

# 流溪河特大桥项目千吨级钢箱梁整体安装施工实践

王磊

中铁三局集团有限公司广州白云站项目部

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7488

**[摘要]** 千吨级钢箱梁整体安装施工难度较大，所以在安装前必须设计方案，做好详细规划，为后续安装奠定基础。本文以流溪河特大桥项目为例，研究千吨级钢箱梁整体安装施工工法，根据工程整体情况设计安装施工工艺方案并总结工艺方法要点，旨在结合实例总结千吨级钢箱梁整体安装施工技术要点，为相关工作建设提供参考。

**[关键词]** 流溪河特大桥；千吨级；钢箱梁；整体安装施工

## Overall installation and construction practice of thousand-ton steel box girder in Liuxi River Bridge project

Wang Lei

Guangzhou Baiyun Station Project Department of China Railway Third Bureau Group Co., Ltd.

**[Abstract]** The overall installation and construction of the thousand-ton steel box girder is difficult, so it is necessary to design a scheme and make a detailed plan to lay the foundation for the subsequent installation. This paper takes the Liuxi River bridge project as an example, studies the overall installation and construction method of the thousand ton steel box girder, designs the installation process scheme and summarizes the key points of the overall situation of the project, aiming to summarize the technical points of the overall installation of the thousand ton steel box girder combined with examples, so as to provide reference for the related work construction.

**[Key words]** Liuxi River bridge; thousand ton class; steel box girder; overall installation construction

钢箱梁桥梁具有稳定性良好，跨越能力优良的技术优势，在当前我国桥梁施工中广泛应用。其中特大桥项目钢箱梁施工难度较大，主要原因在于钢箱梁工程量比较大，重量可达千吨级，给安装施工带来困难，安全风险也比较大。所以，为确保特大桥项目千吨级钢箱梁整体安装施工高效开展，工程技术部门非常重视研究千吨级钢箱梁整体安装施工方案。流溪河特大桥项目是千吨级钢箱梁项目，所以该工程施工中根据实际情况设计专业的钢箱梁安装施工方案，切实保证钢箱梁安装施工高效开展。

### 一、流溪河特大桥项目及钢箱梁安装整体情况

中铁三局集团有限公司针对流溪河特大桥四线混合连续梁，采用了钢混结合箱梁结构形式，相较于传统的混凝土预应力箱梁，减小了结构自重和梁高，有效提高了桥梁的跨越能力。同时，采用整体吊装施工的方案，还减少了悬灌节段数，大幅缩短了施工工期，减少安全隐患，节约施工成本，加快了工程项目建设进度。

### 二、流溪河特大桥项目钢箱梁安装工艺设计研究

#### （一）工艺原理

首先在钢箱梁制造厂内进行制造大节段，制造完成后，按

计划日期分段吊装至运输船，然后进行梁段拼长焊接后加固，码缝完成后焊接环缝焊缝，探伤合格后进行涂装施工。为保证注浆吊装时桥段稳定，采用八字锚进行固定。根据现场合龙段实际数据，对钢箱梁现场配切。然后进行试提升试验，无误后正式吊装和焊接、桥位涂装并进行线性检测（如图1）。

钢箱梁通过桥面提升架提升到位后，需要进行焊接，因此要钢箱梁接口精确匹配、接口连接。实际施工中，受各种因素影响，导致钢箱梁所受合力方向与桥梁纵轴线不完全一致，因此产生过程中主梁偏移现象。产生梁体偏位的主要原因有：工厂制造误差、二次拼装误差、提升设备自身误差等，在安装过程中需进行多种梁体线性偏移监测，分别为在钢箱梁前端和尾端顶面设立中线偏移监测点，安装过程中连续观察，出现偏差及时进行调整，监测点按设计线型安装到位。

#### （二）工艺特点

1. 环保效果好。钢结构建筑使用的原材料都是可回收的钢材，这些钢材都可以循环使用很多年，并且质量都是可以得到保障的，能够做到资源不浪费；钢结构建筑的各个主要部件都是在工厂加工生产的，直接运输到工地安装即可，在安装的过程中不会产生建筑垃圾，这样可以起到保护环境的作用<sup>[1]</sup>。

