

Raychem

XL-TRACE

瑞侃低烟无卤伴热电缆 开创管道防冻应用新标准

01

简便

采用机械连接系统，易于安装
不同颜色外护套，便于远距离识别
可实现更长的伴热回路
10 mm弯曲半径，适合复杂的管道系统
按需剪裁，便于安装现场调整



安全

具有低烟无卤特性的自控伴热电缆
通过IEC62395 (2003)易燃性测试，提高自熄灭性能
通过IEC61034-2测试，与常规电缆相比，减少90%出烟量
通过IEC60754-1不含卤素测试，不会产生有毒烟雾



02

可靠

辐射交联技术提高聚合物性能，使用寿命可超过25年
在自控技术领域拥有超过40年的丰富经验
抗紫外线照射，护套颜色不易褪色
发热均匀，性能卓越



03

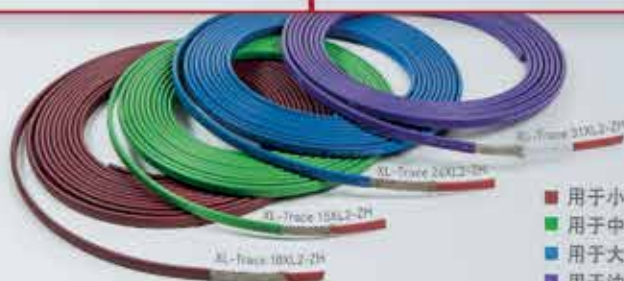
节能

自控技术确保在所需的时间和位置产生热量
配合使用控制器，最高可节能80%
比恒功率伴热电缆节省60%的能耗



04

全系列伴热电缆



- 用于小管径的管道防冻
- 用于中型管径的管道防冻
- 用于大管径的管道防冻
- 用于油脂及污水排放管道

Raychem

智能热水恒温系统

瑞侃HWAT智能热水恒温系统是来自美国加利福尼亚的高科技智能型产品，广泛应用于国内外高端酒店和住宅室内热水管道上，确保打开龙头即可使用稳定舒适的热热水(主卫台盆热水龙头出热水时间控制在5秒左右)。有了HWAT系统，您不必再为等待出热水时间过长而烦恼，也可使肌肤免受冷水刺激，让洗浴成为真正的享受，在寒冷的季节也倍受温暖呵护。



HWAT-CSTB

欧洲举足轻重的建筑认证机构、欧洲最大的综合性建筑科研机构之一的法国建筑科学技术中心(CSTB)。



HWAT-VDE

VDE直接参与德国国家标准制定，是欧洲最有经验的在世界上享有很高声誉的认证机构之一。



HWAT-TICW

中国国家电线电缆质量监督检验中心出具的关于CNAS, CMA, CAL的检测报告，为中国电线电缆安全方面最权威的检测机构。



HWAT-FM

FM为美国第三方认证的认证标准。该标准不仅能够满足消费者对于产品质量的要求，而且能够提高产品在市场中的地位。



HWAT-ESTI

瑞士电气认证。



HWAT-CSA

CSA是加拿大最大的安全认证机构，也是世界上最著名的安全认证机构之一。

WWW.PENTAIRTHERMAL.CN



扫描二维码关注
滨特尔热控官方微信号



卷首语

PREFACE

2017年，我们再次携手中国给排水学会举办第二届“滨特尔杯”自调控电伴热系统中国区设计应用大赛。

与上一届设计应用大赛不同的是，本届大赛包括了智能热水恒温系统和管道防冻电伴热系统；而奖项也增加到24位，包括最佳设计奖、卓越设计奖和优秀设计奖。

从2017年4月开始，我们在全中国范围内举办了39场设计应用大赛宣讲会，得到了全国各大设计院、院领导和设计师们的大力支持。在宣讲会期间，我们与设计师们对自调控电伴热系统的应用进行了大量的技术沟通，设计师们也给予了悉心指导和中肯意见，让我们深受裨益。

本次设计应用大赛得到了中国给排水学会的大力支持。在项目评审期间，学会专家组的精益求精、认真负责的态度让我们印象深刻，也坚定了我们继续与学会合作举办设计大赛的信心。

最后，请允许我代表滨特尔公司祝贺各位获奖设计师，感谢各位和行业同仁分享精彩项目论文，也期待能继续得到您们的大力支持。

王 勇

滨特尔热控亚太区销售总监

滨特尔公司联系人：

感谢行业同仁对自调控电伴热系统的关注，也期待通过行业同仁们的携手努力将自调控电伴热系统应用到更多项目中，提高中国商用、民用和基础设施建筑项目的安全性、经济性和舒适性。

如果您有任何关于“Raychem”品牌自调控电伴热系统的问题，欢迎您与我们联系

滨特尔热控北京分公司

燕 浩 中国北方区销售经理

电 话：+861390101317

刘 毅 中国北方区域客户经理

电 话：+86-13911643757

朱 健 中国北方区域客户经理

电 话：+86-13901129842

滨特尔热控上海公司

麦昕晔 中国南方区域客户经理

电 话：+86-13916656235

姚 磊 中国区技术工程师

电 话：+86-18801618933

第一届编委会 Editorial Committee

编委会主任 Chairman

赵 锂 Zhao Li

编委会副主任 Vice Chairmen

徐 凤 Xu Feng

赵力军 Zhao Lijun

王 研 Wang Yan

华明九 Hua Mingjiu

编委会委员 Members

程宏伟 Cheng Hongwei

邓建平 Deng Jianping

归谈纯 Gui Tanchun

郭汝艳 Guo Ruyan

黄晓家 Huang Xiaojia

黄建设 Huang Jianshe

黄显奎 Huang Xiankui

孔德骞 Kong Deqian

李 星 Li Xing

李益勤 Li Yiqin

刘建华 Liu Jianhua

刘巍荣 Liu Weirong

刘西宝 Liu Xibao

王 峰 Wang Feng

王靖华 Wang Jinghua

王耀堂 Wang Yaotang

杨仙梅 Yang Xianmei

赵世明 Zhao Shiming

赵 昕 Zhao Xin

编委会顾问 Advisers

陈怀德 Chen Huaide

傅文华 Fu Wenhua

姜文源 Jiang Wenyuan

刘振印 Liu Zhenyin

唐祝华 Tang Zhuhua

杨世兴 Yang Shixing

主编 Chief Editor

钱 梅 Qian Mei

地址 Address: 中国北京西城区车公庄大街19号

邮编 Post Code: 100044

电话 Tel: 8610 6836 8018 / 8610 8832 8885

传真 Fax: 8610 6834 4256 / 8610 8832 8885

电邮 Email: zhao-lee@263.net / qian-mei@263.net



Building Water & Wastewater Engineering is the
Official Publication of the Water Supply And
Wastewater Association, ASC

《建筑给水排水》杂志是中国建筑学会建筑给排水
研究分会的指定刊物。



专业、专一、专注、专心

本期《建筑给水排水》杂志

责任编辑: 钱 梅

文字编辑: 罗小荻

美术编辑: Allen C

网络编辑: 高 峰

声明

中国建筑学会建筑给排水研究
分会、中国建筑设计研究院, 自
2013年1月1日起, 不再继续与新
加坡出版商合作出版《亚洲给水
排水》中文版。特此。

瑞侃低烟无卤XL-Trace伴热电缆 开创管道防冻应用新标准

安全

具有低烟无卤特性的自调控伴热电缆

通过IEC62395 (2003)易燃性测试，提高自熄灭性能

通过IEC61034-2测试，与常规电缆相比，减少90%出烟量

通过IEC60754-1不含卤素测试，不会产生有毒烟雾



01

简便

采用机械连接系统，易于安装

不同颜色外护套，便于远距离识别

可实现更长的伴热回路

10 mm弯曲半径，适合复杂的管道系统

按需剪切，便于安装现场调整



02

可靠

辐射交联技术提高聚合物性能，使用寿命可超过25年

在自调控技术领域拥有超过40年的丰富经验

抗紫外线照射，护套颜色不易褪色

发热均匀，性能卓越



03

节能

自调控技术确保在所需的时间和位置产生热量

配合使用控制器，最高可节能80%

比恒功率伴热电缆节省60%的能耗



04

全系列伴热电缆



- 用于小管径的管道防冻
- 用于中型管径的管道防冻
- 用于大管径的管道防冻
- 用于油脂及污水排放管道

WWW.PENTAIRTHERMAL.CN



扫描二维码关注
滨特尔热控官方微信信号

目 录

Contents

P6 第二届“滨特尔杯”自调控电伴热系统中国区设计应用大赛回顾

P10 热水最佳设计奖 Best Application Award

10 厦门航空总部大厦

P16 热水卓越设计奖 Design Excellence Award

16 热水支管保温电伴热技术在杭州雅谷泉山庄项目中的应用

18 智能热水恒温电伴热系统在高端住宅中的应用

21 浅析智能热水恒温系统在绿城·凤起潮鸣住宅中的应用

P24 热水优秀设计奖 Design Achievement Award

24 浅谈自调控电伴热系统在三景——华御五星酒店工程中的应用

27 智能热水恒温系统在北京前门文华东方酒店的应用

30 热水支管保温电伴热技术在泰禾金尊府项目中的设计应用探讨

33 朝阳区东风乡绿隔地区第一宗地（J-2地块）项目智能热水恒温电伴热系统简介

34 智能热水恒温电伴热技术在住宅项目中的设计应用探讨

37 智能热水恒温电伴热技术在南京卓美亚酒店项目中的设计应用探讨

40 安品街项目电伴热系统的应用

P43 热水参与设计奖

43 智能热水恒温电伴热系统在双龙湖山庄的设计应用探讨

46 智能热水恒温电伴热技术在博舍酒店项目中的应用

48 智能热水恒温电伴热技术在南京建邺区河西西南部8—6号地块（NO.2016G14 地块）项目中的设计应用分析

51 热水支管保温电伴热系统在酒店式公寓中的应用

54 热水支管保温电伴热技术在研创园共享空间项目与太阳能热水系统设计应用

56 智能热水恒温电伴热系统在南京外国语学校方山分校的设计应用探讨

59 智能热水恒温电伴热系统在西安铁路北客站站西广场工程1号楼项目中的应用





P62 防冻最佳设计奖 Best Application Award

- 62 管道防冻电伴热技术在法门寺合十舍利塔工程中的应用探讨

P64 防冻卓越设计奖 Design Excellence Award

- 64 管道防冻电伴热技术在鄂尔多斯市东胜体育中心体育场的设计应用
69 沈阳桃仙国际机场航站区T3航站楼电伴热设计
71 管道防冻电伴热技术在CCTV 主楼中的设计应用探讨

P75 防冻优秀设计奖 Design Achievement Award

- 75 管道防冻电伴热技术在银川国际航空港综合交通枢纽工程项目的设计应用探讨
77 管道防冻电伴热技术在中国银行总行北京总部大厦项目中的应用

- 79 自控电伴热在郑州新郑国际机场二期建设项目综合交通换乘中心（GTC）中的应用
82 管道防冻电伴热技术在郑西客运专线西安北站站房中的应用
86 电伴热在管道防冻的应用施工技术
88 华都中心项目电伴热保温系统设计应用

P90 防冻参与设计奖

- 90 管道防冻电伴热系统在郑州新国际会展中心项目的设计应用
92 管道防冻电伴热系统在济南十-1地块项目的应用
95 物流仓库自喷管道电伴热防冻系统的设计及应用
98 管道防冻电伴热技术在京南昌达物流园高架库消防管道系统中的设计应用探讨

Raychem 特稿 Feature

- 101 生活热水生产系统和配送系统的整体能量系统分析

2017年第二届“滨特尔杯”自调控电伴热系统中国区设计应用大赛回顾

继2015年成功举办第一届“滨特尔杯”智能热水恒温系统设计大赛后，2017年，中国建筑学会建筑给排水研究分会和滨特尔热控再度联手，举办第二届“滨特尔杯”自调控电伴热系统应用大赛，本届大奖赛设置分为：智能热水恒温电伴热系统、管道防冻电伴热系统两个领域。旨在为全国给排水专业设计师提供学术技术交流平台，以各大设计院骨干设计师或者设计团队作为主体，瞄准建筑给水及热水领域的技术发展前沿，致力于提高设计师的创新和应用能力，并促进整个行业的技术革新。

参赛对象：建筑给排水个人设计师或者项目设计小组。

参赛范围：中国境内已竣工并投入使用的工程项目，该项目使用了瑞侃HWAT智能热水恒温电伴热系统、管道防冻电伴热系统的设计应用方案；中国境内的在建项目或者已竣工但尚未投入使用的项目，该项目施工图设计中使用了瑞侃HWAT智能热水恒温电伴热系统、管道防冻电伴热系统的设计方案。

第二届“滨特尔杯”自调控电伴热系统中国区设计应用大赛得到全国设计院设计师的积极参加。本届大赛组委会共收到来自32家设计单位按规定条件报送的50个工程项目（包括已竣工和在建项目）。

评审工作严格遵照公开、公正和公平的评选原则。分组对申报书、计算书和相关设计图纸进行了认真地审阅，最后通过无记名投票的方式，确定最终大奖结果。

在2017年8月18日的中国建筑学会建筑给排水研究分会第三届第一次理事大会暨学术交流会举行了隆重的颁奖仪式。

为了把本届大赛的成果介绍给更多的国内同行，推动瑞侃自调控电伴热系统在工程设计中的应用，由中国建筑学会建筑给排水研究分会主办的《建筑给水排水》杂志出版第二届“滨特尔杯”专刊向专业读者免费赠阅！

赠阅热线：010-88328885；

可将姓名、单位、通讯地址、联系电话发邮件至1084657245@qq.com，安排快递杂志。



第二届“滨特尔杯”自调控电伴热系统中国区设计应用大赛

评审专家



评审专家组长：赵锂

中国建筑学会建筑给排水研究分会理事长、
中国建筑设计院副院长、总工程师、教授级高级工程师；



评审专家副组长：徐 凤

中国建筑学会建筑给排水研究分会
副理事长
上海建筑设计研究院顾问总工程师



评审专家副组长：赵力军

中国建筑学会建筑给排水研究分会
副理事长
广州市设计院副总工程师



评审专家：刘振印

中国建筑设计院顾问总工程师
教授级高级工程师



评审专家：王 研

中国建筑西北设计研究院副总工程师
教授级高级工程师



评审专家：归谈纯

同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司副总工程师
教授级高级工师



评审专家：王靖华

浙江大学建筑设计研究院副总工程师
研究员



评审专家：孙 钢

中国建筑西南设计研究院有限公司副总工程师
教授级高级工程师



评审专家：金 鹏

中国建筑东北设计研究院有限公司副总工程师
教授级高级工程师



评审专家：刘建华

天津市建筑设计院副总工程师
教授级高级工程师



评审专家：徐 扬

华东建筑设计总院副总工程师
教授级高级工程师



评审专家：王耀堂

中国建筑设计院副总工程师
教授级高级工程师



评审专家：曾 捷

中国建筑科学研究院建筑设计院副院长
教授级高级工程师

第二届“滨特尔杯”自调控电伴热系统中国区设计应用大赛 智能热水恒温电伴热系统

获奖名单

奖项	项目名称	设计单位
最佳设计奖	厦门航空总部大厦	中国建筑设计院有限公司
卓越设计奖	杭州雅谷泉山庄酒店整体翻建项目	浙江大学建筑设计研究院有限公司
	海淀北部地区整体开发中关村永丰产业基地 HD-0402-0030 地块 F1 住宅混合公建用地（配套公共租赁住房）	北京市住宅建筑设计研究院有限公司
	杭政储出【2016】1号地块	浙江绿城建筑设计有限公司
优秀设计奖	南京青奥中心项目 - 超高层塔楼	深圳华森建筑与工程设计顾问有限公司南京分公司
	安品街	南京长江都市建筑设计股份有限公司
	三景·华御五星酒店	湖南省建筑设计研究院有限公司
	北京前门东方文华酒店	奥雅纳工程咨询（上海）有限公司北京分公司
	泰禾金尊府项目	北京博易基业工程顾问有限公司
	朝阳区东风乡绿隔地区第一宗地（J-2 地块）项目	北京中天元工程设计有限责任公司
	杭政储出【2015】号地块商品住宅（设配套公建）	上海弘城国际建筑设计有限公司
	NO.2015G68 上海建工项目	南京兴华建筑设计研究院股份有限公司
	郑和大厦	福建省建筑设计研究院
参与设计奖	苏州中心广场 D 地块和 E 地块（8# 楼和 9# 楼）	中衡设计集团股份有限公司
	北京大都会 79 号	北京博易基业工程顾问有限公司
	双龙湖别墅	南京市城镇建筑设计咨询有限公司
	欢乐谷主题公园后勤区	江苏省建筑设计研究院有限公司
	成都太古里博舍酒店	中国建筑西南设计研究院有限公司
	建邺区河西南部 8-6 号地块（NO.2016G14 地块）	南京市建筑设计研究院有限责任公司
	朝阳区东风乡绿隔地区第一宗地（J-1 地块）项目	北京中天元工程设计有限责任公司
	湖北大厦（红枫万豪酒店）	上海江欢成建筑设计有限公司
	研创园共享空间	南京市城镇建筑设计咨询有限公司
	NO.2014G87（迈皋桥合班村 376 号）	南京长江都市建筑设计股份有限公司
	南京外国语学校方山分校	南京市城镇建筑设计咨询有限公司
	NO.2014G97 项目	南京长江都市建筑设计股份有限公司
	京西长安万科中心	迈进工程设计咨询（北京）有限公司
	西安铁路北客站站西广场工程 1 号楼	中国建筑西北设计研究院有限公司

第二届“滨特尔杯”自调控电伴热系统中国区设计应用大赛 管道防冻电伴热系统

获奖名单

奖项	项目名称	设计单位
最佳设计奖	法门寺合十舍利塔	中国建筑西北设计研究院有限公司
卓越设计奖	鄂尔多斯市东胜体育中心体育场	中国建筑设计院有限公司
	中央电视台新台址建设工程—CCTV 主楼	华东建筑设计研究总院
	沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼	中国建筑东北设计研究院有限公司
优秀设计奖	西安北站消防及给排水管道防冻系统工程	中南建筑设计院股份有限公司
	鄂尔多斯市体育中心体育场	中国建筑设计院有限公司
	郑州新郑国际机场二期建设项目综合交通换乘中心（GTC） 给排水管道防冻系统	中国建筑东北设计研究院有限公司深圳分公司
	中国银行北京总部大厦	中国建筑科学研究院
	华都中心项目（办公楼）	中国建筑设计院有限公司
	银川国际航空港综合交通枢纽工程	中国建筑西北设计研究院有限公司
	天津国际邮轮母港客运大厦维修工程	悉地（北京）国际建筑设计顾问有限公司
	清水西苑一期工程	"北京炎黄联合国际工程设计有限公司
参与设计奖	南京分公司 "	中衡设计集团股份有限公司
	博世牙克石冬季测试场项目	中衡设计集团股份有限公司
	郑州新国际会展中心	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司
	崇礼太舞四季文化旅游度假区一期营地项目	迈进工程设计咨询（北京）有限公司
	济南市西客站安置一区十 -1 地块	上海江欢成建筑设计有限公司
	苏宁云商西北电子商务运营中心 1# 小件库	陕西省建筑设计研究院有限责任公司
	新建济南至青岛高速铁路工程 -- 红岛站	杭州中联筑境建筑设计有限公司
	北京祥龙京南昌达物流有限公司 1# 仓库等 11 项 （京南昌达物流园）	北京市工业设计研究院有限公司
	浦口城西路换乘枢纽建设工程项目	南京长江都市建筑设计股份有限公司
	乌海恒大绿洲项目 - 地下车库	中国建筑东北设计研究院有限公司
	功率 MOS-D 二极管研发生产基地项目	南京长江都市建筑设计股份有限公司
	辽宁省国际会议中心 - 酒店	中国建筑东北设计研究院有限公司

厦门航空总部大厦

工程名称：厦门航空总部大厦
设计单位：中国建筑设计院有限公司
设计人：匡杰、安岩、安明阳、张晋童、李梦轶、赵伟薇、范改娜、陈静、朱跃云
获奖情况：最佳设计奖

一、项目概况

厦航总部大厦的业主是厦门航空有限公司。本工程坐落于厦门市湖里区 06-11 两岸金融中心片区北区，仙岳路与环岛干道交叉口西南侧 A3-1 地块，用地呈扇形，周边环路。总用地面积 21943.45m²，总建筑面积 171848m²（其中地上计容 119718m²，地下 52130m²），由办公楼、五星级酒店（460 自然间客房）及附属用房组成。建筑控高为：办公楼高 185.15m，地上 37 层，地下 3 层；酒店高 140.5m，地上 32 层，地下 3 层。结构选型：办公楼采用钢管混凝土—支撑结构；酒店采用钢筋混凝土框架—核心筒结构；裙房采用钢筋混凝土框架结构。主要功能为办公、酒店、餐厅、娱乐等。根据设计委托任务书的要求，酒店部分塔楼、裙房及地下室供应生活热水。

该项目获第三届詹天佑土木工程大奖、全国绿色建筑创新奖三等奖、一星级绿色建筑设计标识、影响中国地标建筑、优秀建筑结构设计一等奖、首都第九届规划建筑设计汇报展十佳建筑设计方案。

二、设计应用

在本项目的酒店客房中，为了保证生活热水的使用效果，设置了局部支管智能恒温电伴热系统，并与客房系统联动，客人办理入住手续时启动，提升客人用水的舒适度，同时客房空置时，关闭系统，避免不必要的消耗能量。

三、提高酒店客房热水供水舒适度的比较

（一）酒店内生活热水供水的要

1. 打开龙头，能够很快出热水，满足客人用水的温度要求；

2. 各个洁具的用水特点和使用感受决定了是否采取相应措施提升用水感受，这一做法也符合节水的要求：

1) 淋浴器：直接使用，热水温度的供水温度一旦低了，直接影响客人全身感受；使用时间较长，一旦放掉冷水，连续使用，后续感受会改善；

2) 洗手盆：直接使用，热水温度的供水温度一旦低了，直接影响客人手部感受；使用时间较短，非连续使用，如果没有措施保证，用水感受始终不好；

3) 浴缸：放水至浴缸，满水后使用，前期水流温度不影响后续使用感受，可以不用特别采取措施保证；

	使用部位	一次使用时间	使用特性	开启时温度不足，造成的影响	是否应采取保障水温措施
淋浴器	全身使用，打开即用	约 5-20 分钟	连续使用，中间或有间隔	不适，感受不好	应采取
洗手盆	洗手使用，打开即用	打湿 5-10 秒，冲洗 10-15 秒，洗脸 1-2 分钟；	连续使用，中间或有间隔；	不适、感受不好	应采取
浴盆	全身使用，浴缸满水后使用	根据浴缸尺寸不同，以充水 150 升计，大约 10 分钟左右	浴缸充满水之后连续使用	不影响感受，正常使用	可不采取

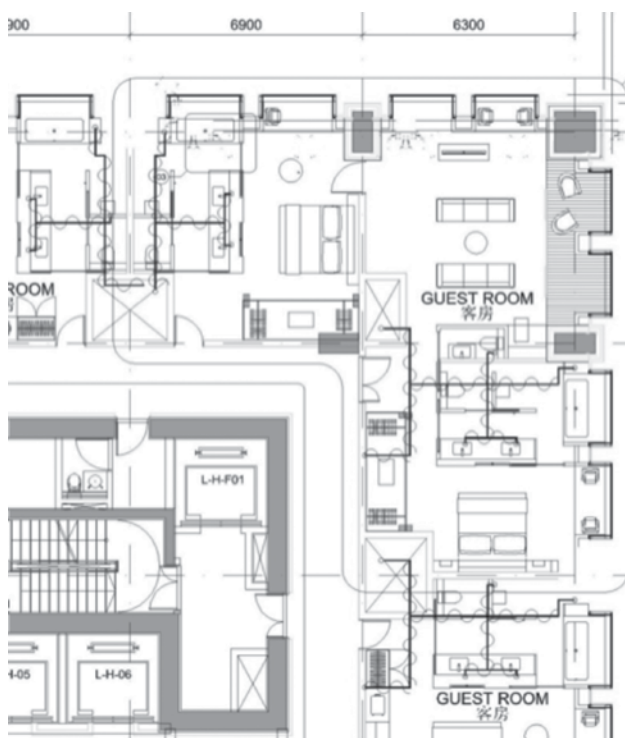
（二）满足酒店客房内生活热水供水要求的措施和所能实现的效果

1. 支管循环方式：通过管网的热损失计算和循

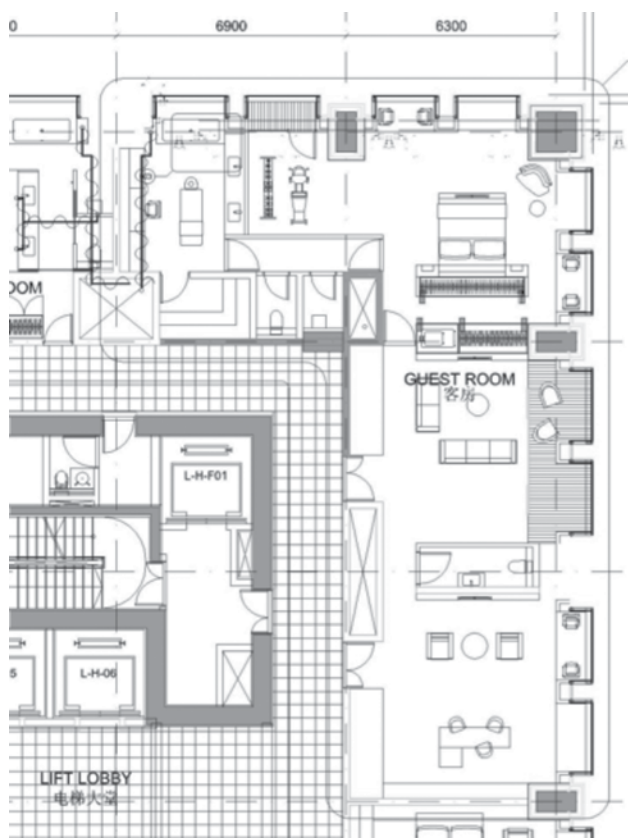
环水头损失计算发现各个支路热损失不均衡，差别较大，难以实现以保证供水温度为前提的流量平衡（热水系统为开式变流量系统），从效果上看，难以保证供水温度，我们不支持采用此种方式。



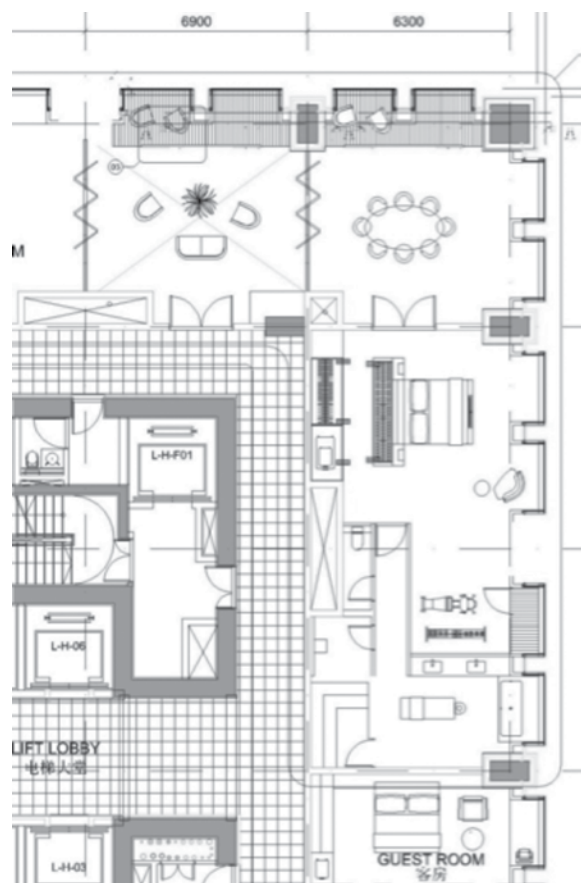
23 层



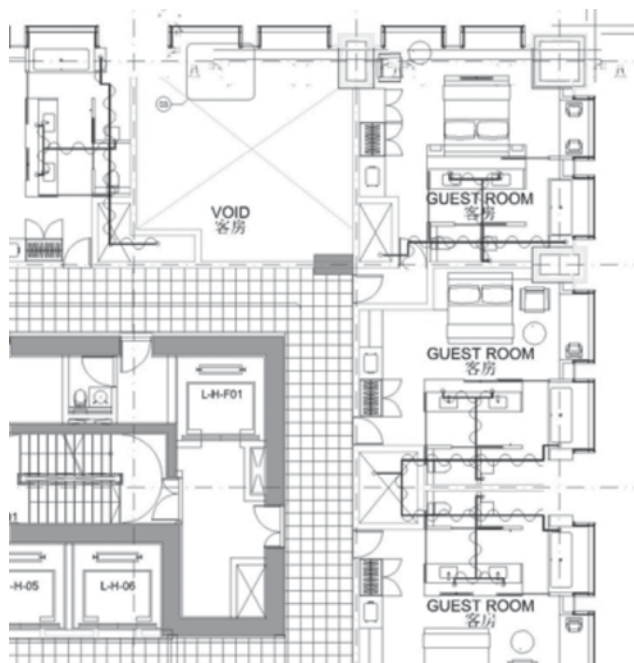
24 层



26 层



28 层



29 层

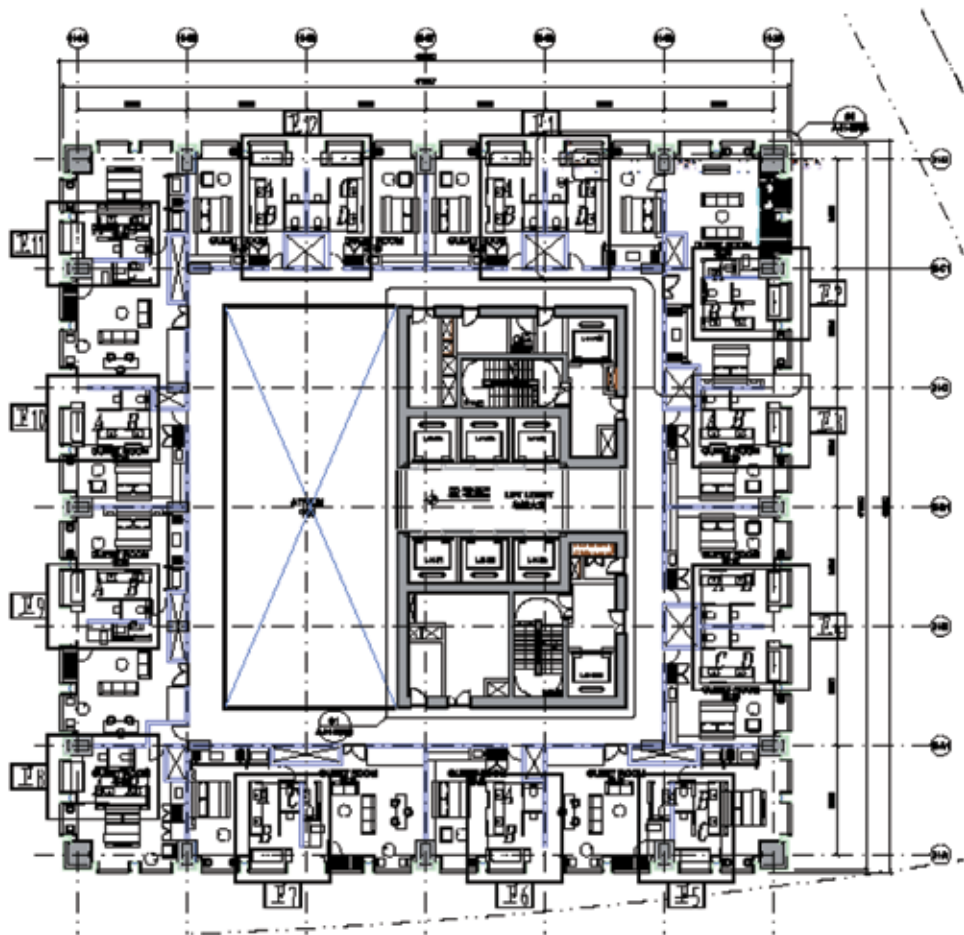
从以上的客房布置可以看出，客房同层卫生间布置不同，管道连接每层上面也有差别，经过对客房卫生间的热水管道进行水力计算、热损失计算和循环流

量的水头损失计算，得出各个立管间的循环水头损失差别较大（超过 30%），同时由于热水系统是变流量的系统，在用水点变化的情况下，会进一步加大这样的差别，进而影响循环效果，造成局部卫生间，局部洁具循环不畅，这是我们设计中所必须避免的，为此我们不支持采用此种循环方式。

2. 淋浴循环：洗手盆处的热水供应效果，常年不好，11 个单元洗手盆龙头开启后，热水的出水经过计算分别见下图，虽然淋浴处的供水效果有所提升，但是客人洗手只能在最后才感受到有热水，另外从管网的热损失计算和循环水头损失计算发现各个支路热损失不均衡，差别依然较大，从效果上看，也难以保证，我们不建议采用此种方式：

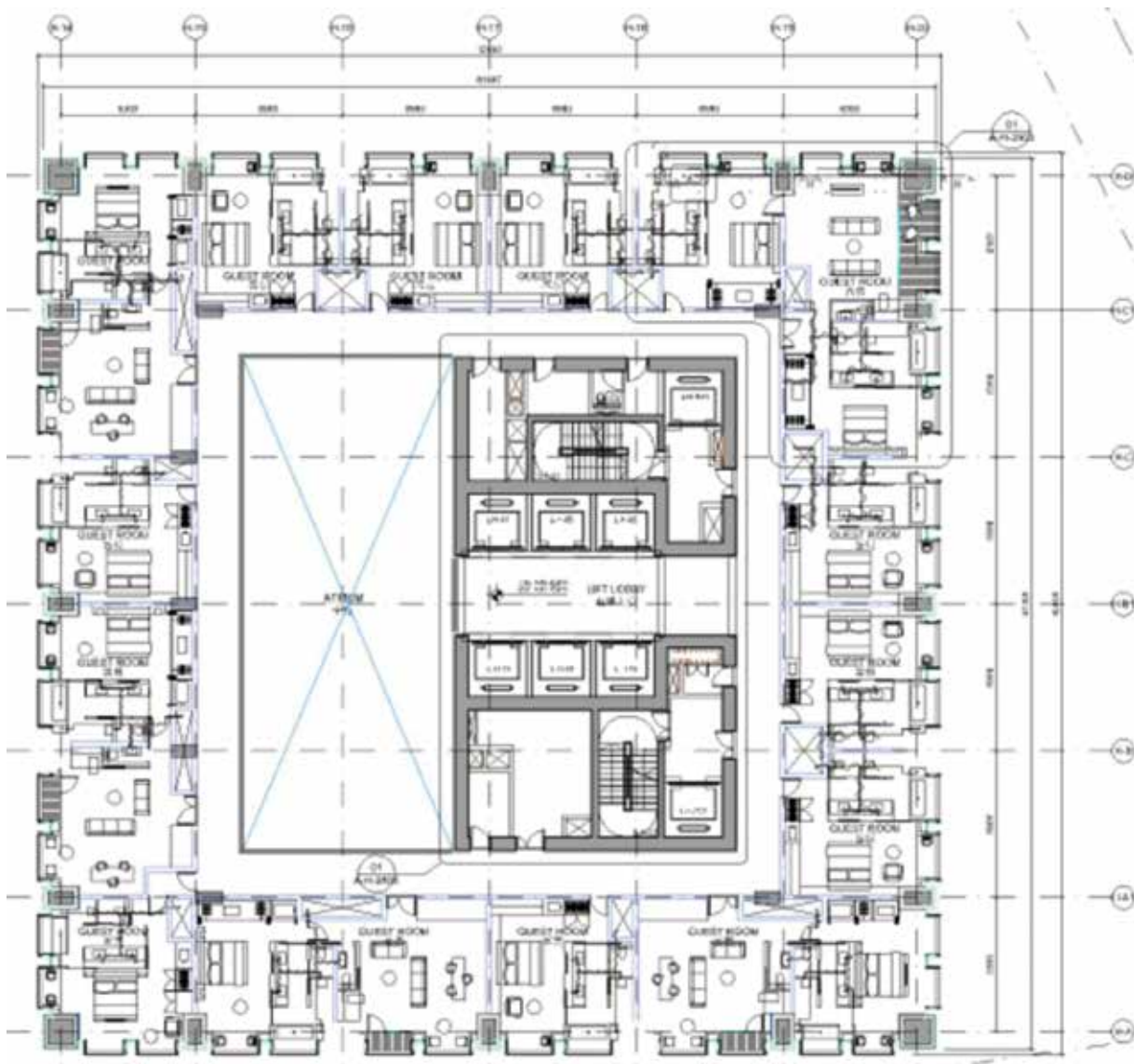
附：酒店平面图（标注卫生间及龙头编号）

由此可见，根据本项目卫生间布置，只淋浴器循环供水方式，洗手盆处，如果不考虑措施，洗手时热水出水严重滞后（> 10 秒），不符合五星级酒店生活热水供应要求；



酒店平面图（标注卫生间及龙头编号）

卫生间编号	龙头编号	DN15		DN20		冷水总容积	放冷水时间 (s)	
		内径	14.30	内径	20.20		龙头开启度	
		长度	总容积	长度	总容积	(L)	50%	75%
1	A	2.90	0.47	1.95	0.62	1.09	22	15
	B	3.00	0.48	1.95	0.62	1.11	22	15
	C	2.05	0.33	2.05	0.66	0.99	20	13
	D	2.85	0.46	2.05	0.66	1.11	22	15
2	A	3.05	0.49	1.00	0.32	0.81	16	11
	B	3.05	0.49	1.60	0.51	1.00	20	13
	C	3.05	0.49	1.60	0.51	1.00	20	13
3	A	3.05	0.49	1.60	0.51	1.00	20	13
	B	3.05	0.49	1.60	0.51	1.00	20	13
4	A	2.90	0.47	1.95	0.62	1.09	22	15
	B	3.00	0.48	1.95	0.62	1.11	22	15
	C	2.05	0.33	2.05	0.66	0.99	20	13
	D	2.85	0.46	2.05	0.66	1.11	22	15
5	A	2.77	0.44		0.00	0.44	9	6
	B	1.70	0.27	3.05	0.98	1.25	25	17
	C	1.70	0.27	3.05	0.98	1.25	25	17
6	A	2.80	0.45	1.80	0.58	1.03	21	14
	B	3.20	0.51	1.80	0.58	1.09	22	15
7	A	2.80	0.45	1.70	0.54	0.99	20	13
	B	3.20	0.51	1.70	0.54	1.06	21	14
	C	3.01	0.48		0.00	0.48	10	6
8	A	3.05	0.49	2.00	0.64	1.13	23	15
	B	2.95	0.47	2.00	0.64	1.11	22	15
9	A	3.20	0.51	1.70	0.54	1.06	21	14
	B	2.80	0.45	1.70	0.54	0.99	20	13
	C	3.05	0.49		0.00	0.49	10	7
10	A	3.05	0.49	2.00	0.64	1.13	23	15
	B	2.95	0.47	2.00	0.64	1.11	22	15
11	A	2.90	0.47	1.60	0.51	0.98	20	13
	B	2.90	0.47	1.60	0.51	0.98	20	13
	C	3.01	0.48		0.00	0.48	10	6
12	A	2.90	0.47	1.95	0.62	1.09	22	15
	B	3.00	0.48	1.95	0.62	1.11	22	15
	C	2.05	0.33	2.05	0.66	0.99	20	13
	D	2.85	0.46	2.05	0.66	1.11	22	15



楼层做伴热的平面图

3. 支管电伴热方式：立管循环，支管电伴热，电伴热可与酒店管理系统联动，当客房无人入住时，支管内的水不做伴热，减小系统的能耗，有客人办理入住手续时，接通电源，对支管内的水进行升温，在20分钟内就可将水温升至40℃，满足客人使用的要求。

附：楼层做伴热的平面图

（三）三种做法的经济技术比较

为了计算三种方式的经济技术性能，结合本项目的情况，我们做了大量的工作，仔细对平面图和各个管网系统进行了绘制和统计（见下表），由此不难看出，相比支管（全）循环系统，本项目采用支管电伴热系统并不会造成工程造价的提高；而从运行角度来说，采用支管电伴热方式，降低了管道散热量，减小了循

环流量，节约了运行费用；从节水的角度看，由于供水温度有所保证，避免了淋浴和洗脸时由于水温达不到要求，而白白放掉。

1. 初投资的比较

通过对三种方式的管道造价和工程总报价的计算得出，并进行综合后总结计算结果，可以得出下表的综合计算结果不难看出，采用立管循环、支管电伴热方式，从投资上并没有增加。

2. 运行费用的比较

一方面，热损失值能够一目了然地看到增加循环管路带来的热损失，另一方面补充这些热损失所需要的循环泵还需要补充管路系统所造成的管路损失，造成能量的消耗。

影响因素	酒店支管电伴热做法		酒店支管全循环做法	
工程造价	管道造价 （万元）	电伴热造价（万元）	支管全循环做法(万元)	淋浴器循环的做法（万元）
	322.74	38.62	366.64	364.24
	361.36			

支管全循环增加的管道散热量计算

序号	名称	规格	单位	支管伴热数量	全循环数量	增加的管长	管材热损失 (W/m)	热损失 (kW)
1	热回水管线	DN20	m	130	1417	1287	9.80	126.13
2	热回水管线	DN25	m	69	55	-14	11.30	-1.58
3	热回水管线	DN40	m	133	281	148	59.20	87.62
4	热回水管线	DN50	m	54	801	747	59.20	442.22
5	热回水管线	DN65	m	79	54	-25	59.20	-14.80
6	热回水管线	DN80	m	54	79	25	59.20	14.80
7	热回水管线	DN100	m	36	54	18	24.00	4.32
合计								658.70

3. 节水效果

通过前述计算,不难看出,酒店客房层,如果只采取淋浴器处的做循环的措施,单层支管中至少有 35L 的冷水,各个层叠加以后,而且随着使用的过程,反复出现,由于其温度不能满足使用要求,常常都被空放掉,造成水资源的浪费。按每天一次放水计算每天浪费的总水量为 1.75m^3 ,一年浪费的自来水约 640m^3 。

三、技术优势分析

厦航总部大厦酒店热水系统的设计中,为了保证供水效果,结合项目的实际情况,通过对工程造价、运行维护和节水等几个方面进项比较后,可以看出采用局部支管智能恒温电伴热系统,并与酒店的客房系

统联动,存在着以下几方面的优势:

1. 节约能源,减少支管循环系统中的热损失;
2. 减小管路的长度,节约管材,节省空间,降低工程造价;
3. 缩短了热水出水的时间,根据使用的实际情况,节约水资源;
4. 根据酒店入住情况,启闭电伴热系统,保证使用的同时,降低平时的运行维护费用。

以上是我们在厦航总部大厦运用智能恒温电伴热系统的一些总结,相信随着智能恒温电伴热系统越来越广泛地运用于工程实践中,会有更多更好的工程实例涌现出来,在此我们只是抛砖引玉,希望大家批评指正。

