

某集总采暖系统现状评估及节能诊断

Current Situation Evaluation and Energy-saving Diagnosis of a Centralized Heating System

乔磊^① QIAO Lei; 白新奎^② BAI Xin-kui; 邓秦生^③ DENG Qin-sheng;
白旭^③ BAI Xu; 李恭斌^② LI Gong-bin; 孙玉成^③ SUN Yu-cheng

(^①西安热工研究院有限公司, 西安 710054; ^②华能甘肃能源开发有限公司, 兰州 730071;

^③华能兰州新区热电有限公司, 兰州 730299)

(^①Xi'an Thermal Power Research Institute Co., Ltd., Xi'an 710054, China;

^②Huaneng Gansu Energy Development Co., Ltd., Lanzhou 730071, China;

^③Huaneng Lanzhou New Area Thermal Power Co., Ltd., Lanzhou 730299, China)

摘要: 对内蒙古伊敏河镇地区某采暖系统及各换热站的现状、运行数据及主要问题进行测算、分析和诊断, 结合设备和系统的模型资料和运行数据, 进行定量计算或定性分析, 重点分析了热网运行参数, 进而提出了合理的解决方案和建议, 指导热网节能改造和优化运行。

Abstract: The current situation, operation data and main problems of a heating system and each heat exchange station in Yiminhe Town, Inner Mongolia are calculated, analyzed and diagnosed, and combined with the model data and operation data of the equipment and system, quantitative calculation or qualitative analysis is carried out, focusing on the analysis of the operation parameters of the heating network, and then reasonable solutions and suggestions are put forward to guide the energy-saving transformation and optimal operation of the heating network.

关键词: 热网; 换热站; 热负荷

Key words: heating network; heat exchange station; thermal load

中图分类号: TU995 文献标识码: A 文章编号: 1006-4311(2023)06-019-03 doi:10.3969/j.issn.1006-4311.2023.06.006

0 引言

随着近几年伊敏河镇的城市建设快速发展, 居民对于生活品质的要求也不断提高, 其中就包括供热质量。伊敏河镇现已实现集中供热面积近 150 万平方米, 70% 的居民实现了统一集中采暖和 24 小时热水供应。

对于地处严寒的伊敏河镇而言, 供热安全与供热质量是保证供暖期居民生活品质最重要的因素。为了满足供热负荷逐年增长的需求, 并提高热网运行安全性和经济性, 提高热网的整体供热能力, 同时改善热网水力工况, 实现节能降耗。本文结合设备和系统的模型资料和试验数据, 对各个系统和设备的能耗进行了测算和分析。分析换热站和管网运行状况及能耗水平, 并针对现有问题提出节能优化措施。

1 工程概况

伊敏河镇位于内蒙古自治区东北部鄂温克族自治旗境内, 北距呼伦贝尔市海拉尔区 85 公里。伊敏河镇参照海拉尔地区供热设计参数, 根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012^[1], 采暖期由当年的 9 月 20 日至第二年的 5 月 10 日共 232 天, 冬季采暖室外计算温度为 -31.6℃, 采暖期平均气温为 -14.3℃, 采暖期内室内计算温度为 18℃。

伊敏河镇集中供热系统承担全部民用及部分工业建筑集中供热任务, 并承担着居民区及部分生产区域 24 小

时生活热水供应任务。按区域可分为新源区和滨河区供热系统, 采用热源—一次热网—换热站—二次热网—热用户的间供结构, 供热系统共有 20 座换热站, 其中新源区供热系统共有 8 个换热站, 而滨河区供热系统共有 12 个换热站, 新源区和滨河区各换热站面积如表 1-表 2 所示, 热源总供热面积为 151.9 万平方米。

表 1 新源区换热站及供热面积

序号	换热站	供热面积(m ²)
1	一小区换热站	164257.87
2	二小区换热站	216303.09
3	三小区换热站	102638.39
4	高中换热站	69089.94
5	5# 换热站	78171.1
6	6# 换热站	127286.89
7	金穗家园热站	17973.62
8	水厂换热站	3025
小计		778745.9

表 2 滨河区换热站及供热面积

序号	换热站	供热面积(m ²)
1	东环换热站	94145.22
2	南环换热站	112856.12
3	西环换热站	55228.76
4	北环换热站	158178.92
5	铁运换热站	14336.68
6	锦绣家园换热站	35600
7	镇政府换热站	75000
8	安居小区换热站	33311
9	通大换热站	77736.82
10	铁运一号(直供)	330
11	日升昌大酒店	3700
12	源河区换热站	104260.98
小计		769853.4

