

以“1635”发展战略为统领，聚焦“1+6”一流目标体系

建设世界一流地铁，6号线“打头阵、当先锋”

地铁是支撑城市高质量发展的重要基础设施，是打通区域连接、提升城市能级、促进融合发展的城市“主动脉”和活力“生长轴”。

城市更新建设持续推进，青岛地铁线网加速“扩容”——4月26日上午10:16，青岛地铁6号线一期开通运营。这条线路开通后，与既有地铁1号线王家港站、西海岸快线辛屯站共两座车站换乘，青岛地铁线网换乘站增加至16座，运营车站增加至169座，运营线路增加至8条，运营里程增加至348公里。

2022年，青岛地铁提出了建设世界一流地铁的目标，将地铁6号线定为示范线、先行线。作为全国第一个全自主运行系统(TACS)示范工程，地铁6号线一期线路整体位于西海岸新区，全长约30.8公里，将成为贯穿西海岸新区中心城区的大运量骨干线。全线共设地下车站21座，分别是灵山湾站、辛屯站、华山站、星海滩路站、赵家庙(影视产业园)站、毛家山(黄海学院)站、西门外站、北门外站、王家港站、九顶山站、钱塘江路(青职学院)站、扒扒(滨海学院)站、青大附院西海岸院区站、港头站、薛家泊子站、马家楼站、抓马山站、青岛九中(幸福小镇)站、河洛埠(中德生态园)站、山王河(福莱社区)站、横云山路站。

地铁6号线一期于2019年12月开工建设，工程建设高峰期，现场建设者有5000余人，工程历时4年多建设完成。建设过程中，青岛地铁秉承“为人民建地铁、为城市建地铁”理念，以“1635”发展战略为统领，聚焦“1+6”一流目标体系，以创新为引领，贯穿安全、优质、高效、绿色、智慧、和谐六大目标全过程，建设世界一流地铁，加快培育壮大新质生产力。

地铁6号线一期串联了灵山湾影视文化产业区、经济技术开发区、青岛自贸片区、中德生态园等功能区，这些区域是西海岸人口集中、产业聚集的重点区域。线路开通将大大加强这些区域之间的联系，全面加强西海岸新区与青岛东岸和北岸城区间的快速交流，深化区域经济协调发展。同时，作为西海岸新区的第三条地铁线路，地铁6号线一期的开通将加快补齐西海岸新区南北向的交通短板，为国家级新区建设提供更加便捷的轨道交通支撑。



正在施工的装配式车站。



地铁6号线横云山路站的光伏系统。



地铁6号线列车不设驾驶室。



地铁6号线列车拥有“最强大脑”。

班组建设催生“青岛速度”

班组建设是建设世界一流地铁的夯基工程。锚定世界一流目标，地铁6号线以党建统领、群众路线、民主管理为指引，高质量推进标准化班组建设，为世界一流地铁夯基固本，激活了班组一线的“最小细胞”和最大活力，推动项目建设攻坚克难提速推进。

线路开建的次年初，面对建设困难，青岛地铁不等不靠，依托班组建设，全力保障工程建设进度不掉队，以实干促高效，实现10个月所有工点主体全面开工。

地铁6号线北门外站拼装段总长148米，最重一块构件67吨。如果按照传统浇筑施工模式，需要160名工人1年多才能完成。2022年7月，车站装配施工班组成立，主要负责车站装配施工，该车站采用的支撑体系装配式车站施工在全国尚属首例，需解决预

制构件拼装过程中受体系转换等难题。班组与“两进”人员开展方案优化，班组提出合理化建议，提出结合钢支撑活络端工作原理研究出适用于装配式车站的预应力顶撑装置，节省了施工成本近60万元。降低施工成本的同时，提高了施工效率，最终23名班组成员仅用85天就优质高效地完成了全部370块构件拼装，并收获15项专利及1项国际专利。

类似的事例不胜枚举。4年来，地铁6号线聚力打造星级班组，发挥“小立法”优势，参建员工冲在前、能攻坚、敢担当，先后成立9支攻坚先锋队，完成洞通、轨通、外电源等多项急难险重任务，涓涓细流汇成建设一流地铁的磅礴力量。

在施工工艺上，青岛地铁坚持“能机械尽机械”，首次采用大规模盾构集群作业，共投入34台盾构TBM，始发接收44台次，较传统矿山法减少用工量

90%，将区间施工机械化率由初设阶段的61.7%提高到91.6%，创青岛地铁新高。优化线路埋深，找到适合青岛上软下硬地质条件的合理埋深方案，成功避开30处1级风险源。峨眉区间右线成功实现上跨地铁1号线，最小间距仅1.2米。首次采用大规模盾构集群作业，区间机械化率达91.6%。

