

透水性砂砾石基础黏土防渗层铺设技术

马书刚

河北省水利工程局集团有限公司，河北石家庄，050000；

摘要：透水性砂砾石基础在水利工程中具有良好的排水与承重性能，但因其渗透性强，需铺设黏土防渗层以保证工程安全。本文围绕透水性砂砾石基础的特性，系统分析了黏土防渗层的施工难点与关键技术。研究中梳理了黏土材料选择、层间结合处理及铺设工艺的优化措施，并探讨了如何提升防渗层整体密实性与稳定性。结果表明，采用分层压实、控制含水率以及精准界面处理等技术，能显著提升防渗层的抗渗能力，有效阻止水体渗透与基础冲刷。该技术对提高水利工程耐久性和运行安全具有重要意义，为相关工程实践提供了技术参考与理论依据。

关键词：透水性砂砾石基础；黏土防渗层；施工工艺；抗渗性能；水利工程

DOI：10.69979/3060-8767.26.05.067

1 透水性砂砾石基础工程背景与特性

1.1 透水性砂砾石基础在水利工程中的应用现状

透水性砂砾石基础现在广泛应用到各种水利工程里面，因为排水性能非常优秀，同时承载能力也很强，所以人们常常选择砂砾石材料来建造坝体、堤防或者水库下面的基础部分。砂砾石基础结构设计允许水流直接从底层穿过，这样就能有效减少水对地基产生的压力，同时完全避免水流冲刷地基带来的破坏。砂砾石基础能够帮助整个水利工程更好调控水流方向，也能更好缓解土壤承受的压力，让整体结构变得更加稳固可靠。砂砾石基础渗透性比较大，砂砾石基础对于整个工程安全来说非常关键，尤其遇到极端天气情况，能够通过保持水流稳定控制并且保护底层结构不被破坏，最终达到水利工程高质量并且长期稳定运行的效果。砂砾石基础目前的应用情况充分说明水利工程越来越重视基础部分稳固程度以及长期安全保障措施。

1.2 基础结构物理及水力特性

把砂砾石材料做成透水基础，用在各种水利工程项目中，主要是因为砂砾石这种材料天生就具有特别好的物理特性和水流特性，这些特性帮助基础正常工作。说到物理特性，砂砾石颗粒跟颗粒之间留有很大空隙，正因为有了这些空隙，砂砾石层排水能力特别强，水多了就能很快排出去，避免积水，这样整个基础内部就能一直保持干燥不潮湿。砂砾石材料硬度大强度足，所以基础在承受上方建筑物重量或者其他压力时不会轻易变形，稳定性好，能扛住水流猛烈冲击，还能牢牢抓住周围土壤，防止水土流失。水流特性方面，砂砾石基础能把水流速度降下来，不让水流直接猛冲基础表面造成破坏，而是让水流遇到适当阻力慢慢通过，这样整个水利工程抗冲刷能力就明显变强。把物理特性和水流特性加

在一起看，砂砾石基础在水利工程里位置非常重要，能提高整个工程安全水平，提供稳定可靠保护。

1.3 防渗需求及工程安全意义

水利工程里面使用透水砂砾石地基大量出现给建筑物排水和承载提供很好技术帮助。砂砾石地基渗透能力特别强容易让水流进入地基里面增加土壤变湿和被冲坏危险于是损害整个工程稳定程度和安全程度。设置黏土防渗层变成必须做法用来阻止水分进入并且减少建筑物内部有害水压变化。这种防渗要求关系到工程能够长时间保持完好状态确保建筑物遇到水位很高或者水流多次猛烈冲击时候仍然安全运行。黏土防渗层降低地基被冲刷和漏水造成可能出现地质灾害危险于是显著提升工程可靠程度和能够使用年限。部分重要水利工程当中防渗做法能够给保护人们生命和财产安全提供重要保证。

2 黏土防渗层材料与性能要求

2.1 黏土材料选择标准与适配性

挑选黏土材料属于铺设黏土防渗层最关键的步骤之一，材料质量好坏会直接决定防渗层实际效果以及整个水利工程能否安全运行。挑选黏土材料的时候，必须全面仔细查看材料化学成分、颗粒大小分布情况、黏结能力强不强等重要指标，只有这样才能完全确认材料真正适合用来在透水性砂砾石地基上进行防渗处理工作。质量好的黏土必须拥有比较高的塑性指数并且膨胀性能优秀，这样做就能大大提高材料抵抗水渗透的能力，同时让整体结构变得更加稳固可靠。黏土里面含有哪些矿物成分会直接决定材料防渗能力强弱，像蒙脱石这类黏土矿物由于吸水后膨胀效果特别出色，所以大家普遍选择使用这种矿物。颗粒大小分布安排合理的黏土，在压实处理以后能够达到更高密实程度，从而让防渗效果

变得更好更可靠。黏土材料一定要完全符合施工现场实际环境条件,比如当地温度高低、空气湿度大小、水里面化学成分特点等等,只有满足这些条件,材料才能在施工过程中以及以后长期使用过程中始终保持性能稳定,能给整个工程长期耐久使用提供坚实可靠保障。

