

水利工程中土石坝施工质量控制要点分析

吕开学

玉屏街道农业农村发展服务中心, 云南 昭通 654600

DOI:10.61369/WCEST.2026010010

摘 要 : 水利工程中的土石坝指的是取土料、石料或是二者混合料为原料, 经过抛填、碾压等处理堆筑而成的挡水坝, 其主要特点在于就地取材进行建造, 能够适应不同地区地质条件, 具备节约材料、结构简单、施工便利等突出优势, 是当前水利工程建设中一类最常见的坝型, 受到了广泛推广和应用, 在我国水利工程中的应用达到了90%以上。本文重点分析了水利工程中土石坝施工质量控制要点, 旨在为施工过程中常见的突发事件处理提供几点可行性意见建议。

关 键 词 : 水利工程; 土石坝; 质量控制

Analysis on Key Points of Construction Quality Control of Earth-Rock Dams in Water Conservancy Projects

Ly Kaixue

Agricultural and Rural Development Service Center, Yuping Street, Zhaotong, Yunnan 654600

Abstract : In water conservancy projects, earth-rock dams are water-retaining dams constructed using earth materials, stone materials, or a mixture of both, which are piled up through processes such as dumping and compaction. Their main characteristic lies in the use of locally sourced materials for construction, enabling them to adapt to various geological conditions in different regions. They possess outstanding advantages such as material conservation, simple structure, and convenient construction, making them the most common type of dam in current water conservancy project construction. They have been widely promoted and applied, with an application rate exceeding 90% in China's water conservancy projects. This paper focuses on analyzing the key points of construction quality control for earth-rock dams in water conservancy projects, aiming to provide several feasible suggestions and opinions for handling common emergencies during the construction process.

Keywords : water conservancy projects; earth-rock dams; quality control

水利工程建设质量关系着广大人民群众的生命财产安全, 同时也是保障社会稳定发展的重要因素。因此, 在水利工程土石坝实际施工过程中, 应当严格把控土方以及石方的质量, 并针对土料干密度和含水量开展科学合理的检测工作, 将先进的科技手段运用于施工操作当中, 为土石坝的整体施工质量提供重要保障。

一、水利工程中土石坝施工技术

常见的土石坝主要依据其高度进行分类, 主要分为高坝、中坝、低坝三种类型, 依据具体施工手段进行分类, 则主要分为碾压式土石坝、冲填式土石坝、定向爆破堆石坝以及水中填土坝, 据统计碾压式土石坝在我国水利工程中应用最为广泛。

(一) 科学规划原料场

原料场的含义为在水利工程施工过程中专门用于存放原材料的场地, 其在选址时是否做到科学规划、合理布局关系到水利工程整体的施工进度以及质量, 因此工作人员应当提高对原料场选址规划的重视程度, 综合考虑时间、空间等多个因素, 其中时

间规划指的是统筹考虑水利工程施工的实际作业强度、填筑坝体的具体位置, 而空间规划指的则是站在选址和布置的角度科学进行规划。在水利工程土石坝施工前期, 应当安排专业人员重点针对现场的地质条件、储量、深埋等各项指标综合进行检测分析, 在质和量两个层面保障整体规划的科学合理性, 从而确保料场的总储量能够满足水利工程土石坝施工的实际需求, 通过合理分配使用原材料, 保障各个施工阶段符合规定强度, 与此同时可以在永久性或临时性建筑物的基础之上挖掘渣料^[1]。

(二) 土料加工

1. 土料加工。将料场当中的表层以及不合格土料进行清理后, 其余均可用作上坝填筑的原材料, 然而粘土由于其颗粒较

小、比表面积大的特质，因此具备较强的亲水性，这一特征对于土料的整体质量具有较强的影响力，含水率是影响填筑压实状态的关键因素。鉴于以上原因，应当对土料的含水率严格进行把控，按照相关标准规范将其水分含量控制在合理范围内，确保在填筑压实处理时将其含水率控制在2%左右，具体调节含水率的方式有以下两种：一是通过在挖装运卸土料过程中的自然蒸发、烘烤、翻晒等手段逐步降低其含水率；二是通过在料场、料堆加水或是在开挖、运输土料的过程中加水的方式提升其含水率。在面对砂质土中超径石数量较少的情况时，应当使用装耙的推土机开展初步清理工作，在土石坝填筑面上开展填筑工作时进行二次清理工作，而面对超径石数量较多的情况，则应当使用专门的单筛分装置进行提出作业，或是使用高坡下料的方式，借助粗细分离的原则清理超径石。针对粗粒径较大的过渡料应当使用控制爆破技术直接进行开采，针对较细的反滤料，则应当通过破碎、筛分的方式进行深度加工。

