

高技术生态建筑

李华东 主编

鲁英男 陈 慧 鲁英灿 编著

天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

高技术生态建筑

李华东 主编 鲁英男 陈 慧 鲁英灿 编著

李华东 主编 鲁英男 陈 慧 鲁英灿 编著

天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

高技术生态建筑 / 李华东主编. - 天津: 天津大学出版社, 2002.9

ISBN 7-5618-1640-5

I. 高... II. 李... III. 生态学 - 应用 - 建筑
IV. TU18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 055833 号

组稿编辑: 陈家修

责任编辑: 陈家修

版式设计: 张雷冬

技术设计: 油俊伟

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨风和

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编: 300072)

电话 营销部: 022 - 27403647 邮购部: 022 - 27402742

印刷 深圳佳信达印务有限公司

经销 全国各地新华书店

开本 205mm × 260mm

印张 14.75

字数 520 千

版次 2002 年 9 月第 1 版

印次 2002 年 9 月第 1 次

印数 1 - 3 500

定价 160.00 元

前言

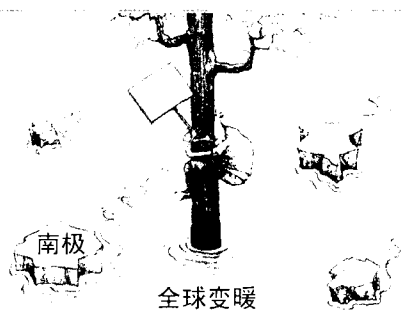
本书试图从建筑设计的角度为决策者、建筑师、工程师或其他需要这方面知识的读者提供一些有关建筑生态问题及设计方面的参考。生态建筑在技术层面上可以划分为三个层次，即低技术(low-tech)、轻技术(light-tech)及高技术(high-tech)。低技术生态建筑通过精确的技术分析，不用或用很少的现代技术手段来达到建筑生态化的目的；而轻技术生态建筑则通过最新的建筑技术来使建筑物更轻、更灵活，从而节省建筑材料和运输费用；高技术生态建筑则积极地运用当代最新的“高技术”来提高建筑的能源使用效率、营造舒适宜人的建筑环境，以更有效地保护生态环境。本书的主要注意力集中在“高技术”生态建筑方面。高技术建筑利用自然条件的技术手段不同于传统技术或普及性技术（低技术和轻技术）建筑，但这种不同并不表现在技术本身。高技术建筑同样需要经常使用一些传统技术手段来利用自然条件，所不同的是这种利用是建立在科学的研究分析基础之上，并以先进技术手段来表现。

高技术建筑是建筑中理性和科学的代表。在上个世纪50年代中，其注意力主要集中在高新技术的采用与构件的装配化、标准化方面；70年代则强调和表现工业技术；90年代开始蜕变，其方向是生态化。高技术建筑的生态化是建筑对当今世界生态危机积极、主动的反应，是建筑未来的主要发展方向之一。

在历史上，没有任何一个世纪比21世纪人类面临的环境威胁更为严峻。温室效应仍在持续加剧，大自然的能源循环体系已被破坏，夏天变得更热，而某些地方的冬天将变得更冷，降雨模式也将改变，干旱和洪水时常威胁着人们的生存。海平面在上升，大规模的污染在灭绝着某些生物种类的同时也在危及人类自身的安全。臭氧层破坏、酸雨、土壤衰竭、温室效应等以往的专业用语现在日渐为普通人所知。全球有限的自然资源正日趋枯竭，石油、煤炭等不可再生的资源行将耗尽，对这些资源的争夺已经而且确信还将导致纷争和战火。虽然现在谈论地球的生态机制将突然崩溃似乎有些危言耸听，但是毫无疑问，21世纪，人类和环境的关系已进入了一个危机四伏的阶段。

20世纪的城市基本上建设在功能基础之上，技术的进步和文明的发展使人们聚集到城市中。整个世界都相信经济主导的社会，由经济利益驱使而去建设。在“能源廉价”的时代，人们肆无忌惮地使用我们这个星球上的不可再生的石油、煤炭等能源，同时向大自然排放有害的“副产品”，人类甚至制造了以前自然界中从未有过的物质。经济的发展是建立在生态的破坏之上的，因而是不可持续发展的，结果就是可使用的资源越来越少，生态平衡正被破坏。所幸的是，人类现在已感到了这些威胁，并开始积极努力地应对这一挑战。

比起其他所有的人工产品来，建筑应对自然资源的消耗和环境污染负更多的责任。研究表明，建设活动消耗了最多的能源和自然资源。因此，有必要全面地、目光长远地认真审视我们为建设我们的生活环境而付出的代价。在这样的背景下，可持续发展建筑（生态建筑、绿色建筑）日益得到人们的



2002年4月传来南极某一冰盖大规模崩融的消息。这确实是全球变暖的危险信号。



吴乡政府办公楼

无须从社会意义、建筑艺术的角度去评价这一皇宫式建筑，单从生态和环境角度来看，其使用的材料、建筑的形式都是对自然环境相当不利的。如果需要拆除这些建筑，那么为建造它们而消耗的资源、能量以及拆除后无法重复使用的建筑垃圾、垃圾处理等的消耗又都为整个生态环境增加了更多负荷。然而，我们却还不知道每天有多少这样的“不可持续发展建筑”正在建造或建成！

重视，并试图通过对建筑这一主要的环境问题制造者的改变来维护并改善我们生活的环境。一个真正富裕的社会不应该依靠超过大自然承受能力的高度生产和消费，人们必须寻求一种舒适生活和环境保护互相促进的共存互利的关系。

然而，正如 Martin Pawley 观察到的，这些年在生态方面的努力和进步“并未造成生活方式的巨大变化，并且至少在建筑领域，并没有设计上的革命”。未来系统的主要成员之一，简·凯普里奇就认为，现在仍然没有真正意义上的绿色建筑，而且，现行的社会思维、法律制度、设计规范、建筑教育中“绿色建筑”的影响仍未普遍，“绿色建筑”甚至在某些著名建筑院校里仍然只被看做是和当年的“解构主义”等类同的“一种时尚”。

