

水利水电施工中高压喷射灌浆技术的应用探析

胡兆涛

山东大禹水务建设集团有限公司, 山东 济南 250109

[摘要] 水利水电工程是我国基础设施建设的重要组成部分, 其中施工质量直接关系到工程的安全和效益。高压喷射灌浆技术作为一种先进的地基处理方法, 在水利水电施工中得到了广泛的应用。文中将对高压喷射灌浆技术在水利水电施工中的应用进行探析, 以期为类似工程提供参考。

[关键词] 水利水电施工; 高压喷射灌浆; 应用探析

DOI: 10.33142/hst.v7i8.13152

中图分类号: TV543

文献标识码: A

Application Analysis of High-pressure Jet Grouting Technology in Water Conservancy and Hydropower Construction

HU Zhaotao

Shandong Dayu Water Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250109, China

Abstract: Water conservancy and hydropower engineering is an important component of infrastructure construction in China, and the construction quality is directly related to the safety and efficiency of the project. High pressure jet grouting technology, as an advanced foundation treatment method, has been widely used in water conservancy and hydropower construction. This article will explore the application of high pressure jet grouting technology in water conservancy and hydropower construction, in order to provide reference for similar projects.

Keywords: water conservancy and hydropower construction; high-pressure jet grouting; application analysis

引言

水利水电工程在我国国民经济中占有重要地位, 其施工质量直接关系到工程的安全、稳定和效益。随着我国基础设施建设的快速发展, 高压喷射灌浆技术在水利水电施工中得到了广泛应用。高压喷射灌浆技术是通过高压喷射设备将水泥浆、水泥砂浆或其他混合料喷射到地基土层中, 通过喷射流的冲击、切削和压缩作用, 使地基土体得到加固和改善的一种地基处理方法。本文将对高压喷射灌浆技术在水利水电施工中的应用进行探析, 以期为类似工程提供参考。

1 高压喷射灌浆技术原理

高压喷射灌浆技术是利用高压喷射设备将水泥浆、水泥砂浆或其他混合料喷射到地基土层中, 通过喷射流的冲击、切削和压缩作用, 使地基土体得到加固和改善。高压喷射灌浆技术具有施工速度快、效果好、适用范围广等特点, 已在我国水利水电施工中得到了广泛应用。

施工过程中, 高压喷射灌浆技术通常使用专门的喷射设备能产生高压水泥浆或混合料, 并通过喷嘴喷射出去。喷嘴的设计和喷射压力的大小, 会直接影响到喷射效果和地基处理的质量, 在喷射过程中, 高压水泥浆或混合料以高速射入地基土层, 对土体进行切割和压缩, 从而使土体得到加固和增强。

高压喷射灌浆技术的效果主要体现在以下几个方面。

一是加固效果好, 能显著提高地基的承载能力和抗变形能力; 二是施工速度快, 相比传统的地基处理方法, 可以大大缩短工期; 三是适用范围广, 可以用于各种类型的地基处理, 如砂土、黏土、软土。然而, 高压喷射灌浆技术的应用也有一定的限制, 例如对于渗透性极差的地基, 高压喷射灌浆可能无法达到预期的效果^[1]。此外, 喷射过程中的喷射压力和喷射距离的控制, 也是保证施工质量的关键。因此, 施工过程中需要严格按照设计要求和操作规程进行, 确保地基处理的效果。

2 高压喷射灌浆技术在水利水电施工中的应用

2.1 地基处理

在水利水电施工中, 高压喷射灌浆技术通过喷射流的冲击、切削和压缩作用, 使地基土体得到加固和改善, 提高地基承载力和抗渗性。在地基处理中, 高压喷射灌浆技术可用于加固河床、渠道、堤防等地基, 处理效果显著。

