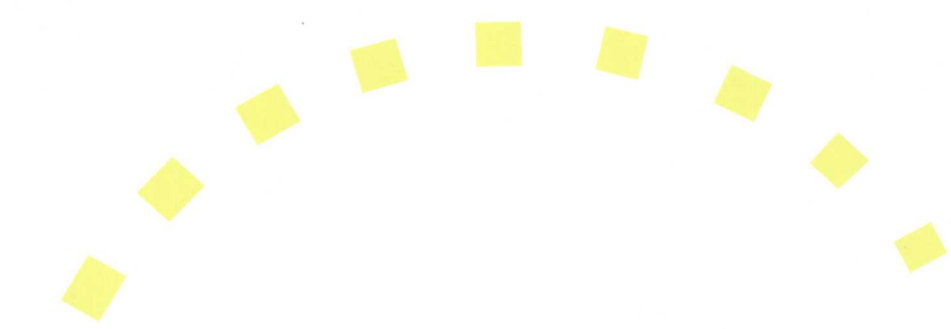




KECHIXUXING ZHUZHAI YANJIU

可持续性住宅研究

◎ 高宇波 著



地质出版社

可持续性住宅研究

高宇波 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

可持续性住宅研究/高宇波著. —北京: 地质出版社,
2008. 11

ISBN 978-7-116-05897-2

I. 可... II. 高... III. 住宅建设—可持续发展—研究
IV. F293.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 181738 号

责任编辑: 李 帮 程 爽

责任校对: 李 玫

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话: (010) 82324501 (编辑室); (010) 82324508 (邮购部)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真: (010) 82310759

印 刷: 北京地大彩印厂

开 本: 787 mm × 1092 mm $\frac{1}{16}$

印 张: 9.75

字 数: 180 千字

印 数: 1—200 册

版 次: 2008 年 11 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-05897-2

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

前 言

改革开放以来,中国经济一直保持着持续、稳定、快速发展,国家综合实力大幅增强,人们生活水平不断提高。然而人们在享受改革发展成果的同时,却面临着诸多忧虑,如土地支撑、能源供给、空气洁净、环境保护等问题。这已成为当前各级政府和人们共同关注且亟须解决的问题。

党的十六届三中全会提出“坚持以人为本,树立全面、协调、可持续的发展观,促进经济社会和人的全面发展”,走可持续的发展道路已成为全国各行各业发展的根本要求。住宅业作为国民经济的支柱产业之一,与社会经济的发展和人民生活息息相关,因此其可持续发展意义重大。虽然这些年来,国家在住宅建设的节能环保、材料技术等方面做了不少的工作,但当前住宅建设中存在的发展与环境、资源与消耗之间的矛盾仍是住宅业今后首要解决的问题。因此,住宅业的发展必须“坚持走科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少的建设道路,从而增加住宅的有效供给,满足消费者对高品质居住环境的需求,促进住宅建设的持续健康发展”,在住宅建设中应切实将保护居住环境、节约利用资源、降低能耗和推动建筑科技进步等可持续发展观念放到首要位置。

人类住区的环境保护与可持续住宅的研究源于20世纪70年代。1992年联合国环境与发展大会通过《21世纪议程》将“促进人类住区的可持续发展”单独列章予以重点论述。可持续发展战略迅速被世界各国接受。2001年,伊斯坦布尔人居特别联大会议召开,指出,“走可持续发展道路是解决人类住区的必由之路,人类住区的发展应当与资源开发利用和环境保护相适应,人类住区的建设应利用先进的科学技术成果与手段”。由此,国际上发达国家根据本国国情和经济发展实力,纷纷以“生态住宅”或“可持续住宅”为主题开展了多层次、多水平的研究,其宗旨是:从可持续发展的战略出发,创建舒适、健康的居住环境;达到“消费与发展、资源与环境”的协调平衡,进而满足子孙后代发展的需要。如德国、奥地利的“高技术型”可持续住宅建造技术;瑞典的“高舒适度、低能耗”住宅;丹麦、挪威等国的“适宜技术”住宅等,如今,欧美国家的可持续住宅研究已成为住宅建设的主流和发展方向。

我国从20世纪90年代开始,陆续有一些关于“绿色住宅”、“健康住

宅”、“生态住宅”的理论与实践的研究。但有关可持续住宅的研究刚刚起步,目前国内还没有系统的可持续住宅的理论与实践研究。全国每年有5亿~6亿平方米的住宅需求市场,但我国的住宅建设仍然是以粗放型为主,对消费者的有效需求和未来市场的发展缺少全面系统的分析研究、论证总结;没有对住宅产品从其全寿命周期进行考虑。不具备节能环保的性能和可持续发展的思想;与市场经济的发展要求以及世界上先进国家相比有很大的差距,存在明显的滞后性。

