

# 浅析集中供热管网腐蚀原因及防护措施

王岳

中煤科工清洁能源股份有限公司, 北京 100020

DOI:10.61369/ME.2025040037

**摘 要 :** 在热网防腐问题中, 有关供热管网防腐技术的研究报道较少, 因此, 研究供热管网防腐问题具有一定的实用意义。对供热管网腐蚀的原因进行了分析, 研究水垢及污泥的形成, 并分析了设备、管道堵塞的原因, 主要得到以下研究成果: (1) 得出了集中供热管网的腐蚀原因, 主要从化学腐蚀、电化学腐蚀、氯根腐蚀、氧腐蚀等方面表现出来。(2) 根据集中供热管网的腐蚀原因, 制定了管网腐蚀的防护措施。(3) 有效解决了集中供热管网的腐蚀问题, 为此类工程带来了宝贵经验。

**关 键 词 :** 集中供热; 管网; 腐蚀; 堵塞

## Experimental Study on the Compressive Properties of Cement-Based-Glass Fiber

Wang Yue

China National Coal Technology and Industry Clean Energy Co., Ltd. Beijing 100020

**Abstract :** There are few reports on anticorrosion technology of heating network, so it is of practical significance to study the anticorrosion of heating pipe network. The causes of the corrosion of heating pipe network are analyzed, the paper studies the formation of scale and sludge, analyzes the causes of the blockage of equipment and pipelines, and mainly obtains the following research results: (1) The corrosion causes of the central heating network are obtained, mainly from chemical corrosion, electrochemical corrosion, chlorine root corrosion, oxygen corrosion and so on. (2) According to the corrosion reason of the central heating pipe network, the protective measures of the pipe network corrosion are formulated. (3) The corrosion problem of central heating pipe network is solved effectively, which brings valuable experience for such project.

**Keywords :** central heating; pipe network; corrosion; blockage

## 引言

随着资源综合利用率的提升及居民生活品质需求的增长, 集中供热系统在冬季供暖中逐渐成为主流应用模式, 近年来, 当以软化水作为热媒时, 如果没有有效的除氧防腐措施, 就可能会导致供热管网出现多种腐蚀性问题, 在高温运行条件下, 腐蚀速率明显加快, 一旦管网受到损坏, 不但会影响居民正常的供暖需求, 严重的情况下甚至会导致管道发生泄漏或者破裂, 进而引发经济财产损失<sup>[1]</sup>。目前我国工业领域对于软化水供热管网的防腐技术研究还比较欠缺, 所以深入探究相关的防腐对策有着重要的理论价值和现实意义。

本文分析了集中供热管网的腐蚀及原因, 提出了管网腐蚀的防治措施, 有效解决了供热管网的腐蚀问题以及腐蚀产物结垢引起的堵塞管网问题。

## 一、管网腐蚀的原因

### (一) 腐蚀的机理

腐蚀是电化学或电化学反应引起的金属与所处环境介质发生物理或化学作用的一种损坏过程。其主要特点是易造成系统中金属或非金属部件的损坏(如图1, 图2)。供暖系统中的金属



图1 热网加热器管宏观形貌图

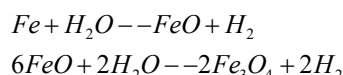
腐蚀主要由以下几种原因造成<sup>[2]</sup>。

### 1. 化学腐蚀

要是水处理药剂选错了或者施用的方法不对头, 就会造成换热设备因为结垢积累到一定程度而被堵住, 这种状况下热量的传递被阻挡了, 金属表面和周围环境中的水蒸气可能会发生这样的化学反应:



