

低碳型绿色建筑实践

The Practice of Low Carbon & Green Building

撰文 栗铁 夏伟 黄献明 清华大学建筑设计研究院有限公司

建设生态城市、营造生态社区、推广绿色建筑是城市可持续发展的必由之路，这已成为越来越多人的共识。从定义上来看，绿色建筑是指在建筑生命周期内消耗最少地球资源、使用最少能源、产生最少废弃物的舒适健康的建筑物，这就要求必须做到资源节约、环境友好，并强调“以人为本”，追求“人-建筑-自然”的和谐统一。

从低碳生态城市碳平衡模型（图1）可以看出，建设可持续城市必须从两个方向做出努力：1）减少碳源，包括资源节约和能源结构低碳化，以及城市各系统的高效运行和低碳排放；2）增加碳汇，包括保护好森林、海洋、湿地，改良土壤，植树造林，发展贝藻养殖等。实际上，这些就是建设低碳生态城市的主要内容。

低碳建筑与绿色建筑相比，绿色建筑主要围绕“四节一环保”，注重技术策略的集成和标识性，而低碳建筑则强调能耗控制和能源低碳化，两者的结合就是低碳型绿色建筑。

低碳型绿色建筑的发展路径（图2）是：以生态位原理（适宜生态位、生态位分离、潜在生态位等）和木桶原理（接长补短、展宽长板）为指导思想，以低碳为关键抓手，采用被动优先与主动优

化的实施策略，协同整合植被碳汇、加强外围护性能、被动优先的室内环境控制、能源结构低碳化、水资源的循环再生和废弃物的资源化等低碳技术策略，达到低碳、零污染、高效宜居、持续发展的目标。以下结合具体案例来说明。

1 实践案例——青岛天人环境集团生态办公楼

“绿色”概念强调实事求是和因地制宜。中国幅员辽阔，各地差异性极大，因此绿色建筑的设计要根据各地的不同条件采用不同的设计策略。

从气候分析来看，青岛地区在过渡季节、夏季部分时间段可以通过自然通风的方式来获得舒适度，而在冬季，围护结构的加强节能作用比较明显。在方案的具体设计过程中，遵循了从规划布局、单体设计到构造（细部）设计层面的“绿色”设计原则（图3~5）。

1.1 场地规划和建筑布局——生态补偿、保留自然地形、自然采光和通风

（1）生态补偿：在本设计中主要体现在减少对环境、自然地形的破坏，尽可能利用自然资源，通过屋顶绿化、垂直绿化形成生



图1 低碳生态城市碳平衡模型



图2 低碳型绿色建筑的发展路径



图3 青岛天人生态办公楼总平面图



图4 鸟瞰图和绿色策略示意图



图5 建筑外观

态效益对环境进行补偿。

(2) 保留自然地形：减少场地整治费用，同时减小对自然环境的破坏，创造出良好的景观条件。

(3) 自然采光和通风：主要建筑物按南北向布置，既保证了建筑有良好的朝向，又在具有良好外部环境时段，将风压作为实现自然通风的主要手段（图6，7）。

(4) 较小的体型系数和优化的围护结构：建筑体型系数控制在2.4；外保温墙体的传热系数 k 值为0.46；外窗玻璃窗， k 值为2.4；屋顶部分均为绿化植被屋面， k 值为0.46。

1.2 功能布局——办公融入自然景观，增加绿视率，生态舱+生态核

建筑的室内空间中加入了“生态核”——绿化中庭这一元素（图8）。生态核的主要功能为：夏季实现“烟囱效应”，冬季体现“温室效应”，而中庭中的微型植物群落可增加人的“绿视率”。

