

北京石景山混凝土斜拉桥转体施工

周庠天 孙毅峰 向宝城 肖红文

(柳州欧维姆机械股份有限公司 545005)

摘要: 简要介绍北京市五环路石景山混凝土斜拉桥转体施工工法、设备及相关技术。

关键词: 转体斜拉桥 工法 ZLD自动连续顶推系统

1. 工程概况

北京石景山混凝土斜拉桥是北京市五环路的标志性工程,位于北京石景山南站咽喉区,现有电气化铁路7股道,远期规划为11股道,行车密度大,平均每3分钟就有一趟列车通过,为避免对铁路产生频繁的干扰,经反复论证,采用了转体法施工的预应力混凝土曲线斜拉桥方案。

该桥主桥为45m+65m+95m+40m四跨连续独塔单索面的预应力混凝土部分斜拉桥(图1)。

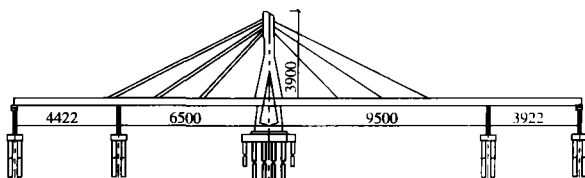


图1 石景山南站高架桥桥型布置示意图(单位:cm)

2. 技术难点

转体施工在我国已经是一项较为成熟的施工技术,但该桥有其特殊性:其一,它是我国转体吨位最重的桥梁,其单铰转体吨位为世界之最;其二,将转体施工技术应用于混凝土斜拉桥,为国内首创。

设备选型及施工方案必须解决以下几个问题:首先,由于混凝土的性质及桥梁结构的特殊性,转体施工对结构产生的冲击能否控制在合理的范围是保证结构安全的关键;其二,既要在规定时间内转体到位,从而最大限度地减少对铁路运输的干扰,又要选择合适的转体速度,以减少对结构的冲击,更重要的是将惯性控制在合理的量,这是超重超大结构实现精确定位的难点;

再者,保证以力偶矩均匀连续地提供转体动力,避免结构产生倾覆,保证在启动之后始终在动摩擦状态下转动。

3. 设备选型及相关计算

根据本工程的实际情况,结合转体施工法的一些经验,主牵引系统选用柳州欧维姆机械股份有限公司的ZLD自动连续顶推系统。该系统性能可靠稳定,操作维护简便,安装快捷,在广西梧州桂江三桥、广州丫髻沙大桥等工程中有很好的表现。根据工程实际,设计一个力偶矩作为转体动力,转体千斤顶额定顶推力为2000kN,相对动摩阻动力储备系数2.3;牵引索采用 $2 \times 19 \phi 15.24$, 2000MPa级钢绞线,相对静摩阻,按1860级标准值考虑,安全系数为2.88;考虑结构安全及安全制动、精确定位及施工时间限制,主梁端水平线速度不大于1.2m/min,则平转角速度为不大于0.02rad/min,实际转体总角度为 49° ,转体时间不大于120min。综上所述,实际折合的千斤顶牵引速率应当在3.3m/h~6.6m/h之间选取合理的值,应综合考虑泄漏、容积效率及转体千斤顶的技术参数,以及转体千斤顶前后顶行程连续衔接中惯性的作用,以保证转体结构匀速平转。选用液压泵站流量设定为6L/min,则折合千斤顶牵引速率为4.5m/min。

4. 转体工法

设备的布置见图2,转体部分主梁布置见图3,应用液压同步及电气同步原理,控制系统将传感器反馈的信号进行分析,根据步进行程发出控制指令,自动地协调控制各泵站单元以及相应

