

绿色校园综合解决方案

Integrated Solution to Green Campus

撰文 任憑 同济大学/上海华东发展建筑设计(集团)有限公司(ECUC)

摘要 从校园能源使用的特点入手,对校园建筑规划现状与问题进行了分析,提出了“绿色校园综合解决方案”的思路与方法,形成了一整套理论支持与技术框架,同时列举了一系列具体的案例措施。

关键词 绿色 校园 综合

校园有其独特的,不同于商业、办公、住宅等建筑类型的设计体系,在绿色节能方面也是如此。“绿色校园综合解决方案”就是指在绿色、低碳、节能方面,如何为学校量身打造、综合解决的一整套设计方法。

1 校园能源使用的特点

1.1 建筑种类多,能耗分散

学校建筑种类多,一个学校就是一个小社会,各种功能齐备(表1),水、电、煤、气等能源都有所涉及。

1.2 资源使用周期性强,有规律可循

学校每年有寒暑假,由于学校统一管控,昼夜周期的控制力也比其他建筑要强,不同建筑单体的能源使用极具规律性。比如,教学楼平日早8点至晚10点能耗大,学生宿舍晚6点至晚11点与周末能耗大。用水也是如此,食堂、游泳池、宿舍、浴室,冷热水高峰都有其规律性。绿色节能可以利用这种规律性平衡用量,调配使用、错开峰值。

1.3 人员密集,节能潜力大

校园是典型的人员密集场所,宿舍0.4人/m²,而住宅仅0.04人/m²;教室0.7人/m²,而办公楼仅0.1人/m²。人员的密集带来资源使用上的密集,一旦浪费,将成倍数放大;而一旦节能,其投资回报率、节能效率也要远远超出一般建筑。这也是国家特别强调绿色校园、节约型校园的原因。

1.4 节能管理比较粗放

绿色节能对于商业建筑来说,已经有了比较成熟的机制。举

例来说:一座大型商业大厦晚10点关门时,空调、照明靠人工手动逐个关闭,与上一套自控系统同时关闭比较起来,其中的时间差里省掉的电费与增加的投资相比较,几年可以收回投资?这一般是投资方另外聘请更专业的机电咨询公司而非设计院来完成这些精准的测算的原因。但是在校园领域还没有这样成熟的咨询机制,因为学校的绿色需求大部分来自行政上层的推广,而不是自发对成本、运营、节约的强烈需求,也就没有动力去花钱请专业的咨询公司做财务测算。所以,学校的绿色节能管理还停留在一种比较概念化的粗放状态中,缺少专业人士的辅助机制以及自身的精细化操作。

2 目前学校节能的现状与问题

目前学校节能存在的问题:1)仅停留在行为节能上,还应加强节能教育、集思广益等;2)盲目相信新技术,而所有新东西都带有一定的实验性,我们要尽量采用低风险的创新设计与施工技术;3)目前很多学校重复建设严重,应注重单体、局部能源问题的解决,实现全校一盘棋;4)在选择技术方案时,缺少财务分析,包括对增量投资回收期的计算,这方面应予加强。

3 绿色校园综合解决方案的思路与方法

3.1 绿色咨询前置

传统的校园建造流程为:规划设计—运营管理—发现问题—技术改造。这其实是一种很浪费资源的建设方法,为了避免这种“五年一小修、十年一大改”的建设弊端,在规划设计前期就必须加入绿色咨询的技术支持,指导低碳设计并协同绿色施工。同时,在新项目方案评审中,建筑立面、平面布局也不再是唯一的评价标准,绿色节能的深度与广度要成为重要的评价依据。

3.2 统一规划、综合解决

绿色校园的解决方案应该是系统化的综合方案,而不是单一的技术问题或资金问题。所谓综合应体现在以下四个方面:首先是各建筑单体解决方案的通盘考虑,而不要每栋建筑都重叠预留,造成浪费;其次是各种技术方式的综合运用;三是解决流程的综合,需要进行概念、方案、设计、施工、运营的全过程控制;最后,节能要尽量分布式管理,对于一个大的校区,集中式的能源管理站并非好的解决方法,分散化、各楼宇就近解决、云计算概念才更为适合。

