

文章编号 :1007 - 6492(2000)04 - 0110 - 03

核子仪在小浪底主坝质量控制中的应用

黄秋丽¹, 张 凡²

(1. 黄河水利委员会设计院科研所, 河南 郑州 450003; 2. 河南水文资源局 河南 郑州 450004)

摘 要: 针对传统的质量检测方法存在的缺陷, 提出使用核子密湿度仪对大坝进行质量检测. 通过传统的灌砂法与核子仪法的对比分析, 确立了以灌砂法测值为标准值, 以核子法为主要检测手段的质检方案. 工程实践表明, 采用核子仪进行现场检测, 及时、快速, 手段先进, 数据可靠, 有利于加快工程进度.

关键词: 核子密湿度仪; 灌砂法; 湿密度; 湿度; 相关曲线

中图分类号: TV 543.18 **文献标识码:** B

0 引言

小浪底大坝是坝高 154 m 的壤土斜心墙堆石坝, 坝体总填筑方量为 5185 万 m³, 其中心墙 820 万 m³. 按照《小浪底工程招标投标技术规范》及 SDJ 213 - 83《碾压式土石坝施工技术规范》^[1] 规定, 每 200 m³ 上坝土料或每碾压一层都要检测一次. 如果使用传统的灌砂法或环刀法进行检测, 一次需耗时 8 ~ 10 小时. 这显然与现代化的施工与管理是极不适应的, 也必将严重影响小浪底工程进度, 而核子密湿度仪法检测一次只需 3 ~ 4 分钟, 因此使用更快速、准确、先进的核子密湿度仪法是必要的.

1 核子密湿度仪的工作原理

以美国坎贝尔太平洋公司生产的 MC - 3 型核子密湿度仪为例, 该仪器是目前世界上先进的机型, 可测量土壤、沥青、混凝土、碾压混凝土等建筑材料的密度和含水量.

MC - 3 型核子仪内部装有两种放射源, 铯 137 γ 源用来测量密度, 钚 241/铍中子源用来测量水份, 中子源安装在机壳底部位置不会改变, γ 源安装在辐射源金属杆底部内, 随测量金属杆深度而变.

1.1 密度测量

测量密度时, 铯 137 辐射源发出的 γ 射线进入被测材料. 如果材料的密度较低, 大量的 γ 射线

就会穿过它, 被装在仪器内的射线计数管检测到, 那么在单位时间内计到的数就越大, 反之就小. 然后微处理器把检测管接收的数值进行自动处理并在屏幕上显示湿密度值^[2].

1.2 湿度测量

测量湿度(水份)时中子源放射的中子流射入被测材料, 被测材料水份中的氢原子与高能中子相碰撞使之减速, 并被仪器内的检测管接收, 被测材料含水量大, 在单位时间内所接受的中子数就多, 反之就少. 然后微处理器自动处理并显示水份重量.

有了被测材料的湿密度、水份重量, 并输入填筑材料的最大干密度(室内击实试验结果), 经过仪器内微处理器自动处理后, 在屏幕上还可显示其它数值, 如干密度、压实度等^[3].

2 灌砂法与核子仪法对比试验

2.1 对比试验的提出

核子仪在出厂前, 厂家已对核子仪进行了率定, 并将率定常数输入到仪器内部, 用户直接使用即可. 实际运用时, 仍需要做对比试验, 首先是因为采用不同方法, 不同设备其测试结果存在系统误差, 为了减少系统误差, 需做对比试验, 然后进行修正; 其次, 在小浪底首先使用核子仪作为主要检测手段, 其测值准确与否事关重大, 必须慎重; 第三, 核子法在我国还是新兴的方法没有列入规范之内, 如果要使用, 也必须和传统方法作比较;

收稿日期: 1999 - 06 - 22, 修订日期: 1999 - 07 - 15

作者简介: 黄秋丽(1968 -)女, 河南省郑州市人, 黄河水利委员会助理工程师, 主要从事水利工程试验与研究.

