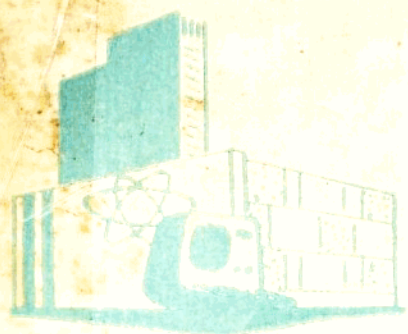


美国建筑学专家李敏文博士

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



1980.1

編 譯 說 明

美国建筑学专家李启文博士应邀莅临我校讲学。为了使听讲人在事先对讲课内容有所了解，我们在同济大学建筑系的大力支援下，摘译了李博士的部份有关著作，编成了这份资料。因未经李博士本人审阅，仅供参考。

本资料包括五个专题：

- 一、ARK-2 系统简介；
- 二、利用计算机作为建筑设计的工具：多层建筑平面布置的研究；
- 三、计算机辅助的空间规划；
- 四、用于建筑设计的相互作用计算机制图法；
- 五、能源与建筑。

资料之二为同济大学王征琦同志译；资料之四为同济大学李德华、翁致祥、杨公侠、朱可英、张雅青、王爱珠、陈金寿、郑时令、郭传铭、黄太平等同志译，翁致祥、杨公侠同志校；其余专题是由我系部份同志译述。全部资料均系我校印刷厂印刷。

由于李博士原著所涉及的内容较新，多无统一的中文译名，加之时间有限，尤以我系所译述的部份，仓促编成，错误较多，恳请读者批评指正。

华侨大学土木系

一九八〇年四月

ARK-2 系统简介

美国波士顿的“佩里、丁、斯图尔 (Perry, Dean and Stewart) 联合建筑师事务所”是一个在1971年时已有五十四年历史的老事务所，他们在六十年代末自己装置了电子计算机系统，并使建筑设计工作计算机化。李启文博士当时曾协助他们做这项工作。李博士与斯图尔等人在七十年代初期曾写了若干文章介绍他们的经验。现摘要译述有关的文章部分内容，因尚未经李博士核阅，恐多有错误，仅供参考。

“佩、丁、斯联合建筑师事务所”于1966年起即试行使用电子计算机进行建筑设计。开始时是用“批量”方法，即汇总一批计算问题，送到外单位去用计算机解答。先作出输入格式，由专门的打孔人员打孔，送到其他部门去计算，但效果不好，常得出错误可笑的结果。他们也曾试用远程终端与大计算机站联络，极不方便，易生差错。最后决定在自己所内安装小型计算机系统。他们介绍了他们选机的经验。现译述如下。



为了满足我们特定的设计需要，和我们事务所人员的可能，我们订了以下准则，作为选机和发展程序的依据：

1. 能人机交往——它应能抓住人的灵感，设计人要被包含在内，不需要“中间人”，不需要计算机专业人员。
2. 应对灵敏——最多等候15到20秒。不必向“老大哥”（译注：指大计算机站）通电话，不要听电传打字的嗒嗒声。
3. 可增性——积木式的硬件，积木式的程序，全系统的三维思想。
4. 经济性——设备费的最大限度为125,000美元。维修与程序编制费每年40,000美元。
5. 硬件——PDP15/20，主机16K 记忆装置（存储）。双 CRT 屏幕，一个为了指令一个为了绘图。平板键盘，输入容易。印刷机，及时打印。

用这种ARK-2系统（译注：这是该事务所自己取的名字是 Architectural Kinetics/Man and Machine 的缩写，意为建筑的动力学——人机交往。），建筑师能够自然地而不需要很多指导，就可以使用这两个 CRT、电子平板和键盘。

在建筑师本人的直接命令下，几秒钟就可显示、编辑和复制各项数据、图、透视与细部。不需要技术员、不需要和“老大哥”通电话、也不需要“中间人”。只有设计人和一个带可爱的闪光的大黑箱子和简单的磁带传送。

