

高等学校教材

现代工程设计制图

附电子挂图与习题集光盘

主编 王兰美 刘衍聪

主审 姚福生 戴邦国

高等教育出版社

7B23
W34

高等学校教材

现代工程设计制图

附电子挂图与习题集光盘

主 编 王兰美 刘衍聪

副主编 殷昌贵 董大勇 王黎静

本书附盘可从本馆主页 <http://lib.szu.edu.cn/>
上由“馆藏检索”该书详细信息后下载，
也可到视听部复制



A0931136

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代工程设计制图/王兰美主编. —北京:高等教育出版社, 1999
ISBN 7-04-007781-7

I. 现… II. 王… III. ①工程-设计②工程制图 IV. TB2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 37022 号

责任编辑 孔全会 特约编辑 杨师麟
封面设计 乐嘉敏 责任印制 蔡敏燕

书 名 现代工程设计制图(附电子挂图与习题集光盘)
主 编 王兰美 刘衍聪

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

021-62587650

021-62551530

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店上海发行所

印 刷 复旦大学印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16

版 次 1999 年 8 月第 1 版

印 张 26.25

印 次 2000 年 7 月第 2 次

字 数 650 000

定 价 39.00 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

本书是根据原国家教育委员会 1995 年修订的《高等工业学校画法几何及工程制图课程教学基本要求》和最新颁布的有关国家标准, 结合近年来计算机应用技术的发展及生产实际的需要, 参考许多兄弟院校的教改经验, 并根据本校 CAI 软件开发和多媒体教学的实际情况编写的。

全书除绪论外共 16 章, 在内容选择上为适应计算机应用技术和现代制造技术的发展稍微超出课程教学基本要求: 为尽快让学生实现由中学生到大学工科学生的角色转变, 增加了工程技术简介; 为培养学生空间分析的综合能力, 保留了迹线平面的求解; 为变学生在学习中的被动接受为积极的创造性思维从而培养较强的空间想象力, 增加了构型设计; 为适应计算机造型技术的发展, 增加了透视投影, 计算机绘图部分介绍交互绘图软件使用和计算机绘图原理, 且置于工程图样前面, 可使学生在基本掌握计算机绘图的基本技能后, 在工程图的绘制中进行计算机绘图的练习, 从而通过本课程的学习掌握计算机绘图技术, 为在后继课程中顺利进行计算机辅助设计打下良好的基础, 为高质量地培养高素质的人才提供有力保证。

本书在图例选择方面尽量选用国家标准上出现的图例, 以适应各学校原有的教学资料条件。书中所有涉及国家标准的内容均采用最新标准(包括 1999 年 7 月 1 日开始实施的所有标准)。

与本书配套的有习题集和电子出版物(光盘)。电子出版物包括电子挂图集和习题集(含分析与分步解答), 电子挂图集内包括有教材中的 1000 多幅平面插图、约 500 个立体模型图和数十个动画; 电子版习题集可供有条件的学生上机练习用, 系统只需要安装 AutoCAD R14 即可使用。该光盘插入光驱后即可自运行, 其使用方法在光盘中有详细说明。

此外, 还将出版与本书配套的综合 CAI 软件系统, 该系统由授课平台、典型题例分析、智能化学水平自测和考核命题系统组成。使用本教材, 借助于综合 CAI 软件系统进行教学, 可免除黑板画图, 降低任课教师的劳动强度, 极大地方便教学; 丰富的动画、动态的解题过程和同步的动态文字显示及配音讲解, 可降低学生接受知识的难度; 同时将有效地节省教学学时, 缓解教学内容增加而教学学时数减少的矛盾。

本书除作为高等工业学校机械类各专业画法几何及工程制图课程的教材外, 还可供其他

近机类、非机类专业，以及职工大学、函授大学、电视大学等的有关专业选用，也可作为与综合 CAI 软件系统配套的远程授课教材。

本书由王兰美、刘衍聪主编，殷昌贵、董大勇、王黎静任副主编，孙玉峰、孙永进、邢自聪、耿鹏参编；由中国工程院院士、主席团成员、机械与运载学科部主任姚福生先生和山东工业大学教授、山东工程图学会理事长戴邦国先生主审。

