

建筑师的计算机方法

[英] RA 雷诺兹 著

李维荣 译

沈玉麟 校

中国建筑工业出版社

本书对房屋建筑计算机辅助设计(CAD)技术作了比较全面的介绍,其中包括:房屋建筑CAD的基本知识以及该项技术的研究发展过程;各种房屋建筑CAD系统,各种类型的计算机设备及其性能的比较(硬件);具有不同辅助设计功能的专门程序的选用(软件)。书中对利用计算机存贮设计资料,建立与应用数据库,借助计算机作建筑与规划设计,进行建筑环境工程分析,从事工程设计管理,生成各类设计文件,绘制工程图等技术原理作了详细的介绍。此外对利用计算机模拟现场实际情况、进行优化设计的人工智能技术作了生动的描述,并结合工程实例加以说明。

本书可作为房屋建筑、环境工程设计、科研工作者,以及有关专业的大专院校师生学习与应用计算机辅助设计的参考书。

R · A · Reynolds

Computer methods for architects

Butterworth publishers 1980

* * *

建筑师的计算机方法

李维荣 译

沈玉麟 校

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市平谷县大华山印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12¹/₂ 字数: 300千字

1987年7月第一版 1987年7月第一次印刷

印数: 1—8,600册 定价: 2.55元

统一书号: 15040·5214

译 者 的 话

房屋建筑计算机辅助设计作为一门新兴的科学技术已在国际上迅速发展起来。而对这种局势，每一个建筑设计工作者都必须对此加以重视，并有必要认真考虑一下我们所面临的任務。美国加州洛杉矶大学建筑与城市规划学院的密契尔教授，多年来从事房屋建筑计算机辅助设计的科研和教学工作，他指出，建筑师应该把开发CAD技术作为自己的一项使命。是的，要想使我国的房屋建筑设计现代化，就必须充分利用计算机这一现代化的设计工具。

搞房屋建筑CAD的前提是要有计算机及其一系列附属设备，目前我们已基本具备了这一条件，尤其是大专院校和科研机构多数已拥有较高级的设备，这无疑将会大大促进我国房屋建筑CAD技术的迅速发展。译者近年来从事房屋建筑计算机辅助设计的科研教学工作，深深感到，开发这门新技术是一个量大面广的任务，我们所面临的工作非常艰巨。但是科学技术的发展要求我们必须完成这项工作。仅仅依赖国外进口现成的设备和软件是不能适应中国的国情的，我们要依靠自己的力量赶上国际先进水平。

由于译者水平有限，计算机辅助设计又是一门新技术，有些名词术语尚待统一，书中难免会有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

译者1986年9月于天津大学

前 言

早在六十年代初,建筑领域就出现了一般“计算机热”。建筑师们对计算机用于建筑设计产生了极大的热情。但是由于使用过程中碰到的许多问题在当时难以克服,而使得这一高潮到后来降到了最低点。从那以后,又经过了多年的研究,发展到目前,计算机应用于建筑领域的可能性已成为现实,并且已取得了重大成果。另外,计算机设备本身的价格也比先前大幅度地降低。因此,我认为,要以新的眼光来看待建筑领域中设计工作自动化的问题,可以预言,在未来的建筑设计工作中,使用计算机将占有一个相当重要的位置。

这本书是我十年来在中型私营事务所使用计算机的经验总结,也算是一本应用计算机的实践指南,而不是教科书。书中介绍了我们在哪些方面可以得到计算机的帮助,以及如何运用这些机器。与此同时,我也想说明自己曾经在哪些地方走了弯路。

本书对诸如“二进制算法”以及“程序语言”等不再作详细的介绍。因为这些内容无论在计算机开拓的年代还是在计算机应用高度发展的今天,都是基本知识。就建筑师而言,只要懂得计算机的应用原理,并具有灵敏的反应能力就行了,而不一定非要亲自去编写自己的计算机程序。对此,可以作这样的比喻,若在驾车前学好内燃机的原理,尽管是有益的,但并不一定是必须的。对于一名从事实际工作的建筑师,无论在何种情况下都认为:若要编制出一套好的计算机程序与搞好一个建筑设计,两者所花费的时间不相上下。为了通俗易懂,我在本书中尽量避免使用专门的技术术语,可是,不用专门的技术术语来介绍一门新的学科是很困难的,就象要描述一栋房屋却不使用象“檩条”、“拱”或者“防潮层”之类的专门术语一样困难。不过,对书中不得不用新的术语,我尽量给予解释。当建筑师通过刻苦学习,真正会用计算机之后,他一定会为掌握这一强有力的工具而感到欣慰。

