

IDEATION ANALYSE FOR ARCHITECTURE CREATION

建筑创作构思解析

——生态·仿生

Idention Analyse for Architecture Creation
ECOLOGY • BIONICS

BIO-ARCHITECTURE
ECOLOGY ARCHITECTURE
ECOLOGICAL THOUGHT LOW-TEC APPROPRIATE-TEC HIGH-TEC
ORGANIC DEVELOPMENT

编著 戴志中 杨震 熊伟



中国计划出版社

建筑创作构思解析

——生态·仿生

编著 戴志中 杨 震 熊 伟

中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑创作构思解析: 生态·仿生 / 戴志中, 杨震, 熊伟编著. —北京: 中国计划出版社, 2006. 4

ISBN 7-80177-507-4

I. 建... II. ①戴... ②杨... ③熊... III. 建筑学—理论 IV. TU-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 141191 号

建筑创作构思解析

——生态·仿生

编著 戴志中 杨震 熊伟

☆

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

787×1092 毫米 1/16 17.75 印张 263 千字

2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月第一次印刷

印数 1—3000 册

☆

ISBN 7-80177-507-4/TU·281

定价: 42.00 元

前 言

建筑离不开其所存在的环境：一方面，建筑反映所处自然或人工环境的某些特征；同时，建筑又影响环境，无论是自然环境还是社会环境，总会因其中的建筑存在而发展或倒退。

就自然环境而言，人类社会面临着前所未有的生态环境恶化，例如石油燃烧、对热带雨林的破坏造成全球气候变暖、人口增长造成许多城市问题紧张化、过量开采矿物能源对生态环境造成旷日持久的破坏等。在人工环境方面，建筑物的建造过程和使用过程存在着大量的不合理因素，不仅要消耗大量的能源和资源，而且也会造成对自然生态环境的破坏和污染。比如由于结构设计的不合理而需要大量附加构件补偿低效的结构形式、采用多余结构去覆盖一个本无需覆盖的体量、没有有效地运用空气动力学原理从而导致额外的能耗等。

1. 生态建筑、仿生建筑与绿色建筑理念

为了应对日趋严重的环境危机，绿色建筑的理念在建筑界正被大力提倡。要理解绿色建筑，必须先说明什么是绿色技术。绿色技术是受环境价值观影响而产生的一类科学技术，即指在发展和应用提高生产效率或优化产品效果的同时，能够提高资源和能源利用率，改善环境质量的技术。绿色技术不仅涉及广泛领域，而且渗透到原材料采集与加工、产品制造、包装与运输、消费者使用与维修、产品的最终再循环与作为废弃物处置的产品生命周期的全过程。因此，绿色技术包括绿色观念、绿色生产力、绿色设计、绿色生产、绿色化管理、绿色处置等一系列环境价值观念与技术问题。总而言之，应用绿色技术是促进可持续发展的有效途径，绿色技术

担负着“在发展经济的同时能保护好环境”的功能。^①

生态建筑所包含的生态观、有机结合观、地域与本土观、回归自然观等等，都是可持续发展建筑的理论建构部分，也是环境价值观的重要组成部分，因此生态建筑也是绿色建筑，生态技术手段属于绿色技术的范畴。

仿生建筑以生物界某些生物体功能组织和形象构成规律为研究对象，探寻自然界中科学合理的建造规律，并通过这些研究成果的运用来丰富和完善建筑的处理手法，促进建筑形体结构以及建筑功能布局等的高效设计和合理形成。从这个意义上说，仿生建筑也是绿色建筑，仿生技术手段也应属于绿色技术的范畴。

因此，生态建筑与仿生建筑是两个有所联系又相对独立的建筑范畴，它们被认为统一于绿色建筑的范围之内，与自然和人工环境都存在着天然的互动关系。对生态建筑和仿生建筑的研究被认为赋予了提供健康生活、改善生态环境的目标，体现了社会可持续发展意识和对人类生存环境的关怀。

从建筑创作研究的角度看，生态与仿生构思有相通之处，它们的过程和出发点相对于其他的构思方法或类型有自己的特点，因此本书将生态与仿生构思结合在一起进行论述。

2. 生态与仿生构思研究导则

21世纪，对建筑创作中生态与仿生科学的研究，与其他科学研究一样，正处于从机械论向有机论转化，从对现象的关注转向对过程的关注。从以往对生态与仿生建筑个体的关注到对建筑创作中生态与仿生构思的研究，正体现了这样的转变；由于生态与仿生构思的研究十分复杂，既包含建筑问题，又涉及到构思、思维科学，本书尝试确定以下研究导则：

