

金属所等在碳化硼/铝中子吸收材料研制与应用研究中取得进展



龙舟-CNSC乏燃料运输容器用碳化硼铝中子吸收板及容器原型样机



龙舟-CNSC乏燃料运输容器原型样机验收会

中子吸收材料又称中子毒物材料，通过其含有的大的中子吸收截面物质（如硼、镉、钆等）吸收热中子，从而抑制核裂变链式反应，主要用于核燃料与乏燃料贮存和运输中，以保证贮运的次临界安全。碳化硼增强铝（B4C/Al）中子吸收材料是由B4C颗粒添加到铝基体中形成的一种新型铝基复合材料，因其硼含量高、密度低、热导率高等优点，近年来在国外已替代传统的硼不锈钢等中子吸收材料大量应用于核燃料/乏燃料高密度贮存和运输。我国由于核电商业化较晚，中子吸收材料研发明显滞后，B4C/Al中子吸收材料长期依赖进口，严重制约了我国核电自主化与走出去的发展战略。

近年来，中国科学院金属研究所研究员马宗义领导的课题组，与中国核电工程有限公司合作，在B4C/Al中子吸收材料制备、模拟环境服役性能考核以及全尺寸工程件研制等方面开展了攻关研究。攻克了大尺寸坯锭制备过程中界面调控难题，突破了高含量B4C/Al薄板的高效、高成品率轧制成型瓶颈，开发出适用于复合材料焊接的焊接工具与焊接工艺，打通了从材料研制到器件成型的全链条技术途径，为该材料的工程化应用奠定了坚实基础。现已研制出B4C含量为15~35wt%的系列中子吸收板材，并完成了加速腐蚀、高温老化、加速辐照及硼均匀性测试（中子吸收法）等实验考核，材料性能全面达到或（如耐腐蚀性等）明显优于国外同类产品。

2014年以来，金属所先后为核电重大专项《核燃料组件运输容器设计制造技术项目》、《高温气冷堆核燃料元件运输、贮存容器设计与制造技术及运输过程技术研究项目》两个项目的样机提供了多批次B4C/Al板材，率先实现了B4C/Al中子吸收材料的国产化供货。2014年5月供货的中子吸收板用于国家科技重大专项及中核集团科技专项“龙舟-CNSC乏燃料运输容器研制”项目中原型样机，近日该样机在西安核设备有限公司通过了验收。这标志着我国自主研发了大型乏燃料运输容器，填补了国内空白，这对我国乏燃料运输具有里程碑意义。作为乏燃料运输容器关键材料国产化的关键一环，金属所研制的B4C/Al中子吸收材料为容器全面国产化提供了重要支持，也为该材料的更广泛应用奠定了基础。

同时，金属所针对全球首台高温气冷堆新燃料元件运输、贮存容器对中子吸收材料筒状结构的需求，在国内首次实现中子吸收材料的卷板操作和搅拌摩擦焊接，实现了中子吸收材料由板状结构向筒状结构的突破。目前华能山东石岛湾核电站高温气冷堆核电站示范工程新燃料元件运输、贮存容器已正式进入批量生产阶段，金属所承接了该容器所有

中子吸收板的供货任务。

目前该课题组正致力于为下一代乏燃料干式贮运容器开发耐高温结构功能一体化B₄C/Al中子吸收材料。研究工作得到了NSFC-辽宁省联合基金、面上基金、中科院青年创新促进会项目等的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/118747.html>