

关注首条市域（郊）铁路——江跳线 特别报道

江跳线“黑科技”大揭秘

他山之石

国内外不同供电制式列车应用现状

中国：我国轨道交通的供电制式基本上分两种：一是用于干线铁路、城际铁路或市域（郊）铁路的25千伏交流供电；二是用于城市轨道交通地铁轻轨的1.5千伏直流供电。多年来，由于铁路和城市轨道交通的建设、运营和管理分属不同部门，其列车和供电制式均相对独立，无法实现市域（郊）铁路和城市轨道的互联互通贯通运营。江跳线“双流制”列车的投用，打破了这一现状。

欧美国家：在法国、俄罗斯、美国等欧美国家，拥有多种供电制式，因此采用多流制机车。但不管什么供电制式，列车在交、直流转换时，都采用先停车，再转换的模式，尚未形成成熟的行车自动转换技术体系。

日本：日本铁道供电制式也分交流和直流两种方式。与中国不同的是，日本在铁道线路建设时，就在架线上设置无加压区段，方便交、直流两用动力车在行驶状态下进行切换。这种技术并不复杂，但需在线路建设时提前布局，因此并不能应用于国内已建成的轨道交通。

应用发展

“双流制”列车可带动重庆轨道交通产业发展

“双流制”列车在江跳线上运用，可推动重庆轨道交通产业的发展。

重庆中车长客公司相关负责人表示，江跳线的建成通车，为“双流制”轨道交通系统的市场应用奠定了坚实的技术基础。目前，《双流制轨道交通车辆研究及应用示范》项目成功实施，并纳入中国城市轨道交通协会全国示范工程的规划，未来“双流制”技术和产业将在全国范围内进一步推广及应用。

在市经信委相关负责人看来，重庆轨道交通装备产业在跨座式单轨的基础上，又有了一个极具竞争力的拳头产品，特别是在成渝地区双城经济圈建设中，推动新的市域（郊）铁路及城市轨道交通建设模式，将助力重庆轨道交通装备产业进一步做大做强。

未来，重庆市域（郊）铁路还将延伸至泸州、广安、遂宁等周边毗邻城市，这对支撑打造渝永荣智创产业延伸带、南川旅游聚集产业带、基万对外经贸与物流发展带等重要产业轴带和遂潼川渝毗邻地区一体化发展先行区等建设，进一步助推重庆主城区品质提升和成渝地区双城经济圈互联互通具有重要意义。



□本报记者 杨永芹 廖雪梅

作为全国首条双流制线路，江跳线采用了很多“黑科技”，无论土建施工、车辆制造，还是运营维护，多项关键技术属国内首创。这些“黑科技”解决了哪些难题，有什么好处？重庆日报记者为你一一揭秘。

基建创新 大桥跳“芭蕾” 隧道喷水雾

在江跳线大桥施工中，中建六局曾导演了一场由大桥表演的“芭蕾”。

2021年8月28日晚，两座长约90米、重约4500吨的大桥用时2小时30分完成了顺时针98度转体。大桥“站立着”完成如此精细的转体动作，像极了掂着脚尖表演的芭蕾舞演员。

据说，这个转体曲线半径只有350米，创下了我市轨道桥转体最小曲线半径的新纪录。

为何大桥要跳“芭蕾”？

原来，这两座江跳线大桥上跨渝贵铁路，且与渝贵铁路的水平距离只有8.8米，垂直最小距离只有两米。不仅如此，这两座大桥还紧邻华福大道和两条110千伏的高压线，施工场地异常狭小。

“如此狭小的空间，如果按照原有方案，沿着

渝贵铁路垂直方向施工，不但塔吊等大型设备施展不开，还会影响渝贵列车正常运行。”中建六局相关负责人说，为减少施工对周边的影响，他们先按照平行于渝贵铁路的方向建桥。建成后，再把大桥转向至近乎与渝贵铁路垂直的方向。

于是，便有了上面两座大桥跳“芭蕾舞”的奇观。

负责大桥承建的生产经理张锦介绍，为完成这个转体，他们请来专家现场踏勘，并在电脑上用BIM进行了上百次推演，最终在4台400吨级千斤顶，以及两台分别重150吨和220吨大型吊机帮助下，两个“巨无霸”成功上演了一场精彩的“芭蕾舞”。

不但桥梁能跳“芭蕾”，江跳线的隧道施工也

有不少“黑科技”。

江跳线中梁山隧道首创了水压爆破法，即在爆破瞬间，用水雾化快速降尘，不但能让爆破后的隧道粉尘浓度下降67%，降尘时间缩短为20分钟，还可节省炸药15%至20%。

此外，全长3965米的中梁山隧道穿越煤层、采空区、岩溶、断层、瓦斯及涌水突泥等诸多特殊围岩地质，对施工队而言，仿佛走进了“西南地质博物馆”。中建六局负责施工的项目经理马永强介绍，为准确了解隧道及周边的地形地貌，项目部摒弃传统的CAD（计算机辅助设计）二维技术，采用无人机航拍建立地形模型，然后通过地质调查法+物探法（地震波法）+钻探法等一系列创新举措，不仅让项目节约工期，还降低了建设成本。

制式创新 列车运行中两种供电制式自动转换

7月21日上午，记者乘坐江跳线测试列车进行体验。列车行驶在九龙园站至石林寺站区间交直流转换段，完成了供电制式的自动转换。由25千伏交流电转换为1.5千伏直流电，这期间列车依然行驶如常，感觉不出任何异样。