① 思维模式从“清晰”到“混沌”：对构思的研究必须破除极端理性和非此即彼的思维模式与研究方法，承认建筑构思问题有其

^① 刘志武. 建筑与绿色建筑. 华中建筑. 2002 (3). 37 页

必然性、有序性，但同时承认其中也有偶然性、复杂性和无序性。比如，看似简单的建筑功能问题，实际上客观地存在很大的不确定性。

② 研究方法从“笼统”到“深入”：对构思的研究不能停留在对思维过程总的概括性描述上，必须涉及到构思过程中的诸多技术问题以及各个阶段的工作内容、思维特征、表达方式等的深入分析和研究，才能产生在方法论上有价值的指导和启示。

③ 树立整体的构思观念：对生态与仿生构思的研究，不能局限于考察构思主体本身，应该延伸到客体，即建筑所处的环境及其所在生态系统的产生、变化和发展过程，这样才能对生态与仿生构思的来源有合理和动态的解释；还应考察构思的本体，通过研究构思成果总结经验，转化为有价值的设计方法与理论。

④ 树立有机的构思观念：生态与仿生构思并不完全等同于生态与仿生建筑，因为主体在进行建筑创作时，其构思总能体现一定的生态与仿生设计思想，例如热压通风和风压通风的原理在任何建筑中都适用。因此对生态与仿生构思的研究不能陷于片面，应该更多地从方法论、有机论的层面来把握，认识到生态与仿生构思在建筑创作中具有一定的普适性，对任何类型的建筑创作都有借鉴意义。

目 录

- 1 生态与生态建筑 /1
 - 1.1 生态学与生态建筑 /2
 - 1.2 生态建筑及其渊源 /4
- 2 仿生与仿生建筑 /13
 - 2.1 仿生学与仿生建筑 /14
 - 2.2 仿生建筑及其渊源 /17
- 3 生态和仿生的思想基础 /23
 - 3.1 中国古代的自然观 /24
 - 3.2 宗教哲学的自然观 /27
 - 3.3 西方哲学的自然观 /27
 - 3.4 中西方互补的思维方式 /28
- 4 生态建筑与仿生建筑构思研究 /31
 - 4.1 何为生态与仿生构思 /32
 - 4.2 生态与仿生构思研究的目的 /45
 - 4.3 生态与仿生构思的过程与表达 /49
- 5 生态构思研究概述 /71
 - 5.1 生态构思范畴 /72
 - 5.2 生态构思激发策略 /73
- 6 低技术生态建筑 /79
 - 6.1 基本概念 /80
 - 6.2 设计策略研究 /86

6.3 类型示例 /90

7 适宜技术生态建筑 /105

7.1 基本概念 /106

7.2 设计策略研究 /112

7.3 类型示例 /114

8 高技术生态建筑 /125

8.1 基本概念 /126

8.2 设计策略研究 /136

8.3 类型示例 /139

9 生态构思与建筑文化发展 /149

9.1 生态构思所展现的人文启示 /151

9.2 生态构思的发展前景与示例 /156

10 仿生构思研究概述 /161

10.1 仿生建筑的构思原则 /162

10.2 仿生建筑的构思范围 /164

10.3 仿生建筑的构思对象 /165

10.4 仿生建筑的构思方法 /173

11 建筑造型仿生 /179

11.1 建筑造型仿生原理 /180

11.2 仿生建筑的造型手法 /183

12 建筑结构仿生 /201

12.1 纤维结构仿生 /202

12.2 壳体结构仿生 /209

12.3 空间骨架结构仿生 /217

12.4 高层建筑结构仿生 /221

13 建筑功能仿生 /227

- 13.1 建筑平面及空间功能仿生 /228
- 13.2 集群城市和新陈代谢仿生 /231
- 13.3 螺旋结构功能仿生 /235
- 13.4 神经系统仿生——生命建筑 /238

14 能源及材料利用仿生 /241

- 14.1 能源利用仿生 /242
- 14.2 材料利用仿生 /248

15 实例介绍及分析 /255

- 15.1 国家体育场中标方案 /256
- 15.2 C&P 公司的仿生塔 /259
- 15.3 崔氏住宅 /261
- 15.4 3deluxe 工作室的“遗传建筑” /264

