

永定河大桥转体施工技术方案

河北张家口市地方道路管理处 张彦峰

本文根据康祁公路永定河大桥特殊地理位置,介绍了桥梁转体施工的技术方案。

工程概况

永定河大桥位于康祁线K29+873处,桥梁全长308m,采用跨径布置为(58+93+97+58)m的组合刚构。桥梁上部结构采用变高度预应力混凝土单箱单室箱梁,箱梁顶宽12.4m,底宽7.0m,主桥梁高由6.5m二次抛物线渐变到3m。桥梁上跨跨越丰沙铁路上、下行线,于2号、3号桥墩处采用平面转体施工,2号墩转体重量为7200t,转体角度为65°,理论转体时间57分钟,3号墩转体总重量6100吨,转体角度74度,理论转体时间65分钟。

桥梁的具体施工步骤为:先在铁路两侧2号、3号墩处分别施工完成95米长的主梁浇筑,然后将3号墩箱梁转体至设计桥位,再将2号桥墩箱梁转体至设计桥位,最后浇筑上下行线剩余合拢段主梁,本文主要介绍桥梁转体部分施工技术方案。

转体系统介绍

转动体系为球面转动体系。转体结构由下转盘、球铰、上转盘、转动牵引系统组成。上转盘球缺高0.291m,下转盘球缺高0.201m,直径3.0m,定位中心转轴的直径为260mm。

下转盘是支撑转体结构全部重量的基础,上面设置转动系统的下球铰、保险撑脚,直径为7.0m的环形滑道以及8组千斤顶反力座等。转动球铰是整个转体的核心,上下球铰安装要保证球面光洁及椭圆度,球铰安装顶口务必水平;上下球铰间按设计位置镶

嵌四氟板,每个球铰布置462块直径6cm的聚四氟乙烯滑动片,总面积为13062.7cm²,四氟板间涂抹黄油和四氟粉,上下球铰中线穿定位钢销,精确定位,上下球铰吻合面外用胶带缠绕密实。上转盘共设有8组撑脚,每组撑脚由2个直径600*24mm的钢管混凝土组成,下设30mm厚钢板,钢管内灌注C50微膨胀混凝土。在撑脚的下方(即下转盘顶面)设有0.95m宽的滑道,滑道中心的直径为7.0m,转体时保证撑脚可在滑道内滑动,以保持转体结构平稳。

上转盘附着在下转盘上安装,固定成型,检查无误后在支架上绑扎主墩钢筋、立模板、浇注主墩混凝土,完成上转盘施工。转台内预埋牵引索固定端P型锚具,转体施工设备采用全液压、电脑控制、自动连续运行系统,形成水平旋转载力偶,通过拽拉锚固且缠绕于直径7.9m的转台上的钢绞线,使得转体结构转动。

转体施工

转体理论依据

转体的基本原理是箱梁重量通过墩柱传递于上球铰,上球铰通过球铰间的四氟乙烯板传递至下球铰,下球铰传递至实心墩或承台。待箱梁主体施工完毕以后,脱空砂箱将梁体的全部重量转移于球铰,然后进行称重和配重,利用埋设在上转盘的牵引索、转体连续作用千斤顶,克服上下球铰之间及撑脚与下滑道之间的动摩擦力矩,使桥体转动到位。

转体施工准备

①准确计算转体牵引力、安全系数、试转角度及正式转体角度。②计算

转体倾覆稳定性、抗风力等级及反力支座应力储备系数。③转体附属施工。在箱梁转体施工前,完成转体部分桥面附属结构工程,保证转体后不再进行铁路上方的施工作业。④2#墩转体操作平台搭设。2#墩转体施工需搭设钢管脚手架转体操作平台,平台顶面高度较转体下盘平面略低。⑤转体前,对2#墩梁端部挂蓝进行固定锁紧,并检查挂蓝后锚及其他连接部位固定情况,清理挂蓝上的杂物,确保无任何物体在转体中坠落。⑥对2#及3#墩梁端部预留合拢段钢筋进行处理,将钢筋掰向箱梁箱室内,并采用铁丝进行整体固定,确保预留钢筋不会在转体中与相邻转体结构发生碰撞。

解除竖向精轧螺纹钢

清理滑道前,将上下转盘临时固结的D32竖向精轧螺纹钢(强度930MPa)对称同时解除,解除顺序为沿箱梁轴线方向向两侧对称逐步进行。

清理滑道

①首先将转盘内杂物清理干净,将相邻撑脚间滑道用砂轮片进行抛光打磨,打磨时要注意操作平稳。然后将撑脚下垫石英砂全部清理干净,清理时从箱梁轴线方向向两侧对称逐对进行,每清理完毕一对撑脚,将四氟板放入撑脚下铺垫平整,然后开始清理其他撑脚。在撑脚底与滑道顶的间隙中垫10mm厚四氟乙烯板(700*400*10mm),并涂抹黄油(仅滑道与四氟板接触面涂抹黄油),以减少摩阻力。②拆除砂箱:分组对称拆除,每组4个。拆除时从箱梁轴线方向向两侧对称进行。③清理上盘预留封同钢筋,确保预留封固钢筋长度在转体中与反力座间距离大于3cm,防止转体过程

