

铁路隧道施工技术常见缺陷及改进措施分析

欧金平

中铁一局集团新运工程有限公司 陕西 咸阳 712000

摘要：本论文全面探讨铁路隧道施工技术中的常见缺陷及改进措施。设计阶段的改进需注重地质勘察、材料性能和系统集成；施工阶段改进关注团队培训、管理效率和环保；监理阶段改进强调团队专业性、流程标准和对施工方的有效监管。这些综合改进措施旨在提高整体工程质量、安全性和可持续性。

关键词：铁路隧道；施工技术；设计阶段；施工阶段；监理阶段；缺陷分析；改进措施；环保；质量管理；系统集成。

引言：隧道工程在现代铁路交通系统中扮演着至关重要的角色，它不仅连接了地理上的障碍，还为交通运输提供了关键的基础设施。随着铁路交通的不断发展和技术水平的提高，铁路隧道施工技术也逐渐成为工程领域的焦点之一。然而，在实际工程实践中，隧道施工常常面临各种挑战和困难，其中包括地质条件的多变性、结构设计的复杂性以及施工工艺的高度要求。^[1]

1 铁路隧道施工流程概述

铁路隧道施工流程是一个复杂而严密的过程，需要在不同阶段综合考虑工程设计、地质条件、施工方法、监理和安全质量控制等多个因素。以下是典型的铁路隧道施工流程

1.1 前期准备阶段

在这一阶段，进行详细的地质勘察，获取有关地下条件的准确数据，进行全面的设计。包括隧道的几何形状、支护结构、通风系统等。同时，准备工程结构设计、施工组织设计、安全质量保证体系设计、应急预案设计和环保方案设计等。

1.2 施工准备阶段

这一阶段包括设备调配组织进场和各类人员配备培训考核。施工现场的准备工作，包括施工组织设计编制优化及审核、临时设施的建设、物料和设备的运输安排等。确保施工所需的资源和条件得以妥善准备。

1.3 洞口开挖

隧道洞口的开挖是整个施工过程的首要任务。施工团队应熟悉洞口开挖设计交底和洞口开挖施工方案相关要求结合现场地质实况，一般采用爆破、钻削或掘进等方法，根据设计要求逐步开挖隧道洞口。隧道洞口开挖是整个隧道施工关键工序，在此过程中应严格落实洞口开挖作业流程，确保安全质量受控，环保措施到位。

1.4 巷道掘进

随着洞口的开挖，进入巷道掘进阶段。根据设计方案选择合适的掘进方法，包括盾构法、钻爆法或机械掘进法等。此时，超前地质探测是确保安全质量受控的有效手段，随开挖随进行巷道内的支护工作，确保隧道结构的稳固性。

1.5 结构施工

在巷道掘进完成后，进行隧道内部结构的施工，包括道床、轨道、通风设备等。隧道施工用途比较广泛，但是在铁路隧道中对施工质量及技术要求非常高。在轨道工程施工前必须全面多次符合隧道几何尺寸、位置标高等符合设计文件全部要求之后再行道床、轨道和隧道内部的电气系统、信号系统的安装工作。

1.6 通风与照明

隧道施工完成后，进行通风与照明系统的安装。确保隧道内空气流通，提高通行安全性，并设置适当的照明系统，以满足行车和紧急情况下的照明需求。

1.7 安全验收与监测

进行整体工程的安全验收，确保所有结构和系统符合设计标准和相关法规。同时，建立监测体系，对隧道的结构、通风、排水等关键参数进行定期监测，确保工程长期稳定运行。

1.8 竣工与投入运营

建设各方联合进行整体竣工验收，确保所有工程达到设计要求。经各方确认无安全质量病害，无环保隐患因素后，将隧道投入列车试运行。经过试运进行列车运行图参数测试、故障模拟、应急救援演练等项目合格后该铁路隧道正式投入使用。

铁路隧道施工流程的顺利进行需要各个阶段的密切协作和严密监控，以确保工程质量、安全和可持续性。

2 铁路隧道施工技术常见缺陷分析

2.1 设计阶段缺陷

在铁路隧道施工领域，设计阶段的缺陷是整个工程实施过程中不可忽视的重要问题^[2]。首先，设计阶段缺陷可能源于不充分的地质勘察，导致设计者在面对地下复杂地质条件时难以做出准确的技术判断。这种情况可能导致隧道工程的设计参数与实际不符，增加了施工的不确定性。同时，设计中可能存在对地下水文条件不够全面的考虑，忽视了地下水对隧道稳定性的影响，从而导致后期施工中水文问题的频发。其次，设计阶段的缺陷还可能表现为对材料性能和隧道结构的合理性缺乏充分考虑。例如，设计者可能未充分考虑隧道内部的温度变化、地震作用等外部因素，导致结构设计不足以应对复杂的自然环境影响。此外，对于隧道通风系统和排水系统的设计也可能存在不足，影响了隧道使用过程中的通风效果和排水能力，进而影响了整个隧道的稳定性和安全性。设计阶段缺陷还可能源于与其他铁路系统的集成不足。在设计过程中，未能充分考虑到隧道与铁路系统其他部分的协调和配合，可能导致在实际运营中出现问题，如信号系统不畅、列车运行效率降低等。

