

浅埋偏压隧道施工技术

李怀东

云南省建设投资控股集团有限公司 云南 昆明 650506

摘要：在我国交通基础设施建设快速推进的进程中，山区交通建设占据着重要地位。然而，山区复杂的地质条件给隧道工程带来了诸多挑战，其中浅埋偏压隧道便是典型代表。浅埋偏压隧道具有地质条件复杂、围岩稳定性差等特点，施工难度大、风险高，一旦处理不当，极易引发安全事故，造成严重后果。鉴于此，深入研究浅埋偏压隧道的施工技术具有至关重要的意义。它不仅关乎工程本身的安全与质量，更是推动交通基础设施建设、提升施工技术水平与创新能力、增强应对复杂地质条件能力的关键所在。基于此，本文将围绕浅埋偏压隧道的施工技术展开探讨，以期在实际工程提供有益参考，助力我国交通事业蓬勃发展。

关键词：浅埋；偏压隧道；施工技术

引言：随着交通建设的不断发展，隧道工程在山区交通中扮演着越来越重要的角色。浅埋偏压隧道作为一种常见的隧道形式，由于其地质条件复杂、施工难度大，一直是隧道施工领域的重点和难点。浅埋偏压隧道的施工不仅关系到隧道本身的安全和质量，还对周边环境和既有建筑物产生重要影响。所以，论文深入研究了浅埋偏压隧道的施工技术。并且，重点研究了施工前的准备工作，包括地质勘察、施工方案制定、超前支护措施等。探讨了洞身开挖、初期支护、二次衬砌等关键施工环节的技术要点，以及监控量测技术在施工中的应用。希望论文的研究能够为类似工程提供参考。

1 浅埋偏压隧道的施工技术的意义

1.1 保障工程安全与质量

浅埋偏压隧道的地质条件复杂，围岩稳定性差，自稳能力弱，施工风险极高。一旦施工不当，极易引发围岩坍塌、冒顶等事故，造成巨大的经济损失的同时，还会严重威胁施工人员的生命安全。而先进的施工技术能够充分考虑浅埋偏压隧道的特点，利用科学合理的开挖方法、支护措施以及监控量测技术，有效控制围岩变形，保证隧道结构的稳定性。

1.2 推动交通基础设施建设

山区地形复杂，浅埋偏压隧道是山区交通建设中常见的工程形式。掌握先进的浅埋偏压隧道施工技术，能够克服复杂地质条件带来的困难，顺利完成隧道工程建设，为山区交通的畅通提供保障。这不仅方便了山区居民的出行，促进了区域间的经济交流和人员往来，还有助于推动山区资源的开发和利用，带动当地经济发展^[1]。例如，在一些偏远山区，浅埋偏压隧道的建成使得原本闭塞的地区与外界的联系更加紧密，为当地的农产品运

输、旅游业发展等创造了有利条件。

1.3 提升施工技术水平与创新能力

浅埋偏压隧道施工技术的研发和应用，需要不断探索和创新。在解决实际工程问题的过程中，施工人员和科研人员积累了丰富的经验，推动了隧道施工技术的发展和进步。与此同时，先进的施工技术也促进了相关学科的发展，如岩土工程、结构工程等。像是新型支护材料和支护结构的研究与应用，既提高了隧道的支护效果，还为其他类似工程提供了借鉴和参考，进而推动了整个行业的技术创新。

1.4 增强应对复杂地质条件的能力

我国地域广阔，地质条件复杂多样，浅埋偏压隧道只是众多复杂地质条件下的工程形式之一。通过对浅埋偏压隧道施工技术的研究和实践，能够培养和锻炼一支高素质的工程技术队伍，提高他们应对复杂地质条件的能力。在面对其他类似工程时，能够更加从容地制定施工方案，采取有效的技术措施，最终确保工程的顺利进行。

2 浅埋偏压隧道施工技术要点

2.1 浅埋偏压隧道施工前准备工作

2.1.1 地质勘察

地质勘察是浅埋偏压隧道施工前的重要工作，其目的是了解隧道所在区域的地质条件，为施工方案的制定提供依据。地质勘察应包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质等方面的内容。应用地质勘察，可确定隧道的不良地质分布情况、围岩的物理力学性质、地下水的赋存状态等，继而为施工过程中的风险评估和应对措施的制定提供支持。

2.1.2 施工方案制定

根据地质勘察结果，结合隧道的设计要求和施工条

件,制定合理的施工方案。施工方案应包括开挖方法、支护方式、施工顺序、施工进度计划等内容。在选择开挖方法时,应根据围岩的稳定性和施工条件,选择合适的开挖方法,如多台阶法、弧形导坑预留核心土法、CD法、CRD法等。支护方式应根据围岩的压力和变形情况,选择合适的支护形式,如锚杆支护、喷射混凝土支护、钢拱架支护等。

