

水利水电工程物探的可持续发展

钟 诚 昌

(中南勘测设计研究院, 湖南 长沙 410014)

关键词: 工程物探; 可持续发展; 水利工程; 水电工程

摘 要: 水利水电工程物探是勘测工作的一个重要方法, 具有便捷、快速、省时省工的特点。对 21 世纪许多重大水利水电工程来说, 采用工程物探来查明地质条件无疑是一种很有效的手段。为了更有效地开展工程物探工作, 要解决前期工作经费不足的问题, 要克服短期行为, 并对物探规程进行修订和完善。这样才有利于工程物探的可持续发展。

中图分类号: P631

文献标识码: B

根据国家规划, 在今后相当长一段时间内, 我国水电开发将保持较快的发展速度, 到 21 世纪中叶装机容量将达到 21 000 万 kW 以上。近几年气候异常, 南涝北旱的灾情严重影响我国现代化建设的发展, 为此, 国家将加强水利基本建设, 1999 年兴修大型水利工程有 11 项, 投资逾 300 亿元, 其中 75% 的资金将用于最关键的大江大河高标准的堤防建设上, 而堤防建设的重点将放在堤防基础防渗处理上。

上述大规模的水利水电工程建设将促使工程勘测工作快速发展。水工物探是勘测工作中的一个重要方法, 其如何面对市场的迫切需求, 如何适应国民经济持续快速健康发展, 有哪些工作要做, 这是水利水电工程物探工作者共同关注的问题。

1 水利水电工程物探现状

建国 50 年来, 水利水电工程物探走过了艰难的历程, 从无到有、从小到大逐步形成了一支设备较齐全、技术力量较强、水平较高的工程物探专业队伍, 在水利水电工程勘测中发挥了重要作用。改革开放 20 年以来, 水利水电工程物探技术迅速发展, 尤其是近 10 年以来, 国内外各个领域的物探新方法、新技术层出不穷, 工程物探已成为我国水利水电工程地质勘测的重要方法, 除常规的地震、电法、测井以外, 如浅层反射地震勘探技术、层析成像技术、弹性波测试技术、地质雷达探测技术、钻孔彩色电视成像系统、桩基测试技术等新方法、新技术的开发与应用给水利水电工程勘测工作带来了新的活力, 形成了

新的经济增长点。其应用效果如表 1 所示。

物探新方法、新技术已介入水电建设施工、监理领域, 近期在三峡、二滩、小浪底、五强溪、天生桥、漫湾等在建和已建成工程中直接为设计和施工服务; 在虎跳峡、锦屏、溪洛渡、向家坝、小湾、大藤峡、柞皮滩等前期工程项目中也得到广泛应用, 查明了许多工程地质问题, 取得较好地质效果和社会效益。物探已成为水利水电工程勘测中重要的勘探方法; 在水利水电工程施工中已成为常用的检测手段; 在施工监理中成为不可缺少的监测方法。

2 21 世纪主要水利水电工程

(1) 近期计划建设的主要水电站有 12 座, 它们是公伯峡、拉西瓦、小观音、小湾、龙滩、三板溪、水布垭、洪家渡、瀑布沟、锦屏、溪洛渡和向家坝工程; 拟建抽水蓄能电站 13 座, 它们是桐柏、铜官山、琅琊山、响水涧、张河湾、板桥峪、西龙池、呼和浩特、浦石河、荒沟、双沟、泰安和胶东工程。

(2) 1999 年以前国家确定在建水利工程项目: 黄河小浪底水利枢纽; 黄河万家寨水利枢纽; 淮河怀洪新河, 沂沭泗洪水东调南下近期工程; 太湖望虞河工程, 太浦河工程; 浙江珊溪水利枢纽工程; 洞庭湖堤防加固及洪道整治二期工程, 湖南江垭水利枢纽工程; 甘肃疏勒河农业灌溉及移民综合开发工程; 新

