

关于亚微米尺寸和微米尺寸的 Co 微粒在高温冷却过程中保持亚稳结构的特性, 可从马氏体相变的角度进行分析, 因为同素异构转变从相变的角度来看, 属于马氏体相变的范畴。高温冷却时 Co 微粒温下稳定的 FCC 结构保持到低温, 一定是马氏体相变受到抑制造成的。这里可以从微粒材料和块体材料的差异出发, 根据微粒样品的表面能或者表面张力对微粒的结构转变的作用, 分析 Co 微粒尺寸和结构转变的关系。表面张力对材料产生压应力, 压应力的数值和材料的表面能成正比, 和材料的尺寸(如直径)成反比。也就是说, 材料的尺寸越小, 其受到的表面压应力就越高。对于快体材料或尺度很大的颗粒, 这种压应力由于微粒由于表面应力的作用可以忽略不计。而对于小尺寸微粒, 附加应力的影响将不容忽视。有研究表明, 纳米微粒的表面应力可使得微粒的晶格常数发生变化<sup>[9]</sup>。微粒表面产生的压应力属于等静压力, 因此在某种程度上可以抑制具有切变特征的马氏体相变。这里需要指出, 因为 Co 的同素异构转变属于两种排列非常类似的晶体结构间的转变, 所需要的相变驱动力很小, 因此较小的表面压应力就可对相变产生显著的抑制作用。只有当 Co 微粒的尺寸足够大时, 例如颗粒的直径达到几十微米的时候<sup>[8]</sup>, 颗粒表面压应力对阻碍作用才可能变得微不足道。这就解释了为什么 Co 微粒在很宽的尺寸范围内其结构转变被抑制, 在室温或低温保持亚稳结构。

### 3 结论

(1) 亚微米以及微米尺寸的 Co 微粒在低温保持亚稳结构的特性与马氏体相变被抑制有关, 微粒表面张力产生的压应力是结构转变被抑制的原因。

(2) 室温呈亚稳结构的 Co 微粒在应力作用下, 极

易通过应力诱发马氏体相变而转变为 HCP 结构。

### 参考文献

- [1] WOHLFARTH E P. Handbook of Magnetic Materials Vol. 1 [M]. Holland: North Holland Publishing Company, 1980.
- [2] WEISS N, CREN T, EPPLE M, et al. Uniform magnetic properties for an ultrahigh density lattice of noninteracting Co nanostructures[J]. Physical Review Letters, 2005, 95(15): 157204 - 157207.
- [3] PUNTES V F, KRISHNAN K M, ALIVISATOS A P. Colloidal nanocrystal shape and size control: The case of cobalt[J]. Science, 2001, 291(5511): 2115- 2117.
- [4] GRANQVIST C G, BUHRMAN R A. Ultrafine metal particles [J]. Journal of Applied Physics, 1976, 47(5): 2200- 2219.
- [5] DONG X L, ZHANG Z D, CHUANG Y C, et al. Characterization of ultrafine Fe-Co particles and Fe-Co(C) nanocapsules[J]. Physical Review B, 60(5): 3017- 3020.
- [6] KITAKAMI O, SATO H, SHIMADA Y, et al. Size effect on the crystal phase of cobalt fine particles[J]. 1997, 56(21): 13849- 13854.
- [7] 孟庆平, 戎咏华, 徐祖耀. 金属纳米晶的相稳定性[J]. 中国科学(E 辑), 2002, 32(4): 457- 464.
- [8] ZHAO X Q, VEINTEMILLAS-VERDAGUER S, BOMATH MIGUEL O, et al. Thermal history dependence of the crystal structure of Co fine particles[J]. Physical Review B, 2005, 71(2): 024106- 024112.
- [9] WOLTERS DORF J, NEPIJKO A S, PIPPEL E. Dependence of lattice parameters of small particles on the size of the nuclei[J]. Surface Science, 1981, 106(1/3): 64- 69.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50471002)

收稿日期: 2007-11-12; 修订日期: 2008-05-28

作者简介: 马国君(1981-), 男, 硕士, 现从事粉末冶金方面研究工作。

通讯作者: 赵新青, 北京航空航天大学材料科学与工程学院(100191),

E-mail: xinqing@buaa.edu.cn

## 中国自主研发的新型支线飞机首次使用 ROHACELL® 硬质泡沫

中国首架自行研发的新型支线飞机 ARJ21-700, 于 2008 年 11 月 28 日完美演绎了首次蓝天之旅。“翔凤”寓意矫健腾飞之凤, 采用目前世界成熟技术和尖端材料。赢创工业集团旗下的高性能泡沫材料——用于航空航天领域的理想轻质材料, 也被成功引入此款新支线飞机中: 应用于夹层结构复合材料的 ROHACELL® 聚甲基丙烯酸酯亚胺硬质泡沫。

ARJ21 的机翼和翼片都采用了 ROHACELL® 夹层结构泡沫芯材, 这也是 ROHACELL® 泡沫首次应用在中国本土自主研发设计的飞机中。ROHACELL® 作为应用于复合材料的夹层泡沫, 可粘合在两块由碳纤维或玻璃纤维增强的高韧性塑料面板之间, 采用三明治结构的成型件刚性好且质量轻, 具有高负承载能力。相比市场上其他泡沫材料, ROHACELL® 泡沫具有较好的质量与机械强度比和较好的热稳定性。这也使得 ROHACELL® 泡沫成为被广泛运用于航空航天领域的理想减重材料。

(陈秀华)