

适宜空间

——同济设计院新办公楼设计的绿色之路

Proper Space: Renovation Project of TJAD New Office Building

撰文 张艳¹ 詹翔² 曾群¹

1 同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

2 同济大学建筑与城市规划学院



新楼西南角实景

摘要 通过介绍巴士一汽四平路停车场建筑改造为同济大学建筑设计研究院新办公楼的绿色设计策略，探讨“以被动节能为主、主动节能优化、可再生能源补充、行为节能落实”的节能设计方法。

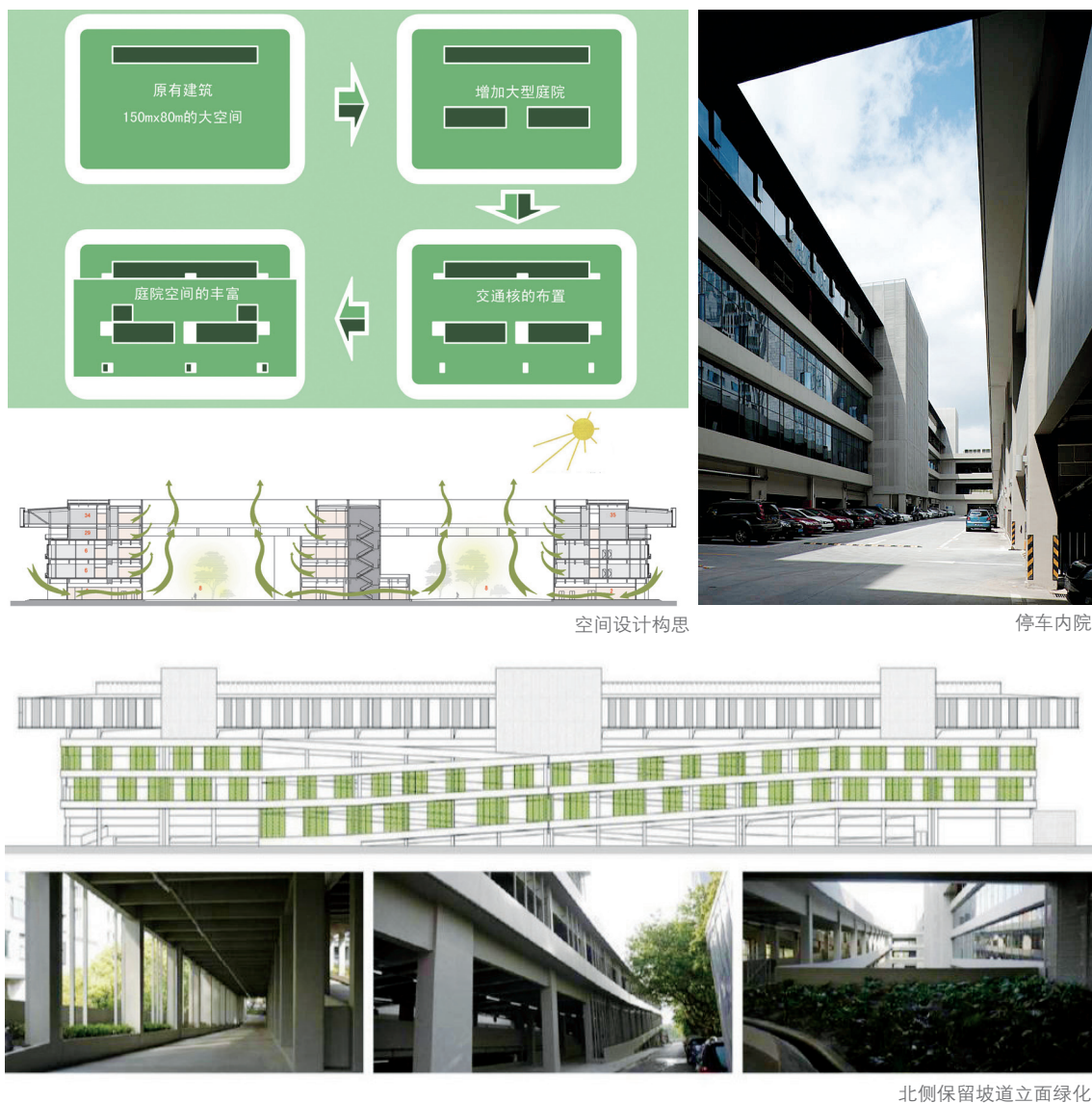
关键词 绿色策略 适宜技术 可再生能源 主动节能 运营控制优化

洗去了巴士一汽四平路停车场的沧桑，同济大学建筑设计院的新办公楼优雅而从容地迎接了它的新使用者。由于设计与使用者身份的重合，设计从最初的概念设计就提出了绿色建筑的主题。对于实实在在的使用者，绿色建筑不仅是技术的整合，更是一种生活方式和对待自然的态度，因此，绿色建筑设计不是高新技术的堆砌、性能参数的比拼，而是一个科技与自然对话的过程。

作为一个老建筑改建工程，巴士一汽停车楼改造项目有其特殊性。首先，巴士一汽停车楼是一个单一扁平的大体量建筑：停车楼长方体量长边 155m，短边 75m；停车楼共 3 层，层高有限，一

层为 6m，二、三层为 5m。如此体量既无法像具有高大空间的工业建筑在内部可以做竖向空间穿插的文章，也无法像里弄空间可以塑造丰富且具有历史意味的外部空间。作为一个功能至上的交通建筑，它朴素、结实、体形庞大、阴影深重。它的空间极富功能意味，简单理性；它的造型流畅简洁，不加粉饰。其次，巴士一汽改造后的功能为设计企业的办公楼，要接纳机构庞大的设计集团，其内部功能的合理性是必须的要求。如何使这个功能至上的交通建筑在现代艺术与科技的武装下满足设计集团的办公需求，满足设计人员的心理预期，这是一个难题。设计师的解答策略是以一种包容平和的





