



高能效建筑 2018

www.HPBmagazine.org/china

HIGH PERFORMING BUILDINGS

真实建筑 | 真实数据

冷辐射设计

(内部和外部)

YKK 总部

打破束缚(和建造模式)

Stone34

既有建筑改造上海现代申都大厦绿色建筑的运行效果研究

申都大厦

Published by ASHRAE and CAR

www.hpbmagazine.org/china



Visit Booth
#W3G11

What's New?



Certified Product Performance
is now more accessible than ever.

▶ SIMPLER SEARCHES ▶ IMPROVED SECURITY ▶ MULTILINGUAL ▶ MOBILE ACCESS

Check out AHRI's new and improved next generation
Directory of Certified Product Performance.

www.ahridirectory.org



Globally Recognized. Industry Respected.

ASHRAE

1791 Tullie Circle N.E., Atlanta, GA 30329-2305

Phone: 404-636-8400, Fax: 404-321-5478

www.HPBmagazine.org/china, E-mail: HPBmagazine@ashrae.org

Chinese Association of Refrigeration (CAR)

10/F, Yindu Tower, 67 Fucheng Road,

Haidian District, Beijing, 100142, China

Phone: +86-10-68420686 Fax: +86-10-68434679

www.car.org.cn E-mail: car@car.org.cn

HPB Chinese Edition features translations of selected articles that have been published in the English Edition of HPB magazine. It includes at least one additional article that is original to the Chinese Edition and features a Chinese building.

**ENGLISH EDITION EDITORIAL ADVISORY BOARD**

Lindsay Audin, Energywiz

David Grumman, P.E., Grumman/Butkus Associates

Adam W. Hinge, P.E., Sustainable Energy Partnerships

Vivian Loftness, FAIA, Carnegie Mellon University

Kent Peterson, P.E., P2S Engineering

Kenneth Seibert, P.E., CMTA Consulting Engineers

Donald Winston, P.E., Donald J. Winston, P.E., PC

W. Stephen Comstock, Publisher

Jay Scott, Editor

Jeri Alger, Design

Greg Martin, Advertising

CHINESE EDITION EDITORIAL CONSULTANTS

JING Huaqian, Chinese Association of Refrigeration

LI Zhengrong, CAR-ASHRAE Shanghai group

LI Xianting, CAR-ASHRAE Beijing group

Edward Tsui, Intelligent Technologies

ISSN 1940-3003 (print) and 1940-3054 (digital)

Published Semi-Annually Copyright 2018 by ASHRAE, 1791

Tullie Circle N.E., Atlanta, GA 30329-2305.

Publication Disclaimer ASHRAE nor the Chinese Association of Refrigeration does not necessarily agree with any statement or opinion in this publication. The appearance of any technical data, editorial material or advertisement in this publication does not constitute endorsement, warranty or guarantee by ASHRAE of any product, service, process, procedure, design or the like.



02

建筑内外的冷辐射系统设计

YKK 总部

12

在 Stone34 打破束缚 (和建造模式)

Stone34



20

既有建筑改造上海现代申都大厦绿色建筑运行效果研

申都大厦

一张铝箔布
(60 m 宽x 40 m 高
[197 ft x 131 ft])
正对东京的都市区。

建筑内外的 冷辐射 系统设计

SUSUMU HORIKAWA, 注册工程师, ASHRAE会员; KITARO MIZUIDE, 博士, 注册工程师, ASHRAE会员;
TARO HONGO, ASHRAE会员

© Rainer Viertböck

YKK总部正好在2011年3月日本地震和海啸后**开始设计**, 因此该建筑就将可持续性和柔性作为优先目标, 想使之成为东京最最高性能的办公大楼。该项目的重要之处不仅在于它集成了高性能的热工特性、视觉效果和能源设计, 还在于其应对自然灾害的柔性设计, 随着气候挑战的增加, 这将是我们的建筑设计应更多考虑的方面。

YKK新总部大楼位于东京日本东部发生了地震, 灾难随后评估这个项目的能源系统、舒适性、可持续性和抗震设计要求, 2014年建成。由于2014年是降临。日本迅速关闭了所有的核电站 (几乎占日本30%的能源供应), 从而最后形成了一个更加创新、公司成立80周年, 所以新总部大楼被命名为“YKK80”。并重新评估其能源供应和需求以及面临地震时的脆弱性。集成、舒适、健康的柔性设计解决方案。不幸的是, 在建筑设计刚进行了一个月的时候, 即2011年3月, 这就要求业主和设计团队要重新

这个工程项目距离秋叶原车站大概5分钟的步行路程，建筑的长轴70米，朝西，向下可眺望东京都的一条高速公路。东京地区夏季气候炎热潮湿，这就带来了能源、采光、噪音和视野等方面的设计挑战。

高效节能

这个大楼首先采用了被动设计方案，在建筑的西向外墙采用帘幕（日本传统的百叶窗帘）（照片1）来阻挡太阳直射得热量，同时能够保证采光和视野。这种帘幕采

用悬臂式地板结构安装在玻璃幕墙外1.5米的位置。帘幕由Y型铝棒制作而成，形成精美的太阳光过滤装置。明亮的双层玻璃幕墙中安装了由下至上可自动控制的百叶卷帘，在遮阳的同时能够保证外部视野。

随着太阳光的变化，每隔10分钟自动调节遮阳百叶的角度，使自然采光量达到最大。在2016年2月份开展的后评估工作表明，超过80%的用户对室内的光环境感到满意，认为室内非常明亮但不耀眼。采用天花板嵌入式LED灯照明，通过自然采光和人员运动传

感器控制无人区域的灯光变弱或关闭，这些做法进一步延伸了节能围护结构设计对室内环境营造的价值。

减弱了太阳直射的得热量，并且采用自然采光和照明控制以

现场拍摄图片(从左上角顺时针看)

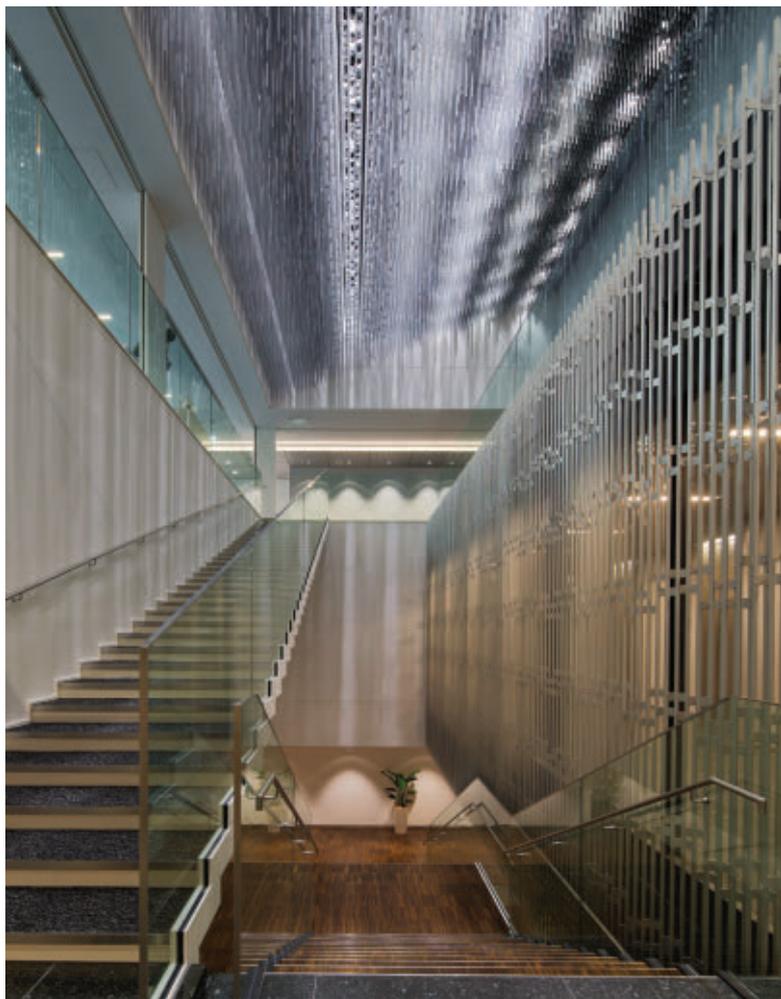
利用铝材的耐腐蚀性和易加工性做成的铝制幕墙非常精美，帘幕和绿色的植物可以缓和周围的忙碌景象。

建筑入口是成千上万的铝材棒构成的吊顶，这些铝棒与建筑外围护结构上用到的完全一样，这样就使内部与外部空间建立起了很强的联系。

地下室的展览室经常对社区开放，当灾难发生的时候，这个空间可以当作人们的避难所。



© Ken'ichi Suzuki



© Ken'ichi Suzuki



© Ken'ichi Suzuki

当您沿建筑物四周步行时，
您会发现建筑物外立面的
构图在不断发生变化。

建筑概况

名称:YKK 80

位置:东京

业主:YKK 地产有限公司

主要用途:公司办公总部

员工人数:600

设计人员量:600
进驻率:100%

总建筑面积:225,170平方英尺
空调面积:158,000平方英尺

获奖:2017 ASHRAE 技术奖 第一名,
LEED C&S 铂金奖

总费用:100,558,710 美元
每平方英尺费用:447美元

竣工/入住时间:2015年

能耗概况(JAPAN)

年能耗强度 (EUI) (Site):33.24 kBtu/ft²
电力(电网购买部分):28.53 kBtu/ft²
天然气:4.71 kBtu/ft²

年一次能源消耗:80.08 kBtu/ft²

相对于标准90.1-2007设计建筑的
节能率:32.5%

日本能源星级评价:五星级

年使用小时数:正常工作日每天9小时,
部分周末(周六)每天9小时

用水概况

年用水量:
2553000加仑/年;其中清洁水1592000加
仑,中水788000加仑(这部分中水是100%回
收水)

主要的可持续技术特点

节水措施:
雨水收集,污水处理,应用节水装置,回收水用
于冲厕或景观绿化。

材料循环再利用:
采用高回收百分比材料的混凝土,采用10%循
环材料的木制品。建造材料分类收集循环利用,
采用当地和本国材料,采用低污染排放的
室内装饰材料。

采光:
使用遮阳帘幕和自动控制百叶升降的双层玻
璃幕墙。

个性化控制:
所有工作岗位均设工位照明,每200-300ft²区
域设置空调控制器。

碳减排策略:
整个建筑自始至终都采用节能策略。

交通缓解策略:
距离火车站步行5分钟。

其他主要的可持续技术:
工位照明和自然采光,厕所节水系统,空调热
回收系统,屋顶绿植以降低空调室外机周围
的温度;排风热回收系统,屋顶花园提供从农

场到餐桌的农产品,持续监测和逐月校对,定
期进行后评估, MERV 13级过滤器用于过滤
PM_{2.5}和花粉。

建筑围护结构

屋顶:
类型:带有屋顶花园的混凝土屋顶

外墙:
类型:140磅混凝土(热阻值R为0.132h.ft².°F/
Btu)8英寸混凝土+热阻值11的木质保温层

窗户:
窗户有效U值:30.1W/ft².K
遮阳系数(SHGC):0.14
可见光透光率:53%

位置:35.652832 139.839478
北纬 35°39'10.1952"
东经 139°50'22.1208"
朝向:西向,长轴方向230 ft长,向下可眺望一
都市高速公路。东京地区夏季气候炎热潮湿,
这就带来了能源、采光、噪音和视野等方面的
设计挑战。

建造团队:

建筑所有者:YKK 地产有限公司

设计:NIKKEN Sekkei 有限公司

后，就能够设计一个大小合适的气流速的概念来自我们曾经经历过大树阴下自然微风的仿生记忆。采用一个小风机来实现散流器的功能，在倾斜的辐射板后面提供小流速的空气流，可以使温度的设定范围更大。建筑内区的温度变化不会很大，冷负荷由辐射顶板承担。

高效暖通空调系统。本项目设计了一个定制的辐射顶板供冷/供热系统，从而更好地将冷热水管与照明和低风速气流相结合。低空

照片1 外区图片



照片1 帘幕



帘幕为外部安装的机械设备营造了一个安全的围护空间，甚至还起到了闪电保护的作用。总的来说，花一份钱可以得到六种功能(立面外观、遮阳、反射日光、维护阳台、维持视野、防闪电)。

图2 多功能立面系统

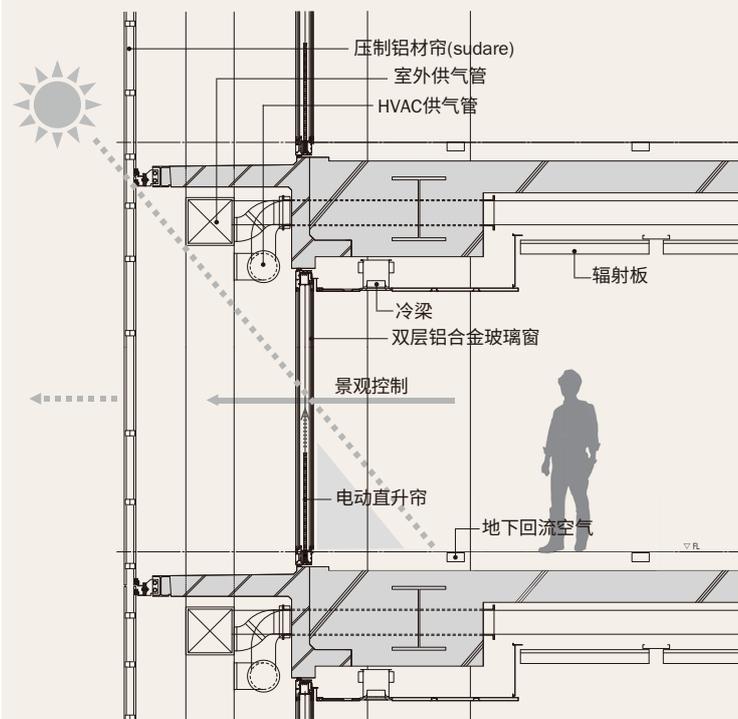
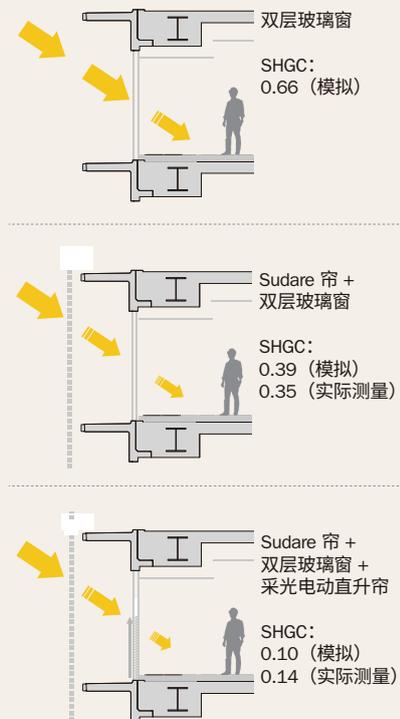