热水支管保温电伴热技术在杭州雅谷泉山庄项目中的应用

工程名称：杭州雅谷泉山庄酒店整体改建项目

设计单位：浙江大学建筑设计研究院有限公司

设计人：张楠、王小红、龚增荣、

周欣、陈凯

获奖情况：卓越设计奖

1 项目概况

杭州雅谷泉山庄酒店为 G20 杭州峰会服务配套酒店，位于西湖区虎跑路和三台山路交汇处的西南角，南接杭州花家山庄。本项目占地面积 68758m²，总建筑面积 31363m²，其中地上建筑面积 23850m²，地下建筑面积 7513.0m²。本项目包括 1# 楼主体酒店（有 109 间标准客房）、20 幢独栋客房（共 73 间，其中 7# 楼为总统套）、1 幢动力中心和 1 幢配电房。各楼均为多层建筑，地上均为 2 层，局部楼栋含地下室。各楼栋的建筑高度均不大于 12m。整个地块北高南底，±0.000 的标高从 14.050（黄海高程）~29.800（黄海高程）。

2 设计应用

本项目为 G20 杭州峰会服务配套酒店。为了提高使用的舒适性，热水系统要求达到“龙头一开就有热水”。为了满足这个要求，要么采用器具支管循环，要么采用电伴热系统，两者相比，电伴热系统具有系统简单、施工方便等优势。由于从确认建筑方案到工程竣工投入使用只有一年的时间，工期非常紧张，最后确定采用电伴热系统，来满足“龙头一开就有热水”的要求。

本项目的主楼（1# 楼）和部分独栋客房（2~7# 楼）采用集中热水系统（太阳能辅助锅炉加热热水系统）；其余独栋客房由于以后出租经营，所以每栋单独采用空气源热泵辅助燃气热水器热水系统。各热水系统的主管采用机械式热水循环。

在各楼每个卫生间内的热水支管采用 Raychem HWAT 系统，伴热线采用 HWAT-M（55℃）自控伴热线，输出功率 8W/m（55℃）。系统供电采用 220V 交流电，回路额定电流 20A，配过流开关，且带 30 毫安漏电保护功能。整个项目（1~7# 楼）共采用 HWAT-M（55℃）



图一 南京金茂广场二期效果图

表一 热水支管保温电伴热与传统支管循环技术经济比较

项目	Raychem（瑞侃）保温电伴热（HWAT-M）		传统支管循环热水系统		备注
热水给水支管总长度（m）	2700	DN25（8W/m 散热）	2700	DN25（8W/m 散热）	
热水回水支管总长度（m）	0	0	4050	DN15（7W/m 散热）	
热水回水立管总长度（m）	0	0	220	DN20（8W/m 散热）	
热水回水干管总长度（m）	0	0	430	DN40（10W/m 散热）	
散热总量（W）	21600		56010		
支管循环增加循环泵能耗（kWh）	0		12	水泵运行综合能耗（KWH），为支管循环水泵增加 1KW 功耗，每天运行 12h 计算	
管道耗热时间（h/d）	6	定时制保温加热，用水时间每天统计为：早 7:00~9:00 晚 20:00~24:00	24		
系统用水前加热消耗量（kWh）	92.34	每个支管按照每天启用次数 2 次计算即每天需要用电伴热线加热无效水量 2.65m3 所需的热量（温升 30℃计）。	0		
每天能耗（kWh）	221.94		1356.2		
每天能源（电源 kWh/ 天然气 m³）	221.94 kWh		203.4m³	锅炉热效率 90%/ 板换综合热效率 80%/8500 大卡 /m³（天然气热值）× 天然气纯度 95%× 24h（m³ 天然气）	
每天总能耗（kWh）	221.94		1368.2		
能源单价（元 /kWh/m³）	0.90		4.64		
循环水泵能耗收费（元 /d）	0		10.8		
每天费用小计（元 /d）	199.75		954.58		
每月运行费用（元）	5992.5		28637.4		每月按 30 天计
系统投资综合造价（万元）	37.8		22.07		

自调控电伴热线约 2700m。

3 技术经济比较

本项目采用的热水支管保温电伴热系统与传统的热水支管循环方案就系统投资、运行能耗等方面进行了技术经济分析，结果详见表一。

从表一看出，电伴热系统在日常运行费用等各方面的优势都是较大的。虽然初期投资电伴热系统会高于传统支管循环系统，但是日常运行费用电伴热系统低于传统支管循环系统，增加的投资不到一年即可收回（未计设备损耗）。

4 结论

虽然电伴热系统的初期投资会比较大，但是其运行费用远低于常规热水支管循环系统（详见表一）。通过上述比较，得出电伴热系统的优势在于：

1) 节约能源，减少了循环系统中增加的各类回水支管的热损耗；

2) 简化系统，减少管道；

3) 热水即开即用，提高了用水舒适性和生活品质；

通过本项目的设计以及相关的分析，笔者认为：电伴热控制系统的选择对于整个系统的设计至关重要，也是其“节约能源”的关键所在。

智能热水恒温电伴热系统 在高端住宅中的应用

【摘要】

本文通过热水恒温电伴热系统在海淀北部地区整体开发中关村永丰产业基地HD-0402-0030地块项目F1住宅混合公建用地（配建公用租赁住房）项目的高端住宅中的设计应用，对热水恒温电伴热系统及传统支管循环系统进行了技术经济性分析，体现了智能热水恒温电伴热系统在高端住宅中应用的优势。

【关键词】

智能热水恒温电伴热系统 高端住宅

工程名称：海淀北部地区整体开发中关村永丰产业基地 HD-0402-0030 地块 F1 住宅混合公建用地（配套公共租赁住房）

设计单位：北京市住宅建筑设计研究院有限公司

设计人：袁艺、邹艾娟、马文超、任民

获奖情况：卓越设计奖

1 项目概况

“本项目为海淀北部地区整体开发中关村永丰产业基地 HD-0402-0030 地块项目 F1 住宅混合公建用地（配建公用租赁住房）。该项目地处海淀北部地区整体开发范围，海淀区西北旺镇。东至永丰东四街绿化带，南至永丰北一街，西至永丰东一街绿化带，北至永丰北四街绿化带。总用地面积：65219.266m²。总建筑面

积 292942m²。项目内布置有商品房、自住房、公租房、办公、幼儿园、居服，其中 6#~10# 楼为 5 栋商品房，定位为高端住宅，精装交付，户内热水采用智能热水恒温电伴热系统。

2 设计与应用

2.1 系统设计

该项目生活热水由小区锅炉房提供一次热源，经过换热站提供二次生活热水，供水温度为 60℃。热水系统采用全日制机械循环，在换热站设置储热水箱及热媒循环泵，热水循环泵设于换热站，管井内立管循环，热水循环泵的启、停由设在热水循环泵之前的热水回水管上的电接点温度计自动控制：启泵温度为 50℃，停泵温度为 55℃。

住宅内采用集中生活热水系统，采用下行上给供



图 1 项目效果图



图 2 住宅效果图

水方式，热水立管设于公共管井内，分户计量，每户在公共管井内供水管上设置一套机械式水表，自动计量每户的热水流量。每户供水管出管并后敷设在吊顶内，为保证住宅户内每一热水用水点可以及时获得热水的要求，户内热水系统采用瑞侃的 HWAT 智能热水恒温电伴热系统，确保热水管道维持在设计温度 55℃。伴热电缆利用玻璃胶带或铝胶带固定在管道上。

伴热线结构要求：线缆必须具有两根平行导线，中间有高分子材料发热体，内绝缘层，高分子涂层的铝箔防护薄膜，覆盖率不低于 80% 的金属屏蔽网及外护套的典型结构。铝箔防护薄膜为必须，以保证在使用期限内高分子材料发热体不受侵蚀而加速衰老。自调控伴热电缆需提供满足 GB/T19835-2015 的要求，并提供具有国内 CMA 权威检测机构出具的产品检测报告。整个系统包括自调控伴热电缆、电源连接、两通、三通以及尾端等连接件以及附件必须为同一品牌并具有 VDE，CSTB 等国际认证证书。自调控发热电缆的热发热功率不超过 9W/m (@55℃)，维持目标管道温度（水温）及热水龙头末端出水温度不得低于 45℃；不得高于 55℃。同时要求整个系统，包括自调控伴热线以及连接配件，必须具有良好的防水、防尘性能，要求不低于 IP67 等级。

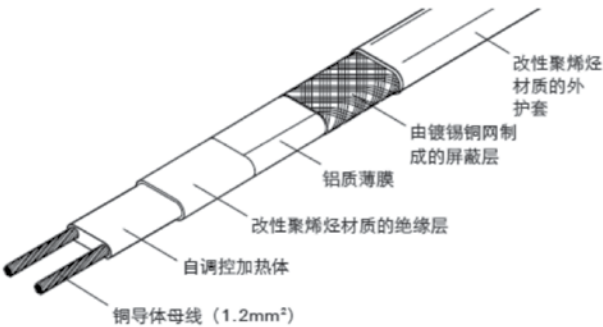


图 3 热水专用自调控伴热线结构图

2.2 选型及参数

本工程选用滨特尔公司的热水保温电缆，型号为选用 HWAT-M 型，维持温度为 55℃，其正常运行时的运行功率为 8.2W/m。

- 1) 室内温度：20℃；热水温度：55℃；
- 2) 保温材料：橡塑保温，材料导热系数：0.034 W/m·k，保温厚度：30mm；
- 3) 配件选型：（以 A 户型智能热水恒温电伴热

系统为例，详见图 4）

- 1. 电源接线盒：选用单进线电源电源接线盒，每一个电伴热线回路的开始处使用一套；
- 2. 三通：每一个电伴热线回路上大于或等于 1m 的支路处使用一套三通；
- 3. 二通：考虑到现场安装裁线的利用率及后续增补灵活性，约每 200m 线，配置一套二通；
- 4. 尾端：每一个电伴热线回路的尾部使用一套；
- 5. 铝箔胶带：管路系统为塑料材质，所以需要敷设铝箔胶带以扩大传热面积，有助于提高伴热线效率；
- 6. 标签：沿电伴热管线，在保温层外每间隔 3~6m 处粘贴标签；
- 7. 系统控制器：每回路配置一套 HWAT-T50 控制器。

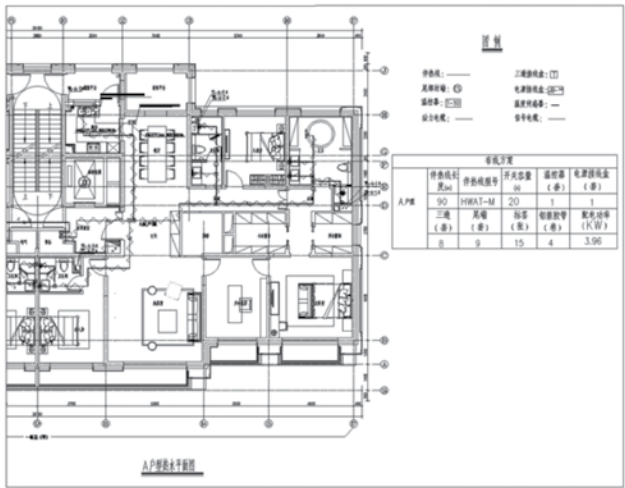


图 4 A 户型智能热水恒温电伴热系统平面图

2.3 项目现状

目前，该项目正在安装施工过程中，现场安装情况见图 5，图 6。



图 5 电伴热现场安装图



图 6 电伴热现场安装图

3 技术经济性分析

3.1 技术优势分析

为了保证高端住宅用户在极短时间内满足热水需求，通常可采用智能热水恒温电伴热系统与支管循环系统。智能热水恒温电伴热系统与传统支管循环系统相比有以下技术优势：

1) 系统简单可靠：系统简单，省却了复杂的水压平衡计算及图纸设计，简化了设计、施工流程和工作量，安装简单便捷；

2) 采用单水表计量，完全解决支管循环双水表计量的问题。现在的水表允许的误差等级在 $\pm 5\%$ ，所以如果采用双水表计量，按照管道设计流速 0.8m/s ，水流不停，水表不停，每天经过水表的水流量都要达到 35m^3 水左右，每月就是 1000m^3 以上，即便两只水表叠加误差只有 1% ，那也会产生 10m^3 的误差，尤其当业主不住这里的时候，问题尤为明显，这也是导致很多支管循环项目缴费纠纷问题的主要原因。

3) 节材、节水、节能：节省了支管循环中的支管回水管道及其保温，减少管路水量损失，减少了管道散热损失；

4) 防止军团菌的滋生：可进行热冲击以防止军团菌的滋生，保证热水系统的健康安全；

5) 运行稳定：电伴热系统运行稳定，故障率低，维护方便，减少运行维护费用；

6) 对支管水压可实现精准控制，支管上设置减压阀，可确保支管管路水压稳定控制在 0.2MPa ，满足节水规范要求。

7) 热水出水时间可在设计的时候考虑为 $2\sim 15\text{s}$ 之间，根据项目要求不同，采取不同的系统设计。

8) 智能化控制：可通过智能化控制器控制电伴热系统运行模式，进一步实现节能效果。采用 HWAT 智能热水恒温系统以后，可以把整个热水管路系统中 80% 以上的管路实现分时分户控制，大大缓解了集中热水系统中对循环水再加热能源的消耗。尤其在当下

入住率普遍偏低的情况下，这样的系统设置尤为重要。

3.2 经济性分析

将智能热水恒温电伴热系统与传统支管循环系统对比，进行经济性分析，其经济性比较详见表 1。

表 1 智能热水恒温电伴热系统与支管循环系统经济性分析表

项目	HWAT 智能热水恒温电伴热系统	支管循环系统
热水给水支管总长度 (m)	29760	29760
热水回收支管总长度 (m)	0	20000
每日能耗 (kW · h)	1904.64	9553.92
能源类型及单价	电能 (0.58 元 /kW · h)	天然气 (4.2 元 /m ³)
每日费用 (元 /d)	$1904.64 \times 0.58 = 1104.69$	$1137.77 \times 4.2 = 4778.63$
每日节省费用	3673.67	0

HWAT 系统每天工作时间按照 8 小时考虑，电费属于住户户内费用，所以按照第二阶梯民用电价考虑，天然气由于是物业运行，需要按照商用价格考虑。

由上表可知，本项目每日节能率为：

采用 HWAT 智能热水恒温系统后，本项目总投资增加成本为 350 万元（减去省掉的回水支管投资），项目投资回收期为 2.6 年。但此表考虑入住率为 100% 时的情况，如果将入住率考虑为 50% ，项目投资回收期仅为 2.3 年。

4 结语

通过以上项目实践证明，智能热水恒温电伴热系统不仅使用方便、运行稳定、供热均匀，同时可减少能耗损失。智能热水恒温电伴热系统将在建筑领域得到更为广泛的应用，未来，结合更为合理智能的智能化控制模式，智能热水恒温电伴热系统的节能效率将会进一步提高。

浅析智能热水恒温系统在 绿城·凤起潮鸣住宅中的应用

【摘要】

本文通过热水支管保温电伴热技术在绿城·凤起潮鸣住宅工程的设计应用，对热水支管保温电伴热技术在豪宅中的应用进行简明的阐述，体现了热水支管保温电伴热技术的实用性与优势。

【关键词】

热水支管保温 自调控电伴热 豪宅

工程名称：杭政储出【2016】1号地块

设计单位：浙江绿城建筑设计有限公司

设计人：赵雅萱、邵茂清、谢良林、胡挺

获奖情况：卓越设计奖

1 项目概况

本项目坐落于杭州市市中心板块潮鸣区块，东临古城河贴沙河，南有古时杭城东门庆春门，西有古潮鸣寺，北至凤起路，总用地面积为37998m²，地上总住宅建筑面积约为57628.90m²。项目分为二个地块，其中北区包括4栋16~17层的高层住宅、1栋17层办公楼，以及13栋2~4层的中式合院，局部设1~2层配套用房；南区包括2栋14~18层高层住宅，以及20栋2~4层中式合院。建筑高度不大于65m。项目设两层地下室。项目局部效果图详见图一。

本项目住宅部分精装修交付，除一般住宅各系统外，项目按户还设置有户式中央净水系统、中央热水系统、厨房净水系统、户式中央空调系统、新风系统、吸尘系统、地板采暖系统，以及智能化系统（含通讯、数据网络、电视系统；安保系统；公共区域背景音乐系统）等。力图成为杭州老城区建筑的典范及杭州顶级豪宅。

2 系统设计与应用

本工程住宅不设集中生活热水系统，住宅部分结合工程设计时浙江省杭州市相关政策要求，设置户式空气源热泵热水系统供户式中央热水系统用水。每户

设备平台设置空气源外机并配置300L的储水罐，储水罐内置电辅助加热。

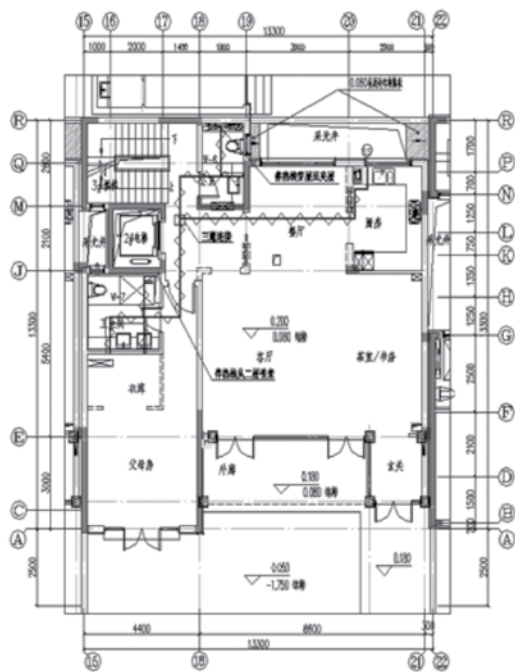
结合楼盘定位及品质要求，本工程建设方要求住宅按户为单位设置户式中央热水系统，全日热水供给，台盆热水出水控制在5s内，淋浴和厨房龙头热水出水控制在10s内。其中热水系统保温可利用传统热水循环保温系统或采用电伴热保温单管系统，通过对两个热水保温系统的投资成本、能耗、运行成本以及折旧等进行对比分析，结合楼盘定位及品质要求，建设方选择用电伴热保温单管系统作为本项目住宅户式中央生活热水系统的保温系统。本项目总共有245户安装热水支管电伴热保温系统。典型户型设计图纸详见图二。

3 选型要求及参数

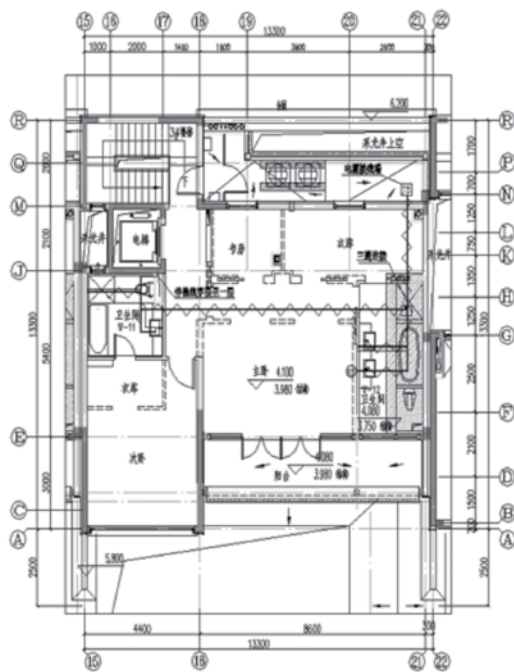
本工程住宅生活热水电伴热保温按户为单位设置，热水管材为生活热水用薄壁不锈钢管，户内热



图一 中式合院效果图



合院275户型一层电伴热施工图 1:100



合院275户型二层电伴热施工图 1:100

图2 典型户型中式合院户型图

水干管管径为 DN32—DN20，电伴热需维持温度为 45—55℃，管道保温材料为橡塑保温，保温层导热系数按国标图集 16S401 表一所列取值，结合工程实际计算后按 0.042W/(m·℃)，结合热水干管管径，计算按橡塑保温厚度为 30mm 计；户内环境温度按有空调或采暖房间 20℃ 取值。经计算，保温绝热层热损失对应 DN32—DN20 不锈钢管约为 7W/m。

本工程住宅户内的热水支管采用美国滨特尔公司瑞侃 Raychem 品牌的热热水保温电伴热线缆，型号 HWAT—M，维持温度 45℃，额定电压 220V。部分现场安装图参见图四和图五。

热水保温电伴热系统相关要求：

(1) 管道外保温采用难燃 B1 级橡塑保温，保温层导热系数 $\leq 0.034 \text{ W/(m} \cdot \text{k)}$ ，设计采用橡塑保温厚度为 30mm。

(2) 发热电缆的发热功率为 8w/m，最高耐受温度不低于 85℃，最高表面温度不超过 65℃。

(3) 电源连接装置、两通、三通、四通及末端装置等连接附件均要求具有良好的防水防尘性能，要求不低于 IP65 等级。

(4) 电伴热发热电缆应具有 UL,FM,VDE 等国际认



图3 现场安装图

证证书及国内具有 CMA 检测资质的检测部门出具的产品检测报告。

HWAT—M 发热电缆借助于控制器可使管道保持恒定的温度。同时由于发热电缆的自调控特性，电缆的每一段的热量输出可以根据周围温度来自动调节，即使部分的发热电缆交叉重叠也不至于过热，能够确保系统的安全性及可靠性。

4 技术经济状况

本工程住宅电伴热采暖按户为单位设置，结合各户型精装修设计中生活热水干管走向，按户型为单位

进行了电伴热施工图设计。户型不同，每户设置的电伴热保温系统量也有所不同，现以较典型合院 275 户型为例进行部分技术经济比较。根据设计图纸，该户型电伴热电缆设置长度约 75m，设置为 1 个回路，回路额定电流为 16A；热线配过流开关，且带 30mA 漏电保护功能；系统总耗电量为 0.35kW，启动电流为 1.05kW。

从工程造价相比较：电伴热保温系统按综合造价单价约 140 元/m 计，相应投资约 10500 元/户。按传统热水循环保温系统，相比电伴热保温系统，尚需设置 DN25—DN20 热水回水干管约 70m，以及 1 套热水循环泵组（按 0.12kW），按综合造价单价约 90 元/m 计，对应需增加投资 6300 元。电伴热保温系统投资高出约 4200 元。

从能耗比较：热水系统干管 DN25—DN20，简化为 8W/m 的散热量计算，电伴热保温系统散热所需保温功率约 0.6kW/户，24h 运行耗能为 14.44KWh/户；热水循环保温系统保温功率约需 0.88kW/户，24h 运行耗能为 21.12KWh/户，以及每天约 3h 左右的热水循环泵运行时间（按计算约 40min 运行 5min）的能耗约 0.36KWh。电伴热保温系统节能明显，相应能耗计算值约为传统热水循环保温系统能耗的 32.7%。

从运行费用比较：结合项目住宅楼盘品质，以及对应的耗能实情，计算按杭州市阶梯电价，其中电价按 0.84 元/KWh。其中电伴热保温系统的计算运行费用为 12.13 元/d/户；传统热水循环保温系统得到计算运行费用为 18.04 元/d/户。按目前浙江省杭州市的电价，电伴热保温系统系统对比传统热水循环保温系统运费费用降低较明显，降低了约 32.8%。按前述工程造价差约 4200 元，不计折旧时，投资增加费用回收期约 710d。

设置电伴热保温系统，相比不设保温系统，能即时提供热水，相对来说也减少了浪费水资源。结合项目实情，简化为每户每天约 3 次热水干管充水部分排水为浪费水量，设置电伴热保温系统，每户每天可节水约 0.12m³，年节水量每户可达 43.8m³。

通过设置电伴热保温系统，实现了以户为单位的户式中央热水全日供给，台盆用水点控制在 5s 内出热水，淋浴和厨房龙头用水点控制在 10s 内出热水的设计目标，和本项目的豪宅定位相匹配。经本项目多年实际运行证明，电伴热保温系统故障率低，维护方便，运行费用省，客户满意度高。

通过结合项目的技术经济比较分析，电伴热保温系统具有多项优势。

1) 电伴热保温系统的设置，避免了无效水量的浪费，最大化节约水源，缩小了热水出水时间，提高了用水舒适型和用水档次，满足楼盘品质需求。

2) 对比传统的热水循环保温系统，电伴热保温系统由于减少了户内热水干管的长度，减少了管道散热损失，同时无需设置热水循环泵组，减少了相应运行成本。系统节约能源，降低运行成本较明显，相比较略微增加的投资成本，回收期短。

3) 对比传统的热水循环保温系统，电伴热保温系统减少了户内热水干管的长度，节约管材，节省吊顶空间。无需设置热水循环泵组，大大减少了系统机械配套部件，取消了热水回水，降低了壁挂式燃气炉等设备的启停频率，降低了相关设备的损坏可能，进而降低了热水系统的日后维护成本和维护难度，和住宅类建筑的物管性质相匹配。

综合电伴热保温系统各项优点，可用作楼盘卖点宣传，体现楼盘高品质。

综合电伴热保温技术进步，相比本项目实施时，系统在控制方便又有了较大发展：通过设置控制单元（如 HWAT—ECO，可灵活设定发电电缆的理想维持温度）配合定时器（如 QWT—05）等附件，系统可实现编程控制，达到更显著的节能效果。体现在住宅楼盘中，根据统计得出对应客户的用水规律后，电伴热保温系统可编程控制，结合用水规律分时段控制电伴热电缆的发热量，不同时段维持不同的热水管道水温，在满足客户高品质生活热水用水需求的同时，减少耗能，同时降低运行费用；还可在适当时段（基本为无用水时段）提高管道水温，防止军团菌在管道中衍生，又可避免烫伤风险。

5 结束语

作者联系方式：赵雅莹 浙江绿城建筑设计有限公司 0571-87769155

浅谈自控电伴热系统 在三景—华御五星酒店工程中的应用

工程名称：三景—华御五星酒店
设计单位：湖南省建筑设计院有限公司
设计人：李昌坤，姚志强，卢力立，
黄辉，赵阳，郭泽剑
获奖情况：优秀设计奖

1 项目概况

本工程（三景—华御五星酒店现更名为长沙三景韦尔斯利酒店）位于有“世界工厂”之称的湖南长沙国家级经济技术开发区内东四路与盼盼路交叉口东南角，咫尺长沙黄花国际机场、京珠高速、长沙高铁南站等交通枢纽，地理位置十分优越。本工程地下2层地上25层，7~25层为客房区，客房508间，总建筑面积82331m²，地上建筑面积60130.74m²，地下建筑面积21916m²，其中酒店部分面积54650m²，酒店配套用房面积8981m²，停车位403个，建筑高度99.6m，建筑结构形式为框架剪力墙结构。

2 设置自控电伴热保温技术分析

建设方要求本工程按五星级酒店标准建设，配备的功能有餐饮、会议、娱乐健身和住宿。本工程需要使用热水的区域有客房卫生间、游泳池淋浴、餐饮厨房以及公共区域卫生间。建设方强调客房区热水系统使用的舒适性是影响酒店品质重要指标，对水温稳定、热水水龙头出热水时间和水压稳定都提出了较高要求。关于热水供水方案，建设方十分重视，经过多次讨论，也参观考察了长沙已运行的多家五星级酒店，最后确定客房区采用“开式”供水系统，由位于地下室燃油（汽）热水机组加热塔楼屋顶热水箱中的热水，然后由塔楼屋顶热水箱供整个酒店客房区的卫生热水（冷水供水方式同热水）。“开式”供水系统能很好地解决水压稳定和水压平衡问题，但同时也带了热水循环问题。本工程为高层建筑，由塔楼屋顶水箱供水，较低楼层



的供水需要减压，为使每个减压楼层水压均为舒适性较好的水压值，采用每层支管减压供水方式，减压后支管热水循环回水很难较好解决。为此本工程热水系统的主立管和横干管设置了机械循环，循环管道布置时尽量靠近热水用水点，客房区卫生间热水支管保温采用自控电伴热系统。

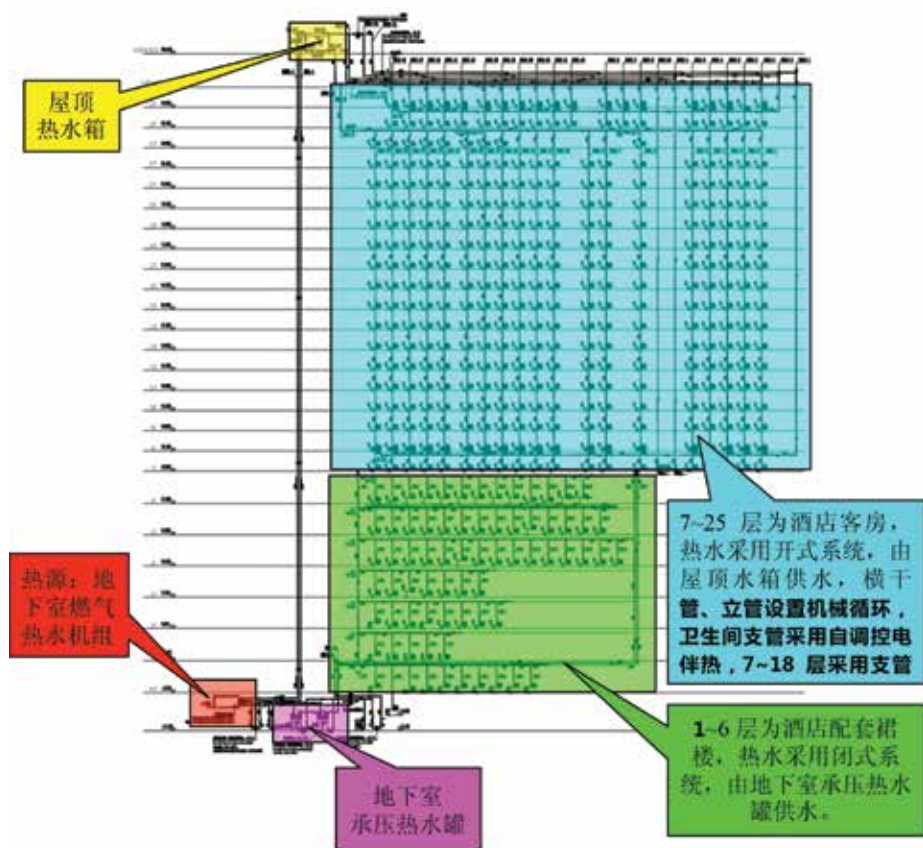
3 设计参数及控制要求

本工程采用8.2W/m电伴热带，具体参数如下：

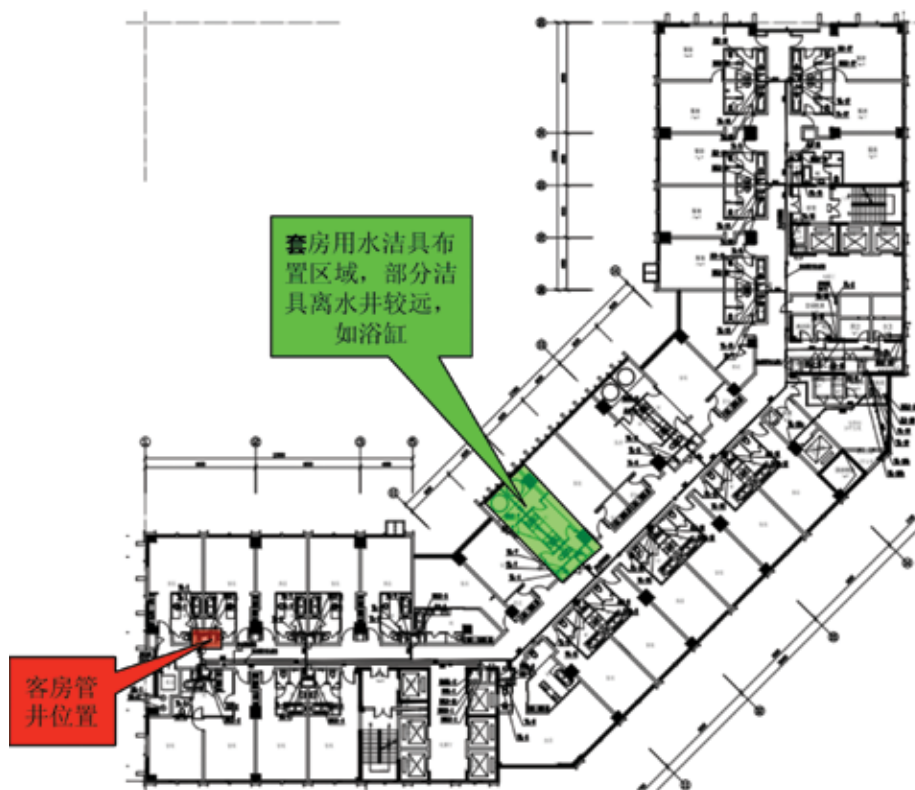
工作电压	220V
内/外护套	改性聚烯烃
编织层	镀锡铜
铝箔层	有
最高工作承受温度	耐温85℃
安装弯曲半径	10mm
线性功率	8.2w/m 55℃时

控制系统要求：

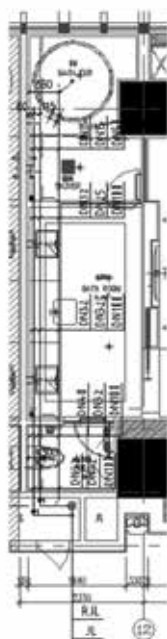
选用HWAT-T50高效节能温控器，该控制器可通



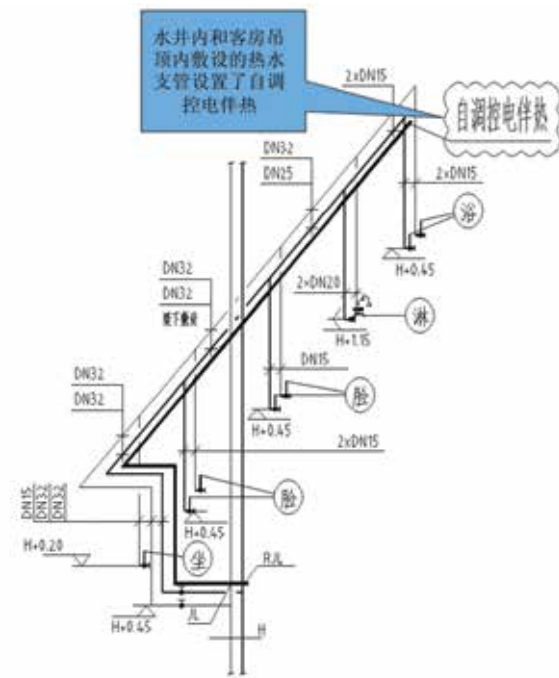
热水系统原理



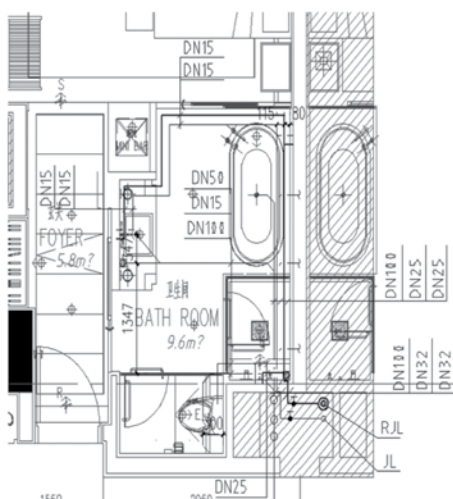
客房层平面



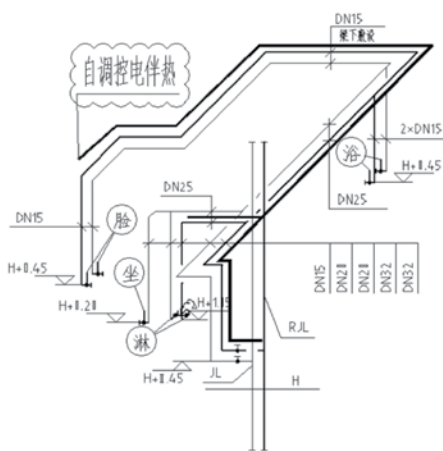
套房卫生间平面



套房卫生间给水系统图



标间卫生间平面



标间卫生间给水系统图

过温度和定时程序控制热水保温系统的开启与关闭。

(3) 可根据使用方要求, 通过温度和定时程序控制热水保温系统。

4 自调控电伴热系统特点

(1) 系统能很好地结合酒店管理, 酒店的客房开到哪个楼层, 就打开哪个楼层的智能热水恒温电伴热线缆系统, 宏观上看, 节能效果十分明显尤其是在淡季时节。

(2) 根据环境温度自我调节发热功率(即温度越高功率越低), 能够主动适应伴热主体的温度变化, 保持伴热主体稳定地维持在设计温度。

5 结语

三景一华御五星酒店现已运营三年, 建设方反馈热水系统运行状况良好, 节能效果比较明显尤其是在淡季时节。

本文将设计时选择横干管和立管管循环, 客房卫生间支管自调控电伴热保温的技术分析共享读者, 算是抛砖引玉。

作者联系方式: 李昌坤 长沙市岳麓区福祥路65号 15874082500

智能热水恒温系统 在北京前门文华东方酒店的应用

【摘要】

本文分析了北京前门文华东方酒店项目的特点，分别对生活热水采用机械循环系统和智能热水恒温系统作为热水供水保温措施进行了分析，最终确定了采用智能热水恒温系统的方案。

【关键词】

四合院；智能热水恒温系统；机械循环系统

工程名称：北京前门东方文华酒店

设计单位：奥雅纳工程咨询（上海）有限公司北京分公司

设计人：李博、陈军、王琦、王北玉

获奖情况：优秀设计奖

1 引言

随着人们追求舒适、奢华的旅居品质需求逐步的增加，国际化五星级酒店品牌不断的入住北京，为北京这座城市点缀了无数的璀璨星光，带来了无限的商机与活力。但在人们习惯了逐渐金碧辉煌的星级酒店之后，远离喧嚣、返璞归真的情怀开始变成人们追寻新时尚的旅行品味。如何在返璞归真与低调的奢华之间寻找平衡，是本项目设计时遵循的原则导向。

本项目为北京老旧城区的“四合院”院落群，“四合院”作为北京住宅建筑的代表，传承了几千年来北京的传统文化，也见证了北京的时代变迁与历史沧桑。文华东方酒店品牌将其中的部分“四合院”打造成五星级酒店客房，本项目设计力求在保留原有“四合院”风貌的前提下，达到文华东方酒店的设计指标。

2 工程概况

本项目为改造类项目，将回收的老旧“四合院”改造成高端文华东方五星级店。建筑面积约

11,600m²，四合院保护地区建筑限高4m，其中包含总院落数83套。其中酒店公共区由大堂、会馆、餐厅等组成，院落数13套；客房区由45套院落（47个门牌）组成；沿街商业店铺由23套院落组成。

3 项目特点

由于本“四合院”院落群位于老旧城区，具有以下两个特点：

- 1) 回收作为客房的“四合院”院落分散在该地区的各个胡同内，除了各别相邻院落，其余院落机电系统（除弱电系统外）相互不能依靠市政管道连通。
- 2) 该地区市政配套不完善，各分散院落只能从各自院落毗邻的胡同内接驳市政自来水和市政电力，无市政燃气接驳条件。

4 系统分析及应用

4.1 系统分析

基于以上的项目特点，各分散的客房院落的机电系统自成体系。生活热水系统也按独立的院落自行设置商用容积式电热水器进行制备。为达到文华东方酒店对于卫生器具出热水时间在10秒以内的需求，本项目应设置热水管道的保温措施。

在方案设计时，热水管道的保温措施考虑了机械循环系统和智能热水恒温系统两种方式。

4.1.1 机械循环系统

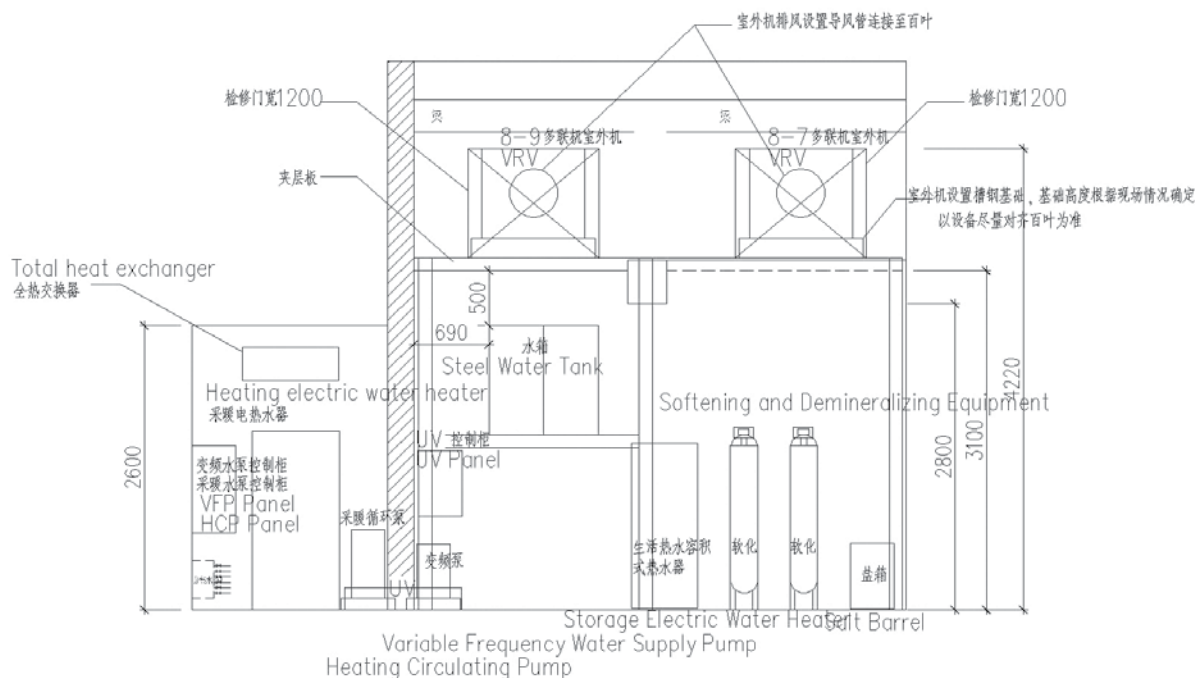


图 1 机房排布剖面示意图

根据本项目特点，每个独立客房设置一套机械循环系统即每个客房设置 1 台热水循环泵。由于客房热水循环量较小，根据设备选型，最小可匹配的热水循环泵功率为 0.75kW。

另外，为了最大化地将“四合院”内的建筑作为面客的营业面积使用，仅利用了每个院落的“耳房”作为机电设备用房。根据下图（图 1）所示，机电设备间内分为上中下三层，最上层为空调多联机室外机、中间层为生活储水水箱及全热交换器、最下层为水处理设备、生活热水商用容积式电热水器、变频供水泵、采暖循环泵等设备，机电设备间空间已经极为有限。因此，越多的减少设备数量对于设备安装、维护，以及后期酒店方的运营管理都具有好处，另外也避免了继续扩大设备间而造成对原有建筑风貌的破坏。

