

复兴号动车组开进西藏,实现了对31个省(区、市)的全覆盖,翻开了西藏和高原铁路建设发展新篇章。自2006年青藏高原首条铁路建成通车,如今延伸在世界屋脊的铁路已经覆盖西藏7市地中的5个。

拉林铁路： 开启高原铁路建设新篇章



2021年6月16日,试运行中的复兴号列车行驶在西藏山南市境内。新华社记者 觉果摄

◎本报记者 矫阳

3月5日,科技日报记者从中国铁路青藏集团有限公司获悉,在2022年春运期间,拉林铁路共运送旅客12.5万人次,乘复兴号出行成为当地民众的首选。

2021年6月25日,西藏首条电气化铁路——拉林铁路开通运营,结束了西藏东南地区不通铁路的历史。

拉林铁路全长435公里,设计时速160公里。工程建设面临着复杂地质地貌,极具挑战。克服重重困难,拉林铁路连通万壑,雄伟壮观。

形成高标准铁路勘察技术

拉林铁路所处地质条件举世罕见。“线路位于青藏高原东南部冈底斯山与喜马拉雅山之间的藏南谷地,山高谷深,相对高差达2500米。”西藏铁路建设有限公司工程部部长赵生杰说。

“区域内构造发育,内动力地质作用强烈,浅表地貌改造频繁,表生地质作用强烈。由此产生了高地温、高烈度地震、岩爆、软岩大变形、危岩落石、滑坡、泥石流、风积沙等一系列工程地质问题。”赵生杰说。

历经一年,负责拉林铁路设计工作的中铁二院工程集团有限公司(以下简称中铁二院)针对拉林项目开展了大量测绘、勘探、试验和研究。经反复论证,多次优化,设计团队交出了拉林铁路设计图:全线隧道总长216.5公里,其中10公里以上的特长隧道6座,最长为17.3公里的达嘎拉隧道;16次跨越雅江。其中,主跨430米的藏木雅鲁藏布江特大桥是世界上跨度最大、海拔最高的铁路钢管混凝土拱桥,也是国内首座免涂装耐候钢铁路大桥,可大大减少维护工作量,节省全寿命周期成本。

多项选线地勘新技术应运而生。“项目创新应用了复杂艰险山区铁路减灾选线理论和智能选线技术,提出了板块缝合带地区综合选线理论,基于BIM和GIS技术构建了线路—构筑物—灾害环境耦合约束的综合选线模型和线路方案评价体系。”中铁二院哈尼族铁路线路设计专家、拉林铁路设计总体何娘说,项目

形成了一套适用青藏高原地质复杂艰险山区高标准铁路的“空、天、地”一体化综合勘察技术。

啃下隧道建设“硬骨头”

拉林铁路共建设隧道47座,占线路总长54%。隧道建设既是拉林铁路的“重头戏”,也是难啃的“硬骨头”。

冈底斯山与喜马拉雅山之间的藏东南谷地,集中了强岩爆、风积沙、高地温、冰碛层等复杂地质灾害,施工难度极大。

巴玉隧道位于巴玉雪山“腹部”,海拔3400米以上,全长13073米,最大埋深达2080米,洞内地温约47℃,岩爆里程就占了94%,是目前世界上岩爆最强、独头掘进距离最长、埋深最大的高原铁路隧道。隧道施工中遭遇的前所未有的强岩爆,成为巴玉隧道能否贯通的关键技术难题,也成为国际岩石力学与工程界研究的焦点和难点。

面对岩爆这一岩石力学领域世界性难题,建设者与岩石力学科研人员一起,开始了艰难的攻击。

在海拔3500米的隧道施工区,中国科学院武汉岩土力学研究所科研人员,开展了累积长达4650米大埋深洞段岩爆实时监测、预警与调控研究工作,驻守长达918天。

在建设者与科研人员的共同努力下,多套岩爆频发条件下的施工方法被摸索出来。他们首次在青藏高原搭建了远距离无线通讯传输的岩爆实时监测监测系统,首次揭示了川藏铁路深埋隧道间歇型岩爆孕育规律与机制,率先建立了川藏铁路深埋高应力隧道岩爆定量预警标准,并提出了巴玉隧道岩爆针对性主动性动态施工方案。