课题项目: 中国华能集团有限公司总部科技项目(HNKJ22-H79)。

作者简介: 乔磊(通讯作者)(1982-), 男, 陕西西安人, 正高级工程师, 硕士, 主要研究方向为火电厂热力系统与供热系统节能及优化。

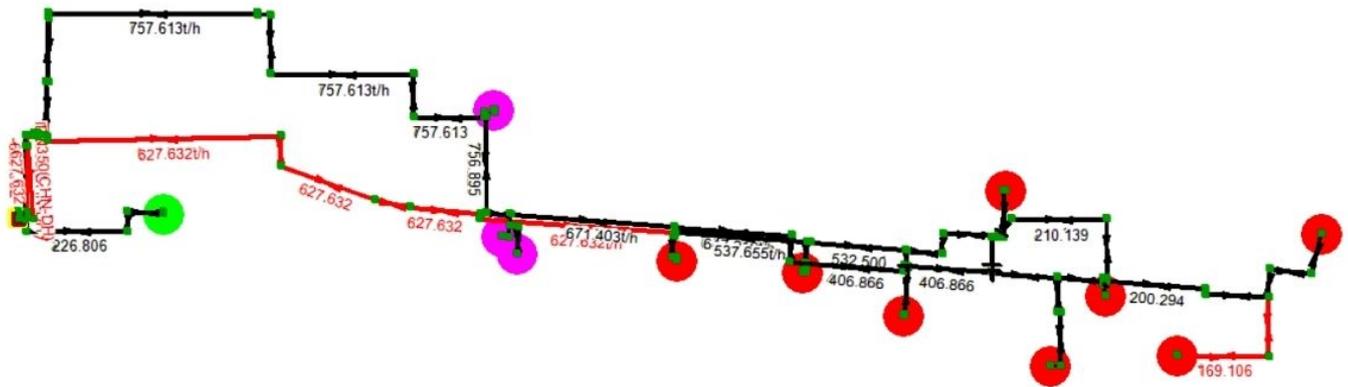


图1 滨河区供热管网图

2 工程现状分析

2.1 热负荷分析

建筑采暖热负荷可依据《城镇供热管网设计规范》(CJJ34-2010)^[2]推荐热指标计算,如表3和表4,由于伊敏河全年低于-31.6℃的天数超过20天,为充分保证居民供热质量,取表3中推荐值上限计算。滨河区平房等老旧建筑较多,核算后综合热指标为101.8W/m²(含生活热水热指标);新源区多为近年来新建的多层建筑,核算后综合采暖热指标为77W/m²(含生活热水指标)。

表3 采暖热指标推荐值 (W/m²)

类型	住宅	居住区综合	学校办公	医院托幼	旅馆	商店	食堂餐厅	影剧院展览馆	大礼堂体育馆
非节能	58~64	60~67	65~80	65~80	60~70	65~80	115~140	95~115	115~165
节能	40~45	45~55	50~70	55~70	50~60	55~70	100~130	80~105	100~150

表4 居民住宅区供暖期生活热水热指标 (W/m²)

用水设备情况	热指标(W/m ²)
住宅无用水设备,只对公共建筑供热水时	2~3
全部住宅有淋浴设备,并供生活热水时	10~15

该供热系统年耗热量可按式(1)-(2)计算

$$Q_{a,h} = 0.0864 N Q_h (t_n - t_{p,j}) / (t_n - t_{w,j}), GJ/a \quad (1)$$

$$Q_h = q \times A \times 10^{-6} \quad (2)$$

式中:Q_{a,h}—采暖全年耗热量,GJ/a;N—采暖期天数,天;Q_h—采暖设计热负荷kW;t_n—采暖室外计算温度,℃;t_n—采暖室内计算温度,℃;t_{p,j}—供暖室外平均温度,℃;q—采暖热指标,W/m²;A—采暖建筑物的建筑面积,m²。

经计算,采暖热负荷及年耗量如表5所示。

表5 采暖热负荷及年耗量

	供热面积(万m ²)	设计采暖热负荷(MW)	采暖年耗热量(GJ)
滨河区	76.99	78.53	1025078.36
新源区	77.88	60.75	792945.1
总计	154.87	139.28	1818023

