

现代建筑画选 (五)

——计算机辅助设计与绘图

•
李维荣 编绘

天津科学技术出版社



作者简历

李维荣 北京市人，1951年出生，1968年曾去延安插队当农民，1975年大学毕业于西安冶金建筑学院，1981年研究生毕业于天津大学并获工学硕士学位，先后发表过英、日译著及论文，1987年曾获天津大学青年科学基金，现任天津大学讲师，从事科研、教学工作

现代建筑画选 (五)
——计算机辅助设计与绘图
李维荣 编著

*

天津科学技术出版社出版
天津市赤峰道130号

天津美术印刷厂印刷
新华书店天津发行所发行

*

开本787×1092毫米 1/20 印张6 插页20

1989年3月第1版

1989年3月第1次印刷

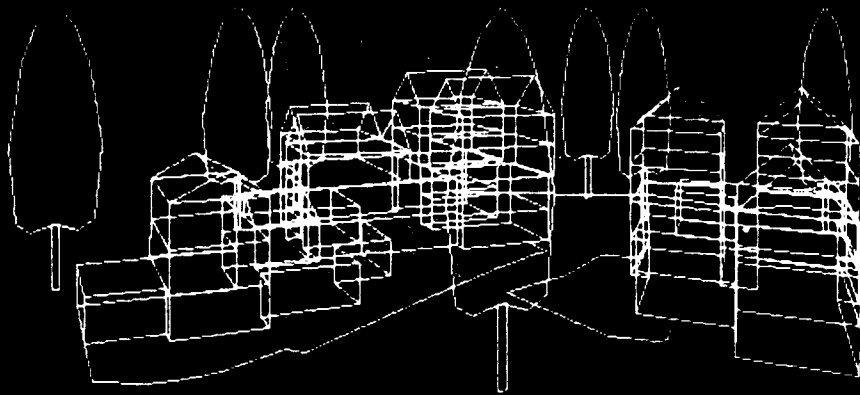
印数: 1—10,000

ISBN 7-5308-0547-9/TU·34 定价: 5.65元

编者的话

采用计算机辅助设计的方法可以使设计人员腾出更多的精力和时间用于作方案比较深化设计、从事建筑创作等，也可以提高图纸的准确性，提高设计工作的效率和质量。

现代化建筑的设计与计算机辅助设计的方法具有不可分割的密切关系。每一名建筑设计人员都应当把开发这项技术作为自己的一份社会责任，并且应充分地利用这一先进工具，用以增长自己的才智和延长从事创作的生命。



目 录

● 谈谈建筑画（代序）	1
● 绪论	3
● 建筑师与计算机	4
● 计算机辅助建筑设计的任务	6
一、设计信息的存储与检索	6
二、建筑设计的综合分析与方案比较	7
三、计算机辅助绘图	9
四、计算机辅助设计中的模拟技术	10
● 计算机辅助建筑设计的常用技法	12
一、分层技术	12
二、标准图形库的应用	13
三、图形的操纵技术	14
四、建筑模型的图象化	16
五、菜单技术	16
● 基本知识	18
一、计算机辅助设计系统	18
二、计算机的编程语言	20
三、几种有代表性的语言	21
四 上机实验	23
● 图版	28
● 参考文献	155

建筑画——建筑的表现艺术

——《现代建筑画选》（五）代序

建筑表现图，也称建筑画。

建筑画是建筑师从事建筑创作的“语言”，是建筑设计方案阶段作为表达与发展设计构思的重要工具。建筑师们向合作者、建设单位说明创作意图、交流意见、传递信息，靠的不是冗长的文字说明，而是直观的生动的建筑模型和各种表现方式的绘画。建筑画把建筑师对建筑群、城市空间环境、建筑单体创作、风景园林等的设计意图，用色彩和线条体现出来，人们从建筑画所体现出的真实而形象的造型、色彩、质感、环境和空间来研究城市设计和探讨各类型的建筑创作。

建筑师的培养，理想方式是从中学或更早一些时期开始。这是因为除了要求他具有广博的工程技术科学基础知识外，还需要多种其它学科的知识，诸如社会学、民俗学、心理学、历史学、地理及旅游学等，还要掌握一定的绘画技巧。因此，建筑专业的学生一入学就需要学习素描、水彩、阴影与透视等一系列美术课，锻炼空间想象能力和敏锐的形象思维能力，从而形成他们自己的独特语言。建筑师们运用各种平面图、透视图和鸟瞰图来表达自己的对城市设计、建筑创作的理想、思维和创见。

但是，建筑画毕竟还不同于美术创作，它有自己的个性和特点。

透视图和鸟瞰图表现的是让人们站在某个观赏点（地面或空中的）上，看到所设计的城市景观和建筑形象，这个画面和建成后的景象应该是完全一致的。建筑形象本身也要有准确的构造和立面形式，因此它需要具有数学的严密逻辑性（近代计算机绘制透视图明确地表现了这一特点）。为了表达一定的创作主题和某种空间意境，建筑画允许进行一定的抽象和概括，采用某种程式画法，这一点又具有工艺美术的精髓。建筑画生动、形象、直观，质感和空间层次感强烈，即使是比较抽象的表现方式，也易为人们了解。因此，建筑这门学科具有其它学科所难于企及的群众性，普及性，也更有利于人们的交流和得到更广泛的社会关注。

