

复杂条件下山岭隧道施工不良地质及处治技术

魏雄雄 高 瑞 何 剑

云南省建设投资控股集团有限公司 云南 昆明 650000

摘 要：伴随我国隧道工程施工技术创新，不良地质及处治技术作为当下我国山岭隧道工程施工重要趋势及创新手段，其重要性不言而喻。为此，应当加强研究不良地质灾害因素对隧道工程产生的危害，从而合理选择并应用施工技术，积极应对复杂条件，保证隧道工程施工顺利完成。

关键词：山岭隧道；复杂条件；不良地质；处治技术

1 复杂地质条件对山岭隧道施工的具体影响

山岭隧道作为城市化发展和基础设施建设的重要组成部分，在复杂地质条件下的施工难度大，同时也会对后期的安全运营造成一定的影响。下面将从地质条件的角度来介绍山岭隧道施工中可能遇到的问题。首先，常见的复杂地质条件包括岩层的成分和构造不均一性、断层及弱性带等。其中，岩层的不均一性和构造的变化规律，使得在隧道穿越不同岩层时需要采用不同的施工技术，而岩石裂隙中的水体也会对工程的稳定性造成一定影响。断层和弱性带则可能引发隧道的塌陷、异位、挤压等问题，给施工安全带来威胁。复杂断层和弱性带往往抑制着隧道工程的稳定性，进而有可能导致工程影响的拓展和不可控（如出现泥石流、滑坡等灾害）。其次，复杂地质条件还可能导致工程施工的成本大幅度增加。一方面，由于隧道内部环境的恶劣程度和地下水的压力高，施工过程中的排水量和工程固化和修补力度都比较大，物资的使用量和人力成本也相应提高^[1]。另一方面，施工技术难度大，需要在特殊施工环境下，使用宽幅、高频率的机械设备和特殊工具来维护隧道和减小施工工人的人身安全隐患。复杂地质条件对山岭隧道的施工会产生许多障碍和威胁，如不合理的施工计划、不合适的施工设备和技术以及环境安全条件的差异性等。影响隧道工程经济性的一个重要因素是施工成本，隧道施工比一般建筑难度大，而复杂地质条件的加剧使得工程维修和建设成本具有多变性。因此，建立科学的工程管理体系，制定全面的施工计划，灵活运用先进的隧道施工技术和先进机械设备，克服复杂地质条件对山岭隧道施工的影响，能够有效提高工程的稳定性和经济效益。

2 复杂条件下山岭隧道施工不良地质分析

2.1 软弱围岩

软弱围岩是山岭隧道施工中常见的不良地质问题之一，指的是在地质力学性质方面较差、强度较低、变形

率较高的岩石层或土层。这种围岩由于受到山体的长期不停的作用，破碎、裂隙、泥化等现象出现较多，使得在隧道施工的过程中，基础岩石的稳定性下降，使得爆破困难、开挖成本增加、围岩支护难度大等问题导致不利后果的出现^[2]。

2.2 地下水

地下水是山岭隧道施工中常见的不良地质问题之一。地下水的存在与流动不仅会影响隧道的稳定性，而且还会对施工工艺和隧道的安全运营造成极大影响。首先，地下水会影响隧道的稳定性。在施工过程中，地下水压力会不断作用于隧道围岩上，隧道的围岩在长期的水压力作用下容易发生变形、断裂等现象；同时，地下水的渗透也会使得隧道的支护结构受到损坏，甚至造成隧道坍塌等安全问题。因此，在隧道施工过程中，需要采用适当的隧道支护技术，加强地下水的监测和管理，以保证隧道的稳定性。其次，地下水还会对隧道施工工艺、进度和成本产生影响。地下水的流量和水压会直接影响隧道地下水的排泄和施工过程的进度；而且在施工过程中，需要大量的排水设备和人力来脱水，这将增加施工成本。

2.3 断层和节理

断层和节理是山岭隧道施工中常见的不良地质问题之一。断层指在地质运动过程中，由于地层变形和应力的作用而形成的地球壳断裂带，其存在不仅会影响隧道的稳定性和安全运营，而且还会减缓施工速度，增加施工难度。节理是岩石中裂缝的一种，这种裂缝常发生于条带状膨胀岩或范式岩中，会直接影响隧道施工的开挖、爆破和支护过程^[3]。（1）断层对山岭隧道施工的影响：断层会使隧道的围岩变得更为复杂和不稳定。行为准则的差异和动力影响会导致隧道围岩的变形和塌陷。断层会影响隧道的支护、开挖和爆破。在开挖和爆破过程中，会受到断层裂缝干扰，使得围岩坍塌或者爆破效

