

浅谈高速公路隧道施工质量监理控制

孙康

青海省交通工程监理有限公司

摘要：随着高速公路建设的不断发展，隧道工程在不断增多。为了保证隧道工程的质量，监理必须加强对施工全过程的质量控制，从而保证隧道在施工期和运营期安全性、可靠性。本文围绕高速公路隧道施工质量监理展开讨论，从高速公路隧道施工的特点入手，分析了质量监理的价值，介绍了影响隧道工程施工质量的因素以及监理要点，给出了具体的质量监理控制策略，以供参考。

关键词：高速公路隧道；施工；质量监理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.04.064

高速公路隧道工程具有施工难度大、施工周期长、技术要求高、安全风险高等特点，在施工过程中，应对施工过程进行质量监理，以确保隧道工程的质量。本文针对高速公路隧道施工质量监理控制进行浅谈，并重点介绍了高速公路隧道施工质量监理要点，以及具体的质量监理策略。

一、高速公路隧道施工特点

高速公路隧道施工的特点，主要表现在以下几个方面：（1）施工难度大。高速公路隧道通常建在山区、峡谷等地理复杂的地带，这些地方的地质条件复杂，施工难度较大。在施工中，可能会遇到诸如地质条件突变、坍塌、突水突泥等意外情况，会对施工造成较大的影响。（2）施工周期长。由于越岭隧道设计长度普遍较长，掘进作业面有限、不同地质条件下的开挖工法限制、隧道施工难度普遍较大，施工周期也相对较长。在施工过程中，遇到地质突变进行设计变更或处理坍塌、变形、溶洞等问题，进一步延长施工周期。（3）技术要求高。高速公路隧道施工要求技术水平高，需要采用先进的施工工艺和成套的先进施工设备。例如，软弱围岩大变形隧道的变形控制技术、针对流砂地质的卤水循环冷冻施工技术、饱和性湿陷性黄土的帷幕注浆施工技术等；对隧道洞身的掘进施工，需要成套的先进的三臂凿岩台车、拱锚一体机、自行式液压仰拱栈桥等专业设备。（4）安全风险高。隧道施工安全风险高，其施工空间密闭、施工段落机械设备密集、临时用电布置复杂、登高作业普遍、地质复杂多变、有害气体突发、拱顶掉块、火工品管理等是高速公路隧道施工的主要危险源，隧道内交通密集，存在交通事故的风险。隧道施工需要高度重视安全，针对危险源制定有效管控措施保证作业人员安全。总之，高速公路隧道施工特点复杂，需要采取严格的监理控制策略，注意施工的质量及安全，保证工程的顺利进行和完成^[1]。

二、高速公路隧道工程施工的质量监理价值

隧道工程造价高，投资大，合格的工程质量使其在设计生命周期内能够安全稳定的运行，投资效益增高。一个质量不合格的隧道工程在运营过程中往往发生许多病害，对病害的维修处理会发生较高费用，同时影响运营安全。在国家质量强国的背景下，交通运输部提出了“平安百年品质工程”的创建目标，其目的就是提升工程的耐久性及其安全性。隧道工程质量监理的价值就是提升工程建造质量，创造安全耐久的平安百年工程。

（一）提高施工质量

通过对施工过程的全方位监督和管理，监理人员能够及时发现和处理施工过程中存在的质量问题和缺陷。在高速公路隧道施工过程中，监理人员对隧道工程的施工工艺、工序质量控制和原材料等进行监督，以避免工程中存在的错误和不符合规范的操作，提高隧道工程的施工质量，确保隧道工程施工与设计文件一致、符合规范要求，从而提升工程实体质量。

（二）创造安全耐久的平安百年工程

高速公路隧道工程需要符合一系列规范要求，例如，《隧道工程施工技术规范》《公路工程施工质量验收标准》等。为了确保工程合规性，监理人员可以对施工过程进行全面的质量检查和审核，保证施工过程符合规范要求。通过持续的监督和质量控制，可以确保高速公路隧道工程在满足规范要求基础上，实现高质量、高安全、高效率的施工^[2]。