R·A·雷诺兹

目 录

前言

第一章 综 述	1
第二章 计算机的应用	6
1. 使用计算机的优点	6
2. 使用计算机的缺点	8
3. 工程管理	11
4. 信息处理	11
5. 房屋建筑的设计与分析	14
6. 计算机辅助绘图	16
7. 公用设施工程	17
8. 计算机在典型工程上的应用	19
第三章 计算机的职能系统	23
1. 计算机的分时与批处理系统	23
2. 批处理设备	25
3. 分时设备	27
4. 小型计算机	32
5. 小型计算机的附属设备	35
6. 交互式绘图	36
7. 交互式绘图设备	38
8. 微型电子计算机与个人计算	44
9. 模拟计算机	46
10. 设备安装	46
11. 计算机的合理使用	47
第四章 计算机程序的选择	50
1. 计算机程序的有效利用	50
2. 专用程序	50
3. 程序包	51
4. 程序的来源	51
5. 程序使用的限制	53
6. 程序说明文件	54
7. 程序的示范表演和讨论	55
8. 程序的购置	59
第五章 数据库的利用	60
1. 数据库原理	60
2. 项目的分类与编码	66
3. 建筑设计所用的数据库	69

4. CARDS—结构固定的数据库管理程序	73
5. 可变结构数据库管理程序—2000系统	76
第六章 计算机辅助绘图	80
1. 计算机辅助绘图的优点	80
2. 程序分类	85
3. 交互式绘图的工作方法	86
4. 非交互式绘图的工作方法	93
5. MEDALS—一个二维的非交互式系统	95
6. CARBS— $2^{1/2}$ 维非交互式通用系统的特征	98
7. DAISY—一个二维的交互式系统	100
8. ARK/2—一个二维的交互式系统	103
9. BDS—一个 $2^{1/2}$ 维的交互式系统	104
10. RUCAPS—一个 $2^{1/2}$ 维的交互式系统	106
第七章 形象化	107
1. 形象化的原则	107
2. 数据的采集方法	112
3. 图形显示程序—CADC	115
4. 图形显示程序—AUTOPROD	119
5. Leeds工业大学的模型化系统	120
第八章 工程管理	122
1. 工程管理系统必要性	122
2. 统筹技术的原则	123
3. 工程管理程序的输出结果	127
4. 数据准备——一个可行的实例	132
第九章 模拟技术	135
1. 模拟的用途	135
2. 模拟原理	136
3. 数据采集技术	141
4. GPSS——一种先进的模拟语言	142
5. 模拟程序包	147
第十章 环境分析	149
1. 环境分析的必要性	149
2. 程序结构	150
3. 照明分析	151
4. 热分析	151
5. 阳光分析	152
6. 空气调节分析	152
7. 声学分析	153
8. ESP——综合性的环境分析系统	154
9. CEDAR3——初步设计阶段的评价	157
10. RIBA计算器程序	158
第十一章 综合应用	161

1.建筑设计计算机程序的范围	161
2.设计的生成	161
3.设计成本	166
4.土方的开挖与回填计算	168
5.设计工作成本分析	169
6.文字处理机器	172
第十二章 未来.....	174
第十三章 信息源.....	182
参考文献	186

第一章 综 述

以前,计算机在建筑界的声誉不高,从事实际工作的建筑师常常是在有意或无意中就对它发生了怀疑,甚至抱着敌视的态度。用于建筑设计领域的计算机也很少。从最近的调查中发现,只有为数不多的单位使用计算机,并且往往主要用于数字统计而不是解决建筑设计的实际问题。

与上述情况相反,在房屋建设工程单位的人员,却广泛地利用计算机,并且迅速地扩大了它的应用范围。例如,结构工程师就用那些非常简易、价廉的计算机来帮助他们完成繁重的计算工作量。从而使他们能把更多的精力用于解决大的原则性问题及进行设计方案的相互比较。设备工程师用计算机优选管道路径,进行管网设计。并对供热、供电等进行综合分析、检验。因而,他们能够比先前更深入细致地研究问题,更方便地找到既经济又合理的解决办法。一些工程管理人员可以利用通用的计算机程序库,只要从中选择合适的程序就可以帮助他们完成大部分的工程预算工作。

还有在建筑工程的施工组织中,多工种相互配合工作,较大的工程承包者往往借助计算机的能力,合理确定工地上工作人员的数量比例和机械的调配,并根据需要及时调拨建筑材料。

建筑师对计算机的不信任心理看来是由于他们当初对计算机过分热情,那时他们从计算机正在改造着其它职业而自然地联想到计算机也将会对建筑专业本身进行改造。比如,十年前的工程设计正处于全面的变革之中。计算工作如果能够在瞬间自动完成。就意味着:设计人员的队伍可以大量精简,而工作水平要提高,考虑问题只要着眼于大的原则,不必局限于某个具体细节。因而工作变得更加有趣,并需要掌握多种不同的技艺。正常情况下,综合考虑问题进行设计自然要比受一定局限性的人工设计效果要好。毫无疑问,这一过程也同样会出现在建筑设计中。可是在这些还未实现时,却常常碰壁,此后,就产生了这样一种感觉,即建筑师的工作简直是太复杂、太直觉以致不能非常有效地使用计算机。