基于此,本研究将建筑学、经济学、社会学、环境学、数学等多种学科的理论相融合,以可持续发展理论、系统工程学理论、全寿命周期理论为基础,把住宅、人、环境作为一个有机整体来研究,处理好三者协调发展的关系,重新构建人类生活模式,达到“住宅改变居住,居住改变生活”之目的。

本研究内容共分六章,主要内容概括为:

将“可持续发展”的理念引入住宅,诠释了“可持续住宅”概念,即在既定的环境和资源条件下,通过住宅运行过程中对资源、能源产出消耗和回收利用,达到“消耗”与“需求”的平衡,提高资源的利用率、减少环境污染,从而促使住宅系统长期、持续、稳定的发展。其次,通过相关基础理论和国内外现状研究,及对我国住宅市场现状调研和发展趋势研究,提出可持续住宅是我国住宅业发展应坚持的方向,有利于保障住宅业和促进社会经济持续发展。再次,构建了我国可持续住宅全寿命周期的理论、技术方法、评价指标体系及评估方法。可持续住宅不是人类建造活动的一个结果和一个物质实体,而是有机循环持续发展的一个系统,从而克服了传统住宅将开发、设计、施工、使用、维护、拆除等各个阶段“各自为政、各为其主,只考虑本阶段的成本和收益”的片面性,将各个阶段融入可持续发展的总目标中,更加科学化、系统化。最后,通过可持续住宅的实证研究来验证前面的理念,同时,提出政策建议及措施,以利于可持续住宅的进一步发展和完善。

本文研究方法主要有以下五种:

系统论方法。可持续住宅是一个有机循环的系统,它包含了住宅的功能、经济、文化、环境、能源、技术等多方面的因素;涉及多种门类学科,如信息智能化、环境科学、生态工程学、消费心理学等学科的交融及技术的集成。运用系统方法,有利于研究的系统性和把握重点。

调查统计法。通过对住宅供需市场的调研,采取问卷调查、入户调查等方法,收集原始资料,加以统计分析,结合数据、图表、统计资料,对理论研究进行检验和修正。

比较分析法。对可持续住宅理论和实践进行国际间的比较,借鉴学习国

外先进的可持续住宅理念，结合我国现有的经济水平，提出了保证可持续住宅有效实施的方法和措施。

实证分析法。本研究选用获国家首个绿色生态住宅小区称号的咏梅山庄和国外具有代表性的可持续住宅项目进行实证分析，通过对项目的实施目标、设计思想、内容与主要技术经济指标的介绍，对构建的可持续住宅理论进行深入全面的验证。

研究中还采用了模糊数学及层次分析法。对可持续住宅这个复杂的系统进行评价，选择最优的实施方案，实现住宅全寿命周期的质量最佳、成本最低、效益最大。

在全书的撰写过程中，广东省万诚房地产评估公司的向险夷工程师和国土资源部土地整理中心的高世昌博士付出大量劳动，参与了资料收集整理、数据的计算验证、部分章节的审阅等工作，在此表示深深的谢意！可持续性住宅研究还只是尝试的开始，一定会存在许多问题，有待实践的检验和进一步完善。由于研究能力与水平有限，敬请广大读者不吝赐教。最后，对为本书出版提供大力支持的地质出版社的领导和编辑同志表示衷心的感谢！

太原理工大学 高宇波

2008年9月1日

目次

前 言

第一章 可持续性住宅研究的理论基础	(1)
第一节 可持续发展理论	(1)
一、可持续发展理论简介	(1)
二、可持续性住宅基本概念	(2)
第二节 全寿命周期理论	(4)
一、产品全寿命周期及其评价理论	(4)
二、在可持续性住宅研究中的应用	(5)
第三节 系统工程学理论	(8)
一、系统工程学理论的特点和内涵	(8)
二、在可持续性住宅研究中的实践	(11)
第二章 国内住宅市场现状及发展趋势	(13)
第一节 国内住宅市场现状研究	(13)
一、住宅供需呈现两旺态势	(13)
二、住宅消费走向理性成熟	(16)
三、住宅内涵包容文化精神	(20)
四、住宅需求绿色生态效应	(22)
五、住宅产品呼唤科技进步	(25)
第二节 国内住宅发展趋势	(28)
一、可持续住宅实现住宅市场健康发展	(28)
二、可持续住宅促进社会经济持续发展	(37)
第三章 国内外相关的可持续性住宅研究	(44)
第一节 国外相关的可持续性住宅研究	(44)
一、理论与实践的研究	(44)
二、评价方法体系的研究	(54)
第二节 国内相关的可持续性住宅研究	(57)
一、理论与实践的研究	(57)
二、评价方法体系的研究	(59)
第三节 我国现有研究的不足及借鉴	(60)
一、问题及原因	(60)
二、相关借鉴	(63)

