 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i2.9316

Simulation and Prediction of Water Quality Improvement Effect of Ecological Water Replenishment Measures in Qilu Lake

Jinhui Li Shengdong Li

Changjiang Sanxia Technology and Economic Development Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

This study investigates critical factors affecting the pass rate of water-tightness tests in municipal drainage pipeline construction. Using a rainwater-sewage separation renovation project as a case study, it systematically analyzes various influencing factors through the ABC classification method. By identifying key variables and examining the root causes of test failures, the research proposes targeted improvement measures. Given the critical impact of water-tightness test pass rates on project cost and quality, the study focuses on enhancing the first-time pass rate of newly constructed sewage pipelines. This approach ensures construction quality, reduces rework and repair costs, and provides valuable insights for future water environment remediation projects.

Keywords

Municipal Drainage Pipeline Engineering; Water Tightness Test Pass Rate; ABC Classification Method

基于 ABC 分类法的污水管道闭水试验合格率分析研究

李金辉 李胜东

长江三峡技术经济发展有限公司，中国·北京 100000

摘 要

为探究市政排水管道工程建设中影响闭水试验合格率的重要因素，本文以雨污分流改造工程为例，结合实际排水管道工程建设中影响闭水试验的各种因素，通过ABC分类法对市政排水管道工程建设闭水试验不合格存在的问题进行分类汇总，在众多因素中找到关键因素，深入研究了闭水试验合格率的干扰因素，并进一步提出改进措施。鉴于管道闭水试验合格率对工程成本和质量的重要性，本文主要探究如何提高新建污水管道闭水试验一次合格率，保证新建管网施工质量，降低工程返工、修补费用，并为后续类似水环境综合治理项目积累经验。

关键词

市政排水管道工程；闭水试验合格率；ABC分类法

1 引言

目前世界各地的河湖生态系统普遍出现了水污染、河湖生态功能退化等问题，严重影响社会经济的可持续发展[1-2]。习近平总书记关于长江经济带建设发表了“共抓大保护、不搞大开发”的重要讲话精神，长江经济带其生态环境敏感性强，生态环境保护压力大，是长江大保护的重要区域。在此背景下，长江经济带地区以落实习近平总书记“生态优先、绿色发展”指示精神为宗旨，有效对接国家、省级、市级总体规划和专项规划，贯彻党中央长江经济带战略部署，统筹水环境治理，着力改善城区水环境质量，进一步提升水环境质量和生态水平，开展了城区雨污分流改造工程。

雨污分流改造工程属隐蔽工程，规范要求管道隐蔽之前必须闭水试验合格，方可回填。闭水试验是严密性试验的其中一种，市政工程中污水、雨污水合流管道及湿陷土、膨胀土、流砂地区的雨水管道 (无压管道)，必须经严密性试验 (闭水试验、闭气试验) 合格后方可投入运行。闭水试验一般用于雨污排水管道，特别是污水管道，是管道无渗漏的一个重要检验依据。闭水试验不合格的新建污水管道井段视为施工质量不合格，无法满足交工验收标准。

2 工程概况

长江经济带地区某城区雨污分流改造工程具体工程量为：新建市政道路污水管 18km，其中顶管 1.6km，雨水管 1.3km。管道清淤及疏通约 7.1km，管道开挖修复约 7.7km，非开挖修复 1.8Km。主要施工内容为新建污水管道，明开挖段污水管管径为 DN200、DN300、DN400、DN600、

【作者简介】李金辉（1998—），男，中国内蒙古人，本科，工程师，从事城市官网研究。

DN800、D1000 六种，污水管采用 B 型聚乙烯缠绕结构壁管。检查井原设计为现浇混凝土检查井，施工过程中综合考虑多方面因素对设计方案进行了优化，改现浇井为预制井。检查井采用现浇混凝土方法施工，所需人员、材料、设备及小型机具较多，施工和养护时间长，施工成本较高、周期较长；而预制检查井工厂化以后，由于构件为厂内集中预制，现场进行快速拼装，既减少了人员、材料、设备等的投入，成本较现浇混凝土检查井明显降低，又缩短了施工工期。

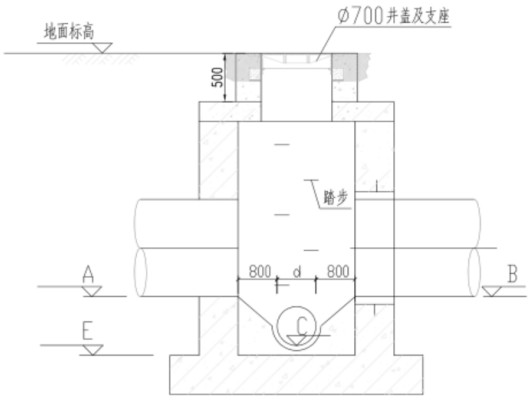


图 1 新建检查井剖面图



图 2 现浇混凝土检查井



图 3 预制混凝土检查井

3 ABC 分类法

3.1 方法介绍

ABC 分类法又称帕雷托分析法，也叫主次因素分析法，是项目管理中常用的一种方法。ABC 分类法可以帮助人们快速、直观、高效地找到事物的主要影响因素。ABC 分析法的核心思想就是在影响一个事物的发展变化中的所有因素内分出何者是主要因素，何者是次要因素，把握事物的关键问题，以此为切入点将对象拆分为 A、B、C 三类，其中 A 所代表的因素是发生累计频率为 0%-75%，是主要影响因素。B 所代表的因素是发生累计频率为 75%-95%，即次要影响因素。C 类因素，则是发生累计频率为 95%-100%，也就是一般影响因素。

