

# 高速公路隧道工程施工技术要点及其优化措施

付岗武

湖北交建检测有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i3.6610

**[摘要]** 隧道工程作为现代交通建设的重要组成部分，对于提升交通运输效率和改善人民出行条件具有重要意义。然而，隧道工程施工涉及到复杂的地质条件、结构设计和施工工艺等方面，施工质量和安全一直是亟待解决的难题。因此，本文旨在探讨隧道高速公路工程施工技术要点及其优化措施，以提升隧道工程施工的质量和水平。

**[关键词]** 隧道工程；施工技术；监测测量；安全管理；优化措施

Key points and points of expressway tunnel construction technology and optimization measures

Fu Gangwu

Hubei Communications Testing Co., LTD

**[Abstract]** As an important part of modern traffic construction, tunnel engineering is of great significance for improving the efficiency of transportation and improving people's travel conditions. However, the tunnel construction involves complex geological conditions, structural design and construction technology, and the construction quality and safety have always been an urgent problem to be solved. Therefore, this paper aims to discuss the technical points and optimization measures of tunnel highway construction to improve the quality and safety level of tunnel construction.

**[Key words]** tunnel engineering; construction technology; monitoring and measurement; safety management; and optimization measures

## 引言

高速公路隧道工程作为现代交通基础设施建设中的重要组成部分，在加快城乡发展、促进经济繁荣、改善民生福祉等方面发挥着不可替代的作用。随着人口增长和经济发展的迅速推进，高速公路的需求日益增加，而隧道工程则成为连接山区、穿越水体、突破地形等复杂地质条件的重要通道。因此，高速公路隧道工程施工技术的先进与否直接关系到工程质量、施工进度和最终使用效果。高速公路隧道工程的施工技术是保障工程质量和安全的重要保障。随着科技不断进步和社会发展需求的不断提升，高速公路隧道工程施工技术的优化也日益受到关注。在确保施工质量和安全的前提下，通过引进先进技术、加强监管与管理、增加投入与支持、强化培训与交流等多方面的手段，可以进一步提高隧道工程施工的效率、质量和安全水平，为现代交通建设提供更加坚实的技术支撑。高速公路隧道工程施工技术的不断完善和优化，将有助于推动交通基础设施建设不断进步，促进经济社会的可持续发展。

## 一、对高速公路隧道工程施工的主要特点

### (一) 地层及地质条件复杂

由于地质条件复杂，高速公路隧道工程往往处在地质灾害高发区域，如滑坡、泥石流、地面塌陷等。这些地质灾害不仅增加了施工过程中的风险，也对施工安全和进度产生直接影响。地质条件复杂时，隧道工程常常会遇到各种类型的断层，

例如走滑断层、走滑褶皱断层等。断层带给隧道施工带来了不确定性和挑战，可能会导致地层不稳定，影响隧道的支护和设计。复杂地质条件下，岩土层的性质可能出现频繁变化，如遇到不同的岩层、土层、砂岩、页岩等。这种变化可能对隧道的开挖、支护和排水等工艺造成困难，增加了施工的复杂性和技术难度。

### (二) 隐蔽工程多

隧道工程大部分位于地下，施工过程中无法直接观察和检查。这给施工的管理和质量控制带来了一定的困难。由于隧道工程的隐蔽性，施工过程中每个环节的准确性和可靠性都至关重要。需要严格按照设计要求和施工方案进行操作，确保每个施工环节的精确控制，包括开挖、支护、排水、二次衬砌等。施工质量的确往往需要通过先进的施工监测设备进行实时监测和控制。通过使用各种监测仪器和装置，可以对隧道周围地层变形、水位变化、支护结构的稳定性等进行监测，并根据监测结果进行调整和控制<sup>[1]</sup>。

### (三) 隧道长度较长

隧道长度较长导致施工周期相对较长。由于隧道工程通常需要在复杂地质条件下进行开挖和支护，加之工程规模大、技术难度高，因此整个施工过程需要耗费较长的时间。长时间的施工周期不仅增加了工程的投资成本，还会延长工期，特别是在复杂地质条件下进行长隧道工程施工，需要采取特殊的技术

