

集中供暖过程中的供热管网水力失调问题与解决措施

吴峰

摘要:近年来,为提高人居环境质量和加快城镇化发展步伐,我国多地区建设集中供暖系统,对提高供暖效果、控制供暖能耗及成本有重要作用。其中,水力失调是集中供热管网运行期间存在的一项典型问题,降低了供热质量和供热效率,导致实际集中供暖效果达不到预期,限制了供热管网功能的发挥。在这一背景下,对供热管网水力失调问题进行深入研究是十分必要的。

关键词:集中供暖;供热管网;水力失调;解决措施

一、集中供暖过程中的供热管网水力失调问题

根据供热管网运行情况来看,水力失调问题成因复杂,具体包括压头阻力失控、未完全消除剩余量、循环水泵选型有误、用户数量增减及缺乏调节设备等。

(1) 压头阻力失控。供热管网设计方案缺乏可行性,没有结合实际情况准确计算压头阻力值,致使部分管段的阻力部件实际阻力和设计阻力不一致,最终引发水力失调问题。

(2) 未完全消除剩余量。供热管网在设计阶段会预留一定冗余量来应对可能增长的供热需求,如果缺少截止阀、闸阀等阀件,或是阀件调节性能较差,无法依靠管径变化消除全部剩余量,将致使水力失调。

(3) 循环水泵选型有误。没有结合管网特点选择恰当型号的循环水泵,水泵实际提供能耗量和设计要求不符,致使工作点偏离状态,流量、扬程等状态量超出或低于标准值。

(4) 用户数量增减。供热管网末端用户数量处于动态变化状态,如果用户增减幅度过大,会改变管网用户点位置,在管段流量重新分配过程中易出现水力失调问题。

(5) 缺乏调节设备。早期供热管网在用户侧采取单管顺流形式,并未安装调节设备,在系统运行参数偏差程度超标时,会出现水力失调情况。

二、供热管网水力失调问题的解决措施

1. 附加阻力

早期供热管网采取人工调节方式来处理水力失调问题,工作人员手动调节阀门开度来改变系统阻力,整体操作流程较为烦琐,用户数量、供热负荷发生变化时都

需要开展调节操作,需要反复开展调节操作才能消除各处环路内的剩余压头。受人为因素影响,难免出现错误调节、操作不及时等问题。工作人员可采取附加阻力平衡法,在用户侧加装温控阀、平衡阀等具备较高自动化程度的调节装置,实时感知供热管网运行工况和环路剩余压头,根据检测结果自动展开动作,通过改变附加阻力来消除剩余压头,保持全部环路处于阻力平衡状态。根据实际效果来看,附加阻力平衡法有着循环水泵具备足够扬程及流量的优势,不但可以预防发生水力失调问题,还将起到减少过热用户热量浪费、降低供热管网总体能耗水平等多重作用。

2. 附加压力

对于循环泵实际扬程未满足需求的供热管网,由于用户入口供回水压差失控,导致末端部分用户供热房间室温不达标,会出现水力失调问题。常规附加阻力法缺乏适用性,工作人员应采取附加压力平衡法,在此类管段内部加装小流量和低扬程的水泵装置,通过水泵来补足资用压头欠缺部分,最终通过调节用户系统压头来解决水力失调问题。此方法既可以预防水力失调现象再次发生,还可以通过降低水泵耗电量取得一定程度的节能效果。

3. 同程采暖系统

目前来看,我国部分城镇的集中供暖系统较为落后,一些小区采取单程供热管网,此类管网有着供热半径大、结构复杂的局限性,管网不易调节控制,容易出现水力失调问题。对此,工作人员需要对供热管网进行升级改造,由同程采暖系统取代单程采暖系统,加装热量计、压差控制阀或是流量控制阀等自动调节装置。同程采暖系统分为垂直同程、水平同程两种形式。其中,垂直同程系统由供回水干管、双线立管、散热器、阀件等部分组成,水平同程系统由供回水干管、双线水平管、截止

