

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 |  
江亿院士：对我国能源革命的思考  
IEA 《世界可再生能源供热现状及政策》 II
- 22 | 热点聚焦 | Focus character |  
三星 DVM 专家俱乐部——中韩热泵技术交流会成功举办
- 34 | 案例赏析 | Cases |  
无锡软件园 C 能源站
- 68 | 会议与活动 |  
第二十一届全国暖通空调制冷学术年会 (2018) 论文审稿会预通知



# SAMSUNG



Wind-Free™ 沐风单向气流室内机

气若蚕丝万缕 致柔致静  
风似纱幔缥缈 若有似无



韩国能源科技大奖



**0.15**m/s

超低风速  
无感制冷



Long

**8**m

超远送风  
均匀气流



**99%**

四重过滤  
洁净安心



**55%**

高效节能  
省电高手



官方微信二维码



官方微信二维码



## 江亿院士： 对我国能源革命的思考

近日，在“清华大学建筑节能学术周”上，清华大学建筑节能中心主任江亿院士做了题为“对我国能源革命的思考”的报告，该报告一经发布，就迅速引起各界关注。

一刀切式的停止发展燃气热电联供和冷热电三联供，是对该报告的误读。江亿院士指出，天然气电厂是很好的灵活电源，应该“好钢用在钢刃上”，在电力调峰上用好天然气。而对于北方供暖的热源方式革命来说，燃气热电联产并不合适，不仅增加电网峰谷变化，还占用宝贵天然气资源。因此他才在报告中提出了“北方不可大力发展天然气供暖，更不能大力发展天然气热电联产”的观点。

他认为，我国能源现状“富煤缺气少油”，而当出现严重雾霾时，会发现主要的污染物是氮氧化物。所以不能简单地把雾霾归结于煤的使用。从国际油气市场状况进行分析，天然气不是解决中国能源问题的最终途径，只有靠“能源革命”全面发展可再生能源与核能，才能解决能源安全、大气污染和低碳发展三大问题。

江亿院士强调，要实现我国北方清洁供暖，除了技术路线，在政策机制方面也需要有重大改革。供热企业方面，虽然对于一次网的保温和管理相对较好，但是大量的二次网跑冒滴漏现象使得耗热量较高，而由于产权不明，相关企业不得不为此买单。

除此之外，对于热计量而言，分户供暖并不可取，应该尽量以楼栋或者热力站为单位进行热计量。他强调，降低回水温度是未来供热系统的大趋势，要通过协议温度定价机制来激励热企和热源厂共同投入，使得二者都具有积极性。

数据显示，建筑的运行能耗大约为全社会商品用能的三分之一，是节能潜力最大的用能领域。近年来，我国建筑节能标准不断提高，城镇新建建筑执行节能强制性标准比例基本达到 100%、民用建筑面积比重超过 40%。

可以预见，我国建筑节能将从要素驱动转向为效率驱动，从补贴驱动转向为效果驱动，更加注重能源行业的转型、增效与供给侧改革，更加强化对建筑能耗的总量、强度、效率等目标控制。在中国特色社会主义进入新时代的大背景下，中国建筑节能将在新时代迈向新征程，迎来新发展。



# 建筑环境与能源

(月刊)

## 主办单位

中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院

## 支持单位

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

## 编辑出版

《建筑环境与能源》编辑部  
2018年第4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 |

第16届MDV中央空调设计应用大赛正式启动  
第三届海尔磁悬浮杯设计大赛启动  
美国 Edward Mazria 教授率建筑 2030 团队到访环能院  
工业化建筑子标准体系建设协同工作会议召开  
《既有公共建筑综合性能提升技术规程》第二次工作会召开  
《可持续建筑与城区标准化 2017》蓝皮书正式出版发行  
《建筑技术法规和强制性标准研究》出版发行  
2018 华北制冷展在石家庄隆重举办

### 10 | 行业新闻 | Industry News |

北京平谷将出台煤改电奖励政策  
北京市怀柔五镇煤改电今年全覆盖  
利用谷时电开展“煤改电”储能供暖  
“互联网+”助推新时代智慧城市建设  
纵深发展: 深圳积极打造绿色建筑之都  
2018 用户满意度第一格力空调蝉联榜首  
克莱门特捷联机房空调助力公安局数据中心  
减少燃煤消耗仍为降低城市碳排放重要途径  
全国环境影响评价工作会议在京召开—开启新时代环评工作新征程 等

### 18 | 国际新闻 | International News |

英国着力发展热网建设  
美国正在开发新型节能传感器  
欧盟新法规将促进天然制冷剂应用  
2016 年欧盟可再生能源消耗占比达到 17%  
IEA《世界可再生能源供热现状及政策》II  
美国中央空调和空气能热泵 2017 年出货量发布  
美国中央空调和空气能热泵 2018 年 1 月出货量发布  
ACCA 和 ASHRAE 对《商业建筑空调检查和维护标准》征求意见

# 纳森中央空调

## 超低温空气源NKR系列机组

-25℃低温运行；60℃高温出水



空气源系列机组

NKR系列机组



高温热水机组



风冷模块机组

水（地）源系列



户式水（地）源热泵



模块式（地）源热泵



模块式（地）源热泵

水冷冷水机组



新风换气机组



吊顶式新风换气机组



柜式新风换气机组

风机盘管系列



暗装风机



暗装风机



卡式风机

空气处理器系列机组



吊顶式空气处理器



长程射流空气处理器



柜式空气处理器



# CONTENTS



第 16 届 MDV 中央空调设计应用大赛正式启动



第三届海尔磁悬浮杯设计大赛启动



美国 Edward Mazria 教授率建筑 2030 团队到访环能院



既有公共建筑综合性能提升技术规程第二次工作会

## 22 | 热点聚焦 | Focus character |



三星 DVM 专家俱乐部  
—— 中韩热泵技术交流会成功举办

## 27 | 聚焦政策 | Policy |

天津市绿色建筑管理规定

关于印发 2018 年河北省建筑节能与科技工作要点的通知

关于印发 2018 年浙江省建筑节能与科技设计工作要点的通知

关于印发 2018 年安徽省建筑节能与科技工作要点的通知

## 34 | 案例赏析 | Cases |

无锡软件园 C 能源站

金外滩国际广场空调节能创新设计

## 44 | 技术交流 | Technical communication |

南京某商场中央空调系统空气处理设备方案模拟分析

双冷源温湿度独立调节系统在某办公楼中的应用探讨

沈阳地区土壤源热泵系统供热运行分析

基于 BIM 的协同设计在地下车库管网综合项目中的应用

太阳能供暖在营房建筑中的应用研究

区域能源中综合能源系统模拟计算平台的开发

## 68 | 会议活动 | Events |

关于举办“第十六届 MDV 中央空调设计应用大赛”的通知

第二十一届全国暖通空调制冷学术年会（2018）论文审稿会预通知

# 维瓦尔第辐射空调

以时代引领者的姿态站在室内人居环境的世界前沿



## 辐射式供冷

模拟自然传热  
追求极致所需



## 辐射式供暖

A级精确控制  
实现高效节能



## 置换式新风

温湿独立控制  
私享专属气候



## 远程大数据

远程控制系统  
引领智慧生活

## 第 16 届 MDV 中央空调设计应用大赛正式启动

4月9日，由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主办，美的中央空调协办的第16届MDV中央空调设计应用大赛在北京正式启动。中国建筑科学研究院以及美的中央空调的相关领导出席现场启动仪式，为这场一年一度的暖通行业盛事拉开帷幕！

本届MDV中央空调设计应用大赛以“设计生命建筑”为主题。大赛分为专业组、经销商组、家装组、学生组共四个小组，共设置了211个奖项，奖金总额高达58万元，单项最高奖金8万元，奖项数量、奖金总额以及单项奖金都是行业最高水平。

如今，在主办方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和美的中央空调的共同努力下，MDV大赛已经成为暖通行业内的一项具有持续性和代表性的权威赛事。为众多暖通行业的设计师、工程师、企业等搭建了一个跨界融合及学习交流的创新展示和竞赛平台。许多优秀设计方案在MDV大赛上脱颖而出，并在成千上万建筑项目上应用，社会效益巨大。这使得MDV杯奖成为许多暖通设计人追求的最高荣誉，获奖证书比学位证书更受用人单位重视。

美的中央空调作为第16届MDV中央空调设计应用大赛的协办单位，将全程负责整个大赛的全程策划与推广。相信在美的中央空调和暖通行业各界人士的共同努力下，MDV大赛将为暖通行业的未来发展带来更好的明天。



## 第三届海尔磁悬浮杯设计大赛启动

4月9日，值得注意的是，海尔中央空调在第二十九届中国制冷展现场以物联网中央空调引领者的姿态成功启动第三届磁悬浮杯设计大赛，引爆展会现场。

大赛启动仪式现场，中国建筑科学研究院有限公司建筑环境与节能研究院副院长、中国建筑节能协会暖通空调专委会主任委员路宾先生，中国勘察设计协会建筑环境与能源应用分会理事长罗继杰先生等诸多行业专家共同登台发表致辞，肯定了海尔中央空调为行业及国家绿色发展所作出的贡献与努力。

本届磁悬浮杯设计大赛秉承绿色设计理念，搭建与设计院、专家、用户的交流平台，成功整合全球专家、设计师、核心设计研究院等优质资源，精准聚焦建筑绿色节能运营，构建绿色节能生态圈。

海尔磁悬浮杯设计大赛始创于2016年，主要面向全国广大设计院的设计师、节能服务公司征集作品。第一届、第二届磁悬浮杯设计大赛一经推出，便迅速获得暖通行业专家、设计师的广泛关注和高度评价。与其他传统设计大赛所不同的是，磁悬浮杯



设计大赛更加注重对项目后期节能运营的效果评估。业内专家认为，海尔中央空调举办设计大赛是其助推智慧节能积极落地的有效措施之一，借此强化用户节能减排意识。

## 美国 Edward Mazria 教授率建筑 2030 团队到访环能院

2018年3月13日上午，美国 Edward Mazria 教授及其建筑 2030 团队——加州建筑节能标准科学家 Charles Eley、亚洲项目主任胡盈姬、中国项目主任李颖歆主任一行四人到访环能院并做“净零规范——净零碳建筑设计与规范”专题发言。

环能院徐伟院长主持交流会并对建筑 2030 团队到访环能院表示欢迎，就中国零能耗建

筑发展方向和近零能耗建筑发展近况做简要介绍。

Edward Mazria 教授在发言中提到，当前全球城市建筑面积达到 2030 亿平方米，这一数量将在 2030 年翻倍，相当于平均每周有 150 万人口进入城市。根据巴黎协定的目标，加州政府委托建筑 2030 在现有最新版建筑节能标准基础上，编制零能耗建筑规范 ZERO CODE，并

预计在 2020 年对加州所有低层住宅强制执行，2030 年对所有其他类型建筑强制执行。

Charles Eley 专家就加州 ZERO CODE 标准配套的 Execl 计算工具行介绍，由于不同类型可再生能源的计算系数不同，对于满足当地设计标准的项目，该工具可以计算出采用各类可再生能源（或组合）情况下需要采用或购买的量，以满足零能耗建筑要求。

交流会后，邹瑜副院长与建筑 2030 团队就中美标准中近零能耗建筑设计规定、现行节能标准提升等技术问题进行了交流。

美方提出在 9 月 12~14 日美国旧金山全球气候变化峰会上希望能听到环能院同事介绍更多中国相关政策和研究进展，也希望和中国专家有更多的合作，期待中国近零能耗走向世界。



## 中国建筑科学研究院有限公司 组织召开工业化建筑子标准体系建设协同工作会议

2月28~3月1日，国家重点研发计划项目“建筑工业化技术标准体系与标准化关键技术”牵头单位中国建筑科学研究院有限公司在珠海组织召开工业化建筑子标准体系建设协同工作会议。项目负责人中国建筑科学研究院有限公司标准规范处王晓锋处长，住房和城乡建设部标准定额研究所李大伟处长，中冶建筑研究总院有限公司吴耀华副总工、文双玲教授级高工，东北林业大学苏义坤教授，上海天华建筑设计有限公司李伟兴副总工，同济大学

贾良玖副教授、李征副教授，华东建筑设计研究院刘潇高工，中国建筑科学研究院有限公司标准规范处姜波处长助理，南京工业大学付光辉副教授等课题负责人和主要研究人员参加会议。会议由中国建筑科学研究院有限公司标准规范处李小阳副处长主持。

项目负责人王晓锋处长在讲话中强调了做好标准体系建设的重要性，要求体系建设必须加强课题间、项目间的协同工作，必须注重成果提升与显性表达。随后，各课题组分别汇报子标准体

系建设与系统集成理论、装配式混凝土结构、钢结构木结构、围护系统、建筑设计等子标准建设研究成果，与会专家进行深入讨论与交流。

会议还讨论并确定了项目组将在研究过程成果和研究报告的基础上，加强成果的总结、凝练、归集，组织编写《建筑工业化技术标准体系与标准化关键技术研究丛书》，更好地推广应用建筑工业化标准化成果，服务行业，促进建筑工业化有序、健康、规模化发展。

## 中国工程建设标准化协会标准 《既有公共建筑综合性能提升技术规程》第二次工作会

2018年3月20日，中国建筑科学研究院有限公司在天津组织召开了中国工程建设标准化协会标准《既有公共建筑综合性能提升技术规程》（以下简称《规程》）第二次工作会。

中国建筑科学研究院有限公司王俊董事长、科技处尹波处长，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、上海市建筑科学研究院李向民院长、天津大学朱能教授、清华大学刘晓华教授、同济大学周建民教授、江苏省建筑科学研究院有限公司吴志敏研究员、上海市建设工程监理咨询有限公司臧红兵

副总经理、中国建筑一局（集团）有限公司王志勇副总工等编制组的30余人参加了此次会议。会议由尹波处长主持。

王俊董事长代表主编单位致辞，对《规程》编制参编单位及编制组成员所给予的大力支持表示感谢。天津分院李晓萍副院长汇报了《规程》初稿编制情况，《规程》编制组成员对《规程》初稿内容进行了详细的讨论和修改，并确定了下一步工作进度安排。



《规程》将建立我国既有公共建筑综合性能提升技术规范，填补目前我国既有公共建筑综合改造的内容空缺，为既有建筑安全性能、耐久性能、节能性能以及环境性能的综合提升改造提供标准指导和技术支撑。

## 中国建筑科学研究院有限公司牵头组织编撰的 《可持续建筑与城区标准化 2017》蓝皮书正式出版发行

“可持续发展战略”，是党的十九大报告指出要坚定实施的“七大战略”之一。绿色建筑与生态城区，是我国住房和城乡建设事业践行可持续发展战略的重要举措和重要抓手，也是新型城镇化进程中推进生态文明建设的重要体现。另一方面，标准化是推动质量提升和经济社会可持续发展的国家质量基础设施，也在建筑与城区的高质量可持续发展中发挥着重要的支撑、规范、引领作用。

由中国建筑科学研究院有限公司副总经理、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主任委员、中国绿色建筑与节能委员会副主任委员王清勤教授级高工牵头组织，并联合中国城市规划设计研究院、住房

和城乡建设部标准定额研究所、清华大学建筑学院等知名单位共同编撰完成的《可持续建筑与城区标准化 2017》一书，近日由中国建筑工业出版社出版发行。

该书由中国建筑科学研究院有限公司董事长、中国工程建设标准化协会理事长王俊先生作序。全书共28.9万字，围绕绿色建筑标准化主题，按照权威、原创、先进、时效的原则，选编业内知名专家撰写的23篇主题文章，以及近年相关的重大政策、标准规范、重要活动等大事记。

以践行绿色发展理念、推进美丽中国建设、打造生态文明建设新常态为宗旨，《可持续建筑与城区标准化》将按年度、有重点地选题组稿，力求全面系统地记录我国可持续建筑与城区标准

化的发展历程，成为定期发布的蓝皮书类出版物。《可持续建筑与城区标准化》蓝皮书可为我国可持续建筑与城区建设的宏观管理和标准化决策提供支持，为行业发展、企业创新、工程实践和社会科普提供参考。



## 中国建筑科学研究院有限公司主编的 《建筑技术法规和强制性标准研究》出版发行

中国建筑科学研究院有限公司主编的《建筑技术法规和强制性标准研究》一书，已于2018年2月由中国建筑工业出版社出版、发行。

该书是在住房和城乡建设部标准研究项目“建筑技术法规形成机制和监管模式研究”的基础上编写而成的。从技术法规和标准的定义、属性、作用、构成要素分析着手，论述了技术法规与标准、技术法规与强制性标准的关系，概述了国外建筑技术法规的产生和演进发展过程等，分析了澳大利亚、欧盟、德国、英国、美国、加拿大、日本等发达国家和地区的建筑技术法规形成机制和监管体制，结合我国现行建筑法律法规体系，系统提出了我国建筑强制性标准向建筑技术法规

转化的机制，以及改革建筑强制性标准实施监管体制、建立建筑技术法规制定和实施监管制度的建议。

该书是中国建筑科学研究院有限公司围绕标准强国战略、标准化改革、技术法规与强制性标准、标准与知识产权、绿色建筑标准、建筑工业化标准及建筑信息模型标准等标准领域基础性、战略性、前瞻性和政策性关键技术研究成果之一。中国建筑科学研究院有限公司建院以来开展了大量的建筑行业基础性、公益性技术研发工作，创建了我国第一代建筑工程标准体系，现累计完成工程建设领域国家标准和行业标准900余项。本书旨在回顾总结国外国际建筑技术法规发展历史、经验做法及教训，并对我国



建筑技术法规和强制性标准发展做了些探讨，为我国建筑技术法规和强制性标准研究、编制和管理等标准化工作提供参考与依据。

## 2018 华北制冷展在石家庄隆重举办

2018年3月28日，以“煤改清洁能源”为主题的“2018华北制冷、空调与热泵节能环保展览会”在石家庄乐城国际贸易城盛大开幕，打响了2018年京津冀地区河北空调与制冷行业“蓝天保卫战”的第一枪！

河北省人民政府原副省长刘健生，河北省工商联副主席王慧林，中国建筑学会暖通空调分会理事长、中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院院长徐伟，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秘书长王东青，河北省建筑设计研究院副院长、河北省制冷学会原理事长方国昌，国家

空调设备质量监督检验中心检测部主任王智超，中国建筑学会暖通空调分会理事、河北省暖通空调工程技术研究中心主任张子平等领导、嘉宾，业内外参展、参观商，以及新闻媒体记者出席了开幕式。

据了解，2017首届华北制冷展的成功举行，引起了国内业界的极大关注。今年的第二届展会更是得到了政府领导、行业专家、兄弟协会、知名企业和各级主流媒体等多方的大力支持和协助。展会规模盛况超前，各大品牌商家云集，知名企业荟萃，专家学者汇聚。展览范围涵盖工业节能环保类、建筑节能空调与制冷类、通风、

新风净化类等，预设300个展商展位，纳森、格力、神州、海尔、美的、格瑞德、正理生能、三星、瑞冬、海林、博纳德等众多知名企业均参展。此外，还邀请30,000专业人士观展，数十家媒体参与报道。

开幕式结束后，与会领导和嘉宾巡视了展会展厅及室外展区，对展会工作给予了充分肯定。展会为期三天，期间每天都有专家讲座、专题论坛，全国行业知名专家、政府领导、兄弟协会和节能产品生产企业相聚展会，推广空调制冷行业新技术、新产品，共同探讨、寻找环境治理解决方案，以更好地贯彻国家节能减排政策。

# 行业新闻

## Industry News

### 北京市怀柔五镇煤改电 今年全覆盖

记者日前从怀柔区获悉，今年怀柔区制定了9个乡镇、29个村，共计10215户的煤改电改造目标。除计划拆迁村和集中供暖村，今年该区将有庙城、北房、怀柔、渤海和怀北5镇实现煤改清洁能源全覆盖。

截至去年底，怀柔区已累计完成82个村的煤改电任务，农村地区的电采暖用户已达2.84万余户。其中，桥梓、杨宋两镇实现了煤改清洁能源全覆盖。根据现有活跃用户测算，今年采暖季，该区有25146户居民采用电采暖，预计可压减燃煤7.54万吨，减排二氧化碳20万余吨。

据了解，怀柔区今年的煤改电工程已完成立项核准和设计招标申请，为保障工程质量，区供电公司成立了由领导小组和专业工作组构成的煤改电工程指挥部。在工程推进过程中，该区将积极协调相关单位，明确职责分工，定期就工程建设情况沟通协调，搭建起行动高效、反应迅速的政企合作平台，推进政企合作、联合建设工作模式；将依托共产党员服务队与挂牌服务站，积极开展入户宣传工作。各供电所设置电力管家，在施工现场设置服务台，及时化解用户问题。

据怀柔区供电公司介绍，结合现状电网接入能力及后续变电站建设计划，他们将对九渡河、汤河口、宝山、长哨营等山区具备条件的村进行梳理和初步改造规划，逐步向北部山区推进煤改电改造。

### “互联网+”助推新时代智慧城市建设

十九大后首个振奋人心的2018年政府工作报告（下文简称“报告”），释放出以创新为动能的“互联网+”行动开启了中国智慧时代的新局面，高铁网络、电子商务、移动支付、共享经济等引领世界潮流，成为全国“两会”举世瞩目的新聚焦。

报告指出，实施创新驱动发展战略，优化创新生态，形成多主体协同、全方位推进的创新局面。

华为EBG中国区智慧城市总工程师姚健奎告诉中国城市报记者，华为和深圳交警联合创新、构建深圳交通智慧大脑，实现全城交通流量感知，自适应控制交通信号灯，道路通行能力提高8%左右；通过统一大数据平台，汇集交通数据集中处理，效率提升200%；应用人工智能辅助执法，提升10倍的违章图片识别效率，确保违章的快速处理。从而缓解城市拥堵，改善市民出行体验。

报告指出，以企业为主体

加强技术创新体系建设，涌现一批具有国际竞争力的创新企业和新型研发机构。深入开展大众创业、万众创新，实施普惠性支持政策，完善孵化体系。各类市场主体达到9800多万户，五年增加70%以上。国内有效发明专利拥有量增加两倍，技术交易额翻了一番。我国科技创新由跟跑为主转向更多领域并跑、领跑，成为全球瞩目的创新创业热土。

报告显示，五年来，创新驱动发展成果丰硕。全社会研发投入年均增长11%，规模跃居世界第二位。科技进步贡献率由52.2%提高到57.5%。载人航天、深海探测、量子通信、大飞机等重大创新成果不断涌现。高铁网络、电子商务、移动支付、共享经济等引领世界潮流。

中国社会科学院城市信息集成与动态模拟实验室主任刘治彦研究员向中国城市报记者表示，简单的体力劳动对产业发展的贡献率将快速减小，而人类创新所形成的智慧将成为发展新动能。

### 减少燃煤消耗仍为降低城市碳排放重要途径

中科院地球环境研究所周卫健及其团队在前期工作的基础上，通过在西安市不同区域进行大气CO<sub>2</sub>长期连续观测并首次结合 $\Delta 14C$ 和 $\delta 13C$ 两种碳同位素示踪方法，揭示城市化石源CO<sub>2</sub>的区域和季节的源汇变化特征及规律。相关研究成果发表于《全环境科学》期刊。

新研究发现，西安市冬季化石源CO<sub>2</sub>的排放对大气新增CO<sub>2</sub>的平均贡献在城区和郊区分别为61.8±10.6%和57.4±9.7%，其中燃煤是主要的排放源。而在夏季由于受到土

壤呼吸、植物光合作用等源汇因素的影响，化石源CO<sub>2</sub>的平均贡献高于冬季，且表现出和冬季相反的区域变化规律，即郊区（90.0±24.8%）大于城区（82.5±23.8%）。

这一结果表明减少燃煤消耗仍是目前降低城市碳排放的重要途径，同时生物排放也是不可忽略的因素，因为生物质燃烧以及有机质分解等过程使其在冬季对大气CO<sub>2</sub>的贡献可达40%，因此在今后的碳减排政策的制定中也应充分考虑生物排放对城市大气CO<sub>2</sub>的贡献。

## 利用谷时电开展“煤改电”储能供暖

北京专电政府工作报告将“健全生态文明体制”作为深化基础性关键领域改革的重要内容，推动生态文明建设在制度层面取得新突破，引发了委员们的广泛共鸣。全国政协委员、致公党辽宁省委会主委、致公党大连市委主委王大鸣建议，利用谷时电开展“煤改电”储能供暖。

每到冬季供暖期，我国东北、华北和西北地区雾霾天增加。这其中，小型燃煤供暖锅炉是造成供暖伴发性重污染天气的元凶之一。“如何尽快取代、降低煤炭消耗量，是节能减排控污必须开展的重要工作。”王大鸣说。目前，电暖技术在欧洲、北美等发达地区普及率较高。我国供电能力日益提高，但在部分区域，因为产业布局和产业结构调整等因素影响，出现了明显的峰时电、谷时电现象。由于电能储存性差，电力部门削峰填谷的常见办法是投资建设蓄能电站，把电能转换成位能，再由位能转换回电能，进行能量转换。但这一办法的成本高，投入产出回报率低。“谷电储能设备的应用为这种‘峰谷差’产生的相对能源过剩，为精

准减排和煤改电提供了可能。”王大鸣介绍。谷电储能设备能在用电低谷时直接将电能转换为热能，提高电能供暖比例，在减少供暖供热行业对石化能源的需求的同时，对于区域能源结构调整、节能减排有着十分重要的作用。

王大鸣建议，制定谷电储能设备研发与应用鼓励政策与制度，推进大用户直供电营销方式，尽快出台峰谷差电价。加快谷电蓄热供暖技术产品的研发力度，加大谷电储能供暖制度的推广。建议对大型公共楼堂馆所按照固定资产投资额的15%左右，对谷时电供暖改造投资方进行补贴。对学校、商店、办公楼等热负荷不连续的公共建筑，推广电蓄热供暖。在集中供热管网无法达到的老旧城区、城乡接合部等区域，以电价优惠政策或一次性补贴的方式支持此类地区推广电供暖。在重要的环境功能区，如居住人口密度高、商业场馆多的区域，推广蓄热式电锅炉。在生态红线区出台具体方案，以投资或补贴的方式率先推广谷电储能供暖，以降低环境质量恶化对生态环境功能区的冲击。

## 全国环境影响评价工作会议 在京召开—开启新时代环评工作新征程

生态环境部在京召开全国环境影响评价工作会议。会议主题是，以习近平新时代中国特色社会主义思想为环评改革引航定向，深入学习贯彻党的十九大和十九届二中、三中全会精神，落实中央经济工作会议、全国两会和全国环境保护工作会议部署，总结党的十八大以来环评改革成果，分析明确环评制度改革的方向，安排部署

下一步工作。生态环境部有关负责人出席会议并讲话。

全国各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团、副省级城市生态环境主管部门负责同志，中央军委后勤保障部军事设施建设局有关同志，中央纪委驻生态环境部纪检组相关部门，生态环境部有关司局、派出机构和直属单位负责同志参加了会议。

## 纵深发展：深圳积极打造绿色建筑之都

近年来，广东省深圳市以全面推进建筑节能和绿色建筑工作为重要抓手，加快转变城市建设发展方式，推动“美丽深圳”绿色宜居城市可持续发展，被住房和城乡建设部誉为住房城乡建设领域“绿色先锋”城市。

“十三五”期间，深圳将进一步通过建筑节能、绿色建筑与绿色建造、绿色建筑材料的进一步推广与使用，把深圳打造成为更高品质的“绿色建筑之都”。

预计到2020年，深圳市绿色建筑面积累计超过7000万平方米，其中采用建筑工业化技术建设的项目建筑面积累计超过1000万平方米，装配式建筑面积占新增建筑面积（绿色建筑）的30%；新增绿色物业示范项目200个。

截至目前，深圳市建成节能建筑面积超过1.35亿平方米，绿色建筑面积超过6000万平方米，完成既有建筑节能改造面积862万平方米，太阳能热水建筑应用面积逾2400万平方米，建成和在建太阳能光电装机容量约为48兆瓦。该市建有6个绿色生态城区和园区，建成投产8个建筑废弃物综合利用项目，设计年处理能力达665万吨，成为国内绿色建筑建设规模、建设密度最大和获绿色建筑评价标识项目、绿色建筑创新奖数量最多的城市之一。

此外，该市新建建筑（含绿色建筑）综合节能总量累计超过417.35万吨标准煤，减排二氧化碳1008.47万吨，建筑综合节能减排对全社会的节能贡献率超过30%指标任务。

## 北京平谷将出台 煤改电奖励政策

2018年3月10日,北京平谷发布16项支农惠农政策,今年预计投入22亿元,将全面实施美丽乡村三年专项行动计划。其中,煤改电预计投入1.1亿元,平谷将出台煤改电奖励政策,电价补贴每户最高可补2000元;煤改气预计投入1.98亿元,实行阶梯补贴政策。

据悉,《平谷区美丽乡村建设2018~2020年三年专项行动实施意见》已制定,将从今年开始实施,平谷将用三年时间全面提升平谷农村人居环境和农民生活水平,重点推进大华山镇挂甲峪、大兴庄镇良庄子、镇罗营镇大庙峪、山东庄镇桃棚4个村的美丽乡村创建工作试点基础上,逐步推开全区155个村的美丽乡村建设工作。

2018年煤改电奖励政策平谷预计投入1.1亿元,将出台煤改电奖励政策。此外,煤改气奖励政策今年预计投入1.98亿元,进一步提高对农村居民“煤改气”运行的价格补贴,实行阶梯补贴政策:采暖季用气量在820(含)立方米之内的部分,给予1.08元/立方米补贴。采暖季用气量在820~1500(含)立方米的,820~1500(含)立方米部分,给予0.9元/立方米补贴。



## 政协委员罗家均:推进住宅节能化发展绿色供热

出席全国政协十三届一次会议的住津全国政协委员,九三学社市委副主委,中新天津生态城管委会副主任罗家均,日前向大会递交提案,建议推动住宅节能化,促进供热效率再提高。

提案指出,在调研中发现,很多北方农村住宅的保温隔热性能都仍旧较差,墙体屋顶缺少隔热层,门窗密闭性差,窗户仍以单层玻璃为主。在这样的建筑中推行煤改电、煤改气工程,为保障房屋的冬季室温,必须加大热力供应,容易增加供热成本,造

成资源浪费,能源安全稳定供应的压力也会进一步加大。

为此他建议,一方面,在加大农村供热煤改气、煤改电力度的同时,加大农村老旧住宅的节能改造,合理控制建筑能耗,实现冬季绿色节能供热;另一方面,制定更高级别的建筑节能设计标准、评价标准,为建筑节能提供审查依据和政策支持依据;在此基础上,设立政府奖励、税收减免、贴息贷款等激励措施,支持相关机构开展建筑节能改造,提高节能住宅质量,降低改造成本。

## 代表委员议能源 对高污染高耗能取暖说不

推进冬季清洁取暖,对于广大群众温暖过冬、减少雾霾天具有重要意义。我国因地制宜,统筹谋划多种能源形式,力求实现整个供暖体系更加清洁高效。今年全国两会,代表委员纷纷建言献策,推动我国供暖清洁化水平的提升。

十三届全国政协常务委员、河北省政协副主席卢晓光:建立以电代煤可持续发展机制,充分利用现有可再生能源发展、大气污染防治等资金渠道,加大对清洁取暖的支撑力度,对电采暖配套电网、储能蓄能等设施建设给予政策补贴;出台发电侧峰谷电价政策,将清洁供暖用电纳入市场化交易,降低电供暖成本;尽快出台电力普遍服务补偿机制,支撑电网企业在偏远地区做好电网建设和运行维护工作。

全国人大代表,湖北省人大常委会副主任、华中师范大学教授周洪宇:南方已有部分地区率先开展了集中供暖的试点工作。南方冬季供暖要鼓励地方政府与社会力量合作,利用新的科技、

环保能源,发展循环经济能源作为补充。国家在规划建设南方集中供暖工作时,应积极考虑利用新型清洁能源,降低能耗,减少污染。

全国人大代表、宝泰隆新材料股份有限公司董事长焦云:采用石墨烯电热膜供暖,具有热转换效率高、低碳排放等优点,同时可以提高电力资源的综合利用效率。在老旧供暖管网改造、煤改电、建筑密度低的城镇供暖项目中,政府应加大资金支持,优先采用石墨烯电热膜供暖。投入专项资金,对原有的电力设施进行扩容升级。

全国政协委员、中新天津生态城管委会副主任罗家均:很多北方农村住宅墙体屋顶缺少隔热层,门窗密闭性差。在加大农村供热煤改气、煤改电力度同时,应加大农村老旧住宅的节能改造,合理控制建筑能耗。制定更高级别的建筑节能设计标准、评价标准。设立政府奖励、税收减免、贴息贷款等激励措施,支持相关机构开展建筑节能改造。

## | 空气污染治理需 PM<sub>2.5</sub> 和臭氧协同防控

沙尘、雾霾天气席卷我国北方大部地区,大有“黄沙蔽日”“黑云压城”之势,让民众产生了不小的心理压力。而另一种空气污染对人体健康的影响,因其在视觉上的不可见而被人忽视了。

