興業太陽能
SINGYES SOLAR

兴业集团研究院
罗多

中美二期超低能耗建筑示范项目
珠海兴业新能源产业园研发楼

——興業太陽能，引領低碳經濟——

興業太陽能
SINGYES SOLAR

项目概况

- Project Briefing

项目进展

- Project Progress

研究进展

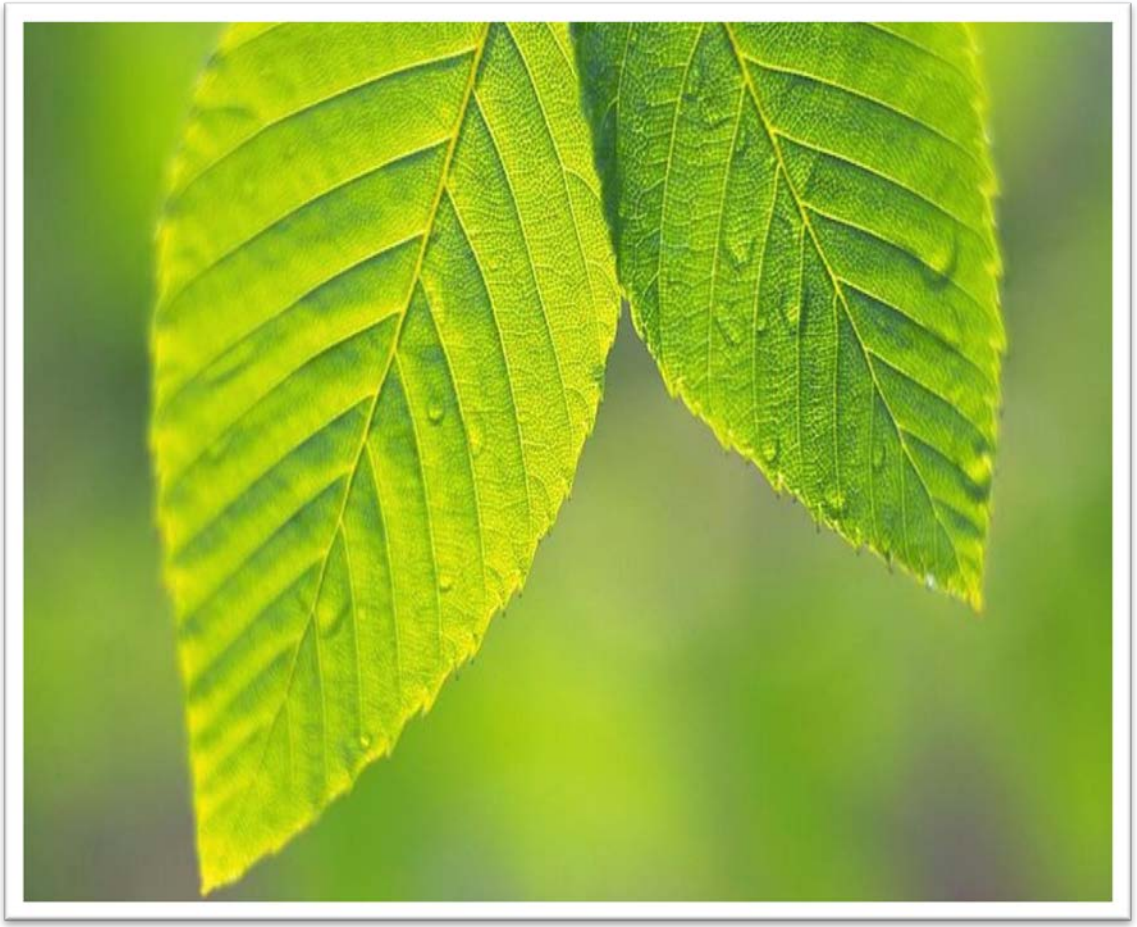
- Research Progress

珠海拥有600公里的海岸线，上百个岛屿，每年近2000小时的日照资源， 2.7米/秒的年平均风速，1770毫米的降雨量。

興業太陽能
SINGYES SOLAR

创意来源——从绿叶开始

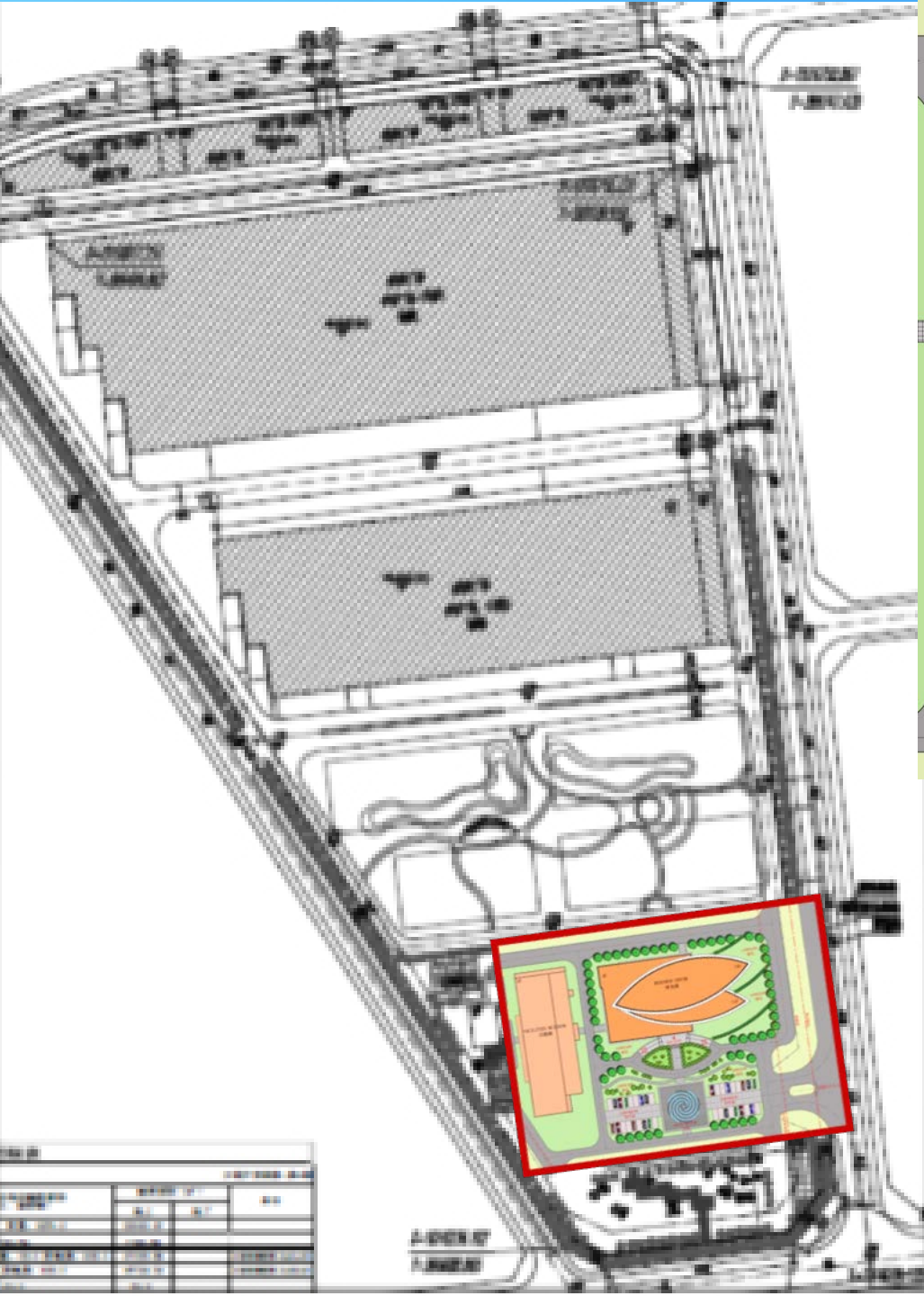
The Very Original Inspiration



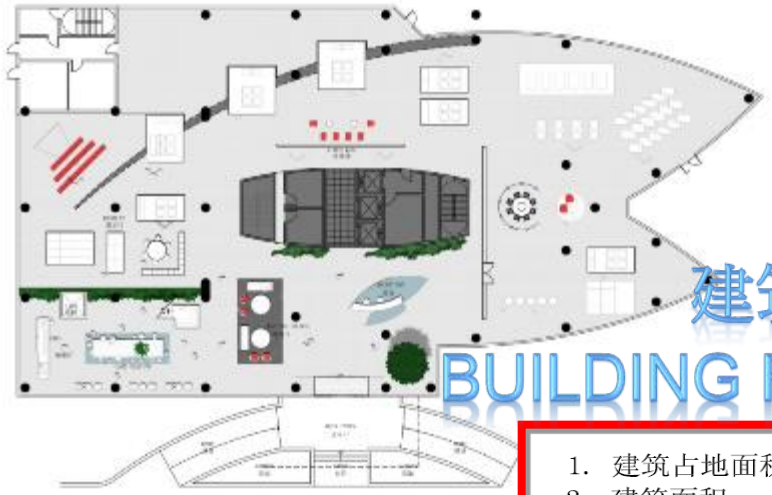
设计目标 Design Target

- 建设超低能耗高经济性的办公绿色建筑
  Super Energy Saving Green Office Building
- 美国LEED铂金级认证项目
  LEED NC V3 Platinum
- 中国绿色建筑三星认证项目
  China Green Building Label 3 Stars

Green Yes Building

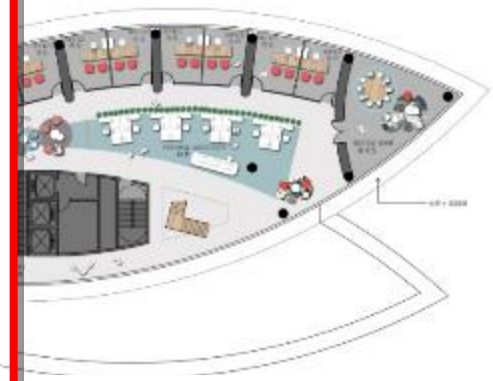


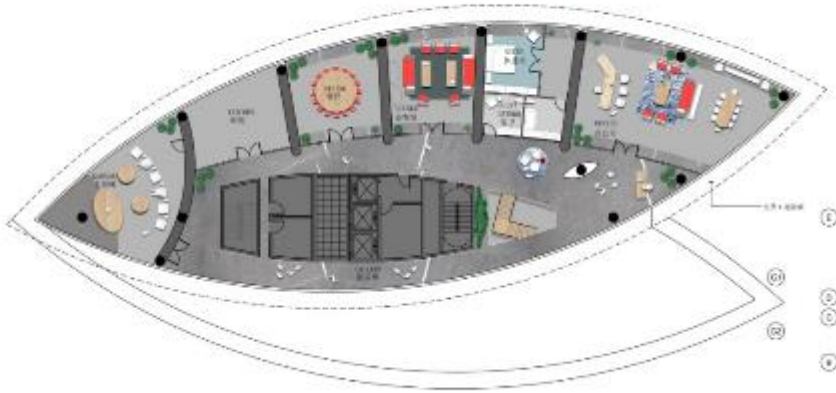
珠海兴业新能源产业园		
总用地面积	12.6万	平方米
容积率	1.5	
建筑密度	49%	
绿地率	22%	
总建筑面积	15万	平方米
研发大楼		
总建筑面积	2.19万	平方米
基地面积	2149	平方米
楼层	17	层



建筑功能技术指标
BUILDING FUNCTIONALITY SCHEDULE

1. 建筑占地面积：2149.59M²
2. 建筑面积：
   - 一层（主入口大堂层）：2135.97M²
   - 二层（市场销售办公层）：1622.01M²
   - 三层（办公层）：1622.01M²
   - 四～十二层（标准办公层）：1302.78M² x 9 = 11725.02M²
   - 十三层（多功能会议层）：959.24M²
   - 十四～十六层（经理办公层）959.24M² x3=2877.72M²
   - 十七层（主席办公层）：959.24M²
3. 地上总建筑面积：21901.21M²
4. 建筑层数：17层（包括3层裙房）
5. 建筑高度：67.2 M
6. 建筑功能：办公、会议、实验室、展示厅、咖啡厅





興業太陽能 SINGYES SOLAR

项目团队 Partners

2012 规划 Planning

2013 设计 Design

2014 施工Construction 理论研究与试验

2015 入住 Occupancy 测试与成果总结

BERKELEY LAB LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY

Lutron

同济大学 1907 TONGJI UNIVERSITY

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

興業太陽能 SINGYES SOLAR

北京建筑大学 1936

HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY -1945-

TIANJIN UNIVERSITY (PEIYANG UNIVERSITY) 1895

广东省建筑科学研究院 GUANGDONG PROVINCIAL ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

中国建筑科学研究院 China Academy of Building Research

兴業太陽能
SINGYES SOLAR

组织构架 Team Structure

绿建研究中心(GBRC)

