

大型集中供热系统热网运行 调节技术的实践与应用

辽宁大唐国际葫芦岛热力有限公司 张蕊

摘要:集中供热是保障我国人民生产生活的重要基础能源设施。我国城镇化进程的快速推进以及国家节能减排、环保等一系列政策的出台,北方城市的传统供热模式发生了很多变化。拆并小锅炉、多热源联网运行等措施的实施,使得城市供热系统的规模不断扩大,供热管网变得越来越复杂,系统运行调节花费的时间更长。相对于新建热网而言,原有老旧管网供热设备设施质量较差,加之从事专业技术人员的实践经验不足,导致在供热系统投运初期易出现水力不平衡、调节滞后、能耗大、用户室温冷热不均和投诉等问题。如何采取有效的措施保证老旧管网并网后整个供热系统的可靠性和经济性,降低供热风险,是当前热力企业重点研究和解决的问题。

关键词:集中供热;运行调节;仿真建模;水力计算

DOI 编码:10.16641/j.cnki.cn11-3241/tk.2022.02.012

Practice and application of heat supply network operation regulation technology in large central heating system

Liaoning Datang International Huludao Thermal Power Co.,Ltd. Zhang Rui

Abstract: Central heating is an important energy infrastructure to ensure the production and life of our people. The rapid advancement of China's urbanization process and the introduction of a series of national policies on energy conservation, emission reduction and environmental protection, many changes have taken place in the traditional heating mode in northern Cities of China. Splits and small boiler, heat source more networking operation, the implementation of the measures such as, urban ring network heating and multi heat source combined heating makes the scale of urban heating system continue to expand, the heating pipe network becomes more and more complex, and the system operation and regulation takes longer. Compared with the new heating network, The quality of heating equipment and facilities of the original old pipe network is poor, coupled with the lack of practical experience of professional and technical personnel, which leads to the problems In the initial stage of operation of heating system, there are many problems, such as hydraulic imbalance, regulation lag, large energy consumption, uneven cooling and heating at room temperature and complaints at the initial stage of operation of the heating system. How to take effective measures to ensure the reliability and economy of the whole heating system after the old pipe network is connected to the grid, and reduce the heating risk, is the focus of the current thermal enterprises.

Keywords: central heating; operation regulation; simulation modeling; hydraulic calculation

1 概述

葫芦岛市位于辽宁省西南部,属北温带大陆性季风气候,供暖设计室外温度 -12.6°C ,年极端最低气温 -23°C ,供暖时间为11月1日至次年3月15日。2020年,根据葫芦岛市政府相关文件要求,城区内天正、中奥、五厂等供热公司锅炉房停止供热,自2020-2021年供暖季开始,原供热区域并入辽宁大唐国际葫芦岛热力有限责任公司(以下简称大唐葫芦岛热力)集中供热系统。

大唐葫芦岛热力设计供热面积 1397万 m^2 ,2019-2020年度供暖季正式投入生产运营,供热面积 370万 m^2 。2020-2021年度供暖季,供热面积 1205万 m^2 ,其中葫芦岛市老旧管网供热面积共计 835万 m^2 ,包括葫芦岛市原中奥热力 215万 m^2 ,五厂热力 412万 m^2 ,天正热力 106万 m^2 ,东部城区新增 102万 m^2 。

新增面积并网后存在的以下主要问题:

(1)新旧管网供热设备设施差异性大。由于转接面积全部为老旧管网,供热设备设施质量较差,且缺少基础性资料,多数热力站不具备远程监控功能,换热站温度、压力、流量等参数无法实现远程监视,热力站内循环泵、补水泵的启停、调节控制方式区别较大,增加了管网投运调整的难度。

(2)一级管网管线标高差较大,老旧管网承压能力不足。大唐葫芦岛热力一级管网为枝状管网,全长约20公里。一级管网管线标高最低点为大唐葫芦岛热电厂有限公司热网首站,标高为 4.2m ;标高最高点位于管网末端的龙背山山顶处为 68.0m 。为保证管线最高点后正常循环,一级管网循环流在 7000t/h 的情况下,热源出口供水压力已达 1.2MPa ,老旧供热管网部分管段最高承压能力仅为 0.8MPa ,运行调节过程中需要采取措施保证系统不超压,运行调节难度较大。