2.2 黏土物理力学性能及抗渗性能指标

黏土防渗层的物理力学性能及抗渗性能指标于水利工程中极为关键。黏土的颗粒结构、密度和含水率立即作用于其塑性与流变性,从而确定了其压缩性与膨胀性。高塑性黏土具备优秀的封闭性和均匀性,可以尽可能降低水渗透。黏土的抗渗性能由其渗透系数所确定,小渗透系数保证水流难以容易经由层间渗透。标准的抗渗性能评估必须联合现场条件,通过层间结合试验与压实度测量等方式开展检测。能稳定的物理力学指标能保证黏土层的完整性与抗剪强度,对提升水利结构的安全性产生持久影响。

2.3 材料储存转运与现场处理注意事项

黏土防渗层建造过程中,材料的保存和运输以及工地加工特别关键。于保存期间,需保证黏土材料避免遭受不良天气干扰,来保持其含水率与物理性能的不变。要注意车辆载重以及运输损耗,防止过分振动引起的颗粒分层和性能变动。于工地加工时刻,避免材料的过分干燥或者过湿,来保障黏土的最优黏结性。务必对材料实施彻底的搅拌和均匀分布,来保证其物理性能符合预定标准,保障防渗效果。

3 关键施工技术与工艺流程

3.1 场地准备与基底处理工序

透水性砂砾石基础工程中的场地准备和基底处理为黏土防渗层施工的关键工序,该重要性不可忽略。场地清理须保证施工区域没有杂物和松散土壤,来防止干扰后道工序的稳定性。基底处理规定对于透水性砂砾石基础的表面实施平整,去除起伏不平,应当了解该水力特性,便于适当设计防渗层铺设方案。基底的压实程度立即影响到防渗层的结合性能,须使用合适的机械设备,保证基底符合指定的压实度标准。施工之前须实施土壤及地下水位的调查,保证基底的稳定性和安全性。为改善防渗层和基础的结合质量,需要时可以用于基底表面布置过渡层,用减轻粒径差异对防渗效果的影响。

3.2 黏土层分层铺设与压实工艺

黏土层的分层铺设和压实工艺为黏土防渗层施工之中的重要步骤,立即影响到防渗层的抗渗性能和结构稳定性。该过程必须严谨控制每层黏土的厚度,来确保

压实设备可以高效作用在全部层面。压实过程必须依据黏土的塑性指数以及含水率,选用适宜的压实机械以及压实能量,来实现最优的密实度。每层黏土于压实之后,应当开展密实度测试,确保它的达到规定标准。对于各种施工环境和条件,可以调整铺设厚度和压实次数,进而实现最优的防渗效果。以确保层与层之间结合的紧密性,界面必须保持适宜湿润,来防止层与层之间滑移并且提升总体稳定性。

3.3 层间结合与界面过渡技术

层间连接以及界面过渡技术黏土防渗层施工里面特别关键,保证黏土层砂砾石基础形成坚固而且连续防渗界面。界面处理使用机械手段化学处理结合方式增强界面黏结力。机械方法包括使用压实机黏土层逐层压实,提高层间连接强度。化学处理喷洒界面结合剂,黏土砂砾石之间粘附力得到很大改善。这项工艺确认每层黏土压实度达到设计要求实施,避免界面位置出现水分渗透情况,最终实现结构稳定性和防渗性能提高目的。

4 防渗层密实性与稳定性保障措施

4.1 压实度与含水率控制

夯实程度和水分含量的调控对黏土防渗层发挥良好作用来说非常关键。在进行夯实工作的整个过程当中,合适夯实程度成为确保黏土层变得足够密实并且具备良好抗渗能力的最重要指标。各种不同夯实程度会直接影响到黏土内部孔隙多少以及水分传递快慢情况,这样就会对防渗能力产生很明显影响效果。夯实程度具体标准需要根据施工现场真实情况加上黏土本身特性来做出合适确定。水分含量高低是决定夯实工作能否成功的最主要因素。通过严格监测并且及时调整黏土里面水分多少,可以有效提高黏土容易成型能力以及被压缩后的紧密程度,从而形成一个非常稳固内部结构状态。水里面太多或者太少都会影响到最后夯实质量好坏,必须采用现在先进湿度检测设备加上调整方式来进行准确管理。全面运用夯实程度和水分含量调控这些技术手段,能够显著增强黏土层内部颗粒相互粘结力量以及整体封闭能力,为整个防渗工程项目提供最为重要技术支持保障。

4.2 防渗层结构稳定加固手段

防渗层结构的稳固程度直接决定水利工程能不能长期正常发挥作用,是最关键的部分。黏土防渗层的加强工作可以通过仔细调整土壤材料的比例搭配,来显著提高整个土体的均匀程度和密实程度。选用化学添加剂比如水玻璃或者聚合物材料,可以明显增强黏土颗粒之间的连接强度,有效防止土壤颗粒流失以及整体结构变

