

轻型建筑系统研发应用中的设计类型及其效能

Types of Design and Their Efficiency in Lightweight Building System Development and Application

[韩国日] Han Guori
[朱竞翔] Zhu Jingxiang

作者单位
香港中文大学建筑学院

收稿日期
2013/12/30

摘要

通过实际案例解释轻型建筑系统研发应用中的设计类型：包括转换设计、开发设计、以及单体与群组规模上的设计。这些方法的恰当统筹及对成果的管理，可以被用来提升建筑方案的设计效率及与客户的沟通效能。

关键词

轻型建筑系统；设计方法；转换设计；开发设计；效率

ABSTRACT

The article clarifies the design types used for lightweight building systems: transformative design and design innovation. Method differences for single building or group scale design are also indicated. Design efficiency and communication with client can be well improved by using the design types intentionally in parallel with a well organization on design outputs of various stages.

KEY WORDS

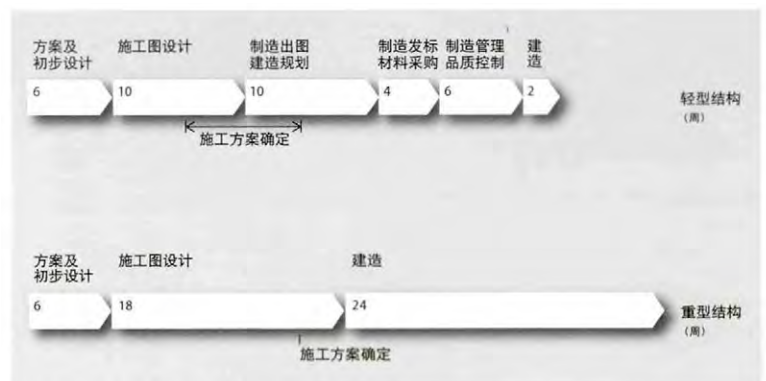
lightweight building system; design method; transformative design; design innovation; efficiency

2008年以来，香港中文大学的研究团队设计建造了一系列慈善学校、保护区建筑以及工业原型产品。这些小型项目除了带来专业奖项、社会认可和持续的研究机会，也证明了轻型建筑系统的优越性能以及巨大潜力。以上的这些项目从工程的角度看非常细微，但就像“轻”并不意味着“弱”一样，“小”也不代表“简单容易”。按照德国研究者约瑟夫·科勃 (Josef Kolb) 的图解 (图 1)^[1]，轻质结构与重型结构相比，工期短，工作阶段多，设计者介入环节与涉及的知识更广泛，轻质结构因而对设计者的挑战更大。这些项目工程背后，是建筑系统的研究与开发、全生产建造链条的统筹与管理、后期的测试与维护、资金的筹措与调配。而全部工作均由不足 10 人的小型团队完成。

当系统研究走向项目应用，特别是项目由早期的香港资金支持的慈善项目，逐步过渡到来自于外部委托时，团队的设计师同样面临快节奏的出图、与客户的反复沟通以及不确定的日程安排。但是当这些外部压力被重新理解并作为设计条件重新加以统筹时，它们所带来的麻烦将可以在系统层级被吸收，并在方法上形成有特色的模式。本文就围绕这个特色模式介绍 4 类不同的建筑设计工作。

1 单体设计

2012年初，广州一处体育公园客户需要建设管理用房，他们通过华南理工大学联络设计小组，希望快速提供形态方案用于决策。该项目面积非常小，考虑到预算成本、现场良好的交通条件以及不太确定的项目周期，团队决定采用箱式系统设计此项目。设计师重新检视了单元箱体的早期研究工作成果，拣选两个单元箱的组合变



