

# “从摇篮到摇篮”的理念发展及其在生态社区营造中的应用实践

## Development of the Concept of “Cradle to Cradle” and Its Application in Eco-Community Practices

姜 涵<sup>1</sup> 何宜潮<sup>2\*</sup> 鲁高杰<sup>3</sup>

JIANG Han<sup>1</sup> HE Yichao<sup>2\*</sup> GAULTIER Roux<sup>3</sup>

(1.南京工业大学建筑学院, 南京 211816; 2.英国谢菲尔德大学景观建筑系, 谢菲尔德 S102TN; 3.复旦大学外国语言文学学院, 上海 200433)

(1. College of Architecture, Nanjing Tech University, Nanjing, Jiangsu, China, 211816; 2. Department of Landscape Architecture, The University of Sheffield, Sheffield, UK, S102TN; 3. School of Foreign Languages and Literature, Fudan University, Shanghai, China, 200433)

文章编号: 1000-0283(2023)11-0031-07

DOI: 10.12193/j.laing.2023.11.0031.004

中图分类号: TU986

文献标志码: A

收稿日期: 2023-09-01

修回日期: 2023-09-26

### 摘要

自21世纪以来, 由于对环境可持续发展和人居环境质量的日益关注, 生态社区已成为全球社区规划发展的必然趋势。“从摇篮到摇篮”理念基于低碳与循环发展的核心思想, 在生态社区规划研究进程中逐渐形成了科学的理论框架, 并在发达地区的多个生态社区实践项目中得到了应用。然而, 由于发展阶段的不同, 中国对生态社区的关注主要围绕前期的规划设计阶段, 缺乏对生态社区“全生命周期”的系统研究与评价。通过对“从摇篮到摇篮”的生态循环理念进行解析, 梳理该理念的发展历程和实践应用, 并选取两个代表性案例: 法国第戎的Heudelet 26与日本鹤岗的Tsuruoka House, 进行全周期、多角度的生态解析, 探索社区营造中的循环发展生态举措, 进而对中国以及其他东亚城市的生态社区规划设计研究与实践提供借鉴意义。

### 关键词

生态社区; “从摇篮到摇篮”; 社区营造; 可持续发展; 全生命周期

### Abstract

Since the 21st century, eco-community has become an inevitable trend in global community planning and development due to increasing attention to environmental sustainability and the quality of living standards. The concept of “cradle to cradle” is based on the core ideas of low-carbon and circular development. It has gradually formed a scientific theoretical framework in the process of eco-community planning and research and has been applied in many eco-community practice projects in Europe. However, due to the different stages of development, the focus on eco-communities in East Asian cities is mainly centered on the preliminary planning and design stages, and there is a lack of research and evaluation on the “whole life cycle” of eco-communities. This paper analyses the design concept of “cradle to cradle” and conducts a full-cycle, multi-angle ecological analysis of Heudelet 26 in France and Tsuruoka House in Tsuruoka, Japan, in order to explore the ecological initiatives of cyclic development in community building, which will then be useful for the planning and design of eco-communities in China and other East Asian cities. This will provide a reference for the research and practice of eco-community planning and design in China and other East Asian cities.

### Keywords

eco-community; “cradle to cradle”; community development; sustainable development; whole-life-cycle

### 姜 涵

1993年生/女/山东济南人/博士/讲师/研究方向为生态社区、绿色建筑

### 何宜潮

1994年生/女/安徽阜阳人/博士/博士后研究员/研究方向为老龄友好环境、儿童友好环境

### 鲁高杰

1984年生/男/法国圣纳泽尔人/在读博士研究生/副研究员/研究方向为法国研究

\*通信作者 (Author for correspondence)

E-mail: y.he@sheffield.ac.uk

### 基金项目:

江苏省自然科学基金青年基金“街区制背景下居住型街区空间形态与声环境耦合关系研究”(编号: BK20190679)

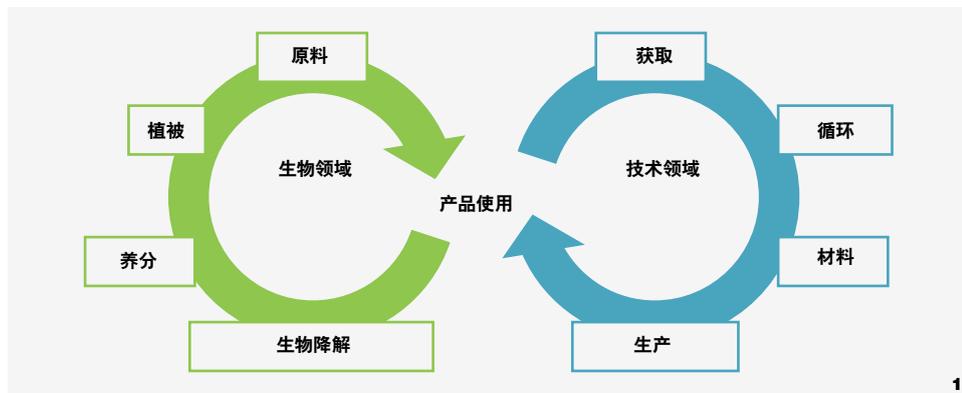


图1 “从摇篮到摇篮” 闭合循环系统示意图  
Fig. 1 Schematic diagram of the "cradle-to-cradle" closed loop system

