

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4701.2015.03.17

$\sim^{\wedge}, \vdash, \cdot, \bullet, \propto, \mathbb{Q}, \sim, \hat{x}, \text{fin}, \cdot$
 $\gg, \sim, \text{"}, \bullet, \perp, \%, \circ, \text{"}, \dot{\cdot}, \vdash, - \sim, f^{\wedge}$
 $\text{"}, \substack{1 \\ \vdots} \text{"}$

(江西省上饶市水利电力勘测设计院,江西 上饶 334000)

[illegible]

关键词: $\sim \wedge$, $\vdash$, $\cdot$, $\neg$, $\oplus$, $\gg$, $\sim$, $\neg$, $\cdot$, $\vdash$, $\% \&$, $\gg$, $\vdash$, $\& \gg f$, $\wedge$

中图分类号: TV221.2

文献标识码: B

文章编号: 1004-4701(2015)03-0223-05

1 $\mu/\hbar$, τ_c

鄱阳县军民水库位于江西省鄱阳县境内的鄱阳湖水系潼津河北支流上,是一座以灌溉为主,结合防洪、发电、养殖等综合利用的多年调节的大(2)型水利工程。控制流域面积 133 km²,水库正常蓄水位 82.15 m(吴淞高程,下同),相应库容 1.42×10⁸ m³,总库容 1.894×10⁸ m³。大坝原设计为粘土心墙坝,坝顶长 455.00 m,坝顶宽 5.50 m,坝顶高程 89.60 m,最大坝高 39.00 m。水库枢纽工程主要由大坝、溢洪道、放空底涵及发电隧洞等建筑物组成。

军民水库于 1971 年 8 月兴建,1972 年 1 月主体工程基本竣工并投入运行,是江西省重点病险水库之一。2001 年 5 月水利部长江委员会以长汛 [2001]199 号文批复了军民水库除险加固工程,其中大坝采用混凝土防渗墙加固,坝基采用帷幕灌浆进行防渗处理。

大坝混凝土防渗墙于 2002 年 11 月开始施工,至 2004 年 5 月结束,完成混凝土防渗墙 $1.44 \times 10^4 \text{ m}^2$,墙体最大深度约 40.50 m。混凝土防渗墙质量设计要求:墙顶高程 87.00 m,墙底入岩深度不小于 1.50 m,墙体渗透系数设计值为 $5 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$,允许渗透坡降为 80,防渗墙有效厚度 0.80 m,墙体混凝土强度不小于 10MPa 和抗渗标号 S8。鄱阳县军民水库坝体防渗墙纵剖面图及坝体

横断面图见图 1 和图 2。

在施工之前,施工单位未在现场进行必要的混凝土防渗墙施工试验。施工过程中部分槽段出现过塌孔、断桩等问题。为了加快施工进度,两坝肩改变了施工工艺,由冲击钻成槽法双反弧连接变成了人工挖孔桩成墙法。

2 + - . - • ✕ ~ // > ... ° % ° [1]

2.1 瞬变电磁法的定义及工作原理

瞬变电磁法或称时间域电磁法 (Time domain electromagnetic methods), 简称 TEM。它是利用不接地回线或接地线源向地下发送一次脉冲磁场, 在一次脉冲磁场的间隙期间, 利用线圈或接地电极观测二次涡流场的方法。简单的说, 瞬变电磁法的基本原理就是电磁感应定律。衰减过程一般分为早、中和晚期。早期的电磁场相当于频率域中的高频成分, 衰减快, 趋肤深度小; 而晚期成分则相当于频率域中的低频成分, 衰减慢, 趋肤深度大。通过测量断电后各个时间段的二次场随时间变化规律, 可得到不同深度的地电特征。

根据电磁感应理论,发射回线中电流突然变化必将在其周围产生磁场。该磁场称为一次磁场。一次磁场在周围传播过程中,如遇地下良导电的地质体,将在其内部激发产生感应电流,又称涡流或二次电流。由于导电地质体是非线性的,所以脉冲电流从峰值跃变到零,