2019年11月2日,巴玉隧道贯通。“这些方法较好解决了岩爆问题。”西藏铁路建设有限公司拉林项目部主任王元荣说。

除了岩爆灾害,拉林铁路还攻克了多个青藏高原隧道建设难题。包括通过创新运用综合降温技术、隔热技术,建成了世界上罕见的高地温铁路隧道——桑珠岭隧道;通过对富水地段采取帷幕注浆、无水地段采取“大管棚+超前小导管及周边小导管注浆+型钢拱架支护相结合”

的措施,建成了典型的富水冰碛层隧道——藏嘎隧道等。

复兴号动车组开进西藏

“拉林铁路使用我国自主创新研制的复兴号高原内电双源动车组,其功率、载客量、加速性能等多项技术领先于世界同类型车。列车两端分别挂载电力和内燃动力车,可在电气化和非电气化线路间自由切换。”国铁集团机辆部机辆技术处高级工程师肖孝军说。

2020年11月初,国铁集团组织中国中车、中国铁道科学研究院等国内相关企业、高校和科研院所,采取组合创新和专项技术突破的方式,针对高原铁路运营条件,共同生产研制复兴号高原内电双源动车组。

新设计的这款复兴号要达到什么标准?“既要满足4000米海拔高原运行的要求,又要适应线路多隧道、高架桥等危险地段的安全性需要,运营环境特殊,设计挑战大。”复兴号高原内电双源动车组具体研发者之一、中国中车科学家、中车株洲电力机车有限公司副总工程师樊运新说。

在复兴号高原内电双源动车组研制过程中,国铁集团打通造、修、管各环节,组建联合研制团队,确保了该动车组按计划进度研制投用。

复兴号高原内电双源动车组定员755人,最高运营时速160公里,最高运行海拔5100米。

“与国际上现有的内电双源动车组相比,复兴号高原内电双源动车组具有多项领先技术优势。”樊运新说,如首次采用内燃、电力动力车两端分置的创新组合模式;满足高原低气压、高耐候性环境运用条件,采用适应连续多隧道的车体气密性设计和压力波控制等技术;创新采用弥散和分布式相结合的方式,可为旅客连续提供充足氧气,可在运行中不停车完成内电模式切换,实现电气化区段采用内燃应急牵引自救及应急列车供电等。

“复兴号动车组开进西藏,实现了对31个省(区、市)的全覆盖,翻开了西藏和高原铁路建设发展新篇章。”国铁集团负责人说,自2006年青藏高原首条铁路建成通车,如今延伸在世界屋脊的铁路已经覆盖西藏7市地中的5个。

代表委员连线

卢春房委员： 持续创新建设高质量高原铁路

◎本报记者 矫阳

“在青藏高原上建设铁路,一直是工程建设技术面临的重大难题。”3月5日,全国政协委员、中国工程院院士卢春房在接受科技日报记者采访时表示。

作为青藏铁路首任建设总指挥长,卢春房始终关注青藏高原的铁路发展,在青藏高原建设的每条铁路上都有的身影。

青藏铁路是世界上海拔最高、线路最长的高原铁路,建设和运营过程中面临“多年冻土、高寒缺氧、生态脆弱”三大世界性工程难题考验。“我们以建设世界一流高原铁路为目标,依靠科技进步,立足自主创新,在科技攻关方面取得重大突破。”卢春房透露,青藏铁路自2006年开通运营以来,冻土工程状态良好,各项技术装备在高原高寒、低气压、强紫外辐射环境中稳定工作,旅客列车按设计速度运行平稳,在青藏高原上开辟了一条大能力、低成本、全天候的运输大通道,实现了建设世界一流高原铁路目标。