机房排布剖面示意图如图 1：

4.1.2 智能热水恒温系统

考虑在生活热水商用容积式电热水器出水管后的热水供水管上设置智能热水恒温系统。

智能热水恒温系统的核心是自调控伴热线，该伴热线的核心是一种“智能化”发热的聚合物导电复合材料，它自动感知管道温度的变化，使伴热线上每一点都能跟随管道温度变化而自动调整产生的热量，除了能够准确伴热，也能实现节能的效果。伴热线的并

联线路的构造使它可以在现场随时剪短或加长，施工很便利。自调控伴热线的任意一点都不会产生过热，伴热线结构坚固，可适应较恶劣的环境使用。并且智能热水恒温系统在本项目应用具有以下特点：

1) 节省空间

可避免采用机械循环泵，减小占地面积，为设备机房提供了宝贵的安装及维护空间。

2) 耗电量低

根据计算本项目采用智能热水恒温系统的自调控伴热线发热功率为 6.4W/m，本项目客房热水管道长度约为 30m，采用自调控伴热线长度约为 50m，因此单间客房热水电伴热耗电量约为 $(6.4 \times 50) / 1000 = 0.32$ kW，低于采用机械循环泵的 0.75kW。

3) 安全便利

可避免设置热水回水管及热水循环泵设备，减少了阀门管件的使用，大大降低了系统的复杂程度。同时酒店房间设计有 RCU 系统，智能热水恒温系统由 RCU 智能控制。RCU 给智能热水恒温系统供电端提供一个远程控制干结点，以确保智能热水恒温系统可受 RCU 系统控制，即有人入住的时，系统随 RCU 开启，客人离店系统随 RCU 自动关闭。

4.2 系统选择

对机械循环系统和智能热水恒温系统两种方式的

表 1 系统比较

项目	机械循环系统	智能热水恒温系统
耗电量	高	低
占地面积	大	无
运行维护	复杂	简单

表 2 设计参数

内容	参数
系统类型	分户式热水系统
热水锅炉形式	商用容积式热水器
热源设计水温	50℃
设计末端出水温度	45℃
设计末端热水等待时间	5s<T≤10s
伴热系统类型	全伴热系统
支管管路水压 MPa	P≤0.2
控制系统	分户控制 T50/RCU
伴热线选择（主管）	HWAT-M 55℃
伴热线选择（支管）	HWAT-L 45℃
户内管道材质	铜管
户内最大支管管径	25mm
末端埋墙支管管径	15mm
保温的材质	橡塑 / 发泡聚氨酯
热水费用计量水表设计	单水表计量 / 无水表
HWAT 系统附件防护等级	IP68

比较总结见表 1。

综合上述的比较，本项目最终选择了采用智能热水恒温系统作为热水管道的保热措施。

另外，考虑本项目部分热水管道敷设在室内吊顶，部分热水管道敷设在室外院落地埋，因此分区域对管道保温材料进行了规定，具体如下：

表 3 产品选型

热水保温管道长度 (m)	30
伴热线长度 (m)	50
伴热线型号	HWAT-L
开关容量 (A)	16
温控器（套）	1
电源接线盒（套）	1
三通（套）	2
标签（张）	3
玻璃胶带（卷）	1
配电功率 (kW)	0.4

1) 埋地热水管道设置 50mm 厚发泡聚氨酯保温，外包铝壳；

2) 室内吊顶内热水管道设置 30mm 厚橡塑保温；

4.3 参数及选型（见表 2、表 3）

5 结束语

在酒店的机电系统中，节能与智能越来越成为业主方、设计方、运营方所看重考虑的建筑设计理念。智能热水恒温系统作为生活热水系统中节能与智能的领先理念，也越来越多的被认可使用。

在本项目中，该系统充分发挥了其占地面积小、耗电量低、运行维护便利、安全可靠、与 RCU 系统智能连接的特点，即为保持北京胡同“四合院”建筑风貌做出了贡献，又将现代智能技术的奢华与老北京民俗文化的淳朴相碰撞，成为了本项目成功的不可或缺的重要因素。

热水支管保温电伴热技术在泰禾金尊府项目中的设计应用探讨

【摘要】

本文通过热水支管保温电伴热技术在泰禾金尊府项目中的设计应用，对热水支管保温电伴热技术与传统支管循环热水系统进行技术经济分析，进一步体现热水支管保温电伴热技术的实用性与明显优势。

【关键词】

热水支管保温 自调控电伴热 节能比例

工程名称：泰禾金尊府项目

设计单位：北京博易基业工程顾问有限公司

设计人：张锐锋、杨春亮、王强

获奖情况：优秀设计奖

1 工程概况

远洋天地五区座落于北京市朝阳区东四环路慈云寺桥东南角，西临东四环中路，北侧紧邻朝阳路。总建筑面积 226483m²。其中 B 座建筑面积为 25923m²。地面以上建筑高度为 79.8m，共 23 层（屋顶机房层，高度 83.8m），其中首层、二层设计为局部高大空间，层高为 5m。三层以上为居住空间，层高 3.2m（三层层高 4.2m）。

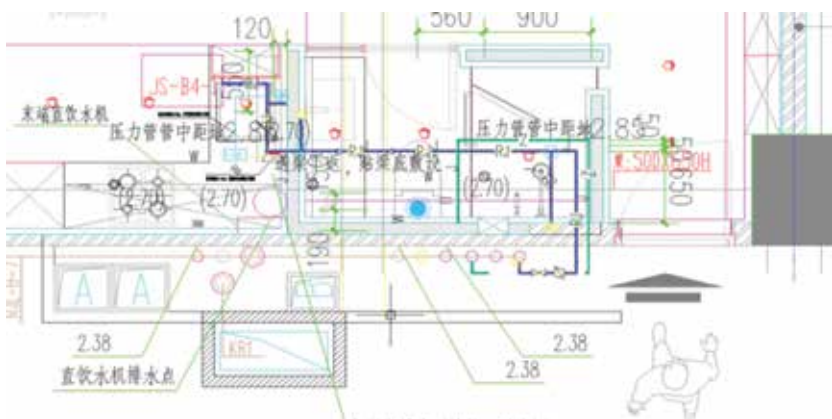
2 设计应用

本工程为改造项目，B 栋公寓设置了集中生活热水，热水系统均采用主立管循环方式，支管不循环，热水系统分高、中、低三个区，计量方式为单水表计量。每户入户支管上有减压阀，保证户内水压稳定。设置了机械循环措施，保证供水主立管中水温满足使用要求。酒店部分由于管井设置位置紧邻卫生间，支管长度满足在酒管公司要求的时间内出热水。

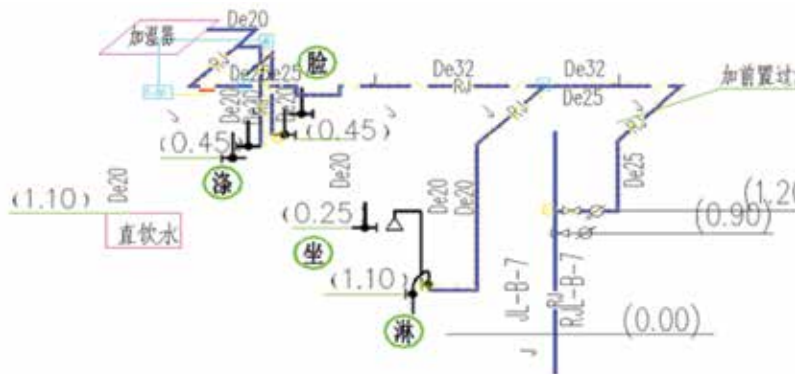
但是，公寓由于户型布置时卫生间、厨房用水点距远部户型甚至有 30 余米），为了保证用户在短时间内能够取用满足设计要求的热热水，减少无效水量的浪费故在公寓楼层设置了支管电伴热，每户设置节能控制盒，统计用水规律后定时启动伴热加热，最大化节能。



本工程 3~23 层为公寓，共 228 户。在公寓户内的热水支管设置专用伴热电缆（选用美国滨特尔公司瑞侃 Raychem 品牌的热热水保温电伴热线缆，型号 HWAT-M），维持温度 50℃，额定电压 220V。维持设计温度下，发热功率为 8W/m，整个项目共采用了约 3469m。考虑到公寓住户用水时段的规律性，同时达到最大化的节约能源，本工程所采用的伴热电缆采用每



户型给排水平面放大图



户型热水系统轴测图

户设置 P50 节能控制盒，统计用水规律后定时启动伴热加热，最大化节能。局部平面设计图参见附图二（户型给排水详图）。

3 技术经济比较

本工程采用的热水支管保温电伴热与常规热水支管循环方式就系统投资、运行能耗等方面进行了技术经济分析，详见表一所示。

根据表一的分析计算，可以很容易计算出与常规热水支管循环方式就节能比例、无效水资源能耗等方面的优势所在，详见表二。

表二 热水支管保温电伴热节能率和经济

电伴热节能比例	76.57%
电伴热节省运行费用比	66.32%
每月电伴热节省运行费用（元）	16049
每年电伴热节省运行费用（元）	192000
支管电伴热系统建设初期投资增加费用（万元）	80
投资增加费用回收期（年，未考虑设备磨损和折旧）	2.09

比较，总结得出热水支管保温电伴热技术在以下方面存在独特优势：

- 1) 节约能源，减少支管循环系统中增加的回水支管、回水干立管的热损耗；
- 2) 减少了管道路由长度，节约管材，节省吊顶空间；
- 3) 避免了无效水量的浪费，最大化节约水资源；
- 4) 缩短了热水出水时间，提高了用水舒适性和用水档次；
- 5) 定时对热水供水支管加热，防止军团菌繁殖，保证热水系统供水安全。

除此之外，对于热水支管保温电伴热技术的设计应用，笔者认为，关键在于系统的控制方式。选择合理的控制方式，对于凸显热水支管保温电伴热技术的优势至关重要。比如，酒店式公寓可以采用热水支管保温电伴热技术，其伴热线缆可采用智能控制，从而获得最大化的节能比例。笔者在此仅为抛砖引玉，利用南京金茂广场二期项目将热水支管保温电伴热技术向广大设计师做一个介绍，供大家批评指正。

表一 热水支管保温电伴热与传统支管循环技术经济比较

	单位	HWAT支管系统	全循环系统	HWAT VS 循环系统节约
主管运行时间	小时	24	24	
支管运行时间	小时	12	24	
米管道热损失 (20-25mm 支管道)	瓦	8	8	
米管道热损失 (32-50mm 主管道)	瓦	12	12	
合格热水温度	℃	58		
自来水温度	℃	20		
北京民用电价	元/千瓦时	0.6		
北京商用天然气单价	元/立方米	3.65		
热转换效率		95%	85%	
北京水费	元/立方米	5		
换算单位	1千瓦时=3600千焦	3600		
	1大卡=4.184千焦	4.184		
	1m³天然气可产生8500大卡热量	8500		
小区户数	户	1000		
循环泵功率	千瓦	10	14	
每户平均支管长度	米	12	24	
每户平均主管长度	米	4	8	
每户平均每天用水量	立方米	0.15		
小区入住率		70%		
循环泵费用		144	201.5	
物业每吨热水生产费用	元/立方米	24.20		
物业每天热水维温费用	元	616.93	3206.08	80.76%
物业每年热水维温费用	元	225178.60	1170219.83	
物业供热水成本费用	元/立方米	30.07	54.73	
业主维修水温电费	元	4.608		
维持水温需要的能耗	千瓦	1296	6912	81.25%
业主使用热水费用	元/立方米	34.68	54.73	36.63%

朝阳区东风乡绿隔地区第一宗地 (J-2 地块) 项目 智能热水恒温电伴热系统简介

工程名称：朝阳区东风乡绿隔地区第一宗地
(J-2 地块) 项目

设计单位：北京中天元工程设计有限责任公司

设计人：蔡勇、李燕霞

获奖情况：优秀设计奖

1 工程概况

本工程为高层普通住宅小区，地下二层，地上九~十层。住宅建筑面积 76440m²；建筑高度 35.8m；住宅套数 279 户。小区配套商业总建筑面积 8789m²；小区地下车库建筑面积 21729m²；居住区道路面积为 9840m²；绿化面积为 34604m²。最高日用水量 441.34m³/d，最大时用水量 49.85m³/h；水源由城市自来水供给。

“泛海世家”坐落于朝阳区东四环朝阳公园桥畔，西邻朝阳公园，南与红领巾公园相望，毗邻 CBD、燕莎、丽都三大商圈，以及亚奥、798 等文化核心区域，第二、第三使馆区，泛海国际的经济、文化和商务氛围浓厚，坐拥北京的繁华高地。是泛海国际居住区中的核心建筑，也是最顶级的建筑。

本项目定位高端住宅项目，对热水出水时间要求较为严格，综合考虑造价、舒适性以及节水等因素，此方案设计出水时间龙头以及淋雨花洒出水时间要

求在 10s 以内，浴缸出水时间在 15s 以内，顾此方案设计 HWAT 智能热水恒温系统恒温系统需延伸至每个用水点末端上方吊顶位置，确保每个 HWAT 系统末端距离用水点不大于 3m。

2 系统分析

HWAT 智能热水恒温系统总体设计意在经济的满足热水管道维持在设计温度 55℃ 的要求，以确保每一个水龙头可以及时获得热水。

3 产品选型

HWAT 智能热水恒温系统工作原理：通过自调控电伴热线给热水管道水系统自动补充其向环境中散发的热量，使管道中的水维持在 55℃。

管道水系统的散热功率计算：

室内温度：20℃；热水温度：55℃；

保温材料：橡塑保温材料；

导热系数：0.034W/m·k (10℃时)；

保温厚度：DN32 30mm；

标准间热水管道采用热水保温系统，伴热线铺设比例为 1:1。自调控电伴热线型号的选择：根据产品样本选用 HWAT-M 型其正常运行时的运行功率为 8.2W/m (55℃)。

智能热水恒温电伴热技术在住宅项目中的设计应用探讨

【摘要】

本文通过智能热水恒温电伴热技术在杭政储出【2015】号地块商品住宅的设计应用,简要介绍了电伴热技术在住宅项目中的设计形式及系统特点。

【关键词】

住宅智能热水恒温 自调控电伴热 系统优势

工程名称: 杭政储出【2015】号地块商品住宅
(设配套公建)

设计单位: 上海弘城国际建筑设计有限公司

设计人: 脱宁、焦芳、王梦晓、
陈隆、杨东磊

获奖情况: 优秀设计奖

1 工程概况

本项目位于浙江省杭州市,地块东北向至车站南路,西北向至凤起东路,西南向偏南侧及东南向至二号港。本区块包括一大一小两个地块,其中较大地块为 JG1206-65-01 地块,为住宅用地(R21);较小地块为 JG1206-65-02 地块,为服务设施用地(R22),规划 9 班幼儿园。(R21)地块内建筑高度不大于 100m,拟建设 11 幢住宅楼(其中 3 栋为 28 层,8 栋为 29 层),1 个地下车库(地下车库有 2 层,地下一层为车库、设备用房等,地下二层为平战结合的地下机动车库、设备用房等),4 幢低层配套公建建筑,1 个垃圾收集房,1 个配建公厕。按建筑分类本项目为一类住宅建筑。本项目总占地面积 47903m²,总建筑面积 238898m²,最高建筑高度不大于 100m,居住总人数为 3714 人。建筑总套数为 1160 套。

2 热水系统形式

住宅逆六层生活热水制备采用太阳能(可再生能

源)并辅助燃气加热,其热水系统采用承压式集中集热、分户储热(间接加热)的供水方式,每户一块太阳能集热器集中设置在屋面,每户在工作阳台上设置容积为 150L 贮热罐一只,在厨房设置四管制挂壁式燃气热水器一只。当地太阳能资源属于 III 区,太阳能辐照量为 4200-5400MJ/(m²·a),太阳能保证率为 40%-50%,太阳能集热器总面积为 664.4m²。

住宅逆六层以下生活热水由燃气热水器制备,每户在工作阳台上设置容积为 150L 贮热罐一只,在厨房设置四管制挂壁式燃气热水器一只。四管制挂壁式燃气热水器的二管用于加热生活热水贮热罐,另二管用于地板采暖。

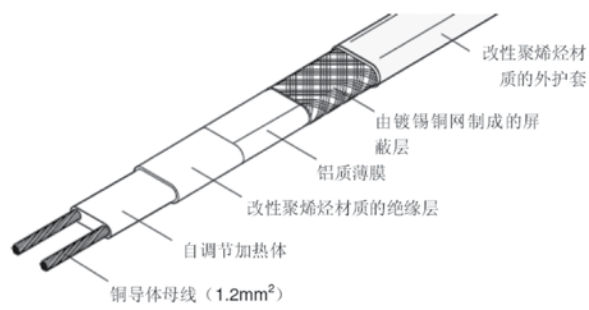
热水管所处环境温度 18℃,管内热水为 55℃。

为了保证用户在短时间内能够取用满足设计要求的热 水,减少无效水量的浪费,在住宅户内设置了管道电伴热,每户设置节能控制盒,统计用水规律后定时启动伴热加热,最大化节能。

3 伴热线结构示意图

HWAT 系统包括伴热电缆 HWAT-L、HWAT-M 和 HWAT-R,伴热电缆借助于控制器可使管道保持恒定的温度。

由于发热电缆的自调控特性,电缆的每一段的热量输出根据周围温度来自动调节。同样由于自调控的原理,发热电缆交叉重叠,绝对不会过热,进一步确保系统的安全性及可靠性。



4 具体方案

- 4.1. 热水干管铺设电伴热线，大大节省了空间，使施工更加灵活。
- 4.2. 采用 Raychem HWAT 智能热水恒温系统，伴热线采用 HWAT-L (45℃) 自调控伴热线，输出功率 6.8W/m (45℃)；
- 4.3. 经过瑞恺计算软件得出，DN30 以下的水管，水温维持在 45 度时散热量为 5.8W/m，伴热线伴热比例为 1:1.1 伴热；
- 4.4. 管道统计及布线方案
- 4.5. 伴热线安装示意

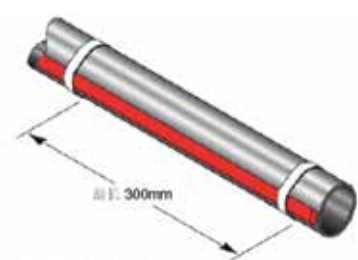
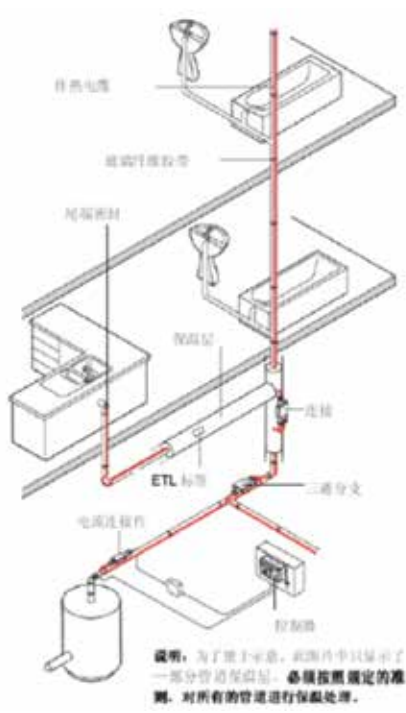


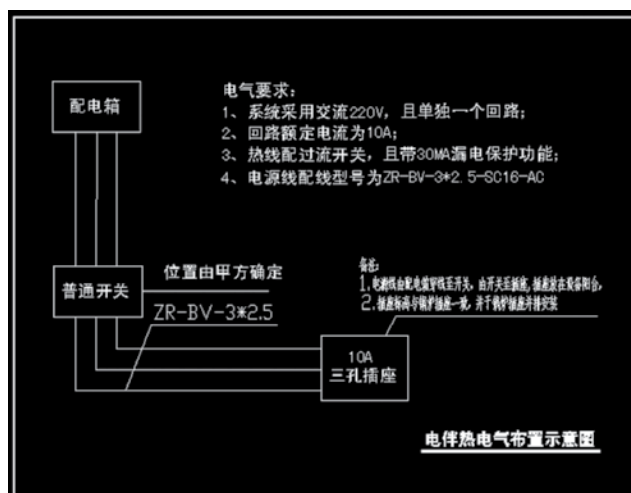
图7：伴热电缆的固定



5 电气要求

- 5.1. 系统供电采用 220V 交流；
- 5.2. 回路额定电流 20A；
- 5.3. HWAT-M 伴热线单一回路最大长度 120m；
- 5.4. 热线配过流开关,且带 30 毫安漏电保护功能。
- 5.5. 由于热水保温自调控电缆启动电流比运行电流大 2-3 倍，一旦稳定运行将维持 2~6W/m
- 5.6. 布线示意图

序号	户型	热线长度 m	伴热线型号	开关容量 (A)	电源热缩 管 (套)	三通 (套)	尾端 (套)	耐热胶带 (卷)	运行电量 (kW)	启动电量 (kW)
1	A1 户型	12	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.08	0.24
2	A2 户型	12	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.08	0.24
3	A1a-1 户型	12	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.08	0.24
4	B1 户型	12	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.08	0.24
5	B2 户型	20	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.12	0.36
6	B3 户型	20	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.12	0.36
7	C1 户型	20	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.12	0.36
8	C1-1 户型	20	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.12	0.36
9	C3 户型	22	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.14	0.42
10	C3-1 户型	22	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.14	0.42
11	D1 户型	23	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.14	0.42
12	D2 户型	22	HWAT-L	20	1	0	1	1	0.14	0.42
13	E1 户型	28	HWAT-L	20	1	0	1	2	0.17	0.51
14	E2 户型	29	HWAT-L	20	1	1	2	2	0.18	0.54



6 系统特点

1 舒适

如今, 人们在使用热水系统时, 不仅关注舒适度, 同时还须兼顾系统运行成本与能耗。基于此, 滨特尔热控开发出热水保温系统, 用以确保整个建筑物热水

的持续供给。

2 智能、高效

1) 通过在单根热水管道上安装一根发热电缆, 既可保持管内水流的温度, Raychem 热水保温系统结合非循环式水概念保证了热水的高水压, 从而保证了整个大楼内等热水的充足供应。

2) 电缆不停的感应各段水管的水温, 并随时调整热量输出。

3 设计和安装成本低

1) 省却复杂的水压和平衡计算以及图纸设计, 从而很大程度上节省了时间。发热电缆与管路长度相当, 在保证系统设计质量的前提下, HWAT 系统简化了设计和施工流程。

2) 系统部件少, 结构简单。发热电缆安装在保温层内并直接附着于热水管道。无需安装回流管路, 阀门和循环泵。

智能热水恒温电伴热技术在南京卓美亚酒店项目中的设计应用探讨

【摘要】

本文通过智能热水恒温电伴热技术在南京卓美亚酒店项目中的设计应用，对热水支管保温电伴热技术与传统支管循环热水系统进行了技术经济分析，进一步体现了热水支管保温电伴热技术的实用性与明显优势。

【关键词】

智能热水恒温 自调控电伴热 节能比例

工程名称：南京卓美亚酒店

设计单位：深圳华森建筑与工程设计顾问
有限公司南京分公司

设计人：史嵘梅

获奖情况：优秀设计奖

1 工程概况

南京卓美亚酒店—南京青奥中心—超高层塔楼项目位于南京市建邺区江山大街北侧，金沙江东路南侧，扬子江大道东南侧，燕山路南延段西侧，是青奥

轴线以及滨江风光带上重要的景观节点和标志性建筑物，由两栋标志性的塔楼——塔A会议酒店与塔B五星级酒店、办公以及裙楼构成，由世界著名建筑师扎哈·哈迪德设计，总建筑面积 273226.87m^2 。其中，塔A 59层，建筑高度 255.20m ，总建筑面积 90274.19m^2 ，主要性质为会议酒店；塔B 68层，其中6—35层为办公，37—66层为5星级酒店，建筑高度 314.50m ，总建筑面积 113684.94m^2 ；裙楼共5层为酒店的配套餐厅，宴会厅，多功能厅，厨房，精品商业和游泳池等各种休闲设施；地下室为设备用房、停车库、酒店配套的洗衣房，厨房，员工培训等后勤用房。效果图详见图一。



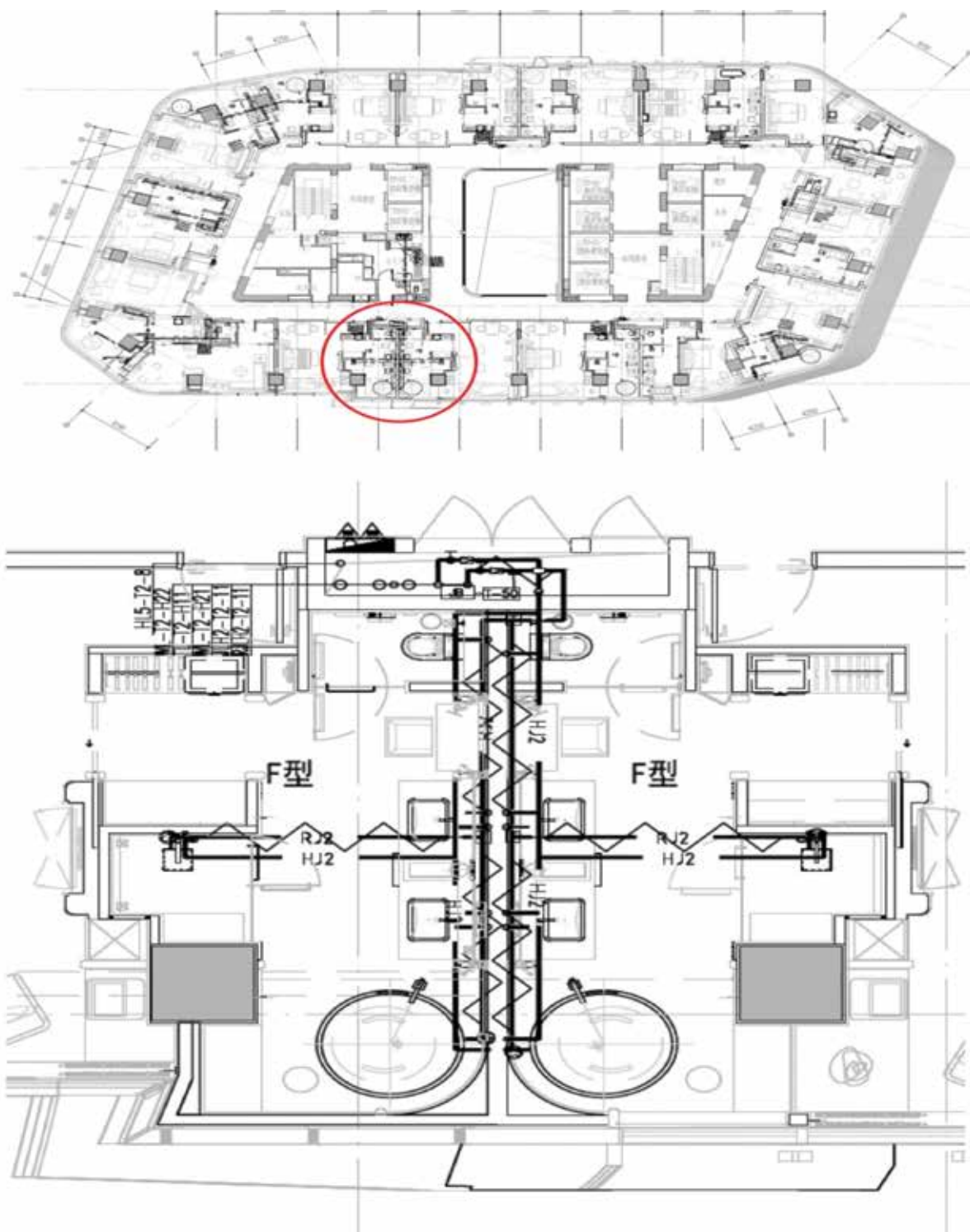
图一 南京卓美亚酒店

2 设计应用

本工程中卓美亚酒管公司要求用水点处的热水给水压力为 $0.2 \sim 0.3 \text{ MPa}$ ，热水出水时间不长于 5 分钟，所以整个热水系统采用上供下回机械循环系统，超压楼层支管设减压阀，酒店由于设计卫生间用水点距管井较远，为了保证用户的用水体验，满足酒店管理公

司热水出水时间的要求，减少无效水量的浪费，客房支管采用电伴热保温，客人在办理入住手续时，电伴热开始工作，每户设置温控面板，中央集中控制 ECO 启动伴热加热，最大化节能。

本工程 37 层~66 层为酒店楼层，共计 264 户。在酒店客房内的热水支管设置专用伴热电缆（选用



图二 局部户型给排水平面放大图

表一 热水支管电伴热保温与传统支管循环技术产品比较

集中式供热水系统	Raychem（瑞侃）HWET 热水支管 电伴热保温		传统支管循环	
出水时间	可将伴热线做到出水点末端，出水时间最短可控制在 3 秒之内		只能考虑吊顶内循环，埋墙管道无法考虑，出水时间为 9-11 秒	
改造条件	户内安装，无需改动立管，对其它房间没有任何影响，可正常营业		需要改动立管，增加循环收集立管，对其它房间有影响	
施工人工费	低	高		
施工工期	短	施工方便	长	施工复杂，工期长
维护费用	无费用	电伴热使用寿命为 50 年，无需维护，一旦安装调试完毕，无后顾之忧	有费用	管路复杂，平衡阀门多，有维护成本
安全性	安全	1. 电缆有多层绝缘保护，符合 UL、FM、VDE 等国际认证以及 CMA 国内权威机构认证。2. 连接附件防水等级高达 IP68，保证其安全。3. 线缆连接 30mA 漏电保护，不会有任何漏电情况发生。	有安全隐患	系统管路长，管路连件较多，增加漏水机率
占用空间	无需额外空间	电伴热伴随管道走向，无循环支管，无需额外安装空间	需要额外空间	局部吊顶中有送水管以及回水管
使用效果	好		不均匀	大套房的支管循环效果较差
酒店管理系统智能控制	可以	比如 RCU,ECO	不支持	必须 24 小时运行

美国滨特尔公司瑞侃 Raychem 品牌的热水保温电伴热线缆，型号 HWAT-L），维持温度 45℃，额定电压 220V。维持设计温度下，发热功率为 7W/m，整个项目共采用了约 5000m。总体设计旨在经济的满足热水管道维持在设计温度 45℃的要求，确保每一水龙头可以及时获得热水。总体设计从功能性、可实现性、经济性的角度出发，并考虑到了管道结构、项目所处区域气候、控制管理等各方面因素。局部平面设计图参见附图二。

3 产品技术比较

本工程采用的热水支管电伴热保温与常规热水支管循环方式就出水时间、维护费用等方面进行了技术分析，详见表一。

4 技术优势分析

热水支管电伴热保温技术，在常规设计中一般都认为投资较大、难以回收成本，但是笔者通过南京卓

美亚酒店项目的设计应用，总结得出热水支管保温电伴热技术在以下方面存在独特优势：

- 1) 节约能源，减少支管循环系统中增加的回水支管、回水干立管的热损耗；
- 2) 减少了管道路由长度，节约管材，节省吊顶空间；
- 3) 避免了无效水量的浪费，最大化节约水资源；
- 4) 缩短了热水出水时间，提高了用水舒适性和用水档次；

除此之外，对于热水支管保温电伴热技术的设计应用，笔者认为，关键在于系统的控制方式。选择合理的控制方式，对于凸显热水支管保温电伴热技术的优势至关重要。比如，住宅采用热水支管电伴热保温技术，通过 T50 温控面板根据用户的用水习惯设定开启关闭时间，可以获得最大化的节能比例。笔者在此仅为抛砖引玉，利用南京卓美亚酒店项目将热水支管保温电伴热技术向广大设计师做一个介绍，供大家批评指正。

安品街项目电伴热系统的应用

工程名称：安品街

设计单位：南京长江都市建筑设计股份有限公司

设计人：吕文彬 李蒙正 沙媛媛

获奖情况：优秀设计奖

一 项目概况

安品街项目全称安品园舍，是万科品牌的高端住宅产品。项目坐落于六朝古都南京的老城南，朝天宫对面的七家湾区域，是水西门户展示区，有较好的文化区位优势。地块总用地面积 27324m²，总建筑面积 61223m²。其中地上建筑 23498m²，包括 1~12# 共 12 栋 2 层住宅。地下部分 37725m²，为各栋地下部分及地下汽车库。地块内一共有 85 户住户，建筑高度最高 8.4m，是低密度高档住宅小区。

二 设计应用

该项目为围合式院落，分为小园、中园、合园、崙园等。每户总建筑面积为 200~400 不等，地上 2 层，地下 2 层。因面积较大，每户地下地上卫生间数量较多，且分布较分散。根据住宅规范要求及节能要求，热水

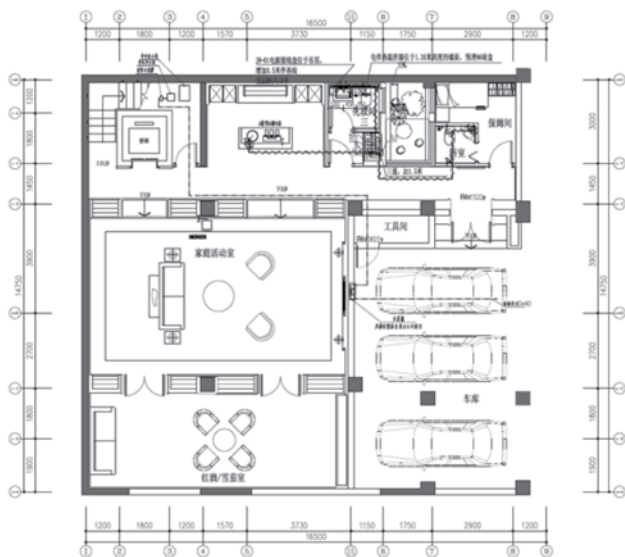
系统需保证热水出水时间不得大于 15s。最终本项目采用了智能热水恒温电伴热系统作为热水出水时间的保障。

三 分析比较

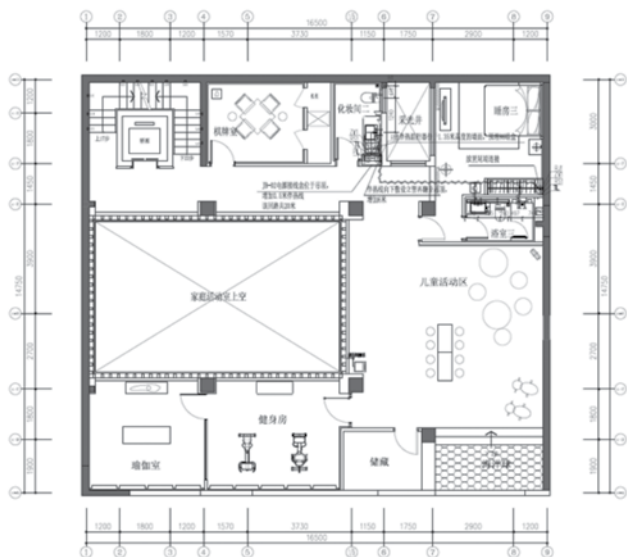
在保证热水出水时间的设计上，有设置循环系统及设电伴热系统两种常见方式，在设计初期，我们分别从技术适用及初期投资、运行维护两方面对这两种方式做了分析比较。

1 技术适用

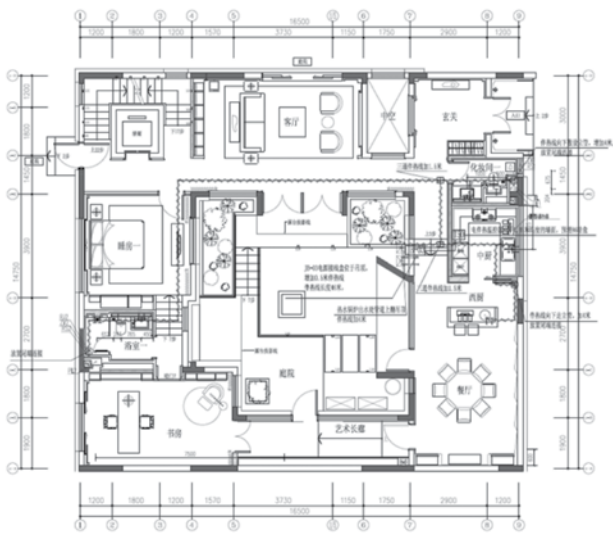
该住宅的特点是平面占地广，立体空间相对较高，地上地下共 4 层，且每层均有热水需求。采用水箱加循环泵形式，水平横管和立管很难做到同程，地下二层热水点距离水箱最远，极易造成热水短路，造成末端热水循环不到的情况。若仅立管循环，水平支管长度超过 12m，不满足规范所要求的出水时间，每次使用前都需长时间排放冷水，与如今倡导的节水节能的理念是违背的。采用电伴热系统，在热水管覆盖的区域设电伴热保持恒温，热水炉后管线呈枝状布置，无需设热水箱及回水管，节约了厨房及吊顶的空间。同时可以分层分区控制，当地下二层的保姆房无人入



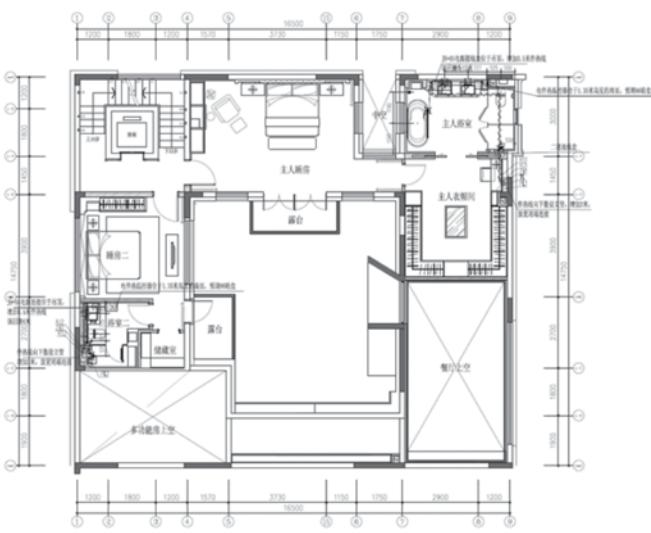
地下二层平面



地下一层平面



一层平面



二层平面

表 1 运行费用

	瑞侃 HWAT-M 热水保温电伴热		循环水箱 + 热水循环	
送水管 DN25 长度 (m)	50	按照维持温度 55℃ 计算，散热量按照 9W/m 计算	50	按照平均温度 55℃ 计算，散热量按照 9.5W/m 计算
送水管 DN20 长度 (m)	65	按照维持温度 55℃ 计算，散热量按照 8W/m 计算	65	按照维持温度 55℃ 计算，散热量按照 8.5W/m 计算
回水管 DN15 长度 (m)	0	无回水管	115	按照维持温度 55℃ 计算，散热量按照 7w/m 计算
水箱 300L		可不用水箱	100	按照维持 55℃ 计算，散热量按照 100W
HWAT 伴热线长度 (m)	115		-	
散热量 W (热水炉水箱出水温度 60 度，环境温度按照 20 度计算散热)		按照维持温度 55℃ 计算		出水 60℃，回水 50℃，平均 55℃ 计算 (出水 and 回水有温差)
循环水泵能耗 W	-	无需水泵	150	水泵运行能耗
管道热量损失按照一天计算 (h)	24		24	
每天的管道散热能耗 (kWh)	23.28	送水管道散热	46.38	送回水管道，水泵，水箱散热综合
每天的电能耗 (kWh)	24.84	只有电伴热能耗	1.8	水泵智能定温，每天运行 12h
每天消耗天然气热值 (kWh)	0	无	71.574	散热量 / 0.8 (热水炉热效率) / 0.9 (储水箱热交换效率) / (8500 大卡 * 0.9 (天然气纯度)) / m³ (天然气热值) * 24 (小时) (m³ 天然气)，管道热损靠燃烧天然气来补偿
能源单价	0.528	南京电价 (RMB/kWh)	0.26	南京天然气价格 (RMB/kWh)
每天费用小计 (人民币)	13.12	热水保温电缆能耗费用	19.56	天然气费用 + 水泵能耗费用 (水泵按照 12h 运行时间计算)
每月增加使用费用 (人民币)	393.47		586.79	
运行费用 (RMB)	电伴热节省		32.95%	
配合 HWAT-T50 控制器，最高可再节省 20%	电伴热节省		46.36%	

表 2 投资费用和维护费用

1.1 热水伴热			1.2 不锈钢管回水	
	18400	电伴热线缆 115m, 综合单价 160 元 /m	5750	DN15 回水管 115m, 50 元 /m
			800	增加的阀件
			2000	带定时定温的循环泵加控制系统
			920	管道保温 115m, 8 元 /m
			10000	循环水箱 300L, 10000 元 / 套
增加材料初投资	18400	总投资	19470	总投资
综合十年的维护费用	560	电伴热免维护, 只需更换控制器	5000	水泵需要维修更换, 控制系统需要维修, 热水炉需要维修几率大大提高, 1000 元 / 两年
十年投资小计	18960		24470	
施工工期	短	施工方便, 工期短	长	施工复杂, 工期长
维护费用	免维护	电伴热使用寿命为 50 年, 无需维护, 一旦安装调试完毕, 无后顾之忧	有费用	1、水泵为易损件, 5-6 年需要更换; 2、由于使用热水循环, 热水炉会频繁启停, 加重热水炉负担, 缩短其使用寿命, 而热水炉价值较高, 维修或更换费用高
安全性	安全	1、电缆为多重绝缘保护, 符合 VDE、CSTB 国际认证, CMA 国内权威机构认证; 2、连接附件的防水等级高达 IP68, 保证其安全; 3、线缆连接 30mA 漏电保护, 不会有任何漏电情况发生	有安全隐患	系统管路长, 管路连接件较多, 易漏水点较多, 水泵为易损件, 其好坏对系统安全稳定也很重要
占用空间	无需额外空间	电伴热伴随管道走向, 无需额外安装空间	需要额外空间	1、局部吊顶中有送水 + 回水管路; 2、水泵需要安装空间
运行噪音	没有		有	水泵运行有噪音

住时, 可以暂时关闭该层的电伴热系统, 减少能耗。

2 投资、运行费用比较

当大批量采用时, 初期投资费用也是业主关心的问题, 运行和维护费用低则是该住宅卖点之一, 我们选取了合园户型, 对采用传统的热水箱加循环泵的形式和设置电伴热系统进行费用比较, 对比如下:

自调控热水保温电伴热 VS 传统热水循环能耗及费用比较 (采用不锈钢 + 橡塑保温) 供水 60℃, 环境温度 20℃。

综上所述, 采用自调控电伴热系统, 在初次投资

费用上略少于循环系统, 但在维护费用上节省较多。

而运行费用则比循环系统节省 33% 左右, 长期使用, 节能效果明显。同时采用电伴热系统更安全智能, 且后期维护方便, 无噪音。根据以上结论及该项目的市场定位, 最终采用自调控电伴热系统。

目前项目临近交付, 我们与万科物业也协商, 希望对热水系统的能耗有一个长期的监测记录, 使用效果也及时和我们反馈。总结电伴热应用经验, 在提高使用舒适性的基础上, 使热水系统更加节能环保。