“通常大家对于空气的评判都比较主观,眼见为实,但其实一些看不见的,譬如臭氧,更需要关注。”在3月28日召开的2018年全国社会发展创新工作会议上,中国工程院院士、国家呼吸系统疾病临床医学研究中心主任钟南山在接受科技日报记者采访时说。他表示,臭氧虽然不会造成雾霾,但其浓度过高,对心脏以及很多神经系统都会产生影响。譬如在珠三角地区,雾霾已经相对较少,基本能达标,但空气污染治理还在进行,关键就是臭氧问题还没有解决。

钟南山提醒大众,空气污

染对人体健康的危害,绝不能仅仅考虑室外空气。“室内空气是大气污染的重要部分,通常我们80%的时间都在室内活动,室内除了大气污染以外,二手烟、各种家具、不合格的装修等,都会产生很多的疾病。最突出的是两种,一是过敏性疾病,二是血液病。”

长期以来,室内一直是空气质量监管的盲点。钟南山呼吁要弥补这块漏洞。他们目前正在研究室内空气质量规范,希望协同相关行业协会,尽快制定与推广相关的净化器标准。“现在市场上的空气净化器五花八门,几百块到几万块价格不等,怎么选?不知道。大家使用冰箱、电视、空调,对其效果都能有直观的感知,但对于净化器,大家感觉不出来。亟待进行标准化以及质量监控,并制定星级。”

## 《湖北省绿色建筑工程消耗量定额及基价表(2018)》 审查会召开

近日,《湖北省绿色建筑工程消耗量定额及基价表(2018)》审查会在省建设工程标准定额管理总站召开。会上,编制组就定额编制概况、编制思路、项目设置、征求意见及修改等情况进行了汇报,与会专家对定额进行了全面、深入的审查,经充分讨论,形成了专家审查意见。

《湖北省绿色建筑工程消耗量定额及基价表》(2018)是我省首个绿色建筑工程消耗量定额,该定额的发布将发挥计价定额在绿建行业发展中的引导和约束作用,推动绿色建筑的可持续发展。

## | 五年来山西省新增绿色建筑 7000 万平方米

2018年3月22日,记者从山西省住建厅了解到,五年来,山西省全面执行新建建筑65%节能标准;大力发展绿色建筑,全省划定集中示范区22个,新增绿色建筑7000万平方米;积极推广可再生能源应用,占到新建建筑面积50%以上;加快推进既有居住建筑节能改造,累计改造2800万平方米。

山西省今年将推动绿色建筑规模化发展,继续推进政府投资类公益性建筑、大型公共建筑、保障性住房和城市集中示范区强制执行绿色建筑标准,力争使绿色建筑占城镇新建建筑面积比例达到40%。

## 山东济南清洁供暖项目 获 4 亿美元支持

经国务院批准,国家发改委、财政部下达我国利用世界银行和亚洲开发银行贷款2018~2020年备选项目规划。山东大气污染防治项目获得亚洲开发银行贷款规模5亿美元。

山东大气污染防治项目共包括4个子项目,其中包括济南市的3个子项目:济南市中央商务区区域能源工程、商河冬季清洁取暖无煤化示范县项目、济南西部外热入济废热利用及多能互补清洁用能项目(统称为济南市清洁供暖大气污染防治项目),共利用亚行贷款4亿美元,这是目前济南市争取到的额度最大的国外贷款项目。

其中,济南市中央商务区区域能源工程项目利用华电章丘电厂发电余热进行供热供冷,实现长输管网冬夏两用;商河冬季清洁取暖无煤化示范县项目依托商河丰富的地热资源,探索建立“地热+”的全新能源生态系统,并探索解决农村清洁供暖新模式;济南西部外热入济废热利用及多能互补清洁用能项目以工业余(废)热为城市主供热源,天然气和新能源等分布式能源做为辅助热源,形成余(废热)+天然气+分布式新能源的现代化城市供热系统。3个项目均探索采用清洁供暖的模式,对推动全市乃至全省全国大气污染防治有着积极示范意义。



## 小城镇清洁供热 关乎国家能源问题

2018年3月28日，第十四届“清华大学建筑节能学术周”清洁供热论坛在清华大学举行。清华大学副教授夏建军在演讲中表示，小城镇的清洁供热需要得到合理引导，它是关乎整个国家的能源问题。

目前，中国小城镇的供热情况与大城市相比差距非常大。数据显示，小城镇的供热有76%使用燃煤锅炉，10%是热电联产。有些城镇除了使用热水系统以外，还用蒸汽式的集中供热方式。除了集中供热以外，甚至有些小城镇还在采用分散的供热方式，比如使用散煤、型煤，还有生物质，包括木柴、秸秆等等。夏建军表示，这种能源浪费对环境的影响是非常大的。

实际调研显示，中国小城镇的平房占有比较大的比例。据保守估计，还有2亿平方米的老旧建筑有待于进一步提高整个建筑的保温水平，降低用能需求。夏建军说：“其实不光是老建筑，现在的新建建筑，如何落实建筑的能耗标准、设计标准，也有待于进一步加强。”

夏建军在演讲中表示，小城镇和大城市、农村一样，都应该根据居住的用能特点出发，结合当地的资源禀赋，找出一些在技术上可行、经济上可推广的技术路线。他认为，当前很多小城镇经济还比较落后，在具体技术路线选择上要有针对性地解决经济性的问题。首先，要减少小城镇建筑的用能需求，包括加快推动居住建筑的节能，减少建筑的耗能量。其次，对于小城镇的技术路线或热源选取充分结合当地的发展模式。

## 山东济南清洁供暖项目获4亿美元支持

经国务院批准，国家发改委、财政部下达我国利用世界银行和亚洲开发银行贷款2018-2020年备选项目规划。山东大气污染防治项目获得亚洲开发银行贷款规模5亿美元。

山东大气污染防治项目共包括4个子项目，其中包括济南市的3个子项目：济南市中央商务区区域能源工程、商河冬季清洁取暖无煤化示范县项目、济南西部外热入济废热利用及多能互补清洁用能项目（统称为济南市清洁供暖大气污染防治项目），共利用亚行贷款4亿美元，这是目前济南市争取到的额度最大的国外贷款项目。其中，济南市中央

商务区区域能源工程项目利用华电章丘电厂发电余热进行供热供冷，实现长输管网冬夏两用；商河冬季清洁取暖无煤化示范县项目依托商河丰富的地热资源，探索建立“地热+”的全新能源生态系统，并探索解决农村清洁供暖新模式；济南西部外热入济废热利用及多能互补清洁用能项目以工业余（废）热为城市主供热源，天然气和新能源等分布式能源做为辅助热源，形成余（废热）+天然气+分布式新能源的现代化城市供热系统。3个项目均探索采用清洁供暖的模式，对推动全市乃至全省全国大气污染防治有着积极示范意义。

## 青海省获批创建国家清洁能源示范省

3月16日，记者从青海省发展改革委获悉，日前国家能源局已批复支持青海创建国家清洁能源示范省，并同意将青海清洁能源示范省建设纳入国家能源发展战略，在可再生能源重大项目、产业政策、体制机制改革等方面给予支持和保障。作为太阳能、风能、水能等清洁能源资源富集地区，青海省将以此为契机加快清洁能源示范省建设步伐，积极领跑国家新能源发展。

据悉，国家能源局批复支持青海省创建国家清洁能源示范省，这是全面贯彻习近平总书记视察青海时的重要讲话精神和对青海提出的“四个扎扎实实”发展战略的重要举措，将有力促进我省可再生能源开发利用，积累能源生产和消费革命的经验，为全国能源转型发展提供借鉴。

作为青海国清洁能源最为丰富的地区之一，可再生能源开

发建设条件优越。此前我省已制订海西、海南基地五年行动计划、年度实施方案，编制了《青海创建国家清洁能源示范省实施方案》《青海省海南州特高压外送电源配置规划》等，确保了可再生能源科学有序发展。

据悉，按照要求青海省将加快建设步伐，着力打造清洁能源的输出大省、产业大省、民生强省和生态大省，包括在海南州建成全国首个“千万千瓦级”光伏发电基地，在海西州建成全国最大光热发电基地，并打造全国调蓄能力最强的黄河上游水电基地；同时还将创建能源领域国家实验室，打造国家级太阳能装备制造基地，力争到2020年可再生能源发电装机占比达到90%，可再生能源发电量占比达到80%等，全面推进国家清洁能源示范省建设，奋力走在国家能源生产和消费革命前列，积极领跑国家新能源发展。

## 江亿院士强调煤改电应是煤改空气能

近日，江亿院士在接受《中国能源报》记者的采访时说道：“一个地区采用什么样的供暖方式，主要取决于3个因素，即能源种类、气候特点和生活习惯。在没有足够生物质能的地区，可依靠电力供热，也就是‘煤改电’。但需注意，‘煤改电’不是简单使用电热锅炉、蓄热式电暖气、电热膜、电热缆等电热装置。现阶段，我国70%的电力仍通过煤电产生，而3分煤才能出1分热。电热转换效率不足40%，这就意味着，约60%的能源在电热转换中被白白浪费。同时，这些低效率采用电热的方式，反而增加了燃煤消耗，进而加剧污染排放，导致‘高能低用’，因此‘煤改电’绝不等于‘煤改电热’。”

在谈到“为避免‘高能低用’，北方地区如何依靠电力供暖？”的问题时，江亿院士回答道：“可采用电动空气能热泵，使用空气能热泵供热，消耗1度电可产生3度甚至更多热量，效率远高于直接电热方式。在技术层面，空气能热泵应用难点主要有两个：一是室外机易结霜，化霜困难影响运行；二是室外温度

降至零下十几度后，影响有效产热。目前我国空气能热泵技术已经达到世界领先水平，即便在零下25度，也可保证设备正常运转，因此不需要太担心这个问题。”

同时，江亿院士还认为“热泵技术中，最适合农村采暖的应是空气能热泵热风机，其在保证舒适性的同时，还可实现‘快启快停’。即哪间房有人，就开哪间，无人时则关闭，避免浪费电力。”江亿院士再次强调，煤改电“应该是‘煤改空气能’”。

目前，不仅空气能热泵已经成为北方地区“煤改电”的首选设备，空气能热泵热风机也广受欢迎。



## 环保部将对禁煤区整改落实不到位者提出问责

按照《京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案》，“2+26”城市被列入北方地区冬季清洁取暖规划首批实施范围。2017年10月底前，河北廊坊、保定和北京、天津四地需完成“禁煤区”建设任务；传输通道其它城市“宜气则气、宜电则电”，各城市完成5万~10万户以气代煤或以电代煤工程。去年12月中旬，环保部曾专项督查气电代煤及冬季保供工作时发现，“2+26”

城市基本按要求完成改造工作。但在今年1月至2月，发现部分散煤治理并未落到实处。

环保部方面称，督查组已将问题移交当地相关部门处理，并将定期发督办函件。对督办后仍推进缓慢、整改落实不到位、应立案处罚而未处罚及虚报瞒报等问题，将按《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量化问责规定》提出问责建议。

## 今年空调市场“健康风”比往年更猛烈

《2018空调白皮书》近日公布，《2018空调白皮书》显示，今年的空调市场，“健康风”可能比任何时候都吹得猛。

随着空调在家庭中的使用率越来越高，空调渐渐成为家中看不见的健康隐患。

近日，中国疾病预防控制中心发布的《2018室内空气健康白皮书》显示，空调的污染源占比高达42%，几乎成为家庭当中污染源的榜首。这一报告揭示，空调所潜藏的健康问题可能比想象的还要严重。由此，相关专家给出多种解决方案：一个是空调材质更健康化，旧空调显然在这方面需要升级更新；二是重视空调的自清洁功能，调查数据显示，自清洁空调占整体线下市场的零售量份额达到14.4%，相比前年同期增长了6.2%；三是在使用上，消费者应重视家庭空调的清洁。

由于旧空调存在先天设计的缺陷，消费者在新购空调时，健康功能将备受重视，由此将逐渐替换旧空调。市场数据统计，全国现有1.26亿台家用分体空调进入换新期，预计2018年替换率将达到58.7%。

今年空调市场从启动开始，“以旧换新”预计成为市场关键词。对于消费者而言，旧空调换新以及新购空气净化类环保空调、新风产品，都将有很高的需求，并且有机会获得商家的消费补贴。以苏宁为例，消费者购买指定机型，以旧机换新机，可获得挂机300元、柜机600元的补贴。苏宁方面预计，今年通过让价、专项退款等形式实施的补贴将达到20亿元，有望全年惠及家庭约500万户。

## 中国气温升温率 高于全球平均水平

4月3日,中国气象局在京发布2018年《中国气候变化蓝皮书》。结果显示,1901~2017年,中国地表年平均气温呈显著上升趋势,近20年是20世纪初以来的最暖时期。

国家气候中心副主任巢清尘介绍,中国是全球气候变化的敏感区和显著区。1951~2017年,中国地表年平均气温平均每10年升高0.24°C,升温率高于同期全球平均水平。且区域间差异明显,北方增温速率明显大于南方地区,西部地区大于东部,其中青藏地区增温速率最大。2017年,中国属异常偏暖年份,地表年平均气温接近20世纪初以来的最高值。降水方面,1961~2017年,中国平均年降水量无明显的增减趋势;20世纪90年代降水量以偏多为主,21世纪最初十年总体偏少,2012年以来降水量持续偏多。21世纪初以来,华北、华南和西北地区平均年降水量波动上升,而东北和华东地区降水量年际波动幅度增大。2017年,中国平均降水量为641.3毫米,较常年值偏多1.8%。全球范围内,2017年,全球表面平均温度比1981~2010年平均值(14.3°C)高出0.46°C,比工业化前水平(1850~1900年平均值)高出约1.1°C,为有完整气象观测记录以来的第二暖年份,也是有完整气象观测记录以来最暖的非厄尔尼诺年份。

我国气温增速缘何快于全球平均水平,国家气候中心气候变化首席专家孙颖解释说,一方面是由于中国气温变化里面包含了城市化的信息,再就是中国在陆地上,一般来讲,陆地上升温也要高于海洋。

## 李金波:提升专利审核门槛,追求高质量发展

在“中国制造2025”的规划背景下,各大企业也不断驱动创新,纷纷启动转型计划。而在转型升级中,专利也是衡量企业创新能力重要的标准之一。全国人大代表、美的集团家用空调创新中心主任李金波此次的四份建议中,就包括一份《关于更好利用知识产权制度促进中国制造业转型升级的建议》。

谈到知识产权,李金波表示,知识产权对于企业发展至关重要。各地方鼓励培养知识产权意识,中国连续几年的发明专利申请量位列全球第一,为创新营造了良好的环境,为创新营造了良好的环境。但是在这种专利的“繁荣”中,也存在很多问题。社科院此前发布的《法治蓝皮书(2017)》披露称,中国知识产权存在着量多质低、保护力度不足以及保护成本过高等问题,严重制约了企业创新以及产品质量的提升。

李金波谈到,专利数量无

疑是衡量企业研发能力、创新能力的标准之一。对此,他用他所在的美的家用空调事业部为例,说明了高质量专利的重要性和实质。美的家用空调事业部在创新投入方面建立了研究和开发平台,这是两个不同的层级。前者主要对未来5~8年的技术发展趋势进行研究,甚至在人机交互等前沿科技领域开展探索和部署,后者关注短期产品研发。另外,集团层面还成立了中央研究院研究共性技术,事业部的创新中心主要研究和空调有关的一些先行技术,开发部就是对现有产品的开发,这样就形成了研究、储备、开发和生产的四级研发体系。这对资金的投入需求非常大,2017年,集团投入80亿元用作创新研发,比2016年增加了20亿元。李金波还提出,高质量的产品要求对工程师也提出了更高要求,工程师一定要喜欢钻研技术,喜欢做工匠,才能正儿八经沉下心来搞技术突破。

## 江森自控携全线智慧建筑科技产品和解决方案 重磅亮相2018中国制冷展

江森自控以空前阵容亮相2018中国制冷展,聚焦打造绿色智慧建筑,全方位展示创新科技产品和细分行业整体解决方案,其中全线暖通空调制冷产品实力摘得两大“创新产品”奖,包括重磅登陆中国的颠覆性约克YZ变频磁悬浮离心式冷水机组,以“冷水机组专家”的匠心气质,再次彰显江森自控以创新卓越科技实践可持续发展的承诺。

江森自控智慧建筑科技与解决方案业务冷水机组解决方案副总裁王若兰表示:“江森自控自20世纪50年代推出首款约克低

压压缩机以来,不断实现技术突破,以创新科技引领行业发展,提升行业节能水平。约克YZ磁悬浮离心式冷水机组作为迭代创新的颠覆性产品,代表我们‘筑今日,见未来’的决心,将为客户提供更加绿色、节能、高效的定制化解决方案。”



## 大金空调荣获 2018 年度“消费者家电服务满意诚信企业”、“消费者权益保护示范性企业”两项殊荣

近日，由中国家用电器服务维修协会主办，以“开启品质消费美好生活新时代”为主题的“3·15 消费者权益保护革新大会”在京隆重举行。大会公布了“2018 年度家电服务业消费者权益保护调查”结果，大金凭借过硬的产品品质和完善的服务体系赢得广大消费者青睐，被授予“2018 年度 3.15 消费者家电服务满意诚信企业”，

及“2018 年度消费者权益保护示范性企业”两项殊荣。

据悉，2015~2017 年中国家用电器服务维修协会在全国范围内开展了 3.15 消费者家电服务满意诚信调查工作。该调查面向全国开展，调查对象包括家电制造企业、销售企业、专业服务企业，旨在为社会和消费者创造更为便利舒心的家电服务环境。

## 新奥能源 CEO 韩继深一行到东北区域考察市场并调研重点项目

2018 年 3 月 19 日~23 日，新奥能源 CEO 韩继深一行到东北区域考察各公司市场拓展及重点项目推进情况，期间拜会了东北三省及相关地市政府领导，并出席了能源分销与大庆市高新技术产业开发区“智慧能源（泛能网）项目”合作框架协议签约仪式。能源分销高级副总裁兼东北区域总经理姜朝兴、能源分销副总裁朱磊全程参与各项活动。

期间，韩总一行分别到辽宁、吉林、黑龙江公司，听取了各公司负责人对未来发展规划及重点项目拓展情况的专题汇报，并实地参观了大连吉通燃气项

目、吉林油田泛能项目、大庆高新区宏伟园区、兴化园区等泛能项目。韩总对各公司近期开展的工作给予了肯定，同时对重点项目下一步工作安排以及企业未来发展提出了几点希望。一是抢抓机遇，加快重点项目落地。二是整合资源，开放共赢。三是加强团队力量，支撑业务快速发展。

此次东北项目考察期间，新奥能源还与大庆高新技术产业开发区签订了智慧能源（泛能网）项目合作框架协议，该项目的落地，将会为东北区域泛能项目的快速开发提供有益的示范与借鉴。

## 2018 年用户满意度第一 格力空调蝉联榜首

2018 年家电产品顾客满意度调查结果揭晓，格力电器连续七年上榜，蝉联空调行业用户满意度测评第 1 名。

中国标准化研究院顾客满意度测评中心联合清华大学中国企业研究中心、中标兴质科技（北京）有限公司共同发布的《2018 年 11 类家电产品顾客满意度调查结果》显示：格力空调以 81 分的满意度指数位居第一；在品牌形象、满足需求程度方面，优势明显；在知名度方面，格力电器也以 95 的高分领先。

## 克莱门特捷联机房空调助力公安局数据中心

继服务于江苏泰州公安局、安徽六安公安局、安徽池州公安局、湖南邵阳公安局等公安系统数据中心之后，克莱门特机房空调再助力贵州省贵阳市公安局数据中心。

该项目位于贵州省贵阳市黔灵山路与 210 国道交汇处，建筑工程地上共五栋建筑物，分别是一号楼六层、二号楼六层、三号楼三层、四号楼五层、五号楼三层，总规划占地面积 98000 平方米，其中建筑用地 67880 平方米，总建筑面积 108139 平方米。项目建成后将成为贵阳市公安局业务技术用房、贵阳市公安局公安分局业务技术用房、贵阳市金阳新区禁毒教育基地以及贵阳市禁毒情报站等综合服务场所。

在数据中心基础建设方面，空调制冷系统是重要的环节之一，空调系统的选配直接关系到数据中心运行的稳定可靠性，对于中小型数据中心来说，风冷直膨机型通常是空调系统的首选方案，这种类型的空调系统简单、故障率低、系统可靠性高，另外，这种空调系统还具有初投资成本低、安装周期短，运行维护成本低等优点。该项目充分考虑到这种类型空调系统的优点，选用了克莱门特风冷直膨型机房空调，分别服务于数据中心核心机房、UPS 机房、配电室等场所。机房空调的送回风方式也充分考虑机房的特点选择最优的气流组织方式：有常规地板下送风的，有顶部自带风帽上送风的；空调室外机的摆放在保证充分散热的前提下保持整齐美观，这都充分展现了克莱门特刀片风系列机房空调所具有的“高效性、灵活性及环境友好性”等优势特点。

## 国际资讯 International News

### 美国中央空调和空气能热泵 2017 年出货量发布

2018 年 2 月 9 日，美国空调供热制冷协会发布美国 2017 年 12 月中央空调和空气能热泵共出货 473,496 台，同比增长 6.3%，去年同期出货数据为 445,355 台。中央空调出货为 293,983 台，同比增长 4.5%，去年同期出货数据为 281,407 台。空气能热泵出货为 179,513 台，同比增长 9.5%，去年同期出货数据为 163,948 台。

2017 年全年中央空调和空气能热泵累计出货 7,805,529 台，同比增长 6.5%，去年出货数据为 7,330,859 台。中央空调出货为 5,185,747 台，同比增长 5.8%，去年同期出货数据为 4,900,992 台。空气能热泵累计出货为 2,619,782 台，同比增长 7.8%，去年同期出货数据为 2,429,867 台。

### 英国着力发展热网建设

随着英国向低碳和数字化世界的过渡，改变我们住宅和建筑供暖方式的新机遇出现了。政府已经确定了热网作为低碳排放的关键技术，并在 2021 年前投资 320 万英镑对热网进行升级改造。这笔资金将吸引额外资本投资达到 20 亿英镑，用于英格兰和威尔士数百个热网建设。苏格兰计划到 2020 年将 4 万户家庭连接到热网，通过热网提供 1.5TWh 的热量。

通过运输热水的预隔热管网，热网将包括当地的废热的热源与家庭和企业连接起来。在欧洲其他地区，热网是一项成熟的技术，并提供诸多益处。

### 美国正在开发新型节能传感器

美国一所大学正在开发一种新型传感器，以降低建筑供暖、空调和通风系统的成本和对环境影响。新型传感器的设计是为了通过测量二氧化碳浓度的变化来不断地确定房间内或建筑物内有多少人，将极大地限制人员活动区域的空调和供暖以节约能源。

该项目将于今年 5 月份启动，由印第安纳州西拉法叶的普渡大学牵头。该项目由能源部高级研究项目机构能源 (ARPA-E) 提供为期三年 150 万美元的资助，作为全国新型建筑人员活动识别节能项目。新型传感器包含了两项技术：一个传感器检测二氧化碳浓度、另一个传感器进行精确的测量以确定房间里的人数。

“我们的方法是在一个音乐厅内使用这两种传感器，如果有人出现在房间内，你只需对二氧化碳的浓度进行精确测量，并测量过程中节约能源，”普渡大学机械工程学院教授、项目负责人

罗兹表示，“第一个传感器检测到二氧化碳，并作为第二个传感器的开关，这样可以连续不断地节省运行第二个传感器的能源。”这一策略使我们能够满足一些关键的指标来衡量能源消耗和寿命。它可以用非常小电量运行数年，而不需要每年或每月对其进行维护。

该传感器的面积将略大于一枚邮票，建筑面积每平方英尺的成本不到 6 美元，使用寿命超过 3 年。该技术是一个微型机电系统，包含微型机械装置。当二氧化碳浓度的差异将造成振动板的表现不同。它们将被涂上一层吸收二氧化碳的薄膜，从而导致振动频率的改变。传感器将通过加热传感器组件来重置，从而将二氧化碳排出。

“你可以把它想象成一个烟雾探测器，只不过我们关注的是二氧化碳而不是简单的检测；我们是在进行测量，” Rhoads 说。

### ACCA 和 ASHRAE

#### 对《商业建筑空调检查和维护标准》征求意见

美国空调承包商协会 (ACCA) 和美国供暖、制冷和空调工程师学会 (ASHRAE) 开始对《商业建筑空调检查和维护标准》(BSR/ASHRAE/ACCA180-201x) 的第一次公开征求意见。

这个行业共识的标准详细说明了商业空调系统的必要检查和维修。包括一系列不同类型的商业暖通空调系统的检查项目，其中明确列出最少检查项目，并对改进措施提出了建议。

ACCA 技术服务经理普拉瑟说：“ACCA 和 ASHRAE 修订了 2012 年的标准，使其更容易实施。我们添加了语言来帮助区

分检查、维护、服务和修复任务。我们还消除了歧义，并明确了如何启动和实现维护程序。”

ASHRAE 项目委员会将对每条意见作出回应，除非委员会决定提交一份修改后的草案进行另一次全面的公开征求意见。



## | 2016年欧盟可再生能源消耗占比达到17%

在2016年，欧盟可再生能源占总能源消耗量的比例达到了17%，是2004年8.5%的两倍，2004年是有数据记录的第一年。

可再生能源占能源总消耗量的份额是“欧洲2020”（Europe 2020）战略的主要指标之一。欧盟的目标是到2020年，可再生能源占总能源消耗的20%，到2030年至少达到27%。

### 瑞典可再生能源比例最高，卢森堡、马耳他和荷兰最低

自2004年以来，所有成员国可再生能源占总能源消耗量的份额显著增加。与2015年相比，28个成员国中有15个份额均有所增加。瑞典能源总消耗量中有超过一半（53.8%）来自于可再生能源，2016年瑞典达到最高份额，超过芬兰的38.7%、拉脱维亚的37.2%、奥地利的33.5%

和丹麦的32.2%。可再生能源比例最低的是卢森堡的5.4%、马耳他和荷兰，均为6.0%。

### 荷兰和法国：离他们的目标最远

每个欧盟成员国都有自己的“欧洲2020”目标。每个国家目标根据成员国的不同起点、可再生能源发展潜力和经济表现综合考量而设立。

在欧盟28个成员国中，有11个已经达到国家2020年目标：保加利亚、捷克共和国、丹麦、爱沙尼亚、克罗地亚、意大利、立陶宛、匈牙利、罗马尼亚、芬兰和瑞典。此外，奥地利距离其2020年目标还差1个百分点。距离目标最多的几个国家有：荷兰8.0个百分点、法国7个、爱尔兰6.5个、英国5.7个和卢森堡5.6个。



## | 美国中央空调和空气能热泵 2018年1月出货量发布

2018年3月9日，美国空调供热制冷协会发布美国2018年1月中央空调和空气能热泵共出货482,671台，同比增长4.2%，去年同期出货数据为463,062台。

中央空调出货为266,857台，同比下降1.9%，去年同期出货数据为271,954台。

空气能热泵出货为215,814台，同比增长12.9%，去年同期出货数据为191,108台。

## | 欧盟新法规将促进天然制冷剂应用

在欧盟，新版欧盟含氟气体（F-Gas）法案并非促进天然制冷剂采用的唯一法律驱动力量。作为欧盟提出的《全欧洲人共享清洁能源（Clean Energy for All Europeans）》一揽子政策的一部分，许多旨在使制冷领域去碳化的措施即将被采纳。这些法规在未来也会像F-gas法案一样，对产品的设计、出口产生巨大影响，建议企业引起足够重视。

2016年11月30日，欧洲委员会引入了这项一揽子政策，以支持欧盟转向清洁能源，其中包括对建筑能效指令（EPBD）与能源效率指令（EED）的更新。EPBD指令要求到2050年欧盟建筑存量要完全实现去碳化，EED指令建议到2030年将能效效率再提升30%。

一旦这两项指令被采纳，预计将对市场上安装的制冷设备类型和规格产生影响。天然制冷剂作为非常高效节能的制冷剂已经被广泛接受，因此有望在新版的EPBD指令和EED指令下受益。

### 提高可再生能源比例

2014年，欧盟达成了一项具有约束力的目标，即到2030年，可再生能源至少占欧盟能源消耗的27%。

### 更加高效与可持续的产品

欧盟的生态设计指令和能效标识指令，与其他的法规一道被付诸实施，并且将会广泛地改变欧盟市场暖通空调与制冷产品的监管环境。

上述所有措施的立法程序仍在进行中，预计最早将在今夏被最终采纳。



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。

## 2. 清洁供暖方案 供热脱碳和可再生

热量可以通过多种燃料和装置供应所需的不同温度水平

的热量。清洁能源解决方案是复杂的，在许多情况下需要特定的设备。可再生能源可以发挥作用，但不一定是化石燃料供热的直接替代品。例如，太阳能供热系统可以支持供暖，但可能需要另一种备用系统（例如燃气锅炉），而一些建筑物需要进行能源效率升级，以保证热泵的能效。

因此，必须要全面考虑供热脱碳策略。从原则上讲，第一步应该是提高能源效率，尽可能减少热量需求和热量浪费。这可以通过更好的建筑隔热、更智能的建筑能源管理、更高效的供暖设备和更高效的工业过程来实现。

然而，从技术上来说，完全消除热量需求是不可行的，

在某些情况下（例如历史建筑、某些工业过程），大量减少需求可能是困难的，或者是昂贵的，因此需要低碳和可再生的供热作为替代。

主要包括以下几点：

### • 可再生能源直接供热：

1. 太阳能供热：通常只用于建筑热水，但在集中供热系统和一些工业应用方面具有很好的潜力。

2. 生物燃料锅炉：可直接用于建筑供暖系统、集中供热系统，或用于生产工业过程供热。生物燃料（固体生物质、生物可降解废物、液体生物燃料或沼气）通常来源于当地，也有国际木材交易。

3. 生物燃料发电系统：可为集中供热系统或工业热需求

提供热能和电力。

4. 在天然气系统中注入的生物甲烷，用厌氧或固体生物质气化生产沼气，并升级为注入式。

5. 地热：直接用于工业、温室、集中供暖或大型建筑物。

• 可再生能源电力用于供暖：特别是在使用热泵时能效很好，包括空气源、土壤源和水源热泵系统。

目前，生物能主导着可再生能源供热消耗，但太阳能和地热能在未来的几年里将快速发展，在图4中占比较小。使用电供热（特别是通过热泵）预计也将随着可再生能源发电的份额增长而增长，这将意味着可再生发电供热份额的增长。

另一种长期的可能性是，从可再生能源发电制造氢气，并将其转化为可储存和可运输的氢燃料，如氨和其他燃料（参见IEA的2017d），特别是在工业中应用。

### 关键信息

可再生供热消耗呈上升趋势，生物质能继续作为最重要的可再生热源。

对于一个国家的供热来说，通常没有简单、单一的解决方案。必须采用多种方式，需要根据当地情况（例如是否存在区域热网）、资源可用性（如日照水平、本地或跨地区生物质供应、地热资源）和特定设备（如工业用热类型）而变化。

区域热网是可以提供基于一系列资源、灵活供热的基础设施。例如，在特定的乡镇或城市，区域热网的供热系统可以来自地热、生物能、余热和太阳能等组合方式。与此同时，对没有连接到热网的建筑物可以

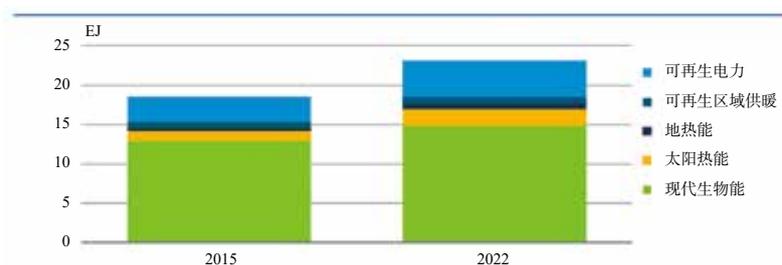


图4 2015年和2022年可再生能源最终消耗总量。

来源：IEA（2017f）《可再生能源2017》报告

注：约95%的可再生区域供暖由生物能源提供。

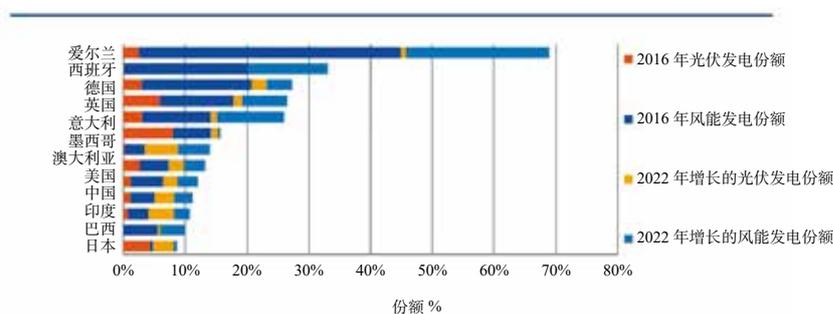


图5 2016年和2022年风能发电和光伏发电份额

用单体生物质锅炉或热泵供热。当地工业可能会利用生物质能、沼气和太阳能等结合方式，这取决于特定的过程热需求。

### 供热和能源转型

能源系统目前正在经历一些根本性的变化，这是由政策（尤其是与气候变化相关的）、技术创新（如数字化）和经济（例如下降的光伏发电价格）驱动的。这三个驱动因素相互作用，由此产生的变化在电力行业尤为明显。在过去10年左右的时间里，可再生电力得到快速增长，特别是可变资源（风能和太阳能）的增长。