将 ABC 分类法应用于新建污水管道闭水试验一次合格率中可以帮助建筑施工单位直观清晰的找出影响新建污水管道闭水试验一次合格率的主要因素是什么，进而重点控制主要因素即 A 类因素，对 A 类因素进行重点管控，快速直观高效地提升新建污水管道闭水试验一次合格率。

3.2 闭水试验一次性合格率影响因素分析

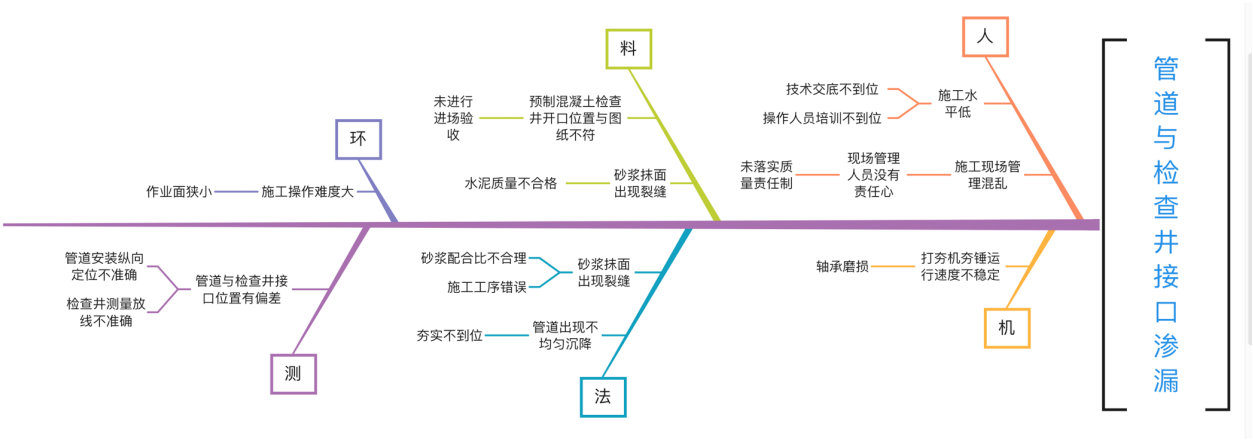
本文采用文献调查法和逻辑归纳法两种方法对影响新建污水管道闭水试验一次合格率的因素进行分类汇总，最终确定影响因素为管道与检查井接口渗漏、管道接口渗漏、检查井渗漏与管道渗漏四个因素。同时遵循理论与实际相结合的原则，在理论分析的基础上结合某城区雨污分流改造工程，确定上述四个因素中的主要影响因素。

针对主城区雨污分流改造工程 100 个在建污水井段进行了闭水试验并进行记录，发现多处出现漏水现象，有 18 段闭水试验不合格，经过现场调查、统计，得出闭水试验不合格井段的渗漏情况详见下表所示，基于 ABC 分析法对污水管道闭水试验因素进行分析可以得出，管道与检查井接口渗漏为主要影响因素（A 类因素）。

序号	影响因素	频数（点）	频率	主次因素分析
1	管道与检查井接口渗漏	12	66.7%	A 类
2	管道接口渗漏	2	11.1%	B 类
3	检查井渗漏	2	11.1%	B 类
4	管道渗漏	1	5.55%	B 类
5	其他原因渗漏	1	5.55%	B 类

3.3 管道与检查井接口渗漏影响因素分析

采用文献调查法和逻辑归纳法两种方法对管道与检查井接口渗漏的影响因素进行汇总，绘制鱼骨图如图 X，进一步总结末端因素见表 X。结合主城区雨污分流改造工程 100 个在建污水井段中 18 段闭水试验不合格进行调查分析、试验检测，结果表明：施工工序错误与夯实不到位是管道与检查井接口渗漏影响因素中的主要影响因素（A 类因素）。



序号	影响因素	频数（点）	频率	主次因素分析
1	技术交底不到位	0	0.0%	C 类
2	操作人员培训不到位	0	0.0%	C 类
3	未落实质量责任制	0	0.0%	C 类
4	打夯机轴承磨损	0	0.0%	C 类
5	预制混凝土检查井未进行进场验收	0	0.0%	C 类
6	水泥质量不合格	0	0.0%	C 类
7	砂浆配合比不合理	0	0.0%	C 类
8	施工工序错误	6	33.3%	A 类
9	夯实不到位	12	66.7%	A 类
10	作业面狭小	0	0.0%	C 类
11	管道安装纵向定位不准确	0	0.0%	C 类
12	检查井测量放线不准确	0	0.0%	C 类