具体到中国，在建筑设计过程中真正进行了生态考虑的建筑仍然较少，人们还为建筑形式的追求和探索精疲力竭。其中的原因是多方面的。柯布西埃在晚年讲过一句不太被重视的话：自然是对的，而建筑师错了（The nature is right, the architect is wrong）。这句话从某种意义上讲也有一定的错误，因为建筑设计并不仅仅是建筑师的事，而是一个牵涉到社会方方面面的活动，任何一座建筑的出现都是多种因素错综复杂地共同作用的结果。另一方面，建筑设计中的绿色或者说生态考虑并不像玩弄主义那么简单，这将牵涉到建筑知识以外的物理、化学、工程学等大量的细节性问题，建筑师在这些方面的知识缺乏以及经验丰富并且态度积极的有关工程师的配合的不足都导致可持续发展建筑仍然只是一种空泛的口号，更不用提决策者、投资方甚至连“生态保护”这样的考虑都没有的情况。作为一个例子，某些房地产项目的广告上，“生态社区”被作为耀眼的“概念”和销售的“亮点”，而实质内容不过是大面积的草坪和大量的树木种植、非常低的建筑密度而已。如果社区建成后真的和广告所说一样（中国的消费者也许知道，很多地产广告总是做得比实际要好），从生态角度来讲，这样的社区以其大面积的土地浪费、草坪植被的养护所需要的水资源消耗及化学药品污染反而会增加环境的负担。这个例子也许只是个别的，但管中窥豹，我们社会中对于生态建筑和可持续发展的真正涵义和技术层面上理解的贫乏，仍然可见一斑。

然而，建筑师绝不应该以建筑设计活动的复杂性为借口来逃避自己在生态保护方面所应负起的主导性责任。由于科技应用水平的提高以及改造生态环境的迫切，生态建筑将成为我国新一轮城市规划和建筑设计的主题。建筑师或其他建筑相关工作者有责任首先在自己的思想意识中树立起生态的概念，并积极地了解和学习将生态的概念转化为实际建筑的方法，锻炼自己着眼于建筑的综合环境和气候因素并将其转化为高品质的空间、高舒适度的环境和完美形式的能力。

对建筑师而言，具体的专业知识，如关于能耗的计算、通风／光照效果的设计等并不需要也很难有非常精深的掌握。然而了解一些基本的技巧和要点对促进我们将生态意识转化为建筑的实体是非常必要的。本书就是基于这样的观点，用建筑实例来讲述建筑设计中的诸多方面，从设计前的环境影响

评估到设计中的总图布局考虑、内部空间和流线设计、建筑材料的选择以及建筑的通风、自然光照、外墙系统、供暖/降温设计、植物绿化等到建设过程中的施工能耗节减、建筑垃圾管理以及建成后的建筑运营管理、室内空气质量控制等等，以期能给建筑师或其他相关工作者一个基本的概念，并强化建筑师们对生态问题的敏感性和责任感。

事实上，生态建筑并不是新近发明的新鲜概念，人类和自然的关系贯穿了整个建筑的历史，而只是今天我们面临的环境问题使得这一方面更为紧迫。古希腊人在他们的庙宇周围设置柱廊来纳凉并制造空气的对流；阿拉伯人在房屋上设置斗形风口，将气流汇集到室内；著名的罗马万神庙利用产生“烟囱效应”的气压原理在穹隆上方形成低气压，通过外墙上的门洞将新鲜空气吸引到室内来。尊重自然是中国建筑最基本的传统之一，而现在是返回原来的出发点去加深我们对于环境的理解，并改正我们对地球生态环境的错误做法的时候了。

我们从本书也可以看到，建筑师的绿色设计其实只是实现建筑生态化中的一个环节，建筑项目的策划和建筑的运营管理等等都在建筑的环境影响方面起着决定性的作用（举个简单的例子，也许有读者曾见到过这样的情况：某些建筑中的“紧急出口”仅仅因为追求管理上的简单而用大锁锁上或者干脆封死。从设计图纸来看，这个出口满足了设计规范的要求，建筑师已经为人们在灾难中的逃生机会作了考虑，但实际上这些锁死的出口对灾难中的人们而言又会有什么意义呢）。在这种意义上，我们也许可以说，真正的生态建筑（无论被称作绿色建筑还是可持续发展建筑等等），其实都只能是首先在人、更多的人、所有人的思想意识中建成；当“环境保护”、“可持续发展”、“生态建筑”等字眼不再是工作报告或者投标设计说明中时髦但空洞的用语后，才可能真正地在我们的物质世界里取得成功——望本书能够为这一天的早日到来而起到积极的作用。

本书编辑的出发点虽然如此，但苦于人力、时间和资料收集的限制，遗憾乃至错误在所难免。这并不是书籍序言中常见的套话。事实上，虽然在开始时我们曾规划了有关生态建筑的定义、理论和发展历程、当今世界生态设计概述、建筑能源技术等等内容，但本书中因篇幅限制而未能收入。可持续发展建筑或绿色建筑只是建筑的一个属性，在不同的文化环境和地理环境中将有不同的内涵和表现，本书选择实例时尽量选择那些能反映不同的思考方式、具体的技术手段和处理方法的例子，但仍然受到资料来源的限制。我们希望读者批评、指正并提出建议（编者 E-mail: yahco1997@hotmail.com），谢谢！

目 次

第一部分 建筑设计的生态考虑

一 建筑与生态环境的关系	1
二 确定什么最重要	2
三 基本的考虑	3
四 能源策略	7
五 通风设计	11
六 自然采光及人工照明	14
七 植物和水的利用	16
八 建筑材料和设备	19
九 室内空气质量	21
十 建筑运营管理	23
十一 生态建筑元素举例	24
(一) 双层外墙系统	24
(二) 特朗布壁	26
十二 当代高技术生态建筑实践举例	27
(一) 理查德·罗杰斯	28
(二) 诺曼·福斯特	31
(三) 未来系统	33
(四) 杨经文	37
(五) 班特·麦卡锡	39
(六) 托马斯·赫尔卓路	41
(七) 约翰·克里斯丁逊	42