方案设计

课题研究

興業太陽能
SINGYES SOLAR

项目概况

- Project Briefing

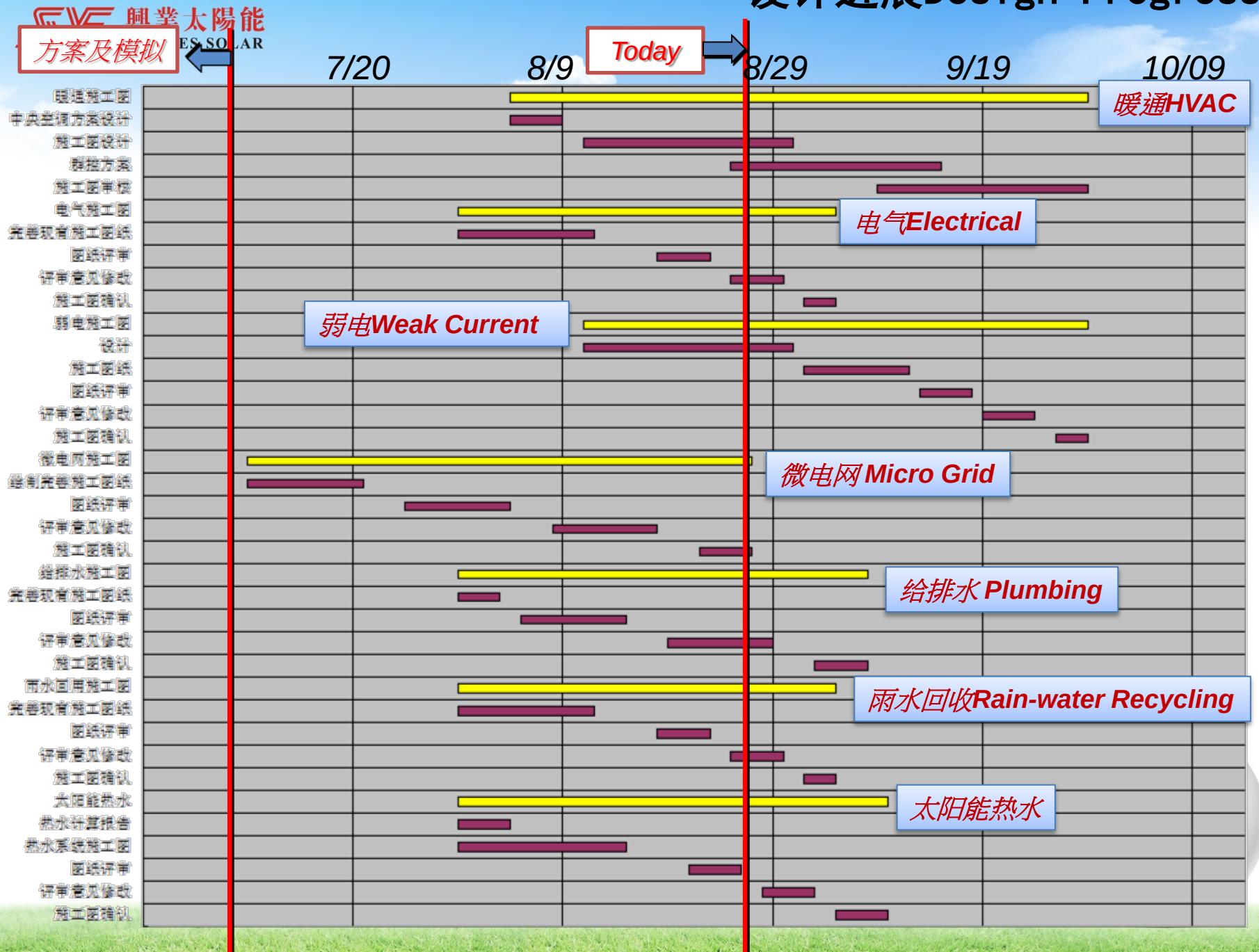
项目进展

- Project Progress

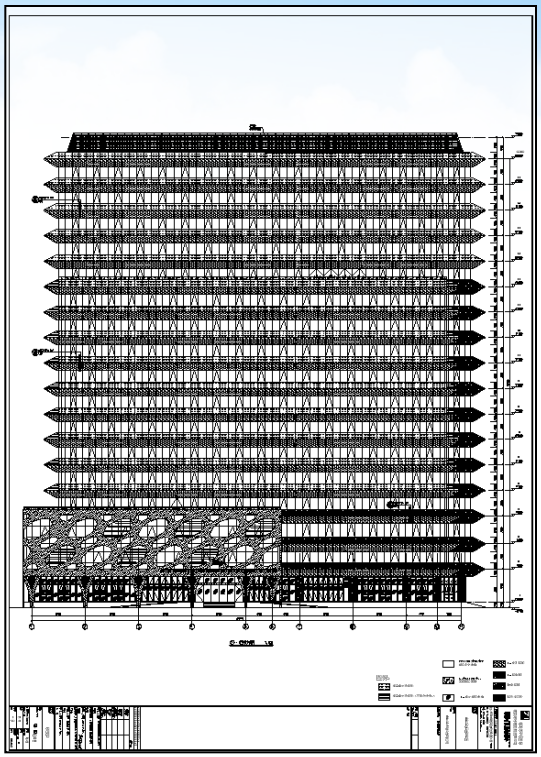
研究进展

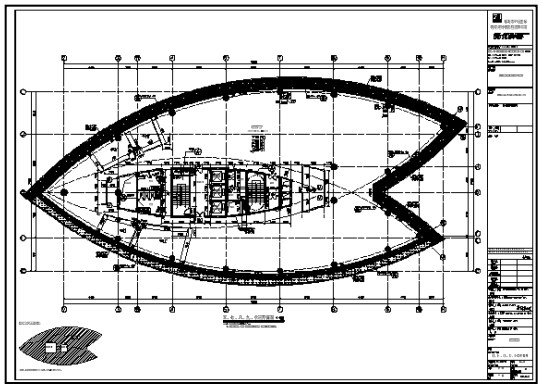
- Research Progress

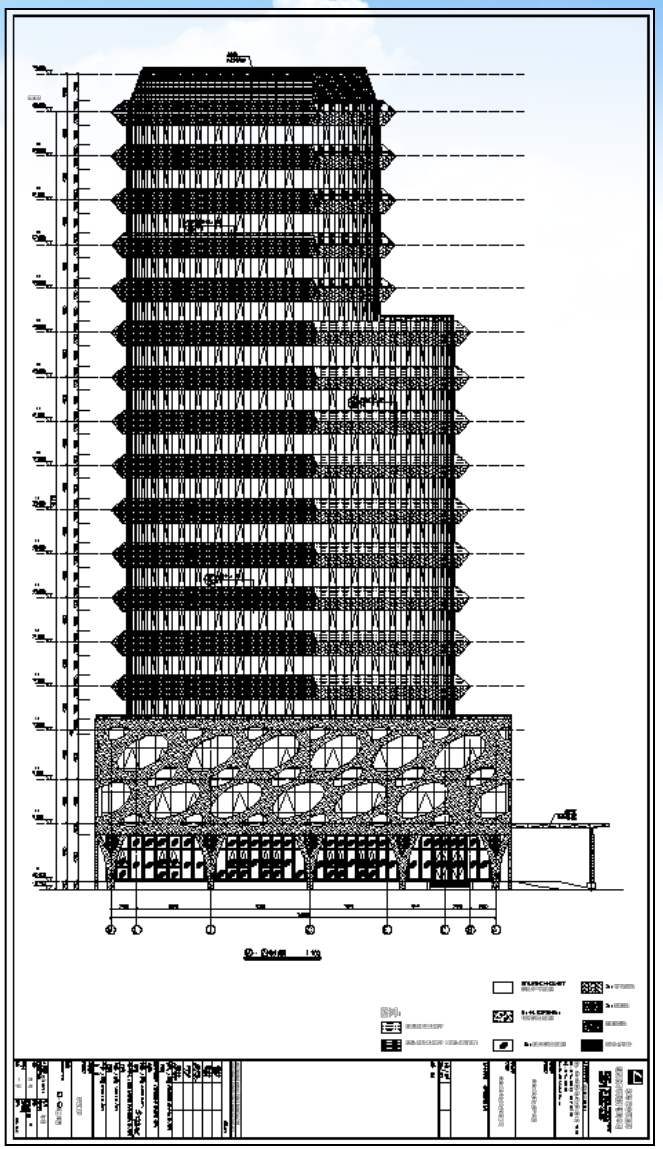
设计进展Design Progress

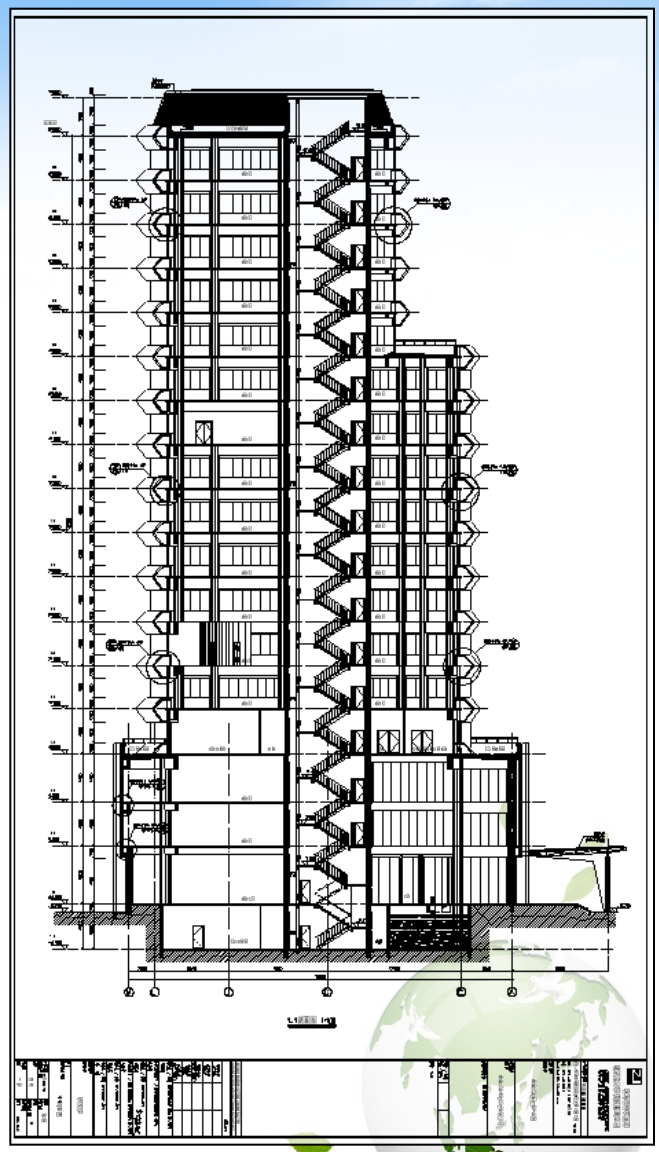


➢ 建筑和结构 Architedture and Structure

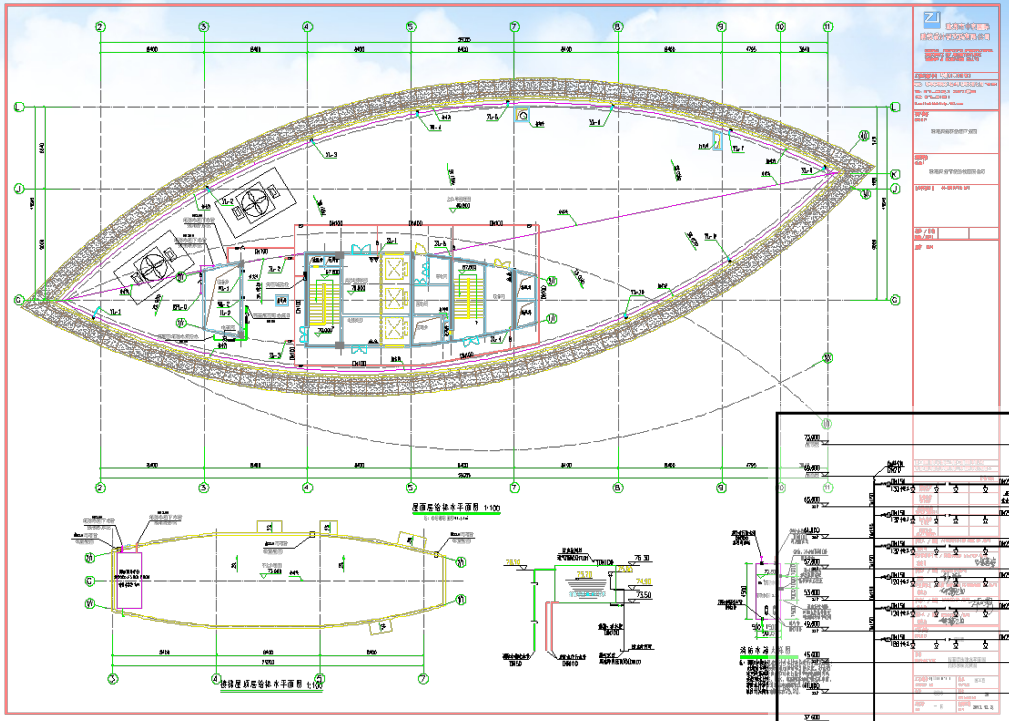


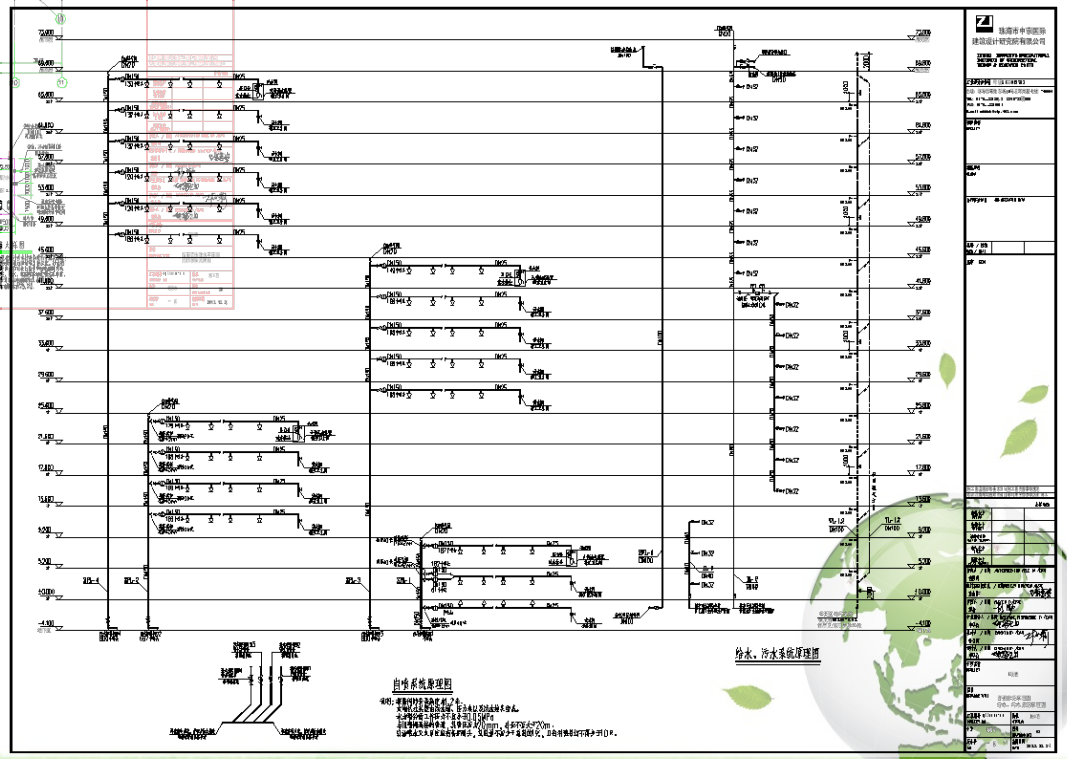




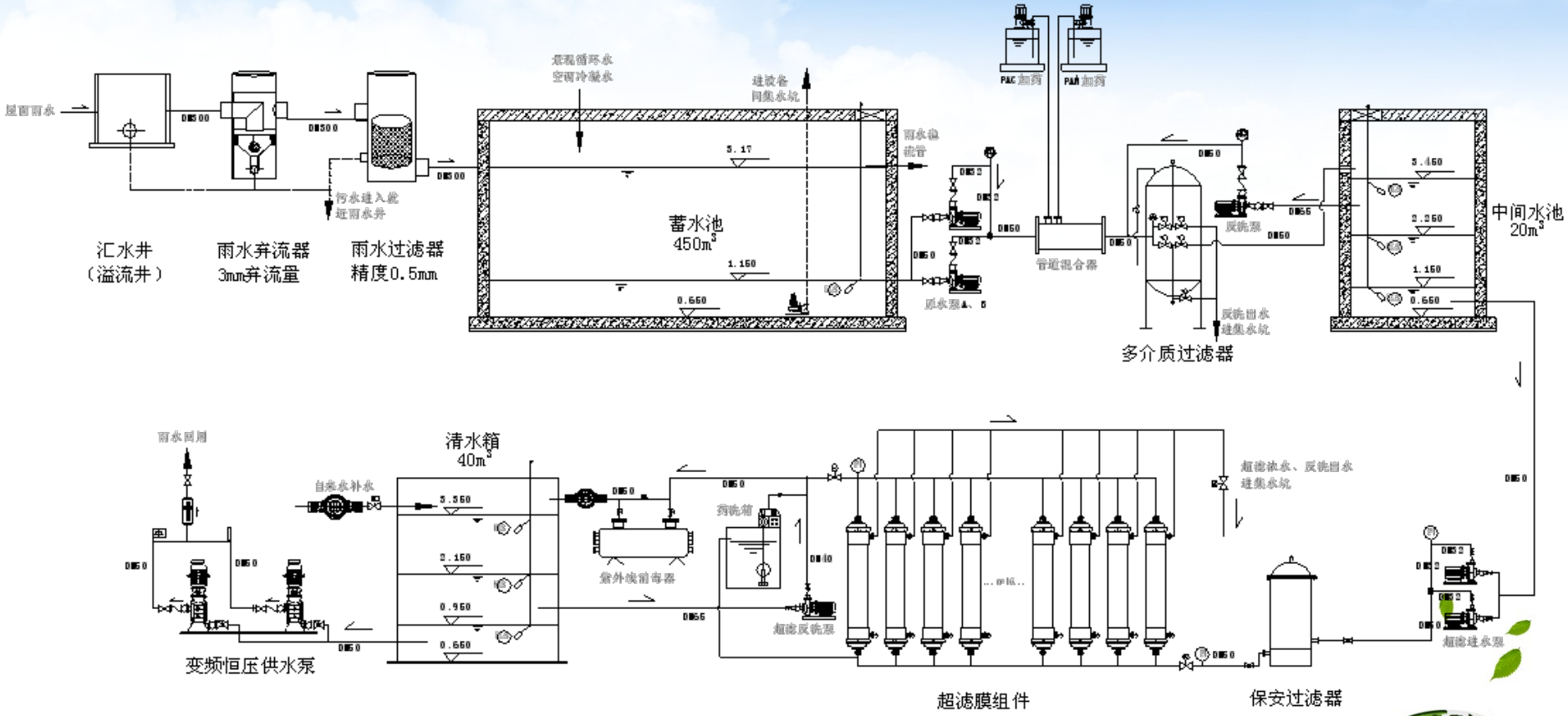


➢ 给排水 Plumbing System





➢ 雨水回收系统 Rain-water Recycling System



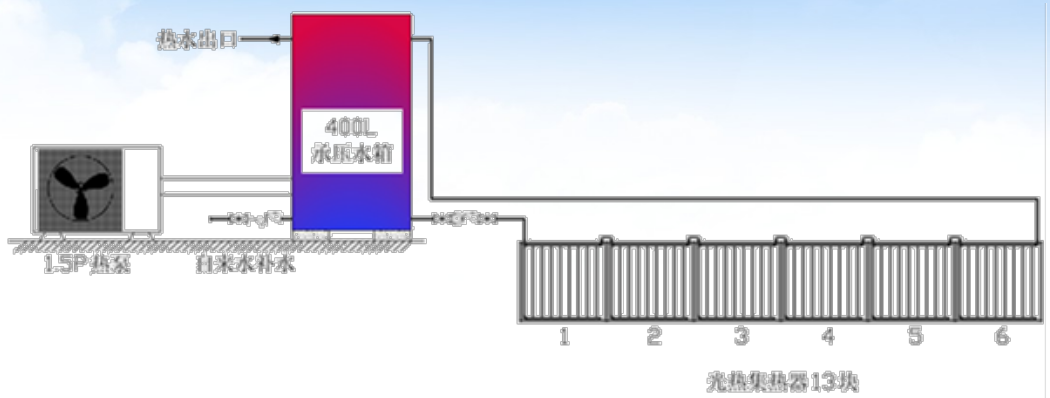
➢ 太阳能热水 ST System

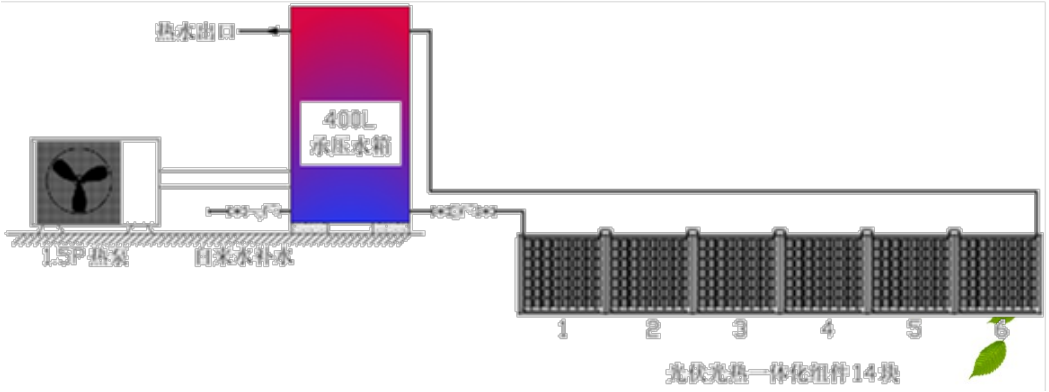
珠海兴业新能源产业园研发楼

可再生能源利用率及节能贡献分析

珠海兴业绿色建筑科技有限公司

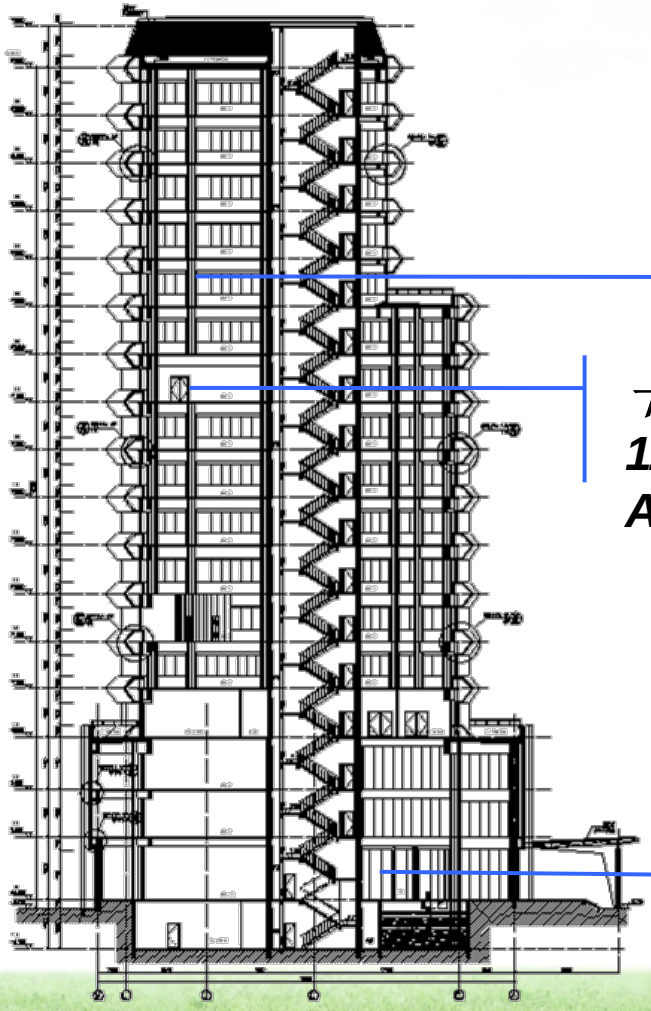
2014 年 7 月





➢ 暖通 HVAC

其余楼层，集中空调
Other floors, AHU+VAV

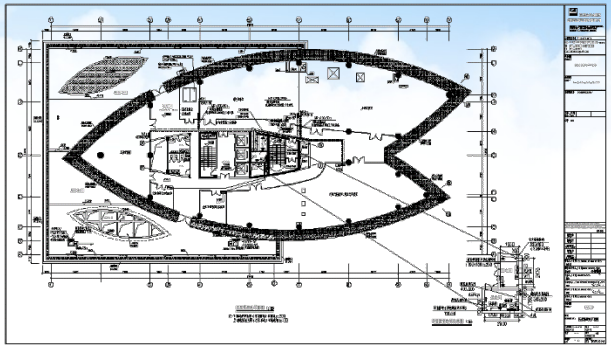


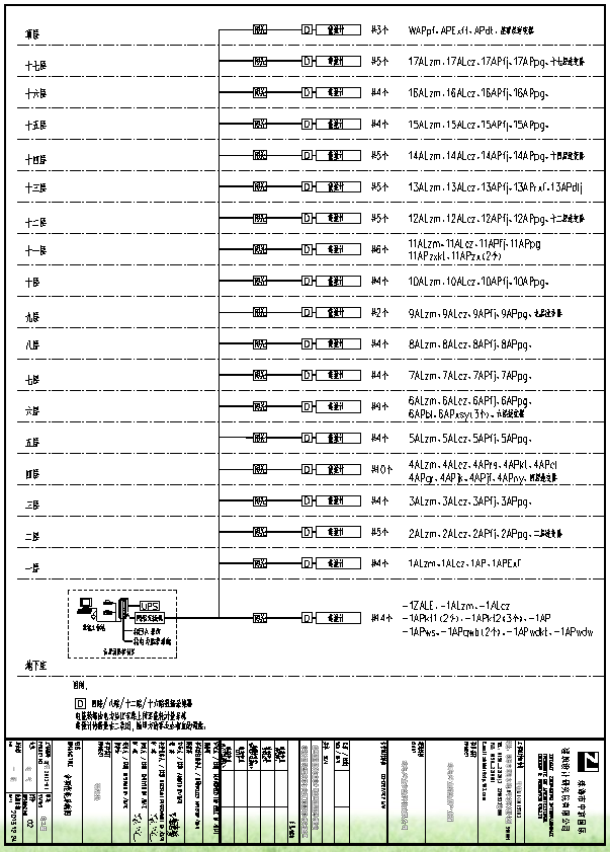
十三层会议室，多联机