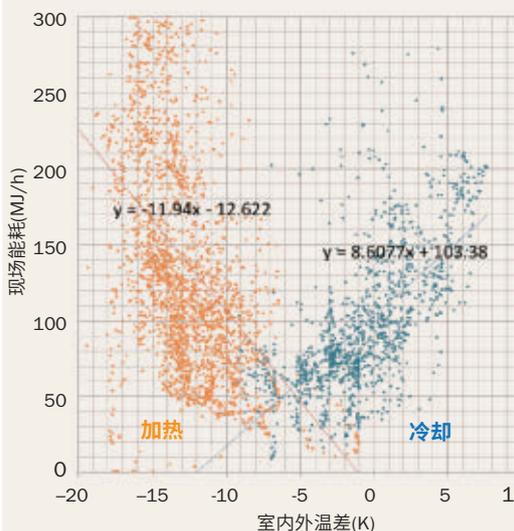
图3 遮阳系数(SHGC)图



模型验证室设计阶段使用
热能测验人体模型布置

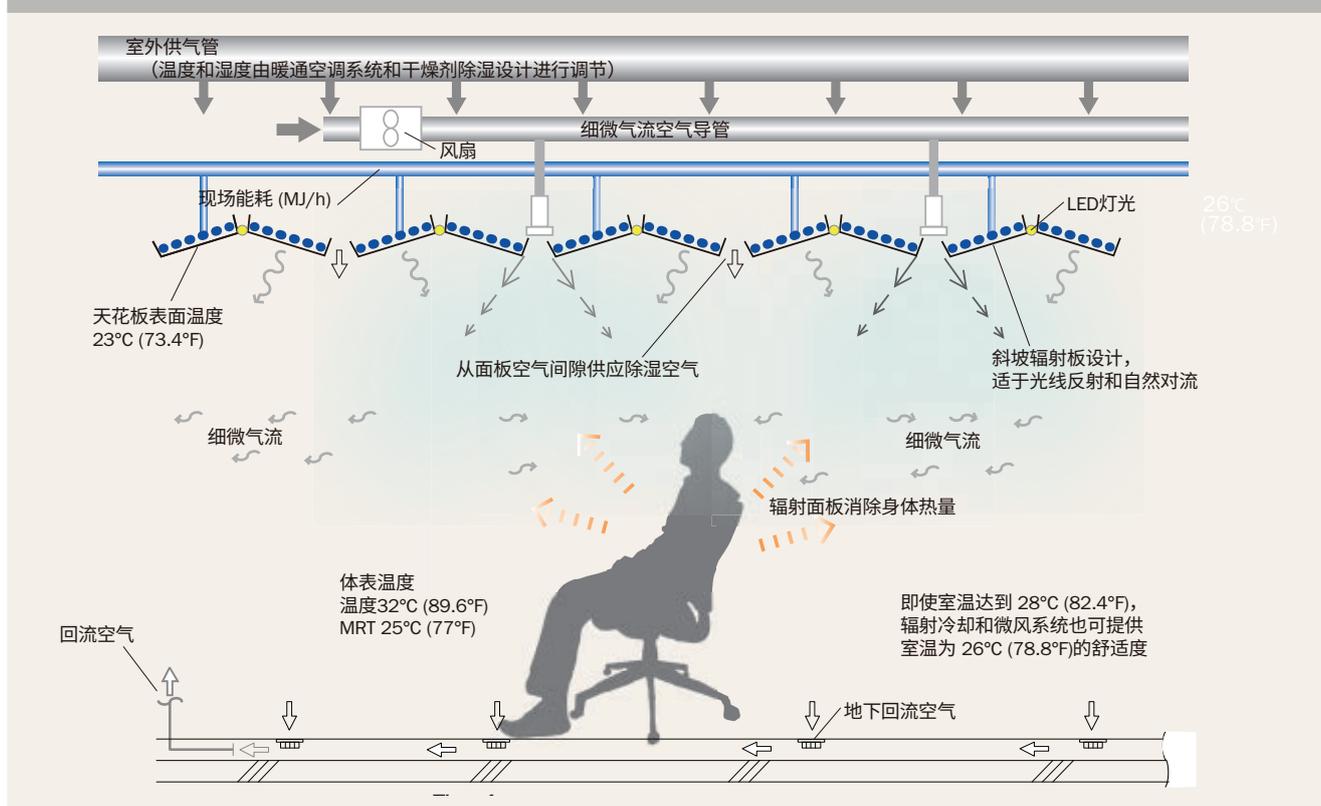


图4 室内外温差



该图展示的是YKK公司对房间进行真实的不同的温度设定对节能的影响。Y轴表示的是控制显热负荷时的能耗，X轴表示的是室外温度与室内各个房间的平均温度的温差。结果表明，如果室内温度在制冷模式下提高1K，节约8.6MJ/h，节约一次能源23.3MJ/h。同样的，在制热模式下，室内设定温度降低1K，节约12.0 MJ/h，节约一次能源32.4 MJ/h。冷冻水温度相对较高时，能够提高冷机的运行性能。

图5 暖通空调系统概念图





验证测量施工阶段之前,使用
400个紫外线灯作为热负载

图 7 CFD-BIM室内流场模拟结果

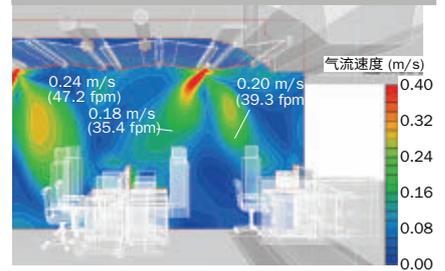
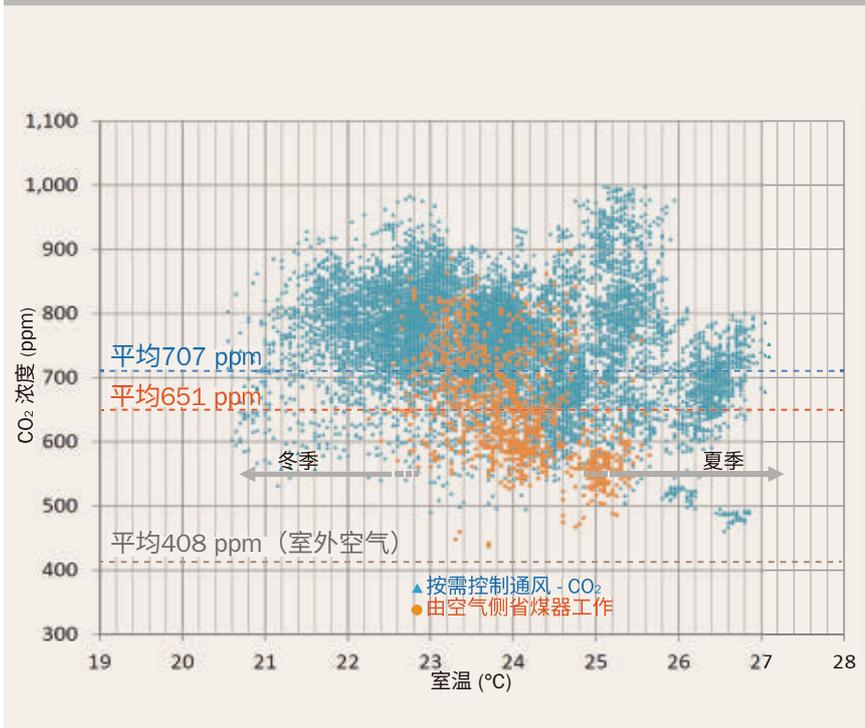


图 6 室内二氧化碳浓度与温度关系图



水作为未开发的自然能源用于直接换热,可应用于空气处理装置前端。

室内空气品质与热舒适

全年的室内空气品质由干燥除湿空调箱,独立新风和基于室内二氧化碳浓度的室外新风量来共同维持。经空气处理装置处理后的最少新风量被送入辐射吊顶的上部空间。送风气流由底部回风后返回位于屋顶的空气处理装置。
图6纵坐标显示了一天中空气处理装置运行时段内在地板处测量得到的房间二氧化碳浓度,横坐标则是各季节(夏季、过渡季和冬季)的平均温度。二氧化碳年平均浓度为707ppm,表明室内空气品质很好。此外,采用了MERV13级过滤器来控制送风的可吸入颗粒物,花粉和粉尘。

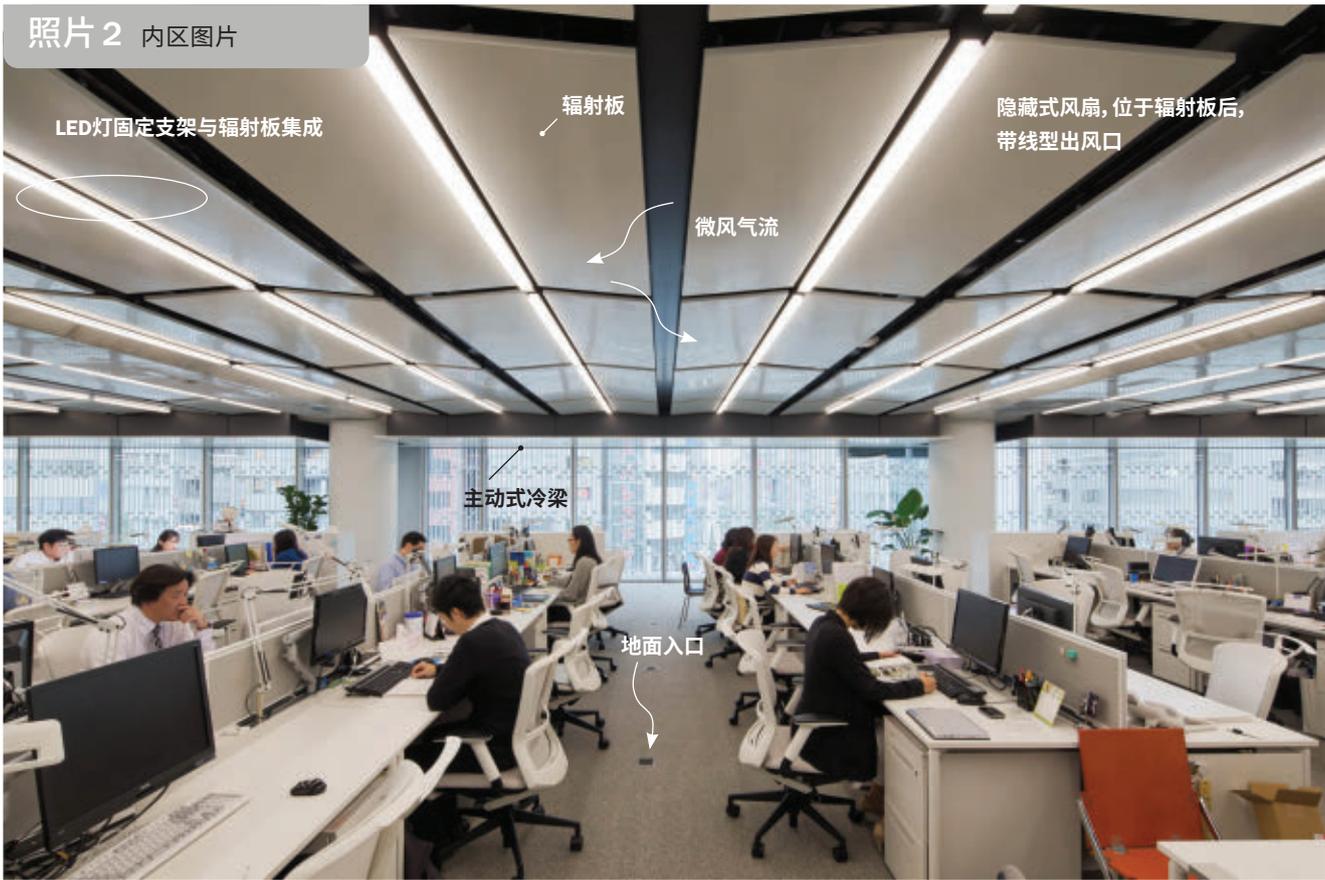
采用细致的三维BIM和CFD技术对冷辐射系统的舒适性进行验证,发现其与设计阶段相一致。此外,还在实验舱内采用低速气流对该区域的热舒适进行了测试(如图7所示)。

但是,临近外窗的区域冷负荷变化很大,这部分负荷由冷梁承担(图1)。

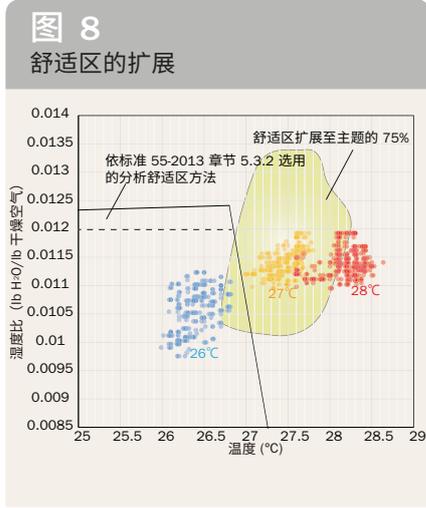
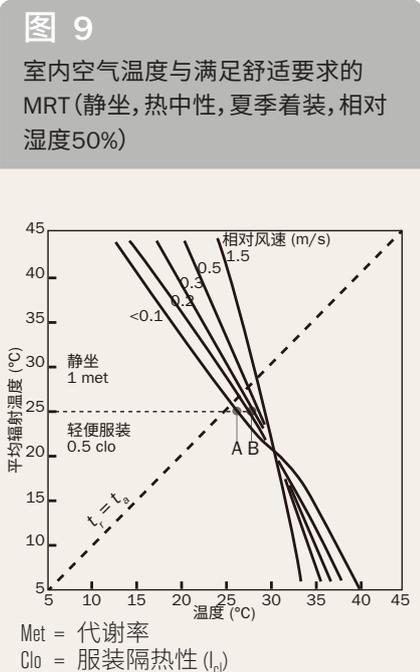
总之,无论从能耗还是舒适性角度来看,这种分区方式都十分高效。

