



“高校节能管理人才”首期研修班——2018. 1. 19北京

# 绿色校园建筑技术研究与应用

孟庆林

华南理工大学建筑节能研究中心  
亚热带建筑科学国家重点实验室









# “绿色校园”——概念

**特点：**校园建筑——功能多样、系统复杂、消耗具大。

**经验：**欧美建设绿色校园的经验表明，绿色校园建筑不仅能保证师生健康、高效学习工作，还能有效的降低能耗费用及运行成本。

**定义：**绿色校园——在全寿命期内，最大限度地节约资源（节地、节能、节水、节材）、保护环境，示范绿色教育的校园。

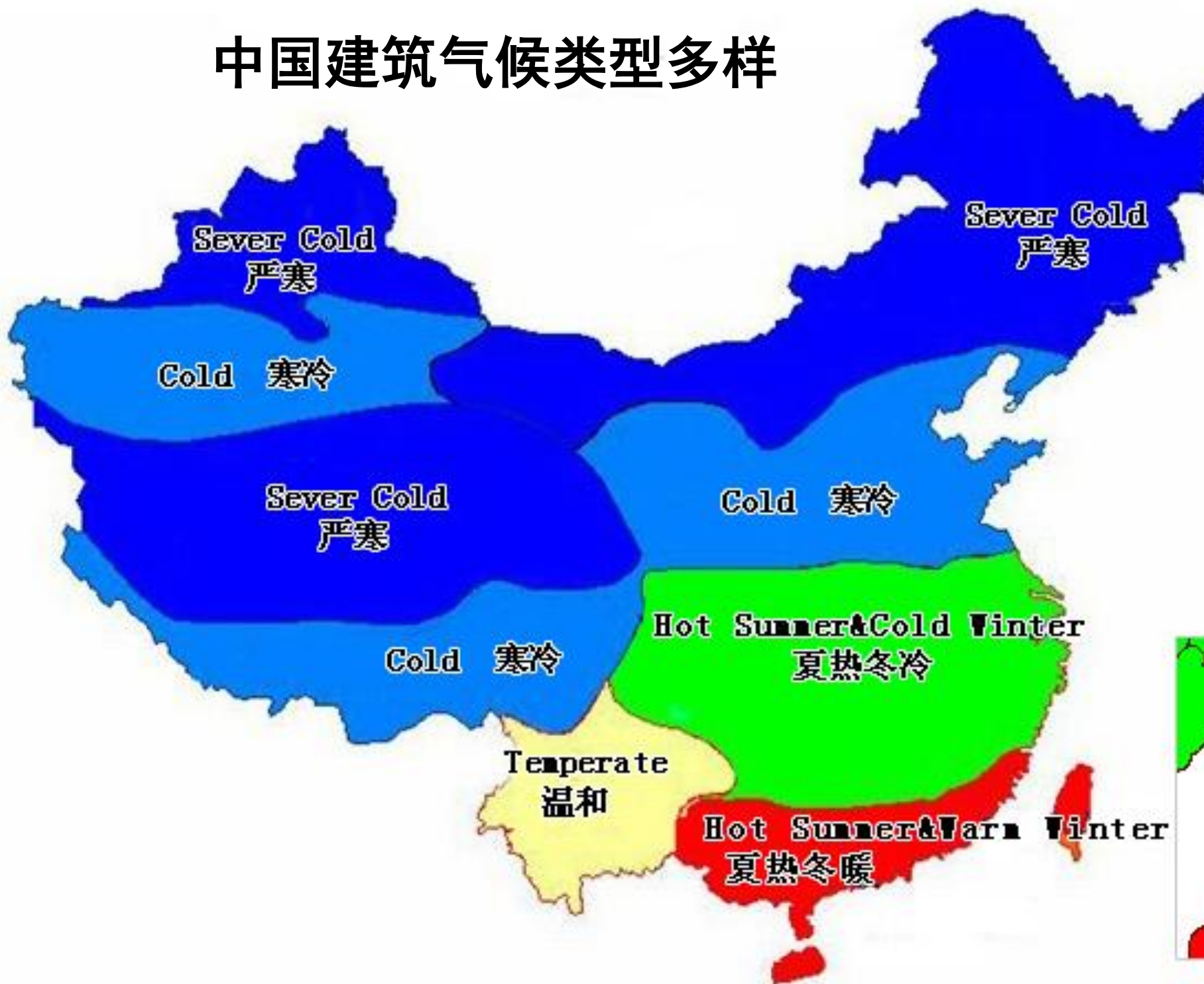
**特征：**“四节一环保”+ “示范和教育”





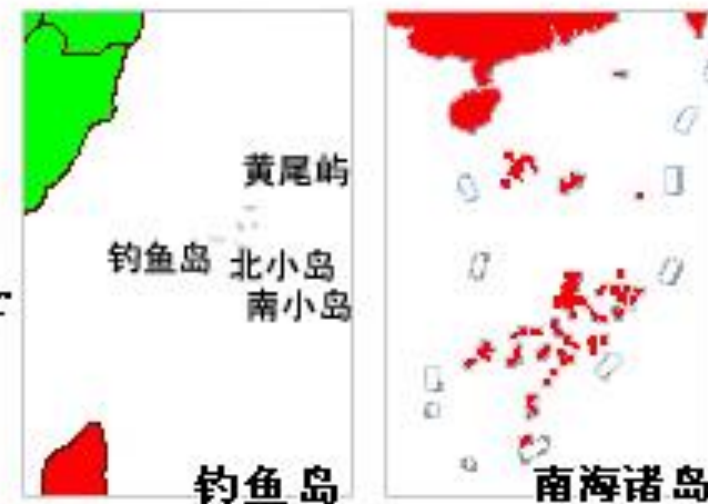
# 背景

## 中国建筑气候类型多样



### 中国热工分区:

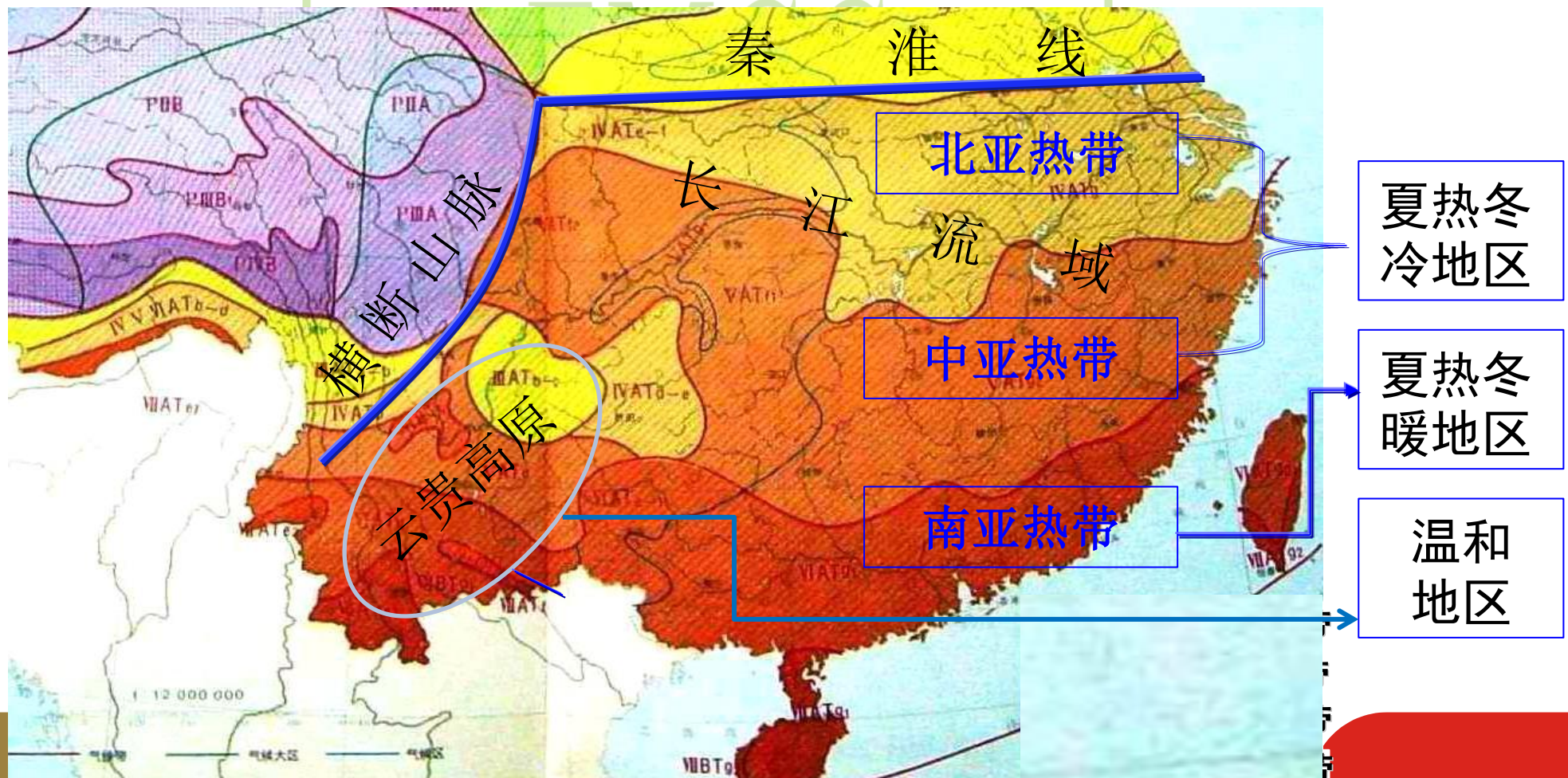
- 严寒地区
- 寒冷地区
- 夏热冬冷地区
- 夏热冬暖地区
- 温和地区





## ■地域特征：

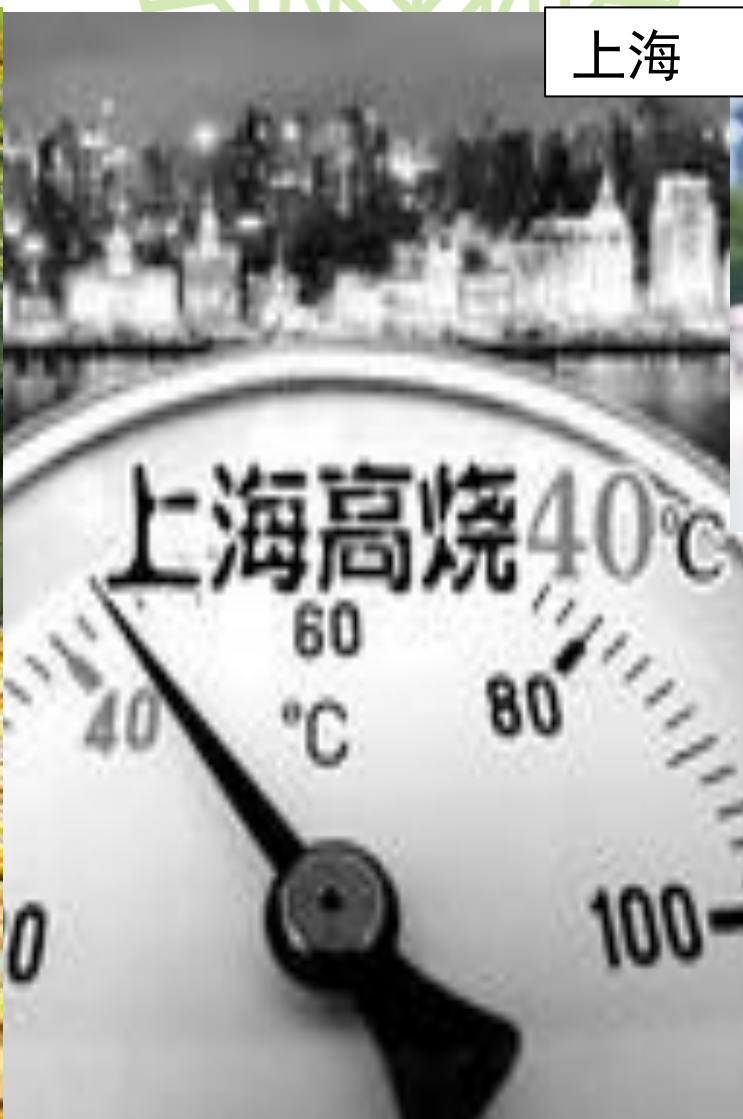
- 亚热带区位：地处横断山脉以东长江流域以南
- 气候特征：温高、湿重、夏热、冬冷
- 国土面积：占27%
- 人口：约7亿；GDP：约占65%
- 城市数量：县级以上城市429个，占64%





## ■热环境和能耗问题突出

- 城市自然气候状况恶劣：温高、湿重、辐射强烈
- 城市环境过热诱发诸多问题：热安全性、热舒适性、建筑高能耗

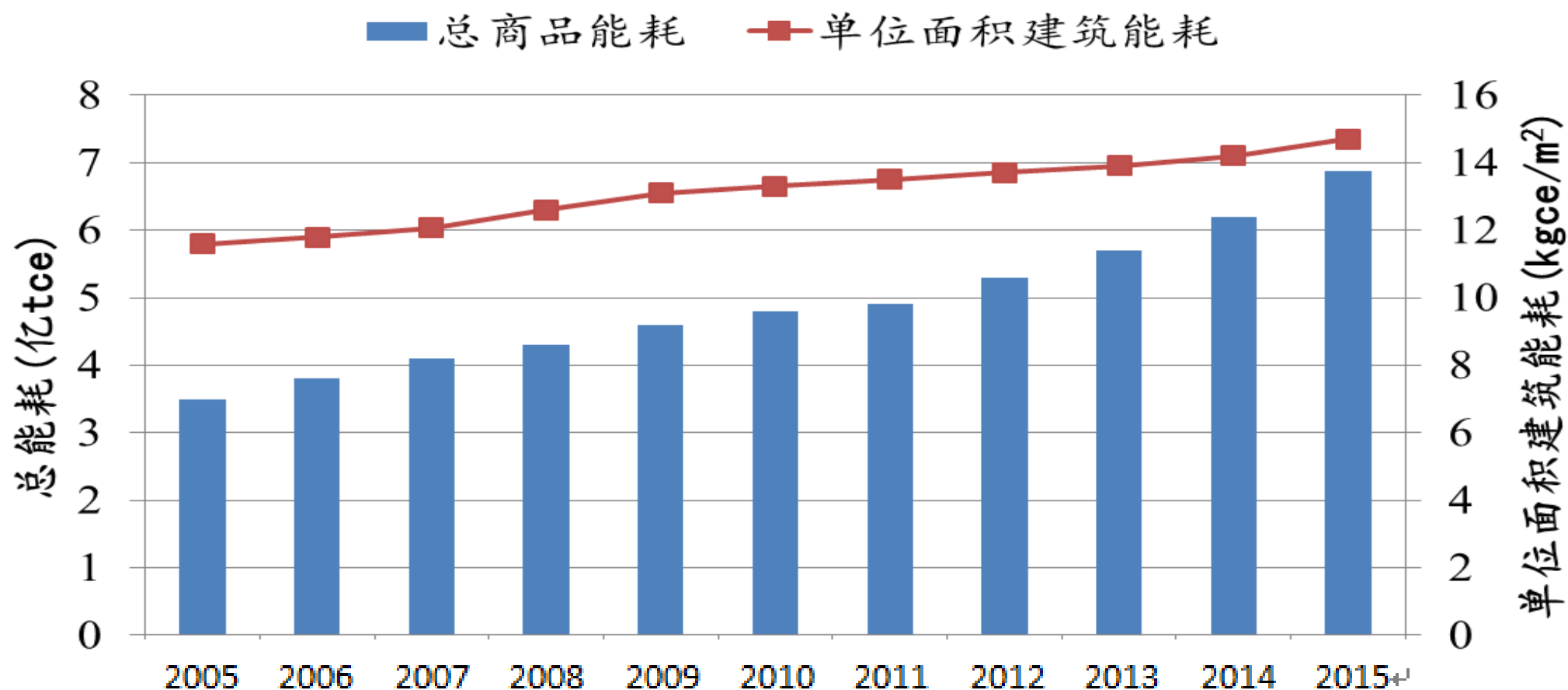


## ■ 建筑能耗背景：

### 1、建筑节能是我国社会可持续发展的重大需求

2015年中国建筑总能耗为6.87亿吨标准煤，约占全国总能耗的**27%**，南方的建筑能耗约占全国建筑总能耗的**50%**<sup>[1]</sup>。

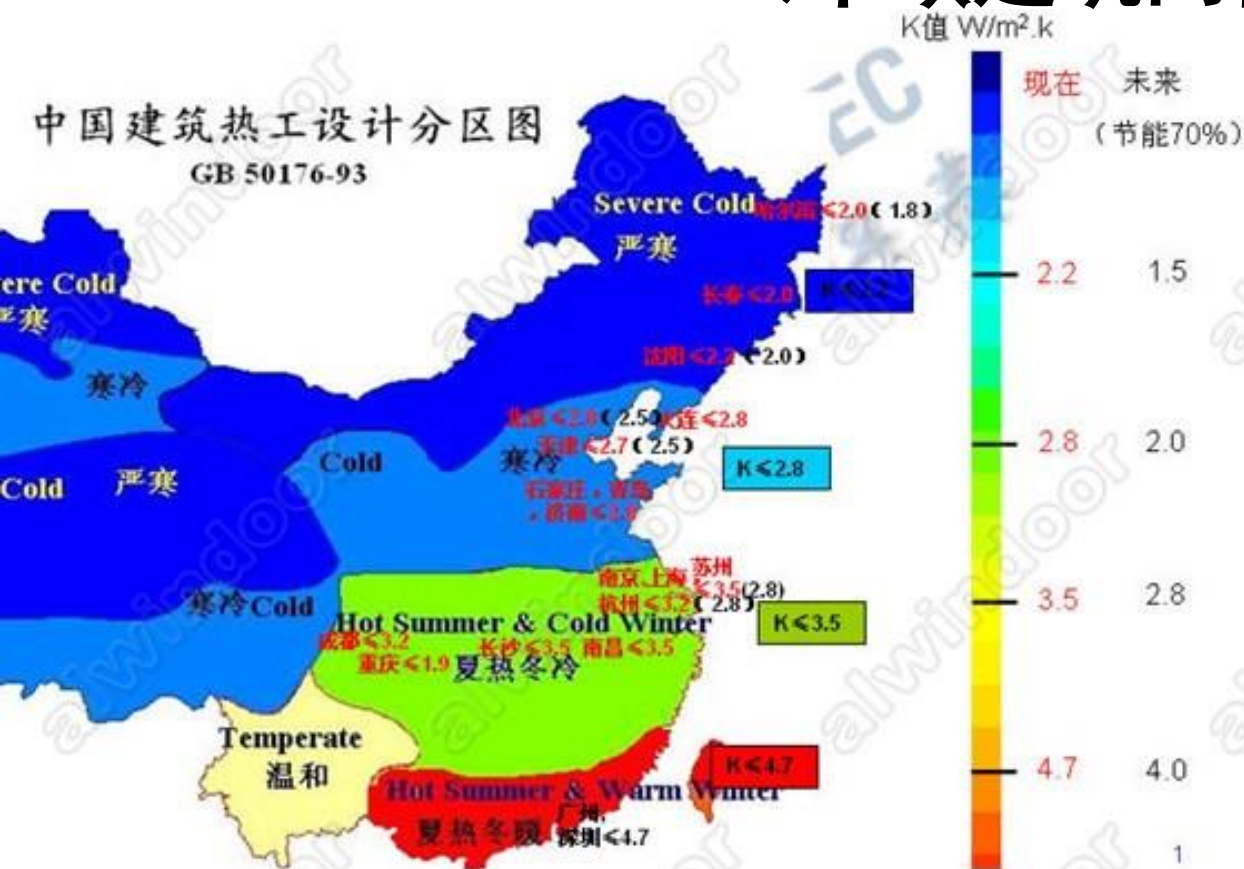
因此，控制建筑能耗增长——国家重大战略需求和基本国策。



资料：[1] 清华大学. 中国工程院, 中国建筑节能年度发展研究报告2015. 5.



