



本土化的绿色建筑改造探析

Localized Green Building Reform

撰文 查金荣、蔡爽、吴树馨 苏州市建筑设计研究院有限责任公司

设计单位 苏州市建筑设计研究院有限责任公司

摘要 以苏州星海街9号厂房改造为例，探索将旧厂房改造为创意研发空间的实践经验。介绍了结合气候策略，运用普通易行的设计手法进行的本土化绿色设计实践，以及将生态、节能、经济性与“四节一环保”融入整个绿色建筑设计的過程。

关键词 因地制宜 被动节能 本土化 绿色技术

工业园区星海街9号（原美西航空厂）位于中新合作苏州工业园区首期开发的南部工业区，随着工业园区16年的发展和产业的转型升级，首批进驻区内的工业生产企业逐渐东迁，留下的原厂房如果直接拆除，势必造成极大的浪费。因此，希望通过对旧建筑的更新改造来延长建筑的使用寿命，并融入高效、健康、人性化的使用空间，改造后的厂房将作为苏州市建筑设计研究院有限责任公司的新办公楼。

设计人员
建筑：查金荣、蔡爽、吴树馨
结构：戴雅萍、袁雪芬、廉浩良
暖通：钱沛如、袁泉
给排水：陈苏
电气：华亮、王伟



总平面



改造前后对比



内院



一层平面

1 改造理念

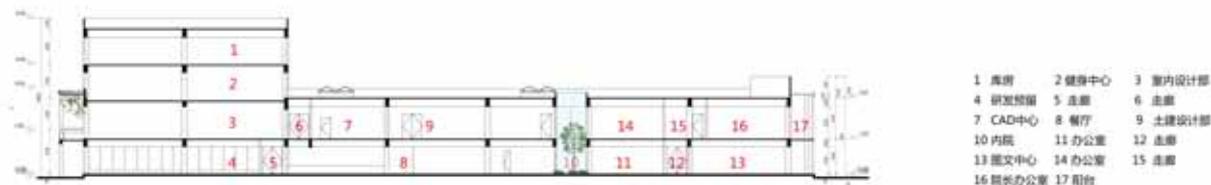
自古以来，中华民族强调天人合一、适宜朴素的理念，设计从传统文化中提取出积极因素来指导建筑的绿色改造。在江南民居中，各种被动式的遮阳、通风、隔热措施都有充分体现：天井与内院利用温差改善通风，顶层储物阁楼具有隔热缓冲作用，走廊能遮风避雨并兼具遮阳作用，等等。

设计初期对苏州本地气候特点进行了分析：苏州位于北亚热带湿润季风气候区，温暖潮湿多雨，季风明显，四季分明，冬夏季长，春秋两季短。无霜期年平均233天。典型年平均温度约为15.5℃，夏季平均温度约为25.8℃，有利于自然通风。因此，因地制宜地运用低成本、低资源消耗的设计手段从而达到理想的绿色生态效果是最佳的改造方式。

2 绿色生态技术

2.1 建筑的三重空间与外环境

厂区总用地面积约为1.8万m²，改造前厂房为单层混凝土框架结构，建筑近似一个80m×80m的正方形，中部的采光与通风效果很不理想。改造后的建筑由内至外分为三重空间——内庭院空间、办公空间、外廊休息空间。在建筑物中部，设置了两个“Z”字形的开放式庭院，保证每个房间都有各自可开启的外窗，使得原本闭塞的空间有了流畅的自然通风。