本书在编写过程中得到了许多领导的支持和帮助，陈斌、王配合等同志帮助绘制了大量插图，对此我们表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中一定存在许多缺点甚至错误，欢迎读者批评指正。

编 者

1999 年 7 月

绪 论

本章介绍工程设计概念及工程图学在设计过程中的应用和关于投影方法的基本知识。



1. 现代工程设计图学的研究内容

现代工程设计图学主要研究工程图的图示理论和方法、工程信息的可视化等问题,它将满足从概念设计到详细的各个阶段不同应用层次、不同应用系统以及不同应用环境的需要。爱因斯坦说过:“想象力比知识更重要,因为知识是有限的,而想象力能够拥抱整个世界……,从而推动进步,或产生进化。”所有的工程设计问题,都要涉及组织分析、问题求解原理、交流设计思想和技巧,要求工程设计人员在科学理论和工业生产方面有一定的基础,能够运用科学家发现的科学原理,将原材料和能源转化成所需的产品和设备。其最神圣的职责是创造性地将这些科学原理应用到新产品或新系统上。

在生产和科学实验的基本层次上,工程图样的确是工程界的技术语言。设计者用图样表达设计的对象,制造者以图样了解设计要求并制造产品,人们还应用图样进行科学技术交流。所以说,图样是设计的成果、制造的依据、交流的工具。工程图学就是研究求解图形问题的一门总体的学科,是培养空间形象思维能力和空间分析能力的学科。

本课程主要包括三部分内容:画法几何、工程制图与计算机绘图。

画法几何是将三维的立体投影到二维的平面上,并可采用图解方法来确定该立体的长度、角度、形状和其他描述性信息。它是工程图学的理论基础,也是培养图解空间几何问题能力的基础。

工程制图是指具体工程设计问题解法的图形描述,是制造(施工)、检验(验收)的依据且具有法律效力,它表示机器、设备及建筑物的形状、大小、规格和材料等内容,按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上,是表达设计思想及技术交流的重要技术文件之一,被喻为工程界的技术语言。

计算机应用技术的不断发展,使绘图方式发生了革命性的变化,不但保证了绘图速度快、精度高,而且可以实现手工绘图无法做到的图形编辑操作,还可以生成三维立体真实感图形,这便是计算机图形学所研究的内容。

2. 与机械工程学科相关的工程技术领域

现代工程技术领域包括:航空航天工程、农业工程、化学工程、土木建筑工程、运输工程、信息电气工程、核工程、石油工程、机械工程等,几乎所有的工程领域都与机械工程相关。

航空航天工程分为基础研究与设计技术。基础研究是通过研究已知的原理来发现新的概念和基本原理。设计技术则是将这些新的概念和基本原理转化成实际应用成果,以提高技术发展水平。

农业工程所研究的农用设备与机械,包括汽油和柴油发动的装置(如泵、灌溉机械和拖拉机)及各种农田作业、农副产品加工和饲养禽畜用供暖系统的机械。

土木建筑工程是一门最古老的工程学科,它与我们几乎所有的日常生活密切相关,我们居住和工作的大楼、赖以生活的给排水系统都是土木工程的产物。这些工程的建设离不开机械设备,这些设备习惯被称之为建筑机械设备,均需机械工程师设计制造。

与信息电气工程相关的是电能的利用与分配设备和电子设备;如计算机、电子仪器仪表及自动控制设备等。这些设备的设计制造大都与机械工程密切相关。

工业工程是较新的工程专业之一。工业工程是研究由人力、材料和设备构成的综合系统的设计、改进和安装。它运用数学、物理学和社会科学方面的专业知识和技巧以及工程分析和设计方面的原理和方法来规定预测和评价由这样的系统获得的结果。工业工程与其他工程学科的区别在于它与人类及其行为和工作条件密切相关。通常,工业工程师需要管理人力、机器设备、材料、方法、经费和有关的市场。

核工程的和平利用分为两大类:辐射和核动力反应堆。辐射是能量以波的形式通过物质或空间进行传播。在原子物理学中,辐射包括高速运动的粒子(α 射线、自由中子等), γ 射线以及X射线。核科学与植物学、化学、医学和生物学密切相关。核反应堆用作燃料以常规方式带动涡轮发电机发电。

