

大坝填筑技术在水利工程施工中的应用

杨智理

甘肃大禹节水集团水利水电工程有限责任公司 甘肃 酒泉 735000

摘要：大坝填筑技术是水利工程施工中的关键环节，涉及基础处理、填筑材料运输与摊铺、压实作业等多个方面。在具体应用中，碾压施工确保坝体材料紧密贴合，接缝与角部处理增强坝体结构稳定性，特殊条件下的填筑应用则保证坝体在各种环境下的安全稳定。此外，铺设碾压混凝土工艺作为现代大坝建设的重要技术，也发挥着重要作用。这些技术共同构成了大坝填筑技术的完整体系，为水利工程的顺利进行和长期安全运行提供了坚实保障。

关键词：大坝填筑技术；水利工程施工；应用

引言：水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，对于防洪、灌溉、发电等方面具有不可替代的作用。而在水利工程施工中，大坝填筑技术是一项至关重要的技术环节。大坝作为水利工程的核心结构，其填筑质量直接关系到整个工程的稳定性和安全性。因此，深入研究大坝填筑技术，优化填筑工艺，提高填筑质量，对于保障水利工程的顺利进行和长期安全运行具有重要意义。

1 大坝填筑技术概述

大坝填筑技术，作为水利工程领域中的一项关键技术，对于确保坝体的稳定性和耐久性至关重要。第一，大坝填筑技术主要涉及土料的选择、开采、运输、铺填和压实等环节。在土料的选择上，需要充分考虑土料的物理力学性能、颗粒级配、含水量以及抗剪强度等因素，以确保填筑后的坝体能够满足设计要求。土料的开采和运输则需要根据工程实际情况和现场条件，选择合适的开采方式和运输设备，以提高施工效率和质量。第二，在大坝填筑过程中，铺填和压实是两个至关重要的环节。铺填时需要严格控制填筑材料的厚度和均匀性，以确保坝体的整体稳定性和密实度。而压实则是通过机械或人工的方式对填筑材料进行压实处理，以提高坝体的密实度和承载能力。在压实过程中，需要严格控制压实设备的型号、功率和压实遍数等参数，以确保压实效果达到设计要求。第三，大坝填筑技术还需要注重防渗、排水和加筋等方面的处理。防渗技术主要通过设置防渗层、采用防渗材料等方式来确保坝体的抗渗性能。排水技术则通过设置排水设施来排除坝体内部的积水，以减轻坝体的荷载和提高稳定性。加筋技术则是通过在坝体内添加加筋材料来提高坝体的整体稳定性和承载能力。随着科技的进步和工程实践的深入，大坝填筑技术也在不断创新和发展^[1]。例如，现代化的填筑设备和施工

工艺的应用，使得大坝填筑的效率和质量得到了显著提高。同时，智能化、自动化和绿色化也成为大坝填筑技术的重要发展趋势，为水利工程的可持续发展提供了有力支撑。

2 水利工程施工中大坝填筑技术的关键环节

2.1 基础处理

2.1.1 坝基清理与平整

坝基清理与平整是水利工程施工中大坝填筑技术基础处理的首要且不可或缺的步骤。这一步骤的重要性在于，它为整个大坝填筑工作奠定了坚实的基础。在开始填筑前，施工人员必须对坝基进行全面而细致的清理工作，移除所有可能影响坝体稳定性的杂物、植被以及松散或不稳定土层。这一清理过程必须彻底，确保坝基表面干净无杂质，以便后续填筑材料能够紧密贴合，形成稳定的整体结构。清理完成后，还需对坝基进行压实处理，压实作业的目的是提高坝基的承载力，减少其在填筑过程中可能出现的变形和沉降，从而确保大坝的稳定性和安全性。这一步骤对于后续填筑工作的顺利进行至关重要，能够有效防止填筑过程中出现不均匀沉降、裂缝等问题，为整个大坝工程的长期安全运行提供有力保障。

2.1.2 软弱地基处理方法

针对软弱地基这一挑战，水利工程中必须采取一系列科学有效的处理方法，以确保大坝的稳定性和安全性，常用的处理方法主要包括换填、抛石填土和盲沟等。换填是一种直接而有效的地基处理方式，它通过挖除地基中的软弱土层，然后换填强度较高、稳定性更好的材料，如砂砾石、碎石等，从而提高地基的承载力，确保大坝在填筑和运行过程中不会出现过度沉降或变形。抛石填土则适用于地基中存在软土、弹簧土以及有积水的复杂情况。这种方法通过在软弱土层上抛填大块石头，形成一层坚硬的支撑层，再在其上填筑土壤，从而有效增强地基的稳定性和承

载能力。盲沟则是另一种重要的地基处理方法。它通过在地基中挖掘横向或纵向的盲沟,利用自然排水或人工排水设施,将地基中的积水有效排除,降低土壤湿度,提高地基的稳固性和承载能力。