这种ARK/2系统，包含以下硬件。

(1) PDP15/20 计算机系统。

2-MM 15-A	2个4K磁心存储器，
2-MK 15-A	2个4K磁心存储器，(共有16K)
KE-15	扩大算术单元
TCO2D	DEC纸带控制机
3-TU55	3个DEC纸带传送机
PC-15	纸带阅读穿孔机
DW15-A	正负母线转换器
RF-15	DEC磁盘控制机
2-RSO 9	2个磁盘——每个250,000字
CRO 3 B	卡片阅读器
KSR-35	电传打字机

(2) Computek 显示系统

2个系列400/15, CRT 包含有:

向量发生器

字符发生器

键盘输入模件

平板输入模件

(3) Gould-Clevite 印刷机

系列4800 静电印刷机，包含有：传送单元
电子单元

(4) 自动数字交换机

3700型号 数据控制和显示控制台

3929型号 x-y记录器与平板桌

2-3927型号 两个易达平板

IBM-024 键盘穿孔器。



另外，他们介绍了使用的经验。译述如下。

起初我们把计算程序当作是对每一个特定任务的明确而精制的事物。起点是正常的設計过程：研究可行性、规划、初步设计，设计发展、施工图、规范书、监督与管理。我们为每一部分规定了数字或文字的、绘图和逻辑的任务。我们的意图是使每一个程序像一个六面体，每一面都能同另一程序联接，像积木一样对扩展没有约束。我们毫不困难地达到有40个不同的计算程序的规范。而最明显的难点是创建一个方法来控制和鼓励所有这些程序逻辑的交接。在试行解决这个联接中，我们发现的却是我们走差了道路。

並不需要有无数的特殊程序，各式各样的程序可以归纳为三个基本组，即有关相互交往绘图的，有关逻辑系统的，和那些作为数字与文字的处理、编辑和显示的。在每一组中还有三种可能性：创造新的、编辑现有的、和为将来的工作而储存或复制的。这就好像同一支铅笔，能够起草、绘图和写规范书。同一计算程序能做几方面工作，只要它是足够综合，而对任务有通用性。

对计算程序的潜力的这样简单理解，使一个单一程序在用于设计过程的若干阶段的同时，还能对这个过程进行重演、改制和提出一个新结构。我们还不真正地明确它的全部细节，但是它可能是整个努力的最有价值的结果。

对计算机新手带来一个毛病，就是“姓名游戏。”计算程序的文字提名的字首与缩写，根据这种游戏规则，会是自有其含义的。例如，在这种系统下，估计一系列居住单元的垃圾收集要求应叫做“应用服务系列合理化”（The Rationalization of Applied Service Hierarchies），而它的字首可并成 TRASH（译注：垃圾）。随着程序的发展，许多浮夸的、可笑的、骂人的、或是明显粗野的名词不时被提出来了。关于这唯一的遗留痕迹，可怕的，如果是玩笑，空费时间，

就是我们整个系统的名称，“建筑的动力学——人机交往”，简称为 ARK-2（译注：ARK是圣经上所谓的“方舟”，所以它的含义可以理解为“第二方舟”）

现程序本身都是被标名“Com”（以代替计算机），加上“pro”，再加一个任务的形容字。例如：Comprowork（人力分配），Compronet（关键路径网络）、Comproview（透视）。

对我们的系统作业的准则之一，就是设计人使用它必须是只要最少的特殊训练，并且尽可能地在一个人自然而又舒适的气氛中。当要在“简单的程序”和“简单的作业”之间作出选择时，我们永远是选择后者。

使用我们这个计算机工作台是一个简单的三步作业。首先，设计人用键盘打入工程项目名称，他本人的姓名缩写和日期（这样可以对项目适当地规定时间要求）。这项信息和图名、比例尺今后将在每张图上出现。

其次，他从工作台左边的萤屏上显示的项目名单中选择合适的程序，今后我们所谓的“选择”是指：设计人在他面前的电子桌上滑动一支特殊笔的笔尖，同时注视屏幕上作相应移动的光标。当光标移位于他所选择的项目旁的 $1/4$ 吋的方格中时，他用笔按压一下桌面，一个×号出现在那方格中，证实了他的选择。计算机这时就执行起任务了。对所有的选择，都用同一的方法。这种方法比别的用文字打入的方法，是最省力的打入方法了。

