

# 采用 HILF 法控制现场粘土压实度时应注意的问题

范正春, 施东松, 李四春

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 都江堰 611830)

**摘要:**介绍了采用 HILF 法控制现场粘土压实度试验过程中应注意的几个细节问题,同时也是容易疏忽的环节。注意这些小环节,试验结果就会更加准确。

**关键词:**HILF 法;控制;压实度;细节

中图分类号:TV41;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)05-0027-03

## 1 工程概况

旬阳水电站位于陕西旬阳县城南约 2 km 处,为汉江上游陕西境段干流规划中的第五个梯级水电站,距上游安康水电站约 57 km,下距蜀河水电站、丹江口水电站分别为 55 km 和 255 km。旬阳水电站的开发任务为以发电为主,兼顾航运并促进地方经济社会发展。

旬阳水电站的施工导流采取两期导流方式:一期上、下游全年围堰均采用土石围堰,堰顶高程分别为 239 m、236 m,围堰轴线长度分别为 249 m、240 m,堰顶宽度为 10 m,最大堰高分别为 41 m、37 m,迎水侧坡比均为 1:2,背水侧坡比均为 1:1.7。一期上、下游全年围堰采用粘土心墙防渗,心墙顶宽 2 m,两侧坡比均为 1:0.2,心墙上、下游两侧为石渣料区,石渣料外侧为砂砾石料。一期上、下游全年围堰填筑总量约为 75.19 万 m<sup>3</sup>。

## 2 粘土心墙的颗粒级配要求及压实要求

粘土心墙料颗粒级配组成情况见表 1。

粘土料的填筑层厚控制为 25 ~ 30 cm,凸块振动碾振动碾压 8 遍,碾压后现场压实度不小于 96%,  $-2\% \leq W_o - W_{opt} \leq 2\%$  (注:  $W_o$  为现场含水率;  $W_{opt}$  为最优含水率)。

## 3 HILF 法控制压实度的试验原理

HILF 试验法又称现场快速控制法,用此法进行现场检验时,不需要测定现场土样的含水率,仅在用环刀测定其密度后,通过加水或减水将测压实度试验的土样作三个含水率的击实试验,测定三个击实湿密度,直到找到最大的湿密度为止,即可以确定填土的压实度( $D$ ),最优含水率( $W_{opt}$ )

收稿日期:2017-08-20

表 1 粘土心墙料颗粒级配组成

粒径 /mm	上限 /%	下限 /%
0.005	78	22
0.01	86	26
0.02	92	30
0.075	100	40
0.15	100	46
0.3	100	50
0.6	100	55
1	100	65
2	100	75
4.75	100	84
10	100	100

与填土含水率( $W_o$ )的差值( $W_f$ )。该方法的优点是适应了因填筑土料的材料变化而最大密度和最优含水率随之变化,避免了传统的普氏击实法一个固定的最大干密度和最优含水率的定值。当填筑材料的品质低于标准击实试验时的土样品质时,现场无论如何压实都很难达到所要求的压实度;而当填筑材料的品质高于做标准击实试验时的土样品质时,现场未进行压实都已经达到要求的压实度。对于填筑料不稳定、变化较大的粘性土或砾质土宜用该法控制压实度。

## 4 采用 HILF 法控制压实度试验过程中应注意的几个细节

任何一种试验方法都含有很多细节,其既是容易疏忽的细节,同时也是影响试验结果是否准确的关键细节。因此,在采用 HILF 法控制压实度试验过程中应注意以下几个细节。

### 4.1 取土样器具的标准化

在取土样时,除取样的规范化外,其取土样器具的标准化也相当重要。我们在填筑过程中加工了一套很合理、标准的取样器具(图 1)。所采用的环刀内径为 100 mm,外径为 106 mm,高度为 100 mm。环刀帽为  $\varphi 106 \times 25$  mm,内侧有 10 mm 的净空,环刀帽的圆心有一个向内凹的 U 形凹。取土样筒由一个内径为 110 mm、外径为 230 mm 的圆盘和内径为 110 mm,外径为 106 mm,高度为 135 mm 的圆筒组成(图 2)。取样器的击实部分由击实杆与击实锤组成。由于环刀帽向内凹的 U 形受力点位于环刀帽的圆心,从而决定了整个环刀的受力是均匀的。取样筒的内径与环刀的外径只有 4 mm 的间距,从而决定了环刀在均匀受力的情况下只能向下传递而不可能左右晃动影响土样受剪的准确性。环刀帽的内侧留有 10 mm 的净空就是为了保证取出来的土样能够适当的超出环刀 5~10 mm,在削环刀的时候即可以削除环刀土样表面受扰动的部分,从而做到环刀的土样能够真正反映填筑的实际情况。由于取样器具的合理标准化,保证了取出来的土样能准确地反映出