13th Floor conference center, VRV

十一层数据中心，精密空调
11th floor Data center, 24/7 AC

一层，开敞式，不设置空调
1st Floor: natural Ventilation

➢ 电气 Electrical





已完成✓

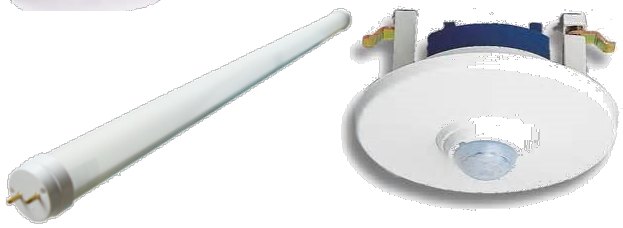
Completed ✓

- *强电施工图*
  Electrical Shop drawing
- *微电网*
  Micro-grid
- *分项能耗系统图*
  Sub-meters System Drawing
- *照明平面图*
  Lighting plan

进行中…

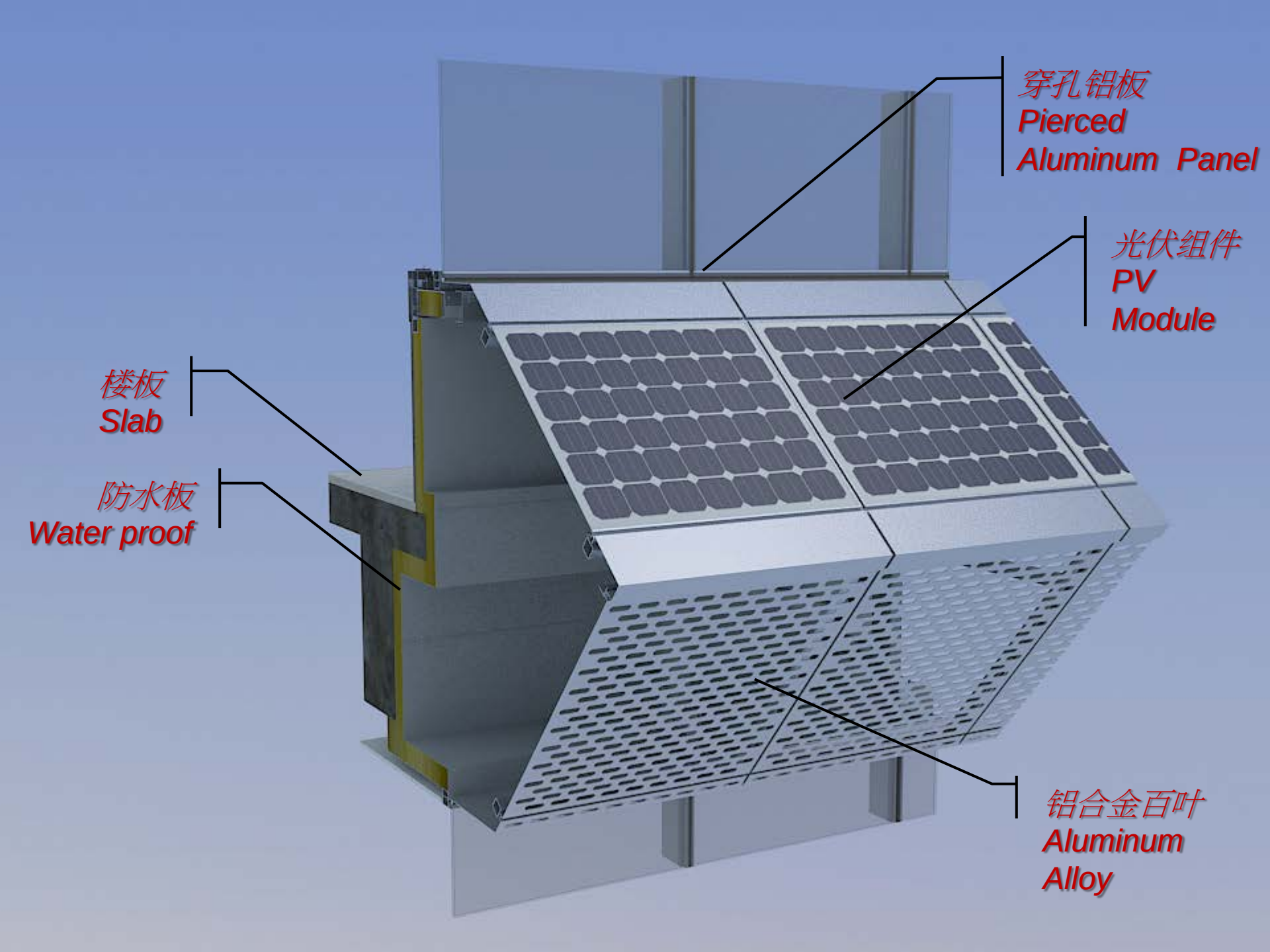
Progressing…

- *弱电施工图*
  Weak Current Shop drawings

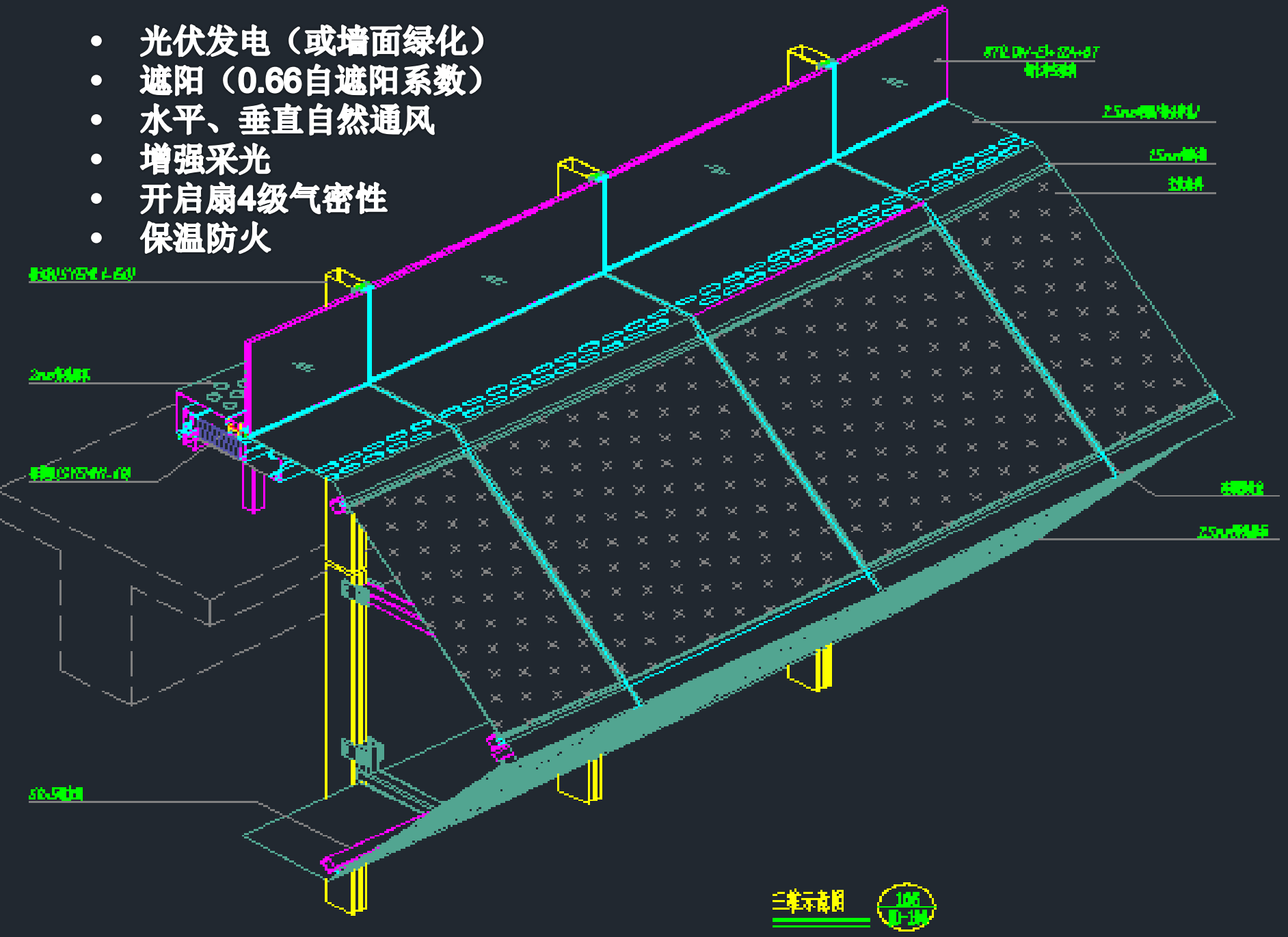


➢ 幕墙设计
Curtain Wall Design

建筑屋顶传热系数	0.8	W/(m²•K)
建筑外窗传热系数	1.98	W/(m²•K)
建筑外墙传热系数	0.45	W/(m²•K)
建筑外遮阳系数	0.198	
玻璃遮阳系数	<0.3	
可见光透射比	>0.5	


穿孔铝板
Pierced
Aluminum Panel
光伏组件
PV
Module
楼板
Slab
防水板
Water proof
铝合金百叶
Aluminum
Alloy

- 光伏发电（或墙面绿化）
- 遮阳（0.66自遮阳系数）
- 水平、垂直自然通风
- 增强采光
- 开启扇4级气密性
- 保温防火



興業太陽能 SINGYES SOLAR

光伏构件设计 PV Module Design

- 结构安全？ Safety Structure?
- 尺寸定制？ Customize Size
- 美观？ Aesthetic?

- 价格？ Price?
- 效率？ Efficiency?
- 重量？ Weight?

