

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“工程器械之王”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,济南各地铁建设现场都有“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,刷新了济南跨黄通道建设纪录。“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?

未来如何掘出万里黄河最大隧道

全球最大!揭秘『山河号』盾构机



5月19日,“山河号”盾构机在济南下线。图为其内部构造。

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,盾构机是最有效快速的掘进设备,它可以明显缩短工期,提高施工效率。

“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。

盾体是盾构机的躯干,它对挖掘出的还未衬砌的隧洞段起着临时支撑的作用,承受周围土层的压力,有时还承受地下水压以及将地下水挡在外面。挖掘、排土、衬砌等作业会在护盾的掩护下进行。

主驱动是盾构机的动力系统,盾构机能前进全靠它。

“山河号”盾构机已经下线,未来如何进入黄河之下工作?

济南重工集团技术负责人给记者介绍了一个原理,盾构机挖掘隧道就是一个圆柱体的钢组件沿隧洞轴线向前推进,并在挖出通道时加固隧道内壁。

场景模拟可知,为了让盾构机进入地下,需要挖一个始挖井,盾构机到达现场后,进入始挖井并开始工作,通过旋转刀盘,像“钢铁蚯蚓”般将岩层里的土石不断切削。在盾构机挖掘前进的同时,部分泥土会被挤压到隧道内壁,还有一部分泥土会从盾构机的刀盘中露出,这部分泥土会通过盾构机上的传输系统送到后方处理。

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,还能防止隧道渗透水。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,地铁等建设项目往往会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,尺寸大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,可以让其进行拼接,但误差要求达到毫米级。

同时,黄河济南段为“地上悬河”,隧道在其中掘进,对技术和安全要求都很高。在建设“万里黄河第一隧”——黄河济泺路隧道时,济南就曾面临这一难题。这一次,盾构机在黄河黄岗路隧道施工中,需要长距离穿越全断面粉质黏土、钙质结核、胶结砂层等复杂地质,最深覆土厚度达49.2米,最大水土压力6.3巴,相当于指甲盖大小面积上承受6.3公斤的重量。

针对项目情况,“山河号”盾构机配备各类型开挖刀具306把,其中57把具备滚齿互换功能,以优化其在多变地层中的作业性能。同时,“山河号”装配带压复合型刀盘,伸缩式主驱动、泥水仓伸缩摄像头,采用刀盘磨损自动监测、设备状态在线监测等多项技术,并通过对大盾构云智慧平台实现远程操控,以保证掘进安全和效率。

记者在采访中获悉,其实在“山河号”之前,“济南造”盾构机就已经在智能化上再次做出突破。在智能化



黄河黄岗路隧道建设现场图



黄河黄岗路隧道效果图

领域,“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

济南重工曾展示出一组数据,该公司已累计生产盾构机140余台,订单掘进距离已达360公里,目前产能每年维持在30台左右。

“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’‘济南造中国用’,未来我们要实现‘济南造世界用’。”于文超说。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

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梁也在按计划推进,航天大道隧道施工已经展开;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,项目根据现场勘察的地质条件,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。

“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、张仙寨通道等新桥梁出现在规划中。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,已建成跨黄河通道达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。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

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,将在今年年内交付济南黄河黄岗路隧道,为济南“北起”开路。世界级盾构机能为济南迈向“黄河时代”带来哪些助力?不断加密的过黄桥梁如何助力济南在黄河流域发挥更重要作用?

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构机在济南地铁7号线始发。

“济南造”盾构机有了“眼睛”“耳朵”“鼻子”,能“呼吸”,能“观察”,还多来源于济南重工,近水楼台先得月,“济南造”首先在本土得到了广泛应用。不久前,济南制造的“泉速2号”盾构