

二横线五桥同转 创多项世界纪录 重庆上演桥梁“空中芭蕾”

重庆日报记者 杨永芹

8月21日凌晨1点,重庆市快速路二横线西段项目跨渭井、蔡歌铁路线主线桥,实现“五桥同转”。图为五桥转身过程中。



夜幕下,总重量达21500吨的5座桥,在高空同时转体,犹如五只天鹅,表演了一场“空中芭蕾”。

8月21日凌晨,在建重庆市快速路二横线西段项目跨渭井、蔡歌铁路线主线桥(简称主线桥)施工现场——北碚区龙坪,这一幕正在上演。

“五只天鹅”在演出82分钟、经过最大角度88度的转体后,完美“牵手”的同时,也刷新多项世界纪录。

“空中舞蹈秀”的主角是主线桥左幅3座均重达4500吨、右幅2座均重达4000吨的T构桥。这5座桥总长383.5米、总重21500吨。

转体桥梁总重量相当于1.5万辆小汽车

20日晚至21日凌晨,现场灯火通明,120多人冒着高温,为5桥同转忙碌着。

“同意,正式转体!”21日0:33,随着指挥长一声口令,5桥启动转体,朝着各自合龙的方向缓缓转动。

1:55,现场发出一阵阵欢呼声。5桥在空中“翩翩起舞”82分钟、完成了最大角度88度的转体后,由平行渭井上下线、蔡歌线3条铁路线变为横跨。

“同一区域、同一平面,一次性转体成功,无论同步转体桥的数量,还是同步转体总重量,均创下世界纪录。”转体桥梁资深专家、北京工业大学建筑工程学院教授张文学表示。此前集群式转体数量最多的为四座桥梁同步转体,且超出北京大兴国际机场三线四桥集群式转体重量11500吨。

重庆交通大学教授、重庆市桥梁协会副会长向中富介绍道,此次转体的单座桥梁最重达4500吨,五座桥梁总重量相当于1.5万辆小汽车的重量。

“此次‘五桥同转’成功,为中国桥梁转体建设提供了宝贵经验和成功案例。”向中富表示。

据介绍,为确保此次桥转体顺利,转体前项目部已经策划两个月,布置

两周,试转了2天,最终同转成功。

桥梁建设实现了对列车运行“零”影响

5桥为何要同时转体?5桥何不直接修成横跨式的?

“本次施工利用夜间不跑列车的90分钟铁路时间窗口完成转体,实现了对列车运行‘零’影响。”张文学一语道破原因。

快速路二横线西段项目需交叉跨越10条既有铁路,其中“五桥同转”施工区域跨越渭井上线、下线和蔡歌联络线三条铁路线。它们连接着重庆北站和西站,非常繁忙,高峰期平均3分钟就有列车经过。

不仅如此,转体桥与铁路线外侧最短距离仅2.9米,梁底距离铁路接触网顶端仅0.5米,转体桥基础及梁体浇筑均位于铁路两侧坡度大于60度的边坡上,施工十分困难。

“若主线桥直接建成横跨式,施工时需对列车实施多次停运。且列车经过时,上空随时可能有建筑坠物落下,存在极大安全隐患。”中建隧道二横线二分部项目党支部书记、经理干昌洪表示,铁路高速运营时,沿线施工须全部停工,一根针、一张餐巾纸都不允许掉进铁路。

“通俗地说就是受施工环境制约,现场不具备直接修成横跨式的条件。”干昌洪表示。

上百个监测点监测两阶段转体

为确保铁路正常运营,承建方中建隧道联合北京工业大学、重庆交通大学、中铁二院开展科研攻关,通过大量数据计算和反复模拟推演,最终确定5座桥梁均采用“先建后转”的方案,即“先异位浇筑、后同步转体”,一次性跨越3条运营铁路线。

“转体的最大难度就是要确保T构桥转体后,7个合龙点能严丝合缝地合龙在一起,避免出现错位。”张文学表示,合龙误差精确控制在设计范围内。

为此,研发团队专门研发出了“三线五桥转体检测平台”智能系统,提出了同联多T构施工线形联控技术和“转体后合龙口误差优化调整技术”。该系统如同给转体施工配备了汽车的智能泊车辅助系统,可展现五桥同转的全景影像,扫除转体盲区。

据介绍,现场设置了100多个监测点,可以实时监测每座桥转体时的平面位置和高度等数据参数。

为确保转体时桥梁间干涉最少、两桥间不发生“碰撞”,转体方案采取“四逆一顺”转法,分两阶段完成,即4座桥梁逆时针转动,1座桥梁顺时针转动。第一阶段4座逆时针转动的桥梁先转15度,转动速度为每分钟1.15度。同时,中途停顿约5分钟,用以核查各墩是否完成15度转体。第二阶段,5座桥梁同时转体,转动速度为每

分钟1.72度。当梁端剩余弧长3米时,进入转动减速阶段;当梁端剩余弧长约1米(1.6°)时进入点动精确就位模式,直至精确就位。

自主创新攻克了关键难题

5座桥总重21500吨,如此之重,怎么能转动起来?

“转体如拉磨。”张文学表示,转体施工工艺原理犹如石磨,下部固定,中间磨心起定位作用,上部随意旋转。即在桥台(单孔桥)或桥墩上(多孔桥)安装一个转动系统。通过重达200吨的干引顶按照设定参数带动桥梁整体旋转。

“桥梁转体是否成功,关键在于球铰系统、转动支撑系统、转动牵引系统、桥梁平衡系统等在施工过程中的控制。五桥同转牵一发而动全身,一个参数哪怕发生毫米级的误差都将导致风险概率指数级升高。”干昌洪介绍道。

为了全力确保五桥同转顺利完成,项目研发团队通过布设电子水准仪等高等级测量控制网,采用将误差控制在0.1毫米的精密仪器,进行实时监控测量等措施,确保球铰安装精度控制在0.5毫米(仅有圆珠笔笔芯钢珠大小)范围内,在充分满足桥梁转体超高精度要求的同时,大大提高了安装速度。

此外,项目还研发了跨铁路枢纽区多联多跨转体桥施工监控关键技术及监控机制研究、同联多T构转体桥合龙体态调整及施工误差控制关键技术、基于振动响应特性的快速转体可行性研究3项。自主创新攻克了跨铁路枢纽区5T构同步转体控制技术及安全组织关键难题,在大跨度集群式转体桥梁建设史上画上了浓墨重彩的一笔。

张文学表示,“三线五桥同转”精准对接,打通了二横线西段建设的“咽喉”要道,预计主线桥左右幅将在9月底合龙。

据介绍,重庆市快速路二横线西段项目,由重庆市住房和城乡建设委员会牵头推进、中建五局投资、中建隧道承建,全长14.4公里。项目横贯重庆市沙坪坝区、北碚区、两江新区,西接渝蓉高速,东连兰海高速。全线建成通车后,将极大缓解大学城隧道、双碑大桥与双碑隧道的交通拥堵。



8月21日凌晨1点,重庆市快速路二横线西段项目跨渭井、蔡歌铁路线主线桥,实现“五桥同转”。图为列车从转身过程中的五桥驶过。

本版图片均由重庆日报记者 罗斌 摄