

# 浅议钢塔斜拉桥施工技术控制要点和难点

陈宪明

山东省东明县行政审批服务局 山东 菏泽 274500

**摘要:**斜拉桥又称斜张桥,是将主梁用许多拉索直接拉在桥塔上的一种桥梁,是由承压的塔、受拉的索和承弯的梁体组合起来的一种结构体系,主要由索塔、主梁、斜拉索三部分组成,索塔型式主要有A型、倒Y型、H型、独柱等,材料有钢和混凝土的。通过对斜拉桥钢结构施工技术的研究和实际应用,认为该施工技术的成功应用,为今后类似工程的施工积累了丰富的经验。通过研究总结钢塔斜拉桥施工技术控制要点和难点,形成了一套快速、安全、可靠的施工方法,实践证明,该施工技术具有较好的实用性、先进性和科学性。

**关键词:**钢塔斜拉桥;施工技术;控制要点和难点;

## 1 钢主塔力杆式支架支撑体系的施工

钢主塔力杆式支架支撑体系安装工艺为:基础施工→Z1支架安装→Z3(Z4)支架安装→Z4支架安装→Z2支架整体安装。

格构柱基础为准630mm×10mm钢管桩,钢管桩横桥向间距为3.1m,顺桥向间距为2m,横桥向间距为3.1m,钢管中部之间通过槽钢14a、角钢∠75mm×6mm进行连接固定。顶部通过焊接与CZ-4/5、CZ-5/6节段环缝处H600mm×300mm分配梁进行连接。



东明县跨万福河上的“网红桥”

钢塔3段吊装前,应预先安装与钢塔3段连接的支架Z1,并随钢塔一起吊装。钢塔段3吊装焊接完成后,开始一期钢塔Z1支架安装。整台Z1地面拼装成一体,采用350t履带吊装。首先,Z1的上端应准确地系泊在钢桥塔3段牛腿的预定位置,并临时固定。然后将Z1的下端牢固地焊接在主钢梁顶板的支撑位置上,最后将Z1的上端与牛腿之间的焊缝焊接好<sup>[1]</sup>。

二期钢塔支架的安装应在第7节钢塔安装完毕后,在

**\*作者简介:**陈宪明,1976年8月出生,男,高级工程师,青岛农业大学土木工程系土木工程本科专业毕业,主要从事水利工程规划、设计、施工监理与建设项目管理工作,后选调到东明县行政审批服务局从事工程建设审批工作。电子信箱:chenxianming\_1978@163.com。

塔内C50自密实补偿收缩混凝土顶进施工前进行。同样,Z2支架和钢塔支架应提前安装在7节钢塔上,并与钢塔一起吊装。主管道Z3、Z4与连接管整体(共2根)焊接在地上。吊耳分别焊接在Z3管和Z4管的交叉处进行吊装。焊接完成后,将两根Z4管之间的连接管焊接成一个整体。完成Z4'地面焊接,先将Z4'支架与Z3(Z4)支架焊接,再与钢塔端部焊接。

Z2支架在地面分两段焊接,长度分别为24m和25.8m,两段分别吊装至桥面,然后整体焊接吊装。350t履带起重机与130t汽车起重机吊装在一起。对齐后应尽快施焊,待焊接完毕后,方可松开吊钩。

电缆张拉完成后,按与安装相反的顺序拆下钢塔支架。首先切断支架Z2之间的横向连接和对角撑杆。然后用350t履带吊吊起Z2左侧钢管上部,切断Z2左侧钢管与主塔、Z3/Z4支架、钢箱梁的连接点,将其吊至地面。用同样的方法拆下直钢管Z2。首先切断Z4'支架的横向连接。用220t汽车吊起Z4'支架左侧钢管,切断主塔钢管和Z3/Z4钢管,吊至桥下。用同样的方法拆下Z4'支架右侧的钢管。首先切断Z4之间的横向连接管,然后用220t汽车吊至Z3/Z4支架左上部,切断左侧与钢箱梁的连接点,将Z3/Z4左侧整体吊至桥下。最后,用同样的方法拆下右侧Z3/Z4支架。首先切断支架Z1之间的横向连接和对角撑杆。然后用220t汽车将Z1左侧提升至1000mm。对于16mm钢管上部,Z1左侧钢管与主塔、钢箱梁的连接点应采用切割依次切断,然后吊至地面。用同样的方法拆下直钢管Z1。

## 2 关键技术要点及难点解决思路

钢塔竖向旋转产生的拉力作用在承重塔上,分为两部分:一是竖向力,通过塔身传递到主墩;另一部分是

水平构件，通过天平传递到锚上。其合理设计直接关系到竖向施工的成败，因此必须认真设计和施工。设计时应充分考虑以下因素：承重塔刚度、承重塔抗扭强度、承重塔抗风、承重塔承载力、承重塔稳定性。如果这些问题得不到解决，塔身将不稳定，导致竖向施工失败。

该方案的关键和难点在于承重塔的同心、同步、平衡和竖向设计。用最简单的三点法控制同心问题。同步问题是所有六个千斤顶泵站都由自动控制台连接和控制。平衡问题是在垂直旋转过程中，对承重塔顶部位移进行测量和监测。根据测量数据调整后锚固千斤顶，实现升降台。塔身设计是在力仿真的基础上，建立相应的模块并进行计算。在垂直旋转过程中设置感应板，测量承重塔构件的应力利用率，为垂直旋转过程提供数据。应使用23B塔式起重机安装承重塔。塔机安装应考虑塔机吊装范围内的额定起重能力。塔吊应固定在距承重塔根部45米处的承重塔上。承重塔布置在8#墩中心，塔中心与桥梁中心重合，充分利用主塔承载力大的特点，解决承重塔基础沉降不均匀的问题，保证承重塔稳定性<sup>[2]</sup>。

