

# 大口径拖拉管在穿堤构筑物工程中的应用

秦承进

广东省水利水电第三工程局有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5953

**[摘要]** 水利工程堤防穿堤管涵以往都为砼建筑结构,本文结合湖区犀牛口闸管涵建设,介绍超大口径PE管材采用导向拖拉施工技术建设的背景,论述了导向拖拉施工工艺在水利管涵工程特殊地质条件下的施工方法及施工过程的质量控制措施,为拖拉管施工技术在水利工程中的应用,起到参考和推广作用。

**[关键词]** 堤防工程; 大口径拖拉技术; 挤压式; PE管; 灌浆

**中图分类号:** TV871 **文献标识码:** A

## Application of Large Diameter Towing Pipe in Embankment Structures Engineering

Chengjin Qin

The Guangdong NO.3 Water Conservancy and Hydro-electric Engineering Board Co.,Ltd.

**[Abstract]** The dike-crossing pipe culverts of water conservancy projects used to be concrete building structures. This paper introduces the background of the construction of super-large-diameter PE pipes using guided dragging construction technology in combination with the construction of Xiniukou sluice pipe culverts in the lake area. The construction method and quality control measures of the construction process under the special geological conditions of the water conservancy pipe culvert project play a reference and promotion role for the application of the dragging pipe construction technology in the water conservancy project.

**[Key words]** Embankment project; Large caliber drag technology; PE pipe; squeezing; and grouting

### 引言

拖拉管技术,也称水平定向钻穿越铺管技术,是一种非开挖管道敷设工艺,有施工环境影响小,施工条件要求低,适用范围广等优点,主要用于市政给水、电力及通信工程施工。在小直径管道施工中技术非常成熟,超1m及以上大直径管道拖拉施工在市政工程中应用实例也不多,水利工程因其特殊性,更没有应用实例,设计、施工经验非常缺乏。

本文通过对湖区犀牛口闸重建项目施工现场环境,防洪度汛进度要求,大堤为回填土松软地质条件的综合分析,借鉴市政工程中拖拉管施工技术的应用经验,经方案比选,涵闸穿堤管涵采用超大管径PE管,导向拖拉施工工艺。采取针对性的施工质量控制措施,按期保质完成箱涵建设,为拖拉管施工技术在水利工程中的应用,起到参考和推广作用。

### 1 概况

#### 1.1 排水闸现状

排水闸始建于上世纪五六十年代,现存在“涵身沉降,止水损坏,管身过小,检修困难;启闭机台混凝土老化、露筋等安全隐患且无启闭机室,无工作桥;闸门为混凝土结构,老化严重,吊耳、螺杆锈蚀”等问题。

管身段穿越车流量非常大的省道,道路两侧设有移动通信、

国防光缆,自来水管等公共设施。采用传统开挖施工技术,存在诸多困难,特别是国防光缆、供水管的迁移,协调难度大、耗时长,无法满足汛期前完工的进度目标。

#### 1.2 排水闸工程地质

大堤基础主要为近代沉积砂卵石,结构稍密,饱和,透水性强。堤身下部由黄褐色粉质粘土、壤土及少量粉细砂、砂壤土组成,一般可塑状。堤身段上部由黄(灰)褐色淤泥质粉质粘土、壤土,局部含小砾石、粉细砂、砂壤的回填土组成,填土均匀性一般。受早期施工技术落后影响,堤防加高培厚土靠自然沉降密实,地质条件较差。

### 2 重建设计方案

根据设计对大堤防渗加固要求,排水闸启闭机房、闸室原地重建。构筑物、大堤级别2级,管涵为PE管,闸室上布置钢筋混凝土排架和启闭机架,通过工作桥与堤坡连接,进出口连接段为浆砌石八字墙;闸门采用平面定轮钢闸门,宽1.2m,高1.8m;QL-80螺杆,动水启闭。PE管涵偏离原箱涵3m,采用拖拉管技术重建,原箱涵砼封堵。新建单孔PE100级管涵,设计流量2.6m<sup>3</sup>/s,管径DN1200mm,壁厚88.2mm,管长48m,公称压力1.25MPa。PE管之间连接严格按热熔工艺施工,管涵四周灌浆处理。

