

水利水电工程大坝深覆盖层处理和防渗墙施工要点

赵 辉

驻马店市板桥水库管理局 河南 驻马店 463715

摘 要：大坝深覆盖层特性复杂，严重影响大坝工程的安全与稳定。其地质结构复杂，岩土力学性质差，渗透特性也给防渗带来挑战。为有效处理这些问题，文章介绍了灌浆法、混凝土防渗墙法等多种处理方法，详细阐述了防渗墙施工技术要点，包括施工前准备、槽孔开挖、泥浆制备与管理、混凝土浇筑等各个环节的具体操作与质量控制。这些研究成果为大坝深覆盖层处理与施工提供了重要参考，极具实践指导价值。

关键词：水利水电工程；大坝深覆盖层；处理和防渗墙；施工要点

引言

大坝工程建设中，深覆盖层问题极为关键。其复杂性对大坝的稳定性、防渗性等构成诸多挑战。深入了解深覆盖层特性，探寻有效的处理方法与施工技术，是确保大坝工程质量与安全的核心。本文围绕大坝深覆盖层特性、处理方法及防渗墙施工技术要点展开全面研究，旨在为相关工程实践提供科学依据与技术支持，推动大坝建设领域的技术进步。

1 大坝深覆盖层特性分析

1.1 地质结构特征

深覆盖层的地质结构较为复杂，一般由多种成因类型的地层叠加而成。其上部常为冲积层，颗粒相对较细，分选性较好；下部可能为洪积层、冰碛层等，颗粒粗大，分选性差，且可能夹杂着大量的漂石、孤石等。在一些山区河流，覆盖层还可能受到山体滑坡、泥石流等地质灾害的影响，导致地层结构紊乱。不同地层之间的界面往往不平整，存在着明显的差异，这对工程施工和稳定性分析增加了难度。

1.2 岩土力学性质

深覆盖层的岩土力学性质变化范围较大。其土体的抗剪强度较低，尤其是在含水量较高的情况下，容易发生剪切变形。颗粒之间的黏聚力较小，主要依靠摩擦力来维持土体的稳定。在承受上部荷载时，土体可能会产生较大的压缩变形，导致地基沉降。此外，覆盖层中的粗颗粒物质，如漂石、孤石等，会对施工机械的钻进、挖掘等作业造成阻碍，增加施工难度和成本。

1.3 渗透特性

深覆盖层的渗透特性是影响大坝防渗的关键因素。由于其颗粒级配不均匀，孔隙大小和连通性差异显著，导致渗透系数变化范围很大。一般来说，细颗粒含量较高的地层渗透系数相对较小，但在水流长期作用下，可

能会发生管涌、流土等渗透破坏现象。而粗颗粒地层，尤其是存在架空结构的部位，渗透系数较大，容易形成集中渗漏通道。此外，覆盖层中的断层、裂隙等地质构造也会极大地增加其渗透性，对大坝的防渗安全构成严重威胁。

2 大坝深覆盖层处理方法

2.1 灌浆法

(1) 帷幕灌浆。通过钻孔向深覆盖层中注入浆液，浆液在压力作用下渗透、扩散，填充覆盖层中的孔隙和裂隙，形成一道连续的防渗帷幕，从而降低坝基的渗透水量和扬压力。钻孔时要保证孔位准确、孔身垂直，防止钻孔偏斜影响灌浆效果。浆液的配制需严格按照设计配合比进行，控制好浆液的浓度、黏度和凝结时间等参数。灌浆过程中，要密切监测灌浆压力、流量等指标，根据实际情况及时调整灌浆参数。(2) 固结灌浆。向覆盖层中注入浆液，使松散的颗粒胶结在一起，提高覆盖层的整体性和承载能力，减小基础的变形。确定合理的灌浆孔间距和排距，保证灌浆加固范围均匀^[1]。在灌浆前，要对覆盖层进行适当的预处理，如清除表层的杂物和软弱土层，以利于浆液的注入和扩散。