态度保留它的朴实特点，同时加入建筑师的空间营造想法和浪漫生活理想。绿色设计就是这种浪漫情怀的技术体现。

巴士一汽停车楼改建的绿色策略体现在以下几个方面：1）适宜技术的采用；2）可再生能源的利用；3）设备主动节能的优化和后期运营控制的优化设计。通过空间设计和绿化景观设计尽量体现被动节能，同时采用主动节能技术措施对建筑的舒适性进行调节，再加入可再生能源，运行智能化设计作为补充。

1 适宜技术

适宜技术体现在因地制宜，科技与环境气候的有效结合。上海为热带季风性气候，夏热冬冷，能源资源匮乏。我们希望把办公环境打造成像江南民居一样——“滨水而居、草木葱郁、高屋举架、沐浴阳光、冬暖夏凉、清新空气、遮阳蔽雨、就地取材”。这些人居理想状态其实包含了许多被动节能的方式。在改造设计中，停车楼的巨无霸体量无法切割成民居的小型聚合状态，但是结合空间营造和现代科技将天然采光、自然通风、建筑遮阳、立体绿化、雨水收集等被动节能方式转化为适宜的办公环境却是我们追求的目标。为了完成这个目标，必须在设计之初就将这些要素整合到设计理念中，进行整体设计。

1.1 空间整体设计

在停车楼改建中，我们保留停车楼大体量及其立面特点，同时拆除局部楼板形成大小不一的内院空间，让自然风和日光来对停车楼的大体量进行消化分解，给使用者营造人性化的办公空间和令人喜悦的休闲空间感受。这些内院贯穿办公、后勤、休闲、会议、展示甚至停车空间。在办公区人们可以享受最大的两个景观内院带来的阳光和微风；在休闲的茶水间又有小小的采光内庭让人们可以暂时放下身心的忙碌，享受一下轻松时刻；在餐厅用餐时也能进入内院观花抚草，享受自然；所有的停车库都是采光车库——半地下、夹层车库拥有停车内院，而沿保留车道盘旋而至的四层屋顶停车库则更让人有一种柳暗花明的感受；车道边外立面的攀爬绿化、屋顶的灌木丛都让人有种惬意和奢侈的感觉。

