

填补国际空白 引领我国地铁列车全新升级

全球首列碳纤维地铁列车在青上线

本报1月10日讯 1月10日上午,随着一声清脆的鸣笛,青岛地铁集团与中车四方股份公司联合研制的全球首列碳纤维地铁列车“CETROVO 1.0 碳星快轨”在地铁1号线正式上线投入商业运营。“CETROVO 1.0 碳星快轨”填补了碳纤维复材在地铁车辆主承载结构上商用的国际空白,引领我国地铁列车实现轻量化、绿色化全新升级。

“碳星快轨”车体以黑紫黄蓝为主色调,车厢内部黑色的碳纤维座椅、扶手杆、司机室操纵台,科技感十足。当然,“碳星快轨”的“黑科技”远不止这些。

据中车四方股份公司主任设计师刘金柱介绍,“碳星快轨”的车体、转向架等主承载结构,均采用碳纤维复合材料制造,在全球首次实现了碳纤维复材在地铁车辆主承力结构上的商业载客运用。相较于传统地铁,该碳纤维地铁列车实现全新升级,更轻



全球首列碳纤维地铁列车在青岛地铁1号线上线。(地铁供图)

更节能、乘坐更舒适、强度更高、轮轨磨耗更少、运维成本更低。

作为先进轻量化材料,碳纤维具有轻质、高强度、抗疲劳、耐腐蚀等优点,被称为“新材料之王”。在地铁车

辆领域,碳纤维复合材料此前已应用到非承载、次承载部件,但在主承载结构上的商用尚属空白。青岛地铁集团与中车四方等单位联合攻关,突破碳纤维大型复杂主承载结构一体化设

计、高效低成本成型制造、全寿命周期

验证与运维保障等关键技术,成功将碳纤维复材应用到商用地铁车辆主承

载结构。

“碳星快轨”在青岛地铁1号线上线初期,计划于山里站始发,在山里至兴国路上下行区域往返运行。后续将根据山里至兴国路区域运行情况,组织投入全线运行。“碳星快轨”的商业运营,是青岛地铁在推动绿色低碳高质量可持续发展方面取得的又一重要成果。这不仅标志着青岛市碳纤维复合材料产业链的成功落地,更将加快推动青岛市轨道交通产业链实现延链、补链、强链,加快实现新旧动能转换,助力轨道交通装备产业转型升级。未来,青岛地铁将继续以创新驱动发展,积极培育和发展新质生产力,为城市轨道交通的高质量可持续发展贡献更多的力量。

(观海新闻/青岛晚报/掌上青岛记者 徐美中)

更轻快更节能更安静更牢固更耐耗

“碳”索未来“黑科技”满满

全球首列碳纤维地铁列车“CETROVO 1.0 碳星快轨”,“黑科技”满满,它的成功商业运营,标志着我市碳纤维复合材料产业链的成功落地,也为绿色低碳的青岛地铁增添一抹“绿”色。

碳纤维列车有“五更”特点

相较传统金属材料车辆,全球首列碳纤维地铁列车“CETROVO 1.0 碳星快轨”车体减重 25%,转向架减重 50%,整车减重约 11%。车身更轻,跑起来更节能,运行能耗降低 7%,每车每年可减少二氧化碳排放约 130 吨,相当于植树造林 101 亩。在商用地铁列车领域首次采用主动径向转向架技术,可以主动控制车轮沿着径向通过曲线,大幅减小过弯道时的“啸叫”,曲线通过噪声降低 15 分贝,车内噪声降低 2 分贝,运行更安静。与金属材料车体相比,该碳纤维列车的车体强度更强,安全系数更高。同时,采用碳纤维复合材料制造的转向架,抗冲击能力更强,更耐疲劳,结构寿命更长。更轻的碳纤维车身,减轻了车辆轴重,轮轨力降低 15% 以上,从而减少了轮轨磨耗。主动径向转向架的使用,也降低了对车轮和轨道的磨耗。轮轨磨耗更小,车辆轮对和轨道

