



污泥焚烧中重金属和碱金属气固转变区域

韩 军 徐明厚 姚 洪 夏永俊

(华中科技大学 煤燃烧国家重点实验室, 湖北 武汉 430074)

摘要: 通过污泥焚烧试验研究了尾部烟道不同温度区域重金属和碱金属的分布,发现每种金属都有自己的气固转变区域. 因此可以通过温度控制对这些金属进行分类,从而达到分离利用的目的. 根据金属的气固转化温度,可将它们分成四类:A类金属在温度高于 600 °C 以上的区域开始从气态转变成固态,包括 Zn, Cd, Pb; B类元素转变温度为 400 °C, 有 Pb 和 Cu; C类有 Na 和 Mg, 其转变温度为 300 °C 以下; D类在 300 °C 到 400 °C 时转变, 主要有 As.

关键词: 污泥; 焚烧; 重金属; 碱金属; 分离

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-4512(2006)06-0106-02

Study of partition of heavy and alkali metals during sewage sludge incineration

Han Jun Xu Minghou Yao Hong Xia Yongjun

Abstract: In order to study the distribution of heavy and alkali metals at different temperature zones during sewage sludge incineration, an experiment was carried out on a bench scale combustor. The results indicated that every metal has their own gas-solid conversation temperature. It was possible to separate and reuse the metals in fly ash. The heavy and alkali metals can be divided into four groups on the basis of their transformation temperatures: group A, being converted into condensed phase above 600 °C, included Zn, Cd and Pb; the conversion temperature of group B, including Pb and Cu, was above 400 °C; Na and Mg were among group C, the condensation temperature was lower than 300 °C; As for group D, As was found, with transformation temperature between 300 °C and 400 °C.

Key words: sewage sludge; incineration; heavy metals; alkali metals; partition

Han Jun Doctoral Candidate; State Key Lab. of Coal Combustion, Huazhong Univ. of Sci. & Tech., Wuhan 430074, China.

研究表明污泥中某些重金属含量非常高^[1~5]. 研究这些重金属在污泥焚烧过程分离变成一个热门的课题,但是大部分的研究结果重复性比较差或者很多试验是在试验台架上进行的,实际上很少能实现^[6~8]. 由于处理的污泥量非常大,同时污泥中某些重金属元素的浓度非常高,如铅、铜和锌,如果能够在污泥焚烧过程中将这些重金属回收,不仅节省资源,而且可以防止这些重金属元素对环境的污染,非常有意义.

1 试验装置

试验是在某市一个污水处理厂的工业熔融炉中进行的,这个熔融炉如图 1 所示. 试验过程中先用丙烷加热炉膛,在炉膛温度达到 1 400 °C,飞灰取样点温度达到 800 °C 后稳定 1 h,然后保持这个状态 2 h 以测试空白样;在空白试验完成后开始投入污泥,污泥的投入量为 10 kg/h,持续时间同样为 2 h,取样装置如图 2 所示. 试验中使用的是

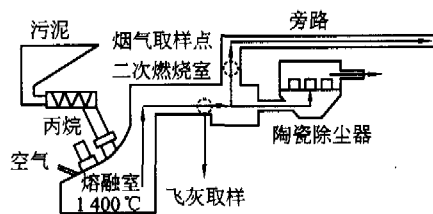


图1 污泥熔融炉示意图

湿的脱水污泥,水分含量为 80 %。在试验过程中保持氧体积分数为 4 %~5 %。对于飞灰态的重

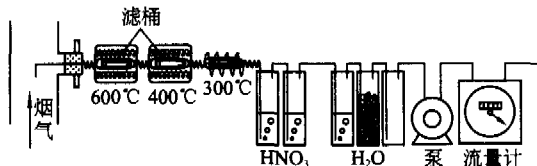


图2 飞灰取样装置示意图

金属和碱金属采用滤桶捕获,而气态的重金属用溶液吸收,本试验中采用体积分数为 7 % 的硝酸溶液和蒸馏水来吸收气态的重金属元素,同时为了防止烟气温度太高某些元素仍然会以气态形式排出,用冰块冷却硝酸溶液和水,保持其温度为 0 °C 左右,然后用无水硫酸铜来干燥这些烟气。试验过程中为了分离不同的重金属元素,同时为了保持取样管内温度,采用了加热装置,用这些加热装置包着取样管和滤桶,用热电偶控制这些加热器的温度。滤桶 1 保持在 600 °C 左右,滤桶 2 保持在 400 °C 左右,滤桶 3 保持在 300 °C 左右。其他取样管上的加热器温度设定随滤桶温度变化而变化。