寻找石油与天然气是石油工程的主要课题,需要研究各种石油产品的输送和分离技术。油气开采除了必需的地质资料以外,还必须要求机械工程师研究设计出高效的钻井与采油设备。石油炼制与化学工程涉及的化工设备分为通用机械设备和专用化工设备。其中通用设备属于机械工程范畴。地下开采矿石也要求机械工程师研究设计新型的矿山机械,以提高生产率,降低劳动强度。

发电需要原动机为发电机提供动力来生产电能。机械工程师设计和监督蒸汽机、涡轮机、内燃机和其他原动机的运行。

运输工具包括载重汽车、公共汽车、小汽车、机车、船舶以及飞机的设计和制造,这些都由机械工程师进行。

航空科学与技术要求机械工程师不仅要研制飞机控制系统和环境系统,而且要研制飞机的发动机。

船舶由蒸汽机、柴油机或燃气发动机提供动力,它们由机械工程师进行设计。船舶上的照明、供水、制冷和通风等都由供电设备供给动力,也是由机械工程师设计的。

制造业要求机械工程师不断设计新的产品,提高制造产品的经济效益,并保证产品符合质量要求。

核工程要求机械工程师研制和处理放射性保护设备和材料。机械工程师在核反应堆的建造中起着重要的作用。

由上述可知机械工程的专业领域涉及发电、运输、航空科学与技术、船舶、制造业、供电业务和原子能等。

3. 工程设计的分类及设计过程

工程设计图学提供解决技术问题方法。从事工程设计的工程师必须画出许多草图和图纸,制定出初步设计方案,然后才有可能与同事互相交流切磋。

(1) 工程设计的分类

大多数设计问题可以分成系统设计和产品设计两大类。

系统设计讨论将现有的产品和部件组合成能够产生预期结果的独特系统的格局问题。如住宅大楼是由图1所示的部件和产品组成的复杂系统。系统设计首先应进行工程分析,它涉及法律问题、经济学、档案资料、人际因素、社会问题、科学原理以及政治因素等(图2)。



图1 系统设计问题

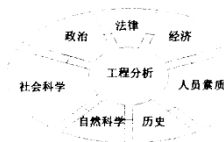


图2 系统设计的工程分析

产品设计要探讨大批生产的产品,如器械、工具或玩具的设计、测试、制造和销售;产品设计与市场需求、生产成本、性能要求、销售量以及利润预测有关(图3)。

(2) 工程设计的过程

设计是一种将各种原理、资源和产品组合起来提出解决某一问题的最初方案的艺术。

设计过程分以下六步:(1)问题的认识;(2)初步设计方案;(3)问题的细化;(4)分析;(5)决策;(6)实现(图4)。设计师按上述顺序工作,但在设计过程中,前面的步骤还可能回过头去重复进行。

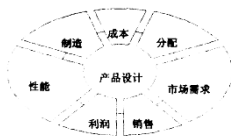


图3 产品设计问题



图4 产品设计分析过程

大多数工程问题的认识需要进行大量的调查研究,需要收集几种类型的数据,包括现场数据、意见调查、历史记载、个人的观察材料、经验资料以及物理测量的数据和特征(图5)。

第二步是要尽量多地收集解决问题的设计方案(图6)。初步设计方案的思路应尽可能地广阔,能提出独到的解决办法,从根本上革新现有的方法。应当画出许多初步设计方案的概略草图,并加以保存,以产生最初的设计方案,促进设计过程的进行。设计方案及其说明应当记在草图上。



图5 工程设计认识过程



图6 设计草案确定

接下来,选出几个较好的初步设计方案进行细化,以确定它们各自的真正优点所在。将草图画成比例图,便于进行空间分析、评价测度,以及会影响设计的面积和体积计算,必须考虑空间的关系、平面间的角度、构件的长度、曲面与平面的交线等。

设计过程中运用工程与科学原理最多的步骤就是分析,即评价最佳的设计方案,比较各方案在成本、强度、性能和市场前景等方面的长短处。图形分析法是检查设计方案的一种手段,难以用数学方法表示的数据可以用图形法进行分析。缩小的模型亦可以用作分析工具,帮助建立运动部件和外观的关系,以评价别的一些设计方面的特性。