的维护量大幅减少。同时,该车应用数字孪生技术,搭建了碳纤维列车 SmartCare 智能运维平台,实现车辆故障智能检测、健康状态智能评估和修程修制优化,降低了检修成本。通过采用新材料新技术,该车全寿命周期检修成本降低 22%。

打破金属材料结构减重瓶颈

为满足速度及安全性方面的更高要求,电机、监测设备、传感器等安装设备质量增加,而继续采用原有的结构轻量化对策,很难提高轻量化水平。复合材料的应用将成为转向架轻量化技术的一种突破。碳纤维因具有轻质、高强度、抗疲劳、耐腐蚀等优点,被称为“新材料之王”,它的强度是钢铁的 5 倍以上,但重量不到钢铁的 1/4,是轨道交通轻量化的绝佳材料,代表着未来轻量化材料技术发展方向。

“碳星快轨”于 2021 年启动研制,2024 年 6 月完成厂内型式试验及 4000 公里稳定测试并发布,2024 年 7 月至 12 月在青岛地铁 1 号线进行现场线路试验,共开展整车例行试验 20 项、型式试验 36 项,经过了从系统到整车的全面测试试验,列车各项性能得到了充分验证;2024 年 12 月 21 日,通过上

线载客试运营专家评审;2025 年 1 月 5 日通过第三方独立安全评估(ISA)。

碳纤维地铁列车的成功商用,打破了传统金属材料结构减重的瓶颈,实现了我国轨道交通轻量化技术的迭代升级,将为推动我国城市轨道交通绿色低碳转型,助力城轨行业实现“双碳”目标发挥重要作用。同时,也将有力拉动复合材料全链条产业发展,对于培育轨道交通新质生产力,建设轨道交通现代化产业体系具有重要意义。

青岛地铁线网“低碳”生长

此次“碳星快轨”运行的地铁 1 号线,是青岛城市轨道交通线网规划中的大运量骨干线路,是国内少见的超长线路,全长 60 公里,共设置了 41 座车站,与 6 条线路实现换乘。线路横跨胶州湾,串联西海岸新区、市南区、市北区、李沧区、城阳区五区,覆盖铁路青岛站、铁路青岛北站等 4 大交通枢纽,日均客运量超 40 万人次,是青岛地铁名副其实的“顶流”。与既有 1 号线列车相比,碳纤维列车外观以炭黑色为基础色,车头设有 U 型灯带,车身蓝黄线条象征海浪与阳光,展现青岛这座城市的海滨特色。列车 1 车厢、6 车厢的座椅、立柱、扶手使用碳

纤维复合材料,立柱减重 50%,客室座椅面板减重 20% 以上,轻量化成果明显。同时碳纤维复合材料触感更加舒适,尤其在冬季,不会觉得冰手。列车车厢内地板布增加跳色,照明采用大环形灯,对于乘客来说,可以直观感受到列车更加宽敞明亮。

绿色化、智能化正成为引领轨道交通发展的“新风向”。去年,我市印发《国家碳达峰试点(青岛)实施方案》提出,加快青岛地铁既有线路绿色低碳改造,新建线路全面加强节能降碳技术应用。去年,由中国城市轨道交通协会主办、青岛地铁集团承办的中等规模城市轨道交通绿色线网创建示范工程评审会暨启动仪式在青岛举行,标志着青岛地铁集团“中等规模城市轨道交通绿色线网创建示范工程”进入正式实施阶段,成为行业内率先开展绿色线网创建的企业。

青岛地铁以绿色低碳高质量可持续发展为核心,全力匹配城市发展,多项工作走在全国、全省前列,形成了包含列车自主运行系统 TACS、装配式建造、绿色建造、绿色施工、绿色运营等系列绿色技术创新成果,并已在地铁 6 号线全面应用,年节约成本超 8700 万元,取得了良好成效。观海新闻/青岛晚报/掌上青岛 记者 徐美中



碳纤维列车运行调试。(地铁供图)