当前我们有两个数据存储盘，每盘有两面，每面能存125,000个字的数据。只要有经费，我们是不难把这500,000个字加一番。这四个盘面是如此规定的：一面是系统程序（语言、编辑和基础数学）。两面是为了建筑程序作业（Comprograph, Comproview等）而另一面是为了草稿用，这就是我们习惯用于黄描图纸上的工作。

接着，当所选择的程序已正在开动了，设计人在机器面上装上数据带。带盘一通常是保留作为工程项目上的最后工作的记录带。带盘二储存“标准绘图单元”（SGE），例如：家俱、室内的固定装置、窗和墙的细部、绘图格式以及诸如此类等。带盘三可被用作暂存带、数字数据带，像整个医院面积清单，或者是用来储存新的设计发展，这种发展设计人可能需要将它与前一套分开。

“Comprospace”是基本的绘图程序，它描述绘图系统的人机交流方面。第一屏幕上的第一个供选择的单子是“主作业项目单”，亲爱地被简称为 MOM (Master Operational Menu) (译注：MOM 意为妈妈)。这是一个供选择绘图、计算、移向移离等等子程序的清单。每一子程序又用一个新的单子来表示，其中有些再细分为子程序，而各个又带着更加细分的清单。如果遇到困难，每个子程序都有通路返回到 MOM (很令人安慰的是“她”求远在那里)。第一个任务，或者是从先前一个带盘中要求一个我们想修改的图，或者是另选“创造新图”这一项。从带盘中找到图并在屏幕上重现，约需15秒。

绘图一旦在屏幕上显出，设计人就可可在上面作好多事。他可以用各种样子的格栅覆盖它，移动图画的一部分，加入新线条，加入标准绘图单元，加入注明和尺寸。

绘图可以放在带盘上仍用原来标题，如愿同时保留原有和新编的图，可以改一下新图名称，否则新图将自动地把带盘上同名称的图替换而使之更新。同时，我们也能要求用绘图机作出图画的硬拷贝。静电点式印刷机作出绘图与文字是用密接的点连成了线、字符或色调，并且以不到两秒的时间完成一页 8.5 英寸×11 英寸的印刷。对画大图，先作出一打孔的纸带，并用它来离线操纵一 X-Y 绘图机，这通常要延迟一天。

在 MOM 中有两个很有力而灵活的子程序，值得仔细看待，因为它们表现了计算机能完成重要任务的能力。在 Comprospace 程序中，从上面所述，计算机已经做得象是一个铅笔、橡皮和橡皮图章的非常准确而又快速的集成了。

“移向移离”子程序可使我们上下左右地、用原比例尺或任一比例尺来放大或收缩一个图画。实际注视的屏幕是 8 英寸×10 英寸，“移向”就使我们能以巨大、全面的尺度甚至是以实物比例尺去思考我们的工程项目。有如升起的直升机似的“移离”，我们可以看到并且可以用简化方式描绘整个的工程项目。“移向”到图画中去，我们就能以中等比例尺，一部分一部分地在图上工作。如再进一步向图画移向，我们就可以用合理的尺度来设计甚至是最微细的各部分。以一种尺度输进的一切数据都能以任何其他尺度来利用，以其他尺度迅速而准确地计算和

显示出来。一个三英寸的螺栓以实物尺度输进去，当以 $1/32$ 英寸等于1英尺的尺度显示出图画。它依然被看到在那里连接着两块钢板。而且任何时候都不难加以移向，例如放大到 $3/4$ 英寸等于1英尺，并加以检查、改变或重复。我们不能确定，在全面设计过程中这项功能将最后起什么效果，但是我们已看到，它是如何改变了设计人在很大而又复杂的建筑中关于设计潜力的态度。

