

面向未来的 低碳建筑

——广州市建筑节能和绿色建筑示范案例精选（一）



广州市城乡建设委员会
广州市建筑节能与墙材革新管理办公室
二〇一一年九月

在我国，建筑能耗已经和工业能耗、交通能耗一起成为三大“耗能大户”，根据住建部估计，建筑能耗约占社会总能耗的30%。随着国家提出进一步转变经济增长方式，加快建设资源节约型和环境友好型社会的发展目标，实施建筑节能、推广绿色建筑将成为我市实现“十二五”节能减排目标的主要领域。大力推进建筑节能和绿色建筑工作，有利于缓解我市经济发展的资源瓶颈制约，有利于循环经济的形成，是促进资源永续利用，保障经济安全，减轻大气污染，减少温室气体排放，实现全面建设国家中心城市的战略选择。

“十一五”期间在市委、市政府的正确领导下，市城乡建设委员会以贯彻落实《民用建筑节能条例》等法规为主线，以实施“绿色亚运”为契机，系统、科学、稳步地推进建筑节能，推广绿色建筑，从抓建筑节能设计管理发展到施工、验收全过程的建筑节能管理，从抓居住建筑节能发展到抓公共建筑节能，从抓新建建筑节能发展到抓既有建筑节能改造，从抓建筑本体节能发展到抓可再生能源的建筑应用，从抓节能建筑发展到抓绿色建筑。进入“十二五”后，进一步加大绿色建筑推广力度，以中新知识城、龙归城等新城（社）区建设为契机，推动绿色园（社）区的建设。

广州市建筑节能与墙材革新管理办公室以住建部绿色建筑和低能耗建筑“双百”示范为契机，以《绿色建筑评价标准》为指导，“十一五”期间积极开展建筑节能和绿色建筑试点，涌现了一批具有代表性的示范项目。为全面推广建筑节能和绿色建筑技术，选取历年来组织实施的建筑节能和绿色建筑典型案例汇编成册，分批介绍，每个案例分为工程概况、节能/绿色技术措施、项目的经济和社会效益三个部分，供管理部门、建设单位、设计人员等参考。

01 广州珠江城(国家超低能耗建筑示范)	P04
02 广东全球通大厦 (国家低能耗建筑示范、国家三星级绿色建筑)	P10
03 广东科学中心 (国家绿色建筑示范、国家“十一五”可再生能源与建筑集成应用科技示范)	P15
04 广州亚运城 (国家低能耗建筑示范、国家可再生能源建筑应用示范)	P23
05 广州番禺中心医院 (国家可再生能源建筑应用示范)	P30
06 广东省立中山图书馆 (国家低能耗建筑示范、国家既有建筑节能改造示范、 “十一五”可再生能源与建筑集成应用示范)	P35
07 亚运综合体育馆 (国家绿色建筑示范)	P41
08 广东老干部活动中心 (国家低能耗建筑示范)	P46

1、广州珠江城

.....国家超低能耗建筑示范

1.1工程概况



大楼效果图

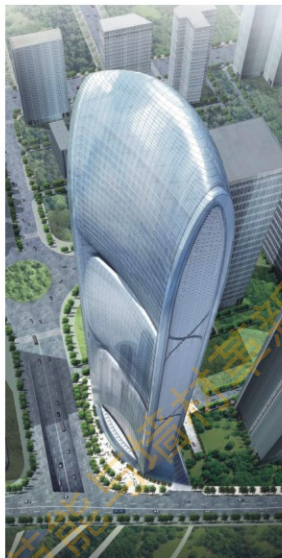
“珠江城”项目由中国烟草总公司广东省公司独家投资32亿元，由美国SOM公司设计、广州市设计院配合设计，定位为地标性国际超甲级写字楼。建成后，大楼将委托国际知名物业管理公司管理，按照“只租不售”的模式面向国际招租。

项目占地面积10,636m²，建筑高度309米，总建筑面积达214,029m²，其中地上面积169,430m²，地下面积44,599m²。建筑整体采用钢筋混凝土核心筒加钢结构外框的复合结构，外围护体系为全透明双层内呼吸式玻璃幕墙。本大楼由裙楼和塔楼两部分组成，塔楼共71层，以商务办公为主，配套有高级商务会所、高级中西餐饮、银行、美容健身等设施；裙楼共5层，设有500人会议中心、中小会议室等会议设施，可容纳800人同时进行会议。



裙楼花园式屋面

“珠江城”大厦的主设计师为上海金设计师介绍，珠江城大厦的设计源自“天人现对当地环境的充分认知；通过综合运用和重视；通过大胆采用各种高性能设备计至今，已在国内外引起广泛关注，《华及杂志将本项目报道为世界节能创新工塔之一；2006年10-12月，美国芝加哥和化”的展览，“珠江城”作为重要参展项创新潮流的典范。

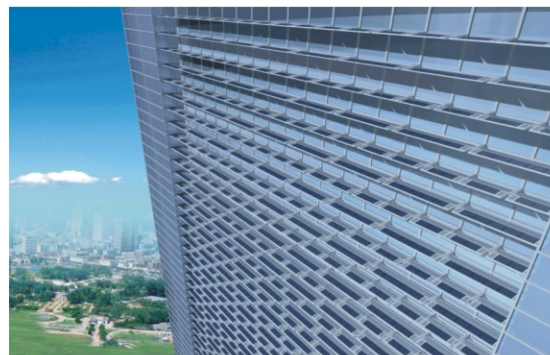


大楼效果图

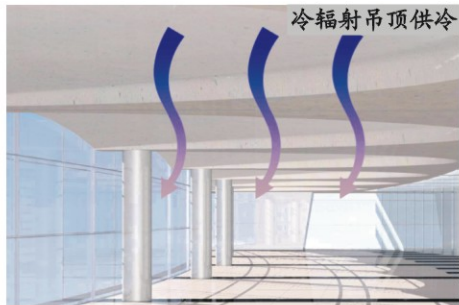
1.2节能/绿色技术措施

A)被动式建筑节能技术。采用适用于夏热冬暖地区的被动式围护结构节能技术，应用外墙主要为非透明幕墙，采用100mm厚的岩棉保温材料；综合考虑建筑遮阳及室内舒适性的需要，本项目透明玻璃采用高性能的内呼吸双层幕墙与遮阳技术，双层幕墙（冬季）传热系数 $K=2.80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，综合遮阳系数 $SC=0.27$ ；透明屋面采用太阳能光电板和隔热夹胶中空Low-E玻璃作

茂大厦设计人，Adrian Smith 先生。据设合一”的理念。建筑通过巧妙的造型构思体现多种可持续发展新技术体现对环保节能的响体现对品质孜孜不断的追求。本项目从开设尔街日报》、《建筑杂志》等多家国际媒体程，称其为世界引导新型设计潮流的三大高纽约的艺术博物馆先后举办题为“巨大变目之一备受世界关注，被誉为引领世界建筑



立面太阳能电池与遮阳构件一体化安装效果图



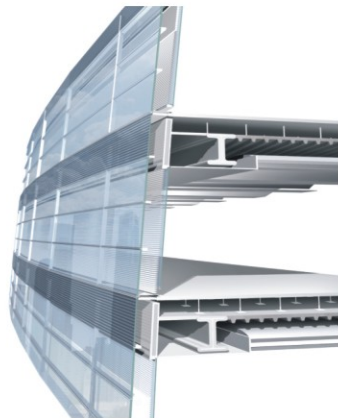
为屋顶，其传热系数均小于 $3.7\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，经权衡计算建筑围护结构热工性能参数优于标准要求。

B) 双层呼吸式幕墙与百叶遮阳节能技术。本项目将外围护结构的概念延伸为可呼吸的皮肤。双层玻璃加内置可自动调节百叶构成的双层呼吸式幕墙，可通过控制

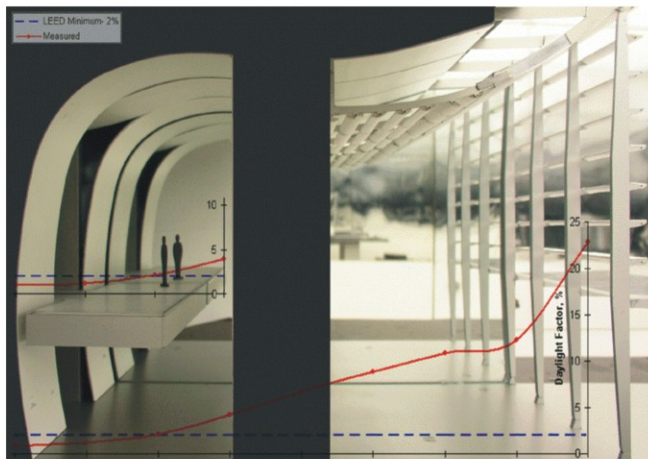
空气流动带走幕墙通道内富余热量，降低对室内的热辐射强度，增加大楼内特别是靠窗部分的热舒适度，消除了传统风幕对人体吹拂产生不舒适感的问题，解决了普通玻璃幕墙高舒适度和低能耗无法兼顾的矛盾，实现了大楼舒适性与节能的最佳结合。

C) 高效、节能空调技术应用集成：

- ◆ 冷水机组串联+大温差制冷技术应用；
- ◆ 冷冻水梯级利用技术应用；
- ◆ 螺杆式热泵冷水机组制热技术应用；
- ◆ 温、湿度独立控制技术应用；



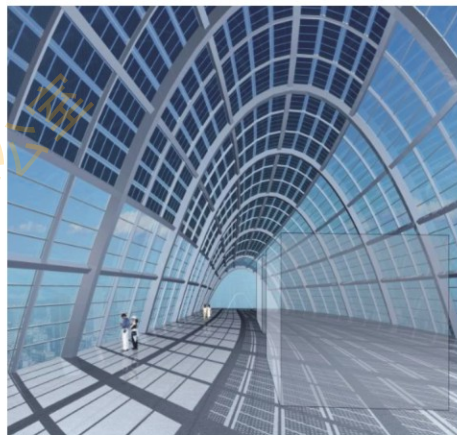
双层呼吸式幕墙



智能采光

- ◆ 天花冷辐射节能技术应用；
- ◆ “VAV”送新风技术应用；
- ◆ 全空气全热回收技术应用；
- ◆ 空调冷凝水回收技术应用；
- ◆ 变频控制技术应用；

