



花江峡谷大桥。
胡应峰 摄

工人在距江面800米高的塔顶施工。
贵州日报天眼新闻记者 陈慧 摄

工人在架设主缆。
贵州日报天眼新闻记者 刘青 摄

架设主缆现场。
贵州日报天眼新闻记者 刘青 摄

科技新地标

攻克世界级难题

建设过程中,花江峡谷大桥主要面临地质条件复杂、峡谷强风、高空作业精准度要求高等一系列世界级难题,建设团队凭借科技创新和智慧方案,逐一攻克了这些挑战。正是凭着这样敢于打破传统、挑战全新的信念,才得以铸就这座世界桥梁的新翘楚,成为中国基建水平的耀眼标识。

应用高科技建桥更智慧

山风从峡谷掠过,大桥施工塔顶上的彩旗猎猎作响,瞬时风力最高可达强台风级别14级,变幻无常的峡谷风堪称“隐形刺客”,破坏力巨大。多年的潜心钻研在花江峡谷大桥的修建中开花结果——依托贵州交通山区峡谷桥梁建造技术团队(国家卓越工程师团队)重点实验室,六安8标总工程师刘豪带领团队从2022年起,开始寻找最优的抗风结构形式。通过全球首创采用“上下水平稳定板+中央稳定板”抗风措施,并巧妙地将下稳定板设计为空中竞速跑道,实现了结构安全与功能创新的完美统一,架起与峡谷风和解的“桥梁”,拥有了“驭风”的智慧。

为“捕捉”捉摸不定的风,花江峡谷大桥引入多普勒激光雷达测风系统24小时自动采集数据,对桥梁从设计到施工,再到营运阶段的峡谷风进行全方位测量。有了这些数据支撑,可以通过提前监测风的强弱,有选择性地开展桥旅体验项目;微风时可以在桥上开展空中竞速,中风速时可尝试翼装飞行……给游客带来不同的沉浸式体验。“世界第一高”如何稳立云端?作为大桥承重的最主要构件——主塔像一个人的有力肩膀,支起两根主缆,把大桥稳稳地托起来。然而,花江峡谷大桥的两个主塔高度都在200米以上,首先要突破混凝土超高泵送等难题,才能让桥墩浇筑“节节攀升”。

“花江峡谷大桥混凝土总用量达439万立方米,相当于浇筑近40个足球场的用量。”六安8标一工区负责人李平安说,大体积混凝土浇筑,因为水化热产生内外温差,容易出现裂缝,建设过程中,花江峡谷大桥主要面临地质条件复杂、峡谷强风、高空作业精准度要求高等一系列世界级难题,建设团队凭借科技创新和智慧方案,逐一攻克了这些挑战。正是凭着这样敢于打破传统、挑战全新的信念,才得以铸就这座世界桥梁的新翘楚,成为中国基建水平的耀眼标识。

链接 贵州桥梁科技看点

斜拉桥: 杭瑞高速公路北盘江大桥, 2018年第35届国际桥梁大会“古斯塔夫·林德撒尔奖”、2019年度国际咨询工程师联合会全球工程项目“特别优秀奖”等诸多奖项,并获吉尼斯世界纪录认证“世界最高桥”。平罗高速公路平塘大桥,中塔塔高332米创下了“最高混凝土桥塔”的世界纪录,因其创新性与高质量,赢得了国际桥梁大会(IBC)“古斯塔夫·林德撒尔奖”等多项国际大奖。

悬索桥: 镇胜高速公路坝陵河大桥,在国内首次采用遥控充气飞艇牵引先导索,获2016—2017年度中国建设工程鲁班奖。

六安高速公路花江峡谷大桥,攻克了峡谷强风、复杂地质等世界级难题,研发运用了智能缆吊系统、2000兆帕级高强钢丝等创新技术,获授权专利21项,部分成果纳入国家桥梁技术标准。

