

桥梁基础施工中深埋废弃管道成套处理技术

王 巨

[上海公路桥梁(集团)有限公司,上海市 200433]

摘 要: 依托工程实践,采用全套管全回转清障技术,对新建城市高架快速路地下废弃管道进行综合处置,以清除管道内废弃气体等有害物质;然后采用分段分层管道泥浆充填技术,对废弃管道进行有效回填加固。工后检测结果表明,废弃管道处置效果优异,能够满足现状道路和新建高架桥梁桩基施工要求,为后续类似项目提供了参考借鉴。

关键词: 桥梁基础施工;深埋废弃管道;全回转全套管清障;泥浆充填

中图分类号: TU990.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)07-0358-05

Packaged Treatment Technology for Deeply Buried Abandoned Pipelines in Bridge Foundation Construction

WANG Ju

[Shanghai Highway and Bridge (Group) Co., Ltd., Shanghai 200433, China]

Abstract: Relying on the engineering practice, the full-casing full-rotation clearing technology is used to comprehensively dispose the underground abandoned pipelines of newly built urban elevated expressways in order to remove the harmful substances such as waste gases inside the pipelines. Then, the segmented layered pipeline mud filling technology is used to effectively backfill and reinforce the abandoned pipeline. The post-construction detection results show that the disposing effect of abandoned pipelines is excellent, which can meet the construction requirements of existing roads and new elevated bridge pile foundations, and provide reference for similar projects in the future.

Keywords: bridge foundation construction; deeply buried abandoned pipelines; full-rotation full-casing clearance; slurry filling

0 引 言

随着城市道路、桥梁、管道等基础设施建设的快速发展,原有的地面交通设施常常无法应对城区持续增长的交通运输需求^[1]。利用现状地面交通修建高架快速路,构建立体交通网已成为解决当前交通难题的主要途径^[2-3]。

然而,在当前地面道路升级为高架快速路的建设过程中,桥梁基础结构与现状道路下方的配套市政管线常常会存在平面冲突,对现场施工影响极大^[4-5]。一些无法迁移的废弃深埋管线,无疑会成为桥梁基础结构施工的潜在障碍,并可能影响桩基承载力^[6-7]。对于人口稠密、交通繁忙的区域,若将大规模废弃工程埋于现状道路下而不做处理,地下老旧管道结构极易被破坏而坍塌,不仅会导致地面塌

陷,影响交通通行,而且一旦管道内残留的有毒物质发生外泄,极易造成公共安全事故^[8-9]。

对于地下障碍物的处置,通常采用的方案包括支护明挖处理、冲击钻冲桩、全回转拔桩等^[10-11]。对于不便清障的城区废弃管道,主要采用水泥浆、泡沫混凝土或水砂与胶结材料混合料等高流态回填材料对地下管道空间进行有效填充^[12-13]。目前,废弃管道处置案例中,管道埋设普遍较浅,有关深埋废弃管道处置技术的文献报道相对较少。因此本文将立足于工程实践,针对城市高架快速路工程桩基修建过程中遇到的深埋管道处置问题进行研究分析,探讨全套管全回转清障技术和分段分层管道泥浆充填技术;同时对施工技术要点进行归纳,并对废弃管道的处理效果进行评估,旨在为城市废弃管道处理和桥梁基础施工项目提供技术上的参考。

1 工程概况

拟建高架上部结构采用预制箱梁,下部结构采

收稿日期: 2025-01-22

作者简介: 王巨(1978—),男,学士,工程师,从事道路桥梁施工管理工作。

用现浇立柱、盖梁,基础采用桩基础结合承台形式。桩基采用桩径 1 m 的钻孔灌注桩。根据管线资料显示,拟建区域路中下方有 1 根已废弃的直径为 2 000~2 400 mm 的钢筋混凝土污水总管,部分承台将位于其下方。该污水总管总长约 11 km,位于现状道路中心线下方,建于 20 世纪 90 年代,至今运营时间已超过 20 a。由于拟建城市高架快速路工程基础结构平面位置与该管道存在冲突,因此在高架路建设之前,必须对这条污水总管进行全线搬迁和重建。