早在五十年代工程界就出现了计算机。最初只是用于科学计算和大型商店的管理,例如工资管理工作。时间不长,也就是在它还没有在各个行业中(包括建筑领域)充分显示出它的能力时,在1963年,Ivan Sutherland在美国的麻省理工学院宣布了著名的SKETCHPAD系统^[11]。这是象电视一样的装置与计算机相联,操作者用一支特殊的“光笔”可以在显示屏幕上很容易地画出直线、圆弧和圆,并可以根据需要多次重复显示各种符号、基本图形,并任意确定它们的位置。

三年后,William Newman在英国的皇家学院开发了一个针对建筑行业的应用系统^[12]。该系统将标准的房屋构成要素如墙、窗户、地板等图形信息都存储在计算机内,用户可以从中进行选择并可组合成整体图形,然后显示在屏幕上。当这一组合图形确定下来时,计算机能够自动地把各房间的面积用表列出,并编制出一套房屋构成要素的清单、计

算出热能消耗以及对人工照明和天然采光的情况进行分析。设想,这样的技术水平在短时间内,在每个建筑师的办公室里出现,其实也不算什么惊人之举。

在当时出现的许多设计理论家中 Christopher Alexander^[1,2]、L.Bruce Archer^[130]和J.Christopher Jones^[5]是出类拔萃者。从总的方面说,他们都试图找出有规律、成系统的基本设计法则,从而使设计工作能够更富于逻辑性,更少直觉性。他们研究出的方法通常需要利用计算机。例如,分析总建筑面积中每个活动单元之间的相互联系与制约,或者运用复杂的数学优化技术把它们的相关问题简化为容易掌握的形式。这些思想在当时受到很大的重视。就设计者而言,可以想象到这些技术会很快普及,从而可以提高创造能力和直观分析水平,把设计做得更好。

那一时期,国家的经济状况是好的。房屋建筑业繁荣发展。当时,建筑师的工作量相当大,设计人员的数量满足不了建筑业发展的需要,劳动力的价格昂贵而且不易找到。在这种双重因素的影响下,就需寻求减少人工劳动的办法。

建筑界总是给人一种思想活跃、头脑开放的感觉。他们喜欢创新,不管对这一发展趋势褒贬如何,他们却勇于尝试。六十年代末到七十年代初期,出现了计算机热,那时每年都多次举行有关计算机辅助设计的会议。有关这方面内容的书籍大量出版。很多学术团体建立起来,他们从各个不同的方面调查研究并报导计算机在建筑工业中的使用情况。写出了数百个程序。建筑师们确信:他们这一行业的革命就要出现。

在某些范围内这种情况是发生了,例如,英国的 West sussex County Council 的建筑部门就是一例。他们开发了一个几乎完整的设计系统 SCOLA,这个系统利用计算机的帮助使房屋建筑工业化。建筑师们宁愿坐在显示屏幕前而不喜欢整天趴在图版上。到1968年,建筑师们能够用计算机完成整个设计过程。从输入基本的活动范围的关系开始,程序系统将自行确定出房屋的空间位置和尺寸。按照房屋建筑规范的要求进行修改设计。并对音质效果、采暖及许多方面的设计进行优化,最后做出该工程的综合预算清单。并且在计算机绘图仪上完成施工图^[10]。

另一新途径的例子是英国联邦政府的社会安全与卫生部 (UK Government's Department of Health and Social Security) 做的。该部在中等规模的医院建筑设计方面常常为建筑师提供帮助。后来,出版了两套小册子,《医院建筑设计手册》^[7]和《医院建筑手册》^[6]。书中提供了各种房间的明细表以及相应的参考面积和活动内容。1969年这个部门又介绍了一个名为 HARNESSES 的完整的医院设计系统^[4,9]。HARNESSES 的功能是提供一个标准化的度量范围,在保证机动灵活的同时又不失其统一标准。虽然计算机的用途不是主要针对这个 HARNESSES 系统,但考虑了它,从而促进了计算机的发展。比如用计算机程序来评价人工设计的房屋设备效果。象热能的获得与损耗,以及建筑物的位置选择和成本核算。另外有一套程序以优化的方式自动调整集合各个建筑单元,使它们合理地围绕于一个服务中心。还有一些程序用来制作计算机内部系统的信息收集、整理、存储、检索及分类等过程的生产文件,其中包括图形输出等。

另外在其他一些规模大、小不同的场合中,介绍计算机的应用方面也作出了许多努力。但可以看出,在为数有限的几年之内不可能产生根本上的变化。当建筑师使用计算机的时候发现:他们整天的埋头工作,收获却不大。有大量的新技术需要学习。大量的问题有待解决。他们当中的大部分人竭尽全力在对付这些机器,并为克服当时的计算机容量

小，速度慢所带来的困难费尽了心思。那时也没有什么可用的程序。即使有也仅仅是适用于计算工作量大的问题，比如楼板设计，日光系数及热损耗等。而这些问题仅仅处于建筑师的兴趣边缘。对于建筑师所关心的主要问题如设计时间花费得太多却一点也没有涉及。进一步说，这些现有的程序一般需要收集和准备大量数据，其所得结果与付出的时间和精力相比，感到有些得不偿失。

