

# 高速公路桥梁挂篮悬臂浇筑施工安全技术

卫东升

(焦作市公路事业发展中心, 河南 焦作 454100)

**摘要** 在高速公路桥梁施工中, 挂篮悬臂浇筑施工技术应用较为广泛, 能有效提升工程建设的质量和效率。但在实际工程施工中, 挂篮悬臂浇筑施工工艺往往也存在一些风险性, 如果施工单位管控不当, 很有可能引发施工安全事故, 对桥梁工程品质尤为不利。本文重点论述挂篮悬臂浇筑施工安全体系的构成以及安全技术要点, 并提出施工安全控制策略, 以供同行业人员参考。

**关键词** 高速公路桥梁; 挂篮悬臂浇筑施工; 安全体系

**中图分类号**: U445

**文献标志码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)07-0037-03

现如今, 交通行业蓬勃发展, 尤其在高速公路桥梁工程领域, 也取得了显著的成效。但对工程建设的品质要求也更为严格, 需合理选取施工工艺类型, 并做好施工安全管控工作, 尽可能将施工安全影响因素降到最低。挂篮悬臂浇筑施工工艺实施期间, 可利用自带的系统组成部分, 提高施工安全控制水平。施工单位应在实际工程建设过程中严格按照施工技术的规范要求作业, 提高安全控制成效, 满足高品质公路桥梁工程建设需求。

## 1 高速公路桥梁挂篮悬臂浇筑施工工艺分析

### 1.1 技术原理

高速公路桥梁是现代交通运输体系中的重要组成部分, 工程建设期间为满足复杂作业条件及功能需求, 挂篮悬臂浇筑施工工艺应运而生, 能充分满足桥梁工程建设的基本需求。该技术的施工原理主要是工程施工期间以挂篮为基础, 利用预设的钢索或绳索等将施工设备悬挂于桥梁下方, 再依次分段进行施工作业。此期间每完成一段施工区域, 可将挂篮向前方移动, 搭设立模, 铺设钢筋网, 向下一分段进行行走, 直至循环往复, 完成整体施工建设。该施工技术应用于桥梁工程施工中, 前期需提前在桥梁的桥墩或梁体上固定好挂篮结构, 为后续挂篮悬臂浇筑施工做好铺垫<sup>[1]</sup>。

### 1.2 适用范围

与传统施工工艺相比, 挂篮悬臂浇筑施工具有典型的技术优势, 无需采用大型的吊装设备或搭设大规模支架, 也能为施工人员提供安全的作业环境, 人员集中于桥梁下方可进行施工作业, 既有利于提高桥梁工程施工效率, 减少人力成本支出或其他成本损耗,

也能在无形之中降低工程安全隐患, 尤其对施工人员而言极为有益, 稳定性和可靠性更为理想。为此, 该项施工工艺适用范围较广, 除基础的公路桥梁施工建设外, 铁路桥梁特大桥等工程建设中均可运用该项施工工艺, 尤其在一些作业环境较为复杂恶劣如存在跨越河流湍急或地基不稳定等不良作业条件或对工程建设效率及品质要求更为严格的工程项目中, 挂篮悬臂浇筑施工工艺优势显著, 能打破地域条件限制, 提高整体作业效果, 能发挥极大的工程安全价值。

### 1.3 施工安全影响因素

挂篮悬臂浇筑施工, 虽具有诸多施工优势, 但也存在较多的施工安全影响因素, 一旦管控不当, 很难保证桥梁工程建设质量和进度。如混凝土因素、挂篮制作质量、主墩上 0 号块临时固结系统、挂篮移动中形成的不平衡弯矩、悬浇施工中的安全风险、施工人员的专业技术等, 均为桥梁工程挂篮悬浇施工前必须充分考虑的要点。相关人员应结合各类安全影响要素, 把控好关键设计方案和施工方案, 做好系统自身安全体系的建构工作, 尽可能减少安全作业风险隐患。

## 2 高速公路桥梁挂篮悬浇施工安全体系构成

在高速公路桥梁挂篮悬臂浇筑施工中, 存在着各类安全影响因素, 不容忽略。施工单位应在具体工程建设中把握好该技术中关键安全体系的构成, 其中承重桁架系统、后锚系统、吊带系统等均可为该工艺施工安全控制提供支持保障。如承重桁架系统是挂篮悬浇施工中极其重要的系统组成, 可承担起挂篮的重量以及施工人员施工设备类型的重量数值, 若该组成部分无法保证安全性, 极有可能影响整体施工效果,

也不利于满足复杂作业要求。一般要严格确保护栏设置的稳定性,可通过联合前线与后方梁的焊接形式来提高整体稳定效果。又如,吊带系统和底篮也能为该工艺的施工安全控制提供支持。一般而言,前部与后部梁同时会增设钢引脚和锁具连接点,以此为支撑,完成对整个结构的处理工序,提升承载性能。而且在实际工程施工中,还要严格按照规范要求对其进行连接和固定。此外,在挂篮悬臂浇筑施工中,行走系统也是极为重要的组成部分,前期一般需进行轨道加工,使之呈现工字形横截面,后续挂篮移动期间便能提高稳定性,也有利于保证施工安全。

