

## 精益建造视角下的建筑设计方法初探

高鹏云 汪江华\*

天津城建大学 建筑学院, 天津 300380

**[摘要]** 建筑业与制造业同根同源、相伴发展, 都蕴含着“精益基因”, 但是制造业先知先觉最先激活其精益基因走上了精益之路。为了追赶制造业步伐, 激活建筑业的“精益基因”, 精益建造被提了出来, 但它只是帮助建筑业实现了形式上的精益, 却未达到实质上的精益。要实现建筑业实质上的精益, 建筑设计是核心, 只有将目前传统的建筑设计转变为精益的建筑设计才能推动建筑业走向实质的精益。文章从精益的视角, 通过对传统建筑设计进行深层次的解构分析, 阐释了传统建筑设计的固有特点是建筑业精益困局的根本原因, 同时也指出了建筑设计向精益转变的根本在于树立建筑设计精益价值观。由此, 文章基于建筑设计精益价值观并借鉴制造业精益产品设计经验, 构建出由设计技术、设计管理、设计评价三大板块构成的一套完整的精益建筑设计方法体系, 助力建筑业的精益转变。

**[关键词]** 传统建筑设计; 精益建造; 精益建筑设计

DOI: 10.33142/sca.v7i10.13635

中图分类号: TU2

文献标识码: A

## Preliminary Exploration on Architectural Design Methods from the Perspective of Lean Construction

GAO Pengyun, WANG Jianghua\*

School of Architecture, Tianjin Chengjian University, Tianjin, 300380, China

**Abstract:** The construction industry and manufacturing industry share the same roots and development, and both contain the "lean gene". However, the manufacturing industry was the first to activate its lean gene and embark on the path of lean. In order to catch up with the pace of manufacturing and activate the "lean gene" of the construction industry, lean construction has been proposed, but it has only helped the construction industry achieve formal lean, but has not reached substantive lean. In order to achieve substantial lean in the construction industry, architectural design is the core. Only by transforming traditional architectural design into lean architectural design can the construction industry move towards substantive lean. The article, from a lean perspective, deeply deconstructs and analyzes traditional architectural design, explaining that the inherent characteristics of traditional architectural design are the fundamental reason for the lean dilemma in the construction industry. At the same time, it also points out that the fundamental transformation of architectural design to lean lies in establishing the lean values of architectural design. Therefore, based on the lean values of architectural design and drawing on the experience of lean product design in the manufacturing industry, this article constructs a complete lean architectural design methodology system consisting of three major sections: design technology, design management, and design evaluation, to assist in the lean transformation of the construction industry.

**Keywords:** traditional architectural design; lean construction; lean architectural design

### 引言

工业革命以来, 制造业进行了一次次的技术革新, 尤其是在精益思想<sup>1</sup>的指导下完成了从粗放的大批量生产方式 (Mass Production) 到精益的生产方式 (Lean Production), 再到精益的产品设计 (Lean Production Design) 的彻底的精益转变, 实现了根本上的降本、增效、提质。建筑业也从制造业的技术变革中获得诸多好处, 通过建筑工业化在提升建筑效率、减少资源消耗、提高标准化程度等方面取得丰硕成果。尽管如此, 建筑业相比制造业目前仍面临着生产效率落后、资源消耗突出、建筑质量

不高、标准化程度低、价值链条割裂等一系列棘手问题。

为解决这些问题, 推动建筑业向精益转变, 建筑业从制造业引进精益思想, 以消除建筑业浪费、提高建造质量与效率为宗旨的精益建造 (Lean Construction) 被提了出来并获得广泛应用, 推动建筑业的精益转变。但在目前看来, 这仅仅缓解了生产效率滞后、资源浪费突出、标准化程度低、价值链条割裂等矛盾, 其精益空间极为有限, 无法从根本上使建筑业走向精益。