果不佳。断层还可能引发地质灾害,如泥石流、地震等,对隧道的安全运营造成极大威胁。(2)节理对山岭隧道施工的影响:节理影响隧道围岩的施工极大,会大大增加开挖难度。在施工过程中,节理大多数是不规则的,所以会增加隧道开挖的难度、劳动量和材料消耗量。节理的存在还会影响隧道的稳定性和安全运营。节理的存在会削弱隧道围岩的整体强度,从而影响隧道的稳定性。

2.4 溶洞和暗河

溶洞是由于地下水在石灰石等可溶性岩石上或下方流动时产生溶蚀作用而形成的空间,并且随着时间的推移而扩大;暗河则是地下河流的一种,在山岭隧道施工中也常常会引起安全事故^[4]。(1)溶洞对山岭隧道施工的影响:溶洞会削弱隧道围岩的稳定性,导致隧道坍塌、陷落,甚至给设备和人员带来威胁。溶洞的存在会影响隧道施工的进度和质量,使得开挖和支护工作更为困难;而且,如果隧道覆盖面积过大,暗含的压力也会更大。溶洞会阻碍地下水的排放,水位上升会直接导致隧道内水位上升,并且使地下水对支护结构的腐蚀更加明显。(2)暗河对山岭隧道施工的影响:暗河可能导致隧道内部水位上升,增大隧道稳定性的隐患;在隧道成型后,渗漏水流可能会导致隧道水汽累积,增加隧道泡的危险性。暗河会影响隧道施工的进度和质量,因为需要大量人力和物力进行排水处理。暗河还可能引发地质灾害,如泥石流、地震等,对隧道的安全运营造成极大威胁。

3 复杂条件下山岭隧道施工处治技术

3.1 超前地质预报技术

在山岭隧道施工中,超前地质预报技术可以通过地质勘探、地质勘察以及地震波探测等手段,预测隧道岩体的结构和物理机械性质。这种预测可以为隧道设计和施工提供科学的依据,使工程安全合理、施工效率优化。超前地质预报技术透过物理模型、计算模拟等手段,预先掌握岩层变形和运动规律,从而提供隧道施工的支护策略^[5]。在隧道施工中,通过超前地质预报技术的应用,可以使隧道支护工程的设计更加合理、施工更加安全和精确。通过超前地质预报技术的应用,施工方可以在隧道施工过程中实时监测岩层的变形和塑性,得出准确的运动趋势和地层状况。在施工安全和效率方面,超前地质预报技术可以为现场施工作出更可靠的决策和预判,避免岩石塌落和其他灾害。

3.2 围岩加固技术

(1)抗震加固:在山岭隧道施工中,地震是常见的

自然灾害,其所产生的作用力往往会对隧道围岩结构造成破坏。围岩加固技术可以提高围岩的抗震性能,有效提高隧道的防震能力,降低地震灾害的风险。(2)注浆加固:注浆加固是一种常见的围岩加固技术。其原理是在岩体中钻孔,在岩体内注入混凝土或其他材料,形成固结体,从而增强岩体的稳定性和耐久性。注浆加固技术在山岭隧道施工中的应用较为广泛,可以有效避免隧道围岩的塌落和垮塌^[6]。(3)锚杆加固:锚杆加固是另一种常见的围岩加固技术。其原理是将锚杆埋置在隧道围岩中,从而增强围岩的抗压能力。在山岭隧道施工中,锚杆加固技术可以采用众多支撑和加固手段,防止隧道围岩的破坏和塌落,提高施工效率和质量。总之,在山岭隧道施工中,围岩加固技术可以加强隧道围岩的稳定性和抗震能力,提高隧道的安全性。其技术手段的挑选和运用可以根据隧道的实际条件和要求,有针对性地应用,从而达到最有效的围岩加固效果。

3.3 地下水处理技术

在复杂条件下进行山岭隧道施工,地下水处理技术是一项非常重要的处治技术。隧道施工过程中,地下水一旦没有得到有效的处理,会给隧道工程结构带来重大威胁。因此,地下水处理技术在隧道施工中的应用非常必要。(1)拦水壁是指在隧道附近埋设的一种墙体结构,可以有效隔离和防止地下水流入隧道并影响隧道施工。拦水壁可以采用人工挖孔、建筑、地下注浆等方式。在山岭隧道施工中,拦水壁是常用的地下水处理技术之一。(2)隔离带是在隧道周围设置的一种筛选水的设备,能够有效滤除地下水中的杂质,并防止污水进入隧道。隔离带是一种环保、经济的地下水处理技术,其在山岭隧道施工中的应用被广泛认可。(3)在隧道施工过程中,地下水不可避免会渗透到隧道中。通过采用排水和泵站等地下水处理技术,可以及时有效地排除渗水,并保证施工环境的干燥和安全。排水和泵站通常采用人工铺设排水渠或安装泵站等手段^[1]。

3.4 断层和节理处理技术

在山岭隧道的施工中,断层和节理是非常常见的地质问题。以下是在处理断层和节理时常用的几种技术:

