

# 智慧供热引领供热行业发展新方向

安萍 孙鸿

天津市瑞成热力有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4831

**[摘要]** 智慧供热以物联网、大数据、AI等技术为核心,深度融合供热系统“源-网-荷-储”全流程,实现按需供热、节能降碳与安全保障。其通过动态热负荷预测、多能互补调控、用户侧精准服务等手段,破解传统供热冷热不均、能耗高、污染重等难题。青岛、济南等地实践显示,智慧供热可降低能耗20%以上,减少碳排放超30%,同时提升用户满意度。政策推动、技术迭代与市场驱动下,智慧供热正成为行业转型的关键路径。

**[关键词]** 智慧供热; 供热行业; 发展新方向

中图分类号: TU995 文献标识码: A

## Intelligent Heating Leads New Directions for the Heating Industry

Ping An Hong Sun

Tianjin Ruicheng Heating Co., Ltd.

**[Abstract]** Centered on technologies such as the Internet of Things, big data, and AI, intelligent heating deeply integrates the entire "source-grid-load-storage" process of heating systems to achieve on-demand heating, energy savings, carbon reduction, and safety assurance. Through methods like dynamic heat load forecasting, multi-energy complementary regulation, and precise user-side services, it addresses traditional heating issues such as uneven heating and cooling, high energy consumption, and severe pollution. Practices in cities like Qingdao and Jinan show that intelligent heating can reduce energy consumption by over 20%, cut carbon emissions by more than 30%, and simultaneously improve user satisfaction. Driven by policies, technological iteration, and market forces, intelligent heating is becoming a key pathway for industry transformation.

**[Key words]** Intelligent Heating; Heating Industry; New Development Directions

### 引言

在全球“双碳”目标与能源转型浪潮下,传统供热行业面临高能耗、高排放、调控粗放等挑战,亟需向绿色低碳、智能高效方向升级。智慧供热作为新一代信息技术与供热系统深度融合的产物,通过数据驱动、精准调控与全流程优化,不仅可实现节能降耗、降低碳排放,还能提升居民用热舒适度,成为破解行业痛点的关键路径。本文将从技术体系、应用价值、驱动因素及发展路径等维度,系统探讨智慧供热如何引领供热行业迈向高质量发展新阶段。

### 1 智慧供热的技术体系与核心支撑

#### 1.1 智慧供热的定义与内涵

智慧供热是在“双碳”目标驱动下,通过物联网、大数据、AI等新一代技术与供热系统“源-网-荷-储”全流程的深度融合,实现从传统粗放式管理向数字化、智能化转型的新型供热模式。其核心内涵在于以数据为驱动,打通“源、网、站、户”各环节信息壁垒,通过精准感知、智能决策与高效调控,达成按需供热、

节能降碳与安全保障的多重目标,实现热力系统与能源系统的协同优化。

#### 1.2 关键技术架构

(1) 数据采集层:以传感器与智能仪表为核心感知终端,涵盖温度、压力、流量等多类型传感器及智能热量表,实时采集管网运行、气象、用户行为等数据,为系统决策提供基础支撑,如某试点城市部署12万只智能室温仪,每秒传输8000+数据点。(2) 传输网络层:融合5G、工业以太网、NB-IoT等技术构建混合组网,通过Modbus、MQTT等协议实现数据高速传输,结合时间敏感网络技术保障数据传输的实时性与可靠性。(3) 智能决策层:以数字孪生构建与物理系统1:1映射的虚拟模型,集成AI算法深度挖掘数据特征,实现负荷预测、工况优化等智能决策,济南能源集团通过该技术将热负荷响应时间缩短70%。(4) 执行控制层:依托智能阀门、变频泵等终端设备,响应决策指令完成精准调控,如通过电动调节阀调整管网流量,借助变频控制器优化水泵运行,实现水力工况动态平衡<sup>[1]</sup>。

### 1.3 技术创新点

(1) 动态热负荷预测模型: 融合工艺机理与机器学习, 引入室外温度、建筑保温等关键特征, 针对小样本场景生成可解释训练数据, 将24小时负荷预测误差率从8%降至2.3%, 可提前6小时预警负荷突增。(2) 供热系统能效优化算法: 通过多目标优化逻辑实现多热源协同, 采用“梯度启动”策略减少热源切换温差, 结合在线水力计算生成最优调控方案, 使热源利用率提升22%, 管网波动控制在±3%以内。(3) 故障诊断与自愈能力: 基于机器学习识别管网泄漏、设备异常等故障特征, 通过数字孪生模拟应急方案, 联动执行层实现自动修复, 如热力站负荷异常时0.5秒内计算调控路径, 9分钟完成水力平衡重构。

