

建筑环境 能源

Building Environment & Energy

2018
05

月刊
总第 10 期

主办：中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院

本期导读

08 | 新闻直通车 | News Express |

《区域供冷供热系统应用技术规程》编制工作全面启动
徐伟理事长出席第十四届国际建筑节能大会及委员会会议
IEA《世界可再生能源供热现状及政策》III

19 | 热点聚焦 | Focus character |

2018 年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛召开
万物互联时代，西门子助力中国智能建筑快速发展
——访西门子（中国）有限公司执行副总兼楼宇科技集团总经理 邵康文

38 | 案例赏析 | Cases |

嘉达广场 G&H 项目的空调设计



建筑环境与能源官方微信



欧埃泰科

IT'S OTWAY

能效优化
Energy Efficiency
Optimization

水力调节
Hydraulic Regulation

能量控制
Energy Control



翱途贸易（上海）有限公司
OaseTECH Trade (Shanghai) Co., Ltd.
上海翱途流体科技有限公司
Shanghai OaseTECH Fluid Technology Co., Ltd.

上海市闵行区浦江镇浦星公路1969号43幢1112室
Room 1112, Flat 43, No.1969 Puxing Road, Pujiang
Town, Minhang District, Shanghai, China.
Tel: +86 21 34785900 Fax: +86 21 34785900
E-mail: info@oasetech.com www.oasetech.com

ISH CHINA
2018. 5. 22-5. 24
展位号: E2-20A





聚焦 健康建筑

习近平总书记指出：“健康是促进人的全面发展的必然要求”，要“把人民健康放在优先发展战略地位”。健康建筑理念提出后，迅速成为行业社会关注的热点。健康建筑标识评价实现了健康建筑理念的落地，标志着绿色建筑发展的新里程碑。在第十四届国际绿色建筑与建筑节能大会上，与会专家学者就健康建筑如何发展进行了深入探讨和交流。

仇保兴强调，“以人为本”是生态城的灵魂。他明确指出：绿色建筑、健康建筑是生态城的细胞，也是城市韧性的基础。生态城的规划建设不仅是传统智慧、现代智慧和适宜技术的组合，更是以承载人民的健康、生活方式和社会文化等为前提，坚持人民主体地位的生产和生活环境的建设。毫无疑问，建筑是生态城的细胞，是人民的核心载体，其健康性能对保障人民的身心健康起到了至关重要的作用。十几年来，以“四节一环保”为目标的绿色建筑在我国发展迅猛，为我国的节能减排和可持续发展奠定了良好基础。新时代下，在积累了绿色建筑产业链丰富成果的基础上，回归人民，满足人民对美好生活向往的追求，是建筑行业发展的趋势。

对健康建筑的发展工作，中国建筑科学研究院副院长王清勤介绍说，现有的与健康建筑相关的标准有英国、美国的健康住宅 15 项指标，美国、法国的《健康建筑建造指南》和中国的《健康建筑评价标准》等。我国的评价标准是以融合性、引领性、可感知性和可操作性为原则，收集整理了 53 家权威机构和 65 位专家的 252 条意见编制而成的，开创性地整合了全装修、绿色建筑要求、室内空气质量高要求、室内空气质量表观指数、厨房空气污染物专项控制等亮点条文。此外，目前我国已有 23 个项目获得了健康建筑评价标识。

中国科学院院士、华南理工大学教授吴硕贤指出在推进绿色建筑工作中，尚须为人们提供健康、适用和高效的使用空间，且与自然和谐共生。目前，世界上有两门学科与人类的健康最密切相关。一门是医学科学，它涉及人类身体内部的健康；另一门则是建筑科学，或就其广义而言，即人居环境科学。它是构筑最接近人体的人类栖居环境，从外部来保障人类的身心健康。因此，从这个意义上说，医学科学与建筑科学是最重要的民生科学。重视这两门科学，自然也就最能体现科学技术“以人为本”的宗旨，最能体现使科技成果惠及人民大众的根本出发点与目的。当今社会，特别是在城市，居民绝大多数时间都在室内度过，因此首先要关注室内健康环境的营造，从室内空气品质与室内物理环境出发，关注有利于人类和其他生物健康成长与生活的建成环境的营造。

显然，业界对健康建筑的探讨把问题已经具体化和细化，这些探讨必将对健康建筑的实践和发展产生深度影响。



建筑环境与能源

(月刊)

主办单位

中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院

支持单位

中国建筑学会暖通空调分会
中国制冷学会空调热泵专业委员会
中国建筑节能协会暖通空调专业委员会
中国建筑节能协会热泵专业委员会

编辑出版

《建筑环境与能源》编辑部
2018年第5期
(每月10日出版)

顾问委员会

主任 郎四维
委员 江 亿 | 吴德绳 | 龙惟定
马最良 | 徐华东 | 罗 英

编辑委员会

主任委员 徐 伟
副主任委员 路 宾
委员 (按姓氏笔画排序)
于晓明 | 方国昌 | 龙恩深 | 田 琦 | 由世俊
伍小亭 | 刘 鸣 | 刘燕敏 | 寿炜炜 | 李先庭
李永安 | 肖 武 | 邹 瑜 | 张子平 | 张建忠
金丽娜 | 徐宏庆 | 黄世山 | 董重成 | 端木琳
潘云钢

编辑部

主 编 徐 伟
副 主 编 路 宾
执行主编 王东青
责任编辑 李 炜 | 李月华
校 对 才 隽 | 汤 溥
美 编 周 林

地址: 北京市北三环东路30号
邮编: 100013
电话: 010-6469 3285
传真: 010-6469 3286
邮箱: beaebjb@163.com



建筑环境与能源官方微信



全国暖通空调学会官方微信

版权声明: 凡在本刊发表的原创作品版权属于编辑部所有, 其他报刊、网站或个人如需转载, 须经本刊同意, 并注明出处。



目录 CONTENTS

06 | 新闻直通车 | News Express |

《区域供冷供热系统应用技术规程》编制工作全面启动
《绿色建筑设计标准》DB11/938 修编启动会暨编制组第一次工作会召开
“绿色发展与建筑安全”主题联学活动取得圆满成功
徐伟理事长出席第十四届国际蓄能节能大会及执委会会议
“既有公共建筑综合性能提升与改造关键技术”项目研讨会召开

10 | 行业新闻 | Industry News |

我国绿色消费规模不断扩大
3月北京PM_{2.5}浓度反弹四成
三江源地区试点“煤改电”工程
蓝天保卫战将创造超20万亿市场
一季度全国空调电器采购额逾23亿
全国碳排放权交易管理条例加快出台
发改委: 最新节能低碳技术名单公布
煤改电产品热性能试验有了地方标准
长沙低保、特困户“煤改气”可享补贴
河南出台新政降低居民清洁取暖用电成本
中央财经委会议: 减少煤炭消费 增加清洁能源使用
格力又一“国家级”检测中心诞生
CPBA代表团访问森德集团荷兰公司
美的中央空调服务坦桑尼亚外交部大楼
源牌参与的国家科技支撑计划课题顺利通过验收
大金空调九年蝉联“中国房地产开发企业500强首选空调品牌”等

16 | 国际新闻 | International News |

ASHRAE发布能源模拟辅助设计标准
美国中央空调和空气能热泵2018年2月份出货量发布
国际能源机构热泵中心发布热泵技术发展规划(2018-2023)
IEA《世界可再生能源供热现状及政策》III



麦融高科

MAXXOM HIGH-TECH



云潮系列 房间级精密空调



云浪系列 柜级制冷



云涌系列 行级精密空调



云沃系列 模块化数据中心



云漫系列 精密恒湿

专注为
通信及IT基础设施提供环境系统解决方案



公司地址：长沙市岳麓西大道588号芯城科技园6栋7层

服务热线：86-0731-89790838

公司官网<http://www.maxxom.com.cn>

CONTENTS



区域供冷供热系统应用技术规程编制工作全面启动



北京市《绿色建筑标准》修编启动会召开



“绿色发展与建筑安全”主题联学活动取得圆满成功



第十四届国际蓄能大会及执委会会议

19 | 热点聚焦 | Focus character |



2018 年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛成功召开



万物互联时代，西门子助力中国智能建筑快速发展
——访西门子（中国）有限公司执行副总兼楼宇科技集团总经理 邵康文

29 | 聚焦政策 | Policy |

关于印发北京市 2018 年能源工作要点的通知

关于印发《石家庄市 2018 年农村地区冬季清洁取暖工作实施方案》的通知

关于实施湖北省地方标准《绿色建筑设计工程验收标准》的通知

湖北省人民政府关于促进全省建筑业改革发展二十条意见

38 | 案例赏析 | Cases |

泰达广场 G&H 项目的空调设计

华山医院北院新建工程空调设计

45 | 技术交流 | Technical communication |

辐射供暖在飞机维修车间中的应用研究

上海地铁通风季 PM_{2.5}、PM₁₀ 污染水平分析

西安某数据中心冷却效率及能源利用效率测试分析

夏热冬冷地区住宅小区集中供冷系统案例测试及问题分析

大型航站楼暖通空调系统设计节能评价研究

68 | 会议活动 | Events |

关于举办第三届“海尔磁悬浮杯”绿色设计与节能运营大赛的通知

关于“成立工程商工作组、舒适智能家居集成商工作组”的决定



为客户创造价值

2年把买冷却塔的投资省回来



高效率
CTI 认证



低能耗
节能产品认证



低漂水
节水产品认证



免费冷源
可采用自然冷却



高可靠
安全、稳定



防结冰
防冻解决方案



低噪音
环境友好



湖南元亨科技股份有限公司

HUNAN YUANHENG TECHNOLOGY CO., LTD

地址：元亨节能科技园

电话：0731-8541 7298 / 7861

www.yhkj.com

《区域供冷供热系统应用技术规程》编制工作全面启动

2018年4月19日，由中国建筑科学研究院有限公司主编，共计29家设计单位、高校和企业参编的《区域供冷供热系统应用技术规程》编制组成立暨第一次工作会议在北京召开。中国工程建设标准化协会建筑环境与节能委员会朱晓姣高级工程师、中国建筑科学研究院有限公司标准处张森工程师、中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与节能研究院徐伟院长，以及来自各参编单位的代表共45人参加了会议。

本次编制组成立会议由朱晓姣高级工程师主持。张森工程师代表主编单位致欢迎辞，对制订本标准意义、指导思想等做了介绍，指出标准编制工作应注重适用性、可操作性，希望编制组成员齐心协力、按时按质完成标准编制任务。朱晓姣高级工程师代表协会介绍了当前标准改革的现状和发展方向，强调了标准编制的原则，并对标准的先进性、协调性、客观性、科学性、合理性等方面提出了明确的要求。随

后，徐伟院长介绍了标准编制的准备情况，表示将按照中国工程建设标准化协会的要求按时按质完成标准编制任务。最后，朱晓姣高级工程师宣布编制组成立，并宣读了编制单位及编制组成员名单。

启动会后，编制组第一次工作会议由徐伟院长主持。热泵与蓄能研究中心冯晓梅研究员代表主编单位详细介绍了标准的编制背景、目的及意义、编制原则、编制大纲、重点研究内容、已有的工作基础等，并对标准编制的工作分配及进度计划作了详细说

明。与会编制组成员针对该项标准的定位、适用范围、关键技术进行深入探讨，明确了该项标准所应涵盖的内容和关键章节。此外，编制组就标准大纲、主要技术难点、需要研究的专题开展讨论，明确了编制组成员任务分工和进度安排。最后，徐伟院长对编制组提出两点要求：一是要按时按质完成阶段工作安排内容，确保标准编制工作按进度进行；二是标准编制过程中要求同存异，充分发挥编制组的集体智慧，确保标准编制工作达到预期目标。



北京市《绿色建筑设计标准》DB11/938 修编启动会暨编制组第一次工作会议顺利召开

2018年4月25日，中国建筑科学研究院有限公司（以下简称“建研院”）和清华大学主编的北京市《绿色建筑设计标准》DB11/938 修编启动会暨编制组第一次工作会议在北京召开。中国建筑设计研究院建筑设计总院副院长赵铨、中国城市规划设计研究院主任鹿勤、中国城市建设研究院建筑设计院院长郝军、中国建筑设计研究院副总建筑师刘燕辉、北京清华同衡规划设计研究院有限公司副总工程师王昌兴5人组成专家组参加了开题会议。北京市标准化办公室祝京川主任和白同宇工程师，北京市勘设测管办叶嘉主任和绿色建筑负责人胡倩，市住建委绿色建筑与科技推广办公室乔渊主任及编制组成员建研院设计院曾捷副院长、曾宇所长，清华大学林波荣教授等30余人出席了会议。

修编启动会由北京市勘设测管办胡倩工程师主持，建研院设计院曾宇所长介绍了修订目的、技术路线、框架内容、重点问题及工作计划等内容。专家组对开题报告进行了审议，一致认为本标准的修订具有重要意义，开题准备充分，标准特点鲜明，编制组专业齐全，并建议充分调研标准实施情况，与相关标准规范相协调，纳入新领域新方向的内容，为北京市绿色建筑目标的落实提供实用指导。随后，祝京川主任和叶嘉主任等对标准修订的工作进度、工作方法和工作成果提出了建议和要求。

编制组第一次工作会议由标准主编——建研院设计院曾捷副院长主持，编制组成员围绕标准框

架内容，对标准原则、新增内容、重要调整、创新内容、专题研究课题、需协同的相关标准和政策等进行了深入交流讨论，并进行了编制和研究任务分工，确定了详细的编制计划。

北京市《绿色建筑设计标准》的修编，将贯彻落实国家及北京市的绿色建筑新政策，体现“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念，与北京市绿色建筑施工图审查和绿色建筑全过程管理体系紧密结合，切实指导北京市绿色建筑的实践，推动北京市绿色建筑持续、健康、高质量发展。



“绿色发展与建筑安全”主题联学活动取得圆满成功

2018年4月17日，由国家科学技术部机关党委、中国21世纪议程管理中心、国家科技风险开发事业中心，以及中国建筑科学研究院有限公司（以下简称“公司”）联合组织的“绿色发展与建筑安全”主题联学活动取得圆满成功。国家科学技术部机关党委纪委书记马宏建，中国21世纪议程管理中心副主任汪航，



国家科技风险开发事业中心主任金奕名、副主任张东风、副主任张杰东，公司党委书记/董事长王俊、总经理许杰峰、副总经理王清勤，以及来自上述单位的相关同志90余人参与了本次活动。

活动在公司本部及通州基地举行，共分为专题座谈和主题参观两个环节。专题座谈环节，参与各方就单位基本情况、党建工作和未来工作思路等方面进行了交流，王清勤副总经理以“绿色发展与建筑安全科技创新与实践”为主题做专题报告。在主题参观环节，各方代表分别参观了公司的PKPM-BIM装配式展厅、

近零能耗示范楼，并赴依托公司的建筑安全与环境国家重点实验室参观了建筑防火实验室、建筑材料实验室、建筑环境与节能实验室、昆明“春之眼”模型的振动台试验，并体验了风洞试验的模拟演示。

在长达一天的联学活动中，各单位之间相互学习、交流，分享各自党建工作成果，加深了相互了解。今后，在科技部的指导下，公司将进一步贯彻十九大精神，实践“智者创物”核心理念，为落实科技创新驱动发展战略、推动建筑行业的科技进步做出自己的贡献。

徐伟理事长出席第十四届国际蓄能节能大会（EnerStock 2018）及执委会会议

2018年4月24~26日，国际能源署蓄能节能委员会（IEA-ECES）第14届执委会会议和第十四届国际蓄能节能大会（EnerStock 2018）在土耳其阿达纳召开，ECES成员国中国国家代表中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与节能研究院徐伟院长参加会议。

【IEA-ECES 第85次执行委员会会议】

ECES委员会是IEA的能源技术研究委员会之一，研究建筑节能、蓄能技术的发展，旨在通过各个国家的合作研究和技术交流，提高蓄能技术在保护环境、节约能源方面的积极作用，并在全世界范围内推进建筑节能、蓄能技术的发展和运用。

此次执委会在阿达纳 Cukurova University 校长办公楼召开。来自土耳其、德国、比利时、英国、瑞士、瑞典、西班牙、丹麦、斯洛文尼亚、日本、韩国和中国12个国家的代表共计18人参加了此次执委会。会议由IEA-ECES现任主席荷兰可再生能源委员会（Dutch Renewable Energy Association (NVDE)）Teun Bokhoven 先生主持。

Teun Bokhoven 先生首先对

IEA-ECES 在过去两年中开展的 Annex 和 Mission Innovation 项目进展和取得的成效进行总结发言。随后东道主土耳其暖通空调协会成员就土耳其能源利用、可再生能源利用、建筑节能发展进行了详细介绍，英国、德国等各领域专家随后对承担的 Annex27\28\30\31\32\33# 项目进展进行了详细汇报。最后，执委会就即将开展的 Annex 工作征求

各执委会国家代表意见。

在建筑物迈向零能耗的过程中，多能源互补分布式功能给蓄能（蓄热、蓄电）技术带来了广阔的发展空间。徐伟院长介绍了我国此领域最新研究进展。在即将开展的 Annex 项目中，中国表达了在热泵和蓄能（太阳能光热、光电、热泵、地下蓄能、电动车、大容量蓄电池等）相结合在建筑中应用研究的浓厚兴趣。



【第十四届国际蓄能节能大会（EnerStock 2018）】

2018年4月25~27日，第14届IEA/ECES国际蓄能节能大会（EnerStock 2018）在土耳其阿达纳召开，来自欧盟、日本、土耳其等约20个国家和地区的近200位嘉宾出席了此次会议。中国作为ECES成员国，由国家代表中国建筑科学研究院有限公司环能院徐伟院长率代表团出席。

国际蓄能节能大会是蓄能节能技术领域世界最高水平的学术会议，于1979年在美国西雅

图举办首届会议，至2018年为第14次会议，在土耳其阿达纳 Cukurova 大学召开，会议主题：“The Earth Cannot Wait”。

开幕式上，会议主席 Halime Paksoy 教授、欧盟“展望2020”项目协调官 Luisa Cabeza 教授、IEA/ECES 现任主席 Teun Bokhoven 先生、Cukurova 大学校长 Mustafa Kibar 教授分别致欢迎词，IEA 执行主席 Fatih Birol 先生发来祝贺视频。嘉宾们在致辞中均强调了开展蓄能节能的意义和紧迫性，以

及成员国单位紧密合作的必要性。会议主席 Halime 教授和 IEA 执行主席 Fatih 先生的贺词中，特别提到了对上届在北京召开的第13届国际蓄能节能大会印象深刻。

本次大会技术交流环节共设1个主题论坛，26个分论坛。主题论坛由 Sabanci 大学的 Carmine Difiglio 教授及7个不同国家的国家代表分别介绍蓄能技术发展现状及前景，分论坛共有129名代表作学术报告，内容涵盖热泵、相变材料、热化学蓄

能、智能电网蓄电、工业蓄能等方面。会议共收录 148 篇学术论文, 张贴论文 50 余篇。在中国关心的热泵蓄能, 特别是地源热泵方向上, 大会特别邀请到了 IEA/ECES 多项协议执行人瑞典 Olof Anderson 教授、德国热泵蓄能资深顾问 Burkhard Sanner 教授、国际知名教育项目 GREA 负责人西班牙 Lleida 大学 Luisa F. Cabeza 教授、瑞典暖通空调学会秘书长兼国际知名学术期刊《Energy and Environment》主编 Signhild Gehlin 博士, 共计 4 名国际著名专家进行主旨发言, 对技术的最新发展趋势和成果进行了精彩讲解, 对热泵尤其是地源

热泵蓄能系统各国标准发展历程、大型热泵蓄能系统的快速发展、热响应测试技术最新发展、钻孔标准及工艺、热泵性能边界确定及水平比对、技术人才培养等方面进行了详细分析。

国际蓄能节能大会是蓄能节能技术领域世界最高水平的学术会议, 通过多个主题会议的积极参与, 了解到国际蓄能节能技术最新研究动向, 对我国在蓄能关键技术的基础研究、项目实际应用方面有重要的借鉴作用。



多种形式能源(热泵、蓄能、光热光电、电动车蓄电)的区域级综合利用、优化应用是此次会议的关注热点之一, 同样也是我国智慧能源发展的重要方向。

国家重点研发计划“既有公共建筑综合性能提升与改造关键技术”项目研讨暨中期检查预备会在重庆成功召开

2018 年 4 月 26 日, 由中国建筑科学研究院有限公司主办、重庆大学承办的国家重点研发计划“既有公共建筑综合性能提升与改造关键技术”项目研讨暨中期检查预备会在重庆市顺利召开。项目牵头单位中国建筑科学研究院有限公司王俊董事长、尹波处长, 专家组成员中国建筑科学研究院有限公司王清勤副总经理、科技发展院赵力副院长、环能院曹勇主任, 重庆大学李百战院长、中国人民解放军陆军勤务学院石少卿教授, 课题负责人以

及相关研究人员共计 80 余人参加了会议。会议由尹波处长主持。

尹波处长介绍了与会领导和专家, 并对专家百忙之中参加会议表示感谢。王俊院长在讲话中充分肯定了各课题近期开展的各项工作, 并对项目组提出了共同努力、共同合作, 充分做好项目中期检查的殷切期望。李百战院长代表会议承办方对与会专家表示欢迎, 感谢项目组各位专家对重庆大学的支持, 并祝愿项目能够顺利实施。尹波处长对“既有公共建筑综合性能提升与改造关键技术”项目的整体情况进行了介绍。

随后召开了项目中期检查预备会, 由李百战教授担任专家组组长。各课题负责人分别汇报了课题中期执行情况, 专家组认真听取了各课题的汇报, 并针对课题的研究进展、考核

指标完成情况、创新成果、经费使用等方面进行了质询, 并对课题总体执行情况进行了点评。最后, 专家组还针对项目内课题间协同、项目标志性成果的总结提炼、示范工程的技术相关性、项目经费使用等情况提出了意见和建议。

最后召开了项目组内部工作会。各课题负责人分别对各自负责的课题所存在的问题进行了总结, 并对课题之间的协同提出下一步的工作计划。项目管理办公室布置了中期检查的相关事宜, 对项目中期检查的重要性、材料的提交方式、示范工程的验收、项目的材料整合、经费自查等事宜进行了说明。随后王俊董事长对会议进行了总结, 要求项目组重视并做好项目中期检查工作, 强化项目内各课题间的协同和成果的凝练, 推进项目成果在示范工程中的落地, 确保专项经费科学合理的支出。



行业新闻 IndustryNews

发改委：最新节能低碳技术名单公布

地处青藏高原腹地的三江源地区，是长江、黄河、澜沧江的发源地，气候寒冷，采暖期长。千百年来，农牧民主要用牛羊粪取暖，条件较好的城镇则以烧散煤为主。随着三江源地区的生态建设持续推进，一些城镇已试点“煤改电”工程，农牧民也开始用上了电热炕、电热膜等清洁取暖方式。而受传统生活习惯、相关政策措施还不完善等因素影响，在农牧区推广清洁取暖仍然存在一些困难。

近年来随着生态建设大力推进，部分草场已禁止放牧，牧民获取的燃料也逐渐减少，新型生活方式及采暖方式已陆续在农牧区推广开来。根据规划，青海在推进城区实施“煤改电”工程外，在城镇供暖管网无法到达的周边区域以及乡村牧户，着力推广电热炕、光伏供热等多种方式进行。当地按照整村推进为主、散户改造为辅的原则，积极探索量子能锅炉、太空能热泵、电热炕、电热膜等多种清洁取暖方式。政府将取暖项目纳入美丽乡村项目建设，不仅为村民承担设备费用，还提供安装等“一站式”服务，得到了广大农牧民的欢迎。

据了解，截至2017年底，青海已累计完成电能替代项目867个，上万户农牧民用上了电热炕、电热膜等清洁取暖方式。仅尖扎县就已安装电热炕3302户，占全县农村居民的40%。地区加快实施清洁取暖仍然存在一些困难。

中央财经委会议：减少煤炭消费 增加清洁能源使用

中共中央总书记、国家主席、中央军委主席、中央财经委员会主任习近平4月2日下午主持召开中央财经委员会第一次会议，研究打好三大攻坚战的路径和举措，研究审定《中央财经委员会工作规则》。

会议指出，打好污染防治攻坚战，要明确目标任务，到2020年使主要污染物排放总量大幅减少，生态环境质量总体改善。要打几场标志性的重大战役，打赢蓝天保卫战，打好柴油货车污染治理、城市黑臭水体治理、渤海综合治理、长江保护修复、水源地保护、农业农村污染治理攻坚战，确保3年时间明显见效。要

细化打好污染防治攻坚战的重大举措，尊重规律，坚持底线思维。

要坚持源头防治，调整“四个结构”，做到“四减四增”。一是要调整产业结构，减少过剩和落后产业，增加新的增长动能。二是要调整能源结构，减少煤炭消费，增加清洁能源使用。三是要调整运输结构，减少公路运输量，增加铁路运输量。四是要调整农业投入结构，减少化肥农药使用量，增加有机肥使用量。要坚持统筹兼顾、系统谋划，体现差别化，体现奖优罚劣，避免影响群众生活。

3月北京PM_{2.5}浓度反弹四成

2017年，“大气十条”第一阶段收官考核完成，而2018年的第一个季度已经过去，空气质量又迎来了怎样的开局呢？

1~3月，全国338个地级及以上城市PM_{2.5}浓度为56微克/立方米，同比下降9.7%。其中，京津冀区域13个城市，1~3月的PM_{2.5}浓度为74微克/立方米，同比下降22.1%。不过，从3月份的数据来看，部分地区PM_{2.5}

浓度出现了较大幅度反弹，其中，北京市3月PM_{2.5}浓度为88微克/立方米，同比上升39.7%。对此，公众环境研究中心主任马军告诉《每日经济新闻》记者，反弹一方面与气候相关，扩散条件明显转差，另一方面是由于秋冬季结束后，一些错峰生产或限产的企业恢复生产带来的排放量增加，以北京为例，3月份PM_{2.5}的浓度差不多是1月份浓度的3倍。

煤改电产品热性能试验有了地方标准

近日，河北省地方标准《蓄热式电供暖机组（设备）热性能试验方法》通过标准审定委员会审定，该标准规范了蓄热式电供暖产品热性能试验的各项指标。

蓄热式电供暖产品主要应用于我国北方地区煤改电项目，热性能是产品质量的重要组成部分。业内专家介绍，随着北方各省煤改电配套政策陆续出台，各类蓄热式电供暖产品不断出现，

蓄热性能虚标乱标现象明显，一些企业产品设计简单、偷工减料、粗制滥造，使产品实际热性能远低于平均水平。

河北省质检研究院以检测检测和市场调研为基础，主持起草了河北省地方标准《蓄热式电供暖机组（设备）热性能试验方法》，对试验条件、设备、程序、数据等8个方面进行了规范，该标准填补了该省行业空白。

蓝天保卫战将创造超 20 万亿市场

4月17日，中关村创蓝清洁空气产业联盟在京发布《2030清洁空气市场展望报告》（以下简称“报告”）。报告以空气质量达标为约束，首次系统剖析了未来经济发展与重点行业市场机遇。

自2013年“大气十条”发布以来的五年间，我国在大气污染防治领域取得了突破进展，部分城市的PM_{2.5}浓度降幅达到甚至超过30%，实现了部分西方国家一二十年才能达到的空气质量改善成果，得到世界瞩目。随着“大气十条”目标的圆满实现，我国大气污染防治进入了新的阶段。打赢蓝天保卫战，在2035年基本实现美丽中国的目标，已成为中国对世界的承诺。

报告指出，随着大气治理的逐步深入，我国的清洁空气市场将迎来巨大的结构性投资机会，成为中国经济增长的新动力。2030年，我国清洁空气部分重

点领域或将迎来逾20万亿的市场机遇，中国将成为全球最大的清洁空气技术需求市场。报告以2030年全国所有城市实现空气质量达标为预期，建立了以空气质量改善目标为约束的经济发展模型。报告预测，到2030年我国第三产业占比将超过60%，煤炭占总能耗比重低于42%，清洁能源占总能耗比例达22%，新能源汽车年销量或超1500万辆。这些变化会带来巨大的温室气体减排效应，加速实现中国在巴黎协议中的承诺，推动全球低碳发展。报告剖析了清洁空气相关重点领域的市场发展机遇。到2030年，新能源汽车市场将超14万亿，移动源排放控制将产生超过2万亿的市场，环境监测领域市场空间逾1300亿元，室内空气污染防治将带来1.7万亿市场，此外，燃煤污染防治、工业源VOCs污染防治将分别产生逾1万亿和近8000亿的市场空间。

河南出台新政降低居民清洁取暖用电成本

为进一步推进大气污染防治，鼓励清洁取暖，切实保障群众取暖权益，近日河南省出台新政，2018年河南集中供热未覆盖区域的住户，用电采暖可享受优惠电价，解决群众参与电能替代面临的用电成本高的问题。

河南省发改委相关负责人表示，按照“企业为主、政府推动、居民可承受”的指导方针，在集中供热管网未覆盖区域，以村庄、社区为单位，整体推进居民电能清洁取暖，鼓励热力公司、能源服务公司、物业公司等社会企业投资建设热泵、蓄热电锅炉、电热膜、发热电缆、碳晶等电能供暖设施，并进行集中运营管理；

已经具备或改造后具备“分表计量、集中打包”条件的用户，均可参与电能替代市场交易，享受电价优惠政策。

此外，河南省还要求，京津冀大气污染传输通道城市，特别是国家冬季清洁取暖试点城市，应进一步加大居民电能清洁取暖补贴力度，利用国家清洁取暖试点城市奖补资金，支持电能清洁取暖项目。各地已出台的居民电能清洁取暖设备购置和电价补贴，按照电能清洁取暖用户数量，可直接补贴给电能清洁取暖项目，切实解决用户用电成本高的问题，提高用户电能替代改造积极性，推进清洁取暖。

我国绿色消费规模不断扩大

记者从国家发改委获悉，近年来，在国家促进绿色消费政策措施推动下，绿色产品供给不断优化，绿色产品市场规模不断壮大。

据保守估算，2017年高效节能空调、电冰箱、洗衣机、平板电视等4类产品国内销售量近1亿台，销售额约4000亿元；节水型水嘴和便器销售额约为225亿元；新能源汽车销量达77.7万辆，全社会保有量近173万辆。

2012年至2016年，我国节能（节水）产品政府采购规模累计达到7460亿元。截至2016年，有40多万种型号、价值约2万亿元的产品获得中国环境标志认证。

随着消费规模不断增长，绿色消费产生良好的生态环境效益。据初步测算，2017年销售的高效节能冰箱、空调、洗衣机、平板电视可年节电约72亿千瓦时，相当于减排约470万吨二氧化碳、1万吨二氧化硫、1万吨氮氧化物和0.8万吨颗粒物。

2017年，在用的LED照明产品实现节电近2000亿千瓦时，相当于减排约13000万吨二氧化碳、27万吨二氧化硫、27万吨氮氧化物和23万吨颗粒物。2015年，环境标志产品实现挥发性有机物（VOCs）减排约11万吨，二氧化碳减排约580万吨。

2016年，我国废旧纺织品回收利用量约为270万吨，实现节约原油约340万吨，节约耕地约300万亩。2017年，居民骑行共享单车减排约420万吨二氧化碳、320万吨PM_{2.5}。

“光伏+空气源热泵” 清洁取暖新方式

4月13日从河北省保定市有关部门了解到,该市为了破解冬季燃煤取暖带来高污染问题,以及煤改电、煤改气取暖方式存在的不足,目前正探索“光伏+空气源热泵”的清洁取暖新方式,并且在示范项目试点取得了良好效果。

据零碳发展研究院宋登元博士介绍,在我国北方大部分农村地区,主要采用散烧燃煤取暖。因利用效率低、污染物低空排放,成为冬季雾霾天气的重要成因,约占到总污染物的18%。在全国上下大力治理空气污染的形势下,这种传统取暖方式亟待进行变革。

近年来,一些地方采取了煤改气、煤改电等新的取暖方式。但从实际效果看,存在局限多、难度大、成本高等先天不足。而利用太阳能、空气能进行取暖的“光伏+空气源热泵”清洁取暖模式应运而生。目前,保定市已经在阜平县城南庄、雄安新区安新县马村,建设了两个“光伏+空气源热泵”清洁取暖示范项目。从项目运行情况看,已经具备了规模化推广的成熟条件。

长沙低保、特困户“煤改气”可享补贴

2018年4月16日,为进一步推进全市禁燃区燃煤污染整治工作,长沙市发改委、市能源局积极与长沙新奥燃气有限公司协调对接,研究制定管道天然气接入优惠政策,对禁燃区内低保户、特困户、残疾人和经营户“煤改气”给予一定补贴,力争从根本上解决燃煤污染问题。

长沙市蓝天保卫战打响以来,全市禁燃区内燃煤污染整治“三个月治标”工作取得阶段性

成效。据长沙市能源局统计,截至目前,全市查处燃煤污染问题1.2万余处、收缴煤炉2.3万余个、燃煤12万余公斤,取缔制售点93处,禁燃区内燃煤制售点、燃煤锅炉全部清零,97个街道(镇)全部宣布燃煤清零。据《长沙市禁燃区燃煤污染整治工作方案(2018~2020年)》,长沙将持续推进禁燃区清洁能源改烧工程,提高天然气普及率,力争2020年城区清洁能源使用基本覆盖。

生态环境部16日上午正式挂牌

16日上午,新组建的生态环境部正式挂牌。生态环境部领导班子承袭原环境保护部领导班子成员。原环境保护部部长李干杰被任命为首任生态环境部部长,其余分别为黄润秋、翟青、赵英民、刘华、吴海英、庄国泰。本轮国务院机构改革方案提出,组建生态环境部,不再保留环境保护部。

方案称,组建生态环境部,将环境保护部的职责,国家发展和改革委员会的应对气候变化和减排职责,国土资源部的监督

防止地下水污染职责,水利部的编制水功能区划、排污口设置管理、流域水环境保护职责,农业部的监督指导农业面源污染治理职责,国家海洋局的海洋环境保护职责,国务院南水北调工程建设委员会办公室的南水北调工程项目区环境保护职责整合,组建生态环境部,作为国务院组成部门。



三江源地区试点“煤改电”工程

近期,国家发改委公告了《国家重点节能低碳技术推广目录(2017年本,节能部分)》(国家发展改革委公告2018年第3号)。《目录》包括13个行业,共260项重点节能技术。其中哪些技术最有可能成为未来绿色施工的重点呢?

