74
第二节 工程地质勘察报告附图	74
第三节 水利水电工程常用地质图件	76
第二章 地质图件绘制的一般规定	85
第三章 主要工程地质图件的编制内容及方法	91
第一节 基础资料图件	91
第二节 区域地质图件	104
第三节 水库工程地质图件	109
第四节 坝区工程地质图件	119
第五节 水文地质图件	135
第六节 引调水工程地质图件	138
第七节 堤防工程地质图件	146
第八节 天然建筑材料图件	151
第四章 勘测图图例	157
第一节 图例制定原则	157
第二节 地质年代及代号	157
第三节 岩石花纹符号及代号	157
第四节 地质构造符号	170
第五节 地貌符号	173
第六节 物理地质现象符号及代号	177
第七节 水文地质现象代号、花纹	178
第八节 工程地质现象及工程地质勘察符号、代号	181
第九节 常用地形图图例	185
第十节 工程地质图用色标准	190
第五章 三维地质制图	193
第一节 三维地质数据模型	193
第二节 三维地质建模研究现状及常用软件	194
第三节 三维地质建模方法	195

第三篇 水 工 建 筑 图

第一章 基本要求	199
第一节 制图比例	199

第二节 水工建筑图基本图例	199
第二章 规划图	213
第一节 范围类别	213
第二节 绘制内容及要求	213
第三章 土建图	224
第一节 范围类别	224
第二节 水工图	224
第三节 钢筋图	301
第四节 安全监测图	307
第四章 木结构图	317
第一节 木构件断面常用表示方法	317
第二节 木构件连接的表示方法	317
第三节 常用木结构画法	320

第四篇 水 力 机 械 图

第一章 图的种类	323
第二章 制图基本知识	327
第一节 厂房轴线	327
第二节 简化绘制	328
第三章 图用材料表	329
第四章 管路及附件绘制	330
第一节 线宽和一般要求	330
第二节 管路中断画法	330
第三节 管路弯折视图画法	331
第四节 管路连接组合画法	331
第五章 图的标注	334
第一节 布置图中尺寸基准规定	334
第二节 管路中常用介质类别及用途	334
第三节 管路标注	335
第六章 图形符号	338
第一节 图形符号使用	338
第二节 管路管件图形符号	338
第三节 阀门、自动化元件及设备图形符号	341
第四节 设备及元件图形符号	348
第五节 仪器、仪表图形符号	350

第七章 常用设备简图	356
第一节 一般规定	356
第二节 常用设备简图	356
第八章 三维设计	365
第一节 基本要求	365
第二节 设备及管路	365
第三节 水轮发电机组	369

第五篇 电 气 图

第一章 电气图制图基本要求	376
第一节 电气图的种类和常用表示方法	376
第二节 图形符号	378
第三节 文字符号	378
第四节 项目代号	381
第五节 功能代号	382
第二章 系统图画法及要求	386
第一节 接线类电气系统图	386
第二节 系统结构类电气系统图	394
第三节 系统配置类电气系统图	404
第三章 布置图画法及要求	411
第一节 开关站设备布置图	411
第二节 升压变电站设备布置图	414
第三节 10kV (6kV) 开关柜布置图	414
第四节 0.4kV 配电设备布置图	419
第五节 防雷保护范围图	419
第六节 接地布置图	423
第七节 照明布置及埋件图	428
第八节 屏柜设备布置图	430
第九节 屏柜设备屏面布置图	430
第四章 电路图画法及要求	433
第一节 屏柜设备接口图	433
第二节 监控系统原理接线图	435
第三节 继电保护原理接线图	442
第五章 安装图画法及要求	447
第一节 变压器安装图	447
第二节 高压电气设备安装图	449

