

建筑环境 能源

Building Environment & Energy

2018
02

2-3 月合刊
总第 08 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

- 06 | 新闻直通车 | News Express |
暖通空调分会荣获中国建筑学会先进二级组织称号
- 28 | 热点聚焦 | Focus character |
徐伟：降低建筑供暖负荷 全面实现清洁供暖
- 38 | 案例赏析 | Cases |
援塞拉利昂生物安全实验室净化空调系统设计
- 87 | 会议与活动 |
第二十一届全国暖通空调制冷学术年会（2018）网络平台正式上线



建筑环境与能源官方微信

《建筑环境与能源》 理事会

副理事长单位 广东美的暖通设备有限公司



美的集团中央空调事业部成立于 1999 年，是美的集团旗下集研发、生产、销售及工程设计安装、售后服务于一体的大型专业中央空调制造企业。

美的中央空调拥有顺德、重庆、合肥、意大利 Clivet 四大生产基地，辐射全球。美的中央空调拥有多联机、大型冷水机组、空气源热泵、空气能热水机、单元机、恒温恒湿精密空调、基站空调、燃气采暖热水炉、照明等全系列产品，数千个型号的产品，远销海内外 200 多个国家，是国内规模最大、产品线最宽、产品系列最齐全的暖通行业生产厂家之一。

理事单位 珠海格力电器股份有限公司



珠海格力电器股份有限公司成立于 1991 年，是目前全球最大的集研发、生产、销售、服务于一体化的专业化空调企业。现拥有 9 大空调生产基地，员工约 8 万人，商用空调年产能 550 万台（套）。

公司获批建设“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，拥有制冷技术研究院、机电技术研究院等 9 个研究院，52 个研究所、727 个先进实验室、研发人员 10000 多名。累计申请专利 27487 项，获得授权专利 15862 项，至今已开发出多联机、离心机、螺杆机等十大系列、1000 多个品种的中央空调产品。拥有自主研发的永磁同步变频离心式冷水机组、光伏直驱变频离心机系统、磁悬浮变频离心式制冷压缩机及冷水机组等 18 项“国际领先”产品技术，填补了行业空白。依托领先的技术优势、丰富的产品生产线和卓越的产品质量，格力中央空调秉承“系统解决一步到位”的理念满足客户需求，服务全球范围内包括人民大会堂、南非“世界杯”场馆、毛主席纪念堂等三万多个大型项目，并已成为国内轨道交通领域空调设备最大供应商，多次中标包括京沪高铁南京南站、天津西站、北京地铁、广州地铁等一大批轨道交通项目，在国际舞台上赢得了广泛的知名度和影响力，引领“中国制造”走向“中国创造”。

《建筑环境与能源》理事单位征集中，欢迎加入！



重塑新时代工匠精神

党的十九大报告提出，要建设知识型、技能型、创新型劳动者大军，弘扬劳模精神和工匠精神，营造劳动光荣的社会风尚和精益求精的敬业风气。这看似简单的一句话，却蕴含着对“劳模精神”、“工匠精神”的崇尚，对劳动光荣、精益求精的敬重，也为企业今后发展指明了前进的方向。

什么是“工匠精神”？工匠精神是一种职业精神，它是职业道德、职业能力、职业品质的体现，是从业者的一种职业价值取向和行为表现。工匠精神是一种在设计上追求独具匠心、质量上追求精益求精、技艺上追求尽善尽美的精神。具体到我们行业来看，它是指在生产、制造和服务的每一个环节，以消费者至上为宗旨，对产品精雕细琢、精益求精、追求完美和极致的生产经营理念；是不惜花费时间精力，孜孜不倦，反复改进产品，对质量严谨苛刻、不懈追求的行为。工匠精神体现于各行各业企业家、劳动者的价值追求和综合素质上，落实在产品的质量和生产的各个环节上。

当下，“中国制造”正在向“中国智造”强力迈进。在新时代，行业快速发展的图景已经显现。在“夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利，实现中华民族伟大复兴的中国梦”的历史新时期，打造“中国智造”品牌，行业企业责无旁贷、义不容辞，责任重大、使命光荣。但是，我们也要认识到，实现党和人民赋予的光荣使命、开辟光辉灿烂的企业发展前景，需要一大批富于理想、业务精湛、矢志报国的技能大师，需要一大批身怀绝技、脚踏实地、埋头苦干的工匠，需要一大批立志献身伟大时代、伟大事业、伟大企业的有识之士。随着行业改革发展步伐的加快，企业对于各级各类技能人才的需求将越来越紧迫。

让“中国智造”走向世界，企业是主体，产品和技术创新是关键。在发展中，企业要将工匠精神融入生产的每一个环节，促进企业精益求精、提高质量，使认真、敬业、执着和创新成为更多人的职业追求。

工匠精神是一种精神，更是一种品质、一种追求、一种氛围。从企业长远发展的角度来看，工匠精神既是推进企业深化供给侧结构性改革、实现全面发展的重要动力，也是引导广大职工立足本职岗位、切实提升技能的有力抓手。在行业步入发展新时代的关键时期重提工匠精神、重塑工匠精神，是企业生存发展的必经之路。



建筑环境与能源

(2-3月合刊)

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2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 溧
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 |

暖通空调分会荣获中国建筑学会先进二级组织称号

《近零能耗建筑技术标准》纳入住建部标定司2018年工作要点

《清洁供暖技术评价标准》编制组成立暨第一次工作会议顺利召开

《室内空气净化材料净化性能及有害物质限量》编制工作启动

既有公共建筑综合性能提升与改造关键技术”内部课题协同会召开

《医院建筑绿色改造技术规程》顺利通过审查

“绿色建筑及建筑工业化”重点专项项目群协同创新工作会议召开

“藏区、西北及高原地区利用可再生能源采暖空调新技术”工作会议召开

国家标准《绿色建筑评价标准》修订研究工作正式启动

气候智慧型健康医疗和卫生部门可持续采购: 政策、准则和实施报告发布及研讨会召开

中国建筑科学研究院有限公司2项成果获2017年北京市科学技术奖

《中国建筑光环境标准规范回顾与展望》出版发行

12 | 行业新闻 | Industry News |

天津17.3万户“煤改电”工程完工

国家能源局: 清洁取暖不是一刀切式

大金空调斩获5项全国质量奖项

基加利制冷能效——中国项目在北京启动

发改委: 天然气供应保障取得阶段性成效

北京今年计划实施450个村庄“煤改”工程

美的空调为广州地铁4号线稳定运行保驾护航 等

22 | 国际新闻 | International News |

东南亚寻求高效制冷方式

天然制冷技术数据库更新

芬兰热泵投资将达每年5亿欧元

暖通空调行业2018年发展信心满满

ASHRAE上线90.1标准新网站整合相关资料

ASHRAE发布新版基础教育学校建筑零能耗设计指南 等



VRV 中央空调系统 中国多联机市场占有率

NO.1

NO.1 数据来源:

《机电信息》2016年度中国中央空调市场总结报告
《暖通空调资讯》2016年度中国中央空调市场发展报告
艾肯空调制冷网2016年中国中央空调市场报告

VRV 是DAIKIN INDUSTRIES,LTD. 的商标



大金(中国)投资有限公司

CONTENTS

28 | 热点聚焦 | Focus character |



徐伟：降低建筑供暖负荷 全面实现清洁供暖

30 | 聚焦政策 | Policy |



《清洁供暖技术评价标准》编制组成立



“绿色建筑及建筑工业化”工作会议召开



《绿色建筑评价标准》修订研究工作正式启动



《医院建筑绿色改造技术规程》顺利通过审查

关于加快浅层地热能开发利用促进北方采暖地区燃煤减量替代的通知
关于批复 2017 年公共建筑能效提升重点城市建设方案的通知
关于推进黑龙江省城镇清洁供暖的实施意见
住房城乡建设部标准定额司 2018 年工作要点
关于印发《重庆市装配式建筑装配率计算细则（试行）》的通知
关于印发《天津市装配式建筑“十三五”发展规划》的通知
关于发布湖北省地方标准《绿色建筑设计工程验收标准》的公告

38 | 案例赏析 | Cases |

天津市海河医院配套工程——传染病门诊住院楼（空调系统）
援塞拉利昂生物安全实验室净化空调系统设计
泰达广场 G&H 项目的空调设计

52 | 技术交流 | Technical communication |

空气源热泵供暖技术应用分析
医院门诊公共空间新风需求特性研究
华北地区某中型高铁客站空调系统实测研究
空气源热泵无水地暖系统技术经济性研究
不同回填材料对地埋管换热影响模拟与实验研究
应用于大规模住宅的绿色建筑技术体系构建方法
超高层住宅供暖负荷分析
教室内外环境中 $PM_{2.5}$ 浓度对比实验的初步研究

87 | 会议活动 | Events |

第二十一届全国暖通空调制冷学术年会（2018）网络平台上线
“2018 年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”通知



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
E-mail: info@oasetech.com

Fax: +86 21 34785900
www.oasetech.com



暖通空调分会荣获中国建筑学会先进二级组织称号

2018年1月15~16日，中国建筑学会2017年度考核工作会在北京举行，学会44家二级组织负责人近100人参加会议并做工作汇报，在听取各二级组织2017年工作汇报后，由理事会领导、监事会领导、秘书处领导、秘书处各部门负责人组成的考核小组现场进行打分评比，会上包括我分会在内的8家二级组织被提名为先进。现经过一周的公示，2月6日，中国建筑学会正式发布公告，我分会荣获中国建筑学会先进二级组织称号。



公告原文如下：

根据《中国建筑学会二级组织工作条例（试行）》和《中国建筑学会二级组织考核和评估管理办法（试行）》，中国建筑学会秘书处于2018年1月15~16日召开了二级组织考核会议，评选出8家先进二级组织，经过公

示没有异议，现公布名单如下：

中国建筑学会建筑产业现代化发展委员会、中国建筑学会建筑师分会、中国建筑学会建筑教育评估分会、中国建筑学会暖通空调分会、中国建筑学会工程管理研究分会、中国建筑学会建筑施工分会、中国建筑学会建筑物理分会、中国建筑学会抗震防灾分会（按分数高低排名）。

中国建筑学会将对先进二级组织予以表彰，特此公告。

中国建筑学会
2018年2月6日

《近零能耗建筑技术标准》纳入住建部标定额司2018年工作要点

日前，住房城乡建设部标准定额司关于印发2018年工作要点的通知，其中“制定以近零能耗建筑标准为代表的高水平建筑节能标准，分区复制推广。”被明确写入工作要点中。《近零能耗建筑技术标准》由中国建筑科学研究院和河北省建筑科学研究院主编，中国建筑节能协会被动式超低能耗建筑分会2018年将组织开展东北、华北、华东等地区调研，欢迎大家积极关注。

中国工程建设标准化协会《清洁供暖技术评价标准》编制组成立暨第一次工作会议顺利召开

2018年1月25日,由中国建筑科学研究院主编的中国工程建设标准化协会《清洁供暖技术评价标准》编制组成立暨第一次工作会议在中国建筑科学研究院环能院召开。会上,住建部供热质检中心徐伟主任代表主编单位致欢迎词,并转达了住建部城建司领导对于《清洁供暖技术评价标准》编制工作的两点意见:一是要充分认识该标准的重要性;二是要充分认识该标准编制任务的时间紧迫性。住建设部科技司梁传志副研究员发表重要讲话,强调了该标准编制工作对于充分落实国家《北方地区冬季清洁取暖规划(2017~2021年)》,引导国家“清洁取暖试点城市”工作开展,完成试点城市建设考评工作的重要意义。牛小化副秘书

长、许海生副秘书长、谢骆乐主任分别发表重要讲话,一致认为该标准对于我国清洁取暖工作的平稳有序推进具有重要意义。最后,宋波秘书长代表标准管理单位从“科学性、协调性、先进性、可操作性”四个方面对此项标准的编制工作提出了要求,确保在满足标准编制的程序的前提下,提高工作效率,加快工作进度。最后,宋波秘书长宣布编制组成立,并宣读了编制单位及编制组成员名单。

启动会后,徐伟主任主持标准第一次工作会议。与会编制组成员畅所欲言,各自分享了对清洁供暖概念的不同理解,并就该项标准的定位、评价范围、评价方法进行探讨,明确了该项标准所应涵盖的内容和关键点。



此外,编制组就标准大纲、主要技术难点、需要调查研究的主要专题开展讨论,明确了编制组成员任务分工和进度安排。最后,徐伟主任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。

中国建筑科学研究院有限公司牵头承担的团体标准《室内空气净化材料净化性能及有害物质限量》编制工作启动

由中国建筑科学研究院有限公司牵头承担的中国建筑装饰装修材料协会标准《室内空气净化材料净化性能及有害物质限量》(以下简称《标准》)启动会暨编制组第一次工作会议于1月11日在北京召开。中国建筑装饰装修材料协会专家委员会武发德主任委员,中国建筑科学研究院有限公司检测中心陈凡副主任、标准处高迪研究员,中国矿业大学(北京)郑水林教授以及《标准》编制组专家等30余人参加了会议。

启动会由中国建筑科学研究院有限公司检测中心王志霞高工主持。高迪研究员强调了我单位

对标准编制的重视程度,表示标准处作为标准管理职能部门会积极做好《标准》的服务工作。陈凡副主任代表主编单位致辞,对中国建筑装饰装修材料协会、《标准》参编单位及编制组成员表示感谢,强调要抓住标准编制的改革新潮,加强与各学术团体的交流,推动标准编制工作,同时也重申了中国建筑科学研究院有限公司检测中心在标准编制方面的规章制度,将为《标准》编制工作提供良好平台。中国建筑装饰装修材料协会专家委员会武发德主任委员对《标准》编制工作提出了要求,希望《标准》编

制符合国家政策引导方向 and 行业发展动态,体现科学性、先进性。

《标准》主编王志霞高工代表编制组表态并宣布编制组正式成立。

随后,召开了编制组第一次工作会议。王志霞高工介绍了《标准》编制背景及前期准备工作。与会领导和专家对《标准》编制大纲进行了热烈讨论,明确了编制原则和适用范围,并就《标准》的检测方法进行了深入探讨。此次会议基本确定了标准的框架和技术内容,明确了标准的分工、工作计划及工作要求,为提高标准的编制质量和效率奠定了良好的基础。

“十三五”国家重点研发计划项目“既有公共建筑综合性能提升与改造关键技术”内部课题协同会在广州顺利召开

2018年1月15日,“十三五”国家重点研发计划项目“既有公共建筑综合性能提升与改造关键技术”内部课题协同会在广州顺利召开。中国建筑科学研究院有限公司尹波处长、广东省建筑科学研究院集团股份有限公司杨仕超副院长、天津大学朱能教授、重庆大学丁勇教授、中国建筑技术集团有限公司狄彦强所长、中国建筑科学研究院天津分院周海珠院长、李晓萍副院长、江苏省建筑科学研究院有限公司江苏建科节能技术有限公司吴志敏总工、中国建筑一局(集团)有限公司陈蕾主任等课题负责人、研究骨干共30余人参加了会议,会议分两个阶段进行。

上午召开了“十三五”国家重点研发计划课题“既有公共建筑室内物理环境改善关键技术研

究与示范”第三次工作研讨会,会议由重庆大学丁勇教授主持。广东省建筑科学研究院集团股份有限公司杨仕超副院长代表会议承办单位致欢迎辞,并对课题研究工作的开展提出了相应的建议。中国建筑科学研究院有限公司尹波处长在讲话中指出课题应围绕关键性问题开展研究,重视创新成果的凝练和宣传,强化项目内各课题间的协同,共同推进项目一体化实施进展。丁勇教授代表课题组对课题的技术路线、研究成果、存在问题与改进措施等方面进行整体介绍。随后各课题参与单位代表分别就承担研究任务的考核指标完成情况、研究进展、取得的重要成果、示范工程、下一步工作计划等内容进行了汇报。项目各参会课题负责人对课题研究进展、技术实施和工

程示范等方面提出了相应的意见和建议。

下午召开了“十三五”国家重点研发计划项目“既有公共建筑综合性能提升与改造关键技术”内部课题协同会,会议由中国建筑科学研究院有限公司陈乐端处长助理主持。会议主要围绕各课题实施过程中的协同、项目创新性成果的凝练、科研成果在示范工程中的落地等方面进行了深入研讨与交流,对项目实施过程中存在的问题进行了深入分析,提出了针对性改进措施,明确了下一步研究工作计划。

本次会议的召开有效推进了项目一体化组织实施进展,为进一步促进项目内各课题间的沟通、交流和成果共享等协同工作打下良好基础。

《医院建筑绿色改造技术规程》顺利通过审查

近日,由中国建筑科学研究院有限公司中国建筑技术集团有限公司(以下简称“中技集团”)会同有关单位编制的工程建设标准化协会标准《医院建筑绿色改造技术规程》送审稿(以下简称“《规程》”)审查会在北京召开。会议由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区专业委员会吴伟伟助理秘书长主持,参加会议的有中国工程建设标准化协会技术标准部贺鸣副主任、主编单位中技集团周宜虎副总裁、审查专家及编制组成员。会议成立了以朱能教授为组长、唐琼副总建筑师为副组长的审查专家组。

周宜虎副总裁代表主编单位对与会领导、专家及编制组成员表示感谢。贺鸣主任代表中国工程建设标准化协会发表讲话,强调了《规程》审查工作的重要性,指出标准审查应注重科学性、先进性、协调性、可操作性和规范性,并应遵循与相关标准相协调的原则。

中技集团狄彦强所长代表编制组对《规程》的编制情况进行了总体汇报,审查专家组认真听取了编制组对《规程》编制过程和内容的介绍,对《规程》内容进行逐条审查和讨论,认为《规程》送审资料齐全,符合审查要

求;《规程》层次清晰,符合工程建设标准编写规定。《规程》在编制过程中通过广泛调研,借鉴了国内外相关标准和工程实践经验,《规程》的实施将对促进我国既有医院建筑绿色改造的健康发展起到重要作用。审查专家组认为《规程》针对医院建筑绿色改造的特点,技术内容科学合理、创新性、可操作性和适用性强,符合我国法规规定和强制性标准要求,与现行相关标准相协调,在我国医院建筑绿色改造方面填补了空白,总体达到国内领先水平。审查专家组一致同意标准通过审查。

“十三五”国家重点研发计划“绿色建筑及建筑工业化”重点专项项目群协同创新工作会召开

根据“绿色建筑及建筑工业化”专项项目群协同创新工作安排，结合2016年度立项项目推进会相关项目执行情况，为切实做好专项协同创新、加强项目间交流研讨与合作、推动下一步工作有序开展，2018年1月24日，“十三五”国家重点研发计划“绿色建筑及建筑工业化”重点专项项目群协同创新工作会在北京召开。绿色建筑项目群根据项目研究内容分为数据共享、建筑节能、空气质量三个协同组。

张巧显处长介绍会议目的与安排，以及协同项目目前进展情况及有关问题。绿建项目群数据共享组组长清华大学林波荣教

授、建筑节能组组长中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院徐伟院长以及空气质量组组长清华大学张寅平教授分别就各自负责的协同项目概况进行分析，总结2017年协同工作，并对2018年计划进行说明，相关项目负责人和代表就协同机制表达了自己的看法。最后，张巧显处长对会议进行总结。

绿色建筑项目群建筑节能协同创新工作组由中国建筑科学研究院负责，目前参加的4个项目为：近零能耗建筑技术体系及关键技术开发、长江流域建筑供暖空调解决方案和相应系统、藏区、西北及高原地区利用可再生

能源采暖空调新技术以及建筑围护材料性能提升关键技术与应用。建筑节能协同创新工作组2018年计划就高性能保温隔热产品调研、高性能门窗产品方案、示范工程评审会、近零能耗建筑技术标准调研等几方面进行协同，并每季度召开一次协同小组工作会议。



国家重点研发计划项目“藏区、西北及高原地区利用可再生能源采暖空调新技术”年度进展检查工作会顺利召开

为推进国家重点研发计划“藏区、西北及高原地区利用可再生能源采暖空调新技术”项目实施进展，中国建筑科学研究院国家重点研发计划管理办公室于2017年12月15日在乌鲁木齐组织召开了国家重点研发计划项目“藏区、西北及高原地区利用可再生能源采暖空调新技术”年度进展检查工作会。各课题负责人及主要参与单位人员共28人参加了会议。

张靖岩副处长代表项目负责人单位致辞并提出项目一体化组织实施管理和课题发挥单位法人责任制的要求。邹瑜副院长指出项目研究要紧紧围绕项目指南和任务书要求，针对有关专家的意见开展工作，确保研究内容的科

学性和合理性。新疆建筑设计研究院刘鸣书记代表承办单位对各位专家的到来表示欢迎。

项目负责人刘艳峰教授首先介绍了项目总体目标及技术思路，以及在该技术思路指导下的主要研究进展与重要成果，最后汇报了项目考核指标完成情况、项目管理及经费使用情况。随后何涛主任针对绿色建筑及建筑工业化专项项目推进会以及《工作简报》的咨询评议意见，汇报了实施改进工作过程、项目层面在管理和技术方面的针对性实施改进措施，以及确保方案落实的具体工作计划。

郝军院长转达了责任专家江亿院士对项目实施的相关建议，并对项目汇报进行了评议。

郝军院长指出项目总体进展符合项目任务书的要求，对于《工作简报》及相关责任专家的意见提出的实施改进方案具有针对性，合理、可行。邹瑜院长指出，本项目示范工程较多，难度较大，希望项目组能够围绕项目总体目标，做好落实工作。各课题实施要紧密围绕项目总体目标，确保研究任务与总体目标紧密结合。张靖岩副处长指出，“十三五”重点研发计划项目强调全链条一体化管理，项目研究工作要立足整体进行规划，制定总体研究路线，更加注重整体实施效果。各课题负责人应积极配合项目组的各项技术和管理要求，对项目研究工作的一致性和整体性提高重视。

全面贯彻绿色发展理念扎实推进美丽中国建设 ——国家标准《绿色建筑评价标准》修订研究工作正式启动

以全面贯彻落实“加快生态文明体制改革，建设美丽中国”国家战略为目标，根据住房城乡建设部有关工作部署的要求，由中国建筑科学研究院有限公司会同有关单位开展国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014（以下简称《标准》）修订研究工作。

2018年2月5日，《标准》修订研究工作启动会暨第一次工作会议在中国建研院召开。住房城乡建设部标准定额司田国民巡视员，建筑节能与科技司倪江波副司长、胥小龙处长，中国建筑科学研究院有限公司王清勤副总经理以及修订研究工作组全体成员参加了会议。

田国民巡视员、倪江波副

司长分别讲话并对研究工作作出重要指示。与会人员围绕新时代发展目标下绿色建筑标准修订定位、新时期绿色建筑重新定义、评价指标体系、评价阶段和评价方法、绿色建筑评价等级、绿色建筑内涵外延拓展、提升绿色建筑可感知性以及与全文强制规范衔接等重点问题展开充分讨论，把过程和结果“绿色化”、“生态化”作为工程建设活动的主要内容和途径。

与会领导和专家一致认为，绿色建筑是贯彻落实绿色发展理念的载体，是全面建设小康社会的内在要求，也是建设美丽中国的必然要求。《标准》修订研究工作应以全面贯彻落实党的“十九大”精神为指导思想，紧

扣我国社会主要矛盾变化，坚持以人民为中心，把增进人民福祉、促进人的全面发展作为发展的出发点和落脚点。全面推进建筑业“绿色发展”、“循环发展”和“低碳发展”，以构建新时代绿色建筑供给体系、提升绿色建筑质量层次为目标，充分结合工程建设标准体制改革要求，梳理提出新时期绿色建筑的基本技术要求，形成绿色建筑高质量发展新阶段的控制性与一般性技术要求相结合的标准技术指标体系。

研究成果将为《标准》全面提升并与国际接轨提供坚实依据，有助于构建绿色发展新秩序，推动建成美丽的社会主义现代化强国。

中国建筑科学研究院有限公司成功举办“气候智慧型健康医疗和卫生部门可持续采购：政策、准则和实施报告发布及研讨会

2018年2月6日，由中国建筑科学研究院有限公司主办的“气候智慧型健康医疗和卫生部门可持续采购：政策、准则和实施报告发布及研讨会”在北京召开。

中国建筑科学研究院有限公司总经理许杰峰先生、世界银行集团全球健康和环境专家蒂莫西·布莱先生，联合国开发计划署健康和区域团队负责人罗斯玛丽·库姆文达女士，国际无害医疗组织国际项目及战略主任乔希·卡林奈先生，项目主任苏珊·威尔伯恩女士，国家卫生计生委卫生发展研究中心主任杨洪伟先生，磐石环境与能源研究所主任赵昂先生，中国建筑科学研究院有限公司中国建筑技术集团

有限公司狄彦强所长等出席会议。出席会议的还有联合国儿童基金会驻华办事处、世界卫生组织驻华代表处、瑞典驻华大使馆、瑞士驻华大使馆、海因里希·伯尔基金会、能源基金会、中国经济时报、中华环境杂志社、南方周末、医院建筑与装备杂志社等媒体代表，共计60余人参加会议。

研讨会开始通过远程视频会议的方式，由蒂莫西·布莱先生对“气候智慧型健康医疗：世界银行视角”进行了精彩的演讲。狄彦强所长就“节能降耗：中国医院建筑低碳发展实现路径”进行了主题演讲，绿色医院专业委员会秘书长朱滨先生详细介绍了提高医院能效的能耗监测全国试

点项目情况，其他与会专家分别从“卫生部门的全球气候领导力”、“健康中国战略和气候智慧型健康医疗”、“首创达峰城市战略与实践：气候智慧型医疗如何结合”、“可持续采购：联合国开发计划署行动”、“卫生部门的可持续采购：准则和实践”、“绿色电力采购：医院的机遇？”等方面展开主题演讲。

通过本次研讨会，公司将进一步加强与国内外同行的交流和合作，并在低碳生态城市建设、低碳建筑等领域积极开展工作，主动落实创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，为应对气候变化这一共同挑战做出新的贡献。

北京市人民政府授予中国建筑科学研究院有限公司 2项成果获2017年北京市科学技术奖

根据北京市人民政府颁布京政发〔2017〕31号文“北京市人民政府关于2017年度北京市科学技术奖励的决定”，2017年北京市科学技术奖评审工作已经结束。根据《北京市科学技术奖励办法》规定，经市科学技术奖励评审委员会评审和市政府批准，

授予22项成果获北京市科学技术奖一等奖，授予51项成果获北京市科学技术奖二等奖，授予122项成果获北京市科学技术奖三等奖（具体获奖项目和人员由市科委公布）。其中，中国建筑科学研究院有限公司获得二等奖1项，三等奖1项，公示清单如下：

中国建筑科学研究院有限公司获北京市科学技术奖项目清单

序号	项目名称	主要完成单位	获奖等级
1	基于数字化技术的城市建设 多灾害防御技术与应用	中国建筑科学研究院有限公司、 清华大学、 建研科技股份有限公司、 北京科技大学、 北京清华同衡规划设计研究院有限公司	二等
2	钢筋套筒灌浆连接产品 与应用系列标准研制	中国建筑科学研究院有限公司、 北京预制建筑工程研究院有限公司、 中冶建筑研究总院有限公司、 北京市建筑工程研究院有限责任公司、 北京市建筑设计研究院有限公司、 北京榆构有限公司	三等



《中国建筑光环境标准规范回顾与展望》出版发行

伴随我国人民生活水平的不断提升、照明技术的飞速发展、视觉健康研究的日益深入，安全、高效的建筑光环境已经无法满足人们对于舒适、健康等更高水平、更高质量的光环境需求，从而对我国建筑光环境设计、应用实践提出了更高要求，这也成为我国建筑光环境标准化工作面临的全新挑战。回顾和总结我国60年的建筑光环境规范发展历程和工作经验，对于我们更好地认识、把握我国建筑光环境标准工作面临的主要矛盾和未来发展势具有十分重要的现实意义。

中国建筑科学研究院有限公司作为我国建筑光环境标准、规范的主要起草单位，此次组织建

筑光环境标准编制的老专家与中青年技术骨干编写了《中国建筑光环境标准规范回顾与展望》。本书主要回顾了我国建筑光环境标准规范六十年的发展历程，重点描述了六项17本我国60年以来制、修订的建筑光环境标准和规范；总结标准制修订过程中主要技术内容的变化，梳理标准制修订依据的基础研究的发展脉络，并收集了标准编制过程中的专题技术报告、论文、著作以及珍贵的文史资料，以便进一步了解标准制、修订依据的各种资料和科学研究成果。

本书是中国建筑科学研究院有限公司“建筑工程标准规范研究与应用系列丛书”之一。丛书

旨在回顾总结有关标准规范的背景渊源和发展轨迹，传承历史、展望未来，为后续标准化工作提供参考与依据。系统梳理标准规范历史资料、研究标准规范历史沿革、促进标准规范实施应用。该书已于近日由中国建筑工业出版社出版、发行。



行业新闻 IndustryNews

国家能源局： 清洁取暖不是一刀切式

2018年1月24日国家能源局召开的全国能源工作会议上，国家发改委副主任、国家能源局局长努尔·白克力就曾有类似的表述，并且提到要探索核能供暖：“因地制宜发展可再生能源供暖、天然气供暖、电供暖、工业余热供暖、清洁燃煤供暖等清洁供暖方式，探索核能供暖，严控散煤供暖。”

另外，清洁取暖也不仅仅局限于热源侧的单方面革新，而是整个供暖体系全面清洁高效升级。不过毫无疑问，清洁供暖会增加一定的成本。对于成本究竟增加多少，目前没有统一的说法。郭伟表示，国家能源局将采取多种途径，降低取暖用气、用电成本。“综合采取完善峰谷价格机制，居民阶梯价格政策，这两项政策包括电和天然气。扩大市场化交易，降低取暖用气、用电的成本，支持清洁取暖。”

对于各方关注的补贴问题，郭伟指出，政府会运用财政、价格政策作为“药引子”，建立良性市场环境，由企业发挥各自专业优势，发现市场优化配置资源带来的红利，真正实现企业为主、政府推动、居民可承受。“资金方面，中央财政将充分利用现有可再生能源发展、大气污染防治等资金渠道支持清洁取暖，鼓励各地方创新体制机制，引导企业和社会加大资金投入。这当中我想强调，要严格甄别，对技术方案、生态保护、排放标准不合格的项目，不能给予补贴。”郭伟说到。

装配式建筑评价标准

2月起实施装配率不得低于50% 宜采用装配化装修

住房城乡建设部日前印发通知，批准《装配式建筑评价标准》（以下简称《装配式标准》）为国家标准，自2018年2月1日起实施。原国家标准《工业化建筑评价标准》同时废止。

《装配式标准》与2017年6月1日起实施的、由住房城乡建设部组织编制的《装配式混凝土建筑技术标准》、《装配式钢结构建筑技术标准》、《装配式木结构建筑技术标准》3个标准必将有效发挥引领作用，推动我国装配式建筑健康快速发展。《装配式标准》主要包括总则、术语、基本规定、装配率计算、评价等级划分5部分内容，适用于评价民用建筑的装配化程度。《装配式标准》采用装配率评价建筑的装配化程度。根据《装配式标准》，装配率计算和装配式建筑等级

评价应以单体建筑作为计算和评价单元并符合下列规定：单体建筑应按项目规划批准文件的建筑编号确认；建筑由主楼和裙房组成时，主楼和裙房可按不同的单体建筑进行计算和评价；单体建筑的层数不大于3层且地上建筑面积不超过500平方米时，可由多个单体建筑组成建筑组团作为计算和评价单元。

装配式建筑评价应符合下列规定：设计阶段宜进行预评价，并应按设计文件计算装配率；项目评价应在项目竣工验收后进行并按竣工验收资料计算装配率和确定评价等级。装配式建筑应同时满足下列要求：主体结构部分的评价分值不低于20分；围护墙和内隔墙部分的评价分值不低于10分；采用全装修；装配率不低于50%。

北京今年计划实施450个村庄“煤改”工程

2018年1月27日下午，北京市第十五届人民代表大会第一次会议召开第三场发布会，北京市城市管理委、市交通委、市城管执法局、首都文明办、市农委相关负责人介绍“城市精细化管理和美丽乡村建设”工作情况。记者会上获悉，今年计划实施450个村庄的“煤改气”、“煤改电”工程，到2018年底基本实现北京全市平原地区村庄住户“无煤化”。

2018年是“美丽乡村建设三年行动计划”的第一年，北京市农委主任孙文锴介绍，今年将加强农村基础设施和公共服务设施建设，实施农村地区环境整治，重点推进主要道路沿线、旅游区

及重点场所周边村庄的环境整治和美丽乡村创建工作，启动实施1000个左右村庄的美丽乡村建设工作。

2017年北京市PM_{2.5}年均浓度为58微克/立方米，蓝天数达到了226天，市民的“蓝天幸福感”大幅提升。“这其中也有煤改清洁能源作出的贡献。”孙文锴介绍，截至目前，北京市已有2237个村庄、97.4万户实现了“无煤化”。今年计划实施450个村庄的“煤改气”、“煤改电”工程，还将完善农村水、电、路、网络等基础设施，年底前实现全市平原地区村庄住户“无煤化”。同时，积极推动一批山区“煤改清洁能源”的试点。

| 发改委：天然气供应保障取得阶段性成效

2018年1月22日，对于前阶段的天然气短缺问题，国家发改委政策研究室主任兼新闻发言人严鹏程在新闻发布会表示，目前天然气供应保障取得了阶段性成效，资源供给能力不断增强，针对天然气行业短板，需着手建立和加强天然气稳定供应的长效机制。

他表示，前段时间，针对天然气供应偏紧压力，有关方面围绕“增、保、压、防”做好工作，“增”就是增加供应、“保”就是保供价格和供暖质量、“压”就是有序“压非保民”、“防”就是防范安全风险，通过努力，天然气供应保障取得了阶段性成效。

一是资源供给能力不断增强。1月份以来，中石油、中石化、中海油等供气企业日均供气总量超过8亿立方米，创历史新高，安全保障程度有所增强。二是民生用气得到保障。供气企业主动

压减自用和直供用气，各地有序实施“压非保民”方案，在资源供应总体偏紧的情况下，全力保障民生用气需求。三是LNG现货价格趋于稳定。12月下旬以来，国内LNG价格已快速回落，LNG主产区出厂价格降幅最为明显。

针对天然气行业短板，需要相关部门密切配合，着手建立和加强天然气稳定供应的长效机制。一是增强供应能力。通过上游改革和政策支持，鼓励企业增加天然气勘探与投资，增加国内储量、产量，提升国产气供应能力。同时，加快建立多元化的天然气供应体系和多层次天然气储备体系。二是加快基础设施建设。提高资源生产进口地区向消费地区的管道输送能力，推进管网互联互通，早日实现“全国一张网”。三是建立健全综合协调机制，积极推动签订天然气中长期合同等。

| 2017年PM_{2.5}和PM₁₀实现“双降”

环保部有关负责人2018年1月18日通报的全国重点区域和74个城市空气质量状况显示，2017年1月至12月，全国338个地级及以上城市平均优良天数比例为78.0%，同比下降0.8个百分点。PM_{2.5}浓度为43微克/立方米，同比下降6.5%；PM₁₀浓度为75微克/立方米，同比下降5.1%。

2017年1月至12月，74个城市空气质量相对较差的10位城市（从第74名到第65名）依次是：石家庄、邯郸、邢台、保定、唐山、太原、西安、衡水、郑州和济南市。74个城市空气质量相对较好的前10位（从第1名

到第10名）城市依次是：海口、拉萨、舟山、厦门、福州、惠州、深圳、丽水、贵阳和珠海市。

2017年1月至12月，京津冀区域13个城市平均优良天数比例为56.0%，同比下降0.8个百分点。PM_{2.5}浓度为64微克/立方米，同比下降9.9%；PM₁₀浓度为113微克/立方米，同比下降4.2%。其中，10月至12月，《京津冀及周边地区2017~2018年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》实施以来，PM_{2.5}浓度削减幅度最大的前6位城市是石家庄、北京、廊坊、保定、鹤壁和安阳市，与上年同期相比，PM_{2.5}浓度削减幅度均在40%以上。

| 《新型智慧城市发展报告2017》在京发布

2017年12月20日，国家新型智慧城市部际协调工作组编著的《新型智慧城市发展报告2017》在京正式发布，首次国家新型智慧城市评价结果公开。

《发展报告》系统展示了评价数据分析的十大基本结论、市民体验调查数据分析结果和评价经验总结。十大基本结论是：（一）我国新型智慧城市建设整体处于起步阶段；（二）新型智慧城市市民获得感有待提高；（三）新型智慧城市建设工作机制作用明显；（四）经济社会发展条件是新型智慧城市重要物质基础；（五）新型智慧城市呈现集群发展趋势；（六）新型智慧城市发展总体不均衡；（七）惠民服务体现了以人为本的关键导向作用；（八）信息资源基础保障作用尚未充分发挥；（九）新型智慧城市建设公共服务便捷化初见成效；（十）移动互联网是提升惠民服务的主要渠道。

《发展报告》共分六篇：综述篇、成就篇、交流合作篇、专题研究篇、试点篇和案例篇，全面梳理了近一年来国家新型智慧城市建设的总体进展，回顾了组织和参与国际合作交流情况，就若干热点问题邀请相关机构开展了专题研究，并梳理筛选了若干地方典型实践案例，基于对大量鲜活案例和数据系统展现了全国各层面各领域新型智慧城市建设的新情况、新进展、新趋势和新问题，成为今后一个时期工作方向、建设重点和工作模式创新的重要参考。报告由中国计划出版社出版发行。

天津 17.3 万户 “煤改电”工程完工

天津市政协委员、国网天津市电力公司总经理王昕伟告诉记者：“2017年，天津市贯彻习近平总书记‘以人民为中心’的发展思想，落实中央关于北方地区冬季清洁取暖的重大部署，积极推进农村‘煤改电’工程，完成了808个村（片区）、17.3万户居民，以及890户学校、医院、政府机关、企事业单位燃煤供热锅炉‘煤改电’改造工作。新增电采暖面积1806万平米，每年减少燃煤消耗28万吨，减排二氧化碳、二氧化硫等污染物73万吨。”

王昕伟说：“进入供暖季以来，各区政府与电网公司、设备供应商建立了‘保供暖’协作机制。电网公司建立了‘网格化’抢修模式，全市安排112个抢修驻点、1300余名抢修人员，开展入户检查17万户次，督促整改户内线路安全隐患5000余处，发放电采暖用户安全用电服务指南17万份，总体上实现了保障有力、运行平稳。‘煤改电’得到百姓充分认可。”

针对2018年“煤改电”工作，王昕伟说，“在时间紧、任务重、点多面广的情况下，大规模推进‘煤改电’，在工程建设审批、设备监管、价格机制等方面存在一些亟待完善的问题。”他建议，因地制宜合理选择“煤改电”技术类型，提高供热效率；借鉴其他省市先进经验，开辟“煤改电”建设绿色通道，提高审批建设效率。规范电采暖设备技术参数、维护标准、售后服务等方面要求，建立设备供应商“黑名单”，提高电采暖设备质量和服务水平。探索形成更加科学合理的价格机制。

基加利制冷能效—中国项目在北京启动

2018年1月25日，由美国能源基金会牵头实施的“基加利制冷能效—中国项目”在北京正式启动，60多位来自中国政府、国际组织、科研机构、行业协会以及企业的代表共同见证了项目的启动。

截止到2017年11月，基加利修正案已经达到了生效条件，将于2019年1月1日正式实施。2017年底，18家基金会发起了“基加利制冷能效项目(K-CEP)”，承诺为项目实施提供5200万美元，以帮助发展中国家提升制冷能效，使用更加气候友好型的制冷剂，从而推动市场转型。能源创新首席执行官HalHarvey表示，“中国在行业上是非常先进的，而且在政策上也开始走在全世界之前，在中国取得胜利，全世界也会胜利。”

在基加利制冷能效项目的支持下，能源基金会牵头实施“基加利制冷能效—中国项目”。该项目旨在通过支持制定中国制冷能效战略和政策、制冷设备能效标准和标识，以及推动市场转

型等活动，帮助中国在提升制冷能效的同时使用气候友好型制冷剂，削减氢氟碳化物的使用，使中国到2020年，将高效、气候友好型制冷产品的市场份额比现在提高10~15%，助力中国兑现国际承诺，实现绿色低碳发展。该项目将由能源基金会与中国政府部门、研究机构、非政府组织、行业协会、制造商和零售商等相关方共同实施，项目周期为2018年至2020年。

基加利制冷能效项目办公室执行主任DanHamza-Goodacre表示，通过施行更积极的政策、更强有力的行业标准，中国将能为温室气体减排与《巴黎协定》目标的实现做出更大贡献。同时，积极鼓励技术创新，促进制冷能效的提升，也将使得中国成为全球高效且低GWP制冷产品市场的领先者。国家发展和改革委员会资源节约和环境保护司副司长王善成表示，“基加利制冷能效—中国项目”的实施将对我国空调器乃至整个家用电器行业提高能效发挥积极作用。

甘肃积极推进“煤改电”实现清洁供暖

在地处甘肃省河西走廊西端的瓜州县，新能源清洁供暖热源厂成为该省首个清洁能源供热试点工程，也是目前为止全国建成的最大规模的新能源集中供暖项目。如今该厂的供热面积已达到50万平方米，未来将达到160万平方米。

近年来，随着一系列利好政策的出台，清洁供暖在甘肃迎来了良好的发展机遇。国网甘肃省电力公司营销部市场处处长周有学介绍说：“自国家发布《大气污染防治行动计划》

以来，甘肃全省电采暖用电量以每年23%的速度增长。特别是2017年4月以来，甘肃省出台新能源消纳实施方案，包括清洁采暖在内的一系列新能源消纳方案得到推广实施。”甘肃作为新能源大省，曾因为省内消纳有限，导致弃风弃光居高不下。随着“煤改电”清洁供暖工程的实施，也为新能源的就地消纳找到了新的出路。

日前，甘肃省发改委出台一系列支持政策，鼓励省内居民利用谷段低价电取暖。

| 北京通州 6.9 万农户完成“煤改电”改造

煤改电之后，村民们这个冬天不用惦记着储煤了，生火也节约了时间，电取暖比烧煤更稳定，还能保持恒温，并且再也不用担心煤气中毒了”，通州区潞城镇兴各庄村主任朱建生告诉记者，并带记者参观了村民家安装的空气源热泵。据朱建生介绍，目前兴各庄村“煤改电”工作已

经全部完成，全村共 553 户完成“煤改电”，村民顾玉伶就是其中一户，随着通州区 6.9 万户“煤改电”任务的完成，村民们今年取暖季过得更加舒心。

除了“煤改电”工程的保质保量完成，通州区漷县镇、西集镇、潞城镇、马驹桥镇、张家湾镇、永乐店镇、于家务乡 7 个乡

镇 101 个村 5.6 万余户目前也全部完成了“煤改气”工作。潞城镇大豆各庄村村支书陈孝国深有感触：“以前每年冬天取暖需要上千吨的煤，我们村清洁队光拉运煤灰，就是一个工程。今年入冬，燃气取暖开始运行，环境和渣土拉运减负了，也还给了北京一个蓝天。”

| 《湖南省绿色建筑设计标准》发布

湖南省住建厅近日发出通知，由湖南省建筑设计院有限公司主编的《湖南省绿色建筑设计标准》，已批准为全省工程建设推荐性地方标准，自 2018 年 3 月 1 日起在全省范围内实施。该标准为全省绿色建筑发展提供了重要设计依据，达到国内先进水平。

绿色建筑，即在建筑的全寿命期内，可最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材）、保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生。至 2017 年末，该省取得绿色建筑标识总数量为 349 个，累计实施绿色建筑面积

