

# 创新供热老旧管网改造思路 延长管网使用寿命

文 / 王彦秋、王修成、相克政、李强 华电青岛热力有限公司 山东青岛 266000

**【摘要】**老旧管网改造面临资金投入大、审批协调难度大等诸多困难，是集中供热单位普遍面临的问题。由于供热管网的固有特性，供水管道的老化程度远大于回水管道。本文介绍了一个通过供回水管道互换改造老旧管网的案例，为老旧管网改造提供了一种低成本、可实施性强、可供借鉴的改造方案。

**【关键词】**老旧管网改造；供回水管交叉使用

**【DOI】** 10.12334/j.issn.1002-8536.2022.27.038

## 1、背景

### 1.1 概述

随着国家节能减排、碳中和国策的逐步落实，我国集中供热事业发展迅猛。上世纪 80 年代以后、尤其到了 2000 年以后，随着科技的进步、经济的发展、节能减排国策的贯彻实施，我国集中供热事业突飞猛进。不仅严寒和寒冷地区的大城市，而且中小城市、林区、农场也开始发展集中供热；不仅“三北”地区，而且黄淮地区也发展了集中供热；长江流域等夏热冬冷地区要求实施集中供热的也呼声高涨。截止 2020 年底全国集中供热面积已达 122.66 亿  $m^2$ ，全国管道长度达 507348 公里<sup>[1]</sup>，城市集中供热普及率大大提升，仅青岛市市区内集中供热普及率就超过了 95%。伴随着集中供热事业的蓬勃发展，先期建设的集中供热管网也开始逐渐步入老旧管网行列。

### 1.2 供热老旧管网的安全隐患

供热老旧管网保温失效、管道腐蚀减薄不仅引起沿途热量损失陡增、损害附近管线和园林绿化，更是导致爆管危及行人、车辆安全的重大安全隐患，是供热公司安全生产和节能降耗工作的难点，老旧管网改造已然成为供热公司非供热季检修、技改工作的重点。

### 1.3 供热老旧管网改造面临的困难

供热老旧管网的改造可谓困难重重。

一是地下空间有限，管位难寻。随着城市的快速发展，道路地下空间资源越来越紧张，尤其是大中城市。当初敷设供热管线时，道路下只有自来水管、排水管，供电、通讯等电缆也不多，都符合当时规划的安全要求，而现在，燃气管道、供电电缆以及各种通讯线缆密密麻麻，根据最新的规划安全要求，很多老旧管网的管位都不符合安全要求，因此，即使同管位、同管径更换老旧管道都不能实施。

二是改造资金巨大。绝大多数供热管道都位于主干道下，施工时要尽可能减小对交通的影响，白天基本不能施工，而晚上施工噪音又不能影响居民休息，因此，每天能施工的时间很短，晚上开挖沟槽，凌晨又要做好支护以不影响交通，导致施工费用居高不下。

三是掘路涉及部门众多，手续办理十分困难。办理掘路涉及规划、城管、交警、园林甚至铁路等部门，任何一个部门不同意都不能掘路，各部门间协调困难重重。老旧管网改造是一项系统工程，申请费用、设计、招标采购等等与办理掘路手续之间要想协调好也不是一件容易的事。

### 1.4 创新改造思路，延长供热老旧管网的寿命

热水供热系统的供回水管道通常是同槽敷设，对管材、安装工艺的要求都是相同的，在相同外部环境下，由于供

水管道温度、压力远高于回水管道，供水管道的老化程度远高于回水管道，即回水管道的健康状况要远好于供水管道，而老旧管网改造时都是将供水管道同时更换。实际上，如果供热管网水质控制得较好，即使是运行十几年的回水管道，其管材质量变化并不大，既然更新改造实施困难，我们何不换个改造思路，尝试在故障较多的管段两端将供水管道交叉，把状态较好的回水管道用作供水，把状态较差但却能满足回水参数要求的供水管道用作回水，开挖范围小、费用低，即可消除安全隐患也可挖掘老旧管道的潜力，延长管网的寿命。本文介绍了成功实施该方案的真是案例。