这一阶段必须作出决策,选出一个设计方案作为解决设计问题的正式方案。通常,最终的设计方案是兼有若干设计方案中许多优点的折衷方案。

最终的设计方案必须以具有可操作性的形式来表示(图7)。加工图和技术规范通常用作产品制造的依据,无论该产品是小型的金属件,还是一座巨大的桥梁。工人必须拿到制造每个零件的工作图、详细说明书、精度要求等技术文件,以保证生产出合格的制品。加工图必须足够明晰,为承包商对项目进行投标提供合法的合同基础。

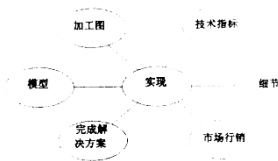


图7 工程设计的实现

4. 现代工程设计技术对工程图学的要求

制造技术的水平反映了一个国家的生产力水平,直接关系到传统产业的改造和科学技术的进步。计算机辅助技术的飞速发展,使生产企业进入了空前发展的新时期,全球的工程领域正在发生着一场翻天覆地的变化。现代工业产品必须具备功能好、外观美、价格低的特点,才能在激烈的市场竞争中具有取胜的优势。这就要求设计师必须能够适时地、敏捷地综合分析有关信息,预见和判断社会对未来的需求及产品的发展趋势,并且具有高度的创造思维能力、空间想象能力、形体设计和表达能力等素质。

作为技术基础课的工程图学,它是人类生产实践活动经验及智慧的结晶,亦是促进社会发展的科学技术之重要的组成部分,是在满足工程设计需要的条件下诞生和发展起来的。

20 世纪中叶,生产特征是单件或小批量,设计模式为经验设计。当时解决工程设计问题主要依靠图解图示法及经验方式。在此阶段传统的画法几何及工程制图仍能满足上述要求。

但是到了 80 年代后期,社会需求与动力相对出现很大变化,生产方式为多品种、小批量,许多重工业部门已逐步应用了微机等自动化设备系统,人类已从工业社会进入到信息时代,以大规模集成电路为核心的高科技产品占有十分重要的主导地位。同时,随着 PC 机及工作站的普及使用,设计模式也从凭经验向着以计算机辅助设计(CAD)、柔性制造(FMS)、计算机集成制造(CIM)为主要技术手段的生产自动化阶段发展,生产流程中的传统媒介——工程图样,已逐步被磁盘、光盘等信息存储介质所取代。显然,这时的传统工程图学已明显处于不相适应的地位,工程实际不再是只要求产生单纯的图样,而是要求产生从市场预测、概念设计、详细设计、分析、制造、装配、检验等各生产过程所需要的基本信息。因此,必须以传统工程图学为主体,融合设计学及计算机图形学而形成具有强大生命力的交叉学科——现代工程设计图学。参照美国工程设计制图学会(Engineering Design Graphics Society)1990

年提出的现代工程图学模型,结合现代工业发展的实际情况,我们认为一个现代工程设计图学模型应具有如图8所示的基本特征。

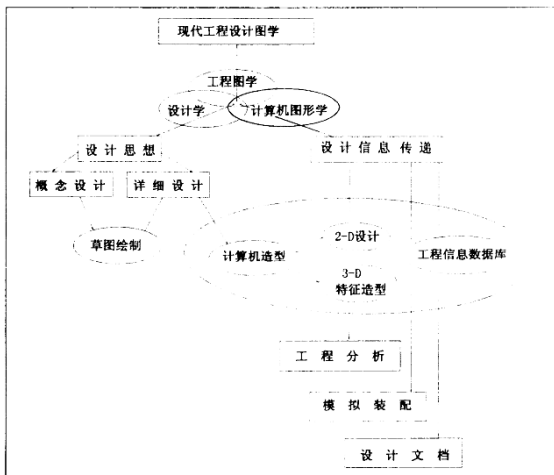


图8 现代工程设计图学

现代工程设计制图就是培养这种素质的一项不可缺少的内容和途径,它是工程图学学科为适应工业进程、生产方式、社会需求、设计模式等而发展起来的一门体现先进设计思维的技术基础课,是传统工程图学、设计学、计算机图学这三大块的有机结合,构成了互相渗透、互为基础的融合关系。从现代工程设计图学的理论基础来看,它由投影理论、几何理论和计算机理论构成,主要包括画法几何、多面正投影、轴测投影、透视和阴影、多维画法几何、解析几何、射影几何、分析几何、程序设计理论、数据结构、数据库等。