3811 万平方米，长沙、株洲、湘潭、常德、岳阳、娄底等地相继出台了绿色建筑实施方案。

湖南省建筑设计院相关负责人介绍，《湖南省绿色建筑设计标准》在总结该省 300 余项绿色建筑星级标识项目的实践经验，并对不同类型数十个项目进行测评的基础上进行编制。该标准充分考虑了该省地域特征、夏热冬冷气候，把节约资源与保护环境贯穿始终，强调了被动式设计优先、主动式技术优化、可再生能源补充的设计原则；同时，该标准还在建筑选址、生态安全、原生态保护利用、绿化率要求等方面作出详细规定。

| 重庆提前完成第二批国家公共建筑节能改造任务

重庆市城乡建委 1 月 3 日发布消息称，重庆市已于去年 12 月完成第二批国家公共建筑节能改造重点城市建设任务，提前一年完成任务。本次重庆共改造包括医院、商场、酒店、学校和政府机关办公建筑等五大类共 95 座公共建筑，改造面积达到 387 万平方米，95% 以上的改造项目采用了合同能源管理模式。市城乡建委人士介绍，2011 年重庆市被财政部、住房和城乡建设部列为首批国家公共建筑节能改造重点城市，2016 年在全国率先完成改造任务并通过国家验收。因首批改造成效显著，重庆市又被列为第二批国家公共建筑节能改造重点城市，争取到中央财政补助资金 7000 万元，按要求应再完成不少于 350 万平方米的改造项目，实现单位建筑面积能耗下降 22% 以上的目标。

为此，重庆市从 2016 年起实施五大类共 95 座公共建筑节能改造示范项目，包括三峡中心医院、西南医院、雾都宾馆、长寿区行政中心、新世纪百货商场等。这些项目已改造完成，预计每年将节电 1.5 亿度、节约标煤 6 万吨、减排二氧化碳 15 万吨、节约能源费用 1.2 亿元。

| 河南清洁取暖新增受益群众 830 万人

河南省发展改革委副主任、省能源局局长高义在进行新闻发布时表示，2017 年河南省清洁取暖工作各项任务已全面完成，其中，新增集中供热能力 6000 万平方米，完成率 125%；新增集中供热面积 8916 万平方米，完成率 146.2%；完成“气代煤”、“电代煤”122 万户，完成率 122%；完成分散燃煤锅炉拆改 2793 台，完成率 122.6%；全省集中供热普及率

平均提高 11.2 个百分点，完成率 112%。

据介绍，通过开展清洁取暖工作，河南省新增受益群众 205 万户，830 万人，拉动社会投资 163 亿元，带动居民消费 57 亿元，通过实施清洁取暖每年可减少煤炭消耗 290 万吨，减少排放二氧化硫 3.6 万吨、氮氧化物 1.4 万吨、粉尘污染物 25.0 万吨，城乡居民生活变得更加清洁、绿色、环保。

| 绿色建筑引领香港风潮

近年来，绿色环保建筑受到越来越多香港人的关注，因其强调在建筑物设计和管理中融合可持续发展概念，在降低对大自然的影响之余，改善市民生活品质。

香港近年的建筑中，有不少便融入了绿色环保元素。2017年香港的绿色建筑周，特别设置“绿色建筑大步走”导赏团及参观活动，让民众置身其间尽情体验。可参观的港九新界各区具代表性的绿色建筑共有18座，其中新界占8座。

随着港人近年来环保意识的加强，如何为全港现存近4.3万幢、每年新落成数百幢的建筑物做出环保评估，成为重要课题。香港建筑环保评估协会有限公司由此制订了一套工具，从节电、节水、所在位置、建材及室内环境等多方面，为建筑物进行环保评估，这些标准不单获港府新落成的建筑物采用，也被发展商用来为新盘衡量环保水平。

香港绿色建筑议会董事周家明说，香港的绿色建筑评级不断更新，已从绿色建筑特性、运营管理、能源效率的追求，进一步思考对小区、室外环境的影响，例如采光、空污、微气候等。就以通风为例，不能只顾自身的建筑好，却让整体区域的排风受阻，因此目前不少建筑会留出风道，即便地价高昂，仍该开洞给风流动，又如保留树木、考虑建造方位能不能为人行道提供一些遮阴等。



| 2018年河南省绿色建筑占新建建筑比例达40%以上

2月28日，河南省建设科技暨建筑节能工作会议在郑州召开。省住房城乡建设厅党组成员、执法监察总队总队长林涵碧同志总结回顾了2017年河南省建设科技暨建筑节能工作取得的成绩，安排部署了2018年重点工作。

会议提出了2018年河南省建设科技暨建筑节能发展的主要目标，即：绿色建筑占新建建筑比例达40%以上，河南省新开工装配式建筑面积500万平方米，培育建设省级装配式建筑示范城市（区、县）2~3个、装配式建筑产业基地10个以上。

会议要求，2018年要认真贯彻落实河南省住房城乡建设工作会议精神，重点聚焦6个方面重点工作。一是实施建筑能效提升，推动用能结构调整。二是全面执行绿色建筑标准，促进绿色建筑质量齐升。三是科学规划发展路径，加快装配式建筑发展。四是实施绿色建材行动，提高推广应用比例。五是加强科研攻关，开展试点示范。六是服务“一带

一路”建设，拓展国际交流合作。会议号召，各省辖市、省直管县（市）住房城乡建设主管部门要强化“四个意识”，增强谋事干事本领，敢于担当、不辱使命，全力以赴完成各项目标任务，为决胜全面建成小康社会、开启新时代河南全面建设社会主义现代化新征程做出新贡献！

会上，郑州、洛阳、新乡、许昌和鹤壁5市建设委（局）的负责同志作为先进单位代表分别就专项工作做了典型发言；各省辖市、省直管县（市）住房城乡建设委（局）递交了2018年度《建筑节能目标责任书》；会议还为获得国家、省装配式建筑示范城市及产业基地进行了授牌。

各省辖市、省直管县（市）住房城乡建设局建设科技暨建筑节能工作负责人、建设科技协会、装配式建筑产业发展协会和省装配式建筑产业技术创新战略联盟成员单位、以及企业技术中心、工程技术研究中心、科研院所等技术负责人，共计380余人参会。

| 辽宁省加快推进“煤改电”工程657项

近日辽宁大厦负责人说，“原来锅炉用了15年，一年烧煤得600万元，人工和维修费用是120万元。而改用电锅炉后，支出就节约了10%~15%。4台燃煤锅炉拆除后，还节约了400平方米空间。这个冬天，也不乌烟瘴气，没人投诉了。”

2017年以来，辽宁针对本省发电装机容量较为富余的特点，在全省大力推行清洁能源替代，广泛采用煤改电、油改电。根据计划，到2020年，全省将累计新增替代电量210亿千瓦时，

十三五末期，电能占终端能源消费比重将达18%。据测算，仅仅沈阳地区投入运行的“煤改电”项目累计减少2.2万吨标煤的消耗量，减少二氧化碳排放5.8万吨，减少二氧化硫排放3920吨。

2017年7月，辽宁省政府发布文件，加快推进“电化辽宁”，优化全省能源消费结构、扩大电能消费比重。2017年，辽宁电力共完成“煤改电”工程657项，改造供暖面积555.56万平方米，全省拆除10吨以下小锅炉近万台。

| 全国第一部地方《绿色生态城区评价标准》发布

为深入贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”的五大发展理念和中央城市工作会议精神，推动本市绿色建筑由单体向规模化发展，上海市住房和城乡建设管理委员会于2016年11月将《绿色生态城区评价标准》纳入《2017年上海市建设工程规范编制计划（新编）》，由中国建筑科学研究院有限公司上海分院会同本市的城市规划、市政工程、环境工程、绿色建筑等领域的知名企业和高校共同编制。2018年1月30日，上海市工程建设规范《绿色生态城区评价标准》DG/TJ08-2253-2018正式发布，将于2018年5月1日实施。该标准为继国家《绿色生态城区评价标准》GB/T 51255-2017发布后的第一部地方绿色生态城区评价标准。

标准紧紧围绕绿色发展的基本理念，紧跟国家和上海绿色生态

态发展政策（如城市双修、海绵城市、绿色建筑等），涵盖绿色生态城区规划建设的各个方面，体现了上海城镇化特点及趋势，具有很强的地域特点。本标准界定了绿色生态城区的概念和内涵，明确了适用对象、评价阶段、评价指标体系、评价方法等内容。标准适用于本市的新开发城区和更新城区，分成规划设计评价和实施运营评价两个阶段，采用总得分来确定绿色生态城区的等级，共分为一星级、二星级和三星级三个等级。标准设置了选址与土地利用、绿色交通与建筑、生态建设与环境保护、低碳能源与资源、产业与绿色经济、智慧管理和人文6类指标。标准具有较强的针对性和可操作性，可为本市绿色生态城区的建设提供技术支撑，有利于推动上海城市绿色发展。

| 青海清洁能源装机比例领跑全国

记者从国网青海省电力公司获悉，截至2017年底，青海电网总装机容量达2345万千瓦，其中光伏、风电等新能源装机953万千瓦，占青海电网总装机的37.5%；再加上水电，可再生能源装机占比达82.8%，清洁能源装机比例位居全国前列。与此同时，太阳能发电累计上网电量再创历史新高，达到380亿千瓦时。

青海清洁能源资源丰富，开发潜力大，具有建设大型清洁能源基地的优越条件。从水电来看，青海是黄河、长江、澜沧江等的发源地，水能资源丰富，水电技术可开发量2300万千瓦；从太阳能发电来看，青海省辐射强度大、光照时间长，可利用荒漠面积10万平方公里，太阳能发电技术可

开发量30亿千瓦；从风电来看，柴达木盆地风能资源丰富，风电技术可开发量7000万千瓦。

近年来，依托丰富的能源资源优势，按照“使青海成为国家重要的新型能源产业基地”发展目标，以创建全国清洁能源示范省为牵引，稳步建设海南、海西两个千万千瓦级新能源基地，相继建成全国首座规模化储能光热发电示范项目、世界上最大的光伏电站群和全球最大的龙羊峡850兆瓦水光互补电站，光伏电站以平均每年100万千瓦的速度有序增长，年均增速达58%，太阳能开发利用走在了全国前列。预计到2020年，青海省新能源装机总规模将突破2000万千瓦，占全省电源总装机容量的53%。

| 2018年河北省坚定不移推进清洁取暖工作

河北省政府工作报告中确定2018年将着力抓好20项民心工程，其中之一是推进冬季清洁取暖。河北省能源局局长刘亚洪：河北省坚决贯彻落实党中央国务院推进北方地区冬季清洁取暖的决策部署，认真落实京津冀大气污染防治强化措施，大力推进煤改气、煤改电工程和“禁煤区”建设，为明显改善京津冀区域空气质量作出了积极贡献。

2017年，河北省超额完成大气“国十条”确定的目标任务，全省设区市PM_{2.5}平均浓度较2013年下降39.8%。完成了保定廊坊18个县“禁煤区”散煤替代全覆盖，形成荣乌高速以北京昆高速以东9600平方公里的大气污染隔离带。根据监测数据，2017年秋冬季以来，保定市PM_{2.5}平均浓度同比下降46.2%，廊坊市同比下降50.5%。河北省选取完成“双代”改造的10个县与未进行“双代”的10个县进行监测对比，“双代”区PM_{2.5}浓度同比下降率比非“双代”区增加了15个百分点，对空气质量改善贡献率超过30%。

2018年，河北省将继续实施冬季清洁取暖工程，认真总结前一阶段工作，坚持宜气则气、宜电则电，以气定改、以电定改，继续推进煤改气、煤改电工程，大力发展集中供热，同步开展风电、生物质能和光热光伏等多种清洁取暖试点，确保群众温暖过冬。集中力量，加大输气管网基础设施建设力度，努力提高天然气供应保障能力。在积极落实气源的前提下，有序开展气代煤工程，继续为改善京津冀区域空气质量作出积极贡献，坚决打赢蓝天保卫战。

《家用新风机》行业标准 准预 2018 年底对外发布

近年来,居民对于家庭空气质量的要求不断提升,亟须家用新风系统行业标准的出台。参与制定家用新风系统标准的中国家用电器研究院专家透露,我国《家用新风机》行业标准制定工作已经正式启动,预计将于 2018 年底对外发布。

中国家用电器研究院室内环境分析测试中心主任张晓表示:

“《家用新风机》行业标准的出台将突出整合性。标准将在现有行业标准基础上,创新部分核心内容,最终整合出来的内容包含能效、寿命、噪声、卫生、换热、智能、安装等各方面的参数。”

据介绍,金道圣最新研发的新风净化一体系统,一改当前市场上管道式新风系统复杂的安装方式、较低的净化能效,可以实现新风功能和净化功能的智能切换。未来,将首先在北京、西安、成都等空气质量不理想的的城市推广,改善居民的家庭空气质量。金道圣新风系统在新风净化一体技术基础上,搭载全智能系统,除了能够高效净化空气中的 PM2.5、室内甲醛、苯、TVOC 等有害气体,在智能模式下系统还能自动检测室内环境,当室内的二氧化碳浓度高于 1000ppm (1 微克/克) 时,该系统就自动会切换至新风模式,将室内的有害气体排至室外,保证室内空气的新鲜、安全。

张晓指出:“目前传统单一的新风系统对重度雾霾的净化效果其实相当有限,尤其在一些空气质量较差的地区,已经无法满足消费者对清洁空气的需求,而将新风机和空气净化器整合为一体的新风系统则有望站上行业发展的风口。”

天津开展专项行动严厉打击出售地热水行为

近日,天津市国土资源和房屋管理局等部门联合发布关于禁止出售地热水的通告,在全市范围内禁止任何单位和个人出售地热水。

据了解,天津全市地热资源分布面积达 8700 多平方公里。出售地热水行为将导致个别区域地面沉降,地热尾水排放还可能带来热污染问题。自去年中央环保督察以来,天津市国土等部门相继接到多个区的群众举报和市人大代表投诉,反映地热站售水造成资源浪费排放、售水场地扰民、售水车辆撒漏等问题。因此,天津市必须及时采取措施制止出售地热水

水等消耗性开采利用方式,确保应灌尽灌、实现保护性开发。

今年 1 月,天津市国土资源和房屋管理局等部门在全市范围内开展了为期一个月的打击违规出售地热水专项行动,由各区国土等部门组织有关人员进行联合执法,严肃查处本行政区域内违规出售地热水行为。情节严重涉嫌犯罪的,依法追究有关当事人的刑事责任。



我国启动核能供暖示范项目前期工作

中国广核集团(以下简称“中广核”)日前对外通报,国家能源局组织召开的北方地区核能供暖专题会议已经同意由中广核联合清华大学开展国内首个核能供暖示范项目前期工作,要求深入开展规划选址、用地用水、应急方案等论证工作,积极推进项目实施。

据介绍,中广核将联合清华大学,采用成熟的 NHR200-II 低温供热堆技术,在华北规划建设我国首个小型核能供暖示范项目。

通报表示,国外使用核能供暖已有大量实践,我国在核能供暖方面也开展了大量研发论证工作。低温供热堆采用先进的一体化反应堆设计理念,安全性高,应用广泛,具有广阔市场需求,可用于电、热、水、汽等多个能源领域,包括居民供暖、工业园区供热、偏远地区能源综合供应等应用场景。在实现批量化模块

化之后,低温供热堆建造、部署时间大大缩短,仅需要 2 至 3 年即可建成。

近年来,我国北方地区在冬季取暖季受到雾霾的严重困扰,利用核能开展清洁供暖成为我国治理雾霾等突出环境问题的可能选择之一。国家能源局发布的《北方地区冬季清洁取暖规划(2017~2021 年)》明确加强清洁供暖科技创新,研究探索核能供热。

“作为我国利用核能供暖达到百兆瓦级以上热功率的首次应用实践,中广核的核能供热示范项目对于推进我国北方地区冬季清洁取暖具有重要的推广价值,为后续产业化推广、代替燃煤锅炉起到良好的示范作用,可带动一批低温供热堆项目建设,缓解城市供热所带来的减排压力,对加快推进北方地区清洁供暖具有重要意义。”中广核相关负责人说。

| 华中最大地热可再生能源利用项目试运行

随着最后一台热泵主机顺利通过调试，江汉平原上一座以清洁地热能作为热源的地热站正式投入试运行，这标志着华中地区最大的地热可再生能源利用项目已全部顺利投产并达到设计预期目标，供暖效果良好。

据介绍，该项目是江汉油田矿区供暖热源改造项目一期，共计13个地热站，是华中地区最大的地热可再生能源利用项目。长江设计院承担了7个能源站的设计工作，总计供暖面积近90万平方米。

有关设计负责人表示，该项目主要技术特点鲜明，地热利用

采用深井与浅井相结合、深井为主的方式。深井取水深度约700米，井水温度33摄氏度；浅井取水深度约100米，井水温度18摄氏度；地热水采用闭式回灌，取热不取水，井水与热泵之间采用板式换热器隔开的间接换热方式，杜绝环保风险；此外，地热水热量梯级利用，提高系统整体能效比。

据介绍，2017年6月开始工程设计，8月展开土建施工，11月进入机电设备安装的高峰期，目前除1个燃气锅炉能源站在建外，其余6个地热能源站已经开始向江汉油田各用户供暖。

| 吉林省电能清洁供暖目标 800 万平方米

2017年，吉林省在推动电能清洁供暖、秸秆能源化利用、光伏扶贫等重点工作方面做了卓有成效的工作，为加快吉林新一轮全面振兴提供了坚实的能源保障。

2018年，吉林省将继续以能源供给侧结构性改革为主线，不断巩固并扩大电能清洁供暖工作，五项具体措施力争实现全省电能清洁供暖面积达到800万平方米的目标：一是不断优化能源结构，全省非化石能源消费占一次能源消费比重计划提高到8.5%左右；二是继续推进“气化吉林”惠民

工程，逐步提高全省天然气消费比重；三是协调推进风电产业继续发展，加快生物质热电联产项目建设，推动燃煤电厂生物质耦合发电试点，发展秸秆供热锅炉代替燃煤供热；四是实现新能源产业稳中有升，太阳能发电新增并网装机不低于80万千瓦，积极推进白城光伏发电应用领跑基地建设，力争2018年底前实现全额并网发电；五是会同省扶贫办做好扶贫电站、装机总量、人口台账等相关信息统计，打好精准脱贫攻坚战。

| 长沙执行建筑节能 65% 设计标准

2018年1月17日，长沙市住建委举行长沙市首批建筑节能示范项目授牌仪式，共七大类18个项目入选长沙市建筑节能示范项目库。为打赢“蓝天保卫战”，作为建设提标重要内容，2018年起，长沙将全面执行建筑节能65%设计标准，倡导绿色生产方式，提升绿色城市品质。

在长沙，类似于万国城这样的绿色建筑还有很多。经过严格甄选，此次共有18个示范项目入选长沙市首批建筑节能示范项目库，范围涵盖绿色建筑、绿色建材、农村推新、能耗监测等7大类。以湘江水作为能量来源的滨江新城区域供冷（供热）能源站，获得全球环境基金项目认证的浔龙河节能砖与节能建筑市场转化项目推广村，实施了玻璃贴膜遮阳改造、照明节能改造、中央空调节能改造的中南大学湘雅三医院等入选。

市住建委建筑节能与新型墙体材料管理办公室相关负责人介绍，截至目前，长沙共启动建设438个绿色建筑项目，总面积达到6179万平方米，全市超过50%的新建建筑在按照绿色标准建设，2017年共有80个项目取得绿色建筑设计标识。

| 济宁实施冬季清洁供暖气代煤电代煤工程 18.81 万户居民干干净净过暖冬

日前记者从市住建局了解到，为防治大气污染、提高城乡居民生活水平，济宁市实施冬季清洁供暖气代煤电代煤工程。

2018年9月底前，完成18.81万户改造建设任务，今年冬季，这些居民将能用上清洁

能源供暖，其中，任城区、兖州区、高新区、太白湖新区、经开区分两个范围对11.66万户实施冬季清洁取暖改造。据悉，任城区、高新区、太白湖新区，对38741户实施集中供暖、气代煤和电代煤等三种形式的改造，实现主城区“无煤化”。



首台磁悬浮蒸发冷下线， 海尔中央空调成功突破轨道交通行业瓶颈

2018年1月30日，海尔中央空调磁悬浮蒸发冷下线暨青岛地铁红岛线验收仪式在黄岛中德生态园海尔中央空调智能互联工厂盛大举行，青岛地铁验收工程师及海尔中央空调技术、工程、市场人员共同揭晓和见证中国轨道交通行业磁悬浮蒸发冷新篇章。

地铁作为人流密集的大型公共空间，因人流密度变化大、运行时间长、节能和可靠性要求较高等特点，对中央空调系统要求较高。近年来，海尔中央空调



不断深耕大型空间空气需求、特点，以求创新，致力于地铁行业中央空调系统的技术研发与产品迭代，通过高效节能的磁悬浮系列产品为其提供系统高效的解决方案。

大金空调斩获5项全国质量奖项荣誉 实力践诺品牌实力行业责任

日前，由国家质检总局联合中共中央宣传部、国家发改委、工业和信息化部等47个相关部门、行业协会等单位共同开展的主题为“大力提升质量，建设质量强国”的2017年全国“质量月”活动中，大金空调凭借其过硬的产品品质、诚信的企业经营获得“全国空调器行业质量领军企业”、“全国空调器行业质量领先品牌”、“全国质量检验稳定合格产品”、“全国质量信得过产品”及“全国质量信用先进

企业”5项奖项荣誉。据悉，全国“质量月”活动是我国长期开展的一项重大质量活动，旨在进一步推进建设质量强国，营造人人关心质量、重视质量、创造质量、享受质量的良好社会氛围。

大金空调此次获得的5项殊荣涵盖了产品品质、行业地位、企业诚信等方面，标志着大金从产品到品牌方面皆处于行业翘楚地位，也是对其在产品、技术、服务、高品质等多维度给予的肯定。

陆特能源与华东院成功 签约，开启发展新春天

进入取暖季以来，供暖问题一直是社会关注的焦点。2018年1月8日，国家发改委、国土资源部等六部委发布《关于加快浅层地热能开发利用促进北方采暖地区燃煤减量替代的通知》。

《通知》要求，以京津冀及周边地区等北方采暖地区为重点，到2020年，浅层地热能可在供热（冷）领域得到有效应用，应用水平得到较大提升，在替代民用散煤供热（冷）方面发挥积极作用。

在业内人士看来，地热能产业已进入蓬勃发展的春天。迎着地热能发展的春风，浙江陆特能源科技股份有限公司与中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司于《通知》发布同日签订了战略合作协议，开启了双方发展新的春天。华东勘测设计研究院副院长郭忠，机电院院长陆昊，设备成套部副主任嵇建飞，专业主管舒峻峰与陆特能源董事长夏惊涛，产品总监兼总裁助理金磊，研究院副院长秦祥熙、石磊，研究院高级研究员刘红梅等出席了本次签约仪式，郭忠副院长和夏惊涛董事长在协议书上签字。

签约仪式后，与会人员还共同观看了华东院的宣传片及展厅，双方展开进一步的深入了解。

格力电器中标凤凰世贸中心项目

近日，格力电器与美国亚利桑那州凤凰世贸中心正式签约，该项目将全部使用格力自主研发的光伏空调。据了解，这是目前全美乃至全球最大的光伏空调项目。

凤凰世贸中心首席执行官Marshall Stahl表示：“格力是中

国制造企业走向世界的代表。为解决日益严重的环境污染问题，格力积极探索新能源与空调的结合，自主研发出光伏空调，这与凤凰世贸中心筹建的低碳环保初衷不谋而合。所以，我们选择了中国制造，选择了格力。”

此次中标凤凰世贸中心，

为近年来格力大型项目的又一斩获，此前，格力相继中标2010年南非世界杯主场馆及配套工程、2014年索契冬奥会大型商业中心、意大利2015年米兰世界博览会、2018年俄罗斯世界杯赛场等，展示了格力电器强大的国际市场竞争能力。

| 克莱门特空调喜中雄安特区雄安市民服务中心项目

雄安市民服务中心——作为雄安新区成立以来的第一个工程项目，备受业界关注，近日，克莱门特凭借在地源热泵主机生产领域的雄厚实力，卓越的产品品质及数千个项目的成功经验在激烈的竞争中脱颖而出，中标该项目的冷热源主机设备，向该项目供应地源热泵机组共五台，总容量约 9000KW，其中还包括两台全部热回收机组，全年供应高温

生活热水。

在此次项目中，采用地源热泵与冷热双蓄能相结合的技术，运行工况更多，耦合关系复杂、运行方式切换频繁，因此主机是整个系统的核心，直接影响着系统的运行效率及安全可靠性，并且由于该项目的特殊性，政治定位高、规划起点高、设计要求高、建设标准高、对主机设备的厂家甄选更是严格要求，竞争也是异

常激烈。克莱门特此次向雄安市民服务中心提供的五台主机设备肩负着日常制冷制热及夜间蓄冷蓄热以及制备生活热水的职责，凭借克莱门特在地源热泵主机生产的雄厚实力及数千个项目的成功经验，相信在未来的实际运行中，助力雄安市民服务中心项目，为雄安新区的建设树立一个新的标杆，真正打造出绿色生态宜居、足以让世界惊艳的科技新城！

| 美的中央空调中标哈萨克斯坦地铁项目

三年前，“丝绸之路经济带”伟大概念开始走向世界，点点滴滴落到实处。三年后，哈萨克斯坦首都——年轻的城市阿斯塔纳，受益于中国的“一带一路”正快速发展。目前，逾三千中国企业落户哈萨克斯坦，成为阿斯塔纳发展“互联互通”的主力军。

据了解，作为中央空调行业的民族领导品牌，美的中央空调为阿斯塔纳地铁一期提供中央空调系统解决方案，包括 MDVS 系列全直流变频多联机组超 60 台，以及单机分体空调、末端和全热交换器等设备产品及服务，项目金额近 4000 万。

据悉，阿斯塔纳市属典型的大陆性气候，夏季平均气温 27℃，最高可达 40℃，冬季平均气温 -20℃，在极寒时期，最低可达 -51℃，这对于地铁站内中央空调设备的要求非常高。美的中央空调凭借领先的产品技术实力，以及完善成熟的轨道交通解决方案最终成功中标。

业内人士指出，“一带一路”对外开放总的战略思想，在新的历史阶段下为中国企业走出去创造了良好契机。相信随着美的中央空调等中国制造标杆企业的崛起，“一带一路”未来定会惠及更多沿线国家民众，让世界见证中国的力量。

| 美的空调为广州地铁 4 号线稳定运行保驾护航

日前，广州地铁四号线南延段正式开通试运营。从四号线的金洲站开始，向南延伸至南沙客运港站，可以说，这是一条通往大海的地铁。地铁站内，也是满满的海洋气息。每一位进入地铁站的乘客都感受空气环境的舒适感。据了解，广州地铁四号线南延段采用的是美的高效全降膜水冷螺杆机组以及末端产品，全系列均达到国家一级能效，同时获得国家节能认证、AHRI 认证。在保证乘客享受舒适空气环境的同时，也能最大限度降低地铁站的运营成本。

据美的空调相关负责人介绍，美的高效全降膜水冷螺杆机组具有高效节能、绿色环保、稳定可靠等优势，采用美的空调的专利技术——全降膜蒸发器及换热管设计，强化传热效率，提升换热器性能，同时采用大污垢系数设计，延长换热器清洗周期，为业主节省运行维护费用。



| 海尔中央空调新春暖心服务，保障亿万家庭健康生活

为了减少冬季燃煤污染、改善空气质量，我国北方许多城市开始推广“煤改电”清洁能源。开工日，海尔中央空调服务迎来新春捷报！春节期间，煤改电项目“0”投诉，用户满意度达 100%！

以北京、天津为主的家用“煤改电”终端服务网点，春节

期间，全员坚守岗位，轮流值班保证“48 分钟上门，24 小时守护”。

服务兵都是外地员工，常年奋斗在一线，鲜少有时间回乡，对于本次的驻守，他们说“承诺了就得做到，得让用户放心，过个舒服年；而且公司有政策，我们也愿意干！”

国际资讯 International News

ASHRAE 上线 90.1 标准新网站整合相关资料

日前,ASHRAE 上线 90.1 标准新网站,这一网站使建筑专业人员更容易获得与《ASHRAE 标准 90.1—除低层住宅建筑外的建筑能效标准》的相关资源。

“《ASHRAE 标准 90.1》在全球范围内被用作制定最低能效标准和能源标准的行业基准,”出版物在线工具可以使用户根据需要对照查看每个出版物,如有需要可以复制、粘贴、打印或注释内容。能够查看 ASHRAE 的解释。《标准 90.1》里红线标注的内容显示与之前版本的变更。

2017 年德国热泵销量创纪录

根据德国热泵工业协会(BWP)的数据,德国的热泵销量在 2017 年达到创纪录的 7.8 万台。

根据 BWP 的最新报告,政府对热泵的补贴和更严格的节能要求促使销售额比 2016 年增长了 17%,这也是一项新纪录。空气源热泵的销量增幅最大,为 5.5 万套,同比增长 20%。一体式机组销量增加了 24%,达到 3.1 万台。分体式机组销售增长略小,为 16%。地源热泵和地下水热泵销售增长 11%,达到 2.3 万台。

空气源热泵占热泵销售大多数,大概 71%。目前,德国已经安装了大约 80 万台供暖热泵。去年,热水热泵的销量增长了 8%,售出了 13,500 台。德国总共投入运行热泵约 91,500 台。

天然制冷技术数据库更新

美国能源信息管理局(EIA)和绿色和平组织重新发布了可持续制冷和制冷技术数据库。制冷技术数据库(www.cooltechnologies.org)涵盖了所有的“天然”制冷剂技术,旨在帮助用户、制造商和决策者远离 HFCs。

行业包括空调、制冷、压缩机、泡沫和绝缘等,涵盖商业、民用、工业和移动应用等方面。该网站包括来自世界各地依赖“天然”制冷剂和其他可持续制冷技术的无 HFC 冷却设备制造

商和用户的信息。

“制冷技术网站展示了各种可行的无 HFC 高效制冷系统。”绿色和平国际全球行动策略师 Paula Tejon 说:“了解所有制冷系统形式,让人们有机会为未来做出最好的选择。”

“这是欧洲 HFCs 的关键一年,”EIA 气候活动负责人克莱尔·佩里补充道。“随着这些气体的逐步减少,加上预充 HFC 设备获得配额的要求,预计将使供应减少到 2015 年的 44% 左右。”

暖通空调行业 2018 年发展信心满满

根据最新的美国空调、制冷、供热及空气净化设备展(AHR)和 ASHRAE 杂志年度经济展望调查,全球暖通空调制冷制造商的乐观情绪已飙升至历史新高。

在今年 1 月芝加哥举办的 AHR 展览会上进行的最新调查显示,89% 的公司预测业绩良好或增长良好,较 2017 年的乐观预期增长 15%。

这种乐观情绪也转化为对该行业 2018 年更高的销售预测,74% 的受访者预计增长速度将超过 5%,与 2017 年 65% 的受访者预测增长相比,增幅为 14%。

考虑到今年的业务发展势头强劲,预计 2018 年的强劲增长将更加令人印象深刻。在 2017 年,34% 的受访企业销售额显著增长(同比增长超过 10%)。2016 年只有 23% 的企业销售增长超过了 10%,2017 年企业达到这一成绩的数量增长了 50%。总的来说,69% 的公司在 2017 年的销售额增长,而 2016 年只有 57% 的企业销售额增长。

调查受访者最看好住宅、小型商业、写字楼和制造业/工业板块,70% 的受访者预测这些板块的业绩会很好或很好。紧随其后的是大型商业、学校和公共建筑、数据/电信中心和医院,每一个都在 60% 到 69% 的范围内。但是,乐观的前景覆盖了所有市场,每一个市场都将在 2018 年实现 50% 或更好的增长。

2018 年展望的一个转变是,新建建筑被认为是最大的市场驱动因素,而不是之前认为的 2017 年最大的驱动因素是维修或改造。有 45% 的受访者将新建建筑列为 2018 年的增长引擎,比 2017 年的调查高出 50%,当时只有 30% 的受访者认为新建建筑是最大的驱动力。

就业主要求而言,首先是可靠性,初投资和能源效率紧随其后,而这些因素在 2018 年的购买决策中是最具影响力的三个因素。这三个因素的重要性在 2017 年的调查中没有变化,受访者对其排名也是最高的。

| 芬兰热泵投资将达每年 5 亿欧元

热泵销售数据显示去年无论在销售量还是销售额方面都上涨。大型热泵机组的销售继续增加。6 万多台热泵的投资每年高达 5 亿欧元。2017 年安装热泵的热输出功率为 500MW。去年安装的热泵每年从周围的房屋中抽出超过 5000MW·h 的能量。芬兰现在已经安装了超过 80 万台的热泵，每年生产 6~7 万 MW·h 的可再生能源。

据芬兰热泵协会统计，2017 年销售了 62000 台热泵，比前一年增长 3%。空气源热泵达到 47000 台，地源热泵 8000 台，空气-水热泵 4000 台，热回收热泵 3000 台。除了地源热泵以外，其他热泵销量均得到增长。地源热泵销量减少了 5%，但其规模有所增加，所以在销售额方

面也有所增加。芬兰热泵协会执行董事 Jussi Hirvonen 说，变频器调节的地源热泵的突破也为欧元销售额的增加做出了贡献。

现超过 70% 的新建单体住宅选择热泵解决方案，他们主要选择地热或热回收热泵。大约 5000 个燃油锅炉被地热所取代，目前这种置换率仍然很低，尽管置换的盈利能力对业主来说是极好的，通常投资回报率超过了 10%。但仍有 20 万户使用燃油锅炉采暖。空气源和空气-水热泵最常用来取代燃油和电锅炉系统，或与它们一起运行。空气源热泵主要用于直接用电采暖的房屋。此外，市场上对空气源和空气-水热泵有更好的发展空间，如工业厂房和服务大楼。

| ASHRAE 发布新版基础教育学校建筑零能耗设计指南

新版高阶能源设计指南现已发行，主要帮助基础教育学校建筑的业主、承包商、咨询工程师、建筑师、设计师和管理者低成本地达到高阶节能水平。

《基础教育学校高阶能源设计指南——实现零能耗》是设计和建造零能耗建筑系列指南的第一本。指南由美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE）、美国建筑师协会（AIA）、照明工程学会（IES）、美国绿色建筑委员会（USGBC）主编，通过国家可再生能源实验室（NREL）得到美国能源部（DOE）的支持和资助。指南现在可在 ASHRAE 网站免费下载。

《指南》在广受欢迎的 50% 先进能源设计指南系列基础上，对最新能效建议进行了修改。此外，它还还为项目的可再生能源发

电提供指导，并建立了一套实现零能耗的能源性能目标。这些目标适用于所有 ASHRAE 气候区，无论是现场能源还是供应能源。在整个指南中提供了实现能源目标的策略，涵盖了如何设定可测量的目标，雇佣实现这个目标的设计团队，在整个设计和施工过程中进行模拟，并保持随时了解过程中的决策如何影响能源消耗。与前版指南一样，新版指南提供了具体专业领域，包括：建筑和场地规划、围护结构、采光、电灯、插座、厨房和食品服务、生活热水、暖通空调和可再生能源发电。每个部分都包含多个建议，逐步将设计引导至零能耗目标。案例研究和技术实例中列举了在典型建设预算中，能源目标是可以实现的，并且在实际应用中展示了这些技术。

| 东南亚 寻求高效制冷方式

到 2040 年，世界新兴经济体对空调的需求将不断增长，可能会激发家庭能源使用增加 64%，产生 2310 万吨的碳排放。这是在曼谷召开的首届东盟制冷峰会上发布的一份白皮书披露的一项数据。

此次峰会由联合国环境署与《生态经济》组织主办，汇聚了来自商界、政府、民间社团和学术界的不同领导人，讨论如何解决东南亚地区可持续制冷问题。

白皮书称，到 2040 年制冷和空调等制冷技术将占到东南亚电力需求的 40%。它估计，如果东盟国家使用节能产品制冷，可以减少 100 万 MW 的用电量——相当于 50 个燃煤发电厂的年产量——每年节约 120 亿美元。然而，人们几乎没有意识到节能减排的必要性，以达到国家减排目标。但人们普遍认为，建筑有时会被过度冷却。近一半的受访者认为，“增加建设太阳能发电厂”是减少该地区温室气体排放的最重要途径，而不是提高空调机组的效率。

白皮书还指出，公众对空调使用的制冷剂和对环境影响的认识也较低。超过 45% 的受访者不同意或强烈反对“我国人民意识到空调制冷剂对环境造成的危害”。

白皮书还包括了印度尼西亚的一个案例研究，继中国和印度之后，印尼是亚洲第三大使用空调的国家。尽管印尼的空调数量激增，但人们对节能和可持续制冷的好处知之甚少，政府也采取了相对不干涉的方式来推广节能产品。



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。

概要

供热是能源终端消耗的最大方式，也是全球二氧化碳排放的重要方式。

2015年全球最终能源消耗中，供热占到了50%以上，其中工业（包括农业）消耗的热量占60%，建筑占40%。

热量主要是由化石燃料产生的，生产过程中造成近40%与能源有关的二氧化碳排放，同时也是造成了当地空气污染问题。而大量的热量在低能效建筑、设备和工业过程被浪费掉。目前，制冷只占

总能源消耗的2%，但迅速增长，尤其是在新兴经济体中。

可再生能源可以在脱碳和提供更清洁的供热方面发挥关键作用。

可再生能源可以直接（通过生物能源、地热能或太阳能）和间接（通过可再生能源发电）产生热量。解决方案通常是复杂和因地制宜的。区域供热（供冷）可使城市地区转而使用可再生能源。使用可再生能源的转变也需要专门设计研究，可以提高建筑能效和需要供热的工业过程以及对余热的利用。

近年来，可再生能源供热增长速度有所加快，但仍低于可再生能源发电。2015年，可再生能源供热（包括用于供热的可再生能源发电）只占全球总供热量的9%，而在过去5年里，可再生能源供热增长约为12%，而同期可再生能源发电的增幅为31%。为达到气候变化的目标，可再生能源供热的发展更需加速。在许多国家，这将带来其他好处，特别是减少当地的空气污染和增强能源安全。然而，经济和非经济的多重障碍制约了其快速发展。

需要政策的干预来克服障碍并符合当地情况。

许多国家已经有了一些支持可再生能源发展的方式。最常用的政策工具是财政激励（拨款、补贴、能源税）和义务（例如建筑规范）。在许多国家，地方政府也发挥着重要作用，例如在当地的供热规划方面。明确的目标是行业发展的重要推动力，例如欧盟可再生能源指令的目标。

本文研究了国际能源署（IEA）的9个成员国和伙伴国家的供热政策，包括中国、丹麦、芬兰、法国、德国、荷兰、瑞典、英国和美国。虽然9个国家的供热需求和可再生能源供热的发展潜力有所不同，但按照相近的可再生能源供热份额划分，分析报告确定了相似国家普遍采用的政策方法和背景因素：

- 拥有较高可再生能源供热份额的国家，已经制定了积极的供热政策（包括雄心勃勃的目标）。最初，政策倾向于区域供暖的发展，但随着时间的推移，政策已经转向支持从化石燃料转向可再生能源。在丹麦、芬兰和瑞典，这得益于大量的生物能源的供应，可用于区域、单体和工业供热。虽然在许多情况下，财政激励很重要，但对碳排放税和能源税也越来越多地倾向于可再生能源发展。其他重要的政策工具包括建筑规范和制度，促进可再生能源供热发展以及提高能源效率。然而，即使是这些相对成功的国家，也需要采取更多的措施，利用多种能源系统来符合供热政策。

- 在可再生能源供热比例较低的国家，可再生能源供热在政策方面通常不被优先考虑，因为这些国家可以采用廉价的化石燃料供热。在许多情况下，例如在荷兰、英国和美国，大多数供热方式都采用天然气供热。此外，较低的能源税和缺乏区域供暖往往会阻碍这些国家更大规模利用可再生能源供热。然而，在许多国家供热问题已经列入政策计划，并正在实施更多的积极政策。

由于缺乏可再生能源供热数据，很难对政策的有效性进行深入的评估，并比较不同国家的政策方法。很少有国家发布全面的可再生能源供热应用数据，包括成本数据。一些现有的数据，尤其是生物能源，存在着高度的不确定性。

可再生能源供热的快速发展恐难以实现。既有建筑改造、建筑及工业的供热设备更新换代进展缓慢，再加上多种障碍，这些都必须制定一项长期的政策工具进行供热行业的脱碳。然而，大多数国家会有一些选择（例如利用有机废物产生的沼气），这些方式可以更快地实施并带来多种好处。随着正确的规划和政策的转变，建筑和工业的清洁供热可以随着时间的推移而实现。

政策建议

为了实现长期的清洁能源转型和气候变化目标，政策制定者需要更多地关注供热。政策将需要因国家而异，但对于具有某些共同特征的国家的优先政策建议包括：

1. 拥有大规模区域供暖网络的国家

a) 已经拥有较高可再生能源供热份额的国家（40+%）

- 将更多的重点放在行业集成上，尤其是在多种可再生能源快速增长的国家。例如，鼓励使用热泵满足供热需求。

- 确保能源效率和供热政策间的成本优化调整。例如，在可再生能源供热是最佳选择的地区，避免区域供暖资产被搁置。

- 确保生物质资源在区域供暖和其他需要进行脱碳的部门之间进行最佳分配。

b) 可再生能源供热中等份额国家（20~40%）

- 制定区域供暖进一步脱碳的目标和发展策略。
- 开发克服非经济障碍的工具（例如支持发展供应链）。

- 鼓励可再生能源供热在工业中的应用，特别是可利用热电联产或工业余热。

2. 可再生能源供热比例相对较低（10~20%）和部分区域供暖国家

- 考虑建筑改造规定，要求可再生能源供暖的特定份额（或采用区域供暖）。

- 激励区域供热升温，重点关注低碳热源。

- 确保能源税和其他费用（例如可再生电能附加费）不能抑制可再生能源供热的应用，特别热泵的应用。

3. 天然气国家（大规模天然气网，天然气低廉价格，很少的可再生能源供热或区域供热）

- 制定明确目标、发展路径和策略，以增加可再生能源供热份额。

- 实施碳定价，随着时间推移逐步增加。

- 制定有效的法规（例如新建建筑制定建筑规范，要求安装可再生能源供暖，以提供更多的市场确定性）。

- 支持研发创新方案，如在天然气网中使用可再生能源制氢。

简介

自国际能源署 IEA 首次发布可再生能源的报告以来，已经过去了 10 多年。《可再生能源用于供热和制冷——未开发的潜力》（IEA，2007）描述了可再生能源在这个领域的潜力，一个“休眠的巨

人”。从2007年到2015年，可再生能源供热的增长已经达到了23%（根据2015年最新数据），但其潜力仍未得到充分利用，而这个巨大的、还在运转的巨人，还没有完全清醒过来。2017年，由能源、投资和其他关键部门人员组成的能源转型委员会将供热、制冷和烹饪的脱碳过程列为能源转型中最大的收获之一。

在发展方面，可再生能源发电的对比是显而易见的：2007年，全球直接可再生能源供热消耗12.7 EJ 高于可再生发电消耗10.6 EJ。到2015年，可再生能源发电已经超过了可再生能源，最终消耗量分别为16.6 EJ 和15.3 EJ，并预计将以更快的速度继续发展。

目前可再生能源发电在装机容量方面比火力发电大，而且成本也大幅降低，尤其是在陆上风能和太阳能光伏发电方面。

这些成功绝非偶然，在许多国家可再生能源发电一直是能源政策的主要焦点，有着大量财政和其他政策支持。同时，可再生能源供暖仍然是能源政策的“灰姑娘”，受到政策制定者的关注相对较少。然而，就最终用途而言，供热更重要，占最终总消费量的一半以上，而非供热用电的比例为15%（见图1）。

关键信息：

供热占据着全球能源主导消费地位，提供关键服务，如空间供暖、热水和工业供热。

慢慢地，政策圈并不关注供热方面的情况正在改变。例如，在2016年，欧盟委员会制定了其第一个《供热和制冷政策》，并在最近几年里，世界

各国推出了一系列新政策。建筑供暖和制冷也是七项“创新使命”的挑战之一，旨在通过增加能源研发投入来实现性能突破和成本降低。创新使命得到了18个国家和欧盟委员会的支持。