“计算”子程序，作为 Comprospace 程序的一部分，首先能做面积的标注尺寸与乘积，而且做得很好。用电子笔和平板，我们可以确定一条线的端点，并且考虑到图画显示的比例尺，就可以立刻认辨它的尺寸差不多到 $1/16$ 英寸。认明一个空间或物体所有的边角，同样能立即算出它的面积，纵令是一个复杂的非直线形的形状。有二十多个边角，内中还有包含着的面积要扣除，也能计算。利用线性量测积累，我们可以勾出流通路线的通路长度，再从键盘上加入竖向尺度，就得到流通路线的总通路长度。在面积上加入竖向尺度，就得到立方计算。在线上加入竖向尺度，就得到单一的或累积的竖向的面积。所有这些初看似乎不过是倍加数值，可是我们想到建筑师也参加一份的建筑行业，今天面对的在费用估计、规划需用面积、订购材料等等方面，问题之多，也就不会这样认为了。这种“动力”的计算方法，可以帮助这些问题，并使之合理化。

这项 Comprospace 程序是一个单一的万能的交互的绘图程序。在其它事物之中，它能使我们以任何不同尺度绘画任何主题；单一地或成组地使用标准绘图单元；自由地处理和重复图画的各部分；计算面积和尺度；做出进度图表；创造最后绘图。还有一些任务它也加入，这些可以设想为另外的程序：象布置标志图，能自动地排间隔与比例；布置楼梯，符合规范而且方便，并以大样图画出来；布置礼堂座席，具有好视线，且画出每一座位；比较实际面积和规划面积，达到最小的差异；比较旅行距离和它的标准定额等等。

这张清单是很不完全的，我们也难以想象程序存在多少不同的应用。可是我们确信，对旧的问题我们将继续找到新的应用，并且同时我们将探寻去规定一些新的问题，对于它们，这个程序也能应用，以改善我们的艺术和我们的服务。

— • — • —

另一属于绘图的程序是绘制透视图的 Comproview 程序。将房屋、空间或一个对象的三维尺寸数据数字化了，并输入到计算机的储存中去。数据一旦准确地输入，它就可以反复地用来产生一个从任何高点来看的新图象。输进对象的名称，给以特需的关于距离和视角的数据，我们就可以得到新的准确的一点、两点或三点的透视图。这些都只是透视的轮廓线，没有色调或纹理，这就要以后由设计人来增添。我们的设备小了一些，不能解决被遮掩的线条的问题，所以我们避开这项问题，把建筑物的四个面和顶面分别地加以数字化，透视中只归并那些我们从一个要求的高点上看到的部分。因此，通常同时最多显示出三个面。

我们还能输入到透视里这样一些标准绘图单元，象汽车、树木或人物。我们可以创造特定的多次使用的单元，象窗户大样，隔墙板，这些可以经常地要求重复。

此外，我们还能预选许多站点，它们行经一个已知的途径，并从特定角度来显示建筑物。以一系列的指令来创造一个自动化的图象显示系列，它们靠近到 1 英吋距离和 1 度的转角，这就使我们能驰经、走向并通过、或是飞越一个对象。我们这个程序的基本想法是使我们能从各个图象来检查这个建筑物，并选出最能说明问题的图象作成硬拷贝以便进一步加工。同时我们也发现，用电影设备拍摄屏幕，使我们能对非常复杂的建筑物和场地能够模拟出优美的活动效果。

— • — • —

处理数据的各式各样程序中，有的只是算术的，例如：费用估算、经济可行性的研究、应力分析、电梯的特定分析等。有的是述说文字的，如规范书、工程报告、关键字检索等。有一个 Comprograph 程序是兼有算术与文字，并同时为其他一些更加面向逻辑的程序供给主要的基本数据。

建筑物的“面积规划”，胜过任何其他单一的努力，它有助于断定一个建筑物的设计。一个好的规划是基于仔细的面积研究、适当的邻近、对各空间的环境的功

能的和物质的质量的了解、和对每个空间的费用特性的合理地详细的估计。这些建立起对有效的设计的限制、潜力和准则。它并不保证一个生动的、有创造性的和使人愉快的结果，因为这些还是要靠人的因素，可是它将防止一个建筑物，不致于功能不好、费用太高、而且不能满足未来的要求。