# 建筑热工性能低 (中欧建筑门窗比较)



能源管理专业委员会





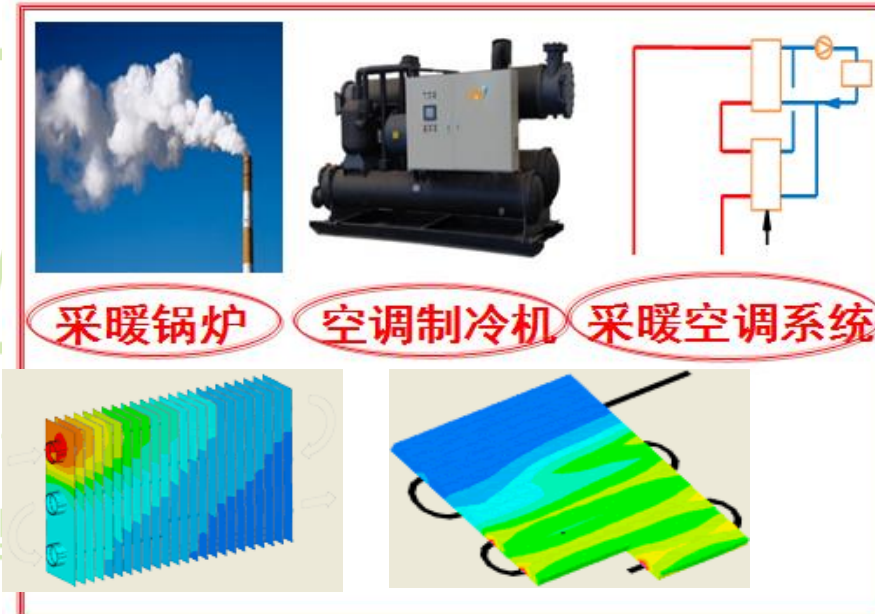
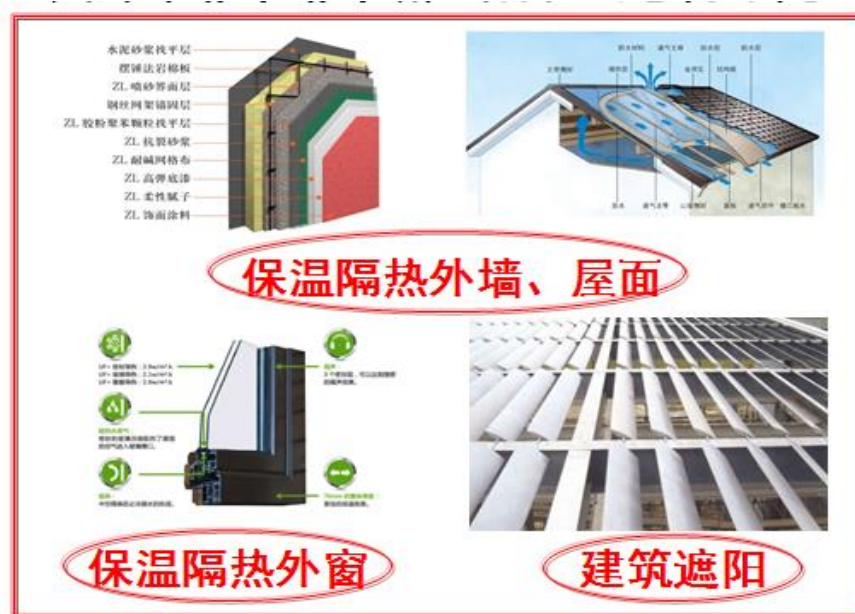
## 2. 是解决建筑节能的根本途径之一

控制建筑能耗有两个**基本途径**：

**1.提高围护结构热工性能**

**2.提高设备用能效率**

【建筑围护结构（建筑外壳）：外墙、屋面、外窗、遮阳等】



围护结构**热性能好坏**是决定建筑用能多少的**前提**，当围护结构节能性能差时，即使设备效率再高，建筑也不节能。

**因此，研究“围护结构节能”是解决建筑节能的根本途径之一。**

### 3、建筑室内热环境的**调节方式和目标**发生了根本性改变

- 传统围护结构是在没有采暖空调的**自然条件**下形成的；
- 现代围护结构在采暖空调**控制条件**下，热工原理发生了重大变化。



传统墙体

传统遮阳

传统外窗




现代建筑围护结构

传统建筑的保温、防热理论和技术**已不能满足**采暖空调状态下, 现代建筑的节能要求。



## 4. 问题与技术难点

北方：  
**保温**作为唯一控制指标



特点：热过程**单向传递**

The diagram shows a person in winter clothing on the left. To the right is a cross-section of a wall with insulation. An arrow labeled '热流' (heat flow) points from the interior to the exterior. The interior air temperature is labeled '空气 21°C'. The exterior is shown with snow and a cloud.

南方：  
1.冬季**保温**（长江流域地区）  
2.夏季**隔热与遮阳、通风、防潮**



特点：热过程的**双向传递**

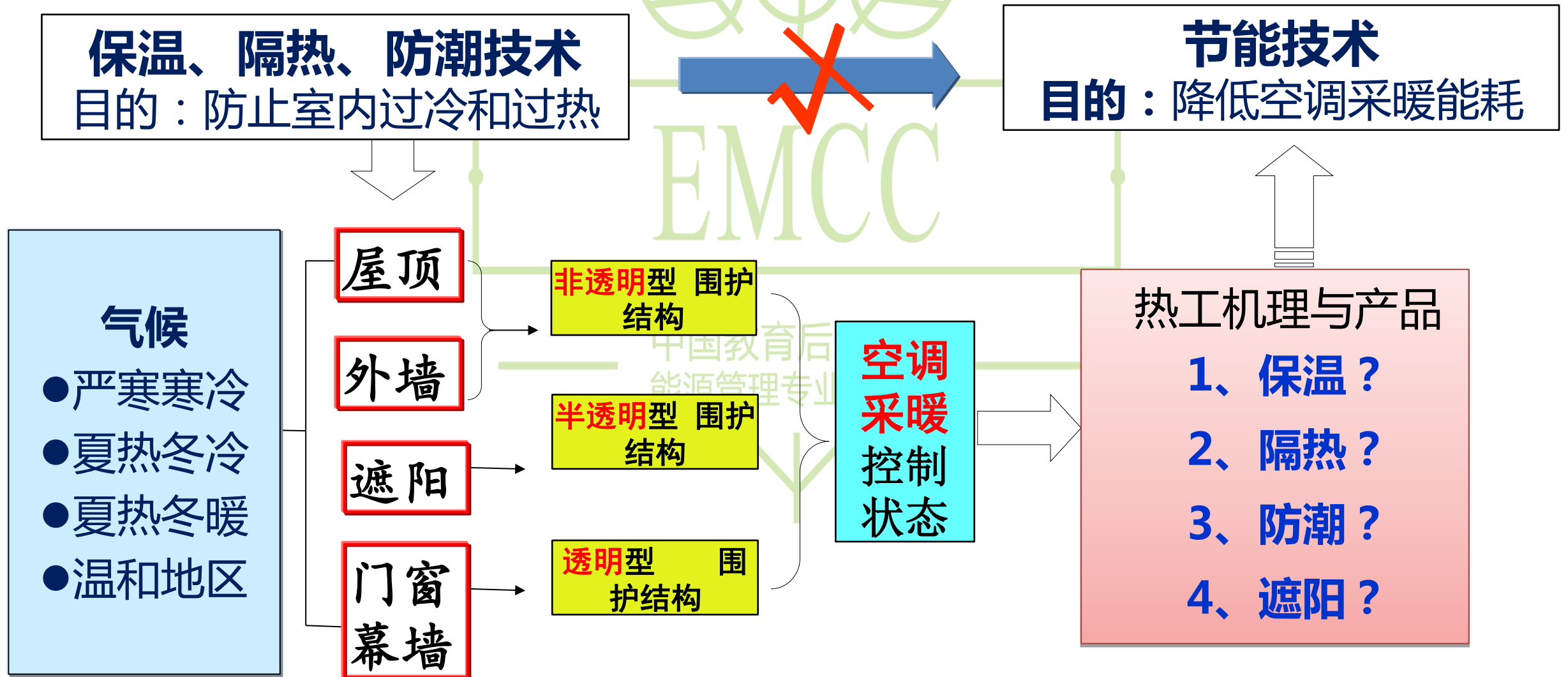
The slide features four images: a worker installing insulation on a building facade, a beach scene with an umbrella and lounge chairs, a modern building with a glass facade, and a cartoon illustration of two people looking out of an open window.

- (1) 原有的国内外建筑热工与节能技术极少涉及南方气候的问题，**如何揭示南方地区冬、夏两季围护结构的热湿双向传递过程机理；**
- (2) **如何解决外窗、玻璃幕墙光-热耦合的节能计算、设计与检测方法问题。**
- (3) **如何开发出适宜南方湿热、湿冷气候特点的节能围护结构产品。**



## ■ 技术路线：

- 围绕保温防热防潮关键技术问题，探索空调采暖状态下的热工机理；
- 把保温、防热、防潮传统技术提升到节能技术；
- 开发出适宜南方气候的围护结构产品。



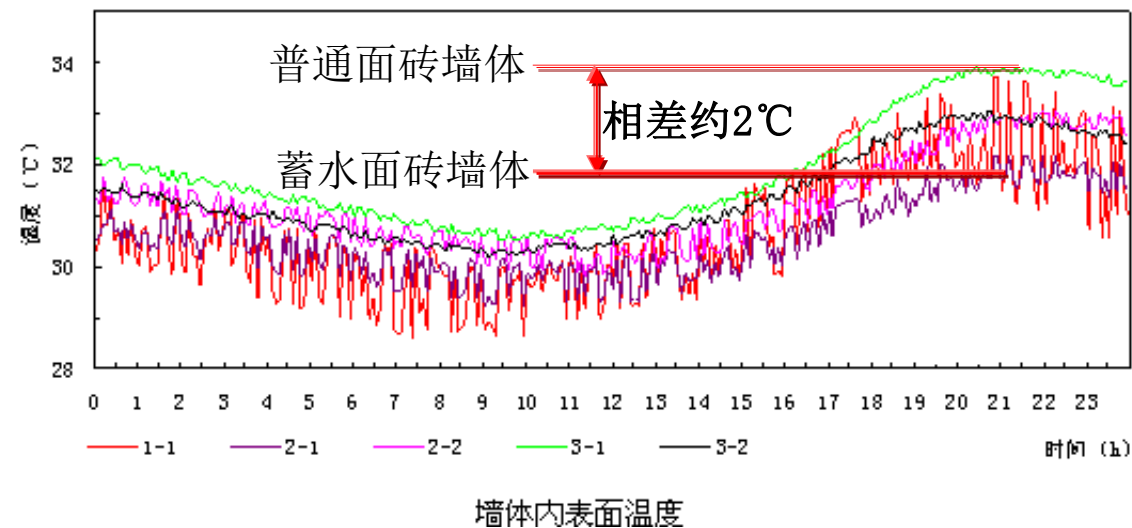
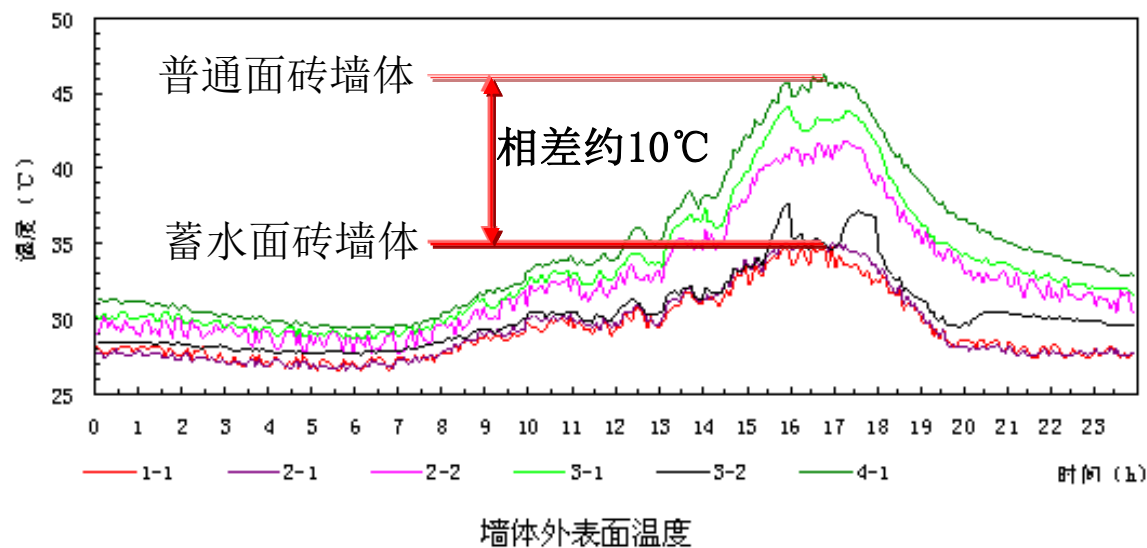


# 多孔材料蓄水蒸发冷却技术

## 蓄水面砖墙体与普通面砖墙体的降温效果比较



测点组	测点组墙体示例及说明	饰面砖参数
1号实验房	1-1 西墙:	1-1: 4号砖, 多孔砖, 太阳辐射吸收率 0.76
	1-2 北墙:	1-2: 4号砖, 多孔砖, 太阳辐射吸收率 0.76
2号实验房	2-1 西墙:	2-1: 1号砖, 多孔砖, 太阳辐射吸收率 0.84
	2-2	2-2: 5号砖, 瓷砖, 太阳辐射吸收率 0.31
	2-3 北墙:	2-3: 6号砖, 瓷砖, 太阳辐射吸收率 0.64
3号实验房	3-1 西墙:	3-1: 8号砖, 瓷砖, 太阳辐射吸收率 0.63
	3-2	3-2: 2号砖, 多孔砖, 太阳辐射吸收率分别为 0.74
	3-3	3-3: 柳曲木砖





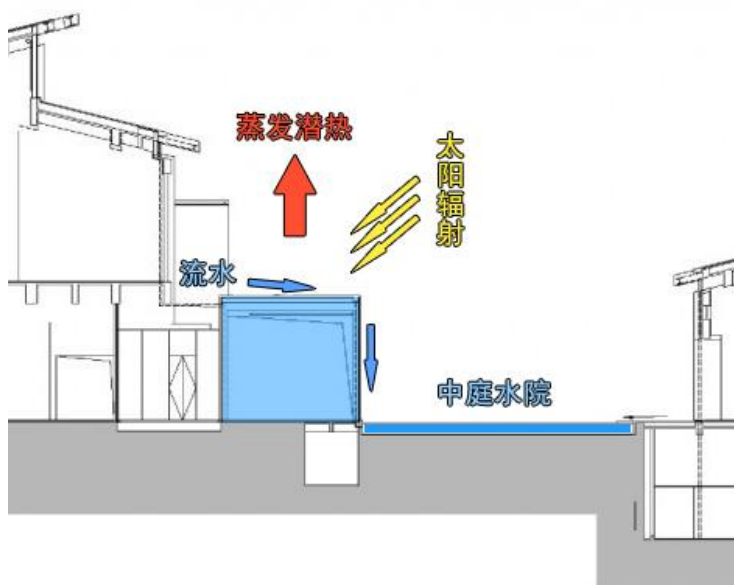
# 透明围护结构淋水蒸发冷却

## 透明屋面淋水降温

泰州科学发发展观展示中心（国家绿建三星）



淋水降温



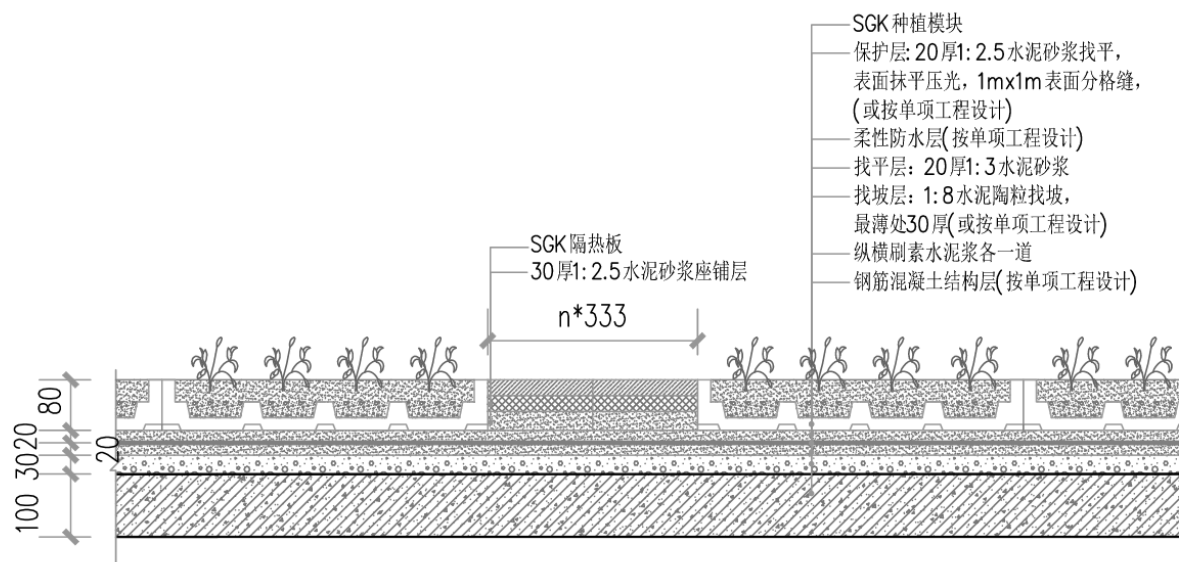
采用了淋水降温的玻璃连廊



# 佛甲草种植屋面

## 模块化佛甲草隔热屋面

- 在夏季晴朗的 24 小时内，当土壤含水适中时，佛甲草植被屋顶的得热由太阳辐射主导，可占总得热量的 97.6%；对流得热约占 2.3%。
- 在各能量耗散途径中，植被-土壤体系的蒸散作用起到了决定性的作用，可占总散热量的 51.5%；其次是冠层的净长波辐射散热，可占 40.1%；植物的净光合作用约占 8.4%。
- 只有不到 **0.5%**的热量通过屋顶向室内传递。