2015-04-21

... 1967-1968-1969-1970-1971-1972-1973-1974-1975-1976-1977-1978-1979-1980-1981-1982-1983-1984-1985-1986-1987-1988-1989-1990-1991-1992-1993-1994-1995-1996-1997-1998-1999-2000-2001-2002-2003-2004-2005-2006-2007-2008-2009-2010-2011-2012-2013-2014-2015-2016-2017-2018-2019-2020-2021-2022-2023-2024-2025-2026-2027-2028-2029-2030-2031-2032-2033-2034-2035-2036-2037-2038-2039-2040-2041-2042-2043-2044-2045-2046-2047-2048-2049-2050-2051-2052-2053-2054-2055-2056-2057-2058-2059-2060-2061-2062-2063-2064-2065-2066-2067-2068-2069-2070-2071-2072-2073-2074-2075-2076-2077-2078-2079-2080-2081-2082-2083-2084-2085-2086-2087-2088-2089-2090-2091-2092-2093-2094-2095-2096-2097-2098-2099-2100-2101-2102-2103-2104-2105-2106-2107-2108-2109-2110-2111-2112-2113-2114-2115-2116-2117-2118-2119-2120-2121-2122-2123-2124-2125-2126-2127-2128-2129-2130-2131-2132-2133-2134-2135-2136-2137-2138-2139-2140-2141-2142-2143-2144-2145-2146-2147-2148-2149-2150-2151-2152-2153-2154-2155-2156-2157-2158-2159-2160-2161-2162-2163-2164-2165-2166-2167-2168-2169-2170-2171-2172-2173-2174-2175-2176-2177-2178-2179-2180-2181-2182-2183-2184-2185-2186-2187-2188-2189-2190-2191-2192-2193-2194-2195-2196-2197-2198-2199-2200-2201-2202-2203-2204-2205-2206-2207-2208-2209-2210-2211-2212-2213-2214-2215-2216-2217-2218-2219-2220-2221-2222-2223-2224-2225-2226-2227-2228-2229-2230-2231-2232-2233-2234-2235-2236-2237-2238-2239-2240-2241-2242-2243-2244-2245-2246-2247-2248-2249-2250-2251-2252-2253-2254-2255-2256-2257-2258-2259-2260-2261-2262-2263-2264-2265-2266-2267-2268-2269-2270-2271-2272-2273-2274-2275-2276-2277-2278-2279-2280-2281-2282-2283-2284-2285-2286-2287-2288-2289-2290-2291-2292-2293-2294-2295-2296-2297-2298-2299-2300-2301-2302-2303-2304-2305-2306-2307-2308-2309-2310-2311-2312-2313-2314-2315-2316-2317-2318-2319-2320-2321-2322-2323-2324-2325-2326-2327-2328-2329-2330-2331-2332-2333-2334-2335-2336-2337-2338-2339-2340-2341-2342-2343-2344-2345-2346-2347-2348-2349-2350-2351-2352-2353-2354-2355-2356-2357-2358-2359-2360-2361-2362-2363-2364-2365-2366-2367-2368-2369-2370-2371-2372-2373-2374-2375-2376-2377-2378-2379-2380-2381-2382-2383-2384-2385-2386-2387-2388-2389-2390-2391-2392-2393-2394-2395-2396-2397-2398-2399-2400-2401-2402-2403-2404-2405-2406-2407-2408-2409-2410-2411-2412-2413-2414-2415-2416-2417-2418-2419-2420-2421-2422-2423-2424-2425-2426-2427-2428-2429-2430-2431-2432-2433-2434-2435-2436-2437-2438-2439-2440-2441-2442-2443-2444-2445-2446-2447-2448-2449-2450-2451-2452-2453-2454-2455-2456-2457-2458-2459-2460-2461-2462-2463-2464-2465-2466-2467-2468-2469-2470-2471-2472-2473-2474-2475-2476-2477-2478-2479-2480-2481-2482-2483-2484-2485-2486-2487-2488-2489-2490-2491-2492-2493-2494-2495-2496-2497-2498-2499-2500-2501-2502-2503-2504-2505-2506-2507-2508-2509-2510-2511-2512-2513-2514-2515-2516-2517-2518-2519-2520-2521-2522-2523-2524-2525-2526-2527-2528-2529-2530-2531-2532-2533-2534-2535-2536-2537-2538-2539-2540-2541-2542-2543-2544-2545-2546-2547-2548-2549-2550-2551-2552-2553-2554-2555-2556-2557-2558-2559-2560-2561-2562-2563-2564-2565-2566-2567-2568-2569-2570-2571-2572-2573-2574-2575-2576-2577-2578-2579-2580-2581-2582-2583-2584-2585-2586-2587-2588-2589-2590-2591-2592-2593-2594-2595-2596-2597-2598-2599-2600-2601-2602-2603-2604-2605-2606-2607-2608-2609-2610-2611-2612-2613-2614-2615-2616-2617-2618-2619-2620-2621-2622-2623-2624-2625-2626-2627-2628-2629-2630-2631-2632-2633-2634-2635-2636-2637-2638-2639-2640-2641-2642-2643-2644-2645-2646-2647-2648-2649-2650-2651-2652-2653-2654-2655-2656-2657-2658-2659-2660-2661-2662-2663-2664-2665-2666-2667-2668-2669-2670-2671-2672-2673-2674-2675-2676-2677-2678-2679-2680-2681-2682-2683-2684-2685-2686-2687-2688-2689-2690-2691-2692-2693-2694-2695-2696-2697-2698-2699-2700-2701-2702-2703-2704-2705-2706-2707-2708-2709-2710-2711-2712-2713-2714-2715-2716-2717-2718-2719-2720-2721-2722-2723-2724-2725-2726-2727-2728-2729-2730-2731-2732-2733-2734-2735-2736-2737-2738-2739-2740-2741-2742-2743-2744-2745-2746-2747-2748-2749-2750-2751-2752-2753-2754-2755-2756-2757-2758-2759-2760-2761-2762-2763-2764-2765-2766-2767-2768-2769-2770-2771-2772-2773-2774-2775-2776-2777-2778-2779-2780-2781-2782-2783-2784-27