建筑业的未来必将是“全产业链协同、设计建造整合”为两翼的精益化发展, 建筑设计是其核心所在, 只有

<sup>1</sup>精益思想起源于丰田生产方式 (TPS), 丰田生产方式在制造业展现的巨大优势 (产品低成本、高质量) 而被世界关注, 并经各国专家学者的共同研究努力, 逐步升华成为风靡全球制造业的精益思想。精益思想是一种以动态发展的视角看待问题的思想, 同时关注产品设计与制造活动中的转化、流动以及价值等三个方面, 分别针对这三个方面, 以客户价值为核心, 通过消除不产生价值的浪费, 从而降低产品成本、提高产品质量。

表 1 传统建筑设计特点

构成	特点	说明	精益困局	
信息流动	组织地位	建筑设计边缘化	由于长期的专业分工，大量的专业性工作从建筑师手中脱离，建筑师在整个项目中的话语权、控制权越来越弱，难以左右设计决策。	设计管理无力
	设计流程	设计流程排队化	排队化的设计流程是一种串联式流程。设计信息沿着概念设计、初步设计、施工图设计、施工组织设计的路径流动，上下级流程持续进行。设计信息进入下一阶段后，设计将由下一阶段设计人员主导，相邻设计阶段的设计人员之间存在天然的信息屏障，很少甚至不相互沟通交流设计方案，致使前序设计经常不满足后序设计需求，导致大量的设计变更甚至颠覆，降低设计效率和质量。	设计建造脱节
信息转化	设计方法	设计信息孤岛化	建筑师在进行方案设计时，处于一个信息孤岛中，产生各类设计信息之间相互割裂，没有统一的信息标准，并且很难获得来自后序制造、建造领域的技术需求，致使设计、制造、建造之间相互孤立。	
价值创造	价值认知	价值认知片面化	建筑师在方案设计过程中片面关注建筑的功能与形式方面的价值，欠缺对建筑制造与建造环节以及建筑整体价值的统筹考虑。	价值链条割裂

同制造业那样，将目前传统粗放的建筑设计方法转变为精益的建筑设计方法，才能真正地实现建筑业的精益化。

### 1 传统建筑设计特点解析

在千百年以前，一个建筑从设计到建造的全部工作都在建筑师的主导下完成，当时的建筑师因此而堪称“全能的建筑师”，但是在工业革命之后，建筑的规模越来越大、功能越来越复杂，同时社会化生产的分工越来越细、越来越专业化，这使得原本属于建筑师的工作被迫逐步分离出来，转而由更专业的工程技术人员负责并主导。建筑师手中只剩下对功能、形式等从宏观上对建筑进行把控的设计工作，丧失对后续实质性、具体化的工作的主控。建筑设计俨然成为了一种偏重关注“功能—形式”问题的设计方法，后续的对建筑设计结果有着深远影响的关于“实现”的问题不再是建筑师的关注重点。这样的情况一直延续到现在并未有多少改变。

从精益的角度来看，建造亦是制造，建筑设计过程与产品开发过程一样，由信息转化、信息流动以及价值创造三部分构成。相应的，传统建筑设计在组织地位、项目流程、设计方法、价值认识方面呈现出（1）建筑设计边缘化、（2）设计流程排队化、（3）设计信息孤岛化以及（4）价值认知片面化等固有特点。正是这些固有特点导致了我国建筑业普遍面临的设计管理无力、设计建造脱节以及价值链条割裂等精益困局（表 1）。

精益建造在建筑业已经取得的成绩，在证明精益思想从制造业引进到建筑业的有效性的同时，还树立起一种不同以往的精益价值观，即不再孤立看待某一建造流程带来的价值，而是对建造活动中的转化与流动过程、所实现的整体价值以及所产生的浪费作系统考虑，并通过精益措施消除浪费，实现降本、增效、提质的目标。

建筑设计活动决定了建筑建造活动，精益建造的精益程度在很大程度上受到了建筑设计的限制。因此要实现精益建造的全面精益，就需要建筑设计转变传统建筑设计价值观念，树立与精益建造相统一的价值观念，即“统筹全

局、价值导向、消除浪费、降本增值”的精益价值观（表 2），对建筑设计活动中的设计信息转化与流动过程以及所创造的建筑价值进行统筹考虑，从根源上消除浪费、提高建筑质量与建造效率。