智能热水恒温电伴热系统 在双龙湖山庄的设计应用探讨

【摘要】

本文通过热水支管保温电伴热技术在双龙湖山庄的设计应用，对热水支管保温电伴热技术与传统支管循环热水系统进行了技术经济分析，进一步体现了热水支管保温电伴热技术的实用性与明显优势。

【关键词】

热水支管保温 自控电伴热 节能比例

工程名称：双龙湖别墅

设计单位：南京市城镇建筑设计咨询有限公司

设计人：关丹桔

获奖情况：参与设计奖

1 项目概况

双龙湖项目地块位于江苏省南京市江宁区，项目位于横山水库北侧，倚靠青龙山脉，基地为山地地形，周边自然环境优越、风景秀丽。项目总用地面积 39999.96m²，总建筑面积 138169.9m²，其中地上建筑面积 79573.15m²，地下建筑面积 58596.75m²，整个项目由 605 栋多层别墅（分 105m²、130m²、150m²、180m² 四种户型，每种户型均为地上 2 层，地下一层）和一栋多层配套用房及一栋多层物业管理用房所组成。

2 设计应用

别墅每户考虑一套太阳能 + 燃气辅助加热热水系统，承压是太阳能集热器设置在南面庭院内，燃气热水炉设在厨房内，每户卫生间数量均不少于 3 个，燃气热水炉后热水管道长度均不小于 8m，为了保证用户在短时间内能够取用满足设计要求的热水，减少无效水量的浪费，根据江苏省省标《住宅设计标准》DGJ32/J26—2017 每户燃气热水炉后热水管采用智能热水恒温电伴热系统（选用美国滨特尔公司瑞

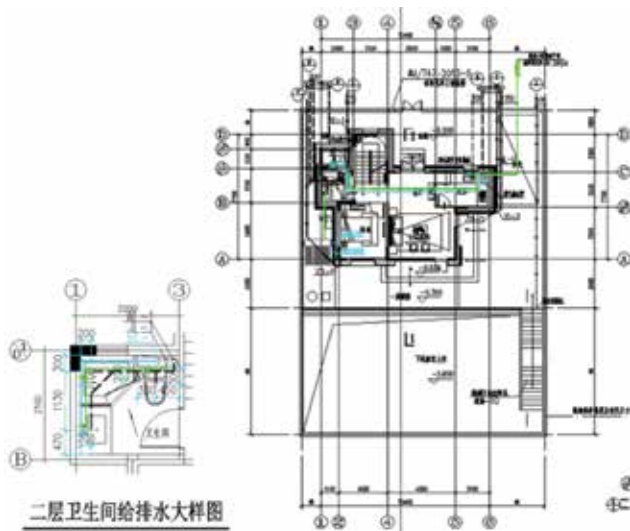


图 1

侃 Raychem 品牌的热热水保温电伴热线缆，型号 HWAT-M），维持温度 55℃，额定电压 220V。维持设计温度下，发热功率为 9W/m，整个项目共采用了约 15000m。考虑到别墅住户用水时段的规律性，同时为达到最大化的节约能源，本工程所采用的伴热电缆采用每户设置 HWAT-T50 节能控制盒，统计用水规律后定时启动伴热加热，最大化节能。附图一为 105m² 户型平面设计图。

3 技术经济比较

表一、表二对热水保温电伴热与常规热水支管循环方式就系统投资费用和维护费用、运行能耗费用等方面进行了技术经济分析；

表一 系统投资费用和维护费用比较

投资费用和维护费用	瑞侃 HWAT-M 热水保温电伴热		PP-R 热水管回水	
	4500	电伴热线缆 25m, 综合单价 180 元 /m	1500	DN20 回水管 25m, 60 元 /m
	250	安装 10 元 /m	125	管道保温 25m, 5 元 /m
			375	安装 15 元 /m
			1000	循环水箱泵 1000 元 / 套
	4750		3000	总投资
综合十年的维护费用	560	电伴热免维护, 只需更换控制器	5000	水泵需要维修更换, 控制系统需要维修, 热水炉需要维修几率大大提高, 1000 元 / 两年
十年投资小计	5310		8000	
施工工期	短	施工方便, 工期短	长	施工复杂, 工期长
维护费用	免维护	电伴热使用寿命为 50 年, 无需维护, 一旦安装调试完毕, 无后顾之忧	有费用	1、水泵为易损件, 5-6 年需要更换; 2、由于使用热水循环, 热水炉会频繁启停, 加重热水炉负担, 缩短其使用寿命, 而热水炉价值较高, 维修或更换费用高
安全性	安全	1、电缆为多重绝缘保护, 符合 VDE、CSTB 国际认证, CMA 国内权威机构认证; 2、连接附件的防水等级高达 IP68, 保证其安全; 3、线缆连接 30mA 漏电保护, 不会有任何漏电情况发生	有安全隐患	系统管路长, 管路连接件较多, 易漏水点较多, 水泵为易损件, 其好坏对系统安全稳定也很重要
占用空间	无需额外空间	电伴热伴随管道走向, 无需额外安装空间	需要额外空间	系统管路长, 管路连接件较多, 易漏水点较多, 水泵为易损件, 其好坏对系统安全稳定也很重要
运行噪音	无噪音		有噪音	水泵运行有噪音

表二 运行能耗费比较

运行能耗费	瑞侃 HWAT-M 热水保温电伴热		循环水箱 + 热水循环	
送水管 DN20 长度 (m)	25	按照维持温度 55 度计算, 散热量按照 9W/m 计算	25	按照维持温度 55 度计算, 散热量按照 9W/m 计算
回水管 DN20 长度 (m)	0	无回水管	25	按照维持温度 55 度计算, 散热量按照 9W/m 计算
HWAT 伴热线长度 (m)	25		-	
水箱 300L	-	可不用水箱	100	按照维持 55 度计算, 散热量按照 100W
散热量 W (热水炉水箱出水温度 60 度, 环境温度按照 20 度计算散热)	225	按照维持温度 55 度计算	550	出水 60 度, 回水 50 度, 平均 55 度计算 (出水 and 回水有温差)
循环水泵能耗 W		无需水泵	100	水泵运行能耗
管道热量损失按照一天计算 (小时)	24		24	
每天的管道散热能耗 (kWh)	5.4	送水管道散热	13.2	送回水管道, 水泵, 水箱散热综合
每天的电能耗 (kWh)	5.4	只有电伴热能耗	1.2	水泵智能定温, 每天运行 12 小时
每天消耗天然气热值 (kWh)	0		20.37	散热量 / 0.8 (热水炉热效率) / 0.9 (储水箱热交换效率) / (8500 大卡 * 0.9 (天然气纯度)) / m ³ (天然气热值) * 24 (小时) (m ³ 天然气), 管道热损靠燃烧天然气来补偿
能源单价	0.528	南京电 (RMB/kWh)	0.26	南京天然气价格 (RMB/kWh)
每天费用小计 (人民币)	2.85	热水保温电缆能耗费用	5.93	天然气费用 + 水泵能耗费用 (水泵按照 12 小时运行时间计算)
每月增加使用费用 (人民币)	85.54	热水保温电缆能耗费用	177.89	
运行费用 (RMB)		电伴热节省		51.91
配合 HWAT-T50 控制器, 最高可节省 30%		电伴热节省		66.34

4 技术优势分析

热水支管保温电伴热技术，在常规设计中一般都认为投资较大、难以回收成本，但是笔者通过双龙湖山庄的设计应用，经过表一、表二的分析比较，总结得出热水支管保温电伴热技术在以下方面存在独特优势：

- 1) 节约能源，减少支管循环系统中增加的回水支管、回水干立管的热损耗；
- 2) 减少了管道路由长度，节约管材，节省吊顶空间；
- 3) 避免了无效水量的浪费，最大化节约水资源；
- 4) 缩短了热水出水时间，提高了用水舒适性和

用水档次；

- 5) 定时对热水供水支管加热，防止军团菌繁殖，保证热水系统供水安全。

除此之外，对于热水支管保温电伴热技术的设计应用，笔者认为，关键在于系统的控制方式。选择合适的控制方式，对于凸显热水支管保温电伴热技术的优势至关重要。比如，酒店客房采用热水支管保温电伴热技术，其伴热线缆的启动可以与服务台房间的 check-in 信号关联，可以获得最大化的节能比例。笔者在此仅为抛砖引玉，利用双龙湖山庄将热水支管保温电伴热技术向广大设计师做一个介绍，供大家批评指正。

智能热水恒温电伴热技术在博舍酒店项目中的应用

工程名称：成都太古里博舍酒店

设计单位：中国建筑西南设计研究院有限公司

设计人：李波、杨槐、郝晋

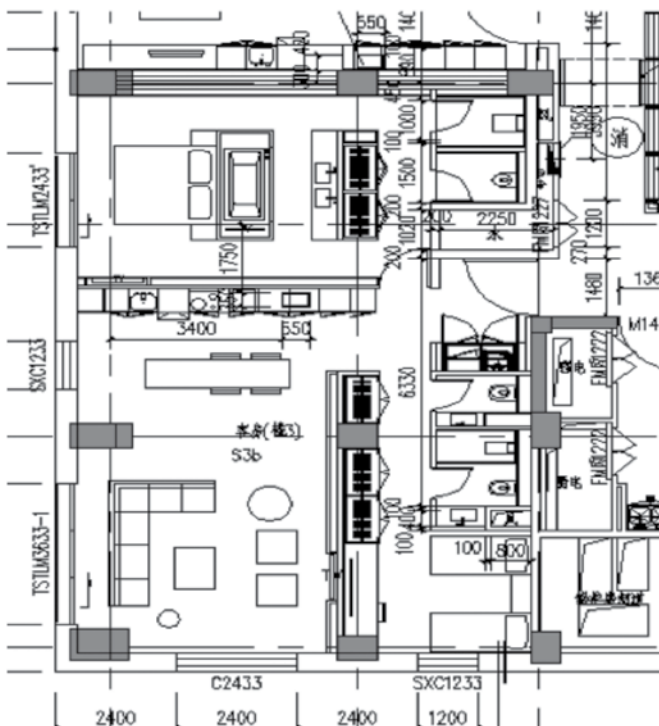
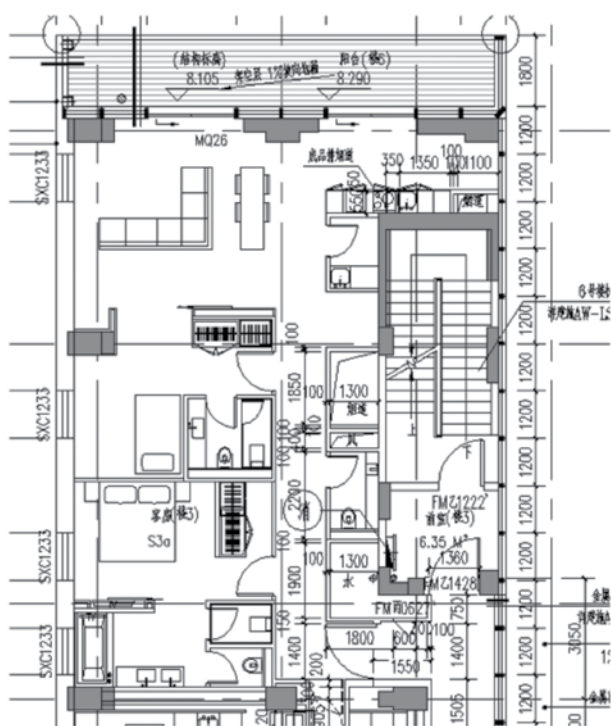
获奖情况：参与设计奖

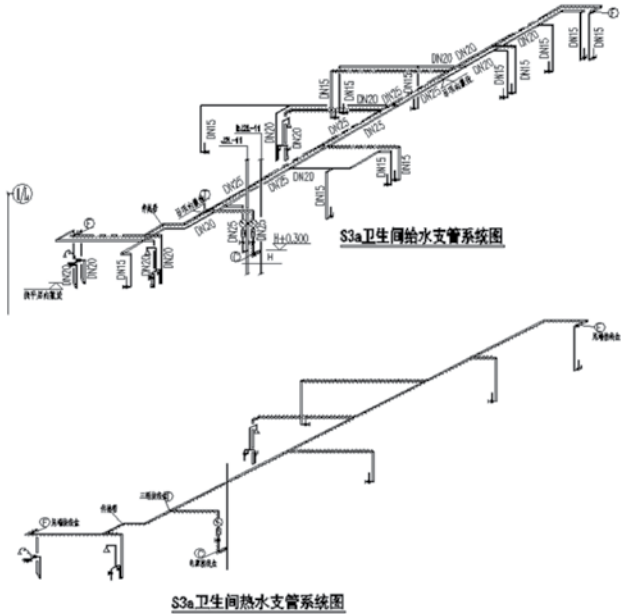
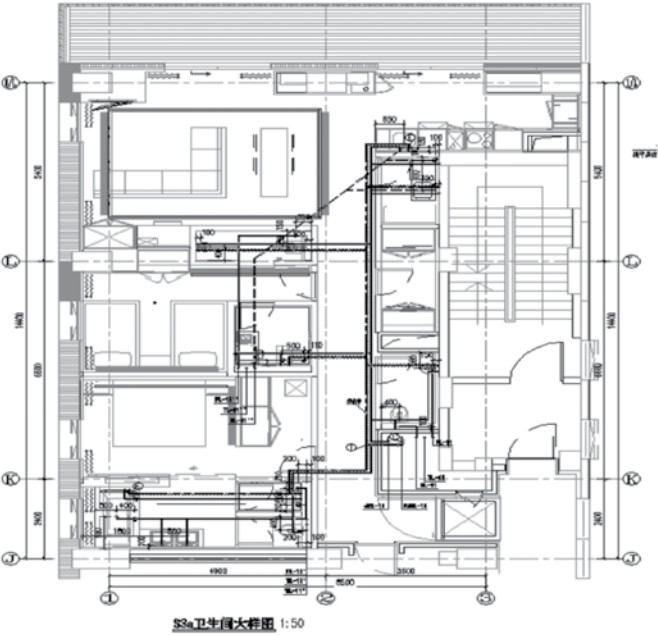
成都大慈文化商业综合体位于成都市中心春熙路，由一栋酒店及27栋地上商业建筑组成，总建筑面积约为22万 m^2 。该项目博舍酒店为位于成都市核心商业圈春熙路太古里内的精品酒店。该酒店分为南楼、北楼两栋楼，总建筑面积约20000 m^2 ，北楼12层，南楼7层。该项目北楼建筑高度为52m，南北楼床位总数为304床，其中低区为234床，高区为70床。该酒店负二层为车库及设备用房，负一层为厨房，-4.75M标高楼层为游泳池、餐厅及SPA用房。酒店1层为商业，1层到12层为酒店客房。该项目南北楼均设有集中热

水供应系统。地下室设有热水锅炉、半容积式换热器、热水循环泵及热水膨胀水罐。热水系统采用分区的热水管网，1-7层为低区热水管网系统，8-12层为高区热水管网系统，高、低区分别设置换热器、膨胀罐、管网热水循环泵及管网系统。该项目热水管网分区与冷水管网变频供水系统分区一致。该项目热水管网及换热器设有保温措施，热水主管网采用热水循环泵进行热水循环。

由于前期设计时，酒店卫生间未考虑热水支管循环。后来业主提出热水出流时间过长的问题。为解决该问题，同时不影响酒店正常营业，我们考虑酒店客房天花内明装热水支管采用电伴热的保温措施。在采用该技术措施之前，部分客房最远点出水口40℃热水流出时间在70s以上。附图为大户型客房布置图。

我们每户分别考虑设置独立的电伴热供电回路，同时每户热伴热用电单独计入各户的总用电量内。这





S3A户型电伴热参数表							
序号	型号	数量	单位	总功率A	运行功率A	运行电压V	运行功率W
电伴热电缆	HWAT-H	41	m	2.79	1.49	220	328
电伴热插座 (C)	RegGlic-CE-02	1	只				
尾端插座 (E)	RegGlic-E-02	2	只				
三通插座 (T)	RegGlic-T-02	1	只				
二通插座 (S)	RegGlic-S-02		只				根据现场实际情况配置

样既便于运行管理也便于逐户改造，不影响酒店正常营运。附件为 S3A 户型管道及电伴热平面布置图及系

统图。
该项目酒店热水支管除了暗装在墙内的器具支管外，其余所有酒店客房内的热水支管均做了电伴热措施，可以保证卫生间内热水支管内的水温符合要求，用户可以很快得到热水，洗涤盆、洗脸盆热水流出时间在 10s 以内，浴缸、淋浴器热水流出时间在 13s 以内。很好的满足了甲方很快出流热水的要求。

智能热水恒温电伴热技术在南京建邺区河西南部8-6号地块(NO.2016G14地块)项目中的设计应用分析

【摘要】

随着现代化工业的飞速发展,电伴热系统已经被广泛的应用在石油、化工、电力、建筑等多个领域,成为管道、仪表、器械工作的主要手段。由于电伴热技术在应用中具备着施工质量块、质量好的优势,其在建筑给排水管道保温系统中效果十分突出。本文通过对智能热水恒温电伴热技术在南京建邺区河西南部8-6号地块(NO.2016G14地块)工程中的设计应用,着力研究了其技术经济性与实用性,并对其前景进行了展望。

【关键词】

自控电伴热 保温 应用

工程名称:建邺区河西南部8-6号地块
(NO.2016G14地块)

设计单位:南京市建筑设计研究院
有限责任公司

设计人:朱洪楚、龙建、周娜

获奖情况:参与设计奖

1 项目概况

建邺区河西南部8-6号地块(NO.2016G14地块)项目位于南京市建邺区保东路以北,邺城路以南,宜悦街以西,友谊街以东。建设用地面积 26380m^2 。总建筑面积为 $11.4\text{万}\text{m}^2$,其中地上总建筑面积约为 $7.25\text{万}\text{m}^2$,地下总建筑面积约为 $4.15\text{万}\text{m}^2$ 。建筑高度 $67.85\sim 99.85\text{m}$,地上19~29层,地下2层。地块容积率:2.75,绿地率:35.65%,住宅总户数:299户。效果图详见图一、二。



2 设计应用

本工程住宅、会所以及泳池设置了集中生活热水系统，热水机房设置在地下一层。热水系统的热源采用项目地源热泵系统提供的热水。热水系统均采用干管强制循环，各分区分别设置储水罐、板式换热器及加热循环泵（两台，一用一备），保证供水主立管中水温满足使用要求。考虑到住宅户型偏大（199m²、230m²、290m²），厨房、卫生间布置分散，用水点距离水管井较远，保证用户在短时间内（5s）能够取用热水的设计要求等因素，热水系统采用分户计量，分户热水支管表后设置电伴热系统，每户均设置节能控制盒。

本工程 01#~03# 楼、05# 楼、06# 楼为高层住宅，共计 299 户；4# 楼为会所。住宅、会所内的热水支管设置管道伴热电缆（选用美国滨特尔公司瑞侃 Raychem HWAT 智能热水恒温系统，型号为 HWAT-R），维持温度为 65℃，额定电压为 220V。维持设计温度 55℃ 下，启动功率为 15W/m，整个项目共采用了 16000m。

根据最低环境温度 20℃，采用 30mm 的橡塑保温厚度，经 Raychem 电伴热软件模拟计算，采用 HWAT-R 伴热线，不同管径的散热量如下：a. 管径为 DN80 管道，其散热量为 16.3W/m，管线伴热比为 1: 2；b. 管径为 DN70 管道，其散热量为 15W/m，管线伴热比为 1: 2；c. 管径为 DN50 管道，其散热量为 12.3W/m，管线伴热比为 1: 1.5；d. 管径为 DN40 管道，其散热量为 10.6W/m，管线伴热比为 1: 1.5；e. 管径为 DN32 管道，其散热量为 9.2W/m，管线伴热比为 1: 1.5；f. 管径小于等于 DN25 管道，其散热量小于 8.2W/m，管线伴热比为 1: 1。

3 工作原理

自调控电伴热带的核心发热元件是具有正温度系数（PTC）特性的高分子自控导电塑料，其由塑料加导电碳粒构成，当给平行母线通电时，碳粒就在两条母线间形成回路。在伴热线内，两条平行母线之间的电流温度而变化。当伴热线周围的温度下降时，导电塑料产生多段分组的收缩而使碳粒连接形成电路，其内电流使伴热线发热。当温度升高时，导电塑料产生微分子的膨胀，碳粒逐渐分开而使电路中断，电阻上升，伴热线就会自动减少功率输出。

因此具有 PTC 特性的导电塑料既是电发热元件，又是温度测量元件和功率调整元件，故使用该电伴热带不需设置温控器，安装简单，节省空间，特别适用于建筑内部的管道保温，在温度高的管段不加热，温度低的管段多加热，不仅节约能源，更主要的是确保全线温度均匀稳定，管道畅通不阻塞，自调控电伴热带在各个区段能及时调整功率，自动跟踪按需供热，使管温处处、时时均匀同步，无过热点也无过低点，不会像恒功率电热带以为重叠安装，而产生过热现象甚至会烧坏电热带。

4 技术经济指标

本工程采用的是热水支管保温电伴热与常规热水支管循环方式就系统投资、运行能耗等方面进行了技术经济分析，详见表一所示。

根据表一的计算分析，可以得出较常规热水支管循环方式相比自调控电伴热系统节能比例约 71.36%，每月电伴热系统节省运行费用为 58249 元，每年电伴热系统节省运行费用为 698988 元，自调控电伴热系统初期投资费用约为 182 万元，三年即可回收初期投资。因此，自调控电伴热热水保温系统具有十分可靠的实用性及广阔的推广价值。

5 技术优势分析

将伴热带沿热水系管道敷设，利用伴热带所具有的输出功率的自适应性，在总控制下，就能保证主管和支管中水温维持在 50℃~65℃，真正做到热水即开即用。与传统的热热水保温系统相比，其优势有：

（1）节省空间。传统保温需设置循环回水管、阀门和水泵，而电伴热系统不再需要水平的循环管路，整个项目可以节省一定的空间。

（2）提高热水问题均一性。一般的循环系统为主管循环，支管中的水得不到循环再加热，而电伴热系统可延伸至管道用水点，使热水温度在各用水点保持一致。

（3）系统安全可靠。整套热水管路为单管系统，系统无需安装回水管道，亦无需进行与回水系统相关的复杂设计和平衡工作，系统复杂程度大为降低，使整个热水管网系统可靠性增加，系统使用更为安全。

表一 热水支管保温电伴热与传统支管循环技术经济比较

序号	项目	Raychem (瑞侃) HWAT 热水支管 保温电伴热		传统支管循环热水系统	
1	热水给水支管总长度 (m)	16000	DN32(9W/m 散热), DN25(8W/m 散热)	16000	DN32(9W/m 散热), DN25(8W/m 散热) DN15(7W/m 散热)
2	热水回水支管总长度 (m)	0	0	11000	DN32(9W/m 散热), DN25(8W/m 散热) DN15(7W/m 散热)
3	热水回水干立管总长度 (m)	1050	DN40(10W/m 散热)	1050	DN40(10W/m 散热)
4	散热量 (W)	146500		224500	
5	支管循环增加循环泵能耗 (kWh)	0		12	水泵运行综合能耗 (KWH), 为支管循环水泵增加 1KW 功耗, 每天运行 12h 计算
6	管道热损耗时间 (h/d)	5.5	定时制保温加热, 用水时间每天统计为: 5:00-23:30	24	
7	系统用水前加热消耗量 (kWh)	593.6	每个支管按照每天启用次数一次计算。即每天需要用电伴热线缆加热无效水量 8.5m³ 所需要的热量 (温生 30℃计)	0	
8	每天能耗 (kWh)	593.6		6108.00	
9	每天能源 (电能 kWh/ 天然气 m³)	296.58KWH		656.50	
10	每天总耗能	593.6	1239.70		
11	能源单价 (元 /kWh/m³)	0.87	4.18		
12	循环水泵能耗收费 (元 / 天)	0	10.44		
13	每天运行费用	516	热水拌热保温能耗费用	2458.09	
14	每月运行费用	15493		73742.70	
15	系统投资综合造价 (万元)	182		50	所增加的回水支管, 造价计算 (以内衬不锈钢管材为例)
16*	每天浪费的无效水量 (m³/d)	0.00		17	支管 DN25 管道容积 0.000491; 管道 DN32 管道容积 0.000804
17	每年天浪费的无效水量 (m³/ 年)	0		6205	
18	自来水单价			3.04	
19	每天浪费水资源收费 (元 /d)	0		51.68	
20	每年浪费水资源收费 (元 / 年)	0		18863	

* 此处为支管伴热与支管补伴热系统相比较。每个支管按照每天启用次数 1 次计算

(4) 预防军团菌。军团菌的滋生通水温密切相关，以预防军团菌的滋生。
通过温度骤变可以防止军团菌的滋生。使用电伴热系统可以选择一个合适的温度并在一段时间后提高水温
(5) 节约能源。减少循环管路的热损失，节约维持热水系统正常运转所需能源。

热水支管保温电伴热系统在酒店式公寓中的应用

【摘要】

本文介绍了热水支管保温电伴热系统在湖北大厦项目的设计应用，包括酒店式公寓中热水支管保温系统的方案选择及发热电缆的选型，并将热水支管保温电伴热系统与传统支管热水循环进行了技术经济分析，进一步体现了热水支管保温电伴热技术的实用性和在热水计量及节约能源等方面的明显优势。

【关键词】

热水支管保温电伴热系统 自调控发热电缆 支管循环 计量 节能

工程名称：湖北大厦（红枫万豪酒店）

设计单位：上海江欢成建筑设计有限公司

设计人：王伟、黄玲

获奖情况：参与设计奖

1 项目概况

常上海湖北大厦项目位于浦东金桥高档商业区，为超高层酒店及酒店式公寓的综合体。建筑总面积为 59797.3m²，128m 高，地下二层，地上二十四层，屋顶设停机坪。其中 6~19F 为酒店客房，共 336 间，20~24 层为酒店式公寓，共 98 套公寓，其中 13 层为避难层。如附图 1 所示。

2 设计应用

2.1 电伴热方案确定

从建筑功能划分上，大楼分为酒店及酒店式公寓两部分，这两块功能均设置集中热水供应系统，热水制备主要热源为蒸汽。湖北大厦的酒店管理公司要求龙头在打开之后 5s 内出热水，因酒店部分客房卫生洁具的布置上下层对齐，故采用了热水主管、立管及热水支管均设回水管的集中热水供应系统。而酒店式公寓的每套公寓均设有夹层，从热水管道立管出口至卫生间末端用水点的管道距离较长，在 15—20m 之间，龙头出热水时间较长；且因底层夹层均设有卫生间，如果设置支管循环且满足同程回水的要求，将增加较



图 1 湖北大厦照片

长的回水管道。又因酒店式公寓的热水供应需要分户计费，传统的支管循环需要分别安装 2 块水表进行统计，从而在计量上可能存在误差，因此在此项目中无法采用支管循环的回水方式。在不设支管循环的情况下，为了确保酒店式公寓卫生间的热水龙头在规定时间内提供 55℃ 的热水，酒店式公寓的热水系统仅在热水主管及立管设置了热水回水管，热水支管采用热

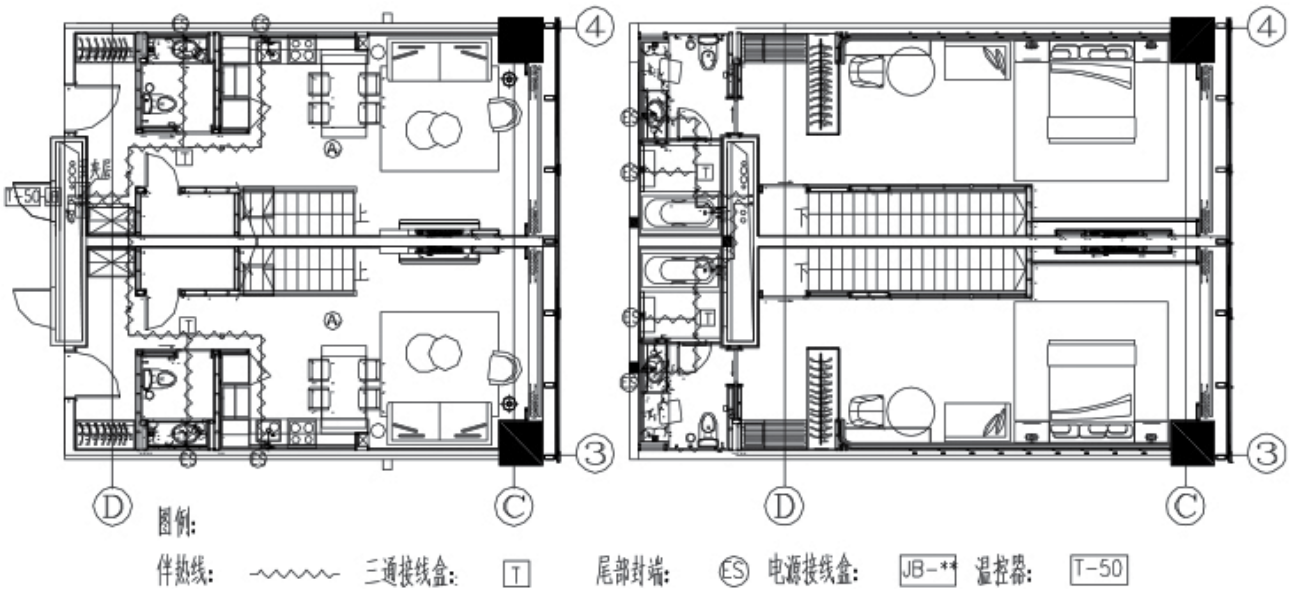


图 2 酒店式公寓电伴热系统平面布置图

水保温电伴热系统。

2.2 选型与参数

98 套酒店式公寓均配备热水保温电伴热系统，热水保温电伴热系统主要应用在酒店式公寓自管井热水立管关断闸阀后至公寓卫生间和厨房吊顶内热水支管。

热水支管管径为 DN25，不锈钢材质，管道外保温采用难燃 B1 级橡塑保温，保温层导热系数 $\leq 0.034\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ ，设计采用橡塑保温厚度 30mm，环境温度取 20℃，热水温度取 55℃，经计算，散热量为 9w/m。

伴热电缆选用了美国滨特尔公司瑞侃 (Raychem) 品牌的自调控专用发热电缆，这种发热电缆是由导电高分子材料构成的发热元件自动根据环境温度来调节发热功率，使伴热管线保持恒温。伴热电缆的型号为 HWAT-M，在维持 55℃ 水温时，电热功率为 8.2W/m。整个项目采用了该型伴热电缆约 2150m。户型设计图纸见附图 2。

考虑到用户实际使用时间使用习惯不一样，为节约能源，系统采用了可定时定温的智能型温控器

T50。热水保温电伴热系统的电源连接及尾端等连接附件要求具有良好的防水防尘性能，防护等级要求为 IP68。

3 经济性分析

3.1 建造费用

将本工程采用的热水支管保温电伴热与传统的支管热水循环系统的初投资进行比较，见表 1。

由表 1 可见，热水支管保温电伴热系统初投资较高，比传统的支管热水循环系统高出 156874 元。

3.2 运营费用

将本工程采用的热水支管保温电伴热系统与传统的支管热水循环系统就运行能耗、年运行费用进行比较，见表 2。

由表 2 计算可知，热水支管保温电伴热系统比传统的支管热水循环系统节能，在客房入住率 100% 时，节能 57% 时，年运营费用节约 11.7%；在客房入住率 60% 时，节能 74.3%，年运营费用节约 47%。

3.3 效益分析

表 1 热水支管保温电伴热系统与传统支管热水循环建造费用比较

酒店集中热水系统	热水支管保温电伴热系统		传统支管热水循环	
初投资费用	17640	施工费 10 元 /m	2450	阀门 98 个
			60000	保温及人工
	264600	总投资	107726	总投资

表 2 热水支管保温电伴热系统与传统支管热水循环能耗及运行费用比较

酒店集中热水系统	热水支管保温电伴热系统		传统支管热水循环	
客房数量（套）	98		98	
每个客房的热水支管长度（m）	18	送水支管	40	送水支管 + 回水支管
支管总长度 DN25（m）	1764		3920	
增加回水管长度 DN15（m）	0		2156	
25mm 送水管道热损失 w/m	9		8	
15mm 回水管道热损失 w/m	0		7	
伴热线功率 55℃（w/m）	8.2	HWAT-M 55℃		
散热量 W（热水出水温度 55℃，环境温度按照 20℃计算散热）	15876	1764mDN25, 9W/m	30968	1764mDN25 送水支管 + 2156m DN15 回水立管
循环水泵额外能耗（kWh）		不需要		忽略不计
平均每天系统运行时间	24		24	
维持水温能耗（kWh）	419	kWh（启动时系统能耗短时间内偏大，考虑增加 10%）	743	kWh
每天能源消耗（电能 kWh/ 天然气 m³）	441	热效率为 95%	116	锅炉热效率 80%/ 板换热效率 90%/ 天然气纯度 90%，天然气热值 8500 大卡 /m3 天然气，管道热损靠燃烧天然气来补偿
总能耗	441		1032	
能源单价	¥0.88	商用电价（元 / 千瓦时）	¥3.79	商用天然气价格（元 / m³）
每天维持水温费用小计（人民币）	¥388	热水保温电缆能耗费用	¥439.6	天然气费用，24 小时运行
全年平均客房入住率	60%	电伴热系统与酒店的 BA 系统联动，即有人入住，系统开启，无人入住，系统关闭，年能耗量为每天运行能耗 *365 天 *60%	60%	循环系统无法根据入住情况进行系统节能控制，所以必须 24 小时 365 天运行。
系统运行率	60%		100%	
每年使用费用（人民币）	84972		160454	

由以上对比可见，电伴热系统一次性投资需多投入 156874 元，但年运行费用每年可节约 75482 元，约 2 年就可收回。

4 技术优势

综合上述，酒店式公寓的集中热水供水系统中，热水主管设置热水回水管，支管采用热水保温电伴热系统是较为合适热水供水和保温系统，此系统具有以下优点：

1) 较好地解决了热水计量问题，避免了设置支管回水时两块水表同时计量引起的偏差，可使热水计

量达到准确无误。

2) 节约了大量的回水支管，使得系统简单，安装便捷。

3) 热水支管保温电伴热系统，可使龙头快速出热水，而且由于不设支管回水，可以在超过 0.2Ma 的热水支管上设置支管减压阀，达到了节水的目的。

4) 热水支管保温电伴热系统因不需考虑回水支管热损失，比传统支管热水循环系统节能。本项目由于设置了定时定温的智能型温控器 T50，可根据公寓的入住情况和用户的实际使用时间、使用习惯设定电伴热开启和温度，将更加节能。

热水支管保温电伴热技术在研创园共享空间项目与太阳能热水系统设计应用

工程名称：研创园共享空间

设计单位：南京市城镇建筑设计咨询有限公司

设计人：关丹桔

获奖情况：参与设计奖

通过热水支管保温电伴热技术在研创园共享空间办公食堂的设计应用，对热水支管保温电伴热技术与传统支管循环热水系统进行了技术经济分析，进一步体现了热水支管保温电伴热技术的实用性。

1 项目概况

研创园共享空间项目由南京软件园科技发展有限公司开发的，项目地址位于南京市浦口区，项目总用地面积 26803.39m^2 ，总建筑面积 10244.7m^2 ，地下建筑面积与建设用地面积之比 1.63 。其中办公楼 02B 建筑高度 22.9m ，建筑层数为 5 层。

2 热水设计

在 02B 屋面设置平板太阳能系统供应 02B 食堂热

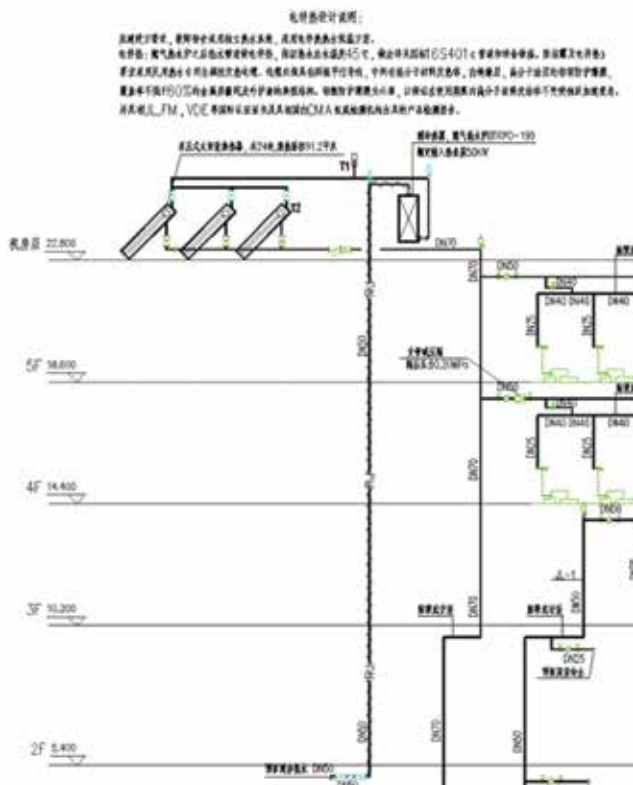


水需求。食堂厨房设置于建筑一层，

热水系统设计参数：本工程地处南京，太阳能保证率取50%，年平均太阳辐射照量约13316kJ/m²。食堂热水用水标准为7L/p·d，最高日用水量6.3m³/d，小时耗热量为40kW，热水温度60℃，冷水计算温度

10℃采用承压式太阳能热水器容量150L，燃气辅助加热，集热面积91.2m²，共设24块集热板，每块集热器面积3.8m²，集热板设于02B平屋面。太阳能热水器的运行控制和防冻、防雷、防过热、抗风、抗震、抗冰雹等保护功能均由产品设计考虑。太阳能热水出水管在燃气热水炉后采用电伴热系统。

系统图见下图：



3 技术优势分析

热水支管保温电伴热技术在以下方面存在独特优势：

1) 餐饮食堂现在一般设计需要二次设计，一般是厨具公司完成，我们设计时候预留的回水管道就有可能二次设计时候接入点不合理，产生系统问题。而热水采用电伴热系统保温系统保证出水点温度稳定，留节约能源，减少支管循环系统中增加的回水支管、回水干立管的热损耗；

2) 避免了无效水量的浪费，最大化节约水资源；

除此之外，对于热水支管保温电伴热技术的设计应用，关键在于系统的控制方式。可以定时加热方式和一直加热方式，选择合理的控制方式，对于凸显热水支管保温电伴热技术的优势至关重要。

智能热水恒温电伴热系统在南京外国语学校方山分校的设计应用探讨

【摘要】

本文通过热水支管保温电伴热技术在南京外国语学校方山分校的设计应用，对热水支管保温电伴热技术与传统支管循环热水系统进行了技术经济分析，进一步体现了热水支管保温电伴热技术的实用性与明显优势。

【关键词】

热水支管保温 自调控电伴热 节能比例

工程名称：南京外国语学校方山分校
设计单位：南京市城镇建筑设计咨询有限公司
设计人：关丹桔
获奖情况：参与设计奖

1 工程概况

地块位于江苏省南京市江宁区，弘景大道以西、丽泽路以东、规划道路以北。校区总用地面积：124821.3m²，总建筑面积：162529m²（其中：地下建筑面积：24065m²，地上建筑面积：138464m²）。建筑密度：31.01%，容积率：1.11，绿地率：30%。

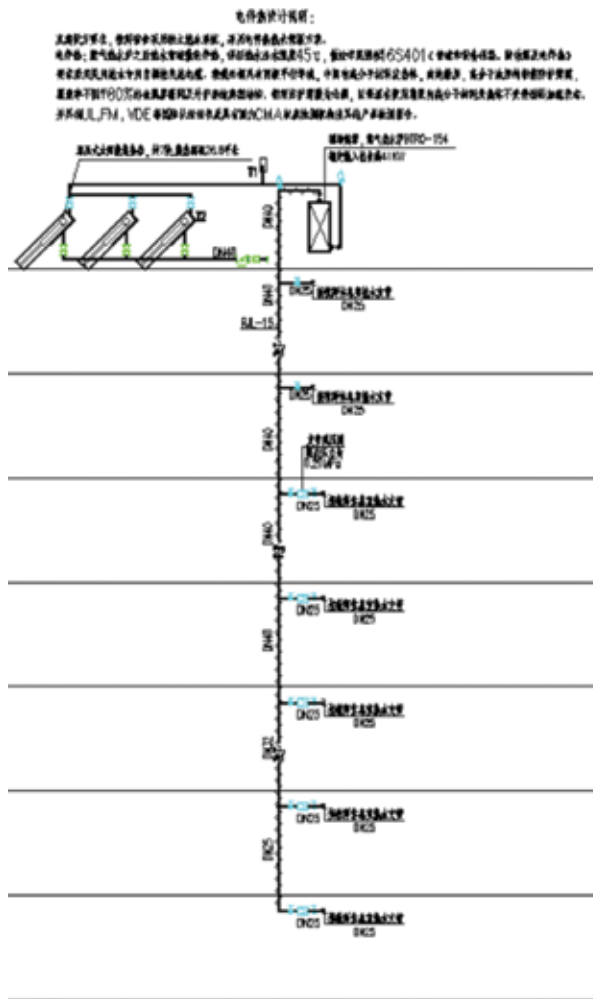
其中宿舍楼为多层公共建筑，教师宿舍设置于宿舍楼中的一部分，建筑层数为7层，建筑高度23.4m。学生宿舍与教师宿舍在一栋大楼里，由于学生寒暑假和教师不同步，学校要求教师与学生热水系统分开。

教师宿舍热水系统规模较小，设计时热水采用电伴热保温系统。



2 设计参数

本工程地处南京市江宁区，太阳能保证率取50%，年平均日太阳辐照量约13316kJ/m²，热水使用温度60℃，每户按2人计，热水用水标准为60L/p·d，太阳能保证率为50%，（2）计算结果：



采用整体式承压式太阳能热水器，每户集热面积为3.80m²，7户用一套热水系统，共设置三套，集热器设置在屋面，燃气辅助加热。太阳能热水器的运行控制和防冻、防雷、防过热、抗风、抗震、抗冰雹等保护功能均由产品设计考虑（防过热控制：贮热水箱中热水温度不高于75℃系统中设泄压装置安全阀，系统压力大于0.35MPa时开启，自动控制由专业厂家配套的太阳能只能控制器实现）；教师宿舍太阳能热水出水管在燃气热水炉后采用电伴热系统。

3 技术经济比较

表一、表二对热水保温电伴热与常规热水支管循环方式就系统投资费用和维护费用、运行能耗费用等方面进行了技术经济分析；

4 技术优势分析

热水支管保温电伴热技术，在常规设计中一般都认为投资较大、难以回收成本，但是笔者通过南京外国语学校方山分校的设计应用，经过表一、表二的分析比较，总结得出热水支管保温电伴热技术在以下方面存在独特优势：