BIPV光伏幕墙



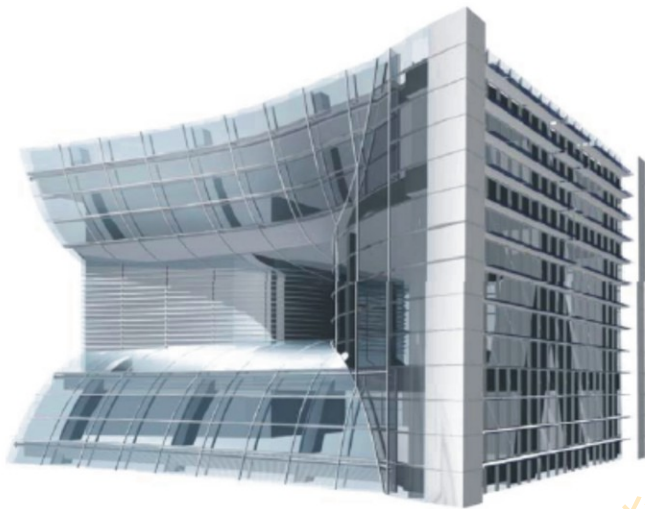
D) 自然采光和智能照明控制技术。在照明控制方面，项目采用高透光度

玻璃，并在底层外伸大堂设计自然采光口，将自然光引至建筑内空间，为这个关键的过渡区域创建一个非常明亮的开阔空间；同时在大楼内部采用可随外界光线强弱变化自动调整办公楼灯光照度的日光感应控制照明系统，最大限度利用了自然光，节约办公照明能耗。



铝合金百叶

E) 建筑一体化的高层幕墙太阳能光伏发电技术。本项目设计将玻璃幕墙与太阳能光电板有机结合，在获得光照辐射能的立面上应用光电技术，通过合理布置幕墙玻璃外表面光电板的位置，实现产电与美观的平衡。太阳能发电的运用，使“珠江城”成为超高层建筑合理利用太阳能的典范。



风机安装示意图

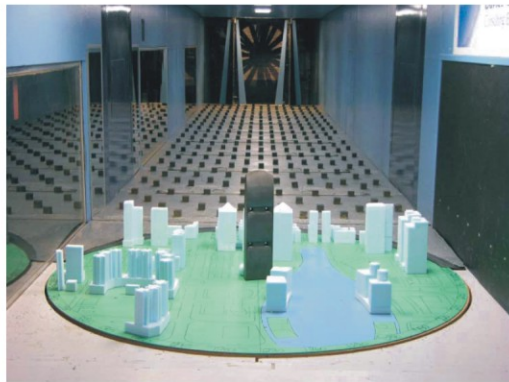
模拟计算，本项目的综合节能率为约62.7%，其中：

- ◆ 围护结构节能贡献率为10.2%
- ◆ 空调系统的节能贡献率为46.2%
- ◆ 照明系统的节能贡献率为15%
- ◆ 可再生能源节能率贡献为2%

F)高层建筑运用风力发电技术。风能发电是“珠江城”可通过其形体展现节能环保内涵的首要亮点。通过对广州风力条件以及日照方向的深入分析，“珠江城”建筑平面确定为南偏东13度，充分利用了占广州盛行的东南风。大楼中部和上部的设备层设置了与高性能汽车引擎进风口外形相似的两个吸风口，并通过四组8个风涡轮发电系统进行风力发电，开创了世界上在超高层建筑运用风力发电的先河。

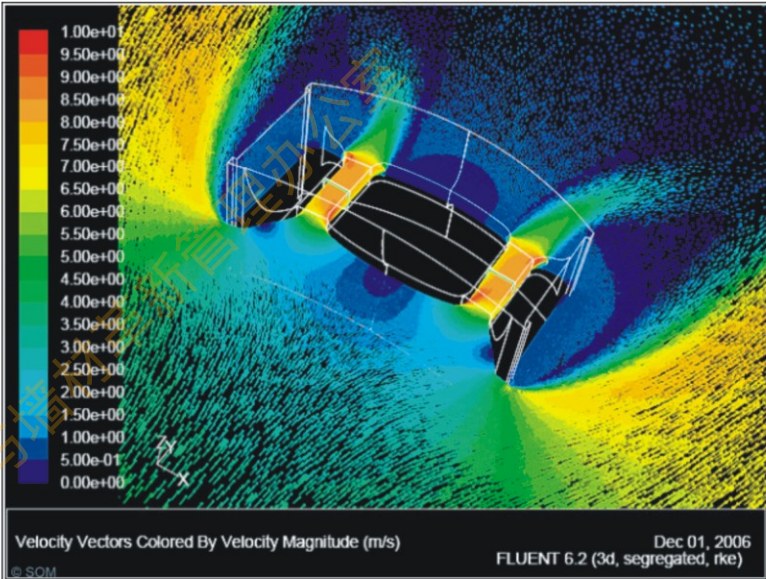
1.3项目的经济和社会效益

结合本项目在围护结构、通风、遮阳、空调、照明以及可再生能源建筑应用方面采取的节能措施，通过综合分析和



大楼风力测试

建筑节能对节约资源和减轻环境污染方面的贡献成效显著，结合本项目在围护结构、通风、供冷、通风空调、照明、智能化控制等方面的节能措施，通过综合分析计算，按照目前的节能设计，项目建成后与没有采用节能措施的建筑相比每年可节约电能2320.2万度电，以对环境影响较大的火力发电为例，按照目前每吨煤平均排放SO₂量为14.8kg，排放CO₂量为490kg，排放粉尘量为13.6kg，每年可实现减排指标如下表所示：



大楼50层风场模拟图

节电(万KWh)	节煤(吨)减排	CO ₂ (吨)	SO ₂ (吨)	粉尘(吨)
2320.2	9280.99	4547.67	137.40	126.2

2、广东全球通大厦

.....国家低能耗建筑示范、国家三星级绿色建筑

2.1 工程概况



大楼效果图

广东全球通大厦(新址)在围护结构、空调系统、配电与照明以及可再生能源等方面采用了多种建筑节能技术，具体如下：

项目占地面积 16,640m²，总建筑面积约 12 万 m²，地上 37 层，地下 3 层，楼高 162.5m。整个项目建设分为综合管理办公区、会议展览中心、通信设备区、员工活动区、后勤服务及物业管理区、地下车库（兼作人防工程）及机电设备区等组成。

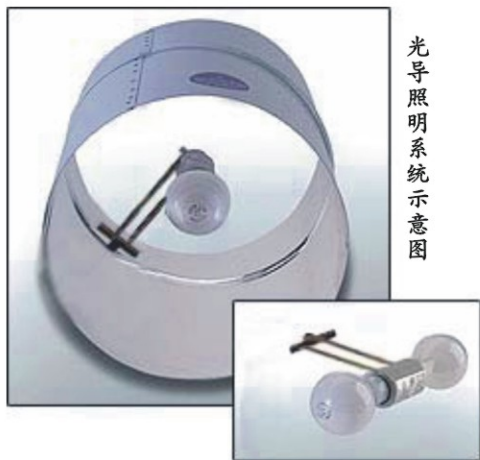
2.2 节能/绿色技术措施



大楼效果图

Technical drawing of a three-story building facade showing the layout of sunshades. The drawing includes dimensions for the building height (1230, 1140, 975) and width (8400). It shows three levels of sunshades labeled "遮阳板1", "遮阳板2", and "遮阳板3". A diagonal hatched area at the bottom represents the ground level.

B) 通风与空调系统综合节能技术应用。广州属于夏热冬暖地区，夏季长，冬季短，建筑能耗以夏季的空调能耗为主。因此，空调系统节能非常重要，并且节能潜力非常大。



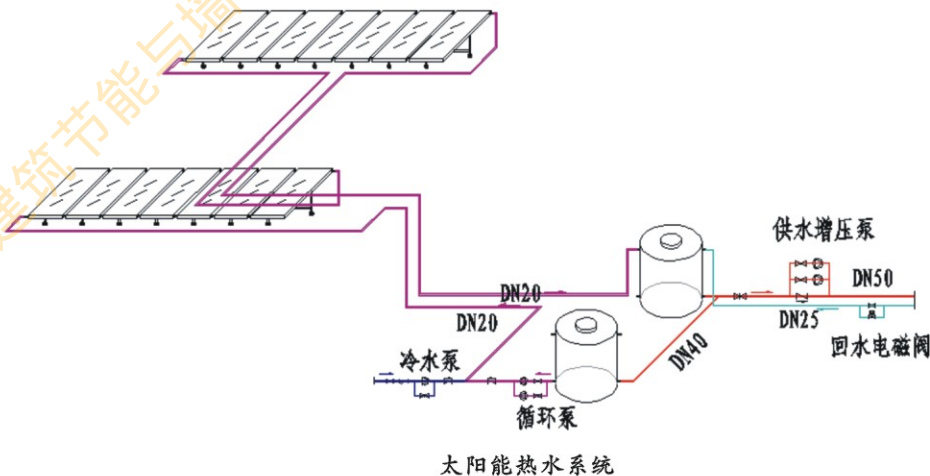
光导照明系统示意图

功能。BAS 系统通过通信接口与本照明系统管理计算机通信，对智能照明控制系统进行集中管理。

D) 可再生能源—太阳能技术综合应用。主要包括太阳能热水系统、光导照明系统、园林太阳能灯以及太阳能光伏发电技术。

在本项目中，综合应用了多种空调系统节能技术，主要包括：主机采用大温差供水，中央空调采用变风量系统控制新风和送风，应用建筑设备自动监控系统对空调系统进行高效节能化控制，对特殊区域采用下送风分层空调方式等。