第四章 可持续性住宅理论构建及其评价研究	(65)
第一节 可持续性住宅的理论内涵	(65)
一、功能适应性	(65)
二、节能环保性	(69)
三、技术适宜性	(75)
四、经济合理性	(77)
五、文化精神性	(80)
第二节 可持续住宅评价方法体系研究	(83)
一、评价指标体系建立的基本原则	(83)
二、我国可持续住宅评价指标体系的构建	(85)
第三节 可持续住宅的评价方法及评价程序	(90)
一、基本方法和程序	(91)
二、可持续住宅评价指标体系的评定标准的确定	(94)
第五章 可持续性住宅实证研究	(101)
第一节 国内相关住宅比较研究	(101)
一、项目概况	(101)
二、实施目标及主要技术措施	(103)
三、性能评价及经济性分析	(107)
四、项目理论验证	(112)
第二节 国外相关实证比较研究	(114)
一、项目介绍	(114)
二、设计特点及实施技术	(115)
三、性能评价及效益分析	(117)
第六章 结论及政策建议	(120)
第一节 总结	(120)
一、结论	(120)
二、阻力和困难	(123)
第二节 政策建议	(124)
一、国家的政策导向	(125)
二、开发商的支持	(128)
三、设计师的可持续设计观	(129)
四、提高消费者的可持续发展意识	(130)
第三节 需要进一步完善的地方	(131)
附录一 国内住宅供需市场现状问卷调查	(133)
附录二 可持续住宅供需市场调查问卷	(136)
附录三 可持续住宅评价指标体系评定标准的参考依据	(139)
参考文献	(141)

第一章 可持续性住宅研究的理论基础

第一节 可持续发展理论

一、可持续发展理论简介

“可持续发展”是随着对全球环境与发展问题的讨论而提出的一个新概念。1987年世界环境与发展委员会将“可持续发展”表述为，“发展满足当代人的需要和抱负，又不影响后代人满足他们自身需要和抱负的能力”。

1992年联合国环境与发展大会通过了《21世纪议程》，把可持续发展提到前所未有的高度，使之成为指导各国经济发展的总则。大会将“可持续发展”的概念定义如下，“可持续发展是既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展”（刘培哲，2001）。

1992年国家计委等部门联合编制了《中国21世纪议程》，既是对1992年联合国“环境与发展大会”的承诺，也是我国第一个系统的可持续发展战略，议程将“可持续发展”定义为：“既要考虑当前发展的需要，又要考虑未来发展的需要，不以牺牲后代人的利益为代价来满足当代人利益的发展；可持续发展就是人口、经济、社会、资源和环境的协调发展，既要达到发展经济的目的，又要保护人类赖以生存的自然资源和环境，使我们的子孙后代能够永续发展和安居乐业”。

目前，有关“可持续发展”的定义不下百种，从众多不同的定义中，可以得出这个概念包含两个重要的含义：一是“需要”的含义，“需要”指既满足当代人的需要，又满足后代人的需要；二是“发展”的含义，即满足当代人的需要是在地球的承载能力范围内的，使当代人的消费与资源消耗、发展与环境保护处于一个良性的循环过程中，并且能够满足世世代代的发展需要。可见，可持续发展的概念是一个循环的系统概念。

1996年，联合国在伊斯坦布尔召开了第二次人类住区大会，其主题是“人人享有适当的住房”，根据联合国人居中心编著的《城市化的世界》中所指出的：“判断人类住区可持续发展的主要标准应是：①居民的生活质量；②不可再生资源消耗的程度；③可再生资源的规模和性质；④由生产和消费活动产生的不可再利用废物的规模和性质及处理这些废物的方式。”

综合以上的概念，本研究将“可持续住宅”定义为，“既满足当代人的需要，又能满足子孙后代的需求，并可以循环持续使用的住宅”。因此，本项目将从“可持续住宅”的定义出发，从满足当代人和后代的生存所需及发展所需的环境和能源入手，进行可持续住宅的研究。

二、可持续性住宅基本概念

住区是与人类生活质量关系最密切的生态环境,也是生态环境中最为活跃的组成部分。因此,无论是《21 世纪议程》,还是《中国 21 世纪议程》,都对“促进人类住区的可持续发展”进行了重点论述。

由可持续住宅的定义“既满足当代人的需要,又能满足子孙后代的需求,并可以循环持续使用的住宅”可知,可持续住宅与当前的住宅概念完全不同。目前的住宅强调的是具体的住宅实体,是一个建设的结果;而可持续住宅体现的是一种全面有机的住宅观,是满足社会可持续发展的有机循环系统,它具有的基本特征有以下几方面。

(一) 可持续住宅以追求居住环境的可持续发展为目标

可持续住宅将环境、人和住宅视为一个统一的循环发展的有机系统,通过可持续建造技术使这个系统达到目标最优化,即实现三者之间的协调和平衡发展。因此,住宅绝非是人类建造活动的一个结果,而是人类使用能源、排除废物复杂过程的一个环节。