根据我们的经验，如有需要，我们就不断为每个房间增加数据的数量，储存在 Comprograph 程序中间。现在我们为每个规划的空间储有下列的数据（以医院设计为例）：如总的功能区域的名称（外科、行政等等）；分组的名称（职员区、公益服务等等）；空间本身的名称（放射性同位素储存室、会议室等等）；在组内此种相似房间的数量，要求的尺寸，需要的顶棚高度以及要求和外墙的关系（平行或垂直）等。专业估价人员供给我们当前每平方英尺的大概造价。我们也列出空间的有关的性质，例如：高度的实用服务的要求，特殊管理使用和灵活性的要求，和主要的要求特性：如安静或是公用的要求、与门厅连接的要求、自然采光的要求等等。此外，我们还可以将空间分配到三个不同发展段落中的任何一个。我们在任何时间都能交互作用地编辑任何 Comprograph 程序的任何项目的任何数据。

关于 Comprograph 程序李启文博士和斯图尔于 1972 年九月在鹿特丹召开的“国际建造交流会议”上，还介绍了他们的经验。

我们曾以五年的时间试验逐步发展一个输入形式系统，要求正确提问和输出格式，以可用的绘图和数字方式来显示结果。这些试验的大部分是用手工来作，计算机的贡献主要是速度、准确、和易于编辑。我们的第一个正式的努力是 Comprograph，于 1966 年以手工完成，用了 33 个人一周的力量，为 McLean 医院总平面，准备了 56 页的数据。上个月（译者注：应系指 1972 年 8 月份）为 Marlborough 医院作的远较复杂的规划有 75 页，用了七个人日和一小时的计算机时间。还有要提的是，这个规划列出了面积特性与造价，以按比例尺的绘图说明了

一个有340张病床的综合医院的每个房间，并按意愿编辑。而且这一个78页的印刷输出，有图有数字，精确而容易阅读，只花费了不到15分钟的时间。建筑师和业主共同通过工作站机动地编辑规划，经常是在屏幕上立刻校核结果。计算机重复计算每个面积、流通系数和造价估算，计算在每一方面的小计和总计，都只是几秒的时间。

— • — • —

Comprograph 中关于各组空间的数据库，可以变成 Comprorolate 和 Comprplan程序的基本数据。关于这两项程序，摘要译述如下，并简单介绍几种文字处理的程序。

— • — • —

Comprorolate 是一个表示关系的程序，它可以得出“气泡图解”。先每次从清单中选两个空间（房间），给以关系数值。每次设计人只考虑一对空间（房间）之间的关系，而不是同时考虑所有的空间之间一切相互关系。这些关系以1到10的数字来代表。这样，各空间之间的关系数值形成了一个矩阵。根据这个关系矩阵，计算机就可以给出“气泡图解”。译者注：所谓气泡图解就是画出一些圈圈（扁椭圆形），标明空间（房间）名称。它们在图上安排的位置，表示它们之间适宜的距离关系。设计人还可以根据要求重排关系矩阵，就能得出若干比较的图解。

接着，设计人可以叫计算机以各空间的实际面积尺寸代入图中的气泡（圈圈），这个程序就叫作 Comprplan。这时，设计人可以开始处理各空间使它们靠紧，安排出过道，连接内部空间，并试行使符合结构上系统上模数的要求。最后的图解就可以印成硬拷贝，以供进一步的设计加工。这项图解可称为框形或矩形图解。

Comprospace 程序还可将典型的房间，如病房、教室等作成绘图，输入到计算机储存中间，随时可以取出利用，并可加以修改，如删去一条线，移动转动一个家具设备，加大或缩小一个房间的形状尺寸等等。最后的空间（房间）的平面图可以印刷出来。

文字处理的程序大量的涉及规范书或报告编写。如 **Comprospec** 是为编写主要的规范书的，并可加入有关最新经验的标记和注释。

文字处理的程序还有 **Compronet**（关键路径网络，按即计划估评法中确定网络中关键路径，决定完成任务时间等）；**Comprowork**（人力分配，按即安排人力）；**Comproman**（管理，按即编出项目进程管理的周报、月报）等项。

