

浅谈水工建筑物的地基加固防渗技术

魏肖楠

新疆峻特设计工程有限公司 新疆 库尔勒 841000

摘要: 水工建筑物的地基加固防渗技术是水利工程领域的关键技术之一,直接关系到工程的安全性、稳定性和耐久性。本文旨在浅谈水工建筑物地基加固防渗技术的现状与发展,重点探讨灌浆加固防渗、混凝土防渗墙、桩基础加固及土工合成材料加固防渗等主流技术。通过对比分析各种技术的优缺点,本文旨在为水工建筑物的地基加固防渗提供科学依据和技术参考,推动水利工程技术的持续进步与发展。

关键词: 水工建筑物;地基加固;防渗技术

引言:水工建筑物作为水利工程的重要组成部分,其地基加固防渗技术至关重要。地基的稳定性和防渗性能直接关系到水工建筑物的安全运行和长期效益。随着科技的进步和工程实践的不断深入,地基加固防渗技术也在不断创新和发展。本文将从技术原理、应用效果及发展趋势等方面,对水工建筑物的地基加固防渗技术进行浅谈,以期对相关领域的工程实践提供有益的参考。

1 水工建筑物地基特点

1.1 地质条件复杂性

水工建筑物的地基面临的地质条件往往非常复杂。一方面,地基可能由不同类型的土壤和岩石构成,如岩基(由岩石构成的地基,又称硬基)和软基(由淤泥、壤土、砂、砂砾石、砂卵石等构成的地基)。岩基可能包含断层破碎带、软弱夹层、岩溶等地质构造,而软基则可能包含压缩性大的软弱土层或流动性大的细砂层等情况。这些复杂的地质条件对地基的稳定性和承载能力提出了严峻的挑战。另一方面,水工建筑物地基的地质条件还可能受到水文条件的影响。例如,地基下的水位变化可能导致地基的渗流和渗透破坏,从而影响地基的稳定性。地基的土壤和岩石还可能受到气候、降雨、冰冻等自然因素的影响,导致地基的物理和化学性质发生变化。

1.2 荷载条件特殊性

水工建筑物地基的荷载条件也具有特殊性,水工建筑物通常承受复杂的荷载作用,包括永久荷载(如结构自重、土压力等)、可变荷载(如水荷载、冰荷载、波浪荷载、温度荷载等)和偶然荷载(如地震荷载等)。这些荷载可能随时间和空间的变化而发生变化,对地基的稳定性和承载能力提出不同的要求。水工建筑物地基的荷载条件还可能受到建筑物本身特点的影响,例如,水工建筑物通常具有较大的体积和重量,对地基的承载

能力要求较高^[1]。水工建筑物在运行过程中可能受到水流、波浪、温度等多种因素的影响,导致地基的荷载条件发生变化。水工建筑物地基的荷载条件还可能受到地基本身特性的影响。例如,软土地基具有孔隙率大、压缩性大、含水量大等特点,承载能力较差,易导致地基失稳或建筑物下沉。因此对于这类地基,需要采取特殊的地基处理措施来提高其承载能力和稳定性。

2 水工建筑物地基常见的问题

2.1 地基沉降与变形

水工建筑物地基在承受荷载作用时,地基沉降与变形是常见的两大问题。地基沉降是指地基在荷载作用下,土壤或岩石颗粒发生重新排列和压缩,导致地基表面或内部发生垂直向下的位移。这种位移可能随时间逐渐增大,如果沉降量过大或沉降不均匀,会导致建筑物发生下沉、倾斜或开裂,严重影响建筑物的稳定性和安全性。地基变形则是指地基在荷载作用下发生的形状变化,包括水平方向的位移、扭曲、剪切变形等。这些变形问题可能由于地基土壤或岩石的力学性质不均匀、地基处理不当或荷载分布不均等因素引起。地基沉降与变形问题不仅影响建筑物的使用功能,还可能对周边环境和设施造成安全隐患。

2.2 地基渗漏与渗透破坏

地基渗漏与渗透破坏是水工建筑物地基面临的又一严重问题。由于地基中存在孔隙、裂缝、断层等构造,水或其他流体可能通过这些构造渗入地基内部,导致地基的渗漏。如果渗漏量过大或持续时间过长,地基的土壤或岩石结构可能会受到破坏,出现渗透破坏的现象。渗透破坏的形式多种多样,如管涌、流土、接触冲刷等。管涌是指水流通过地基中的细小颗粒缝隙,形成水柱并带走颗粒,导致地基结构破坏;流土是指地基土壤在渗流作用下整体移动,形成空洞或塌陷;接触冲刷是