推销的大多数绘图系统也只是用电视屏幕代替了图板，结果是成本昂贵，高达几百或数千英镑。这实际上使用户无法应用。除非是政府支持的公司，即使是这类公司也会碰上价格太高的难题。在当时，计算机绘图的速度比手工制图快不了多少，同时还存在许多不利因素。例如，大幅图必须先划分成若干小幅和简单的图，绘图仪才能工作。而且屏幕仅仅20cm见方用起来不便，在上面显示的线条也很粗糙。

这些房屋设计程序所产生的建筑设计，考虑的也很不周到，通常，它们在运行中只考虑单个因素的优化。其中最普遍的是房屋交通枢纽面积的设计成本。而房屋设计中所需要涉及的因素成千上万，这些程序却没有一一考虑。但在一个优秀的设计中，这些因素是必须考虑的。然而在短时间里他们只能凭着经验。这时候，国家的经济状况迅速恶化，建筑业行情戏剧般下跌，建筑师们的工作量已不饱满，从事这项工作相当多的人员已经转业。

公众已转为反对搞房屋建筑工业化。因为这样的建筑与常规建筑的建设投资一样多；设计上花费的时间也不相上下；这种建筑在结构上也存在着一些不利因素；而且人们也不太喜欢住这种房子，因此，这类工业化的房屋还建造的很少。然而计算机处理最适合于从有限的房屋构成要素中选择满意的方案，其细部要求也可以预先交给计算机处理。这些工作如果采用常规的办法来做是非常困难的。

到了1974年，就是一些早先雄心勃勃热衷于发展计算机的机构也悄悄关闭了。英国West Sussex郡委会的建筑设计部门不足以抵偿计算机的使用成本而恢复了人工设计。实践表明SCOLA系统的实用价值不够理想。HARNES系统所产生的房屋建筑设计成本又过高，据估计^[3]在新的财政状况下超过了300万英镑。鉴于此情况，1975年卫生与社会安全部放弃了对HARNES系统的研究开发。大多数试图利用计算机的建筑师也放弃了他们的打算，因为，实际结果证明，这种努力的效果是不理想的。

由于上述这些历史上的原因，直到今天，建筑界仍然存在着大量的抵触情绪。其实，这也是实事求是的反应，是可以理解的。然而，发展和进步无时不在继续，即使你没有去注意它。我相信，计算机目前能够给建筑师提供实在的帮助。不是采用革命的解决办法，而是以直接简便的普通工作方法。

科学技术的发展使计算机的价格大大降低而工作能力大幅度提高。现代化的电子技术能使成千上万个晶体管或电容器元件集中在一块指甲盖大小的硅片上。进一步的发展将使计算机的价格更要大幅度降低。1968年，一个计算器的价格是200英镑，体积与打字机大小相似。而今只用不足5英镑就可以买到。而且，体积小小到可以放在衣服口袋里。买一部大小可以放进办公桌抽斗里的微型计算机，今天只需付出5000英镑，可十年前，与此能力相当的计算机却要价10万英镑，而且必须安装在有空调设备的专用大房间里。现在对于大多数建筑设计事务所来说，一个小型计算机就可以帮助他们处理日常工作了。正如人人所想到的。新的技术也给人们带来了高速度和可靠性。

计算机厂商也下功夫努力开发计算机程序以控制计算机。在市场上出售的每台计算机

都能接受多种高级计算机语言。这种语言使程序的编制非常简单。这些计算机还配有許多标准程序，用以解决碰到的公共性问题。例如，按字母顺序排列的分类表，校正输入到计算机内的信息，或复制一批数据资料。为了使用这些标准程序，还有一些简单的语句来调用它们。

计算机价格的降低和工作能力上的扩展，使得有可能编写出更多更好的程序。1968年，我所在事务所的那台计算机上只能处理250条指令，容纳6000左右个字符。而今天，计算机已发展到可以执行几千条指令的程序，并能容纳几百万个字符。因而，不仅能解决问题、经济可靠，而且便于用户的使用。例如，机器可以许多种方式接受数据，而不是限制在某种固定不变的格式里。程序可促使用户使用更多的信息，输出的内容可以按顺序分页，这种形式通常适用于处理结果。所有这些过程都由计算机程序控制，使用起来非常简单，这点与用费低廉一样，对建筑师来说也是至关重要的。

随着计算机的大量出现，它们变得越来越容易使人接受和掌握。在1968年时，整个英国仅有一台计算机。公众只能用通电话的方式用它存取信息，而今天，计算机已超过200台。对任何建筑师，只要使用一台租来的电传打印机就可以应用各种程序，而且收费便宜。许多事务所都买进了计算机。