2 污泥焚烧试验的结果和分析

将试验中得到的滤桶及样品通过 HNO_3 — HF — HClO_4 方法消解,再用原子发射光谱(ICP-AES)和原子吸收光谱(AAS)分析。从图 3 可以看出各个元素在不同温度下气态跟固态的比例。为了更好地比较,将金属分成四类:A 类金属在高于 600 °C 时从气态转变液态或者成固态,包括 Zn, Cd, P。Natascha Wolski^[8] 也在煤与污泥混燃的试验中发现 Zn 的气态转化液态或者固态的温度为 800 °C 以上,这与试验结果比较符合,但是文献[8]的试验结果中 P 在低于 260 °C 转化为液态或固态,因为其试验中 P 主要是以 P_2O_5 形态存在于烟气中,本试验中没有分析固态 P 的形态;而 B 类元素转变温度高于 400 °C,这里的元素有 Pb 和 Cu; C 类有 Na 和 Mg,其转变温度为 300 °C 以下; D 类在 300 °C 到 400 °C 时转变,有 As。当然

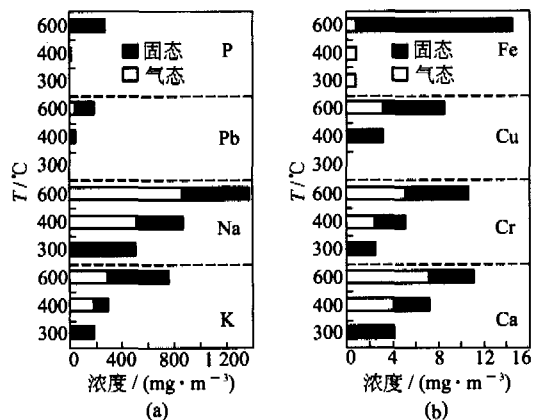


图3 金属及其化合物在不同温度下气固态的分布

这样分类只限于从那些从在污泥焚烧时可以挥发,同时也会冷凝的元素,对于 Ca, Fe 和 Cr 不适用,这些化合物的熔沸点较高,飞灰中的这些元素不是通过气态到液态或固态这个转化形式得到的,而是被烟气从燃烧室中携带出来的。

本文通过一个污水处理场的现场试验,得到了不同气态重金属在尾部烟道的转化温度, A 类金属在高于 600 °C 的温度就开始从气态转变成液态或者固态,包括 Zn, Cd 和 P, 而 B 类元素为 400 °C, 这里的元素有 Pb 和 Cu; C 类有 Na 和 Mg, 转变温度为 300 °C 以下; D 类在 300 °C 到 400 °C 时转变, 如 As。这样就可以通过不同的温度分离出不同重金属。

同时通过定量分析发现, Zn 在 600 °C 时就全部转化为液态或者固态而被滤桶捕获了。即使 300 °C 以下仍然以气态形式存在的金属很少, 主要是 Na; 尽管 Pb 为 B 类元素, 但是在 400 °C 时还有一小部分的铅没有被滤桶所捕获。

参 考 文 献

- [1] 田宁宁, 王凯军, 杨丽萍. 污水处理厂污泥处置及利用途径研究[J]. 环境保护, 2000(2): 18-20.
- [2] 李爱民. 污泥焚烧底灰中重金属残留特性的实验研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2002(11): 20-24.
- [3] 张衍国. 城市污水污泥焚烧过程中的重金属迁移特性[J]. 环境保护, 2000(12): 35-36.
- [4] Werther J. Sewage sludge combustion[J]. Progress in Energy and Combustion Science, 1999(25): 55-116.
- [5] Fytianos K. Leaching of heavy metals from municipal sewage sludge [J]. Environment International, 1998(4): 467-475.
- [6] Slater P N. Pilot scale investigation of coal ash transformations under staged combustion[D]. Dissertation; Brigham Young University, 1998.