工程范围内的污水管底标高为-3.43~-4.19 m,路面标高为 4.57~5.81 m,管道埋深 5.6~7.6 m,管底埋深 8~10 m。废弃管道为每节长 2 m 的企口式钢筋混凝土管,管壁厚度为 230 mm,每节重量约为 9.9 t。污水管基础厚度 20 cm,基础宽度 3.05 m,管枕 10 cm。

污水管道与桩基平面位置关系图见图 1;污水管道与桩基立面关系示意图见图 2。

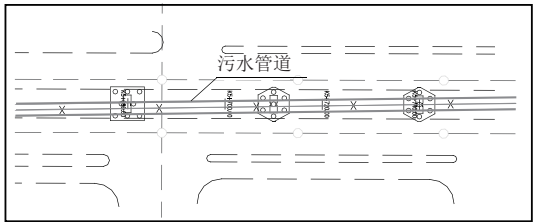


图 1 污水管道与桩基平面位置关系图

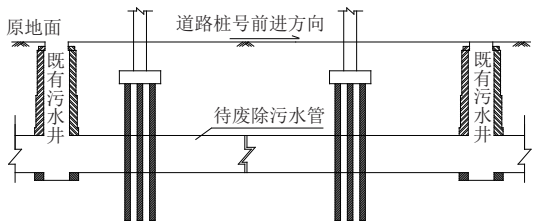


图 2 污水管与桩基立面关系示意图

2 处理方案选择

对于地下障碍物的处理,常见的方案有支护明挖处理、冲击钻冲桩、全回转拔桩等。相关资料表明,全回转套管机钢套管前端带有钛合金钻头,因而具有强大的清障能力,尤其适用于障碍物埋深大、强度高的复杂地下环境,在清障和成孔作业中效率高、速度快^[14]。钻进过程中,采用全套管防护成孔技术,即使在易塌陷地层中穿越也不会出现塌孔现象。此外,该技术不依赖泥浆护壁工艺,从而减少了环境污染,并且节省了泥浆弃运处理的成本。考虑到该工程是在现状道路上进行清障处理,存在管道埋设深度大、日常交通流量高、施工空间受限以及对文明施工要求严格等不利问题,最终确定采用全套管全回

转清障技术开展清障作业。

目前,针对城区废弃管道的处置,主要采用水泥浆、泡沫混凝土或水砂与胶结材料混合料等高流态回填材料对地下管道空间进行有效填充。这些材料虽然具有高强度和良好的干缩性能,但成本较高,因此并不适宜于大规模应用。鉴于该工程高架钻孔桩施工产生了大量废弃泥浆,经过试验研究,将废弃泥浆与水泥混合作填充料,能够满足设计要求的承载力和充盈度标准^[15],也能减少工程泥浆处置过程中造成的环境污染,是对环境十分友好的处置方法^[16]。

综上所述,确定对废弃管道进行局部全套管全回转清障(桩基施工影响区域)和全线分段分层填充(其他区域)相结合的处理方案。

3 全套管全回转清障技术

3.1 井内气体检测排放与回填封堵

项目采用 ADKS-4 便捷式气体检测仪对井内有害气体浓度进行检测,然后利用 T35-11 轴流式通风机对检查井内进行吹风,以降低有害气体浓度;同时,安排专人持续使用气体检测仪进行监测,确保施工人员在有害气体浓度降至安全水平之前不得进入井内作业。

在井内气体完全排放之后,以 3 个检查井为一充填区段进行管道充填。在施工单元的两端,使用检查井进行素土封堵,素土回填至距管顶至少 1.0 m,随后,使用潜水排污泵将该区段内的污水抽出。

井端素土回填纵断面示意图见图 3。

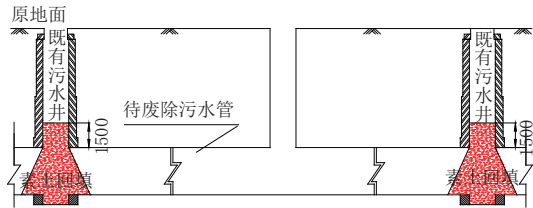


图 3 井端素土回填纵断面示意图(单位:mm)

3.2 测量放线与清障掏渣

当施工区段管道内积水抽取完成后,现场测量人员依据设计图纸对污水管影响区域进行桩位放样。放样作业完成后,清障机随即进场进行精准定位。

钢套管及清障设备定位安装图见图 4。

采用 2 节钢套管,钢套管每节长 6 m,直径 1 200 mm,壁厚 30 mm;钢套管接口位置留有螺栓孔,孔内带有丝口,钢套管间用螺栓连接。钻机就位后,将 360°全

