跨既有线钢桁梁横移、转体施工技术

李晓光

中铁一局集团第四工程有限公司　712000

摘　要：跨既有线路工程，由于现场条件复杂、不稳定因素较多，机械设备配置困难较大；对整个工程既有的钢桁架建筑流程、施工工艺、施工人员的技能难点，以及安全注意事项等内容均进行了详细的说明，在整个工程中精心组织、合理调度地完成了钢桁架的所有安装任务，工程效果良好。

关键词：既有线；钢桁梁横移；施工技术

由于我国铁路的高速建设，既有线建设和新高速公路修建都将不可避免。挂篮、转换体系等新施工技术的大力推广和运用，大大提高了施工效率和既有线的运行安全性。

1.既有线安全控制重点

在跨既有线工程施工之前，首先要针性的了解该工程建设将对既有线和行车安全产生何种危害，之后才能针对危害因素作出具体的防措，以确保安全实施。跨既有线施工的重要安全控制点，包括：

（1）路台建设时保持既有道路的平衡；

（2）在进行基础回填工程时保持下沿管线的完整性；

（3）在进拢口拨接和插入的交叉渡线封锁措施，以保证工程在路局批准的封闭期限内安全正点，优质实现工程建设目标；

（4）跨线桥拆除和架梁施工时保证了车辆的安全；

（5）当搅拌站进料车辆通过时，保证道口设施完好、车辆的安全[1]。

2.钢桁梁特点

由于材料具备硬度大、质量均匀、塑性和强度好和可焊性强等一系列特性；所以，用钢筋建成的桥——钢筋桥具备以下特征：

（1）跨越能力大。因为钢的硬度最高，在同样的承载能力条件下；和钢筋砼桥比较，由于钢桥结构的直径较小，故钢桥的自重也较轻，最适用于施工大跨的桥。

（2）最适用于工业化生产。钢桥结构通常都是在专门的厂房由设备加工制造，不受季节的影响，加工生产速度快、精度高，产品质量易于进行管理，所以工业化生产程度最高。

（3）便于搬运。因为钢桥结构的自重比较轻，尤其是在交通不便的地区便于通过车辆搬运。

（4）安装速度快。钢桥结构便于采用悬臂施工的安装，有成套的装置使用，安装工艺可靠。

（5）钢桥结构易于维修与更新。

（6）由于钢筋容易生锈，故钢桥的维护费用相当高昂。此外，钢桥应防火，但由于火车使用时的噪声较大，因而不能在闹市区修建铁路钢桥。

钢桥也可按照不同的环境特点而制成多种类型，其数量也较用其他钢材建造的桥更多，并大致上可分成梁式体系、拱式体系和组合式系统[2]。

3.转体施工技术

桥梁转换体制施工，是上世纪四十年代后期发展起来的一项架桥技术。主要是在河道的东西二侧以及相应的地方，通过利用地形成了一个简单的框架先使半桥预先准备完成，然后再以桥的结构本身为转换主体，并通过一些机械装置，依次使二个半桥转换体制在同一桥位轴线上合拢成桥。其优点主要有：可利用地形，便于预制；工期不限制运输；安装机械较小，安装简便；节约了材料。安装操作简便，工期快捷；主要应用于单跨和三跨桥，可在深水区、峡谷等地架桥时使用，另外还适应于冲积平原区和都市跨线桥。现在许多跨越铁路和跨高速公路桥梁中均采取了桥梁转换体制的方法，通过下方转换制球铰方式和后期的螺旋千斤顶转换制施工使二端在交角或水平的半桥转换制到位后相拢成桥。

4.施工时的应对措施

施工前，专业人员已对施工现场进行了详细踏勘，对重点部位进行了实测实量，钢桁梁也已进行了支架的高位架设试验，但由于该钢桁梁长度过大、架设工艺较复杂，因此为了更安全、高效的架设钢梁拼装，在架设过程中就必须对施工安全情况进行了合理的测量与检算，为钢梁拼装的安全拼装打下了基础。由于钢桁梁的跨营业线建设，需要严格按照国家铁道铁路总公司、铁路局、地方政府建设组织和建设部关于相关文件的规定。施工中对滑道桥吊挂和钢桁桥上转体的玻璃天窗位置，及按最高限速建设计划编制审核、临时水管支墩设置、临时性钢脚手架设置，以及该桥梁上转体制钢脚手架的设置情况等问题进行了专家论证，并根据专家建议对规划内容进行了调整和细化[3]。

