

(2) 在亚音速高压条件下, z 向纤维束在正压力的作用下容易剥蚀, 因而出现了 z 向纤维束烧蚀较快的现象, 其质量损失为 z 向纤维束剥蚀及烧蚀的耦合作用。当压力继续升高时, C/C 复合材料的 xy 向碳布出现阶梯状分布的现象, 而且其阶梯的落差与碳布层的厚度为同一量级, 说明在碳布的表面出现了层间剥蚀现象, 因此此时材料的质量损失为材料的细观热化学烧蚀、 z 向纤维束的剥蚀和碳布的层间剥蚀耦合作用的结果。

(3) 在超音速高热流条件下, 材料表面要承受较大的剪切应力, 由于碳布在烧蚀的条件下剪切强度较低, 发生了碳布的优先剥蚀, 因而使材料表面碳布的质量损失加大, 掩盖了材料表面的烧蚀界面, 也使材料表面碳布区域缺陷较多; 同时 z 向纤维束的剥蚀要小于碳布的剥蚀, 从而使烧蚀表面变化相对平缓。所以超音速条件下的烧蚀可能为材料的细观烧蚀、碳布优先剥蚀和 z 向纤维束的剥蚀耦合作用的结果。

4 结论

采用细编针刺工艺制造的 C/C 复合材料在亚音速高热流流场条件的作用下, 其材料表面会形成以材料各组成相分布为基础的细观烧蚀形貌, 并且材料表面各组成相的烧蚀是相互影响的; 在亚音速

高压条件下, 材料的剥蚀现象与实验时的驻点压力密切相关, 在压力相对较小时, z 向纤维束首先发生剥蚀, 当压力升到相对较高时, 碳布会发生层间剥蚀的现象。在超音速高热流流场条件下, 由于材料表面剪切力的作用, 材料表面的 xy 向碳布更容易发生剥蚀。因此, 材料的烧蚀理论在考虑材料宏观热化学烧蚀的同时, 也应考虑材料的剥蚀效应, 包括不同条件下材料的剥蚀机理及材料的剥蚀与热化学烧蚀的耦合效应等。

参考文献

- 1 曾汉民, 于翹, 彭维周, 蒲天游. 碳纤维及其复合材料显微图象. 中山大学出版社, 1991: 59 ~ 185
- 2 Donghwan Cho, Byung Il Yoon. Microstructural interpretation of the effect of various matrices on the ablation properties of carbon-fiber-reinforced composites. *Composites Science and Technology*, 2001; 61: 271 ~ 280
- 3 Beskok A, Karniadakis G E. Simulation of heat and momentum transfer in complex microgeometries. *Journal of Thermophysics and Heat Transfer*, 1994; 8(4): 647 ~ 655
- 4 黄志澄等主编. 航天空气动力学. 宇航出版社, 1994: 378 ~ 388
- 5 Basil Hassan, Kuntz D W, Potter D L. Coupled fluid/thermal prediction of ablating hypersonic vehicles. In: 36th aerospace sciences meeting & exhibit, 1998: 12 ~ 15

(编辑 马晓艳)

磁性液体材料

磁性液体是在重力场或强磁场作用下不会发生分离的铁磁性溶液, 它象流体又有强磁性。

采用化学共沉淀—水溶液吸附—有机相分散法制取, 采用国内外未曾用过的聚氯乙烯失水三梨醇油酸酯(吐温)作磁液的分散稳定剂。方法简便、稳定性好、成本低, 性能已达到国外同类产品水平。

磁性液体可用于静边分选, 真空密封, 防尘密封, 轴承密封, 磁性润滑, 磁性显示, 磁性研磨, 磁性喷射印刷, 能量变换, 医疗研究等方面。该材料可取代进口材料。

(西南磁学应用研究所, 0816 - 22196 - 296)

· 李连清 ·