另外的节能手段还包括主动式插座负载管理和土壤换热器。每台桌子上都配有外接电源和能显示用电量的插座。此外,桌子上还配备传感器探测是否有人,当没人时电源会自动关闭。

土壤换热器利用隔震层的地下壕沟来预热或预冷空气。此外,并



© Ken'ichi Suzuki



能保持舒适，该结果与ASHRAE 55-2013标准一致 (图8)。

实验结果表明，在150名受试者条件下，室内温度设定点提高后仍中，75%的人认同在低速气流条

创新点
YKK80建筑真正的创新在于满足业主、设计方和施工方采用集成

图 11

一年中逐月运行能耗数据



最终的能耗结果如表1和图6所示。当采用DOE的Energy Plus按照ASHRAE/IES 90.1-2007标准设置的基准线进行模拟时,该建筑会节约27.5%能耗(现场能耗);当将该建筑实际能耗与该基准能耗进行比较时,该建筑会节约32.5%能耗(现场能耗);而与东京地区办公建筑平均能耗相比时,该建筑会节约53%的能耗(一次能源)。

表 1

年运行能耗数据汇总

	现场 (kBTU/ft²·年)	源头能量 (kBTU/ft²·年)
90.1-2007 基准线	48.71	120.74
提案 (模型)	35.31	91.06
实际	32.87	82.08

日本东京的源头与现场能量比
 电力: 2.711
 天然气: 1.005

经验教训

项目的成功与否直接反映了业主目标的坚定程度。2011大地震和海啸发生后数周内,日本关闭了近30%的能源供应。因此,聚焦能源效率和百年设计方案就成为非常重要的目标。本次设计中从CFD模拟热舒适到150名受试者的全尺寸模型测试,再到随后的后评估,帮助我们实现了低能耗的热舒适目标。

此外,本建筑采用100年抗震的柔性设计,在外墙设置了机械风道进口,并在西侧采用铝制遮阳装置,从而保证了良好视野和采光,所有这些均有助于建筑的高性能。



上图 第九层是工作人员的交流餐厅,也可用作会议空间。

上图 长满甘薯叶的绿化屋顶可以给屋顶上空调设备周围的空气降温。

的设计理念应对2011年灾难所提出的挑战。主要的创新点包括:

多功能幕墙设计,“树下”微风辐射供冷系统,设计-模拟-实验验证的操作流程,有效的调适和不间断的监测和校核。今天YKK80已成为日本具有人员舒

适认可的最低能耗办公建筑之一(图10)。

除节能和舒适性以外,YKK公司还定期邀请大家参观设备系统,并利用其建筑能耗管理系统中的数据表格向观众传递其节能和节水策略的价值。另一个有特色的创新是设计了最新的实时地震探测系统,给楼内人员提供最快响应和安全信息。为更好防震,整个建筑都建在地震隔离垫上。

运行维护

在每一个团队成员的合同中，均包括了两年的性能验证以及基于复杂的BEMS数据来支持运行维护。整个团队（包括业主、设计单位、承包商、制造商和物业单位）都要参与这一不间断的性能验证中，直到人员入住两年后。BAS（建筑自动化系统）会提供详细、实时的能源和环境系统（制冷/制热，管道系统，耗水，电力，照明）的监测值。

上述信息会在每月一次的调适会议上公布，并用后面的节能工作和舒适性提高。

图11给出了一年中各月实际运行数据与ASHRAE/IES 90.1-2007标准基准线和能耗模拟的比较。

经济性分析

YKK80采用集成设计流程将整个建筑作为一个系统进行优化，并采用帘幕、斜坡辐射顶板等具有多种功能的建筑部件。尽管如此，该建筑初投资仍高于常规类似办公建筑。

该建筑初投资增加量为7.2亿日元（约720万美元），折合为34418日元/m²（32美元/ft²），设备运行费用每年节约6600万日元（约63万美元），折合为3155日元/m²（2.8美元/ft²），比东京类似大小办公建筑费用低52%。假设设备运行费用不增加，进行一个简单的投资回收分析，则增加的投资回收年限不超过11年。如果由此导致人们劳动生产率温和



增加5%（其它绿色办公建筑报告的增加值要比该值高很多），则这个11年的投资回收期会变为不到2年。

环保效益

实际的二氧化碳减排量为22.6kg/m²（4.64磅/ft²），低于东京地区基准线32%。上述计算中，电力二氧化碳排放：0.496kg/kWh；天然气二氧化碳排放：2.23kg/kWh；自来水二氧化碳排放：3.129kg/m³。这栋建筑还采用了高效的节水设备，如马桶冲洗每次耗水量为3.8L（1加仑），水龙头上安装14秒自动关闭计时器，因此，相比日本的普通办公建筑，该建筑可节约65%的自来水。除此之外，生物膜过程处理的水源全部为处理后的废水和回收的雨水，100%为非自来水。

社会责任

YKK公司深知成为优秀的企业公民并将其融入当地社区的重要性。公司承担社区责任的例子包括：在建筑外种植自江户时代（大约1615年-1868年）出现的植物，并进行标识说明，推动屋顶花园种植从农场到餐桌的食物；利用建筑入口附近的空间，为当地手工艺品制造商提供举办工作坊和展览活动的机会。

结论

根据东京都政府的最新数据，YKK80建筑在465个样本建筑中的能耗表现位居前1%。

YKK80建筑成功实现了，甚至超越了最初设定的节能、舒适、健康、抗震和全生命周期高性价比的目标，并为日本高性能建筑建立了新的标杆。●

作者简介

Susumu Horikawa, 注册工程师, 机电工程部执行官和负责人; Kitaro Mizuide, 博士, 注册工程师, 机电工程部总经理; Taro Hongo, NIKKEN SEKKEI公司机电工程师。

毅智 FlowMate



Go Beyond!
We Add Colors to Green Buildings

毅智 FlowMate

.....not only a REAL PICV, but also a **SMART** PICV
.....真正的智能动态平衡调节一体閥

Transit seamlessly to a SMART building
兑变为智慧建筑.....

Self balance 动态平衡

Commission-less. 免调试

Pump Optimization 协助优化水泵系统

Energy Watch and Audit 无间断能源审核

Retro-/On-going Commissioning 系统运行无间断调适

IIoT (Intelligent Internet of Things) & 智能物联网技术

Empowering
Smart buildings through
Intelligent Technologies

www.flowmate.com



打破界限

(建造模式) AT STONE34

MICHAEL HEDRICK, P.E., ASHRAE会员, 以及 ADAM KLEIN

设计一个新建、低能耗的建筑当然是一个挑战,但也是全国各地很多设计团队每天都在开展的一项工作。保证新建建筑的实际能源使用量与苛刻的经济处罚相关是更严峻的挑战——只有少数团队在追求这一点。

Doug Scott

位 于西雅图并于2014年落成的被LEED Platinum BD+C 和 O+M认证的建筑物stone34接受了这一挑战,并达到要求。

布鲁克斯体育公司是一家经营服装的公司,他们需要一个新的总部来容纳他们不断增长的员工数量。

布鲁克斯希望这个建筑成为一个声明，一个标志着他们致力于可持续性和户外活动的旗舰建筑。

该公司与Skanska USA Commercial Development (Skanska USA CD) 合作，成为140505平方英尺的混合办公大楼Stone34的主要租户。Stone34位于西雅图的弗里蒙特 (Fremont) 地区，俗称“宇宙中心”，位于主要的步行和自行车道旁边。

该团队决定在西雅图市推行一项名为“深绿试点项目” (DGPP) 的试点性认证工程。这个计划使得该项目的允许容积率 (FAR) 提高了15%，同时增加了建筑物高度限制，但是项目使用后的水电费账单必须满足以下要求：



挂在公司小酒馆里的仪表盘几乎能实时更新能源耗量和用水量。

- 与西雅图2030地区用水基准相比，用水量减少75%；
- 与2003年“商业建筑能耗调查”数据相比，能源使用量减少75%；
- 在现场收集和再利用的雨水量达到50%。

此外，该建筑需达到实际建筑挑战赛要求的60%，同时必须持续监测和诊断。如果不符合这些要求，罚款最高可能会达到项目建造价值的5%。

这个项目的三个主要承担者都支付了保证金，包括布鲁克斯，Skanska USA CD (该公司在



大堂设有一个题为“裂隙”的动态艺术装置，当能源使用量很低时，会“开花”。

建筑一览

名称 Stone34

位置 西雅图

与最近的大城市的距离
西雅图市区以北2.6英里

业主 Unico Properties, LLC.

主要用途 商业办公
包括 零售店和餐馆

员工/使用者 303

预期(设计)容纳人数 400
入住率 76%

总平方英尺 140,505
空调空间 140,505

竣工/入住 Sept. 2014

能源一览 (美国)

年度能源使用强度(EUI) (Site) 27.06
电力(来源于电网购买) 21.78
电力(来源于太阳能或风能装置) 0.00
天然气 5.28

年度净能源使用强度 27 kBtu/ft²

年度一次能源 74 kBtu/ft²

年度能源成本指数(ETI) \$0.56/ft²

年负荷系数 36%

相对于标准90.1-2007
设计建筑物的节能率 47%

能源之星评级 截至2015年8月31日是100,
也是入住第一年

碳排放 .0022 lb CO₂e/ft² · yr

采暖日数(基于65°F) 3,272

制冷日数(基于65°F) 789

年度入住小时数 2,600

水用量一览

年用水量

781,391加仑的城市供水
352,990加仑的雨水再利用

关键的可持续性特点

节约用水 65,000加仑的雨水蓄水池,低流量的
马桶和水龙头,定时淋浴器

再生材料 从以前的构造物中收集、再利用木材
和铁路枕木

采光 大窗户和狭窄的建筑宽度使得自然光线
能够深入到建筑物内部。

个人控制 可开启窗口,多级开关,个人可调节
的照明

碳减排策略 二氧化碳监测器,碳补偿购买

交通缓解策略 115个自行车位,4个EVC车站,
建筑临近主要步行跑道,鼓励步行。提供的淋浴
设施进一步鼓励员工采用人力交通工具。

其它主要的可持续特性

光污染控制——户外长椅照明;选择原生植物
和天然植物以满足最低水分要求;功能楼梯鼓
励用户在楼层间行走,而不是乘电梯。

建筑围护结构

屋顶

类型 沥青膜,刚性锥形保温层,混凝土板
总热阻 40

反射率 非定值

墙体

类型 39%的预制混凝土,27%的金属螺栓,
24%的拱肩板,10%的其他

总热阻 18

窗墙比 37%

地下室/基础

地下室底板边缘保温热阻 10

地下室外墙保温热阻 N/A

地下室地面热阻 N/A

底板保温热阻 28

窗户

整体有效传热系数 0.34

太阳得热系数(SHGC) 0.26

透光率 0.55

位置

纬度 47.64892

方向 西

建设团队

建筑业主/代表 Unico Properties, LLC.

建筑师 LMN Architects (S&C), Gensler (TI)

总承包商 Skanska USA (S&C), Sellen (TI)

机械工程师 McKinstry

电气工程师 Rushing Company

能源建模师 McKinstry

结构工程师 DCI Engineers

土木工程师 KPFF Consulting Engineers

环境顾问 PanGEO Incorporated

景观设计师 Swift Company LLC

照明设计 Lightwire

LEED顾问 Green Building Services

调试代理人 Engineering Economics, Inc.

机械概念设计 WSP + Brinkerhoff

开发商 Skanska USA CD

Virtuance

在Stone34俯瞰西雅图
弗里蒙特附近的联合湖。



上图:员工的行为确保了Stone34能够达到能源和水的消费目标。

右图:许多布鲁克斯的员工在中午沿着邻近的人行道和自行车道跑步。

Virtuance



Unico Properties和Laird Norton的合资企业入住后不久就回收了其保证金)和McKinstry, 一个设计—建造机械承包商, 该公司还负责建筑物使用后性能的测量和诊断(M&V)。

性能保证

实现Stone34的性能目标需要M&V团队在设计阶段深入参与, 工程师团队在建筑性能分析全周期内深入

参与。这种方法不同于传统的设计—招标—建造三段法, 传统方法中不同的单位负责项目的不同阶段。一个单位可能会进行设计和建模, 第二个单位可能负责建造, 另一个单位可能负责性能分析评价。这种传统的方式不利于责任的追究。

就Stone34而言, 完全由一家公司负责设计, 施工和性能监控。这弥合了设计意图与实际呈现效果之间的差距。

可持续系统

由于严格的许可要求和较小屋顶面积, Stone34没有安装可再生能源生产设施。为了达到较高的能源性能目标, 该项目采用高性能的围护结构, 扩展的舒适度标准, 以及高度联动、可控的机械系统。虽然这个系统没有一个单一的技术是前所未有的, 但在美国, 很少有项目将这些技术综合起来使用、作为受到良好监控和优化的系统的一部分。

建筑围护结构包括R-40屋顶, R-18墙和高性能低太阳得热系数的玻璃窗。窗墙比设定为37%, 参数化模型有助于平衡能源性能与建筑美学之间的关系。

Stone34的机械系统是最先进的。机械设备包括冷凝锅炉, 热回收冷水机组, 超大流体冷却器(用于水侧省煤器), 专用带热

表 1 第一年每月能耗和用水量

月	总能耗 (kBtu)		居民用水 (加仑)		雨水再利用 (加仑)	
	实际:	DGPP目标:	实际:	DGPP目标:	实际:	DGPP目标:
2014年9月	303110	283352	82598	97707	73514	29596
2014年10月	349302	281298	29344	89481	39420	15503
2014年11月	488081	367931	15072	59430	44526	29991
2014年12月	410839	482778	13116	61411	29534	31297
2015年1月	331839	539968	13698	61411	29714	29001
2015年2月	271406	409719	13362	55468	31172	27379
2015年3月	299712	397539	14891	61411	37773	31892
2015年4月	252478	325622	30477	59430	28266	31517
2015年5月	243432	335563	80008	61411	8132	37697
2015年6月	265169	286448	133621	59430	0	46613
2015年7月	298584	307195	189233	149605	5287	17641
2015年8月	288191	326629	165971	138797	25652	20929