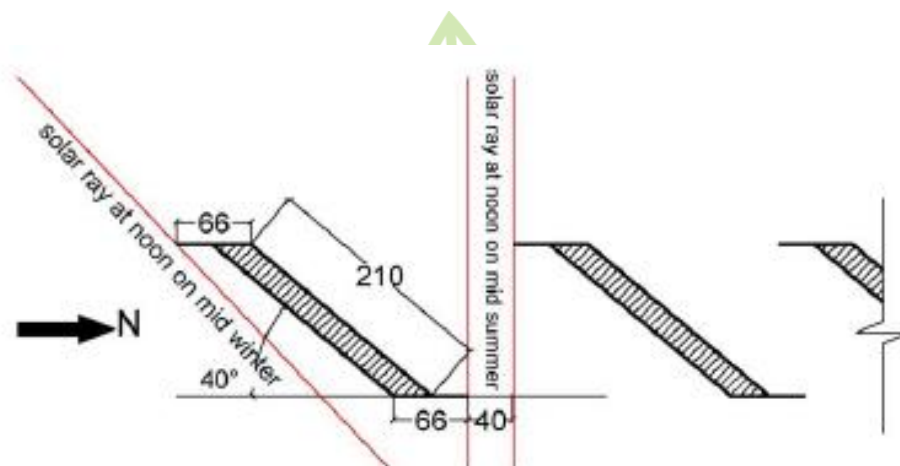
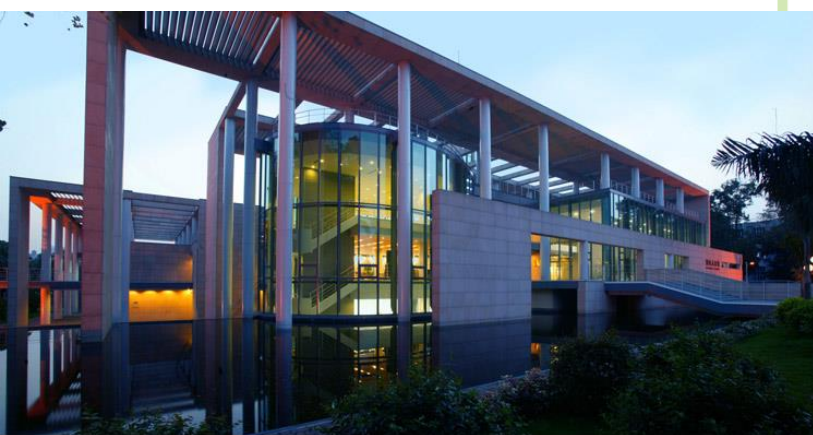


走道及SGK种植模块构造 1:10

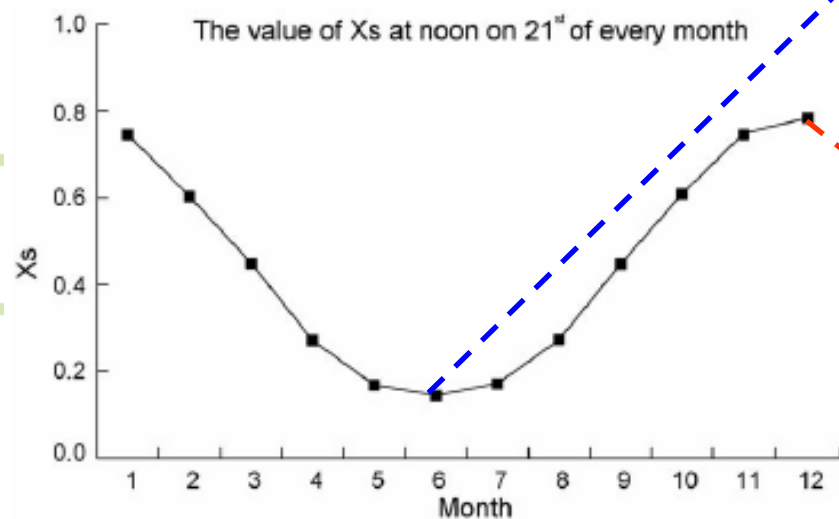


# 固定倾角百叶遮阳技术

## 屋面固定偏角百叶遮阳



设计示意图 Design scheme



直射太阳辐射透射率



华南理工大学逸夫人文馆工程遮阳  
(获国家设计金奖)

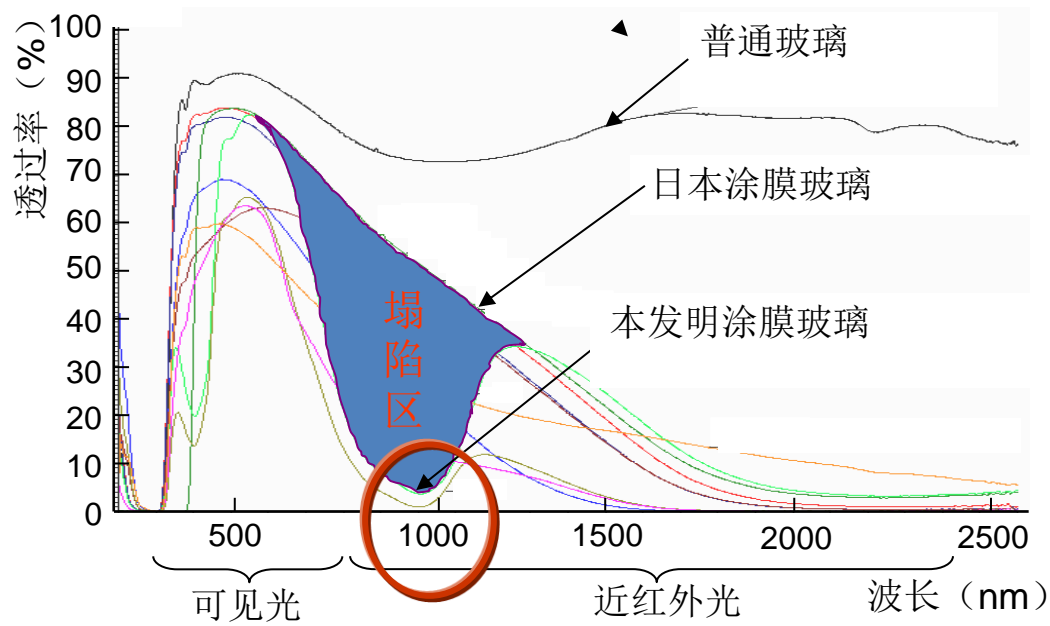


# 隔热涂膜玻璃技术

## 纳米隔热涂膜玻璃

如图a发现：掺CC（氧化镱）成分的透明涂料可使玻璃的太阳辐射透射光谱在1000nm附近形成“塌陷区”，从而使窗玻璃的遮阳能力提高了20%以上。

解决了门窗玻璃隔热不透光的矛盾。本成果取得了2项发明专利。



a 透过率光谱



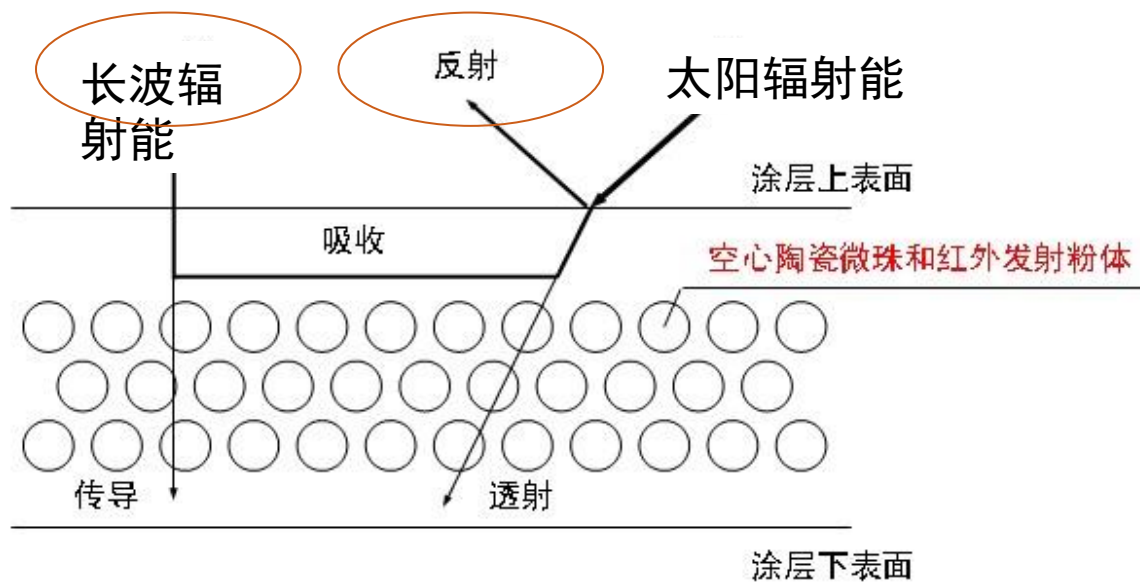
b 发明专利



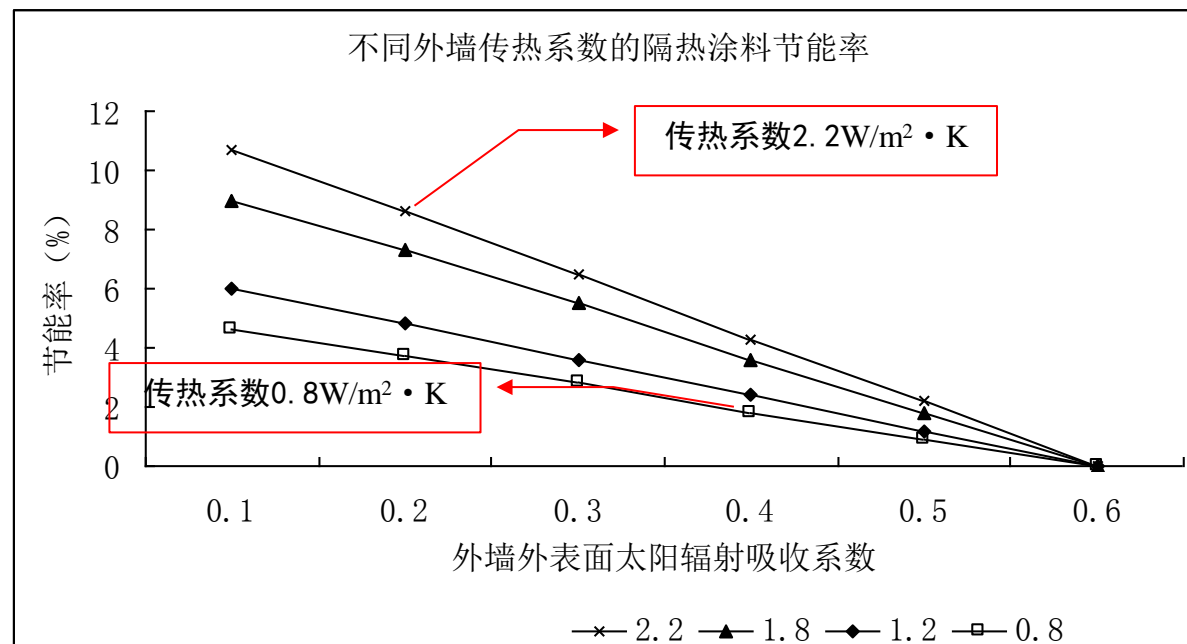
项目名称：华南理工大学亚热带建筑国家重点实验室2号楼。应用技术：铝塑共挤型材门窗配置纳米隔热涂膜玻璃。