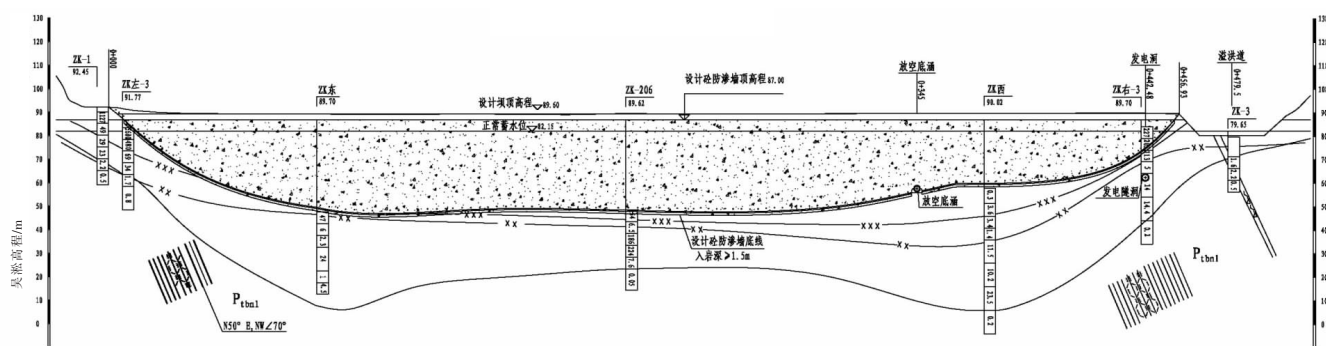


图 1 大坝防渗墙纵剖面图

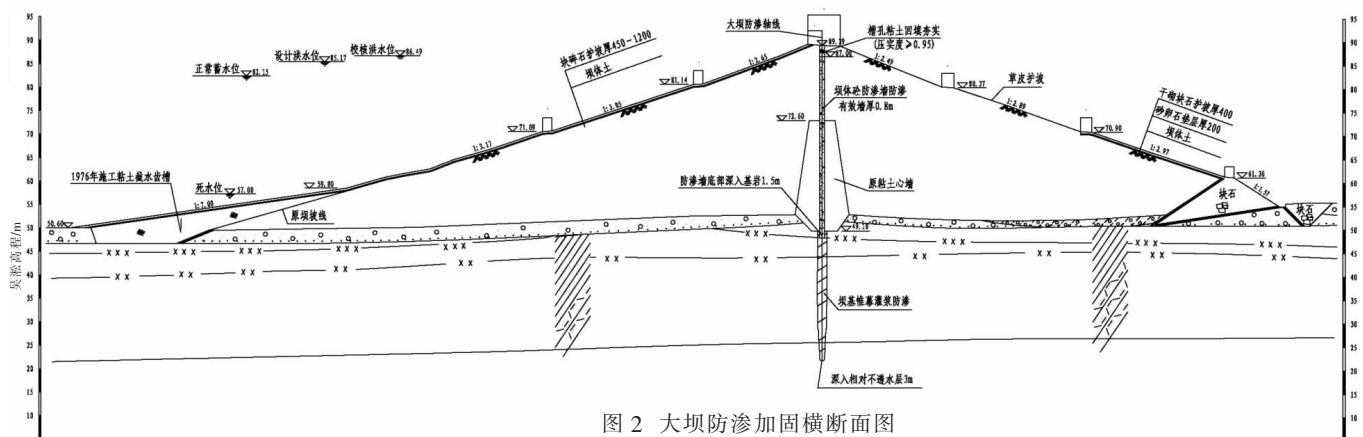


图 2 大坝防渗加固横断面图

一次磁场立即消失,而涡流并不立即消失,有一个瞬变过程,这个过程的快慢与导体的电性参数(体积规模和埋深以及发射电流的形态和频率)有关。地质体导电性愈好,涡流的热耗损愈小,瞬变过程愈长。这种涡流瞬变过程,在空间形成相应的瞬变磁场,又称为二次磁场。通过接收线圈测量二次场空间分布形态,就可发现地下异常地质体的存在,并确定异常体的电性结构和空间分布形态。

按 TEM 应用领域可以把工作装置分为两类,其中一类为剖面测量装置。剖面测量工作装置又分为同点、偶极和大定回线源 3 种。同点装置中的重叠回线是发送回线(T_x)与接收回线(R_x)相重合敷设的装置;由于 TEM 方法的供电和测量在时间上是分开的,因此 T_x 与 R_x 可以共用一个回线,称这为共圈回线。同点装置是频率域方法无法实现的装置,它与地质探测对象有最佳的耦合,是工程勘察及工程检测常用的装置。偶极装置与频率域水平线圈法相类似, T_x 与 R_x 要求保持固定的发、收距 r ,沿测线逐点移动观测 dB/dt 值。大定回线源装置的 T_x 采用边长数百米的矩形回线, R_x 采用小型线圈(探头)沿垂直与 T_x 长边的轴线逐点观测磁场 3 个分量的 dB/dt 值。

常用的测深工作装置为重叠回线和中心回线装

置,中心回线装置是使用小型多匝 R_x (或探头)放置于边长为 L 的发送回线中心观测的装置。

由于 TEM 方法是在没有一次场背景的情况下观测研究二次场(纯异常场),大大简化了对地质现象所产生异常场的研究,对于提高方法的探测能力更具有前景。因此与其它电法相比,它具有勘探深度大、体积效应小、工作效率高、纵向分辨率高、受地形影响小等优点。

纳米瞬变电磁法,简称 NanoTEM,是目前比较先进可靠的一种物探手段,在精确度和探测数据上更加细致,其它与瞬变电磁法没有区别。该方法以前广泛应用在矿产地质勘查方面,近年来在工程领域方面也有所运用和发展。目前,在工程环境物探领域中主要应用于桥基、路基、高层建筑地基、水电工程坝基、地热和地下水资源的探测,岩溶、滑坡、采空区等灾害地质的调查。

2.2 数据解释

防渗墙墙体浇筑所用材质为混凝土,正常情况下,防渗墙结构完整,混凝土密实,电磁波能量呈现有规律的指数衰减,电阻率自上而下均匀递减;离析、空洞发育较集中时,混凝土密实度减小,电磁波的能量衰减加大,干扰加强,混凝土的导电性明显减弱,电阻率增大;但是当裂缝区充满水后,导电性加强,电阻率减小,表现为局部的低电位高阻异常或高电位低阻异常。

图像特征:当防渗墙均匀密实,无离析、空洞缺陷时,图像呈层分布,视电阻等级变化从地表向地下呈均匀递减趋势,表明浅部干燥,下部含水量增加。当防渗墙局部位置存在离析、空洞缺陷时,图像中层状特征遭到破坏,使得某些层位被错开、拉伸发生畸变,对应的拟断面图上会出现条带状或椭圆形的高阻或低阻色块,如果这些部位充水,将表现为低阻带。