第二部分 高技术生态建筑选例

BRITISH PAVILION	46	SCOTTISH PARLIAMENT	144
GLASS HALL	52	NEW GERMAN PARLIAMENT	148
HALL 26	58	PORTCULLIS HOUSE	154
MENARA MESINIAGA	64	GREATER LONDON AUTHORITY	158
WESTERN MORNING NEWS HQ	70	UNESCO LAB & WORKSHOP	164
IONICA	74	NREL SOLAR ENERGY RESEARCH	
J.WALTER THOMPSON HQ	78	FACILITY	170
JOHN MENZIES HQ	82	LIBRARY & CULTURAL CENTRE	174
SCIENCE PARK	86	LAW FACULTY	178
RWE AG HQ	90	CENTRAL LIBRARY, DELFT	
BARCLAYCARD HQ	96	TECHNICAL UNIVERSITY	184
HELICON	98	YORK UNIVERSITY COMPUTER	
TOKYO GAS EARTH PORT	102	SCIENCE FACILITY	190
OFFICES FOR ELECTRICITÉ DE		NATIONAL GYMNASTICS CENTER IN	
FRANCE	108	ALICANTE	194
BRE OFFICE OF THE FUTURE	112	STADIUM AUSTRALIA	198
MATSUSHITA ELECTRONIC	116	SAPPORO DOME	204
COMMERZ BANK HEADQUATERS	124	THAMES TOWER	212
DAIMLER BENZ OFFICES	130	EDEN PROJECT	216
清华大学建筑设计研究院办公楼	134	建筑生态设计 CHECKLIST	222
IGUS FACTORY	140	参考文献	225

第一部分

建筑设计的生态考虑

一 建筑与生态环境的关系

在当代建筑中，由于生态气候学和可持续性发展标准的引入而带来的变化，使得建筑的生态化、可持续化显得越来越重要。建筑的可持续发展意味着将来的建筑学不仅仅要考虑建筑物的耐久性，同时也要考虑我们的星球本身及其资源的耐久性。评价一座建筑生态品质的标准主要着眼于它对环境、气候等综合因素转化为高品质的空间、高舒适度的环境和完美的建筑形式的能力。

目前生态建筑已经引起了广泛的关注，而且在不久的将来可持续发展与能源保护必然将深入到建筑设计的核心。建筑与环境保护、可持续发展的关系已变得和传统的要素，如功能、空间、形式等同样重要，而且将会影响到建筑最后的形象。所谓的“绿色设计”是内在的、本质的考虑。而且这种考虑应该贯穿到整个建设过程，从最初的项目可行性论证、环境影响评估及环境策略的制订，到建筑设计、施工，直到建成后的运营管理，甚至还需要考虑到建筑拆除时的材料可回收使用性、垃圾管理等问题。

在所有这些过程中，作为有责任的建筑设计者，其任务和努力具有深远的意义。建筑师必须尽力发挥对城市规划、建筑概念和设计的更为有力的影响，设计过程中对总体布局、体量形态、空间构成、自然通风、采光、建筑管理等方面的考虑将直接关系到建筑在生态保护、能源节约方面的表现。因此，下面将就建筑设计生态考虑中的各主要方面进行简要的介绍，为建筑工作者提供一些基本的参考。

分析研究表明，大约一半的温室效应气体来自与建筑材料的生产运输、建筑的建造以及运行管理有关的能源消耗。建设活动还加剧了其他问题如酸雨增加、臭氧层破坏等。根据欧洲的有关数据，建设活动引起的环境负担占总环境负担的15%~45%。在英国，制造和运输建筑材料所消耗的能源占全国总能耗的10%，而仅建筑照明就占总能耗的20%~40%。整个欧洲所消耗的能源大约有一半用于建筑的运行，另外25%才用于交通。这些能源大部分来源于日益减少的不可再生的原油，因此这样的能源消费模式已不太可能持续很多代。而且，石油转化为能源过程中产生的有害物质排放也加剧了对环境的负面影响。尽管这些问题早已成为常识，但人们一直并未给予建筑的生态问题以足够的重视，直到70年代早期出现的石油危机使西方经济突然陷入一种“外来冲击”中，绿色建筑的概念才逐渐提

图1：建筑生命周期能耗构成示意图。

建设活动往往是一个国家国民经济中的重要组成部分，其对生态环境的影响有隐性的（如建筑材料的制造和运输）和显性的（如使用过程中废气、废水的产生）两方面，而且这些影响是互相作用的。因此对建筑生态问题的考虑应该贯穿建设活动的整个过程，才可能取得良好的效果。