地源热泵技术,未来5年该技术在行业内的推广潜力50%。水源热泵技术,未来5

年该技术在行业内的推广潜力70%。空气源热泵冷、暖、热水三联供系统技术,未来5年该技术在行业内的推广潜力60%;热电协同集中供热技术:未来5年该技术在行业内的推广潜力15%;分布式水泵供热系统技术:未来5年该技术在行业内的推广潜力5%;动态冰蓄冷技术:冰浆总体移峰填谷能力优于传统冰蓄冷技术,未来5年该技

术在行业内的推广潜力5%;高效水蓄能中央空调技术,未来5年该技术在行业内的推广潜力6%。

基于相变储热的多热源互补清洁供热技术,未来5年该技术在行业内的推广潜力5%。磁悬浮变频离心式中央空调机组技术,未来5年该技术在行业内的推广潜力10%;分布式能源冷热电联供技术,未来5年该技术在行业内的推广潜力10%。

全国碳排放权交易管理条例加快出台

全国碳市场启动满4个月，相关管理制度正在加紧出台。

25日，生态环境部气候司司长李高在中欧碳市场对话与合作项目发布会上表示，下一步将加快碳市场管理制度建设，加快推动出台全国碳排放权交易管理条例和配套管理办法；推动碳市场基础设施的建设，包括注册登记、交易系统，以及管理机构的组建，尽快具备上线交易的条件；推动重点单位碳排放权交易配额总量设定和配额方案的发布，尤其是发电行业配额分配技术指南；针对机构调整带来管理体系的变化，有针对性地开展能力建设，确保碳市场稳定运行。

李高透露，5天前，气候司的相关职能正式从国家发改委移至生态环境部。此次机构改革是落实《巴黎协定》和推动低碳转型任务的重大举措。气候司的职能从发展改革系统转至生态环境系统，需要大量新的能力建设的支持，而政策和相关目标没有

改变。李高表示，从试点到全国碳市场的转变，是利用市场机制达到绿色低碳目标的重大机制创新。待系统运行平稳之后，将加快碳市场建设进程，扩大规模，并适当考虑扩大参与的主体。“前提是平稳运行，先把基础打好。”李高说。

在谈及碳排放交易市场在落实《巴黎协定》和推动低碳转型的作用时，国家应对气候变化战略和国际合作中心主任马爱民表示，过去几年的经验（碳排放的强度和总量双降）表明，碳排放可以成为政策工具，碳市场在实现低碳发展的战略目标方面会发挥重要作用。“具体来说，首先通过适当合理的价格信号，促进企业自主自发减排；其次，全国碳市场促使生产要素的合理流动，促进企业绿色发展的融资成本降低；此外还有其他的附加效益，例如在环境政策的协同下，环境污染物的减少等。”马爱民说。

河南节约条例发布：鼓励太阳能

新修订的《河南省节约能源条例》（以下简称《条例》）已经省十二届人大常委会第三十二次会议审议通过于2018年5月1日起施行。《条例》共六章四十八条，主要规定了条例的适用范围、节能管理和服务、合理使用与节约能源、节能技术进步等。

实行供热分户计量是这次修订《条例》时广大人民群众非常关注的问题，在第二十一条中规定，“县级以上人民政府应当采取措施，对集中供热规划区域内的新建建筑实施分户计量，对既有建筑有条件实施供热分户计量改造的，应当在五年之内改造完毕。具备分户用热计量条件的热用户，热经营企业应当按照分户计量的用热量收费。”

新能源、可再生能源的开发和利用对于缓解能源供需矛盾、减少污染物排放、保护生态环境具有重要意义。《条例》在总则中规定：“县级以上人民政府应当鼓励、支持节能产品、设备、技术、工艺的研发、示范和推广应用，促进节能科技创新和成果转化。鼓励、支持开发和利用太阳能、风能、水能、生物质能、地热能等新能源、可再生能源”。在交通、建筑等方面，《条例》规定：“公共交通行业应当优先采购、使用节能和新能源交通工具”“鼓励公众使用非机动、节能环保和新能源动力交通工具”“推广绿色建筑材料，支持新建建筑优先采用绿色、新型、节能建筑材料和设备”；在农业和农村节能方面，《条例》规定，“鼓励农村建筑采用节能设计，使用节能材料”。

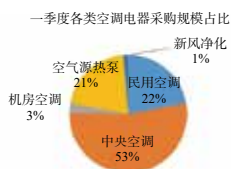
一季度全国空调电器采购额逾23亿

一季度，全国空调电器采购项目数量逾1300个，采购总金额超23亿元。中央空调采购规模约12.3亿元，稳占半壁江山。民用空调和空气源热泵表现抢眼，分别占总采购规模的两成。

空调电器采购呈现向好态势。据《政府采购信息报》不完全统计，一季度，全国空调电器采购项目约1300个，采购总规模约23.1亿元，较去年同期增

长35%。其中，1月采购项目数量和采购规模均位居首位。医院中央空调、学校煤改电以及民用空调批采成为三大主力。

一季度，各类空调电器产品采购需求保持活跃。中央空调采购规模约12.3亿元，稳占半壁江山；民用空调在批量集中采购强有力支撑下，与空气源热泵分占两成，并列第二阵营；机房空调及新风净化系统位居第三。



美的中央空调服务 坦桑尼亚外交部大楼

作为全球暖通空调领先企业和高端综合建筑供应商,美的中央空调积极响应“一带一路”号召,凭借优质的产品质量和良好的售后服务,为世界各国提供教育、交通、地产、大型商业综合体等项目提供全方位的空调解决方案,赢得世界各地客户的认可。

坦桑尼亚外交部大楼位于达累斯萨拉姆依拉拉区的海滨地区,靠近坦桑尼亚国际会议中心。

项目总用地面积 3112m²,包括办公楼、发电机房、门房各一栋。办公楼包括不同规格的办公室、会议室、图书室、档案室(共地上 14 层)、半地下室车库及设备用房等。在选型和设计过程中,美的中央空调为坦桑尼亚外交部大楼量身定制防腐功能的中央空调解决方案,保证交货时间最短,完全满足业主的所有要求。

近年来,受益于“一带一路”倡议,中国企业寻求越来越多的合作机会。其中,美的涉外项目服务中心在各个领域成果颇丰,先后服务 2015 年非盟运动会场馆,非盟会议中心,亚吉铁路,巴基斯坦胡布电站,巴基斯坦帕春电站,巴基斯坦三峡第一风力发电项目,土耳其泽塔斯电厂,安哥拉水泥厂等大型政府工程空调项目,也覆盖了阿尔及尔度假别墅,阿尔及利亚安纳巴酒店等酒店房产项目。

此次服务坦桑尼亚外交部大楼,是继塔吉克斯坦和智利外交部办公大楼之后,美的中央空调第三次为国家外交部办公大楼提供中央空调解决方案。

CPBA 代表团访问森德集团荷兰公司

4 月 23 日,应森德集团邀请,CPBA 理事长中国建筑科学研究院有限公司环能院徐伟院长一行,赴位于荷兰兹沃勒(Zwolle)的森德集团荷兰工厂进行新风技术交流与参观。交流过程中,徐伟院长对中国近零能耗建筑发展的相关政策、标准及现状进行了介绍。森德集团荷兰公司研发总监 Ari Veldhuijzen、工程总监 Chris de Jong,以及技术顾问 Bart Cremers 对森德集团在通风、热回收等领域的设计、开发理念进行了阐述,并针对面向欧洲和中国市场开发的新风系统产品分别进行了介绍。

工程总监 Chris de Jong 还向代表团展示了新风热回收设备采用的材料、巧妙的预热和传感器设置、以及独特节能控制设

计。双方还对新风系统在被动式超低能耗建筑当中的应用,以及产品机械性能、控制和地域适用性等相应的关键技术问题进行了交流和探讨。

交流会后,代表团参观了森德兹沃勒新风设备生产线、产品研发中心,以及检测实验中心。森德新风设备生产线机械化程度高,生产环境良好,生产效率高;研发中心对森德各代新风产品进行展示;检测实验中心设有风洞实验室、噪声实验室等。整个兹沃勒工厂的生产、和研发水平给代表团留下了深刻的印象。通过此次技术交流,双方希望在新风系统设计理念、关键技术、设备性能检测和认证等方面展开积极合作,共同发展。



大金空调九年蝉联

“中国房地产开发企业 500 强首选空调品牌” 桂冠

近日,由中国房地产业协会与中国房地产测评中心联合主办的“2018 中国房地产开发企业 500 强测评成果发布会暨 500 强峰会”在京隆重举行。

会议发布了第九届《2018 中国房地产开发企业 500 强首选供应商服务品牌测评报告》。大金凭借超群的综合实力荣获“2018 年中国房地产开发企业 500 强首选供应商·空调类”及“2018 年中国房地产开发企业 500 强首选供应商·新风系统类”两项殊荣。



中机意园助力合力大厦项目 成功申报 2018 年省级绿色建筑示范项目

由中机意园公司承接绿建及机电顾问的合肥南七花园 A02 地块 23~24 号楼项目（暨安徽叉车集团总部大楼——合力大厦项目）成功申报 2018 年省级绿色建筑示范项目。

该项目作为合肥市首个以城市污水源热泵设计为亮点的绿色三星级公共建筑，绿色建筑示范面积积达 13.8 万 m²。中机意园将“绿色、生态、节能”的设计理念贯穿于项目始终，在节地与室

外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量和创新提高方面的绿建设计技术解决方案，获得了评审专家的一致好评。此次绿色建筑示范项目的成功申报，是对合力大厦绿色建筑三星级的高度认可，更是对该公司在绿色建筑解决方案领域所取得成果的肯定与支持。中机意园将持续秉承“绿色 节能 环保”的理念，再创绿色建筑行业标杆！

源牌参与的国家科技支撑计划课题顺利通过验收

4 月 25 日，国家科技支撑计划课题“与建筑集成的多能源互补供暖系统示范”验收会在天津大学滨海工业研究院成功召开，本课题由杭州国电能源环境设计研究院（源牌集团）与天津大学、中国建筑科学研究院等国内知名高校、科研院所和企业共同承担。中国科学技术大学季杰教授、北京理工大学郑宏飞教授等 7 位相关行业专家出席本次验收会，会议由国家太阳能光热产业技术创新战略联盟副理事长宗军主持。

主持人宗军首先对与会专家做了简单介绍，并推荐季杰教授担任本次验收会专家组组长，随后课题负责人天津大学李敏霞教授分别对本课题财务情况、技术成果进行验收汇报，介绍了示范项目建设内容、技术经济指标、科研成果等完成情况

验收组专家在天津大学李敏霞教授、赵力教授的陪同下实地查看了多能互补供暖系统示范项目，该项目供热系统主要由槽式太阳能集热器、热源

塔热泵、蓄热水罐组成，冬季用于园区厂房供热。项目充分利用了清洁可再生能源太阳能进行供暖，同时利用热源塔热泵系统、水蓄热技术手段来弥补太阳能作为间歇性能源的短板，热源塔热泵系统采用小温差传热方式，能够从“低温高湿”空气中高效吸收低品位热能，提升热泵能效。

该院在该项目中主要承担多能源互补供暖系统的蓄热装置及自动控制系统研究，搭建水蓄热实验台研究蓄热流量、蓄热温差和布水器结构对温度分层冷热混合特性的影响。技术研发中心暖通工程师陈明锋作为参会代表参加了此次验收会议，对专家相关技术质询进行了解答。验收专家组在听取了项目验收汇报，并经过现场实地考察、质询、讨论，一致认为该项目完成了计划合同书规定的任务和指标，符合验收标准，验收组专家组组长季杰教授宣布“与建筑集成的多能源互补供暖系统示范”验收通过。

格力又一“国家级”检测中心诞生

近日，格力旗下的格力电工有限公司的检测中心通过中国合格评定国家认可委员会（以下简称 CNAS）评定，获 CNAS 国家认可实验室牌照。获评“国家级”检测中心，标志着格力电工检测能力达到了国家一流水准。

CNAS 认可审核时间长、通过难度大，通过 CNAS 认可，表明该实验室具备按照有关国际认可标准开展检测服务的技术能力。

此次获得 CNAS 权威认可，再次彰显了格力掌握行业核心技术的技术研发实力和勇于挑战自我，“精益求精”的“工匠精神”。

设于珠海格力电工有限公司的检测中心也成为继格力获批建设“空调设备及系统运行节能国家重点实验室”，建有“国家节能环保制冷设备工程技术研究中心”和“国家认定企业技术中心”等 2 个国家级技术研究中心、1 个国家级工业设计中心后，又一“国家级”水平的检测机构。

据悉，获得 CNAS 认可，不但表明相关机构具备了国内顶尖的检测技术能力，还有机会参与国际间合格评定机构认可双边、多边合作交流，在认可的范围内，所出具的检测报告具有国际公信力和权威性。

“我们将进一步增强检测中心各方面研发水平和实力，不断完善产品监管控制体系，确保产品质量过硬，提高核心竞争力，自主掌握核心科技，让“中国造”走出去更有底气。”格力相关负责人接受记者采访时表示。

国际资讯 International News

ASHRAE 发布 能源模拟辅助设计标准

ASHRAE 发布了一种新的标准——在整个设计过程中建筑能耗建模的方法。ASHRAE《标准 209-2018 建筑能源模拟辅助设计（除低层住宅建筑以外）》，定义了使用建筑能耗模拟和分析提供能源设计辅助的最低要求。

该标准定义了一致的能耗建模过程，以量化设计决策时的影响。为了最低限度地遵守《标准 209-2018》，建设项目团队必须在建模早期的设计过程（示意性设计）中评估能源效率选项。

这项新标准将有利于建筑业主、建筑师、政府机构以及许多希望他们的项目受益于模拟的人员。通过引用标准，他们可以了解适当的建模任务，并获取在设计过程建模以增加建筑价值。该标准还描述了从早期概念开发到建成后的分析活动。该标准适用于新建建筑和重大翻新，并定义了使用建模来支持集成设计工作的标称要求。

《标准 209-2018》定义了七个设计阶段建模周期，每个阶段具有与典型设计过程协调的特定建模目标。每个建模周期是一个通用建模周期的扩展，可以在设计过程中随时应用。三个额外的建模周期适用于建设和运营阶段，包括设计和建成后性能比较，以帮助业主和建模人员了解设计阶段建模假设的影响，并了解未来的建模工作。

国际能源机构热泵中心发布热泵技术发展规划 (2018-2023)

2018 年 4 月，国际能源机构热泵中心发布热泵技术发展规划(2018~2023)，设立的目标为，到 2023 年达到：（1）能源安全：热泵技术经常在合适的项目中示范和应用；热泵技术是新一代、经济性供暖和制冷解决方案的关键要素。（2）经济发展：提高热泵技术的创新率；能力建设得到改善；高性价比的解决方案得到最终用户的认可、示范和接受。

（3）环境意识：更多的政策制定者了解利用热泵技术来实现国际能源机构的任务。（4）全球参与：热泵技术合作项目（HPT-TCP）拥有更多成员国。

在策略方面，提高热泵技术的研究、发展、示范和应用，主要通过：（1）创造研究机会；

（2）在热泵技术合作项目框架下新的课题组织下，为学术、行业、市场和政策制定者搭建合作交流平台。

在建筑、社区、运输和工业部门内进行供热、供冷和制冷领域的研究、发展、示范和应用活动，同时扩大范围以包括以下更大范围包括：

（1）可承受和具有竞争力的加热技术；

（2）更有效的供冷和空调，特别是在温暖、潮湿的气候环境中；

（3）灵活的，可持续和清洁系统解决方案（例如在城市地区）使用热泵技术与储能、智能电网、太阳能和风能、热网、供电等组合；

（4）数字化和物联网的发展所提供的可能性；

（5）新型或特殊的市场和应用，包括汽车、工业和消费品（如白色家电）；

（6）新型、替代或天然制冷剂，对于新的和现有的产品来说，具有更低的全球变暖潜力、高的热力学潜力和低毒性。

通过与其他技术合作项目和相关组织的交叉合作来促进先进的和（或）颠覆性的创新。

研究、发展、示范和应用工作的结果和影响的宣传，通过适当的渠道定向发布信息达到相关的目标群体。

为 IEA 和标准化组织提供可靠和独立的热泵技术指导、数据和知识。

增加吸引新成员的活动，包括 IEA 关键合作伙伴和协会国家。

美国中央空调和空气能热泵 2018 年 2 月份出货量发布

2018 年 4 月 13 日，美国空调供热制冷协会发布美国 2018 年 2 月中央空调和空气能热泵共出货 515,936 台，同比增长 10.2%，去年同期出货数据为 468,164 台。中央空调出货为 307,522 台，同比增长 5.2%，去年同期出货数据为 292,446 台。空气能热泵出货为 208,414 台，同比增长 18.6%，去年同期出货

数据为 175,718 台。

2018 年前 2 个月中央空调和空气能热泵累计出货 998,607 台，同比增长 7.2%，去年出货数据为 931,226 台。中央空调出货为 574,379 台，同比增长 1.8%，去年同期出货数据为 564,400 台。空气能热泵累计出货为 424,228 台，同比增长 15.6%，去年同期出货数据为 366,826 台。



IEA

《世界可再生能源供热现状及政策》III

2018年1月，国际能源署IEA发布了《可再生能源供暖政策报告》，报告整理了2017年2月在法国召开的“可再生供暖和制冷研讨会”的主要内容，涵盖了9个国家的清洁能源政策、现状和政策，包括中国、美国、丹麦、芬兰、瑞典、法国、德国、荷兰、英国的项目分析，以及对未来清洁能源政策的指导意见。本刊将从本期起用连载方式分别从概要、清洁能源解决办法、发展瓶颈和政策对策、项目分析、政策建议介绍此报告。

3. 障碍和政策

供热市场是复杂和零散的，并且通常比电力市场了解得更少。这种复杂性对有效的政策制定是一个挑战。在需求侧，建筑物的供热需求很大程度上根据气候、建筑能效、占用和人的行为等因素而变化；而在工业中，许多过程具有一系列的供热需求。在供应侧，有许多不同的空间供暖和热水供应方式，有众多因素参与，从大型跨国供热设备制造商到小型本地安装商。可再生能源面临着多个障碍，而在这些市场上竞争不一定是开放性的竞争。

障碍可分为经济和非经济两类。这两套壁垒都很重要，经常共同影响以阻止消费者和行业投资者选择可再生的供热解决方案。这些障碍中的一些（例如激励、化石燃料补贴）与能源效率是共同的，而供热脱碳的另一个关键工具。

经济壁垒

从经济方面看，可再生能源供热和化石燃料替代品的成本跨度很广，即使是在同一行业的应用（见图7，住宅成本）。它们取决于许多因素，如投资成本、当地气候因素（例如日照水平）、当地资源可用性（例如生物质）和能源税。

关键信息：

在某些国家，某些应用中，可再生供热可以和现在的技术竞争，但需要政策支持。

通常，可再生能源的竞争力取决于其资本和运营成本相比化石燃料替代品。有些情况下，可再生能源可以很容易地与化石燃料竞争，甚至是首选的选择。这是例如食品和饮料或造纸工业中的情况，通常生物质残留物以零

成本获得，这补偿了生物质锅炉的总的更高的资本成本。

在许多国家，天然气是现有的供热燃料，可再生能源供暖必须与之竞争。消费气体价格，特别是住宅行业之间的差别很大。虽然天然气基准价格有一些变化，但增值税和碳税等税收的增加导致了一些国家之间的巨大差异。在案例研究中（无中国和芬兰数据），美国的居民消费气体价格最低，瑞典最高（图8）。在瑞典，对化石燃料征税一直是可再生能源的主要推动力，而由于低税收的低燃气价格影响了可再生能源在英国和美国的竞争力。

然而，即使可再生供暖的设备使用寿命上具有竞争力，消费者仍然可以被诸如高昂的资本成本等问题推迟。因此，经常需要政策干预来启动或加速可再生热的应用。

非经济壁垒

与经济壁垒一样，非经济壁垒在国家、行业和特定的可再生供热应用中也有很大差异。其中一些是技术性的，而另一些则更多地是由于缺乏对政策层面的特定热量需求的理解，以及消费者

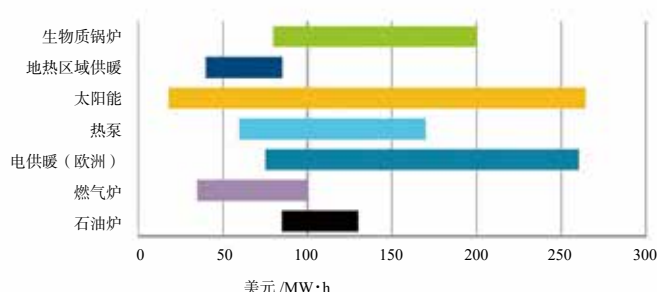


图7 住宅可再生能源与化石燃料替代品（交付热量）的成本

数据来源：IEA 报告《可再生能源 2017》

注：成本包括资本和运营成本，承担一系列燃料和电力价格。热泵的范围包括空气源和地源系统，因其热成本是相对一致的。

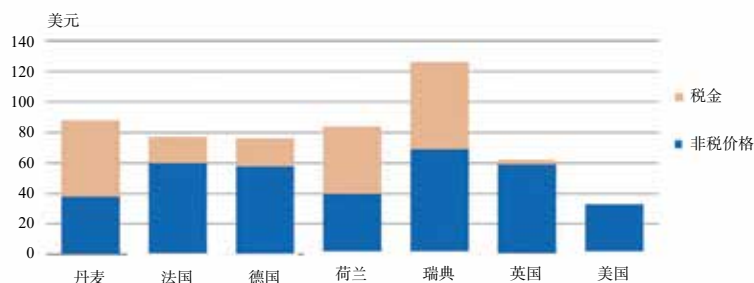


图8 住宅消费者的每小时燃气价格，包括税收，2016

资料来源：国际能源机构（2017G）、能源价格和税收 2017。

缺乏可再生供热选择。表2探讨了一系列非经济性障碍，以及一些已实施的政策实例。

解决供热障碍的政策工具

尽管需要解决许多障碍和最终能源需求和排放中供热有着巨大贡献，但迄今为止，大多数国家的政策制定者主要将可再生能源政策集中在电力上。例如，虽然大约有150个国家有可再生能源的目标，但只有47个国家有可再生能源供热供冷的目标。

最常见的是特定的可再生能源供热技术的目标，可以在经合组织国家和新兴经济体中找到。例如，南非最初在2009年设定了太阳能热水器的目标。该国最新的目标是至2030年拥有500万个家庭太阳能热水系统。泰国2015年替代能源发展计划包括太阳能热、生物量、沼气和城市垃圾的供热目标将在2036年完成。2016年中国的“十三五”计划中太阳能热

水、固体生物质和地热的目标将在2020年完成。

很少有国家为可再生能源占总热量需求份额设定自己的目标。欧盟国家是个例外，欧盟可再生能源指令要求欧盟20%的最终能源消耗在2020年通过可再生能源来满足，从电力、供热供冷和运输行业中完成。根据可再生能源指令，成员国已经在其国家推行可再生能源行动计划（NERAPS）中确立了供热份额，并且一些国家已经为2020年及以后设定了更高的特定的可再生供热目标。例如，法国的目标是至2030年将可再生能源在最终热量消耗中的份额增加38%，而2015年的份额为19.8%。

虽然目标对于发展方向很重要，但他们的成就将取决于政策措施的有效实施。同样，全球可再生供热设施比电力少。国际能源机构/国际可再生能源机构（IRNA）联合全球可再生能源政

策数据库列出了700种可再生电力的政策工具，但只有175种关于供热和制冷。

最常用的可再生能源政策工具有：

1. 金融工具：通常是补助金、补贴或税收抵免；主要用于家庭，通常与建筑改造和能源效率有关。在一些国家，已经实施了能源税或碳税。

2. 建筑规范（主要用于新建建筑），需要一定份额的热量由可再生能源供应，或具体地要求安装太阳能热水系统来产生热水。

此外，国家通常采用软措施，例如施工方认证或信息活动。

在一些国家（例如加拿大、美国和德国），无论是在地区或国家层面上采取措施，还是在政府层面都有相关措施。地方当局也可以在建筑部门技术需求方面发挥重要作用，因为他们是建筑法规的执法者。最常见的是太阳能热水要求，比如西班牙的巴塞罗那、在巴西圣保罗和中国深圳。在旧金山，2017年的太阳能建筑可以通过太阳能或太阳能光伏发电来满足。

到目前为止，大多数国家还没有制定出有效地将可再生能源用于工业的政策。一些工业部门已经使用了大量的可再生热量，特别是在造纸、食品和饮料等行业的生物能。它们经常利用现场生产的残留物、废料或联合产品，但在其他工业部门中仍有许多未开发的可再生供热的潜力。一些国家的支持计划（法国的Fonds Chaleur，德国的MARTANRIZ方案，和英国可再生供热激励）包括工业应用。然而，工业也经常受到碳/能源税（例如德国和英国）的豁免，从而使得可再生供热应用的经济性更具挑战性。在高温应用方面还需要政策支持，以进一步研究和创新，以克服技术挑战。

下一期将通过美国等国家案例分析可再生能源供暖情况。

热点
聚焦

Spotlight

2018年

数据中心冷却节能与新技术应用发展

高峰论坛成功召开

本刊编辑部

随着互联网+、移动互联网、云计算和大数据业务的迅猛发展，全球数据中心的建设步伐正在加快，为推动数据中心冷却节能领域的科研与技术交流，2018年4月18~19日，由湖南大学张泉教授积极发起倡导，中国建筑节能协会暖通空调专业委员会、湖南大学、中国电信湖南分公司联合主办，湖南省土木建筑学会暖通空调学术委员会、湖南省邮电规划设计院有限公司、DTDATA协办的“安全与节能2018年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”在湖南长沙隆重召开。来自国内外数据中心领域的知名专家、学者、运营商、高校、科研机构、设计院、设备生产企业以及新闻媒体代表近四百余人出席了本届论坛。

出席会议的嘉宾有中国科学院院士/西安交通大学教授陶文



徐伟



曹一家



郑宏

袁建新



张才江



铨、中国建筑学会暖通空调分会理事长徐伟、湖南大学副校长曹一家、中国建筑节能协会暖通空调专业委员会主任委员路宾、西安工程大学教授黄翔、中国电信湖南分公司副总经理万鹏、中国数据中心产业发展联盟秘书长郑宏、湖南大学土木工程学院院长陈仁朋、湖南大学土木工程学院党委书记施周、湖南省邮电规划设计院有限公司总经理张才江、

湖南省暖通空调委员会主任委员袁建新、中讯邮电咨询设计研究院教授级高工李红霞、湖南大学教授张泉等。

开幕式由中国建筑节能协会暖通空调专业委员会王东青秘书长主持。中国建筑学会暖通空调分会理事长徐伟、湖南大学副校长曹一家等领导作大会致辞。

中国科学院院士、西安交通大学教授陶文铨发表了《数据中

心电子器件空气冷却特性的多尺度数值模拟》主题报告，陶院士将多尺度系统的研究引入数据中心，采用多尺度数值模拟方法发现机房最不利点，通过局部的调整改善，从而提高数据中心冷却效率。以上方法不仅提高了数据中心安全运行的稳定性，同时降低了系统能源消耗，引起了参会嘉宾的极大关注。

中国电信湖南分公司万鹏副总经理作了《IDC 发展策略及行动计划》主题演讲，重点分享了 IDC/ 云的发展优势和发展策略等内容。

海尔中央空调数据中心企划经理刘闯先生系统介绍了《海尔数据中心行业空调系统整体解决方案》。面对数据中心的中央空调的高耗能和严苛的需求，作为国家建筑节能改造、节能减排引领者的海尔中央空调，为数据中心量身打造了以磁悬浮中央空调为核心的中大型空间解决方案、以精密空调为核心的小型空间解决方案和以基站空调为核心的铁塔基站机房解决方案。

京东云公司云事业部张敬高级总监从设计、建设、运营的角度详细介绍了《京东云华东数据中心》的相关情况。该中心是京东第一个自建数据中心，其采用的绿色环保技术，贯穿整个生命周期。从最初的概念设计到施工建造，一直到投产后的运营管理，保证数据中心年均 PUE ≤ 1.3 。

湖南元亨科技股份有限公司董事长陈力作了《数据中心用冷却塔应用现状、对策与挑战》精彩发言。他对冷却塔在系统节能



李红霞 | 教授级高工



张泉 | 教授



陶文铨 | 院士



万鹏 | 副总经理



刘闯 | 企划经理



张敬 | 高级总监



陈力 | 董事长



吴冬青 | 副总工



刘明生 | 教授



黄翔 | 教授



李震 | 教授





袁晓东 | 总监



李国柱 | 博士



赵春岩 | 战略大客户总监



高景 | 高级工程师



陈雷昕 | 总经理



余跃滨 | 副教授



邵双全 | 副研究员



谢静 | 主任工程师



王玉刚 | 博士



刘义丰 | 暖通设计主管



廖曙光 | 董事长

中的设计选型、气象指标特点、湿球温度的选择、冷却塔技术特点进行深刻分析,元亨冷却塔的高效率、低漂水、节能运行、低噪音、少维护、高配置的特点给与会嘉宾留下了深刻印象。

广东省邮电规划设计院有限公司吴冬青副总工从设计安全角度作了《数据中心空调系统安全性设计与评估》主题报告。他指出数据中心空调设计要重点关注四个方面:1、大型数据中心是耗能、耗水大户,对运行成本敏感的业主在方案设计阶段就特别关注节能、节水;2、采用自然冷却的空调系统日益受到关注,这不仅有效地降低 PUE 值,也是评判数据中心优劣的重要指标。3、数据中心设计的原则:安全、经济、节能、可扩展性4、空调设计原则:满足等级标准、实现在线维护。

大连理工大学刘明生教授就《风冷和水冷精密空调哪个更好?》和与会嘉宾进行分享、探讨。他认为:1、风冷精密空调能效高于水冷精密空调,但需重点解决好智能优化控制、压缩机变频调节等关键问题2、风冷精密空调在数据中心投资建设、设施、运维管理均有多方优势;3、风冷精密空调无法采用冷电合综合能效措施。

18日下午的主题论坛由西安工程大学黄翔教授、清华大学李震教授、中国电信云公司袁晓东总监主持。

中国建筑科学研究院有限公司李国柱博士分享了《数据中心露点冷却系统的构建及其研究方向》主题报告。





美的中央空调战略大客户总监赵春岩先生作了《数据中心专属冷源——美的中央空调解决方案》的主题演讲，重点介绍了美的变频直驱离心机在数据中心项目中应用优势和节能潜力，以及针对不同类型的数据中心的解决方案。

华信咨询设计研究院有限公司高景高工介绍了《自然冷却技术在国内数据中心的应用历程》，重点分享了数据中心的发展前景、自然冷源的形式、自然冷却技术应用案例以及需要解决的问题。

上海翱途流体科技有限公司陈雷昕总经理分享了《数据中心能效优化方案浅析》主题报告。

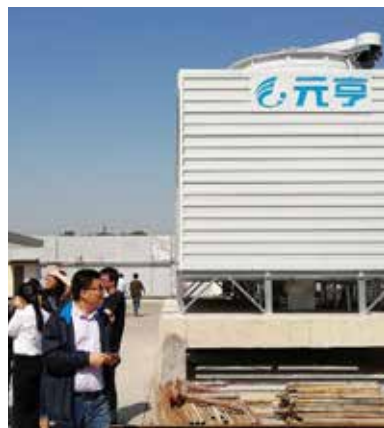
研究员作了《数据中心用热管背板技术及应用》主题报告。

上海邮电设计咨询研究院有限公司专业主任工程师谢静女士介绍了《数据中心空调通风系统节能技术应用》。

英国赫尔大学王玉刚博士作了《露点空调技术在数据中心的应用及节能潜力分析》主题报告。

湖南省邮电规划设计院有限公司暖通设计主管刘义丰先生从既有数据中心节能改造的视角分享了《既有数据中心节能改造方案与评估》主题报告。

长沙麦融高科股份有限公司廖曙光董事长发表了《中小微企业数据中心的安全与节能》主题演讲，



大会主题报告结束后，由中国建筑科学研究院数据中心研究院副院长兼总工程师罗志刚先生主持，邀请了中讯邮电院李红霞教授级高工、中数盟郑宏秘书长、中国节能产业联盟丁德坤副理事长、湖南大学李念平教授、艾特网能彭少华总监参与“节能与安全”主题对话讨论，共同把脉行业形势，探讨未来发展。

4月19日上午，与会嘉宾参观了中国电信长沙麓谷机房，大家首先参观了机房内部的空调方式和气流组织形式，然后到屋顶了解冷却塔和机房的安装情况，麦融高科现场工作人员详细介绍了项目背景、改造方案、实施情况和后期运行效果。据了解，该机房改造后至少可节电30%。



致谢:

本次论坛从前期策划、会议筹备、专家组织、嘉宾邀请得到了湖南大学张泉教授及其数据中心团队的鼎力支持，感谢青岛海尔电子有限公司、广东美的暖通设备有限公司、长沙麦融高科股份有限公司、湖南元亨科技股份有限公司、上海翱途流体科技有限公司、深圳艾特网能技术有限公司、威胜电气有限公司、盖雷（北京）流体系统科技有限公司、湖北建研测控集团有限公司的大力协助！2018年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛圆满成功！

安全与节能

2018年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛

/指导单位/ 中国建筑节能协会 中国建筑科学研究院有限公司

/主办单位/ 中国建筑节能协会暖通空调专业委员会 湖南大学 中国电信湖南分公司

/协办单位/ 湖南省土木建筑学会暖通空调学术委员会 湖南省邮电规划设计院有限公司 DTDATA数据中心全生态服务平台

/支持单位/



2018年4月18-19日 · 湖南长沙



数据中心高峰论坛·领导致辞

徐伟 | 中国建筑学会暖通空调分会理事长

研究员，中国建筑科学研究院专业总工、建筑环境与节能研究院院长，空气调节研究所所长，中国建筑学会暖通空调分会理事长，中国建筑节能协会地源热泵专业委员会主任委员，国际制冷学会热泵与热回收委员会副主席，国际能源组织（IEA）蓄能节能委员会中国代表，住建部科学技术委员会委员，住建部建筑节能、城镇供热专家委员会委员，主编国家标准《供暖通风与空气调节设计规范》、《地源热泵系统工程技术规范》等标准规范。

尊敬的各位领导、各位来宾，女士们、先生们：

大家早上好！

非常高兴能和诸位相聚湖南长沙，感谢大家莅临 2018 年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛。我谨代表主办单位对各位领导和参会嘉宾的到来表示热烈的欢迎！同时向湖南大学、中国电信湖南分公司，以及湖南省土木建筑学会暖通空调学术委员会、湖南省邮电规划设计院有限公司、DTDATA 数据中心全生态服务平台等单位的大力支持表示感谢！

随着信息技术的普及及其全球信息化趋势的加强，无孔不入的数字化信息，有力地推动了经济、政治、文化的全球化进程，

数据科学、数据科技的不断发展和数据价值的深度挖掘及应用，一场大数据革命正在悄然进行，它将带动国家战略及区域经济发展，智慧城市建设，企业转型升级，社会管理及个人工作、生活等各个领域的创新和变革。而作为信息数据重要载体和互联网发展基石的“数据中心”，显得尤为重要。如何实现数据中心绿色低碳安全发展，已成为支撑我国经济社会创新、协调、绿色、开放、共享发展的关键因素之一。

本届论坛以“安全、节能”为主题，邀请各位专家和与会嘉宾围绕数据中心冷却节能技术、解决方案和能效提升方法等展开探讨，希望大家畅所欲言，为中国数据中心的设计、建设和运营，

提供具有借鉴意义的理论研究和实践经验。

长沙，一座历经三千年的名城，除了素有“山水洲城”的美誉之外，也是“维新运动”、“旧民主主义革命”、“新民主主义革命”的策源地和发祥地之一。我们希望此次论坛好似星星之火，以燎原之势，有力的推动数据中心健康有序高效地发展，引起更多行业人、社会人的关注。同时也希望以此论坛为载体，为业界搭建一个高质量的交流平台，促进互动交流，凝聚发展共识。

最后，预祝本次论坛取得圆满成功！祝大家工作顺利！阖家幸福！

谢谢大家！



数据中心高峰论坛·领导致辞

曹一家 | 湖南大学副校长

现任湖南大学副校长、教授、博士生导师，浙江省政协常委；兼任“十一五”国家高新技术发展计划（863计划）先进能源技术领域专家组成员、湖南省青年科技工作者协会会长、美国电气与电子工程师协会会员、国际大学电气工程会议指导委员会委员。2006年经国务院批准为享受政府特殊津贴专家。中共中央组织部“万人计划”第一批领军人才。

尊敬的陶文铨院士、徐伟院长及各位专家、各位老师：

大家上午好！

我谨代表湖南大学向各位在百忙之中莅临本次由中国建筑节能协会、湖南大学、中国电信湖南分公司主办的“2018年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”的专家们，表示热烈的欢迎和衷心的感谢！对本次学术论坛的召开表示热烈的祝贺！

在2015年10月召开的党的十八届五中全会中，国家就明确提出了实施网络强国战略，实施“互联网+”行动计划，发展分享经济，实施国家大数据战略。李克强总理也把互联网+写入了政府工作报告。这不是在国家战略领域第一次提出“互联网+”的概念，但是这是第一次将其代入到五年计划的发展规划中。

互联网随着信息通信技术的深入应用带来的创新形态演变，“互联网+”是新常态下创新驱动发展的重要组成部分，互联网就成为了国民经济的一个大的引擎，是效率的引擎，是创新的引擎。“互联网+”不仅仅改变着我们的生产、工作、生活方式，而且还会是中国未来经济的发展方向，并给当今中国经济社会的发展带来的无限的机遇。

互联网的物理载体是数据中心，数据中心的能耗是传统的

建筑的能耗的数十倍。数据中心用电由IT设备、空调系统和配电系统用电3部分组成。IT设备用电约占数据中心总用电量的50%；空调系统用电约占40%；配电系统用电约占10%。由此可见，如果能够运用新技术、新工艺、新产品降低机房制冷所消耗的电耗，建设绿色环保机房，则可以在数据中心的节能降耗问题中大有作为。

作为主办方之一的湖南大学，坐落在中国历史文化名城长沙，校区位于湘江之滨、岳麓山下，享有“千年学府，百年名校”之誉。学校是国家教育部直属的全国重点综合性大学，是国家“211工程”、“985工程”重点建设的高水平大学，是国家“世界一流大学建设高校”。学校办学起源于宋太祖开宝九年创建的岳麓书院，历经宋、元、明、清等朝代的变迁，始终保持着文化教育的连续性。在长期的办学历程中，学校继承和发扬“传道济民、爱国务实、经世致用、兼容并蓄”的优良传统，积淀了以校训“实事求是、敢为人先”、校风“博学、睿思、勤勉、致知”为核心的湖大精神，形成了“基础扎实、思维活跃、适应能力强、综合素质高”的人才培养特色。学校设有研究生院和23个学院，学科专业涵盖哲学、经济学、法学、教育学、文学、历史学、理学、

工学、管理学、医学、艺术学等11大学科门类。拥有24个博士学位授权一级学科，36个硕士学位授权一级学科，23个专业学位授权，建有国家重点学科一级学科2个、国家重点学科二级学科14个，博士后科研流动站25个。7个学科进入ESI前1%，7个学科入选国防特色学科，化学、机械工程学科入选教育部世界一流学科建设行列。更令人感到欣喜的是继天津和深圳之后，国家科技部正式批准建立的第三家国家超级计算中心位于湖南大学校区内。超算中心作为数据中心的一种特例，采用“政府主导、军地合作、省校共建、市场运作”的创新模式，由省政府负责建设资金投入，湖南大学负责全面运营管理、国防科技大学负责技术支持，由于全年需要冷却，其高能耗问题也是超级计算面临的技术难题。

为了推动数据中心冷却节能领域的技术交流与发展，我们湖南大学联合中国建筑节能协会暖通空调专业委员会等机构共同举办了此次论坛，并邀请了行业内的各位专家就如何降低数据中心能耗、安全等技术进行深入探讨，意义重大。

最后，预祝本次学术论坛圆满结束，再次感谢各位来宾对本次论坛的支持，祝身体健康，工作顺利，万事如意！



数据中心高峰论坛·领导致辞

张才江 | 湖南省邮电规划设计院有限公司总经理

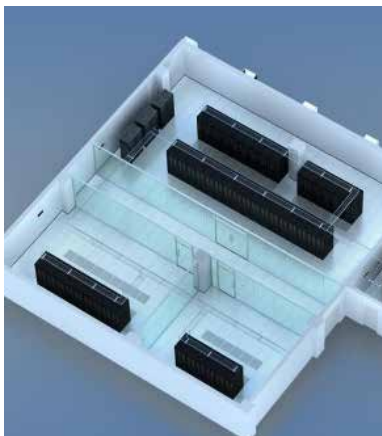
湖南省邮电规划设计院有限公司党委书记、总经理。历任湖南省通信建设监理有限公司总经理，中通服项目管理咨询有限公司总经理。任职期间带领公司成功转型，实现跨越式发展，业绩名列行业前茅。

尊敬的各位来宾：

大家上午好！

4月的长沙，春风送爽，生机盎然。在这个充满生机、希望的季节里，我们相聚在美丽的星城长沙，共享“2018年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”为我们带来的思想盛宴。在这里，我代表湖南省邮电规划设计院有限公司，向莅临本次高峰论坛的各位领导、专家、各位嘉宾和朋友，表示热烈的欢迎和衷心的感谢！

随着现代信息技术的迅猛发展，一个大规模产生、分享和应用数据的时代正在徐徐开启。大数据发展正在驱动经济社会诸多领域发生深刻变革，已经成为新时代最具价值的宝藏之一。李克强总理也曾指出，数据是基础性战略资源，也是重要生产力。发展大数据产业空间无限，数据中心还有极大的发展市场和潜力。



与此同时，数据中心的节能降耗问题进一步凸显。根据工信部首次公布的《全国数据中心应用发展指引（2017）》，能效方面，全国超大型数据中心平均PUE为1.50，大型数据中心平均PUE为1.69，最优水平达到1.2左右，和国外还是存在一定差距。因此，如何运用新技术、新工艺、新产品降低机房制冷所消耗的电能，建设绿色环保机房，已成为业界关心的核心问题。

我们这次论坛的主题是“安全与节能”，今天也来了很多重量级的嘉宾，有行业协会的代表，有高校的教授、学者，数据中心的运营商专家、领导，技术研发机构的专家等，大家济济一堂，共同探讨：“如何降低数据中心能耗，实现绿色发展”。我们也是想通过举办这样一个高层次、高水平、高专业性的论坛，促进大家的交流，拉近大家的距离，通过分享各位专家的真知灼见，碰撞出思想的火花，为我们整个行业研发新产品、改进节能新技术打开思路。

我司这些年也成功参与了一些大型数据中心的建设，例如：东江湖大数据产业园，利用东江湖的低温湖水进行自然冷却，为全国最优水平，目前实际部分负荷运行下，PUE在1.2左右范围内波动；湖南电信信息园，是湖南电信的通信指挥中心，省级核

心枢纽机楼；中国联通湖南长沙云计算中心，是中国联通在全国布局的十二大云数据基地之一，是中部地区的数据服务产业基地；广东福能大数据产业园，是国家级数据中心和信息服务业基地；以及河南沁阳市云数据中心、云南联通玉溪数据中心等，也都是致力于节能、环保，因地制宜选择合理的技术方案，降低数据中心能耗。取得了一些成绩，也有很多困惑，因此今天我们也是抱着学习的态度来参加论坛，倾听各位专家的报告和对话。

2017年12月8日，习近平总书记在主持学习：“实施国家大数据战略”时强调：“大数据发展日新月异，我们应该审时度势、精心谋划、超前布局、力争主动”，推动实施国家大数据战略，加快完善数字基础设施，推进数据资源整合和开放共享，保障数据安全，加快建设数字中国。我们应该抓住历史机遇，按照创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，围绕论坛主题，广泛交流、充分探讨、凝聚共识、深入研究，推动数据中心冷却节能领域的技术发展，做好大数据中心建设的有力支撑，推动实施国家大数据战略，赢得新时代新发展！

最后，再次欢迎各位领导、专家的到来，预祝本次论坛圆满成功！



数据中心高峰论坛·领导致辞

郑宏 | 中国数据中心产业发展联盟

中国数据中心产业发展联盟秘书长，中国数据中心产业发展联盟成立于2010年，旨在“构建行业绿色生态发展环境，积极推动、维护中国数据中心行业健康、有序发展”，目前已建立包括国内三大电信运营商在内的100余家会员企业库，以及数据中心行业七大专家委员会，涵盖国内该行业领域具有投资决策和技术领军200余位专家。

各位专家、各位来宾，各位朋友：

大家上午好！

非常高兴能够参加今天的活动，首先，我代表中国数据中心产业发展联盟对2018年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛的成功举行表示热烈的祝贺！向多年以来坚持推动数据中心的节能降耗，支持中数盟秘书处工作的各位专家和各界朋友表示衷心的感谢！

近几年来，我国针对5G、人工智能、互联网、大数据、区块链、虚拟现实等核心技术，分别出台了大量的扶持政策。尤其是十九大以后，加快建设制造强国，推动互联网大数据人工智能和实体经济深度融合，依托新一代信息技术来培育新动能的国家发展思路得以明确。

新一代信息技术的发展和应用对数据中心产生了源源不断的需求。从有关部门发布的报告显示，全球数据中心保持强劲发展势头。从增速来看，全球数据中心市场增速达到17.4%。其中，中国保持了35%的高速增长。截至2016年底，中国数据中心保有量约为5.6万个，总面积约为1650万平方米。预计到2020年，中国数据中心保有量将超过8万个，总面积将超过3000万平方米。

数据中心保有量的大幅提高，导致数据中心能源消耗越来越

越大。2016年中国数据中心总耗电量超过1200亿千瓦时，这个数字超过了三峡大坝2016年全年的总发电量（约1000亿千瓦时）。

多年以来，国家有关部门和社会机构都在为降低数据中心行业总体能耗，提高能源使用效率做着不懈努力。比如，2015年3月18日，工业和信息化部会同国家机关事务管理局、国家能源局发布《关于印发国家绿色数据中心试点工作方案的通知》，制定了《国家绿色数据中心试点工作方案》，基于工作方案，目前已经编制形成了《绿色数据中心先进适用技术目录》，从行业主管部门的角度在引导绿色数据中心的建设方面发挥了重要工作。

近年来，中数盟也在积极

推动数据中心的节能减排工作，中数盟主办的中国绿色数据中心技术大会已经连续举办了八届。2016年，中数盟——数据中心技术委员会专门成立了空调环境工作委员会。我们还组织三大电信运营商代表和行业知名专家编写了《数据中心空调节能产品评价标准》。

各位专家，绿色数据中心的建设和运营，需要全行业的共同努力，尤其离不开在座各位暖通界技术大拿的帮助。今天活动的主题选的很好，冷却节能与新技术应用对数据中心行业节能减排工作很有针对性，我们中数盟愿意与各位专家和技术供应商紧密合作，为新技术在数据中心行业的落地应用提供支撑服务。

最后，预祝本次活动取得圆满成功。谢谢大家！





万物互联时代， 西门子助力中国智能建筑快速发展

——访西门子（中国）有限公司执行副总兼楼宇科技集团总经理 邵康文

“物联网和云计算等数字化技术已席卷至各行各业，楼宇行业也在经历着深刻的变革。作为楼宇数字化的全球领军者，西门子以全面、创新、领先的楼宇产品和解决方案满足客户个性化、智能化的需求，推动室内环境品质与能效的提升。”西门子（中国）有限公司执行副总裁兼楼宇科技集团总经理邵康文表示，“西门子将通过持续不断的创新科技与服务把数字化的力量注入楼宇运营之中，实现建筑和人类的‘对话’，打造安全、舒适、健康和绿色的完美空间。”

本刊编辑部

西门子股份公司是全球领先的技术企业，170年来不断致力于卓越的工程技术、创新、品质、可靠和国际化发展。公司业务遍及全球，专注于电气化、自动化和数字化领域。作为世界最大的高效能源和资源节约型技术供应商之一，西门子在高效发电和输电解决方案、基础设施解决方案、工业自动化、驱动和软件解决方案等领域占据领先地位。

绿色节能环保 当代建筑行业的主旋律

建筑领域是耗能大户。从全球发达国家来看，建筑耗能超过40%，而在中国，这个比例也达20%~30%。因而，建筑节能对于国家整体的节能减排、绿色环保和可持续发展至关重要。

2017年3月，住建部印发了《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》中明确提出，“要推进建筑节能和绿色建筑发展，这是落实国家能源生产和消费革命战略的客观要求，是加快生态文明建设、走新型城镇化道路的重要体现。”未来建筑技术的发展，绿色和环保肯定是一个大的方面，这是我国未来建

筑发展的趋势，也符合国家和整个社会可持续发展的要求。

开发更加智能的楼宇控制系统的目的在于让生活更加舒适。而与此同时，节能作为社会大环境的迫切要求，也必须纳入楼宇控制的范畴。在舒适与节能的关系方面，西门子的处理原则简单而有效，那就是“在满足功能需求、保证舒适的基础上，通过改进技术和优化配置提高运营效率，实现更大的节能”。在西门子的楼宇自控系统示范室中，暖通空调包括灯光、窗帘等智能家居系统可实现一键操控，并且产品设计精巧，易于融合于建筑装修结构中，可作为家居设计的重要部件。西门子楼宇科技在建筑节能方面可以提供一系列从产品、系统、解决方案、服务、合同能源管理等带有先进理念和先进技术的产品与实践，并在细节上加强设计，利用多种措施实现了高效节能。一整套系统的完美融合，真正保障了楼宇使用者的舒适体验。

西门子的楼宇自控系列产品在推入市场后，完成了很多经典的项目，收效良好，赢得了市场的好评。

西门子楼宇科技集团积极助力中国智能楼宇的发展，包括为亚洲

最大的公用被动房——青岛中德生态园被动房技术中心提供了智能楼宇解决方案，该建筑每年节约能源消耗130万千瓦时，相当于每年节省能源费用约50万元人民币，并且每年降低碳排放664吨。

2014年，西门子同中国建筑科学研究院共同完成的近零能耗示范楼，虽然规模不大，但麻雀虽小，五脏俱全，其中运用了各种综合技术，包括许多节能新技术，通过西门子强大的楼宇自控系统将不同的设备和功能集中在一个小型写字楼中，实现了高效节能，被称为节能示范的标杆性建筑。

2015年，由西门子完成节能改造的广交会展馆喜获LEED认证（美国的绿色建筑认证体系）的金奖，这也是全球第一个会展中心方面的LEED认证金奖。2015年，西门子为上海中心大厦提供了先进的智能楼宇系统。投用后，整栋大厦的能耗将降低5%至10%，同时该项目已荣获LEED绿色建筑白金级认证。

数字化变革 完善智慧楼宇解决方案

此次展会，西门子以“用数字

化创造完美空间”为主题，根据不同的行业不同应用，全方位展示了包括最新的 Desigo Control Point、PM_{2.5} 微尘传感器等产品和其针对家居、办公楼宇及酒店的不同应用场景推出的智能空间与智能照明解决方案。

楼宇管理集成平台 Desigo CC 是西门子基于数十年的行业经验开发的先进楼宇控制平台。基于该平台推出的中小型楼宇管理站 Desigo Control Point 可用于同一楼宇中的不同管理任务，将设备运行、遥控操作以及房间功能集于一台设备。因此，对于现场操作和终端用户来说，用指尖轻触即可操控空调系统，灯光及窗帘遮阳百叶窗。Desigo Control Point 支持最常用的以太网网络，用户可通过网络直接在办公室或者在建筑内的任何场所进行遥控使用。此外，该产品还简化了空调系统、灯光及窗帘遮阳的控制，并且可通过信息丰富的能耗仪表板来监控能源。

邵总告诉记者，传感器方面可能比较热门的是 PM_{2.5} 微尘传感器，为保证室内健康空气环境，西门子基于八十多年传感器开发和室内环境控制方面的经验，发布了全新 PM_{2.5} 微尘传感器，用于监测建筑物内的空气污染。该传感器具有高性能的优势，可准确测量 PM_{2.5}、PM₁₀，对单个或多个房间的空气污染进行监测，适用于多种类型的建筑物，还可以无缝集成到综合的楼宇管理系统中，全面检测与控制空气环境。传感器易于安装和维护，用户在日常的维护服务中可快速而便捷地更换传感器模块，而不需更换整个传感器。这一产品补充了西门子现有的 CO₂、VOC 和温湿度传感器，并通过多种应用，形成了健康室内环境全面解决方案的产品组合。

Gamma instabus KNX 为家居、办公楼宇和酒店打造智能空间与智能照明，提供专业的解决方案。Gamma instabus KNX 系统是一套基

于 KNX 国际标准的总线系统，其标准化的技术、模块化的结构、灵活的配置、以及安全可靠的运行，在为客户营造舒适的环境同时，提高系统能效、节省能源。比如专业的办公室解决方案，包括灯光开关、调光和场景、时间表管理，人体探测控制、恒照度控制、数字化照明控制 DALI 和百叶帘控制、阳光追踪功能，带来舒适、灵活、节能的楼宇照明控制，实现高效节能舒适安全的办公环境。

经过多年的积累和发展，西门子楼宇科技可为物业业主和管理人员提供完整的产品、系统和服务，包括用于供暖、通风、空调控制的楼宇管理系统、消防保护、入侵保护、门禁系统以及电视监控在内的安保解决方案等。邵总表示，“西门子将通过持续不断的创新科技与服务把数字化的力量注入楼宇运营之中，实现建筑和人类的‘对话’，打造安全、舒适、健康和绿色的完美空间。”

发挥核心竞争力 全面布局智能未来

根据未来社会、技术等方面的发展趋势，为了保证西门子更加长远、持续的发展，西门子将聚焦关注电气化、自动化和数字化，依靠此三化助力未来的发展。在“西门子愿景 2020”的战略框架下，西门子楼宇科技部门也将关注未来的数字化。针对数字化，邵总表示，未来，数字化对建筑行业发展有很大的影响，我们亲身感受到，在工作生活中数字化带来的变化，包括点餐等。确实我们在建筑方面，现在能够看得到的，利用远程的连接能够提供远程服务，这是管理方面的服务。节能诊断，做一些大数据的挖掘分析，能够让能效各方面更优化。利用数字化让设计、建造以及运维管理过程少走弯路等等。

一些行业统计数据显示，中国

的楼宇系统可能由于设计的原因、安装施工调试的原因，最终不能完全达到使用效果，很多非常有设计感、非常便捷实用的功能并没有真正发挥作用。正如某些酒店看似十分高档，但消费者入住后却发现水要热热不起来，要冷冷不下去，这就是典型的系统运行没有达到效果。实施应用方面是中国的短板所在，因而，对于中国市场，工程调试，包括运行管理方面的能力、人力资源这些优势也必须得到进一步提升，从而更好地发挥楼宇自控先进产品和系统的整体功能，提高运行效率，提高节能量，切实改善工作和生活环境。

邵总表示，未来智能楼宇的发展有两大趋势：集成与融合。首先是集成，即多个子系统在单独发展的同时，越来越多地实现在同一平台上的集成。按照这一设想，未来的智能楼宇将是一体化“可思考”的楼宇，在同一平台上轻松实现对暖通空调、照明遮阳、安防、消防等多个系统与设备的控制。同时，通讯、控制、IT 的融合将成为智能楼宇的另一大趋势。

“楼宇智能化的另一个重要趋势是与其他科技，特别是 IT 技术的融合。”邵总谈到，“建筑中的物理安防逐渐向 IT 行业靠拢，基于 IT 和 IP 的安防解决方案也在推动着融合的深入，客户们也越来越多地要求在大中型楼宇安装工程中利用现有 IT 基础设施。无线通信技术对智能楼宇的渗透也在逐步加速。因此，科技的融合将把更多类型的科技供应商引入楼宇智能化的市场。”邵总表示，西门子也在努力学习、培养自己的 IT 人才，甚至吸收一些 IT 行业的人才，来适应未来数字化的需求。在智能建筑的设计过程中，西门子的理念是最大范围地融合各种技术、充分利用资源、实现能效的最大化，为未来的城市发展提供先进的理念。

关于印发北京市 2018 年能源工作要点的通知

各区人民政府，市政府各委、办、局，各能源企业：

经市政府同意，现将《北京市 2018 年能源工作要点》印发给你们，请结合实际认真贯彻落实。特此通知。

北京市能源与经济调节工作领导小组办公室

北京市 2018 年能源工作要点

2018 年是贯彻党的十九大精神的开局之年，是改革开放 40 周年，是决胜全面建成小康社会、实施“十三五”规划承上启下的关键一年。做好首都能源工作意义重大，要坚定信心、振奋精神、奋发有为，努力推动首都能源实现更高质量、更有效率、更可持续发展。

一、总体思路

（一）工作要求（略）

（二）工作原则（略）

（三）主要目标

严控总量。能源消费总量控制在 7330 万吨标准煤左右。

优化结构。煤炭消费总量控制在 500 万吨以内，优质能源消费比重达到 95% 以上，新能源和可再生能源规模达到 560 万吨标准煤，比重达到 7.6%。

提升能效。万元地区生产总值能耗同比下降 2.5%。

二、全力打好压减燃煤攻坚战，加快推进能源清洁转型

牢固树立“绿水青山就是金山银山”的理念，聚焦重点领域，全面打好污染治理攻坚战，加快提升生态环境，着力改善人居环境。全市煤炭消费总量控制在 500 万吨以内，提前两年完成“十三五”规划目标。

（一）基本完成燃煤锅炉改造

完成延庆区、平谷区燃煤集中供热中心改造工程；完成密云区、延庆区非建成区剩余 10 蒸吨以上燃煤锅炉改造工程；完成 1800 蒸吨燃煤锅炉改造项目，基本实现全市集中供热清洁化。

（二）深入实施散煤清洁替代

持续推进农村“煤改清洁能源”工程，完成 450 个村庄和 502 个村委会、村民公共活动场所的“煤改清洁能源”任务，开展山区村庄“煤改清洁能源”工作试点，基本实现全市平原地区无煤化，

（三）加快推进煤炭去产能（略）

三、加快完善设施布局，全面提升清洁能源保障能力（略）

四、大力发展可再生能源，加快培育智能高效增长新动能

发挥首都科技创新优势，适应生态文明建设新要求，顺应能源生产和消费革命新趋势，向创新驱动要增量、向质量提升要潜力，加快培育新能源新技术新业态，推动首都能源绿色智能高效转型。

（一）提升可再生能源利用规模

以城市副中心、北京新机场临空经济区、怀柔科学城、冬奥会、世园会五大重点功能区为重点，推动国际一流的新能源高端示范区建设。推进热泵系统供暖，新增热泵供暖面积 400 万平方米；实施阳光校园等光伏利用工程，力争新增光伏装机规模 100 兆瓦；建成大唐青灰岭风光互补发电项目以及官厅四期风电项目，新增风电装机规模 100 兆瓦；推进朝阳高安屯二期 40 兆瓦、

海淀大工村 40 兆瓦等垃圾焚烧发电项目并网，生物质并网发电规模达到 100 兆瓦；建成北京市副中心行政办公区启动区地热“两能”供暖制冷系统，可再生能源比重力争达到 40% 以上。全年新增新能源和可再生能源利用量 40 万吨标准煤。

（二）推进多能融合发展新业态（略）

（三）完善政策机制

落实国家和本市生态文明建设目标评价考核办法，建立非化石能源指标分解及考核制度。研究将新能源和可再生能源开发利用指标纳入重点新建区域控制性详规。研究完善本市热泵利用政策和市级分布式光伏发电奖励政策，进一步促进规模化应用水平。研究制定实施促进储能系统应用实施意见，鼓励推广储热、储冷、储电等分布式储能应用。研究与供热和新能源系统融合的天然气管道分布式能源系统发展意见，明确环保排放、能效水平、适用范围等发展标准，有序推进分布式能源系统发展。

五、精细管理能源运行，确保首都能源运行万无一失（略）

六、加大能源惠民力度，不断提高能源安居惠民实效（节选）

（一）完善郊区天然气设施体系（略）

（二）提升农村电网供电水平（略）

（三）实施可再生能源惠民工程

实施光伏增收工程，鼓励农村户用光伏发展，促进农民增收，力争新增农村户用光伏2万户。实施清洁供暖惠农工程，推进太阳能光热、光伏、地源热泵技术在农户、村民公共活动场所、公共文化设施等场所的应用，鼓励整村实施新能源供暖系统改造，力争建成20个新能源供暖示范村。

（四）推动老旧小区管网消隐改造（略）

七、推动内涵促降，持续强化能源领域节能

树立能源绿色消费理念，坚持源头控制，实现过程管理与末端治理并重，大力推进能源资源节约利用，引导促进能源生产、运行、消费和利

用全过程节能，促进能源领域绿色低碳发展。

（一）严格节能目标考核（略）

（二）加强能源系统节能

开展重点单位节能管理，对于能源领域重点用能单位，利用数据采集、信息远传、自动调控等信息化技术，优化运行方式，实现精细化、智能化管理；推进实施电力需求侧管理，实现电力系统节能；组织实施老旧管网消隐改造，治理“跑、冒、滴、漏”，有效提升居民用能效率。

（三）加快推进节能工程建设

组织开展能源企业清洁生产审核；以节能量为导向积极推进工程节能，以路灯领域智慧照明改造为重点，组织实施合同能源管理、绿色照明示范等一批节能改造重点工程，全年推广高效照明产品40万套以上。

八、聚焦重点领域，积极稳妥完善能源体制机制（略）

关于印发《石家庄市2018年农村地区冬季清洁取暖工作实施方案》的通知

各县（市、区）人民政府，高新区、循环化工园区和综合保税区管委会，市政府有关部门：

《石家庄市2018年农村地区冬季清洁取暖工作实施方案》已经市政府研究同意，现印发给你们，请认真贯彻执行。

石家庄市人民政府

2018年4月4日

石家庄市2018年农村地区冬季清洁取暖工作实施方案

为贯彻落实市委、市政府工作部署和《石家庄市环境空气质量排名进位总体方案》（石字〔2017〕59号）、《石家庄市农村地区气代煤电代煤实施意见》（石政发〔2017〕35号）要求，加快推进农村地区供热清洁化，有效改善空气质量，在总结2016~2017年工作基础上，制定本方案。

一、总体要求

充分考虑电力、燃气保障程度，继续实施电代煤、气代煤等清洁能源替代，最大限度提高农村清洁采暖比例。未实施清洁能源替代的分散燃煤采暖居民推广使用洁净型煤等清洁燃料，实现全覆盖。

二、基本原则

——多种方式、统筹兼顾。充分考量电力、燃气配套等基础条件，“宜电则电、电代优先；宜气则气、以气定量；宜煤则煤、型煤托底”，多种形式推进农村地区冬季清洁取暖工作。

——政府推动、市场运作。实行整村连片推进，深入宣传发动，落实配套政策，采取市场化运作模式，积极引导社会资本投入，实现多方共赢。

——完善政策、惠及民生。兼顾群众承受能力，调整完善政策措施，加大政府和社会投资力度，开展光伏+电代煤试点示范，减少居民负担，把好事办好，让群众满意，实现预期效果。

三、实施方式及任务

(一) 电代煤。在目前电网承载力前提下, 能实施电代煤的分散燃煤采暖居民优先实施电代煤, 坚持整村推进, 连片推进, 减少与气代煤的交叉, 降低施工难度, 提高投资效率。2018年10月底前完成约62万户电代煤改造工作。学校、幼儿园、养老院、医院(卫生所)、乡镇政府等分散燃煤采暖单位用户优先实施电代煤改造。国网石家庄供电公司根据电网承载力, 提出电代煤确村确户和单位改造初步意见, 各县(市、区)会同当地供电公司予以确认, 全市汇总平衡后确定各县(市、区)年度目标任务。

科学选择电采暖设备。坚持电代煤工程的系统性和“一户一设计”原则, 按照《关于下达石家庄市“煤改电”采暖项目电采暖设备及安装入围企业产品目录的通知》(石散煤压减替代办〔2017〕5号)相关要求, 各县(市、区)组织技术力量和中标企业, 根据居民住户需求和实际情况对每户科学确定技术路线, 提出科学的取暖系统设计方案, 确保每个家庭取暖系统做到省钱实用、安全舒适、环保节能。根据目前现有成熟技术和应用实践, 对采暖面积较大的居民住户, 引导居民选用蓄热式电锅炉, 经济条件较好的鼓励采用空气源热泵、地源热泵、太阳能+电辅热等采暖设备; 对实际取暖面积50平方米以下, 单间取暖面积在15平方米以下的连续供暖居民住户可选用蓄热式电暖气, 同样条件只在夜间采暖的间断供暖居民住户也可选用直热式电暖器(电加热器)。要指导居民住户选择适宜产品, 原则上—户居民只能选择一家企业的产品, 购置电采暖设备的居民姓名要与电表登记姓名相一致。

开展试点示范。鼓励企业创新取暖技术, 对一些效率高、成本低、效果好的技术和产品, 全市统一安排进行试点, 待成熟后再进行推广; 开展光伏+电代煤供暖试点, 选择有经验和实力, 在行业内信誉良好的专业公司, 采用多种运作模式, 利用电代煤居民住户屋顶, 建设分布式光伏发电系统, 原则上确保居民每年不低于200元/kW收益。2018



年具有整村推进电代煤取暖的县(市、区), 每个县(市、区)选择1~2个村进行试点示范。试点村由县(市、区)推荐, 市气代煤电代煤领导小组确认后实施。

(二) 气代煤。根据资源禀赋情况, 鼓励实施生物质气、沼气、轻烃燃气等可再生能源替代; 继续按照依托管道气和燃气特许经营企业实施气代煤的总体要求, 在电代煤不能覆盖的平原农村居民住户推广户用燃气采暖热水炉, 同时解决炊事用气。各县(市、区)要组织居民按照《关于下达燃气采暖热水炉中标入围企业产品目录的通知》(石散煤压减替代办〔2018〕5号)相关要求和有关程序选择适用产品。严格限制撬装站等点供方式实施气代煤, 单位用户原则上不实施气代煤。2018年各县(市、区)分散燃煤采暖居民气代煤任务视气源落实情况另行安排。