由于河床地基常常受到水流冲刷和侵蚀, 导致地基稳定性降低。采用高压喷射灌浆技术, 通过高压喷射流的冲击和切削作用, 可以有效地加固河床地基, 提高其承载力和抗冲刷性能。同时, 高压喷射灌浆技术还可以填充河床地基中的裂缝和空洞, 进一步提高地基的密实度和稳定性。在渠道地基处理中, 高压喷射灌浆技术也发挥着重要作用。渠道地基常常存在松散和渗透性大的问题, 导致渠道的稳定性和输水能力受到影响。通过高压喷射灌浆技术, 可以

有效地加固渠道地基,提高其承载力和抗渗性。高压喷射灌浆技术通过喷射流的冲击和切削作用,可以填充渠道地基中的裂缝和空洞,提高地基的密实度,从而减少渗透性,提高渠道的稳定性和输水能力。此外,堤防地基常常存在松散和渗透性问题,导致堤防的稳定性和防洪能力受到影响。通过高压喷射灌浆技术,可以有效地加固堤防地基,提高其承载力和抗渗性。高压喷射灌浆技术通过喷射流的冲击和切削作用,可以填充堤防地基中的裂缝和空洞,提高地基的密实度,从而减少渗透性,提高堤防的稳定性和防洪能力。

总之,高压喷射灌浆技术在水利水电施工中的应用具有重要意义。通过喷射流的冲击、切削和压缩作用,可以有效地加固和改善地基土体,提高地基承载力和抗渗性。在河床、渠道、堤防等地基处理中,高压喷射灌浆技术具有显著效果,为水利水电工程的稳定性和安全性提供有力保障。

2.2 防渗工程

高压喷射灌浆技术其工作原理是利用高压泵将浆液高速喷射到地层的裂隙或孔隙中,浆液迅速膨胀并与地层混合固化,形成质地坚硬的灌浆层,密实的灌浆层,质地均匀,能够有效堵截水流通道,达到防渗的目的。由于高压喷射灌浆可以在土层的深部形成防水层,因此它特别适用于处理那些传统防渗措施难以触及的复杂地质条件。

在实际施工过程中,高压喷射灌浆技术的应用,不仅提高防渗效率,而且施工质量易于控制。相较于传统的灌浆方法,如纯压力灌浆或渗透灌浆,高压喷射灌浆技术能够在更短的时间内完成更多的工程量,大大缩短了施工周期,降低了工程成本。同时,高压喷射灌浆能够在多种类型的地质环境中取得良好的防渗效果,如砂土、黏土、岩石等,其适用范围的广泛性比其他技术所难以比拟的。此外,高压喷射灌浆技术在施工过程中对环境的影响较小。浆液的配比和材料选择可以做到环保无毒,对周围土壤和水体不产生污染,符合绿色施工的要求。在施工完成后,形成的灌浆层与周围地层的结合紧密,能够有效避免水的渗透,从而达到长期稳定的防渗效果。

2.3 帷幕灌浆

水利水电工程中,帷幕灌浆的施工方法主要目的是通过在地基中形成一道连续、均匀的帷幕,以防止地基的变形和塌陷。而在这其中,高压喷射灌浆技术以其施工速度快、效果好、成本低等优点,成为帷幕灌浆的重要应用技术。

高压喷射灌浆技术的核心在于利用高压喷射设备,将灌浆材料以高速喷射到地基中。在这个过程中,灌浆材料会迅速膨胀,填充地基中的空隙,从而在地基中形成一道连续、均匀的帷幕,帷幕不仅可以有效地防止地基的变形和塌陷,还可以提高地基的承载能力,保证水利水电工程的安全稳定运行^[2]。与传统的灌浆方法相比,高压喷射灌

浆技术具有明显的优势。首先,由于其利用高压喷射,施工速度快,能在短时间内完成大量的灌浆工作。其次,由于灌浆材料可以迅速膨胀填充空隙,所以其效果更好,形成的帷幕更加均匀连续。最后,由于其施工速度快,效率高,所以其成本更低。

