

# 火力发电厂灰场生态恢复措施探讨

陈 萍

(重庆市水利电力建筑勘测设计研究院, 重庆 401120)

[关键词] 灰场; 生态恢复; 绿化; 火力发电厂

[摘要] 在长期堆放的过程中, 火力发电厂灰渣会扩散到周围环境中, 严重影响区域生态环境。目前, 火电厂排放的灰渣以灰场贮存为主, 而灰场的生态恢复是当前生态学的一个重要研究领域, 也是一种较为理想的治理灰场的途径。以重庆南桐低热值煤发电厂犹家沟灰场为例, 探讨了火力发电厂灰场生态恢复问题, 结果表明, 综合运用排水、防渗、抑尘等工程措施与植物措施形成整体恢复体系, 可保护地下水不受污染, 增强区域防御自然灾害的能力, 生态效益显著。

[中图分类号] S157.2 [文献标识码] C [文章编号] 1000-0941(2017)07-0025-03

我国的火力发电厂每年产生的粉煤灰约有 5.8 亿 t<sup>[1]</sup>, 废弃 1.8 亿 t, 废弃率为 31%。历年排放未加利用的粉煤灰总量已超过 25 亿 t<sup>[2]</sup>, 并呈逐年递增的态势。灰渣在长期堆放的过程中会产生扩散现象, 尤其是在南方地区经淋溶、雨水冲刷后灰渣中的重金属逸散到周围环境中, 严重影响区域的生态安全<sup>[3]</sup>。目前, 火电厂排放的灰渣以灰场贮存为主<sup>[4]</sup>, 而灰场的生态恢复是当前生态学的一个重要研究领域, 也是一种较为理想的治理灰场的途径<sup>[5]</sup>。

目前, 国内有关灰场生态恢复的研究工作已积累了一定的成果, 王友保等<sup>[6]</sup>提出人工栽培一些耐贫瘠、抗性强的物种, 如狗牙根、羊蹄、独行菜等既可积累有机物, 改良灰渣土及其环境条件, 加速渣场植被恢复, 又会进一步改良灰渣场, 产生良性循环。甘肃靖远电厂灰场选择沙枣、刺槐、红柳三个树种, 将灰、渣和沙土掺和种植树木, 也取得良好的效果<sup>[2]</sup>。钟飞等<sup>[7]</sup>认为灰场纯灰种植不适用于水资源缺乏、降水量少且蒸发量大的干旱地区, 只适用于水资源较丰富或降水量较多、适合植物生长的地区。王研明<sup>[8]</sup>针对灰场情况布设水平防渗措施和垂直防渗措施以防止灰场由于灰水渗漏导致的环境污染问题。童玉龙<sup>[4]</sup>在研究中提出柽柳和芦苇适宜灰场种植且生长良好, 特别是长穗柽柳成活率高达 92.5%。李荣等<sup>[9]</sup>提出对灰渣体采取铺设草皮等临时防护措施, 以防止灰渣产生流失对周边环境造成危害。徐良骥等<sup>[10]</sup>在对淮南上窑灰场的研究中提出对灰场进行覆土复垦后用作农业用地, 轮作种植小麦和黄豆。但是, 如何有效治理重庆火电厂灰场等类似区域的环境问题, 还没有相关研究结果可以参考。本文以重庆南桐低热值煤发电厂犹家沟灰场为例, 提出适合的生态恢复模式, 以期能够为重庆市火力