自2007年报告发布以来，国际能源署一直在研究可再生能源供暖（和其他供暖方式）的各个方面，包括技术、市场和政策等。本文以国际能源署之前的工作为基础，深入研究了几个主要国家的最新可再生能源供热政策的发展。在专注于可再生能源供热的同时，更将它定位于更广泛的能源转型中，并强调作为一种能源系统方式的重要性，包括能源效率。本文的目标是确定哪些政策方法可行，以及如何在可再生能源供热和其他可持续供热方式中实现逐步转变。

除了这份报告外，国际能源署最近还出版了另外两份出版物，涵盖可再生能源供热的各个方面：《生物能源可持续利用技术路线图》和《工业可再生能源应用研究报告》。

为什么供热很重要？

在全球范围内，超过一半（52%）的最终能源消耗是用于供热的，2015年的能源消耗相当于205 EJ（相当于4 900兆吨石油当量）。接近一半的供热用于建筑空间供暖、热水和烹饪（在非洲和亚洲的部分地区仍使用传统的固体生物质）。另外一半是用于工业，例如产生蒸汽驱动工业过程。近四分之三的供热是通过直接燃烧石油、煤炭、天然气产生的（见图2），约9%的供热需求是由“现代”可再生能源和可再生能源电力来满足的。相比之下，2016年全球发电的可再生能源发电比例为24%。

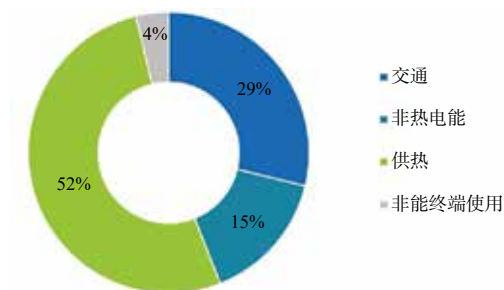


图1 2015年全球热能消耗比例

来源：国际能源署 IEA 发布的2017年世界能源统计和2017年世界能源展望

注：供热包括用电供热，大概占热能消耗的6%。

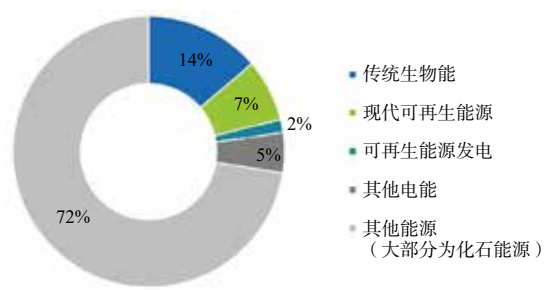


图2 2015年全球热能消耗总量

来源：国际能源署 IEA 发布的2017年世界能源统计和2017年世界能源展望

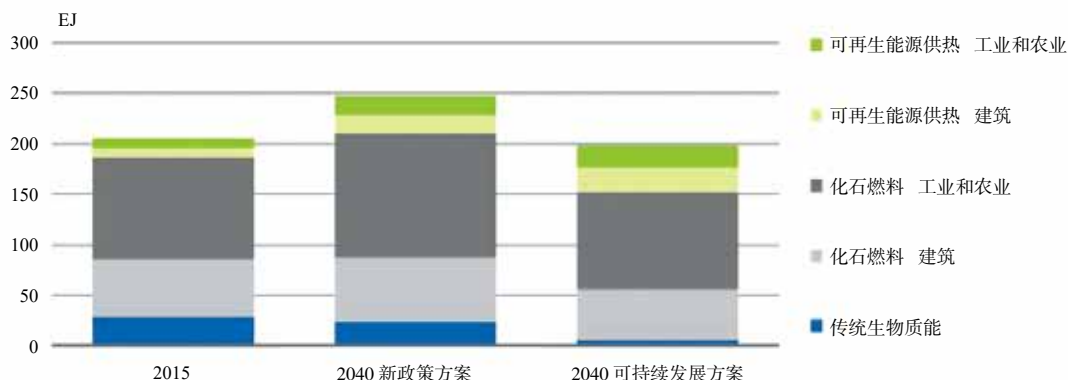


图3 2040年世界能源展望中热能消耗

来源：国际能源署 IEA 发布的 2017 年世界能源统计和 2017 年世界能源展望

关键信息：

化石燃料继续主导全球热量消耗。供热仍是二氧化碳排放的重要来源。

可再生能源供热的数据有限，因为大部分传输供热并没有被计量，除非是通过商业区域供热系统销售的热量。数据的缺失对于小规模生物能来说尤其重要，因为它是由用户直接收集或在没有记录的非正规市场销售。

由于气候、建筑物和供暖设备的能效、经济发展水平以及不同的工业结构，不同国家间的供热需求差异很大。

寒冷的气候显然意味着较高的空间供热需求，建筑物能效的不同使得建筑每平米热负荷也有很大的变化。在工业领域，水泥、化工和钢铁行业是行业中耗热量的大户。

大部分的热量都是在北半球使用的，因为这些国家都有重要的供暖和工业热能需求。世界上最大的热能消费国是中国。2015年，中国占全球总热量消耗的26%，达到53.7EJ。2015年，中国70%的热量消耗来自工业，而在欧盟和美国，大部分需求发生在建筑上（分别为59%和54%）。

在国际能源署的《世界能源展望》中，考虑到当前的政策或承诺（新政策方案），预计供热的需求仍将增长。尽管可再生能源供热的消耗量将会增加一倍以上，以满足部分增长需求，但对化石燃料供热仍有望增长，工业增长（+22%）将是建筑的两倍（+11%）。即使在能源效率和可再生能源水平较高的情况下（可持续发展方案），化石燃料仍将继续主导热量消耗（图3）。

关键信息：

尽管能源效率和可再生能源的增长，在未来几

十年里，化石燃料继续扮演着重要的角色。

对供热的需求成为二氧化碳排放的一个重要因素，2015年二氧化碳排放量约为12.5亿吨，占全年能源相关排放的39%。因此，供热领域的脱碳解决方案，对于实现巴黎气候变化协议的宏伟目标至关重要。

此外，化石燃料燃烧（特别是煤或石油）是造成城市污染的重要因素，特别是通过颗粒物（PM）排放。例如，在中国许多城市，区域供暖燃煤锅炉是其冬季空气污染的主要原因。颗粒物排放也可以通过燃烧固体物质取暖产生，但对锅炉和炉灶排放的严格控制，使用适当的燃料（如煤球），可以解决这些污染物。此外，在发展中国家，用于烹饪的低效率固体生物质燃烧是一个主要问题，室内空气污染对健康造成了严重的影响。

本文的重点是供热。然而，制冷也是建筑、工业和交通运输中一个重要且快速增长的能源服务需求。空间制冷占全球能源消耗的2%左右，其中大部分的冷却需求由空调等电器来满足。

与供热一样，提高制冷设备和工程的能源效率有很大的空间。制冷需求和太阳能供应之间的良好匹配为分布式太阳能光伏发电和自我消耗提供了机会，这可以增加一些蓄冷（例如冰蓄冷）。还有一些具有良好发展潜力的直接可再生能源可供选择（比如太阳能吸收制冷和地能冷却）。

国际能源署认为制冷是一项重要且快速增长的能源服务需求，并将在基加利冷却效率计划的支持下进一步进行制冷分析。

下期将从政策和非政策方面介绍清洁供暖发展瓶颈及解决办法，敬请关注。



徐伟：降低建筑供暖负荷 全面实现清洁供暖

本刊编辑部

煤改气（电）是清洁供暖的重要方式，尽管供暖季前做了多种评估论证，但多种因素形成的气荒，还是让大家有点措手不及，为了保证百姓冬季采暖，环保部向京津冀及周边地区城市下发《关于请做好散煤综合治理确保群众温暖过冬工作的函》，指出“进入供暖季，凡属没有完工的项目或地方，继续沿用过去的燃煤取暖方式或其他替代方式”。正在轰轰烈烈推动的“清洁供暖”工作，似乎出现了“返

煤”现象。接下来，清洁供暖该如何推进，中国建筑科学研究院环境与节能院院长徐伟提出过他的担忧：我国正在进行的“清洁供暖”工作，存在“返煤”的风险，并提出了相关建议。

多种因素使“清洁供暖” 存在“返煤”风险

“清洁供暖”是一个系统工程，必须综合考虑多方面因素。在徐伟看来，清洁供暖涉及的经济性、民众需求、气源供给等因素，都极有可能影响清洁

供暖工作面临“返煤”的风险。

“煤改气（电）”的经济性。徐伟以“煤改气”的实际例子分析说，县级以下城市的非节能房子负荷往往很大，北京地区的住宅按照能耗值为100瓦/小时/平方米来计算的话，加上政府补贴后的燃气取暖费用大概为每年4400元。这与之之前农村燃煤取暖的平均费用明显有较大出入，“煤改气”在不被村民所接受的情况下，如政府监管不力就很有可能会出现“返煤”情况。

“煤改气(电)”村民的需求和习惯。农村实施“煤改气”以后,村民们不再需要烧煤,改用天然气来供暖、做饭,那么“煤改电”村民在实际生活中,是否习惯于用电器做饭呢?或者采用其他供暖方式的村民又改用什么方式来做饭呢?这些都是需要考虑的问题。

气源供给问题。现阶段还没有真正进入严寒时期,“气荒”现象就已经在个别地区开始陆续出现。在河北的某个县级市,据说已经开始“保民生”采取了对公共建筑燃气用户停止燃气供应的应急措施。

为了避免陷入“返煤”危机,徐伟认为结合国内城市供热现状,有效降低供暖负荷可达到“因地制宜”的理想效果,应该受到更多关注。

降低供暖负荷是防范“返煤”风险良策

徐伟分析说,既有建筑和新建建筑在全部采用清洁取暖的基础上,如果再进行20%~50%超低能耗的节能改造,污染物的排放量将减少20%~40%。对此,徐伟还认为降低供暖负荷可以间接增加供暖容量、提高非节能建筑的热环境、提高投入产出比,并能有效降低“返煤”风险,对于“清洁供暖”工作的持续推进有着重要意义。

那么,如何才能有效降低供暖负荷呢?降低建筑室内能耗是有效途径,徐伟指出可从以下几点入手:

首先应该做好包括墙体和

窗户在内的围护结构的保温处理。做好外墙保温处理,相当于人们在严寒的冬天穿着羽绒服,既隔绝了外界的冷空气,也储存了自身热量。门窗的保温性和密封性对建筑能耗也有着直接的影响。

其次是热桥的设计和沟通。由建筑保温设计不完善及施工控制不严格等因素造成建筑局部产生热桥现象,应及时与设计单位、建设单位沟通,及早处理缺陷部位的保温设计,尽可能地消除热桥对建筑造成的热损失。

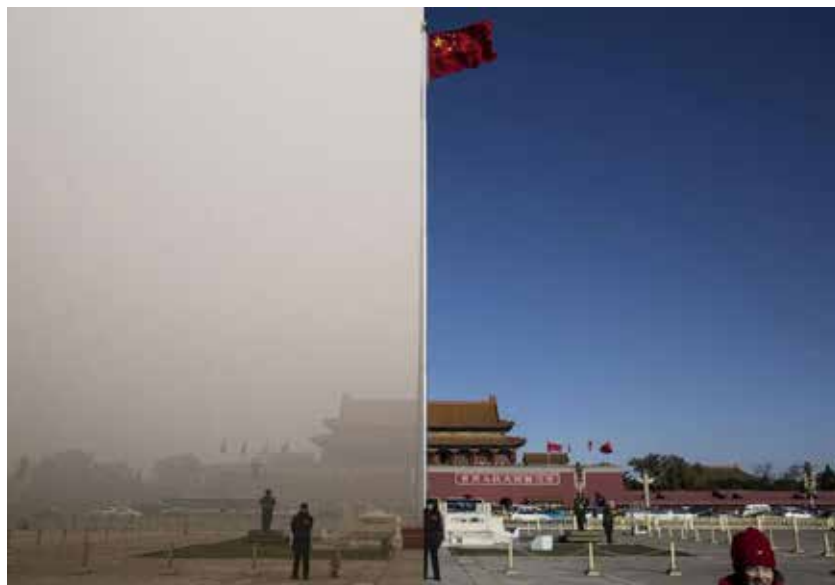
徐伟从数据出发,对上述采用降低建筑能耗有效达到降低供暖负荷的可行性进行了举例分析:

我国西北首个被动式建筑示范项目——新疆乌鲁木齐的“幸福堡”工程,从设计规划,到选材施工直至竣工等各环节,

均接受德国被动式建筑研究所的检测及认证。德国要求零热桥能耗,即使现行一般节能标准热桥也不会超出0.05瓦/平方米。正是在这样高严格的要求下,“幸福堡”工程与传统的非节能建筑相比,能耗值只需要15千瓦/小时/平方米,节能率达到90%以上。

基于上述对降低供暖负荷的分析,徐伟建议,城市在进行新建建筑超低能耗发展的同时也要进行既有建筑的节能改造,并且要积极探索各类降低供暖负荷的实践及制订相对应的政策。目前进行的“煤改气(电)”工程从供给侧实现了多个城市的清洁供暖,但为了避免“返煤”现象的发生,真正将清洁供暖工作做到“既叫好又叫座”,还应适当地在需求侧进行管理。

(根据中国清洁供暖(新疆)论坛发言整理)



清洁供暖在北方取得了明显的成效,北京空气质量明显好于往年。

关于加快浅层地热能开发利用促进北方采暖地区燃煤减量替代的通知

发改环资〔2017〕2278号

近年来,一些地区积极发展浅层地热能供热(冷)一体化服务,在减少燃煤消耗、提高区域能源利用效率等方面取得明显成效。为贯彻落实《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》(国发〔2013〕37号)、《国务院关于印发“十三五”节能减排综合工作方案的通知》(国发〔2016〕74号)、《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》(国发〔2016〕65号)以及国家发展改革委等部门《关于印发〈重点地区煤炭消费减量替代管理暂行办法〉的通知》(发改环资〔2014〕2984号)和《关于推进北方采暖地区城镇清洁供暖的指导意见》(建城〔2017〕196号),因地制宜加快推进浅层地热能开发利用,推进北方采暖地区居民供热等领域燃煤减量替代,提高区域供热(冷)能源利用效率和清洁化水平,改善空气环境质量,现提出以下意见。

一、总体要求

(一)指导思想。

全面贯彻落实党的十九大精神,认真学习贯彻落实习近平新时代中国特色社会主义思想,落实新发展理念,按照“企业为主、政府推动、居民可承受”方针,统筹运用相关政策,支持和规范浅层地热能开发利用,提升居民供暖清洁化水平,改善空气环境质量。

(二)基本原则。

浅层地热能(亦称地温能)指自然界江、河、湖、海等地表水源、污水(再生水)源及地表以下200米以内、温度低于25摄氏度的岩土体和地下水中的低品位热能,可经热泵系统采集提取后用于建筑供热(冷)。在浅层地热能开发利用中应坚持以下原则:

1. 因地制宜。立足区域地质、水资源和浅层地热能特点、居民用能需求,结合城区、园区、郊县、农村经济发展状况、资源禀赋、气象条件、建筑物分布、配电条件等,合理开发利用地表水(含江、河、湖、海等)、污水(再生水)、岩土体、地下水等蕴含的浅层地热能,不断扩大浅层地热能的城市供暖中的应用。

2. 安全稳定。供热(冷)涉及民生,浅层地热能开发利用必须把保障安全稳定运行放在首位,工程建设和运营单位应具备经营状况稳定、资信良好、技术成熟、建设规范、工程质量优良等条件,并符合当地供热管理有关规定,确保供热(冷)系统安全稳定可靠,满足供热、能效、环保、水资源保护要求。

3. 环境友好。浅层地热能开发利用应以严格保护水资源和生态环境为前提,确保不浪费水资源、不污染水质、不破坏土壤热平衡、不产生地质灾害。

4. 市场主导与政府推动相结合。充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,以高质量满足社会供热(冷)需求不断提升人民群众获得感为出发点,鼓励各类投资主体参与浅层地热能开发。更好发挥

政府作用,针对浅层地热能开发利用的瓶颈制约,用改革的办法破除体制机制障碍,有效发挥政府规划引导、政策激励和监督管理作用,营造有利于浅层地热能开发利用的公平竞争市场环境。

(三)主要目标。

以京津冀及周边地区等北方采暖地区为重点,到2020年,浅层地热能供热(冷)领域得到有效应用,应用水平得到较大提升,在替代民用散煤供热(冷)方面发挥积极作用,区域供热(冷)用能结构得到优化,相关政策机制和保障制度进一步完善,浅层地热能利用技术开发、咨询评价、关键设备制造、工程建设、运营服务等产业体系进一步健全。

二、统筹推进浅层地热能开发利用

相关地区各级发展改革、运行、国土、环保、住建、水利、能源、节能等相关部门要把浅层地热能利用作为燃煤减量替代、推进新型城镇化、健全城乡能源基础设施、推进供热(冷)等公共服务均等化等工作的重要内容,加强组织领导,强化统筹协调,大力推动本地区实施浅层地热能利用工程,促进煤炭减量替代,改善环境质量。

(一)科学规划开发布局。

相关地区国土资源主管部门要会同有关部门开展中小城镇及农村浅层地热能资源勘察评价,摸清地质条件,合理划定地热矿业权设置区块,并纳入矿产资源规划和土地利用总体规划,为科学配置、高效利用浅层地热能资源提供基础。相关地区省级人民政府水行政主管部门会同发展改革、国土、住建、能源等部门依据区域水资源调查评价和开发利用规划、矿产资源规划和土地利用总体规划、浅层地热能勘察情况,组织划定水(地)源热泵系统适宜发展区、限制发展区和禁止发展区,科学规划水(地)源热泵系统建设布局。相关地区省级能源主管部门会同有关部门将本地区浅层地热能开发利用纳入相

关规划,并依法同步开展规划环境影响评价。有关部门进一步健全和完善浅层地热能开发利用的设计、施工、运行、环保等相关标准,制定出台水(地)源热泵系统建设项目水资源论证技术规范和标准,明确浅层地热能热泵系统的能效、回灌、运行管理等相关要求。

在地下水饮用水水源地及其保护区范围内,禁止以保护的目标含水层作为热泵水源;对于地下水禁止开采区禁采含水层及与其水力联系密切的含水层、限制开采区的限采含水层,禁止将地下水作为热泵水源;禁止以承压含水层地下水作为热泵水源。浅层地热能开发利用项目应依法开展环境影响评价;涉及取水的,应开展水资源论证,向当地水行政主管部门提交取水许可申请,取得取水许可证后方可取水;涉及建设地下水开采井的,应按水行政主管部门取水许可审批确定的地下水取水工程建设方案施工建设。

(二)因地制宜开发利用。

相关地区要充分考虑本地区经济发展水平、区域用能结构、地理、地质与水文条件等,结合地方供热(冷)需求,对现有非清洁燃煤供暖适宜用浅层地热能替代的,应尽快完成替代;对集中供暖无法覆盖的城乡结合部等区域,在适宜发展浅层地热能供暖的情况下,积极发展浅层地热能供暖。

相关地区要根据供热资源禀赋,因地制宜选取浅层地热能开发利用方式。对地表水和污水(再生水)资源禀赋好的地区,积极发展地表水源热泵供暖;对集中度不高的供暖需求,在不破坏土壤热平衡的情况下,积极采用分布式土壤源热泵供暖;对水文、地质条件适宜地区,在100%回灌、不污染地下水的情况下,积极推广地下水源热泵技术供暖。

(三)提升运行管理水平。

浅层地热能开发利用涉及土壤环境和地下水及地表水环境,项目建设和运营应严格依据国家相关法律法规和标准规范进行。运营单位要健全浅层地热能利用系统运行维护管理,综合运用互联网、智能监控等技术,确保系统安全稳定高效运行,供热质量、服务等达到所在地有关标准要求。严格保护地下水水质,制定目标水源动态监测与保护方案,定期对回灌水和采温层地下水取样送检,并记录在案建档管理;应对采温层岩土质量、地下水水位、系统运行效率等实施长期监测,其中供水温度、系统COP系数、土壤温度等参数应接入国家能耗在线监测系统,实现实时在线监测。对取用及回灌地下水的,应分别在取、灌管道上安装水量自动监测设施,并接入当地水行政主管部门水资源信息管理平台。热泵机组全年综合性能系数(ACOP)应符合相关标准要求,系统供热平均

运行性能系数(COP)不得低于3.5。

(四)创新开发利用模式。

在浅层地热能开发利用领域大力推广采取合同能源管理模式,鼓励将浅层地热能开发利用项目整体打包,采取建设-运营-维护一体化的合同能源管理模式,系统运营维护交由专业化的合同能源服务公司。运营单位对系统运行负总责,并制定供热(冷)服务方案,针对影响系统稳定运行的因素编制预案。

三、加强政策保障和监督管理

(一)完善支持政策。

浅层地热能开发利用项目运行电价和供暖收费按照《国家发展改革委关于印发北方地区清洁供暖价格政策意见的通知》(发改价格〔2017〕1684号)等相关规定执行。对传统供热地区,浅层地热能供暖价格原则上由政府按照供暖实际成本,在考虑合理收益的基础上,科学合理确定;其他地区供热(冷)价格由相关方协商确定。

对通过合同能源管理方式实施的浅层地热能利用项目,按有关规定享受税收政策优惠;中央预算内资金积极支持浅层地热能利用项目建设。相关地区要加大支持力度,将浅层地热能供暖纳入供暖行业支持范围,符合当地供热管理相关要求的浅层地热能供热企业作为热力产品生产企业和热力产品经营企业享受供热企业相关支持政策。

鼓励相关地区创新投融资模式、供热体制和供热运营模式,进一步放开城镇供暖行业的市场准入,大力推广政府和社会资本合作(PPP)模式,积极支持社会资本参与浅层地热能开发。鼓励投资主体发行绿色债券实施浅层地热能开发利用。鼓励金融机构、融资租赁企业创新金融产品和融资模式支持浅层地热能开发利用。

(二)加强示范引导和技术进步。

相关地区要组织实施浅层地热能利用工程,选择一批城镇、园区、郊县、乡村开展示范,发挥其惠民生、控煤炭、促节能的示范作用。国家发展改革委同有关部门选取地方典型案例向社会发布,引导社会选用工艺技术先进、服务质量优良的设备生产、项目建设和运营维护单位,有效推动节能减排和改善生态环境。相关地区发展改革委、住房城乡建设部门要及时组织示范工程项目申报。加大对浅层地热能供暖技术的研发投入和科技创新,提升装备技术水平,进一步提高浅层地热能供暖系统的稳定性和可靠性。

(三)建立健全承诺和评估机制。

国家发展改革委、住房城乡建设部、水利部组

织建立浅层地热能开发利用项目信息库，由项目单位登记项目信息，包括企业信息、项目建设信息、运行信息，并承诺项目符合浅层地热能开发利用相关法律法规和标准规范要求，提交定期评估报告等，接受事中和事后监管。运营单位每年对项目运行维护情况进行评价，重点评估系统运行效率、供回水温度、地下水回灌率、土壤温度波动、土壤及地下水质量检测情况等，评价报告作为项目信息提交浅层地热能利用项目信息库。

（四）加强监督检查。

相关地区各级发展改革、运行、国土、环保、住建、水利、能源、节能等相关部门要按照职责加强浅层地热能开发利用的监督管理，重点对温度、水位、水质等开展长期动态监测，对项目的供暖保障、能效、环保、水资源管理保护、回灌等环节进行监管。地下水水源热泵回灌率达不到相关标准要求、回灌导致含水层地下水水质下降、开采地下水引发地面

沉降等地质与生态环境问题的，由国土、环保、水利等部门按照国家有关法律法规依法查处；对导致水质恶化或诱发严重环境水文地质问题的，由国土、环保、水利等部门依法查处；对机组及系统热效率不达标、地温连续3年持续单向变化等，不得享受价格、热（冷）费、税收等清洁供暖相关支持政策；对未按批准的取水许可规定条件取水、污染水质、破坏土壤热平衡、产生地质灾害、未能履行供热承诺且整改后仍不能达到相关要求的项目单位失信行为纳入全国信用信息共享平台，实施失信联合惩戒。

国家发展改革委

国土资源部

环境保护部

住房城乡建设部

水利部

国家能源局

2017年12月29日

住房城乡建设部办公厅 银监会办公厅

关于批复 2017 年公共建筑能效提升重点城市建设方案的通知

建办科[2017]72号

有关省、自治区、直辖市、计划单列市住房城乡建设厅（局、委）、银监局：

根据《住房城乡建设部办公厅 银监会办公厅关于深化公共建筑能效提升重点城市建设有关工作的通知》（建办科函[2017]409号）要求，住房城乡建设部、银监会组织对有关地区报送的2017年公共建筑能效提升重点城市建设方案（以下简称重点城市建设方案）进行了审核，现批复如下：

一、原则同意重点城市建设方案提出的公共建筑能效提升目标任务（详见附件）。重点城市要在2020年底前完成目标任务，公共建筑节能改造项目平均节能比例不低于15%，通过合同能源管理模式实施的节能改造项目不低于40%；要完成公共建筑节能信息服务平台建设，确定各类型公共建筑能耗限额，开展基于限额的公共建筑用能管理。

二、原则同意重点城市建设方案中提出的地方支持政策、投融资方案和保障措施。重点城市住房城乡建设主管部门、银监会派出机构要加强与其他相关部门沟通协作，探索建立信息共享与产融合作机制，积极创新金融产品和金融服务，重点研究推动合同能源管理未来收益权质押的融资服务。

三、原则同意重点城市建设方案中提出的实施计划、技术路线。有关地区要因地制宜开展公共建筑能效提升工作，加大对公共建筑能效提升经济适用技术的创新和应用，探索形成本地区具备推广价

值的公共建筑能效提升技术产品体系。

四、各有关地区住房城乡建设主管部门要按照《住房城乡建设部办公厅关于印发〈公共建筑能源审计导则〉的通知》（建办科[2016]65号）、《住房城乡建设部办公厅关于印发〈公共建筑节能改造节能量核定导则〉的通知》（建办科函[2017]510号）要求，组织开展公共建筑能源审计和节能量核定工作，加强节能改造项目的日常监管和效果评估。

五、各有关地区要充分利用各类媒体宣传公共建筑节能工作，积极完善公众参与制度，不断扩大政策影响，为全面开展公共建筑能效提升发挥示范带动作用。

附件：公共建筑能效提升重点城市目标任务表（无）

中华人民共和国住房和城乡建设部办公厅

中国银行业监督管理委员会办公厅

2017年11月30日

关于推进黑龙江省城镇清洁供暖的实施意见

黑建规范〔2017〕16号

各市（地）、县（市）人民政府：

为贯彻落实中央关于加快实施北方清洁供暖的有关要求，依据《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕37号）、国家发展改革委等八部委《关于推进电能替代的指导意见》（发改能源〔2016〕1054号）、国家发展改革委《关于印发〈可再生能源发展“十三五”规划〉的通知》（发改能源〔2016〕2619号）、住房城乡建设部等四部委《关于推进北方采暖地区城镇清洁供暖的指导意见》（建城〔2017〕196号）和国家发展改革委《关于印发北方地区清洁供暖价格政策意见的通知》（发改价格〔2017〕1684号）相关部署，结合我省实际，现就我省推进城镇清洁供暖提出以下实施意见。

一、总体要求

（一）指导思想

全面贯彻落实党的十九大精神和习近平总书记对推进北方地区冬季清洁取暖工作的重要指示精神，按照“企业为主、政府推动、居民可承受”的原则，以满足群众取暖需求和减少城镇大气污染为导向，大力推进城镇燃气、电等清洁能源利用，消纳富余电力，进一步改善城镇冬季空气质量，加快推进城镇清洁供暖工作。

（二）基本原则

科学规划、统筹推进。科学编制城镇供热专项规划，将清洁供暖作为供热规划的重要组成部分，统筹安排热源、热网、热用户等各环节的规划内容，合理布局设施建设。

因地制宜，多元发展。根据城市经济发展水平、群众承受能力、资源能源、基础设施等条件，坚持能源安全保障与清洁发展并重，因地制宜推进天然气、电、可再生能源和工业余热供暖工作，促进清洁能源消纳；进一步发展集中供暖超低排放，形成清洁、高效、多元化的供暖新格局。

试点先行，有序推进。本着先易后难、逐步推开的原则，因地制宜、稳步有序地推进经济性好、节能减排效益佳的清洁供暖项目。在总结试点经验的基础上，稳步推进清洁能源供暖。

企业为主，政府推动。各地要加强对清洁供暖工作的引导和指导，加强统筹协调，制定完善支持政策。要充分发挥企业主体作用，引入市场机制，鼓励和引导社会资本投资建设运营清洁供暖设施。支持清洁供暖运营企业在新建建筑开展供暖运营。

（三）总体目标

各地通过推进清洁供暖，提高燃煤清洁热源、燃气、电等清洁能源供暖占比，减少大气污染排放。城市城区，2019年清洁取暖率达到60%以上；2021年清洁取暖率达到80%以上。县城和城乡结合部，

2019年清洁取暖率达到50%以上；2021年清洁取暖率达到70%以上。

二、重点任务

（一）科学编制专项规划。各地要结合当地实际和燃气、电力、可再生能源等发展规划，组织编制和修订供热专项规划。供热专项规划要包含清洁供暖专项内容，科学制定近远期发展目标和措施，选择适合当地的清洁供暖技术路线，合理规划热源、管网布局，配置基础热源和调峰热源，建立供暖设施建设项目库。优化区域集中供暖，推动建立“一网多源”供暖格局，加强供热区域内多热源互联互通、环网联网运行，提高供热可靠性、稳定性。严格按照专项规划合理安排建设时序，加快建设清洁供暖项目，有序推进项目落地。

（二）加快推进燃煤热源清洁化改造。各地要有计划、有步骤地实施燃煤热源超低排放改造，逐步提高燃煤热源清洁化比例。具备改造条件的燃煤热源应当尽快实施超低排放改造，鼓励采取第三方提供改造、运营、维护一体化服务的合同能源管理模式实施改造。不具备超低排放改造条件，但具备替代条件的燃煤热源，应因地制宜采用工业余热、天然气、电能、可再生能源等清洁热源替代，或并入已实现清洁化的城市集中供暖管网。城市主城区、城乡结合部及城中村要结合旧城改造、棚户区改造以及老旧小区改造等工作全面取消散煤取暖，采用清洁化热源供暖。

（三）因地制宜推进天然气和电供暖。以哈尔滨市为清洁能源供暖试点，率先推进天然气供暖和电供暖。其他地区也应结合当地条件发展天然气供暖和电供暖，宜气则气，宜电则电，避免重复建设。在气源落实的区域，选择天然气分布式能源、燃气壁挂炉、燃气锅炉等多种方式，推进天然气供暖。在电力充足的区域，优先发展用户电热膜、发热电

缆等终端电供暖方式；对新建民用建筑和集中供热管网覆盖范围以外的既有学校、商场、办公楼等公共建筑，优先发展用户电热膜、发热电缆等终端电供暖和电蓄热供暖方式；同时，各地要综合运用热泵、终端电供暖、高效电锅炉、电蓄热等电能替代技术和方式推进电供暖，积极发展电供暖与蓄热相结合供暖模式。

（四）大力发展可再生能源供暖。各地要结合实际大力推进风能、太阳能、地热能、生物质能等可再生能源供暖项目建设，并将可再生能源供暖纳入城乡能源规划一并实施推进。建立可再生能源与传统能源协同的多源互补和梯级利用的综合能源利用体系。加快推进清洁化生物质成型燃料供热项目建设，提高可再生能源在供热中的占比。

（五）有效利用工业等余热资源。充分挖掘和利用工业、生活污水等余热资源，建设高效采集、输送、利用的供暖体系。健全工业余热资源供暖运营体制机制，并协调配置清洁化备用热源和调峰热源，实现联网运行、多源互补，保障供暖系统安全稳定、可靠运行。

（六）加快供暖老旧管网设施改造。各地要建立老旧管网运行状况检测评估机制，及时摸底排查，制定改造计划，重点加快改造严重漏损或存在安全隐患的管网和热力站设施，降低供暖输配损耗。

（七）大力提高热用户端能效。进一步推进供热计量收费，

率先在政府机关、企事业单位、学校、商业、医院等单体公共建筑实行供热计量收费。严格执行供热计量相关规定和标准，做好供热计量设施建设、使用、收费等工作，促进热用户端节能降耗。推进建筑节能，新建建筑严格执行建筑节能标准，在有条件的地区推行超低能耗建筑和近零能耗建筑示范，加快推进既有居住建筑节能改造，优先改造采取清洁供暖方式的既有建筑。



三、保障措施

（一）加强组织领导，明确责任分工。各市（地）、县（市）政府是推进本地区清洁供暖的责任主体，要结合当地供暖实际，制定具体工作计划和实施方案，明确工作要求、时间进度、政策措施等，确保完成任务。

各地住房城乡建设、发展改革、财政、价格、环境保护、能源等部门要按照各自职责分工，协调配合，形成合力，加大监督、指导和协调力度，出台推进城镇清洁供暖的具体政策措施并抓好落实，确保清洁供暖工作顺利推进。

（二）完善配套支持政策。全面放开城镇供暖行业的市场准入，鼓励社会资本进入清洁供暖领域，利用适宜的市场化模式建设运营清洁供暖项目，保障合理的投资回报。电能清洁供暖用电价格按照国家 and 省物价部门有关文件要求执行。支持符合条件的电能清洁供暖项目参与黑龙江省电力市场竞争，与风电等各类发电企业开展电力直接交易，通过市场化方式降低用电价格。对采用电供暖等清洁供暖的项目，在有关住宅性能评定时给予优先推荐。通过低息贷款、推动投资主体发行债券等方式加大对清洁供暖工程的投融资支持力度。对燃煤锅炉严格环保和能效达标准入，加大对燃煤锅炉排放物的监督检查力度，严格依法查处超标排放行为，鼓励清洁供暖的推广。支持燃气、电等清洁供暖企业申报国家和我省的相关专项资金项目补助。对新增清洁供暖项目，建立提前介入、主动服务、高效运转的“绿色通道”。

（三）加大宣传工作力度。各地要充分发挥新闻监督引导作用，利用电视、广播、网络、报刊等多种新闻媒介，报道清洁供暖工作决策部署、重要举措和阶段成果，开展示范成果展示，普及清洁能源供暖常识，宣传清洁供暖环保、便利优点和节能减排成效，广泛引导动员全社会共同参与，提高企事业单位和广大群众对清洁供暖工作的认识，大力营造群众理解、支持和共同参与的良好氛围。

（四）加强监督检查。省住房城乡建设厅、省发展改革委、省财政厅、省环境保护厅、省物价监督管理局等有关部门，将按照职责分工，对各市（地）、县（市）城镇清洁供暖工作进行监督检查。

黑龙江省住房和城乡建设厅
黑龙江省发展和改革委员会
黑龙江省财政厅
黑龙江省环境保护厅
黑龙江省物价监督管理局
2017年12月29日

住房城乡建设部标准定额司 2018 年工作要点

建标综函〔2018〕11 号

2018 年，标准定额工作的总体思路是：全面贯彻党的十九大精神，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持新发展理念，围绕住房城乡建设中心工作，继续完善工程建设标准和计价依据体系，加强工程造价咨询业监管，强化标准实施指导监督，大力推动中国工程标准国际化，加强人员队伍建设，为新时代住房城乡建设事业发展提供有力技术支撑。

一、持续推进工程建设标准体制改革，建设国际化的中国工程建设标准规范体系

（一）建立“结果控制”的强制性工程建设规范体系，明确工程建设技术底线。一是提高工程建设规范系统性。以全文强制性工程建设规范取代现行分散的强制性条文。二是适应事中事后监管需求。以工程项目整体为对象，明确目标、性能控制要求，突出“结果控制”。三是提升工程建设规范刚性约束。借鉴国际通行规则和技术法规要求，将工程建设规范逐步与现行法律法规深度融合，提升工程建设规范法规效力。

（二）改革“方法支撑”的推荐性工程建设标准体系，调整工程标准供给结构。一是逐步精简整合政府标准，并鼓励社会团体积极将政府现行推荐性标准经完善提高后制定为团体标准。二是放开社会团体和企业制定标准的资格，推动社会团体和企业成为工程建设标准的有效供给主体。三是对团体标准和企业标准不设行政许可，不需行政备案。

（三）建立合规性判定制度，适应创新技术实现工程应用。一是明确适用范围。工程项目采用工程建设规范之外创新性技术措施且无相应标准的，需采用合规性判定进行确定。二是明确责任主体。由建设单位承担工程项目采用合规性判定的主体责任，在确保质量安全的前提下鼓励创新。三是明确监管模式。政府由事前技术审批，转为程序性审查和事中事后监管。

二、完善适应新时代要求的工程建设标准

（一）持续加强重点领域标准制修订工作。重点围绕提升住宅品质，提高城市承载力、宜居性和包容度，推动“一带一路”建设，推进城乡绿色发展等重点领域，制定高水平高质量标准，切实增强人民获得感。

（二）结合绿色发展、城市建设、城市管理等重点工作，抓重点实现领先者标准，尽快复制。一是提高对重大公共事件的响应能力，结合重大自然灾害和质量安全事故结论中涉及工程建设标准的要求，及时修订相应工程建设标准。二是创建一批推荐性“领先者”标准，实现快速复制推广。制定以近零能耗建筑标准为代表的高水平建筑节能标准，分区复制推广；在重点工作领域，对执行达到国际领先水平中国标准的工程项目，开展宣传和激励，推动实现快速复制。三是开展住房城乡建设发展评价指标体系研究。围绕绿色发展、城市建设、城市管理、美丽乡村建设等方面，开展相关指标体系研究，引导城乡高水平建设和管理。

（三）提高建筑标准，推进绿色发展。一是进一步以绿色发展理念指导工程项目建设标准工作。在公共服务设施建设标准的制修订中，落实以人民为中心的理念，科学确立建设规模、面积指标。二是围绕提高建筑品质和绿色发展水平，针对门窗、防水、装饰装修等重点标准，研究相关措施，精准发力。三是指导各地贯彻绿色发展理念，按照高质量发展要求，做好工程建设地方标准化工作，并推动地方加强协作和交流，共同制定区域标准和共享标准。

三、加强和完善工程造价监督管理，维护市场秩序

（一）建立全国统一的工程计价规则。一是完善建设工程造价费用项目构成，适应建设项目造价控制和工程总承包需要。二是完善工程量清单格式、项目组成、费用构成、编制方法，统一全国工程量清单计价方法和计价规则。三是统一消耗量定额编制规则，工程造价综合指标指数和人工、材料价格信息发布标准，推动形成统一开放的建设市场。

（二）完善工程建设全过程计价依据体系。一是以服务工程建设全过程为目标，完善工程前期投资估算、设计概算以及使用维护定额等计价依据。二是建立适应工程总承包模式的计价规范，修订工程量清单计价规范和计算规范。三是编制满足城乡建设管理需要的综合性建设经济指标，为政府宏观调控和合理配置资源提供依据。

（三）落实“放管服”要求完善规章制度。按照国务院职业资格制度改革精神，会同有关部门制

定造价工程师职业资格制度,修订工程造价咨询企业、造价工程师注册管理办法,规范工程造价咨询企业和造价工程师执业行为,维护建设市场秩序。

(四)推进工程造价咨询信用体系建设。研究建立工程造价咨询企业信息公示制度,构建守信联合激励和失信联合惩戒协同机制。开展工程造价信息大数据监测,制定工程造价信息公共服务清单,对工程造价咨询市场进行监测分析、预测预警,为宏观决策、行业监管、防范风险提供依据。

(五)推动工程造价咨询企业走出去。以“一带一路”国家战略为契机,继续推动造价工程师资格国际互认和工程造价标准的双边合作,鼓励企业“走出去”开拓国际市场,培育一批具有国际化水平的工程造价咨询企业,打造中国工程造价咨询品牌。

四、大力推进中国工程标准国际化

(一)组织开展中国工程标准国际化调研工作。会同有关部门、行业、企业和相关单位,开展工程标准服务“一带一路”基础设施和城乡规划建设工程标准应用情况调研,了解现状、问题、各方需求等情况,形成调研报告、国别情况分类汇总报告、相关政策建议等。

(二)加快中外工程标准比对研究。组织开展对部分发达国家的工程建设管理法规及标准体系研究,组织编制中外工程标准比对研究行动方案,借鉴发达国家经验,提高中国工程标准水平和国际化水平。

(三)推动我国企业积极参与国际标准化活动。组织开展工程建设领域参与国际标准化活动的经验宣传、交流,增强我国参与国际标准化活动的能力和水平,提高我国参与国际标准化活动的积极性和广泛性。加大中国工程标准宣传推广力度,发布中国工程标准使用指南,增强中国工程标准的社会影响力。

(四)加强与“一带一路”倡议参与国家的双边或多边工程标准交流合作。选择中国承建工程较

多、推广应用中国工程标准基础较好的部分国家,争取与其工程建设主管部门或标准化工作主管部门建立联系与交流合作渠道,促进标准软联通。选择具备条件的我国优势领域、优势技术和特色工程,开展“一带一路”工程标准融合试点工作,推动中国工程标准与试点工程所在国家共建、共享。

五、强化工程建设标准实施监督,提升标准权威

(一)改革完善工程建设标准实施监督机制。一是试点开展重要工程建设标准实施情况调查,为探索建立工程建设标准实施评估制度奠定基础。二是对工程建设标准实施监督法规制度建设及执行情况开展调研,推进工程建设标准实施监督相关法规制度的修改完善。

(二)推进养老服务和无障碍设施建设。一是成立无障碍环境建设标准化委员会,协调设施、信息和社区无障碍环境建设标准,增强标准体系的系统性、协同性。二是组织开展“十三五”创建全国无障碍建设城市工作,对323个创建无障碍环境建设市县进行“回头看”,进一步提升城乡无障碍环境建设水平。三是推进老旧小区无障碍改造,总结试点经验并进一步宣传推广。四是持续加大宣传力度,让无障碍专业知识进课堂、进考场、进现场。

(三)推进产品质量认证工作。一是不断完善认证手段,开展房屋建筑认证信息追溯机制初步研究,指导建立房屋建筑认证信息追溯平台。二是推进装配式建筑认证认可试点,探索加强和改善工厂、市场、施工现场关键点、关键环节监督控制,进一步提升建设工程和建筑环境品质、改善人民居住环境。

六、加强人员队伍和作风建设

(一)从严治党。严格贯彻落实《中共中央政治局贯彻落实中央八项规定实施细则》精神,坚定不移全面从严治党,大力弘扬艰苦朴素优良传统。

(二)加强学习。进一步加强习近平新时代中国特色社会主义思想学习,继续深刻领会党的十九大精神。加强业务知识学习,提升工作服务水平。

(三)转变作风。加强基层工作调研,务实求真,了解和掌握各地、各行业标准化和造价管理动态,研究分析存在问题,采取措施促进工作发展。

(四)开拓思路。注重创新,不怕阻力,勇于担当,结合新时代特征对标准定额工作进行深入思考。增强改革创新本领,运用新思维、新手段进行创新。



关于印发《重庆市装配式建筑装配率计算细则（试行）》的通知

渝建〔2017〕743号

各区县（自治县）城乡建委，两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设管理局，有关单位：

为贯彻落实国务院办公厅《关于大力发展装配式建筑的指导意见》（国办发〔2016〕71号）和市政府办公厅《关于大力发展装配式建筑的实施意见》（渝府办发〔2017〕185号）文件精神，规范装配式建筑装配率计算，我委制定了《重庆市装配式建筑装配率计算细则（试行）》。现予以发布，请遵照执行。