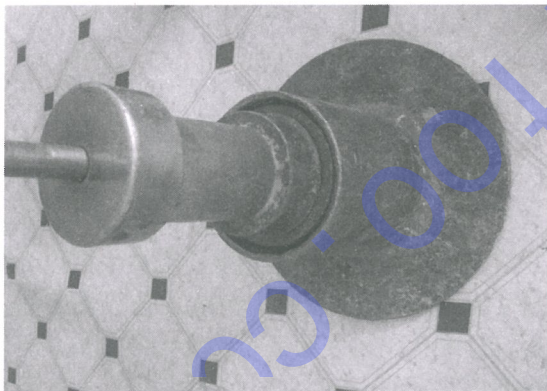


图 1 粘土取样器

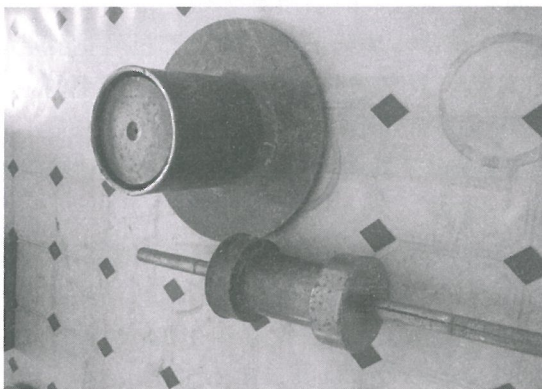


图 2 取样环刀和击实锤

现场填筑的实际情况。

#### 4.2 对土样的保护与及时试验

由于陕西汉江旬阳水电站工程所处的地理位置,其夏季最高气温达  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在如此高的气温环境条件下,所取土样的水分很容易蒸发散失而影响到土样的完整性。为了保证土样的完整性,用塑料袋将所取的环刀土样与进行 HILF 试验的土样及时进行密封、及时送至试验室进行试验。

#### 4.3 对土样的加水和减水方法进行合理的运用

在确保了土样的均匀性和完整性后,加水与减水后土样的均匀性也是很重要的,减水和加水后的土样是否均匀将直接影响到整个试验的结果。我们在伊朗塔里干工程项目前期试验性试验中找到了合理的处理方法。对土样的加水:首先将称量完毕的土样用不吸水的三角刀快速切碎,然后用不吸水、带手柄的推板快速将土样揉推均匀,同时将采用高精度称量完毕的水均匀地加入揉推至均匀的土样中,最后用推板快速、用力、均匀地揉推即可。对土样的减水:首先将称量完毕的土样用不吸水的三角刀快速切碎,然后用不吸水、带手柄的推板快速将土样揉推均匀(尽可能用大功率、小风率的电吹风距土样 30 cm 高的距离进行减水,因为大功率、大风率的电吹风容易将土样中的细小颗粒吹走而影响减水的真实性,吹风距土样的距离太远,达不到减水的目的;太近,同样容易把土样中的细小颗粒吹走而达不到准确的减水效果)。减水时,电吹风的位置要时常变化并用三角刀时常翻动土样以达到减水后的土样是均匀的目的。当然,加水和减水的试验过程都要在一个适宜的温度和湿度环境里进行。

#### 4.4 HILF 法试验过程中每层加土的均匀性以及正确的击实方法

在采用 HILF 法控制压实度的击实试验过程中,每层加土的均匀性是很关键的一环,其将直接影响整个试验的准确与否。如果每一层的加土量不同,那么就会出现每一层的击实功率不一样,就会出现最终得出的湿容重值不准确,这个点的结果不准确就会影响下一步的试验方向。例如:原状土的 HILF 试验结果出来后,加水(或减水)的点如果出现加土不均匀而造成试验误差,本来正常、均匀性的加土是上升的曲线,但由于不均匀性的加土出现了下降的曲线,就会误导得出下一个

