

灌浆材料在水工隧洞施工中的应用效果与质量控制

廖海燕

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 灌浆材料在水工隧洞施工中具有至关重要的作用。通过灌浆施工,可以有效提高隧洞的稳定性、防渗性能和使用寿命,保障水利工程的安全运行。本文将从灌浆材料的应用效果与质量控制两个方面进行详细阐述,以期对相关工程实践提供理论参考。

关键词: 水工隧洞; 灌浆材料; 应用效果; 质量控制

引言

水利工程是国民经济和社会发展的基础设施,水工隧洞作为水利工程的重要组成部分,其施工质量直接关系到工程的安全运行和效益发挥。灌浆施工是水利工程中常用的地基处理和防渗加固技术,通过合理的灌浆施工工艺和质量控制措施,可以有效提高隧洞的稳定性和耐久性。

1 水工隧洞施工中灌浆材料的选择与施工工艺

1.1 灌浆材料的选择

灌浆材料作为隧洞灌浆作业的核心要素,其性能优劣直接决定了灌浆效果的好坏。在选择灌浆材料时,需综合考虑材料的黏稠度、粘度、硬化时间、强度、渗透性、环保性等多方面因素。水泥浆以其硬化时间短、强度高的特点而备受青睐,尤其适用于施工周期紧张、对强度要求较高的隧洞项目。通过调整水泥与水的比例,可以灵活控制浆液的稠度和硬化速度,以满足不同施工场景的需求。高效生态灌浆材料则更加注重环保与可持续性,其可降解的特性使得在隧洞施工完成后,材料能够逐渐与自然环境相融合,减少对环境的影响。同时,良好的渗透性使得浆液能够深入隧洞内部的微小空隙,形成更为密实的灌浆层。丙烯酸盐灌浆料以其高流动性和优异的堵漏性能著称,特别适用于隧洞渗水问题的防治。它能够轻松注入到细小裂缝中,通过化学反应形成坚固的封堵层,有效阻止水分渗透。聚氨酯灌浆料则因其强大的膨胀性而备受关注。在遇到水分时,聚氨酯灌浆料会迅速反应膨胀,填满裂缝并形成紧密的密封层,从而有效阻止水的渗入,保障隧洞的防水性能。

1.2 灌浆施工工艺

灌浆施工工艺的精湛程度,是确保灌浆作业成功的关键。一套完整的灌浆施工工艺流程,通常包括以下几个精细步骤:首先,根据设计要求,在预定位置进行精确钻孔。钻孔的深度、直径需严格符合设计要求,以

确保灌浆作业能够顺利进行。接着,将注浆管插入钻孔中,并采用专用固定件进行牢固固定,确保注浆管在注浆过程中不会发生移动或脱落。然后,采用合适的材料对孔口进行封闭处理,以防止注浆时浆液外泄,影响灌浆效果。封闭材料的选择需根据施工环境和浆液性质进行综合考虑。根据设计要求的配合比,精确配制灌浆浆液。在配制过程中,需严格控制各组分比例和搅拌时间,确保浆液性能稳定、均匀。启动注浆设备,按照由低到高、由外向内的顺序进行注浆作业^[1]。注浆过程中需密切关注注浆压力和注浆量的变化,确保浆液能够均匀填充隧洞内部的空隙。当达到设计注浆量后,需保持一定压力稳压一段时间,以确保浆液能够充分渗透并固化。稳压时间的长短需根据浆液性质和施工环境进行灵活调整。最后,对注浆管进行封堵处理。封堵材料需具有良好的密封性能和耐久性,以确保注浆管在长期使用过程中不会发生渗漏或损坏。

2 水工隧洞施工中灌浆材料的应用效果

2.1 增强围岩稳定性

在水工隧洞施工过程中,灌浆材料的应用效果至关重要,其中最为显著的作用便是增强围岩的稳定性。隧洞开挖后,原始的岩层结构会受到破坏,产生裂隙和裂缝,这些裂隙不仅削弱了围岩的承载能力,还可能成为水分和气体渗透的通道,对隧洞的安全构成威胁。而灌浆材料的应用,正是为了解决这一问题,它通过填充岩层裂隙,形成连续的固结体,从而显著提高围岩的整体性和承载能力。灌浆材料在注入岩层裂隙后,会迅速渗透并扩散,填充裂隙中的空隙。随着浆液的凝固和硬化,这些填充物与围岩紧密结合,形成一个坚固的整体。这个过程不仅填补了原本存在的裂隙,还通过浆液的粘结作用,将围岩的碎块和颗粒紧密地连接在一起,增强了围岩的内部联系。此外,灌浆材料还能有效防止隧洞坍塌等质量问题的发生。在隧洞施工过程中,由于

