

# 可持续建筑实践 —— 南方绿色建筑与节能技术研究展示中心设计

## Sustainable Architecture Practice: Design of Exhibition Center of Southern Green Building and Energy-saving Technology

黄 一 翔     Huang Yixiang  
王 富 平     Wang Fuping  
栗 德 祥     Li Dexiang

中图分类号    TU244.3  
文献标识码    B  
文章编号    1003-739X ( 2009 ) 02-0053-06

**摘 要** 作为对可持续建筑的实践,南方绿色建筑与节能技术研究展示中心提出了生态性、舒适性、健康性、低运行能耗和零运行排放等五大可持续性目标,并从环境生态化补偿、结构体系优化、室内环境控制、能源系统平衡、水资源循环利用及智能化监控等六个方面对建筑进行可持续设计策略和技术的整合。

**关键词** 可持续建筑 建筑设计 低能耗 零排放

**Abstract** As the sustainable architecture practice, the Exhibition Center of Southern Green Building and Energy-saving Technology is going to realize five sustainable targets as ecology, comfort, health, low energy consumption and zero emission. And sustainable design strategy and technology integration would be taken in it from six aspects as environmental ecological compensation, structure system optimization, indoor environmental control, energy system balance, water resource circle utilization and intelligent monitor.

**KeyWords** Sustainable architecture, Architecture design, Low energy consumption, Zero emission



图1 西南鸟瞰图

### 1 概述

随着环境的不断恶化和资源的日益短缺,建筑的可持续性已被广泛关注,以可持续为理念或目标的建筑创作也逐步成为建筑学的重要发展方向之一。“南方绿色建筑与节能技术研究展示中心”(图1~3)就是在这样一个时代背景推动下的产物。

该展示中心座落于深圳的蛇口,基地位于“蛇口锦园”公园北侧空地(约2000m<sup>2</sup>),西邻南海大道,东靠荔园路,南接太子路,北面比邻工业三路。公园内为大片荔枝林及一处穿过南海大道的地下景观通道和下沉广场。基地东侧为居住小区,北侧为一家生物制药企业,西、南两侧均为公园绿林,并有一处回廊水榭相邻,环境优美。

深圳属亚热带海洋性气候区,气候温和,阳光与雨水充沛。夏季长达6个月。春秋冬三季气候温暖。年平均气温为23.7℃,最高气温为36.6℃,最低气温为1.4℃,无霜期为355天。年日照时数1975.0个小时,年平均降雨量为1608.1mm。夏秋两季偶有台风。

展示中心的主要技术经济指标:

总建筑面积:1388 m<sup>2</sup>;  
建筑基底面积:935 m<sup>2</sup>;  
建筑层数:地上2层,地下1层;  
太阳能光伏电池板面积:120 m<sup>2</sup>;  
太阳能集热器面积:60 m<sup>2</sup>;  
免维护型屋顶绿化面积:345 m<sup>2</sup>;  
花园式屋顶绿化面积:98 m<sup>2</sup>;  
容器型垂直绿化面积:182 m<sup>2</sup>;  
人工湿地面积:150 m<sup>2</sup>。

作者单位 清华大学建筑学院  
第一、二作者 博士研究生  
第三作者 教授  
  
邮 编 100084  
电子信箱 huangyx03@mails.thu.edu.cn  
收稿日期 2008 10 27



图2 东北鸟瞰图



图3 室内透视图

## 2 设计目标

可持续建筑的内涵是本着生态优先的原则，以环保、节能、健康及舒适等为设计理念，由多学科原理共同整合构建，最终实现以最低的环境代价满足适

宜的人居质量。根据这一内涵，该展示中心制定了如下的可持续性目标：

生态性：补偿场地的生态环境，提升环境的生态潜力；

舒适性：保证室内良好的温度、

湿度和照度；

健康性：提高室内外空气质量，增加绿视率，促进使用者身心健康；

低运行能耗：通过利用可再生能源及对建筑的整合（主动与被动）优化设计，实现建筑运行过程中的化石能源低消耗；

零运行排放：争取实现运行过程中的废水及二氧化碳零排放。

## 3 设计思路（图4~7）

为实现建筑的可持续性目标，建筑设计的各过程都应充分考虑室内外环境因素及生态影响，结合工种的划分，从环境生态化补偿、结构体系优化、室内环境控制、能源系统平衡、水资源循环利用及智能化监控等六个方面，由外到内对建筑进行可持续设计策略和技术的整合，发挥技术集成优势，实现建筑的可持续性目标。