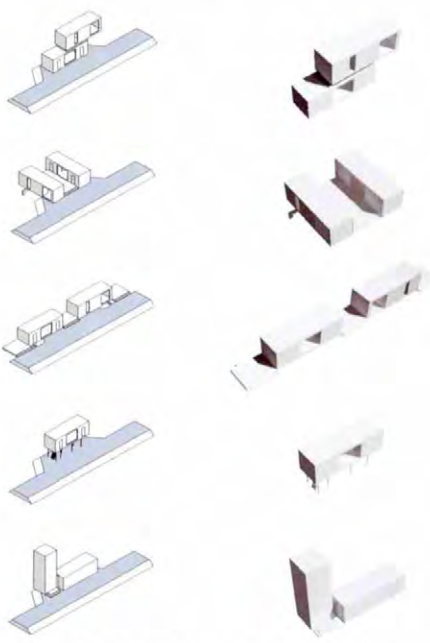
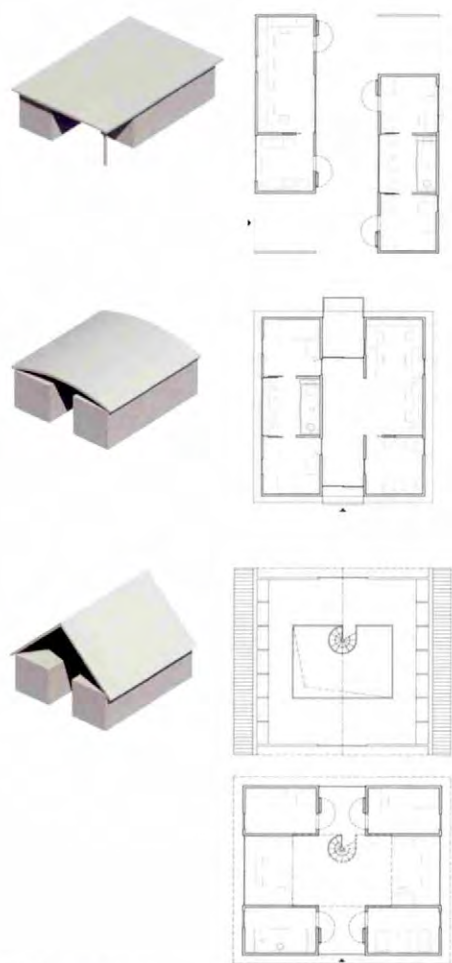
1 轻质结构与重型结构建造阶段对比

化来满足面积与预算要求,做出了3种不同形态的方案(图2)。它们一个采用平顶错落布置,一个采用和缓的拱形顶连接两箱,另一个采用双坡产生阁楼与中庭空间。由于未知的场地条件,它们三者分别关联不同场地的应对,从而能够帮助客户澄清具体的需求。

由于设计之前已经积累了充足的图纸及电脑模型,所以设计助理通过简单的渲染工作与针对功能要求的家具布置便可以快速完成方案文本。工作由单人在一天内完成,无需去

现场,而设计深度却有相当保证。设计师主要投放精力在形态类型、内部流线以及与场地的可能关系上,而不用考虑建造与商务因素,如造价、实施方式等,因为先期的系统选择已经基本规范了后者。

这一项目后来因种种原因搁置,但设计工作并未浪费,它继续充实了系统产品类型数据库。其中的第三种可能性很快在另一个项目中得到应用,而上海湿地工作站的方案设计则与第二种可能性有很大关联^[2](图3)。



2 群组设计

2012年春季团队接到邀请,为四川凉山彝族失依儿童规划设计1200人的全寄宿制小学。场地为将近4hm²的山坡地,山坡下面是公路与河流。整个场地一面被邻近的村庄房屋环绕,另一面为陡坡,眺望河谷。场地的入口在山腰处,沿着中部山脊线进入场地,指向原有待改造的村委办公用房。

在助理访问场地得到基本信息后,设计师着手进行初步的规划设计。由于基金会需要能够快速实施的计划,考虑到场地的道路条件、地形坡度与土层的承载力,团队决定采用“新芽”轻型结构系统来搭建,它是由C型轻钢骨架与填充板材形成的复合结构系统,所有构件在工厂预制完成,运输到现场进行组合搭建。

