

治理技术

粉煤灰固结技术及应用研究

郭青云

(电力工业部南京电力环境保护科学研究所, 南京 210031)

摘要 为防治火电厂贮灰场扬尘污染对粉煤灰固结技术进行了试验研究。目前已研制出2个系列的粉煤灰固结剂, 固结后的抗压强度都在 16 kg/cm^2 以上, 最高达 70 kg/cm^2 ; 水稳系数和冻稳系数都在 $0.90\text{—}1.00$ 。该项技术具有抑尘效果好、保持时间长、治理成本低、原料来源广泛、施工工艺简单和易于推广等特点。它可用于正在使用的灰场(包括中转灰场、碾压灰场)和贮满灰的灰场治理扬尘, 还可用于灰场防渗和灰坝加固。

关键词 固化技术, 粉煤灰, 固结剂, 稳定系数。

燃煤电厂每年有大量的粉煤灰排入灰场, 不仅占用大量土地, 而且产生二次扬尘, 严重地污染大气环境, 危害附近居民的身体健康。据调查, 燃煤电厂贮灰场的扬尘污染问题在全国还比较普遍。目前国内解决贮灰场扬尘污染问题的传统的方法是用水封(即灌水或洒水)和覆土造田、或直接种植植被。从粉煤灰的颗粒组成和粒径级配分析, 它与细砂土非常接近, 其保水性能极差, 表层的水分很易蒸发。因此采用水封方法抑尘需经常进行, 工作量大, 抑尘效果也不理想。采用覆土、种植植被治理扬尘, 不适合运行灰场和中转灰场, 其次工程造价高。覆土要达到一定厚度(一般 30 cm 以上)才能种植植被或栽种树木, 尤其是对土地比较宝贵的南方象江苏、浙江沿海一带要覆较厚的土, 比较困难。

南京电力环保科研所经过几年的试验研究, 现已研制出2种系列若干不同品种的防尘固结剂以及相应的固结配套技术, 其中有针对运行灰场、中转灰场以及碾压灰场的短效固结剂; 有针对贮满灰, 作为资源封存的长效固结剂; 还有针对灰场和地基加固用的加固固结剂和防渗用的防渗固结剂。这些固化技术及固结剂应用范围很广, 对环境保护、资源的综合利用具有重要意义。日本、美国、西德目前等发达国家都很重视这项技术的研究和应用。

1 固结技术

粉煤灰固结技术是在灰场表面用人工或机械喷洒或浇注一种固结剂, 与灰场表层的粉煤灰发生反应, 生成胶粘性物质, 并具有一定的抗压强度, 从而达到抑尘或某种预期的目的。

固化剂本身是一种混合物, 主要成分是无机胶粘剂、活性激发剂和外加剂等。固化剂的添加量为 $10\%\text{—}30\%$ 。施用时与适量的水一起拌和, 制成浆体, 然后喷洒或浇注在灰场表面, 形成凝固的表层。其固结原理是利用固化剂的主要成分与粉煤灰中活性组分发生反应, 生成胶粘性物质, 并通过少量外加剂的增强作用, 使粉煤灰固结。固结的效果与粉煤灰的理化特性、固结剂掺量、混合料的压实度和养护条件等有关。

现场施工包括混合物的配制、泵送、喷洒或浇注等。施工工艺如图1所示。

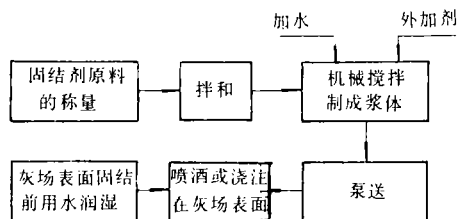


图1 现场施工工艺示意图

这种固结技术有如下几个特点是：(1) 抑尘效果好，能保持较长时间；(2) 治理成本低，电厂能承受；(3) 原料来源广泛，施工工艺简单；(4) 易于推广应用。

2 固结试验结果

除了加强实验室的基础研究外，在工业性试验过程中一方面加强现场固结情况(表面观测、气象要素测定)的观测，另一方面采用现场施工同样的配方对固结性能和固结效果进行对比观测。

2.1 抗压强度试验

将固结剂和粉煤灰按一定配比混合、拌匀，然后按一定的水固比将混合料制成糊状物，并置于φ50×50的圆模中振动成型，24 h后脱模、称重，并进行适当的养护，最后分别测定一定龄期试块的容重变化和强度大小。

(1) 固结剂对强度的影响 利用2种系列的固结剂进行试验，结果见表1。

由表1可见，不同的固结剂的固结强度不一样，而且相差较多。某一系列的固结剂在一定的范围内有一最佳掺量。但从经济的观念来看，随着固结剂掺量的增加，成本也提高，所以使用时应根据贮灰场情况和工程的具体要求，只要能达到所需强度，尽可能减少固结剂的掺