千斤顶的动作。操作者接到指示后启动系统，整个系统在主控台的控制下自动运行，在监测人员的监控下，完成转体施工。

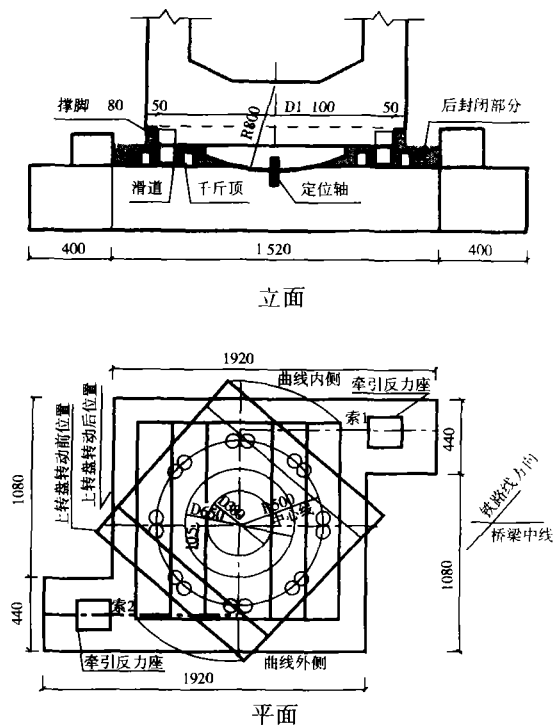


图2 转体系统总布置 (单位:cm)

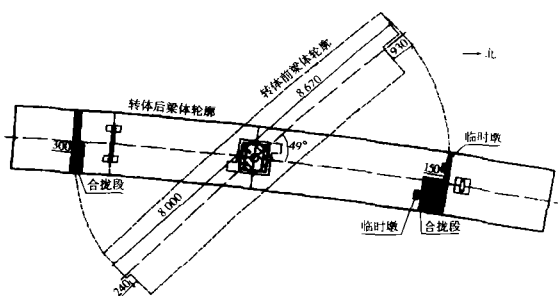
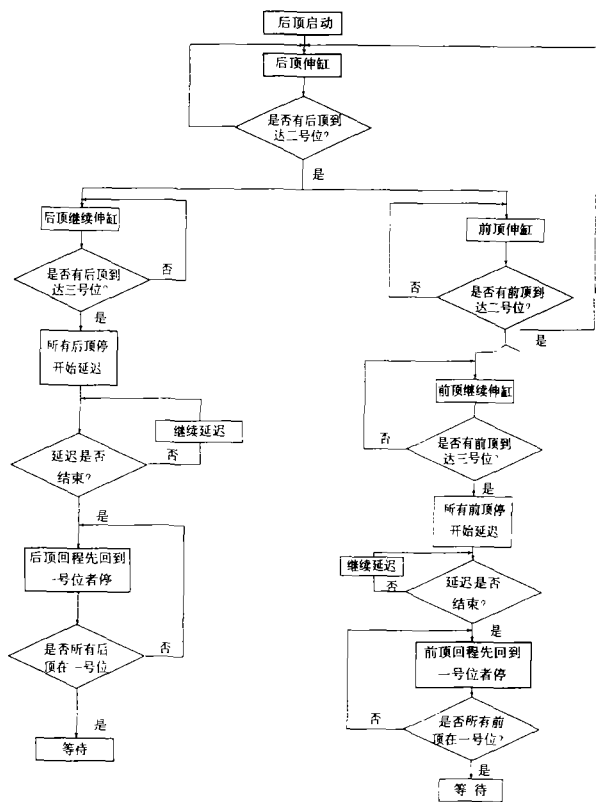


图3 转体部分主梁布置 (单位: cm)

考虑实际工况与理论计算的误差，转体系统中还设计安装了助推系统，作为静摩擦阻力偏大情况下的应急措施，以及精确定位的辅助手段；同时，在主牵引系统的程序设计及结构中，也预备了克服静摩擦阻力的重要手段，保证做到万无一失。图4、图5为现场情况。

工法如下面框图所示。



5. 结束语

工程于2003年8月6日下午顺利完成，用时68min，未使用任何备用的助推限位等辅助手段，直接依靠主牵引系统实现转体并精确定位，最终合拢误差仅为2mm。该工程的成功，标志着ZLD自动连续顶推系统有能力满足混凝土斜拉桥这种耐冲击能力较钢结构差的型式，也刷新了国内转体吨位和世界上单铰转体吨位的记录，为丰富施工手段进行了有益的尝试。



图4 转体中的斜拉桥

(下转第23页)

4. 汽包倾斜吊装施工

4.1 汽包由平板车运至炉膛底部,卸车后将汽包按就位时方位找正后用 $\phi 39\text{mm}$ 、长60m的钢丝绳将汽包捆绑好。通过下扁担梁、吊架、构件夹持器及钢绞线与炉顶的液压提升千斤顶联接成一个起重系。将2根U形吊杆在安装位置处用钢丝绳、链条葫芦临时固定好。