剖面

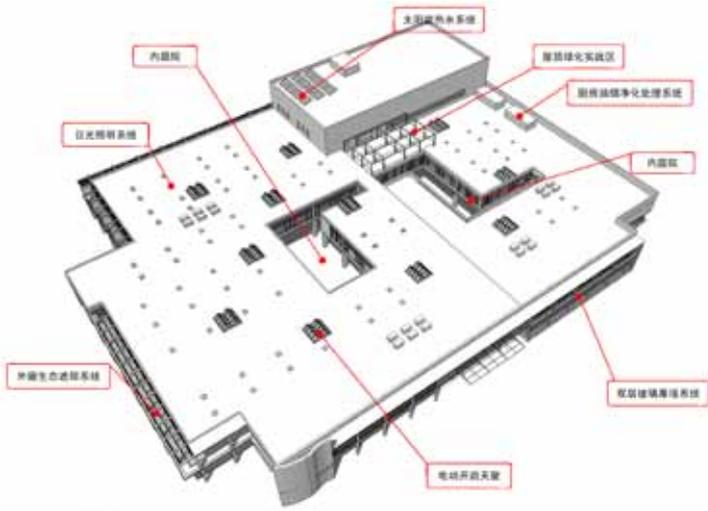


二层平面

第二重空间是建筑的内部使用空间，主要作为办公和会议使用。大部分为大空间办公，采用灵活隔断，避免了今后重新调整装修时的材料浪费和建筑垃圾产生。针对不同类型的房间对采光的要求，设计将食堂、会议、接待、打印、储藏等对日照要求相对较低的房间放置在一层，而将设计办公室安置在二层，便于各设计部门工作中的沟通，提高工作效率。

第三重空间是建筑的外廊。设计在原有外维护结构的基础上，增加了一圈宽度为2.4m的露天外廊，在二层形成一圈休息平台，为设计人员提供了一个休憩与沟通的场所，同时外廊也是一个生态性综合遮阳系统。

在整体的外环境处理上，东侧沿星海街主干道景观以喷泉为中心，沿路以园林绿化的方式布局，选择易于成活和管理的本地树种，进行乔灌木的复层绿化，实现月月有花，季季有景。在场地西北侧利用下沉篮球场的土方平衡，堆坡种植大型常绿植物，遮挡冬季的西北风。建筑屋顶上，选择种植藤蔓类植物和生态蔬菜，不仅可以增加建筑的保温性能，还能提供绿色蔬菜。此外，在选配植物种类时，注重土地的透水、透气，强调建筑层面上的垂直和水平绿化，对场地硬化部分进行充分的绿色生态补偿，既实现了优美的景观效果，又改善了建筑的小气候环境。改造后，绿地面积达到4 300m²，水体面积约为111m²。