- 1) 节约能源，减少支管循环系统中增加的回水支管、回水干立管的热损耗；
- 2) 减少了管道路由长度，节约管材，节省吊顶空间；
- 3) 避免了无效水量的浪费，最大化节约水资源；
- 4) 缩短了热水出水时间，提高了用水舒适性和用水档次；
- 5) 定时对热水供水支管加热，防止军团菌繁殖，保证热水系统供水安全。

除此之外，对于热水支管保温电伴热技术的设计应用，笔者认为，关键在于系统的控制方式。选择

表一 系统投资费用和维护费用比较

投资费用和维护费用		瑞侃 HWAT-M 热水保温电伴热		PP-R 热水管回水	
	9000	电伴热线缆 50m， 综合单价 180 元 /m		3000	DN20 回水管 50m，60 元 /m
	500	安装 10 元 /m		250	管道保温 50m，5 元 /m
				750	安装 15 元 /m
				2000	循环泵，2000 元 / 套
	9500			6000	总投资
综合十年的维护费用	560	电伴热免维护，只需更换控制器		5000	水泵需要维修更换，控制系统需要维修，热水炉需要维修几率大大提高，1000 元 / 两年
十年投资小计	10060			11000	
施工工期	短	施工方便，工期短		长	施工复杂，工期长
维护费用	免维护	电伴热使用寿命为 50 年，无需维护，一旦安装调试完毕，无后顾之忧		有费用	1、水泵为易损件，5-6 年需要更换；2、由于使用热水循环，热水炉会频繁启停，加重热水炉负担，缩短其使用寿命，而热水炉价值较高，维修或更换费用高
安全性	安全	1、电缆为多重绝缘保护，符合 VDE、CSTB 国际认证，CMA 国内权威机构认证；2、连接附件的防水等级高达 IP68，保证其安全；3、线缆连接 30mA 漏电保护，不会有任何漏电情况发生		有安全隐患	系统管路长，管路连接件较多，易漏水点较多，水泵为易损件，其好坏对系统安全稳定也很重要
占用空间	无需额外空间	电伴热伴随管道走向，无需额外安装空间		需要额外空间	系统管路长，管路连接件较多，易漏水点较多，水泵为易损件，其好坏对系统安全稳定也很重要
运行噪音	无噪音			有噪音	水泵运行有噪音

表二 运行能耗费比较

运行能耗费	瑞侃 HWAT-M 热水保温电伴热		循环水箱 + 热水循环	
送水管 DN20 长度 (m)	25	按照维持温度 55℃ 计算, 散热量按照 9W/m 计算	25	按照维持温度 55℃ 计算, 散热量按照 9W/m 计算
回水管 DN20 长度 (m)	0	无回水管	25	按照维持温度 55℃ 计算, 散热量按照 9W/m 计算
HWAT 伴热线长度 (m)	25		-	
水箱 300L	-	可不用水箱	100	按照维持 55℃ 计算, 散热量按照 100W
散热量 W (热水炉水箱出水温度 60℃, 环境温度按照 20℃ 计算散热)	225	按照维持温度 55℃ 计算	550	出水 60℃, 回水 50℃, 平均 55℃ 计算 (出水 and 回水有温差)
管道热量损失按照一天计算 (小时)	24		24	
每天的管道散热能耗 (kWh)	5.4	送水管道散热	13.2	送回水管道, 水泵, 水箱散热综合
每天的电能耗 (kWh)	5.4	只有电伴热能耗	1.2	水泵智能定温, 每天运行 12 小时
每天消耗天然气热值 (kWh)	0		20.37	散热量 / 0.8 (热水炉热效率) / 0.9 (储水箱热交换效率) / (8500 大卡 * 0.9 (天然气纯度)) / m ³ (天然气热值) * 24 (小时) (m ³ 天然气), 管道热损靠燃烧天然气来补偿
能源单价	0.528	南京电 (RMB/kWh)	0.26	南京天然气价格 (RMB/kWh)
每天费用小计 (人民币)	2.85	热水保温电缆能耗费用	5.93	天然气费用 + 水泵能耗费用 (水泵按照 12 小时运行时间计算)
每月增加使用费用 (人民币)	85.54	热水保温电缆能耗费用	177.89	
运行费用 (RMB)	电伴热节省		51.91	
配合 HWAT-T50 控制器, 最高可再节省 30%	电伴热节省		66.34	

合理的控制方式, 对于凸显热水支管保温电伴热技术的优势至关重要。比如, 酒店客房采用热水支管保温电伴热技术, 其伴热线缆的启动可以与服务台房间的 check-in 信号关联, 可以获得最大化的节能比例。

智能热水恒温电伴热系统在西安铁路北客站站西广场工程1号楼项目中的应用

【摘要】

本文通过热水支管电伴热保温技术在西安铁路北客站站西广场工程1号楼项目中的应用介绍和技术经济分析，体现了热水支管电伴热保温技术的实用性和优越性。

【关键词】

超高层星级酒店 热水支管保温 自调控电伴热 节能比例

工程名称：西安铁路北客站

站西广场工程1号楼

设计单位：中国建筑西北设计研究院有限公司

设计人：常军锋、陈西红、王研、

黄耀坤、李伟

获奖情况：参与设计奖

1 项目概况

西安铁路北客站站西广场工程1号楼项目位于尚新路以北，西安北客站南广场以西，建筑高度为

187.00m，建筑面积为172691m²。本工程为超高层公共民用建筑（五星级酒店）。地下三层（局部夹层），其中地下一层夹层为管道夹层、出入口及非机动车库等；地下一层为公交车站、商场及设备用房；地下二层为出租车站、汽车库及设备用房；地下三层酒店服务用房、汽车库及设备用房，并设平战结合的甲类二等人员掩蔽所。地上五十层，其中一层为酒店大堂、大会议厅及厨房，二层为酒店厨房、餐厅及酒吧，三层为酒店餐厅、大宴会厅及游泳健身会所，四层为酒店厨房、餐厅，五层至十层、十二层至二十四层、



图一 西安铁路北客站站西广场工程1号楼效果图

二十六层至三十八层、四十层至五十层为客房层，十一层、二十五层、三十九层为避难层（含设备用房）。屋顶为电梯机房、水箱间及风机房。效果图详见图一。

2 项目应用

本项目酒店规模大，建设标准高、造型较为复杂，投资开发方与酒店机电管理公司对与酒店的舒适性有要求。

本酒店客房数多，客房卫生间面积较大，循环立管多，水平回水管道距离长，热水支管偏长。若采用传统的热热水循环方式，立管与支管均设热水循环管道，并采用用机械循环。由于热水系统庞大，管路复杂，热水回水压力不宜平衡，热水有效性不易充分实现，系统运行效果具有不确定性。满足热水配水点温度不低于 50°C ，用水点热水出水时间不大于 5s 的要求比较难。

综合考虑技术、经济及酒店的品质等因素要求，在满足舒适性的前提下，确定在热水系统设计中，干管、立管采用机械循环方式，客房卫生间热水支管采用热水保温电伴热方式。

3 选型及参数

在本项目中，热水保温电伴热选型中考虑了 10%

热损失安全系数。考虑酒店对热水输出温度的要求始终保持一致，且客人用水时间的不确定性情况，热水保温电伴发热电缆为自调控专用发热电缆。

项目设计热水温度为 60°C ，热水管道电伴热需要维持温度 $50 \sim 55^{\circ}\text{C}$ ，管道为薄壁不锈钢管道，保温材料为橡塑保温，电伴热电缆敷设在保温层和薄壁不锈钢管之间。

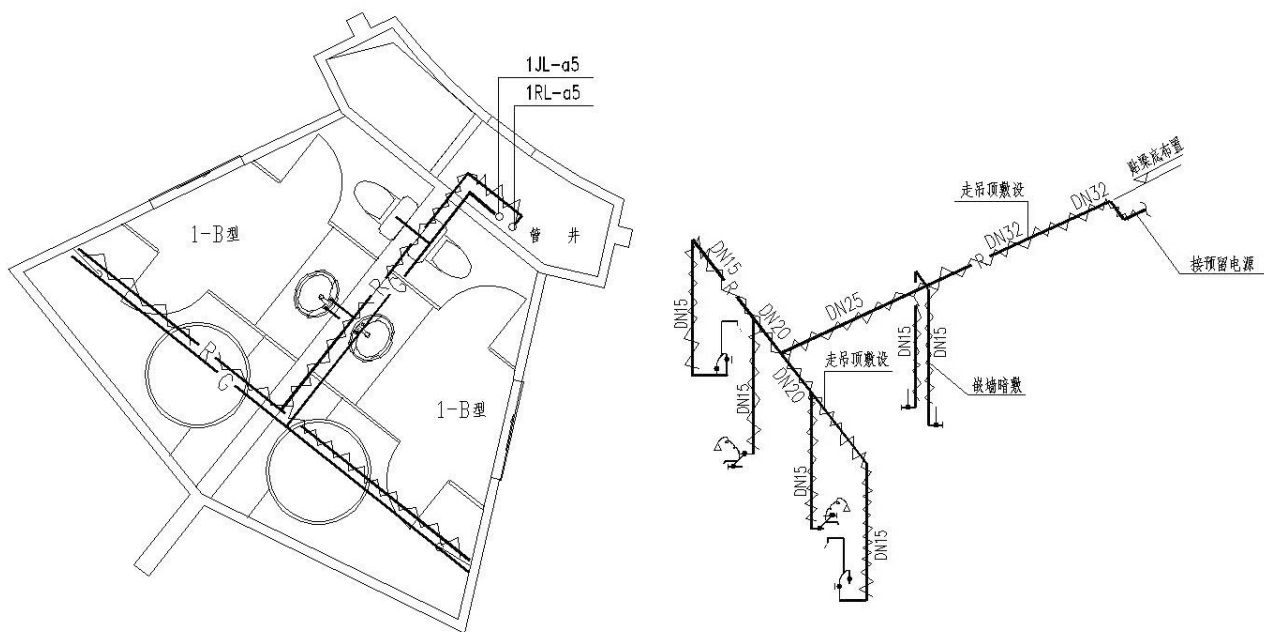
1). 热水保温电伴发热电缆选用 HWAT-M 型自调控专用发热电缆， 55°C 时功率约为 $8.2\text{W}/\text{m}$ ，额定电压 220V 单相交流电，配 T-50 控制器，整个项目共采用了约 7550m 长电伴热电缆。详见图 1。

2). 热水：电伴热结构为：具有两根平行导线，中间有分子材料发热体，内绝缘层，高分子涂层的铝防护薄膜，覆盖率不低于 80% 的金属屏蔽及外护套。

3). 具有 UL、FM、VDE 等国际认证证书及具有国内 CMA 权威检测机构出具的产品检测报告。

4 技术经济比较

本项目就采用热水支管保温电伴热与传统支管循环方式在系统投资、运行能耗方面技术经济分析，详见表一。本项目就采用热水支管保温电伴热与传统支管循环方式在节能比例、无效水资源能耗方面分析，详见表二。



图二 1-B 型卫生间热水支管平面及管道轴测图

表一 热水支管保温电伴热与传统支管循环技术经济比较

项目	Raychem (瑞侃) HWAT 热水支管保温电伴热		传统支管循环热水系统		备注
热水给水支管总长度 (m)	7550	DN25 (8.2W/ m 散热)	7550	DN25 (8.2W/m 散热)	
热水回水支管总长度 (m)	0	0	5180	DN15 (7W/m 散热)	
热水回水干立管总长度 (m)	0	0	2470	DN40 (10W/m 散热)	热水温度按照 50℃计
散热量 (W)	61910		122870		
支管循环增加循环泵能耗 (kW · h)	0		12	水泵运行综合能耗 (kW · h) , 为支管循环水泵增加 1kW 功耗, 每天运行 12h 计算。	
管道热损耗时间 (h/d)	24		24		
每天能耗 (kW · h)	1485.84		2948.68		
每天能源 (电能 kW · h/ 天然气 m³)	1485.84 kW · h		436 m3	锅炉热效率 90%/ 半换综合效率 80%/8500 大卡 /m³ (天然气值) * 天然气纯度 95%*24h (m³ 天 然气)	管道热损失靠 电伴热 / 天然 气锅炉补充
每天总能耗	1485.84	6364.30			
能源单价 (元 /kW · h · h/m³)	0.87	4.18			
循环水泵能耗收费 (元 /d)	0	10.44			
每天费用小计 (元 /d)	1292.68	热水伴热保温 能耗费用	1832.9	天然气消耗量 + 循环水泵能耗 费用 (循环水泵按每天运行 12 小时计算)	
每月运行费用 (元 / 月)	38780.4		54987.6		
系统投资综合造价 (万元)	105.7		35.97	所增加的回水支管和 回水干立管, 造价为 5180X27+2470X89=35.97 万元	
每天浪费的无效水量 (m³/d)	0		3.70	支管 DN25 管道容积 0.000491m³/m, 总共 7550 长	
每年浪费的水资源量 (m³/ 年)	0		1350.5		
自来水单价 (元 /m³)			3.4		
每天浪费的水资源收费 (元 /d)	0		12.58		
每年浪费的水资源收费 (元 / 年)	0		4581.7		

表二 热水支管保温电伴热节能率和经济指标

电伴热节能比例	49.60%
电伴热节省运行费用比例	29.47%
每月电伴热节省运行费用 (元)	16207.2
每年电伴热节省运行费用 (元)	194486.4
支管保温电伴热系统建设初期投资增加费用 (万元)	69.73
投资增加费用回收期 (年, 未考虑设备磨损和折旧)	3.50

管道防冻电伴热技术在法门寺合十舍利塔工程中的应用探讨

【摘要】

本文通过电伴热管道防冻技术在法门寺合十舍利塔工程中的应用，对管道防冻技术进行了分析，体现了电伴热管道防冻技术应用的优势。

【关键词】

管道防冻 自调控伴热电缆

工程名称：法门寺合十舍利塔

设计单位：中国建筑西北设计研究院有限公司

设计人：张国平 刘西宝

获奖情况：最佳设计奖

1 项目概况

法门寺合十舍利塔位于陕西省宝鸡市扶风县境内，建设用地位于唐代皇家寺院法门寺的西侧，项目所在地为小城镇。

法门寺合十舍利塔总高 148m（塔尖），总建筑面积 9.7 万 m²，地下一层，地上十一层，建筑外观为双手合十拜佛造型。

法门寺合十舍利塔地下室为车库、展厅、舍利保

存及展出拜瞻场所，层高 11.8m；底层 108mX108m 核心部位为室内空间，用于日常展览及佛事活动，底层 108mX108m 核心部位以外至 252mX252m 为半开敞式空间，此部位有屋顶，没有外侧围护结构，用于大型佛事活动，可同时容纳 5 万人，底层层高 8~16~24m；二层及以上各层均为展厅。

2 设计应用

建筑特点：

由于建筑造型的需要，合十舍利塔内部存在大量半开敞式空间及三、四、五面为外墙的不采暖房间，此类房间及场所均需要设置消防系统保护，设计有自喷消防系统，消火栓消防系统，大空间智能扫描射水系统，同时有雨水管道存在。

此类场所见如下照片：

气象条件：

法门寺位于关中西部多年平均气温 12.5℃，年极端最低气温零下 21.7℃。

法门寺最冷月多年平均气温零下 7℃。

最大积雪厚度 22cm。

建筑内管道不冻，不结冰条件：

不流动的水流：水温不低于 4℃。

流动的水流：水温不低于 2℃。

建筑内管道安装处气温条件：

A：8m，16m 及 24m 外侧雨水沟下部均为室外空间，冬季气温均低于 4℃，降雪后融化雪水进入雨水沟内





在下午3时左右开始结冰，由于雨水沟下部均为室外空间，第二天即使为艳阳高照，雨水沟内结冰仍不会融化，自冬季第一场降雪后雨水沟将无法排水。

B：与以上三条雨水沟相连的雨水管，所处气温条件相同，融化雪水进入雨水沟内在下午3时左右开始结冰，第二天管内结冰仍不会融化，再次排水会产生新的结冰，最终管道会爆裂。

C：底层108mX108m以外各卫生间，16m夹层卫生间及裙房四角电梯厅均不采暖，且房间外墙及地板顶板多面为室外空间，有的房间五面为室外，散失的热量远大补充的热量，冬季室内温度大部分时间低于4℃，可能出现0℃以下温度。

D：底层108mX108m以外的半开敞空间，此类空间均为室外空间，冬季气温均低于4℃。

管道电伴热防冻设计：

A：管道水系统冬季防冻设计原则：通过自调控电伴热线给管道水系统自动补充其向环境中散发的热能，使管道中的水维持温度为5℃，即保持在流动状态。

B：所有半开敞空间及冬季不采暖房间的给排水、消防管道均采用电伴热系统保温。

C：电伴热保温系统设计采用自调控电伴系统，每个配电箱各配置一套恒温器，恒温器安装在各区域最

低温度的位置，其信号线牵入各电伴热防冻系统的配电箱，控制各电伴热系统供电主断路器和主接触器。一是节约运行费用，二是防止误操作切断电源，造成管网冻裂的意外事故发生。

D：自调控电伴热线型号的选择：选用美国滨特尔公司瑞侃 Raychem 品牌的 5BTV2—CR、8BTV2—CR 和 8BTV2—CT 型自调控电伴热线，其正常运行时的最大运行功率分别达 16W/m 和 26W/m，工程共使用自调控电伴热线 18000m。

E：管道电伴热防冻系统装机功率 483kW，分为 13 个系统运行。

3 电伴热系统运行

项目建成以来，电伴热系统开启运行，各系统管网均工作正常，没有发生管道冻裂。

4 技术特点

自调控电伴热线具有根据管道温度自动调节发热功率的功能，其用电功率随管道温度自动调节，可以最大限度节约用电，同时防止恒功率线过度发热，烧毁电缆引发火灾。

系统安装恒温器，可以根据环境温度自主控制系统是否通电，以减少无功损耗。

管道防冻电伴热技术在鄂尔多斯市东胜体育中心体育场的设计应用

【摘要】

育场的建筑空间大部分属于非采暖区域甚至与室外连通，故给排水管道的防冻保温对于建筑的正常使用及安全运营尤为重要。本文通过介绍鄂尔多斯市东胜体育中心体育场给排水及消防管道防冻电伴热技术的应用，供大家参考。

【关键词】

管道防冻电伴热技术 严寒地区体育场 给排水系统

工程名称：鄂尔多斯市东胜体育中心体育场

设计单位：中国建筑设计院有限公司

设计人：赵昕 赵铨 李建业 杨世兴 马明

获奖情况：卓越设计奖

1 工程概况

鄂尔多斯市东胜区体育中心属于大型体育公建类项目，由体育场、水上运动中心、体育商业、综合体育馆及室外热身场等组成。

项目位于内蒙古鄂尔多斯市铁西区，东邻包神铁路，西接河额伦路，南至民族西街，总用地约36.7公顷。用地范围内地势东北低、西南高，最大高差约15m。整体项目包括体育场一座（总建筑面积8.67万 m^2 ，设有开合屋盖，最大观众容量5.75万座，其中永久坐席4.55万座，临时坐席1.2万座）、综合体育馆一座（最大观众容量7400座，其中固定坐席4200座，临时坐席3200座，会展面积为1.32万 m^2 ）、水上运动中心一座（观众容量2290座，配备游泳比赛池、热身池，以及戏水乐园）、体育商业中心一座（0.4万 m^2 ）及其它室外场地等，总建筑面积约15.27万 m^2 。

规划设计目标为满足承办省级大型综合运动会、全国单项比赛及世界单项锦标赛和邀请赛的要求。主体结构设计使用年限为50—100年。中心内各场馆



图1 鄂尔多斯市东胜体育中心体育场效果图

建筑结合景观地形设计，融体育赛事、市民健身、展览休闲于一体，将成为鄂尔多斯市综合性群众体育及健身中心。项目效果图详见图1。

2 主要问题和解决方案

体育场类建筑由于使用需要，建筑空间多与室外直通。本项目处于内蒙古鄂尔多斯市，属于严寒地区，年极端最低气温可达 -30°C ，因此大量的给排水管线

处于室外的环境，尤其是室内消火栓系统的管道，需要随时处于充水的准工作状态。综合上述因素，整个建筑非采暖区域的管道防冻保温就成了必须要解决的问题。给排水专业的管道和系统，细分下来，存在以下几点：

2.1 给水、消火栓等压力供水管道系统

看台区域属于人员活动密集区，设置有大量的卫生间、小卖部等服务用房，且被观众通道分隔，按照规范要求，室内消火栓系统、自动喷洒系统均应设置，且需要对卫生间等用水区域进行给排水设计。因此，大量处在室外非采暖区域的系统管线需要采用管道防

冻电伴热技术。如图2所示。

2.2 部分卫生间排水管

本项目卫生间排水采用隔层排水系统，因此当卫生间下方属于非采暖区域时，极端天气下卫生间排水会存在结冰的风险，随着冰层越来越厚，除会影响排水断面大小外，还会增加管道的承重，造成管道支吊架的损伤或者管道直接断裂，易造成人员受伤；尤其是存水弯区域，由于需要长期保持水封状态，故此部分最容易造成冻结，影响卫生间使用，故此部分管线采用了管道防冻电伴热技术。详见图3。

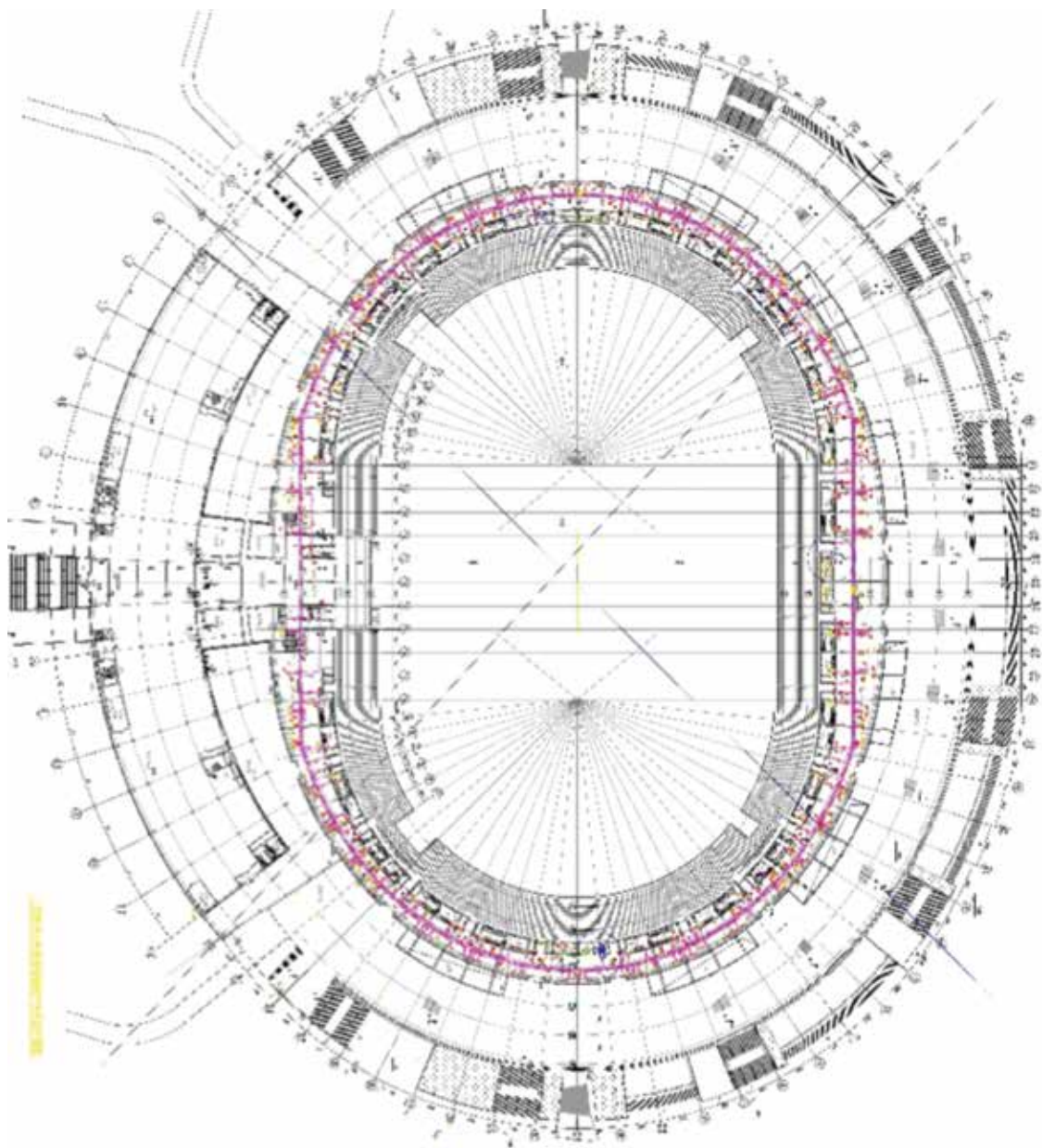


图2 给水、消火栓等压力供水管道系统电伴热布置图

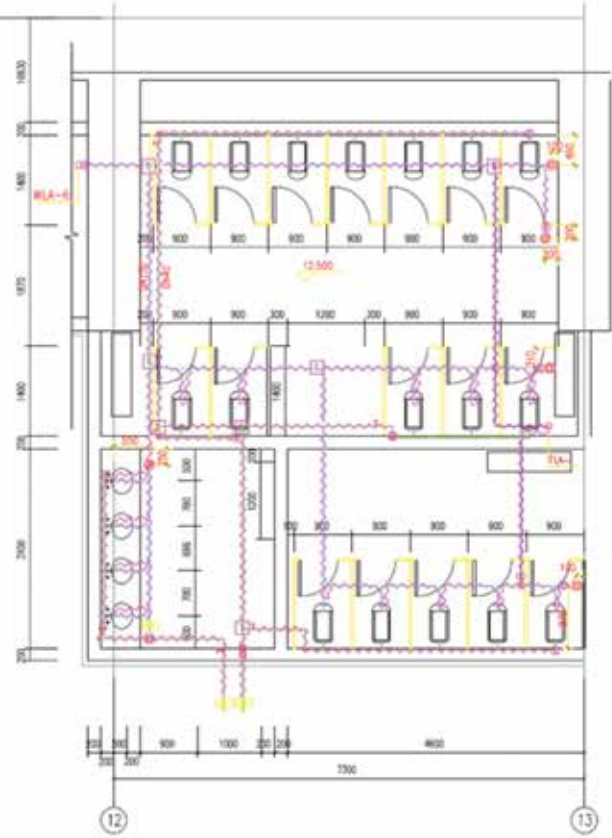


图 3 卫生间排水管道电伴热布置图举例

2.3 虹吸雨水系统悬吊管

本工程屋面具有连续面积大，较平缓等特点。故选择虹吸式雨水排水系统。屋顶雨水斗与雨水立管的布置情况详见图 4。

由于建筑屋面采用复合隔声、吸声金属屋面板体系，故悬吊管设置的空间内存在大量桁架，内部空间关系极其复杂（详见图 5），雨水悬吊管桁架可以只能在桁架的空隙进行布置，故大部分雨水悬吊管坡度基本都较小。上述因素直接导致了融化后的雪水亦容易在管道内结冰，影响系统运行安全。因此虹吸雨水管道系统悬吊管采用了管道防冻电伴热技术。

3 系统计算和设计

表 1 管道防冻电伴热系统设计参数表

设计参数	最低环境温度 (℃)	最高环境温度 (℃)	需维持系统温度 (℃)	环境是否存在腐蚀性	保温材质
设计取值	-26	40	5	无	橡塑泡棉

表 2 管道防冻保温厚度表

管径 mm	15	20	25	≥ 32
保温厚度	90	70	60	50

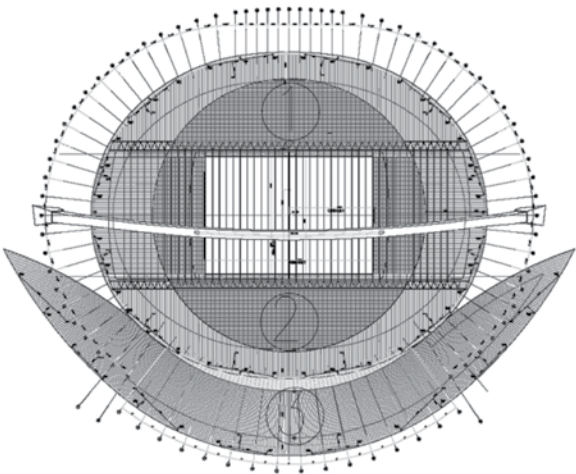


图 4 虹吸雨水排水系统布置图

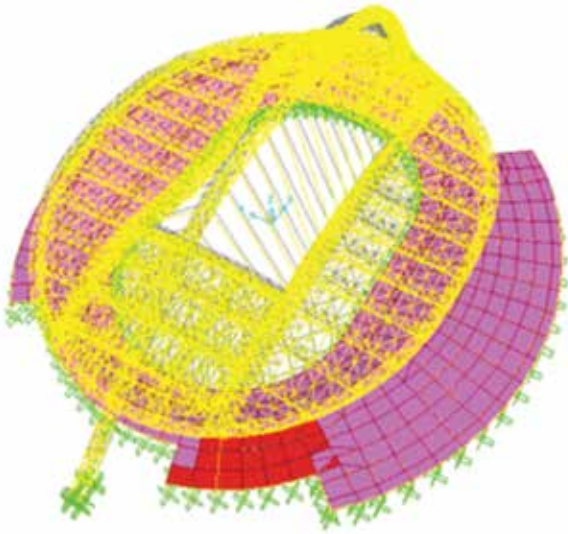


图 5 屋面桁架系统透视图

3.1 设计参数

设计参数的选取主要考虑本项目所在区位的气象条件以及需要维持的管道系统温度（即不结冰温度），此外还应结合管道保温材料的传热系数及厚度等因素。需要特殊说明的是：从安全的角度考虑，还应考虑环境的最高温度，防止温度过高对管道防冻电伴热系统造成影响。本项目设计参数详见表 1、表 2。

表 3 不同管径的管道散热量计算表

管径 DN	表面温度 T0 (℃)	环境温度 Ta (℃)	保温材料	保温层厚 度 (mm)	导热系数 λ[W/(m·K)]	绝热层外 径 D1 (mm)	管道外 径 D0 (mm)	放热系数 as[W/(m2·K)]	延米热损 失 (W/m)
150	5	-26	橡塑 泡棉	50	0.043	250	150	15.45	15.70
100				50	0.043	200	100	15.45	11.61
80				50	0.043	180	80	15.45	9.94
65				50	0.043	165	65	15.45	8.67
50				50	0.043	150	50	15.45	7.37
40				50	0.043	140	40	15.45	6.48
32				50	0.043	132	32	15.45	5.74
25				60	0.043	145	25	15.45	4.66
20				70	0.043	160	20	15.45	3.96

表 4 给排水系统电伴热布线方案

区域	管道类型	伴热线型号	伴热线长 度 (m)	电源 接线盒	三通 接线盒	尾端 接线盒	总功率 (kW)	配电箱	配电量 (kW)
0 层给排水	给排水管	5BTV2-CR	2640	48	6	54	61.56	PDP1~3	55
0 层消防	消防管	5BTV2-CR	660	11	0	11	15.39	PDP4~5	16
	消防管	5BTV2-CR	1560	14	62	76	36.38	PDP6~7	32
1 层给排水 及消防	给排水 1	5BTV2-CR	2106	60	28	88	49.11	PDP1~4	128
	给排水 2	5BTV2-CR	2106	60	27	87	49.11		
	消防	5BTV2-CR	1690	14	170	184	39.41		
2 层给排水 及消防	给排水及 消防	5BTV2-CR	2520	114	136	250	69.00	PDP1~4	64
汇总			13282	321	429	750	319.97		295

3.2 计算及选型

根据设计参数进行管道散热量计算可知，不同管径的散热量详见表 3。并根据滨特尔公司自调控电伴热系统模拟软件计算复核，计算结果基本保持一致。根据滨特尔公司产品进行设备选型：本次设计采用 5XL2—CR 伴热线，管线伴热比为 1:1。

3.3 应用要求

- 1) 每个电伴热回路要求单独供电，电源为交流 220V；
- 2) 每个电伴热回路需设置 20A 过流开关，且应带 30mA 漏电保护功能，且伴热线单一回路的最大长度不应超过其荷载要求；
- 3) 电伴热系统的安装要求需根据所选用产品的安装说明进行施工；
- 4) 电伴热线施工前，应进行测量绝缘电阻工作，且要求绝缘电阻 > 20 Ω；

5) 电伴热回路的最大长度基于最低启动温度 0℃，交流 220V 计算。

3.4 布线方案

本项目所有电伴热系统物料统计见下表：

4 项目运行情况

项目自 2013 年竣工验收以来，已经安全运行了 4 年。在近几年极端天气较多的情况下，较好的保证了给排水系统的安全运行和场馆的正常使用。经过滨特尔公司对于项目的深化设计，项目运行环境可以控制在极限温度为 -30℃ 的情况下，流动水流的控制温度不低于 2℃，不流动水流（死水）的控制温度不低于 4℃。由于项目采用自调控的发热电缆，电缆的每一段的热量输出根据周围温度来自动调节，所以即使电缆有交叉重叠，也不会产生过热的情况，保证了系统的安全性和可靠性。



图6 设置有电伴热系统的屋面雨水斗实景

5 总结分析

项目地处严寒地区，且由于为体育场类建筑，具有体量大、开敞空间多等特点，给排水专业除按照规范要求设计外，尤其要考虑系统的防冻保温。总结下来，本项目共有以下几个特点，供大家参考讨论：

1) 由于本项目体量较大，需要设置管道防冻电伴热系统的区域较多，因此计算下来，系统电量为295kW，对电气专业的影响非常大。经过多轮的讨论和

分析发现，电伴热系统和空调制冷系统在不同的季节使用，不存在同时使用的可能性。故采用夏季空调制冷部分的装机容量，避免了项目增容造成的投资和系统复杂性增加；

2) 项目采用自调控的发热电缆，每一段的热量输出均可以根据电缆周围的环境温度来进行自适应和调节。除可以有效节能外，还可以避免因电缆交叉重叠产生过热的情况，保证了整个建筑的消防安全性、电伴热系统的可靠性；

3) 虹吸雨水系统可以在较小的悬吊管坡度的情况下，达到较好的排水效能。但在北方地区，尤其是严寒地区，较小坡度的悬吊管也成了管道结冰的多发点，且冬季降雪后，雪水融化较慢，不易形成系统虹吸，也就造就了系统流速较慢，雪水在管道内停留时间较长。因此，若北方地区建筑屋盖无保温功能，且采用虹吸系统时，应对悬吊管设置管道防冻电伴热系统；

4) 排水系统由于都是瞬时流，且过流的水基本上都有温度，从理论上来说，管道冻结的可能性不大。但近几年极端天气频发，且本项目较为重要，故下层与室外连通的卫生间排水管道设置了管道防冻电伴热系统，保证项目排水系统的安全运行。而且笔者认为，体育场的使用属于间歇性的，可以在不举办活动的时间，暂停卫生间的使用，关闭管道防冻电伴热系统供电，从管理层面做到节能高效。

沈阳桃仙国际机场航站区 T3 航站楼电伴热设计

【摘要】

沈阳桃仙国际机场航站区T3航站楼为辽宁省重要的交通枢纽建筑，建筑结构复杂，人流密集，安全要求高。因此，在专业设计方面具有典型特点，典型特点之一为采用“自调控发热电缆”产品，作为先进的智能型电热器件，为本工程管道保温提供了良好的解决方案。较之传统的伴热方式，电伴热具有热效率高、能精确控制加热温度、节约能源、施工简便等优点。

工程名称：沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼

设计单位：中国建筑东北设计研究院有限公司

设计人：崔长起 金鹏 许为民 朱宝峰 郭娜

王海卿 宿国生 李观元 陈文杰

获奖情况：卓越设计奖

1 工程概况

沈阳桃仙国际机场航站区扩建项目 T3 航站楼位于机场现有 T2 航站楼西南侧，距 T2 航站楼的最近距离约为 83m，处于机场进场路端部，与进场道路垂直布置。

本工程为新建的大型空港建筑，新建 T3 航站楼设计满足 2020 年旅客吞吐量 1750 万人次，高峰小时旅客吞吐量 6430 人（国内 5130 人次，国际 1300 人次），T1、T2、T3 合计满足 2020 年旅客吞吐量 2500 万人次。新增机位数 30 个（5E10D15C），其中国内部分 19 个（2E8D9C），国际部分 11 个（3E2D6C）。

根据航站楼的构型将 T3 航站楼分为三大部分，东翼指廊（A 区）、西翼指廊（B 区）、主楼（C 区）。另设连廊连接 T2 和 T3 航站楼。本工程主楼地下两层，地上两层，局部设到港夹层。A、B 指廊地上两层，局部设到港夹层；地下局部设管沟。主楼地下二层为地铁隧道及公路隧道。主体建筑高度为 29.145m。

2 电伴热系统设置范围

2.1 行李分拣区域以及到港夹层

据机场使用方反映，现有 T2 航站楼行李分拣区

域冬天最容易出现消防管道及消防栓被冻住甚至冻裂的情况。故本次设计对行李分拣区域以及到港夹层处的消防栓、自动喷洒及水炮等管道采用电伴热带进行伴热，避免冻裂情况的出现。

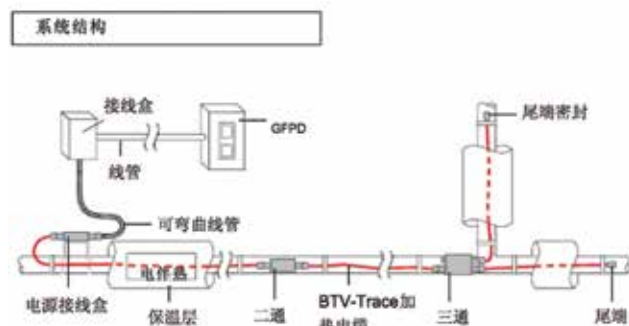
2.2 后期补充电伴热

航站楼竣工后，针对管理单位在使用过程中发现的局部易冻管线，进行电伴热处理。例如远机位到达厅门口的部分消防栓及喷洒管道等。

3 电伴热系统介绍

3.1 电伴热系统布置及控制方式

1. 对于不采暖空间管道，伴热线通常按下图方式布置：



2. 系统采用自调控的电伴热线，系统控制采用 AT-TS-13 系统控制器，控制器带环境温度传感器，探测温度信号，根据环境温度启动。

3. 系统工作过程如下：

空气温度低于设定值（5℃），发热电缆开始启动；空气温度高于设定值（5℃），发热电缆停止工作；控制原理参见下图 1：

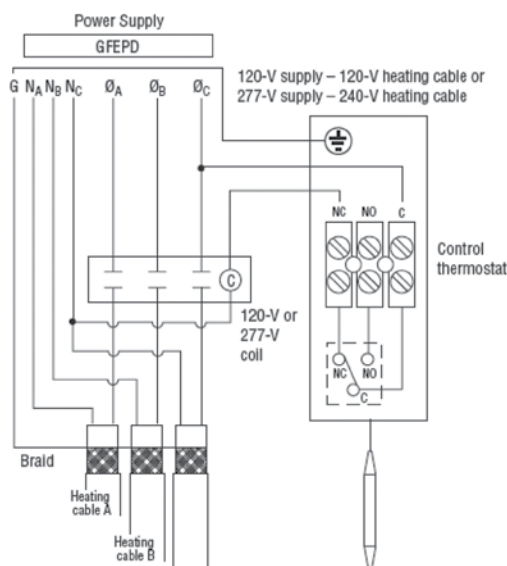


图 1 控制原理图

3.2 电伴热线缆产品规格和技术参数

本工程电伴热系统发热电缆采用美国泰科热控公司制造的进口自调控发热电缆，电缆型号为：5XL-CR。该发热电缆在 220V，50HZ 的工作电压下，在 5℃ 时的输出功率为：16W/m。该发热电缆具备 UL, FM, CSA 等国际安全认证。

防冻控制系统采用美国泰科热控公司制造的 AS-TS-13 型号控制器，温度调节范围为：-9~60℃，切换电缆 22A，控制类型为环境温控，该控制器具有比例调节输出功率的特性，以便达到节能之目的。

电源接线盒均美国泰科热控公司产品，防护值 IP66。保温材料选用橡塑难燃 B1 级

3.3 电伴热计算和选择

1. 技术条件：

保温层材料：橡塑

保温层厚度：DN200, 50mm；DN150~100, 30mm；

最低环境温度：-30.6℃

最高环境温度：40℃

管道需维持温度：5℃

环境划分：正常环境

使用环境腐蚀性：无

2. 计算及选择：

根据管道上述技术条件，经过软件模拟计算，不同管径的散热量如下：

1) 管径为 DN100 及以下管道，其散热量小于 15.2W/m；因此管线使用 5XL-CR 伴热线，管线伴热采用 1: 1.05 伴热；

2) 管径 DN150 管道，其散热量小于 25.8W/m；因此管线使用 5XL-CR 伴热线，管线伴热采用 1: 1.79 伴热；

3) 管径 DN200 管道，其散热量小于 25.5W/m；因此管线使用 5XL-CR 伴热线，管线伴热采用 1: 1.79 伴热。

具体计算如下表：

序号	管道规格	数量 (m)	伴热带规格	数量 (m)	安装功率 (W)	运行功率 (W)
1	DN200	401	5XL-CR	717	11472	6883
2	DN150	547	5XL-CR	650	10400	6240
3	DN100	960	5XL-CR	1008	16128	9676
4	DN70	2420	5XL-CR	2420	38720	23232
5	DN50	1378	5XL-CR	1378	22048	13228
6	合计	5706		6173	98763	59259

4 系统的运行情况

本工程发热电缆及控制器均产自美国，为美国泰科热控有限公司制造，且通过 ISO9001:2000 质量认证体系。本次选用的自调控发热电缆的结构为：两根金属母线，导电塑料（发热体），内绝缘，金属屏蔽网，外护套。该种结构合理安全，产品性能稳定可靠，发热电缆通过了 UL、FM、CSA 等国际安全认证，使用寿命在 30 年以上，附件的使用寿命在 10 年以上。以上发热电缆及附件安装施工方便快捷，操作简单，维修维护方便而且费用低（10 年内基本无维修维护费用）。

本工程选用的为自调控发热电缆，可根据环境温度自动控制发热电缆的启停，因此年运行费用低，以管道电伴热系统为例：DN200 管道的年运行耗电量为 25~30 度电 / 年；DN150 管道的年运行耗电量为 20~25 度电 / 年；DN100 管道的年运行耗电量为 15~20 度电 / 年。

管道防冻电伴热技术在 CCTV 主楼中的设计应用探讨

【摘要】

本文介绍了自调控发热电缆构造及工作原理，并结合CCTV主楼这一实际工程项目，阐述了电伴热技术在给排水和消防管道防冻的应用，并指出：地下车库电伴热保护范围除了与当地气候条件有关外，还与地下车库出入口朝向、相邻出入口距离、车库口部高度、车库结构梁布置以及坡道形式有关。

