

高速铁路箱梁施工质量控制及风险评估

刘广利

中铁北京工程局集团有限公司 北京 100000

摘要：高速铁路箱梁施工质量控制是确保铁路工程安全稳定的关键环节。通过严格把控施工过程中的材料选择、工艺执行和检测标准，确保箱梁质量符合设计要求。同时，进行风险评估，识别潜在风险并制定应对措施，以预防事故发生。综合质量控制和风险评估，能有效提升高速铁路箱梁施工的整体质量与安全水平。

关键词：高速铁路箱梁；施工质量控制；风险评估

引言：高速铁路箱梁施工质量控制是保障列车安全、稳定运行的基础，对于提升铁路工程的整体质量具有重要意义。本文旨在探讨高速铁路箱梁施工过程中的质量控制方法，同时分析并评估施工中可能面临的风险，以此为施工管理人员提供科学依据，确保施工过程的安全、高效与可靠。

1 高速铁路箱梁施工的重要性

高速铁路箱梁施工在高速铁路建设中扮演着至关重要的角色，其重要性不容忽视。第一，高速铁路箱梁作为高速铁路桥梁工程的核心组成部分，承载着列车运行时的巨大荷载。其质量和稳定性直接关系到高速铁路的安全运行。因此，确保箱梁施工的高质量完成，是保障高速铁路安全、可靠运行的基础。第二，高速铁路箱梁施工对于提高高速铁路的运行效率具有重要意义。随着科技的进步和经济的发展，高速铁路已成为人们出行的重要选择。箱梁作为高速铁路桥梁的主体结构，其施工质量和精度将直接影响列车的行驶速度和平稳性。优质的箱梁施工能够确保列车在高速行驶时依然保持平稳，减少因桥梁问题导致的列车减速或停车，从而提高高速铁路的运行效率。第三，高速铁路箱梁施工对于推动相关产业的发展也具有重要作用。高速铁路建设是一个庞大的系统工程，涉及众多领域和产业^[1]。箱梁施工作为其中的重要环节，将促进钢铁、水泥、机械等相关产业的发展。同时，高速铁路箱梁施工的技术创新和进步，也将推动整个建筑行业的技术升级和产业升级。第四，高速铁路箱梁施工对于促进区域经济发展也具有重要作用。高速铁路的建设将促进沿线地区的经济发展和城市化进程。箱梁施工作为高速铁路建设的重要环节，将为沿线地区提供大量的就业机会和经济发展机遇，促进区域经济的繁荣和发展。

2 高速铁路箱梁施工质量控制策略

2.1 施工前准备阶段的质量控制

高速铁路箱梁施工前的准备阶段质量控制是确保整个施工过程顺利进行和最终产品质量达到标准的关键环节。在高速铁路箱梁施工之前，必须对工程规划和设计图纸进行详尽的审核。这包括检查设计文件的完整性、准确性、合理性，以及对关键技术要求的理解和应用。特别要注意对箱梁的尺寸、结构、材料等方面的详细检查，确保设计符合相关标准和规范。施工材料的质量直接影响到箱梁施工的质量。在施工前，应对所有进场的材料进行严格的筛选和检验。这包括检查材料的规格、型号、性能是否符合设计要求，以及检查材料的质量证明文件和出厂合格证是否齐全。对于关键材料，如混凝土、钢筋等，还应进行抽样检测，确保其质量满足施工要求。施工设备是箱梁施工的重要工具，其性能和状态的好坏直接影响到施工的质量和效率。在施工前，应对所有施工设备进行全面检查，确保其处于良好的工作状态。特别是对于起重设备、混凝土搅拌设备、预应力张拉设备等关键设备，还应进行试运行和调试，确保其能够正常、安全地运行。施工人员是箱梁施工的直接参与者，其技能和素质直接影响到施工的质量和安全性。在施工前，应对所有施工人员进行必要的培训和考核，确保其具备相应的技能和知识。特别是对于关键岗位的人员，如混凝土工、钢筋工、张拉工等，还应进行严格的技能考核和资格认证。施工现场的环境和条件也是影响箱梁施工质量的重要因素。在施工前，应对施工现场进行全面的检查，包括地形、地质、气象、交通等方面的条件。对于可能影响施工质量和安全的因素，应采取相应的措施进行预防和处理。

2.2 施工过程中的质量控制

在高速铁路箱梁施工过程中，必须严格按照施工图纸、技术规范和施工方案进行施工。施工人员应熟悉并掌握各项施工工艺和技术要求，确保每一步操作都符合标准。同时，要加强施工现场的技术指导和监督，及时