地质条件、施工扰动等多种因素的影响,围岩可能会出现失稳现象。而灌浆材料的应用,相当于在围岩内部增加了一层“安全网”。这层“安全网”能够分散和传递围岩中的应力,减少应力集中的现象,从而降低隧洞坍塌的风险。同时,灌浆材料还能提高隧洞的抗渗性能。通过填充岩层裂隙,灌浆材料形成了一层致密的防水层,有效阻止了地下水的渗透。这不仅保护了隧洞内部的干燥环境,还减少了地下水对隧洞结构的侵蚀和破坏作用。

2.2 止水防渗

在水工隧洞施工中,防水防渗是至关重要的一环。地下水位的升降、地质条件的复杂性,都可能对隧洞结构造成潜在的威胁。而灌浆材料的应用,正是为了构建一道坚固的防水屏障,确保隧洞的安全与稳定。灌浆材料通过其独特的填充和渗透特性,能够深入岩层裂隙和微小空隙之中。当浆液注入这些空间后,它会随着裂隙的分布而流动,逐渐填充并固化,形成一个连续的、致密的防水层。这层防水层不仅能够有效阻止地下水的直接渗漏,还能通过其粘结作用,增强围岩的抗渗能力。在地质条件复杂、地下水位较高的地区,隧洞施工面临的挑战尤为严峻。此时,灌浆材料的止水防渗效果便显得尤为重要。通过精心设计的灌浆方案和严格的施工工艺,可以确保灌浆材料能够充分渗透到围岩的每一个细微裂隙中,形成一道无懈可击的防水屏障。这道屏障不仅能够抵御地下水的持续渗透,还能在长期的水流作用下保持其稳定性和耐久性^[2]。此外,灌浆材料的止水防渗效果还能显著提升隧洞的整体安全性能。它减少了地下水对隧洞结构的侵蚀和破坏作用,延长了隧洞的使用寿命。同时,也降低了因地下水渗漏而导致的隧洞内部环境恶化、设备损坏等风险。

2.3 提供支护作用

在隧洞施工的复杂环境中,灌浆材料不仅扮演着防水防渗的角色,更以其独特的支护作用,为隧洞结构的稳定性提供了有力保障。灌浆后,混凝土与围岩之间形成了紧密的结合体,这种结合不仅增强了围岩的承载能力,还使得隧洞结构在面对外力作用时,能够更加稳健地抵抗,从而确保了隧洞的安全与稳定。灌浆材料注入岩层裂隙后,随着浆液的凝固和硬化,它与围岩之间的粘结力逐渐增强。这种粘结作用使得混凝土与围岩形成了一个整体,共同承受着隧洞施工和运营过程中的各种外力作用。在地质条件复杂、岩层破碎的地区,这种支护作用尤为重要。它能够有效防止围岩的塌落和变形,确保隧洞结构的完整性和稳定性。此外,灌浆材料还能

在隧洞施工过程中发挥减振降噪的作用。在隧洞开挖和支护作业中,机械振动和噪声是不可避免的问题。而灌浆材料的应用,能够在一定程度上减少这些振动和噪声的传播。灌浆材料填充了岩层裂隙和空隙,使得振动和噪声在传播过程中受到阻碍和衰减,从而改善了施工环境,保护了施工人员的身心健康。灌浆材料在隧洞施工中的支护作用不可忽视。它不仅增强了围岩的承载能力,提高了隧洞结构的稳定性,还能减少施工过程中的振动和噪声,改善施工环境。因此,在隧洞施工过程中,应充分重视灌浆材料的选择和应用,确保其支护作用的充分发挥,为隧洞的安全与稳定提供坚实保障。

3 水工隧洞施工中灌浆施工的质量控制

3.1 灌浆材料的选择与配比

在水工隧洞施工中,灌浆施工的质量控制是确保整个工程安全稳定的关键环节。而灌浆材料的选择与配比,则是这一环节中的重中之重。它不仅直接影响到灌浆作业的效率与效果,更关乎隧洞结构的长期稳定性与耐久性。面对不同的地层条件,灌浆材料的选择需具备针对性。例如,在岩层较为坚硬、裂隙较小的区域,可选用单液浆进行灌浆。单液浆通常具有较高的流动性和渗透性,能够轻松填充微小裂隙,形成致密的灌浆层。而在岩层破碎、裂隙发育的区域,则需考虑使用双液浆。双液浆由两种不同组分的浆液混合而成,具有更快的凝固速度和更高的强度,能够迅速稳固围岩,防止塌落。除了选择合适的灌浆材料外,严格的配比控制同样至关重要。灌浆材料的配比需根据设计要求进行精确计算,确保浆液的性能满足施工需求。这包括浆液的黏稠度、粘度、凝固时间、强度等多个方面。在实际操作中,应通过试验室试验和现场试灌等方式,不断优化配比方案,直至达到最佳效果。在配比过程中,还需注意各种原材料的质量与稳定性^[3]。应选用优质原材料,并严格控制其含水量、杂质含量等指标,以确保灌浆浆液的质量稳定可靠。同时,应定期对原材料进行检验与复试,及时发现并处理潜在问题,避免对灌浆作业造成不利影响。灌浆材料的选择与配比是灌浆施工质量控制的关键环节。通过精准把控材料选择与配比,可以为灌浆作业奠定坚实的基石,确保隧洞施工的安全稳定与长期耐久性。