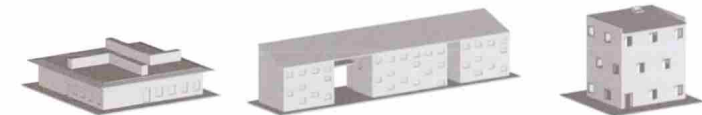
建筑单体的初步方案直接选用之前建成项目的体量尺寸与结构安排。一层建筑原型

2 3种不同形态方案

3 上海南汇东滩湿地鸟类禁猎区移动工作站方案设计



达祖小学 美水小学 鞍子河保护区工作站

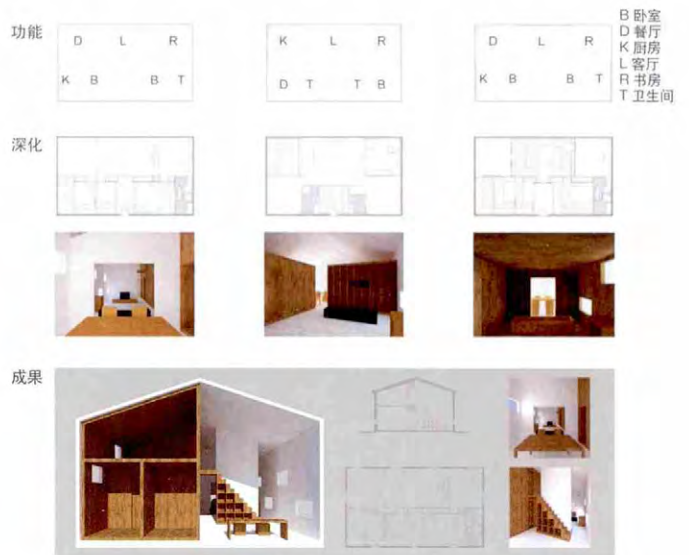
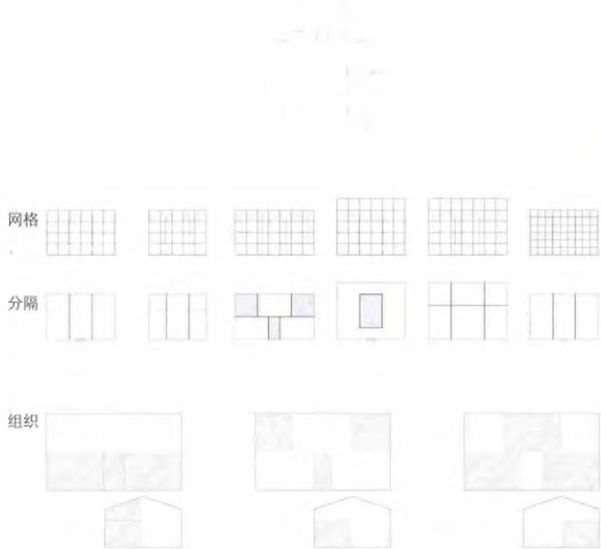


4-1 建筑单体的初步方案选用



4-2 四川凉山彝族失依儿童全寄宿制小学(规划效果图)

现实



5 南京农宅转换设计

来自 2009 年的达祖小学，呈扁而宽的方形体量，面积为 200m²，可以提供 200 人使用的 4 间课室或者 100 人使用的宿舍。两层建筑超过 300m²，采用 2011 年建成的美水小学的窄长单坡体量，可以提供 6 间课室或者近 200 人的宿舍。而 2011 年的鞍子河保护区工作站的立方体量则可以转换为非常合适的教师独栋宿舍，单幢建筑三层总面积为 200m²(图 4-1)。

总体布局上将中心礼堂与食堂布置在场地质高点，以此成为村落及学校的公共活动中心，环绕中心依据等高线叠落布置教室和宿舍楼，形成类似城堡拱卫的整体意向，教室和宿舍楼建筑群再围合形成大小不一、方向变化的小型院落(图 4-2)。