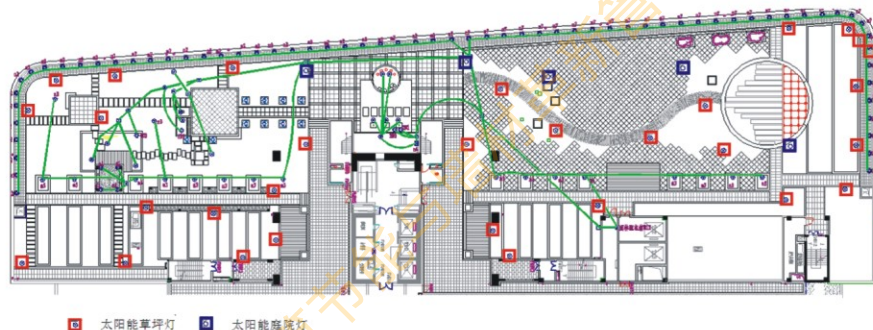
C) 智能照明系统与高效节能灯具技术应用。本工程智能照明控制系统，对广东全球通大楼(新址)的公共区域进行照明控制，包括大堂、大会议室、展厅、游泳池、高管办公室等。以实现照明集中管理、节能、舒适的



太阳能热水系统

本项目在总裁办公区图书馆上空设置两套光导管直径为530mm的顶向采光光导管照明系统。与光导照明相配套，设置照度控制辅助人工照明系统。按全年日光平均照度25klx计算，光导照明地面年平均照度为85lx。按图书馆阅览室300lx的照度要求，晴好天气光导照明能够满足照度要求，自然光线不足时需要由人工照明补充。

本项目在7层屋顶花园采用35W的太阳能庭院灯6套，18W太阳能草坪灯32套，在6层南裙楼屋顶采用14套太阳能草坪灯。



屋顶花园太阳能灯具布置图

E) 屋顶雨水收集以及绿化节水灌溉技术。塔楼部份雨水主管排水先经沉沙池后，再流至设置在西裙楼屋面的60m³的雨水蓄水池，通过一套流量为10L/s，扬程为30m的气压给水设备向裙楼屋面花园绿化浇水，这样就不用自来水来为屋面绿化浇水，大大节约了用水量。而且由于绿化在裙楼屋面，如用自来水浇灌还要经过水泵提升才能到达，所以本系统不但节约用水，还节约用电。

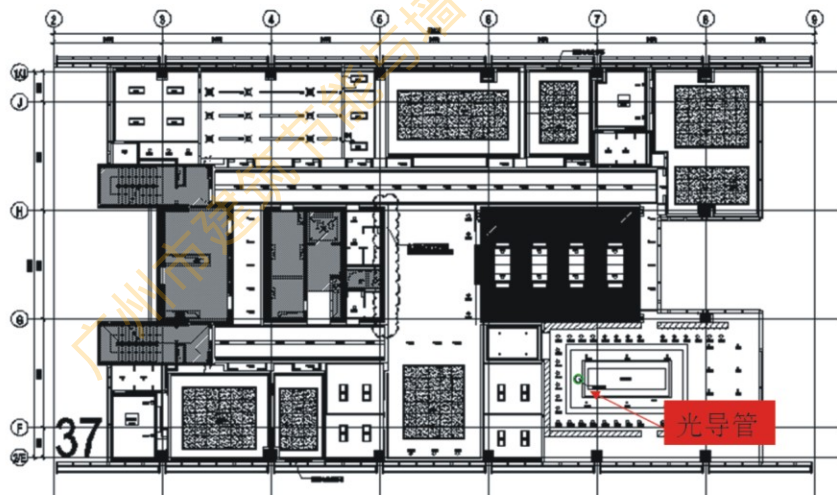
2.3项目的经济和社会效益

广东全球通大厦（新址）在保证健康、舒适的室内、外环境、节约能源和资源，减少对自然环境影响的条件下，从可再生资源利用、建筑围护结构节能技术、空调和采暖系统节能技术、照明系统节能技术、自然光利用等多个方面进行研究和应用，系统分担的节能率如下表所示，使得总节能率优于现行标准25%，实现公共建筑62.5%的总体节能率。

各系统节能设计与节能标准对照表

	围护结构	空调系统	照明与配电	可再生能源	合计
优于节能标准	3.5%	10%	10%	1.5%	25%

与基准建筑（不节能建筑）相比较，每年可节电6037500度，折合标煤742.5吨，减排SO₂54.3吨，减排CO₂26.6吨。



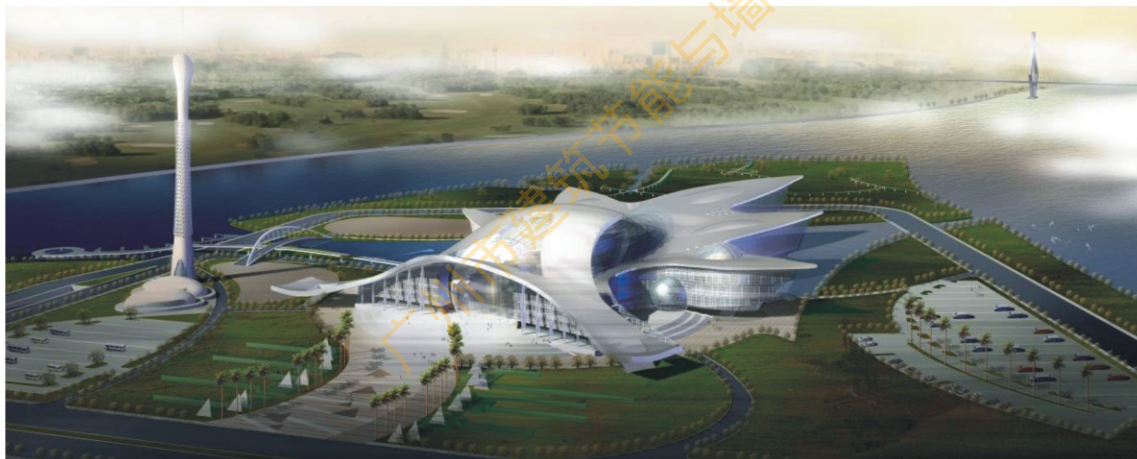
光导管布置平面图

3、广东科学中心

.....国家绿色建筑示范、国家“十一五”可再生能源与建筑集成应用科技示范

3.1工程概况

广东科学中心主体建筑选取富含广州地域特质的木棉花及饱含进取意蕴的舰船造型为创意源点，构思与结构紧密结合，有如盛开的木棉花，绿水萦绕；有如乘风破浪的旗舰，立于潮头，凸显“自然、人类、文明、科学”的主题思想。科学中心的本质是传播科学知识、弘扬科学精神、提高公众科学素质，采用形式多样的方法、将科学性、知识性、趣味性有机融为一体。让观众在亲自参与、亲身体验中获得教育，激发公众爱科学、学科学、用科学的兴趣。



广东科学中心效果图

广东科学中心位于广州东南部的番禺区新造镇小谷围岛西部弯嘴头围，该地块总面积共约79.2万 m^2 ，东邻小谷围岛外环路，与外环路相隔的是广州大学，南、北、西三向面临珠江，西部约33.81 m^2 米是公共绿化区用地，本项

3.2 节能/绿色技术措施



环境绿化实景图

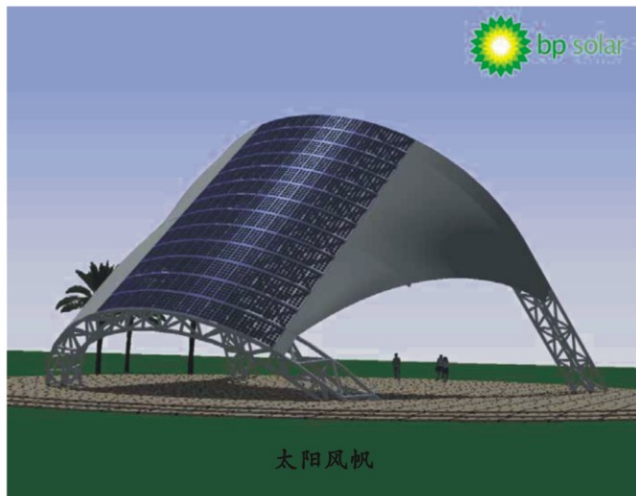
带、生态园林、停车绿化五大部分，采用观赏性和功能性相结合的设计原则，主要选用适宜广州气候和土壤条件的植物，采用乔、灌、草结合，构成多层次的具有遮荫、防噪、防风、滞尘、净化空气等生态性能良好的植物群落。科学中心周边围绕

目用地45.39万 m^2 ，其中建筑用地45242 m^2 ，绿化用地98023.65 m^2 ，广场及步行道用地46796 m^2 等。工程总投资190083万元，主要分为科普教育区和学术交流区，以及后勤服务区。

A) 场地规划与土地利用。科学中心地理位置优越，三面珠江环绕，属河漫滩型地貌单元，区内地势低洼、平坦。科学中心的绿地率达40%，设置了大面积的公共绿地和广场，为公众提供了休闲娱乐活动空间，主要设有园林绿化广场、中心大型景观水系、浅水绿化



人工湖效果图



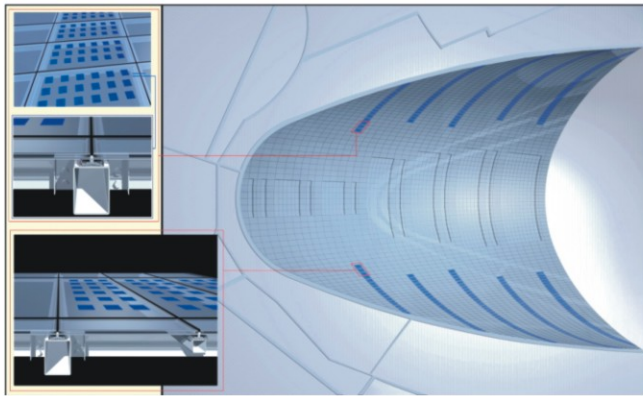
太阳风帆

面积达80000m²的人工湖，形成科学中心优美的景观，可以降低环境温度，增加湿度，改善区域小气候。平时人工湖进水和补充水主要由大学城的杂质水管网供给，雨季直接由屋面雨水补给。