江跳线列车在运行过程中为何要转换供电制式？

原来，我国轨道交通供电制式通常分为两种：交流25千伏和直流1.5千伏。交流25千伏制式供电距离远，适用于干线铁路、城际铁路和市域（郊）

铁路；直流1.5千伏制式供电距离近，适用于地铁和单轨。

因为供电制式的不同，地铁、单轨列车与市域（郊）铁路列车，通常不能跨线路运行。

“江跳线列车可在行驶中自动完成交、直流电转换，这是该线路列车的最大亮点。这项名为‘双流制’的技术，不仅填补了国内空白，在国际上也处于领先水平。”重庆交通开投铁路集团相关负责人表示。

这背后，是重庆中车长客10年的研发积淀。重庆中车长客江跳线项目经理、技术负责人姚鸿

洲介绍，江跳线列车搭载两套牵引供电系统，并在列车顶部设置交、直流转换系统，当列车运行到交、直流转换段时，可以通过转换系统将车辆的牵引供电制式转换为交流或直流传动，实现了不停车全自动交、直流转换。

江跳线的交、直流转换段设置于石林寺站与中梁山隧道进口路段，靠跳道方向采用的与5号线一致的直流1.5千伏供电制式，靠江津方向采用交流25千伏供电制式，当“双流制”列车通过交、直流转换段时，列车可通过上述技术，实现交、直流供电制式相互转换。

车辆创新 江跳线列车“全身”都是黑科技

江跳线列车采用了与轨道交通10号线、环线类似的As型车辆。不同的是，江跳线列车进行了特别强化，一列车最多可容纳乘客2322人，较1号线和6号线列车运能提升15%。

除了载客量更大，江跳线列车的爬坡能力、故障自救能力也更强。

爬坡能力方面，江跳线要与5号线贯通运营，车辆需要保证最大爬坡能力达到50‰，由于重庆江跳线车辆搭载了两套供电系统，整车重量增加了8t左右，重庆中车长客特别进行技术攻关，在牵引传动方面进行系统能力提升，保证了车辆50‰的最大爬坡能力。

在故障自救方面，江跳线列车每个车厢都有动力，当一个车厢动力出现故障时，其它车厢可“带”故障车厢回到车库，实现故障工况的车辆自救。

另外，江跳线列车特别注重通过科技来改善乘客体验，提升乘坐舒适度。例如，江跳线列车的空调出风口，除了布局在车顶两侧，在列车中顶部还增加了一排分散式小孔。姚鸿洲说，这一排小孔的作用是送风。中车长客通过对列车内温度场、湿度场、风速场等性能指标仿真计算，创新采用这种中顶分散式小孔送风方案，避免空调栅格式集中送风，冷气直接对着乘客头部吹。

又如，为减少噪音和震动，列车运用噪声分析

控制技术，将声学设计融入车辆设计全过程，对轮轨噪声、电气设备噪声、空气动力噪声等进行全面优化提升；安装气密式隔音密闭门，运用压力波控制技术，在车辆进入隧道时自动关闭空调风门，防止乘客出现耳鸣问题；在转向架上增设抗蛇形减振器，确保列车快速运行中的稳定性等。

此外，江跳线列车车体采用铝合金材质，不仅具有地铁车辆快起快停、公交化运营的特点，也具有城际列车高速及舒适等特点。江跳线列车的车内显示屏借用了高铁列车的技术，除了实时显示列车所在车厢、实时时间、所在位置等相关信息，还会显示实时运行速度。

运维创新 给设备办“身份证”方便检修

记者在江跳线江津高铁站及圣泉寺站看到，这两个站安装在站台门的PIS屏，除了显示列车到站时间、发车间隔、首班和末班车发车时间等信息外，还可根据列车车厢的拥挤程度，将车厢分别显示为红、黄和绿3种颜色。

红色表示车厢非常拥挤，黄色表示着车厢轻微拥挤，绿色表示车厢不拥挤。乘客可根据颜色选择人数较少的车厢。

这只是江跳线车站智能化的一部分。

记者在江跳线各车站看到，电扶梯等设备上都贴着

一张二维码。站台工作人员称，这些二维码就是设备的“身份证”，设备维护人员只需拿手机扫一扫，就可获得设备的BIM模型、维修履历及技术图纸等。这项给设备办“身份证”的创新非常有必要。由于轨道交通各部分的修建分属不同的建设单位，而且运营单位也不一样。如不采用数字化、智能化手段对相关资料进行管理，维修人员在维修设备时，就需要花费很长时间去翻阅图纸、资料。

江跳线采用BIM（建筑信息模型）技术，建立了建管平台、数管平台、运维平台三大平台，实现了从规划设计、施工建造、投资造价和运营维护过

程中的数字化、智能化管控。江跳线的运维数字化、智能化，还表现在将一键开关站功能应用到各车站。

在轨道交通车站，每天早晨发车前和晚上收车后，工作人员需要开启和关闭车站的相关设备，如监控画面、广播语音播报、电扶梯、卷帘门等。若工作人员通过步行，逐一开启或关闭设备，大约需要20分钟。在江跳线所有车站的中控室，都设有“一键开关”，工作人员只需按一个按钮，就可以实现车站全部设备的关闭或开启，极大提升了车站管理效率。

7月23日，双福车辆段调度大厅，工作人员正在监控全线列车运行情况。

记者 罗斌 摄/视觉重庆



6月24日，在江跳线江津高铁站，自动充值查询设备可为市民出行提供便捷服务。

记者 罗斌 摄/视觉重庆



7月23日，在试运行的江跳线列车上，屏幕实时显示运行速度。

记者 罗斌 摄/视觉重庆