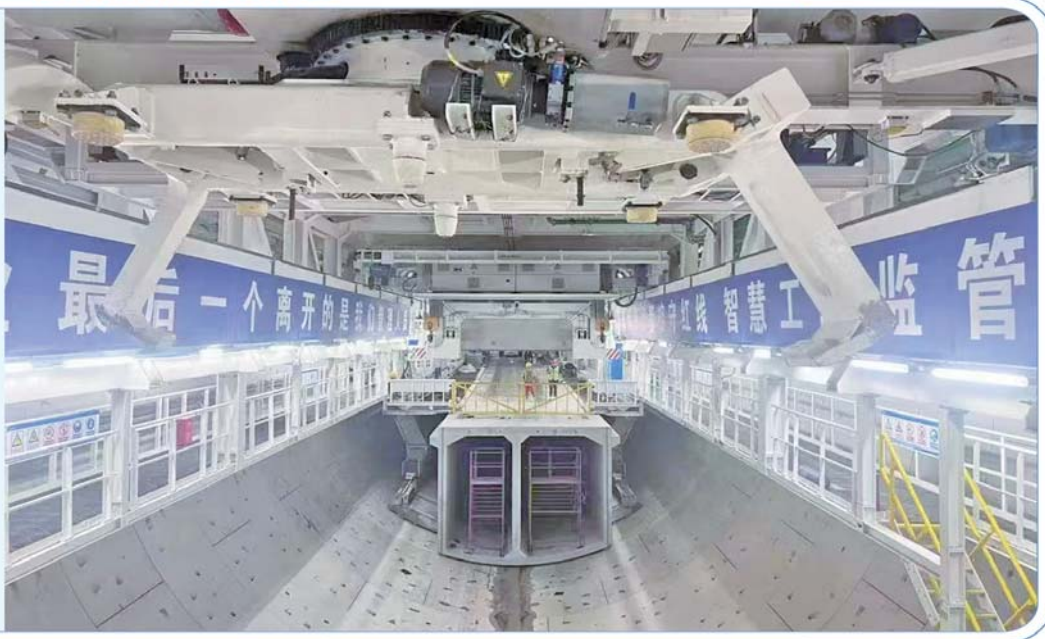


“钢铁巨兽”地下40米处的“穿针”博弈

记者深入黄河水下,看司机如何操控盾构机穿过悬河道道关

近期,济南“携河北跨”再现关键进展,航天大道穿黄隧道南线盾构已顺利贯通,北线盾构也进入冲刺阶段。3月28日,记者前往位于济南高新区的航天大道穿黄隧道北线,深入黄河水下40米,看盾构司机如何在地上悬河的河床之下,操控5层楼高的“钢铁巨兽”闯过道道难关。

►“征程号”盾构机最大开挖直径15.07米,相当于5层楼的高度。



记者 于泊升 济南报道

延伸阅读

近期,济南两大穿黄隧道接连迎来建设节点:3月17日,黄岗路黄河隧道实现双层贯通;3月20日,航天大道穿黄隧道南线盾构顺利贯通,北线盾构掘进也进入冲刺阶段。从蓝图到实景,从构想到落地,黄河不再是阻隔济南城市发展的天堑,正逐步成为串联南北、赋能城市的“城中河”。

两条穿黄隧道的关键突破,改变了济南的跨黄交通格局,也改写了两岸市民的出行与区域发展轨迹。在此之前,济南的跨黄通道虽已初具规模,但东西向分布不均、通勤时间长等问题,始终是两岸连通的痛点。

从地图上看,目前西部区域北跨黄河的通道主要以建邦黄河大桥、黄河济泺路隧道、黄河齐鲁大桥为主,黄岗路黄河隧道作为中心城区西部与起步区西翼的快速联络线,双层通行的设计能大幅提升通行效率,今年建成通车后,将把两岸的通勤时间从40分钟压缩至4分钟,让西部跨黄速度更快。

航天大道穿黄隧道的意义则更为特殊,它直接打通了济南国际机场与起步区的快速走廊,填补了济南东部跨黄通道的空白。2027年建成后,从起步区前往济南机场的旅客,不用再绕行南岸中心城区,通过隧道最快10分钟便可抵达机场,实现航空与陆路交通快速衔接,省去绕路时间。

