

城市供水系统升级中水厂改造与市政管网建设 施工技术实践研究

方鹏

惠州大亚湾溢源净水有限公司，广东 惠州 516081

DOI:10.61369/ERA.2026100028

摘 要：这些年城镇化推进的步子越迈越快，饮用水水质的门槛也在不断抬高，不少城市的供水系统渐渐扛不住了——设备老化、工艺跟不上、管网漏水多，升级改造已经拖不得。本文把目光放在水厂改造和市政管网建设这两块的施工做法上，用系统韧性和全生命周期管理的思路搭了一个“源头净化—输配保障—协同管控”的技术框架。文章分别聊了水厂常规工艺升级、污泥处理施工、不停产改造组织，以及管网非开挖施工、接口处理、新旧衔接切换等方面，把关键技术环节和质量把控的法子理了一遍，提出了协同施工组织模式和全过程质量管控体系。

关 键 词：城市供水系统；水厂改造；市政管网；施工技术

Research on Construction Technology Practice of Water Plant Renovation and Municipal Pipeline Network Construction in Urban Water Supply System Upgrades

Fang Peng

Huizhou Daya Bay Yiyuan Water Purification Co., Ltd., Huizhou, Guangdong 516081

Abstract： In recent years, as urbanization has accelerated, the standards for drinking water quality have continued to rise, and many urban water supply systems are gradually becoming unable to cope—equipment aging, outdated processes, and significant pipeline leaks make upgrades and renovations urgent. This paper focuses on the construction practices of water plant renovation and municipal pipeline network construction, establishing a technical framework of 'source purification—transmission and distribution assurance—collaborative control' based on the concepts of system resilience and whole lifecycle management. The article discusses conventional water plant process upgrades, sludge treatment construction, non-stop renovation organization, as well as trenchless pipeline construction, interface handling, and switching between new and old pipelines. It organizes key technical steps and quality control methods, proposing a collaborative construction organization model and a full-process quality management system.

Keywords： urban water supply system; water plant renovation; municipal pipeline network; construction technology

引言

城市供水系统是保障城市运行的重要基础设施，然而部分早期建设的供水设施因服役年限较长，加之用水需求持续增长，逐渐暴露出设施老化失修、工艺标准偏低、管网漏损突出等问题。据统计部分老旧城区供水管网漏损率高达20%以上，不仅造成水资源浪费，也增加了输配过程中的二次污染风险。同时新版《生活饮用水卫生标准》（GB 5749—2022）的实施对出水水质提出了更为严格的要求，传统常规处理工艺已难以稳定满足新标准，水厂工艺升级改造已迫在眉睫。城市供水系统升级涉及水厂改造、管网建设、调度优化等多个方面，其中水厂改造与市政管网建设是两大核心环节，二者在空间上相对独立、在功能上紧密关联。当前工程实践中，两者往往由不同主体分别实施，缺乏统一的施工组织与协同管控，导致工期错位、接口处理不规范、供水调度困难等问题频发，最终影响改造效果，施工期间亦频繁出现停水现象。因此系统研究水厂改造与管网建设的施工技术，探索二者协同施工模式与质量控制方法，具有重要的工程实践价值^[1]。

一、理论基础

（一）系统韧性理论

说到系统韧性其实讲的就是一个系统碰到麻烦的时候，能不能扛得住、缓得过来、还能学着适应。城市供水系统属于那种一出事全城都跟着着急的生命线工程，它的韧性够不够，主要看设施有没有富余能力、坏了能不能赶紧修好、应急响应跟不跟得上。放在供水系统升级改造这个事儿上看，施工本身就是给正常运行添乱子，所以怎么在改造的同时还能保证基本供水、尽量少停水，就成了施工组织里最头疼的问题。照着这个思路，水厂改造的时候就一块一块地来，临时管线该接的接、备用水源该准备的准备；管网建设那边也得先把新管子铺好试好了，再把旧管子废掉，用户受的影响才能降到最低^[2]。

（二）全生命周期管理理念

全生命周期管理这个说法，意思就是从规划设计、施工建设到运行维护、最后报废，整个过程都得通盘考虑，不能只盯着眼前。到了施工这一步，就体现在方案不能光想着怎么快点干完、质量怎么过关，还得给以后运维留方便，比如检修空间得留够、材料得挑耐用的、施工记录得整齐全了。水厂改造选设备铺管道时多想想以后维修方不方便，管网建设时流量计压力表同步装上，省得以后再刨路补装，也为智慧水务打个底子^[3]。