← 产能30万平方米/年的涂膜隔热玻璃生产线

# 反射隔热涂料技术



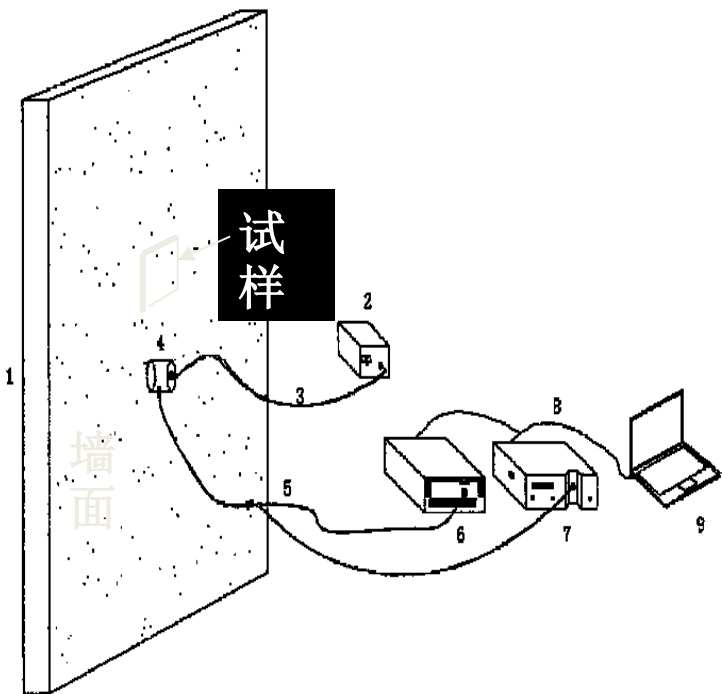
反射隔热涂料降温原理



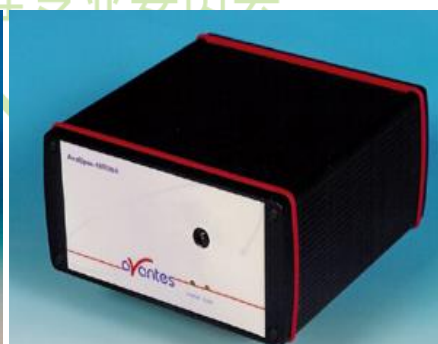
建筑反射隔热涂料对建筑空调能耗影响

## 太阳辐射吸收系数现场检测方法

便携化——工程现场反射率测试



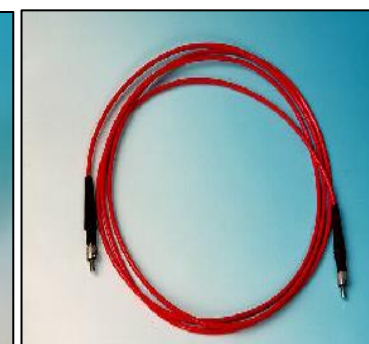
光谱氙-卤钨灯



光纤光谱仪

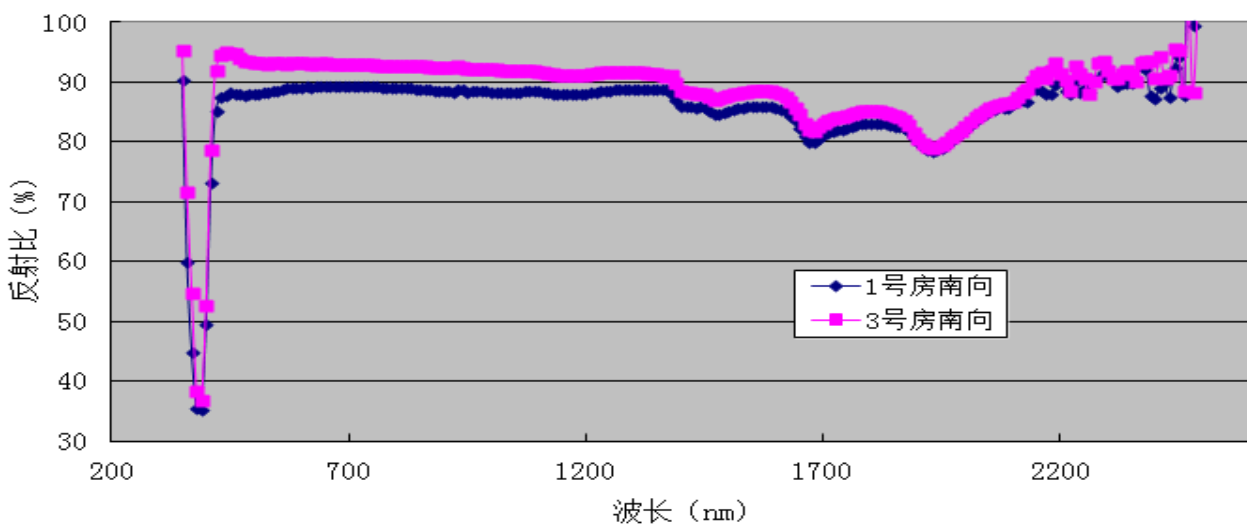


积分球



光纤





项目 测点	可见光反射比 (%)	太阳反射比 (%)
1号房南向	88.71	87.08
3号房南向	93.22	91.03

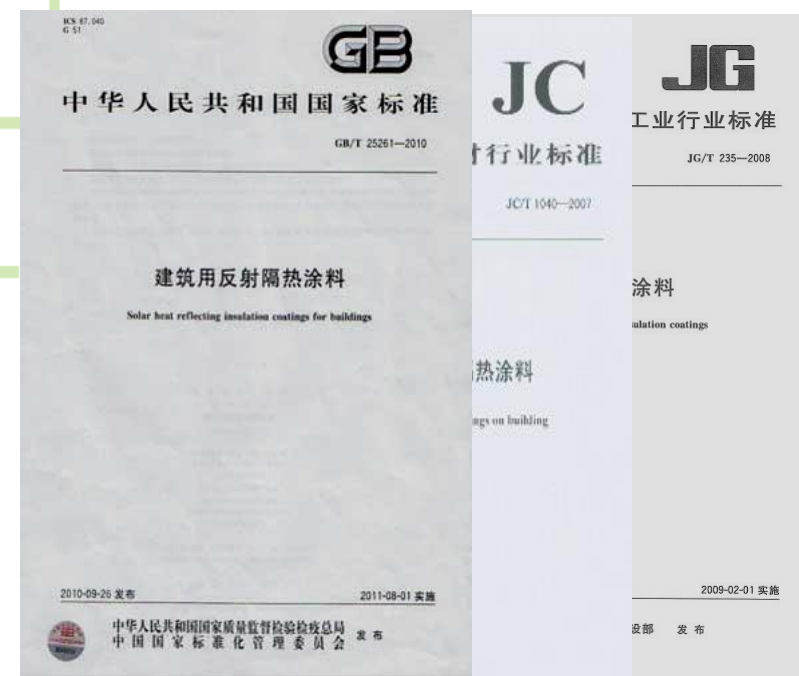
1号和3号房南向测点的反射光谱

1号和3号房南向测点太阳反射比数据

EMCC

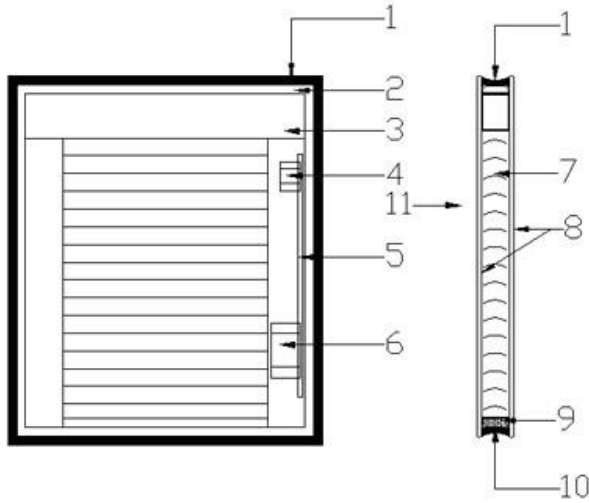


测试现场



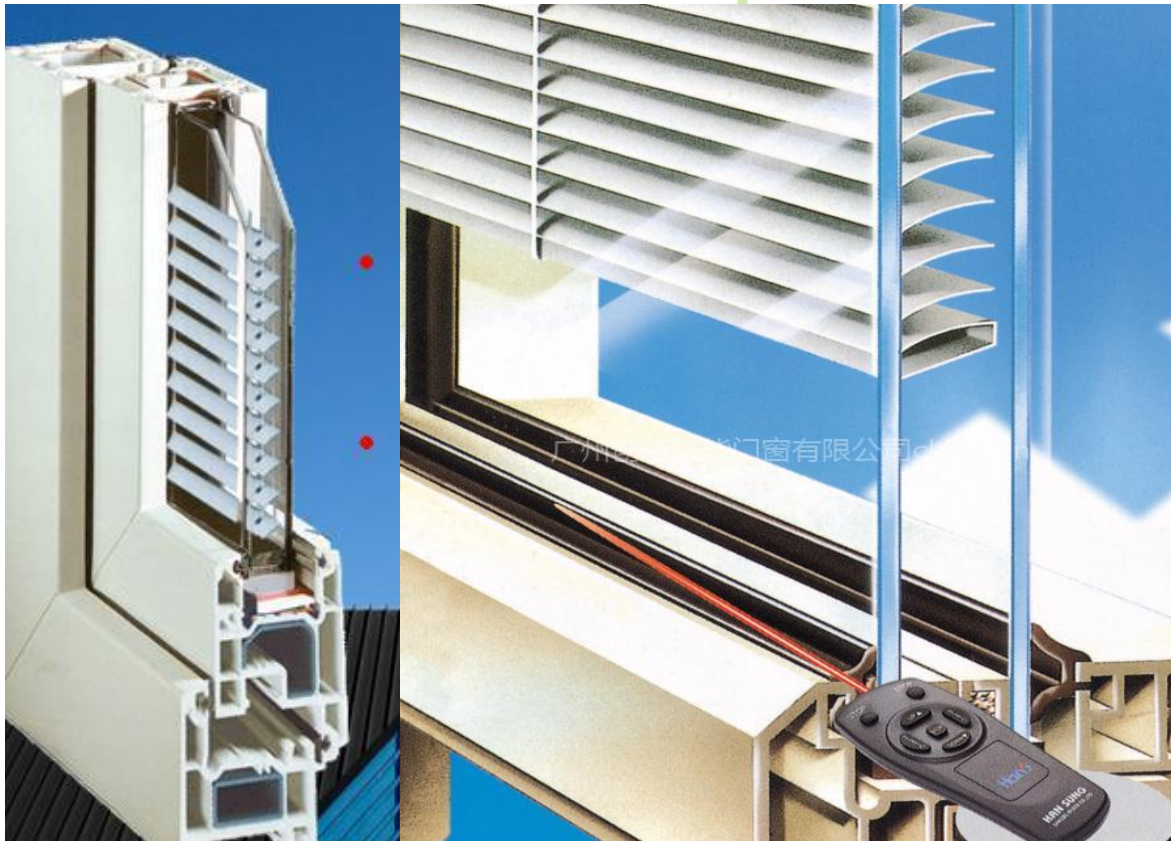
GB/T25251-2010; JC/T1040-2007; JG/T235-2008.

# 内置百叶中空玻璃技术(BBG)



BBG突破了几个难题:

- 高层超高层建筑窗口遮阳的安全性
- 遮阳的季节性和时段性变化
- 室内采光的均匀性
- 私密性
- 夏季遮阳 $SC \leq 0.2$ , 冬季透热 $SC \geq 0.8$ , 寒冷地区比Low-E玻璃窗建筑节能15~20%



BBG (Between Blinds Glass) 洁净生产工艺





# BBG (Between Blinds Glass)

## 洁净生产工艺

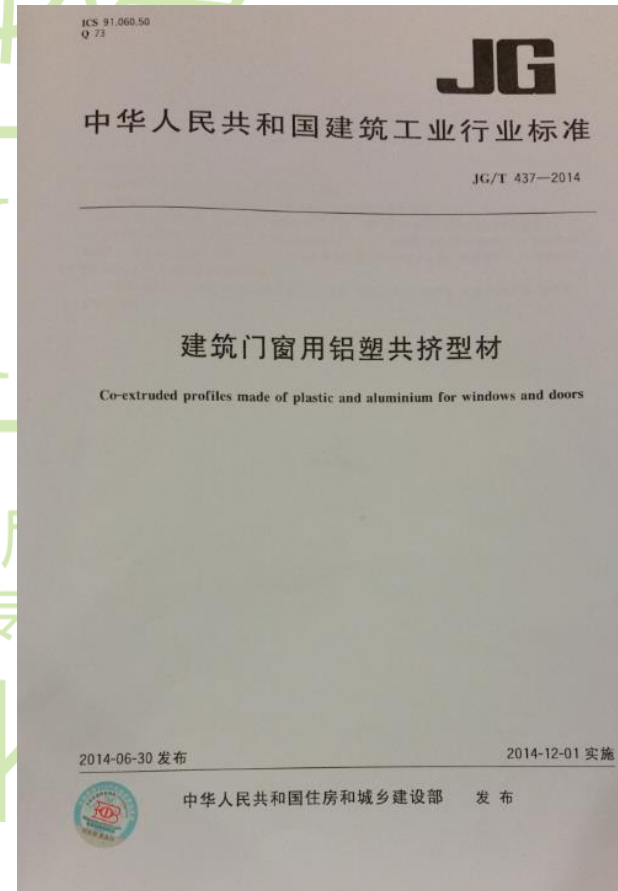




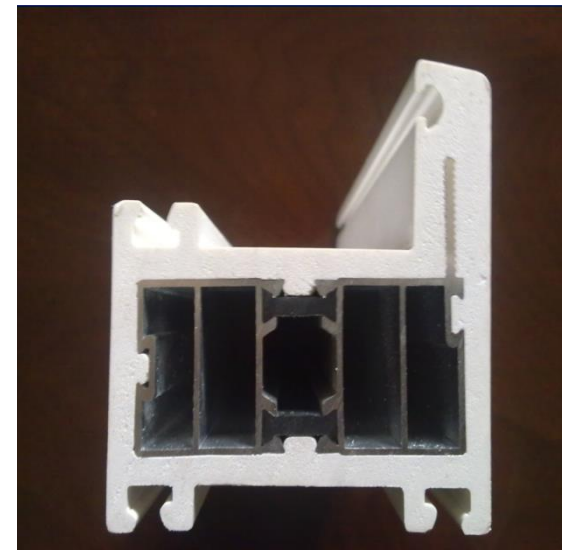
# 铝塑共挤门窗隔热型材

## 铝合金高强性能和塑料绝热性能的“无缝复合”

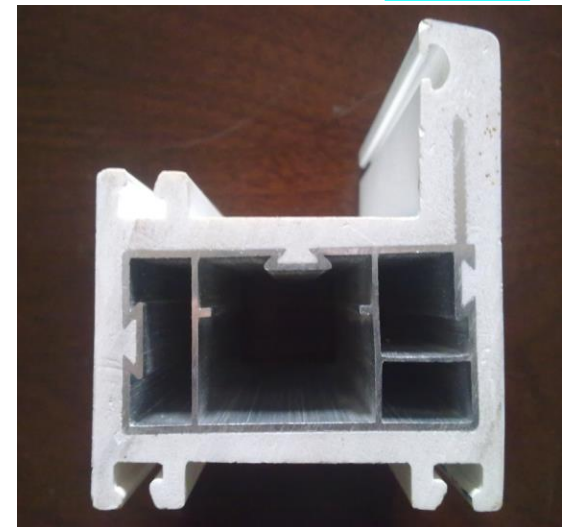
- 绝热性能好：在铝合金型材外面包覆一层微发泡PVC塑料，比普通铝合金型材门窗降低40~70%。
- 强度高：铝合金内衬是连续的，比普通塑钢窗料强度高。
- 生产能耗低：比铝合金型材生产节能30%



断桥铝塑共挤型材 K2.0



铝塑共挤型材 K2.5



广东省人民政府2#楼,3#楼,4#楼,5#楼,8#楼  
应用技术：铝塑共挤型材门窗





# 蒸发冷却空调装置

- 利用水分蒸发吸热原理冷却送风温度的空气处理装置。是一种介于机械通风和制冷空调之间的一种空调方案。
- 适用于解决学校、医院、游乐场等人群密集场所的降温。
- 投资少：中央空调的1/4；
- 耗电少：中央空调的1/8；
- 风量大：每小时最大风量为18000m<sup>3</sup>；
- 降温效果：湿热地区，降温达4℃~10℃；干燥地区降温达4℃~15℃
- 舒适感：可接受【28℃，80%，0.5~0.8m/s】



蒸发冷却空调工作实测温湿度

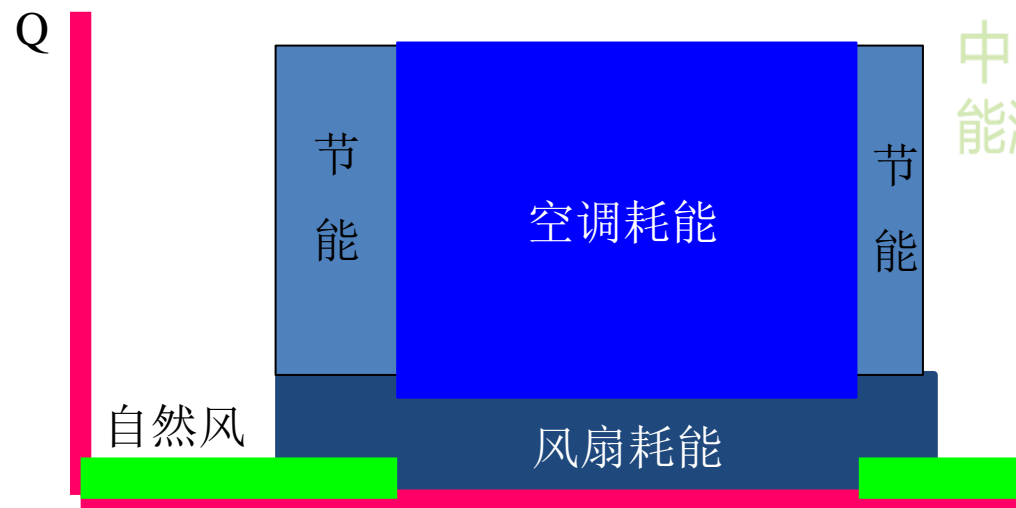
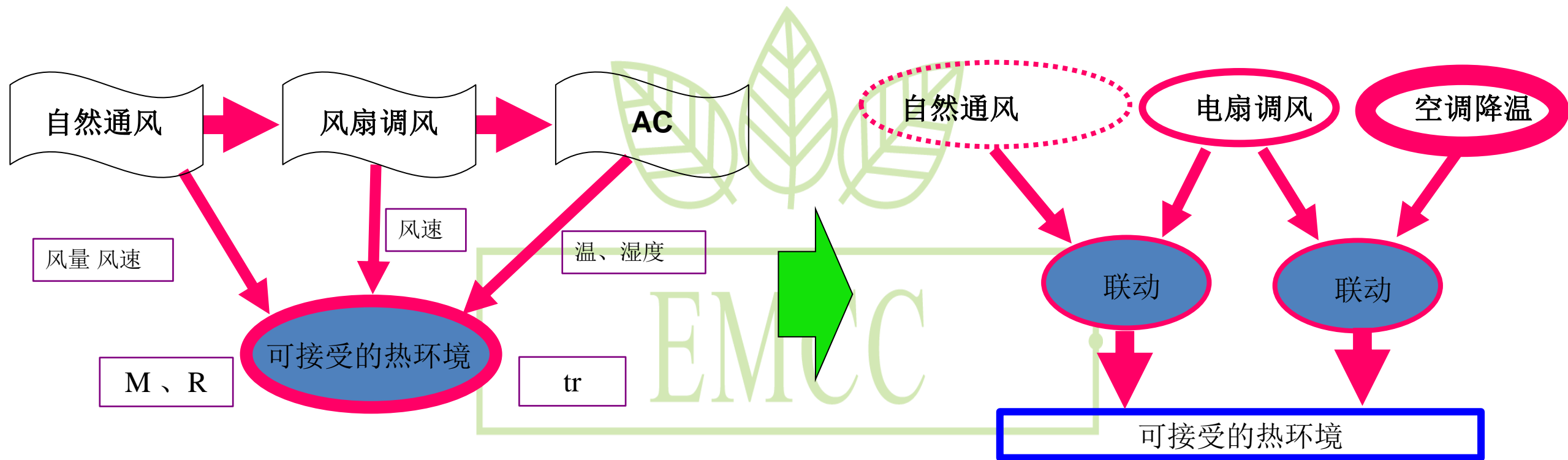
天气状况	晴	晴	晴	小雨	晴	晴	阴	晴
室外温度 (°C)	32	32	36	28	30	31	30	34
设备送风口温度 (°C)	26	24	25	24	25	26	26	26
室内外温差 (°C)	6	8	11	8	5	5	4	8
相对湿度	56%	52%	50%	80%	60%	62%	72%	50%



