

大跨径钢结构桥梁现场安全施工管理策略

黄志刚

新疆北新永固钢结构工程有限公司，新疆乌鲁木齐，830000；

摘要：大跨径钢结构桥梁具备稳定性好、荷载强度高、行车安全舒适等多个方面优势，此类桥梁施工方案目前已得到广泛地应用。同时，大跨径钢结构桥梁的现场施工阶段存在诸多的安全隐患因素，集中体现在桥梁钢结构的节段组装、整体推进等，施工部门应采取积极有效的施工管理应对措施。本文探讨大跨径钢结构桥梁的现场安全施工管理实施要点，为桥梁工程的安全施工提供有益的借鉴。

关键词：大跨径钢结构桥梁；现场施工；安全管理

DOI: 10.64216/3080-1508.25.11.070

引言

当前背景下的桥梁施工规模不断扩大，大跨径钢结构桥梁在质量安全方面的优势也表现得更加突出。与传统的施工管理形式相比，围绕精细化理念实施的钢结构桥梁现场施工安全管理更符合实际需求，能够在防范桥梁施工事故的前提下优化施工资源的配置。因此如何建构因地制宜的桥梁施工安全管理方案，应视为大跨径钢结构桥梁发挥最大化功能的关键所在。

1 大跨径钢结构桥梁的常用施工方法

1.1 整体推进方法

大跨径钢结构桥梁的整体推进施工，指的是预先制作完成钢结构桥梁的各部分构件，然后利用滚轮或者滑轨的机械设备将其移动至指定的区域。对于钢结构的大跨径桥梁工程如果采取了整体推进的施工方案，则可有效减少周边环境的不利影响，体现了文明绿色施工的宗旨^[1]。尤其是在施工空间受限的特殊条件下，采用整体推进的大跨径桥梁施工形式可显著减轻现场作业负担，在保障施工人员安全的基础上降低对周边交通带来的干扰。

1.2 节段组装方法

对于大跨径钢结构桥梁采用节段组装的施工方案，施工人员首先需要分解原有的桥梁结构体系，将其划分为若干个节段，并通过工厂预制的形式予以成型。在此前提下，桥梁施工人员就能够利用较短时间来完成预制件的组装拼接，从而建立起结构精密、荷载性能良好的钢结构桥梁^[2]。以上施工方案通常适用于工程质量要求较高的场合，其优势在于保障桥梁结构的稳定坚固，降低现场作业的复杂度，并能够缩短钢结构桥梁的工期。

具体需要利用起重机械来吊装并放置各预制节段，然后利用螺栓对其进行焊接处理。施工人员还应重视桥梁节段的尺寸误差检查，避免由于某一预制节段存在尺寸错误而影响钢结构桥梁的整体使用。

2 大跨径钢结构桥梁在现场安全施工管理方面的难点

2.1 机械设备的现场操作风险

大跨径钢结构桥梁在现场施工过程中的常见风险主要体现在不当的人为操作，一些桥梁工程的施工人员未依据相关规定佩戴人身安全防护设施，进而导致桥梁施工人员面临重大的事故威胁^[3]。大体积桥梁工程由于结构跨度较大，客观上就会增加现场施工作业的精细化程度要求。施工人员在忽视精细化管理的情况下，易造成比较严重的桥梁质量安全事故，而且不利于桥梁施工人员的人身安全获得切实、有效地保障。此外，一部分桥梁施工人员未能遵守企业的规章制度，导致施工人员在现场施工阶段从事了违规作业，造成施工人员受到重大伤害，还会引发机械设备损坏的后果。

2.2 高空作业存在隐患

大跨径钢结构桥梁的高空作业难度较大，缺乏安全作业监管的桥梁高空施工就会导致人员坠落伤亡的重大灾害后果。现阶段的一部分桥梁施工人员未能佩戴安全绳、安全鞋等防护设施，易造成施工人员在狭小空间的影响下发生坠落伤害，不利于桥梁施工人员的人身安全获得良好的保证^[4]。例如在霜冻、强风、强降雪或降雨的极端气候状态下，忽视高空作业安全防护的做法就会增加人员伤害的概率。钢结构桥梁在高空作业过程中，普遍存在桥梁连接处失稳、焊接节点松动、防护绳脱落