表 2 建筑设计的精益价值观与传统价值观对比

分项	精益价值观	传统价值观
组织地位	主动的项目领导者	被动的方案设计者
设计流程	统筹管控从设计到建造全局	仅对设计相关工作进行局部控制
设计方法	价值导向、消除浪费、降本增值（结果与过程并重）	偏重“功能—形式”主义（结果重于过程）
价值认知	关注整体价值的动态认知	关注局部价值的静态认知

### 3 精益建筑设计体系构建

在高度专业化分工的社会，影响建筑精益的因素有两个：一个是建筑设计本身，一个是受设计项目的组织与流程，我们不能孤立的看待建筑设计活动，设计项目的组织与流程也应该考虑在内。在建筑设计的精益价值观的引领下，传统建筑设计方法将转变为精益建筑设计方法体系。

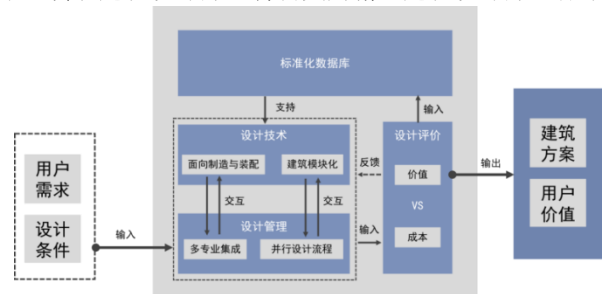


图 1 精益建筑设计方法框架

本文中构建的精益建筑设计方法体系由（1）设计管理、（2）设计技术以及（3）设计评价三大方法模块构成（图 1），与传统建筑设计不同，其精益在于针对传统建筑设计的固有特点以及与之相对应的精益困局，通过建筑设计促进设计项目组织与流程的整合，并以整合的项目组织与流程进一步反向促进精益建筑设计的开展。在建筑设

计过程中，建筑师在标准化数据库的支持下，通过设计标准化对整个建筑项目施加统筹管理，全面控制产品的价值与成本，引领建筑业实现真正的精益。

### 3.1 设计技术：面向制造与建造

在传统建筑设计中，设计、制造、建造处于是相互脱节的，建筑师难以获得来自下游制造、建造（施工单位）领域的一系列关于制造和建造的详尽信息。这使得建筑设计在整个设计流程中，很难兼顾到来自制造和建造领域的技术需求，导致建筑师在传统建筑设计组织结构下对制造与建造的控制力很弱。

精益建筑设计最重要的是对制造与建造的控制，这就需要在设计阶段充分考虑关于制造与建造的问题，面向制造与建造进行设计。这其中最为关键的设计方法是（1）建筑的模块化设计（2）设计面向制造与装配。

#### 3.1.1 建筑的模块化设计

精益建筑设计为建筑建立了一个与面向制造与建造的模块化架构形式。与传统建筑设计所建立的整体式架构不同，建筑模块化设计以建筑为研究对象，从系统的角度对将建筑分级分解为一系列相互独立的模块单元，如功能级模块、部品级模块以及部件级模块。模块间通过统一的标准化接口进行组合，构成一个建筑整体<sup>[1]</sup>。

建筑的模块化设计面向批量定制以及个性化定制生产，具有极高的设计灵活性。建筑师可以根据设计需求开发通用或专用的模块产品，通过不同类型的模块组合满足建筑用户灵活多变的价值诉求。

建筑的模块化不是在形式上对建筑进行随意的模块划分，而是遵循一定规律的有组织的模块化，它降低了设计调整对整个设计的不良影响。在传统建筑设计的集成化架构中，局部构成要素的调整甚至会导致整体设计的变动，可谓是牵一发而动全身，而在模块化设计中建筑师则可以通过设计结构矩阵（DSM）、公理设计等方法，在聚合强关联要素的同时分离弱关联要素，使模块内部耦合度增加、外部耦合度降低，增强模块的相互独立性，降低设计复杂度，最终将设计调整对设计产生的不良影响局限在单个或几个建筑模块范围内（图2）。