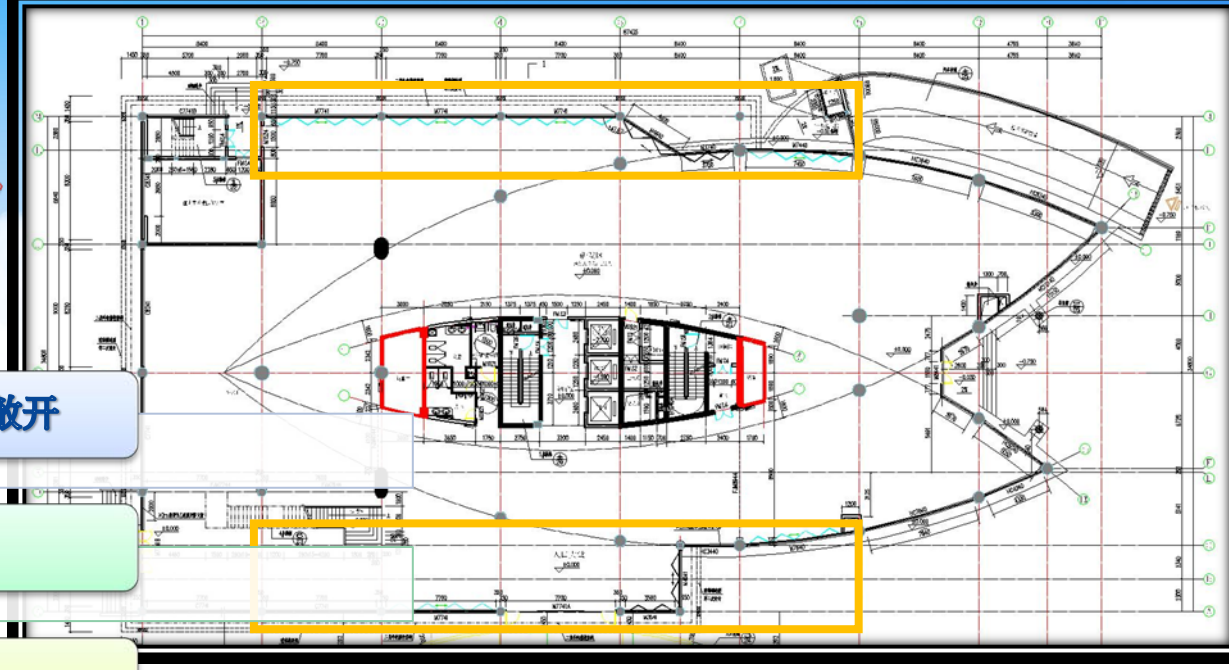
智能透明单玻插接式光伏组件

透明单玻插接式光伏组件	10	元/w
3mm穿孔单铝板	300	元/m^2
	3	元/w
组件增量	7	元/w
BOS系统（不含支架）、施工	1.8	元/w
光伏系统增量	8.8	元/w

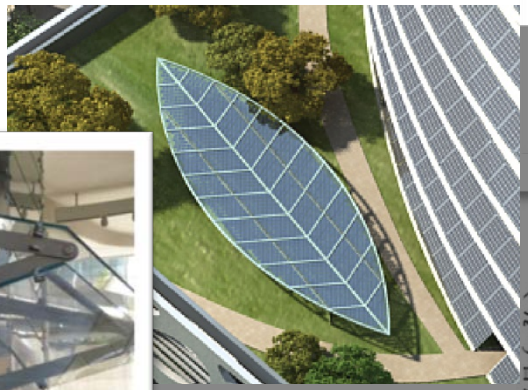
興業太陽能
SINGYES SOLAR

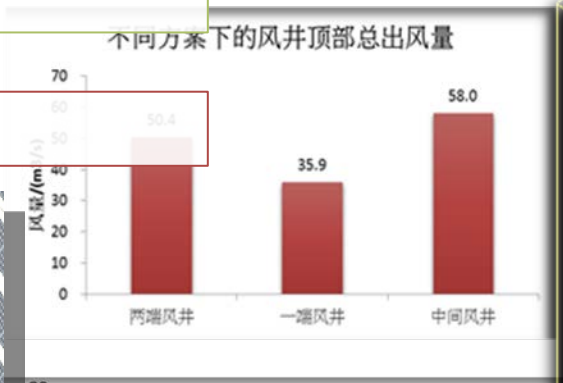
首层大开间通风设计

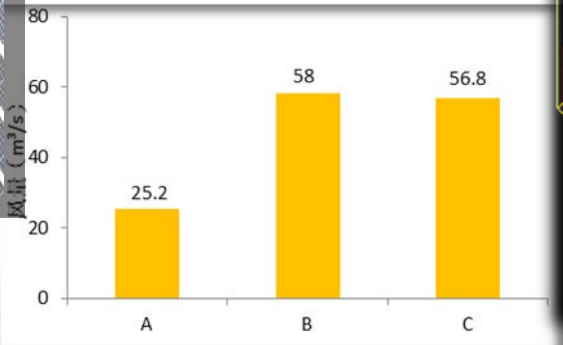
Ventilation Design

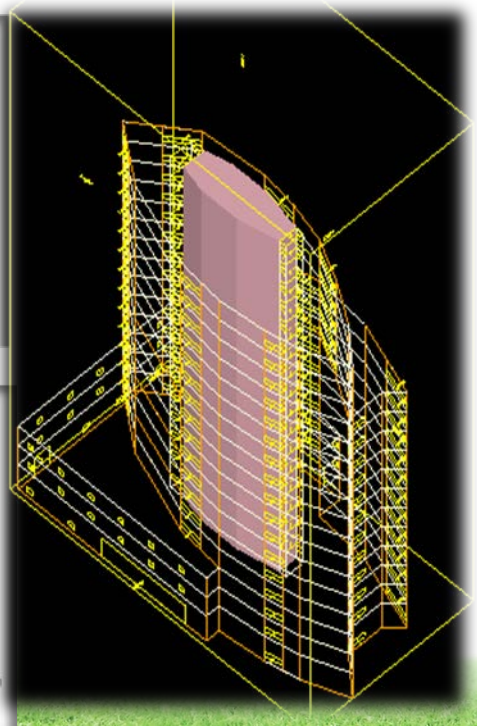


- 上折叠幕墙——5.2m高吊挂门80%全敞开
- 光伏直流驱动吊扇加喷雾系统降温
- 水幕帘降温系统
- 垂直风道自然通风

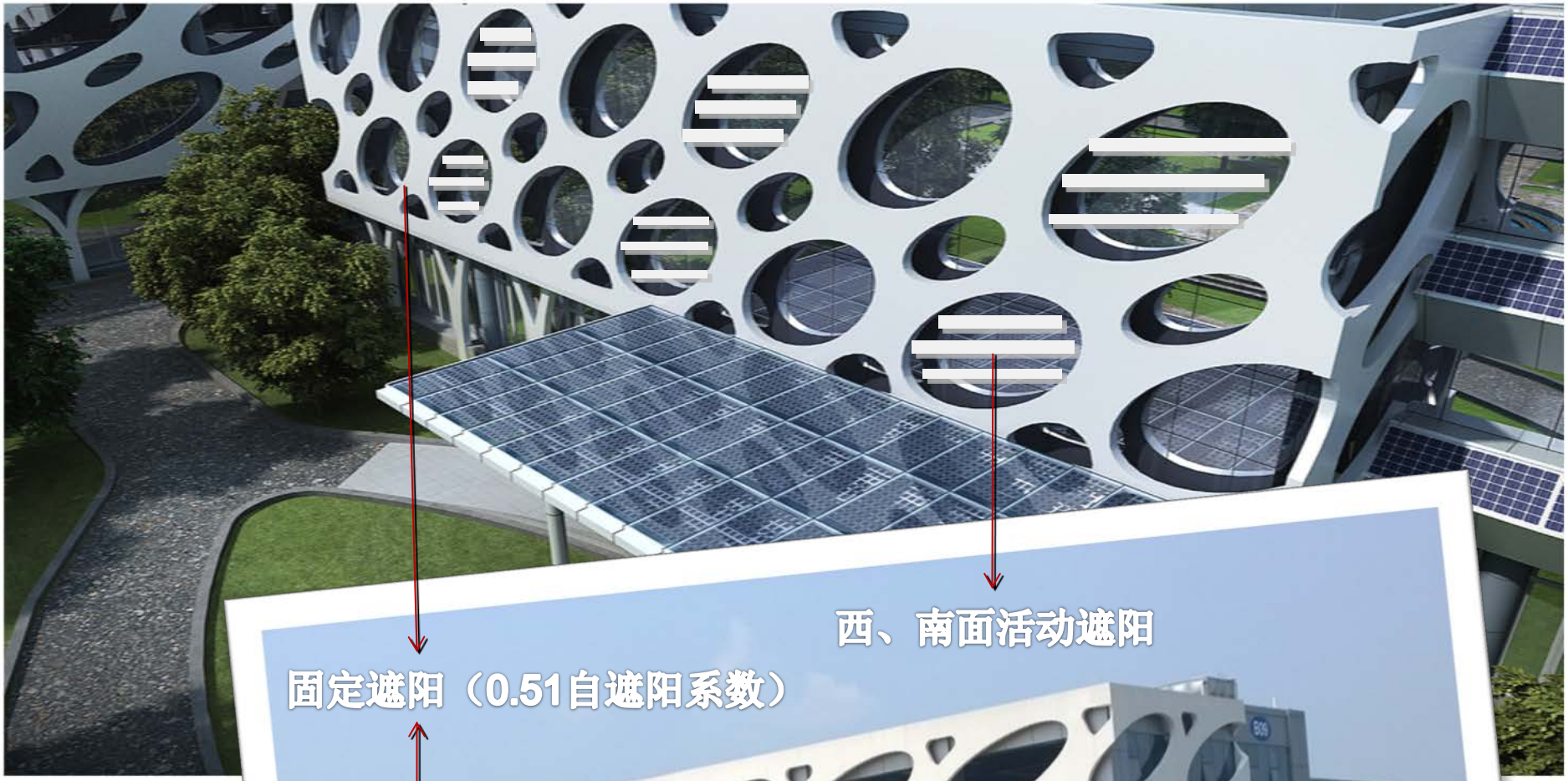






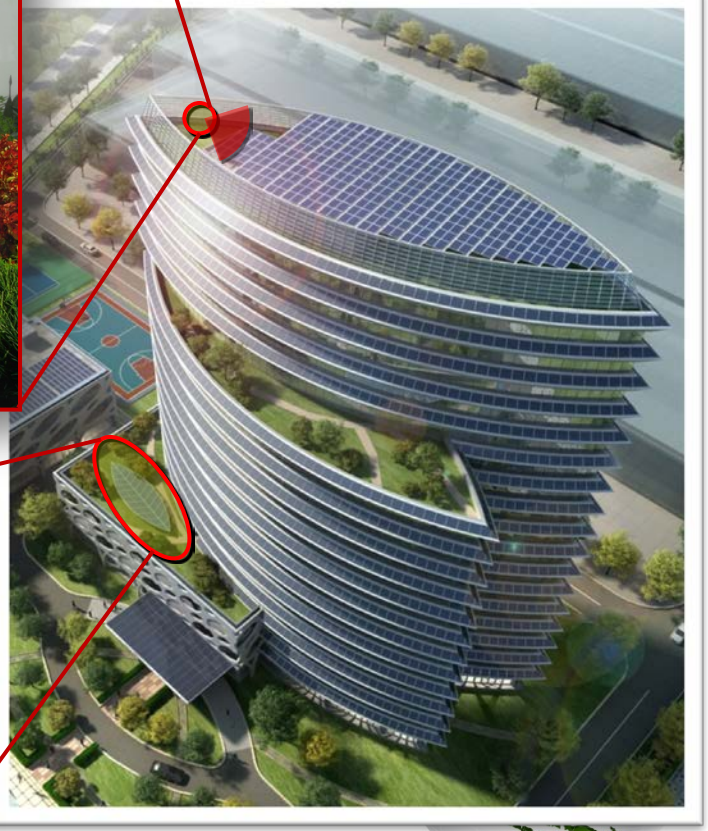


➢裙楼幕墙设计Podium Curtain Wall Design

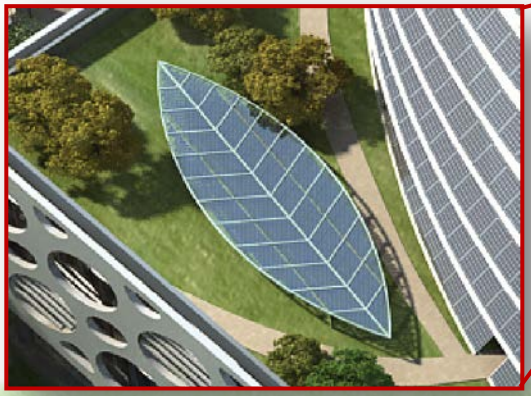


➢ 屋面设计 Roof Design

- 光伏遮阳
- 有机（FRP）光伏构件
- 光伏百叶
- 艺术钢结构
- 屋面园林绿化



- 光伏采光顶
- 有机（FRP）光伏构件
- 轻质铝合金结构
- 采光顶整体升降系统
- 屋面园林绿化



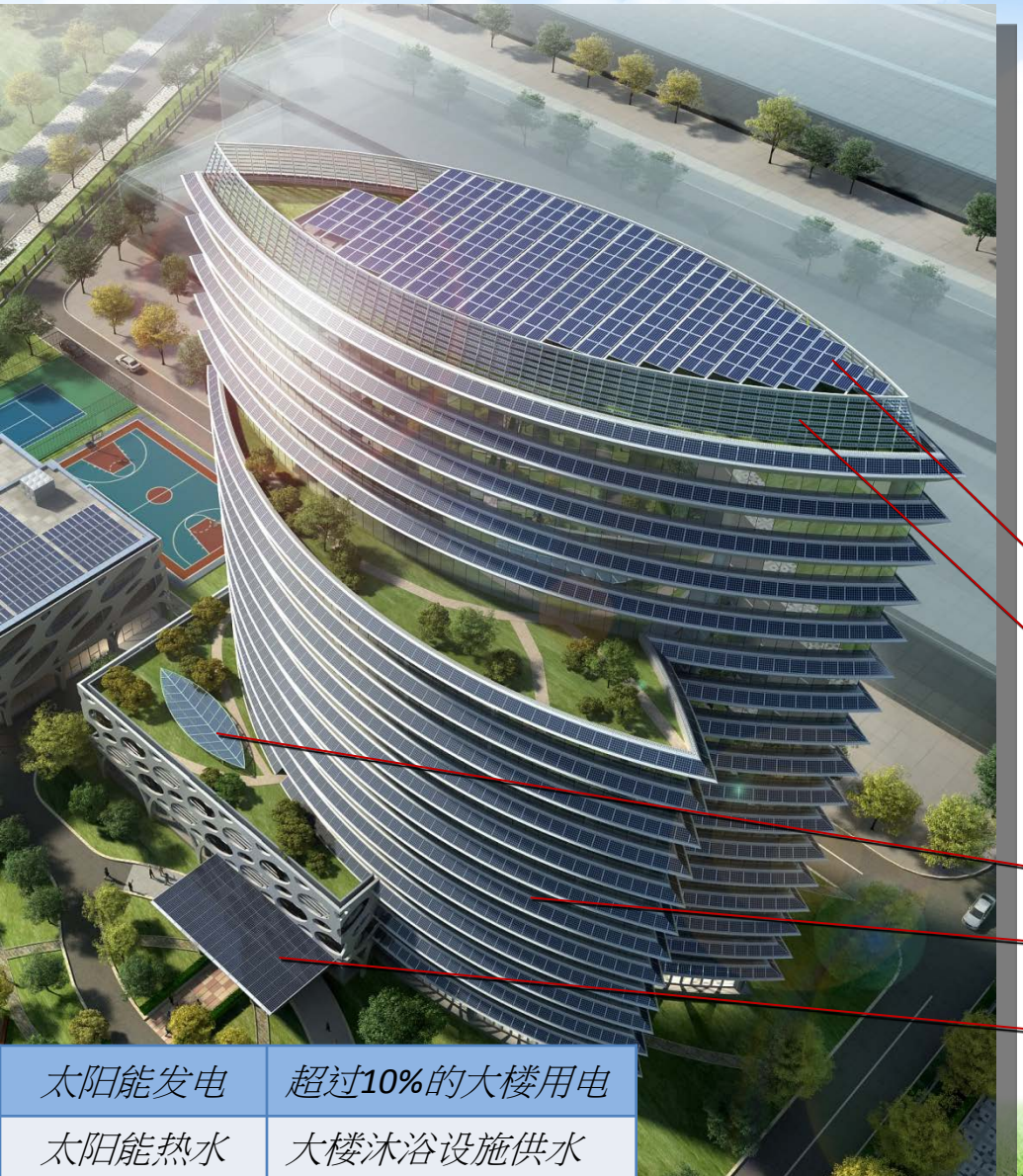
➢ 入口设计

Gate Design

- 光伏雨篷
- 单玻透明点驳光伏构件
- 光伏充电桩

興業太陽能
SINGYES SOLAR

太阳能建筑一体化设计 BIPV BIST Design



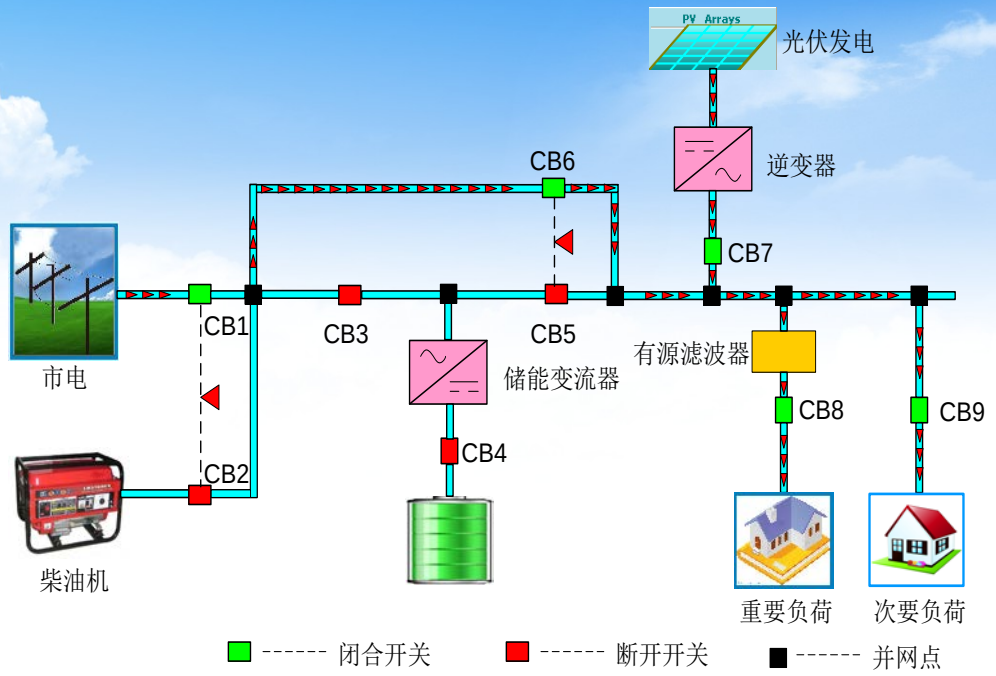
平板集热器	31块

区域	光伏装机功率(kW)	组件表面年辐照量 Wh/m2	发电量 (kWh)
屋顶电站	78.75	1335.1	73903
通风遮阳百叶	8.505	504.01	3013
采光顶	3.465	1018.9	2482
幕墙	130.37	7443.4	68448
裙楼雨棚	17.472	1034.4	12704
总计	238.56	11335.9	161001