### 3 拖拉管工艺技术应用

### 3.1 施工准备

根据项目特点、大堤特殊地质构造,水利工程较少使用导向拖拉技术,更缺乏超大直径PE拖拉管施工经验,项目部从以下五方面做好施工准备工作,一是根据地勘资料、设计图纸、现场环境等方面编制和明确拖拉管施工方案,对技术措施进行严格审定,加强技术交底,指导现场施工。二是水利工程一线作业人员整体缺乏导向拖拉施工经验,从严选择施工班组,严把施工作业人员质量关。三是根据设计、规范要求,严格按国标选择PE管材,提早联系厂家,材料严格送检,确保管材质量。四是对拖拉、导向、扩孔等机械设备,PE管熔接设备,吊装和拖拉设备,灌浆设备进行严格选择。五是根据水闸两侧临水,作业空间有限,省道路面加工焊接场地至涵管进出口高差较大的问题,做好现场PE管材加工焊接、PE管吊运和拖拉施工平面布置,确保整个施工环境井然有序、安全。

### 3.2 监测和测量

监测和测量对指导拖拉管施工是否成功非常重要,现场按施工方案对涵管穿越区域路面、光缆和自来水管道路等设施布设沉降、变形监测设备,及时收集反馈相关测量信息,为钻进施工相关技术参数的优化调整提供数据支撑。同时,还对堤防、防洪城墙及河道的水位等进行观察,做到有效预警。

### 3.3 PE管布置及组装熔接

现场作业空间有限,为保障施工安全,提前向公安交通管理部门申请交通疏导,封闭涵管穿越省道区域,以路面作为PE管临时堆放、组装及焊接场所。为防止管道表面受损,管道布置和熔接时,在其下面垫专用地滑轮。PE管节间采用热熔连接,涵管全长48米,单节PE管长17米,共3节,其中一端和拖拉牵引扩孔器熔接,一节熔接后送检,共进行4次涵管熔接。管材经专用机具切削、加热,使PE管断面熔化,在一定的压力作用下,熔化表面接触,熔接形成双环加强圈,连接面强度不小于本体。PE管管径大、壁厚,管口组装焊接过程,质检人员严格按规范检查管口铣削、电热板加温、管口对接,熔接、管口连接强度及外观质量,经检查合格,管涵内壁焊接溶胶清理后方可允许拖管。

### 3.4 工作坑、钻机布置及导向轨迹控制

本项目管涵与市政拖拉管施工有其差异性。首先,管涵进出口间是平直的,涵管排水口临大河,只能在进水口侧开挖工作坑制浆,扩孔灌浆过程泥浆直接流至出水口,孔内无法注浆,孔壁易塌陷。工作坑设置在管涵进水口前30m外位置,长×宽×深为6×2×1.5m。管涵出水口侧设置简单的浆液收集池,收集扩孔过程流出浆液,最后经抽水设备将收集池内浆液抽回制浆池沉淀再利用。

钻机位于进水口侧工作坑以北,导向轨迹根据设置在管涵出水口32.5m高程处的驳桩控制,入土角为 $-3.48\%$  ( $2^\circ$ ),涵管段水平钻进。

### 3.5 泥浆配制

涵管穿越区素填土和粉质壤土交界区,土体密实性差,泥浆配制是拖拉管施工成败的重要前提。结合土层地质类型,泥浆材

料主要以聚合物加强型泥浆为主,加入少量聚合物、膨润土。扩孔拖拉过程,根据孔洞监测数据不断优化调整浆液配比,保证泥浆具有良好的造壁性和润滑性,起到相应的抗扭矩效果,降低塌陷问题发生概率。

### 3.6 导向孔施工

涵管穿越区地质稳定性差,采取常规的导向钻头前带高压喷射水头施工工艺,可能会引起孔洞周围土体塌陷,对后续扩孔造成不可预估的问题。经研究分析,采用不带喷水装置的小口径钻头,开钻过程轻压慢转,一定深度后轻压快转钻进,到大堤出口处再轻压慢转,以保持钻具的导向性和稳定性。

