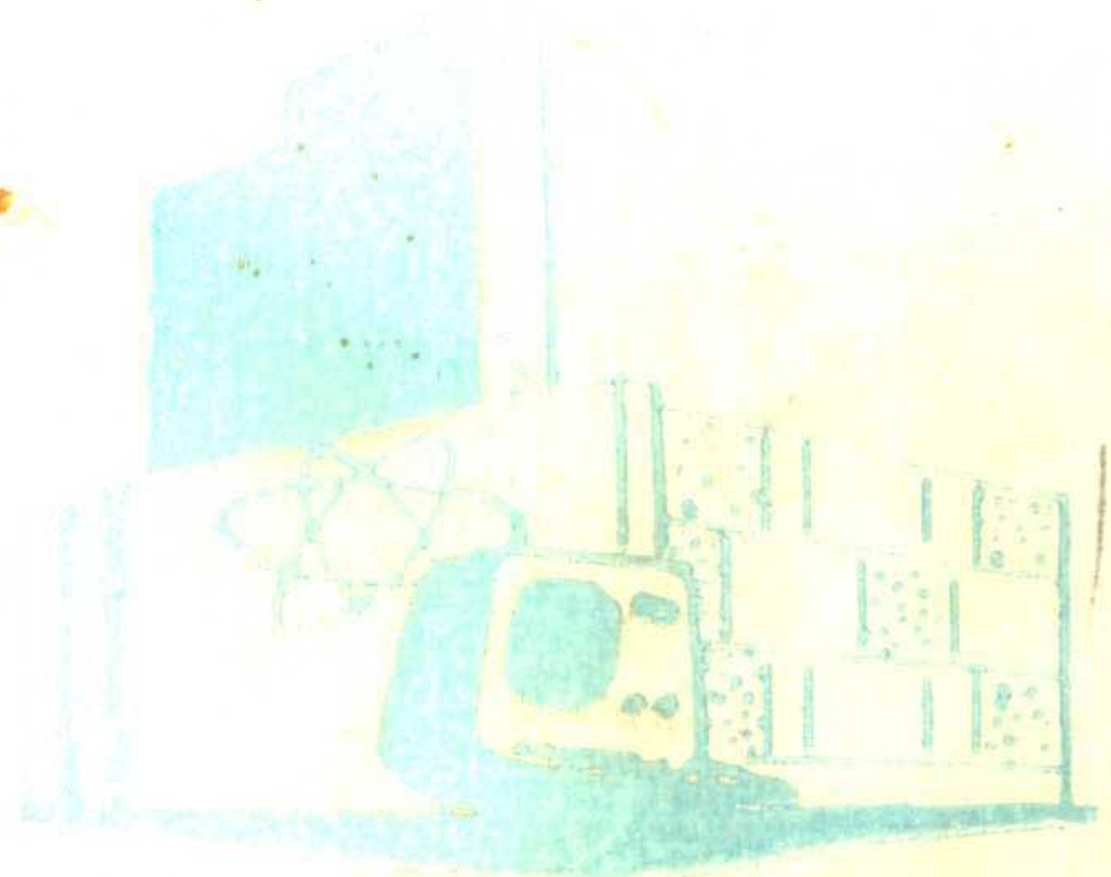


美国建筑学专家李敝文博士
在华侨大学讲学材料

1. 能与建筑

2. 电子计算机辅助的建筑设计



华侨大学邀请李启文博士讲学参考资料之四

用于建筑设计的相互作用

计算机制图法

李启文博士原著

同济大学建筑系工业建筑教研室译



华侨大学印

1980年4月

用于建筑设计的相互作用计算机制图法

Kaiman Lee 博士, aia, aila

C 1976

环境设计及研究中心,

麻省, 波士顿, 花园广场大楼940号

目 录

第一章	导言	P. 1
第二章	目的	P. 4
第三章	相互作用制图法的状况	P. 7
	A. 二维制图法	P. 12
	B. 三维制图法	P. 23
第四章	相互作用制图系统的建议	P. 35
	A. 说明	P. 35
	B. 硬件	P. 36
	C. 二维制图法	P. 42
	说明	P. 42
	数据及举例说明	P. 49
	摘要	P. 55
	D. 三维制图法	P. 56
	说明	P. 56
	数据和例图	P. 62
	摘要	P. 64
	E. 本系统的实现	P. 64
第五章	结论	P. 65
	参考书目录 (略)	