图2 热网波纹管腐蚀破裂局部形貌



## 2. 电化学腐蚀

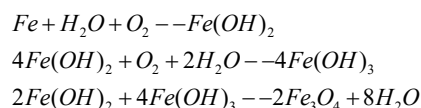
金属表面发生原电池效应的时候，就容易引发腐蚀现象，之所以会发生这种情况，根源在于金属表面不够干净、残留焊渣、填充材料以及其他杂质没有被彻底清除，这些物质与水介质相互作用以后，会形成腐蚀微电池，从而诱发电化学腐蚀。地下供暖管道遭受腐蚀的情况也属于典型的电化学腐蚀，造成这种状况的主要诱因是金属表面存在局部不均匀之处，不同区域的氧浓度存在较大差异<sup>[3]</sup>。

## 3. 氯根腐蚀

焊接剂的使用、软化水设备的不恰当保养、操作错误以及自来水里存留的氯残留等现象，都会引发氯离子的形成，这种氯离子会对不锈钢，铜，铝这些金属材质产生腐蚀作用，从而给板式换热器，波纹管补偿器等关键部件带来潜在损害风险。

## 4. 氧腐蚀

供热系统运行期间，水这种核心介质同金属材料接触时，溶解氧常常被当作引起腐蚀的关键因素。要是系统设计或者施工出现瑕疵，像循环水质超出标准，补水管径配备不恰当，水泵选型不合适等等，就有可能因为补水操作频繁而造成系统内部氧气浓度上升，进而加快氧腐蚀的速度，外界空气通过机械震动，焊接漏洞或者非隔氧塑料管材渗入系统内部，也会加重腐蚀状况。随着温度升高，溶解氧的化学反应活性变强，这就使得热水管道比冷水管有着更高的腐蚀敏感度，热水锅炉自身供水循环量较大，管网覆盖区域广泛，比较容易引入溶解氧，因此整体腐蚀程度会更高。水系统中产生的氧腐蚀反应方程式如下：



## 5. 垢下腐蚀

垢下腐蚀是造成供热设备、管道提前损坏的首要原因。其原因主要是水垢没有完整附着以及沉积物不断的堆积，最终使得管道金属表面局部发生破坏穿孔<sup>[4]</sup>。

## （二）水垢及污泥的形成

结垢是指钙、成垢盐类像镁离子在换热设备表面通过沉淀、凝结作用产生具备粘附特性的沉积物。这种水垢既容易诱发垢下腐蚀又会严重影响热交换器的运行效率，使得传热性能变差，进而影响供热系统整体效能。在最糟糕的情况下还可能导致换热器堵塞之类的严重故障情况出现，碳酸盐受热分解之后，其生成物碳酸钙（镁）和氢氧化镁会以不溶的形式从溶液中析出并沉积到传热表面上，于是就形成了主要由碳酸钙构成的水垢沉积物。在其它流速低的地方，则形成碳酸钙（镁）污泥<sup>[5]</sup>。

## （三）设备、管道堵塞的原因

设备和管道的堵塞现象，大多是由于循环水中的悬浮物浓度过高或者有大尺寸颗粒物所致。这种颗粒物不能通过设备内部流道的缝隙，便会在其中沉积下来，一旦悬浮物的浓度明显升高。

在系统低流速的地方容易出现泥垢堆积的情况，也就是所谓的污泥，进而造成局部堵塞，使得供水能力变差，换热效率降低。由于管道的腐蚀、堵塞和结垢，使其使用年限下降，燃料损失增加，影响如下表：

| 使用年限 | 垢厚（mm） | 燃料损失 | 燃料消耗增加 | 资金增加  |
|------|--------|------|--------|-------|
| 2年   | 0.5    | 1.2% | 7%     | 7.2%  |
| 3年   | 1      | 2.1% | 12%    | 13.2% |
| 4年   | 2      | 3.9% | 18%    | 21.1% |
| 5年   | 4      | 6.4% | 26%    | 32.3% |
| 6年   | 6      | 8.3% | 38%    | 46.2% |

供暖系统安装若不符合相关技术规范，大尺寸颗粒物，如焊接残渣、金属粉末、麻丝纤维以及细小石粒和锈蚀产物，便有可能渗透进管道或者设备内部。当这些颗粒物及其附着体的总直径超过温控阀芯或者机械式热量表流通通道设计极限时，就很可能出现阀门堵塞或者仪表失效等状况<sup>[6]</sup>。

