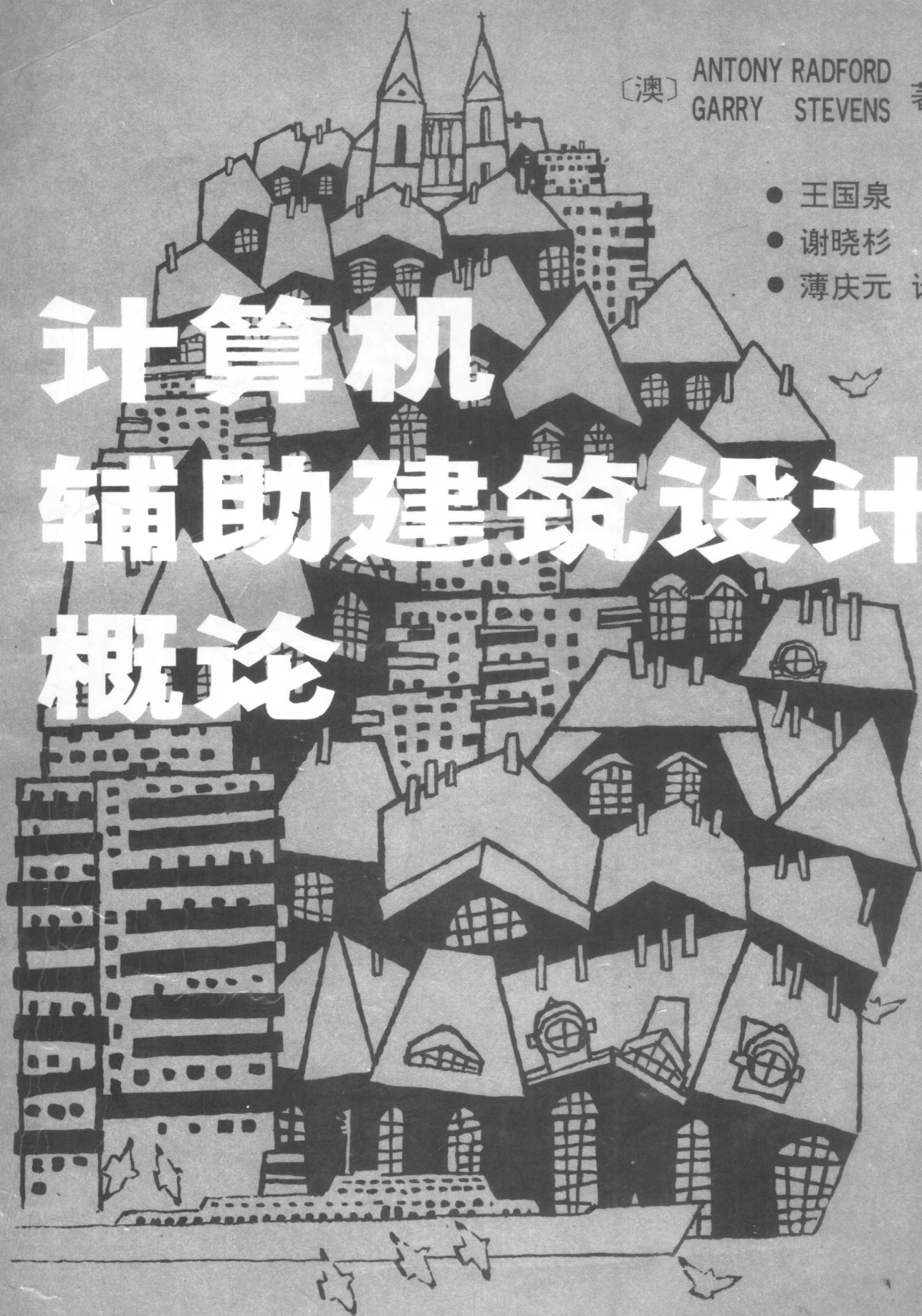


〔澳〕ANTONY RADFORD 著
GARRY STEVENS

● 王国泉
● 谢晓杉
● 薄庆元 译

计算机 辅助建筑设计 概论



中国科学技术出版社

计算机辅助建筑设计概论

【澳】 ANDONY RADFORD 著
GARRY STEVENS

王国泉 谢晓杉 薄庆元 译



中国科学技术出版社

计算机辅助建筑设计正在广泛深入开展,对建筑领域产生了深远的影响。本书提供了有效提高建筑 CAD 系统应用效果的原理、实现方法以及对硬件能力的挖潜改进。

全书分为 9 个章节,分别介绍了计算机辅助设计的历史、存在的问题、硬件、软件、辅助绘图、辅助设计、辅助管理、人工智能以及未来展望等内容。

全书既有系统的理论论述又有具体的实践介绍,将一些原本生硬的理论讲解得极其生动吸引人。是从事建筑 CAD 人员的基本必备书籍。

计算机辅助建筑设计概论

【澳】 ANDONY RADFORD 著
GARRY STEVENS

王国泉 谢晓杉 薄庆元等译
责任编辑 桂民荣

*

中国科学技术出版社 (北京海淀区魏公村白石桥路 32 号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
四二二九印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 字数: 367 千字
1991 年 第一版 1991 年 5 月第一次印刷
印数: 1-5000 册 定价 12.00 元
ISBN 7-5046-0523-9/TU·6