1.2 立体绿化

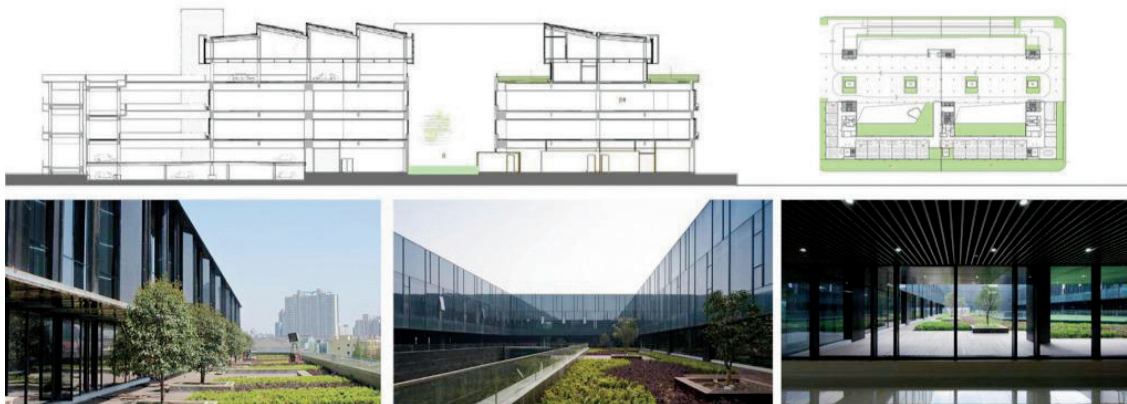
由于内院、屋顶、坡道这些空间层次十分丰富，立体绿化的布置也显得顺理成章，采用的绿化方式也顺应空间的特点——门厅对景内院花木扶疏，此内院采用高大榉树和花木垂丝海棠、桂花树相结合，与白砂长石对比形成大气疏朗的环境特点；餐厅内院休闲自然，此内院以竹和花木为主题的小品绿化与室外木地板结合，让



俯瞰东侧庭院



西内院



四层屋面绿化

人可以边用餐边享受阳光和微风；四层屋顶露台生机勃勃，灌木绿化的图案化设计与林间小径相结合带来清爽宜人的环境感受；车道采用攀援垂直绿化墙，以网状格栅作为绿化的攀援背景；小空间绿化盆景化，一点绿意，自然就随之渗透进来；廊侧、转角、窗口、车道的花花草草也无不提示着我们生活的多样和季节的变化，令人心情放松。

1.3 建筑遮阳和屋顶采光

立面设置竖向和横向的遮阳板，遮阳板同时是太阳能光伏板，既有效地进行了遮阳节能，又兼顾了立面的整体效果，还创造了可再生能源。这种建筑艺术与技术的结合是项目改造的基本理念之一。加建而成的顶层办公空间的采光天窗让人联想到上海民居中的

老虎窗，屋顶天窗让阳光洒满桌面，既节电节能，也营造出了人性化的办公空间。

1.4 大空间办公布置

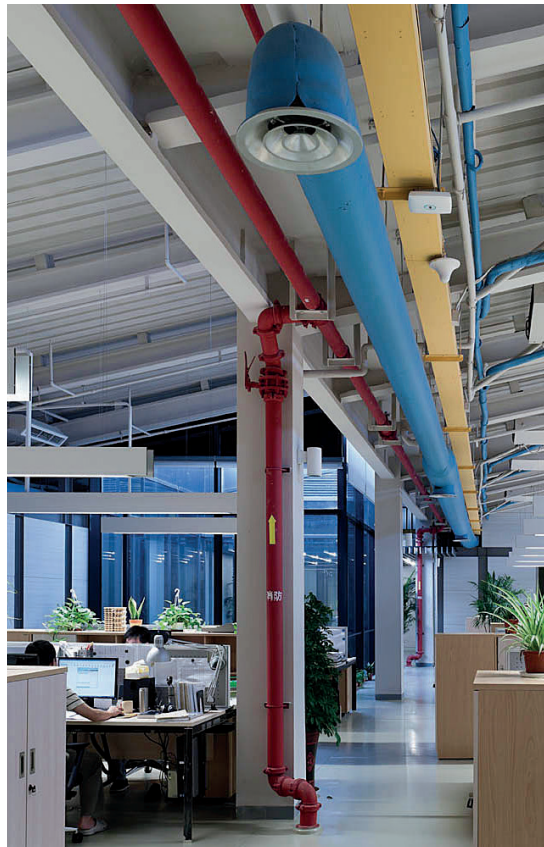
大空间办公布置既能满足设计工作的交流需求，同时还兼顾了节材的考虑。大空间办公的趣味点营造是设计的重点，在办公空间穿插一些功能性的其他空间，比如休闲的茶水间、会议室，又如哪怕只是一个可供下午茶聚会的小桌子以及每人桌上绿化盆栽的摆放，都可以打破大空间办公的单调，让生活办公室里延续。

