



主标题：智慧供热云平台

副标题：助力企业节能 提高用户舒适

北京航天智造科技发展有限公司（以下简称天智公司）隶属于航天云网公司，是一家以“互联网+智能制造”为核心业务的专业化公司，是复杂产品智能制造技术国家重点实验室和北京市复杂产品制造工程研究中心的组成单位。

天智公司在虚拟样机工程技术、复杂产品智能制造总体技术、智能制造系统支撑平台等制造业信息化技术及应用方面拥有深厚基础，是“云制造”等国家级重大项目的技术总体单位，在国际上率先提出了复杂产品集成制造及云仿真/云制造等智能制造系统相关创新技术理念。作为推进基于“互联网+智能制造”开展云制造业务的实施主体，天智公司承担航天云网的云制造、供应链系统、智慧工厂等核心业务，提供智能制造整体解决方案、智能工厂改造实施、企业信息化云服务等产品与服务。

航天云网工业互联网平台逐步发展成为一个跨行业、跨领域、跨地域“三跨”，全系统、全生命周期、全产业链“三全”的工业互联网平台，横向支持企业互联，纵向支持企业虚实结合的数字化应用。基于 INDICS 平台的智慧供热云平台，通过对供热全过程、全要素数据的挖掘分析，深挖供热数据的潜在价值，为智慧供热提供决策服务支持，最终达到供热调节经济化、安全化、智能化的结果。

一、项目概况

1. 项目背景

青岛金泽热力有限公司成立于 2002 年 6 月，厂区占地面积 2.67 公顷，锅炉房一座，装有 5 台 29MW 热水锅炉，供热能力 145MW，一次管网长度 28 公里，二次管网长度 126 公里，所辖换热站 30 座，居民用户 36479 户，工业用户 6 户，入网供热面积约 348 万平米。

目前大部分供热系统存在以下问题：

(1) 数据利用率低，存在信息孤岛

热源、管网、换热站、热用户的相关运行参数采集比较完善，但在数据的深层次分析、系统化运用、入户供热调节方面较欠缺，在一定程度上，造成了“数据资源”的浪费，同时，也为“数据分析节能”留存了空间。

(2) 能耗参差不齐，能源浪费严重

热源、换热站存在“高投诉、低效率”的情况，运行的好坏，直接影响供热品质。管理方面相对粗放，造成了能源浪费、室温合格率较低等问题，影响了供热品质。

(3) 运行管理粗放，自控水平偏低

大部分换热站采用人工操作，依赖工作人员的习惯进行控制，系统调节处于盲目状态，缺少切实有效的操作依据，造成换热站运行管理不科学，节能工作难以展开，供热质量难以保障。

2. 项目简介

综合运用物联网、云计算、大数据和数据模型应用技术，形成了“信息流为核心，大数据为导向，并行运算为支撑”的服务支撑体系。对现有业务系统进行数据整合，实现了热网循环各环节数据的获取、融合、挖掘、建模、可视化等功能，通过对供热全过程、全要素数据的挖掘分析，深挖供热数据的潜在价值，为智慧供热提供决策服务支持，最终达到供热调节经济化、安全化、智能化的结果。

3. 项目目标

利用大数据、云计算、融合数据建模等技术，与传统供热行业的结合，搭建

面向热力行业的大数据云平台。以系统集成、异构数据融合、供热系统建模为核心，实现经济、安全、智能供热，达到满足居民供热需求与节约能源的目的。

(1) 搭建面向热力行业的大数据云平台

将换热站 PVSS 系统、热源 DCS 系统、脱硫脱硝系统、余热回收系统、换热站 SCADA 系统、分户计量系统、室温采集系统、收费系统、客服系统、GIS 系统等 25 个系统，统一整合到智慧供热管理化平台，实现空间数据、实时数据、关系数据的融合共享。针对不同类型数据库建立相应数据库、数据仓库以及接口。通过对多源异构数据的融合，实现数据的集中存储和共享，按照供热模型处理规则，实现数据的关联分析，提高调度效率。

(2) 建立数据驱动的供热模型

数据资源完成上下游整合，建立基于数据驱动的供热模型，分为热源预测模型、换热站优化模型、管网故障诊断模型等，将供热系统全部环节打通，从热源到换热站、用户，整体性分析，保证室温达标的基础上，更好的节约能源。为供热安全经济调节、操作智能化提供技术支持。