## 4 策略及技术整合（图8）

### 4.1 环境生态化补偿

环境生态化补偿的目标，一方面是要补偿环境资源，弥补人为建设对场地环境的生态破坏并促进碳氧平衡的实

现；另一方面则要提升现有环境生态潜力，促进自然生物多样性保育。该展示中心对环境生态化补偿的措施如下：

#### (1) 原生绿地保护

通过缩小建筑占地面积及原生树木移植，尽量减少建设对原生植被的破坏；

#### (2) 土壤生态保护

将场地开挖部分的表土转移至种植区，继续发挥其对生态系统的基盘作用。

#### (3) 景观水池改造

将原有水池改造为适合多样化物种栖息，景观效果更好、生态效益更高的生态水池，同时作为建筑空调系统中高温冷水机组的冷却水水源。

水体：以经人工湿地净化后的生活污水和收集的雨水为主要水源；

护岸：对原有质地密实的混凝土护岸进行改造，采用多孔隙材料及结合植被营造软质护岸，从而利于物种的流动；

岸边：南向、西向临水地带种植高大乔木，为水面遮荫，减少阳光直射带来的水体富营养化可能。

#### (4) 室外立体绿化及室内绿化

室外立体绿化包括免维护型屋顶绿化、容器型垂直绿化和花园型屋顶花园，其作用是增加环境绿量，缓解城市热岛效应，维持碳氧平衡，同时改善建筑维护结构热工性能。

室内绿化包括首层的展厅绿化和地下一层的微型花园，其作用在于增加室内绿视率、释氧固碳、吸收有害物质及降噪，而考虑到南方气候的潮湿，在植被选择方面避免了蒸腾量大的品种。

### 4.2 结构体系优化

结构体系包括承重结构和围护结构。承重结构需满足可回收、耗能低且对环境破坏小的要求；而围护结构则要根据深圳的气候特征，采用环保材料及适宜构造，满足南方地区维护结构隔热防晒的物理、经济要求。

#### (1) 钢结构

承重结构采用钢结构体系，其特点是可回收利用，从而降低对环境的影响。

#### (2) 控制窗墙比

在满足自然采光和通风要求的前提下，控制窗墙面积比，减小因开窗面积过大带来的辐射传热。

#### (3) 围护结构

西向：墙体采用HC硅镁纤维复



图4 总平面图



图5 首层平面图

合通风外墙板 + 空气间层 (10mm) + 容器型垂直绿化；窗户采用Low-e中空玻璃 (遮阳型) + 布帘式卷帘外遮阳。Low-E中空玻璃能过滤长波红外线，但不阻止紫外线照射，这对室内植物生长是有利的，但其热舒适度略低；而

卷帘外遮阳则可弥补这一不足，其可阻挡植物生长高度以上的紫外线照射，同时由于深圳地区日照漫射光线较强 (200W/m<sup>2</sup>)，故卷帘外遮阳更显必要；

东向：墙体采用HC硅镁纤维复合通风外墙板；而考虑到二层试验及体

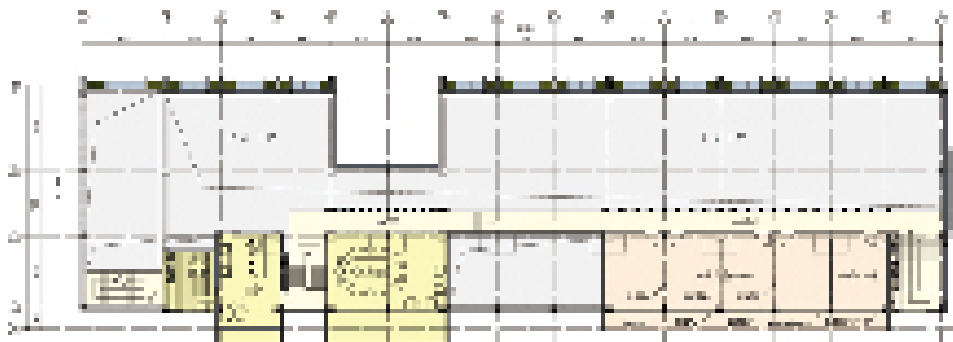


图6 二层平面图 (标高3.90)