2 可再生能源的利用

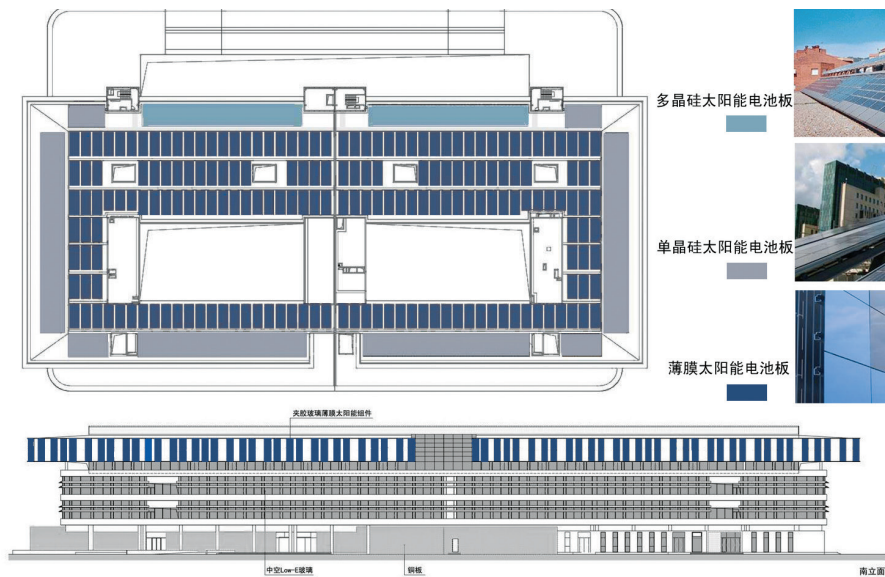
在优先考虑适宜技术的被动节能外，项目也大胆采用了一些先进的可再生能源利用节能技术，在建筑设计方面主要体现在以下

