

5月19日,全球在建工程最大直径盾构机“山河号”在济南下线,引来众多关注。集多种工业门类于一体,被称为“工程机械之王”的盾构机是如何构成的?交付黄河黄岗路隧道后,“山河号”如何掘出万里黄河最大隧道?

文/片 于泊升 济南报道

### 纪录

开挖直径17.5米  
相当于6层楼高

“直径17.5米,也太壮观了。”

“济南要在黄河下造多大的隧道?”

“山河号”盾构机下线后,不少人在社交平台讨论济南的携河北跨及山东制造,也对世界级的大盾构机产生好奇。

这台盾构机都有哪些特点,为什么造这么大?

“盾构机都是根据客户的需求进行定制,与项目的实际情况结合。”在山东,制造“山河号”的济南重工集团早在多年前就与跨黄产生关联,“早些年,济南提出要在黄河下建设隧道,我们从那时起开始转型盾构机产业。”济南重工集团有关负责人告诉记者,在参与“山河号”项目之前,他们就已经有了制造盾构机的能力,济南各地建设现场都有“济南造”盾构机的身影。

“济南地铁的盾构机直径多是在6米左右,但黄河隧道的项目建设需求更高。”该负责人称,盾构机都是量身制作,隧道的开挖直径是多少,盾构机设计直径就要达到多少。“隧道要挖多大的洞,我们就造多大的盾构机。”

记者查阅资料发现,黄河黄岗路隧道工程全长5755米,其中隧道段长约4762米,盾构段长度3290米,开挖直径17.5米,管片外径16.8米。针对现场情况,“山河号”最大开挖直径17.5米,相当于6层楼高,盾构机总长163米,重约5200吨、装机总功率12580千瓦。据了解,黄河黄岗路隧道是万里黄河最大直径的盾构隧道,刷新了济南跨黄隧道建设纪录。“山河号”盾构机17.5米的直径,在全球在建工程使用的盾构机中已是最大的。

在设计盾构机时,制造方也会考虑项目现场地质情况。很多地区的地质情况不同,有的地方岩石层厚,或者坚土层多,还有的地方地况复杂,有着松软的泥土构造,盾构机要根据情况更换刀盘,以适应不同施工条件。

因此,在盾构机制造中,需要先根据投产指令进行图纸设计,根据用户提供的现场环境信息、地层信息等配置硬件、刀盘。

“山河号”能挖出一个什么样的隧道?

# 全球最大!揭秘“山河号”盾构机

未来如何掘出万里黄河最大隧道

5月19日,“山河号”盾构机在济南下线。图为内部构造。

打开黄河黄岗路隧道的设计图可以发现,与常见的隧道不同,该隧道是双层结构。一个洞里分出来上下两层,两层都是公路,每层的通行方向不同,“每层三条车道,上下两层实现双向六车道通行。”黄河黄岗路隧道项目现场有关工作人员介绍,在黄河水下挖隧道,盾构机是最快高效快速的掘进设备,它可以明显缩短工期,提高施工效率。

### 构造

“刀盘+盾体+主驱动”  
“啃”岩层拓空间

集多种工业门类于一体,号称“工程机械之王”的盾构机是怎么组成的?

“盾构机的组成结构有很多,最主要的有刀盘、盾体、主驱动等。”济南重工集团有关技术负责人介绍,盾构机掘进,就要有“牙齿”,“啃咬”岩层,打通空间,这项工作由盾构机前端的刀盘负责。作为“牙齿”,刀盘上有不少刀具,通过旋转刀盘,刀具将岩层“咬碎”,“啃出”通道。

掘进中,为了防止隧道坍塌,盾构机会边挖掘边在隧道内通过外壳拼装混凝土管片,管片和隧道壁之间

还会用材料填充,以此进行加固,保持稳定,还能防止隧道渗漏水。这些拼装起来的管片就是掘进后看到的隧道内壁样式。

该技术负责人称,盾构机掘进的速度并没有想象中那么快,比如在济南地铁施工中,一台盾构机每天只能掘进十米左右。“不同地质不同情况,土质松软的地方可能快一些,岩层坚硬的地方就会慢一些。”因此在实际施工中,地铁等建设项目建设往往采用多台盾构机同时工作,以此来提高效率。