在确定各建筑单体数量可以满足学校总体与分期建设的要求后，设计师将建筑摆布于场地模型上，研究道路流线组织以及适于分阶段实施的建筑功能置换方案。这一项目的规划与单体布置大约消耗了两位全职助理一个月的工作时间，成果除了规划、单体方案文本之外，还包括动画、基础工程施工指导图纸以及土方平衡的初步计算。它们很快得到两间基金会和学校的管理方的采纳。

3 转换设计

研究团队除了项目设计工作之外，还会进行设计信息储备以及数据库建设，在项目压力较小的时期，另一项重要的工作得以开展，即转换性质的设计。它指的是使用团队研发的轻型建筑系统进行针对假想客户的虚拟设计，所使用的功能平面来自于现有民居、类型案例或者由其它设计师提供的平面。以下呈现 3 组工作。

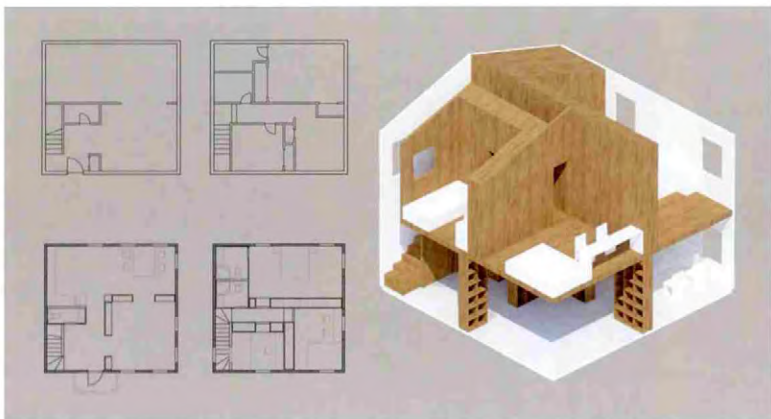
2010 年，通过实习生的调研得到了南京郊县一户典型农宅布局平面，其中主房三开间，中央为堂屋，两侧为卧室，配房布局有厨房与厕所。转换设计的目标是使用“新芽”系统来建造同样面积的房屋，但需要更紧凑的功能安排以及占地面积，满足现代人的住宅需求。

“新芽”系统骨架间距为 1.82m，之间插入 1.2m 或 0.6m 高的填充板材。转换的第一步是在 1.82m 网格下的平面几何调整。如图 5 所示，有多种不一样的网格布置方法，它们可能存在不同的问题，也可能产生新的分隔方式：有的会发现入口与柱子有冲突，有的会发现房间偏小不方便使用，也有的会出现一个新的空间分隔的可能。其中在 4×7 的网格布局下，通过中间横向的再次

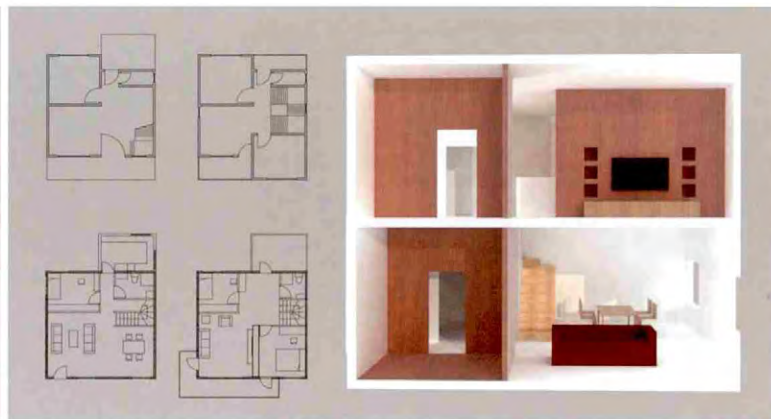
切分，得到了 6 块分隔的区域。

6 块分隔区域可以解读成 3 种不同的空间联系方式，对半分空间分隔，3 个独立盒子与剩余空间的分隔，以及它的拓扑关系：中间是一个带有凹凸的大盒子，被挤出来的 3 块区域依附于盒子，通过盒子上部阁楼空间建立联系。