通过建设自循环的生态系统,将住宅与自然相结合,实现住宅与自然的共生。强调住区的土地、动植物和阳光、水、空气资源的固有价值和各种土地利用的生态适应性,以达到保护生态系统、加强住区生态的再生能力的目的;同时,注意营造住区生态田园风光、尊重自然并充分利用自然的方法解决住宅的净化问题,使排放到自然界的废弃物能在最短的时间内比较容易地还原到生态循环中去,及时分解。美国建筑师富勒曾将“可持续住宅”定义为:“寻求一种最佳的生态建造系统以支持生态的完整性和人类愿望的实现,使人类的生存环境得以持续。”

因此,通过实现人类生存环境的可持续发展,不仅满足当代人生存与发展的需求,同时,给后代以公平利用自然资源和环境的权利,满足其住房需求的条件——自然环境、土地和空间资源,满足人类世代持续发展的需求。

(二) 可持续住宅以全寿命周期理论为指导

可持续住宅综合考虑住宅从选址、设计、施工、运行、报废、拆除、再循环每一阶段的资源、能源消耗及废弃物的排除对环境和消费者的影响。

从时间上考虑并满足人和自然在不同变化时期的各项需求,住宅设计规划应考虑随不同年龄段消费者的需求的变化及一年之中季节交替和自然需求的特点;从空间上考虑不同尺度的室内外空间、邻里空间、周边空间的相互适应性和循环协同性。从全寿命周期的角度建造住宅,以获得住宅系统最佳的经济效益,达到成本、质量与需求之间的最佳平衡,克服当前住宅的片面性和不科学性。

(三) 可持续住宅以循环清洁生产为技术手段

美国著名学者司伯斯认为“可持续住宅应该让科技进步起重大作用,在技术改善的情况下,转向更清洁、更有效的技术,尽可能接近零排放及密闭式工艺方法,减少能源和其他自然资源的消耗”。因此,“零消耗和零排放”的理念是可持续住宅技术的体现,通

过“零消耗和零排放”达到“占用资源少（节约型、低消耗）、环境负荷小（少排放、低污染）、可循环率大（可再生、重复利用）”。具体体现在：在住宅的建设运行中尽量使用自然界提供的水、电、热、光等可再生能源维持住宅自身的循环，少消耗当前住宅大量使用的煤、油、水等不可再生资源。另外，对住宅排放的废弃物经过可持续技术处理，达到可以再循环利用的目的，一方面，优化了各种资源在住宅生产过程中的结合方式，提高了资源的利用效率，对经济的贡献起到积极的作用；另一方面，可以使以往人们难以利用的自然资源或生产废弃物成为当今的可利用资源，为人们突破资源供给的限制提供了条件，并且对环境的贡献也是积极的。

（四）可持续住宅是经济持续发展的保障

住宅建设从建材的制造、收集、运输到施工、运行、维护、拆除的过程中，可以带动几十个相关产业的发展，对经济的发展具有极大的拉动作用。因此，有的学者认为可持续住宅的核心应该是拉动经济的持续发展，如经济学家巴比耳在其《经济、自然资源、不足和发展》一书中，把“可持续住宅”定义为“在保护自然资源的质量和其所提供高品质环境的前提下，使经济发展的净利益增加到最大限度”，这种发展是以不降低环境质量和不破坏世界自然资源为基础的经济的发展。

所以，可持续发展是通过采用集约化的生产技术，将环境污染和生态破坏消灭在经济发展过程中。在发展中消灭贫困，提高人民的生活质量；在发展中实现与环境资源的协调，并达到以发展促进环境资源的开发、保护，又以环境资源的开发、保护而更加推动经济的发展。

（五）可持续住宅体现居住的文化精神性要求

根据马斯洛的需求层次论：随着经济的发展，人们的消费需要上升到追求精神文化和生态环境的高度，消费质量的提高反映了社会的全面进步和社会文明程度的提高。可持续住宅将从可持续发展的角度对人类的生活模式进行构建。它侧重于人、自然、住宅相互关系的研究，追求三者的协调平衡发展，在住区的人文环境和住宅内涵上全面考虑物质与精神、功能与时尚、现代与传统的融合，为中国住宅文化的发展作出贡献。

因此，以“可持续经济为基础、可持续社会为内涵、可持续技术为支撑、可持续环境为标志”建立的可持续住宅体系，重新界定了人、住宅与环境的关系。它不是一个住宅单体的概念，而是一个有机的循环系统，它强调长期的资源、环境和经济的循环发展。从住宅材料与构件的生产（含原料的开采）、住宅的规划与设计、建造与运输、运行与维护直到住宅的拆除与处理（废弃、再循环和再利用等）的全循环过程中，通过输入的能源和物质提供各种维护生命的功能，物质和能源在住宅系统内有序地循环转换，获得高效、低能、无废的住宅环境，满足人们物质和精神的需求。它是一个有机的循环过程，可以满足世世代代的需要，而不只是一代人、两代人的需要（图1-1）。