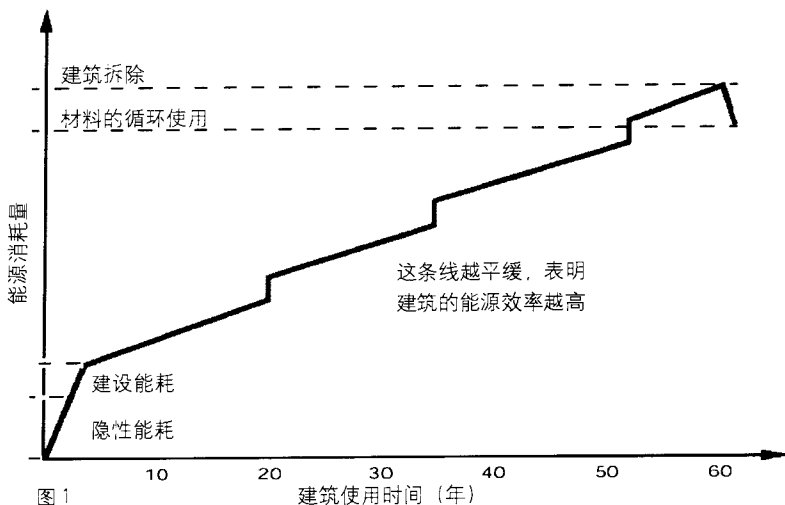


图1 建筑生命周期能耗构成示意图

图 2

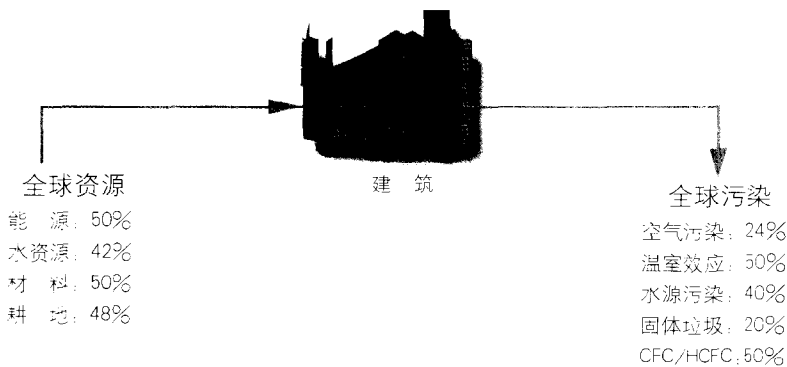


图 2. 建筑与生态环境的关系图。

有关研究数据表明, 整个世界当代建筑活动消耗的能源占总能耗的50%, 占用48%的耕地(这一比例在中国有可能更高); 同时成为最主要的污染源。

出、确认并得到发展。

建筑在影响着自然环境, 自然环境反过来又对建筑施加影响。如果没有积极的应对措施, 没有广泛统一的行动, 将导致灾难性的恶性循环: 恶化的自然环境将对人工环境提出更高要求, 而为保证人工环境质量所需要的能源和材料消耗又将导致自然环境更加恶化。过去 30 年中, 由于对日益增长的环境危机的经历和对未来环境问题的忧虑, 人类与自然世界的关系已得到了相当的重视和反思。从宏观上来说, 可持续发展问题、能源消耗和环境主义已被全球多数政府以及许多民间组织所强调; 从个人角度来说, 个人环境意识已经引起了绿色消费意识和更为环保的生活方式。

在中国, 随着经济发展、人口膨胀和城市化进程的加快, 对建筑的需求量也越来越大。城市中的建筑高度与跨度不断加大的同时, 建筑内部空间向巨型化发展; 功能向复杂化、多样化发展; 机械设备向密集化发展。一旦在生态技术策略上出现失误, 大量的建筑就很可能成为“耗能大户”, 对资源的浪费和对环境的污染将是十分严重的。因此, 对建筑的生态

态化给予充分的重视并积极推广和扩大绿色设计的范围和影响, 对我国国民经济的可持续发展乃至国家的资源安全都将有特别重要的意义。

二 确定什么最重要

虽然我们可以说, 一座优秀的建筑必然是绿色的, 然而绿色建筑如果只是停留在论文和设计图纸上的空谈, 那么它仅仅是消耗了计算机电能和浪费了打印纸张(这显然就不符合绿色环保的精神了), 并没有真正给我们的环境带来好处。实际情况是, 简单地增加一个“可持续设计”的目标很可能就给建筑师增加了一副重担, 因为比起以前的设计来, 要做到建筑的绿色化显然需要付出更多的努力, 需要更多的知识和技能, 而且很可能在一开头就会遇到难关——甲方(业主)对绿色建筑根本就不感兴趣甚至持反对态度(因为建筑的绿色化往往导致额外的建设成本)。

对于建筑设计、建造过程中所牵涉的众多因素, 很难有一个标准去衡量哪些因素是重要的, 哪些是次要的。因为环境问题本身就是非常复杂而且互相作用的。建筑材料、产品、系统的优秀性能并不一定能对环境有利。必须注意的是, 各国、各地区对可持续发展的理解不尽相同(可持续发展思想中就包括尊重地区和文化差异这一点)。尽管困难重重, 我们也应该树立全局的、长远的观点, 来积极地进行生态建筑实践。

生态保护的范围应该是全球性的。比如, 在英国使用热带雨林出产的木材来建造房屋, 不会对英国的植被造成直接伤害, 但却可能破坏了某

片热带雨林。而且生产和运输这些材料将会花费更多的能源和产生更多的废弃物。从全球的视点来看,这不利于整体的可持续发展。自然资源的保护将会与其他需要相冲突(如果不用这些木材,可能会影响某贸易公司的收益),设计者应该和甲方就各种矛盾进行协调。又比如,一个铺满草坪的屋顶可以作为一个重要的环境因素和设计亮点,建筑在视觉上确实“绿色化”了,然而屋顶草坪的维护和管理可能造成更多的花费以及资源的使用(如灌溉用水),因此在做出选择时要充分考虑。遗憾的是,关于环境影响的定量数据性分析和系统化分析方法仍然发展得不够,很难帮助设计者和业主精确评估为实现建筑的生态化而付出的短期代价和远期利益。

然而,绿色设计、可持续发展毕竟是时代的潮流,需要建筑师积极应对,以解决各种设计目标和现实条件之间的冲突。例如,建造热绝缘性良好的玻璃幕墙要花费更多,在某个特定的时刻看起来是不经济的。因此,设计过程要综合考虑各种矛盾和冲突,不同的因素在不同的项目中应该具有不同的优先级,最后的设计结果只能是一种平衡。在设计过程中,要做的第一件事,也许就是确定在具体的项目中,哪些目标是最重要的。