计算机技术发展的重大成果之一，是计算机的图形处理能力有了进一步提高。计算机的基本工作方式就是数字运算。因此，使用计算机的首要问题是：所有程序要严格的数字化，例如计算抛物运动轨迹。许多计算机不能按文字符号接收或输出信息。很快，由于大量的实际业务要求使文字符号处理过程被采用。后来，Sutherland和其他一些人研究用数字的形式表示图形结构。在这个问题上，他们付出了巨大努力，并且也获得了成功。但这样做使得计算机所承担的工作量过多，使图形处理的过程只能在大容量的计算机上应用。同时使计算机解决问题的速度减慢，用费增高。

今天，若干厂商正在重点发展用于绘图的计算机。这些设备比较便宜，基本在2万到5万英镑左右，这些绘图设备可以接受和输出图形元素，比如直线、圆弧等。由于这些厂商致力于这项特殊的研制工作，也就不把研制过程中的成本当成问题了。现在，许多事务所都使用了这类机器。

计算机程序的数量和质量在几年内有了明显的改进。这不仅由于程序技术的提高，而且对许多基本问题有了深入的理解。现在，程序可以编得很长、很复杂。对解决问题的各种途径几乎都进行了深入的研究探索。

例如，今天人们对房间的平面布置已不抱很大兴趣。他们认为：对于一些多因素综合考虑的问题，往往带有很大程度的人的主观评价因素，对这类问题的处理最好是由人的大脑来分析。象计算机管理系统的生产文件或成本分析等问题，现时都需要人付出大量精力，这些问题错综复杂，难度较大。

越来越多的程序在各个专业范围内产生，其中包括建筑专业和其他专业。这与早年程序几乎都来自于大专院校不一样，编制程序逐渐成为一种专门性的工作。这些程序趋向于摸索、研究，而实用价值很小。很少能形成计算机文件。程序本身写的质量不高。这些程序也对设计理论、具有吸引力和存在争论性的问题进行研究。而很少涉及直观、明确和乏味的计算机操作系统管理一类的内容。

政府的投资大量增加对计算机程序的开发提供了很大帮助。这种财政上的支持可分为

直接和间接两个方面。直接投资，可以通过对某些单位的编制和根据销售计算机程序的情况给予扶持和保证。象英国的计算机辅助设计中心就是一例。间接的支持可以来自于政府的房屋建设部门，这些部门中有庞大的计算机预算计划和程序编制费用，编制这些程序用于他们本部门的建筑工程。这些程序最终用途可能很广泛。英国的“房产服务公司”（The Property Services Agency in Britain）和美国的“住宅与城市发展部”（Department of Housing and Urban Development）就是这类部门。

当今，一个可以接受的程序，必须具备有真正能满足实际需要、能形成完善的计算机文件并且满足使用方便的特点才行。但若满足使用方便的要求，通常意味着程序比较冗长，运行速度慢而且编制费用高。因此，为了解决某些特殊问题，在各个办公室里分别编制某些特殊的程序。这样，非标准的现成的计算机程序就有了很大发展，而且销路很广。许多团体都对这些程序做出评价，并给予宣传介绍。

通常，可以这样认为，当今计算工作的专业化程度是很高的。对计算机的要求不能过高，事实的确也是如此，计算机不可能对各种问题都给出恰如其份的答案。然而，丰富的工作经验及熟练的技术再加上先进、价廉的计算机，毫无疑问，房屋建筑设计工作中计算机的应用一定会蓬勃发展起来。

第二章 计算机的应用

1. 使用计算机的优点

多年来,人们一直努力尝试,用计算机来帮助人完成房屋建设过程中的各项实际工作。在普遍使用的计算机程序中,有些使建筑师很感兴趣。这些程序涉及的问题范围非常广泛,有些仅能处理一般问题,如在一定的工程阶段,对建筑工程造价的粗略核算程序,也有颇具水平的高级复杂程序,能够解决建筑工程中的施工详图绘制工作。

使用计算机的最大优点是:善于解决冗长、重复的计算,以及进行方案比较,其工作速度比人快得多。有些问题,用人工来解决需要很长时间,甚至连续几年工作才能取得某些结果。而计算机高速处理问题的能力能使这些问题很快解决,利用这些结果,建筑师可以对设计的深度和广度有更进一步的了解,从而,做出比先前更经济、更出色的建筑设计。这样,即缩短了设计周期,加快了建设速度,又通过计算机的应用,提高了工作效率,使许多设计人员从繁重的设计工作中解放出来。

随着建设的发展,建筑物变得越来越大,越来越复杂。现在,建筑师常常碰到容纳几百人甚至数千人的单体建筑物或者建筑群。回想十年前,这种情况是极为罕见的。由于建筑物的大型化、复杂化,要求它的用途也要广泛得多。用户对工程的要求不断提高,比如要求有良好的采光、空调和热舒适感,也使建筑师必须付出更大的劳动。严谨的建筑立法使建筑师必须遵守许多法规(如节约能源,预防火灾等等)。科学技术的发展,使每年都有数以千计的新材料和新技术出现,其中,许多项目都可以用到建筑行业中来。但设计人员如果不注意这些消息,那他就不可能作好设计工作。

