

铁合金质量评价方法的新探索

宋耀欣 储少军

(北京科技大学冶金与生态工程学院 北京 中国 100083)

摘要 利用差热技术对不同的铁合金产品进行差热分析,结果表明,不同的铁合金产品具有不同的差热曲线,而且对于同种铁合金,易粉化的与不粉化的铁合金产品的差热曲线也不相同,这就为铁合金的质量评价提供了一种新方法。

关键词 铁合金 差热分析 质量评价 粉化

中图分类号 TF662 **文献标识码** B **文章编号** 1001-1943(2006)03-0018-03

NEW EXPLORATION ON THE METHOD OF FERROALLOY QUALITY ASSESSMENT

Song Yaoxin Chu Shaojun

(School of Metallurgical and Ecological Engineering, University of Science & Technology Beijing, Beijing, China 100083)

Abstract For the quality of ferroalloy, a series of ferroalloys have been researched by differential thermal analysis(DTA) and thermal gravimetric analysis(TG). The results show that different kinds of ferroalloy has the special DTA cure and TG cure to describe the phenomena of smelting, phase transformation and volatilization of some substance. Especially, for the same kind of complex dioxide ferroalloy, the difference of DTA cure indicates that which of them is easy to pulverize. It may be a new method of ferroalloy quality assessment in physical property.

Keywords ferroalloy, differential thermal analysis(DTA), quality assessment, pulverization

长期以来我们只是从化学成分及夹杂物角度来考虑铁合金的质量问题,还未从物理性能的角度对其进行评价。差热分析技术能从一定程度上反映物质随着温度变化而发生的诸如相转变,吸、放热反应等变化^[1],在一定程度上可以说明物质的性能问题。本文就尝试运用差热分析技术来评价铁合金的质量问题,希望对业内人士有所帮助。

1 实验设备与样品

实验所采用的仪器为北京恒久科学仪器厂生产的HCT-1/2型微机差热天平,低于500℃时的升温速率为80℃/min,大于500℃时的升温速率为40℃/min,均升温至1400℃,在Ar气氛下进行实验。实验所采用的参照物为Al₂O₃粉,样品为氮化锰铁、氮化铬铁、硅铝钡、铝锰铁、硅铝铁等铁合金。

2 结果与讨论

通过对不同铁合金的差热分析,得到了一系列的差热曲线,从中发现对于同种复合脱氧铁合金而言,易粉化铁合金与不粉化的铁合金的差热曲线也是不同的。在下面的图中,TE指的是温度曲线,TC指的是热重曲线,DTA指的是差热曲线,T_m代表的是峰顶温度。

2.1 不同氮化铁合金的差热曲线

研究氮化铁合金的析氮行为对于冶炼高氮钢具有重要意义。从氮化铬铁的差热曲线(DTA)上可以看出在温度为1347℃左右位置有一个吸热峰出现,根据前人有关氮化铬的研究报道,认为在1200℃以上,Cr₂N不稳定,分解成Cr和N^[2],由此证明1347℃左右的吸热峰是该合金析氮行为的反映,如图1所示。

作者简介 宋耀欣 女,1981年6月出生,北京科技大学冶金与生态工程学院在读硕士研究生。

收稿日期 2005-12-15

表 1 实验用粉化与不粉化的 SiAlFe 合金的化学成分 %
Tab. 1 SiAlFe chemical compositions of pulverization and non-pulverization %

实验样品	Si	Al	Fe	C	S	P
SiAlFe (粉化)	29.61	30.99	31.51	0.414	0.009	0.054
SiAlFe (不粉化)	30.27	32.86	30.32	0.020	0.020	0.053