年，经济社会发展全面绿色转型要取得显著成效的战略要求；《关于推动城乡建设绿色发展的意见》也指出，中国大量消耗、大量排放的建设方式尚未根本扭转，需要通过绿色建造建设高品质绿色建筑以推动城乡建设绿色发展。

许多规划学者通过研究发现，社区作为与居民生活最密切相关的空间场所和治理单元，其在空间形态、生态设计、低碳生活方式引导等诸多方面会对城市碳排放产生重要影响<sup>[1-4]</sup>。因此在社区的概念基础上，以生态性能及“以人为本”为主旨的生态社区概念逐渐形成，并进一步影响绿色城市的建设。生态社区作为绿色城市的重要单元，强调以整体环境观来指导社区规划设计，打造生态和谐、低碳节能、居民健康的居住区。

近些年国内学者对生态社区的关注度日益提高，然而相关研究主要围绕生态社区的规划设计阶段<sup>[5-6]</sup>，对于社区在中期建设、后期运营乃至拆除阶段的生态举措与落实评价尚未过多关注。目前中国处于社区生态化营造/改造的重要发展阶段，对于生态社区“全生命周期”的研究亟待拓展。文章通过对“从摇篮到摇篮”理念的解析及其在法国第

戎与日本鹤岗生态社区/住区中的应用，为中国探索促进社区生态发展的科学规划之路提供借鉴意义。

## 1 “从摇篮到摇篮” 理念

### 1.1 起源与内涵

“从摇篮到摇篮 (cradle to cradle)” 最初作为一个跨学科理念由美国建筑师麦克唐纳 (William McDonough) 与德国环境学家布朗嘉特 (Michael Braungart) 教授共同提出，其核心思想是低碳和循环发展<sup>[7]</sup>。该理念以樱桃树的生长模式为原型：樱桃树从其生长环境中汲取养分、开花结果，同时其撒落在地上的花叶也滋养着周围环境中的其他事物。该理念首先运用在工业设计方面，旨在通过模拟自然生态系统中物质和能量流的循环代谢过程而建立工业生产中原材料“生产—恢复—再造”的闭合循环利用过程 (图1)。

“从摇篮到摇篮” 理念通过引入衡量经济活动可持续性的三重底线概念 (经济、社会、环境) 而提出公平 (equity)、经济 (economy) 和生态 (ecology) 三方面作为预估工业生产活动对可持续性影响的最高限度标准。“从摇篮到摇篮” 理念在可持续发展研

究<sup>[8-10]</sup>中提供了一种新的思维方式，即经济增长、环境健康及社会公平三者不是相互冲突的。麦克唐纳<sup>[7]</sup>认为，“从摇篮到摇篮” 理念不是对可持续发展理念的微调，而是一个由可再生能源驱动的完整系统，在这个系统中，“一切都是其他事物的养分”。

### 1.2 “从摇篮到摇篮” 在社区规划研究中的应用

近些年，“从摇篮到摇篮” 理念与城市生态学相结合，并向社区规划领域延伸。在社区规划研究中，“从摇篮到摇篮” 所倡导的发展原则主要包括以下4点<sup>[11]</sup>：(1) 向自然要能源。在社区开发和运营过程中，最大程度使用自然资源和可清洁能源，例如太阳能、风能、地热等。(2) 双重循环的社会经济体系。引入“全生命周期” 的概念，在社区开发建设运营过程中，将自然—工业双重循环系统中的废弃物纳入到整个生命周期内，实现可循环的新陈代谢。(3) 尊重多样性。注重社会公平，提高社区的包容性和文化多样性，同时保持自然环境和生物多样性。(4) 全生命周期的评估和管理。“从摇篮到摇篮” 理念不仅要纳入社区营造前期的设计规划阶段，更要重视中期的开发建设阶段和后期的运营管理阶段。完善的后评估机制可以最大程度保证后期持续的节能减排。