生态核南面利用太阳能光电板作为水平遮阳，冬天自然光和热可最大限度地透过玻璃，夏天可以既遮阳又阻止玻璃得热（图9，10）。

1.3 建筑外观——生态措施的结晶，绿色+遮阳

南立面的绿化遮阳组合包括能够遮挡垂直阳光的水平遮阳和可

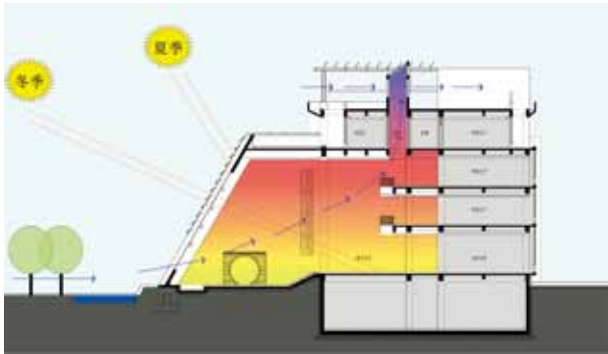


图6 剖面热压通风与日照示意图



图8 生态核内景

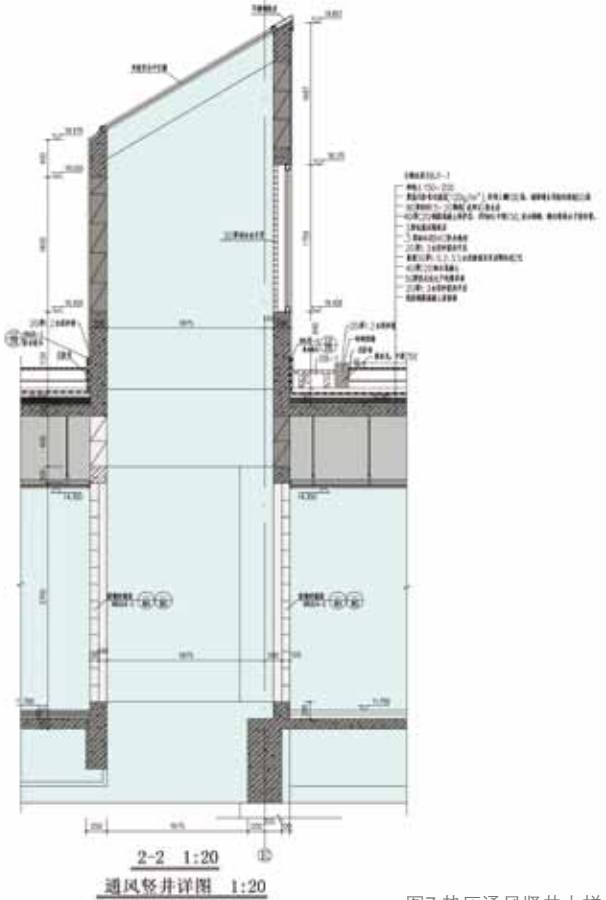


图7 热压通风竖井大样

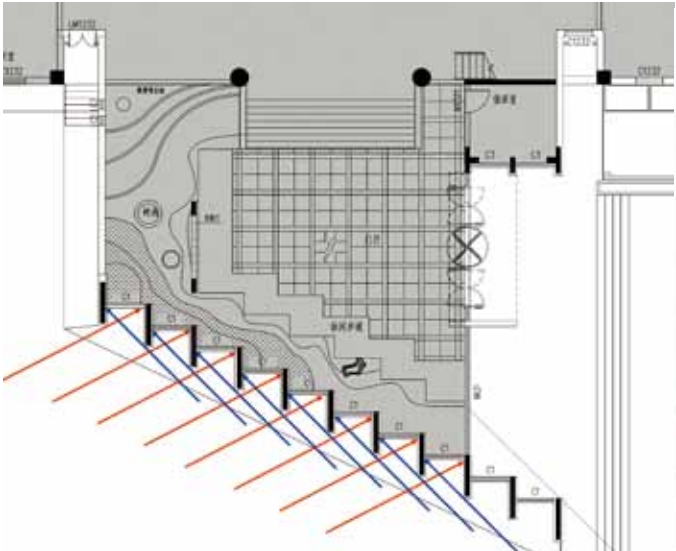


图9 建筑构件遮阳示意

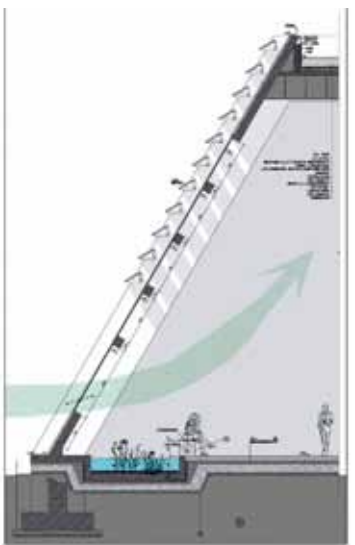


图10 南立面生态核光电板遮阳示意



图11 南立面的水平遮阳
(9月30日下午两点)