第一章 导 言

建筑师和规划师的业务，在今天处于非常复杂的情况之中。他要处理越来越复杂的房屋，他必须要在最短的时间内完成设计，他有一大堆的资料，然而却并没有足够的时间去加以分析。单依靠机械的方法和大厚本的设计标准资料集并不能使建筑师和规划师接触到他所必须面临的大量技术资料和制约条件。不能想象，他的头脑能很可靠地吸收和记忆住他设计创造所需的大量资料。

首先，正在出现新的和复杂的“业务”，其中包括所有与房屋设施有接触的人们的利益。以医院来说，工作人员，病人，以至将来的病人都是这医院设计的“业主”。建筑师和规划师对于为之设计的业主不断变化的需要必须迅速和果断的作出反应，即使设计任务的参数和经济数据在变化着。

设计和规划的过程不能再是仅仅看作是数字的问题。例如，医院的住院床位需要有治疗和诊断的设施，而这些设施又需要其它的辅助服务部分。今天的设计和规划还要求具有灵活性，这不仅要有可移动的隔墙和大的结构跨度，灵活性在设计规划最基本的方法中，一开始就得考虑，建筑师和规划师必须学会从活动的需要处理空间，而不是处理一些事先规定了的的数据标准：在设备布置上，他不仅要考虑它们在外形上的互换条件，设备间距以及交通的潜力；他必须要打破规划设计过程中长期来惯用的直线步骤，并采用具有动态项的程序；他必须确定有实用意义的目标，研究比较方案以求在最终方案中获得灵活性。

不断增加的造价，花更多的钱，资金短制以及土地的缺乏，都导致房屋的设计必须在空间利用上达到最高效能的倾向。然而，这种高效能有时使新建房屋不能为人所接受。

从事于建筑规划的每一个设计人员必须要认识到他是正在努力完成一项在全面的要求方面如果不是在技术方面，远较将人送上月球更为复杂的任务，因为这

项任务包含着对现有的和未来的社会的，经济的，技术的，人的和生物的因素之间错综复杂的相互作用的认识。

他必须学会胜任的工作之一是区分需要和建筑物的使用者所表达的要求。他必须寻求更好的方法，以将使用建筑的工作人员和服务设备加以区分，找出重复的地方，并避免由于缺乏远见的专业化而形成的多余现象和不合人道的做法。他还必须认识到公众支付设施和服务的能力，认识到公众为达到社会所要求的目标而愿意献出的自身的力量和财力。

建筑师规划师用传统的方法要吸收的知识实在太多，社会发展的太快，对建筑师的要求也太多，建筑传统的方法难以应付。时间又如此紧迫，使他没有可能自如的应付社会的问题和知识的问题。人们理解问题，反应和应付问题的能力的扩展，其中一部分可得之于设计规划新技术的发展，特别来自电子计算机的应用。

电子计算机早已成为二十世纪的一个组成部分。作为工具，它并不使所有工具失去作用，但是电子计算机在使设计规划的整个工作具有新的面貌方面的确拥有极大的潜在力量，犹如它影响了人类生活的几乎所有方面一样、有些建筑师规划师或许还认为设计规划的过程仍不过是用一支铅笔，一卷描图纸，最终就形成了一个设计；或者认为设计规划的问题包含着太多不能定量的未知数，电子计算机也无能为力。然而，如果建筑师和规划师要继续在创造今天世界环境新面貌中发挥重要的作用的话，他就必须和现代技术齐步前进。

建筑师和规划师对他们在技术方法（其中大部分是通过计算机）的协助下自己的工作 and 解决问题的方法有较好的了解，就能够使建筑师和规划师对所获得的资料加以积累和运用，对社会的需要有所理解和反应，并且能以其他方法无法达到的速度和准确性来进行工作。

传统的设计规划过程中最为普遍和解决的问题之一是在一项设计中和在设计之后都会将数据丢失。电子计算机有能力将一项设计中收集和制作的数据贮存起来，也能随时检出，这就等于扩展了建筑师和规划师的记忆，因此，不会忘记任何重要的标准和制约条件，除非使用者明确地指令计算机不加记忆。