回收的室外新风空调箱和相变材料（PCM）储热罐。该系统通过四管制水系统满足定风量和可变风量空调末端，主动式冷梁，风机盘管和辐射板要求。

该系统的一个主要节能技术是回收冷水机组冷凝器侧热量，并用于加热建筑物的热水系统。当加热和冷却负荷同时存在时，这就提供了“免费”加热。

PCM储热箱内的填充材料的相变温度是55华氏度，使冷水机组能够在更高、更高效的蒸发温度下工作。此外，储热罐还提供额外

图 1 STONE34中央液体循环冷却装置图

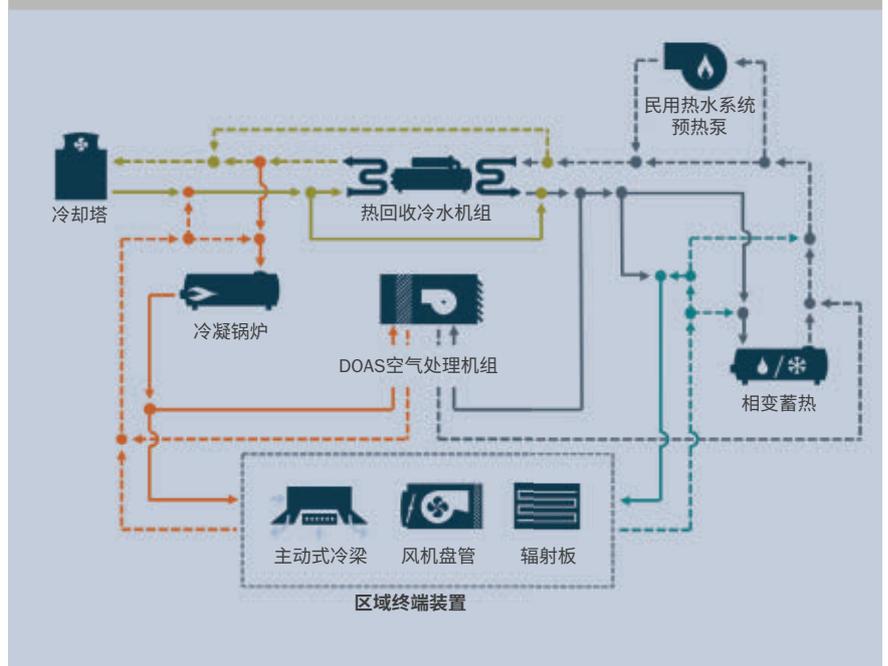


图 2A 实际用水量总计

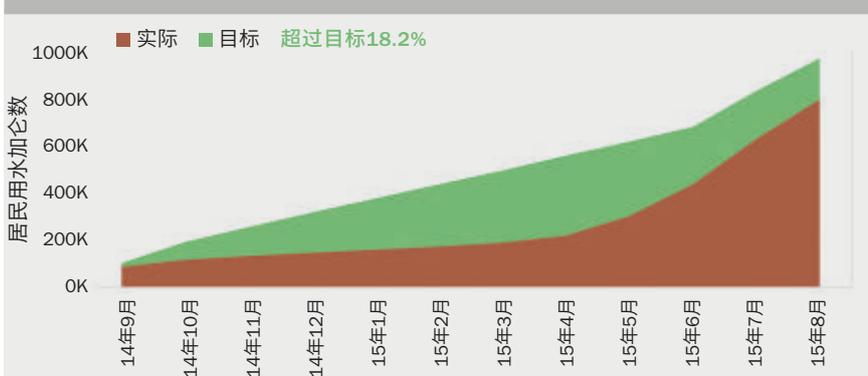
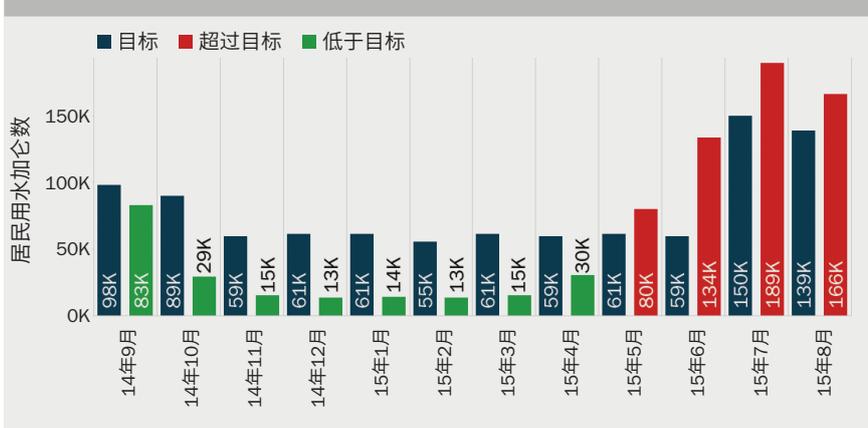


图 2B 每月实际用水量与DGPP目标



的热回收时间，只有加热负荷时用于存储冷量。

水处理和给排水系统效率比较高，捕获的雨水被处理并再次供应用于灌溉，机械系统补水和冲水装置。植物品种的仔细选择和布置也减少了灌溉要求。雨水被收集并排放到一个6.5万加仑的水箱中进行处理，然后再用于非饮用水系统。

M&V工程师在设计过程中至关重要，他们确定哪些能源和水计量设施需要安装，确保能达到履约要求。安装的仪表允许按照楼层进行照明和插头负载跟踪，按照使用类型和位置确定耗水量，以及通过设备来确定天然气使用情况。除了广泛的计量之外，许多控制点也被跟踪以实现可视化效果，从而核查建筑运行情况。

租户参与

如果没有租户的承诺，这一切都不可能实现。租户、业主和承包商参加了几次年度能源预算谈判，以在总体能源限额范围内为租户提供便利性。

尽管并不总是那么容易，但布鲁克斯和项目团队合作设法让员工参与到降低能耗和用水量行动中。员工获得了关于行动的直观反馈，其中包括挂在公司小酒馆的仪表盘，能够实时共享能源和水的消耗量。大堂里还有一个艺术装置，能源使用量低时“开花”，能源使用量高时则“枯萎”。

作为低能耗目标的一部分，团队很早就决定扩大办公空间的典型设计条件，夏季室内温度设

图 3A 实际总能耗总计

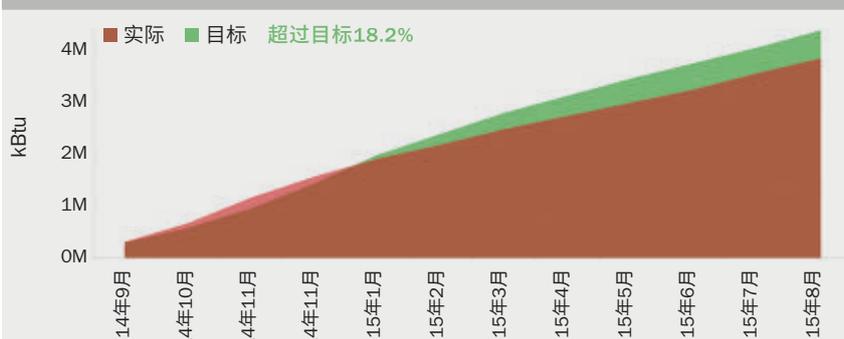


图 3B 每月实际总能耗与DGPP目标



大部分的景观都是可以食用的，
且都是被现场捕获的雨水浇灌。

经验总结

Performance contracts, 项目团队在设计阶段就签订的能耗量和耗水量指标合同有助于高性能技术的更广泛应用。面临的挑战使各方的利益在各个阶段都与建筑性能目标一致,这里有一些有用的建议:

- 将有关建筑物总体性能的要求**纳入**其关键承包商和分包商的**财务合同**中,这些承包商和分包商的行为可能会影响建筑物的性能。
- 尽早进行**包括所有相关方**(例如业主,租户,建模师,设计师)就租户性能租赁需求的谈判。任一辅助计算和文档都做到完全透明,有助于建立明确的目标和信任。
- **拥有复杂控制系统的建筑物在入住之前难以准确调试**。由设计工程师和调试代理人一起对楼宇自动化控制系统进行审核,意义重大。
- **关注不可预测的事情**。有些事情(或许多事情)会与设计团队预期的不同。聘请的M&V团队对于快速识别和排除故障至关重要,设计和施工团队需要继续服务于该项目,直到整个性能调适结束。
- 如果水温需要一段时间才能稳定下来,那么**四分钟的淋浴时间**对于一次舒服的淋浴而言实在太短了。
- **仅有仪表盘是不够的**。为特定建筑量身打造定制可视化的软件程序可以准确显示建筑在系统层面的表现,并识别潜在的风险或问题。
- **剔除干扰数据**。团队具有跟踪大量建筑数据的能力,但只有一小部分能够揭示建筑物的实际性能。

图 4A 实际雨水再利用量总计

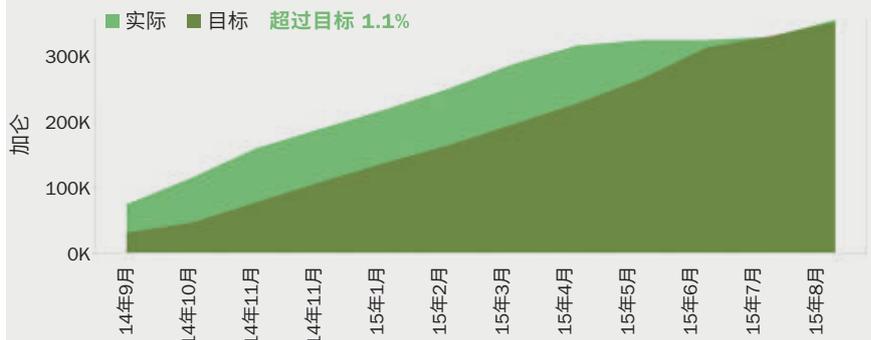
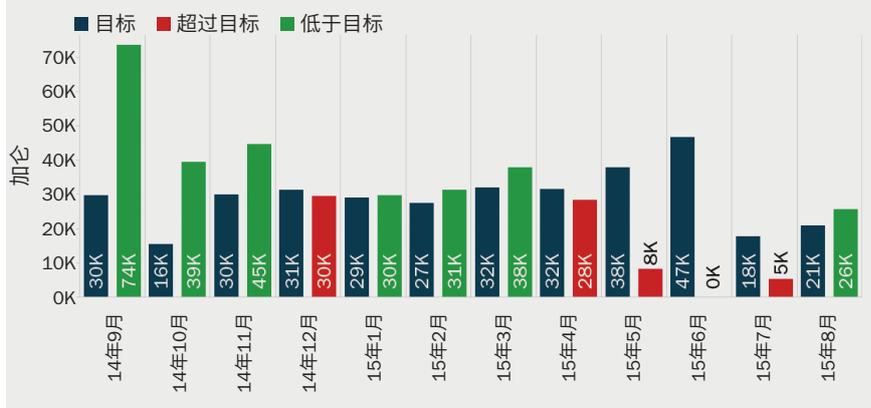


图 4B 每月实际雨水再利用量与DGPP目标



定为78°F、冬季室内温度设定为70°F。然而,尽管设计团队和租户做了充分的计划,但仍在入住的第一个夏天收到54份关于温度的抱怨和投诉。在经历这些最初的投诉后,通过用户培训和优化机械系统操作,使投诉在下一年下降到11份。布鲁克斯估计,有一半的员工每天洗澡,并预测将导致大量的水费开支。每个淋浴器都由一个计时器控制,在使用四分钟后关闭。这是一种不寻常的方法,而且使用者的反应复杂。今年晚些时候,研究小组同意延长淋浴定

时时间,因为很明显淋浴的数量并没有像最初预测的那样对实现降低能耗和水耗目标造成很大的风险。布鲁克斯还转向智能插头的研究,以找到如何在每个员工的工作站节省能源。在入住的前三个月,布鲁克斯收集了员工的行为数据,并利用样本库检测基于时间的智能策略是否有效控制功率。一旦团队对如何最好地实施他们的智能插头策略有了很好的了解,他们就完善了设备控制逻辑,从而将插头负载降低大约60%。



复杂而相互联动的机械系统帮助该项目实现了严格的能耗和水耗目标。



上右侧 能量管理装置帮助捕获入住后异常高的天然气使用量。

下右侧 余热存储在相变材料储热管内。

能源管理的优势

由于会对不理想的结果进行巨额经济处罚，实时性能跟踪对于在入住后进行的操作调整至关重要。设计工程师，M&V团队，租户和物业管理人员在一年性能调适期内定期举行会议。

楼宇监测于2014年10月中旬上线，M&V团队在两周内发现建筑物的天然气使用率异常高，并将其归因于集中供暖设备的运营。为了解决高于预期的天然气使用量问题，M&V团队建立了一系列数据可视化系统，以帮助了解集中供热设备的运行时间和方式。

不到两个星期之后，工程师，M&V和控制团队已经确定了根本原因（控制顺序错误），就解决方案达成了共识，并且实施了对集中供热设备控制措施的更改以解决问题。天然气使用量急剧下降，之后进一步低于模拟目标。如果M&V仅依赖于每月水电费反映的问题而不是实时积极监测，那么在这个问题被发现、识别和纠正之前，建筑物的运行效率将会大大降低。

能耗和水耗数据的可视化能够帮助识别其它的低效问题，包括室内照明的控制问题，车库照明中有缺陷的用户计时器问题，重复的区域加热，水箱中失效的浮子传感器，以及整个建筑物中多个打开的加热和冷却阀等。

结果如下

在入住的前12个月，建筑物性能调适结束后，能源实际使用强度为27 kBtu/ft²/yr (EUI)，比预期目标低12.5%，生活用水比预期低18.2%，雨水再利用比预期高1.1%。与同类建筑相比，能源使用降低了78.9%，生活用水降低了81.7%。