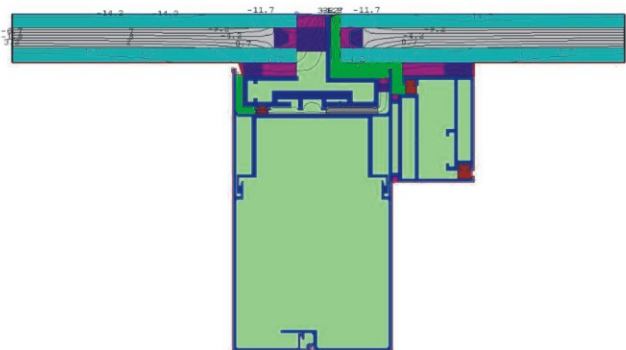
B) 可再生资源（太阳能、风能）利用。英国BP环球投资有限公司向广东省政府捐赠了200万美元的环境保护基金，用于设计、供应和建设太阳能光伏项目——太阳风帆。该项目向社会介绍并展示太阳能发电的应用，引导公众对环境和太阳能的关注。太阳能风帆通过安装在金属结构中的双层玻璃太阳能组件，在形成半透光的

遮荫的同时产生绿色的电能。双层玻璃太阳能组件的预计光伏峰瓦值为31千峰瓦，每年可以产生约3万千瓦时的电力，相当于减少了约33吨二氧化碳的排放。

在建筑屋面H区采光天窗部位采用光伏建筑一体化(BIPV)光电幕墙系统，将光伏组件分布在屋面采光天窗的两侧，共分8个区域。每块光伏组件的功率为80W，采光面积为300m²，整个系统的安装功率为19.84kWp，年发电量86.1万



BIPV光电幕墙安装示范图

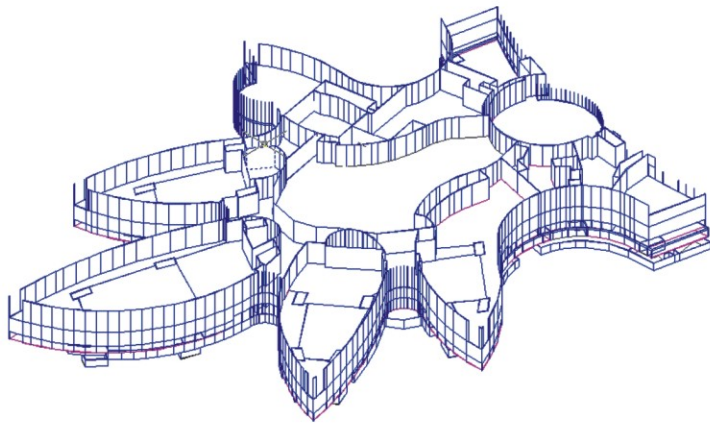


幕墙节点模拟

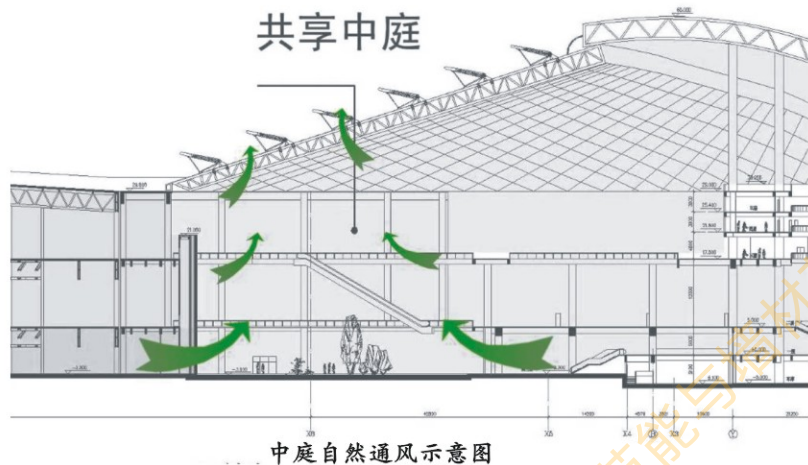
来提高墙体的热工性能。玻璃幕墙采用遮阳型（高透型）Low-E中空玻璃，遮阳系数 $SC \leq 0.4$ ，可见光透射比在35%以上，从而满足节能与采光的要求。通过模拟，整栋建筑所有空调面积内的单位面积空调年耗电量为 $85.8 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ ，参照建筑能耗： $95.2 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ 。

kWh ，每年可减排763吨 CO_2 ，0.33吨 NO_x ，0.34吨 SO_2 。

C) 建筑围护结构节能技术。外墙增加铝板、石材幕墙（主要是铝板）的面积，减少玻璃幕墙面积，在非透明幕墙后增加岩棉来增强其隔热性能。展厅由于功能的需要，要求人工照明，将这部分区间的玻璃幕墙改为铝板，通过合理的处理，即保持建筑外形的协调性，又不影响建筑采光及使用功能，一方面减少了工程造价，另一方面大大降低了建筑能耗。通过综合分析，在非透明幕墙后岩棉的厚度由原来的50mm增加到70mm，使其传热系数降低到 $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 以下，



建筑能耗计算模型图



中庭自然通风示意图

心空调系统采用变风量低温送风方式，增大送风温差，提高输送效率，根据房间负荷变化调节送风量，节省大量能源。大部分区域设计空气处理机组表冷器出风温度为 8.5°C ，空调系统送风温差达 15°C ，与常规空调送风系统相比，空调送风量减少33%，空调风管占用空间约减少15%，空调风机电功率约减少33%。③大温差水系统。科学中心空调供回水温差 10°C 。与常规空调水系统（空调供回水温差 5°C ）相比，空调水流量减少50%，空调水循环泵功耗约减

D) 空调系统节能技术。①空调系统合理划分。科学中心内有门厅、中庭、餐厅、影院、展厅、办公室等多种不同类型的房间，且3D巨幕，4D球幕，虚拟航行影院放映室要求恒温恒湿，其温度要求温度为： $23+2^{\circ}\text{C}$ ，湿度为： $50+5\%$ ，空调系统庞大且复杂，根据不同的功能区域空调系统进行合理划分，②变风量送风。高大空间采用分层空调系统。科学中心



区内交通组织图

少50%。空调水系统设有平衡及控制设备，保证系统按需供水，空调水循环泵变频运行，空调水循环泵功耗约减少30%。与常规空调水系统相比，该系统每年减少运行功耗约65%。④热回收系统。科学中心的热回收装置主要设置转轮式换热器，通过排风与新风交替逆向流过转轮进行显热和潜热的交换。在科学中心采用的全热回收装置全热回收效率达60%以上，节省空调冷量20%以上，减少空调冷源系统的功耗，节省运行费用。⑤过渡季全新风运行。科学中心的空调系统可根据室外空气焓值情况，充分利用室外新风。当室外空气焓低于室内空气设计焓点一定值时，空调系统转换为全新风运行，利用室外新风对空调房间降温除湿，满足使用要求，冷源系统停止运行，减少空调冷源系统的功耗，节省运行费用。

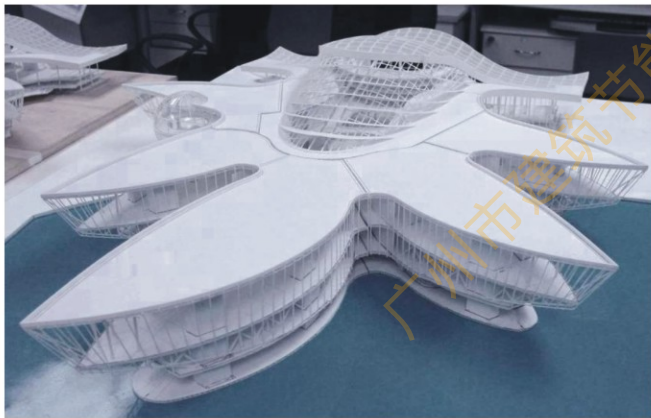
E) 中庭自然通风技术。通过风洞试验，了解到建筑外墙面、屋面等位置风压分布状况，根据这些数据与计算流体力学(CFD)模拟计算相结合，共同确定中庭通风窗口的位置及通风口的面积，并分析出建筑物内部的自然通风效果。在大部分时间内，中庭利用温度差和风压差实现自然通风，不使用空调，实现较好的室



大楼木棉花形状示意图

内舒适度,可以降低建筑的能耗,达到节能的效果。在半地下室架空层和一层南侧的凹槽部位处设置较大面积的通风口,在中庭屋顶部位屋脊的最高处尽量设置通风口,利用“烟囱效应”通风,天窗位置的负压与半地下室架空层和各层通风口形成“上吸下鼓”的通风效果。中庭具有人流多、空间高大等特点,进风区域与人工湖紧密结起来,利用人工湖开阔的水面的,可以使新鲜的空气无遮挡地进入室内,提高室内的空气质量和舒适度。

F) 雨水收集利用技术。科学中心主楼的屋面面积(45600m²)巨大,为了更加合理地利用雨水资源,设置了雨



风洞试验图

水收集系

统,将屋面雨水收集后补充至景观水体,可大大地减少暴雨期间的雨水排放量,缓解城市管网洪峰流量,并节约景观水体的自来水补充水量。室外绿地采用自动喷灌系统,绿化、道路广场浇洒和景观水池补充水用杂用水,杂用水由广州大学城的城市管网水杂用水接入。在雨季利用屋面集水系统将雨水补充至景观水体再可景观水池取水灌溉,可节省大量的高质自来水费用。



3.3 项目的经济和社会效益

广东科学中心在保证健康、舒适的室内、外环境、节约能源和资源，减少对自然环境影响的条件下，从场地规划与土地利用、自然和生态环境影响、可再生资源利用、建筑围护结构节能技术、空调和采暖系统节能技术、照明系统节能技术、中庭自然通风技术等多个方面进行研究和应用，实现达到公共建筑65%的总体节能率，并将该工程中所采用的绿色环保措施、建筑节能技术规模应用与推广起到借鉴参考和指导作用。采用各种绿色环保和建筑节能措施后，围护结构、空调采暖系统与照明系统分担的节能率如下表所示。