针对上述类似问题,国内许多专家学者进行大量研究工作。周旋^[1]提出了基于动态水力平衡的集中供热系统二次管网节能优化调节方法研究,提出了基于遗传算法的动态水力平

衡优化调节方法。王艳敏^[2]提出了基于智能阀辨识管网阻力数及二次网动态水力平衡研究,通过辨识管网最不利环路,应用最佳流量调节方案最小压差控制策略。刘建国^[3]在集中供热热网系统的运行调节研究与实践在供热运行一文中,提出要充分根据热网的规模,系统的连接方式,采用科学合理的供暖方案和灵活有效的运行调节措施。以上研究为集中供热热网运行调节和水力平衡优化提供理论方法指导,但受限於大唐葫芦岛热力现有设备水平,难以应用于热网实际运行调节工作中。

2 运行调节技术的实践与应用

针对大唐葫芦岛热力存在的问题,为满足供热期系统运行调节的需要,保证供热系统安全、稳定、经济运行。从热网初调节、仿真建模、优化运行的角度进行技术实践与应用。

2.1 热网初调节

供热初期对供热系统进行初调节,解决系统水力平衡、热力平衡的问题,将用户的运行流量调整到较理想状态。由于本系统缺少必要的流量数据监测装置,采用回水温度调节进行初调节,由于管网供给用户的热量等于其流量、供回水温差以及热水比热的乘积^[4]。当实际流量大于设计流量时,供回水温差减小,回水温度高于规定值;当实际流量小于设计流量时,供回水温差增大,回水温度低于规定值。因此只要把各用户的回水温度调到相等,就可以使各用户得到与热负荷相适应的供热量,达到均衡调节的目的。采用回水温度调节法两个关键环节:一是要绘制供热运行曲线^[5],得出不同室外温度下一级管网、二级管网的对应的供回水温度。参考表1,根据大唐葫芦岛热力热源、热网、热用户的设计参数和设备状况,以室外气温零上 5°C 为曲线绘制的最高温度限值,以当地设计室外温度 -12.6°C 为曲线绘制的最低温度限值,绘制完成不同室外温度下热网运行对应的参数,采用回水温度法指导企业开展运行调节;二是采用可靠性高、精度高的温度监测装置,如:红外线测温仪、数字式表面温度计。

表 1 运行调节对照表

室外温度/℃	-12.6	-11	-10	-9	-8	-7	-6
负荷比	1.00	0.95	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78
一级网供水温度/℃	90	86.55	84.39	82.22	80.05	77.87	75.69
一级网回水温度/℃	45	43.90	43.21	42.52	41.81	41.11	40.39
二级网散热器供水温度/℃	50	48.64	47.79	46.93	46.07	45.19	44.32
二级网散热器回水温度/℃	40	39.17	38.64	38.11	37.57	37.02	36.47
二级网地热供水温度/℃	45	43.88	43.17	42.45	41.74	41.01	40.28
二级网地热回水温度/℃	40	39.14	38.59	38.04	37.49	36.93	36.36
室外温度/℃	-5	-5	-4	-3	-2	-1	0
负荷比	0.75	0.75	0.72	0.69	0.65	0.62	0.59
一级网供水温度/℃	73.49	73.49	71.29	69.09	66.87	64.65	62.41
一级网回水温度/℃	39.67	39.67	38.94	38.20	37.46	36.70	35.94
二级网散热器供水温度/℃	43.43	44.37	43.44	42.49	41.55	40.59	39.62
二级网散热器回水温度/℃	35.91	34.97	34.45	33.92	33.38	32.83	32.27
二级网地热供水温度/℃	39.54	40.01	39.25	38.48	37.70	36.92	36.12
二级网地热回水温度/℃	35.79	35.32	34.76	34.19	33.62	33.03	32.44
室外温度/℃	1	2	3	4	5		
负荷比	0.56	0.52	0.49	0.46	0.42		
一级网供水温度/℃	60.17	57.92	55.65	53.37	51.08		
一级网回水温度/℃	35.17	34.39	33.59	32.79	31.97		
二级网散热器供水温度/℃	38.64	37.66	36.66	35.65	34.62		
二级网散热器回水温度/℃	31.70	31.12	30.53	29.93	29.31		
二级网地热供水温度/℃	35.32	34.50	33.68	32.85	32.00		
二级网地热回水温度/℃	31.85	31.24	30.62	29.99	29.35		