经过“国际未来生活研究所”的第三方审查和完整的审计后，西雅图市于2016年8月正式通知Stone34项目组，该建筑符合DGPP能源，水和可持续性的要求。

项目的成功取决于许多因素。团队是一个整体并致力于共同合作，高度重视检测和诊断建筑物运行中的性能。小组的核心成员根据合同负责人住后的建筑物性能。该团队为建筑物的使用者提

供了跟踪和了解自身行为对建筑物性能影响的工具，并激励他们以平等的合作伙伴的身份共同实现项目目标。

值得注意的是，当布鲁克斯搬进来后不久，Stone34被卖掉了，合资企业也购买了它，同时承担了能耗和水耗的担保——直接证明，给予正确的激励机制，在激烈的市场竞争中发展极低能耗建筑是一件好事。●

作者说明

Michael Hedrick, P.E. 是McKinstry的首席工程师和Stone34设计团队的成员。
Adam Klein是McKinstry的能源分析师，也是Stone34测量和核查团队的成员。

既有建筑改造上 海现代申都大 厦绿色建筑的运行效 果研究

华东建筑集团股份有限
公司 田炜 夏麟

摘要 本文介绍了获得2012年绿色建筑三星级设计标识的上海现代申都大厦项目的设计理念、设计方法和多项综合新技术,对该办公楼的控制策略、运行效果、实际能耗、室内环境质量和用户满意度进行了分析。综合分析发现,上海现代申都大厦项目实现低能耗的主要原因在于管理层面,注重用能总量的控制策略和持续改进的保障制度;技术层面,注重被动优先、主动为辅和适宜空调系统形式采用的技术理念。

关键词 绿色建筑 实际能耗 室内环境

RESEARCH ON OPERATION EFFECT OF SHEN DU MANSION

AUTHOR: TIAN WEI, XIA LIN

WORKING UNIT: ARCPLUS GROUP PLC

Abstract: This paper introduces the design concept, design methods and several new synthesis technologies of Shen Du Mansion, which was awarded a 3-star green building design logo in 2013, as well as the control strategies, operating effects, actual energy consumption, IEQ and customer satisfaction. After comprehensive analysis, we found that there are couple main reasons that Shanghai Shen Du Mansion Project have achieved the goal of low carbon. One is in management level which the control strategy of total energy using is focused and the guarantee regulation is consistently improved; the other one is in technical level which the technical conception of passive priority, active secondary and using proper a/c system is focused; in addition, everyone is involved in the campaign of energy saving.

Keywords green building, actual energy consumption, IEQ



图1 改造前建筑图



图2 改造后建筑图

0 案例概况

上海现代申都大厦项目位于上海市黄浦区西藏南路1368号,该房屋原建于1975年为围巾五厂三层车间,1995年由上海建筑设计研究院作改造设计成办公楼。经过十多年的使用,建筑损坏严重,难以满足现代办公的要求。2008年现代设计集团决定对其进行翻新改造,当时恰逢中国绿色建筑发展的开始,

借助世博和中国绿色建筑发展的双重影响,现代设计集团最终决定对其进行绿色化改造。项目占地面积 1106m^2 ,地上面积 6231.22m^2 ,地下面积 1069.92m^2 ,建筑高度:23.750m,地上六层,地下一层,属于商务办公类建筑。该项目于2012年获得绿色建筑三星级设计标识,2013年获得上海市优秀工程设计一等奖。

1 上海现代申都大厦项目节能关键^[1]

上海现代申都大厦项目是现代设计集团自主开发、自主设计、自主建造、自主管理的既有工业建筑绿色化改造工程。项目采用了众多绿色节能新技术,如自然通风、自然采光、垂直绿化、雨水回用、太阳能热水系统、太阳能光伏发电系统、空气热回收技术、能效监管、智能照明等。该项目旨在满足功能、空间的形式设计与能被动适应气候的节能设计、加固设计的均衡;强调了扩展立面设计内涵与形象、

围护、采光、遮阳、导风、视野的功能整合；以及基于建筑功能空间特点的机电适用设计；策划、设计、施工、运维的全过程绿色实施。下面对此分别进行介绍。

1.1 被动式设计

项目充分考虑被动式节能技术，包括自然通风、自然采光、建筑遮阳等技术措施。

(1) 围护结构节能设计

项目整体呈L型(见图3)，东北侧东西进深达到17米，西南侧南

北进深达到19米，建筑朝向南偏东10度，体形系数0.23。窗墙比：东向:0.67,南向:0.66,西向:0.08,北向:0.33。

围护结构按照公共建筑节能设计标准进行节能改造，外墙采用了内外保温形式，保温材料为无机保温砂浆(内外各35mm厚)，平均传热系数达到 $0.85\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

屋面采用了种植屋面、平屋面、金属屋面几种形式，保温材料包括离心玻璃棉(80/100mm厚)、

酚醛复合板(80mm厚)，平均传热系数达到 $0.48\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

玻璃门窗综合考了保温隔热遮阳和采光的因素，采用了高透性断热铝合金低辐射中空玻璃窗(6+12A+6遮阳型)，传热系数 $2.00\text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ，综合遮阳系数0.594，玻璃透过率达到0.7。

(2) 自然通风

申都大厦位于市区密集建筑中，与周围建筑间距较小，虽然申都大厦存在众多不利的自然条件，但建筑设计从方案伊始即提

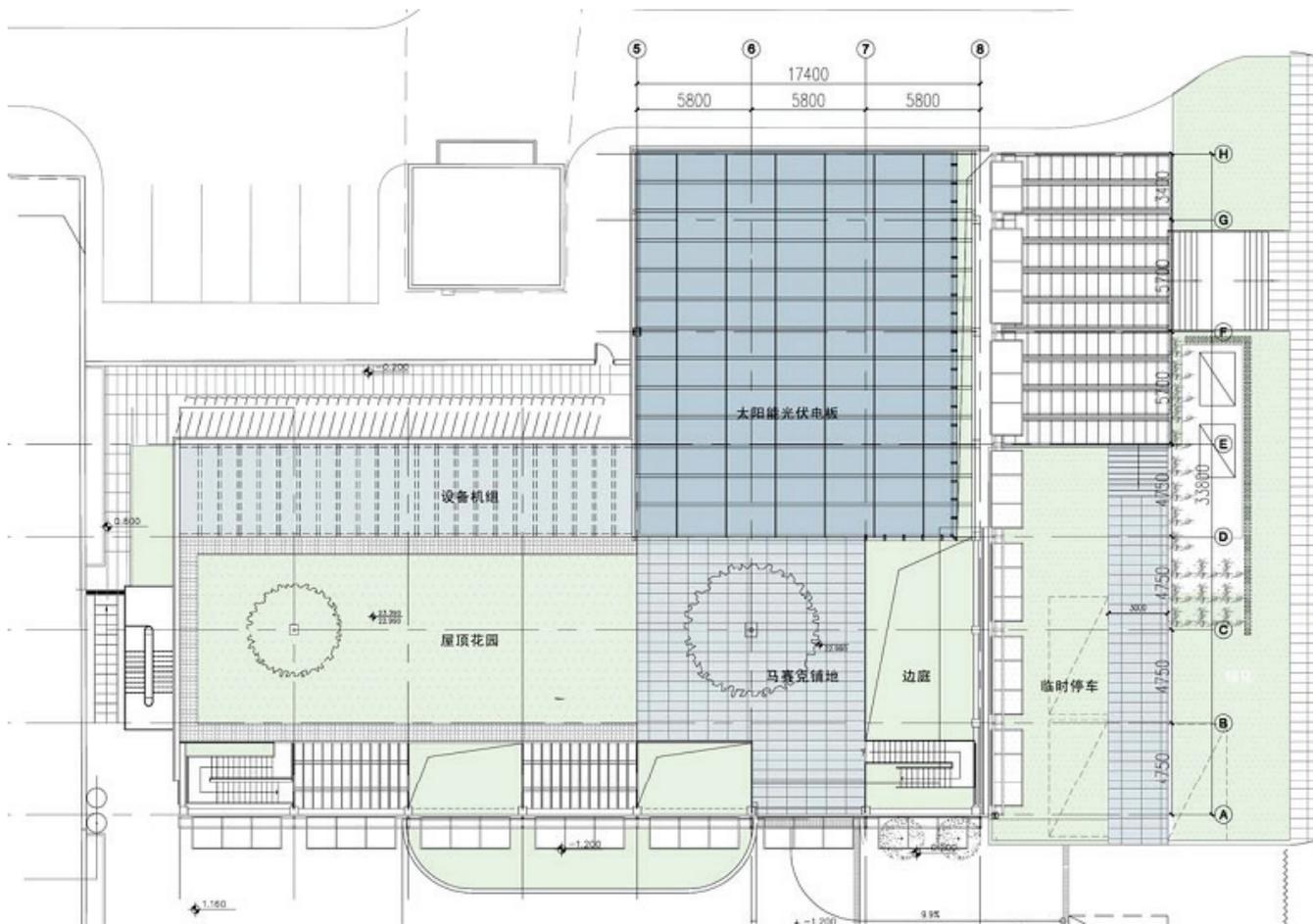


图3 项目总平面图

出了多种利于自然通风的设计措施,如中庭设计、开窗设计、天窗设计、室外垂直遮阳倾斜角度等措施。

中庭设计:设置中庭,直通6层屋顶天窗,中庭总高度29.4m,开洞面积为23m²,通风竖井高出屋面1.8m,即高出屋面的高度与中庭开口面积当量直径比为0.33。



图4 中庭实景图

开窗设计:采取移动玻璃门等措施,增加东立面、南立面的可开启面积,因为上海地区的过渡季主导风向多为东南风向范围,增大两侧的开窗面积有利于风压通风效果。外窗可开启面积比例:39.35%。

天窗设计:天窗挑高设计,增加热压拔风,开窗位置朝北,处于负压区利于拔风,开窗面积为12m²,开启方式为上旋窗。



图5 天窗实景图

室外垂直遮阳设计:东向遮阳板(为垂直绿化遮阳板)向外倾斜,倾斜角度为30度,起到导风作用。

(2) 自然采光

改造既有建筑门窗洞口形式(图6):既有建筑窗口为传统外墙开窗形式,本次绿色改造一改传统开窗形式,在建筑主要功能空间外侧开启落地窗,而仅仅在建筑的机房、卫生间以及既有建筑北侧设置传统门窗。改造后的建筑结合改造功能定位,恰当地将室外光线引入室内,调节建筑室内主要空间的采光强度,减少室内人工照明灯具的设置需求。



图6 大空间办公空间(南侧)

增设建筑穿层大堂空间与立面的开窗面积(见图7):既有建筑改造过程中,建筑首层与二层层高相对较低,建筑主要出入口为建筑的东偏北侧,建筑室内空间进深较大,直射光线无法影响至进深深处,同时在建筑主入口处无法形成宽敞的建筑入口厅堂空间。因此,在改造设计中,将建筑首层局部顶板取消,形成上下穿层空间,既解决了首层开敞厅堂空间的需求,同时也通过同层的主入口空间的外部窗口,很好的将自然光线引入局部室内,较好的改善东北部区域的内部功能空间的室内自然采光现状。建筑东南角结合室内休闲展示功能空间,采用中轴旋转落地窗,拓展既有建筑的开窗面积与开启形式,很好地解决建筑东南局部室内自然光线的引入问题。

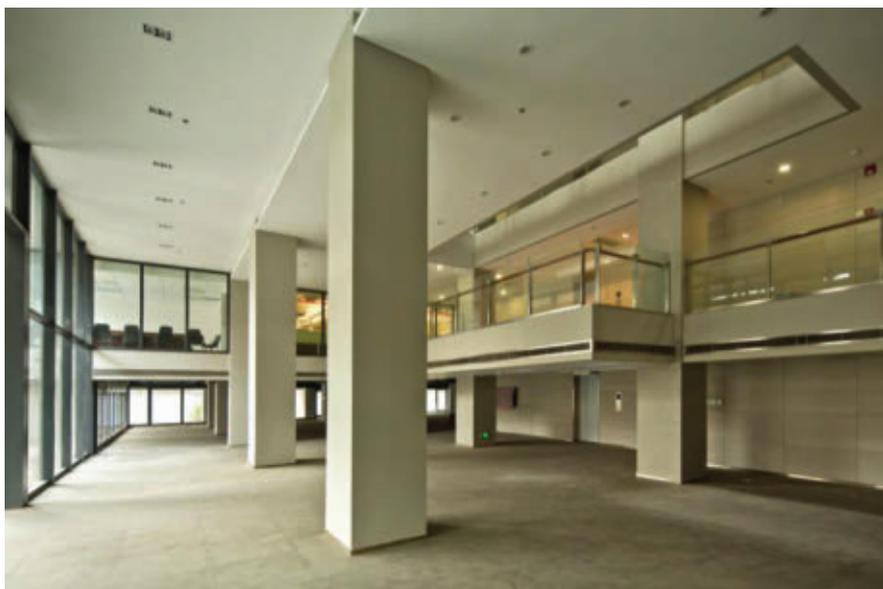


图7 东侧入口大厅实景图

增设建筑边庭空间:既有建筑平面呈“L”型,建筑整体开间与进深较大,因此,建筑由二层至六层空间开始,在建筑南侧设置边庭空间,边庭逐层扩大,上下贯通,形成良好的半室外空间,不但在建筑南侧形成必要的视线过渡空间,同时也缩减了建筑进深大而引起的直射光线的照射深度的不利影响。

增设建筑中庭空间:既有建筑从三层空间开始,在电梯厅前部增设上下贯通的中庭空间,并结合室内功能的交通联系,恰当地将建筑增设中庭空间一分为二,在保证最大限度使用功能需求的同时,增设自然光线与通风引入性设计来改善建筑深度部位的室内物理环境。

增设建筑顶部下沉庭院空间:建筑五、六两层东南角内退形成下沉式空中庭院空间,庭院空间同样以缩减建筑进深与开间的方式,有效的将自然光线引入室内,增强室内有效空间的自然采光效果,同时,也增加了既有建筑的空间情趣感。

(3) 建筑遮阳

建筑设计从方案伊始即提出了多种利于遮阳的设计措施,并综合考虑了夏季遮阳、冬季得热的问题,同时也考虑周围建筑对于该建筑的影响,冬季建筑受到周围建筑较强的遮挡。

主要设计措施有垂直外遮阳板、水平挑出的格栅(外挑走廊),并针对东、南里面措施有所不同。

1) 垂直外遮阳板:东向外倾斜一定角度(30度),在满足夏季遮阳要求的同时,尽量对于冬季的日照影响较小,并且利用该构件种植绿化,一可改善微环境,二可增加夏季遮阳的效果,冬季落叶后还提高了日照的入射。