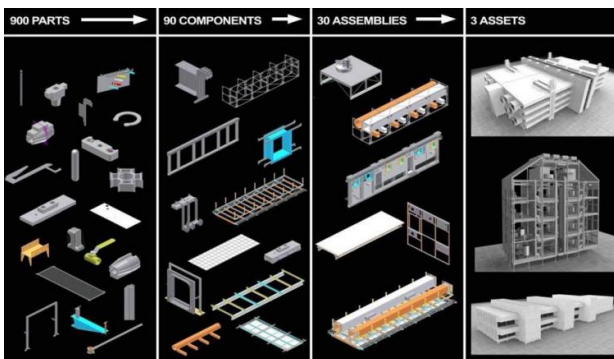


图2 葛兰素史克 Neways 项目的模块化过程

此外，建筑的模块化设计的更为深远的意义在于为促进供应链整合、精简建筑建造流程创造了机会。

在建筑工业化体系下，供应商参与建筑设计过程是至关重要的。在传统建筑设计中，整个项目结构尤其是供应链结构是临时的、松散的、碎片化的，这种松散的供应链结构导致建筑师难以对制造加以管理与控制，而在精益建筑设计中，建筑师则可以通过建筑模块化设计对建筑零部件的聚合来对建筑供应链进行聚合。这种供应链的聚合加强了模块内部供应商之间的合作，同时也使不同模块供应商之间也因为模块间的相互独立而相对独立，赋予了供应商参与模块设计制造更多的独立性与自主性，保证了建筑设计的稳定性、协调性、可控性。

精益建造通过管理建造流程来实现精益，但建筑的设计架构形式决定建造流程。传统的建筑建造就像传统建筑设计那样，是分步接续进行的，所有的建筑构件以散件的形式进入建造场地，然后一个一个地现场搭建。而建筑的模块化设计则使建造过程完全没必要像传统建造流程那样繁琐。

通过模块化设计，各个建筑模块在建筑师的统筹安排下，可以于不同的工厂并行制造，而后根据建造计划运至建造现场。现场的建造工作就变成了依照装配次序组装各类建筑模块（图3），模块化建造大幅缩减了建造工序、简化了工作协调，再结合精益建造的流程管理，使得整个项目质量与周期更易控制。



图3 新加坡的模块化建造

#### 3.1.2 设计面向制造与装配

建筑模块化的基础是设计标准化，而执行设计标准化的有力工具是面向制造与装配的设计（DFMA）。面向制造与装配的设计引自于精益产品设计，但它对建筑设计同样有效。传统的建筑设计重点关注于功能与形式，几乎全部设计工作放在了对几何尺寸以及物理参数的考量上，却对实现它们的制造工艺与装配流程不加关注。建筑的本质并非表面形象而是内在的结构以及构造形式。建筑的结构和构造形式影响其制造与装配方式。同时，制造与装配方式又会反过来影响建筑工业化生产方式下的建筑的结构以及构造形式。建筑零部件的制造与装配流程真正决定了设计赋予建筑的价值能否顺利地实现。



表 3 应用 DFMA 的建筑项目

实例	效果	实景
希思罗机场和盖特威克机场	减少 50%任务数; 80%的现场工作转移至场外; 成本较传统降低 36%;	
Optimum Switch 数据中心	减少 30%任务数; 40%的现场工作转移至场外; 成本较传统降低 30%;	
伦敦希思罗机场-T5 节点	减少 87%任务数; 65%的现场工作转移至场外; 成本较传统降低 30%;	
EcoCanopy 小学项目	减少 50%任务数; 90%的现场工作转移至场外; 成本较传统降低 40%; 仅产生 3%的废物; 具有较低的碳排放;	

当下,建筑师所依赖的传统的建筑设计知识与经验或许会适应不同的项目的要求,但可能会不适合现今工业生产方式的发展。一些转变建筑设计方法先行者(如英国 Bryden Wood、美国 Kieran Timberlake)用实践证明,将面向制造与装配的设计(DFMA)应用于建筑设计过程,能够更好地促进预制、最小化现场施工,能够使建筑更快、更好地制造并建造,同时也使建筑资源利用效率以及成本效益相应提高(表3)。