5.吊装施工工艺

5.1 施工准备

（1）将吊装现场地面均匀压实，以确保吊车站位正确、安全、距营业线安全间距超过 5m；

（2）桁架构件在厂房内预安装完成，经检验质量符合要求；

（3）制作装置临时支撑、临时水管支墩、滑道柱等结构，临时构件以及爬梯、安全作业平台、临时保护围栏、安全绳索、风绳等，按原方案要求进行；

（4）吊装指挥人员、焊工、起重工、汽车驾驶员和参加吊装的人员都要取得相关的上岗操作证件，否则不得进入施工吊装场所；

（5）要求工地施工负责人做好技能与安全交底，并作好记录，保证参加吊装工作的人都掌握和熟练吊装技术；

（6）建筑材料和吊装工作器具已全面准备完毕，并能达到施工条件；

（7）在钢梁连续安装中，掌握了下列主要工艺数据：现场的建筑设计效果图、小横杆应力图、小横杆重量图、钢梁连续安装拱度图、钢梁连续锚固图和安装方位图；桥址及周围建筑定位图、桥墩架构图以及竣工运营里程、标高、中线测量等数据；工厂的试拼设计记录，如钢梁拼装轮廓形状设计尺寸、主桁拱度图、栓孔重合度、试拼冲钉宽度、小横杆型号和数量、小横杆发送图和安装方位图。杆件出厂检验合格证和经过修改设计的竣工图纸。摩擦面出厂及磨擦系数测试报表。高强度螺栓成型出厂检验合格证、测试结果。

6.钢桁梁移位、转体施工

（1）在水管支墩二端均设有导向装置以指引钢梁的拼装按设计要求方位滑动，如在钢梁的连接外侧处设置了导向角钢或直角滚筒等。

（2）施工中消除造成中线偏离的影响，在拖拉时作好中线的观测记录，及时修正。

（3）旋体钢墩安装后，在墩顶拖拉，应保持转换体制的一致，并安装制动装置。

（4）在整个钢梁安装的最后阶段随时检查各支架的沉陷收缩，

如果发现沉陷量有小横柱应力大的，就要及时采取措施进行反作用的处理[4]。

（5）为保证滑道的施工标准，将滑道外表保持清洁，涂满了黄油，两侧滑道的受力也均匀。

（6）钢桁梁转体作业必须在天窗时完成，以免影响既有线路的正常行驶安全。

7.吊装、横移、转体作业过程中的注意事项

（1）严格执行路局关于重大设备现场保护的有关要求；

（2）必须严密按照按规定的转动方向完成作业，且须在起重标高在接触网的保险间距以上后方能转动；

（3）既有线来车同时十分钟暂停所有的吊装设备；

（4）在桁架上移动时要严格控制桁架滑移速率，严格地按照设计中确定的滑移速率进行；

（5）由于设备移位的需要列车中断时限为 4h，所以应当按照科学组织、合理安排保证在 3.5h 内进行作业，以保证列车按时恢复工作；

（6）吊车驾驶员和指挥人员在吊装时要互相掌握的指示信息，如手势、旗语、哨音等；

（7）在吊装施工工程作业前检查起重机械的各部分质量是不是良好，有不会变化、断裂、锈蚀等状况，以及焊接、螺钉等是不是紧固可靠。吊装作业之前必须对起重机械实行试吊，试吊及格后方可开展吊挂作业检查，同时起重机械也严禁带病连续作业，严禁超载荷吊挂，也严禁在吊挂中维修，并严格遵守了起重机械的“十不吊”规范[5]。

8.转体施工工艺及要点

8.1 施工要点

（1）机械设备的检验与调试。组装好螺旋千斤顶、液压泵站、主控站等转换系统动力设备，完成空载试车，检查控制数据信息传输和通信连接是否顺畅、完善。设备工作过程：自动操作之前，1 号、2 号连续千斤顶向前，后顶部和气缸运动行程开关的方向①号位，一个控制器，这个内阁泵站建设和阀电磁阀电源信号，充值，充值到行程开关③号位，行程开关的信息传输到控制器，系统 1 号，2 号电磁阀通过电信，后面顶到前面顶部行程开关④号位，控制器收到一条消息；电磁阀开关油路后，系统前顶返回，顶继续运行，顶到达①号位停止后顶到③号位，顶发送转发消息给系统前顶，顶转发后顶到④号位自动返回，顶继续前进。该系统通过前后顶的交叉操作，使转台连续运转，不影响正常工作。

（2）安装牵引索。把预埋制作好的钢绞线牵引绳，沿着牵引装置绕过转盘后通过螺旋千斤顶，再通过千斤顶的夹紧机构夹持住。

（3）拆除临时支垫。清除上、下转反诘法的砂筒，清除滑道底和撑脚问的干砂，在滑道表面喷涂润滑剂以减小摩阻力；对上下转盘预埋工作的封固钢筋直径进行弯折，以确保不防碍转动。

（4）称重和测量。在梁下采用螺旋千斤顶，采用等力、不等力反顶称量并观察情况，再按照检测值加以整理、分类，将称重委托给具有专门经验的机构。在称量完毕后，依据与转体结合的不均衡扭矩（混凝土不均衡扭矩+构造物产生不均衡扭矩+观测分析调整值），在梁上使用砂袋完成负载配重。

