

程中安排测量人员实时观测清淤河道的实际高程,以此为基础进行现场施工,确保清淤施工符合标准要求。

### 3.5 淤泥处理

淤泥处理在河道疏浚工作中也会重要,关系到工程的成效以及其环保价值,淤泥中还有十分丰富的营养元素以及潜在的重金属,如果得不到妥善处理,会持续影响上层水体,导致水质恶化。针对污染淤泥可采用钝化稳定技术进行无害化处理,可以实现淤泥的资源化利用。淤泥通过堆肥可得到资源化利用,而且现阶段淤泥在商业建材中的应用也越来越广泛。通常设置淤泥堆场,采用系列的措施快速促沉、快速固结淤泥。堆场表层处理技术利用淤泥堆场原位固化处理技术,如图2所示,人为地在淤泥堆场表面快速形成一层人工硬壳层,人工硬壳层具有一定的强度和刚度,满足小型机械的施工要求,可以进行排水板铺设和堆载施工,从而方便对堆场进一步的处理。

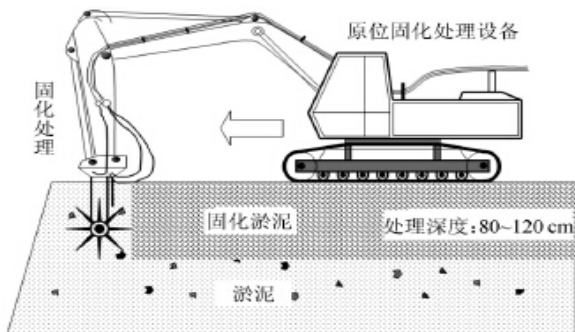


图2 淤泥原位固化处理技术

## 4 水利工程建设中清淤疏浚施工的管理措施

### 4.1 加强项目管理

水利工程项目负责人需要制定详细的计划,加强施工方案管理和进度管理工作,确保清淤疏浚工作的顺利进行。首先要明确施工目的,指导整个方案的优化设计和全面落实,提高各参与主体的重视。施工方案需要详细阐述清淤疏浚的具体要求,包括淤泥的类型、使用的方法、预期的水质改善目标等,制定科学的方案,有效降低施工过程中存在的风险。合理选择施工工艺和设备,并引进专业人员,优化人力资源分配。通过团队协作可以顺利推进清淤疏浚工程的建设,避免因人失误影响工程质量。

### 4.2 加强质量管控

制定详细的质量管控计划,落实到清淤的各个环节中,

项目团队需要根据工程特点制定可量化的质量指标,明确责任人,做好各环节的有效控制。在质量控制计划中,检验流程需要涵盖材料设备进场施工过程以及最终的竣工。检验等各个环节严格控制整个过程,确保清淤疏浚符合预期目标。可以建立以北斗导航为核心的智能监督框架,可以开展对现场作业的全阶段视频监控工作,同时还具备了传播精确的实时定位追踪以及历史路径查询。通过对数据连续监控可以获得详细的数据信息。项目参与方接入综合平台,整合卫星影像数据、施工平面图纸等多项信息资料,进一步分析,可以可视化地呈现整个清淤疏浚的过程,评估现场施工质量,制定针对性的措施。而且清淤疏浚挖泥船和运输船等装载了北斗导航设备,可以实时追踪它们的位置和速度信息,加强对整个流程的追踪与控制工作,提高清淤疏浚的整体质量。

### 4.3 加强环保管理

施工单位在进行河道清淤疏浚时,要重视环保管理工作的建设。对河道水质、土壤、植物和动物栖息地等的影响情况进行评估工作,制定针对性的环保策略,尽可能减少清淤疏浚施工的扰动。可以采用封闭式清淤设备,减少对水体的直接污染,挖掘出的淤泥也要做好处理,防止对周围环境造成二次污染。

## 5 结语

综上所述,水利工程建设过程中使用到的清淤疏浚工艺有水力冲挖技术、机械挖掘技术等多种类型,在具体项目中,施工单位做好前期勘察工作,确定具体的清淤疏浚工艺。施工中,加强整个过程的控制开展阶段管控工作,优化处理,实现预期目标,可以促进水利工程项目的进一步稳定运转,保护生态环境。

### 参考文献

- [1] 孔令竹. 水利工程建设中的清淤疏浚施工工艺[J]. 工程建设与设计,2024(6):179-181.
- [2] 张玉茂. 水利建设工程项目中的清淤疏浚施工技术分析[J]. 模型世界,2025(12):147-149.
- [3] 高大方. 水利工程清淤疏浚技术[J]. 河南水利与南水北调,2021,50(10):43-44.
- [4] 郑义海. 基于精细化管理的河道清淤疏浚项目工程建设探析[J]. 中国住宅设施,2025(4):245-247.
- [5] 李丹. 水利工程清淤疏浚技术[J]. 数码-移动生活,2022(12):248-250.