2. 砂砾石料和堆石料开采。目前常见的砂砾石料开采方式主要包括陆上和水下开采两种途径，开采块石料时，应当具体根据建筑的实际情况作业，采取多作业面流水作业法，通常情况下使用深度梯段爆破，针对特定用途的使用洞是爆破的方法。对于超径块石料，主要有机械破碎法和浅孔爆破法两种处理方式^[2]。

3. 土石料的运输。在选择运输方式应当综合考虑距离和地貌等因素，通常情况下运输距离在10千米以内，正向铲采取立面开挖的方式，将运输道路设置成循环路，装料时保持在挖掘机同一侧，保持汽车鱼贯式装料和运输。针对填筑量较大且坝体强度较高的土石坝，可以使用斗轮式挖掘机。胶带机具备操作简单、爬坡能力大等突出优势，且与自卸汽车相比整体花费较少，能够减少三分之一左右的运输成本，运距在10千米以内，可以使用胶带机直接从料场上坝，机械设备的容量营根具体根据坝体施工的填筑强度和开挖强度确定，为了提升运输效能，应当根据挖掘机的斗容选择适宜的汽车，挖掘机通常装满一车斗的范围应在3至5斗之间，装满一车的时间应当控制在4分钟以内，卸车的时间控制在2分钟以内。

（三）建筑施工技术

在填筑施工过程中，开展土石坝坝面作业期间，主要涉及到铺料、洒水、压实等各项施工程序，通常采取流水作业的方式，从而避免在施工过程中受到其他因素的干扰，延误水利工程的整体进度。平起施工作业过程中通常采取平起填筑施工法，这种施工方式具有简化步骤的突出优势，减少了接缝、削坡等一系列工具，同时还能够扩大堆石填筑面积，提升填筑施工质量。在土石坝分层强夯填筑施工作业过程中，应当注意针对每层土石的填筑厚度严格进行把控，将厚度保持在10至20米之间，采取大能量夯击动力预压作业法，从而提升石料的紧实度，避免后期土石料发生变形的问题。在开展分层铺筑夯实作业时，应当将新的土石层填筑于经过夯击处理后的土石层当中，再进行夯击，制止达到既定高度。

（四）护坡质量控制要点

采取混凝土板护坡时，应当严格把控垫层的级配、厚度、压

实质量等等，铺设反滤层前期应当对坝基开展试验，分析其整体性能，在填筑排水反滤层施工作业期间，应当在每层25米*5米的面积范围内进行取样；针对条形反滤层，应当每间隔50米取样一次，每层所取样品应当在12个左右，各层间的取样点应当遵循相对应的原则，针对选取的样品，应当开展专业的颗粒分析，从而能够检查其是否符合前期设计的想要要求，在具体施工环境，应当针对铺筑的厚度、方法以及防护措施进行仔细检查^[3]。

二、水利工程土石坝施工的质量控制措施

土石坝的原料可以采取就地取材的方式，具有原材料成本较低且易于获取的特点，在一定程度上压缩了施工成本，缩短了施工周期，其整体构造较为简单，即便是后期的维修保养相对便于操作。其中土石散粒状结构筑造的坝身具有较强的适应和变形能力，因此土石坝施工过程对于选址地区的地质条件要求较少，另一方面施工作业工艺相对简单，施工技术易操作，适用于使用机械化作业法，因此在水利工程中获得了广泛应用。在施工作业期间，水利工程中土石坝最常见的问题是容易发生异常渗漏现象，通过分析产生这一问题，发现主要是由以下几方面原因造成的：土石坝填土与排水体的反滤层设计之间存在不合理的问题，防渗体的深度未能达到具有可靠性底部的黏土层，在挖掘截水槽时由于施工作业途中面临诸多阻力，导致未能按照相关标准作业，存在潜在的安全隐患。

（一）强化施工作业管理举措

强化土石坝施工现场管理是提升水利工程建设质量的关键所在，作业单位应当结合项目工程的实际情况制定针对性的施工管理体系，强化制度层面的保障，在完善施工管理体系时应当统筹考虑到项目的规划设计、施工现场的具体情况以及机械设备的实际应用情况等等，通过建立健全管理体系强化成本管理和施工管理，进一步明确各工作岗位的职责所在。自针对土石坝施工建设质量进行管理期间，应当综合考虑影响施工作业的各类因素，重点把控土石坝工程施工的整体质量。通过管理施工作业人员的操作技术、管理现场施工装备以及记录施工作业流程等方面保证土石坝施工的整体质量。另一方面，施工单位应当做好整个施工流程的监督管理工作，确保各项作业工序符合相关规定^[4]。