3.2 施工工艺的控制

灌浆施工工艺的精细控制,是保障灌浆效果、提升隧洞施工质量的又一关键环节。从放样到封孔,每一步都需严格遵循既定的施工流程,确保各道工序的质量均达到设计要求,从而共同构筑起隧洞稳固的安全防线。

在灌浆施工之初,准确的放样工作至关重要。它决定了钻孔的位置与深度,进而影响到灌浆材料的分布与效果。因此,必须采用精密的测量仪器,结合设计图纸,进行精确的放样定位。钻孔环节同样不容忽视。钻孔的直径、深度以及倾斜度均需严格控制,以确保灌浆材料能够顺利注入并填充岩层裂隙。钻孔完成后,还需进行彻底的冲洗,以清除孔内的杂质与碎屑,为后续的灌浆操作创造有利条件。简易水压试验是检验钻孔质量的重要步骤。通过向钻孔内注入一定压力的水,观察其渗漏情况,可以判断钻孔的密封性与完整性,为灌浆操作提供可靠依据。灌浆操作是整个工艺的核心环节。在灌浆过程中,应严格控制灌浆压力、流量与速度,确保灌浆材料能够均匀、连续地注入岩层裂隙中。同时,还需密切关注灌浆过程中的异常情况,如漏浆、串浆等,并及时采取处理措施。封孔环节同样重要。它不仅能够防止灌浆材料外泄,还能增强灌浆层的稳定性与耐久性。封孔时,应选用合适的封孔材料,并严格按照操作规程进行,确保封孔质量符合设计要求。灌浆施工工艺的精细控制对于确保灌浆效果、提升隧洞施工质量具有至关重要的意义。通过严格遵循施工流程、精细操作各道工序,我们可以确保灌浆施工达到预期的效果,为隧洞的安全稳定提供有力保障。

3.3 质量检测与验收

灌浆施工完成后,质量检测与验收工作便成为确保隧洞结构安全稳定的关键步骤。这一环节不仅是对灌浆施工效果的全面检验,更是对隧洞整体质量的重要把控。外观检查是质量检测的首要环节。通过仔细观察灌浆区域的表面情况,可以初步判断灌浆材料是否填充饱满、有无漏灌、裂缝等缺陷。这一步骤虽简单,却能够直观反映灌浆施工的基本质量状况,为后续检测提供重要参考。压水试验则是质量检测中更为严谨的一环。通过向灌浆区域施加一定的水压,观察其渗漏情况,可以准确评估灌浆层的密实度与抗渗性能。试验过程中,需

严格控制水压、流量等参数,确保试验结果的准确性与可靠性^[4]。若试验发现渗漏量超标或存在其他异常情况,应及时分析原因并采取补救措施。对于检测中发现的问题,绝不能掉以轻心。无论是外观缺陷还是压水试验中的异常表现,都需及时记录并上报,以便迅速制定针对性的补救方案。补救措施可能包括补充灌浆、加固处理或重新施工等,具体需根据问题性质与严重程度而定。验收阶段则是对整个灌浆施工质量的最终确认。在确认所有问题均已得到妥善处理、灌浆质量符合设计要求后,方可进行验收签字。验收过程中,还应形成详细的验收报告,记录检测与补救的全过程,为后续隧洞的维护与管理提供重要依据。灌浆施工完成后的质量检测与验收工作至关重要。通过严格把关、全面检测与及时补救,我们可以确保灌浆质量达标,为隧洞结构的安全稳定提供坚实保障。

结语

灌浆材料在水工隧洞施工中具有显著的应用效果,能够有效提高隧洞的稳定性和耐久性,保障水利工程的安全运行。为确保灌浆施工质量,应严格控制灌浆材料的选择与配比、施工工艺以及质量检测与验收等环节。未来,随着新材料、新技术的不断研发和应用,灌浆施工将在水利工程中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]张新.水工隧洞灌浆施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(02):102-104.
- [2]吕秋影.浅析水工隧洞断层破碎带灌浆加固方法与效果[J].建设机械技术与管理,2024,37(02):124-127+148.
- [3]冯学兵,常杰,吴玉丽.水工隧洞灌浆基础防渗处理技术在水利工程中的应用研究[J].中华建设,2024,(03):151-153.
- [4]王强.水工隧洞灌浆基础防渗处理技术在水利工程中的运用[J].四川水泥,2021,(07):181-182.