附件：重庆市装配式建筑装配率计算细则（试行）（略）

重庆市城乡建设委员会

2017年12月27日

关于印发《天津市装配式建筑“十三五”发展规划》的通知

津建科〔2018〕19号

各有关单位：

为促进我市装配式建筑持续健康发展，根据《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》（国办发〔2016〕71号）、《中共天津市委天津市人民政府关于进一步加强城市规划建设管理工作的意见》（津党发〔2017〕19号）、《天津市人民政府办公厅印发关于大力发展装配式建筑实施方案的通知》（津政办函〔2017〕66号），结合我市国民经济和社会发展实际，特制定天津市装配式建筑“十三五”发展规划。现印发给你们，请遵照执行。

附件：天津市装配式建筑“十三五”发展规划（略）

天津市城乡建设委员会办公室

2018年1月18日

关于发布湖北省地方标准《绿色建筑设计工程验收标准》的公告

湖北省住房和城乡建设厅公告第4号

现批准《绿色建筑设计工程验收标准》为湖北省地方标准，编号DB42/T1319-2017，自2018年3月1日实施。

湖北省住房和城乡建设厅

2018年2月6日



天津市海河医院配套工程 —— 传染病门诊住院楼（空调系统）

天津市建筑设计院 赵斌

一、工程概况

本工程坐落于津南区津沽高速公路旁，建筑性质：医疗卫生用地；容积率：0.9；用地面积：31853m²；总建筑面积28668m²。地下一层，地上六层，建筑高度26.45m。本传染病门诊住院楼收治结核患者，传染病医院的特点是对通风量要求较高：病房为10次换气；诊室为6次换气。

依据对项目所在地能源与资源状况、政策、价格、资费的了解，本着技术成熟、寿命周期成本（LCC）较低、适合项目业态特征以及节能环保的原则，经分析论证并经建设单位认可，确定本工程采用的空调形式为：冷、热源为地源热泵机组；溶液调湿型新风机组；干式风机盘管。即地源热泵机组冬季提供50℃/45℃热水作为空调系统的热源；夏季提供14℃/19℃冷水作为空调系统的冷源。

二、工程设计特点

1. 空调系统负荷：热负荷4302kW；冷负荷3709kW；土壤换热器夏季平均放热能力71W/m；冬季平均取热能力42W/m。

2. 空调末端采用温湿度独立分控系统，新风机组采用溶液调湿型机组，盘管采用干式风机盘管。

3. 由于采用温湿度独立分控系统，使冷水供、回水温度提高至14/19℃，采用高温型地源热泵机组，机组制冷性能系数8.08，综合部分性能系数10.18，使机组效率提高30%以上。

4. 本医院另一个地源热泵机房负担了2007年竣工的甲类呼吸道传染病住院楼的空调负荷，由于有平时与非常时期的工况差异，平时此部分冷、热负荷的富裕量较大，包括空调侧与地源侧。所以此次设计中把两个站房的空调侧及地源侧管道进行连通，以夏季负荷选取地源热泵机组、以机组供热量确定室外换热井的数量，这样即可使两个站房之间相对独立，又可大幅度减少初投资，机组装机容量降低1/3，室外换热井数量减少160口，节约初投资200万元。

5. 溶液调湿型机组承担室内湿负荷，通过计算



新风含湿量处理至8g/kg、每人新风量不小于35m³/h时，室内干式风机盘管可在干工况下运行，抑制和减少细菌的生长与繁殖。

6. 溶液调湿型机组集中设置在屋顶，降低了噪声对功能区的影响，避免了机组对层高的额外要求，减少了机房的占用面积，节省机房面积300m²以上。

7. 由于本工程是传染病住院楼，气流组织非常重要。病房内新风为吊顶侧送；设有两处排风，一处是卫生间吊顶，另一处是与送风在同一侧的低位，使病人呼出的带菌空气控制在病床高度以下。这样的气流组织既可满足卫生间的通风要求，又使医护人员尽可能工作在较洁净区域。

8. 为了进一步保护医护人员的安全，病房区设置了有效的空气压力梯度，压力值由大到小的区域依次为：办公区、医生走廊、患者走廊、病房。使有害空气控制在尽可能小的范围内。

9. 为了保证空气压力梯度，维持送、排风量的有序控制，送、排风支风道均设有定风量阀。

10. 由于不同层的病房可能收治不同种类或患病程度不同的传染病病人，为了避免病房间的交叉感染，排风系统按层、按区域设置，分别由屋顶排出室外，风机设在屋顶。

三、计算与分析

1 温湿度独立控制空调系统

1.1 设计参数

根据天津市气候条件及建筑使用功能，设定冬、夏季室内外设计参数如表1，负荷估算结果如表2。

表1 室内外设计参数

参数	温度/℃	相对湿度/%	含湿量/g/kg	焓/kJ/kg
室外(夏季)	33.9	58.1	19.44	84.08
病房、办公(夏季)	26.0	60.0	12.61	58.40
预冷	19.0	90.0	12.4	50.5
送风	18.0	62.4	8.0	38.4
室外(冬季)	-9.6	56.0	0.92	-7.4
病房、办公(冬季)	22.0	40.0	6.55	38.86
预热	35.0	3.6	1.2	38.4
送风	18.0	62.4	8.0	38.4

表2 夏季负荷估算结果

系统名称	单位	常规空调系统	温湿度独立控制空调系统
	—	风机盘管 + 常规新风机组	干式风机盘管 + 溶液调湿新风机组
空调面积	m ²	22000	22000
总新风量	m ³ /h	164000	164000
新风负荷	kW	1446	1446
潜热负荷	kW	265	265
显热负荷	kW	2765	2765
系统总负荷	kW	4476	4476
新风机组承担负荷	kW	1446	2041
冷水机组承担负荷	kW	4476	2435

1.2 系统方案

1.2.1 系统形式

基于溶液调湿技术的温湿度独立控制空调系统，系统流程如图1。

1.2.2 冷源

冷源采用高温地源热泵机组，为热泵式溶液调湿新风机组(HVF-PF)和室内显热末端(干式风机盘管)提供14/19℃冷水。由于冷水温度的升高，使地源热泵机组的COP进一步提高，可达8~11；而且空调管路的冷损失进一步降低。

1.2.3 末端形式

采用热泵式溶液调湿新风机组(HVF-PF)+干式风机盘管系统。由HVFP对新风进行集中处理，承担所有新风负荷和室内潜热负荷。室内末端采用

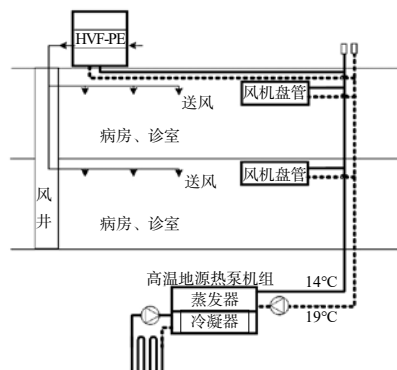


图1 温湿度独立控制空调系统应用形式

干式风机盘管，通入14/19℃的冷水，承担大部分的室内显热负荷。

1.3 系统优势

1.3.1 良好的室内空气品质

温湿度独立控制空调系统，利用溶液吸收水蒸气的方法除湿，消除了除湿过程中的凝水和潮湿表面；显热处理末端干工况运行，不产生冷凝水，根除了冷凝水排放系统的二次污染；

溶液具有很强的杀菌作用，能够杀死绝大多数细菌和微生物，溶液可以过滤空气中大多数粉尘和颗粒，提高室内空气品质。

1.3.2 高效节能，有效利用低品位能源

温湿度独立控制空调系统采用两套独立的系统分别控制温度和湿度，避免了常规空调系统中热、湿联合处理所带来的能源损失。

热泵式溶液调湿机组内的热泵循环经过热力学优化，溶液调湿单元COP(性能系数)可达4.0以上，明显高于传统空调系统中的系统制冷效率。

高温地源热泵机组仅承担室内显热负荷，冷水温度可由常规的7/12℃提高到14/19℃，其COP值也随之由常规机组的5~6提高到8~11。

1.3.3 室内舒适性好

传统空调系统采用低温冷水同时负责降温 and 除湿的任务，使得控制的温度和湿度只能在一定的范围内变化，兼顾性差。

温湿度独立控制空调系统将温度和湿度分开处理，能够更好的适应室内温湿度的变化，从而提高室内的舒适性。

2 设备初步选型及经济比较

2.1 比较原则

初投资包括设备、安装、自控和配电部分。设备部分包括制冷站房设备和空调末端设备，安装部

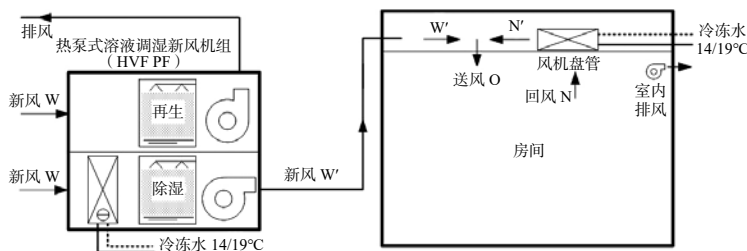


图2 温湿度独立控制新风+风机盘管系统应用形式

表3 常规空调系统设备选型及初投资

序号	设备名称	技术参数	单价(元)	台数	总价(元)
1	地源热泵机组	QL=2200kW	1100000	2	2200000
2	冷冻水泵	G=379t/h	19725	3	59176
3	冷却水泵	G=454t/h	23660	3	70980
4	冷却塔	G=460t/h	250900	2	501800
5	打井及埋管费用	—	8000	880	7040000
6	新风机组	L=4000m³/h	16000	2	32000
7	新风机组	L=6000 m³/h	24000	5	120000
8	新风机组	L=8000 m³/h	32000	1	32000
9	新风机组	L=10000 m³/h	40000	1	40000
10	新风机组	L=12000 m³/h	48000	9	432000
11	风机盘管	QL=3740W	1909	811	1548199
11	配电系统	—	—	—	323200
12	自动控制	—	—	—	708000
13	安装费用	—	—	—	2740000
14	合计	—	—	—	15847355

注：1) 常规新风机组中含冬季加湿设备；2) 以上设备根据负荷估算选型；3) 以上价格为估算价格，不含空调工程相关土建费用。

分包括空调设备、风系统和水系统的安装费，配电部分只包括空调设备的动力配电，自控部分只包括设备的自控监控系统，不含楼宇自控系统。运行费只包括夏季空调整冷设备的运行费。比较仅涉及空调部分，通风系统不在比较范围。

2.2 两个空调方案的确定

空调方案分别为：常规空调系统与温湿度独立控制空调系统。常规空调系统：冷水机组制取 7/12℃ 冷水，空调末端为风机盘管 + 新风系统；温湿度独立控制空调系统：冷水机组制取 14/19℃ 冷水，空调末端为干式风机盘管 + 溶液调湿新风系统。

2.3 设备选型及初投资比较

两种空调系统设备选型及初投资估算分别见表 3 和表 4。

2.4 空调系统能耗及运行费用比较

在比较空调系统能耗和运行费用时，首先要确定空调系统运行时间和负荷情况，根据天津市气候条件及建筑使用功能，设定比较前提如下：

- (1) 夏季供冷按 120 天计；
- (2) 空调运行时间取为：24 时 / 天；
- (3) 空调季平均负荷按设计负荷的 55% 计；
- (4) 天津市电价按 0.8 元 / kW·h 计。

温湿度独立控制空调系统夏季运行费用仅为常规空调系统的 54%，每年夏季可节省运行费用 94 万元，经济效益非常显著。

表4 温湿度独立控制空调系统设备选型及初投资

序号	设备名称	技术参数	单价(元)	台数	总价(元)
1	高温冷水机组	QL=1600kW	800000	2	1600000
2	冷冻水泵	G=276t/h	16509	3	49527
3	冷却水泵	G=343t/h	20636	3	61909
4	冷却塔	G=347t/h	154400	2	308800
5	打井及埋管费用	—	8000	640	5120000
6	热泵式溶液调湿新风机组	L=4000m³/h	260000	2	520000
7	热泵式溶液调湿新风机组	L=6000 m³/h	331900	5	1659500
8	热泵式溶液调湿新风机组	L=8000 m³/h	397800	1	397800
9	热泵式溶液调湿新风机组	L=10000 m³/h	459200	1	459200
10	热泵式溶液调湿新风机组	L=12000 m³/h	529800	9	4768200
11	干式风机盘管	QL=2856W	1850	853	1578050
12	配电系统	—	—	—	263700
13	安装费用	—	—	—	2380000
14	合计	—	—	—	19166686

注：1) 以上设备根据负荷估算选型；2) 以上价格为估算价格，不含空调工程相关土建费用。

表5 夏季运行费用比较

比较项目	单位	常规空调系统	温湿度独立控制空调系统
设计冷负荷	kW	4476	
设计制冷电耗	kW	1598	918
夏季总耗电	MW·h	2532	1454
夏季运行费用	万元	203	109
运行费用节省	万元	—	94

注：1) 常规空调系统冷水机组 COP (含输配系统) 按 3.0 计算；2) 温湿度独立控制空调系统中，高温冷水机组 COP (含输配系统) 按 5.0 计算，HVF-PF 机组热泵系统 COP=4.0；3) 以上运行费用根据估算的负荷进行计算，仅供参考。

2.5 经济性综合比较

空调系统经济性综合比较如表 6。温湿度独立控制空调系统每个制冷季可节约运行费用 94 万元，考虑初投资增加约 332 万元，3.6 个制冷季收回初投资。

表6 空调系统经济性综合比较

比较项目	单位	常规空调系统	温湿度独立控制空调系统
初投资	万元	1585	1917
初投资增加	万元	—	332
夏季运行费用	万元	203	109
夏季运行费用节省	万元	—	94
投资回收期	年	—	3.6

3 综述

从经济性方面分析，采用温湿度独立控制空调系统每年可节省运行费用 94 万元，初投资增量回收期为 3.6 个制冷季，节能效果非常显著。从使用效果方面，采用温湿度独立控制空调系统能够很好的改善医院内部空气品质，防止交叉感染，提高空调舒适性。

援塞拉利昂生物安全实验室净化空调系统设计

中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院 周权

1 工程概况

包括工程项目的地理位置、占地面积、建筑面积、建筑类型及特点等基本情况。

埃博拉病毒是一种能引起人类和灵长类动物产生埃博拉出血热的烈性传染病病毒，1976年在苏丹南部和扎伊尔的埃博拉河地区首次被发现，因其极高的致死率而被世界卫生组织列为对人类危害最严重的病毒之一，其特征包括：突发性发烧、极度虚弱、肌肉疼痛、头痛和咽喉痛。目前尚无有效疗法，有明确接触史的传染率也高。

自2014年2月开始，这种死亡率极高的病毒又一次在西非国家肆虐。至2014年8月1日，根据世界卫生组织的统计，1323人感染了埃博拉病毒，其中729人死亡。

2014年9月17日，我国派出的移动实验室检测队已顺利抵达塞拉利昂。塞外交部长卡马拉、交通部长科罗马、卫生部副部长赛维等在机场为检测队队员举行了欢迎仪式。

2014年9月24日，由中国疾病预防控制中心梁主任、蒋处长参加的工作会议，重点强调援塞拉利昂固定生物安全实验室项目重大意义，而且在当下的病毒肆虐的紧要关头，希望设计单位能够全力配合，尽快拿出设计图纸，配合完成境外施工及准备工作。

本工程援塞固定生物安全实验室位于塞拉利昂首都弗里敦市郊区，中塞友好医院东侧，地势平坦。项目占地面积1762.5m²，总建筑面积375m²，

包括生物安全实验室、柴油发电机房，建筑高度：5m(檐口)。

由于在特殊的历史时期，既要满足生物安全实验的基本要求，又要结合塞拉利昂当地的落后条件，确保实验室尽快的投入使用，为解救饱受埃博拉病毒折磨的广大塞拉利昂百姓，本项目的工艺、暖通专业的评审委员会一致认为应以WHO《实验室生物安全手册(第三版)》为基础，尽可能参考《生物安全实验室建筑技术规范》GB 50346-2011的相关要求。

本工程包括BSL-2实验区、BSL-3实验室、PCR准备间、样品库、洗消间、配电室、消防控制室、空调机房、库房等房间。BSL-2实验室内设置有立式高压灭菌锅、培养箱、超低温冰箱、II-A2生物安全柜等工艺设备。BSL-3实验区包括男、女一更，男、女淋浴，二更，BSL-3实验室，核心实验室内包括II-A2生物安全柜、超低温冰箱、培养箱、立式高压锅、台式离心机等工艺设备。PCR准备间包括超净台等工艺设备。

经过紧张的设计与沟通，2014年11月02日，由建设单位中国疾病预防控制中心组织，援塞拉利昂固定生物安全实验室施工图评审会顺利召开，专家组提供了宝贵意见并一致认为施工图满足使用要求，顺利通过评审。再此之后，本项目施工图又通过了施工图外审，就此完成了施工图设计周期内基本内容，进一步配合施工准备阶段的工作。由于塞拉利昂经济及工业基础非常薄弱，所有建筑材料及设备均在国内完成采购，再租用747民用运输机空

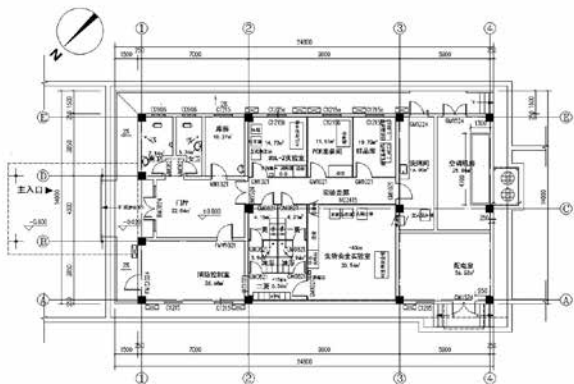


图1 工艺平面布置图

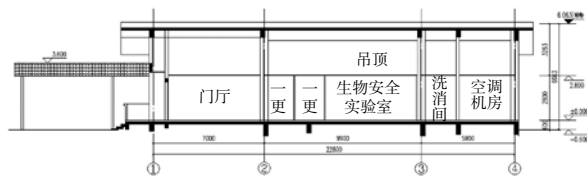


图2 剖面图



图3 竣工验收



图4 竣工验收

运至塞拉利昂。尤其是暖通设备，不但要满足实验室建筑技术等相关规范的要求，同时还要满足国际空运单件体积和重量的要求，因此必须将空调机组及空气源热泵机组等大型暖通设备拆解装箱。

2014年11月20日上午，中国援塞拉利昂固定生物安全实验室举行开工奠基仪式，塞总统欧内斯特·巴伊·科罗马率外交部副部长、卫生部长、内政部长、渔业部长和教育部长等内阁成员参加仪式，我驻塞大使赵彦博、商务参赞邹小明等近百人出席仪式。

2014年12月19日晚8点，随着最后一斗混凝土浇筑完成，中国援助塞拉利昂固定生物安全实验室项目的屋面混凝土浇筑工作圆满结束，标志着该项目结构封顶比预期封顶时间提前了5天。

2015年2月11日上午，在塞拉利昂首都弗里敦，中国援塞拉利昂固定生物安全三级实验室举行竣工仪式。中国政府援非抗疫代表团，塞外长卡马拉、卫生部部长福法纳、塞全国埃博拉应对中心首席执行官康特，以及联合国驻塞代表、英国国际发展部驻塞办公室和我援实验室检测队、医疗队等，约100人出席了仪式。

2015年03月11日，我国援助塞拉利昂第一个固定生物安全实验室——塞中友好生物安全实验室正式启用，开始进行埃博拉病毒标本检测工作。实验室正式启用的第一天共接收检测标本24份，对样本、分装、灭活、核酸提取、信息传输、PCR反应等等，每一步骤都按照SOP有条不紊地进行。经过队员们的共同努力，检出埃博拉阳性标本1份，疟疾阳性标本1份。

2015年6月10日，中国疾病预防控制中心梁晓峰副主任、实验室管理处王子军处长、基建处张利民处长专程来我院赠送牌匾，对我院勇担援建塞拉利昂生物安全三级实验室重任及项目组展现的专业实力和服务精神表示衷心感谢。我院王俊院长、设计院马立东院长、曾捷副院长以及项目组成员出席了牌匾赠与仪式。

2 工程设计特点

包括工程项目设计具有的特点，创新点等。

2.1 气相参数

对于援外项目，项目所在地的气相参数对于暖通专业顺利开展设计工作十分重要，对于净化空调系统的设计更是关键性技术参数。气相参数的准确度直接影响到净化间的实际计算换气次数、净化空调系统的总风量、净化机组的选择、空调系统的冷热负荷、空调系统冷热源的选择与匹配、空调系统的总能耗等等。如上所述各因素，对于净化空调系统工程投资造价影响很大，更何况本项目建设在世界最贫穷的国家之一，塞拉利昂。塞拉利昂人民生活水平低下，曾经是欧洲奴隶的供应来源地，现为全世界最贫穷的国家之一，无论是购买能力、健康长寿或是受教育程度都是世界后列，建设更是严重不足，大部分的经济活动都因内战而崩溃。

由于塞拉利昂本国基础设施十分落后，国家组织机构尚待完善，无法提供历年的气相参数资料，而工程建设迫在眉睫，设计工作周期都在以小时计算，气相参数无法确定将会严重影响了设计工作的开展。经过多方查找，通过世界气象组织的官方网站，我们查询到了塞拉利昂首都弗里敦有限的气相参数，包括全年月平均最高温度、全年月平均最低温度、全年月平均降水量，但仅以这三个气相参数仍无法开展负荷计算工作的，后经专家讨论会决定，采用我国海南省海口市气相参数作为计算依据。

工程正式投入使用一年多以来，塞方及我国代表团均对实验室内温度表示满意，通过监测记录可以看到，实验室温湿度基本控制在设计值范围内。

2.2 生物安全及生物安保

污物的处理及消毒灭菌系统的国、内外相关规范要求如下：

世界卫生组织（WHO）颁布的《实验室生物安全手册》（第3版），第4章，防护实验室——三级生物安全水平，实验室的设计和设施，第12条，“防护实验室中应配置用于污染废弃物消毒的高压灭菌器。如果感染性废弃物需运出实验室处理，则

必须根据国家或国际的相应规定，密封于不易破裂的、防泄漏的容器中”。

《实验室生物安全通用要求》（GB 19489-2008），第 6.3.5.1 条，“应在实验室防护区内设置生物安全型高压蒸汽灭菌器。已安装专用的双扉高压灭菌器，其主体应安装在易维护的位置，与围护结构的连接之处应可靠密封”。

《生物安全实验室建筑技术规范》（GB 50346-2011），第 4.1.14 条，“三级生物安全实验室应在防护区内设置生物安全型双扉高压灭菌器，主体一侧应有维护空间”。

从以上描述中，我们可以看到，WHO 手册与我国规范中对实验室污染物的处理设备选择及安装方式有着细微的差别。WHO 手册原文所述，“An autoclave for the decontamination of contaminated waste material should be available in the containment laboratory.” 可以看出 WHO 手册中仅仅要求三级生物安全实验室内设置高压蒸汽灭菌器，并没有像我国规范中要求的采用“双扉高压灭菌器”；同样，WHO 手册也没有强调具体的安装位置，相比而言，我国因为要求设置双扉高压灭菌器，所以对安装位置及维修方式都做出的细致的要求。

结合当前国内外的规范要求，在方案讨论会上，专家各抒己见，对此事展开了广泛的讨论。最终，专家组认为，根据本项目工程的具体情况，以及具体实施地——塞拉利昂当地的实际情况，在满足实验室基本使用要求的条件下，选择在实验室内这是立式高压锅，并严格遵守标准的操作规程（SOP）。选择这种方式，可以说是因地制宜，即有效，又经济，达到了最终的目标。

2.3 气流组织

有关气流组织的国内、外规范要求如下所述：

世界卫生组织（WHO）颁布的《实验室生物安全手册》（第 3 版），第 4 章，防护实验室——三级生物安全水平，实验室的设计和设施，第 7 条，“必须建立可使空气定向流动的可控通风系统。应安装支管的监测系统，以便工作人员可以随时确保实验室内维持正确的定向气流，该检测系统可带也可不带报警系统。”

《实验室生物安全通用要求》（GB 19489-2008），第 6.3.3.1 条，“应安装独立的实验送排风系统，应去报在实验室运行时气流由低风险区向高风险区流动，同时确保实验室空气只能通过 HEPA 过滤器过滤后经专用排风管道排出”。第 6.3.3.2 条，“实验室防护区房间内送风口和排风口的布置应符

合定向气流的原则，利于减少房间的涡流和气流死角；送排风应不影响其他设备（如：II 级生物安全柜）的正常功能”。

《生物安全实验室建筑技术规范》（GB 50346-2011），第 5.4.3 条，“生物安全实验室气流组织宜采用上送下排方式，送风口和排风口布置有利于室内可能被污染空气的排出。”

根据如上所述，我们可以看到，我国规范较 WHO 手册而言条款要求的更加细致。

我们可以从实验室操作流程入手，不难发现，大部分生物安全实验室操作都是在生物安全柜内完成的，当然这里描述的主要是 BSL-3 类型的实验室，也就是说进入和离开生物安全柜的样品是经过密封和严密包装的，只有在生物安全柜内样品才会暴露出来，才会与周围的空气接触，有害气溶胶才会扩散出来，而生物安全柜必定还有一道 HEPA 来防止气溶胶扩散到实验室内。因此，生物安全实验室气流组织应以控制气溶胶扩散为目标，而医药洁净厂房为保证生产药品的质量，需要尽快将洁净室内的颗粒物排出，因此以上两种类型的洁净室在控制对象及控制方法存在一定差别。所以，我们认为在生物安全实验室内，不需要像医药洁净厂房一样将气流组织设计成上送下排形式，可以采用上供上排的方式。我们的这一观点也受到了 CNAS 专家的认可。

2.4 高效过滤器设置

有关 BSL-3 生物安全实验室有关高效过滤器（HEPA）的国内、外规范要求如下所述：

世界卫生组织（WHO）颁布的《实验室生物安全手册》（第 3 版），第 4 章，防护实验室——三级生物安全水平，实验室的设计和设施，第 8 条，“当实验室空气（来自生物安全柜的除外）排出到建筑物以外时，必须在远离该建筑及进气口的地方扩散。根据所操作的微生物因子不同，空气可以经 HEPA 过滤器过滤后排放。”第 9 条，“所有的 HEPA 过滤器必须安装成可以进行气体消毒和检测的方式。”

《实验室生物安全通用要求》（GB 19489-2008），第 6.3.7.7 条，“HEPA 过滤器的安装位置尽可能靠近送风管在室内的送风口端和排风管道在实验室内排风口的端”；第 6.3.3.8 条，“应可以在原为对排风 HEPA 过滤器进行消毒灭菌和检漏。”

《生物安全实验室建筑技术规范》（GB 50346-2011），第 5.1.9 条，“三级和四级生物安全实验室防护区应对排风高效空气过滤器进行原为消毒和检漏。”第 10.1.7 条，“对于三级和四级生物安全实验室防护区内使用的所有排风高效过滤器应进行

原为扫描法检漏。对于既有实验室以及异形高效过滤器,现场确实无法扫描时,可进行高效过滤器效率法检漏。”

根据实验室的生物安全风险评估,我们选用了带扫描检漏的高效排风口,安装在吊顶上,可以实现在线扫描检漏。因为建设当地的条件有限、坡屋面技术夹层的高度限制,我们并没有采用管道式高效过滤箱,或者袋进袋出(BIBO, bag in bag out)。

2.5 风阀设置

有关BSL-3生物安全实验室风阀的设置国内规范要求如下所述:

《实验室生物安全通用要求》(GB 19489-2008),第6.3.3.10,“应在实验室防护区送排和排风管道的关键节点安装生物型密闭阀,必要时,可完全关闭。应在实验室送风和排风总管道的关键节点安装生物型密闭阀,必要时,可完全关闭。”第6.3.3.11条,“生物型密闭阀与实验室防护区相通的送风管道和排风管道应牢固、易消毒灭菌、耐腐蚀、抗老化,宜使用不锈钢管道;管道的密闭性应达到在关闭所有通路并维持管道内的温度在设计范围上限的条件下,若使空气压力维持在500Pa时,管道内每分钟泄露的空气量应不超过管道内净容积的0.2%。”

《生物安全实验室建筑技术规范》(GB 50346-2011),第5.1.7条,“三级和四级生物安全实验室主要实验室的送风、排风支管和排风机前应安装耐腐蚀的密闭阀,阀门严密性应与所在管道严密性要求相适应。”

根据以上规定,本项目在所有送、排风支管处均设置了生物型密闭阀,并在送、排风总管同样设置了生物型密闭阀。考虑到生物安全风险,即维持核心实验室绝对负压,在核心实验室送排风支管处均安装了定风量阀,保证防护区形成定向气流,防止有害气体外溢。

3 设计参数及空调冷热负荷

包括工程项目室内外的设计参数及冷热负荷值等。

(1) 根据塞拉利昂当地的实际条件,参考国内外规范和文件

1. 本项目生物安全实验室能够满足WHO《实验室生物安全手册(第三版)》中三级生物安全实验室的设计要求,同时参照《生物安全实验室建筑技术规范》GB 50346-2011的相关要求进行设计;

2. 《实验室生物安全通用要求》GB 19489-2008;

3. 《微生物和生物医学实验室生物安全通用准则》WS 233-2002;

4. 《洁净厂房设计规范》GB 50073-2013;

5. 《建筑设计防火规范》GB 50016-2006;

6. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012;

7. 《洁净手术室用空气调节机组》GB/T 19569-2004;

8. 《生物安全柜》JG 170-2005;

9. 《空气过滤器》GB 14295-2008;

10. 《高效空气过滤器》GB 13554-2008;

11. 甲方提供的有关资料及要求;建筑及其他专业所提供资料。

(2) 室外设计参数的确定

考虑境外项目设计条件有限,当地无具体准确的气相参数可参考,故经过专家讨论决定,参考世界气象组织官方网站所提供的全年室外温度逐月平均值作为设计依据。

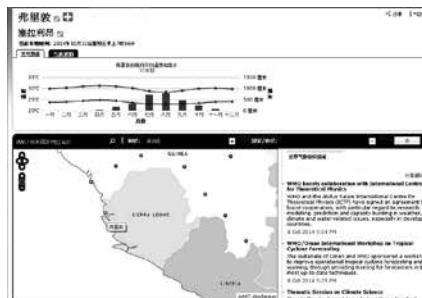


图4 弗里敦气象条件截图

根据世界气象组织官方网站信息,如图4所示,弗里敦全年室外月平均温度在23~32℃之间,十二月至次年三月为旱季,其余为雨季,最高月平均降水量为800mm(8月)。根据以上情况,本设计选择海南省海口市作为参照城市,夏季空气调节室外计算干球温度35.1℃,夏季空调室外计算湿球温度为28.1℃,夏季室外大气压力1002.8hPa。

表1 室内设计参数

名称	全年		洁净度/ISO	噪声/dB(A)
	温度/℃	相对湿度/%		
BSL-3实验室	24~26	<70	8	<60
BSL-2实验室	24~26	<70	/	<60
PCR准备间	24~26	<70	/	<60

表2 其他房间设计参数

名称	雨季		旱季		换气次数 (新风量m ³ /h人)	噪声 dB(A)
	温度/℃	相对湿度/%	温度/℃	相对湿度/%		
办公室	24~28	/	24~28	/	30m ³ /h人	<50
消控中心	24~28	/	24~28	/	10~12次/h	
配电室	<30	<70	<30	/	12次/h	
柴发室	/	/	/	/	防爆事故通风	

4 空调冷热源及设备选择

4.1 空调水系统

本设计采用空气源冷水机组供冷，机组自带水力模块，空调机房内设置矩形水箱，提供系统补水。

空气源冷水机组安装在空调机房侧墙外，机组选用低噪音多机头节能型，为便于维修制冷剂采用R22，机组可以实现逐机头启动模式，该机组为集成循环系统及定压装置的一体机，要求定压装置采用气压罐式。

空调机组冷凝水经管道穿空调机房外墙排至室外明沟。

空调水系统设计压力为 0.6MPa。

4.2 全空气系统空调冷热负荷

服务区	送风机组	送风量	冷负荷	再热量	排风机组	排风量
BSL-3	JK-1	2580m ³ /h	48kW	5kW	P-1(a,b)	2660 m ³ /h

4.3 舒适性空调

根据当地实际情况及甲方意见，除净化区及辅助机房外，房间选用分体壁挂式或分体立柜式空调机组夏季舒适性供冷。

空调室外机组安装高度及位置根据室外情况及相关规范安装，见国标图集 94K303。

配电室采用吊顶式恒温恒湿空调机组。

5 空调系统形式

5.1 生物安全空调系统划分及组成

(1) BSL-3 设置全新风净化空调系统, 新风机组 JK-1, 排风机组 P1-a/b。

(2) 送排风机风机均为一用一备。

(3) 空气净化处理: 生物净化空调系统送风采用四级过滤, 即初效、中效、中高效过滤器设在空调机组内, 高效过滤器设在服务房间就近。

空调机组内要求配置除菌装置,而且机组配置满足 GB/T 19569-2004,保证送风不滋生细菌。

(4) 空调水系统: 采用两管制, 仅设置表冷盘管。

(5) 房间排风：排风为一级高效过滤（带扫描检漏），过滤级别为 H13。

(6) 为保护排风系统不被逆向污染, 排风机组出风段配止回阀。

(7) 空调风系统, 配置旁通熏蒸管路, 旁通熏蒸运行方式参见系统原理图。

(8) 屋面的排风管均安装锥形风帽, 风帽要求设防虫网。

(9) 所有新风口均配置新风静压箱, 保证进风气流均匀稳定, 进风口配防雨百叶风口, 进风风速小于 4.5m/s 。

(10) 影响实验室环境噪音的送排风管道均配置不锈钢微穿孔消声器。

(11) 空调机组的送排风机均为变频风机, 变

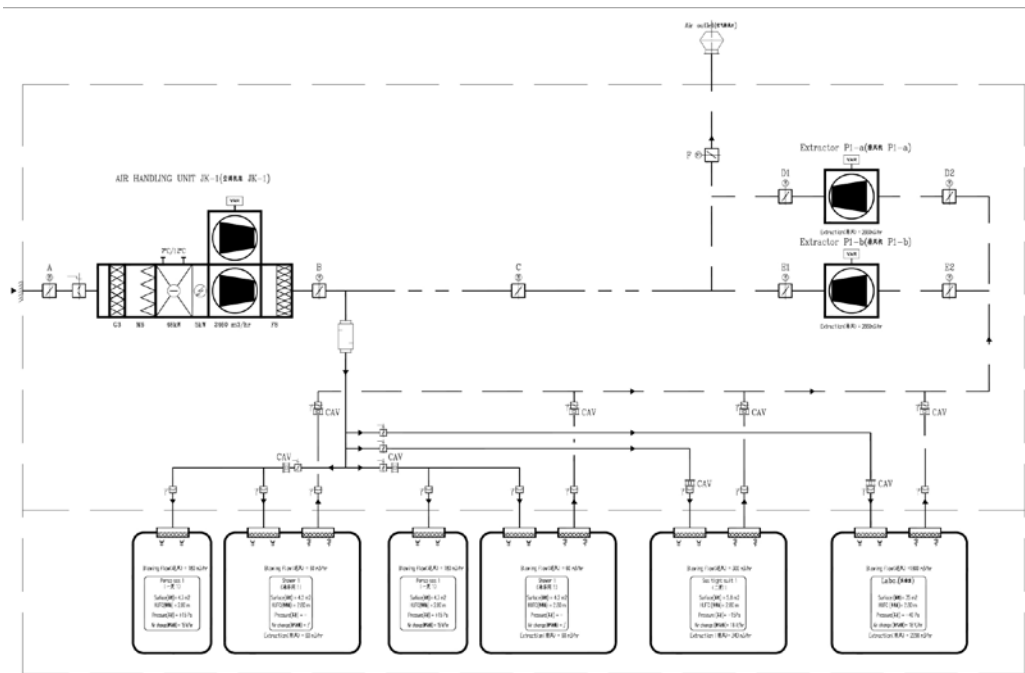


图 6 BSL-3 净化空调系统原理图

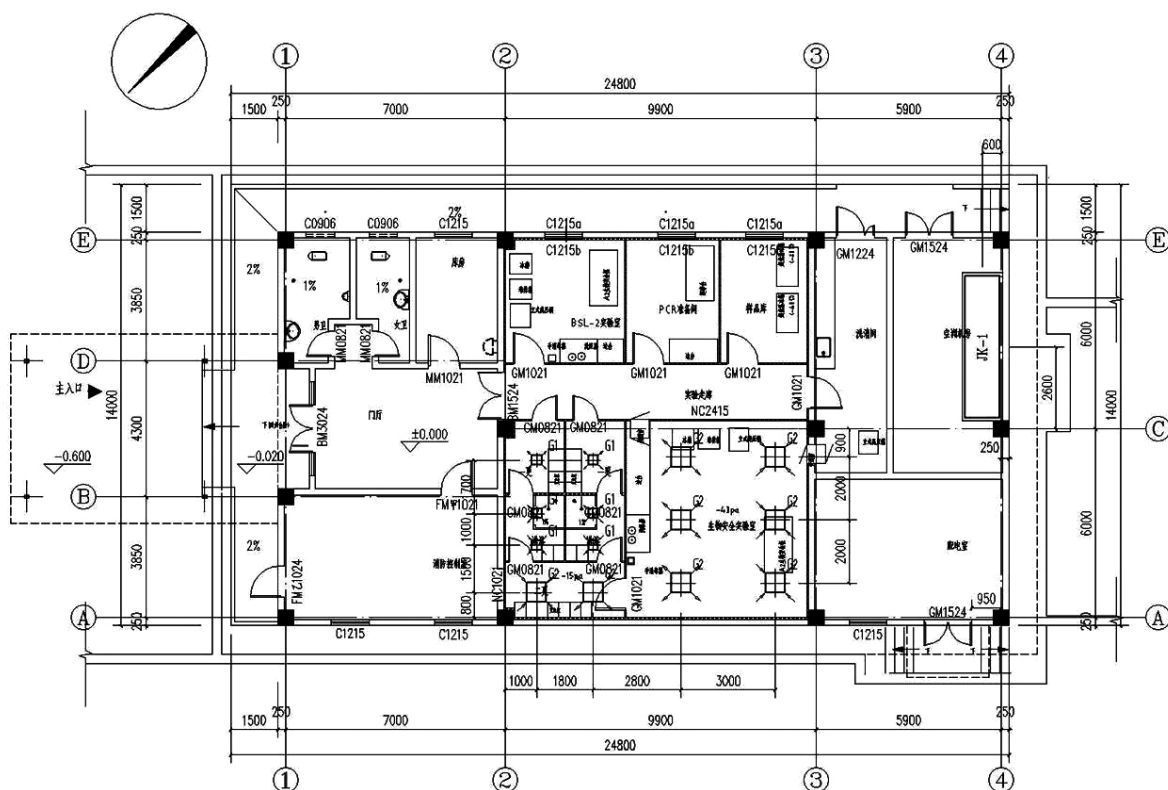


图7 核心实验室风口布置平面图

频器由空调设备供应商一并集成。

(12) 风系统耐压值为 2500Pa。

6 通风、防排烟及空调自控设计

6.1 温湿度控制策略

本系统空调机组采用两管制，机组内设独立的盘管，冷源为 7/12℃ 冷水，接自风冷冷水机组。

6.1.1 制冷除湿模式（露点控制）

(1) 室内湿度采用串级控制模式，即以排风相对湿度传感器的实测值重置表冷器下游空气的露点温度 T_{dp} 的设定值，控制器调节冷盘管的电动两通调节阀，以实现控制 T_{dp} 。

(2) 根据排风温度的实测值调节空调机组内的电再热，对室内温度进行控制。

(3) 电加热要求设无风断电、超温断电保护装置。

6.2 压力控制

6.2.1 送风管道设置定风量阀，保证该区域送风量恒定不变，调试时根据房间检测风量调节送风支管上的手动调节阀。

6.2.2 排风管道设置定风量阀，保证该区域排风量恒定不变，调试时根据检测房间压力（对大气）调

节排风支管上的手动调节阀，保证房间的压力梯度。

6.2.3 送风机设变频器，根据调试时满足设计风量进行整定；

6.2.4 排风机设变频器，调试工况时根据排风管道压力进行风量调节。

6.2.5 排风机根据系统排风总管上的压力传感器进行调整，以满足系统排风量要求。

6.2.6 运行工况：本系统运行工况为定送、定排系统。

6.2.7 排风机与送风机连锁，风机均一用一备，交替运行，避免单台排风机长期运行。

6.2.8 启停顺序：先开排风机，后开送风机，关机顺序相反。

6.3 消毒：采用系统消毒形式

6.3.1 关闭系统新风电动密闭阀（A，B）及排风电动密闭阀 F。

6.3.2 将消毒区域所有外门封死，区域内所有房间门开启，在房间内用过氧化氢熏蒸消毒，开启熏蒸旁通管路上电动密闭阀（C）及排风机组，循环熏蒸所有房间及排风管道。

6.3.3 系统消毒完成后，关闭熏蒸旁通管路电动密闭阀（C），开启新、排风电动密闭阀门（A,B,F）

及排风机组,令排风机低频(调试获得)运转,形成直流系统进行置换和稀释。

6.3.4 经过验证满足生产要求后转为运行模式。

6.4 消防

发生火灾时,70℃防火阀关闭,与之相关的空调系统、排风系统随之关闭(新风风阀也关闭。电动阀亦关闭)。

6.5 过滤器设压差报警

粗效过滤器:当其压差 ΔP_1 大于100Pa报警;

中效过滤器:当其压差 ΔP_2 大于160Pa报警;

高效过滤器:当其压差 ΔP_3 大于350Pa报警。

电气及自控要求:

(1) 基本要求

生物安全净化空调系统均可手动和自动控制。应急手动优先,且应具备硬件连锁功能。应急手动应由监控系统的管理员操作。

全新风直流系统的送风机与排风机连锁,即排风机先于送风机开启;反之逆序。

送、排风系统应有正常运转的标识或提示,如系统发生异常时,能及时处理并报警。

备用机组能够自动切换,尤其必须保证排风机的切换连续。备用送风机能定时互换,以防瞬时切换抱死现象。

能够对所有电动密闭阀进行控制,信号反馈到监控中心。

房间内设置温度、湿度、压力传感器,信号引至监控室并有显示。

根据总送、排风管道的压力控制空调送风机和排风机的变频,保证房间内的换气次数和压力梯度。正式使用前净化空调系统需进行调试及检测,保证房间压力不超过设计范围且不能有压力反置现象。

对室外温、湿度进行监测,信号引至控制室并有显示。

电加热均要求设无风断电、超温断电保护装置;电加热器的金属风管要有接地措施。

所有过滤器均设有超压报警装置。

新风进风口及排风口均设置电动密闭阀。保证系统安全稳定。

监测空调机组送、排风的空气温、湿度及压力参数。

所有生物安全空调通风控制均可以实现在监控室内的远程控制。

空调机组表冷盘管为两管制,表冷盘管的电动两通阀根据房间的温度或回水温度调节控制。

检测所有生物安全系统的空调送排风设备运行状态。

防火阀均为电讯号控制,即控制其关闭(或开启),返回电信号。

当火灾发生时,防火阀报警,消防控制中心监控确认所有人员撤离后,关闭所有送排风系统及相关位置防火阀。

监测空气源冷水机组的工作状态。

空气源冷水机组自带控制装置,根据进回水温度控制机组制冷量,并读取进出水温度、压力信号反馈到监控室。

(2) 生物安全及针对设备的特殊要求

生物安全空调通风和自动控制系统必须满足GB 50346-2011和GB 19489-2008的相关规定。

70℃防火阀为非熔断防火阀,均为电讯号控制,并随时监测其状态。

一用一备排风机进出口电动密闭阀与风机连锁启停,并监视状态。

空调机组内的过滤段(初效/高中效)均配置压差检测报警装置。

旁通熏蒸控制程序参见系统原理图相关内容,但必须保证专人在场监督操作。

表冷器盘管的回水管配电动两通调节阀,根据排风温度调节流量。

7 心得与体会

本项目为境外援建类型,所有建筑材料及设备均需空运至建设地点(时间紧的原因),为此在设备选型上既要满足使用功能,又要尽量降低其重量与体积,满足国际空运的要求。

针对生物安全实验室的设计方案,各国和地区之间存在很大的差异,在设计之初选用哪种设计标准非常的重要,考虑到萨拉里昂当地的建设条件与技术实力,我们本着简洁、实用、易操作、便于检修的理念,参考国际卫生组织的《实验室生物安全手册(第三版)》作为主要设计依据,适当参考我国相关标准。经过两年多的运行,除更换过一次高效过滤器外,未出现其他重大的维修工作,从监控系统存储的实验室环境数据来看,核心实验室温度、相对湿度、压力梯度均满足设计要求。