目前，“从摇篮到摇篮” 理念已逐渐成为许多发达地区社区建设的行动准则 (表1)，如荷兰的PARK20/20 低碳园区、英国的贝丁顿生态社区、德国弗莱堡的瓦邦社区等<sup>[12-14]</sup>，这些社区/园区在规划建设和后期运营中都充分运用了“从摇篮到摇篮” 中生态循环、可再生能源驱动的理念。过去研究表明<sup>[15-16]</sup>“从摇篮到摇篮” 理念较好地回应了当下构建生态社区、消除污染或废弃物、节能减排的迫切需求<sup>[17]</sup>，

表1 全球生态社区代表性案例及生态营造策略  
Tab. 1 Representative cases of global eco-communities and their strategies

编号 No.	名称 Cases	国家 Country	生态社区全生命周期营造策略 Strategies for creating the entire lifecycle of ecological communities				
			原材料 Material	规划设计 Planning and design	建设 Construction	运营管理 Operation and management	拆除 Demolition
1	芬虹生态社区	英国	石料、木头、稻草等天然可循环回收再利用材料；社区支持农业(CSA)计划；满足了社区70%以上的新鲜食品需求	被动式太阳能设计；三层隔热玻璃窗、低辐射窗户涂层开发“呼吸墙”结构；共享花园	“生态机器”污水处理设施；小型“池塘生态圈”；4座风力发电机与光伏发电，实现零碳排放	成立新芬虹社区协会(NFA)作为社区利益相关方共同参与的决策平台	废弃汽车轮胎建设“地球船”(Earthship)系统
2	哈默比生态社区	瑞典	所有开发材料必须节能环保，达到最高的能耗标准	可持续规划发展理念与“零碳城市”发展目标；规划由大量公园、绿色空间、码头、广场和步行道组成的紧密开放空间网络	—	家用能源50%来自太阳能，50%来自垃圾发电、沼气发电；社区有轨列车的动力来源于垃圾处理或废水处理所产生的电力	通过清理污染土壤和生态修复等手段，逐步将原来的仓储用地、工业污染地重新开发
3	Crystal Waters生态社区	澳大利亚	建筑广泛使用泥土和木材等可再生材料	太阳能被动式设计；20%土地由居民使用，80%土地由居民许可用于农业、林业、娱乐和栖息地项目	建造17座多功能水坝，保持水文平衡，确保下游水质和水量不受开发负面影响	社区商业设施共享；社区旅游休闲与居住功能分开，保证社区的多元化与包容性	—
4	贝丁顿生态社区	英国	太阳能电池板；三层玻璃隔热层；就地取材；建筑窗框选用特殊的环保木材	慢行交通系统，建设机动车出行；被动通风	绿色施工	混合社区运行模式；健身设施；丰富的社区交往空间；污水回收	建筑的95%结构用钢材从35英里内的拆毁建筑场地回收
5	Ithaca生态村	美国	光伏太阳能板	被动式太阳能设计；80%用地将无限期保留为开放空间；生态导向的共建共居模式	—	村内的三个有机农场提供水果和蔬菜，许多居民在自己的地块或三个社区内的社区菜园里种植蔬菜；举办有关觅食、农业、绿色建筑、社区生活等方面的研讨会和讲习班	—
6	维克多·雨果生态街区	法国	就地取材	绿色空间网络；非传统雨水管理；慢行交通系统；换乘广场与综合体建设	居民共建工作坊	形成具有凝聚力、地域认同感强、友好、宜居的共享型街区；工人花园	区域的重新分割，路网结构分级改造；增强街区可渗透性；垃圾堆肥

如McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC)<sup>[18]</sup>中指出“从摇篮到摇篮的设计框架超越了仅减少组织在生态效率方面负面影响的目标，而是为利益相关者提供了一个引人入胜的愿景，从而在地球上创造一个在环境、社会和经济三方面完全积极的生态效益足迹”。

## 2 生态社区典型案例分析

基于对“从摇篮到摇篮”理念发展历程的梳理，本文进一步选取两处生态社区案例

进行深度分析。其中，案例一Heudelet 26位于法国第戎市中心北部，占地面积约为46 000 m<sup>2</sup>。该项目被看作未来城市发展的示范工程<sup>[19-20]</sup>。案例二Tsuruoka House位于东京市练马区的一片低层住宅区，毗邻石神井(Shakujji)公园，有着丰富的自然景观及植物群落。该项目于2021年6月竣工，兼具居住与办公混合功能。两个案例分别在居住区层面与住宅建筑层面具有先进性与代表性，并在原材料选取、规划设计、建设运营等阶段展示出了对生态理

念全生命周期的贯彻。

### 2.1 法国第戎Heudelet 26“全生命周期”社区生态营造策略

Heudelet 26生态社区规划建设了大约300户住宅(集体住宅和私人租住/所有住宅)、9个艺术家工作室以及1 200 m<sup>2</sup>的办公、商店、文化设施、零售和服务设施(图2)。前期规划阶段，总体设计方案以生态为导向，在交通、建筑、景观方面采取了多种生态营造策略；后