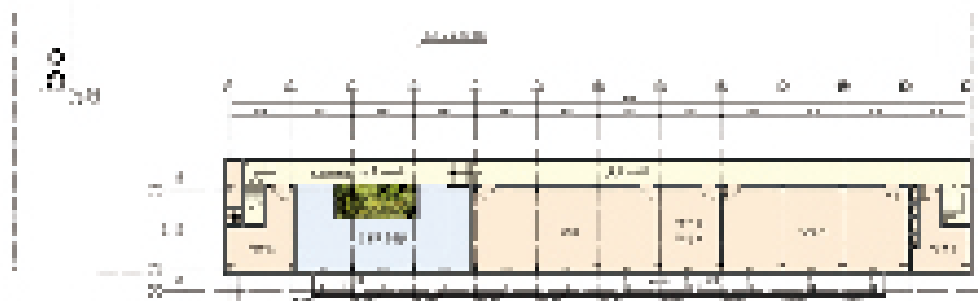


图7 地下一层平面图 (标高-3.60)

验中心的测试要求，其窗户采用可拆卸结构，材料分别采用：中空玻璃、中空玻璃（内充氩气）、中空玻璃+卷帘外遮阳、Low-e中空玻璃（遮阳型）、Low-e中空玻璃（遮阳型）+卷帘外遮阳；