结语 /268

参考文献 /269

1 生态与生态建筑

1.1 生态学与生态建筑

生态学在建筑创作中的应用是一个系统的概念，研究这个大框架下的构思问题，必须对“生态”和“生态建筑”这两个概念作简要的阐释。

1.1.1 生态学概念

“生态学”(Ecology)一词来源于希腊语“oikos”和“logos”，前者意为 house 或 household，意即居住地的意思，后者则是科学研究的意思。作为一门学科，生态学最初由德国生物学家赫克尔(Ernst Heinrich Haeckel)于1869年提出。赫克尔认为，所谓生态，意指整个生物圈内万事万物共生共存、互相影响、互相依赖的生存状态；他把生态学定义为“关于有机体与周围外部世界的关系的一般科学，而外部世界是广义的生存条件。^①”生态学认为，自然界的任何一部分区域都是一个有机的统一体，即生态系统(Ecosystem)；生态系统是“一定空间内生物和非生物成分通过物质的循环、能量的流动和信息的交换而相互作用、相互依存所构成的生态学功能单元”^②。

1.1.2 何为生态建筑

从生态学的角度看，生态建筑的基本内涵可以概括为：

1) 运用生态学的生态平衡、循环、有机统一等原理、方法来指导建筑设计；

2) 以人、建筑、自然和社会协调发展为目标，有节制地利用

①、② 周浩明，张晓东编著. 生态建筑. 南京：东南大学出版社，2002. 4页

和改造自然，寻求适合人类生存和发展的建筑生态环境；

3) 将建筑作为一个有机的、具有结构和功能的整体系统来看待，追求建筑节能、环保、有机维持、设计高效率等具体技术指征，使其与环境成为一个有机结合体。

1.1.3 生态建筑是一个系统概念

1) 建筑对生态环境的影响贯穿于建筑的整个生命周期。

有学者指出，一座新建筑一旦建成，就形成一个与生态环境密切相关的“影响因子”，它将随季节、气候、区位、使用状况等一系列条件与其所处的生态环境综合系统形成连续的互动（interaction）过程。但若深入思考，会发现这段论述所涵盖的时间还可以向前延伸。一座建筑在其建成之前即会对生态环境产生影响——这涉及到对建筑生命周期的认识。一座建筑的“生命”应该至少包括前期准备、建筑施工、建筑使用、循环利用四个阶段。表 1.1 和表 1.2 反映了建筑在其整个生命周期中对生态环境的影响：

表 1.1 建筑生命周期对生态环境影响评估

项 目	单位面积能耗 (MJ/m ²)		单位面积 CO ₂ 的排放量 (kg/m ²)	
	住宅建筑	办公建筑	住宅建筑	办公建筑
建材生产	2177	2261	220	230
建材运输	60	60	5	5
建造过程	64	64	5	5
小计 (a)	2301	2301	230	240
日常使用 (b)	474	592	26.4	25.6
(a) / (b)	4.9	3.9	8.7	9.4
40 (b) / (a)	8.2	10	4.6	4.3
40 年寿命评估：40 年日常使用量 × (b) / 前三项之和				

资料来源：选自董卫，王建国著，可持续发展的城市与建筑设计，南京：东南大学出版社，1999.55 页

表 1.2 建筑生命周期对生态环境的影响表征

生命过程	发展阶段	对生态环境的影响
前期准备	原材料开采	地表破坏、地方生态平衡破坏、粉尘污染等
	材料加工	废气、废热、粉尘、固体垃圾、化学垃圾等污染
	材料运输	各种废气、废热、粉尘污染
建筑施工	材料设备准备	采购、运输、储藏过程中的材料损耗与能源耗费
	施工技术	结构选型与施工方法不同造成的噪音、粉尘、交通堵塞等
	施工管理	施工时间的长短与管理完善与否对环境影响不同
建筑使用	家庭装修	耗费能源产生新的建筑垃圾, 造成建筑物内二次污染
	日常使用	产生生活垃圾, 保温隔热措施的不同将影响能源的耗费
	建筑维修	频繁维修增加投资、降低建筑寿命, 加大对环境的影响
建筑循环	报废与再利用	建筑垃圾的处理, 拆除中的粉尘、噪音污染与能源消耗