# Comparison of geological survey methods for reservoir dam foundation cover layer

Zefa Li

Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

## Abstract

This paper examines the investigation methods used for the cover layer of reservoir dam foundations, including geological mapping, drilling, geophysical exploration (such as high-density electrical methods and shallow seismic refraction wave methods), and in-situ testing. By analyzing the working principles and application examples of these methods, and comparing them based on the thickness, structure, soil and rock characteristics, and the detection of adverse geological bodies of the cover layer, it is found that each method has its own advantages and disadvantages. Relying on a single method has limitations, and in actual investigation processes, it is essential to integrate various methods according to the specific conditions of the project and the local geological environment to accurately determine the geological conditions of the dam foundation cover layer, thereby providing reliable data for reservoir projects.

## Keywords

dam foundation; cover layer; geological survey method; comparative analysis

# 水库坝基覆盖层地质勘察方法对比

李泽发

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

## 摘要

本文就水库坝基覆盖层而言,就地质测绘,钻探,物探(高密度电法,浅层地震折射波法等),原位测试等勘察手段开展研究。通过分析各种方法的工作原理、应用事例,按照覆盖层的厚度、构造、岩土特性以及不良地质体探测这些方面来比较,发现各种方法各有优缺点。依靠单一的方法就存在局限性,实际勘察过程中,一定要按照工程的实际状况和当地的地质情形,将各种方法结合在共同,才可能得到正确的坝基覆盖层地质状况,给水库工程提供可靠的依据。

## 关键词

水库坝基;覆盖层;地质勘察方法;对比分析

## 1 引言

水库坝基覆盖层地质状况与工程的安全稳固相关,为做好勘察,这是工程规划和施工的基础。水利工程建设时,工程的规模不断增大,地质状况也变得愈加繁杂,传统的勘探方法很难满足需求。地质测绘、钻探、物探、原位检测等方法虽有各自的应用之处,但缺少系统的比较剖析。本文借助梳理各种勘察方法的原理及其应用情况,详细探究这些方法在不同的探测目的上各自的长处,旨在为水库坝基覆盖层勘探手段的合理挑选和恰当使用给予参考,进而保障水库工程的安全和经济。

【作者简介】李泽发(1985-),男,中国新疆玛纳斯人,本科,高级工程师,从事水利水电工程地质勘察,水文地质勘察研究。

## 2 水库坝基覆盖层地质勘察方法概述

### 2.1 地质测绘

地质测绘就是对坝址所处地区地表地质现象展开观察、测量与记录,进而得到该地区的地质岩性、地质构造、地貌等地质信息。其工作流程一般涵盖搜集已有资料、现场踏勘、制订测绘计划、开展实地测绘、整理分析资料等环节。针对某水库坝址区域的地质测绘工作而言,深入观察并加以记载,查明坝址地区地层出露为古生界石炭系,新生界第四系地层。石炭系中统大多为碎屑质灰岩、大理岩、砂岩等;第四系以冲洪积、坡积物为主,为之后的勘察工作赋予了基本的地质信息。地质测绘可直接得到坝址区宏观的地质状况,所需的成本较低,然而,对于地下深部的地质状况认知不足,既难以确定覆盖层的具体厚度,也无法明晰深部结构的具体特征<sup>[1]</sup>。

### 2.2 钻探

钻探是用钻孔设备从地表向地下钻进,取得岩芯,用

以分析坝基覆盖层地层构造、岩土性质等。钻探先按勘探需求选定钻孔地点、深度和数目,之后用专门的钻探设备钻进,在钻进时取得岩芯。在这个进程中对岩芯执行编录、描述并采样做试验,以某一水库为例,通过对坝顶,迎水坡,背水坡钻孔,显示出坝基覆盖层为第四系全新统冲洪积砂砾卵石层,上更新统冲洪积含泥砂砾卵石层,基岩为侏罗系上统西山头组熔结凝灰岩,同时对各层岩土物理力学性质也做了相应的检测剖析。钻探可以得到直观的岩芯样本,能够准确判断地层结构与岩土性质,然而钻探的成本较高、效率较低,且钻孔数量有限,因此钻探无法满足大面积坝基覆盖层勘察的需求<sup>[2]</sup>。

## 2.3 物探

### 2.3.1 高密度电法

高密度电法是根据不同岩土体的导电性差异来寻找地下地质构造,其原理是利用地上多电极,给地下送电,再量测各电极间电位差,以此得到地下电阻率分布,进而推测地下地层的结构。在某水库坝基的勘察过程中,采用了温纳尔装置,布置了60个分散的电极,基本的电极间距是3m,经对实际观测数据处理之后反推出电阻率的横截面图像,能够明确地看到表层干燥的砂砾卵石层、含水的砂砾卵石层以及基岩的分布情况。这种方法可以很快得到较大范围的地下地质信息,对于地层结构横向改变比较敏感,然而受地形、地下水体等因素影响较大,对深层地质信息分辨能力较差。