二、项目实施方案

1. 项目总体架构和主要内容

(1) 总体架构

基于 INDICS 平台智慧供热云平台总体架构如图 1 所示，包括资源层、IIOT 层、INDICS 平台层、应用层。

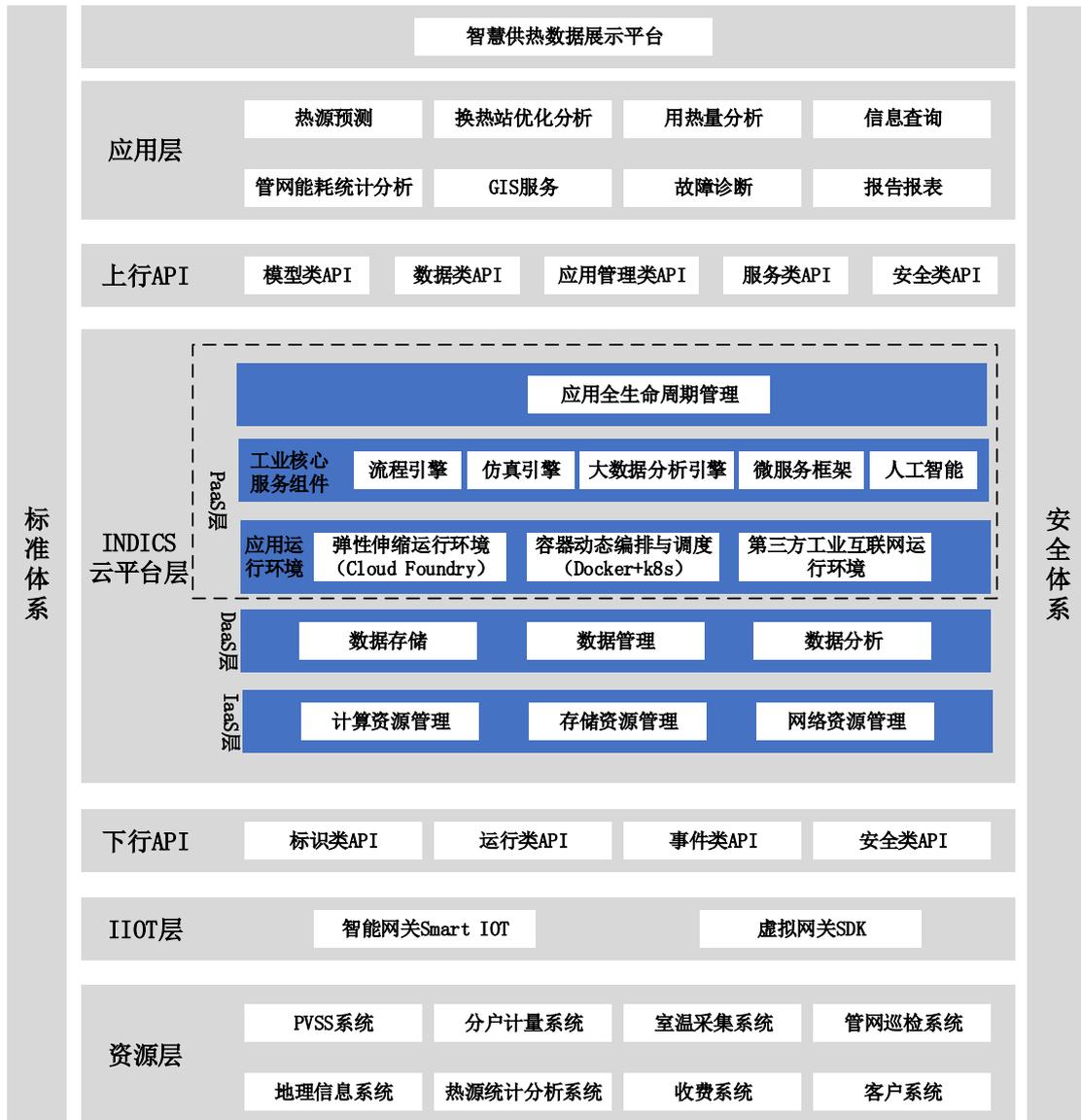


图 1 智慧供热大数据平台系统总体架构

资源层：主要涵盖热网运行过程的各个信息系统，包含换热站 PVSS 系统、热源 DCS 系统、脱硫脱硝系统、余热回收系统、换热站 SCADA 系统、分户计量系统、室温采集系统、收费系统、客服系统、GIS 系统等。