等问题，在威胁施工人员安全的同时也会造成工期延误，不利于桥梁工程的如期交付使用。

2.3 隐蔽区域、交叉工序较多

大跨径钢结构桥梁在现场施工方面涉及比较复杂的工序交叉，处于不同工序的施工人员只有加强配合与衔接，才能够在根源上消除工程安全隐患。但是目前一些桥梁施工人员缺乏对于隐蔽区域的缺陷排查，导致桥梁连接处缺乏牢固的焊接处理，或者由于桥梁基础结构

失稳而埋下使用阶段的事故隐患^[5]。处于交通不便区域的大跨径桥梁工程现场管理就会增大难度，同时也不利于钢结构材料实现平稳与安全地运输。一些钢结构桥梁的工程设计图纸与现场施工情况不符，桥梁施工人员没有详细解读施工图纸，导致实际的桥梁施工效果偏离图纸设计意图。

如下表，为大跨径钢结构桥梁在施工阶段的安全风险因素：

表1 大跨径钢结构桥梁的施工安全风险因素

| 编号 | A1 | A2 | A3 | A4 |
|------|---------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|
| 风险类型 | 人为操作因素 | 规章制度因素 | 技术手段因素 | 外部环境因素 |
| 具体表现 | 缺乏安全防护、人员素养较低 | 机械运维养护、人员管理、隐蔽缺陷排查方面的监管规范缺失 | 设计图纸与施工实际不符、忽视测量与勘察 | 既有管线冲突、极端自然气候、水文与地质条件不良 |

3 大跨径钢结构桥梁的现场安全施工管理实例

3.1 工程概况

某大跨径的钢结构桥梁属于下承式的三跨连续钢结构桥梁，其中的桥梁主桁部分设计为三角形的桁架。钢结构桥梁的跨径布置为 57+67+59m，平均高度达到 9.8m，桥梁各边跨都布置为 4 个支撑节点。钢结构桥梁的工程设计人员拟在竖杆以及腹杆部位使用 H 型钢作为主要材料，并且在主桁部位选用 Q370 型号钢材。大跨径钢结构桥梁的板面部位主要使用预制的钢筋混凝土板，平均达到 16cm 的板材厚度，钢结构桥梁各主要部分的连接高度达到 8.8cm。

3.2 施工管理方案

钢结构桥梁的施工部门充分考虑到大体积桥梁的结构安全隐患，并需要加强对桥梁施工机械设备的安全管理^[6]。具体应加强大跨径的钢结构桥梁施工质量安全监督，其中重点涉及到大体积桥梁的挖孔桩施工以及高墩台施工现场监理。并应当提醒施工现场的作业人员加强安全防护意识，在遇到恶劣天气的情况下需要停止高空作业，按照规章制度穿戴完整的高空作业防护装置。施工企业需要在安全管理的范围内划分若干的项目管理小组，在最大程度上维护施工现场的工作人员人身安全。

此外，大跨径钢结构桥梁的施工班组还应当充分重视材料入场检验，以避免桥梁工程的质量不达标。相关负责部门对于钢结构桥梁的施工过程应重点检查桥梁拼接缝的尺寸误差、连接部位的焊接松动缺陷、钢构件

的组装尺寸偏差、桥梁端部的铣平保护控制、焊缝坡口的质量控制等。施工人员通过全面查看钢结构桥梁的作业图纸，可进一步掌握大跨径钢结构桥梁所在区域的地质与水文状况，然后进一步检查桥梁各结构单元的拼接施工效果。桥梁施工监理人员应重点检查各连接部位是否符合标准，若不符合标准则需要重新进行吊装，直至达到工程质量的合格要求才能够进入下道工序作业。