二、水厂改造施工技术实践

（一）常规处理工艺升级改造

常规处理的升级，绕不开混凝、沉淀、过滤、消毒这四个环节。混凝这块，主要是把混合设备换成更高效的，再把投药系统优化一下。现在一般用管道混合器来代替以前的机械混合池，混合时间控制在10到30秒之间，这样药和水才能搅和均匀。投药系统也得改成自动的，原水水质一变，投药量就能跟着调，混凝效果才稳得住^[4]。

（二）污泥处理工艺施工

水厂运行中会产生不少污泥，主要是沉淀池排泥和滤池反冲洗废水，不处理好就排出去既不环保也不合规。污泥处理一般走“收集—调节—浓缩—脱水—外运”的路子，施工时每个环节都得盯紧^[5]。浓缩池通常做成辐流式，钢筋混凝土结构，内壁做防腐防渗。中心传动刮泥机是核心设备，安装时立柱垂直度偏差不能超过高度的0.5‰，刮臂水平度得校好，刮泥板跟池底间隙控制在50到100毫米，太近容易刮坏池底，太远泥刮不干净^[6]。

（三）不停产改造施工组织

水厂改造一般都要求边供水边施工，不停产怎么组织是个老大难，实际操作中主要有这么几招，一个是分区改造，把水厂拆成几个互不耽误的生产系列，每次只停一个系列来改；再一个是搭临时处理设施，用一体化净水设备顶着，临时处理能力至少得有设计规模的30%；还有就是施工时序得安排明白，动静大的活儿尽量放到用水少的时段干^[7]。

新旧系统切换是最关键的一步，切之前新系统得调试好、水

质检到位，各项指标都稳了才能动。切换讲究“先并后切”，新老系统先一块儿跑一段，确认没问题了再慢慢停老系统，免得水压忽高忽低。切换那阵子水质检测得加密，浊度、余氯每2小时查一次，发现不对劲儿马上启动应急预案^[8]。

三、市政管网建设施工技术实践

（一）非开挖施工技术

现在市政管网施工，非开挖的法子用得越来越多，毕竟对交通和环境的影响小。顶管施工适合大口径的干管穿马路、穿河道这种情况。工作井和接收井一般用沉井法来做，井壁不能歪，垂直度偏差不能超过井深的0.5%。顶进的时候靠激光导向系统盯着轴线，高程偏差得控制在 ± 20 毫米以内，轴线偏差也不能超过30毫米。减阻全靠触变泥浆，膨润土掺8%到12%，顶进过程中得把泥浆套维护好，不然阻力一大就顶不动了^[9]。

水平定向钻适合中小口径的管道穿越，干活分三步走，先导向孔，再扩孔，最后把管子拖回去。导向孔的出入土角一般8到12度；扩孔得一级一级来，最后扩到管道外径的1.2到1.5倍；回拖之前焊接质量得检、压力试验得做，回拖的时候速度别太快，1到2米每分钟比较稳妥。要是穿河道这种特殊地段，事先一定得把地质情况摸清楚，流沙层、卵石层里最好别硬干。

（二）管道材料与接口施工

市政供水管网的管子，常见的有球墨铸铁管、钢管和PE管这几种。球墨铸铁管用的是承插式柔性接口，橡胶圈得装正装到位，接口允许转个小角度，但不能超过1.5度。钢管靠焊接连，坡口开60到65度，钝边留1到2毫米；焊的时候得一层一层多道焊，每层焊完把渣敲干净，焊缝100%得看外观，还得抽不少于20%做超声波探伤，Ⅱ级以上才算合格。PE管靠热熔对接，温度控制在200到220摄氏度，加热时间按壁厚来算，一般是壁厚乘以10秒，对接上了压力得保持到管子凉透。

管子防不防腐，直接关系到管网能用多少年。钢管外防腐现在普遍用三层聚乙烯，表面除锈得达到Sa2.5级，防腐层厚度不能少于2.2毫米；里面防腐可以用水泥砂浆衬里，也可以用环氧粉末涂层。管子铺好之后得做水压试验，试验压力是工作压力的1.5倍，而且不能低于0.6兆帕，稳压1小时压力降不超过0.05兆帕，哪儿都不渗不漏才算过。