青藏铁路通车后,拉日铁路和拉林铁路相继开工建设。卢春房认为,其中,拉林铁路建设难度更大。

拉林铁路新建正线长度403公里,面临强烈的板块活动、频发的山地灾害、脆弱的生态环境这三大极具挑战性的难题。

卢春房认为,在借鉴青藏铁路环境保护、卫生保障技术和管理方法的基础上,拉林铁路技术创新重点体现在4个方面。一是藏东南板块缝合带地区铁路减灾及综合选线设计。二是创新了板块缝合带地区的高地应力、超高地温、深厚冰碛层等复杂环境下铁路隧道设计建造理论与技术。三是针对青藏高原雅鲁藏布江两岸上千米级危岩落石、河谷风沙深路堑、陡高坡等复杂环境下不良地质灾害,研究确定了解决方案。四是创新了特大跨度钢管混凝土拱桥设计建造理论与技术。

履职5年来,卢春房一直参与中国铁路的建设发展,先后提出了7项提案,特别是参与或主持了中国工程院、交通运输部有关交通强国建设等研究项目,形成了一系列重大成果,为党中央、国务院制定和发布《交通强国建设纲要》《国家综合立体交通网规划纲要》等提供了重要依据,很多研究成果被直接采纳。

如今,卢春房及其团队正对川藏铁路开展一系列的研究和攻关,主持了中国工程院、国家基金委等多个重大科研项目,提出了100余项技术方面的建议,已被分别纳入了川藏铁路设计暂规、可研初步设计文件中;针对川藏铁路提出10余份政策建议,涵盖施工监理、工程材料、移动装备、通信信号等方面内容,对相关工作落实起到推动作用。

更快的速度是铁路科技人员永恒的追求,也是人民群众的期盼。谈到未来高铁技术的发展,卢春房认为将有轮轨高铁、磁悬浮高铁和真空管道超高速列车3种形态。

“目前我国运营的高铁都是轮轨关系的高铁,最高行车速度350公里/小时,目前正在研究时速400公里的高铁技术。”卢春房说,实现400公里/小时运行,需解决的主要问题是动车组技术、降噪技术和技术标准制订。

对于磁悬浮高铁和真空管道超高速列车,研制工作也正在进行中。“我国已进行600公里/小时磁悬浮技术的研究并已生产样车,还将继续深化研究和试验;时速800—1000公里真空管道超高速技术正在探索。同时,更智能、更绿色的铁路也是技术发展的重要方向。”卢春房说。



受访者供图

踏遍藏东南谷地,擘画铁路最优路线

创新故事

◎本报记者 矫阳

“我们是开路先锋的‘先锋’,在世界屋脊上擘画铁路线。”中铁二院工程集团有限公司(以下简称中铁二院)拉林铁路配合施工项目部项目经理兼设计总体、耕耘雪域高原超10年的何娘说。

为给拉林铁路选出一条最优线路,中铁二院设计团队足迹遍布了藏东南谷地,并探索性地采用“空、天、地”一体化综合勘察技术,查明了沿线灾害类型、分布情况及对铁路工程的影响,对千米级危岩落石、高位泥石流、雅鲁藏布江河谷风积沙等国内罕见不良地质,采取合理可行的工程措施,有效降低了工程风险。

拉林铁路途经区域堪称“博物馆”。在隧道设计建设过程中,高地温、软岩大变

形、强岩爆、高压富水冰积层、高原风积沙等特殊不良地质问题,是中铁二院拉林铁路配合施工项目部总工程师张维遇到的一个又一个难题。面对这些困难,中铁二院设计团队为每座隧道“定制”个性化解决方案。