(三) 洁净型煤。未实施清洁能源替代的分散燃煤采暖居民推广使用洁净型煤等清洁燃料, 做到应推尽推, 应用尽用, 实现全覆盖。

四、支持政策

(一) 气代煤、电代煤支持政策继续按照《石家庄市农村地区气代煤电代煤实施意见》(石政发〔2017〕35号)文件执行。

(二) 实施生物质气、沼气、轻烃燃气等可再生能源替代的参照气代煤补贴标准给予补助(冀财建〔2017〕275号)。

(三) 电代煤工程增加的户表以上供电网络改造费用由供电公司承担并负责施工改造, 户表以下线路改造费用由电采暖设备中标入围企业承担并负责施工改造, 户表应就近安装至电代煤居民住户墙上, 否则产生的线路费用由供电公司承担; 对采暖设备超过630千瓦的用户需采用高压供电方案, 供电公司负责高压线路投资, 配电室及低压线路投资由用户自行承担; 国网石家庄供电公司负责光伏+电代煤供暖试点发电上网相关配套设施建设及保障工作。

(四) 对居民购买洁净型煤按照300元/吨给予补贴, 由市、县两级财政按照1:1比例分担。

五、保障措施

(一) 加强组织领导。农村地区冬季清洁取暖工作在石家庄市气代煤电代煤工作领导小组领导下统一组织实施, 市领导小组办公室设在市城管委。各县(市、区)要成立相应领导机构, 建立健全工作机制, 抓紧研究制定本地区工作实施方案和资金

配套政策,进一步细化责任,明确具体的责任部门和责任人,组织好本地区各项工作的开展。

(二)落实工作责任。县(市、区)政府是农村地区冬季清洁取暖工作的责任主体,全面负责辖区内农村地区冬季清洁取暖工作。

市城管委承担市气代煤电代煤工作领导小组办公室日常工作,并牵头负责气代煤电代煤运行、燃气使用、供暖保障等工作;

市住建局牵头负责气代煤工程建设质量、安全及工程验收监管等工作;

市发改委牵头负责气源保障、电力供需平衡协调、洁净型煤供应、油气输送管道项目管理等工作;

市质监局牵头负责特种设备(城镇燃气公用压力管道除外)检验检测,洁净型煤质量监管等工作;

市工商局牵头负责散煤管控、气代煤电代煤采暖设备质量监管等工作,依法查处散煤销售违法行为;

市财政局牵头负责争取省级财政资金,落实市级配套资金,及时下达拨付和清算资金,配合审计部门做好资金使用监管等工作;

市审计局牵头负责农村地区冬季清洁取暖工程质量、工程安全、补贴资金支出、使用等审计监督工作;

市农牧局牵头负责可再生能源替代试点示范工作;

市环保局牵头负责清洁能源替代污染物排放检测、评估等工作;

市安监局牵头负责气代煤电代煤安全综合监管工作;

市行政审批局牵头负责指导各县(市、区)研究制定农村地区气代煤电代煤工程审批流程等工作;

市公安消防支队牵头负责气代煤、电代煤消防安全监管和火灾、事故抢险救援等工作;

国网石家庄供电公司牵头负责电代煤、光伏试点配套电力设施建设,电力供应保障,电代煤工程建设质量、安全监管指导及验收,电代煤用户用电量统计及补贴资金发放等工作。

(三)建立高效审批机制。各县(市、区)和行政审批、住建、规划、国土、城管、园林、交通、水利、安监、质监、交管、消防、供电等部门要积极支持气代煤、电代煤项目建设,建立快捷、高效的工作机制,开通绿色通道,确保项目顺利实施。市行政审批局要指导各县(市、区)优化审批环节,简化审批手续,提高审批效率,做好审批保障,研究制定有利于保障气代煤工程建设和运行安全,切

合农村地区实际情况、操作性较强的审批流程,遇有问题及时协调优化完善。清洁取暖工程涉及的电力设施、燃气设施等,涉及建设用地指标和规划调整的,由所在县(市、区)政府统筹调剂,优先予以保障,纳入土地利用总体规划。

(四)强化施工安全和工程质量。各县(市、区)要严格落实“党政同责”、“一岗双责”要求,牢固树立安全生产责任意识和“红线”意识,把安全和质量工作贯穿于气代煤、电代煤全过程,严把安全生产关、施工质量关、产品检测关、竣工验收关。各燃气公司、采暖设备中标入围企业和各级供电公司要选择最有实力的施工队伍,执行最严格的建设标准和规范,抓好风险排查和处置,保障工程建设质量和后期安全稳定运行。

(五)保障资源供应。各燃气公司是气源保障的责任主体,要做好新增气量测算和资源争取工作,签订供气协议,落实储气调峰能力,制定高峰月、高峰日应急供气方案,报当地燃气主管部门备案实施。建立健全应急保障措施,推进应急储备设施建设,确保供气安全;供电公司要加大配套供电设施建设力度,满足供电保障和增容需求;继续完善洁净型煤生产配送体系建设,保障洁净型煤供应。鉴于我市天然气供应冬夏峰谷差巨大,已影响到供气和供热安全,要严格落实市发改委等5部门《关于加快推进新增建筑电能供暖的意见》(石发改运行〔2017〕368号)相关要求,严格限制新增建筑采用天然气取暖,除大型综合商业综合体、办公楼、酒店、医院等公共建筑可实施天然气分布式能源供暖制冷外,住宅小区等其他建筑未经市政府批准不得采用天然气供暖。

(六)做好宣传引导工作。各县(市、区)要充分利用各类新闻媒体,加强对清洁供暖的正面舆论引导。重点从居民的角度,多种形式宣传农村地区冬季清洁取暖对改善空气质量的作用,对改善生活质量和健康的意义,营造全社会共同支持的良好氛围,引导居民主动自愿参与、科学安全使用。

(七)做好考核工作。将农村地区冬季清洁取暖目标任务完成情况纳入县(市、区)领导班子综合考核评价体系,考核结果作为年度工作考核评价的重要内容。

附件:

1、石家庄市气代煤电代煤工作领导小组成员名单(略)

2、石家庄市2018年居民电代煤改造任务分解表(略)

3、石家庄市光伏+电代煤试点实施方案(略)

关于实施湖北省地方标准《绿色建筑设计与工程验收标准》的通知

鄂建办〔2018〕111号

各市、州、县（区）住建委（局）、规划局，有关单位：

按照《国家新型城镇化规划（2014~2020年）》要求，2020年城镇绿色建筑占新建建筑比重应达到50%。为加快发展绿色建筑，推动城市绿色发展，省住建厅、省质监局联合发布了湖北省地方标准《绿色建筑设计工程验收标准》（DB42/T1319-2017）（以下简称《标准》），并于2018年3月1日起实施。为做好《标准》的贯彻执行工作，现将有关事项通知如下：

一、执行步骤

2018年6月30日前为过渡期，在此期间提交审查的施工图文件应优先执行《标准》，并在设计文件中注明。2018年7月1日起，全省县（含县）以上城区新建民用建筑项目，开始实施《标准》（鼓励乡镇新建民用建筑项目采用《标准》），设计单位提交图审的施工图文件必须符合《标准》的规定，施工图审查机构必须严格依据《标准》进行施工图审查，《湖北省绿色建筑省级认定技术条件》（试行）和《关于开展绿色建筑省级认定工作的通知》（鄂建文〔2014〕72号）同时废止。

二、执行要求

（一）各地住房城乡建设主管部门应及时组织对建设单位、设计、监理、设计审查及质量监督单位的宣贯培训，帮助相关单位和人员准确理解和掌握《标准》的有关规定，保障《标准》的顺利实施，并处理好过渡期内《标准》与绿色建筑省级认定的衔接问题。

（二）项目建设、设计、监理单位和施工图审

查机构以及建设工程质量监督部门等应明确职责，在项目建设的规划、设计、图审、监理、检测、验收、备案等环节严格执行《标准》。

（三）设计单位和施工图审查机构应根据《标准》要求进行绿色建筑专项设计和审查。对不符合标准规定，在设计说明、设计图纸中表述不一致的设计文件，施工图审查机构一律不得审查通过，不得出具施工图审查合格书。

（四）各市、州、县住建委（建设局）、规划局应严格按照国家和省有关法律、法规和《标准》的要求，加强新建建筑规划方案审查、施工图审查、工程质量监管和验收备案管理，保障《标准》的实施。原则上对不符合《标准》的项目，规划审查不予通过，设计审查不予批准，施工不予许可，工程不予验收。

（五）各市、州、县住建委（建设局）应将依据《标准》竣工验收的项目进行专项统计，并于建筑节能年度目标责任考核中汇总上报。

湖北省住房和城乡建设厅办公室

2018年4月5日

湖北省人民政府关于促进全省建筑业改革发展二十条意见

鄂政发〔2018〕14号

各市、州、县人民政府，省政府各部门：

为贯彻落实《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》（国办发〔2017〕19号）精神，推进全省建筑业改革创新、转型升级，实现高质量发展，为我省新型城镇化提供有力支撑。现提出如下意见：

一、深化建筑业“放管服”改革

坚持以推进供给侧结构性改革为主线，深化全省建筑业“放管服”改革，以改革促发展，力争到2020年，全省建筑业总产值突破18500亿元，继续保持全国前列。优化市场准入管理，下放部分省级行政审批权限，大力推行“互联网+政务服务”，全面推行电子化审批，探索开展“承诺

在先、动态核查”审批试点。进一步优化完善建设工程施工图审查、施工许可和竣工验收备案等办事流程。试行建设工程企业和个人电子资质证书，简化企业资质、安全生产许可证审批流程。适当放宽岗位证书、执业资格考试报名条件，精简注册认证环节。对信用良好、具有相关专业技术能力、能够提供足额担保的企业，试行在其

资质类别内放宽承揽业务范围限制。对列入省重点扶持范围内的企业，具备两个以上总承包一级及以上资质的，放宽其承担相关专业工程项目的限制。

二、深化工程项目组织实施方式改革

大力推行工程总承包，政府投资新建项目和国有投资新建项目应带头采用工程总承包，装配式建筑全部采用工程总承包，鼓励社会资本投资新建项目和 PPP 项目采用工程总承包。健全工程总承包的招投标、质量安全管理和市场准入制度，鼓励工程建设的设计、施工、建造和服务企业融合发展。到 2020 年，我省新建项目工程总承包占比，武汉市、襄阳市、宜昌市达到 30% 以上，其他市州达到 15% 以上；到 2025 年，武汉市、襄阳市、宜昌市达到 50% 以上，其他市州达到 30% 以上。充分发挥湖北工程咨询行业能力强的优势，积极培育全过程工程咨询，鼓励投资咨询、勘察设计、监理、招标代理、造价咨询等企业采取联合经营、并购重组等方式发展全过程工程咨询。政府投资工程应带头推行全过程咨询服务，鼓励非政府投资工程委托全过程咨询服务。到 2020 年，培育中南工程咨询设计集团、中信工程设计建设有限公司等 10 家以上具有全过程工程咨询服务能力的咨询服务企业。支持建筑师在民用建筑项目中发挥主导作用、拓展业务范围、提升综合服务能力，创作出一批水平高、质量优、效益好的优秀工程项目。

三、深化招标投标制度改革

进一步厘清综合监管和行业监管的职责，加强行业主管部门的标后监管职能，逐步实行“评

定分离”制度，实施分类监管。全面实行电子招标投标和实时在线监督，建立全省统一的综合评标专家库，逐步推行远程异地评标。以国有投资为主、依法必须招标的工程建设项目全部纳入统一的公共资源交易平台。探索开展民间投资工程由建设单位自主决定发包方式试点。进一步简化招标投标程序，对采用 PPP 模式的建设项目，通过招标方式选定合作方但合作方自身不能依法实施建设的，应当依法招标。推行建筑工程设计团队和设计方案招标，强化对建筑创意的保护，突出建筑设计水平优先的评价导向。对采用常规通用技术标准的政府投资工程，在原则上实行最低价中标的同时，有效发挥履约担保的作用，防止恶意低价中标。严厉打击围标串标、转包、违法分包、资质资格挂靠等违法违规行为。

四、深化建造方式改革

加快推动建立完善装配式建筑标准规范、监督管理等体系，完善全省装配式建筑产业布局规划，明确装配式建筑实施比例和住宅全装修实施范围。加快研究制定装配式建筑招投标实施办法，装配式建筑按技术复杂类工程项目开展招投标。从 2018 年 10 月 1 日起，全省政府投资工程项目满足装配式建筑技术条件的，50% 以上项目采用装配式建造方式。2019 年 1 月 1 日起，全省各城市新建商品住宅中，全面推行一体化装修技术。装配式建筑优先纳入“鲁班奖”等培育计划，符合装配式建筑而未采用装配式建造方式的，一般不纳入评奖范围。

五、深化工程风险管理改革

加快工程建设领域工伤保险扩面步伐，全面施行安全生产责任险，积极推行建筑师责任险、建设工程综合保险、建设工程担保。探索建立工程质量保险制度和建设单位对工程质量问题的先行处置和赔偿制度；推行以银行保函、保险等形式为主的替代机制；推行双向担保、保险制度，建设单位要求承包单位提供履约担保、保险的，必须提供等额工程款支付担保、保险。严格执行建设工程领域保证金的规定要求，不得违法擅自设立保证金，建筑业企业可以以现金、银行保函、保险公司保单或者担保公司担保的形式缴纳各类保证金，任何单位不得拒收建筑业企业提供的银行保函、保险保单和担保公司保函。严格清理规范各类涉企收费，严厉打击工程建设领域拖欠工程款和农民工工资行为。



六、深化工程结算制度改革

审计、财政部门应当依法加强对以政府投资为主的公共建设项目的独立审计督导和财务评价。任何建设单位不得以审计作为工程结算的依据，不得以未完成审计作为延期工程结算、拖欠工程款的理由；未完成竣工结算的项目，不得办理竣工验收备案和产权登记，对有拖欠工程款行为的建设单位不得批准新项目开工。积极推行工程价款过程结算，2018年10月1日起，建设周期超过2年以上的项目，应按照经验收合格的分部工程，同步完成进行过程结算；2020年开始，所有工程项目实行工程价款按分部工程过程结算。

七、深化建筑用工制度改革

按照住建部统一部署，适时取消省内劳务资质。建立完善以施工总承包企业自有工人为骨干、专业承包和专业作业企业自有工人为主体的、劳务派遣为补充的多元化用工方式。鼓励施工企业将部分技能水平高的农民工转化为自有工人，引导有一定管理能力的班组长组建小微专业作业企业。全面实施劳动合同制度，用工单位要与工人依法签订劳动合同。健全工资支付保障制度，按照谁用工谁负责和总承包负总责的原则，落实企业工资支付责任，依法按月足额发放工人工资。对因拖欠工资造成恶劣影响的企业列入“黑名单”，采取限制市场准入等惩戒措施，情节严重的降低资质等级。

八、加快推进工程建设标准化

建立健全工程建设标准的有效供给和实施监督工作推进机制，完善房屋建筑和市政基础设施在勘察、设计、施工验收、监管等工程建设各环节的标准，因地制宜提高标准对安全、质量、性能、健康、节能等强制性指标要求。积极推进设计施工、工程管理、建筑节能、安全应急、工程信息化、工程监理和监督等工程建设全过程的标准化工作，通过标准化工作水平的提升，提高工程建设质量，促进安全生产，推动产业转型升级和产品更新换代。跟踪工程建设科技创新和建筑业产业发展，在严格执行国家标准和行业标准的基础上，制定实施适合于本地行业发展、具有创新性和竞争力的地方标准，鼓励建筑业企业结合自身需要，自主制定更加细化、更加科学的企业标准。

九、加快推进勘察设计咨询业发展

创新建筑设计事务所等业态模式，优化产业

结构，建立与建筑业全方位、深层次融合发展格局。全面深化企业体制改革，基本完成“事转企”改革及国有勘察设计企业改革，建立和完善满足市场化要求的现代企业制度和法人治理结构，建立勘察设计企业股权激励制度。按照“适用、经济、绿色、美观”的建筑方针，突出建筑使用功能以及节能、节水、节地、节材和环保要求，提供功能适用、经济合理、安全可靠、技术先进、环境协调的建筑设计产品。创新勘察设计技术，深度推进新技术在工程建设全过程的集成应用，实现全生命周期数据共享和信息化管理，提高工程建设综合效益。

十、加快推进建筑行业信用体系建设

整合完善湖北省建筑市场监管与诚信一体化工作平台，不断完善平台功能、丰富业务应用、提高数据质量，逐步实现与国家、省级信用信息共享平台的有效对接。建立建筑业企业和从业人员信用信息评价制度，统一规范信用评价内容和标准，制定建筑行业诚信评价办法，探索开展第三方信用评价，实现发改、建设、交通、水利、工商、国土、税务、人社、金融、司法等各类信息共享互认。规范各类信用信息的采集、发布、应用管理，防止信用信息失真、失效和滥用。实施建筑市场主体“黑红榜”制度，依法依规公开企业和从业人员信用信息，推行信用信息与行政审批、招标投标、监督抽查、评优评先、工程担保等关联机制，实施分类动态监管和差别化管理，健全诚信激励和失信惩戒的市场监督机制，接受社会监督。

十一、加快推进建筑人才培养

发挥政府指导作用，加快培养适应当前建筑业转型发展新要求 and 装配式建筑发展新方式的新型建筑专业人才，大力培养兼具国际视野和民族自信的建筑业高端人才和国际性人才。把建筑业领军技术人才纳入“千人计划”，组织开展好湖北勘察设计大师、建造大师评选。完善注册执业人员资格考试办法，探索建立理论考试与实践能力相结合的考核机制，突出实践能力和专业知识考核，对长期在一线从事工程技术、管理的人员可优化调整考试科目。大力弘扬工匠精神，完善激励机制，着力培育中、高级工等技能型人才。获得重大表彰项目负责人可破格申报参加职称评审。将建筑业农民工培训纳入“阳光工程”，全面推行岗前培训。鼓励特级企业、具备条件的一

级总承包企业和社会机构组织开展建筑工人职业技能培训以及按照国家要求开展工人职业技能等级认定工作。

十二、加快推进建设科技创新与成果转化应用

鼓励创建精品工程，大力推进先进建造方式、智能设备、建筑信息模型（BIM）等技术的研究应用，通过建设科技项目计划和示范工程，推广应用新技术、新工艺、新材料、新设备，加强建筑业十项新技术和先进工法的推广应用。企业采用先进工程技术进行设计、施工、运维优化，有效提高工程质量、缩短工期、节省投资、降低运维费用的，可依据合同约定给予奖励。鼓励企业投资建立装配式建筑、部品构件制造基地，通过高科技企业认证，提高建筑产业现代化、工业化和信息化水平。对获得“鲁班奖”项目的总承包企业，省政府给予100万元奖励，获得国优奖工程、省优“楚天杯”工程及省勘察设计优质工程奖的建筑企业，分别由项目所在地政府给予适当奖励。鼓励符合条件的建筑业企业申报高新技术企业，对建筑业企业发生的研发费用，按规定执行所得税税前加计扣除政策。

十三、着力培育建筑业龙头骨干企业

加大对龙头骨干企业的扶持力度，鼓励企业之间兼并重组和上市。按照扶优扶强、做专做精的原则，支持高等级资质企业、专业企业加快发展，引导低等级资质企业向高等级企业迈进，依法处置“僵尸”企业，逐步形成比例协调和分工合作、优势互补的产业格局。坚持扶优扶强，完善重点企业培育制度，提供“直通车”服务，在企业升级、增项和分立、成立子公司时在资质等方面予以重点扶持，指导和帮助龙头骨干企业提档升级、开拓市场。加快培育建筑业发展新业态和核心竞争力，着力打造以中建三局创新发展为引领的湖北建筑企业“十大品牌”、建筑业20强、装饰装修10强和勘察设计10强企业，着力培育湖北工程总承包20强、全过程工程咨询10强、建筑全装修10强企业。

十四、着力支持建筑业民营企业发展

进一步清理破除制约民营企业发展的体制性、障碍性壁垒，深入推动实施市场准入负面清单制度。按照“非禁即入、非禁即准”的原则，支持民营企业进入基础设施领域、政府和社会资本合



作（PPP）项目，对民营企业一视同仁，不得设置限制、附加条件和禁止、歧视性条款。完善产权保护制度，依法保护民营企业财产权、创新权益、自主经营权和名誉权。支持民营企业与国有企业结成战略联盟，发挥成员企业在不同地域、专业领域的比较优势；引导国有企业与民营企业实行资产重组，鼓励发展混合所有制企业。

十五、着力创新金融服务

鼓励银行、保险和融资性担保机构开发适合建筑业特点的金融产品，开展应收账款质押贷款和信用保险业务，允许建筑业企业以建筑材料、工程设备等作为抵押进行反担保。大力开展工程总承包金融创新，鼓励保险、金融等机构积极开拓工程总承包金融业务，提供各种保险服务和信贷支持。支持优质建筑业企业积极对接并利用资本市场，拓宽直接融资渠道。指导建筑业企业充分利用国家和省支持企业发展的相关资金、政府引导基金等相关政策，争取投融资支持。我省建筑业企业在省内外承接政府投资（含政府投资占主体）项目，凡符合信贷政策和贷款条件的，凭建设、交通、水利等行业主管部门核发的施工许可证，可在我省的开户银行申请贷款。认真落实国家税收减免政策，企业在一个纳税年度内符合条件的技术转让所得不超过500万元的，免征企业所得税；超过500万元的部分，减半征收企业所得税。

十六、着力实施建筑业“走出去”战略

各级政府要为企业“走出去”搭建平台，通过组织大型推介活动等方式，为开拓外埠市场提供有力支撑。以“一带一路”基础设施互联互通为优先领域，推动我省建筑业资源整合、企业联动、

项目合作、互利共赢，引导我省骨干建筑业企业向公路、水利、市政、铁路、城市轨道交通等重点投资领域拓展。综合发挥各类金融工具作用，支持我省建筑业企业申请国家丝路基金、亚洲基础设施投资银行专项资金等金融支持。鼓励政策性银行支持建筑业企业“走出去”。积极引导我省建筑业企业与国家开发银行、进出口银行、出口信用保险公司等银行和保险机构合作，努力解决我省对外承包工程项目中存在的开立保函风险专项资金困难等问题。对于我省各级政府推动的境外经贸合作园区工程项目，在同等条件下，优先对接我省对外工程承包企业，带动我省勘察设计、咨询、施工、监理等企业“抱团出海”，共同“走出去”。

十七、强化建筑市场管理

研究制定相关政策，界定建筑市场各种不良行为认定及处罚细则，为统一规范和整治全省建筑市场秩序提供依据。维护统一开放有序的市场秩序，全面推动建立建筑市场统一开放，各市、州、县不得变相设立审批、备案等准入条件，杜绝以行政权力不当干预市场竞争。加强企业和个人资质资格动态核查，强化市场与现场联动，依法给予有严重违法违规行为的责任单位停业整顿、限制招投标、降低资质等级、吊销资质证书等行政处罚并予以公示，给予注册执业人员暂停执业、吊销资格证书、一定时间直至终身不得进入行业等处罚。

十八、强化工程质量终身责任

深化工程质量提升行动，深入推进质量管理标准化工作。全面实行“五方责任主体”项目负责人工程质量终身责任追究制度和竣工工程永久性标牌制度，全面落实各方主体的工程质量责任，夯实检测、施工图审查等单位的工程质量责任，整治规范工程质量检测市场，规范质量检测机构行为，严厉打击虚假检测、虚假报告。开展监理单位向监督机构定期报告工程质量情况的试点工作，落实相关职能部门的监管责任。

十九、强化安全生产主体责任

工程建设各方主体依法承担安全生产责任，全面落实全员全过程安全生产责任制，严禁违规压缩工程工期，严禁降低安全条件。全面落实危险性较大分部分项工程管理制度，推行塔吊、施工电梯等大型起重机械一体化管理模式，突出建

筑起重机械、深基坑、高支模等重点领域管理。积极推进安全生产信息化，深入推进“六位一体”的施工安全监管信息系统建设。强化安全执业人员联网监管，建立全覆盖、多层次、经常性的安全生产培训制度，健全从业人员准入和清退的体制机制，提高人员培训考核的规范性、实效性、多样性，完善建筑施工安全监督层级考核制度。

二十、强化监管能力建设

加强施工现场监管，制定完善现场管理人员配备标准，严格执行持证上岗制度。加大参建各方主体建设行为的查处力度，严厉打击各类违法违规行为。加速监督模式的转变，将差异化管理、重点监控与“双随机”检查方式有机结合。各级政府要着力加强建设工程市场、质量、安全执法监督队伍建设，切实保障执法监督机构和人员配备，并将其经费纳入同级财政预算。监管力量不足的，可采取购买服务的方式，委托具备条件的社会力量参与建筑市场、工程质量、安全生产监督检查，提升监管效力。

各级人民政府要高度重视建筑业改革发展工作，及时研究解决影响建筑业发展的重大问题，完善配套政策，搞好综合服务。省住建、统计部门要完善建筑业指标评价体系，做好行业发展的统计监测，建立考核制度，定期通报各地建筑业改革发展情况。充分发挥建筑业行业协会桥梁纽带作用，及时反映企业诉求，反馈政策落实情况，开展好业务培训、技能评价和行业自律，切实维护建筑业企业合法权益。省住建厅要加强对本意见实施情况的督促落实，及时向省政府报告相关情况。省政府将适时组织专项督查。

湖北省人民政府

2018年4月10日



泰达广场 G&H 项目的空调设计

天津市建筑设计院 詹桂娟

一、工程概况

本工程用地位于天津经济技术开发区的现代服务产业区内,总建筑面积约 24 万 m^2 ,其中地上建筑面积 18 万 m^2 ,地下建筑面积 6 万 m^2 。建筑的主要功能为办公,其中编号为 G1、G2、H1 及 H3 座的塔楼为 19 层建筑,H2 座为 6 层节能示范楼;裙房位于塔楼首层及二层,作为办公楼的配套餐饮和商业设施;地下层的主要功能为地下车库、设备用房、人防。

根据资源条件分析、多方案的多因素评价及关键技术问题的研究,最终确定本设计 H2 节能示范楼的冷热源为高温土壤源热泵机组+温湿度独立控制的空调系统。考率全年土壤的冷热平衡,土壤源热泵提供 H2 楼的 1~9 层的空调热源及 3~9 层的空调冷源。H2 楼 1~2 层的空调冷源由 GH 区的区域冷源提供。H2 楼空调末端形式:1~2 层采用风机盘管系统;3~4 层为毛细管空调,5~9 层为地板送风系统。

GH 区的区域冷源采用冰蓄冷技术,负担办公区和商业空调冷负荷。制冷机房位于地下一层,蓄冰槽安装位置在地下二层。冷冻水由蓄冰电制冷系统提供,双工况主机与蓄冰槽串联,作为板式换热器一次冷源;板换与常规主机并联,共同提供 6/13℃ 空调冷冻水。空调热源由市政高温热水提供。市政热水参数 110℃/70℃,经板式换热机组制备 60/45℃ 热水供空调末端使用。热交换机房集中设在地下一层。冬季空调内区的冷源由开式冷却塔经换热后提供。

H1、H3 塔楼空调形式为分区双管制的风机盘管系统。G 区塔楼采用 VAV 系统。

二、工程设计特点

(1) 空调冷源采用冰蓄冷技术。考虑到天津地区有峰谷电价差异,冰蓄冷系统能充分利用晚间低峰电价差,降低整体运行费用;同时降低制冷机组总装机容量。经综合经济技术比较,本次设计蓄冰量占全天总冷负荷 30% 左右,显著降低空调运行费用。

(2) 制冷系统同时负担 5 栋办公塔楼及裙房空调,水系统各回路之间阻力损失相差较大,故冷冻



图 1 建筑外观图

水采用一次泵定流量,二次泵变流量系统,供回水温度为 6/13℃。一次水泵负责机房内回路循环,定流量运行;按不同回路的冷负荷及扬程需求配置二次变频水泵。通过机房群控系统,控制冷机组、冷却塔、冷冻/冷却水泵的运行台数、制冷主机出力、双工况主机运行模式、融冰速度等,以保证制冷系统经常处于高效能状态下运作,达到节省能源的效益。

(3) 采用 4 台离心式双工况变频机组及 1 台常规螺杆机组,比定频主机约节能 13%,以设计日 100% 工况为参照,变频机组节约运行费用 5394 元/日。

(4) H2 绿建示范楼采用多项先进技术,热回收式高温土壤源热泵机组、热回收溶液除湿机组、地板送风、毛细管辐射空调系统等。热回收、温湿度分控技术及可再生能源利用大幅度节约能源及运行费用。H2 绿建楼实现:中国绿色建筑标准—三星、美国绿色建筑标准 LEED—GOLD、英国绿色建筑标准 BREEAM—VERY GOOD、日本绿色建筑标准 CASBEE—S 级。

三、设计参数及空调冷热负荷

(1) 室外设计参数

夏季		冬季	
空调室外计算干球温度	31.4℃	室外平均风速	4.3m/s
空调室外计算湿球温度	26.4℃	主导风向	西北
通风室外计算温度	28℃	大气压力	102.66KPa
室外平均风速	4.4m/s	空调室外计算温度	-10℃
大气压力	100.47KPa	通风室外计算温度	-4℃

(2) 室内设计参数

房间名称	室内温度 /°C		相对湿度 /%		新风量 (m³/h·p)	通风量 (次/h)
	夏季	冬季	夏季	冬季		
办公	26	20	≤ 60	≥ 30	≥ 30	—
商店	26	20	≤ 60	≥ 30	≥ 19	—
餐饮	26	18	≤ 60	≥ 30	≥ 30	—
水泵房	—	≥ 5	—	—	—	4
变电室	≤ 40	—	—	—	—	按散热量 计算通风
卫生间	28	—	18	—	—	10
汽车库	—	—	—	—	—	6

(3) 冷、热负荷统计

区域	建筑面积 /m²	冷负荷 /kW	热负荷 /kW
G 地块	办公	83608	8525
	商业	9363	1669
H 地块	办公	64586	6666
	商业	17311	3143
办公总计	148194	15191	9491
商业总计	26674	4812	3936
中央空调总计	174868	20003	13427
独立空调	2940	506	

四、空调冷热源及设备选择

(1) 考虑到天津地区有峰谷电价差异,冰蓄冷系统能充分利用晚间低峰电价差,降低整体运行费用;同时降低制冷机组总装机容量,且本地区无市政热网,最终确定该项目空调冷源采用蓄冰电制冷系统。

(2) G 地块和 H 地块集中设置一个制冷机房,负担办公区和商业空调(除会所外)冷负荷。制冷机房位于地下一层,蓄冰盘管安装位置在地下二层,制冷机房内设 4 台 850RT 离心双工况主机,1 台 400RT 常规螺杆式制冷机组。联合供冷时总制冷量最大可达 5900RT,设计总蓄冰量 17664RTH。夏季提供 6/13°C 的空调冷水。H2 绿建楼采用土壤源热泵机组提供整楼 45/40°C 热源及 3~9 层 12/17°C 冷源,1~2 层冷源由 GH 区区域冰蓄冷冷源提供。空调热源由市政高温热水 110°C/70°C,经板式换热器机组制备 60/45°C 热水供各塔楼及裙房空调末端。

五、空调系统形式

(1) H1、H3 塔楼标准办公区采用分区两管制的风机盘管系统,分内外区设置用户回路。夏季及过渡季由制冷系统提供内区冷冻水,冬季以冷却塔及板式换热器作为冷源制备内区冷水。

(2) H2 楼 1~2 层采用分区两管制的风机盘管系统;3~4 层为毛细管空调,5~9 层为地板送风系统。

(3) G1、G2 塔楼标准层办公区水系统采用四管制,配合可变风量(VAV)全空气系统,实现外

区夏季供冷、冬季供热。

(4) 裙房,夏季除会所外,其他商业区域纳入中央制冷系统;冬季,所有商业(H2 除外)包括会所供热均由中央热交换站机房。裙房水系统分区两管制水系统,外区夏季供冷,冬季制热;内区常年供冷。夏季及过渡季由制冷系统提供内区冷冻水,冬季以冷却塔及板式热交换器作为冷源制备内区冷水。会所只预留屋顶风冷热泵机组基础及电量,待房间功能确定后,二次深化设计。

六、通风、防排烟及空调自控设计

(1) 标准办公区设机械排风系统,与排烟系统合用。排风通过竖井接至屋面,或接至地下一层机房,与新风热交换后再排放。办公排风为变风量系统,与相应的新风机同比例变频,维持办公区的相对正压。

(2) 地下汽车库设置机械通风系统,由排风机和若干诱导风机组成;诱导风机分区域控制,根据地下车库内设置的 CO 浓度探测器读数,开启相应分区的诱导风机,有效地诱导周围空气,将有害气体从滞留区诱导送排到设计规定的排风口处,而排风机则根据设在排风口附近的 CO 浓度探测器读数,控制风机运行速度,以达节能效果。

(3) 地下车库设机械排烟,与机械通风系统合用。

(4) 防排烟系统按规范设计。

(5) 本工程采用楼宇自动控制系统。在控制中心能显示空调、通风系统设备的运行状态及主要运行参数。

七、心得与体会

(1) 本工程实际运行调试阶段遇到的实际问题:

原设计中乙二醇侧供回水干管旁通阀和冷机单独供冷时作用的阀门(变更流程图中云线区域)均为电动两通调节阀,由于本工程建筑面积较大,当只有部分租户空调运行时,电动两通调节阀出现噪音过大,水锤严重,调节性能差,阀门漏水等现象。

改进措施如下:

因调节阀在开度 30% 以下时调节性能差。在大口径管路上并联小管径旁通管及阀门,其流量为大口径电动调节阀 30% 开度时对应的流量,(还要考虑单台冷机允许的最小流量)。联合融冰时电动阀门关闭,蓄冰时电动阀门打开,根据阀位反馈信号,当阀门开度 30% 以下时切换至小管径旁通回路,增加了部分负荷的调节性能,降低管路的噪音,同时

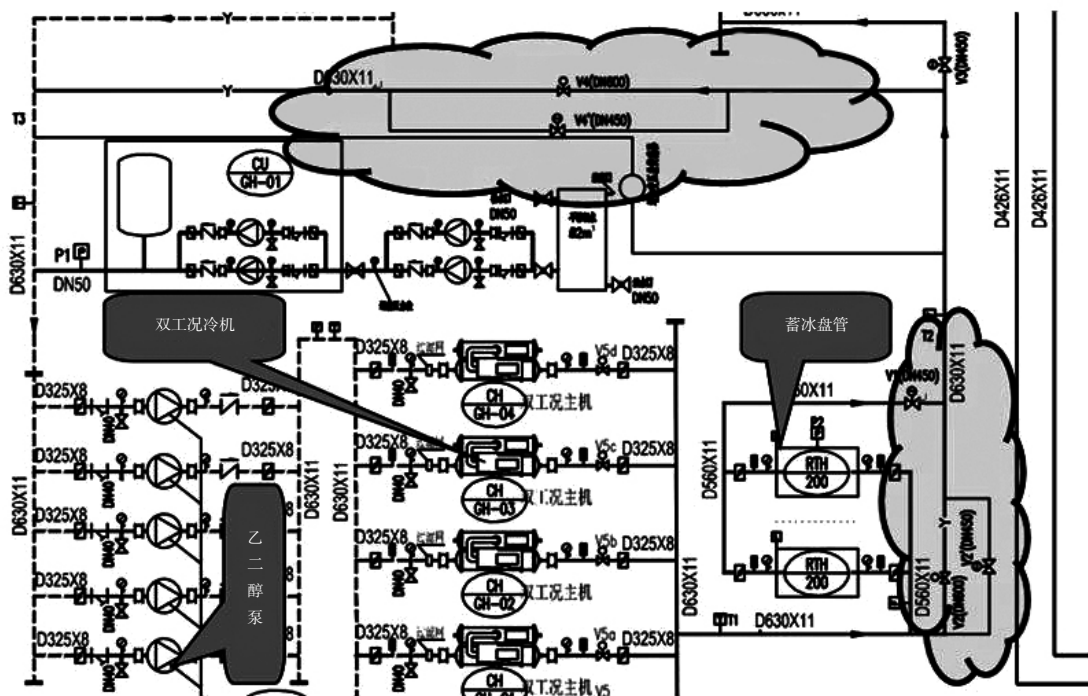


图2 局部冷冻水系统流程图

使蓄冰时段更节能。

改进后的方案，电动阀门均为双偏心，金属硬密封，阀门的可调性及密闭性更好。图2为施工图改进后的局部冷冻水系统流程图。

(2) 本工程大部分空调区域送回风形式为上送上回。为了与装修配合，送、回风口的间距受到限制，上送上回的送风形式可能导致冬季送风出现短路的现象，鉴于此，对冬季工况下5种不同的圆形散流器风口速度对室内环境的影响进行了分析研究。

在模拟结果的分析中，选取了 $Z=1.1\text{m}$ （人坐着办公的高度）高的速度场和温度场。5种工况下的温度分布和速度分布图如图所示，其中速度的单位为 m/s ，温度的单位为 K 。

从图3中可以看出：在一定的范围内，工作区内的平均温度随着送风速度的增加呈现先增加后降低的趋势。送风速度过低，由于浮力的作用，会引起热空气聚集在房间上部，出现热空气短路现象，工作区域的温度达不到设计标准。送风速度过高，送风于室内空气的掺混作用增强，送风温度衰减速度加快，虽然工作区内温度的均匀性有所增加，但其平均温度会降低。在散流器颈部速度为 4.09m/s 时，部分工作区域气流速度可以超过 0.3m/s ，高于《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736中舒适性空调供热工况室内设计风速（ $\leq 0.3\text{m/s}$ ）的

要求，人体舒适感差。

因此在进行设计时，应该综合考虑送风速度对室内气流组织及温度场的影响。就本项目而言，散流器颈部速度为在 $2.0\sim 3.0\text{m/s}$ 的范围内时较为合理，既能保证工作区域内的平均温度，同时人员也不会感觉到明显的吹风感。

(3) 本工程为天津较早使用冰蓄冷加双工况变频主机系统的大型公建项目之一，项目设计是在一系列的研究基础上完成的。系统设计充分考虑了天津地区峰谷电价差异、不同时刻不同朝向的负荷变化情况，最大限度提高节能效率，降低业主初投资及运行成本等特点，节能减排效果明显，主要体现为：

采用双工况变频主机，比定频主机约节能13%，设计日100%工况变频机组每日节约5394元，75%工况每日节约4249元，50%工况每日节约2767元，25%工况每日节约1350元。综合统计，变频机组比定频机组年节约费用约40万元。

H2绿色建筑楼采用地源热泵系统，减碳比例9%，节能比例6%，年节约能耗费用5.3万元。

新风机组空调机组风机均为变频控制，节约空调机单项运行能耗的20%。

二次泵均采用变频调节的变流量控制，节约单项运行能耗的20%。



工况 1 (颈部速度为 1.47m/s) 的速度及温度场分布



工况 2 (颈部速度为 1.82m/s) 的速度及温度场分布



工况 3 (颈部速度为 2.3m/s) 的速度及温度场分布



工况 4 (颈部速度为 3.0m/s) 的速度及温度场分布



工况 5 (颈部速度为 4.09m/s) 的速度及温度场分布

图 3 模拟结果的分析

华山医院北院新建工程空调设计

上海建筑设计研究院有限公司 葛春申

1 工程概况

华山医院北院新建工程位于上海市宝山区，作为上海市政府“5+3+1”医疗服务工程重点项目，华山医院北院的设计定位为集医疗、教育、科研于一体的三级甲等综合性医院。医院占地176亩，总建筑面积为72,000m²，床位数600张。医院由病房楼、门诊医技楼、科研办公楼、传染楼、设备楼等建筑单体组成。其中病房楼高度为45m，地上十层，地上建筑面积为30190m²。门诊医技楼高度为24m，地上四层，建筑面积为31010m²。病房楼与门诊医技楼共用地下一层，建筑面积为8280m²，主要用途为厨房、设备用房及停车库。部分范围为战时核六级人防人员隐蔽部。

2 工程设计特点

一般情况下，医疗建筑的空调设计为了确保医疗工艺要求，会导致能耗较大。经计算，本工程设计空调总冷负荷为8570kW，总热负荷为6050kW，平均冷、热负荷指标分别为119W/m²和84W/m²；设计消毒用蒸汽量为1.5T/h，空调加湿用蒸汽量为1.1T/h。考虑到上述负荷需求，并为实现节能减排，本工程在降低能耗、提高能源综合利用率方面做了如下工作：

2.1 针对冷热源系统的节能策略

(1) 作技术经济比较选用冷热源：采用能效比较高的电制冷冷水机组+燃气锅炉，并根据空调、生活、工艺的不同使用要求，分别配置热水锅炉和蒸汽锅炉，避免热源从高位向低位再交换时的能量损失。

(2) 作日负荷特性分析，合理配置主机：医技、病房、科研楼的集中式空调系统选用2750kW离心机组两台+1400kW螺杆机组两台，螺杆机组恰好能满足夜间空调需要。传染楼与主体建筑分离较远，使用情况较为独立，因此采用独立的小型气源热泵机组（带热回收）。

(3) 螺杆机组设计冷凝热回收系统，夏季，在供冷的同时，回收冷凝热，用以预热生活用水或提供手术室再加热热水，实现能源再利用，节省一次

能源消耗。

(4) 作季节负荷特性分析：对洁净手术部、ICU、低温药库，增设热回收型风冷热泵作为独立冷源，过渡季节在供冷的同时，可提供再加热热水，从而最大限度满足使用要求并节省日常运行能耗。

(5) 采用分布式供能系统，利用小型燃气发电机组的余热，供部分空调制热或供部分生活热水用热。系统发电量为250kW，可提供370kW的余热。整套热电联供的分布式供能系统，可实现能源的梯级利用，提高能源的总体利用率，减少碳排放量。

2.2 针对冷、热水输配系统的节能策略：

(1) 冷水系统输送采用6℃水温差（7/13℃），以减小输水管管径，并减少经常性的输送动力能耗。

(2) 空调冷、热水循环泵、热回收水泵设变频控制，适应系统负荷变化，节省水泵运行能耗。

2.3 针对空调末端的节能策略

(1) 对于洁净手术室排风、ICU排风、病房排风，均设置盘管型显热回收机组，回收排风预热，预热新风。

(2) 大规格空调箱风机采用变频控制，变风量运行，节省运行能耗。

3 心得与体会

3.1 冷源设备的选择

医技楼、病房楼、科研楼设计空调总冷负荷为8300kW。三栋楼各自的峰值负荷如图1所示，其中病房楼24小时使用，其余两栋楼的使用时间为7:00~18:00。负荷最小值为700kW，发生于凌晨0点，此时空调系统仅为病房楼供冷，总体低负荷率的波动范围从8%~20%不等。经统计，供冷季（5月~10月）总冷负荷小于25%（既2075kW）的出现频率大于50%。正因为本工程负荷呈现出昼夜差异大，低负荷率出现频率大等特点，设计选用了两台2750kW的离心机组和两台1400kW的螺杆机组，作为系统冷源。螺杆机组恰好能满足夜间空调需要，其能实现在10%~100%的负载率之间的无级调节。这样“两大两小，两离心两螺杆”的组合，能匹配不同负荷需求，保持冷源系统高效运行。

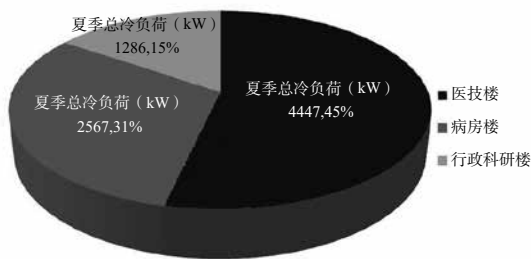


图1 三栋建筑夏季总冷负荷统计

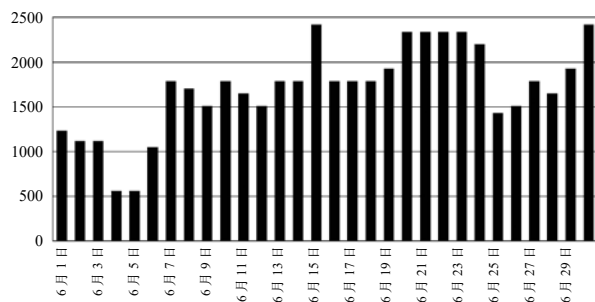


图2 医院2016年6月空调冷负荷 (kW)

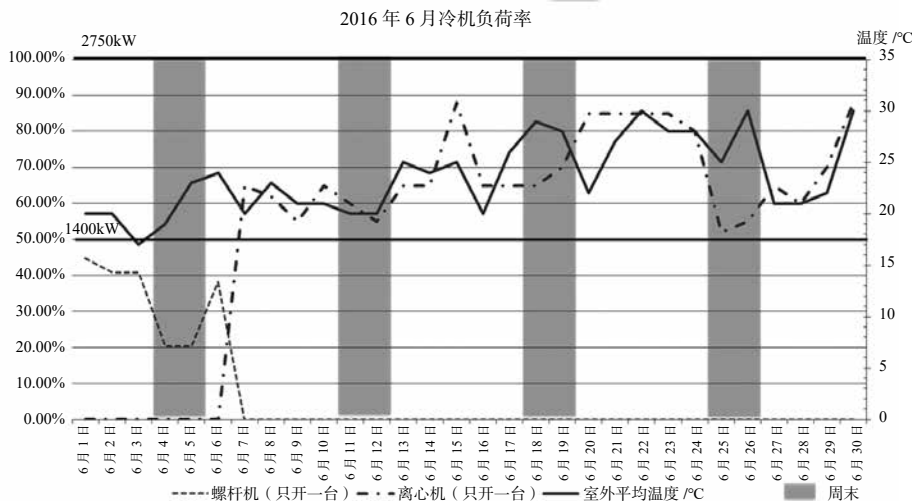


图3 2016年6月冷机负荷率

工程使用后，设计院对冷源机组的运行情况进行了调研回访。以2016年6月为例，当月室外平均温度为24°C，医院的负荷需求如图2所示。冷源运行时开启1台螺杆机或1台离心机。各机组负载率情况详见图3。

随着室外温度的逐步升高，医院对于空调负荷的需求增大，负荷率逐步提高。六月负荷最大值为2420kW。以单台离心式冷水机组额定容量2750kW为满负荷。系统在负荷率低于50%的情况下，使用1400kW的螺杆机，螺杆机负载率（工作日）能保持在75%以上；在负荷率高于50%时使用2750kW的离心机，离心机负载率（工作日）能保持在65%以上。这样的负荷和冷机的匹配情况，能使医院使用更灵活，提高了冷机的运行效率，降低了运行成本。

3.2 分布式供能系统

本项目采用分布式供能系统的原因是：

分布式供能系统是一种综合的供能方式，分布式能源站靠近用户或在用户场地内，使用一次能源独立供电，并利用余热供热、制冷、供应热水，可实现能源综合阶梯利用。分布式供能以其高效、低

排放、安全可靠等优势，成为了国家及地方大力推广的节能减排技术。在这样的推广背景下，本工程依据上海市政府相关文件要求，采用燃气内燃机为主机的分布式供能方案，辅助主要能源系统，以减少外网用电量。

分布式供能系统设计难点在发电机组机型选定、容量的确定以及回收系统设计方案的确定。不同方案和主机类型，其工作原理不同，初投资不同，回收能力不同，经济收益也会相差很大。

对本工程全年各季节、全天24小时的电、热负荷作详细计算，并统计调研资料，经归纳得出了各类负荷的最大值和最小值如表1所示。

表1 各类负荷的最大值和最小值

名称	最大负荷 kW	最低负荷 kW	备注
空调冷负荷	8570	700	最小负荷以室外温度30°C，夜间0点计
空调热负荷	6050	270	最小负荷以室外温度13°C，夜间0点计
生活用水负荷	3290	700	最小负荷为有24h使用可能的病房楼的最大用量计
设计电负荷	7600	650	暂定燃气发电机组挂靠的上级变压器单台容量为1250KVA
电负荷（实测）	4500	420	该栏取自08年市供电局为华山本院所作全年监控值

由负荷分析得知,本工程无论是用热负荷或用电负荷其日夜峰谷差值都较大,考虑到内燃发电机组变工况运行特别是低负荷运行时性能不太理想,因此,希望配置的内燃发电机组应尽可能在额定工况下运行。

因此本工程分布式供能系统的设计原则为:“以热(冷)定电,热(冷)电平衡”,“并网不上网”,机组的发电量自发、自用、自平衡,分布式发电机组的总装机容量不大于相应电力系统接入点的上级变电站单台主变容量的30%。余热供热,匹配一部分空调热负荷需求,这样既实现了能源的梯级利用,又提高了发电机组的运行效率,降低了主机设备初投资。

空调最低热负荷为270kW,生活热水最低热负荷为700kW。相对而言,生活热水负荷稳定,因此考虑以匹配生活热水负荷的50%,确定热电联产热量不小于350kW。与此同时,350kW的产热量,也能保证最低空调热负荷需求,在过渡季可以不开锅炉,仅回收燃气发电机余热,为建筑供暖。

以350kW产热量及一次能源利用率不小于70%的要求,确定燃气发电机的发电量为250kW。系统的具体设计方案如下:

(1) 250kW 内燃发电机组一台+板换+蓄热水箱(80T)(仅供生活热水用);

(2) 250kW 内燃发电机组一台+板换+蓄热水箱(80T)(供生活和空调热水用);

(3) 250kW 内燃发电机组一台+温水型吸收式冷水机组一台(70USRT)+蓄热水箱(30T)(原设容积式水箱兼用)

以分布式供能系统的经济效益,对比各设计方案,如表2所示。

根据电、热(冷)负荷的特性和大小,结合发电机组的性能特性并考虑到对工程的总体的影响和投资回报期等因素,设计采用方案2(250kW 内燃机一台+板换+蓄水箱)的热电两联供系统。

该方案发电机组的发电容量与医院的用电负荷的低端相配合,余热产量为370kW,占整个热源系统负荷的6%。余热热水管网与锅炉一次水系统并网,白天提供生活用水用热;夜间当生活用水无法消耗全部余热时。冬季:经板换(原有)制备60/50℃热水供空调加热,其他季节:利用容积式水箱适当蓄热。此种配置可使内燃机组尽可能在额定工况下运行,能保证机组全年有足够多的运行小时数,机组的余热输出得到充分利用,保证机组达到年平均总热效率>70%,年平均热电比>55%。

该系统验收时,顺利通过了连续72h的试运行测试,燃气耗量为5040Nm³/h(热值8600kcal/m³),发电量为17460kW·h,提供生活热水供热量10150kW·h,提供空调热水供热量8270kW·h。测试期间发电效率为35%,一次能源利用率为71%。符合上海市《分布式供能系统工程技术规程》的不小于70%的要求。

表2 以分布式供能系统的经济效益对比各设计方案

序号		方案1	方案1	方案2
1	添置设备	水泵2套(一用一备)、水箱(80T)、板换	水泵2套(一用一备)、水箱(80T)、板换	吸收式冷水机组(70USRT)水泵3套(一用一备)、冷却塔一台(100T)
2	设备费用	371(万元)	371(万元)	482(万元)
3	年运行小时	4320	5400	6840
4	燃气用量	约700kW=72Nm ³ /h	约700kW=72Nm ³ /h	约700kW=72Nm ³ /h
5	电机节约费用	4320×(250×0.88-2.1×72) =29.7(万元)	5400×(250×0.88-2.1×72) =37.15(万元)	6840×(250×0.88-2.1×72) =47(万元)
6	年预热回收量	4320×(80%×700-250) =1339200kW	5400×(80%×700-250) =1674000kW	6840×(80%×700-250) =2120400kW
7	年生活热水节约费用	4320×310×860×3.3/8400/0.9 =50.3(万元)	4320×310×860×3.3/8400/0.9 =50.3(万元)	4320×310×860×3.3/8400/0.9 =50.3(万元)
8	年空调热水节约费用	—	3×12×30×310×860×3.3/8400/0.9 =12.6(万元)	3×12×30×310×860×3.3/8400/0.9 =12.6(万元)
9	年空调冷水节约费用	—	—	4×12×30×380×0.7×0.88/4.1=8.2(万元)
10	设备折旧	371/15=24.7	371/15=24.7	420.5/15=28.0
11	人工管理费	5000×12×3/10000=18(万元)	5000×12×3/10000=18(万元)	5000×12×3/10000=18(万元)
12	年节约总费用	37.3(万元)	57.37(万元)	72.1(万元)
13	预计投资回收期	371/37.3=9.95(年)	371/57.37=6.47(年)	480/72.1=6.66(年)

辐射供暖在飞机维修车间中的应用研究

山东建筑大学 李永安 赵传阳 陈晓欣 刘学来

摘要: 本文针对飞机维修车间所要求的特殊环境,以山东某飞机维修车间为例,从理论与实践的结合上,分析了地板辐射供暖和顶板辐射供暖所形成温度场的特点。研究提出了在飞机维修车间采用地板辐射供暖和顶板辐射供暖耦合的方式,这种方式消除了单一辐射供暖方式的不对称性,有效解决了飞机在喷漆、退漆过程中因温度梯度大造成色彩变化大的技术难题,这对于提升飞机维修水平,保证飞机安全运行非常重要。

关键词: 飞机;地板辐射;顶板辐射;维修车间

1 引言

改革开放以来,我国的民航事业得到了快速发展,飞机数量呈直线上升,航空运量持续快速增长,航线网络不断扩大,机队运输能力显著增强,机场、空管等基础设施建设取得重大进展。航空运输在实施“一带一路”战略、实现小康社会中发挥的作用将越来越大。据预测,在未来20年时间里,中国国内航空客运周转量年平均增长率将达7.1%。到2033年,中国国内航空市场将占同期全球航空客运量的11.9%。由此带来飞机的维修量急剧上升,并对飞机维修车间的室内环境提出了更高的要求,比如,飞机退漆、喷漆是飞机维修和定期检修的重要项目,飞机在退漆和喷漆时都需要适宜的温度条件。如果达不到喷漆的适宜温度或者飞机表面温度场变换较大,都将导致飞机退漆困难、喷漆不均匀、漆干后飞机表面不同部位存在色差^[1,2]。因此采用先进的技术手段,创造适宜的飞机维修车间室内环境对于提高飞机维修水平,延长飞机寿命均具有重要的意义。

2 机库辐射供暖模型的建立

2.1 机库基本情况

本文以山东某飞机维修车间为例来进行分析。该机库由机库维修大厅、北侧附楼、东侧办公区组成,其总建筑面积为25300m²。其中机库维修大厅建筑面积为9600m²,长度为120m,宽80m,网架下弦高25m。北侧附楼地下一层、地上3层,建筑面积为1500m²。东侧办公建筑面积14200m²。该维修机库主要承担飞机C检及以下各级定检和航线的维护等任务,可同时容纳三架B747飞机入库维修。

图1为机库大厅首层平面图^[3]。

2.2 供暖空调系统

机库维修大厅供暖系统:低温地板辐射配合暖风机供暖,供回水温度为60℃/45℃,室内设计温度

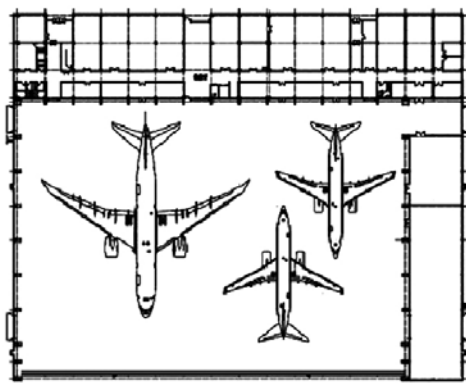


图1 机库大厅首层平面图

为14℃,室内体感温度可以达到16℃,供暖设计热负荷为2100kW。

附楼供暖系统:使用自备锅炉房提供90℃/65℃的热水进行供暖,其热负荷为1300kW。

机库维修大厅空调系统:设置2套直接蒸发式空调,空调室外机设在附楼屋顶,室内机设在地下室空调机房内,空调管通过通行管沟接至空调地井,用专用接头通过软管接至飞机内部人员工作区附近。在油箱和地沟等位置设置了机械通风系统用于快速排放出在检测和维修过程中散发出对人体和环境有害的物质和气体,保证检修工作的顺利进行。

附楼空调系统:夏季制冷使用多联机,机库工作人员使用可移动式空调器,其制冷室外机部分设在附楼屋顶上面。

2.3 机库几何模型的建立

为研究机库辐射供暖条件下温度场、速度场建立几何模型,尺寸为114m×80m×25m的长方体大空间。机库大门尺寸为80m×20m。

2.4 湍流模型

湍流流动是在自然界广泛存在的一种流动方式也是最为常见的一种流动方式,其流动过程中的换热方式是对流换热。飞机维修车间的流态经过计算

基金项目:山东省科技攻关计划项目(项目编号2014GSF116007)。

属于紊流。所以本文选择的模型是三维紊流不可压缩模型^[4]。

经分析研究,飞机维修车间内质量、能量、动量守恒控制方程的通用形式如下^{[6][7]}。

$$\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} + \text{div}(\rho U\phi) = \text{div}(\Gamma_{\phi} \text{grad}\phi) + S_{\phi} \quad (1)$$

式中: $\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t}$ 为非稳态项; $\text{div}(\rho U\phi)$ 是对流项; $\text{div}(\Gamma_{\phi} \text{grad}\phi)$ 为扩散项; ϕ 为通用变量,可以代表 u , v , w ; T 等求解变量; Γ_{ϕ} 为广义扩散系数; S_{ϕ} 为广义源项。

表 2.1 零方程湍流模型的室内空气流动控制方程

S_{ϕ}	ϕ	Γ_{ϕ}
1	0	0
u	μ_{eff}	$-\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}(\mu_{\text{eff}} \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_{\text{eff}} \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_{\text{eff}} \frac{\partial w}{\partial x}) + g_x(\rho - \rho_{\text{ref}})$
v	μ_{eff}	$-\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x}(\mu_{\text{eff}} \frac{\partial u}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_{\text{eff}} \frac{\partial v}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_{\text{eff}} \frac{\partial w}{\partial y}) + g_y(\rho - \rho_{\text{ref}})$
w	μ_{eff}	$-\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x}(\mu_{\text{eff}} \frac{\partial u}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial y}(\mu_{\text{eff}} \frac{\partial v}{\partial z}) + \frac{\partial}{\partial z}(\mu_{\text{eff}} \frac{\partial w}{\partial z}) + g_z(\rho - \rho_{\text{ref}})$
h	$\frac{\mu_e}{\sigma_h}$	S_h

上表中, μ_{eff} 为空气的有效粘性系数,且 $\mu_{\text{eff}} = \mu_l + \mu_t$; μ_l 为空气的层流粘性系数; μ_t 为空气的湍流粘性系数; u 、 v 、 w 分别为 x 、 y 、 z 方向上的速度; P 为空气的压力; h 为空气的焓; g_x 、 g_y 、 g_z 分别为 x 、 y 、 z 方向上的重力加速度; P_{ref} 为空气的参考密度; σ_h 为 h 的当量普朗特数; S_h 为单位体积的发热量。

下面是辐射积分方程的具体形式:

$$\frac{dI(\vec{r}, \vec{s})}{ds} + (a + \sigma_s)I(\vec{r}, \vec{s}) = an^2 \frac{\sigma T^4}{\pi} + \frac{\sigma_s}{4\pi} \int_0^{4\pi} I(\vec{r}, \vec{s}') \varphi(\vec{s}, \vec{s}') d\Omega' \quad (2)$$

式中: $\vec{r}$ 为位置向量; $\vec{s}'$ 为散射方向; s 为沿程长度; a 为吸收系数; n 为折算系数; σ_s 为散射系数, σ 是斯蒂芬-玻耳兹曼常数 ($5.672 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \text{gK}^4$), I 为辐射强度; T 是当地温度; φ 是相位函数; Ω' 是空间立体角。

对通用方程式 (1) 的源项 S_{ϕ} 进行线性化处理, $S_{\phi} = S_c + S_p \phi$ ($S_p \leq 0$), 则离散方程为如下形式:

$$a_p \phi_p = a_E \phi_E + a_W \phi_W + a_N \phi_N + a_S \phi_S + a_T \phi_T + a_B \phi_B + S_c \Delta x \Delta y \Delta z \quad (3)$$

本文采用 Reynolds 时均方程的湍流数值模拟方法, 湍流模型采用的数学表达式如下:

$$\mu_t = 0.03874 \rho \nu l \quad (4)$$

式中: ν 表示速度; l 表示离墙体的最近距离。

将室内空气湍流流动的控制微分方程 (1) 表示为:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi) + \text{div}(\rho u\phi) - \Gamma_{\phi} \text{grad}\phi = S_{\phi} \quad (5)$$

式中: ϕ 为流动的速度、焓(温度)等物理量。

3 基于辐射供暖的机库热环境分析

本文以上述方程为基础, 结合实测数据, 应用 CFD 软件, 对地板辐射、顶板辐射以及两者有机结合方式条件下, 飞机维修车间内的温度场进行分析。

3.1 地板辐射供暖结果分析

从机库流场的温度分布图可以看出, 机库大厅内的温度分布较为均匀, 即飞机检修和人体活动的区域温度分布较为均匀, 并且温度云图呈对称形状, 这是由于机库的热源是温度较为均匀的辐射地板。由于密度差引起的大空间自然对流影响, 机库内整体的垂直温度分布情况是地面附近温度由于靠近辐射板, 温度比较高, 这个高度正好人体脚部的位置, 人体脚部对于环境温度最为敏感, 而脚部温度恰好比较高, 所以这种供暖方式对身处辐射环境中工作的人员健康较为有利的^[8]。但随着高度上升温度先是逐渐下降然后慢慢上升, 到达机库顶部时温度梯度变大。

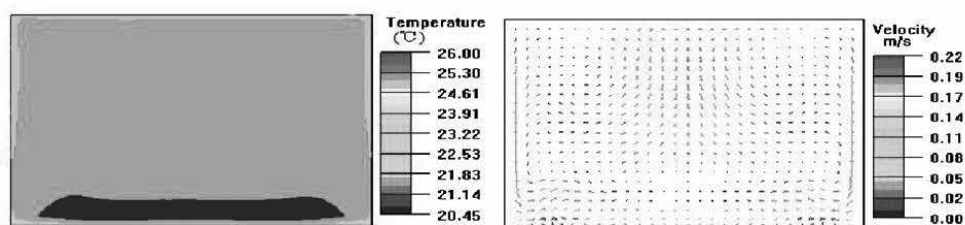
由图 3 可见, 机库内人员活动区域和维修部的流速较小, 仅在各个壁面附近的边界层内有较高的速度分布, 这是由于地板辐射采暖的主要换热方式是辐射传热, 经研究得知, 机库辐射供暖的辐射换热量占总供热量的 65% 左右, 对流换热量占总换热量的 30% 左右^[9]。

上升的气流到达机库顶部时, 开始向下运动, 与继续上升的气流形成小规模的涡流, 使得维修车间内气流形式为两个大循环。由于靠近机库大门的位置, 温度较低, 流速较快。因此, 为减小气流下降速度, 提高机库内温度场的均匀性, 应该对机库大门采取一定的措施, 减少冷风的渗透, 这样也有利于节能^[10]。

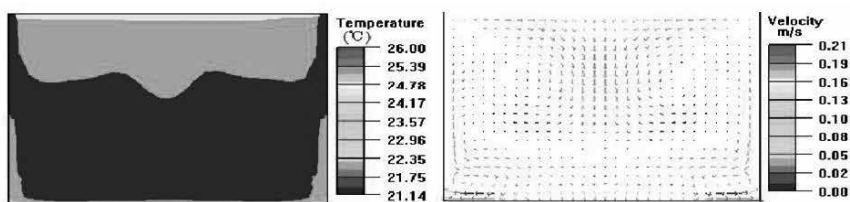
3.2 顶板辐射供暖结果分析

从图 3 还可看出, 机库大厅内的温度有明显的分层现象。整个机库大厅内的温度分布与地板辐射供暖温度场相反, 人体活动和飞机检修的高度温度较低, 随着高度的增加温度逐渐上升, 顶棚的温度最高。地面和墙壁由于他们自身的温度较低, 和它们对流换热后, 温度也降低。人体活动的区域温度梯度为 1°C/m 。机库内飞机由于体型庞大, 在喷漆、退漆过程中需要分布一致的温度环境, 因此这种形式的供暖方式是不适合的。

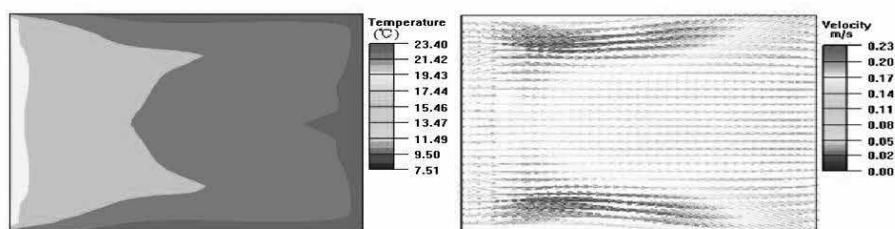
从截面 $X=40$ 和 $X=80$ 的云图可以看出, 由于受到顶棚辐射板加热的效果, 顶棚处的空气温度较高, 空气密度比其它地方要小, 这些密度较低的气体沿