实际的建筑项目实践证明,对建筑进行面向制造与装配的标准化设计会在多个方面给建筑业带来益处(表4):

面向制造与建造的设计建立在获得来自制造、建造端充分的信息(知识)的基础上,实施面向制造与建造的设计就要求建筑师从设计之初就掌握来自制造与建造领域的大量信息,这对于建筑师通过设计管理建筑从设计至建造全过程具有巨大的奠基作用。

表 4 DFMA 给建筑业带来的益处

方面	益处
建筑设计	促进了建筑产品的模块化设计;
建筑质量	采用标准化的零部件和工艺提高了制造与装配质量; 工厂化质量检测,减少了现场的修改和返工; 促进了建造活动的标准化流程的建立;
项目管理	减少了项目关键路径上的项目数,缩短了项目时间; 减少项目中的交付、交易和计划活动,增加方案的确定性; 优化装配流程,使装配能够更精确地进行; 缓解了因设计信息的缺乏而造成的现场延误;
现场劳动	减少了现场工作时间和劳动力成本,提高了劳动生产率;
健康安全	限制现场工作时间,减少不利后果的出现; 进出工地的交通流量减少,改善了邻近地区的道路安全; 减少施工给邻里带来的干扰;
资源浪费	减少库存及浪费,研究数据表明,DFMA 减少了 70%~90%的浪费;
环境保护	减少现场周边的街道拥堵; 通过工厂化制造以及现场装配,减少了 30%的二氧化碳排放 <sup>[3]</sup> ;

### 3.2 设计管理：整合组织与流程

面向制造与建造的建筑设计为建筑师整合设计组织与流程创造了条件与机会。从根本上说，设计项目的组织结构是一个建设项目的基础，对整个建设项目的设计有着非常巨大的影响。这种影响甚至能够左右到建筑产品的产品构成秩序，直至对后期的建造产生深刻的影响。

在传统的建筑设计的项目组织与流程中，建筑师对于整个设计项目乃至建筑项目的控制力很弱，其原因在于整个项目组织与流程是一种松散结构，组织成员之间以及流程之间缺乏紧密联系，组织成员之间的信息屏障以及层级之间的震荡式反馈循环，致使最终的建筑产品难以实现精益。制造业用实践证明，真正的精益不仅体现在产品本身的设计上，还体现在实现产品的组织与流程是否精益，对建筑设计而言亦是如此。针对传统建筑设计组织与流程的固有问题，精益建筑设计应将松散的设计组织转变为集成的设计组织、串联化的设计流程转变为并行化的设计流程。

#### 3.2.1 集成的设计组织

集成的建筑设计组织一改传统建筑设计组织垂直串联、大纵深式的组织结构，转变为水平并联、宽口径式的扁平式组织结构（图4）。集成的设计组织结构中，不同专业的设计成员处于同一层级，消除了信息屏障，设计信息更多的是在同一层级内进行水平的交流交换，消除了设计信息在上下级之间的垂直的震荡循环<sup>[4]</sup>。

建筑业与制造业不同，建筑设计企业一般不具备制造能力，制造由一系列专门的产品供应商负责，建造由专门的工程公司负责。设计、制造、建造处于一种天然的分离状态。因此集成的建筑设计组织带有内部整合与外部整合并重的色彩，需要通过内外整合建立起一种深度长期的合作文化。

近些年来发展快速的 BIM 模型作为一种新的工程信息载体，贯穿项目生命全周期各个阶段，是项目信息的重要纽带，它在各参与方中不断地被创建、使用、修改、更新，形成一个完整的、巨量的工程信息集合<sup>[5]</sup>。集成的建筑设计组织依托 BIM 模型建立内外统一的信息交互框架（即 BIM 设计平台），建筑设计团队在建筑师的领导下与来自制造端以及建造端的技术代表一同在统一的 BIM

