

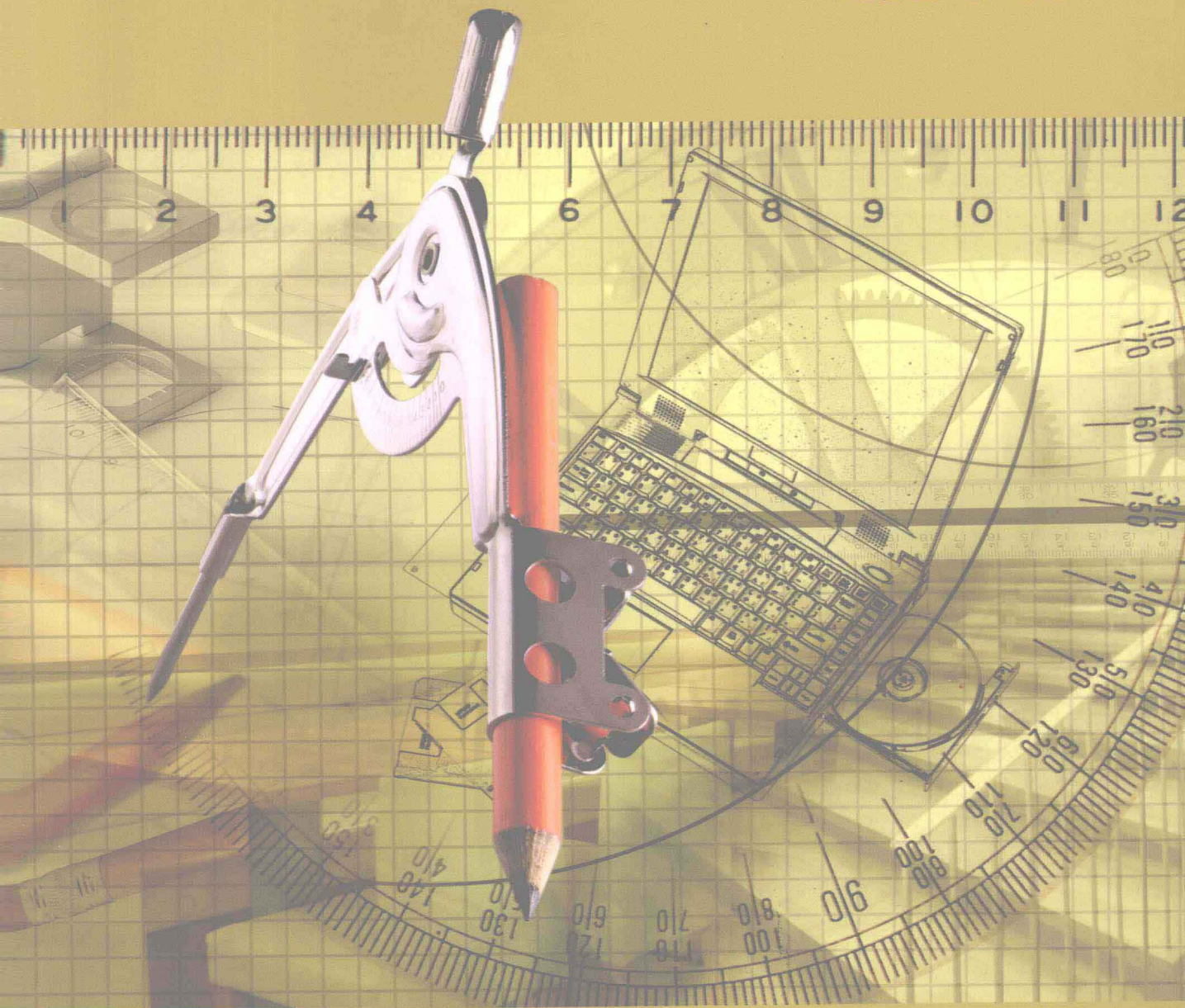
GONGCHENGZHTU

21世纪高等学校教材

工程制图

(第2版)

王台惠 等 编著



兵器工业出版社

21 世纪高等学校教材

工 程 制 图

(第 2 版)

王台惠 等 编著

兵器工业出版社

内 容 简 介

本教材是根据教育部颁发的高等学校工科“画法几何与工程制图课程教学基本要求”编写的。本教材加强了对草图、零件图、计算机绘图、其他工程制图等部分的要求,参考学时范围为 50~100 学时。

本教材的主要内容包括:绪论,制图的基本知识和技能,点、直线、平面的投影,立体的投影,组合体,轴测投影图,机件的各种表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图,计算机绘图简介,其他工程图介绍。书中全部采用我国最新颁布的技术制图和机械制图等国家标准。

本教材除可作为高等学校工程图学课程的教材外,也可供专科学校、中专学校、高等职业学校、成人教育学院、职大、电大、函大等院校的相近专业使用,还可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/王台惠等编著. —2 版. 北京:兵器工业出版社,2008. 8