在“新芽”系统的一系列建成公共项目中，曾采用过砖墙及 U 型玻璃来进行室内划分，前者会延长现场施工时间，后者不适合私人住宅的小空间，因而此次转译尝试采用家具来分隔空间并界定房间。由此，设计者得到 3 种截然不同的空间效果：第一个可能方案有一个长向的狭长区域，卧室及厨卫等私密功能布置在木质盒子内，剩下的大空间容纳餐厅、客厅及书房等公共活动；第二个可能方案则将卫生间、厨房以及书房变成房屋里的盒子，剩下的空间——餐厅、客厅及卧室则是在角部连通的；第三个方案正好是反向的关系，书房、餐厅以及入口空间在阁楼会形成特别的空间联系。进一步发展的是第一个对半分空间方案，最终得到了一个立刻可以建造的住宅产品类型。整个转换过程持续了近一个月，由一位设计助理完成，最终提供完整的基本布局图纸以及系列室内



6 美国小住宅转换设计



7 广西农宅转换设计

空间渲染图(图5)。

2010年,一种美国小住宅也采用同样的方法转换成可以直接使用“新芽”系统来建造的房屋产品图纸。它的原始户型平面来自于从书籍收集到的案例(图6)。

2013年夏季,笔者早年同学、长期在中国乡村支教的德国志愿者卢安克提供了一套他所改良的农宅平面,这一平面从他长期的广西乡村生活中观察得来,通常使用最为常见的砖混构造。团队使用同样的方法聘请

实习生将它转换为可以直接使用“新芽”系统来建造的产品(图7)。

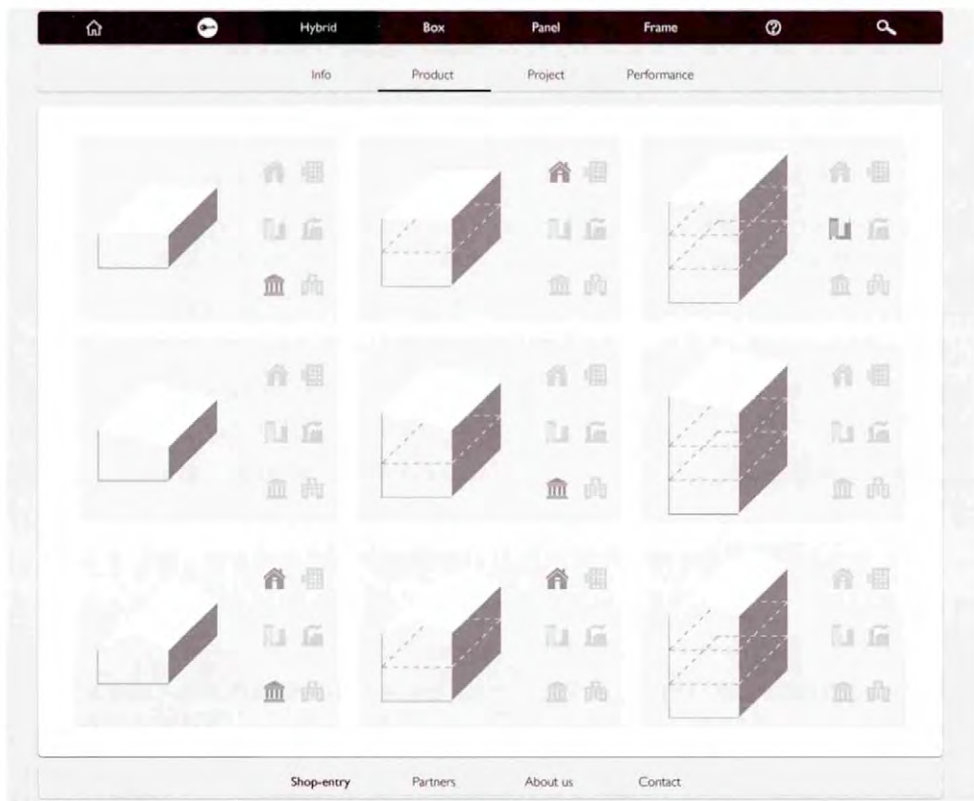
这些转换工作与项目设计相比耗时相对长些,它们一方面训练年轻助理,另一方面产生方案储备或设计参考,并最终用来充实轻型结构系统的产品库。目前已经建立的产品库根据形态与功能分类,体量从1层到3层,屋顶从平顶、单坡到双坡,功能上则分为居住类(住宅和小型旅馆)、公共类(学校和医疗),以及生产类(作坊和办公)。3类