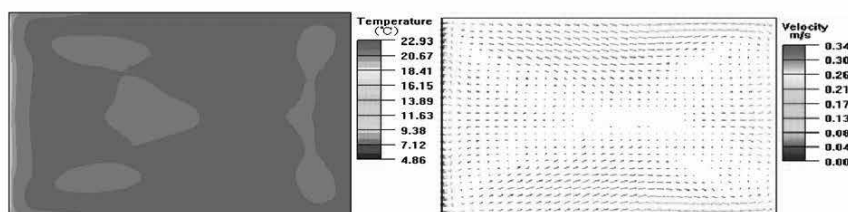
$X=40$



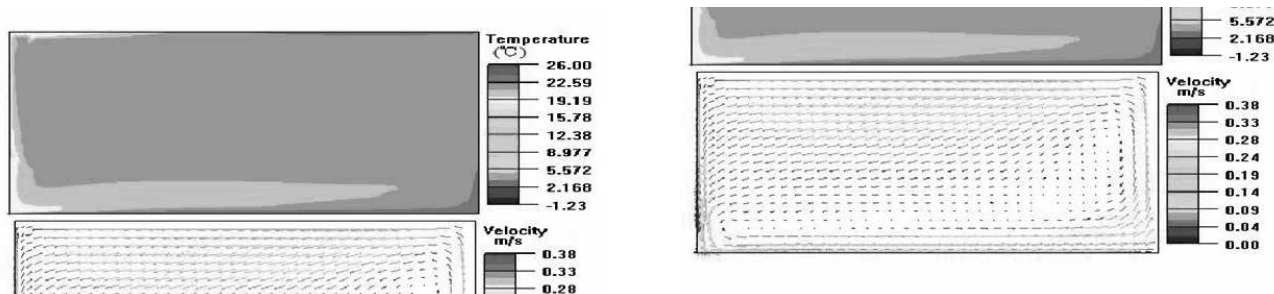
$X=80$



$Y=10$



$Y=20$



$Z=40$

图2 地板辐射供暖温度与速度分布

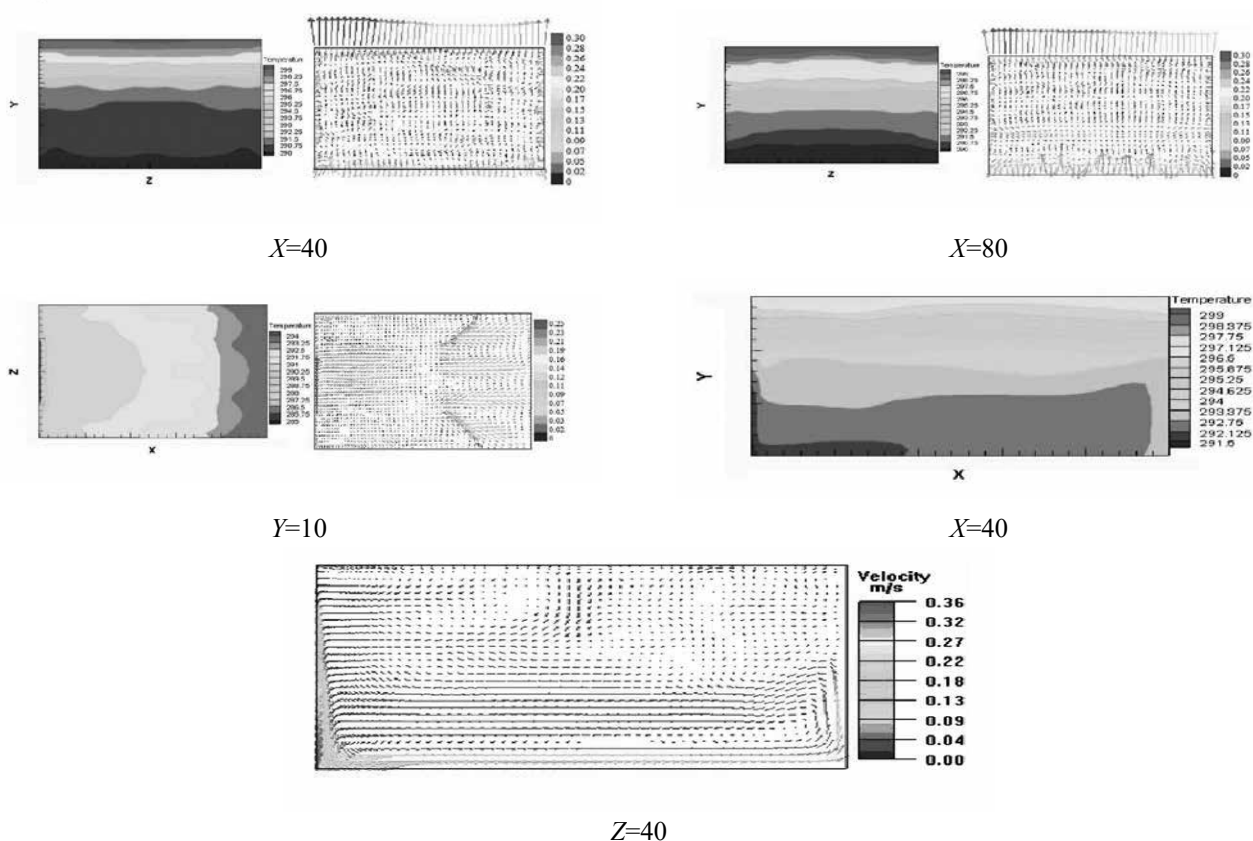


图3 顶板辐射供暖温度与速度分布

着顶板向四周扩散,由于热量集中于机库较高的部位,属于无效热量,造成了大量的能源浪费。由截面 $Z=40$ 的云图可以看出,在机库大厅的外墙温度较低,这个低温区域沿着外墙延伸到顶板。这个区域的形状同截面的外形比较吻合,说明模拟的结果与实际结果较为接近。

3.3 两种辐射采暖结果分析

在 $X-Z$ 面的俯视图划分如下的网格,取出五个测点进行分析室内的温度场,这样取的几个测点比较有代表性,如图4所示。

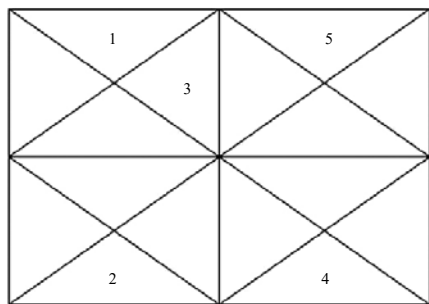


图4 温度测点分布

由图5得到不同的两种温度场特性,地板辐射采暖的机库其温度场特点是靠近地面辐射板的边界层温度较高,然后随着高度的增加逐渐降低,机库整体温度是下部温度较高,辐射地板的表面与其周围的换热温差较小,机库上部的温差较大,这是由于大空间对流导致的。而顶板辐射采暖的温度场特性是上部温度较高,从上到下呈倒温度梯度,温度分层现象比较明显^[11],机库下部温度较低,人员工作和飞机周围温度整体比地板辐射采暖的情况下要低,这是由于它和地板辐射采暖的热源位置不同引起的,由于顶板的温度较高导致它与机库内的空气换热温差大,温度场分布不均匀。

经过上面的分析,可以看出,在飞机维修车间应该采用地板辐射采暖与顶板辐射采暖相结合的办法,这样就会使整个机库的温度场分布均匀,使喷漆、退漆在较为稳定的温度环境中进行。

4 结论

(1) 使用地板辐射供暖的机库室内温度分布比较均匀,工作区的温度梯度比较小,为 $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$,机库顶端由于大空间对流换热,温度梯度较大。

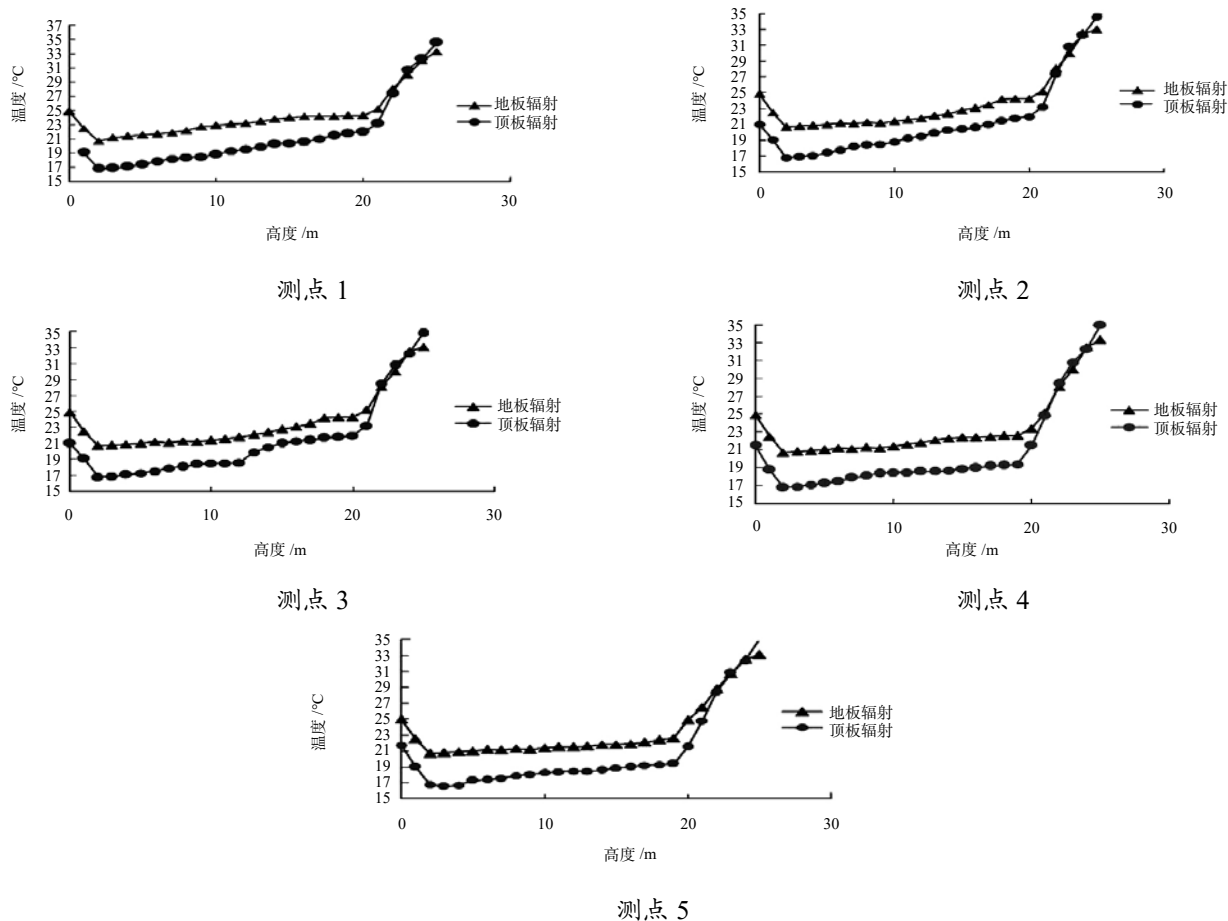


图5 两种辐射供暖温度对比

(2) 采用顶板辐射采暖的机库内, 温度分层现象明显, 顶部温度梯度较大, 工作区整体温度较地板辐射采暖要低, 基本满足要求。但是其温度较高的区域集中在机库的顶端, 造成大量能源的浪费, 在机库等高大空间内使用不合适。

(3) 应该采用地板辐射供暖与顶板辐射供暖相结合的方式, 这样就会使整个机库的温度场分布均匀。尽管机库内的飞机体型庞大, 但也能使喷漆、退漆的过程都处在较为稳定的温度环境中, 可有效消除辐射的不对称性, 从而不会导致飞机机身的色彩变化。

参考文献

- [1] 李永安. 低温热水地板辐射采暖系统设计 [J]. 建筑热能通风空调. 2002, 21(1):62-65.
- [2] 中国航空工业集团公司. 飞机喷漆机库设计规范 (GB 50671-2011) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [3] 赵传阳. 辐射空调在飞机维修车间的应用研究 [D]. 济南: 山东建筑大学, 2014.
- [4] Andrea Ferro, Royal Kopperud, Lynn Hildemann. Source strength for indoor human activities that resuspend particle mass. Environ Sci Technol, 2004, 38:1759-1764.
- [5] Sundell J, What we know, and don't know, about sick building syndrome. ASHRAE J, 1996, 38:51-57.
- [6] 陶文铨. 数值传热学 (第2版) [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2003.
- [7] 陶文铨. 计算流体力学与传热学 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [8] 丁秀娟. 浅谈衣服热阻对人体热舒适的影响 [J]. 建筑节能, 2009, 37(2):27-29.
- [9] 冯晓梅. 低温地板辐射供暖特性参数的研究 [J]. 暖通空调, 2004, 34(1):1-4.
- [10] 向立平. 空调客车内气流分布特性及动态热舒适性研究 [D]. 长沙: 中南大学, 2011.
- [11] 王雪. 冷却顶板和太阳辐射对置换通风系统影响的模拟与分析 [D]. 哈尔滨工业大学硕士论文, 2005.6.

上海地铁通风季 PM_{2.5}、PM₁₀ 污染水平分析

东华大学 郭二宝 沈恒根 何垒 张训水 刘文龙 张家文

摘要: 针对上海地铁环境空气污染状况, 于 2015 年 11 月对上海地铁 9 号线商城路站和嘉善路站两个典型地下车站通风季的站厅层、站台层及轨行区的 PM_{2.5}、PM₁₀ 的污染水平进行了监测分析。结果表明: 车站 PM_{2.5}、PM₁₀ 浓度高于室外环境, 站台层颗粒物质量浓度超过国内相关空气质量标准, 晴天车站站台层的 PM_{2.5}、PM₁₀ 超标尤为严重。受地铁活塞效应影响, 站厅层, 站台层与轨行区 PM_{2.5} 在监测时段内变化趋势一致, 站内颗粒物污染水平晴天高于雨天, 站台层高于站厅层。地铁站厅层, 站台层 PM₁₀ 与 PM_{2.5} 在监测时段内变化趋势一致。车站站台层 PM_{2.5}/PM₁₀ 质量浓度比值平均值为 0.67~0.93, 颗粒物中细颗粒物污染占优。

关键词: PM_{2.5}; PM₁₀; 地铁; 站台; 站厅; 轨行区

0 引言

公共交通中, 地铁由于快速、便捷而成为人们出行的首选。城市地下轨道交通是一个特殊的微环境, 具有封闭性、空气流通受限、排放源特殊等特征, 地铁列车在有限的空间里高频率运行, 可能会导致来自室外或内部产生的污染物积聚^[1], 如果没有良好的机械通风系统将会导致污染物浓度达到危险的水平^[2]。科研人员对伦敦、巴黎、罗马、赫尔辛基、斯德哥尔摩、纽约、华盛顿、蒙特利尔、开罗、圣保罗、布拉格、广州、台北、首尔等城市轨道系统内颗粒物污染情况做了现场监测^[3-5]。过去的研究发现, 许多城市轨道交通系统内都监测到高浓度的颗粒物^[5-16], 而有些现代化轨道交通系统的颗粒物浓度却比较低^[17-19], 比如: 伦敦、多伦多、斯德哥尔摩地铁系统内细粒子浓度 PM_{2.5} 的数量级大概是地上浓度的 10 倍之多^[6,12,20]; 而广州地铁内细粒子浓度 PM_{2.5} 比外面浓度低 70%^[17]。其中的差异可能是地铁系统以及设备的不同(例如供电系统、刹车系统、通风系统、运行情况)所造成的^[2,21]。而且, 文献[12,22]还发现: 轨道交通站内颗粒物浓度水平与列车运行频率有关, 列车运动能够引起站内颗粒物再悬浮; 另外, 地铁系统内粗粒子可能源于机械破碎。

地铁系统的悬浮颗粒物从形态、尺度分布和元素组成各方面都与街道颗粒物不同。与街道颗粒物相比较, 地铁内颗粒物通常形状上更多棱角, 粒径更大, 物质组成更丰富, 金属铁元素浓度水平更高^[6,11]。以纽约为例, 地铁内悬浮颗粒物所含铁、锰、铬等金属元素的浓度水平大概是外部地上浓度的 100 多倍^[23]。研究表明含铁颗粒物是地铁内最多的颗粒物。如伦敦地铁中 Fe/Si 颗粒物占到总颗粒物数目的 53%^[11]。纽约地铁的 PM_{2.5} 中, 含铁颗粒物数量达 42%^[23], 赫尔辛基地铁内的大气颗粒物

中含铁颗粒物数目占到 PM_{2.5} 的 88%~92%^[24]。东京地铁颗粒物中含铁颗粒物数目占总悬浮颗粒物的 74%^[25], 布达佩斯地铁 PM₁₀ 中含铁颗粒物数目为总数的 40%~46%^[22]。有研究表明, Fe 贡献了地铁颗粒物 PM₁₀ 质量的 40%^[22], 对 PM_{2.5} 的质量贡献高达 65%~70%^[11]。金属 Fe 颗粒物主要来自于机械摩擦过程, 如铁轨-车轮-刹车系统界面, 触网电缆及接触轨界面之间的摩擦。因为轨道交通颗粒物富含金属元素, 所以比街道颗粒物拥有更强的基因诱变危害和培养肺细胞氧化伤害^[6,26]。

目前, 有超过 2380 万人居住和生活在上海地区, 地铁交通成了上海市主要的公共交通。因此, 持续监测及研究地铁环境中颗粒物污染水平, 对于保护乘客与地铁工作人员的健康有重要的意义, 并以期为控制上海地铁内颗粒物污染提供科学依据。

1 实验部分

1.1 采样地点及时间

上海地铁 9 号线全长 45.6km, 共设 26 座车站, 其中换乘车站 7 座, 东至杨高中路, 西至松江南站, 是一条东西走向为主的线路, 穿越徐家汇、花木两个城市副中心, 是横穿上海的一条主要干线。本次采样选取商城路站和嘉善路站两个典型地下车站, 如图 1 所示。其中商城路站为地下二层岛式站, 地下一层为站厅层, 地下二层为站台层; 嘉善路站为地下二层岛式站, 地下一层为站厅层, 地下二层为站台层, 地下三层为换乘 12 号线的站台层(测试期间尚未开通)。每个车站均装有空调通风系统及屏蔽门系统。于 2015 年 11 月 16 日~26 日(通风季)连续监测, 每个站选取有代表性的两天进行研究, 测试详细情况如表 1 所示。监测点位置为每个地铁站的站厅、站台及轨行区, 具体位置见表 2, 图 2、图 3。

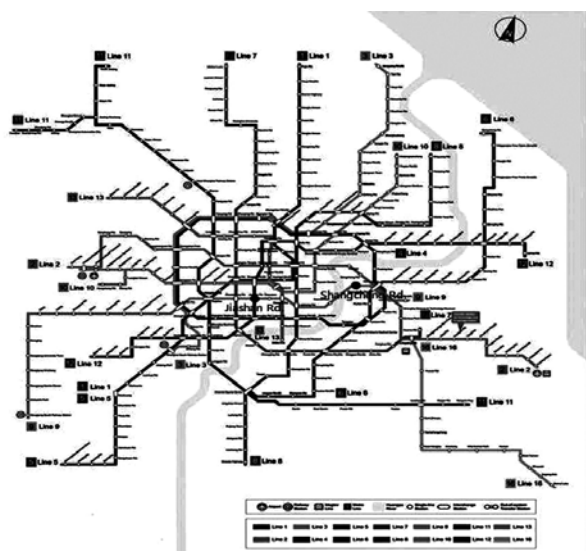


图1 测试地点: 商城路站和嘉善路站

表1 测试情况

车站	测试日期	天气	监测时段	通风设备运行情况
商城路站	11月16日	晴	10:08-20:08	大端送风机开, 小端回排风机开
	11月19日	雨	09:00-20:00	
嘉善路站	11月20日	雨	10:15-20:15	两端回排风机开
	11月26日	晴	09:12-19:12	

表2 监测点位置

车站	站厅层	站台层	轨行区
商城路站	靠大端处角落A、 靠小端处付费区角落B	垂直电梯附近C	车头处D
嘉善路站	近服务中心E	垂直电梯附近F (近楼梯口)	车尾处G

1.2 监测仪器

采用 1.108 型便携式气溶胶光谱仪 (2 台) (德国 Grimm 公司) 和 DustTrak8530 型粉尘测试仪 (2 台) (美国 TSI 公司) 对 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 进行监测, 数据记录时间间隔设定为 6s。

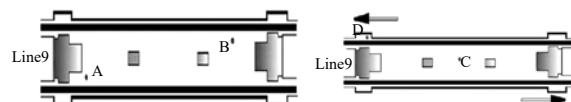
1.3 评价标准

依据《环境空气质量标准》GB 3095-2012 规定二级空气质量应满足 $PM_{2.5}$ 日均浓度 $\leq 75\mu g/m^3$, PM_{10} 日均浓度 $\leq 150\mu g/m^3$; 一级空气质量应满足 $PM_{2.5}$ 日均浓度 $\leq 35\mu g/m^3$, PM_{10} 日均浓度 $\leq 50\mu g/m^3$ 进行评价。

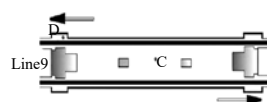
2 结果与讨论

2.1 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 监测结果与分析

车站内部粉尘来源影响因素十分复杂, 受室内外颗粒物源共同作用, 室外源包括雾霾天气、汽车尾气以及建筑施工和道路扬尘等; 室内源来自于机车润滑油蒸发分解而形成的有机物液滴, 铸铁闸瓦、



(a) 站厅

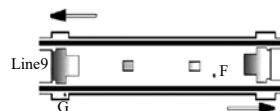


(b) 站台

图2 商城路站监测点位置



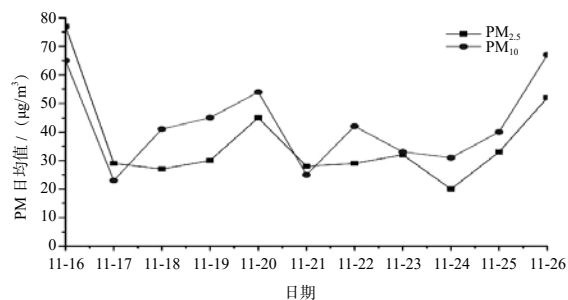
(a) 站厅



(b) 站台

图3 嘉善路站监测点位置

车轮和铁轨机械摩擦产生的铁粉和铁的氧化物, 电动机或集电极所产生的石墨粉, 以及乘客携带颗粒物、人员的走动引起的二次悬浮颗粒物等。测试期间室外环境空气 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 基本上达到二级空气质量标准, 其变化曲线如图 4 所示。

图4 测试期间室外环境 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 变化曲线

晴天商城路站和嘉善路站各监测点 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 浓度变化规律见图 5、6, 雨天商城路站和嘉善路站各监测点 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 浓度变化规律如图 7、8 所示。监测结果表明, 晴天商城路站站厅 (除上午非高峰时段), 站台 $PM_{2.5}$ 均超出二级空气质量标准要求; 站台超标尤为严重, 从下午 15:00 以后 $PM_{2.5}$ 达到二级限值两倍以上。站台 PM_{10} 从下午 15:00 以后超出二级浓度限值, 浓度最大值为 $198.9\mu g/m^3$, 超标率为 32.6%。晴天嘉善路站站台 $PM_{2.5}$ 超出二级空气质量标准要求, 最高超出二级限值一倍以上; 站台 PM_{10} 早、晚高峰时段超出二级浓度限值。雨天商城路站站厅 $PM_{2.5}$ 能够达到二级空气质量标准, 站台 (除上午高峰时段) $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 能够达到二级空气质量标准。雨天嘉善路站站厅, 站台 (除晚高峰)

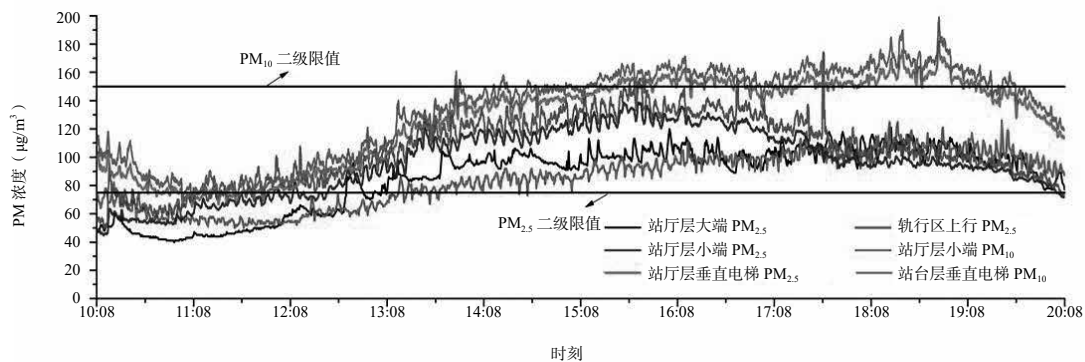


图 5 11月16日商城路站各监测点 PM_{2.5}、PM₁₀ 浓度变化规律

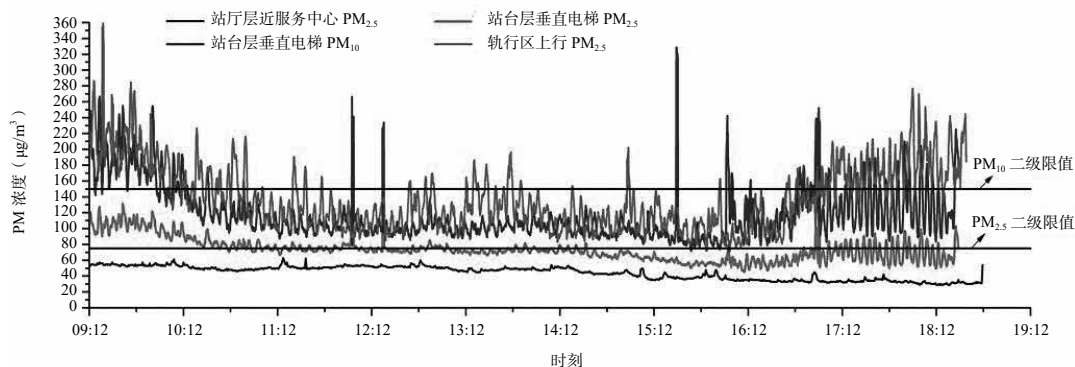


图 6 11月26日嘉善路站各监测点 PM_{2.5}、PM₁₀ 浓度变化规律

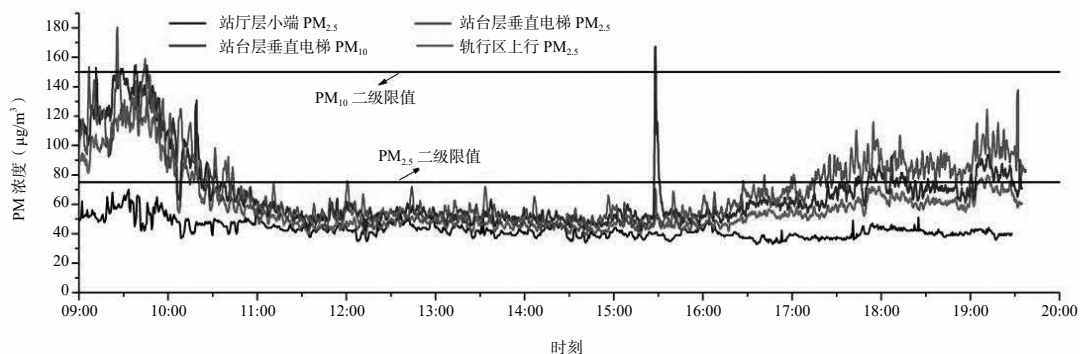


图 7 11月19日商城路站各监测点 PM_{2.5}、PM₁₀ 浓度变化规律

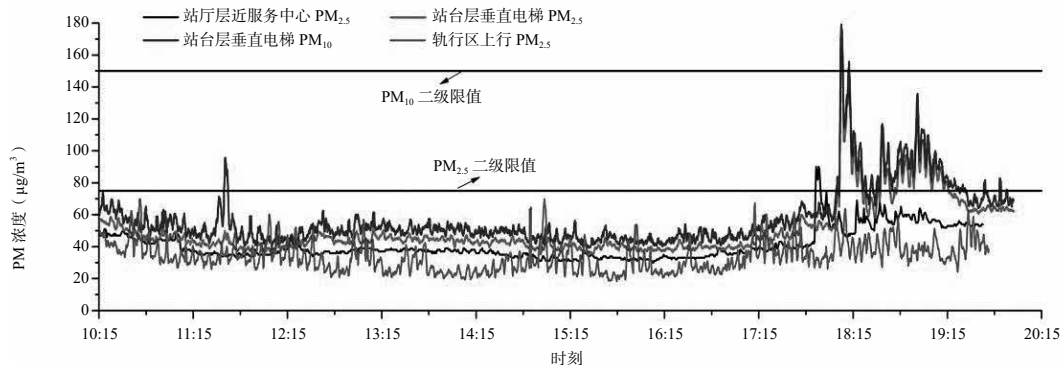


图 8 11月20日嘉善路站各监测点 PM_{2.5}、PM₁₀ 浓度变化规律

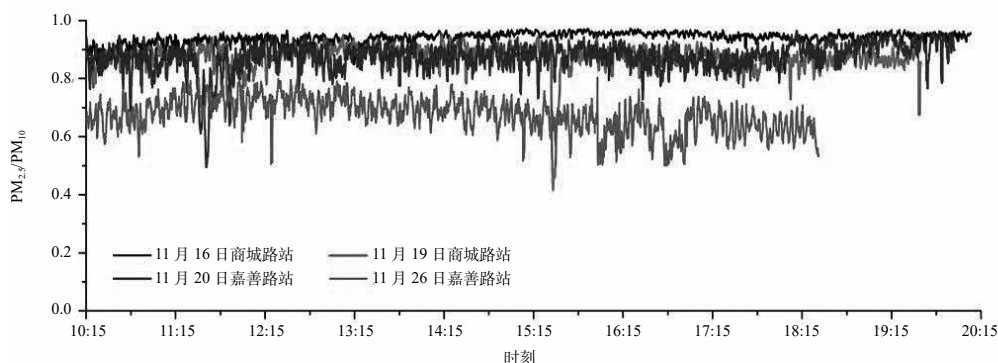


图9 监测时段内站台 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 变化情况

$PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 能够达到二级空气质量标准。可见,在监测时段内,晴天车站站台的 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 超标较为严重,雨天车站的 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 基本能够达到二级空气质量标准,晴天地下车站 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 污染水平明显高于雨天。

2.2 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 变化规律与影响因素

从图5~8可以看出,地铁站厅层,站台层 PM_{10} 与 $PM_{2.5}$ 在监测时段内逐时变化规律相同。受列车高频运行产生的活塞效应的影响,站厅,站台与轨行区 $PM_{2.5}$ 在监测时段内逐时变化规律相同,由于活塞风是通过连接站厅层与站台层间的楼梯对站厅层产生影响,因此对站台层的影响要大于站厅层;站台 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 浓度高于站厅层。早、晚高峰时段由于列车行车对数的增加使得轨行区内颗粒物浓度明显高于非高峰时段,高峰时段 $PM_{2.5}$ 最高可达到二级浓度限值的3倍多,见图6。轨行区 $PM_{2.5}$ 浓度高于站台层和站厅层,见图6、7;图5、8所示轨行区 $PM_{2.5}$ 浓度低于站厅和站台的原因是由于车站两端活塞风阀均打开,轨行区内与外界有较好的空气交换,但晴天仍超出二级空气限值要求。此外,站厅层,站台层 PM_{10} 与 $PM_{2.5}$ 的浓度变化还受到人流的影响,由图8所示,在嘉善路站因站厅层测点近服务中心,站台层测点位于垂直电梯并近楼梯口处,受晚高峰客流影响, $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 均出现了较大的增加。

2.3 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比较分析

图9为监测时段内车站站台 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值变化情况。监测结果表明,11月16日商城路站台 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 为0.84~0.97,平均值为0.93;11月26日嘉善路站台 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 为0.53~0.8,平均值为0.67。监测时段内车站站台 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值平均值为0.67~0.93。可见,站台的颗粒物污染主要为细颗粒物,可能有三个原因:一是机车润滑油蒸发分解,

车轮和铁轨机械摩擦,电动机或集电极所产生的石墨粉主要为细颗粒物,导致地铁环境中细颗粒物浓度增加;二是乘客携带颗粒物、人员的走动引起的二次悬浮颗粒物为细颗粒物;三是夜间地铁的维护和清理工作也会产生细颗粒物。这是地铁系统中细颗粒物的主要来源。

3 结论

(1) 上海地铁环境通风季 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 水平高于室外,站台中存在颗粒物污染,颗粒物质量浓度超过了国内相关空气质量标准,晴天车站站台的 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 超标较为严重。一般的乘客,在地铁站台候车、行走、换乘的时间较少,存在颗粒物暴露的短期健康效应。地铁工作人员滞留在地铁中时间较长,颗粒物暴露对其健康有较大风险。

(2) 站厅,站台与轨行区 $PM_{2.5}$ 在监测时段内逐时变化规律相同,站内污染水平晴天高于雨天,站台高于站厅。

(3) 地铁站厅,站台 PM_{10} 与 $PM_{2.5}$ 在监测时段内逐时变化规律相同。

(4) 地铁站台内 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 质量浓度比值平均值为0.67~0.93,颗粒物污染主要为细颗粒物。

参考文献

- [1] Cheng Yuhsiang, Yan Jhihwei. Comparisons of particulate matter, CO and CO_2 levels in underground and ground-level stations in the Taipei mass rapid transit system[J]. Atmospheric Environment, 2011(45):4882-4891.
- [2] Nieuwenhuijsen M J, Gomez-Perales J E, Colville R N. Levels of particulate air pollution, its elemental composition, determinants and health effects in metro systems[J]. Atmospheric Environment, 2007(41):7995-8006.
- [3] Cheng Y H, Yan J W. Comparisons of particulate matter, CO, and CO_2 levels in underground and ground-

- level stations in the Taipei mass rapid transit system[J]. Atmospheric Environment, 2011, 45(28):4882–4891.
- [4] Grass D S, Ross J M, Family F, et al. Airborne particulate metals in the New York City subway: A pilot study to assess the potential for health impacts[J]. Environmental Research, 2010, 110(1):1–11.
- [5] Jung, H-J, Kim B, Ryu J, et al. Source identification of particulate matter collected at underground subway stations in Seoul, Korea using quantitative single-particle analysis[J]. Atmospheric Environment, 2010, 44(19):2287–2293.
- [6] Seaton A, Cherrie J, Dennekamp M, et al. The London underground: dust and hazards to health [J]. Occupational and Environmental Medicine, 2005, 62(6):355–362.
- [7] Ripanucci G, Grana M, Vicentini L, et al. Dust in the underground railway tunnels of an Italian town[J]. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2006, 3(1):16–25.
- [8] Branis M. The contribution of ambient sources to particulate pollution in spaces and trains of the Prague underground transport system[J]. Atmospheric Environment, 2006, 40(2):348–356.
- [9] Fromme H, Oddoy A, Piloty M, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons(PHA) and diesel engine emission (elemental carbon) inside a car and a subway train[J]. Science of the Total Environment, 1998, 217(1–2):165–173.
- [10] Pfeifer G D, Harrison R M, Lynam D R. Personal exposures to airborne metals in London taxi drivers and office workers in 1995 and 1996[J]. Science of the Total Environment, 1999, 235(1–3):253–260.
- [11] Sitzmann B, Kendall M, Watt J, et al. Characterisation of airborne particles in London by computer-controlled scanning electron microscopy[J]. Science of the Total Environment, 1999, 241(1–3):63–73.
- [12] Johansson C, Johansson P. Particulate matter in the underground of Stockholm[J]. Atmospheric Environment, 2003, 37(1):3–9.
- [13] Li T T, Bai Y H, Liu Z R, et al. In-train air quality assessment of the railway transit system in Beijing: A note[J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2007, 12(1):64–67.
- [14] Kim K Y, Kim Y S, Roh Y M, et al. Spatial distribution on particulate matter(PM₁₀ and PM_{2.5}) in Seoul Metropolitan Subway stations[J]. Journal of Hazardous Materials, 2008, 154(1–3):440–443.
- [15] Park D U, Ha K C. Characteristics of PM₁₀, PM_{2.5}, CO₂ and CO monitored in interiors and platforms of subway train in Seoul, Korea[J]. Atmospheric Environment, 2008, 34(5):629–634.
- [16] Raut, J C, Chazette P, Fortain A. Link between aerosol optical, microphysical and chemical measurements in an underground railway station in Paris[J]. Atmospheric Environment, 2009, 43(4): 860–868.
- [17] Chan L Y, Lau W L, Zou S C, et al. Exposure level of carbon monoxide and respirable suspended particulate in public transportation modes while commuting in urban area of Guangzhou, China[J]. Atmospheric Environment, 2002, 36(38):5831–5840.
- [18] Gomez-Perales J E, Colville R N, Fernandez-Bremauntz A A, et al. Bus, minibus, metro inter-comparison of commuters' exposure to air pollution in Mexico City[J]. Atmospheric Environment, 2007, 41(4):890–901.
- [19] Cheng Y H, Lin Y L, Liu C C. Levels of PM₁₀ and PM_{2.5} in Taipei rapid transit system [J]. Atmospheric Environment, 2008, 42(31):7242–7249.
- [20] Crump K S. Manganese exposures in Toronto during use of the gasoline additive, Methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl[J]. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 2000, 10(3):227–239.
- [21] Salma I, Weidinger T, Maenhaut W. Time-resolved mass concentration, composition and sources of aerosol particles in a metropolitan underground railway station[J]. Atmospheric Environment, 2007, 41:8391–8405.
- [22] Salma, I, Weidinger T, Maenhaut W. Time-resolved mass concentration, composition and sources of aerosol particles in a metropolitan underground railway station[J]. Atmospheric Environment, 2007, 41(37):8391–8405.
- [23] Chillrud S N, Epstein D, Ross J M, et al. Elevated airborne exposures of teenagers to manganese, chromium, and iron from steel dust and New York City's subway system[J]. Environmental Science and Technology, 2004, 38(3): 732–737.
- [24] Aarnio P, Yli-Tuomi T, Kousa A, et al. The concentrations and composition of and exposure to fine particles (PM_{2.5}) in the Helsinki subway system[J]. Atmospheric Environment, 2005, 39:5059–5066.
- [25] Furuya K, Kudo Y, Okinaga K, et al. Seasonal variation and their characterization of suspended particulate matter in the air of subway stations[J]. Journal of Trace and Microprobe Techniques, 2001, 19(4):469–485.
- [26] Karlsson H L, Nilsson L, Moller L. Subway particles are more genotoxic than street particles and induce oxidative stress in cultured human lung cells[J]. Chemical Research in Toxicology, 2005, 18(1):19–23.