中心效果图

各部分分担节能率

部分	围护结构	空调采暖系统	照明系统	合计
能耗/小时(kW)	6140	5718	4225	16081
节电量(kW)	4561	4205	3101	11411
节电(度)	1391181	1282576	945830	3480431
节煤(吨)	501	461	340	1253
节能分担率	25%	23%	17%	65%

4、广州亚运城

.....国家低能耗建筑示范、可再生能源建筑应用示范

4.1工程概况



亚运城规划

2010年广州亚运城用地位于广州新城的东北部，在城市建设分区中属于密度四区。用地临近莲花山水道，河涌密布，用地内有三纵一横共四条现状河涌流经亚运城规划区。三条南北向河涌自北向南汇集到南面的东西向河涌，再通往东面的莲花水道。南北向河涌自西到东分别为官涌、南派涌和丰裕涌，南面的东西向河涌名为三围涌。在规划方案中，东西向的三围涌在主干道一以西段暂名为莲花湾，主干道一以东段以及其它三条河涌继续沿用原名。规划方案以规划主干道和用地中部规划的景观湖莲花湾（暂名）作为各功能分区

2010年广州亚运城用地位于广州新城的东北部，在城市建设分区中属于密度四区。用地临近莲花山水道，河涌密布，用地内有三纵一横共四条现状河涌流经亚运城规划区。三条南北向河涌自北向南汇集到南面的东西向河涌，再通往东面的莲花水道。南北向河

涌自西到东分别为官涌、



媒体村规划图



技术官员村规划

运动员村、技术官员村、媒体村、后勤服务区、体育馆区及亚运公园六大部分组成。亚运城赛后总建筑面积为274万 m^2 。

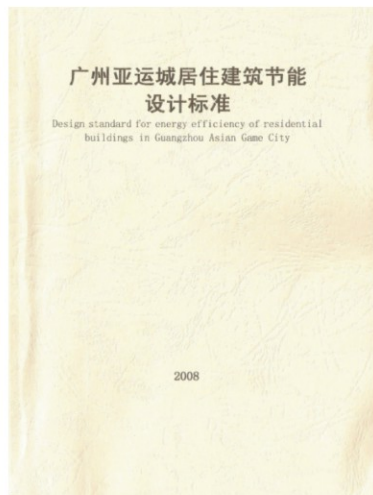
4.2 节能/绿色技术措施

A) 节能率65%的围护结构设计。广州亚运城居住建筑通过采用合理的建筑设计方案,强化建筑自然通风降温功能,提高围护结构隔热性能和提高空调设备能效比等节能措施,在保证相同的室内热环境的前提下,与目前建筑外遮阳、建筑自然通风等状况均不良好且采用低效率分体空调方

的划分界线,结合亚运城的使用功能,分为运动员村、媒体村、技术官员村、后勤服务区、体育馆区及亚运公园六大部分。项目用地范围包括京珠高速公路(轨道交通四号线)以东,清河路以南,莲花山水道、砺江河和小浮莲山以西,规划中的长南路(轨道交通三号线,赛时未开通)以北,规划总用地面积约2.73723平方公里。规划净用地面积1986086 m^2 。亚运城赛时规划根据亚运需求而定,赛时总建设量:计入容积率的建筑面积约为104万 m^2 ,总建筑面积约139.5万 m^2 (含地下室和架空层面积)。其中居住建筑114.1万 m^2 ,公共建筑25.4万 m^2 ,由



运动员村规划

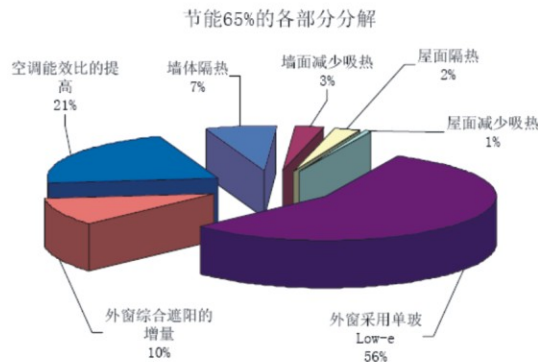


式的空调建筑相比较，全年建筑空调能耗可减少65%。亚运城居住建筑可通过以下节能措施来实现节能65%的节能目标：

- ◆ 提高墙体的保温隔热性能
- ◆ 提高屋顶的保温隔热性能
- ◆ 提高窗体的隔热性能
- ◆ 提高空调设备能效比

通过以上节能措施，在保证相同或者提高全年室内热舒适的前提下，与未采取节能措施前相比，广州亚运城的居住建筑将实现全年空调总能耗减少65%的节能目标：①提高墙体和屋顶的保温隔热性能。为了达到65%节能率的要求，各设计院均按照《广州亚运城居住建筑节能设计标准》，建筑传热系数不

超过下表4-1规定的设计限值。②限制窗墙比及提高窗体的隔热性能。按照节能率的要求，建筑外窗、透明玻璃幕墙的面积不宜过大，各朝向平均窗墙面积比应符合表4-2的规定，外窗和透明幕墙的综合遮阳系数 S_w 必须符合表4-3的规定。外窗或透明玻璃幕墙的窗户开启系数 KC 不应小于0.1，穿堂风道系数 FD 不应低于0.08。当窗墙面积比小于0.4时，玻璃或其他透明材料的可见光透射比不应小于0.4。③提高外窗气密性能。在10Pa压差下，1至9层每小时



每米缝隙空气渗透量 $\leq 2.5 \text{ m}^3$ ，且每小时每平方米空气渗透量 $\leq 7.5 \text{ m}^3$ ；10层以上每小时每米缝隙空气渗透量 $\leq 1.5 \text{ m}^3$ ，且每小时每平方米空气渗透量 $\leq 4.5 \text{ m}^3$ 。④提高空调设备能效比。空调器能效比的确定参照国家标准《房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》GB12021.3-2004规定，广州亚运城居住建筑选用的房间空调器能效比要求大于3.0。



技术官员村立面效果图

表4-1 屋顶和外墙的建筑物平均传热系数 K ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)

屋顶	东、西外墙	南、北外墙
≤ 0.6	≤ 1.0	≤ 1.5

表4-2 建筑各朝向平均窗墙面积比限值

窗墙面积比			
东向	西向	南向	北向
≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.50	≤ 0.45



运动员村立面效果图

表4-3建筑物外窗平均综合遮阳系数限值

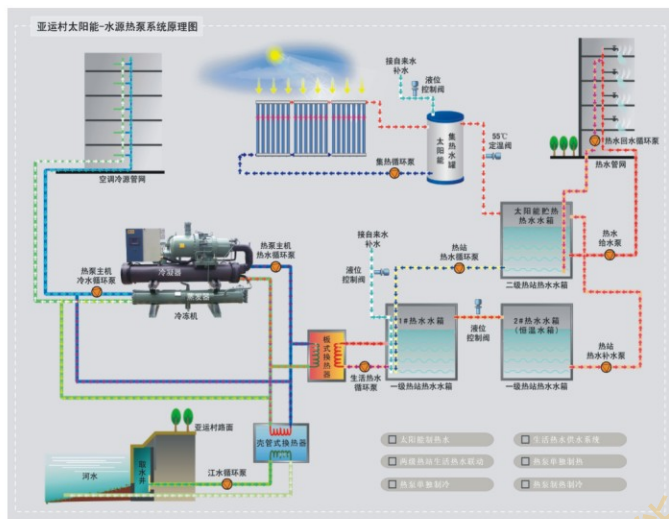
建筑物外墙	外窗的综合遮阳系数SW				
	平均窗墙面积比 $CM \leq$	平均窗墙面积比 $0.25 <$	平均窗墙面积比 $0.3 < CM$	平均窗墙面积比 $0.35 <$	平均窗墙面积比
$1.0 \leq K <$	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.3
$K < 1.0$	≤ 0.8	≤ 0.7	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 0.4

B) 可再生能源利用技术。亚运城的居住楼群集中，功能分区明确，周边水源充足，符合区域能源系统的几大要求：平均冷、热需求密度高；明确、稳定的冷热负荷，且可确保区域能源中心及区域管网的布置规划能够实施。因此，亚运城规划建设了太阳能结合热泵集中产热制冷的区域能源站系统，来满足亚运城居住建筑区的日常热水供应及部分公共区域的空调需求。整个区域划分成三个一级能源站，同时根据赛时、赛后及太阳能的分布位置特点建立二级能源站。项目总投资近1.84亿元，全年可再生能源的替代率大于70%，其中太阳能部分综合约40%（太阳能保证率40%），水源热泵部分综合约30

%。其中：水源热泵单一制热工况COP值约3.7-4.7；水源热泵单一制冷工况COP值约5.8-6.2；水源热泵热回收制冷工况COP值约2.5-3.0；水源热泵热回收制热工况COP值约3.0-4.2；水源热泵热回收制热制冷综合COP值约

太阳能光热层面一体化效果图





亚运村太阳能水源热泵系统原理图

C) 地下空间利用之地下综合管沟技术。亚运城综合体育馆区设计地下停车场和部分设置在地下的功能房,最能体现地下空间利用的是地下综合管沟工程。亚运城将电力管线、通信管线市政给水管道(高质水、杂用水)、燃气管线、真空垃圾管道、真空垃圾控制线及压缩空气管、热水管、交通信号控制线都统一纳入地下综合管沟系统,从而实现了地下空间合理、高效的利用。对于管网使用集中的亚运城建筑,由于综合管沟技术的使用,节约了地下空间,提高了地下功能建筑的使用建筑面积,利用率可提高15%。



亚运城综合管沟布置总图

4.3 项目的经济和社会效益

结合本项目在围护结构、通风、遮阳、空调、照明以及可再生能源建筑应用方面采取的节能措施，通过综合分析和模拟计算，本项目的综合节能率为约65%。亚运城居住建筑约113.61万m²，按参照建筑空调单位能耗37kWh/m².a，设计建筑单位能耗26kWh/m².a进行测算，预计亚运城居住建筑群相对于参照建筑总每年可节约空调电耗12,55万度，公共照明部分每年可节约用电92.86万度，集中式能源站(可再生能源应用),每年可节电404.7万度，合计每年可节电1752.56万度。可实现减排指标：