导向施工过程,机器操作手、导向监控员密切配合,时刻观察扭矩、钻压变化情况,对钻压突变情况,立即停止施工。查明原因并采取相应措施后,方可继续施工。并安排专人做好深度和角度、方向角的记录。

### 3.7 扩孔

常用扩孔器有“挤扩式、流道式、切削式、岩石式和桶式”等,对于本工程这种经几十年持续不断培高加厚经自然沉降压实形成的,土质松软的大堤,挤扩式扩孔器很适用,结合以往拖拉管施工经验,确定选用挤扩式扩孔器。

针对只设置一个工作坑的现实问题,采取单侧扩孔,从管涵出水口端安装扩孔头,均匀旋转拖拉和泥浆护壁相结合,回拉至进水口侧工作坑,回扩过程不更换扩孔器,缓慢推回出水口侧。这样,既能保证孔壁厚度,又能排出过多的泥土,既能达到顺利回拉铺管的目的,又能保证铺管之后被挤压的泥土在应力的作用下自然回填,使孔内不留过多空隙,地面不发生沉降,之后再根据扩孔直径依次更换相应扩孔器。该施工流程对扩孔效率有一定影响,但保证了扩孔质量。

扩孔过程为控制地面沉降,施工设备操作员需严格控制工作坑进出侧2米范围钻进速度,防止孔内土体流失。第一次扩孔过程,速度要慢,同时减小泵压,增大转速,后续逐级扩孔。最后一次扩孔完成后,用DN1300清孔器再一次进行清孔处理,以排出孔内多余渣土,对成孔内壁进一步稳固。现场管理人员做好施工过程“钻进时间、扭矩、拉力,泥浆泵压力、土质情况”等施工原始记录,当遇到突变异常情况下有据可查。扩孔作业应持续进行,防止扩孔中断时间过长,孔内坍塌。

根据上述工序,完成导向孔后铺设DN1200mmPE管。最小扩孔孔径DN300mm,最大扩孔孔径DN1300mm,其他分别为DN400mm、DN500mm、DN600mm、DN750mm、DN900mm、DN1000mm、DN1100mm、DN1200mm,共进行扩孔10次。

### 3.8 铺管

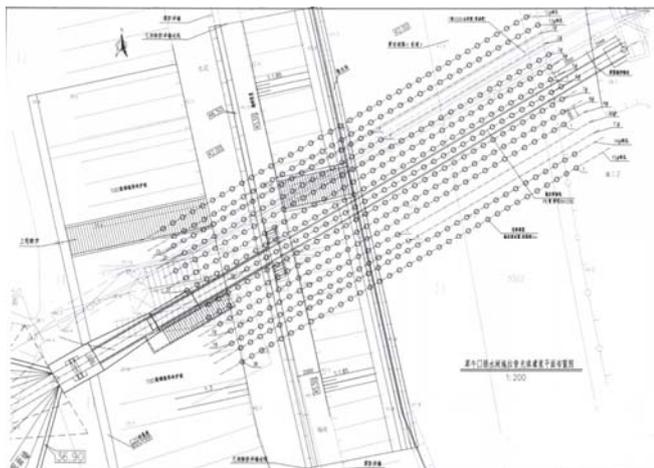
按施工平面布置,PE管在省道路面加工、组装、焊接,路面距孔口近10m高差,为顺利将管道移至扩孔口,顺直摆放。根据施工计划,先行施工涵闸闸室底板,按规划的管道迁移路线,修整下堤坡度,沿线设置专用地滑轮,将熔接好的PE管,用两台吊车,前后缓慢牵引至闸室内。牵引过程安排专人检查管道焊接口,防止PE管熔接处断裂。

管道放置到闸室内,将连接好的管材沿拖拉扩孔口顺直摆放,依次安装连接接头、分动器、钻杆。回拖前再次检查拉管头和管子,管节间的焊缝质量,确保满足设计和规范要求。同时,检查管道是否都准确安放在地滑轮上。