【关键词】

电伴热 自调控 管道防冻 消防系统

工程名称：中央电视台新台址建设工程
——CCTV 主楼

设计单位：华东建筑设计研究总院

设计人：胡明、陈宁、冯旭东、茅颐华、
王桂林、谢立华、张国闽

获奖情况：卓越设计奖

0 引言

建筑给排水和消防管道应当做好防冻保护，传统的防冻仅采用绝缘保温，在冬季尤其是北方寒冷地区管道仍然会出现冻裂等问题，通常管道还需做伴热保护。以往管道所使用的伴热方法主要依靠的是蒸汽或是热水介质，此种保温方式不仅效率不高且系统十分复杂^[1]。电伴热防冻技术是一种国外应用多年，在我国逐渐普及的成熟的水管道保温施工工艺。管道电伴热是将发热电缆贴附在管道外侧通电发热，将热量传导给管道内液体，配合管道外保温层，补偿并保持管道内液体温度到达设计温度水平。

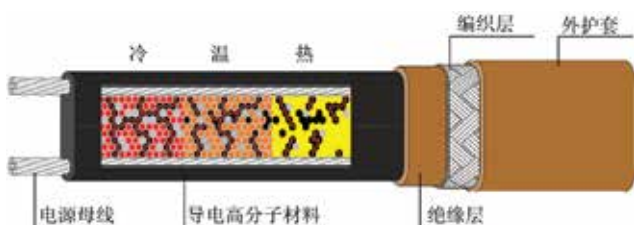


图1 自调控发热电缆构造

1 自调控发热电缆构造及工作原理

电伴热可分为恒功率电伴热和自调控电伴热两种基本类型，自调控电伴热由于使用方便，一次投资较少，目前使用最为广泛。自调控发热电缆原理上属于电阻加热法^[2]，其核心发热元件是具有正温度系数(PTC)特性的高分子自控导电塑料，由塑料加导电碳粒构成^[3]。发热原理如图1所示，图中黑点表示碳粒，红线表示导电塑料的电流通道。当环境温度低时，导电塑料微观收缩，碳粒相连，电流通道增加，与两条平行母线形成回路，电阻体发热量增加；当环境温度中等时，导电高分子材料微观膨胀，部分电流通道断开，电阻体发热量减少；当环境温度高时，导电高分子材料热膨胀加大，几乎所有电流通道切断，电流几乎不通，故发热量近于零。

具有PTC特性的导电塑料既是电发热元件，又是温度测量元件和功率调整元件，故使用该电伴热带不需设置温控器，安装简单，节省空间。同时，自调控发热电缆由无数并联结构组成，在现场安装时可任意截其长度从而减少不必要的浪费，即使有局部损坏，也不影响其它部分的使用。

2 工程应用

2.1 项目概况

中央电视台新台址建设工程项目建于北京朝阳路和东三环路交界处的北京中央商务区内，为了避免在

高度上的无谓竞争，设计提出以独特的建筑形式活跃的结合到城市空间之中，由此成为首都北京的标志性建筑并向全世界展示中央电视台新的面貌（如图2所示）。本项目为综合办公、新闻制作与播送、节目制作、演播等要素紧密结合的超高层建筑，基地总面积为196960m²，建筑面积47.3万m²。南北和东西向规划道路将基地划分为4个区域。新址主楼位于西南地块，高234m。地上49层，地下3层。主要有六大功能区：A区为行政管理区（悬臂区），位于37至49层，包括位于37层的会议中心和避难区，38层的转换大厅；B区为综合业务区，位于塔1的10层至36层，为开放式办公层与隔间式办公层交错布置方式，24层局部为避难层及设备区；C区为新闻制播区，位于塔2的



图2 本项目实拍图

B3层至31层；D区为播送区，位于裙房东侧B1层至9层；E区为节目制作区，位于塔1的4至9层、北侧裙房和地下室、平台中部B2至1层区域；其他区位于1层塔2南侧独立区域，包含消防控制中心、楼宇控制中心、安保控制中心，职工餐厅，地下停车区等。

2.2 设计应用

本项目位于北京，其气候属于典型的北温带半湿润大陆性季风气候，冬季寒冷干燥，最大冻土深度达到85cm，1月平均气温-4~-7℃，极端最低气温-27.4℃。电伴热系统主要用于给排水及消防系统的防冻保护，保护区域为地下室出入口、未采暖的避难区、屋顶室外区和其它局部室外及直通室外区域的给排水和消防管道进行电伴热保温，总的电伴热线长度约10300m。

电伴热系统采用瑞侃（Raychem）自调控的电伴热线。管道保温热损失采用计算书如表1所示，不同管径散热量如下：管径DN200及以下管道，其散热量不大于16W/m，使用瑞侃的5BTV2-CR伴热线，管线伴热比为1:1；管径为DN350及以下管道，其散热量不大于36W/m，使用瑞侃的8BTV2-CR伴热线，管线伴热比为1:1。两种型号伴热线工作电压均为220V，维持温度3~6℃，其中5BTVR-CR发热功率15W/m，最大回路长度160m，设计使用长度10000m，8BTV2-CR发热功率24W/m，最大回路长度125m，设计使用长度300m。系统控制采用AMC-1A控制器，控制器带环境温度传感器，探测环境温度信号，温控器安装在各区

表1 不同管径电伴热计算参数

序号	管径 (mm)	保温材料	保温 厚度 (mm)	传热 系数	维持温 度(℃)	最低环 境温度 (℃)	实际热 损失 (W)	伴热线 型号	伴热线 输出功 率(W)	伴热比	伴热线长 度(M)	启动 功率 (kW)
1	25	玻璃棉	30	0.042	5	-22	6.4	5BTV	17.2	1	882	24.52
2	50	玻璃棉	30	0.042	5	-22	9.94	5BTV	17.2	1	1652	45.93
3	100	玻璃棉	30	0.042	5	-22	16.68	5BTV	17.2	1	4402	122.4
4	150	玻璃棉	40	0.042	5	-22	18.34	5BTV	17.2	1	3027	84.15
5	200	玻璃棉	50	0.042	5	-22	19.33	8BTV	27.4	1	90	3.25
6	250	玻璃棉	50	0.042	5	-22	23.29	8BTV	27.4	1	90	3.25
7	300	玻璃棉	50	0.042	5	-22	27.24	8BTV	27.4	1	90	3.25
8	350	玻璃棉	50	0.042	5	-22	31.19	8BTV	27.4	1	105.6	3.81
汇总											10338.6	290.5

域最低温度的位置，其信号线牵入各电伴热防冻系统的配电箱，控制各电伴热防冻系统供电主断路器和主接触器。

地下室出入口消防电伴热局部平面设计如图3所示，端口处的喷淋和消防管道均做电伴热保温。

现场电伴热安装效果图如图4所示，需要指出的是：对于金属管道，电伴热带直接通过玻璃胶带固定于金属管道外壁，通过金属管道给水加热，而对于较大管径的塑料管道，由于塑料较差的传热效果，可采用铝胶带粘贴于管道表面，随后再固定伴热电缆，可

增强电伴热效果。

2.3 工程运营情况

中央电视台新台址主楼于2012年5月竣工，根据项目管理处反馈回来的意见，采用美国瑞侃（Ray-Chem）公司的电伴热系统，管道未出现冻裂等情况，定期维护，运行稳定。

3 结语

通过该项目设计及后期的运行经验，地下车库出入口电伴热的保护范围除了与当地气候条件有关外，

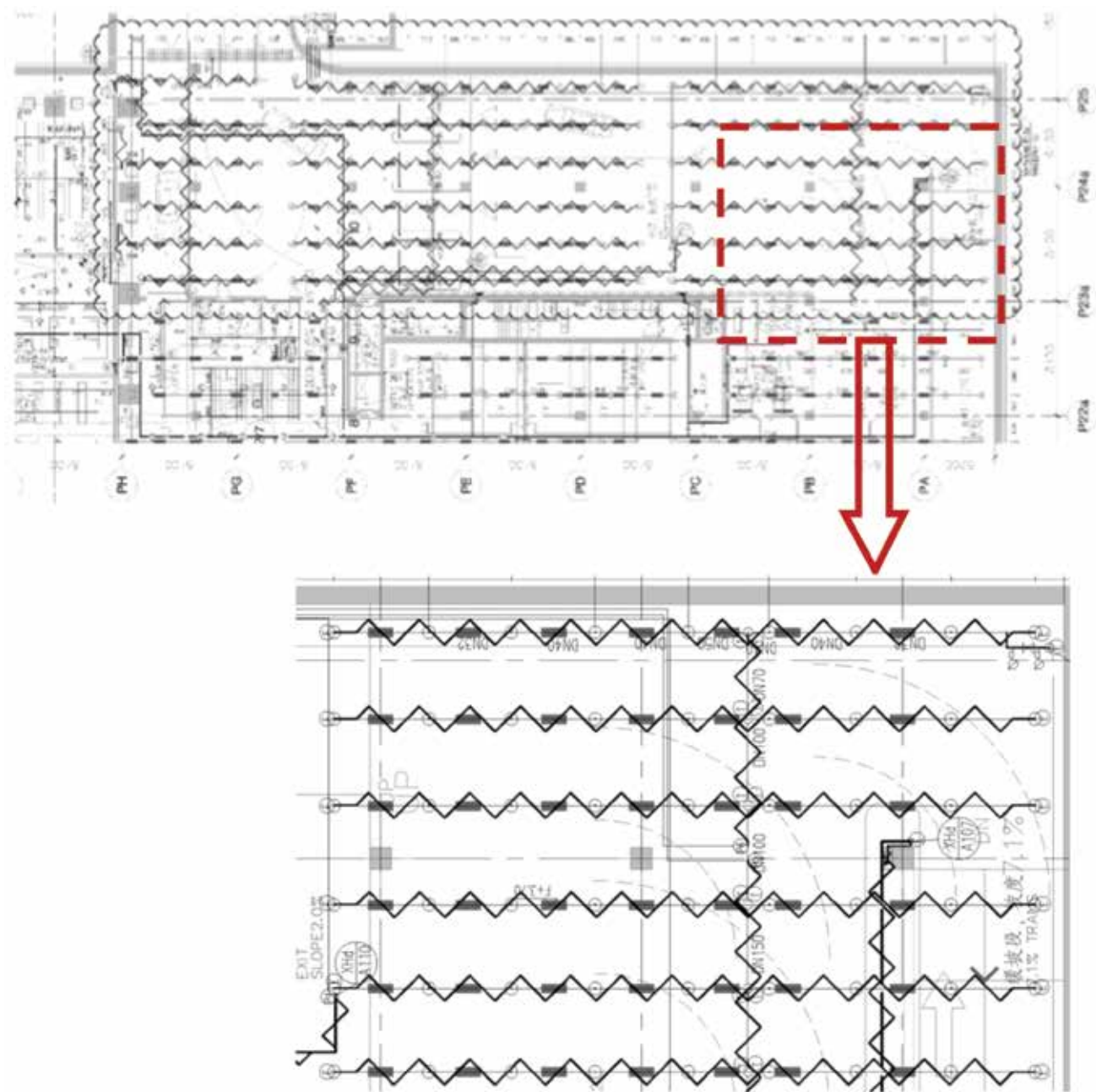


图3 地下一层出入口消防电伴热设计图



图4 现场电伴热安装效果图

还与以下因素有关:

1) 出入口的朝向及相邻出入口的距离。开口朝向冬季主要风向、两个出入口距离较近时,容易形成穿堂风,保护范围需加大,还宜加设保温卷帘等防护措施;

2) 车库口部的高度。高度满足使用要求即可,不宜开的过大,开口过大时,不利于聚热,需增加保护区域;

3) 车库结构梁布置。井字梁结构可减小保护区域,板式结构需增加保护区域;

4) 坡道形式。一字型直坡道宜在平段地面设一定的保护范围,回字型坡道可减少下部平段地面处保护距离。

自控电伴热系统能够根据环境温度自动切断,系统应具备高可靠性、安全性、反应迅速、准确、使

用寿命长以及高效节能等优点,有效解决北方地区冬季管道冻裂问题,其应用前景将日益受到关注,正在成为国家重点推广的节能和环保项目。

参考文献

[1] 钱若颖. 电伴热技术在建筑给排水专业中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2016(11): 91-92.

[2] 马丹旎, 高滨. 电伴热的选用及设计[J]. 山东化工, 2014, 10:047

[3] 周洋洋, 刘焱. 电伴热技术在建筑给排水管道保温系统中的应用[J]. 给水排水, 2009, 45(S1):358-360

作者联系方式: 胡明 上海市汉口路151号 13816008908

管道防冻电伴热技术在银川国际航空港综合交通枢纽工程项目的 设计应用探讨

工程名称：银川国际航空港

综合交通交通枢纽工程

设计单位：中国建筑西北设计研究院有限公司

设计人：赵整社、王红炜、康飏、

牛小磊、龚毅、贺晓飞

获奖情况：优秀设计奖

1 项目概况

项目概况：银川国际航空港综合交通枢纽工程位于银川河东国际机场，本工程通过建设综合交通枢纽，整合交通资源，对重点构建面向阿拉伯国家的国际性门户机场和区域性枢纽有着重大的意义。停车楼为综合交通枢纽工程重要的组成部分，总建筑面积59250m²，建筑高度4.1m，总停车数1184辆。地下一层，地上一层。建筑形式为半开敞式汽车库，冬季不采暖。室内设置有给水、中水、排水、雨水、废水、消火栓及自喷管道系统。给排水及消防管道与交通枢纽的生产生活息息相关，一旦管道冻坏会直接影响停车楼的正常运行，水消防更是关系到人民生命、财产安全的问题。因此，加强给排水、消防管道保温是十分必要的。

2 设计应用

设计应用：银川国际航空港综合交通枢纽工程的停车楼部分，停车楼的面积较大，长400m，宽76m，地上一层一侧400m的长边基本为开敞区域，与室外相通，有很大的冷空气渗入量，考虑到宁夏银川为寒冷地区，停车楼未采暖，故给排水、消防管道采取了保温措施。

根据《民用建筑设计通则》GB50352—2005中对建筑气候分区的划分，宁夏银川属于ⅡB类寒冷地区，冬季时间较长且寒冷干燥，1月平均气温在-10℃以下。建筑物必须满足冬季保温、防寒、防冻等要求。因此，宁夏地区冬季室内均设有采暖设施，如采暖达不到要求则室内给排水、消防管道应做好保温措施，以确保冬季时室内消防管网的正常运行。管道保温主要有两种，一是管道外包扎保温材料，如橡塑、发泡四氟乙烯等；二是处于寒冷地区或保温层过厚时应采用蒸汽伴管或电伴热等措施。

管道保温层厚度计算公式如下：

$$\ln \frac{d+\delta}{d} = 2\pi\lambda \left\{ \frac{3.6KZ}{(G_1C_1 + G_2C_2) \ln \frac{t_1-t_0}{t_4-t_0}} - R_1 \right\}$$

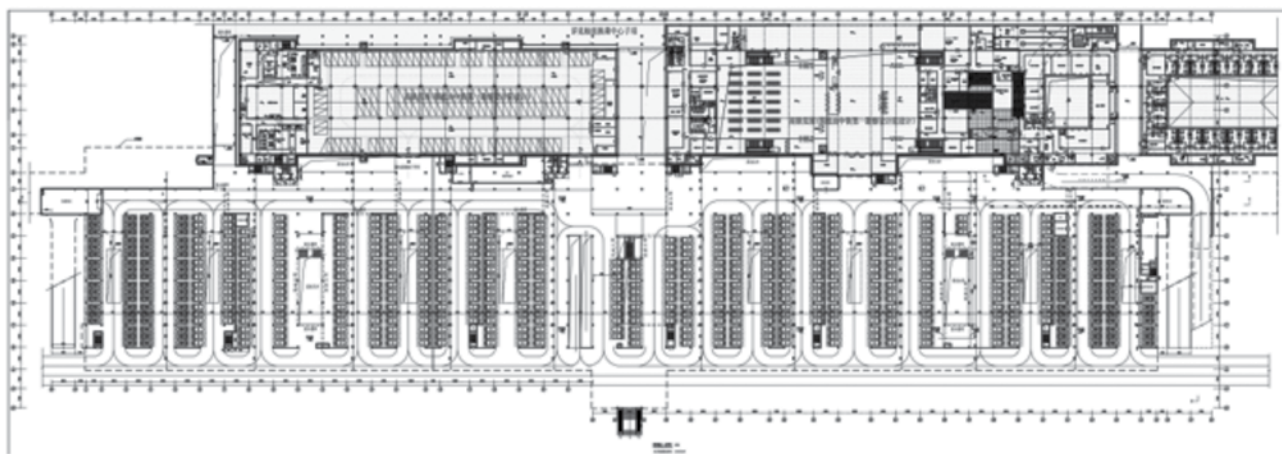


图1 停车楼一层平面图

式中 d ——管道外径 (m) ;

δ ——保温层厚度 (m) ;

λ ——选用的保温材料的导热系数 $[\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})]$ 。

橡塑泡沫塑料为 0.034;

K ——支、吊架影响修正系数, 一般室内管道 $K=1.2$, 室外管道 $K=1.25$;

 z ——保持不结冻的时间(h); 取 24h

G_1 ——单位长度内水的重量 (k/m^2) ;

G_1 ——水的比热 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$]，按 4.186 计；

G_2 ——单位长度管道的重量 (k/m^2) ;

G_2 ——管道材料的比热 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$]。钢材、铸铁按 0.48 计；

t_1 ——管内水温(°C)；按5°C计；

t_2 ——周围环境温度(℃)；

t_4 ——水的终温(°C)，按0°C计；

R_1 ——管道保温层外表面到周围空气的放热阻力 [$(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$]

已本工程设置最多的 DN150 消火栓管道为例进行计算，保温层厚度为 90mm。

保温层过厚，选择用电伴热保温。

其中：因本工程面积较大，干式消火栓系统充水时间较长不做考虑，消火栓管道采用湿式系统，采用电伴热保温。自喷系统按防火分区分为若干独立区域，采用预作用系统，报警阀及之前的充水管道采用电伴热保温，节省造价。给水、中水、排水管道均采用电伴热保温。压力废水管道因停车楼平时不积水，故未考虑电伴热保温。

电伴热原理：电伴热分恒功率电伴热和自调控电伴热，恒功率电伴热顾名思义就是电伴热的电阻值恒定，功率恒定；自调控电伴热具有随外界温度变化而调节系统功率输出率的功能，具体工作原理如下：在周围环境较冷的发热电缆部分，电缆发热体微观的收缩，使的发热体内的导电的碳原子组成许多导电通道。发热体导电通道之中电流产生热量。在周围环境较温暖的发热电缆部分，电缆发热体微观的膨胀，使的发热体内的导电碳原子组成的导电通道减少。发热体电阻增加，从而减少热量的输出。在周围环境温度很高

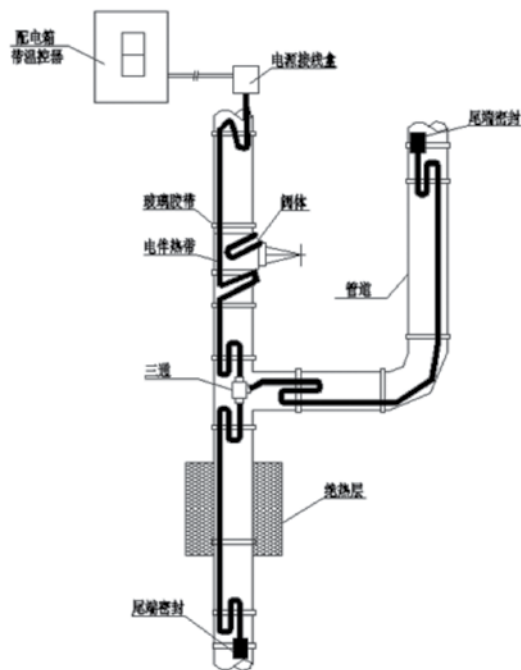


图 2 电伴热带在管道上安装示意图

的发热电缆部分，电缆发热体微观膨胀，几乎使得发热体内的导电碳原子组成的导电通道断开。发热体电阻非常高，输出的热量几乎为零。

二者相比较而言,自调控电伴热更节能,管道温度上升,电伴热输出功率下降,而且电缆交叉后不会使温度过度升高,避免安全隐患。

给排水及消防管道设置美国瑞侃 Raychem 专用伴热电缆 (5XL-CR)，最低环境温度取： -25°C ，管道需维持温度： 5°C ，工作电压 220V。防冻系统采用自控电伴热，具有随外界温度变化而调节系统功率输出率的功能，保证系统最大限度节能。管径为 DN200 及以下管道，其散热量小于 18.9w/m ，采用 5XL-CR 伴热电缆，伴热比为 1:1；管径为 DN300 及以下管道，其散热量小于 37.8W/m ，采用 5XL-CR 伴热电缆，伴热比为 1:2。

3 结论

结论: 在北方寒冷地区, 对于未设置采暖设施的工程, 必须考虑管道系统的保温、防冻措施, 采用自调控电伴热能在保证节能的同时, 保证生活、消防设施的正常运行, 是一种切实可行的保温措施。

作者联系方式: 牛小磊 西安市经济技术开发区文景路98号 18681946787

管道防冻电伴热技术在中国银行总行北京总部大厦项目中的应用

工程名称：中国银行总行北京总部大厦

设计单位：中国建筑科学研究院建筑设计院

设计人：曾捷 宋维

获奖情况：优秀设计奖

1 项目概况

中国银行总行北京总部大厦位于北京市长安街西单路口西北侧，是我院90年代与华裔国际建筑大师贝聿铭先生合作完成的建筑精品，2000年竣工投入使用。该项目集银行办公、写字楼于一体，时至今日仍是国内建筑标准和智能化水平最高的甲级智能型建筑，达到国际先进水平。项目总建筑面积为17.5万 m^2 ，地上15层，地下4层，建筑高度57.40m。

建筑功能以银行办公、营业为主。首层、二层为

银行营业大厅及公共活动空间。三、四层设交易大厅、网控中心与集中的计算机房。五层以上为大空间的办公用房，银行主管层设于十、十一层，地下室设容纳一千人开会的会议厅，达到召开国际性会议标准。

建筑平面布局由两个“L”形合抱，中部形成一个55m×55m，高42m的中庭，盖以玻璃顶，使内侧的房间也有天然采光。中庭内布置了水池、假山、竹丛具有江南园林的韵味，又有北方四合院的设计理念，但它又是开放的。东西南北均有出入口通向中庭，尤其是沿城市主干道，两侧各有55m宽，两层高的公众入口。

该项目获第三届詹天佑土木工程大奖、全国绿色建筑创新奖三等奖、一星级绿色建筑标识、影响中国地标建筑、优秀建筑结构设计一等奖、首都第九届规划建筑设计汇报展十佳建筑设计方案。



2 设计与应用

中国银行总行北京总部大厦机电设计由我院与美国 JB&B 工程师事务所合作完成。

本项目大规模采用了电伴热防冻系统，应用于首层车道出入口、地下一层夹层自行车库、地下三、地下四层车库等非采暖区的下列系统的管线：消防栓系统，湿式喷淋系统，生活给水系统，中水系统，污废水系统，地下压力排水系统，保证水温不低于 5°C 。

项目采用了 8000 多米美国瑞侃 (Raychem) 自调控电伴热电缆，用于非采暖区域消防及给排水管道的防冻，至今已有近 20 年的稳定运行记录，效果良好。



车库电伴热保温防冻

防冻系统采用 5BTV2-CR 自调控电伴热，其发热功率 $17.2\text{W}/\text{m}(5^{\circ}\text{C})$ ，工作电压 220V ，电伴热回路开关容量为 20A ，伴热比为 $1:1$ 。自调控电伴热带具有随外界温度变化而调节系统功率输出率的功能，保证系统最大限度节能。由于发热电缆的自调控特性，电缆的每一段的热量输出根据周围温度来自动调节，保证可靠性。系统设置电伴热专用温控器 AMC-EA，保证系统在低温天气 5°C 以下自动开启，气温 5°C 以上系统自动关闭。管道保温材料为玻璃棉壳，外包铝箔。

除了防冻保温系统外，本项目还在屋顶天沟采用了电伴热自动融雪技术，集中热水系统设置了电伴热保温。

3 技术优势

在电伴热技术出现之前，严寒地区地下车库大多采用设置值班采暖的方式保证水管不冻结，能耗很大，由于人工控制，经常出现严寒时段暖风未开启，造成水管冻裂的事故，给业主造成损失。采用自动调温电伴热保温技术大大提高了系统运行安全性，节约项目总体运行能耗，减少物业运行维护工作量。

4 结语

中国银行总行北京总部项目作为北京金融中心及重要的地标性建筑，有其特殊性。在设计中采用电伴热保温防冻技术，是当时比较先进的技术实践。

经与运营部门确认，所有采用瑞侃产品的伴热系统包括管道防冻系统、屋面融雪系统以及 HWAT 智能热水恒温系统至今运行完全正常。

此外，给排水专业还采用了管道直饮水供应、气体灭火及中水处理等多项在 90 年代国内比较新的技术，各系统已成功运行近 20 年之久，对此新技术的推广及积累实践经验有重大意义。

自控电伴热在郑州新郑国际机场二期建设项目综合交通换乘中心(GTC)中的应用

【摘要】

本文通过对给排水管道采用自限温电伴热带在北方敞开式建筑内管道防冻的应用阐述, 以此介绍自限温电伴热带在管道防冻领域施工的便捷性、耗能的节能性、运营的维护性等优点。

【关键词】

自限温电伴热带 节能 防冻 给排水管道

工程名称: 郑州新郑国际机场二期建设项目
综合交通换乘中心 (GTC)
给排水管道防冻系统

设计单位: 中国建筑东北设计研究院有限公司
深圳分公司

设计人: 朱宝峰、董明东、陈明文、张宏伟
汪卫冉、王海成、高原

获奖情况: 优秀设计奖

1 项目概况

郑州新郑国际机场二期建设项目综合交通换乘中心 (GTC) 是近年来河南省交通行业一号项目, 其集城

际铁路、地铁、公交车、出租车、城际巴士和机场于一身的综合性交通枢纽, 承担着河南省郑州市居于全国交通枢纽功能的重要作用。建筑良好、高效的运行对河南省、乃至国家交通系统的流畅运行起到至关重要的作用。

本项目位于郑州郑州市东南, 是国家“十三五”规划的重点项目, 本项目由贯穿在地下横穿 GTC、T2 航站楼的城际铁路车站、地铁车站和地上车库、公交车、出租车调节池、大巴站和机场连接通道以及部分商业等组成。项目为地下三层, 地上一层, 建筑面积约 27.4 万 m^2 (不含城际铁路地下站建筑面积), 其中停车库 21 万 m^2 。建筑东西长 586.1m, 南北宽 338.8m。



图1 郑州新郑国际机场综合交通换乘中心 (GTC) 效果图

GTC 位于航站区的中心轴上，造型上除了与飞行器相像外，还营造出一种飞行器准备起飞的动态。

综合交通换乘中心（GTC）属于四面开敞的车库建筑，车库部分有三层，无采暖，其内的给排水管道系统采用滨特尔热控 GRN 型自限温电伴热带防冻，项目自 2015 年 12 月 19 日竣工以来，管道防冻电伴热系统运行稳定、无故障，同时电伴热系统独具的随室外温度自控自身功率的优势具有显著的节能效果，经济效益显著，同时施工方便简单，维护工作量小。

2 自限温电伴热带原理

自限温电伴热带由导电高分子复合材料（塑料）和两根平行金属导线及自限温电伴热带电缆绝缘护套构成的扁形带状电缆。其特性是导电高分子复合材料具有正温度系数“PTC”特性，且相互并联，能随被加热体系的温度变化自动调节输出功率，自动限制加热的温度。简单的说，就是这种伴热带在管道表面温度低时，伴热带两根电缆之间的导电高分子复合材料（塑料）电阻值下降，两根电缆之间的电流增大，

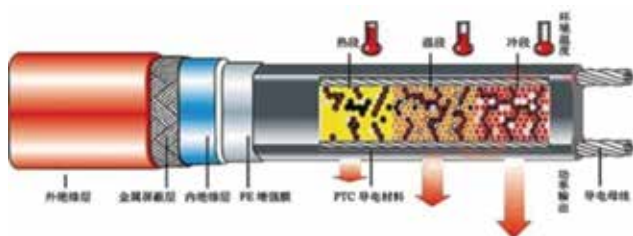


图 2 自限温电伴热带结构图

电缆散热量增加，为低温管道提供热量保温；当低温管道表面温度升高时，伴热带两根电缆之间的导电高分子复合材料（塑料）电阻值上升，两根电缆之间的电流减小，电缆散热量较少，甚至停止。通过温度控制，最终伴热带两根电缆之间高分子复合材料的阻值稳定在一个数值，管道需要多少热量伴热带即通过发热电阻（高分子复合材料）释放多少热量，节能效果显著。

自限温电伴热带可以任意截短或在一定范围内接长使用，并允许多次交叉重叠而无高温热点及烧毁之虑，施工方便。自限温电伴热带还具有低温状态快速启动，温度均匀，每一局部皆可根据其被伴热处的温度变化自动调节，安装简便、维护简单、自动化水平高、运行及维护费用低、安全可靠、用途广、不污染环境、寿命长的优点。

3 项目分析

本项目伴热带局部使用，仅在地下一、二、三等无采暖区域的给排水管道采用，管道采用自限温电伴热带保护，做法为在电伴热带外包绝热层，防潮层、保护层，其安装位置详见安装示意图。伴热带采用滨特尔热控 GRN 型自调控电伴热系统，其发热功率 16W/m (10°C)，工作电压 220V，每电伴热回路开关容量为 20A，伴热带长度约 8100m。由于发热电缆的自控特性，电缆的每一段的热量输出根据周围温度来自动调

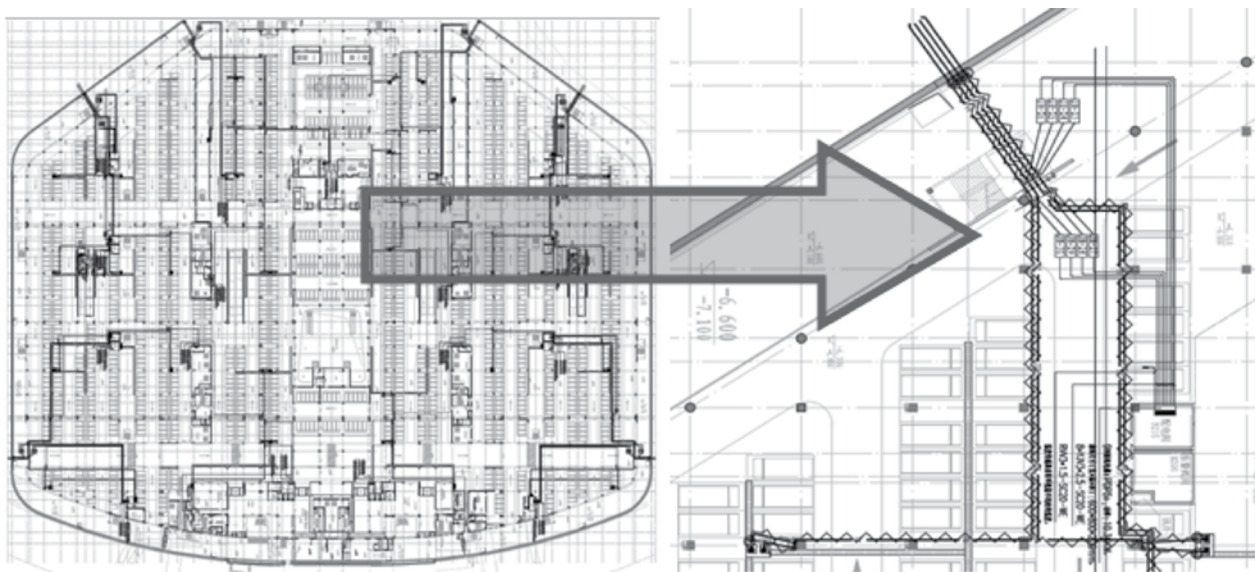


图 3 给排水管道电伴热局部安装示意图

节，伴热带具有显著节能意义。

管道保温材料选用橡塑，DN100 管道保温厚度为 30mm，DN150 管道保温厚度为 40mm， $K=0.036W/m \cdot k(10^{\circ}C \text{ 时})$ 。最低环境温度取： $-15^{\circ}C$ ，管道需维持温度： $5^{\circ}C$ 。

伴热带温控器采用 RAYSTAT-ECO-10 温控器，RAYSTAT-ECO-10 是带有显示器、高级报警装置并具有较大电流开关能力的电子控制器。该控制器设计用来控制发热电缆系统。发热电缆即可通过 RAYSTAT-ECO-10 直接控制，也可经过接触控制器控制。对于高达 25A 的热负荷，发热电缆能够直接开关。对于超过 25A 的热负荷，则需要通过 RAYSTAT-ECO-10 所控制的指定接触器间接开关。安装及其所有接线必须符合适用的法规。此装置只能安装在非危险区域。

由于发热电缆的自调控特性，电缆的每一段的热

量输出根据周围温度来自动调节，伴热带系统具有显著节能意义。本项目在施工进行中，安装公司反映自限温电伴热带在安装过程中基本可以在规定的长度内任意裁剪、连接，施工操作步骤少，及其便捷，在项目安装工期紧张的情况下缩短了工期，节省了人力费用。项目自一五年十二月竣工以来，现经过两年多时间的运营，业主反映基本免维护运营，管道未出想过冻胀、冻裂、漏水等事故，运行状况良好。

4 结语

自限温电伴热带是建筑管道防冻领域中一款施工便捷、运行节能、维护工作量少的划时代产品。笔者经过自己的实践向广大设计师推广这一产品，希望今后能在建筑管道防冻领域越来越多的采用这种优质产品，为国家节能减排出一份力。

管道防冻电伴热技术在郑西客运专线西安北站站房中的应用

【摘要】

本文通过电伴热防冻技术在郑西客运专线西安北站站房的设计应用,分析了在寒冷气候地区非采暖空间的给排水及消防管道采用电伴热保温防冻技术的必要性,阐述了电伴热防冻技术在本工程的应用范围及设计参数,并指出了设计施工过程中的相关注意事项。

【关键词】

电伴热防冻;给排水管道;消防管道;自调控电伴热带

工程名称:郑西客运专线西安北站站房

设计单位:中南建筑设计院股份有限公司

设计人:杜金娣 刘晶 吕勇 李露 涂正纯

获奖情况:优秀设计奖

1 项目概况

西安北站位于西安市北部中轴线未央路及文景路、机场高速、北三环和绕城高速公路的衔接处,占地 53.3 万 m^2 ,总建筑面积 42.5 万 m^2 ,主体建筑面积 33.6 万 m^2 ,其中主站房面积为 17.1 万 m^2 ,无柱站台雨棚 9.4 万 m^2 ,建筑高度 43.6m。是西安“三主两辅”

铁路客运枢纽之一,也是国家大型高铁枢纽、中国大型高铁站之一,效果图详见图一。

2 设计范围

西安市属于寒冷地区,冬天极端最低气温可达到零下 20℃,在这样的恶劣环境下,充水管道极易结冻,若不采取相应措施,将会导致给排水、消防系统瘫痪,而且位于高架层底部、站场接触网上方的管道一旦被冻裂后漏水,极有可能造成接触网的短路现象,将对列车运营造成不可估量的损失。一般情况下,要保证管道不结冻应满足以下三个条件:1、不流动的水流水



图1 西安北站鸟瞰图

温不低于 4℃；2、流动的水流水温不低于 2℃；3、使用环境无腐蚀。

西安北站为跨线式高架站房，共设有三个平面层，其中地下一层为出站层，一层为基本站台层，二层为高架层，且一、二层局部设有夹层。

出站层为半室外空间，站台层顶部、高架层底部为室外空间。这些非采暖的室外、半室外空间，环境温度虽不至于达到零下 20℃ 的极端低温，但也极易达到导致充水管道结冻的低温，故本工程室外、半室外空间的给水管、压力排水管、卫生间底部的重力排水支管及存水弯、消防的充水管道均采用电伴热方式防冻。

其中，出站层设置了自动喷水灭火系统，明露敷设了大量的自动喷淋管道，若按常规设计为湿式自动喷水灭火系统，则所有自动喷淋管道全部都需采用电伴热防冻，会导致用电负荷及平时运行维护费用大大增加。故对于出站层的自动喷水灭火系统，我们做了如下经济技术方案比选，详见表 1。

表 1 出站层自喷系统方案比选

	方案 1：湿式喷淋系统	方案 2：预作用系统
技术特点	管网内平时一直充满水，所有喷淋管道均采用电伴热防冻	报警阀后管道平时不充水，仅报警阀前管道采用电伴热防冻
优缺点	喷淋系统常规，但增加了大量的供电负荷，运行维护费用大大增加。	供电负荷低，但喷淋系统在消防试水后应及时放空，保持管网内干燥
经济性	综合造价略高	综合造价略低
施工难度	大量的喷淋支管及管道配件均需敷设电伴热带，施工周期长，施工精细度要求高	常规施工，不增加施工困难

经多次讨论及比选，综合考虑各方面因素，我们最终选择采用预作用自动喷水灭火系统：报警阀后管道平时不充水，报警阀前管道采用电伴热防冻。

高架候车室及一层基本站台层部分卫生间的重力排水管会敷设在室外及半室外空间内，为防止在寒冷气候时水流过缓而结冰，我们将这些重力排水干管严

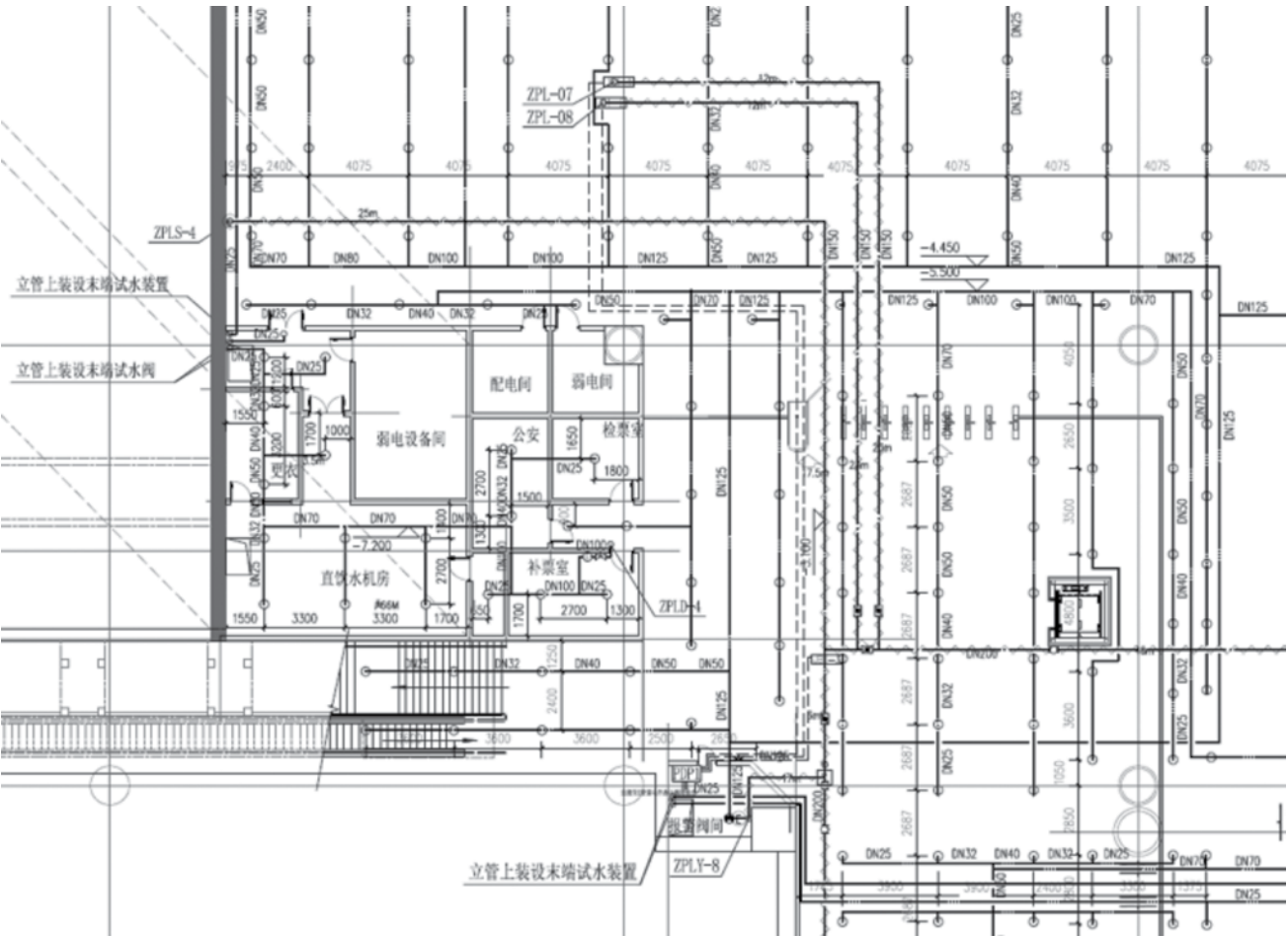


图 2 出站层局部喷淋平面图

格按规范要求放坡, 并采用加厚保温层的方式防冻保温, 未设置电伴热防冻; 而排水支管及存水弯则采用电伴热防冻。

综上所述, 本工程采用电伴热防冻技术的范围详见表 2。

表 2 电伴热防冻技术应用范围

设置区域	管道类别
高架层底部、站台层顶部	室外空间给水管、高架层卫生间底部的排水支管及存水弯、室外空间消防栓、自动喷水及消防水炮管道
出站层	半室外空间给水管、压力排水管、站台层卫生间的排水支管及存水弯; 半室外空间的消防栓管道、自喷系统报警阀前管道

3 电伴热设计典型平面图

如图 2 中所示, 出站层管线上附加有波浪线的表示报警阀前的喷淋管道采用电伴热防冻。报警阀后的喷淋管道不采用电伴热防冻, 喷头根据吊顶情况分别采用直立型或干式下垂型喷头, 每次消防试水后都应将报警阀后的管道放空, 恢复到预作用自动喷水灭火系统的准工作状态。

4 设计参数

① 所有需设置电伴热防冻的给排水及消防管道均采用橡塑材料保温, 保温厚度为 30mm, 导热系数 $K=0.037W/(m \cdot K)$ 。

② 最低环境温度取值: $-20^{\circ}C$ 。

③ 管道需维持温度取值: $5^{\circ}C$ 。

④ 不同管径的散热量, 详见表 3:

表 3 管径同散热量对应表

管径	DN200	DN150	DN100 (含以下)
散热量 (W/m)	25.8	20.6	14.8

部分阀件的散热量: 闸阀为相连口径管道每米热损失的 1.22 倍, 球阀为相连口径管道每米热损失的 0.7 倍, 蝶阀为相连口径管道每米热损失的 0.5 倍。

⑤ 本工程采用的防冻系统采用自控电伴热带 (5BTV2—CR/CT 型), 其发热功率为 $17.2W/m (5^{\circ}C)$, 工作电压 220V。

结合表 3, 可以计算出该电伴热带对应不同管径下的伴热比, 详见表 4:

表 4 管径同电伴热带伴热比对应表

管径	DN200	DN150	DN100 (含以下)
伴热比	1:1.5	1:1.2	1:1

当伴热比为 1:1 时, 电伴热带贴被保护管道直线平行安装; 当伴热比为 1:1.2 及 1:1.5 时, 电伴热带贴被保护管道缠绕式安装。

⑥ 本工程电伴热带总用量为 24771m。

⑦ 电伴热带相关安装示意图分别如图 3~ 图 7 所示。

5 设计要求

① 自控电伴热带应具有随外界温度变化而调节系统功率输出率的功能, 保证系统最大限度节能。

② 每套配电箱设置一套电伴热专用温控器, 应保

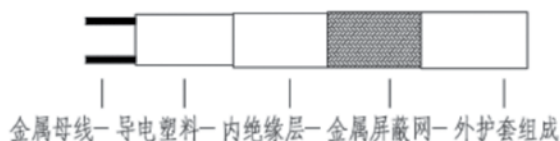


图 3 电伴热线结构图

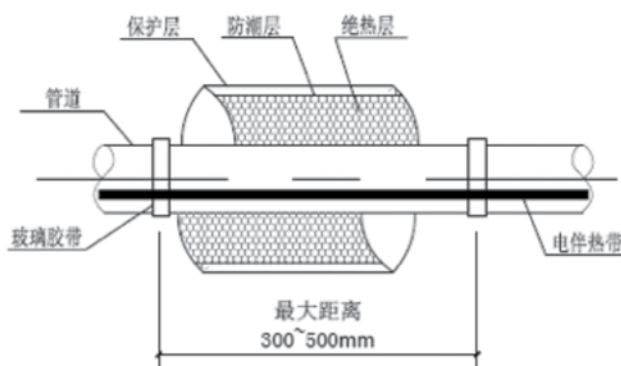


图 4 电伴热带直线平行安装示意图

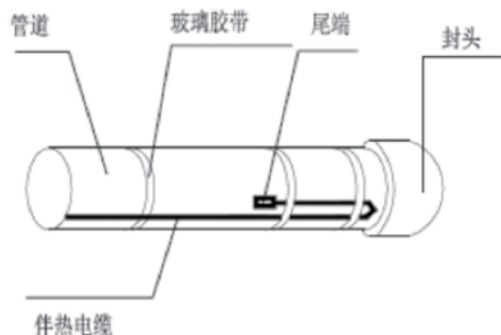


图 5 管道封端直线平行安装示意图

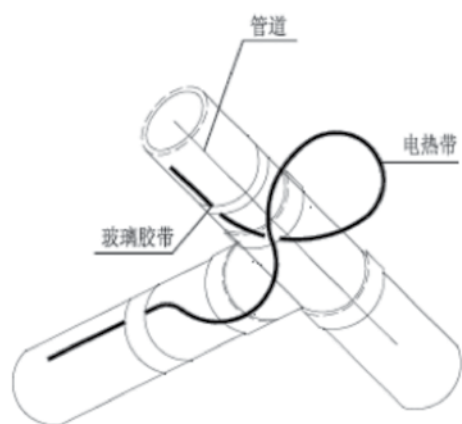


图 6 电伴热带缠绕三通管安装示意图

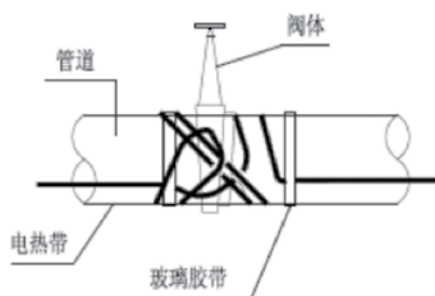
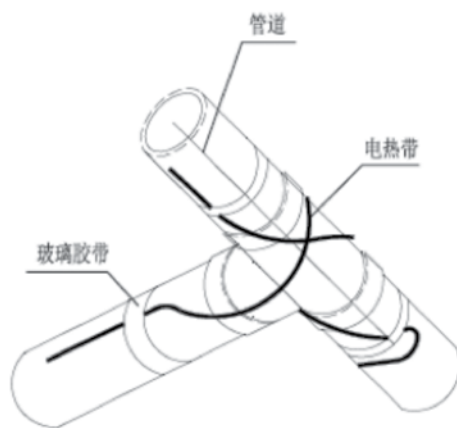


图 7 电伴热带缠绕闸阀安装示意图

证系统在低温天气 5°C 以下自动开启，气温 5°C 以上系统自动关闭。

③电伴热配电系统应具有过载、短路和 30mA 漏掉保护。

④单根电伴热带最大长度不超过 159m 。

⑤接线盒选型：每一个电伴热线回路开始处使用一套单进线电源接线盒；每一个电伴热线回路上大于或等于 3m 的支路处使用一套三通接线盒，当支路小于 3m 时，采用一去一回的方式绕；考虑到现场安装裁线的利用率及后续增补灵活性，每 200m 线配置一套二通

接线盒；每一个电伴热线回路的尾部使用一套尾端接线盒。

⑥玻璃胶带：每隔 $30\sim 50\text{cm}$ 采用玻璃胶带将电伴热线缠绕两圈固定在管道上。

⑦标签：沿电伴热管线，在保温层外每间隔 $3\sim 6\text{m}$ 处粘贴标签。

⑧恒温器：每隔配电箱各配置一套恒温器，安装在各区域最低温度的位置，其信号线牵入各电伴热防冻系统的配电箱，控制个电伴热系统供电主断路器和主接触器。

6 施工注意事项

①电伴热带施工环境温度不宜低于 -5°C ，伴热线应紧贴管道、设备表面，以利热传导，并用专用胶带紧固，塑料管道上先用专用的铝胶带缠绕覆盖后再外绑电伴热带。

②电伴热带最小弯曲半径应不小于厂家的最小规定值。

③本设计选用的是自调控伴热线，安装允许重叠。

④安装好一个伴热点测量一次绝缘，屏蔽层必选接地，绝缘值不能低于 $50\text{兆欧}/1000\text{V}$ 。

⑤绝热层施工应在电热带安装完毕，并经中间验收合格后方可进行。

⑥绝热层施工应避免损伤电热带，施工完毕应立即对电热带进行绝缘测试。

⑦在绝热层外应加警示标签，注明“内有电热带”。

结语

西安北站于 2011 年建成投入使用，运行已超过七年。该项目采用了大规模的电伴热防冻技术，截至目前，整体运行情况良好，未发生故障。但电伴热防冻系统属于季节性运行，加上本工程的重要性，应在每年入冬前对电伴热系统进行全面检查，并在运行过程中进行全过程的维护、监控。

本文的观点均为个人观点，由于笔者能力有限，部分观点难免有些偏颇，不妥之处还请各位专家、同仁指正。

电伴热在管道防冻的应用施工技术

【摘要】

本工程由四栋四层的职工宿舍组成，占地面积约5万平米。由于客观条件制约，消防供水主环管只能在建筑外墙露天敷设，露天明敷的消防供水管总长度约3500米，露天管道特别是小管径管道单纯靠增加保温层厚度不能防止管道冻结，在冬季会有冻裂的危险，而电伴热方法可以补充管道的热量损失，维持管道的温度，使得管道的温度偏差不会超过规定值，避免了管道的冻裂。阐述了电伴热系统的工作原理与特点，介绍了电伴热线缆的施工技术。

【关键词】

电伴热系统，伴热电缆，管道温控，温度值偏差

工程名称：清水西苑一期工程

设计单位：北京炎黄联合国际工程设计
有限公司南京分公司

设计人：夏国明 郑阳 王波

获奖情况：优秀设计奖

一、电伴热系统的作用与组成

自调控伴热线缆、电源接线盒、两通接线盒、三通接线盒、尾端接线盒、配电箱、温控器、动力电缆、穿线管

二、自调控线缆原理

自调控电伴热带应具有随外界温度变化而调节系统功率输出率的功能，保证系统最大限度节能。由于发热电缆的自调控特性，电缆的每一段的热量输出根据周围温度来自动调节，同样由于自调控的原理，发热电缆交叉重叠，绝对不会过热，进一步确保系统的安全性及可靠性。

产品结构型式如图：



金属母线—导电塑料—内绝缘层—金属屏蔽网—外护套组成

三、工作原理

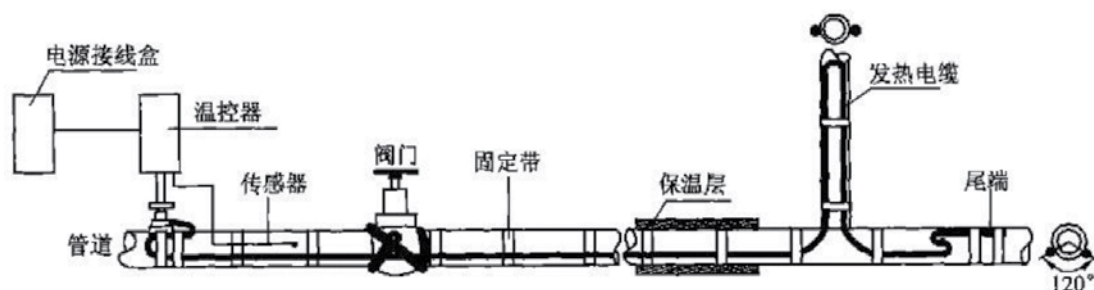
管道保温防冻的目的就是补充由于管道外壳内外温差引起的热散失。要达到管道防冻保温的目的，只需要提供给管路损失的热量，保持管道内流体的热量平衡，就可维持其温度基本不变。发热电缆管道保温防冻系统就是提供给管路损失的热量，维持其温度基本不变。工作状况下，温度传感器安置在被加热的管道上，可随时测量出其温度。温控器根据事先设定好的温度，与温度传感器测出的温度比较，通过伴热电缆控制箱内的空气开关与交流电流超限报警隔离变速器，及时切断与接通电源，以达到加热防冻目的。

四、适用范围

适用工业与民用建筑室内外给排水金属管道保温和防冻，特别是在无采暖，保温性能差的小区，综合体地下车库的消防管道系统等

五、系统选型

1. 南京气象条件：年极端最低气温 -18°C
2. 管道不结冻条件：
 - a. 不流动的水流，水温不低于 5°C
 - b. 流动的水流，水温不低于 2°C
 - c. 环境划分，使用环境无腐蚀
3. 做法为在电伴热带外包绝热层、防潮层、保护层，保温材料选用橡塑，保温层厚度 30mm。



4. 最低环境温度取: -10°C , 管道需维持温度: 5°C

5. 电伴热带采用自调控电伴热, 其发热功率不小于 $16\text{W}/\text{m}(5^{\circ}\text{C})$, 工作电压 220V , 每电伴热回路开关容量为 20A 。

六、施工说明

1. 电伴热带的安装详国家标准图《管道和设备保温、防结露及电伴热》03S401/105~122 页。

2. 电热带施工环境温度不宜低于 -5°C , 伴热线应紧贴管道、设备表面, 以利热传导。并用专用胶带紧固。塑料管道上先用专用的铝胶带缠绕覆盖后再外绑电伴热带。

3. 电热带最小弯曲半径应不小于厂家样本中的规定值。

4. 本设计选用的是自调控伴热线, 安装允许重叠。

5. 安装好一个伴热点测量一次绝缘, 屏蔽层必须接地, 绝缘值不能低于 $50\text{兆欧}/1000\text{V}$ 。

6. 绝热层施工应在电热带安装完毕, 并经中间验收合格后方可进行。

7. 绝热层施工应避免损伤电热带, 施工完毕应立即对电热带进行绝缘测试。

8. 在绝热层外应加警示标签, 注明“内有电热带”

七、电伴热安装

由电源连接处开始安装, 电缆端头应用夹在连接电源处(先不接电), 管道至电源之间的电缆用金属软管连接。

当敷设单根电伴热带时, 敷设时应尽可能使电伴热带平整地紧贴在管道表面, 用玻璃纤维压敏胶带或铝箔胶带固定, 严禁用细丝捆扎, 如遇法兰、阀门等尖锐突起部分, 应注意保护。在水平管道上安装时, 可敷设在管道下 45° 侧方, 用玻璃纤维压敏胶带或铝胶带每隔约 30cm 处将电伴热带固定于管道上。在线路的第一供电点和尾端各预留 0.5m 长的电伴热带。电伴热带在穿过垫木等支架时, 应在支架上打眼穿孔, 必须保证伴热带紧贴在管道上, 再使用密封胶封堵。每个回路的电伴热带安装完毕, 再确认整个回路长度满足设计要求后, 才可剪短电伴热带。

在管件安装电伴热带时, 要确保电伴热带一最小弯曲半径, 电伴热带安装时最小弯曲半径原则上应不小于其厚度的 5 倍; 在管阀门上安装电伴热带时, 要尽可能的方便今后的检修、维护。

八、结论

越来越多的极端天气的出现, 管道防冻也是越来越重要。笔者通过此项目也是学习了电伴热在管道防冻项目中除了需要专业严谨的精神对项目进行产品选择与设计, 好的产品配上好的施工才能发挥产品最大的优势。此外个人还有两点小的建议:

在今后的设计中同仁们应注意电源接线合设置的位置要综合客观条件首选在户内设置, 如果室内没有条件安装而设置在室外的, 应设置防雨接线箱保护用电安全延迟元器件的使用寿命。

用于消防系统管道的电伴热的电源应当按其所服务的建筑的消防负荷等级考虑。

华都中心项目电伴热保温系统设计应用

工程名称：华都中心项目（办公楼）
设计单位：中国建筑设计院有限公司
设计人：王耀堂 王则慧 李伟
获奖情况：优秀设计奖

1 项目概况

项目位于北京市新源南路，号，北临新源南路，西临三里屯路，南望亮马河，东侧与昆仑公寓及昆仑饭店毗邻，总用地面积 27312.25m²。规划使用功能为办公楼及酒店。华都中心项目总建筑 229107m²，地上二十二层，有三栋塔楼，分别为高层办公塔楼、高层酒店及办公塔楼，多层办公楼，总面积 147108m²，地下四层，功能为停车、机房、商业服务、办公等用房，总面积 81999m²。

2 北京气候特点

年平均气温 10~12℃，极端最低 -18℃。

3 电伴热设计参数

(1) 管道不结冻条件：

不流动的水流：不低于 5℃

流动的水流：不低于 2℃

环境划分：使用环境无腐蚀

(2) 防冻系统采用 5XL-CR 自调控电伴热，其发热功率 18.9W/m(5℃)，工作电压 220V，每电伴热回路开关容量为 20A。自调控电伴热带应具有随外界温度变化而调节系统功率输出率的功能，保证系统最大限度节能。由于发热电缆的自调控特性，电缆的每一段的热量输出根据周围温度来自动调节，由于发热电缆



斜屋面电伴热融雪系统图示

的自调控特性，电缆的每一段的热量输出根据周围温度来自动调节性及可靠性。

本项目分6个区域，分别采用6个具有PASC算法的Raystat-ECO-10环境温度控制器，比普通环境温度控制器，具有PASC算法的控制器可以调节在不同环境温度阶段下的伴热系统工作时间，进一步节约能耗40%以上。

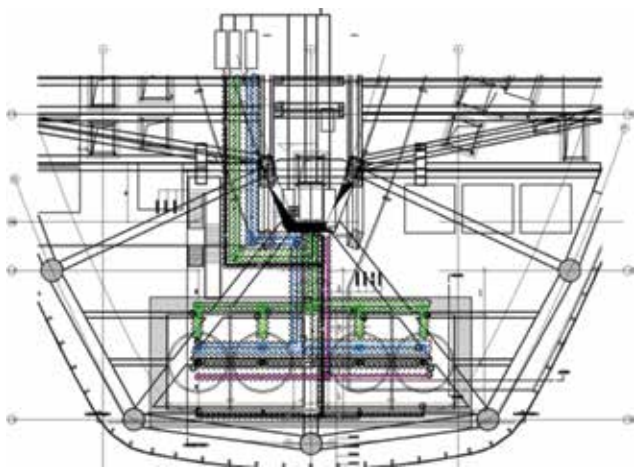
4 项目电伴热应用情况

4.1 防冻保温电伴热

地下一层汽车库内给供水管道，消防管道（自动喷洒预作用阀后管道除外），地下汽车库、自行车库入口10m范围内的排水管道，屋顶冷却塔集热盘及敷设于室外屋面的冷却循环管道，均需做电伴热防冻保温，保证管内水温不低于5℃，电伴热外还需要作防冻保温，保温材料采用B1级，阻燃橡塑泡棉，保温厚度30mm。

4.2 屋面融雪电伴热

华都中心西塔总高22层，13层以上为斜幕墙屋面。东塔总高11层，6层以上为斜幕墙屋面。为及时清理屋面积雪，采用电伴热屋面融雪系统，安装温度、湿度传感器，能够直接检测天气状况（雨、雪、融化的雪和冰）。



屋面冷却塔循环管道电伴热防冻保温图示

5 系统设计说明

(1) 给排水管道部分采用电伴热方法防冻，其

做法为在电伴热带外包绝热层、防潮层、保护层，其安装位置详见安装示意图。

(2) 最低环境温度取：-18℃，管道需维持温度：5℃。

(3) 电伴热带选择：

a. 防冻系统采用5XL-CR自调控电伴热，其发热功率18.9W/m(5℃)，工作电压220V，每电伴热回路开关容量为20A。自调控电伴热带应具有随外界温度变化而调节系统功率输出率的功能，保证系统最大限度节能。由于发热电缆的自调控特性，电缆的每一段的热量输出根据周围温度来自动调节，由于发热电缆的自调控特性，电缆的每一段的热量输出根据周围温度来自动调节性及可靠性。

b. 不同管径的散热量如下：

管径为DN200管道，其散热量小于18.9w/m；管线伴热比采用1：1伴热；

c. 连接发热电缆的附件必须采用原厂专用附件，以保证使用安全。

d. 电伴热带应具备国际权威部门和ISO质量体系认证资料，并且出具国家电线电缆质量监督检测中心出具的检测报告，保证在十年内电伴热带发热功率衰减不超过10%。通过国际相关认证，包括但不限于美国UL，FM，CSA认证。

e. 每套配电箱设置一套电伴热专用温控器Raystat-ECO-10，应保证系统在低温天气5℃以下自动开启，气温5℃以上系统自动关闭。

(4) 电伴热配电系统应具有过载、短路和30mA漏电保护，具体要求详见电气专业设计图。单根电伴热带最大长度为106米（20A，启动温度0度时）。

6 结束语

项目竣工已经2年，总体运行情况良好，无故障。自调控电伴热带应具有随外界温度变化而调节系统功率输出率的功能，保证系统最大限度节能。同时配合智能的Raystat-ECO-10温控器，更可以在保证系统安全的前提下，节能40%以上。

管道防冻电伴热系统在郑州新国际会展中心项目的设计应用

【摘要】

本文通过对天沟融雪系统的设计应用，了解了电伴热系统在天沟内的设计、安装的基本要求。

【关键词】

天沟 融雪 发热电缆

工程名称：郑州新国际会展中心

设计单位：同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

设计人：周志芳、杨民、秦立为、归谈纯

获奖情况：参与设计奖

1 项目概况

项目位于河南省郑州市航空城东片区，基地北为迎宾路、南至规划路、东临会展路、西临滨河东路。基地面积64万平方米。项目由16个展厅、一个登录厅、二个配套附属用房组成，总建筑面积32万 m^2 。建筑高度除登录厅为45m，其余展厅为22.5m。设计使用年限50年。

展厅部分，屋面为金属材料，主体结构为涂层钢，屋面饰面为金属板和铝制百叶，屋面的支撑为钢结构。屋面造型为波浪形，在每个波谷处设置有雨水明沟，屋面采用虹吸式排水系统。郑州冬季会有大雪，考虑屋面钢构的安全，天沟内、雨水立管的顶部区域均设

置发热电缆屋面融雪系统。

2 设计应用

在展厅的屋面天沟处、以及雨水立管的顶端区域设置电伴热系统，用于冬季大雪时发热融雪排除屋面积雪，系统的作用：一方面由于屋面是波浪形构造，大雪容易积压，积雪荷载对钢屋面的安全产生影响，主动融雪，可以减少或消除积雪；另一方面，融雪后的冰水在立管排水过程中，会缓慢结冰阻塞立管影响排水，增加电伴热，可以避免冰水结冰，顺利排至室外。

项目共有16个展厅，每个展厅共有8条天沟，登陆厅有2条天沟，每条天沟长90m，其余附楼及配套用房还有一些天沟，均采用电伴热融雪系统。根据天沟宽度，采用4根伴热线，伴热线间距15cm。

项目参考瑞坎的发热电缆屋面融雪系统，采用GM-2X伴热线，发热功率在冰水中为33W/m，在0度空气中为16W/m，断路器规格20A，额定电压220V，

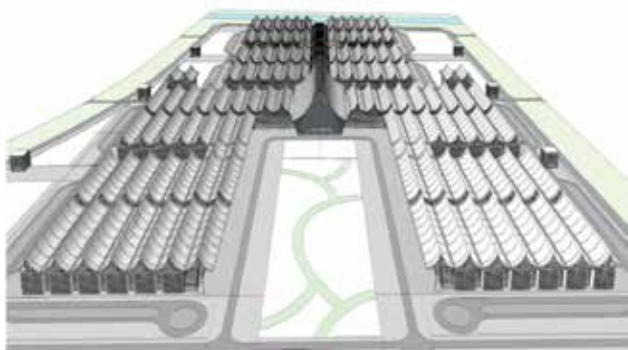


图1 项目整体场景及屋面构造

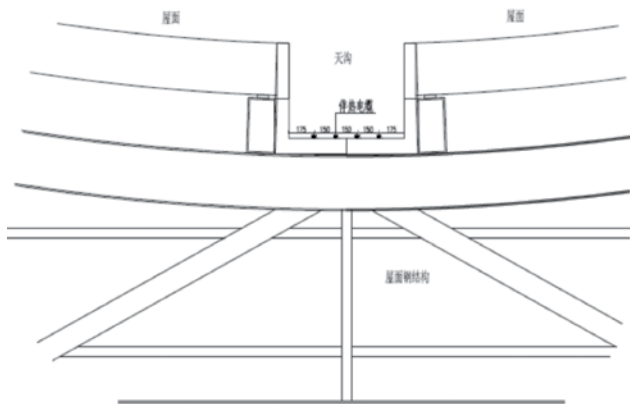


图2 天沟内安装节点

耐受温度-18℃~85℃。

目前已经施工图设计完成的南区8个展厅，铺设的线缆大约在24200m左右，共有18个控制器。系统

设计的计算表见表1。

3 设计安装节点

区域	天沟长度 (m)	天沟宽度 (mm)	伴热电缆型号	伴热电缆 敷设数量	伴热电缆长度 (m)	回路号	电压 等级(V)	回路 数	回路 功率(A)	回路 功率(KW)	回路 功率(KW)	回路 功率(KW)
1-5展厅	90	800	GM-2X	4	80	JB-01	1	1	20	4.4	PDP-1	81.4
					80	JB-02	1	1	20	4.4		
					80	JB-03	1	1	20	4.4		
					80	JB-04	1	1	20	4.4		
					50	JB-05	1	1	20	2.75		
2-3展厅	90	800	GM-2X	4	80	JB-06	1	1	20	4.4		
					80	JB-07	1	1	20	4.4		
					80	JB-08	1	1	20	4.4		
					80	JB-09	1	1	20	4.4		
					50	JB-10	1	1	20	2.75		
3-4展厅	90	800	GM-2X	4	80	JB-11	1	1	20	4.4		
					80	JB-12	1	1	20	4.4		
					80	JB-13	1	1	20	4.4		
					80	JB-14	1	1	20	4.4		
					50	JB-15	1	1	20	2.75		
4-5展厅	90	800	GM-2X	4	80	JB-16	1	1	20	4.4		
					80	JB-17	1	1	20	4.4		
					80	JB-18	1	1	20	4.4		
					80	JB-19	1	1	20	4.4		
					50	JB-20	1	1	20	2.75		
5-6展厅	90	800	GM-2X	4	50	JB-21	1	1	20	2.75	PDP-2	81.4
					80	JB-22	1	1	20	4.4		
					80	JB-23	1	1	20	4.4		
					80	JB-24	1	1	20	4.4		
					80	JB-25	1	1	20	4.4		
6-7展厅	90	800	GM-2X	4	50	JB-26	1	1	20	2.75		
					80	JB-27	1	1	20	4.4		
					80	JB-28	1	1	20	4.4		
					80	JB-29	1	1	20	4.4		
					80	JB-30	1	1	20	4.4		
7-8展厅	90	800	GM-2X	4	50	JB-31	1	1	20	2.75		
					80	JB-32	1	1	20	4.4		
					80	JB-33	1	1	20	4.4		
					80	JB-34	1	1	20	4.4		
					80	JB-35	1	1	20	4.4		
9个展厅	90	800	GM-2X	4	50	JB-36	1	1	20	2.75		
					80	JB-37	1	1	20	4.4		
					80	JB-38	1	1	20	4.4		
					80	JB-39	1	1	20	4.4		
					80	JB-40	1	1	20	4.4		

表1 计算表

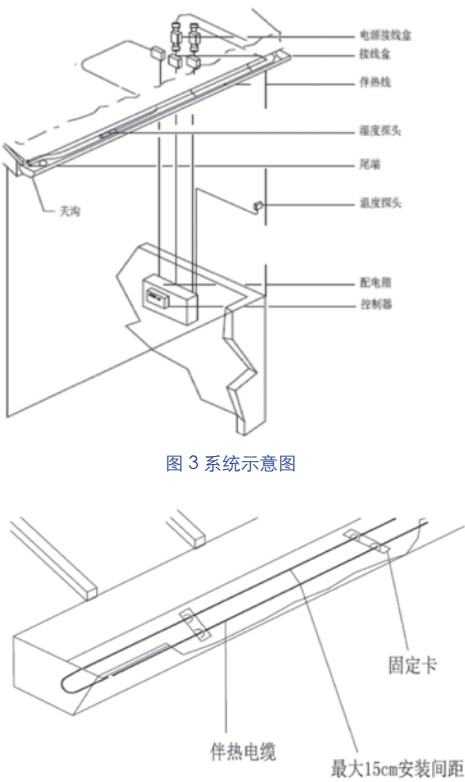


图3 系统示意图

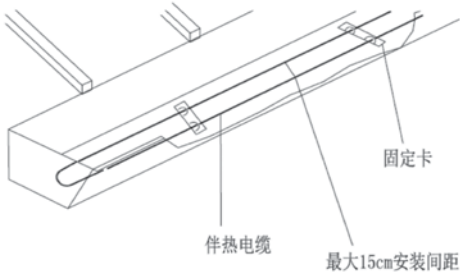


图4 安装节点

管道防冻电伴热系统在济南十一-1 地块项目的应用

【摘要】

本文介绍了防冻电伴热系统在济南十一-1地块项目的设计应用, 包括对避难层可能冻结区域的消防管道进行防冻保护的方案选择及发热电缆的选型, 介绍了采用自调控发热电缆的防冻电伴热系统在安全有效防冻及节能等方面的综合优势。

【关键词】

防冻电伴热 自调控发热电缆 控制器 节能

工程名称: 济南市西客站安置一区十一-1 地块

设计单位: 上海江欢成建筑设计有限公司

设计人: 王伟、王家宝

获奖情况: 参与设计奖

1 项目概况

项目总建筑面积约 16.05 万 m^2 , 地上建筑约 11 万平方米, 地下建筑约 5.08 万 m^2 。用地性质为商业办公, 由 1 栋超高层办公楼、1 栋高层办公楼、2 栋多层配套商业及地下车库组成。其中 1 号楼建筑面积为 60092 m^2 , 建筑高度 131.65m, 共 31 层, 16 层为避难层。如附图 1 所示。



图 1 十一-1 地块项目效果图

2 设计应用

2.1 电伴热方案确定

本工程在 16 层避难层加压机房和避难区域的外立面设有大面积百叶, 此区域设有消防栓管及喷淋管, 在冬季温度极低的情况下, 即使采用常规的保温措施, 这部分消防管道也存在冻结的风险。为了避免冻结现象的发生, 有两种方案可供选择, 方案一是消防栓和喷淋系统采用干式系统, 干式系统因平时消防管道内充满空气, 系统动作后要先排气, 然后才能出水, 故对配水管道的充水时间有一定的要求, 但如果因故障发生出水滞后而影响灭火, 将大大降低系统的安全性。而且干式消防栓和喷淋系统还需增加干式报警阀、空压机和相应的报警设施等, 系统较为复杂。方案二是采用极为可靠的电伴热技术, 通过铺设在管道表面与保温层之间的伴热线, 对于此区域管道及设备进行加热, 补充流体在低温环境下损失的热量, 保持其温度



图 2 伴热电缆的安装图片

维持在不冻结的范围。为使系统简单并保证消防使用的安全性，最终选用了方案二的设置电伴热系统作为防冻保温的最佳方案。附图2为伴热电缆安装过程中的照片。

2.2 选型与参数

16层避难层加压机房和避难区域的消防管道采用电伴热方法进行防冻。消防管道采用加厚镀锌钢管，外保温材料选用橡塑，DN150管道选用橡塑保温的厚度为40mm，DN80及DN80以下管道选用厚度为30mm， $K=0.034W/m \cdot K(10^{\circ}C \text{ 时})$ 。最低环境温度取： $-20^{\circ}C$ ，管道需维持温度： $5^{\circ}C$ 。经计算，管线管径为DN150及

以下，其散热量不大于 $15W/m$ ，管线管径为DN80及以下，其散热量不大于 $10W/m$ 。

伴热电缆采用Raychem自调控发热电缆，此电缆应具有随外界温度变化而调节系统功率输出的功能，保证系统最大限度节能，同样由于自调控的原理，发热电缆交叉重叠，绝对不会过热，进一步确保系统的安全性及可靠性。根据管道散热量，选择伴热电缆的型号为5XL2-CR，工作电压220V，发热功率 $18.9W/m$ ，启动电流 $0.173A/m$ ，每电伴热回路开关容量为20A。设计使用长度约350m，设计图纸见附图3。

系统控制采用RAYSTAT-ECO-10控制器（一套），

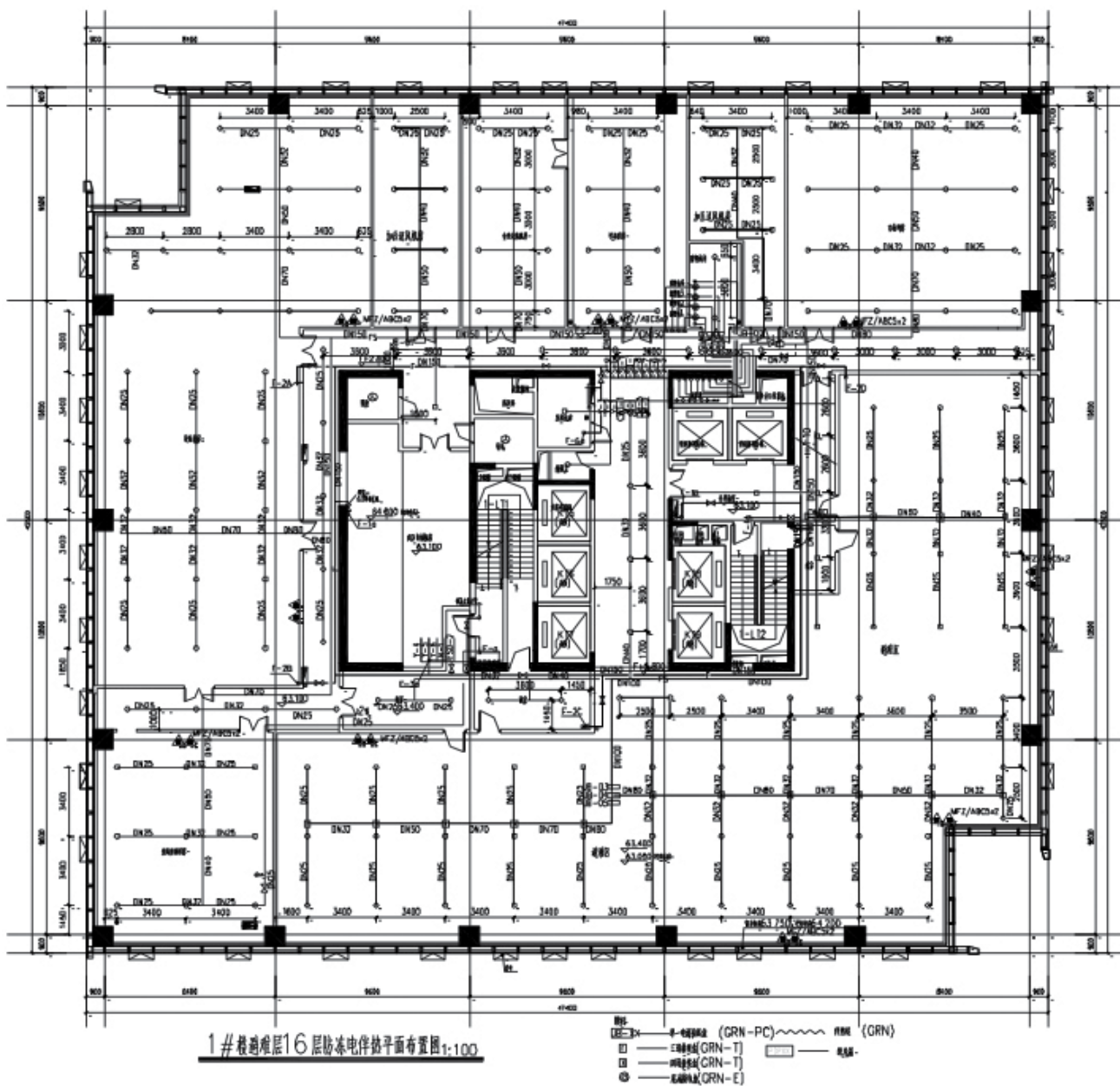


图3 避难层防冻电伴热系统平面布置图

见附图 4。控制器带环境温度传感器, 探测环境温度信号, 根据环境温度控制系统工作状态, 使用者可自行设定最低环境温度及系统维持温度, 温控器可以根据实际的环境温度, 调整伴热系统的功率输出 (PASC 算法), 从而达到节能的最佳效果。一旦管道或设备处于低温的危险状态, 系统将在几秒时间内迅速启动, 对设备进行加热, 将设备内的流体维持在安全温度, 从而防止管道冻结。



图 4 温控器图片

3 技术优势

在避难层对于易冻结区域的消防给水管道采用自

调控发热电缆进行防冻, 是既简单又行之有效且安全可靠的保护措施。这种方式具有以下优势:

1). 采用电伴热系统使得管道工程即使在极低温的条件下, 仍然完好无损。如只采取保温措施, 不管保温做得多厚, 管线或设备的温度最终都会降到环境温度, 其原因是由于存在热损失。而电伴热可以补偿被伴热体系在环境中散失的热量, 以维持体系的温度不降低。

2). 电伴热系统与其它可防止消防管道冻结的干式消火栓和干式自动喷水灭火系统相比, 系统简单, 安装便捷, 可保证发生火灾时消防管道及时安全地出水。

3). 自调控技术可以最大限度降低能源消耗, 与恒功率伴热电缆相比可以减少 60% 的能耗。

4). 可采用创新的温控器进行智能的控制, 可以使能耗节约增加至 80%。

5). 防冻电伴热系统应用广泛, 不仅可用于寒冷地区室内非采暖空间有可能冻结的消防及生活给水管段上, 还可用于敷设在建筑外部的各种管道和设备, 如: 室外给水管、沿建筑外墙明装的雨水管、屋顶的水箱、屋面天沟融雪等。

作者联系方式: 王伟 上海市裕通路100号2602室 13391219596

物流仓库自喷管道电伴热防冻系统的设计及应用

【摘要】

某物流仓库设置湿式自动喷水灭火系统，由于地处寒冷地区，且仓库无采暖，故需对自喷管道采取防冻保温措施。电伴热作为一种最有效的防冻保温措施，被应用于此。介绍了该工程电伴热防冻系统的几个设计要点，主要有电热带的选择，温控器的技术数据，以及施工安装过程中的注意事项。

【关键词】

物流仓库 自喷管道防冻 电伴热 电热带 温控器

工程名称：苏宁云商西北电子商务

运营中心 1# 小件库

设计单位：陕西省建筑设计研究院

有限责任公司

设计人：穆丹琳、商远超、张澎、

高丹、迭勇、任继刚

获奖情况：参与设计奖

1 项目概况

位于陕西泾阳的某单层物流仓库，总建筑面积约为 21000m²，工程等级为一级，储存物品的火灾危险性分类：丙类 2 项；建筑高度为 11.915m（室外地面至屋口与屋脊的平均高度），屋脊高度约为 11.98m。该仓库设置自动喷水灭火系统，喷头选用早期抑制快速响应喷头（ESFR）。根据《物流建筑设计规范》（GB51157—2016）中的规定，物流建筑的存储区采用快速响应早期抑制喷头保护时，应采用湿式系统。

与民用建筑相比，仓库的危险等级更高，更易发生火灾，且净空高度大使得消火栓灭火较困难，湿式自动喷水灭火系统作为扑灭初期火灾的有效措施，其可靠性显得尤为重要。湿式自动喷水灭火系统管道内准工作状态下时刻充满水，当环境温度低导致管内的水结冻。管道结冻过程，首先是给排水管道外部环境温度较低，管道外壁先结冻，然后通过管道外壁向管道内部的水传递冷量，水先在贴近管道外壁处结冰，

然后慢慢地传向管道中心，因为冰的密度相比水的密度较小，水结成冰的过程体积会增大，此时会有张力，会将管道胀裂，镀锌钢管一般开裂处是在两端管道的连接处以及管道与阀门的连接处^[1]。一旦出现冻害，系统便会失效，如若发生火灾后果极其严重。

2 管道保温措施

为防止冻害，应对管道采取保温措施。目前普遍采用隔热材料保温技术（也称常规保温）和电伴热保温技术。隔热保温材料保温，是单纯利用加保温层绝热的防冻方案，存在一定的风险。有研究表明，对于小直径的管道处于低温外界环境中，单纯增加保温材料厚度不能防止管道静流速水的冻结，对防冻作用不大，并且不能彻底解决防冻问题^[2]。电伴热保温技术是利用电热线产生的热量来补偿管道散失到环境中的热量，将管道内流体介质的温度维持在期望的温度范围内，是一种最有效的防冻保温措施^[3,4]。

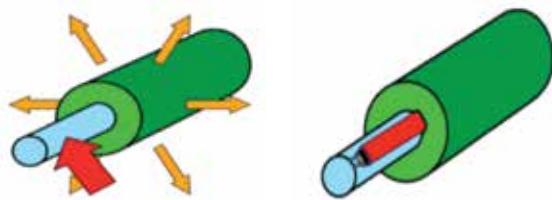


图 1 保温层仅能延缓管道热量损失 图 2 加装伴热线补充管道热量的损失

本工程地处寒冷地区，仓库内部未设置采暖系统，且近年来气候反常多变，需要充分考虑冬季破当地气温记录的低温天气出现；同时应某集团公司的内部要

求, 对自喷管道采用绝热保温加电伴热的措施来进行防冻, 以保证自喷系统防冻的安全性和可靠性^[5]。

3 设计及应用

3.1 设计参数

- (1) 当地气象条件: 年极端最低气温 -12°C
- (2) 管道不结冻条件:
 - a. 不流动的水流: 水温不低于 5°C
 - b. 流动的水流: 水温不低于 2°C
 - c. 环境划分: 使用环境无腐蚀

3.2 系统设计

采用极为可靠的电伴热技术, 通过铺设在管道表面与保温层之间的伴热线, 对处于非采暖空间的自喷管道进行加热, 补充流体在低温环境下损失的热量, 保持其温度维持在不冻结的范围内。

一旦管道或设备处于低温的危险状态, 系统将在几秒时间内迅速启动, 对设备进行加热, 将设备内的流体维持在安全温度, 从而防止管道冻结。本工程自喷管道电伴热防冻系统的设计要点如下:

(1) 喷淋管道的电伴热防冻做法: 在电伴热带外包绝热层、防潮层、保护层, 保温材料选用岩棉, 厚度为 50mm。

(2) 电伴热带的选择:

电热带分恒功率和变功率 (自限式、自调控式) 两种。恒功率电热带单位长度的发热量恒定, 温度不能自控调节; 安装时不允许叠绕、交叉及夹在绝热层中间, 避免造成电热带过热损坏。变功率电热带是由导电聚合物和两条平行金属导线及绝缘层构成。其特点是导电聚合物具有很高的电阻正温度系数特性, 且相互并联, 能随被加热体系的温度变化自动调节输出功率, 自动限制加热的温度。可以任意截短或在一定范围内接长使用, 并允许多次交叉重叠而无高温点及烧坏之虑。显然, 变功率电热带在应用上更加灵活、精确, 同时在使用中也更加安全。

a. 本工程采用 Raychem 品牌 GRN-10 型自调控电伴热, 其发热功率 $11\text{W}/(\text{m}\cdot 5^{\circ}\text{C})$, 工作电压 220V, 每电伴热回路开关容量为 16A。GRN-10 单根电伴热带最大长度为 125m。自调控电伴热带具有随外界温度变化而调

节系统功率输出率的功能, 保证系统最大限度节能。

伴热线结构如下:

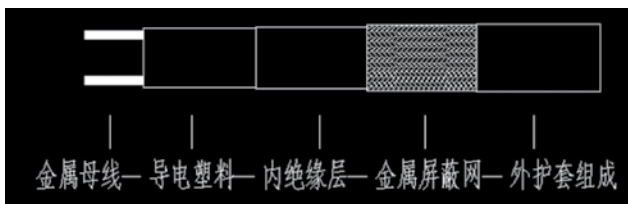


图 3 伴热线结构示意图

由于发热电缆的自调控特性, 电缆的每一段的热量输出根据周围温度来自动调节, 同样由于自调控的原理, 发热电缆交叉重叠, 绝对不会过热, 进一步确保系统的安全性及可靠性。

b. 本工程自喷系统配水干管及配水管管径均为 DN200, 根据管道技术参数条件, 经 Raychem 电伴热软件模拟计算, 以 DN200 管道为例, 其散热量小于 $10.2\text{W}/\text{m}$; 管线伴热比采用 1: 1 伴热。

(3) 每套配电箱设置一套电伴热专用温控器, 应保证系统在低温天气 5°C 以下自动开启, 气温 5°C 以上系统自动关闭。

(4) 对电气专业的要求: 电伴热配电系统应具有过载、短路和 30mA 漏电保护。

3.3 温控器

器用于控制被伴热介质温度保持在设定温度允许波动 (温差) 的范围内工作。当设定允许温差波动越小, 则采用温控器的精度越高。设定允许温差波动较大, 则可采用精度较低的温控器。本工程电伴热系统用于防冻, 应采用环境型温度传感器, 当气温低于 5°C 时, 电气开关箱内电源接通, 与该电气开关箱连接的所有电热带系统都通电开始工作。当气温高于 5°C 时, 电源切断, 所有电热带系统断电, 停止工作。一个环境型温控器, 可以控制一个小区域的电伴热防冻。

