

文章编号:1005-0523(2003)04-0028-05

# 南昌电厂1#灰坝渗漏处理的设计探讨

黄家林, 胡建虹

(江西省电力设计院, 江西 南昌 330006)

**摘要:**介绍了灰渣筑坝技术的形成,灰坝与水坝的区别;并结合某电厂灰坝渗漏处理的实例,就灰坝浸润线位置、运行管理、施工管理等对确保灰坝安全的重要性进行了论证;并总结出确保灰坝安全的措施。

**关键词:**灰渣筑坝;水坝;浸润线;措施

**中图分类号:**TM6

**文献标识码:**A

## 1 灰渣筑坝技术的形成

随着燃煤电厂建设数量和规模的日趋增大,灰渣的存放已成为火电厂的一个突出问题。在我国,一般在山谷、平原、江湖河海滩涂、矿区塌陷区修建灰场存放灰渣。但一次建成高坝,在经济上显然是不合理的,因而我国创造性的发展了灰渣筑坝技术。

灰渣筑坝又称为分期筑坝,即先建成初期坝(初期坝按筑坝材料来源,可选用强透水的堆石坝、砌石坝、砂砾石坝;弱透水的砂质土坝;不透水的粘性土坝及其他材料坝),储满灰后在坝前沉积的灰渣层上用灰渣或当地土石料建造子坝继续储灰,分期逐级加高直至最终坝高。灰渣筑坝与一次建成相同容积的高坝相比,可节约投资35%~60%。

灰渣筑坝技术的关键措施是降低浸润线,浸润线是贮灰场内的水体在灰坝中渗流形成的稳定地下水水位线,在浸润线以下坝体处于饱和状态,浸润线以上为非饱和状态。由于非饱和灰的抗剪强度远高于饱和灰的抗剪强度,因而控制浸润线是直接关系灰坝安全稳定经济合理的重要问题。而影响浸润线的诸多因素中最主要的是合理选择初期坝型和设置有效的排渗设施,使坝体有良好的透水性。新

建的初期坝不宜采用不透水坝,当附近有丰富的粘性土源,或因下游环保要求需建不透水坝时,应选用坝前设排渗体的不透水坝。

坝前设排渗体的不透水坝不受材料限制,当把渗透水有组织的回收后,又能满足下游环境保护的要求,任何情况下都宜于采用。所有这些适用条件的基点都是为了有利于降低浸润线、有利于灰渣固结,为后期子坝加高提供了良好的地基条件。

灰渣是燃煤发电厂锅炉底部排出的炉渣和除尘器收集的细灰(亦称飞灰、粉煤灰)的统称。在我国,电厂通常采用水膜式除尘器,相应采用操作比较简单、运行费用比较低的水力除灰系统,即将灰和渣相混合,用水力输送到储灰场沉积储放,称为湿法储放。

目前,我国大多数电厂采用灰渣混除的水力除灰系统,即采用湿法储放。

## 2 灰坝与水坝的区别

湿法储放灰渣需要建造堤坝来构成除灰场,除灰场灰坝是一种特殊的坝工建筑物,具有自身的特点,不同于水库的挡水坝:

1) 灰坝的功能是储灰,水库水坝的功能是蓄水。因而灰坝不仅允许透水而且应尽可能的降低坝

收稿日期:2003-03-26

作者简介:黄家林(1971-),男,江西南昌人,江西省电力设计院工程师。

体和灰渣沉积层中的浸润线以加速灰渣固结,充分利用灰渣强度增加坝体稳定.但灰坝的透水应防止发生流土和管涌现象,避免带出土壤中的粗颗粒.而水坝应满足防渗要求,保持住一定的水头.

2) 水坝一般应一次性建成,灰坝不但可以分期建设,而且可在灰渣沉积层上用只的灰渣建造,大大减少筑坝工程量与投资,可节约投资 35%~60%.

3) 灰坝的使用年限短,一般为几年或数十年,不超过电厂的使用寿命,往往使用过程同时也是筑坝过程,因此,灰坝的设计标准如防洪标准、稳定安全系统可以低于水坝.

4) 水坝的上游坡面受到风浪冲刷及水位骤深骤降的影响,而灰坝的上游面一般保持一定的干滩长度,即使在汛期也不存在长期高水位蓄水现象.且随着上游坡面逐渐被覆盖,因此灰坝上游坡面只需满足施工期稳定,一般来说,灰坝的坡度要陡于水坝,且灰坝的上游面坡面的防护要求一般也低于水坝.