近些年,我国生物安全领域不断的前进与发展,我国也建造了多个三级生物安全实验室,首个四级生物安全实验室也通过了中国合格评定国家认可委员会的评定,成绩卓越;但是,笔者认为在洁净度等级、换气次数、防护区的划分、过滤装置的选择等方面,仍然存在许多问题值得我们去探讨和研究。

泰达广场 G&H 项目的空调设计

天津市建筑设计院 詹桂娟

1 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 万平方米，其中地上建筑面积 18 万平方米，地下建筑面积 6 万平方米。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。

2 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，故冷冻水采用一次泵定流量，二次泵变流量系统，供回水



图 1 建筑外观图

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。

3 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	5352
	商业	9363	1669	1926
H 地块	办公	64586	6666	4139
	商业	17311	3143	2010
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	

4 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。

5 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。

6 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。

7 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

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。施工图改进后的局部冷冻水系统流程图见图2。

(2)本工程大部分空调区域送回风形式为上送回。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 (详见图3)。

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 (详见图3)。

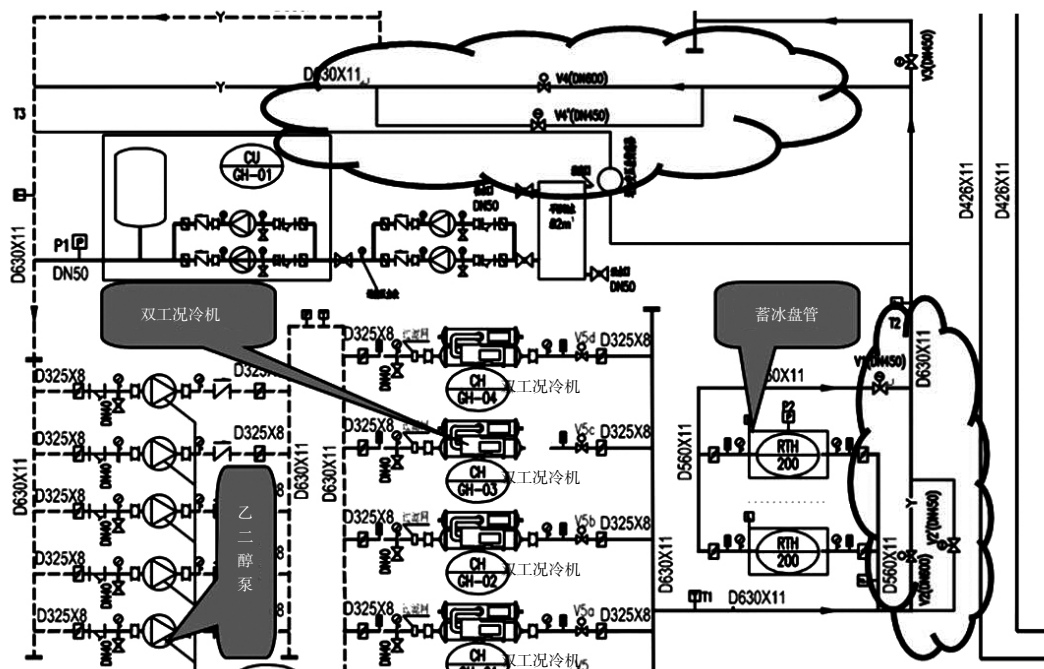


图2 局部冷冻水系统流程图

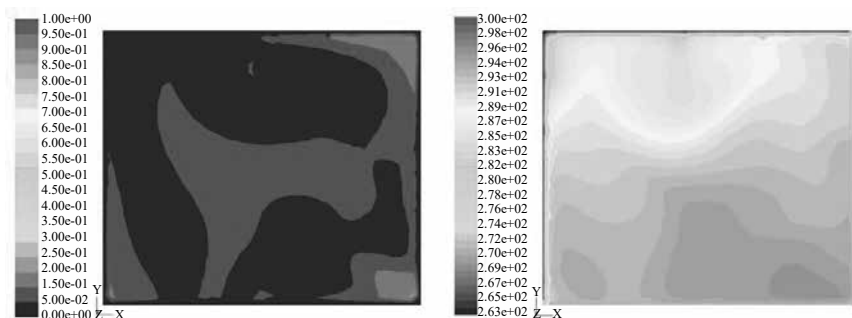


图3 工况1（颈部速度为 1.47m/s ）的速度及温度场分布

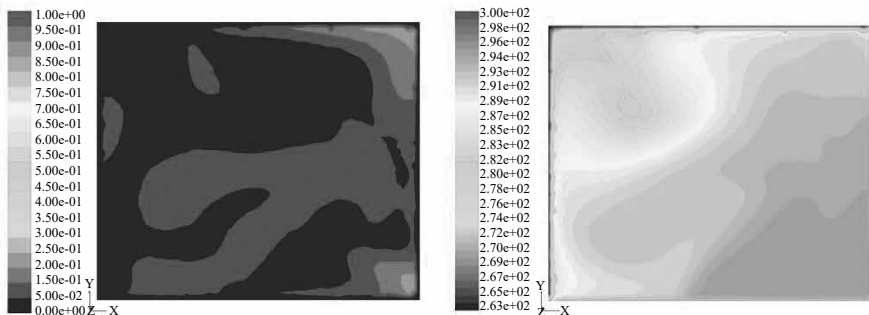


图3 工况2（颈部速度为 1.82m/s ）的速度及温度场分布

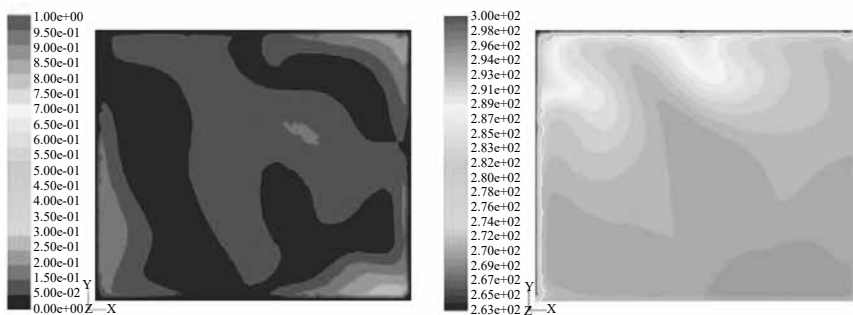


图3 工况3(颈部速度为2.3m/s)的速度及温度场分布

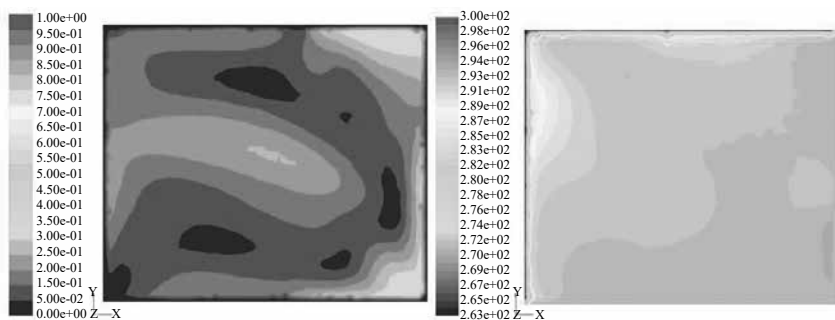


图3 工况4(颈部速度为3.0m/s)的速度及温度场分布

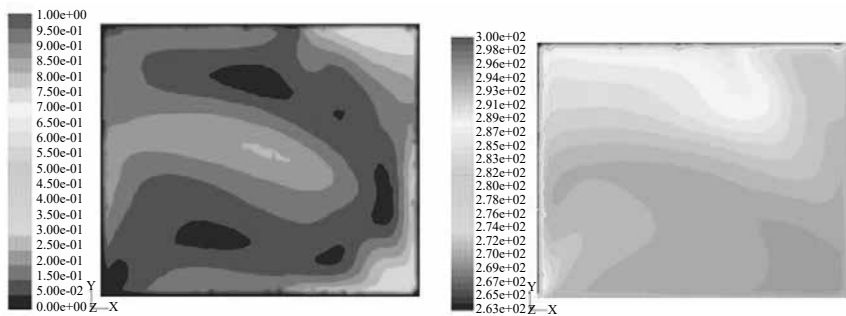


图3 工况5(颈部速度为4.09m/s)的速度及温度场分布

从图3各图中可以看出：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》GB50736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2.0~3.0m/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，主要体现在：

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%。

空气源热泵供暖技术应用分析

哈尔滨工业大学 董重成
黑龙江东方学院 刘元芳 李立

摘要: 空气源热泵用于夏热冬冷地区的供暖具有明显的优势, 针对北方严寒地区设计超低温热泵机组也有了较好的工程案例, 为更好发展推广应用空气源热泵供暖, 文中论述了工程应用中系统设计、末端设备选取、热媒温度确定、系统安装运行应考虑的问题和做法, 并对空气源热泵供暖区域做了分析, 提倡在严寒地区的供暖期与其他热源耦合互补的利用空气能供暖。

关键词: 空气源热泵; 独立供暖; 末端设备; 效能比

0 前言

在国家政策的支持下, 热泵技术在我国得到了大力推广应有, 除地源热泵等技术被成熟应用建筑和生活中, 近今年空气源热泵又有了快速发展, 并从加热生活热水开始应用于建筑供暖和有关行业的产品干燥。有关省市已将空气源热泵产品纳入了可再生能源应用设备。

由于我国规定日平均 5°C 开始供暖, 因此空气源热泵具有作为供暖热源也会有较好的运行条件。空气源热泵用于夏热冬冷地区的供暖具有明显的优势。目前, 不但在寒冷地区开始推广应用, 在严寒地区的新疆、呼和浩特、沈阳也具有规模应用的成功案例。而随着市场的不断发展, 空气源热泵企业的发展态势, 将在未来几年逐渐呈现打破当前应用南北区域划分的限制。

1 空气源热泵供暖系统构成

空气源热泵技术是基于逆卡诺循环原理建立起来的一种节能、环保制热技术, 通过空气获取低温热源, 经系统高效集热整合后成为高温热源, 用来供暖或供应热水。

以热泵为热源的供暖系统即为热泵供暖系统。空气源热泵不仅可作为分散供暖的热源, 按照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 确定的集中供暖定义, 空气源热泵完全可以用做集中供暖系统的热源。目前, 热泵供暖末端设备可采用: 地板辐射供暖、风机盘管供暖、散热器供暖。

2 热泵供暖末端设备

由于空气源热泵的特点和能效比的关系, 空气源热泵供应的热水温度应处在技术经济合理的工况,

这就决定了供暖末端宜采用低温的散热设备。

目前采用的末端设备是: 地板辐射供暖、风机盘管供暖、散热器供暖, 该三种散热设备有不同的特点, 各自适合不同需求。

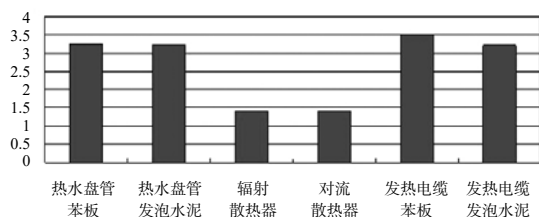
低温地板供暖可使人们同时感受到辐射温度和空气温度的双重效应, 人体实感温度舒适程度比室内空气温度高出 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$, 因此, 提高了舒适度, 有效节约能源。该供暖方式不占房间的有效使用面积, 可以自由地装修墙面、地面和摆放家具。并且地板供暖增加了保温层, 具有非常好的隔音效果, 减少楼层噪音。

但是, 地板供暖系统的结构繁杂。有 8cm 填充层的占用层高。如层高较低的室内采用此种方式, 会给人以压抑感。因此, 这种供暖方式需对建筑增加层高 6~10cm。在二次装修时易被破坏, 修复则会留有埋在地下的接头, 留下隐患。如有滴漏将不易检查出故障所在。系统管路全部隐蔽安装在地面下, 不具备可拆卸、更换的可能, 因此如果发生二次装修动用地面的话, 这个系统只能整体拆除。构造层蓄热使得房间升温时间较长, 热惰性大。

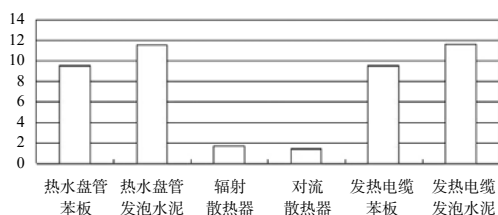
散热器供暖安装容易、维修简单, 色彩多样、外观优雅、极易与家装所融合, 房间可利用散热器上的温控阀单独调节房间温度, 管路少、无立管、泄露亦少, 设计计算较简单, 房间升温快、温度调节灵活。

但是, 散热器供暖占用室内空间, 一般热媒供水温度较高, 影响热泵供暖的能效比。

风机盘管供暖升温快、调节灵活、空调供暖两用冷暖两用、节省投资, 可根据需要安装在地面或顶棚。但是, 热空气在顶部有效利用差、运行产生噪音。图 1 是地面供暖和散热器供暖的房间升降温变化情况, 该实验结果可供选择末端方式时参考。



(a) 升温时间柱状图



(b) 升温时间柱状图

图1 地面供暖和散热器供暖的升降温变化

3 末端设备热媒温度

空气源热泵供应的热水温度越高,能效比越低,表1是空气源热泵在某一工况下出口热水温度升高COP变化情况。热泵供暖末端采用的地板辐射供暖、散热器供暖、风机盘管供暖。由于散热方式不同,采用的热水温度也有所不同。

表1 空气源热泵在某一工况下出口热水温度与COP变化情况

热水温度/℃	75	70	65	60	55	50	45	40
COP值	2.20	2.36	2.56	2.80	3.08	3.42	3.85	4.40

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012第5.7节户式燃气炉和户式空气源热泵供暖中第5.7.7条条文说明强调:热泵供暖系统可根据供水温度分为低温型(出水温度 $\leq 55^{\circ}\text{C}$)及高温型(出水温度 $\leq 85^{\circ}\text{C}$)。需要根据连的具体末端形式的(如地面供暖、散热器等)供水温度要求,选择适宜的热泵供暖设备。

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012第3.1.1条规定:热水地面辐射供暖系统的供、回水温度应由计算确定,供水温度不应大于 60°C ,供回水温差不宜大于 10°C 且不宜小于 5°C 。民用建筑供水温度宜采用 $35^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。《辐射供暖供冷技术规程》JGJ242-2012中规定:热水地面辐射供暖系统供水温度宜采用 $35^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$,不应超过 60°C ;供回水温差不宜大于 10°C ,且不宜小于 5°C ;风机盘管供暖一般采用的热水温度进水 60°C ,回水 50°C ;对于空气源热泵供暖进水 45°C ,回水 45°C 。

地板辐射供暖、风机盘管供暖热水温度对于空气源热泵供暖具有合理的能效比。

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012第5.3.1散热器供暖系统应采用热水作为热媒;散热器集中供暖系统宜按 $75^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ 连续供暖进行设计,且供水温度不宜大于 85°C ,供回水温差不宜小于 20°C 。

对于散热器集中供暖热水温度按 $75^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ 设

计,相对于传统的热媒参数已是有较大的降低,但是针对热泵供暖,尤其是空气源热泵供暖热水温度按 $75^{\circ}\text{C}/50^{\circ}\text{C}$ 设计仍使能效比处在不是合理的工况。空气源热泵的运行适宜大流量小温差,这一点也与规范提倡的供回水温差不宜小于 20°C 不相适应。

然而,通过对供暖系统的实际运行调查,目前北方地区大多数城市集中供热系统运行参数,就是在最冷月运行参数也远远小于设计工况。对北方几十个城市调查结果是:二次网供水温度约在 $47\sim 63^{\circ}\text{C}$,回水温度约在 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$,运行温差约为 $7.8\sim 14.7^{\circ}\text{C}$,温差均小于设计温差 20°C 。

图2是哈尔滨某小区测试整个供暖季温度变化曲线,供暖初期供热温度低于 40°C ,最冷天气供热温度为 60°C 。

空气源热泵的最佳工作状态是提供 50°C 以下的热水。以往空气源热泵用于建筑采暖不成功的原因之一,就是在于供暖散热器要求热水温度在 80°C ,这种工作状态下,空气源热泵的能效比太低,不经济。通过散热器低温供暖研究认为: $60^{\circ}\text{C}/45^{\circ}\text{C}$ 具有技术经济合理性和可行性。而针对空气源热泵供暖热媒参数完全可以降至和生活热水供应的温度一致。

4 空气源热泵供暖末端设计

空气源热泵供暖具有诸多优点。但它的使用受到环境温度的限制,不同区域、不同末端装置设计时应考虑以下问题。

室内供暖计算温度,根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012规定南北方室内设计温度不同:严寒和寒冷地区主要房间应采用 $18\sim 24^{\circ}\text{C}$;夏热冬冷地区主要房间宜采用 $16\sim 22^{\circ}\text{C}$ 。

新建与既有建筑增设供暖设施要加以区别:新建住宅可完全按设计规范规定进行。而既有建筑增设供暖设施要考虑住户的具体要求进行,对于夏热冬冷地区住宅根据生活习惯,不必要对整套住宅进

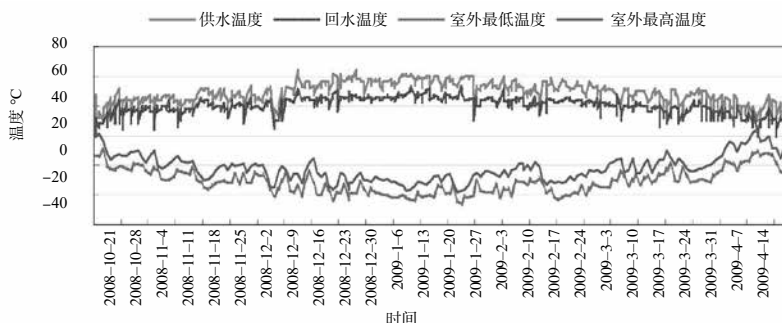


图2 哈尔滨某小区供暖期测试温度变化曲线

行全面供暖,可进行局部主要房间加装供暖设施。既有建筑增设供暖装置宜结合装修进行。热负荷计算应考虑户间传热,否则达不到需要的供暖效果。对于地板辐射供暖楼板向下传热则占有 20%。

选用末端设备时应考虑房间功能、生活习惯和运行方式,从舒适性和经济性选择适合住户需求的地板辐射供暖、风机盘管供暖、散热器供暖形式。

既有建筑增设地板辐射供暖时应考虑荷载,尽量采用干式地板供暖,并考虑局部供暖和家具摆放遮挡。地面饰面层应采用热阻小的材料,选用理石饰面具有较好的散热效果。各环路长度应尽可能一致,并加设调节和环路关断阀门。加热管布置方式可采用图 3 的形式。加热管布置方式选择除考虑管材弯曲半径和方便施工外,应考虑地面温度的均匀

性,从使用效果看近几年采用的靠外墙外窗减少管间距加大散热量改善了靠外墙窗的舒适度,因此,为改善靠外墙窗的冷辐射出现的不舒服情况也可采用直列型的布置方式加以改善。

风机盘管冷暖两用,供暖的供水温度可适当降低,仅是用于住宅供暖时宜采用立式安装,且宜靠外窗设置。

散热器用于空气源热泵供暖系统,热媒温度可降低与热水供应温度 55°C 一致。散热器在低温使用其散热量计算完全可按各类散热器给出的散热量实验公式,代入设计的温差 $\Delta T^{\circ}\text{C}$ 进行计算即可。图 4 是对同一组散热器分别对温差 $\Delta T=15\sim 65^{\circ}\text{C}$ 的范围进行分段实验和连续实验的结果,认为低温工况的散热量可视为 $\Delta T=40\sim 65^{\circ}\text{C}$ 试验曲线的延长线。

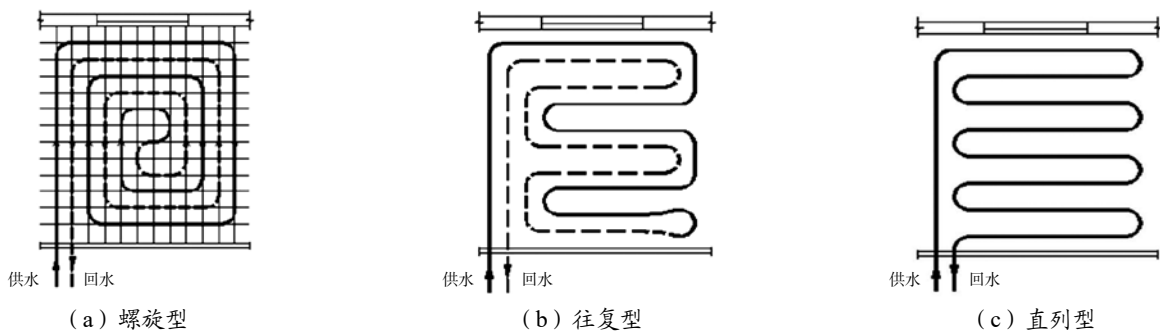


图3 加热管布置方式

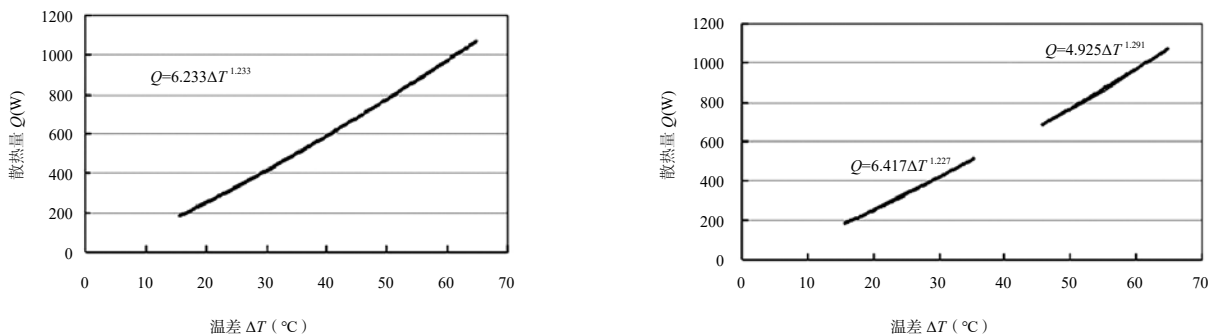


图4 散热器散热量实验公式

散热器供暖按低温参数设计,会增加散热器数量,但是低温供暖的特点是舒适和节能。

对于分户独立供暖系统,考虑到管道布置,家具摆放和空间使用等因素散热器完全可在内墙布置,不必强调靠外窗布置。

空气源热泵同时用于生活热水供应和供暖应对生活热水单独设置管道,避免对供暖系统产生腐蚀。对于分户独立闭式系统几乎可以不顾虑散热器的腐蚀问题。

由于供暖的热负荷计算是按累年平均不保证 5 天统计确定的供暖室外空气温度计算参数,当室外温度减低房间需要供应的热负荷增大,而空气源热泵 COP 值会下降,为解决这一矛盾,必要时应考虑采取耦合热泵系统优势互补或辅助热源的经济可行性。

对于空气源热泵作为集中供暖的热源,由于空气源热泵的特点,为减少输送热损失和管网造价,不宜较长距离输送热媒。

5 热泵供暖系统运行

根据对供暖系统运行质调节水温曲线分析,在供暖初期和末期:散热器供水温度仅需 40℃,地板供暖供水温度仅需 28℃。

对于供暖期从日平均 5℃ 到 -10℃ 阶段空气源热泵都有较经济的运行工况,而最冷月平均温度 ≤ -10℃ 的地区属建筑热工的严寒地区,在这一地区供暖期时间长,一般都在 150 天以上,因此有 100 天以上的空气源热泵供暖运行,该时间段的供热负荷仅接近供暖设计热负荷的一半。

供暖期室外温度变化影响空气源热泵效能比 COP 值,因此空气源热泵供暖的效能比应是针对供暖季的平均值。对于严寒地区出现最冷月时应有其他热源作为热负荷调峰,以便空气源热泵处于技术经济合理的运行工况。

6 空气源热泵供暖的区域

空气源热泵以少量电能,吸收空气中大量的低温热能,通过压缩机的压缩变为高温热能,传输至水箱,加热热水,所以它能耗低、效率高、速度快、安全性好、环保性强,源源不断的供应热水。作为热水系统它具有无以比拟的优点。但空气源热泵供热能力和供热性能系数随着室外气温的降低而减小,所以它的使用受到环境温度的限制,一般适用于最低温度在 -10℃ 以上的地区。所以一直以来被业内人士认为空气源热泵用于夏热冬冷地区具有优势。

表 2 常规空气源热泵 COP 值与空气温度的变化

值,图 5 是空气源热泵不同蒸发温度的 COP 值变化曲线。

表 2 常规空气源热泵 COP 值与空气温度的变化值

空气温度/℃	-20	-15	-10	-5	0	5	10
COP 值	2.05	2.20	2.36	2.56	2.80	3.08	3.42

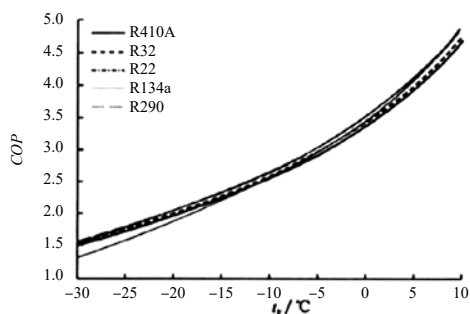


图 5 空气源热泵 COP 随蒸发温度的变化曲线

随着空气能技术的发展,有的企业也逐渐打开了北方的市场。其中,循环加热超低温型产品在零下 20 度也能正常使用,已经成功应用于北方的酒店、学校、洗浴中心、医院、别墅、小区等场所得到了用户的充分肯定。

超低温空气源热泵采用超低温工况压缩机及低温高效 404A 制冷制,既能解决空气源热泵的衰减问题,同时还可以有效的正常制热,可在 -25℃ 的环境温度工作, -20℃ 以上可达到理想的应用效果。超低温空气源热泵可以实现零下 20℃ 以上不加电辅助正常运作。

按照建筑热工设计分区确定;严寒地区最冷月平均温度 ≤ -10℃,寒冷地区最冷月平均温度 0~-10℃,夏热冬冷地区最冷月平均温度 0~10℃。

热泵技术的发展,超低温热泵机组是针对北方严寒地区设计的,适用环境温度 -25℃ 以上地区,常规热泵机组在 -5℃、增强型热泵机组在 -15℃ 以下不能正常制热。超低温热泵机组相对系统能效比 COP 更高,因机组的温度响应应极快,供应热水的能



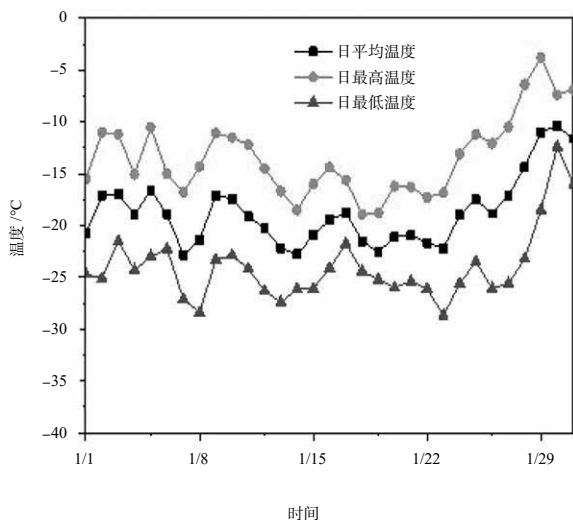


图6 哈尔滨一月份干球温度变化曲线

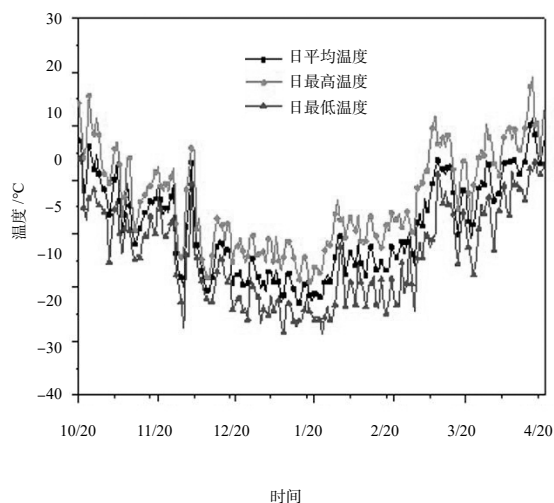


图7 哈尔滨供暖季干球温度变化曲线

力极强,即使在 -25°C 的超低室外环境温度下,依然能够稳定地提供热水。末端采用低温地板辐射采暖系统,可以使热泵节能的优势得到更好的发挥。空气源热泵与水地暖的组合COP均超过3.0,具有运行能效高、运行费低的特点。

哈尔滨市是严寒地区气温最低省会城市,图6哈尔滨一月份干球温度变化曲线,图7是哈尔滨供暖季的室外温度变化曲线。

从图5中可以看出:最冷月平均日最高气温在 -15°C 上下,最冷月平均日最低气温在 -25°C 上下,最冷月平均日气温在 -20°C 上下。从图6中可以看出:12月中旬至2月中旬气温处于较低的时间段。其他时间段日平均气温均大于 -10°C ,完全处在寒冷地区的空气温度,因此,在整个180天的供暖期大部分时间都是在空气源热泵较好运行范围。

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012第8.3.1条规定:冬季设计工况时就性

能系数(COP),冷热风机组不应小于1.80,冷热热水机组不应小于2.00。即便在最冷月平均日最低气温在 -25°C 不能运行,但是,有100多天运行性能系数(COP)都会达到规定的要求,因此,具有极大的推广应用价值。而且,北方冬季雾霾最严重都是出现在进入供暖期的初期,这个阶段的气压低不利于颗粒物的扩散。因此,在严寒地区分阶段利用空气源热泵供暖,对于节能减排,改善雾霾环境具有实际意义。

7 结束语

空气源热泵在北方用于供暖完全可行,并可用做集中供暖系统的热源。严寒地区宜采用超低温空气源热泵,也可在供暖期分时间段担负供暖负荷,并在最冷月与其他热源耦合互补运行。在做技术经济方案论证时应考虑使用所在地区的整个供暖期运行效能比。空气源热泵供暖末端设备可采用地板辐射、风机盘管和散热器,采用散热器供暖的供水温度完全可与生活热水温度一致。

参考文献

- [1] 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范 GB 50736-2012[S]. 中国建筑工业出版社, 2012.
- [2] 辐射供暖供冷技术规程 JGJ142-2012[S]. 中国建筑工业出版社, 2013.
- [3] 宋为民, 董重成, 李庆娜. 散热器采暖低温运行的研究[J]. 中国建筑金属结构, 2010,(5):36-39.
- [4] 马一太, 代宝民. 空气源热泵用于房间供暖的分析[J]. 制冷与空调, 2013,13(7):6-11.



医院门诊公共空间新风需求特性研究

重庆科技学院, 重庆海润节能研究院 居发礼

摘要: 调研分析了医院公共空间新风需求的影响因素, 揭示了新风需求特征即为门诊量的变化特征, 提出了门诊量特性的表征参数, 并对门诊量时间序列进行了相似性分析, 获得了以周为基本变化周期的门诊量变化特征, 基于此对医院公共空间新风系统的设计与运行调控、新风负荷和空调负荷计算提出了建议。

关键词: 时间序列; 新风需求; 门诊量; 医疗流程

0 引言

门诊公共空间主要有门诊大厅、挂号缴费处、取药处及各科候诊区等。这些区域常常是人流量密集, 空气质量较差的场合。《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50736-2012) 中对于医院建筑, 仅仅给出了门诊室、病房等场所的最小新风换气次数, 对门诊公共空间的新风量未给出明确的计算方法。对于其他公共空间如商场、车站等场合给出了根据不同人流量密度设定不同新风量指标进行新风需求计算的方法, 然而即使按照固定人员密度计算人员数量, 然后根据人均新风量计算新风量进行系统的设计, 仍然忽略了其变化特征, 并未给实际运行提供良好的基础。

1 新风需求的影响因素分析

医院公共空间新风需求的基本关系为新风量 = 人均新风量指标 × 人员数量。新风需求涉及两个方面的内容。第一方面为人均新风量指标, 是卫生学方面的内容, 在本文中不做专门研究; 第二方面为人员数量, 涉及到工程学问题, 是本文研究的重点。在医院建筑中, 一般用门诊量来反映医院人流量多少的程度, 而实际上门诊量反映了医疗服务次数, 代表了每天接待患者的人数, 只是反映了就诊人员数量^[1-3], 不能等同于人流量。实际上医院内部人员除了就诊人员外, 还包括医护人员及大量的陪护人员; 同时医院建筑有着严格的秩序和功能要求, 是一种强调理性思维的建筑类型, 具有相对固定的医疗流程^[4-6], 各自不同空间的人流量还包括为了就诊或医疗服务而来回穿梭的人员。因此各空间的人数除了就诊人员、探视陪护人员和医护人员外, 还包括其中的来回穿梭人员。

1.1 调研概况

调研对象: 重庆大坪医院、息烽人民医院;

调研区域: 挂号大厅、普通内科候诊区、神经

内科候诊区、牙科候诊区等公共区域;

调研时间: 2011 年 7 月 11 日至 7 月 23 日;

调研方法: 人流量数据采用现场人工计数方式, 门诊量数据由医院门诊信息挂号系统提取, 每小时计数一次;

数据处理方法: 采用时间序列相关性进行数据分析。

1.2 影响因素分析

(1) 门诊量及陪同率

将搜集到的门诊量与人流量数据通过 Pearson 相关性分析发现, 人流量与门诊量呈显著的正相关关系, 线性相关系数为 0.995, 线性相关性很强。同时陪同率也直接影响到人流量, 相同的门诊量, 不同的陪同率, 其人流量明显不同。

(2) 医疗流程

医疗流程有传统医疗流程与现代医疗流程之分。本文界定传统医疗流程是指没有按照现代管理手段(如网络预约挂号)和方法的医疗流程, 现代医疗流程是指采用了现代化的设备、方法和手段的医疗流程。医疗流程属于分级变量, 定义传统医疗流程为 1, 现代医疗流程为 2。根据调研所得不同医疗流程下不同公共空间区域的人流密度, 采用 Spearman 秩相关系数进行相关性分析得到显著性相关系数为 -0.453 (置信度(双测)为 0.01)。由此可知, 人流密度与医疗流程呈显著性负相关, 说明了采用现代化医疗流程的医院(或空间)人流量要小于传统医疗流程的医院(或空间)人流量。

(3) 建筑布局

建筑的功能空间应围绕医疗流程在建筑平面上合理排布而非简单叠加。建筑功能空间布局与医疗流程的协调是医疗流程前后衔接建筑功能空间布局, 尽量缩短相关功能科室之间的空间距离, 使得衔接有序紧凑, 使患者少走回头路, 避免人员来往穿行不同的功能空间。若医疗流程中要求的医疗活动所需经过的空间先后次序为 A→B→C, 但在建筑

空间布局上出现了 $A \rightarrow C \rightarrow B$, 使得 C 空间增加了从 $A \rightarrow B$ 和 $B \rightarrow A$ 这部分来回穿梭人员流量。如当从挂号大厅到候诊室时, 应避免穿越取药处, 检验候诊区等区域, 以减少这些区域的人流量。建筑空间布局与医疗流程协调性越好, 人流流动越顺畅, 更能减少在某一空间大量聚集人员的可能性。

由上述分析可知, 医院公共空间人流量影响因素为门诊量、陪同率、医疗流程及建筑空间布局。医疗流程、建筑空间布局在建筑建成运行后即已经确定, 门诊陪护率可根据当地社会情况调研得到, 因此影响门诊公共空间人流量的基础因素应是门诊量。门诊量的特性即反映了人流量特性进而反映了新风需求的特性。

2 门诊量特性分析

2.1 表征参数的确定

门诊量是时间序列, 其分布特征是月、周、日的分布特性。本文采用月分布指数、周分布指数和小时分布指数来表征其分布。月分布指数表征了月门诊量与一年中月平均门诊量的偏离关系, 用公式表示为: 月分布指数 = 月门诊量 / 一年中平均月门诊量; 同理可得周分布指数 = 日门诊量 / 一周中平均日门诊量; 小时分布指数 = 小时门诊量 / 一天中平均小时门诊量。

2.2 门诊量特性的表征

选取河南省某三级甲等综合医院作为典型案例

进行分析, 该医院床位数为 1500 张。分析时从医院就诊信息管理系统中提取 2012 年与 2013 年的逐时门诊挂号数据。月门诊总量数据即为一月内逐时数据的累加值, 日门诊量即是一天中逐时门诊量的累加值。

由图 1 可知, 2012 年与 2013 年月分布指数除了 2 月和 4 月相差外, 其余月份趋势相同。2013 年在 4 月和 8 月各出现一个高峰, 月分布指数达到 1.05, 而 2012 年在 4 月出现了低谷, 分布指数为 1.0。2012 年和 2013 年 1 月, 2 月, 9 月~12 月的分布指数小于 1, 其余月份均大于 1。由此可知, 月分布指数逐年变化并不十分明显。

由图 2 可知, 周一的周分布指数较大, 约为 1.3, 周二约为 1.1, 周三至周五大致相当, 约为 1, 周六为 0.85, 周日最小, 约为 0.7。这种特性可能是由医院的门诊时间决定的, 一般地级医院周六、周日只开诊半天, 因此周六、周日的周分布指数较小。

由 2012 年和 2013 年小时分布指数图 (图 3 与图 4) 可以看出, 1 月~12 月门诊量小时分布呈现双峰特性, 在全年内, 不同月份上午与下午的高峰时刻、小时分布指数不同。1 月, 2 月和 12 月上旬高峰时刻为 10 点, 小时分布指数约为 5.2, 而 3~11 月上旬高峰时刻为 9 点, 小时分布指数平均约为 6.0; 1 月~4 月, 11 月, 12 月的下午高峰时刻为 15 点, 小时分布指数平均约为 2.5; 5 月~10 月下午高峰时刻点为 16 点, 小时分布指数平均约为 2.3。上午与下午高峰的指数相差 2.1~2.6 倍。

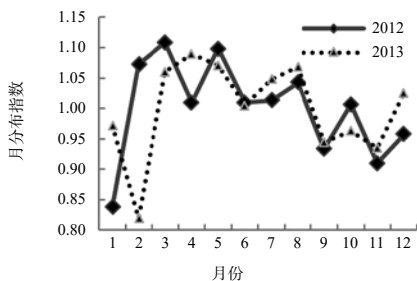


图 1 月分布指数图

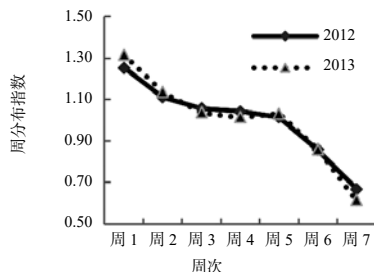


图 2 周分布指数图

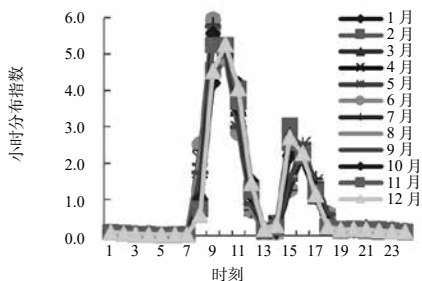


图 3 小时分布指数图（2012 年）

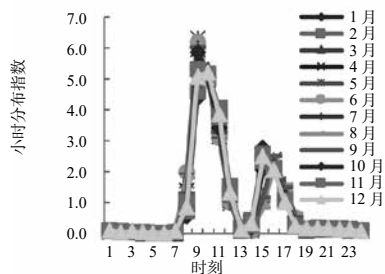


图 4 小时分布指数图（2013 年）

2.3 门诊量时间序列的相似分析

本文采用欧氏距离来度量两个门诊量时间序列的相似度,两者距离越大,相似性越小,距离越小,相似性越大。两个时间序列的欧氏距离定义为: $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 是目标数据序列, $Y=\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ 是需要进行相似性测量的一个数据序列, n 为序列长度,二者间的欧氏距离公式为:

$$D(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$$

将两两之间的相似距离形成 n 个对象的欧氏距离矩阵如下:

$$\begin{bmatrix} 0 & d(2,1) & d(3,1) & \dots & d(n,1) \\ d(2,1) & 0 & \dots & \dots & d(n,2) \\ d(3,1) & d(3,2) & 0 & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d(n,1) & d(n,2) & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

其中 $d(i, j)$ 是对象 i 与 j 之间的相似距离, $d(i, j)$ 是一个正值,对象 i 与 j 高度相似时,其值接近 0,越相似值越小。本文采用层次凝聚聚类方法进行相似性分析。

(1) 周分布分析

将同月中相同周次的指数求平均值得到周一至周日在某月的周平均分布指数,从而形成周分布指数时间序列。将 2013 年逐月周分布指数时间序列进行相似性计算得相似聚类图如图 5。

由图 5 可知,1 月份与其他月份相差较大,其余月份均比较相似。1 月份可能由于春节期间,门诊量骤减,导致了与其他月份存在差距。由此可得,周分布指数全年逐月变化不大。

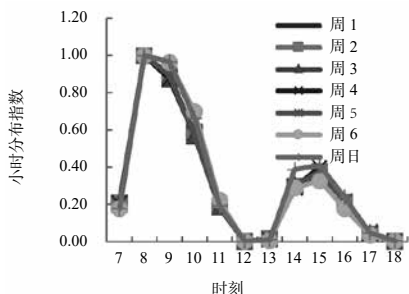


图 6 周一至周日平均小时分布指数

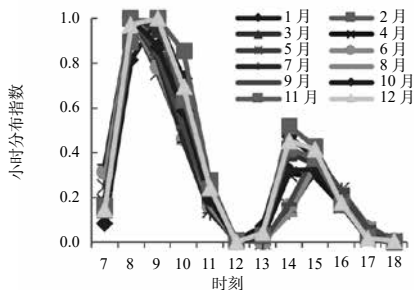


图 8 逐月周一平均小时分布指数

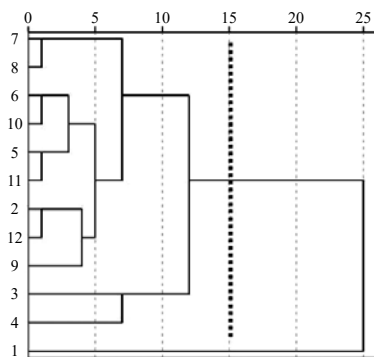


图 5 逐月的周分布指数聚类图

(2) 日分布分析

1) 全年周平均分析

将全年中同周次的小时分布指数对应时刻系数求平均值,得到某周次的小时分布平均指数序列,如图 6 所示。

由图 7 可知,若将小时分布情况分成四类,则周一归为一类,周二至周五可归为一类,周六归为一类,周日归为一类。

2) 月平均分析

将某月中同周次的小时分布指数对应时刻求平均值,得到某月的小时分布平均指数。如图 8 得到 1 月~12 月的周一平均小时分布。

由图 9 可知,对于周一,按照特征可分成两类,1~3 月,11 月和 12 月归为一类,4 月~10 月归为另一类。同理可得周二至周日的特征分类如表 1。

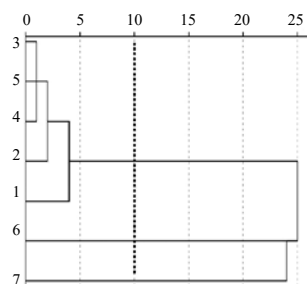


图 7 周一至周日小时分布指数聚类图

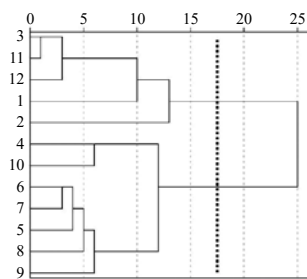


图 9 周一小时分布指数聚类图

表1 周一至周日全年逐月的相似分类表

类别	周一	周二	周三	周四
一	1~3,11,12	1~3,11,12	1~2,11~12	1,2
二	4~10	4~10	3~10	3~12
类别	周五	周六	周日	
一	1,4,10~12	1~3,11,12	1~3,10~12	
二	5~9	4~10	4~9	

由表1可以得出,周一与周二全年分类一致,周六与周日全年分类基本一致,周三与周五全年的分类存在微小差异。但都呈现了两类基本特征,一类为夏秋季节特征,另一类为冬春季节特征,如图10所示。

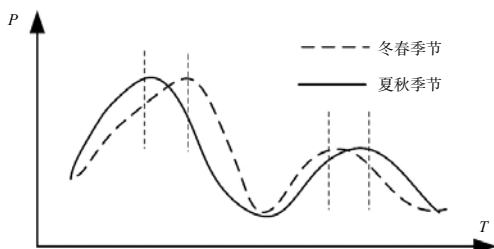


图10 小时分布特征类别图

2.4 门诊量时间序列相似性

由前文分析可得门诊量时间序列的相似性为:

(1) 周平均分布指数在全年中逐月变化不大,较为稳定。

(2) 全年平均小时分布指数序列存在四类,周一为一类,周二至周五为一类,周六一类,周日为一类。

(3) 周一至周日的全年月平均小时分布指数的相似性特征为:夏秋季节特征与冬春季特征,两者变化特征基本相同,都呈现了双峰特性,上午与下午高峰的指数相差2.1~2.6倍,且上午和下午高峰存在时间上的差异,夏秋季上午高峰较冬春季提前约1小时,下午高峰则延后约1小时。

3 结论与建议

(1) 医院门诊公共空间的新风需求特性即是人流量变化特性。构建医院的人流量变化规律,即是要了解其门诊量变化规律,该规律呈现出以周为基本变化周期的变化特征。

(2) 确定年平均门诊量后,通过年平均门诊量与月、周和小时指数的乘积再除以24,即可得到全年逐时门诊量,进而可确定医院公共空间的新风需求特征。

(3) 以人员密度为新风系统的设计方法应更加关注新风需求的变化特性并作出运行控制策略,首



先应确定不同区域的人流量变化情况,然后确定新风量供应调节曲线,暖通空调的调节方案等。考虑到不同空间新风需求虽然规律均具有双峰特性,但仍存在依据医疗流程中的先后次序导致不同区域新风量高峰需求存在时间相位差,建议公共空间单独设置一套新风系统或采用动力分布式变风量新风系统。

(4) 宜根据此新风需求特性综合考虑新风处理能耗,在室外空气较低时增大新风量,使室内CO₂浓度减少,室外温度较高时,在保障室内环境前提下减少新风量,减少新风负荷。

(5) 医院公共空间空调负荷计算时应考虑人流量和新风需求的逐时变化特征,应根据人流量变化特征进行动态冷负荷及动态新风负荷的计算,特别是中午及下午人流量减少带来的室内人员发热量的减少及新风负荷的减少。

参考文献

- [1] 王希明,韩洪波,李涛.影响县级综合医院门诊量相关因素的分析[J].中国医院统计,2002,9(4):207-210.
- [2] 张丽芳,姜润生,魏晓林等.珠江三角洲六城市社区卫生服务中心3年门诊量及影响因素调查[J].昆明医学院学报,2011,32(12):52-56.
- [3] 沈誉.影响医院门诊量相关因素的分析[J].医学信息,2013,(16):615.
- [4] 胡霞,侯惠荣,孙红兵.论医疗工艺流程与建筑布局的统一[J].中国医院建筑与装备,2010,11(11):76-78.
- [5] 刘斌.医疗工艺流程设计的研究和优化[J].中国医院建筑与装备,2011,(10):58-61.
- [6] 杨帆,吴燕.“流程组合法”用于医院建筑设计的探讨[J].中外建筑,2014,(5):94-96.