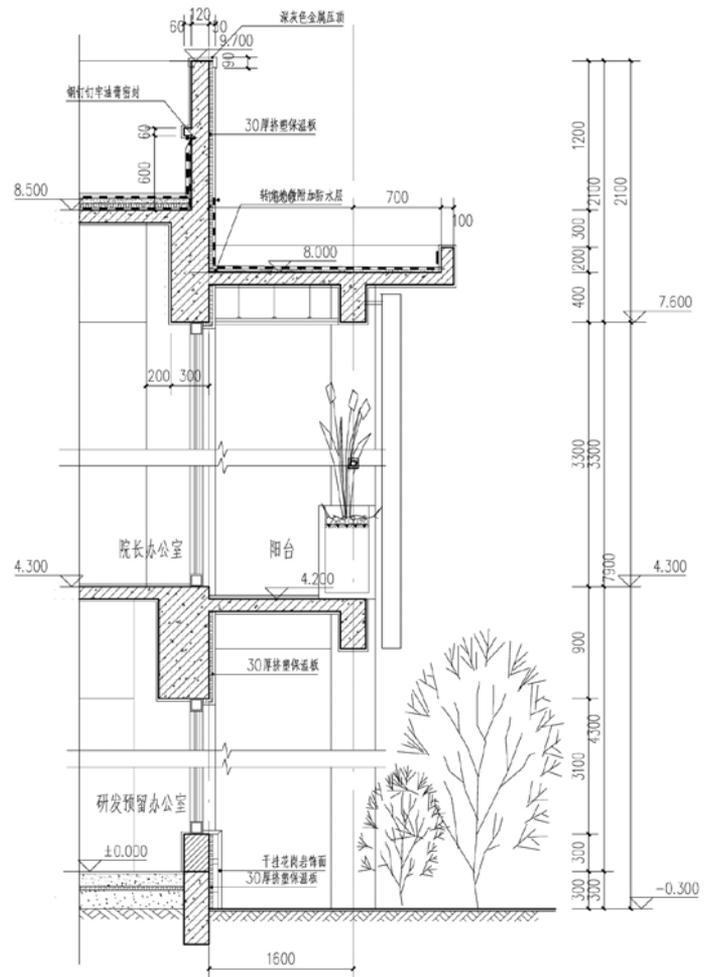
屋顶轴测



剖视图

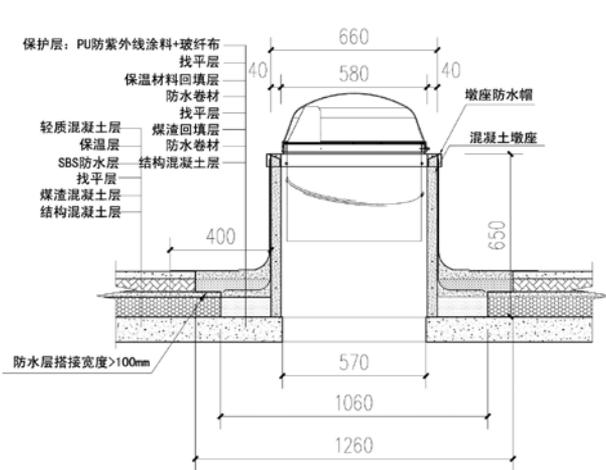


外廊



竖向遮阳系统

在建筑东西走廊外部设置仿木竖向遮阳，遮挡阳光直射。底层通过种植大型乔木遮挡日晒。走廊种植槽内的植物也可顺着竖向百叶攀附到建筑物的上部，强化绿化遮阳效果。



日光照明系统

对屋面进行简易改造。利用透镜技术，高效的将太阳光引入内部，进行光线漫射。为室内提供最纯净的自然光照。在无需其他能源的前提下，以经济便利的方式，给室内带来足够的照度。

日光照明系统

2.2 主体改造

结合苏州的自然条件和既有现状，设计完全保留了旧厂房95%的主体结构，并通过在外部加设绿化外廊、加层、内部开挖内庭院等方式使面积6 800m²、高8.4m的单层工业厂房成为总面积为12 673m²的绿色生态创意空间。在原厂房局部14m高的空间里还设计了供员工休闲、锻炼的健身房和羽毛球场。

建筑外围设计大面积可开启落地玻璃以改善建筑的通风条件，运用计算机模拟分析软件，对建筑的自然通风模型进行研究，制定了最合理的设计方案。采用合理的自然通风措施后，室内自由温度可比非自然通风条件下降低2~3℃，平均减少室内极端温度时间570h，室内满意小时数增加720h，减少空调开启时间平均约160h。

设计对原有建筑屋顶的11个天窗也进行了改造，设置了可开启电动天窗，改善了建筑内部的空气流通，同时保证了设计空间的照明需求。根据办公楼占地面积大、层数少的特点，采用了日光照明系统，通过高效的光导管和带有紫外线滤除功能的透光罩将日光引入室内，建筑内二层的走道、门厅、大开间办公室、会议室等场所白天基本不需要额外的人工照明，最大限度地节约了照明用电消耗。

2.3 外维护结构与生态遮阳系统

建筑的外廊上部为铝合金遮阳隔栅，东、西立面增设竖向木饰遮阳板，阳台外围还设置了可移动式条形种植槽。凌霄、紫藤等植物可以通过柱子和竖向遮阳攀爬至顶部的水平金属隔栅上，形成覆盖型的生态遮阳。到了冬季，植物的叶子脱落后则会给室内带来充足的阳光。