建筑师画页，无论是国外还是国内专刊，都是建筑系教师学生喜爱的图书。新书一到，竞相借阅，临摹、传抄，爱不释手。看到这种情形，我们强烈地感到，需要把这些可贵的资料系统地整理、编辑出版，让更多的人有机会参阅。特别是近年来，国际上在广泛地探讨快速、便捷地表达设计意图的简便绘画方式，同时涌现出多种方法和技巧。把这些新的技法和知识及时地介绍给我国广大读者，对促进我国建筑事业的发展是十分有意义的工作。

《现代建筑画选》（一）主要选集了美国近年来的钢笔墨线表现图，都是比较有代表性的作品，出版以后，深受读者的欢迎。《现代建筑画选》（二）是从日本近年来出版的一批建筑画技法出版物中精选的，从中可以看出日本建筑界在探讨建筑表现技巧方面的动向、趋势、主要方法和发展概况。《现代建筑画选》（三）是城市规划和城市设计的各种表现图，选例充分照顾了不同设计阶段的不同手法。该书得到了城乡建设环保部城市规划局有关领导的指导和帮助。《现代建筑画选》（四）是中央工艺美术学院何镇强先生的专集。何镇强先生早年曾从事建筑设计工作，以后又转入工艺美术装饰设计的教学和设计工作。他才思敏捷，深刻地了解这两个领域的特点，不断探索建筑设计的表现技巧、创造了一种很有特色的快速、易学、表现力强的建筑画技法。

《现代建筑画选》（五）（即本书）是由天津大学建筑设计研究院青年讲师李维荣编著的，是讲述计算机辅助建筑设计与绘图的原理、方法的普及性图集。李维荣同志1951年生于北京，1981年研究生毕业于天津大学，获工学硕士学位。毕业留校以后担任“计算机语言”、“计算机程序设计”“计算机辅助建筑设计”等专业课的教学工作，编制了“IBM—PC微型计算机实用上机手册”“FORTRAN 语言程序设计”“建筑工程设计程序实例”等研究生课程教材。译著有近30万字的《建筑师的计算机方法》（中国建筑工业出版社第一版）。本书是通过建筑画图录的方式向读者介绍计算机辅助设计的一 原理和方式方法，使对计算机辅助建筑设计及绘图还不了解的读者有个普及性概念。

《现代建筑画选》其它各集也将陆续与读者见面。我们期望，这些选例不仅在表现技巧上能给大家以启发，而且在建筑设计构思上也能给大家以有益的借鉴。

谨此对于支持这套建筑画选出版的城乡建设环保部城市规划局、设计局的领导和建筑师们予以感谢；感谢我的“当代建筑文化沙龙”各地的会友们对于本书在资料方面的支持和援助；同时对于《建筑学报》、《城市规划》、《建筑》、《世界建筑》、《中国美术报》、《读书》编辑部对这套资料性图书的关注和热情支持表示衷心的感谢。

李雄飞

1988年3月于天津

绪 论

人类一开始就发现,要生存下去,仅仅依靠自身的能力是无法适应和改善周围环境的。因而他们不断地发明、制造了各种各样的,从低级到高级的,从原始到先进的工具,用来扩展和延伸自己的能力。计算机便是当今时代最先进的工具之一。以计算机为基础的现代化信息技术革命,是解放人类脑力劳动的划时代革命,它是继解放人类体力劳动的蒸汽机革命、电气革命之后的又一次科技大革命,它正在迅速地推进科学技术、生产建设及经济的发展,它已经步入了工农业等各个领域。在我们周围已处处可见到计算机的足迹,不管我们对它的愿望如何,它都将直接或者间接地影响着我们的工作和生活,并且正在改变着整个人类社会的面貌。

今天,衡量一个国家、一个领域内的现代化技术水平程度,重要的标志就是要看对计算机推广应用的广泛性以及利用的深度。建筑行业也毫不例外。

建筑师不用担心,计算机并不是建筑物的设计者,计算机永远不能替代人的思维去创作,计算机只是人的工具,它只能用来使设计者从繁琐的事务中解放出来。今天,许多从事实际工作的建筑师都感到工作时间十分宝贵,大量设计计算十分繁琐,他们不仅必须要处理越来越复杂多变的设计条件,以满足建筑功能的要求,而且要与其他专业配合并及时沟通综合各种设计情况,还必须不断提高设计工作的效率以加快设计进度。在所有这些工作过程中,计算机对建筑师的帮助是无法估量的。

计算机并不神秘,使用起来也很方便。只要你稍一接触就会发现,它不过是按照人们的意图而进行工作的智力工具。它对人们的贡献是速度和准确。作为一名当今时代的建筑师,要使自己不致成为现代科学技术的落伍者,就会有一种紧迫感,主动地去了解计算机的性能以及用它能够为本专业做哪些事情,它能够起多大的作用,以及它将来可能怎样发展。不仅如此,每一名建筑师还应该认真学习和掌握计算机这一现代科学工具,充分认识到普及与推广计算机辅助建筑设计的方法,是促进我国建筑工业现代化的重要途径之一。建筑师应该把开发CAAD技术作为自己的一项使命。