前 言

这是著名的 McGraw-Hill 图书公司近年出版的 CAD 系列丛书之一。作者是澳大利亚两位建筑师，本书从建筑学的角度，全面系统地介绍了建筑 CAD 的原理及实现。我们感到值得向我国读者推荐。

本书的翻译、出版的艰辛和苦涩，可想而知。三年的含辛茹苦，总算换来了本书的问世。

感谢美国孔斯塔基金会提供本书及有关资料；

感谢中国科协、中国科学技术出版社对本书出版的指导与帮助；

感谢中国科协学会部周如萍处长、中国建筑学会邵华郁副秘书长的大力支持；

感谢霍新民副教授为本书进行了认真负责的审校，可以这样说，审校化费了比译者更多的心血；

感谢薄贵培编审对本书的最终审定；

感谢为本书的出版作出了默默贡献的出版、印刷同志们。

本书的翻译出版工作由王国泉全面负责，执笔人分工如下：

王国泉 第 1、3、6、7 章

谢晓杉 第 2、4、5 章

薄庆元 第 8 章

汪丹天、陈宇红 第 9 章

由于时间、精力、水平所限，翻译中的缺点错误在所难免，请读者指正。

译者

1991 年 5 月

序 言

澳大利亚悉尼大学建筑与设计科学系 J.S.Gero 教授曾写道：“工业革命使机械力自动化，电子计算机使计算自动化，知识工程将使推理自动化。”

计算机问世以来，已经有了迅猛的发展：首先是在工程分析计算方面显示了杰出的优越性；随着计算机图形学的发展，又扩大到工程制图的领域，出现了计算机辅助设计——CAD；然后，人工智能学（包括知识工程与专家系统）的兴起，又把它的应用推到新的高度。

CAD 技术从本世纪六十年代以来，每 5—6 年更新一次，每次更新都使计算机速度与记忆储量有成十倍以上的增长，而系统价格又以几倍的幅度下降，特别是微型计算机的发展，使它的应用得到了普及，并且在各专业的设计领域中发挥着越来越大的效益。

电子计算机（俗称“电脑”）的发展，并没有象有些人所担忧的那样，使人脑丧失作用，相反，它把人脑从大量的重复的容易出错的计算及制图操作中解脱出来，从而能够用更多的精力去进行更富有创造性的劳动，而且，由于电脑所提供的惊人的计算速度及精确度，这种快速的信息传递及反馈，有助于人脑作出更符合实际的决策和更有想象力的创作。“人—电脑”的综合体已经成为，并将更加成为人类历史中所从未见过的巨大生产力。

建筑设计是科学与艺术、逻辑思维与形象思维相结合的多学科综合的创造性劳动。由于它存在的这些特征，使 CAD 在建筑设计领域中的应用难度，要高出于一般工程设计，而具有自己在方法学上的特点。然而，CAD 的总体发展以及它在各专业（机械、电子、土木等）领域中的应用经验，也极大地推动了它在建筑设计这一古老的专业中的采用。到了八十年代，在许多国家中，建筑 CAD 已在多数建筑设计单位中得到了推广。

我国的建筑 CAD 在八十年代中有了一个良好的开端，在引进和消化国外技术的基础上，目前正在形成适合于我国国情的建筑 CAD 体系。在新的十年中，建筑 CAD 在我国必将有更大的发展，它将深刻地改变我国建筑设计单位的面貌。因此，进一步普及 CAD 知识，是我国建筑设计界的当务之急。

本书作者多年来从事计算机应用及设计方法学的研究。他们的著作取材新、涉及面广、内容丰富，为建筑设计及科研、教学人员提供了一本良好的教学及参考材料。中文本译笔流畅易懂，将极为有助我国广大建筑设计、科研、教学人员及大专学生理解掌握 CAD 基本原理、运行方法及发展前景。