设计阶段的缺陷对隧道工程的整体质量和安全性产生深远的影响。解决这些问题的关键在于加强地质勘察、改进设计参数的确定方法、充分考虑外部因素对结构的影响，并确保与其他铁路系统的协调一致。这将有助于提高隧道工程的可靠性和长期运行的安全性。

2.2 施工阶段缺陷

在铁路隧道施工的阶段，存在一系列潜在的缺陷，这些缺陷直接影响着隧道工程的质量和完成进度。首先，施工阶段缺陷的一个关键问题是由于施工团队缺乏足够的经验或技术能力，导致施工计划的制定和实施出现问题。这可能表现为施工过程中的误差累积，影响整个工程的准确性和顺利进行。此外，施工团队对新技术和材料的应用不够成熟，可能导致在实际施工中出现不可预见的技术难题。施工阶段缺陷还可能源自施工现场管理的不善。不良的管理可能导致劳动力和设备的浪费，降低工程的效率。同时，未能有效解决施工现场的安全问题可能导致事故的发生，进而影响整个隧道工程的进展。施工过程中的合同管理和质量监控也是一个常见的问题，如果不善加处理，可能导致工程质量不达标，甚至可能引发法律纠纷。施工阶段缺陷可能表现为对环境保护的不足重视。施工期间未采取足够的环境保护措施可能导致土壤和水资源的污染，对周围生态环境产生负面影响。这种缺陷在现代社会中受到越来越多的关注，因此需要在施工阶段加强环保意识，采取相应的环境保护措施。

施工阶段的缺陷需要通过提高施工团队的专业水平、加强现场管理、强化合同和质量监控、以及重视环境保护等多方面的措施来解决。只有全面加强施工过程的规范性和科学性，才能确保铁路隧道工程的质量和可持续发展。

2.3 监理阶段缺陷

在铁路隧道施工的监理阶段，监理缺陷可能对工程质量和整体安全性产生显著的负面影响。首先，监理阶段可能出现的一个关键缺陷是监理团队的责任意识不足或缺乏必要的专业知识。监理团队的素质直接关系到对施工过程的全面监督，如果监理人员无法准确理解和评估施工方案，可能导致对潜在问题的疏忽，进而影响工程的质量和安全性。监理阶段缺陷可能表现为监理流程和对发现问题治理标准的不合理制定。监理流程的不完善可能导致监理工作的盲目性，未能全面审查和评估施工的各个方面。此外，缺乏明确的监理标准和指导文件可能使得监理人员在工作中无法准确判断是否符合规范和合同要求，增加了监理工作的不确定性。监理阶段还可能对施工方的监管不到位。监理团队未能有效地检查和核实施工方所提交的工程文件和报告，可能导致虚假信息传递，从而对工程质量的判断。对施工过程的实地监测和记录也可能不足，使得在问题发生时难以及时发现和纠正。监理阶段缺陷还可能源自对变更管理的不善处理。施工过程中可能会出现一些变更，如果监理团队未能及时审查和合理处理，可能导致合同履行的混乱和工程质量的下降。

监理阶段的缺陷需要通过加强监理团队的专业培训、严格监理人员资格审查制度，健全监理流程和监理工作岗位责任制、强化对施工方的监管、以及建立有效的变更管理机制等手段来解决。只有确保监理工作的全面性和准确性，才能有效提升铁路隧道工程的整体质量和可控性^[3]。

3 铁路隧道施工技术改进措施

3.1 设计阶段改进

在设计阶段，为提高铁路隧道施工技术的质量和可行性，需要采取一系列改进措施。首先，强调全面的地质勘察是关键的一步，以确保对地下情况的准确了解。这包括采用先进的勘探技术和设备，以获取更详尽的地质数据，从而为设计提供更可靠的基础。此外，加强对地下水文条件的综合分析，以更好地应对隧道施工中可能遇到的水文挑战。设计阶段需要加强对材料性能和结构设计的考虑。对新材料和新技术的深入研究，并将其合理应用到隧道工程中，有助于提高工程的耐久性和抗