从现代工程设计图学的学科的分支情况来看,它具有共同的学科理论基础,同时具有鲜明的专业特点,譬如机械制图就是工程图学的一个分支和研究绘制机械图样的学科,不但应用了工程图学的基本理论与技术,而且体现了机械设计与制造的



图9 工程设计制图的分类

专业特点。类推,土木建筑制图、化工制图等都是工程图学学科分支,如图9所示。

5. 本课程的学习要求和方法

作为工程技术人员,通过本课程的学习,应当对机械的相关领域、工程设计的分类及现代的工程设计方法有所了解;基本掌握平面、组合体、零部件的构型设计方法和原则;熟练地掌握工程中采用的几种图示方法,具备绘制和阅读图样的能力和到达以下要求:

- (1) 学习投影法的基本理论,为绘制和应用各种工程图打下良好的理论基础;
- (2) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力;
- (3) 培养解决空间几何问题的图解能力,以及将科学技术问题抽象为几何问题的初步能力;
- (4) 通过构型设计训练,培养创新意识,发展空间构思能力、分析能力和表达能力;
- (5) 通过典型的软件使用,基本掌握计算机绘图的基础知识和技能;
- (6) 培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

关于本课程的学习方法,应该坚持理论联系实际的学风。要认真学习投影理论,在理解基本概念的基础上,由浅入深地通过一系列的绘图和读图实践,不断地由物画图,由图想物,分析和想象空间形体与图纸上图形之间的对应关系,逐步提高空间想象能力和空间分析能力,掌握正投影的基本作图方法及应用。

做习题和作业时,应在掌握有关基本概念的基础上,按照正确的方法和步骤作图,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,熟悉制图的基本规格和基本知识,遵守《技术制图》、《机械制图》国家标准的有关规定,并学习查阅和使用有关手册和国家标准,通过作业培养绘图和读图能力。

制图作业应该做到:投影正确,视图选择与配置恰当,尺寸完全,字体工整,整洁美观,符合《技术制图》、《机械制图》国家标准。在结构方面,初步懂得要注意生产的要求。

由于图样在生产中起着很重要的作用,绘图和读图的差错,都会给生产带来损失,所以必须在做习题、作业时,培养认真负责的态度和严谨细致的作风。

本课程只能为学生的工程设计能力的培养打下初步基础,在后继课程、生产实习、课程设计和毕业设计中,还要继续培养与提高这种能力。

二 投影的方法

1. 投影的方法

物体在光线照射下,就会在地面或墙面上产生投影。人们根据这种自然现象加以抽象研究,总结其中规律,提出了投影的方法。如图10所示,设光源 S 为投射中心,平面 P 为投影面,在光源 S 和平面之间有一空间点 A ,连接 SA 并延长与 P 面交于 a 点,形成 Saa 投影线, a 即为空间点 A 在投影面 P 上的投影。由于一条直线只能与平面相交一点,因此当投射方向和投影面确定后,点在投影面上的投影是

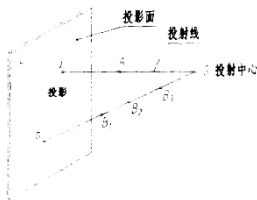


图10 投影方法

唯一的。

这种使物体在投影面上产生图像的方法称为投影法。工程上常用各种投影法来绘制图像。

2. 投影法的分类

投影方法一般分为中心投影法和平行投影法两类。

中心投影法：投射射线都汇交于一点的投影方法称为中心投影法（图 11）。

平行投影法：投射射线都互相平行的投影方法称为平行投影法（图 12）。

平行投影法又可分为两种：

（1）斜投影法：投射射线与投影面相倾斜的平行投影法。如图所示 12a。

（2）正投影法：投射射线与投影面相垂直的平行投影法。如图所示 12b。

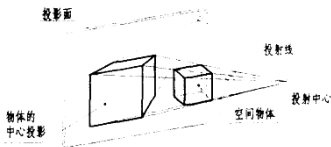


图 11 中心投影法

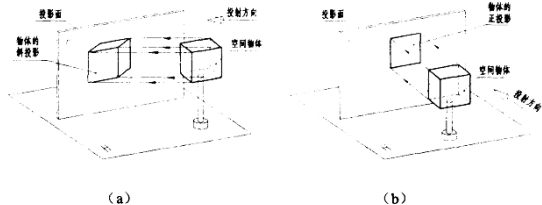


图 12 平行投影法

比较中心投影法和平行投影法所得的投影图，可知应用正投影法能在投影面上较正确地表达空间物体的形状和大小，而且作图也比较方便，因此在工程制图中得到广泛的应用。本书主要叙述正投影方法。