发现并纠正施工过程中的错误和偏差。混凝土是箱梁结构的主要材料,其质量直接影响到箱梁的整体质量。在施工过程中,应严格控制混凝土的配合比、搅拌时间、浇筑速度和振捣方式等参数,确保混凝土的质量满足设计要求,要加强混凝土的养护工作,避免因养护不当导致混凝土出现裂缝、变形等问题。预应力张拉和钢筋连接是箱梁施工中的关键环节,其质量直接影响到箱梁的承载能力和使用寿命。在施工过程中,应精确控制预应力张拉的张拉力、张拉顺序和张拉时间等参数,确保预应力张拉效果满足设计要求,要加强钢筋连接的质量控制,确保钢筋连接的牢固性和可靠性。在施工过程中,应加强施工监测和检测工作。通过安装传感器、使用测量仪器等手段,对施工过程中的关键参数进行实时监测和记录,定期对箱梁结构进行质量检测,如混凝土强度检测、钢筋连接质量检测等,确保箱梁结构的整体质量符合设计要求。在施工过程中,难免会遇到一些问题和隐患。一旦发现这些问题和隐患,应立即停止施工,组织相关人员进行原因分析,并制定相应的处理措施,要加强施工过程中的安全管理和风险控制,确保施工过程中的安全和质量。

2.3 施工后的质量检查与评估

高速铁路箱梁施工后的质量检查与评估是确保箱梁结构质量满足设计要求、保障高速铁路安全稳定运行的重要环节。施工完成后,必须对箱梁进行全面的质量检查。这包括检查箱梁的尺寸精度、表面平整度、混凝土强度、钢筋连接质量等关键指标。对于混凝土强度,应采用无损检测或取芯检测的方法,确保混凝土强度符合设计要求。对于钢筋连接质量,应检查连接点的牢固性和可靠性,确保钢筋连接满足设计要求。在质量检查的基础上,需要对箱梁的质量进行细致的评估。评估过程中,应综合考虑箱梁的各项指标,如强度、刚度、稳定性等,并采用科学的评估方法,如有限元分析、荷载试验等,对箱梁的整体质量进行评估。评估结果应量化表示,以便更好地了解箱梁的质量状况^[2]。在质量检查和评估过程中,如果发现箱梁存在质量问题,应立即停止使用,并组织相关人员进行原因分析。根据原因分析结果,制定相应的处理措施和整改方案,确保问题得到及时解决。为了保障箱梁的质量可追溯性,应建立完善的质量追溯和记录系统。在施工过程中,应详细记录每一步施工过程和关键参数,如混凝土配合比、浇筑时间、张拉数据等。施工完成后,应将相关记录进行整理归档,以便后续的质量追溯和评估。

3 高速铁路箱梁施工风险评估方法

3.1 LEC风险法

在高速铁路箱梁施工中,LEC风险法是一种半定量的风险评估方法,它通过评估事故发生的可能性(L)、人员暴露于危险环境中的频繁程度(E)以及事故可能造成的后果(C)三个关键要素,来综合判断风险的大小。LEC风险法首先需要对每一个潜在的风险事件进行细致的评估。在高速铁路箱梁施工中,可能的风险事件包括但不限于设备故障、施工操作失误、材料质量不达标、环境条件突变等。针对每一个风险事件,都需要评估其发生的可能性(L)。这涉及到对历史数据的分析、现场环境的评估以及对施工人员技能水平的考量。可能性(L)的评估需要综合考虑各种因素,包括设备维护情况、人员培训水平、施工流程的合理性等,并将其划分为不同的等级,如从几乎不可能发生(L=1)到极有可能发生(L=10)。接着,需要评估人员暴露于危险环境中的频繁程度(E)。这主要取决于施工活动的性质、施工人员的职责分配以及施工环境的特性。例如,在箱梁浇筑过程中,工人需要长时间在高处作业,其暴露于高处坠落风险的频繁程度就相对较高。频繁程度(E)同样需要划分为不同的等级,如从几乎不暴露(E=0.5)到持续暴露(E=10)。最后,需要评估事故可能造成的后果(C)。这包括人员伤亡、财产损失、环境影响等多个方面。后果(C)的评估需要考虑到事故发生后可能带来的直接和间接影响,并将其划分为不同的等级,如从轻微伤害或财产损失(C=1)到多人死亡或重大环境破坏(C=100)。在得到L、E、C三个要素的评估结果后,就可以通过计算D值($D=L \times E \times C$)来综合评估风险的大小。D值越高,表示风险越大,需要采取的风险控制措施也就越严格。通过LEC风险法,可以全面、系统地评估高速铁路箱梁施工中的各类风险,为施工安全管理提供科学依据。