资料来源: 选自董卫, 王建国著. 可持续发展的城市与建筑设计. 南京: 东南大学出版社, 1999. 55 页

2) 建筑的生态化涉及到建筑业的各个环节, 所以生态建筑涵盖城市规划、建筑设计、施工管理、建筑材料、建筑节能等所有建设领域的相关问题。

3) 生态建筑的本质, 是涉及到对“人—建筑—环境”这三者关系的研究, 而这绝非建筑学单一学科所能包容, 它几乎牵涉到所有社会学问题及其相关理论, 如生态学、环境心理学、认识学、类型学等。

建筑与生态环境的天然的互动关系, 是研究生态建筑的原动力之一。事实上, 由于人类社会面临着前所未有的生态环境恶化, 社会和公众利益受到来自高速发展的恶果的严峻挑战, 对生态建筑的研究被认为赋予了提供健康生活、改善生态环境的目标指向, 体现了社会可持续发展意识和对人类生存环境的关怀。

1.2 生态建筑及其渊源

吴良镛先生指出: 研究建筑学应当“回顾历史, 研究现在, 展

望未来”。布鲁诺·塞维认为：“每一个有成就的建筑师都从研究过去中获得灵感，不管带有怎样的偏见，他从中选择的共鸣总比他的批评要更有意义得多。”因此，回顾建筑史上曾经有过的生态思想萌芽，研究生态建筑理论的发展，对于我们的研究工作大有裨益。

1.2.1 生态思想在远古时期的自觉运用

建筑出现之初，只是以“穴居”、“巢居”的形式成为人类的庇护所。这样的“建筑”完全取材自然、师法自然、依附自然，犹如鸟雀的窝巢、蚂蚁的洞穴，是生态系统的自然组成部分；其简单的“建构”意识，体现着与自然环境的交流与融合。

随着社会生产力水平的发展，人类的居住环境开始有意识地形成聚落。从史前人类聚落的城镇选址方面看，最初形成的过程几乎无一例外地遵循了自然生态规律，符合特定的自然生态条件。黄河、尼罗河、幼发拉底河、底格里斯河和印度河等亚热带和温带河谷地区，因为具备气候和土壤适合动植物生长繁殖、雨水充沛、建筑取材方便、交通便利等优良的自然生态条件而成为人类最早的聚居点和古文明的发源地。用今天的眼光看，这些做法印证了现代生态学所论证的“边缘效应”（Edge effect），即在两种或多种生态系统交接重合的地带，通常生物群落结构比较复杂，出现不同生态环境的生物共生的现象，而某些群落特别活跃，生存力和繁殖力也更强。

随着社会制度的进步，朴素的可持续发展理念开始以文书和规章制度的形式出现，指导人们从区域、用地结构、建筑风貌等多方面来创造优美的环境，显示了更强的科学性和理性。如我国的《商君书·徠民篇》以城市及其周围的用地的规定比例来保证城乡居民的安居乐业和环境的可持续发展。文中提到：“地方百里者，山陵处什一，薮泽处什一，溪谷流水处什一，都邑蹊道处什一，恶田处什二，良田处什四，以此食作夫五万。其山陵、薮泽、溪谷可以给其材，都邑、蹊道足以处其民，先王制土分民之律也”。这里提出在一个方圆百里的地方要容纳五万居民，使其资源得到保障，城镇市场道路满足需要，须使山地、沼泽、河湖、城镇道路各占地

1/10, 荒地占 2/10, 良田占 4/10, 将此作为土地使用和居民分布的法律规定。

随着人类文明的长足发展和逐步成熟, 那些朴素的生态环境观念渐渐地成为美学和艺术思想的组成部分, 自发地指导人类的实践活动。春秋时的著名思想家老子就提出: “道法自然”, 已朦胧地意识到人类的行为要尊重自然规律。中国传统建筑作为社会文化取向的物质形态表达, 很明显地反映出这一点, 例如包含中国传统文化精髓的私家园林: 室外空间中建筑与自然元素的结合极为精妙, 形成相互掩映的多变化、多层次的空间效果 (图 1.1)。这种人与自然的独特性使中国园林具有浓郁的抒情性, 所谓“深在思邈, 妙在情趣”^①。



图 1.1 建筑与自然巧妙结合的中国古典园林

资料来源:《中国古典园林分析》

1.2.2 现代建筑设计中生态理论的发展

19 世纪末 20 世纪初, 随着西方社会生产力的快速进步, 现代主义建筑无论在理论学说还是在工程实践上均得到了长足的发展,

^① 陈从周先生的原文是: “造园一名构园, 重在构字, 含义至深。深在思邈, 妙在情趣, 非仅土木绿化之事。”

