

· 环境地球化学 ·

# 赤泥内铁钛矿物在烧结过程中的呈色机理研究

黄迎超<sup>1,3</sup>, 张乃丛<sup>2</sup>, 王 宁<sup>1</sup>, 万 军<sup>2</sup>, 石 莉<sup>1,3</sup>,  
 刘邦煜<sup>1,3</sup>, 顾汉念<sup>1,3</sup>, 田元江<sup>1</sup>

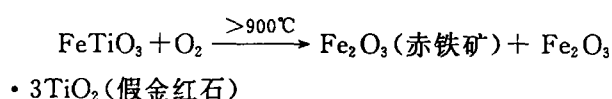
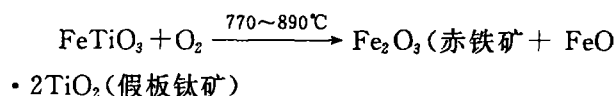
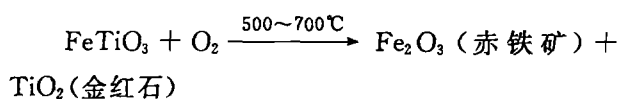
1. 中国科学院 地球化学研究所 地球深部物质与流体作用实验室, 贵阳 550002;  
 2. 贵州省建筑材料科研设计院, 贵阳 550002; 3. 中国科学院 研究生院, 北京 100049

赤泥是氧化铝生产过程中产生的工业废弃物, 由于其具有高碱性、排放量大的特点, 目前尚未有合理的综合利用技术, 主要采用堆存进行处置。据不完全统计, 国内赤泥累积堆存量高达5 000万吨。其处置与资源化利用是建设资源节约型, 环境友好型和谐社会急需解决的重大问题之一。本文通过拜尔法赤泥在烧结过程中, 所含铁、钛矿物的呈色机理研究, 探讨利用赤泥制备烧结彩色墙体材料的可行性。

根据对中铝贵州分公司拜尔法赤泥的采样分析表明, 其中铁含量在 4.3%~6.1% 范围内, 主要以赤铁矿及少量的磁铁矿、褐铁矿等含铁矿物形式存在; 这是赤泥呈铁红色的主要原因。赤泥中的钛含量在 4.7%~6.5% 范围内, 主要以钙钛矿及少量残留锐钛矿形式存在。

根据对相图的研究, 在 Ti-O 系化合物中, Ti 和 O 除可形成 TiO<sub>2</sub>、Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO 三种氧化物外, 在 TiO<sub>2</sub>-Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 之间尚可形成多种同系物。TiO 和 Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 均为黑色, 而 Ti<sub>3</sub>O<sub>5</sub> 为兰黑色粉末, 这些均是高温下才能出现。赤泥中的钙钛矿(CaO·TiO<sub>2</sub>)是一种偏钛酸钙盐, 密度约 4.02, 熔点 1 915℃, 属稳定型化合物, 呈黄色晶体, 鲜艳性较高。一般硅酸盐建材产品中主要由硅和铝化合物组成, 从 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 和 CaO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 三元高温相图上看, 在此范围内可形成具有明显显色矿物的仅有钙钛矿和金红石。因此在一般建筑材料烧结温度下不易再产生二次反应, 其黄色对烧结料和烧结制品具有较好的呈色性和着色性。

前人对钛铁矿的研究也表明, 其在不同温度下进行氧化焙烧可以分别得到:



因此在对赤泥进行烧结的过程中, 通过控制反应气氛为氧化气氛, 可促使原料中的 Fe<sup>2+</sup> 转化为 Fe<sup>3+</sup>, 从而有利于生成赤铁矿、金红石、假金红石、假板钛矿等矿物, 并避免生成灰黑色的钛铁矿等导致色彩变差矿物生成。

贵州省建筑材料科研设计院在南非采用含钛 4% 左右, 含铁 3% 左右的粘土原料, 在南非设计建设了彩色墙砖和装饰砖生产线。同时对采用中铝贵州分公司的拜尔赤泥为主要基料, 也进行了彩色烧结制品的试验中, 取得了初步成功。

综上所述, 利用赤泥在高温烧结过程中铁、钛矿物转化形成矿物的呈色机理, 通过制订适当的烧成温度与烧成气氛来控制最终产品的色彩是可行的。对于赤泥这类排放量大的工业废弃物, 要达到较大比例的综合利用, 建材行业是最有希望的行业。利用赤泥烧成彩色建筑材料具有废物处理量大、产品附加值与技术含量高、环境效益与经济效益良好的特点。

基金项目: 贵阳市科技计划项目([2008]筑科工合字第 30 号); 固体废物处理与资源化省部共建教育部重点实验室(西南科技大学)开放基金资助项目