设计平台内开展设计合作与沟通交流，随时随地传递、共享、反馈设计信息。

集成的建筑设计组织在设计组织与建筑模块化设计之间建立起一种结构上的对应关系，为建筑师实施面向制造与建造的建筑设计提供了肥沃的土壤。

#### 3.2.2 并行的设计流程

在传统建筑设计组织中建筑师领导方案团队完成方案设计后，交由下一层级的建筑、结构、设备、水电、暖通等各专业团队进行后续的深化设计。任何一个专业设计团队发现问题，都会反馈至方案团队，方案团队对设计做出更改并形成一份新的变更方案，再一次回到各专业设计团队手中，形成“设计—变更—再设计—再变更”的恶性循环。在这个过程中，设计过程越来越失去控制、投入的时间成本越来越多，建筑的用户价值却越来越少。

集成的建筑设计组织则促使设计流程从串联排队化向并联并行化转变。在并行的流程结构下，设计阶段的前期重点投入，在建筑师的领导下各个专业设计甚至包含供应商在内能够在建筑师的领导下以统一的用户价值为核心，并行开展建筑模块化设计工作。设计信息的上下层震荡式的循环反馈转变为同一水平层级的多次的、小的反馈迭代<sup>[5]</sup>。并行设计流程在 BIM 强大的信息共享、信息互用能力的支持下，使得不同研发阶段、不同专业背景的人员能够快速对方案设计做出反应，及时发现并处理设计活动中遇到的问题，设计在方案阶段不断地优化迭代，最终使建筑设计周期缩短，遴选出满足各方面要求的、最大化用户价值的设计方案。并行的设计流程充分体现了精益建筑设计对设计流程高效率、低错误、少修改的价值诉求。

### 3.3 设计评价：控制价值与成本

设计评价的是建筑设计持续改善的源动力。传统建筑设计的评价体系的关注点固着于建筑的“功能-形式”的问题上，对于“功能-形式”问题的过分关注，遮蔽了设计评价的视野，使得建筑师难以看到深藏于功能与形式之下，更深层次、更根本的价值与成本。设计的本质是价值与成本设计，建筑的价值与成本决定了建筑的功能与形式。因此，设计评价的真正目标是建筑的价值与成本，绝不只是功能与形式。

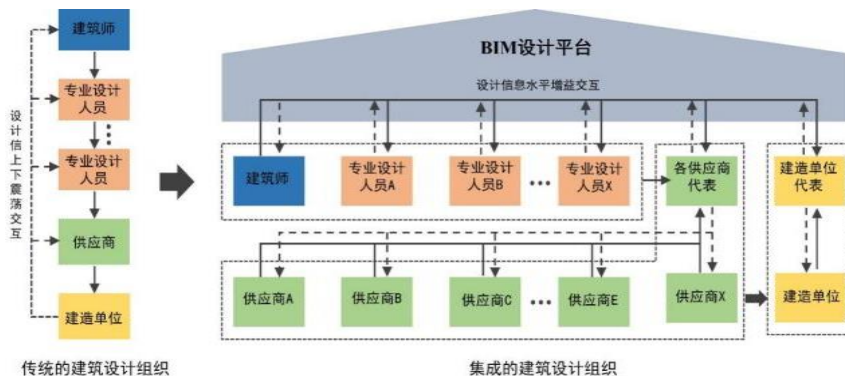


图4 集成的建筑设计组织

精益建筑设计通过设计评价通过对建筑价值与成本的评价，保证全面的价值管理与深刻的成本控制，促进精益建筑设计增加价值、降低成本的目标的实现。

### 3.3.1 全面的价值管理

建筑设计的最终目的是实现用户价值，而建筑是又一个庞大的复杂产品，建筑的整体价值不能只由单一供应商负责制造实现，而是需要一系列产品供应商的共同努力。因此，用户价值能否顺利完整实现，其核心在于对建筑价值是否进行全面有效的管理。

精益建筑设计在对建筑进行模块化设计时，实际上也在对建筑价值进行逐级分解，在建筑各级模块与各级价值之间建立起一一对应的关系（图 5），这为建筑设计团队在建筑设计过程中透过模块设计，管理各个层级价值创造了机会。

