

## 科创赋能 绿智未来

# 宁波轨道交通探索“绿智融合”发展新模式

王凯艺 甬轨君

2024年5月10日—11日,以“科创赋能 绿智未来”为主题的第十届中国(宁波)绿智轨道交通创新发展论坛在宁波举行。论坛由世界轨道交通发展研究会主办,中国城市轨道交通协会参与,来自全国轨道交通领域的院士专家和城轨企业、科研院所嘉宾齐聚甬城,共话“绿智融合”发展的新趋势、新技术和新路径。

近年来,随着“交通强国”“数字中国”以及“双碳”战略深化推进,城市轨道交通产业迎来数字化、绿色化发展的窗口期。在中国城市轨道交通协会绿色城轨发展行动方案指引下,全国城轨行业积极践行国家“双碳”战略,推动绿色节能低碳创新发展,截至目前已有近20座城市相继发布绿色城轨发展行动方案。

开通运营十年间,宁波轨道交通从“单线运营”到“双线运营”,再到迈向“网络化运营”,引领绿色出行风尚的同时,还拓展了城乡发展的边界,融于城市肌理,推动经济发展,提升城市能级。

“阳明号”类矩形盾构、机械法联络通道、新一代牵引供电系统“三件套”、供用管节能体系……多项国内首创技术搭载着一条条“钢铁巨龙”,描绘着绿智城轨的美好蓝图,探索出“绿智融合”的“宁波路径”,努力为全国城轨行业的高质量发展培育新质生产力。

### “八线并进”放量提质

象山港海域之上,宁波市域铁路象山线的跨海大桥部分从水下桩基施工全面转入水上作业阶段,全线10座车站均在加紧建设中。

这是国内首座市域(郊)铁路跨海大桥,也是国内并行既有最大跨径桥梁和国内最大跨度组合式钢箱梁铁路斜拉桥,多项技术在国内乃至世界桥梁建设领域有望实现突破。

这道跨越山海的生动剪影背后,是宁波同步加快建设6、7、8号线以及市域铁路象山线、慈溪线和3号线二期、1、4号线延伸段,迎来“八线并进”的联动局面。

新一轮的轨道交通网规划融合了城市轨交、市域铁路等多层次网络结构,宁波远期的线网覆盖度将与南京、青岛、杭州等同量级城市总体相当。

对标国内外先进城市,“轨道上的宁波”起步并不早,但凭借多线并进的拓展速度,超前谋划与创新开发的力度,始终朝着跻身全国第一方阵的目标奋勇迈进。

地下要开路,技术必先行。世界最大断面类矩形盾构隧道和机械法联络通道成套技术,正是这些年推动宁波轨道交通快马加鞭掘进的两项关键创新技术。

宁波市轨道交通集团自行研制的“阳明号”类矩形盾构机,相比国际上通用的圆形断面盾构机,可节省35%的隧道空间,有效破解了核心区和老旧城区的地下施工难题。

另一项机械法联络通道成套技术,则让国内软土地区可以安全可靠地实施“洞中打洞”,既解决了环境保护问题,又可以大幅缩减施工工期。

这两项由宁波轨道交通牵头研制的硬核技术,不仅实现了全国首创,还通过建立完善统一的规范标准体系,形成了地方标准规范。目前,两项技术都被逐步推广应用至全国多座城市的轨道交通等建设领域。

首创引领行业之先,破难集聚力发展势能。以技术创新为核心动力,以解决行业痛点难点为目的,以切实的运营需求为导向,《宁波轨道交通智慧城轨顶层规划设计规划》应运而生。

“这是一份让宁波轨道交通不断‘变聪明’的行动指南。”宁波市轨道交通集团总工程师姚燕明介绍,依照“1-3-5-8-N”智慧城轨发展蓝图,通过搭建1个宁波轨道交通云平台,创建智慧乘客服务、智能能源系统、智能列车运行等8大体系,实现N个智慧化应用,统筹推进新兴信息技术与轨道交通业务的深度融合与探索应用。

### 创新引领智慧样板

智慧城轨是交通强国建设的战略突破口,也是未来轨道交通行业发展的方向。因此,自主创新始终贯穿于宁波轨道交通的建设、运营和开发之中。

近年来,随着人工智能、大数据、云计算等新一代信息技术加速席卷各行各业,在顶层设计之下,宁波轨道交通进一步加大科技创新的力度,加速开启智慧、智行、智维的新篇章。

2021年底,浙江省首条全自动运行线路——宁波轨道交通5号线一期开通运营,标志着宁波地铁迈入数字化网络化运营新时代。

全自动让列车有了“自主思考”的能力,通过信号、车辆、综合监控、通信、站台门等5大核心系统协同,远程指令能自动联动列车、车站和控制中心,实现列车自动唤醒、自动出库、正线运行、自动折返、自动回库、自动洗车、自动休眠等100多项全自动运营场景。

针对全自动的安全问题,该系统还



宁波轨道交通5号线“智慧车站”管控系统



市域铁路象山线跨海大桥主墩首节钢围堰下放

具备站台门/车门对位隔离、车辆故障远程复位、乘客紧急对讲、站台门和车门间隙检测报警、区间水位监测报警等应急处置功能。

不仅如此,车辆还配置了先进的主、被动障碍物探测系统、智能运维系统、弓网及走行部在线监测系统,以进一步提升全自动系统的可靠性、安全性及可维护性。

“变聪明”的不只是列车,还有地铁站。5月底,宁波轨道交通3号线二期即将开通运行,沿线镇海大道(慈海)站的车站内,即将投入使用的自助客服中心正在加紧调试。

“这台智能自助客服终端取代了站内的人工客服台。”宁波市轨道交通智慧运营分公司科技创新部部长琚永刚说,丰富的交互功能可以实现“一触即达”,界面操作适宜各类人群,便捷且人性化。

