

# 地下长距离废弃管道充填施工设计

唐群艳<sup>1,2</sup>, 贾敏才<sup>1,2</sup>, 吴晓峰<sup>1,2</sup>

(1. 同济大学地下建筑与工程系, 上海 200092; 2. 同济大学岩土及地下工程教育部重点实验室, 上海 200092)

**摘要:**阐述了某地下废弃管道的充填处置施工设计方案,为地下废弃管道处置项目的施工实践提供依据,并对以后类似长距离废弃地下空间的充填施工具有很好的借鉴意义。

**关键词:**地下废弃管道; 充填; 注浆; 排水板

**中图分类号:** TU94<sup>+</sup>3    **文献标识码:** B    **文章编号:** 1672-7428(2008)11-0068-03

**Construction Design of Filling Long-distant Abandoned Pipe Underground/TANG Qun-yan, JIA Min-cai, WU Xiao-feng (Tongji University, Shanghai 200092, China)**

**Abstract:** This article mainly introduced the construction design for the underground abandoned pipe, which supplies important accordance for the construction practice in this project, and also provides references for other similar filling project of underground spaces.

**Key words:** underground; abandoned pipe; filling; grouting; draining board

## 1 工程概况

某地下废弃管道为 20 世纪 70 年代初建造的一条污水输送干线,曾是市区内的一条主要的污水输送干线,长达 20 km 以上,管道断面为马蹄形钢筋混凝土和砖砌结构的平底半圆拱管,断面面积达 7.61 m<sup>2</sup>。原设计标准低,结构薄弱,污水冒溢严重,安全隐患多。

如此大规模的废弃工程埋于地下,随着城市建筑大规模扩展和快速的社会经济发展,其工程安全风险极大。为防止诸如因管道结构破坏而引起的安全隐患,对废弃的老管道进行充填处置非常必要。根据调查,废弃管道的地面环境复杂,差别极大,除小部分可加固利用外,大部分需要进行有效充填。受制于地面环境的影响,充填的重要方式将为管内泥浆充填,充填材料总量约 17 万 m<sup>3</sup>。必须选择合适的材料作为充填材料,且管道充填方案应兼顾经济、技术、环保和可行性的要求。在室内试验和室外模拟试验的基础上,拟采用掺水泥为固化剂的泥浆充填方案充填处置废弃管道。

## 2 施工存在的问题及困难

本条废弃管道相较于以往国内外曾处理过的其它地下废弃空间,有如下特点:管道处于地下,充填距离长,充填处理空间大,所需充填材料方量大;在管道沿线上部大部分均为厂房、居民小区或交通繁

华地带,不适宜采用开挖回填处置方式,最适宜的方法为泥浆注浆充填。

废弃管道本身的这些特点,给充填施工设计带来了系列难点和需要攻克的技术关键。

(1) 管道处于地下,底部还有 30 cm 左右的淤泥沉积,充填器械不便进入管内;

(2) 管道现有结构薄弱,安全隐患大,无法进行管内人工操作;

(3) 管道长达 23 km,充填程度不便控制;

(4) 管道大多地处交通繁华地带或居民校区,充填过程中需避免环境污染;

(5) 充填量大,达 17 万 m<sup>3</sup>,要充分考虑充填料和施工的经济性。

针对以上施工难点,就本废弃管道的充填施工进行了设计和分析。

## 3 充填方案设计

在室内试验和管道模拟试验的基础上,对比经济及技术可行性,考虑不同管段所处区域的环境、地理位置以及环境影响因素,采取 2 种充填方案。

**方案一:**管段内充满疏浚砂,静置失水后,对管段顶部出现的孔隙进行第二次充填,充填入掺 10% 水泥的城市弃土泥浆。此方案适用于尚未开发地区,以及较偏区域厂区下的管段充填。

**方案二:**在管底水平向铺设排水板增加排水通

收稿日期:2008-04-22

作者简介:唐群艳(1980-),女(汉族),湖南祁阳人,同济大学在读博士研究生,岩土工程专业,从事地下结构和地基处理等方面的研究工作,上海市杨浦区密云路 528 弄同济西苑 5 号楼 504-1, tangqunyan2982@126.com。

道,以利于之后的充填泥浆充分排水固结;往管段内充满城市弃土泥浆,静置排水固结后,对管段顶部新出现的空隙,再充填入掺 10% 水泥的城市弃土泥浆。此方案适用于处于居民小区以及建筑物与交通繁华地带下的管段充填。

