

HS-5001C型核子湿密度仪在黄河大堤加高工程中的应用

吴国宏,王 磊,徐杰瑞,常福庆,屈 龙

(黄河水利委员会勘测规划设计研究院,河南 郑州 450003)

关键词:环刀法;核子湿密度仪法;含水量;湿密度;干密度

中图分类号:TV871;P631.6

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)07-0171-02

2000年德州市黄河大堤加高工程位于黄河下游左岸山东省齐河县境内,大堤桩号(99+500)~(107+200),全段堤防为弯曲型平工堤段,原堤身高度一般为8~11m,堤顶宽7m,临背河堤坡为1:2.5和1:3;全段堤防总长7.7km。本次堤顶高程是按2000年设防水位加高2.1m设计的,设计堤顶宽度为8m,加高断面为梯形,大堤临背边坡均为1:3;筑堤用土宜采用土场勘察确定的土料,压实度不小于

0.94,干密度不小于控制干密度,且不小于 1.50 g/cm^3 。

1 工作原理

仪器内部装有一个含铯 $^{137}\gamma$ 源和钚 241 -钚中子源的复合源,其中, γ 源用来测量密度,中子源用来测量含水量。

密度测量的原理是:用铯 $^{137}\gamma$ 源放出 γ 射线进

表1 环刀法和核子湿密度仪法50个检测点的测量结果

序号	环刀法			核子湿密度仪法			序号	环刀法			核子湿密度仪法		
	W_{D1}	D_{D1}	M_1	W_{D2}	D_{D2}	M_2		W_{D1}	D_{D1}	M_1	W_{D2}	D_{D2}	M_2
1	1.840	1.594	15.5	1.877	1.556	20.6	26	1.957	1.603	22.1	1.876	1.580	18.7
2	1.848	1.548	19.4	1.862	1.543	20.7	27	1.735	1.571	10.4	1.770	1.613	9.8
3	1.785	1.561	14.4	1.783	1.554	14.7	28	1.784	1.556	14.6	1.745	1.544	13.0
4	1.779	1.555	14.4	1.754	1.523	15.2	29	1.828	1.581	15.5	1.821	1.604	13.5
5	1.857	1.603	15.8	1.850	1.603	15.4	30	1.693	1.543	9.8	1.717	1.531	12.1
6	1.869	1.579	18.3	1.835	1.525	20.4	31	1.955	1.620	20.7	1.940	1.626	19.3
7	1.804	1.574	14.6	1.776	1.527	16.4	32	1.815	1.585	14.5	1.771	1.537	15.3
8	1.841	1.601	15.0	1.807	1.550	16.6	33	1.819	1.555	16.9	1.785	1.541	15.9
9	1.903	1.587	19.9	1.894	1.581	19.8	34	1.787	1.559	14.6	1.795	1.548	15.9
10	1.813	1.571	15.4	1.838	1.607	14.3	35	1.754	1.524	15.1	1.728	1.536	12.5
11	1.833	1.607	14.3	1.834	1.609	14.0	36	1.844	1.585	16.4	1.851	1.629	13.6
12	1.948	1.637	19.0	1.950	1.644	18.7	37	1.784	1.571	13.5	1.741	1.554	12.0
13	1.797	1.566	14.8	1.772	1.550	14.3	38	1.734	1.552	11.8	1.709	1.546	10.6
14	1.836	1.562	17.6	1.799	1.528	17.7	39	1.705	1.531	11.4	1.678	1.537	9.2
15	1.888	1.595	18.4	1.823	1.616	12.8	40	1.800	1.533	17.4	1.793	1.531	17.1
16	1.780	1.545	15.2	1.741	1.529	13.9	41	1.818	1.550	17.4	1.758	1.553	13.1
17	1.968	1.661	18.5	1.901	1.63	16.6	42	1.841	1.560	18.0	1.789	1.529	17.0
18	1.789	1.576	13.3	1.777	1.568	13.3	43	1.915	1.538	24.6	1.865	1.549	20.4
19	1.870	1.597	17.7	1.820	1.580	15.2	44	1.732	1.543	12.3	1.738	1.548	12.3
20	1.774	1.538	15.4	1.763	1.545	17.6	45	1.916	1.627	17.8	1.856	1.591	16.6
21	1.906	1.588	20.1	1.886	1.526	23.6	46	1.908	1.595	19.6	1.830	1.584	15.5
22	1.842	1.595	15.5	1.857	1.555	19.4	47	1.871	1.650	13.4	1.923	1.632	17.9
23	1.836	1.561	17.6	1.847	1.556	18.7	48	1.835	1.557	17.8	1.809	1.576	14.8
24	1.840	1.617	13.8	1.827	1.583	15.4	49	1.826	1.539	18.6	1.795	1.535	17.0
25	1.805	1.569	15.1	1.831	1.549	18.2	50	1.955	1.620	20.7	1.940	1.626	19.3
平均值								1.833	1.577	16.28	1.815	1.566	15.92

注: W_D 为湿密度; D_D 为干密度; M 为含水量。

作者简介:吴国宏(1963—),男,河南杞县人,工程师,主要从事变形观测和工程测量工作。

入被测材料中,与物质原子的外围电子发生碰撞而产生康普顿散射,散射后的 γ 射线能量将减小,方向会改变.若物质的密度越大、康普顿散射的 γ 射线越多,因此通过测量散射后 γ 射线的数量,即可得到被测物质的密度.