3 ... + ° ° ' - ‡ ... " // / · Ø

3.1 实施背景

2004年9月和2009年5月,对军民水库大坝混凝土防渗墙墙体进行了质量检测,检测方式采取现场钻孔取芯,选取代表性芯样进行室内抗压、抗渗试验。2004年9月检测结果表明大坝混凝土防渗墙墙体的抗压强度满足设计要求,抗渗标号不满足设计要求。2009年5月检测结果表明大坝混凝土防渗墙的抗压及抗渗指标均满足设计要求,墙体连续性较好,但局部墙体芯样表面含泥。这两次检测成果不一致,说明了墙体质量不均匀,局部存在缺陷。2010年根据坝身坝基测压管的观测资料反映,桩号0+135测压管的水位长期比较高,出现了异常,也说明了墙体质量不均匀,局部存在缺陷。上述这些成果和资料反映的情况较大地影响了军民水库的投入使用验收工作,给管理部门及参建单位

造成了较大的压力,为此寻求一种更加科学可靠的检测方法尤为迫切。

3.2 野外工作情况

为了军民水库混凝土防渗墙质量检测成果各方都能接受、认可,并满足投入使用验收的要求,经与多方联系和考察,最终选择采用纳米瞬变电磁法对军民水库大坝混凝土防渗墙质量进行检测。检测外业工作于2011年1月6~10日完成,同年3月提交成果报告^[2]。

本次实施检测,使用美国 Zonge 生产的 GDP—32 II 的多功能电法系统(纳米瞬变电磁法),采用中心回线装置,主要设备有 GDP—32 II 多功能电法电磁法接收机和 NT—20 纳米 TEM 发射机。在现场装置确定和参数设定的基础上,在坝顶沿混凝土防渗墙轴线(测试桩号与坝轴线桩号一致)采用中心回线装置,发射线圈边长 7 m×7 m 点距 2 m 以及边长 5 m×5 m 点距 1 m 开展两次检测,并在桩号 0+137 和 0+340 做了 2 条坝体横断面检测,发射线圈边长 5 m×5 m 点距 1 m。野外作业时将坝顶高程假定为 90.0 m。

4 ... + ‡ // ♂ . ^[2]

野外工作结束后,经内业整理得出如下检测成果:

(1) 点距 2 m 和 1 m 的沿坝顶混凝土防渗墙轴线检测反演电阻率剖面(见图 3)。

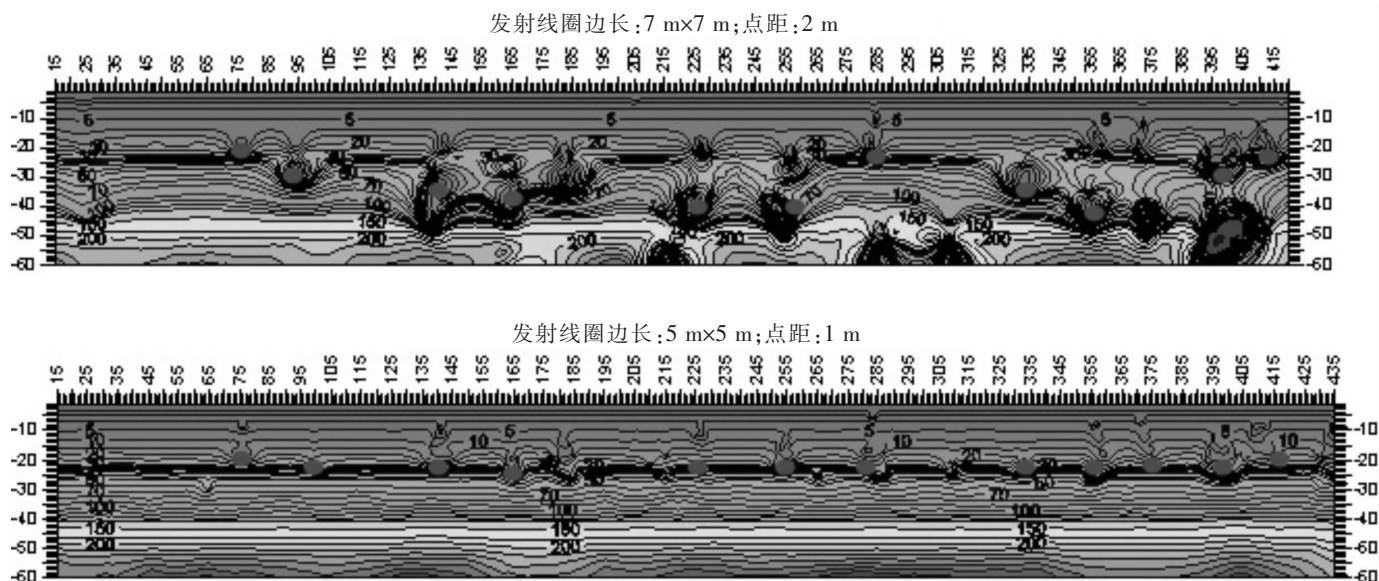


图3 江西省鄱阳县军民水库防渗墙瞬变电磁法检测成果图

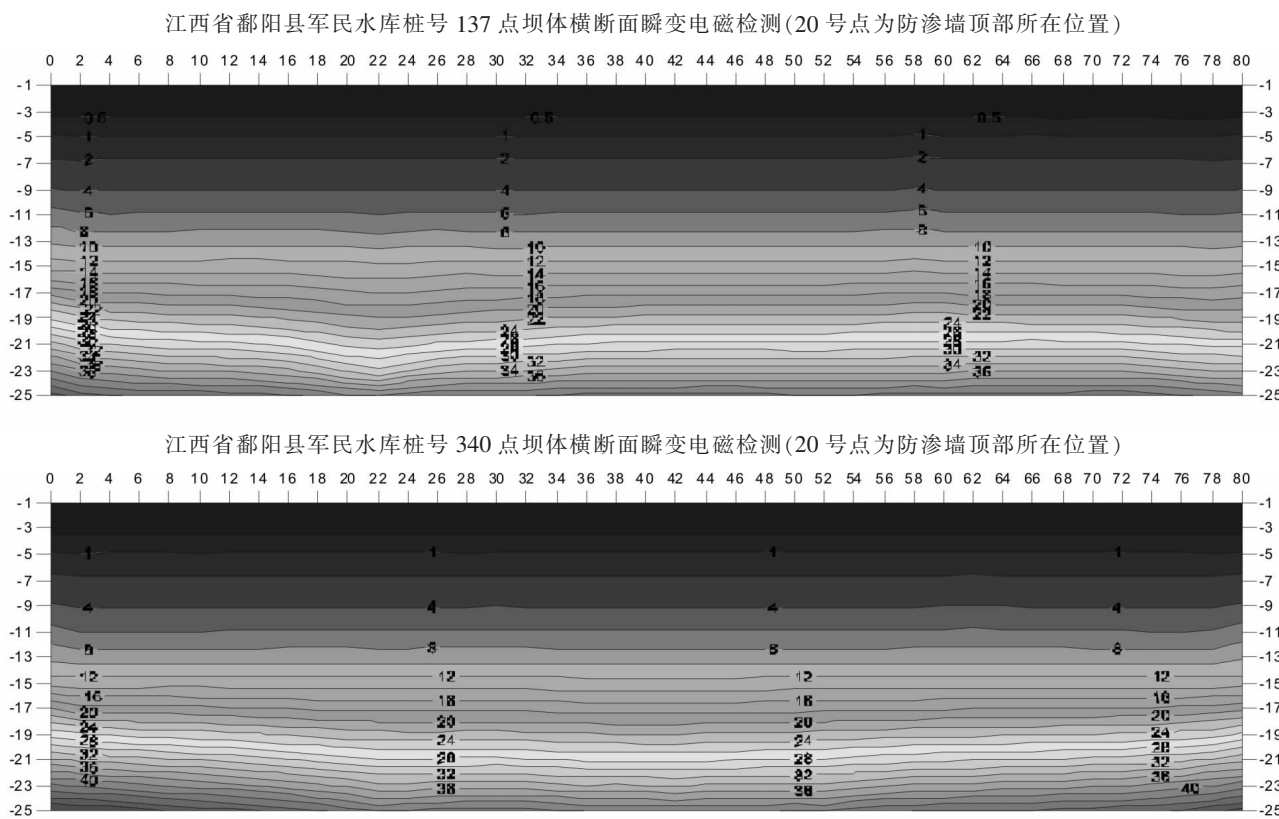


图 4 江西省鄱阳县军民水库坝体横断面瞬变电磁检测

(2) 桩号 0+137 和 0+340 坝体横断面检测电阻率剖面(见图 4)。

从点距 2 m 和 1 m 的混凝土防渗墙轴线检测反演电阻率剖面图中反映出坝体桩号 0+075、0+100、0+140、0+165、0+186、0+225、0+255、0+280、0+335、0+355、0+373、0+395~0+415 等 12 处有较好的重现和对应,在高程 70 m 左右及高程 65 m 以下,即坝顶以下深度 20~30 m 的范围均存在局部低电阻异常。说明这些部位含水量较高,因此表现为低阻带,混凝土防渗墙连接处或墙体下部固结存在缺陷。上述成果反映了点距 2 m 和点距 1 m 的一致性,由墙体存在的缺陷导致的低电阻异常有较好的重现。