使用电子计算机，就有可能迅速地比较多种结构体系的相对性能。在这样的

工作中，电子计算机的价值并不在于它能高速地计算，而在于它有能力在特定的方式下检出有选择性的资料。电子计算机就是善于在“海底捞针”。

电子计算机以它独特的方式将资料分类和演示。它能担当繁重的制图任务，任何建筑师规划师都知道他们的工作中有60%是制图。它还能够编辑和修正，这是非常重要的工作。电子计算机能帮助建筑师规划师将资料归档，修改数据和改正错误，如不加改正，错误就一再出现。编写过施工说明书的人都知道以前的说明书中摘抄时同样的错误一再在工程中出现是多么常见的事！

有了电子计算机，建筑师规划师就能够更集中思想考虑环境和社会问题。这样，也就使他对任何设计问题有着更宽的可供选择的解决途径。有趣的是：电子计算机实际上加强了建筑师规划师在环境规划任务的传统作用中的责任，因为计算机为他提供了建立美观的，经济的和社会的判断依据方面更宽广的基本材料。计算机还使他能看到各种因素之间的相互关系，因而这样的工具就能对建筑师规划师提供新的自由度，以创造最为合乎人们需要的房屋。

当然，还有速度问题。因为，假使能够改进并缩短设计规划的过程，就算两个月吧，就可为业主节省“五十万”元。这是建筑师规划师所能完成的非常重要的贡献，因为这“五十万”元是直接可转为业务开支，然后对使用者转为房屋的日常费用的。

电子计算机的应用是很灵活的，能帮助建筑师规划师运用多面的多层次的方法来进行设计，而不是只依靠单一的设计思想。计算机仅有的限制条件是人们想象力的限制。

电子计算机不会作概略的初步设计构思，也不会更具体的最后完成阶段进行设计。计算机所能做到的是排除一些杂乱的设计方法，它以此影响设计。此外，计算机能对建筑师规划师的倾向性，他的意念，他优先考虑的事情以及简略图起作用。计算机还会指出设计人本身的矛盾和记忆的错误之处。促进设计人的能力。将他的弱点减至最小。

计算机所提出的建议，不论局部或是全部，建筑师规划师完全可以不接受，他可以继续他的设计，不作任何修改，因为他要创造计算机的建议所不能达到的

某种效果。电子计算机仅用作一种辅助的手段，使设计人能迅速地处理资料，计算机并不是房屋的设计者。

电子计算机怎样也替代不了人。它是一架机器，用来减轻人在工作中浪费宝贵的时间去做现有的重复劳动，让计算机去做这些工作要快得多，而且也更为精确。使用计算机并不能改变工作的质量，但是它能够改变对一项设计规划任务理解的深度。

第二章 目 的

本书的目的是提出一种适用于作二维和三维视图的计算机辅助的相互作用系统的使用说明。拟作为发展和贯彻这种系统实用的参考大纲。

这个系统的目标是消除环境设计日常工作中的单调和乏味，并且使建筑师和规划工作者获得解放，使他们能以最适于发挥的能力——想像力、直觉和创造性——完成设计。这种现代化的系统设计步骤，在每一个设计交流的过程中提供更大的明确性，因而使得建筑师和规划师能够更合理地作出决策，更快地使设计充实和最优化，并且使交流意见更加有效。

相互作用系统的关键在于三个基本组成部分：使用者，数据和机器。首先，使用者是一个系统运行中必不可少的组成部分。由于一种永不完全瞭解的设计过程，计算机辅助设计系统的使用者必须能够控制它——在这个系统使用过程中作出全部关键性的决策。在许多已经提出的“计算机化”的设计系统中出现的危机，并不是他们愿意做出蹩脚的设计，而是由于他们在系统中没有考虑人这个因素；这就迫使使用者按僵硬的步骤来使用它（甚或使对这个系统的使用感到完全泄气），并且窒息了设计的任何创造性。

这个系统的第二个组成部分是它的数据，亦即使用者和机器之间的联系者。基本数据的结构必须使重复减到最少，一个基本数据可以用于许多个程序。数据的流程必须合理地组织，以最大限度地方便使用者。

这个系统的第三个组成部分是机器，它包括硬件和软件。硬件是由电子数字计算机及其周围的设备，如阴极射线管（CRT）、标绘器、数字转换器和电视显示屏等组成。软件是由诸如数学方法、决策程序、计算机模拟和模拟技术、分析方法以及其他部分组成的。