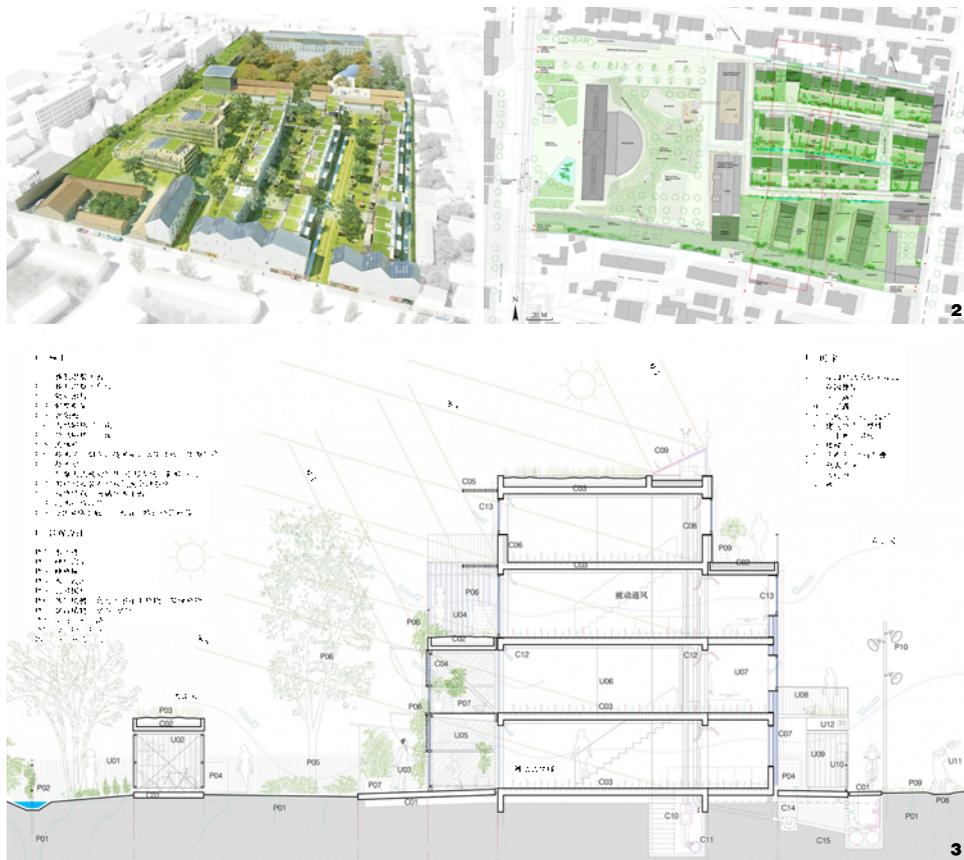


图2 社区鸟瞰与平面图  
Fig. 2 Community bird's-eye view and plan

图3 场地内绿色建筑  
Fig. 3 Green building design on site

期运营过程中，强调通过支持混合收入和混合代际住房来提高社区的包容性与社会公平，从而证明一种新的城市发展构想方式，与“从摇篮到摇篮”的生态循环发展理念相契合。

该社区住宅片区主要位于项目东部，作为生态社区全生命周期中的重要内容，建筑的规划、建设、运行很大程度上决定了整个社区生态循环的可持续性。Heudelet 26中的建筑开发建设以“全生命周期”理念为指导，设计着重考虑场地的气候条件，遵从全年日照、季风、降雨和气温变化特征设计建筑的群体布局、主体朝向和维护结构，利用微气候调节形成宜人的物理环境(图3)。通过太

阳能集热板吸收太阳辐射能量将太阳能从屋顶通过管道传输到地下的能源储藏室，并在管道热能回收器进行处理，为室内进行加热。另外，通过庭院种植、屋顶绿化和露台盆栽等措施，使人居环境更加舒适，改善室内外空气的含氧量和湿度。

“从摇篮到摇篮”生态循环理念强调了向自然要能源，以社区南端的17 logements集体住宅项目为例<sup>[21]</sup>，多层集体住宅屋顶将太阳能板设置于屋顶的半坡处(图4)，通过吸收太阳辐射能量来产生新能源，替换非清洁能源，满足居民日常生活对部分能源的需要。结合该类型住宅在平面上南北向的特殊建筑