敬祝我国建筑 CAD 事业取得更大的进展！

张钦楠

目 录

第一章 建筑师与计算机	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 计算机并不使生活轻松	(2)
1.3 建筑计算	(3)
1.4 建筑计算的历史	(5)
1.4.1 建筑计算的昨天	(5)
1.4.2 建筑计算的今天	(6)
1.5 建筑计算存在的问题	(8)
1.5.1 在事务所中的问题	(8)
1.5.2 在建筑工业中的问题	(9)
1.5.3 计算机工业中存在的问题	(10)
1.5.4 将来的问题	(10)
1.6 小结	(11)
附文 历史资料	(12)
A1.1 计算机发展简史	(12)
A1.2 建筑技术简史	(13)
 第二章 计算机	 (18)
2.1 引言	(18)
2.2 计算机世界	(18)
2.3 计算机的类型	(19)
2.4 计算机硬件概述	(22)
2.4.1 硬件设备	(22)
2.4.2 位、字节和字	(23)
2.5 多任务和多用户计算机	(24)
2.5.1 多任务计算机	(24)
2.5.2 多用户计算机	(27)
2.6 计算机工业	(28)
2.6.1 大型计算机和小型计算机	(29)
2.6.2 微型计算机商业	(29)
2.7 综述	(29)
附文 计算机硬件	(32)
A2.1 输入 / 输出设备	(32)
A2.1.1 键盘	(32)
A2.1.2 直视显示装置 (屏幕)	(34)
A2.1.3 打印机	(37)

A2.1.4 绘图机	(39)
A2.1.5 指示设备与图形输入设备	(40)
A2.2 中央处理器	(42)
A2.3 内部存储器	(44)
A2.4 海量存储器	(46)
A2.4.1 磁带	(46)
A2.4.2 软盘	(46)
A2.4.3 硬盘驱动器	(47)
A2.5 通讯	(47)
A2.5.1 局部网络	(47)
A2.5.2 远程网络	(51)
A2.5.3 计算机通讯	(51)
A2.6 计算机技术的展望——硬件的未来发展	(52)
A2.6.1 硬件和软件的发展	(52)
A2.6.2 微处理器和内部存储器的发展	(53)
A2.6.3 其它方面的发展	(54)
第三章 软件	(55)
3.1 引言	(55)
3.2 系统分析和系统设计	(55)
3.3 计算机程序设计	(56)
3.3.1 符号模型	(56)
3.3.2 算法	(57)
3.3.3 计算机编码	(59)
3.4 程序	(63)
3.4.1 应用软件	(63)
3.4.2 操作系统	(65)
3.4.3 人和通信	(66)
3.5 小结	(68)
附文 语言与数据库	(70)
A3.1 程序设计语言	(70)
A3.1.1 结构化程序	(70)
A3.1.2 低级语言	(71)
A3.1.3 主要高级语言	(71)
A3.1.4 其它高级语言	(72)
A3.2 信息的结构化: 数据库	(73)
A3.2.1 数据库模型	(74)
A3.2.2 数据库的类型	(75)
第四章 计算机辅助管理	(78)
4.1 引言	(78)
4.2 信息技术与办公室自动化	(78)

4.3	通用软件包	(80)
4.3.1	字处理程序	(80)
4.3.2	电子铺开页	(81)
4.3.3	商业图形系统	(83)
4.3.4	数据库管理系统	(83)
4.3.5	电子邮件和联机数据库	(85)
4.3.6	集成系统	(88)
4.4	管理软件	(88)
4.4.1	业务管理	(88)
4.4.2	工程管理	(90)
4.4.3	设施管理	(93)
4.5	综述	(94)
附文	建筑管理系统.....	(95)
A4.1	建筑服务系统的控制	(95)
A4.2	能量管理	(96)
A4.3	综合系统	(97)
第五章	计算机辅助绘图.....	(99)
5.1	引言	(99)
5.2	二维模型的建立	(100)
5.2.1	点、直线和物体	(100)
5.2.2	系统操作	(103)
5.3	二维模型的建立	(106)
5.3.1	体素、棱、表面、实体和物体	(106)
5.3.2	系统操作	(109)
5.3.3	三维模型的近似表示	(113)
5.4	人和通讯	(114)
5.5	综述	(118)
附文	绘图 / 构模举例.....	(119)
A5.1	计算机绘图	(119)
A5.1.1	绘图的准备工作	(119)
A5.1.2	物体和直线的定位	(120)
A5.1.3	图形的编辑	(128)
A5.1.4	细部的刻划	(131)
A5.1.5	尺寸标注与文字说明	(132)
A5.1.6	图纸上图象的汇总	(133)
A5.2	计算机模型	(135)
A5.2.1	形象化模型	(135)
A5.2.2	建筑性能分析模型	(137)
第六章	计算机辅助设计.....	(139)
6.1	引言	(139)