四、协同施工与质量控制

（一）协同施工组织模式

水厂改造和管网建设在功能上是连着的，施工时各干各的肯定不行，得有协同机制。首先得有统一的项目管理班子，建设单位牵头，设计、施工、监理和运营单位都参与，工期、调度、供水保障一块儿商量。其次施工计划得协同着做，水厂出水达标时间跟管网建成时间得对上，不能出现水厂改完了管网还没通这种尴尬局面。再有就是搭个信息共享平台，施工进度、水质监测、调度信息实时搁上面，施工和运营才能联动。表1把水厂改造和管

网建设几个主要环节上该协同的事儿列了出来，方便对照着看。

表1 水厂改造与管网建设协同施工要点

协同环节	水厂改造侧	管网建设侧	协同控制要点
工期衔接	新工艺调试达标时间	新管网冲洗消毒完成时间	两者偏差不超过15天
接口处理	出厂管阀门及流量计安装	进厂（出厂）管对接	管径、标高、法兰标准一致
水质保障	出水浊度 ≤ 0.3 NTU，余氯0.3—0.5mg/L	管网冲洗消毒合格	切换前联合水质检测
供水调度	分区供水、临时设施保障	分段切换、旁通管设置	停水范围控制在最小
资料移交	设备参数、调试报告	管网竣工图、监测点位置	统一归档，录入GIS系统

（二）全过程质量控制

施工质量这事，得从开工盯到竣工，开工前重点是把施工方案审好、技术交底做到位，关键工序专门编方案，该请专家论证的就请；干活前跟作业人员讲明白质量标准和操作要点。施工过程中靠“三检制”——班组自检、工序互检、专职质检员专检，上道没合格别想进下道；隐蔽工程监理得旁站，留影像资料。完工后就是分项验收、系统调试和试运行，水厂改造至少试运行30天，管网工程跑15天，指标稳了才能竣工验收^[10]。

哪些地方容易出质量问题心里得有数，混凝土坍落度和强度

得查，设备水平度和同心度得量，管道焊接无损检测不能省，防腐层电火花检漏和厚度检测得做，水压试验的压力和时间都得记。这些数据老老实实记着，出了问题能查到源头。

五、结论

本文围绕城市供水系统升级，首先水厂改造得看原水水质和出水要求，把常规处理工艺升级到位，同时配套完善污泥处理设施。平流沉淀池的池体防渗、布水集水和排泥设备安装，均质滤料过滤的滤料级配和滤层厚度，还有污泥浓缩脱水系统的设备安装和管路衔接，这些施工质量控制的关键点都比较明确；不停产改造用分区施工、临时设施顶着、“先并后切”这些办法，确实能少影响正常供水。第二管网建设中顶管和水平定向钻各有各的适用场景，接口和防腐做得好不好直接决定管网能用多少年；新旧衔接用不停水开孔、“先建后切”的办法，过渡比较平稳。还有水厂和管网不能各干各的，得有协同施工的组织模式，统一管理、工期对上、接口协调好、信息共享起来，再加上全过程质量控制和施工期供水安全保障，工程质量和供水安全才有保障。

参考文献

[1] 严煦世，范瑾初. 给水工程 [M]. 5版. 北京：中国建筑工业出版社，2019.

[2] 刘俊，俞绍武. 城市供水系统韧性评价与提升策略 [J]. 中国给水排水，2022，38(12):17.

[3] 王洪云，张智. 基于全生命周期的供水管道管理方法 [J]. 给水排水，2020，46(8):112117.

[4] 住房和城乡建设部. 给排水构筑物工程施工及验收规范：GB 50141-2008[S]. 北京：中国计划出版社，2008.

[5] 住房和城乡建设部. 给排水管道工程施工及验收规范：GB 50268-2019[S]. 北京：中国计划出版社，2019.

[6] 王如华. 现有城镇水厂技术升级改造面临的主要问题及对策 [J]. 净水技术，2012，31(04):46.

[7] 国家市场监督管理总局，国家标准化管理委员会. 生活饮用水卫生标准：GB 5749—2022[S]. 北京：中国标准出版社，2022.

[8] 陈艳丽. 大型水厂升级改造理念与工程实践 [J]. 给水排水，2018，44(04):1316.

[9] 乐勤，许龙，郑国兴. 给水厂新旧系统不停产切换工程实施要点 [J]. 给水排水，2010，36(01):4751.

[10] 杨振美. 给排水管道非开挖施工技术的发展与应用 [J]. 市政技术，2025，43(05):8993.