得松散。在防渗层里面加入耐久性能很好的土工复合材料,可以帮助分担来自地基的各种压力荷载,同时大大提高不同层之间的抗滑动稳定性。进一步加强边坡和坡面的各种防护措施,防止雨水这些外部因素造成表面被冲刷和破坏,对于保持防渗层整体结构稳固也非常重要。平时定期进行地质情况的监测和评估工作,可以及时发现可能存在的隐患问题,然后采取有针对性的修理加固措施,从而确保整个结构一直保持可靠状态。

4.3 抗渗性能现场测试与质量控制

黏土防渗层功能满足合格要求的关键环节在于进行现场检测工作加强质量控制工作。现场检测工作必须遵守国家 and 行业相关标准,重点测出防渗层渗透系数数值。常用检测方法包含进行渗透试验包含密度测试,用来评价防渗层不透水性能评价结构密实程度。保证检测数据具有准确性和可靠性,检测人员要在多个位置随机选取样品,开展重复测量工作。检测得到的结果可以为工程质量评估给出重要参考依据。质量控制整个过程,必须注重施工压实度注重黏土含水率关键指标,防止施工误差引发局部渗漏隐患,以便保证防渗层整体性能良好保证工程安全运行。

5 技术应用成效与借鉴意义

5.1 技术推广价值及运行安全提升

将分层压实黏土并铺设于砂砾石基础上的防渗施工方法应用于水利工程,显著降低了工程跑水风险,增强了整体结构的稳固性。施工时,施工人员将黏土分层压实,并严格把控每层黏土的含水率,确保黏土层致密且紧密贴合砂砾石层,防止滑动移位。含水率的精准控制至关重要,它能使黏土压实度达到最佳,有效阻挡水分渗透,避免水流冲刷破坏结构。同时,施工人员注重处理黏土层与砂砾石层的接触面,加强相邻黏土层间的粘结,使整个结构紧密无缝,彻底阻断渗水通道。此方法不仅提升了工程安全性,还为类似工程提供了成熟经验与操作步骤,降低了后期维修成本,延长了工程使用寿命。广泛推广此方法,可应用于更多水利设施建设,推动行业技术进步,激发更多创新思路与方法。

5.2 水利工程应用中的关键问题总结

在水利工程中,应用透水性砂砾石基础黏土防渗层技术时,存在若干关键问题需要关注。是黏土材料的选择与质量控制,确保材料的物理力学性能及抗渗性能达

到设计要求。现场施工技术的执行精准度对工程质量至关重要,尤其是分层铺设与压实工艺的规范性。施工过程中需要有效的质量监控体系,以实时检测防渗层的密实度和水密性。防渗层的长期性能和环境适应性也是一大挑战,需要通过科学的设计和施工方法来保障防渗效果持久可靠。这些关键问题的有效解决对水利工程的安全稳定运行具有重要意义。

6 结束语

本文针对透水性砂砾石基础黏土防渗层铺设技术进行了系统研究,总结了当前水利工程中该类基础的主要施工难点,并提出了行之有效的解决措施。通过对黏土材料选择、层间结合以及铺设工艺的细致分析,明确了分层压实、合理控制含水率以及精准界面处理对于提升防渗层整体密实性与稳定性的关键作用。研究结果表明,上述技术手段可以有效提升黏土防渗层的抗渗性能,减少水分渗透和砂砾石基础冲刷风险,对提升堤坝等水工建筑物的耐久性和运行安全性具有重要现实意义。然而,当前研究在实际工况适应性、多工艺协同优化及长期性能变化等方面尚存在一定局限。例如,黏土防渗层在复杂地质条件或大规模应用情况下的行为仍需深入测试,材料本身在极端气候等环境下的适应能力亦有待提升。此外,信息化、机械化等新兴施工技术与传统工艺的有机结合尚需进一步探索。未来研究可聚焦于:其一,加强极端环境与复杂负荷条件下黏土防渗层持久性评估;其二,开展多类型材料复合应用的试验研究,提升防渗层整体性能;其三,推广智能监测及数字化施工管理,以实现技术的优化与迭代。上述方向将为水利工程中透水性砂砾石基础黏土防渗层铺设技术的进一步发展提供有力支撑和理论基础。

参考文献

- [1]张维维,谭燕,帅佳,易晨光. 透水混凝土透水性能与力学性能[J]. 湖北工业大学学报, 2021, 36(05): 96-99.
- [2]易晨光,谭燕,张维维,谭源,肖衡林. 透水混凝土的透水性能试验研究[J]. 混凝土, 2021, (01): 110-114.
- [3]张海英. 透水性地层防渗处理施工工法[J]. 水利建设与管理, 2021, 41(11): 52-58.
- [4]汤峰,崔江涛,刘保华,方亮,杜于熙,周鑫. 再生骨料透水混凝土透水性能研究[J]. 信息记录材料, 2022, 23(05): 47-49.