6.2	作为设计介质的计算机	(139)
6.2.1	无法处理的过程	(139)
6.2.2	设计媒介的特点	(140)
6.2.3	形式和颜色的设计研究	(141)
6.2.4	环境功能的设计研究	(143)
6.3	作为设计者的计算机	(149)
6.4	小结	(152)
附文 设计系统举例		(153)
A6.1	CAD 工具的分类	(153)
A6.2	模拟模型	(153)
A6.2.1	静态模拟和动态模拟	(154)
A6.2.2	热工状态的模拟	(154)
A6.3	生成模型	(157)
A6.3.1	遮阳设计的生成	(157)
A6.3.2	形状语法——F·L·莱特草原别墅	(158)
A6.4	设施规划中的优化模型	(166)
A6.4.1	关联矩阵和簇状图	(167)
A6.4.2	分层与分区	(170)
第七章 计算机辅助知识		(178)
7.1	引言	(178)
7.2	专家知识与专家系统	(178)
7.2.1	事实与关系	(178)
7.2.2	自动推理	(179)
7.2.3	不确定性	(181)
7.2.4	实例: 选择底层地板结构的专家系统	(181)
7.2.5	在建筑中的应用	(185)
7.3	基于知识的设计	(187)
7.3.1	CAD 系统中的知识	(187)
7.3.2	设计评估与设计生成	(188)
7.4	结论	(191)
7.5	结语	(192)
附文 专家系统举例		(193)
A7.1	建筑规范诊断专家系统	(193)
A7.2	建筑详图生成专家系统	(196)
第八章 使用计算机		(201)
8.1	引言	(201)
8.2	购买计算机系统的准备工作	(201)
8.2.1	取得帮助	(202)
8.2.2	选购计算机	(203)
8.2.3	选择过程	(207)

8.2.4	评估	(210)
8.2.5	获得及购买计算机系统	(211)
8.3	系统实现	(212)
8.3.1	一般考虑	(212)
8.3.2	组织一套计算机辅助设计系统	(213)
8.3.3	人员	(214)
8.3.4	计算机辅助设计系统的培训	(214)
8.4	计算机方面的法律问题	(215)
8.5	计算机使用的经济情况	(216)
8.5.1	计算机使用的费用	(216)
8.5.2	计算机服务的收费	(218)
8.5.3	证明计算机使用的合理性	(218)
8.6	小结	(219)
附文	计算机的工作环境	(220)
A8.1	计算机和人需要的环境	(220)
A8.1.1	计算机的需要	(220)
A8.1.2	人的需要	(221)
A8.2	电缆和供电	(223)
A8.3	工作站的设计	(227)
第九章	预测	(229)
9.1	引言	(229)
9.2	未来	(229)
9.3	现今	(231)
9.4	成为未来的建筑师	(231)

第一章 建筑师与计算机

1.1 引言

计算机工业之所以成为世界上最兴盛的工业，其超乎寻常的作用取决于两个方面：首先，计算机确实是非常有用的，以致于对于个人和事务所而言都已经成为必不可缺的装备；其次，计算机价格低廉，而且正变得越来越便宜。人们非常擅长于多做事情，比如发明语言和制造工具。而我们非常擅长设计和制造的计算机，则是在所有的工具之中，功能最强的。这一切都使得计算机渗透到了日常生活之中，渗透程度是 20 甚至 10 年之前所无法想象的。由于计算机的价格相当于家庭小汽车，个人都具有了购买在 1960 年全部行政机构都无力添置的计算机设备的能力。既然在 1960 年没有这样的计算机我们也生活得很好，现在到底为什么需要呢？为什么设计师确实需要计算机呢？这和激光类似，在其发明的时候也只是寻求解决某种问题的方法，而对其巨大的潜力还未充分认识。个人计算机的应用，不仅使我们的工作能比以前做得更好，而且使我们能做许多以前所不可能做到的事情（图 1.1）。

计算机是影响建筑专业的未来的一种力量，尽管这不是建筑学发展的最大趋向，但其影响却将是深远的。计算机有利有弊，这主要取决于建筑师的控制。为兴利除弊，经受这一新的工业革命的考验，建筑师和设计师必须熟练掌握计算机和计算机辅助设计的原理和方法。为此，我们编写了这本关于计算机辅助绘图与设计（CAAD）的书。

在建筑学中，与计算机应用有关的特定领域具有专门的称谓。在工程、建设和设计业中利用计算机较广泛的领域称为计算机辅助设计，通常简称为 CAD。术语“技术计算”，有时适用于这种意义上的 CAD 以及在设计事务所、施工和工程中利用计算机进行的更为普遍的数据处理。而术语“CAAD”则通常习惯于指建筑专业特定的 CAD。本书中，我们使用“建筑计算”（Architectural computing）来概括在设计过程中的计算机应用（CAAD）、项目管理和办公室管理中的计算机应用，以及建筑商行可能利用计算机做的其它所有事情。在第一章，我们描述“建筑计算”领域，并且讨论建筑师与计算机之间的关系、这种关系的历史、以及在使用计算机工作中所产生的某些问题。在本章的附文中，我们将简要介绍“建筑计算”和建筑技术的历史。