桑珠岭隧道作业面高温岩石高达89.3摄氏度,已经超过高原水的沸点,为国内外罕见,且施工区域内存在多处温泉等地下热源。设计人员借鉴果园洒水喷雾的方式,在洞内每隔20米设置一处喷射装置,靠近掌子面地段加密安装,同时创新制作“隔热”混凝土,在喷射混凝土时添加0.03%高效引气剂,使混凝土内部形成分布均匀且不连续的封闭球形气泡,用于隔绝高温围岩,并通过生产冰块、局部增设空调、加强通风等措施,确保高温下顺利施工。

拉林铁路十六次跨越雅鲁藏布江,其中,主跨430米的藏木雅鲁藏布江双特大桥是世界上跨度最大、海拔最高的铁路钢管混凝土拱桥,同时也是国内首座免涂装耐候钢铁路大桥。“免

涂装耐候钢在大桥钢结构表面自然形成一个‘保护层’,量身定做适应高原气候,节省了大桥全寿命周期成本,可减少维护工作量,现场和工厂涂装、工人劳动强度,节约能源。”中铁二院拉林铁路桥梁专业设计负责人罗伟元说。

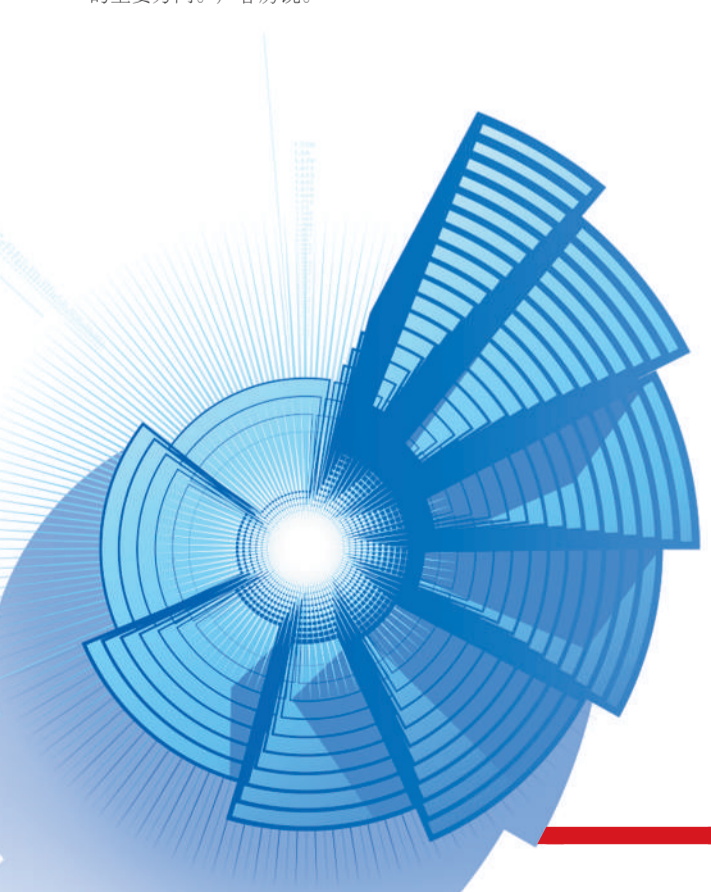
因线路处于高原、高寒地区,昼夜温差大。为保证混凝土的耐久性,设计团队寻找耐低温、耐大温差的高性能混凝土。同时,针对线路施工条件恶劣、全年适合施工时间短的特点,对于大跨度简支梁采用工厂预制分段拼装快速施工技术,保证梁部施工质量和工期。

拉林铁路还是目前国内外最高海拔、最复杂艰险的电气化铁路。

电气化的核心部件是接触网。中铁二院电化院副总工程师杨佳回忆,因为高原自然环境的特殊性,设计团队对接触网系统开展了电气绝缘、抗震、抗风等多个专项设计,在大量计算、数据和具体实施策略基础上,全面指导后续接触网工程设计。

特别策划·行业新突破

图片除标注外由视觉中国提供 责任编辑:姜玉琳



2022
全国两会



十三届全国人大五次会议
全国政协十三届五次会议