ISBN 978-7-80248-034-6

I. 工… II. 王… III. 工程制图—高等学校—教材
IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 047362 号

出版发行:兵器工业出版社
发行电话:010-68962596,68962591
邮 编:100089
社 址:北京市海淀区车道沟 10 号
经 销:各地新华书店
印 刷:北京蓝海印刷有限公司
版 次:2008 年 8 月第 2 版第 1 次印刷
印 数:1—3050

责任编辑:常小虹
封面设计:李 晖
责任校对:郭 芳
责任印制:赵春云
开 本:787×1092 1/16
印 张:17
字 数:430 千字
定 价:26.80 元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

《工程制图》编委会

主 编 王台惠

副主编 张敬芳 李 萍 薛爱文

编 委 武学峰 王鹏锦 贺彩云

主 审 梁世熙

序

“工程图学”这门学科，是随着人类生产活动的发展而发展起来的，工程图学的产生和发展是紧密地围绕人类的技术进步进行的。用图来表达技术思想的时间可与人类的历史等长。

我国劳动人民自古以来就在“工程图学”方面有着辉煌的成就，特别是近 30 年来，工程图学的内容日渐扩展，除“图示”的理论、技术和标准日益完善外，“图解”、“图算”、“图表”的内容也在不断增加。随着计算机技术的飞速发展，使传统的工程图学内容、设计和制造方法以及组织生产的模式都发生了深刻的变化，计算机图学已渗透到各个研究领域，在各行各业中都得到了越来越广泛的应用和实践。

今天的工程图学包含着许多新观念、新概念、新理论和新方法，这就迫使我们要对课程体系、教材内容和教学方法进行深入的研究。旧的教材内容已远远落后于学科的发展，需要在许多方面予以改进。

王台惠等编著的《工程制图》一书，是在总结了编写组成员多年的教学经验的基础上，借鉴和吸收了教学改革的成功经验，并采用最新的国家标准编写的。全书删减了画法几何的部分内容，加强了对学生画图、看图能力的培养，增加了工程图学发展史、计算机绘图和其他工程图样绘制等章节和内容，突出了实用性。

该书具有语言简练、结构清晰、应用领域广、易学易用等优点，可满足高等学校各专业的使用要求，同时也可供各专科学校、高等职业学校、成人教育学院以及职大、电大、函大等院校的相近专业使用。

张少琴

2008 年 1 月

再版前言

本教材是根据教育部颁发的高等学校工科“画法几何与工程制图课程教学基本要求”编写的，参考学时范围为 50 ~ 80 学时。

本教材包括画法几何、机械制图、计算机绘图和其他工程制图四部分，共分十二章。

本教材自 2004 年 1 月出版以来，由于具有结构紧凑、内容新颖、通俗易学、实用性强等优点，受到了广大读者的一致好评。这次再版坚持贯彻了“基础理论教学要以应用为目的，以必需、够用为度，以掌握概念、培养能力和提高素质为教学的重点”的原则，总结多年的教学经验，采用我国最新颁布的技术制图和机械制图等国家标准，对某些章节的某些内容进行了较大的删减和补充，使得教材内容更符合教学的基本要求。

本教材由王台惠任主编，参加本教材编写的有王台惠（第十二章）、张敬芳（第五章、第十章）、薛爱文（第七章、第十一章）、李萍（第四章、附录一、附录三）、武学峰（第一章、第三章、附录二及其他内容）、王鹏锦（第六章、第八章、附录四）、贺彩云（第二章、第九章）等同志。

本教材由中国工程图学学会常务理事、山西省工程图学学会理事长、太原理工大学梁世熙教授主审，主审对初稿提出了许多宝贵意见，对此表示衷心感谢。

在教材编写过程中，得到了全国人大常委会副秘书长、民建中央副主席张少琴博士的指导并为本书作序，得到了太原科技大学制图教研室全体同仁的大力支持和帮助。在此，对关心和支持本教材编写、出版的同志一并表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，时间仓促，本教材肯定会存在一些缺点甚至错误，敬请使用本教材的教师和广大读者批评指正。

编著者
2008 年 4 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 工程制图发展简史.....	1
第二节 本课程的研究对象和任务.....	5
第三节 投影法的基本知识.....	5
第四节 本课程的学习方法.....	7
第二章 制图的基本知识和技能	9
第一节 绘图工具及其使用方法.....	9
第二节 国家标准《技术制图》介绍	11
第三节 几何作图	22
第四节 绘图的方法和步骤	27
第三章 点、直线、平面的投影	30
第一节 点的投影	30
第二节 直线的投影	33
第三节 平面的投影	39
第四节 直线与平面、平面与平面间的相对位置.....	44
第五节 综合问题图解	47
第六节 投影变换	50
第四章 立体的投影	58
第一节 基本几何体的投影	58
第二节 平面与立体相交	64
第三节 直线与立体相交	67
第四节 两立体相交	68
第五章 组合体	76
第一节 三视图的形成及其投影规律	76
第二节 组合体的形体分析法和线面分析法	77
第三节 组合体的画图和看图方法	80
第四节 组合体的尺寸标注	89
第六章 轴测投影图	97
第一节 轴测图的基本知识	97
第二节 正等测图的画法	98
第三节 斜二测图的画法.....	102
第七章 机件的各种表达方法	104
第一节 视图.....	104