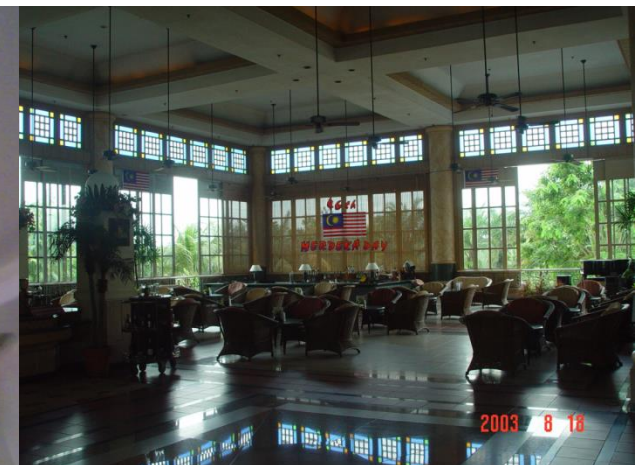


# 三联控技术

自然通风-机械调风-空气调节三级联动控制

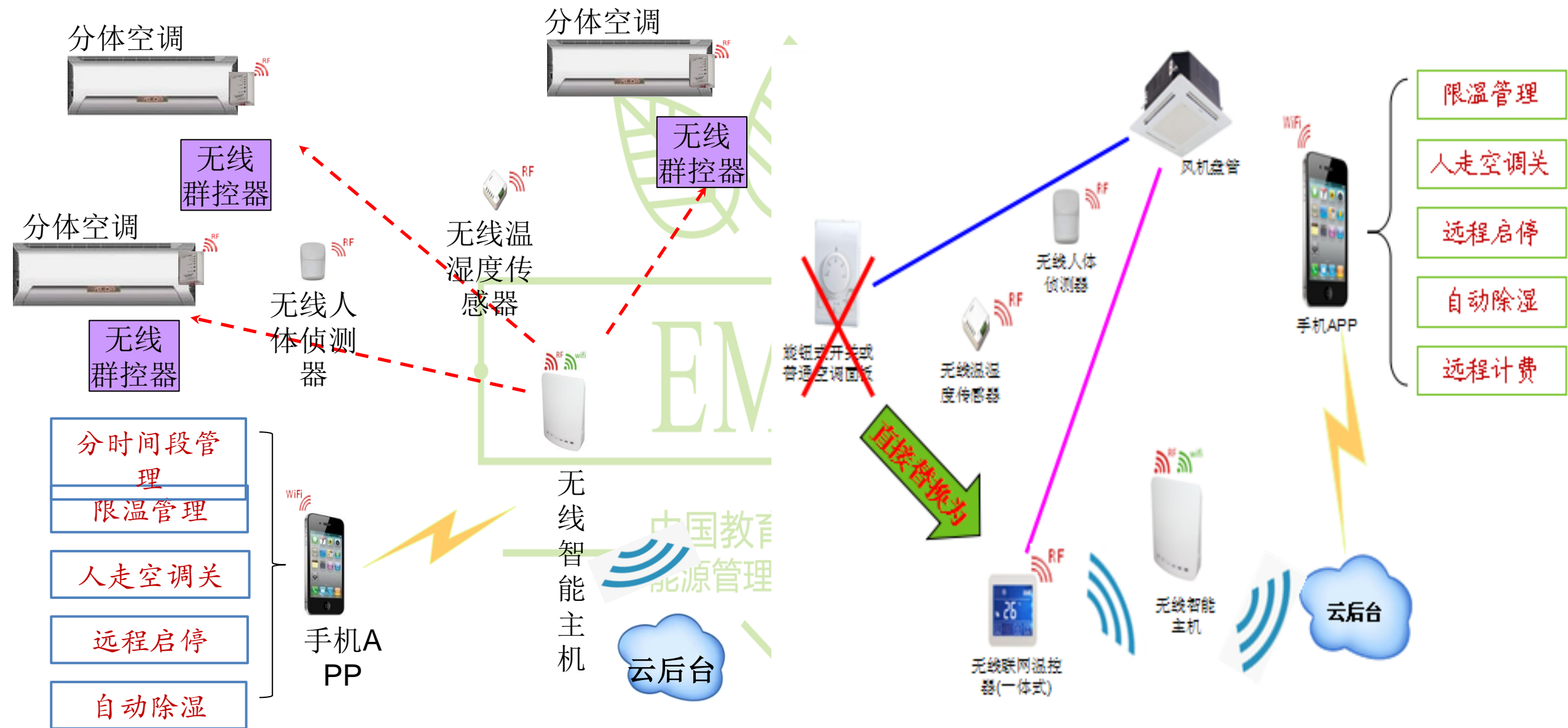


中国教育后勤协会  
能源管理专业



h

# 校园建筑空调智能群控



分体空调群控

中央空调云面板









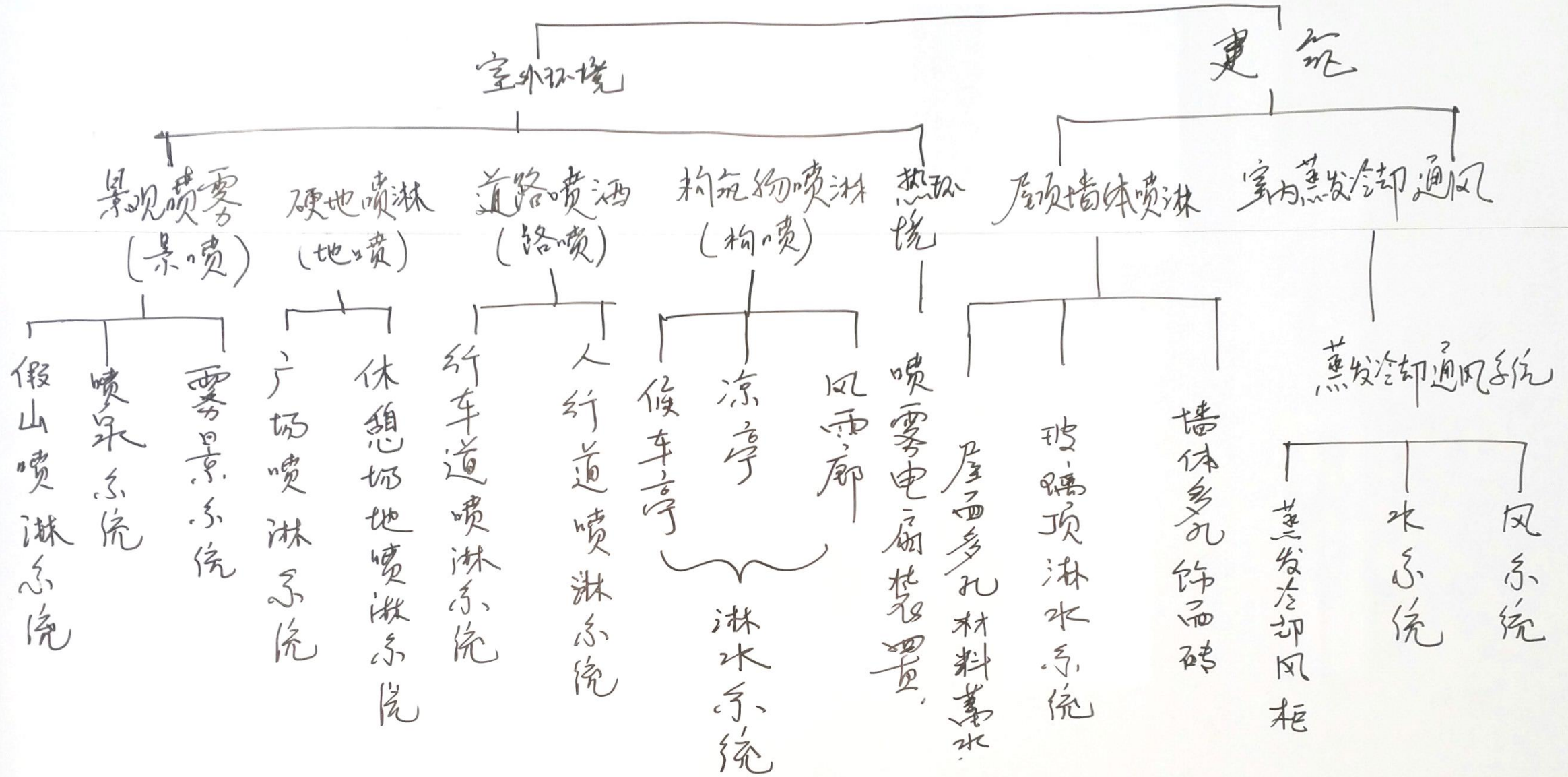


## 环境与建筑降温技术:

- 1、绿地（水体）
- 2、绿化（乔木，植被）
- 3、遮阳（树冠、亭、廊）
- 4、喷水（人工）
- 5、通风（自然、人工）



# 环境与建筑蒸发冷却技术体系



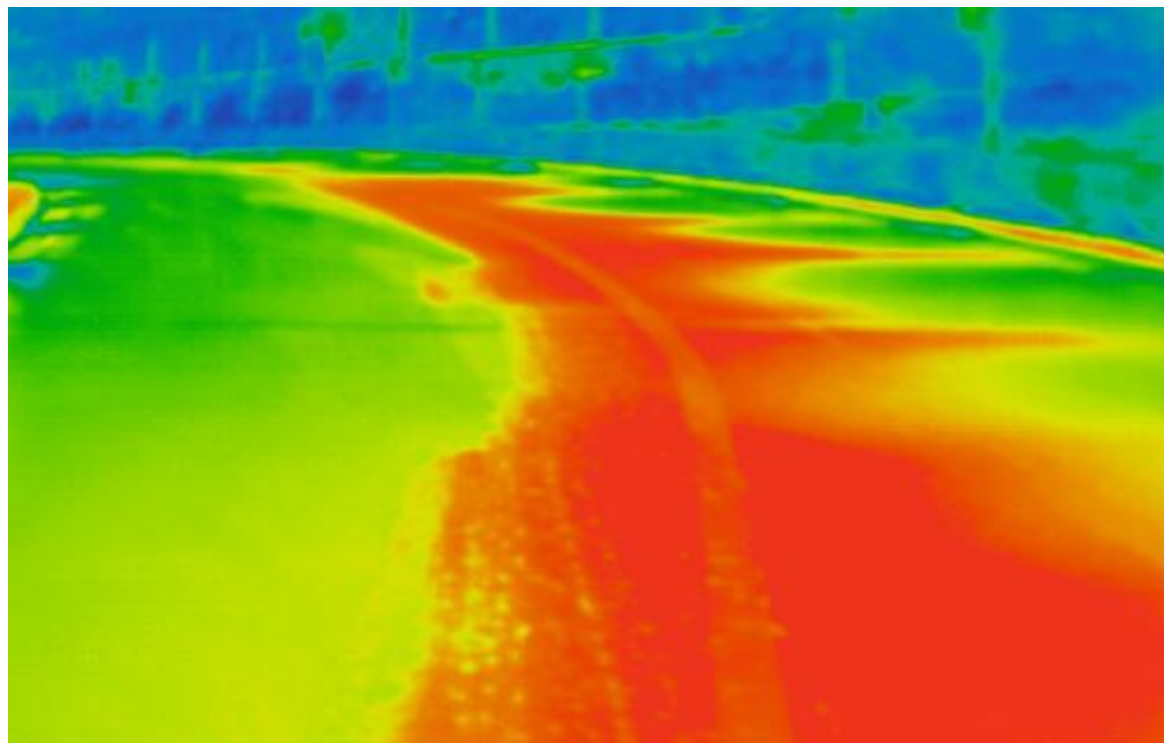
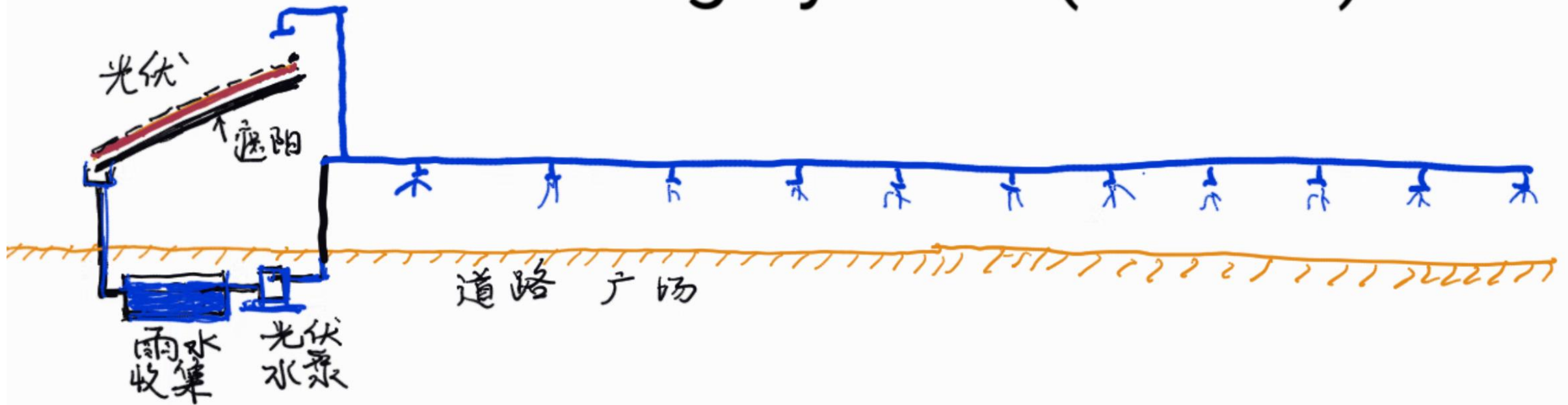
技术问题: 太阳能驱动雨水收集设备与系统的成形及运行控制策略、方法。

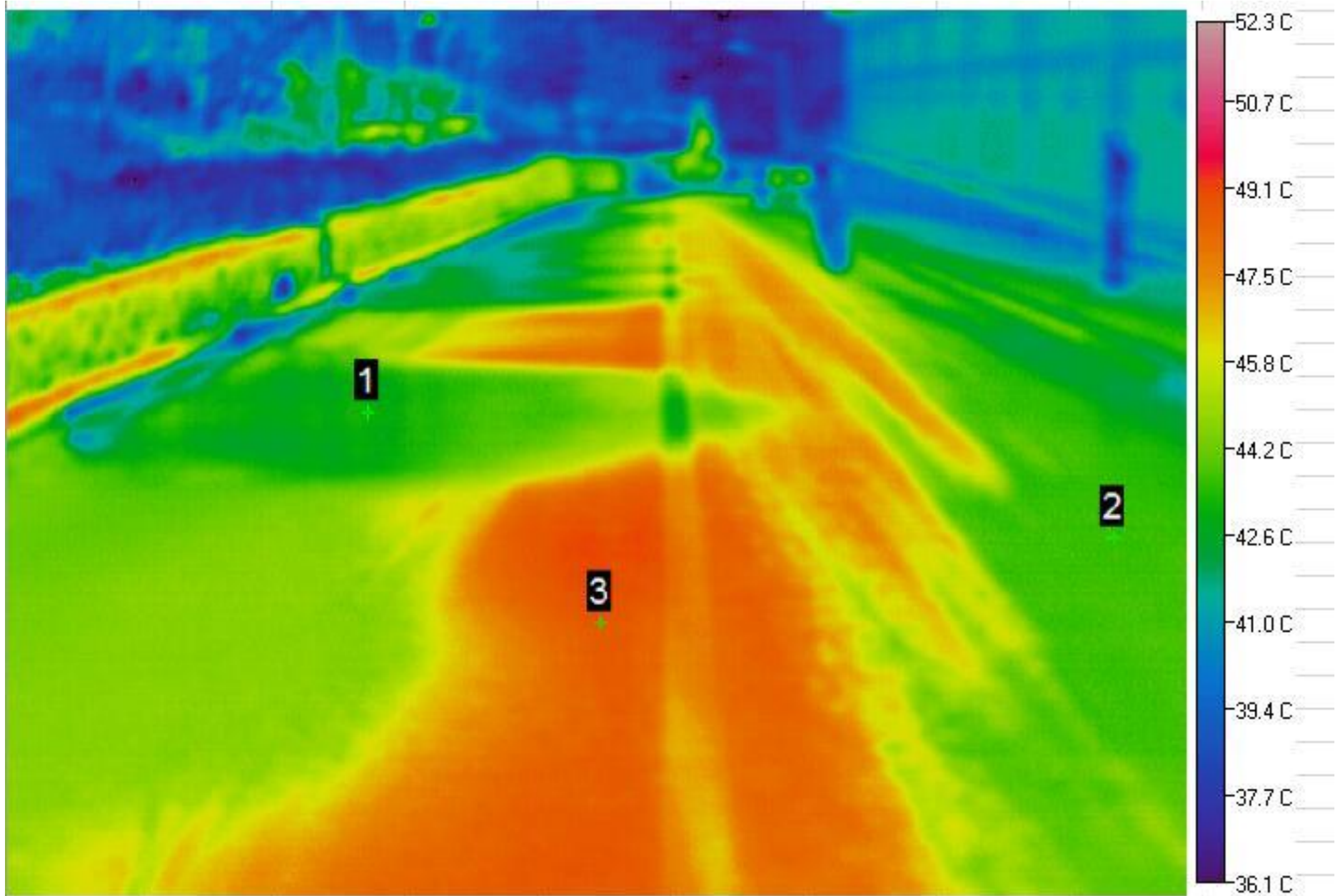
科学问题: 蒸发冷却作用对小区或微气候的改造可产生多大的增益或减损。

研究计划: 逐层逐层分析对应措施的作用。CFD仿真。



# Solar-driven rain evaporative cooling system (SRECS)





	Min. C	Max. C	Avg. C	Range C	
Point 1		43.1			淋水时
Point 2		43.7			淋水后
Point 3		51.5			未淋水



# 校园热环境测试

## 地表温度的低空遥感测试系统



遥控系统

系统特点:

- 1、灵活性: 好
- 2、性价比: 高
- 3、安全性: 高

艇囊

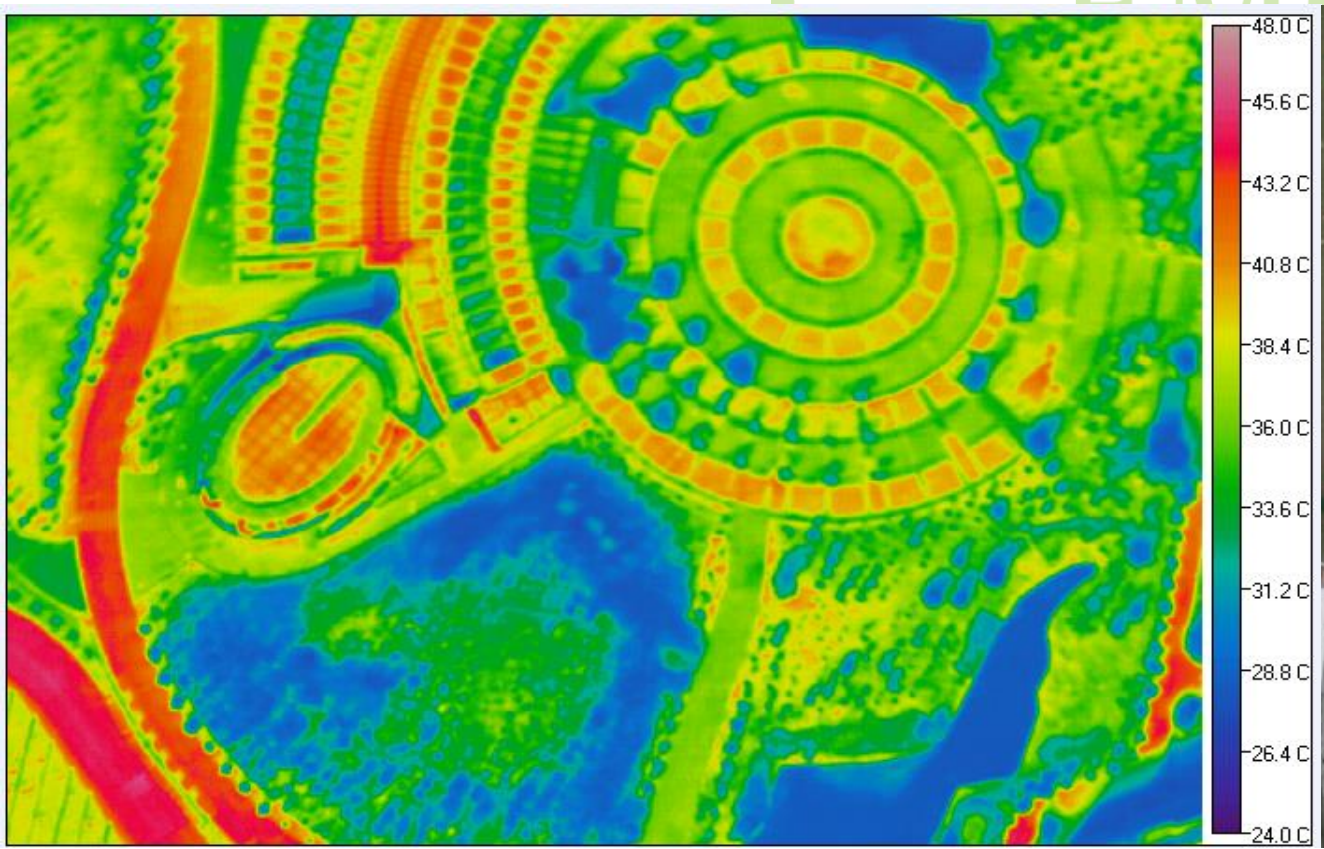
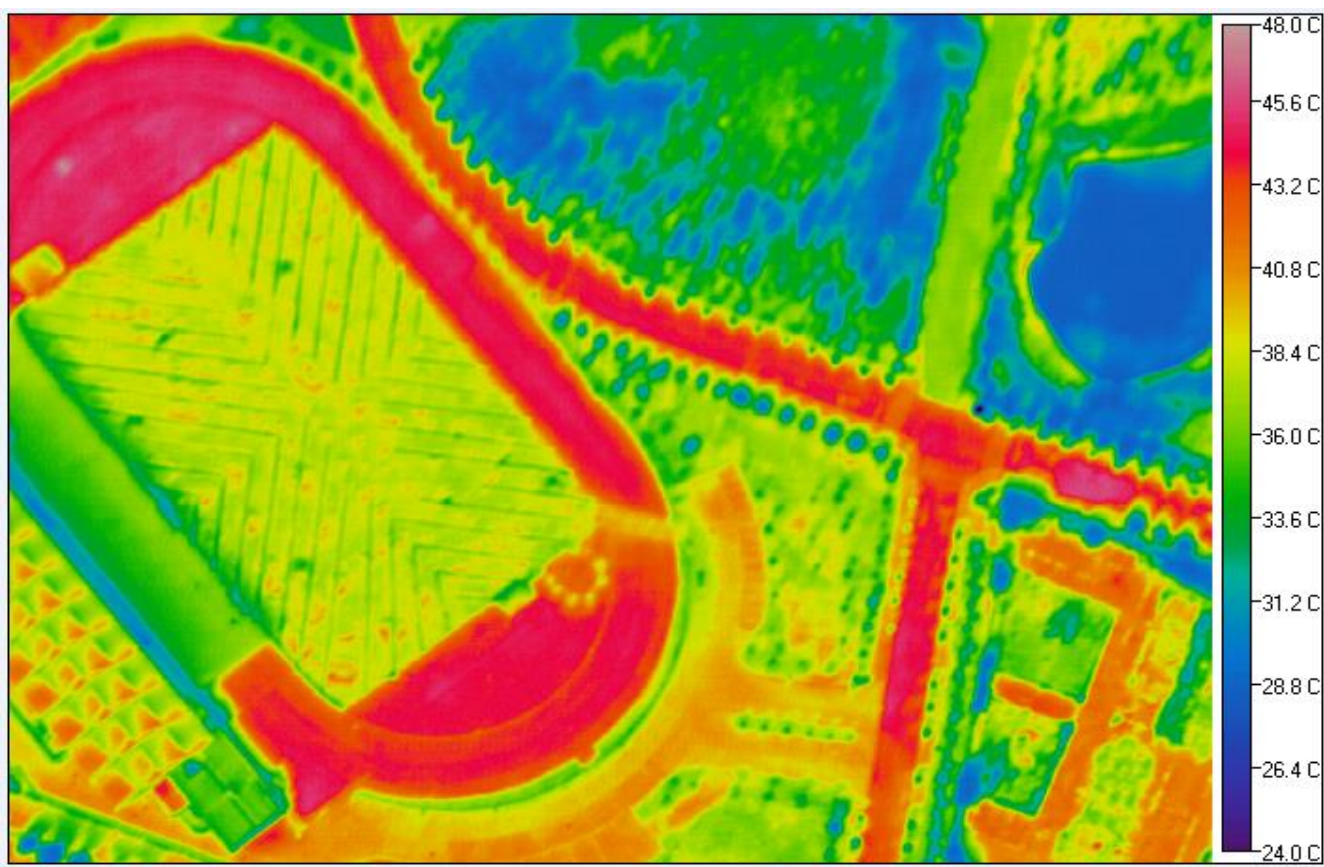


