

Risk Analysis on the Originating Technology of Slurry Pressurized Balance Shield and Its Evasion

Lixu Zhang¹, Jie Yang², Hui Cheng², Chunxia Yan¹, Yaqin Zhang²

¹The Domestic Business Division of China Petroleum Pipeline Engineering Co. Ltd., Langfang Hebei

²No. 4 Branch Company of China Petroleum Pipeline Engineering Co. Ltd., Langfang Hebei

Email: g4-zhangpeik@cnpc.com.cn

Received: Nov. 11th, 2017; accepted: Dec. 12th, 2017; published: Apr. 15th, 2018

Abstract

Through the technical risk analyses on the deformation of the base during the initial construction of the slurry pressurized balance shield machine, post-bracing displacement and deformation, soil gushing in the process of excavation of origination portal, the starting axis being deviated from designed axis, massive loss of soil at the opening of tunnel, excessive rotation of the shield machine and shield machine retreat, the consequences of risk and the technical evasion to deal with risks are expounded, also corresponding risk evading measures are developed.

Keywords

Slurry Pressurized Balance Shield, Origination, Technological Risk, Evasion Measures

泥水加压平衡盾构始发技术风险分析及规避

张礼旭¹, 杨 婕², 程 慧², 严春侠¹, 张亚琴²

¹中国石油管道局工程有限公司国内事业部, 河北 廊坊

²中国石油管道局工程有限公司第四分公司, 河北 廊坊

作者简介: 张礼旭(1981-), 男, 工程师, 现主要从事油气管道工程管理工作。

Email: g4-zhangpeik@cnpc.com.cn

收稿日期: 2017年11月11日; 录用日期: 2017年12月12日; 发布日期: 2018年4月15日

摘 要

通过对泥水加压平衡盾构始发施工中的始发基座变形, 后支撑位移及变形, 始发洞门凿除过程中涌土, 始发轴线偏离设计轴线, 始发轴线偏离设计轴线, 始发时洞口土体大量流失, 盾构机过量自转, 盾构机后退的技术风险点分析, 阐述了风险的后果及应对风险的技术规避, 制定了相应的风险消减措施。

关键词

泥水加压平衡盾构, 始发, 技术风险, 规避措施

Copyright © 2018 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 泥水加压平衡盾构施工介绍

泥水加压平衡盾构机主要由盾构机、高压空气设备、泥水循环处理设备、测量设备、供电设备及配套辅助设备等组成。泥水加压平衡盾构机通过向压力仓内输入带压力的泥浆来稳固施工掘进工作面, 通过刀盘旋转、悬臂刀头或水力射流等形式进行施工作业, 开挖岩土与泥水混合通过泥浆泵运输到地面, 通过泥水分离后泥浆循环使用。利用千斤顶推动盾构机前进, 达到盾构掘进施工的目的。泥水加压平衡盾构适用于各种地层施工。

2. 始发施工技术风险点分析及技术措施

2.1. 始发基座变形

- 1) 产生原因分析。始发基座中心夹角的轴线与设计的隧道施工轴线不平行; 始发基座的刚度、稳定性或局部构件的强度不能满足始发的要求; 盾构机始发过程中姿态控制不到位; 始发基座固定不牢。
- 2) 导致后果。在盾构机始发过程中, 盾构始发基座发生变形, 使推进的轴线偏离原定的设计轴线。
- 3) 技术规避措施。始发基座中心夹角的轴线与设计的隧道施工轴线方向一致, 如始发段隧道设计轴线为曲线时, 始发基座可沿设计隧道曲线的切线方向放置, 取洞口内侧为切点; 制作的始发基座刚度和强度能承受始发穿越段土体的推力; 在盾构机始发过程中严格控制盾构机头的推进姿态, 确保盾构机

推进的轴线与始发基座中心夹角轴线一致；始发井的底板与始发基座的底面要垫平垫实，保证接触面积满足盾构推进的要求。

2.2. 后支撑位移及变形

1) 产生原因分析。后支撑在始发过程中不均匀、不对称受力；后支撑填充不密实或混凝土强度达不到盾构机推进要求；后支撑体系的部分构件的刚度、强度不能满足始发的要求；负环与后支撑的接触面不平整。

2) 导致后果。在盾构机始发推进过程中，后支撑系统发生局部变形或位移。

3) 技术规避措施。盾构机在始发推进前，详细计算实际推力，通过计算对始发用的千斤顶进行合理编组，合理控制总推力，均匀受力，对始发推进进行严格监控；检查后支撑各构件连接处，缝隙用砂浆充填密实，以便千斤顶产生的推力均匀传递至竖井井壁；对制作的后支撑采用的各种构件进行强度、刚度试验，严格控制制作过程，各构件连接点牢靠，精确控制各构件的安装定位，确保后支撑系统在始发推进过程中均匀受力。