在丹麦这个可再生能源份额最高的国家，可变可再生能

源在2016年达到了超过40%的发电量，预计到2022年这一比例将达到70%（图5）。

### 关键信息

可变可再生能源的份额不断上升，需要对能源系统的管理采取新方法。

在电网中应对可变电力的高份额问题提出了一些挑战，这些挑战可以通过更大的能源系统对电力、供热和运输间进行集成。

下一期将介绍发展障碍和解决方案等内容。

此外，还需要政策支持进一步研究和创新，以克服技术挑战，尤其是在高温应用领域。

热点  
聚焦

Spotlight



## 三星 DVM 专家俱乐部 ——中韩热泵技术交流会成功举办

本刊编辑部

2018年3月28~31日，应三星中央空调邀请，由中国建筑节能协会暖通空调专业委员会和三星中央空调共同组织的中韩热泵技术交流会在韩国水原三星总部举行。

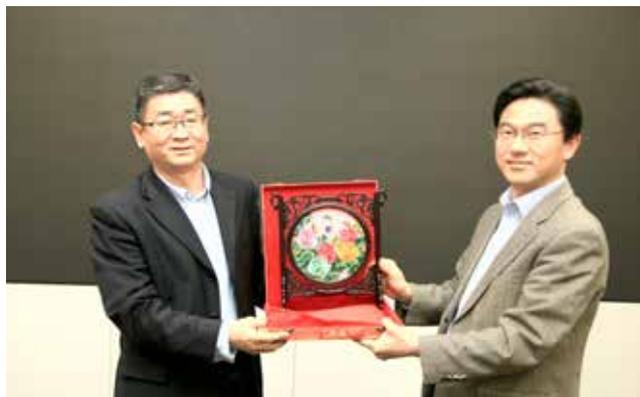
中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院副院长、中国建筑节能协会暖通空调专业委员会主任委员路宾先生，天津大学环境科学与工程学院教授、天津制冷学会理事长由世俊先生，三星电子全球生活家电事业部战略 marketing 负责人朴赞皓常务、三星电子生活家电事业部中国区

负责人晋渊铎常务以及来自北京、天津、河北、河南、陕西等地的22位行业专家和三星中国区代表参加了为期三天的考察交流活动。

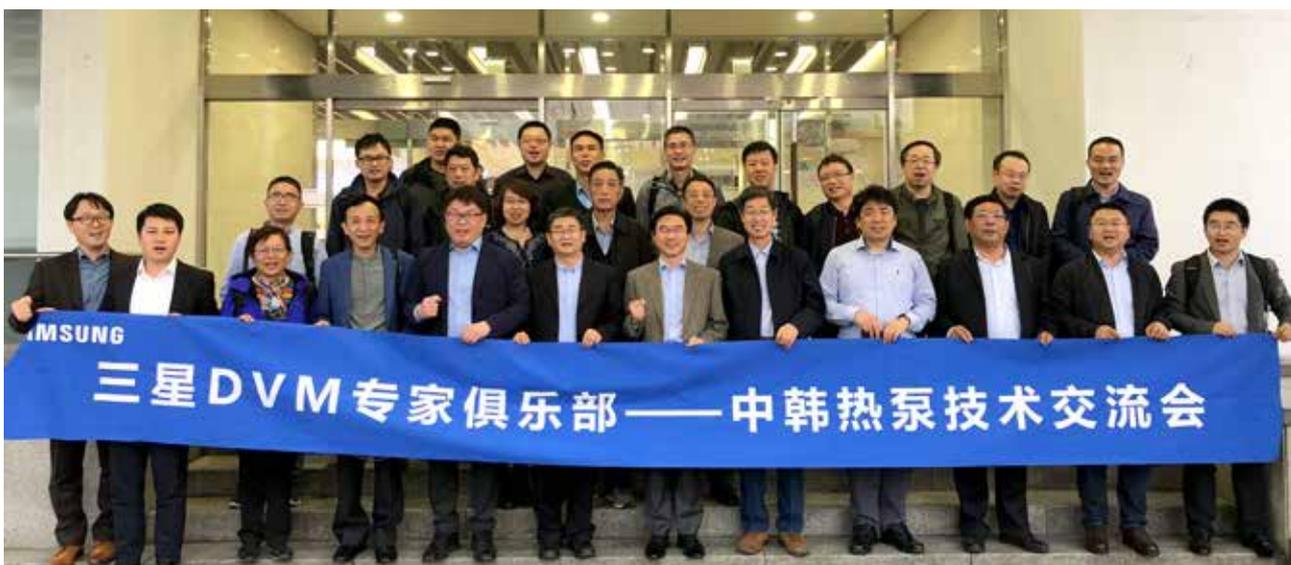
交流会上，朴赞皓常务首先对各位专家的到来表示感谢。他表示三星中央空调多年来致力于中国市场的发展，得到了中国各界朋友的大力支持。面对近年来中国市场的新变化，三星也在积极的应对，不断加强产品研发和技术创新投入，未来希望能和各位专家一起共同努力，推动两国热泵技术的进步与发展。

路宾副院长对三星公司的盛情邀请表示感谢。他指出，当前，中国为保护生态环境，正在大力推进煤改清洁能源工作，热泵技术以其高效、节能、安全、环保等特点，在能源消费领域有着巨大的应用前景，我们衷心的希望三星中央空调以值得信赖的产品，一流的服务，为两国经济、社会和环境领域创造更大价值。

交流会上重点介绍了三星EHS低温空气源热泵系统在中国以及欧洲的应用情况。作为拥有行业领先技术的三星电子，低温空气源热泵机组是三星在2010



路宾副院长和朴赞皓常务互赠礼品



年开始研发，2011年推出市场的产品，主要销往欧洲国家，通过欧盟热泵协会 EHPA 认证及国际实验室可合作组织多边互认协会 ILAC-MRA 认证。凭借其出色的节能性、强劲的制热效果以及良好的产品品质，得到了欧洲用户的认可并收获了多项国际大奖。

该系统进入中国凭借其环保方面卓为突出的表现，使用可再生能源制热，有效节省污染物排放以及完善的售后服务等，先后中标通州区和房山区等煤改电项目，通过严格的第三方产品检测和采暖季运行监测，其产品质量和性能得到了专家和用户的一致认可。

会上，专家们还就中韩热泵技术发展、市场需求、产品研发等方面进行了深入沟通和交流。

本次参观交流期间，主办方安排了三星 DILIGHT 馆、Reference 研发中心、SIM 馆参观考察。

位于首尔江南区三星著名的 DILIGHT 馆是参观的第一站。作为三星对外展示自身最新科技的展馆，D-Light 从一般单纯的产品展示功能中跳出，以主题的方式展示未来科技生活形态。

三星 Reference 研究中心是参观的第二站。重点参观三星楼宇控制中心、机房设施、办公空间等，针对大楼机组运行情况、温湿度控制策略、节能性专家们

进行了细致了解和交流。

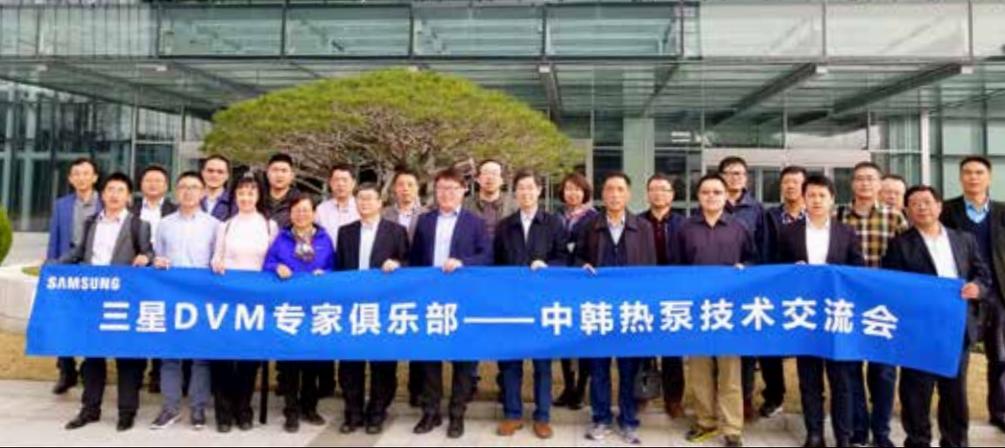
三星 SIM 馆参观是参观考察的第三站。SIM 是 Samsung innovation museum 的简称，译为三星创新博物馆。博物馆的每层都是一个单独的品类，漫步其中，可以感受到科技的过去与未来。

几天的参观交流活动，既有专业的技术交流，也有实地观摩，在与三星管理层的沟通交流中，大家能深刻感受到三星的真诚和对中国市场的重视，作为全球知名企业，无论是严谨的做事态度还是对科技创新的追求都值得点赞，本次三星 DVM 专家俱乐部——中韩热泵技术交流会圆满成功！



## 三星 DILIGHT 馆





# 三星 Reference 研究中心





## 三星 SIM 馆



# 天津市人民政府令

第二号

《天津市绿色建筑管理规定》已于2018年2月23日经市人民政府第3次常务会议通过，现予公布，自2018年5月1日起施行。

天津市市长 张国清  
2018年3月1日

## 天津市绿色建筑管理规定

### 第一章 总则

第一条 为了促进绿色建筑发展，提高能源和资源利用效率，推进生态文明建设，根据有关法律、法规，结合本市实际，制定本规定。

第二条 在本市行政区域内从事与绿色建筑有关的规划、建设、运营、评价等活动，以及对绿色建筑活动的监督管理和引导激励，适用本规定。

本规定所称绿色建筑，是指在建筑的全寿命期内，最大限度地节约资源、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，与自然和谐共生的建筑。

绿色建筑等级由低至高分为一星级、二星级和三星级三个等级。

第三条 绿色建筑发展应当遵循全面推进、突出重点，政府引导、市场推动，因地制宜、经济适用的原则。

第四条 市和区人民政府应当将绿色建筑发展纳入国民经济和社会发展规划，鼓励和支持绿色建筑技术的研究、开发、示范和推广，促进绿色建筑技术进步与创新，全面推动绿色建筑发展。

第五条 市建设行政主管部门负责本市绿色建筑活动的指导和监督管理工作。

区建设行政主管部门按照职责分工，负责本辖区内绿色建筑活动的监督管理工作。

发展改革、城乡规划、国土房管、财政等行政部门按照各自职责，做好绿色建筑活动的相关管理工作。

第六条 市和区人民政府应当从建筑节能专项资金中安排相应资金用于绿色建筑的技术研发、推广应用和奖励等。

### 第二章 规划和建设

第七条 市建设行政主管部门负责编制本市绿色建筑发展规划和年度实施计划并组织实施。

区建设行政主管部门负责编制本辖区绿色建

筑年度实施计划并组织实施。

第八条 本市新建政府投资的国家机关、学校、医院、博物馆、科技馆、体育馆等建筑，保障性住房，示范小城镇，以及单体建筑面积超过2万平方米的机场、车站、宾馆、饭店、商场、写字楼等大型公共建筑，应当执行绿色建筑标准。其他民用建筑推行绿色建筑标准。

鼓励政府投资建筑和大型公共建筑执行二星级以上绿色建筑标准。

鼓励既有建筑改造和工业建筑执行绿色建筑标准。

第九条 对执行绿色建筑标准的建设项目（以下简称绿色建筑项目），建设单位编制可行性研究报告或者项目申请报告时，应当明确绿色建筑等级、绿色建筑技术、节能减排效果等内容。项目审批、核准机关应当在建设项目批准、核准文件中明确绿色建筑相关要求。

第十条 城乡规划管理部门在办理建设项目选址意见书或者规划条件时，应当就绿色建筑要求征求同级建设行政主管部门的意见。根据建设行政主管部门意见执行绿色建筑标准的建设项目，城乡规划管理部门应当在选址意见书或者规划条件中明确绿色建筑相关要求，市土地管理部门应当将绿色建筑相关要求纳入国有土地划拨决定书或者国有土地使用权出让合同。

第十一条 建设单位在进行项目设计、施工招标或者委托设计、施工时应当明确建设工程的绿色建筑等级及相关要求，并根据绿色建筑等级承担质量保证责任。

建设单位不得明示或者暗示设计、施工、监理单位违反绿色建筑标准进行设计、施工、监理。

第十二条 设计单位应当按照绿色建筑标准和设计深度要求进行设计，在施工图设计文件中编制绿色建筑专篇，明确绿色建筑等级和相关技术措施。

第十三条 施工图设计文件审查机构应当对施

工图设计文件是否符合绿色建筑标准进行审查,对不符合绿色建筑标准的,应当退回建设单位进行修改,并书面说明理由。

第十四条 施工单位应当根据施工图设计文件和绿色建筑标准编制绿色建筑专项施工方案并组织实施。

施工单位在施工中应当采取降低能耗、水耗,减少废弃物排放,防治噪声和扬尘污染等措施。

第十五条 工程监理单位应当根据绿色建筑标准和施工图设计文件,结合绿色建筑专项施工方案,编制绿色建筑监理方案并实施监理。

第十六条 建设单位组织竣工验收,应当对绿色建筑项目是否符合绿色建筑标准进行查验。

建设行政主管部门发现建设单位未按照绿色建筑标准组织验收的,应当责令重新组织竣工验收。

### 第三章 运营和评价

第十七条 绿色建筑的运营应当符合下列要求:

- (一) 节能、节水、绿化等管理制度完备;
- (二) 节能、节水等设施设备运行正常;
- (三) 供暖、通风、空调、照明等设备的自动监控系统运行正常,记录完整;
- (四) 运行过程中产生的废气、污水等污染物达标排放;
- (五) 分类收集生活垃圾,规范设置垃圾收集容器。

第十八条 绿色建筑所有权人或者使用权人与物业服务企业签订物业服务合同时,可以约定载明符合绿色建筑特点的物业管理内容。

第十九条 本市实行绿色建筑评价标识制度。绿色建筑评价标识分为绿色建筑设计评价标识和绿色建筑标识。

本市鼓励绿色建筑项目的建设单位、运营单位申请绿色建筑设计评价标识、绿色建筑标识。

第二十条 绿色建筑项目的设计文件,经市建设行政主管部门组织评审,符合国家和本市绿色建筑标准和要求的,应当向社会公示,并按照国家规定颁发绿色建筑设计评价标识。

绿色建筑项目投入使用一年后,经市建设行政主管部门组织评审,符合国家和本市绿色建筑标准和要求的,应当向社会公示,并按照国家规定颁发绿色建筑标识。

第二十一条 市建设行政主管部门可以委托专业评价机构对申请绿色建筑评价标识的绿色建筑项目进行专业评价。

### 第四章 引导和激励

第二十二条 绿色建筑发展应当因地制宜推广应用自然通风、自然采光、雨水利用、立体绿化、余热利用和可再生能源应用等技术。

第二十三条 本市鼓励绿色建筑规模化发展,创建绿色生态城区。

第二十四条 本市鼓励建设被动式超低能耗绿色建筑,推广装配式混凝土结构、钢结构和现代木结构等装配式建筑。

第二十五条 绿色建筑项目应当优先使用绿色建材和设备,鼓励使用可再生、可循环的建筑材料。

### 第五章 法律责任

第二十六条 对违反本规定的行为,法律、法规已有处罚规定的,从其规定。

第二十七条 绿色建筑项目的设计单位未在施工图设计文件中编制绿色建筑专篇的,由建设行政主管部门责令限期改正;逾期不改正的,处1万元以上3万元以下罚款。

第二十八条 绿色建筑项目的施工单位未按照绿色建筑标准编制绿色建筑专项施工方案并组织实施的,由建设行政主管部门责令限期改正,处1万元以上3万元以下罚款。

第二十九条 绿色建筑项目的施工图设计文件审查机构未按照绿色建筑标准对施工图设计文件进行审查的,由建设行政主管部门责令限期改正,处1万元以上3万元以下罚款。

第三十条 绿色建筑项目的工程监理单位未编制绿色建筑监理方案并实施监理的,由建设行政主管部门责令限期改正,处1万元以上3万元以下罚款。

### 第六章 附则

第三十一条 本规定自2018年5月1日起施行。



## 关于印发 2018 年河北省建筑节能与科技工作要点的通知

各市（含定州、辛集市）住房和城乡建设局（建设局）、规划局、城管局（城管委、公用局）、供热办，雄安新区管委会规划建设局，石家庄市园林局：

现将《2018 年全省建筑节能与科技工作要点》印发给你们，请结合实际贯彻落实。

河北省住房和城乡建设厅

2018 年 3 月 26 日

### 2018 年全省建筑节能与科技工作要点

#### 一、工作思路

2018 年，坚持以党的十九大精神为指导，以提高建筑能效和发展绿色建筑为目标，以科技创新为引领，继续完善政策、创新机制、加快发展，高标准、高质量、高水平推进全省建筑节能与科技工作。

#### 二、工作目标

—— 城镇节能建筑占城镇现有民用建筑比例达到 48%；

—— 建设超低能耗绿色建筑 20 万平方米；

—— 城镇新建绿色建筑占新建建筑面积比例达到 40% 以上；

—— 装配式建筑建设积极推进；

—— 新建建筑中新型建材应用率达到 72%；

—— 建设科技在住房城乡建设中的支撑作用显著增强。

#### 三、工作重点

##### （一）建筑节能

1. 强力推进超低能耗绿色建筑建设。持续开展“建筑能效提升工程”，把超低能耗绿色建筑作为重要工作来抓，推进试点示范与区域性规模发展相结合。继续抓好高碑店市列车新城项目等的建设，建设一批高水平的超低能耗绿色建筑。

2. 把 75% 节能居住建筑建设落到实处。认真总结 2017 年 5 月以来全省城镇新建建筑实施 75% 居住建筑节能标准工作，严格工程建设中执行节能新标准监管，确保执行新节能标准达到要求。因地制宜抓好既有居住建筑供热计量及节能改造。

##### （二）绿色建筑

1. 强力推进绿色建筑发展。把绿色建筑纳入整个工程建设管理程序，认真实施《河北省绿色建筑施工图审查要点》，推动绿色建筑认证的市场化进程。积极发展太阳能热水系统、浅层地源热泵系统、空气源热泵系统等可再生能源建筑应用。有计划地

开展既有建筑绿色化改造示范。

2. 全力服务雄安新区建设。按照省委、省政府的安排部署，全力支持雄安新区绿色建筑建设、超低能耗绿色建筑建设、装配式建筑建设等工作，支持开展雄安新区高标准绿色建筑研究，创新绿色建筑指标体系和实施机制，促进雄安新区绿色生态宜居新城区建设。

3. 提高新型建材应用水平。持续推进绿色建材评价工作，开展预拌混凝土、预拌砂浆、砌体材料、保温材料、陶瓷砖、卫生陶瓷、建筑节能玻璃等绿色建材评价，扩大绿色建材消费的市场份额。发挥“河北省建筑工程材料设备产品使用备案和信用平台”的作用，加强建材行业信用体系建设。持续推动市、县新型墙体材料（技术）下乡宣传活动。

##### （三）装配式建筑

1. 编制装配式建筑标准规范。颁布实施《建筑用钢型材标准》《钢结构建筑围护结构技术规程》《钢结构住宅技术规程》等钢结构建筑标准，印发河北省钢结构工程定额及工程量清单等。

2. 培育示范城市和龙头企业。开展装配式建筑示范市（县）培育工作，积极组织申报国家装配式建筑示范城市。支持建筑业企业、建材生产企业等转型发展，继续培育省装配式建筑产业基地，积极申报国家装配式建筑产业基地。

3. 推动装配式建筑项目建设。指导各地明确不同地区、不同类型建筑中装配式建筑的具体要求，推动装配式建筑项目开工建设，推广农村装配式低层住宅，提高装配式建筑在新建建筑中的比例。在装配式建筑中积极推广工程总承包模式。

##### （四）建设科技

从促进行业发展的大局出发，继续完善产学研深度融合的科技创新体系，进一步激发住房城乡建设科技的活力。

1. 开展科技攻关。认真实施《河北省住房城乡建设科技创新“十三五”专项规划》，在城市功能



提升与防灾减灾、市政基础设施、城镇生态环境、建筑节能与绿色建筑、工程建设实用技术、建筑产业现代化、城市管理智能化、行业信息化技术、绿色施工技术、园林绿化等方面，开展共性关键技术研究。

2. 强化成果推广。抓好超低能耗绿色建筑技术、绿色建筑技术、装配式建筑技术、行业信息化技术、建筑业 10 项新技术（2017 年版）等示范建设，大力推广新技术、新工艺、新材料、新产品科技成果应用，提高建设科技成果的转化率和工程建设科技含量。

编制《河北省推广、限制和禁止使用建设工程材料设备产品目录（2018 年版）》，淘汰落后建材产品，推动建材行业转型升级。与省发展改革委、

省环境保护厅联合举办“河北省冬季清洁取暖典型案例展示交流活动”，总结交流清洁取暖工作中技术成熟、效果良好的典型案例，促进“四新”成果的工程应用。

3. 推进行业信息化建设。研究和推动全省住房城乡建设行业信息化工作，组织编制《河北省住房城乡建设行业 2018~2020 年信息化发展规划》。开展基于工程建设全过程的 BIM（建筑信息模型）技术应用研究。继续抓好公共建筑能耗监测省级平台、市级中转平台和能耗监测末端采集项目建设。充分发挥大数据的作用，在重点领域开展应用示范，促进全省住房城乡建设事业智慧发展。

#### 四、工作举措

（一）加强法规建设。推动绿色建筑发展立法，配合省人大做好《河北省绿色建筑促进条例》审议工作，为绿色建筑发展提供法规依据。严格按照法律法规指导和规范绿色建筑管理工作。

（二）完善技术标准。完善建筑节能、绿色建筑、超低能耗绿色建筑、装配式建筑等相关技术标准。引导企业编制施工工法，促进企业实现技术积累。

（三）强化激励机制。继续实行和进一步完善资金奖补政策，加大建筑节能、绿色建筑、超低能耗绿色建筑、装配式建筑等的推进工作力度。

（四）严格监督指导。开展建筑节能与绿色建筑、装配式建筑专项检查和建材市场秩序专项整治。强化执法，规范程序，实施问责，确保建筑节能与绿色建筑等标准落到实处。

## 关于印发 2018 年浙江省建筑节能与科技设计工作要点的通知

函设字〔2018〕362 号

各市建委（建设局），各有关单位：

现将 2018 年全省建筑节能与科技设计处工作要点印发给你们，供各地在工作中参考。

附件：2018 年全省建筑节能与科技设计工作要点（略）

河北省住房和城乡建设厅

2018 年 3 月 26 日

### 2018 年全省建筑节能与科技设计工作要点

2018 年，全省建筑节能与科技设计工作思路是，深入贯彻落实党的十九大精神和省委省政府决策部署，按照全省住房城乡建设工作会议要求，扎实有序地做好绿色建筑、勘察设计、科技标准化等各项

工作。计划继续实施既有公共建筑节能改造 100 万平方米；完成太阳能等可再生能源建筑应用面积 2000 万平方米；实施高星级绿色建筑示范工程 100 项。工作要点如下：

## 一、深化勘察设计相关审批改革，提高行政服务效率

(一) 深化施工图数字化联审改革。指导各地不断拓展系统功能，扩大联审联办事项范围。有序推进施工图数字化联审系统版本升级工作。积极探索业务分配与审查效率挂勾的送审机制，通过智能分配建立一套有效机制，推动图审机构提高审查效率和审查质量。

(二) 推进全省电子图档信息系统建设。通过归集各市电子图建设全省房屋建筑和市政设施建设项目施工图电子图档信息系统，拓展电子图库应用领域。

(三) 制订实施竣工测验合一技术标准。制订实施《建筑工程建筑面积计算和竣工综合测量技术规程》，统一建筑面积计算规则和土地量算规则，明确竣工联测联核坐标系统和测绘内容、精度、成果样式等要求。

## 二、全面发展绿色建筑，大力提升建筑品质

(一) 严格贯彻落实绿色建筑专项规划。指导各地建设部门积极协调有关部门严格落实绿色建筑专项规划，将绿色建筑专项规划确定的绿色建筑星级等控制性指标落实到土地出让（划拨）环节，在保障一星级绿色建筑全面覆盖的基础上，大力发展高星级绿色建筑。督促专项规划尚未完成的县（市）加快完成。

(二) 进一步推广可再生能源建筑一体化应用。深入实施《民用建筑可再生能源应用核算标准》，进一步扩大可再生能源建筑应用规模，推广空气源热泵热水系统和太阳能光伏系统。配合发改等有关部门抓好家庭屋顶光伏的推进工作。

(三) 建立健全公共建筑能耗监管体系。推进各设区市加快落实《浙江省绿色建筑条例》第二十二条规定，开展公共建筑能耗监管平台建设，不断扩大公共建筑能耗监管范围，建立健全省级+市级“1+11”的公共建筑能耗监管体系。

(四) 进一步提升建筑居住品质。继续推进既有住宅加装电梯试点工作，方便老年人、残疾人出行。组织开展改善建筑室内风热环境的研究。

## 三、推动勘察设计转型发展，提升行业竞争力

(一) 大力发展建设工程总承包。以适应工程总承包发展为导向，大力培育工程设计企业的项目管理能力，促进工程设计与施工深度融合，推动全行业产业链的延伸和总量的提升。

(二) 完善工程勘察设计行业信息化监管。推

进杭州、温州、绍兴、金华和衢州等开展勘察信息化试点工作。综合运用施工图电子图审和勘察设计全员信息管理系统，联动推进技术人员管理和勘察设计质量管理，进一步完善工程勘察设计技术人员业绩自动记录机制。

(三) 抓好勘察设计行业激励工作。开展第三届浙江省工程勘察设计大师推荐命名工作。开展第三届全省工程勘察技能大比武活动。按规定做好优秀勘察设计项目评审工作。

## 四、加强建设科研工作，强化标准引领

(一) 加强标准引领。围绕海绵城市建设，制订《民用建筑雨水控制与利用设计规范》、《城市综合管廊工程施工及验收规范》和《城市综合管廊运行与维护技术规范》；围绕绿色建筑，制订《浙江省绿色建筑评价标准》和《民用建筑节能评估技术规程》；围绕建筑工业化，修订《工业化建筑评价导则》，完善装配式建筑相关部品部件通用图集；围绕城市交通建设，制订《市域快速轨道交通设计规范》；围绕建筑施工安全和环境保护，制订《建筑施工承插型轮扣式钢管支架安全技术规程》和《浙江省建筑工地施工扬尘控制技术规程》；围绕城市生活垃圾分类，制订《城市生活垃圾分类评价标准》；围绕农村厕所改造提升工程，制订浙江省农村厕所提升改造技术标准。

(二) 做好建设领域新技术的推广工作。修订发布新版浙江省建设领域推广、限制、淘汰使用技术公告。抓好省建筑业新技术工程示范工作。配合省经信委抓好省级企业技术中心（建设行业）的培育工作。

(三) 开展无障碍社区创建工作。按照《浙江省无障碍社区创建考核办法》和《浙江省无障碍社区创建标准》，继续推进无障碍社区创建工作。

## 五、加强党风廉政建设

高举习近平新时代中国特色社会主义思想伟大旗帜，全面贯彻落实党的十九大、全国两会和省第十四次党代会精神，积极开展“不忘初心、牢记使命”主题教育，推进“两学一做”教育常态化制度化；全面落实“一岗双责”，严格执行“三会一课”制度，进一步增强党员干部政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识，坚定理想信念，树立清风正气；大兴调查研究之风，深入基层有针对性地开展调研，提高工作举措的可操作性和实效性，不断提升党员干部服务行业的能力和水平。

# 关于印发《2018年安徽省建筑节能与科技工作要点》的通知

建科函〔2018〕510号

各市住房城乡建设委（城乡建设委、城乡规划建设委）、合肥市房地产管理局，广德、宿松县住房城乡建设委（局）：  
现将《2018年全省建筑节能与科技工作要点》印发给你们，请结合实际，认真贯彻落实。

附件：2018年全省建筑节能与科技工作要点（略）

安徽省住房和城乡建设厅

2018年3月8日

## 2018年全省建筑节能与科技工作要点

2018年是贯彻落实党的十九大精神的开局之年，也是全面建设社会主义现代化五大发展美好安徽的重要一年，全省建筑节能与科技工作的总体思路是坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，践行新发展理念，大力发展绿色建筑，积极稳妥推进装配式建筑，持续推进建筑能效提升，加强建设科技创新，促进城乡建设绿色发展。全省绿色建筑占新建民用建筑比例达到40%，装配式建筑占新建建筑比例力争达到5%。

### 一、持续加强建筑节能

（一）严格执行新建建筑节能标准。加强监督检查，进一步提高设计、图审、施工等环节建筑节能标准执行质量。加快能效提升，修订出台《安徽省居住建筑65%节能设计标准》。开展《安徽省公共建筑65%节能设计标准》、《安徽省居住建筑65%节能设计标准》宣贯培训，强化标准执行。确保全省建筑节能标准设计执行率和施工执行率双双达到100%。

（二）加强公共建筑能源管理。贯彻落实省住建厅等六部门联合印发《关于加快推进全省国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测工作的通知》要求，积极推进新建公共建筑能耗监测平台建设和数据上传工作，新增能耗监测平台建设项目100项。积极推进合同能源管理模式，提高建筑能源利用效率。指导合肥市和淮北市气候适应型城市以及合肥市公共建筑能效提升重点城市试点建



设，开展建筑领域用电需求侧管理及需求响应的可行方案与政策措施研究。

（三）推进可再生能源建筑规模化应用。落实《全省推进浅层地热能在建筑中规模化应用实施方案》，加大浅层地热能在新建建筑中推广力度，重点推动政府投资的公共建筑浅层地热应用，每个城市新增浅层地热建筑应用项目不少于25万平方米。

（四）实施既有建筑节能改造。结合“两治三改”、“城市双修”等专项行动，在开展围护结构装修或用能系统更新等既有建筑改造项目建设的同时，统筹开展建筑外窗、外墙、屋面、照明、外遮阳和空调系统等，因地制宜、稳步推进全省既有建筑节能改造。

### 二、大力发展绿色建筑

（五）促进绿色建筑规模化发展。落实省住建厅等四部门《关于加快推进绿色建筑发展的通知》要求，加强规划、设计、图审、施工、验收工程建设全过程闭环管理，督促全省城镇新建民用建筑全面执行绿色建筑标准，确保2018年绿色建筑占新建民用建筑开工面积比例达到100%、竣工面积比例达到40%。

（六）打造高品质绿色建筑。支持高星级绿色建筑建设，鼓励大型公共建筑、国家机关办公建筑和政府投资的公益性建筑按二星级及以上绿色建筑标准设计建造。加强绿色建筑运营管理，鼓励项目积极申报绿色建筑运行评价标识。开展绿色建筑技术集成示范，打造可体验展示、可复制推广的经典绿色建筑。

（七）抓好绿色生态城市试点创建。督促11个省级绿色生态综合试点城市落实创建方案，健全工作机制，完成示范项目建设任务，形成创建经验。组织开展2018年省级绿色生态综合试点城市创建工作。

(八) 加强绿色建筑示范项目管理。强化在省级绿色建筑、绿色生态示范城区管理,督促各地按质、按量、按时完成示范任务。开展2016年度省级示范验收,及时总结提炼示范经验做法,发挥资金绩效。

(九) 推进绿色建筑标识第三方评价。根据《安徽省住房城乡建设厅转发住房城乡建设部关于进一步规范绿色建筑评价管理工作的通知》(建科函〔2017〕2944号)要求,指导各市开展第三方评价绿色建筑标识工作。研究修订绿色建筑评价标识管理办法,建立第三方评价机构信用管理制度,严格绿色建筑评价标识质量管理,不定期对绿色建筑评价情况进行抽查。

(十) 积极推广绿色建材。联合省经济信息化委指导省级绿色建材评价标识机构开展绿色建材评价研究,加快绿色建材评价步伐。加强绿色建材推广宣传,引导开发单位和消费者采购使用绿色建材,扩大绿色建材的应用范围。探索绿色建材应用比例统计计算方法,研究建立绿色建材应用统计制度。

### 三、积极稳妥推进装配式建筑发展

(十一) 完善装配式建筑产业基地布局。依托国家及省装配式建筑示范基地建设,总结经验,研究制定安徽省装配式建筑产业基地建设规划,科学布局,避免重复建设、盲目投资,确保装配式建筑健康有序发展。

(十二) 强化装配式建筑试点示范管理。指导国家级装配式建筑示范城市和产业基地总结经验,发挥示范引领和产业支撑作用。对在建的省级综合试点城市、示范基地和示范项目开展跟踪评估。启动省级装配式建筑示范城市、产业基地创建工作,并积极扶持本省示范城市、产业基地申报国家装配式建筑示范城市和产业基地。

(十三) 充分发挥装配式建筑产业联盟作用。指导安徽省装配式建筑产业联盟,不定期组织开发、设计、施工以及科研院所、部品部件及原材料供应企业进行合作交流,通过产业链垂直整合和创新资源优化组合,拓展行业市场,加强行业分工协作,做强产业链,做大装配式建筑产业。

(十四) 完善装配式建筑技术标准体系建设。组织开展装配式建筑关键技术及标准体系研究,研究制定设计图审、施工监理、验收检测要点(细则)、装配式建筑评价实施细则等技术标准,逐步建立适合安徽的装配式建筑标准体系。