任务



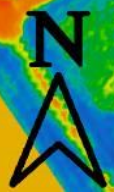
动力







# 广州大学城地表热场观测图



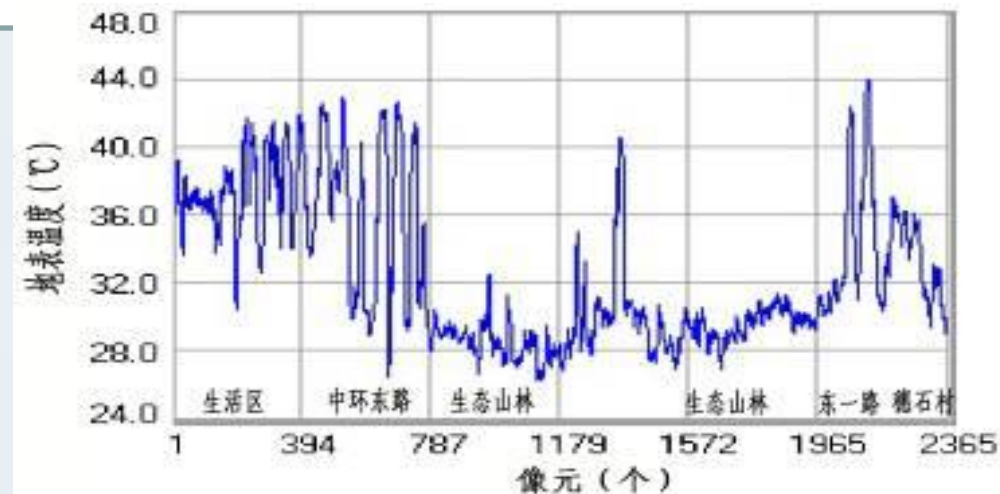
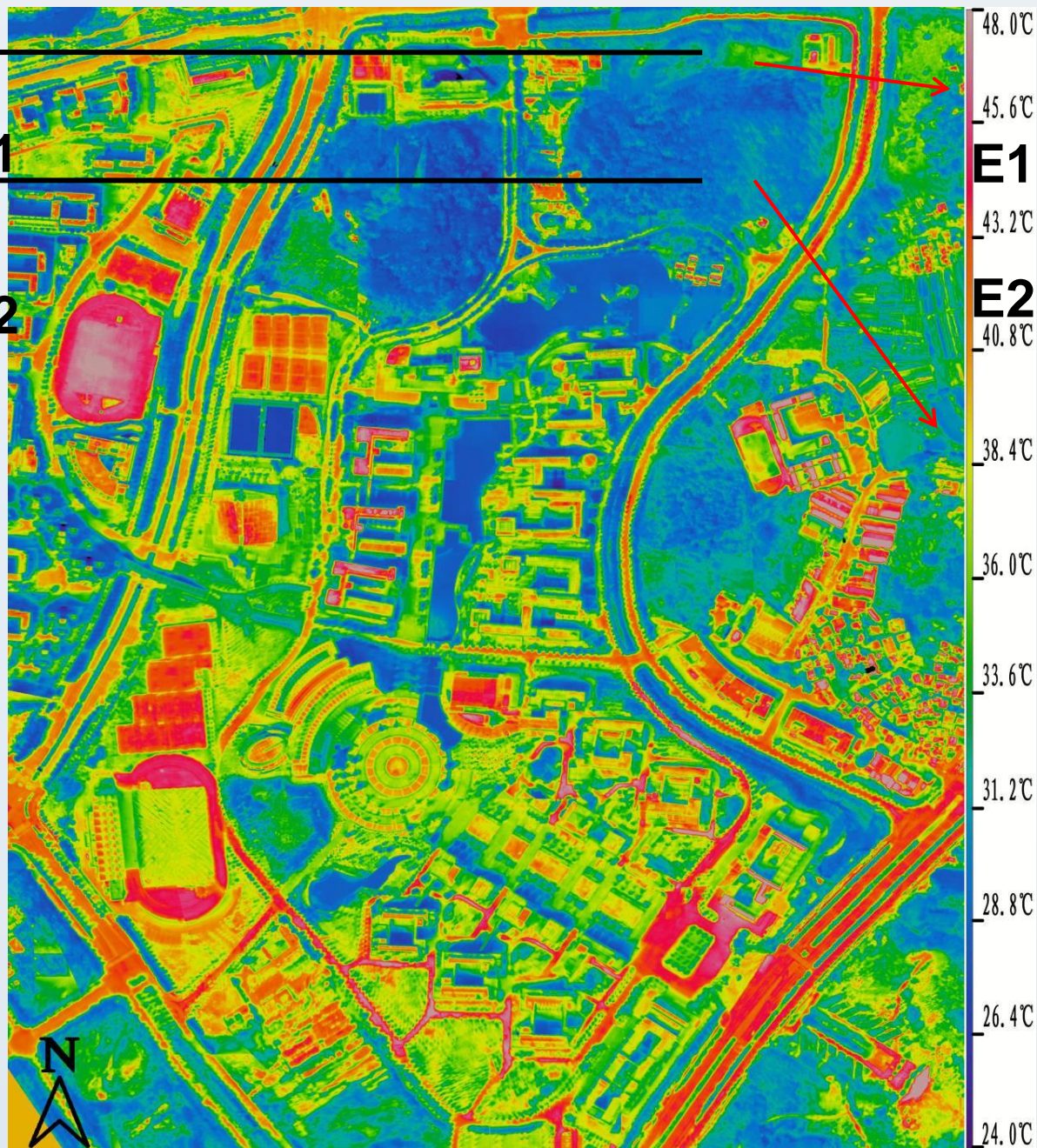
## 观测参数:

- 1、目标范围:  
1.14km×0.77km
- 2、自动拍摄的间隔: 5s
- 3、飞行高度: 600m
- 4、航线间距: 40m
- 5、巡航速度: 10m/s
- 6、遥感影像:  
红外370幅  
可见光390幅
- 7、航拍时间: 20min

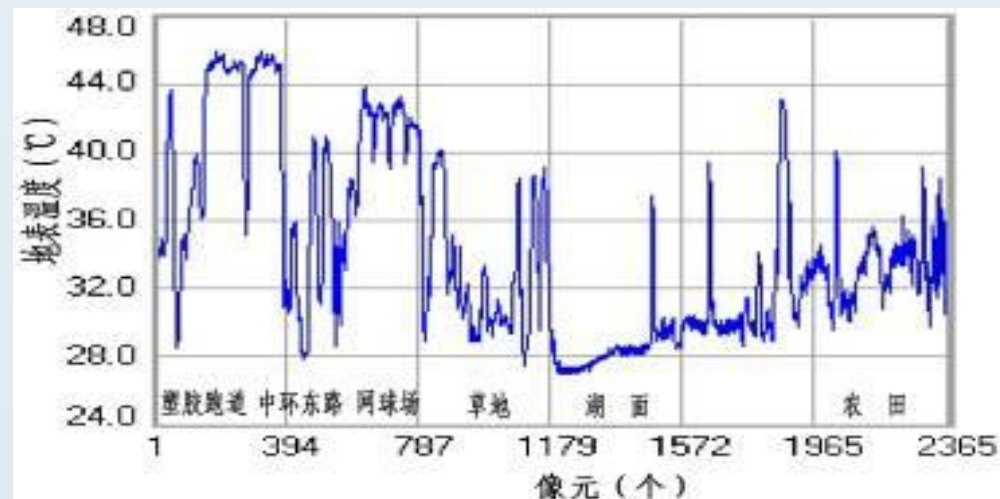


# 广州大学城地表温度

大学城热场的剖面分析



沿剖面线下垫面表面温度最低为26.5°C，最高为44.1°C，平均温度为32.7°C。



沿剖面线下垫面表面温度最低为27.2°C，最高为46.1°C，平均温度为34.3°C。



# 广州大学城(西北区)开发后4Km<sup>2</sup>地表可见光图

起降时段：20120820, 14:12-14:55

巡航时间：20min





# 广州大学城(西北区)开发后4Km<sup>2</sup>地表热像图

起降时段：20120820, 14:12-14:55

巡航时间：20min







概念

背景

围护结构解决方案

设备系统解决方案

室外热环境测试

中国教育后勤协会  
能源管理专业委员会

# 校园绿色建筑技术应用案例

——东莞台商子弟学校综合体育馆

——横琴岛澳门大学学生活动中心



# ——我国首个台湾地区投资绿色建筑评价标识 三星级项目

## 东莞台商子弟学校综合体育馆

技术咨询：华南理工大学建筑节能研究中心





# 东莞台商子弟学校综合体育馆

- 东莞台商子弟学校综合体育馆位于广东东莞。
- 建筑方案设计：台湾成功大学林宪德教授
- 多层公共建筑，地上4层。总建筑面积8334.07m<sup>2</sup>。