梁桥: 水盘高速公路北盘江大桥,主跨跨径290米的预应力混凝土空腹(斜腿)式连续刚构,是世界首创的空腹式连续刚构,大桥

于2013年8月建成通车。纳晴高速公路六枝特大桥,主桥采用的五跨连续(三主跨)预应力混凝土空腹式连续刚构梁结构形式为国内外首次。

拱桥: G320国道花鱼洞大桥,为老桥拆除重建工程,获得第39届IBC(国际桥梁大会)古斯塔夫·林德撒尔奖。

乌蒙山特大桥为纳晴高速公路的重点工程,主桥采用主跨270米上承式钢桁-混凝土组合拱桥,为世界首座钢桁-混凝土组合拱桥。

大桥整个吊装过程仅仅用73天就全面完成,创造了桥梁建设的“贵州速度”。此外,花江峡谷大桥首次使用光纤光栅对整根主缆温湿度、应力进行监测,联动除湿系统对主缆湿度进行干预。植入智慧神经,花江峡谷大桥有了保健医生,实现对主缆全时段智能监控和保护。

花江峡谷大桥首次采用鞍焊组合式索鞍,将索鞍的重量降低了30%。不仅如此,主缆钢丝长度加起来超10万公里,可绕地球超两圈半。而主缆的产地正在贵州,自主生产的超高强度钢丝,抗拉强度达到2000兆帕级,一根钢丝就可以吊起10辆小轿车,彰显了贵州乃至中国在超高强度材料研发与应用上的重大突破。

与生态共赢建桥更绿色

花江峡谷大桥在设计、施工和运营规划中,全过程深度融入生态环保和绿色低碳的理念,为未来山区大型基础设施建设的生态保护提供了可借鉴的经验。

贵州交通投资集团有限公司党委书记、董事长、总经理袁泉告诉记者,花江峡谷大桥通过创新的工程设计和材料的循环利用、细致的生态修复和超前的绿色运营规划,努力将对自然环境的影响降到最低,实现工程建设与生态保护双赢。

用心体现在路线选择上,将桥位向北偏移300米,避开砂梨群落,减少对珍稀植物的影响。在结构选择上,在关岭岸的锚碇采用隧道式锚碇,有效减少了山体土石方开挖体量,从而减少对山体的破坏、最大限度保护桥位周边环境。

在花江峡谷大桥建造中,通过研发高性能岩石粉矿物掺合料关键技术,将石粉磨细改性替代20%水泥,单方混凝土节约成本12.4%。

坚持绿色发展理念,大桥采用无人机航测技术减少植被破坏,创新使用建筑垃圾再生材料,安装风光互补照明系统,确保项目建设与生态环境保护相协调。

大桥正式运营后,还将引入大桥附近天然水资源,实现“一水多用”,部分作为花江峡谷大桥水幕灯光秀的水源,部分用于云渡服务区日常清洁,废水回收后再用于绿植浇灌,大幅提升水资源利用率。

如今,花江峡谷大桥在抗风设计、高空施工等领域实现了多项技术突破,获得授权专利21项,多项技术成果纳入国家桥梁建设标准,为全球山区桥梁建设提供了“中国方案”。

建设者风采

贵州交投集团六安8标项目总工程师刘豪 技术突破饱含“贵州造”



花江峡谷大桥即将通车,站在距江面625米的花江峡谷大桥上俯瞰脚下激流,贵州交投集团六安8标项目总工程师刘豪总有一种自豪感。

从2005年大学毕业成为贵州首座千米级悬索桥——坝陵河大桥的测量员,到如今执掌世界最高桥技术团队,他的成长轨迹与贵州桥梁的崛起之路重叠。

“世间最强大的力量,不是对抗,也不是征服,而是允许,接纳后的理解与超越。”打开随身带着的平板电脑,刘豪在工作笔记上写道。小小的平板,没有A4纸大,却存了6万多张照片,装满了刘豪入行20年来的修桥故事。

“这些年,遇到的难题可太多了。”刘豪说,“我想着凡事发生皆有利于我,眼前的一个个困难何尝不是一次次机遇呢。”

坝陵河大桥建设之初,日本企业技术团队严密封锁,仅凭两本画册和零星照片,贵州桥梁建设者被迫在黑暗中摸索前行。更严峻的考

验接踵而至——日方一台桥面吊装机开出2000万元租金。面对天价,贵州团队毅然决定,“买不起,租不起,那就自己造!”

