

## RP - 数字建筑设计研究的一种新方法\*

林承阳

(重庆大学 建筑城规学院, 重庆 400045)

**摘要:**以设计发展过程为对象,观察3D模型为主要数据来源,探讨对数字建筑概念发展与呈现的影响。研究运用RP(快速原型)的彩色输出功能将数字模型实体化,作为设计互动过程中沟通的媒体。结果发现RP模型是连接虚拟世界与真实世界重要媒介之一。设计者可经由虚拟模型转换到实体模型的相互验证来提升设计操作的效率,使构件的物表属性与建筑空间型态得以和媒体形式相互搭配,而延伸建筑物表在设计表达上之自由度,并使设计过程中存在的大量信息因而简化。

**关键词:**快速成型;数字建筑;设计媒体

**中图分类号:**TU201.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7329(2006)06-0034-04

### Rapid Prototyping: A New Method of Digital - Architecture Design Study

LIN Cheng - yang

(College of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

**Abstract:** This research explores the enlightenment on the design conceptualization and visualization in digital architecture. This study uses 3D models as the main source of data, taking the process of design development as its object. A rapid prototyping (RP) technology is used for 3D color output of design models. The substantiated digital models are used as an important media in design interaction. It is found from the study that RP models were an important media in connecting the virtual world and the real world. Designers could verify their intentions and thus increase efficiency by switching between both worlds. The surface attributes of components and the characteristics of architectural spaces could be merges with images, as a way to extend the freedom in the declaration of a surface's appearance. The large amount of design information can be simplified by explicit visualizing design data.

**Keywords:** rapid prototyping (RP); digital architecture; design media

自从1990年建筑大师 Frank Gehry 在巴塞隆纳,以计算机软件(CATIA)辅助完成的设计作品《鱼》之后,掀起了建筑设计者对于 Free Form 所隐藏着,有关设计思考、过程、工具与建造技术等多方面的议题。接着 Greg Lynn 在 Embryologic Housing 设计案中提出预铸房屋的原型,透过三维数值控制(CNC)研磨木材合成板、计算机控制激光立体胶合成型技术...等等<sup>[5]</sup>,进而生产出符合原尺寸大小的真实构件,这些新型态的设计思考、过程及工具,将建筑的数字化带向另一个崭新的领域。

一般所采用的设计思维方式,一直被传统的构想表达方式所主导;如何建立虚拟与真实世界转换的直接连结,促成双向信息交流的管道,则必须凭借着一种沟通机制,可以快速的将虚拟的片段真实化,也就是将

人脑中的黑箱子能够提早打开,如此一来反复修正概念思维,将使设计更趋为合理。本文通过 RP(Rapid Prototyping)又称为 3D Printer,中文译为快速原型或快速造型,是设计可视化系统(DVS)中的一种,将设计与原型迅速加以连结,让设计者经由虚拟模型转换到实体模型的相互验证来提升设计操作的效率,使构件的物表属性与建筑空间型态得以和媒体形式相互搭配,进而展现设计表达上之自由度。

#### 1 数字建筑的发展

《数字建筑》从1980年代中期以来,由早期的 Peter Eisenman 路线在不同诠释及强烈视觉表现影响上,渐渐发展成以新出现的科学图形作为建筑初步设计创意的源头<sup>[1]</sup>,如:DNA、碎型(Fractals)、折迭(Folding)

\* 收稿日期:2006-07-20

作者简介:林承阳(1979-),男,台湾台北人,博士生,主要从事历史建筑保护、建筑数字化研究。

与超空间(HyperSpace)等某些观念。而整个设计型态的改变,最大的原因是计算机产生了新的4D Diagram的方式,给予设计者在概念思考上的视觉刺激,并且加上时间的观念,让空间产生新的连续性关系,此时我们将此种Diagram称之为《数字Diagram》。

以Gehry的EMP(Experience Music Project)为例,Gehry先徒手画出构想中的建筑造型语汇,然后以手工制作大尺度的比例模型,并以3D探测笔将模型的三维坐标输入到计算机中(图1,图2),接着开始研究各个部位的表面及造型是否柔顺和完整,再透过完整的模型数据开始计算并设计出合理性之结构,经过适当的调整后,再把原本模型的表面数据套到新的结构计算上重新调整(图3)。