收稿日期: 1999-09-23

作者简介: 钟诚昌(1941—), 男, 湖北武汉人, 中南勘测设计研究院高级工程师, 从事水工物探工作。

表 1 物探新方法新技术应用成果

新方法、新技术	应用工程	解决的工程地质问题	地质效果
浅层反射波法	镇西	探测花岗岩埋深及起伏形态	比预期目的理想,同时查明地下水和第四系粘土层、卵砾石层分层
	柴坪铺	查明左岸堆积体分布状况	与钻探资料基本吻合
综合测井	八盘峡	大坝安全检查	查明混凝土与基岩胶结情况和基岩中夹层泥化情况
微地震	小浪底	查明坝址不同岩体质量	为工程地质围岩分类和工程稳定性评价提供可靠依据
	龙滩	坝区各类岩体探测	为工程地质围岩分类和工程稳定性评价提供可靠依据
地质雷达	天生桥二级	探测引水发电隧洞中溶洞发育、分布状况	查明溶洞、及时修改设计
电磁波层析成像	思林	查明坝址区、地下厂房区岩溶发育分布规律	物探成果与地质、钻探、洞探资料吻合较好
地震层析成像	桐子林	查明坝区岩体构造骨架、划分岩体质量分级	精度较高
原位岩土体密度测验 ($\gamma\text{-}\gamma$ 测井)	官地	原位测定岩体密度值,划分玄武岩风化带	效果较好, $\gamma\text{-}\gamma$ 成果与实验室密度测定值相对误差在 3% 以内
	向家坝	原位测定河床第四系天然密度值	对河床覆盖层进行详细分层, $\gamma\text{-}\gamma$ 成果为施工围堰设计提供可靠资料
探洞地震横波测试技术	大藤峡	直接测得横波求出动泊松比 μ_d 动弹性模量 E_d	横波记录率 90% 以上,所测岩体力学参数在工程中得到应用

疆鲁瓦提水利枢纽工程。1999 年新增水利项目 1 项:宁夏扬黄扶贫灌溉工程。

(3)“南水北调”工程比选、规划工作将加快进行。

南水北调中线工程总干渠初步设计地勘工作虽已完成,但南水北调西线方案规划可行性研究地质勘测工作刚刚开始。最近又提出大西线“南水北调”方案,有关部门组织专家学者进行了考察。大西线方案主要把“五江一河”沟通,即沟通雅鲁藏布江、怒江、澜沧江、金沙江、雅砻江和大渡河,把水引到黄河。设计总引水量为每年 2 006 亿 m^3 ,接近 5 条黄河水量。大西线“南水北调”如成现实,可以涵盖国土面积的 65%。以上工程均要通过物探工作了解其岩性、风化特征及断裂活动情况;地下水位变化;查明深埋隧洞的地层结构特征。工程物探是必不可少的手段,其任务十分艰巨而复杂。

3 水工物探的机遇与挑战

21 世纪的水利水电工程中大量的工程地质、水文地质、环境地质问题需要我们去探索、研究和解决。对水工物探来说,的确是机遇与挑战并存。

3.1 西南深厚覆盖层地区建设水电站有关工程地质问题

例如:金沙江虎跳峡水电站数百米厚河床覆盖层成因研究,详细分层,原位物性参数测试;区域断裂构造和地震研究;水库渗漏和水库诱发地震的关系;库区、泥石流滑坡调查;库岸边坡稳定研究;坝基

岩体质量分级等问题均离不开物探。

3.2 高坝、大库容水电站的复杂工程地质条件研究

例如向家坝水电站:坝址砂岩夹泥岩煤系地层研究,河床 F3 断层研究,坝基岩体质量分级,马步坎高边坡稳定调查,库区滑坡调查,混凝土围堰深厚覆盖层地基处理技术等都需要物探应用新方法新技术去探索,配合地质进行工作。

3.3 岩溶勘测研究

石灰岩地区建坝在坝址区应进行岩溶发育规律研究,岩溶水文地质条件调查,水库岩溶渗漏调查及防渗处理研究,需要运用综合物探方法才能取得较好地质效果。东风、思林等水电站岩溶勘测采用电磁波透视、CT 技术、地质雷达等新方法、新技术获得良好地质效果。

3.4 抽水蓄能电站勘测

抽水蓄能电站的上库、下库对防渗性能要求较高,对库区岩石的风化和透水性、地下水位、断裂构造发育情况必须查明。十三陵抽水蓄能电站为查明下库(十三陵水库)渗漏问题,布置了综合物探工作,取得较好地质效果。

3.5 地下洞室岩体稳定性评价

越来越多的地下厂房洞室群需要物探进行弹性波测试,地震 CT、电磁波 CT 配合地质试验监测工作,以便对地下隐蔽工程进行岩体稳定性评价。

3.6 碾压混凝土坝施工检查和监理检测需要采用物探新方法、新技术

碾压混凝土筑坝施工质量检查和监理检测,现

仍以现场钻孔取心进行室内力学试验和压水试验为主。现场仅用核子密度计测量压实密度,上述方法只能衡量检查点的质量,若要衡量整个面和大坝体内质量,需采用弹性波测试技术和CT技术。