### 3 高速公路桥梁挂篮悬臂浇筑施工安全技术要点

#### 3.1 前期施工准备

为严格保证挂篮悬臂浇筑施工安全性,施工前期应做足安全准备工作,尤其要结合实际工程建设方案,作业前必须对材料、机械设备以及人员安全防护品进行检查,做好完善工作,保证满足实际作业需求。首先,在施工材料上为严格控制施工安全性,必须加大材料的检验力度,若材料性能不达标,很难确保工程施工效果,甚至还会触发安全事故风险。尤其挂篮悬浇施工中关键的组件以及材料基础,都应严格进行准备,做好试验检测工作。其次,在施工机械设备上要提前做好准备工作。虽然挂篮悬臂浇筑施工,节省了大型吊装设备的使用需求,但仍涉及一些辅助施工作业设备类型,如张拉设备起吊设备以及悬浇设备等,起吊挂篮部件及其他重物时,应先提升10~20 cm,检查确认良好后方可继续起吊,起吊杆件必须有固定的信号指挥,吊件下严禁站人。前期还要严格做好各类仪器设备的检验工作,尽可能减少设备安全风险,使之处于安全状态。另外,施工前做好施工现场人员的安全技术交底工作,尤其挂篮悬浇施工期间也可能存在立体交叉作业的现象,更应加大安全管控力度,制定详细的施工方案以及施工安全规范制度,严格约束各施工人员的施工行为,将安全风险降到最低。

#### 3.2 挂篮设计的安全控制

挂篮悬臂浇筑施工期间挂篮的设计极为重要,也是施工安全控制的主要要素。需充分考虑工程建设的实际需求,结合不同形式挂篮的特征,选取相匹配的结构形式要素。同时,要充分考量结构安全问题,施工需求度受力的情况等,尽可能保证整体作业效果,使之符合实际施工需要。而且所设计的挂篮结构形式也应进行充分分析和探究,若挂篮结构不合理,容易

影响整体安全效果。如在工程建设中,为满足具体工程建设需求,选用后支点挂篮或其他形式,不仅有利于提高作业效率,也是出于对安全和质量的考量。与此同时,挂篮设计期间,还应将挂篮的质量因素考虑在内,将其与梁端混凝土的质量进行比对,挂篮与悬臂梁段混凝土的重量比应不大于0.5,且挂篮的总重应控制在设计规定的限重之内,确保挂篮结构合理,安全性更高。此外,挂篮设计中还应考虑到最大变形控制量应不大于20 mm以及抗倾覆安全系数值应不小于2等。在此基础上,挂篮结构设计过程中也要考虑平面布置因素带来的安全风险,因该项施工工艺需搭建挂篮施工平台,还需保证强度值以及平面尺寸,才能满足具体施工要求。而且设计人员在具体设计期间应围绕施工安全进行专项设计,严格保证挂篮结构设计的合理性、科学性<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 挂篮加工与拼装

除挂篮设计的安全管控外,挂篮加工与拼装过程中也必须严格遵循技术要点,才能保证后续施工安全性。

第一,挂篮的加工制作为保证质量水平,降低安全风险隐患,需结合前期设计方案,将其交由专业的加工单位提前进行加工生产。并且严格控制挂篮尺寸规格以及选材,生产完成后还应对其进行抽样调查,确保整体质量达到预设标准。针对挂篮的焊缝问题,要提高重视度,必要时还可采用无损检测技术对其进行安全检测,分析挂篮结构安全系数是否达标。重要的受力杆件在安全检验时,可通过预拉试验检验的形式,判断是否达标。

第二,在挂篮组装过程中,施工单位应充分明晰关键要点,尤其要将安全控制工作落到实处。组织拼装作业期间,一般需借助塔吊或其他起重设备,将挂篮的组成部分依次悬挂到指定位置进行处理。同时,安装顺序应合理进行调配,使之能够按照预定的设计水平进行处理,可借助提前标注安装序号的形式,保证挂篮拼装环节的规范性、安全性以及科学性。另外,在挂篮组装工作实施期间,为严格确保整体结构的稳定性和安全性,还应采取临时稳固措施,并设置操作平台与走道为关键施工人员提供便捷和安全保障。再者,为避免出现结构倾覆的问题,组装过程中还要尽可能加强各连接点的焊接和双接,提高整体处理效果,满足安全规范。在整体拼装作业完成后,应交由专业人员进行安全检查,确保挂篮拼装合理,具有良好的安全特性。