这就是作者编写本书的主要目的。

在此特别需要说明的是,参加本书编写工作的还有天津大学袁美英女士及王辰光先生。本书中的大量照片均是由徐庭发同志反拍制作的。

编者 1988年2月于天津大学

建筑师与计算机

自从1946年世界上第一台程序控制的电子数字计算机ENIAC在美国的军事部门研制成功以来,短短40年的时间里,电子计算机已经历了四代演变,即电子管时代、晶体管时代、中小规模集成电路时代和大规模、超大规模集成电路时代。目前,以人工智能为标志的第五代计算机已经在世界上出现。最初的计算机体积大,消耗能量高,而处理信息的速度却很慢。例如,ENIAC全机共使用了18000多只电子管,每工作一小时就要耗电140度,整个机器重量大约为30吨,占据了一间140m²的机房。可它的信息处理速度只有5000次/每秒的加法运算,而且性能不稳定。而今与ENIAC计算机功能相当的微处理器已经可以小到如同一片人的指甲,甚至一颗绿豆大小,售价也仅仅值几美元。从图1的放大照片上可以看出,仅仅针头大小的硅片上就可以集中成千上万个电子元件。

电子计算机的出现促进了现代科学技术的迅速发展,而科学技术的发展又反过来对计算机的性能提出了更高的要求。当初仅仅能够进行一些公式运算的计算机,现今已在国防、国民经济的各个部门占有着相当重要的位置,对于国家的经济建设发挥着举足轻重的作用。尤其是在一些工业发展比较先进的国家内,许多管理部门的绝大部分工作都依赖于计算机来完成,计算机系统一时的故障,甚至会导致国家的正常秩序遭到一场灾难性的动乱。如果说18世纪蒸汽机的出现,及以此为动力而装备起来的机械代替了人类的一部分体力劳动,从而引起了一场工业革命的话,那么由于计算机的出现,由计算机控制的机械已能代替人类的一部分脑力劳动。借助于计算机,人们可以更快、更精确地进行计算,更有效地处理日常事务,可以准确无误地记忆比人

脑多得多的信息,而且可以根据需要随时方便地进行检索。因此,从这个意义上看,计算机所引起的社会变革要比蒸汽机所引起的社会变革深刻得多。计算机科学并不是一个孤立的学科,能够与之结合的学科也不仅仅是理、工、农、医等自然科学,就是文学、历史、语言、音乐、美术等领域也能见到计算机的足迹。图2中的几幅画便是由计算机绘制的。

计算机并不是取代一切工具的工具,但是它的确具有很大的潜力。近年来,世界兴起了以计算机技术为标志的新技术革命。为迎接这次革命的挑战,更好地进行现代化建设,我国把用计算机改造传统产业,促进国民经济发展提到重要地位。据了解,截至1986年上半年,我国大中小型计算机已发展到7000台,微型机猛增到13万台。计算机的应用已渗透到国民经济的各个行业。当今时代,一个国家所拥有的计算机设备的能力和她所掌握的计算机技术,在某种程度上就代表了这个国家的科学技术水平。计算机已经变成了20世纪科学技术的一个重要的组成部分。

建筑行业也同其它科学领域一样,早在60年代计算机就开始应用于房屋建筑的设计科研工作中,不过,它当时主要局限于土建结构的计算方面。结构工程师利用计算机对复杂的结构进行内力分析,解决了不少大跨度、大悬挑、大体量、超高及各种奇特形式的建筑造型给结构专业带来的力学难题。从这个观点出发,可以说,没有计算机就不可能产生这些造型别致、风格各异、千姿百态的现代建筑。图17照片中的悉尼歌剧院,是建筑师以丰富的想象力,把整个建筑物与其周围环境融为一体。展现在

人们面前的是那一只只扬起的风帆，人们不仅从建筑物内优美的旋律中，同时也从建筑物本身的造型上获得美的享受。悉尼歌剧院与澳大利亚紧密地联系在一起，甚至成了她的象征，它吸引了世界各地成千上万的旅游者。但是，人们可曾想到，设计这样复杂的建筑体型，如果没有计算机的帮助，单靠结构工程师的大脑是难以胜任的，而且，建筑师纵使有再好的设计意图也是无法实现的。

至于建筑设计领域，随着科学技术的发展，人们对于建筑的要求，已经不仅仅是遮风避雨，而是越来越多的近于苛刻的要求需要满足。既要在建筑造型上满足人们一定的心理状态，美化周围环境，又要达到各种功能上的要求；既要节省建筑材料又要具有大空间；既要宽敞明亮又要节省能源等等。