如下图，为大跨径钢结构桥梁的现场安全施工管理机构职责划分：

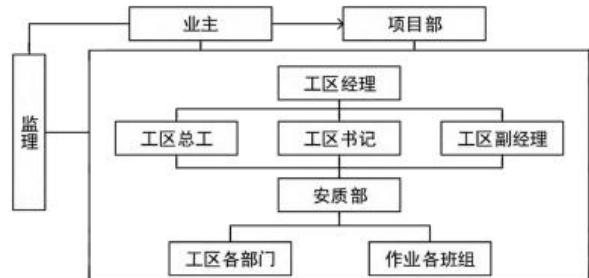


图 1：大跨径钢结构桥梁的现场安全施工管理职责划分方案

4 大跨径钢结构桥梁现场安全施工管理的优化策略

大跨径钢结构桥梁在现场安全施工方面存在复杂的隐患因素，桥梁施工部门只有进一步加强对工程安全隐患的排查，其才能够在根源上解决桥梁施工方面的常见缺陷或问题，从而为钢结构桥梁的正常使用打下良好的基础。近些年来，大跨径钢结构桥梁在现场安全施工方面的管理方案日趋完善成熟，但是总体上仍存在一系列的有待解决问题。为发挥桥梁工程现场安全施工管理的最大化作用，则桥梁施工部门需采取如下的优化方案：

4.1 加强场地勘察，明确不良地质

钢结构大跨径桥梁的施工人员只有进一步加强工程前期勘察，其才能够有效防范桥梁施工误差的产生，从而起到维护施工人员安全的作用^[7]。在此前提下，大跨径的钢结构桥梁工程设计部门需加强地质勘察，做到充分了解桥梁施工场地的不良地质因素，并需要在桥梁结构设计中贯彻因地制宜的理念。

大跨径的钢结构桥梁施工部门与设计部门应采取通力合作的方式，在增进工程设计人员与施工人员沟通交流的基础上，采取积极有效的隐患防控手段。桥梁施工人员具体在从事钻孔作业、高空作业、吊装结构件等高风险操作之前，应全面检查施工人员佩戴的安全防护设施是否到位，并要及时纠正施工人员在人身安全防护方面的错误。施工人员还应保证打桩、布置导向支架等环节的精确性，对于桥梁结构的垂直度偏差应进行及时的纠正，采取源头防范工程质量安全隐患的整改方案。

例如，某跨度较大的钢结构桥梁所在区域广泛分布着湿陷性黄土、淤泥土、粉质黏土等不良地质构造，客观上增加了钢结构桥梁的施工操作难度。基于以上的特殊因素考虑，桥梁施工部门拟采用精细化的现场安全监督管理做法，施工企业的各班组都需要配备一名专业的安全监督员。桥梁工程的项目设计人员经过反复的核算，确定现有的桥梁施工图纸已符合质量安全的基本要求，然后才能够将桥梁设计方案应用于现场施工实践。

4.2 严格材料检验，消除潜在缺陷

钢结构的大跨径桥梁工程存在诸多的隐蔽工序风险，桥梁施工部门应进一步加强针对钢结构材料的入场检查，从而有效降低桥梁施工阶段的事故发生率，保证钢结构桥梁的建设项目能够按时投入使用。具体针对钢结构材料以及机械设备都应当全面展开入场检查，对于未达到质量安全要求的工程机械设备应禁止进入桥梁施工场地。为避免钢结构桥梁的隐蔽施工缺陷形成，重点就是要加强对施工人员的安全宣传及教育，使得施工人员具备良好的隐患防范思维。

大体积的钢结构桥梁在施工进行中，一般都会用到特定规格的钢构件、起重机等材料与设备。因此，相关负责人员应全面检查桥梁钢构件的规格与型号，做到及时纠正桥梁钢构件的尺寸错误。如对于表面存在裂缝的钢构件应禁止进入桥梁施工现场，相关负责部门在运送桥梁钢构件入场之后，应立即将其存放至指定的区域，