第二节	剖视图	108
第三节	断面图	115
第四节	局部放大图和简化画法	117
第五节	综合应用举例	121
第六节	第三角画法简介	122
第八章	标准件和常用件	125
第一节	标准件	125
第二节	常用件	144
第九章	零件图	151
第一节	零件图的内容	151
第二节	零件的结构分析	152
第三节	零件图的视图选择和尺寸标注	155
第四节	零件图上的技术要求	163
第五节	零件图的画法	171
第六节	看零件图的方法步骤	174
第十章	装配图	176
第一节	装配图的内容	176
第二节	装配图的视图表达方法	177
第三节	装配图的尺寸标注	179
第四节	装配图的序号和明细栏	180
第五节	装配结构简介	181
第六节	部件测绘和装配图的画法	182
第七节	读装配图和由装配图拆画零件图	185
第十一章	计算机绘图简介	188
第一节	绘图软件 AutoCAD2004 简介	188
第二节	绘图前的准备工作	194
第三节	使用 AutoCAD2004 绘制组合体的三视图	197
第十二章	其他工程图介绍	206
第一节	房屋建筑图	206
第二节	电气图	214
第三节	管理图	220
第四节	焊接图	223
第五节	展开图	228
附录一	公差与配合(摘录)	233
附录二	螺纹(摘录)	241
附录三	标准件	247
附录四	常用标准数据和标准结构	257
参考文献		259

第一章 绪 论

第一节 工程制图发展简史

工程制图这门学科，是随着人类生产活动的发展而发展起来的。

传说在非常遥远的远古时代，盘古氏制巨斧，开天辟地；女娲氏捏泥人，炼石补天；有巢氏避猛兽，构木为巢；燧人氏烧熟食，钻木取火；伏羲氏教狩猎，创画八卦；神农氏尝百草，制作农具；轩辕氏造车船，磨制兵器；共工氏平田地，兴修水利；《史记·夏本纪》中还传有大禹治水时“左准绳，右规矩，载四时，以开九州，通九道，陂九泽，度九山……”这些都是传说，不足作为人类最早制作工具、绘制图样和使用绘图工具的凭证。但是，人类的进化史告诉我们，生活在远古时代的类人猿就已经懂得了把树枝和天然石块当做工具，用来帮助自己达到不太容易达到的目的。那时候的古猿，虽然不可能有图的概念，但在选择和使用天然工具的过程中，他们的头脑中已经产生了物件的雏形，即物体轮廓的模糊概念。

人毕竟在不断地进化，进入了石器时代，随着生产力的不断发展，天然工具已远远满足不了自身生存和征服大自然的需要，刚从古猿进化为人类的人，已掌握了制作工具的技术，头脑中已经有了器具的明确概念，懂得了怎样才能制造出更好更适用的石器。可以想象，在制作石器时，当石器的制造者和使用者向别人叙述物件的形状而用语言和手势很难表达清楚时，灵感会促进他用硬物在沙土地上画出该物件的大致轮廓。这样一来，一个最原始的工程图就诞生了。

迄今为止，虽然有大量的出土文物和历史史料可以考证，人们仍没有也无法弄清工程图的起始年月。但是，我们知道，人类区别于古猿的重要标志是人类不但能够使用工具，而且能够制造工具。我们还知道，从人类同古猿告别时，人类就开始掌握了绘制和使用工程图的技术。因此，可以这样认为：工程图的诞生和发展是紧密地围绕人类的诞生和技术进步进行的，用图来表达技术思想的时间与人类的历史等长。

我国劳动人民自古以来就在工程制图方面有着辉煌的成就，从出土的古代建筑、器械和古墓图案中，都可以看出我们的祖先早就具有丰富的几何知识和图示能力。

考古发现，在河南舞阳贾湖遗址中，出土了距今 8000 年以前的陶罐和龟甲。在陶罐的口沿下，刻画着一个光芒四射的太阳图像，在龟甲上还有日字的刻画符号和天象的记录，这是发现时代最早的用图来表达人类对太阳崇拜的实物资料。

在距今已有 7000 年历史的浙江余姚河姆渡遗址中，除了发现大量的木耜、木杵、石磨等生产工具和食物加工工具外，还发现了大规模的干栏式建筑。从出土的木构件来看，在一些垂直相交的节点上已采用了榫卯工艺。这些榫卯制作精巧，结构科学，有些甚至与近代的

木构件基本上相同，堪称我国木构建筑史上的奇迹。如果在制作木构件时不使用制图工具和技术的話，难以想象当时的河姆渡人是怎样凿出榫和建成房的。

在山东泰安大汶口文化遗址中，发现了距今 6000 年前的易卦刻文，这是发现最早的重卦。在安徽含山凌家滩遗址中，发现了一个玉龟，玉龟壳中夹着一件玉版八卦图，在这个玉版的正面，围绕着中心，刻有两个大小相套的圆圈，在内圆圈内刻有八角形，内外圈之间有八条直线，将其分为八等份，每一等份中各刻有一圭形箭头。这说明当时已经有了八卦，古老的大汶口人已具备了一定的图学和数学知识。

