

Abstract

连续纤维增强金属基复合材料 (Continuous Fiber Reinforcement Metal Matrix Composites) 因其优异的性能而在汽车领域航空航天领域、兵器武装领域及电子及光学领域备受关注。但是，目前其制备工艺的不成熟，使得产品存在较多的空隙缺陷，对材料性能造成不良的影响，而压力浸渗制备的FRM相对致密、缺陷少而具有广阔的发展前景。本文以FRM的压力浸渗制备工艺为研究对象，利用Comsol Multiphysics软件进行二维数值模拟计算，分别研究了流体动力粘度、入口压力以及纤维排布方式等对渗流过程的影响，并判断出孔隙高频出现的区域，对改善FRM的性能具有重要意义。同时研究了双尺度与单尺度情况下，不同纤维排列方式的渗流行为与气孔形成机理。研究结果表明：在纤维理想排布的状况下，材料中仅存有少数气隙，能制得更优的产品；过大的压力入口或过低的金属液动力粘度会造成渗流过程不完全，在纤维束内留下更多的孔隙，过低的入口压力会使渗流的进程过于缓慢，使基体与增强体之间较差的润湿性问题不能得到解决，基体与增强体之间发生不良反应；在纤维随机排布的情况下，纤维排布过于紧密的位置，或者部分纤维黏结的位置，会阻滞流体的流动，更易产生空隙，对渗流过程造成不良的影响。

Figures used in the abstract

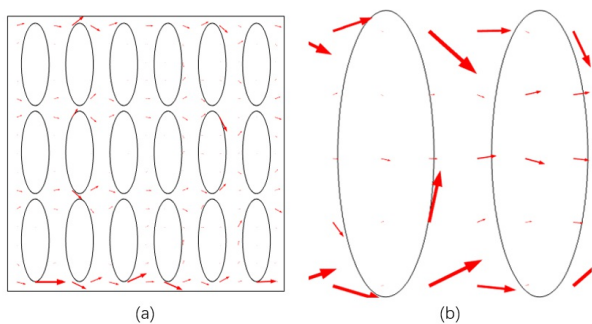


Figure 1: 除了比对金属液的动力粘度对渗流过程的影响，也要考虑在双尺度纤维增强体中，金属液在纤维束间与纤维束内的渗流行为的差异，如图4.4所示。在图4.4 (a) 中，几乎只能看清在纤维束间的速度矢量箭头，可见在渗流过程中纤维束间金属液的流动确实要远大于纤维束内金属液的流动。但并不是说，在纤维束内，没有金属液的渗流行为。可以通过图4.4 (b) 观测到在纤维束内部的速度矢量箭头。而越大的箭头意味着速度越大，所以在局部放大图中也同样观测到了纤维束间的箭头要远大于纤维束内的箭头。在铸模中，纤维束间与纤维束内金属液的流速差异，造成了两者不同的渗流行为，流速较快的纤维束间区域具有较好的渗流状况，而孔隙的形成区域大多出现在渗流状况较差的纤维束间。