（二）土石坝施工质量的控制要点

在水利工程土石坝实际施工作业期间，应当提高对处理坝体基础的重视程度，确保土石坝地基具有较强的承载力，首先应当完成坝体基础施工处理后，再进行填筑。倘若修建水利工程的地基覆盖层较深，在处理地基基础时工程量相对较为繁重，施工作业人员应当根据工程建设的实际需求，采取直冲、固结灌浆、防渗墙等方式对地基进行系统处理，从而达到稳固土石坝坝体基础的效果。另一方面，土石坝施工作业容易受到不同季节气象水文等因素的影响，因此施工时应当结合当地的气候条件和季节特征对作业工作进行科学合理安排，提高对气象水文条件的重视程度，在气温相对较低的冬季时节，土料容易发生冻结的问题，施

工作业人员应当采取针对性措施进行填筑,在降水频繁的时节,土料的含水率会受到不同程度的影响,这一现象直接影响到坝体填筑的质量,因此倘若选择在汛期进行施工,应当根据这一时期的特殊性制定具体的施工方案。另一方面,还应当注重对坝面进行合理的分区,从而为后期的填筑作业提供重要保障。土石坝所具备的大体型使得坝面的分区流水施工较为便利,完成坝面分区后,应当严格按照施工要求进行填筑,做好前期的铺料、洒水和压实等各项工作,并根据填筑作业的实际需求选择适宜的防渗土料,调配大型机械设备进行流水型作业,达到缩短工期的效果,在具体施工过程当中应当根据实际填筑情况对施工方案进行动态调整,针对采取平起填筑和临时断面填筑法的土石坝,应当安排专门工作人员保证机械装备的高效运行,从而保障项目施工顺利开展。

三、土石坝施工过程中常见事故的处理要点

(一) 沉陷裂缝

通常情况下,土石坝会由于岸坡过陡或是坡率变差大、地基不均匀、黄土湿陷变形、坝体施工过程中填筑高度过大或是坝体压实力度不够等原因出现沉陷裂缝的问题,裂缝主要分为横向裂缝和纵向裂缝两种类型,二者相比横向裂缝的破坏力更强,针对横向裂缝,无论其严重程度,均应立即采取有效措施进行处理,从而避免裂缝长期发展,贯穿整个土石坝坝体,造成漏水失事。

倘若裂缝的深度小于1.5米,则可以沿着裂缝开挖,将其形成梯状断面的形态,开挖至裂缝尖端再加深0.2至0.5米,为了避免遗漏多字型 and 纺锤形等不同形态的裂缝,应当沿着裂缝的水平方向开挖,延伸至裂缝尖端位置再延长1至2米,裂缝开挖后应当进行覆盖,避免长期遭受日晒雨淋,导致雨水深入裂缝当中,影响坝体整体的稳定性,在回填时应当注重结合使用新老土料^[5]。

(二) 干缩、冻融裂缝

这类裂缝常见于水利工程施工阶段的上下游坝坡或是坝顶的填筑面位置,其发生具有不规律性,主要呈龟裂状形态。倘若未得到及时有效处理,可能会加剧水力劈裂以及不均匀沉陷裂缝的发展,对整个坝体的结构造成严重侵害。针对这类裂缝的有效防护手段是做好护坡和保护层的处理,针对已出现在坝面位置的裂缝,应当根据其不同的深度,采取开挖回填或是产区裂缝重新回填的方式进行及时处理。

四、结语

综上所述,土石坝施工的质量直接影响着水利工程整体的质量,关系到后期的正常运行使用,施工单位应当立足于土石坝施工的技艺,严格把控各项施工流程的质量,同时应当充分认识到土石坝在水利建设中的重要作用,研究土石坝施工的质量控制技术,不断改进施工工艺,提升工程质量,实现经济效益和社会效益的双赢。

参考文献

- [1] 黄炫博. 水利工程中土石坝施工质量控制要点分析 [J]. 2025(03):207-209.
- [2] 殷华芳. 水利水电工程中的土石坝施工技术 [J]. 水电水利, 2021(04):7-8.
- [3] 许红新. 水利水电工程中的土石坝施工技术 [J]. 商品与质量·建筑与发展, 2021(06):376-376.
- [4] 赵秀辉. 水利施工中土石坝施工技术的应用 [J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2022(06):85-87.
- [5] 万克诚. 土石坝坝体填筑施工与质量控制研究 [J]. 冶金丛刊, 2021(21):6-6.