初出茅庐的刘豪参与其中,在先例可循的困境中,硬是研发出成本仅400多万元、性能更优的国产吊装机,还衍生出多项创新吊具。这台“贵州制造”从此成为省内超级大桥的标配。

当建设平塘特大桥这座撑起世界最高混凝土桥塔的工程时,刘豪已是副总工程师。与实力雄厚的央企同台竞技,他带领团队创新研发出叠合梁斜拉桥整节段上行式安装工法,以整体吊装新技术将效率提高20%。当贵州团队负责修建的主塔提前一周封顶,喜悦中更饱含着“贵州造”挺直腰杆的底气。

技术的突破在花江峡谷大桥攀至新高峰。面对钢桁梁拼装精度难题,已成为总工程师的刘豪带领团队引入虚拟预拼装技术——如同在数字世界预先完成一场精密彩排。仅用两个月,所有钢桁梁便严丝合缝地精准合龙,向世界展现了令业界惊叹的“贵州速度”。

花江峡谷大桥设计负责人叶洪平 把作品写在山河间



从一张白纸慢慢地变成现在这个样子,就像看着自己的孩子一天天长大。”身为花江峡谷大桥设计负责人的叶洪平,眼里满是自豪与欣慰。

在桥梁设计师眼中,每一座桥都是最美的。花江峡谷大桥的设计中,如何将大桥结构之美、力量之美与周边的自然之美和谐融合,是叶洪平责无旁贷的考量。这个过程中,叶洪平和团队硬是用2000多张图纸实现了创意和构想。

花江峡谷大桥桥塔以受力合理的“门”型结构为基础,将峡谷岩层地貌融入设计,以竖向线架构筑刚直、层叠的构造,呈现出简洁而现代的美学风。

这座大桥最怕的就是峡谷间飘忽不定的风,最难的是如何利用大桥结构空间满足各种旅游功能……叶洪平知道,在翻来覆去的计算和验证中,这些问题都要得到科学精准的解答。

设计人员是最早一批涉入的队伍,大桥做前期踏勘时,叶洪平和同事每天在峡谷里行走几万步,鞋都走破了。在枕着涛声入睡的日子里,在顶着烈日勘探的攀爬中,设计师们延展了贵州人造桥的理念,树起了品牌,干出了名堂。

625米相当于200多层楼,受峡谷

风影响,监测到的最大风速为14级。“我们通过风洞试验、数字仿真技术研究,主梁首次采用‘中央上稳定板+上下水平稳定板’的气动措施,既节约造价,又可作为桥旅融合空中竞速跑道。”叶洪平讲述着设计中一个个小窍门。

“但我们建造的不仅是一座交通枢纽,更是一条连接历史与未来、人类与自然的文化纽带。”设计之初,叶洪平和团队在本没有路的地方翻山越岭、寻找灵感,以自然风光为依托、三叠纪古海洋遗址为文脉来开展桥旅融合创建。

大桥周边还规划了云渡服务区、悬崖酒店、200米观光电梯、景观文化长廊、锚碇攀岩、高空观光水吧和玻璃栈桥式餐厅等多元化旅游设施,探索以世界级桥梁打造世界级景区的全新模式。

他所在的桥梁设计分院大桥组是一支极富战斗力的本土年轻团队,团队先后承接了平塘至罗甸、瓮安至开阳、六枝至安龙等30多条高速公路200余座特殊桥梁设计任务,排名世界前100座最高桥梁中,大桥组设计的就有18座。

今年,叶洪平所在的贵州省交通规划勘察设计院股份有限公司联合贵州交投所属桥梁集团中标了孟加拉国卡达姆拉苏尔桥梁施工项目,贵州积累的峡谷桥梁技术标准与经验,将为解决“一带一路”共建国家复杂地貌地区的互联互通提供“贵州智慧”。