(十五) 加强装配式建筑人才培养。贯彻落实《关于加强装配式建筑技工队伍建设大力促进装配

式建筑持续健康发展的意见》,加大技能型装配式建筑工人培养和储备力度,适应装配式建筑发展要求。探索教育联盟模式,加大专业技术培训力度,将劳动密集型民工逐步转化为装配式建筑技术型工人,提升实施能力。

### 四、加强建设科技创新

(十六) 加强科学技术创新管理。调整、完善省建设科学技术创新委员会,健全科技创新管理机制,加强建设行业科技创新工作的指导和服务。开展建设行业科技创新工作评价机制和指标体系研究,建立科技创新评价体系,推动住房城乡建设事业科技创新和科技进步。

(十七) 健全完善建设科技项目库。建立部(省)级建设科学计划项目、科技进步奖(建设领域)、华夏奖等建设科技项目库,强化项目管理,引导课题承担单位加强成果转化和运用,推动全省建设领域技术产品从被动跟随到自主创新。

(十八) 总结提炼适宜技术。开展关键共性技术开展研究攻关,梳理出符合安徽经济社会发展和环境区位的绿色建筑、装配式建筑等方面的适宜技术成果,增强建设行业科技创新支撑能力。开展智能建筑研究,探索建立智能建筑评价指标体系和推进工作机制。

### 五、切实加强自身建设

(十九) 加强党风廉政建设。进一步深入学习贯彻党的十九大精神,严格执行中央八项规定精神及我省实施细则,深入贯彻厅党组《贯彻落实中央八项规定精神深入推进作风建设的实施办法》。认真落实全省住房城乡建设系统推进“双随机、一公开”实施细则和党风廉政建设要求,建立健全权力运行风险防控措施,加强事中事后监管,强化市场主体自律和社会监督。

(二十) 强化工作考核。根据《安徽省建筑节能、绿色建筑与装配式建筑目标管理考核办法》(建科〔2017〕119号),制定2018年全省建筑节能与科技工作考核评分细则(附后),强化目标考核,并将考核结果作为年度省政府对各市政府规划建设管理、年度能源消耗总量和强度“双控”目标责任等考核评价依据。

(二十一) 健全数据信息报送机制。建立完善装配式建筑、绿色建筑、建筑节能等报表制度,强化重点项目信息动态管理。完善信息报送机制,加强行业政务信息报送工作,总结提炼和宣传推广各地经验做法、典型案例和适宜技术。

# 无锡软件园 C 能源站

中国建筑科学研究院有限公司环能院 李骥

## 1 工程概况

本项目名称为无锡软件园能源站项目，坐落于无锡（太湖）国际科技园。项目建设的目的是满足江苏外包产业园三期 D 地块的 4 栋办公建筑（A、B、C、D 楼）采暖空调需求。

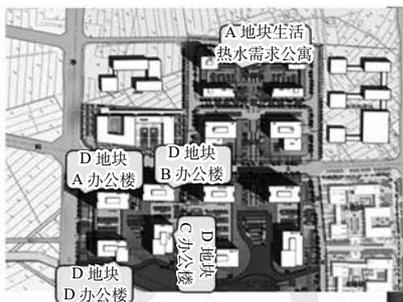


图 1 江苏外包产业园二期、三期总平面图

4 栋办公建筑中 A 楼采暖空调面积 51807m<sup>2</sup>，B 楼采暖空调面积 49395m<sup>2</sup>，C 楼采暖空调面积 23447m<sup>2</sup>，D 楼采暖空调面积 15794m<sup>2</sup>，合计 140443m<sup>2</sup>。

项目拟采用污水源热泵系统满足上述需求。在 A 建筑的预留机房内建立水源热泵能源站一座。在本项目周边已经建设运行有污水厂一座，污水拟通过在建的污水泵房取水，流入能源站，作为能源站的低位热源。

本项目采用区域能源建设方式，由投资主体对能源站进行投资建设，通过后期运营实现投资收益。

本项目建设内容包括区域供冷（热）能源站工程和相应的污水、空调水管路以及相应的配套设施等。本次设计不包含末端设计，设计范围为出能源站 1m。本次设计包含内容如下：

能源站冷热源以及水泵、水处理、阀门、管路

等配套设备；

- 能源站配电自控等；
- 末端用户冷热计量装置；
- 空调蓄能水池；
- 污水管路（目前已引至机房周边）；
- 阀门井（中远期规划预留）；
- 机房隔声降噪措施。

## 2 工程设计特点

本项目设计过程中，主要设计特点和创新点如下：

（1）本项目跟踪监测项目实际运行数据，保证系统高效运行，达到设计目的

本项目设计完毕后，设计单位跟踪了项目的实际运行 1 年以上，获取了项目全年实际运行数据。根据 2015 年 7 月（夏季典型月）和 2016 年 1 月（冬季典型月）逐时运行监测数据可知，系统夏季运行 COP 达到 3.7，冬季运行 COP 达到 2.8。与理论模拟计算值差距在 10% 左右，这是由于本项目在当时入住率还不高，仅达到 60% 左右。在保证入住率的前提下，本项目的系统能效有望进一步提升，最终达到设计目的，实现系统的高能效。

（2）进行了区域能源供应建筑的逐时负荷计算。建筑负荷动态计算是后续设备选型、方案比对以及能源系统设计的前提。只有在充分合理的掌握建筑动态负荷的前提下，建筑的能源方案才能做到合理高效，既定的节能和经济效益才能得到实现。本项目计算采用较为权威的动态能耗模拟计算软件 TRNSYS。在 TRNSYS 的平台上进行建筑物建模，划分热区，计算建筑逐时冷热负荷。

建立模型和计算结果汇总如图 2 和图 3。 A 地块生活热水需求公寓

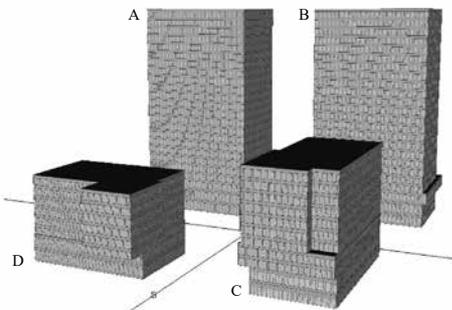


图 2 4 栋楼逐时负荷计算物理模型

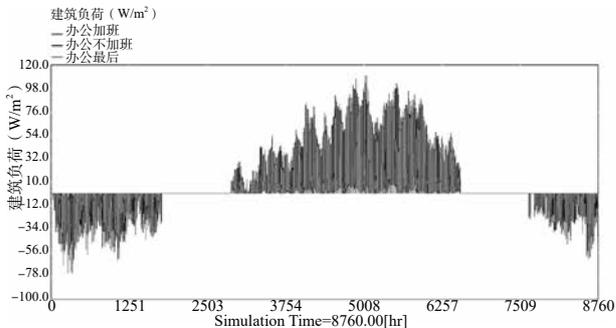


图 3 本项目单位面积逐时负荷

(3) 进行了污水资源的详细(逐时)调研、分析、评估以及方案论证

污水源热泵系统的成功设计和良好运行必须建立在对源测污水水质、水量以及水温数据充分掌握并细致分析的前提下。国内很多污水源热泵运行失败的原因多数都是由于前期对水质调研不充分或者论证不详细,导致后期运行中出现难以挽回的后果。本项目进行污水源热泵设计,进行了大量的污水资源数据调研(1年逐时数据),并在此基础上对污水源热泵方案进行了详细论证。

污水水质:与其它热源相比,污水源热泵技术的关键点和难点在于防堵塞、防污染与防腐蚀。而防堵塞、防污染与防腐蚀等技术难点又与水质密切相关。本项目污水水质为国家排放标准一级A,水质参数如表1。

表1 污水水质参数表

最高允许排放浓度(日均值)mg/l		
1	化学需氧量(COD <sub>Cr</sub> )	50
2	生化需氧量(BOD <sub>5</sub> )	10
3	悬浮物(SS)	10
4	动植物油	1
5	石油类	1
6	阴离子表面活性剂	0.5
7	总氮(以N计)	15
8	氨氮(以N计)	5(8)
9	总磷(以P计)	0.5
10	色度(稀释倍数)	30
11	PH	7
12	粪大肠菌群数(个/L)	1000

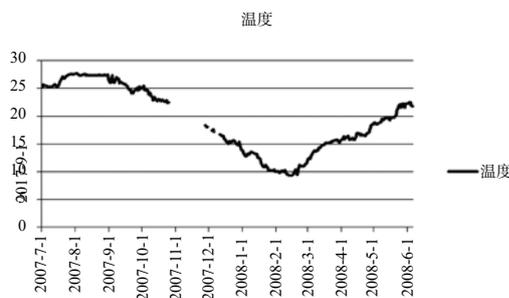


图4 污水资源全年温度

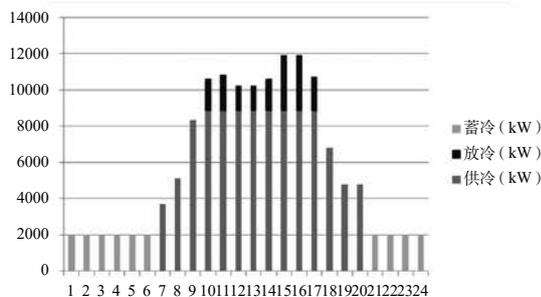


图6 夏季设计日每小时的蓄冷量、放冷量及供冷量

通过调研类似实际运行的污水源热泵项目经验(5年以上)发现:在本项目污水水质条件下,对于某些品牌设备污水可以直接进入热泵机组。综合本项目情况,采用了污水直接进入机组的方案,免去了加设换热器的需求,大大节约了初投资的同时节省了大量机房面积。

污水水温:污水源热泵冬季从污水中提取热量,夏季从污水中提取冷量。污水温度是污水源热泵技术的关键参数。本项目通过从污水厂实时监测数据整理后得到的污水厂逐日平均温度如图4。由图可得,在监测年内污水温度全年最高为27.7°C,最低为9.8°C,是水源热泵良好的低位热源。

污水流量:污水资源量的多寡直接决定了可以利用的低品位能源的数量,进而决定了水源热泵应用的规模。通过对污水厂实时监测数据整理后得到污水厂典型日逐时流量如图5。

(4) 设计方案中综合多项创新节能技术,做到了合理匹配和耦合

本项目采用污水源热泵结合蓄冷蓄热技术。蓄冷蓄热技术在利用峰谷电价降低运行费用的同时削减装机容量(20%以上)。要做到水源热泵和蓄冷蓄热技术的合理匹配和耦合,必须基于逐时负荷计算的前提,在此基础上在设计阶段做好典型设计日的运行模式分析。

蓄能水池通过连接到负荷侧并联母管上的方式来实现蓄能。3台主机设备兼做蓄能设备,互为备用。在运行中根据设备实际效率决定蓄能设备的开启。

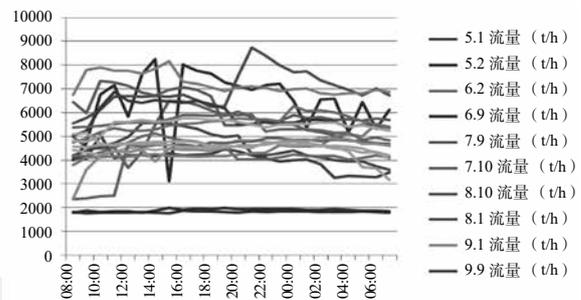


图5 污水厂典型日逐时流量

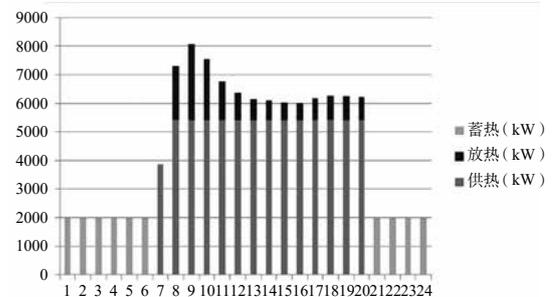


图7 冬季设计日每小时的蓄冷量、放冷量及供冷量

释能通过板式换热器与用户侧连接。在低负荷段可以开关电动阀来单独供冷。蓄能主机为一用两备，在主机故障时通过电动阀切换完成另外一台主机的蓄能模式。

(5) 进行了蓄冷、蓄热布水器的优化设计

本项目为节省初投资，利用原有地下车库空间建设蓄冷蓄热水池。水池形状非常不规则（如图8），布水器设计较为复杂。本项目在详细计算的前提下，进行了布水器蓄冷和蓄热工况的优化设计。

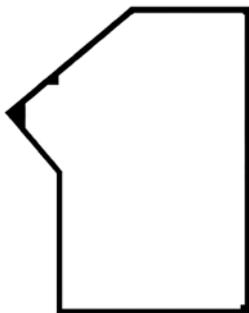


图8 本项目水池形状 (1500m³)

(6) 进行了系统全年逐时能耗计算并进行了项目财务分析

本项目为投资项目，项目的经济分析是必须建立在对系统能效充分掌握的前提下。本项目在逐时负荷计算的前提下，在能耗模拟软件 TRNSYS 中建立了系统能耗计算模型，对系统的运行能耗进行了全年逐时计算（见图9、10）。

通过计算系统冬季系统综合 COP 为 3.25，夏季系统综合 COP 为 4.02。

在此基础上，对本项目进行财务分析。在现有价格体系及计算基准下，总投资收益率为 7.3%，资本金净利润率 14.0%，项目投资财务内部收益率（税后）为 11.0%，财务净现值 498 万元，投资回收期（税

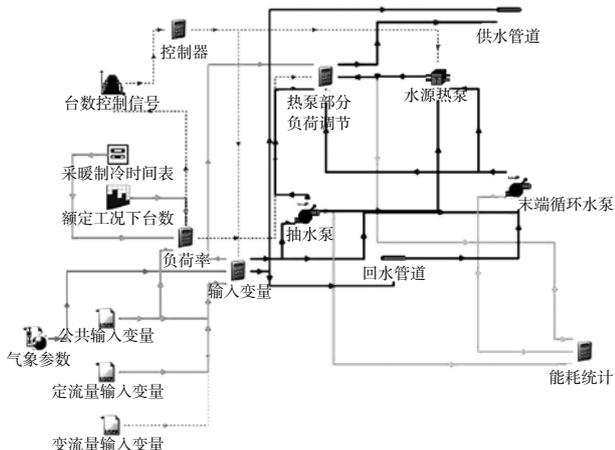


图9 本项目水源热泵全年逐时能耗计算模型

后) 8.61 年，资本金财务内部收益率 12.7%。

(7) 高效输配系统确保能源站运行效率

本项目负荷侧采用一、二级泵系统，一级泵满足机房内阻力需求。二级泵满足末端循环阻力需求，二级泵根据最不利末端压差进行变频。运行时，污水取水泵、一级循环水泵与主机采用一一对应的的方式，即 1 台主机各自对应 1 台一级循环泵、1 台污水取水泵。一级循环水泵安装变频器，在初调时调到某一频率后定频运行。二级循环泵根据对应区域最不利末端压差变频运行。

考虑到污水进入能源站压力的波动，污水取水泵变频方式为恒定水泵出口压力来调节水泵工作频率。系统中蓄能/释能泵、释能二次泵均安装变频器。蓄能时，在初调到某一频率后定频运行。释能时，蓄能/释能泵根据进入水池温度变频运行。

(8) 基于逐时负荷分析，合理定位设备负荷等级，降低变压器容量

本能源站属于区域性采暖换热站，站房内用电负荷为热泵机组、循环水泵、补水泵等。本项目原定设计全部设备均为二级电负荷，在此基础上变压器容量较大，增投资较大。结合前述逐时建筑负荷分析可知，系统中 90% 时刻负荷均在 75% 负荷以下。因此，与业主商议将其中一台主机和其对应的设备定义为三级负荷，其余设备均为二级负荷。

根据《10kV 及以下变电所设计规范》“装有两台以上变压器的变电所，当其中一台变压器断开时，其余变压器的容量应满足一级负荷及二级负荷的用电。”的要求选择变压器的容量。根据二级负荷选择变压器的容量，变压器负荷率的计算为 78.6%。

为了两台变压器的负荷均衡将二级负荷均衡地安排在两台变压器上。两台变压器的负荷和负荷率的计算分别为 60.1% 和 70.31%。

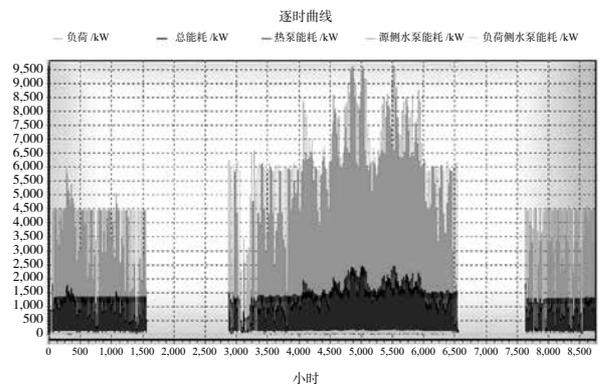


图10 污水源热泵系统全年逐时能耗计算结果

### 3 设计参数及空调冷热负荷

本项目位于江苏省无锡市，工程项目室外设计参数为：

夏季空调室外计算干球温度：34.8℃

夏季空调室外计算湿球温度：28.1℃

夏季通风计算干球温度：31.2℃

夏季空调计算相对湿度：69%

冬季空调室外计算干球温度：-4.1℃

冬季通风室外计算干球温度：2.4℃

冬季空调计算相对湿度：76%

能源站供应建筑室内设计参数为：

房间名称	夏季		冬季	人员密度 人/m <sup>2</sup>	灯光 W/m <sup>2</sup>	设备 W/m <sup>2</sup>	新风量 m <sup>3</sup> /h·人
	温度(°C)	湿度(%)	温度(°C)				
办公	26	55	20	6	16	13	30
走廊	27	60	18	3	12	13	20
大堂/门厅	27	60	18	3	12	13	20

根据全年逐时负荷计算结果，本项目峰值冷负荷为110W/m<sup>2</sup>，总冷负荷为15.4MW，全年累

积冷负荷为10938843kW·h；本项目峰值热负荷为75W/m<sup>2</sup>，总热负荷为10.8MW，全年累积热负荷为4526444kW·h。

### 4 空调冷热源及设备选择

本项目采用污水源热泵作为暖通空调系统的冷、热源。本项目污水源热泵机房位于A办公楼地下二层，采暖空调采用2台水源热泵机组和一台冷水机组。2台热泵机组单台设计制冷量为3199.91kW，设计制热量为3300.00kW；1台冷水机组，单台设计制冷量为3199.91kW。冬季运行2台热泵机组采暖，夏季运行2台热泵机组和1台冷水机组空调。设计工况下，水源侧夏季进出水温度为27/32℃，冬季进出水温度为10/5℃。设计工况下用户侧夏季进出水温度为12/7℃，冬季进出水温度为40/45℃。水源热泵与冷水机组控制策略：机组优先根据末端负荷进行台数控制，然后进行无级调节。单台调节能力为10%~100%。冷热源设备参数如表2。

表2 冷热源设备

序号	名称	数量(台)	设备参数		序号	名称	数量(台)	设备参数						
1	水源热泵机组	2	额定工况	冷凝器污垢系数	0.086m <sup>2</sup> -deg C/kW	2	冷水机组	额定工况	额定制冷量	3199.91kW				
				蒸发器污垢系数	0.086m <sup>2</sup> -deg C/kW				额定功率(制冷)	510.5kW				
				额定制冷量	3199.91kW				冷凝器侧设计进出水温度	27/32℃				
				额定功率(制冷)	607.30kW				蒸发器侧设计进出水温度	12/7℃				
				制冷冷凝器阻力	73.3Kpa				冷凝器阻力	73.3Kpa				
				制冷蒸发器阻力	84.4Kpa				蒸发器阻力	84.4Kpa				
				制冷冷凝器流量	183.69L/s				冷凝器流量	183.69L/s				
				制冷蒸发器流量	152.4L/s				蒸发器流量	152.4L/s				
				夏季源侧设计进出水温度	27/32℃				冷凝器污垢系数	0.044m <sup>2</sup> -deg C/kW				
				夏季用户侧设计进出水温度	12/7℃				蒸发器污垢系数	0.086m <sup>2</sup> -deg C/kW				
			设计蓄能工况	额定制热量	3283.54kW			蓄冷功率	628.40kW					
				额定功率(制热)	681.7kW			蓄冷工况设计进出水温度	11/4℃					
				制热冷凝器阻力	54.7Kpa			蓄热功率	653.30kW					
				制热蒸发器阻力	58.3Kpa			蓄热工况设计进出水温度	42/49℃					
								制热冷凝器流量	159.47L/s					
								制热蒸发器流量	123.85L/s					
								冬季源侧设计进出水温度	10/5℃					
								冬季用户侧设计进出水温度	27/32℃					

为了利用峰、谷电价差节约运行费用,本工程采用部分负荷水蓄能系统,蓄冷蓄热水池为 $1500\text{m}^3$ 。蓄能水池在峰值负荷段采用与主机串联方式运行来联合供冷,夏季承担约20%峰值负荷。夏季设计日总蓄冷量为 $10158\text{kW}\cdot\text{h}$ ,蓄冷温度为 $4^\circ\text{C}$ ,释冷温度为 $11^\circ\text{C}$ 。冬季蓄热温度为 $49^\circ\text{C}$ ,释热温度为 $42^\circ\text{C}$ ,冬季设计日总蓄热量为 $10158\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

### 5 空调系统形式

本项目设计范围为区域能源站冷、热源系统(含站外源侧供回水管)施工图设计。本次设计用户侧范围为甲方投资界面,即空调管进出能源站 $1\text{m}$ 处。末端设计部不包含在本次设计范围内。

### 6 自控设计

自控系统采用集散型(DCS)结构,实现集中管理、分散监控的技术目标。系统由控制工作站(上位机)、末端控制器(下位机)和现场采集设备三部分组成。上位机以图形和菜单的方式提供友好的人机界面。系统实时监测冷热源系统中的压力、温度和设备运行的状态,设备故障时报警,方便对系统运行进行管理。

在能源站的电源侧设置了电表能够监视电源的电压、电流、电量等参数,数据逐时存入数据库。

在污水源板换的一次侧设冷/热量表;在能源站的空调送、回水管上设冷/热量表,采集进出系

统的冷热量参数,数据存入数据库。由上述数据形成的逐时、逐月、逐年的大数据为日后分析整个系统的运行情况和节能的情况提供有力的支持。

### 7 心得与体会

本项目为无锡软件园能源站项目,能源系统采用污水源热泵+蓄能+辅助冷源的集中能源站形式,进行建筑空调、采暖的供应,能源利用效率高,节能效果明显。本项目的实施属于清洁能源和可再生能源的应用,在节约能源的同时对常规能源消耗有较大的替代作用,减少了污染物的排放,缓解了环境危机。项目的实施能给项目建设单位带来较好经济效益的同时形成较大的社会影响力。

自2015年4月调试投入使用至今,能源系统运行稳定,基本达到设计预期效果,系统操作灵活、管理便捷、节能显著。蓄能系统充分利用电力的峰谷差进行蓄能,降低了机组装机容量,减少了初投资,节约了运行费用,起到了移峰填谷合理用电的积极作用。

一个优秀的设计必须建立在前期数据调研充分,设计过程中计算和分析详实,后期有良好的调试和运营的基础上。只有基于此,设计的意图才能得到真实的体现,既定的收益才能如期实现。本项目从前期方案阶段即进行了大量数据调研,设计过程中分析计算充分详实,后续将能耗模拟数据和运行数据比对,项目的良好运行得到了有力保障。



# 金外滩国际广场空调节能创新设计

上海建筑设计研究院有限公司 乐照林 姚莹

## 1 工程概况

本工程为上海金外滩国际广场，地块原名中山南路 B4 地块，位于外咸瓜街以东、会馆弄以南、中山南路以西、老太平弄以北（原十六铺码头斜对面），与黄浦江仅一路之隔，属“外滩金融景观区”的延伸带，位于“外滩金融集聚带”中。

外滩金融集聚带定位以金融为主体，集聚发展金融业及相配套的现代服务产业，为陆家嘴发展金融要素市场、集聚重要金融机构和外资总部提供服务，重点吸引证券等各类金融机构及会计师、律师事务所等为金融服务的中介机构，规划发展成为国内外有重要影响的资产管理、资本运作中心和金融服务中心，该地区正逐步形成以中高档办公建筑为主，以大中型企业为主要租户的新兴办公建筑群。

本工程地上分裙房和主楼两个建筑单体，裙房二层，主楼二十二层；地下共三层。占地面积为 11675m<sup>2</sup>，总建筑面积为 78110m<sup>2</sup>，其中地上总建筑面积约 47548m<sup>2</sup>，地下总建筑面积约 30562m<sup>2</sup>，办公楼总建筑高度为 110m（屋顶结构面标高为 99.45m），为高层建筑。

地下功能：地下三层和地下二层主要为车库、另包括部分设备用房；

地下一层部分为卸货区、车库和自行车库及夹层自行车库，另包括设备用房、餐饮及其厨房等，在主楼和裙房之间区域为下沉式广场；

裙房功能：地上一层主要为餐饮及厨房，二层主要为餐饮；

主楼功能：地上一层、二层为办公区挑空大堂，其中一楼层高 5.0m，二楼层高 4.4m；

地上三层至二十一为办公楼层，多数标准层高为 4.4m，各层划分为四或六个单元，可根据经营需要，进行单独或组合出租；

地上二十二层整层为大空间办公，层高 4.8m；

其中地上三层、十八、十九层（层高均为 5.0m）和二十二层为较高楼层，设想预留金融大客户。

对于本工程设计，业主定位国际化金融商务办公大厦，总体上要求“先进、实用、安全、经济”，要求在相当长的时间内能保持其先进性。经营以出租为主，计划打造成为集办公、商务、服务于一体，理念先进的现代建筑。客户对象主要是金融机构、



图 1 金外滩国际广场实景

跨国公司和上市公司等。绿建方面，明确要求获得 LEED 银奖认证。

对于办公标准层建筑平面设计，业主要求每层分隔为四至六个单元，便于灵活出租；对于空调设计，明确要求采用 VAV 空调系统，另预留用户机房冷却水。

## 2 工程设计特点

### 2.1 空调设计特点

本工程空调设计，根据项目特点和业主要求，通过技术创新，经过分析、介绍和沟通，推荐业主放弃了最初所要求的、5A 高级办公楼普遍采用的、普遍认为“节能先进”的 VAV 空调系统，采用了设计推荐的空调系统，实现了以下节能设计等理念，在多方面开创了技术先河，具有节能推广意义，这是在本工程空调设计对于本项目之外所具有的意义和优势所在。

(1) 大堂空气源热泵夏季水冷：设计创新设备和系统设计，使空气源热泵夏季制冷时由风冷改为

水冷, 大幅提高空气源热泵夏季制冷效率, 改变了空气源热泵夏季风冷效率低的历史——为空气源热泵被认定为可再生能源系统创造了条件;

(2) 水环分体多联机空调系统: 在变风量空调系统、风机盘管加新风系统和空气源分体多联机空调系统之外, 寻求效率更高、更节能、能更好适应空间灵活分隔、便于计量、适合加班独立使用的办公楼空调系统——基于水环分体多联机的空调系统;

(3) 空气源热泵补热: 创新采用空气源热泵作为水环分体多联机系统的冬季补热热源, 两者构成水环连接的双级压缩系统, 制热效率大幅提高, 避免了水源分体多联机冬季采用锅炉或热网供热的不节能弊端; 为水环分体多联机在本工程中的应用及其推广应用提供了条件;

(4) 直接蒸发式热泵热回收型新风机组: 该机组可实现新、排风热泵热回收, 运行效率高于一般风冷机组, 同时解决了当时条件下水环分体多联机在新风处理方面的不足。

此外, 该系统还有以下特点优势:

(1) 空调系统按单元设置, 使用独立性和灵活性强, 可单独加班运行;

(2) 便于各单元空调电耗计量, 并可依据此电耗进行空调系统公用电耗的分摊;

(3) 可适应可能的单元合并需求, 便于出租营销, 便于分期投入和运行;

(4) 与 VAV 系统相比, 空调风管仅为新风管和排风管, 风管占用吊顶空间少, 有利于提高室内空间净高;

(5) 与 VAV 系统相比, 不存在回风利用吊顶空间的卫生不良问题: 吊顶虫害鼠患对 VAV 空调系统空气品质不能说没有影响。

(6) 与 VAV 系统所需的 4 管制 +2 根冷却水管相比, 空调水环系统与预留机房冷却水合并系统, 仅两管, 大堂空调系统同为两管制系统, 系统简单, 且节省核心筒空间, 提高得房率。

(7) 与 VAV 系统相比, 系统按单元设置, 不同朝向区域(单元)水环多联机系统各自独立, 可按各自要求单独制冷或制热, 两管制水环系统实现了四管制的功能, 却不存在再热能耗。

(8) 与 VAV 系统相比, 投资省, 控制、系统调试和运行维护简单。

(9) 与 VAV 系统相比, 更节能。

本工程最终超过业主的预期目标, 获得 LEED 金奖认证, 在总共近 26% 的节能率中, 80% 节能量源于空调, 对比模型正是 VAV 空调系统, 充分说明了系统的节能性;

本工程 2015 年 12 月, 经黄浦区发改委委托必维国际检验集团对抽样项目进行的能耗审计, 全年单位面积能耗为  $66.5\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{a}$  (入住率 80%), 远低于办公建筑  $110\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{a}$  的平均水平。

(10) 可以避免使用锅炉。一般情况下, 办公楼业主从运营管理角度考虑, 普遍不愿意采用锅炉, 且按现行燃气和电价格比较, 空气源热泵供热运行费用低于燃气锅炉, 双级压缩供热的水环分体多联机系统运行费用更低。

## 2.2 技术创新点

### (1) 空气源热泵夏季水冷

大堂及办公走廊等公共区域的空气源热泵冷水机组, 冬季制热属空气源制热, 效能堪比地源等可再生能源空调系统, 但其夏季风冷运行效率低一直是其相比水冷制冷机组的劣势, 设计采用带水冷凝器的热泵机组, 利用机组的热回收水冷凝器, 夏季可进行水冷运行, 从而变空气源热泵的夏季风冷为水冷, 制冷效率大幅提高。

### (2) 空气源热泵冬季为水环分体多联机补热

水环分体多联机除有水源或地源条件外, 一般普遍采用锅炉或热网补热, 而实际上, 这是增加能耗的不良应用。设计办公楼水环分体多联机系统, 冬季采用空气源热泵补热, 实现双级压缩供热, 解决了水环分体多联机的冬季补热问题, 使其正确合理应用成为可能, 开辟了其节能补热的新途径。

### (3) 用户机房空调的冬季热回收:

本项目建设初表面向金融客户, 要求预留楼层机房冷却水。设计将此冷却水系统与水环分体多联机的水环系统合并设置, 因而:

a. 在冬季运行时, 机房空调冷凝热直接向水环分体多联机水系统供热, 实现了机房空调冷凝热的热回收, 减少了补热量, 节省了相应的能耗;

b. 同时, 两个水系统合二为一, 简化了水系统, 节省了空间和投资。

## 2.3 其它主要节能优势

### (1) 水环分体多联机

a. 办公楼采用水环直接蒸发式变冷媒流量分体多联机空调系统, 在解决了冬季节节能补热措施后, 与空气源分体多联机系统相比, 冬、夏季运行效率均大幅提高。

b. 此外, 与空气源分体多联机系统相比, 外机可在同层核心筒内的机房设置, 冷媒管长明显缩短, 系统效率进一步提高。

### (2) 直接蒸发式带新排风热回收型新风机组

办公楼新风采用直接蒸发式热泵热回收型新风机组,既回收排风余冷余热,同时改善了压缩机冬、夏季运行工况,提高了系统运行效率。

### 3 设计参数及空调冷热负荷

#### 3.1 室外设计参数

对应规范中上海市的室外空气设计参数。

#### 3.2 室内设计参数

表2 室内设计参数

房间名称	季节	室内温度	相对湿度	新风量	噪声
		°C	%	m <sup>3</sup> /hp	dB(A)
大堂	夏季	26	60	20	50
	冬季	18	>30		
办公	夏季	25	55	30	45
	冬季	20	40		
餐饮	夏季	25	60	20	50
	冬季	20	>30		

#### 3.3 计算空调冷热负荷

裙房空调系统冷负荷为 687kW, 建筑面积冷负荷指标为 139W/m<sup>2</sup>;

热负荷为 348kW, 建筑面积热负荷指标为 70W/m<sup>2</sup>;

办公大堂等空调系统冷负荷为 549kW, 建筑面积冷负荷指标为 84W/m<sup>2</sup>;

热负荷为 239kW, 建筑面积热负荷指标为 36W/m<sup>2</sup>;

三层以上办公空调系统冷负荷为 4832kW, 建筑面积冷负荷指标为 123W/m<sup>2</sup>;

热负荷为 1918kW, 建筑面积热负荷指标为 49W/m<sup>2</sup>。

### 4 空调冷热源及设备选择

本工程设计始于 2009 年 8 月, 针对业主要求和本工程的功能需求, 向业主推荐了全新的、综合了一些节能技术创新和措施的空调系统:

办公采用水环分体多联机系统, 分体外机按各单元设置, 每层单独设置直接蒸发式热回收新风机组, 与各单元的室外机共同设置于楼层空调机房内, 夏季采用集中设置于裙房屋顶的闭式冷却塔进行散热, 冬季采用空气源热泵用于向系统补热, 各办公层机房预留冷却水系统与水环分体多联机水环水系统合二为一, 夏季, 系统预留了白天相应的冷却负荷, 各机房冷却空调作为系统的末端, 按需接入系统即可使用, 夜间由冷却系统值班散热; 冬季该部分散热白天则成为系统供热, 夜间主要由冷却系统以自

然冷却方式运行散热, 必要时启动部分冷却塔值班运行。

办公大堂及标准层电梯厅等公共部位另设置以空气源热泵为冷热源、独立的集中空调系统, 大堂和电梯厅分别采用空调箱或风机盘管。该系统加班时刻可不运行, 租户若有运行要求, 管理上需另行收费。

裙房另设置以空气源热泵为冷热源、独立的集中空调系统, 餐厅等分别采用空调箱或风机盘管。便于单独出租运行和运行计量。因受裙房屋顶面积限制, 其空气源热泵无法再设置冷却塔系统, 故未能采用创新的水冷系统。

### 5 空调系统形式

#### 5.1 空调水系统

(1) 裙房部分为两管制系统, 夏季供冷, 冬季供热。冷热水系统采用一次泵循环方式, 水泵采用变频运行方式, 根据空调负荷的变化进行运行调节, 实现节能。裙房水系统为异程形式, 各空调末端设电动调节与动态平衡一体阀。

(2) 办公楼水环为两管制系统, 为确保各多联机主机稳定运行, 水泵采用定流量运行方式, 水环水系统采用垂直异程和水平同程方式, 各层水平回水支管设静态平衡阀。根据水温, 由闭式冷却塔散热或由气源热泵机组补热。

(3) 大堂空调为两管制系统, 夏季供冷, 冬季供热。冷热水系统采用一次泵循环方式, 水泵采用变频运行方式, 根据空调负荷的变化进行运行调节, 实现节能。办公楼各层电梯厅风机盘管水系统采用垂直异程方式, 各层水平回水支管设压差平衡阀, 供水支管设静态平衡阀。大堂周边地板嵌入式风机盘管水系统采用水平同程方式。

(4) 裙房气源热泵机组和办公楼补热气源热泵机组水系统之间, 设切换管和切换阀, 并设计量措施, 实现互为备用, 以备设备故障检修之需, 增加系统可靠性。

#### 5.2 空调风系统

(1) 裙房餐饮等采用集中式低速风道空调系统, 由空气处理机组独立处理新、回风, 部分系统风机设变频器, 在部分负荷时, 变风量节能运行。

(2) 裙房小空间功能用房设吊装空调器, 自带新风。

(3) 办公楼一层大堂, 设集中式低速风道空调系统, 由空调机组独立处理新、回风, 均匀顶送, 下部集中回风。另沿周边外窗地板设地板嵌入式风

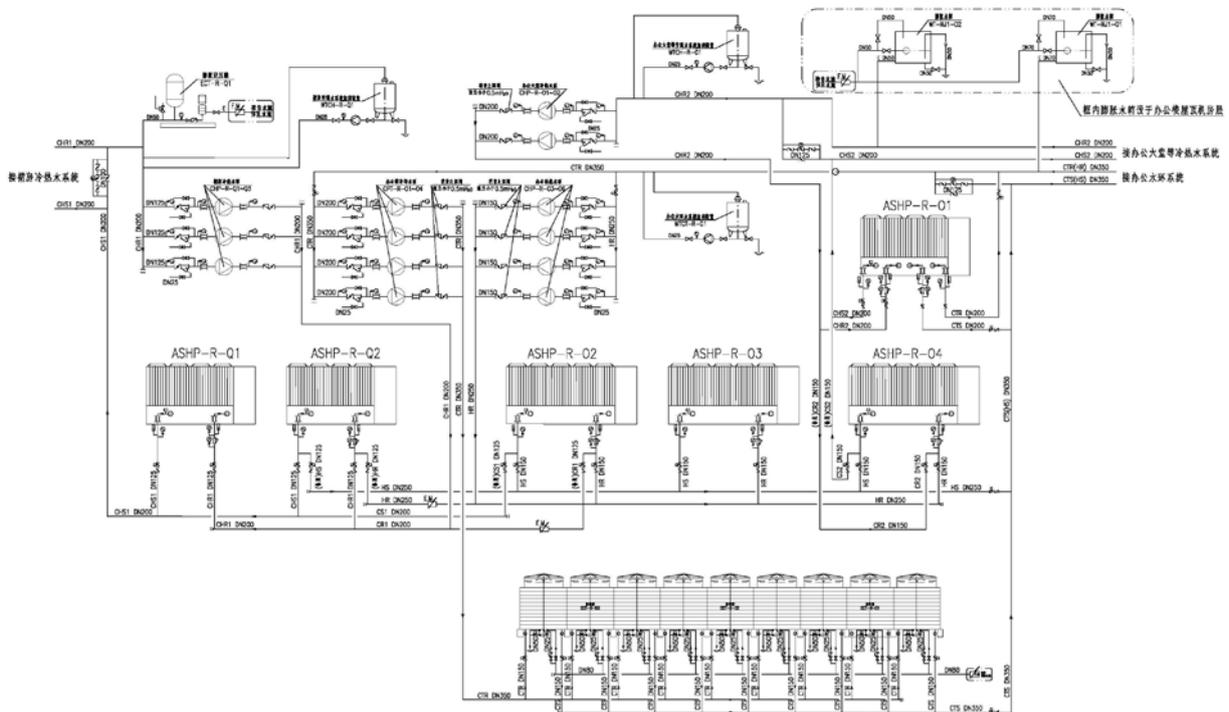


图2 空调冷热源水系统原理图

注：ASHP-R-O1 为大堂空调空气源热泵；ASHP-R-O2~O4 为办公空调补热空气源热泵；ASHP-R-Q1~Q2 为裙房空调空气源热泵。

机盘管下送风，增加高大空间冬季空调的舒适度。

(4) 办公层各办公单元，均采用吊顶式可接管室内机。

(5) 办公楼各层设热泵热回收型直接蒸发式新风机，新风自竖井取风，经新风机组处理后送至各办公单元内区，各层水平总管中设定风量阀，冬季采用高压喷雾加湿器加湿。

(6) 办公楼各层办公室排风，经热泵热回收型直接蒸发式新风机组内的排风机排入竖井后至屋顶排放，各层水平总管中设定风量阀。

(7) 各集中式空调系统空调箱内设空气净化装置。

(8) 办公楼各层电梯厅等采用风机盘管。

## 6 通风、防排烟及空调自控设计

### 6.1 通风系统

(1) 地下一层车库采用机械排风，自然补风；地下二、三车库，因层高较低，采用诱导风机结合机械排风，机械补风。

(2) 变配电间、水泵房等各设备用房，送、排风系统独立设置。

(3) 发电机房设排风，排除机房余热，自然补风；油箱间设排风，并采用防爆风机。

(4) 各空调区域的通风，结合空调系统实施。大空间功能场所，设排风机排风；小房间，以送新风为主，渗透排风或卫生间排风。办公楼设集中的排风系统。

(5) 各卫生间、茶水间、淋浴间均设通风器和集中的排风机接力排风。

(6) 各厨房预留送、排风机及相关井道。对于地下厨房或无外窗厨房，设独立的事故通风系统。

(7) 对于设有气体灭火的房间及气体灭火机房，设排风系统，采用下排风方式。

### 6.2 防排烟系统

(1) 地下、地上按规范需排烟的各功能场所，如走廊、餐饮、办公等，均设机械排烟系统，其中，办公楼二十二层按上海规程设消防补风系统，其余

分单元的各办公层预留补风，以备合并单元出租的可能，其他均为自然补风。

(2) 汽车库，利用平时通风机兼作机械排烟及补风系统，地下一层利用车道自然补风。

(3) 办公楼各疏散楼梯间的地下、地上部分，均分别设置机械加压系统，

(4) 裙房各疏散楼梯间的地下部分均采用机械加压系统，地上部分，均采用自然排烟方式。

(5) 办公楼疏散楼梯间与消防电梯的合用前室，设正压送风系统。

### 6.3 空调自控

所有的空调、通风系统均设置自动控制系统。除风机盘管、通风器外，均纳入BAS楼宇自控系统进行启停、运行和节能控制，包括相关条件参数和控制参数的检测、运行节能控制、设备运行状态显示、手自动转换、工况转换、故障报警、相关联动控制、能量计量、运行数据记录等。

除常规自控外，本工程办公楼冬季补热气源热泵机组供水管设有热水出水温度控制。办公楼各单元水环直接蒸发式可变量分体多联机主机水路均设流量开关，确保主机运行安全。

## 7 心得与体会

2015年12月，本项目所在的黄浦区发改委委托必维国际检验集团对大厦的能耗进行了审计，结果显示，从2014年12月至2015年11月，大厦全年总能耗为5151060kW·h/年，全年单位面积能耗约为66.5kW·h/m<sup>2</sup>a（入住率为80%左右），与64个抽样的大型公共建筑能耗指标样本中，办公建筑的全年单位面积能耗值103kW·h/m<sup>2</sup>a至119kW·h/m<sup>2</sup>a相比，金外滩国际广场的能耗较低，即便按推算入住率由80%至100%的能耗上升，仍然具有很大优势。

对比国家《建筑能耗标准》征求意见稿中夏热冬冷地区办公建筑的全年单位面积能耗标准，如下表（引用）所示：

表2 夏热冬冷地区办公建筑能耗指标（B类）

建筑分类	指标单位	约束性指标值	引导性指标值
国家机关办公建筑	单位建筑面积 年综合电耗	90	65
非国家机关办公建筑	kW·h/(m <sup>2</sup> ·a)	110	80

按标准对公共建筑的分类，金外滩国际广场属于体量较大、难以自然通风，采用集中空调、机械送新风和排风的B类，其全年单位面积能耗值66.5kW·h/m<sup>2</sup>a，明显低于110kW·h/m<sup>2</sup>a的约束性指标，按入住率推算，也有望达到或优于80kW·h/m<sup>2</sup>a的引导性指标。可见，实际的节能效果良好。

从必维能源审计报告中对于楼宇自控系统的核查结果看，当时大厦的自控调试还存在五方面的问题，尚未完全达到设计要求，若完成整改尚可增加空调节能量，必维估测若调试实现设计意图，约有9%的节能空间。

从2015年6月到2016年6月，入住率由80%上升至97%以上，提高了21.3%，但同期电费账单对比来看，总用电量分别为492000kW·h和581640kW·h，上升了18.2%，上升幅度低于入住率，而当时大厦的空调自控整改调试工作仍在进行中，尚未显现应有的效果，因此可以预见，在空调自控调试符合设计要求后，节能量可进一步提高，有望达到或优于80kW·h/m<sup>2</sup>a的引导性指标。

本工程最终超过业主LEED银奖的预期目标，获得LEED金奖认证；检测审计说明实际运行也基本达到了设计预期的节能效果。这源于本工程空调设计，实现了多项技术创新。

其中，空气源热泵夏季水冷系统与制冷机组冷凝热回收系统同源，但技术相同而出发点和效果悬殊，实现了冷凝热回收被动节能方式向空气源热泵夏季水冷主动节能方式的转变，相比而言，可节能领域、可节能量大幅扩展，凡是使用空气源热泵用于夏季空调的场合均可采用，系统简单，而所增加的成本极低，投入产出比极高。在本项目的推进过程中，得到了业主的支持，这是创新得以实现的关键因素和需要致谢的地方！在该技术的后续其他推广应用过程中，曾遭遇不同方面、不同原因的不同境遇，或受阻或“夭折”，实为可惜，体现了新技术在被专业和社会领域接受的过程中，所存在的、难以避免的传统习惯思维的阻力，还需要时间来消除化解。但该技术的推广发展和节能贡献无疑将是必然的。

此外，采用空气源热泵冬季为水环分体多联机空调系统补热，极大扩展了该系统的应用场合。空气是取之不尽，用之不竭的。相当于在只能随缘的利用水源或地源补热的途径之外，找到了除少数严寒地区之外可以随意利用的补热方式。而这一方式的推广应用，也需要建立在对采用非余热热网、尤其是锅炉补热系增加能耗的正确认识，就目前而言，国内这类耗能补热应用的案例仍屡见不鲜，迷途知返同样需要时间。



# 南京某商场中央空调系统 空气处理设备方案模拟分析

东南大学 张青 陈振乾

**摘要:** 本文以南京某商场为例, 基于 DeST-c 模拟软件, 首先对该商场的全年动态负荷进行模拟分析。运用全工况模拟方法, 对中央空调系统的空气处理系统在定风量系统、变风量系统、不同新风运行形式、不同热回收形式等控制条件下的运行工况进行模拟, 同时预测不同控制方案的全年运行效果和所需要的能耗。通过对不同的方案的满意率以及能耗模拟结果的对比来确定针对该商场中央空调系统的最优的空气处理设备方案。

**关键词:** 定风量系统; 变风量系统; 定新风量; 变新风量; 全热回收; 显热回收

## 0 引言

空气处理设备是为了满足室内热湿环境的需要, 对送入室内的空气进行冷却、加热、除湿、加湿等处理的主要设备。空气处理设备的组成和运行方式决定了是否能够处理出室内需要的送风状态, 从而直接影响系统所负责房间的室内热湿状况, 同时空气处理过程会消耗大量的能量。因此空气处理设备的方案设计是空调系统设计过程中非常重要的一个环节, 空气处理设备方案的选择直接决定了系统的运行效果和能耗。本文利用 DeST-c 软件模拟并优化了南京某商场中央空调系统空气处理设备方案。

## 1 建筑概况及全年动态负荷模拟

### 1.1 建筑概况

以位于南京的某商场为例, 该商场建筑面积为 12022.25m<sup>2</sup>, 共 5 层, 一层层高为 5.4m, 其他楼层高度为 5.2m。空调房间性质为商场、门厅。

外墙传热系数为 0.78W/(m<sup>2</sup>·K), 外窗为高透光

Low-E 玻璃, 传热系数为 2.4W/(m<sup>2</sup>·K), 遮阳系数为 0.56, 窗墙比为 0.5。室内的热扰情况如表 1 所示<sup>[1]</sup>。

### 1.2 建筑全年动态负荷模拟

利用 DeST-c 对该建筑全年 8760 个小时进行全年冷热负荷的动态计算, 其全年逐时冷热负荷逐时曲线如图 3 所示。由图 3 可以看出, 全年冷负荷时间较热负荷大很多, 并且供冷时间较长, 设置供冷时间为 4 月 1 日至 11 月 31 日。

## 2 全空气系统方案模拟分析

该商场每层由一个全空气系统控制, 以二层标准层为例, 设系统送风换气次数为 1~5h<sup>-1</sup>, 最小新风比为 0.17, 由于商场室内人员发热量较大, 且南向有较大的外窗, 因此即使是在冬季也有一定时间需要供冷<sup>[2]</sup>。

要求的送风温湿度为 t<sub>s</sub>, d<sub>s</sub>, 空气出口温度满意范围为 [t<sub>s</sub>-0.5, t<sub>s</sub>+0.5], 含湿量满意范围为 [d<sub>s</sub>-0.5, d<sub>s</sub>+0.5]。对定风量系统和变风量系统, 分别模拟分

表 1 室内热扰参数表

	夏季		冬季		新风量/(m <sup>3</sup> /(人·h))	灯光/(W/m <sup>2</sup> )	人员/(m <sup>2</sup> /人)	设备/(W/m <sup>2</sup> )
	干球温度/(°C)	相对湿度/%	干球温度/(°C)	相对湿度/%				
商场	26~28	60~65	16~18	40~60	20	45	4	13

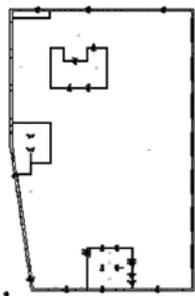


图 1 标准层平面图

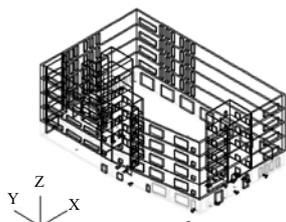


图 2 建筑的 DeST 立体模型

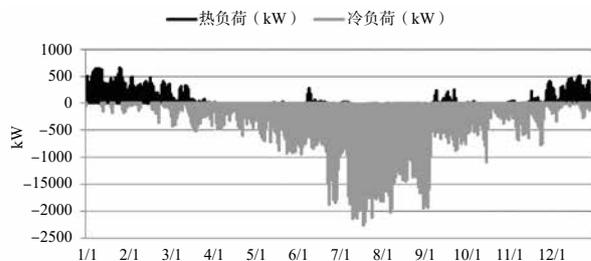


图 3 建筑全年逐时冷热负荷

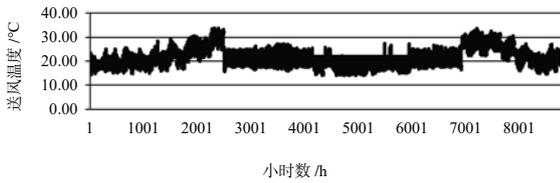


图4 标准层定风量系统全年逐时送风温度

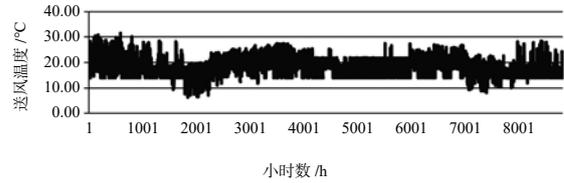


图5 标准层变风量系统全年逐时送风温度

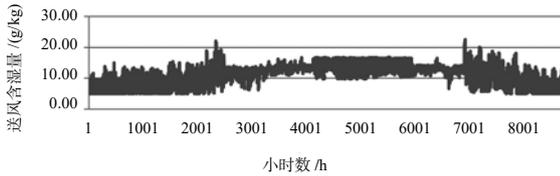


图6 标准层定风量系统全年逐时送风含湿量

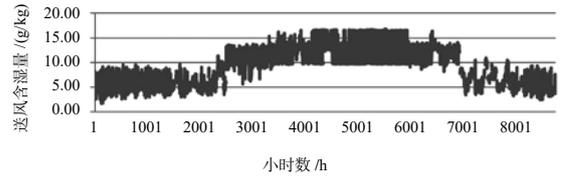


图7 标准层变风量系统全年逐时送风含湿量

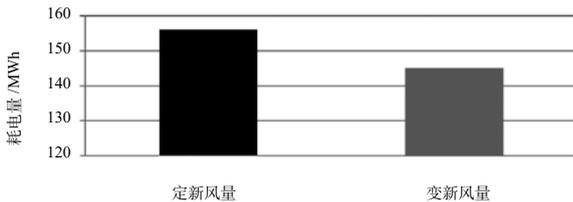


图8 不同新风运行方式能耗对比

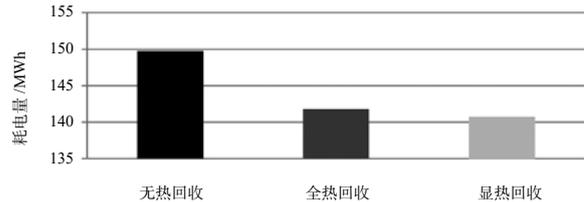


图9 不同热回收形式能耗对比

析空气处理设备的满意率情况，即有多少小时此空气处理设备不能满足系统的送风温湿度要求<sup>[2]</sup>。两种空气处理方案的运行效果如表2、图4、图5、图6、图7所示。

表2 定风量系统和变风量系统空气处理效果对比

系统形式	系统全年满意小时数	分区满意小时数	空气处理满意小时数
定风量系统	6424	7010	6437
变风量系统	7324	8497	7409

由以上模拟可知，变风量系统全年满意时数比定风量系统多，且送风温度和送风含湿量比定风量系统稳定，因此选择变风量系统更为合理。

### 3 空气处理设备方案能耗模拟分析

#### 3.1 不同新风运行方式模拟分析

对于变风量全空气系统，分别对定新风量运行方式和变新风量运行方式进行模拟，比较其能耗情况。其中，变新风量范围为从最小新风量到全新风。空气出口温度满意范围为 $[ts-0.5, ts+0.5]$ 、含湿量满意范围为 $[ds-0.5, ds+0.5]$ 。

由图8可知，对本文研究的系统，相对定新风运行方式，变新风运行方式能在一定程度上降低系统运行能耗，空调季累计节能7.5%左右。这和系统

要求的送风温度、湿度范围有关。从温度角度看，室外新风温度与送风温度接近时，可以增大新风量运行，减小处理空气的显热能耗，但这些时刻的新风含湿量可能与送风点要求有一定差距，因此增加了加湿、除湿的能耗<sup>[3]</sup>，所以综合起来看，这个系统变新风运行只能在一定程度上起到节能作用。

#### 3.2 不同热回收形式模拟分析

根据上面模拟结果，选用变新风运行方式，模拟该全空气系统显热回收与全热回收的处理过程。设显热回收器回收温度效率、全热回收器温度效率和湿度效率均为0.7。

由图9可知，显热回收与全热回收效果相差不多，显热回收较全热回收稍微节能一些。

显热回收使得新风的混风点与无热回收时相比显著提高，减少了空气需要的加热量。而全热回收尽管提高了新风进入混风室时的温度，但是同时使得新风的含湿量也大大提高了，这样为了保证送风的湿度值，不得不增加新风量，使得最终与回风混合后的状态点温度比显热回收时稍低，增加了空气加热量<sup>[3]</sup>。

(下转 49 页)

# 双冷源温湿度独立调节系统在某办公楼中的应用探讨

山东省建筑设计研究院 张士松 李向东

**摘要:** 本文描述了在济南某办公楼中,采用基于内冷式双冷源独立除湿技术的温湿度独立控制空调系统的设计方法及系统组成。采用高温冷水与低温热水来进行供冷与供热,从而在根本上降低了空调系统的能耗水平,以实现整个空调能源系统的节能运行。结果表明内冷式双冷源独立除湿技术无论是从舒适性,还是从节能效果上都有良好的表现。

**关键词:** 温湿度分控系统;地源热泵;内冷式双冷源;干式风机盘管

## 0 引言

温湿度独立控制空调系统是采用两种不同温度的冷水分别控制和调节室内的温度和湿度,以减少常规系统中温湿度联合处理所带来的能源浪费和空气品质的降低<sup>[1]</sup>。因其节能型与先进性,近几年得到了广泛的应用。在温湿度独立调节系统中,新风处理是关键因素。新风处理的方式可分为:冷冻除湿、转轮除湿、溶液除湿、双冷源除湿等方式。本文所述工程采用了地理管地源热泵系统和空气源热泵系统相结合的空调冷热源方式,新风处理采用双冷源独立除湿新风机组。

## 1 工程概况

本工程为某事业单位综合业务楼,位于山东省济南市。建筑物的概况如表1。

## 2 负荷计算分析

本工程采用 BECH2014 负荷模拟软件对建筑物进行了动态负荷的模拟,图1为 BECH2014 负荷模拟软件生成的办公楼三维视图,室外设计参数如表2所示,室内热扰设定如表3所示。

计算得到建筑全年各月耗冷量和耗热量如图2所示,设计日冷热负荷如图3。

根据负荷计算结果,本建筑空调总冷负荷 3123.2kW,单位建筑面积冷负荷 74.5W/m<sup>2</sup>,冷负荷中,干式风机盘管承担显热负荷为 1545kW,新风负荷 1151kW,室内潜热负荷 427.2kW。本建筑空调总热负荷 2341.5kW,单位建筑面积热负荷 56.1W/m<sup>2</sup>,其中建筑热负荷 1541.5kW,新风负荷 800kW。



图1 办公楼计算模型

表1 办公楼工程概况

结构性式	采用钢筋混凝土框架-剪力墙结构,主楼为桩筏基础,主体东西向		
建筑面积	41918.83m <sup>2</sup>		
建筑高度	主楼 96.15m,裙楼 16.45m		
建筑层数	地下2层,地上22层		
各层房间主要功能	地下2层为车库,1~3层为大堂、展厅、会议中心等;4层~22层为办公室		
空调系统形式	干式风机盘管+新风 温湿度独立控制(双冷源新风机组)		

表2 室外设计计算参数

参数	单位	冬季	夏季
大气压力	hPa	1019.1	997.9
通风计算温度	°C	-0.4	30.9
室外平均风速	m/s	2.9	2.8
室外计算干球温度	°C	-7.7	34.7
室外计算湿球温度	°C	—	26.8
室外计算含湿量	g/kg	—	19.1

表3 室内热扰设定参数

参数	单位	冬季	夏季
室内设计温度	°C	18	26
室内相对湿度	%	50	60
室内计算含湿量	g/kg	—	12.8

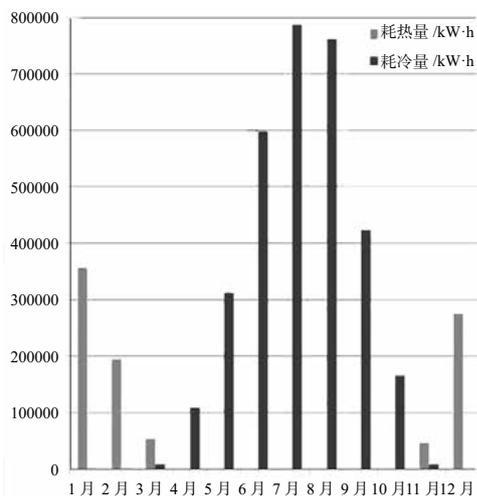


图2 各月耗冷量和耗热量

### 3 冷热源设计

根据《岩土热响应测试报告》<sup>[2]</sup>的结果以及室外埋管场地面积等因素，地源热泵系统不能全部承担本楼的所有冷负荷，因此夏季高温冷源分为两部分设计：分别由位于地下二层制冷机房内的2台螺杆式高温冷水地源热泵机组和位于裙房屋顶的2台螺杆式高温冷水空气源热泵机组组成。新风采用内冷式双冷源新风机组处理（室内排风冷凝、外接冷却水冷凝）。地源热泵部分选用2台螺杆式高温冷水地源热泵机组，每台设计工况制冷量1159.1kW（约330RT），供冷时冷水供回水温度14/19℃；制热量1030kW，供热时热水供回水温度45/40℃。空气源热泵部分选用2台螺杆式高温冷水空气源热泵机组，每台设计工况下制冷量520kW（约150RT）。

本工程拟选用地源热泵作为空调系统冷热源夏季负担显热冷负荷（1545kW）以及带走水冷式双冷源新风机组的冷凝负荷（66kW），双冷源新风机组的预冷负荷（363kW），总计1974kW；冬季负担全部空调负荷（2341.5kW）。根据项目可打井区域，室外地埋管换热器共设521个钻孔，钻孔间的间距为4m，钻孔直径为150mm，钻孔内设置双U型地埋管换热器，换热器单孔有效深度设计为90m，实际有效换热长度为46890m。依据《岩土热响应测试报告》的结果，埋管区域夏季每米孔深向地下释放的热量为52~56W/m，换热量总计2532kW。

### 4 空调冷热源系统流程图

如图4所示，空调系统冷热源由地埋管地源热泵与空气源热泵相结合形式，系统在冬季、夏季各有不同的运行工况：

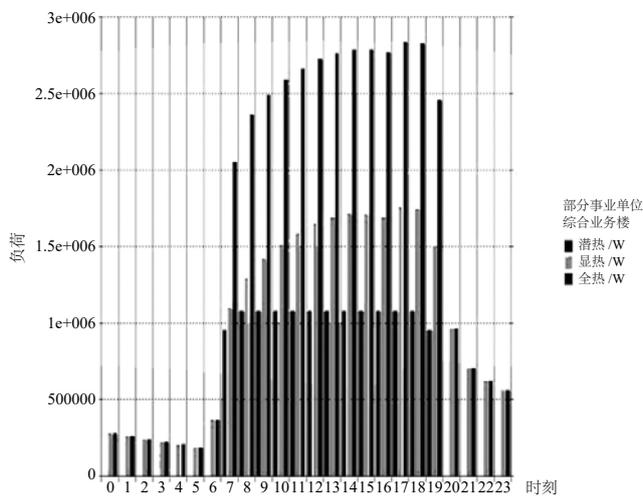


图3 设计日冷热负荷

（1）冬季，供暖以地埋管地源热泵机组为主，空气源热泵机组为辅，此时阀门V、V2、V7、V8、V9、V10关闭，其余打开，地埋管和空气源热泵器共同承担建筑物的冬季供暖需求，系统联合运行。

（2）夏季，供冷以地埋管地源热泵机组为主，空气源热泵机组为辅，此时阀门V3、V4、V5、V6关闭，其余打开。地源热泵作为建筑物的主要供冷冷源，同时地埋管换热器作为双冷源新风机组中，直接蒸发冷却系统的冷凝热的冷却系统，提供28/33℃冷却水，可增加双冷源新风机组的冷却效率，并可以省去冷却塔的设置。

## 5 基于双冷源的温湿度独立控制空调系统设计

### 5.1 原理

详见图5~8。

### 5.2 内冷式双冷源空调系统设计

新风全部的冷负荷、湿负荷、室内全部湿负荷及少量显热负荷均由内冷式双冷源独立除湿新风机组负担。四层以上各楼层的新风机组采用全热回收型内冷式双冷源新风机组，新风在经全热回收装置预冷后，还要经过前后两组盘管进行冷却除湿。前盘管为冷（热）水盘管，夏季以高温冷水为冷媒，用于新风预冷处理。后盘管为直接蒸发盘管，用于新风深度除湿。机组新风侧设有回热装置，送风温度根据负荷计算需要进行设定。机组排风侧，排风在经全热回收后，还要经过一个蒸发冷却系统，对排风进行二次全热回收，同时带走除湿冷源的冷凝热。排风热回收效率大于80%。室内其余的显热负荷由干式风机盘管机组负担，冷源来自地源热泵机组与空气源热泵机组提供的14/19℃高温冷水。

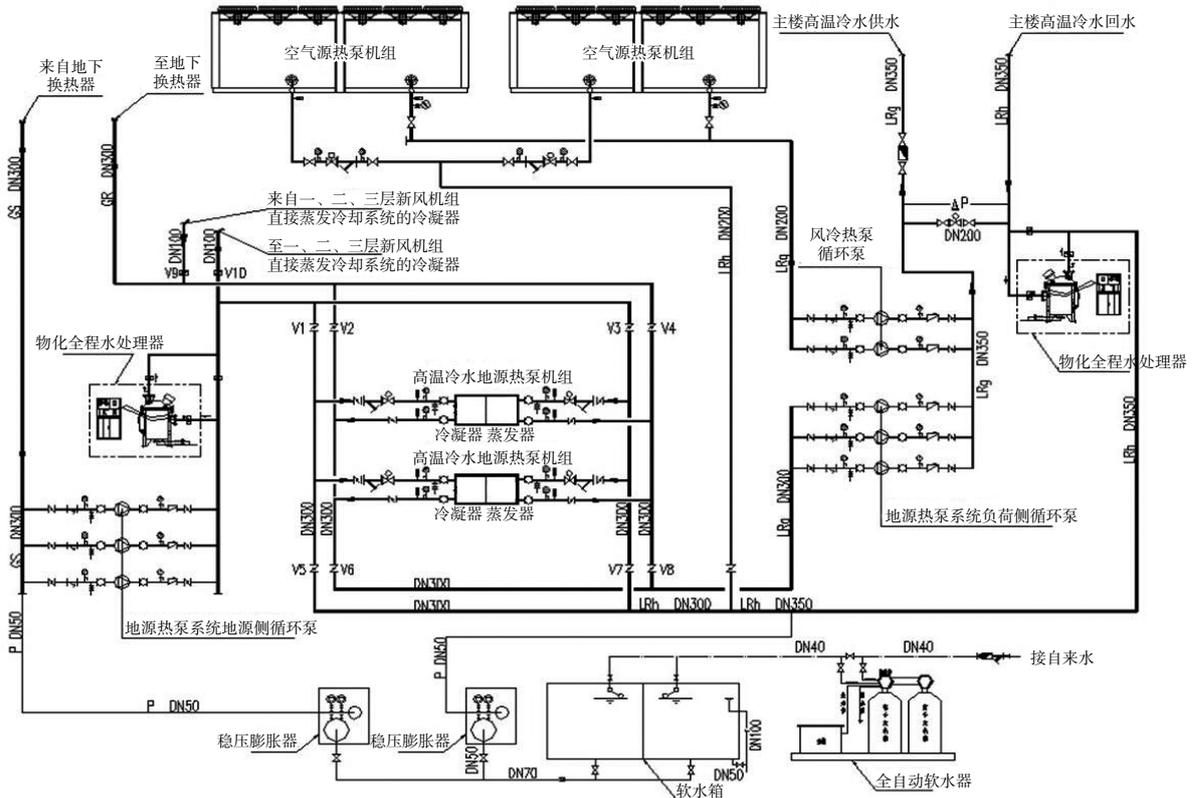


图4 空调冷热源系统流程图

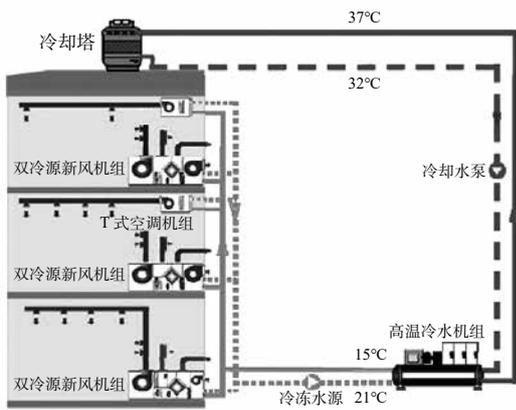


图5 内冷式双冷源温湿分控空调系统

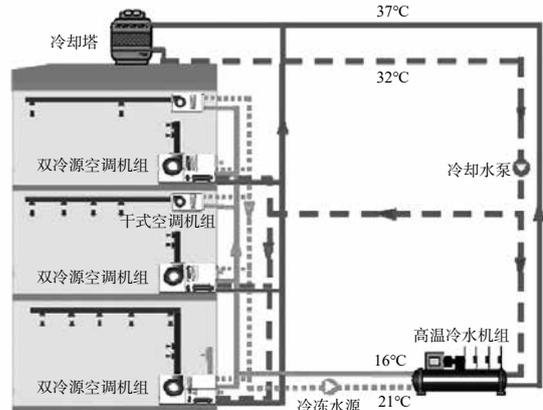


图6 水冷式双冷源分控空调系统

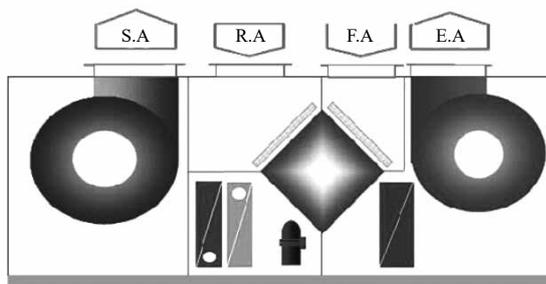


图7 全热回收型内冷式双冷源新风机组

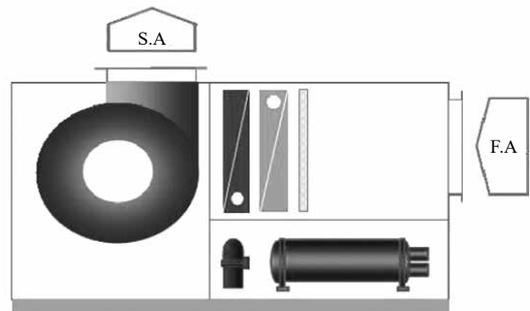


图8 水冷式双冷源新风机组

由于干式风机盘管机组的夏季工况并不是靠设备本身保证的,而是由冷冻水供水温度与进风工况的相对关系决定的。为应对室内人员变化、开窗、新风渗透等因素,防止使用过程中极限工况下短时间凝水和机组检修时排水,干式风机盘管机组采用自带水盘的产品。

