

编者按

冲刺第四季度,轨道在行动!智慧保泉,为民服务、技术创新、攻坚克难……为深入挖掘济南轨道交通高质量建设亮点,深度解码加力提速建设答卷,做好“有温度、有深度、接地气”报道,齐鲁晚报·齐鲁壹点联合济南轨道交通集团推出《泉速决战》——济南轨道交通建设奋力冲刺第四季度特别策划,讲好轨道交通建设故事,传播轨道交通建设好声音!

啃最硬胶结砾岩,穿全国罕见锚索区

# 济南地铁4号线经~纬盾构区间双线贯通



一条经十路,半座济南城。济南地铁4号线开工建设以来,每一次进展、每一个节点都备受关注。近日,纬十二路站西端头盾构机刀盘缓缓破土而出,这标志着济南地铁4号线一期工程经七路西至纬十二路区间隧道(以下简称“经~纬盾构区间”)双线成功贯通。“啃下”坚硬且复杂的三层胶结砾岩,穿越全国罕见的密集锚索区,还面临迁不走的重要光缆……面对重重困难,工区的建设者最怕“等”,埋头苦干往前赶!近日,记者走进中铁十一局集团济南地铁4号线4工区,听建设者讲解攻坚克难的“地下秘密”。

文/记者 慕鹏 片/记者 王媛

## 三层胶结砾岩硬又厚 工法创新拔掉“拦路虎”

济南地铁4号线西起小高庄站,东至彭家庄站,途经槐荫区、市中区、历下区、高新区和历城区,全长约40.3公里,共设置车站33座,全线均采用地下线敷设,目前其中17座车站实现主体结构封顶,10座车站处于主体结构施工阶段。

“中铁十一局集团有限公司承建的是经七路西站、纬十二路站、市立五院站-经七路西站区间、经七路西站-纬十二路站区间、纬十二路站-八一立交桥站区间以及腊山主变电所。”中铁十一局集团有限公司济南地铁4号线4工区项目经理梁芝军向记者介绍,他们主要施工任务就是这“两站三区间”及腊山主变电所的土建工程,标段长2.97公里。

盾构施工面临的首要问题就是地质条件。济南地铁4号线4工区负责的“两站三区间”地质情况复杂、地下水丰富。以经七路西站地质为例,从上到下分别为杂填土、粉质粘土、碎石、胶结砾岩、含碎石粉质粘土、全风化闪长岩、强风化闪长岩。和其他城市地铁线路施工不同的是,4工区负责的线路不仅有胶结砾岩,而且还多达三层,硬而厚。其中,第一层厚达4米,第二层厚达5米,第三层厚达6米,这三层胶结砾岩连续性强、密度高、强度高、硬度大、粒径差异性大,且



济南地铁4号线经七路西至纬十二路区间隧道已经双线贯通。

埋深越深,胶结砾岩越完整,同时强度也越大。

正是这种坚硬又复杂的地质,使4工区在地铁车站地连墙施工中遭遇了“拦路虎”。经过补勘揭露地层芯样强度最大超过120Mpa,“一般的地连墙成槽施工,地层硬度不能超过10Mpa,针对我们工区遇到高强度的胶结砾岩,其他城市一般采用冲击钻+双轮铣的组合施工方式来解决,但因为我们紧邻经十路,周边居民区、学校、商业配套区众多,且又要保证电力、给水、燃气、热力等管线的安全,我们经过综合比选,选用低噪音、低震动、高效环保的旋挖钻+双轮铣+成槽机的组合施工工艺。”

在渣石展示区,梁芝军向记者展示挖上来的各种不同的胶结砾岩,表示如果使用传统施工工艺,不仅施工工效低,而且施工质量难以保证。“我们最开始采用的是成槽机进行施工,施工后发现成槽机在碎石层、胶结砾岩层、含碎石粉质粘土层无法成槽,成槽机抓齿、抓斗损坏严重,于是决定换旋挖钻或冲击钻引孔,两台成槽机抓槽的施工方式来试,但是这种方式难以满足施工进度要求。产生的噪音对周边居民影响比较大,尤其是冲击钻,现场仅使用2小时就被噪音投诉而停止。”

