

## 桥梁工程塔吊施工安全技术管理探讨

张子建

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在桥梁施工中,塔吊因其提升高度高和工作距离长等优点而得到广泛应用。然而,在施工、安装、使用和拆除过程中,存在较高的技术和安全问题。因此,桥梁施工中塔吊的安全技术管理是保证其施工安全的关键。

[关键词]桥梁工程;塔吊施工;安全技术管理

DOI: 10.33142/aem.v5i2.7906

中图分类号: U443.16

文献标识码: A

### Discussion on Safety Technology Management of Bridge Tower Crane Construction

ZHANG Zijian

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** In bridge construction, tower crane is widely used because of its advantages of high lifting height and long working distance. However, there are high technical and safety problems in the process of construction, installation, use and demolition. Therefore, the safety technology management of tower crane in bridge construction is the key to ensure its construction safety.

**Keywords:** bridge engineering; tower crane construction; safety technology management

在桥梁施工中,由于塔吊提升高度高、工作距离长等优点,已得到广泛应用,在工程实践中,塔吊的施工、安装、使用、拆除等安全技术管理十分严格。笔者结合自己在机械设备管理方面的实践,阐述了自己的一些经验。

#### 1 公路桥梁工程安全管理概述

##### 1.1 公路桥梁工程施工特点

桥梁工程是在跨越河流、峡谷、铁路等特定地形的道路上修建的桥梁工程。公路桥梁工程地质条件复杂,工程量大,施工难度大,安全风险高。与一般工程(如住宅和普通桥梁)相比,道路和桥梁工程通常具有以下特点:

第一,高空作业具有高风险因素。与其他建筑项目相比,高空坠物的发生率更高,造成的损失也更大。它们通常是由于框架操作和吊篮结构。例如,2019年11月23日15时30分,在四川成昆铁路EMZQ-16段热沟双线特大桥7号墩悬臂梁(连续梁)施工现场,防护平台坠落时,吊篮下部结构和防护平台突然整体坠落,平台内4名工人同时坠落,造成4人死亡,直接经济损失约620600元。第二,项目建设中使用了大量大型复杂机械。在桥梁工程中,吊篮和塔吊是常用的大型机械设备,但其基础稳定性、安全装置的有效性以及结构接缝的安全检查都存在许多问题。第三,塔吊的施工技术相对复杂。塔吊的技术管理是其施工的关键,其主要过程包括:预压、钢筋、模板、混凝土、电缆悬挂和张拉、吊篮行走、卸载等。通过对每一步的进一步分析,可以发现并列出危险因素。

##### 1.2 公路桥梁工程施工全过程安全管理

公路桥梁工程的安全管理与各个行业和领域的安全管理原则相一致。首先,必须分析项目的技术特点,有效

地监测和控制各种危险源;具体而言,可分为事前预防、过程中控制和事后分析三个层次。项目早期预防的关键是分析项目系统的风险,提取影响因素,并将其与标准和规范相结合,以确定潜在的安全隐患;“过程中的控制”包括隐患的识别、排查和整改,以及隐患的风险控制。控制失误将使事故进入事故分析阶段,分析事故原因、风险控制措施和整改措施,获取相关报告,总结教训,预防事故发生。

#### 2 做好桥梁施工塔吊的基础

##### 2.1 轨道式塔机基础

这种类型的塔吊主要是重型塔吊或移动式塔吊。在特定的基础工程中,塔吊的稳定性相对较高。通常,在压实的基础(或悬挂式装配支架)上,工字梁固定在基础或枕梁上,然后将轨道安装在工字梁上。钢筋混凝土枕梁、工字钢和钢轨相结合,提高了辅助轨的效率,节省了铺轨成本。