在建筑的价值管理中，价值定义是基础，它源自于建筑方案设计团队对用户需求的精准识别，并通过对需求逐层分解为关于建筑空间、系统、特征等方面的具体要求，准确定义建筑整体价值。接下来，方案设计团队在模块化设计原则下将整体价值细分为不同层级的价值目标（性能参数、工艺标准等），不同层级的价值目标与不同层级的建筑模块相对应，不同层级的建筑模块又与不同层级的供应商、制造商（如功能模块级供应商、部品级供应商、部件级供应商等）相对应，供应商在各自价值目标的指引下进行具体的建筑模块、部件乃至零件的设计开发。在这一过程中，庞大的供应商群体围绕在建筑整体价值周围共同为建筑的整体价值服务，方案设计团队通过分级设计评价实现对各层级供应商的价值管理，在价值评价的同时权衡价值与相应的成本，促进设计优化，确保每一层级的价值最大化，进而实现整体价值的最大化。此外，模块化设计使供应商的数量大为减少，更加有利于设计团队对价值的细分与管理。

全面价值管理的目的是确保分散在各产品供应商的子价值能够最终顺利整合在一起，实现建筑整体价值。建筑设计团队在各产品供应商之间制定统一的设计标准，使相关联的建筑模块产品接口一致化，确保分散于供应商产品的价值在现场能够顺利整合。

传统建筑设计价值链割裂的根本原因是各个项目成

员价值目标不一致，缺乏统一管理。而在精益建筑设计中，建筑设计团队领导着各项目成员以共同的价值目标为核心，通过设计评价对建筑价值进行全面管理，在价值与成本的权衡中，做出正确的设计决策，实现建筑价值。

### 3.3.2 深刻的成本控制

在建筑设计中，价值与成本实际上也存在着一一对应的关系。传统建筑设计的整体式架构以及分散的项目组织，使得建筑设计团队难以分级管控价值与成本，只能对建筑最上层的整体价值和最终的整体成本进行管理与控制。由于成本控制在很大程度上依赖于设计优化，受整体式架构设计柔性差的影响，传统建筑设计的成本控制空间非常小。

与传统建筑设计相反，在精益建筑设计中，受建筑模块化架构的影响，不同层级的价值对应着不同层级的成本，建筑设计团队从高到低对各个层级建筑模块价值的评价与管理，实则也是从高到低对各个层级建筑模块成本的评价与控制，这为建筑设计团队实施有效的成本控制创造了更多的机会和空间，这种成本控制是深入的，影响是深刻的。

经过实践证明，与传统建筑设计相比，基于建筑模块化设计的成本控制能使项目交付周期缩短 20%~50%，项目建设总投资降低 20%<sup>[6]</sup>。

### 3.4 三位一体：设计的持续改善

在整个精益建筑设计方法体系中，面向制造与建造的设计技术提供了设计支撑，整合组织与流程的设计管理提供了设计保障，最后控制价值与成本的设计评价则提供了推动设计不断更新迭代的强大源动力。设计技术、设计管理与设计评价三位一体、环环相扣促进了建筑设计的持续改善（图 6）。



图 6 精益建筑设计的双重循环

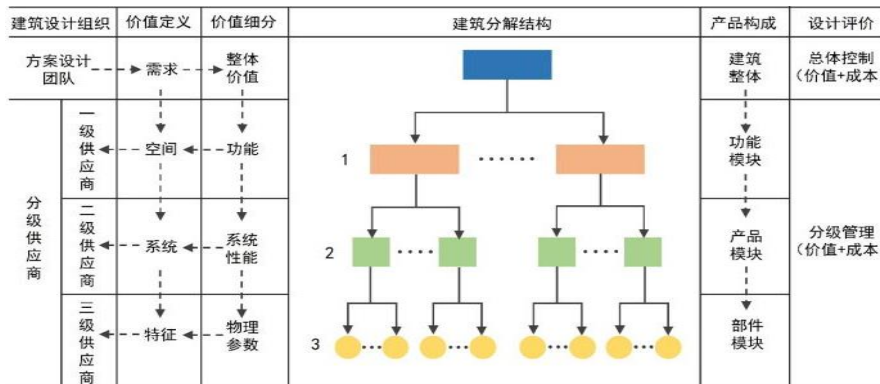


图 5 价值管理结构



### 3.4.1 建筑产品的改善

在精益建筑设计体系中,集成的建筑设计组织通过并行设计流程,对建筑进行面向制造与建造的模块化设计,在这过程中设计团队不断对设计方案的价值与成本进行评价,并依照评价反馈对方案进行优化,形成“设计→评价→优化”的建筑产品改善循环,不断优化建筑设计、提升建筑价值、降低建筑成本。