指水流冲刷地基与建筑物接触部位的土壤,导致建筑物基础暴露或失稳。这些渗透破坏现象会削弱地基的承载能力,影响建筑物的稳定性,甚至导致建筑物的倒塌。

2.3 地基承载力不足与稳定性问题

地基承载力不足与稳定性问题是水工建筑物地基常见的另一类问题。地基的承载能力是指地基在荷载作用下不发生破坏或失稳的最大承载能力。如果地基的承载能力低于建筑物所需的荷载,就会导致地基承载力不足的问题。这可能是由于地基土壤或岩石的力学性质较差、地基处理不当或建筑物荷载过大等因素引起的。地基承载力不足会导致建筑物发生下沉、开裂或失稳等现象,严重影响建筑物的安全性和使用寿命。地基的稳定性问题也值得关注。地基在荷载作用下的抗滑移、抗倾覆等稳定性要求是确保建筑物安全的重要条件。如果地基的稳定性不足,建筑物在荷载作用下可能会发生滑移、倾覆等失稳现象,对建筑物的安全构成严重威胁^[2]。

3 常见的水工建筑物地基加固防渗技术

在水工建筑物的设计和施工中,地基加固和防渗是至关重要的环节。地基的稳定性和防渗性能直接影响到建筑物的安全性和耐久性。

3.1 灌浆加固防渗技术

3.1.1 高压喷射灌浆技术

灌浆加固防渗技术是一种通过向地基中注入浆液,填充空隙、增强地基强度和防渗性能的方法。该技术广泛应用于堤坝、水库、隧道等水工建筑物的地基加固和防渗处理。高压喷射灌浆技术利用高压水流或气浆混合流对地基进行切割和冲刷,形成一定深度和直径的孔洞,然后注入浆液进行加固和防渗。该技术具有以下优点:降低工程造价:与常规砼防渗墙相比,可不同程度地降低工程造价。施工方便:开挖量小,占地少,对临近建筑物影响小。提高防渗抗灾能力:提高江、河、湖、库、渠的堤坝防渗抗灾能力,减轻防洪压力。根据地层类型和施工方法的不同,灌浆压力有所差异。一般情况下,灌浆压力控制在0.2MPa至0.4MPa之间。在砂层中提升速度可稍快,砂卵(砾)石层中应放慢些,含有大粒径(40cm以上)块石或块石比较集中的地层应更慢。灌浆时应遵循由稀到浓的原则,根据压水试验逐级改浓。当某一级浆液灌注400L以上,而灌浆压力和吸浆量均无明显改变时,可改浓一级浆液灌注。

3.1.2 帷幕灌浆技术

帷幕灌浆技术主要用于坝体、坝基帷幕灌浆,主要充填漏洞和缝隙,防渗截漏,通过灌浆加固,形成防渗体。该方法适用于浆砌石重力坝。灌浆长度:坝体内灌

浆长度一般5m左右较好,孔深不超过8m时,可全孔一次性灌注。灌浆压力:按设计控制,但要低于抬动试验极限压力,一般控制在0.2MPa至0.4MPa之间。浆液凝结时间:需根据具体情况合理控制凝结时间,以确保灌浆料能够充分流动并填充空隙。

3.2 混凝土防渗墙技术

3.2.1 混凝土防渗墙施工流程

混凝土防渗墙技术通过在地基中连续造孔,以泥浆固壁,往孔内灌注混凝土而建成墙体防渗建筑物。该技术具有防渗效果好、施工速度快、适应性强等优点。造孔:使用冲击式、回转式、钻铣式钻机或液压抓斗、刮斗等进行造孔。清孔换浆:将孔内含有大量砂粒与岩屑的泥浆更换成质量合格的泥浆,保证墙体混凝土质量。浇筑泥浆下混凝土:采用直升导管法在泥浆内浇筑混凝土,将泥浆与混凝土隔开。

3.2.2 混凝土防渗墙技术参数

墙厚:根据地基的工程地质与水文条件以及闸坝结构的要求确定,常用墙厚为0.6m至1.2m。墙深:最大墙深可达131m(如加拿大马尼克三级坝的混凝土防渗墙)。材料:常用的墙体材料有素混凝土、掺大量粘土的塑性混凝土、粉煤灰混凝土等。

3.3 桩基础加固技术

3.3.1 桩基础类型

桩基础加固技术通过在地基下方预埋钢筋混凝土桩,通过桩的端阻抗或桩身的摩擦阻力来承担建筑物的荷载,提高地基的稳定性和承载能力。钻孔灌注桩:通过逐层挖土和灌注混凝土的方式来构成桩身,提高承载力和抗侧力。钢管桩:在地基下方埋设一根或多根钢管,通过加固或钻孔的方式将钢筋混凝土浇筑到钢管中,形成桩基础。预制桩:在桩场先将桩身预制好,再运到现场进行安装和浇筑。

3.3.2 桩基础技术参数

桩径:常用桩径为0.3m至2.0m。桩长:根据地基承载力和建筑物荷载要求确定,常用桩长为10m至50m。承载力:单桩承载力可达数千千牛至数万千牛。

3.4 土工合成材料加固防渗技术

3.4.1 土工合成材料类型

土工合成材料加固防渗技术利用不透水的土工合成材料(如土工膜和土工合成材料膨润土垫GCL)布置在建筑物的表面或内部,用于防止液体或气体的渗透和渗漏。土工膜:具有良好的不透水性、弹性和适应变形能力^[3]。常用材料包括聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)等。膨润土垫GCL:由膨润土颗粒和加筋材料组成,具