随着建筑科学技术的发展，有关建筑设计的新流派，新工艺、新技术、新材料，加上人们对建筑本质的认识不断深化等各种建筑信息空前膨胀，仅仅依靠建筑师的大脑是无法容纳现代化建筑设计应必备的全部知识的。传统的建筑设计方法，使建筑师本身所能胜任的工作领域越来越狭小。据有关资料统计，本世纪初，建筑行业领域的全部设计工作是由建筑师来承担的，到了30年代末，就有半数以上的工作内容由结构、设备及概算工程师所承担，截至到70年代末，建筑师所能够担负的工作已仅仅占整个设计工作的35%，绝大部分工作已转为其它专业来担任。由此可以反映出建筑设计工作的日趋复杂，同时也可以看出，由于建筑师自己有意或者无意地回避甚至拒绝那些终将支配建筑业的新技术，从而使得建筑专业的一些重要工作内容不知不觉地落入他人之手。面对这种趋势，建筑师如果继续埋头于建筑的表面形式而无视周围技术的进步，那他很可能迅速地成为一个毫无竞争能力的，仅能肤浅地表现建筑外形的装饰者。

设计工作现代化是建筑工业现代化的前提，而设计工作现代化的重要途径之一就是充分发挥电子计算机在建筑设计工作中的作用。CAAD(Computer Aided Architectural Design)即电子计算机辅助建筑设计，作为一门新兴的科学技术，正是在这种形势下的一个产物。目前我国的建筑师人数不足4万名，只占总人口的0.035%，这个比率不及经济发达国家的1/10。就是这样一支为数有限的建筑设计力量，却要经常疲于奔命，忙于各专业间的协调和陷身于繁琐的施工图绘制，设计文件的编写。这种情况往往迫使他们无暇顾及建筑创作的理论探讨和设计方案的反复比较，直接影响到建筑设计水平的提高。我国在第七个五年计划期间，要在城镇建造住宅6.5亿 m^2 ，农村要建造住宅30亿 m^2 ，这还仅仅是住宅，不包括大量公共建筑设施和工业建筑，而对我国这样繁重的建筑设计任务，现有的设计力量和传统的设计方法远远不能适应现代化建设的需要。发展CAAD技术，利用计算机辅助建筑设计可以帮助我们精打细算，用少量的资源来实现最大限度的经济效益、社会效益和环境效益。此外还可以加速和代替大量设计计算和绘图中繁重的重复手工劳动；可以使设计人员把更多的精力用于作方案比较和建筑创作；也可以提高图纸的准确性，提高设计工作的效率和质量。

作为一名建筑师要想使自己在建筑设计领域中继续扮演一个重要角色，不致成为现代科学技术的落伍者，他就必须充分认识和努力掌握电子计算机这一现代化的工具，并应该自觉地把开发CAAD技术作为自己的一项重要使命。

计算机辅助建筑设计的任务

计算机辅助建筑设计,顾名思义它只是辅助建筑师来完成设计工作,它决不能代替建筑师,而只是有待于建筑师掌握的一种现代化的建筑设计方法。计算机能够替建筑师记忆大量的建筑设计资料,并可以根据不同工程项目的需要随时进行检索;可以替建筑师绘制大量的建筑表现图及施工图;可以对建筑方案进行多因素分析与比较,从而优化设计并快速交付施工图纸,避免了大量的重复工作,缩短了设计过程。开发CAAD技术的目的就在于把建筑师的创作才能和潜在的智力从传统设计方法的束缚中解放出来。无论是内容还是形式、手段还是技巧,传统的设计方法都已不适应信息化社会的需要了,大规模的建设,更不允许那些杰出的建筑师继续象奴隶般地把有限的精力耗费在繁琐的事务性工作上,而无法发挥他们的创作才能。我们可以作这样的比喻,传统的设计方法好比是手工缝制衣服的针,或者是挖土的铁铲,而计算机辅助建筑设计的方法就如同是缝纫机和推土机,由此可以想象这种先进工具的工作效率和产品的质量了。那么,应用CAAD技术究竟可以做哪些具体的工作呢?

一、设计信息的存储与检索

直到今天仍然还有很多建筑师认为计算机仅仅是计算的工具,其实计算机不仅能够计算,而且能够记忆、分析,并进行逻辑判断,在某种意义上说,它具有人脑的功能,所以把英文computer译为“电脑”要比译为“计算机”更为贴切。

传统的设计方法使建筑师认为,设计过程只不过是运用铅笔、图纸、丁字尺依靠直观作判断的一

系列手工操作。他们总感到建筑设计问题中包藏着的无法数量化的因素太多了,使得计算机用不上。但是,且不论设计中的问题是否真的无法数量化,就以这种传统的设计方法及其工作速度是无法适应时代发展要求的。现代化的技术所带来的庞大信息量,使每个建筑设计者单凭他的手、眼、脑是远远掌握不了的。而不掌握不运用这些科学技术的最新成果,以及以往成熟的经验,就不能很好地完成设计任务。房屋建筑的发展,体量变得越来越大,功能变得越来越复杂。现在,建筑师经常碰到容纳几百人,几千人甚至几万人的建筑物设计。由于建筑的大型化、复杂化,就不得不去考虑比一般建筑在建造技术、使用标准、功能要求等方面更为特殊的性质。他要处理越来越复杂的房屋,他必须在最短的时间内完成设计,他有一大堆资料,然而却没有足够的时间加以分析。比如它要求要有良好的光线和日照条件,适宜的室内温度和空气调节,还要考虑到节省能源,预防火灾等。科学技术的发展,使每年都会有成千上万种新材料、新技术、新设备出现,其中又有许多成果都可以用在建筑工业上。借助于电子计算机可以把这些广泛的资料、数据、信息存储起来,建成建筑设计信息数据库,建筑设计人员可以根据需要随时调用这些信息,象这样一种大海捞针式的资料检索工作,人脑是无法胜任的,而计算机做这件工作并不难。举一个很简单的例子便可以说明这个问题:当我们设计一座中学的教学楼时,就要了解以下这些标准、规定、设计参数等:首先,根据学生的总人数按照一定标准确定该有多少教室、实验室,多少办公室、多少卫生间及卫生间需要布置多少设备,图书馆或资料室的面积有多大,房间高度、采光要求、单位造价等有何标准;楼梯该设几部,设不设电梯,走廊要多宽才合适等等,这些标准、规定、参数有的根据国家政策和实际情