发电厂灰场生态恢复提供参考及相关的理论支撑。

## 1 研究区域概况

### 1.1 自然概况

重庆南桐低热值煤发电厂犹家沟灰场位于重庆市綦江区万盛经开区关坝镇双坝村与綦江县扶欢镇东升村交界处, 处于北纬 28°46'~29°06'、东经 106°45'~107°03' 之间, 属四川沉降带东缘, 即川东褶皱带与川鄂湘隆起褶皱带西缘交界部。犹家沟灰场位于三角镇向斜东翼, 为单斜地层, 岩层产状倾向西北 270°~300°, 倾角 35°~50°。灰场区属侵蚀、剥蚀低山沟谷地貌区, 区域年平均气温 18.2℃, ≥10℃积温为 5 893℃, 全年无霜期 339.2 d, 极端最低和最高气温分别为 -3.6 和 44.3℃。年平均降水量 1 279.2 mm, 多年最大和最小降水量分别为 1 566.5 和 795.4 mm, 多年最大 1 h 降水量 75.3 mm, 最大日降水量 204.1 mm; 降水集中在 5—10 月, 期间降水量占全年的 76%, 11 月至次年 4 月降水量较少。年平均蒸发量 1 183.2 mm。多年平均风速 0.9 m/s, 最大风速 17.0 m/s。灰场地层主要为侏罗系中下统自流井组和三叠系上统须家河组, 斜坡及地形低洼地带覆盖有第四系全新统黏土层。土壤主要为水稻土、紫色土、黄壤。灰场地下水以第四系孔隙潜水和基岩裂隙水为主, 以大气降水补给为主, 以蒸发和径流形式排泄。地下水随季节变化幅度一般小于 2 m。孔隙潜水分布于场地沟谷地带第四系地层中; 基岩裂隙水一般为大气降水补给, 储存于岩体裂隙和结构面中, 一般埋藏较深。地下水对钢筋具有微腐蚀性。

### 1.2 灰场概况

重庆南桐低热值煤发电厂犹家沟灰场为矩形, 灰场内两边山坡较陡, 沟底有部分梯田, 两侧山坡植被较

好,有柏树、竹林、杂草等。灰场东南侧山坡上有一个名为矿洞湾的小水库。流域最低处高程约 520 m,最高处高程约 970 m。经调洪及库容计算,灰场堆灰至 610 m 高程时库容约为 408 万  $\text{m}^3$ ,面积约为 21.70  $\text{hm}^2$ 。犹家沟灰场由一条近于南北走向的主沟及数条小型支沟组成,主沟长约 2.5 km、深 50~200 m。沟谷东侧边坡坡度 30°~50°,西侧边坡坡度 10°~30°,自然边坡稳定,成库条件良好。

## 2 灰场生态恢复措施设计

### 2.1 工程措施

#### 2.1.1 灰场布灰

灰场运行前将场内树根等杂物清理干净。由电厂运来的调湿灰,用汽车经场内运灰道路运至堆石棱体前,在堆灰点倾倒后,用推土机推平,振动碾碾压密实。灰场堆灰从堆石棱体向库尾逐步推进,运行坡度 1:20,直至灰场堆灰达限制高程。在贮灰过程中,以排水竖井为中心形成一个高程较低的平台,在洪水期能调蓄洪水并保证灰水沉淀,排走顶部的澄清水。碾压灰体区按照设计要求进行碾压,灰场灰体永久边坡坡度根据以往工程经验定为 1:4,以干砌块石护坡。

#### 2.1.2 排水措施

(1)灰场防排洪。犹家沟灰场左岸山坡贮灰高程接近分水岭,灰场洪水主要来自库尾和右岸,故在灰场库尾及右侧山坡设置截洪沟。截洪沟采用浆砌石砌筑,在陡坡地段,跌水、消力池采用钢筋混凝土结构。截洪沟将灰场外的洪水排至堆石棱体下游的消力池。截洪沟采用梯形断面,单侧排水,纵坡 3/100,每隔 20 m 或在转弯处及地基岩土变化处设伸缩缝,缝宽 30 mm,缝内灌注沥青砂浆。坡面来水通过截洪沟汇入沟口设置的消力池后与天然沟道相接。

(2)场内排水。库内排水采用管井排水形式。灰场内设直径为 6.0 m 的窗口式排水竖井 1 座和内径为 2.5 m 的排水涵管。排水竖井中的雨水通过排水涵管导入堆石棱体下游的消力池中;场内堆石棱体前排水竖井不能排走的临时积水,通过排水盲沟引出,排水盲沟设有 400  $\text{g}/\text{m}^2$  土工布过滤层,透过盲沟排出的水为澄清水,进入渗水回收泵房,作灰场喷洒用水。在灰场库尾和右侧边坡设置的截洪沟,能有效拦截坡面洪水进入灰场;排水竖井和排水涵管,将灰场内部的雨水集中排放到堆石棱体下游的消力池中;排水盲沟用于排泄排水竖井不能排走的临时积水。