# 二、腐蚀堵塞的防治

供热管道运作中产生的腐蚀、停运中的腐蚀以及腐蚀引起的垢污堵塞等问题严重影响着供热的正常工作，因此，供热管道采取相应防护措施尤为重要。

供暖系统长期与热水接触，不可避免会发生不同程度的腐蚀，通过控制设备材质及水 PH 值、碱度等来预防管道腐蚀及堵塞。通过预防水中发生电化学腐蚀来有效的控制管道腐蚀，从而有效地解决供暖系统寿命短、安全性低等问题<sup>[7]</sup>。

## （一）水处理的方式

### 1. 离子交换软化水处理

钠离子交换软化技术的主要原理是利用食盐溶液中的钠离子替换掉水中的钙镁离子，以此达到降低水硬度的目的，并且可以防止结垢现象的发生。目前反洗废水由于含有氯化物以及高浓度的钠离子而对地下水资源存在潜在的污染风险，该方法作为较为常见的水处理手段，在实际运行过程中其对于地下水环境造成影响的具体机制以及如何防治等问题仍需进一步深入探讨和优化。

### 2. 投加防腐阻垢剂

在供热系统失水量较小的时候，可以添加防腐阻垢剂以防止污垢形成，如果失水量变大，即便大幅度提升防腐阻垢剂的添加量，也可能会因为污泥沉淀增多而影响系统的正常运行，当前市面上的防腐阻垢剂品种众多，化学成分也比较复杂，其中一些产品是有机合成材料。

## （二）供热系统的堵塞及防腐

### 1. 采暖系统设置防范设备

采暖系统若要优化运行，规避风险，可以实施一些保护性措施，针对直径较大的换热站总回水管，在循环水泵进水口一侧增设立式扩容除污装置，可阻止管路堵塞。而且不会给整个系统带来麻烦，为保障供热管网稳定运转，应在供回水主干管入口处布置多级过滤装置，适当投放一些水处理药剂，重点把控悬浮物质量浓度。尽量防止泥沙沉积而致使管道堵塞，也要恰当设定过滤

设备,以限制经过调节阀和测量仪表的颗粒大小,阻止杂物堆积而造成卡涩或者阻塞情形出现。降低悬浮物浓度的主要手段是开展周期性的排污工作,定期排放部分废水可以有效地阻止污泥与悬浮颗粒在系统内部沉积,为了防止补水泵吸取水箱底部沉积物致使板式换热器形成积垢,最好在水箱内侧出水口处安装一个弯头装置,用水管把出水口提升到离加药口较远的地方。

## 2. 供热系统的除氧措施

氧腐蚀通常发生在热水锅炉运行期间。通过采用在水中投入缓蚀剂及高位常压密闭式膨胀水箱来减少氧含量,从而实现预防供热管道腐蚀的目的。水泵运行期间,如果出现间歇性启停的情况,这容易造成氧气渗进供热管道进而引发腐蚀反应。采用变频泵做补水手段的时候,可以做到持续供水来平衡系统压力的波动,进而削减电磁阀泄流量,如此一来就可大幅缩减水中的溶解氧浓度,有效推迟腐蚀进程。如果水泵存在泄漏情形,那么就会产生局部负压状况,于是外界空气会被吸进来,这样会加大水里氧含量,进一步加重管道内部的氧腐蚀危险,加大对供水除氧力度对供热系统长久稳定运行有着重要的价值意义<sup>[8]</sup>。

## 3. 控制循环水的 PH 值为 10-12

想要有效地防范氧腐蚀,循环冷却水的 pH 值要保持在 10 以上,最好维持在 10 到 12 这个范围之内,做钠离子软化工艺的时候,出水的硬度不能超过 0.03mmol/L,给水的硬度应当小于 0.6mmol/L,这样做可以明显削减结垢的情况出现。当软化水的 pH 值处在 6.8 到 7.2 之间的时候,仅仅靠软化方法很难实现理想的防腐效果。这个时候就可以添加碱性化学药剂来加大循环水的 pH 值,从而符合防腐的要求,而且能够改良系统的总体性能<sup>[9]</sup>。