太阳能发电	超过10%的大楼用电
太阳能热水	大楼沐浴设施供水

興業太陽能
SINGYES SOLAR

智能微电网 Microgrid



状况1
- 并网运行，光伏发电量充足，负荷用电量小。（节假日）

状况2
- 并网运行，光伏发电量为零，负荷用电量小。（夜晚）

状况3
- 储能变流器发生故障

状况4
- 市电发生故障，微电网孤岛运行—为机房供电。

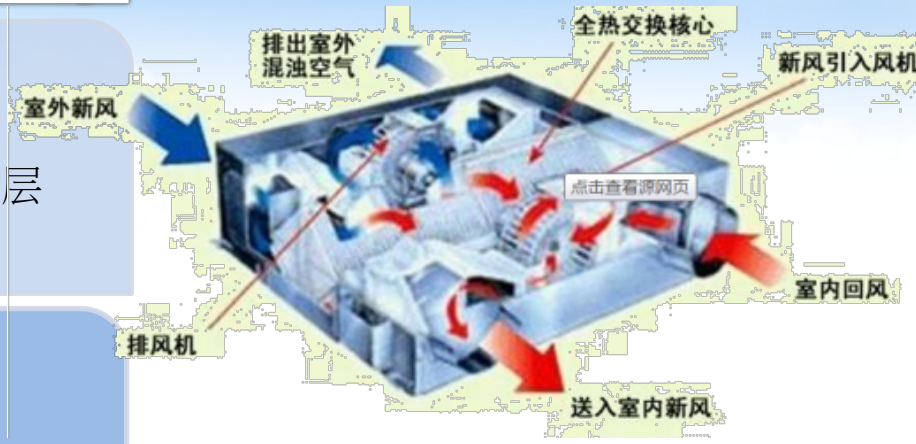
興業太陽能 SINGYES SOLAR

吊顶式全热回收新风机组？

空调设计 Air Conditioning Design

系统设置

- 1层：非空调区域
- 11层（数据中心）：精密空调
- 13层（会议中心）：独立空调—加班层
- 其它楼层：集中空调

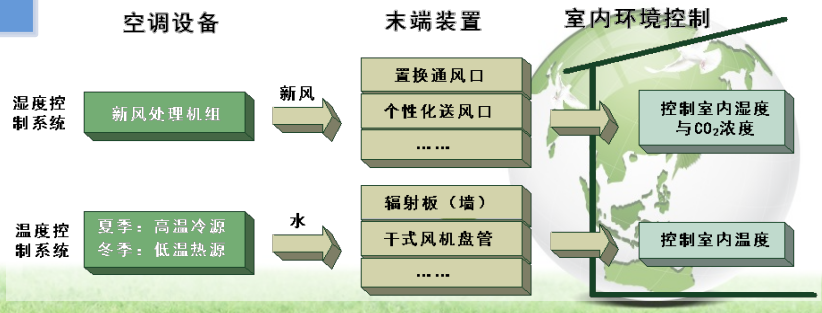


机组类型

- 集中空调：高效水冷机组
- 独立系统：多联机

节能技术

- 排风热回收系统
- CO2或运动传感器新风控制系统（讨论中）
- 直流无刷风机盘管



興業太陽能
SINGYES SOLAR

微能网平台建设

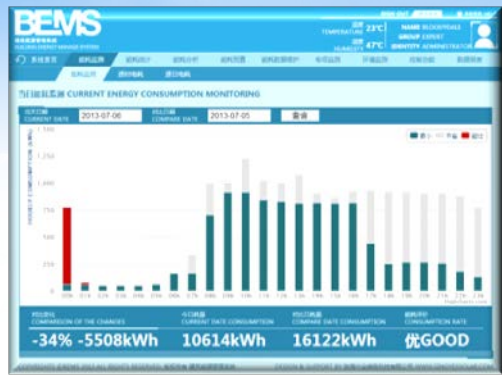
BEMS

互联网

网关

局域网络

- 环境监测
  - 室内环境监测
  - 室外环境监测
- 能耗监测
  - 用水监测
  - 用电分项计量
  - 供冷(热)量监测(空调、热水)
- 可再生能源利用监控监测
  - 光伏系统监控
  - 光热系统监控
- 楼宇自动控制
  - 建筑智能照明监控
  - 空调系统监测
  - 其他设备自动控制



興業太陽能 SINGYES SOLAR

被动优先，主动优化——各种技术的综合利用

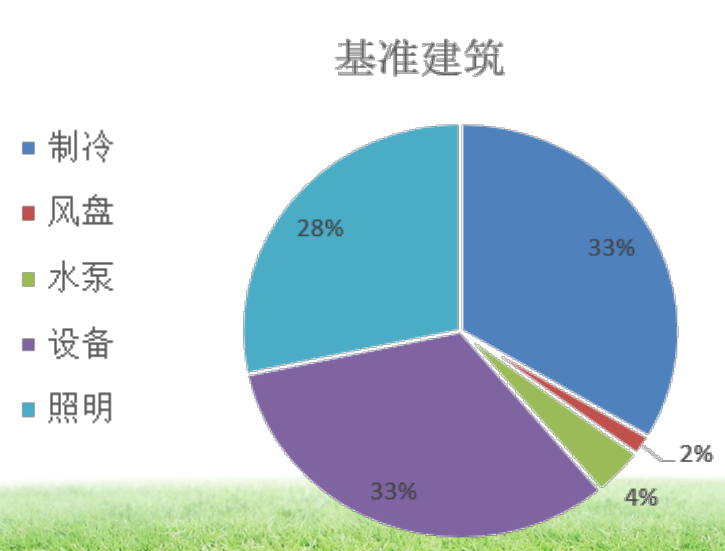
各种通风技术减少空调使用量	玻璃幕墙水平通风和垂直通风相结合 核心筒热通道 底层大开敞
太阳能建筑一体化及热电联产	光伏+遮阳、采光顶、幕墙、雨篷—所有能做太阳能的地方 充分考虑经济、高效、安全 光伏光热一体化幕墙---热电联产
计算机云系统与智能微电网及空调设备的耦合	办公楼宇的智能微电网支持计算机主机的CPU系统 计算机云系统支持设置加班层，降低大型空调机组的使用量 计算机云系统降低设备能耗
室内和景观设计与建筑被动技术和智能化系统的耦合	室内灯光、内窗帘、材料选择等与建筑自然采光的结合（光导管） 灯光照明与窗帘的智能化控制策略 室内水景和园林水景与中水系统相结合

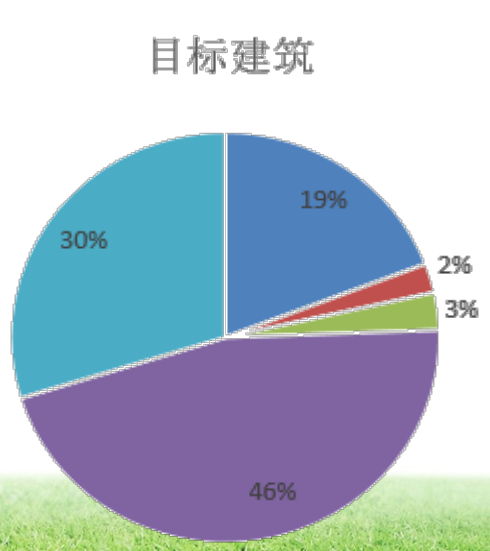
興業太陽能 SINGYES SOLAR

技术指标 Main Technology Data

能效提升计划 ➡ <50kW·h/(㎡·年)

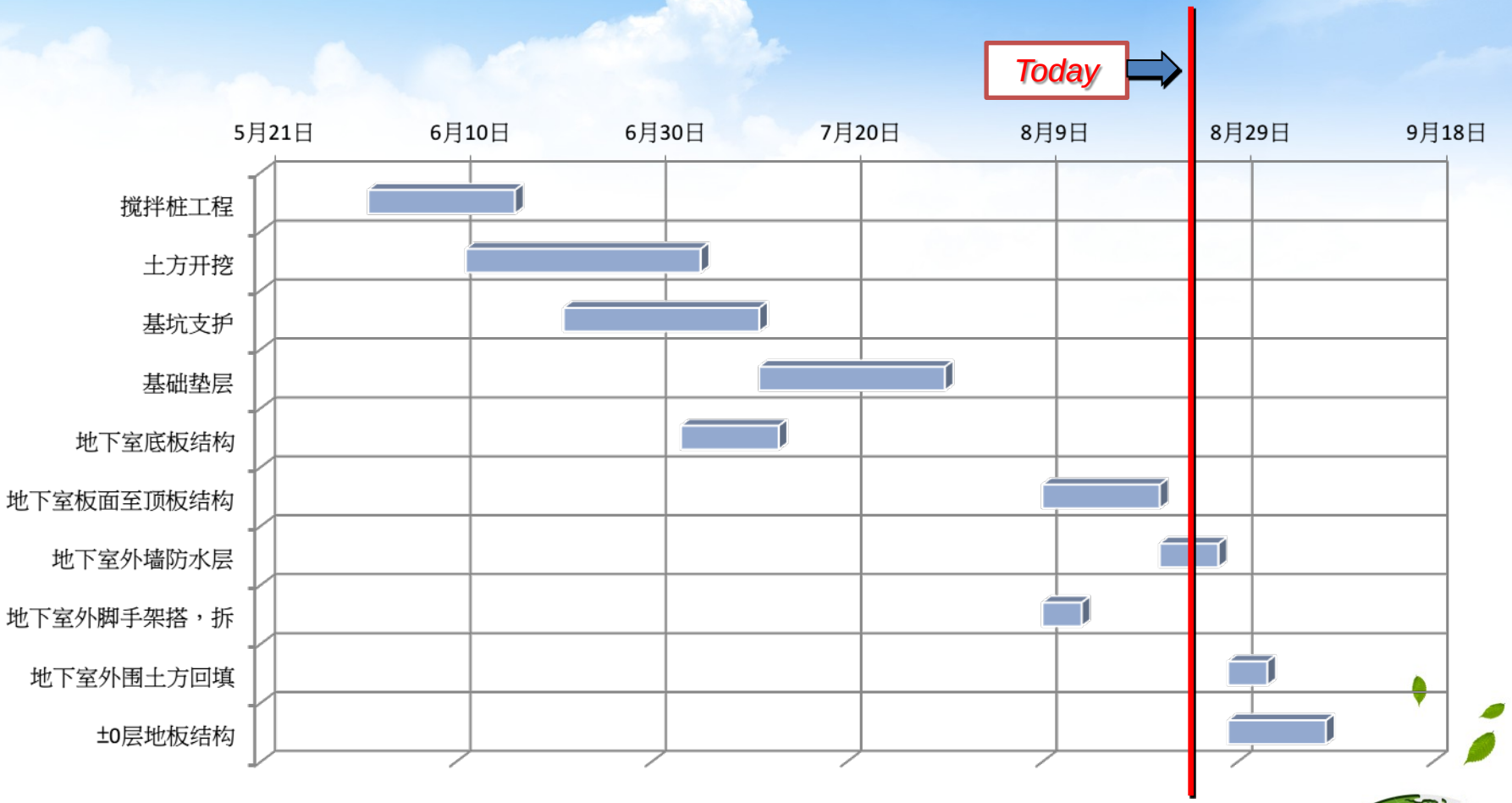
指标	数值	单位
单位面积年能耗(总体能耗)目标	52.4	kW·h/(㎡·年)
单位面积年能耗(总体能耗)基准	96.6	kW·h/(㎡·年)
节能率目标(不含可再生能源)	72.9	%
总节能目标(含可再生能源)	76.7	%
可再生能源替代量	172863	kW·h
可再生能源替代率	14.4	%





施工进展Construction Progress

興業太陽能 SINGYES SOLAR



➢ 桩基施工

➢ 桩基完成

➢ 底板完成

➢ 垫层完成

➢ 底板钢筋

興業太陽能
SINGYES SOLAR

项目概况

- Project Briefing

项目进展

- Project Progress

研究进展

- Research Progress

研究进展 Research Progress

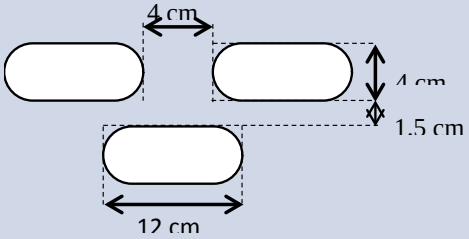
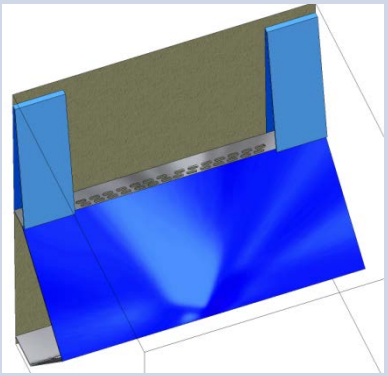
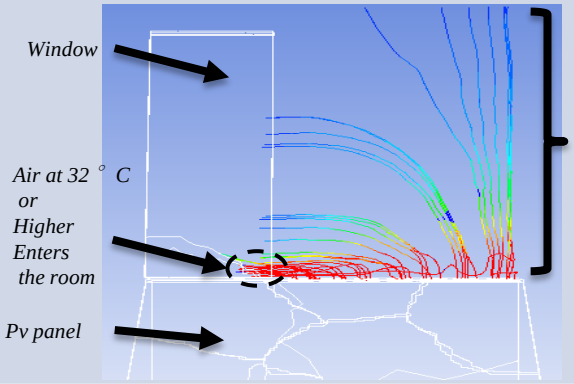
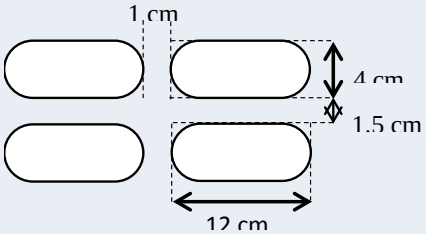
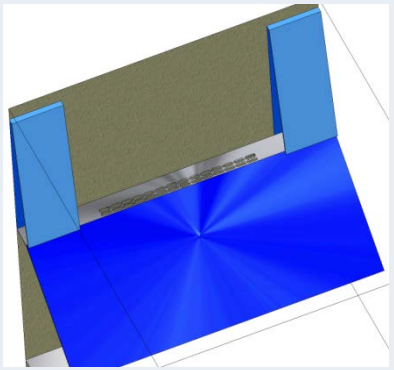
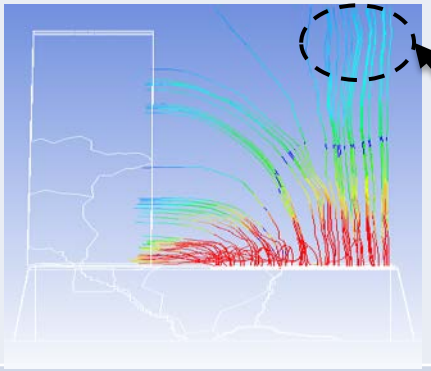
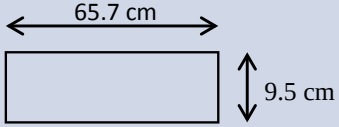
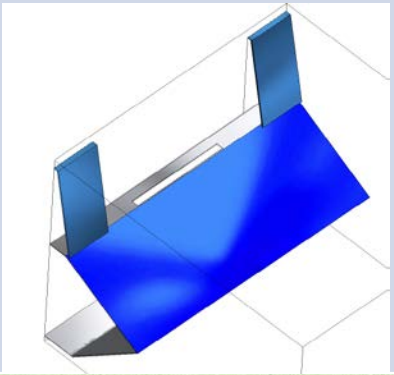
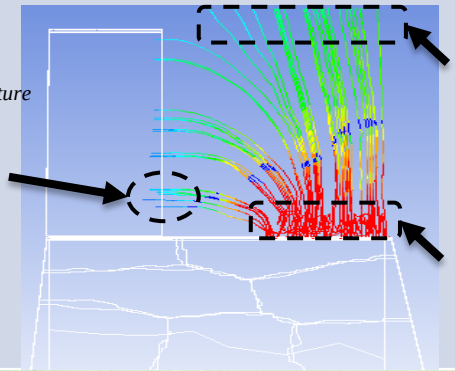
序号	课题	主要合作单位	美方合作单位	负责人
1	办公建筑自然通风构造与策略研究(Hybrid Ventilation)	同济大学 (Tongji Univ.)	麻省理工学院 (MIT)	邓鑫
2	基于办公建筑的智能微电网 (Smart Micro Grid)	北京建筑大学 (Beijing Arch. Univ.)	劳伦斯伯克利 (LBL)	李晟
3	建筑照明智能监控系统 (Lighting Monitoring)	天津大学(Tianjin Univ.)	路创 (LUTRON)	李进
4	建筑系统调适及运行管理在确保低能耗建筑性能指标中的应用性研究 (Commissioning)	同济大学 (Tongji Univ.) 天津大学 (Tianjing Univ.) 北京建筑大学 (Beijing Arch. Univ.)	劳伦斯伯克利 (LBL)	余国保

