

城市高架桥梁钢箱梁的吊装施工技术探讨

于振山

上海宏波工程咨询管理有限公司

摘要：高架桥是横跨城市道路的桥梁，它主要由高支撑结构和柱子组成，可以有效疏通交通密度，避免与其他线路平面交叉，节省土地面积，提高道路运输效率。钢箱梁具有受力性能好、外觀光滑、主梁跨度大、施工周期短等优点，在城市高架桥施工中得到了广泛的应用。文章结合实例，就城市高架桥梁钢箱梁的吊装施工技术展开分析。

关键词：城市高架桥梁；钢箱梁；吊装；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.22.052

经济发展推动城市化建设，其中包括交通工程项目的建设。城市道路工程中，公路桥梁项目占据重要位置，随着公路桥梁建设观念的变化，现阶段更多会采用钢箱梁结构作为主要形式，对比其他结构形式，钢箱梁施工需要经过预制构件、运输与吊装等流程，为了保证吊装施工质量，还需要科学掌握测控技术。现场施工人员必须熟练操作吊装、测控技术，使钢箱梁施工技术的作用发挥出最大，提高城市中公路桥梁项目的结构稳定性。

一、工程概况

崧泽高架西延伸工程3标部分桥梁需要跨越道路和河流，其中跨越道路部分采用2孔36.65+38.925m的连续结构，桥总长为78.575m，宽度为6.5m。跨越河流时采用3孔20.325+50+6.775m简支梁桥，宽度为6.5m。钢箱梁为等高连续直腹板钢箱梁，横断面为单箱单室结构，顶、底板按平坡设计；钢箱梁梁高2400mm，顶宽6500mm，底宽4500mm，箱梁悬臂长395mm。顶板下设U形加劲肋，U形加劲肋板厚8mm，间距600mm。底板设开口加劲肋，截面16×200mm，间距400mm。腹板设置开口加劲肋，截面12×150mm，间距400mm。横隔板间距一般为2250mm，普通横隔板板厚12mm，支点横隔板板厚20mm，端支点横隔板板厚20mm。焊缝通过过焊孔焊后要求用密封胶密封，支点处横梁设有检修人洞，靠近端支点横隔板处箱梁底板设有检修人洞，以保证整个箱梁日后检修维护通道的需要。

二、钢箱梁块体节段划分

钢箱梁分段吊装施工在桥梁施工中是一种应用非常广泛的施工技术，其施工工序繁杂且对于精度要求极高。若分段节段过大，即不便于运输，也不利于控制变形，因此考虑运输的便利性以及控制变形，节段划分应科学合理。根据现场情况，综合考虑节段运输及吊装施

工，钢箱梁节段在加工厂内进行分节段制造，钢箱梁沿纵桥向划分为若干个大节段，每个大节段横向再分为2个小节段进行加工制造。钢箱梁划分原则为：钢箱梁节段沿横向划分为2个块体，纵向划分后的最大长度控制在18m左右，单个节段块体重量控制在42t以下。

三、钢箱梁节段运输

运输钢箱梁构件时应保证两个基本原则。首先，要保证构件在运输阶段的安全性。二是保证构件的运输顺序科学合理，避免因构件运输顺序混乱而造成工期延误。在构件运输准备阶段，应合理选择待运输构件的存放位置，确保环境干燥，并对构件进行覆盖，避免生锈。同时，保证放置位置能提供足够的支撑，防止下沉。为避免钢构件相互挤压产生变形，在放置钢构件时，各层构件的支撑点应保持在同一垂直线上。另外，为了保证运输过程的有序进行，需要对要运输的零部件进行分类编号，以保证装车过程的有序、快速完成。

四、工程现场吊装

钢箱梁运输到施工现场后，就需要在现场开展吊装施工。为确保吊装施工作业质量，需要严格按照施工规范流程施工，做好每一环节施工质量的验收工作，确保施工质量达标后，再开展下一环节施工任务。现场吊装的具体流程如下所述：

（一）吊装部署

本工程钢梁在工厂内采用分节段加工，然后采用汽车陆运的方式运输至施工现场。根据现场实际状况，结合钢箱梁分段，在陆地区域及水中相应位置钢梁下部分别设置钢管格构临时支墩。本工程匝道钢箱梁节段吊装分2个区域进行，水中区域钢梁采用单台70t以上浮吊进行安装，陆地区域梁段根据块体重量拟采用单台80t~160t汽车吊进行安装。

（二）吊装步骤

现场临时支架分为3类，分别为临时支架1、临时支架2和临时支架3。其中，临时支架1位于中央分隔带处的桥墩承台顶面，临时支架2位于道路机非分隔带处及道路两侧边缘位置，临时支架4位于河流水中区域。除中央分隔带处的桥墩之外，其余桥墩区域不设临时支架，在桥墩顶部设置型钢垫块，钢箱梁块体直接搁置在桥墩顶部。

以3号钢箱梁为例，钢箱梁块体吊装步骤如下。第一步，临时支架位置放线、水中临时支架钢管桩打桩施工、钢管格构支架制安。第二步，采用浮吊安装3号钢

箱梁JD1的两个块体，并做好与临时支架的固定，适时焊接钢箱梁的对接纵缝。第三步，采用浮吊安装3号钢箱梁JD2的两个块体，适时焊接钢箱梁的纵缝及环口对接焊缝。第四步，采用浮吊安装3号钢箱梁JD3的两个块体，适时焊接钢箱梁的纵缝及环口对接焊缝。第五步，采用汽车吊安装2号钢箱梁及4号钢箱梁的各个块体，适时焊接钢箱梁的纵缝，本联钢箱梁安装完成。第六步，拆除下部临时支架、钢箱梁现场涂装、附属设施施工、钢箱梁成桥。

