



# 给水管材的现状、对水质影响及处理对策

□李志盛

## 一、概述

城市给水工程的一个重要环节就是管网的建设,对给水管道的质量要求是:水力条件好、安装简便、快速可靠、维护工作量少。同时要求管道的化学稳定性高,耐腐、质轻、韧性好、寿命长、折旧费用低。并且随着人们生活水平的不断提高,人们对饮用水的水质要求越来越高。因此,供水管网的合理布置、管材的选用、安装技术的改进、对旧管网的更新改造和提高对供水管网的日常维护、对减少自来水的漏耗、提高供水水质,对自来水公司能否安全、优质供水都有着十分重要的意义。

## 二、给水管道材料的现状

由于多种原因,广州市的城市给水管道存在多种管材如下:镀锌管、铸铁管、钢筋砼管、钢塑管、UPVC 硬聚氯乙烯给水管、钢管和球墨铸铁管,并有少量的玻璃纤维增强热固树脂夹砂管(玻璃钢管)投入试用阶段。且还存在有自清朝、民国、日占时期、新中国的各个时期的各式各样的水管。

## 三、内水质分析及对管壁的腐蚀影响

一般来讲,供水水质在进入管道之前的出厂水质都能达到国家标准。但因其不是纯净水,水中普遍含有某些金属元素、化合物及微生物,并且由于采用地表水,水质消毒后 PH 值较低致使镀锌管内壁腐蚀结垢严重,直接影响水压、水质。首先我们要弄清管道腐蚀、结垢、生物性堵塞的形成机理。

1、管内腐蚀:水对金属管道内壁腐蚀形成结垢,水垢对水质有很大的影响,其形成机理主要有三种解释。

(1) 氧化理论:即因水中碳酸作用,铁变成碳酸亚铁,接着再被水中的氧所氧化,成为氢氧化铁;

(2) 过氧化理论:即铁先与水化合为氢氧化亚铁,产生的氢和水中的氧化合成双氧水,而后氢氧化亚铁和双氧水化合生成氢氧化铁。反应式: $Fe+2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2+H_2 \uparrow$ 、 $H_2+O_2 \rightarrow H_2O_2 \downarrow$ 、 $2Fe(OH)_2+H_2O_2 \rightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow$ ;

(3) 微腐蚀电池理论:因在碳钢和铸铁中含有铁碳体  $Fe_3C$  和石墨等许多杂质,金属和杂质之间存在着电位差,在水的介质中形成了无数微腐蚀电池。在铁管表面某一部分,因铁被腐蚀成铁离子进入水中而形成阳极,释放出电子成为水化离子: $Fe \rightarrow Fe^{2+}+2e^-$ ,电子在水中运动传递到铁管表面的另一部分形成阴极;在  $pH < 7$  时,聚集在阴极电子流向高电位的铁碳体  $Fe_3C$  和石墨等杂质与水中和水结合生成氢氧离子: $O_2+2H_2O+4e^- \rightarrow 4OH^-$ ,当达到足够的数量后和水中的铁离子形成氢氧化亚铁,再被水中溶解成氢氧化铁形成铁锈: $2Fe(OH)_2+H_2O_2 \rightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow$  沉积在管内表面,呈凹凸不平的铁锈,在配水管网末端管道管径小,且流速低时,沉积会加剧。

2、水中碳酸钙(镁)沉淀形成水垢:在天然水源中,都含有钙镁离子,且水中碳酸根离子分解出二氧化碳和碳酸根离子,它和钙镁离子化合便生成碳酸钙(镁),它难溶于水而变成沉渣。

3、管道内的生物性堵塞:一般自来水都经过净化、消毒,在管网中一般是没有产生有机物和繁殖生物的可能,但是水中的嗜铁细菌是一种特殊的化学营养菌类。嗜铁细菌在生存过程中会吸收水中的

亚铁盐,排出氢氧化铁沉积物,因而形成凸起物,从而使管径变小,且管道内壁的粗糙度增加,促使管道内水流产生强烈的涡流,管道的沿程损失急剧上升,造成水流速变慢。又由于水流变慢,加速沉积,形成恶性循环,加速管道的堵塞;此外在管网内的死水区,由于水停滞不流动,导致水中抑制细菌的余氯被大量消耗且得不到补充而减少致使细菌大量繁殖并粘结一起,形成生物污泥(松软沉淀),这种松软沉淀严重影响水质。

以上情况是引起管内沉淀与结垢的主要原因。可按其形成的条件和时间差异而大致分为坚硬性结垢和松软性沉淀。而坚硬性结垢主要原因在于金属管自身的腐蚀和生物性结垢。它是金属管道所独有的。松软性沉淀则在金属或非金属管内都可能存在。由此可见,管道内结垢是管网水质发生变化的主要因素之一。

## 四、采取有效措施,保护管网水质

根据现有分析结果,从供水管网规划设计、管材的选用,管网改造、管网日常管理等方面着手,提出以下几种解决方法:

1、从管网的规划、设计入手。优化管网设计(管网布置应减小管网“死水区”)。

2、推广应用新型管材,加快对现有陈旧的管网(管内壁无防腐层的管网)进行改造。

(1) 采用传统的管网改造技术。是对旧的给水管道进行开挖或直接报废旧的给水管道,而铺设一条新的给水管道。这种方法从管材选用入手在新管线和旧管线改造设计时严格按照有关新规定采用



新型、环保管材即可达到改善管网内的水质、输水能力的目的。

(2) 不用大面积开挖就可进行旧管更新的管道内衬技术。不开挖技术具有施工场地小, 施工简单, 造价较低等优点, 适用于不具备开挖条件建筑物密集的闹市区、对交通影响大的主干道。且随着 PE 管等新管材的应用而得到很大的推广。不开挖技术进行管道更新的方法很多, 综合起来有: 内衬管滑(拉)入衬装、管道翻衬、管内壁喷涂等三大类, 以下对这三类方法做一简要的介绍:

#### A、内衬管滑(拉)入衬装

本方法是将一条新的 PE 管拉入到原有旧管道中(此方法在海珠供水管理所一条 DN300 管中成功实施。具体的施工方法如下: 对于小管径 PE 管, 首先在工厂中用对熔焊机将 PE 管焊接好, 利用管道盘轮将管道运到施工现场。对于大管径 PE 管, 可将一根根的 PE 管(一般为十几米长)运至施工现场, 在管线被拉入前, 利用对熔焊机将管道连起来, 然后利用卷扬机将 PE 管道拉入原有管道。原有管段端部要加装 PE 管保护圈, 以防 PE 管在拉入时被划伤, 内衬 PE 管前端要装圆锥护管头, 以便克服原有管线的阻力。PE 管被拉入后, 在前后、端部将水泥砂浆从原有管道与 PE 管之间灌注, 以固定内衬 PE 管, 一次拉入的长度可达几百米, 并在支管叉口、消火栓、阀门等处要挖工作坑, 人工在 PE 管上开口。

另一种 PE 管内衬施工办法——无缝衬装。无缝衬装是将直径大于或等于原有管道管径的 PE 管衬入管道的方法, 所使用的 PE 管一般为低、中密度的薄壁聚乙烯管材。其施工的过程与滑(拉)入衬装基本相同, 不同点在于管道衬装前要想办法减小管的截面积。截面变化的变形可以是弹性的、也可以是半永久的塑性的, 方法有两种, 一种是将 PE 管拉长, 以减小管径, 从而减小截面积, 有资料表明,

在管壁厚度不变的情况下, 某种 PE 管道拉长 4%, 管径将缩小 6%。PE 管衬入后, 由于不再受拉力的作用, 长度将缩短, 管径将变大, 复原后内衬管线将与原有管线紧紧套在一起, 两层管线之间不再需要灌水泥砂浆固定。另一种方法是将管道横截面变形, 可在 PE 管出厂前通过专用的设备将横截面变为“U”或“C”字形, 也可以在施工现场拉入 PE 管前将 PE 管沿管壁圆周方向扭曲, 从而达到变形的目的。变形后的管道可以按滑(拉)入衬装的方法由卷扬机拉入, 然后再利用水压或高温水的作用将变形的管线复原。

#### B、管道翻衬

管道翻衬的内衬材料一般是由较柔韧的聚合物、玻璃纤维布或无纺纤维等多孔材料做骨架, 饱和浸渍树脂材料而成, 材料的外层一般覆盖一层隔水膜, 翻转衬入管道后, 该隔水膜成为新管道的内层, 主要起止水作用。翻转的过程, 在水压、气压或卷扬机拉力的作用下, 内衬材料反转进入管道的内壁, 完成后, 在热水水温或气温的作用下, 树脂固化, 内衬材料形成坚硬的管道内壁, 成为管道骨架的一部分。

#### C、管内壁喷涂

该方法是在原有管道内壁涂上一层树脂(无毒、不溶于水)或聚合物改性水泥砂浆(由 M50 硅酸盐水泥、聚醋酸乙烯乳剂、水溶性有机硅、石英砂等按一定比例配合而成), 以达到内防腐的目的。具体的施工方法是, 将原有管道首先经过清管(水、气冲洗、机械刮管、酸洗法)、冲洗, 并用 CCTV 检查确认干净, 没有沉积物后, 将带树脂或水泥砂浆的喷头小车放入管中, 开动液体泵, 喷头高速旋转, 树脂或水泥砂浆被均匀喷射到管壁上, 同时, 小车在卷扬机拉动下一边移动; 或利用压缩空气推动胶皮涂管器, 由于胶皮的柔顺性, 将涂料均匀抹到管壁上。

3、在日常管网的维护管理工作中采取以下措施和制度

(1) 对新投产的管线和旧管线检修或换管后要严格执行相关的冲洗、消毒制度。

(2) 采用不停水开口技术, 取消预留口; 管网预留口的管内滞留水质腐败也影响了管网水质。随着不停水开口技术的日趋完善, 在市政管网中可取消预留口, 需要开口接驳管道时采用不停水开口技术可解决用户的用水接口问题。

(3) 建立对管网内“死水区”和管线终端等部位的定期放水, 冲洗制度。管线延伸过长, 应在管网中途加氯, 以提高管网边缘地区的余氯量, 防止细菌繁殖。

(4) 定期排放消火栓: 消火栓的设置从主管至消火栓一般都有 5~10m 左右的管道, 而该段管内的水更成了“死水”影响了水质。为了解决这个问题就必须定期排放消火栓, 避免管内“死水”时间过长水质变坏, 生长细菌。

(5) 提高管网水的水质稳定性: 在净水工艺上将控制和合理加氯, 进一步降低出厂水浊度, 逐步推广应用臭氧-活性炭的深度处理工艺(南洲水厂就采用此工艺)。

(6) 改善管网水质监测: 在管网中设置水质人工监测点(广州在全市范围内设有三百多个水质监测点), 并在管网中设置了一些可实时传送回余氯及 PH 值的在线监测点, 监测管网水质及其变化情况, 确保用户的水质。

## 五、结语

以上仅为个人浅见, 在实际工作中, 采用何种管材、何种改造方法都应因地制宜, 严格按有关的规范执行, 加强管网管理水平, 不断开发新型、环保管材和提高施工技术水平, 减少供水水质的二次污染, 改善人们的饮用水质量, 提高供水服务质量。■

(作者单位: 广州市自来水公司)