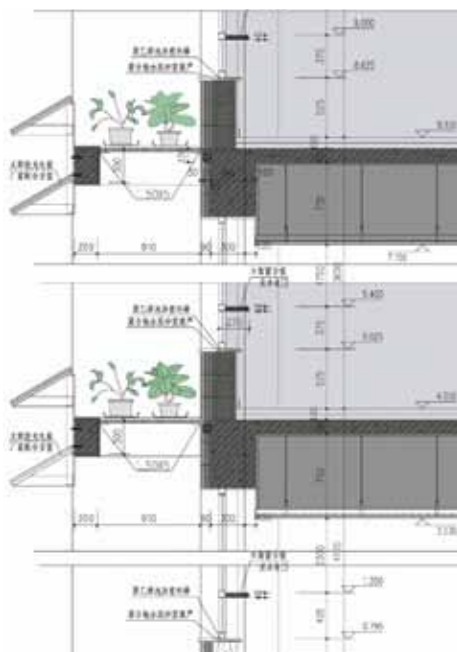


图12 绿化遮阳组合系统大样



图13 污水处理过程



图14 下沉庭(给地下一层采光)



图15 能源屋顶



图16 光导管下的办公区

以有效阻挡夏季强烈阳光的悬挑绿化走廊, 既使窗外绿意盎然, 也增加室内办公的舒适度(图11, 12)。

1.4 室外空间——生态化的场地特征再现

水的再生与回用是环境保护、水污染防治的主要途径。设计中将厕所的污水收集流经水生植物和各种微生物及原生物组成了一个独具特色的人工湿地系统, 污水在这里经沉淀吸附、氧化还原和微生物分解等作用, 处理成景观用水(图13, 14)。

1.5 能源屋顶: 光电+风电+屋顶花园+光导管

屋顶可再生能源系统由小型光伏电池组和3组5kW微风启动的聚风型风力发电机组构成(图15)。光导管可直接采集自然光至四层的走道中, 减少了白天照明用电(图16)。屋顶绿化能减少建筑物的得热, 间接降低建筑的空调能耗。

1.6 其他措施

垃圾分类收集: 本案中还尝试垃圾分类收集的采用。有机垃圾直接收集现场处理制作沼气(公司研发使用), 无机垃圾设置分检。

1.7 建成效果与经验总结

本案做了如下的有益探索: 一是通过气候分析得到某个地区的气候“主要矛盾”, 并以此为基础展开设计; 二是在设计的各个层面全面考虑绿色设计; 三是逐步认识到各种评估模拟软件的运用对于绿色建筑设计的修正指导作用; 四是考虑如何将技术实现手段与建筑美学更好地结合在一起, 以及如何以此为基础与非专业人士就绿色建筑进行推广。

2 实践案例二——联合国工业发展组织国际太阳能技术促进转让中心

项目位于黄河北岸的兰州市城关区中心滩西侧, 南临黄河, 北靠北滨河路, 东邻即将建成的兰州会展中心, 与水车园、体育公园隔河相望, 主要由国际会议中心、国际办公、实验研发、接待服务等四类功能组成, 总建筑面积 13 976 m²(图17, 18)。其中国际会议中心位于场地东南侧, 由国际办公、实验研发和接待服务共同组成的中心主楼位于场地北侧, 其中实验研发部分与接待部分(标准客房76间, 150床)分别位于主楼的东、西两段, 国际办公部分集中设置在主楼的三层, 人防(抗力等级为核六级, 作为战时二等人员掩蔽部)及辅助性设备机房位于接待部分地下层(图19)。凝重浑厚的实验研发主楼与晶莹剔透的国际会议中心形成鲜明对比, 在隐喻厚重的西北文化传统和黄土高原地质特征的同时, 烘托出黄河岸边璀璨“明珠”的建筑意象(图20)。