华北地区某中型高铁客站空调系统实测研究

清华大学 项翔坚 柳珺 刘晓华

中铁二院重庆勘察设计院有限责任公司 林程保 牛梦宇 姚建波

摘要: 本文对华北地区某典型中型高铁客站的室内环境及空调系统的运行现状进行了实测研究, 介绍并测试了客站站房空调系统的基本情况, 分析了车站候车大厅不同工况下的室内温度、湿度、风速场的分布情况, 指出了室内热湿环境存在的问题。测试结果表明, 系统采用地源热泵形式, 具备高能效的条件, 但由于运行管理不够完善, 热泵旁通严重, 蒸发器内部存在堵塞, 且水泵选型偏大, 导致系统源能效较低。室内热湿环境在多数情况可以满足室内设计要求, 但极端工况下常出现进、出站口局部超调情况。

关键词: 高铁客站; 空调系统; 室内环境; 运行测试

1 引言

近年来, 高速铁路在我国得到迅猛发展, 建立了京津、沪宁、京沪、京广等一批具有世界先进水平的高速铁路。与此同时, 大批新型、中小规模高铁客站在各地建成, 由于其空调系统形式、运行管理情况与常规铁路客站存在较大差异^[1], 而目前关于典型高铁客站室内环境及空调系统运行现状的研究较为有限^{[2][3]}, 因此本文对华北地区某一中小型高铁客站室内高大空间的温度、湿度、风环境以及空调系统运行情况进行了详细介绍。

该客站是京广客运专线的一座典型中型车站, 于2012年12月正式投入运营, 站房建筑面积为14958m²^[4]。主站房地上两层, 主要为客运功能用房, 局部地下一层, 为冷热源用房与消防系统用房, 如图1所示。

2 室内环境测试

车站候车大厅基本信息如图2所示, 候车大厅为96m×45m×18m(长×宽×高)的高大空间, 总面积为4320m²。其室内空调末端主要采用喷口送风形式, 喷口中心高度为5.4m, 左右各12个。系统空调箱位于候车室的四个方位: 1#空调箱负责东北区域, 2#空调箱负责西北区域, 3#空调箱负责东南



图1 车站鸟瞰图

区域, 4#空调箱负责西南区域及售票厅。本文分别对其室内温度、湿度、风速场进行了测试。

2.1 室内温湿度场

2.1.1 室内操作温度测试

为直观了解候车大厅的室内热环境情况, 本文使用红外热成像仪拍摄了候车大厅各壁面的壁面温度(如图3), 通过壁面对候车室中心位置角系数、候车大厅中心位置空气温度等参数, 计算得到室内的操作温度如表1所示。

表1 候车大厅操作温度测试结果

时间	7.18/8:00	7.18/9:00	7.20/8:00	7.20/9:30
平均辐射温度/°C	27.6	28.0	27.7	28.2
空气温度/°C	24.8	25.2	24.0	24.6
操作温度/°C	26.7	27.2	26.6	27.1

图3给出了7月18日上午9:00工况室内各壁面的温度情况, 可以看出此时, 屋顶与东壁面由于太阳辐射的存在, 壁面温度较高, 而其余四个壁面温度仅仅略高于室内空气温度, 因此最终计算得到的室内操作温度为27.2°C, 比室内空气温度高2°C左右。

2.1.2 室内水平温湿度场

本文在候车大厅人员活动高度处共布置了4×7共28个测点, 在室外空气参数不同的4个典型时刻分别进行测试, 测试结果如表2所示。

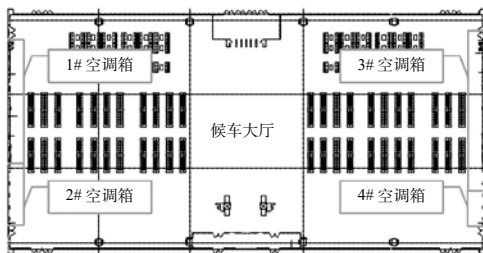


图2 候车大厅平面图

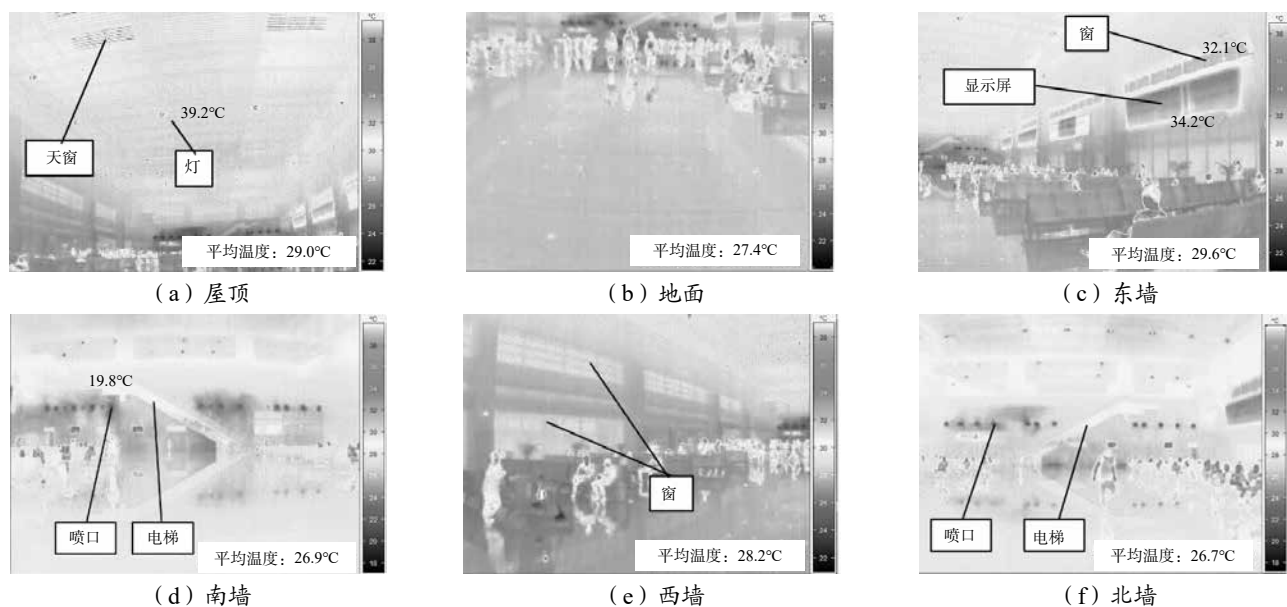


图3 室内各壁面温度测试结果

表2 水平温湿度场测试汇总表

	工况1	工况2	工况3	工况4
天气情况	多云	晴天	晴天	高温高湿
测试时间	上午 10:00	上午 10:00	下午 4:30	上午 10:00
室外干球温度 (°C)	28.6	33.6	35.2	33.0
室外相对湿度 (%)	76.3	54.5%	46.4%	63.7%
室外含湿量 (g/kg)	18.9	17.9	16.6	20.3
室内温度区间 (°C)	24.4-26.0	24.8-26.3	27.9-28.5	27.4-28.6
室内含湿量区间 (g/kg)	12.9-15.0	13.2-15.0	14.8-16.1	16.7-17.8

图4展示了室外高温高湿工况下候车大厅的水平温湿度场情况,可以看出室内温度控制在了27.4-28.6°C之间,含湿量控制在了16.7~17.8g/kg之间。但室内水平温湿度场主要呈现出了两侧温湿度较低,中轴线处局部超调的情况,其主要原因是候车大厅送风喷口位于图中左右两侧壁面,而进站口、检票处位于图中上下中心位置,在两侧局部低温送风与进出口处部分热湿渗风的共同作用下,形成了如图

所示的湿度场分布情况。

综上所述,可以看出由于高铁客站车次安排时间固定、间隔较为均匀,车站整体空调系统负荷较为稳定,因此在多数工况下空调系统能够通过自行调节以满足负荷的小范围波动,使得室内热湿环境处在设计范围之内。但在室外高温高湿的恶劣工况下,将会出现室内温湿度局部超调的情况,此时需重点关注候车大厅进出口的局部降温需求。

2.1.3 室内垂直温湿度场

考虑到高铁车站的高大空间特性,本文对候车大厅室内垂直温湿度场的分布进行测试,结果如图5所示。

从图5中可以看出,喷口送风形式使得室内6m以下区域空气充分混合,不同高度处的温湿度分层现象并不明显,人员活动区域温湿度均处在室内设计范围内。

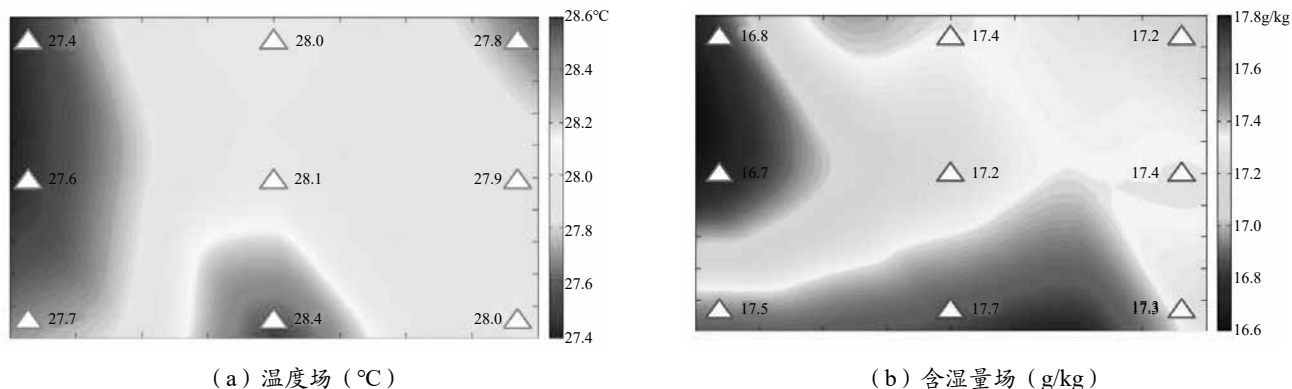
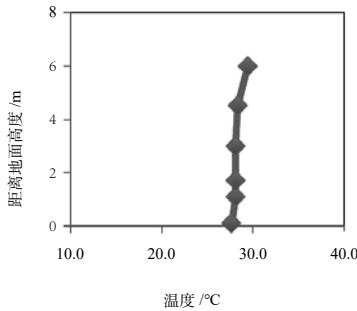


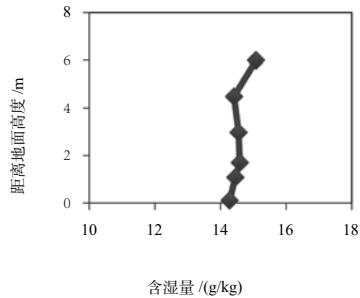
图4 工况4室内温湿度场分布:



(a) 测试示意图

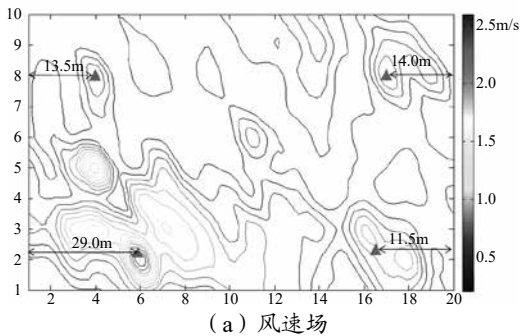


(b) 垂直温度场

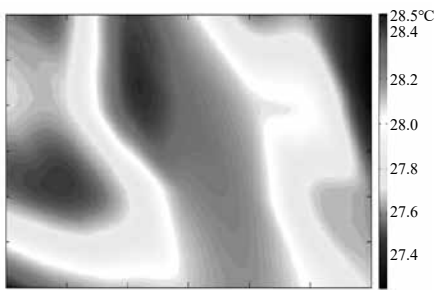


(c) 垂直含湿量场

图5 工况4室内温湿度场分布



(a) 风速场



(b) 温度场

图6 室内风速场 (m/s) 及温度场 (°C)

2.2 室内风速场测试

此外，本文也测试了候车大厅人员操作位置处20（横向）×10（纵向）共计200个测点处的风速分布情况，绘制了风场等高线分布图，并将风场分布情况与理论喷口射程、室内温度场分布情况进行了对比校核，如图6所示。从图中可以看出，理论计算的喷口射程与实测风速分布情况基本一致，四个喷口射程对应位置的实测温度相对较低，体现出风场与温度场关联性。

此外，通过风速场测试发现候车室进站口渗风较为严重，本文继而通过CO₂浓度对候车大厅的渗风情况进行了估算，如表3所示，结果表明车站入

站口渗风量换气次数为0.7次/小时，为室内空调系统带来了较大的渗风负荷（约占总负荷的50%）。

表3 候车大厅渗风量测试

人均CO ₂ 产量	人数	室外浓度	室内浓度	渗风量	单位面积渗风量	总体积	换气次数
(m ³ /h)	(人)	(ppm)	(ppm)	(m ³)	(m ³ /(m ² ·h))	(m ³)	(次/h)
0.0168	333	390	520	47826	11.1	64800	0.7

3 空调系统运行测试

3.1 空调系统概况

图7给出了车站空调系统的示意图。冷热源站房位于地下一层，车站采用2台地源热泵机组作为冷热源，为候车厅、售票厅、办公室、值班室等区

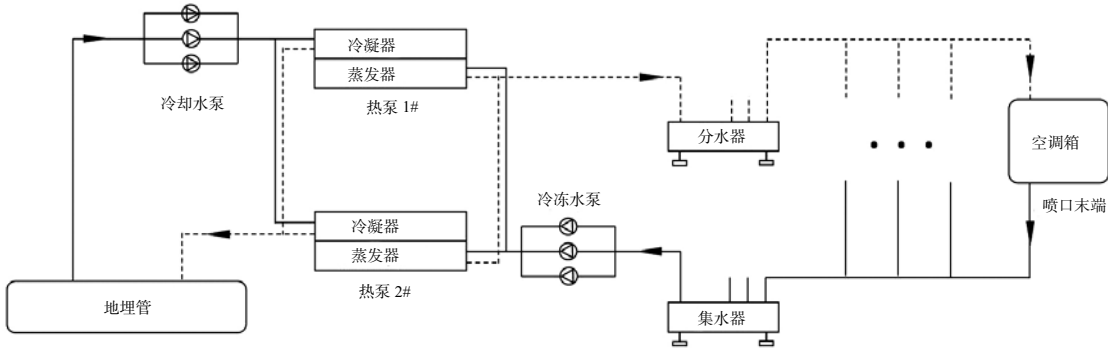


图7 车站空调系统示意图

域供冷、供暖。其中,候车厅与售票厅由4台空调箱负责空气调节,采用喷口送风的末端形式;其余区域采用风机盘管末端。夏季空调区域计算冷负荷为759kW。空调系统设备参数如表4所示:

表4 空调系统设备参数

设备	参数
地源热泵机组	额定制冷量 $Q_0=447\text{kW/台}$; 额定 COP=6; 冷冻水设计供回水温度为 $7/12^\circ\text{C}$; 埋管侧设计供回水温度为 $25/30^\circ\text{C}$
水泵	冷冻泵: 3台, 两用一备 冷却泵: 3台, 两用一备
空调箱	AHU -1、2: 负责候车厅北侧区域, 额定风量 $40000\text{m}^3/\text{h}$, 额定冷量 115kW , 额定功率 40kW ; AHU -3、4: 负责候车厅南侧及售票厅区域, 额定风量 $50000\text{m}^3/\text{h}$, 额定冷量 115kW , 额定功率 45kW ;

3.2 地源热泵运行测试

下面将以3组典型工况为例分析地源热泵机组运行情况。表5给出了3组工况下的热泵机组运行参数,包括室外环境参数,冷冻、冷却水流量及水温,机组能效等。

从测试结果中可以看到,对于工况1,由于2#热泵水阀没有关闭,冷冻水、冷却水存在严重旁通。1#热泵冷却水流量不足,使得出水温度升高,冷却效果变差;冷冻水旁通则会导致冷冻水供水温度升高,末端供冷需求无法得到保证。1#热泵的COP仅

为4.77。此时,热泵的电功率已经超过额定值,而供冷量及COP却远低于额定值。当2#热泵水阀关闭后(工况2),旁通现象得到显著改善。1#热泵冷凝器出水温度降低至 25.2°C ,使得冷却侧具备了良好的运行条件;而冷冻水供水温度降至 10.2°C 。热泵COP达到了5.44,但仍低于额定COP。

为了对热泵的性能进行进一步的探究,表6给出了这两种工况下1#热泵蒸发器及冷凝器侧的换热温差与换热效率。

两种工况下的蒸发器的换热端差分别达到了 4.9°C 及 5.3°C ,换热效率低于50%,说明蒸发器换热性能存在一定的缺陷。由于换热效率过低,热泵冷冻水出水温度难以达到 7°C 的设定值。

而对于工况3,两台热泵机组同时开启,水流量分配较为均匀且接近额定流量。冷站冷冻水供回水温度为 $8.4/12.7^\circ\text{C}$,冷却水供回水温度 $31.3/24.7^\circ\text{C}$,与设定参数较为接近。两台热泵的COP分别达到了5.7及6.3。但从表7中仍可以看出,热泵蒸发器侧的换热温差并未减小,换热效率仍然很低。

蒸发器换热效率过低也会对机组的正常运行造成严重干扰。机组出水温度设定值为 7°C ,在开启1台热泵时,由于其制冷能力有限,白天冷负荷较大时,蒸发器出水温度一般在 10°C 以上,蒸发温度在 5°C

表5 不同工况下热泵机组运行参数

工况		工况1	工况2	工况3
机组运行状态		1#热泵开启, 2#关闭 但2#水阀未关闭	1#热泵开启, 2#关闭 且2#水阀关闭	1#、2#热泵均开启
机组电功率(kW)	1#	78.6	77.4	70.8
	2#	\	\	71.1
冷冻水/冷却水流量(m^3/h)	1#	71.5/39.8	96.6/89.4	79.2/62.9
	2#	41.0/85.8	7.8/13.2	90.4/64.7
冷冻水供回水温度($^\circ\text{C}$)		11.7/14.8	10.2/13.6	8.4/12.7
冷却水供回水温度($^\circ\text{C}$)		24.0/20.5	25.1/20.8	31.3/24.7
蒸发器出水温度($^\circ\text{C}$)	1#	10.3	9.9	8.3
	2#	15.0	13.8	8.4
冷凝器出水温度($^\circ\text{C}$)	1#	33.3	25.2	31.6
	2#	20.8	21.1	31.1
蒸发/冷凝温度($^\circ\text{C}$)	1#	5.4/34.9	4.6/26.5	2.2/32.7
	2#	\	\	4.4/34.1
供冷量(kW)	1#	374.9	394.5	404.6
	2#	\	\	451.3
COP	1#	4.8	5.4	5.7
	2#	\	\	6.3
热力完善度	1#	0.5	0.4	0.6
	2#	\	\	0.7

表6 工况1及工况2中1#热泵换热效率分析

工况	T_e/T_c ($^\circ\text{C}$)	蒸发器/冷凝器 供水温度($^\circ\text{C}$)	趋近温度 ($^\circ\text{C}$)	换热效率
工况1	5.4	10.3	4.9	44.9%
	34.9	33.7	1.2	91.9%
工况2	4.6	9.9	5.3	41.1%
	26.5	25.2	1.3	77.2%

表7 工况3中热泵换热效率分析

	T_e/T_c ($^\circ\text{C}$)	蒸发器/冷凝器 供水温度($^\circ\text{C}$)	趋近温度 ($^\circ\text{C}$)	换热效率
1#	$T_e=2.2$	8.3	6.1	41.9%
	$T_c=32.7$	31.6	1.1	86.2%
2#	$T_e=4.4$	8.4	4.0	53.8%
	$T_c=34.1$	31.1	3.0	68.1%

左右；而在冷负荷较小的时间段，冷冻水回水温度降低，蒸发器出水温度逐渐接近设定值（7℃），蒸发温度进一步降低，蒸发压力降低，可能导致压缩机因蒸发压力过低而报警停机。开启 2 台热泵时，制冷量较大，即使在白天冷负荷较大时，蒸发压力仍有可能低于压缩机报警阈值，热泵难以持续稳定工作。

3.3 水泵运行测试

分别对工况 1 及工况 2 下冷冻泵及冷却泵的运行情况进行了测试，结果如表 8 所示：

表 8 水泵运行测试结果

工况	冷冻泵		冷却泵	
	工况 1	工况 2	工况 1	工况 2
扬程 (m)	21.9	24.5	18.4	25.5
流量 (m³/h)	112.5	104.4	125.6	102.6
功率 (kW)	13.7	15.4	17.5	18.5
效率 (%)	49.1	45.0	36.0	39.0

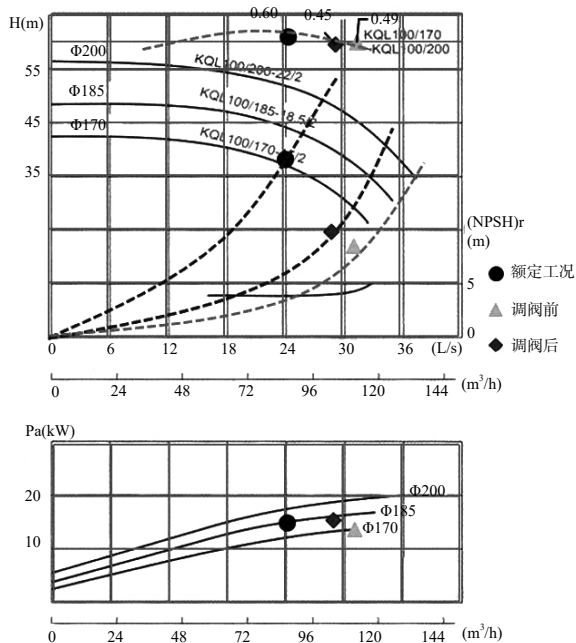
将水泵的实际工作状态与水泵样本工作曲线进行对比，如图 8 所示。可以看出，冷冻侧及冷却侧的设计阻力均远大于系统实际阻力，水泵选型过大，系统实际流量远大于设计流量。此外，水泵的实际工作曲线与样本工作曲线存在一定偏移，水泵实际

性能略低于样本曲线给出的性能。

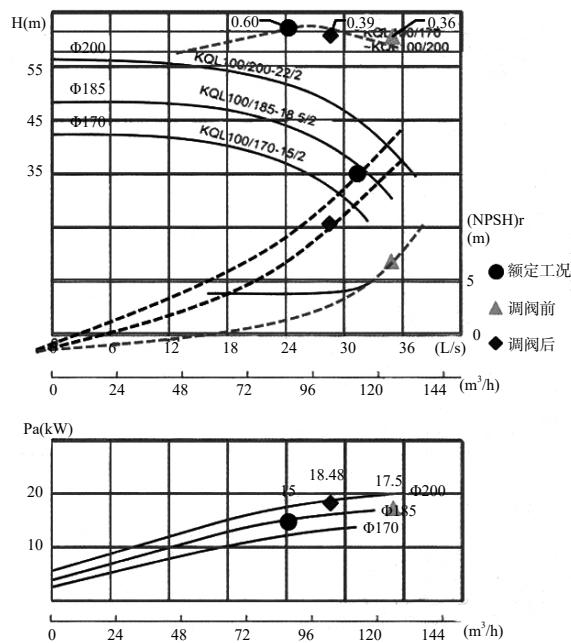
对于工况 1 及工况 2，冷冻水输配系数（输送冷量 / 冷冻泵功耗）分别为 27.4 及 25.9，冷却水输配系数（排除热量 / 冷却泵功耗）分别为 27.4 及 24.2。系统的输配性能不佳，特别是对于工况 2，因为 2# 热泵阀门关闭，为了保证 1# 热泵水流量合适，必须关小阀门，水泵性能进一步降低。

3.4 空调箱测试

对典型工况下空调箱的运行参数进行测试，结果如表 9 所示。4 台空调箱风量均小于其额定值，且风量差异较大，承担负荷量不均匀，各处送风状态差异较大。风侧与水侧缺乏合理匹配，空调箱的供回水温差不平衡（2.2~4.2℃），部分空调箱除湿量较小（0.4~1.6g/kg）。另外，测试中还发现，北侧空调箱的回风口设置在车站便利店吊顶内，而便利店店门尺寸较小，门口区域风速高达 5m/s，回风口风速也达到了 3.7m/s。由于便利店进门区域风速过大，实际运行时，不得不关小风道风阀，进一步限制了送风风量。空调箱风量不足，会导致喷口射程不足，室内气流组织无法满足需求，热湿环境出现不均匀现象。



(a) 冷冻泵



(b) 冷却泵

图 8 水泵工作曲线

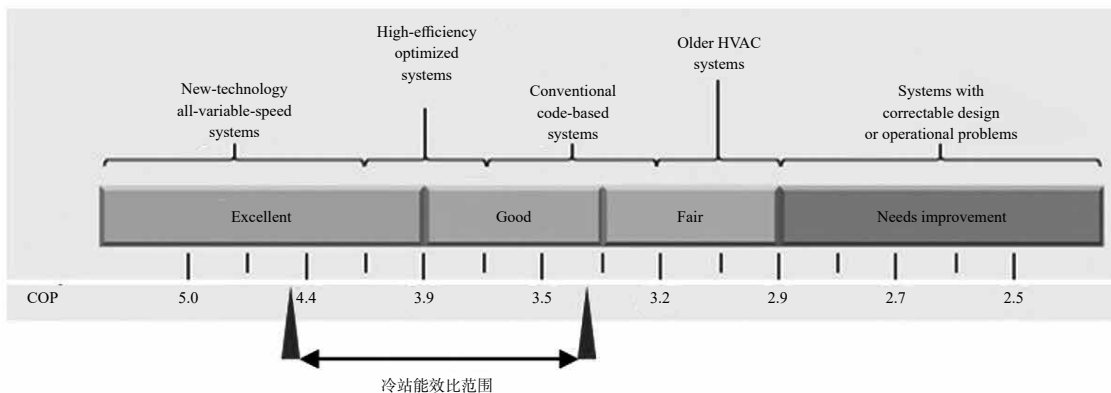


图9 冷站性能评价标尺

表9 站房空调箱运行参数

物理量	AHU-1	AHU-2	AHU-3	AHU-4
供水温度 (°C)	10.4	10.4	10.4	10.4
回水温度 (°C)	12.6	14.9	14.7	14.6
送风温度 (°C)	15.2	17.4	17.4	16.3
回风温度 (°C)	26.3	25.4	26.9	26.9
送风含湿量 (g/kg)	8.7	9.4	9.7	9.1
回风含湿量 (g/kg)	10.2	9.7	10.7	9.8
水流量 (m³/h)	26.4	17.0	15.6	16.8
风量 (m³/h)	17333.0	42267.0	21547.0	16933.0
风机功率 (kW)	8.8	17.8	11.5	15.8
供冷量 (以水侧计) (kW)	66.0	88.0	77.1	81.1

3.5 空调系统整体性能

通过以上测试，可以对空调系统的整体性能进行评价、分析。对于冷站部分，可以计算冷站的能效比，计算公式如下：

$$\text{冷站能效比} = \frac{\text{制冷量}}{\text{热泵电耗} + \text{冷冻泵电耗} + \text{冷却泵电耗}}$$

由此计算得到，工况 1~3 中的冷站能效比依次为 3.4、3.5 及 4.5。参照 ASHRAE 给出的制冷站能效评价标尺（如图 9），冷站整体性能处于较好的水平。

而空调系统整体 EER 的计算公式为：

空调系统整体 EER

$$= \frac{\text{制冷量}}{\text{热泵电耗} + \text{冷冻泵电耗} + \text{冷却泵电耗} + \text{空调箱电耗} + \text{其他电耗}}$$

计算得到，工况 1~3 中的空调系统整体 EER 依次为 2.3、2.4 及 3.5。

4 结论

通过对华北地区某中型高铁客站室内环境与空调系统运行现状的测试，得到了以下结论：

（1）在夏季典型工况下，车站室内热湿环境处在设计范围之内。而当室外气象环境较恶劣时，室

内常出现明显的局部超调情况。高铁客站进站口人员密集、渗风严重，常出现温度、湿度、风速同时超调的情况，应是今后高铁客站空调系统设计重点关注的区域，可考虑采用局部供冷、减少渗风量等方式予以改善。

（2）当 2 台地源热泵机组仅开启 1 台时，未开启热泵的水阀没有关闭，存在严重旁通。机组蒸发器换热不良，存在脏堵问题，使得热泵 COP 降低。同时，换热端差过大容易导致压缩机吸气压力过低而频繁停机保护。系统冷冻泵、冷却泵选型过大，输配系数较低。

为了提高冷站的性能，应定期对机组内部进行清洁处理，更换扬程、流量合适的水泵，同时制定合理的运行策略，避免出现冷却水、冷冻水旁通等不合理现象，实现地源热泵的高效运行。

（3）冷冻站 COP 范围在 3.4~4.5 之间，空调系统整体 EER 位于 2.3~3.5 之间。

5 致谢

本项目受国家科技支撑计划资助课题（2014BAJ02B01）和重庆市应用开发计划重点项目（cstc2014yykfb30003）支持，特此表示感谢。

参考文献

- [1] 宋歌, 刘燕, 朱丹丹, 等. 铁路客站用能现状及其影响因素分析 [J]. 暖通空调, 2013 (4):85-90.
- [2] 李琴波. 寒冷地区中小型高铁站候车厅节能改造研究 [D]. 天津大学, 2013.
- [3] 贾学斌, 张雷, 陈敬文. 高铁站房大空间空调送风的气流组织分析与研究 [J]. 铁道科学与工程学报, 2015, 12(4):762-768.
- [4] 孙为钢. 京广高铁（河北段）房建设备维修管理问题与措施 [J]. 价值工程, 2015, 34(19): 9-11.

空气源热泵无水地暖系统技术经济性研究

山东建筑大学热能工程学院 庄兆意 李永斌 李政

摘要: 空气源热泵无水地暖系统通过消耗少量电能,将低品位空气热能搬运到室内,从而为室内提供热量。与地板辐射供暖相结合,使室内热环境舒适度大为增加。本文以河北某小区供热工程为例,介绍了空气源热泵无水地暖系统的原理,使用能耗模拟软件(DeST)对某栋楼进行能耗模拟,该系统的冬季采暖能效比约为3.36;从初投资及运行费用等方面分析比较了空气源热泵无水地暖、城市集中供热、燃气壁挂炉单户供热、分体式空调供热、电取暖器供热五种供热方式的经济性。结果表明,使用空气源热泵无水地暖系统具有良好的经济效益和社会效益。

关键字: 空气源热泵无水地暖系统;能耗模拟;经济性;节能减排

0 引言

随着科技的进步,热泵空调系统出现了多元发展。作为一种新型的空调系统,空气源热泵无水地暖空调系统结合了热泵技术和辐射供暖技术的优势,具有高效、节能、舒适等特点^[1]。我国冬季供热方式大致为城市集中供热、燃气壁挂炉供热、热泵系统供热、电供热等,这几种供热方式的特点各有不同。传统的城市集中供热的收费是按照建筑平方来收费,虽然近几年推广热计量收费,但由于技术所限,效果并不明显。随着近几年我国煤价的大幅降低,居民缴纳集中供热的费用却不见大幅降低,其原因在于管网水力失调的问题持续不能解决而人力资源成本又大幅增加^[2]。我国现已探明天然气储量并不丰富,天然气价格相对较高,使用燃气壁挂炉供热在经济上并不合适。电采暖以消耗了高品位的电能来换取热能,在能源利用等级上极不合理,在实际工程中并不提倡使用。本文就河北衡水某小区供热工程项目,详细介绍了空气源热泵无水地暖的原理和工程应用,并对工程经济性和社会效益进行了分析,为空气源热泵无水地暖系统在工程上应用提供帮助。

1 工程概况

河北衡水某小区总建筑面积为13956.4m²,建筑类型为节能性建筑,小区一楼两户,共11层,每户面积110m²。冬季采用空气源热泵无水地暖系统供热。

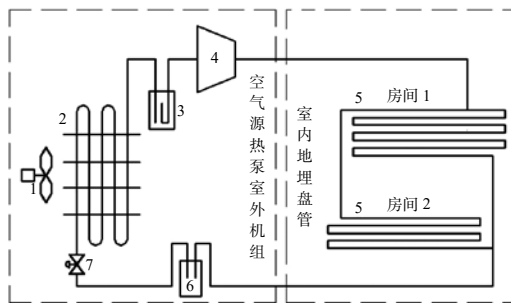
2 空气源热泵无水地暖系统原理

空气源热泵无水地暖系统如图1所示,系统包括空气源热泵室外机组和室内地埋盘管两部分。低温低压的制冷剂在室外机中吸收空气中的低品位热能,由气液两相共存的状态变成气态,气态制冷剂

进入压缩机中被压缩成过热蒸汽状态,进入室内地埋管中冷凝放热,将空气中吸收的热量转移到室内地板中,地板受热升温,向室内辐射供热。放热后的气态制冷剂变成液态,流经膨胀阀,变成气液两相共存的状态后流至室外机中,完成制热循环。制冷剂在系统中循环流动,实现室内采暖的目的^[2-3]。

3 建筑能耗模拟

本文采用建筑能耗模拟软件DeST中DeST-h模块对该工程进行住宅能耗模拟^[4-7],模拟对象为该小区3号楼,该楼每层建筑面积为235m²,建筑平面图如图2所示。



1. 风机; 2. 蒸发器; 3. 气液分离器; 4. 压缩机;
5. 地埋盘管; 6. 储液器; 7. 膨胀阀

图1 空气源热泵无水地暖系统示意图

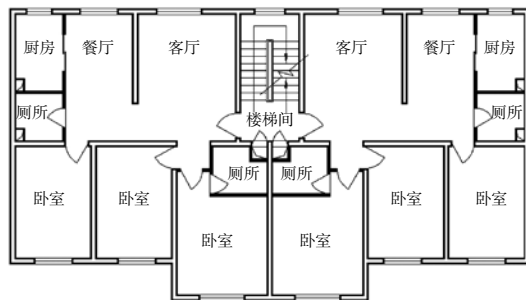


图2 建筑平面示意图

基金项目: 山东省高校科技计划项目(J15LG03)。

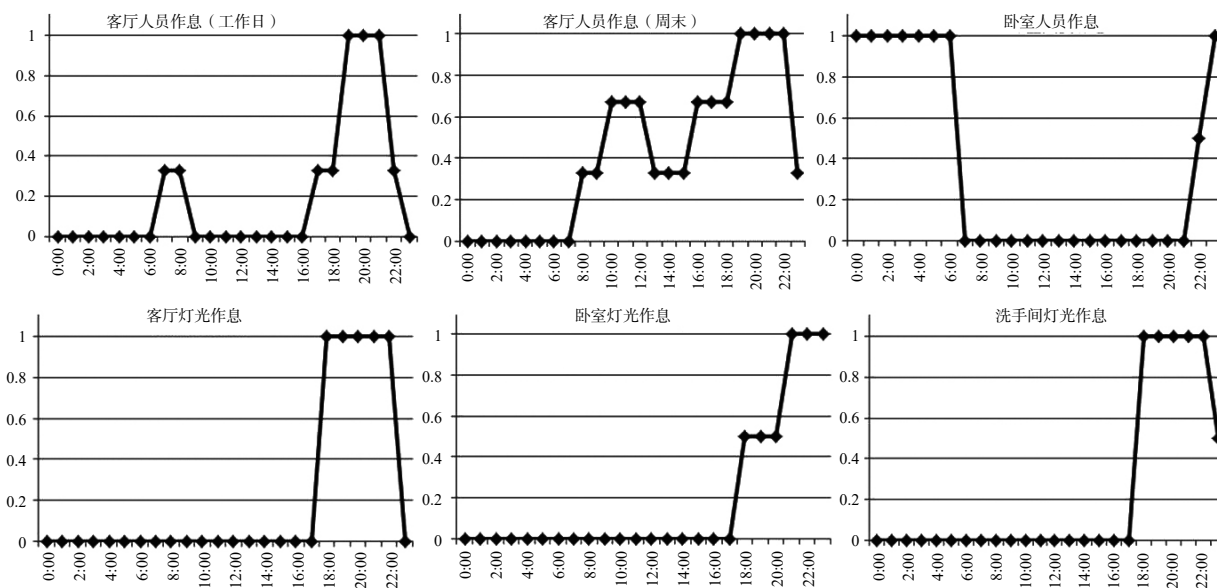


图3 室内人员、灯光热扰作息表

该建筑位于河北省衡水市,衡水市属于寒冷(B)区,冬季室外平均温度为 0.4°C ,建筑物的围护结构传热系数及窗墙比见表1。

表1 DeST 模拟计算设计参数

外墙 传热系数 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	北面外窗 传热系数 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	南面外窗 传热系数 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	屋面 传热系数 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	地面 传热系数 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
0.45	2.7	2.3	0.43	0.45
外门 传热系数 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	隔墙 传热系数 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	北面 窗墙比	南面 窗墙比	
1.6	1.4	0.3	0.5	

不同房间的室内人员、灯光热扰作息见图3。

冬季采暖时间11月15号至3月15号,为121天。经过DeST模拟^[8-9],该3号楼 2200m^2 的采暖面积整个采暖季累计热负荷为 $78901.68\text{kW}\cdot\text{h}$,建筑平均耗热量为 $12.35\text{W}/\text{m}^2$,如图4所示。

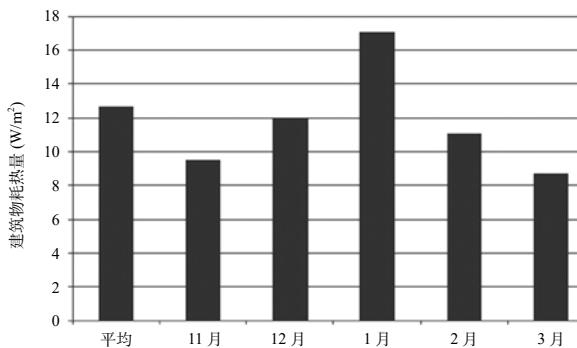


图4 能耗模拟结果

表2给出了2015年冬季整栋楼空气源热泵无水地暖系统的电量使用情况,根据模拟所得到的建筑

物的负荷和统计得到的电量,可以计算出空气源热泵无水地暖系统的制热能效COP。

表2 电量及能效比

	使用电量 ($\text{kW}\cdot\text{h}$)	能效比
11月份	2200.4	3.65
12月份	5901.5	3.32
1月份	8482.6	3.29
2月份	4917.6	3.34
3月份	1963.4	3.51
总计	23465.5	3.36

经过计算,采暖季空气源热泵无水地暖系统的能效比为3.36,效率较高。

4 经济性比较

4.1 初投资比较

热源为燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉、电厂余热的城市集中供热,需通过小区换热站与小区管网进行换热。冬季采用城市集中供热方式进行采暖的初投资为:供热设施配套费、室内采暖管网费、安装调试及施工费。

热源为天然气壁挂炉的冬季供热方式,城市天然气管网内的天然气一般为中低压天然气,经过小区天然气调压站降压后变成低压天然气,通过小区燃气管网与室内燃气管道相连接^[10]。冬季采用天然气壁挂炉单户供暖方式进行采暖的初投资为:供气设施配套费、室内末端热水管网费、燃气壁挂炉费、安装调试及施工费^[11]。

