Contribution ID: **41** Type: **not specified**

PALS 测量技术在放射性活化不锈钢中的应用

Thursday, 10 October 2019 14:10 (20 minutes)

核结构材料 (如 RPV 钢及核反应堆用不锈钢) 的辐照脆化一直是研究者关注的基础科学问题之一。反应堆中高剂量的中子辐照会使材料中形成大量的缺陷及缺陷团，导致位错运动受阻，最终影响材料的机械性能。并且，核结构材料中往往含有微量的钴、锰和铯等元素。这些元素经中子照射后，会通过核反应转化成^{60}Co，^{54}Mn 和^{137}Cs 等放射性核素，进而导致材料带有不同活度的放射性。正电子湮没寿命谱（PALS）测量方法常用来表征材料中缺陷类型的数量、缺陷类型及缺陷浓度，是定量、定性研究原子尺度缺陷的重要手段。应用该技术研究核结构材料中微观缺陷的早期演化机理，对核结构材料机械性能的评估具有重要的实验指导意义。但是含有高活度放射性的核材料，由于其自身释放的伽马射线的干扰，会影响对正电子在材料中寿命地准确测量。

本文设计了一种“三重符合”正电子寿命谱测量系统，可应用于含有不同活度、不同放射性核素核材料的测量。该系统包含常规正电子寿命测量系统中的起始探测器和停止探测器，分别用来探测放射源^{22}Na 释放的、与正电子同时产生的 1.28 MeV 伽马光子，和正电子湮没后释放的其中一个 0.511 MeV 湮没光子。除此之外，系统还包含一个符合探测器，用来探测另一个湮没光子。本设计中选用的“TAC + SCA”符合单元，会精确地选择出三个探测器同时都探测到相应射线时的有效湮没事例，这样就排除或减弱辐射伽马光子的影响。并且，根据样品的放射性活度，SCA 可灵活调节符合时间窗。符合精度可从常规符合单元的百纳秒量级提升到纳秒甚至皮秒量级，显著降低了偶然符合的概率。实验中以^{60}Co 放射源模拟核材料中的放射性背底，分别利用常规正电子寿命测量系统和“三重符合”系统测量了标准样品 Ni 的寿命。结果显示，常规测量系统会受到^{60}Co 放射性的干扰，导致测得的正电子在 Ni 中的寿命值偏小；而“三重符合”测量系统可有效去除该放射性背底的影响，测得的正电子在 Ni 中的寿命与强度均与无^{60}Co 干扰时常规系统的测量值相当。

Abstract Type

Talk

Primary author: 刘, 福雁 (中国科学院高能物理研究所)

Co-authors: Prof. 曹, 兴忠 (中国科学院高能物理研究所); Prof. 王, 宝义 (中国科学院高能物理研究所); Prof. 佟, 振峰 (中国原子能科学研究院核物理研究所); Prof. 于, 润升 (中国科学院高能物理研究所); Mr 鱼, 滨涛 (中国原子能科学研究院核物理研究所); 王, 红锋 (中国科学院高能物理研究所); Mr 张, 鹏 (中国科学院高能物理研究)

Presenter: 刘, 福雁 (中国科学院高能物理研究所)

Session Classification: S4：探测器和电子学及应用技术

Track Classification: 探测器和电子学及应用技术