亚运城效果图

表4—4 减排指标（单位：吨/年）

节煤	减排CO ₂	SO ₂	NO _x	烟尘
7010.24	15962.32	475.29	238.35	4344.04

5、广州番禺中心医院

.....国家可再生能源建筑应用示范

5.1 工程概况

广州番禺中心医院位于番禺区市桥福愉东路8号中，按照三级甲等综合性公立医院标准配置，总规模为1200个床位，日门诊量设计为5000人次。是番禺区医疗、科研、教学中心及急救中心。其中一期建设800张床位，建筑面积约185,000m²，总投资约9亿元。项目已于2009年9月19日正式投入使用。从运行情况和第三方测评结论来看，综合节能效果良好，实现了绿色环保与医疗服务的完美结合。



渗透路面

5.2 节能/绿色技术措施

A) 医院生态环境改善技术。①渗透路面铺装。尽量减少不透水路面的比例，增加渗透路面面积。

在地面临时停车场、人行道等部位全部采用透水砖和植草砖以提高路面的透水和蓄水性能，保证每平方米每分钟渗透雨水量250kg，缓解医院室外微环境的热岛效应。②绿地系统规划。利用树木、灌木和草地为部分硬质地面和不透水路面提供遮阳，减少太阳辐射的



全景效果图



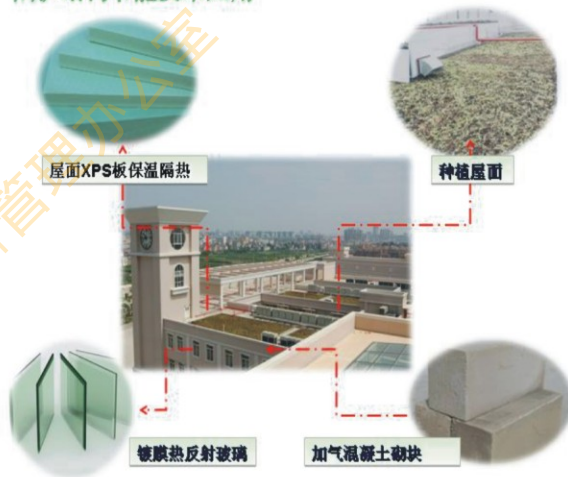
水体冷却

吸收，防止休闲环境过热，提高室外微环境的舒适性。③雾化降温技术。在较为集中的户外休闲场所采用雾化降温技术，通过雾化水滴的被动蒸发冷却效应降低环境空间温度，改善户外休闲场所的热环境。④水体冷却技术。结合景观和规划设计要求，充分利用河涌、水景和喷泉等水体降低环境的热岛强度，提高室外环境的舒适性。⑤自然通风设计。根据当地的气候特点和医院的整体规划方案，通过建筑物、水体和绿化路面的合理布局改善区域的风环境，引导夏季自然通风降低微环境的热岛强度。

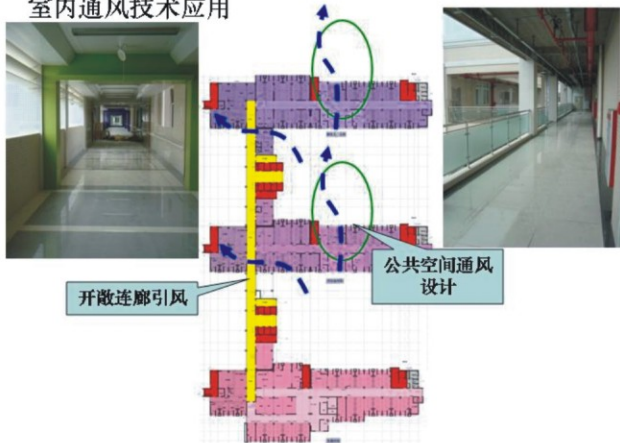


雾化降温

围护结构节能技术应用

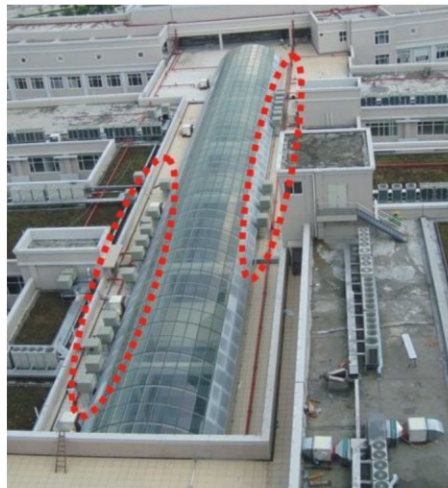


室内通风技术应用

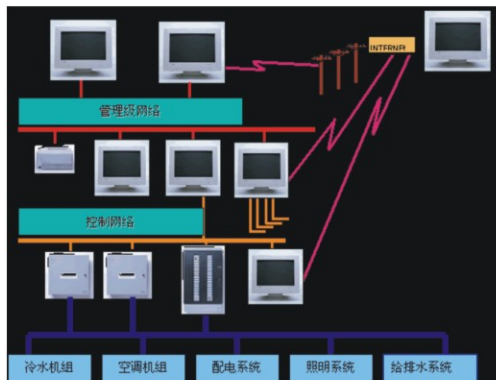


窗墙比，选择应用隔热性能优越的新型窗体，比如Low-e玻璃窗，和各种形式遮阳构件，比如水平遮阳、垂直遮阳和百叶遮阳等，减少窗体的太阳辐射得热。④围护结构节能综合评估。应用建筑物逐时能耗模拟软件，针对不同的屋面、墙体和窗体节能技术组合进行建筑物的能耗分析，根据分析结果选择确定最优的节能技术方案。

B) 医院建筑围护结构节能技术。①屋面节能设计。建筑屋面采用广东省建设厅推荐的节能标准构造技术做法—SGK屋面防水型隔热板，该屋面具有重量轻、自防水、可上人、隔热效果好的优点。采用佛甲草种植隔热屋面技术对建筑屋面进行绿化，通过蒸发冷却有效提高屋面的隔热性能。评价比较各种屋顶遮阳措施，选择合理遮阳设计，减少屋面的得热。②墙体节能设计。建筑外墙采用加气混凝土墙体。③窗体节能设计。在建筑立面方案设计阶段选择合理的



大空间蒸发冷却设备



设备运行管控

C) 医院建筑设备节能技术。①冷热源选择。根据建筑物的能耗和使用情况，以及室外气候特征，合理选择和确定空调设备（冷源）和供热（包括生活热水）设备主机的形式、装机容量和能效等级。②输配系统节能技术。结合医院建筑物不同房间的用途和空调负荷变化情况，合理确定输配系统形式和效率。根据建筑物内不同房间使用功能的区分合理确定不同房间空调系统的关联与隔离关系，指导输配系统的合理设计。③信息化控制技术。采用中央空调信息化控制技术，实现空调系统和信息化控制系统的一体化设计，与常规空调系统比较节电25%以上。

D) 医院可再生能源利用技术。①光电转换技术。在部分道路和庭院设置太阳能路灯与太阳能庭院灯，并在屋面安装20kwp并网型太阳能光电装置供地下车库等社区公共服务设施照明，年发电量可达2.7万度。②光热转换系统设计。在住院部采用集中式太阳能热水器提供生活热水，并采用热泵系统加以辅助，形成太阳能热水器与热泵系统联合运行系统，可实现日均供热水130吨，太阳能热水利用保证率45%。



太阳能光电光热实景图

E) 医院雨水收集再利用技术。①雨水收集系统设计。除直接通过地表绿化植被和植草砖渗透入土以补充地下水外,在其他屋顶、硬质地面等处建立雨水收集系统。②雨水再利用系统设计。合理选择雨水再利用系统,雨水回用于住区的景观水体补充、绿化浇灌、车辆冲洗、道路冲洗、垃圾间冲洗、厕所洁具冲洗等方面,从而达到节约用水的目的。

屋面雨水收集实景



5.3 项目的经济和社会效益

实现医院建筑65%的总体节能率,8%的可再生能源利用率;

太阳能热水系统: 节电93.4万KWH/年,减排CO₂ 1,061.4吨/年;

光电系统节能减排: 节电9,344KWH/年,减排CO₂ 10.2吨/年。



6、广东省立中山图书馆

.....国家既有建筑综合改造、可再生能源建筑集成应用示范

6.1工程概况



广东省立中山图书馆创建于1912年，位于广州市文明路213号，历史悠久、典藏丰富，在全省公共图书馆中发挥着重要的示范与带动作用。2003年，广东省立中山图书馆改扩建工程经广东省政府批准立项，总投资5亿元，占地面积6.8万m²，建筑总面积10.3599万m²。一期工程项目投资3.9363亿元，改扩建规模6.89万m²，包括新建2层地下车库（A区），

改造原图书馆大楼（B区），新建地上7层，地下4层综合大楼（C区）。

6.2 节能/绿色技术措施

A) 低能耗围护结构（改造、新建）节能技术集成应用。

①B栋既有建筑围护结构改造：

■外墙：铲除全部旧的外墙批荡和瓷片，外墙采用180轻砂浆砌筑黏土砖+内侧25mm硅酸铝复合保温材料，外钢筋砼墙+20mm硅酸铝复合保温材料，外侧贴浅色瓷片。

■屋面：在早期已部分采用了屋面绿化技术，完全可以达到节能标准要求。未采用屋顶绿化部分，屋面采用复合泡沫板—上人屋面彩色轻质防水隔热板（60mm厚），其主要保温隔热材料为聚苯乙烯泡沫板（35mm厚）。