2.1 节能技术策略

该中心通过对多项低碳节能技术策略的优化整合, 清晰地展示了低碳型绿色建筑的实现路径, 突出了太阳能的利用, 为培训国际太阳能技术人才提供了一部实物教材。具体节能技术策略如下:

(1) 建筑采用小进深设计, 结合室内生态中庭设计, 使所有空间都能充分利用自然通风和采光, 北侧不利朝向在满足基本的采光通风要求基础上, 以封闭形象为主, 采用高性能外保温构造, 降低不利朝向的热损耗(图21~24)。

(2) 在新建筑的南侧, 则通过大面积高性能玻璃和外遮阳系统, 形成直接受益式太阳房系统, 充分利用太阳能优势, 使整个建

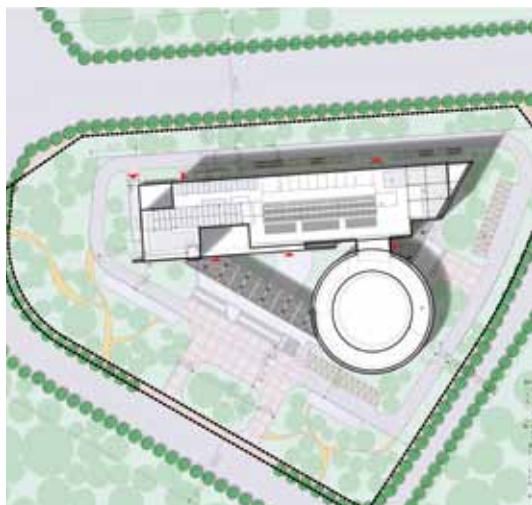


图17 联合国太阳能中心总平面



图18 东立面

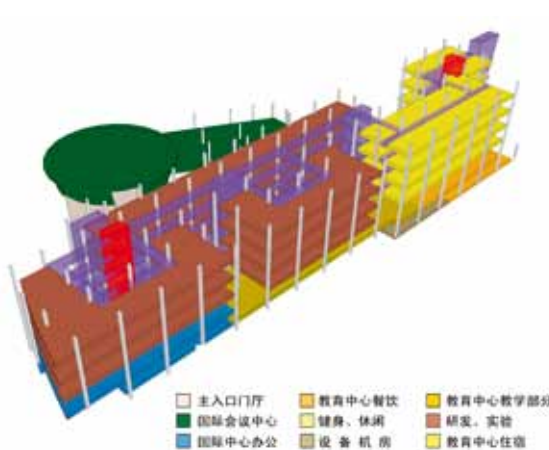


图19 功能分区



图20 实验主楼建筑外观

筑达到节约能源的目的，最大限度实现建筑自身的节能（图25）。

（3）建筑在结合成熟的太阳能技术的同时，集中考虑了从被动式设计到地源热泵系统、屋顶绿化（图26）、生物污水处理系统等多种绿色建筑设计策略，并通过一体化设计，使各种绿色策略、绿色技术系统与建筑形成有机整体。

（4）建筑用材实现环保、节能、无污染。

（5）建筑的可再生能源利用措施包括：在主楼生态中庭顶部设置了50kW光伏发电系统；培训部分屋顶设置太阳能热水系

统，为接待客房提供生活热水；新建筑的空调采暖采用地源热泵系统，充分利用地热资源。

2.2 项目建成后评价

根据《绿色建筑评价标准》，项目达到绿色建筑二星级要求（业主未申报绿色建筑标识），其中光热系统集热效率 $\geq 50\%$ ；太阳能保证率 $>60\%$ ；光伏发电系统52.27kWp（并网34.27kWp，242.9m²；离网18kWp，183.6m²）；系统综合转换效率10.5%；年发电量65 358.8kWh，常规用电替代率约