興業太陽能
SINGYES SOLAR

项目名称	• *办公建筑自然通风构造与策略研究Hybrid Ventilation*
项目合作单位	• *中方：同济大学　美方：* Massachusettes Institute of Technology
主要研究内容	• （1）确定适合于本项目自然通风时的室外气象条件，并将其与在没有安装太阳池组件情况下的适合自然通风的室外气象条件进行比较，评估安装太阳电池组件对过渡季节自然通风小时数的影响。 • （2）研究太阳电池组件上、下部穿孔铝板开孔大小、形状及位置对自然通风效果的影响。 • （3）研究开窗面积大小对项目自然通风的影响。
目前的进展	• MIT已完成前两项任务的报告，三方正就报告进行探讨
下一阶段工作措施	• （1）9月前完成前两个报告的探讨， • （2）10月前完成平台搭建

研究计划

任务	成果	拟完成时间
阶段 1	模型研究	
初步模拟和实验模型构造形式的选择	（1）初步模拟方案 （2）模拟结果分析报告	2014年6月
模型实验	（1）实验方案 （2）实验结果分析报告	2014年11月
阶段2	实体建筑研究	
实体建筑验证	（1）实验方案 （2）实验结果分析报告；	2015年8月
设计原则总结	研究总结报告	2015年11月

Simulation	Hole geometry	Number of holes between adjacent windows	Simulation domain	The results of the analysis
1		28 (14 in each of two rows)		 *Simulation 1: As the air rises its temperature decrease as it mixes with colder air*
2		28 (14 in each of two rows)		 *Simulation 2: Temperature of the air rising to the next floor is higher than in simulation 1*
3		1		*Temperature of the air Entering the building is lower*  *Simulation 3: Temperature of the air rising to the next floor is higher than in any of the other cases* *Temperature of the air here is between 32 ° C and 41 ° C.*

	通过孔的风速	噪音	孔边啸叫
	m/s	dB	
板块B	2~6	72	无
板块C	2~6	72	无

项目 ↓（米） 风机与模型距离	模型表面风速（m/s）		模型周围风速（m/s）		噪音(dB)（手机软件测试）	模型啸叫声
	左边	右边	左边	右边		
3	18-22	16-19	19-23	18-20	100以上	无
4	18-21	16-19	19-22	17-19	100以上	无
5	16-20	15-18	17-21	16-18	100以上	无
6	16-19	14-18	16-20	15-17	100以上	无
7	15-18	13-16	15-19	14-16	100以上	无

興業太陽能 SINGYES SOLAR

项目名称	• 基于办公建筑的智能微电网 Micro Grid
项目合作单位	• LBNL、北京建筑大学、合肥工业大学
主要研究内容	• 研究适用于超低能耗办公建筑的智能微电网典型实现方案 • 研究具备智能继电保护功能的微电网控制设备，在实时在线监测基础上及时发现潜在故障现象，并采取相应保护措施 • 研究智能微电网运行模式与无缝切换技术 • 研究交直流负荷动态特性预测 • 基于DER-CAM辅助软件，研究基于办公建筑的智能微电网的经济运行与能量管理技术 • 建筑用光伏发电量精确预测方法与光伏组串优化设计研究
目前的进展	• 微电网施工图纸设计；对应建立相关实验室，并完成设备采购
下一阶段工作措施	• 基于BIM的太阳能光电建筑发电模型的建立与预算； • 完善逆变器的各项基本研究； • 进行各项能量配比研究； • 下垂式控制关键技术的研究

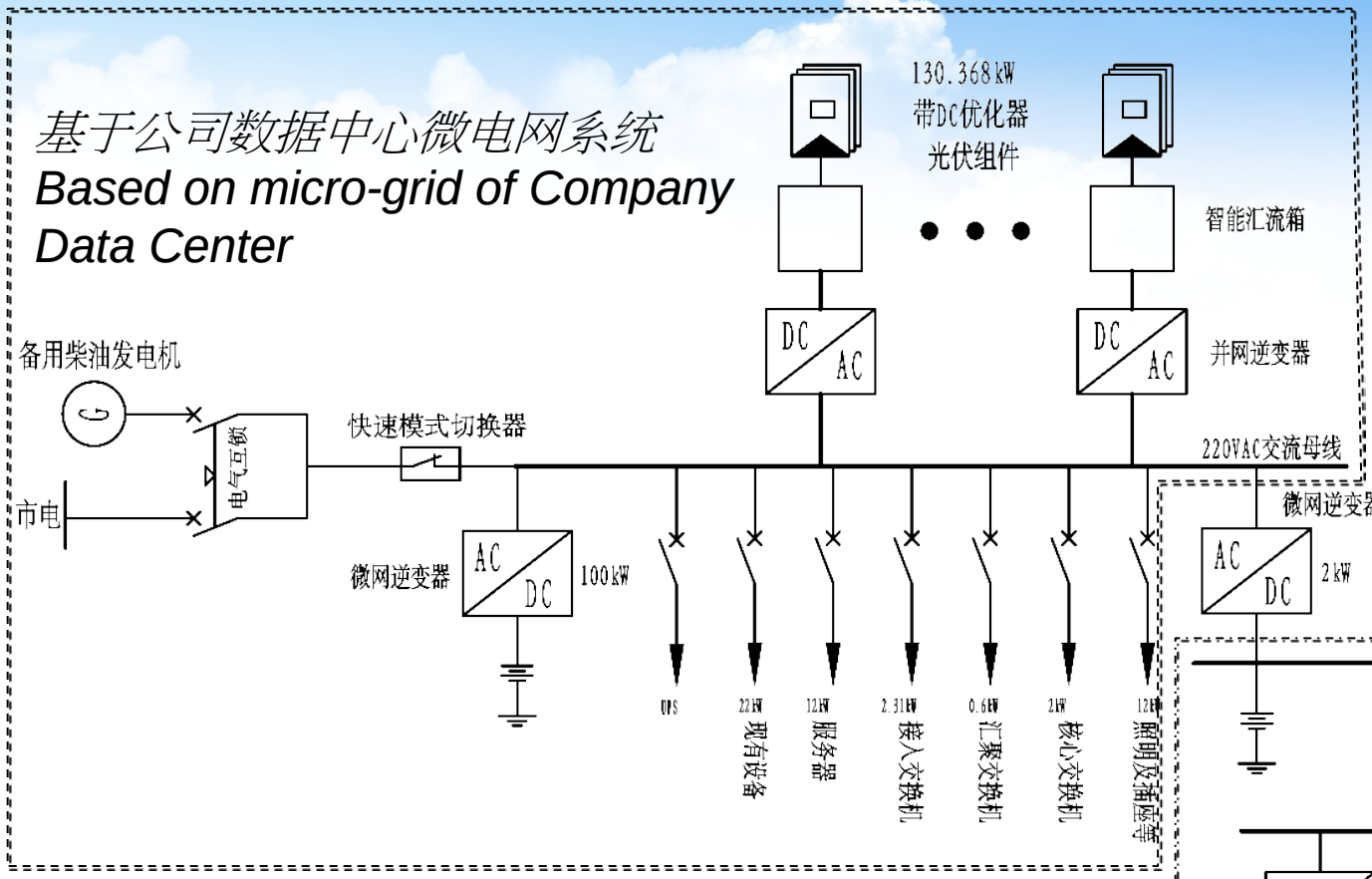
興業太陽能 SINGYES SOLAR

微电网系统主要研发内容
Essential Research of Micro-gird

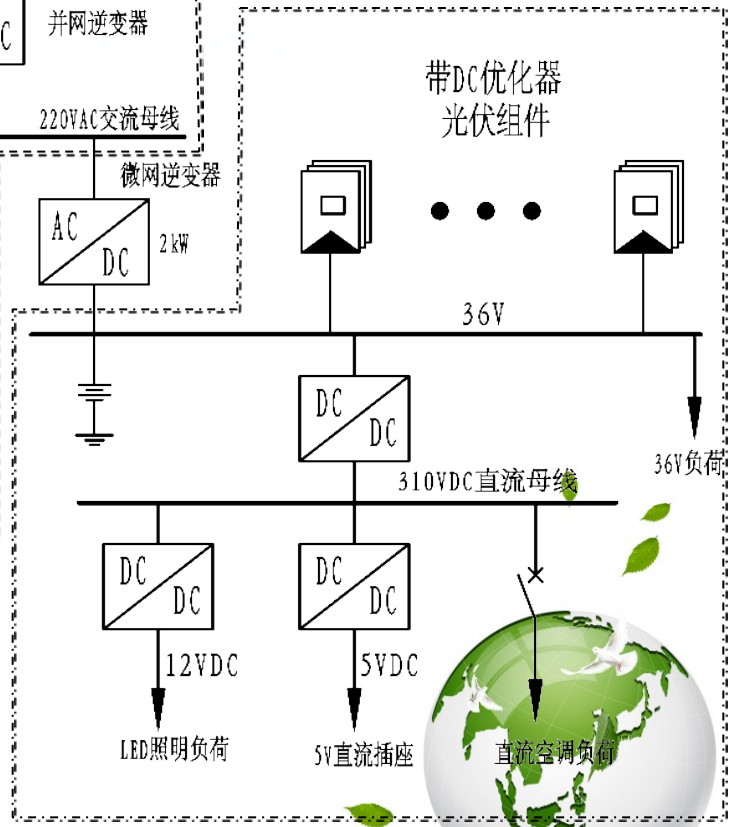
興業太陽能
SINGYES SOLAR

基于公司数据中心微电网系统

Based on micro-grid of Company Data Center



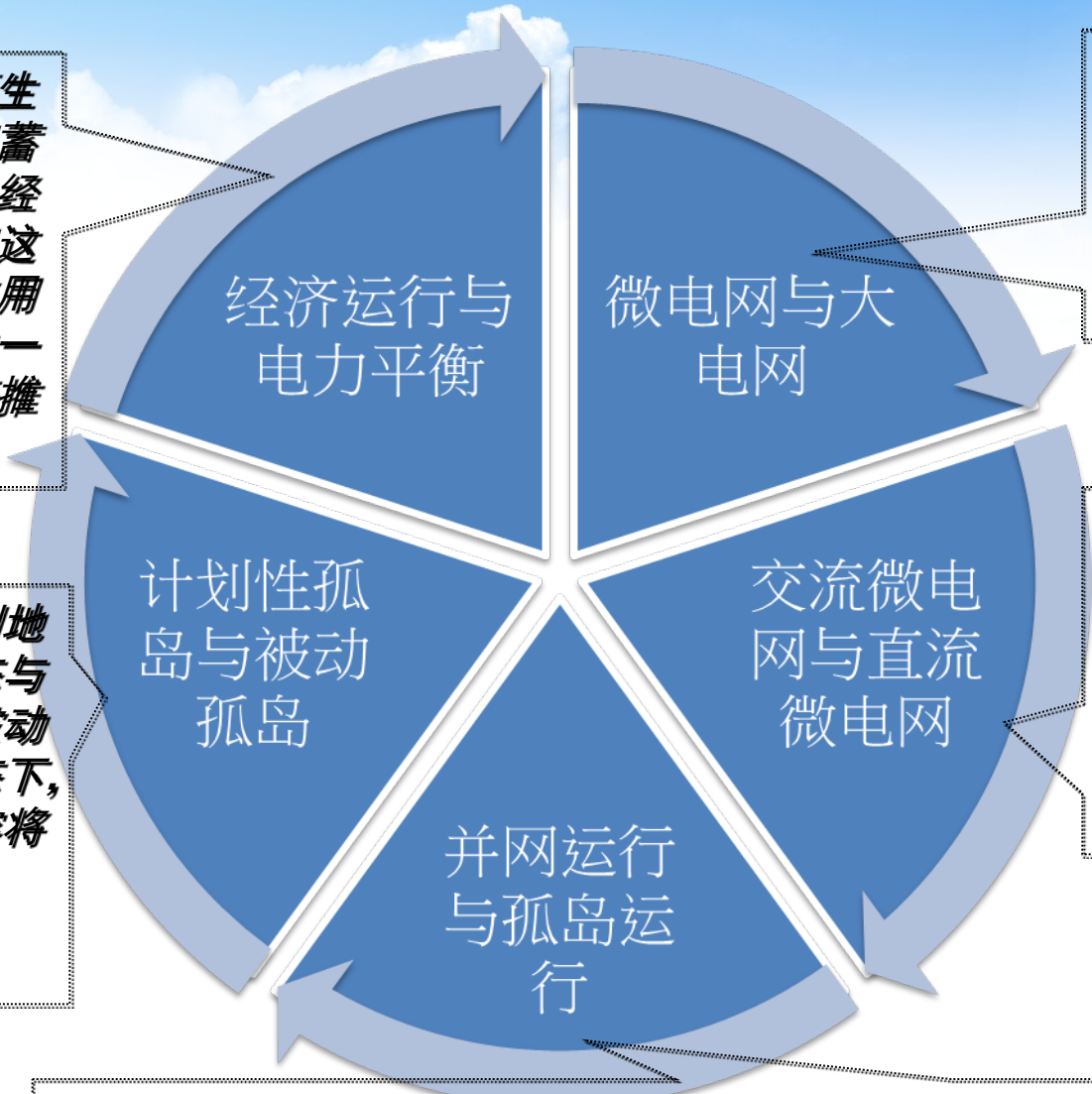
户用光伏直流微电网



微电网电路拓扑结构图-ok吗？
Topology Structure of Micro-Grid

寻找可以快速充放的**UPS**

興業太陽能
SINGYES SOLAR



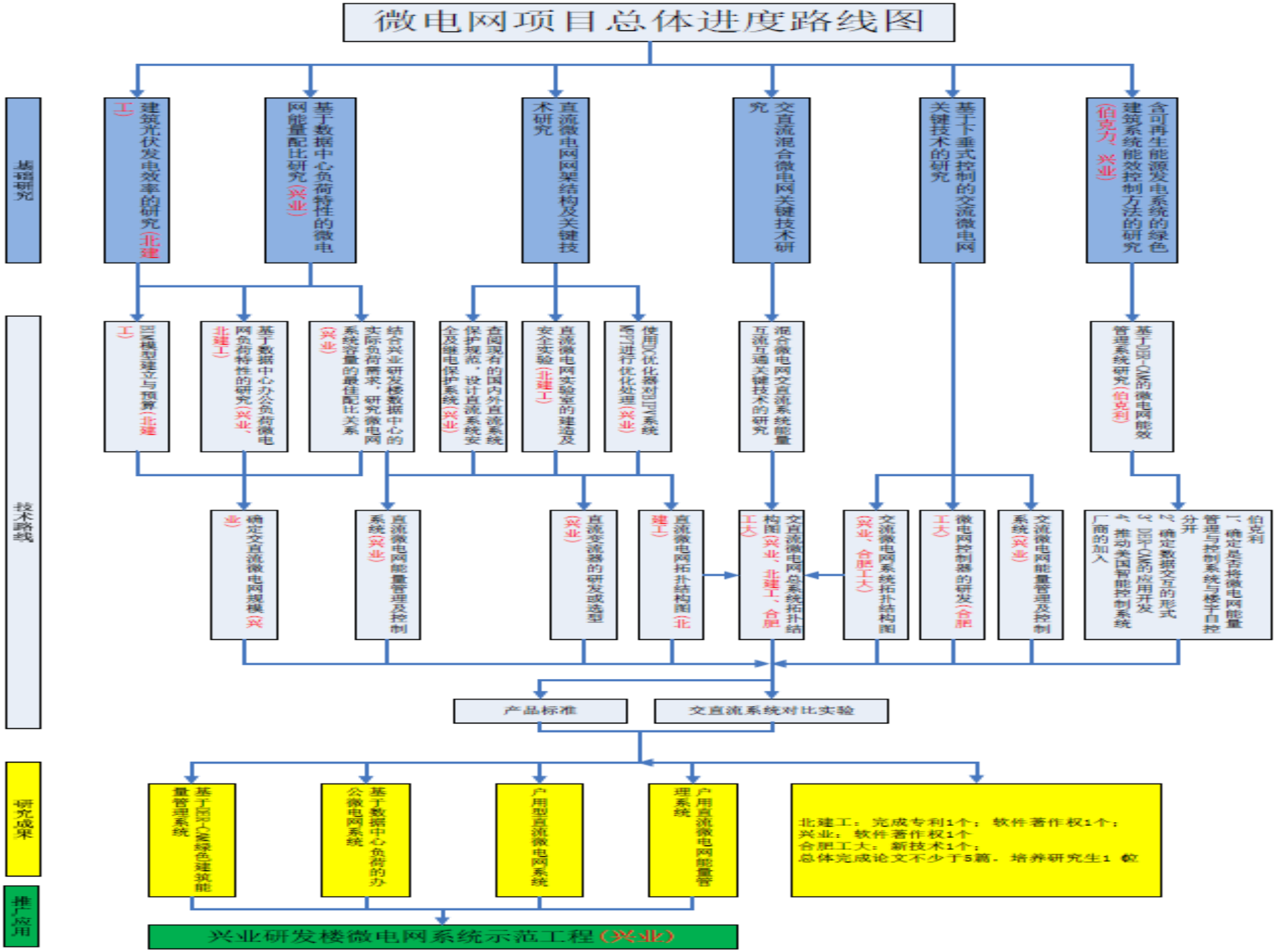
尽量充分使用可再生能源，尽量少使用蓄电池系统将处于最经济的运行状态；但这样很难达到发电与用电的平衡；解决这一对矛盾是项目能否推广的关键

