

# 架桥机结构件组装质量要素及管控要点分析

李尚君

(中铁十一局集团汉江重工有限公司 湖北 襄阳 441000)

**摘要:** 为了进一步提升新时期桥梁施工的综合质量,本文围绕架桥机的施工应用展开分析,以具体的案例作为切入点,阐述了JQ1000A型架桥机的基础结构,分析了在结构件组装过程中存在的主要影响因素,严格按照相关标准依据,围绕着架桥机的主梁、支腿等重要结构件的组装步骤进行分析,提供精细化的质量管控方案,希望能够为当前的桥梁施工提供参考。

**关键词:** 架桥机; 结构件; 组装质量要素; 管控要点

## 1 JQ1000A型架桥机的结构特征

JQ1000A型架桥机是当前大型桥梁工程中应用较为广泛的设备,其主要采用步履式工作方式,主体结构如图1所示。该种类型的架桥机利用单跨筒支梁模式,需要将桥梁主体结构运送到架桥机的后侧,从后侧缓慢驶入架桥机内部,架桥机在拾取了梁体结构之后,运梁车可以返回装现场进行下一片桥梁装载。在实际驾驶的过程中,架桥机通过后支腿驱动的方式进行纵向平移,架桥机的机臂和前支腿会采取换部中移的方式进行过孔作业。

为了确保架桥机能够安全、稳定运行,架桥机的组装质量显得尤为重要,组装前需要进行架桥机拼装支架的安装,然后按照支腿、主梁、吊装机构、电气系统、动力系统、液压系统、安全监控预警系统的顺序进行组装。组装完成后要进行空载调试、重载调试、性能检测等一系列试运行,整体调试完成达到架梁条件后开始正式过孔作业。

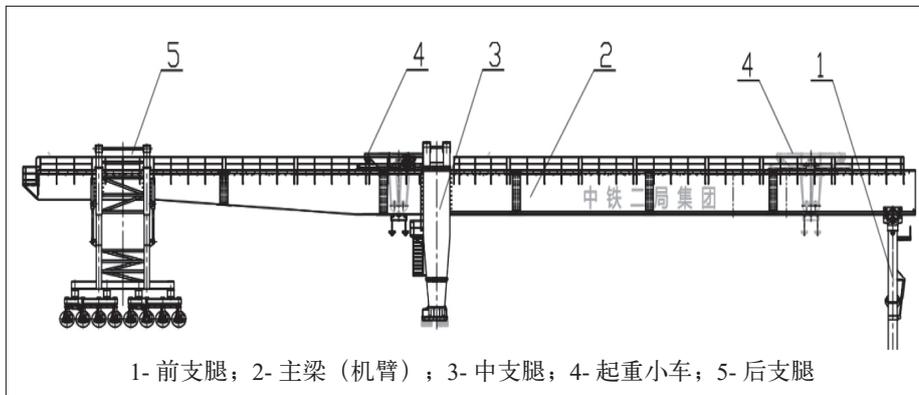


图1 JQ1000A型架桥机的主体结构

## 2 影响架桥机结构件组装质量的主要因素

由于架桥机的整体结构较为复杂,在组装过程中会存在部分因素对结构件的组装造成影响,影响架桥机系统的正常运行,从而导致施工隐患。识别并控制这些影响因素,能够有效提升架桥机结构件的安装质量。

### 2.1 主梁组装质量缺陷

在主梁组装的过程中存在的质量缺陷及影响因素主要有以下几个方面:

(1) 直线度是影响组装质量的核心因素之一。主梁是架桥机运行过程中的主要支撑结构,由多个节段组成,各节段利用高强度螺栓进行连接。其水平方向的直线度会直接影响架桥机运作过程中的跨距精度,直线度若出现较大偏差,无论是过大还是过小都会导致起重小车运行阻力增加,甚至会导致其出现脱轨现象<sup>[1]</sup>。

(2) 轨道接头平面高差和错边对于结构件组装也会产生影响。

轨道接头主要设置主梁顶板上,若轨道接头出现错边或者高差,会直接导致起重小车平稳性下降,影响小车的运行状态,使其出现明显的卡顿或者冲击载荷,不仅会影响架梁施工效率,也会造成设备安全隐患。