4工区的技术团队并没有被这个“硬骨头”难倒,一招不行再换一招,反复比选并经专家论证后,他们再次修改施工方案,引入双轮铣设备,对粉质粘土层采用成槽机抓取,对胶结



济南地铁4号线4工区施工段挖出来的部分胶结砾岩。

砾岩采用旋挖钻引孔辅助双轮铣的组合施工工艺,有了“削石如泥”的神器相助,加上多管齐下的组合施工方式,4工区施工作业效率一下子便提高了,地连墙成槽时间从九天一幅墙缩短至一天半一幅墙,至少为整个车站的施工节省出来3个月的时间。

## 长距离穿越锚索密集区 确保经十路路面零沉降

不仅是“啃”下了最硬的胶结砾岩,济南地铁4号线4工区还穿越了全国罕见的密集锚索区。

跟随着地铁施工人员的脚步,记者进入纬十二路站工地现场,物料运输车辆来往穿梭,工人们正在车站顶板进行钢筋绑扎。梁芝军说:“区间沿线建筑物基坑支护体系中大量锚索

侵入盾构区间,是经七路西站至纬十二路站盾构区间掘进的最大难点。”

基坑内的锚索一般是高层建筑物在进行基坑支护施工时打进去的,建筑物施工完成后便没有了作用,由于深埋在地下,也无法进行拔除。“经过勘测,大概有500多根锚索‘侵入’我们盾构区间断面内,总长度154米,这个长度在国内盾构下穿锚索施工是非常罕见的。”梁芝军介绍,4工区遇到的这些锚索属于柔性材料,盾构刀具无法将其切断,非常容易造成刀盘、螺旋机被锚索缠绕堵塞,导致盾构机无法施工。

济南地铁4号线4工区技术团队首先从地铁车辆转弯半径、行车舒适度等因素综合考虑,不断优化线路方案,将区间左线锚索区影响由102米减少至52米,大幅度降低了区间掘

进风险,并对前期地面清障效果做了详细的总结分析,最终采用地面清障+MJS预设加固区+盾构强推的施工工法,仅用时15天便安全顺利的穿越该锚索区。

“盾构区间贯通后,经复测,地面零沉降,远高于一般盾构施工精度要求。”梁芝军表示,济南地铁4号线4工区经七路西站至纬十二路站盾构区间的顺利贯通,意味着国内城市轨道交通工程下穿长距离密集型锚索区实现了零突破,也标志着济南地铁4号线整体施工又向前迈进了重要的一步。

## 重要光缆迁不走成“卡脖子” “拼俄罗斯方块”创新工法

“我们的工期如同台历上的折页,翻过去就错过了,一定要往前赶!”作为4工区的项目经理,梁芝军最害怕的就是“等”。在纬十二路站地连墙施工过程中,存在不能及时迁改的重要光缆,这些光缆无法迁移,直接导致5幅地连墙无法施工,这也成了该工区的“卡脖子点”。

在光缆迁移时间迟迟不确定的情况下,济南地铁4号线4工区技术团队不等不靠,在实地反复进行勘察之后,他们决定在常规地连墙施工技术的基础上,对地连墙分幅进行重新划分,对钢筋笼进行改造,在重要管线下方进行成槽、钢筋笼安装和混凝土浇筑。

“这个方法是我们这条线施工独创的,就好像是“拼俄罗斯方块”,它最大的好处就是成本低、安全性高,并且节约工期。”梁芝军表示,该技术不但妥善解决了在重要管线下方地连墙施工的难题,还解决了车站基坑围护结构无法封闭的困扰,缩短了施工工期,同时也节省了大量的成本。

“这种技术是济南地铁首次采用重要管线下方地连墙合口施工工法,也得到了济南轨道交通集团的高度认可,被指定为推荐使用技术,在后期的类似地铁建设中优先使用。”梁芝军说。

作为中铁十一局集团首次进入济南市场的项目,公司建设工程项目部在施工工法、技术培训、安全管理等方面都走出了创新之路。加力提速,冲刺四季度!截至目前,经七路西站、腊山主变电所、纬十二路站主体结构已经全部完成,经~纬盾构区间双线贯通。下一步,中铁十一局集团济南片区建设者坚持把“为人民建地铁、建人民满意地铁”作为工作的行动指南,继续加快施工步伐,助力地铁4号线早日通车。