3. 工程上常用的几种投影图

图作为一种工具，对于解决工程及一些科学技术问题起着重要的作用。因此对图就有严格的要求，一般来说这些要求是：

（1）根据图形应当能完全确定空间形体的真实形状和大小；

（2）图形应当便于阅读；

（3）绘制图形的方法和过程应当简便。

由前述的中心投影法和平行投影法可以看出，不论用哪种投影法，仅仅根据一个投影是确定不了空间形体的形状和位置的。如图

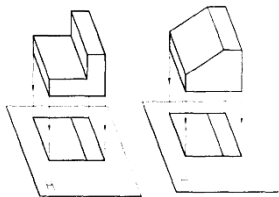


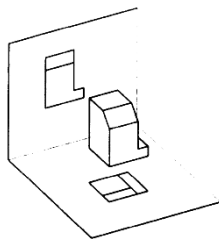
图 13 两个不同形状物体的 H 面投影相同

10,只凭点的一个投影 b 并不能确定该点的空间位置,因为在同一条投射线上的任何点(如 B_1, B_2, B_3)都投影为 b 。又如图 13,两个不同形状的物体在 H 面上的投影形状是相同的。因此,为了使投影图达到上面所提出的要求,就必须附加某些条件,根据投影法和附加条件的不同,工程上采用以下四种投影图:正投影图、轴测投影图、标高投影图和透视投影图。

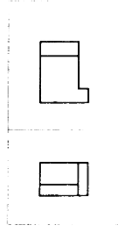
下面分别介绍这四种投影图的主要特点和应用范围。

① 正投影图

利用正投影的方法,把形体投射到两个或两个以上互相垂直的投影面上(图 14a),再按一定规律把这些投影面展开成一个平面,便得到正投影图(图 14b)。根据正投影图很容易确定物体的形状和大小,其缺点是直观性较差,但经过一定训练以后就能看懂。正投影图在工程上用得最广,也是本课程学习的重点。



(a) 投影情况

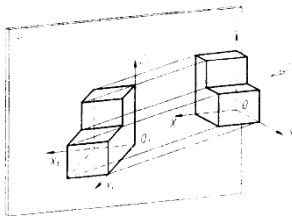


(b) 正投影图

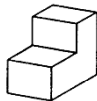
图 14 物体的两面正投影图

② 轴测投影图

利用平行投影法,把物体连同它所在的坐标系一起投影到一个投影面上,便得到轴测投影图(图 15)。轴测投影图有一定的立体感,容易看懂,但画起来较麻烦,并且对复杂机件也难以表达清楚,所以在工程上一般只作为辅助性的图来运用。



(a) 投影情况



(b) 轴测投影图

图 15 物体的轴测投影图

③ 标高投影图

标高投影图是利用正投影法,将物体投影在一个水平投影面上得到的(图 16)。为了解决物体高度方向的度量问题,在投影图上画出一系列的等高线,并在等高线上标出高度尺寸(标高)。这种图主要用于地图以及土建工程图中表示土木结构或地形。

④ 透视投影图

透视投影图是根据中心投影法绘制的,这种图符合人眼的视觉效果,看起来比较自然,尤其是表示庞大的物体时更为优越。但是由于它不能很明显地把真实形状和度量关系表示出来,同时由于作图很复杂,所以目前主要在建筑工程上作辅助性的图使用(图 17)。随着计算机绘图的发展,透视图在工程上的应用将会迅速增加。