3.7 库区环境地质问题调查

库区城镇新址的选择是一项极其严肃工作,一方面新址要回避崩、滑和泥石流易发部位;另一方面还要充分估计到城镇建设与运行期间可能出现新的地质问题。五强溪库区滑坡调查采用物探配合地质钻探,较好地解决移民安置问题,为环境地质调查积累了经验。

3.8 地下洞室工程地质问题

深埋地下隧洞,洞室施工开挖时超前预报、透水预报,放射性、有毒气体测试都关系到施工安全。1997年9月11日在新疆天池抽水蓄能电站平洞中发生4人中毒窒息死亡的重大事故就是血的教训。今后必须加强这方面测试预报工作,物探、化探是重要的测试手段。

3.9 堤、坝隐患探测技术研究

堤、坝隐患探测十分复杂,因堤、坝成份不均一,物性差异不明显,洞、穴体积较小,仪器精度、物探方法局限性等原因,定性、定量解释都有一定困难,需要继续探索和研究。

4 问题和建议

4.1 前期工作经费不足,影响水利水电工程物探工作开展

通常水电建设前期勘测设计费用约为电站建设静态投资的1%至3%。1980年到1994年,水电工

程基建投资增加了约10倍,而前期经费增加不到5倍。在前期勘测工作中,必须保证地质、测量、勘探专业的经费,否则将影响物探工作开展。建议主管部门采取有效措施。

4.2 克服短期行为,充分了解地质、设计意图,更好地为用户服务

水利水电工程地质的复杂性对物探提出更高要求,物探工作必须克服短期行为,物探人员必须掌握一定地质基础知识,了解设计意图,确保物探成果质量,提高物探解决地质问题的能力,更好地为地质设计服务,只有这样才能促进水利水电工程物探发展,拓宽物探业务范围,在市场经济中处于不败之地。

4.3 现行物探规程必须修订

《水利水电工程物探规程DL5012-92》(以下简称“规程”)是由原能源部、水利部1992年8月3日联合发布并于1992年12月1日开始实施,规程实施6年多来,随着水利水电建设和科学技术进步,仪器设备更新换代,新方法、新技术也已成熟并在水利水电工程勘测工作中发挥了较好作用,特别是在水利水电工程施工质量和监理检测中,物探测试手段普遍应用,但目前缺少规范,无依据可循,建议主管部门适时组织,对规程进行修订与完善。

参考文献:

- [1] 水力发电年鉴:3卷[J].北京:水利电力出版社,1989~1991
- [2] 水力发电年鉴:4卷[J].北京:中国电力出版社,1992~1994
- [3] 水力发电年鉴:5卷[J].北京:中国电力出版社,1995~1997
- [4] DL5010-92,水利水电工程物探规程[S].
- [5] 国家计委.1999年水利电力部分国家重点建设项目[J].水力发电,1999,(6).

(上接23页) 0.68 m,流速约3.7 m/s,洪水过坝历时3 h 40 min。洪水过后,大部分保护设施完好无损,唯右岸下部岸坡岩石被冲,冲坑宽2.5 m,但护岸的贴角混凝土完好。洪水过后冲坑用混凝土回填,并埋排水管(孔距50 cm×50 cm),同时将两岸的护岸贴角混凝土向下游延伸。6月16日和6月20日,两次洪水过围堰,22日凌晨转暴雨,24 h降雨量为133 mm,坝前水位达661.95 m高程,流量650 m³/s,坝面与下游坡面交接处的水面宽48 m,水深1.5 m,流速3.75 m/s,坝面与下游水位差11.6 m,基坑流速9 m/s。坝体洪水水面线如图2所示。

从两次过流流态和冲刷情况看,上游围堰、坝

体、坝下游岸坡及河床都未损坏。实践证明,本次坝体施工期过水保护措施的试验、研究和分析结果与实际过水情况是相符的,是合理和可靠的。砂浆固坡作为上游坡面的垫层,在坝面过流时进行护面是有效的。但当上游基坑水位低,进行灌浆作业时坝面及下游水渗入坝体,当水位高于坝前基坑的水位时,会将砂浆击穿,此时,垫层料中的细料有可能被渗流带走,引起沉降量的增加。建议今后类似工程在垫层料中埋少量排水管,以解决上述问题。

该工程采用坝面倒坡防护方案节省了投资,有效地减少了临时坝面防护施工工期,为坝体施工增加了工期约40 d。