2) 水平挑出的格栅(外挑走廊):在南上水平挑出结构(外挑宽度为3.9m)可以起到非常好的遮阳效果,并且利用该结构作为室外交通空间,也改善了办公环境。

1.2 机电系统设计

1.2.1 空调系统

项目依据设计院办公使用的特点采用了易于灵活区域调节的变制冷剂流量多联分体式空调系统+直接蒸发分体式新风系统(带全热回收装置),并按照楼层逐层布置;厨房及展厅大厅各设置一套系统,易于管理。能效比均高于国家节能标准:室内循环风VRF系统的室外机能效比为5.2-5.8(铭牌),带热回收型新风VRF系统室外机能效比为5.34(铭牌),普通新风VRF系统室外机能效比为2.79-3.06(铭牌)。

1.2.2 照明系统

照明光源主要采用高光效T5荧光灯,LED灯,其中LED灯主要用于公共区域。灯具形式主要采用高反射率格栅灯具,既满足了眩光

表1 申都大厦LED照明灯具使用说明

申都大厦LED照明灯具							
序号	名称	图片	描述	主要技术参数	安装区域	申都大厦使用数量	备注
1	2.5W/7.5W 0.8W/5W 吸顶灯		LED声光控 双亮度 6000K	1. 功率: 2.5/7.5w 2. 光通量: 770lm 3. 灯具效率:95% 4. LED光效: 110lm/W	楼梯间	14	双亮度, 白天不亮, 夜晚没声音微亮, 有声音大亮
2	4寸8W 筒灯		LED筒灯 8W 4000K	1. 功率: 8w 2. 光通量: 823lm 3. 灯具效率:95% 4. LED光效: 110lm/W	各楼层走道等 公共区域	255	本工程中实现智能及BA控制
3	5W 灯泡		LED灯泡 5W 4000K	1. 功率: 5w 2. 光通量: 515lm 3. 灯具效率:95% 4. LED光效: 110lm/W	餐厅	33	E27
4	6W 扩散罩灯管		LED灯管 T8标准尺寸 常亮 4000K	1. 功率: 6w 2. 光通量: 618lm 3. 灯具效率:95% 4. LED光效: 110lm/W	6层办公室	14	无需镇流器
5	12W 扩散罩灯管		LED灯管 T8标准尺寸 常亮 4000K	1. 功率: 12w 2. 光通量: 1260lm 3. 灯具效率:95% 4. LED光效: 110lm/W	6层办公室	70	无需镇流器
6	10W 常亮灯管		LED灯管 T8标准尺寸 常亮 6000K	1. 功率: 10w 2. 光通量: 1030lm 3. 灯具效率:95% 4. LED光效: 110lm/W	车库	34	无需镇流器
7	2.5W/10W 双亮度灯管		LED灯管 T8标准尺寸 双亮度 6000K	1. 功率: 10w 2. 光通量: 1025lm 3. 灯具效率:95% 4. LED光效: 110lm/W	车库	62	无需镇流器, 双亮度, 没有声音微亮, 有声音大亮

要求,又提高了出光效率。公共区域采用了智能照明控制系统可实现光感、红外、场景、时间、远程控制方式。

1.2.3 能效监管系统

申都大厦建筑能效监管系统平台是依据建筑内各耗能设施基本运行信息的状态为基础条件,对建筑物各类耗能相关的信息检测和实施控制策略的能效监管综合管理,实现能源最优化经济使用。系统构造可分为管理应用层、信息汇聚层、现场信息采集层。

建筑能效监管系统平台的基础为电表分项计量系统、水表分水质

计量系统、太阳能光伏光热等在线监测系统。电表分项计量系统共安装电表约200个,计量的分项原则为一级分类包括空调、动力、插座、照明、特殊用电和饮用热水器六类,二级分类包括VRF室内机、VRF室外机、新风空调箱、新风室外机、一般照明、应急照明、泛光照明、雨水回用、太阳能热水、电梯等,分区原则为每个楼层按照公共区域、工作区域进行分类;水表分水质计量系统共安装水表20个,主要分类包括生活给水、太阳能热水、中水补水、喷雾降温用水等。

能效监管系统平台主要包括八大模块,分别为主界面、绿色建筑、区域管理、能耗模型、节能分析、设备跟踪等。

1.2.4 建筑智能化系统

申都大厦楼宇自动控制系统具备对于给排水系统、消防系统、电梯系统、太阳能热水系统、喷雾降温系统、雨水回用系统、新风系统进行远程运行状态的监测和控制功能,运行状态的监测包括水泵的启停、风机的启停、水位高低、地下车库的一氧化碳浓度、新风系统的温度、湿度、风压、二氧化碳浓度等参数。远程控制主要针对喷雾降温

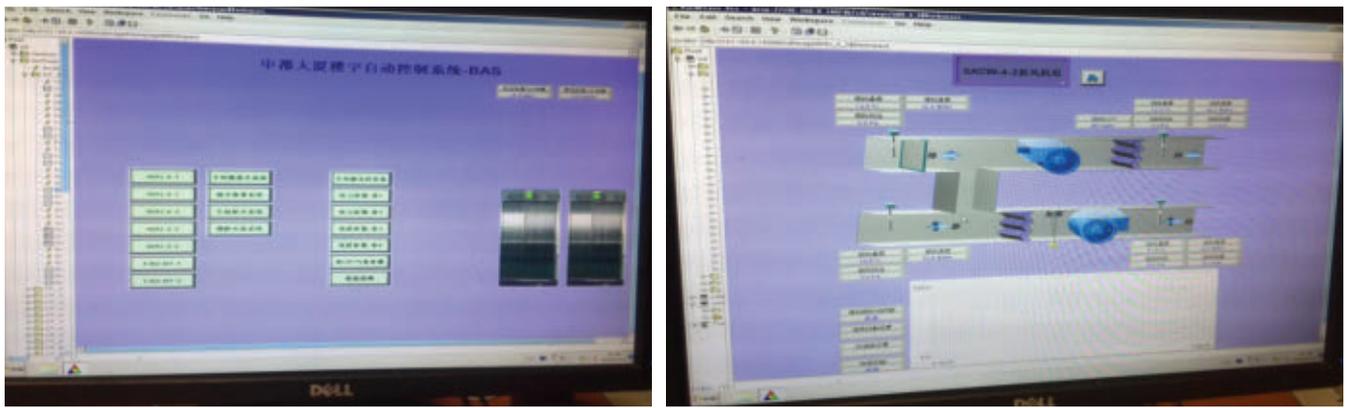


图8 申都大厦楼宇自动控制系统

系统的水泵,可实现时间控制等功能。本系统结合能效监管系统可以大大提高项目的高效管理。

1.2.5 光伏发电系统

申都大厦太阳能光伏发电系统总装机功率约12.87kWp, 太阳能电池组件安装面积约200m²。太阳能电池组件安装在申都大厦屋面层顶部, 铝质直立锁边屋面之上。太阳能电池组件向南倾斜, 与水平面成22°倾角安装, 见图9。

光伏阵列每2串汇为1路, 共3路, 每路配置1只汇流箱, 共配置3只汇流箱。每只汇流箱对应1台逆变器的直流输入。

3台并网逆变器分别输出AC220V、50 Hz、ABC不同相位的单相交流电, 共同组合为一路380/220VAC三相交流电, 通过并网接入点柜并入低压电网。光伏系统所发电力全部为本地负载所消耗。



图9 太阳能光伏发电系统

1.2.6 太阳能热水系统

申都大厦太阳能热水系统设置以太阳能为主、电力为辅的蓄热太阳能集中热水系统供应热水。太阳能热水系统为厨房、卫生间等提供热水, 热水用水量标准5 L/人

d(60°C)。按太阳能保证率45%, 热水每天温升45°C, 安装太阳能集热面积约66.9 m², 见图10。

采用内插式U型真空管集热器作为系统集热元件, 安装在屋面。配置2台0.75m³的立式容积式换



图10 太阳能热水系统实景图

热器 (D1、H1) 作为集热水箱, 2台 0.75 m³ 的立式承压水箱 (D2、H2) 配置内置电加热 (36kW) 作为供水水箱。集热器承压运行, 采用介质间接加热从集热器内收集热量转移至容积式加热器内储存。其中 D1 容积式换热器对应低区供水系统, H1 容积式换热器对应高于供水系统。

太阳能系统设置回水功能, 配置管道循环泵, 将用水管道内的低温水抽入集热水箱, 保证热水供水管道内水温恒定, 既保证了用水舒适度也减少了水资源的浪费。

3 实际运行室内环境、能耗及用户满意度

3.1 运行能耗

(1) 用电总体特征

2013年~2016年四年总能耗水平如下表:

表2 总用电耗汇总表		单位:kWh/m ² .a
年份	内容	365日, 全时段
2013	总用电量 (kWh/a)	443993
	单位面积 (包括地下室面积) 用电量 (kWh/m ² .a)	60.8
2014	总用电量 (kWh/a)	461382
	单位面积 (包括地下室面积) 用电量 (kWh/m ² .a)	63.2
2015	总用电量 (kWh/a)	385589.5
	单位面积 (包括地下室面积) 用电量 (kWh/m ² .a)	52.8
2016	总用电量 (kWh/a)	379175.54
	单位面积 (包括地下室面积) 用电量 (kWh/m ² .a)	51.9

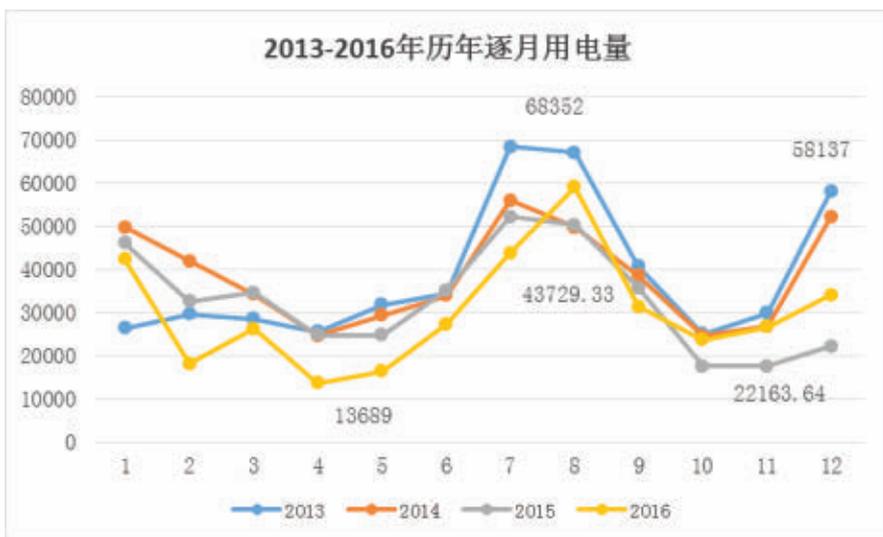


图11 2014年分项用电量特征(单位kWh)

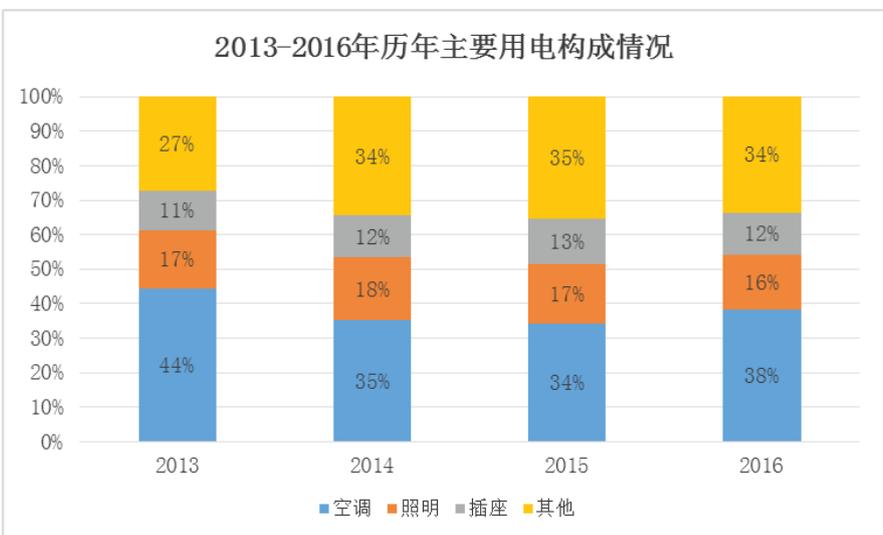


图12 2013~2016年分项用电量特征(单位kWh)

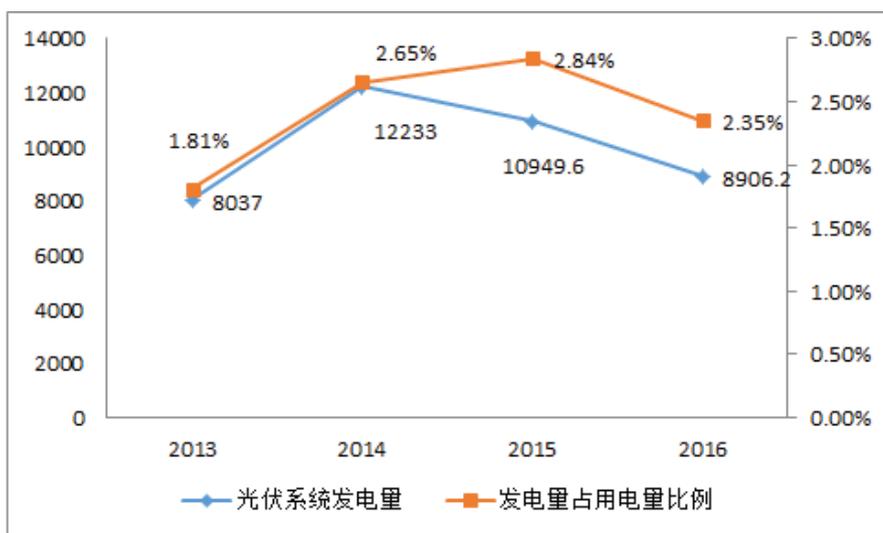


图13 2013~2016年历年光伏系统发电特征(单位kWh)