4.2 使用专用的预紧器在炉顶对每一根钢绞线进行预紧,初步保证每根钢绞线受力均匀。

4.3 经检查合格后进行试吊,同时启动2台LSD2000C液压提升千斤顶将汽包同步吊离炉膛底部的支承,静止10分钟。

4.4 调整。首先将汽包的前端提高,并在汽包的尾端用1台5吨的卷扬机施加一水平牵引力,强制汽包向炉右偏移,使汽包的前端越过标高EL12.600m层的联接横梁,使汽包的水平投影落在②~④轴间。

4.5 正式起吊。调整完毕,同时启动2台LSD2000C液压提升千斤顶将汽包同步。当汽包尾端下缘越过炉左43.400m标高后,单独启动炉右的液压提升顶将汽包调整水平,期间需要倒链及炉右的另一台液压提升千斤顶的短暂配合。汽包调整水平后,2台液压提升千斤顶再同步将汽包提升至标高EL62.500m的附近。

4.6 水平滑移。当汽包初步提升到位后,在每个吊装框架梁上各用2个5吨链条葫芦水平牵引汽包辅助吊装框架向炉前滑移3.600m,至汽包就位位置。

4.7 安装吊杆。手动操作液压提升设备,辅以倒链葫芦对孔穿销。松钩,将汽包的负重转移到锅炉。拆除有关吊具。

5. 结束语

蒲圻电厂2X300MW机组1#锅炉汽包吊装,由于方案周密,准备工作充分,使吊装工作得以安全、顺利的完成,特别是液压系统运行的平稳性,使得吊杆的安装异常顺利。但吊装过程中也发现了不足之处:

(1)、提升速度偏慢。为保证提升精度从起吊至汽包就位耗时2天,而传统的卷扬机则可在一个工作日内完成此项吊装工作。

(2)、吊点位置不当,致使汽包的 actual 倾斜角度大于理论选定的 35° ,目测观察接近 40° 。导致汽包前端与钢架联接横梁的净空偏小,而尾端净空较大。

随着火力发电机组容量的提高,锅炉汽包的重量也越来越大,精确掌握汽包倾斜起吊过程各种参数的变化,保证汽包吊装的安全是工程技术人员需要考虑的课题。钢索式液压提升设备安装灵活、安全可靠的特点,是火力发电机组安装施工中值得推广施工技术。

参考文献

[1]汽包吊装方案.湖北电建一公司蒲圻电厂项目部编

(上接第20页)

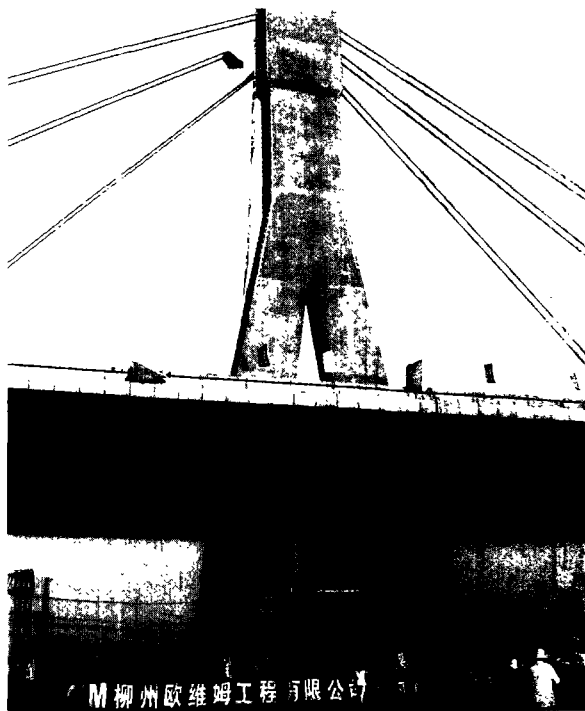


图5 转体现场

参考文献

- 徐升桥,陈国立等.北京市五环路曲线斜拉桥转体施工设计.铁道标准设计,2003(10)
- 肖仁富,龙跃等.液压提升技术的研究开发与应用. OVM通讯,2002(6)