3.2 风险矩阵法

在高速铁路箱梁施工的风险评估中,风险矩阵法是一种直观且实用的工具,它通过综合考虑风险的可能性和影响程度,将风险划分为不同的等级,从而帮助决策者明确风险的优先级并制定相应的管理策略。风险矩阵法首先定义了两个关键维度:风险的可能性和影响程度。可能性是指风险事件发生的几率,而影响程度则是指风险事件发生后可能造成的后果或损失。在高速铁路箱梁施工中,可能的风险事件包括但不限于施工设备故障、操作失误、材料质量问题、环境变化等。在评估风险可能性时,需要综合考虑多种因素,如历史数据、现场环境、施工流程、人员技能等。通过收集和分析这些信息,可以将风险可能性划分为不同的等级,如极低、低、中、高和极高。这些等级的划分应该基于具体的工

程实际和风险评估标准。接下来,评估风险的影响程度。这包括考虑风险事件对人员安全、施工质量、项目进度、成本等方面的潜在影响。同样地,影响程度也可以划分为不同的等级,如轻微、一般、严重、重大和灾难性。等级的划分应该基于潜在后果的严重性和发生的可能性。一旦确定了风险的可能性和影响程度,就可以将它们映射到风险矩阵中。风险矩阵是一个二维表格,横轴表示风险的可能性,纵轴表示风险的影响程度。通过将不同的风险事件定位在矩阵中的相应位置,可以直观地看出每个风险事件的优先级和相对重要性。在风险矩阵中,高风险区域通常位于矩阵的右上角,表示这些风险事件不仅可能性高,而且一旦发生后果严重。对于位于高风险区域的风险事件,需要制定详细的风险应对措施,包括预防措施、减轻措施和应急措施等。

3.3 层次分析法(AHP)

在高速铁路箱梁施工的风险评估中,层次分析法(AHP)是一种系统化、结构化的决策方法,它通过构建层次结构模型,将复杂的风险评估问题分解为多个层次和因素,并利用定性和定量相结合的分析方式,为决策者提供科学的风险评估依据。在高速铁路箱梁施工风险评估中,层次分析法首先要求识别并确定与施工风险相关的各个因素。这些因素可能包括技术风险、管理风险、环境风险、经济风险等,每个风险类别下又可以进一步细分为更具体的风险因素,如技术风险中的设备故障、操作失误等。接着,构建层次结构模型是层次分析法的核心步骤。这个模型通常包括目标层、准则层和方案层。在高速铁路箱梁施工风险评估中,目标层即为施工风险的整体评估;准则

层则是影响施工风险的各类风险因素;方案层则是对各种风险因素进行管理和控制的措施或策略。在层次结构模型构建完成后,需要进行定性和定量的分析。定性分析主要是通过专家打分或小组讨论的方式,对各个风险因素的重要性进行排序和比较。定量分析则是利用数学方法,如矩阵运算,计算各个风险因素的权重和优先级。在层次分析法中,权重计算是关键环节^[3]。通过构建判断矩阵,对同一层次的风险因素进行两两比较,得出相对重要性评分,进而计算出每个风险因素的权重。这些权重反映了风险因素在整体风险评估中的重要性程度。最后,根据层次分析法的结果,可以对高速铁路箱梁施工中的各类风险进行优先级排序,并制定相应的风险应对措施。对于权重较高的风险因素,需要重点关注和优先处理,以确保施工的安全和质量。

结语

总之,高速铁路箱梁施工质量控制与风险评估是确保铁路建设质量与安全的重要环节。通过精细化的质量控制措施和全面的风险评估,能够及时发现问题、有效应对挑战,保障高速铁路箱梁施工的顺利进行。展望未来,我们将继续优化质量控制体系,提升风险评估水平,为高速铁路的安全运营提供坚实保障。

参考文献

- [1]张志华,高自茂.高速铁路双线整孔预制箱梁架桥机设计方案探讨[J].铁道标准设计,2020,(5):1-4.
- [2]曹硕.浅谈高铁桥梁箱梁施工技术及其质量控制要点[J].江西建材,2019,(1):200-200,202.
- [3]唐维军,王石刚,侯成仁等.高速铁路预制箱梁内模设计与制造[J].机械设计与制造,2019,(3):23-25.