况在建筑设计法规中体现：有的来源于以往的设计经验，在一定时间内它们具有相对的稳定性，把这些信息储存在计算机内，设计人员就可以随时检索参考，指导设计。粗略估计，单一个中学教学楼就有数百条类似设计参数的信息。可以想象，整个一所中学，或一所大学的设计信息量该有多大。而且，一个建筑设计单位，即使只有一名建筑师，他也不可能只承担一种类型的建筑设计，甚至会同时进行学校、饭店、购物中心、住宅等各种类型的建筑设计。显然，做这些设计所需要的信息资料，数量是相当大的，可以想象，仅凭人的大脑怎么能够记住如此浩繁的信息呢！

据国外资料估计，如果一个资料室要使提供的资料能够及时地为建筑设计人员应用，假设为每一份参考资料所作的内容介绍平均不超过一页纸，那么总的资料储存量需要800英尺长的书架，并且还必须以每天400页的速度更换，以保持技术参考资料新颖、及时，因为现代化的科学技术对建筑物提出了日益复杂的苛刻条件。要想成为一名优秀的建筑师，就要利用计算机来掌握如此浩繁的信息资料。仍用上面的例子来说明，假若建筑师想参考以往某个中学的工程设计，那么就可以从计算机的信息存储系统中调出先前存入的设计实例，哪个方案与当前的设计情况类似，哪个方案在当前的设计中值得借鉴，设计人员即可发出指令，瞬间就会有若干资料，图纸复制出来，这个计算机就好比是一个图档资料室，不同的是人的检索速度与计算机无法比拟。如果把存储这些信息的多个计算机连接起来，称为计算机联网，那么很多设计部门和设计人员就能共同享用这些信息。例如英国的SIA计算机服务公司与法国、美国的计算中心联网，不仅国内有近500个近、远程终端，还利用卫星传送，就连美国的100多个城市也能分享该公司的信息资源。目前我国在京、

津、沪等大城市设立的国际联机检索系统就是一个国际范围内的信息共享系统。无疑这将大大节省能源消耗，减少重复性劳动，大大提高计算机设备的效益。每一位建筑设计人员若充分认识和利用计算机的信息存储能力，那么，对于提高建筑设计工作的水平是十分有利的。

二、建筑设计的综合 分析与方案比较

现代化建设的重要特征之一就是要使每个建设项目在付诸实现之前必须进行周密的计划，尤其是针对较大型的工程项目要作可行性研究，以使上级主管部门，投资、建设、设计等有关方面都能对各自所投入的人力、物力、财力以及将来所获得的效益心中有数，也就是说，如何才能使有限的投资发挥出最大的作用。要作好这项工作除了进行大量的实地调查研究之外，还要对已掌握的大量数据资料作科学的分析，由于它牵扯到的专业范围、知识面非常广泛，非几个建筑设计人员所能胜任，以往的办法是召集各方面专家学者及领导部门主管人员坐下来共同讨论，这样做的结果费时费力，而且难免存在个别人的感情用事与片面观点。如果采用计算机辅助设计的方法，情形就会大有改观了。例如，我们可以拿一个具体的实际工程项目，仅取其中两个有代表性的方面来分析说明这个问题，一是从经济效益的角度，一是从城市景观的要求来分析。某地拟中外合资建造一座四星级宾馆用来接待日益增多的国内外宾客，以适应我国对外开放，对内搞活的政策。根据这一条件我们可以开始进行计算机检索，例如，一座四星级的宾馆应该具备多高的标准，它应配备哪些服务设施，根据每年准备接待的宾客