功能中每2个精细功能之间有机会实现功能转换,因而可以用比较相近的平面类型或者组织方式实现更多的预先设计(图8)。

4 开发设计

另一类工作为开发设计,此类工作或者来自工业委托,或者来自对内部新构想的探索。它们耗时更长,需要高度集中团队领导者与核心成员的注意力,也需要投放更多资源。例如2011年深圳雅致集成房屋公司邀请团队为其开发预制箱式房屋产品原型。整个设计研发过程约为7个月,设计师前期需要调查工厂及生产设备、了解市场需求,之后收集并分析国外优秀案例和现有国内产品缺陷。再经过指标确定、设计构想、模型、小尺度试制、试验调整,最后转入大尺度工业制造。整个开发过程调配了4名全职助理参与全过程,并且经历了任务规划-设计-发展-实施-测试-反馈的多次循环。

这一房屋产品原型采用了龙骨、板材与蒙皮构成的箱式结构系统。通过运输方式以及市场需求的考量,设计基准单元箱体尺寸为3m×3m×9m,在两个长向墙上错开布置1m、2m宽以及3m宽的大开口,划分空间的同时改善了箱体产品普遍具有的封闭感,具备良好的自然采光与通风,使得房屋内部、房屋之间具备宽敞宜人的空间。箱体有良好保温性能,具备足够的内部气候稳定性。室内功能多样,也可以容纳或者嵌入当下城市生活各种必需的、或是先进的设备。



8 “新芽”系统产品类型

有一个统一、典雅的体量，改变了箱式房屋零碎、廉价之印象（图9）。

房屋易于搬迁，可以使用拖车、火车、轮船运输，既可临时设置，适用于多种功能以及各种场地、气候条件，也可以大规模运用，非常适应快节奏的工商业需求以及城市短期开发的要求。它对基础设施的需求很低，甚至可以独立于城市供应管网。这一原型产品将使房屋不再霸占土地，以及不可逆地使用大地，而是按需占用土地，成为“容纳精细生活的器具”。

2011年11月底，这一产品原型在为期3天的第十三届中国国际高新技术成果交易会亮相。项目由5个单元箱组成，提供了客厅、餐厅、主次卧及屋顶平台等全套别墅功能。200m²的住宅房屋在现场搭建仅需4h。吸引了近10万参观者，会后接到了100多宗的订单意向^[3]。

5 方法总结

回顾历史，轻型结构的研究在二战结束初期有一次高潮，出现了查尔斯·伊姆斯与蕾·伊姆斯(Charles and Ray Eames) 1949年的伊姆斯住宅(Eames House)，让·普鲁韦(Jean Prouvé) 1950年代的系列试验轻型房屋，以及巴克明斯特·富勒(Buckminster Fuller) 1949年的测地线穹窿(Geodesic