在甘肃出土的距今 6000 年以前的彩陶罐子上，刻制着设置陷阱捕捉野兽的图形，图中采用了剖视的方法来表示地面以下设置陷阱的情况，这与现代制图中使用的剖视图的原理非常相似。

在四川广汉三星堆遗址中，出土了大量的青铜器制品，说明了在距今 5000 年前的古蜀文明的存在。这些青铜器制品，造型十分优美，花纹图案极为精巧，神情极为逼真，使世人大为震惊，多方位地展示了我国青铜器文化的辉煌历史。

甲骨文中出现的“规”字，说明了绘图工具是在文字出现之前就有的。据可靠史料记载，早在 3200 多年前就有了：“规”、“矩”、“绳墨”、“垂”、“水”等制图仪器，“规”就是圆规，“矩”就是直角尺，“绳墨”是弹直线的墨斗，“垂”和“水”则是定铅直和水平的仪器。

在距今 3000 多年前的殷商时期，仅在殷城附近的一个青铜器作坊里，就有上千个奴隶在做工，利用铜、锡、铅三种金属做原料，冶炼和铸造了成千上万件的各种武器和工具。这些器械的制造，无疑都是在工程图样的指导下进行的。

在江西瑞昌铜岭古铜矿遗址中，发现了大量的桔槔、弹簧、滑车和辘轳等机械和机械零件，这说明早在商代就能够制造和使用提升机械了。在四川成都杨子山汉代画像砖墓中，出土了一块绘有井盐场全景的画像砖，画像砖上绘有盐井、井架、滑轮和工人操作提升机械的情景。这些实物的出土，足以证明我国是世界上最早发明并使用机械和机械图的国家。

西周为了巩固政权的需要，周成王在洛邑建造了一座都城，它的内城九里见方，外城 27 里见方，定名为成周城。《尚书》中记载着西周在营造成周城时，就使用了平面布置图。《周礼》中对图的作用论述极多，认为图是“辨域”、“正位”、“度数”的依据，是“周知天下之地”、“广轮之数”、“入出百物”、“以叙其财”的基础。《周礼》中的记载表明，当时图样的绘制一般要先进行测量，然后绘制成图，经过审查修改后的图样才能作为指导生产的依据，用于施工的图样，须有副本予以存档收藏，这些都符合现代图样绘制和管理的一般方法和原则。

在河北平山县发掘出土的战国时期的中山王墓里，发现了一块长 94cm、宽 48cm、厚 1cm 的铜板兆域图，上面除了有用金银镶嵌的 439 个字外，还镶嵌着一幅采用正投影法制成的建筑平面图。《兆域图》上已具备了制图的基本准则，如分率为 1:500，准望为上南下北，其道里既有分率可查又有文字标明，其高下、方邪、迂直既有文字注明丘平、丘坡，又有图形显示可一目了然。虽然在此之前就有许多关于绘制和使用图样的记载，但能见到有人在 2300 年前别出心裁地把工程图样制造在铜板上，则是不敢想象的，这是世界上极为罕见的建筑工程图的实样。

早在先秦时期，绘制工程图时就使用了比例。《周髀算经》中明确地记载了在绘制“七衡图”时采用的比例：“凡为此图，以丈为尺，以尺为寸，以寸为分，分为一千里，凡用缙方八尺一寸，今用缙方四尺五分，分为二千里。”这表明在绘制“七衡图”时不但使用了比例，而且可以根据图形相似的原理采用不同的比例绘图。

《史记·秦始皇本纪》中载有“秦每破诸侯，写放其宫室，作之咸阳北阪上，南临渭，自雍门以东至泾、渭，殿屋复道周阁相属……”既可看出阿房宫建筑规模之宏大，又说明早在秦始皇时期就已经把工程图样广泛应用在宫室建筑上了。据史料记载，汉、唐初期在制定城市规划和建筑国都长安时，都普遍使用了工程图样。

在湖南长沙马王堆3号汉墓中，出土了三幅西汉初年的地图。这三幅图都绘在布帛上，一幅是地形图，一幅是驻军图，一幅是城邑图。据考证，这些地图的测量和制图水平都很高，如果把《地形图》和现代南岭地区的地形简图进行比较，可以看到深水（今潇水）和它的支流水道大部分已经接近于现在的地图，图中各县城的位置也比较准确，图中已有了统一的图例，图的清绘笔法相当熟练。在放马滩秦墓出土的7幅地图中，除1幅仅绘有少许局部地形外，其余6幅（1幅总图，5幅分图）均有文字注记，各图之间的关系密切。这些地图都是现今世界上最早的地图，也是我国迄今已知最早的以实测为基础进行绘制的地图。