(2) 用电分项特征

2013年~2016年历年逐月用电和主要用电构成情况见图11,12,由图可见该建筑的主要用电为空调,约占34%~44%之间,空调、照明和插座合计用能占总用能的66~73%,其他用电包括厨房用电、电梯用电、水泵用电、电信机房用电等。

全年用电呈现出夏季(7~8月)高、冬季(1~2月)其次,过渡季低(4,5,10,11月),受到天气原因、节能管控、使用人数、使用时间变化的影响,历年呈现出一定的差异,其中在空间使用上2013年、2015、2016年都出现较大的变动,因此用电量变化呈现出偏离平均值较大的现象,如2013年为2月份入住,2015年年末、2016年上半年4~6层进行了空间改造。

(3) 太阳能光伏系统发电特征

系统于2013年4月投入运营,除当年8月夏季高温天气总用电负荷过高导致总电源跳闸后,系统自动保护形成孤岛效应后维护人员没有及时调整外,其他各月一直使用正常。历年的发电情况见图13,由图可见,光伏系统发电量约占年总用电量的2~3%之间,光伏系统的发电量存在一定的衰减情况(可能也受到天气和维护清洁方面的影响),2016年全年发电量仅相当于2014年最高年发电量的73%。

3.2 室内环境

3.2.1 重庆大学的调查分析

项目于2013年11月4日上午9:40至11月6日上午9:45,请重庆大学就过渡季节(非空调时期)室内(二层、六层)的热湿环境进行了测试,测试结果表明二、六层的APMV分别为-0.33、-0.29,根据《民用建筑室内热湿环境评价标准》(GB/T 50785-2012)的非人工冷热源热湿环境评价等级表可知该办公建筑的室内热湿环境等级为I级。根据大样本问卷调查的结果也可以看出二、六层的实际热感觉AMV分别为0.06、0.15,也说明室内热湿环境属于I级。综合来看,该办公建筑的室内热湿环境属于I级。

表3 室内环境参数及APMV

测试楼层	空气温度 (°C)	风速 (m/s)	相对湿度 (%)	平均辐射 温度(°C)	PMV	APMV	AMV	等级
二层	22.6	0.04	46.6	21.8	-0.41	-0.33	0.06	I级
六层	22.8	0.04	45.6	22.5	-0.35	-0.29	0.15	I级

(1) 室内人体湿感觉评价

从客观湿度测试数据来看(图14),该栋办公建筑的室内相对湿度主要分布在35%-50%之间,这说明室内的相对湿度偏低,这可能引起人们嗓子不适、眼涩、干喉痛等不适症状,同时这也与上海市秋季气候干燥等因素有关。

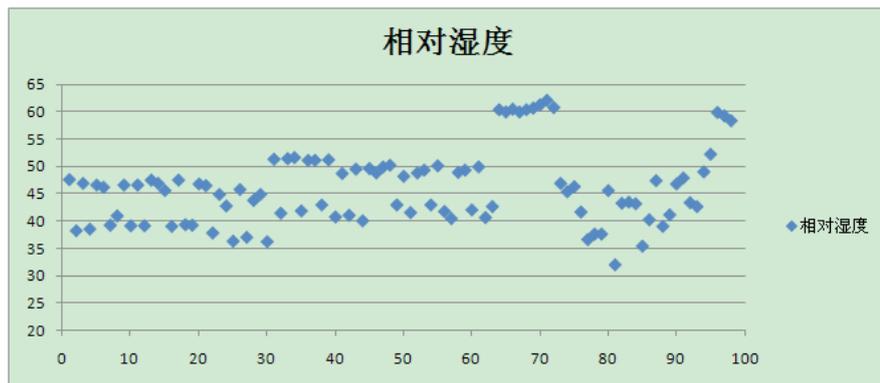


图14 室内相对湿度分布散点图

在对室内的相对湿度进行测试的同时,我们还对室内的潮湿感和湿期望进行了主观问卷调查,其室内人员潮湿感投票值(-3—很干,-2—干,-1—有点干,0—舒适,1—有点潮,2—潮,3—很潮)和湿期望投票值(1—升高,0—不变,-1—降低)分布如下图所示:

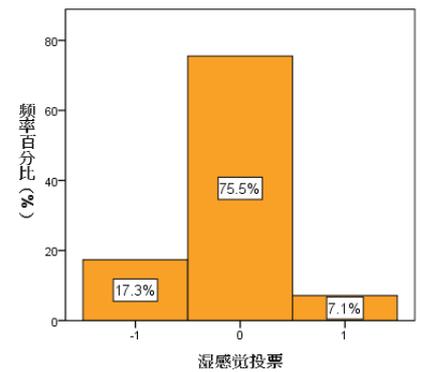


图15 室内人体湿感觉投票值频率分布图

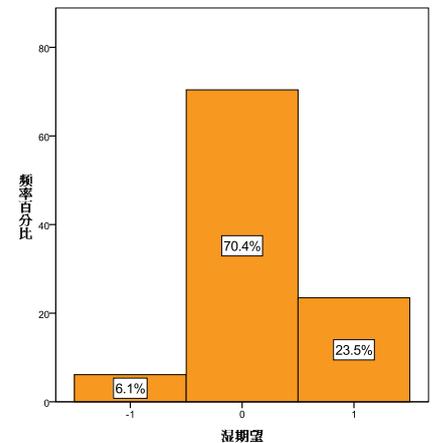


图16 室内人体湿期望投票值频率分布图

从湿感觉投票值的分布来看,有超过75%的人员对室内湿环境感到满意,说明该办公建筑的室内大部分人对室内湿环境是感到满意的。但同时我们可以发现,同样

有接近17%的室内人员觉得有点干,这说明该办公室在过渡季里应在局部采取一定的加湿措施。这一点也可以从湿期望的投票值中发现,有约70.4%的室内人员期望湿度保持不变,约23.5%的室内人员期望湿度升高,仅有约6.1%的室内人员期望湿度降低,这说明室内湿度环境能让室内大部分人员感到满意,但同时该办公室在过渡季里应在局部采取一定的加湿措施。

(2) 室内人体吹风感觉评价

本次测试中,我们利用热线风速仪对室内风速进行了测试,其室内风速的分布如图17所示。

从上图可知,该办公建筑的室内风速基本上小于0.1m/s,这说明室内基本上处于无风状态,这可能是由于在测试时间段里,该办公建筑的窗户基本上处于关闭状态所致。同时这也是人们的一种行为调节作用,因为在测试的

时间段里,室外温度较低,人们选择关闭窗户来达到一种理想的热舒适状态。对人们的主观吹风感(3—很闷,2—闷,1—有点闷,0—舒适无风,-1—舒适有风,-2—风大了点,-3—风很大)和主观风期望(1—升高,0—不变,-1—降低)投票值进行统计,问卷调查所得结果如图5.17、5.18所示,可以看出有约86.7%的室内人员对室内风速是感到满意的,而对室内风速感到不满意的仅占13.3%,这其中有约11.2%的人是觉得风速偏小,而2.0%的人员觉得风速偏大,而对于风期望,有约72.4%的室内人员期望风速不变,约18.4%的室内人员期望风速升高,约9.2%的室内人员期望风速降低。这两个投票值说明,室内的大部分办公人员对室内风环境是感到满意的,而仅有少部分人对室内风环境感到不满意,而在这小部分人中,认为风速过小期望

风速升高的人所占的比例要远高于认为风速太大期望风速降低的人,这说明相比于无风感,人们更期望轻微的清风吹拂感来调节闷感和室内空气的不新鲜感。因此,总体来看,该办公建筑的室内风速是满足舒适度要求的,不会使人产生吹风感。

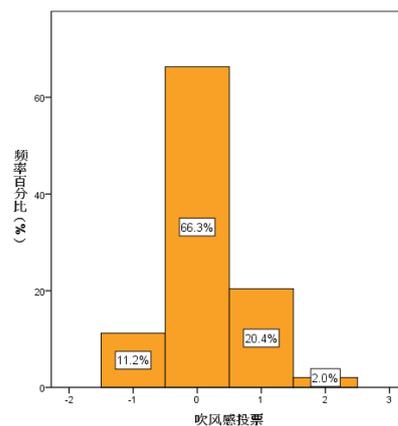


图18 室内人体吹风感投票值频率分布图

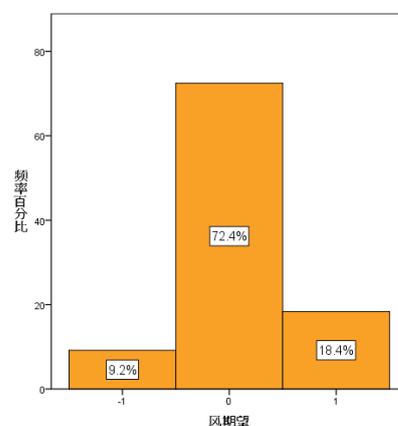


图19 室内人体风期望投票值频率分布图

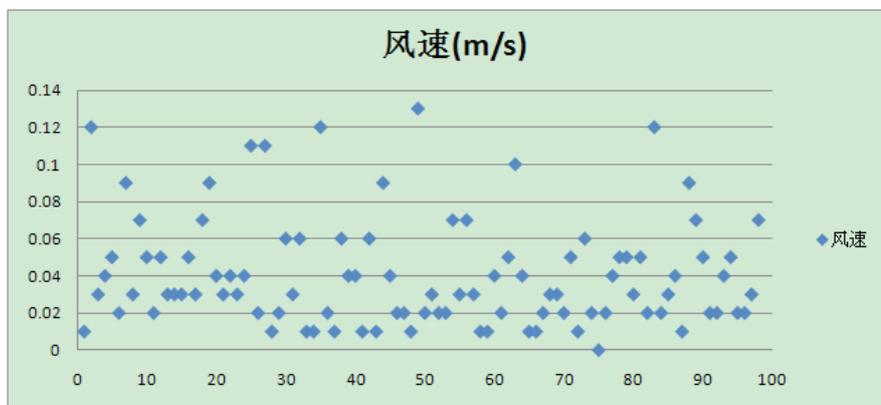


图17 室内风速分布散点图

(3) 室内人体热舒适性评价

依据美国供暖制冷空调工程师学会的标准(ASHRAE Standard 55-2004),热舒适的定义为:对热

环境表示满意的意识状态,这一定义当前已被普遍接受。在本次问卷调查中,我们同样对办公室内的热舒适性的满意度(-2—不满意,-1—较不满意,0—可接受,1—较满意,2—满意)进行了调查,其结果如下图所示:

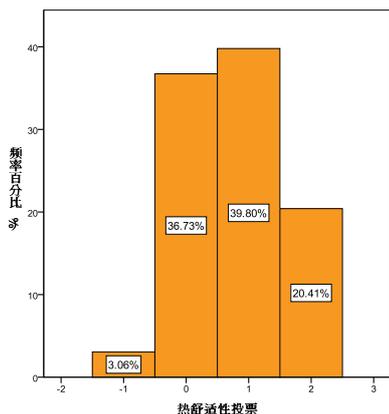


图20 室内人体热舒适性投票值频率分布图

从室内人体热舒适性的主观投票来看,对室内热湿环境感到满意的约占20.4%,对室内认识环境感到较满意的约占39.8%,对室内热湿环境感到可接受的约占36.73%,而仅有约3.1%的人员对室内热湿环境感到较不满意。综合来看,对室内热湿环境感到不满意的仅占3.1%左右,这说明该办公建筑的室内热湿环境是能够令绝大多数人感到满意的。

(4) 室内空气品质主观初步评价

室内空气品质对人们工作效率和身体健康等都有显著影响,本次

调研除了对室内热湿环境进行调查,还对室内空气品质方面进行了主观问卷调查,主要设置了您感觉办公室经常有的气味和您在此办公室内经常感觉到的不适症状两个问题,经过对回收的问卷数据进行分析整理后得到办公室经常有的气味(洗手间气味-1;香烟气味-2;家具、装修气味-3;其它物

品气味-4)频率分布图如图21所示,办公室内经常感觉到的不适症状(疲乏-1;恶心-2;头晕、头痛-3;嗜睡-4;燥热、心烦-5;嗓子不适-6;眼涩-7;口干喉痛-8;流眼泪-9;鼻子不适-10;呼吸不畅-11;注意力不集中-12;皮肤干燥-13;耳鸣-14;皮肤发疹、发痒-15;无-16)的频率分布图如图22所示:

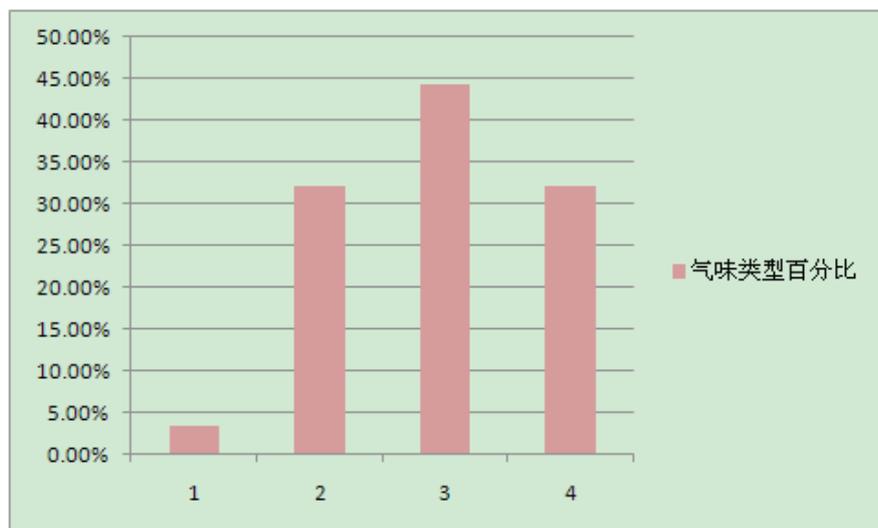


图21 室内经常有的气味投票值频率分布图

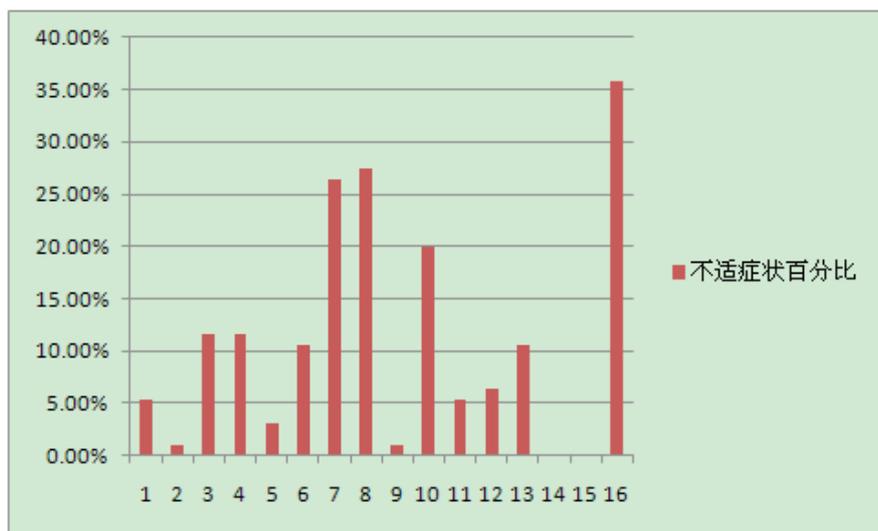


图22 室内人员不适症投票值频率分布图

从室内经常有的气味投票值频率分布图可以看出,室内人员感觉到最多的气味是家具、装修气味,比例约有44.40%,其次是香烟气味和其它气味,两者的比例都约是32.20%,最后是洗手间气味,比例约是3.33%,家具、装修气味所占的比例最高可能是因为目前该办公建筑经改造装修后才投入使用约1年,因此该项所占的比例最高。