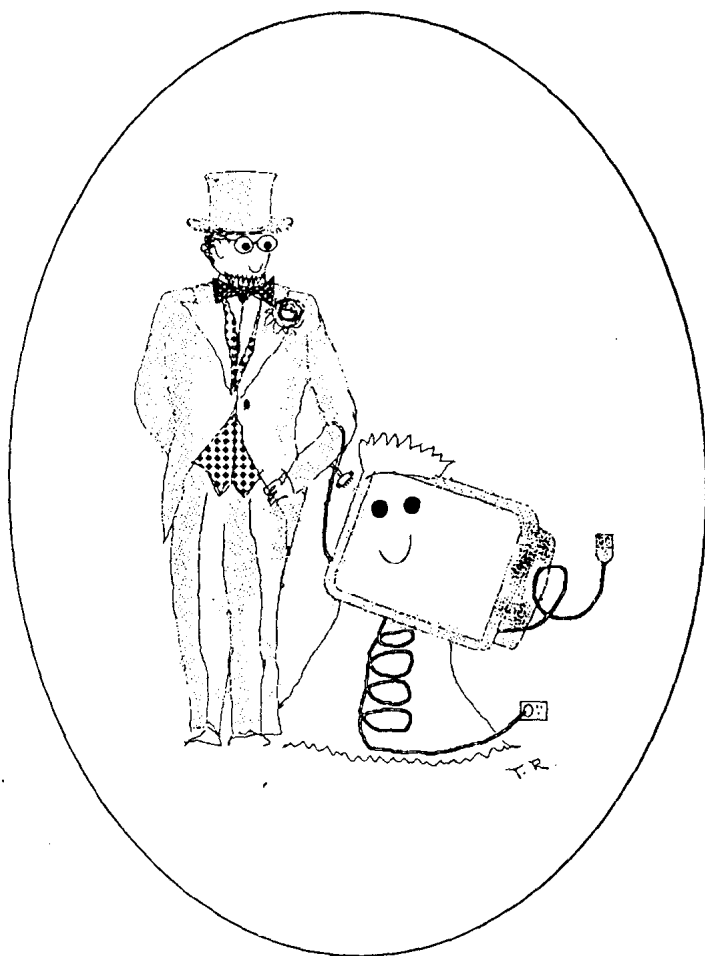


图 1.1 应用计算机作为日常工具，建筑学是较晚的一个专业。大多数建筑师对于计算机所持的态度，直到目前才从漠不关心转变为小心谨慎地接受。并且这两者之间依然存在着异议。把时间和资金投入计算机应用中去的那些人已经发现，计算机要求持续不断地努力以达到有效的应用，但要求商业应用和建筑设计都处在比较良好的状态。常常提到，某用户嫁（娶）了计算机，这形象地概括了人和计算机之间的密切联系，计算机作为一种机器，变成了象绘图笔和丁字尺一样的基本工具。

1.2 计算机并不使生活轻松

现代计算机是最复杂、最先进、最通用的工具，它是人类智慧的结晶。扳手和槌子一类工具确实是简单的，非常容易使用。但是，槌子只能用于敲击物体，扳手只能用于旋转螺帽，笔只能用于写字画图。象车床这样稍微复杂的工具至少需要阅读操作手册，而象小汽车一类更为复杂一点的工具则需进行专门训练。计算机则属于另一范畴。小汽车只能做一件事，把我们从甲地运到乙地。我们永远不可能把小汽车转变成推土机、小公共汽车、起重机、汽艇或飞机。然而，车辆总是以同一方式工作：我们只需要学习驾驶一次，其主要控制装置（方向盘、加速器、制动器等）总是具有相同的功能和形式。

然而，计算机却能够做许多不同的事情，这决定于所运行的程序。每一个程序有不同的操作方式，使用每一个程序都必须从头学起。因此，一个程序越通用，我们需要学习的东西也就越多。这一点对于那些用过袖珍计算器，即使尚未拥有计算机的人也是熟悉的。任何人都能使用四功能计算器，但是要掌握一种利用编程计算的科学方法至少需要两三个小时。

普通人能够使用的计算机，计算机业至今仍没有经验能够设计出，这就造成了计算机应用上的许多困难。在 70 年代中期，计算机都是由专业人员操作的，专业人员经过多年摸索，取得了必要的经验，所以计算机设计者并没有必要化费很多努力去适应这些专业人员。可是后来，微型计算机和许多小型计算机（两者定义见第二章 2.3 节）常常由一些并没有这种经验的非专业人员操作。初学者面对着计算机，发现计算机并不象他们一直所期望的那样得心应手，于是发生了一些问题，这些问题计算机制造工业至今尚未充分解决，计算机的使用者和制造者在前进的道路上各行其事。