##### 2.2 底架固定式自升塔机基础

根据不同的施工条件,桥梁施工项目采用不同的基础。根据接地电阻高,可选择300 cm×300 cm×50 cm混凝土基础的上下两侧进行加固,采用块状钢筋混凝土基础,如广州火车站塔吊;如需水下施工,可将锚杆插入桥墩桥台,如在武光株洲、衡阳等地修建湘江大桥塔吊基础;基坑附近采用钻孔桩承台基础,以保证基础的稳定性,并采取相应的预防措施。

##### 2.3 塔身固定式自升塔机的基础

在这种类型的桥式塔吊中,需要满足两个条件:第一,塔吊的上部荷载应均匀地传递到基础上,并且不应超过基础的公差;第二,确保塔吊能够在任何恶劣环境中保持整

体稳定性。因此,塔吊的基础体积较大,其自重必须等于塔吊道砟的自重。起重机的基本质量与其独立高度密切相关。随着高度的增加,地基的自重也会增加。以 F0/23B 塔吊为例,当其独立高度为 59.8m 时,其基础尺寸应为 6.5m×6.5m×2.7m,如果在基础施工阶段需要在基坑周围安装塔吊,并且如果表层土壤条件较差,还应使用钻孔桩进行支护。为了节省基础的施工成本,可以将整个大面积混凝土基础分成几块,形成预应力混凝土基础,从而达到循环利用的目的,降低工程成本。

### 3 桥梁施工塔吊安装与拆卸方案的编制

#### 3.1 方案编制的准备工作

第一,在制定塔吊的安装和拆卸计划之前,项目部必须及时准确地向塔吊业主(机器租赁公司的技术部门)提供图纸、桥型位置和相关土木工程计算数据。第二,塔吊的所有者(机械租赁公司的技术部门)负责施工方案的设计和实施。在设计施工方案之前,应检查桥梁施工现场,检查起重机的安装位置,仔细阅读施工图纸和地质报告,特别是了解最大重量、桥梁施工技术、施工周期和施工环境(周围建筑物和高压电线)。

#### 3.2 方案编制的内容

一是在进行施工方案编制前介绍了项目概况,包括大桥项目塔吊的名称、地址和施工进度。二是塔吊主要技术性能指标的选择,包括型号、规格、起重力矩、转弯半径、起重(安装)高度、附壁轨道数量、整体重量和尺寸、塔吊基础应力等技术指标。三是塔吊布置图,包括塔吊布置图、塔吊立面图、塔吊基础图、塔吊地基图、基础及基础结构钢筋截面图;此外,还包含在塔吊的安装和拆卸过程中,所需的辅助起重机械设备和关键部件的起吊位置。四是塔吊基础的承载力和相关节点的应力分析,并对其进行详细设计。根据《塔吊设计规范》和《塔吊使用说明书》的规定,确定塔吊基础的自重、倾覆力矩、扭矩、水平力值、几何尺寸、钢筋配置、混凝土强度等级等;从而确定塔吊安装机构的位置。塔吊的连接高度、间距和预埋件应根据塔吊的规范和实际施工要求确定。预埋件通常布置在结构梁、柱和板的连接处。五是塔吊安装、连接和拆除的步骤和质量要求,包括塔吊安装和拆除过程;附墙装置安装及高程间距控制措施;其中,塔身连接、顶筒工艺和垂直度控制应严格按照《建筑机械使用与安装技术规范》JGJ33-2001 的规定进行。六是塔吊安装、拆除人员的组织,包括参与安装、拆除的人员,按照各自的工作职责进行协调,绘制施工组织图,制定各专业人员的工作职责。七是施工和拆卸的安全技术措施,包括起重机基础和预制件的验收以及安装后的验收;所有墙体和部件的验收应符合相关标准;安装后,采用焊接和螺栓的质量验收和试吊方法;塔吊安装和拆除前,机械工程师应组织技术人员、质量员和安全员对相关人员进行安全技术知识培训。