三、高速公路隧道施工质量影响因素

（一）人为因素

人为因素与施工人员相关，包括其技术水平、经验、工作态度等，高速公路隧道施工对施工技术水平要求较高，如果施工人员缺乏相关的技能和经验，可能导致施工错误和不规范，从而影响施工质量。同时，施工人员的工作态度也很重要。在施工过程中，施工人员应始终保持高度的责任心和质量意识，认真完成各项施工工作，确保施工的规范和效率。如果施工人员不认真对待工作，不负责任，或缺乏敬业精神，也会导致施工质量不达标。

（二）硬性因素

硬性因素主要指施工材料和设备等硬性要素，其中施工材料是隧道结构的组成部分，材料的质量和性能，直接决定了隧道的施工质量和使用寿命。例如，隧道支护材料、衬砌混凝土、钢筋、型钢、防排水材料等，其强度、防水性能以及抗渗性等特性，对隧道结构的稳定性和耐久性具有重要影响。同时，适当的施工设备，有助于提高施工效率和质量。例如，隧道掘进设备、型钢加工设备、锚杆打设设备、衬砌混凝土浇筑成型设备

等,其性能和操作稳定性,将直接影响到施工质量,使用质量可靠的设备,可以降低施工风险,并提高施工效率和施工质量。

(三) 技术因素

技术因素包括隧道设计的科学性和合理性,以及施工工艺的规范性和有效性。隧道设计应符合相关的规范和标准,并考虑周围环境、地质条件、抗震条件等因素。合理的隧道设计可以保证工程质量和施工运营安全,减少施工过程中的风险和不必要的浪费。如果设计不合理或者存在缺陷,可能导致施工过程中的问题和施工质量不达标。同时,规范的施工工艺,可以确保施工过程中的质量和效率,减少施工过程的风险和浪费。如果施工工艺不规范,可能导致施工质量差、施工效率低下、施工安全风险等问题。此外,在隧道施工过程中,技术操作的准确性,对施工质量的影响尤其重要。例如,贯通测量、控制爆破、喷锚支护技术的操作等,都需要施工人员进行准确的操作,以确保施工质量和效率。如果操作不正确,可能会导致施工过程中的错误和施工质量不达标^[3]。

四、高速公路隧道施工质量监理要点

(一) 了解监控量测的检测项目

在隧道工程施工期间,为了确保隧道工程的质量和安全性,需要对隧道工程中的各个环节进行监测和量测。在监测和量测过程中,监理人员需要了解各个检测项目的标准和要求,采取专业的监测手段和技术,及时发现并处理异常情况,确保隧道工程的质量和安全性。以下是监控量测的主要检测项目:(1)地质及支护状态观察。地质观察是对揭示的围岩岩性、结构面的产状、裂隙、出水量的观察和描述以确定围岩的完整性及稳定性,从而预判支护参数是否满足当前围岩支护需求。支护状态观察是对初支的变形及裂缝的观察以判定当前支护参数的稳定性。监理人员在掌子面开挖后需进行观察,随时掌握围岩状态,当围岩有变化时,及时督促施工单位联系设计改变支护参数及开挖工法确保施工质量及安全。(2)拱顶下沉、周边位移。通过在初支喷射混凝土拱顶、拱腰及边墙位置分段埋设测点,在观测时间内按照规定频率进行检测隧道两侧边墙的收敛值及拱顶的下沉量,以判定隧道支护结构的稳定性。监理人员应每日对拱顶下沉及周边位移检测数据进行查看,分析判定支护结构的稳定性,当观测速率突变时要及时督促施工单位暂停作业撤出人员设备以待进一步研究制定加固方案,防止安全事故发生。(3)地表沉降。沉降是隧道工程施工过程中由于挖掘、填筑等施工操作导致的地面下降的程度。在隧道工程的施工中,地表的沉降会隧道施工产生影响,严重的情况下可能会引起支护结构的破坏,监测人员通常会在沉降的位置设置沉降观测点,监测沉降速度和幅度。如果沉降值超过规范规定的允许范围,应要求施工单位及时采取相应措施。(4)超前地质预报。超前地质预报是通过相应技术手

段对隧道围岩的预判,利用TSP、地质雷达、超前水平钻、红外探水、加长炮孔等对掌子面的围岩岩性、溶洞、空腔、地下水、破碎带、断裂带等进行与监测,以便确定支护方式和开挖工法,确保施工质量及安全。监理人员应按照设计及规范要求督促施工单位做好超前地质预报,及时确定支护参数及开挖工法。