■外窗：采用low-e中空玻璃（镀膜玻璃+6A+6mm透明玻璃）。



改造前

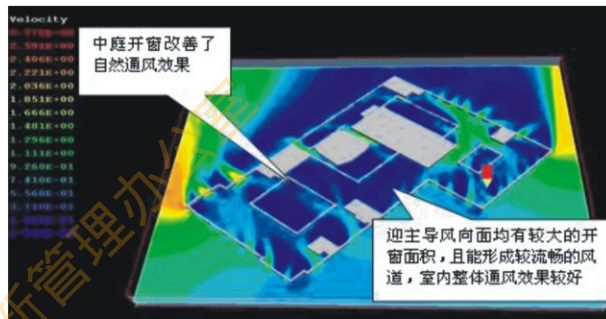


改造后

②C栋建筑围护结构措施:

- 外墙: 采用200mm厚加气混凝土砌块
- 屋面: 隔热层采用35mm挤塑聚苯乙烯板
- 外窗: 采用 low-e中空玻璃铝合金窗(镀膜玻璃+6A+6mm透明玻璃)

B) 自然通风和环境节能技术应用。B栋改造前进行自然通风模拟分析, 通过改变外窗开启方式, 增大中庭开窗面积等改善措施, 促进建筑物内部的自然通风, 同时在B栋阅览室、办公区增设吊扇, 在非空调季节增加室内空气流动效果, 从而提供了健康、舒适、充足的室外新风, 也大大降低建筑的空调能耗。



自然通风效果模拟

C) 建筑照明节能技术与应用。中山图书馆B栋大楼的改造前的照明系统是80年代设计的, 主要是采取日光灯照明, 整体光率低, 线路、设备和灯具损耗大, 并且照明系统分组设置不合理, 所有控制开关均手动。采取了以下几项照明节能措施:



改造后室内照明实景

■ B和C栋的照明功率密度按照《建筑照明设计标准》GB50034-2004的有关规定设置, 室内亮度合理分布;

- 充分利用自然采光的补偿, 照明分组控制;
- 日间最大限度地使用太阳能光伏系统的发电;
- 选用电子镇流器且反射率高的灯盘, 三基色灯管(部分可调光)。

D) 空调系统集成技术与应用。①B栋既有建筑空调系统改造。原图书馆大楼(B栋)采用分体式空调系统,设备落后、残旧且能耗大,远远不能满足当前的使用需要,改造全面采用中央空调系统工程,冷站设在A区的地下车库。一期总空调冷负荷为4200 kW,二期总空调冷负荷约1800kW(预留),装机总容量为5100kW(1500USRT)。冷源选用开利2台制冷量为2100kW(600USRT)的水冷离心式冷水机组和1台制冷量为1044kW(300USRT)的水冷螺杆式冷水机组,水冷



中央空调机房

离心式冷水机组COP为5.54,水冷螺杆式COP为4.92冷冻水系统:采用二

级泵系统,一级泵定流量,二级泵变频变流量控制。冷却水系统采用一级泵系统,冷却泵与冷水机组相对应设置。②C栋中央空调系统。一期新建图书馆C栋为珍品书库等需要全年运行,设置独立冷源,不在冷站供冷之内。冷源用4台麦克维尔风冷冷水机组做为冷源,每台冷量为280KW, COP值为3.0, 1台风冷螺杆式,冷量27KW, COP值2.8, 总装机容量



广场雨水收集管道施工实景

为1147 KW;

E) 雨水集蓄和回用技术应用。通过广场(A区)部分坪、面进行收集,广场雨水可有效利用面积约为18000m², (广州市年平均降雨量为



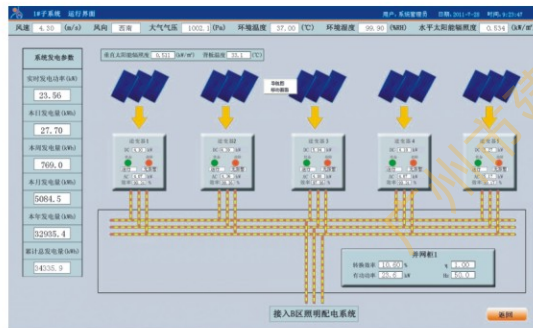
绿色广场实景

1736.1mm) 综合考虑其路面、路基、边框, 则汇水面积约为 9000 m^2 。综合径流系数 $=0.2$, 全年可实际收集雨水量 3000 m^3 , 系统设计按处理水量为 $12\text{ m}^3/\text{h}$, 最大处理水量为 $144\text{ m}^3/\text{d}$, 雨水处理系统按日运行12小时计。项目设置2个集水池, 一个体积为 155.6 m^3 , 净深为 2 m , 一个体积为 221.4 m^3 , 净深为 3 m , 主要用来储存雨水、调节水量, 防止进水水量波动过大, 保证整个系统的稳定运行。另一个清水池主要用来便于处理后的水稳定地、连续地供应给用水系统使用, 清水池有效容积为 100 m^3 。

F) 可再生能源技术应用-太阳能光伏发电(181 KWp)。通过充分的论证和技术分析, 安装 181 KWp 太阳能光伏并网发电系统。该系统利用太阳能光伏组件将太阳能转换成直流电能, 再通过并网逆变器将直流电逆变成 $230\text{ V}/50\text{ Hz}$ 单相交流电或 $400\text{ V}/50\text{ Hz}$ 三相交流电。逆变器的输出端通过配电柜与变电所内的变压器低压侧并联, 实现低压并网。光伏发电系统共分4个子系统, 根据不同的安装位置和使用功



光伏系统逆变设备安装实景图



1#子系统运行界面

能的需要, 各子系统在太阳能电池、逆变器、安装形式等方面各有不同, 各具特色: 第一个子系统 56.7 KWp , 在B区11楼顶平面安装电池组件, 场地面积约 590 m^2 , 屋顶平面的安装方式



太阳能电站动态监测与节能评价系统

为方位角：正南（可根据建筑朝南方向作轻微调整），倾角： 20° ，为阵列安装。第二个子系统在B区5楼楼顶安装电池组件，场地面积约为 890m^2 ，组件装机容量为 66.15KWp 。屋顶平面的安装方式为方位角：正南（可根据建筑朝南方向作轻微调整），倾角： 20° ，为阵列安装。第三个子系统在B区架空层安装电池组件，场地面积约为 240m^2 ，组件装机容量为 28.08KWp 。第四个子系统在C区楼顶，安装电池组件，组件装机容量为 31.5KWp ，场地面积约为 540m^2 。太阳能光伏发电系统配置远程监控中心位于图书馆的电力监控中心（B区1楼）。可全面反映广东省立中山图书馆 181KWp 太阳能并网光伏发电系统的运行情况。

6.3 项目的经济和社会效益

该项目综合各项节能措施，全年的节能减排量如下表所示：

单位：吨/年

节煤	减排 CO_2	SO_2	NO_x	烟尘	煤渣
1979.76	5345.37	11.87	17.81	4.94	673.12

7、亚运城综合体育馆

.....国家级绿色建筑示范

7.1工程概况

亚运城综合体育馆是广州亚运会配套的大型公共建筑。项目规划建设用地10.11万 m^2 ，建筑占地总面积3.11万 m^2 ，建筑总面积6.55万 m^2 ，主要包括体操馆和综合馆，建筑结构为钢筋混凝土+玻璃幕墙/金属幕墙+金属屋面。综合馆地上2层、体操馆地上4层、建筑总高度33.80m。项目于2007年2月立项，计划2010年4月完工，总投资79,516.41万元。

本项目遵循可持续发展原则，充分体现绿色平衡理念，按照国家绿色建筑三星标准进行设计，通过建筑设



计、绿化配置、自然通风、自然采光、低能耗围护结构、太阳能利用、雨水利用等技术措施，实现节地、节能、节水、节材和环保的绿色建筑目标。

亚运城综合体育馆效果图

7.2 节能/绿色技术措施

A) 被动式建筑节能设计。综合建筑规划、建筑设计及建筑布局, 结合太阳能、风力、水资源等天然冷热资源, 以气流组织、室内温湿度场模拟与优化结论为依据, 根据广州亚运城综合体育馆所在地气候特征, 编制《广州亚运城综合体育馆绿色建筑设计指导书》并下达给设计单位, 根据指导书要求, 采用了一系列的建筑围护结构节能技术改善室内热湿环境。建筑围护结构设计满足《〈公共建筑节能设计标准〉广东省实施细则》DBJ 15-51-2007的要求。



场馆幕墙中空Low-E玻璃安装轻质隔热屋面实景图施工实景

B) 新能源利用技术。①风光互补路灯。在体育馆停车场出入口等处设风/光互补照明灯。利用太阳能和风能发电为停车场照明灯提供电源。风/光互补灯光源选用高效节能的LED灯。太阳能和风能发电的结合既节约能源也为体育馆人员疏散提供可靠的照明。②太阳能加水源热泵供冷供热。亚运城综合体育馆的空调纳入整个亚运



自然采光

城太阳能和水源热泵供冷供热系统中, 利用亚运城周边砺江涌江水为水源热泵冷源代替冷却塔, 由3号能源站提供部分冷量。砺江河水夏季取水温度在 $26\pm 2^{\circ}\text{C}$, 比传统冷却塔冷却水设计温度 32°C 低 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$, 降低了蒸发器冷却温度, 大大提高制冷机组能效比, 约可降低制冷机能耗 $15\sim 30\%$ 。

C) 建筑室内环境的综合改善和控制技术。①室内自然采光环境改善控制技术。广州亚运城综合体育馆除门窗实现一定的自然采光外, 采用开天窗的形式把自然光引入室内, 天窗的总采光面积达到 220m^2 。利用自然采光, 不仅可以节约能源, 并且在视觉上更为习惯和舒适, 在心理上能和自然接近、协调, 可以看到室外景色, 更能满足精神上的要求, 通过合理的设计, 日光完全可以为用户提供一定量的室内照明。②建筑遮阳改善室