冬季使用空气源热泵无水地暖系统供热的初投资为:室外机费、室内管网费、安装调试及施工费^[11]。

冬季采暖使用分体式空调供热的初投资为：室外机费、室内末端费、安装调试费。

冬季采暖使用电取暖器的初投资为电取暖器费，本文假定电取暖器是电膜式电暖炉。

比较城市集中供热、燃气壁挂炉单户供热、空气源热泵无水地暖系统供热、分体式空调供热、电取暖器供热五种供热的初投资，以采暖面积为2200m²的小区3号楼为例。初投资结果见表3。

表3 初投资费用

采暖方式	城市集中供热	天然气壁挂炉单户供热	空气源热泵无水地暖系统供热	分体式空调供热	电取暖器供热
城市基础设施配套费(元/m ²)	91	73			
室内管网(元/m ²)	50	50	70		
室外机(元/m ²)			67	67	
室内末端(元/m ²)		36		38	20
合计(元/m ²)	141	159	137	105	20
工程造价(万元)	31.02	34.98	30.14	23.1	4.4

4.2 运行费用经济性比较

采暖季建筑物累计热负荷78901.68kW·h, 转化为热量为284.05GJ。

城市集中供热的运行费用主要有能源消耗费、设备维修折损费、水电费、人工费。城市集中供热的热源以燃煤锅炉为主，燃煤锅炉的设计热效率一般在85%左右，由于城市集中供热的热网及换热损失大概为10%，使得供热总效率大概为77%。燃油锅炉和燃气锅炉的效率较高，加上供热的热网及换热损失之后，热效率大概为83~85%^[12]。

天然气壁挂炉单户供热的运行费用是燃气费和燃气壁挂炉运行时消耗的电费。家用天然气壁挂炉的效率为88%。

空气源热泵无水地暖系统供热、分体式空调供热、电取暖器供热这三种供热的运行费用为采暖季消耗的电费。

计算不同供热方式产生单位能源的耗资，计算结果见表4。

燃煤锅炉的效率肯定要高于0.6，但是考虑到实

际运行过程中的各种损失，0.6是个切合实际的数字^[12]。

一个普通家用天然气壁挂炉的功率为0.11kW，不间断运行一个采暖季所用电费为166.11元，加上燃气消耗费，共计为26145.5元。以采暖面积为2200m²的小区3号楼为例，一个采暖季五种供热方式的实际运行费用见表5。

表5 不同供热方式采暖季实际运行费用

采暖方式	城市集中供热	天然气壁挂炉供热	空气源热泵无水地暖系统供热	分体式空调供热	电取暖器供热
运行费用(元)	7925	26145.5	11859.1	12111.9	40658.9

4.3 不同采暖方式总费用

由初投资和运行费用，可以得到五种采暖方式的花费。统计结果见图5，图中：A为城市集中供热；B为天然气壁挂炉供热；C为空气源热泵无水地暖系统供热；D为分体式空调供热；E为电取暖器供热。

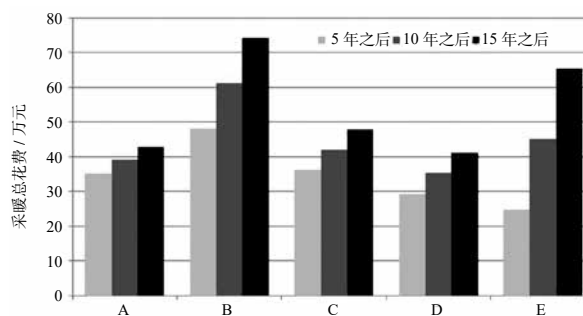


图5 不同采暖方式总费用

由柱形图可以看出，15年之后，冬季采暖总花费大小依次为天然气壁挂炉单户供热、电取暖器供热、空气源热泵无水地暖系统供热、城市集中供热、分体式空调供热。城市集中供热采用的燃煤锅炉在使用中向大气排放大量的灰尘、CO₂、SO_x，造成大气污染。分体空调与空气源热泵无水地暖系统总费用相差不大，但是分体空调以强制对流方式换热，与辐射换热方式相比，热舒适度差，有较强的吹风感，使人感到不舒适。电取暖器采用高品位能量供热，

表4 不同供热方式单位能源耗资分析

供热方式	能源单价/C	热值/Q	转化效率/h	计算公式	单位能源耗资(元/GJ)
燃煤锅炉	350元/t	20910KJ/kg	0.6	$10^3/(Qh)$	27.9
燃油锅炉	3500元/t	42100KJ/kg	0.85	$10^3/(Qh)$	97.81
燃气锅炉	3.8元/m ³	35.88MJ/m ³	0.85	$10^3/(Qh)$	124.6
天然气壁挂炉	2.5元/m ²	35.88MJ/m ³	0.88	$10^3/(Qh)$	79.18
空气源热泵无水地暖系统	0.505(元/KW·h)	3600KJ/(KW·h)	3.36	$10^6/(Qh)$	41.75
分体空调	0.505(元/KW·h)	3600KJ/(KW·h)	3.29	$10^6/(Qh)$	42.64
电取暖器	0.505(元/KW·h)	3600KJ/(KW·h)	0.98	$10^6/(Qh)$	143.14

注：表中燃料价格来自河北省衡水市物价局网站及当地实际调研数据

是一种非常不划算的供热方式,且室内热量分布不均,温度梯度大,舒适性差^[13]。

5 社会效益

根据国家发改委提供的数据,2014年火电厂平均每千瓦时供电煤耗为340g标准煤,3号楼冬季采用空气源热泵无水地暖系统供热耗电量为23482.6kW·h,则需要7984.1kg标准煤。若采用城市集中供热,需要煤14911.1kg,仅3号楼整个采暖季可省煤6927kg,省煤率高达46.5%。该小区采暖总面积为11877m²,采暖季采用空气源热泵无水地暖系统供热可省煤37437.12kg。每年可以减排101.08吨CO₂、3.74×10⁵m³烟气、359.4kgSO₂。

近些年,北方地区供暖季雾霾现象持续加重,国家大力推广清洁能源和可再生能源,社会各界一直在呼吁把空气能列入可再生能源的范畴,空气源热泵无水地暖系统作为一种先进、高效的技术,值得推广。对于南方地区,国家提倡分散、局部的供热方式。在我国南方地区,只有川渝地区天然气丰富,其余地区比较贫乏,不适合使用天然气壁挂炉^[14]。采用电取暖舒适性较差,影响身体健康。南方水电资源丰富,冬季温度较高,非常适合使用空气源热泵无水地暖系统。

6 总结

本文对空气源热泵无水地暖系统从技术性、经济性、社会效益等几个方面进行了分析。

(1)从技术性上看,空气源热泵无水地暖系统的能效比为3.36,高效节能,采用辐射供热,舒适健康,技术先进。

(2)从经济性上看,空气源热泵无水地暖系统在运行费用上具有优势,随着使用时间的增加,其总费用经济性比较明显。

(3)从社会效益上看,产生同样的热量,空气源热泵无水地暖系统比燃煤锅炉节省46.5%的煤,减少了化石能源的消耗和污染物的排放,具有良好的社会效益。

参考文献

- [1] 李素花. 空气源热泵的发展及现状分析[J]. 制冷技术, 2014,34(1):42-48.
- [2] 张寅. 空气源热泵-地板采暖系统测试分析[J]. 暖通空调, 2014,44(12):45-48.
- [3] 曾章传, 吴锦京, 魏新利. 空气源热泵直接地板辐射采暖系统实验研究及热力性能分析[J]. 太阳能学报, 2011,32(8):1151-1157.
- [4] Yan D, Xia J, Tang W, et al. DeST-an integrated



building simulation toolkit, part fundamentals [J]. Building Simulation, 2008(1):95-110.

[5] 杨小山, 赵立华, Michael Bruse. 城市微气候模拟数据在建筑能耗计算中的应用[J]. 太阳能学报, 2015,36(6):1344-1351.

[6] 周欣, 燕达. 建筑能耗模拟软件空调系统模拟对比研究[J]. 暖通空调, 2014,44(4):113-131.

[7] 张国艳, 丁昀, 杨庆. 基于Energyplus的附加阳光间式太阳房节能分析[J]. 土木建筑与环境工程, 2015,37(5):32-35.

[8] Crawley D B, Hand J W, Kummert M, et al. Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs[J]. Building and Environment, 2008,43(4):661-673.

[9] Bouyer J, Inard C, Musy M. Microclimatic coupling as a solution to improve building energy simulation in an urban context[J]. Energy and Buildings, 2011,43(7):1549-1559.

[10] 李元哲. 室外空气波动对空气源热泵辐射地板供暖的影响[J]. 暖通空调, 2014,44(12):23-26.

[11] 李哲, 田琦, 郭卫强. 华北地区空气源热泵无水地板采暖节能经济性研究[J]. 科学技术与工程, 2014,14(2):228-232.

[12] 庄兆意, 胡可, 苏莘博. 各种能源采暖方式运行费用的估算方法与比较[J]. 应用技术, 2015,42(2):75-78.

[13] Simone A, Kolarika J, Iwamatsu T, et al. A relation between calculated human body energy consumption rate and subjectively assessed thermal sensation[J]. Energy and Buildings, 2011,43(3):1-9.

[14] 常跃辉, 高理福. 薄型通风地暖结构冬季通风及供暖数值模拟分析[J]. 制冷与空调, 2013,27(1):97-100.

不同回填材料对地埋管换热影响模拟与实验研究

北京市地质矿产勘查开发总公司 项文江

摘要: 本文采用实验研究通过对比模拟各种回填材料与 HDPE 管之间的换热, 优化回填材料的各种配合比, 以达到提高地下换热效率, 降低地埋管深度, 为实际施工提供指导意义。

0 引言

0.1 简述

近年来地源热泵因其环保、高效、节能等诸多特点而得到迅速发展, 由于地下岩土的温度具有相对稳定的特性, 所以地埋管地源热泵以地下岩土为冷热源为建筑物提供所需的冷热量。但由于地埋管换热器与土壤之间的换热是一个十分复杂的非稳态换热过程, 影响因素较多, 包括土壤热物性, 地下水文参数, 回填材料, 土壤冻结, 地下水流动等。因地制宜的研究埋管材料、土壤热物性、钻孔回填材料及换热器布置形式等因素有助于提高地下换热效率, 节省资源。其中对地埋管的回填材料引起了许多学者的关注, 地下换热器钻孔回填材料的性能直接影响着地下换热效果和地源热泵投资, 而高性能回填材料可以增强地下换热效果, 降低地下埋孔深度, 减少初期投资。郑秀华等^[1]对地源热泵换热孔灌浆材料导热性能进行了实验研究; 刘湘云等^[2]研究了砂子、混凝土和粘土作为回填材料时对埋地换热器换热性能的影响; 庄迎春等^[3]对水泥、砂子及膨润土作为回填材料时的配合比进行了研究, 提出提高导热率的最佳组分比例; 陈雁等^[4]对饱和地层地埋管钻孔回填材料进行了模拟与实验研究; 郑红旗等^[5]对地埋管回填材料与地源热泵地下温度场进行了测试分析, 提出回填材料为黄沙 + 膨润土的传热性能优于水泥浆 + 膨润土。以上研究均以地埋管周围区域非饱和土壤条件下进行分析, 对贫含水水文条件下地埋管地源热泵的换热提供进行实际指导意义。

0.2 回填材料性能

良好的回填材料需要具有导热性能、流动性、抗渗性、抗压强度、粘结性、适当的膨胀性的特性。

导热性能

回填材料的导热性能最主要作用是能够使土壤中的热量与 U 型管内的介质进行充分的换热, 在热泵作用下将地下的低品位的地热能转化为可供用户使用的高品位热能, 具有高导热性能的回填材料可

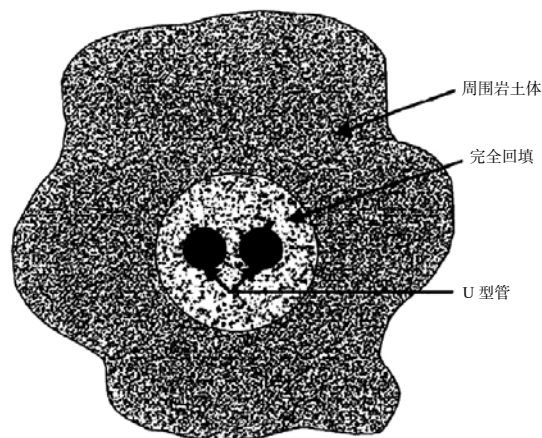


图 1 理想的回填效果

以最大限度的传递热能。在实际施工中, 良好导热性能的回填材料可以加大换热效率, 减少地埋管的钻孔深度和数量, 进一步减少项目的初投资。

流动性

物理学观点认为水泥砂浆的流动性是指水泥浆内部粒子间相互作用在外力作用下克服而产生变形的性能, 粒子间相互作用力越小, 则流动性越大; 流变学认为浆体的流动性可用屈服应力来表征, 屈服应力越小, 流动性越大。地源热泵回填材料必须具备较好的流动性, 以保证施工可行性。流动性好的回填材料可以使得 U 型管换热器与钻孔之间的空隙全部充满, 周围地层与 U 型管换热器良好的接触, 减少接触热阻, 达到较高的换热效率。同时回填材料密实的填充在地源热泵换热器钻孔中可以使得 U 型管换热器得到良好的固定。

膨胀性

回填材料利用自身的膨胀性可以将地埋管换热器以及周围地层进行很好的连接, 避免因回填材料失水收缩后引起的管壁与回填材料之间的空隙, 减少因空隙带来的不必要的接触热阻, 保证换热传热效果。

粘结性

地源热泵回填材料的粘结性体现了回填材料与周围地层以及 U 型管的粘结程度。回填材料的粘结

性越好,其传热换热效果越好。在地源热泵地埋管换热器施工完毕后,良好的粘结性可以保证施工质量。

抗压强度和抗渗性

密封埋入U型管的钻孔是回填材料的作用之一,因此需要密封性具有良好的回填材料。如果钻孔的密封性不够好,就会使地表水或其他蓄水层污染地下水。同时,回填材料的强度在一定程度上反映了其密实程度及抗渗性能。强度越大,密实程度就越好,抗渗性能就越好。

1 传热模型建立

1.1 模型假设

地埋管换热器与换热器周围岩土体的换热可分为钻孔内的换热和钻孔外的换热两个过程。由于钻孔的尺寸和热容量与钻孔外岩土体相比均比较小,温度变化很快达到稳定阶段,因此钻孔内的换热可近似为稳态换热过程;钻孔周围岩土体近似为无限大空间。同时由于埋管内循环水温度沿流程不断变化,因此近似认为地埋管进出口的平均水温为循环水的平均水温。岩土体初始温度均匀,其传热过程可认为是柱面热源(钻孔壁)在无限大介质中的非稳态传热过程。

- (1) 地下土壤的初始温度均匀;
- (2) 地下土壤被近似为无限大的传热介质;
- (3) 地下土壤的热物性是均匀的,且不随土壤温度的变化而变化,即具有常物性;
- (4) 忽略钻孔的几何尺度而把钻孔近似为轴心线上无限大的线热源;
- (5) 土壤的传热是纯导热过程,同时忽略接触热阻;
- (6) 土壤的固相成分在空间分布均匀一致;
- (7) 因为地下土壤被近似为无限大的传热介质,且钻孔被简化为无限长线热源。因而深度方向(包括地表)的传热不予考虑,进而将该传热问题简化为圆柱坐标系下的一维传热问题。

1.2 数值传热模型建立

1.2.1 单U型管的传热模型

钻孔内的热阻由三部分组成,即:

- (1) 流体至管道内壁的对流换热热阻:

$$R_1 = \frac{1}{2r_i\pi h}$$

其中: r_i 为地埋管换热器U型管内径(m); h 为对流换热系数(W/m^2)。

对流换热系数的确定方法如下: 对于圆管内流

动,湍流可采用:

$$Nu = 0.032Re^{0.1}Pr^{1/3}\left(\frac{\mu}{\mu_0}\right)^{0.14} \quad (Re > 10000)$$

其中: Re 为雷诺数; Pr 为普朗特数; μ 为管内流体的动力粘度系数(Pa/s); μ_0 为水的动力粘度系数(Pa/s)。

对于流动过渡区可采用:

$$Nu = 0.016(Re^{2/3} - 125)Pr^{1/3}\left[1 + \left(\frac{d_i}{l}\right)^{2/3}\right]\left(\frac{\mu}{\mu_0}\right)^{0.14} \\ (2200 < Re < 10000)$$

对于层流状态,可采用:

$$Nu = 1.86Re^{1/3}Pr^{1/3}\left(\frac{d_i}{l}\right)^{2/3}\left(\frac{\mu}{\mu_0}\right)^{0.14} \\ (Re < 2200)$$

根据具体流动的情况,计算出努塞尔数 Nu 之后,即可计算相应的对流表面传热系数:

$$h = Nu \frac{\lambda_i}{d_i}$$

其中: λ_i 为流体工质的导热系数($W/m \cdot K$); d_i 为圆管内直径(m)。

- (2) 管壁的导热热阻:

$$R_2 = \frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{r_0}{r_i}$$

其中: λ_2 为管材的导热系数($W/m \cdot K$); r_i 为地埋管换热器U型管外径(m)。

- (3) 回填材料的热阻,管道外壁至钻孔壁的热阻。

钻孔内两根埋管的长度的热流密度分别为 q_1 和 q_2 , 根据线性叠加原理可导出如下公式:

$$T_{f1} - T_b = R_1q_1 + R_{12}q_2$$

$$T_{f2} - T_b = R_{12}q_1 + R_2q_2$$

其中: T_{f1} 为U型管内下降管管内的流体温度($^{\circ}C$); T_{f2} 为U型管内上升管管内的流体温度($^{\circ}C$); R_1 , R_2 为分别是两根管子独立存在时与钻孔壁之间的热阻($W/m \cdot K$); R_{12} 为两根管子之间的热阻($W/m \cdot K$)。

由于管子在钻孔内是对称布置的,因此:

$$R_1 = R_2 = \frac{1}{2\pi\lambda_b} \left(\ln \frac{r}{r_b} + \frac{\lambda_b - \lambda_s}{\lambda_b + \lambda_s} \ln \frac{r_b^2}{r_b^2 - D^2} \right)$$

$$R_{12} = \frac{1}{2\pi\lambda_b} \left(\ln \frac{r_b}{r_0} + \frac{\lambda_b - \lambda_s}{\lambda_b + \lambda_s} \ln \frac{r_b^2}{r_b^2 - D^2} \right)$$

其中: r_b 为钻孔半径(m); D 为换热管中心距钻孔中心的垂直距离(m); λ_b 为回填材料的导热系数($W/m \cdot K$); λ_s 为周围岩土体的导热系

数 ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$) ; q_l 为单位钻孔埋深管的换热量, 根据假设: $q_1=q_2=q_l/2$, $T_{f1}=T_{f2}=T_f$, 则公式可表示成 $T_f - T_b = q_l R_b$ 。

则回填材料的热阻为:

$$R_b = \frac{1}{4\pi\lambda_b} \left(\ln \frac{r_b}{r_0} + \ln \frac{r_b}{2D} + \sigma \ln \frac{r_b^2}{r_b^4 - D^4} \right)$$

孔内的热阻为: $R = R_1 + R_2 + R_b$

1.2.2 双 U 型管的传热模型

钻孔内换热采用当量直径的简化模型, 原理是将钻孔内的多根 U 型管简化为 1 根 U 型管, 使垂直钻孔轴线的平面内的二维导热问题简化为一维导热。

设回填材料的热导率为 λ , 钻孔半径为 r_b , 管子外径为 r_0 , 内径为 r_i , 管材的导热率为 λ_b , 并联双 U 型的当量直径为 $d_e = \sqrt{n}d_0$, 大地的初始温度为 T_0 , 换热管内流体的平均温度为 T_f , 换热管进水口温 T_{fi} , 出水口的温度为 T_{fo} , n 为钻孔内埋管的管数, 则钻孔内热阻由其三部分组成。

$$T_f = (T_{fi} + T_{fo}) / 2$$

(1) 流体与 U 型管内壁的对流换热热阻

$$R_f = \frac{1}{2h\pi r_i}$$

(2) U 型管的导热热阻

$$R_u = \frac{1}{2\pi\lambda_u} \ln \frac{r_0 \cdot \sqrt{n}}{r_0 \cdot \sqrt{n} - (r_0 - r_i)}$$

钻孔内的热阻为:

$$R_h = R_f + R_u + R_b = \frac{T_f - T_0}{q_1}$$

回填材料的导热热阻为:

$$R_h = R - R_u - R_f$$

同时据《地源热泵系统工程技术规范》可知回填材料的导热热阻:

$$R_h = \frac{1}{2\pi\lambda_b} \ln \frac{r_b}{r_0 \cdot \sqrt{n}}$$

则回填材料的导热系数为:

$$\lambda_h = \frac{1}{2\pi R_h} \ln \frac{r_b}{r_0 \cdot \sqrt{n}}$$

2 实验仪器

目前国内外对回填材料的研究多数采用计算机模拟与实验研究, 但由于所模拟的工况与实际的地层传热存在着差异, 难以提供准确可靠的数据分析, 因此本文采用现场模拟测试进行数据分析。同时根据各种文献资料显示最佳的回填材料为原浆, 但由于在钻探过程中严重破坏了原土状态, 使的导热参

数发生了变化, 因此需要对回填材料进行研究, 配比确定回填材料的导热系数接近原浆的导热系数, 使的地热能得到更加充分的利用。

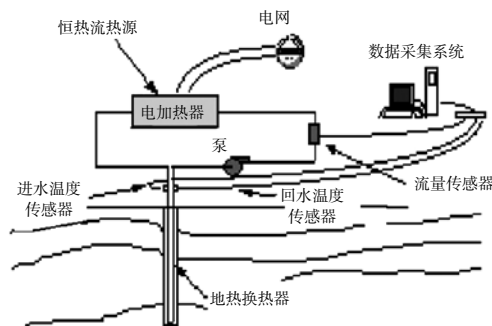
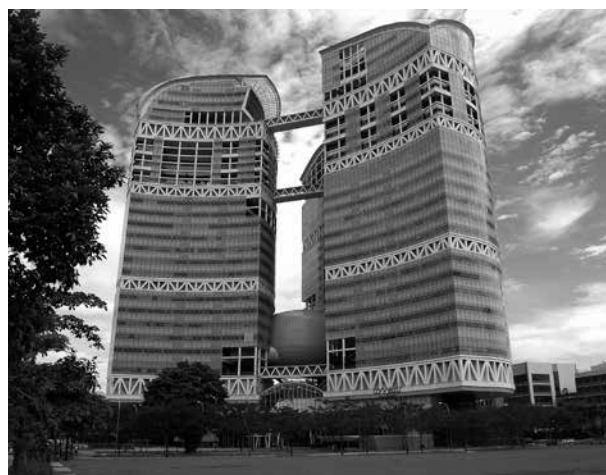


图 2 测试实验示意图

实验仪器由进水温度感应器、回水温度感应器、恒热流热源、数据采集系统、地热换热器及流量传感器等组成, 其中地热换热器装置为 U 型 PE 管, U 型 PE 管为 $\phi 32$ 与相配套的 U 型接头焊接组成。

选择面积大约 800m^2 的区域进行实验钻孔, 钻孔之间的距离为 5m (按照《地源热泵工程技术指南》间距在 $4\sim 6\text{m}$ 之间, 可避免相互之间的传热影响), 钻孔深度为 100m , U 型 PE 管与钻孔之间的空隙采用不同配合比的材料进行回填。

该测试简单模拟地源热泵空调系统夏季制冷的运行模式, 具体测试原理如下: 将仪器的水路循环部分与所要测试换热孔内的 PE 管路相连接, 形成闭式环路, 通过仪器内的微型循环水泵驱动环路内的液体不断循环, 同时仪器内的加热器不断加热环路中的液体。该闭式环路内的液体不断循环, 加热器所产生的热量就不断通过换热孔内的换热管释放到地下。在闭式环路内的液体循环的过程中, 将进/出仪器的温度、流量和加热器的加热功率进行采集记录。





3 实验结果分析

3.1 原始地层温度实验数据分析

1# 测试孔岩土平均原始温度测试中, 测试时间 2014 年 9 月 27 日 7:07~9:18, 约 2 秒记录一次, 历时 7860 秒 (3600 多次)。在该时间段内, 试验台通过水泵使水在埋管管路中循环, 流速 $1.5\text{m}^3/\text{h}$ 。循环过程中未向埋管提供冷、热量, 直接测量得到循环液温度, 该温度稳定后即即为地层平均初始温度。经测定, 1# 测试孔岩土平均初始温度为 18.3°C 。

2# 测试孔岩土平均原始温度测试中, 测试时间 2014 年 9 月 29 日 15:12~19:16, 历时 7860s (3600 多次)。在该时间段内, 试验台通过水泵使水在埋管管路中循环, 流速 $1.5\text{m}^3/\text{h}$ 。循环过程中未向埋管提供冷、热量, 直接测量得到循环液温度, 该温度稳定后即即为地层平均初始温度。经测定, 2# 测试孔岩土平均初始温度为 18.2°C 。

现场试验数据显示 1#, 2# 钻孔, 岩土平均初始温度相差 0.1°C , 此误差由于其操作原因或者其地层存在微小变化引起的, 但其误差在允许范围内, 因此实验数据可以应用到本论文, 该地层的初始平均温度为 18.25°C 。

3.2 原始地层导热系数实验数据分析

稳定热流模拟试验是通过试验台向埋管换热器提供恒定热流, 通过监测埋管换热器的进、出水温度的变化和流量数据, 对数据分析处理计算后得到岩土体的平均导热系数。

1# 测试孔稳定热流测试中, 测试时间 2014 年 9 月 27 日 9:46~2014 年 9 月 29 日 9:12, 历时 47 小时 07 分钟。测试设定加热功率 8kW , 流量 $1.5\text{m}^3/\text{h}$ 。测试稳定后 1# 换热孔的进水温度稳定在 35.5°C 回水温度稳定在 30.7°C 。温差 4.8°C 。如图 5 所示。

2# 测试孔稳定热流测试中, 测试时间 2014 年 10 月 3 日 15:21~2014 年 10 月 5 日 7:38, 历时 40 小时 18 分钟。测试设定加热功率 8kW , 流量 $1.5\text{m}^3/\text{h}$ 。测试稳定后 2# 换热孔的进水温度稳定在 35.6°C 回水温度稳定在 31.3°C 、温差 4.3°C , 如图 6 所示。

IGSHPA 线源模型是目前普遍采用的埋管换热器计算模型, 其表达式为:

$$T_f(t) = \frac{q_l}{4\pi\lambda} \cdot \left(\ln\left(\frac{4q\tau}{r^2}\right) - \gamma \right) + q \cdot R_b + T_0$$

其中: $T_f(t)$ 为随时间变化的埋管换热器进水平均温度 ($^\circ\text{C}$) ; q_l 为单位延米埋管换热器孔换热量 (W/m) ; λ 为岩土体导热系数 ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$) ; a 为岩土体导温系数 (m^2/s) ; r 为钻孔半径 (m) ; γ 为常数 (0.5772) ; R_b 为钻孔内热阻 ($\text{m}\cdot\text{K}/\text{W}$) ; T_0 为地层初始温度 ($^\circ\text{C}$) 。

根据上式可推导恒热流模拟试验数据计算岩土体导热系数的公式和方法,

$$T_f(t) = k \cdot \ln(t) + m$$

根据线热源模型, 估算导热系数的公式为:

$$k = \frac{q}{4\pi\lambda}$$

1# 测试孔根据曲线拟合结果, 系数 $k=2.654$, 计算岩土体导热系数为 $1.899\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 。2# 测试孔根据曲线拟合结果, 系数 $k=2.636$, 计算岩土体导热系数 λ 为 $1.913\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 。

现场试验数据显示 1#, 2# 钻孔, 岩土体平均导热系数相差 $0.014\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$, 此误差由于其操作原因或者其地层存在微小变化引起的, 但其误差在允许范围内, 因此实验数据可以应用到本论文, 该地层的初始平均温度为 $1.906\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 。

3.3 回填材料实验数据分析

相关文献资料表明水泥基回填材料的各项性能均优于原浆回填或者膨润土回填材料, 因此本文采用对比试验分别研究了不同水灰比和砂灰比的回填材料, 确定了最优水灰比和砂灰比。

表 1 回填材料最优水灰比确定实验结果

编号	水灰比	水	石英砂	水泥	流动度	导热性能比较 ($^\circ\text{C}$)		
						0min	30min	ΔT
1	0.3	120	800	400	50.5	18.3	72.1	53.8
2	0.4	160	800	400	100.5	18.2	70.8	52.6
3	0.45	180	800	400	141.5	18.2	70	51.8
4	0.5	200	800	400	173	18.3	68.6	50.3
5	0.55	220	800	400	198.5	18.3	67	48.7
6	0.6	240	800	400	204.5	18.3	62.5	44.2
7	0.7	280	800	400	210	18.3	57.5	39.5

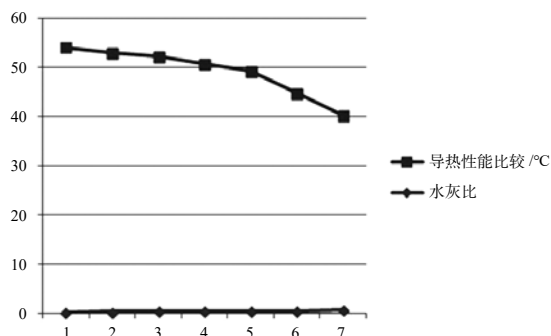


图3 水灰比对回填材料的导热系数影响

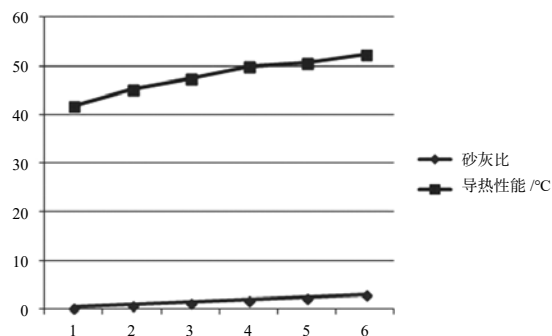


图4 砂灰比对回填材料的导热系数影响

表2 回填材料最优砂灰比确定实验结果

编号	砂灰比	水	石英砂	水泥	流动度	导热性能比较 (°C)		
						0min	30min	Δ T
1	0.5	200	200	400	268.5	18.4	60.2	41.8
2	1	200	400	400	249.0	18.3	63.5	45.2
3	1.5	200	600	400	234.8	18.3	65.8	47.5
4	2	200	800	400	205.1	18.2	68.1	49.9
5	2.5	200	1000	400	157.1	18.3	68.9	50.6
6	3	200	1200	400	90.0	18.2	70.5	52.3

从图3实验数据可以看出,回填材料的导热系数随着水灰比的增加而减小,当水灰比在0.3~0.55范围内时,导热系数呈缓慢下降趋势,当水灰比在0.55~0.7时,导热系数的下降趋势加剧。通过分析可知由于水灰比越小,回填材料的孔隙率就越小,材料内部结构越密实,进而使的导热系数增加。虽然回填材料适宜选择导热系数大的方案,但考虑到现场施工的可行性,结合流动性测试试验结果,因此,本次实验得出回填材料的选择最佳水灰比为0.5~0.6。

从图4实验数据可以看出,回填材料的导热系数随着砂灰比的增加而逐渐增加,砂灰比范围在0.5~1.5时导热系数的增加幅度要大于砂灰比在1.5~2.5范围内和砂灰比在2.5~3范围内的回填材料。结合砂灰比对流动性的影响和砂灰比对导热系数的影响,本次试验得出回填材料的最优砂灰比为1.5~2.5。

同时根据资料显示膨胀剂的加入可以减少回填材料的失水收缩率,使回填材料与U型管和周围地层有较好的接触,减少因收缩造成的导热系数降低。

4 结论建议

(1) 水泥基浆材料的导热系数随着石英砂含量的增加而增大,随着含水量的增加而减小,因此砂灰比与水灰比要控制在一定的范围之内,砂灰比的控制范围为1.5~2.5,水灰比的控制范围在0.5~0.6。

(2) 由于基岩的热传导性能较好,因此在基岩地区选用砂灰比较高的水泥浆作为回填材料,可增强其回填材料的热传导系数。

(2) 在地下水位较高的底层,应适当加入膨胀剂,由于膨胀剂吸水膨胀,可使的灌浆材料与钻孔壁及换热管道密切接触,有效提高换热效率,降低换热热阻。

参考文献

- [1] 郑秀华,司刚平,周复宗,徐光途.地源热泵换热孔灌浆材料导热性能试验研究.水文地质工程地质.2006,6:101-103.
- [2] 刘湘云,陈颖,赖康,史保新.地源热泵埋地换热器回填土的实验研究.FLUIDMACHINERY.2007,35,8:60-62.
- [3] 庄迎春,孙友宏,谢康和.直埋闭式地源热泵回填土性能研究.太阳能学报.2004,25,2:216-220.
- [4] 陈雁,赵军,李虎祥,李新国.饱和地层埋管钻孔回填材料的模拟与实验研究.太阳能学报.2009,30,5:272-276.
- [5] 郑红旗,祝合虎,陈九法.埋管回填材料与埋管地下温度场的测试分析.FLUIDMACHINERY.2009,37,3:60-63.



应用于大规模住宅的绿色建筑技术体系构建方法

都城伟业集团有限公司 刘广东 韦古强 胡从川

摘要: 随着绿色建筑市场的快速发展,在项目管理中亟需一种更加高效的绿色建筑工作、设计、决策方法,以满足日益增长的绿色建筑市场需求。本文旨在探讨建立一种方便、快捷的绿色建筑技术体系搭建方法,用以帮助开发商、设计单位、相关开发负责单位更为科学、高效的搭建适合的绿色建筑技术体系。并通过搭建一个节地部分的绿色体系作为实例,用以佐证此种技术体系搭建方法的有效性。

关键字: 绿色建筑;体系构建;技术选择

0 前言

近期召开的党的十九大提出:“建立健全绿色低碳循环的经济体系,形成绿色发展方式和生活方式。”这是指导集团“十三五”时期甚至更为长远的科学发展的新理念和方式,这也说明深入推进和加快发展绿色建筑与相关技术面临难得的历史机遇。2017年发布的《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》(住建部,建科[2017]53号)中明确指出,“十三五”期间推动重点地区、重点城市及重点建筑类型全面执行绿色建筑标准,力争使绿色建筑发展规模实现倍增。提升绿色建筑全过程质量,加强对高星级绿色建筑和绿色建筑运行标识的引导。到2020年,全国城镇绿色建筑占新建建筑比例超过50%。

随着政策的扶持和人民生活水平的提高所带来绿色建筑需求增长,绿色建筑产业化趋势明显,对绿色建筑的效率性需求也更加明显。根据建设部2008年至2016年统计数据,我国获得绿色建筑评价标识的项目已达到4300个,其中居住建筑占比46%。同时,各大地产商也在积极推进自身的绿色建筑产业发展。随着2017年十九大新的绿色发展战略的提出,鲁能、恒大等知名地产商发布了新的绿色建筑推动方案以响应国家政策,而一些绿色建筑标识项目较多的地产商如万达、万科、绿地等也都着力于继续推进绿色建筑建设。这些举措都会进一步提升全国的绿色建筑数量,同时在一定程度上提升住宅项目的绿色建筑占有比例。

在这样的环境下,开发者需要更简单快捷的方

式来确定绿色建筑实施策略,设计单位则需要整合绿色建筑技术设计。一套科学合理且适用性强的绿色建筑技术体系可以提升绿色建筑相关工作的效率,辅助推进绿色建筑的全面产业化实施。

1 研究内容

1.1 绿色建筑技术体系统一性

在企业推行大规模住宅的产业化绿色建筑工作中,往往涉及到企业上层发布绿色建筑推行决策,下属各建筑项目负责单位在组织设计过程中进行绿色建筑工作。但是在展开绿色大规模的产业化绿色建筑工作,依然采用传统的工作方式,则每个项目均需要从零开始进行绿色建筑工作。尤其是对于之前未接触绿色建筑工作,不了解绿色建筑工作的企业部门来说,工作就更加难以展开,对每一个项目来说都需要增加设计与工作成本。

企业在这种情况下需要通过建立具有模式化性质的统一绿色建筑体系,来简化管理流程,降低设计难度与工作成本,推动绿色建筑的产业化发展。

模式化理论主要用于分解复杂系统,使之变为单个、独立的简单系统进行设计制作。绿色建筑技术体系本身设计层面较多,是一个由很多目标、多个构成要素以及不同主体的高度复杂系统。通过建立统一模式式的绿色建筑技术体系,为各执行公司和对应项目提供绿色建筑指导性意见,可以省去各个项目分别理解、研究、搭建绿色建筑技术体系的时间与成本,强化绿色建筑产业化的统一性,以便成批量、成规模的输出绿色建筑产品。

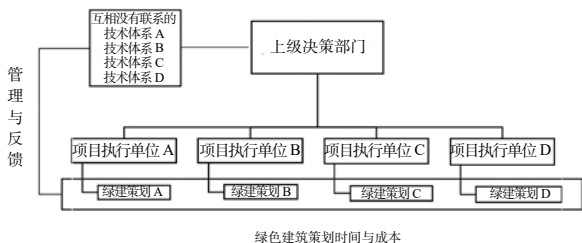


图1 传统绿色建筑管理方式

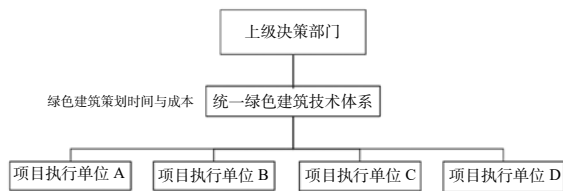


图2 采用统一模式化绿色建筑技术体系的管理形式

1.2 绿色建筑技术体系模糊性

绿色建筑本身有因地制宜的需求。在实施绿色建筑的过程中，在由上而下的统一模块化绿色建筑体系如果设计过于生硬死板，则在各地项目施工过程中会发生水土不服、无法保证技术实施效果，甚至某些技术难以实施。这样的做法本身与绿色建筑理念相违背，甚至可能产生额外的浪费和污染。

因此，为了推动产业化发展的绿色建筑技术体系应能保证一定的弹性，对需要条件适应依赖性强的绿色建筑技术进行模糊化处理，让执行单位在管理可控范围能够根据自己建筑的实际情况有所选择。

1.3 研究对象

住宅相关项目板块具有模块化程度高的特点，在实施过程中容易形成高效率的流程化体系。通过更高效、合理的建立项目的绿色技术体系，能够节约工程周期、节省项目成本、保质保量地完成住宅绿色建筑的开发。在开发商或设计单位对绿色建筑技术不熟悉的情况下，本技术体系搭建方法能够作为一种辅助工具建立适合项目定位的绿色建筑体系，以作为实施绿色建筑过程中的参考。在确定绿色建筑总体和分项目目标过程中，可以在技术层面参考本技术体系进行技术比选。

2 绿色建筑技术体系构建方法

建立绿色建筑技术体系的方式主要是通过过往绿色建筑住宅实施案例、经验的总结分析以及对各绿色技术的可行性分析，依托于现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014，按国标绿色技术要求结构搭建。从节地、节能、节水、节材、室内环境保护方面进行分析。主要目的为确定住宅项目一、二、三星级分别采用的绿色建筑实施策略，以便为开放商在确定建筑国标一、二、三星级应选择的绿色建筑技术提供参考。

构建技术体系过程中技术体系均按照绿色建筑条目逐条进行可行性分析，提出对应一、二、三星级各条目对应绿色技术的取舍建议。并作为整体的绿色体系根据，并搭建适用于绿色建筑评价的适用性技术体系。

在技术体系列表中，一、二、三星级对应各项技术所采取的措施，分为如下建议：

按项目实际情况决定：相关条目要求对象涉及面较大，不易按绿色建筑要求做出更改，或者本身绿色建筑条目要求就是针对项目本身先天条件。此类条款建议根据项目实际情况得分。简称为“视情况”。

例如：例如 7.2.1 条对建筑形体规则性做出了要

求。在实际工作中结构设计虽然应尽量注意建筑形体规则性，但更多的决定于建筑本身的形体结构，很难为了满足绿色建筑要求做出调整。因此本条目按照建筑本身规则性进行得分，并不建议从绿色建筑技术角度对结构设计提出改动要求。

根据绿色技术对项目的适应性和项目条件选择绿色技术：所要求的技术经过成本、效果、适用性综合比对后，对所对应星级并非必需，则此条款为建议如果适应性有合适条件则使用，否则可以舍弃得分。简称为“条件选择”。

例如：对于一星住宅绿色建筑，本身绿色建筑定位较低，从实施难度和成本综合考虑，5.2.16 条可再生能源技术可以不采用。但是如果项目具有所在区域太阳能资源充足、可再生能源使用收益较大、或当地具有可再生能源要求或补助政策等有利条件，则仍可采用太阳能热水、地源热泵等可再生能源技术并取得此项得分。

建议采用绿色技术：此类条款如非客观条件不允许或遇到较大技术、成本困难或特殊需求限制的情况下，建议对应星级采用得分。简称为“建议”。

例如：7.2.8 条所要求的预拌混凝土，技术成熟，使用效果明显，实施难度低，所占分值大，则除非项目所在地过于偏僻等原因造成了极大的技术困难，否则在绿色建筑技术选择上均建议采用此项技术。

在绿色技术的可行性前提下条件选择或建议采用：某些绿色建筑技术的采用需要某些条件作为前提。如节能电梯条目需要场地内设置电梯，新风热回收需要建筑设置新风系统，很多技术的应用都需要建筑的精装修配合。通过首先要确定是否能够采用相应技术，再判断是看条件采用还是建议采用。在体系列表中简称为“视情况 / 条件选择”或“视情况 / 建议”。

根据以上评估体系，对现有的绿色建筑评价标准相关绿色建筑技术进行评估，并借此确立绿色建筑技术体系以进行产业化实施。在实际项目操作中，应在绿色建筑技术体系作为参考的前提下以实际情况为准建立具体技术体系。

3 体系举例——部分条目相关的技术体系以及其实际应用

3.1 绿色技术评估

本部分选择一些有代表性的绿标条目所对应的绿色技术，按上述构建方式进行分析。根据上述体系搭建方法，对应绿标条目明确各自对应的一、二、三星级绿色建筑技术体系取舍方式：

4.2.1 条 节约集约利用土地

本条目对土地节约利用。对于居住建筑来说，

具体要求为人均居住用地指标。在实际工作中,项目选址往往被用地限制住了,因绿建要求而更改建筑规模以及居住人员密度一般不现实。因此项目本身条件即限制了本项得分。当指标接近得分线时,可通过技术手段调整居住人数使指标达到得分要求。此项需要前期合理规划来达到最优设计,因此一、二、星级均视实际情况得分。

4.2.6 条 室外风环境优化

本条目涉及多个条目要求,需要进行场地风模拟计算。

其中场地内风速控制,在场地气候风速不过大的前提下较容易达到。在建筑设计的过程中应防止出现放大风速的形体。如场地气候风速较大(接近或超过5m/s),对于三星级绿色建筑建议考虑设置防风措施,并获得场地内风速控制分数。对于场地内漩涡及无风区,一般除非极为规则简单的建筑难以实现,建议以实际模拟结果为准得分。

建筑表面风压的模拟结果涉及到冬季防风及夏季自然通风条件两项得分。建议以模拟结果为准得分。

4.2.8 条 便捷公共交通设施

此项目要求周边区域支持公共汽车站、轨道交通站条件。如果区域内设置了公共汽车站、轨道交通站,则可自动得分。建筑需要设置便捷的人行通道联系公共交通站点。如果住宅项目有公共交通条件,则一星、二星、三星项目均建议获得此得分。

5.2.1 条 自然条件利用

条目要求对建筑的体型、朝向、楼距、窗墙比进行优化设计。建筑的体型、朝向、楼距等设计受多方面因素影响。在设计项目中,一般不会专门为本条目更改设计。但对于住宅项目而言,一般体型规整,朝向合理,楼距也能在保证良好的采光的要求下有所保证。如果体型、朝向、楼距均能保证,则一、二、三星级均建议控制窗墙比以获得此项得分。