2.2 热网水力仿真建模

为了保证一级管网承压能力要求,在供热系统投运前,根据大唐葫芦岛热力的热负荷配置情况,考虑管网 63.8 m 的标高差,保证龙背山高点处不汽化、不倒空,高点管道压力应不低于 0.65 MPa。进行不同工况下的水力仿真建模,分析主、支干线的流量、压力分布情况,指导系统的运行调节。

水力仿真建模的主要步骤如下:

(1)搜集热网管道资料,主要有:热网管道布置图、各管段的长度和管径、主要局部阻力损失部件的数量和位置;

(2)进行模型的绘制,并输入已知参数,初始化模型;

(3)根据不同的工况确定热源、热力站等主要边界条件;

(4)进行仿真模拟计算;

(5)对计算结果进行分析,确定各换热站的资用压头。根据计仿真模拟结果,大唐葫芦岛热力的枝状管网在不同工况下的最不利环路为:葫芦岛热电厂区引出沿主管道 DN1200,沿汉江路方向至龙港,沿连山河西北方向至龙程街,变径 DN1000 后继续沿龙程街向西敷设至文兴南路,沿文兴南路向西北至

龙湾大街, 变径 DN800 后继续沿龙湾大街, 后变径 DN600 向西为接中奥热力负责区域供热, 直至财政局换热站。

2.3 水力仿真计算与水压图

2.3.1 热网水力计算原则

(1) 管道阻力计算采用当量长度法^[6], 局部阻力当量长度百分比取 0.3; 绝对粗糙度 $K = 0.5 \text{ mm}$; 管内流体计算密度 961.92 kg/m^3 。

(2) 热网主干线比摩阻按 CJJ34-2010《城镇供热管网设计规范》取 $R_p = 30 \sim 70 \text{ Pa/m}$ 的推荐值。

(3) 热网支干线、支线应按允许压力降确定管径^[7], 但供热介质流速不应大于 3.5 m/s , 支干线比摩阻不应大于 300 Pa/m 。

2.3.2 不同工况下的水压图

2.3.2.1 工况一: 采暖初末期, 一级管网流量 $6\,000 \text{ t/h}$

由水压图 1 可知, 当一级管网总流量为 $6\,000 \text{ t/h}$ 时, 最不利环路的单程压力损失为 0.362 MPa 。若不考虑龙背山与热源厂处的管道高度差, 则循环水泵的扬程只需要 83 m 即可满足循环, 即一级管网供水压力 1.03 MPa , 回水压力 0.2 MPa 。但此时龙背山管道处压力为 0.542 MPa , 不能满足不倒空、不汽化的要求。此时, 需要提高回水压力, 让系统整体压力升高, 满足热网的整体正常循环。计算出的热源参数为: 一级管网供水压力 1.15 MPa , 回水压力 0.35 MPa 。

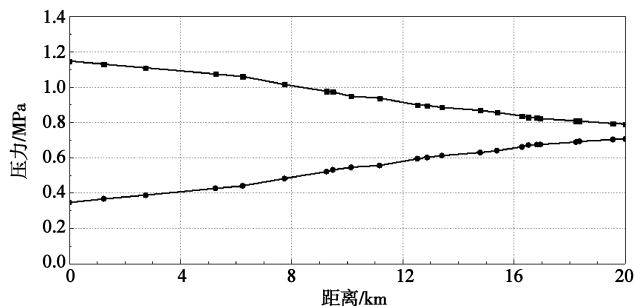


图 1 流量 $6\,000 \text{ t/h}$ 工况下的水压图

2.3.2.2 工况二: 采暖中寒期, 一级管网流量 $7\,000 \text{ t/h}$

由水压图 2 可知, 当一级管网总流量为 $7\,000 \text{ t/h}$ 时, 最不利环路的单程压力损失为 0.487 MPa 。则循环水泵的扬程只需要 108 m