本书中並不讨论特殊的计算机算法，而集中讲解人——数据——机器相互作用的逻辑程序，这个系统是在下列前提下制定的，即假设一组有才能的程序编制者，能够对任何特定的计算机作业，写出並且编排相互作用的计算机用的语言。这里所讨论的是使用者所必须遵循的逻辑和程序，使这种最新的设计工具得到最有效的应用。

为了使一种方法能归入“计算机协助”这一类中，它必须具备某些特点。在使用者、数据和机器之间需要有某种对话，即答案不是简单地靠输入一组数据就能得到，而是计算机和设计者交换信息，结果得到一个“解”。同时，人、机之间也需要能彼此中断。简单地讲就是在这个过程中的某个时刻，可能是由于使用者提供额外的信息，也可能是由于计算机提供综合的信息而中断。

记住这个简短的说明，你就能发现“计算机化”和“计算机协助”之间更加细致的区别。

“计算机化”这个名词是用来描述一种状况，在这种状况下，“解”是在一个课题的描述后自动地产生的。那些发明计算机机器和发展基本程序的人，倾向于喜欢计算机化的方法，譬如所谓的最优化程序，在这种程序中已经规定了一个课题的界限，并编写了指令，以按照所提出的要求自动地产生最佳的解，例如最低造价或最大面积。采用最优化设计程序的困难，在于有一种强烈的诱惑力，使人们将课题过于简化以便使用这些程序。由于建筑规划工作的复杂性，使用计算机协助的方法比较更合乎需要。在计算机协助的方法中，建筑师和规划师可以在整个设计过程中直接使用计算机及其数据库，并且随着他工作的进行，还能够利用它们解出多种多样的课题。然而，他会具有改写这个课题的关系的能力，或者引入供考虑的新的因素。这样，他就仍然能控制整个设计过程。

要使计算机变成设计过程中必不可少的工具，它除了能处理数字的和文字的

资料外，还必须增加具有用图示的(人——机)相互作用的能力。它也必须能几乎立刻对设计者的提问作出反应，在目前只有相互作用的计算机制图法具备这种有前途的可能性。

这种系统必须便于应用，只需很少的甚至不必训练、或者不必回顾反应能力或行动。它必须是射束调整的。避免使用基于理性的标志尺寸方法的操作(移动尺 2 U 5 等于 $\times 3$)。要防止延迟反应时间超过20秒。我们知道，即使在201个任务中完成了200个，并且比手工完成得快而好，但是那仅有的一个，却使这些程序和整个系统丧失信誉。应避免不灵活的程序，如果设计者不懂得方格网，300尺半径的5度圆弧，或是在一个关系矩阵中的15个加权变量，他们会低头认输，即使他们事实上永远不会用到它们。

所以，在本书中所说明的最终的系统是以下列综合的判断依据为指导的：

1. 使用者调整的：必须是射束调整的，使用者应包括在内，不应该是一个中间人。当在“易于编制程序”和“易于使用”中间做一个抉择时，宁选后者。这个系统应该保持“边干边学”的概念。
2. 相互作用：这个系统应用交谈的模式，并且尽可能是以多种选择的方式进行。
3. 一般的、灵活的和多样化的，计算机程序的各个存储单元必须不只是为“解”某一特定的课题，而是能应用到许多相似的有关课题，它必须能够处理不同的建筑类型。
4. 方便的：学习和训练使用这个系统不应花太多的时间。
5. 高效率的：这个系统应能充分地利用硬件和软件的能力。
6. 传统上的：这个系统不应要求建筑师和规划师偏离建立在直觉上的设计过程。
7. 反应上的：输入——输出的时间必须为最短，对每个使用者的行动，计算机必须尽可能在几秒钟内作出反应。
8. 可扩展的：程序的存储单元应设计得像灵活的模数化建筑砌块。删除、增加和重行组织不应对软件和硬件成为一个障碍。

9. 经济上的：一套完整系统的费用应在大的建筑事务所的经济能力范围内，至于这个系统的各种较小的“版本”，则应适应小事务所的经济能力。
10. 共同的基本数据：每个程序存储单元的数据尽可能不需要进行复制，共同的数据应存储在基本数据中，以便那些需要它们的程序重复使用。
11. 使用者控制：计算机不应该进行设计，而应帮助使用者使能作出最好的设计决策。使用者是在指挥。
12. 图示的：建筑师和规划师在思考时用图表示比用文字或数字方式更多，这个系统必须满足这个要求。
13. 现实的：它必须提供真正需要的资料。