对一个有生态观念的建筑师而言,生态设计的第一步是和甲方沟通,如果其建设计划中有不利于生态环境的部分,则应尽量劝说其改变或改善。这样做虽然可能会提高造价或者牺牲一些想法,但为绿色建筑而做出的“牺牲”将会得到回报。虽然这种回报并不一定立竿见影,但对我们的环境和子孙后代来说,却是相当重要的。

三 基本的考虑

建造一座“永恒”的建筑曾是建筑师们的梦想,然而在全球环境压力面前,对建筑使用期限、建造目的等的看法正在逐渐改变。在着手一个项目之前,也许建筑师应该和甲方一起讨论一下这一建筑是为何而建造?原有的建筑是否确实已经不能再用?是否采用修复或者改造一座建筑的方式更有利于环境保护和资源节约?在项目开始前进行一些目光长远的考虑是非常必要的,如果要建新的建筑,那么保证建筑能够长时间使用也是同样有益的。如果建筑盖了又拆、拆了又盖,再拆再盖,虽然对维持一种热火朝天的建设场面会有很大帮助,但却无益于环境质量和人们生活的方便。关于建设前的考虑,可以参考如下一些方面。

—— 确定合理的建筑规模。通过精心的设计,高效率地安排和使用空间,避免大而不切实际的建筑尺度、不必要的豪华装修,可以减少资源的浪费和维护管理这些建筑的费用,从而有益于环境保护和社会的整体利益(也许有建筑师曾遇到过这样的甲方。他们说:我们有钱,我们盖得起,我们要的就是大规模、超豪华的气派。至于某些装修华丽、气派不凡的“希望小学”,就更是一种令人啼笑皆非的滑稽剧。当然,这是本书无法讨论的问题)。

—— 充分重视现场调查和分析。在设计过程的初期要对用地资源进行仔细的评估,了解光照条件、风玫瑰、微气候环境、排水模式、土壤成分、植被、水资源等的情况,让这些

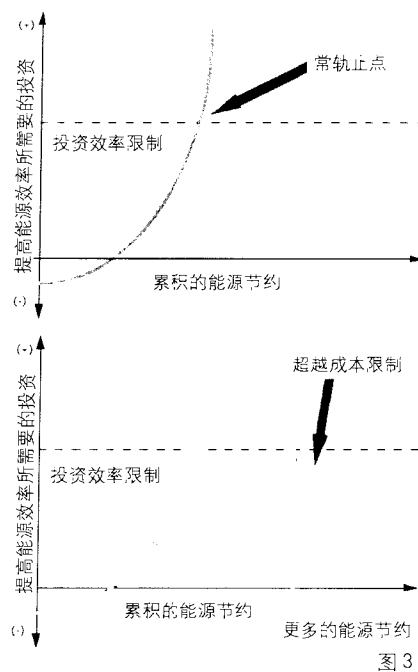


图3: 建筑绿色化成本和经济效益。

对技术含量较高的建筑(高技术建筑)而言,实现建筑的绿色化、生态化当然要比常规建筑投入额外的成本,然而随着建筑建成使用后时间的推延,其能源节约、环境保护措施带来的经济效益将越来越显著,在某个特定的时刻累积的经济效益将超过为建筑绿色化而付出的额外成本。

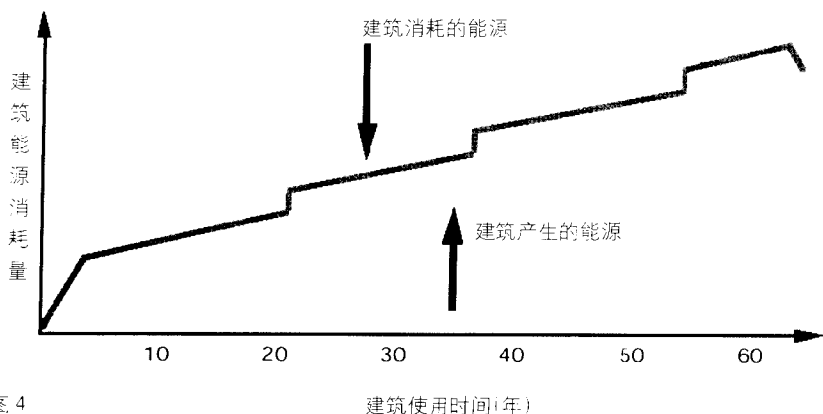


图4：建筑能耗与能源生产。

当建筑自身产生的能源和消耗的能源持平时，就达到了理想的“可持续发展”状态。

目光应超越用地红线，从更广的范围来评估工程对周围环境的影响；同时尽可能考虑建筑对用地附近一定范围内的生态系统、野生动物栖息环境等的影响。建筑所在场地的地形、植被、水体等自然要素、景观等是构成自然生态系统与场地特质的组成部分，特定的地形地貌本身就是一种自然风景资源，这一点今天已被愈来愈多的人所认识。但是，在很多情况下我们仍旧使用推土机一类的现代化设备对地形、地貌进行大规模改造，因为平地被认为是实现施工合理化的最经济的先决条件。这种技术至上的做法使土地原有的格局和价值遭到破坏，还可能导致水土流失、环境污染、动植物栖息生长地破坏等生态问题。

—— 将“绿色”作为重要的设计目标。考虑在建筑中使用高效率的热绝缘措施、高性能的窗户、紧凑的维护结构等以减少建筑对材料和能源的消耗。不仅仅要考虑建筑本身，还应该考虑建筑施工过程、建成后运营管理中的能源效率。

—— 赋予建筑使用可再生能源的能力。积极主动地尝试去利用被动式

太阳能、自然光照、自然通风和降温。考虑太阳能光电转换系统，或者在设计中为这些系统的安装留下余地（当然，太阳能光电系统目前仍然比较昂贵，但以后也许有用得着的地方，所以留下安装空间可能性是明智的做法）。

—— 理智地使用材料。减少材料浪费，确定合理的层高和建筑尺度，使用先进的结构系统或更精确的结构设计，简化建筑不必要的形体变化以避免建筑结构材料的过度浪费（但那需要付出额外的劳动，很多工程师并不打算花时间去作更精确的计算。举例来说，其实在保证安全的前提下，并不总是需要配那么多钢筋）。