数量,需要设计多少间客房,其中不同标准的客房套数分配比例,室内外应配备什么家具及生活、办公、娱乐器材,它们的数量、价格,建筑装修材料的标准、用量,为使宾馆能正常运转,需要提供的水、电供给等等,其中包含的内容是相当多的,很难在此都一一列举,也就是要从经济分析的角度对该拟建项目进行分析,从而获得有科学根据,较为准确的投资预算,这其中包含的计算工作量非常大,虽然是大量的加减乘除运算,可却包含着相当深度的科学依据。这样就为投资者在最快的时间内提供了比较精确的根据,也使主管部门不致为施工期间出现的资金困扰而打乱建设计划,从而会大大减少由于资金中途发生短缺而影响施工进度或者由于资金过剩而造成浪费现象。再者就是分析该宾馆的建成对该地区景观造成的影响。这个问题是城市规划部门很关心的一件事,以往的作法是建筑师绘制拟建地区的总平面图,鸟瞰图及该宾馆的透视渲染图等提交有关部门进行讨论,这样做往往要拖很长时间,因为绘制一张透视渲染图需要花费至少一周的时间,其结果在很大程度上取决于建筑师的绘画技巧,而把问题本来的技术性冲淡了。可在没有更好的办法可采用的情况下也只能如此。但是采用计算机辅助设计的方法就可以不同程度地改变这种局面。先看这几张由计算机绘制或合成的图:图53是美国纽约城某街区的现有建筑鸟瞰,从图中我们可以对该街区的现有建筑物、街道的准确位置一目了然,如果在该街区内拟建新的建筑物,则可把该建筑物的外形数据信息输入计算机,瞬间之内,计算机就可以将新老建筑物的鸟瞰图绘制出来,新建筑虽未动工,但它将来建成后与现有建筑物的关系及该街区的风貌已跃然纸上,供有关部门及专家审查评论。如果新老建筑物之间搭配不协调,则可重新修改方案、改变输入计算机内的图形数据信息,转眼间又会有一张图纸由计算机绘制出来,直至达到

满意的结果。这个过程如由人工来做,就必须花费很长时间才能完成。图181是香港某街区现状的照片,现在拟在某位置上建一幢大厦;图182中的红线条即由计算机绘制的拟建大厦的轮廓线,由此可以对拟建工程的建筑设计方案进行比较,分析多个设计方案与周围环境是否协调、融洽,从中选择最理想的方案。同样道理,对前面所举例中的宾馆设计也可采用类似的方法,借助于计算机辅助设计分析。

国外许多建筑设计事务所都在较大型的建筑设计工作中采用此种方法进行方案比较和研究。美国著名的贝聿铭建筑设计事务所在法国巴黎卢浮宫7.5万平方米新附属设施的设计中,在卢浮宫前的主庭院设计了一个近20米高的玻璃金字塔,周围环境喷泉和水池,为了更仔细地从各个角度研究这个设计方案的效果,同时也为了使法国人能更清楚地理解设计意图,他们利用计算机绘出了卢浮宫前各个角度的透视和阴影图。

美国SOM设计事务所是采用计算机辅助设计方法较早、应用范围较广的一个大型建筑设计事务所,例如他们在对芝加哥湖畔的三幢塔楼设计中,就利用计算机对该区域周围环境进行分析,考虑土地利用,在日照作用下对周围环境造成的影响,该地区的经济发展趋势等,他们把该建筑物的设计方案放入拟建的地点,然后从各个角度进行分析,并绘出不同情况下、不同角度的透视、日影图。尽管工程尚未动工,但将来建筑物落成之后,该地区所呈现的景况已形象地出现在人们的眼前。

日本竹中工务店在日本是应用CAAD技术比较早的一个大型建筑企业。最初他们也是采用传统的设计方法进行工作,后来引进了计算机辅助设计系统,当初需要花费1~2周时间才能完成的建筑方案设计阶段,现在只用2~3个小时便可以为建筑师提供几个比较方案。过去在此阶段,常常因为

人工制做建筑模型而花去很多时间，费用也较高，现在他们则经常利用图象显示的办法来代替模型制做，效果十分理想。这对于大量节省时间，加快设计进度，提高设计质量，降低设计成本，增强行业领域内的竞争力，具有非常明显的优越性。

三、计算机辅助绘图

现代化建筑日趋复杂的功能要求赋予了建筑物千变万化的体型特征。各种曲线、曲面、折线、折面的运用，丰富的建筑立面表现形式，复杂的平面布置，使建筑师本来就已感到十分费时费力的绘图工作又增加了更重的负担，尤其是绘制建筑透视图，问题更为突出。例如图 173 的日本东京工业大学百年纪念馆（模型）的设计方案，图 35 中香港汇丰银行（室内局部透视）的建筑设计，若采用传统的手工方法绘制透视图，其中的艰难是可想而知的。据有关资料统计，目前在整个建筑设计过程中，绘图工作将占据建筑师 60% 以上的时间。在建筑工业现代化，设计周期日益缩短的形势下，如果建筑师仍然沿袭传统的手工制图方法，其结果必然使得建筑师无法充分发挥他们的聪明才智，大量重复机械式的绘图工作，严重困扰了建筑师的创作激情，迫使建筑师无暇顾及建筑理论与实践的探索，也没有时间对建筑设计方案反复比较、推敲，对建筑设计深度的了解也只能停留在一般的水平上。再加上手工操作不可避免的失误，甚至会以讹传讹，造成日后施工期间的工程事故。这些都直接影响到建筑设计的水平与质量，也阻碍了建筑师创作意识和创作水平的提高。