有优异的防渗性能和适应变形能力。

3.4.2 土工合成材料技术参数

厚度：土工膜的设计厚度与防水头、垫层材料等密切相关，常用厚度为0.2mm至2.0mm。抗拉强度：土工膜的抗拉强度根据材料类型和制造工艺的不同而有所差异，常用抗拉强度为10kN/m至100kN/m。渗透系数：土工合成材料的渗透系数极低，常用渗透系数小于 1×10^{-9} cm/s。

4 水工建筑物地基加固防渗技术的发展趋势

在水工建筑物的设计和施工中，地基加固防渗技术占据着举足轻重的地位。随着科技的进步和工程实践的不断深入，地基加固防渗技术正朝着更加高效、环保、智能的方向发展。

4.1 技术创新方向

未来，灌浆加固防渗技术将更加注重灌浆材料的创新。新型灌浆材料将具备更高的强度、更好的流动性和更低的渗透性，以适应复杂多变的地基条件。同时，新的灌浆技术，如高压旋喷灌浆、化学灌浆等，将进一步提高灌浆效率和加固效果。这些新技术将能够更有效地填充地基中的微小空隙，形成更加致密的防渗层，从而提高地基的防渗性能。混凝土防渗墙技术也将迎来新的突破。随着高性能混凝土材料的研发和应用，混凝土防渗墙的强度和耐久性将得到显著提升。此外，新型施工技术和设备，如自升式模板系统、高效振捣设备等，将进一步提高混凝土防渗墙的施工质量和效率。这些技术创新将使得混凝土防渗墙在复杂地质条件下的应用更加广泛和可靠。桩基础加固技术将更加注重多样化和个性化。随着地基条件的复杂化和建筑物荷载的多样化，传统的桩基础加固技术已经难以满足所有需求。未来桩基础加固技术将更加注重创新和多样化，以适应不同地基条件和建筑物荷载的要求。例如，新型桩型（如螺旋桩、扩底桩等）和施工技术（如静力压桩、振动沉桩等）将不断涌现，为桩基础加固提供更多的选择。土工合成材料防渗技术也将迎来新的革新^[4]。随着新型土工合成材料的研发和应用，如纳米复合材料、高强度纤维材料等，土工合成材料的防渗性能和耐久性将得到显著提升。同时，新的施工技术和设备将进一步提高土工合成材料防渗层的施工质量和效率。这些技术创新将使得土工合成材料防渗技术在水利、交通、建筑等领域的应用更加广泛和深入。

4.2 智能化与信息化

随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断发展，水工建筑物地基加固防渗技术将更加注重智能化和信息化。未来，将出现更加智能的监测与预警系统，能够实时监测地基的变形、渗漏等状况，并自动预警和报警。这些系统将大大提高地基加固防渗技术的安全性和可靠性，减少因地基问题导致的工程事故和损失。信息化施工与管理将成为水工建筑物地基加固防渗技术的重要发展方向。通过引入BIM（建筑信息模型）、GIS（地理信息系统）等先进技术，可以实现地基加固防渗工程的数字化、可视化和智能化管理。这些技术将提高工程施工的精度和效率，降低施工成本和风险，为地基加固防渗技术的可持续发展提供有力支撑。未来，数据驱动的优化设计将成为水工建筑物地基加固防渗技术的重要创新点。通过收集和分析地基加固防渗工程的大量数据，可以建立更加准确的数学模型和仿真系统，对地基加固防渗方案进行优化设计。这些优化设计将更加注重工程的安全性、经济性和环保性，为水工建筑物地基加固防渗技术的创新和发展提供新的思路 and 方向。水工建筑物地基加固防渗技术正朝着技术创新和智能化与信息化的方向发展。这些趋势将推动地基加固防渗技术不断升级和进步，为水利工程的可持续发展提供更加坚实的技术支撑。

结束语

水工建筑物的地基加固防渗技术是保证水利工程安全稳定关键所在。随着科技的进步和工程实践的不断深入，地基加固防渗技术也在不断发展和完善。未来，我们应继续加强技术创新和研发，提高地基加固防渗技术的科学性和实用性，为水利工程的安全运行提供更加坚实的技术保障。同时，还应注重技术应用的规范化和标准化，确保地基加固防渗工程的质量和安，为水利事业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]蔡少.高建文.论水工建筑物地基处理中的振冲加固技术[J].陕西水利, 2020, (11):153-155.
- [2]陈亮帆.水工建筑物设计中地基处理振冲加固技术研究[J].工程技术研究, 2020, 5(12):54-55.
- [3]冯彬.水工建筑物地基处理中的振冲加固技术研究[J].四川水泥, 2020, (03):184-185.
- [4]季贵斌.浅析水工建筑防渗堵漏施工技[J].建材与装饰, 2017 (07) : 287~288.