(1)地质勘察:在施工前,需要对隧道区域进行详细的地质勘察,以了解断层和节理的位置、走向、大小等信息。这可以帮助施工人员制定适当的施工方案,并提前做好应对措施。(2)爆破控制:对于大型断层,可以通过爆破技术来进行处理。通过精确控制爆破的位置和强度,可以有效地破碎断层带的岩石,同时避免对周围岩石的过度破坏。(3)锚固技术:对于存在节理的地质结

构，可以通过锚固技术来提高隧道周围岩石的稳定性。锚杆和锚索可以被用来固定岩石，防止其在施工过程中发生崩塌。(4) 支撑技术：在处理断层时，可以使用支撑技术来稳定隧道内的岩体。可以使用钢拱架、钢筋混凝土支架等支撑结构来支撑断层带的岩石，防止其在施工过程中发生崩塌^[2]。(5) 防水和排水措施：在处理断层和节理时，防水和排水措施也是非常重要的。良好的防水和排水措施可以防止地下水对隧道施工的影响，同时也可以减少隧道在使用过程中的维护成本。隧道施工也需要密切关注地质变化，随时调整施工方案，确保施工的安全性和隧道的质量。

3.5 溶洞和暗河处理技术

在山岭隧道施工中，溶洞和暗河是一种比较常见的地质灾害，会给隧道建设带来重大威胁。因此，溶洞和暗河处理技术在隧道建设中的应用非常必要。在山岭隧道施工中，如果溶洞和暗河的大小和规模比较小，在掌控范围之内，可以采用填塞加固技术。这种处理方法需要使用特定的填充材料对溶洞或暗河进行填充，以加固和控制其扩大的趋势。针对一些较大、扩散性强的溶洞或暗河，可以采用强制控制技术。这种技术需要对溶洞或暗河设立防护措施，在施工过程中对其进行积极限制，阻止其继续发展。在控制溶洞和暗河的大小和规模之后，可以采取灌浆加固技术进一步加固其稳定性，以确保隧道施工的安全。灌浆加固技术可根据施工实际情况选择，通常使用高压泵对溶洞和暗河进行灌浆处理。

4 案例分析和实践经验总结

在某山岭隧道的施工过程中，面临着诸多不良地质问题，包括多个断层和节理、溶洞和暗河、地下水渗漏等问题。在面对这些问题时，施工方采用了多种处治技术，取得了很好的效果。首先，针对断层和节理问题，施工方采用了注浆加固、锚杆加固等处理技术。通过分析断层和节理的位置、规模和类型，根据实际情况和实践经验采取了科学合理的方案和措施，成功控制了断层和节理的扩张和发展。其次，针对溶洞和暗河问题，施

工方采取了多种处理方式，包括填塞、灌浆、强制控制等^[3]。在施工过程中，施工方还根据实际情况进行调整和改进，最终确保了溶洞和暗河的稳定性，保障了隧道施工的安全和顺利进行。最后，针对地下水渗漏问题，施工方采取了排水、泵站等多种处理方法，同时还增加了测量和监测机制，及时发现和处理渗漏问题。通过科学合理的措施和机制，成功控制了地下水的渗漏，保障了隧道施工环境的干燥和安全。增强技术力量，加强工作监控，制定系统化、科学化的处理方案，定期进行检查和评估，为隧道施工保驾护航。

结束语

通过对复杂条件下山岭隧道施工不良地质及处治技术进行分析研究，主要包括：山岭隧道施工概述、复杂条件下山岭隧道施工不良地质分析，其包括软围岩大变形、岩溶情况；复杂条件下山岭隧道施工不良地质具体处治技术，其包括塌方崩破处治技术、超前支护施工工艺概述、喷浆料搅拌具体要求、加强安全施工管理机制等，从多方面、多角度对复杂条件下山岭隧道施工不良地质及处治技术进行阐明，为下一步工作开展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]张宁.公路隧道施工中不良地质判断与处理技术[J].西部交通科技, 2018 (12):85-90.
- [2]李小龙,李小金.基于BIM技术的山岭隧道施工过程中的地质灾害处理措施[J].交通科技,2020,6 (17):77-78.
- [3]段海明,陈平.山岭隧道施工中地质灾害的处理对策[J].交通运输工程与信息化,2018,18 (12):121-123.
- [4]郁君,李平.山岭隧道施工地质灾害处治技术探讨[J].洞穴与建筑,2019, 38 (9):279-283.
- [5]贺立新,陈豪.山岭隧道施工过程中常见地质灾害及处理技术[J].交通建筑与装修, 2020, 12 (6):184-186.
- [6]罗民,王坤.岩石隧道围岩不良地质处理技术的研究[J].隧道建设,2021, 41 (1):132-135.