

复杂地质条件下TBM卡机原因及脱困处置技术

李洪涛

黄河水电工程建设有限公司

摘要: TBM具有快速掘进的特点,但在穿越复杂地层时,尤其是当TBM穿越软弱围岩区域、地下水发育区域或断层破碎带时,由于设备对地层条件的敏感性和支护能力的限制,其正常掘进会受到影响,经常会面临塌方问题,导致卡机甚至停工。本文以新疆某引水工程为工程实例,对TBM卡机的原因进行了分析,并研究了TBM脱困处置技术。结果表明,本文提出的脱困技术在TBM卡机事故处置中取得了较好的成效,研究成果为TBM穿越复杂地层段的施工提供了宝贵经验。

关键词: TBM;塌方;卡机;脱困

一、工程概况

本文以新疆某引水工程为研究背景,线路桩号2+370m-29+187m,总长度26817m,开挖直径为7830mm。线路总体走向由西北向东南,地貌为低山丘陵。总地势北高南低,东高西低,海拔高程730~1400m,相对高差670m,洞室最大埋深为668米,地形起伏,沿线冲沟较发育,设计坡度1/3000(TBM施工段),主洞钻爆段设计坡度为1/5600。TBM段全长23.737km、主洞钻爆段1740m、2#支洞钻爆段1729m。

二、TBM塌方卡机原因分析

(一)塌方段地质情况

塌方段位于某盆地东侧的低山丘陵区,隧洞沿NW向山梁下部通过,地表基岩多裸露,隧洞埋深约196m,岩性为奥陶系哈巴河组黑云母石英片岩,颜色呈浅灰色~灰黑色,鳞片变晶结构,中厚层状,层理较发育,岩层产状:300°NE∠36°~40°,岩层走向与洞轴线夹角15°。隧洞岩体较完整~完整,围岩稳定,为IIIb类围岩。

(二)塌方情况说明

9月16日,TBM掘进当日进尺26.2m,掘进桩号11+083.7~11+110m段,刀盘推力10760~17910KN,扭矩1870~2670KN·m,贯入度7.5~11.8mm,揭露的围岩整体较为完整,局部左侧顶拱10点~12点方向岩体完整性差,围岩类别为IIIb。在桩号11+104m附近顶拱出现大量裂隙水,呈线状流水~股状涌水,水量约40m³/h。9月17日21时,在11+102~11+104m处支护拱架发生下沉变形,见图1。



图1 顶拱拱架下沉变形

截至9月18日18时,11+095~11+104m左顶拱~右侧顶拱(10点~1点方向)围岩整体失稳,造成拱架严重扭曲,围岩塌落至物料平台处,此次坍塌轴线长度约10m,环向宽度5~6m,径向深度3~4m。

(三)卡机原因分析

根据TBM掘进揭露围岩地质条件分析,该段洞身段内未见有大规模断层以及不利结构面组合形成不稳定体,主要发育以岩层面为主的裂隙面,岩体以中厚层状为主,岩层走向与洞

轴线夹角较小,且缓倾向洞壁左侧,对洞顶及左侧顶拱稳定影响较大。根据洞内塌落后石渣分析,拱顶后存在有挤压破碎的软弱夹层,为顺层挤压破碎带。隧洞位于挤压破碎带下盘,岩体相对较为完整,上盘较为破碎,并富含大量基岩裂隙水。隧洞开挖后形成泄水通道,基岩裂隙水加速流动,顺势携带一些泥质、岩屑等细小颗粒,层间结构面抗剪强度也随之衰减,挤压破碎带下盘岩体开始蠕变下沉,形成空腔。随着地下水持续不断侵蚀破坏,挤压破碎带及上盘岩体也开始松动坍塌,岩体以重力型式直接作用于一次支护结构上,造成拱架严重扭曲变形,直至松散的碎块石坍塌至物料平台处。此次坍塌主要诱因为基岩裂隙水,其次为未揭露的层间挤压破碎带。

三、TBM脱困处置技术

根据该段地质条件和塌方的特性,采用“超前小导管注浆”“先加固后通过”施工方案。为了防止塌腔进一步扩大,总体方案分为加固区、塌方区和影响区三个段落进行处理,采取不同支护形式^[1]。

(一)加固区施工方案

(1)加固区拱架间距调整为0.45m,拱架间采用[12槽钢纵向连接,环向间距1m。

(2)加固区范围顶部240°范围内增设Φ25系统锚杆,锚杆长度6m,环向间距1.5m,排距1.5m。

(3)拱架加固稳定后,将加固区拱部270°范围内进行固结灌浆,灌浆孔直径Φ42,孔深6m,环向间距1.5m,纵向排距1.5m,分两序灌浆,采用强度等级42.5中抗低碱水泥,灌浆水灰比2:1、1:1、0.5:1三个比级,注浆压力0.2~0.4Mpa。

(二)塌腔区处理方案

(1)并排设置三榀HW150型钢拱架,在环向塌方区域及两侧扩展60°范围内施作双排Φ42超前注浆小导管,长度3m,打设角度为15°和30°,纵向间距0.9m,环向间距0.2m。根据围岩富水情况,浆液采用纯水泥浆或水泥-水玻璃双液浆。

(2)超前小导管施工完毕后,采用人工清理塌方体,尽量减少对塌方体的扰动。然后施作Φ25砂浆系统锚杆,长度6m,环向间距1.5m,纵向间距0.45m。拱部塌方区域两侧边缘型钢拱架连接处,各增设4根锁脚锚杆。

(3)拱部270°范围内采用Φ42钢花管注浆,长度6m,间排距1.5m*1.5m梅花型布设,根据围岩富水情况,浆液采用纯水泥浆或水泥-水玻璃双液浆。初支达到设计强度后,打设拱部探孔,向顶部空腔灌注泡沫混凝土。

(三)影响区处理方案

(1)桩号11+104-11+109采用HW150型钢拱架,间距0.45m,拱架间采用[12槽钢纵向连接,环向间距1m。

(2)拱部270°范围径向打设Φ42钢花管,长度4m,环向间距1.5m,纵向排距1.5m,根据围岩富水情况,浆液采用纯水泥浆或水泥-水玻璃双液浆。

四、结论

本文以新疆某引水工程为研究背景,分析了TBM穿越复杂地层塌方卡机的原因并针对现场TBM卡机问题进行了脱困技术的研究。通过采用“超前小导管注浆”“先加固后通过”的施工方案,对塌方段进行分区治理,最终完成TBM的脱困,为TBM穿越复杂地层段的施工提供了宝贵经验。

参考文献

[1]袁艳斌,陈维.降低大直径双护盾TBM在不良地质洞段卡机风险的对策研究.四川水力发电,2019,38(02):51-53.