3 高压喷射灌浆施工中的问题处理

3.1 冒浆问题的处理

在高压喷射灌浆施工过程中,冒浆问题的处理是确保工程质量的关键。我国相关技术标准对此有明确的规定,冒浆量与灌浆量的比例应控制在20%以内,这一比例之内的冒浆属于正常现象,可以继续保持施工进度^[3]。然而,当超出比例范围或出现无冒浆现象,就必须立即停机,由技术人员对原因进行排查。

面对冒浆问题,从喷嘴直径和喷枪压力等方面进行调整。首先,要检查喷嘴直径是否合适。如果喷嘴直径过大,会导致灌浆流量增加,从而使冒浆量超过标准范围。此时,应当减小喷嘴直径,以降低灌浆流量,从而控制冒浆量。其次,要检查喷枪压力是否适宜。喷枪压力过低会导致灌浆流量不足,进而引发冒浆问题。因此,应当提高喷枪压力,以保证灌浆流量达到正常施工要求。此外,还需要注意以下几点。一是施工过程中的浆液配比要准确,确保浆液的流动性和稠度符合要求;二是要控制好灌浆速度,避免过快或过慢导致冒浆;三是施工人员要严格按照操作规程进行施工,确保施工过程中的安全与质量。在处理冒浆问题时,技术人员应根据实际情况进行判断,采取相应的调整措施。同时,要密切关注施工现场的变化,发现异常情况要及时处理,确保施工顺利进行。通过以上措施,可以有效解决高压喷射灌浆过程中的冒浆问题,保证工程质量。

3.2 灌浆面凸起和灌浆柱断开

在高压喷射灌浆施工中,常常会出现一些问题,如灌浆面凸起和灌浆柱断开等问题。如果处理不当,将对后续施工产生影响。例如,在灌浆量过多的情况下,由于底部灌浆面超出楼底平面,浆液的超出量高于收缩率,从而造成灌浆面凸起,不仅影响施工的美观度,还可能对结构安全产生潜在的影响。

为解决灌浆面凸起的问题,可采用回灌和二次灌柱的方法。回灌是指在灌浆过程中,当发现灌浆面凸起时,立即停止灌浆,等待一段时间,让浆液自然凝固,然后再重新进行灌浆,能有效地减小小灌浆面的凸起,而二次灌柱是指在第一次灌浆凝固后,再次进行灌浆,以提高灌浆柱的密实度和强度。同时,在拆卸灌浆管道的时候,还要注意停顿部位不超过10cm,以提升灌浆柱之间的结合质量,是因为灌浆柱之间的结合质量是决定整个灌浆结构稳定性的关键因素。如果停顿部位超过10cm,可能会导致灌浆柱之间的结合不牢固,从而影响整个灌浆结构的稳定性。在灌浆过程中,还应注意灌浆材料的选用。选择合适的

灌浆材料对于保证灌浆效果至关重要。不同的灌浆材料具有不同的性能,如强度、收缩率和耐久性等。因此,在选择灌浆材料时,应根据具体的工程要求和环境条件进行选择,以确保灌浆效果的稳定性和可靠性。

总之,在高压喷射灌浆施工中,问题处理是非常重要的一个环节。对于灌浆面凸起和灌浆柱断开等问题,可以采用回灌、二次灌柱、清洗灌浆管道、修补裂缝等方法进行处理。同时,在拆卸灌浆管道时要确保停顿部位不超过10cm,以提升灌浆柱之间的结合质量。

3.3 固结体不垂直

在高压喷射灌浆施工中,固结体的垂直度是衡量施工质量的重要指标,然而在实际施工过程中,常常会出现固结体不垂直的问题,主要是由于前期施工过程中钻孔位置的不垂直造成的。

