

水平定向钻穿越施工技术在水利工程中的应用

宋雷刚

(甘肃建投水利水电有限公司 730070)

摘要: 水平定向钻进是一种非开挖施工方法。它具有适应性强、铺管精度高、环境影响小、经济效益和社会效益好、能跨越河流等优点。水平定向钻穿越施工也适用于水利工程。本文简要论述了水平定向钻穿越施工技术在实际水利工程中的应用。
关键词: 水平定向钻穿越施工技术; 水利工程; 非开挖掘进技术

一、引言

在水利工程中,有许多施工技术可以方便地进行水利工程的施工。一些水利工程结构复杂、规模巨大,需要穿越沟壑、河流、湖泊、公路等自然或人为的障碍物,地表开挖技术已不适应经济社会的发展,产生了非开挖技术。水平定向钻穿越施工技术在一定程度上有助于水利工程顺利开挖。本文结合工程实例,分析了水平定向钻穿越施工技术在水利工程中的应用。

二、水平定向钻穿越施工技术概述

水平定向钻穿越施工的基本原理是:根据设计的轨迹曲线,用水平定向钻机钻一个小直径导向孔,然后用铰刀分期扩孔。扩眼达到设计尺寸后,将地下管线拖回敷设。不同地质条件下水平定向钻穿越施工难度和适应性不同。在岩石或砾石地层中铺设管道困难,施工成本高。然而,随着钻探技术的不断进步,在这些地层中的施工已逐渐得到应用,并有许多成功的案例。水平定向钻穿越施工工艺主要包括泥浆工艺、钻导向孔、扩孔和管道回拖等。

三、水平定向钻穿越施工技术在水利工程中的应用

(一) 工程概况

本文以某市区应急水源工程穿越公路、高速为例。为减少管道对南水北调干渠的影响,经论证,拟采用定向钻法,穿越工程等级为中等。

(二) 定向钻工程设计

穿越水平长度 518m, 钻后拖管一次。

1. 穿越地质的选择及设计参数的确定

工程穿越水平段内底高程选择为 9.5m, 主要穿越粉质粘土层,能满足定向钻进的深度要求,适用于定向钻进施工。北岸土壤进入角为 10° , 南岸为 6° 。穿越曲线的曲率半径为 1800m。

2. 抗震设计

拟建场地抗震设防烈度为 7 度,设计基本地震加速度值为 0.15g。根据规范要求,对穿越管道的抗拉强度和抗压强度进行校核。经验证,符合规范要求。

3. 穿越管

本工程穿越点设计内水压力为 1.0MPa,工作压力约为 0.7MPa。穿越段钢管采用 1220' 241485 直缝埋弧焊钢管。

4. 管道防腐

整个管道采用阴极保护,保护管道不受腐蚀。

5. 管道焊接及检验

穿越设计范围的预埋管道采用半自动焊接方式,焊接材料根据焊接工艺评定确定。

6. 穿越浆液及回填灌浆设计

本工程地面泥浆泵泵出压力控制在 0.3MPa 左右,孔壁渠道底部泥浆压力控制在 0.3~0.4MPa 之间,泥浆重量为 1.10。施工过程中,密切关注灌浆压力,根据浆液返浆成分,及时调整浆液配比,并添加适当的外加剂。

7. 截止环设计

定向钻穿越段两端与水平自然敷设主管道的接头处,以管道为中心进行压实密封。长度不小于 2m,中间位置设置钢板,防止渗水沿钢管形成渗水沟。防渗环回填材料要求粘土含量不小于 20%,压实度要求不小于 98%,设计压实度对应的干密度不小于 1.7g/cm³,渗透系数 $k=1' 10^{-4}$ cm/s,回填边坡坡度 ≥ 2.0 。

9. 工程计算与设备能力比较及选用

管道回拖力计算

管线直径 $\phi=0.820$ m

壁厚 $\delta=0.013$ m

管线长度 $L=518$ m

浮力 $FV=\gamma_2 \times V \times L=1.15 \times \pi/4 \times 0.820 \times 518=383.45$ t

重力 $G=\gamma_1 \pi D \delta L=7.85 \times 3.14 \times 0.820 \times 0.013 \times 518=136.11$ t