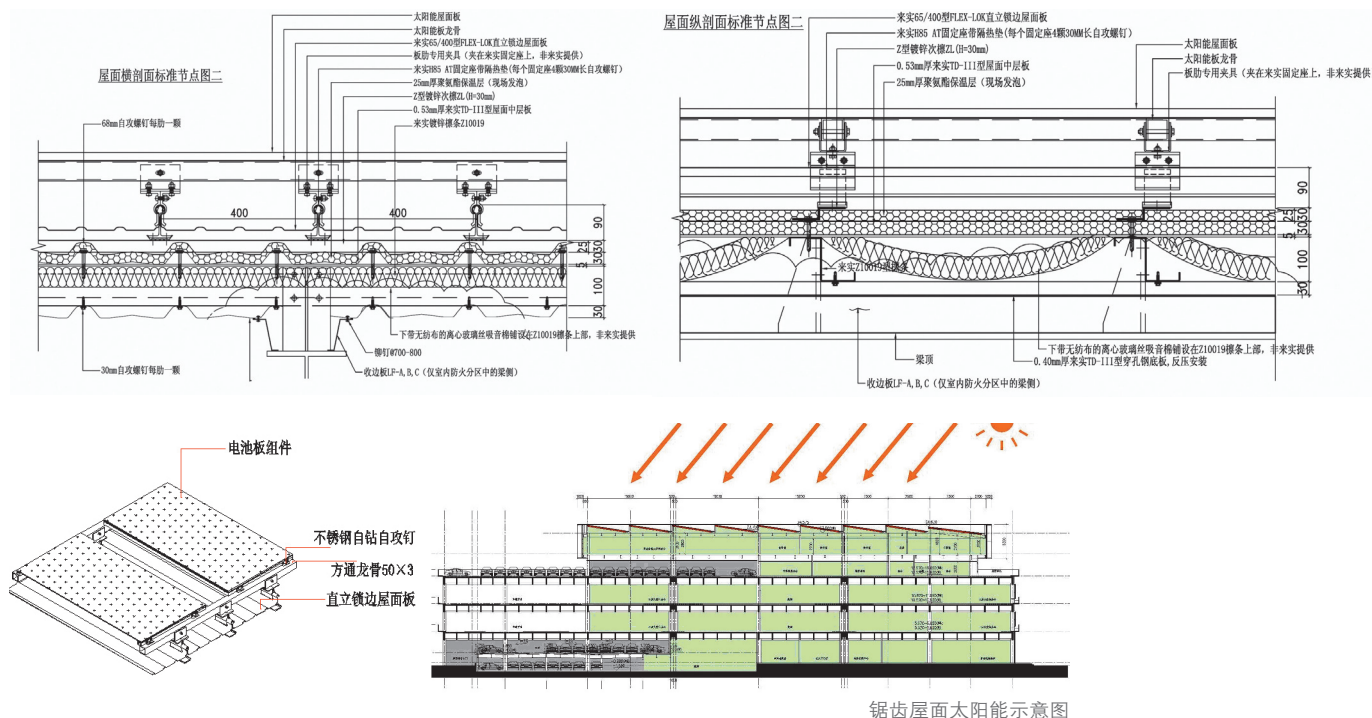


立面遮阳及光伏板



加建楼层大空间办公





几个方面。

2.1 太阳能集热板的应用

同济设计院新办公楼作为一个BIPV示范工程项目总装机容量为626.58kW·p，该项目在屋顶和东、西、南立面安装了BIPV光伏系统。其中屋顶光伏系统共计542.21kW·p，东、西、南立面光伏系统共计84.37kW·p。

由于太阳能电池板分布不规则，种类不同，电池板方阵的工作电压和电流不同，为优化系统设计，达到最大系统效率，针对屋顶单晶、屋顶多晶、屋顶薄膜及立面薄膜阵列分别配置了相应容量的逆变器。

2.1.1 屋面光伏阵列排布

同济设计院新办公楼整个屋面的基本结构中间部分为锯齿型结构屋面，每个锯齿型屋面倾角约为12°，四周边缘部分为倾角小于6°的近似水平屋面结构。由于薄膜太阳能电池组件比晶硅组件有更加优异的抗遮挡性能和高的工作温度系数等，在保证屋面装机容量的前提下，将硅基薄膜组件排布于中间锯齿型屋面上，其余部分安装单晶及多晶硅组件。同济设计院新办公楼屋面总共安装ESS-190单晶硅组件1392块，ESP-200多晶硅组件168块，EST-225V双结硅基薄膜组件1085块。

在锯齿屋面结构的表面设太阳能硅基薄膜组件，其高起的立面则设置遥控电动天窗，作为室内采光和换气的通道。这种设计起到了四个作用：1）太阳能电池与屋面完美地结合在一起，成为屋面的一个有机的组成部分；2）屋面的倾角设计也使电池板工作在比较好的辐照状态下；3）屋顶的电动窗有利于换气的需要，柔和室内的光线；4）太阳能电池阻挡了太阳光直接照射到屋面，减少了室外通过屋顶向室内的传热，减低了建筑物的制冷能耗。这对于上海这样高温湿热的地区具有非常重要的实用意义。屋顶部分BIPV光伏系统总功率为542kW，预计年发电量为47.65万kW·h。

2.1.2 立面光伏阵列排布

同济设计院新办公楼立面光伏阵列主要有两种主要形式：二、三层水平向光伏遮阳板和五层的多角度垂直放置竖向遮阳板。该部分运用了集成度高、与建筑结合美观度好的硅基薄膜BIPV一体化组件。

东、西、南三个立面五层排布规格为4460×1300竖向遮阳板，排布角度有两种规格：12°与24°。三个立面五层排布规格为4460×1300的竖向遮阳板共76块（由152块1300×2200薄膜组件两两拼接构成）。东、南、西立面二、三层遮阳板采用规格为650×1100薄膜组件拼接构成，共865块。线槽线管藏于组件固定件内铺设，尽量隐蔽。施工保证美观。同时要具备防水、防潮和抗老化功能。