—— 总图设计。总图设计应考虑建筑形式和总体布局有利于太阳能的收集、有利于减少热损失。房间应根据其对热环境的需要分区配置。

—— 高效率地用水、低维护费用的造景设计。传统的草坪、树木栽植对水、杀虫剂等的需求量很大，容易造成水资源的浪费和环境污染问题。造景设计中使用耐旱植物、本地植被，耐久性好的地面铺装材料都有助于减少维护管理费用和能源消耗。注意挖掘灰水的潜力，例如从屋顶、水箱、淋浴间等排出的水可以回收作为灌溉用水。如果现行的建筑法规限制灰水的循环使用，那么考虑留下管道，以利于将来的改造。

—— 充分利用和保护用地上的植被。建筑周围的树木或其他植被可以有效地降低建筑室内的热负荷。灌木篱墙、树林等可以阻挡冬天的风，或在夏季降低进入建筑内部的空气的温度。

—— 为垃圾回收使用创造良好条

件。垃圾桶的配置不要随意，而要考虑使用者的方便(一个遥远的垃圾桶也许会妨碍人们靠近，而将手中的可乐瓶子随手一丢)。在建设过程中循环使用废弃的材料和垃圾，仔细计划材料的使用，都将对减少建筑垃圾的产生起到作用。

——设计的耐久性。将建筑对环境的影响考虑得长远一些，建筑结构的耐久性要好。建筑形式和内部布局要有超前的考虑，赋予建筑长期使用的潜力。考虑建筑构件在拆除后循环使用的潜力。

——避免潜在的健康危险。避免使用含有有害物质的建筑材料、装修材料；设计可防昆虫进入的建筑节点，以减少杀虫剂的使用等。

——充分利用旧建筑。有意识地延长现有建筑的使用寿命。对于要拆除的建筑，考察并选择可重复使用的材料和构件运用到设计中去。改造和使用旧建筑天然地要比在未开发的地点建造的建筑好。在中国，大量的农田被盲目用来建各种并未经过充分论证的“经济开发区”，现在耕地资源的急遽减少已经对我们发出了严重警告。

——减少对机动车的依靠。将建筑配置在临近公共交通的地方；或者移岸就船，完善公交系统，鼓励自行车的使用(在我国，自行车的使用显然不是受到鼓励的结果，而是经济因素的限制)和步行，配置完善的后勤服务设施。在家工作也有助于减少交通量，建筑设计时考虑在家办公的需要而进行布局和设置网络系统等。

——资源保护。选择耐久性好、品质可以保证的建筑材料和产品可以延长建筑的使用寿命，最大限度地发

挥材料的潜力，也是绿色设计中的重要一环。考虑建筑构件和设备在使用周期中更换的便利。将材料重复使用直到其性能和寿命的极限是比较有效的方法，可以避免使用更多的材料和产品。这样做虽然在设计新楼时会束缚一些构思的展开，但好处也显而易见。建筑材料得以充分利用，为生产、加工和运输这些材料而消耗的能源、施工过程中产生的废弃物都大大减少了。

某些建筑材料一旦制造出来，其生命周期几乎是无尽的，例如以前在中国普遍使用过的粘土砖，只要其质量未被破坏，几乎可以一直使用下去。现在已经禁止粘土砖的生产和使用，无疑是一个重要进步，可以避免建设活动蚕食我们日益紧缺的耕地。但对于原有的粘土砖建筑，拆除时很少考虑其重复使用的可能性，不但造

图 5: BRE 办公楼外景。

由于需要拆除地上原有的建筑，建筑师在设计新楼时充分考虑了拆除下来的建筑材料和构件的使用，最后原有建筑材料和构件的利用率达 96%。



图 5

成了资源的浪费，也产生了大量的建筑垃圾；而制造新的建筑材料同样要消耗其他资源。

耐久性较好的材料还有另一个好处，即其发散出的有害物质一般来讲要少于非耐久性材料；维护和管理它们也相对容易得多，从而减少重新粉刷、油漆它们所需要的不利于环境保护的化学物质的使用。

—— 加强对污染的控制。就一般情况而言，从源头防止污染的产生所需要的花费只是从空气、水、土壤中清除污染所需花费的四分之一，这对室内外空气、地表、地下水中的污染而言都是一样的。因此，保护室内空气质量最明智的办法就是消除、减少、替代、隔绝会产生污染物质的建筑材料。材料选择要考虑室内环境质量以及功能要求、艺术形象、体量大小、化学构成、耐久性、清洁管理等的要求。

在空气湿度较大的地区，设计高

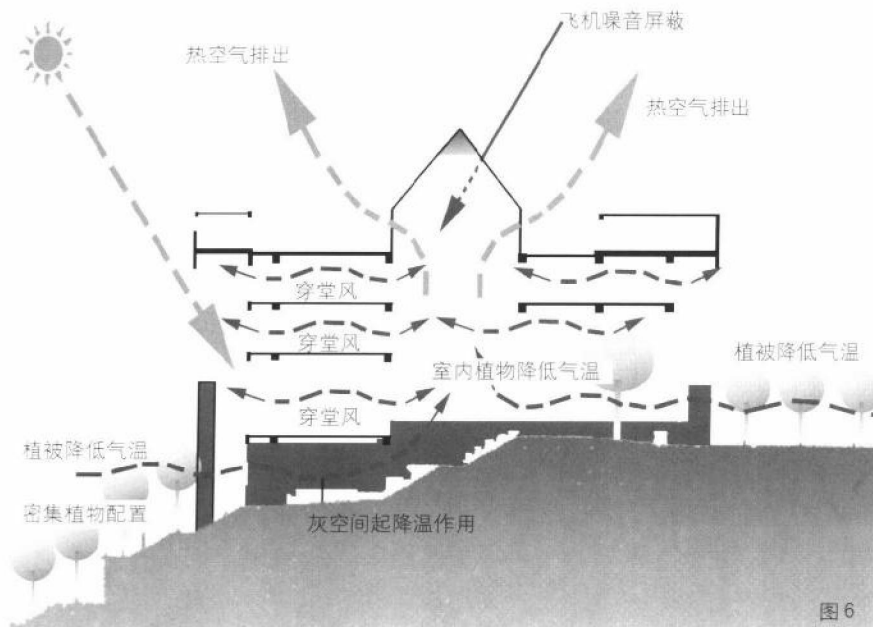
效的防潮措施，防止湿气通过管道、空洞或渗透性材料进入室内，减少室内水汽的产生量，这样可以避免室内微生物的繁殖，提高室内的卫生质量，也有助于延长建筑的使用寿命和内部设备的保护。