2.1.3 基础防渗处理

基础防渗处理在大坝填筑过程中占据着举足轻重的地位,它是确保大坝长期安全运行的关键所在,防渗处理的主要目标在于有效阻止水流渗透,避免其对大坝结构造成侵蚀和损害。为了实现这一目标,水利工程施工中采用了多种防渗处理方法。其中,铺设防渗膜是一种简单而有效的手段。防渗膜通常采用高分子材料制成,具有良好的隔水性能,能够有效隔离水流,防止其渗透到大坝内部,从而保护大坝结构的完整性和稳定性^[2]。除了防渗膜,设置防渗墙也是常见的防渗处理方法之一。防渗墙通过构建坚固的墙体结构,形成一道坚实的屏障,阻挡水流的渗透。同时,帷幕灌浆技术也被广泛应用于大坝基础防渗处理中。该技术通过向地基中灌注水泥浆等材料,形成连续的防渗帷幕,提高地基的抗渗性能,确保大坝在复杂多变的水文环境下依然能够保持稳定和安全。

2.2 填筑材料的运输与摊铺

填筑材料的运输与摊铺是大坝填筑技术的关键环节之一,直接关系到填筑效率和坝体质量。在运输环节,需根据填筑材料的特性和数量,选用合适的运输工具,如自卸车、皮带输送机等,确保材料能够及时、准确地送达填筑现场。同时,应合理规划运输路线,避免交通拥堵和运输延误,保证填筑工作的连续性和高效性。摊铺环节则要求严格控制填筑材料的厚度和均匀性。采用专业摊铺设备,如摊铺机,按照预定的摊铺厚度和宽度进行均匀摊铺,确保填筑材料能够紧密贴合坝基,形成稳定的坝体结构。在摊铺过程中,还需定期检测摊铺质量,及时调整摊铺参数,以保证填筑材料的均匀性和密实性。

2.3 压实作业

2.3.1 压实设备的选择与应用

压实设备的选择对于压实作业至关重要,根据填筑材料的特性和压实要求,需选用合适的压实设备,如振动压路机、轮胎压路机或凸块压路机等。振动压路机适用于粘性土和砂性土的压实,能够产生高频振动,提高土壤的密实度。轮胎压路机则更适用于压实非粘性土,其轮胎的柔性和压力分布均匀性有助于土壤的紧密贴合。凸块压路机则适用于压实粘性较大的土壤,其凸块设计能够增加土壤的剪切力,提高压实效果。在选择压实设备时,还需考虑设备的功率、重量和压实效率等因

素,以确保压实作业的高效性和质量。

2.3.2 压实参数的确定

压实参数的确定直接影响压实作业的效果,这些参数包括压实速度、压实遍数、压实厚度和压实含水量等。压实速度应根据填筑材料的特性和压实设备的性能进行合理调整,以确保压实效果。压实遍数则根据压实设备的类型和压实要求来确定,通常需要多次压实才能达到预期的密实度。压实厚度则应根据填筑材料的力学性能和压实设备的压实能力进行合理设定,以避免过厚或过薄导致的压实不均匀。压实含水量是控制压实质量的关键因素之一,需根据填筑材料的类型和压实要求进行调整,以确保压实过程中土壤的含水量适中。

2.3.3 压实质量检测方法

常用的压实质量检测方法包括核子密度仪法、灌砂法、环刀法等。核子密度仪法通过测量土壤中的核子辐射强度来推算土壤的密度,具有测量速度快、精度高的优点。灌砂法则是通过向压实后的土壤中灌入标准砂来测量土壤的压实度,适用于粘性土和砂性土的压实质量检测。环刀法则是通过在压实后的土壤中取样,并使用环刀进行切割和称重,以测量土壤的密度和压实度。在选择压实质量检测方法时,需根据填筑材料的特性和压实要求进行合理选择,以确保检测结果的准确性和可靠性。

3 大坝填筑技术在水利工程施工中的具体应用

3.1 碾压施工应用

碾压施工是大坝填筑的核心环节,通过专业的碾压设备对填筑材料进行压实处理,以提高坝体的密实度和稳定性。在碾压施工过程中,需选择合适的碾压设备,根据填筑材料的特性和压实要求,常用的碾压设备包括振动压路机、轮胎压路机等。振动压路机通过产生高频振动,能够有效提高土壤的密实度,特别适用于粘性土和砂性土的压实。轮胎压路机则利用其轮胎的柔性和压力分布均匀性,对土壤进行压实,特别适用于压实非粘性土。碾压施工需合理控制压实参数,压实参数包括压实速度、压实遍数、压实厚度等,这些参数的选择应根据填筑材料的特性和压实设备的性能进行合理调整。同时,还需根据施工进度和质量要求,合理安排碾压施工的作业顺序和时间,确保压实效果达到设计要求。通过碾压施工的应用,大坝填筑材料能够紧密贴合,形成稳定的坝体结构,这有助于提高坝体的抗渗性、抗滑性和整体稳定性,为水利工程的防洪、灌溉、发电等功能提供坚实保障。

