

粘土质页岩陶粒膨胀机理的研究

张学亮

鄂文斌

(冶金部二十二冶建筑研究所)

(内蒙古冶金研究所)

摘要——陶粒是一种新型建筑材料。我们用红外光谱分析等方法得出了下列结果：陶粒膨胀的内动力主要是原料中的结构水(-OH)的气化，其次是由 Fe_2O_3 氧化还原反应所产生的 CO_2 气体。

一、引 言

陶粒是一种新型建筑材料。它是用烧胀工艺使之膨胀而得到的多孔轻质材料，用于混凝土代替碎石或砾石，属于人造轻骨料。烧胀陶粒时，原料的化学成分、矿物组成决定着产品的主要性能。为了更好地确定陶粒的生产工艺制度，提高产品质量，需要搞清楚烧制陶粒的原料组成和膨胀机理。

通过对原料进行岩相、差热、X射线衍射等分析，我们确定了原料的矿物组成是以石英和伊利石为主，此外还有少量的针铁矿、绿泥石、沸石等。

表1给出了陶粒原料的化学成分。

表1 原料的化学成分(重量百分比)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	烧失量	固定碳
56.83	18.98	6.65	2.74	1.17	2.30	1	9.64	0.24

下面报道我们利用红外光谱分析等方法所得出的关于膨胀机理的结果。

二、试 验

众所周知，物料在高温下软化(产生液相)并保持一定的粘度，同时使物料内气体逸出，这是陶粒膨胀的主要条件。为了探讨陶粒焙烧时原料的粘度变化与膨胀气体逸出的关系，以及在不同温度范围原料中何种物质产生气体和发气量的大小，我们做了热显微镜观察、红外光谱分析和加热失重试验。其试验结果分析如下。

热显微镜观察 将原料粉碎成粉末，压制成 $\phi 3\text{mm}$ 的圆柱体，以每分钟 $7\sim 8^\circ\text{C}$ 的升

表2 热显微镜观察结果

温 度	现 象
680~900°C	稍有收缩
940°C	明显收缩
1170~1220°C	软 化
1280°C	液相大量出现

温速率加热观察。其结果如表2所示。

红外光谱分析 使用的仪器为日本IR-450型双光束记录式光栅红外光谱仪。采用溴化钾压片法进行测定。图1是膨胀性自然粘土质页岩样品在不同温度时的谱图。图中3700~3600 cm⁻¹峰为游离水的伸缩振动吸收峰^[1]。3400 cm⁻¹附近吸收峰为结构水的伸缩振动吸收峰，1620 cm⁻¹为结构水的变角振动吸收峰^[2]。

从图中可以看出，在低温时游离水和结构水吸收峰都存在。600°C以上游离水的吸收峰全部消失。因此，它对陶粒膨胀不起作用，而结构水的吸收峰仍然存在，直至1250°C陶粒烧成，它才基本消失。这就是说，结构水一般在200~800°C时脱掉。但是，从所研究的谱图显见，甚至在长期锻烧陶粒的条件下，页岩的结构水某些部分可保持在900~1150°C^[3]。在快速锻烧陶粒的条件下，脱掉页岩中残余的结构水，无疑就移向膨胀的温度范围，它正是陶粒内气体形成的原因。从谱图中也可以看出，由结构水形成的气体不是一下子就完全脱掉的。当物料软化而粘度适宜时，这部分气体就促使陶粒膨胀。