尽管建筑物趋向于大型化、复杂化。可是用户要求建成的时间却越来越短。以前是按年为单位来计算建设时间,而现在往往以月为单位来考虑。其主要原因是:劳动力和施工机械的价格不断增大,大型建筑中所投入的大量投资数额都要求加快建设速度。特别是周期性的通货膨胀和财源萎缩。由于建筑师通常负责整个建筑工程的管理工作,所以他们的压力就格外大。

建筑物的体量增大和复杂化就需要在建设过程中制订大量的文件。实际上,在建筑师所完成的建筑设计中包括:施工详图,施工说明,施工进度表,施工指导书,预算书以及计划任务书等。制订这些设计文件所耗费的时间与设计工作本身所占用的时间往往相等,甚至有时前者是后者的两倍。当前,一名建筑师的时间分配比例可从英国的罗亚尔建筑研究所(RIBA)酬金费用的比例上看出(见图2.1)。所有这些迹象表明,设计辅助工作一书面文件工作日趋增加,并且将更多地占用设计工作时间。

对这一问题建筑业所采取的解决办法是扩大设计队伍的规模,或者改变设计人员的组织结构,进一步分成独立且配套齐全的小组,以减轻经营管理上的负担。并且利用统一的

建筑设计标准和重复使用标准设计。不过，这些措施各有一定缺陷，并局限在它们的有效范围之内。扩大设计队伍规模的同时，也就增加了行政管理和协调生产的负担。设计单位分散了，大量的时间就会消耗在部门之间，人员之间的联系上。计算机帮助设计人员提高了生产能力，从而起到精简机构，紧密内部联系的作用，通过减少经营管理上的负担而从中获得效益。

鉴于建筑师长期以来对整个设计工作都负有责任的习惯，房屋建筑日趋复杂，相应的建筑施工管理工作不断增加新内容。因而许多不同专业的专家必须在一起共同工作。1842年，Pugin创记录的仅用了一个助手的帮助就连续完成了25个相当大的规划设计。二十年代，一个顾问工程师，通常负责大的设计。而英国正式设立的估算师负责制订建筑造价及施工管理的预算工作。

当今，一个大型建筑的设计，可以用一位建筑师、一位结构师、一位估算师、一位设备工程师、一位环保顾问、一位园林建筑师、一位室内设计师、一位经营管理顾问以及一位有专门技术的设计师，他负责整个象厨房，试验室等有特殊设备要求的设计部分。图2.2表示了这样一种趋势：建筑师所承担的建筑设计任务本身的工作变得日趋减少，而参与管理和协调各个专业之间的工作却越来越多。面临的这些任务，对建筑师来说是从来没有受过任何训练的。

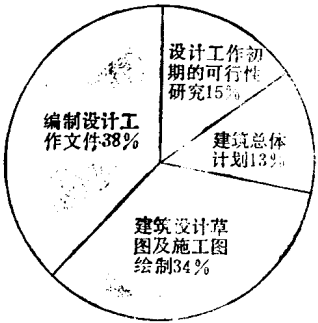


图 2.1 建筑师工作内容的时间分配比例

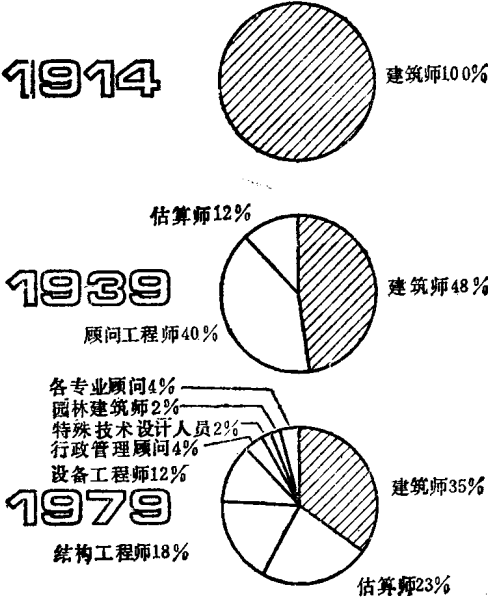


图 2.2 不同时期参与设计工作过程的专业人员比例

计算机为建筑师提供了解决这个难题的可能性。这是因为计算机能够很容易地解决公式计算、逻辑判断问题，并且能够核对大量的专业信息以及对早先的资料进行检验。这就使建筑师尽管不了解其它专业的具体技术知识，仍然能够对设计工作的各个专业部分做出

评价。由于计算机代替了手工劳动，因而节约了大量时间。建筑工程的成本核算，门窗设计，空调系统、供热的规模和平面定位设计，管道工程设计，电梯交通和其它许多专门技术领域，原先都是由别人承包的工作，现在也可以大部分或全部由建筑师和计算机来处理。至于前面谈到的总的原则知识主要指，一名建筑师要能够对设计方案进行检验，包括从采光处理直到最优方案或全面的综合分析。分工的减少，不仅能节约时间而且由于经营管理和相互联系的行政费用降低，建筑师对设计方案有更深洞察力和更大的控制能力，从而较先前会取得更为理想的设计。