#### 2.1.3 防渗措施

为防止灰场运行初期灰水渗入地下造成地下水污染,库底采用防渗措施:表层为土层的直接设土工防渗

膜;在基岩露头且裂隙发育、岩性完整性较差的地方采用水泥砂浆或混凝土封闭处理,然后再铺土工膜防渗,防渗膜采用随堆随铺原则。

#### 2.1.4 堆灰体防护措施

堆灰体形成的永久边坡采用干砌块石防护,考虑到灰体的堆灰边坡比较缓(边坡为 1:4),且干砌石护坡略显生硬,从美化环境的角度出发,对灰体形成的永久边坡采用浆砌块石框格种草护坡。框格尺寸为 2.0  $\text{m} \times 2.0 \text{ m}$ ,框条尺寸为 0.3  $\text{m} \times 0.3 \text{ m}$ ,采用 M7.5 浆砌块石砌筑,框格内覆土种草。

另外,灰场在运行的过程中,表层粉煤灰被自然风吹动会造成飞灰污染。为了防止飞灰污染环境,要定期喷洒水面以保持灰面湿润;灰渣的运输车辆采用密闭式,防止运输过程中灰渣飞扬污染环境。

### 2.2 植物措施

#### 2.2.1 堆灰体周边绿化

为防治水土流失和改善灰场周边环境,在灰场周边征地范围内营造防护林。乔灌木相结合,乔灌木均采用坑植,乔木选用刺槐、小叶榕等,株行距为 3  $\text{m} \times 4 \text{ m}$ ;灌木选用马桑、黄荆、紫薇等,株行距为 1.5  $\text{m} \times 2 \text{ m}$ ;草籽采用撒播,草种选用狗牙根、结缕草、紫花苜蓿等。

#### 2.2.2 堆灰平台及边坡绿化

灰场堆灰平台覆土后,采用乔灌木混种的方式对平台进行绿化。乔灌木均采用坑植,乔木种植坑 0.6  $\text{m} \times 0.6 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}$ ,树种选用小叶榕、刺槐、泡桐等,株行距为 3  $\text{m} \times 4 \text{ m}$ ;灌木种植坑 0.4  $\text{m} \times 0.4 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}$ ,树种选用马桑等,株行距为 1.5  $\text{m} \times 2 \text{ m}$ ;草籽采用撒播,草种选用狗牙根、龙须草、显子草、结缕草、苇状羊茅等。堆灰边坡种草绿化,草种选用狗牙根、结缕草、紫花苜蓿等。

#### 2.2.3 灰场管理站绿化

在灰场管理站周边裸地植树绿化,考虑到临近公路,乔木选用香樟、柏树等,株行距为 3  $\text{m} \times 4 \text{ m}$ ;灌木选用紫薇、迎春花等,株行距为 1.5  $\text{m} \times 2 \text{ m}$ 。草籽采用撒播,草种选用狗牙根、结缕草、紫花苜蓿等。

通过对项目区植物种类的典型抽样调查,对其植物种类组成及重要值进行了初步研究。重要值是计算、评估物种多样性的重要指标,以综合数值表示植物种在群落中的相对重要性<sup>[11]</sup>。犹家沟灰场植物种类、习性及其重要值见表 1。

## 3 结 语

重庆南桐低热值煤发电厂犹家沟灰场采取一系列工程措施和植物措施进行生态恢复,效果明显。工程措施有排水、防渗、抑尘等,有效地控制了水土流失,保护地下水不受污染,增强区域防御自然灾害的能力。

表1 犹家沟灰场植物种类、习性及其重要值

植物名称	形态	主要生态习性	重要值
小叶榕	常绿乔木	喜光,耐旱,耐瘠薄,适应能力特别强	30.85
刺槐	落叶乔木	为强阳性树种,不耐荫蔽,喜较干燥而凉爽气候,较耐干旱瘠薄,畏积水,抗风能力较弱	75.26
紫薇	落叶灌木	喜光,耐半荫,抗旱抗寒,不耐涝	21.25
马桑	落叶灌木	喜光,适应性强,既耐干旱瘠薄又耐水湿	20.63
芭茅	多年生草本	喜水,喜光,适应性强,对土壤要求不高	19.25
黄荆	落叶灌木	喜光,适应性强,常生于山坡、路旁、村边	22.75
结缕草	多年生草本	适应性强,喜光、抗旱、耐高温、耐瘠薄和抗寒,喜深厚肥沃排水良好的砂质土壤	80.65
狗牙根	多年生草本	耐热,耐践踏,再生能力强,较耐干旱,耐贫瘠,固土能力强	100.89

植物措施可有效减少粉煤灰的二次污染,同时可以吸收空气中的有害物质,净化空气,使生态环境得到更好的恢复。通过对植物种类的调查得知,该区域乔木主要为刺槐和小叶榕,其重要值位于前列,草种以狗牙根为主。对灰场的生态恢复不仅仅局限于灰场内部,灰场周边的恢复也十分重要。

#### [参考文献]

- [1] 中国资源综合利用年度报告(2014)[J].再生资源与循环经济,2014(10):3-8.
- [2] 杨利香,施钟毅.“十一五”我国粉煤灰综合利用成效及其未来技术方向和发展趋势[J].粉煤灰,2012(4):4-9.