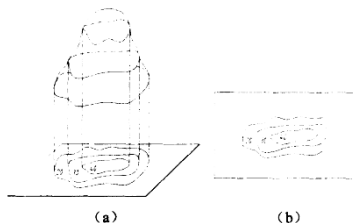


图 16 标高投影图



图 17 透视投影图

思考题

1. 工程设计制图研究的内容包括哪三部分?各研究哪些内容?
2. 工程技术领域大概分哪些方面,其与机械工程的关系体现在何处?
3. 一般工程设计问题涉及哪些方面?
4. 解决一般工程设计问题的步骤如何?
5. 投影法分为哪几类?
6. 工程上常用的投影图有哪一种?
7. 请自己到儿童乐园选一种儿童游戏器械,如荡船、秋千、电马、童车等,说明其设计步骤。提出新的设计方案。试分析现有设计方案的优缺点,并图示你的设计方案。

第 1 章

几何元素的投影

从几何的观点看,物体是由面围成,面是由线构成,线由点确定。为了正确而迅速地画出物体的投影和分析空间几何问题,必须首先研究与分析空间几何元素(点、线、面)的投影规律和投影特性。

1.1 点的投影

由前述投影性质可知,空间点在一个投影面上的投影不能确定点的空间位置,它需由在不同投影面上两个或者三个投影来确定。在工程制图中通常取这些投影面是互相垂直的。

1.1.1 点在两面体系中的投影

如图 1-1 所示为空间两个互相垂直的投影面,处于正面直立位置的投影面称为正投影面,以 V 表示,简称 V 面;处于水平位置的投影面称为水平投影面,以 H 表示,简称 H 面。 V 面和 H 面所组成的体系称为两投影面体系。 V 面和 H 面的交线称为 OX 投影轴,简称 X 轴。为了区别起见,将 X 轴以下的正投影面,以 V_1 表示; X 轴以后的水平投影面以 H_1 表示, $V(V_1)$ 、 $H(H_1)$ 把空间分成四个分角,依次用 I 、 II 、 III 、 IV 表示。



图 1-1 两投影体系

一、点的两面投影图

首先研究点在第 I 分角内的投影。如图 1-2 所示,由空间一点 A 向 H 面作垂线,其垂足就是 A 点在 H 面上的投影,称为 A 点的水平投影,以 $a^{(H)}$ 表示。再由 A 点向 V 面作垂线,其垂足就是 A 点在 V 面上的投影,称为 A 点的正面投影,以 $a^{(V)}$ 表示。将 H 面绕 X 轴向下旋转使与 V 面重合在同一平面位置上,就得到点的两面投影图。因投影面可根据需要扩大,故一般不画出投影面的边界。

反过来,有了点的正面投影和水平投影,就可确定该点的空间位置。可以想象图中 X 轴上的 V 面保持直立位置,将 H 面绕 X 轴向前转 90° 呈水平位置,再分别从 a' 、 a 作 V 、 H 投影面的垂线,相交即得空间点 A ,从而唯一地确定了该点的空间位置。

① 本书用大写字母作为空间点的符号,分别用小写字母和小写字母加撇表示该点的水平投影和正面投影。

二、两面投影图中点的投影规律

由图 1-2 可知, Aaa_Xa' 是个矩形, $a'a_X$ 、 aa_X 都垂直 X 轴, H 面向下旋转后, a 、 a' 的连线 aa' 一定垂直于 X 轴, 由此可得出点的投影规律:

(1) 点的水平投影和正面投影的连线垂直 X 轴。即 aa' 垂直 X 轴。

(2) 点的水平投影到 X 轴的距离等于空间点到 V 面的距离。即 $aa_X = Aa'$ 。

(3) 点的正面投影到 X 轴的距离等于空间点到 H 面的距离。即 $a'a_X = Aa$ 。

三、其他分角中点的投影

如图 1-3 所示, 空间点 B 、 C 、 D 分别处于 II 、 III 、 IV 分角中, 各点分别向相应的投影面作投射射线, 就可以得到各点的正面投影和水平投影。当前半的 H 面向下旋转 (也即后半 H_1 面向上旋转) 与 V 面 (V_1 面) 重合后得到各点的投影图。显然这些点的投影也必定符合上述投影规律, 但各点的投影在图上的位置有如下的特点:

第 II 分角中的 B 点, 正面投影 b' 和水平投影 b 同在 X 轴的上方。

第 III 分角中的 C 点, 正面投影 c' 在 X 轴下方, 水平投影 c 在 X 轴上方。

第 IV 分角中的 D 点, 正面投影 d' 和水平投影 d 同在 X 轴下方。

四、投影面和投影轴上点的投影

在特殊情况下, 点也可以位于投影面上和投影轴上。点在哪个面上, 它与这个投影面的距离就为零, 并且与该投影面上的投影重合, 而另一投影在投影轴上。如图 1-4 所示, M 点在 H 面上, 则 m 与 M 重合, m' 在 X 轴上, 同理, K 点也如此。 N 点在 V 面上, 则 n' 与 N 重合, n 在 X 轴上, 同理 L 点亦如此。当

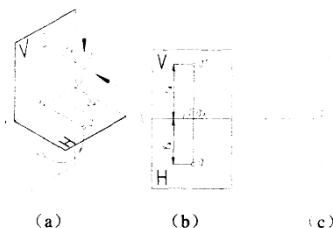


图 1-2 点在第一分角中的投影

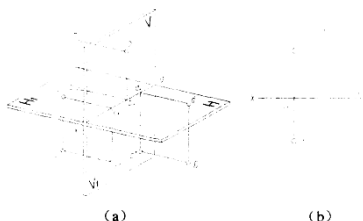


图 1-3 其他分角中点的投影

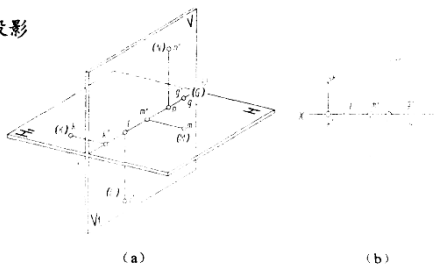


图 1-4 投影面和轴上点的投影

点在投影轴上时,它的两个投影均与空间点重合在投影轴上。如 G 点在 X 轴上,则 g 、 g' 与 G 均重合在 X 轴上。

1.1.2 点在三投影面体系中的投影

一、点的三面投影图

如图 1-5a 所示,如在两面体系上再加上一个与 V 、 H 均垂直的投影面,它处于侧立位置,称为侧投影面,以 W 表示,简称 W 面,这样三个互相垂直的面就组成一个三投影面体系。 H 、 W 面的交线称为 Y 投影轴,简称 Y 轴; V 、 W 面的交线称为 Z 投影轴,简称 Z 轴,三个投影轴的交点 O 称为原点。

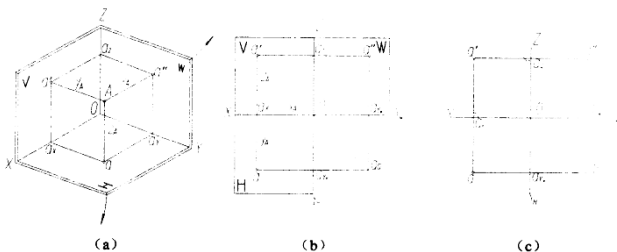


图 1-5 点在三投影面体系中的投影

设有一空间点 A , 分别向 H 、 V 、 W 面进行投射得 a 、 a' 、 a'' , a'' ^① 称为 A 点的侧面投影。将 H 、 W 面分别按箭头方向旋转, 使与 V 面重合, 即得点的三面投影图 (图 1-5b)。其中 Y 轴随 H 面旋转时, 用 Y_H 表示; 随 W 面旋转时, 用 Y_W 表示。通常在投影图上只画出其投影轴不画投影面的边界 (图 1-5c)。

二、点的直角坐标与三面投影的关系

如把三投影面体系看做空间直角坐标系, 则 H 、 V 、 W 面即为坐标面, X 、 Y 、 Z 轴即为坐标轴, O 点即为坐标原点。由图 1-5 可知, A 点的三个直角坐标 x_A 、 y_A 、 z_A 即为 A 点到三个坐标面的距离, 它们与 A 点的投影的关系如下:

$$Aa'' = aa_Y = a'a_Z = Oa_X = x_A$$

$$Aa' = aa_X = a''a_Z = Oa_Y = y_A$$

$$Aa = a'a_X = a''a_Y = Oa_Z = z_A$$

由此可见: a 由 x_A 、 y_A 确定;

a' 由 x_A 、 z_A 确定;

①本书用与空间点符号相应的小写字母加两撇, 作为该点的侧面投影符号。