住宅建设由于其耗资巨大，涉及面广，成为人类住区建设持续发展这一主题中的重要方面。我国的住宅建设总量多年来居于世界首位。大规模的住宅建设开发、日益窘迫的土地资源，以及居民对居住条件、居住质量的不断增长的要求，使住宅建设实施可持续发展战略具有重要性和紧迫性。

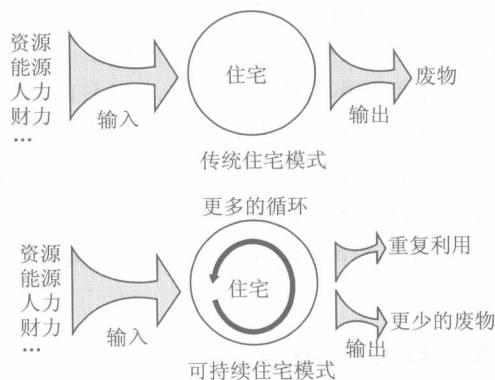


图 1-1 两种住宅模式比较

第二节 全寿命周期理论

全寿命周期 (Life Cycle) 的思想来源于价值工程。该理念是借助产品对象全寿命周期中与其相关的各类信息, 利用寿命周期评价、价值分析和系统优化等手段进行设计, 使所完成的产品具有绿色、生态、可持续性等特点。

一、产品全寿命周期及其评价理论

(一) 产品全寿命周期概念

产品全寿命周期是指从自然界获取资源、能源, 经开采冶炼、加工制造等生产过程, 又经储存、销售、使用消费直至报废处置各阶段的全过程, 即产品从摇篮到坟墓, 进行物质转化的整个生命周期, 这一概念也可称为“可持续产品” (Treloar et al., 1999)。

可持续产品强调产品体制及整体的合理性, 即在产品生产前和产品生产中都要考虑如何合理利用资源、开发资源, 从而使资源的开发利用和消费者的需要能在产品生产中得到合理的调试, 更符合价值标准。首先, 可持续产品主张人类的需要应保持在一个合理的限度内, 维持人与自然的协调发展, 从而实现以较少的资源满足人类生存与发展的要求, 可持续性地提高人类的生活标准; 其次, 从合理的需要出发, 可持续产品倡导一种新的财富观, 号召人们抛弃以高消费为生活追求的消费模式, 防止对自然资源的无效占有和浪费。可持续产品生命周期的概念表明, 在比较产品及其生产过程是否符合要求时, 需要对产品生命周期的各个阶段进行评价。

(二) 产品全寿命周期评价理论

全寿命周期评价 (LCA, Life Cycle Assessment) 的思想起源于 20 世纪 60 年代后期, 国际环境毒理学和化学学会 (SETAC, Society of Environmental Toxicology and Chemistry) 第一个认识到全寿命周期潜在的价值, 于 20 世纪 90 年代初期成立了专门负责全寿命周期

评价方法论和应用方面工作的专家组。在 1993 年, 国际标准化组织 (ISO, International Standardization Organization) 也开始涉足全寿命周期评价领域, 并制订了一系列的标准化体系, 并将产品全寿命周期评价的理论定义为: “全寿命周期评价是对某产品或某服务系统的整个寿命周期中与该产品或服务系统功能直接相关的环境影响、物质和能源的投入产出进行汇集和测定的一套系统的思想和方法。”

借助于可持续产品生命周期的各功能影响评价理论, 可以更全面地了解产品在其整个生命周期各个阶段中的性能质量及影响大小, 从而确定对产品进行缺陷预防的机会。应用可持续产品的生命周期评价理论与技术经济分析及社会分析结合在一起, 可用于产品的研制设计和开发、生产过程, 可以革新产品的性能, 支持企业利润乃至国际贸易等一系列重要决策。根据目前的研究和实践, 可持续产品生命周期评价理论的基本框架由四部分内容构成, 即评价目的、影响因素分析、各性能评价及结果解释。目前完整的可持续产品生命周期的评价仍处于研究开发及使用的早期阶段, 它对产品的作用还需要多学科知识的支持并通过更广泛的实践来完善^①。