线路穿越多处医院、学校、居民区，地上人口密集、社会活动多。为此，青岛地铁根据不同运行环境，采用了多达7种减振道床形式，共17.4公里，线路占比28%。首次大规模采用“多等级减振道床+预制轨道板”技术，噪音指标和铺轨质量TQI指数显著降低，保障列车“悄无声息”地在地下穿行。地铁6号线一期减振类型之多样、道床形式之复杂、工序转换之频繁，在国内地铁施工领域尚属罕见，多等级减振道床也是省内地铁首次大规模应用。

打造绿色地铁样板线

地铁是绿色低碳的公共交通工具，但地铁建设工程浩大，运营中的地铁又是用电大户，所以地铁也是节能降碳的“潜力股”。青岛地铁积极践行国家“双碳”战略，于2022年率先发布了《青岛地铁绿色城轨发展实施方案》，提出了九大行动方案，明确到2028年实现节能30%、降碳40%的战略目标。同时，编制了《青岛地铁绿色城轨三年行动计划》(2023-2025)，提出了58个绿色实施重点。

地铁6号线一期集青岛地铁十余年建设发展经验于一体，从建设到运营各个环节，向着打造“全生命周期”的绿色地铁不懈努力。装配式车站、清水混凝土等一系列技术的应用，也为青岛地铁三期建设提供了经验和样本。

装配式建筑具有生产效率高、构件精准、绿色环保的特点，代表了现代化建筑业的未来趋势。大胆启用装配式建筑技术是地铁6号线一期实现提质增效、加快绿色低碳转型的重要举措。地铁6号线一期共有21座车站，其中6座车站是装配式车站，接近1/3，分别是毛家山(黄海学院)站、北门外站、九顶山站、马家楼站、抓马山站和河洛埠(中德生态园)站。

青岛地铁集团西海岸建设分公司历时10个月，成功攻克装配式车站设计、生产、拼装全链条技术；历时15个月，完成6座装配式车站共计12万吨的主体结构拼装。与传统现浇结构车站相比，每个装配式车站施工人员由150人减少为30人左右，缩短工期4-6个月；节省钢材约800吨、木材800立方米，施工废弃物减少50%，碳排放量减少约20%，减少装修或免装修。因为构件工厂化生产，现场没有浇筑混凝土的噪声、粉尘、震动，减少建筑垃圾60%，也将地铁建设对周边环境的影响降到最低。

除此之外，地铁6号线一期在站台板、楼梯、设备安装、变电站等19个方面广泛采用预制装配式工艺。通过技术研发攻关，西海岸建设分公司共取得各类装配式车站施工专利技术50余项、省级工法3项，形成了整套的、具有自主知识产权的全预制装配式车站预制、拼装技术，获得中国城市轨道交通协会科技进步奖特等奖、国际隧道协会(ITA)技术创新大奖，被中国土木工程学会评为“城市轨道交通技术创新推广项目”。

2022年8月，由青岛地铁集团西海岸建设分公司牵头完成的“大跨隧道高预应力开挖补偿理论与关键技术”成功应用于地铁6号线一期6座暗挖车站，并获评国际领先水平。青岛地铁联合设计、科研院所等单位研发攻关，构建了“预应力锚杆+钢筋网+喷射混凝土”主动支护体系，将支护结构与岩体紧密结合，形成一层坚固的“蛋壳”，充分发挥隧道拱顶岩体的自承能力。较传统支护，主动支护工艺提高了作业空间，更利于机械化配套施工，沉降变形量减少约50%；每座车站喷射混凝土用量平均减少约30%，节省水泥约4000吨，格棚钢筋用量减少约35%，钢材节省约3200吨，碳排放量减少18%，工期缩短3-5个月。目前，“大跨隧道高预应力开挖补偿理论与关键技术”已取得发明专利15项、省级工法2项，荣获中国岩石力学与工程学会“科学技术进步奖”一等奖、青岛市质量创新大赛二等奖。

清水混凝土是建筑现代主义的一种表现手法，因其极具装饰效果也称装饰混凝土，能突出混凝土素雅的美感，让简装修、免装修成为可能。青岛地铁首次在车站建设中使用清水混凝土技术，就是应用于西海岸建设分公司负责建设的西海岸快线。在此