中预留封固筋碰撞反力座。

箱梁不平衡力测试及配重

平衡转体施工必须保证转体上部结构在转动过程中的平稳性,尤其是大型悬臂结构且无斜拉索情况,在理论上,水平转体应该绝对保证转体中支点两端重量的一致,也就是保证其两端达到平衡状态。在实际施工中通过称重和配重使实际重心偏离理论重心5~15厘米,配重后使转体桥前进端有一微小翘起,并使得每个转体的8对撑脚只有两对撑脚与滑道平面发生接触。根据称重结果计算转体T构实际重心位置,确定是否需要配重。

设备测试

①转体过程中的液压及电器设备出厂前要进行测试和标定,并在厂内进行试运转,对YCW150A型助推千斤顶进行标定。②设备安装就位。按设备平面布置图将设备安装就位,连接好主控台、泵站、千斤顶间的信号线,接好泵站与千斤顶间的油路,连接主控台、泵站电源。③设备空载试运行。根据千斤顶施力值(启动牵引力按静摩擦系数 $\mu_s=0.1$,转动牵引力,按动摩擦系数 $\mu_d=0.06$ 考虑)反算出各泵站油压值,按此油压值1.2倍调整好泵站的允许油压,空载试运行,并检查设备运行是否正常,并在不同时间段,不同温度下进行设备的空载运行及流量控制,空载运行正常后再进行下一步工作。④安装牵引索。将预埋好的钢绞线牵引索顺着牵引方向绕上转盘后穿过千斤顶,并用千斤顶的夹紧装置夹持住:先用YDC240QX-200型24t前卡穿心调索千斤顶在5~10Mpa油压下逐根对钢绞线预紧,再通过顶推千斤顶在2~3Mpa油压下对该束钢绞线整体预紧,使两束牵引索各钢绞线持力基本一致。牵引索索道与对应千斤顶轴线在同一标高上。

转体的气候条件要求

根据设计要求,风力在超过五级后时禁止转体施工。安排专人查询历年

当月气象资料和每日天气预报,做好天气预测。

防超装置

防超转装置的准备。在平转就位处应设置限位设施,防止转体到位后继续往前走。测量人员进行滑道部分测量时,放样出转体就位后两个撑脚的位置,并弹出示意线。接近转体就位时,在滑道两侧反力座前端安插型钢,使撑脚不向前前进。

辅助顶推装置

根据现场条件,将4台150T辅助转体千斤顶对称、水平地安放到合适的反力座上,根据需要在启动、止动、微调时使用。

试转

在上述各项准备工作完成后,正式转动前,进行结构转体试运转,全面检查一遍牵引动力系统及转体体系、位控体系等是否状态良好。

试转时应做好以下两项重要数据的测试工作

①每分钟转速,即每分钟转动主桥的角度及悬臂端所转动的水平弧线距离,将转体速度控制在设计要求内;②控制采取点动方式操作,测量组应测量每点动一次悬臂端所转动水平弧线距离的数据,以供转体初步到位后,进行精确定位提供操作依据。试转过程中,要检查转体结构是否平衡稳定,有无故障,关键受力部位是否产生裂纹。如有异常情况,则停止试转,查明原因并采取相应措施整改后方可继续试转。

正式转体 转体实施

①试转结束,分析采集的各项数据,整理出控制转体的详细数据;②转体结构旋转前要做好人员分工,根据各个关键部位、施工环节,对现场人员做好周密部署,分工协作,由现场总指挥统一安排;③液压控制系统、气象条件、结构物等全部就绪并满足转体

要求,启动动力系统设备,并使其在“自动”状态下运行;④设备运行过程中,各岗位人员时刻注意观察和监控动力系统设备的运行情况及桥面转体情况,梁端每转过5m,向指挥长汇报一次,在距终点5m以内,每转过1m向指挥长汇报一次,在距终点20cm以内,每转过2cm向指挥长汇报一次;⑤转体结构接近设计位置(距设计位置的距离需由试转时测出的系数计算确定)时,系统“暂停”。为防止结构超转,先借助惯性运行结束后,动力系统改由“手动”状态下改为点动操作。每点动操作一次,测量人员测报轴线走行现状数据一次,反复循环,直至结构轴线精确就位。整个转体施工过程中,用全站仪加强对T构两端高程的监测和转盘环道四氟走板的观察。

转体就位

转体就位采用全站仪中线校正,允许其中线偏差不大于2cm;现场就位测量方案:①在箱梁两侧布置2台全站仪,把每台仪器的视线方向设定在箱梁理论中心方向,然后进行转体就位过程观测;②在箱梁两侧各布置1台水平仪,用来观测箱梁端部就位后的梁顶高程。

转体就位后约束固定

转体精确就位后,需立即采用铁楔子将撑脚抄垫固定,并同滑道钢板立即进行全面焊接联结。尽快组织进行封盘混凝土浇筑施工,清洗底盘上表面,焊接预留钢筋,立模浇注封固混凝土,使转盘与下转盘连成一体。控制混凝土塌落度,以便振捣和增强封固效果。

施工安全监控

从转体准备至转体成功,整个过程需要保证转体T构的平稳,避免重心位置出现较大变化,因此需要对转体T构重心位置进行全过程安全监控,主要内容是测量箱梁梁段部高程变化,经理论计算出转体T构重心变化,并设置重心变化预警值。●