## (三) 供热系统的停用保护

设备在维修、相比于运行期间,停运时设备的腐蚀情况往往会更加严重,要想有效地解决这一问题,供热系统经过检修并停止运转之后,就需要采用专门的防护手段,这就是所谓的停机保

护,停机保护包含两种方法,一种是干式保护法,要求设备处在彻底干燥的状态。而且不能存在电解质残留,另一种是湿式保护法,即设备停止运转以后,往里面注入清水,并添加防腐防垢剂,来阻止腐蚀反应的发生。由于干式保护法很难达到实际操作的要求,所以此次研究重点放在湿式保护方案的技术可行性和具体实施方案上。

当前一些城市把 YZ-101 防腐阻垢剂归入湿式停机保护方案之中,而且取得很好的应用成效,这种办法主要存在两个方面的好处。第一,依靠药剂添加,可以很好地遏制水系统设备,管路因为电化学腐蚀,化学腐蚀以及微生物腐蚀而受到的损伤。第二,到了夏季炎热天气,此种技术不但能明显阻止细菌和藻类生长,而且还能做到生物粘泥的清除功能。

YZ-101 防腐阻垢剂通过促使水系统沉积的老垢以及锈蚀层分解。凭借秋季供暖运作时的高效性,迅速去除系统内部积存的陈旧污垢与腐蚀产物。并且会形成稳定保护膜,如此一来便有益于改善设备的运行状况,从而延长设备的使用寿命,削减其维护费用与次数<sup>[10]</sup>。

## 三、结论

通过对供热管网腐蚀的原因进行了分析,研究水垢及污泥的形成,并分析了设备、管道堵塞的原因,主要得到以下研究成果:

(1) 分别从化学腐蚀、电化学腐蚀、氯根腐蚀、氧腐蚀等方面对集中供热管网的腐蚀原因进行了探讨,并对腐蚀原因进行罗列说明。

(2) 根据集中供热管网的腐蚀原因,制定了管网腐蚀的防护措施。有效解决了集中供热管网的腐蚀以及堵塞的问题,为此类工程带来了宝贵经验。

## 参考文献

- [1] 贾奕男,曹体祥.浅谈供热管网的防腐问题[J].应用能源技术,2008(05):31-32.
- [2] 闫爱军,刘少厚,徐国建,范志东.热电厂供热管网全生命周期腐蚀控制技术研究[J].全面腐蚀控制,2018,32(05):80-88.
- [3] 阎伟海.软化水供热管网防腐蚀方案的研究[D].内蒙古科技大学,2015.
- [4] 任华.浅谈集中供热系统中腐蚀与堵塞的防护[J].区域供热,2011(03):89-92.
- [5] 臧晗宇,曹殿珍,孟淑媚,邓战平.软化水供热管网的腐蚀和缓蚀剂的研究[J].清洗世界,2004(11):1-3.
- [6] 杜玉玲,王坤忠,王建.埋地钢质热水供热管网的腐蚀与防护[J].黑龙江科技信息,2007(08):41+153.
- [7] 徐振利.供热管网的腐蚀和防护[J].赤峰学院学报(自然科学版),2008(04):78-80.
- [8] 王风华,臧晗宇,孟淑媚.烟台 500 供热示范工程供热管网的腐蚀与保护研究[J].节能,2004(12):24-27.
- [9] 朱宇.供热管道的腐蚀原因与防腐措施探讨分析[J].全面腐蚀控制,2016,(6).
- [10] 李芳,徐克奇,程鑫,等.一种热力管道用减阻耐磨重防腐涂料的研究与应用[J].涂层与防护,2024,45(6).