(二) 解决高速公路隧道施工前期的问题

在高速公路隧道工程的施工前期。首先,监理人员需对施工方案进行详细审核,包括施工方法、施工工艺、施工机械设备的选择和使用等。审核时,应确保施工方案满足设计要求和规范要求,能够保证施工质量和安全。其次,关注施工方案中可能存在的技术问题,并及时解决。例如,如果施工方案中的二衬钢筋定位不合理或者存在质量隐患,监理人员应提出整改要求,并与施工单位共同商讨解决方案。通过及时解决施工技术问题,可以确保施工质量符合要求。再次,制定详细具有可操作性的监理实施细则,明确监理工作的重点和方法。细则中应包括定期的巡查、抽查和重点检查等内容,以确保对施工前期工作的全面监督和检查。最后,与施工单位保持密切的沟通和协调。监理人员需及时了解施工单位遇到的问题和困难,并根据需要提供支持和指导。通过积极的沟通和协调,可以有效地解决施工前期的问题,确保施工工作的顺利进行^[4]。

五、高速公路隧道质量监理

(一) 施工准备

在施工准备阶段,质量监理的目标是确保施工前期工作的质量,为后续施工提供良好的基础,保证后续施工的质量。首先,监理人员应检查施工单位进场的设备和材料是否符合合同、设计及规范要求。对进场的设备按照合同约定进行验收,验收合格予以准入。对进行的原材料按照设计及规范要求进行检验,验收合格后予以准入。其次,监理人员需要在施工现场对各项准备工作进行检查,包括临时建筑规划和建设、测量放样、进场人员的资质、施工场地的平整、施工材料的堆放和管理、施工设备的摆放和调试等,确保施工现场符合安全、环保和文明施工要求,并提出整改意见和建议,确保施工的有序进行。最后,监督施工单位进行技术交底和人员培训工作,要求施工单位详细说明施工工艺和质量要求,并确保施工人员理解和掌握培训的内容,了解施工工艺要点及质量要求,并将学习的内容应用于施工中。人员培训涉及施工队伍的质量意识和技能培训,确保技术交底和培训的全面性和有效性。

(二) 掌握数据

通过掌握各类监理数据,监理人员可以及时发现隧道施工过程中存在的问题和风险,要求施工单位采取相应的措施进行处理,确保施工质量。同时,对于数据的比对分析,也有助于监理人员评估施工单位的执行设计及规范的情况,发现和解决管理上存在的问题。首先,在隧道施工过程中,平面控制测量和高程控制测量是

隧道施工贯通质量的关键指标。监理人员应定期对隧道贯通测量进行复核,对施工过程中的偏差进行监控和分析,督促施工单位及时采取调整措施。其次,了解隧道施工过程中的监测数据,包括围岩状态、地下水、拱顶下沉、周边位移、初支二衬背后空洞、开挖及初支的断面等,监测隧道施工过程中的风险,及时要求施工单位采取措施进行防控。最后,通过监测了解岩壁锚杆的受力情况和爆破作业的安全状态,及时掌握这些数据,判断施工过程中的质量、安全风险和存在的问题,并与相关单位共同讨论,确定有效的风险防控和问题解决方案。

(三) 洞口及明洞施工

洞口开挖是隧道工程施工的第一步,监理人员应严格按照施工方案及设计要求监督施工的单位组织洞口工程施工。首先要保证洞口位置符合设计要求,监理人员对洞口的放样测量进行复核,确保位置准确;其次边仰坡的开挖、支护及截水沟的设置要符合设计及规范要求,边仰坡的坡率及支护稳定性关系到隧道施工安全,否则存在关门风险。洞口边坡支护及截水沟未完成不得进洞作业。最后洞口工程的超前支护质量是决定进洞成功及进洞安全的绝对因素,因此洞口套拱及超前大管棚的施工质量是关键,监理人员严格按照设计要求对管棚的材料及施工工艺、管棚的长度、接口、管棚的外插角、钢筋笼的安装及注浆进行监控。安装管棚及管棚注浆时应进行旁站监理。洞口工程中明暗洞交接处的防水及沉降是质量监控重点,须严格按照设计要求组织施工。