表面积 $S=\pi DL=3.14 \times 0.820 \times 518=1333.75$ m²

计算最大回拖力:

$F_{总}=(F_v - G) \times \mu_2 + S \times \mu$

$3=(383.45 - 136.11) \times 0.3 + 1333.75 \times 0.02=100.88$ t

根据国内外经验,在一般设计中,拉回力的取值为计算回拉力的 1.5~3 倍。根据穿越断面地质构造,最大值按系数的 3 倍考虑,即 500 吨回拖力的钻机能胜任此项工作。

(三) 定向钻施工

在导向孔及扩孔施工中钻杆的推力是 20000~60000 磅。如果推力过大,钻杆容易弯曲。每钻 12 根钻杆,安装一个线夹。按钻具连接顺序连接钻具,打开泥浆,测试泥浆压力,保证泥浆系统畅通,预扩施工前监测泥浆压力 200~250psi。预扩孔施工时,钻机动力头不得反转。泥浆压力控制在 200~250psi,不低于 170psi。

(三) 回拖施工

1. 回拖施工过程

回拖过程中,应尽量缩短准备时间和管道在孔内停留时间,以防止泥浆性能发生变化、粘附、卡钻等不利情况。为保证管道正常进入隧道,可采用地面减阻法。

2. 泥浆配制

泥浆成分:膨润土+水+化学处理剂。根据每次扩孔的个

性化,确定了聚丙烯酰胺 (nh₂-pan)、防塌降滤失剂 (KH-931)、钻井液 Bao、CMC 等加入不同剂量的添加剂或调整泥浆流速。泥浆比技术参数:粘度 45s~60s,比重 2.5~3, pH 值 8.5~9, 剪切力 2~20。施工中应注意调整泥浆的粘度和配比性。

3. 回填注浆

置换泥浆的配比为:粉煤灰:水泥:石膏=87.5:10:2.5。高胶凝材料掺量粉煤灰水泥的水化速率低于不掺水泥的硅酸盐水泥,石膏也有缓凝作用。

换浆率宜为 17%~30%, 灌浆压力:泥浆泵地面压力控制在 0.3MPa, 孔壁上渠底浆液压力控制在 0.3~0.4MPa。泥浆重量为 1.10。灌浆速率一般为 25L/min, 具体速率可根据实际情况确定。

(四) 经验总结

本工程在穿越点(正上方主管下方)设置监测断面。对公路路面进行沉降监测,得到各部位的变形情况。本工程竖向沉降均在-5mm~10mm 范围内。结合相应方案,评价沉降在安全范围内。因此,施工过程中干渠及一级护道的竖向沉降满足规范要求,结构安全。同时,渠道边坡最大沉降量不超过 70me, 在安全范围内。因此,可以判断某市区应急水源穿越定向钻符合有关规定,各项指标均在安全范围内,对结构影响较小,风险较小。

结论

本文提出了水平定向钻穿越施工技术的概念和施工工艺研究,定向钻穿越,具有其不可替代的优势,不仅具有工期短、成本低的特点,而且不影响地表状态,明显优于其他方法。但定向钻进也容易受到地质条件、地下障碍物等不利因素的影响,导致失败。以某市区应急水源工程为例,详细介绍了定向钻、扩眼、回拖施工,研究了泥浆压力和泥浆比对实际工程施工的影响,对几种回拉力计算模型进行了比较。同时,结合甘肃地区土质特点,提出的回拉力计算模型中管土摩擦系数的建议值为 0.28~0.55。在满足条件时,建议采用落球法或 nz-3a 型粘度系数粘度计测定泥浆的粘度系数。

参考文献

- [1]刘鲁杰.水平定向钻技术在管道穿越工程中的应用研究[J].科技资讯.2017(11)
- [2]张宝强,江勇,曹永利,隋付东,张倩.水平定向钻管道穿越技术的最新发展[J].油气储运.2017(05)
- [3]黎春林,孙玉永,陈静.盾构隧道施工注浆参数合理取值的简化算法[J].华北水利水电大学学报(自然科学版).2016(02)