计算机能够以多种方式进行检索和整理大批信息，它的这种能力非常宝贵。例如，在施工图设计阶段，能从众多的、可行的技术工艺和新建筑材料中，选择出具体适用于本工程方案。以地板材料为例，计算机可以检索出各方面指标均能达到设计要求的同类产品，在外观、质地、强度及成本等方面的资料。这就能代替人几天甚至几星期的研究工作。还能为人们提供一个优化的方案。否则，设计人员就只好使用一种他所熟悉而且以前用过的产品。

在生产文件的编制阶段，计算机能够做出材料清单和施工说明。甚至作施工预算也比手工快得多。这些文件同样也可以为日后的工程提供可靠的经验数据。这种信息反馈作用目前还不多。主要原因是：这类信息资料所反映的各项工程之间所需的必要劳动时间及人力相互关系并不是通用等效的。因而，参考前一个工程也是有困难的。但是，一旦给计算机输入了这些信息，它就能够很容易地调整并综合先前这些资料数据，建起数据库，为以后的其它设计人员提供方便。

目前，这种反馈往往仅存在于建筑师的经验之中。但由于房屋建筑变得越来越复杂，几乎没有任何一位建筑师仅凭着个人经验就能把所有数据资料牢牢掌握。举一个简单的例子：试验室的设备一旦被提供（其中可能包括：电、气、水、真空、熏蒸框或特殊废物处理等设备）计算机就能具体指出它们的工作性能，并且列出清单。它还可以为某些工作提供各种参考信息，使之构成一系列解决问题的方法的基础。这些信息资料不仅构成了一个建议和核查清单，而且经过很少的加工改动，就能自动把各类工程的技术要求、施工说明等进行复制，做为新工程的部分生产文件。因此，也就节省了打印及校核工作的费用。

与其将全部信息以绘图的形式输出，不如用计算机打印出全部结果，其结果能使建筑工程的估算师、投标者、承包商和分包商围绕着大量的问题进行讨论，并更快地解决问题，完成工程任务，不致再反复地询问建筑师。

2. 使用计算机的缺点

计算机并不是万能的。对于某些问题，它也会感到无能为力或解决的问题不多，而必然要暴露出自身在某些方面的不足。由于房屋建筑问题的自然属性，或者由于它们的尺度等原因影响了计算机的有效使用。同时，计算机对那些额外的和不熟悉的工作只能让建筑师来完成，或者它们有时会破坏了建筑师的传统的工作方式。

可以明显地看出，建筑问题的处理手法在一定程度上离不开人们主观上的思维判断，例如，对美学问题的评价或者对人类行为特性以及相互关系的分析，如果使用计算机来解决就不太合适。因为计算机最擅长的是重复的执行某些相同的过程。如果房屋建筑设计中

有大量必要的重复工作，那么，用于某一种状况下的信息处理也能再用于其它建筑设计的同种状况，从而提高了设计工作的效率。

从房间门的目录表一例，可以看出重复性工作很强的问题会大大提高计算机的效率。如果房屋每扇门几乎都是不相同的，那么，按照常规，在纸上列出门的明细表，建筑师就要花费很多的时间和精力。如果这项工作利用计算机做，人就要花费更多的时间和更高的代价把各种房门的详细数据输入计算机；但如果把一座建筑的房门规格确定在十种范围内，那末相同的工作效果，用计算机做比用人做快得多。这是因为只用很少的时间就能把这十种类型的房门规格数据输入计算机，而计算机则能够把这些数据汇总成房门一览表并很快的打印出来。一旦信息输入计算机，就很快得到清楚、整齐、按顺序分页的打印结果。另外其它许多设备，如计算机的人机对话与检索等都会做出迅速的反应。

大多数计算机所提供的帮助，都存在有类似的情况。这样，一个完全不合理的建筑设计就不能得到计算机的有效帮助。反之，计算机对一项具有高度重复性的建筑设计来讲是有用的。一个工业化建筑设计系统（如CLASP系统）都有一个严格限定的组成范围，它的各组成部分可以一个灵活的方式，在相对来讲比较粗略的平面网络图上，联成一个整体系统。这个系统的目的之一是通过减少若干可能减少的因素而使设计得到简化。由此看出，采用机械化的办法来提高设计工作往往收获是很大的。然而，零散的房屋建筑与系列化的房屋建筑在当前所占设计工作的比例不大。零散建筑的设计费用很贵，系列化的建筑在大多数情况下，房屋的功能内涵不易得到满足，考虑它们的群体之间的相互关系，在计算机上解决又是不太合适的，

许多建筑师担心，计算机在建筑领域内的开发利用，会使设计变成标准化和重复工作，这对建筑设计工作是不利的。的确，这种担心并不是没有道理。因为，计算机通常应用于某个具体项目时，都要对该设计项目做详细的说明，这样就促使人们只是从标准的项目序列中选用与自己设计思想相似的建筑方案，而决不再去自找麻烦地制订特殊的项目。而且，很有可能这个特殊项目以为再也不会应用。