5) 灰坝同水坝一样,需进行渗流稳定计算,由于灰渣沉积层的不均匀性与各向异性以及抗管涌能力极差、灰渣易造成排渗设施的淤堵等特点,甚至要考虑灰水入渗的影响,因而灰坝的渗流计算要比水坝更为复杂.

6) 灰坝同水坝一样,需采用土力学的理论进行坝体的静力与动力稳定分析,由于饱和灰渣极易动力液化的特点,因而灰坝的动力稳定分析比水坝更为必要.

### 3 某电厂1#灰场渗漏处理情况简介

某电厂位于某市东北面的七里街,总装机容量为  $2 \times 125 \text{MW} + 2 \times 25 \text{MW}$ , 共计  $300 \text{MW}$ , 1997 年  $2 \times 25 \text{MW}$  正式停运,现装机容量为  $2 \times 125 \text{MW}$ . 电厂灰场位于电厂东部 6 公里的沈湖,占地面积 2.00 平方公里,其中占湖面 1.53 平方公里,分为 1# 和 2# 灰场,两灰场仅以一中隔堤相分,均为分期筑坝,子坝分为四级,每级高两米,共高 8 米,为一座典型的平原灰场.由于 1#、2# 灰场地处城市市郊,周围有丰富的土源.因此,灰场初期坝为采用库内及周边的粉质粘土构筑而成的不透水碾压土坝,坝前设排渗系统,坝的上游坡设  $dn200$  的陶土渗水管,每隔 100 主通过  $DN200$  的铸铁管引至坝外的截水沟,通过截水沟汇至排涝泵房,经排涝泵房排出,初期坝

坝顶标高 21.0 米(吴淞高程,下同).初期坝的整体设计是非常符合当时的现状,并且是合理的.但在初期坝的实际施工中,由于种种原因,坝前的陶土渗水管有相当一部分没有施工,而  $DN200$  的铸铁管则是要么没施工、要么施工后被人为堵死,初期坝前的排渗系统不是一个完整的排渗系统.初期坝的建设于 1988 年完成并投入生产,开始储灰.1# 灰场初期库容于 1992 储满,电厂基建部门分别于 1992 年、1996 年根据自己的运行管理经验,在初期坝上进行了二级子坝加高,二级子坝均为采用库内及周边的粉质粘土构筑而成的不透水碾压土坝,坝前未考虑设排渗系统.第一级子坝的坝顶高程为 23.0 米,第二级子坝的坝顶高程为 25.0 米,坝与坝之间的搭接采取开挖二级台阶的方式,以增加新坝与原坝体结合的紧密度,加高的子坝图及实际施工完成后的初期坝图如图 1 所示:

1# 灰场的第二级子坝建成后长期没有储灰,电厂利用 2# 灰场储灰.1999 年电厂开始往 1# 灰场第二级子坝形成的库容内排灰,发现在初期坝与第一级子坝的结合面出现渣漏现象,渗漏长度达 1 公里左右,局部渗漏比较严重已带出土壤的粗颗粒.由于电厂的灰场位于城市的市郊,周围有大片的农田,一旦局部溃堤,将对周围的农田造成大片污染,影响面将会非常广.

受电力公司生技部、电厂的联合委托,由我院负责对 1# 灰场发生渗漏的原因进行分析,并提出具体的渗漏处理方案.

经过详细的调查研究分析,我认为 1# 灰场发生渗漏的原因如下:

1) 据原初期坝设计图纸与现实施工完成的初期坝剖面相比较以及对现场实际情况的了解,1# 灰场初期坝的排渗系统部分没有施工,已施工部分也全部堵塞.造成初期坝排渗系统全部失效,造成坝体内浸润线抬高,浸润线在下游边坡的出逸点也随之抬高,坝体下游边坡所承受的动水压力和土压力也进一步加大;

2) 1# 灰场第一级子坝及第二级子坝在连续加高的过程中,均没有考虑设排渗系统.我们知道,二级坝连续加高后,虽对一级坝浸润线无影响,但对二级坝本身,它的浸润线会随之抬高,从安全的角度考虑,其出逸点提高的数值,应较一级坝自身加高后产生的出逸点的抬高值要低,这时就表明二级坝的坝角应设计有一定高度的反滤层和排水棱体,而电厂的设计恰恰忽略了这一点;



要确保现存二级子坝安全,而且还要考虑到电厂将来的安全生产运行,还需考虑灰坝最终能否加高四级的问题,确保灰场的使用年限和使用库容.在这三个方面的处理措施中,采用何种排渗方式,何种排渗材料,采用何种方案才能既解决问题,又节省投资,还方便施工进行了大量的方案比较.