两种方案的配比见表 1。

表 1 充填材料配比方案表

方案	第一次充填材料	第二次充填材料
方案一	粉细砂	掺入 10% 水泥的城市弃土泥浆
方案二	城市弃土泥浆	掺入 10% 水泥的城市弃土泥浆

## 4 充填材料及设备情况

### 4.1 充填材料

方案一中的第一次充填料为粉细砂,第二次充填料为掺入 10% 水泥的城市弃土泥浆。因此,主要用料为疏浚砂、城市弃土和水泥。方案二中的第一次充填料为城市弃土泥浆,第二次充填料为掺入 10% 水泥的城市弃土泥浆,且方案二在第一次充填中增加了排水通道的铺设,因此,主要用料为城市弃土、水泥和塑料排水板。

### 4.2 设备选用

方案一中第一次充填料粉细砂,用吹砂泵吹入充填。方案二和方案一中的第二次的充填料泥浆,选用注浆系统泵入充填。注浆系统包括拌浆机、注浆泵、贮浆桶和输浆管。鉴于管道横截面积达 7.61 m<sup>2</sup>,充填量较大,所以要求注浆系统的注浆流量较大,建议输浆管口径为 10 cm。此外,第一次充填完毕要及时排水,备潜水泵抽水。

综上所述,充填设备包括吹砂泵、拌浆机、注浆泵、贮浆桶、输浆管和潜水泵。建议设备型号见表 2。

表 2 工程设备一览表

设备名称	型号	设备名称	型号
吹砂泵	NL150-15	贮浆桶	2 m <sup>3</sup>
拌浆机	0.8~2 m <sup>3</sup>	输浆管	10 cm 口径
注浆泵	SNC-H300	潜水泵	QY15

## 5 施工工艺

施工工艺流程见图 1。

### 5.1 施工准备

施工准备工作包括管段的划分,管段施工端排水井砌筑和施工监测装置的安装。

整个管道过长将无法进行有效充填,因此此需对整个管段进行分段充填,确定各分段点。每施工分管段的长度不宜过长,以 100 m 为宜。同时,管道

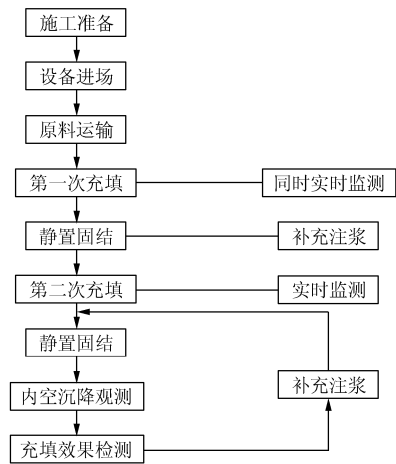


图 1 管段充填施工流程图

堵塞点和透气孔可设为自然分段点。

为使充填后浆料强度迅速增强,要使充填料充分排水,在每分管段两端设置排水井。排水井的作用是在管口填置砂袋之后,汇集充填泥浆从堵口砂袋渗透出来的水,通过设置潜水泵进行排水。砌筑方式如图 2 所示,砌筑尺寸设计为管段横截面直径长的方形井,对于半圆形截面管段,排水井尺寸为 4.5 m × 4.5 m。



图 2 排水井砌筑方式示意图

另外,在每管段的两端安装监视摄像镜头,同时在管口安装足够长距离的照明设备,满足监视设备的照明需要。此外,在管顶定点安装小型土压力盒,测定初次充填料的充填程度以及二次充填时管内浆液的压力,防止注浆压力过大,压破管道。

### 5.2 设备进场及原料运输

吹砂设备或注浆系统(拌浆机、注浆泵、贮浆桶和输浆管)分别置于每分管段两端口。各种原材料(疏浚砂、水泥、城市弃土以及排水板)运输到位。

### 5.3 充填施工

#### 5.3.1 方案一充填施工

(1)吹砂管和注浆管放置:充填料不能依靠自流自行充满整个管道,要依靠高压泵和吹砂泵的推动力推动砂体充填料的流动,因此,从分管段的两端将吹砂管放入管段中间位置,从两端同时吹砂。为

防止吹砂过程中产生的推动力使吹砂管外滑,吹砂管放入时,进行固定。在管顶同时置入一条注浆管,以备二次充填时使用。

(2)管两端砂袋透水墙砌筑:设置封堵透水墙封堵管段两端口,要求墙体能抵抗充填料端口侧压力,以防充填过程中充填料的泄漏,同时要保证透水,保证首次充填完毕后充填料的排水固结。建议采用 $0.6\text{ m}\times 1\text{ m}$ 编织袋封装疏浚砂,堆砌成 $4\text{ m}$ 厚度的砂袋透水墙。

(3)吹砂场地砌筑:吹砂之前,在管端处砌筑或开挖 $2\text{ m}\times 2\text{ m}\times 1\text{ m}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 深)的吹砂场地。