东莞台商子弟学校

综合体育馆



# 绿色技术集成

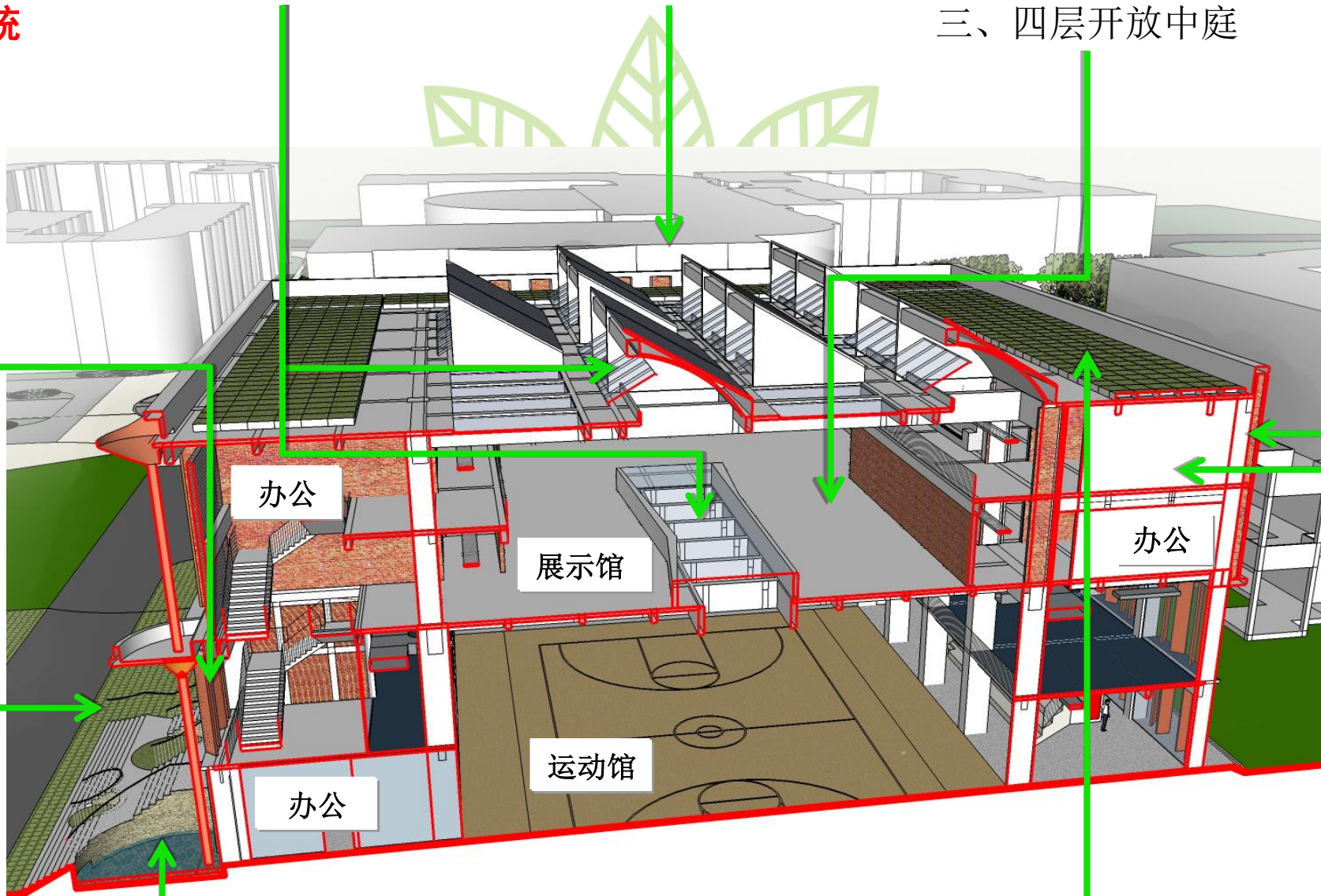
竖向固定/可变  
穿孔板遮阳系统

天窗采光

光伏发电系统

蒸发降温空调系统  
三、四层开放中庭

竖向固定偏角混  
凝土板遮阳系统



节水喷灌系统  
采用净化雨水水源

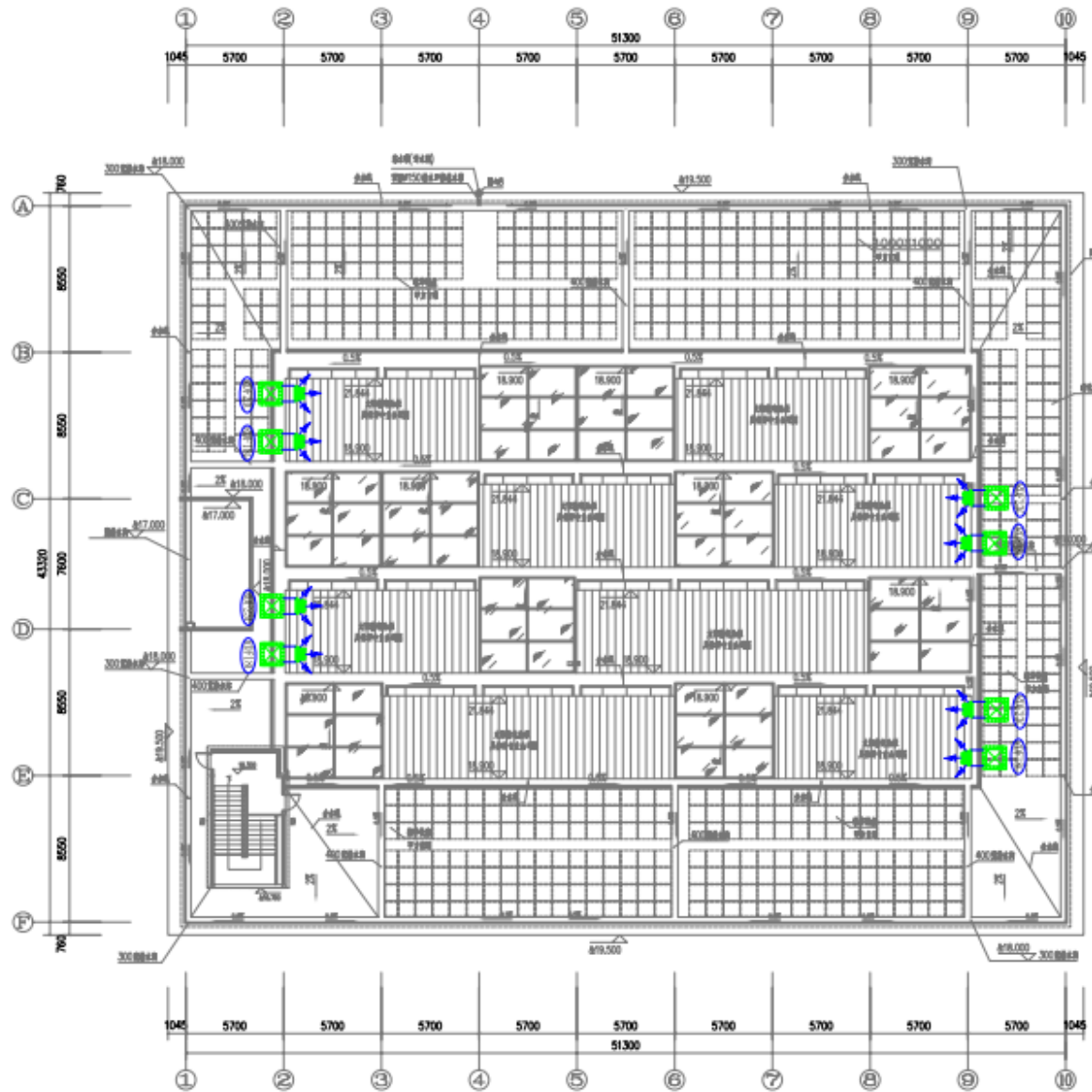
雨水收集与利用系统  
非传统水源利用率：30.83%

佛甲草种植屋面  
屋面绿化率：51.3%

二氧化碳监控系统  
联动风机，智能控制



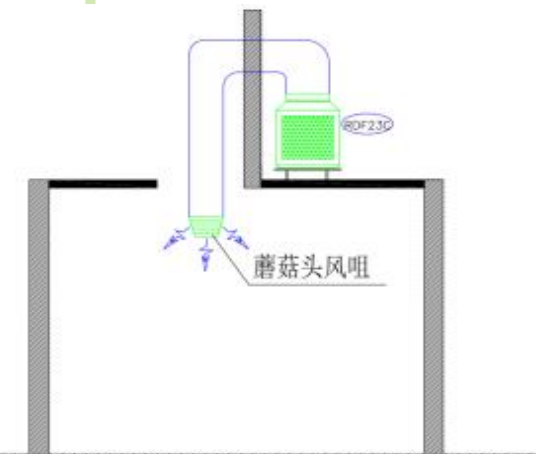
# 自然通风与蒸发冷却空调



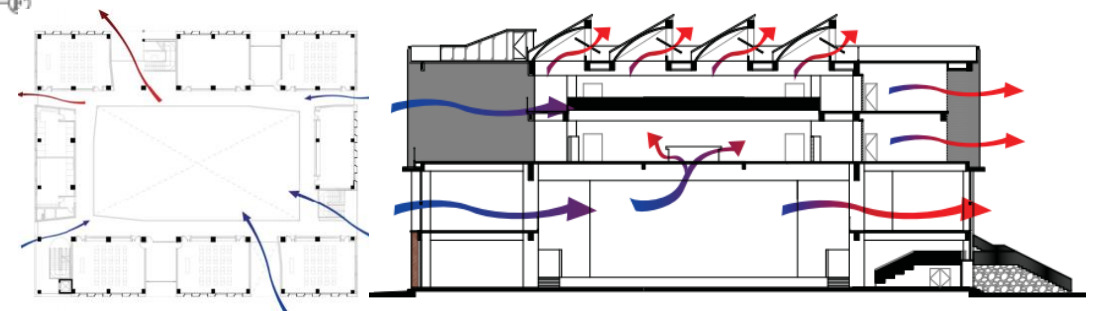
屋面蒸发式冷气机安装平面图



协会

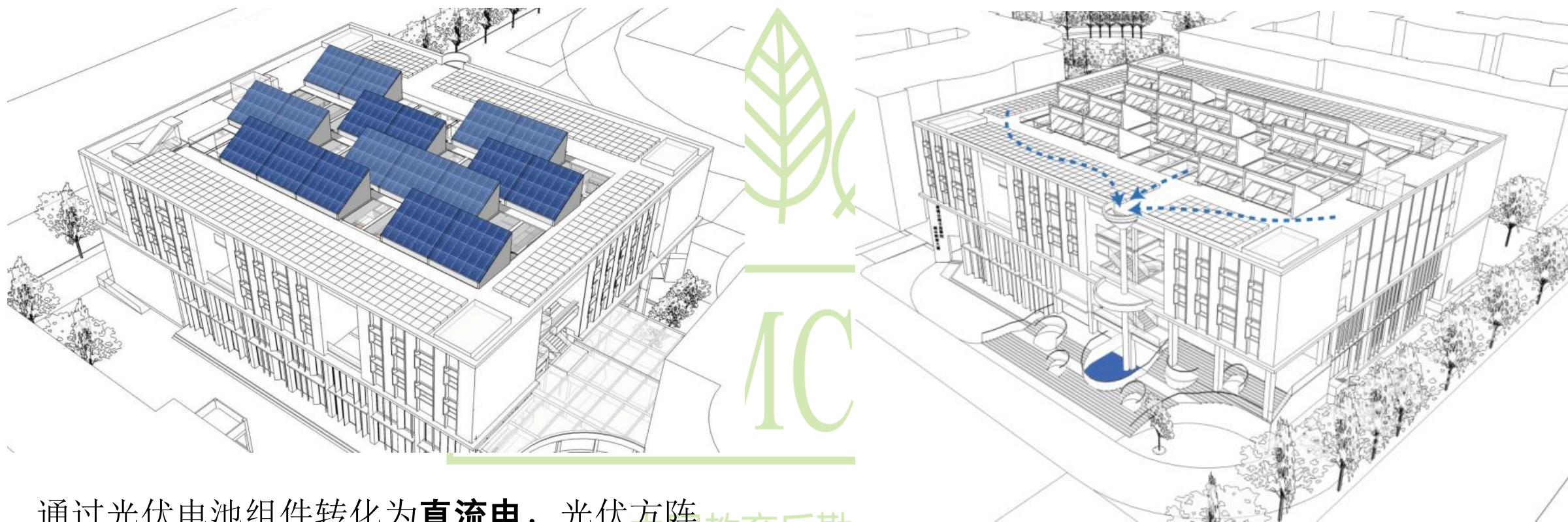


RDF18/23C型蒸发式冷气机安装示意图



自然通风概念设计示意

# 光伏发电与雨水回用

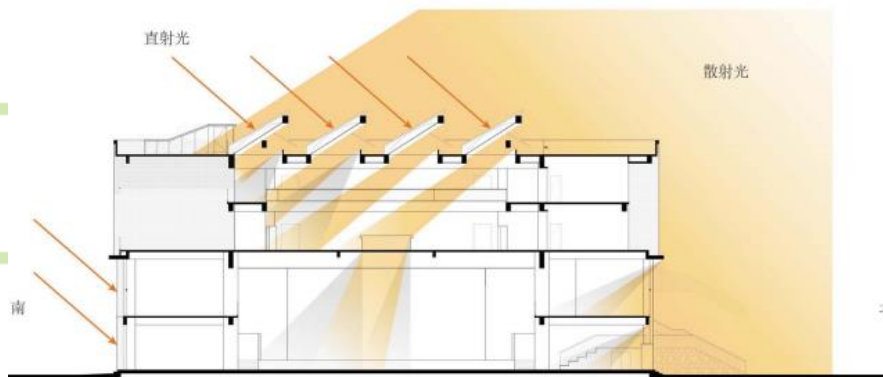


通过光伏电池组件转化为**直流电**，光伏方阵直接汇集至**逆变器**，逆变器将直流电转化为与电网同频率，同相位，同电压的**交流电**，将输出电压升至0.4KV接入**公用电网**。太阳能光伏发电系统装机容量约为96kWp，设计使用年限25年，总共发电226.5万kWh，该建筑每年耗电量约为24.34万kWh/a，太阳能光伏发电系统25年平均发电量约为9.063万kWh/a，占年用电量比例**36.9%**。

设计收集范围为建筑2300平米**屋面径流**。有组织排至首层雨水收集系统，经截污、弃流过滤、多介质过滤器、紫外线消毒器后用于**绿化浇灌及道路冲洗用水**。雨水系统容量50m<sup>3</sup>。该地区年平均降雨量为1831.7mm，年雨水可收集总量2424.64m<sup>3</sup>，非传统水源利用率**30.83%**。



# 遮阳与采光



- 外窗采用LOW-E中空透明玻璃；
- 首、二层为体育馆，大面积窗口、幕墙采光，采用与层高同高的可调角度垂直外遮阳板；
- 三、四层南北向为教室，东侧为办公室，均采用横向长窗，采用 $35.54^\circ$ 垂直偏角遮阳板，实际角度：南向：南偏西 $14.59^\circ$ ，北向：北偏东 $14.59^\circ$ ，东侧：东偏南 $14.59^\circ$ ；并配合平行于窗口的固定穿孔板遮阳（冲孔率 $\sigma=24.7\%$ ）与双层水平遮阳板；
- 屋面采用朝北的锯齿形天窗，中庭中央水平天窗。





# —我国首个澳门地区投资绿色建筑评价标识 三星级项目

## 横琴岛澳门大学学生活动中心

技术咨询：华南理工大学建筑节能研究中心





# 一、项目概况

## 地理位置

- 本项目地处广东省珠海市，位于横琴岛澳门大学珠海校区内。
- 本次绿色建筑申报对象为横琴岛澳门大学校内的学生活动中心。





# 一、项目概况

## 建设规模

- 项目申报范围内总用地面积13920.7m<sup>2</sup>，总建筑面积为8344m<sup>2</sup>，其中地上建筑面积6744 m<sup>2</sup>，地下建筑面积为1600 m<sup>2</sup>。

## 建设目标

- 国家三星级绿色建筑设计评价标识（公共建筑）。





# 二、各项达标情况

## 1、节地与室外环境

**5.1.3** 不对周边建筑物带来光污染，不影响周围居住建筑的日照要求。

### 【项目情况】

- 1.项目位于横琴岛澳门大学校园内
- 2.项目周边未规划居住建筑，因此本项目不对居住建筑造成光线遮挡（因此不进行日照模拟计算）。



日照分析结果（总平面）

### 【证明材料】

- 2.1 规划图纸\澳门大学校区规划平面图
- 3.2 建筑专业施工图纸、设计说明\建筑设计总说明、建筑立面及剖面图、建筑节能设计专篇
- 3.3 建筑效果图\建筑效果图

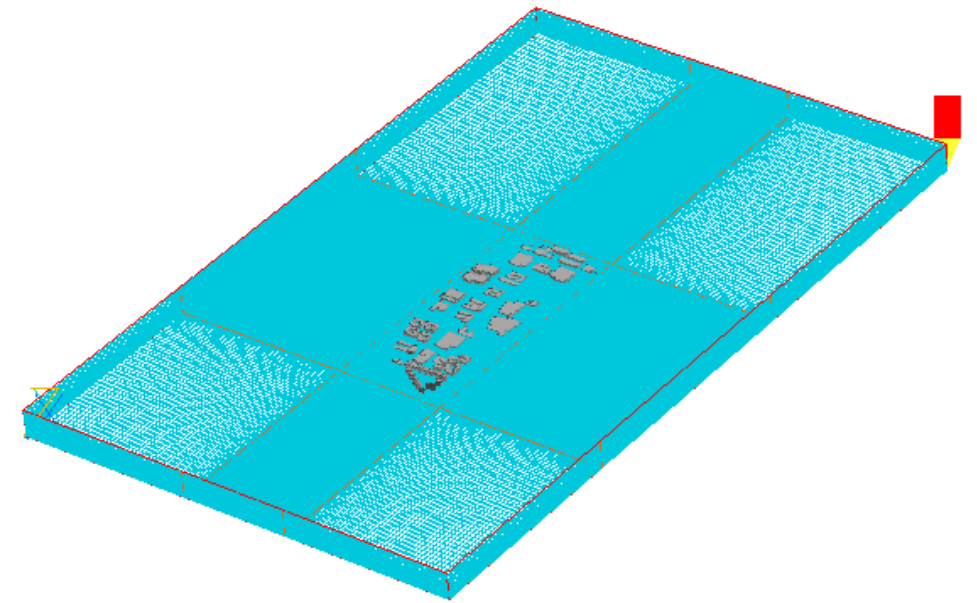
# 1、节地与室外环境

**5.1.7 建筑物周围人行区风速**低于5m/s，不影响室外活动的舒适性和建筑通风。

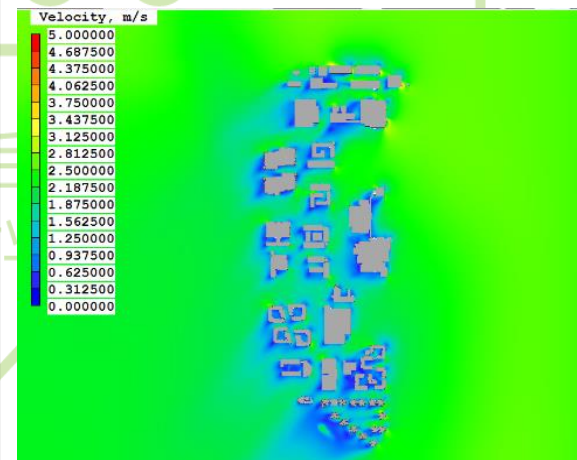
## 【项目情况】

项目规划布局上采用分散式布局，开口朝向珠海市夏季主导风向东南向，单体建筑采用底层架空的处理手法。

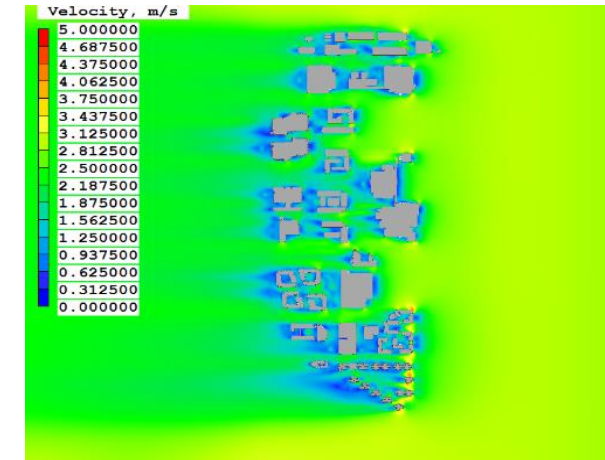
采用Phoenics计算软件对场地室外风环境进行模拟分析，结果显示建筑物周围风速冬季1.5米高处平均风速1.3m/s，冬季风速放大系数0.75，满足冬季户外行走安全性的需要，夏季1.5米高处平均风速1.7m/s，夏季风速放大系数0.91，并且没有超过5m/s的区域。



室外风环境计算域及网格划分



冬季室外1.5米高风速分布



夏季室外1.5米高风速分布

## 【证明材料】

2.1规划图纸\澳门大学校区规划平面图；5.6室外风环境模拟分析报告\室外风环境模拟分析报告



# 1、节地与室外环境

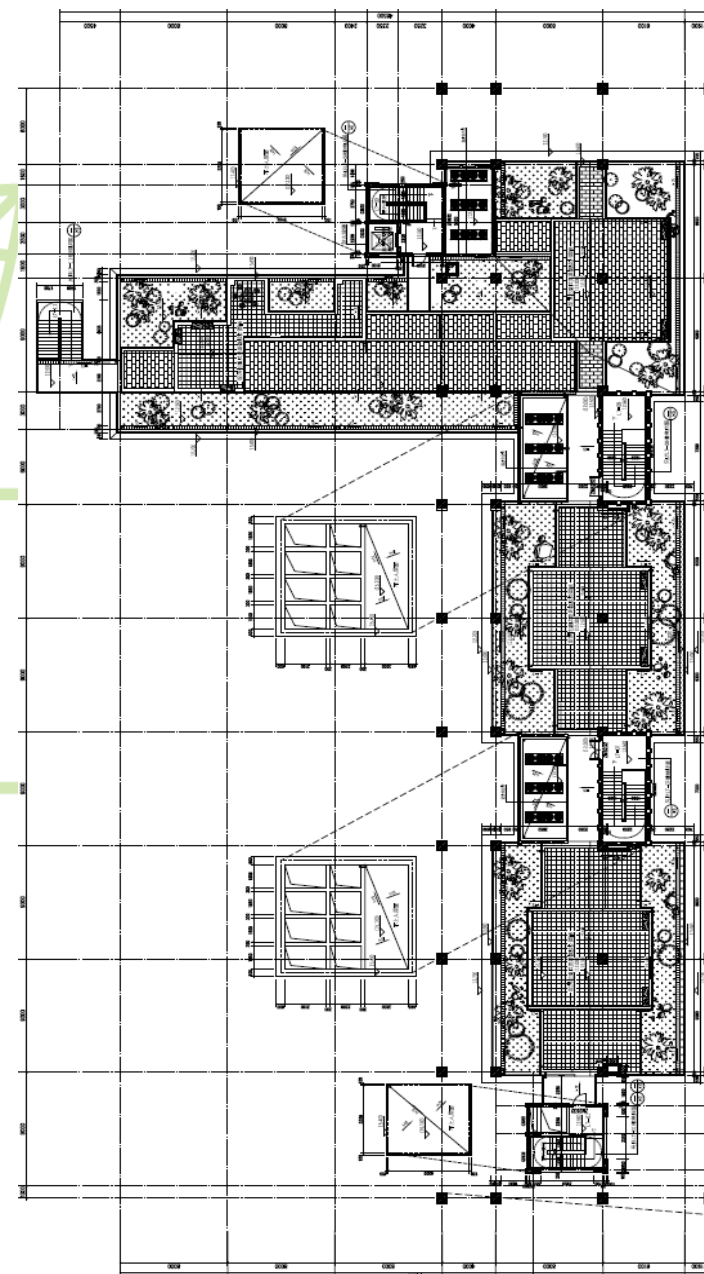
## 5.1.8 合理采用屋顶绿化、垂直绿化等方式。

### 【项目情况】

项目屋顶采用绿化屋顶构造，屋顶可绿化面积为1377.6 m<sup>2</sup>；屋顶绿化面积 457 m<sup>2</sup>，屋顶绿化面积占屋顶可绿化面积比例为33.1%。

EMCC

中国教育后勤协会  
能源管理专业委员会



### 【证明材料】

4.5屋顶绿化设计施工图纸\屋顶花园景观施工图、屋顶平面图

# 二、各项达标情况

## 2、节能与能源利用

**5.2.1 围护结构热工性能指标**符合现行国家和地方公共建筑节能标准的规定。

### 【项目情况】

项目围护结构热工性能满足《〈夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准〉广东省实施细则》DBJ15-50规定的要求。项目对比评定法计算结果如下表所示：

- 建筑屋面采用绿化屋面构造（绿化屋面）或挤塑聚苯板隔热屋面（上人屋面）；
- 建筑外墙填充墙采用加气混凝土自保温墙材；
- 建筑外窗采用普通铝合金型材配置5+6A+5 Low-E中空玻璃，同时通过阳台形成遮阳，建筑平均外遮阳系数达到0.40~0.43。

中国教育后勤协会  
能源管理专业委员会

### 【证明材料】

3.2建筑专业施工图纸、设计说明\建筑设计总说明、建筑构造用料做法表、建筑节能设计专篇



## 2、节能与能源利用

### 5.2.3 不采用电热锅炉、电热水器作为直接采暖和空气调节系统的热源

#### 【项目情况】

本项目空调系统热源选用可变冷媒流量一拖多空调系统，机组夏季制冷，冬季制热，项目未采用电热锅炉、电热水器作为直接采暖和空调系统的热源。

#### 【证明材料】

5.2暖通施工图纸、设计说明\学生活动中心空调通风和消防防排烟设计说明、学生活动中心空调材料表、机房平面剖面图、各层空调风路平面图

### 5.2.5 新建的公共建筑，冷热源、输配系统和照明等各部分能耗进行独立分项计量。

#### 【项目情况】

项目设置独立的能源计量及管理系统，系统包含能耗区域管理、能耗数据采集、能耗分项计量、设备管理、数据分析优化以及数据信息发布等功能模块，系统可以对项目各个区域的空调、照明、设备以及用水量进行实时监控计量并对设备运行进行优化管理，最大限度节约建筑耗能。