(3) 跨度偏差的出现会导致架桥机左右两侧的箱形主梁跨度偏差增加,一旦超过允许值,起重小车运行状态会受到影响。间距偏小

会增加起重小车的阻力；间距偏大会导致起重小车脱轨。

### 2.2 支腿组装质量缺陷

由于整体架桥机包括三个不同位置的支腿，在前期安装的过程中，存在的主要问题需要围绕着不同的结构进行分析。

(1) 前支腿主要质量问题往往是在架梁时出现的螺栓连接问题。例如螺栓孔和螺杆之间出现较大空隙，导致上下结构出现位移，上下结构的几何中心错位会影响受力状态，进而导致架桥机的整体运行稳定性下降。

(2) 针对架桥机的中支腿而言，出现的主要问题往往是刚性连接问题，例如，中支腿与主梁之间的连接质量较差，连接精度不符合标准，会直接影响金属结构的受力性能，从而导致架桥机稳定性较差<sup>[2]</sup>。

(3) 后支腿从结构和使用性能的角度来讲，和中支腿一样，和架桥机的主体结构之间是刚性连接，在安装的过程中若连接精度不符合标准，也会影响受力状态。

### 2.3 连接板表面质量缺陷

JQ1000A型架桥机的主梁涉及了多个连接板，需要进行拼装之后才可以投入使用，这也就导致主梁顶板和腹板的节点处成为薄弱位置。在使用的过程中，通过摩擦面的接触传递载荷。露天环境以及外界自然气候的侵蚀，会对摩擦面造成较为严重的影响，不仅会降低摩擦系数，还会影响结构的传力效果。长时间使用，极有可能出现连接板滑移的现象，不仅会影响结构稳定性，还会造成较为严重的施工风险。

### 2.4 螺栓副连接质量

JQ1000A型架桥机的主梁是通过多个主梁节段组装起来的，相互之间会利用高强度螺栓进行连接，若螺母和垫圈的安装方向存在差异，会影响结构的传力效果。一旦螺栓的拧紧力矩不足，会导致结构可靠性下降，进而出现较为严重的连接板滑移情况。

## 3 架桥机结构件安装质量控制方案

架桥机的结构稳定性以及安全性将直接影响桥梁工程施工的质量，因此在实际施工期间，必须将重点放在架桥机前期的结构件组装方面，控制以上一系列影响因素之后，秉承精细化管理的原则进行细节调控，着重把控安装要点，全面排除安装隐患。

### 3.1 组装质量要素和标准允许偏差的把控

结合架桥机设计单位给出的相关资料，严格按照特种设备的技术规范进行安装管理，在架桥机安装结束之后，需要围绕其中的施工质量影响要素以及指标偏差进行检测，确保所有的偏差数值控制在允许范围内，这样才可以投入施工使用。指标偏差的详细数据见表1<sup>[3]</sup>。

表1 架桥机结构件组装偏差数值允许范围

结构名称	组装质量要素	允许偏差	备注
主梁	跨中最低点/mm	低于水平线 ≤ 34	一、二号柱之间
	直线度/mm	± 15	指单侧主梁的直线度
	轨道接头间隙/mm	2	
	轨道接头高差/mm	1	
	轨道接头错边/mm	1	
	跨度(中心距)/mm	± 8	两主梁跨度设计值为 9000mm
前支腿	上下节段同轴度/mm	2	暂无技术规范，以现场经验为据
中支腿	与主梁的垂直度/mm	4	设计未明确，参照《通用门式起重机》 $h_1 \leq H_1/2000$
后支腿	与主梁的垂直度/mm	4	
钢结构	高强度螺栓拧紧力矩/mm	$T_c \pm 10\%$ 以内	$T_c$ 为施工力矩

### 3.2 质量控制要点分析

架桥机结构件较为复杂，在安装的过程中质量控制要点较多，为了进一步提升其稳定性，本文选择具有典型性的质量控制内容进行分析，详细如下。

#### 3.2.1 主梁组装质量控制要点

(1) 主梁组装的质量控制，需要围绕不同的施工环境进行分析。单根主梁进行组装时，主梁的直线偏差控制要从以下两个角度分析。第一，通过目测的方式观察主梁是否存在变形情况，对各个结构件的几何尺寸进行严格测量，对照前期的设计图纸分析是否存在较大差异。第二，在具体组装的过程中每完成一个主梁结构的拼接，需要检测和上一个结构之间的直线偏差度是否控制在允许范围内。在整个主梁拼接完成之后，及时检测水平方向的直线度累积误差。