即可满足循环, 即一级管网供水压力 1.28 MPa , 回水压力 0.2 MPa 。为了降低供热热网的整体压力水平, 本工况按照计算热源参数为: 一级管网供水压力 1.2 MPa , 回水压力 0.2 MPa 。

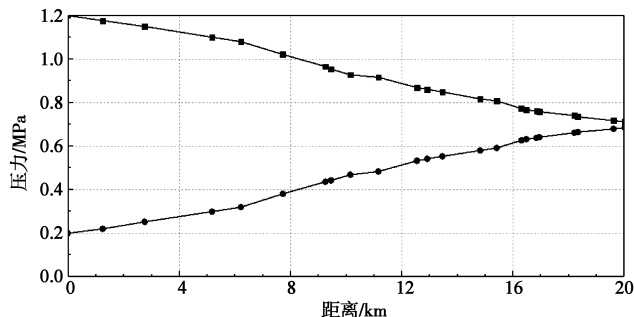


图 2 流量 7000 t/h 工况下的水压图

2.3.2.3 工况三:采暖严寒期,一级管网流量 8 000 t/h

由水压图 3 可知,当一级管网总流量为 8 000 t/h 时,最不利环路的单程压力损失为 0.631 MPa。循环水泵的扬程需要 137 m,即

一级管网供水压力 1.563 MPa,回水压力 0.2 MPa。为了满足现有设备条件、降低供热热网的整体压力水平,本工况按照计算热源参数为:一次网供水压力 1.5 MPa,回水压力 0.2 MPa。

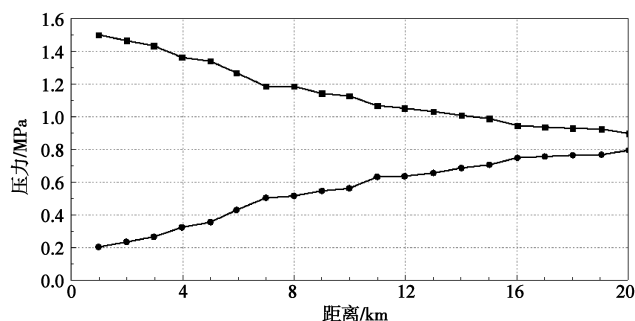


图 3 流量 8000t/h 工况下的水压图

根据三种工况下的水力计算结果可以看出,若保证龙背山高点处正常循环,在管网无法采取其他措施的情况,一级管网供水压力高于 0.8 MPa 的管段较长,此时对于转接的老旧管网具有较高的安全风险,因此在进行调整过程中必须对各老旧管网各管段采取降压措施。

3 结语

大型集中供热系统的运行调节是一项实际操作复杂的系统工程。当下,集中供热企业的规模越来越大,热网也变得越来越复杂,运行调节的难度也在增加,要因地制宜的结合每一个供热系统的现场环境、设备设施状况、管网状况、负荷规模,以水力计算、水压图、供热运行曲线绘制等理论计算为基础,采用科学合理运行调节技术,保证系统安全稳定经济运行。

参考文献

- [1] 周旋.基于动态水力平衡的集中供热系统二次管网节能优化调节方法研究[J].中南大学学报第五十卷第 1 期,2019.01.
- [2] 王艳敏.基于智能阀辨识管网阻力数及二次网动态水力平衡研究[J].区域供热,2020,(4).
- [3] 刘建国.集中供暖热网系统的运行调节研究与实践在供热运行中[J].科学技术与创新,2020.12
- [4] 贺平,孙刚,王飞,等供热工程(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [5] 石兆玉.供热系统运行调节与控制[M].北京:清华大学出版社,1994.
- [6] 李善化,康慧.实用集中供热手册[M].北京:中国电力出版社,2006.
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部.CJJ 34-2010 城镇供热管网设计规范[S].北京:中国电力出版社,2010.