5.2.13 条 能量回收

本条目要求对新风系统设置能量回收。对于住宅项目,设置新风系统并非必需。对于很多一般品质住宅并没有设置新风的需求。但是如果建筑有设置热回收设施的条件,其成本增量不高,效果较好,推荐设置。热回收系统在采用全空气集中空调系统或高度精装修高端住宅项目中比较易于采用。本条目一、二、三级均建议看条件得分。

6.2.6 条 节水器具—高效

住宅项目对于节水器具的应用首先建立在设计能够把控节水器具使用的前提。如精装修程度不足,节水器具由用户自理,则无法通过设计和管理进行约束。对于可以选用节水器具的项目,本条建议得分。

一星级可采用三级节水器具得到5分,二、三星级项目建议采用二级或一级节水器具得到满分。

6.2.12 条 景观水体

如项目未设置景观水体,则此项直接判定为满足要求。住宅项目对景观水体一般要求较小。一、二、三星级均建议不设置景观水体。

如因项目需求必须设置景观水体,则条目要求景观雨水利用雨水补水的补水量大于其水体蒸发量的60%。因此在雨水资源匮乏地区更应谨慎设置景观水体。景观水体补水需单独设置水表。条目要求对进入景观水体的雨水采取控制面源污染的措施,采用生态水处理技术使雨水补水水质符合国家标准。建议一星级看条件实施,二、三星级满足得分要求。

利用水生动、植物进行水体净化一项,实施难度较大,需要有很高的技术支撑。对于住宅建筑来说,一、二、三星级均建议按项目实际条件选择采用。

7.2.9 条 预拌砂浆

预拌砂浆使用条件相比混凝土更为苛刻。在某些条件不满足的地区采用预拌砂浆可能会导致成本上升甚至难以实现。建议一星级看条件选择得分,二、三星级得分。

8.2.3 条 噪声干扰

条目第一项要求建筑平面、空间布局合理,无明显噪声干扰。即选址规划中尽量避免室外噪声源。此项原则上应为视情况得分,但实际设计中应确实地避免噪声干扰问题,一、二、三星级均建议取得此项得分。

第二项要求采用同层排水设计。同层排水目前应用不是很广泛,且对排水系统影响较大,本条所占分值也较低。建议一、二、三星级均看条件得分。

8.2.8 条 可调节遮阳

采用外遮阳技术需要从成本、外观、实际应用效果等多方面角度进行考虑。对于夏季太阳辐射不强的地区,设置可调节外遮阳实际效率不高。而对于住宅类建筑来说,受建筑结构和外立面构造等因素影响,使用铝合金遮阳棚、外挂遮阳卷帘甚至固定遮阳板都会受到限制。是否采用百叶智能遮阳等措施,也应视建筑实际情况以及用户对象需求设置。

8.2.13 条 一氧化碳监控

本条目内容为在地下车库设置一氧化碳检测设施。采用一氧化碳监控系统能够避免事故的发生,一般有必要设置。建议有地下车库的一、二、三星级建筑项目均采用此项得分。

4.2 绿色建筑技术体系

通过以上对各绿色评价标准条目所要求的绿色

技术进行分析,可以形成以下绿色建筑技术体系实施方案:

表1 节地部分绿色建筑技术体系

编号	绿色建筑技术措施	技术选用		
		★	★★	★★★
4.2.1	节约集约利用土地	视情况	视情况	视情况
4.2.6	室外风环境优化			
	室外场地风速	视情况	视情况	建议
	建筑表面风压、 场地气流组织	视情况	视情况	视情况
4.2.8	便捷公共交通设施	视情况 / 建议	视情况 / 建议	视情况 / 建议
5.2.1	自然条件利用	视情况 / 建议	视情况 / 建议	视情况 / 建议
5.2.13	能量回收	视情况	视情况	建议
6.2.6	节水器具 - 高效	视情况 / 建议	视情况 / 建议	视情况 / 建议
6.2.12	景观水体			
	不设置景观水体	建议	建议	建议
	控制面污染	条件选择	建议	建议
	水生动植物净化	条件选择	条件选择	条件选择
7.2.9	预拌砂浆	条件选择	建议	建议
8.2.3	采取减少 噪声干扰的措施			
	合理布局	建议	建议	建议
	同层排水	条件选择	条件选择	条件选择
8.2.8	可调节遮阳措施	条件选择	条件选择	条件选择
8.2.13	一氧化碳浓度监测	视情况 / 建议	视情况 / 建议	视情况 / 建议

企业和设计单位在确定绿色建筑技术选用的时候,可以通过建筑星级目标以及建筑实际情况,对照此绿色建筑技术体系迅速确立对应具体项目的绿色建筑技术体系,能够以适当的成本满足建筑对应的绿色建筑星级要求。

4.3 技术体系实际应用

采用此绿色建筑技术体系的某地产开发商开展了推动绿色建筑产业化的工作。此绿色建筑技术体系应用于甲、乙、丙三个住宅小区。

其中甲属于普通住宅,其绿色建筑目标定位为一星。根据本绿色建筑技术体系指导采取绿色技术。

项目所在地段较好,具有便捷的公共交通措施;项目小区内建筑布局整齐,体型、朝向、楼距、窗墙比进行优化设计;项目因精装修程度不足,未采用能量回收和节水器具;项目场地内未设置景观水体;因当地施工条件优越,且技术成熟,项目施工采用了预拌砂浆;项目未采用同层排水和可调节遮阳措施,且未设置地下车库,因此无法采用一氧化碳浓度监测设施。

乙住宅品质较高,定位为绿色建筑二星级住宅,根据本绿色建筑技术体系指导采取绿色技术。

项目公共交通便利,自然条件利用情况良好。项目采用分体空调,因此未采用能量回收技术;项目的节水器具节水等级定为2级;在规划过程中,甲方

原本决定在场地内设置景观雨水,但因项目位于西北较缺水地区,在绿色建筑技术体系指导下经过权衡取消了景观雨水;项目采用了预拌砂浆,未采用同层排水技术;因项目位于西北太阳能丰富地区,夏季太阳辐射强度大,因此项目采用了可调节遮阳措施;地下车库采用了一氧化碳浓度监测系统。

丙住宅为高端住宅片区,在规划过程中受到当地生态指标限制,将项目目标定位为绿色建筑三星级。

项目位置较偏远,项目组为了获得便捷交通设施分数与城市规划部门联系并取得了公共交通的规划证明,以证明未来项目周边具有便捷的公共交通;小区内建筑排布错落,朝向不一,未能满足自然条件利用要求;项目采用了中央空调形式,设置了热回收系统,并通过高程度的精装修保证了节水器具效率的落实,使建筑内节水器具效率等级达到1级;因项目定位带来的美学需求,项目设置了景观雨水,并采用了控制面污染技术,但水生动植物净化因条件限制未能采用;项目因施工场地限制,未能如技术体系要求采用预拌砂浆;因项目对室内生活品质的高要求,内部采用了同层排水技术;因项目得分未能满足三星级要求,且本身条件允许,因此在一部分建筑上采用了可调节外遮阳技术。

5 结论

本体系构建方式可以迅速评估并构建完整的绿色建筑技术体系,通过此方式建立的绿色建筑体系整体合理,实施中灵活,能够迅速保证企业在实施住宅绿色建筑项目过程中能够通过相应的绿色建筑体系达成绿色建筑的规模化、产业化实施,且可以兼顾企业自身特点以及项目的因地制宜性。目前,一个成熟的住宅绿色建筑技术体系已经通过这种方式搭建并适用于大型地产商,满足其推广绿色建筑产业的需求。

本体系经过改动之后,同时也可以作为公建、工业建筑等绿色建筑技术体系搭建的方式,以促进全方面的绿色建筑的产业化设计。

参考文献

- [1] 15J904 绿色建筑评价标准应用技术图示 [S] 中国计划出版社, 2016.
- [2] 绿色建筑评价应用指南 中国建筑工业出版社 2017
- [3] 鹿勤.《绿色建筑评价标准》-- 节地与室外环境 [J]. 建设科技, 2015(4):16-18.
- [4] 沈春燕, 王颖佳. 论绿色建筑技术体系的构建与评价 [J]. 建筑工程技术与设计, 2014(14):875-924.
- [5] 史国勇. 绿色建筑技术体系模块化构建及应用 [J]. 建筑技术 2017(2):180-182.

超高层住宅供暖负荷分析

北京建筑设计研究院有限公司 刘立芳 唐强

摘要: 超高层住宅因其建筑高度的原因, 受到热压和风压的综合影响, 故其供暖设计热负荷的计算不同于普通高层及多层建筑。各楼层以及各房间之间的供暖负荷变化幅度较大, 平均变化幅度在 40% 左右, 而大幅度则达到了 58% 以上。冷风渗透耗热量在超高层建筑供暖负荷中受建筑高度影响最大。对于 58 层的建筑, 29 层可作为受冷风渗透影响的分界线, 也就是楼层的 1/2 以下受冷风渗透较大, 而 1/2 以上楼层基本不受影响。因此要特别注意 1/2 层数以下楼层中, 同一位置不同楼层的房间散热器的设置。由于房间面积和可开启外窗面积的不同, 冷风渗透对起居室影响最大, 卫生间次之, 厨房以及卧室影响相对较小。

关键字: 超高层住宅; 供暖设计热负荷; 冷风渗透耗热量

1 引言

随着社会经济的不断发展, 建筑高度不断增加, 高层建筑乃至超高层建筑越来越多。超高层建筑是指当时当地高度超过 100m 的高层建筑统称为超高层建筑, 因其宏大的气势而日益受到人们的关注, 同时超高层建筑也被看做是一个城市综合实力的体现。目前, 超高层建筑的建筑高度增加之快已经难以想象, 世界最高建筑的称号一般也只能维持一段时间, 大有一种没有最高, 只有更高的势头。随着建筑高度的增加, 建筑设备专业中供暖系统的形式已经不能单纯依靠高层建筑设计经验来设计, 需要设计人员根据超高层建筑的功能特别为该建筑进行设计。因此超高层建筑的发展在为设备专业提供了一个新的发展空间的同时, 也提出了相当高的要求。

供暖系统设计热负荷是供暖设计中最基本的数据, 它直接影响供暖系统方案的选择、管道管径和散热设备等确定, 关系到供暖系统的使用和经济效果, 尤其对于超高层建筑更是有很大意义。

2 设计依据

供暖系统设计热负荷是指在设计室外温度下, 为达到要求的室内温度, 供暖系统在单位时间内向建筑物供给的热量。它是设计供暖系统的最基本的依据^[1,2,3]。根据热平衡的原则, 供暖负荷应该包括以下几部分:

2.1 围护结构的基本耗热量 Q_1

在工程设计中, 围护结构的基本耗热量是按一维稳态传热进行计算的。可按下式计算:

$$Q_1 = KF(t_n - t_w)a \quad (1)$$

式中: K 为围护结构的传热系数 ($W/m^2 \cdot ^\circ C$); F 为围护结构的面积 (m^2); t_n 为冬季室内计算温度 ($^\circ C$); t_w 为冬季供暖室外计算温度 ($^\circ C$); a 为围护结构的温差修正系数。

2.2 围护结构的附加 (修正) 耗热量 Q_2

围护结构的基本耗热量是在稳定条件下, 按公式 (1) 计算得出的, 但是实际耗热量会受到气象条件以及建筑物情况不同等因素会有所不同。因此在计算时, 还需要对基本耗热量进行修正, 即为附加耗热量。附加耗热量包括朝向修正、风力附加和高度附加耗热量等。

2.3 冷空气渗透耗热量 Q_3

在风力和热压造成的室内外压差作用下, 室外的冷空气会通过门、窗等缝隙渗透室内, 被加热后逸出, 加热这部分空气所消耗的热量, 称为冷风渗透耗热量。影响冷风渗透耗热量的因素很多, 热压和风压的影响最为显著。对于多层建筑, 由于建筑物高度不高, 冷风渗透耗热量主要考虑风压的作用。对于高层建筑, 则需考虑热压和风压的综合效应。冷空气渗透耗热量应按下式计算:

$$L = \sum (l \cdot L_0 \cdot m^b) \quad (2)$$

式中: L 为房间冷风渗透量 (m^3/h); l 为房间某朝向上的可开启门、窗缝隙的长度 (m); L_0 为理论渗透风量 ($m^3/(m \cdot h)$); m 为渗风压差的综合修正系数; b 为外窗、门缝隙的渗风指数。

考虑到人员所在采暖房间的卫生要求, 当通过门窗缝隙渗入的冷空气过小时, 应通过开窗缝或开启通风孔等手段达到一定的换气量, 对于住宅, 其冷空气渗入总量 L , 不宜小于 $1.3m^3/(h \cdot m^2)$ 。

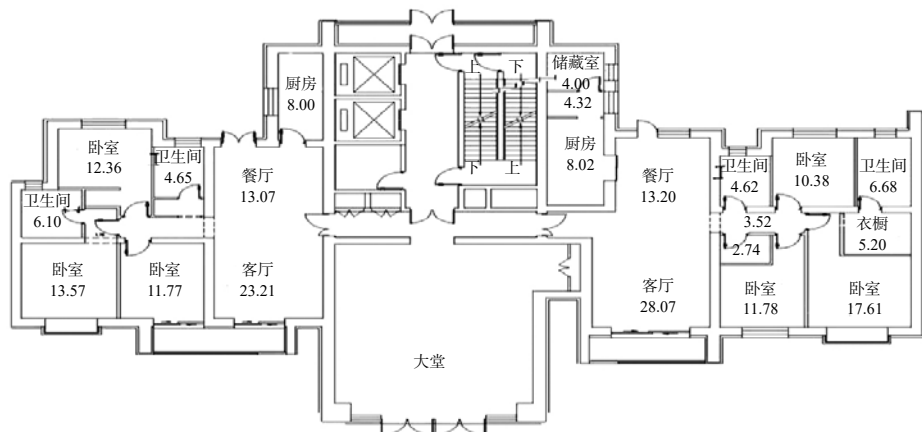


图1 建筑房间布局

确定了冷风渗透量后,冷风渗透耗热量可按下式计算:

$$Q_3 = 0.278L \cdot \rho_w \cdot c_p \cdot (t_n - t_w) \quad (3)$$

式中: c_p 为冷空气的定压比热 ($\text{kJ}/\text{kg}^\circ\text{C}$); 0.278 为单位换算系数; ρ_w 为供暖室外计算温度下的空气密度 (kg/m^3)。

2.4 冷风侵入耗热量 Q_4

在冬季受风压和热压的作用下,冷空气由开启的外门侵入室内。把这部分冷空气加热到室内温度所消耗的热量称为冷风侵入耗热量。由于流入的冷空气量不易确定,根据经验总结,冷风侵入耗热量可采用外门基本耗热量乘以外门附加率来进行计算。

3 工程概况

超高层住宅楼,58层南北向,层高3m,建筑高度177.6m,两个单元,建筑面积55000 m^2 。供暖水系统采用下行上给垂直双管系统,户内采用散热器供暖,各组散热器均设置温控阀以达到分室控制室温的要求。建筑入口处设有大堂,大堂设置地板辐射供暖系统。单元户型布局见图1。

4 热负荷计算与分析

根据以上设计理论,北京市建筑设计研究院有限公司编制了高层建筑供暖负荷计算表,并在院内设计共享文件库中提供使用^[4]。本文旨在分析结果,所以就以该表格为基础计算分析该建筑物的供暖热负荷。计算中采用的数据:(1)单位面积换气量:1.5($\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$);(2)门窗等级:外窗为4级,阳台门为1级。(3)楼梯间类型:有外墙外窗不供暖楼梯间。(4)户间传热量:12(W/m^2)。

4.1 计算

图2是以建筑每层的热负荷为纵坐标,分析负荷随建筑物层数的变化。如图所示,供暖负荷首层负荷最大,为64.18kW,而30层到58层负荷相同,也最小,为40.44kW。其变化幅度达40%,图中2层负荷出现的突然减小的现象,是因为首层设置了大堂,大堂类似中庭形式,连接首层和2层,使得2层的负荷相对其他楼层减少了一定面积的供暖负荷。而同样首层的负荷也相对于其它层增加了部分负荷。

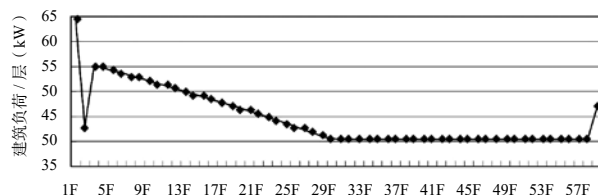


图2 建筑总供暖负荷随建筑物层数的变化

图2中负荷曲线的变化波动,是因为冷风渗透耗热量由于建筑高度的增加,受到热压和风压的影响,从而出现底层由于渗透的影响供暖负荷增大的现象。实质上,也是渗透法和换气法计算的冷风渗透耗热量进行比较得出的结果。

4.2 房间热负荷分析

由于朝向、开窗面积以及房间大小的影响,各房间热负荷随建筑高度的变化也不尽相同。

(1) 卧室

卧室的房间面积一般在10~15 m^2 左右,外窗面积3~6 m^2 。图3为卧室随建筑物楼层的负荷变化,可以看出除首层受大堂的影响出现了负荷变化,2层~57层负荷基本相同,58层由于屋顶负荷的影响,

也出现了一定的增加。这是因为相对于其他房间,卧室房间面积较大,而其可开启外窗和外门缝隙相较于其房间面积来讲并不大,所以对于冷风渗透热负荷,采用缝隙法和换气法计算的结果相同。

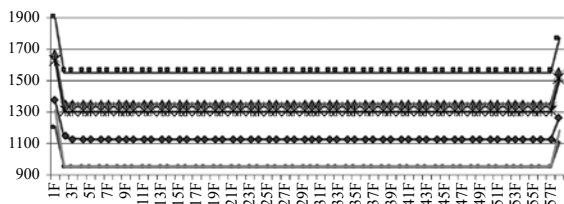


图3 卧室供暖负荷随建筑物层数的变化

(2) 起居室

起居室南北通透,面积 40m^2 左右,北向开窗,南向为阳台,房间面积在所有房间中最大。图4是起居室供暖负荷随建筑物高度的变化,负荷随着楼层高度的增加,其供暖负荷迅速减小,29层~57层负荷平稳,基本无变化,58层由于屋顶负荷的增加而略微增大。由于其可开启外窗和外门缝隙较大,因而其受冷风渗透的影响也较大。负荷变化约为58%,是各房间供暖负荷变化最大的。

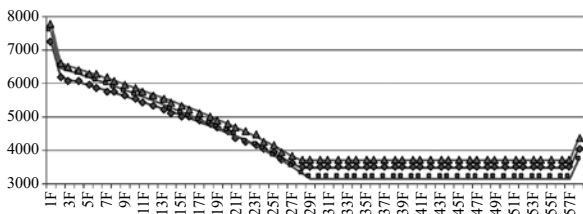


图4 起居室供暖负荷随建筑物层数的变化

(3) 厨房

厨房一般位于单元的北侧,东向 1.5m 宽、 1.3m 高,房间面积为 8m^2 。图5是厨房供暖负荷随建筑物楼层的变化,2层~57层负荷平稳,变化不大。

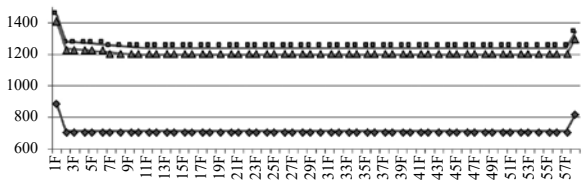


图5 厨房供暖负荷随建筑物层数的变化

(4) 卫生间

卫生间有内卫生间和外卫生间之分,区别在于有没有外墙和外窗。对于内卫生间而言,由于没有渗透的影响,可直接采用换气次数法计算,故不再做分析。卫生间面积为 $4\sim 6\text{m}^2$,负荷变化约为

38%~41%。图6是卫生间供暖负荷随建筑物层数的变化曲线,可以看出,卫生间负荷随着楼层高度的增加,其供暖负荷迅速减小,23层~57层负荷平稳,基本无变化,58层由于屋顶负荷的增加而略微增大。

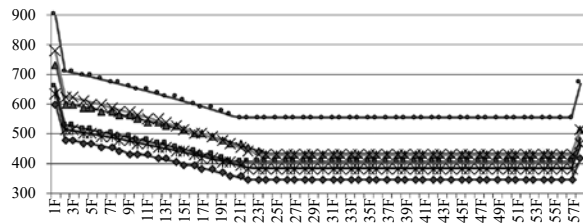


图6 卫生间供暖负荷随建筑物层数的变化

5 结论

对于超高层建筑来说,冷风渗透耗热量是影响其供暖设计热负荷的最主要部分,另外三部分的耗热量随着建筑高度的增加变化很小,尤其对于住宅而言,实际上可忽略冷风侵入耗热量。冷风渗透耗热量计算的直接影响到房间热负荷的计算。因此对于超高层住宅的供暖负荷的分析,实质上也就是对于冷风渗透耗热量的分析。

(1)超高层住宅各楼层之间供暖负荷变化较大,最大变化幅度达到了58%,平均变化幅度也达到了40%。(2)注意各个房间散热器的布置,不同楼层同一位置的房间散热器需求量不同。(3)卧室、起居室、厨房、卫生间由于房间面积和可开启外窗面积的不同,其受冷风渗透的影响,起居室最大,卫生间次之,厨房以及卧室影响较小。(4)对于58层的建筑,29层可作为受冷风渗透影响的分界线,也就是楼层的1/2以下受冷风渗透较大,而1/2以上楼层基本不受影响。

参考文献

- [1] 超高层建筑空调设计. 刘天川著. 中国建筑工业出版社. 2005.P1-7.
- [2] 实用供热空调设计手册. 第二版. 陆耀庆主编. 中国建筑工业出版社. 2007.P309-314.
- [3] 北京地区供暖冷风渗透耗热量计算方法的分析——《北京市建筑设计技术细则》中有关规定介绍. 北京市建筑设计研究院. 孙敏生, 万水娥, 高琛. 暖通空调. 2008年第38卷第9期.
- [4] 北京市建筑设计研究院-设计共享文件库. 供暖房间热负荷计算表说明.
- [5] 供热工程. 第三版. 贺平、孙刚编著. 中国建筑工业出版社. 2006.P8-22.
- [6] 《建筑设备专业技术措施》北京市建筑设计研究院编. 中国建筑工业出版社. 2005.P168-215.

教室内外环境中 $PM_{2.5}$ 浓度对比实验的初步研究

南京师范大学能源与机械工程学院 黄文刚 解晓健 彭波 刘鹏

摘要: 由于我国大部分高校教室的换气方式依然以开启门窗进行自然通风换气为主。颗粒物在自然通风换气时会对室内环境造成污染,即门窗将成为悬浮在室外环境中的颗粒物进入教室室内环境的主要通道。本文通过实验监测的方式,用实验仪器分别记录在不同的自然环境与室内环境条件下悬浮在空气中粒径不大于 2.5 微米的颗粒物(即 $PM_{2.5}$)的质量浓度,以及记录教室内人员流动、门窗开启和有无室内颗粒物源的情况,从而得出数据进行对比研究。通过分析研究可得出,自然通风在大多数情况下依然是教室较为便捷且有效的方式。

关键字: $PM_{2.5}$; 对比实验; 教室环境; 自然通风

0 引言

随着城市的建设发展以及生活方式的改变,城市居民处在室内环境中的时间越来越长,大部分城市居民处在室内环境中的时间占到或超过 80%,因此人们现在更加注重室内环境中的空气品质,尤其是公共建筑(教学楼、医院、商场等)中的室内空气品质。教学楼教室还具有某些时间段中人员密集的特点,即学生集中在教室中上课或者考试的时候。为了使教室保持较为舒适的环境,一般情况下会选择开启教室门窗以自然通风的方式实现室内外空气的交换^[1]。室外的空气质量将直接影响自然通风后的室内空气品质。近年来我国城市化与工业化进程的日益发展以及人口和汽车数量的不断增加,大气环境中悬浮的颗粒物质量浓度不断攀升,使得各大城市的雾霾天气频繁发生。有研究表明 2014 年第 3 季度京津冀区域 13 个城市空气质量平均为达标率为 55.4%,其中主要污染物就是细颗粒物($PM_{2.5}$)^[2]。也有相关研究表明,空气中的 $PM_{2.5}$ 易携带大量有毒有害物质,经呼吸道进入人体肺部深处及血液循环,对人体健康产生危害^[3-4]。

在正常情况下,与室内空气相比,室外大气中的污染物种类较少且浓度较低,自然通风换气是解决室内空气污染较为经济有效的手段。但我们面临的现实是,室外大气并不如希望的那样清新,真正是“新风”,通风换气在带走室内产生污染物的同时,引入了室外大气污染物^[5]。作者对南京地区某大学综合楼教室室内外 $PM_{2.5}$ 质量浓度水平进行了多次实时监测,通过分析室内外 $PM_{2.5}$ 质量浓度水平的变化规律,研究自然通风条件下教室环境教室 $PM_{2.5}$ 污染状况。

1 实验方法和实验设计

为了分别测量出室外环境和教室环境中 $PM_{2.5}$ 的质量浓度,在同一间教室(14m×8.5m×5m)进行五组对比实验。在实验过程中用到的仪器是两台型号为

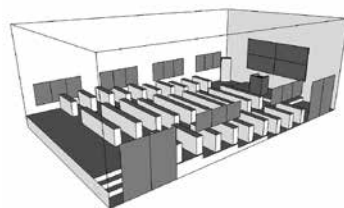


图 1 实验测试教室模型

TSI-8532 的气溶胶浓度监测仪,分别将两台气溶胶浓度监测仪放置在空旷的室外环境和被测试教室中心位置,在整个实验工程中保证两台仪器同时运行;保留一名实验记录人员记录教室门窗状态和人员活动情况。待实验结束后,将测量后的数值结果以及室内人员活动情况进行对比分析,从而得出教室室内外环境 $PM_{2.5}$ 浓度的变化规律。

将五组实验分为两种情况:第一种情况为教室门窗关闭与室外对比的实验(第一、二组);第二种情况为与室外有空气交换的教室与室外的对比实验(第三、四、五组)。在实验过程中,室内和室外同步采样,采样周期为一分钟,采样间隔五秒钟。第一、二组实验中,需要关闭教室门窗,并记录下教室内人员数量;在第三、四、五组中,需要记录下教室门窗开启和关闭的时间以及教室内人员情况。

2 实验数据及分析

2.1 $PM_{2.5}$ 浓度记录对比

关于五组实验记录的数据和教室情况如下:

第一、二组实验分别测量门窗关闭的教室环境中的 $PM_{2.5}$ 质量浓度和空旷室外环境中的 $PM_{2.5}$ 质量浓度随时间的变化。在这两组实验过程中,室外环

基金项目:多股热羽流作用对自然通风(项目编号:13KJB560010)。

境中的 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度随时间总趋势是下降,但在不同时间段出现明显波动;室内环境中的 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度明显随着时间不断降低,跟室外浓度对比降低的速率比较平稳(详见图1、图2)。

根据表1和表2得出两组实验过程中室内 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度降低率可以分别计算得出平均降低率为 8.00% 和 7.67%。

第三、四、五组实验(详见图3、图4、图5)分别测量有人上课教室在门窗处于不同状态下的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度和空旷室外环境中的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度。在整个实验工程中,记录教室的门窗开闭状态和人数变化。由于实验是在冬季进行,上课期间为了保持室内温度,所以选择只保持教室前后门开启的自然通风方式,使得室外空气和室内空气得到了一定的交换,因此室内环境中的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度随着室外环境中

的 $\text{PM}_{2.5}$ 变化规律而变化且趋势相似,这种情况下室内外 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度正相关。根据研究表明,当室内无污染源情况下,室内外 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度正相关、室内 $\text{PM}_{2.5}$ 的质量浓度低于室外^[6]。由数据可知室外空气中的 $\text{PM}_{2.5}$ 在各个时间段中浓度有明显的波动变化,室内环境中的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度明显随着时间不断平稳的降低,没有明显的波动。尤其在第五组实验中,可明显发现等教室门打开后,室内 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度随着室外 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度的趋势变化;同时当教室再次处于门窗关闭状态时,室外 $\text{PM}_{2.5}$ 出现明显波动,但室内 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度开始平稳下降,此阶段与第一、二组实验结果相同。同样是在第五组实验中,我们发现在 12:00、13:20 和 14:50 这三处时间点的附近,不论教室门窗处于何种状态,当教室内有大量人员进出时会对教室内 $\text{PM}_{2.5}$ 的质量浓度造成一定波动。

表1 第一组实验室内 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度降低量和降低率

时间	9:00~10:00	10:00~11:00	11:00~12:00	12:00~13:00	13:00~14:00	14:00~15:00	15:00~16:00	16:00~17:00
降低量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22	18	16	18	14	10	9	8
降低率 %	10.86	8.29	7.96	9.73	8.38	6.54	6.29	5.97

表2 第二组实验室内 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度降低量和降低率

时间	9:00~10:00	10:00~11:00	11:00~12:00	12:00~13:00	13:00~14:00	14:00~15:00	15:00~16:00	16:00~17:00
降低量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	12	12	10	12	13	8	9	7
降低率 %	6.78	7.27	6.54	8.39	9.92	6.78	8.49	7.22

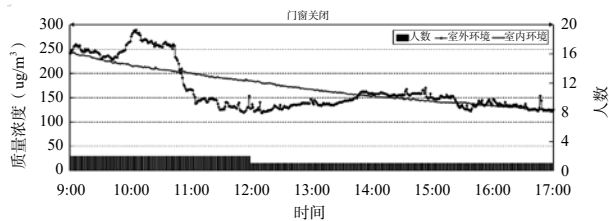


图2 教室门窗关闭时室内外 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度随时间变化 (第一组实验)

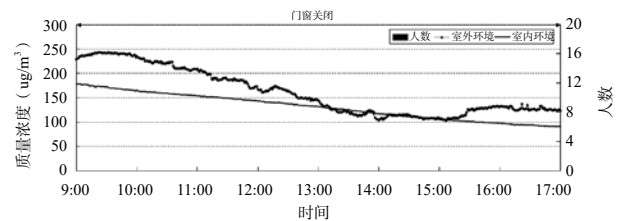


图3 教室门窗关闭时室内外 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度随时间变化 (第二组实验)

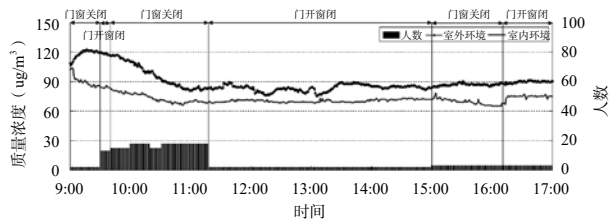


图4 教室上课时室内外 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度随时间变化 (第三组实验)

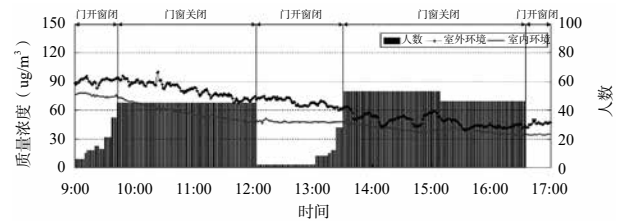


图5 教室上课时室内外 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度随时间变化 (第四组实验)

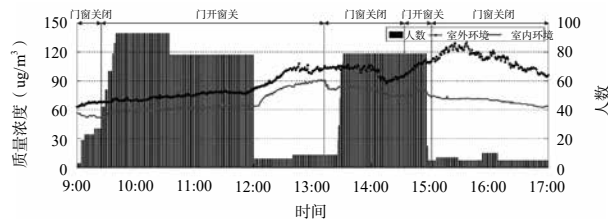
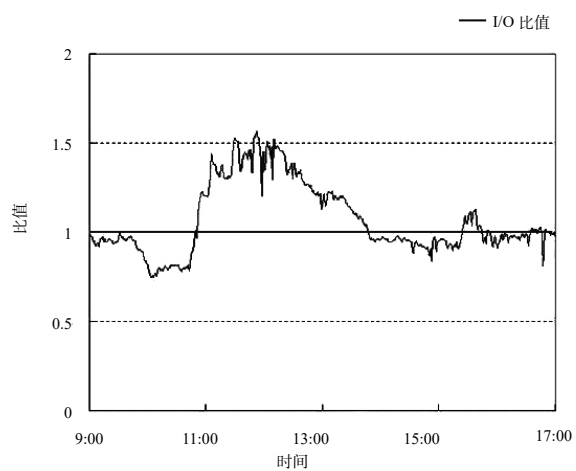
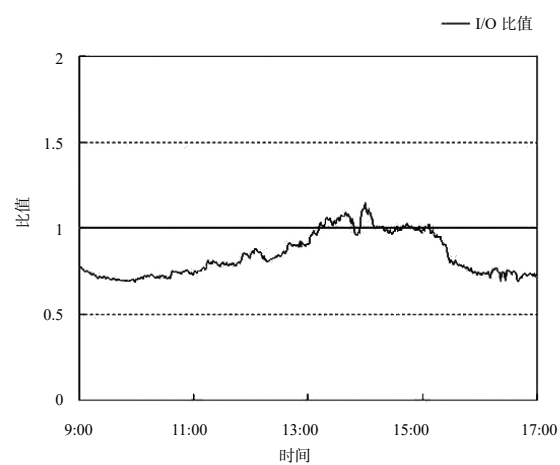


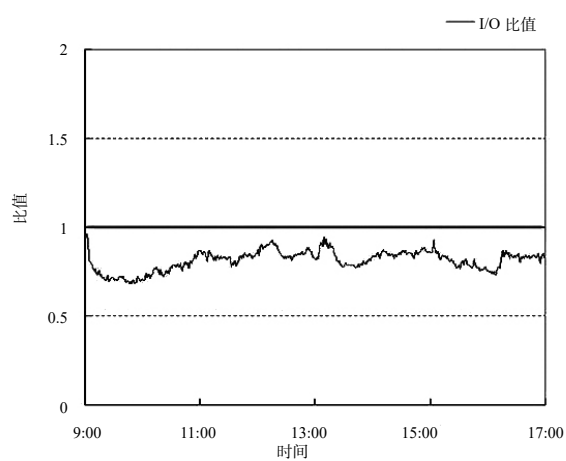
图6 教室上课时室内外 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度随时间变化 (第五组实验)



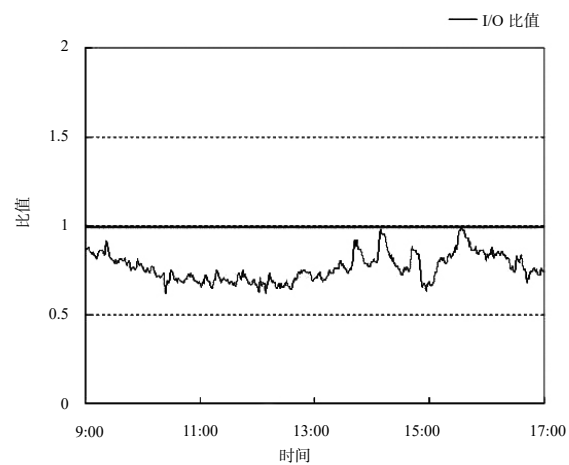
(a)



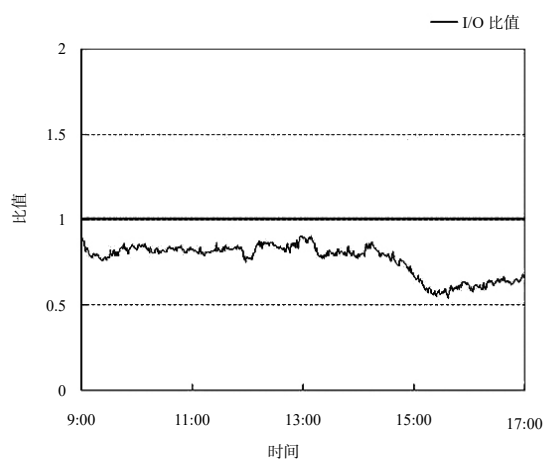
(b)



(c)



(d)



(e)

图7 五组室内外颗粒物浓度关系 (I/O 比)

2.2 I/O 比数据分析

I/O 比是指室内、外颗粒质量浓度比值,可以反应室内、外颗粒物浓度的相关性。通过 I/O 比、 $PM_{2.5}$ 质量浓度和门窗开闭情况的结合,对教室内空气环境进行分析。当 I/O 比等于 1 时,即悬浮在室内、外空气环境中的 $PM_{2.5}$ 质量浓度相等;当 I/O 比大于 1 时,表示室内环境中悬浮的颗粒物浓度高于室外环境;当 I/O 比小于 1 时表示室内环境中悬浮的颗粒物浓度低于室外环境。

通过第一、二组实验的 I/O 比,如图 7(a) 和 (b),在紧闭门窗状态下的教室,室内、外颗粒质量浓度比无明显关系,且在整个实验过程中 I/O 比超过 1 的时间占比分别是 44.3% 和 17.5%。通过第三、四和五组实验的 I/O 比,如图 7(c)、(d) 和 (e),表明在不同时间段通过对教室门的开启使室内外空气得到一定的交换,可以控制 I/O 比保持在大于 0.5 小于 1,保持整个室内环境中的颗粒物浓度低于室外环境。

2.3 实验数据分析

基于五组对比实验,可以发现自然通风对教室内的空气环境中的颗粒物有明显的影晌。

室外大气中颗粒物具有很强的穿透性,可以通过门窗等维护结构以自然通风、渗透等方式进入到室内环境中。

通过第一、二组实验可以发现处于关闭状态的门窗对于室外的颗粒物进入到教室内起阻挡作用;同时在室外颗粒物较低时,室内较高的颗粒物浓度无法扩散到室外。第三、四、五组实验在室内无污染源情况下,当开启教室和楼道连接的门时,发现室内外 $PM_{2.5}$ 质量浓度正相关且室内 $PM_{2.5}$ 的质量浓度低于室外的 $PM_{2.5}$ 质量浓度值,并且通过大量研究表明^[7-10],室内外颗粒物质量浓度的正相关性的正确性。在五组实验中,都说明在教室内无污染源的情况下,悬浮在教室环境内的颗粒物数量在减少。由于悬浮在教室环境内的颗粒物的体积和质量很小,颗粒物会随着空气的热运动而不断运动,所以教室内颗粒物的减少并不是因为其自身的自然沉降产生的。颗粒物的物理形状并非全是球体且大部分是不规则形状,因此这些质量极轻的颗粒物在随空气流动是会附着在流经的物体表面,包括墙面、桌面、地面等,从而使得悬浮在室内的颗粒物数量减少。

3 结束语

通过对于五组室内外空气 $PM_{2.5}$ 质量浓度值的记录结果,结合自然通风对于教室室内环境的影响,

可以得出以下内容:

(1) 当室外环境中的颗粒物质量浓度较低时,自然通风作为无颗粒物污染源教室主要的通风方式可以有效地降低悬浮在教室内空气环境中的颗粒物质量浓度,提升室内空气质量。

(2) 当室外环境中的颗粒物质量浓度较高时,关闭门窗可以起到阻挡大量颗粒物进入教室的作用。在开启教室和楼道连接的门,并关闭教室的窗户的情况下,可以使得室内外环境中的空气得到一定的交换,这样既有利于提高教室室内的空气质量,也能控制室内环境中的 $PM_{2.5}$ 浓度,并保持在在一个较合理的范围之内。

综上所述,在合适的环境下合理控制门窗开闭时间,自然通风可以作为不需要借助任何机械的通风方式,依然对提高教室内空气品质起到作用。

参考文献

- [1] Watson J G. Critical review-visibility: science and regulation[J]. J Air & Waste Manage Assoc,2002,52(6):628-713.
- [2] 郭新彪,魏红英. 大气 $PM_{2.5}$ 对健康影响的研究进展 [J]. 科学通报,2013,(13):1171-1177.
- [3] Mate T, Guaita R, Pichiule M. et al. Short-term effect of fine particulate matter ($PM_{2.5}$) on daily mortality due to diseases of the circulatory system in Madrid (Spain) [J]. Science of The Total Environment, 2010, 408(23): 5757-5757.
- [4] Pope R C A, Burnett R T, Thun M J, et al. Lung cancer cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution [J]. JAMA, 2002, 287(9): 1132.
- [5] 徐文华. 室内空气品质与通风 [J]. 制冷与空调, 2015(10).
- [6] 赵力, 陈超等. 北京室内外 $PM_{2.5}$ 污染状况及过滤器效率调研 [J]. 建筑科学, 2015, 31(8).
- [7] 曹国庆, 谢慧等. 公共建筑室内 $PM_{2.5}$ 污染控制策略研究 [J]. 建筑科学 2015(4).
- [8] 张振江, 赵若杰, 曹文文. 天津市可吸入颗粒物及元素室内外相关性 [J]. 中国环境科学, 2013, 33(2): 357-364.
- [9] 黄育华. 重庆市办公建筑室内外颗粒物浓度水平及暴露评价 [D]. 重庆大学, 2013.
- [10] 刘红丽. 室内悬浮颗粒物浓度与粒径分布测量方法研究 [D]. 华中科技大学, 2009.

会议 & 活动

关于举办“2018 年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”的通知

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。与此同时，数据中心的节能降耗问题也进一步凸显。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。

为推动数据中心冷却节能领域的技术交流，中国建筑节能协会暖通空调专业委员会联合湖南大学等机构共同举办“2018 年数据中心冷却节能与新技术应用发展高峰论坛”。会议将邀请行业协会代表、专家学者、数据中心运营商、设备系统供应商、技术研发机构等就如何降低数据中心能耗，实现绿色发展进行深入探讨。会议定于 2018 年 4 月 17~19 日在湖南长沙召开。

详情请登录中国暖通空调网 <http://www.chinahvac.com.cn> 了解。

第二十一届全国暖通空调制冷学术年会（2018）网络平台正式上线

“第二十一届全国暖通空调制冷学术年会”定于 2018 年四季度在河南省郑州市召开。主题为：清洁低碳，美好生活。年会征文工作于 2017 年 12 月启动，2018 年 3 月 15 日截止。

现年会网络平台正式上线，网址为 chvac2018.csp.escience.cn，有关年会论文在线投稿、参会报名及会议酒店预订等相关信息均在此网站第一时间发布，敬请关注。



杂志免费索阅表

本刊由中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院主办，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、中国建筑节能协会地源热泵专业委员会支持。栏目范围：建筑环境、建筑能源、空调、热泵、通风、净化、供暖、计算机模拟。填此表格免费获取《建筑环境与能源》杂志一期。

请您完整填以下信息

姓 名		先生 / 女士	
部 门		职 务	
单位名称		邮 箱	
通讯地址			
联系电话		传 真	
手 机		电子邮箱	

您对本刊物有哪些建议或意见？

编辑部联系方式：

地址：北京市北三环东路 30 号
 中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院
 节能示范楼 208 室
 邮编：100013
 邮箱：beaebjb@163.com
 电话：010-64693285

聚焦建筑环境与能源 推动行业科技进步与发展



杂志微信 beaebjb



学会微信 cc-hvac

中国制冷展 2018 | CRH 2018 | 制冷·空调·暖通 CHINA REFRIGERATION | HVAC&R

第二十九届国际制冷、空调、供暖、通风及食品冷冻加工展览会
The 29th International Exhibition for Refrigeration, Air-conditioning, Heating
and Ventilation, Frozen Food Processing, Packaging and Storage

提质增效 平衡发展
不忘初心 共创未来



2018年4月9-11日
北京·中国国际展览中心〔新馆〕

主办单位



承办单位



咨询热线:

400-680-3553

电话: 010-58565888-629/625

传真: 010-58566000

E-mail: crexpo@biec.com.cn

扫码关注:



中国制冷展
网站



中国制冷展
微信

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 年第四季度 - 河南郑州

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