(2) 针对两根主梁的跨度偏差，主梁与横梁连接时应采用冲钉定位，冲钉中间部分圆柱体的长度不

小于各连接板厚度总和,冲钉直径应比孔径略小<sup>[4]</sup>,这一数值往往控制在0.2~0.3mm。在螺杆穿入孔眼之后,不能立即进行固定,需要检测两根主梁的中心线间距是否符合标准,若偏差较大,可以通过液压千斤顶进行针对性调整,符合标准之后才可以进行固定。

(3) 针对轨道接头出现的质量问题,主要关注轨道接头的组装质量及错位情况。在组装作业的过程中,要严格按照测量结果分析主梁在垂直方向及水平方向上是否稳定,需要通过现代化仪器设备进行检测,合理地控制其偏差。利用液压千斤顶进行细节调整时,施顶位置应尽量选择在主梁端部的加筋位置,避免局部压应力过大造成结构变形。

### 3.2.2 支腿组装质量控制要点

支腿结构的安装需要考虑前后的连接性作业内容,打造全面的质量管控方案,这样才可以提升支腿安装的质量。首先需要进行架桥机拼装支架的安装,要结合施工现场的实际情况,在施工区域的场地上做好支架设置,通过汽车起重机进行安装施工。支架安装结束之后,还需要进行强化支架的安装,要结合现场实际施工情况,对桥墩进行二次加固,桥墩承受架桥机安装的过程中也需要进行加固,在其两侧设置工字钢,确保其稳定性。前期准备工作做好之后再行支腿安装,需要结合架桥机的整体结构,分阶段进行前中后三个支腿的组装。

组装前支腿时,上下的柱体结构必须保持垂直,并且利用冲钉进行定位。在定位措施未采取之前,严禁进行组装。进行常规定位之后,还需要检测上下结构的同轴度偏差是否控制在允许范围内,符合标准才可以进行螺栓紧固。

中支腿的结构件及中支腿与主梁之间均采用高强度螺栓连接,在安装的过程中依旧需要通过冲钉定位,然后才可以进行螺栓紧固,并且要检测支腿和主梁之间的垂直度偏差数据,要严格控制允许范围内。

后支腿虽然与中支腿结构有所不同,但是组装质量管控的各个流程及细节有一定相似性,可以按照上文所论述的内容进行组装和质量控制。

需要注意的是,在实际安装的过程中,还需要考虑后续主梁安装的各项需求。例如某工程在施工期间选择边拼装边过跨的方式进行作业,当架桥机主梁向前延伸到58m时,继续加长架桥机主梁,将天

车开到后面作配重。这时需要将关注点放置在支腿结构上,需要及时收缩中支腿油缸,并且对中、后支腿水平高度进行调节,保持前后平衡,确保各个支腿受力均等,避免出现结构变形或者偏移的现象。

### 3.2.3 高强度螺栓施工质量控制要点

在螺栓安装的过程中,由于架桥机所使用的螺栓都为高强度螺栓,每一个节点上都需要穿入临时螺栓或者冲钉,这样才可以确保所有的连接细节可靠,数量要控制在螺栓总数的1/3左右<sup>[5]</sup>。高强度螺栓的安装必须在整体结构件中心位置调整之后进行,安装期间避免强行穿入。螺母带圆台面的一侧需要和垫圈有倒角的一侧对接,若在安装的过程中使用大六角高强度螺栓,那么垫圈有倒角的一侧,需要朝向螺栓的头部。最终拧紧之后,螺栓的外露丝扣需要控制在2~3扣以下。

安装高强度螺栓时,在每个节点上应穿入临时螺栓或冲钉。高强度螺栓安装应在结构构件中心位置调整后,安装高强度螺栓时,严禁强行打入。螺母带圆台面的一侧应朝向垫圈有倒角一侧,对于大六角高强度螺栓,垫圈有倒角的一侧应朝向螺栓头部。