IIOT 层：提供自主知识产权的 Smart IOT 系列智能网关和虚拟网关 SDK，实现异构数据的协议转换，建立供热大数据平台的数据通路，构建平台的数据基础。

INDICS 平台层包括 IaaS 层、DaaS 层和 PaaS 层三部分。

1) **IaaS 层**：基于航天云网数据中心，提供计算资源、网络资源、存储资源基础设施。

2) **DaaS 层**：在庞大的业务数据基础上进行统一数据清理、存储、处理，支

持不同类型的数据库实现供热行业结构化、半结构化、非结构化数据的存储。提供大数据管理工具和集成的第三方大数据管理引擎,解决大数据存储与分析工具的集群化部署、服务配置管理、服务状态监控展示的问题,降低大数据平台运维和使用的难度。提供数据流处理 Spark 和 PIG 等服务。内置多种数据挖掘算法库,支撑整体的数据增值业务。

3)PaaS 层: 以 Cloud Foundry 基础架构作为底层支撑架构,扩展基于 Docker 和 Kubernetes 的混合容器技术,提供弹性伸缩和服务编排功能。面向工业领域,提供微服务引擎 IMSE、面向软件定义制造的流程引擎 IBPE、大数据分析引擎 IBDA、仿真引擎 ISE 和人工智能引擎等工业 PaaS 服务,完成供热行业工业 APP 的全生命周期管理。基于海量数据,深度挖掘数据信息,建立热源预测模型、换热站优化模型、故障诊断模型、能耗分析模型等算法库。

应用层: 面向供热行业,基于工业互联网平台开发多样化、个性化的热源预测、换热站优化分析、用热量分析、信息查询、管网能耗统计分析、GIS 服务、故障诊断、报告报表等工业 APP。

(2) 主要功能

智慧供热云平台能够提供基于专业供热数据的大数据挖掘与可视化分析展现功能,通过整合热源、换热站、管网、气象、热用户数据及客服系统反馈信息,形成全热网统一的大数据挖掘分析平台,帮助青岛能源热电有限公司及下属热力分公司掌握全热网供热各个环节运营状况及客户满意度,通过整合现有粗放、零散、低效的数据资源,实现热网的统一信息化协调监管,针对性改善服务质量,提供个性化服务,为节能降耗、运营管理和日常运作提供重要指导和支持。



图 2 青岛能源智慧供热云平台

1) 换热站二次供热温度优化曲线

根据大量历史数据信息，基于数据驱动与机理分析，建立换热站与二次供温模型，指导供热曲线，在极端天气情况下，可以保证用户室温的稳定性与供热的经济性。考虑中国北方地区温度特性，结合所在地区居住人的热中性温度，丰富模型，起到保持室温舒适的目的，如下图所示。

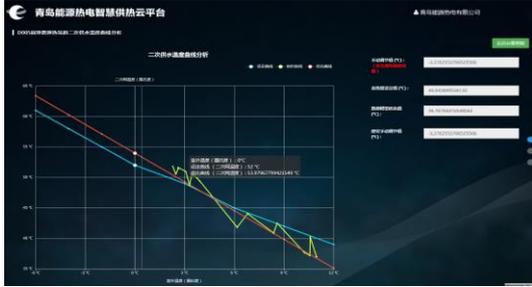


图 3 换热站供水温度指导值



图 4 换热站影响因素分析

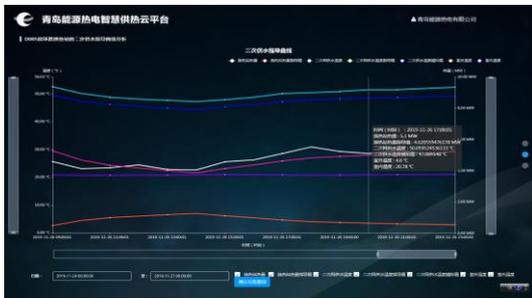


图 5 换热站历史数据监测

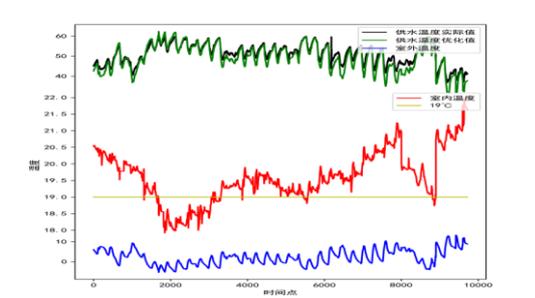


图 6 换热站模型校核

2) 热源功率曲线优化

基于大量历史数据，得出一次网供热温度在不同工况下的纯延迟与惯性时间。基于热源机理与数据驱动，建立精确的热源预测模型，通过该模型得出热源在室外温度改变时，预测的热源功率优化曲线。进而保证合理的供热量，保证换热站的热量供给，如下图所示。