3.2 接缝与角部处理应用

在大坝填筑技术中,接缝与角部的处理是确保坝体

结构完整性和稳定性的关键步骤。由于大坝填筑往往分阶段进行,不同填筑层之间或相邻填筑段之间会形成接缝。为确保接缝处的强度和稳定性,需采用专门的接缝处理技术。这包括对接缝进行清理,去除杂物和松散颗粒,然后进行适当的压实处理。对于宽度较大的接缝,还可采用填筑材料回填和压实的方法,以减少接缝对坝体整体性能的影响。大坝的角部区域容易形成应力集中,因此需进行特殊处理以增强其强度。常用的角部处理方法包括增加填筑材料的压实密度、采用更坚硬的填筑材料或设置加固结构等。这些方法有助于提高角部区域的抗剪强度和整体稳定性,防止角部出现裂缝或坍塌。通过接缝与角部的妥善处理,大坝填筑技术能够确保坝体结构的完整性和稳定性,为水利工程的长期安全运行提供有力保障。

3.3 特殊条件下的填筑应用

在水利工程施工中,大坝填筑技术面临多种特殊条件的挑战,如软土地基、高寒地区、强降雨环境等,在这些特殊条件下,填筑施工需采取针对性措施以确保坝体的稳定性和安全性。对于软土地基,填筑前需进行地基处理,如采用换填、加固或排水等措施,以提高地基的承载力和稳定性,在填筑过程中,还需严格控制填筑速度和压实参数,避免对地基造成过大压力。在高寒地区,填筑材料易受低温影响,导致压实效果不佳,因此需选择耐寒性强的填筑材料,并采取加热或保温措施,以提高填筑材料的温度,确保其压实性能^[1]。在强降雨环境下,填筑施工需加强排水措施,防止雨水对填筑材料的冲刷和浸泡,同时还需调整填筑速度和压实参数,以适应湿润条件下的压实要求。通过采取针对性措施,大坝填筑技术能够在特殊条件下确保坝体的稳定性和安全性,为水利工程的顺利建设和长期安全运行提供有力支持。

3.4 铺设碾压混凝土工艺

当碾压混凝土被运输到工程现场以后,要在特定的时间段内进行混凝土的铺设,在铺设工作开展时,要确保层间结合效果。如在铺设环节层间结合效果不佳,将会引起裂缝或者层间渗漏水,导致混凝土的抗剪能力难以达到预期,因此,为使得层间结合效果良好,在开展

浇筑作业时,应注意浇筑间隔和初凝时间方面的控制。进行现场施工作业时,将水泥净浆直接浇筑在仓面上,加速新碾压面与旧碾压面的结合速度,减少层间渗透问题的出现。如果水库大坝施工现场的施工场地有限,一般可利用台阶铺筑法,以提升总体的混凝土铺筑效率。水库大坝的混凝土铺筑中,也可采用斜层摊铺法,有效的应用这一施工方法,可以有效解决浇筑薄层的情况,不仅可提高施工质量,更可以提升施工效率,尤其是在斜层平推摊铺工艺下,施工进度受到其他因素的影响相对较小,具有多种的技术优势。当在开展施工作业时,现场的浇筑面积相对大的情况下,利用斜层平推摊铺法的浇筑强度相对较小,所需使用的机械设备较少,且施工操作相对简单,资金投入也相对较小,现场施工人员可根据总体的施工要求来减小间隔时间,可以更好地保障碾压层的结合。因为水库大坝工程的建设施工规模庞大,施工周期较长,在漫长的施工时间段内,可能会遭遇强降雨的情况,当水量过大时,斜面仓面具有较强的排水能力,也就可以减小降水对于工程质量所造成的不利影响。

结语

随着科技的不断飞跃和工程实践的日益深化,大坝填筑技术正面临着前所未有的发展机遇。未来的大坝填筑技术将更加注重智能化、绿色化和可持续性,以适应更加复杂多变的工程环境和日益增长的工程需求。必须持续加强大坝填筑技术的研究和应用,推动技术创新和成果转化,不断提升填筑技术的科技含量和核心竞争力。还应注重水利工程建设的质量管理和安全监管,确保大坝填筑工程的安全可靠和长期稳定运行,为经济社会的持续发展和人民生活的不断改善作出更加积极的贡献。

参考文献

- [1] 靳恒,王清峰,郑敏哲,等.大型水利工程气盾坝安装及优化关键技术[J].施工技术(中英文),2022,51(4):5.
- [2] 张文,黄声享,李洋洋,等.江坪河水电站大坝填筑碾压施工质量监控系统的建立[J].水力发电,2020,46(6):5.
- [3] 王崑,代彭梁,郭先强.卡洛特水电站大坝填筑料开采爆破设计优化[J].人民长江,2020(S02):3.