项目中，我们会同光伏板提供商根据建筑物的状况，把该系统设计成了构件式BIPV系统。在人口稠密地区，BIPV是节约土地、协调发电设备与城市景观、挖掘建筑物的利用价值的最佳选择。BIPV最关键的是光伏器件与建筑材料的一体化，使光伏组件部分代替建筑材料来使用，同时还能产生电力。

2.1.3 屋面光伏板的构造处理方式

屋面电池板与屋面板保持平行，屋面板专用夹具锁固于屋面板的直立边，锁固点均匀排布，使电池板荷载均匀加载于屋面板龙骨结构之上，保证了电池板安装的稳定性。屋面板专用夹具的锁固利用的是夹具与屋面板直立边的摩擦力，并不在屋面板上打孔钻眼，确保了屋面板系统防水性能不被破坏。

屋面板专用夹具均匀锁固之后，通过不锈钢螺栓固定U型座，作为龙骨方通的连接点，同时U型座在使用不锈钢螺栓连接龙骨方通时，具有垂直方向上的调整能力，可以消除屋面板及专用夹具的施工误差，确保龙骨系统的平整性及与屋面板保持平行。方通龙骨采用多跨安装，多块电池板安装于同一龙骨上，使得荷载均布，受力合理，且能保证电池板平整度的均一，不必单个调整电池板。



屋面光伏板

2.1.4 并网系统设计

光伏并网发电系统由太阳能电池组件、防雷汇流箱、并网逆变器、并网交流电源柜组成，最终光伏系统接入到变电所 380 伏低压母线上，与市电同时对负载进行供电。同济设计院新办公楼光伏并网发电系统安装在屋顶和东南西立面上。光伏系统的配电室在四层共设置两个。每个光伏配电室的面积约 40m^2 。从两个光伏配电室逆变、配电后输出的三相交流电分别接入位于一层的配电室进行低压并网。

设置电力能源管理系统（EMS），通过各种电气设备的接口及模块装置，用计算机对电力系统的各类参数进行监控和管理，以达到节能及优化运行的目的，并且与 BAS 联网。

从周边的高楼俯视，同济设计院新办公楼屋面太阳能光伏板的规模可谓令人叹为观止，有很好的示范效应。立面的太阳能板遮阳既是时尚的立面装饰，又是外遮阳，同时也可产生电能。这种建筑艺术与技术结合的方式也是巴士一汽停车楼改造的基本理念之一。

2.2 雨水收集

对于巴士一汽这种体量巨大的屋面，雨水收集的概念也是自然而然形成的。作为水质型缺水城市，屋面雨水的利用有很大的潜力。本工程收集的雨水储存在雨水收集池中，主要用于绿化灌溉和

车库冲洗，在节水节材概念上做出了有益的尝试。

3 设备主动节能和后期运营控制优化设计

3.1 主动节能

在暖通、给排水、电气等设备工种中体现的节能技术是主动节能方式，是对被动节能的有效优化。节电节水型设备的选择、设备系统优化、能源利用方式的选择是其重点，限于篇幅此处不赘述。

3.2 行为节能

行为节能可以分为个人行为方式和设备使用模式，设备使用模式的灵活性是行为节能的基础。为此，建筑及设备工种仔细推敲了日常使用中的智能控制技术，结合工作特点和管理模式，电气上采用了一套集中的灯光控制系统，同时空调也进行集中管理，并与照明系统统一协调管理，智能化的感应系统避免了日常工作中许多不必要的浪费，也实现了行为节能的目的。

4 结语

总而言之，巴士一汽停车楼的绿色改造之路遵循着“被动优先、主动优化、可再生能源补充、行为节能落实”的策略，采取“建筑理念先行，建筑艺术和建筑技术相结合”的方式，最终获得了谦逊、平和、包容、大气的形象和空间感受，既体现出了设计企业强调交流和人文关怀的企业文化，又达到了绿色环保的要求。AT

设计团队

建筑：曾群、孙晔、文小琴、张艳、吴敏、陈康诤、詹翔、张鸿武、孙倩

结构：万月荣、徐晓梁、陈曦

给排水：李维祥、姚思浩

暖通：刘毅、张华

电气：蔡玲妹、李志平、唐平、武攀