2.2 混凝土防渗墙法

(1) 槽孔型防渗墙。利用专用的成槽设备，在深覆盖层中挖掘出一定长度和深度的槽孔，然后在槽孔内浇筑混凝土，形成连续的墙体，起到防渗作用。成槽过程中，要控制好泥浆的性能指标，如密度、黏度、含砂量等，以保证槽壁的稳定。槽孔的垂直度要严格控制，防止墙体出现倾斜或弯曲。混凝土浇筑时，要确保浇筑的连续性，防止出现断桩等质量问题。(2) 桩柱型防渗墙。通过钻孔或冲孔的方式，在覆盖层中形成一系列的桩孔，然后在桩孔内浇筑混凝土，将桩柱连接成墙，达到防渗目的。桩孔的施工精度要求高，要保证桩的间距

和垂直度符合设计要求。桩柱之间的连接方式要合理,确保墙体的整体性和防渗性能。

2.3 其他处理方法

(1) 高压喷射灌浆法。利用高压喷射设备,将浆液以高压高速喷射到覆盖层中,使土体与浆液混合、搅拌,形成具有一定强度和防渗性能的固结体。喷射参数的选择至关重要,包括喷射压力、喷射流量、提升速度等,要根据覆盖层的特性进行优化调整。施工过程中,要注意设备的运行状况,防止出现喷射中断等故障。

(2) 振冲法。利用振冲器的水平振动力,使覆盖层中的颗粒重新排列、密实,同时在振冲过程中加入碎石等材料,进一步提高覆盖层的密实度和承载能力。控制好振冲器的振冲时间、加密电流等参数,确保覆盖层达到设计的密实度要求。在加入碎石等材料时,要保证材料的质量和填入量。

3 防渗墙施工技术要点

3.1 施工前准备工作

(1) 施工场地布置。在防渗墙施工前,需对施工场地进行合理布置。首先,要确保场地平整坚实,能够承受施工机械和材料的重量。根据施工流程,合理规划泥浆制备区、材料堆放区、机械设备停放区以及临时生活区等功能区域。泥浆制备区应靠近槽孔位置,以减少泥浆输送距离和损耗。材料堆放区要便于材料的装卸和取用,且应采取防潮、防雨等措施。机械设备停放区要设置在安全、便于操作的位置,并配备必要的维修保养设施。临时生活区应与施工区保持一定距离,以保障施工人员的生活环境 and 安全。(2) 材料准备与检验。防渗墙施工所需的材料主要包括水泥、骨料、外加剂、黏土等。水泥应选用质量稳定、强度等级符合设计要求的产 品,并具有出厂合格证和质量检验报告。在使用前,需对水泥进行抽样检验,确保其各项性能指标满足规范要求。骨料的粒径、级配、含泥量等应符合设计标准,使用前应进行冲洗和筛分。外加剂的种类和掺量应根据施工工艺和混凝土性能要求进行选择和试验确定,其质量也需经过严格检验。黏土作为泥浆的主要原料,应选用黏性高、造浆性能好的优质黏土,并对其物理化学性质进行检测。所有材料在使用过程中应严格按照设计配合比进行配料,确保混凝土和泥浆的质量稳定。(3) 测量放线与导向槽施工。测量放线在防渗墙施工中地位关键,关乎防渗墙位置与垂直度。利用全站仪等仪器,依设计图纸精准测放防渗墙轴线及槽孔位置,并做好醒目标志。导向槽同样重要,它保障施工精度与稳定性。多采用钢筋混凝土结构,深度、宽度依地质、设备等因素

确定。施工时,先平整夯实槽底,再绑扎钢筋、支设模板、浇筑混凝土^[2]。务必保证导向槽顶面水平,中心线与防渗墙轴线重合,严格将偏差控制在允许范围,为后续施工筑牢基础。