山东大学交通规划设计研究中心主任张汝华表示,这两条隧道一西一东布局,恰好补齐了济南跨黄路网的短板。黄岗路隧道辐射主城西部商贸、居住片区与起步区西翼板块,能带动文旅、康养等产业协同发展;航天大道隧道串联起航空枢纽、临空经济区与起步区产业载体,将加速人流、物流、资金流向黄河北集聚,让起步区的产业发展更具活力。

从路网布局来看,两大隧道建成后,将与济泺路黄河隧道、凤凰黄河大桥、齐鲁黄河大桥等已通车通道形成联动,构建起济南中心城区东、中、西部全方位对接起步区的跨黄立体路网。以往黄河“割裂”城市空间的问题将得到缓解,两岸从“物理相邻”真正走向“通勤同城”。

从更深层次来看,交通通道的打通,是济南“携河北跨”战略落地的抓手。如今随着跨黄通道不断加密,中心城区的优质资源可以顺畅向北疏解,起步区的产业、生态优势也能向南辐射,两岸产业互补、资源共享、民生均等的融合发展格局,正逐步形成。

沿河的大城市,大都通过打破水域阻隔,实现两岸融合,完成城市能级跃升。上海依托黄浦江密集的越江桥隧,让浦东从阡陌农田变成国际金融中心,实现浦西浦东双向繁荣;武汉凭借长江、汉江的桥隧集群,让三镇融为一体,坐稳国家中心城市的位置;南京从“跨江发展”到“拥江发展”,密集的过江通道带动江北新区快速崛起,成为城市新增长极。

近年来,济南跨黄发展按下快进键,跨黄通道建设走在沿黄城市前列。截至目前,济南已建成21处跨黄通道,数量位居沿黄城市首位,形成“建成一批、在建一批、规划一批”的良好节奏。规模化、网络化的桥隧布局,推动济南从“跨黄”走向“拥黄”,黄河从城市发展阻隔变为串联南北、赋能产业的“城中河”。

从「跨黄」到「拥黄」,济南21处跨黄通道领跑沿黄城市

河底掘进闯险关 沉降控制在毫米之间

上午10时,管道接入工作还在进行,驾驶室里的各项数据显示正常。很多人不曾想到的是,看似按部就班的施工中,盾构司机却经常要与复杂地质较量。“黄河底下最棘手的就是黏土地层。”陈林直言,这里的黏土年代久远、黏性极强,刀盘切削下来的泥土,很容易在刀盘内部裹成泥球。这些泥球越聚越大,极易堵塞直径仅0.5米的环流排浆管,造成渣土滞排。一旦出现滞排,掘进速度就会放缓,刀盘扭矩、切口压力随之失衡,严重时还可能因管内压力过大导致环流管损坏。

遇到泥球堵塞,不能强行推进。陈林和同事们要根据现场情况,动态调整刀盘转速、推进速度,同时加大泥浆循环流量,依靠水流冲刷把泥球打散排出。这就像给地下管线疏通血管,全靠经验和技巧把控节奏,刀盘、推进、环流三方密切配合,稍有不慎就可能影响施工。

比地质难题更严苛的,是穿越敏感地带时的控制。盾构始发以来,“征程号”先后下穿两处110千伏电力铁塔、两条高压燃气管线以及两条黄河大堤。其中,电力铁塔塔基与盾构机最近距离仅1.5米,高压燃气管线更是济南城市供气主干管网,一旦发生接触,将直接影响重要设施安全。

而在穿越黄河大堤时,沉降的控制标准更是严格到毫米级。“相关要求非常明确,地面沉降不能超过30毫米。”于洪彪说,在15米级超大直径盾构掘进中,要把沉降控制在30毫米以内,难度不亚于在“螺丝壳里做道场”。

于洪彪回忆起穿越大堤和管线期间的场景,那时驾驶室里的氛围格外紧张,盾构司机紧盯屏幕,对刀盘扭矩、转速、环流速度、切口压力、同步注浆量等数十

项参数进行毫米级调控,每一个数据波动都不敢大意。凭借精准操作,团队平稳通过所有敏感区域,实现了地面设施零扰动。“我们现在基本上穿过了最后一处黄河大堤,盾构机即将进入爬坡阶段,向西岸终点推进。”