基础上，西海岸建设分公司总结形成滨海环境高耐久清水混凝土成套技术，获得青岛市科技进步奖二等奖，该项技术成功应用于地铁6号线一期工程赵家庙(影视产业园)站(工程站名石山路站)，成为青岛地铁首个暗挖清水混凝土车站。

地铁6号线一期工程的7座准清水混凝土车站均采用筒装工艺，单站节约装饰材料约1200平方米，更符合绿色低碳的建筑需求，减少装修投资约100万元/站。

以地铁6号线一期应用为基础，青岛地铁已研究制定出饰面高性能混凝土施工标准，涵盖内实外美21条、9大环节41个步骤128个指标。青岛地铁将在三期工程全面推行饰面高性能混凝土，通过采用优质常规材料，严格工艺控制，提升综合性能和耐久性能，更加突出混凝土建筑的结构美感和独特的肌理效果，达到车站公共区轻装修、简装修、不渗不漏、绿色低碳的目标。在三期线路中80余座车站中推广饰面高性能混凝土，预计减少水泥用量1万吨，减少装修面积总计10万余平方米。

除了建设环节，地铁6号线一期还从列车能量回收、列车牵引、新能源等方面入手，让将来进入运营周期的地铁6号线一期在绿色降碳范畴持续作为。其中，地铁6号线一期光伏发电系统总装机容量0.9兆瓦，可实现每年节电50万度、减排二氧化碳500吨。青岛地铁首创的“中压逆变+飞轮”复合储能技术在地铁6号线一期落地实施，具有稳定牵引网电压、减少对电网谐波注入等优点，可年节约电量650万度，年节省电费468万元左右，年减少二氧化碳排放约6500吨。地铁6号线一期开展永磁牵引列车验证和应用，上线两列车，将达到15%节能率，后续将在三期线路全面推广。

首条智慧地铁示范线

作为青岛地铁打造的首条智慧地铁示范线，地铁6号线在建设、运营阶段深度融合了人工智能技术。特别是青岛地铁联合中车四方股份、中车四方所、上海富欣、中兴高达研发的列车全自主运行系统(TACS)，让列车拥有了“最强大脑”。列车行进无需地面信号指挥，可以根据时刻表，自行确定要运行的时间、速度和行驶的区域，实现自主控制、智能启停。

TACS的这种架构为运营带来了诸多优势：更智能：列车根据时刻表，自行确定要运行的时间、速度和行驶的区域；如果列车发生晚点，会主动调整停站时间、运行速度，确保准点到达。

更安全：TACS系统采用了分布式的设计，减少了设备室主要设备故障导致的多个列车都要降级运营的情况，提供更多有效的系统保障，显著提高运营安全。

更可靠：可靠性由99.99%提升至99.9996%，提升2个数量等级。别看数字变化不大，但在行业内两个

数量等级的提升就是近百倍的进步，由原来的平均0.6年发生一次大故障导致系统性能失效延长为11.4年发生一次。

更有效率：运用TACS技术后，地铁6号线折返效率提升17%。实际测算，地铁6号线传统系统站前折返时间最快为126秒，而TACS折返时间可提升至105秒。运营高峰期时，每小时可以多上线6列车、多运送约8000名乘客。在大城市，乘客高峰期坐不上车的概率会大幅降低。

更为灵活：TACS支持两车对向行驶和任意位置折返。当发生火灾、水淹等紧急情况时，可以立即停车调头以最高模式安全地回到原来的站台。经过测算，地铁6号线TACS任意点折返时间为12秒，加上返回到原站台的时间90秒，总时间不超过2分钟；而CBTC系统至少需要10分钟。

更有效益：TACS系统结构简单，设备少，维护工作少。以地铁6号线为例，全寿命周期内可节省投资

1.26亿元，占总成本的20%。

更易实现互联互通和旧线改造：TACS系统结构简单，能够实现不同厂商的互联互通，减少了对原系统厂商的依赖。如果线路都能互联互通，相关的长途乘客就可以像乘坐火车一样直接乘坐“直达车”，不用频繁更换线路。旧线改造时主要改造列车，既有地面系统实施配合性改造升级即可，无需频繁切换，不仅可以大幅提高安全性，而且节省时间30%。

地铁6号线还同时运用了智慧车站、智慧运维系统等诸多智能技术，其中全场景、全功能的智慧车站，通过人工智能、物联网、视觉识别、检修机器人等技术，可以及时发现设备故障和突发情况，实现了运营业务的自动化控制和智慧化管理，让车站拥有更“聪明”的“智慧大脑”，让运营服务和管理实现从“手工操作”到“人工智能”的升级，大大提高了运营效率。

周建亮