

全生命周期法在建筑 可持续设计中的应用研究

文/ 广东白云学院 艺术设计学院 高云庭

【摘要】：建筑的可持续设计需要从全生命周期的广度来分析问题。建筑在备材、施工、运营、处废四个不同阶段，都需要把握好输入与输出，做到创造功能、服务、价值、意义和环境影响的平衡。通过确定分析目标与范围、列出分析清单、效果预判、方案优化四个步骤，可以有效评价设计的优劣，为完善方案提供重要参考。

【关键词】：可持续建筑 全生命周期设计 模型 路径

Research on the Application of Whole Life Cycle Method in Sustainable Building Design

Gao Yunting School of Art and Design, Guangdong Baiyun University

Abstract: Sustainable architecture design needs to analyze the problem from the breadth of the whole life cycle. In the four different stages of preparation materials, construction, operation, and waste, the building needs to grasp the input and output well, and achieve a balance between creating functions, services, values, meanings, and environmental impacts. By defining the target and scope of the analysis, listing the analysis list, predicting the effects, and optimizing the plan, it can effectively evaluate the advantages and disadvantages of the design and provide an important reference for the improvement of the plan.

Keywords: Sustainable Buildings, Full Life Cycle Design, Model, Path

1 建筑的全生命周期模型

全生命周期设计法并非以建筑本体及空间环境成品的静态的显性视角考虑问题，而是采用一种基于时间轴线的可持续考量，以全过程控制的动态审视来实现优良的建筑设计。在GB/T 24040-2016《环境管理生命周期评价原则与框架》中，生命周期的定义是产品系统中前后衔接的一系列阶段，从原材料的获取或自然资源的产生，直至最

终处置。这既是项目（产品）客观存在的现象，也是一种认知观念。全生命周期方法是产业生态学的主要理论与方法之一，对其深入的研究与广泛的运用已成为推动环境保护、绿色生产、能源合理利用、可持续发展的的重要途径。不仅关注从最初的项目整体规划与方案设计，到随后的施工建造，再到长时期的使用与维护，以及最终的拆除所形成的一个看得见的建筑存在过程，更是通过对建筑整个生命周期的全

面追踪，根据各个时期深入的定性研究和详细的定量评价，分析所有“人、建筑、环境”的作用因素，对设计项目进行充分的监督和调控，以资源利用与环境保护的长期平衡为前提条件，提高建筑设计可持续品质和性能。该设计法主要分析和评判关于一个建筑项目全过程的输入与输出对人和环境的正负影响，其具体研究对象由如下四个主体内容架构而成。

（1）输入（消耗）：建筑项目就各种人力、物力、财力投入的需求分量及总和，关键项内容包括能源、物质、材料（土地）、水、资金、人力等，此内容主要分析建筑的全生命周期是否能有效节约有限资源、充分利用再生资源以及高效组合各种资源。

（2）输出（正产出）：建筑项目的可持续属性指其所提供的功能、服务，及其所创造的意义、价值，此内容主要分析建筑的全生命周期是否既能给予人一个舒适、绿色、美观的宜人空间环境，也能使围绕此过程所产生的社会、经济、文化等方面的正效应最大化。

（3）输出（负影响）：建筑项目对自然环境所产生的负面影响，涉及容易对水、空气、动植物、土壤、区域环境等造成污染的所有输出物或要素，此内容主要分析建筑的存在过程是否能与周边环境相互协调，且其全生命周期是否能最小化对外在环境的不利影响。

（4）阶段（时间节点）：建筑项目对人与环境的正负影响不规则地分布在项目前端的前端（前期规划之前）至末端的末端（拆除处废之后），此内容主要分析建筑能否在全生命周期的各核心环节衔接

多阶段的子项目任务，统摄各阶段的输入与输出效果达到最优。

全生命周期分析模型（如图1所示）表现出该设计方法的两层含义，在时间轴的宏观域层面，它是一种设计理念、思维、视野，要求在建筑由自然中来到自然中去的这一“从无（概念生成之前）到无（建筑本体消亡）”的全过程中，应通盘考虑其产生影响的极值状态水平和总体性综合效果。在操作环节的微观域层面，它是一种设计与评价的具体方法，建筑及其环境是其依据，项目过程所涉及的所有要素是其对象，设计目标则是其出发点，要求有关建筑项目的研究范围、条件假设、数据分析、工作方法和结果评述应具有相当程度的透明性、客观性和确切性。