2.2 热源分析

伊敏地区集中供热热源为伊敏电厂供热机组,是典型的与煤矿煤水灰紧密联系的坑口电厂,现有装机容量3400MW。一期工程安装两台500MW超临界燃煤火力发电机组,分别于1998年11月和1999年9月投产发电;二期工程安装两台600MW国产亚临界燃煤火力发电机组,于2007年实现双机环保项目与主体工程同步投产发电;三期工程安装两台600MW国产超临界燃煤火力发电

组,分别于2010年和2011年投产发电。

伊敏电厂目前4台机组均为不可调整抽汽式机组,其中二期2台机组为不能抽汽机组。一期和三期机组担负着伊敏地区居民及生产单位的采暖供热任务。一期和三期机组汽轮机主要设计参数见表6。

表6 一期和三期汽轮机主要设计参数

名称	单位	一期		三期	
		#1机	#2机	#5机	#6机
制造厂	/	南京汽轮机厂		哈尔滨汽轮机厂	
型号	/	N550-23.54/540/540		CLN600-24.2/566/566	
额定功率	MW	500	500	600	600
经济功率	MW	550	550	600	600
最大功率(TMCR)	MW	575.6	575.6	665.7	665.7
工作转速	rpm	3000	3000	3000	3000
频率	Hz	50	50	50	50
主汽压力	MPa	23.54	23.54	24.2	24.2
主汽温度	℃	540	540	566	566
主汽流量(THA)	t/h	1596	1596	1760.8	1760.8
高压缸排汽压力	MPa	3.92	3.92	4.23	4.23
高压缸排汽温度	℃	281	281	308.1	308.1
再热压力	MPa	3.51	3.51	3.81	3.81
再热温度	℃	540	540	566	566
凝汽器压力	kPa	4.85	4.85	4.9	4.9
循环水温度	℃	20	20	20.5	20.5
给水温度	℃	268.8	268.8	280	280
盘车转速	rpm	3.4	3.4	3.35	3.35
热耗率	kJ/kWh	7779	7779	7522	7522

2.3 热网分析

伊敏河镇集中供暖系统由热源、换热站及管网组成,热源侧由汽轮机组抽汽至首站完成一次网换热,经由电厂首站热网循环泵送至各换热站。滨河区由一期机组供热,新源区由三期机组抽汽供热。一次网设计供回水温度110/70℃,二次网设计供回水温度70/50℃,管道设计压力1.2MPa,采用有偿直埋敷设,供热管网图如图1-图2所示。

在采暖系统中,一般情况下,主干线设计比摩阻小于70Pa/m,支线比摩阻不应大于300Pa/m。通过建模计算滨河区和新源区两个热力管网比摩阻绝大部分在70Pa/m以下。

热水供热管网介质流速不应大于3.5m/s。通过建模计算,滨河区和新源区管网介质流速均在2m/s左右,介质流速在合理范围内。

为避免供热管网超压,需对最不利环路进行计算,最不利环路是指在热水网路的各相互并联环路中,平均比压

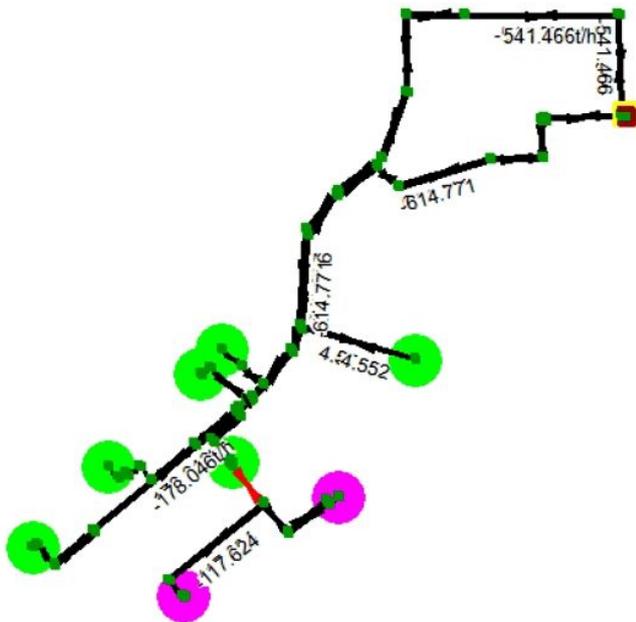


图2 新源区供热管网图

降最小的一个环路。一般是指距热源最远的环路。通过计算最不利环路压降均满足设计要求。

2.4 换热站分析

伊敏河镇集中供热系统共有 20 个换热站，一次网热源来水进入换热站热网、热水一次侧通过换热机组换热，二次侧进用户小区或生活热水管。换热站内设有换热器、循环泵、调节阀等。各站实际情况大同小异，采暖循环泵配置大多为 2 用 1 备，补水泵和热水循环泵 1 用 1 备。各换热站换热面积如表 7 所示。