屏幕上,相关信息咨询、失物招领、常见问题答疑以及人工服务等功能模块一览无遗。一旦乘客呼叫人工服务,远程语音指导又不能当场解决问题时,工作人员就会迅速抵达现场。

与其实时连线的车控室内,“藏”着智慧车站管控系统。三块显示屏上,包含了车站内温湿度、各类设备运行状况、智能视频分析等实时信息。“一旦出现异常情况,智慧车站管控系统就会第一时间发出警报,高清显示屏当即推送故障点对应的监控视频并锁定目标,精准、直观,便于我们以最快速度排除故障。”工作人员边演示边介绍。

智慧车站管控系统还通过搭载一套支撑数字化轨道交通、无人化运营管理、智能化运维控制、场景化应用服务系统,深度融合全自动线路的运行,全面感知人员、设备、环境等,通过融合分析、协同运行,让智慧车站的运行高效又安全。而且,这套系统将覆盖后续开通的一批新线路。

“就乘客的体验感来说,从进入地铁站,到坐上列车,再到出站……全流程会越来越‘丝滑’,这也是智慧城轨追求的目标。”琚永刚说。

布《绿色低碳先进技术示范项目清单》(第一批),宁波市轨道交通集团“供-用-管综合节能低碳示范项目”入选国家节能示范项目,成为全国城轨行业唯一入选项目。这套“供用管”一体化的综合节能解决方案,还将在新建的6、7、8号线和多条市域线路中全面推广应用,预计新线运营综合能耗可以下降25%以上。

受益于先行示范,宁波轨道交通正逐步探索出一条独具特色的绿色城轨转型之路——通过牵引供电、车站通风空调、动力照明等多个创新应用,持续提升节能降耗水平;推动场段和站点空间发展光伏发电、地源热泵等绿色新能源项目落地,研究新型蓄电池在工程车及电客车上的应用,优化能源结构实现结构性减排;与此同时,充分利用数字化管理手段,进一步实现智慧化节能的管控与调配。

根据《宁波轨道交通绿色城轨发展行动方案》,宁波轨道交通已在2025年、2030年、2060年分别立下节能降耗的“小目标”,全方位推动全域轨道交通的绿色低碳高质量发展。

“面临新形势、新挑战,城市轨道交通要持续突出自身的可持续发展,通过科技自立自强引导产业链升级,满足新时代发展的要求。”姚燕明介绍,未来,宁波轨道交通会高度重视自主创新,探索智能化和绿色低碳的发展模式,助推长三角地区轨道交通深度融合,有效支撑基础设施的互联互通以及区域一体化发展。

例如,在牵引供电技术方面,宁波轨道交通的技术创新一直处于国内领先水平。自主研发并实现产业化应用的专用轨回流供电技术、全功率双向交流技术、永磁同步牵引技术等,节能效果显著。

值得一提的是,宁波轨道交通的新一代牵引供电系统“三件套”还被立为牵引供电重大节能技术变革的标杆,当前已在全国轨道行业得到广泛应用。

姚燕明介绍,通过开展牵引供电、通风空调、动力照明等系统的科研创新,在取得一系列技术应用的基础上,宁波轨道交通以3号线二期、4号线、5号线一期工程为依托,创新打造了行业“基于云平台的智能能源系统节能工程”。

通过深入挖掘供能侧、用能侧综合节能的提升和改进空间,同步构建基于云平台、大数据的能源管理系统,宁波轨道交通还在行业内首次提出“供、用、管”综合节能技术创新体系。

### 打造“绿智融合”标杆

争当“绿智融合”典范的宁波轨道交通,加速智能化升级的同时,也在逐“绿”而行,积极响应国家“双碳”战略。

在全国城轨行业当中,宁波轨道交通是提出发展绿色城轨理念的倡导者并付诸于实践行动的单位。

例如,在牵引供电技术方面,宁波轨道交通的技术创新一直处于国内领先水平。自主研发并实现产业化应用的专用轨回流供电技术、全功率双向交流技术、永磁同步牵引技术等,节能效果显著。

值得一提的是,宁波轨道交通的新一代牵引供电系统“三件套”还被立为牵引供电重大节能技术变革的标杆,当前已在全国轨道行业得到广泛应用。

姚燕明介绍,通过开展牵引供电、通风空调、动力照明等系统的科研创新,在取得一系列技术应用的基础上,宁波轨道交通以3号线二期、4号线、5号线一期工程为依托,创新打造了行业“基于云平台的智能能源系统节能工程”。

通过深入挖掘供能侧、用能侧综合节能的提升和改进空间,同步构建基于云平台、大数据的能源管理系统,宁波轨道交通还在行业内首次提出“供、用、管”综合节能技术创新体系。

近日,国家发改委发



专用轨回流供电系统



车辆永磁同步牵引系统



宁波轨道交通1号线梁祝站



3号线奉化停车场“轨道+光伏”项目



宁波轨道交通3号线高架段

(本版图片由宁波市轨道交通集团提供)