汉代著名史学家司马迁在2000年前编撰的《史记》中，编有许多世表、年表和月表，这些图表的编写方法和我们现在使用的统计表基本上是一样的。

随着科学技术的发展和印刷术的发达，由于军事和建筑的需要，许多史学家和科学家纷纷著书立传，使得我国古代的工程制图技术进入了一个新的鼎盛时期。

南宋的宗炳在《画山水序》中说：“且夫昆仑之大，瞳子之小，迫目以寸，则其形莫视，回以数里，则可围以寸眸，诚由去之稍阔，则其见弥小，今张素绢以远映，则昆阆之形，可围于方寸之间，竖画三尺，当千仞之高，横墨数尺，体百里之远。”这是一篇非常精彩的对中心投影的论述，也是迄今世界上对透视理论的最早记载。

宋代史学家郑樵在其著的《通志》中把图的地位提得很高，他说：“非图无以作室，非图无以制器；为军旗者非图何以明章程；为衣服者非图何以明制度；为坛域者大小高深之形，非图不能辨；为都邑者内外重轻之势，非图不能记；为城筑者非图无以明关要……”郑樵的这些论述，是对中国古代图学认识功能的全面总结，由此可见，那时候的人们就已经非常了解和重视工程图了。

宋代图学家苏颂在其《新仪象法要》中，绘有各类天文仪器和机械传动的图样43幅，是我国发现最完整的古代机械工程图样，通过图样翔实地记录了中国古代天文学和天文仪器的制造方法，为后人复制水运仪象台提供了重要依据，具有极高的科学价值。苏颂还在《本草图经》中收录了药物图933幅，其图样之多，绘制之精，在中国乃至世界图学史上都占有极重要的地位。

北宋的著名科学家沈括在绘制地图时提出了“二寸折百里”，使用了精确的比例关系。他在《梦溪笔谈》中使用了大量插图，展示了我国古代劳动人民的许多发明创造和精湛的工艺技术。与沈括同时期的李诫，总结了我国自宋以前2000多年来的建筑技术成就，写成了《营造法式》一书，在其中的六卷图样中，采用了透视图、轴测图和正投影图等多种图示方法，并在图中详尽地注明了制图规则和技术标准，这些都和今天的作图方法相似，在当时的世界工程制图技术上也是极为先进的。

元代的薛景石在《梓人遗制》中，对古代的纺织技术和纺织机械进行了深入研究，书中不但绘有古代纺织机的总图，而且绘有各部位的分图，对每个零部件都详细说明了尺寸大小和安装位置，这不能不让我们想起现代工程图中零件图和装配图的概念。

明朝的宋应星总结了当时农业和手工业所使用的各种器械，写成了《天工开物》一书，书中采用了大量的图样来表示各种器物 and 机械的构造，是利用图样对古代发明的各种器械的一个全面展示和总结。

清代的年希尧在蒙日的《画法几何学》问世之前，就编著了《视学》一书，详细介绍了两面正投影图和透视图，这在当时无疑是最先进的。

18 世纪后期，嘎斯帕·蒙日（Gaspard Monge 1746 ~ 1818 年）发明了利用二维平面图解释三维空间问题的理论，创立了画法几何学说。虽然现代画法几何的理论并不都是蒙日首创，我国和世界上许多科学家在蒙日之前就有了画法几何方面许多内容的应用和实践，但是，是蒙日的《画法几何学》把数学和图学紧密地联系到了一起，使人们能利用准确的方式表示出物体的形状。这不仅在科学上有着重大意义，同时也奠定了工程制图的理论基础，促进了工程制图技术的飞速发展。

蒙日的《画法几何学》公诸于世后，许多国家以其作为“图示”、“图解”的理论基础和培养空间想象力的有效手段，开设了这门学科，并作为工程制图的基础理论进行教学和应用。但是，由于受种种历史原因的影响，近百年来，我国的工程制图技术在新中国建立前一直没有得到很好的发展，相比之下，已大大落后于西方国家了。

新中国成立后，我国的工程制图技术，无论是在理论研究还是在实践应用方面，都有了长足的进步，已形成我国完整的工程制图科学体系。特别是在计算机图学方面，我国在 20 世纪 60 年代才开始研究，现在已经在各个领域都得到了广泛的应用，其发展速度使外国工程制图方面的专家们都感到吃惊。

近 30 年来，工程制图的内容日渐扩展，除“图示”的理论、技术和标准日益完善外，“图解”、“图算”、“图表”的内容也在不断增加。随着工程制图地位的不断提高，人们也越来越重视这门科学了。

随着计算机制图技术的迅速发展，促使工程制图涉及更多的其他学科，大大扩展了工程制图的研究和应用范围，使这门古老而实用的科学技术焕发出新的青春和活力。

在图学理论研究方面，鉴于三维画法几何的局限性，要求人们向多维画法几何进行探索。现在，四维画法几何已经有了比较完整的理论，使得三维空间无法解决的问题在四维中很容易就得到了解决，如金属学中四元合金系统的表示；流线型曲面的图解设计；数学中的多元重积分；复变函数及线性规划的图解；近代物理相对论的描述等。在科学技术不断发展的今天，人们将会向更高维数画法几何的研究方向进军，不断地开拓图学理论研究的新领域。