（5）测控点布置。测控点布置，主要用于检查转体工程中桥梁的总体平度、各墩的垂直度、桥梁轴线的准确性。通过线路中心点和转角，可以测量顺线浇筑的桥墩平面的中心点，并标记在桥端、墩顶中心处，为轴线控制点。同时在桥端翼缘板二面各设置了二个高度控制点，以观测转制工程中桥梁的整体平衡度。在中墩四孔表面也分别弹出了垂直线，以用于转制中的垂直度。并设置了二组观测队伍，分别对既定的二面开展了观测。

8.2 试转

先预紧钢绞线。反复或多次用螺旋千斤顶，使钢绞线逐根对称地以 10～5kN 时的压力通过预紧机构，确保各一根钢绞线的受力平衡。在预紧机构工作过程中，应确保全部八根钢绞线都水平地缠在上转盘上。

试转后，记下每分钟转速和点动的角距，以为转换系统进一步完善后，为客户选择的依据。每分钟转速，即监控在设计转换体制车速时每分钟旋转主桥的高度；点动的水准弧距，即控制系统以点动的形式检测每点动一吊杆端的旋转水准弧长度。

试转工程中，首先要检验转体结构能否均匀稳定，有无故障，以及关键的受力部分有无出现裂缝。若出现了异常现象，则需中止试转，找出问题并采取措施整改后方可再次试转。

8.3 正式转体

准备工作已全部完毕，气象条件符合设计要求，且各岗位工作人员齐全，先使辅助船顶到预定吨位后，才发出转体指令。

（1）平转。按照国家铁路技术主管部门制定的转体工作要求，两幅桥必须同步进行转体。速度限制均在 0.02rad/min 以内，转弯角均在 40。17’，整个流程约为 35.2min 为宜。平转过程中，观测员不断检查承台顶轴平行方向的偏位、桥端位置高程等情况。转体制过程中，从转台上指示的角头刻度与桥面轴线双控，防止了欠转或超转；同时按照转台上的角刻度观测情况，在距离正确合龙位置在 94cm 处，开始向控制台读秒上报安全观测数据，每 10cm 报一次；在 20cm 内，每 1cm 报告一次；在 5cm 内必须每 1mm 报一次，并结合设计的桥轴线布置，在一侧边直段处置镜观测情况，保证了正确。

（2）定位。转体定位时，正确调节转体制的高度，在保险支腿和环形通道钢板间使用楔铁楔紧保护，避免梁身在外力作用下晃动。

8.4 同步转体控制措施

第二电桥同步启动，并在现场设置同步启动指挥员与对讲机通信。转动时调整两组液压装置油压表的压力；在箱梁上放置速度感应器，在转换系统过程中安排专人观察；车削前在转盘上设置刻度和代码，并在车削系统过程中及时观察两个刻度的准确性；在转盘绞线上标明速度，以确保两根转盘绞线的速度相等。

8.5 封固上、下转盘

梁体与转体调节到位后，进行上、下转盘的封固安装。在上、下转盘的钢筋大直径焊好，从外侧开始施工浇注混凝土，在上转盘接口处预埋有挤压混凝土管，在封固混凝土结束时采用灌浆法填充由于钢筋收缩而产生的空洞，以确保与上、下反诘的混凝土紧密。

9.结语

钢桁梁必须跨越既有线路转体施工，且需要办理中断交通证件，施工条件复杂、吊装施工难度大、不稳定因素多，但此次施工通过了科学规划、精心组织、科学设置，在吊装施工时仅花了四个小时即可完成吊装施工任务，经测量技术人员的检验，桁架施工精度和架设效率均达到了工程设计要求，并受到企业领导和全国铁路运输人员的广泛赞誉。该技术的成功应用，表明该技术是科学的，是可以保障施工安全的。它为同类的吊装施工奠定了实践经验，使用效益好。

参考文献：

[1]魏军.上跨既有线钢结构桥梁大吨位吊机精确吊装施工技术[J].建材技术与应用，2022（04）：66-69.DOI：10.13923/j.cnki.cn14-1291/tu.2022.04.013.

[2]陈立庆，付洪浩.中东地区跨既有线大型 T 梁吊装技术研究与应用[J].价值工程，2022，41（16）：58-61.

[3]胡健勇.跨既有线防电棚设计与施工技术优化的探索[J].居舍，2021（33）：54-56.

[4]谭生永.大跨钢箱梁上跨既有线辅助措施关键技术研究[J].山西建筑，2021，47（12）：121-123.DOI：10.13719/j.cnki.1009-6825.2021.12.045.

[5]张飞雷，何源，李铮，钟涵，许超.狭小空间大直径盾构整体平移转体施工技术——以孟加拉卡纳普里河底隧道为例[J].隧道建设（中英文），2022，42（S1）：459-465.