灾性。同时,考虑外部因素如温度、地震等的影响,制定相应的设计方案,确保隧道结构在各种复杂环境下的稳定性。在设计阶段改进中,还需要加强与其他铁路系统的集成规划。确保隧道与整个铁路系统的无缝衔接,对于信号系统、通信系统等方面的集成应当在设计初期充分考虑,以降低后期的改动成本和提高系统运行的协调性。设计阶段的改进还需要注重可持续性和环保。在设计过程中,采用环保材料,设计高效的通风和排水系统,以及制定合理的环境保护计划,都是确保工程建设过程中对环境影响最小化的重要步骤^[4]。

这些设计阶段的改进措施将有助于确保铁路隧道施工技术在起始阶段就具备更高的质量和可持续性,为后续施工和运营提供坚实的基础。

3.2 施工阶段改进

在施工阶段,为提高铁路隧道施工技术的效率和质量,可采取一系列改进措施。首先,强调施工团队的培训和技能提升是至关重要的。确保施工人员具备足够的经验和技能,能够应对各种复杂的施工场景和技术挑战。此外,引入新技术和现代施工方法,通过培训和实践,使施工团队能够灵活应对不同情况。改进施工现场管理是提高整体效率的关键一环。建立严格的施工计划和进度管理机制,确保施工过程的有序进行。同时,强化施工现场的安全管理,通过定期培训和设立安全监测机制,降低事故发生的概率,确保工程人员的安全。在施工阶段的改进中,注重合同管理和质量监控是关键的一步。确保施工过程中的合同条款清晰明确,建立有效的合同履行机制。同时,加强对施工过程的实时监测和记录,以确保工程质量符合规范要求。实施全面的质量管理体系,包括从材料采购到工程验收的全过程控制,提高工程的整体质量水平。环境保护方面也是施工阶段改进的重要内容。采取合适的环保措施,减少施工对周边环境的影响,包括减少噪音、粉尘和化学物质的排放,确保施工过程的环保符合相关法规和标准。

施工阶段的改进需要从人员培训、施工现场管理、合同管理、质量监控和环境保护等多个方面入手,以确保铁路隧道施工技术在实际操作中达到更高水平。这样的改进措施将有助于提高工程效率、降低风险、确保质量和安全。

3.3 监理阶段改进

在监理阶段的改进是确保铁路隧道施工技术质量和工程安全性的关键环节。以下是一些监理阶段改进的重要措施:

选用优秀的监理团队是保障监理阶段有效运作的基

础。确保监理人员具备相应的从业资格、丰富的专业知识和实践经验,能够全面理解和评估施工方案,以便更准确地监控施工质量。此外,监理团队的专业培训和持续更新也是必不可少的,以跟上行业最新发展和技术变革。制定明确的监理细则、监理流程和监理岗位职责制度,确保监理工作的全面性和规范性。这包括确保监理流程包含全面的审查和评估步骤,对施工方的每一个关键环节都有详细的监测和记录。监理细则应明确规定合同和规范的要求,使监理人员在工作中能够依据明确的标准进行判断。在监理阶段的改进中,加强对施工方的监管是至关重要的一环。监理团队应确保对施工方提交的工程文件、报告等进行严格的审查和核实,以防止虚假信息的传递。实施全面的实地监测和记录,确保施工过程中的关键节点得到充分的关注和掌控。加强对变更管理的处理,确保变更的合理性和透明性。监理团队应在变更管理方面制定清晰的流程,及时审查和处理各种变更请求,防止变更引起的纠纷和不必要的工程变动。注重环保和可持续性方面的监管。监理团队应加强对环保措施的审查和监督,确保施工过程中符合相关法规和标准,最大程度地减少对周边环境的负面影响。

通过以上改进措施,监理阶段能够更好地履行其监督和保障职责,确保铁路隧道施工技术在最终实施阶段达到高质量和安全性的标准。

总结

铁路隧道施工涉及设计、施工、监理三大阶段,每个阶段都存在潜在的缺陷和挑战。改进设计阶段需要充分考虑地质、材料和系统集成;施工阶段的改进应关注团队培训、管理效率和环保;监理阶段改进则强调团队专业性、流程标准和对施工方的有效监管。通过这些改进措施,可以提高铁路隧道施工技术的整体水平,确保工程质量、安全性和可持续性的综合提升。

参考文献

- [1]尉晓波.铁路隧道施工技术常见缺陷及改进措施分析[J].黑龙江交通科技,2023,46(08):125-127.DOI:10.16402/j.cnki.issn1008-3383.2023.08.018
- [2]关晓武.铁路隧道施工技术常见问题及改进措施分析[J].住宅与房地产,2019,(34):182.
- [3]王璟.论述铁路隧道施工技术常见问题及改进措施[J].居业,2019(10):94+96.
- [4]刘佳.论述铁路隧道施工技术常见问题及改进措施[J].工程建设与设计,2017(06):134-135.DOI:10.13616/j.cnki.gcejsysj.2017.03.159.