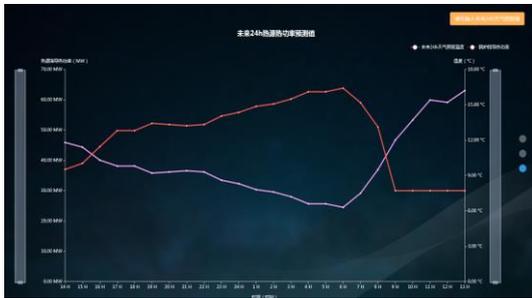


图 7 热源功率 24 小时预测

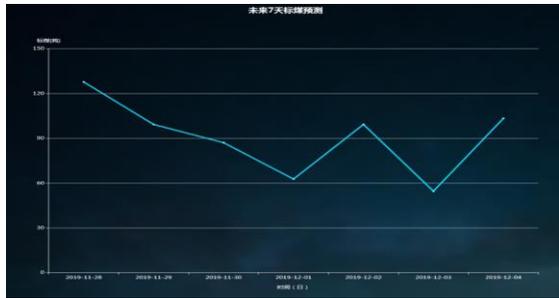


图 8 燃煤 7 天预测

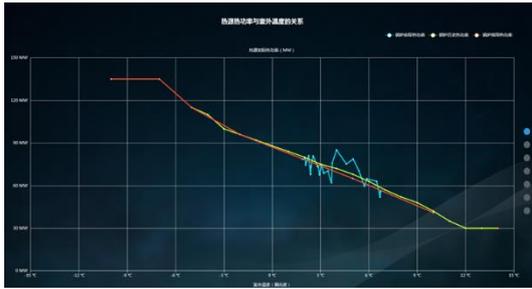


图 9 热源功率指导值

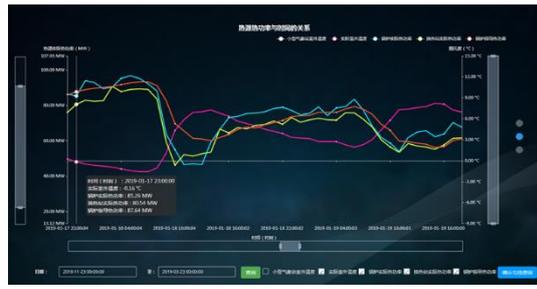


图 10 热源模型校核

3) 室温合格率可视化

提供室温合格率与室温的可视化，通过数据脱敏，实时监测供温质量情况，包括均温，达标率，有利于运行管理粗，如下图所示。

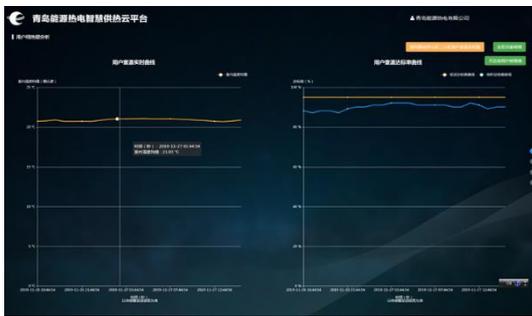


图 11 用户室温与达标率在线监测

不达标用户明细表

时间窗: 3小时 [验证]

时间窗	楼栋	住户名称	联系电话	平均温度	
1小时					
3小时	浮山	40号楼4单元402户客厅	李文军	13792839921	0.00
5小时	浮山	40号楼4单元402户客厅	李文军	13792839921	0.00
8小时	浮山	40号楼4单元402户客厅	李文军	13792839921	0.00
浮山福2A小区	5号楼4单元102户客厅	陈学清	13021689586	0.00	
浮山福2B小区	40号楼4单元201户客厅	白玉珍	13687668777	0.00	
浮山福2C小区	41号楼4单元402户客厅	李文军	13792839921	0.00	
浮山福2A小区	1号楼4单元301户客厅	郑乃美	13210246490	0.00	
浮山福2A小区	5号楼4单元102户客厅	陈学清	13021689586	0.00	
浮山福2B小区	40号楼4单元201户客厅	白玉珍	13687668777	0.00	