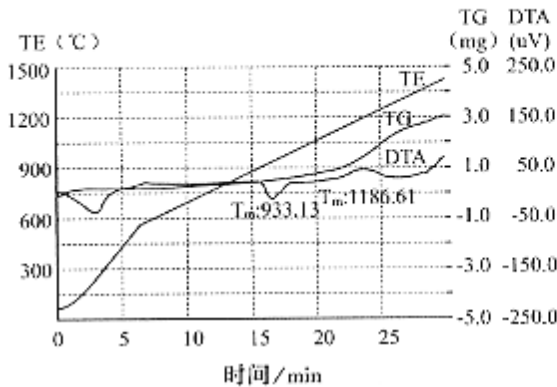


图 5 存在粉化现象的硅铝铁的差热曲线

Fig. 5 Pulverization DTA curve of silicon aluminium barium

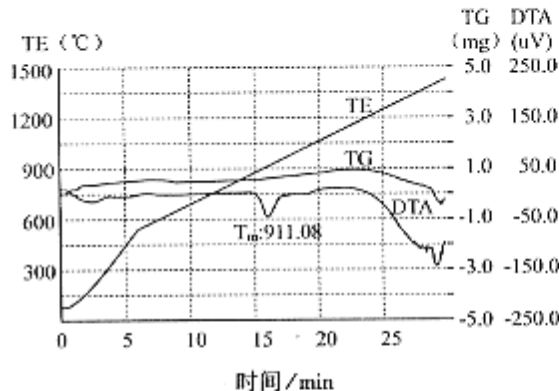


图 6 不粉化的硅铝铁的差热曲线

Fig. 6 Non-pulverization DTA curve of ferrosilico-aluminium

温度为 933.13 °C；第二个峰为放热峰，温度为 1186.61 °C。后者也出现了吸热峰，温度为 911.08 °C，至于放热峰，由于差热曲线的基线方程和物料的热容以及升温速率均有关系，还并不能肯定有没有放热峰，但是可以肯定两种差热曲线是不同的。

通过将差热曲线与有关相图如硅铁二元相图进行对比，可以发现，在硅铁二元相图中，硅含量为 50% 左右存在一高温变体 $\text{FeSi}_{2.3}$ (ξ 相)，在 937 °C 左右时会发生共析反应，出现体积膨胀，用于实验的硅铝铁中硅铁比就大约为 50%，而且如图 5 的差热曲线在 933.13 °C 时有吸热峰，由于仪器本身在测量时存在一定误差，加上差热分析结果与试样的松密度等均有一定关系，因此，可以推测该吸热峰与 $\text{FeSi}_{2.3}$

(ξ 相) 有关。虽然吸、放热峰形成的原因还尚不清楚，但可以肯定两种差热曲线的不同与铁合金是否粉化有一定关系。目前对于硅铝铁等铁合金粉化的原因尚不清楚，因此可以尝试运用差热分析方法检测铁合金的质量问题。

3 差热分析技术在铁合金质量评价中的应用探索

铁合金的粉化一方面与铁合金的化学成分和杂质含量有关，另一方面和其仓储环境有关。对于铁合金的粉化问题，尚未建立相关的质量检测标准。差热分析 (DTA) 是在程序控制温度下，测量物质与参比物之间的温度差与温度关系的一种技术。在差热分析中，试样温度的变化是由相转变或反应的吸、放热效应引起的，譬如相转变、熔化、沸腾、蒸发、升华、脱水或脱氧反应、裂解或分解反应、氧化或还原反应、晶格结构的破坏和其它化学反应等。可以利用差热分析技术分析铁合金在不同温度下的特性，根据这些特性来区别并评定铁合金的质量问题。我们可以在不同的环境下 (比如可以通入 N_2 、 Ar 等) 进行多种铁合金的差热分析，找出易粉化与不粉化铁合金的差别；还可以模拟某种环境对铁合金进行差热分析，缩短铁合金的粉化时间，建立实际粉化与模拟粉化时间的比值关系，从而通过这些比值的大小来确定所测的铁合金是否粉化。当然这些还有待于进一步的研究探索。

4 结论

- 4.1 铁合金不同，差热曲线不同，对于含氮铁合金，可以确定其析氮行为发生的温度与熔化温度的关系。
- 4.2 对于不同的复合脱氧合金，可以通过其差热曲线的峰值确定其主体相。
- 4.3 粉化与不粉化合金的差热曲线存在差异，可以将差热分析技术作为易粉化合金的存储质量检测的方法。

参考文献

- 1 沈兴. 差热、热重分析与非等温固相反应动力学. 北京: 冶金工业出版社, 1995
- 2 戴维, 舒莉. 铁合金冶金工程. 北京: 冶金工业出版社, 1999

(下转 24 页)

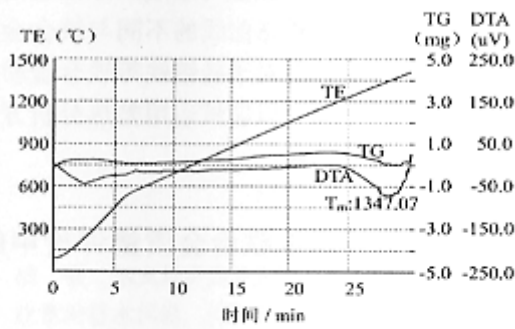


图1 氮化铬铁的差热曲线图
Fig.1 DTA curve of chromium nitride

氮化铬的熔化温度在1600℃左右^[3],以上的分析结果说明氮化铬铁的析氮温度低于其熔化温度。锰铁的差热曲线在925℃、1258℃左右有两个明显的吸热峰产生,在1306℃左右有一较明显吸热峰,如图2所示。