真正使用好计算机，必须对使用者提出一定的要求。机器并不会靠精神感应进行工作。如果我们准备使用一个确实能够起作用的程序，例如，文字处理或者项目管理程序，我们至少必须通读一本厚厚的使用手册（大约 200 页左右），如果我们想熟练运用，并从中完全受益，除了阅读并消化大量材料之外没有其它的选择。所以计算机并不能魔术般地使生活变得不费力气。由于计算机不仅善于做某些工作，而且还能做一些以往从来没有做过的工作，大多数人发现，他们自己投入于计算机辅助工作的精力与手工相等。

文字处理是一个很好的例子。本书就完全是用字处理程序完成的。字处理程序允许我们去编排我们写作的内容，很容易地把整段文字随意移动、编辑文字、改变页宽、校正错误、修改版面，一直到我们临发稿时，还可以做大幅度的修改。而使用打字机打的文字，只要稍有一点变化就需要整段或者全页重打，而大的修改则更是难上加难了。这种易于修改的能力鼓舞我们对本书进行了连续不断的修补，以致修改的开销比手工打印还多。

当然，计算机的令人鼓舞之处并不仅在于比手工做事情更快和更轻而易举，而在于它能够做那些我们以前做梦都没有敢想到能够做到的事情，做那些手工方法无法做的事情。这是计算机的挑战。

1.3 建筑计算

“建筑计算”所涉及的主要内容可以粗略分为以下六个方面（图 1.2）：

计算机科学

信息处理

计算机图形学

设计理论

知识工程

应用问题

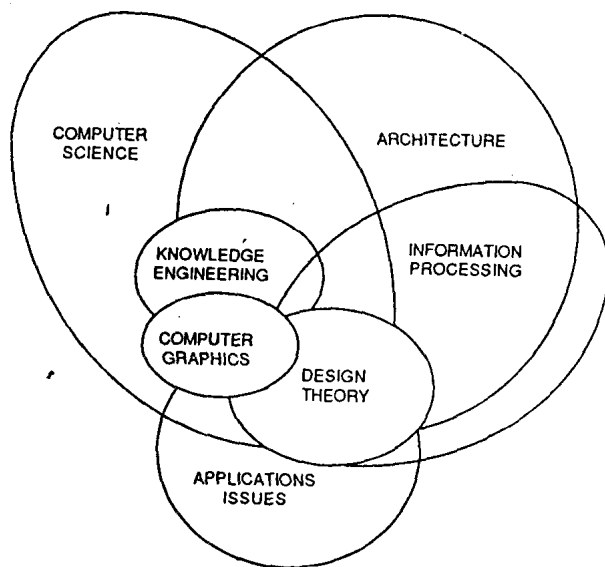


图 1.2 建筑计算利用了与程序设计实践与技术有关的计算机科学，由于建筑计算是一个强调视觉效果的专业，因此与计算机图形学的关系更为密切。更普遍的商业应用涉及到信息处理以及相应的应用。设计理论提供了一组方法学。由于绘图系统和专家系统中包含了越来越多的智能，因此知识工程显得更加重要。

计算机科学是计算机研究开发的整个领域，这是一个比建筑计算广阔得多的领域。所以，计算机科学研究内容广于建筑学，计算机科学家远远多于建筑师。应该注意到，用“科

学”这个词有点不当，在某种程度上称作计算的艺术和工艺可能比较合适。在计算科学的众多领域之中，建筑计算是与它的需要最为密切相关的，而更加深奥的数学并不象多年积累的工具和技术那样重要。一些语言（现代 PASCAL，C 和 PROLOG）、良好的程序设计技术、计算机算法的设计、计算机系统分析和设计、计算机通讯和数据库方法学，可能是其主要的部分。所有这些我们将在第二章和第三章中阐述。

信息处理是在计算机上对数据进行存取和处理的信息生产过程、通常与计算机的商业应用有关。信息处理通常又称数据处理、我们将在第四章进行讨论。

严格说来，计算机图形学既是计算机科学又是信息处理的子领域。但是它在计算机的脉络中应享有它自己的地位。这个领域涉及到利用计算机生成和变换图象。目前，最引人注目的是计算机辅助绘图系统——它们是如何工作的，如何设计出来的，以及如何使用它们。与此有关的、较为深奥的而又十分有意义的问题是，如何产生逼真的图象和表现出物体的形状、颜色、阴影和质感。计算机图形学将在第五章进行讨论。