架桥机主梁、支腿等钢结构高强度螺栓的旋拧一般采用转矩法,需要分成三次分别拧紧。大型的螺栓群,每次需要从中央向外侧进行分别拧紧。三次不同的操作都需要在1天之内完成,这样才可以确保整体结构不会出现变形。在第1次拧紧的过程中,需要利用活动扳手通过人工方式进行作业,第2次以及最终拧紧需要采用定转矩电动扳手进行作业<sup>[6]</sup>。为了避免出现遗漏,每次作业之后需要在螺母上用油漆做标记。

其中部分架桥机使用高强度大六角螺栓进行连接,其具体的拧紧力矩要综合施工拉力( $P_c$ )、螺栓公称直径( $d$ )以及转矩系数平均值( $k$ )进行计算,其中的转矩系数平均值往往来源于厂家给定的相关资料,或者通过前期试验得出。明确了以上几项数据之后,结合以下公式进行计算:

$$T_c = k \cdot P_c \cdot d$$

本文所论述的是JQ1000A型架桥机,其钢结构选择高强度螺栓进行连接,具体的施工转矩参数见表2。

在螺栓拧紧之后,需要严格按照不同类型螺栓的施工质量检查标准进行最终的检查,比如大六角头

表2 高强度螺栓扭矩参数设定

公称直径 /mm	性能等级	施工预拉力 /kN	终拧力矩 /Nm	连接部位
24	8.8	195	$k$ 值确定后计算得出	三号柱立柱连接梁
24	10.9	250	$k$ 值确定后计算得出	主梁腹板、一、二、三号柱
30	10.9	390	$k$ 值确定后计算得出	主梁盖板、二号柱横梁

高强度螺栓，需要利用 0.3kg 的小锤敲击螺母，通过声音以及反馈分析是否出现了漏拧现象。每一个节点需要严格按照螺栓总体数量的 10% 左右进行抽查，且最低数目不得小于两个。在检查的过程中需要在螺杆端面和螺母上画一条直线，先将螺母拧松 60°，然后利用力矩扳手重新拧紧，确保两条线重合，此时检测力矩值，和标准力矩值之间的差距要控制在 10% 以下<sup>[7]</sup>。

在螺栓拧紧力矩检查结束之后，还需要及时地进行连接板的检查。连接板检查是按照高强度螺栓拧紧之后的标准进行检查的，首先要确保所有的连接板缝及时封堵，避免水分进入；另一方面要观察连接板位置是否会出现平移问题。除此之外还需要及时进行负载试验，按照空载试验、静载试验和动载试验三个流程进行检测。确保各项实验数据符合标准，且通过质量认定之后才可以投入使用。

#### 4 结语

本文在具体架桥机型的基础上展开分析，围绕施工过程中可能出现的典型问题进行讨论，确定了在架桥机组装的过程中，需要做好以下三个方面的作业：(1) 在施工之前必须严格地进行各个结构件的质量检测，按照架桥机组装的专项方案制定组装工艺，明确具体的控制要素以及允许偏差范围；(2)

在主体结构组装的过程中，要将重点放在连接节点、连接零件、支撑结构的承载能力方面，要及时清除关键结构件的油污和杂物；(3) 在组装期间必须做好全过程的细节控制和质量控制，打造精细化的管理体系，这样才可以确保所有的数据和指标维持在标准范围内，能够为后续的桥梁工程施工提供保障。

#### 参考文献：

[1] 王显鹤，何菟，王冰. 架桥机安装拆除施工技术研究 [J]. 中国电力企业管理, 2022(03):92-93.

[2] 胡献标. 架桥机在铁路桥梁施工中的应用研究 [J]. 科学技术创新, 2021(14):120-121.

[3] 周力，旷开强. 双导梁架桥机架设组合梁现拼段钢梁施工技术 [J]. 交通世界, 2020(11):141-142.

[4] 纪曙任. JQG 系列架桥机的结构与具体应用 [J]. 交通世界(中旬刊), 2020(04):141-142.

[5] 焦国敏. 新型架桥机金属结构减量优化设计与仿真研究 [D]. 太原: 太原科技大学, 2018.

[6] 熊胜平. 架桥机安全技术检验研究 [J]. 建材与装饰, 2017(14):142-143.

[7] 曾唯. 架桥机悬拼工艺研究 [J]. 建设科技, 2016(12):141-142.