4 解决措施

4.1 原因分析

根据本文上述数据，可以得出：

污水新建管网一次性合格率的主要影响因素（A 类因素）为管道与检查井接口渗漏；

管道与检查井接口渗漏的主要影响因素（A 类因素）为施工工序错误和夯实不到位；

提升污水新建管网一次性合格率首先应解决施工工序错误和夯实不到位的问题。

通过资料搜集、现场调查发现如下原因：

施工工序错误的主要原因为管道与井室连接的安装工序错误，管头预先没有进行处理，水泥砂浆凝固后再进行处理会导致管道周围砂浆的扰动且与井室连接处无加固措施，导致填缝砂浆不密实，进而产生裂缝导致漏水。

夯实不到位的主要原因为垫层夯实方法不当，导致垫层压实度未达到设计要求，易产生沉降，井室周围夯实不到位，导致检查井四周沉降，从而造成接口部位沉降。

4.2 制定措施

针对 3.1 中分析的原因，制定了对策实施表，明确了实施措施、实施目标，如表 X 所示。

表 6 规划水平年水质状况预测值（单位：mg·L^{-1}）

序号	要因	对策	目标	措施
1	施工工序错误	纠正错误的安装工序，合理优化细部的处理方法	闭水试验检查该部位无渗漏，渗水量符合设计及规范要求	1、在接入管道时，预先将伸入井内多余的管段切除； 2、采用防水砂浆填抹，确保砂浆填充密实，座浆就位后再做好内外抹面，以防漏水。
2	夯实不到位	严格按照设计要求，采用器械结合的方式，夯实到位	垫层压实达到设计要求的 90% 以上，不发生沉降	1、采用小型压路机对垫层进行压实 5-8 趟，轮迹小于 3mm； 2、采用立体冲击夯对压路机压不到地方进行夯实，压实度达到 90% 以上； 3、进行压实度试验，确保垫层压实度达到设计要求。

5 结语

抓住主要矛盾，从根本上解决问题是高效提升管道闭水试验一次性合格率的关键。本文基于 ABC 分析法，结合某城区雨污分流改造工程，分析研究了影响污水管道闭水试验一次性合格率的主要影响因素，并制定了解决措施。基于目前工作，得到结论如下：

（1）污水新建管网一次性合格率的主要影响因素（A 类因素）为管道与检查井接口渗漏；

（2）管道与检查井接口渗漏的主要影响因素（A 类因素）为施工工序错误和夯实不到位；

（3）提升污水新建管网一次性合格率首先应解决施工工序错误和夯实不到位的问题；

（4）在管网施工中应及时纠正错误的安装工序，合理优化细部的处理方法；

（5）在管网施工中应严格按照设计要求，采用“器械结合”的方式，夯实到位。

参考文献

[1] 彭文启.河湖健康评估指标、标准与方法研究[J].中国水利水电科学研究院学报,2018,16(05):76-86+98.

[2] 董哲仁.河流健康的内涵[J].中国水利,2005(04):15-18.

[3] 张华锋.浙北引水工程对嘉兴平原河网水环境影响的评价研究[D].浙江大学,2008.

[4] 冯健,周怀东,等.滇中引水工程对洱海水环境影响[J].中国水利水电科学研究院学报,2012,10(04):241-246.

[5] 胡琪勇.滇中引水工程对滇池草海水质改善效果预测与评价[D].昆明理工大学,2017.

[6] 杜泽快,胡长华.滇中引水工程输水隧洞安全监测设计原则研究[J].人民长江,2019,50(10):157-161+170.

[7] 桂耀,肖昌虎,侯丽娜.跨流域引调水工程规划方案优选研究——以滇中引水工程为例[J].中国农村水利水电,2017(09):63-66.

[8] 瞿霜菊,黄辉,曹正浩.云南省滇中引水工程规划研究[J].人民长江,2013,44(10):80-83.

[9] 周颖,高成,聂斌杰,等.基于Mike21的水库联调水质预测及影响分析[J].水电能源科学,2020,38(04):43-46.

[10] 于子铖,张叶,赵进勇,等.城市河流生态适宜性平面蜿蜒度确定方法研究[J].水利水电技术,2019,50(11):95-102.

[11] 王欢,陈江海,陈翔,孙敏华.基于MIKE21FM模型的厦门筼筜湖水质提升方案[J].水电能源科学,2019,37(02):43-46.

[12] MIKE21 & MIKE 3 FLOW MODEL FM Hydrodynamic and Transport Module Scientific Documentation.2009.

[13] MIKE 21 FLOW MODEL FMHydrodynamic Module User Guide.2009.