全生命周期分析旨在帮助建筑实现必要品质和性能所需要的投入和负影响尽可能小；或在当量影响的情况下，产出的功能、服务、价值、意义尽可能大，持续时间也尽可能长。前者是从节约资源和满足基本需求的角度视之，此问题解决方式显得比较被动，属于普适性或保守式的做法。后者则将思路聚焦在“价值拓展”上，从提高资源效率、扩大供给量的角度，主动推进

项目的可持续化程度，这种做法需要一定的背景条件支持。在全生命周期设计法运用中，明确可持续目标、研究范围、分析要素，将两种分析指向理性融合，互作补充，在很大程度上能提升分析研究的深度和精度，确保该设计方法在项目预判与控制上获得更好的实践成效。

2 设计方法的四个步骤

根据国际标准ISO14040标准，完整的全生命周期评价研究一般要完成以下四个步骤（即四个组成部分）：目标和范围定义、清单分析、全生命周期影响评价以及对清单分析及影响评价结果的解释。可持续建筑设计分析中该设计方法步骤可以由连贯顺接的定框架、拟清单、做评价、调方案四个阶段构成，它是基于全生命周期分析行为的一组基本流程模式。

2.1 目的与范围确定

确定分析的目的与范围是全生命周期设计法的第一步。分析目的依据建筑项目的可持续目标预设而确定，包括可持续总体目标与阶段目标，以及相应的消耗上限、负影响上限与正产出下限要求。分析范围依据设计任务对设计要素、实施条件、流程模型的详细描述而确

定，它包括建筑环境与影响域的大小、阶段与节点的跨度、系统功能与子单元的边界、原始数据的精度、基本假设的基准、分析要素的数量、限制条件的宽度、评价方法的种类、研究过程的深度等。具体分析范围的设定很大程度上取决于建筑项目的特殊性，但必须保证所有分析要素与建筑及其环境的功能系统有关，各分析要素存在阶段内匹配和阶段间关联的关系，以便准确划分分析研究系统边界，顺利展开对功能、数据、方法、条件等分析要素的解释与评价。

2.2 清单分析

建筑全生命周期的清单分析是就建筑项目在整个生命周期阶段对资源（材料、水、物质、土地）与（传统）能源的消耗、人力与资金成本的投入，功能、服务、价值、意义的产出，以及向环境的负荷转移（废气、废水、固体废弃物以及声、光、辐射等其他有害物）进行的数据量化分析。此定量技术运作过程开始于建筑第一件原材料的选定，结束于建筑最后一个部件的处废，在全生命周期四个阶段的十个节点上，联系着建筑每个构成部分的所有生命阶段。对建筑系统的输入和输出清单进行的汇编和量化工作涉及到对象要素的层次与类别问题，其主要工作内容即是建立各个子系统相对独立存在的数据库，并就各要素对人和环境的影响做项目方案的半微观性初步评价。数据的准确度和可信度作为最大限制因素直接决定清单分析质量，影响阐述与判断的正误。数据的质量有其具体的要求：时效性、空间性、技术性（数据获得的技术前提）、精确性、完整性、真实性、同一性（利

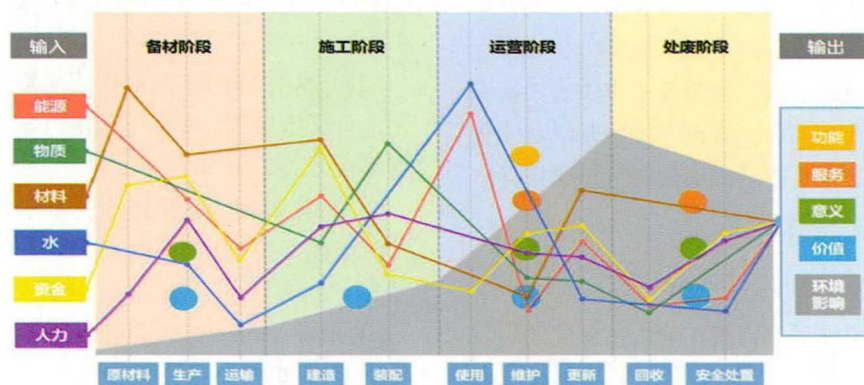


图1 可持续建筑的全生命周期分析模型

用不同分析体系所获得的结论的一致性)。分析者面临的一个重要工作是评价和管理数据质量,输入数据的质量依赖于数据来源、分析者对所研究的对象和过程的认识程度、所作的假设以及计算和校验程序。