### 4 优化桥梁施工中塔吊安装位置

在桥梁施工中,由于塔吊在提升高度、工作距离等方面的优势,得到了广泛的应用。塔吊的存在极大地提高了施工效率,但在实践中,对其安全技术管理的要求非常高。只有做好塔吊的基础工作,才能保证塔吊施工的安全性和可靠性。结合多年的施工经验和桥梁类型,确定了施工期间塔吊的安装位置和基础设计。

#### 4.1 双幅桥梁塔吊位置优化

双幅桥通常是连续刚构桥,即连续梁桥。根据桥墩和桥台的设计,它们可分为两种类型。第一个是满载平台。塔吊在安装和底座上的结构相对简单。通常安装在双宽桥台的中心。只需嵌入基础钢筋并将其拧入承台即可。例如,桥梁为 65m+100m+65m 三跨单节预应力混凝土连续梁。其高程变化,上下结构形式不同。主桥箱梁采用篮式悬臂浇筑,采用三向预应力体系。QTZ100A 塔吊用于完成主墩和上部结构的垂直运输。每个桥墩都有一个主墩,其支座位于主墩帽的中心。桥墩是塔吊的基础,可以满足其承载能力的需要。由于此类塔吊在箱梁翼缘板施工过程中经常与塔吊发生冲突,提出了预留开口的方法。塔吊拆除时,预留开口直径略大于塔身上的爬升节,便于吊装和拆除。此外,塔吊上预留的开口可以起到辅助作用,对起重机的安全起到很好的作用。第二个是独立的承重平台。分段式承台起重机可用于在原承台基础上浇筑混凝土梁。混凝土梁可以承受塔吊的荷载,但需要计算和验证。以某桥梁为例,其上部结构为 48 m+72 m+48 m 双宽 V 形钢架,下部为独立式结构。采用双幅桥支撑平台上的混凝土梁。

#### 4.2 单幅桥梁塔吊位置优化

在单幅桥施工中,通常会加宽原有的桩基和承台。在某些特定条件下,必须增加桩基数量和密度。例如,全长 396 米的连续钢框架桥采用 69m+2×125m+69 米预应力混凝土连续钢结构。箱梁采用挂篮对称悬臂浇筑法。在水下主墩的基础上,共安装了三台塔吊。在桥梁工程中,它们是主要的起重设备。例如,某桥梁工程塔吊为 QTZ5213 型塔吊,臂长 52 米,最大起吊重量 6 吨,塔吊高度 35 米。主桥的承台是塔吊的基础,因此在该桥梁工程中主桥承台必须加宽。钢筋从原始承重平台图纸延伸,但钢筋的直径和间距保持不变。此外,还应注意加宽混凝土和承台混凝土应同时浇筑,同时确保支撑平台能够满足塔吊的承载能力。

#### 4.3 斜拉桥塔吊位置优化

斜拉桥塔比普通桥梁多,桥面更宽。然而单侧承台的扩建不利于施工,必须进行新型塔吊的位置设计。例如,全长 1.34 公里的斜拉桥,其中双向六车道主桥 876 米。主梁段为三箱斜腹板,梁高 3.6 米,顶板宽 33.5 米,底板宽 4.5 米,桥面以上索塔高 66.7 米,安装高度 90.6 米。塔吊的自重和工作力从混凝土梁传递到横隔板,然后从横隔板