南北向：因深圳地区下午4点后主要为北向日晒，因此南北两向需全部采用low-e中空玻璃（遮阳型）。

#### (4) 遮阳系统

结合功能需要，展示中心采用了4种形式的遮阳措施，分别为：

布帘式卷帘外遮阳。为西向弧形玻璃及二层部分试验房提供遮阳；

绿化遮阳系统。立体绿化系统具有良好的隔热性能，西向弧墙采用容器型垂直绿化遮阳，而入口门廊处则采用攀爬植物遮阳；

自遮阳系统。东侧外墙利用建筑形体的局部出挑为需要较大开窗面积的房间提供遮阳；

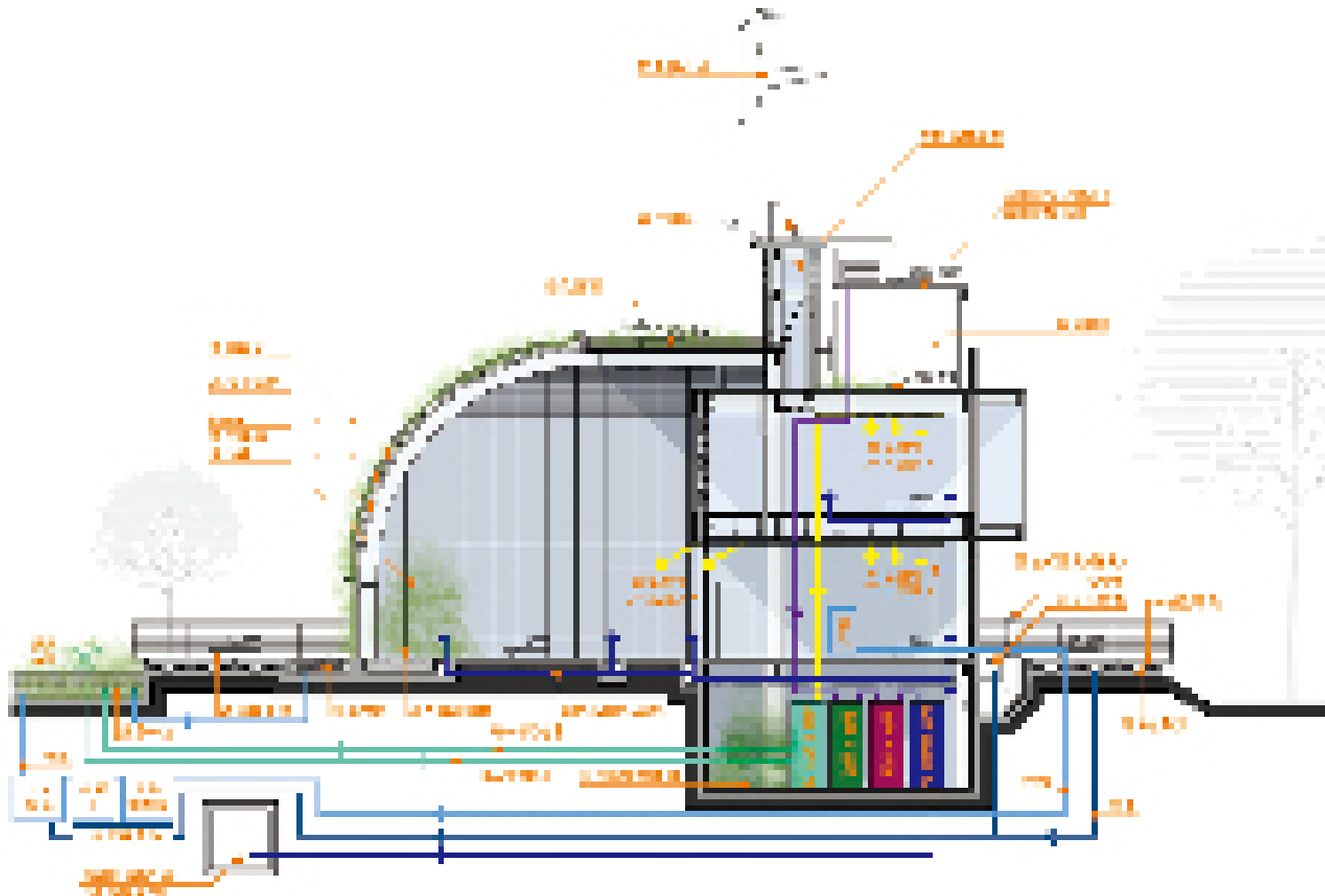


图8 可持续建筑技术与策略集成分析图

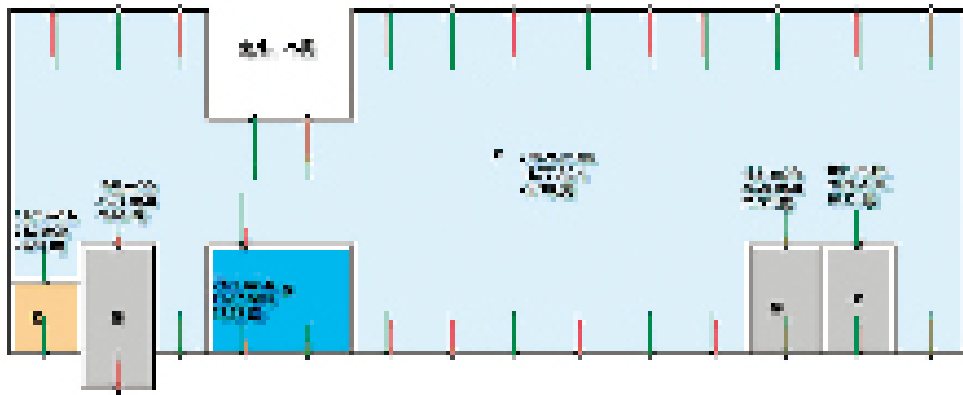


图9 首层热压通风分析图（由清华大学建筑节能研究中心模拟）

棚架遮阳系统。屋顶棚架结合太阳能光伏电池板和集热板，为屋顶参观者及围护结构提供遮阳。

#### 4.3 室内环境控制

室内环境控制的目标是创造健康、舒适、节能的室内使用环境。

##### （1）自然通风

风压通风：建筑主要立面朝向过渡季主导风向（东向、一般风速2.5m/s），进深控制在14m之内，以利于形成穿堂风。通过计算机模拟分析，确定全楼风压自然通风潜力及风速分布、建筑开窗