量，以降低固结的成本。

表 1 各种固结剂对强度的影响

系 列	固结剂	28 d	
		容重 (g)	抗压强度 (kg/cm ²)
I	1	148	16.0
	2	155	22.1
	3	153	35.4
	4	159	43.3
	5	159	57.5
II	6	148	16.0
	7	150	16.3
	8	150	21.7
	9	153	18.0
	10	153	16.5

(2) 外加剂对固结强度的影响 现有的外加剂种类繁多，可供选择的也较多，用4种外加剂作试验，结果见表2。

由表2可以看出，外加剂对固结性能的影响较大，相差也较多，应根据当地气象情况、水文地质条件以及工程要求选用。为了确保固结的效果，一般选用2—3种，以增加固结的强度和防止环境对固结效果的影响。

2.2 固结剂水稳定性和抗冻性试验

用现场工业性试验的配方做成试块，养护至规定的龄期进行水稳定性能和抗冻性能测定，

表 2 外加剂对固结强度影响

粉煤灰(%)	固结剂(%)	外 加 剂 %				28 d 干压强度 (kg/cm ²)
		1	2	3	4	
77.6	19.4	3				24.5
77.6	19.4	3				24.8
77.6	19.4		3			24.8
77.6	19.4		3			25.9
77.6	19.4			3		25.8
77.6	19.4			3		25.9
77.6	19.4				3	35.8
77.6	19.4				3	35.5
77.6	19.4	1	1	1		51.1
77.6	19.4	1	1	1		51.3
77.6	19.4	0.75	0.75	0.75	0.75	66.3
77.6	19.4	0.75	0.75	0.75	0.75	66.4
80.0	20.0					21.7
80.0	20.0					22.0

为工程应用提供科学依据。

(1) 水稳定性测定 将试块养护至 28 d, 称重后置于水中浸泡 12 h, 取出风干 12 h, 这样为一循环。经多次循环后观测表面固结情况, 并测定其抗压强度, 并用对比样进行比较。测定结果见表 3。

表 3 水稳定性试验结果

灰场	配方	浸水试块强度 (kg/cm ²)	对照样强度 (kg/cm ²)	水稳系数
一	1	18.7	20.8	0.90
一	2	11.9	13.2	0.90
二	3	67.0	74.4	0.90
二	4	66.7	66.7	1.00

(2) 抗冻性能的测定 同样将做成的试块养护 27 d 后, 将试块取出放在 20—25℃ 水中浸泡 24 h, 然后置于 -20℃ 左右的冷藏箱中冷冻 12 h, 再取出放在 20—25℃ 水中浸泡 12 h, 然后冷冻, 再浸融循环多次。观测表面固结情况, 并测定其抗压强度, 同时对对照样比较。其观测结果见表 4。

表 4 抗冻性能试验结果

灰场	配方	浸水试块强度 (kg/cm ²)	对照样强度 (kg/cm ²)	冻稳系数
一	1	15.1	16.8	0.90
一	2	10.5	11.4	0.90
二	3	81.9	88.9	0.92
二	4	62.7	64.7	0.97

由表 3、4 表明, 笔者所在所研制的固结剂水稳定性和抗冻性能均较好。

2.3 工业性试验

本固结剂 1993 年在秦岭电厂贮灰场已成功地完成了工业性试验, 并在云南宣威电厂西山灰场进行了大面积污染治理, 治理工程被评为优质工程。1994 年 7 月经西北电管局召开了现场讨论会, 代表观看了工业试验的现场, 大家一致认为固结效果理想, 其抗压强度、整体性、水稳定性和抗冻性能均符合要求, 为我国贮灰场粉煤灰二次扬尘污染治理开辟了新的途径。

1993 年夏天用本固结剂在河北马头电厂做了灰坝加固可行性研究, 结果表明用粉煤灰筑坝, 再用固结剂把灰坝表面加固, 不仅可以扩大现有灰场容量, 提高现有灰场的利用率, 减少新征土地费用, 而且具有造价低、防扬尘污染、防灰水渗漏等特点, 可以做到扩容改造和污染治理同步进行。

3 结论

(1) 从试验结果和固结性能分析, 研制的 2 种系列固结剂都可使抗压强度达到 16 kg/cm² 以上, 最高达 70 kg/cm², 使水稳系数和抗冻系数达到 0.90 以上, 固结性能良好。用于治理贮灰场可以在长时间内不产生二次扬尘。

(2) 固结机理是利用钙基物质和硅质材料中主要成分与粉煤灰中活性组分发生反应, 生成胶粘性物质, 并通过少量外加剂的增强作用, 使粉煤灰固结。固结效果与粉煤灰理化特性、固结剂掺量、混合料的压实度以及养护条件等因素有关。