### 亮点

命名体现地域特色  
刀盘涂装有讲究

记者了解到,盾构机的命名和涂装蕴含特定寓意。如济南地铁盾构机的取名,常见“泉”“黄河”等字眼,如“泉速一号”“泉速二号”“黄河一号”等,有浓厚地域特色。此外,济南地铁建设中,还常见一些催人奋进的盾构机名字,如“开拓一号”“开拓二号”“前进一号”等。

黄河黄岗路隧道盾构机取名“山河号”,取泰山、黄河的意向,寓意济南

南依泰山,北跨黄河,山河相间。此外,济南第一条黄河隧道——黄河济泺路隧道盾构机的名字为“泰山号”和“黄河号”。为济南第二条黄河隧道的盾构机取名“山河号”,既是对前者的巧妙融合,也能展现济南不断穿黄的步伐。

“山河号”下线时,刀盘涂装的瑞兽麒麟形象,也凸显了国潮风格,象征着吉祥和平安,寓意麒麟护佑盾构机攻坚克难,顺利完成穿黄之旅。

### 挑战

长距离穿越复杂地质  
指甲盖面积承受数公斤之重

作为全球在建工程最大直径盾构机,“山河号”在制造中也面临不少难题,最主要的就是设备太大和黄河地质复杂。

“山河号”盾构机的直径已经接近常规盾构机的3倍,尺寸带来的

是装配难度大。为解决这一难题,济南重工改变了原来一体式的结构设计,变成了分段式,刀盘分为5块,盾体分为12块,可以将其进行拼接,但误差要求达到毫米级。

“济南造”盾构机用8年时间走出

本土,挤入全国市场。目前,全国有12个城市的地铁建设项目使用了“济南造”盾构机。在北京、广州、苏州、南京等地的地铁建设现场,均可看到“济南造”的身影。

济南重工集团有限公司副总经理于文超称,盾构机的出现极大地推动了地下工程的发展,让城市的地下空间得到了更加高效、安全利用。它不仅可以用于地铁、公路等城市交通建设,还可以用于水利工程输水等。

“济南造”将继续开发智慧盾构、智能施工技术和装备,加快超大盾构、智慧盾构技术研发和工程应用。同时,强化全国轨道交通市场布局,推进盾构机施工掘进、技术服务和再制造业务,拓展市政工程、煤矿、电力管廊、地下停车场等盾构应用新场景。“我们现在已经实现盾构机‘济南造’‘济南用’,未来我们将要实现‘济南造世界用’。”于文超说。

于泊升 济南报道

### 从漂洋过海到家门口下线

19日上午,在“山河号”盾构机下线的同时,黄河济南段各在建跨黄桥隧也在按计划推进。航天大道隧道已经展开;黄河大桥新桥的主体结构已经完成,桥梁合龙后,正在进行桥面施工;齐鲁黄河大桥正在进行后续施工,主桥样式清晰可见……

在济南跨黄的进程中,盾构机必不可少。济南第一条黄河隧道——黄河济泺路隧道已经于2021年通车,由于黄河济南段是地上悬河,施工难度大,项目根据现场勘查的地质条件,在建设时定制了德国生产制造的泥水平衡盾构机。据了解,济南黄河济泺路隧道所用盾构机当初是在广州南沙下线验收,超大件运输成为重难点,核心超大、超重部件通过海运抵达潍坊后,才辗转到达济南。

如今,从漂洋过海到家门口下线,盾构机制造、运输效率的提高,可为济南穿越黄河加速,尽早在地上悬河之下掘出“北起”之路。

### 用40天拆解运到现场组装

除“山河号”盾构机外,即将开掘的黄河黄岗路隧道也刷新了行业纪录,该隧道是万里黄河最大直径的盾构隧道,也是济南建设的第二条黄河隧道。

黄河黄岗路隧道在哪儿,目前进展如何?

打开地图,从济南城区西部主通道黄岗路向北,过小清河后,便到达该项目的南岸起点蓝翔中路。项目整体从蓝翔中路向北穿越济广高速,跨过黄河和鹊山水库沉沙池后,在北岸的龙湖湿地接地,与国道309龙湖立交相交。

从地理位置看,黄岗路南接济齐路,向南依次串联纬十二路、阳光新路、郎茂山路后到达二环南快速路,是一条南北向主干道,沿途居民区较多,日常通行繁忙。从黄岗路向北顺接蓝翔路后,隧道接入国道309互通立交,通过改建后的国道309,齐鲁黄河大桥、黄河黄岗路隧道、黄河济泺路隧道、济南黄河大桥复线实现快速联通,支撑济南北跨。