## 2 智慧供热的行业应用与价值创造

### 2.1 典型应用场景

(1) 集中供热系统的智能化改造: 针对传统热网调度粗放、水力失衡等痛点, 通过搭建覆盖“热源—换热站—热用户”的三级智能调控体系实现升级。改造核心在于部署多类型感知终端采集管网运行数据, 依托智慧管理平台打破调度壁垒, 构建全链条智能响应机制, 将调度周期从小时级压缩至分钟级, 同时通过管网动态平衡调控技术根治区域冷热不均问题, 推动集中供热从“经验驱动”向“数据驱动”转型。(2) 分布式能源与多能互补: 以“源网荷储”协同为核心, 构建热电联产与可再生能源融合的供能体系。借助AI预测技术整合气象、负荷等多源数据, 提升太阳能、地热能等不稳定能源的利用效率, 通过智能调度系统实现传统热源与清洁能源的动态互补。同时依托数字孪生技术对多能系统进行仿真优化, 形成“按需分配、高效协同”的供能模式, 推动供热能源结构从传统化石能源主导向清洁低碳多元转型<sup>[2]</sup>。(3) 用户侧需求响应与个性化服务: 通过在终端部署室温采集装置、智能温控阀及分户热量表, 构建用户用热精准感知网络。基于大数据分析用户用热习惯, 结合建筑保温特性生成“一户一策”调节方案, 实现室温的动态精准控制。同时搭建云服务平台打通用户交互渠道, 支持用热状态查询、温度自主调节等个性化功能, 形成“需求响应—精准供给—交互反馈”的闭环服务模式, 重构用户用热体验。

### 2.2 经济效益分析

(1) 节能降耗: 通过全链条智能化调控实现显著节能成效, 一方面借助动态热负荷预测优化热源输出, 减少无效供能, 使热耗指标实现持续下降; 另一方面通过管网智能平衡技术降低输送过程中的热损失, 结合换热站节能控制策略, 可实现单位面积热耗降低10%~30%, 单采暖季可节约数十万吉焦热量, 折合可观的能源成本节约。同时变频调控等技术的应用, 也能实现10%左右的电力消耗下降。(2) 运维成本优化: 依托智能感知与自动化技术, 实现供热系统的无人值守与智能巡检。通过管网泄漏、设备异常等风险的自动预警, 将故障响应速度提升80%以上, 减少故障处理的人工与物料成本; 引入智能巡检机器人替代传统人工井下作业, 不仅降低人工劳动强度与安全风险, 更使设备缺陷识别率提升至85%以上, 综合实现人工巡检成本减少50%以上, 运

维效率大幅提升。

### 2.3 社会与环境效益

(1) 碳排放强度下降: 以智慧调控技术支撑清洁供热规模扩张, 通过优化能源结构降低化石能源依赖, 每替代1亿吨标煤的化石能源供热, 可相应减排二氧化碳约2.6亿吨。同时通过能效提升减少能源消耗总量, 间接降低能源生产环节的碳排放, 随着清洁能源供热占比逐步提升至50%以上, 将推动供热行业碳排放强度实现显著下降, 为建筑领域“双碳”目标达成提供关键支撑。此外, 部分企业通过厂区生态修复提升碳汇能力, 形成“减排+固碳”的协同降碳模式<sup>[3]</sup>。(2) 居民供热舒适度提升: 通过精准调控技术将室温稳定控制在标准范围内, 彻底解决传统供热中温度波动大、区域温差大等问题, 大幅降低用户用热投诉率。同时个性化温控服务满足不同家庭的用热需求, 提升居民用热自主性与满意度。更通过智能预警与快速抢修体系, 将故障处理响应时间从小时级缩短至分钟级, 保障供热连续性与稳定性, 切实增强居民冬季用热的获得感与幸福感。

## 3 智慧供热发展的驱动因素与障碍分析

### 3.1 政策驱动

(1) 国家“双碳”战略与供热专项规划: 在“双碳”目标引领下, 供热行业作为能源消耗与碳排放的关键领域, 成为转型重点。国家层面通过出台专项规划明确智慧供热发展路径, 将其纳入建筑领域节能降碳重点任务, 从顶层设计推动传统供热向数字化、低碳化转型, 为技术研发与行业应用提供方向指引。(2) 地方政府补贴与试点示范项目: 各地政府通过资金补贴、政策倾斜加速智慧供热落地, 针对设备改造、系统建设给予专项支持。同时密集布局试点示范项目, 以点带面推广成熟技术与模式, 既为行业提供实践样本, 也降低企业创新试错成本, 形成政策驱动的良好发展氛围。

### 3.2 市场驱动

(1) 能源价格波动与供热企业降本需求: 化石能源价格周期性波动推高供热成本, 企业亟需通过技术升级实现降本增效。智慧供热的精准调控、能效优化能力可显著降低能源消耗与运维支出, 成为企业应对成本压力、提升盈利水平的核心选择, 市场内生需求持续释放。(2) 居民对供热品质的升级需求: 随着生活水平提升, 居民从“有热供”向“供好热”转变, 对室温稳定性、用热灵活性提出更高要求。传统粗放式供热难以满足个性化需求, 而智慧供热的分户调控、精准服务能力精准契合市场预期, 驱动行业向品质化方向升级<sup>[4]</sup>。