图11 水处理及利用分析图

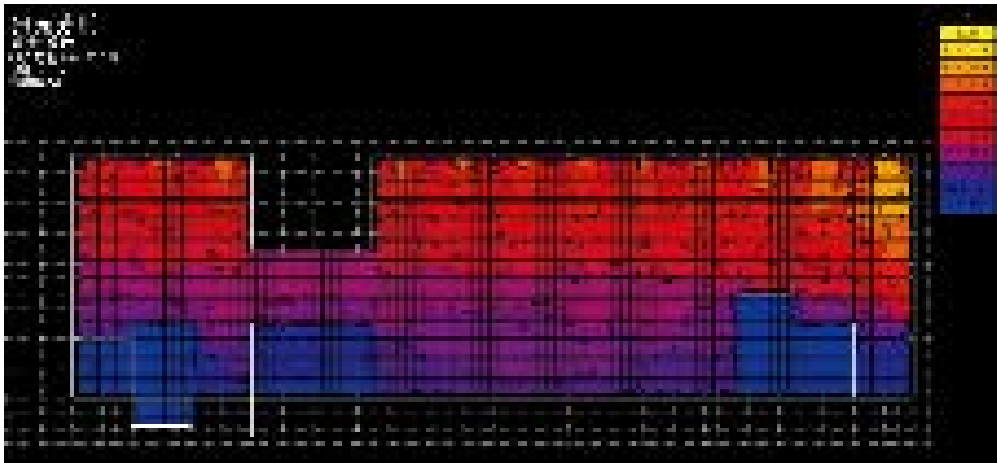


图10 首层工作面采光系数分布图（由清华大学建筑节能研究中心模拟）

面积；

**热压通风：**建筑适宜位置及高度设置热压通风塔，当环境风压不足或湿度过大不能实现风压通风时，利用“烟囱效应”原理实现自然通风。

#### (2) 自然采光

**开窗方式：**西向展厅采用弧形落地玻璃，兼有天窗功能，提高大进深展厅照度质量，减少人工光源使用。研究、办公空间采用侧窗采光；

**日光照明：**根据自然采光模拟分析，在室内照度不足处如首层无障碍卫生间、二层茶室和地下层各房间分别设置光导管补光；地下层微型花园上空增设光导纤维，收集全谱日光满足园林植物生长需要。

#### (3) 室内绿化

建筑的首层展厅及地下一层配置了室内绿化，为室内空气品质及视觉舒适度营造了积极效益。

#### (4) 空调设备系统

采用温、湿度独立控制空调系统，为低品位可再生能源利用提供条件。

**温度控制：**采用风机盘管+高温冷水机组（生态水池喷泉冷却）。考虑到深圳地区特殊的湿热气候，本建筑不采用冷辐射吊顶末端，减小由于环境变化及使用不当造成的结露可能；

**湿度控制：**采用地道风+溶液除湿新风机组+置换式通风+太阳能溶液再生+蓄能罐。利用太阳能集热器制备的热水为除湿溶液进行再生，降低能耗；另外，地道风的采用还可以对新风进

行预冷（夏季）或预热（冬季），降低能耗。

#### (5) 人工照明

采用节能型灯具及感应灯。

### 4.4 能源系统平衡

目标是最大限度利用可再生能源来替代化石能源，在建筑运行过程中实现化石能源低消耗。

#### (1) 太阳能利用

**太阳能集热利用：**屋顶铺设60m<sup>2</sup>的太阳能集热板，其所集热量用于溶液除湿机组的溶液再生和室内热水供应；

**太阳能光电利用：**屋顶铺设120m<sup>2</sup>的太阳能光伏电池板，其所集电量作为建筑主要电源，余量则并入场地旁边的三号厂房改造项目的局域电网。

#### (2) 风能利用

屋顶架设6台聚风式风力发电机，总装机容量30kw。

#### (3) 地能利用

**地道式通风：**利用浅层地能冬季预热、夏季预冷，为新风机组提供新风。

#### (4) 能耗平衡

建筑耗能主要为人工照明及空调设备耗能两方面，据计算，人工照明电耗平均为每天15度（以6W/m<sup>2</sup>的照明功率计算），空调设备电耗平均为每天80度（以6月到10月间歇启用高温冷水机组及3月到10月间歇启用溶液除湿新风机组计算），即建筑总电耗约为每天95度；而太阳能发电及风能发电平均每天的发电量约分别为40度和40度，即总发电量

为每天80度。故可再生能源对化石能源的替代率约为84%，实现建筑运行过程中的化石能源低消耗。

### 4.5 水资源循环利用（图11）

水资源循环利用的目标是实现净水（污水处理）、节水（水资源利用）及保水（防洪与生态）。

#### (1) 雨水回收利用系统

建筑四周埋设暗渠和收集池，收集建筑物屋顶及广场四周落水。集水通过人工湿地净化作为生态水池补水水源。

#### (2) 人工湿地污水处理系统

150m<sup>2</sup>的人工湿地能全数处理展示中心的生活污水，其处理流程为：污水—复合化粪池—水解池—潜流人工湿地—地表径流人工湿地—消毒罐—生态水池。

#### (3) 节水器材

展示中心均采用节水型卫生洁具。

#### (4) 基地保水措施

为降低场地的地表径流量，园路采用了透水铺装，同时景观水池四周也采用湿地护岸，从而增加地下水的回渗。

### 4.6 智能化监控

智能化控制的目标是保证技术效果，控制设备的合适运作及维持良好的室内环境。

技术系统智能化监控的方面有：自然通风系统窗扇及热压通风烟囱开合控制、空调与自然通风系统模式转换控制、西向卷帘式外遮阳系统使用状态控制、新风系统高温冷水机组使用状态控制及建筑用电状态控制。

#### 注 释

(1) HC硅镁纤维复合通风外墙板由深圳市好城环保节能墙板有限公司生产，材料采用农业废弃物、矿石废料和工业废渣一次整体浇注，生产过程实现二氧化碳和“三废”零排放。

(2) 建筑能耗计算结果由清华大学建筑节能研究中心提供。

(3) 风能计算是根据清华大学工程热物理研究所张兴教授提供资料。