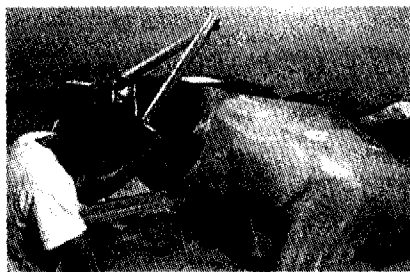


图1 以探测笔建立模型三维坐标图

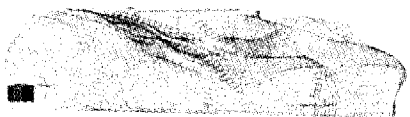


图2 (上)手工模型;(下)以坐标点所编辑的数字模型

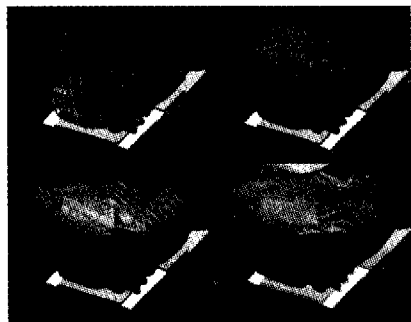


图3 结构体与表面材料相互检视

接着反复上述步骤直到设计定案,在进入施工生产阶段时,Gehry透过大型的CNC切割技术来生产结构所需的钢板材料及表面的金属板(图4)。这些工作都将在工厂预先完成,然后将材料运到工地现场组装,精确度比一般现场施工还来的高,不仅大大的提升了生产的效率,更省下了工地现场多余的人力资源及空

间。

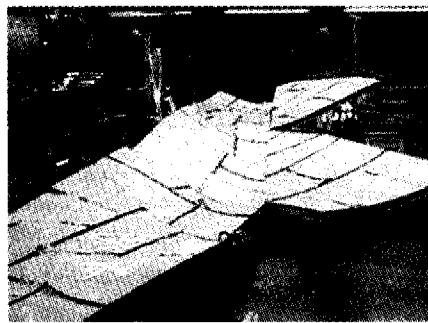


图4 工厂内以CNC切割好的金属板

## 2 RP的种类和技术

RP(Rapid Prototyping)又称为快速原型技术,自1987年美国3D Systems公司首先公开系统以来,各先进国家陆续开发出各式各样的系统,目前大致可分为液态形式(Liquid Process)、粉末形式(Powder Process)、塑料挤出形式(Polymer Extrusion Process)、纸层积形式(Paper Lamination Process)、面曝光形式(Solid Ground Curing)、3-D印刷形式(3-Dimensional Printing)等,目前运用范围可分为《艺术创作》、《工业设计》及《建筑》等三大领域。

美国建筑师事务所Morphosis,就曾依照他们的展示需求而制作RP剖面模型,已符合他们表达设计概念的最佳传达方式(图5,图6)。

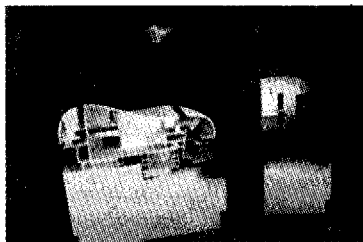


图5 RP建筑剖面模型

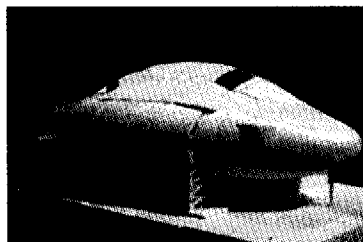


图6 RP建筑组合模型

这种非线性及有机性剖面的模型,都是手工难以完成的。建筑模型可以用一片片的剖面来保有它的细部特征,在这同时也考虑建构不同重复的特征来对照与讨论。而RP模型的制作能够有效的降低成本,并且在方案执行的早期阶段提供较多的自由度来检视设计,并让委托者比以前更能接触到更多的模型。使用