2. 采取一次吊装方法，统一在地面胎架处对各构件进行拼

接作业,可节省大量不必要工序。结束吊装作业后,采取焊接的方式将钢箱梁固定即可。在常规方法中,焊接作业复杂度高,整个箱梁被拆分为多个部分并分别焊接,焊接工作量加大。且本工程跨河道,导致不安全因素增加。因此,在运输船上进行拼接,不仅减少工作量,也可消除不安全因素,确保施工质量与效率<sup>[2]</sup>。

3. 整体吊装法能够最大程度降低对既有航道的不良影响。

4. 安全系数高。采取整体吊装方式,有助于减少钢梁连接作业工作量,不会出现各节段撞击现象,同时提升钢箱梁整体稳定性<sup>[3]</sup>。

### 三、流溪河特大桥项目钢箱梁安装施工实践要点

#### (一) 施工现场准备工作

1. 在施工准备期间,要求三块场地进行设备准备等工作。现场场地的要求服从安排。清理出相应场地,场地1:尺寸50米×15米,用于设备存储和钢绞线切割准备。场地2、场地3:尺寸10米×2米,用于设备临时中转。

2. 制定吊装计划。在钢混结合段达到设计要求强度后,搭设桥面提升架。为确保钢结构提升工程顺利实施,在提升设备正式启用之前,参照实际工况,在试验台上进行全面的设备性能考核。在确认设备正常以后才能进场安装就位。整体大阶段提升时布置4个提升点,每个提升点安装1台350t油缸。采用额定提升载荷350t桥面提升架,4台提升能力为1400t,大于提升节段重量(如图1)。

3. 制定运输方案和船舶定位方案。钢箱梁装船具体施工方法(1)运输船进入栈桥内布置钢支墩(2)两台龙门吊将三节梁段分别吊至运输船上,通过胎架线型和检查线控制桥梁线型;(3)进行梁段拼长焊接后加固:码缝完成后焊接环缝焊缝,探伤合格后进行涂装施工。船舶临时停靠在桥址下游码头水域,运输船舶在锚地接到吊装的指令后,应立即起航,在桥址的上游浮筒处,利用船上自带的锚机,分别挂好锚链,左右前后锚,并使锚形成八字形,俗称八字锚。待船舶稳定后,缓慢松动锚链,对准吊点,达到吊装的要求<sup>[4]</sup>。

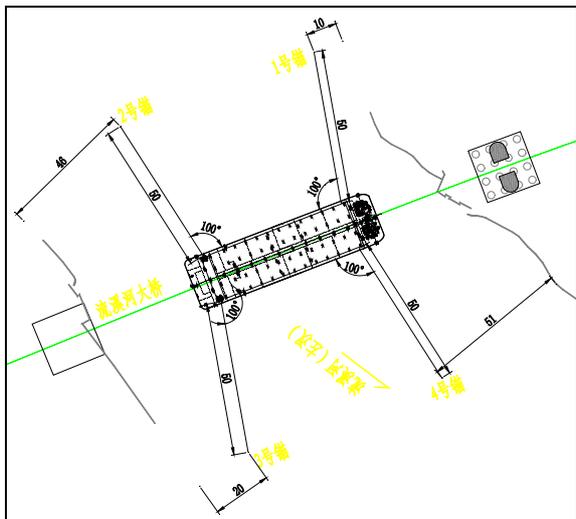


图1 钢阶段分段吊装纵向图

#### (二) 工程实践技术要点

1. 钢箱梁现场配切。合龙段精度受材料特性、气候、施工

环境、结构体系转换等多种因素的影响,直接影响到合龙口的焊缝,温度配切法即在与合龙段吊装匹配施工期间相同温度环境下,通过仪器对合龙口长度的精确测量,得到准确数据,现场对合龙段梁进行配切施工的方法(合龙段制作加200mm余量),实现中跨钢箱梁合龙。在温度相对稳定的时间段进行作业,对钢箱梁划线并用半自动等离子切割机进行切割,拼缝按12mm控制。