作者简介:吴峰(1989.05—),男,汉族,本科学历,初级工程师,主要从事集中供暖设计工作。

阀、调节阀等部分组成，保持水平方向各组散热器热媒温度基本一致。

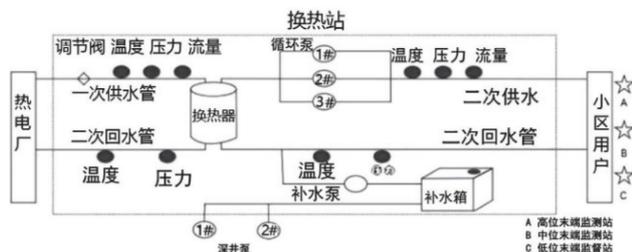


图1 集中供热系统原理

4. 增加自用压头

为解决供热管网循环能力差的问题，要避免因循环水泵流量、扬程不匹配而引发水力失调现象。工作人员可选择在供热管网内配备大功率与大扬程的循环水泵，替换老旧型号的循环水泵，通过增加自用压头数量、提高循环流量来改善管网循环运行状况，预防再次发生水力失调现象。同时，考虑到循环水泵流量、扬程等状态量超出标准值时同样会引发水力失调现象，工作人员需要提前做好供热管网运行调查工作，根据已掌握的信息来考虑内部阻力、热量平衡的实际影响，确定循环水泵性能指标与最佳数量，以改善局部供热效率、提高末端用户供热温度作为问题解决思路，并对附加压头的位置及数量加以调整。

5. 相对流量临近调节

在供热管网运行期间，在末端用户阻力系数保持稳定状态时，如果任意一处管段出现阻力特性变化问题，都会对所在区段其他用户侧的流量造成影响，出现均等比失调现象，邻近区域影响系数最高。对此，工作人员可采取相对流量调节技术，根据管网实时运行工况来锁定水力失调度最差的用户，将其作为调节对象，调节周边邻近用户支线，按照参考值接近程度来确定支线调节顺序，直到供热管网总阀门水力失调度达到运行标准为止。调节流程由计算用户水力失调度、确定最小值用户与调节支线、调节临近用户阀门开度、继续调节下一临近用户阀门开度、结束此条支线调节动作、依次进行临近支线调节动作、总阀调节总体水力失调度、结束调节动作等多个步骤组成。根据实际调节情况来看，相对流量临近调节技术的调节效果较为显著，明显超出比例法、补偿法等其他方法，有着调节次数最少、调节精度高的优势。

6. 热力管网升级改造

根据热力管网运维管理情况，水力失调问题反复出现的重要原因在于早期管网设计方案缺乏合理性，设计之初并未考虑到水力失调问题，管道长度、管径值、管

道介质温度等方面均存在设计缺陷，这也导致所采取的多项水力控制措施收效甚微，管网运行工况达不到预期。对此，需要对热力管网进行升级改造，将管径值、管道长度、管道绝热作为改造内容。

(1) 管径改造。以管道阻力值、流量值作为改造依据。管道流量超标情况下，酌情缩减管道管径值，通过增加管道阻力来降低流量，改善管内介质流动状态。而在管道流量长期低于标准值时，则扩大管径值，通过减少管道阻力来提高流量。

(2) 管道长度改造。管道长度和压力损失有着密切的关系，管道长度越大，则压力损失越大，需要适当缩短热力管道长度，或是在沿途增设额外支路，通过缩短水流距离来控制压力损失。

(3) 管道绝热改造。对于在室外露天敷设或是自身隔热性能较差的热力管道，在管道表面加铺保温层，更换老化严重、不堪使用的保温材料，始终维持管内介质温度处于稳定状态。这样不但可以预防发生水力失调问题，还可以降低热能损失，取得显著的节能效果。

7. 管网维护保养

在热力管网长时间运行期间，管道转弯处等部位逐渐出现堵塞现象，使管道阻力增加，介质流通不畅，出现水力失调问题，或是因阀门失效而出现水力失调问题。对此，需要加大管网维护保养力度，建立长效化维护保养机制，对保养内容、流程步骤、维护频率加以明确规定。以日常保养为例，工作人员要定期前往现场，检查管网运行工况，清理管道内部堵塞的污垢、杂质，检查阀门启闭灵敏度，补注润滑油，更换严重老化的阀门，校准流量计、温度传感器等检测装置。同时，评价热力管网总体健康程度，如果管网老化严重、危及安全，或是热力管网连续运行时间超过 1×10^5 h，要组织开展热力管网大修作业，消除故障隐患。

结束语

水力平衡调节是改善供热管网运行工况和取得理想的集中供暖效果的关键，也是集中供暖体系的必然发展趋势。工作人员必须提高对供热管网水力失调问题的关注程度，找准问题症结，积极落实附加阻力、附加压力、双管采暖、阻抗补偿等多项解决措施，解决水力失调问题。

参考文献

- [1] 郑立红, 周志华, 郭新川, 等. 供热管网水力平衡调节方法研究[J]. 暖通空调, 2023, 53(5): 140-145.
- [2] 王建国, 徐文晓. 集中供热管网的水力平衡优化[J]. 区域供热, 2023(1): 53-59, 84.