形式，该太阳能板与太阳光照方向几乎可成90°，实现了最大程度对太阳光照的利用。

此外，该社区计划满足第戎市区不同收入阶层和不同年龄层人群的住房需求，针对该情况设置了不同的住宅和建筑密度来实现社区的包容性，主要分为高密度区的多层住宅和低密度区独栋别墅。其中低密度住宅区内的独栋别墅包含独立小院，别墅与别墅之间有大量的树木、灌木、草坪。高密度住宅区内有三栋5-6层高的住宅楼，住宅采用半坡屋顶的形式，并在屋顶形成绿色开敞的公共活动空间。靠近停车场的住宅设有生态屋顶，设计了若干运动类和休闲类的开放空间。尽管两种住宅的类型不同，但在开放空间的设计上都采用了多样化的设计，满足了人群对绿色开放、活力宜人的公共空间的要求。

在交通系统方面，该社区的场地通过社区内步道与自行车道的设计鼓励绿色低碳的出行方式，仅在西南角和东南角设置地下停车场出入口，使场地内完全实现人车分流，减少汽车尾气对社区造成的污染。停车场设置为地下一层和二层(图5)，局部下沉的特殊形态使之形成了一个略高于地面的坡地。坡地上布置了一处球场以及若干休闲设施，是公共交往、社区集会的绿色走廊。地下停车场内有三处天井，天井内种植树木，将坡地和地下停车场相链接，透过天井射下的阳光和绿色植物，给予停车场使用者舒适的体验。环绕整个社区的自行车道和多处运动休闲场所，结合优质的绿化条件，使得社区整体成为一个生态友好型运动场。另外该社区通过横向的屋顶绿地和纵向建筑立面上的盆栽或藤类植物覆盖居住住宅的形式，结合地面的景观绿化，打造了独特的垂直生态花园，使总体开放空间与垂直绿化形成了绿色生态、

运动健康的特征, 同时可以为社区的生态循环系统提供支撑 (图6)。

## 2.2 日本鹤岗 Tsuruoka House 自然共生住区生态营造策略

Tsuruoka House 在住宅建筑层面打造了一个可再生能源驱动的完整系统, 该案例进一步丰富了“从摇篮到摇篮”生态循环理念的内涵。设计以自然共生为导向, 其目标超越了仅供人居住的建筑, 旨在建造一个与其他生物共同生存的环境, 被设计师称之为“拥抱其他生物的建筑”<sup>[22]</sup>。其尽可能地融合周边丰富的自然环境, 建造了环绕建筑底部的花园, 也在垂直面及楼顶为植物提供了生长空间, 让建筑为环境服务 (图7)。

为了营造一个支持植物自然生长的环境, 深厚的土壤和良好的排水性是基本条件。与追求较浅种植基质的现代屋顶花园不同, Tsuruoka House 结合建筑形式配置了厚度不同的土壤深度, 最薄处为 200 mm, 最厚处为 900 mm<sup>[23]</sup>。土壤也被配置为不同的密度, 密度较高的上层土壤可以保留植物生长所需