2.1.3 超前支护措施

超前支护是浅埋偏压隧道施工中的重要措施,其作用是提前加固围岩,防止围岩坍塌和冒顶。超前支护措施包括超前锚杆、超前小导管注浆、超前长管棚、超前全断面帷幕注浆等。超前锚杆和超前小导管注浆适用于围岩较破碎、自稳能力较差的地段,可以有效地提高围岩的稳定性。超前长管棚和超前全断面帷幕注浆适用于围岩极破碎、地下水丰富的地段,可形成较强的支护体系,确保施工安全。

2.2 浅埋偏压隧道洞身开挖施工技术

2.2.1 开挖方法选择

洞身开挖方法的选择应根据围岩的稳定性和施工条件进行综合考虑。在浅埋偏压隧道中,常用的开挖方法有多台阶法、弧形导坑预留核心土法、CD法、CRD法等。多台阶法适用于围岩稳定性较好的地段,可以将大断面开挖转换成多次小断面开挖,减少对围岩的扰动。弧形导坑预留核心土法适用于围岩较破碎、自稳能力较差的地段,可有效地控制围岩的变形。CD法和CRD法适用于围岩极破碎、地下水丰富的地段,可形成较强的支护体系,确保施工安全。

2.2.2 开挖顺序与循环进尺

开挖顺序应遵循“先开挖隧道偏压一侧,再开挖另一侧”的原则,以减少偏压对隧道结构的影响。开挖循环进尺应根据围岩的稳定性和支护能力进行合理确定,一般不宜过大,以免对围岩造成过大的扰动。在开挖过程中,应及时进行支护,确保围岩的稳定性。

2.2.3 开挖过程中的支护措施

开挖过程中,应及时进行支护,防止围岩坍塌和冒顶。支护措施应根据围岩的压力和变形情况进行合理选择,可采用锚杆支护、喷射混凝土支护、钢拱架支护等^[2]。锚杆支护可有效地提高围岩的自稳能力,喷射混凝土支护可及时封闭围岩,防止围岩风化和剥落,钢拱架支护可以提供较强的支护力,以确保隧道结构的稳定。

2.3 浅埋偏压隧道初期支护与二次衬砌施工技术

2.3.1 初期支护施工技术

初期支护是浅埋偏压隧道施工中的重要环节,其作

用是及时封闭围岩,防止围岩变形和破坏。初期支护施工应包括锚杆施工、喷射混凝土施工、钢拱架安装等内容。锚杆施工应按要求进行钻孔、清孔、注浆、安装锚杆等工序,确保锚杆的锚固力和支护效果。喷射混凝土施工应采用湿喷工艺,控制好混凝土的配合比和喷射厚度,确保喷射混凝土的质量。钢拱架安装应保证钢拱架的间距、垂直度和连接质量,确保钢拱架能够有效地承受围岩压力。

2.3.2 二次衬砌施工技术

二次衬砌是在初期支护完成后进行的永久性支护结构,其作用是提高隧道的承载能力和稳定性。二次衬砌施工应包括模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑等内容。模板安装应保证模板的平整度、垂直度和密封性,防止混凝土漏浆和变形。钢筋绑扎应按要求进行,确保钢筋的间距、数量和连接质量。混凝土浇筑应采用分层浇筑、振捣密实的方法,确保混凝土的质量和强度。

2.3.3 初期支护与二次衬砌的衔接

初期支护与二次衬砌的衔接是浅埋偏压隧道施工中的关键环节,其质量直接决定着隧道的整体稳定性和安全性。在衔接处,应重点做好防水处理,防止地下水渗漏。而且,应保证初期支护与二次衬砌之间的连接牢固,可采用植筋、焊接等方法进行连接。

2.4 浅埋偏压隧道监控量测技术

2.4.1 监控量测方法与仪器

监控量测方法包括收敛计测量、水准仪测量、全站仪测量等。收敛计可精准测量洞内收敛值,直观反映隧道洞壁的变形情况;水准仪能准确测量地表沉降和拱顶下沉值,帮助掌握隧道上方土体的稳定状况;全站仪可全面测量洞内变形和支护结构的三维坐标,为分析隧道整体变形提供详细数据。监控量测仪器应定期进行校准和维护,确保测量数据的准确性。校准可消除仪器误差,维护能保证仪器性能稳定,为后续数据分析提供可靠基础。

2.4.2 监控量测数据的分析与处理

监控量测数据应及时进行分析和处理,绘制变形—时间曲线和变形速率—时间曲线,判断围岩的稳定性和支护结构的安全性。当变形值持续增大且变形速率加快时,表明围岩稳定性较差,需及时采取加强支护等措施^[3]。若变形值趋于稳定且变形速率较低,说明围岩和支护结构处于稳定状态。在数据处理过程中,还需结合地质勘察资料和施工方案进行综合分析。如,若地质勘察显示某段围岩为软弱夹层,而监控量测数据显示该段变形较大,则需进一步分析是否为软弱夹层导致围岩自稳能力