此外，还有 **Comproman**（管理，按即编出项目进程管理的周报、月报）等项。

此外，还有 **Comproman**（管理，按即编出项目进程管理的周报、月报）等项。

此外，还有 **Comproman**（管理，按即编出项目进程管理的周报、月报）等项。

此外，还有 **Comproman**（管理，按即编出项目进程管理的周报、月报）等项。

此外，还有 **Comproman**（管理，按即编出项目进程管理的周报、月报）等项。

华侨大学邀请李启文博士讲学参考资料之二

利用计算机作为建筑设计工具： 多层建筑平面布置的研究

Kaiman Lee

提交研究院通过建筑硕士学位的一篇论文

主科：建筑

同济大学 王征琦 译

华 侨 大 学 印

1980年4月

目 录

- 一. 引言
- 二. 研究课题的概述
- 三. 参考文献的评述
- 四. 多层建筑平面布置的初步构成
 - A. 平面布置问题的定义
 - B. 解决平面布置问题的初步尝试
 - C. 对本课题研究的需要性
 - D. 流程值的概念
 - E. 应用流程值概念解决设计问题的优点
- 五. 合理的系统设计步骤
 - A. 确定房屋形状
 - B. 数据要求
 - C. 计算机程序
- 六. 原理的阐述
 - A. 设计问题
 - B. 计算机输入
 - C. 计算机输出
 - D. 评价
- 七. 结论与进一步研究的建议
- 八. 参考文献

九. 附录A: 计算机背景资料

- A. 数字计算机的历史回顾
- B. 计算定义
- C. 计算机的四个主要部件
- D. 计算系统的逻辑
- E. 计算机语言
- F. 编制程序
- G. 使用计算机的优缺点与危险性
- H. 辅助设备

十. 附录B: 艺术形态与将来可能的发展

- A. 在建筑设计过程中应用计算机的优点
- B. 运用计算机解决建筑设计问题
- C. 建筑师对计算机的一些其它用途
- D. 将来可能的发展

十一. 附录C: 计算机程序表

一、引言

二十世纪六十年代可以称为现代通讯和计算机系统的“黑盒子”技术时代。计算机正成为二十世纪社会的一个主要部分，它并不是取代所有工具的一个工具，但它是具有重新修正全部建筑实践的一个巨大能量的重要工具。

已经听到有各种不同的意见，有的认为“又是一个费钱的机器”，有的则认为“计算机将盛行于全球”。这些意见大部分来自对计算机的真正的潜力基本无知的人们。

美国建筑师学会，研究院院长James Haecker说：“越南战争结束后，所有大型军事工业将急转面向大片的城市中的建筑，它可能要化费在战争中所化费的那么多的经费”。“他们将与建筑师相竞争，并将以计算机和计算机专门技能全副武装进入竞争”。（28. P. 1）这样一个明显趋势是令人惊奇而要奋起直追的。可能真是这样，因为在今天，建筑师并不承担起建筑大匠的重任，在建筑中使用计算机也许是改变这种情况方法之一。

如果建筑师对其未来感兴趣的话，他一定要担负起主导的作用，并仔细地在建设环境中去寻求人机的作用。一旦建筑师要起主导作用时，计算机制造商将满足他们特定任务所需的硬件和软件。

今日从事实践的建筑师处于在极少的可能工作中要求完成其设计工作的很大压力之下。一个建筑师不仅仅要提高设计过程的速度，而还必须要处理愈来愈复杂多变的设计参数，以及正确地对他的业主和设计组的其它人员互通设计资料。许多基本的建筑决策在性质上是数学的，而经常要进行重复的工作，在这些方面，计算机对建筑师的帮助是无法估量的。

只有直接操作计算机的人才知道计算机运算的复杂性。也只有他们才知道用这个电子设备来完成一个期望的工作，需要花多少时间和精力。机器本身是没有什么魔力的，它只能按指令进行工作，而且，指令必需是正确无误的。所以，