## 2、改造前管道情况

### 2.1 管道布置情况

山东省青岛市某段高温水供热管道始建于 2005 年，2007 年投入使用，设计运行供水压力 1.35MPa、温度 130℃，回水压力 0.6 MPa、温度 70℃，实际运行供水压力 1.1MPa、温度 105℃，回水压力 0.4 MPa、温度 55℃。该管道管径 DN600，采用预热无补偿安装工艺。改造前管道布置示意图如下：

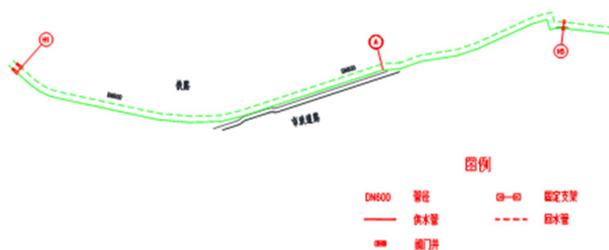


图 1 管道改造前简图

图中 H1 点为热源端，H1 点至 A 点管道长度约 470m，H1 点至 H5 点总长约 670m。

### 2.2 管道故障情况

2020-2021 采暖季期间在 H1 点至 A 点之间靠近 A 点附近，发现地表温度明显高于正常地表温度，此前，在 A 点附近还曾经在一个采暖季泄漏 2 次。

第一次泄漏是系统充水时供水管道一个焊口附近拉裂导致，第二次是供热运行中供水管道另一个焊口附近受到挤压开裂。抢修处理过程中，均观察到漏点焊口处保温补口开裂，焊口两侧附近的聚氨酯保温层已经碳化，工作钢管局部受到腐蚀，减薄呈蜂窝状。

该段管道采用了预热安装工艺，管道充水时管道整体承受拉应力，供热温度升高时，整体又承受压应力。管道正常的壁厚足以经受住管道从充水到升温过程中的应力变

化；但在焊口附近管道受到地下水侵蚀、减薄时，管道承受应力的能力大幅降低，导致发生了充水时拉裂、升温时压裂的现象。

通过对管道多点局部挖探坑检查，该管道从 H1 点到 A 点，部分供水管道的焊口保温补口破损，地下水进入供水管道，已经开始对供水管道产生腐蚀，发生泄漏的是腐蚀最为严重的两个焊口。而回水管道普遍保温良好，保温补口亦未发生破裂，工作钢管未发现腐蚀现象。

### 2.3 管道泄漏的原因

相比而言，供水管道更容易发生腐蚀。供水管道工作压力高，温度变化幅度大、变化频繁，在交变热应力的作用下，供水管道反复胀缩并使保温补口同样受力，经过多年运行后，保温补口施工工艺不良处或使用材料的薄弱处出现开裂，如果地下水位较高则地下水从开裂处渗入保温层并被加热成蒸汽，局部形成温差电池腐蚀。回水管道内介质的压力低、温度变化幅度远低于供水管道，上述腐蚀过程不易发生。事实上，绝大部分的供热管道泄漏都发生在供水管上。

## 3、改造方案的确定

### 3.1 改造方案的初步设想

最初的想法是将该段管道全部更换，但该段管道靠近正在运营的高速铁路，施工受到铁路部门的严格限制；管道位于繁忙的交通主干道的人行道和绿化带中，施工时需要中断该道路的正常通行，审批手续复杂；施工时需要迁移绿化带中的全部绿植，迁移费用较大。种种原因使得直接全部更换该段管道的方案基本不可行。

如果按以前的思路，既然不能全部更换，只能哪里泄漏被动的处理哪里，运行安全及供热质量均得不到保障，居民反应强烈。压力就是动力，在山穷水尽之下，公司技术人员突发奇想，能否把这段健康情况较好的回水管道供水管用，而情况较差的供水管道当作回水管用，通过局部小的改造达到消除隐患提高运行安全性的目的。

### 3.2 方案论证

方案主要聚焦两点：一是原来的回水管道能否用在供水上，原来的供水管道能否用在回水上；二是如果回水管道能用在供水上，但毕竟也使用了十几年了，其强度会受到一定的影响，因此需要改善这段供水管道的应力分布，降低管道的整体应力水平，提高改造后的安全性。