这个系统的操作规程包括二张操作流程图、它们的说明、某些输入和输出的数据内容及数据结构，一个程序编制小组可以利用它们来发展那些为了完成相互作用制图系统所必需的软件。

第三章 相互作用制图法的状况

过去五、六年中，有一些建筑师和规划师认真地探索着计算机作为一种工具在建筑和规划工作的实践中富有意义的应用。建筑师和规划师由于受到了使用计算机费用的降低以及在制图应用方面的改进的刺激。因此，他们已开始认真地在实际的设计和规划工作中，考虑采用新的装置，例如：阴极射线管（CRT）、标绘器、数字转换器等。

在评价或详细说明计算机应用的过程中，人们不断地提出一些问题，例如：计算机如何能够帮助建筑师和规划师？正在做些什么？已经编写的那些计算机程序的性质是什么？建筑师和规划师能利用那些硬件，或者必须发展那些硬件以适应他们的需要？谁在做什么工作？

这些问题均由唯一的一本最新的参考手册《环境设计用的计算机程序》（Computer Programs in Environmental Design）（CPED）（本书作

者编)作了回答。其中包含了一些计算机程序摘要的汇编。这些摘要中的大部分是由本书作者通过学习和研究后编写的。

这本参考手册的目的是将目前在环境设计中使用的计算机程序的摘要汇编成册,以此促进在这个专业领域中计算机程序的进一步应用和发展。这本参考手册广泛地收集了当前实际使用的或正在发展的计算机程序。说明部分指出了目前计算机应用的趋势。所有这些程序摘要,作者保证尽量做到真实和准确。

要把一个程序分到任何一个非常明确的分类中去是很困难的,因为大部分程序是多种作业或者是多种学科的。作者发现最好是将程序按字母先后的次序来排列,并且在手册中有一个按关键 key words 词的检索部分。每一个程序均属于下列分类中的一个或二个:

1. 可行性的研究
2. 制定建筑计划
3. 关系方面的规划
4. 基地规划
5. 二维制图法
6. 三维制图法
7. 造价和质量控制
8. 环境控制
9. 交通分析
10. 文本的处理
11. 工程管理
12. 办公室管理
13. 评价

作者经过5年连续不断的研究工作完成这本著作。在本书的进行过程中出版的《在环境设计中应用计算机的文献目录》(Bibliography of the Computer in Environmental Design)(BCED)(也是由本书作者编的)得到广泛的应用。

摘要的数量几乎比《计算机/建筑程序》(Computer/Architecture Programs) (CAP) 中的124篇摘要增加了三倍。该书是由作者和 Clifford D. Stewart, Eric Teilholz 二位先生于1970年六月出版的。这124篇摘要中的大部分, 经过与程序的原编写者反复核对后进行了删减和更新。

本节中转录了有关相互作用制图法方面“最好的”计算机程序的摘要。对 CPED 手册中包括的这337个计算机程序摘要的分析, 提出了下列所示技术状况的一览表。统计资料表示出在九个主要分析范畴中的摘要的数量。

环境设计方面的计算机程序

编写者

大学	135
建筑/结构设计事务所	84
服务机构	72
个人	18
研究/政府机构	17
硬件	13

状 况

现用的	192
70~73年	88
70年以前的	54

主要软件

FORTRAN	274
SPECIAL	12
ALGOL	10
COBOL	9
BASIC	9
PL/1	8
APL	4

MATH PLUS 3

主要硬件

IBM 183

UNIVAC 54

DEC 29

CDC 21

GE 11

ICL 11

ATLAS 9

NOVA 5

SIGMA 4

HONEYWELL 3

BURROUGH 1

INTERDATA 1

工作方式

程序组 205

相互作用的 62

划分时间的 49

主存储器大小

33—64K(介电常数的号码) 107

17—32K 95

大于64K 62

16K以下 57

能否得到

照成本 147

协商转让的 84

非专有的 57

不可能得到的	44
国 家	
美国	245
英国	35
苏格兰	25
加拿大	8
以色列	5
澳大利亚	4
阿根廷	3
法国	2
丹麦	1
德国	1
瑞士	1
土耳其	1
委内瑞拉	1
13个方面的用途	
可行性的研究	39
建筑计划的制订	14
空间规划	71
二维制图法	30
三维制图法	32
造价控制	50
环境控制	34
交通分析	20
文本处理	19
工程管理	25
办公室管理	22