第三节 绝缘子串组装图	450
第四节 金具组装图	451
第五节 架空导地线放线图	452
第六节 电缆桥架图	453
第七节 防火封堵图	455
第八节 屏柜设备基础图	457
第九节 电缆敷设图	460
第六章 其他常用电气图画法及要求	462
第一节 端子图（表）	462
第二节 设备元件（材料）表	462
第三节 流程图	467
第四节 逻辑图	470
第七章 电气三维图画法及要求	473
第一节 电气设备布置流程	473
第二节 电缆桥架设计	474
第三节 照明布置	475
第四节 生成施工图纸	475
第八章 电气图常用图形符号	476
第一节 概述	476
第二节 限定符号	476
第三节 导线和连接器件图形符号	485
第四节 无源元件图形符号	489
第五节 电能的发生和转换图形符号	491
第六节 触点图形符号	499
第七节 开关、开关装置和起动器图形符号	501
第八节 继电器和继电保护装置图形符号	508
第九节 保护器件图形符号	511
第十节 测量仪表、灯和信号器件图形符号	513
第十一节 通信图形符号	517
第十二节 电力和通信布置图形符号	521
第十三节 线路图形符号	523
第十四节 配电、控制和用电设备图形符号	527
第十五节 插座、开关和照明图形符号	529
第十六节 火灾自动报警图形符号	531
第十七节 视频监控图形符号	533
第十八节 计算机监控图形符号	534

第六篇 金属结构图

第一章 金属结构专业制图基本要求.....	536
第一节 图纸幅面尺寸和图框格式	536
第二节 标题栏、明细表和会签栏	536
第三节 比例	538
第四节 图线	538
第五节 字体	539
第六节 视图标注及表达	539
第七节 高程	540
第八节 桩号	540
第九节 水位	540
第十节 件号（序号）	540
第十一节 尺寸标注	541
第十二节 公差与配合	542
第十三节 表面粗糙度	547
第十四节 焊缝	547
第十五节 标准件	551
第十六节 几种常用表面、剖面表示方法	552
第十七节 流向	552
第十八节 闸门及启闭机特性表	553
第十九节 图纸目录	553
第二章 金属结构布置图.....	555
第一节 泄洪和水电站建筑物金属结构布置图	555
第二节 船闸金属结构布置图	555
第三节 压力钢管布置图	560
第三章 结构图.....	563
第一节 水工钢闸门结构图	563
第二节 启闭机设备	580
第三节 压力钢管	591
第四节 输电铁塔	591
第五节 厂房网架	598
第四章 涉外工程中金属结构制图范例.....	599

第一篇 水利水电工程制图基础

第一章 制图常用软件

当今计算机绘图技术已经全面应用于各个设计、生产领域,以计算机绘图技术为基础的计算机辅助技术,正在改变着工程设计、施工和管理的工作模式及应用理念。利用计算机辅助技术,可有效提高工程设计人员的效率及设计成果质量。目前,国内外广泛流行的计算机绘图软件主要为 AutoCAD 与 MicroStation。

第一节 AutoCAD

AutoCAD (Auto Computer Aided Design) 是由美国 Autodesk (欧特克) 公司首次于 1982 年开发的自动计算机辅助设计软件,用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本三维设计,软件格式主要有 DWG 标准格式、DXF 交换格式、DWT 样板文件格式,现已成为国内外广为流行的绘图工具。AutoCAD 软件具有完善的图形绘制、图形编辑功能,可以采用多种方式进行二次开发或用户定制,同时进行多种图形格式的转换,具有较强的数据交换能力,支持多种硬件设备及多种操作平台,具有通用性、易用性,适用于各类用户。从 AutoCAD 2000 开始,系统又增添了许多强大的功能,诸如 AutoCAD 设计中心(ADC)功能、多文档设计环境(MDE)功能、Internet 驱动功能、新的对象捕捉功能、增强的标注功能以及局部打开和局部加载的功能等。

AutoCAD 具有良好的用户界面,通过交互菜单或命令行方式可以进行各种操作。其多文档设计环境,方便非计算机专业人员能很快地学会使用,在不断实践的过程中更好地掌握其各种应用和开发技巧,从而不断提高工作效率。

AutoCAD 具有广泛的适应性,可以在各种操作系统支持的微型计算机和工作站上运行,已广泛应用于土木建筑、装饰装潢、城市规划、园林设计、电子电路、机械设计、服装鞋帽、航空航天、轻工化工等诸多领域。未来 AutoCAD 将向智能化、多元化方向发展,例如云计算三维核心技术等。

针对不同的行业,Autodesk (欧特克) 开发了行业专用的版本和插件,在机械设计与制造行业中发行了 AutoCAD Mechanical 版本,在电子电路设计行业中发行了 AutoCAD Electrical 版本,在勘测、土方工程与道路设计发行了 Autodesk Civil 3D 版本,可以加快设计理念的实现过程,并得到业界的认可。