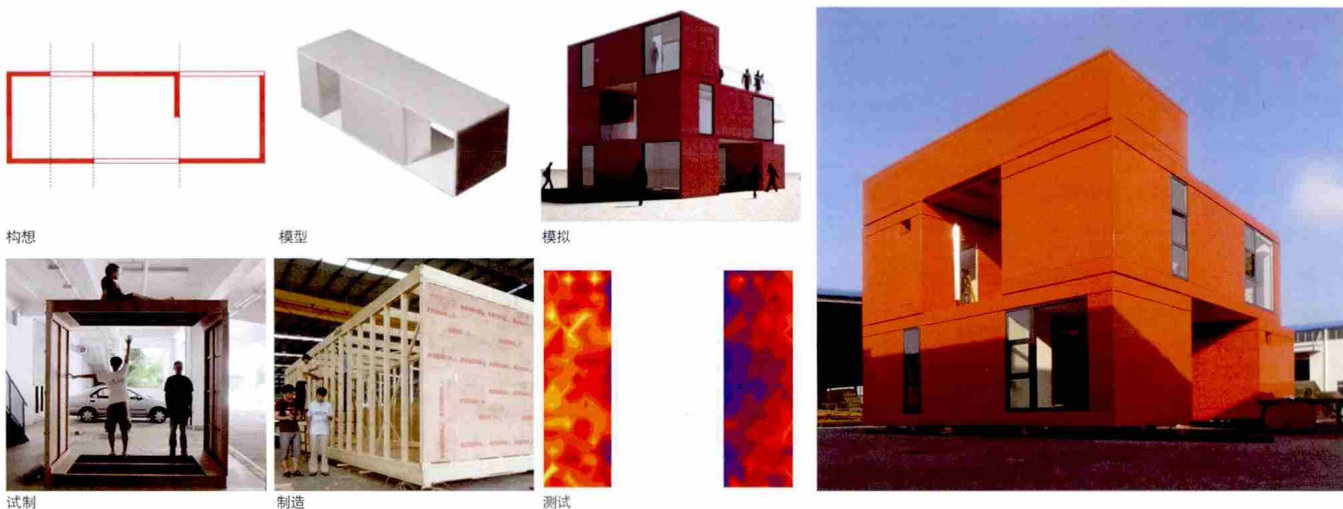
domes)发明。它们指示了新的研究与探索方向，传递了新的设计方法论，从而帮助缓解了二战后的工业产能过剩以及社会房屋匮乏的问题，这些实践与早先建筑师主要服务个体客户、强调设计艺术性的观念产生了很大不同。

而在教育领域，乌尔姆设计学院(Hochschule für Gestaltung, Ulm)由英格·艾舍·绍尔(Inge Aicher Scholl)、奥托·艾舍(Otl Aicher)和马克斯·比尔(Max Bill)在1953年创立，它虽然在1968年就被解散，但由于它强调从技术方面培养设计师，及其对系统设计(system design)的推崇，乌尔姆设计学院成为战后德国最重要的设计学院，并接续了战前包豪斯学校对于现代建筑学和广义设计的深远影响。通过跨学科的、理念前卫的教学，教师们传递了产品设计的形式标准——节约物质资源、获得恰当功能以及获得长久使用寿命。学院设立社会学、传媒和政治学等专业，将课程主干的工业设计与社会、政治责任紧密联系在一起。这种产品设计理论与技艺，在战后产品短缺、贸易恢复的年代很有意义。乌尔姆设计学院除了致力于理性主义和功能主义的设计探索，还发展出高效率、次序化极强的系统设计，使得毕业生能够进入工业领域从事广泛的设计，帮助德国工业产品进入全球贸易网络^[4]。

对于不少仍然沿用布扎教学体系、工作领域落后于当代工商业转变的大学建筑学院，这些历史故事提示了态度、方法上的重要差异：是围绕建造或者系统指标进行建筑设计，还是围绕空间形态或者客户主导要求进行建筑设计？后者作品往往只建造一次，建造因素的影响在较晚阶段出现。但由于客户的主导要求在不同阶段常有显著变化：先是时间，再是形态，最后是商业成本。如果设计者无法先于客户思考那些影响所有真实建筑的广泛问题，设计节奏就会被客户变化的审美趣味、或者商业与管理议题所压制。

团队内部的经验分享会上，年轻的设计助理们谈及他们曾有的大型设计院实习经历：方案设计周期非常短暂，熬夜是家常便饭，碰到过极端任务是短短一周内提交数万平方米的整套方案文本给客户，为此不得不抄袭知名设计方案、使用人海战术完成任务，然后就是无法计划的、无所事事的等待时间。这种初期经历恶化了市场生态，娇纵了不良的工作习惯，使得年轻学生怀疑工作的社会价值，也使有才能的个体与先进的设计工具统统服务于为市场生产图纸的“血汗工厂”。

