

高强韧氧化钇弥散强化钨的制备及性能研究

练友运¹, 封范¹, 刘翔¹, 刘莎莎¹, 王建豹¹, 陈哲¹, 宋久鹏², 颜斌游², 蒋香草²

¹中核集团核工业西南物理研究院, 成都 610225

²厦门钨业股份有限公司, 厦门 361004

Email: lianyy@swip.ac.cn

摘 要: 高性能的钨(W)材料在照明、半导体、航空航天、国防、核能等领域有着重要的用途;特别是在未来热核聚变堆中,钨被认为是最有希望得到应用的面向等离子体材料(Plasma Facing Materials, PFM)。但是,钨的应用受到其本身缺点的限制,如低温脆性(纯钨的韧脆转变温度约为 400 °C)、高温脆化(纯钨的再结晶温度约为 1300 °C)、高温强度差、高热负荷开裂严重、抗中子辐照性能较差等。为此,国内外开展了大量的研究工作来改善钨的这些缺点,通过固溶强化、弥散强化、钾泡强化和钨纤维强化以及热塑性加工等方法来提高钨的性能。本文采用颗粒弥散强化结合热塑性加工方法制备了高强/韧的氧化钇(Y_2O_3)弥散强化钨块体材料。该类材料主要通过液/液掺杂方式制备 W- Y_2O_3 复合粉末、粉末压制烧结和热塑性加工得到,因此具备批量化和工业化生产的潜力。其中,热压烧结与高能量速率锻造制备的 W- Y_2O_3 圆盘和氢气烧结与高温旋锻制备的 W- Y_2O_3 棒材兼具高的强度和低温塑性,三点弯曲实验结果表明这两种材料的室温抗弯强度均大于 2.5 GPa,远高于目前已报道的各种 Y_2O_3 强化钨材料;拉伸实验发现高温旋锻 W- Y_2O_3 棒材已经具有明显的室温韧性,室温抗拉强度最大为 1.1 GPa,在 500 °C 的延伸率接近 30%。电子束高热负荷实验也表明了所制备 W- Y_2O_3 合金具有优异的耐热冲击性能。

关键词: W- Y_2O_3 ; 面向等离子体材料; 液/液掺杂; 高能率锻造; 高温旋锻