2.3. 始发洞门凿除过程中涌土

1) 产生原因分析。竖井井壁外侧土体加固效果不能满足要求，土层自稳性不能满足洞门凿除所需的施工时间要求；地下水丰富，土体自稳性差；洞门凿除方案选择不合理或洞门凿除施工进度缓慢，造成井壁外侧土体暴露时间过长。

2) 导致后果。洞门凿除施工过程中，井壁外侧土体涌入工作井。

3) 技术规避措施。对竖井周边进行详细的地质勘查，制定合理的始发段土体加固方案；竖井施工过程中在始发洞门区域预留观察孔，检测土体加固效果，确保满足要求后开始洞门凿除施工；采用井点降水的方式，将始发段地下水位降至能保证盾构机出洞的安全水位；制定合理的洞门凿除方案，周密安排洞门凿除施工，确保安全、快速凿除；将盾构机机头在最短时间内推进入洞口内，注浆对洞门密封圈进行封堵，减少土体流失。

2.4. 始发轴线偏离设计轴线

1) 产生原因分析。始发段土体加固强度过高，造成盾构机始发推力增加；始发时，由于推力主要集中在盾构机下部，使盾构机姿态向上；盾构机正面推进平衡压力设定值过高，盾构掘进面土体拱起变形，造成盾构推进轴线上浮。

2) 导致后果。盾构始发段的推进轴线偏离隧道设计轴线，影响隧道成型质量。

3) 技术规避措施。加强土体加固施工过程质量控制，确保土体的加固强度均匀，避免产生局部强度过硬；盾构机始发时，掘进面压力控制在 0.15 MPa 以下，减少盾构推进阻力；在盾构机始发推进过程中，及时安装盾构机上部后盾支撑，平衡推力；进行盾构环片拼装时加装楔子，对环片与推进轴线的垂直度进行调整，及时纠偏。

2.5. 始发时洞口土体大量流失

1) 产生原因分析。始发段土体加固强度未达到施工要求，隔水效果差；在凿除竖井洞门混凝土后，盾构机未能及时推入洞门，掘进面土体失去支护造成塌方；洞门密封装置安装不到位；洞门密封装置强度不能满足始发要求，受挤压破损失效；始发推进压力设置过高，破坏洞门密封装置。

2) 导致后果。始发掘进过程中土体涌入始发井，造成竖井外侧地面沉降。

3) 技术规避措施。制定可行的洞口土体加固方案，施工过程中严格控制土体加固的强度和均匀性；

充分做好各项始发准备工作，周密安排洞门凿除施工各工序，紧密施工；密封圈安装准确，防止盾构机刀盘割伤密封圈；密封圈涂抹润滑油；改善密封圈的受力状况；盾构机进入土体加固区时，适当降低掘进面泥水压力；及时进行注浆堵漏。

2.6. 盾构机过量自转

1) 产生原因分析。盾构机重心不在垂直中心线上产生旋转力矩；始发段掘进面地质情况不同，阻力不一致，造成推进时产生附加的旋转力矩；在始发掘进时，刀盘连续长时间同一转向，造成盾构机在推进运动中自旋转；安装的后配套推进千斤顶组轴线与盾构机轴线不平行。

2) 导致后果。盾构机掘进入洞后，与后续配套的各种设备机械、拖车无法连接，盾构设备运行不稳定，测量、环片拼装困难。

3) 技术规避措施。对安装在盾构主机内的各种设备的重量和位置进行验算，合理布置，或加装配重调整重心位置；掘进过程中监控盾构机的自转角度，及时调整刀盘的运转方向；调整千斤顶编组来控制盾构机的旋转角度。

2.7. 盾构机后退

1) 产生原因分析。盾构机千斤顶组自锁性能不能满足要求，引起千斤顶回缩；千斤顶组的推力小于掘进面的水土压力；盾构机分节组装时，千斤顶组回缩时防后退推力控制不到位。

2) 导致后果。掘进面压力下降，引起地面沉降；盾构机后退、井内大量涌土涌水引发安全事故。

3) 技术规避措施。选用满足施工要求的盾构千斤顶组，做好千斤顶组的维修保养；施工前详细计算掘进面水土压力，选用的推进用临时千斤顶组推进力大于掘进面水土压力；掘进到位后回缩千斤顶组时，严格控制千斤顶组的回缩量。

3. 结语

盾构始发施工是盾构隧道施工中的关键技术之一，也是盾构施工过程中应该重点控制的高风险工序。在盾构始发施工前，应完善相应的应急预案，做好充分的各项施工准备。做好施工班组的技术交底工作，全面分析盾构始发施工中存在的技术风险并制定相应的风险消减措施。

[编辑] 帅群

Hans 汉斯

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2471-7185，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：jogt@hanspub.org