由于 AutoCAD 软件具有功能强大,操作方便,体系结构开放,二次开发方便,能适应各种软硬件平台等优点,受到各国工程技术人员的青睐,成为当今世界上最为流行的计



计算机绘图软件, 操作界面见图 1-1-1。

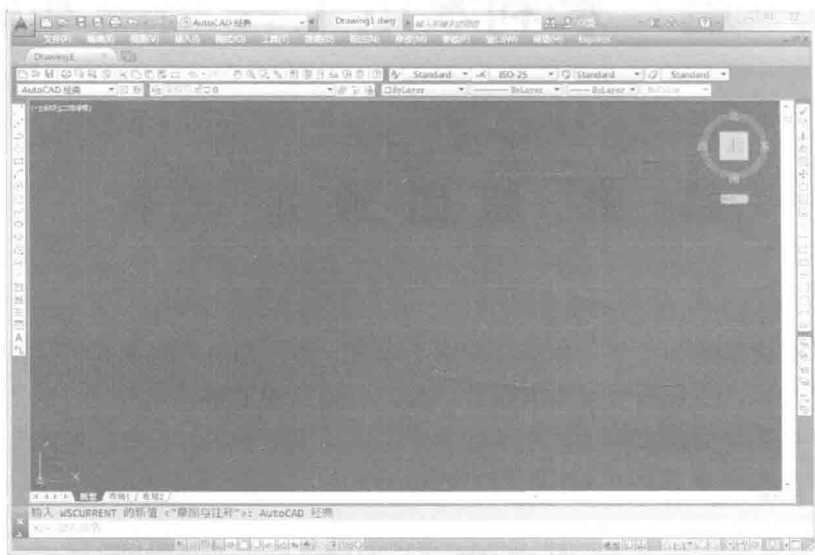


图 1-1-1 AutoCAD 绘图软件操作界面

第二节 MicroStation

MicroStation 是国际上和 AutoCAD 一样广泛流行的二维和三维 CAD 设计软件, 由奔特力 (Bentley) 工程软件系统有限公司在 1986 年开发完成。其专用格式是 DGN, 并兼容 AutoCAD 的 DWG/DXF 等格式。MicroStation 是 Bentley 工程软件系统有限公司在建筑、土木工程、交通运输、加工工厂、离散制造业、政府部门、公用事业和电信网络等领域解决方案的基础平台。

MicroStation 绘图软件通过图形界面进行操作, 符合 Windows 环境。图形化的使用界面一直是 MicroStation 吸引大量注视眼光的主要原因, 而这也正是 MicroStation 易于使用的最佳保证。

MicroStation 支持多种不同硬件平台, 包括 Intergraph、IBM、HP、SUN、DEC、SGI 等工作站级电脑及 PC 与 MAC 等个人电脑, 以及 UNIX、linux 及 Win7、Win8、Windows NT 及 DOS 等多种操作系统。用户可根据使用需要及效率需求自由选择所需的硬件平台及操作系统, 在所有不同硬件平台与操作系统之上, MicroStation 不仅其功能与架构完全一致, 其所产生的设计图档也是完全兼容 (Binary Compatible)。

MicroStation 符合 OSF/MOTIF 标准的图形化使用界面, 多视窗操作环境、参考图档 (Reference File)、即时在线求助、多重取消或重作 (Redo/Undo) 功能、硬盘即时更新 (File-Based rather than Memory-Based) 等人性化操作界面及使用者自定线型 (User-Defined Linestyles)、平行复线 (Multi-Lines)、关联式的剖面线及涂布 (Associative hatching/patterning)、2/3D 空间布林运算、完整的抓点模式 (Nearest, Midpoint, Center, Origin, Tangent, Perpendicular, Parallel, Intersection...)、参数化图元设计



(Dimension Driven Design)、关联式尺寸标注 (Associative Dimensioning)、影像档重叠显示与写入功能、复合曲线 (Complex String/Shape)、依图元属性自动搜寻/选取功能、NURBS、辅助坐标系、资料库连接操作、材质库、上彩及其他众多辅助作图工具。

