



2020年3月，济南地铁2号线开源路站至烈士陵园站区间隧道内，正在进行机械铺轨作业。

最难“宝长区间”冲刺百米洞通,科技攻坚全国领先

济南地铁2号线吹响通车冲锋号



齐鲁晚报·齐鲁壹点 记者 喻雯 王皇

作为济南第一条贯穿中心城区的东西向线路，济南地铁2号线的建设备受关注。虽然遇到了疫情、地质难题等前所未有的压力和挑战，但是地铁2号线年底通车的目标从未改变。在“见缝、找缝、造缝”的争分夺秒建设中，史上最难“宝长区间”冲刺最后百米洞通，全线也吹响了通车的冲锋号。科技攻坚也创下了省内、国内的多个第一。地铁2号线将以“铁”的担当，做好怎样的百天冲刺？近日，记者采访济南轨道交通集团建设投资有限公司有关负责人做了深入了解。

见缝、找缝、造缝施工 37个单线盾构区间贯通

济南地铁2号线西起王府庄，东至彭家庄，行经槐荫、市中、天桥、历下、高新、历城行政区，连接了腊山片区、西部新城核心区、老城区、高新区及唐冶新城等重点区域，是缓解东西向交通压力、支撑带状城市空间拓展的一条轨道交通骨干线路。

受疫情、地质环境等影响，地铁2号线的建设充满了压力和挑战。济南轨道交通集团建设投资有限公司副总经理杨培盛办公室墙上的几张“建设进度表”时刻“帮”他紧绷神经：必须分秒必争地赶进度。“我们现在是‘见缝、找缝、造缝’连轴转，这是我们的工作常态。”杨培盛用数据“说话”，向记者展示了地铁人拼到现在的成绩单：目前2号线全线共19个车站主体结构已全部封顶；区间隧道共20个，其中19个盾构区间、1个明挖区间，目前已实现37个单线盾构区间贯通，完成盾构掘进59.7km，占比99.8%；剩余宝华街站右线正在掘进中。全线附属50处结构，剩余15处。

“地铁2号线对济南和老百姓的意义是不可替代的，这也是我们拼搏奋斗最大的动力。”杨培盛说，2号线通车后，济南将迈向地铁初步成网运营时代，济南轨

道交通线网将形成“一横两纵”的运营格局，标志着济南城市轨道交通实现了从单一线路运营到基本成网的重大跨越，对于加强东西城区联系、缓解城市交通拥堵具有重要意义。

对于济南市民来说，地铁换乘将极大提升出行的便民性。杨培盛说，地铁2号线通车后可与1号线在王府庄站平行换乘、与3号线在八涧堡站实现“L”型换乘。市民从西城的长清大学城片区到东部的新东站片区，可坐1号线到王府庄站换乘2号线，到八涧堡站换乘3号线，尽情享受绿色出行的便利。借助换乘的带动作用，轨道交通占公交出行分担率和市民的出行效率都会显著提升，东西向交通拥堵也将得到一定程度的缓解。

攻坚最难宝长区间 冲刺洞通最后100米

“宝长区间还有百米即可实现洞通，这也是全线攻坚克难的重中之重。”济南轨道交通集团建设投资有限公司副总经理种记鑫作为地铁2号线土建施工的总负责人，深有体会。地铁2号线全长36.4公里的线路地下线长达34.8公里，比已经运营的1号线和3号线的地下段加起来还长。从业14年来，2号线是他遇到的土压盾构施工项目中最难的一个。仅宝长区间盾构机就换了2000多把刀头，打坏了两个旋挖钻头。

“啃最硬的复杂岩区，穿黏人的敏感淤泥。”种记鑫坦言，2号线沿线地质条件复杂，东西两端是高强度中风化石灰岩，且溶洞发育。中部为全风化、强风化、中风化闪长岩，地层上软下硬。其中，万宝区间、宝长区间穿越强中风化闪长岩，强度高达180MPa，夹着大量孤石，盾构掘进异常困难。