(三) 吊装方案

1. 水中区域钢箱梁块体吊装

本项目3号钢箱梁位于水中区域。水中区域钢梁块体通过公路运输至运河南岸，然后浮吊直接卸船安装，根据块体节段划分，3号钢箱梁（水中区域钢梁）节段块体单件最大重量约为41.5t（3号钢箱梁JD1-K2），70t浮吊起重臂长度为33m，吊装作业时，作业半径为16.5m，额定起重50t，实际起重为41.5t+1t（索具钢丝绳等重量）=42.5t，起重荷载率为85.0%，符合要求。

2. 陆地区域钢箱梁块体吊装

以2号钢箱梁为例，采用单台160t汽车吊进行现场安装。吊装JD1-K2时，起重臂长度为21.8m，作业半径9m，额定起重56t，实际起重为44.3t+1t（索具钢丝绳等重量）=45.3t，起重荷载率为80.9%，符合起重吊装作业要求。吊装作业时，吊车支腿距离电车轨道为3.45m。

(四) 钢箱梁吊装就位时稳定性控制

钢箱梁正式吊装前，需进行试装试验，确保一次正式吊装成功。试验吊装一般在正式吊装的前一天进行。吊装前要检查吊装所需的机械设备性能是否满足吊装要求，钢丝绳是否有裂缝或磨损，基础是否满足吊装承载能力，吊装路线是否正确等因素。只有在确认吊装条件后，吊装才可靠。吊装速度应控制在1.25m/min以下，钢梁应提升到桥墩支撑上方0.5-1m，吊杆应延伸到24m工作半径。超级举升配重应根据实际工况进行调整；旋转至指定位置后，钢箱梁构件缓慢下坠。钢箱梁构件梁底部止于距梁200mm处。此时钢箱梁的水平 and 垂直安装距离需要调整。在确定安装位置后，部件缓慢下降到预定位置。松开吊钩后，检查钢箱梁受力情况。如果力是好的，继续拧紧千斤顶，然后松开支柱，直到没有施加力。松开支撑杆后，松开千斤顶。千斤顶从箱梁上放下后，必须及时做相应记录。第一钢箱梁的布置是整个吊装过程的核心和主要风险点。必须采取有效措施确保安全。由于第一榀钢箱梁在与第二榀钢箱梁连接前处于隔离状态，容易发生倾覆事故。为保证不发生倾覆问题，吊装前必须检查单根钢箱梁的稳定性，并在钢箱梁

外翼缘安装临时支撑结构（采用支撑架）进行支撑。吊钩就位后，在保证大梁不倾覆后，即可取下吊钩。

五、钢箱梁的现场焊接工艺

钢箱梁吊装到位后，进行现场检查验收，确保绝对位置和相对位置正确，然后开始整体连接。为了保证后续焊接过程中正常的高速交通不受影响，横梁由活动龙门安装。焊接横梁前，在每两个相邻梁段之间满铺跳板，跳板上加盖模板，模板上覆盖防火石棉布并准备防火盆，以防止高空坠物以及保护施工人员安全。由于钢箱梁比较大，焊接工作量大，焊接质量高，采用了二氧化碳气体保护焊和埋弧焊。各部件焊接工艺要求如表1所示。

表1 焊接工艺表

焊接位置	焊接形式	电流/A	电压/V	焊丝直径/mm
纵缝（顶板）	对接平焊	700-850	38-40	5
纵缝（底板）	对接平焊	280-320	28-30	1.2
横隔	T型立焊	230-250	23-25	1.2
横缝（顶板）	对接平焊	700-850	38-40	5
横缝（底板）	对接平焊	280-320	28-30	1.2
腹板	对接平焊	230-250	23-25	1.2

在焊接的时候，必须严格按照焊接工艺要求，采用对称、同步和等速的方式进行焊接。焊接顺序：定位焊—横隔板—纵向肋板—腹板对接焊接—顶板和底板的对接焊接—检查焊缝的外观质量。吊装就位后进行焊接时，由于处于高空中，必须采取有效的防风措施以保证焊接质量。

总之，城市桥梁工程虽然规模相对较小，但施工过程中复杂，要求精度高。在场地有限的情况下，由于受到现有道路交通的影响，施工难度较大，总承包商需要科学、严格组织实施。钢箱梁作为城市高架桥的重要结构形式，能够有效、快速地解决跨越既有线路的难题。因此，合理使用钢箱梁是当前桥梁工程的一个重要发展方向。吊装是钢箱梁施工过程中的关键环节。在吊装过程中，必须对吊装的各个环节进行严格控制，确保吊装的安全和质量，从而确保整个工程施工项目的质量目标得以顺利实现。

参考文献

[1]王培革. 浅析大跨径钢箱梁采用浮吊船进行悬臂拼装的施工方法[J]. 中国设备工程, 2021(07): 200-201.
 [2]刘常俊. 高架桥钢箱梁施工质量控制措施探究[J]. 江西建材, 2020(09): 89-90.
 [3]陈杰, 陈方尧, 张欢, 姜旭. 阜阳颍柳路泉河桥主桥钢箱梁安装施工分析[J]. 建筑钢结构进展, 2020, 22(05): 133-140.
 [4]神健航. 大跨度钢箱梁吊装施工工艺[J]. 工程建设与设计, 2021(07): 141-143.