

数读 “长江上游轨道第一隧”

区间起止：起于渝中区菜园坝火车站，止于南岸区南滨路与宏声路交叉口附近
隧道长度：3212米
穿江段长度：1269米
隧道深度：水下70米
隧顶最小覆岩厚度：8米
施工工法：双模盾构法+矿山法+明挖法
始发井深：83米
施工时间：390天
吊装物资：超10万吨

■新重庆-重庆日报记者 杨永芹

轨道交通27号线过江为何不建大桥，而修建隧道？始发井深83米，为何设计得如此深……
11月25日，重庆轨道交通27号线(以下简称27号线)穿江隧道顺利贯通。对这条“长江上游轨道第一隧”，市民们充满好奇。当天，记者采访了重庆交通开投铁路集团、中铁二院和中铁一局等单位的相关负责人，揭开这一工程的神秘面纱。

第1问 27号线过江为何不建大桥

目前，我市已建成的城市道路和轨道交通过江通道全部采用跨江大桥形式建设。27号线穿江隧道与轨道交通10号线南纪门轨道桥相距约50米。为何27号线设计成穿江隧道，而不设计成过江大桥？
负责隧道设计的中铁二院副总设计师薛护国表示，这是多个设计方案科学比对的结果。
设计之初，设计团队做了多个桥隧方案，“环保、经济和拆迁是重要考虑因素。”薛护国解释说，27号线为城市快线，设计时速达140公里，线路所经的重庆站—南滨路区间，长江两岸高楼林立，居民和企业众多，周边环境复杂，航道等级高、环保要求高。
此外，设计团队提前对国内水下隧道修建工法进行了调研，并超前借助BIM平台，建立了全景过江通道模型，逐一对比分析各工法的优缺点及适应性，最终推荐采用穿江隧道方案。这样不仅避免了大量征地拆迁工作，也避免了建设、运营产生的震动噪声影响周边企业、居民的生产生活，也更安全、经济、环保。
薛护国补充说，即使是采用过江隧道设计方案，团队也做了多个比对方案，特别是综合考虑了与10号线在南坪站换乘便捷等因素，才最终选择了现有的穿江隧道线路。

第2问 始发井为何深达83米

83米，相当于27层楼高，这是去年10月底，“渝江号”盾构机始发井的深度，并因此成为全国轨道交通领域最深盾构始发井。
为何要设计这么深？
“主要是受地形影响。”薛护国表示，重庆是有名的山城，隧道所处地形与长江中下游城市不同，呈“V”型深切河谷，河滩狭窄、高差大。27号线沿着渝中区山脊而过，沿线只有始发井所处的位置是一块空地，且相对埋深较浅，“依势而建”。
始发井井口面积只有约150平方米，空间狭小。在掘进过程中，吊车一次可吊运重达75吨的物资，共需吊装包括盾构机在内的物资超10万吨。
由于始发井超深，吊车司机根本看不到吊装的整个过程，安全风险大。为此，项目部设计制定了“控摇摆、可视化、多重接力、统一指挥”的安全吊装方案，即在竖井四周安装多套可视化设备，相当于为吊车司机安上了“千里眼”，实现了吊装过程实时可视化、360°全景监测。
此外，为防止吊运物资晃动产生安全隐患，承建单位还研发出防扭转的吊装钢丝绳。

实现多个“第一”：

- 长江上游首条穿江隧道
- 全国轨道交通领域最深盾构始发井——深83米
- 重庆轨道交通首次采用“一键切换”智能双模盾构
- 盾构机首次创新性搭载了便携式超前地质预报系统
- 盾构机首次自带泥水处理设备