以下比例进行20%、40%、60%、80%、100%的分级加载，直至主塔拆除为止，加载时应及时调整后拉索张力，监测承重塔顶部挠度，使承重塔顶部最大挠度小于120mm。钢塔与支架达到分离状态后，调整后拉索力，使承重塔顶部垂直偏差控制在30mm以内，加载时监测各应力监测点的应力值，并对各部位进行仔细检查：垂直承重塔检查。主要检查结构的变形和稳定性；垂直旋转主塔变形及焊缝检查；垂直控制系统检查；垂直旋转设备检查；空气停止控制；地面试吊后检查。钢塔与支架分离后，承重塔及相关设备满载。此时应对设备、部件和主要起重机组进行检查，同时检查加载过程中各测点数据理论计算值的偏差，并做出下一步的工作决策。

正式垂直旋转应按以下程序进行并记录：操作→观察→测量→验证→分析→决策。垂直旋转过程的实时监控：（1）各吊点吊重监控。通过安装在各提升油缸上的压力传感器，将各点油压信号传输至主控计算机，通过油压监测该点负荷是否在允许范围内；监测结构的空中姿态。测量各点的高度和距离，通过各点安装的长行程传感器监测各吊点的高差；结构安全监测。在钢塔吊装过程中，对承重塔、钢塔等结构的安全进行监控，根据理论计算结果，对吊装过程中受力较大的部位进行监控：承重塔上平台梁：左下梁1根，右下梁2根；承重塔柱中部：左侧2根，右侧4根；下横梁腹板下部：左2右4；下横梁底板：左1右2；下横梁顶板：左2右4；钢塔中

心：每侧2座，共4座。

### 3 塔柱节段吊装

吊装前，应将导轨和定位板焊接在已安装的立柱顶部内外，以便于塔脚的定位。4点起吊450t履带吊，吊塔段（塔段吊点用63（6）元）×37+1）钢丝绳。下部吊点配有2套20t倒链，便于调整柱脚角度。将其吊至下部立柱上方，轻轻回钩，使柱脚底面与导向定位板对齐就位。通过坐标测量定位，然后通过压销、机械千斤顶等调整位置，然后开始焊接，当焊接到50%时，450t履带起重机的吊钩准备好进行下一步。

根据钢塔平面基础布置图，确定塔脚几何尺寸，四周焊接挡块，便于塔脚定位。焊接塔段四边的调整螺栓，用450t履带吊起塔柱，然后用轻回转吊钩吊到基础上方，将塔脚纵横轴线与塔脚基础预埋件纵横轴线对齐，然后测量塔柱的空间位置。并用调整螺栓、千斤顶和倒链调整位置（图7）。焊接应在完全调整后，临时支架应采用25t汽车吊装加固，柱脚焊接至50%时，450t履带吊吊钩应准备好进行下一道作业。

在测量过程中，最重要的不确定因素是测量点工作的稳定性。考虑到钢丝绳塔安装所需的工艺流程和高精度，在试验过程中采用带测量杆的棱镜，很难保证测量精度和满足技术要求。因此，在测试工作中采用瑞士进口的高精度球面棱镜，充分利用其高精度、易定位、方便灵活的优点，保证测量目标点的位置精度，保证全站仪新设备在工业测量中发挥其快速、方便、准确、可靠的优势。为实现钢丝绳塔安装过程的检验和最终产品的质量。日出前应控制测量时间，尽量避免温度引起的柱变形影响测量结果<sup>[3]</sup>。

### 4 钢塔斜拉桥关键工程施工质量与安全风险防控措施

通过对桥梁主要工程质量安全风险的识别、评价和分析，制定防治措施，现场调查、分析、专家调查等方法，将水下承台施工、主塔施工、桥梁主梁施工紧密结合起来。以主体结构质量安全风险、临时结构安全风险、人员安全风险、环境影响风险、系统建设风险为重点，根据施工各阶段质量安全风险评价结果和现场情况，编制了施工各阶段施工质量安全风险防控措施，编制了《施工质量安全风险手册》和《桥梁主要工程防控措施》，并分发施工单位使用。

本项目在《桥梁建设工程数字化管理系统》中编制了《桥梁关键工程施工质量风险防控措施手册》。在桥梁基础承台、主塔、主梁等关键施工阶段的施工现场，质检员通过笔记本电脑对系统各施工阶段质量风险防控

措施的落实情况进行检查。质量风险防控措施的实施数据通过网络存储在服务器上,供网络管理人员查阅<sup>[4]</sup>。

#### 结束语:

通过对钢塔斜拉桥施工技术控制要点和难点的研究,进一步探索性掌握钢塔斜拉桥施工技术方法和发展趋势,特别是在新技术、新材料、新工艺的采用和先进管理体系的投入上等提高钢塔斜拉桥的施工质量和实用功能。在国家进入“十四五”建设新时代背景之下,人民对交通桥梁发展赋予了更高的要求。明确质量要求,确定施工要点和难点控制办法改善现有技术,对促进钢塔斜拉桥施工建设行业更好更快发展具有一定的借鉴意义。

#### 参考文献

- [1]吴宏斌.钢管拱自密实混凝土泵送顶升施工应用技术研究[J].公路,2018,63(07):196-198.
- [2]焦晓光,郭向柯,李元可,梁金科,杜康武.钢管顶升混凝土配合比设计与施工技术研究[J].混凝土,2018(12):144-147+152.
- [3]段新华,王宜彬,司崇鲁,韩成帅,马野.大截面异形钢管柱混凝土泵送顶升施工技术[J].施工技术,2017,46(23):80-83.
- [4]杨基好.超大直径钢塔斜拉桥自密实补偿收缩砼顶升施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2019(16):122.