钻孔位置的不垂直会导致固结体的倾斜,进而影响到整个工程的结构稳定性和使用寿命。为了解决这一问题,首先,施工人员需要严格按照技术规范进行施工,确保钻孔的位置和方向准确无误。其次,施工人员在后续的施工过程中需要掌握相应的技术手段,如采用激光测距仪等设备,对固结体的垂直度进行实时监测和调整,确保固结体尽量保持垂直状态。此外,为了提高施工质量,施工人员还需要对施工过程中的各个环节进行严格的质量控制。例如,在钻孔过程中,要确保钻孔的深度和直径符合设计要求,避免出现超深或超径现象。在喷射灌浆过程中,要控制好灌浆的速度和压力,避免出现漏浆或灌浆不均匀的现象,同时施工人员还需要根据地质条件和施工环境的特点,灵活调整施工工艺和参数,以适应不同的施工条件。例如,在地质条件复杂的区域,可以采用多级喷射灌浆的方式,以提高固结体的稳定性和承载能力。

总之,在高压喷射灌浆施工中,固结体的垂直度问题是一个重要的施工质量问题,需要施工人员引起足够的重视。通过严格按照技术规范进行施工,掌握相应的技术手段,以及加强质量控制和工艺调整,可以有效解决固结体不垂直的问题,提高施工质量。

3.4 压力突然下降

在高压喷射灌浆过程中,对于喷射灌浆的压力要时刻予以注意,因为高压喷射灌浆压力的突然变化,一般受到两方面因素的影响。

(1) 高压泵自身距离及运行状态。在高压喷射灌浆过程中,高压泵是将浆液加速到高速流动的关键设备。如果高压泵的运行状态不稳定,或高压泵与喷嘴之间的距离

过远,都会导致喷射灌浆的压力突然下降。我国的相关标准要求高压泵与喷嘴之间的距离在50m之内,这是为了减小浆体在管道中的压力损耗。如果超出这个范围,浆体在管道中的压力损耗就会几何式增大,从而导致喷嘴部位压力明显不足,影响喷射灌浆的质量。

(2) 灌浆材料的性质。不同的灌浆材料具有不同的流动性和稠度,这些性质会影响浆液在管道中的流动性和压力损失。因此,在选择灌浆材料时,需要根据具体的工程要求和地质条件进行合理选择,以保证喷射灌浆的压力稳定,确保灌浆质量。此外,在高压喷射灌浆过程中,还需要注意喷射灌浆的速率和时间。喷射灌浆的速率过快或过慢,都可能导致喷射灌浆压力的突然变化,影响灌浆质量^[4]。因此,在喷射灌浆过程中,需要根据具体的工程要求和地质条件进行合理控制,以保证喷射灌浆的压力稳定,确保灌浆质量。

总之,在高压喷射灌浆过程中,对于喷射灌浆的压力要时刻予以注意,保障喷射灌浆质量。要保证高压泵的运行状态稳定,高压泵与喷嘴之间的距离在50m之内,选择合适的灌浆材料,控制喷射灌浆的速率和时间,以减小压力损失,保证喷射灌浆的压力稳定,确保灌浆质量。

4 结语

高压喷射灌浆技术在水利水电施工中具有广泛的应用前景。通过本文的探析,可以看到,高压喷射灌浆技术在地基处理、防渗工程和帷幕灌浆等方面都取得了良好的效果,并起到重要的作用。但在实际应用中,还需根据地质条件、工程特点等因素,合理选择灌浆材料、喷射压力和喷射角度等参数,以确保施工效果。未来,随着高压喷射灌浆技术的不断发展,其在水利水电施工中的应用将更加广泛,为我国水利水电事业的发展做出更大贡献。

[参考文献]

- [1] 蔡家华. 三管法高压喷射灌浆技术在水利水电工程施工中的应用分析[J]. 四川水泥, 2024(2): 142-144.
- [2] 陈明毅. 水利水电施工中的高压喷射灌浆技术[J]. 湖南水利水电, 2023(3): 4-7.
- [3] 苑广会. 高压喷射灌浆技术在水利水电施工中的应用[J]. 云南水力发电, 2022, 38(10): 234-236.
- [4] 杜翔宇. 水利水电施工中的高压喷射灌浆技术解析[J]. 智慧城市, 2021, 7(6): 45-46.

作者简介: 胡兆涛(1987.9—), 山东农业大学, 土木工程, 山东大禹水务建设集团有限公司, 市政与房建公司副经理, 工程师。