采用 CAAD 技术解决绘图工作的困难是一个带有方向性的问题。用计算机绘图不仅速度快，而且非常准确。在建筑设计的初步阶段，往往需要绘制透视图，以使上级主管、规划部门、使用者会同设计者一起对拟建建筑物的体形效果，空间感觉，与周围环境的协调、整体关系等方面取得更深刻的感受，并进行多方案的比较、评价。这就要求选择不同视点，不同角度绘制许多张透视图以实现这一目的。可是手工完成这样多的图，不论是一点透视还是两点或三点透视，都是相当困难的。还需要进行建筑立面、室内装修的色彩表现效果比较。要完成这项工作所需耗费的时间，在实际工作中几乎是不可能有的。因此，目前在建筑设计过程中，只能绘制一两张透视图，作为方案讨论、比较、以至定案的重要资料，其效果当然是不理想的。而计算机绘图则为我们达到这一目的提供了条件。因为透视图的作法不论是一点、两点、还是三点透视，都是三维空间坐标中的物体上点、线、面的坐标与灭点间的角度投射到二维平面上坐标值的变换，表现为矩阵关系，计算机对于处理这些矩阵变换是相当出色的。设计人员可以任意选择视点或角度，数分钟内就可完成用人的手工需要几小时、几天乃至更长时间才能完成的制图工作。如果把很多张不同视点的图形连续起来显示，如同电影的动态效果一样，就会使人感到好象所设计的建筑已经竣工，设计者正在漫步于该建筑的周围，对它的立面效果进行观察。如果必要，也可以让计算机绘出室内设计的透视图。因而设计者可以看到，当他走进这个拟建房屋的内部时所能感受到的效果。这在传统的手工绘图过程中是根本无法做到的。

四、计算机辅助设计中的模拟技术

并不是所有的建筑物都涉及到人,但是大多数房屋建筑是与人群有关的。人们期望建筑师设计的房屋能够为他们提供便利的生活、工作条件,以使他们不致为排队乘电梯而浪费宝贵的时间,不至于在楼内相互拥挤冲撞,甚至使某些区域出现超载现象。建筑师还要对用户负责,除了具有非常特殊声誉的工程外,不能毫无科学根据地任意采用各种设备、材料,以致使建筑物造价昂贵,管理困难。

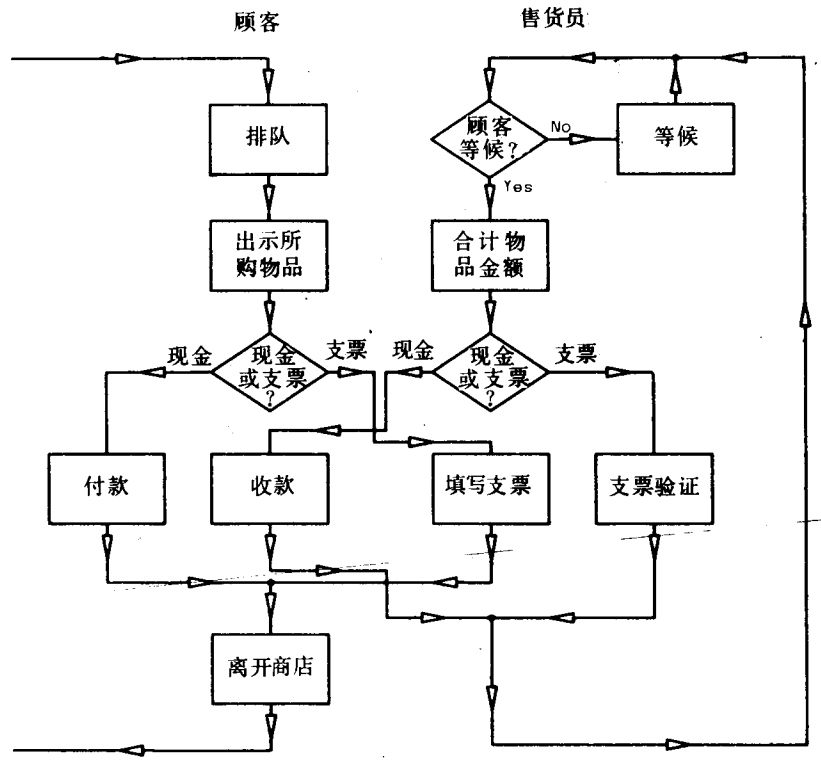
目前建筑师往往依赖于经验来评价建筑物内的每一块面积为人们所提供的使用价值。这些经验或许是他根据以往的设计工作总结出来的,也可能来自于其它设计人员的经验,这些经验体现在现存的建筑物中,或者设计工作手册里,通过学习研究可以掌握它们。一般来说这是个很好的工作方法,但是其中存在两个问题,首先,新的设计内容其本身就没有任何成功的先例可以事先提供作为参考,再者,由于设计思想没有改变,不太明显的错误就可能成为病根,在下一个建筑设计中继续出现。要剔除这些问题就必须对设计作系统的分析。要作系统的分析就要对许多人彼此无关的行为所产生的效果,从数百个离散的但相互作用的变量中进行分析。过去由于单凭手工直接来做,其工作量过于繁重致使它从未成为一项切实可行的技术而真正存在。因为手工能够处理的少数几个变量并把它们的结果积累起来进行分析是不全面的,也不能真正体现事物的根本特征。利用计算机就可以对许多人的动作、随机方式出现的各种行为,人与人、人与物之间相互作用的结果进行模拟。这种模拟技术现在可被用于确定电梯部数、位置,室内外交通分析,餐馆设计,停车场的位置和面积,飞机场的布局,超级市场设计等等许多方面,解决各种各样的设计问题。