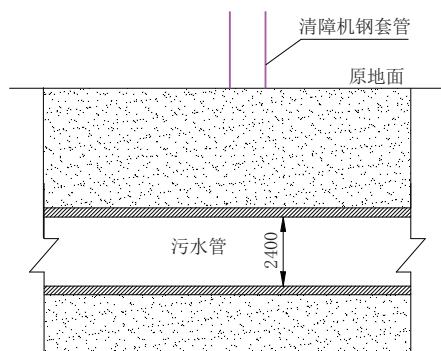


图4 钢套管及清障设备定位安装图(单位:mm)

回转套管机钢套管吊装至钻机钳口中,再用抱箍禁锢钢套管,从而达到钢套管360°旋转的功能。钢套管压入深度约为3~4 m,套管内渣块采用冲抓锤进行清理,清理过程中钢套管持续进行360°旋转施工,套管底部钛合金钻头切割地下障碍物并同步下压套管。需要注意的是,为了保障施工,钢套管底口应始终超出开挖面1.5 m以上,清障至污水管底部不少于0.5 m处。

清障机清障作业示意图见图5。

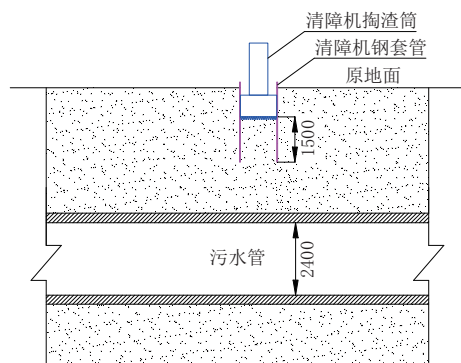


图5 清障机清障作业示意图(单位:mm)

3.3 安装钢护筒、拔除钢套管

清障完成后,钢套管不拔除而直接安装钢护筒,钢护筒壁厚8 mm,外径1.10 m(桩径1.0 m),采用1节,其长度根据污水管埋深设置。

钢套管、钢护筒与污水管相对位置关系剖面图、平面图见图6、图7。

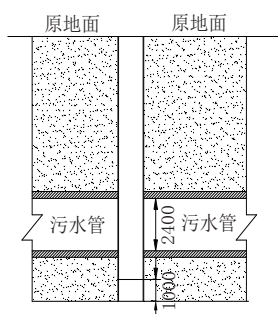


图6 钢套管、钢护筒与污水管相对位置关系剖面图(单位:mm)

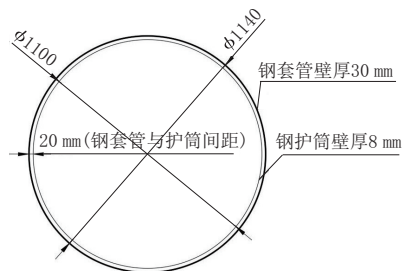


图7 钢套管、钢护筒与污水管相对位置关系平面图(单位:mm)

当套管与护筒之间间距较大时,应根据现场具体情况作出相应调整。钢护筒安装长度应确保其下端到清障机成孔原土以下1.0 m处(用振动锤打入),以防止钻孔过程中漏水或漏浆现象,其顶端应与原地面保持水平。

该工程钻孔灌注桩以正循环的方式钻进成孔,然后以套管机的钢套管作为护筒进行回旋钻机钻孔施工。在钻孔桩施工时,在污水管底部以上区域需放慢钻进速度,并加大泥浆比重,待孔周围形成泥浆护壁后,再恢复正常的钻进速度。钻孔灌注桩主要是通过抽出孔内夹杂渣石的泥浆并沉淀来实现钻渣的排出。与此同时,不断制备新泥浆,补充至钻孔内,保证泥浆液面始终高于地下水位不少于0.5 m,以防发生塌孔事故。当钻管穿越圆砾石和卵石等稳定性较差的地层时,应根据现场情况适当提高泥浆的黏度和比重,以维持孔壁稳定。