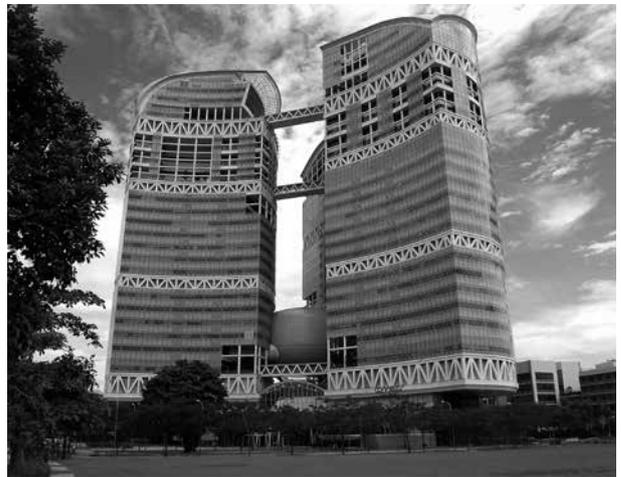
一至三层大空间部分新风机组采用水冷式除湿新风机组,前、后两组盘管的设置与上述机组相同,但直接蒸发冷却系统的冷凝热由冷却水系统带走,本设计冷却水采用地源侧提供的 28/33℃ 冷却水。经除湿新风机组处理的干冷新风,送风参数可设定为温度 12~20℃,含湿量 7~12g/kg(室内状态含湿量为 12.8g/kg),从而确保风机盘管机组在干工况下运行。

冬季工况为:新风经全热回收装置预热后,利用前盘管的系统热水(冷热水两管制),对新风进行加热处理。在机组排风侧,排风在经全热回收后,直接排向室外。排风热回收效率大于 70%。

## 6 结论

(1) 设计过程中需对软件计算出的负荷统计和分析,分别统计出新风的显热负荷、潜热负荷、人体显热、潜热负荷、室内显热负荷等,为新风机组、高温冷源、埋管系统设计选择提供依据。

(2) 对新风机组部分应同时根据有关设计规范和节能标准,兼顾双冷源空调系统的最小新风量限值确定。对高温冷热源机组,需统计分析出所承担的新风机组中预冷负荷、建筑物内的干式风机盘管承担的室内显热负荷。把以上两部分负荷从整体负荷中分离出来,以便对高温机组和埋管地源侧埋管进行设计选择,是本系统设计过程中比较难处理



的方面。

(3) 因内冷式双冷源独立除湿技术的空调系统可采用高温型冷水机组,该类高温机组的 COP 均显著高于同类型常规冷水机组,对整个系统的节能效果上都有良好的表现。同时由于采用了内冷式的新风处理机组,高温冷源承担的负荷与常规方案相比,所需埋管数量减小,工程造价也相应降低。因此该系统具有节能、高效、可靠的特点。

### 参考文献

- [1] 汪文. 温湿度独立控制空调系统 [J]. 现代经济信息, 2009, 10.
- [2] 山东建筑大学地源热泵研究所 岩土热响应测试报告, 2012.01.
- [3] 刁乃仁, 方肇洪. 埋管地源热泵技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.40-42.
- [4] 刘晓华, 江亿等. 温湿度独立控制空调系统, 2006.

(上接 45 页)

## 4 结论

对于不同的工程案例,不同的空气处理设备方案对系统的满意率以及能耗影响很大,在设计中,往往不能直接确定哪些方案好、哪些方案不好,而是要通过全工况分析的方法,去分析设计的运行效果、能耗情况以及现有问题出在哪里,从而对症下药地改进设计,借助模拟分析的办法设计出高满意率同时又节能的方案<sup>[4]</sup>。本文通过模拟分析,对于南京某商场中央空调系统,采用变风量系统空气处理满意率最高,采用变新风量运行方式及显热回收

方式最节能。

### 参考文献

- [1] 专著: 电子工业部第十设计研究院. 空调调节设计手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995.
- [2] 期刊: 燕达, 张野, 江亿. 建筑环境设计模拟软件 DeST 第 7 讲 - 空气处理设备方案模拟分析. 暖通空调, 2005,35(1):49-58.
- [3] 专著: 赵荣义, 范存养, 薛殿华等编. 空气调节. 北京: 中国建筑工业出版社, 1994.
- [4] 期刊: 燕达, 宋芳婷, 江亿. 建筑环境设计模拟软件 DeST 第 6 讲 - 建筑环境控制方案模拟分析. 暖通空调, 2004,34(2):46-54.

# 沈阳地区土壤源热泵系统供热运行分析

沈阳建筑大学 市政与环境工程学院 于洋

**摘要:** 本论文在现有土壤源热泵技术理论研究的基础上,进一步探讨了在严寒地区采暖期内使用土壤源热泵系统供暖的土壤自然恢复情况下系统的长期运行特性。为了充分发挥土壤源热泵系统的应用潜能,确定热泵系统在某种系统形式下的最大使用年限。借用 TRNSYS 软件建立了土壤源热泵系统模型,并对系统各个性能参数进行了逐时仿真模拟。本文在沈阳地区选择某办公建筑作为模型,对系统进行初步设计,并在模拟软件中建立系统布局图。本文采用两种系统设计方案:以一套、两套地下埋管系统为变量条件,分析在两种情况下系统运行一个供热周期和多个周期后系统运行寿命情况。结果表明,拥有两套埋管换热器的系统要比拥有一套的多运行至少 20 年。

**关键词:** 土壤源热泵系统;埋管换热器;TRNSYS 模拟

## 0 引言

土壤源热泵系统通过输入少量的高品位能源实现低品位热能向高品位热能的转移<sup>[1]</sup>。在严寒地区由于建筑物冬夏负荷差异,在土壤源热泵系统的长期运行期间会引起土壤温度的逐年降低,尤其是严寒地区冬季热负荷远大于夏季冷负荷,这对于采用土壤源热泵系统的建筑来说,土壤热失衡问题更加严重,其不利于系统持续稳定的运行,已成为制约这项技术发展的关键所在。在现有研究的基础上<sup>[2-4]</sup>,本文采用两套系统进行对比分析,利用模拟软件对土壤源热泵系统进行长期运行分析,从而明确土壤热平衡问题关键所在。

## 1 建筑模型

本文以沈阳地区一栋三层的办公楼,其建筑平面图如图 1 所示。层高 4m 米,建筑占地面积约为 500m<sup>2</sup>,建筑面积约为 2000m<sup>2</sup>。

模型外围护结构各项参数均符合严寒地区公共建筑节能设计标准要求<sup>[5]</sup>。其围护结构主要参数如表 1 所示。该建筑冬季室内采暖设计计算温度为 18℃,系统每日运行时间为 8:00~18:00。

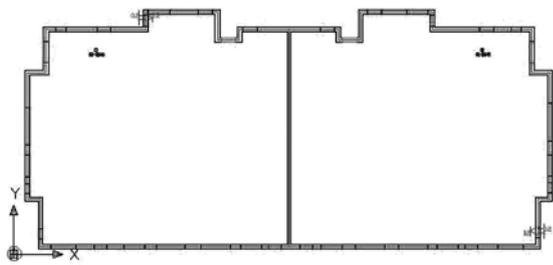


图 1 建筑平面图

表 1 围护结构主要参数

名称	外墙	外窗	楼板	地面	屋顶
传热系数 (W/m <sup>2</sup> ·K)	0.3	1.6	0.45	0.3	0.35

将上述参数输入至 DeST 模拟软件中,计算建筑在一个供暖期(即每年的 11 月 1 日至次年的 3 月 31 日)内的热负荷值,计算结果如图 2 示。分析结果表明,该办公楼的最大热负荷为 92514W,根据最大热负荷值选择特灵地源热泵,机组型号为 WPWE100,额定制热量为 107kW,制热功率为 30.1kW。负荷侧进/出水温度为 40/45℃。进、出水管接口均为 DN80,制热系数为 3.55。

## 2 土壤源热泵系统模型建立

本文利用 TRNSYS 模拟软件对土壤源热泵系统进行模拟分析,软件特点在于将整个系统分成若干个子模块,对各个模块进行定义后再将其“组装”到一起,对系统整体运行情况进行分析<sup>[6]</sup>。本系统中需要用到主要模块有:竖直 U 型管换热器 (Type557a)、水水换热型热泵 (Type668)、文件读取器 (Type9a)、供热季控制信号 (Type14k)、单速泵 (Type114)。

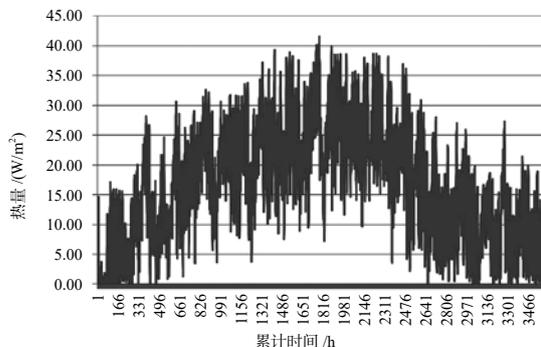


图 2 建筑逐时热负荷图

将 DeST 模拟软件计算出的负荷值通过文件读取器输入至 TRNSYS 中, 并对各个模块的相应参数进行设置, 之后在模拟软件中进行模块之间的链接, 如图 3 和图 4 所示, 建立两种土壤源热泵系统, 并对土壤平均温度、机组制热系数以及进出口水温进行分析。

### 3 系统模拟结果分析

#### 3.1 包含一套地埋管换热系统的土壤源热泵系统

在系统运行期间, 从图 5 中可以看出土壤平均温度的变化情况, 土壤初始温度为 7°C, 热泵机组不断从土壤中取热从开始到结束土壤平均温度降低至 5.4°C, 之后进入过渡季以及夏季, 土壤依靠自身恢复能力温度进行回升, 直到下一个供暖季开始, 土壤平均温度恢复到 6.2°C。从图中温度变化情况分析, 供热初期以及末期, 土壤温度变化较为平缓, 这是因为在这两段时间内, 建筑负荷值较小, 系统从土壤中吸收的热量也较小。而在中部, 由于建筑负荷较大值集中于此, 所以机组从土壤中取热量也较大, 土壤温度变化曲线也较为陡峭。

在土壤恢复期间, 温度从 5.4°C 回升至 6.2°C, 总体回升了 0.8°C。虽然系统过渡季不从土壤取热, 夏季土壤表面温度对其也有一定的影响, 但总体来说, 在当前负荷条件下, 土壤自身恢复能力较小。

图 6 给出了一个采暖季内, 土壤源热泵系统地埋管进出口流体温度曲线分布。从图中可以看出, 换热器出口温度从 7°C 降低到 -1.69°C, 共降低了 8.69°C; 进口温度从 7°C 降低到 -5.05°C, 共降低了 12.05°C。随着时间的推移, 进、出口温度均有所降低至供暖中后期趋于平缓, 由于供暖末期建筑热负荷变小, 机组取热量随之减少, 所以进出口温度有所回升。在开始阶段, 地埋管进出口温差逐渐加大, 从 0°C 增加到 4°C, 而在 7100h 以后温差稳定在 4°C 左右, 这是因为此时室外温度较低, 热负荷较大值集中于此, 机组从土壤中取热量也加大所以进出口温差变大, 此时系统也进入稳定运行阶段。

从图 7 中可以看出系统在运行一个供热周期内系统的总能耗以及热泵机组的 COP 值对比变化趋势。影响热泵机组运行情况的因素有很多, 比如建筑热负荷、土壤初始温度、热泵机组负荷侧和热源

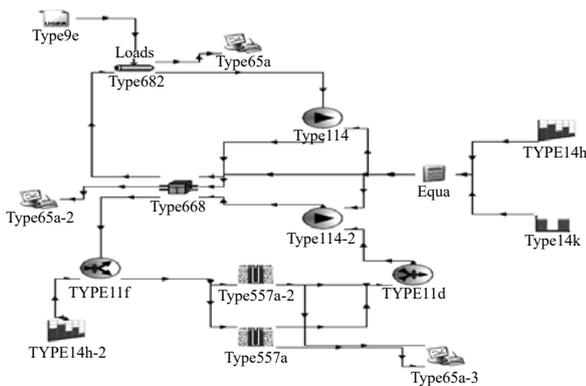


图 3 含有一套地埋管系统模

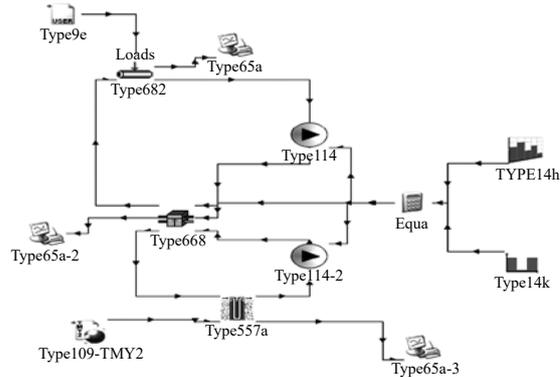


图 4 含有两套地埋管系统模拟图

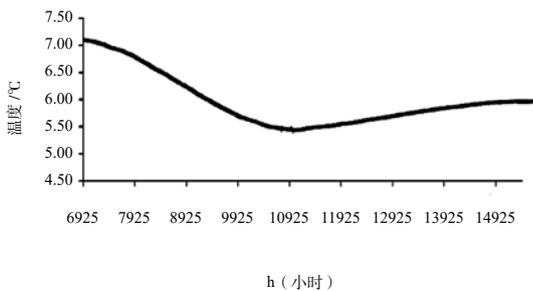


图 5 一年内土壤平均温度变化图

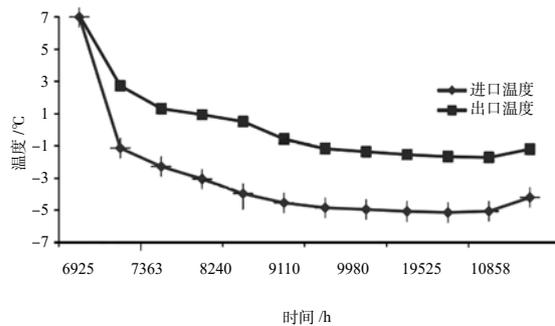


图 6 地埋管换热器进出口温度分布曲线图

侧的进水温度等。在供暖季初期及末期热泵机组的 COP 较高, 分别为 5.3 和 4.7, 供暖中期较低而且几乎不变维持在 3.8。而对于系统总耗能主要来源于机组压缩机和水泵消耗的电能, 本系统中采用定频水泵, 所以引起能耗变化的主要是机组的能耗。从图中趋势来看, 机组 COP 先降低后升高, 而总功耗正好相反, 这是因为埋管进口温度是先降低后升高的, 说明埋管进口温度对机组 COP 影响较大。

在整个系统刚开始运行的几年内, 土壤温度在自身恢复情况下, 虽然冬季取热量大, 但土壤初始温度足以应对开始几年温度的降低, 但随着运行年限的增高, 土壤温度不断降低, 在如此巨大的冬季吸热量条件下, 仅仅依靠土壤自身恢复不足以维持土壤源热泵系统长期稳定的运行。随着运行时间不断增加, 土壤冷堆积现象愈发严重, 而从土壤取热也逐渐困难, 在可以运行的最后几年, 土壤平均温度降低至零下以后, 机组运行条件及其恶劣, 为了满足建筑热负荷要求, 热泵机组所耗的功率是非常巨大的, 有时甚至还会引起机组的停机如图 8 所示。从图中可看出机组 COP 值逐年下降, 由开始的 5.3

降低至第 20 年的 1.3, 并且趋势逐渐减缓。系统总能耗则逐年升高, 从开始运行时的 20kW 升高至第二十年的 60kW, 升高趋势也逐年减缓。这说明随着土壤温度的逐年降低, 要想满足建筑热负荷要求用土壤中吸取相同的热量, 则需要增加系统轴功能耗来达到目的, 这就使得热泵机组的性能逐年降低, 效率下降。从图中可以看出机组在 15 年内可以保证正常的运行。

本方案中土壤源热泵带有一套地下埋管换热器, 模拟结果表明, 土壤平均温度在采暖期下降较为明显, 共下降 1.6°C, 依靠土壤自身能力自然恢复半年, 土壤平均温度回升了 0.8°C, 综合来看有 0.8°C 的降温, 这样下去不利于系统长期稳定的运行。埋管换热器出口温度变化趋势与采暖期土壤平均温度一致, 从最初的 7°C 降到了 -1.69°C。热泵机组的 COP 与系统总功耗变化趋势正好相反, 机组 COP 在整个供暖初期和末期较高中期较小, 但总体保持在一个较高的水平。由此可以看出, 在系统第一个运行周期内, 土壤平均温度虽然有所降低但数值上仍然较高, 机组 COP 也是如此, 体现出土壤源热泵系统优良的节能特性。

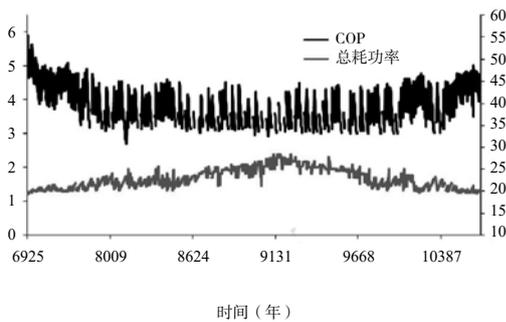


图 7 热泵机组 cop 值及系统总耗能

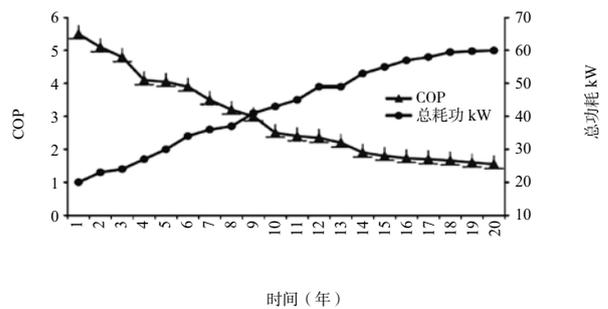


图 8 系统运行 20 年机组 cop 及能耗分析图

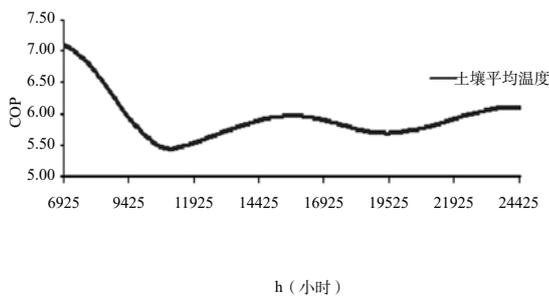


图 9 两套埋管系统运行两个周期时第一套埋管附近土壤温度

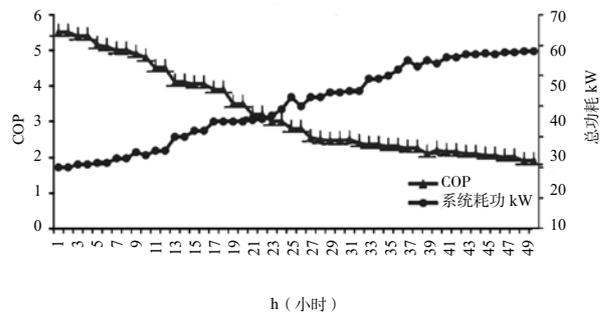


图 10 系统运行 50 年机组 cop 及能耗分析图

### 3.2 包含两套埋管换热系统的土壤源热泵系统

图9显示的是两个供暖期内第一套埋管系统附近土壤的平均温度的变化趋势。由图中可以看出,在第一个供暖期内,土壤平均温度变化趋势与只包含一套埋管系统方案一致,土壤平均温度从最初的 $7^{\circ}\text{C}$ 降到 $5.45^{\circ}\text{C}$ ,降低了 $1.65^{\circ}\text{C}$ 。第一个自然恢复期过后,土壤温度依靠自身能力有一定的回升,在进入第二个供暖期时,系统根据输入信号从第二套埋管系统取热,第一套埋管附近的土壤依然在恢复阶段。土壤平均温度由 $5.45^{\circ}\text{C}$ 升高到 $6.01^{\circ}\text{C}$ 后出现了下降趋势,这是因为第二套埋管系统附近土壤温度降低,土壤自然散热造成,该供暖期结束后土壤温度为 $5.69^{\circ}\text{C}$ 。供暖期结束后加上太阳辐射延迟波作用,土壤又出现上升趋势,最后达 $6.3^{\circ}\text{C}$ 。综合来看,在整个恢复期内,土壤温度共回升了 $0.71^{\circ}\text{C}$ 。

图10显示出在系统运行50年内,热泵机组COP与系统总耗电变化的趋势恰好相反,机组COP随时间逐渐降低。机组COP从开始的5.3降低到了1.8。热泵系统的埋管从两块土壤中交替取热,一开始由于土壤的温度较高且恢复时间相对于方案一有所增加,机组COP保持在一个较高的水平,基本保持在5以上,同时系统总耗电也较小;在中间阶段,土壤温度明显降低且恢复的效果不明显,机组运行工况变得恶劣,这段时间COP出现了明显的下降,而系统总耗电逐渐增加,从开始的 $21\text{kW}$ 升高到了 $45\text{kW}$ ;模拟期间的最后几年,机组COP下降趋势逐渐减缓,基本保持在1.9左右,这是由于机组长时间按从土壤中取热使得土壤平均温度逐年降低,土壤初始温度的降低使机组取热变得困难,从图中可以看出机组最后耗电高达 $58\text{kW}$ ,机组处于极其恶劣的工作条件下,长期运行下去会引起机组停机。从图中可以看出保证机组正常运行的运行年限大致在40年左右。

## 4 结论

(1) 方案一中土壤源热泵系统长期运行模拟数据分析表明,土壤平均温度逐年降低且下降趋势逐渐变缓但最终将达到平衡,在第20年以后土壤温度已经降到了 $-2.59^{\circ}\text{C}$ 。埋管换热器出口温度随着系统长期运行而下降,趋势比较明显,在第16年供暖中期介质温度已经降到了 $-8^{\circ}\text{C}$ ,随后的几年内,埋管出口温度普遍低于 $-8^{\circ}\text{C}$ ,此时机组运行条件恶劣,取热困难。机组COP的变化与土壤温度变化趋势相同,最后土壤平均温度降到了 $1.55^{\circ}\text{C}$ 左右,而此时系统总功耗巨大。很明显,长此以往整个系统



的运行会非常吃力,而且运行费用较高。在方案一中,系统可以正常运行16年左右。

(2) 在方案二中,土壤源热泵系统含有两套埋管,它们以年为周期分别从两块土壤中交替取热,这就相当于埋管换热器周围土壤在一个供暖季之后,有18个月的自然恢复时间。在第一个运行周期内,采暖期间土壤温度的变化趋势与方案一相同,而在之后的自然恢复阶段,土壤温度回升了 $0.8^{\circ}\text{C}$ 。从这可以看出虽然恢复时间增加至18个月,但由于土壤之间是联通的,土壤之间也会进行热传递,而且土壤平均温度也相对较高,所以其自然恢复的能力有限。

(3) 方案二中土壤源热泵系统运行模拟分析结果表明,土壤平均温度以及埋管出口温度曲线形态与方案一中的近似,但从总体来看方案二中的曲线变化过程要更加缓慢。20年以后土壤平均温度才开始趋于平缓,到第50年基本保持在 $-0.65^{\circ}\text{C}$ 左右不改变。43年开始土壤平均温度普遍低于 $-8^{\circ}\text{C}$ ,这与方案一向比较时间上有所延长,相当于每套换热器使用了20多年。这就可以看出方案二要比方案一的运行效果提升了很多。增加每组换热器周围土壤温度自然恢复的时间,对机组稳定长期运行影响较深。方案二中机组可正常运行40年。

### 参考文献

- [1] 胥晓昶,土壤源热泵的TRNSYS模拟与实验研究. 天津大学, 2008.
- [2] 谢鹏,混合式地源热泵系统不同控制策略的分析与比较. 武汉,华中科技大学, 2008.
- [3] 卫波,董华.土壤源热泵系统国内外研究状况及发展前景[J].建筑热能通风空调, 2003,40-45.
- [4] 刁乃仁,方肇兴.埋管地源热泵技术[M],高等教育出版社,2006,10-13.中国建筑科学研究院.《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015,中国建筑工业出版社, 2015.
- [5] 王一凡,基于TRNSYS17土壤源热泵系统供热供冷.吉林建筑大学, 2015,1-10.

# 基于 BIM 的协同设计 在地下车库管网综合项目中的应用

大连城建设计研究院有限公司 刘欣彤 王立成 孙宗贤

**摘要:** 本文分析了基于 BIM 协同设计的工作集模式和链接模式在管网综合项目中的应用。以大连星海湾金融商务区某地下三层车库管网综合项目为研究对象,利用 Revit 软件分别搭建建筑专业和机电专业 BIM 模型。建模阶段,建筑、机电专业内以工作集模式协同设计;BIM 模型应用阶段,将建筑模型链接到机电专业模型中,构成完整的建筑信息模型,实现全专业协同设计。结合 Naviswork 软件的碰撞检查功能,解决 BIM 机电模型的管线碰撞问题,优化管网综合设计方案,总结出基于 BIM 的协同设计在管网综合项目的设计流程,为 BIM 技术在管网综合项目中的应用提供参考。

**关键词:** BIM; 协同设计; 管网综合; 工作集模式; 链接模式

## 0 引言

随着我国建筑行业的快速发展,以及业主对项目建设标准的日益提高,BIM 技术在建筑工程项目中得到了广泛的应用。其中,基于 BIM 技术的协同设计功能和可视化功能解决了二维管网综合设计过程中存在的各专业之间缺少沟通,管线碰撞点无法确定和管线密集处二维图纸表达不清等诸多问题。BIM 技术的协同设计功能为各专业提供了统一的信息交流平台,将建筑、结构、机电各专业作为整体进行管网综合设计,保证各专业设计信息的共享,提高专业间沟通效率<sup>[1]</sup>。BIM 技术的可视化功能可直观地观察管线系统与建筑主体之间的相对空间位置,快速地查找到管线碰撞或管线布置不合理的位置,避免由于管线碰撞造成的现场返工。

本文采用基于 BIM 技术的 Revit 软件搭建了大连星海湾金融商务区某地下三层车库和超市项目的全专业 BIM 模型,结合 Naviswork 软件的碰撞检测功能解决机电专业的管线碰撞问题,优化管网综合三维模型,最后实现全专业管网综合 BIM 出图。

## 1 协同设计的工作模式

基于 BIM 技术的 Revit 软件为协同设计提供了链接模式和工作集模式两种协同工作模式。工作集模式是一种实时协同设计模式,工作组成员对同一 BIM 模型进行设计,成员间可借用和修改属于对方的图元进行交叉设计,通过模型信息的实时同步,满足工作集之间信息共享<sup>[2]</sup>。链接模式是一种外部链接方式,模型与链接模型之间相互独立,链接模型只作为可视化和空间定位的参考。

基于 BIM 技术的管网综合设计在于解决机电各专业之间管线碰撞,因此,机电专业内的给排水、

暖通、电气专业在一个中心文件内协同设计。机电 BIM 模型创建阶段,通过工作集同步的模式更新机电中心文件模型信息;碰撞检测阶段,各工作集之间可修改对方的图元,便于解决管线的碰撞。建筑模型与机电模型采用链接方式协同,以避免机电专业在建模阶段与建筑结构模型之间存在的不协调问题。建筑模型(包括结构梁、柱等结构构件)作为链接文件链接至机电模型中,构成完整的建筑信息模型,实现建筑、结构、机电全专业的协同设计。

## 2 协同设计在某管网综合项目中的应用

### 2.1 项目概况

大连星海湾金融商务区项目共地下三层,总面积为 89960m<sup>2</sup>。地下二、三层平时为车库功能,地下三层局部 12000m<sup>2</sup>战时为 6 级二等人员掩蔽所。其中,地下一层共 8 个防火分区,其中北侧三个防火分区为超市,其余五个防火分区为车库功能。地下二、三层层高为 4.2m,地下一层平均层高为 5.4m。车库上为 7 栋高层住宅和 3 栋独立公建。地下车库的管线和地上单体所有入户管线均布置在地下车库内,各类桥架、风管、水管种类繁多且分布密集,采用传统二维管网综合设计较为困难。经与业主沟通后,本项目采用基于 BIM 技术的 Revit 软件进行全专业的三维管网综合设计。

### 2.2 协同设计模式在项目中的应用

本项目信息模型的信息量较大,设计者根据建筑楼层将项目拆分成三部分,每楼层分别建立独立的建筑专业和机电专业中心文件,建筑和机电专业设计师在各自的中心文件内搭建 BIM 模型,机电专业内根据区域功能不同划分工作集,以开关工作集的方式显示各专业的模型信息,保证专业内的协同

设计。建筑模型和机电模型搭建完成后,建筑中心文件和机电中心文件以链接模式进行协同设计。本项目结合了链接模式和工作集模式两种不同的协同设计方式,以完成三维管线综合模型的搭建,模型碰撞检测和模型优化的目的。

## 2.3 Revit-MEP 模型的建立

### 2.3.1 创建项目样板

BIM 信息模型搭建之前,各专业制定符合设计院出图标准的项目样板和视图样板。其中,项目样板包括项目单位、项目信息、对象样式、填充样式、线性、线宽、线样式、尺寸标注样式,文字样式等常用设置。视图样板包括平面视图、剖面视图和三维视图等视图样板。制定完整清晰的样板文件,保证工作组成员设计标准的统一,省去后续重复性工作,提高 BIM 设计的效率和质量。

### 2.3.2 链接建筑模型

通过 Revit MEP 软件中的机电样板文件新建机电项目,并将建筑模型链接至机电模型内,链接过程中,定位时选择“自动—原点到原点”保证建筑模型和新建机电模型为同一个原点。通过“复制/监视”链接的建筑模型的轴网、标高,创建属于机电模型的楼层平面和楼层标高<sup>[3]</sup>。

### 2.3.3 工作集划分

中心文件工作集的创建可根据专业划分,可将机电模型划分为给排水、暖通、电气三个工作集,每个专业在各自的工作集内建模,此种划分工作集的方法适用于模型信息量较小,设计人员较少的工程。工作组成员也可据项目的系统分类划分工作集,比如,暖通专业的送排风系统划分一个工作集,采暖供回水系统划分一个工作集。本项目机电各专业的的设计内容主要按超市、车库和人防区功能不同划分。比较分析后,本项目地下一层超市区和车库区给排水、暖通、电气3个专业分别设置2名设计人员,划分6个工作集。地下二层仅为车库功能3个专业各设置1名设计人员,划分3个工作集;地下三层车库区和人防区3个专业各设置2名设计人员,划分6个工作集。