建筑的外维护采用自保温的墙体材料，主色调为白色，可反射大部分热辐射。外墙采用断热铝合金型材和中空隔热玻璃，减少了空调负荷。西侧外墙增加的绿色植物也加强了建筑的隔热保温效果。

2.4 雨水回用与太阳能

在进行给排水改造时，根据建筑类型及当地供水状况，充分利用城市自来水压直接提供生活用水，避免再次增压的投入。同时保留了原厂区内的大部分主要给排水管道，设置雨水回用系统，用于景观植被的灌溉，并且部分采取喷灌、微灌等节水高效的灌溉方式。雨水回用水采用分质供水：室外绿化浇灌用水采用雨水直接沉淀、澄清后由变频泵直接供给，对于用水水质较高的水景补水、绿化滴灌用水、洗车用水则另在变频泵后过滤供给，非传统水源利用率达到23%。

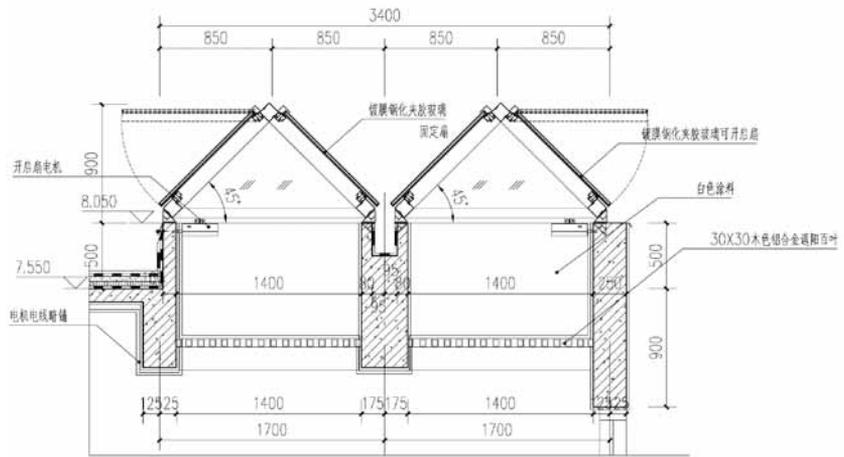
建筑生活热水供给全负荷采用太阳能热水系统，因苏州属于太阳能资源一般区，所以选用了高效太阳能集热板产品，设置太阳能预热储热水箱辅助智能即热燃气热水器，利用太阳能产生热量不低于建筑生活热水消耗量的50%~40%（太阳能资源III类地区），满足建筑物内健身淋浴器及餐饮厨房的热水供应需求。

2.5 电气节能系统

通过合理的规划用电负荷，将原有厂房变电所内的变压器、高低压柜等设备全部保留；并且有效规划了线路走向，最大限度地利用了原有的配电网。既节省了新设备采购的资金，又使将要废弃的设备得到了重新利用，避免了废弃物对环境的破坏。



西側遮陽百葉



电动开启天窗

对原有天窗进行改造，将有机玻璃罩更换为可开启玻璃天窗，在保证设计空间的照明同时，利用空气温度差形成的拔风效应，加强室内空气的流通，在天窗下部设置仿木百叶，减弱午间的直射太阳光。



一楼大厅

办公楼装有分项计量远传装置，对建筑内各种耗能环节如空调、照明、办公设备和热水能耗等实现独立按部门计量，其信号传送至物业管理用房，物业定期记录，通过数据软件化管理做到能耗可测量，避免能耗的浪费。

2.6 暖通空调系统

办公楼中空调能耗约占建筑物全年能耗的50%，节约空调的能耗是本项目设计的重点，为此重点考虑了以下三个方面：

(1) 充分利用自然通风进行建筑物降温处理，以延长过渡季节的时间，通过CFD现代模拟仿真技术得到各主要房间的空气龄较小，通过自然通风使空调使用时间每年缩短350h。