2.3 效果预判

对项目方案的效果预判是全生命周期分析的核心内容,它是根据全生命周期清单分析的结果,以定量与定性相结合的方式,判断建筑的全生命周期对人和环境的各种影响的程度。要使其具有非常高的准确度是很不容易的,这是由于建筑整个生命周期的时空跨度很大,所涉及的内容非常繁杂,且相互影响,具有不稳定性,在设计阶段很难获取建筑材料和建筑性能的准确数据。另外,市场上建筑的相关产品种类众多,其质量、性能都不一样,使得全生命周期设计法的运用具有多样性和复杂性。但多数情况下完全可以推断输入和输出的相关程度与确切关系。目前在分析过程中主要采用国际上主流的“环境问题法”和“目标距离法”两类评价方法,将清单数据归到不同的影响类型,整合相对分散且存在联系的信息,建立有机统一的、便于效果分析的要素体系,再把该对象系统和评价过程的输入和输出参数转化成半定量或定性的指标来表征建筑系统及项目全过程对人和环境的影响程度,在必要时或情况非常具体的条件下,还应在数据影响的归类 and 特征化之后,接着将研究结果做权重汇总,以便更恰当地做出判断。最后就整合后的评价结果提出概括性、全面性的项目预测,给人以清晰的效果评判之直观印象。

其中,环境问题法着眼于环境影响因子和影响机理,对各种环境干扰因素采用当量因子转换而进行数据标准化和对比分析,如瑞典EPS方法、荷兰和瑞士的生态稀缺性方法(生态因子)和丹麦的EDIP方法等。目标距离法着眼于影响后果,用某种环境效应的当前水平与目标水平(标准或容量)之间的距离来表征某种环境效应的代表性,其代表方法是瑞士的临界体积方法。

2.4 方案优化

将清单分析和效果预判所发现的与项目可持续目标相矛盾的部分,对照起来做整体性解析,进行迭代方案的优化设计,是全生命周期分析的目的。设计中要根据项目每一个阶段、步骤、节点的特定情况,综合判断各因素影响程度的可变性,突出重点性、敏感性、时效性、多维性问题,识别和评价建筑在整个生命周期中与人和环境相关的消耗减少、负影响降低、正产出增加的可能性或途径。阐述既宏观全面又微观详细的改进建议,提出如何处理影响因素的一套整体性策略,并通过深入研究甄别各影响因素的侧重角度和限制条件,提供解决问题的关键技术或模型,以分项、量化、联动的处理方式,明确各阶段改良措施可操作性的具体做法,使整个生命周期分析过程完整、有效,为决策者提供直接而必要的信息,促进方案的升级和流程的改善,达成项目的可持续目标。

3 结论

全生命周期的设计观念与方法能展现出建筑在整个生命周期中每一阶段和节点上的可持续属性与程度。通过这种系统观念的整体思

维,全生命周期设计法对建筑总体品质与性能以及环境影响的考察更为全面,对建筑潜在负荷向环境转移的检视也更为科学客观,为方案优化提供充分的理论和数据支持,为项目各方提供重要的分析、评价和决策依据。该设计方法主要适用于建筑项目的设计分析与预判、方案设计与迭代阶段,是一种能较有效控制建筑可持续目标效果的设计方法。

注:基金项目:本文为2016年度广东省教育厅省级重大科研项目“基于人文视域的可持续室内环境设计研究”(2016WQNCX153)成果之一;本文为广东省质量工程与教研教改项目“环境设计特色专业”(CXQX-ZI201802)研究成果之一;本文为广东省重点培育建设学科“设计艺术学”(粤教研函2012.13号)项目的研究成果之一。

【参考文献】

- [1] Borjeson L, Hojer M, Dreborg K H, et al. Scenario types and techniques: towards a user's guide[J]. Futures, 2006, 38(7): 723-739
- [2] Cirolto A. ICT for environment in life cycle applications openLCA—A new open source software for life cycle assessment[J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2007, 12(4): 209
- [3] 徐照. BIM技术与建筑能耗评价分析方法[M]. 南京: 东南大学出版社, 2017: 34
- [4] 黄东梅. 竹/木结构民宅的生命周期评价[D]. 南京林业大学, 2012: 7-8
- [5] 尹建锋. 废弃手机资源化的生命周期评价[D]. 南开大学, 2014: 21