

“超长距离输水隧洞非开挖穿越硬岩山体关键技术研究”成果登记公示信息

成果名称:	超长距离输水隧洞非开挖穿越硬岩山体关键技术研究
完成单位:	广东省水利水电第三工程局有限公司
完成人员:	赵汝森,刘祺平,温佩文,陈志东,钟厚超,冯鼎华,朱志和,陈赞辉,朱熙,龙飞翔,陈永斌,李明月
研究起止日期:	2020-01-01 至 2024-03-31
成果应用行业:	建筑业
社会经济目标:	环境保护
学科分类:	
评价单位:	广东省建筑业协会
评价日期:	2024-05-09
成果简介:	<p>一、任务来源</p> <p>本研究课题以中山市南部三镇取水口上移工程铁炉山顶管工程为依托,通过对超长距离顶管施工过程中顶力控制、中继环的设置与控制技术、施工测量控制技术、进排浆控制技术以及触变泥浆减阻技术等进行研究与创新改进,以确保顶管隧道如期顺利贯通。</p> <p>二、应用领域和技术原理</p> <p>本技术主要应用于非开挖建造输水隧洞领域。</p> <p>主要技术原理为:采用一种用于硬岩山脉隧道的超长距离硬岩顶管施工工艺,从山体两侧采用泥水平衡顶管工艺相向对顶,通过大量分析相关文献及案例,选取适合相应地质的顶管机头,采取中继间分级顶进、触变泥浆减阻等技术分别于山体内部采用顶管方式一次性顶进超 1300 米,最终于 300 米埋深山体内完成接驳,贯通。该顶管施工方式应用于山体隧道挖掘成为了我国的开创先例。</p> <p>三、性能指标</p> <p>1) 计划任务要求主要性能指标:</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 一次性顶进超 1300 米;(2) 山体内完成接驳贯通;(3) 水压试验满足设计要求;(4) 取得一定经济效益。 <p>2) 实际达到性能指标:</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 一次性顶进超 1300 米;(2) 山体内完成接驳贯通;(3) 水压试验满足设计要求;(4) 经财务核算,取得一定经济效益。 <p>四、与国内外同类技术比较</p> <p>我国沿海经济发达地区顶管施工广泛用于城市地下给排水管道、天然气石油管道、通讯电缆等各种管道的非开挖铺设;它能穿越公路、铁路、桥梁、高山、河流、海峡和地面任何建筑物。从地域上说,顶管技</p>

术的发展与我国地域经济水平相适应,我国东部的顶管技术发展水平远远高于中西部地区,仅广东、上海、浙江、江苏和山东五省市就占到了非开挖铺管工作量的 75%;而西部地区仅在西气东输项目下有为数不多的顶管穿越工程,中西部地区与东部沿海地区差距非常显著。顶管施工技术在城市之间的发展不平衡,在上海,北京、广州等大城市技术水平比较高,应用比较普遍,但在中小城市应用较少,在中西部地区的城市应用更少。而广东省内,由于地条件复杂,同一埋深的地层中往往有多种地质出现,顶管施工技术要求高、实施难度大。随着社会的发展、环境的保护和文明施工的要求,促进了我国顶管施工工程技术的高速发展,并形成了一个新兴的产业。

我国山地城市约占陆上国土面积的 69%,承载着超过 50%的人口,随着东南丘陵及西部山区城市化快速推进,城市供水需求量剧增,保障山地城市供水和排水系统安全高效运行的需求亟不可待。国家“十四五”规划了大量的水资源配置工程,这些重大项目不可避免地需要穿越岩石、巨型砾石及岩土复合地层,且穿越涉岩区段的规模正在快速攀升。另一方面,城乡统筹发展需要进一步促进山区基础设施建设,管线工程的地质条件正从传统的冲积层过渡到卵砾石层、岩石层和岩土复合地层等复杂环境,亟需开发适应复杂岩土环境的新型管线敷设器具和工法。

目前国内外软土地层长距离非开挖顶管穿越施工技术已经取得了长足的发展,技术水平相对成熟。但是随着近年来超长距离的岩石地层非开挖输水隧洞建设项目越来越多,面临的技术难题和挑战日益凸显,本技术的主要目的是攻克超长距离输水隧洞非开挖施工关键技术难题,同时为后续类似工程提供借鉴,推动行业发展和技术进步。

5 成果的创造性、先进性

1) 岩石顶管顶推力计算模型。目前关于顶管机刀盘迎面阻力的计算公式较多,但是很多公式的适用性不强,公式中各变量的取值差异较大,在实际工程中计算不准确,应用较为困难。采用弹塑性理论对顶管施工的围岩变形进行分析,推导了基于伯格(Burgers)模型的深部顶管施工围岩径向蠕变位移的理论计算公式,并给出了具有工程参考意义的深部岩层顶管机头简化计算公式。

2) 岩石顶管机具选型及适应性研究。围绕着顶管施工的适应性、安全性和经济性等关键点,系统研究了岩石顶管机具的选型问题,总结出长距离岩石顶管机具的最适选型原则。涵盖顶管机整体的选型、刀盘和刀具等破碎工具的选择与布置等方面。

3) 既有隧洞内顶管施工技术。利用一种无需工作井的新型顶管后背墙,结合输水隧洞内顶管顶进的定位结构等措施,实现了顶管施工穿越既有原输水隧洞,继续向前建造输水隧洞的施工技术。

4) 超长距离极硬岩山脉顶管施工技术。通过长距离中继间施工技术,结合触变泥浆减阻施工技术,在岩石最高强度达 185MPa 的山脉中,采用钢顶管一次性在山脉中顶进超过 1300 米。

5) 超长距离山脉顶管山体内部接驳施工技术。山脉顶管建造输水隧洞,从山体两侧分别采用顶管施工工艺相向对顶,在分别顶进超 1300 米的情况下,利用精确的测量导航,在山体埋深超 300 米的工况下,无需开天窗调离顶管机头,实现精确接驳、贯通的施工技术。

6) 长距离岩石顶管中卡管机理及其对策研究。对岩石顶管卡管发生机理、脱困方案及预测模型进行了系统研究,提出采用添加润滑剂、

刀盘更换、施工参数调整等脱困技术。