建筑计算设计理论与把计算机用作设计介质有关，在很大程度上它是设计方法革命的继续。只要对设计过程本身稍加研究，就会发现建筑计算设计理论力图建筑设计寻找出结构清晰的系统化方法。这些方法可能包括（1）建筑特性和形态的模拟，以及对各种设计解进行评价。（2）设计解的生成。许多方法来自于称作运筹学的领域，而运筹学与预测系统未来状态的模拟状态的模拟数学和寻找达到某种未来状态的最佳途径的优化数学有关。位置的分配、计划的制定、路线的确定都隶属于运筹学的范畴。这与系统分析（复杂系统的分析）和管理科学有关。运筹学技术可以用来作出系统化决策。设计理论将在第六章进行讨论。

知识工程是一个比较新的领域，它是在人工智能长期工作基础上产生出来的，而人工智能是利用计算机对智能进行研究。知识工程则研究如何利用计算机来获取知识和表示知识，以及如何被不具备这些知识的人们所利用。CAD 系统应该主要着眼于知识而不是图形和模型，这一观点日益得到普遍的认同。在第七章我们将讨论这些问题。

应用部门包括在建筑事务所和建设单位中计算机的选择和使用。这些问题包括培训问题、投资问题、法律问题、计算机人类工程学问题、用计算机进行建筑设计及计算系统管理问题。我们将在第八章讨论这些问题。

1.4 建筑计算的历史

1.4.1 建筑计算的昨天

建筑计算起源于四个方面：首先是一般的数据处理领域，在该领域中计算机用于辅助办公室管理和日常事务处理，这在 1960 年以前在政府机关和大的机构中就是很普遍的了。其次是计算机图形学和计算机辅助设计领域，在 60 年代初期美国开始了该项工作，而到了 60 年代中期，已有几个大公司将计算机用于设计汽车、飞机、电子元件和各种镜头。第三方面则是运筹学，这是第二次世界大战期间发展起来的应用数学的一个分支，用以增强通过建立模拟的数学模型所作的判断。第四方面是设计方法革命，提出了设计是一个系统化的分析过程的观点。

建筑计算是 60 年代末期作为一个独立的学科出现的。由于某些大型工程公司计算机的

成功应用和设计变革的光明前途鼓舞，一些大胆的建筑院系已设置了某些建筑计算机应用课程（例如美国的波士顿麻省理工学院、洛杉矶的加利福尼亚大学洛杉矶分校、英国的爱丁堡大学、斯特拉斯克莱德大学、剑桥大学，以及澳大利亚的悉尼大学）。他们深知这是一项开拓性的工作，尽管计算机价值几百万美元，但是对于大多数建筑事务所来说并不是一个理想的装置。早期的学术会议和著作只是进行一些初步的探讨，并对这一领域的未来进行鼓舞人心的展望。对于未来的热切向往一直是建筑计算著作的特点，以至于 60 年代的论文就写得十分类似 80 年代的内容。

60 年代后期，美国推销商在市场上推出第一个计算机辅助绘图系统，由于该系统使用了小型计算机和 Tektronix 公司的比较便宜的显示设备，因此，使系统的价格从几百万美元猛降至几十万美元。1969 年，CV 公司推出了第一个通用计算机辅助设计系统，Calma 和 Applicon 公司开发了适用于电子公司使用的系统。70 年代初期，Autorol 公司打入了 AEC（建筑工程与施工）市场，该公司的二维绘图系统适用于大型公司的工厂设计。美国的 Skidmore, Owings 和 Merrill 公司和日本的一些大型多学科公司着手于开发他们自己的绘图系统。此时，建筑专业也对计算机的应用产生了一些兴趣。在英国，剑桥的研究人员着手开发一个系统，这个系统不再只是简单的绘图工具，而是一个设计辅助工具。在美国成立了由 CAD 销售商、研制者和用户组成的伞状组织；该组织称作“工程、规划和建筑计算机应用学会”（CEPA）；在英国，成立了“建筑业计算机协会”（CICA），即所谓设计事务所集团；在澳大利亚成立了“计算机辅助设计协会”（ACADS），其它国家也有相应的组织成立。

到 70 年代中期，CAD 系统应当具有比简单绘图系统高得多的智能，这一观点逐渐被人所接受。在美国，M&S Intergraph 公司开发了主要用于地图绘制的 CAD 系统，它很快地占领了市场并且至今仍占统治地位（Darateh, 1984）。同时，Intergraph 公司在建筑工程施工领域向 Autotrol 公司提出了挑战，其它销售商也竭力打入机械工程市场（Albert, 1982）。这些系统仍然十分昂贵，只有相当大的公司才有可能投入大量的时间和资金。微型计算机就在这时进入了市场，主要为富裕的业余爱好者所使用。后来，面对模糊设计过程的现实，设计改革的希望变得渺茫起来。1974 年开始的经济衰退，极大地挫伤了建筑业对 CAD 仅有的一点积极性。对建筑公司造成的心理创伤尤为严重。尽管工程界的同行仍然认为 CAD 系统会越来越有用，但建筑专业始终处在犹豫、徘徊的状态。