### 3.4.2 设计标准的改善

精益建筑设计体系中的标准化数据库,实质上是一个面向制造与建造(DFMC)的设计数据库,在“设计→评价→优化”的产品改善循环中,必然会产生创新设计(比如开发一种全新的模块、部件或是设计出一种新的工艺流程等),经测试验证可行的新设计或工艺将会上升为一个新的设计标准数据,带来现有DFMC数据库的更新,并用以指导下一次建筑设计,引发“优化设计→评价→标准更新→下一次设计”的设计标准的改善循环,并在改善循环过程中不断提高建筑设计的精益起点。

### 3.4.3 建筑业迈向精益

精益的最终目标是增值与降本,而这是内外共同作用的结果。“设计→评价→优化”的产品改善循环营造了一个设计项目内部的持续精益环境。基于产品改善循环的“设计→评价→优化→标准更新→下一次设计”的标准改善循环营造了设计项目外部的持续精益环境。建筑产品精益与设计标准精益地相互促进,提升建筑价值,降低建筑成本,最终将推动着建筑业迈向精益彼岸(图7)。

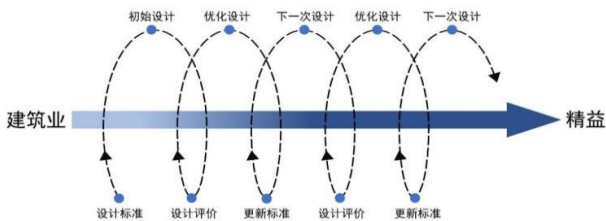


图7 持续改善的精益螺旋

## 4 结语

建筑业精益的核心是建筑设计。在目前看来,传统建

筑设计越来越难以适应愈发多变的社会经济环境、愈发复杂的建筑功能以及越来越高的用户要求,更重要的是它还大大限制了当今建筑业精益建造的精益空间。精益建筑设计是建筑业的精益芯片,它展现了一种新的、通往精益的设计哲学,它通过构建设计技术、设计管理以及设计评价三位一体的方法体系,整合设计、组织与流程,将设计、制造与建造三者紧密弥合在一起,从根本上释放了建筑业精益建造的精益空间,促进了实质上的精益,最终引领我国建筑业真正走向精益。

基金项目:天津市制造业高质量发展专项资金项目,项目名称:新型建筑工业化生产体系关键技术与示范,项目编号:23ZGCXQY00010。

### [参考文献]

[1]Prefabricated Prefinished Volumetric Construction(PPVC) Guidebook.  
[2]Robert Schmidt III, Syed Mohyuddin, et al. USING DSM TO REDEFINE BUILDINGS FOR ADAPTABILITY[C]. 10TH INTERNATIONAL DESIGN STRUCTURE MATRIX CONFERENCE. DSM'08, 2008.  
[3]Bryden Wood. Delivery Platforms for Government Assets[M]. 2017.  
[4](美)瑞安 E. 史密斯. 装配式建筑——模块化设计和建造导论[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2020.  
[5]葛文兰,于晓明,何波. BIM 第二维度——项目不同参与方的 BIM 应用[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2011.  
[6]Modular construction:From projects to products[R]. McKinsey&Company, 2019.

作者简介:高鹏云(1992.11—),毕业院校:天津大学建筑学院,所学专业:建筑与土木工程(建筑),当前单位名称:华城(天津)建筑科技有限公司,就单位职务:经理,职称级别:初级工程师;汪江华(1975.4—),毕业院校:天津大学建筑学院,所学专业:建筑学,当前单位名称:天津城建大学建筑学院,就单位职务:院长,职称级别:正教授。