针对措施一:做了大开挖、顶管、增加贴坡反滤三种方案的技术经济比较,考虑到前二种方案的施工难度,最终选择了增加贴坡反滤这种方案.

针对措施二:做了大排水棱体、贴坡反滤、小排水棱体三种方案的技术经济比较,考虑到前二种方案的工程量较大、施工费用较高,最终选择了小排水棱体这种方案.

针对措施三:做了盲沟排水、陶土管排水、软式排渗管排水三种方案的技术经济比较.从施工难度而言;采用陶土管排水、软式排渗管排水的施工难度要小于采用盲沟排水;从经济角度而言;采用陶土管排水、软式排渗管排水的工程造价要低于采用盲沟排水;从排水效果而言;采用软式排渗管的排水效果要好于采用盲沟排水或陶土管排水.经过综合考虑,最终选择了采用软式排渗管排水.

并于1999年6月委托河海大学对这几种排渗方案在实验室进行了物理模型试验,试验采用二维

水电模拟法进行.在采用二维水电模拟法进行试验分析时,我们认为可以采用拉普拉斯方程来描述达西渗流场的分布规律和描述电流场的分布规律.因此,只要保证电模型的几何形状和边界条件与模拟对象相一致,就可通过电模型来寻求渗流场的分布规律和浸润线的位置.试验的模型几何比尺采用1:50,上下游总电压选用3V,灰库上游水位以下边界为等水头边界,采用镀银铜皮模拟,下游渗流可能出逸的部位均用铜丝和康铜丝间绕在有机玻璃板条上构成的元件设置,不透水边界用有机玻璃板条模拟,不同渗透区用相应比例导电溶液模拟.浸润线用可以修改变动的橡皮泥构成,通过多次测试修刮逐渐逼近浸润线的真实位置.通过实验室的物理模型试验,并结合下两级子坝的加高后,对坝体内浸润线的走势影响、实际施工后坝体浸润线与理论浸润线的误差,以及坝体的稳定安全系数进行分析研究.并对通过测压管得到的坝体浸润线的数据进行对比比较.1999年8月得出试验结论与我方的理论计算结果,事故形成原因的分析结论非常一致.根据我方的理论计算意见,以及河海大学对我方方案的物理模型试验的验证,我们推荐的1#灰场渗漏处理的方案图如图2所示;