图 12 不达标用户明细表



图 13 断供室温预测曲线



图 14 用户室温地图监测

4) 管道故障诊断

通过建立管道热损模型，可以分析精确到每条管道的热损情况。在发生管道泄漏时，及时报警，根据地理信息系统，及时得到坐标，避免造成大量损失，如下图所示。

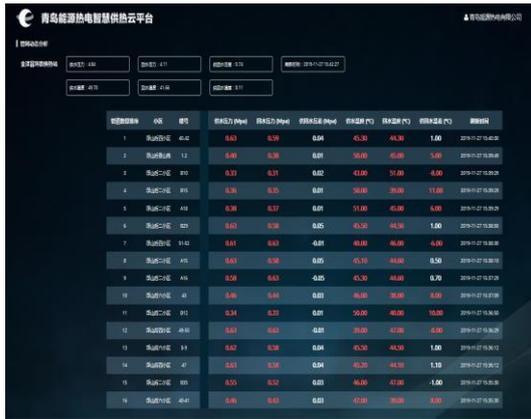


图 15 管道在线监测



图 16 管道数据 GIS 监测

2. 安全性及可靠性

结合智慧供热云平台的特点和要求，安全防护的原则高效、合理、经济并易于实施：（1）需求、风险、代价平衡分析的原则；（2）多重保护原则；（3）可评价性原则；（4）具有先进性、合理性、实用性、可扩展性；（5）技术与管理相结合原则。

依据安全需求和安全风险分析的结果，在遵循上述安全防护原则的基础上，平台安全防护的总体策略为：

分区部署：遵循内外网隔离的原则，将智慧供热云平台中涉及 Internet 的业务及其功能模块部署在信息外网。加强对部署在信息外网应用的安全防护，避免业务敏感信息的泄露，以及成为黑客、计算机病毒的攻击目标和跳板。理清智慧供热云平台与外围接口模块之间的边界，针对不同的安全需求和安全风险，采取相应的安全措施。

应用加固：智慧供热云平台的安全不能完全依赖基础环境和外围安全设备的安全来保证。平台自身具备有效的认证、授权和审计机制；在权限分级和数据分类的基础上，能够对关键操作、敏感数据进行重点防护；同时对外部攻击和滥用具备一定的检测和防御能力。

多层防护：针对不同的安全威胁和安全隐患，采用多种防护措施，多层次的加以保护，并加强不同层次之间的协同，建立一个完整的、纵深安全防护体系。

注重管理：“三分技术，七分管理”，完善安全防护的组织体系和制度建设，明确安全防护的责任与分工；加强安全运维和安全审计工作，根据安全风险的变化，持续改进安全防护策略；制定应急响应流程和事故处理流程，积极应对突发

安全事件。

三、项目实施效果

(1) 经济效益

针对 30 个换热站，5 台锅炉，供热面积 348 万平方米，通过模型与大数据结合技术，室温合格率从 97% 上升到 100%，系统可靠性从 99% 上升到 100%，‘三来’上访率降至 0。在保证用户室温合格率的基础上，单位采暖面积平均能耗由 23.6W/m² 减少到 20.8 W/m²，单位采暖面积电耗由 0.24W/m² 减少到 0.22 W/m²，供电耗标煤由 43.5kg/GJ 减少到 40.7kg/GJ，取得了明显的经济效益，如下图所示。

	供热耗标煤 kg/GJ	系统可靠性 (%)	室温合格率 (%)
改造前	43.5	99	97
改造后	40.7	100	100
	‘三来’上访率 (%)	单位采暖面积能耗 (W/m ²)	单位采暖面积电耗 (W/m ²)
改造前	0.7	23.60	0.24
改造后	0	20.80	0.21

图 17 经济效益

(2) 管理效益

1) 分散系统归集统一

通过集成各个分散业务系统，实现数据集成管理，生产调度具有实时监控、智能运行等手段。

2) 提升供热管控水平

根据模型计算、优化，提供经济化、安全化运行调节方式，使整个业务系统覆盖生产、运营与监管，提升资源调度效率，整体提高管控水平。

3) 管网可靠性提高

针对管网实时监控，智能评估管道耗损情况与管道安全情况，及时发现设备故障信息，采取相关措施，保证设备安全稳定长周期运行。

(3) 社会效益

兴业：通过能源热力数据帮助企业做好能效管理，帮助企业节能，减少成本支出。

惠民：促进合理用能和能源消费模式变革，降低污染减排，提升环境质量，以用户热舒适度为核心目标，提高用户满意度。

善政：推动跨领域大数据资产的共享融合，有利于实现数据的开放，为国家大数据发展战略的实现提供基层支撑和坚实保障，履行能源企业的责任。