一米又一米掘进 只为快步迈入黄河时代

一台盾构机的稳步前行,从来不是一人一班组的功劳。在陈林所在的驾驶室之外,一支超过200人的团队,24小时轮班坚守,为这台“钢铁巨兽”保驾护航。

临近中午,盾构施工现场依旧没有停下来的节奏,驾驶室之外,各工种各司其职,紧张有序。维保班组的工作人员正蹲在设备旁检测,手电筒的光束在管线间来回扫过;不远处,拼装手操作着遥控器,管片在机械臂的牵引下缓缓合拢,拼缝严丝合缝。后方负责隧道内部现浇施工的工人同样忙碌,绑扎钢筋、支模浇筑,每道工序都衔接得井然有序。

“节假日我们也有人员在岗,人可以轮换,机器不能停。”陈林说,地下空间夏季闷热,温度最高能达到五六十摄氏度,依靠制冷设备才能维持作业条件,大家衣衫湿透是常事。但看着掘进环数不断增加,所有人都觉得付出值得。

1998年出生的陈林,已在大盾构施工领域干了近七年,航天大道穿黄隧道是他参与的第四个超大直径盾构项目。“行业里成熟的盾构主司机比较稀缺,甚至比飞行员还要少。”陈林说,这份工作技术门槛高、作业强度大,常年身处地下,对从业者有较高的要求。他们团队里的成员大多平均从业6年以上,个个都是经验丰富的熟手。

经过各岗位建设者的不断努力,北线盾构进入冲刺阶段。于洪彪透露了一组数据,自去年6月16日盾构始发以来,项目已完成掘进1263环,全线总计1623环,总体掘进进度达到77.8%。

在于洪彪和陈林眼里,航天大道穿黄隧道是黄河重大国家战略的重要工程,建成后将串联遥墙机场与新旧动能转换起步区,完善黄河两岸交通路网,推动济南从“大明湖时代”迈向“黄河时代”。隧道每向前掘进一米,都是城市向北发展的坚实一步。

将来盾构机在西岸出洞的那一天,于洪彪和陈林都想站到地面上,好好看看这个与其并肩作战了近一年的“老伙计”,从始发到贯通,他们在地下陪它走过了几千米。“到时候我得跟它合张影。”陈林笑着说。

头顶奔涌黄河水 盾构24小时“不熄火”

上午9时,航天大道穿黄隧道北线东岸一片忙碌景象。记者跟随中交隧道局航天大道穿黄隧道项目总工程师于洪彪一路向隧道深处走去,地面的风声、人声渐渐远去,只剩下设备运转的低沉轰鸣。

于洪彪边走边向记者介绍,这条隧道连接济南高新区与新旧动能转换起步区,中交隧道局承建的北线工程全长3245米,采用双向6车道城市主干路标准,设计时速60公里。承担掘进任务的“征程号”泥水平衡盾构机,最大开挖直径15.07米,相当于5层楼的高度,是名副其实的“地下钢铁巨兽”。“隧道最深处位于黄河水面之下40米,头顶是奔涌的河水与两岸大堤,每一步推进都事关安全。”

在狭长的施工通道前行2400米后,盾构机驾驶室出现在眼前。这里是整条隧道的“神经中枢”,空间不大,却整齐排布着7块显示屏,刀盘转速、切口压力、环流流量、掘进姿态等数十项数据实时跳动。28岁的主司机陈林,正握着通话设备与后方对接管路的同事沟通,语气干脆利落。

“密封检查到位了吗?各项情况是否正常?盾构将按计划开机。”

结束通话,陈林告诉记者,在盾构机启动前,设备检查、物资准备等工序要同步展开,主司机要通过对讲机逐一确认准备工作情况,全部达到要求后,盾构机才能正式启动。

陈林所在的驾驶班组有4个人,包括机长、主司机以及另外两名司机,三名司机的分工明确:环流司机负责泥浆循环系统,主司机把控全局控制动力,还有一人负责辅助协调。每天的核心任务,就是根据地质数据和实时反馈,精准操控盾构机掘进。

盾构机启动时,环流司机首先打开环流系统,确保泥浆循环畅通;随后主司机陈林启动设备,20多台千斤顶同步发力,以巨大的推力推动盾构机缓缓向前;与此同时,刀盘开始旋转,直径15米的全断面刀盘啃咬着黄河底下的岩土,切削下来的渣土经环流管道排出。这一套流程下来,每一步都环环相扣。

“只要机器在动,人就不能分心,更不能随便离开岗位。”陈林说,北线盾构驾驶室是两班倒的模式,24小时都有人在岗,盾构机一旦启动,当值班组全员必须在位,在机长的带领下协同值守。



3月28日,陈林与班组同事在盾构机驾驶室做掘进前的最后准备。