二、在可持续性住宅研究中的应用

(一) 可持续住宅全寿命周期理论的基本含义

根据全寿命周期理论, 产品生命周期是指从自然界获取资源、能源, 经开采冶炼、加工制造等生产过程, 又经储存、销售、使用消费直至报废处置各阶段的全过程。但对于可持续住宅而言, 笔者认为, 其全寿命周期的概念是, 将住宅作为一个有机的系统, 从可持续的角度对住宅进行研究, 在住宅材料与构件的生产 (含原材料的开采)、住宅的规划与设计、建造与运输、运行与维护直到住宅的拆除与处理 (废弃、再循环和再利用等) 的全循环过程, 遵循物质守恒和不变定律, 将最后拆除的废弃物, 经过处理和再次利用, 作为原材料进入下一个循环过程, 如此往复有机循环的过程。

这种长远循环的理念和方法在住宅实施之前就已经开始了, 并且贯穿在每个住宅产品的全寿命周期阶段。

传统的住宅全过程模型把住宅全过程分为四个阶段, 即规划设计 (含场地选择)、施工建造、使用维护和废弃拆除, 它是一个线性过程 (图 1-2)。这个模型没有考虑同建筑材料采购和生产有关的环境问题和建筑拆除后的废弃物再利用和再生等问题。



图 1-2 传统住宅全过程

可持续的住宅全过程模型则把住宅的全过程分为三个时期, 即建造前期、建造和使用期、拆除期, 并分别考虑各个时期的资源消耗、成本和对环境的影响。

(1) 建造前期, 包括在建筑施工和安装之前进行的场地选择、规划设计和建筑所用的材料、部件和设施的备制, 如原料采掘、加工制造、包装和运输等环节。在多数情况

^① 建筑产品全寿命周期资源优化及管理问题研究, 北京建工学院课题组。

下，这些环节并不是针对某一栋具体建筑进行的。在这个时期，需要着重考虑建筑规划和设计、建筑朝向以及建筑材料对环境和景观的影响。众所周知，选用木材要砍伐森林，选用钢材需要开采铁矿，选用铝材需要开采铝土矿，选用混凝土需要开采砂、砾石和石灰石，所有这些都可能破坏自然环境。这些材料的运输还会耗用能源、支付费用并造成污染，其大小和程度则取决于材料的重量、体积和到建筑场地的距离。建筑产品和部件的生产也需要能源和支付费用，也会对环境造成污染，比如钢结构和铝制品就需要耗用很多的能源。

(2) 建造和使用期，则主要是指施工建造、运营使用和维护修理等环节。这是建筑全过程中时间最长的时期，而其中竣工投入使用直至拆除的一段时期则是我们常说的“建筑寿命”。在这个时期，如何减少资源消耗对环境的影响和室内环境对人员健康的长期影响是需要重点考虑的问题。

(3) 拆除期通常较短，主要是处理拆除的建筑构件和部件。在这个时期，建筑材料和部件成了其他的建筑资源或要回归自然的废弃物。其中，可以直接再用的，就运往工地应用；不能直接应用，但可回收处理后再用的，就送到工厂加工后应用；不能利用的废弃物，则回归大自然。在这个时期，最重要的是减少建筑垃圾，尽可能使拆除的建筑材料和部件能够再生或再利用，因为现有填埋的固体废弃物中 60% 是建筑垃圾。

因此在遵循我国住宅建设程序的基础上，借鉴国际 ISO 组织对住宅全寿命周期的划分，本研究将可持续住宅项目全寿命周期的阶段划分如下（图 1-3）。

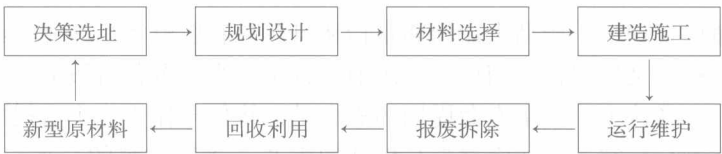


图 1-3 可持续住宅全寿命周期模型

（二）可持续住宅全寿命周期评价理论的基本内涵

根据产品的全寿命周期评价理论，“全寿命周期评价是对某产品或某服务系统的整个寿命周期中与该产品或服务系统功能直接相关的环境影响、物质和能源的投入产出进行汇集和测定的一套系统的思想和方法”。对于可持续住宅而言，住宅作为一种产品，其全寿命周期评价即是从可持续的角度出发，对住宅产品从原材料开采、运输、加工制造；建设规划、设计、施工；施工后运行、使用、维护及最终报废的全寿命周期过程的评价，包括功能的、经济的、人文的、生态的、环境的、技术的、心理的等，对住宅各组成要素在不同阶段的信息输入，进行系统的研究评价，来控制住宅的建造成本、装修成本及使用成本，有效减少开支，提高经济效益；再通过实施可持续建造技术，实现住宅各阶段的性能质量，达到住宅产品全寿命周期质量的最优最佳，达到以最佳的成本满足消费者的需求，实现发展与环境、消耗与能源之间的合理平衡。以全寿命周期评价理论为指引的住宅建设方式能够在不损害生态环境的前提下，贯彻“零消耗、零排放”的理念，达到寿命周期内对资源和能源的耗费最低，对环境的污染最小，实现在有限的自然资源的限制下，满足当代人生存与发展需要的同时，给后代以公平利用自然资源的权利（郑燕鸣，2001），不损害后代人生存发展需要的自然资源和环境。提高人们的生活环境质量，体现其“可持续”的本质。