#### 【证明材料】

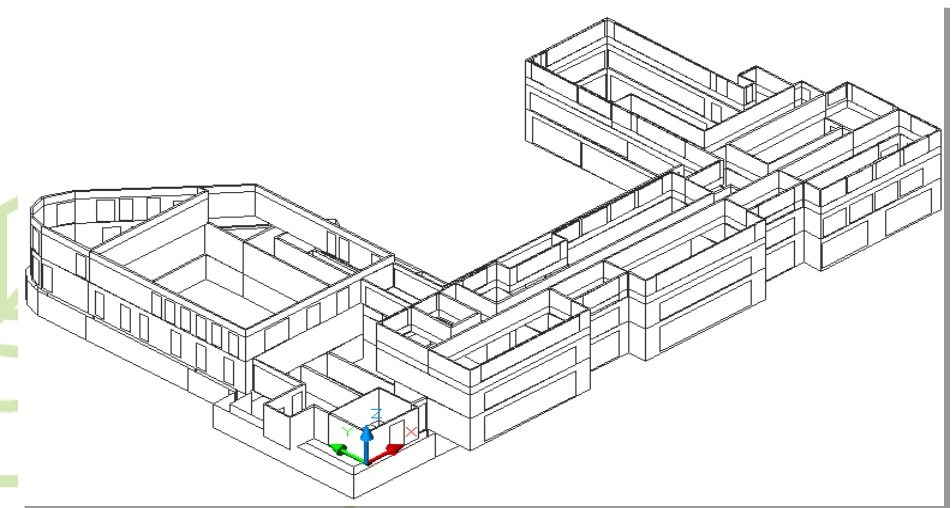
7.4 分项计量图纸：监控系统图与智能照明系统图、配电箱系统图、配电箱安装大样图

## 2、节能与能源利用

### 5.2.16 建筑设计总能耗低于国家批准或备案的节能标准规定值的80%

#### 【项目情况】

本项目采用高性能墙体材料，低辐射玻璃、活动外遮阳及高效率空调、照明系统。通过清华大学开发的DeST-C建筑能耗分析软件计算，建筑节能率达到74.04%，低于广东省节能标准规定值的80%。



建筑分项能耗	单位	参照建筑	实际建筑
全年采暖能耗	kWh/m <sup>2</sup>	0.08	2.11
全年空调能耗	kWh/m <sup>2</sup>	55.19	34.90
全年照明能耗	kWh/m <sup>2</sup>	42.16	35.13
全年总能耗	kWh/m <sup>2</sup>	97.43	72.14
能耗比例	—		74.04%

中国教育后勤协会  
能源管理专业委员会

#### 【证明材料】

5.3节能计算书及模型文件\建筑能耗模拟计算书



## 2、节能与能源利用

**5.2.18 充分利用太阳能、地热能等可再生能源**，可再生能源产生的热水量不低于建筑生活热水消耗量的**10%**，或可再生能源发电量不低于建筑用电量的**2%**。


### 【项目情况】

项目的可再生能源利用系统为太阳能光伏发电系统。项目在屋面安装太阳能光伏发电系统采用并网发电方式供给一般照明用电。系统采用多晶硅组件21串5并，共安装105块功率为240W<sub>p</sub>多晶硅光伏组件，安装面积约为180m<sup>2</sup>，系统总装机容量为25200W<sub>p</sub>，约为建筑用电负荷的3.9%。

001

横琴岛澳门大学学生活动中心

光  
伏  
工  
程  
结  
构  
计  
算  
书

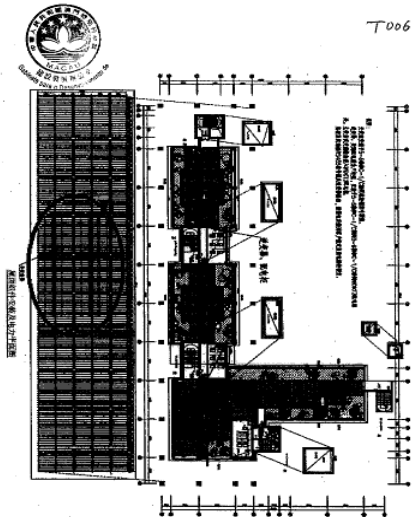


施工图纸专用章  
图号: B 日期: 2012.09.27  
项目名称: 横琴岛澳门大学学生活动中心  
广东南粤幕墙建设工程有限公司

广东省建设工程勘察设计出图专用章  
单位名称: 深圳市三鑫幕墙工程有限公司  
业务范围: 建筑幕墙工程设计专项甲级  
资质证书编号: A144005625  
有效期至: 2013年12月10日

深圳市三鑫幕墙工程有限公司  
SANXIN FACADE ENGINEERING CO., LTD.  
2012年9月

006



3. 图则 PVSYS-01: 设计说明二项中的设计依据, 建议补充满足 CEM、工务局及本地权限单位等要求。  
答复: 已根据 CEM、工务局及本地权限单位的要求加入设计依据。

4. 图则 PVSYS-02: 设计说明五项中请设计单位明确安装支架及配件等防锈、抗腐蚀处理要求。  
答复: 已在新版施工图中明确。

施工图纸专用章  
图号: B 日期: 2012.09.27  
项目名称: 横琴岛澳门大学学生活动中心  
广东南粤幕墙建设工程有限公司

### 【证明材料】

5.7 可再生能源\太阳能光伏板深化设计 & 施工专业承保工程

## 二、各项达标情况

### 3、节水与水资源利用

**5.3.1 制定水系统规划方案，统筹、综合利用各种水资源。。**

#### 【项目情况】

1. 本工程水源为澳门市政饮用水及澳门市政再生水。生活给水采用分质供水，洗手盆、茶水间、空调机房和淋浴等与人体直接接触的用水均采用饮用水，室内冲厕及室外绿化浇灌和水景采用再生水，无空调补水。本工程饮用水生活供水系统竖向不分区，由市政饮用水管网直接供水，再生水系统竖向分区情况与饮用水系统相同。
2. 所有卫生器具均采用节水型，洗手盆和小便器等用红外线感应型洁具，大便器采用3/6L节水型。
3. 本工程茶水间开水由电开水器供应。选取电开水器型号为TDK6-30，有效容积为30L，功率为6W。

#### 【证明材料】

6.1水系统规划方案及说明、非传统水源利用方案\学生活动中心供水设计说明、学生活动中心排水设计说明、再生水设计说明；6.2给排水施工图、设计说明\学生活动中心给水平面图、学生活动中心排水平面图、系统图、澳门大学再生水施工图

**5.3.2 设置合理、完善的供水、排水系统。  
5.3.3 采取有效措施避免管网漏损。**

#### 【项目情况】

1. 本工程饮用水系统的室内冷水、热水管采用薄壁不锈钢管（PN1.0），丝扣连接。室外埋地管采用钢丝骨架增强PE复合给水管（PN1.0），热熔连接。本工程再生水系统的室内给水管采用PVC给水管，胶水连接。室外给水管道采用PE给水管，热熔连接。DN>50mm时，阀门采用全铜质闸阀，DN≤50mm时，阀门采用铜质截止阀。室内再生水管道与饮用水管道平行铺设时，两管间距不小于0.5米，交叉铺设时，垂直距离不小于0.15米，且饮用水管道铺设在再生水管道上方。再生水管道注明并以紫色标识识别，以避免误饮误用。
2. 本工程利用市政水压直接供水，冲厕用水、绿化浇灌及景观用水采用市政再生水。并对建筑各项用水进行分项计量。
3. 本项目排水系统采用雨污分流方式。屋面及地面雨水排入室外雨水砂井，最终排入校区市政雨水砂井；生活污水排入市政污水管，纳入城市污水集中处理系统。

#### 【证明材料】

6.1水系统规划方案及说明、非传统水源利用方案\学生活动中心供水设计说明、学生活动中心排水设计说明、再生水设计说明；6.2给排水施工图、设计说明\学生活动中心给水平面图、学生活动中心排水平面图、系统图、澳门大学再生水施工图



### 3、节水与水资源利用

**5.3.7 绿化、景观、洗车等用水采用非传统水源。**

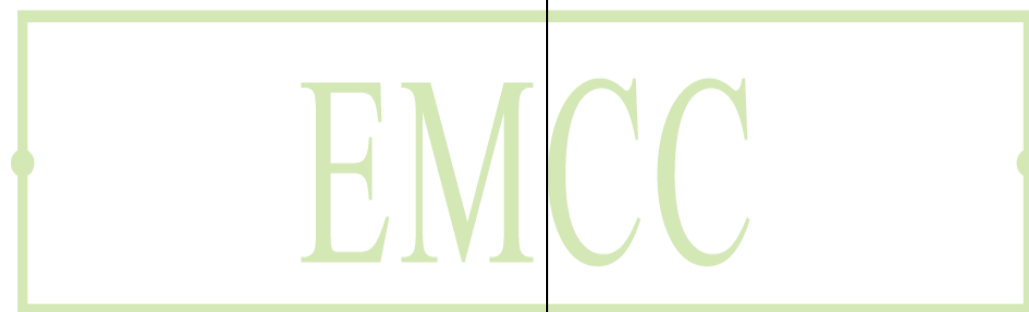
**【项目情况】**

本工程采用澳门市政再生水用于室内冲厕、室外绿化灌溉以及景观用水。

**5.3.8 绿化灌溉采取喷灌、微灌等节水高效灌溉方式。**

**【项目情况】**

本工程室外景观给水系统采用绿化专用滴灌及微灌系统。



中国教育后勤协会  
能源管理专业委员会

**【证明材料】**

6.2给排水施工图、设计说明\澳门大学再生水施工图； 6.5绿化灌溉施工图、设计说明\景观给排水设计说明、景观给水平面图

**【证明材料】**

6.5绿化灌溉施工图、设计说明\景观给排水设计说明、景观给水平面图、绿化喷灌系统安装大样图

## 二、各项达标情况

### 4、节材与材料资源利用

#### 5.4.2 建筑造型要素简约，无大量装饰性构件。

##### 【项目情况】

项目造型简洁，无大量不具备遮阳、导光、导风、载物、辅助绿化等作用的飘板、格栅和构架等装饰性构件。

项目女儿墙高度为0.6m，并未超过规范2倍。



##### 【证明材料】

3.2建筑专业施工图纸、设计说明\建筑立面及剖面图

3.3建筑效果图\建筑效果图



# 二、各项达标情况

## 5、室内环境质量

**5.5.1 房间内的温度、湿度、风速**等参数符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189中的设计计算要求。

### 【项目情况】

空调系统参数满足相关规定要求，如下表：

房间类型	设计参数			
	夏季空调温度 (°C)	冬季采暖温度 (°C)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)
音乐剧场、舞台	25	20	≤65	0.15~0.30
展厅	25	20	≤65	0.15~0.30
多功能室	25	20	≤65	0.15~0.30
办公室	25	20	≤65	0.15~0.30
会议室	25	20	≤65	0.15~0.30
公共活动空间	25	20	≤65	0.15~0.30
合唱团练习室	25	18	≤65	0.15~0.30
咖啡厅	24	22	≤65	0.15~0.30
电脑伺服器室	22-28	18-24	40-65	0.15~0.30
弱电机房	22-28	18-24	40-65	0.15~0.30
门厅、大堂	26	18	≤65	0.15~0.30
休息厅	25	20	≤65	0.15~0.30

### 【证明材料】

**5.2**暖通施工图纸、设计说明\学生活动中心空调通风和消防防排烟设计说明

**5.5.2** 建筑围护结构内部和表面无结露、发霉现象。

### 【项目情况】

本项目位于夏热冬暖地区，不属于采暖地区。项目屋面采用种植屋面及挤塑聚苯板进行保温隔热处理；外墙填充墙采用加气混凝土自保温墙体；外窗采用6+9A+6Low-E中空玻璃，具有较好的热工性能，从而避免围护结构内部的结露。

### 【证明材料】

**5.1**建筑围护结构的热工设计施工图纸和相关设计计算书\围护结构结露计算报告

**3.2**建筑专业施工图纸、设计说明\建筑构造用料做法表、建筑节能设计专篇

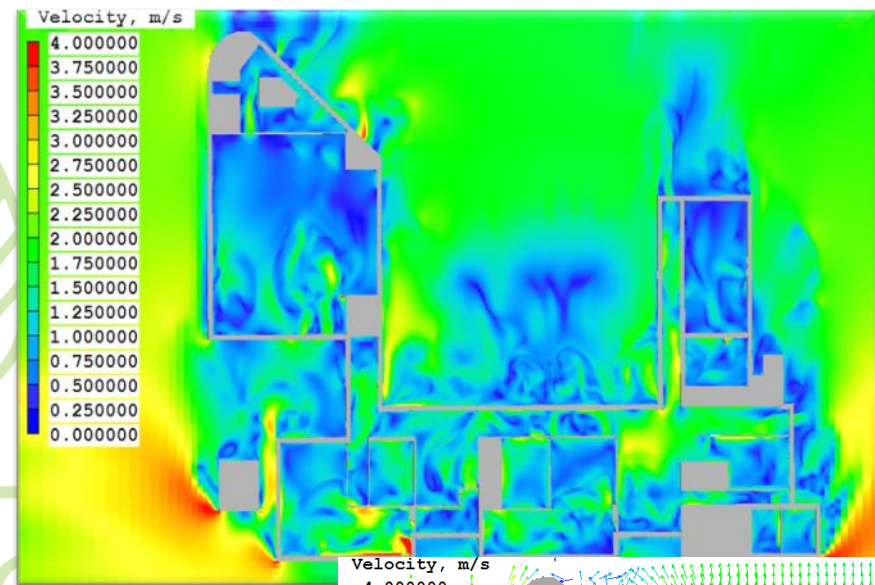
# 5、室内环境质量

## 5.5.7 有促进自然通风的措施。

### 【项目情况】

项目采用百叶外遮阳以及南方传统骑楼建筑自遮阳。防止夏季太阳辐射直射室内，同时采用百叶外遮阳以及南方传统骑楼建筑自遮阳。防止夏季太阳辐射直射室内，同时具有防御暴风雨袭击的功能。

项目外窗采用平开窗，建筑开口朝向珠海市夏季主导风向，夏季主导风向和风速条件下，室内风场分布较为均匀，项目采用风环境模拟软件对项目典型楼层和房间的自然通风进行分析，分析结果表明夏季主导风向和风速条件下，室内风场分布较为均匀，室内各个区域之间自然通风组织较好，学生活动中心室内主要区域的空气龄及室内平均空气龄均小于180s。



### 【证明材料】

5.5自然通风模拟分析报告\自然通风模拟分析报告



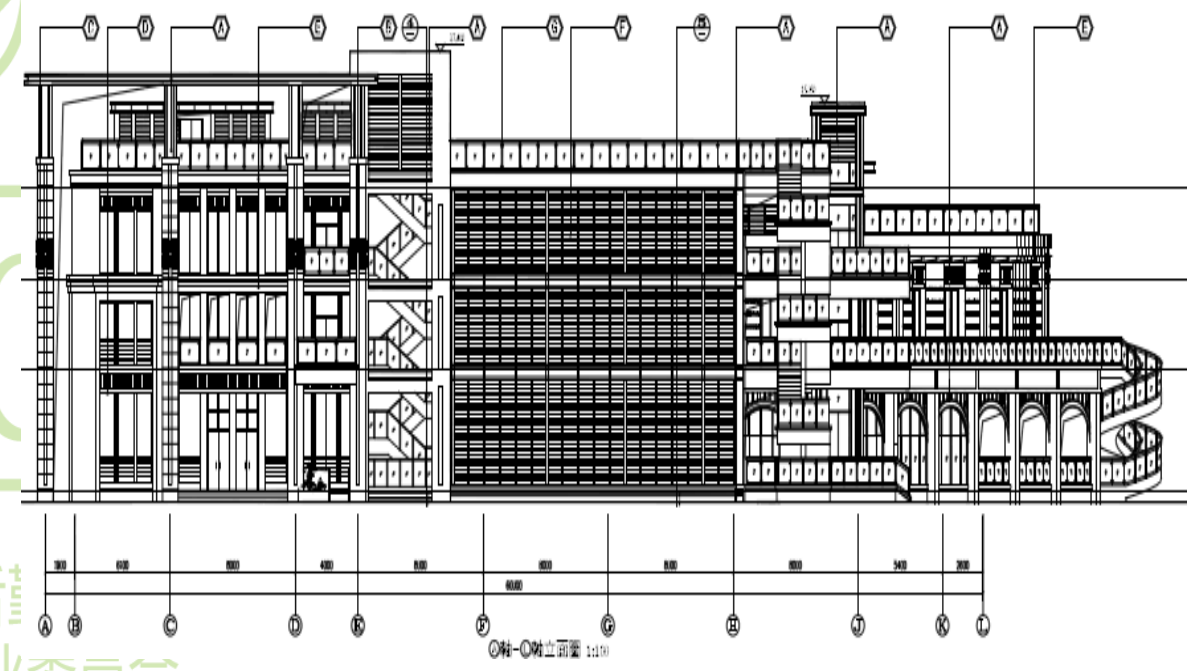
## 5、室内环境质量

### 5.5.13 采用可调节外遮阳，改善室内热环境。

#### 【项目情况】

项目东侧首层至三层书店、办公室等功能空间外立面采用太阳能电动百叶外遮阳系统。遮阳百叶表面覆盖非晶硅太阳能薄膜电池，从而构成太阳能独立发电系统，系统产生的电量用来驱动遮阳百叶的开启关闭。遮阳系统表面附有光线感应硬件，从而使整套遮阳系统可以根据太阳的运行轨迹自动运行，遮阳效果良好。满足自然采光和视觉舒适要求。根据《建筑外遮阳（一）》计算该系统外遮阳系数为0.38（东西向）、0.31（北向）。

遮阳百叶表面覆盖非晶硅太阳能薄膜电池，从而构成太阳能独立发电系统，系统产生的电量用来驱动遮阳百叶的开启关闭。遮阳系统表面附有光线感应硬件，从而使整套遮阳系统可以根据太阳的运行轨迹自动运行，遮阳效果良好。满足自然采光和视觉舒适要求



#### 【证明材料】

5.2暖通施工图纸、设计说明\电动百叶平面及大样

# 三、评估结论

《绿色建筑评价标准》等级划分要求与本项目达标情况：

	一般项数（共43项）						优选项
	节地与室外环境	节能与能源利用	节水与水资源利用	节材与材料资源利用	室内环境质量	运营管理	
	共6项	共10项	共6项	共8项	共6项	共7项	
折算后三星级达标要求	5	6	5	3	4	2	7
本项目达标项数	5	6	5	3	5	3	7

结论：

- 1、满足绿色建筑评价标准所有**控制项**要求；
- 2、符合绿色建筑设计阶段**三星级**要求。

能源管理专业委员会





—— 中国教育后勤协会 ——  
能源管理专业委员会