- [3] 张晓亮,张华明,龚长春,等.工业废弃地植被恢复与重建——以江西粉煤灰场植被恢复研究为例[C]//中国水土保持学会水土保持规划设计专业委员会2015年年会论文集.北京:中国水土保持学会,2015:50-53.
- [4] 童玉龙.灰场绿化覆盖研究[J].宁夏农林科技,2013(12):27-28.
- [5] 张莉,王友保.火力发电厂灰渣场的植物分布[J].安徽师范大学学报:自然科学版,2002(3):274-276.
- [6] 王友保,张莉,刘登义.火力发电厂灰渣场理化性质对植物生长的影响[J].农村生态环境,2002(4):27-30.
- [7] 钟飞,黄涛.戈壁滩干灰场防风抑尘研究[J].科技风,2013(24):145-146.
- [8] 王研明.燃煤电厂灰场设计与环境保护技术研究[C]//2009年火电厂环境保护综合治理技术研讨会论文集.洛阳:中国电机工程学会,2009:20-23.
- [9] 李荣,刘玉杰,王海燕.热电厂贮灰场水土流失防治措施初探[J].现代农业,2005(7):32.
- [10] 徐良骥,许善文,杨秀芳,等.粉煤灰充填复垦地理化特性与重金属分布特征研究——以淮南洛河电厂粉煤灰复垦地为例[J].农业环境科学学报,2012(12):2352-2360.
- [11] 邵彬,邓坤枚.长白山北坡亚高山云冷杉林的植物种类组成及重要值[J].自然资源学报,2000,15(1):66-73.

[作者简介] 陈萍(1981—),女,贵州遵义市人,工程师,学士,主要从事水土保持方案编制、水土保持监测等工作。

[收稿日期] 2017-02-10

(责任编辑 孙占锋)

(上接第3页)绿质作为考核目标。

八是坚持以调动社会力量开展水土保持的理念。水土流失区多分布在丘陵山区,长期以来,农民一直是水土流失治理的主力军。改革开放30多年来,真正常年生活在农村的人员状况发生了巨大变化,40%以上的农民进城务工,成为城市建设者,而留在农村居住的多是“993861部队”,即上岁数的老人、妇女和留守儿童,农村劳动力严重不足。针对这种情况,开展水土保持更多的是要依靠社会力量或专门的施工企业。

九是坚持把监测工作作为重点的水土保持理念。开展水土保持监测并向社会公告,这在水土保持法中有明确规定。水土保持监测是一项基础性工作,可靠的监测数据是各级政府进行水土保持决策和监督管理的依据。从目前的情况看,山西省的水土保持监测工作虽然已开展了15年,但其监测资料不完整、质量不高,是水土保持工作的一处“软肋”,今后必须重点加强。通过完善监测站点、配置设备人员,扎实开展监测

工作,以充实的监测数据为政府决策提供可靠依据。通过海量的监测数据,建立健全水土保持信息库,加快水土保持信息化步伐,实现资源共享。

十是坚持把新型经济林作为“重头戏”的水土保持理念。一说到经济林,大家首先想到的是苹果、梨、桃、山楂等水果类和红枣、核桃、仁用杏等干果类树种。近年来全省大力推广双季槐、翅果油树、油用牡丹、钙果等生态效益与经济效益俱佳的新型经济林树种。目前,水果类树种种植面积过大,部分年份出现水果滞销现象,而干果类树种果品品质较差,大部分市场被外来产品挤占。因此,在小流域综合治理的基础上,转变观念,研究开发新的经济林果木、开拓新市场已成为紧迫任务。

[作者简介] 杨军(1983—),男,山西平陆县人,工程师,硕士,从事水土保持科研、技术服务等工作。

[收稿日期] 2017-03-15

(责任编辑 李杨杨)