传递到桥墩,但应注意塔身与桥塔之间的安全距离。

## 5 加强塔吊使用及安装、拆卸的安全技术管理

### 5.1 加强塔吊工作中的安全管理

塔吊的工作温度在 $-20\sim+40^{\circ}\text{C}$ 之间,风速不超过6级。塔吊驾驶员和起重机操作员应接受专门培训,并持有专业塔吊操作证。为了保证塔吊的安全运行,必须做到“十不吊”和“五好”。“五好”是指:专注、接触、检查机械、严格的起吊和放置以及协调。“十不吊”是指:禁止在吊臂或起重机下行走;起重设备主管必须是受过专业技术培训的专业人员。无指示或信号不清晰时禁止吊装;应牢固固定多个细长物体,如钢筋、型钢、管道等。当单端为“1000 kg”或不牢固时,不能起吊;四点起吊前,严禁使用穿孔地板、灰斗和手动翻斗;挂砖时,应使用安全可靠的夹具。砖块应悬挂在砖笼中并正确堆放。木砖、预埋件和其他松散物体应与容器安全堆放在一起。如果堆放不得当,不允许吊装;严禁人员站在地面、横梁和其他起吊物体上;禁止起吊板柱、井点管、粘合剂、附件等;多台起重机的起吊距离不得小于3m。同一线路上的多台起重机,在没有安全防护措施的情况下,禁止起吊;6级以上大风禁止吊装;切勿倾斜或起吊超过机器允许负载的重物。

### 5.2 重视高层塔吊装、拆过程的安全管理

第一,在桥梁工程施工现场进行吊装和安装的单位应具有工程技术合同。安装技术人员和安装工人应经过专业安全技术培训并持有相应的证书。第二,制定了两级塔吊安装和拆除施工方案。塔吊拆除前,应结合施工现场环境和条件、塔吊的机械特性和辅助起重设备的特点,制定安装方案和有针对性的安全技术措施,由塔吊物业单位(机械租赁公司技术部门)技术负责人和桥梁施工项目部批准,总监理工程师签字后实施。第三,严格执行经批准的塔架吊装和拆除施工方案。安装、拆卸前必须进行明确的安全技术交底,并按操作规程进行责任分工和指挥;在拆卸过程中,每个过程都应由专人负责。还应注意在拆除过程中,必须设立警戒区,并由专人看守。第四,在不同的情况下,必须确保起重机在安装和拆卸过程中的稳定性。安装在塔吊墙上的直线构件的布局和间距必须符合规范。第五,在

升降高层塔吊时,必须严格遵守规范。在吊装过程中,液压系统必须在空载状态下工作,必须调整吊索套筒与塔身标准段之间的间距,以达到平衡扭矩和平衡扭矩;吊装时应使用机械制动器,严禁使用起重机进行旋转等作业;顶升作业应在白天进行,4级及以上风力起吊作业必须停止;在塔吊拆除至允许高度之前,不得拆除辅助墙的立柱。第六,对高层塔吊的使用要严格检查验收。塔吊整体安装完成后,由总承包商(桥隧施工项目部)、分包商(子项目用户)、出租方(机械租赁公司)、安装方(设备租赁公司)和安装方负责,由建设行政主管部门批准的相应检验机构进行施工质量检验。未经检验合格的高层塔吊不得投入使用。

## 6 结语

随着我国经济的快速发展,塔吊越来越多地应用于桥梁工程,然而因操作不当造成了大量的事故和巨大的损失。笔者认为,塔吊起重机的安装和拆卸是其安全管理的最薄弱环节,是事故频发、损失最大的阶段。首先,应加强专业安装人员的素质,并进行必要的培训和技术水平的评估;其次,在安装和拆卸过程中,应尽快开发安全防护设备,使安全风险能够得到及时可靠的预警和预防;同时,行业主管部门要加强起重机监管,逐步建立资质管理制度,加强施工单位资质管理。最后,安全监管部门要加强对进入施工现场的塔吊的监管,并进行登记。

### [参考文献]

- [1]李清莹.公路桥梁工程施工现场安全隐患分级排查治理研究[D].湖北:华中科技大学,2020.
  - [2]黄乔森.桥梁施工中塔吊安装位置优化设计[J].广东公路交通,2012(4):22-23.
  - [3]陈荷.桥梁工程塔吊施工安全技术管理探讨[J].企业技术开发,2008(11):80-82.
  - [4]李倩伟.高速公路桥梁工程施工的安全管理策略[J].交通世界,2016(33):110-111.
- 作者简介:张子建(1994.7-),男,毕业院校:郑州大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职务,河南沈丘项目部安全环保部部长,职称级别:初级。