表1 校园建筑单体种类概览

校园区域	建筑种类				
教学区	公共教学楼	院系教学楼	公共实验楼	专业实验楼	图书馆
学生生活区	学生宿舍	餐饮	学生活动中心	生活服务商业零售	
体育运动区	体育馆	风雨操场	体育场		
行政礼仪区	校门	行政楼	会议中心	培训中心	
	礼堂	校史馆	展览馆	档案馆	
产学研基地	科研楼				
家属生活区	教职工宿舍	附属学校			
其它	校医院	能源中心	园区配套	交通设施	



图1 “绿色建筑数据库”细分目录的节选示意（“节能与能源利用”向下不断分类，第三层级中“HVAC系统节能”与“照明系统”再向下细分示意，最终落实到具体技术与设备、材料样品与建造案例上）

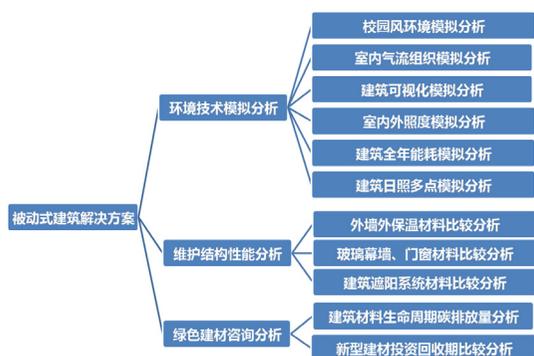


图2 “被动式建筑解决方案”细分目录副本



图3 “水资源利用解决方案”细分目录副本

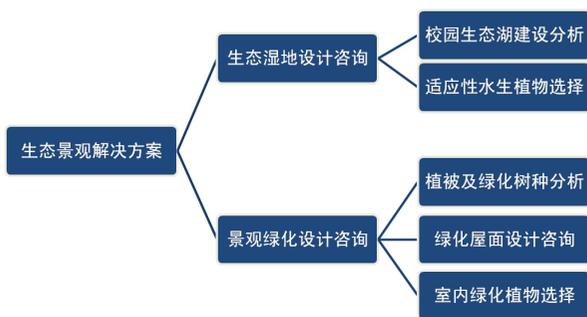


图4 “生态景观解决方案”细分目录副本

3.3 因地制宜，解决实际问题

切忌拿绿色概念炒作，而是要解决实际问题。比如说，目前热门的冰蓄冷、水蓄冷技术是利用晚上电费比白天少的差价，晚上蓄热，白天放出，但是很多学校已经是优惠电费了，这个技术的投资回报率在学校也许就没有在商业建筑上那么明显。再比如说太阳能技术，太阳能转化为热能比转化为电能效率更高，也更稳定成熟，那么就要尽量用太阳能来解决热水而不是用来发电，而且只要利用太阳能把水提升至17°C就可以了，因为温度再往上提升对于太阳能来说比较吃力，建议采用辅助热源，这样才是既节能、又具有强操作性的方案。

基础性的节能方案运用得好的话也是很有效果的，比如密闭性好的门窗、外墙保温材料等。所以，学校需要专业人士提供选择与判断以及一些细节的把控：哪些技术成熟可靠？哪些技术吹嘘得热闹但是使用起来会出现一些未知的陷阱？避免一时头脑发热，匆忙上马。

3.4 注重财务分析

所有的技术方案，最后都应该要计算出增量投资以及投资回收期，要注重融资渠道，当学校的绿色规划与设想无法一次性成型时，就要安排统一规划、分期实施的资金计划。

4 绿色校园综合解决方案的理论支持与技术框架

4.1 建立绿色建筑数据库

既然是综合解决方案，所使用技术一定要像在中药铺一样可以按方抓药。设计师要做技术的集成商，而不是单一技术的开发商，讲求技术、产品、系统的运用与集成，要知道都有哪些技术，技术的优缺点在哪里，技术在谁的手里，需要多少钱，等等，然后为学校提供集成服务。

参照《中国绿色建筑评价标准》以及美国LEED评估体系，数据库可以分为节地、节能、节水、节材、室内空气质量、运营管理6项分支，里面再细分，最后落到实际的绿色节能产品上，形成菜单式选择，有利于设计师查找与使用（图1）。

4.2 体系化的绿色咨询

绿色校园需要引进咨询体系在设计过程中加以控制。

从领域上来分，绿色校园咨询包括校园规划、新建建筑、既有建筑改造三个领域，并根据业主的差异化需求，提供不同的技术支持系统，比如各种环境模拟、材料设备咨询、财务咨询等，都属于绿色咨询的范畴。