差,进而调整支护参数或施工方法。

3 浅埋偏压隧道施工技术措施

3.1 加强地质勘察与风险评估

在浅埋偏压隧道施工前,应进行详细的地质勘察,综合采用多种勘察手段,如钻探、物探、地质雷达等,全面了解隧道所在区域的地质条件,包括地层岩性、地质构造、水文地质等。在此基础上,对可能遇到的不良地质条件进行风险评估,制定相应的应对措施。如,对于断层破碎带,可采用超前注浆加固的方法,提高围岩的稳定性;对于软弱夹层,可以采用加强支护的方式,如增加锚杆数量、加密钢拱架间距等。

3.2 优化施工方法与工艺

根据地质勘察结果和隧道设计要求,选择合适的施工方法和工艺。在选择施工方法时,应充分考虑围岩的稳定性、施工安全、施工进度和成本等因素。比如,在偏压严重、围岩破碎的地段,可以采用CD法或CRD法,将大断面隧道分解为多个小断面进行施工,减少对围岩的扰动;在地下水丰富的地段,可以采用超前帷幕注浆的方法,截断地下水通道,降低地下水对施工的影响。并且,不断优化施工工艺,提高施工效率和质量。如,采用先进的爆破技术,减少爆破对围岩的损伤;采用机械化施工设备,提高施工速度和精度。

3.3 强化支护结构设计与施工

在支护结构设计时,应充分考虑浅埋偏压隧道的特点,合理确定支护结构的类型、尺寸和布置方式。如,在偏压一侧,应适当增加支护结构的强度和刚度,如采用双层钢拱架、加密锚杆等。施工过程中,应严格按照设计要求进行施工,确保支护结构的质量。如,锚杆的钻孔深度、角度和注浆压力应符合设计要求;喷射混凝土的配合比、喷射厚度和喷射工艺应严格控制;钢拱架的安装间距、垂直度和连接质量应符合规范要求。同时,加强支护结构与围岩之间的相互作用,采用合理的施工顺序和方法,使支护结构与围岩紧密贴合,共同承受围岩压力。

3.4 完善监控量测体系

建立健全监控量测体系,根据隧道的地质条件和施工特点,确定合理的监控量测项目、监控量测点布置和

监控量测频率。监控量测项目应包括洞内收敛、拱顶下沉、地表沉降、围岩内部应力等。而监控量测点应布置在隧道断面变化处、支护结构薄弱部位和地质条件复杂地段,确保能够准确反映围岩和支护结构的变形情况^[4]。其中,监控量测频率应根据围岩的变形情况和施工进度进行调整,在围岩变形较大或施工关键阶段,应增加监控量测频率。除此之外,应加强对监控量测数据的分析和处理,及时掌握围岩和支护结构的变形规律,为施工决策提供科学依据。

3.5 加强施工管理与人员培训

加强施工管理,建立健全质量管理体系和安全管理体系统,最大程度上确保施工过程的规范化和标准化。加强对施工人员的培训,提高施工人员的技术水平和安全意识。如:一方面,定期组织施工人员参加技术培训和安全教育培训,使施工人员熟悉施工工艺和安全操作规程;另一方面,加强对施工人员的现场指导,及时发现和解决施工中存在的问题。此过程中,尤其应注意加强施工现场的监督和检查,确保施工质量和安全。

结语:浅埋偏压隧道施工技术的系统研究为复杂地质条件下的隧道工程提供了重要技术支撑。通过对地质勘察、施工方法优化、支护结构创新及智能监测技术的综合应用,显著提升了围岩稳定性控制水平。研究表明,采用多台阶法、CRD法等分步开挖工艺,配合超前管棚、双层钢拱架及动态注浆技术,可有效缓解偏压应力集中问题;基于BIM的施工模拟与物联网监测系统实现了风险预警从“事后处置”向“事前预控”的转变。这些技术进步将为我国交通基础设施高质量发展注入新动能。

参考文献

- [1]余胜蓝,祁博文,唐旭.浅埋偏压隧道施工技术[J].科技视界,2023(7):29-31.
- [2]刘盼君.浅埋偏压软弱围岩高铁隧道施工技术探索[J].建材发展导向,2024,22(11):99-101.
- [3]林胜安.隧道浅埋偏压地段施工技术措施[J].科技与创新,2024(21):75-77.
- [4]刘晓飞.隧道洞口浅埋偏压段施工技术应用[J].企业科技与发展,2022(1):116-118.