截至目前,黄河黄岗路隧道北岸始发井、机架段已完成全部地连墙、基底加固、基坑开挖,基坑封底、侧墙、机架段顶板等工序施工,正在推进机架段支撑割除以及端头冷冻加固机械布置工作。南岸正在推进管线迁移、新建雨污水管线,明挖暗埋段基坑开挖以及围护结构施工;南岸接收井正在推进基坑土方开挖、围护结构施工。

根据施工计划安排,北岸始发井、机架段将持续推进盾构进场、始发准备施工。“山河号”盾构机完成工厂制造后,计划用40天时间拆解,运输到现场进行组装,将在今年年内始发。

### 跨黄隧道还将增加密度

携河北跨,交通先行,济南穿越黄河的隧道不止这两条。

《济南市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中提到,济南要加密过河通道,促进黄河两岸交通布局优化、衔接成网。2022年,《济南市“十四五”综合交通运输发展规划》编制完成,再次明确了携河北跨要打造全域高快一体通道,推进跨黄

桥隧建设。这一时期前后,济南在黄河上规划的跨黄通道被总结归纳为“四桥四隧”,其中“四隧”指的是济南黄河济泺路隧道、济南黄河济泺路隧道及济南航天大道穿黄隧道。除黄河济泺路隧道通车外,其他三个项目均在建设当中。

在黄河黄岗路隧道推进的同时,济南黄河济泺路隧道北延也在加快建设,作为“万里黄河第一隧”的北延线,该隧道可将黄河济泺路隧道的服务功能进一步提升。目前,济南黄河济泺路隧道北延水库南岸明挖段主体结构施工已经完成,双线实现洞通,西线盾构机拆解完成,隧道已经贯通,小盾构双线已贯通,盾构机拆解完成。项目机电安装已开始,正在进行隧道机电安装样板段施工。

航天大道穿黄隧道是“四桥四隧”的最后一环,已于2023年12月开工,连接了起步区核心组团与遥墙国际机场。在机场二期改扩建的背景下,航天大道穿黄隧道将助力起步区利用机场进行“公铁空轨”零距离换乘。

“四桥四隧”虽然已经全部建设,并逐步通车,但在后续规划中,济南又布设了新的通道。

2023年,《济南新旧动能转换起步区综合交通专项规划(征求意见稿)》发布,顺河通道、奥体西路通道、张辛寨通道等新桥隧出现在规划中,同年12月,在山东省召开的有关起步区新闻发布会上,奥体西路穿黄隧道被提及,向市民明确了该通道将以隧道的形式建设。

记者从济南市城乡交通运输局获悉,济南境内的黄河全长约183公里,已建成跨黄河通道16处,规划建设34处。未来,济南跨黄通道建设密度将与南京、杭州、上海等拥江发展城市相当。

### 黄河流域龙头地位突显

济南为什么要建这么多跨黄通道?

从地理因素看,济南主城区北有黄河,南有泰山山脉,长期以来,南北向发展受到制约,形成了东西长、南北短的城镇布局。向北,一直是济南突破的瓶颈。从轮渡到浮桥,再到黄河上的现代化桥隧,济南的北上过黄能力在提升。

其次,作为黄河入海口所在省份,山东省区位优势显著,是黄河流域生态保护和高质量发展的重要承载区域。同时,山东是新旧动能转换的试验区,济南又是新旧动能转换的重点区域,有着黄河规划纲要中唯一支持设立的实体性新区。在黄河重大国家战略不断推进的今天,优先加密过黄通道,有助于更好地支撑黄河新城建设,规划及在建通道建设,黄河南岸主城区西部、中部、东部三个方向均可实现两岸一路通达,进一步便捷起步区与主城区南北通行。

记者了解到,今年济南将推动黄岗路隧道、航天大道隧道、黄河大桥复线桥、鹊山复合桥等10条跨黄通道的建设,跨黄再次按下“加速键”。

“济南市新旧动能转换、高质量发展以及强省会建设,需要大的交通设施来进行支撑和引导。”山东大学交通规划设计研究中心主任张汝华认为,黄河桥隧的布局,显而易见对促进济南起步区的发展具有较强的支撑作用,如此不仅带动北部地区的发展,也有利于主城区进一步集聚资源、转型升级、增强吸引力。随着交通瓶颈不断被打破,济南的吸引力将增强。

# 黄岗路隧道按计划推进,“山河号”将在年内始发