在图学应用技术方面，由于计算机绘图技术和电子技术的迅猛发展，不但把人们从繁重的手工制图中解脱出来，而且极大地提高了绘图速度和图面质量。画法几何、轴测投影、亲似对应、透视原理、拓扑变换、四维空间等实用技术，在各行各业中都得到了越来越广泛的应用和实践。

工程制图是一门古老而富有生命力的科学学科之一，无论过去、现在还是将来，工程制图都是应用极为广泛的一门基础学科。我们的祖先在工程制图方面曾经创造过辉煌的成就，

我们相信，随着科学技术的发展，我们也能够用勤劳和智慧将我国的工程制图技术推向光明的未来。

第二节 本课程的研究对象和任务

能准确表达物体的形状、尺寸及技术要求的图形，称为图样。无论是建筑一座大楼还是制造一台机器，都需要绘制许多张甚至数百张图样。在工程设计中，用图样表达设计思想；在生产过程中，根据图样进行制造和加工；在研究问题时，往往利用图样交流各自的意图。所以，工程图样是工程建设中不可缺少的重要技术资料，人们又把工程图样称为工程界的技术语言。

工程图分许多种类，有用于制造机械设备的机械图，有用于建造高楼大厦的建筑图，有用于连接电子元器件的电路图，还有焊接图、地形图、气流图、液压图、管道图、轴测图、展开图、透视图等专业用图和辅助图样。

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课，其研究的领域和范围很大，不可能面面俱到。根据使用者的需要，本课程的主要内容是以正投影原理与方法和国家标准《技术制图》为基础，研究工程图样的绘制和阅读。

随着计算机技术的普及和发展，计算机绘图已愈来愈显示出它的优越性，作为工程技术人员，除必须具备画图和看图的能力外，还应具备计算机绘图能力。

本课程的主要任务是：

- (1) 学习正投影的基本理论及其应用。
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的能力。
- (3) 研究常用的图解方法，培养图解能力。
- (4) 通过图解、绘图和读图的实践，培养和提高空间想象力。
- (5) 培养计算机绘图的初步能力。
- (6) 培养求实严谨的工作作风、认真负责的工作态度和严格遵守国家标准的自觉性。

此外，在教学过程中必须注意培养分析问题和解决问题的能力，同时要注意提高创造能力、构思能力和审美能力。

第三节 投影法的基本知识

一、投影法的概念

在自然界中常常见到很多的投影现象，如图 1-1 所示，在日光或灯光的照射下，物体会在墙壁或地面上留下影子，投影法就是从这些投影现象中抽象出来的。

投射射线从光源出发，通过物体向选定的平面投射，并在该面上得到图形，这种方法称为投影法。如图 1-2 所示，光源用点 S 表示，称为投射中心；光线 SA 、 SB 、 SC 称为投射射线； $\triangle ABC$ 为空间物体；平面 P 称为投影面； $\triangle abc$ (a 、 b 、 c 分别为投射射线与投影面的交点) 称为 $\triangle ABC$ 在投影面 P 上的投影。

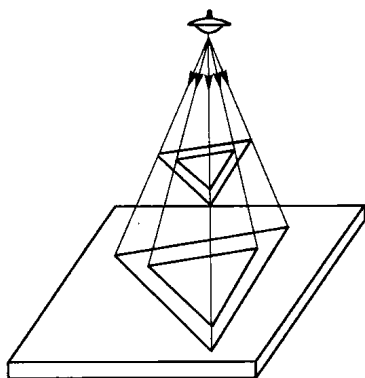


图 1-1 投影现象

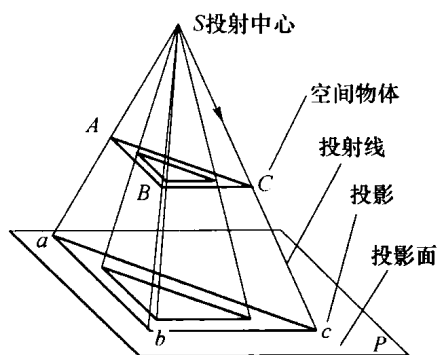


图 1-2 中心投影法

二、投影法的分类

常见的投影法分为两大类：中心投影法和平行投影法。

1. 中心投影法

各投射线汇交于一点的投影法称为中心投影法，所得到的投影图称为中心投影图，如图 1-2 所示。

2. 平行投影法

若投射中心移到无穷远处，则所有的投射线互相平行。投射线的方向称为投射方向，各投射线相互平行的投影法称为平行投影法，所得的投影图称为平行投影图，如图 1-3 所示。