### 2.3.4 三维建模

占用各自工作集的成员将二维 CAD 图纸导入到 Revit MEP 相应的楼层平面视图中。根据二维图纸,在 Revit MEP 平面视图中绘制管道、风管、桥架等机电各专业的的设计内容,并赋予管线初始标高。BIM 建模之前,业主给出了地下管网综合施工单位的进场顺序,依次为消防单位、通风单位、电力单位、热力公司和自来水公司。机电建模的管线初始标高根据施工队的进场顺序设置,梁下 200mm 布置喷洒管道和消防主管,通风风管和电气桥架在喷洒管道下敷设,其余热力、给水等管道在管线的最下方。

## 2.4 碰撞检测与模型优化

### 2.4.1 碰撞检测

BIM 模型搭建完成后,结合 Naviswork 软件的碰撞检查功能对 BIM 模型进行碰撞检测。首先将机电模型与链接的建筑模型碰撞检测,解决机电模型与结构梁、柱的碰撞,管线穿剪力墙处,预留墙体开洞条件。机电专业之间的管线碰撞检测根据有压管让重力管,小管让大管的避让原则,确定出本项目管线避让优先级,依次为重力排水管、风管、大尺寸电气线槽和桥架、热力管道、消防干管、小尺寸电气线槽和桥架、压力给、排水管和喷洒管。根据管线避让优先级,对机电模型图元逐一碰撞。通过碰撞检测报告提供的碰撞图元 ID 号,修改碰撞点,经过多轮碰撞检测,解决管线所有的碰撞问题。本项目共解决管线碰撞点 4117 个,其中地下三层解决碰撞点 1623 个,地下二层解决碰撞点 1201 个,地下一层解决碰撞点 1293 个。表 1 列出地下一层管线碰撞顺序和碰撞点数量。

### 2.4.2 模型优化

在管线碰撞检测的基础上,进一步实现空间净高的优化,按照以下三个原则对 BIM 模型进行优化。(1)管道密集区域,通过剖面视图和三维视图综合分析管道的空间关系,保证管线空间关系表达更为清晰,如图 1 所示;(2)机电管线的综合布置应考虑预留管线安装及检修的空间,如图 2 所示;(3)相同专业的管线尽量布置在一起,便于现场支吊架的设置,减少工程造价,如图 3 所示。表 2 给出 BIM 优化前后主要区域空间最小净高对比。

表 1 地下一层管线碰撞顺序和碰撞点数量

碰撞检测次序	一	二	三	四	五
碰撞类型	重力排水管与风管	大尺寸电气线槽、桥架与热力管道	消防干管	大尺寸电气线槽、桥架	压力给、排水管道
碰撞点数量	4	17	312	194	237
碰撞检测次序	六	七	八	九	十
碰撞类型	重力排水管与喷洒	风管与喷洒	热力管道与喷洒	电气线槽、桥架与喷洒	压力给排水与喷洒
碰撞点数量	47	167	97	68	150

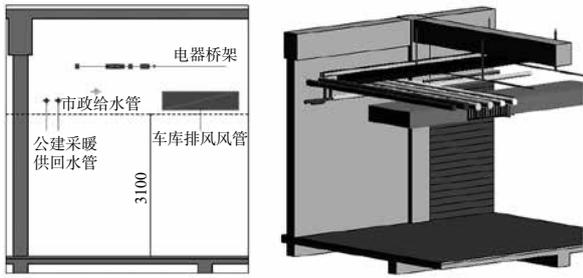


图 1 模型优化 1

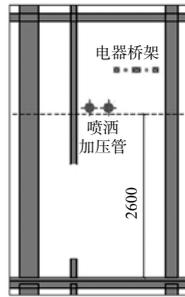


图 2 模型优化 2

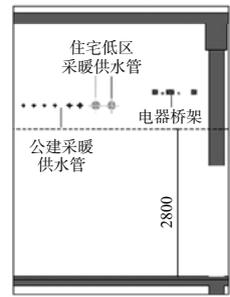


图 3 模型优化 3

表 2 BIM 优化前后主要区域空间最小净高对比表

区域	BIM 优化后	BIM 优化前	业主要求
地下一层车库	3.5m	3.15m	3.1m
地下一层超市	3.5m	3.2m	3.0m
地下二层车库	2.55m	2.25m	2.2m
地下三层车库	2.6m	2.4m	2.4m

### 3 管综 BIM 出图

管综优化完成后,对模型信息进行标注,给出所有管线的尺寸和标高,完善各专业二维图纸表达,管线密集区域给出平面图对应的剖面 and 三维视图。基于 BIM 技术的管网综合图纸包括:全专业管线综合平面图,全专业管线综合剖面图,机电分专业管线平面定位图,土建专业墙体留洞图。

### 4 协同设计工作流程

本文经过对某地下三层车库和超市管网综合项目 BIM 设计,比较了链接模式和工作集模式的优缺点,总结出针对基于 BIM 的协同设计在管网综合项目中应用的工作流程,图 4 给出了基于 BIM 技术的协同设计工作流程。



图 4 基于 BIM 技术的协同设计工作流程

### 5 结论

基于 BIM 技术的管线综合设计,将不同专业的设计成员联系在一起,在同一个平台上进行管网综

合项目全专业设计。相比以往多专业协同线性的工作模式,基于 BIM 的多专业协同设计工作模式能让各专业进行更多沟通,进而快速、高效、精确地设计。本文以某地下三层车库和超市管网综合项目为研究对象,按楼层分别建立建筑和机电中心文件,搭建了建筑、结构专业和机电专业 BIM 信息模型,将 BIM 协同设计的工作集模式和链接模式应用于本项目中。通过对管网综合项目的 BIM 设计,本文得到以下结论:

本文通过比较基于 BIM 协同设计工作集模式和链接模式的优缺点,针对某管网综合项目,采用工作集模式和链接模式相结合的协同方式,总结出基于 BIM 技术的协同设计在管网综合项目中应用的工作流程。

利用 Naviswork 软件的碰撞检测功能,对某地下三层管网综合项目 BIM 模型就行碰撞检测。解决地下三层管线碰撞点合计 4117 个,实现整个模型管线的零碰撞,避免由于管线碰撞造成的现场返工,提高施工效率,节省造价。

利用 BIM 的可视化功能,优化了管网综合管线的平面走向和标高,经过与二维设计图纸比较,优化后的 BIM 管综模型车库区净高提高约 200mm,超市区净高提高约 300mm。

基于 BIM 技术的三维管网综合设计给出了所有管线的平面位置和竖向标高,解决了管线的交叉碰撞问题,保证土建预留洞口的准确,有效地指导了管线和设备的现场安装。同时,本项目实现了全专业管综三维 BIM 出图,图纸表达更为清晰,提高图纸实际使用效率。

### 参考文献

- [1] 纪凡荣,徐有权. BIM 技术在某管网综合中的应用[J]. 施工技术,2013,42(3),107-109.
- [2] 李旭升. BIM 协同设计在某建筑设计项目中的应用研究[D]. 西南交通大学,2010.
- [3] 朱姣颖. 谈 RevitMEP 在暖通设计中的应用[J]. 工程建设与设计,2014.

# 太阳能供暖在营房建筑中的应用研究

天津大学 马欣桐 张欢 由世俊 郑万冬

**摘要:** 部队营房建筑的分布具有“小、散、远”的特点,官兵生活、供暖用能一般由电、煤炭等常规能源供给。本文从节能减排的角度出发,结合部队营房建筑的使用及管理特点,从充分利用太阳能的角度,提出两个初始建筑方案,使用 DeST-h 软件进行模拟优化,通过提出采暖累计建筑耗热量、全年耐受温度区间分布小时数两个评价指标,最后确定了正南朝向、南向窗墙比为 0.5 的“直接受益窗、北入口”的建筑方案。采用太阳能热风供热系统为营房建筑供暖,通过费用年值法分析比较了部队传统供热方案和不同设计太阳能保证率下太阳能热风供热系统方案的经济性以及简要分析系统的环保效益,为秦皇岛地区太阳能热风供热系统的设计提供参考。

**关键词:** 营房建筑; DeST-h 软件; 充分利用太阳能建筑方案; 太阳能热风供热系统; 费用年值

## 1 前言

“十五”期间,国家每年投入全军建设保障的金额可达上百亿,对应消耗煤 2300 万吨、使用天然气 3 亿多  $\text{m}^3$ 、消耗电 59 亿  $\text{kW}\cdot\text{h}$ 、用水 11 亿吨<sup>[1]</sup>。截止 2013 年,中国人民解放军的总兵力是 148.3 万。其中,陆军现役兵力大约 85 万人,海军现役兵力大约 23.5 万人,空军现役兵力约为 39.8 万人<sup>[2]</sup>。另外,根据公开资料分析,武警部队的总兵力约为 120 万,则中国总兵力共约 260 万人,营房需求量较大,相应的营房能源消耗量也不低。营房建筑同农村住宅建筑用能特点类似,主要包括采暖和炊事用能,其中最突出的是冬季采暖用能。而在位于远离中心城市、气候严寒的高山、高原等自然环境恶劣地带的部队营房,冬季供暖问题尤其突出。

我国严寒地区和寒冷地区太阳能资源普遍较好,特别是新疆、青海、西藏等地区,为太阳能资源丰富的 I、II 类地区,太阳能的应用潜力很大。目前国内外对建筑应用太阳能供暖有很多研究。其中太阳房的研究是一种被动式太阳能供暖,而太阳能空气集热器则为主动式太阳能供暖。Los Alamos 国家实验室的 Balcomb 博士先后开发了集热蓄热墙式太阳能房模拟程序、直接受益式和附加阳光间式太阳能房模拟程序<sup>[3]</sup>。Zaheer-Uddin, M. 于 1986 年提出了太阳能加热地下室的直接受益式被动采暖房供暖贡献明显的结论<sup>[4]</sup>。陈滨、孟世荣<sup>[5-10]</sup>等通过搭建了含有 Trombe 墙体的被动式太阳能房分析了特朗勃墙式太阳能房的室内温度改善情况和辅助采暖能耗的减少量。Sanda Budea 研究了罗马尼亚气候条件下某空气集热器效率与太阳能辐射量、气体流速和不同入口温度的关系,得到集热器的集热效率可达 50%<sup>[11]</sup>。Khalid A 和 Ammar A 提出计算房间热负荷应考虑土壤蓄热量应用在一幢采用太阳能空气供暖

的绿色建筑<sup>[12]</sup>。天津大学的曲翠萃等人从太阳能空气采暖的气候适应性、适用性和经济性三个角度分析了该系统在我国建筑设计应用中应该注意的问题<sup>[13]</sup>。大连理工大学的陈滨等人通过实验研究了墙体保温、送风方式、气流组织等因素对太阳能空气集热器供暖的影响<sup>[14]</sup>。

相比与其他文章,本文将焦点集中在营房建筑这个特殊的建筑群体,其本身小、散、远,功能分区单一,以及传统能源消耗巨大,使其成为应用太阳能供暖的最佳建筑群体。应用太阳能供暖不仅体现在建筑本身的充分利用,同样也体现在主动获取太阳的供热系统方面。于是本文主要以秦皇岛营房建筑为例,采用 DeST-h 软件,经过不断的模拟优化,得到一个充分利用太阳能的最佳建筑方案,同时采用与传统供热方式对比的方式,体现太阳能热风供热系统在经济及环保方面优越性。

## 2 充分利用太阳能营房建筑方案优化设计

### 2.1 建筑设计概况

秦皇岛某部队拟在郊区建立两座信号站。建筑功能分区包括办公区(含设备房、办公室等)、生活区(含宿舍、厨房、餐厅、卫生间等),供 4~6 人使用。

秦皇岛市位于华北地区,气候类型为温带大陆性季风气候,夏季主导风向为西南风,冬季为东北风。按照建筑热工气候分区,属于寒冷 A 区( $2000 \leq \text{HDD}18 < 3800$ ,  $\text{CDD} \leq 90$ )。在太阳能资源方面,全年日照时数 2592~2809 小时,以 5 月份日照时数(258~281 小时)最多,12 月(180~198 小时)最少。太阳能年辐射量大于  $5440 \text{MJ}/\text{m}^2$ ,属太阳能资源 II 类地区。月平均太阳辐射各月分布不均,在  $80\sim 240 \text{W}/\text{m}^2$  之间,冬季的太阳辐射最低。

## 2.2 建筑方案初步设计

根据建筑功能需求对建筑进行初步设计,提出了两种方案,分别为南入口方案和北入口方案,方案示意图见图1、图2。通过平面图可以看出,南入口方案含阳光房,北入口方案不含阳光房,在北面设置过渡走廊,两方案建筑总面积相同,均为 $238.14\text{m}^2$ ,则两方案的对比相当于阳光房方案和直接受益窗方案的对比。

## 2.3 评价指标

本文将采用 DeST-h 软件对建筑方案进行模拟计算建筑采暖季累计耗热量和自然室温分布情况。建筑采暖季累计耗热量是一个能够充分反映建筑能耗的评价指标。同时为了充分对两种建筑方案进行优化和比较,笔者提出了一个关于建筑室内热环境的评价指标。将 $13^\circ\text{C}$ 定为室内温度耐受下限,将室内耐受温度上限定为 $29^\circ\text{C}$ ,则此区间内的温度点视为“耐受温度点”。通过自然室温的分布情况确定耐受温度区间小时数,采用该指标可以充分评价建筑的室内热环境。

## 2.4 建筑方案的优化

由于太阳辐射对不同方向的墙面和房间的热作用不同,因此定量的分析来确定建筑物争取日照的

最佳朝向。对于初始设计方案中的两个方案,规定正南方向的方位角为 $0^\circ$ ,向西偏转为负,向东偏转为正,以 $10^\circ$ 为方位角变化量的绝对值。采暖能耗分析如图3,从图中可以看出,在秦皇岛地区,方案1(南入口、阳光房)以南偏西 $20^\circ$ 朝向的建筑采暖季累计耗热量最低,为 $87.59\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 。在最小值向东向西 $20^\circ$ 范围内,累计建筑耗热量有所增加,表现为角度绝对值每变化 $10^\circ$ ,累计建筑耗热量的增加在2%以内,而角度绝对值变化超过 $20^\circ$ 后,角度绝对值每变化 $10^\circ$ ,累计建筑耗热量的增幅超过了3%。在方案2(北入口、过渡走廊)中,最低累计建筑耗热量为 $105.12\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ ,出现在正南方向,且随着角度绝对值的变化,采暖累计建筑耗热量增加幅度与方案1相比小很多,最大值在10%以内,约为方案1最大增幅的1/4,相较而言,方案1受太阳能辐射影响较大,累计建筑耗热量波动值随角度增大而增大,方案二累计建筑耗热量波动幅度小且较为稳定。耐受温度区间的小时数分析如下,从图中可以看出,方案1中,耐受温度区间内累计小时数最大方位为正南向,其次为南偏西 $10^\circ$ 方向、南偏东 $10^\circ$ 方向、南偏西 $20^\circ$ 方向等,在方案2中,耐受温度区间内累计小时数最大方位为南偏西 $30^\circ$ 方向,其次为南偏西 $40^\circ$ 方向、南偏西 $20^\circ$ 方向等。

综合考虑建筑采暖季累计耗热量和全年耐受温

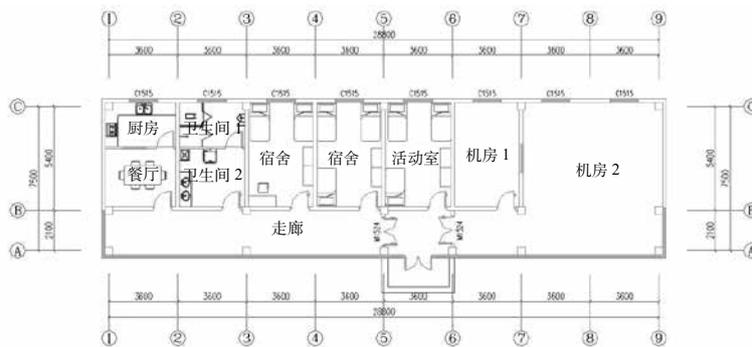


图1 方案1(南入口、阳光房)平面图

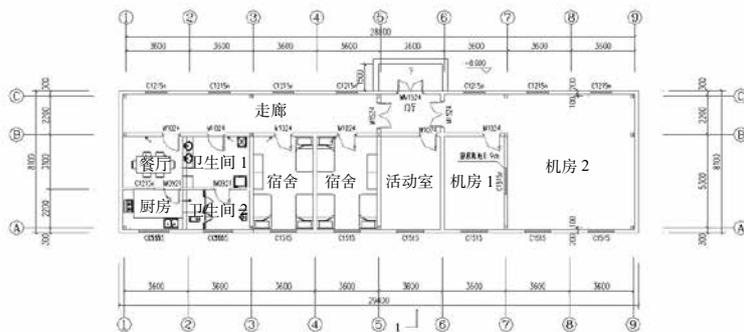


图2 方案2(北入口、过渡走廊)平面图

度区间分布小时数两个因素，方案1最佳朝向为南偏西10°方向，其次为正南向和南偏西20°方向；方案2最佳朝向为正南向，其次为南偏西30°方向和南偏西20°方向。综上，秦皇岛地区太阳能建筑推荐朝向为正南至南偏西30度范围内，且秦皇岛夏季主导风向为西南风，南偏西的朝向设计有利于自然通风，避免室内出现“高温点”。

在最佳朝向上，在方案2南向窗墙比为0.17的情况下，其建筑采暖季累计耗热量是大于方案1的，现调整方案2南向窗墙比，模拟计算其最佳朝向（正南向）上的建筑采暖季累计耗热量及其自然室温。图4为方案2不同南向窗墙比下各温度段分布比例及对应建筑采暖季累计耗热量，可以看出，随着南向窗墙比的增大，建筑采暖季累计耗热量是随之减小的，耐受温度区间的累计小时数所占比例逐渐增大，低温区间累计小时数所占比例逐渐减小，窗墙比为0.5时，出现了高温点，约占0.3%，窗墙比为0.6时，高温区间所占比例为2%。所以，综合考虑建筑立面布局、能耗及舒适性问题，确定0.5为最佳南向窗墙比。

### 2.5 最终建筑方案的确定

通过模拟分析，最终确定两个方案。对于方案1，最佳朝向为南偏西10°，建筑采暖季累计耗热量为87.80kW·h/m<sup>2</sup>，根据图3，可知10个房间全年自然

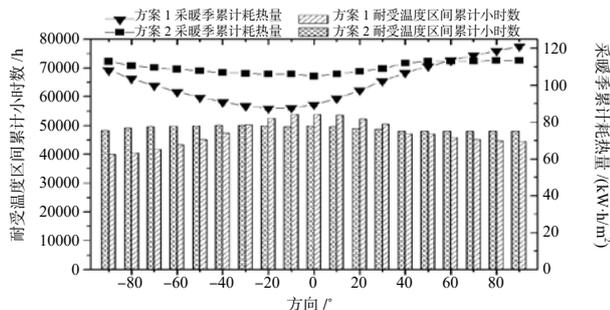


图3 方案1、方案2各方位角建筑采暖季累计耗热量、耐受温度区间累计小时数

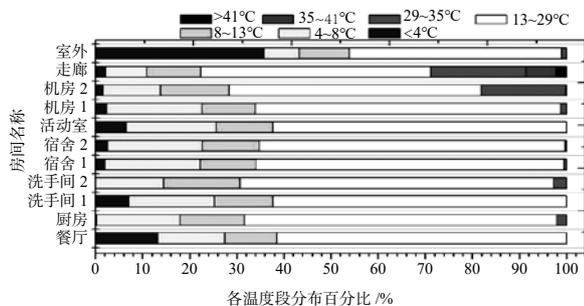


图5 方案1优化后各功能房间各温度段分布百分比

室温位于耐受温度区间的小时数之和为53982h，占全年总小时数的62%；对于方案2，最佳朝向为正南向，建筑采暖季累计耗热量为84.91kW·h/m<sup>2</sup>，10个房间全年自然室温位于耐受温度区间的小时数之和为56644h，占全年总小时数的65%。

根据上文确定的最终的两个方案，采用DeST-h软件对各功能房间自然室温进行模拟。图5和图6所示为方案1（南偏西10°方向）和方案2（正南向，窗墙比0.5）各功能房间自然室温在各温度段分布百分比，由图可知方案2自然室温低于4℃的点是少于方案1的，4~13℃分布比例相当，耐受温度段比例经统计为方案2高于方案1。同时可以看出，在方案1中走廊出现了极度高温(>41℃)的情况，机房2也有近20%的比例存在高温(29~35℃)情况，可能不利于设备正常工作，而在方案2中，除了餐厅和洗手间2，其余功能房间自然室温皆处于29℃范围内，方案2的热舒适性要优于方案1。同样方案二中的建筑采暖季累计耗热量小于方案一，最终选定窗墙比为0.5的方案2作为充分利用太阳能的建筑设计方案，窗户尺寸调整为2.5×2.5m。

### 3 太阳能热风供热系统效益分析

整理秦皇岛典型年气象数据，以日期为横坐标，以每天早晨5点的室外干球温度为纵坐标，制作逐日早晨5点室外干球温度如图7所示。

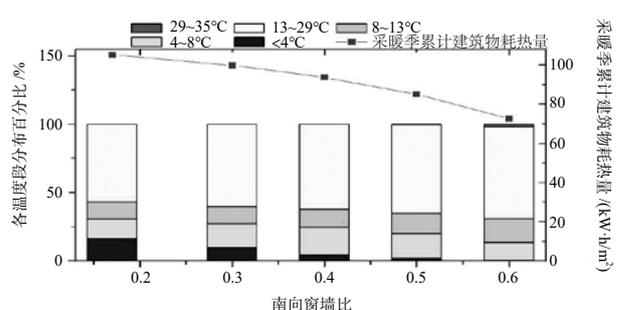


图4 方案2不同南向窗墙比下各温度段分布比例及建筑采暖季累计耗热量

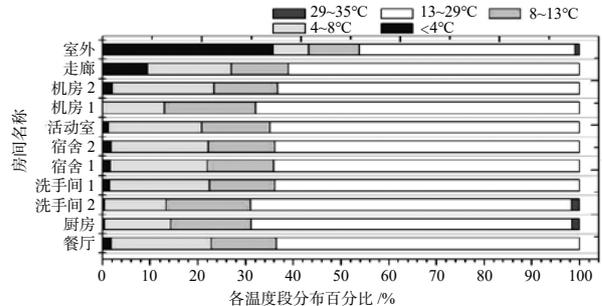


图6 方案2优化后各功能房间各温度段分布百分比

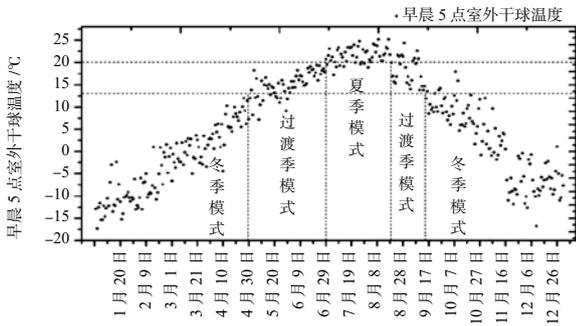


图7 秦皇岛逐日早晨5点室外干球温度分布及太阳能热风供热系统运行模式预判图

已知秦皇岛采暖季时间为每年11月5日至次年4月4日，而从图中可以看出，太阳能热风供热系统冬季供暖模式的时间为9月中旬至次年4月底，比实际采暖季多出近两个月时间。因此太阳能热风供热系统可较好的解决过渡季天气寒冷却没有供暖的情况，提供清洁、简易、经济的解决方案。

### 3.1 系统经济效益分析

本文从经济性的角度并采取费用年值法对传统（燃油锅炉+散热器+电热水器、电锅炉+散热器+电热水器）供热方案 and 不同设计太阳能保证率下太阳能热风供热各方案的经济性以及环保效益进行分析。费用年值的计算公式如下所示<sup>[15]</sup>：

$$A_c = C_i \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] + C_k \quad (1)$$

式中： $A_c$ 为费用年值（元）； $C_i$ 为系统的初投资（元）； $C_k$ 为系统年运行费用，元； $i$ 为利率或采用部门的标准内部收益率（%）； $n$ 为系统使用年限（年）。

对于方案1，燃油锅炉使用年限为15年；对于方案2，电锅炉的使用年限为25年；对于太阳能热风供热系统，系统使用年限为25年。根据式（1）计算各方案的费用年值，结果如表1所示。

表1 各供热方案费用年值比较

供热系统	初投资 $C_i$ 万元	年运行费用 $C_k$ 万元	费用年值 $A_c$ 万元	
方案1	4.34	0.88	1.45	
方案2	3.04	0.88	1.22	
太阳能 热风 供热系统	100%	17.61	0.34	2.28
	90%	14.89	0.32	1.96
	80%	14.17	0.36	1.92
	70%	11.45	0.38	1.64
	60%	10.73	0.44	1.63
	40%	7.37	0.58	1.39

从费用年值的比较可以看出，太阳能热风供热系统在初投资上并不具有优势。一方面，建筑在秦皇岛地区（寒冷A区），热负荷相对严寒地区较小，与太阳能热风供热系统的初投资差距会相应减小。而在年运行费用上，根据不同设计太阳能保证率，太阳能热风供热系统要比传统供热系统少32~61%的运行费用。在系统费用年值上，当设计太阳能保证率在40%时，系统费用年值已少于柴油供热系统。若完全出于经济性考虑，则选用40%设计保证率或者更低设计保证率。若综合考虑经济与环保因素，所以本设计中，推荐70%的设计保证率：在初投资上优于80~100%设计保证率系统，在系统费用年值上与设计保证率50%和60%的系统几乎相同。

### 3.2 系统环保效益分析

太阳能的应用对比传统能源，具有非常大的节能减排的意义。因此我们可以通过CO<sub>2</sub>减排量的对比分析，进一步证明太阳能供热系统的优越性。太阳能供热系统的CO<sub>2</sub>减排量可按式（2）计算<sup>[16]</sup>：

$$m_{CO_2} = \frac{\Delta Q_{save}}{W \times Eff} \times F_{CO_2} \quad (2)$$

式中： $m_{CO_2}$ 为CO<sub>2</sub>减排量（kg）； $\Delta Q_{save}$ 为系统年节能量（MJ）； $W$ 为标准煤热值，29.308MJ/kg； $Eff$ 为常规能源空气加热装置的效率（%）； $F_{CO_2}$ 为CO<sub>2</sub>排放因子。

秦皇岛部队营房建筑采暖季累计耗热量54569MJ，全年生活热水累计耗热量为12250MJ，不同设计太阳能保证率下节能量及减排量见图8。从图中可以看出，相对传统供热方案2的减排潜力大于传统供热方案1。设计保证率90%的减排量要大于设计保证率100%的减排量，主要是太阳能热风供热系统的年运行耗电量较大，则在以后的系统性能优化方面，热风供热系统的运行节电性能有待提高。相对两种传统供热方案，太阳能热风供热系统最高可节柴油1398.47kg，节电14976.69kW·h，系统整体最高减排CO<sub>2</sub>4366.65kg和5903.57kg。

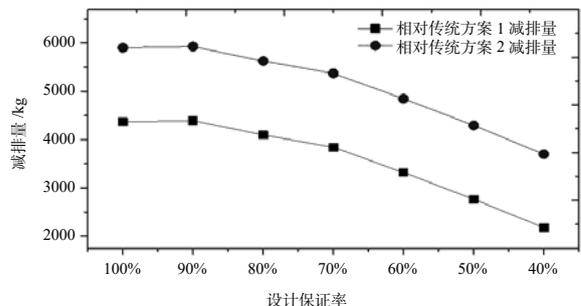


图8 太阳能热风供热系统相对传统供热系统减排量

## 4 结论

本文针对部队营房建筑分布“小、散、远”、官兵生活用能仅由电供给的特点,从节能减排的角度出发,提出使用清洁的可再生能源太阳能作为供暖热源,并结合部队营房的使用及管理特点,从充分利用太阳能的角度,设计合理的建筑方案,并采用形式简单、运转部件少的太阳能热风供热系统。现有以下相关结论:

对于秦皇岛地区的营房建筑,针对其功能需求,采用 DeST-h 软件模拟模拟建筑物采暖能耗和自然室温的基础上,从充分利用太阳能的角度出发,综合考虑建筑能耗与全年室内热环境,确定正南朝向、南向窗墙比为 0.5 的“直接受益窗、北入口”的建筑方案为较优设计方案。不同地区同样可以采用同样的方案确定最佳建筑方案。

太阳能热风供热系统是一个经济节能的的供暖方式。它分别在年值和减排量的角度出发,分析结果表明,部队“电锅炉+散热器+电热水器”的传统供热费用年值最低,其次是设计保证率 40% 的太阳能热风供热系统,然后是“柴油锅炉+散热器+电热水器”的传统供热方案。太阳能热风供热系统因其较高的初投资导致了较高的费用年值,但运行费用较传统方案低 32~61%。相对两种传统供热方案,太阳能热风供热系统最高可节柴油 1398.47kg,节电 14976.69kW·h,系统整体最高减排 CO<sub>2</sub> 4366.65kg 和 5903.57kg。随着国家节能减排政策的不断落实以及能源政策的不断完善,在不久的将来,太阳能热风供热系统的成本会逐渐减少,使得其在经济性上等同甚至优于传统供热系统,具有更好的发展空间。

### 参考文献

- [1] 人民日报. 中国军队力推资源节约一年节省经费 14 亿元 [DB/OL]. [http://news.xinhuanet.com/mil/2007-02/06/content\\_5704785.htm](http://news.xinhuanet.com/mil/2007-02/06/content_5704785.htm), 2007-2-6.
- [2] 中华人民共和国国务院新闻办公室. 中国武装力量的多样化运用(白皮书), [DB/OL]. [http://www.gov.cn/jrzq/2013-04/16/content\\_2379013.htm](http://www.gov.cn/jrzq/2013-04/16/content_2379013.htm), 2013-4-16.
- [3] Balcomb J D, Mcfarland R D. Simulation analysis of passive heated Buildings-the influence of climate and geometry on performance[C]//International Solar Energy Society, Annual Meeting. Orlando, FL, 1977.
- [4] Zaheer-Uddin M. A two-component thermal model for a direct gain passive house with a heated basement[J]. Building and Environment, 1986, 21(1): 25-33.
- [5] Chen B, Chen H J, Meng S R, et al. The effect of Trombe wall on indoor humid climate in Dalian, China[J]. Renewable Energy, 2006, 31(3): 333-343.
- [6] Chen B, Chen X, Ding Y H, et al. Shading effects on the winter thermal performance of the Trombe wall air gap: An experimental study in Dalian[J]. Renewable Energy, 2006, 31(12): 1961-1971.
- [7] 孙鹏, 陈滨, 刘毓伟. 新建被动式太阳房冬季热性能的实验研究. 建筑热能通风空调, 2005, 24(1): 22-27.
- [8] 孟世荣, 陈滨. 集热蓄热墙式太阳能建筑的能耗模拟研究. 建筑热能通风空调, 2006, 25(4): 16-21.
- [9] 杨文秀, 陈滨. 温控下被动式太阳房辅助热源量的动态分析. 可再生能源, 2007, 25(3): 12-15.
- [10] 赵金玲, 陈滨, 王永学, 等. 被动式太阳能加热系统动态热特性研究. 大连理工大学学报, 2008, 48(4): 580-586.
- [11] Budea Sanda. Solar air collectors for space heating and ventilation applications - performance and case studies under Romanian climatic conditions[J]. Energies, 2014, 7(9): 6223-6223.
- [12] Joudi Khalid A, Farhan Ammar A. Greenhouse heating by solar air heaters on the roof[J]. Renewable Energy, 2014, 72: 406-414.
- [13] 曲翠萃, 高辉, 方轶, 等. 太阳能空气加热系统在我国建筑设计中的应用 [J]. 天津大学学报(社会科学版), 2007, 9(5): 443-446.
- [14] 陈滨, 田浩, 郭海超, 等. 壁挂式太阳能空气集热器最佳供暖方式研究 [J]. 暖通空调, 2008, 38(10): 128-132.
- [15] 夏亚莉. 兰州地区机械加工厂房太阳能热风供热系统的数值模拟研究 [D]. 兰州: 兰州理工大学, 2014.
- [16] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 50495-2009 太阳能供热采暖工程技术规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.