表7 各换热站换热面积

序号	区域	换热站	供热面积(m ²)
1	滨河区	东环换热站	94145.22
2		南环换热站	112856.12
3		西环换热站	55228.76
4		北环换热站	158178.92
5		铁运换热站	14336.68
6		锦绣家园换热站	35600
7		镇政府换热站	75000
8		安居小区换热站	33311
9		通大换热站	77736.82
10		铁运1号(直供)	330
11		日升昌大酒店	3700
12		源河区换热站	104260.98
13	新源区	一小区换热站	164257.87
14		二小区换热站	216303.09
15		三小区换热站	102638.39
16		高中换热站	69089.94
17		5# 换热站	78171.1
18		6# 换热站	127286.89
19		金穗家园换热站	17973.62
20		水厂换热站	3025

为对换热站的耗热量和耗电量进行评价，采用式(3)和式(4)分别计算单位面积耗热量和单位面积耗电量。

$$Q_{yA} = \frac{Q_{y0}}{A_y} \quad (3)$$

式中， Q_{y0} —换热站一次侧输入热量，GJ； A_y —换热站面积，m²。

$$E_A = \frac{E}{A} \quad (4)$$

式中， E —供暖期耗电量，kWh； A —换热站面积，m²。

在《GB/T-50893-2013 供热系统节能改造技术规范》^[3]中规定严寒地区供暖建筑单位面积耗热量应小于 0.50 GJ/m²，耗电量应小于 1.5kWh/m²，而计算结果显示仅有 6 个换热站符合两项要求。这主要由两个方面造成，一个方面生活热水负荷指标偏高和供热室内温度普遍偏高导致耗热量偏高，另一方面，为大流量小温差运行导致循环泵功耗变高。

2.5 智能化运行现状

伊敏河地区换热站运行调节方式仍以人工手段为主，凭借运行人员的经验模糊调节，无法实现按需供热，也不利于热网节能降耗。换热站一次网、二次网的供回水管道分别布置有温度、压力测点、流量测点，水箱配有软化水装置，安装有压力变送器（计算液位）、软化水补水流量计。循环泵大部分为就地软启动，部分采用一拖二变频控制，补水泵大部分为一拖二变频模式，采用恒压力补水，但大多数站现场监控操作设备落后，仍采用按钮式操作和数显表监视。

2.6 诊断分析

伊敏地区换热站总体维护情况较好，这与伊敏地区热网的设计、运行、维护理念是分不开的，但换热站的控制系统仍存在一些问题，具体如下：

①大部分换热站配有先进的自控系统，配置规模也符合现代化智慧供热的要求，但系统未充分发挥出其效果，利用率不高，仅仅起到采集传输运行基本数据的功能。

②一次网尚缺少自动调节设备，采用人工手调无法做到按需供热、实时调整，且对调控效果无法得出合理判断，易造成用户侧过热、欠热或冷热不均的现象。

③监控中心缺乏天气预报数据采集系统，不能为整个热网的科学运行提供有效的气象指导。

④监控软件功能单一，系统仍处于半自动运行模式，仅仅做到了数据的可监测，运行过程中需要人工参与的调节控制点较多，缺乏先进的控制算法以及全网平衡调节模块。

⑤水、电表计未接入控制系统，不能形成系统化的可追溯数据源，无法对节能量进行精准评估。

⑥换热站仍采用模拟型摄像机，画面像素质量较差，目前工业现场大多采用网络数字型摄像机作为监控设备。

3 结论

本文对内蒙古地区伊敏河镇集中供热系统现状进行分析，存在换热站单位面积耗热量和耗电量都偏高的现象，且换热站二次网采暖循环水流量偏高，供回水温差偏小。未来需对换热站的能耗和电耗进行精准监测，对循环水泵进行节能优化，同时以软件系统为主，同时更换或增设性能更优的硬件设备设施。

参考文献：

- [1]GB 50736-2012, 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S].
- [2]CJJ 34-2010, 城镇供热管网设计规范[S].
- [3]GB/T 50893-2013, 供热系统节能改造技术规范[S].