以防桥梁钢构件发生受潮损坏。

此外，施工人员在从事起重作业以及吊装作业时，务必保证平稳驾驶起重机械设备，避免由于用力过猛而损坏工程起重机械。施工人员在起重机运行的过程中应避免突然停机，并需要由两名以上的施工人员相互配合完成高空吊装作业。在起重机械设备发生重大故障的情况下，桥梁工程的施工人员应立即停止相关操作，然后集中排查工程设备的故障点。施工人员还需要定期汇报施工材料与机械设备的风险点，做到自觉遵守企业制定的施工现场安全管理规定，避免施工人员在不具备任何保护措施的状态下从事冒险作业或违规操作。

4.3 建构智能模型，增进工序协调

在人工智能时代全面到来的趋势下，钢结构、大跨径的桥梁施工流程更加复杂，体现了BIM建模工具应用于钢结构桥梁现场施工管理的必要性。为增进相关工序人员之间的衔接，重点就是要利用BIM的自动建模辅助软件，并需要安排专业人员负责排查大跨径桥梁的隐蔽施工缺陷。桥梁施工人员应详细听取监理部门提供的整改意见，从而对于桥梁施工中的交叉工序加强监管，在根源上降低桥梁施工中的事故发生率。

BIM技术具有实时性、协同性、多维度的重要应用优势，钢结构桥梁的施工部门需加强针对BIM技术的重视度。具体在建构BIM可视化模型的基础上，桥梁施工部门应安排专业人员负责检查桥梁连接处，从而有效降低桥梁焊接节点的松动以及滑脱风险。现阶段的钢结构桥梁施工企业还应当重视纤维增强复合材料、自愈合混凝土等新型结构材料的投入使用，旨在全面改善大跨径桥梁的荷载性能，避免桥梁结构出现较大面积的混凝土裂缝缺陷，延长大跨径桥梁的工程寿命。

例如，某大跨径的钢结构桥梁在前期地质勘察的实施阶段，工程勘察人员发现该区域存在若干的地下既有管线设施，易导致桥梁施工过程中发生管线碰撞的事故。在此前提下，钢结构桥梁的工程设计部门与施工单位及时取得联系，并结合实际情况更改了原有的工程设计图纸，进而有效避免了地下管线交叉引发的工程质量事故。钢结构桥梁的施工企业人员通过全面监测工程隐蔽风险，总体上实现了超出30%的施工成本节约目标，使得大跨径桥梁能够如期投入使用。

5 结束语

综上所述，大跨径钢结构桥梁的现场施工管理直接

关系到工程效益实现,还会对钢结构桥梁的安全使用形成显著的影响。在目前的现状下,大跨径钢结构桥梁的施工管理方案更加多样化,相关部门需结合实际情况进行合理的规划设计,旨在最大限度内降低桥梁工程的质量安全风险;并应当充分重视信息技术手段的采用,通过建构BIM的现场施工安全管理模型,进一步加强相关工序之间的配合与衔接。

参考文献

- [1] 刘俊奇,高迪.城市桥梁大跨径内倾钢箱拱安装技术研究与应用[J].建筑技术,2025,56(06):654-656.
- [2] 孟凡超,金秀男.我国公路钢桥标准化设计进展与

- 工程实践[J].钢结构(中英文),2024,39(11):11-19.
- [3] 罗厚伟.大跨度梁拱组合钢结构桥梁施工技术分析[J].大众标准化,2024,(20):54-56.
- [4] 刘友瑞.大跨径钢结构桥梁现场安全施工管理策略[J].运输经理世界,2024,(30):141-143.
- [5] 李涛.大跨径钢结构桥梁施工方法分析[J].运输经理世界,2024,(20):79-81.
- [6] 宋安然,黎六州.大跨径公路桥梁钢结构吊装施工技术[J].工程建设与设计,2024,(05):201-203.
- [7] 王宏宾.高墩大跨径钢结构桥梁施工技术及质量控制要点探析[J].工程建设与设计,2024,(02):176-178.