从室内人员不适症投票值频率分布图可以看出,室内人员出现

最多的不适症是眼涩、口干喉痛和鼻子不适等症状,比例分别高达26.32%、27.37%和20%,这些症状的出现一方面可能与室内办公人员经常使用电脑有关,另一方面也可能与室内的湿度比较低有关,因此采取必要的局部加湿措施对于改善室内环境是很有必要的。

3.2.2 清华大学的调查分析

2013年12月清华大学对用户的使用感受进行了问卷调查,此次共收回有效问卷53份。

(1) 基本信息统计

如图23所示,经统计,被调研中男女比例相当,其中男性占52%,女性占48%;年龄分布主要集中在30~50岁之间,其中30岁以下占27%,30-40岁之间占48%,41-50岁之间占19%,被调查者的工作性质主要以设计和设计管理为主,分别占34%和45%,被调查者的办公室主要有四种类型,调查的比例相当,分别是无任何隔断的大开敞空间占41%,有隔断的大开敞空间占32%,2-8人共用单独房间占19%,单人房间占8%。

(2) 热环境满意度

如图5-14可以看出,全年各季的满意程度都超过了50%,春秋季节最好占到79%,冬季次之占到57%,夏季最差占到55%。调查研究得知主要不满意的方面包括大堂热风下不来、夏季靠近窗口过晒、冬季热风不足站起来才感到暖风、头热脚冷等。

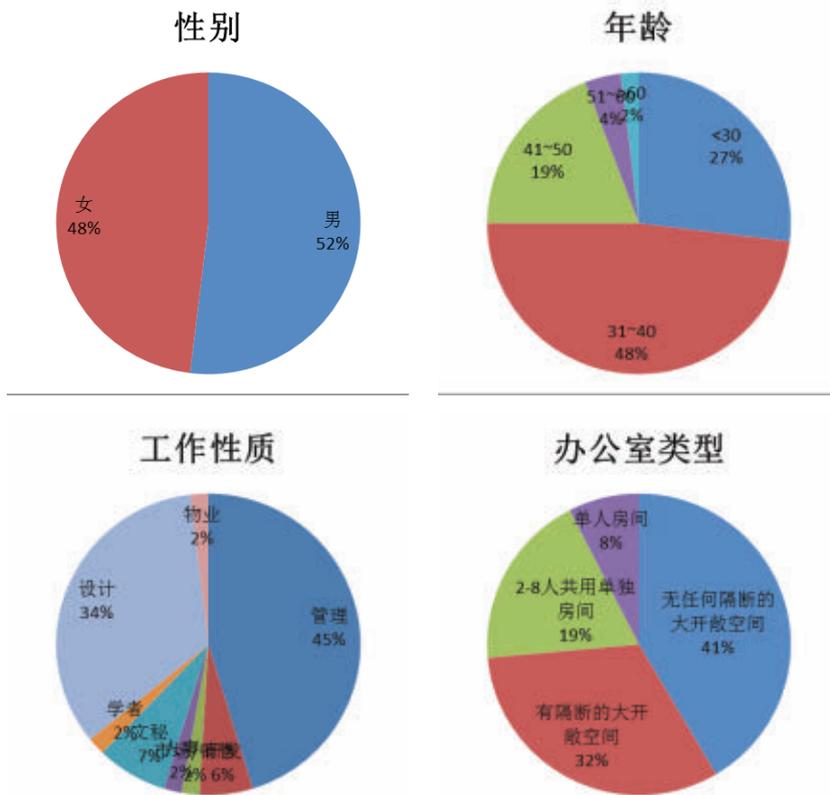


图23 基本信息汇总

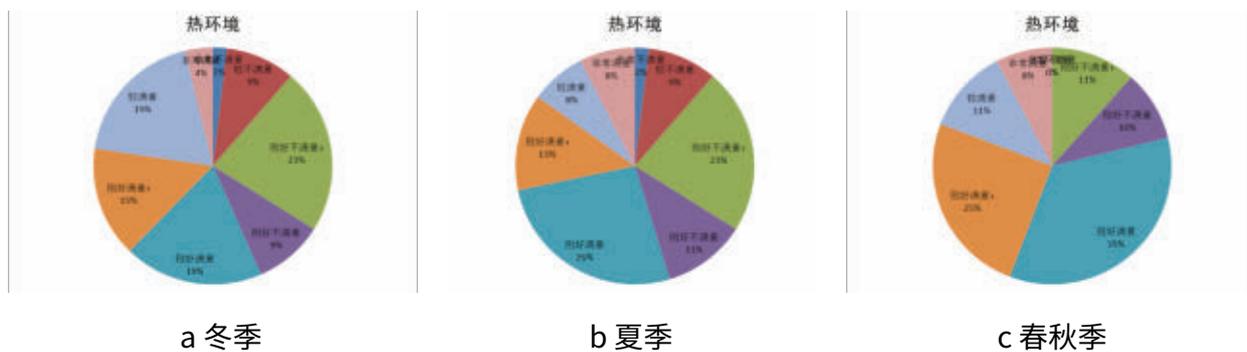


图24 全年各季的热环境满意度调查

(3) 光环境满意度

如图25可以看出,全年各季的满意程度都非常高,冬季最好满意占到88%,夏季次之满意占到83%,春秋季再次占到79%。调查研究得知主要不满意的方面包括自然光太强、有点刺眼伤眼、西晒时直接照到屏上有反光等。



图25 全年各季的光环境满意度调查

(4) 空气品质满意度

如图26可以看出,除夏季外,其他季节的空气品质满意度都较高,冬季满意占到60%,春秋季满意占到60%,夏季满意仅占到44%,调查研究得知主要不满意的方面包括空气不新鲜、室内环境中空气流通不畅、干燥、有烟味等。

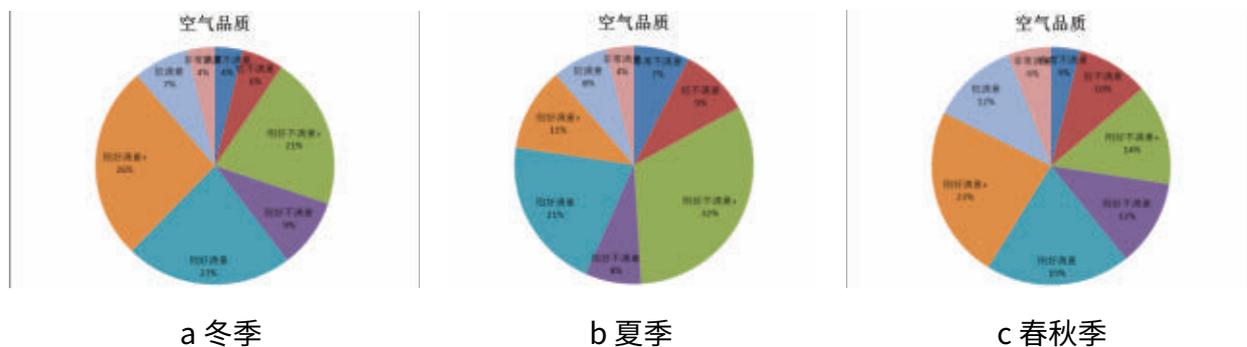


图26 全年各季的空气品质满意度调查

(5) 总体环境满意度

如图27可以看出,全年各季的满意程度都较好,超过70%,其中春秋季满意占到73%,夏季满意占到72%,冬季满意占到70%。



图27 全年各季的总体环境满意度调查

(6) 工作效率满意度

如图28可以看出,被调查者工作效率满意度整体较好,98%都实现了满意,平均满意程度达到3.5(5为满分),即75分。

工作效率

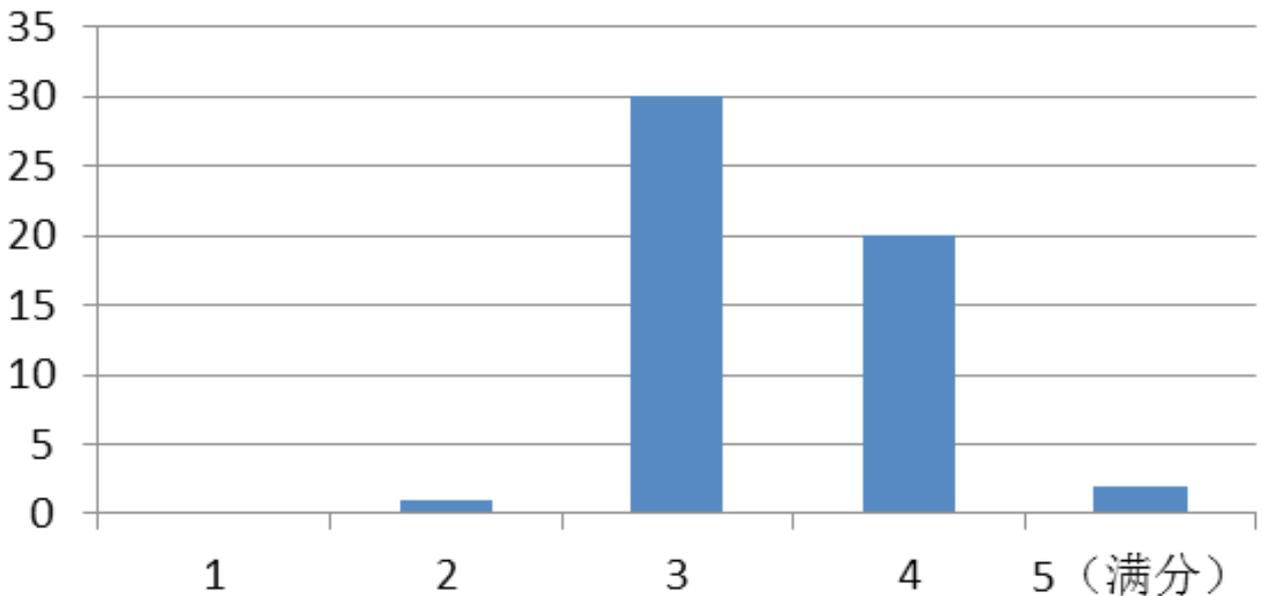


图28 被调查者工作效率满意度调查



ASHRAE Technology Portal

Search ASHRAE's vast information archive

Member access to ASHRAE Journal articles and ASHRAE Research Reports. Other content on a subscription basis.

www.ashrae.org/technologyportal



(8) 对大楼的总体运行维护情况的满意度

如图29可以看出,被调查者对大楼的总体运行维护情况的满意度较高,满意比例占到88%。



图29 被调查者对大楼的总体运行维护情况的满意度调查

4 案例分析与总结

总体看,上海现代申都大厦项目单位建筑面积能耗显著低于同类建筑。通过分析其系统节能设计策略、运行控制模式及现场实测、调研结果,可以为华东地区办公建筑节能设计和运行提供如下启示:

(1) 管理层次

态度上,该建筑的能源管理得到了企业领导、物业管理的高度重视,总量控制管理目标是有效控制能耗的决策保障;技术上,得益于能效监管系统监测分析的技术保障,可以实时发现问题,总结归纳分析,为运营者提出改良的措施;制度上,形成了较为完善的激励维护保养持续改进的保障制度,绿色技术的检验也本项目的一大特点,总结技术使用的经验教训可以为未来管理和未来设计提供指导。

(2) 技术层次

该项目注重了被动优先,主动为辅的理念,过渡季、夏季优先选择自然通风、建筑遮阳等被动式节能手段;选择了适宜的空调系统形式,变制冷剂流量多联分体式空调系统更加适应部分空间、部分时间使用模式变化,维护操作更加简单。

(3) 理念层次

行为节能也是实现低能耗的重要原因之一。入住者作为设计咨询行业人员,更加能够理解建筑节能、绿色建筑的理念,从行动上成为绿色理念的实践者和传播者。

参考文献

[1] 清华大学建筑节能研究中心.中国建筑节能年度发展研究报告.中国建筑工业出版社,2014

MARK YOUR CALENDAR!



2019 AHREXPO[®]

Atlanta • JAN 14-16

GEORGIA WORLD CONGRESS CENTER



CO-SPONSORS



CR® **中国制冷展 2019** | **CRH**® **2019** | 制冷·空调·暖通 |
CHINA REFRIGERATION | **HVAC&R**

**THE 30TH INTERNATIONAL EXHIBITION FOR REFRIGERATION,
 AIR-CONDITIONING, HEATING AND VENTILATION, FROZEN
 FOOD PROCESSING, PACKAGING AND STORAGE**

April 9-11, 2019
 Shanghai New International
 Expo Centre, China



Organizers



Show Management



Hotline:
 400-680-3553

Tel: 010-58565888-629/625
 Fax: 010-58566000
 E-mail: crexpo@biec.com.cn



China Refrigeration Expo.

We-chat