(4)吹砂充填:采用高压水泵吹砂,然后用吹砂泵充填。为节约用水量,吹砂过程产生的水应该循环使用。充填至管道充满为止。

(5)第二次泥浆充填:砂体充填完毕抽水静置1天后,砂中水分通过设置在端口的潜水泵迅速排出,管段顶部出现空隙,往管段顶部空隙充填入掺 $10\%$ 水泥的城市弃土泥浆。注浆系统选用单液式注入系统,设备型号如前所述。拌浆机、注浆泵、贮浆桶和输浆管的安装依照机械安装说明安装,密封各连接段。泥浆配置时水泥的掺入比为 $10\%$ ,掺入比例以城市弃土湿土为标准。实测土的含水量,计算水泥掺入量,搅拌均匀。含水量控制在 $60\%\sim 70\%$ 之间,保证泥浆可泵;注浆过程同时从安装的摄像镜头实时观测,依据摄像镜头观测情况,一边充填,一边往外撤管。注浆结束控制标准以放置于靠近管段口的土压力盒测得的压力为依据,首次注浆土体,先测得浆液压力,根据计算,实测二次注浆时压力增量,在测得土压力大于静止土压力 $10\text{ kPa}$ 时停止注浆。注浆完毕后,及时对机械设备进行清洗。

### 5.3.2 方案二充填施工

方案二下部充填料为城市弃土泥浆,与方案一相比,增添了浆体塑料排水板铺设的施工环节。

(1)输浆管放置:在管道底部和顶部分别放置一条输浆管,并进行固定。

(2)排水通道铺设:废弃泥浆作充填料时,渗透率小,渗透速度慢,因此,注浆之前,在管道底部铺设5条塑料排水板以形成浆体内部排水通道。塑料排水板铺设间距为 $1\text{ m}$ 。

(3)管端砂袋透水墙砌筑:工序如方案一,采用 $0.6\text{ m}\times 1\text{ m}$ 编织袋封装疏浚砂,堆砌成 $4\text{ m}$ 厚度的砂袋透水墙。

(4)充填工艺程序:第一次充填采用城市弃土制备的泥浆。不掺入任何外加剂和固化剂,铺设排

水板以排水固结的方式使其达到稳定状态,并提高土体强度。注浆设备与施工流程与方案一中二次充填相同。

(5)排水固结:充填完毕后,每间隔2天以潜水泵抽水排水,以促进泥浆的排水固结速度。静置7天后排水完毕,从摄像镜头观测管道内泥浆的干缩状态。

(6)第二次充填:泥浆充填完毕,静置7天排水后,由于泥浆中水的大量排出,泥浆面固结干缩下降,管顶出现空隙,因此需要进行二次充填,充填料为掺入 $10\%$ 水泥的城市弃土泥浆。工序同方案一。

## 6 充填效果及经济效益分析

### 6.1 管内充填程度检测

沉降稳定后进行管内充填程度的测定,拆除顶部封堵砂袋,以米尺测定浆液固化干缩面距管顶距离,换算成面积百分率,若充填率低于 $97\%$ ,则进行补充注浆。

对于充填率低于 $97\%$ 的管段,即管内泥浆面距离管顶的高度超过 $19\text{ cm}$ 的管段,进行补充注浆。

补充注浆配比仍采用添加 $10\%$ 水泥的城市弃土泥浆。充填流程同第二次充填流程。

### 6.2 两种充填方案经济效益分析

充填工程造价按立方米充填料需要的费用进行计算,预算结果见表3。

表3 工程造价预算表

充填方案	材料	用量	单价 /元	材料费 用/元	施工费 用/元	费用总 计/元
方案一	疏浚砂	$0.80\text{ m}^3$	30	24		
	城市弃土	$0.15\text{ m}^3$	20	3	25	64
	水泥	30 kg	0.4	12		
方案二	城市弃土	$0.90\text{ m}^3$	20	18		
	水泥	30 kg	0.4	12	40	70.9
	排水板	$0.71\text{ m}$	1.2	0.9		

由表3数据可见,采用方案一更经济,但鉴于其用水产生的环境问题,只能适用于地处尚未开发地区,以及较偏区域厂区下的管段充填。两种方案均能达到经济有效充填的目的。

## 参考文献:

- [1] 张文根. 立井壁后注浆施工工艺[J]. 山西煤炭, 2005, 25(1).
- [2] 胡中立. 泵吸反循环钻孔桩后注浆施工[J]. 岩土工程界, 2003, 6(9).
- [3] 仲付维. 泥浆输送泵的选择[J]. 水利水电科技进展, 1995, 15(4).
- [4] 大西浩司. 廃棄管路内スラリーモルタル充填工法の改良[J]. Sem Technical Review, 2002, (25): 71-73.