各种生态理念在一些先驱建筑师的理论学说或作品里闪烁着光辉。

1863年,美国的奥姆斯特德提出了“景观建筑”(Landscape Architecture)的概念,强调建筑与自然景观和环境的和谐一致。

赖特被认为是“他那个时代或许也是任何时代的最有创造力的建筑师之一”^①。他将建筑视为“有生命的有机体”,并在他的各种文章、讲演中反复宣扬“有机建筑”(Organic Architecture)的概念。他认为“有机”主要指的是建筑与环境、建筑局部与整体之间的一种“统一”(Entity),与此紧密相关的是“自然”(Nature)——“不只是指‘户外的’东西,如云彩、树木、地形和动物生命,更是指它们的性质,如材料的性质,一个计划、一种情感或一个工具的性质”^②和“形式追随功能”(Form Follows Function)。除了理论上的思考,赖特的很多建筑作品也体现了生态学的设计原则,即作品必须同所在的场所、建筑材料以及使用者的生活有机地融为一体。例如位于亚利桑那州的西塔里埃森,作为赖特的工作室和私人住宅,建筑坐落在砂石荒漠中,周围种有仙人掌,粗砺的石墙消失在地坪深处,纵横交错的木架似乎是风沙涤荡后的残存,完全融入了浩瀚荒凉的沙漠环境(图1.2)。

另一位现代主义大师勒·柯布西耶的作品也蕴涵着环境哲理的思考。在早期,他凭借理性的分析研究现代建筑语言,受新艺术运动理论的启迪,将传统的建筑与景观之间的关系进行置换与取舍,这在当时的住宅设计中体现为选择平整开阔的建筑用地和白色建筑色彩——对周围环境起到衬托作用。1925年他提出了

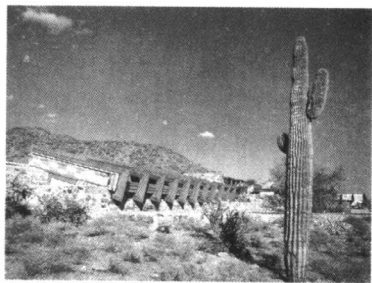


图1.2 西塔里埃森

(建筑仿佛沙漠的一部分)

资料来源:《生态建筑》

“新建筑五点”,其中的两点是底层架空和屋顶花园,按他的本意,这都是为了增加绿化,充分接触自然。他在1930年的阿尔及利亚

①、② 项秉仁编著,赖特.北京:中国建筑工业出版社,1995.引言、39页

“奥布斯”规划中,利用一些绵长的多层建筑取代常见的街坊组团,不仅将城市建设在巨大的鸡腿柱上,增加大片绿地面积,而且机动车占据其中一层,减少道路占用土地面积(图1.3)。

巴克明斯特·富勒(Richard Buckminster Fuller)同样对现代生态建筑理论做出了卓越的贡献。他致力于研究以最小消耗获得最大空间和高度可靠的结构体系,20世纪20~50年代,他创造了Dymaxion住宅和装配形球架(Geodesic Dome)(图1.4),被称作是迄今人类最强、最轻、最高效的围合空间手段,这也可以视为一种“自持续设计”。



图 1.3 阿尔及利亚“奥布斯”规划
(绵长的多层建筑取代常见的街坊组团)

资料来源: Le Corbusier Ideas and
Forms, Phaidon Press Limited



图 1.4 加拿大蒙特利尔世博会美国馆
(由球架组成的多面体张力构件穹隆,以材料省、
重量轻的组合覆盖空间结构而著称于世)

资料来源:《生态建筑》

1.2.3 当代建筑设计中生态理论的演化

(1) 生物气候学、城市建筑生态学和生态建筑学

1963年,V·奥戈亚(V. Olgyay)完成了《设计结合气候:建筑地方主义的生物气候研究》(Design with Climate: Bioclimate Approach to Architectural Regionalism),概括了20世纪60年代以前的建筑设计气候、地域关系研究的各种成果,提出了“生物气候地方主义”的设计理念,认为应该将满足人体的生物舒适感觉作为设计出发点,注重研究气候、地域和人体生物感觉之间的关系,