西安某数据中心冷却效率及能源利用效率测试分析

西安工程大学 刘凯磊 黄翔 折建利 陈丽媛 耿志超

摘要: 本文主要目的是通过对西安某数据中心空调系统、热环境及机房各类用电设备电耗进行实际测试, 分析评价数据中心的冷却效率和能源利用效率(即 PUE)。同时, 针对机房气流组织混乱、部分机柜存在局部热点及机房整体相对湿度偏低等问题提出合理的优化措施。测试结论将为数据中心今后节能改造提供了依据, 并且对数据中心现场测试方法具有指导意义。

关键词: 数据中心; 热环境; 机房冷却效率; 能源利用效率; 气流组织

0 引言

现在全球步入“互联网+”时代, 各行各业都在筹建着各自的数据中心承载着更多的业务量。据统计, 我国数据中心的 PUE 大多在 2.0~2.5 之间, 平均水平约为 2.2^[1], 而高效绿色的数据中心 PUE 值要求低于 1.5。经预测, 未来数据中心的平均能耗将高达 3000W/m²^[2], 由此可见, 数据中心的能耗和所需制冷量大幅飙升。据统计, 在数据中心的总能耗里, IT 设备能耗占 51%, 通风空调系统占 35%, 照明及其它能耗占 14%^[3,4]。可见, 数据中心空调系统节能潜力巨大。

机房内存在较为复杂的温度场和湿度场, 仅靠机房内个别温湿度记录仪无法全面的反应机房热环境分布。目前, 我国大部分数据中心空调系统性能偏低、气流组织不合理、存在局部过热现象。因此, 需要对典型数据中心空调冷却效率和能源使用效率进行深入的测试^[5-7]。

本文对西安某数据中心实际温湿度场、局部热点、空调系统性能及机房各部分设备耗电量测试分析。总结机房冷却存在的重要问题, 并提出相应的改进措施, 对类似数据中心的节能改造提供依据。

1 数据中心概况

被测信息机房位于某综合数据中心的 11 楼, 机房总面积约为 232m²。数据中心建设标准为国 A 级, 机房设计温度为 23±3℃, 相对湿度为 50±5%。机房内共设置摆放机柜 42 个, 其中 3.2kW 的有 24 个, 9kW 的有 6 个, 4.8kW 的有 12 个, 满载运行时总功耗约为 188.4kW。

该机房空调采用分散式空调系统, 机房内共设有 2 台同型号风冷型机房精密空调(无备用), 单台制冷量为 80kW, 风量为 21080m³/h, 均为双压缩机系统。室内精密空调与机柜平行摆放, 室外机全部放置于 19 楼楼顶, 数据中心平面图如图 1 所示。

如图 2 所示, 被测数据中心气流组织为静电地板下送风上回风的形式, 机柜之间统一朝向摆放, 采用不同开孔率的地板调节送入机柜服务器内的风量。架空地板高 250mm, 地板下平均风速为 2.5m/s, 总风量为 42160m³/h。

2 测试方法及内容

2.1 机房环境温、湿度场测试

采用 testo 温湿度自计仪, 以机房地板为测试单

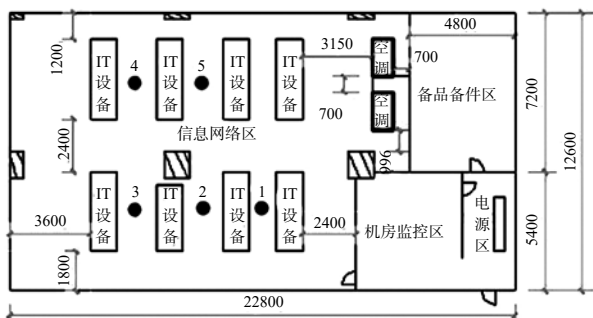


图1 数据中心平面图

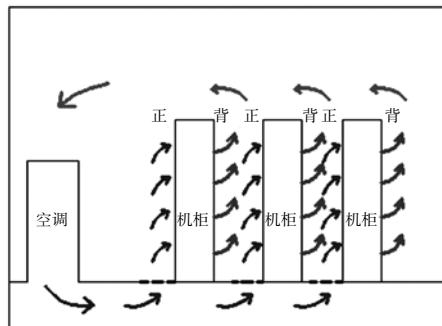


图2 气流组织示意图

元,记录地板以上高度空间内不同位置的温度值,依次完成整个机房内部空间空气温度的测量。机房环境内测点布置如图1所示,整个机房内均匀布置5列测试通道,每列通道布置4个测点如图3所示。



图3 列间通道测点布置图

2.2 局部热点机柜热成像测试

采用红外热像仪 FLIR I40, 对各列机柜通道进行红外成像,从而检测存在部件热点的机柜,并对局部过热机柜进行红外热成像测试。

2.3 空调系统性能测试

由于数据中心显热量大、散湿量小,热湿比线近似无穷大^[8],因此空调机组 COP 计算采用温差法。通过测量空调机组送、回风温差和空调处理风量,按公式(1)求出制冷量,经公式(2)计算空调系统性能系数 EER:

计算公式:

$$Q = C_p M(T_N - T_O) \quad (1)$$

式中: T_N 为回风温度(°C); T_O 为送风温度(°C); C_p 为空气定压比热容(1.01kJ/kg·°C); M 为风量质量流量(kg/m³,其中空气密度 $\rho=1.2\text{kg/m}^3$)。

计算公式:

$$EER = \frac{Q}{W} \quad (2)$$

式中: W 为空调系统输入功率(kW)。

2.4 机房能源利用效率测试

由于该数据中心安全等级较高、运行管理甚严,并且数据中心本身没有配备机房环控系统和电量仪,那么分项测试机房内各类用电设备(IT设备、空调机组、UPS和照明设备)的耗电量比较困难,本次测试通过现场实地记录IT设备各列头柜和空调配电柜的电压、电流数据,每5min记录一次,共记录1h,最后分别计算IT设备和空调机组的平均电功率。

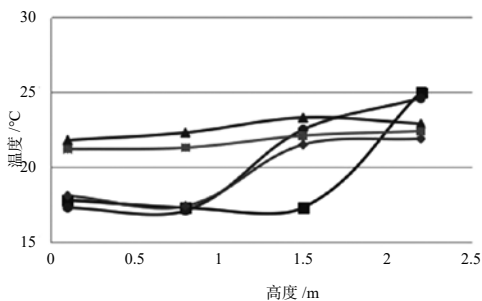
3 测试结果分析

3.1 机房环境温、湿度场测试结果分析

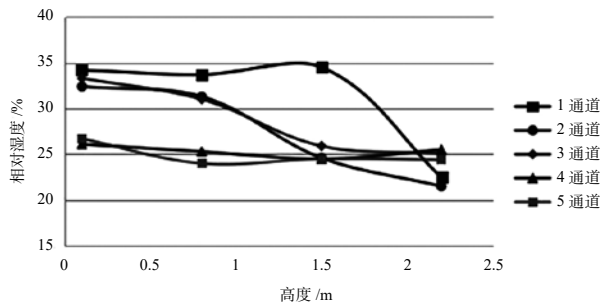
由图4(a)可以看出:(1)2~5号通道,每一列的测点温度均随着高度的增加逐渐升高。这是由于空调采用静电地板下送风,热空气由机柜排风口排出。测点所处环境中,热空气密度小,分布在机房高处;冷空气密度大,分布在机房低处空间。(2)1号通道测点温度分布不具有规律,受冷热气流掺混严重。(3)各列通道内测点,沿着高度方向,温度变化不均匀。最高测点与最低测点的温差高达7°C,原因是机柜没有采用面对面、背对背形式摆放,没有形成冷热通道。

由图4(b)可以看出机房相对湿度范围在20~35%之间,但部分通道的相对湿度低至21%,服务器长期运作在这种湿度过低的环境中易产生静电危险。

为得到具有代表性的机房环境温度和湿度值,根据 Telcordia GR-63-CORE 建议,选取各测试通道内距离地板以上1.5m高度处的数据^[9],其温湿度分布情况如图5所示。



(a) 地板以上高度方向温度分布



(b) 地板以上高度方向相对湿度分布

图4 地板以上高度方向温、湿度分布

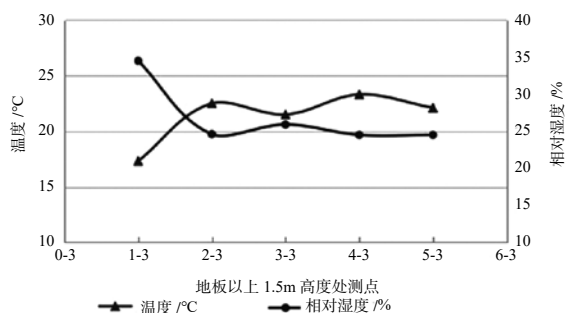


图5 地板以上1.5m高度处温、湿度分布

从图中可以看出,地板以上1.5m高度处,除1号测试通道测点温度较低外,2~5号测试通道的测点温度波动较平缓,温差为约为1~2°C。机房平均温度为21.6°C,平均相对湿度为26.8%。

3.2 局部热点机柜热成像测试结果分析

如图6所示,利用红外热成像仪分别对1~4号通道的整面机柜进行热成像测试,1~3号通道的机柜表面温度范围为23~28°C,基本满足机柜进气口连续工作温度范围推荐值18~27°C^[10]。4号通道机柜表面温度为37.5°C,超出了机柜进气口连续工作温度范围上限32°C。

对被测高温机柜内的服务器表面进行热成像测试,如图7所示。服务器表面温度高达70.6°C,存在服务器宕机的危险。

3.3 空调系统性能测试结果分析

对数据中心空调机组的平均送风温度、平均回风温度、平均耗电功率及送、回风量进行了测试,其详细参数见表1。1号空调满负荷运行,空调系统性能系数EER为2.58,2号空调仅开启一台压缩机,且开启度为35~48%之间,实测空调系统性能系数EER为2.36。机房内实际所需总冷负荷为101.8kW,单位冷负荷为476W/m²。

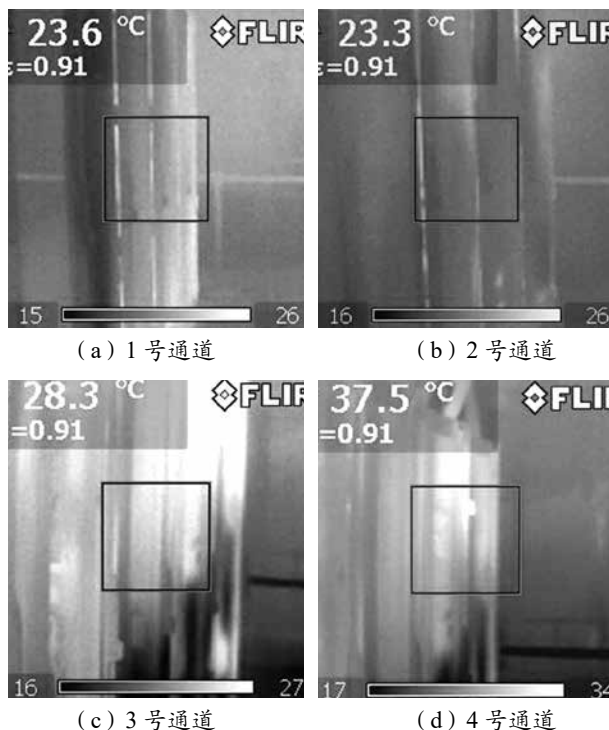


图6 局部过热机柜热成像

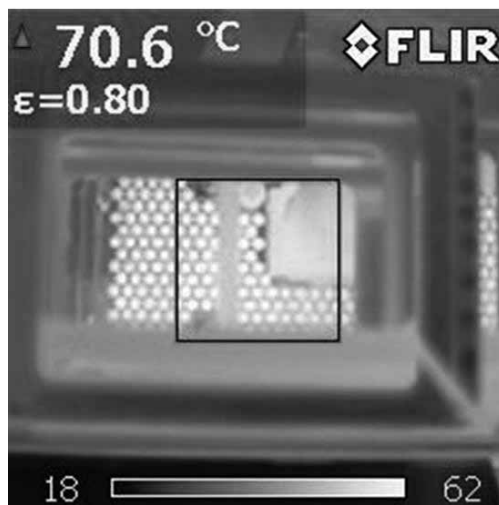


图7 过热服务器表面热成像

表1 空调机组参数

	1号空调	2号空调
送风量 m ³ /h	18000	18000
送风温度/°C	12.9	17.6
回风温度/°C	23.7	23.6
压缩机开启度/%	100	35~48
压缩机开启台数	2	1
实测制冷量/kW	65.4	36.4
空调系统输入功率/kW	25.3	15.4
EER	2.58	2.36

3.4 机房能源利用效率测试结果分析

机房能源效率指标 PUE 可以衡量数据中心的能源利用效率, 以及有多少提高的理论空间。PUE= 数据中心总能耗 /IT 设备总能耗, 其中数据中心总能耗 = 制冷用电负荷 + IT 设备总能耗 + 供配电损耗 + 湿度控制、照明等其它耗电^[1]。

如表 2 所示, IT 设备平均电功率为 45.9kW, 其用电量占机房总能耗的 40.4%, 空调设备平均电功率为 40.7kW, 其用电量占机房总能耗的 35.8%, 仅次于 IT 设备消耗的电能。被测信息机房的 PUE 值为 2.47, 高于绿色数据中心要求的 PUE=1.5 的值, 其中空调设备能耗所占比例较大, 节能潜力巨大。

表 2 能源利用效率 PUE 测试

测试项目	平均电功率 kW	能耗分布比例 %
IT 设备	45.9	40.4
空调设备	40.7	35.8
供配电及其它设备	27.3	23.8
数据中心总功耗	113.7	100
PUE	2.47	

注: 机房内 IT 设备类型主要为网络信息服务器。

4 存在问题及解决措施

测试期间发现的主要问题体现在机柜摆放、气流组织和相对湿度上:

(1) 机柜按照统一朝向顺次排列, 没有按照面对面、背对背的方式形成冷热通道, 后一系列机柜的进风严重受前一系列机柜排风的影响, 冷量损失较大, 冷却效果不佳。

(2) 机柜排风与地板送风冷热掺混严重, 导致部分机柜存在局部热点。

(3) 机房平均相对湿度为 27%, 部分区域相对湿度低至 21%, 存在静电的危险。

针对上述问题提出以下解决措施:

(1) 由于服务器机柜无法重新按面对面、背对背的方式布置, 故将原来集中放置在一个机柜的大功率服务器分散的安装在其它空置机柜里, 以尽量减轻部分机柜局部过热的现象。

(2) 室内精密空调应开启自动加湿功能, 将机房内相对湿度控制在 50% 左右, 避免产生静电现象。

(3) 室内精密空调应考虑备份。

5 结论

(1) 测试结果显示, 机房环境平均温度为 21.6℃, 基本能达到设计标准 23±3℃, 但局部区域相对湿度低至 21%, 这样机房存在静电危险, 影响服务器正常工作。

(2) 1、2 号空调的送风温度分别为 12.9℃ 和

17.6℃, 机房环境平均温度也满足要求, 但由机柜表面红外成像显示, 机柜表面温度约为 23℃ 左右, 同时局部过热机柜内的服务器表面温度高达 70.6℃, 服务器有宕机的危险。主要原因是服务器机柜统一朝向顺序摆放, 没有形成冷、热通道, 后一系列机柜的进风受前一系列机柜排风的影响较大, 冷热气流掺混严重。

(3) 1 号空调系统的 EER 高于 2 号空调系统, 主要原因是两台空调机组的运行工况各不相同。机房内实际所需总冷负荷为 101.8kW, 单位冷负荷为 476W/m²。

(4) 被测信息机房的 PUE 值为 2.47, 电能利用效率较低。IT 设备平均电功率为 45.9kW, 其用电量占机房总能耗的 40.4%, 空调设备平均电功率为 40.7kW, 其用电量占机房总能耗的 35.8%, 仅次于 IT 设备消耗的电能。其中空调设备能耗所占比例较大, 节能潜力巨大。

参考文献

- [1] 谷立静, 周伏秋, 孟辉. 我国数据中心能耗及能效水平研究 [J]. 中国能源, 2010, 32(11): 42-45.
- [2] BEITELMAL, M H PATEL, C D. Thermo-Fluids Provisioning of a High Performance High Density Data Center [D]. HP Laboratories Palo Alto, 2004.
- [3] Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency Public Law 109-431[R]. U.S. Environmental Protection Agency, 2007.
- [4] 朱江, 于震, 吴剑林. 典型数据中心能耗及热环境测试分析 [J]. 发电与空调, 2012, 33(148): 79-84.
- [5] 何钟琪, 黄霞. 上海地区数据中心空调系统节能措施探讨 [J]. 暖通空调, 2011, 41(8): 3-6.
- [6] 钟景华, 朱利伟, 曹播, 等. 新一代绿色数据中心的规划与设计 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [7] 钱晓栋, 李震. 数据中心空调系统节能研究 [J]. 暖通空调, 2013, 43(10): 91-96.
- [8] 黄翔, 周海东, 范坤, 等. 通信机房应用直接蒸发冷却空调方式的优化及节能分析 [J]. 洁净与空调, 2013, 43(10): 28-34.
- [9] Telcordia. 2006. GR-63-CORE, Network equipment-Building system (NEBS) requirements: Physical protection. Telcordia Technologies Generic Requirements, Issue 3, March 2006. Piscataway, N.J.: Telcordia Technologies, Inc.
- [10] 沈添鸿, 杨国荣, 陈巍, 译. ASHRAE TC 9.9. 数据处理环境热指南 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [11] 数据中心机房空调系统技术白皮书 [M]. 中国工程建设标准化协会信息通信专业委员会数据中心工作组, 2011.

夏热冬冷地区住宅小区 集中供冷系统案例测试及问题分析

清华大学建筑节能研究中心 钱明杨 燕达 张婉妮
东南大学建筑学院 周欣
东南大学能源与环境学院 魏宏阳

摘要: 目前实测的住宅区域供冷项目案例表明,住宅的区域供冷的集中空调电耗较传统分体空调更高。研究中对于该类系统存在问题的解决策略大多为模型模拟计算结果,较为缺乏解决系统存在问题的实测案例。本文通过实际案例测试调研,对于夏热冬冷地区住宅的区域供冷中存在的问题进行了研究,给出了解决先前实测案例中存在的问题的一些措施,并给出了问题解决之后的实际系统的运行情况。

关键词: 小区集中供冷;夏热冬冷地区;污水源热泵;实测案例

0 引言

长期以来,夏热冬冷地区的住宅小区供冷的典型模式为分体空调。而随着国家对于水源热泵等可再生能源系统的鼓励政策,夏热冬冷地区住宅小区中的水源热泵系统也在渐渐地增多。如浙江省自2000年以来地源热泵的应用面积从最初的几万平方米,到“十二五”期末预计将达到700万 m^2 ,保持了25%~30%的年增长速度^[1]。

对于水源热泵系统在夏热冬冷地区的适宜性,观点上有着一定的争议。有一些观点认为,夏热冬冷地区的供暖天数与供冷天数大致相当,冷暖负荷基本相同,可以充分发挥地下蓄能的作用^[2]。并且水源热泵系统作为集中系统将冷热负荷集中处理,有利于采用容量大能效高的设备,且有利于降低总体的主机装机功率^[3]。然而,目前实测的住宅区域供冷项目案例表明,住宅的区域供冷的集中空调的空调电耗为传统分体空调的电耗的5到10倍^[4-11]。一部分文献认为造成这样的结果的原因是,居住建筑中应用水源热泵系统这样的集中空调系统时,系统的可调性较差造成了空调系统能耗较高、能效较低^[12]。住宅小区的水源热泵供冷系统作为一种小型的区域供冷系统,只有在有足够量的廉价天然冷源、尽可能短的管线、尽可能大的供回水温差和尽可能小的流量、紧随负荷变化的控制策略的情况下才能做到节能^[13]。

而从之前的研究中可以总结出,水源热泵系统在住宅小区的运行问题主要为:末端用户不可调或者按照面积收费,造成过量供应;末端水阀不可调,造成冷冻水流量不随负荷变化;水泵电耗在低负荷情况下占比大,输配系数低,冷量损失大;冷机常常处于严重低部分负荷情况,造成COP低。然而对

于问题实际解决方案策略,大多为理论模型模拟的结果,较为缺乏实际测试案例。本文通过在南通污水源热泵系统的实测,对以上问题的具体讨论分析,在实际案例中给出了解决先前实测案例中存在的问题的一些措施,并给出了问题解决之后的实际系统运行的定量能耗及能效结果。

1 实测住宅小区建筑概况

所测试调研的小区位于江苏南通,其功能分区及对应面积如表1所示,可以看出以住宅为主,兼有商业建筑,商业建筑占总建筑面积的10.5%。

表1 小区功能分区面积

建筑名称	面积/ m^2	建筑名称	面积/ m^2
北区住宅	132293	南区商业用房	6909
南区住宅	173453	会所	9000
北区商业用房	16880	幼儿园	3141
合计	341676		

系统设计有两台大离心式制冷机,额定制冷量4010kW,功率765kW,一台小离心式制冷机,额定制冷量2450kW,功率455kW,两台螺杆机额定制冷输出1186kW,制热输出1390kW,热回收输出1297kW,功率345kW。三台离心机均采用污水源,两台螺杆机用于制备热水,制备出的热水储存在热水箱中。每台冷机对应一台一级泵,北区南区各支路对应设有二级泵。

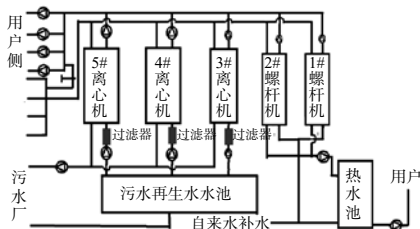


图1 冷站系统示意图

按能量计算费用,未超过基本费收取基本费,超过基本费直接按能量计算收取费用。其中基本费用按照住户面积大小进行确定。

2 系统测试结果概况介绍

在2015年8月17日~8月19日在不同工况下,对冷站的系统进行了测试。冷机性能的测试结果如下,其中离心机的蒸发和冷凝温度为冷机面板读数,其他均为实测数据。

据表2此计算离心机的各性能参数如表3。

从图中可见离心机实际运行测试出的COP最低值为5.11,与额定COP5.24较为接近。且COP随着冷机负荷率的升高而升高。

由于冷站二级泵系统无旁通管,因此不开启的冷机处有部分冷冻水旁通,造成了出冷站的冷冻水

温度的升高。同时,螺杆机制出的冷冻水温度比离心机高,混水后也造成冷冻水温度的上升。根据冷站出站处检测的冷冻水温度和总流量可计算冷站内部的系统EER。其中总功率包括离心机功率、螺杆机功率、一二次水泵功率。

各工况下的结果如表4。

可以看到,冷站的EER较低。当螺杆机开启时,由于螺杆机的冷凝侧制生活热水,冷凝温度过高,制空调水的COP就很低,且空调水出水温度也较高,都在9℃左右,因此螺杆机开启时拉低了整个冷站的EER。

通过冷站BAS系统自记的数据,进行了2014年的供冷情况计算,如图所示,然后将螺杆机组(热水机组)分开计算,单位供冷面积的电耗为3.7kW·h/m²/供冷季,将离心机组在2014年的均值COP计

表2 冷机实测数据

	工况一	工况二	工况三	工况四	工况五
时间	2015/8/18 17:14	2015/8/17 20:02	2015/8/18 18:35	2015/8/19 7:32	2015/8/18 9:35
冷机运行情况	仅开4#离心机	开4#离心机与1#、2#螺杆机	开4#离心机与1#螺杆机	仅开3#离心机	开3#离心机与1#螺杆机
冷冻水总流量 m ³ /h	572	621	533	443	517
离心机冷冻水流量 m ³ /h	498	432	454	296	302
离心机冷冻水供水温度/℃	7.2	7.0	6.5	6.1	6.1
离心机冷冻水回水温度/℃	11.5	10.9	11.3	10.2	10.5
离心机冷却水出水温度/℃	33.4	32.4	33.6	32.6	32.8
离心机冷却水回水温度/℃	28.7	28.8	29.1	28.6	28.5
离心机蒸发温度	6.7	6.9	6.4	5.3	5.3
离心机冷凝温度	32.8	32.9	32.8	33.7	33.7
离心机功率 kW	448	385	397	274	281

表3 离心机性能评价指标

时间	2015/8/18 17:14	2015/8/17 20:02	2015/8/18 18:35	2015/8/19 7:32	2015/8/18 9:35
冷机运行情况	仅开4#离心机	开4#离心机与1#、2#螺杆机	开4#离心机与1#螺杆机	仅开3#离心机	开3#离心机与1#螺杆机
离心机负荷率	62.3%	49.0%	63.4%	57.8%	63.3%
离心机COP	5.58	5.11	6.4	5.17	5.52
ICOP	10.7	10.8	10.6	9.8	9.8
DCOP	0.52	0.47	0.6	0.53	0.56

表4 冷站制冷系统测试结果

时间	2015/8/18 17:14	2015/8/17 20:02	2015/8/18 18:35	2015/8/19 7:32	2015/8/18 9:35
冷机运行情况	仅开4#离心机	开4#离心机与1#、2#螺杆机	开4#离心机与1#螺杆机	仅开3#离心机	开3#离心机与1#螺杆机
冷冻水出水温度/℃	8.7	8.2	8.3	8.2	7.9
冷冻水回水温度/℃	11.7	11.4	11.2	10.3	11
功率 kW	544.8	946.1	773.3	353.1	647.7
水泵功率 kW	96.9	126.6	114.3	79.6	103.2
冷站EER	3.67	2.45	2.33	3.07	2.89

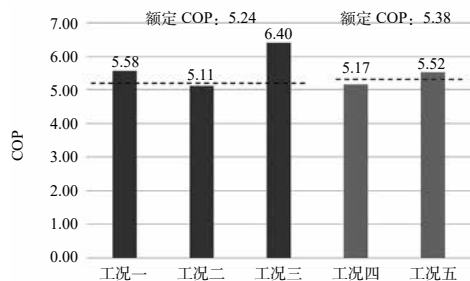


图2 不同工况离心机COP

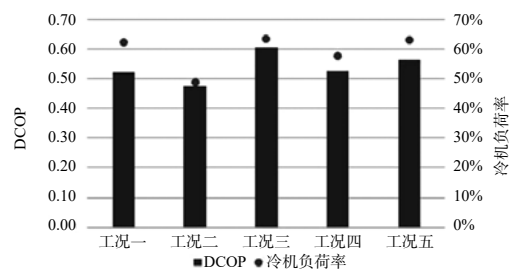


图3 不同工况离心机负荷率及DCOP

算得到为 4.6, 这是一个运行较为良好的情况。而冷站整体的 EER, 冷站的 $EER = \text{供冷量} / \text{冷站总耗电量}$ (除去热水水泵电耗), 由于螺杆机组为热水机组, 将整体的 EER 拉低了, 计算得到的 2014 年均值 $EER = 2.3$, 而不算螺杆机组, 单独离心机组可以达到整体 $EER = 3.1$ 的水平, 这个水平与传统分体的空调相当。

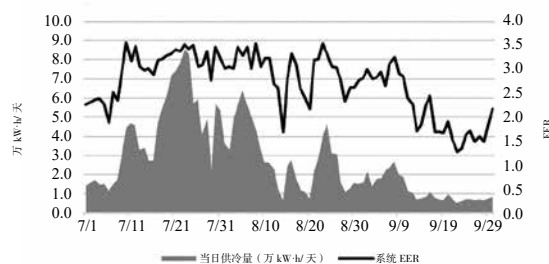


图4 供冷季冷站每日供冷量及冷站 EER

3 住宅小区集中供冷的关键问题分析与讨论

是否存在末端过量供冷问题：如下图所示，通过统计所有用户 2014 年一个供冷季（7、8、9 月）的用冷量（将供冷季没有使用冷量的面积去掉），并计算出单位面积的供冷量，平均用冷量为 $8.3\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2/\text{供冷季}$ ，该用冷量传统分体空调的用冷量相当。所以没有出现之前实测案例中的过量供应的情况。而其解决过量供应的问题为以下三个措施。

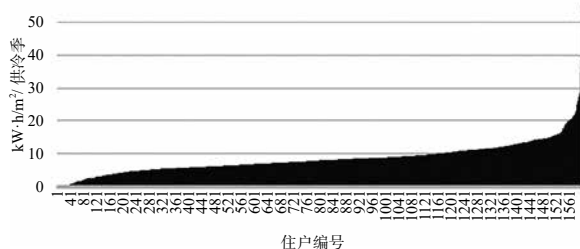


图5 各住户供冷季用冷量统计图

首先，末端用户的形式是风机盘管，并且每个房间的风机盘管都是用户可调的，这使得从用户一端来看是可以调节其用冷量的。其次，每家每户在入户的水管上有一个冷量表，用冷收费的方式是按照冷量收费，0.35 元/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ 冷量。存在一个基本费用，为 3 元/ $\text{m}^2/\text{供冷季}$ 。按照冷量收费相对于按照面积收费会使得人们尽量节省地使用冷量，并且基本费用折合出来的用冷量为 $8.6\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2/\text{供冷季}$ ，这个用冷量与传统的分体空调是相当的^[1]，并且与当地收费人员访谈可知，这样的一个用冷量是可以满足一个用户一个夏天每天仅开启一个风机盘管开启 10 小时的用冷需求的，这样的用冷使用模式是与传统分

体空调类似的，所以最终使得各家用户在用冷上与传统分体空调相当，没有造成过量供冷的情况。

是否存在流量不随负荷变化问题：如图所示，从典型一天的流量与温差的变化可知，流量是随着负荷变化的。这里是由于末端设备的通断阀门工作基本正常，其次其二级泵是保证 25m 扬程来变频运行的，所以使得流量可以随着负荷进行变化。一个供冷季冷冻水的供回水温差按照流量加权平均后温差为 2.2°C 。