例如,运用模拟技术对一个超级市场的收款处进行描述,计算机将输出关于形成购物人排队等候现象,给出市场内一整天里排队长短的波动情况。然后由设计者来确定这些数字是否可以接受。如果排队时间超过5分钟,就可以认为这是否太长,设计者就将模拟条件修改,当然,具体时间的长短也是人为确定的,增加收款处,或者通过提供更多的机械化自动化设备来提高商场服务人员的工作效率。如果排队队伍很短,排队现象也不是连续出现,则设计者就可以减少一些收款处,或者把多余的服务人员安排做另外一些事情,如包装商品或盘货清点等。通过这样的手段可以确定出工作人员与设施布置的最优比例,从而达到设计成果的最大效益。设计者掌握了这些实际情况,就可以不用单凭想象或依赖现存的但并不是理想的处理方法而做出一个优秀的设计。这对于一个缺乏设计工作经验的新手尤其重要。

就象利用运筹技术一样,模拟技术同样可以绘出模拟网络图以给出形象化的分析结果。我们可以通过单独模拟一个市场收款处的情形来描述这个问题。在收款处有两个相互作用的网络,各个顾客接连不断地进入其中,每个顾客付款离开的过程可以粗略地分为若干单独的活动,排队等候合计所购物品的总数、付款。另外一个网络描述了服务员的活动。现场只要一个服务员,因此,这个网络就形成了为一个顾客而实行相同活动的循环。其中有两项基本的活动,即合计所购商品的金额和收款,如果需要,还要找零钱。当有一个顾客进行了这一活动时,就有一个判断点用棱形块表示在网络图上。在这点处,服务员进行核对,看是否还有顾客仍然在排队等候,如果还有顾客则再重新执行这个网络。否则经过短暂的间隔之后服务员将再行进入收款

处。这表示服务员正在等待下一个顾客来付款，这种表达方法是根据数字计算机模拟的性质所决定的。下图就表示了这个模拟过程的网络图。

在计算机的帮助下，除了采用模拟技术来进行房屋建筑辅助设计之外，还可以利用计算机对建筑的环境条件进行分析，其中包括建筑的采光、通风、供热、供电等，尤其是在节约能源的呼声日益强烈的情况下，更显得无比重要。



计算机辅助建筑设计的常用技法

与传统的建筑设计方法相比，计算机辅助建筑设计系统为建筑师提供了很多便利条件。虽然这些系统的生产厂家不同，型号、档次有差别，具体操作方法也不一样，但是它们为建筑师所提供的辅助设计技术的基本方法还是大体相同的。要说其中有不同，也只是由于设备的档次有高低，而使系统处理问题的能力具有大小之分，这也意味着在某种程度上，系统要求建筑师结合具体设计项目进行二次开发的工作也不完全一样。下面我仅是利用计算机辅助建筑设计系统常用的技术方法作一简单介绍。

一、分层技术

目前我们所使用的计算机辅助设计系统大多提供有层次功能，这些“层”就如同是一些透明的薄片，设计人员可以把关于设计对象的图形、文字说明、尺寸等几何信息，按照不同的要求分别表示在不同的层上。层本身没有厚度，系统可以根据设计人员的要求把若干层上的内容利用分层法进行。我们可以把各个专业都需要，其它一些图层中都要表现出来的图形在某一层上作出来（如定位轴线图），然后哪一层需要就把它复制到哪一层上去，这只需一个命令就可实现。然后再在上面修改补充。例如我们在设计一座教学楼时，可以把所有设计图分层绘制，这个分层图，只是为了说明分层作图方法的基本概念，实际工作时，自然要比它更具体、更详细，不可能这么粗糙。

当所有专业的设计工作全部完成之后，设计负责人可以根据实际情况把有关层的设计叠合，在一层上显示出来，某一层上的设计内容也可以复制到其他层上，对于这些层上的图形、文字和各种符号，设计人员可以随时进行补充、修改或删除重做。层与层之间可以编号或采用不同的颜色加以区别。系统一般每次能够为用户提供数十层至数百层，这要看计算机内存储器的容量大小，对于建筑设计工作来说，这已是绰绰有余的了。

层号	内 容
0	各层设计内容索引
1 ~ 5	定位轴线图
6 ~ 15	楼层平面布置图及立面、剖面图
16 ~ 20	室内设计、家具、教学用具布置图
21 ~ 25	室内仪器、设备布置图
26 ~ 40	结构布置、构件详图
41 ~ 55	水、暖、电等专业线路、管道系统布置图
56 ~ 60	细部构造作法、配件、明细表等

采用分层法作图，可以减少专业范围之内及各专业间的大量重复性工作，避免建筑结构本身与其它各专业设施之间可能产生的缺漏碰撞现象。例如在作一幢楼房的设计时，必然要绘制各个楼层的平面图，每层楼面的布置稍有不同就要分别绘制，楼层数越高，需要绘制的平面图也就越多，实际上