“长江上游轨道第一隧” 问揭秘



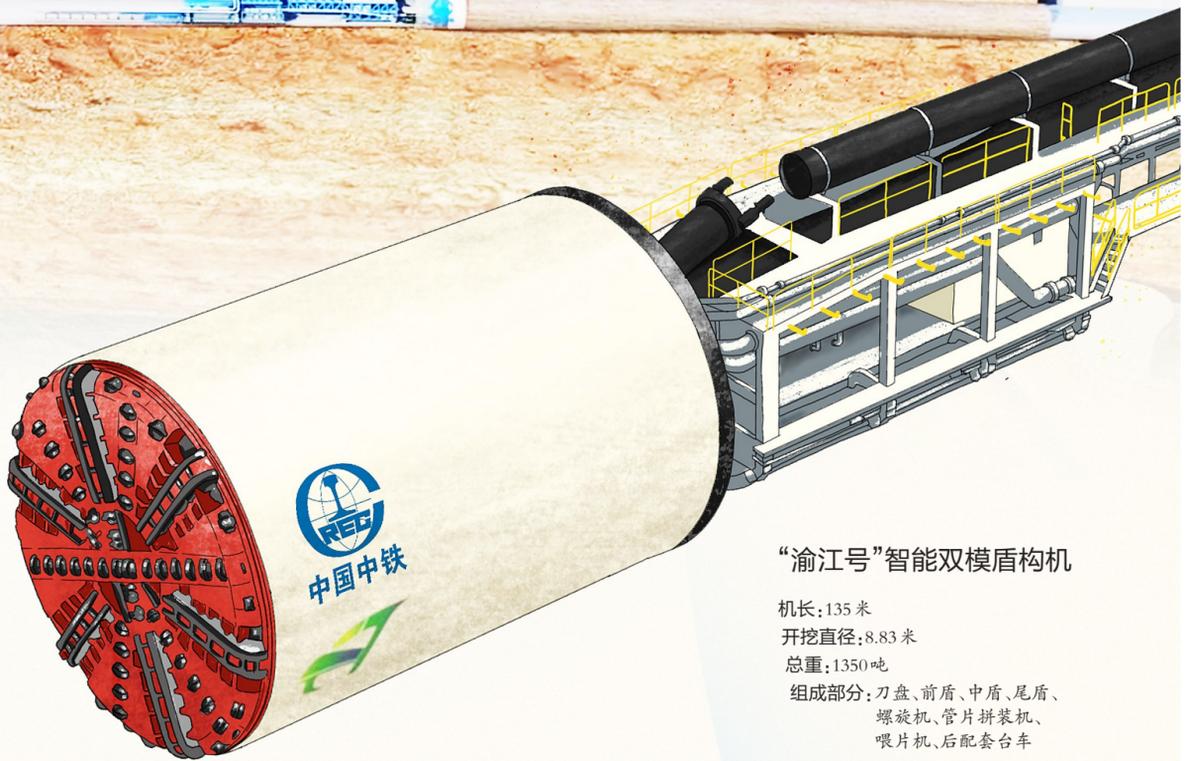
长江

1号风井

第3问 隧顶距离江底最短有多少米

隧道从江底穿越，隧道拱顶距离江底厚度要有多米才科学合理，才能确保施工和运营的安全、经济？
“这个厚度不仅直接关系着两侧重庆站和南滨路站的埋深，即乘客进出站的便捷度，还关系着江底隧道的施工安全和造价。”薛护国表示，如果厚度太小，会增加隧道涌水量，影响隧道稳定性，也会给施工带来更大难度，并间接增加防渗和排水等施工成本。
如果厚度太深，就意味着隧道埋深要加大，连接隧道两侧的连接线坡度也要增大，甚至导致隧道两侧车站埋得更深，这会相应增加车站出入口长度，进而增加市民进出站时间。
如何实现厚度与车站埋深之间的平衡？