2. 吊点连接。待运输船定位完毕,将智能提升系统设置为下放模式,缓慢地放下,直至钢箱梁与结合段悬臂端的竖向匹配精度达到要求为止。桥面吊装结构在钢箱梁上就位,提升架后锚点锚固在钢箱梁上。检查耳板处栓接是否牢固可靠,高强度螺栓丝扣外露应为2-3扣。

3. 试提升试验。钢箱梁的试提升与正式提升采用整体提升总控系统完成,由钢绞线及提升油缸集群(承重部件)、液压泵站(驱动部件)、传感检测及计算机控制(控制部件)和远程监视系统等几个部分组成(如图2)。



图2 系统组成

总控系统有以下几个优点:(1)控制能力强、吊点区域分布广。(2)控制油缸多。(3)控制精度高。(4)控制模式多。(5)检测手段先进。(6)报警保护与显示功能。(7)完备的应急措施。(8)自检能力强。可以出色地完成此次吊装任务。

确定试提升时间后,在试提升前,对提升设备、提升结构和各种应急措施等进行检查。钢箱梁试提升具体实施步骤,(1)解除主体结构与支架等结构之间的连接;(2)按比例,进行20%、40%、60%、70%、80%、90%、95%、100%分级加载直至结构全部离地;每次加载,做好记录,与规定值比对,出现问题及时停止并纠正。

4. 整体吊装并焊接。(1)两侧桥面标高复测;桥面提升架就位;船舶定位就绪;吊点销接就位;提升就位;焊接完成。正式提升过程中,记录各点压力和高度;(2)正式提升,须按下列程序进行,并做好记录:(3)操作:按要求进行加载和提升。(4)观察:各个观察点应及时反映测量情况。(5)测量:各个测量点应认真做好测量工作,及时反映测量数据。

(6)校核:数据汇交现场施工设计组,比较实测数据与理论数据的差异。(7)分析:若有数据偏差,有关各方应认真分析。(8)决策:认可当前工作状态,并决策下一步操作。(9)钢箱梁通过桥面提升架提升到位后,应进行钢箱梁接口精确匹配、接口连接等施工作业。箱梁的桥位焊接,优先采用自动化

工艺。在不适合进行自动化操作的位置,采用经工程师同意的替代工艺进行施焊。

5. 桥位涂装。包括桥位补涂,桥位梁段接缝涂装,补涂色差的控制。箱梁外表面接缝部位采用环保型自回收喷砂设备,除锈等级要求清洁度 Sa3 级,粗糙度 Rz 60~100um,涂层边缘打磨出过渡斜坡,然后按涂装体系进行补涂即可;内表面可采用机械打磨至 St3 级,并按照相应体系补涂:高强螺栓连接面补涂时需先对螺栓副外露表面除油、对螺栓头手工打磨、对整个外露表面拉毛清洁,再按照相应体系补涂,外露螺栓头、螺母、垫圈需从环氧富锌底漆补起。

6. 钢箱梁线性测量。钢箱梁线性测量;测量工作内容包  
括:钢梁的安装精度测量、钢梁分段标高控制、钢梁上拱控制、安装直线度控制、变形观测等。测量实施过程中需要确定方案,并按照相关规范实施测量工作,继而保证各项测量符合要求。

#### 四、施工实践质量控制

##### (一) 质控关键点

1. 构件在厂内按工艺要求存放,确保构件防潮、防锈、防变形;

2. 构件运输,选择有资质和有实力的单位,确保运输安全;按合同或相关规定实施交付。

3. 实施项目经理负责制,行使计划、组织、指挥、协调、控制、监督六项基本职能,并选配优秀的管理人员及劳务队伍承担本工程的管理、施工任务。

4. 为确保钢结构提升工程顺利实施,在提升设备正式启用之前,参照实际工况,在试验台上进行全面的设备性能考核。在确认设备正常以后才能进场安装就位<sup>[5]</sup>。