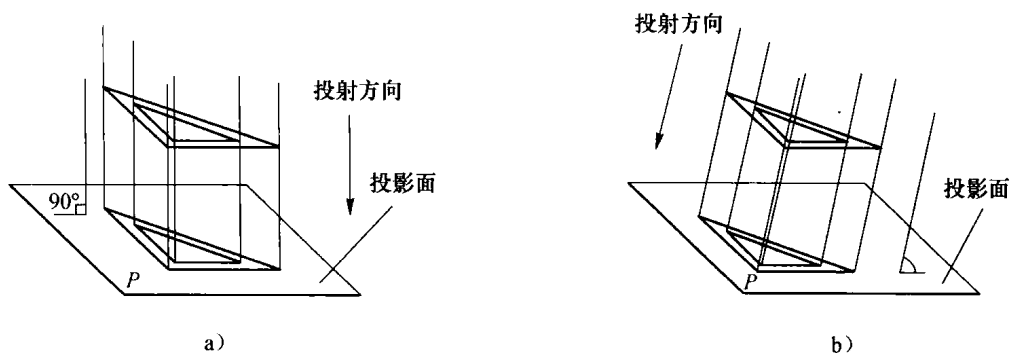


图 1-3 平行投影法

a) 正投影法 b) 斜投影法

平行投影法按投射线与投影面的相对位置又分为正投影法和斜投影法。图 1-3a 是投射线垂直于投影面的正投影法，所得的投影图为正投影图；图 1-3b 是投射线倾斜于投影面的斜投影法，所得的投影图称为斜投影图。

正投影图的度量性好，作图简单，且能准确反映物体的形状，故生产图样均采用正投影图。本书除有特别说明外，所述投影均指正投影。

三、平行投影法的投影特性

如图 1-4 所示，平行投影法有如下投影特性：

1. 从属性

若空间点在空间的直线上，则点的投影仍然在该直线的投影上，如图 1-4a 所示。

2. 定比性

直线上两线段长度之比投影后保持不变，即 $AC:CB = ac:cb$ ，如图 1-4a 所示。

3. 平行性

空间两平行的直线在同一投影面上的投影必定相互平行，空间两平行线段的长度之比仍等于它们的平行投影的长度之比，即 $AB:CD = ab:cd$ ，如图 1-4b 所示。

4. 积聚性

若直线（或平面）垂直于投影面，则该直线（或平面）的投影积聚成一点（或一直线），如图 1-4c 所示。

5. 全等性

若直线（或平面）平行于投影面，则该直线（或平面）的投影反映了该直线（或平面）的空间真实长度（或真实形状），如图 1-4d 所示。

6. 类似性

若平面图形倾斜于投影面，其投影则为该平面图形的类似形（边数保持不变，各边的平行性和定比性均保持不变），如图 1-4e 所示。

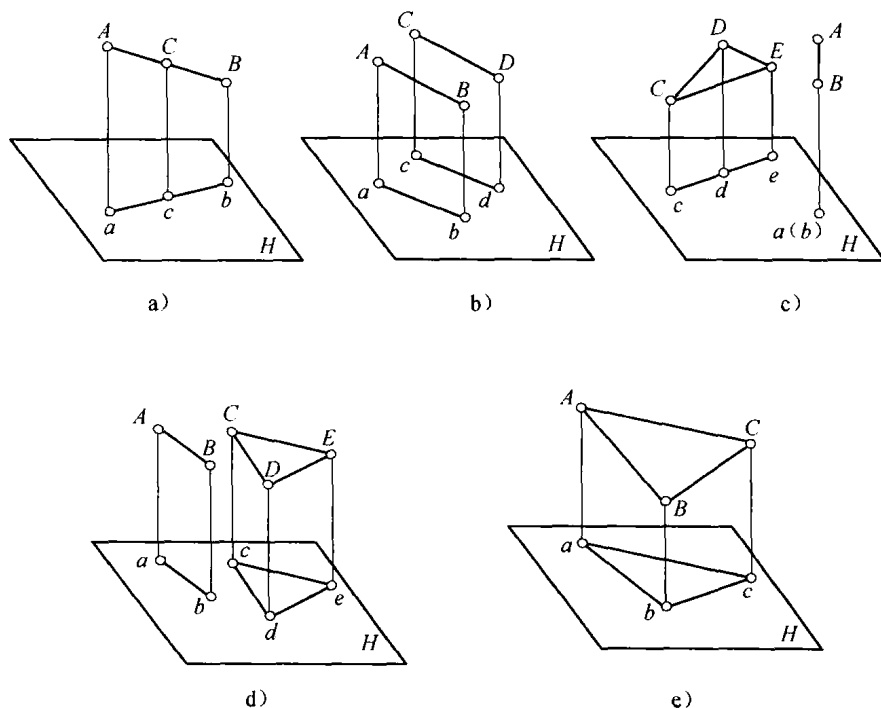


图 1-4 平行投影法的投影特性

a) 从属性和定比性 b) 平行性 c) 积聚性 d) 全等性 e) 类似性

第四节 本课程的学习方法

本课程是一门实践性很强的工程训练课程。在学习过程中，需要通过做大量习题才能掌握其理论和获得解题的能力，还要通过绘制图样掌握制图的方法和技能。因此，学习时必须

掌握概念，反复练习，除了完成一系列的作业外，还应注意以下几点：

1) 要下工夫培养和提高空间想象力。从二维的平面图形能想象出三维空间形体的形状，这是初学者的第一道难关。初学时可以借助一些模型，多看一些实物，以加强图物对照的感性认识。