为了保证钻孔灌注桩施工质量,在钻孔灌注桩钻进过程中,应每钻进5 m检查一次孔壁的垂直度,直至孔底钻进到设计标高。钻孔作业完成后,需要及时清孔、下放钢筋笼并灌注水下混凝土。水下混凝土达到设计标高后,才能够移走回旋钻机并拔出清障钢套管。需要注意的是,在拔出清障钢套管时,应采用边旋转边拔除的方式缓慢地进行作业,以防钢套管带出钢护筒。清障作业完成后,钻孔内需要回填高约1 m的黏性土,并对桩孔口进行回填加盖。

4 分段分层管道泥浆充填技术

桥梁承台结构施工作业完成后,应先对承台结构周围进行有效回填,然后再开展深埋废弃管道回填作业。为了确保该深埋管道回填效果,项目现场采用分段分层泥浆充填技术。

4.1 泥浆制备

现场调配了2种泥浆填充料:一种是由城市废弃土制备而成的泥浆,水固比为1.4~1.6,含水量为

55%~60%,黏度控制在675 mPa·s 以下;另一种是由城市废弃土掺入10%水泥制备而成的泥浆,水固比为1.4~1.6,含水量为65%~70%,黏度控制在700 mPa·s 以下。

工程现场采用JDY350 型混凝土搅拌机制备泥浆填充料,能够保证泥浆质量和泥浆制备速度。

4.2 泥浆充填

4.2.1 第 1 次填充

考虑到地面现有的建(构)筑物与废弃老管之间的距离不到 10 m,为预防泥浆填充过程中与管内残留污水混合,导致管内填充泥浆的质量降低,现场分 2 次进行填充施工。

第 1 次填充时,泥浆填充料由城市废弃土制备而成,填充高度控制在管底以上 1.8 m 处。填充过程中同步采用振捣器辅助浆液扩散流动,以进一步扩大泥浆的流淌覆盖范围,提高填充效果。

第 1 次填充纵断面、横断面示意图见图 8、图 9。

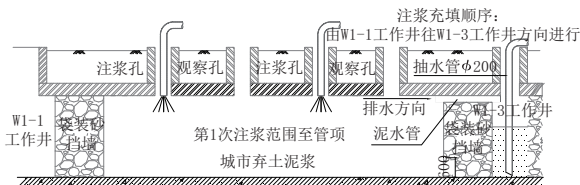


图 8 第 1 次填充纵断面示意图

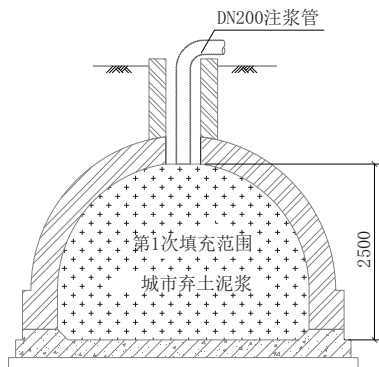


图 9 第 1 次填充横断面示意图(单位:mm)

4.2.2 第 2 次填充

第 1 次填充施工完成 7 d 后,待泥浆完全硬化稳定,进行第 2 次泥浆填充施工。第 2 次填充的泥浆是用城市废弃土掺入 10% 水泥制备而成的泥浆,填充至管顶,填充过程中同步采用振捣器辅助浆液扩散流动,以进一步扩大泥浆的流淌覆盖范围,提高填充效果。填充后管顶空隙控制在 0.2 m 以内,管道充盈率不低于 97%。