除此之外, MicroStation 还具有强大的兼容性和扩展性, 可以通过一系列第三方软件实现诸多特殊效果。例如用 Turn Tool 等第三方插件, 即可直接用 MicroStation 发布在线三维展示案例。MicroStation 根据用户的需求提供了五种可适合不同程度程序开发者的程序设计语言, 分别是 UCM (User Command)、CSL (Customer Support Library)、MicroStation Basic、MDL (MicroStation Development Language) 及 JMDL (Java 版本的 MDL)。其中 UCM 是类似于 AutoLisp 的宏指令, CSL 则为类似 AutoCAD ADS 的 Fortran 或 C 语言函数库, MDL 则为一完整而高效率的 C 语言框架的应用程序开发环境, 它使用 MicroStation 所提供的所有资源并可驱动 MicroStation 的核心引擎, 为应用软件开发的最佳利器, 绝大部分的 MicroStation Third-Party 软件均以 MDL 为主要开发工具, 这不仅得以保证该软件与 MicroStation 具备同样的使用界面与操作流程, 更重要的是, 这些软件将随着 MicroStation 而跨越硬件平台的界限。MicroStation Basic 则为最新一代 MicroStation 的程式开发工具, 它不仅具备了易学易用的独特优点, 而且支持 OLE 架构, 使得可透过其他程式语言诸如 Visual Basic 等进行 MicroStation 的程式写作。JMDL 使用 sunJDK (1.1.6), 以 com.bentleypackage 的方式提供 MDL 功能, 具有面对对象、跨平台等特点, 是开发 MicroStation 应用之最新利器。

MicroStation 绘图软件操作界面见图 1-1-2。

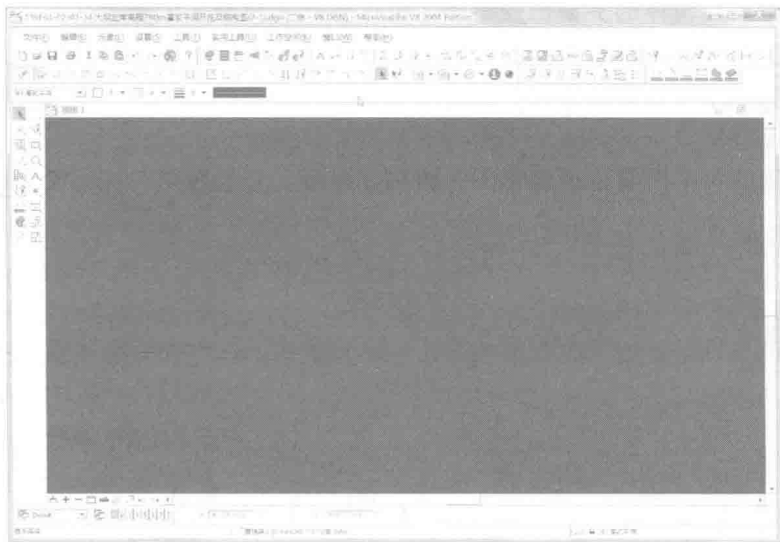


图 1-1-2 MicroStation 绘图软件操作界面

第二章 制图基础知识

第一节 投影基础

一、投影基本知识

图样是用来反映空间形体结构的,如何将空间的形体如大坝、隧洞、桥梁、房屋等绘制在图纸上,需要了解投影的基本知识。

投影由投射线、形体、投影面三要素构成。

由光源向形体投射的光线为投影线,显现的影像平面为投影面。

按投射线的不同情况,投影可分为中心投影和平行投影两大类。所有投射线从一点引出的,称为中心投影。所有投射线互相平行的,则称为平行投影。平行投影根据投射线与投影面的垂直或斜交关系,又分为斜投影和正投影。大多数的工程图都采用正投影法来绘制。

正投影法是一种多面投影。利用平行正投影方法,把空间几何体投影到两个或两个以上互相垂直的投影面上,然后将这些带有几何体投影图的投影面按一定的规律展开在一个平面上,从而得到几何体的多面正投影图,由这些投影便能完全确定几何体的空间位置和形状。正投影法的优点是具有类似性、实形性、积聚性、度量性,作图简单方便,在工程上应用最广。在采用正投影画图时,为了反映物体的真实形状和大小及作图方便,应尽量将物体上的平面或直线对投影面处于平行或垂直的位置。