A. 二 维 制 图 法

二维制图法是设计和规划过程的主要部分，也是用作建筑师和规划师，甲方和施工单位之间交换意见的主要表达手段。二维数是从三维的实际事物简化而来的，它是设计规划工作处于早期草图阶段用以便于理解空间的相互关系，以及在最后施工图阶段用来表达一幢房屋各部分的准确尺寸和连接。

不论在草图阶段或是施工图阶段，合乎逻辑的想法是用一枝铅笔来画，並挑选一件（设备、墙体部分，楼梯踏步或柱子），同时不用擦掉和重画就能去掉它们或者移动它们。我们可能想象有一枝铅笔，它所划线的宽度是绝对受到控制的，并且是不变的。一个计算机辅助的制图系统能够做到，甚至更好。为什么在一个贮藏室中，同样的一个架子要画60次，虽然它应该只画一次並重复使用，这种重复而刻板的工作对于机器来讲，是一种最适当的功能。而把人的头脑解放出来，去思考设计和规划中那些更加有创造性的方面。

“建筑制图系统”（Architectural Drawing System）是由 Chicago 的 Computer Service, Inc. 发展出来的，用于处理建筑平面图。房间布局的绘制是通过输入房间的编号、名称、长度、宽度、墙厚以及这个房间的左邻右舍。窗和门的位置是用一个中心点和窗、门的类型来表示的。程序自动地识别外墙，並按不同的厚度绘制出来。这个输入除了能绘制楼层平面外，还能得到一张表，其中包括各个房间的名称和面积。门窗表也能列出。这个程序采用一种特殊的输入语言，它需要在表格上输入，而后再键控穿孔机在计算机卡片上穿孔。这並不是一种在使用者调整的方式下处理普通二维制图的一般程序。

由纽约的 Saphier, Levner 和 Schindter 发展的“室内及建筑制图系统”（The Interior and Architectural Drafting System），确定房间内部布置中的墙的位置时，采用的方式与 ADS（建筑制图系统）十分相似。一个附加的特点是它有一本符号手册，其中有常用的家具和设备，它们可以“调入”，并

可布置在平面的任何地方和任何方向。输入是通过穿孔卡片的。这个程序至今还未做到相互作用，并且不能由使用者调整。当数据确定后，要更动图内的任何部分，都很困难。

COMPROSPACE 是由 Perry, Dean 和 Stewart 所发展的，可能是现有程序中具有最好的相互作用，并由使用者调整的计算机程序。输入可用一块书写板以脱机和联机的数字化方式进行。制图的显示是通过一只可复现图象的阴极射线管 (CRT)。图是由分图或标准制图单元 (SGE) 组成的，这些单元借助于计算机的相互作用，很容易地联机调整。这个程序适用的面很广，即任何由点和线组成的二维制图，均能使用这个系统。

二维制图和三维制图的联系装置可以参阅 Pennsylvania 州立大学的《计算机制图表明房屋的系统》(COMputer Graphics Building Definition-System) 输入可通过一只可复现图象的阴极射线管和光笔来相互作用，图可以用二维画在 CRT 上，但是附加的第三维是通过键盘输入，籍以确定高度，这个高度是以这套视图的零平面为依据的。所以，当一幢多层房屋的各层平面放在一起时，看起来就能象透视图一样。

• Perry, Dean 和 Stewart 从1974年11月后分成二个事务所，Perry, Dean Partiers, Inc, 和Clifford D. Stewart, Associates.

程序名称	ARCHITECTURAL DRAWING SYSTEM. 建筑制图系统
代码名称	DRAWS
关键词	建筑的，图示的，规划，房间，布置，数字的，标绘图，制图，施工的
作者	MICHAEL EIBEN 及 MAURICE GIRARDI
日期及状况	1969年8月完成，以商品供应
范围	建筑平面是根据徒手草图产生的，平面图可按任何指定的比例绘制，信息同时送入工程的主档案中
输入	房间编号、名称、长度、宽度、标准的或个别墙的厚度，输入