设计团队通过调研、专题研讨，以及数值模拟和试验，确定了以最小覆岩仅8米的极限厚度穿越江底深槽段。
为避免掘进过程中江水倒灌、淹没隧道，项目部还进行了创新。中铁一局现场负责人段望龙介绍，今年，当盾构机掘进1.1公里时，即通过最小覆岩仅8米的位置时，遇到渗透性强的厚卵石层，导致江水与隧道连通，最大水压一度达到0.7MPa(兆帕)。这个水压相当于从地面喷出的水柱会高达70米。
针对这一情况，中铁一局对盾构机密封系统进行逐个加强密封，确保了隧道顺利掘进。特别是创新研发出管片接缝可承受超高压的弹性防水密封材料，确保了隧道接缝防水效果实现最优。



“渝江号”智能双模盾构机

机长：135米
开挖直径：8.83米
总重：1350吨
组成部分：刀盘、前盾、中盾、尾盾、螺旋机、管片拼装机、喂片机、后配套台车

优势：

- 根据土层情况，土压盾构和泥水盾构可“一键切换”
- 可对前方50米的地质进行分析和预测
- 可实时调整掘进速度，纠偏盾构姿态
- 可快速对泥水仓压力与江底水压进行预警
- 可自动调控温度

节约工期：至少3个月

第4问 穿江隧道施工用的是什么机械

盾构机是目前最先进的隧道开挖装备，集机、电、液、信息、人工智能等高新技术于一身，被称为“工程机械之王”。
27号线穿江隧道，最大的亮点就是量身定做了大国重器——“渝江号”智能双模盾构机。该盾构机长135米，开挖直径8.830米，总重1350吨。
这个巨无霸“钢铁穿山甲”，在施工过程中到底有多强大？
“掘进模式实现了一键切换。”重庆交通开投铁路集团党委副书记、总经理马虎表示，盾构机根据不同施工环境，分为土压、泥水、复合和硬岩掘进机(TBM)。
穿江隧道位于水下70米深，地质复杂，既有涌水也有软硬不均的岩石，

需要土压盾构机和泥水盾构机交替掘进。重庆交通开投铁路集团、中铁二院、中铁一局经过多次研讨，量身定做了这个兼具土压盾构和泥水盾构两种功能的智能双模盾构机。当它掘进时，可根据遇到的不同地层情况，实现一键切换、快速掘进，工期比传统的盾构机至少节约3个月。
“在掘进过程中，双模发挥了巨大作用。”段望龙表示。今年上半年，当该盾构机采用泥水模式掘进到穿江隧道800米处时，突然遇到地质破碎带——全是直径约0.6米、长约0.8米的大粒径卵石。泥水盾构模式的管道直径只有0.35米，如此大的卵石直接将排浆管道“堵死了”。

这时，“智能双模”功能派上了用场。操作员立即启动土压掘进模式，确保了掘进顺利推进。不仅如此，采用智能双模盾构机，只需两台；若采用单一功能的盾构机，则需要四台，仅此就可节省成本近亿元。
“渝江号”智能双模盾构机的强大，随处可见：它创新性搭载了便携式超前地质预报系统，可根据掘进过程中刀盘的震动信号，对前方50米的地质进行分析和预测，可实时调整掘进速度，并纠偏盾构姿态；智能化仓压预警系统可快速对泥水仓压力与江底水压进行预警；隧道内温度常年保持在40度左右，盾构机配备了智能通风降温系统，可自动调控温度，营造良好的施工环境。

第5问 施工过程中如何保护水体环境

穿江隧道在掘进过程中要产生约20万吨泥浆和渣土。如何确保施工过程中产生的泥渣不影响长江水体环境？
“生态优先、绿色发展理念贯穿施工全过程。”重庆交通开投铁路集团党委委员、副总经理何川介绍，传统施工过程中产生的泥渣，通常会通过弃运的方式处理。而“渝江号”智能双模盾构机安装了两套新型环保泥水分离设备，掘进中产生的废渣直接用于工程回填；产生的废水用于盾构机泥水盾构的泥浆调制；产生的泥饼则直接外运，变成用于植物栽种的种植土，真正实现了“变废为宝”、循环利用。



精彩视频 扫一扫 就看到

资料来源：重庆交通开投铁路集团和中铁一局 记者杨永芹整理