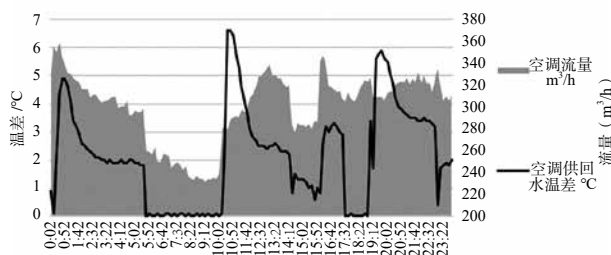


图6 典型一日流量与温差变化图

所以由于流量随着负荷变化，使得冷站在运行调节上可以按照负荷来进行冷机的台数控制。

是否存在水泵功率较大，输配系数低下，冷量损失较大的问题：通过计算可知，系统的冷冻水数输配系数为 29，冷冻水泵造成的冷量损失为 3.4%，这得益于其冷冻水二级泵变频，在负荷率低的时候，由于流量也变小，水泵变频后功率减小。

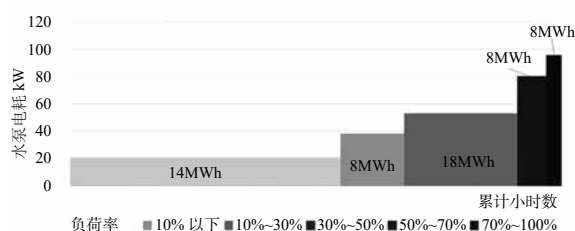


图7 冷冻水泵在不同负荷率下的累计电耗

如图所示，虽然负荷率低的时间较长，但负荷率低的时候水泵功率也较小，使得总累计的水泵电耗相对于总的供冷量来说是一个很小的数值，最后使得冷水水泵造成的冷量损失仅有 3.4%，冷冻水的输配系数为 29，运行较为良好。

是否存在冷机处于严重低部分负荷工况，冷机 COP 低的问题：通过一个供冷季冷量的计算得到离心机组的冷机 $COP = 4.6$ ，这里的主要原因是冷站在用冷负荷较小的时候使得冷站的冷机进行间歇运行，控制回水温度低于 12°C ，当回水温度高于 12°C 则开启冷机制冷，冷机间歇运行间隔时间可以达到 3 小时。

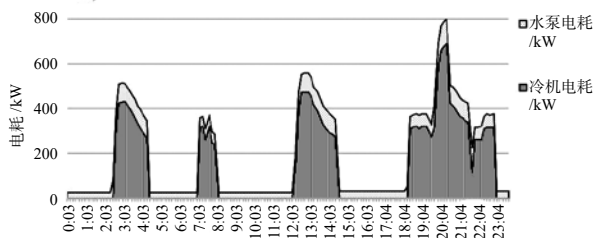
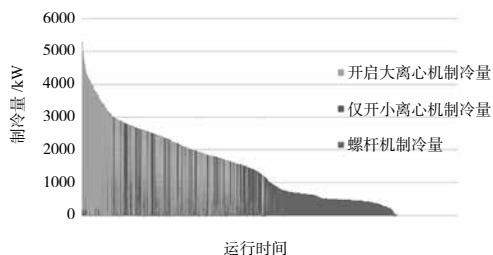


图8 冷机在供冷低负荷情况下的间歇运行

在整个供冷季期间，发现在对应冷机的额定制冷量以下都是尽量开启对应的制冷机，如图所示，如小离心机的额定制冷量为2450kW，在2450~1186kW之间常常都是仅开启小离心机来制冷，这是一种负荷与冷机供冷量匹配的运行方式。



综合以上两点，使得冷站的冷机在运行的时候冷机的负荷率较高，使得冷机效能可以运行在一个较好的水平上，最后使得离心机组COP=4.6。

4 结论

本文通过在南通某住宅小区的污水源热泵供冷系统的测试，并对于供冷系统关键性问题进行了深入分析及讨论，得到以下结论：

(1) 该供冷系统的单位供冷面积的电耗为 $3.7\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 供冷季，离心机组在2014年的均值COP为4.6，冷站整体的EER均值为2.3，而由于螺杆机组在供冷同时在制生活热水，运行效果较差，不包含螺杆机组，单独离心机组可以达到整体EER=3.1的水平，这个水平与传统分体的空调相当。

(2) 对于小区住宅集中供冷系统可能存在的关键问题，该系统都给出了较为有效的解决措施。这是该系统运行良好的主要原因。①按照冷量收费，用户对于每个房间单独可调；用户末端的调节，可以较好地反应在系统冷冻水流量变化上，使得负荷随着流量变化，保证较好的供回水温差；二级水泵变频运行，在低负荷率情况下可尽量减少水泵电耗；在建筑冷负荷较低情况下，冷机进行启停控制，提高冷机运行时机组负荷率；根据流量反应的末端建筑负荷来进行冷机台数调控，使得运行的冷机额定

供冷量与实际耗冷量较为相符。

(3) 从经济及运行的角度来看，为了实现区域供冷的能效及电耗与传统分体空调相当的程度，该系统付出了较大的初投资及运行成本。该系统在建设初期需要在冷量计量方面投入巨大投资。并且在运行中发现，运行管理费用偏高，导致物业管理部门存在一定亏损。运营管理主要包括运行人员24小时的监控，冷机及水泵的手动调节。这样的运营管理是整个系统达到与传统分体空调相当效果不可缺少的部分。就本文的测试案例而言，住宅小区的区域供冷虽然可以达到与传统分体空调相当的能耗及能效，但是为了达到与分体空调相当的能耗结果，整个项目付出了巨大的经济代价。此外在系统能耗较低的情况下，末端用户满意情况有待进一步的调研，所以住宅的区域供冷依旧是一个值得商榷的问题。

参考文献

- [1] 住房和城乡建设部科技发展促进中心. 中国建筑节能发展报告[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [2] 魏唐棣, 胡鸣明, 丁勇, 刘宪英. 地源热泵冬季供暖测试及传热模型[J]. 暖通空调, 2000(01).
- [3] 蒋小强, 龙惟定, 李敏. 区域供冷系统逐时冷负荷的分析及数值预测[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2010,41(1):357-363.
- [4] 胡平放, 江章宁, 冷御寒, 等. 湖北地区住宅热环境与能耗调查[J]. 暖通空调, 2004,34(6):21-22,71.
- [5] 任俊, 孟庆林, 刘娅, 等. 广州住宅空调能耗分析与研究[J]. 墙材革新与建筑节能, 2003(4):34-37.
- [6] 武茜. 杭州地区住宅能耗问题与节能技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2005.
- [7] 马斌齐, 闫增峰, 桂智刚, 等. 西安市节能住宅夏季能源使用结构的调查和分析研究[J]. 建筑科学, 2007,23(8):53-56,60.
- [8] 李哲. 中国住宅中人的用能行为与能耗关系的调查与研究[D]. 北京: 清华大学, 2012.
- [9] 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2013[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [10] 朱颖心, 王刚, 江亿. 区域供冷系统能耗分析[J]. 暖通空调, 2008,38(1):36-40.
- [11] 清华大学, 中国标准化研究院, 西北建筑设计院, 等. GB/T 17981-2007 空气调节系统经济运行[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [12] 周欣, 燕达, 邓光蔚, 张晓亮, 张野, 简毅文, 江亿. 居住建筑集中与分散空调能耗对比研究[J]. 暖通空调, 2014(07):18-25.
- [13] 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2009[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.

大型航站楼暖通空调系统设计节能评价研究

北京清华同衡规划设计研究院有限公司 肖伟 李晋秋 赵洋 余娟
清华大学 林波荣

摘要: 本研究以《绿色建筑评价标准》(GB 50378-2014)和《公共建筑节能设计标准》(GB 50189-2015)中对于暖通空调节能设计和节能评价的相关规定为基础,以某大型航站楼暖通空调系统为例,选取了高性能冷源、高性能热源、水泵降低 EC(H)R、水泵变频、风机降低 Ws、空调风机变频、提高排风热回收比例、提高排风热回收效率 8 种主要节能措施,以暖通空调系统节能率为目标函数,对每种节能措施进行了敏感性分析,结果表明,各种节能措施对于暖通空调系统节能率的影响程度由大到小依次为:空调风机变频>提高排风热回收效率>提高排风热回收比例>水泵变频>风机降低 Ws>水泵降低 EC(H)R>高性能热源>高性能冷源。以期对于北方地区其它大型公共建筑,尤其是大型航站楼的暖通空调系统节能设计以及绿色建筑节能评价起到指导作用。

关键词: 航站楼;暖通空调系统;情景分析;节能率;绿色建筑评价;节能评价

0 引言

《绿色建筑评价标准》^[1](GB/T 50378-2014,以下简称“新国标”)已于 2015 年 1 月 1 日开始实施,从全国的认证实践来看,采用新国标进行绿色建筑认证的项目仍然比较少。由于新国标中关于公共建筑节能率计算引用的节能标准为《公共建筑节能设计标准》^[2](GB 50189-2015,以下简称“新公建节能标准”)于 2015 年 10 月 1 日才开始实施,因此目前国内缺乏对于依据新国标采用新公建节能标准进行节能评价的系统性研究,特别是针对以空调风机能耗为主的大型公共建筑尤其是大型航站楼建筑的暖通空调系统节能评价缺乏较为深入的计算分析,对暖通空调系统的节能设计指导也缺乏清晰依据,往往是施工图完成后才开始进行节能率的计算,没有实现“以评促建”的目的,因此本研究旨在以某大型航站楼暖通空调系统为例,分析可能采取的节能措施以及各节能措施的节能率,并对各节能措施的贡献度进行排序,以期对于北方地区其它大型公共建筑,特别是大型航站楼的暖通空调系统节能设计以及绿色建筑节能评价起到指导作用。

1 航站楼简介

1.1 项目概况

该机场定位为大型国际枢纽机场,厂址位于北京市和河北省廊坊市广阳区之间。按照 2025 年机场旅客吞吐量 7200 万人次、货邮吞吐量 200 万吨、飞机起降量 62 万架次的目标设计。

航站楼和换乘中心建筑由主楼和五条指廊组成了一个包络在 1200m 直径大圆中的中心放射形态,总用地面积约 30 万 m²(包括航站楼轮廓之外、楼

前高架桥下部的 B1 层轨道交通厅用地面积 2.4 万 m²),总建筑面积约 78.3 万 m²,建筑高度 50m,地上 5 层、地下 2 层。根据设计条件要求,该航站楼需达到国家《绿色建筑评价标准》的三星级标准,以及国家《节能建筑评价标准》AAA 级标准。

1.2 暖通空调系统设计简介

1.2.1 冷源

本项目在停车楼地下设置集中制冷站,采用冰蓄冷技术,作为航站楼、旅客换乘中心及综合服务楼的集中冷源。考虑航站楼供冷规模、系统的运行可靠及调节性能等因素,分东、西两侧设置两个制冷站。1#、2#制冷站内各设置 4 台空调工况 2000RT 双工况离心式冷水机组及 3 台 2000RT 的基载离心式冷水机组。1#、2#制冷站蓄冷装置蓄冰量为 45600x2RT·h。空调水系统供回水温度为 4.5℃/13.5℃,按 9℃ 大温差运行。

1.2.2 热源

航站楼热源由新机场区域供热站供给。供热一次热水由航站楼东北指廊(G区)和西北指廊(C区)端头各引入一路,一次热水供回水温度为 130℃/70℃。按照建筑平面布局,航站楼内设置 4 个热交换站,站内按照空调热水系统、供暖热水系统和飞机空调热水系统分别设置板式换热器和热水循环泵。空调热水系统供回水温度为 60℃/40℃,供暖热水系统和飞机空调热水系统供回水温度为 85/60℃。

1.2.3 供暖和空调水系统

公共区域外围护玻璃幕墙下部设明装式散热器,外区卫生间、设备机房及 CIP 等房间采用散热器供暖。旅客公共区高大空间底层和游泳馆设置地面辐射供暖系统。地下一层站厅、出发厅及 APM 站台处

设置吊顶辐射供暖系统。空调水系统制式采用两管制,供应空气处理机组(AHU)、新风处理机组(PAU)、热回收机组(HRP)、就地空调机组(PRCU)以及风机盘管系统(FCU及FCK)。

1.2.4 空调风系统

办公及附属用房等采用风机盘管加新风系统,采用带热回收装置的新风机组,新风进行排风热回收。航站楼内出发候机大厅、行李提取大厅、远机位出发(到达)大厅、联检大厅、商业及餐饮等旅客公共区域设置一次回风区域变风量全空气空调系统。航站楼内舱体送风不能送达的区域,设置就地空调机组。航站楼内区距离室外较远的区域在靠近室外的机房设置变频调速的新风风机箱(OAU)。

2 节能率基准线选取

《绿色建筑评价标准》(GB 50378-2014)^[1]中有关节能率计算的条款为:5.2.6 合理选择和优化供暖、通风与空调系统,评价总分值为10分,根据系统能耗的降低幅度按表5.2.6的规则评分(表1)。

表1 供暖、通风与空调系统能耗降低幅度评分规则

供暖、通风与空调系统能耗降低幅度 De	得分
$5\% \leq De < 10\%$	3
$10\% \leq De < 15\%$	7
$De \geq 15\%$	10

根据《绿色建筑评价技术细则2015》^[3]中对于本条款条文说明的扩展,参照系统和实际系统,围护结构、设计参数、模拟参数(作息、室内发热量等)的设置应一致,参照系统的设计新风量、冷热源、输配系统设备能效比等均应严格按照节能标准选取,不应盲目提高新风量设计标准,不考虑风机、水泵变频、新风热回收、冷却塔免费供冷等节能措施。参照系统不考虑新风比增加等措施。对于水泵的一次泵、二次泵系统,参照系统对应一二次泵定

频系统,对于风机,参考系统为定频风机。

对于公共建筑,根据参照暖通空调系统的定义,设计建筑可能采取的节能措施包括提高冷热源机组性能、降低通风空调系统风机的单位风量耗功率Ws、降低空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷(热)比EC(H)R、水泵风机变频控制、新风热回收、新风比增加、冷却塔免费供冷等。

3 节能措施及情景分析概述

由于新国标5.2.6条不考虑围护结构所带来的节能量,因此根据上一章可能采取的暖通空调系统节能措施的分析,本研究选取高性能冷源、高性能热源、水泵降低EC(H)R、水泵变频、风机降低Ws、空调风机变频、提高排风热回收比例、提高排风热回收效率8种常见节能措施,每种节能措施结合设计情况拟分析5种情景,各节能措施及包含的情景(表2)。

4 暖通空调系统节能率计算

4.1 节能率计算方法概述

4.1.1 冷热负荷依据

根据《绿色建筑评价技术细则2015》^[3]中对于本条款条文说明的扩展,参照系统和设计暖通空调系统能耗计算所依据的冷热负荷均取设计建筑的负荷计算结果。

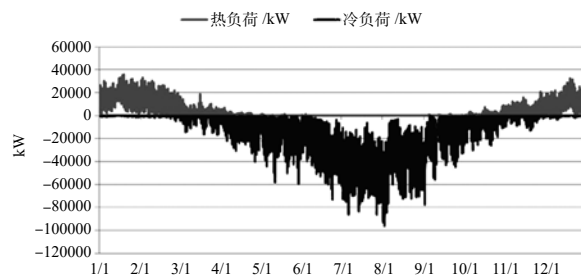


图1 航站楼逐时冷热负荷曲线

表2 节能措施及情景分析汇总表

序号	节能措施	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
1	高性能冷源	IPLV 提高 6%	IPLV 提高 8%	IPLV 提高 10%	IPLV 提高 12%	IPLV 提高 14%
2	高性能热源	热效率提高 1 个百分点	热效率提高 2 个百分点	热效率提高 3 个百分点	热效率提高 4 个百分点	热效率提高 5 个百分点
3	水泵降低 EC(H)R	EC(H)R 降低 10%	EC(H)R 降低 20%	EC(H)R 降低 30%	EC(H)R 降低 40%	EC(H)R 降低 50%
4	水泵变频	100% 水泵变频	90% 水泵变频	80% 水泵变频	70% 水泵变频	60% 水泵变频
5	风机降低 Ws	Ws 降低 2%	Ws 降低 4%	Ws 降低 6%	Ws 降低 8%	Ws 降低 10%
6	空调风机变频	100% 风机变频	90% 风机变频	80% 风机变频	70% 风机变频	60% 风机变频
7	提高排风热回收比例	60% 排风量热回收	70% 排风量热回收	80% 排风量热回收	90% 排风量热回收	100% 排风量热回收
8	提高排风热回收效率	热回收效率 40%	热回收效率 50%	热回收效率 60%	热回收效率 70%	热回收效率 80%

注: 冷机 IPLV、锅炉热效率、EC(H)R、Ws 提高或降低的基准为《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015^[3]中所规定的限值。

各区域累计冷热负荷如表 3 所示。

表 3 航站楼各区域累计冷热负荷统计表

区域	累计热负荷 (MW·h)	累计冷负荷 (MW·h)	总累计负荷 (MW·h)
AL	4395.6	29781.6	34177.2
AR	4202.2	28292.6	32494.7
BL	1588.2	15204.9	16793.1
BR	1566.0	14961.6	16527.6
C	2418.0	6542.0	8960.0
D	6041.0	8253.4	14294.4
E	6717.2	10880.8	17597.9
F	5702.6	8331.2	14033.8
G	2370.8	6580.0	8950.7
总计	35001.5	128828.0	163829.5

4.1.2 冷源

本项目冷源系统主要采用离心式冷水机组提供空调冷水,本研究利用 DeST 软件对航站楼不同功能区的夏季逐时冷负荷进行模拟计算和统计,可以得到设计建筑供冷季累计冷负荷为 128828MW·h,根据冷水机组 IPLV 即可计算出全年冷机耗电量。《公共建筑节能设计标准》(GB 50189-2015)^[2]的相关限值和各节能情景的对比如所示:

表 4 冷水机组设备性能参数对比

冷水机组	参照系统	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
IPLV	6.10	6.47	6.59	6.71	6.83	6.95

冷源的节能率即为冷源的节能量除以暖通空调参照系统的总能耗。

4.1.3 热源

本项目热源系统主要采用天然气锅炉提供采暖和空调热水,本研究利用 DeST 软件对航站楼不同功能区的冬季逐时热负荷进行模拟计算和统计,可以得到设计建筑供热季累计热负荷为 3106 万 kW·h,根据锅炉热效率(管路漏热损失按 3% 考虑)即可计算出锅炉全年天然气的消耗量,为了便于和其他节能措施进行比较,将天然气折算为耗电量。根据《公共建筑节能设计标准》(GB 50189-2015)^[2]的相关限值和各节能情景的对比如所示:

表 5 锅炉设备性能参数对比

锅炉	参照系统	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
热效率	90%	91%	92%	93%	94%	95%

4.1.4 供暖和空调水系统

本项目输配系统主要包括供暖系统的循环水泵、空调系统的冷热水循环水泵。输配系统的节能措施主要是降低集中供暖系统耗电输热比(EHR-h)和空调冷(热)水系统的耗电输冷(热)比[EC(H)R-a],

以及水泵采取变频控制。降低 EHR-h 和 EC(H)R-a 的手段主要是提高供回水温差、有效控制水泵扬程以及提高水泵的工作点效率。例如本项目,空调冷水泵供回水温度为 4.5°C/13.5°C,按 9°C 大温差运行,空调热水泵供回水温度为 60°C/40°C。对于参照系统,根据采用《公共建筑节能设计标准》(GB 50189-2015)^[2]公式计算得出的 EHR-h、EC(H)R-a 限值以及各区域供暖热量、空调冷热量即可确定参照系统的水泵功率,根据 DeST 软件模拟得出的各区域负荷率采用台数控制,即可计算出参照系统水泵全年耗电量。

对于设计建筑,若考虑降低水泵耗电输冷(热)比的节能措施,则是改变耗电输冷(热)比的相应数值进行计算;若考虑水泵变频的节能措施,则是在参照系统台数控制的基础上根据负荷率进行变频控制,当负荷小于水泵额定负荷 50%,按 50% 计算,水泵采用压差控制,因此水泵能耗近似与流量成一次方关系。根据《公共建筑节能设计标准》(GB 50189-2015)^[2]的相关限值和各节能情景的对比如表 6。

4.1.5 空调风系统

本项目空调末端系统的参照系统根据暖通设备表统计本项目各类空调末端风系统的总风量,采用《公共建筑节能标准》(GB 50189-2015)^[2]中对于风系统的单位风量耗功率的规定,总风量与单位风量耗功率相乘即可得到风机的运行功率,再乘以全年的运行时间即可得到参照系统末端风系统的全年运行能耗。

对于设计建筑,若考虑降低单位风量耗功率的节能措施,则是改变各风机单位风量耗功率的相应数值进行计算;若考虑空调风机变频措施,对于 AHU 和 PRCU 机组,在供热季和供冷季的部分负荷时段,根据负荷率的变化实际运行功率与额定运行功率遵循三次方降低的关系(变频下限为负荷率 50%),不同负荷率段的运行功率与相应运行时间(通过全年负荷模拟计算已获得不同负荷率段的运行时间)相乘即可得到全年运行能耗,过渡季 AHU 机组送风机和排风机按照额定功率运行,PRCU 不运行。对于 HRP 机组,全年根据人员密度的变化实际运行功率与额定功率遵循三次方降低的关系(变频下限为 50% 风量),与全年运行时间相乘即可得到全年运行能耗。

表 6 供暖空调水泵性能参数对比

水泵	参照系统	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
EC(H)R	EC(H)R 根据 GB50189-2015 进行计算确定	EC(H)R 降低 10%	EC(H)R 降低 20%	EC(H)R 降低 30%	EC(H)R 降低 40%	EC(H)R 降低 50%
控制措施	仅台数控制	100% 水泵变频	90% 水泵变频	80% 水泵变频	70% 水泵变频	60% 水泵变频

4.1.6 排风热回收

本项目在部分 HRP 机组设置了全热回收装置（转轮热回收），因此设计建筑采用的逐时气象参数为北京地区标准典型气象年参数，其数据来源为中国气象局与清华大学联合开发的《中国建筑热环境分析专用气象数据集》。室内设计参数如下表所示：

表 7 室内设计参数表

办公区域	室内温度设计参数 (°C)	室内相对湿度设计参数	焓值 (kJ/kg)
夏季 (4 月 -11 月)	26	55%	52.83
冬季 (12 月 -3 月)	20	35%	32.95

当冬季室外空气焓值低于室内焓值、以及夏季室外空气焓值高于室内焓值时，开启热回收转轮进行排风热回收，其余时段以及过渡季进行旁通，因此热交换装置全年实际运行时间为 4812h，根据不同的热回收风量比例和热回收效率，则可计算全年回收热量和回收冷量。根据《绿色建筑评价技术细则 2015》^[3] 中对于 5.2.6 条的条文说明扩展，需要考虑新风热回收耗电，热回收装置的性能系数 (COP) 大于 5 (COP 值为回收的热量与附加的风机耗电量比值)，超过 5 以上的部分才可以作为热回收系统的节能值。附加的风机功率为：

$$\Delta Q = \frac{G \times \Delta P}{\phi} + Q_e$$

式中： ΔQ 为表风机增加功率 (kW)； Q_e 为回收装置功率 (kW)； G 为新风风量 (kg/s)； ΔP 为设置热回收装置前后扬程差，取 0.25 (kPa)； ϕ 为风机效率，取 75%。

风机全年增加的耗电为：

$$\Delta E = \Sigma \Delta Q \quad (\text{运行时间为 } 4812\text{h})$$

在扣除风机电耗折算的冷热量之后，多余的回收热量根据热源锅炉热效率 90% 计算，天然气发热量取 35161kJ/m³，为便于比较将节约的天然气折算为电量，天然气与标煤折算系数取 1.33kg/m³，标煤与电力的折算系数取 0.366kg/kW·h。

表 8 各节能措施及情景的节能量统计 (单位为万 kW·h)

节能措施	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
高性能冷源	0.19%	0.38%	0.56%	0.74%	0.92%
高性能热源	1.56%	2.04%	2.50%	2.95%	3.38%
水泵降低 EC(H)R	0.90%	1.81%	2.71%	3.61%	4.51%
水泵变频	3.16%	3.70%	4.24%	4.79%	5.33%
风机降低 Ws	1.03%	2.05%	3.08%	4.10%	5.13%
空调风机变频	14.83%	16.46%	18.09%	19.72%	21.34%
提高排风热回收比例	5.86%	6.84%	7.82%	8.80%	9.77%
提高排风热回收效率	6.01%	7.89%	9.77%	11.65%	13.53%

4.2 节能率计算结果分析

根据以上计算方法，可以得到 8 种节能措施以及每种节能措施下的 5 种情景的节能率，统计结果如表 8 和图 2 所示。

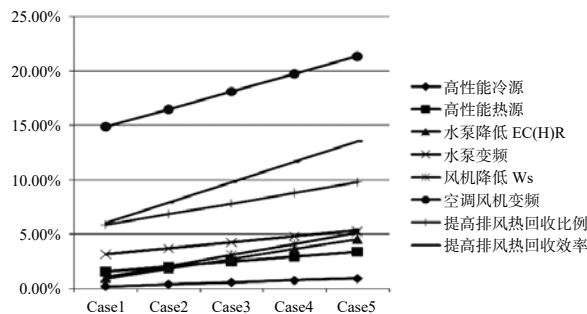


图 2 各节能措施情景节能率计算结果汇总示意图

根据上述图表可以对 8 种节能措施对于总节能量的影响程度进行排序，即影响程度由大到小依次为：空调风机变频 > 提高排风热回收效率 > 提高排风热回收比例 > 水泵变频 > 风机降低 Ws > 水泵降低 EC(H)R > 高性能热源 > 高性能冷源。

航站楼暖通空调系统设计对以上 8 种节能措施均有采用，本项目参照系统和设计建筑暖通空调系统能耗计算结果对比如表 9 所示。

对于参照系统暖通空调系统的全年能耗拆分如图 3 所示。

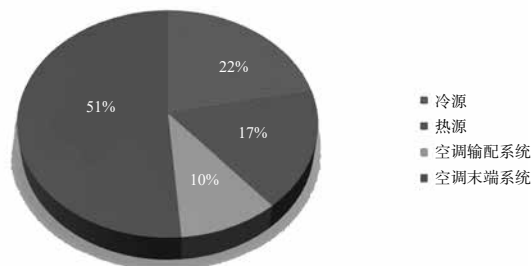


图 3 参照暖通空调系统能耗拆分示意图

表 9 参照系统与设计暖通空调系统能耗统计表

能耗组成	参照系统	设计系统
	等价电 (万 kW·h)	等价电 (万 kW·h)
冷源	1674.19	2167.64
热源	1297.30	1240.27
空调输配系统	760.94	446.08
空调末端系统	3932.32	1988.93
排风热回收	—	-281.67
合计	7664.75	5561.25
平米指标	97.89 kW·h/m ²	71.02 kW·h/m ²
节能量	—	2103.5
节能率	—	27.44%

对于设计建筑暖通空调系统的全年能耗拆分如图 4。

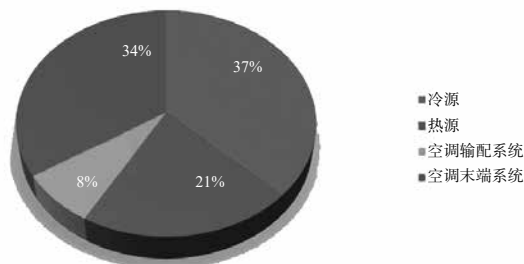


图 4 设计建筑暖通空调系统能耗拆分示意图

航站楼暖通空调系统各节能措施的贡献率如下表 10。

表 10 航站楼暖通空调系统各节能措施贡献率统计表

序号	节能措施	节能量 (万 kW·h)	节能率贡献
1	高性能冷机 + 冰蓄冷	-493.45	-6.44%
2	高性能锅炉	57.03	0.74%
3	空调水泵降低 EC(H)R	228.28	2.98%
4	空调水泵变频	86.58	1.13%
5	风机降低 Ws	393.07	5.13%
6	空调风机变频	1550.32	20.23%
7	排风热回收	281.67	3.67%
合计		2103.5	27.44%

根据《绿色建筑评价技术细则 2015》^[3] 中对于本条款条文说明的扩展，对于设计方案采用低谷电蓄冷（蓄热）方案的，不应比较全年能耗费用。由于该航站楼采用了冰蓄冷空调系统，对于节能量起到了负面影响，因此冷源节能率为 -6.44%。

5 结论与建议

由于大型航站楼空调末端风机能耗巨大，因此大型航站楼暖通空调系统节能措施建议首先考虑空调机组风机变频，以便在部分负荷工况下有效降低暖通空调系统能耗，其次建议设置具有排风热回收功能的新风机组，且应尽量提高新风机组排风热回收比例以及热回收效率。建议部分水泵采取变频措施，适当降低风机水泵输送能耗以及提高冷热源机组性能。

致谢

本研究得到了国家十二五科技支撑计划课题(编号: 2014BAJ04B03)资助和中国中冶重大科技专项——夏热冬冷地区经济适宜的绿色建筑规划与设计关键技术研究示范(项目任务书编号 0012012006)课题资助。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50378—2014 绿色建筑评价标准 [M]. 中国建筑工业出版社, 2014.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50189—2015 公共建筑节能设计标准 [M]. 中国建筑工业出版社, 2015.
- [3] 中国建筑科学研究院. 绿色建筑评价技术细则 2015[M]. 中国建筑工业出版社, 2015.
- [4] 中国建筑科学研究院. GB 50189—2015. 公共建筑节能设计标准实施指南 [M]. 中国建筑工业出版社, 2015.



会议&活动

关于举办第三届“海尔磁悬浮杯”绿色设计与节能运营大赛的通知

“海尔磁悬浮杯”绿色设计与节能运营大赛设立于2016年。该赛事励志于推动绿色建筑、低碳环保的可持续发展，旨在给行业人士提供一个公平公正、有激励机制的互动交流平台，以推动磁悬浮技术在低碳建筑行业的可持续发展与应用。2018年第三届海尔磁悬浮赛事主题为“绿色设计赢未来”，现广邀业内人士积极踊跃参与。

征集对象及时间

(1) 征集对象：全国设计院设计师、节能服务公司、物业管理公司。

(2) 征集时间：2018年4月10日至2018年9月10日。

(3) 评审时间：2018年9月至2018年10日。

(4) 结果公示及领奖时间：2018年11月。

详情请到大赛官网：<http://b2b.haier.com/special2018/CXFdesign>，或中国暖通空调网：www.chinahvac.com.cn 了解。

关于“成立工程商工作组、舒适智能家居集成商工作组”的决定

为了维护优秀工程商、舒适智能家居集成商企业的权益，提升其专业技术服务能力，规范行业自律，引导行业持续、健康发展，经“暖通空调”和“地源热泵”专委会研究决定成立“工程商”和“舒适智能家居集成商”两个工作组。

成立后的工作组，将以专业技术服务中国建筑节能产业为主导，“凝聚商家力量、促进融合交流”为宗旨，坚持服务为本，积极作好政策宣传、提供服务、增进交流、加强自律等各项工作，推动行业健康可持续发展，树立行业发展风向标。

欢迎广大的工程商、舒适智能家居集成商等企业加入，共商发展大计，共铸辉煌明天！

联系人：胡月波

联系电话：(010) 6469 3284 工作邮箱：ccgshp@126.com

稳·定可靠

美的中央空调
数据中心专属冷源解决方案



清洁低碳 美好生活

Low Carbon Energy Better Life



第二十一届全国暖通空调制冷学术年会 (2018)

21st National Conference on Heating, Ventilation, Air-conditioning & Refrigeration, China(2018)

2018 年 10 月 23-27 日 - 郑州国际会展中心

主办单位：中国建筑学会暖通空调分会 中国制冷学会空调热泵专业委员会
咨询电话：010-64517224 | 64693285 | 64513284
传 真：010-64693286
E-mail：chvac2008@sina.com
网 址：www.chinahvac.com.cn



中机意园工程科技股份有限公司

中机意园创立于2000年，是一家创新型生态科技工程公司。目前拥有国家发改委工程咨询甲级资质、节能评估甲级资质，住建部机电工程施工总承包壹级资质、建筑工程施工总承包叁级资质、工程监理甲级资质、工程设计乙级资质以及工信部节能服务公司资格等。2004年通过了ISO9001、ISO14000、GB/T28001体系认证，并获得了多项部、省、市优秀项目奖，是工商管理部门授予的守合同重信用单位，是中国建筑节能协会暖通空调专业委员会副主任委员单位，安徽省绿建协会常务理事，安徽省江苏商会会长单位。

中机意园自成立起一直致力于绿色建筑解决方案，工业项目低碳、节能，清洁制造解决方案的实践与推广工作，创新物联网技术和互联网+平台运用。目前拥有享受国务院特殊津贴专家、行业知名暖通设备专家、知名建筑师、注册设备工程师、注册结构工程师等80余人次。长期与知名院校、科研院所保持技术与人才的交流、合作，并相继开展了多领域、多层次的国际合作。“尊重 成就 幸福，诚信 创新 品牌，节能 低碳 生态”，我们将和用户携手面向崭新的未来。

示范项目：

JAC纳威司达柴油机工厂地源热泵系统、能源站及远程物联网监控平台运用《中美合资》



目前国内单体面积最大采用地源热泵系统的能源站工业建筑，并装有空气流通加速器进行舒适通风，中机意园2014年完成全厂整体规划方案、工程设计、BIM设计、地源热泵系统能源站及舒适通风总承包、办公楼机电系统总承包、远程能源物联网结合监控平台建设，该项目获得了中国建筑节能协会“建筑节能之星”奖项。

合肥

地址：安徽省合肥市经开区芙蓉路2292号
电话：0551-6266 6690(91/92/93/95)
传真：0551-6266 6618
邮箱：yyec@noveland.net
网址：www.noveland.net

北京

地址：北京市丰台区方庄芳城园1区17号楼
A座2303室
电话：010-5807 6186
传真：010-5807 6185