### 3.3 主要障碍与挑战

(1) 技术标准不统一: 行业缺乏全国统一的技术规范与接口标准, 地方标准差异较大, 导致不同品牌设备、系统间难以互联互通。设备兼容性不足不仅增加集成成本, 还制约数据共享与协同调控, 阻碍规模化推广。(2) 数据安全与隐私保护: 系统运行涉及海量管网数据、用户用热信息, 数据采集与传输过程中存在泄露风险。同时缺乏明确的数据安全管理规范, 企业在数据利用与风险防控间难以平衡, 成为技术应用的重要瓶颈。(3) 初期投

资成本高与回报周期长：智慧供热需部署大量感知设备、搭建智能平台，初期投资规模较大。虽长期效益显著，但受限于行业盈利模式，投资回报周期较长，尤其对中小型企业形成资金压力，影响技术普及速度。

#### 4 智慧供热发展的路径与对策建议

##### 4.1 技术路径

(1) 加快关键技术攻关：聚焦感知与计算层核心技术突破，重点研发适配复杂供热场景的低功耗传感器，优化电池续航与环境适应性，结合NB-IoT网络实现无布线式数据采集。推动边缘计算技术与终端设备深度融合，在换热站、管网节点部署边缘计算模块，降低云端数据传输压力与响应延迟，提升本地调控的实时性与可靠性，形成“终端感知-边缘计算-云端优化”的技术闭环。同时强化数字孪生与AI算法的协同创新，提升模型仿真精度与决策效率。(2) 推动标准体系建立：以破除设备兼容壁垒为目标，由行业主管部门牵头制定全国统一的技术标准框架，明确数据接口、通信协议、传输格式等关键技术参数，实现不同品牌设备与系统的互联互通。建立标准动态更新机制，结合技术迭代与应用需求定期修订完善，同步出台标准实施与验收规范，引入第三方检测认证体系，确保标准落地执行，为规模化推广奠定基础。

##### 4.2 管理路径

(1) 供热企业数字化转型：重构适配智慧运营的组织架构，设立数据管理、智能调度等专项部门，打破传统业务条块分割。实施分层人才培养计划，一方面引进AI算法、物联网等专业技术人才，另一方面通过内部培训提升现有员工数字化操作能力。建立数据驱动的运营管理流程，将智能决策贯穿于热源调控、管网运维、用户服务全环节，实现管理模式从“经验驱动”向“数据驱动”转型<sup>[5]</sup>。(2) 政企协同机制：搭建政府与企业的常态化沟通平台，建立跨部门数据共享机制，整合气象、建筑、管网等公共数据资源，为企业智能决策提供数据支撑。联合开展技术攻关项目，政府通过专项资金引导企业与科研机构合作，聚焦行业共性技术难题开展联合研发。建立试点示范推广机制，政府牵头总结成熟经验并形成可复制方案，企业负责技术落地与模式创新，形成“政策引导-技术研发-实践推广”的协同生态。

##### 4.3 政策路径

(1) 完善财政补贴与税收优惠：优化补贴政策设计，将补贴重点从设备采购向技术研发、标准应用倾斜，对采用统一标准的改造项目给予更高补贴比例。扩大税收优惠范围，对智慧供热项目涉及的研发费用实施加计扣除，对节能效益显著的企业减免部分所得税，降低企业初期投入压力。建立补贴动态调整机制，根据技术成熟度与市场发展阶段逐步优化补贴标准。(2) 建立碳排放交易与绿色金融支持：将智慧供热项目纳入碳排放权交易体系，允许企业将节能降碳产生的碳配额进行交易创收。鼓励金融机构创新“基金+固贷+流贷”等综合服务模式，为项目提供从筹建到运营的全周期资金支持，探索以未来节能收益为质押的融资产品。发挥政策性金融工具作用，对符合条件的项目给予低息贷款，引导社会资本参与智慧供热建设，破解投资回报周期长的难题。

#### 5 结束语

智慧供热作为供热行业转型升级的核心引擎，正以技术创新重塑能源利用模式，以数据驱动优化全链条管理，在节能降碳、提升居民用热体验等方面展现显著优势。未来，随着政策支持力度加大、技术标准逐步统一、商业模式持续创新，智慧供热将加速突破成本与兼容性瓶颈，推动供热系统向清洁低碳、安全高效、智慧灵活的方向迈进，为“双碳”目标实现与民生福祉提升贡献关键力量。

#### [参考文献]

- [1]孙振巍.我国供热行业智慧供热现状及发展趋势[J].冶金管理,2023(09):31-33.
- [2]杜俊杰.智慧供热系统在中国集中供热领域的应用与前景[J].科技与创新,2024(11):41-43.
- [3]苏继程,毛明强.智慧供热技术在城市集中供热系统的应用分析[J].建设科技,2024(05):39-40.
- [4]张亚东.智慧供热系统运行实践[J].区域供热,2023(6):51-53.
- [5]张超.智慧供热引领供热行业发展新方向[J].建筑理论,2023,(03):96-97.