措施和支护方案，以确保施工的顺利进行。加上长隧道工程施工涉及多个施工单位、多个专业，施工过程较为复杂。面对这些挑战，需要科学规划施工过程，合理调配资源，加强施工管理，以确保工程的质量、安全和进度达到设计要求。

#### (四) 施工安全风险高

由于高速公路隧道工程常常处于地质条件复杂的地区，地质灾害如滑坡、岩层崩塌等可能会引起隧道工程的坍塌。特别是在隧道施工过程中，开挖过程中如果地质条件不稳定，支护体系不完善，就容易发生坍塌事故，造成人员伤亡和工程损失。加上隧道工程施工过程中使用各类机械设备、电气设备和热源等，存在火灾隐患。尤其是在封闭、狭窄的隧道空间内，一旦火灾发生，容易导致烟雾迅速弥漫，同时，挖掘、爆破、喷浆加固等施工工艺也会增加安全风险。如果施工过程中管理不善、操作不规范，容易引发事故。高速公路隧道施工涉及大量的设施与设备，如通风系统、照明系统、排水系统等。如果这些设施设计不合理、施工不规范，或者日常维护不到位，有可能出现故障甚至引发火灾等安全事故<sup>[2]</sup>。

## 二、对高速公路隧道工程不同施工技术的分析

### (一) 全断面开挖法技术

全断面开挖法技术是一种高速公路隧道工程常用的施工技术。它适用于地质条件较为简单的隧道段，通过使用大型掘进机等设备，在一个连续的过程中完成整个隧道的开挖工作。该技术具有施工效率高、人力投入少、开挖面稳定性好等优点。然而，在地质条件复杂、存在岩层变化和断层等风险时，全断面开挖法的施工难度会较大，在地质条件较为复杂的情况下，如存在岩层变化和断层等地质风险，掘进机可能遇到困难，支护工作也变得更为复杂。在使用该技术钱要对地质条件进行详细的调查、勘察和预测，以了解地下岩土情况、地下水状况等关键因素。基于这些数据，制定出合理的施工方案和支护方案。然后，掘进机沿着设计轴线进行挖掘，同时进行土方运输和尾矿清理。当掘进机前进一定距离后，需要进行隧道的支护工作，以确保隧道的稳定性。

### (二) 台阶开挖法技术

台阶开挖法是在隧道工程中另一种常用的施工技术。它适用于地质条件复杂、岩层断裂较多的隧道段。该技术采用分段开挖的方式，通过先开挖一段隧道，然后进行支护和排水后再进行下一段的开挖。台阶开挖法的优点是能够有效应对地质风险，提高施工安全性和稳定性。由于采用分段开挖的方式，可以更好地应对地质条件的变化和不稳定性，减少次生灾害的发生。同时，开挖过程中及时进行支护和排水等工作，可以确保开挖段的稳定性，提高施工安全性。但是由于施工过程较为繁琐，需要多次的开挖、支护和排水，因此施工周期相对较长，会增加工期和成本。此外，对地质条件的分析和预测要求较高，以确保每个开挖段的稳定性和安全性。在实际使用中要先确定隧道的开挖段，即每个开挖台阶的长度。然后，按照设计要求，进行第一段隧道的开挖工作。完成一段开挖后，进行支护和排水等工作，以确保该段的稳定性。随后，才进行下一段的开挖，并重复以上的步骤，逐渐开挖整个隧道<sup>[3]</sup>。

### (三) 分部挖掘技术

分部挖掘技术是一种针对复杂地质条件下的高速公路隧道工程的施工技术。该技术将隧道区域划分为若干个相对独立的小区域，每个小区域完成开挖、支护和排水等工作，然后按照一定的顺序进行连接。这种分部挖掘的方式可以根据具体地质情况灵活调整施工措施，有效降低地质风险，增加可控性。同时，这种技术也有利于提高施工过程的安全性和稳定性，减少施工过程中的问题发生，确保施工质量。但是由于需要将每个小区域最终连接起来，施工周期较长，需要严格的施工计划和协调管理，以确保各个小区域的顺利衔接和整体隧道结构的稳定性。因此，在选择分部挖掘技术时，需要充分考虑地质条件、工程规模和需求，制定合适的施工方案和管理措施。