在发射线圈边长 7 m×7 m,点距 2 m 的检测成果图中距坝顶深度 30 m 以下出现较大规模的低阻异常,且这些异常多有负值出现。上述成果说明了点距 2 m 和点距 1 m 的差异性。主要原因是点距 2 m 密度不足,网格过程插值较多造成的,干扰相对较大,点距 1 m 的密度更高,干扰较小。

桩号 0+137 和 0+340 坝体横断面检测成果说明桩号 0+137 附近的墙体存在渗水问题,导致墙体下游高程约 54~58 m(即坝顶以下深度 32~36 m 处)出现较强的低电阻异常;桩号 0+340 墙体下游高程约 50 m(即坝

顶以下深度 40 m 处)以下土体相对软弱。

综上所述,检测结果表明坝体混凝土防渗墙总体质量良好,两次灌注相接的局部位置存在缺陷;桩号 0+135~0+145 坝段存在渗水问题,应加强观测,必要时应采取防渗加固措施处理。

纳米瞬变电磁法的检测成果与现场钻孔取芯的检测成果及测压管出现的异常情况是一致的,都说明墙体质量不均匀,局部存在缺陷。该成果可靠,具有较强的说服力,得到了各方的认可。为军民水库的投入使用验收工作的奠定了坚实的基础,为工程观测提供了的更加明确的位置和重点。

5 结语

纳米瞬变电磁法在工程环境物探领域中的应用范围较广,它具有检测深度大,体积效应小,工作效率高,纵向分辨率高,受地形影响小,图像较直观清晰等优点,被看作是一种很有前景的物探方法,在工程质量检测上是一个比较新的应用领域。在军民水库大坝混凝土防渗墙质量检测中采用了该方法,取得了良好的效果,为该水库的投入使用验收及管理工作奠定了坚实的

基础,并提供了科学可靠的依据。该方法是我省首次应用在混凝土防渗墙质量检测方面,在类似工程中具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1]薛云峰.混凝土防渗墙质量控制及检测技术研究[D].中南大学博士学位论文. 2007:58—67.
[2]北京桔灯地球物理勘探股份有限公司.江西省鄱阳县军民水库坝体纳米瞬变电磁法检测简报[R],2011.

Application of Nano transient electromagnetic method in the quality detection of concrete cutoff wall of Junmin Reservoir dam in Poyang County

LIU Qun

(Shangrao Municipal Water Power Survey and Design Institute of Jiangxi Province, Shangrao Jiangxi 334000.China)

Abstract: The quality detection of concrete cutoff wall of Junmin Reservoir dam in Poyang County adopted nano transient electromagnetic method. It has good detection effect, provides the reliable scientific basis and laid a solid foundation for project acceptance check and management work. This method has the merits such as a big detection depth, small volume effect, high work efficiency, high vertical resolution ratio, small effects of terrain, intuitive and clear image. It can provide references and promotion for similar projects.

Key words: Nano transient electromagnetic method; Concrete cutoff wall; Detection; Application;

— ...>E " " , ¶

(上接第 222 页)

3D-numerical simulation of air-water flow on the stepped spillway dam

ZHANG Xiang¹, HU Xing², YAN Yuchuan³

(1.Nanchang Water Conservancy Development Investment Limited Corporation, Jiangxi Nanchang 330023, China;

2.Jiangxi Provincial Water Conservancy Planning and Designing Institute, Nanchang 330029, China;

3.Jiangxi Provincial Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, China)

Abstract: The application and development prospects of the stepped dissipator at home and abroad is simply introduced in this paper. And taking Taihu reservoir project as an example, by fluid simulation software the numerical simulation was made about the stepped spillway dam and the smooth spillway dam for this project. The energy dissipation effect, pressure field and velocity field of this two spillway dams are compared and analyzed. The results show that the energy dissipation of the stepped spillway dam concentrates on the stepped faces and its energy dissipation ratio is bigger than the smooth energy spillway dam. The project investment was reduced because of its lowering the erosion to downstream.

Key words: Step; Spillway dam; Energy dissipation; Numerical simulation

— ...>E " " , ¶