但是，它如果阻止了一个杂乱而毫无系统性的方法在设计工作中的实行，这也许不是一件坏事。房屋建筑的日趋复杂和庞大，迫使设计工作者为了求其合理性而作了大量让步。大多数任意尺寸的建筑物目前都是在一个模数化的网格内进行规划。另外，使用一定范围内的标准构件，使用标准化的建筑细部构造做法，或者使用标准化的建筑设计，比如医院病房的使用面积等，在这些建筑标准化方面所做的不懈努力，目前都在不同程度上取得了成功。

有些设计单位，这方面的工作取得了较大的成就。也有不少单位被繁杂的文书工作以及行政经营和设计管理事务所纠缠而陷于困境。造成的原因，可能是由于他们没有采纳或者没有有效地采纳合理的政策。在这种情况下，他们可能会受到震动，而有求于计算机的帮助做行政管理各方面的文书工作。但这样的作法是注定要失败的。因为计算机只能在作出了结构分类和实现了一定程度的标准化时才能给予帮助。如果这些工作已事先做好，许多文书工作虽然不用计算机的帮助，他们自己也能解决问题，但不如用计算机解决起来更快更好。如果事先没做结构分类和标准化的准备，计算机就不知如何工作，反而比手工操作更为麻烦，以致成为昂贵的包袱。

与重复问题有关联的是房屋建筑的规模，一个规模很小的建筑，不可能包含许多重

复。而且即便是经验很少的人也懂得这一点，勿需要什么信息参考和反复核对。在这种情况下，计算机也提供不了什么实质的帮助。而实际上，使用计算机解决这类小问题所造成的许多负担反而缓慢了设计过程的进度。

房屋建筑的类型也确定了计算机发挥作用的范围。由于计算机程序要考虑各种建筑类型的变化，因而使用计算机处理建筑设计也并非是一件容易的事。在设计初步阶段，一个计算机程序，以设计矩形窗户为例来校核窗户的光通量。如果窗户不是矩形的，就需要变换大量数据，因而程序本身也将变得极为复杂、冗长。可现实中往往需解决的却是象非矩形窗这类少见的问题。若建筑师要计算象楼梯间的平行四边形窗户，或象传统式的圆形、玫瑰形窗的光通量就不能利用计算机来做。

进一步讲，在建筑设计的工作后期，许多计算机辅助绘图的程序，都是假定建筑物的墙体与图纸的一条边平行的。如绘制象伦敦邮电大厦（Post office tower in London）这样的圆柱形的、沿着弯曲的公路边或海边建造的具有曲线的建筑物，绘图程序的应用就受到了一定限制。类似的问题也同样存在于许多其他程序之中。上述情况迫使建筑师放弃了很好的设想，而这仅仅是由于计算机不能提供相应的帮助而已。。

为了有效地应用计算机，建筑师不得不调整工作方法以求适应计算机的特点。在某些情况下，这会使建筑师增加许多额外的负担。其中之一就是要求建筑师工作更需系统化。用计算机做一项设计通常需要付出大量时间和金钱。这主要花费于数据组织，调用程序，修改数据，校核输出结果等等。当计算机处理数据时，实际上是在执行众多的任务。因而只有处理大量数据它才能具有高效率，可这种情况并不多见。计算机的这种特性或许给建筑师带来麻烦，因为他们习惯于从一个工程的不同方面进行方案比较。由人来进行方案比较用不了多少时间，甚至当变化因素增多时，人工比较或许是个更好的工作方法，但当用计算机做同样工作时，就得使所有信息都具备齐全才能开始工作，并且由头至尾进行，不能中途停止。

设计工作的本身就是比较复杂的，人们对计算机的应用抱有种种幻想，其中令人最为信赖的是：计算机能解除建筑师的冗长而乏味的工作任务。而实际正好相反，机器必须是在其有完整的和准确的数据条件下才能正常工作。而采集、加工、校核这些数据的工作量却是一个相当繁重的负担，还有大量重复进行的工作，占用了大量时间。当然，最终的时间将会节省，但由于采集数据工作的连续性很强并且需要严格细致，因而，它是一件更为冗长、乏味但又不能避免的工作

库利工程技术人员协会^[17]（M.J.Cooley of the Associated Union of Engineering Workers）明确提出了这样一个观点：经反复证明，设计工作计算机化能够把设计人员从繁重的脑力劳动和枯燥的数字计算中解放出来，把腾出的时间和宝贵的精力投入到更高于创造性的工作之中。实际上是否真能做到这样，人人都会提出疑问，就象他在看待一个高度自动化的工厂时那样。

计算机的交互式工作方式即人一机对话，很适合于用户的需要，它的工作反应速度比人快得多，看上去它几乎总是在等待用户的回复，以这种工作方式工作的计算机为人们提供了更高的工作效率。但困难是维持这种效率给人造成的压力太大。