本工程采用 AT-TS-13 型温控器, 控制器带环境温度传感器, 探测环境温度信号, 根据环境温度控制系统工作状态。可自行设定最低环境温度及系统维持温度, 温控器可以根据实际的环境温度, 调整伴热系统的功率输出, 从而达到节能的最佳效果。当伴热线通电 (伴热开启) 或温度传感器出现故障 (传感器断开或短路) 时, LED 上有指示。温控器及传感器主要技术数据分别见表 1 和表 2。

表 1 AT-TS-13 型温控器主要技术数据

项目	数据
供电电压	230V+10%-15% 50/60Hz
最大开关电流	16A, 250Vac
最大导线尺寸	2.5mm ²
死区（滞后）	0.6K 至 1K
切换精确度	5℃时 1K（校准点），60℃时 2K（校准点）
开关类型	单刀单掷（常开）
可调温度范围	-5℃至 +15℃
外壳暴露温度	-20℃至 +50℃
防护等级	IP65，符合 EN60529
温度传感器类型	PTC KTY 83-110

表 2 温度传感器主要技术数据

传感器电缆长度	3m
传感器电缆直径	5.5mm
传感器头直径	6.5mm
传感器材料	PVC
传感器电缆最高暴露温度	80℃

3.4 施工注意事项

- (1) 电伴热带的安装按照国家标准图《管道和设备保温、防结露及电伴热》，并符合电伴热带生产厂家的技术要求，在其指导下完成安装。
- (2) 电热带施工环境温度不宜低于 -5℃，伴热线应紧贴管道、设备表面，以利热传导。并用专用胶带紧固。塑料管道上先用专用的铝胶带缠绕覆盖后再外绑电伴热带。
- (3) 本工程选用的是自调控伴热线，安装允许重叠。电热带最小弯曲半径应不小于厂家样本中的规定值。
- (4) 安装好一个伴热点测量一次绝缘，屏蔽层

- 必须接地，绝缘值不能低于 50MΩ/1000V。
- (5) 绝热层施工应在电热带安装完毕，并经中间验收合格后方可进行。绝热层施工应避免损伤电热带，施工完毕应立即对电热带进行绝缘测试。
- (6) 在绝热层外应加警示标签，注明“内有电热带”。

4 结语

电伴热技术在建筑给排水领域应用广泛，在管道防冻保温方面，电伴热技术显现出其结构简单，可靠方便等优点^[5]。在实际工程的设计及应用过程中，因地因时制宜，在节能的基础上，充分发挥电伴热保温技术的优势。

参考文献

1 姚建华，刘爱芳．北方地区地铁给排水管道防冻及保温措施．铁道设计标准，2011，（11）：101~103

2 李炎锋，贾衡，李俊梅．露天管道层绝热保温加电伴热防冻方案及其经济分析．暖通空调，2002，32（6）：112~114

3 冯少凤，王益．电伴热保温技术在地铁工程中的应用分析．市政技术，2011，4（29）：95~97

4 时卫玲，电伴热技术在输油管道上的应用．石油化工自动化，2000，（4）：82~83

5 周洋洋，刘焱．电伴热技术在建筑给排水管道保温系统中的应用．给水排水，2009，（35）：358~360

管道防冻电伴热技术在京南昌达物流园高架库消防管道系统中的设计应用探讨

【摘要】

本文通过管道电伴热技术在京南昌达物流园高架库消防管道系统中的设计应用，对管道电伴热技术与地源热泵供暖空调系统进行了技术经济分析，进一步体现了管道电伴热技术的实用性与经济性的优势。

【关键词】

管道电伴热技术 高架库 经济可靠

工程名称：北京祥龙京南昌达物流有限公司
1# 仓库等 11 项（京南昌达物流园）
设计单位：北京市工业设计研究院有限公司
设计人：王芳、赵蕾、刘培
获奖情况：参与设计奖

1 项目概况

（一）项目所在地址：

本项目位于北京市大兴区新城东南片区京南物流基地，用地北侧至天和路，西侧至权属用地边界，南

侧至汇丰路，东侧至汇源路。

（二）项目规模及项目类别：

规划总用地面积为 476548.89m^2 ，其中建设用地面积 408652.04m^2 ，代征道路用地面积为 47634.22m^2 。总建筑面积为 263997.4m^2 ，其中地上建筑面积为 238218.33m^2 ，地下建筑面积为 25779.07m^2 。容积率为 1.0，建筑密度为 48.44%，绿地率为 15.00%，停车数量共为 600 辆，其中地上 114 辆，地下 486 辆。

结合北京及周边市场情况以及祥龙物流集团现有物流园区的实际运作经验，考虑大兴区生物医药基地内缺乏仓储设施、北京第二机场加速建设及政府应急



图一 京南昌达物流园鸟瞰图



图二 京南昌达物流园效果图

物资储备和大型电商企业等电商物资储备的需要等因素，本项目将规划建设3大类库房即：（1）汽车零部件库房、（2）应急物资库房、（3）电商物资库房。

项目分为近期和远期进行建设，本次建设为近期部分共11个单体，7个子项，包括1#—8#仓库，1#、2#传达室，1#配电室、公厕。

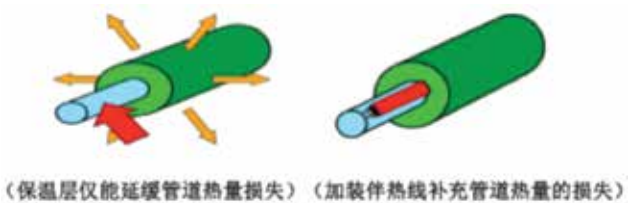
建筑物主要特征及防火类别表：详见表1，项目鸟瞰图详见图一，项目效果图详见图二。

2 设计应用

本工程1#—8#仓库属于丙2类库房，钢筋混凝土框架结构，且高架库储物区域内，平时常为无人值守房间。在项目方案设计之初，计划采用地源热泵供暖空调系统作为高架库冬季采暖方式，但由于高架库净空高度达到12m，储物高度达到8.5m，冬季供暖，对于保护设置在屋顶下的DN250的消防水管道不被冻

裂，效果并不理想，因此，1#—8#仓库取消采暖，采用管道电伴热方式解决高架库内各消防水系统和给排水系统的冬季防冻问题。

根据当地年极端最低气温零下18摄氏度的气象条件，保证管道水温不低于5摄氏度的不结冻条件，系统采用极为可靠的电伴热技术，通过铺设在管道表面与保温层之间的伴热线（选用美国滨特尔公司瑞侃Raychem品牌的保温电伴热线缆，型号R—ETL—B—CR伴热线），对处于非采暖空间的管道等设备进行加热，补充流体在低温环境下损失的热量，保持其温度维持



图三 加装伴热线图解

表 -1 建筑物主要特征及防火类别表

各单体名称	总建筑面积 (地上 / 地下)	建筑层数 和总高 (m)	建筑防火类别或 火灾危险性	耐火等级	主要结构选型
1# 仓库	3905.8 (3788.2/117.6)	2F 12.4	丙 2 类多层厂房	二级	钢筋混凝土框架
2# 仓库	3788.2	2F 12.4	丙 2 类多层厂房		钢筋混凝土框架
3# 仓库	9992	2F 13.0	丙 2 类多层厂房		钢结构 (门式刚架)
4# 仓库	9981.1	2F 13.0	丙 2 类多层厂房		
5# 仓库	9981.1	2F 13.0	丙 2 类多层厂房		
6# 仓库	9981.1	2F 13.0	丙 2 类多层厂房		
7# 仓库	9981.1	2F 13.0	丙 2 类多层厂房		
8# 仓库	9981.1	2F 13.0	丙 2 类多层厂房		
1# 传达室	40.35	1F 4.65	单层民用建筑		混凝土框架
2# 传达室	40.35	1F 4.65	单层民用建筑		
1# 配电室、公厕	347.1	1F 5.4	单层民用建筑		

在不冻结的范围。通过加装伴热线（如图三所示）补充管道热量的损失，一旦管道或设备处于低温的危险状态，系统将在几秒时间内迅速启动，对设备进行加热，将设备内的流体维持在安全温度，从而防止管道冻结。

3 投资造价比较

本工程1#—8#仓库总建筑面积达到67591.5m²，根据地源热泵供暖空调系统方案造价，报价高达人民币1400万元，前期投资额高，占用资金量较大，作为物流行业周转的库房，收回成本的时间将拉长，不利于二期建设以及长远发展。

因此，采用管道电伴热技术作为冬季局部消防水管道防冻裂的措施。经过技术经济造价部门测算，管道电伴热报价为人民币400万左右，造价大幅下降，避免了不必要的经济浪费，也减少了冬季采暖系统的

热量浪费，实为节约能源，降低造价的上佳之选。

同时也简化了设备维护过程，降低了每年进入冬季，需要专业技术人员的维护成本。

4 结束语

除此之外，对于管道电伴热技术的设计应用，笔者认为，伴热线材质的安全性非常重要，选择成熟、优质的品牌产品，将大大降低后期运行过程中，罹患火灾的风险。尤其对于大规模物流园高架仓库，具有建筑占地面积大，且工作人员数量低的特殊性，采用优质厂商的管道电伴热技术，不仅降低建设成本，同时保护人民财产安全不受意外侵害。笔者在此仅为抛砖引玉，利用京南昌达物流园一期项目将管道电伴热技术向广大设计师做一个交流探讨，恳请大家批评指正。

生活热水生产系统和配送系统的整体能量系统分析

作者：Martin Knorr Joachim Seifert

由于建筑物采暖需求的减少，生活热水生产和分配能源需求正日益成为关注的重点。特别是大型建筑物生活热水分配的能源需求不容忽视。在此背景下，下面的文章将对多层住宅内的循环系统和电伴热进行探讨。该调查基于对整个系统的考察，其中同时涉及到发热源和存储系统的相互作用。

1. 引言

随着建筑物隔热技术的不断提高，生活热水加热占建筑最终能源需求的比例正在持续增加。EnEV09

【1】的当前要求规定生活热水的平均能耗为约 25 kWh/(m·a)，与采暖费用同一数量级。对于较大的中央生活热水设备很大一部分能量被用于生活热水配送系统保温。这种情况是由于饮用水卫生要求（降低军团菌生长）和生活热水的舒适性（温水快速供应）而造成的在实现保温过程中，构成技术标准的首要部分是循环系统，然后是电伴热系统。根据系统的不同，这些技术解决方案对热水罐温度分层和发热源的效率的影响也有所不同。因此，孤立的考虑对于全面的保温系统能量效果能量分析是不够的。能量评估的平衡极限必须考虑生活热水从产生到储存、分配和使用的供应中的所有环节。

下面的文章对【2】中生活热水整个系统数值分析的选定结果进行了说明，其中对循环系统和伴热电缆进行了比较。

2. 研究方法

通过动态联动建筑物和设备模拟进行。这样做的目的是为了分析大量不同影响要素的效果。数值模拟程序与测量相比的优点在于所有研究可以在相同的边缘条件下进行，因此可以非常准确地找出系统和系统

组件之间的不同点。

具体来说使用的是德累斯顿工业大学全面升级的数值模拟程序 TRNSYS—TUD 【3】。它具有开放模块化结构，特别适合科研目的和集成新型设备理念。建筑的每个模块（建筑围护结构，技术设备）可以通过“类型”模拟并互相交换条件。使用的是基于标准源代码 14.2 的完全修订版。建筑技术边缘条件以研究基于图 1 的 12 个住宅单元多层住宅，在【4】中将对其详细描述。该建筑拥有两个中央管道井，其中布置了用于各层热水供应的立管。住宅内的分布情况是厨房各一个水龙头以及浴室各两个水龙头。管路内径的尺寸根

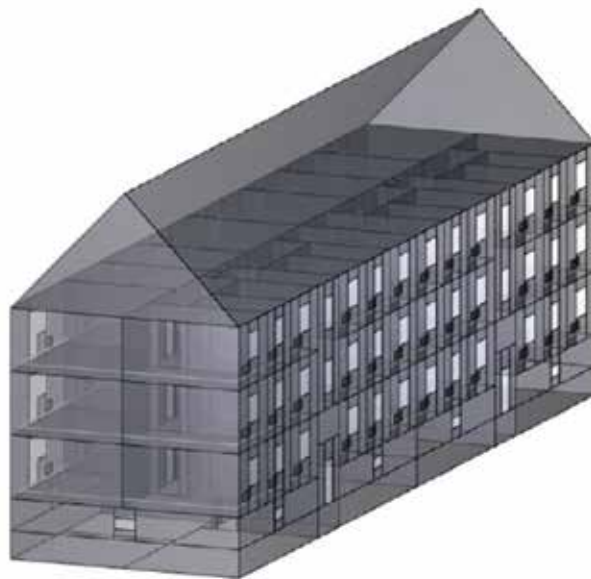


图 1 按照【4】的基础多层住宅的几何模型

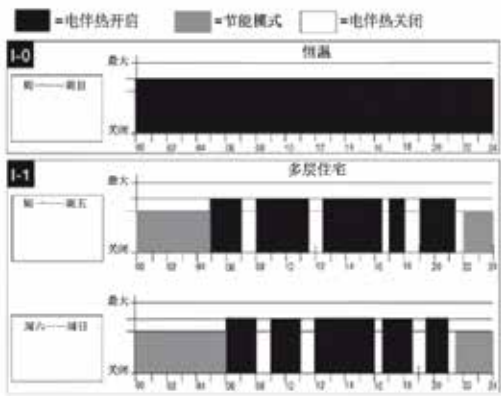


图 2 根据【9】的伴热电缆时间曲线

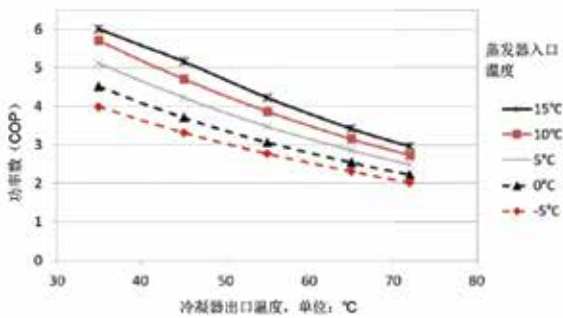


图 3 所使用热泵的功率数

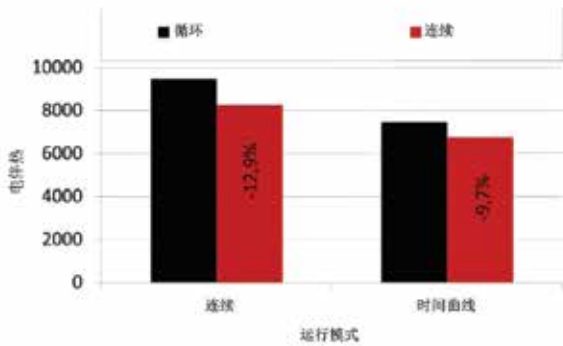


图 4 用于保温的首要能源消耗，不带发热源和储水罐的对照表
 $f_{p,E}=2.4$, $f_{p,EG}=1.1$

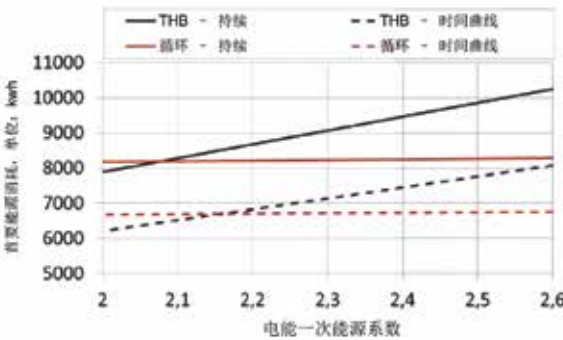


图 5 电能一次能源系数变化时用于保温的首要能源消耗，
不带发热源和储水罐的对照表， $f_{p,EG}=1.1$

据 DIN EN806【5】执行。管路材料选择了金属复合管【6】，其内管由管道粗糙度 $k=0.007\text{mm}$ 的交联聚乙烯构成。管路根据 EnEV 2009 规定安装保温。

保温系统的设计满足 DVGW 工作表 W551【7】的要求。电伴热系统【8】的模拟是作为一种系统变型进行的。它布置在隔热层下，补偿热水管的热量流失，因此不会低于 $\vartheta=55^{\circ}\text{C}$ 。通过伴热电缆的自调控效果功率输出自动与管路温度匹配。该伴热电缆与一个根据需要调节功率输出和规定降低和关闭时间的控制单元连接。

图 2 显示了模拟中使用的时间曲线。关闭时间由典型的用水时间段静态分析推导得出并在根据使用情况最可能出现集中用水的时间进行，因此无需保温。夜间保温温度降低到 $\vartheta=50^{\circ}\text{C}$ 。

备选使用的循环系统补偿了系统中循环水造成的热量损失。循环系统的设计根据 DVGW 工作表 W553【10】的方法在温差不超过 $\Delta\vartheta=5\text{K}$ 的前提下进行。各水流通过液压平衡。循环泵选择了高效率的设备。除了持续运行外，循环系统将根据电伴热时间曲线实施夜间关闭循环泵 7 小时¹（从 22 点到 5 点）。

用水时间段根据附件 42【11】的规定确定。对于欧洲国家在附件 42 中证实对于 $A=100\text{m}^2$ 居住面积的住宅热量需求为 $V=100\text{--}120\text{ l/天}$ 。本研究中规定基本住宅面积 $A=94.7\text{m}^2$ ，平均日均住宅热量需求 $V=100\text{ l}$ 。对于集中用水的时间分布，附件 42 参引了调查（在 IEA，任务 26【12】框架内进行和包含静态基础上的生活热水用水曲线生成）。根据该方法以时间步长 $\tau=1$ 分钟生成曲线并用作模拟计算的边缘条件。

发热源使用的是冷凝式锅炉和热泵。冷凝式锅炉通过特性曲线模型模拟，其中考虑到了存储性能和简化的内部流动条件。热泵系统的模型化同样使用了特性曲线模型兼具考虑了动态性。对于现有任务必须模拟能够提供足够高的生活用水供水温度的热泵。在此选择了符合图 3、最大供水温度 $\vartheta=72^{\circ}\text{C}$ 的市场上可购得设备的功率参数。对于热源使用了进水温度 $\vartheta=10^{\circ}\text{C}$ 的水。因此冷凝器出口温度 $\vartheta=70^{\circ}\text{C}$ 时得出功率数约 $\text{COP}=2.8$ 。

使用热源水时需要深井离心泵，该泵的电能需求要作为重要的结算参数考虑。在此选择了在工作点功

¹ 根据 DVGW 工作表 W551 允许每天最大 $t=8$ 小时的关闭时间。

率消耗 $P=1500\text{W}$ 的潜水泵。热水制备和生活热水分配通过一个储水罐连接。相应的储水罐模型通过二维热输运方程描述热量过程，由此实现了对储水罐中要调节的垂直温度分配的计算。热泵和冷凝式锅炉的液压互连通过一个布置在储水罐中的连续管（储水罐系统）实现。此外，作为备选方案，冷凝式锅炉也采用了一个带有外部换热器的存储系统。最后要注意，以下研究仅对生活热水加热进行，而不考虑同时进行的建筑物供暖时产生的热量。还要设定休息室、供水管道井以及地下室的温度条件，本分析中分别规定为 $\vartheta=22^{\circ}\text{C}$ 、 $\vartheta=20^{\circ}\text{C}$ 以及 $\vartheta=12^{\circ}\text{C}$ 。

3. 结果

3.1 不带发热源和储水罐的对照表

生活热水保温的能耗由热量生成、生活热水分配和生活使用习惯等多个参数决定，它们会互相影响。为了对各个效果明确定量，首先忽略热量生成的特定属性，分析的是一个通过理想制造在分配系统输入端具有热水温度 $\vartheta=60^{\circ}\text{C}$ 的系统。

表 1 记录了一年期间模拟计算的能源结果。该数值表明时间控制的运行模式与持续的运行模式相比电伴热系统能耗降低 21%，循环系统能耗降低 18%。循环要求更高的最终能源投入。在此占主导的是加热循环水的热量。循环泵的电支出占的比例相对较少。循环泵首要能源消耗根据图 4 对于持续运行和时间控制运行来说低于电伴热的值。

电能降低的首要能源系数² 特别降低电伴热的首要能源消耗（见图 5）。该值自首要能源系数 $f_{p,E}=2.1$ 起低于循环系统的首要能源消耗。

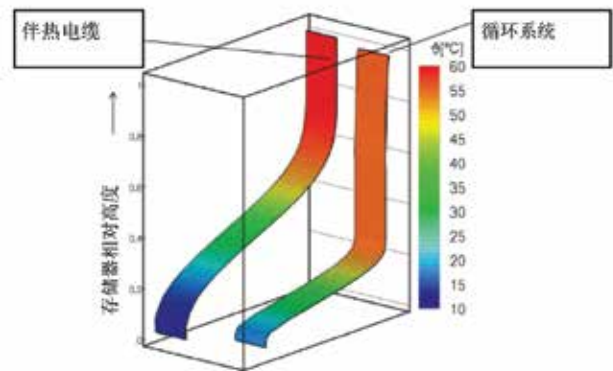


图 6 低用水频率时储水罐高度的温度曲线，精选示例

3.2 总系统 – 冷凝式锅炉

通过将分析扩展到带冷凝式锅炉的热量生成以及生活热水存储，可从模拟计算得出表格 2 中的结果。对于电伴热（THB）而言，时间控制的运行模式是前提条件，而对于循环则分析带和不带夜间关闭（NA）的情况。

结果体现了电伴热系统对所分析的冷凝式锅炉效率的影响。如果使用了循环系统，则回流的循环水导致水龙头体积流量较小时储水罐加载，存储水冷却很少（见图 6）。因此，和带电伴热的型号相比，发热源的接通频率有所提高。另一方面高回流温度循环时储水罐加载，如图 7 静态分析所示。由于系统原因，在储水罐加载系统中回流温度差值更高，因为冷水在加载过程开始时在储水罐下部区域直接影响发热器回流温度。

两个因素导致冷凝式锅炉在使用循环系统时年利用率略有降低。由于锅炉利用率的变化，带循环系统的首要能源消耗最多比电伴热的值高出 6.5%（储水罐系统）或最多高出 9.1%（存储加载系统）（见图 8）。

表格 1：不带发热源和储水罐的对照表的能源参数值， $f_{p,E}=2.4$ ， $f_{p,W}=1.1$ 。

系统	运行	电能		热量		首要能源
		伴热电缆 单位：kWh	循环泵 单位：kWh	循环 单位：kWh	水龙头 单位：kWh	保温 单位：kWh
电伴热	连续	3943	0	0	25125	9463
	时间曲线	3106	0	0	25125	7454
循环	连续	0	179	7107	25125	8247
	时间曲线	0	127	5845	25125	6734

2 一次能源系数不断地与电能供热发热源结构发展相匹配。当前研究已经证明一次能源系数从 $f_{p,E}=2.4$ [13] 降低到了 $f_{p,E}=2.1-2.2$ 。

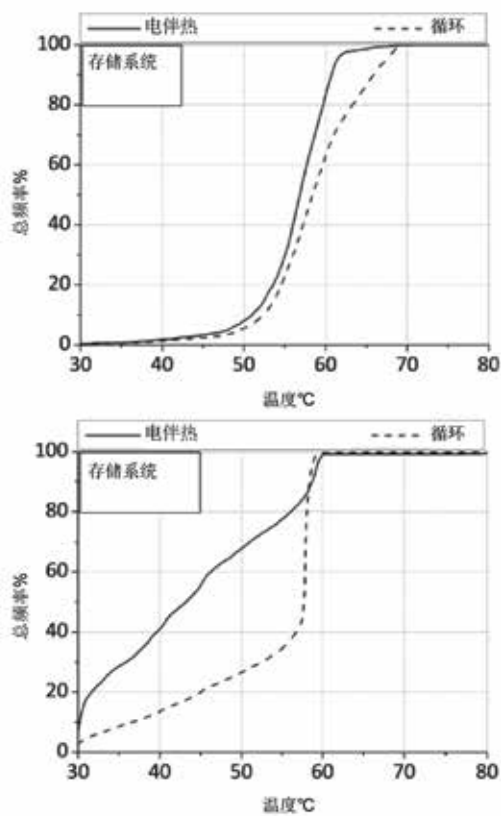


图 7 发热源回水温度总频率（冷凝式锅炉）

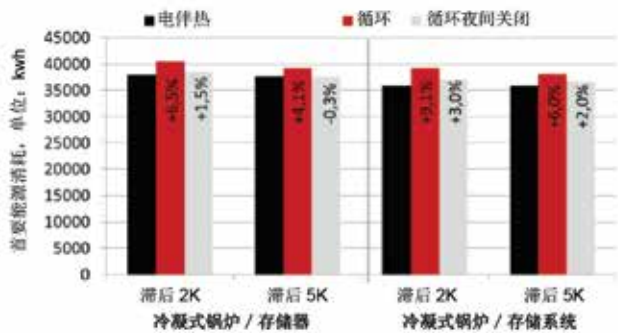


图 8 带冷凝式锅炉的总系统的首要能源消耗， $f_{P,E} = 2.4$ ， $f_{P,EG} = 1.1$

通过夜间关闭循环泵降低循环系统的首要能源消耗和整个系统结算，将得出与使用电伴热时的费用大约相同的首要能源消耗。与前面章节相同，电伴热首要能量评估与首要能源系数降低的循环系统相比有改善。图 8 还显示了切换迟滞对能量评估的影响。从趋势上而言，较高的切换迟滞可得到更好的循环系统能量特性值，因为循环冷却可使加载周期数降低。

3.3 总系统－热泵

表 3 总结了使用热泵作为发热源时的模拟结果。首先，可以明显地看出，年工作系数根据系统配置和运行情况位于 1.5 到 2.5 的较大范围内，因此部分明显超出静态功率数值³的 2.8 至 4.7 的范围。形成该差值的原因一方面是辅助机组的功率消耗，特别是深井离心泵，另一方面是动态系统性能。其主要特征是打开热泵后静态 COP 值在时间上延迟调节，因为在制冷回路中必须首先建立相应的压力条件。特别是对于短接通阶段会出现很小的平均 COP 值。无论是使用带小储水罐的大功率热泵（热泵 1）还是实施循环系统都会导致更短接通时间和更小年工作系数的趋势。此外，循环系统与带冷凝式锅炉的型号相同都会导致如图 9 的回流温度升高。因为热泵的功率系数很大程度上取决于冷凝器上的温度，所以这种情况会导致带循环时年工作系数变差。

该工作系数的差别对热泵系统的功率消耗和首要能源消耗造成影响。

对于热泵 1 使用循环时首要能源附加消耗为切换迟滞 $\Delta\vartheta = 2K$ 时 40.3% 和切换迟滞 $\Delta\vartheta = 5K$ 时 25.5% (见

表格 2：带冷凝式锅炉的总系统的能源参数值，切换滞后 $\Delta\vartheta = 2 K$ ， $f_{P,E} = 2.4$ ， $f_{P,EG} = 1.1$

系统	电能		热量		首要能源	加载周期 单位：次 / 天	效率
	单位：kWh	循环	水龙头	加热			
存储系统							
电伴热(THB)	2994	0	25089	27982	37967	24.7	0.835
循环	178	7045	25084	36363	40426	43.7	0.822
循环 NA	127	5820	25115	34765	38545	39.1	0.829
存储加载系统							
电伴热(THB)	2894	0	24726	26350	35930	4.6	0.878
循环	176	7353	24725	35258	39207	12.4	0.854
循环 NA	127	6104	24724	33369	37009	9.3	0.861

3 参考温度：蒸发器进水温度： $\vartheta = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，冷凝器出水温度： $\vartheta = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ （COP = 2.85）或者 $\vartheta = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ （COP = 4.7），见图 3。

表格 3：带热泵的总系统的能源参数值，切换滞后 $DJ = 2\text{ K}$ ， $f_{P,E} = 2.4$ ， $f_{P,EG} = 1.1$

系统	电能		热量		首要能源	加载周期 单位：次 / 天	年工作系数
	THB, 泵 单位：kWh	热泵	循环	水龙头			
热泵 1（存储容量 500 l，加热功率 66 kW）							
电伴热(THB)	3088	13091	0	25115	38830	17.4	1.98
循环	179	22517	7080	25114	54469	37.4	1.48
循环 NA	127	20463	5816	25114	49415	29.1	1.56
热泵 2（存储容量 750 l，加热功率 44 kW）							
电伴热(THB)	3101	10488	0	25114	32615	12.6	2.45
循环	179	16434	7076	25115	39870	31.7	2.00
循环 NA	127	15191	5815	25117	36761	26.0	2.08

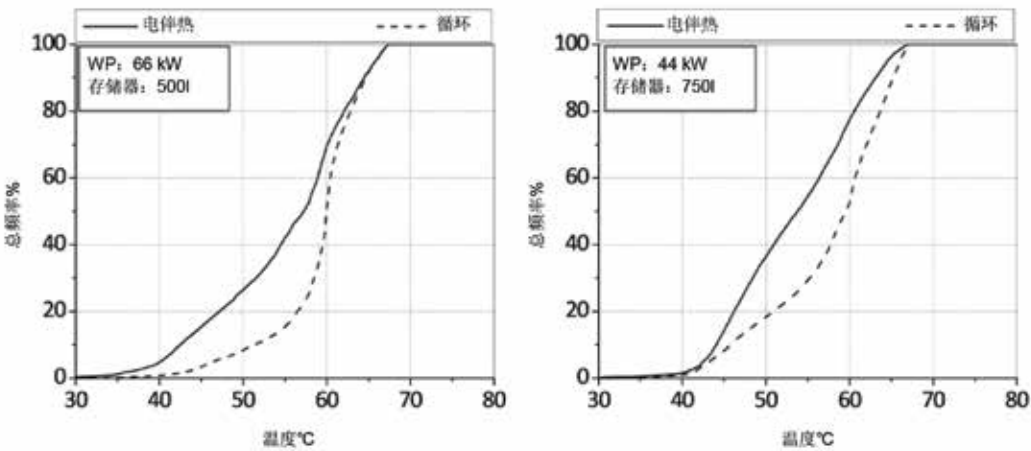


图 9 循环发热源回水温度总频率（热泵）

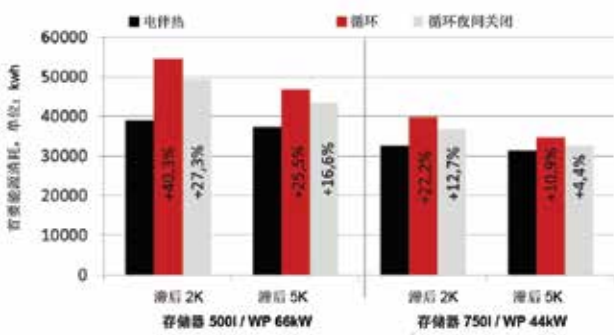


图 10 带热泵的总系统的首要能源消耗， $f_{P,E} = 2.4$ ， $f_{P,EG} = 1.1$

图 10)。与带冷凝式锅炉的型号相同，低切换迟滞对循环系统的首要能源评估有负面影响。热泵 1 循环系统不利的首要能源评估也可能由以下情况引起：热泵的年工作系数明显低于 2.4 的电能首要能源系数。因此，为了补偿循环热能损失必须消耗比使用冷凝式锅炉时更多的首要能源。

如果使用了带大储水罐的小功率热泵（热泵 2），则热泵平均运行时间增加，所有系统的首要能源消耗

能够明显降低。

对于该循环系统利用电伴热得到较小的首要能源附加消耗 22.2%（迟滞 $\Delta\vartheta = 2\text{K}$ ）或 10.9%（迟滞 $\vartheta = 5\text{K}$ ）。通过带夜间关闭的循环泵运行可以像上一章描述的那样降低循环系统的散热。由此与电伴热相比降低了首要能源额外支出 16.6% 至 27.3%（对于热泵 1）和 4.4% 至 12.7%（对于热泵 2）。

与冷凝式锅炉不同，带热泵时随着电能首要能源系数的降低带循环的首要能源消耗与带电伴热的首要能源消耗之间的相对差别不改变。

4. 总结

本文包含对生活用水分配网络不同保温系统的能源和首要能源对比评估。对比通过带有标准水龙头配置的十二户住宅在相同边缘条件下的动态建筑和设备模拟进行。

无热生成和热储水罐的核算表明，首要能源评估

时时间控制运行模式的电伴热和持续运行模式的循环系统的结果之间有明显区别。

如果循环泵在夜间时间关闭，则首要能源消耗低于使用电伴热时的值约 10%。

通过将结算界限扩展到整个系统，发热体和生
活用水加热的相互作用对分析产生影响。使用循环系
统时储水罐冷却通过循环损耗进行。在放水较少的时间
由于该损耗必须给储水罐加载，这会引起发热器高
回流温度。因此调节的使用电伴热时的低平均发热器
回流温度与低切换频率结合会引起冷凝式锅炉利用率
增加。由此使用储水罐水加热器时的首要能源消耗比
使用持续运行循环系统时低约 5%。上述效果在储水
罐加载系统中效果更明显，它会导致带电伴热时的首
要能源消耗降低约 8 %。

热量生成通过一个热泵进行，则使用电伴热与使用
冷凝式锅炉相同都会导致发热器上回流温度降低和
因此年工作系数增高。此外，电伴热会导致热泵切
换频率降低或平均切换周期时间增加，这同样会导致
年工作系数增高。在这种情况下，适当设计系统组件
对于热泵系统来说特别重要，正如通过降低热泵功率
引起所有系统效率明显升高所证明的那样。对于分析
的边缘条件，使用循环系统与使用电伴热相比有范围
4 % 至 40 % 的附加首要能源消耗。给首要能源评估
结果分类时要注意，一方面由于发电时的可再生能源
比例增加应降低电能首要能源系数。

这对于冷凝式锅炉来说会造成电伴热系统相对循环
系统来说有获得更好评估的趋势。另一方面，其他
因素，例如使用太阳能热或通过集中供暖供热，可能
会导致热量制备首要能源系数降低，这可能导致循环
系统首要能源消耗减小。深入分析这些因素则需要进
一步的研究工作，必要时须考虑到经济性相关的问题。
总之，本研究表明生活用水生成和分配系统综合能源
评估只能通过分析从生成到使用的整个系统才能进行。
其中很有代表性的例子是电伴热系统有时会对冷凝式
锅炉发热器和热泵的效率造成显著影响。

符号和缩写

θ 温度 °C

Δθ	温差	K
τ	时间	s
$f_{P,E}$	天然气首要能源系数	
$f_{P,EG}$	热量首要能源系数	
COP	性能系数	
EnEV	节能条例	
NA	夜间关闭	
THB	电伴热	
TWE	生活热水加热	
WP	热泵	

参考文献

- 【1】EnEV 2009：建筑物节能保温和节能设备技术条例。柏林：联邦政府，2009 年四月。
- 【2】Knorr, M. 和 Seifert, J.: 生活热水生产系统和配送系统的整体能量分析。德累斯顿工业大学研究报告，德累斯顿，2012 年。
- 【3】Perschk, A.: 建筑物和设备模拟－德累斯顿模型。gi 健康工程－家居技术－建筑物理学－环境技术 2010 (131) 第 4 期。
- 【4】Knorr, M. 和 Meinzenbach, A.: 供水温度降低对建筑技术的影响。BMW 低排放集中供暖研究项目分主题 III 的最终详细报告：多层次的集中供暖，FKZ: 0327400B，德累斯顿工业大学，能源技术研究所，2010。
- 【5】德国标准化协会：DIN EN 806-3 生活用水安装技术规定－第 3 部分：管路内径的计算－简化方法，柏林：Beuth 出版社有限公司，2006。
- 【6】吉博力集团：Geberit Mepla 产品信息，2011。【在线】。可用：<http://www.geberit.de>
- 【7】德国燃气及水协会：DVGW W 551 生活用水加热和生活用水管路设备；降低军团菌生长的技术措施；生活用水安装的规划、建设、运营和修复。经济且可靠卫生的燃气和水，波恩，2004 年。
- 【8】滨特尔热控 Raychem: HWAT-ECO-Raychem 智能热水恒温系统产品信息，2011 年。

【在线】。

【9】滨特尔热控 Raychem: HWAT 电伴热微处理器控制温控器使用手册, 2007 年【在线】。

【10】德国燃气及水协会: DVGW W 553 集中生活用水加热设备循环系统的测量。经济且可靠卫生的燃气和水, 1998 年。

【11】Knight, I. 和 Ribbernik, H.: European and Canadian non-HVAC electric and DHW Load Profiles for Use in Simulating the

Performance of Residential Cogeneration Systems. 国际能源署, 2007 年。

【12】Jordan, U. 和 Vajen, K.: Task 26-Realistic Domestic Hot-Water Profiles in Different Time Scales. 国际能源署, 2001 年。

【13】德国标准化协会: DIN V 18599-1 建筑物能量评估 - 供暖、冷却、通风、生活热水和照明使用最终以及首要能源需求的计算。柏林: Beuth 出版社有限公司, 2011。



博士工程师
MARTIN KNORR

1975 年生

研究员

德累斯顿工业大学建筑节能技术和供暖教授

至 2001 年 在德累斯顿工业大学机械工程专业学习, 研究重点是“建筑技术装备”

2010 授予博士学位

联系方式: 德累斯顿工业大学,

能源技术研究所, 建筑节能技术和供暖教授,

D-01062 德累斯顿,

电话: +49 351-463-35256

邮箱: martin.knorr@tu-dresden.de



博士工程师且获得大学教学资格
JOACHIM SEIFERT

1976 年生

德累斯顿工业大学建筑节能技术和供暖教授建筑节能技术领域负责人

至 2001 年 在德累斯顿工业大学机械工程专业学习

2005 授予博士学位

2009 获得大学教学资格

联系方式: 德累斯顿工业大学,

能源技术研究所, 建筑节能技术和供暖教授,

D-01062 德累斯顿,

电话: +49 351-463-34909,

邮箱: joachim.seifert@tu-dresden.de

瑞侃智能热水恒温系统应用（国内项目）

• 酒店

北京摩根大厦	北京
北京富华金宝酒店	北京
北京盘古大观	北京
北京金隅喜来登酒店	北京
上海世博宾馆	上海
上海哈瓦那酒店	上海
上海东郊宾馆	上海
上海世茂艾美酒店	上海
衡山路雅诗阁酒店公寓	上海

陆家嘴文化东方酒店
成都家园酒店
首座帝豪酒店
威斯汀酒店
苏州凯宾斯基大酒店
丽笙酒店
温州喜来登酒店
喜来登酒店
芜湖铁山宾馆
丽江皇冠假日酒店

上海
成都
成都
南京
苏州
无锡
温州
湖州
芜湖
丽江

• 商业及公共建筑

环球世贸	上海
上海世贸国际广场	上海
上海东方艺术中心	上海
上海浦东东方医院	上海
北京金融街	北京
北京朝阳广场	北京

华润大厦
北京中国银行总行大厦
北京万科赢嘉中心项目（大都会）
江苏图书馆
苏州东方之门
青岛401医院

北京
北京
北京
南京
苏州
青岛

• 住宅别墅

上海世贸北外滩	上海	中北房产大家武林府	杭州
佘山绿地别	上海	绿城赛丽丽园	杭州
金光外滩	上海	万科草庄	杭州
上海三侨别墅	上海	绿城千岛湖度假公寓	杭州
上海绿城玫瑰园别墅会所	上海	绿城惠园	杭州
上海汤臣高尔夫别墅八期湖畔庭院	上海	绿城兰园	杭州
融创绿城—盛世滨江	上海	绿城西溪诚园	杭州
泛海世家	北京	杭州阳明谷别墅	杭州
首创天阅西山	北京	杭州绿城明月江南	杭州
天津汤臣津湾一品	天津	绿城苏州御园	苏州
绿城蓝色钱江	杭州	青岛东海路9号	青岛
		青岛海上海高级公寓	青岛

瑞侃智能热水恒温系统应用（国际项目）

• 酒店及公寓

Hotel Arcade	比利时	Norfolk Hotel	英国
Alliance	法国	Oak Hotel	英国
Bateau Libellule	法国	Old Parsonage Hotel	英国
Euro—Disneyland	法国	Pilkington Hotel	英国
Hotel Altea	法国	Pulford Grange Hotel	英国
Hotel Arcade	法国	Rendezvous Restaurant, Hilton	英国
Hotel Campanile	法国	Renfrew Street Hotel	英国
Hotel de Cure CNRO	法国	Star Hotel	英国
Hotel de la Villette	法国	The Calls	英国
Hotel des Congres	法国	The old Bell Hotel	英国
Hotel La Victoire	法国	Thistle Hotel	英国
Hotel Lyon Metropole	法国	Trossachs Hotel	英国
Novotel	法国	Village Hotel	英国
Residence Royal Park	法国	Admiral Semmes Hotel	美国
Sea Side Plaza	法国	Carl's Silver Club	美国
Europacenter Hotel Palace	德国	Chanate Lodge	美国
Gasteresidenz	德国	Compri Hotel	美国
Hotel Arcade	德国	Disneyland Hotel	美国
Hotel Lowen	德国	Grand Hyatt	美国
Hotel Rosenau	德国	Hampton Inn	美国
Hotel Seerose	德国	Hanamaulu Beach Hotel	美国
Kurhotel	德国	Hilton Hotel	美国
Pavrather Muhle	德国	Holiday Hotel	美国
Sheraton Hotel	荷兰	Holly tree Country Club	美国
Mueller Hotel	挪威	Kea Lani Suites & Villa	美国
Syneter Hotel	挪威	Key Largo Sheraton	美国
Brunnen Hotel	瑞士	Lani Hotel	美国
Hotel Raben	瑞士	Lilioukalani Gardens Hotel	美国
Blackland Lakes Park	英国	MCA Sheraton Hotel	美国
Celtic Manor Club Hotel	英国	Miami Airport Hotel	美国
De Vere Hotel	英国	Princeville Sheraton	美国
Donnington Hotel & Country Club	英国	Radisson Main Gate Hotel	美国
Freemantle Hotel	英国	Ramada Rebaussance Inn	美国
Grosven hotrl	英国	Sea Cliff Country Club	美国
Hinkley Island Hotel	英国	Sheraton Princeville	美国
Larkfield Hotel	英国	Upper West Side Apartments	澳大利亚



Raychem

无惧冬日严寒， 时刻实现完美的 屋面融雪与除冰效果

瑞侃Icestop屋面天沟及落水管除冰系统采用自调控伴热线，通过维持顺畅的通道并及时清除融雪，从而有效防止冰柱的形成，彻底解决您的烦恼，使冬天过得更加无忧无虑。

主要优势

- 可靠防护，避免建筑屋面在冬季受损
- 防止形成冰柱
- 保护建筑和人员安全
- 使用寿命长
- 无需维护

Icestop系统适用于各种类型的屋面：
金属、塑料、木质、石棉瓦、橡胶和沥青等。

WWW.PENTAIRTHERMAL.CN



扫描二维码关注
滨特尔热控官方微信信号

Raychem

地面融雪系统

瑞侃地面融雪系统采用Raychem自调控发热电缆，能够减少因地面融雪或冰冻带来的危险与不便。经过专业的设计和安装，就可以真正实现可靠、节能的地面融雪功能。

- 安装简单，可直接铺设在水泥和沥青地面下
- 结实、可靠、灵活，适用于各种应用场所

WWW.PENTAIRTHERMAL.CN



扫描二维码关注
滨特尔热控官方微信号