经查阅竣工资料，该段管道设计时，供回水管道的材料要求、包括预热温度等施工工艺要求并无差别，回水管道用作供水，从管材质量上看没有问题；除了前述

已经泄漏的两个漏点外，供水管道腐蚀程度整体相对较轻，均未达到管道原壁厚的 1/3，供水管道用作回水也能满足要求。

要改善管道的应力分布，应降低供水管道的整体应力水平，可将原预热安装工艺改成有补偿设计，相应增加补偿器和固定点。

### 3.3 确定方案

经与原设计单位沟通，最终确定了在 A 点供回水管道上增加固定墩，H1 点至 A 点之间的原回水管道上增加 3 个供水补偿器，H1 点处热源侧供水管与 H1 点后原回水管对接，H1 点处热源侧回水管与 H1 点后原供水管对接，在 A 点处再反向交叉接到其后相应的供回水管上，即热源来的高温、高压供水在 H1 点后进入原回水管道，在 A 点后再进入原供水管道，用户侧来的低温、低压回水在在 A 点后再进入原供水管道，在 H1 点后再进入原回水管道。

为提高改造后供水管的抗冲击能力，供水管两端的交叉管采用沟槽底部水平布置，回水管两端的交叉管采用高

起跨越供水管的布置。

### 3.4 方案的优点、缺点

该方案的优点是：施工范围小，工程量少，施工范围仅在 5 个点，而不是全线开挖，施工时间大大缩短，对附近铁路、管线和交通影响较小，能够取得这些管理单位的理解，协调起来就容易得多；绿植迁移量、破坏量及沟槽支护作业量都大幅度减少，改造费用大幅降低，方案可实施性大大提高。

由于回水压力、温度比较低，原供水管道腐蚀减薄速度将会大幅降低。退一步讲，如果原供水管道仍有其它腐蚀较为严重、可能造成泄漏的部位，改做回水管道后，即便运行中发生泄漏，因压力、水温较低不会对附近行人、车辆造成大的伤害，对绿植的影响也较小，其抢修难度相对供水管要小得多，基本可以不停运抢修。

该方案的缺点是：没有彻底解决原供水管道的腐蚀减薄问题。

改造方案示意图如下：

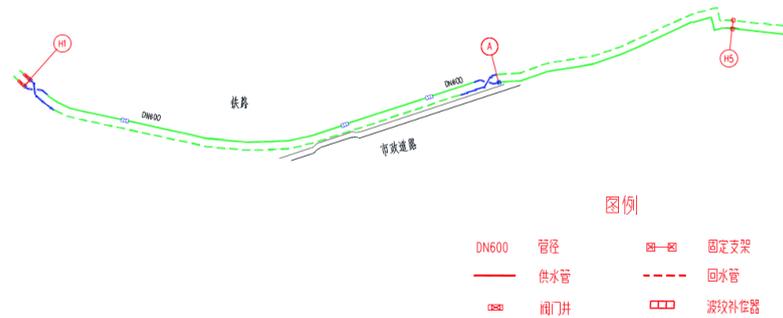


图 2 管道改造后简图（蓝色为改造部分）

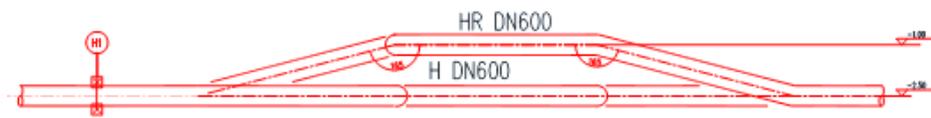


图 3 管道供回水交叉立面布置简图



图 4 管道交叉平面布置简图

#### 4、改造方案要点

(1) 需要通盘考虑 H1 点到 H5 点的管道及新增管道元件的布置, 确保改造后符合设计规范和实际需要。

(2) 为提高改造供水管段的安全性, H1 点到 A 点之间改为有补偿管段, 使管道处于弹性变形范围。

(3) 确认回水管道保温良好, 未发生工作管道腐蚀减薄。

(4) 需要对已减薄的工作钢管壁厚进行校核, 确认是否满足要求。

根据《城镇供热直埋热水管道技术规程》(CJJ/T81-2013) 5. 2. 1 条规定: 工作管的最小壁厚应按下式计算:

$$\delta_m = \frac{P_d \times D_o}{2[\sigma] \times \eta + 2Y \times P_d} \quad \text{——式(1)}$$