—— 注重能源策略。减少能源消耗的第一个方法应是设计良好的维护结构，包括较好的建筑密封和绝缘性能、密封性好的开口、孔洞，空气流的引导和控制、建筑室内外及室内不同部分之间的热量流动控制。这并不是意味着减少通风，只是说减少对空调通风的需要，避免不必要的热量损失或者集聚。能源保护将提供更舒适的室内环境，这是非常重要的，可减少潜在的能源消耗，从而保护整个环境（如用电的减少意味着用来发电的煤、天然气等资源消耗量的减少），也有助于减少酸雨、臭氧层破坏等自然环境问题。

—— 提高设备的能源效率。在需要耗能设备的地方（如风扇、水泵、马达、家电等），选择效率高的设备是很重要的。最好的和最差的设备之间能耗差别往往非常显著，因此设备的选择也是绿色建筑设计的重要一环。采用先进的自动控制系统和使用周期能源消耗分析技术将有助于提高建筑的能源效率。

—— 总体的、综合的设计观念。建筑设计中综合考虑各种因素——物理的、化学的、生态的、社会的环境，以满足人的身体和心理、精神方面的各种需要。设计中的环境综合考虑将不仅包括室内空气质量，也包括热舒适度、良好的光照、声学环境以及空间大小、关系等。符合人类需要的（使用者、管理者、参观者）建筑将不需要

图6：香港 JOCKEY CLUB ENVIRONMENT 大厦生态环境分析。



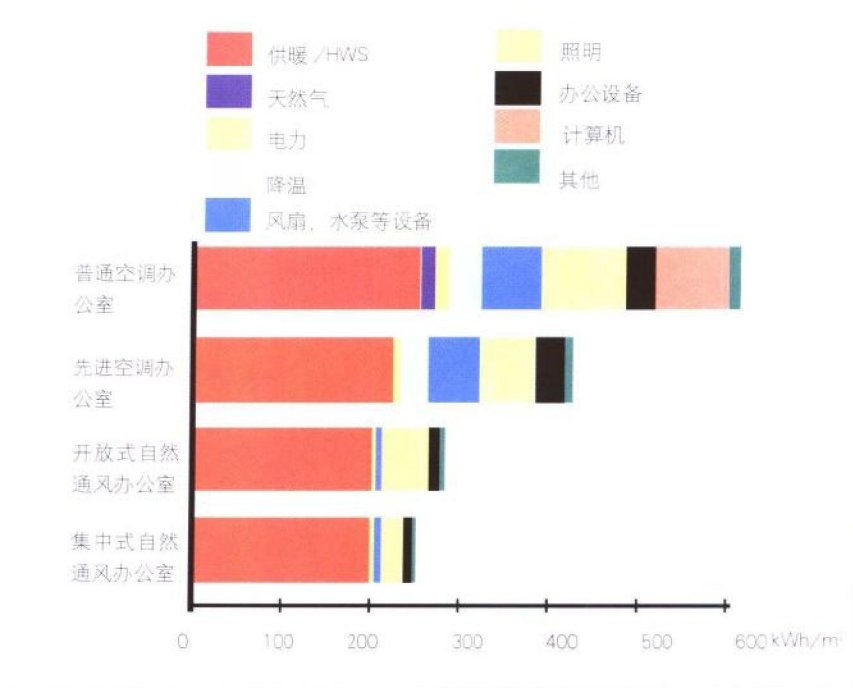
的原则使生态建筑把提高资源能源的利用效率和减少污染, 保护生态环境这二大课题结合起来, 以最低的成本、最少的污染换取最大的社会经济环境效益。

建筑的能耗一般包括隐性消耗、建设过程中的消耗、建成后运行管理的消耗、拆除建筑所需的能耗其他几方面的能耗早已为人们所重视，而隐性能源消耗则通常在人们的视线之外。这部分能耗是指建筑材料生产、制造、运输等过程中发生的总能耗，因此隐性能耗相对来说是不明显的，但是其总量其实相当可观。例如，从印尼将木材运到瑞典将比使用本地木

四 能源策略

高效清洁的能源是生态建筑设计的重要目标之一。建筑业是材料与能源的高消耗、对环境高污染的产业。高效意味着生态建筑在整个生命周期中尽可能提高资源和能源的使用效率,减少材料和能源消耗,积极采用洁净能源和再生材料;清洁意味着生态建筑要减少排放废物、废水、废气,使废水、废物无害化、资源化,实现废物的再利用,最大限度地减轻对自然生态环境的污染和破坏。高效清洁

图 7: 办公室能耗构成分析



材多消耗约20倍的能源。生产一吨钢材将消耗大量的电力，如此等等。因此，为了使建筑有更好的环境表现，这部分能耗也应予以充分重视，在建筑设计中通过积极手段去减少它。

办公楼通常是能耗较大的一类建筑。上个世纪80年代的封闭式玻璃办公楼中，能耗达到 $400\text{kWh}/\text{m}^2\text{y}$ ；而当今设计得比较好的建筑可以达到 $100\text{kWh}/\text{m}^2\text{y}$ 的目标。建筑设计应最大限度地提高室内环境的舒适性，而尽可能地减少基于石油的不可再生能源的消耗。诸如高绝缘性、热体量、被动和主动式太阳能的利用，自然照明、自然通风、自备电机发电、季节性能源存储等手段都是很有帮助的。