“盾构的困难在开工前的勘探阶段已经有判断，但是实际推进时，远超预期。”种记鑫介绍，目前全线左线已实现洞通，右线仅剩百米冲刺，全线进入“通车前”的决战阶段。

种记鑫说，该区间“极硬岩、富水软岩、软硬不均、球形风化孤石群”等各种地层频繁交互出现，类似地层在全国范围罕见，没有成熟的施工经验和案例可以借鉴。在地铁盾构中，一般遇到孤石和极坚硬岩体，会采用地下爆破或明挖的方式解决，但是2号线穿越老城区没有爆破条件，如果重新开挖，对周边交通的影响难以想象，工期也将大受影响。这个区间一天只能掘进1至1.5环，而全线平均是一天要掘进2至3环。

科技攻关省内国内领先 车辆等有20余项科研创新

科研引领施工，创新驱动发展。在宝长

区间的洞通攻坚中，种记鑫带着团队不断创新，走出了技术攻坚的新路子。在摸索和实践中，也取得了明显的成效：9月下旬，宝长区间已连续4天单日掘进5—8环，为百米冲刺和全线洞通打下了基础。

“办法都是被逼出来的，我们最终想出来是打‘梅花桩’，用旋挖钻从地面向地下密集打桩，间隔约50厘米打一桩，尽量打碎地下的坚硬孤石，再用低标号的混凝土浇筑，这样一来地下掘进的难度就大大减小。”种记鑫说，宝长区间在部分有作业区域的路段已经打下了400多桩，在全国范围来看，这种方式应对孤石群也还是第一次。

种记鑫介绍，除了用独有方式解决盾构难题外，2号线穿越老城区交通压力最大的区域之一，大规模使用分期盖挖施工解决重要路口交通压力，省内率先引进铣槽机进行地连墙施工，采用先进的鱼腹式H型钢梁代替传统混凝土支撑，止水帷幕采用先进经济的导杆式防渗墙止水帷幕，优化围护结构永临结合采用预制方桩式围护结构，省内首次大批量使用顶管法施工出入口。

除了在施工攻坚的科技攻关外，济南地铁2号线在设备方面还有20余项的科研创新。杨培盛介绍，这些科研创新包括车辆、信号、综合监控、通信、场段工艺设备、售检票等多专业。如车辆智能运维系统，在1、3号线基础上，扩展状态感知和设备互联功能，实现对车门、空调、走行部、弓网监测子系统健康管理与健康综合性评估。同时设置了轨旁检测系统，包括轮对检测、360度动态图像检测、受电弓检测子系统，提高列车检修效率，有效支持列车日常检修作业。建立地面专家系统综合平台，对车辆运行数据及轨旁数据进行融合，有效支持列车智能化运营和维护管理水平。

以评促调，以调促建 “大兵团作战”冲刺通车

宝长区间洞通的百米冲刺，也给地铁2号线的通车试运行吹响冲锋号。“洞通后，在通车之前还有轨通、电通、无线传输连锁开通、全线联调联试等多项重大节点。”杨培盛坦言，洞通到通车，留给他们的时间只有2个多月，比起1号线、3号线来说，时间是非常紧张。刚刚举办的设备部“奋战100天，决胜2号线”的主题活动表明了地铁人的决心和信念。“以评促调，以调促建”的八字方针也指明了冲刺的方向。

“我们一定是要完成年底通车的目标，遇到这些难题，更考验把控时间的管理能力。”种记鑫说，在具备施工条件的区间，工程推进很快。“王府庄车辆段的施工仅用一年的时间就达到了接车条件，这意味着车就能早点来，车早来一天，就能多调试一天。”种记鑫说，宝长区间还剩百米左右没通，打通后就要进入铺轨阶段。此外，还有一些附属，风亭、出入口，任家庄、腊山、西二环等9个车站的出入口还在建设，除受从拆迁影响的八里桥车站压力比较大外，其它的预计在11月底前完成。

“大兵团作战”也是冲刺时的重要方式。9月21日中午11点半，种记鑫下令，一段1.25公里长的隧道区间，300名项目人员和施工人员分为5段一同到隧道内进行通电跑车前的杂物清理，一直忙到晚上10点完成才上到地面。这是铺轨之后，到通电跑车前的一个必要过程，区间进行机电、消防等作业后，做隧道会有很多杂物，整个隧道冲洗干净后，通电，车才能上轨道。截至目前，2号线土建参建人员累计已有七八万人，目前有六七千人在忙，最多的时候有1.6—1.7万人在现场。

面对通车的百天冲刺，杨培盛、种记鑫等地铁人信心满满：快干实干，完成任务！



2020年3月，济南地铁2号线历山北路站正在进行车站底板钢筋绑扎作业。