# 区域能源中综合能源系统模拟计算平台的开发

中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院 乔鏢 李骥 孙宗宇 冯晓梅  
国家互联网应急中心 倪晶

**摘要:** 我国区域能源技术发展迅速,越来越多的区域能源项目采用多种能源形式组成的综合能源系统。但多能源类型的区域能源项目系统形式复杂,设计计算和模拟分析难度较大。本文针对区域能源中常用的冷热电三联供系统、地源热泵系统、燃气锅炉和电制冷系统,研究多能源类型的区域能源项目的能耗模拟计算方法,开发了综合能源系统模拟计算平台。

**关键词:** 区域能源; 综合能源系统; 逐时模拟计算; 计算平台

## 0 引言

我国区域能源技术的发展历经了较长过程,随着近年来能源品质需求的提高和能源科技的发展,可再生能源技术、冷热电三联供技术、余热利用技术等得到越来越多的区域级应用,区域能源系统的形式越来越多样化。现阶段许多新建的区域能源项目不再是单一的区域供热或区域供冷,而是整合了各类可再生能源技术、燃气三联供技术和余热利用技术的综合型、多能源形式的区域级能源技术应用。

实际工程中,区域能源项目在设计时,一般根据估算得到的区域负荷信息直接对设备进行选型,但是许多项目往往因为选型不合理或运行管理不规范,实际运行效果并不理想,因此前期对区域能源项目运行能耗的预测和分析工作越来越受到重视。

目前我国关于区域能源系统能耗计算的研究主要采用公式化数学模型法,该方法使用拟合得到的经验公式计算各系统设备的设计功率,再结合估算的系统部分负荷工况运行时间和运行效率,求出区域能源系统的全年能耗计算结果。这种经验公式法使用较方便,但是计算准确性低,且无法对系统某一时段的运行工况进行详细分析,具有较大的局限性。<sup>[1]</sup>

综合型区域能源系统包含的能源系统种类较多,系统形式复杂,若在工程设计和科学研究过程中应用能耗模拟的手段进行分析,对设计人员的专业水平要求较高,同时,由于缺少科学高效的计算方法和计算工具,导致相关设计和科研工作的计算难度大,准确性低。<sup>[2]</sup>

因此,对区域能源中综合能源系统的运行能耗计算方法和工具进行研究是十分必要的。

## 1 综合型区域能源系统模拟计算平台的功能需求分析

本文对综合型区域能源系统的运行能耗计算平

台进行研究,是为了对区域能源系统中各用能设备的逐时运行工况和逐时能耗进行计算和分析,达到准确预测和分析整个区域能源系统运行情况的目的。

模拟计算平台的主要任务是对系统各设备的逐时运行工况进行高精度地仿真,计算工具的使用效率直接影响着设计人员的工作效率,因此,开发一套适用范围广、计算准确和使用便捷的模拟计算工具能够为综合型区域能源系统的设计和研究提供强有力的支撑。

为实现上述目标,开发的平台应具备如下功能:

(1) 使用方便快捷。

本模拟计算平台应尽可能简化传统能耗模拟工作中的繁琐操作,设计人员通过向模拟计算平台输入系统各设备的常用设计参数,区域负荷和气象参数,即可完成模拟计算平台初始值的设定,进行该能源系统的全年逐时模拟计算,操作过程简便,对设计人员专业水平要求低。

(2) 适用范围广

本课题研究的模拟计算平台应能适用于大部分综合型区域能源系统,而不是仅能针对单一系统形式进行计算。因此本课题选取由水地源热泵系统、冷热电燃气三联供系统、传统锅炉和冷水机组系统、输配系统组成的综合型区域能源系统作为研究对象,这几种系统均是目前区域能源项目中典型系统形式,能够适用于我国大部分区域能源项目的模拟计算。

(3) 计算数据准确详实

本课题开发的平台应能够完成对各系统设备逐时运行工况和运行能耗的准确计算和输出,包括地源热泵的逐时 COP、各系统设备的逐时水温、流量等参数,工况参数全面详实,使设计人员能够通过这些参数迅速分析系统的运行情况。

本文使用 TRNSYS17 软件对综合型区域能源系统的模拟计算平台进行开发。能耗模拟软件是能源系统逐时能耗计算分析的常用工具,TRNSYS17 软件是目前能源领域中功能最强大、计算最灵活的瞬

时系统仿真软件,可以实现各类型系统的高精度模拟。

本文基于 TRNSYS 软件分别对系统各设备的数学模型和模拟计算方法进行研究,明确综合能源系统中各类型设备的模拟方法后,在软件中将各系统设备模块进行连接,明确能源系统的运行策略,构建综合型区域能源系统的计算模型。

## 2 综合能源系统的模拟方法

TRNSYS 综合能源系统模拟计算平台包含冷热电三联供系统、地源热泵系统和传统辅助冷热源系统,系统包含的主要设备如下表所示。区域能源系统的类型较多,涉及的设备种类较复杂,在模型搭建和模拟计算过程中需要对各系统用能设备的工作原理和数学算法进行深入研究。

表 1 综合能源系统主要设备列表

冷热电三联供系统	内燃机
	中温、缸套水泵
	溴化锂冷却泵
	溴化锂冷却塔
	溴化锂机组负荷侧循环泵
地源热泵系统	地源热泵
	热泵地源侧水泵
	热泵负荷侧水泵
辅助冷热源	电制冷
	燃气锅炉
	电制冷冷冻泵
	电制冷冷却泵
管网输配系统	电制冷冷却塔
	二级变频水泵

### (1) 变频泵输配系统

输配系统的能耗包括输送水泵能耗、管网热损失和水泵热损失,本文采用的变流量系统输配能耗动态模拟的计算原理和步骤如下:

A、根据输配系统类型、设计工况点、系统采用的控制方式、各控制参数设定值,画出该系统的动态阻力特性曲线,或给出流量与扬程的对应关系式;

B、根据末端换热器的流量/负荷关系、末端电动阀门的调节性能、系统的动态平衡能力,以及供水温度的调整情况,总结出该系统的总流量比  $G/G_0$  与总负荷率 PLR 之间的关系式或曲线;

C、根据水泵变频曲线和数据,给出不同工作点 (G, H) 下对应的综合效率;

D、根据系统动态逐时负荷,逐时计算系统的负荷率 PLR,根据 B、逐时计算系统流量比;根据 A、逐时计算水泵的运行工况点 (G, H);

E、根据 C、的水泵变频特性数据,逐时计算各

工况点对应的综合效率;也可由 (G, H), 求出相似曲线特征值 K, 然后根据工频特性曲线,采用等效率法逐时相似工况的综合效率;

F、根据 (G, H) 和综合效率,逐时计算水泵功耗,同时也可逐时计算水系统的得热量和水泵散到环境中的热量;

G、TRNSYS 软件的组件 TYPE742 可以用于变流量系统的水泵计算,TYPE742 可根据输入变量(流量、扬程、效率),计算输出功率,温升,散热,水得热等。本模拟计算平台中变频水泵效率采用等效率曲线法计算,采用通用“计算器”(EQUATION)模块计算当前步长的相似工况点 K 值,并输出到定速泵模块 TYPE747 查得相似工况点效率,再同当前步长的流量和扬程输入给 TYPE742 (经改进),计算水泵当前功耗。

### (2) 内燃机

本模拟计算平台中采用内燃机作为冷热电三联供系统的原动机。内燃机在运行时其状态主要受负荷率的影响,负荷率变化时,其发电效率、缸套水散热比例、烟气散热比例均发生变化。内燃机模块在计算时,输入相应的额定发电量和运行控制策略,模块会自动读取相应的外部性能文件,性能文件对内燃机的部分负荷效率、机械效率、发电效率、缸套水散热比例、烟气散热比例、环境散热比例等性能均进行了规定,可以使模块实现不同工况下的动态计算。

### (3) 热泵

热泵机组是大部分的地源热泵系统中最主要的耗能设备。热泵机组模型应能模拟实际机组的变工况性能。本文基于 TRNSYS 组件开发了 TYPE900 这一可以模拟变工况和部分负荷下水-水热泵机组工作的组件模型。其基本原理是用四个数据文件分别描述机组的性能。其中两个用于描述制冷、制热工况下,不同源侧、负荷侧温度下的制冷(制热)量和 COP 的折减率。另外两个用于描述制冷、制热工况下,不同部分负荷率 PLR 下的部分负荷系数 FFLP。在参数项中,需要给出机组额定工况下的制冷量、制热量、COP 等参数。在输入变量中,需要输入控制变量(表示机组当前的运行状态)、设定温度、以及入口温度和流量等数据。

### (4) 锅炉

TRNSYS 软件中 TYPE6 可以模拟锅炉或任何辅助加热器。锅炉的额定制热量、制热效率(或燃烧效率)和热损失系数作为参数值给定。模块逐时(或按步长)接收输入变量,包括:流体出口控制温度、控制信号、流体入口温度、流体入口流量、环境温度。

模块输出变量包括：流体出口温度、流体出口流量、需热量、热损失、流体得热量等。

模块可以按设定出口温度和入口流体温度，计算逐时需热量。当需热量大于设定的额定制热量时，按额定加热量加热，输出计算的出口温度。数学模型如式（1）所示。

$$T_o = \frac{Q_{max} \eta_{hr} + m C_{pf} T_i + UA}{m C_{pf} + \frac{UA}{2}} \quad (1)$$

其中： $T_o$  为流体输出温度（℃）； $Q_{max}$  为额定制热量（kJ/hr）； $\eta_{hr}$  为锅炉效率； $m$  为流体流量（kg/hr）； $C_{pf}$  为流体热容（kJ/kg·K）； $UA$  为热损失系数，kJ/hr； $T_i$  为液体输入温度（℃）。

### （5）冷水机组

TRNSYS 中模块 TYPE666 可以模拟水冷冷水机组，在冷水机组实际模拟运行过程中，冷水机组的性能参数是由设备自身特性决定的，而冷水机组相关运行参数还与其他设备及系统负荷特性相关。例如，冷却水进水温度则和负荷率、冷却水泵流量、冷却塔性能以及室外气象参数相关。式（2）至式（9）数学方程为冷水机组能耗计算数学模型：

$$COP_{nom} = COP_{rated} \cdot COP_{ratio} \quad (2)$$

$$Capacity = Capacity_{rated} \cdot Capacity_{ratio} \quad (3)$$

$$Q_{load} = m_{chw} \cdot C_{pchw} (T_{chw, in} - T_{chw, set}) \quad (4)$$

$$PLR = \frac{Q_{load}}{Capacity} \quad (5)$$

$$P = \frac{Capacity}{COP_{nom}} \cdot FFLP \quad (6)$$

$$COP = \frac{Q_{load}}{P} \quad (7)$$

$$Q_{rejected} = Q_{load} + P \quad (8)$$

$$T_{cw, out} = T_{cw, in} - \frac{Q_{rejected}}{m_{cw} C_{pcw}} \quad (9)$$

式中： $COP_{nom}$  为名义 COP， $COP_{rated}$  为额定 COP， $COP_{ratio}$  为名义 COP 相对于额定 COP 比率， $Capacity$  为名义制冷量， $Capacity_{rated}$  为额定制冷量， $Capacity_{ratio}$  为名义制冷量相对于额定制冷量的比率， $Q_{load}$  为建筑负荷， $m_{chw}$  为主机冷冻水流量， $C_{pchw}$  为冷冻水比热容， $T_{chw, in}$  为主机冷冻水进口温度， $T_{chw, set}$  为主机冷冻水出口温度设定值， $PLR$  为部分负荷率， $P$  为冷机实际耗功率， $FFLP$  为压缩机电机卸载率，根据  $PLR$  差值得到， $COP$  为冷机的实际 COP，

$Q_{rejected}$  为冷机向外排放的热量， $T_{cw, out}$  为主机冷却水出口温度， $T_{cw, in}$  为主机冷却水进口温度， $m_{cw}$  为冷却水流量， $C_{pcw}$  为冷却水的比热容。

### （6）冷却塔

在冷却塔中，热水流与空气流直接接触，由于温度差导致的显热传递，热水流被冷却，同时由于蒸发现象，热水流也会发生质量损失。按空气流与水流的配置方式，冷却塔可以分为逆流冷却塔与交叉流冷却塔。下图给出了逆流压力通风冷却塔的原理图。

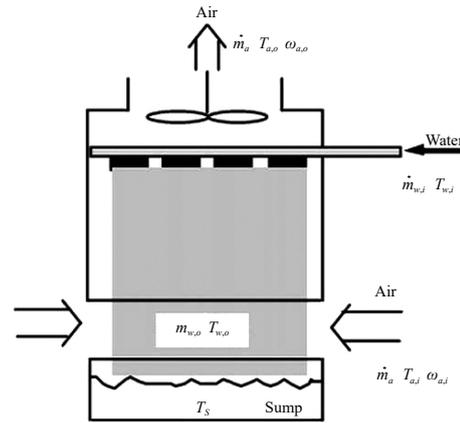


图 1 冷却塔模块输入参数

冷却塔模型为 1989 年 Braun 提出的基于部件的冷却塔模型，其数学表达式如式（10）所示：

$$Q_{cell} = \varepsilon_a \dot{m}_a (h_{a,w,i} - h_{a,i}) \quad (10)$$

式中， $\varepsilon_a$  为冷却塔的热交换效率； $\dot{m}_a$  为冷却塔内的空气质量流量（kg/s）； $h_{a,i}$  为冷却塔内进口空气的焓值（kJ/kg）； $h_{a,w,i}$  为冷却塔内进口水表面饱和空气焓值（kJ/kg）； $Q_{cell}$  为冷却塔单元散热量。

### （7）综合型区域能源系统的运行方式

根据实际项目经验，综合型区域能源系统优先采用经济性最好的冷热电三联供系统满足区域的基础负荷，三联供系统不能满足需求时开启地源热泵系统，最后用锅炉和冷水机组进行调峰。模拟计算平台中提供了两种三联供系统的运行策略：发电能源站自用和发电并网，分别对应不同的实际项目情况，联供系统的开关机策略应该是：

在电力尖峰和峰值时段保持发电机组满负荷发电，在电力谷时段不开机，尽量在低谷电时段采用地源热泵热泵等用电设备；进行采暖空调；在电力平段时，当建筑负荷率较低时，原动机不开启；当建筑采暖空调负荷达到一定值，即联供系统能收获一定的余废热时开启联供系统。

### 3 综合能源系统能耗模拟计算平台展示与应用

#### 3.1 模拟计算平台介绍

本文开发的综合能源系统模拟计算平台如图2所示,可对包含冷热电三联供系统、地源热泵系统、辅助燃气锅炉和辅助电制冷的综合能源系统的全年逐时能耗和工况进行计算,同时可以进行传统冷水机组+燃气锅炉系统的能耗模拟计算作为对比参照。计算平台由七个部分组成,分别是区域整体信息输入系统、主控制系统、输配变频二级泵系统、地源热泵系统、冷热电燃气三联供系统、辅助冷热源系统、用于对比的传统能源系统、计算结果输出系统,下面对平台部分进行简单介绍。

(1) 区域整体信息输入系统是设计人员将区域基本冷热电负荷信息、气象参数、供冷供热时间、机组运行信息输入平台的端口。

(2) 综合能源系统模拟计算平台的主控制系统在对末端负荷信息进行处理后,负责向计算平台中各子系统发射运行控制信号,从而保证地源热泵系统、三联供系统和辅助冷热源系统能够合理有序的运行。

(3) 管网输配系统区域为输配变频二级泵系

统,对二级变频泵的输配能耗进行计算。该系统包括输配变频二级泵、室外管网参数模块。

(4) 地源热泵系统对系统的各耗能设备的全年能耗进行模拟计算,能够逐时模拟水温、负荷变化带来的影响。包括地源热泵主机、蓄热罐、热泵地源侧循环水泵、热泵负荷侧循环水泵、埋管模块。

(5) 冷热电燃气三联供系统对系统中各耗能设备的全年逐时能耗进行模拟计算,综合考虑内燃机的开启控制策略。包括内燃机设备、缸套水泵、溴化锂冷却水泵、单双效复合计算、溴化锂冷却塔、溴化锂负荷侧循环泵模块。

(6) 辅助冷热源系统对辅助燃气锅炉、辅助电制冷系统的全年逐时能耗进行模拟计算。包括辅助电制冷、辅助锅炉、电制冷冷冻水循环泵、电制冷冷却水循环泵、电制冷冷却塔。

(7) 上部区域为用于对比的传统能源系统,针对相同的区域负荷需求,以传统的燃气锅炉加冷水机组来进行供能,可计算出采用传统能源系统时各设备的全年逐时能耗,方便与区域能源系统进行对比。

(8) 左侧区域为整个综合能源系统计算平台的输出系统,将各系统设备的输出能耗进行整理,

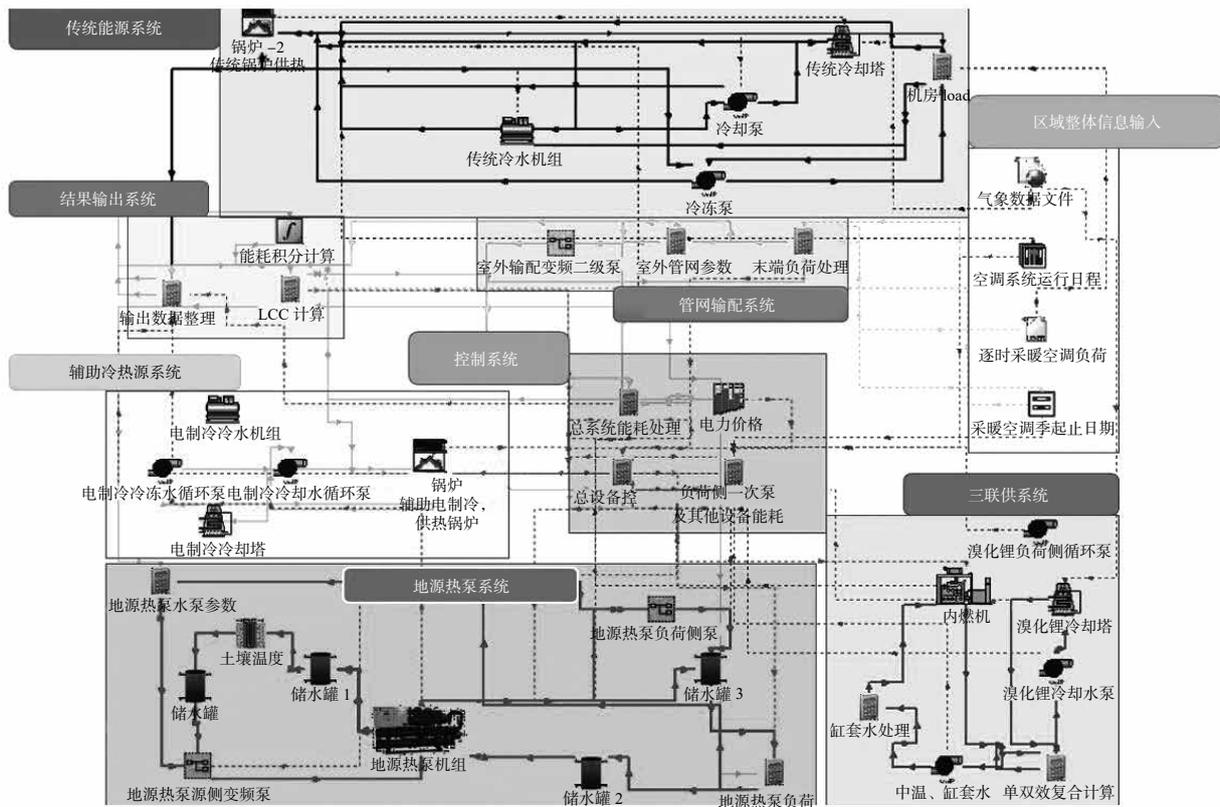


图2 TRNSYS 泛能站综合能源系统能耗模拟计算平台

输出各设备的全年逐时能耗、工况参数和整个系统的全年逐时能耗，同时计算系统的全生命周期成本LCC。

### 3.2 计算结果演示

本文选取北京地区某一由居住建筑和商业建筑组成的典型地块，采用由燃气冷热电三联供+地源热泵+冷水机组+燃气锅炉组成的综合能源系统进行集中供暖和集中供冷，总供能建筑面积约20万m<sup>2</sup>，其中居住建筑不集中供冷。

根据区域负荷需求完成综合能源系统的设备选型，将设计参数、气象参数、能源价格等信息输出模拟计算平台，得到综合型区域能源系统模拟计算平台的计算结果。如表2和图3、图4所示。

表2 TRNSYS 能耗模拟计算平台计算结果

区域能源系统	类型	数值 (kW·h)	比例
三联供系统	CHP 等效耗电量 (kW·h)	924628.08	29.61%
	套缸水泵耗电量 (kW·h)	2080.26	0.07%
	溴化锂泵耗电量 (kW·h)	22781.75	0.73%
	冷却塔耗电量 (kW·h)	4934.71	0.16%
地源热泵系统	地源热泵 (kW·h)	1304484.87	41.77%
	源侧水泵耗电量 (kW·h)	155314.74	4.97%
辅助冷热源系统	燃气锅炉耗热量折合电 (kW·h)	377512.21	12.09%
	电制冷耗电量 (kW·h)	21743.29	0.70%
输配系统	负荷侧一级水泵总能耗 (kW·h)	86117.43	2.76%
	二级水泵能耗 (kW·h)	77509.15	2.48%
	输送损失能耗耗电 (kW·h)	146049.03	4.68%
	区域能源系统总能耗 (kW·h)	3123155.51	

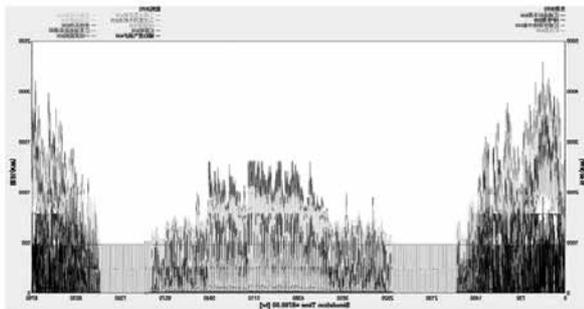


图3 综合能源系统能耗模拟计算结果展示

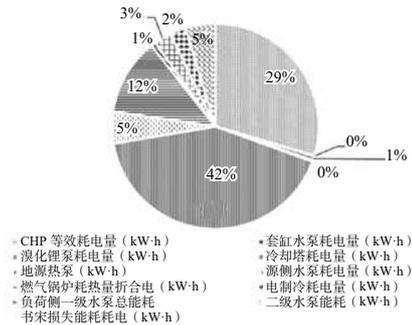


图4 综合能源系统分项能耗

表3 公式化数学模型算法

类型	数学模型
建筑运行时间系数	$C_c = C_{c,d} \times \frac{5}{7} \times C_x = 151 \times \frac{5}{7} \times 10 = 1079$ ; $C_h = C_{h,d} \times \frac{5}{7} \times C_x = 121 \times \frac{5}{7} \times 10 = 864$ ; $C = C_d \times \frac{5}{7} \times C_x = 365 \times \frac{5}{7} \times 10 = 2607$
内燃机	$M = \frac{Q_c}{\eta \times q_1}$
热泵	$E_{hp} = P_{ref} \times \beta_1 = \frac{Q_{c,d} \times \beta_1}{COP}$
冷水机组	$E_c = C_c \times P = K_c \times \alpha \times C_c \times P_{ref} \times \beta_1 \times \beta_2 = K_c \times \alpha_1 \times C_c \times \frac{Q_c \times \beta_1 \times \beta_2}{COP}$ $\beta_1 = a_1 \times T_{w,out}^2 + b_1 \times T_{w,out} + c_1$ ; $\beta_2 = a_2 \times T_{c,in}^2 + b_2 \times T_{c,in} + c_2$ ; $\beta_3 = a_3 \times IPLV^2 + b_3 \times IPLV + c_3$
单元式空调	$E = \alpha \times C_c \times P$
锅炉	$E = \alpha \times C_h \times \frac{Q_h}{\eta \times q_1} \times q_2$
供暖输送	$E = Q \times C_h \times ER$
冷却塔	$E = P \times C_c \times N$
水泵输送	$E = C_c \times N \times \frac{1.2 \times \rho \times g \times G \times H}{1000 \times \eta}$
缸套水泵容量 (溴化锂等水泵设备同上)	$N = Q_{机组余热} \times n$
管网输送损失	$Q_{损失} = L \times \varphi \times W_1$

参数说明

C<sub>c</sub>—北京地区建筑制冷系统运行时间系数; C<sub>c,d</sub>—北京地区制冷周期(天),取151天; C<sub>x</sub>—办公建筑工作日运行时长,取10h; C<sub>h</sub>—北京地区建筑采暖系统运行时间系数; C<sub>h,d</sub>—北京地区采暖周期(天),取121天; Q<sub>c</sub>—机组额定发电量(kW); q<sub>1</sub>—天然气等效热值,取9.77kW·h/m<sup>3</sup>; η—内燃机额定发电效率,额定发电效率取40%; M—天然气消耗量(m<sup>3</sup>/h); E<sub>hp</sub>—热泵机组实际功率(kW); Q<sub>c,d</sub>—额定冷、热负荷(kW); COP—机组额定性能系数; β<sub>1</sub>—热泵机组部分负荷率影响系数; E<sub>c</sub>—冷水机组全年能耗(kW·h); Q<sub>c</sub>—设计峰值冷负荷(kW); COP—冷水机组制冷性能系数; β<sub>1</sub>—冷水机组冷冻水出水温度影响系数; β<sub>2</sub>—冷水机组冷却水进水温度影响系数; T<sub>w,out</sub>—冷水机组冷冻水出水温度; T<sub>c,in</sub>—冷水机组冷却水进水温度; k<sub>c</sub>—设备同时使用率,参照《全国民用建筑设计手册-电气》,取0.6; α—建筑部分负荷影响系数,取0.45; P—设计制冷或制热功率(kW); C<sub>c</sub>—建筑制冷时间系数; E—全年能耗计算值(kW·h); η—锅炉燃烧效率; C<sub>h</sub>—建筑采暖时间系数; q<sub>1</sub>—等量标煤转换系数,取8.131kW·h/kg; q<sub>2</sub>—等价电量转换系数,取2.475kW·h/kg; ER—耗电输送能效比; Q<sub>机组余热</sub>—内燃机机组除发电以外的余热(kW); N—缸套水泵散热量(kW); n—缸套水泵散热比例; Q<sub>损失</sub>—输配系统损失; L—输配主干管长度; φ—延米热流量; W<sub>1</sub>—水泵散热损失。

上文使用模拟计算平台进行了典型综合能源系统的能耗模拟计算,为验证模拟计算结果的准确性,本文采用公式化数学模型法对典型系统进行半动态计算,并将两种方法的计算结果进行对比。公式化数学模型方法采用的计算公式如下表所示。

表4 公式化数学模型计算结果

	类型	数值 (kW·h)	比例
三联供系统	CHP 等效耗电量 (kW·h)	749796.74	28.38%
	套缸水泵耗电量 (kW·h)	1881.71	0.07%
	溴化锂泵耗电量 (kW·h)	20609.25	0.78%
	冷却塔耗电量 (kW·h)	3973.38	0.15%
地源热泵系统	地源热泵 (kW·h)	1105257.03	41.83%
	源侧水泵耗电量 (kW·h)	99200.63	3.75%
辅助冷热源系统	燃气锅炉耗热量折合电 (kW·h)	358393.83	13.56%
	电制冷耗电量 (kW·h)	24637.83	0.93%
输配系统	负荷侧一级水泵总能耗 (kW·h)	94863.55	3.59%
	二级水泵能耗 (kW·h)	58759.05	2.22%
	输送损失能耗耗电 (kW·h)	124870.16	4.73%
	区域能源系统总能耗 (kW·h)	2642243.17	100.00%

由对比结果可知, TRNSYS 能耗模拟计算平台和公式化数学模型的计算结果差距较小,平均计算差异在 14.12%,计算结果中各设备能耗所占比例一

致且符合常规经验认知,模拟计算平台计算结果准确合理。

### 3 结论

本文对包含冷热电三联供系统、地源热泵系统、锅炉和冷水机组的综合能源系统模拟计算方法进行了研究,基于 TRNSYS 软件开发了区域能源中综合能源系统模拟计算平台,具有以下意义:

(1) 模拟计算平台能够对综合区域能源系统的逐时运行情况进行准确计算和分析。

(2) 模拟计算平台的开发能够大幅简化综合型区域能源系统的设计计算过程,减少工作量,提高计算效率。

(3) 本文开发的模拟计算平台为今后的区域能源设计和研究工作提供了工具,有利于推动综合型区域能源系统的应用和发展。

### 参考文献

- [1] 徐伟,孙宗宇,冯晓梅. 区域能源技术的发展现状与展望 [J]. 建筑科学, 2013, Vol.29(10):85-89.
- [2] 张歆晖,卢军,李春蝶. 区域供冷系统能耗模型及能效分析 [J]. 煤气与热力, 2013, Vol.33(3): A29-A32.

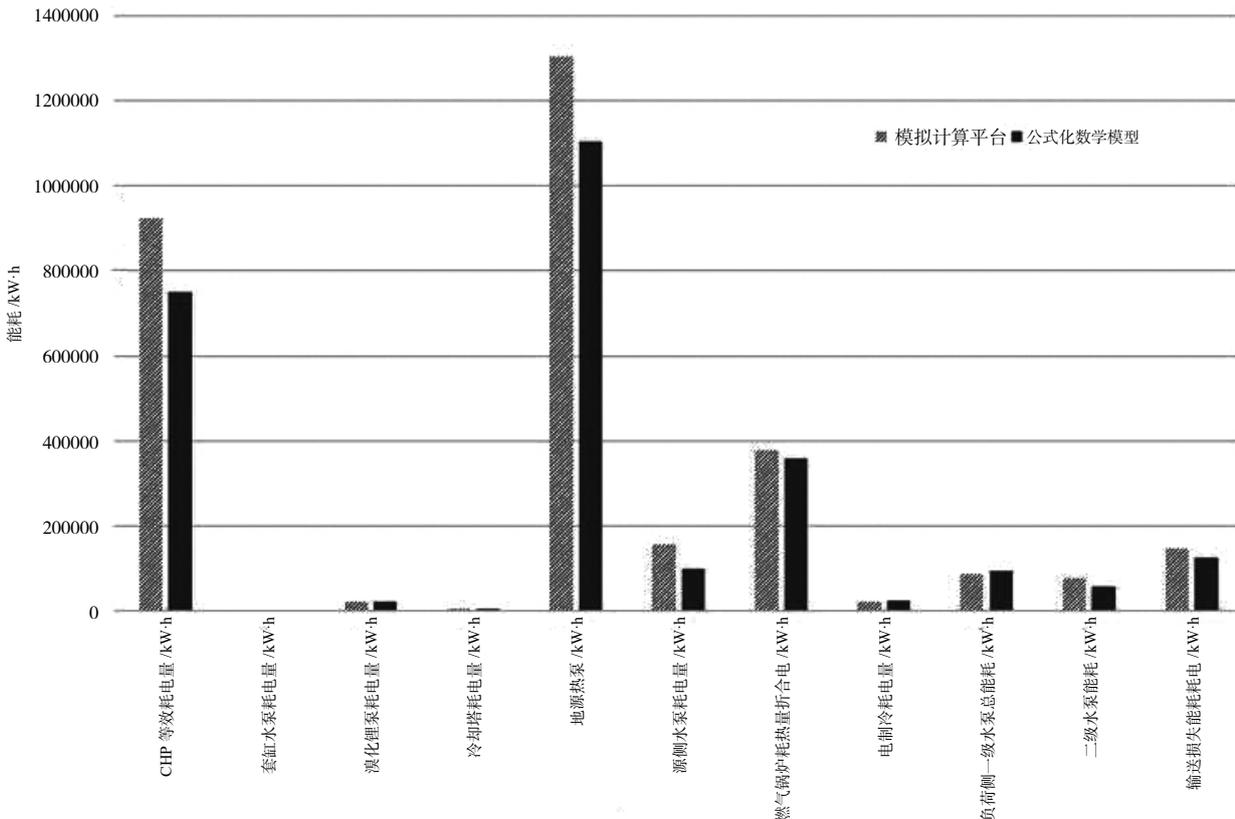


图5 能耗模拟计算平台和公式化数学模型计算结果对比

# 会议 & 活动

## 关于举办“第十六届 MDV 中央空调设计应用大赛”的通知

“MDV 中央空调设计应用大赛”于 2002 年创办，在行业众多专家学者院校师生和业内人士的大力支持参与下，现已成功举办十五届，总投稿数超过 57000 份。

本项赛事的举办，不仅有效搭建了设计师、院校师生、生产和销售企业的沟通交流平台，同时也为行业推荐了大批优秀人才和设计作品，对行业技术进步起到了积极的推动作用。

“设计生命建筑”——第十六届 MDV 中央空调设计应用大赛将一如既往地秉承“公平、公正、公开”的原则，诚邀新老设计师的参与。大赛主题为“设计生命建筑”。

征集对象：

根据设置奖项专业组、M-home 家装组、经销商组、学生组等，面向全国广大设计院设计师、家装设计师、经销商以及全国高等院校在校学生征稿；征集时间：2018 年 4 月 9 日至 2018 年 8 月 15 日。

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）论文审稿会预通知

第二十一届全国暖通空调制冷学术年会论文审稿会定于 2018 年 5 月 9~11 日在浙江省乐清市召开，由曼瑞德集团有限公司负责承办。同期召开两委会工作会议。

会议日期：2018 年 5 月 9~11 日

报到日期：5 月 9 日

会议地点：浙江省乐清市（具体地点另行通知）

联系人：王东青 才隽

电 话：010-6451 7224/7051    13901017552    18600023245

邮 件：chvac2008@sina.com





## 艾默生EVI涡旋强热技术

### 为热泵系统打造强热之“芯”

- 使空气源热泵机组在 $-20^{\circ}\text{C}$ 低温环境下稳定运行
- 与普通热泵技术相比，制热量提高40%，能效提高22%



# 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)

21<sup>st</sup> 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