(2) 考虑到办公楼内人员长期停留且滞留时间较长，在使用空调期间需设排风及新风系统，因此设置了全热交换式新风换气机。在进行新风换气的同时能回收室内排风的温、湿度所包含的能量，可节约空调能耗的10%~15%。此外，为了更进一步节约电能，在办公室内设置了CO₂浓度探测器，根据室内的CO₂浓度决定新风机组的运行时间。

(3) 根据设计院房间数量较多、人员加班频繁、空调利用率不高的特性，使用了变制冷剂多联空调系统。系统运行时使用灵活，空调效果明显，节能性好，运行成本低。各办公区域温度可独立控制，综合性能系数(IPLV)值大于国家规定的一级能效3.55；并且可根据各核算单位进行分别计量，便于能量的考核、管理。

3 室内环境

室内环境的设计在美观与实用的基础上，遵循可持续发展的原则，体现在前期设计、材料选择及节能措施等多方面。前期设计时，通过建筑、设备与室内专业的一系列协调准备工作，使设计一步到位，避免了不必要的返工，相关准备工作包括：吊顶系统、给排水系统和天花板内部系统等配合调整设计。材料选择上，按照节



大厅小环境的营造

从大厅看向室内庭院

能环保的原则，地面采用了环保、可回收的亚麻地材，其由可再生的纯天然材料制成，健康舒适，易于清洁；在原建筑墙体上采用负离子耐水腻子；所有施工使用的辅材均采用低VCO（低挥发性有机化合物）。另外，设计中还将土施工过程中使用过的废弃木质模板重新加工利用，作为部分房间木地板铺设的基层材料。

4 结语

苏州星海街9号厂房改造采用了切合实际的绿色建筑设计方案，对较为成熟的绿色技术进行了系统集成，而不是新材料、新技术的简单堆砌。同时在设计过程中，注重各种有效数据的收集、保存、整理，使之成为可推广、可借鉴、可应用的绿色建筑，实现了一栋旧工业建筑的重生，最大化地节约了社会资源。

相对于老办公楼，新大楼的节能率提高了22%，每年可缩短350h的空调开启时间，每年可节约电费65万元（其中照明22万，太阳能3万，空调40万），节约水费4万元。

新老两栋办公楼能耗比较（用电量）

	实际使用面积 (m ²)	用电量 (度)	用电量 (度/m ² /月)
原办公楼	7 000	127 907	18.75
改造后新办公楼	11 000	131 251	11.628

建筑设计部办公室能耗比较（用电量）

	使用面积 (m ²)	照明与计算机用电量 (度)	空调用电量 (度)	总用电量 (度)	用电量 (度/m ² /月)
原建筑设计部办公室	761	4 510	10 321	14 831	19.49
改造后建筑设计部办公室	900	3 887	5 864	9 751	10.83

根据发达国家的发展经验，我国成规模的基础建设还将持续30~40年，甚至更长。建筑能耗占全社会终端能耗总量的30%，建筑用能已经占到全国温室气体排放量的25%以上。在世界能源供给结构转轨的大趋势下，不考虑建筑节能而建造的房屋终究会被淘汰。作为建筑师我们希望在建筑设计和建造中实践绿色理念，并通过自己的智慧与行动，推广建筑节能，创造生态城市，成为绿色生态建筑设计的先行者。



查金荣

作者简介

查金荣，毕业于清华大学建筑系，现任苏州市建筑设计研究院有限责任公司总经理、总建筑师。

蔡爽，毕业于南京大学建筑与城市规划学院，现任苏州市建筑设计研究院有限责任公司建筑创作所所长。

吴树馨，毕业于苏州城市建设环境保护学院，现在苏州市建筑设计研究院有限责任公司从事设计工作。