3.2 槽孔开挖施工

(1) 成槽设备选择。根据深覆盖层的地质条件和防渗墙的设计要求,合理选择成槽设备。常见的成槽设备有冲击钻机、回转钻机、抓斗式成槽机等。冲击钻机适用于各种地层,尤其是含有漂石、孤石等坚硬障碍物的地层,其通过冲击钻头的反复冲击破碎岩土体,形成槽孔。回转钻机则适用于较软的地层,通过钻头的旋转切削岩土体,成槽效率较高。抓斗式成槽机具有施工速度快、槽壁垂直度好等优点,常用于较浅且土质较均匀的覆盖层。在选择成槽设备时,还需考虑设备的性能参数、施工场地条件以及经济性等因素,确保设备能够满足施工要求。(2) 槽孔施工工艺。槽孔施工一般采用分段施工的方法,将防渗墙划分为若干个槽段,每个槽段又分为主孔和副孔。在施工主孔时,根据选用的成槽设备,采用相应的钻进或抓取方法,控制好孔深、垂直度和孔径。对于副孔,可采用劈打、铣削等方法进行施工,确保槽段之间的连接紧密。在槽孔开挖过程中,要及时向孔内注入泥浆,以保持孔壁稳定。泥浆的性能参数,如密度、黏度、含砂量等,应根据地质条件和施工要求进行调整。同时,要密切观察孔内情况,如发现漏浆、塌孔等异常现象,应及时采取相应的处理措施。

(3) 槽孔垂直度控制。槽孔垂直度对防渗墙施工质量意义重大,直接左右防渗墙的防渗成效与整体稳定性。施工前期,需细致调试、校准成槽设备,确保其性能参数处于正常状态。施工过程中,借助超声波测斜仪、电子经纬仪等先进测量与监测工具,实时把控槽孔垂直度。一旦垂直度偏差超出允许范围,应迅速调整钻进参数,或采取回填黏土、使用偏心钻头 etc 纠偏手段。此外,强化施工人员培训管理,提升其操作技能与质量意识,全方位保障槽孔垂直度契合设计要求。

3.3 泥浆制备与管理

(1) 泥浆性能要求。泥浆在防渗墙施工中起着护壁、携渣、冷却钻头等重要作用,其性能直接影响施工质量和进度。泥浆的性能指标主要包括密度、黏度、含砂量、胶体率、失水量等。在深覆盖层防渗墙施工中,一般要求泥浆密度控制在 $1.1-1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 之间,黏度为 $18-25\text{s}$,含砂量不超过 4% ,胶体率不低于 95% ,失水量不大于 $30\text{mL}/30\text{min}$ 。具体的性能要求应根据地质条件、成槽设备和施工工艺等因素通过试验确定。不同性能的泥

浆适用于不同的地层条件,如在松散的砂性地层中,需要采用密度较大、黏度较高的泥浆来保证孔壁稳定;而在黏性土层中,泥浆的密度和黏度可适当降低。(2)泥浆制备工艺。泥浆制备一般采用机械搅拌的方法,将黏土、水和外加剂按一定比例混合搅拌均匀。首先,将黏土放入搅拌机中,加入适量的水,搅拌一段时间,使黏土充分水化。然后,根据设计要求加入外加剂,继续搅拌至泥浆性能符合要求。在制备泥浆过程中,要严格控制各种材料的用量,确保泥浆性能的稳定性。同时,要对制备好的泥浆进行抽样检测,不合格的泥浆不得用于施工。为保证泥浆的连续供应,施工现场应设置足够容量的泥浆储存池和循环系统。(3)泥浆循环与净化。在槽孔开挖时,泥浆循环使用会混入岩土渣屑,致使性能恶化,故而泥浆循环与净化处理不可或缺,以此确保泥浆质量。泥浆循环系统含泥浆泵、管路及泥浆池等。泥浆泵将泥浆从储存池泵入槽孔,裹挟渣屑的泥浆沿管路回流至泥浆池。于泥浆池内,借沉淀、过滤等手段净化,去除渣屑杂质。净化后泥浆再次经泵送入槽孔循环。为增强净化效果,可启用振动筛、旋流器等设备。并且,需定期检测泥浆性能,依据检测结果,适时调整泥浆配合比与净化工艺,保障泥浆始终符合施工需求。