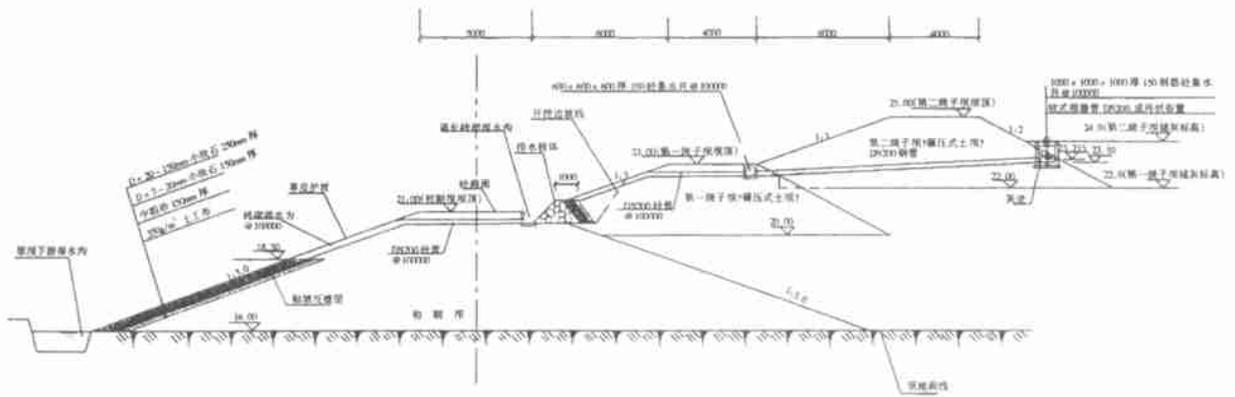


图2 贴坡处理方案图 1:100

说明:  
 1. 第一级子坝采用排水棱体排渗方式.排水棱体下游边设通长砖砌排水沟,每隔100米设砖砌排水管和砖砌排水沟,将通长排水沟中的水引入下游排水沟.第二级子坝采用填筑增设长软式排渗管,每隔100米用DN200钢管将水引出,然后用DN200钢管和砖砌排水沟引至下游排水沟.初期坝设贴坡排水反滤层.第一级子坝及第二级子坝处理措施均需在初期坝施工初期坝处理措施考虑分段施工,以减少本期投资费用.当灰面标高达到24.00米时,初期坝增设的贴坡排水反滤层亦需分段完工.  
 2. 本图尺寸除标高以米计,其余均以毫米计.本图高程采用吴淞高程系.  
 3. 穿明的DN200钢管需设止水翼环,并挂红丹找底,刷防锈漆两道,采用Mn7.5红砖.

的联合审查通过,在局部渗漏非常严重的地段依据我们的图纸进行了施工,取得了非常好的效果,通过本次工程,我们也取得了不小的收获.总结出确保灰坝安全的措施;正确设计和优质施工是灰场安

#### 4 设计总结

我们推荐的设计方案经电力公司生技部、电厂

全运行的前提,加强运行管理是灰场安全运行的保证.

### 1) 从设计的角度来看

#### ①必须设计稳定的坝体

灰坝体应在可能发生的各种情况下满足渗流稳定、抗滑稳定和抗地震液体的要求.应重视分期筑坝新旧坝体结合面的构造处理,特别是防止各种因素可能产生的渗透破坏.

#### ②必须设计可靠的灰场排水系统

排水系统的形式、尺寸及布置应满足澄清灰水及泄洪要求,排水井、管应建在可靠的地基上,穿越坝基时应做好防渗处理.确保排水系统畅通并能有效的控制灰场水位,在坝前形成要求的干滩长度,以实现灰场安全运行并满足环保要求.

#### ③必须设计合理的灰坝排渗措施

浸润线位置是直接关系灰坝稳定安全的关键,应采取适当的工程措施和运行方式,尽可能降低浸润线,提高安全度.

### 2) 从施工的角度来看

必须重视灰坝施工质量,加强施工管理

### 3) 从运行管理的角度来看

①电厂应配备专职管理人员负责管理灰场的

正常运行维护,根据需要调整放灰位置,控制在场水位,设置原型观测设备加强安全监测.

#### ②应重视坝前分散放灰

坝前分散放灰是保证坝体安全特别是灰渣筑坝时所必须的有效措施,若受条件限制不能实现坝前均匀放灰时,也必须将灰浆(如筑导流灰堤)引到坝前沉积,避免在坝前形成水域.

#### ③应充分认识灰坝与水坝的区别

水力除灰的灰坝与水利工程的水坝不尽相同,有其自身特点.灰渣筑坝技术获得成功,并得到推广应用,取得了显著的经济效益.这是科研、设计、施工、运行紧密结合的产物,是科技是第一生产力的体现.电厂在运行过程中,切不可盲目的把灰坝功能改变为水坝.

### 参考文献:

- [1] 火力发电厂灰渣筑坝设计技术规定. DL/T, 5045—95.
- [2] 季超涛,黄真诚,酆能惠.灰渣贮放技术的新发展[J].第二届全国粉煤灰贮放和利用学术会议论文集,河海大学出版社.
- [3] 潘宝雄,速宝玉,等.南昌电厂1#灰坝加高子坝试验研究及技术分析[J].河海大学学报,1999,8.

## Design of 1# Ash-dam Leakage Handling of a Power Plant

HUANG Jia-lin, HU Jian-hong

(Generate Electricity Dept. of Jiangxi Electric Power Design Institute, Nanchang 330006, China)

**Abstract:** This paper introduces the form of ash & slag dam technology and the difference between ash dam and water dam; makes a argumentation for the importance of ash dam soakage lin position, operation administration and construction administration to ensure the safety of ash dam with the example of ash dam leakage handling in a power plant, and finally summarizes the measures to ensure the safety of ash dam.

**Key words:** ash & slag dam; water dam; soakage line; measure