第 2 次填充纵断面、剖面示意图见图 10、图 11。

4.3 泥浆填充效果检测

深埋废弃管道处置完成后,现场开展了管内填

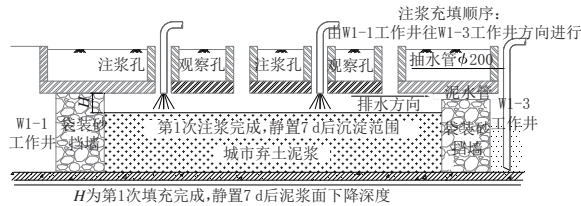


图 10 第 2 次填充纵断面示意图

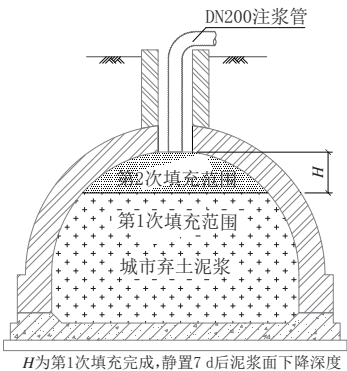


图 11 第 2 次填充剖面示意图

充率检测、静力触探(CPT)法测定比贯入阻力 P_s 、十字板剪切(VST)法测定十字板剪切强度 C_u 等检测工作,用以评估泥浆填充质量和填充效果。

在第 2 次泥浆填充施工完成 7 d 后,管道内的填充泥浆基本全部干缩固结。管内填充率检测结果表明,管道内泥浆填充率超过 98%,满足施工填充效果控制要求。管道内上部填充泥浆干化后的静力触探比贯入阻力平均值 P_s 达到 0.5 MPa,十字板剪切强度平均值 C_u 超过 7 kPa;管道内上部填充泥浆静力触探比贯入阻力平均值 P_s 增长至 0.73 MPa,能够满足施工填充质量控制要求。

工程项目施工完成后,通过多种检测手段对采用全套管全回转清障技术的区域进行桩基完整性、承载力等指标的检测,检测结果均满足相关规范及设计指标要求。同时还对废弃管道内泥浆填充率、管道内泥浆填充料的静力触探比贯入阻力和十字剪切板抗剪强度进行检测,检测结果均能够满足相关规范和设计指标要求。

5 结 语

(1)对深埋废弃管道进行局部全套管全回转清障和全线分段分层填充协同处置方案,具有十分良好的应用效果。

(2)现场实施过程中,需根据现场施工条件和施工进度,不断调整、优化和验证工艺参数。例如钻孔桩成桩施工参数、2 次泥浆充填料的水泥掺量和分层充填次数等。

(3)在类似工程中推广应用时,还需要根据实际工程建设条件因地制宜,并在工程实践中不断改良和优化施工工艺,以便于适用更广泛的工程应用场景,取得更好的实施效果。

参考文献:

- [1] 李立岩,汪小南.历史风貌区有机更新方案研究——以汉口历史风貌区交通系统为例[J].城市道桥与防洪,2024(8):22-26.
- [2] 林辉.剪刀叉匝道在城市高架快速路中的应用——以襄阳市内环北线工程为例[J].工程技术研究,2024,9(14):178-181.
- [3] 费夏.桥梁快速化施工技术在宿迁市迎宾大道高架工程中的应用[J].城市道桥与防洪,2023(8):188-191,19-20.
- [4] 方志杨.穿越交通密集路段城市高架路结构选型及关键部位设计[J].中外公路,2016,36(2):322-326.
- [5] 吴文林.城市废弃燃气管道的管理[J].煤气与热力,2013,33(5):43-44.
- [6] 王鹏.地下废弃管道破损内渗透发地面沉降性状研究[D].南京:南京大学,2019.
- [7] 李奇,王鹏.地下废弃管道破损内渗透发地面沉降性状研究[J].山

西建筑,2023,49(18):6-11.

- [8] 彭浩,刘畅,钟琦,等.油气管道废弃处置技术现状及问题研究[J].管道技术与设备,2024(1):6-14.
- [9] 康叶伟,左莉,邵磊,等.陆上废弃油气管道的安全环保处置[J].油气储运,2016,35(12):1261-1266.
- [10] 蔡亮,李超,张利勋,等.国外管道废弃处置技术现状综述[J].石油规划设计,2016,27(4):10-12;26.
- [11] 吴东容,余东亮,李开鸿,等.某山区油气管道废弃处置设计与实践[J].石油工程建设,2021,47(1):73-76.
- [12] 李文,赵永伟,敬有超.一种废弃管道新型注浆料的应用[J].内江科技,2023,44(10):16-19.
- [13] 徐华天,康叶伟,王洪涛,等.废弃油气管道注浆填充试验及分析[J].管道技术与设备,2019(1):59-62.
- [14] 白晓娜.全套管全回转地下清障与钻孔灌注桩结合施工技术[J].工程技术,2017(7):575-611.
- [15] 黄国富.大口径老管道的废除施工[J].建筑施工,2015,37(5):608-609.
- [16] 蒋赢达.城市大型废弃污水管道的填充技术研究[J].建筑施工,2018,40(5):785-787.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:roadbridgeflood@163.com