分析研究的结果表明，通过积极的建筑设计将能减少建筑 80% 左右的能耗，因此建筑的节能潜力将是非常可观的。然而，如何将这一潜力转化成现实的能力？在考虑建筑的能源策略时，可以参考如下一些要点：

—— 在城市规划、建筑选址时尽量考虑利用公共交通的便利。在国

外一些绿色建筑中，甚至只允许通过公共交通手段到达，并通过良好的停车场设计、自行车保管等手段来积极鼓励自行车等交通工具的使用。减少私人汽车的使用量意味着汽油等不可再生能源的节约以及二氧化碳排放量的减少。

—— 最大限度地使用被动式能源系统来减少主动式系统对能源的依赖。

—— 建筑最主要的立面最好不要朝向主风向，以减少建筑的热负荷。

—— 考虑采用可回收热量的通风设备。

—— 安装高效率的照明灯具和电气设备、采暖和冷却设备等。高效的设备可提供超过传统设备的经济上和环境上的优点。

—— 积极利用清洁能源。太阳是我们最根本的能量来源。没有太阳光，矿物燃料(煤、石油、天然气等)是无法产生的。但是太阳也可以被当作无穷无尽的能源来直接利用。现有

图 8：未来的综合能源系统示意。

未来的建筑将使用更多的清洁能源，如太阳能、风能、潮汐能、地下冷/热资源等。传统的耗能模式将会发生根本性的改变。

图 9：能源的季节性存储原理。

在夏季，将温度较低的深层地下水泵入建筑，通过热交换器来给进入室内的空气降温。水温升高后被泵入热水箱。在冬季进行相反的操作，将热水泵入建筑供暖，冷水泵回冷水箱中存储。

图 8

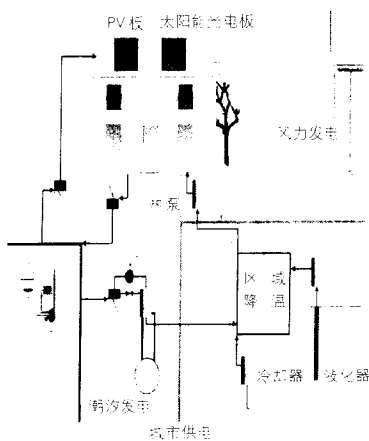
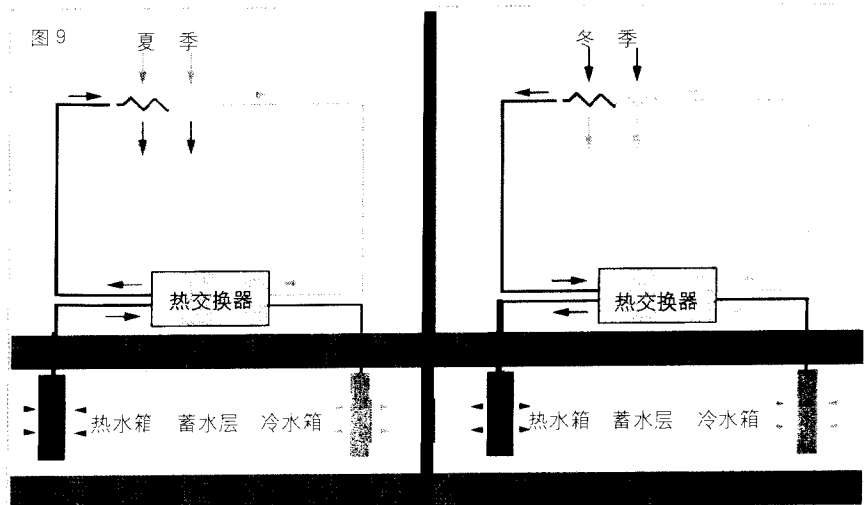


图 9



不同的方法可以使太阳能转换成电(光电系统)或热能(光热系统)。此外,已经有更多的系统开发出来,它们可以让太阳能在建筑物自然的(非机械的)冷却/供热系统里起到重要的作用。例如,利用太阳辐射热造成的局部的热量差可以引起气流从而让建筑物自然地通风。在利用太阳能时,可考虑如下一些方面。

- * 在确定建筑的朝向和设计主立面时考虑各个季节太阳的高度和方位;考虑用地的朝向和坡度。
- * 考虑用地周围建筑物对阳光的遮挡情况。
- * 考虑用地周围植被潜在的遮阴效果。
- * 采用的玻璃种类以及玻璃窗的分布和立面形象的关系。
- * 考虑内部空间的热需要与太阳

- 热的关系。
- * 使用计算机系统对日照效果进行分析。
 - * 如果可能,使用模型来研究自然采光的效果。
 - * 考虑一年中太阳轨迹和主要立面的关系、用地的朝向和坡度、外墙的形式和开窗面积、位置等。
 - * 充分利用南立面来搜集太阳辐射热并以电能、热能等形式存储起来。
 - * 采用固定的或者可动的遮阳装置减少日光直射,防止室内过热,从而减少空调系统的负荷。

——地热的利用。大地所蕴含的热量和温度为我们提供了一个恒定、安全的可替代能源选择。这种热量来自地球深处释放的巨大能量。有资料显示,每年人们可以从地表层获

图 10: 一般办公建筑的能耗构成。
图 11: 办公建筑的节能途径及效果示意。
图 12: 植物太阳能收集方式。

随着研究的深入,技术工作者发明了多种方式来利用太阳能,图示即为在丹麦进行试验的一例。它利用了温室效应,当太阳辐射热使室温升高时,植物蒸发量加大,蒸发的热水汽被冷凝器冷却,而冷凝器中的水被加热,热量通过热泵循环到供暖器中为室内供热。