此外,还有一些不可预测因素的影响等.

2.2 试验对比方案

由试验资料知,灌砂法、环刀法各有优缺点.灌砂法可以测定整个碾压层的密度,对同一碾压层多次测试数值波动较小,且受人为因素影响也小,但工序比较烦琐,操作复杂.环刀法与灌砂法相比较,其体积小,操作简便,但测试时易受人为因素、土层干湿情况影响,且测试深度不易掌握,往往数值波动较大.结合小浪底工程施工及《小浪底招标合同技术规范》要求,并根据两个传统方法的特点,确定以灌砂法测值为标准值进行率定核子仪,并以核子仪作为主要现场检测手段的施工检测方案,这样即可解决核子仪测值的标准问题,又可大大提高工作效率.

2.3 试验对比方法

对比试验随着施工的进展而开展,采取现场和室内相结合的方法.在施工现场,当筑填层碾压到规定遍数后,在同一层相邻的两点分别进行灌砂和核子仪测试,或在同一点先进行核子仪测试,然后进行灌砂测试,同时,为了求得不同密度下核子仪测值的变化情况,在室内用自制的大型钢槽进行配样检测.

2.4 试验对比结果及相关曲线

以 1997 年土工专题报告[97 - 1]为例,并对其统计分析,给出核子仪与灌砂法的相关曲线,见图 1、图 2.试验结果见表 1.

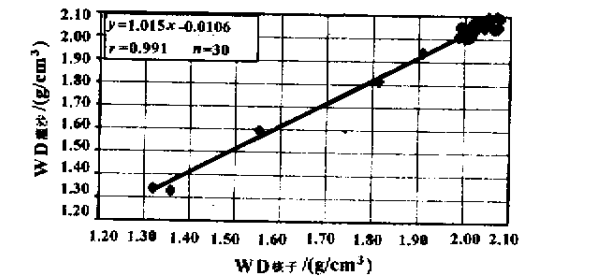


图 1 密度相关曲线

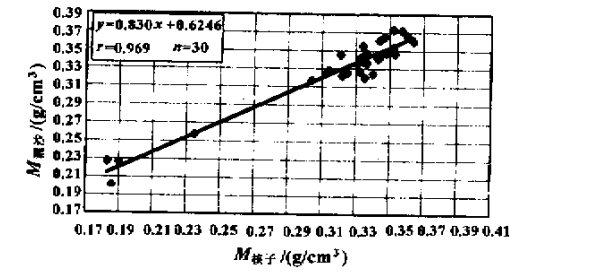


图 2 湿度相关曲线

核子仪偏差计算如下:

湿密度偏差为

$DB_i = WD_{灌砂} - WD_{核子} = 2.051 - 2.031 = 0.02;$

相对误差为 $(2.051 - 2.031)/2.051 = 1\%;$

湿度(水份)偏差为

$MB_i = M_{灌砂} - M_{核子} = 0.343 - 0.338 = 0.005;$

相对误差为 $(0.343 - 0.338)/0.343 = 1.5\%.$

表 1 核子仪法和灌砂法对比结果表

序号	湿密度		湿度		位置
	核子值	灌砂值	核子值	灌砂值	
1	1.990	2.051	0.353	0.346	一区现场
2	2.013	2.037	0.336	0.347	一区现场
3	2.042	2.077	0.364	0.360	一区现场
4	2.009	2.002	0.352	0.353	一区现场
5	2.053	2.094	0.357	0.372	一区现场
6	2.021	2.072	0.347	0.365	一区现场
7	2.061	2.046	0.348	0.347	一区现场
8	2.016	2.010	0.335	0.320	一区现场
9	2.039	2.076	0.344	0.342	一区现场
10	2.025	2.043	0.340	0.324	一区现场
11	2.001	2.002	0.344	0.361	一区现场
12	2.003	2.031	0.352	0.373	一区现场
13	2.079	2.087	0.321	0.345	一区现场
14	2.071	2.097	0.334	0.355	一区现场
15	2.050	2.074	0.360	0.366	一区现场
16	1.994	2.051	0.331	0.335	一区现场
17	1.990	2.051	0.332	0.327	一区现场
18	2.027	2.044	0.304	0.317	一区现场
19	2.075	2.050	0.313	0.325	一区现场
20	2.072	2.044	0.325	0.325	一区现场
21	2.066	2.043	0.343	0.341	一区现场
22	2.043	2.045	0.333	0.342	一区现场
23	1.987	2.008	0.336	0.337	一区现场
24	2.027	2.078	0.336	0.335	一区现场
25	2.016	2.063	0.322	0.322	一区现场
26	1.320	1.337	0.183	0.227	室内配样
27	1.909	1.938	0.314	0.328	室内配样
28	1.359	1.328	0.186	0.201	室内配样
29	1.553	1.593	0.190	0.226	室内配样
30	1.813	1.814	0.235	0.257	室内配样
平均值	2.031	2.051	0.338	0.343	一区现场
标准差	0.029	0.027	0.014	0.016	一区现场

根据各测点建立的相关曲线,计算出其相关系数,该系数接近于 1,说明两者有很好的相关性.大量的连续试验对比结果表明,核子仪法与灌砂法测值都有很好的线性关系,且在介质相对稳定的前提下,其系统偏差接近常数,表明核子仪用于现场检测是完全可以信赖的.

3 应用中应注意的问题

放射源放射粒子射线 ,被测材料对射线的吸收和散射都是随机的 ,因此仪器对同一点的多次测试结果会稍有差异 ,这是正常的 .加之测点地下介质情况不完全相同 ,为了准确地测试每一点的密度和水份 ,应在每个测点测 3 ~ 4 次 ,每次旋转 90° ,几次读数的平均值为该点检测结果 .如果遇到特别异常的数据 ,应分析原因 ,一般情况下 ,应把该处挖开 ,查看是否有石块或其他材料存在 ,进而对数据进行取舍或异地重测 .也应注意对特殊地段的检测 ,如涵管口埋设区域等 .此外 ,测试前应对仪器进行正常检查 ,测点处地表刮平 ,核子仪

周围无堆料等都是测量的前提 .

4 结束语

灌砂法与核子仪联合运用 ,是传统方法与现代科技的有机结合 .在实际应用中由于采取了对比、修正等措施 ,从而保证检测结果的准确可靠 .核子仪用于现场检测有利与加快工程进度 ,今后将被越来越多的土石坝工程所采用 .

参考文献 :

[1] SD128 - 83 ,土工试验规程 [S] .
[2] ASTM D2922 核子法现场土料密度试验 [S] .
[3] ASTM D3017 核子法现场土料湿度试验 [S] .

Application of Nuclear Gauge to the Quality Control of Main Dam of Xiaolangdi

HUANG Qiu - li¹ , ZHANG Fan²

(1. Scientific Experiment & Research Department Reconnaissance Planning Design & Research Institute ,Yellow River Conservation Commission Zhengzhou 450003 ,China ; 2. Henan Hydrology Resources Bureau , Zhengzhou 450004 ,China)

Abstract :According to the problem that the traditional method of quality control have shortcomings , the nuclear moisture and density gauge is used in the quality control to the fill placement of core trench of the main dam . Through the comparative analysis of the sand cone method and the nuclear gauge ,we have reached a conclusion that the value of sand cone can be taken as one of the standards and the employment of nuclear gauge shall be regarded as the major method of main dam quality control .Practice has made it clear that the application of nuclear gauge to the quality control of main dam has the superiority of high - speed ,advanced method ,reliability in getting the data and the possibility in speeding up the construction .

Key words :nuclear gauge ; sand cone method ; moisture and density ; humidity ; relating curve