## 三、隧道高速工程施工技术要点

### (一) 图纸的编辑与审查要点

图纸的编辑与审查在隧道高速工程施工中起着至关重要的作用。首先，图纸必须准确和完整，其中包括地质勘察数据、设计方案和支护结构等内容。图纸的准确性保证了施工过程中的参考依据和指导，而图纸的完整性则可以避免后续工程的延误和额外的成本开支。在进行图纸编辑时，需要对图纸进行全面、细致的审查。审查的目的是确保图纸与实际工程条件相符，并检查各项标准和规范是否符合要求。需要专业人员对图纸进行审核，发现任何与施工要求违背或可能影响施工进度时，应及时进行修正，并做好修改备份工作。此外，需要特别注意图纸的更新和调整，以适应施工过程中的实际情况的变化，并做好记录和备份，以便做出必要的决策和调整。在图纸编辑和审查过程中，重要的是与现场施工人员和监理人员的密切合作和沟通。施工现场是动态的，会出现与图纸所描述的不完全相符的情况；监理人员的经验和意见对于图纸的完善和调整也至关重要。因此，及时更正和更新图纸，并确保图纸与实际施工情况保持一致非常重要。通过严格的审查和合理的调整，可以确保图纸与实际施工情况相符，减少出现问题的可能性，提高施工效率和施工质量<sup>[4]</sup>。

### (二) 提前预报隧道施工所处环境以及现场状况

提前预报隧道施工所处环境和现场状况是确保施工进展顺利的重要要点。在施工前，需要进行充分的调查和预测，识别潜在的地质、水文、气象等风险因素。这可以通过地质勘察、水文调查、气象观测等手段来完成。通过对隧道所处环境的深入了解，可以为施工计划和方案的制定提供准确的依据，同时也可以及时解决可能出现的问题，保证施工的顺利进行<sup>[5]</sup>。在勘查过程中，应考虑到地质情况的复杂性和多变性，以及可能遇到的水文、气候等因素。通过详细勘查，可以及时掌握施工现场的实际情况，为施工方案的优化和调整提供基础。在提前预报隧道施工所处环境和现场状况时，可以采用一些优化措施来提高准确性和效率。例如，可以利用地质雷达预测技术对施工前方区域进行全面探测，探测范围一般不大于40米，了解岩围等级和地下水位等信息。对于断面施工，可以由各联合单位共同制定相应的解决办法，确保支护参数的合理性和可行性。通过充分调查和预测，可以识别潜在风险因素，并为施工

计划和方案的制定提供准确依据。详细的现场勘查则能够及时发现并进行优化调整。通过采用优化措施,如地质雷达预测和联合单位的共同努力,可以提高预报的准确性和整体效率。这样可以最大程度地降低施工过程中的风险,确保施工的顺利进行<sup>[6]</sup>。

### (三) 严格控制隧道工程整体质量

在隧道高速工程施工中,严格控制工程的整体质量是确保项目成功的关键要点。施工单位需要制定全面科学的质量控制方案,确保施工质量符合设计要求。这意味着在施工过程中需进行全面的监督和检查,以保证各项工程指标符合规定要求。施工单位需要加强自检阶段的控制要求,确保每个工序都符合设计规范和标准。同时,要明确各类施工人员的岗位职责,加强岗位人员的培训,提高工作效率和质量。对于特殊关键的施工阶段,如现场开挖和模板浇筑等,需加强管理和控制。施工单位、监理和业主单位需要联合进行现场施工检查工作,确保施工质量的验收足够全面和细致。如果发现违背施工要求的情况,必须及时记录并责令改正,严重情况下可要求返工。最后,在施工验收方面,除了由施工相关单位验收外,还应聘请第三方单位进行全面客观的评价和检查。检查内容包括支护结构、空洞和衬砌厚度等,对工程的质量进行检测,并根据检查结果及时修改和调整,直至符合设计要求。通过严格控制隧道工程的整体质量,建立质量跟踪记录体系,追踪施工每个环节的质量情况,及时处理质量问题,可以最大限度地保证隧道工程的整体质量。这样可以确保工程符合规范要求,安全可靠地投入使用<sup>[7]</sup>。