微电网对大电网的支撑作用，从大电网上看，微电网是一个平稳的可控负荷或电源；

并网状态下有计划地进入孤岛运行状态与因大电网停电而被动进行孤岛运行状态下，能量管理主要内容将发生本质变化。

直流微电网与交流微电网的关系与微电网与大电网的关系基本相同，直流微电网就是交流微电网的子网

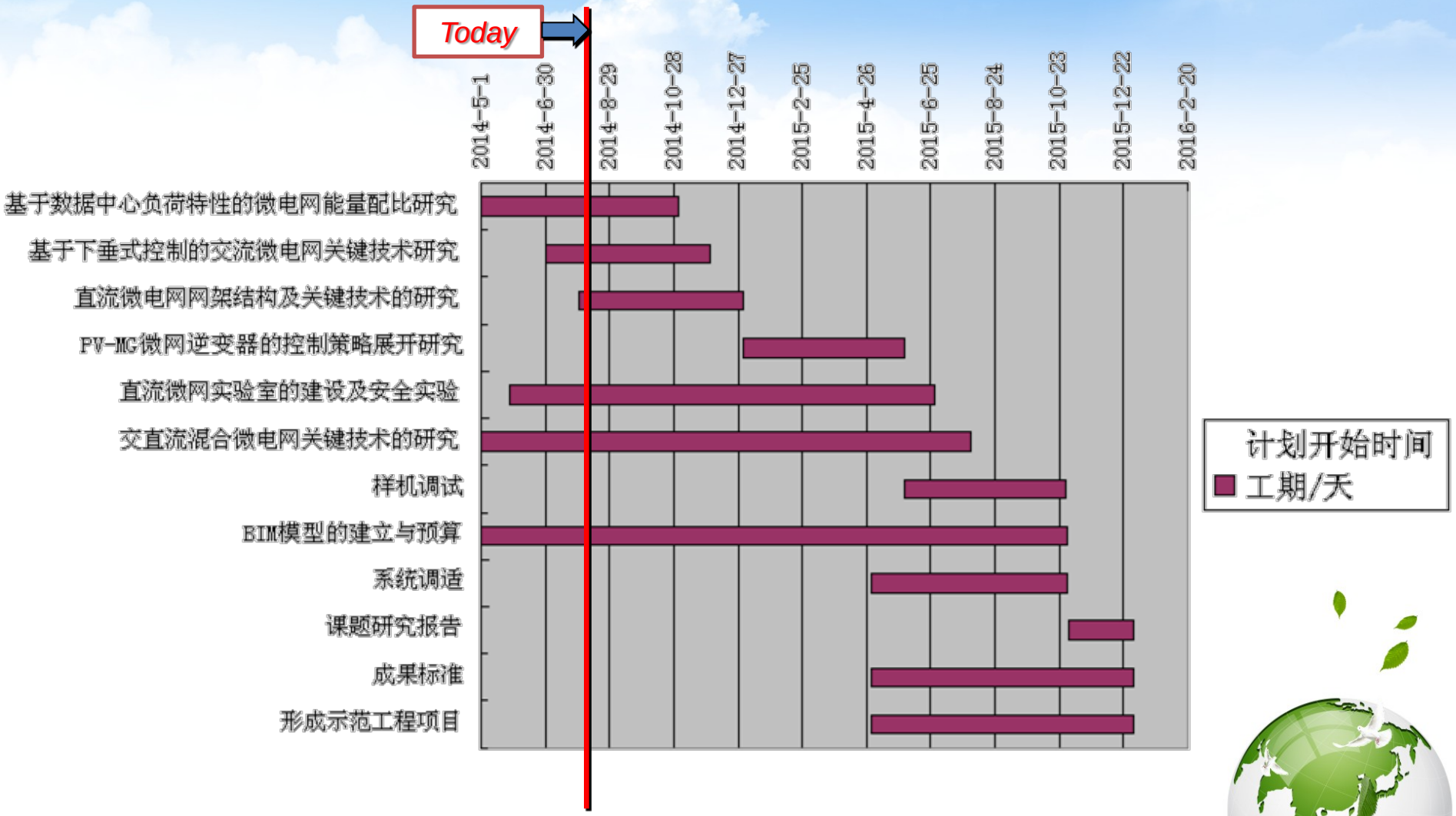
微电网可能并网运行，也可以孤岛运行，并网运行时微电网对大电网进行有限地支撑，孤岛运行时微电网相当于独立光伏电源



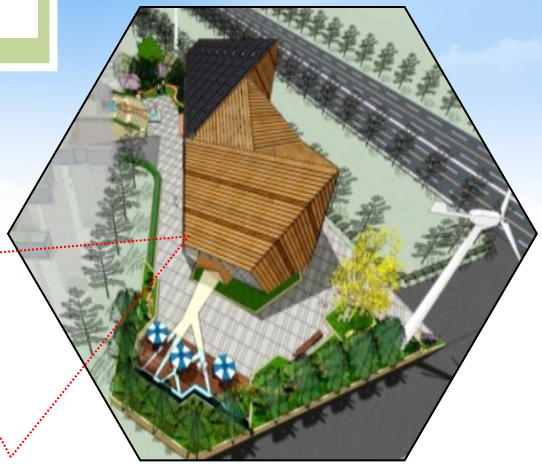
微电网项目总体进度路线图
基础研究
技术路线
研究成果
推广应用
建筑光伏发电效率的研究（北建工）
基于数据中心负荷特性的微电网能量配比研究（兴业）
直流微电网网架结构及关键技术研究
交直流混合微电网关键技术研究
基于下垂式控制的交流微电网关键技术的研究
含可再生能源发电系统的绿色建筑系统能效控制方法的研究（伯克力、兴业）
BIM模型建立与预算（北建工）
基于数据中心办公负荷微电网负荷特性的研究（兴业、北建工）
结合兴业研发楼数据中心的实际负荷需求，研究微电网系统容量的最佳配比关系（兴业）
查阅现有的国内外直流系统保护规范，设计直流系统安全及继电保护系统（兴业）
直流微电网实验室的建造及安全实验（北建工）
使用DC优化器对BIPV系统MPPT进行优化处理（兴业）
混合微电网交直流系统能量互流互通关键技术的研究
基于DBR-CAM的微电网能效管理系统研究（伯克利）
确定交直流微电网规模（兴业）
直流微电网能量管理及控制系统（兴业）
直流变流器的研发或选型（兴业）
直流微电网拓扑结构图（北建工）
交直流微电网总系统拓扑结构图（兴业、北建工、合肥工大）
交流微电网系统拓扑结构图（兴业、合肥工大）
微电网控制器的研发（合肥工大）
交流微电网能量管理及控制系统（兴业）
伯克利
1、确定是否将微电网能量管理与控制系统与楼宇自控分开
2、确定数据交互的形式
3、DBR-CAM的应用开发
4、推动美国智能控制系统厂商的加入
产品标准
交直流系统对比实验
基于DBR-CAM绿色建筑能量管理系统
基于数据中心负荷的办公微电网系统
户用型直流微电网系统
户用直流微电网能量管理系统
北建工：完成专利1个；软件著作权1个；
兴业：软件著作权1个
合肥工大：新技术1个；
总体完成论文不少于5篇。培养研究生1 位
兴业研发楼微电网系统示范工程（兴业）

興業太陽能
SINGYES SOLAR

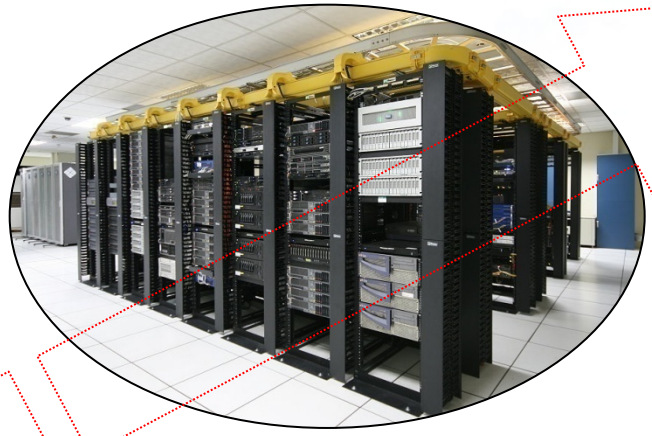
研究计划



微电网的应用推广
Application & promotion of Micro-gird



针对工商业用电、普通居民用电的高效户用光伏直流微电网系统，并进行综合能源管理，为用户带来经济收益



通讯基站、信息中心、科研院校、医疗机构等重要负荷提供关键电源

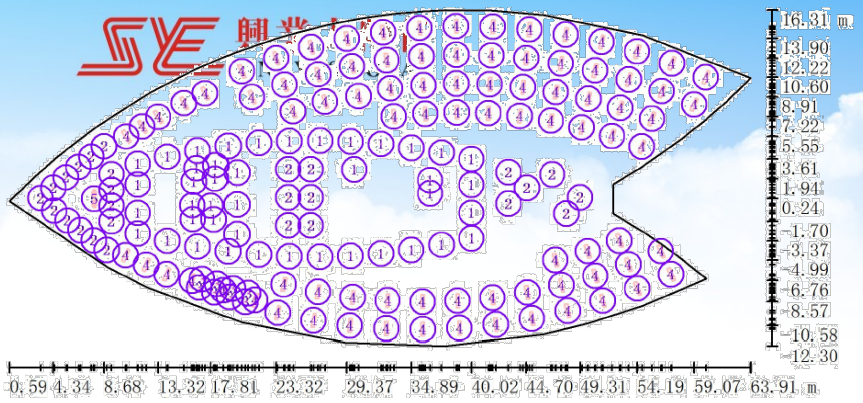
海岛、无电偏远地区、远离大电网的地方提供必要电力

興業太陽能 SINGYES SOLAR

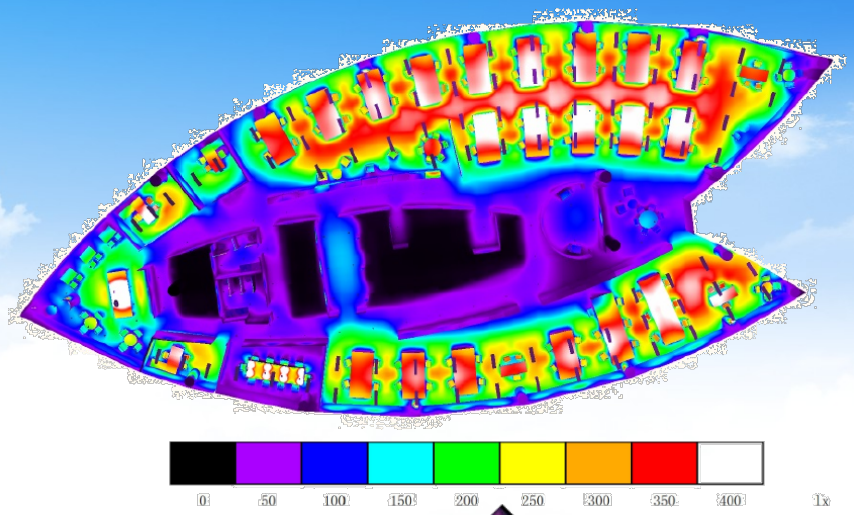
项目名称	• 照明智能控制系统Lighting Monitoring
项目合作单位	• 路创，天津大学，中国低碳照明研究中心
主要研究内容	• 办公建筑光环境监测技术及模拟与实测对比分析
目前的进展	• 完成灯具选型、照明模拟
下一阶段工作措施	• 1.建筑智能化控制方案制定 • 2.实验平台建设、测试、调试、评估；

研究计划

开始时间	结束时间	工作任务	说明
2014.08.15	2014.10.31	前期准备	完整方案设计、设备采购
2014.11.01	2014.12.15	高效光源（LED、T5荧光灯）与普通光源（T8荧光灯）节能对比测试	实验平台搭建、实验测试
2014.12.16	2015.01.31	智能照明控制与普通照明节能对比测试	实验平台搭建、实验测试
2015.01.15	2015.01.31	自然采光运用节能测试	实验平台搭建、实验测试
2014.11.01	2015.01.31	照明检测技术	
2014.1.01	2015.02.31	数据处理、报告编写、智能照明系统完善	



比例 1 : 453



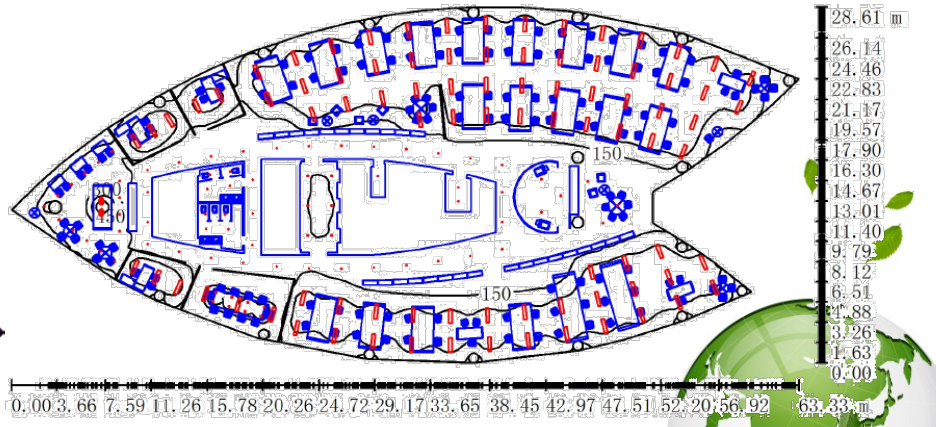
标准层照明模拟伪色图
Typical Floor Lighting Simulation

灯具表

编号	数量	名称 (修正系数)	Φ (灯具) [lm]	Φ (光源) [lm]	P [W]
1	42	DN280B APR 600lm 4000K (1.000)	637	637	7.4
2	27	DN281B APR 1000lm 4000K (1.000)	1095	1096	11.6
3	8	GD365 15W (1.000)	932	1169	16.2
4	87	RC600B LED31S 840 W30L120 (1.000)	3134	3141	32.0
5	1	PHILIPS SP524P 2xLED15S/840 (1.000)	3000	3000	29.0
			数: 339464	数: 341956	3567.1

标准层灯具选型
Typical Floor Lighting Schedule

标准层布灯平面
Typical Floor Lighting Plan



空间 度: 3.000 m, 系数: 0.80 位 Lux, 比例 1:453

表面	ρ [%]	照度 [lx]	照度 [lx]	大照度 [lx]	照度 /	照度
工作面	/	234	12	746		0.051
	20	133	1.83	393		0.014
	70	48	2.64	635		0.054
(53)	50	88	15	850		/