RP 所印制的模型或许是不同于以往的,但是委托人和设计师在早先的过程中,看到如此多的模型马上就能领会到它的重要(价值)性。

### 3 RP 技术应用对建筑设计的影响

#### 3.1 真实世界与虚拟世界的相互转换

虚拟世界的出现不仅置换了人类的主体经验,空间也不再是指可被实际探触的包被场域状态,人类既有的视觉经验都将因数字科技而颠覆。近年来有许多研究试图整合虚拟与真实世界的手法,例如虚拟实境 VR(Virtual Reality)的视觉、触觉、味觉化等<sup>[3]</sup>,或是可触知的媒体(Tangible Media),这些研究的重点都是为了将虚拟实境《实体化》,以及把 3D 计算机模型搬到真实空间。相同的,RP 程序所建构出来的虚拟设计实体化模型,让沉浸式虚拟实境的经验可经由实体模型来获得更清晰的体验,找到彼此间的相互关系。

#### 3.2 设计方法与流程的影响

以传统(纯手工)的线性设计过程而言,各阶段之间的修正,无论是执行到何处,仍然需要依照线性关系来进行,这样的结果导致设计过程的时间被拉长,过程中所累积的经验无法实时回馈(图 7)。对行动研究(Action Research)而言,学习累积过程应该会呈现出递归之立体循环结构,如果将它的学习过程运用到建筑设计中,以 CAAD(Computer - Aided Architectural Design)的 3D 计算机模型再加上 RP 的技术,并给予其发展之空间轴向,则整个的设计过程将会形成一个立体螺旋的结构(图 8),使之快速的累积经验往下一阶段迈进。

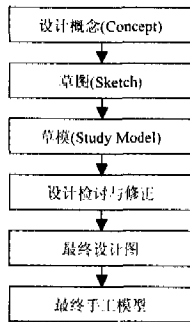


图 7 传统建筑设计方法

#### 3.3 结构系统和剖面形态的先期检视

模型评估过程将引发结构系统的探讨修正,这是由于建筑的表面材料与结构支撑系统在设计过程中已经整合在一起,也就是可以同步反馈数字建筑设计在自由造型表象之下的适当性与结构可行性。另外,同时可检视模型结构支撑强度是否不足,对于曲面表皮与管壁的厚度和形态也就能做先期的体验。计算机的 3D 模型剖面产生后其检视效果不如 RP 模型,而

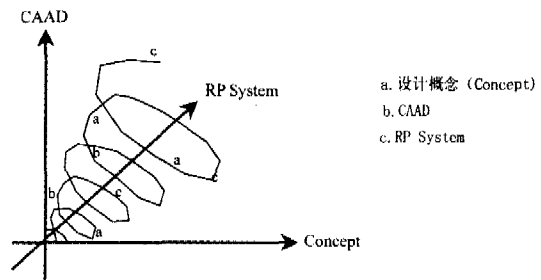


图 8 设计构想、CAAD 及 RP 之设计结构

VR 剖面反而成为 RP 剖面模型之回馈,这对于空间形式的掌握可以更加深入的讨论。

#### 3.4 构件定义与处理

原始手工建筑模型似乎无法接受工业设计对构件严格之定义,例如:无厚度的面、未闭合之形体,更不用说因为某些建筑意象而设计之反重力漂浮构件。而在 VR 模型的制作过程里,则可以丰富的展现出许多自由多态的风格理念,再经过 RP 形式的转换、检核格式,VR 模型中可发现多处定义不清的地方,而设计师就能从 VR 模型的构件中,开始逐件检视其厚度、断面及质感等。

#### 3.5 表皮与骨架的空间关系

就目前数字建筑的建造技术而言,似乎还停留在传统工业设计的技术中,弯曲复杂的表面,以垂直水平的分割结构来支撑,最后再以帆布、玻璃或金属板覆盖于构造物表面。而这样制造技术就有如工业设计中制造椅子的方式,先将内部骨架结构合理化再于外层披覆表面材料,又或者像蒙古包一样的建造方式,先搭空间桁架在覆盖表面皮层。但这样真的是数字建筑最佳的解决方式吗?或者只是最快与最廉价的建造方案,以既有的工业基础来完成数字建筑被实现的梦想。其实,数字建筑应该不只有这样的建构方式,透过 RP 技术的反应,建筑构造型态能够寻找到适合的数字化生产方式来建造<sup>[4]</sup>。