(三) 全寿命周期评价理论是实现可持续住宅全寿命周期成本 (LCC: Life - Cycle Cost) 最优化的需要

传统的生产方式是以产品的生产过程为一本账,而使用过程为另外的一本账来核算的。全寿命周期模式是以产品的全寿命周期为基础来进行核算的,是将两本账合二为一的(图1-4)。

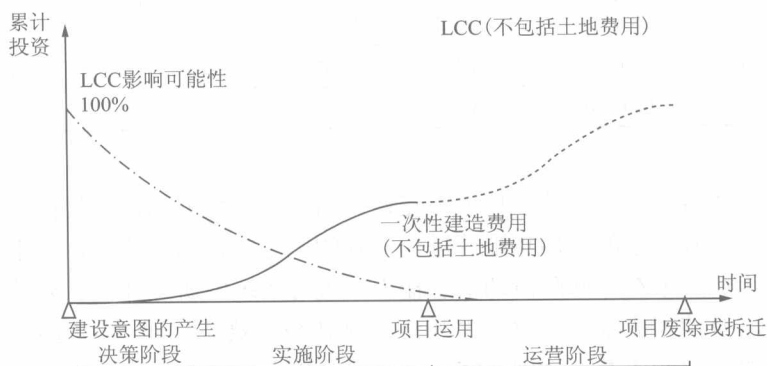


图1-4 LCC形成过程及不同阶段对LCC影响可能性分析

从图1-4可以看出,要保证LCC目标最优化实现,必须对住宅寿命周期的各个阶段进行评价优化,以选择最优的方案,尤其是针对住宅建造之前的设计方案进行评价,意义重大。Harold Kernel博士指出:一旦住宅设计完成,LCC只有15%左右的影响空间(Woodward David G, 1997)。

采用全寿命周期评价模式,将在增加有限的初期成本的条件下,大大节约长期运行费。按现有的经验,增加初期成本的5%进行设计阶段的评价,将节约长期运行成本50%,进而使全寿命周期总成本下降,并取得明显的效益。最近的研究揭示,尽管在住宅的初始阶段以较低的投资投入,但如果没有进行全寿命的评价,将会引起住宅系统整个寿命周期更高的成本。例如,选择最初投入最低的空调系统,如果把该系统在整个使用年限里的运行能耗成本作为一个因素加以分析,会证明它是一个不明智的寿命周期决策(Romm Joseph J, 1994)。

国际和国内许多研究机构对项目的建造费用和运营及维护费用间的相互关系进行了长期的数据收集、加工及分析,并得出有益的结论。

1984年对上海几个高层住宅群采用50年寿命周期及10%贴现率的调查计算表明,运营管理费约占总费用的24%。由于调查是在1984年进行的,运营管理费仅包括维修保养、设备更新及税金等,否则,运营管理费所占的比例会更高(表1-1)。

由此可见,运营及维护费用在全寿命周期费用中占有相当的比重。而当今住宅最大的薄弱点就在于住宅的性价比低、住宅质量低下。无论是开发商还是消费者,没有从住宅的全寿命周期来考虑,只从自己的利益出发。如设计师为了自己的经济利益,盲从开发商,只管产品的设计,不考虑住宅的运行费用;开发商也是为了眼前利益,只管住宅的建设及一次性的销售业绩。而消费者常常受到市场的误导,只重视购买的一次性费用,而忽视住宅的运营及维护费用,因此,消费者在使用的过程中常常抱怨住宅过高的运营费用(何清华, 2000)。

表 1-1 上海房屋住宅群 LCC 组成

高层住宅楼群名称	一次性建造费用 万元	运营管理费用 万元		总费用 万元	运营管理费用占总费用百分比 %
		年费用	现值		
漕溪北路高层住宅群	1133.28	37.116	371.134	1524.41	24.7
北火车站高层住宅群	161.44	5.538	55.376	216.816	25.5
四平路高层住宅群	289.10	7.925	79.245	368.345	21.5
打浦桥高层住宅群	226.68	7.747	77.465	304.145	34.17
合计	1810.50	58.326	583.22	2392.72	24.36

(何清华, 2000)

综上所述,笔者认为,可持续住宅在建设之前,就对住宅的设计规模、建造目的、建成后的运营过程,及住宅的使用年限等进行认真的思考,再通过建立住宅生命周期评价分析,对住宅各组成要素在不同阶段的信息输入,进行系统的研究评价,来控制住宅的建造成本、装修成本及使用成本,有效减少开支,提高经济效益。通过实施可持续建造技术,实现住宅各阶段的性能质量,达到住宅产品全寿命周期质量的最优最佳。可持续住宅的全寿命周期理论克服了当前住宅建设中存在的片面性和不科学性,不仅是实现住宅全寿命周期质量的保障,更是实现住宅全寿命周期成本最优化的需要(何清华,2000)。