围绕建造或者系统指标进行设计需要不同的设计方法：明确如一的设计指标和评判准则、广泛的设计考量和理性的筛选机制。设计组织也与之匹配：清晰的架构设计和组



9 箱式住宅原型产品开发设计



10 工作架构

织安排能够提前做好，个体设计师应既是有效能的专业节点又是网络的一部分。团队内部乃至生产链条上不同团队之间能够互相需要、协同合作与快速响应。

为此，团队的领导者将研究、开发、设计与应用的长链条分解为8个片段：现实、信息、变体、构想、试样、产品、单个项目以及规模应用。所有工作都围绕这一架构展开。它可以被类比为一次转基因工程：研究者从大自然（现实）里提取某类植物的基因（信息），通过各种重组的尝试，研究者将会得到不同的种子（变体），种子在实验室里培育，试株（构想）被观察与测试，最终获得性状优化了的标本（产品），它们将在自然中长出有益的果实（单个项目），并有机会繁衍成一片田野（规模应用），成为大自然新的有机部分（图10）。这一类比也许能够解释为什么设计院急近的工作模式难以底层创新：想从现有植物中不经基因或者遗传就直接获得新的植物何其艰难！

前面所陈述的开发设计的案例是从现实到产品的6阶段工作，转换设计案例实现了从现实到构想的4阶段工作，单体设计案例

为产品到单个项目的2阶段工作，群组设计则是单个项目到规模应用的2阶段工作。这一工作方法可以因应设计助理的长处部分展开，也可以根据时间资源灵活调度任务。

对于具体的空间形态设计而言，围绕建造或者系统指标进行的建筑设计会自然地促进团队自律：减少不必要的复杂造型以免影响单体的生产工艺与品质，并且尽量再利用已有成果来设计群组项目。另一方面建造项目的间歇可以利用开发设计以及转换设计储备设计产品，类型化客户的功能需求与可能出现的场地条件。虚拟与现实的两方面工作交叉可以不断帮助团队成员消化、内化、深化已有的知识与认识。

这样用足球类比，到实际比赛（真实应用项目）时，控制节奏的就是设计师团队了，而非客户一端。如前所述，轻质结构工期短、工作阶段多，设计者介入环节与涉及的知识更广泛，没有人能既明白全部又能做到全部阶段，因而在这一领域工作，如同一些攻防转换很快、强调球的快速传递的比赛（等同于小型项目或者正常商业节奏的项目中），重要的就不是一个人的能力，而是跑位和传

球。一旦己方持球，团队都会往前走，甚少原地控球以免影响进攻效率。这样的环境下，协同的能力重要过个人的能力，团队也能够吸收相对弱小的队员（年轻设计师）的缺陷。这样在设计者与客户的角力中，团队无需强队（如同设计大师）的策略——利用个人的控球（大师的名声）优势尽量放慢比赛节奏使得自己的优势放大。从技术上来说，想快就快、想慢就慢的是更强的球队（团队），即使进球（产生优质方案）或者比赛获胜（建成建筑并且使用良好）有时还需要一些运气的帮助。^[1]

参考文献

- [1] Josef Kolb. Systems in Timber Engineering[M]. Birkhauser, 2008: 25.
- [2] 吴程辉, 朱竞翔. 湿地中的庇护所——上海浦东新区南汇东滩禁猎区工作站[J]. 建筑学报, 2013(9): 26.
- [3] http://www.szyazhi.com/275/news_detail.html
- [4] 朱竞翔. 可持续建筑：设计师的可能选择[J]. 建筑学报, 2013(7): 52.

图片来源

- 图1：参考文献[1]
图6：兰德尔·阿伦特·国外乡村设计[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2010：365.
图7：农宅改良方案的原始平面由卢安克提供
其余图片均由作者或者团队拍摄、绘制。