含水量测量的原理是:由 $^{241}\text{Am-Be}$ 中子源产生的快中子射入被测材料中,与料层内物质发生碰撞散射、减速、扩散,使快中子最后变成热中子,热中子被探测器探测,这个作用主要是由物质中的含氢量决定,而土的含氢量主要在水中,若被测材料中含水量大、热中子数就多,反之就少.因此探测热中子数的多少即反映其含水量的大小.

2 应用效果分析

在德州市黄河堤防工程施工中,监理单位使用核子湿密度仪抽检了数千个检测点,做了几百个对比试验,表1列出了某段50个检测点的数据对比值.由表1可知,环刀法测得的湿密度平均值为 $W_{D1}=1.833$,干密度平均值为 $D_{D1}=1.577$,含水量为 $M_1=16.28$;核子湿密度仪法测得的湿密度平均值为 $W_{D2}=1.815$,干密度平均值为 $D_{D2}=1.566$,含水量

为 $M_2=15.92$.各种误差统计结果见表2.

表2 环刀法和核子湿密度仪法测量误差统计

检测项目	最大绝对值误差	最小绝对值误差	平均值误差/%
湿密度	0.081	0	0.98
干密度	0.062	0	0.7
含水量	5.6	0	2.2

3 结 语

环刀法测得的结果和核子湿密度仪法测得的结果相比较,各种平均误差很小,湿密度平均值误差0.98%;干密度平均值误差0.7%;含水量平均误差2.2%.用核子湿密度仪法代替环刀法检测堤防工程施工质量,是完全能够满足堤防工程施工质量检测要求的,并能进一步提高检测速度.但使用核子湿密度仪检测时应注意以下问题:①在使用核子湿密度仪前应对仪器进行有关系数的修正;②选择仪器测量土壤时间时,最好选用“4分”进行测量,这样可以提高2倍的测量精度;尽量不要选择“15秒”进行测量,那样会使测量精度降低;③使用仪器测量时,8m以内不得有其它放射源,仪器周围1m内不能有障碍物或站人.

(收稿日期:2001-07-18 编辑:马敏峰)

(上接第166页)提出应考虑 F_8 断层可能在低 ρ_s 值异常的WT3处.于是布置钻孔ZK3,结果孔深30m都未能打到断层,但发现 ϵ^{1-1} 岩组与 ϵ^{1-2} 岩组的岩层分界线,同时,岩石有柔皱、挤压现象,表明其附近的WT5测点下部可能存在断层.这就从另一个角度证明了该测区断层破碎带呈高 ρ_s 值反映的分析是正确的.

2 天剑找水工程

2.1 资料分析

测区基岩为红砂岩,其 ρ_s 值一般在 $8 \sim 15 \Omega \cdot \text{m}$ 之间,上覆第四系地层, ρ_s 值变化较大.

实测成果表明:在低 ρ_s 值背景上,WT1-2测点深部出现“倒漏斗”形高 ρ_s 值异常(见图2).物探认为此应为断层破碎带的反映,其高 ρ_s 值是由于完整红砂岩 ρ_s 值低(比水的 ρ_s 值还低)及沿断层破碎带岩石硅化所致.

2.2 验证情况

在WT1-2布置钻孔,结果在孔深56m处打到断层破碎带并找到了高质量的水.

3 结 语

文中分析成果的合理性已为工程实践所证明,由

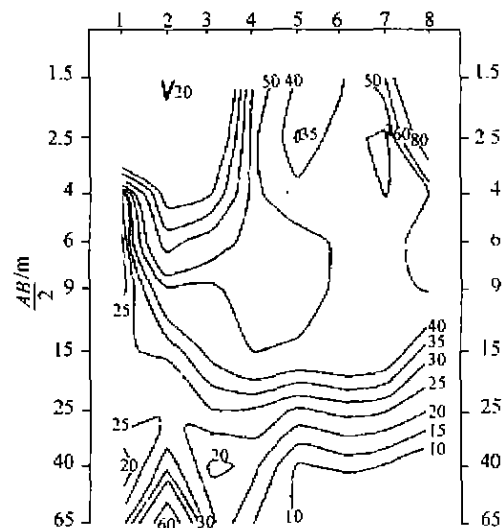


图2 天剑找水剖面 ρ_s 等值线图

此,我们认为对电探成果进行分析时,做到认真收集各种信息,具体工程作出具体的分析、解释是重要的,切忌拘泥于断层破碎带反映为低 ρ_s 值之常规看法.

王思敏高级工程师参加了本文工作,特此致谢.

(收稿日期:2001-08-21 编辑:熊水斌)