从内容上来分，绿色校园咨询包括八个系统的解决方案：能源系统、水资源利用、生态景观、被动式建筑、照明系统、智能建筑、建筑结构体系、室内空气质量控制（图2~4）。

5 绿色校园综合解决方案的案例解析

5.1 上海政法学院图文信息中心（图5）

项目由ECUC华东城建设计，2010年建成，是上海市继“世博中心”后第二个复合式热泵建设工程，获得上海市“十一五期间”可再生能源示范工程，并获政府财政补贴100万元。据测算它比常规风冷机组节能30%左右，每年节约120t标准煤，减排390t二氧化碳，预计5年收回增量投资。

该项目的绿色综合解决体现在“复合式热泵”上，由地源热泵+湖水源热泵组成。地源热泵是利用地下温度恒定的特点，夏季取冷，冬季取热，只需要电力驱动水介质循环即可调节温度，非常节能。但地源热泵也有其弱点，因为是闭式系统，上海制冷三个月，采暖才一个半月，长年累月运行会导致地底温度升高，破坏制冷效果，这也是江南地区地源热泵经常头两年运行良好、再往后运



图5 上海政法学院图文信息中心



图6 上海立信会计学院科技会展中心



图7 上海海洋大学（图右）与其隔壁同规模学校的规划比较



图8 上海海洋大学宿舍屋顶太阳能板



图9 上海海洋大学景观湖

行失败的主要原因，所以我们辅助以开式系统的湖水源热泵，必要时将多余热量散发到自然界中去，帮助达到地底温度平衡。

5.2 上海立信会计学院科技会展中心

项目由ECUC华东城建设计，2011年施工图设计完成，正在建设中（图6）。

上海立信会计学院科技会展中心的绿色综合解决比前一个案例稍稍前进一步：利用上海地源热泵季节性不平衡的弱点，地上部分精确计算冷期和采暖期每天的冷热量负荷，除提供空调冷热水，采用全热回收机组，回收多余热量提供供学生公寓的生活热水，以保持地温平衡和机组长期运行，而不是像上一个案例那样放热于大自然。

5.3 上海海洋大学

上海海洋大学（临港新校区）于2010年建成，由ECUC华东城建全面负责规划、建筑、景观、室内、咨询各设计部分，上海海洋大学采用了多种绿色节能综合措施，于2011年获得高校节能先进单位。

上海海洋大学在总体规划上采用中环交通系统，而不是常规的外环系统：整个校区向内集中靠拢，尽量多留预留用地。建筑布局尽量考虑学生的便利性，每个食堂与宿舍、教学楼的距离不超过500m；宿舍与教学楼分布式对应布置，而非集中布置，即文科各系的宿舍与教学楼距离尽量近，理科各系的宿舍与教学楼距离尽量近。上海海洋大学与旁边规模差不多的学校相比，环校一周的距

离差不多是别人的一半（图7），在校区出行基本不需要依赖自行车，这其实就是一种节能理念在规划上的体现。

上海海洋大学学生宿舍太阳能热水工程（图8）是上海市高校最大的太阳能利用项目，在34栋学生宿舍和食堂屋顶上安装太阳能热水系统，每年可节省费用约200万元，预计5年可收回增量投资，预计10年收回全部投资。同时与ECUC海洋大学进行产学研合作，共同设计了生态景观湿地和校园景观湖自然净化（图9），通过配置水生植物自然净化水体，减少了对动力水循环的依赖。效果超过预期，其水质已经达到3类水的标准。

5.4 天津中医药大学新校区工程

此项目由ECUC华东城建提供设计、施工全过程绿色咨询服务，正在设计过程中。ECUC采用最为广角的绿色校园综合解决方案，为甲方提供了各类前期咨询报告，包括能源站计划、中水利用、生态湿地、太阳能浴室、地源热泵、污水源热泵等，随着项目的深入，工作正在逐步展开。

6 结语

以上4个案例是“绿色校园综合解决方案”不同综合程度的体现，该方案正在不断成熟与完善的过程中，是解决校园绿色、节能、低碳的一种行之有效的设计方法与思路。

注：2011年6月10日全国高校节能联盟年会在北京召开，笔者代表ECUC华东城建以高校节能建设专家身份出席理事会议，并做《绿色校园综合解决方案》主题报告，本文由主题报告改编。AT

作者简介

任源，上海华东发展城建设计（集团）有限公司研发总监，同济大学博士生。