3.4 混凝土浇筑施工

(1)混凝土配合比设计。混凝土配合比设计是防渗墙混凝土施工的关键环节,其直接影响混凝土的强度、抗渗性、和易性等性能。混凝土配合比应根据设计要求、工程地质条件、施工工艺以及原材料性能等因素通过试验确定。在设计配合比时,要优先选用低水化热的水泥,以减少混凝土的温度裂缝。同时,要合理控制水泥用量、骨料级配和外加剂掺量,确保混凝土具有良好的和易性和可泵性。混凝土的抗渗等级应满足设计要求,一般不低于W6。为提高混凝土的抗裂性能,可适当添加纤维材料。在确定配合比后,要进行试拌和试浇筑,对混凝土的性能进行验证和调整,确保其满足施工和工程质量要求。(2)混凝土浇筑工艺。防渗墙混凝土浇筑一般采用直升导管法。在浇筑前,要对导管进行密封性和承压试验,确保导管无渗漏、无堵塞。将导管垂直下放至槽孔底部,导管底部距槽底的距离一般控制在

0.3-0.5m。在导管顶部设置漏斗,通过漏斗向导管内灌注混凝土。在浇筑过程中,要保持混凝土的连续供应,避免出现断桩现象。混凝土的浇筑速度应根据槽孔深度、混凝土坍落度等因素合理控制,一般不宜过快或过慢。过快可能导致混凝土离析,过慢则可能影响混凝土的浇筑质量。同时,要及时测量混凝土的浇筑高度,控制导管的埋深,一般导管理深应保持在2-6m之间。在浇筑过程中,要注意观察混凝土的浇筑情况,如发现异常应及时采取措施处理。(3)混凝土浇筑质量控制。混凝土浇筑质量控制是防渗墙施工质量控制的核心环节。在浇筑过程中,要严格控制混凝土的原材料质量、配合比和坍落度,确保混凝土的性能稳定。要加强对混凝土浇筑工艺的监督,保证导管的埋深、浇筑速度等符合要求。同时,要对混凝土进行现场抽样检验,制作试块进行抗压强度、抗渗性能等试验,检验结果应满足设计要求。在混凝土浇筑完成后,要及时对墙体进行养护,养护时间一般不少于28天。养护期间要保持墙体湿润,避免混凝土出现干裂等质量问题^[3]。此外,还可采用无损检测等方法对防渗墙的混凝土质量进行检测,如声波检测、钻孔取芯检测等,确保防渗墙的施工质量符合设计标准。

结束语

综上所述,大坝深覆盖层特性复杂,处理难度大。通过对多种处理方法及防渗墙施工技术要点的研究可知,只有全面掌握深覆盖层特性,精准运用合适的处理方法,严格把控防渗墙施工各环节,才能有效提升大坝工程应对深覆盖层问题的能力,保障大坝长期稳定运行。未来,随着技术的不断发展,有望在深覆盖层处理及施工技术方面取得更多突破,为大坝建设事业注入新的活力。

参考文献

- [1]徐春雨.水利水电工程大坝深覆盖层处理和防渗墙施工要点分析[J].黑龙江水利科技,2021,49(8):199,217.
- [2]潘波,周殿喜.水利水电工程大坝深覆盖层的处理和防渗墙施工要点[J].云南水力发电,2020,36(6):126-127.
- [3]王宏伟.水利水电项目大坝深覆盖层的处理和防渗墙要点[J].区域治理,2020(21):183.