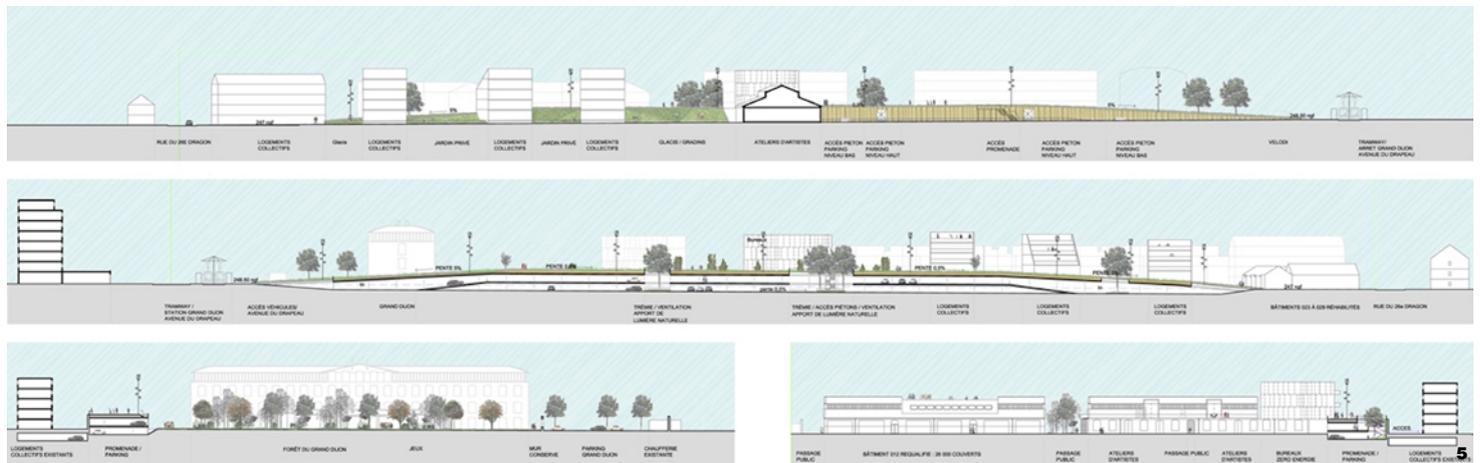
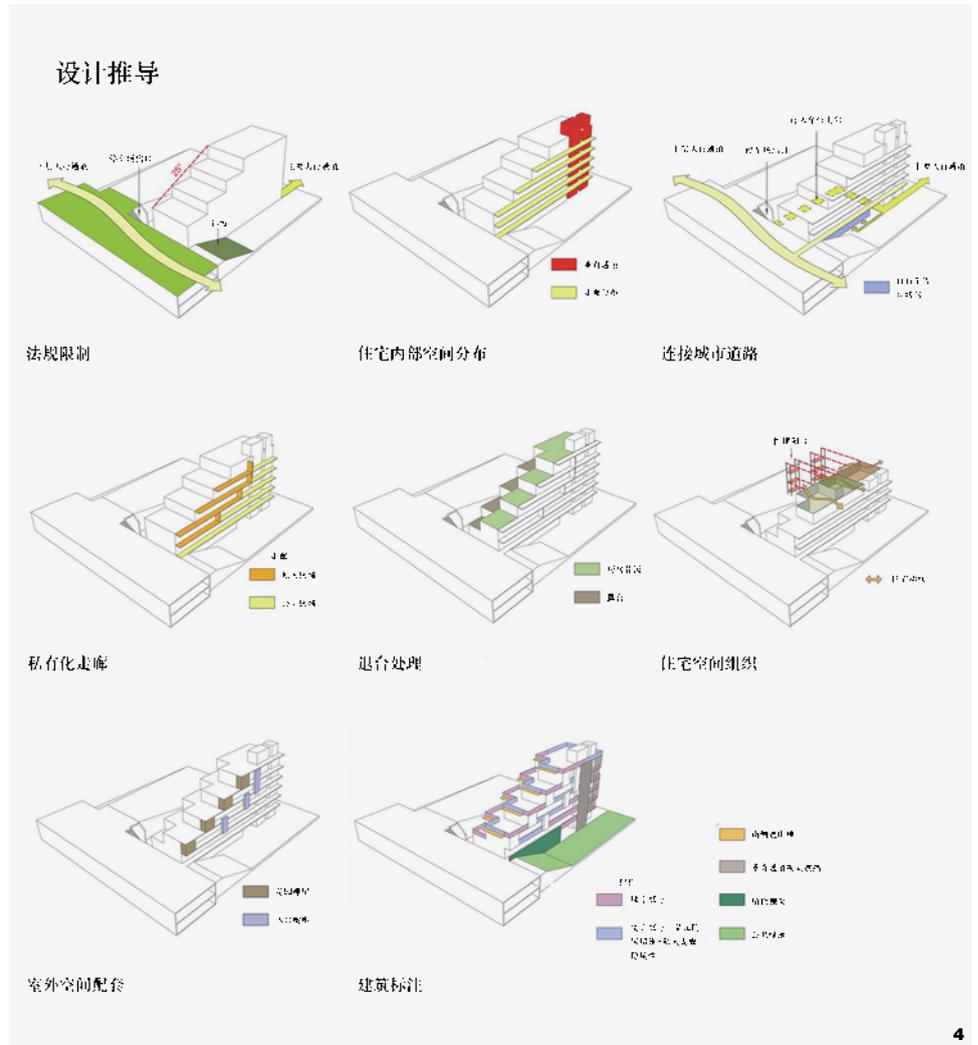


图4 多层集体住宅设计  
Fig. 4 Design of a multi-storey group home

图5 地下停车场剖面图  
Fig. 5 Underground car park sections



图6 Heudelet 26开放空间与垂直绿化设计  
Fig. 6 Heudelet 26 open space and vertical greening design



图8 建筑剖面  
Fig. 8 Building section

图7 建筑外观  
Fig. 7 Building exterior

的水分，密度较低的下层土壤有着较强的透水性以保证排水通畅<sup>[24]</sup>。同时充分考虑当地的气候条件，配置了超过100种地被植物、灌木以及中型乔木。其中，鹅掌藤 (*Schefflera arboricola*) 作为常绿树种被种植在厨房窗前，迷迭香 (*Rosmarinus officinalis*)、金桔 (*Fortunella margarita*) 等易于种植的可食性植物也被种植或移栽于鹤岗住宅的屋顶或底部花园，为居住者服务。