到 70 年代末期，拥护者和反对者之间的争论变得越来越激烈。有人认为，计算机在设计中可能并没有什么实际用途（Bazjanac, 1975）：

希望计算机来改善设计工作的效率是荒谬可笑的。即使使用机器允许设计师可以化费更多的时间进行设计（实际并非如此），那么有谁能够断言，设计师因此就一定能够得到比较好的设计解呢？设计过程并不是由所利用的资源所决定的；增加资源并不一定能够提高设计速度和改进设计质量。

即使证明计算机确实是有用的，那么它所产生的社会效果也可能是不好的（Cross, 1977）：

对 CAD 更直接的危险是，计算机的能力与设计的能力可能是一样的。也就是说，只有有能力购买昂贵计算机系统的人才可能控制设计过程，这种借助计算机加强的设计能力就只能集中在大型机构当中，大部分设计人员干预设计的能力将会大大的削弱。

争论的双方一致认为，事情势必会发生变化（mitchell, 1977）：

……理论和实践的发展使我们可以满怀信心地预言，在 80 年代，CAD 技术的日常应用，将会根本改变建筑业的面貌……

设计将会得到相应的提高 (Maver, 1978):

可望出现各种各样的令人乐于接受的、易于使用的、价格低廉的设计辅助工具。使设计师通过对各种设计方案的形体和功能属性的研究，来探索最接近于人类理想概念的未来状态。

计算机辅助绘图系统起源于 70 年代末期。它们的优点由销售商、技术书刊以及有关管理部门广为宣传。推销商之间的激烈竞争促进了系统功能极大改善和价格的持续下降。工程师们觉得 CAD 系统很有意思，这是不可忽视的一个方面。对一个设计方案，他们除了依靠“CAD 系统是很有用处的”这种直觉之外，几乎提不出什么为之辩护的理由。绝大多数的辩护理由是，计算机系统比雇用绘图员要节约得多，这一点大体上也是来自于推销商提供的信息。

1.4.2 建筑计算的今天

建筑计算在 80 年代才趋于成熟，而在 70 年代，计算机辅助建筑设计只是学者们和该项事业热衷者的梦想和希望。到了 80 年代，专家们发现，计算机在商业界和其它专业已经使用了多年，计算机是有力的实用工具，它能够减轻大量乏味、枯燥的工作。在美国最积极的 2500 个建筑工程事务所中，1976 年只有 30% 的投入计算机应用的行列，而到 1981 年这个比例猛增到 65%。当然，“投入”的程度是各不相同的，最昂贵的和最有魅力的产品——计算机辅助建筑设计与绘图系统，仅仅 10% 的建筑事务拥有 (1982 年版“加快计算机应用的步伐”)。

1985 年的调查 (Wagnek) 表明在建筑师中，计算机的应用得到了迅速的推广：62% 以上的计算机用户在调查之前的两年购买了他们的系统。这项调查得出了一张建筑师使用他们的计算机正在进行哪些工作的图表 (图 1.3)。

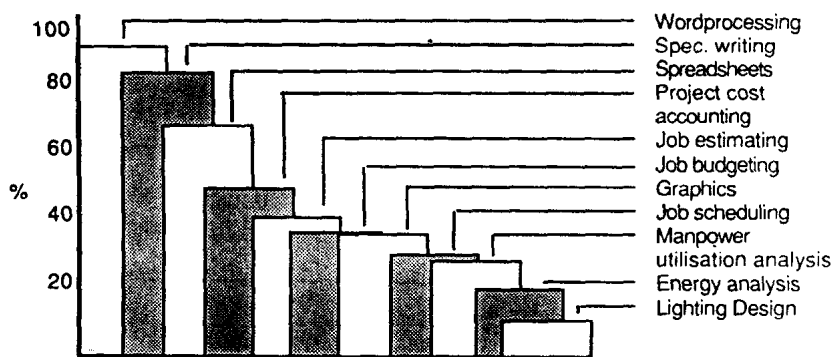


图 1.3 计算机在各种领域应用情况的百分比 (Wagner, 1985)。尽管 CAD 系统是建筑计算中人们最感兴趣、讨论得最多的一个领域，但是只拥有少数计算机用户。几乎所有的小型企都都把重点放在字处理和电子开页上。尽管希望计算机帮助建筑师来提高和扩展他们的业务，但使用设计辅助工具的建筑师的数量之少，说明了这种情况至今尚未出现。