(3) 固结费用包括固结剂费、施工费、运输费和机械设备费以及技术服务费。主要是固结剂, 其余费用所占比例较少。固结剂费用与保持期有关。一年以内 6000 元/hm² 左右, 一年以上 12000—15000 元/hm² 左右。

机械设备费 3 万元左右, 一般火电厂都有这种设备不需购置。

(4) 采用化学固结法防治贮灰场扬尘污染是一种行之有效的方法, 它具有防尘效果好, 操作方便, 易于推广等突出优点。碾压灰场上喷洒一层固结剂, 防尘效果更佳, 而且可以保持较长时间。

参考文献

1 郭青云等. 电力环境保护. 1993, 8(3): 26
2 陈建奎等. 粉煤灰. 1989, (3): 39
3 郭青云等. 电力环境保护. 1994, 10(4): 49
4 Bell N E et al. Solidification of Low-Volume Power Plant Sludges. CS-2171. 1981

matter to form chloroform, the production of which increases with an increase in COD, pH, and chlorine dosage. The level of chloroform would exceed the national drinking water quality standard ($60 \mu\text{g/L}$), 48 hours after dosing 7 mg/L chlorine to water with a COD of 3 mg/L chlorine dioxide does not react with organic matter to form chloroform. After adding 11.33 mg/L of chlorine dioxide to a water having a COD of 2.67 mg/L for 48 hours, the level of chloroform was below detection limit. Moreover, a combined use of chlorine dioxide and chlorine can inhibit the formation of chloroform. However, chlorine dioxide was not able to remove chloroform already present in water.

Key words: chlorine dioxide, water disinfection, chloroform.

Study on the Degradation of DNA in an Acidic Medium by HPLC Using Gradient Elution. Long Yaotin et al. (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16** (3), 1995, pp. 35–38

The determination and separation of bases from the degradation products of DNA in hydrochloric acid, perchloric acid, trichloroacetic acid, trifluoroacetic acid and formic acid were described. The hydrolysis yields of DNA adduct products of MNU also were presented. The effects of mobile phase composition, flow rate, column temperature, gradient ramp, pH value, salt concentration, and buffer concentration on capacity factors (K') were respectively discussed. The experimental results showed that hydrochloric acid is a favorable hydrolytical medium for DNA degradation and high recovery of DNA bases can be obtained. The optimum hydrolytical conditions for adduct products of DNA of MNU were 1 mol/L hydrochloric acid, 20 min, and $80\text{--}100^\circ\text{C}$.

Key words: HPLC, DNA, MNU, adduct.

A Study on Technology for Solidification of Pulverized-Coal Ash and Its Application. Guo Qingyun (Nanjing Institute of Environmental Protection Science for Electric Power, Ministry of Electricity Industry, Nanjing 210031); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(4) 1995, pp. 39–41

Test and research have been made on a solidification technology for pulverized ash to be used in suppressing dust of ash ponds or landfills for coal-fired power plants. As a result, two series of ash-stabilizing agent have been already developed. The solidified ash has a compressive strength over

16 kg/cm^2 , with a maximum of 70 kg/cm^2 , and stability coefficients in water and in freezing state are over 0.90 and even up to 1.00. This process is highly efficient in dust suppression, durable in operation, low in cost, abundant in raw material supply, simple in application, and easy in popularization. It can be used for ash ponds or landfills in operation or being full, for reinforcing ash dykes and for preventing permeation of ash ponds.

Key words: solidification technology, pulverized-coal ash, stabilizing agent, stability coefficients.

Preliminary Study on the Biological Effects of Lignin Dressing Seed on Plant Growth. Fan Xiuying et al. (EIA Unit, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(4), 1995, pp. 42–45

Lignin, extracted from the black liquor discharged from small and medium-sized pulp and paper mills, was used as a seed dressing agent to coat seeds at a rate of 0.4% by weight of seed and at pH 7.8, and the dressed seeds were grown in experimental plots containing a sand and soil culture and in fields. The results show that the seed dressing increased the rate of seed germination, accelerated the development of root systems, enhanced the effective tillering of wheat, increased the resistance to drought and to pests, the number of seeds in a single ear, and the weight per thousand seeds, and thus raised the yield. The treated wheat and maize grown in all experimental fields in Shandong and Hebei provinces and in Beijing were found to have an over 10% increase in yield as compared to control. The biological effects of seed dressing were found to be closely related to the process of extracting lignin from black liquor, the source of pulping raw materials, the rate of dressing agent used, the pH value of dressing solution, the variety of crops and the fertility of soil. The cost of lignin as a seed dressing agent is low due to its being from pulping waste and the dressing technology is quite simple, environmentally sound and easy to be diffused for agricultural purpose.

Key words: lignin, pulping waste, waste recycle, seed dressing agent, wheat, maize.

Development of A Concrete Water-Reducing Admixture Using Lignin from Alkaline Wheat Straw Pulping Black Liquor. Fan Yaopo et al. (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(4), 1995,