5. 提升过程使用主控计算机操作,只要位置同步误差、负载超过某一设定值,系统自动停机,停机以后,需要检查分析超差的原因,然后进行处理。

6. 复测吊点是否准确,吊点轴线与理论合龙线距离(2500±2)mm。提升架在吊梁作业时,两台吊具必须同时平行吊起,吊具水平高差不能大于14.5cm。

7. 严把原材料检测和验收关,加强原材料质量控制。保证检测项目和频次符合要求。

8. 本工程钢结构测量工作内容包括:钢梁的安装精度测量、钢梁分段标高控制、钢梁上拱控制、安装直线度控制、变形观测等。工程中进行测量可采用先进的测量技术和设备,使测量更加方便,测量效率更高,测量数据更加精准,完全可提升测量质量。

##### (二) 安全管理要点

1. 项目经理对本工程安全工作全面负责。在其领导下,逐级建立安全管理责任制度。项目经理部设安全部,设项目安全总监,班组设兼职安全员,做到分工明确,责任到人。

2. 参加施工的人员,必须接受安全技术教育,熟知和遵守本工种的各项安全技术操作规程,定期进行安全技术考核,合格者方可上岗操作。对于从事电气、起重、焊接、机动车辆驾驶等特殊工种的人员,经过专业培训,获得《安全操作合格证》后,方准持证上岗。

3. 所有施工和高空吊装作业的机具和设备定期检查,并有

安全员的签字记录,保证其经常处于完好状态。

4. 塔吊以及吊车现场作业时,其他工作人员应在机具作业半径之外,防止在作业过程中机臂伸缩、摆动,机具行走等碰伤人员。

5. 操作人员上岗,必须按规定穿戴防护用品。不按规定穿戴防护用品的人员不得上岗。

6. 根据本工程项目特点,组织制定本工程实施中的生产安全事故应急救援预案;如果发生安全事故,全力组织救援,并按规定及时上报有关部门。做好善后工作,调查分析事故原因,提出改进意见和措施。

7. 进行定期和非定期安全检查。深入施工现场和岗位进行实地检查,及时发现问题,消除事故隐患。抓好重点工程安全检查、季节性安全检查、节假日安全检查,开展专业性安全检查和专职安全人员日常检查。对查出的问题和隐患,制定措施,定人、定时、定责加以解决。

8. 现场临时用电线路的布置,按施工临时设施用电安全有关规定执行,不随意拉线接电。

##### (三) 环保、节能措施

1. 对工人进行环保教育,不得随地乱扔垃圾,特别是废弃的塑料袋、保养后的废弃物等。

2. 在更换机具设备的液压管接头时,拆下来的接头要及时用堵头堵塞,防止液压油洒出来污染环境,管接头要用塑料袋包裹,防止污染液压系统。

3. 对于机具设备更换、维修、保养中废弃的配件、材料、油品、用具、边角料等要及时收集统一处理,搞好场地清理、恢复等现场卫生,保护自然环境,严禁物品抛入周边江水、河水中。

#### 结束语:

本文在进行研究的过程中针对流溪河特大桥项目千吨级钢箱梁整体安装施工实践进行全面分析研究,文章在进行研究的过程中,提出一种安全高效的钢箱梁整体安装施工方案,该方案中明确技术要点以及质量管理措施,可确保钢箱梁安装施工高效开展。通过对该项目研究可知,特大桥项目千吨级钢箱梁整体安装施工必须从安全角度出发实施安全管理,在安全施工基础上完成各项技术应用,结合桥梁实际情况合理设计技术方案,确保钢箱梁施工高效开展。

#### [参考文献]

[1]孟军,朱毅,徐维阳.海上钢箱梁安装施工定位测量技术[J].公路,2022,67(11):198-201.

[2]刘磊.武穴长江公路大桥钢箱梁安装总体施工技术[J].价值工程,2023,42(19):85-88.

[3]姜剑峰.某桥梁工程无索区钢箱梁斜支架安装技术[J].科学技术创新,2022(20):141-144.

[4]潘伟杰.跨既有桥梁50m曲线钢箱梁安装施工技术探讨[J].建筑科技,2023,7(3):85-87.

[5]吴枫.独塔斜拉桥主跨钢箱梁安装施工技术研究[J].工程技术研究,2023,8(14):43-45.