为了实现土壤良好的排水性，设计师用连续拱形楼板的形成收集雨水，并使用土壤填充墙体以连接至地面，使雨水能够渗透至地下，并与住宅旁的池塘建立连接实现水循环 (图8)。拱形的天花板也使用了较为一致的模板以节省建造成本。过流管道被装置用于应对极端降雨的情况。Tsuruoka House 扮演着供生物生长的基底角色。随着时间的推移，植物的生长会为其其他生物提供生存空间，而其他生物也有助于植物物种的增加，共同营造具有多样性的生态环境。

如前所述，设计师在墙体中填充了土壤以连接建筑和地面。含有水分的土壤在夏季可以为建筑物降温，也可以在冬季存储来

自地暖的热量成为蓄热材料，其在建筑物外部垂直深入到地下，以避免地暖热量流失。使用土壤这一自然资源作为建筑的一部分，并利用其降温隔热特性的方式，使得 Tsuruoka House 成为宜居且节能的生态住宅建筑典范。

### 3 总结与启示

当前，国内对社区生态化营造/改造的关注度越来越高，但是对于生态社区全生命周期的研究仍缺乏一个系统的指导性理论，以促进城乡建设绿色发展。在法国第戎 Heudelet 26 与日本鹤岗 Tsuruoka House 两个案例的生态策略中可以看出，“从摇篮到摇篮”生态循环理念的引入，使项目团队系统构想从原材料生产、规划设计、开发建设、运营管理、到拆除每个环节的生态性能，最大化从自然界获取资源进行基础建设，逐渐形成一个完整的循环系统为居民提供服务。这为中国的生态社区营造提供了三点启示。

#### 3.1 向自然要能源，强调低消耗

以“从摇篮到摇篮”理念为指导的社区

建设更加重视社区的生态性和能源节约性。无论是从绿色建筑的被动式或主动式设计，交通设计上对于低碳出行方式的鼓励，还是景观设计上大量运用垂直绿化、屋顶绿化等举措，都在探索如何最大程度地使用天然能源，降低消耗，以实现绿色建造。

#### 3.2 向运营阶段要资源，强调循环利用

Heudelet 26 投入使用了大量净水节水设备，例如社区内小型的污水处理器，将生活废水进行就地处理，用于社区内的植物灌溉。同时，停车场采用多孔渗水材料，减少地表水流失；生活垃圾回收实现机械化、规范化和多元化。Tsuruoka House 一方面利用土壤层隔热保温，另一方面为植物提供生长基质并成为水循环的一部分。这些生态技术的运用符合“从摇篮到摇篮”理念中对于生态资源循环利用的要求，实现生态效益的最大化。

#### 3.3 “以人为本”，促进社区的包容性

“从摇篮到摇篮”理念不仅对社区建设提出了生态性目标，同时也强调空间包容、居民健康等公平性问题。在兼顾适当的生态

技术的基础上, 案例中住宅类型的混合搭配满足了不同收入群体的居住需求。通过构建社区商业、办公、娱乐、休憩等功能混合的土地开发模式, 形成开放服务网络以满足多层次的需求, 从而增强社区空间的文化认同感和归属感与社区活力, 建造一个包容、健康的公共空间供居民使用。

如Commoner<sup>[25]</sup>所说: “人类忽略生命的循环, 驱动力不再是生物需要, 而是他们为征服自然而设计的社会组织, 将会导致环境危机这一最终结果。因此, 我们必须闭合循环, 必须学会如何将我们从自然中借来的财富恢复到自然中。”近些年国内许多城市都对生态社区的规划建设进行了探索研究与实践。“从摇篮到摇篮”理念的引入, 既探讨了能源、资源的循环利用, 又试图解决节能减排与居民对于人居环境需求之间的矛盾。最终使“生态”渗透到整个社区生活, 真正意义上的实现社区“低碳环保”“健康舒适”的发展目标, 并促进绿色城市的建设发展。

注: 图1为作者改绘; 图2-3, 图5源自<http://studiomustard.com/ecoquartier-heudelet-26-300-logements-bureaux-commerces-dijon/>; 图4, 图6源自<https://tria-architectes.fr/realisations/17-logements-ecoquartier-heudelet-26-lot-ndeg6>; 图7源自<https://www.kiyoakitakeda.com/> 鹤岡邸; 图8-9源自[https://www.homes.co.jp/cont/press/rent/rent\\_0094/](https://www.homes.co.jp/cont/press/rent/rent_0094/)。