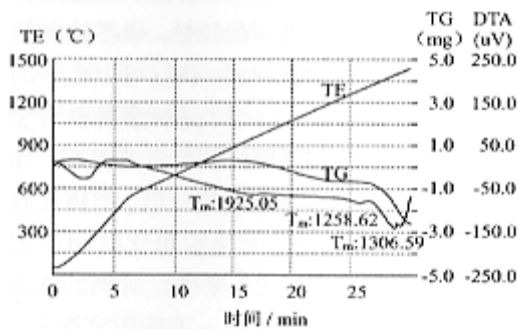


图2 氮化锰铁的差热曲线图
Fig.2 DTA curve of nitrated ferromanganese

由于氮化锰的熔化温度为1200℃左右^[3],可以判断氮化锰铁1258℃左右的放热峰是锰铁合金的过程所致。此外,925℃左右的不明显的吸热峰,其温度低于其熔化温度,其原因可能是氮化锰铁发生了某种化合物的相变过程,而1306℃左右的明显的吸热峰可能是合金析氮或锰的挥发造成的。根据氮化锰铁的差热曲线分析,初步认为该合金的析氮过程发生在合金熔化以前,但主要发生在合金熔化以后,这些现象还有待于进一步分析研究。

不同复合脱氧铁合金的差热曲线

铝锰铁和硅铝钡铁合金具有不同的差热曲线,如图3和图4所示。差热曲线的各个峰值不同,峰形不一样。一般而言,在相同的实验条件下,对于在温度间隔内发生的急剧相变过程,差热曲线将一个尖锐、陡峭的峰形(如熔化或熔融);相反,

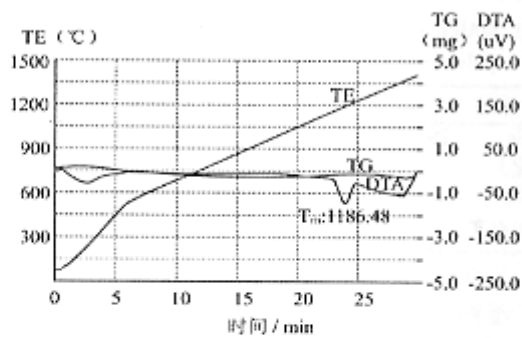


图3 铝锰铁的差热曲线图
Fig.3 DTA curve of ferro-manganese aluminium

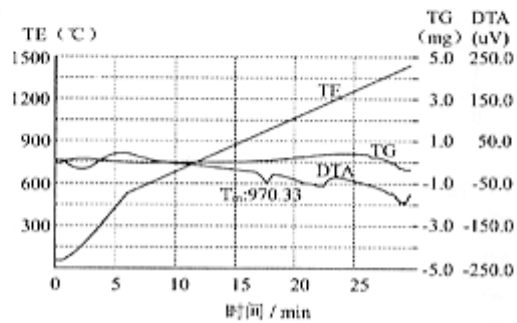


图4 硅铝钡的差热曲线图
Fig.4 DTA curve of silicon aluminium barium

曲线呈现出的是一个馒头状的峰形(如分解或裂解)^[1],根据曲线形状的不同以及吸、放热峰出现的时间不同,对照相图可以判断合金中的主体相及该相所发生的变化。

如图3所示的铝锰铁的差热曲线,出现一吸热峰,峰顶温度为1186.48℃,对照锰铁、铝铁等有关相图,可以判断铝锰铁的主体相可能是MnAl、FeAl₂相。对于图4所示的硅铝钡的差热曲线,同样有峰出现,对照硅铝、铝钡等有关相图^[4],可以初步判断硅铝钡的主体相可能为Al₂Ba、FeSi₂相。

2.3 同种复合脱氧铁合金的差热曲线

在实验中发现,对于同种的复合脱氧铁合金,存在粉化现象的铁合金与不粉化的铁合金的差热曲线也不同,本文以硅铝铁为例进行说明。实验所用的硅铝铁合金试样的质量均为30.4mg,粉状,成分如表1所示。而存在粉化与不粉化现象的硅铝铁的差热曲线见图5、图6。

从图5与图6中可以看出,粉化的硅铝铁和不粉化的硅铝铁的差热曲线存在很大不同,在高于800℃时,前者的差热曲线有两个峰,第一个是吸热峰,