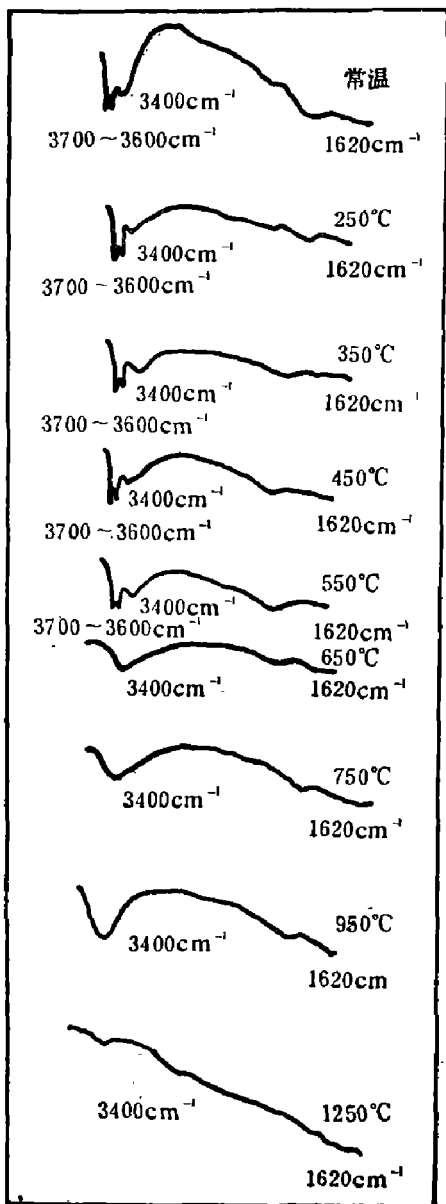


图1 不同温度下样品的红外谱图

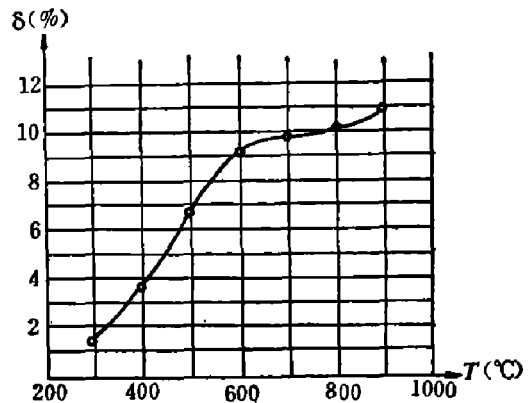


图2 原料的加热失重曲线图

加热失重试验 先将原料加热至105°C，烘掉附着水。由200°C开始，每次升温100°C，恒温10 min，称出重量。加热失重结果见表3和图2。

表3 原料的加热失重结果

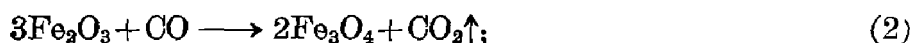
温度(°C)	300	400	500	600	700	800	900
失重率 δ (%)	1.33	3.53	6.71	9.37	9.82	10.25	10.80

从计算结果和失重曲线变化看出, 原料的失重率 δ 是加热温度 T 的函数, 在 300~600°C 的温度区间其变化值较大, 失重速率变化较大, 600°C 以上, 失重速率逐渐变小, 曲线趋于平缓, 这与红外吸收光谱分析所得结果相吻合。

三、讨 论

综合热显微镜观察、红外光谱分析和加热失重试验的结果, 可以认为, 当陶粒被加热到 900°C 以后, 物料开始软化, 原料中的有机物在此之前已燃烧尽净, 游离水亦早已脱掉; 此时, 结构水(-OH) 仍然放出, 形成气体, 促使陶粒膨胀。这与实际生产工艺相符合。

E. B. Костырко 等人认为, 陶粒膨胀主要是由氧化铁被还原时产生的气体所引起的^[3]。其反应式如下:



实际上, 在烧制陶粒的工艺过程中反应式(4)是难以实现的。

我们根据原料的化学成分进行计算, 得出如下结论: 引起陶粒膨胀的内动力是以原料中结构水(-OH)的气化为主, 由 Fe_2O_3 氧化还原反应所产生的 CO_2 气体为辅。

致谢——本文的试验分别由冶金部二十二冶建筑研究所、内蒙古冶金研究所、秦皇岛市建材所协助进行。参加部分红外光谱测试的还有杨文泰工程师和莎莉助理工程师, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 贝拉米 L. J. (黄维垣和聂崇实译), 复杂分子的红外光谱, 科学出版社, 1975, 109;
- [2] 董庆年, 红外光谱法, 石油化学出版社, 1977, 130;
- [3] Овацкий С. П., Производство керамзита, Москва, 1962, 44~46.

STUDY OF EXPANSION MECHANISM OF CLAY SHALE CERAMSITE BY INFRARED SPECTROMETRY

ZHANG XUELIANG

(Building Research Institute, 22th Construction Co., Ministry of Metallurgy)

WU WENBIN

(Inner Mongolia Institute of Metallurgy)

ABSTRACT

Ceramsite is a new kind of building material. After studying by infrared spectrometry, it is clear that the internal causes that lead to ceramsite expansion are the evaporation of water of construction ($-OH$) in the raw material, and the production of carbon dioxide (CO_2) by the oxidation-reduction of the ferric oxide (Fe_2O_3).