## 参考文献

- [1] 吴丽娟, 李晓晖, 刘玉亭. 欧洲规划建设低碳社区的差异化模式及其对我国的启示[J]. 国际城市规划, 2016(01): 87-92.
- [2] 徐怡珊, 周典, 张丹阳, 等. 低碳生态社区空间形态评价体系与应用[J]. 规划师, 2016, 32(07): 87-91.
- [3] 吴巍, 宋彦, 洪再生, 等. 居住社区形态对住宅能耗影响研究——以宁波市为例[J]. 城市发展研究, 2018, 25(01): 15-20.
- [4] YANG Z, FAN Y, ZHENG S. Determinants of Household Carbon Emissions: Pathway Towards Eco-community in Beijing[J]. Habitat International, 2016, 57: 175-186.
- [5] JIANG J, GAO D, CHEN X, et al. Research on Optimization of Environmental Protection Scheme of Retirement Housing from the Concept of Ecological Design[C]// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2019, 612(3): 032061.
- [6] HUO X, ANN T W, DARKO A, et al. Critical Factors in Site Planning and Design of Green Buildings: A Case of China[J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 222: 685-694.
- [7] 威廉·麦克唐纳, 迈克尔·布朗嘉特. 从摇篮到摇篮: 循环经济设计之探索[M]. 上海: 同济大学出版社, 2005.
- [8] BJØRN A, HAUSCHILD M Z. Cradle to Cradle and LCA[J]. Life Cycle Assessment: Theory and Practice, 2018: 605-631.
- [9] SIVERIO L M S, HAJIBABAEI M, HESARKAZAZI S, et al. Determining the Environmental Potentials of Urban Pavements by Applying the Cradle-to-cradle LCA Approach for a Road Network of a Midscale German City[J]. Sustainability, 2021, 13(22): 12487.
- [10] BROMMET O, POST J. Cradle to Cradle in Residential Building: the Feasibility to Implement the Cradle to Cradle Concept in Residential Building[J]. Journal of Architecture & Environment, 2019, 18(2): 135-150.
- [11] 周晓娟. “从摇篮到摇篮”——低碳循环发展理论在社区规划中的应用及启示[J]. 上海城市规划, 2011(03): 30-35.
- [12] 高晓明, 许欣悦, 刘长安, 等. “从摇篮到摇篮”理念下的生态社区规划与设计策略——以荷兰PARK20/20生态办公园区为例[J]. 城市发展研究, 2019, 26(3): 85-91.
- [13] MOGHADDASI H, CULP C, VANEGAS J. Net Zero Energy Communities: Integrated Power System, Building and Transport Sectors[J]. Energies, 2021, 14(21): 7065.
- [14] CODISPOTI O. Sustainable Urban Forms: Eco-neighbourhoods in Europe[J]. Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability, 2022, 15(4): 395-420.
- [15] DANI A A, ROY K, MASOOD R, et al. A Comparative Study on the Life Cycle Assessment of New Zealand Residential Buildings[J]. Buildings, 2022, 12(1): 50.
- [16] EICHNER M J, ELSHARAWY H H. Life Cycle Assessment (LCA) based Concept Design Method for Potential Zero Emission Residential Building[C]// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020, 410(1): 012031.
- [17] YU Z. From Eco-Village to Eco-Community: Investigation of Hanham Hall, Derwenthorpe, and BedZED[J]. International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, 2022, 13(1): 1-15.
- [18] McDonough Braungart Design Chemistry(MBDC). Design for a Cradle to Cradle future[M]. Charlottesville: MBDC, 2010.
- [19] Studiomustard. Heudelet 26[EB/OL]. (2019-01-31)[2023-08-18]. <http://studiomustard.com/ecoquartier-heudelet-26-300-logements-bureaux-commerces-dijon/>
- [20] EXP Architects. Ecodistrict in Dijon[EB/OL]. (2019-01-31)[2023-08-18]. <https://www.archdaily.com/35679/ecodistrict-in-dijon-exp-architects>
- [21] TRIA-Architectes. 17-logements[EB/OL]. (2019-01-31)[2023-08-18]. <https://tria-architectes.fr/realisations/17-logements-ecoquartier-heudelet-26-lot-ndeg6>
- [22] Kiyo Takeda Architects. Turuoka house[EB/OL]. (2019-01-31)[2023-09-01]. <https://www.kiyoakitakeda.com/> 鹤岡邸
- [23] 100%Life. 自然と向き合うヴォールト天井の家[EB/OL]. (2019-01-31)[2023-09-02]. <https://100life.jp/architecture/47153/>
- [24] DEZEEN. Kiyoaki Takeda Designs Tsuruoka House to Accommodate both People and Plants[EB/OL]. (2019-01-31)[2023-08-24]. <https://www.dezeen.com/2021/08/30/kiyoaki-takeda-designs-tsuruoka-house-to-accommodate-both-people-and-plants/>
- [25] COMMONER B. The Closing Circle: Nature, Man and Technology[M]. New York: Knopf, 1971.