#### 3.6 整合设计可视化系统(Design visualization system)

在设计的阶段过程中,经由计算器所建构的数字模型,透过屏幕或是打印机的输出检视,会产生共同的问题,那就是平面影像缺乏视觉景深,而全凭模拟的视觉经验来判断空间组合关系;但如果能透过 3D LCD 立体屏幕即可观看立体影像,有助于设计师对建筑空间的先期检验,再将数字档案透过 RP 将之实体化,能在设计沟通及修正上或多形体创造的自由度上与设计者产生良性互动<sup>[6]</sup>。

当然设计者可另行加制手工模型直到达成设计的阶段完整性后,再以 3D 激光实物扫描使模型再次数字化,重新进入到上述的工作阶段中,并反复操作直到

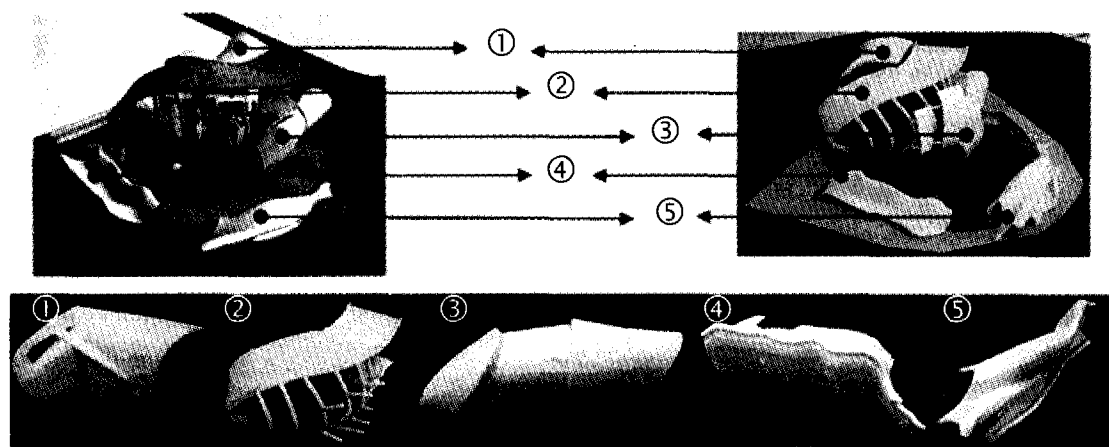


图9 VR模型与RP模型交互对应

设计定案。如此一来,设计中各个阶段的经验可以快速的累积,不仅提升设计的效率更可改善过于冗长的设计流程。

### 3.7 设计教学互动

当不合理的空间关系、过度包被的中庭在RP模型输出过程中被教师主动的发觉、修改、移除,这使得输出过程成为另一种评图与体验。能在学生的模型上切割、上彩,这也是以前教师从未有过的自由度及互动性。设计训练成为一种教师与学生均拥有的主导权:创作权在学生,而体验权则在教师。

## 4 结论

数字建筑是指所有建筑相关活动之数字化表现,而非局限于数字媒体在可视化之操作:《数字建筑之操作代表一种资料形式处理过程,RP是具像显示的代表性工具》。从初期的设计构想,如数字模型、动画、影像…等,经过一次或多次的数据转换后,进入到建筑型态与造形的调整,然后再次转换到结构与设备的数字数据,最后才能正式进入制造与生产的数据型态。

由此可知,把RP技术导入数字化建筑的设计之中,藉由此种新的方法将有助于设计过程的掌握和体现。

### 参考文献:

- [1] 邱茂林,刘育东,张基义,等.数字建筑发展[M].台北:田园城市文化事业有限公司,2003.
- [2] 张悟非.计算机辅助设计媒介(七)快速成型(RP)技术之现况与未来发展[J].(台北)工业设计杂志,1996,92:30-38.
- [3] Burdea, G., Virtual Reality Systems and Applications[A]. Electro'93 International Conference[C]. Short Course, Edison, NJ, 1993.
- [4] Burry, M., Rapid Prototyping CAD/CAM and human factors [J]. Automation in Construction 11, 2002, 313-333.
- [5] Lynn, G., and Rashid, H. Greg Lynn and Hani Rashid Architectural Laboratories [J]. NAI Publishers, Belgium, 2002: 52-63.
- [6] Shih, N. J., The Application of Color-image-mapped Rapid Prototyping in Architectural 3D Modeling[M]. CAAD Futures Conference, Tainan, Taiwan, 2003. (forthcoming).