点的减水(或加水)的错误试验结果,就会造成整个试验的错误。在伊朗塔里干大坝粘土心墙填筑现场检测试验过程中,塔里干大坝现场试验室采用的是3层、25击轻型击实仪的击实方法。将土分3层倒入击实筒内并将土面整平、分层击实,每层土样的质量大约为600到800g。土样正确装入后,要确保击实锤自由铅直落下,同时锤击点要均匀地分布在土面上。击实后的每层土样高度应大致相同,两层交接面的土面要刨毛。3层击实以后的土样不应超过击实筒顶部高度6mm,以尽可能地减少试验的误差,确保试验的准确性。在实际的现场检测试验过程中还需要注意的是:有时由于土样含水率的原因,每一层击实完毕应观察击锤的底部是否粘有土样,如果有则要用三角刀及时将土去掉,以保证每一层土样的击实功是相同的;在取护筒的时候一定要先水平旋转,以确保击实后的土样不受剪。

#### 4.5 环刀和击实后土样的修平处理与测量含水率的处理

对土样正确的加水(或减水)、正确的装土、正确的击实后,整个试验主要的步骤基本完成了,剩下的是土样的修平与含水率的测定。在对环刀与击实筒的土样进行修平时要注意所使用的修平刀的平整度,由于其长期使用会造成修平刀的刀面形成弧形,修出来的土样亦会成弧形,将使整个试验结果有偏差而不准确。为了尽可能地测准土样的含水率,我们在选择土样的时候要从每一层(共3层)中选一部分,在选的时候尽可能地多选一些,以确保含水率的测定准确。

#### 4.6 对取样器具环刀的修正

由于取样频繁,在取样过程中会出现环刀变形与磨损,将会影响环刀的体积与重量,直接影响到现场取得土样的湿密度的准确性。因此,在检测现场进行压实度试验过程中,要定时修正环刀的体积与重量,确保现场检测试验结果的准确性。

### 5 粘土心墙填筑取得的试验成果

笔者对已完成的心墙填筑情况进行了HILF法与普氏标准法的质量统计,其结果见表2。

表2 粘土填筑质量统计表

统计指标	现场湿容重	现场填筑含水量	现场干容重	HILF压实度	HILF含水量	普氏压实度	普氏最优含水量	Wo-Wopt
组数	289	289	289	289	289	289	289	289
最大值	2.182	28.2%	1.911	104.5%	2%	104.5%	27.2%	+1.5%
最小值	1.786	12%	1.475	97%	-1.9%	97.1%	13.4%	-1.9%
平均值	1.96	22.1%	1.606	100.1%	-0.2%	99.8%	22.4%	-0.31%

### 6 结语

在应用HILF法快速测定粘土压实度的过程中,只要注意了以上这些细节,不仅能够做到快速,而且还能够做到结果准确。

#### 参考文献:

- [1] 土工试验工程规程,SL237-1999[S].
- [2] 水电水利土工试验规程,DL/T5355-2006[S].
- [3] 水电水利工程土工试验规程,DL/T5355-2006[S].

#### 作者简介:

- 范正春(1974-),男,重庆忠县人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;  
 施东松(1986-),男,河南南阳人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;  
 李四春(1973-),女,四川安岳人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 全球首个水电太阳能混合电站投产

世界上首个水电太阳能混合电站在葡萄牙顺利投产,标志着可再生能源发展的又一个重要里程碑。位于葡萄牙蒙塔莱格里的水电站大坝装有840块浮式太阳能电池,这使该发电设施在高峰时期的发电装机容量增加了220千瓦。该水电站于1964年投产,装机容量为68兆瓦。预计在安装了太阳能电池后,该光伏系统在运营的第一年可以发电332兆瓦时,相当于100户家庭一年的用电量。如果这一混合电站项目成功运营,那么这一模式可以在巴西等多个国家进行复制,以满足更多家庭需求。安装在大坝上的浮式太阳能电池特点就是可以让光伏电池安装在大型机体或水域上,而不需要在地面安装、占用土地面积。此外,这些浮式太阳能电池都是环保型产品,由可回收材料制成,帮助减少水分蒸发,延缓藻类生长,通过屏蔽水分减少水库内部的波浪,从而减少水库的侵蚀。