风光互补路灯



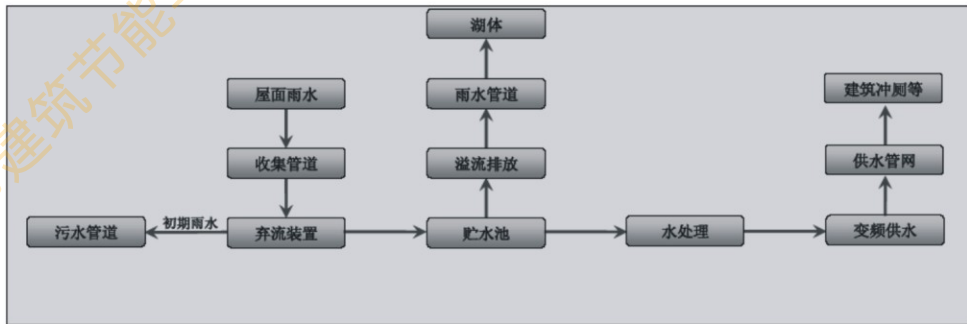
自然采光

内热环境。广州亚运城综合体育馆在设计上已经考虑了遮阳，其建筑造型和大屋檐的设计具有遮阳效果。课题研究和工程设计中对其夏季的遮阳效果进行计算分析，广州地区的夏季基本为4月到11月，针对各月典型天全天逐时的遮阳效果进行了模拟分析。夏季的遮阳重点关注条件最恶劣的西面。③建筑设备自动监控系统技术。亚运城综合体育馆共设置了以下智能化系统：综合布线系统、语音通信系统、信息网络系统（含无线局域网）、有线电视系统、公共广播系统、电子会议系统、建筑设备自动监控系统、电力监控系统、智能照明控制系统、安全防范系统（包括入侵报警、视频安防监控、出入口控制、电子巡查、停车场管理、安防信息综合管理等系统）、建筑设备（集成）管理系统、信息显示及控制系统、场地扩声系统、场地照明控制系统、标准时钟系统、升旗控制系统。

E) 雨水综合利用技术。亚运场馆的雨水收集利用采用屋面雨水收集利用。同时，利用场馆周边的绿地，场馆周边道路两侧的人行道，通过雨水渗透加以利用。



智能照明



雨水利用流程

7.3 项目的经济和社会效益

结合本项目在围护结构、通风、遮阳、空调、照明以及可再生能源建筑应用方面采取的节能措施，通过综合分析和模拟计算，再加上可再生能源建筑应用的贡献，本项目的综合节能率为60%左右。在今后的营运过程中，可大量节约运行成本，同时大大提高室内外环境质量，营造绿色环保办公环境，有利于身体健康和和谐发展。据估算，本项目按赛时负荷折算，每年可节约用电37.6万度，从环境效益角度，可实现减排指标如下表所示：

减排指标（单位：吨/年）

节煤	减排CO ₂	SO ₂	NO _x	烟尘
150.40	342.46	10.20	5.11	93.20

8、广东省老干部活动中心

.....国家低能耗建筑示范

8.1工程概况

广东省老干部文体活动中心是广东省委、省政府重视老干部工作和老年公益事业的标志性建筑,充分体现了作为经济强省和文化大省的大型老年文化设施应有的气魄和改革开放“敢为人先”的广东特色,其定位是高品位、高格调、多功能,集学习、娱乐、文体活动、保健和老年服务性商场、酒店于一体的综合性大型公共建筑。大楼位于广州市越秀区农林上路繁华地段,人文商业气氛较浓,本建筑从城市设计的角度总体把握建筑设计,充分考虑了该地段“都市大广场”的配套环境,使本工程与周边建筑、人文环境互为

补充和交相辉映。工程建设用地面积为 6679m^2 ,地上27层,地下3层,建筑总高度 99.99m ,总建筑面积为 42027m^2 ,其中地下室 9572m^2 ,地上部分 32455m^2 ,属一类高层建筑。本工程主要具有三大功能:老干部学习、文体活动;老年用品服务;老干部休息用房。



大楼效果图



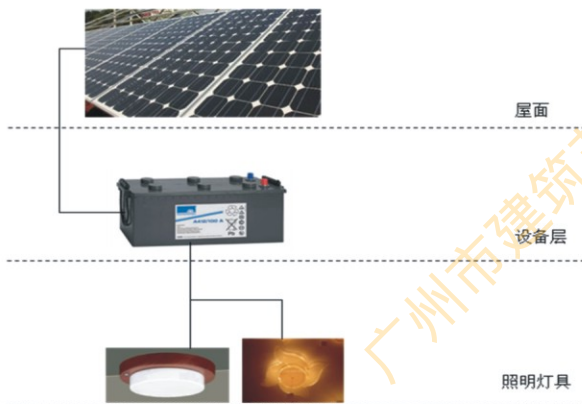
大楼效果图

8.2 节能/绿色技术措施

广东省老干部文体活动大楼主要通过建筑围护结构节能技术、可再生能源利用、自然光利用、空调系统节能技术、屋面雨水回收再利用技术等五个方面进行研究和应用，满足相关标准规范的要求，且实现公共建筑60%的总体节能率。

A) 建筑围护结构节能技术。外墙主要采用符合夏热冬暖地区气候特点和非常成熟的自保温技术，外墙采用200mm厚加气混凝土砌块。加气混凝土砌块墙体的传热系数为 $1.07 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，热惰性指标 $D=3.9$ 。外窗及玻璃幕墙采用高性能的

Low-E中空玻璃，具有良的节能性能及隔声性能，整窗遮阳传热系数 $K=3.20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，遮阳系数 $SC=0.38$ 。采用刚柔防水保温屋面，采用30mm厚挤塑聚苯保温板作为保温隔热层，屋面传热系数 $K=1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，热惰性指标 $D=2.75$ 。



光伏发电系统示意图



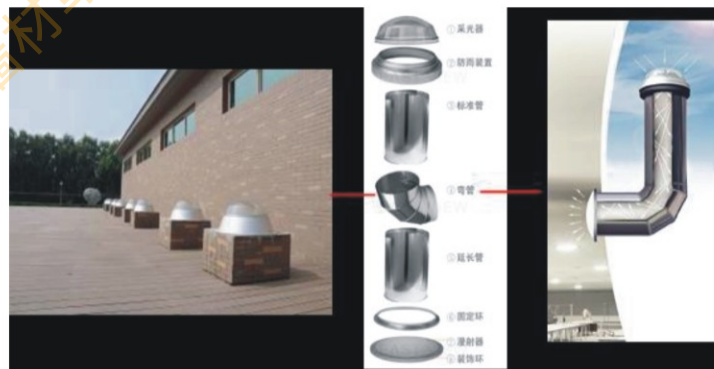
幕墙遮阳实景

B) 可再生能源利用技术。在27层屋面门球场位置集中布置太阳能集热板有效面积 176 m^2 ，20层设备层内设热泵热水机组一组，输入功率 19.9KW ，输出功率 79.6KW ，最高出水温度 60°C ，循环水量 $24\text{ m}^3/\text{h}$ 。裙楼6层天面设热泵热水机组五组，输入功率 8.79KW ，输出功率 49.14KW ，最高出水温度 60°C ，循环水量 $11\text{ m}^3/\text{h}$ ，在太阳能集热器不满足时启动，集中制备生活热水，以满足休息用房及老干部运动后淋浴及洗手生活热水需求。在老干部文体活动大楼屋顶设置有效面积 40 平方米光电板，配电集线器、交流断路器、控制保护器、蓄电池等配件可放置在20层设备层内，提供主、次出入口 72 个 18W 节能筒灯的照明负荷用电。



空气源热泵热水系统

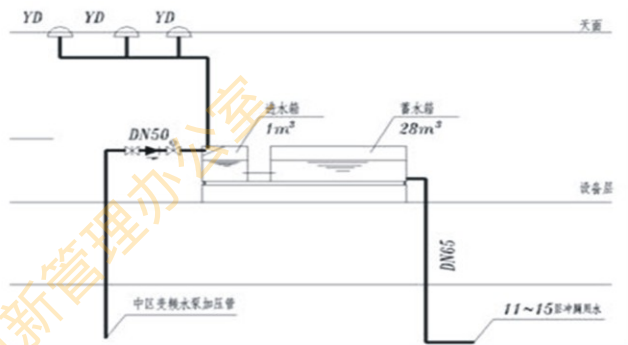
C) 自然采光技术。自然光是最好的光源，如何利用好自然光，将自然光与人工照明充分结合，营造一个舒适的光照环境是照明设计的重点和核心。广东省老干部活动文体大楼中采用了高透光的中空Low-E、遮阳导光板、自然光导系统等，充分利用自然光满足室内照明的要求，且使人们更接近自然。



光导管

D) 空调节能措施。①合理划分空调系统，根据房间类型多，各房间热湿负荷相差较大等特点，根据本大楼

的使用功能和运营管理，本工程空调系统分为-1至6层裙楼部分采用集中式水冷冷水系统和7至27层塔楼部分采用一次冷媒变流量多联空调系统（冷暖型）两个系统。②裙楼全空气系统排风热回收。设置转轮式换热器，通过排风与新风交替逆向流过转轮进行显热和潜热的交换。采用的全热回收装置全热回收效率达60%以上，节省空调冷量20%以上，减少空调冷源系统的功耗，节省运行费用。③制冷机组和冷冻水泵变频运行。④设置可调新风阀，过渡季节全新风运行。



屋顶天面雨水利用系统方案原理图

E) 屋面雨水收集利用技术。从节省管材和设备投资的角度，并考虑结合原有建筑设计，充分利用建筑设备间设置容积为 28m^3 的玻璃钢水箱蓄水（平面面积为 $6\text{m} \times 8\text{m} = 48\text{m}^2$ ，高度为 1m 。考虑结构的荷载，水位高度为 0.6m ），以及设置 $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$ 的进水箱一个。结合原来给水系统，选用11~15层做为分质供水的楼层，蓄水箱容量可满足11~15层一天的用水量。

8.3 项目的经济和社会效益

采用各种建筑节能及绿色环保措施后，围护结构、空调采暖系统与照明系统分担的节能率如下表所示。

各部分分担节能率

部分	围护结构	空调采暖系统	照明系统	合计
节电量 (kW)	885.14835	1262.336	962.28	3109.76435
节电 (度)	247841.538	353454.08	269438.4	870734.018
节煤 (吨)	89.15163237	127.14176	96.920288	313.2136755
节能分担率	17%	23%	20%	60%