2) 要注意培养解题能力。课文易懂，习题难做，这是本课程学习中的第二道难关。要解决这个问题，一是要明确解题的思路，空间问题一定要到空间去分析研究，在空间决定解题的方案；二是要掌握空间到平面的各种转换规律，按照作图原理逐步将解题方案用平面图形表达出来，并求得正确的答案。

3) 要注意由浅入深，循序渐进。本课程的基础理论知识比较抽象，系统性很强，一环紧扣一环，前面学习得不透彻，掌握的不牢固，后面必然越学越难。因此必须步步为营，稳扎稳打，全面而系统地掌握各项学习内容和解题技巧。

4) 要坚持画图与看图相结合。做作业时，根据物体实形画出投影图后，随即移开物体，依据所画的图想象出物体的实形。坚持这样做，有利于空间想象力的培养和提高。

5) 必须培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。由于图样在生产中起着很重要的作用，绘图和读图的点滴差错都会给生产带来损失。因此，画图时要有严肃认真的工作态度，严格按照国家标准的要求画好每一根线和每一个图，逐步形成良好的工作作风，为今后的事业发展打下扎实的基础。

此外，本课程中的理论和技能具有同等的地位，不可偏重，要特别重视平时的学习，只有投入较多的时间用于画图实践，才能取得理想的学习效果。

思 考 题

1. 本课程的研究对象和任务是什么？
2. 根据单面正投影图能否确定物体的空间形状？为什么？
3. 在斜投影中，若空间的平面图形平行于投影面，该平面在投影面上的投影是否反映该平面的实形？为什么？
4. 平行投影法的投影特性是什么？
5. 如何才能学好工程制图课程？

第二章 制图的基本知识和技能

图样是工程界的技术语言，要学会绘图和读图，就需熟悉和掌握制图的基本知识和技能。

本章着重介绍国家标准《技术制图》中有关制图的一般规定、制图工具的用法、几何作图以及平面图形的画法等内容。

第一节 绘图工具及其使用方法

正确、熟练地使用绘图工具对提高绘图速度和保证图面质量起着重要作用。

常用绘图工具包括：绘图机、图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、铅笔、比例尺、曲线板、橡皮、胶带纸、刀片和砂纸等。

一、绘图机

绘图机是一种效率较高的绘图器械，它的图板高度和倾斜角度可以调整，可代替丁字尺、三角板、量角器等绘图工具。如图 2-1 所示为钢带式绘图机，它的横直尺和纵直尺固结在一起，可在图板上自由移动，因而可画出任一位置的水平线和垂直线；调节它的分度盘，可以改变两条直尺的角度，从而可画出各种位置的斜线。

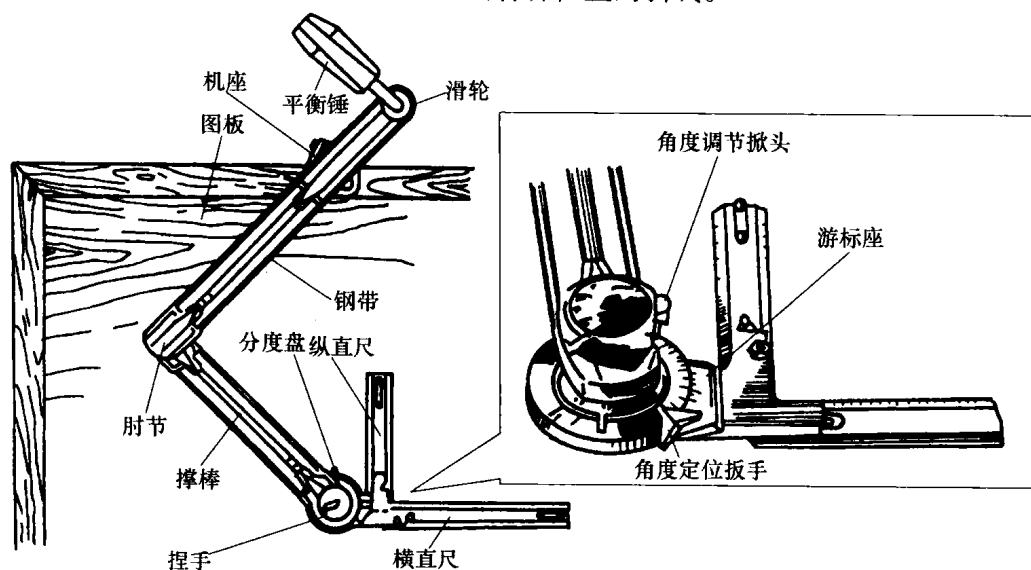


图 2-1 绘图机

二、图板、丁字尺和三角板

图板是画图时铺放图纸的垫板，要求板面平整，其左侧边作为丁字尺的导边要求平直。绘图时，使丁字尺的尺头紧靠图板的左导边，将图纸用胶带纸固定在图板的左下方，并使图