第三,挂篮正式投入施工前需按规定要求组织加

载试验,有利于进一步精准评估挂篮结构的安全性能。施工单位应积极组织挂篮加载试验,并做好试验记录工作,准确分析不同荷载下挂篮的变形情况,从而精准掌握该项施工工艺的安全状态,为后续实际施工奠定基础,做足保障工作<sup>[3]</sup>。

### 3.4 挂篮悬臂浇筑施工

在挂篮悬臂浇筑施工中应严格遵循技术流程与规范,循序推进整个施工工序,保证作业效果,并加大安全管理力度,满足安全作业需求。具体应从以下几个方面入手:

第一,主梁施工作业期间,为降低安全风险,前期需按照规定做好系统检验工作,严格保证系统处于安全状态下,才能正式展开主梁施工建设。尤其要注意检查起吊设备和张拉设备的运行状态,发现异常问题,及时进行调整。

第二,挂篮悬臂浇筑施工中,要严格做好挂篮模板的安全拆除管理工作,保证安全性,达到预设标准。实际拆除前需对混凝土强度进行检验,达到设计规定值,便可依次进行拆模作业。注意前期要首先松懈模上的对拉螺栓,随后按照顺序要求依次进行处理,调整好内外模,并且应在完成纵向预应力束张拉作业后进一步进行优化和完善<sup>[4]</sup>。另外,模板拆除中,对下横梁的锚固,系统应做好安全管控工作,调整底平台确保平台在施工中的安全防护。若期间涉及挂篮前移施工,必须严格保证已浇筑段的混凝土强度值达到预设要求,方能确保整体施工效果,避免影响作业安全性。

第三,挂篮就位与锚固处理。严格按照作业的需求,将挂篮安装到指定位置处,一般位于桥墩处或梁下方,同时要严格对其进行固定处理,做好安全防护,增加防护栏杆等,保证作业人员在挂篮施工中得到全面防护。

第四,混凝土浇筑施工作业期间要严格控制质量水平,避免出现位移现象影响作业效果。此期间若涉及挂篮的转换工作,应注意对称卸载,避免出现安全风险隐患,影响施工效果。

第五,在钢筋与预应力束的安装施工过程中,作业人员要明确关键作业规范与要求,严格按照施工标准进行处理,将作业安全管控到位也有利于减少损伤性的风险问题。严格把控预应力管道的安装效果,既要确保位置精准,又要保证牢固性达到预设要求。

第六,混凝土浇筑作业过程中应坚持对称浇筑作业原则,分层分段进行浇筑处理,不仅要加大原材料的检验力度,也要确保浇筑过程的合理性、有效性。

一般在浇筑顺序上,应先完成主梁底板的浇筑处理,随后再浇筑腹板,最后进行顶板的浇筑作业。在浇筑作业前,应按照规范要求检验好模板系统,确保稳固性,模板支撑系统也应同样具备牢固系数和安全系数。

### 4 高速公路桥梁挂篮悬臂浇筑施工安全控制策略

在挂篮悬臂浇筑施工中,为保证安全控制得当,提高安全施工效果,应严格落实以下施工安全控制措施:

第一,前期制定完善的挂篮安全施工方案,并在施工期间严格执行安全技术要点,确保做好现场各环节安全管理工作,将各类安全风险降到最低。在安全施工方案中,应充分涵盖各类安全风险的识别结果,防范与应对方法,为相关作业人员提供有效依据,确保挂篮安全施工落到实处。

第二,在施工前安全技术交底时,可适当利用 BIM 等技术形式,提高安全交底的科学性、可视化,也能借助先进的技术形式做好安全分析,模拟施工现场施工环境分析可能存在的安全事故问题<sup>[5]</sup>。另外,利用三维模型进行技术交底或安全教育,更有利于提高作业人员的重视度和认知度,切实规范作业行为,保证安全性。

第三,施工现场应按照要求做好安全监督检查工作,营造安全生产环境,组建安全管理小组,按照规定依次落实现场安全检查活动,确保各类安全风险消除在萌芽状态。

### 5 结束语

在公路桥梁施工中,应严格把控挂篮悬臂浇筑施工工艺的技术要点,并明确施工安全影响要素,依次落实各环节施工安全控制措施,全面且完善地把控施工工艺要点,确保整体施工安全得到高效保证,打造精品桥梁工程。

### 参考文献:

- [1] 邱培林.高速公路桥梁挂篮悬浇施工安全技术[J].科学技术创新,2024(04):94-97.
- [2] 叶鹏.高速公路桥梁连续刚构挂篮悬浇段施工技术解析[J].运输经理世界,2021(10):46-48.
- [3] JTG F90-2015,公路工程施工安全技术规范[S].北京:人民交通出版社,2015.
- [4] 赵志东.高速公路桥梁连续刚构挂篮悬浇施工技术[J].黑龙江交通科技,2020,43(12):116-117.
- [5] 陈跃先.高速公路桥梁连续刚构挂篮悬浇段施工技术[J].中国公路,2019(21):244-245.