与新风联控—运动传感器？**FRID?** 红外？

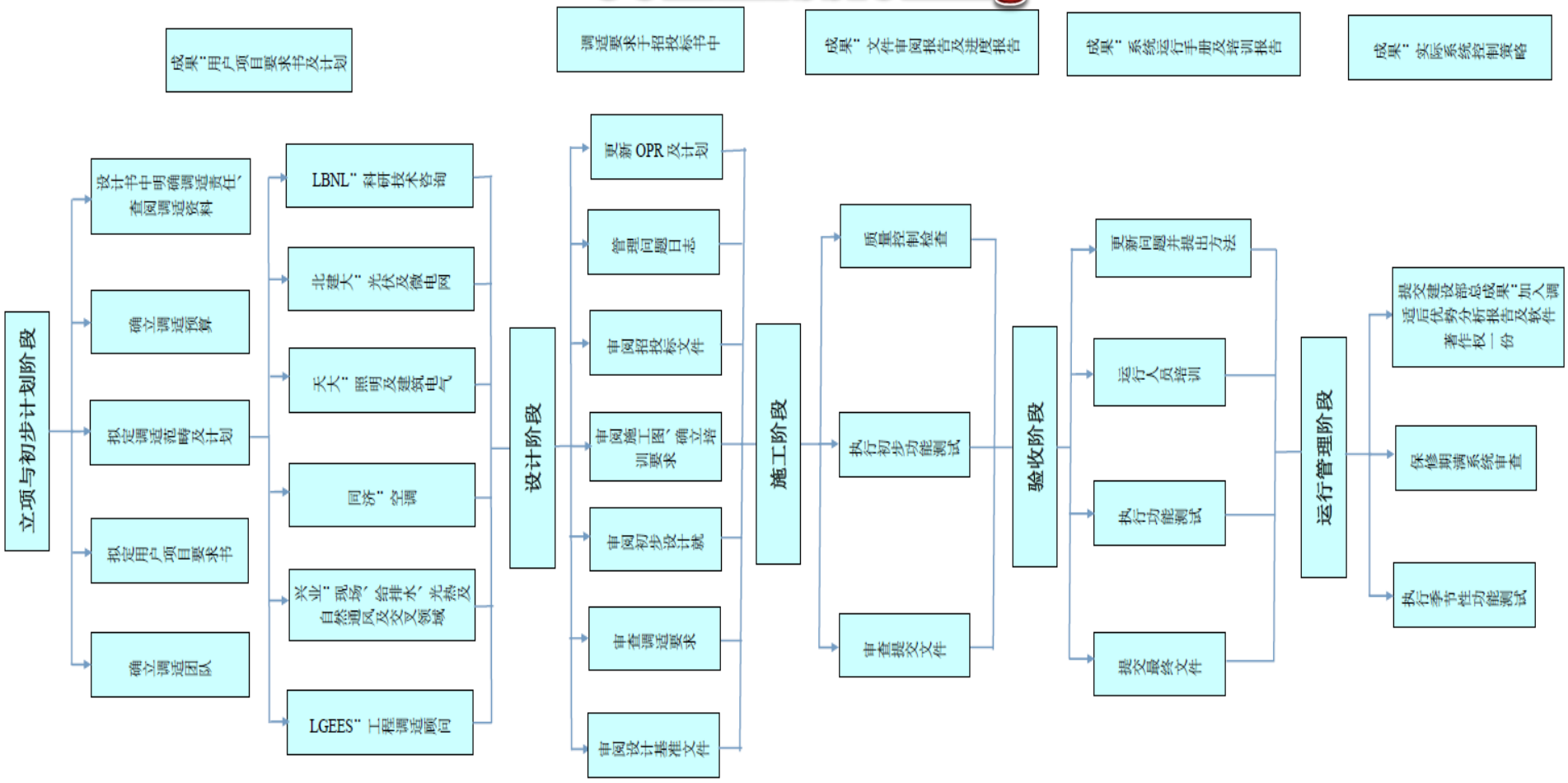
興業太陽能 SINGYES SOLAR

项目名称	• ***建筑系统调适及运行管理在确保低能耗建筑性能指标中的应用性研究Commissioning***
项目合作单位	• 伯克利实验室（LBNL）天津大学（TJU）、北京建筑大学（BUCEA）及同济大学（Tongji）
主要研究内容	• **开展具体评估对象现场调式工作** • **研究建筑能效效果测量与运行效果评估方法** • **制定建筑高效运行的操作方法和管理制度**
研究计划	• 2015年，建筑能源增强调试 • 2016年，形成《超低能耗建筑示范工程优化运行、调试、监测与评价报告》
目前的进展	•已经完成给排水、自然通风、暖通、照明、光伏及光热、楼宇分项计量的方案图纸，其中分项计量图纸已经分给各位审查。各专业特别是新能源（光伏）的调适的初步方案。
下一阶段工作措施	• 各专业施工图纸的绘制，审查及调适详细方案的制作 。

興業太陽能
SINGYES SOLAR

中美兴业研发楼调适科研路线图

Route map of Singyes R&D Building Commissioning

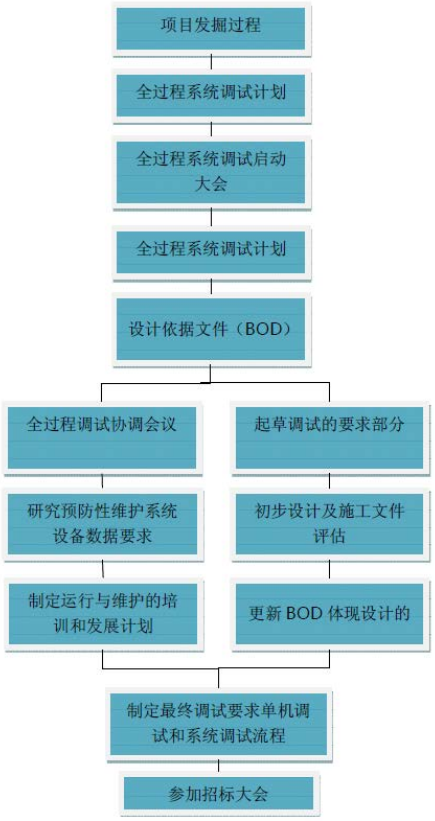


興業太陽能 SINGYES SOLAR

中美兴业研发楼调适各阶段流程图

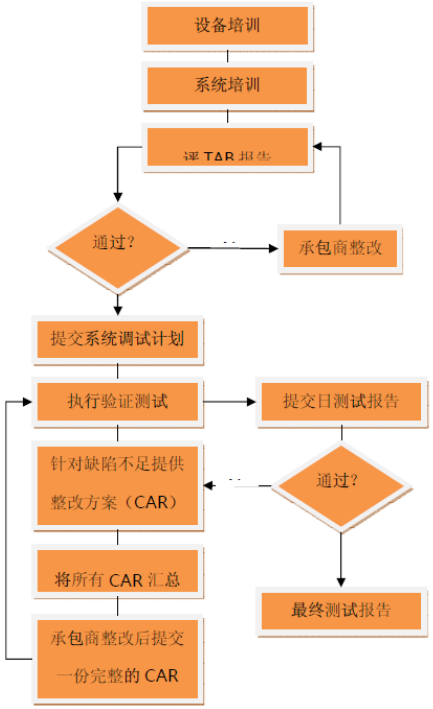
Flow Chart of different phases of Commissioning

设计阶段

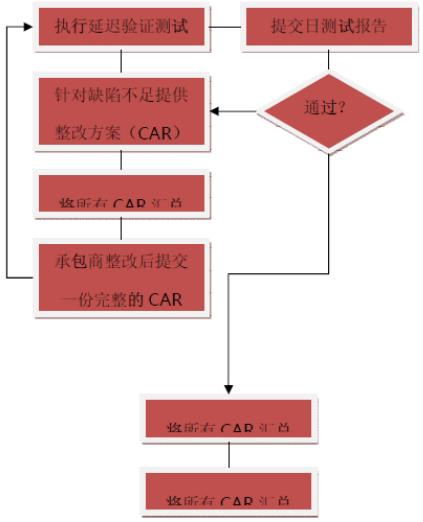


施工阶段

验收阶段



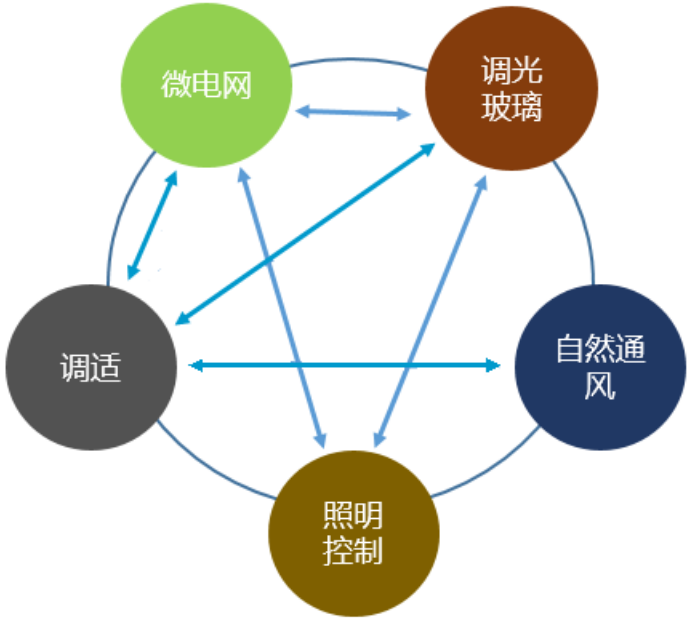
运维阶段

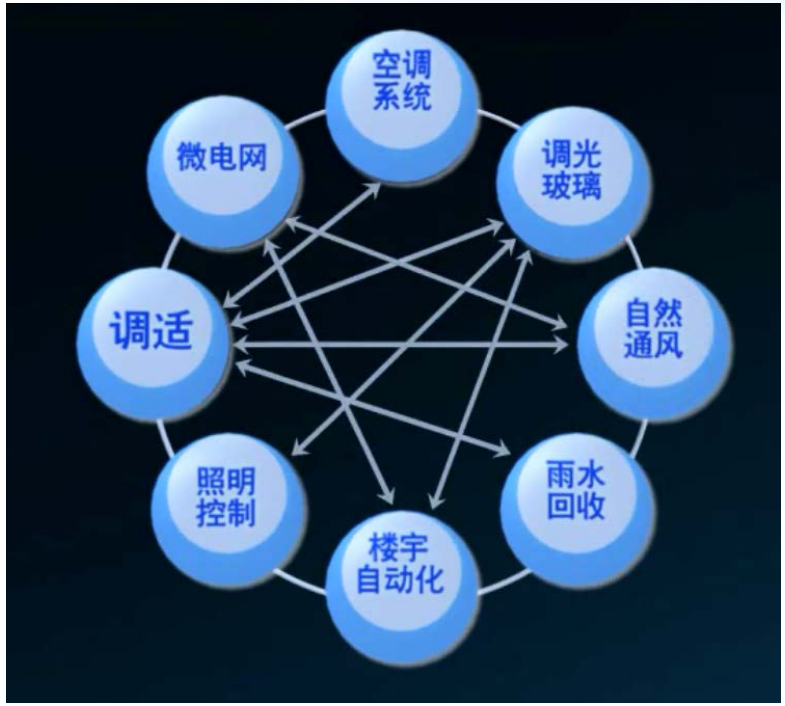


興業太陽能 SINGYES SOLAR

调适专业之间的交叉与联系图

Connection between different regions of Commissioning





研究课题

1、光伏微电网
2、多功能幕墙
3、交叉领域

各专业

2014年3月21日兴业研发楼各合作方调适第一次会议。

2014年4月24日Berkeley-Singyessolar Cx symposium

2014年5月26日Singyes Cx Group 拜访香港大学

2014年7月18日中国建设部-Berkeley调适研讨会

围护结构热工性能研究

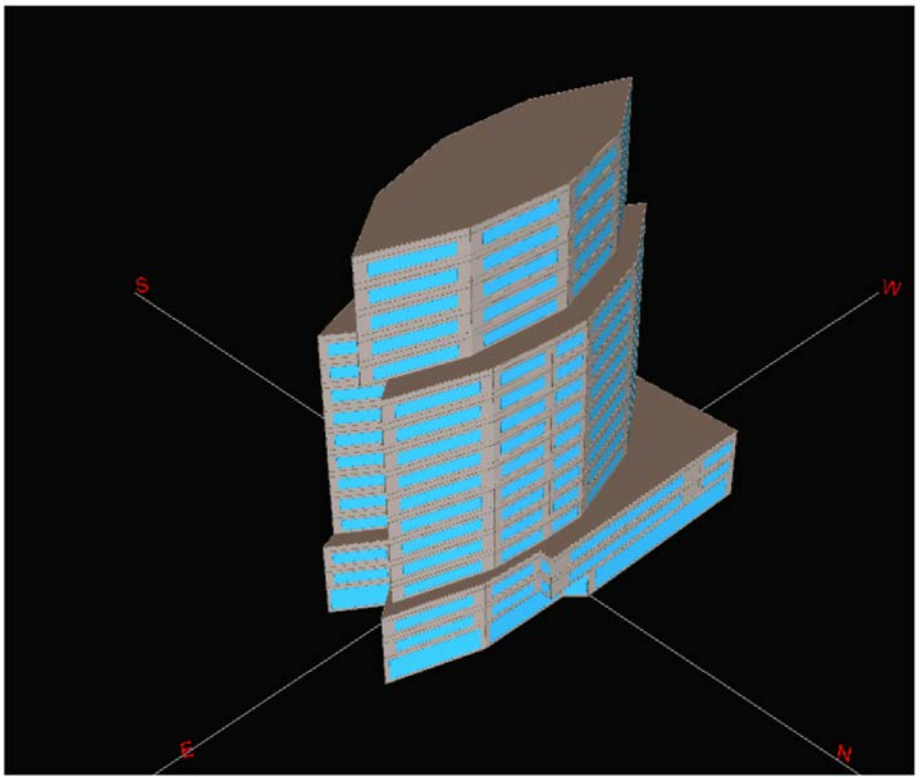
Envelope Thermal performance Study

興業太陽能 SINGYES SOLAR

- 利用eQuest能耗模拟软件进行能耗模拟
- 在模拟过程中固定不变的输入参数参考GBT50189标准。

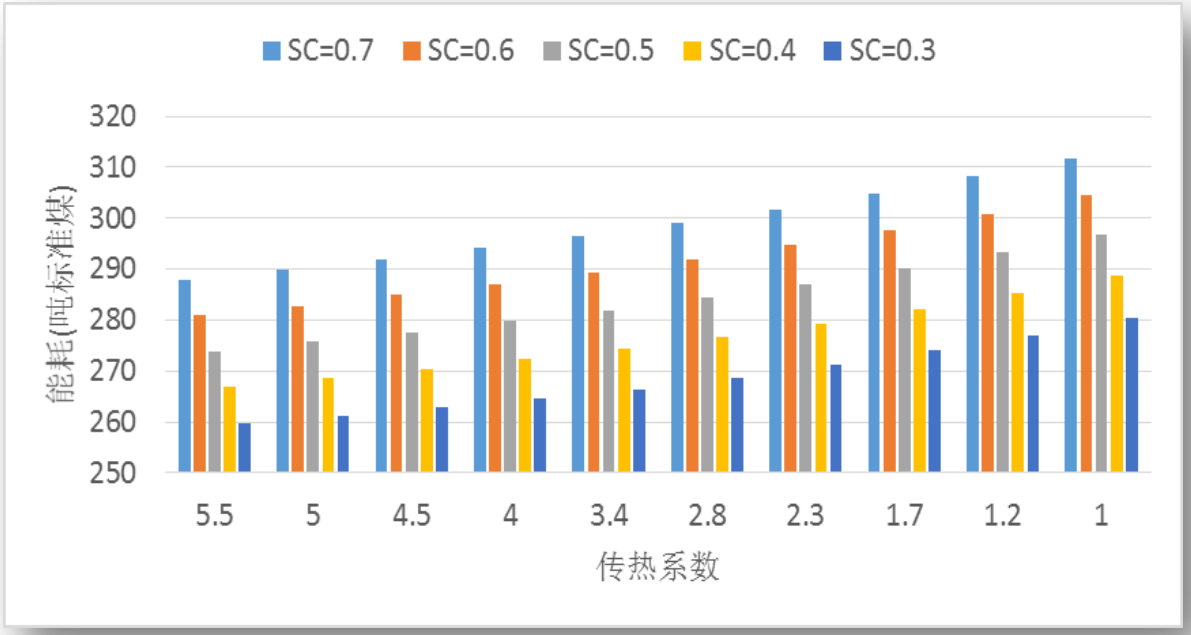
综合遮阳系数	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	-	-	-
透明窗传热系数(W/(m2·K)	5.5	5	4.5	4	3.5	3.0	2.5	2.0

- 冷水机组以电力为主要能源消耗，我国的电力生产以煤炭为主要燃料，按照相关标准我国电力折算标准煤是按照每千瓦时电力等于0.308千克标煤。



興業太陽能
SINGYES SOLAR

参数	数值	单位	对象
传热系数	0.9	W/(m2·K)	屋顶
传热系数	1.5	W/(m2·K)	不透明墙
供冷时间	4月15日-10月15日		
采暖时间	无		



- 透明窗部分标准值为U≤3.0、SC≤0.35/0.45（东南西/北）。
- 在同样的U值下，降低SC能有效降低建筑能耗，SC减少0.1，空调能耗降低约3%。
- 在相同的SC值下，降低U值能耗略有增长，U值每降低0.5，空调能耗增加1%左右。
- 室内人员活动、照明、办公设备、太阳辐射等会提高室内温度，较低的U值不利于室内向室外传热，在通风满足不了散热的需求后，会导致过度季节和早晚时段的室内气温高于室外气温，导致增加空调系统的开启时间而增加能耗。
- 广州地区不适合对围护结构进行保温处理，或者围护结构的保温必须与通风相结合的情况才能有效降低能耗。降低遮阳系数的节能潜力较大，降低遮阳系数会适当的增加照明能耗，但是良好的遮阳依然是该地区行之有效的节能措施。

不同玻璃幕墙在夏热冬暖地区的适应性分析

興業太陽能 SINGYES SOLAR

预期成果Expected Results

任务Task	混合通风 Hybrid Ventilation	调试 Commissioning	照明监控 Lighting Monitoring	微电网 Micro Grid
论文Thesis	1	1	1	1
专利Patents	-	-	-	2
软件著作权Software Copyright	-	-	1	-
研究报告Research Report	2	-	-	-
人员培训Personal Training	-	-	-	5
手册Manual	-	1	-	-

问　答
Q&A
06:43