回拖过程控制速度缓慢、平稳、顺利铺管,禁止快速蛮拖。监测人员密切注意孔内情况,钻机操作手密切注意钻机回拖力、扭矩的变化。管材一次性拖入孔洞中,中途避免停顿,减少回拖的阻力。做好回拖拉力、扭矩等原始数据的记录工作,施工结束及时将资料上交监理单位。

### 3.9 灌浆

扩孔、PE管回拉完成后,管道与孔壁间隙内的泥浆,采用砂浆置换,避免沿管壁渗水,管道沉降。其次,堤防作为挡水结构,迎水侧拖拉管底部存在淤泥质粉质黏土层,为避免拖拉管涵段与采用预应力混凝土管桩基础的闸室连接段产生不均匀沉降,也防止置换不彻底沿拖拉管周边渗漏,影响大堤安全。经专家论证,研究确定在拖拉管两侧一定范围内充填灌浆处理,密实堤身填土,加固基础,截断渗漏通道。灌浆孔布置及孔距,充填灌浆间排距梅花型布置,灌浆孔布置图:



灌浆材料采用粉质黏土,浆液中掺入12%的P042.5普通硅酸盐水泥。灌浆施工过程,灌浆孔孔底偏斜率不大于孔深1m的2%,充填灌浆宜一次灌注至设计深度,灌浆规模较大区域采取多次灌注。每米灌浆量,根据隐患程度通过现场试验确定,经试验每米灌浆 $0.3\sim 0.5\text{m}^3$ ,土体填筑质量较差区域,适当增加灌浆量和

提高浆液稠度。注浆压力经现场灌浆试验确定,对于下部基础因覆盖层较厚加大灌浆压力,上部较薄土层减小灌浆压力,并在灌浆过程密切监测拖拉管及周围土体,确保不出现裂缝和抬动。采用干法钻孔,孔径与注浆管匹配为60mm。多排孔灌浆,按先灌边排,再灌中排孔。

### 3.10 管道试验

拖拉管穿越完成后,进行CCTV检测,对管涵进行堵塞、管径、漏水和损坏情况进行检测,检测合格后进行闭水试验,封闭涵管出水口,从进水口处进行注水,当水头达到设计水头时开始计时,时间不低于30分钟,观测水位下降情况计算渗水量,渗水量不超过规定的允许值即合格。

## 4 结束语

PE涵管拖拉施工完成,灌浆结束,经一个汛期和枯水期差不多一年的时间监测,道路路面无沉陷,大堤基础稳定无滑坡等问题,PE管涵未存在渗漏、变形、沉降及损坏,涵管与闸室间无错台问题,且在汛期满足防洪排水要求,排水闸运行顺畅。

综合施工过程总结分析,非开挖拖拉管施工技术,为项目施工节省了工期,减少了管线迁改、道路破坏修复等问题,完成了预期建设目标,获取了经济和社会的双重效益。更开创了大口径拖拉管施工技术在水利工程施工条件有限,地质结构更复杂,管径要求更大的项目中使用的先例。只要做好各项前期准备工作与相关技术要点的分析,保证“PE管材料、测量和监测、导向孔施工、扩孔、铺管及涵管基础处理”等材料及工序的质量,这样可使拖拉管工艺更能发挥其优势,也会取得更好的应用效果,为后续同类水利工程建设获取了宝贵的经验。

### [参考文献]

- [1]徐海峰,卢方,戴维生.大口径PE管非开挖牵引施工技术的关键点及经验[J].中国给水排水,2010,26(08):108-112.
- [2]钱荣兵,罗生品,姜洋.大口径PE管在水利工程中的应用[J].四川水利,2010,31(02):27-29.
- [3]汪永兴.国内最大直径DN1200PE拖拉管工程施工应用—《城市道桥与防洪》,2019-03-15.

### 作者简介:

秦承进(1979--),男,汉族,广西壮族自治区桂林市临桂区五通镇人,大学本科,中级工程师,水利工程施工。