工程上常用的投影图有投射投影图、轴测投影图、正投影图、标高投影图。

二、点、线、面的投影

(一) 点的投影

点的投影仍是点,点的三面投影如图 1-2-1 所示,在三投影面体系的空间内有一点

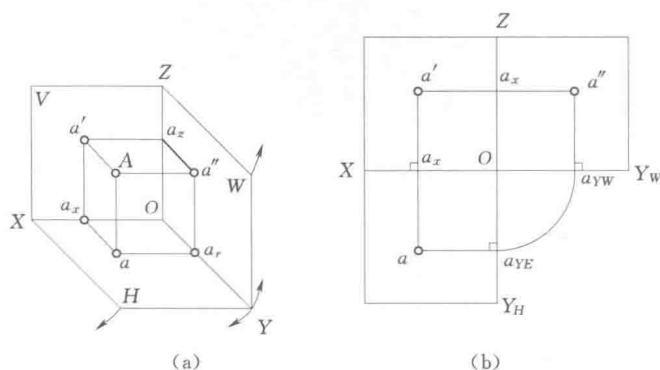


图 1-2-1 点的三面投影图

A, 自 A 点分别向三个投影面作垂线(即投影线),得三个垂足 a 、 a' 、 a'' 。 a 、 a' 、 a'' 分别表示 A 点在水平投影面(H面)、正投影面(V面)、侧投影面(W面)的投影。

1. 点的投影规律

垂直规律:两投影的连线必垂直于相应的投影轴。例如: A 点的 V 面投影和 H 面



投影的连线垂直于 OX 轴, 即 $\overline{a'a} \perp OX$ 。

等距规律: 点到某一投影面的距离, 等于点在另外两投影面上的投影到相应投影轴的距离, 即:

$$\overline{Aa''} = \overline{aa_y} = \overline{a'a_z} = oa_x \text{ (均为坐标 } X_A \text{)}$$

$$\overline{Aa'} = \overline{aa_x} = \overline{a''a_z} = oa_y \text{ (均为坐标 } Y_A \text{)}$$

$$\overline{Aa} = \overline{a'a_x} = \overline{a''a_y} = oa_z \text{ (均为坐标 } Z_A \text{)}$$

2. 两点的相对位置

两点的相对位置根据相对于投影面的距离确定 (图 1-2-2)。距离 W 面远者在左, 近者在右 (根据 V 面、 H 面的投影分析); 距离 V 面远者在前, 近者在后 (根据 H 面、 W 面的投影分析); 距离 H 面远者在上, 近者在下 (根据 V 面、 W 面的投影分析)。

当两点的某个坐标相同时, 该两点将处于同一投影线上, 因而对某一投影面具有重合的投影, 则这两个点的坐标称为对该投影面的重影点。

(二) 线的投影

空间两点确定一条空间直线段, 空间直线段的投影一般仍为直线。直线的投影, 实质上是由直线上两点的同面投影连线来确定。

1. 直线段对于一个投影面的投影特性

(1) 收缩性: 当直线段 AB 倾斜于投影面时, 它在该投影面上的投影 $\overline{ab}$ 长度比空间 AB 线段缩短了, 见图 1-2-3 (a)。

(2) 真实性: 当直线段 AB 平行于投影面时, 它在该投影面上的投影与空间 AB 线段相等, 见图 1-2-3 (b)。

(3) 积聚性: 当直线段 AB 垂直于投影面时, 它在该投影面上的投影重合于一点, 见图 1-2-3 (c)。

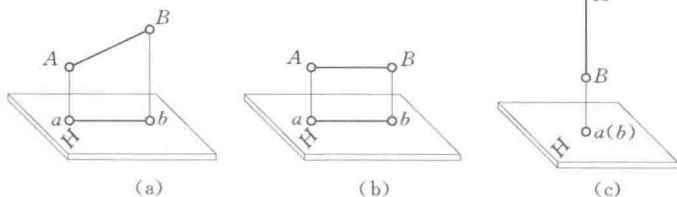


图 1-2-3 线段的投影特性

2. 直线段在三面投影体系中的投影特性

空间线段因对三个投影面的相对位置不同, 可分为投影面的平行线、投影面的垂直线

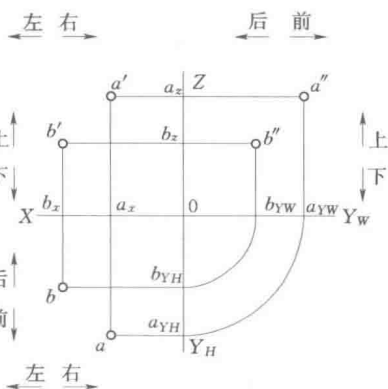


图 1-2-2 两点的相对位置图