(四) 洞身开挖

通过对隧道洞身开挖过程各个环节的监督和检查,监理人员能够及时发现问题和风险,并指导施工单位采取相应的纠正措施,确保洞身开挖的施工质量。首先,开挖工法是监理控制重点,正确的开挖工法是保证隧道施工质量及安全的前提,监理人员应督促施工单位严格按照设计开挖工法组织施工。同时监理人员应做好掌子面地质观察,当掌子面揭示围岩与设计地质不符时,及时反馈地质信息联系设计院对开挖工法进行变更,以确保施工质量、安全及施工进度。其次监理人员应严格督促施工单位控制超欠挖,超挖不但至增加工程施工成本,而且严重影响施工质量及安全,欠挖后导致支护厚度不足或支护后断面不够,影响工程质量。因此监理人员应对开挖过程进行监督分析,及时发现开挖存在的问题,分析问题原因,调整控制爆破参数。

(五) 初期支护

在初期支护时,监理人员首先应对初期支护施工工艺进行监管,确保支护施工工艺应符合设计及规范要求。首先喷锚体系是初期支护的质量控制要点,新奥法施工的关键就是柔性喷锚体系,监理人员应严格控制锚杆的打设数量、长度、角度及注浆锚固作业。其次超前支护是开挖安全的保障,监理人员对超前支护的长度、

注浆作为监控的重点。最后是网片、拱架、缩脚锚杆安装及喷射混凝土。隧道初期支护隐蔽工程多,是隧道工程施工质量控制的最重要环节,监理人员应严格监理程序管理,紧盯施工现场,督促施工单位质量体系有效运转,确保初支施工质量。

(六) 二次衬砌

二次衬砌是为了加固和保护隧道结构提供更强支撑和保护,监理人员应对隧道二次衬砌的施工进行严格监管。首先,监理人员应对二次衬砌的施工工艺进行监管,确保施工工艺符合设计要求和规范,并对施工过程中的个工序进行监控。其次,对衬砌的施工钢筋数量、层间距、保护层厚度、衬砌混凝土厚度、衬砌混凝土背后密实度等进行检查,并与设计要求进行对比,确保施工质量符合设计要求,关注施工过程中可能出现的问题,如空洞、裂缝等,并及时提出整改要求。对二次衬砌工程进行验收,确保二次衬砌施工质量符合要求。

(七) 防排水施工

隧道防排水施工质量监理,应确保隧道内部无积水和渗水,监理人员应对防排水系统施工进行质量进行严格监管。首先,监理人员应严格对隧道的中心排水沟、横向、环向、纵向、横向排水管平顺度、接头进行重点监控,确保各配水管连接密封,排水畅通。其次,防水板铺挂前初支表面应平整无钢筋、无锚杆头,防水板的铺管松弛度及焊缝焊接、热熔垫片的数量及间距作为监理控制重点,确保防水板焊接严密、无破损、漏焊、假焊。对防排水施工全过程的质量记录和验收进行监管,收集施工图纸、质量报告、验收记录等资料,利于后期进行质量回溯和追踪。同时,监理人员还需对防排水施工工程进行终验收,确保其质量符合要求^[5]。

结语

综上所述,高速公路隧道施工质量监理控制,是确保隧道工程质量的重要手段。监理人员应明确隧道施工特点,认识到隧道施工质量监理的价值,了解施工质量的影响因素,掌握质量监理的要点,并在实际监理过程中,做好施工准备、掌握各项监理数据,并在洞口及明洞施工、洞身开挖、初期支护、二次衬砌、防排水施工等施工过程中,做好质量监理,确保高速公路隧道施工质量符合要求,保证隧道施工的质量。

参考文献

- [1] 张春海. 高速公路隧道施工质量监理控制要点[J]. 门窗, 2023(3): 180-182.
- [2] 肖文豪. 高速公路隧道施工质量监理控制要点[J]. 建材与装饰, 2021(27): 127-128.
- [3] 彭春蕾. 地铁盾构隧道施工监理控制要点[J]. 运输经理世界, 2022(15): 1-3.
- [4] 宋文奇. 浅谈高速公路隧道施工质量控制要点[J]. 四川建筑, 2022(4): 153-155.
- [5] 孙占忠, 赵晓萌. 高速公路隧道施工和质量控制技术[J]. 汽车周刊, 2022(9): 158-159.