图21 室内中庭



图22 中庭顶部光伏发电



图23 高性能保温隔热结构

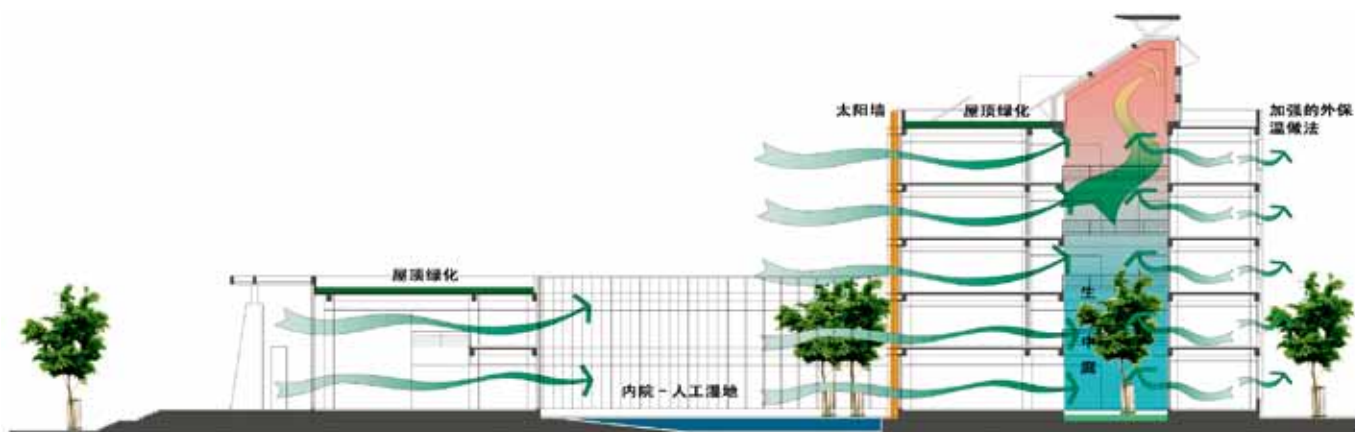


图24 自然通风示意

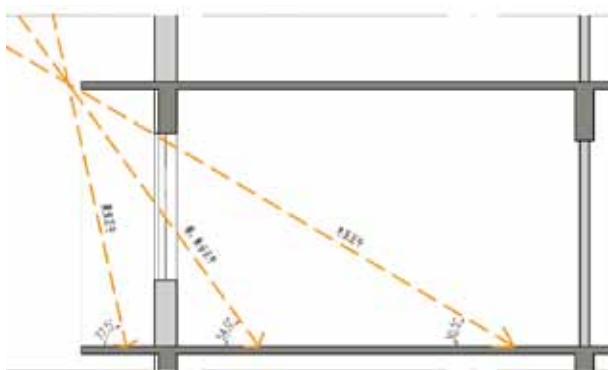


图25 被动式太阳房



图26 屋顶绿化

3.48%；地源热泵系统平均制热COP值为3。

3 结语

低碳发展路径大体有三个主要层面，即低碳技术层面、运行管理层面和人文行为层面。

(1) 低碳技术层面：要特别注意因地制宜，优先进行气候设计，让自然做功。要抓住关键，对症下药，采用适宜技术，以超技术整合替代高技术集成。所谓超技术是指技术对于环境条件的适宜性、技术节能减排的有效性、技术策略之间的协同性和技术经济的合理性。

(2) 运行管理层面：要强调提高城市和建筑的空间使用效

率、功能运行效率和经济产出效率，全面提升城市建设质量、社会服务质量和市民生活质量，只有高效优质才是低碳的。

(3) 人文行为层面：要树立生态文明观，增强低碳意识，提倡低碳生活方式，鼓励公众参与。践行低碳生活，要从我做起、从现在做起、从小事做起。

如果说技术层面是实现低碳发展的必要条件，则管理层面和行为层面就是充分条件。这三个层面缺一不可，必须协同共进，互相依存，互相助益，才能事半功倍，实现低碳生态城市的目标。 **AT**



栗铁



夏伟



黄献明

作者简介

栗铁，清华大学建筑设计研究院有限公司所长，一级注册建筑师。

夏伟，清华大学建筑学院博士后。

黄献明，清华大学建筑设计研究院有限公司副所长，一级注册建筑师。