

# 固相烧结中颗粒团的影响

王超 陈少华\*

中国科学院力学研究所 100190

## 摘要:

颗粒聚团<sup>[1, 2]</sup>是固相烧结过程中普遍存在的一个现象, 实验<sup>[3]</sup>发现颗粒团的存在抑制了粉末烧结系统的致密化, 所以了解颗粒团的形成及对粉末烧结过程的影响就变得非常重要。由于颗粒聚团是与颗粒尺度相关的现象, 目前的实验还无法实时观察颗粒聚团过程以及颗粒团对烧结致密化影响的动态过程。已有的实验<sup>[3]</sup>是通过事先制备好不同规格的颗粒团, 然后加入粉末烧结系统中来研究其影响, 这样的实验无法真正反映颗粒聚团以及颗粒团逐渐长大的过程, 也就无法研究颗粒团在这个过程中对系统演变的影响。本文运用离散单元方法<sup>[4-6]</sup>, 充分发挥该方法在研究颗粒尺度现象方面的先天优势, 模拟颗粒团的形成和长大过程, 并研究在此过程中颗粒团对系统微结构演变的影响。

本文首先定义了颗粒团。当相互接触的两个颗粒间的距离小于一个门槛值时, 就认为这两个颗粒属于一个团, 从系统中找出属于该团的所有颗粒, 然后为了研究不同大小颗粒团的影响, 用一个截断半径来限制颗粒团的大小。颗粒团受到与之接触的其他颗粒的作用力, 按照牛顿第二定律计算颗粒团的加速度。亦考虑颗粒团内的颗粒之间的相互作用力, 这用来模拟颗粒团自身的演变。颗粒团内颗粒的加速度不仅由与其接触的颗粒的作用力导致, 同时还包括颗粒团的加速度。

本文模拟了二维颗粒系统的固相烧结过程, 与相同材料的实验结果进行了比较, 再现了颗粒聚团的现象, 并且发现颗粒团加速了系统的致密化。这是因为颗粒团在烧结力的作用下彼此接近, 使由于颗粒聚团导致的孔开始收缩。通过对一系列参数(系统平均配位数、平均接触半径、接触半径的分布和系统聚团度)的考察来说明这个结论。

本文通过对颗粒团的研究, 深化了对烧结致密化过程的认识, 这对于发展烧结理论和指导烧结实践都有重要意义。

**关键词:** 固相烧结; 离散单元模拟; 聚团; 致密化

## 参考文献:

- 1 Petzow, G. and H. E. Exner, PARTICLE REARRANGEMENT IN SOLID-STATE SINTERING. Zeitschrift Fur Metallkunde, 1976; 67(9): 611-618.
- 2 Palmero, P., et al., Effect of Heating Rate on Phase and Microstructural Evolution During Pressureless Sintering of a Nanostructured Transition Alumina. International Journal of Applied Ceramic Technology, 2009; 6(3): 420-430.

---

\* 通讯作者: 电话: +86 10 82543960; 传真: +86 10 82543977.

电子邮件: [chenshaohua72@hotmail.com](mailto:chenshaohua72@hotmail.com) (陈少华).

国家自然科学基金(10972220, 10732050, 和 10721202)、中国科学院重点项目(KJCX2-YW-M04)资助

- 3 Ciftcioglu, M., M. Akinc, and L. Burkhart, EFFECT OF AGGLOMERATE STRENGTH ON SINTERED DENSITY FOR YTTRIA POWDERS CONTAINING AGGLOMERATES OF MONOSIZE SPHERES. *Journal of the American Ceramic Society*, 1987; **70**(11): C329-C334.
- 4 Cundall, P.A. and O.D.L. Strack, DISCRETE NUMERICAL-MODEL FOR GRANULAR ASSEMBLIES. *Geotechnique*, 1979; **29**(1): 47-65.
- 5 Henrich, B., et al., Simulations of the influence of rearrangement during sintering. *Acta Materialia*, 2007; **55**(2): 753-762.
- 6 Martin, C.L., et al., Discrete element modeling of metallic powder sintering. *Scripta Materialia*, 2006; **55**(5): 425-428.