第三节 系统工程学理论

由于可持续住宅是一个复杂的系统工程,需要综合运用建筑学、工程学、环境学、能源学、生态学、经济学等领域的基本理论和方法;同时,可持续住宅又是一个有机的系统,其各组成因素之间的协同是达到住宅可持续最佳效果的关键。所以,本项目的研究,将根据系统工程学的理论,来构建我国的可持续住宅理论体系。

一、系统工程学理论的特点和内涵

(一) 系统工程学简介

系统工程学是将客观对象作为系统来进行处理的工程技术,强调从系统的认识出发,用定量化的方法,研究由许多相互联系的要素所组成的复杂系统,进行系统的组织建立和经营管理,实现一个整体系统希望达到的效果。

系统工程学是合理进行开发设计时所运用的思想原理、方法、步骤的总称。在处理和解决复杂的系统问题中具有明显的有效性和可靠性,在工程设计、组织管理等方面显示了巨大的效益和潜力。

随着系统工程研究的推广,国内外学者对系统工程的理论和见解也在发展。几种主要的观点如下。

(1) 美国学者迈克尔的《系统工程学》奠定了系统工程学的理论基础,他认为系统

工程学是人们为了从系统的概念上认识社会现象,解决诸如环境问题、工程问题等复杂问题而提出的,从确定目标到设计手段的一整套方法。通过明确一切和问题有关的要素同实现目标之间的关系,提供完整的资料,以便决策者选择最合理的解决方案。

(2) 美国科学家切斯纳认为,“虽然每个系统都是由许多不同的特殊功能部分所组成,而这些功能部分之间又存在着相互关系,但是每一个系统都是完整的整体,每一个系统都应有一个或一定数量的目标。系统工程是按照各个目标进行权衡,全面求得最优解的办法,并使各组成部分能够最大限度地互相适应”。

(3) 日本学者三浦武雄认为,“系统工程与其他工程不同之处在于它是跨越许多学科的科学,而且是填补这些学科边界空白的一种边缘科学。因为系统工程的目的是研制系统,不仅涉及工程学领域,还涉及社会、经济和政治领域,为解决这些问题,除了需要纵向技术,还需要有一种技术横向把它们组织起来。这种横向技术就是系统工程,也就是研制系统所需要的思想、技术、方法和理论体系化的总称”。

(4) 我国著名的科学家钱学森教授认为,“任何一种社会活动都会形成一个系统,这个系统的组织建立、有效运转就成为一项系统工程。系统工程是组织管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法,是一种对所有系统都具有普遍意义的科学方法”。

(5) 我国著名学者王应洛认为,“系统工程既带有科学性,又带有某种艺术性。由于复杂的系统受到社会、经济和技术因素的影响,因此,在考虑系统的过程中就必然夹杂着决策者个人的价值观和对未来变化不定的主观臆断或理性判断,这样,从方法论上看,系统工程不仅需要计算,还要有随机处理问题的艺术”。

综合以上学者的观点,笔者认为系统工程学是一门跨学科的边缘科学,它是把自然科学和社会科学中的某些思想、理论、方法、策略和手段等,根据总体协调的需要,有机地联系起来;把人们的生产、科研或经济活动有效地组织起来,以便充分发挥人力、物力的潜力,应用数学方法,对系统的构成要素、组织结构、信息交换和反馈控制等功能进行分析、设计、制造和服务;通过各种组织管理技术,使局部和整体之间的关系协调配合,从而达到最优设计、最优控制和最优管理的目标,以实现系统的综合最优化。

本项目的研究正是应用系统工程学的理论,将可持续住宅视为一个复杂有机的系统。这个系统是由住宅的结构、设备、技术、材料、环境等硬件因素和所体现的环境性、经济学、文化性等软件因素组成的。这些因素之间是相互隶属的关系,既各自独立,同时又普遍联系、协调发展。通过应用模糊数学理论和层次分析方法等工具,对这些因素经过分析、计算、判断和综合评判,从而选择最优的实施方案使可持续住宅系统达到技术上先进、经济上合理、实践上可行的最佳效果,实现有机持续循环的目标。

(二) 系统工程学理论的特点及内涵

系统工程作为系统科学的一大分支,其理论不仅具有系统科学的特点,也有自己独特的内涵。

1. 整体综合性

整体综合性是系统工程学的基本原则,系统科学始终将研究对象作为一个综合性的整体来对待。认为世界上各种事物及其过程都不是孤立的偶然堆积,而是一个合乎规律的由