### (四) 工程施工现场安全控制管理

隧道工程施工现场安全控制管理是确保工程安全的关键措施。首先,任何一项建设工程都必须遵循“以人为本,安全第一”的施工理念。施工现场安全管理工作也是所有施工环节中至关重要的一项<sup>[8]</sup>。所以需要建立健全的安全管理制度和规章制度。这包括制定相关安全控制标准和操作规程,明确责任分工和安全要求,确保施工过程中的安全控制措施得以有效实施。其次,需要加强施工人员的安全教育培训。通过开展安全培训和技能提升活动,提高施工人员的安全意识,使他们能够正确应对各类安全风险和突发事件。培训内容可以涵盖施工安全理念、个人防护装备使用和急救知识等。严格执行作业票制度是保障工程施工现场安全的重要环节。作业票制度是一种有序管理工具,用于确保施工过程中每个环节的安全,包括施工方法、操作步骤、安全控制措施等,以确保施工过程中不发生意外事故。定期组织安全检查和应急演练也是保障施工现场安全的重要手段。安全检查可以发现并及时处理安全隐患,保障施工现场的安全生产。应急演练可以提高应对突发情况的能力,使施工人员能够迅速有效地处理紧急情况,最大程度减少事故损失。通过建立健全的安全管理制度、加强教育培训、严格执行作业票制度、定期组织安全检查和应急演练,可以有效控制施工现场的安全风险,保障工程施工的安全性。这样可以最大限度地预防事故的发生,保护施工人员的生命安全和身体健康,确保工程施工顺利进行<sup>[9]</sup>。

### (五) 落实现场监控测量工作

在隧道高速工程施工中,落实现场监控测量工作是至关重要的一环。首先,相关单位需要制定合理的施工质量监督系统,确保各施工工序高效衔接,以满足方案施工标准。这为施工过程中的质量控制提供了重要保障。现场监控和测量工作在整个施工过程中起着不可或缺的作用。通过实时监测隧道工程进度、地质变化和周边环境等因素,可以及时发现问题并调整方案,保障施工的正常进行。必须加强对现场测量单位的管理控制,避免因工程外包或工作划分不明晰而导致施工质量问题。选择现代化的监控设备和技术手段对隧道施工过程进行精密监测和记录是非常重要的。这些设备和技术应满足使用要求,并经过专业部门检测,以确保安全使用。同时,要加强对老型设备的维护和更换,确保监控设备的正常运行。监测人员应严格落实现场检测工作,及时整理检测报告,为施工单位提供参考,以便对工程施工进行修改。通过落实现场监控测量工作,可以为隧道工程的质量和提供数据支持,帮助应对突发情况和保障施工的顺利进行<sup>[10]</sup>。

### 结语

隧道工程施工技术要点及优化措施的研究对于提高隧道工程施工质量和安全水平具有积极意义。未来隧道工程建设将面临更多挑战,需要不断总结经验、优化技术,确保施工质量和安全。希望本文所述内容能够为相关领域的研究和实践提供一定的参考,推动隧道工程领域的进步与发展。

### 参考文献

- [1]曹佩芝,刘峰,周洋洋等.高速公路隧道工程施工技术应用分析[J].交通节能与环保,2023,19(S1):57-60.
- [2]王伯余.高速公路隧道施工方法分析[J].运输经理世界,2023,(25):113-115.
- [3]梁俊壕.高速公路隧道工程防水施工技术应用研究[J].运输经理世界,2023,(20):75-77.
- [4]徐兵.高速公路隧道施工技术研究[J].运输经理世界,2023,(18):105-107.
- [5]朱耀博.高速公路隧道施工技术[J].四川建材,2023,49(02):113-114.
- [6]王兴安.高速公路隧道工程防水施工技术应用研究[J].工程技术研究,2022,7(20):74-76.
- [7]杨勇.山区高速公路隧道工程施工中的安全管理[J].交通世界,2021,(29):159-160.
- [8]吴诗尧.公路工程项目隧道施工技术要点研究[J].中国高科技,2021,(18):124-125.
- [9]何才文,李娟.高速公路隧道工程施工技术应用[J].建筑技术开发,2021,48(11):47-48.
- [10]刘振.公路隧道施工技术及其质量控制要点[J].绿色环保建材,2021,(04):126-127.

作者简介:付岗武,1984年12月27日,男,湖北汉川,汉,本科,工程师,研究方向:沥青混合料、水泥混凝土、路面质量、混凝土结构质量、高性能沥青、工业固废利用。