### 2.3.2 浅层地震折射波法

浅层地震折射波法依靠地震波在不同岩土体中传播速度的差别来寻找地层界面,震源产生的地震波通过不同速度的岩土体地层界面时会发生折射,利用接收和分析折射波第一次到达(初至)时刻等信息之后,可以计算出地层界面的深度和速度。在实际操作时,安排好检波器和震源,并选择合适的观测体系去搜集资料。在一个水库坝基的勘察当中,选用了相遇观测体系,依靠绘制出的相遇时刻距离线和采用“t0”法来表述,准确算出了基岩的埋藏深度。这种方法对深层地层界面的探测比较精准,然而对场地情况有一定的限定,在地形较为繁杂或者有高速屏蔽层的地方,探测的成效就会被影响<sup>[3]</sup>。

### 2.3.3 瑞雷波法

瑞雷波法以瑞雷波在非均质介质或者层状介质中传播时的频散现象为理论基础,在相同频率下瑞雷波在不同方向上的速度变化反映了地层在横向上的不均匀性,而当频率不同时瑞雷波的速度变化则反映了地层在垂向上地层的变化。在野外进行测试时会得到瑞雷波的原始记录,之后通过专门的软件对数据进行处理分析。在一个水库的坝基勘察当中,通过瑞雷波数据的处理得到了第四系松散砂砾卵石层及基岩的瑞雷波速度范围,从而可以判断出地层的结构。该方法对于探测浅层地层结构具有较高的分辨率,不受地层速度大小排序的影响,但探测深度有限,一般适用于比较浅部的地

质勘探。

### 2.3.4 天然源频率成像法

天然源频率成像法是利用天然地震源产生的地震波进行地质探测,通过布置二维测线,连续观测天然地震波,再对观测到的数据进行处理成像,就能得到地下一定深度范围内的地质结构图。采用天然源频率成像法对某大坝坝址区覆盖层地质结构进行调查,在坝址区共布置了9条二维天然源频率成像法测线,道距为10m,观测时间为180分钟,得到的地质结构图显示了河谷基地的形态、下伏基岩与覆盖层的界线以及覆盖层的分层。天然源频率成像法探测深度大,探测的浅层分辨率高,施工方便,仪器操作简单,但数据处理和解释较复杂,需要一定的专业知识。

## 2.4 原位测试

原位测试是在坝基覆盖层原来的地方进行岩土力学性质测试工作,主要标准贯入试验、十字板剪切试验、静力触探试验等。标准贯入试验是用标准贯入器打入土中,根据打入土中一定深度时所需要的锤击数来判断土的密度以及土层的力学性质。十字板剪切试验是用于测定饱和软粘性土的不排水抗剪强度。静力触探试验是用静力触探仪,将探头均匀压入土中,测得探头受到的阻力,以获得土层的力学性质等。某水库坝基覆盖层勘察时,用标准贯入试验来判定砂土层的密实情况,进而给坝基稳定分析给予有关参数。原位测试能反映岩石或者土体本身在原位状态下的力学特性,然而每种测试手段都有自己的适用范围和局限性,同时测试结果很大程度上会被测试仪器,操作方法等各方面因素所左右。

## 3 不同勘察方法的对比分析

### 3.1 覆盖层厚度探测对比

在某水库坝基覆盖层厚度探测中,高密度电法通过电阻率变化来识别地层结构,表层干燥砂砾卵石层和含水砂砾卵石层的识别效果较好,但对深部基岩面的识别效果较差,尤其是基岩起伏较大且存在局部地质异常时,误差会变大。浅层地震折射波法根据地震波传播速度不同,能够较为准确的计算出基岩埋深,在地质条件相对较简单,没有高速屏蔽层的情况下,与钻孔验证结果比较接近。瑞雷波法适用于浅层,对于覆盖层相对较厚的地层,瑞雷波法的有效探测深度有限,超过一定探测深度后,探测结果的准确性会大幅下降。天然源频率成像法主若通过分析天然地震波来成像,可以清晰成像河谷基地形态及基岩与覆盖层界线,探测覆盖层厚度的准确性较高,不受场地条件的限制,适合在复杂地形和地质条件下的覆盖层厚度探测。钻探是目前最为直接、准确的确定覆盖层厚度的方法,但由于钻孔的数量有限,因此对大面积的覆盖层,不能全部揭露厚度的变化情况,并且成本高,效率低<sup>[4]</sup>。

### 3.2 覆盖层结构探测对比

地质测绘可以在宏观上对覆盖层所处的范围以及和周