式中:  $\delta_m$ ——工作管最小壁厚 (m);

$P_d$ ——管道计算压力 (MPa);

$D_o$ ——工作管外径 (m);

$[\sigma]$ ——钢材的许用应力 (MPa);

$\eta$ ——许用应力修正系数, 无缝钢管取 1.0, 螺旋焊缝钢管可取 0.9;

$Y$ ——温度修正系数, 可取 0.4。

本改造项目工作钢管材质为 Q235B 螺旋钢管, 回水设计温度为 70℃。根据《城镇供热直埋热水管道技术规程》(CJJ/T81-2013) “附录 B 钢材性能”, Q235B 材质在 100℃以下的许用应力  $[\sigma]=125\text{MPa}$ 。相应参数如下:

$P_d = 1.4(\text{MPa})$ ;

$D_o = 0.63(\text{m})$ ;

$[\sigma] = 125(\text{MPa})$ ;

$\eta = 0.9$ ;

$Y = 0.4$ 。

用式(1)计算出工作管最小壁厚  $\delta_m = 4\text{mm}$ 。

《城镇供热系统运行维护技术规程》(CJJ88-2014) 第 4.7.4 条第 2 款规定: 管壁腐蚀深度不应大于原壁厚的 1/3。本项目工作钢管原设计参数为  $\Phi 630 \times 9$ , 即外径为 630mm、壁厚 9mm。经抽查, 发生腐蚀的工作钢管最小壁厚为 6.5mm, 符合规范要求。

(5) 供回水应使用大弯管实现交叉, 以减少管道方向变化带来的应力集中。

(6) 为了方便厂家加工、降低造价, 大弯管总长宜采用 6m。大弯管每端应带有至少 0.5m 的直管段, 以方便施工过程中角度的调整。

(7) 供水管道宜布置成水平弯曲, 回水管道上翻, 提高供水管道的抗冲击能力, 也可降低回水管道埋深。

(8) 弯管的弯曲角度和曲率半径应同时考虑管道敷设间距和埋深, 防止管道交叉中相撞, 上翻管道不至埋深过浅甚至高出地面。

#### 5、管道改造后情况

本项目于 2021 年 9 月完成改造, 2021-2022 采暖季运行平稳, 管道所经地面温度未发现异常, 改造效果良好。

改造后, 原回水管道中流过高温、高压供水, 工况发生较大变化, 其胀缩幅度大幅增加, 原来的补口开裂的几率大增, 应当加强管道所经地面温度的检测, 如有异常, 停热后及时处理。

#### 结语:

老旧管网改造的方案应该根据管道的实际情况确定。在供回水管道的材质和施工工艺要求相同的前提下, 遇到资金不足、或者施工审批困难大, 并且供水管道已经发生明显老化、腐蚀而回水管道基本良好的情况时, 经校核供水管道壁厚满足要求后, 可以考虑互换供回水管道的改造方案。互换供回水管道改造老旧管网虽然可以一定程度延长管道使用寿命, 但毕竟是权宜之计, 待条件具备时, 应及时更新、彻底消除管网隐患。

#### 参考文献:

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中国城市建设统计年鉴-2020[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021.

[2] 张雯. 寒冷地区天然气冷热电联供系统的优化配置[J]. 山西建筑, 2021(9):147-148.

[3] 张雯. 供热管网智能管控平台在高校供热系统中的节能应用[J]. 节能与环保, 2021(5):102-104.

#### 作者简介:

王彦秋 (1973.10-), 女, 汉族, 江苏省徐州市人, 双学士, 高级工程师, 研究方向: 供热工程技术。