

用背散射技术分析核靶的污染

许国基 赵玉华 郑胜男 徐永昌

(中国科学院原子能研究所)

在使用真空蒸发和电镀两种方法制备核靶的过程中,基衬、脱膜剂和坩埚等都会给核靶带来污染。用合适的方法分析核靶的污染,从而改进制备工艺,是制靶技术迫切需要解决的问题。我们用背散射技术分析了核靶中的杂质,使用2MeV的 $^4\text{He}^+$ 离子束,散射角为 160° 和 135° ,探测系统的能量分辨率为16keV。

一、脱膜剂和基衬对靶的污染分析

用真空蒸发制备自支撑靶时,一般先在基衬上涂上一薄层脱膜剂,再蒸上靶膜,最后进行脱膜。若脱膜时漂洗不仔细,脱膜剂可能给核靶引入杂质。用电镀法制备自支撑靶时,先将靶沉积在铜、铝等基衬上,然后用化学或机械方法把靶膜从基衬上剥下来。显然,基衬也可能污染核靶。这两种污染都发生在核靶的表面,可用背散射方法分析,按下式^[1]计算污染杂质的含量:

$$(Nt)_i = \frac{A_i}{H_M} \cdot \frac{\sigma_M}{\sigma_i} \cdot \frac{\delta E}{[\epsilon]_M} \quad (1)$$

式中, $(Nt)_i$ 为单位面积上杂质元素的原子数; A_i 为杂质元素背散射谱的峰面积; σ_M 和 σ_i 分别为靶元素和杂质元素的微分散射截面; $[\epsilon]_M$ 和 H_M 为靶元素的阻止截面因子和背散射谱的高度; δE 为探测系统的能量道宽。

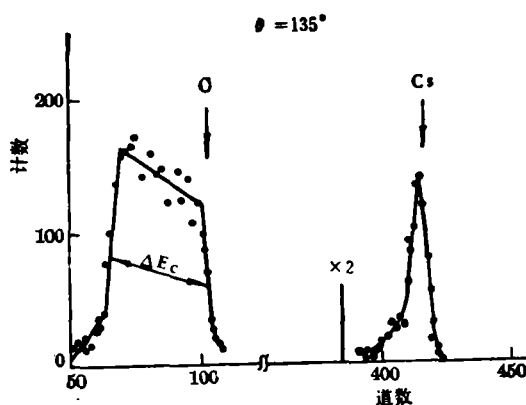


图1 有CsI污染的碳靶的背散射能谱图

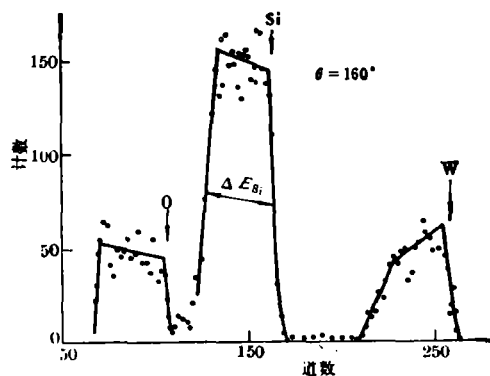


图2 有Cu污染的Fe靶的背散射能谱图

图1是有CsI污染的碳靶的背散射能谱。碳靶用接触火花法制备,CsI用作脱膜剂。利用式(1),可算得CsI的含量为 $0.68(1 \pm 13\%) \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

图2是有铜污染的铁靶的背散射能谱。铁靶用电镀法制备,铜箔用作基衬。按式(1)可求得铜的含量为 $2.3(1 \pm 11\%) \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。

二、坩埚和剩余气体对靶污染的分析

用真空蒸发制备高熔点材料和活泼金属靶时,坩埚和剩余气体可能污染核靶,这种污染分析属于背散射技术中的化合物分析。首先按下式^[2]求出化合物中各元素的化学配比:

$$m/n = A_a \sigma_b / A_b \sigma_a \quad (2)$$

式中, m 和 n 分别表示化合物 $a_m b_n$ 中 a 、 b 元素的原子数。 A_a 、 A_b 分别为 a 、 b 元素的背散射谱的峰面积。 σ_a 、 σ_b 分别为 a 、 b 元素的微分散射截面。然后按式(3)^[3]求出化合物靶的厚度,进而求出各元素的含量。

$$N^{ab} t = \Delta E_a / [\epsilon]_a^{ab} \quad (3)$$

式中, $N^{ab}t$ 为化合物 $a_m b_n$ 单位面积上的分子数; ΔE_a 为 a 元素背散射谱的宽度; $[e]_a^{ab}$ 表示在化合物介质 $a_m b_n$ 中, 散射中心为 a 元素的阻止截面因子。

图 3 是有 O 和 W 污染的硅靶的背散射谱。硅靶用电阻加热法制备, 坩埚材料是钨。由于硅在高温下易跟钨和氧起反应, 所制得的硅靶中含有钨和氧。

利用式 (2) 和 (3), 可得到硅、氧、钨的原子数比为 1:1.05:0.01; 它们的含量分别是硅: $70.8(1 \pm 8\%) \mu\text{g}/\text{cm}^2$; 氧: $42.5(1 \pm 8\%) \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 和钨: $4.65(1 \pm 8\%) \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。这表明用普通镀膜机制得的硅靶含有大量的氧; 电阻加热钨舟蒸发硅也会引入杂质。要制备含氧、钨低的硅靶, 必须使用超高真空镀膜机和电子轰击技术。

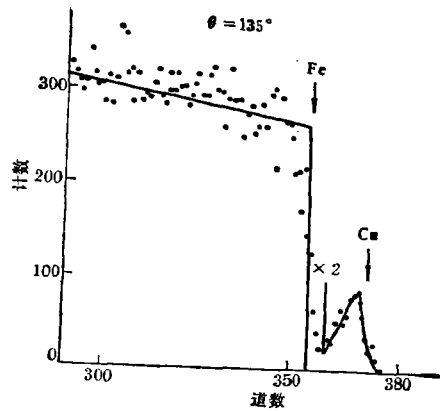


图 3 有 O 和 W 污染的硅靶的背散射能谱图

三、小 结

背散射技术分析核靶污染具有简单、可靠、快速、不损坏靶膜、也不需要标准样品等优点。在分析核靶污染的同时, 也能测出核靶的厚度和均匀性。这样核靶的杂质、厚度、均匀性这三项主要指标在许多情况下能在一次实验中同时获得, 这是背散射技术用于核靶分析的又一优点。背散射技术分析核靶污染的缺点是: 若杂质元素的原子量比靶元素小, 而且杂质元素和靶元素的背散射峰完全重叠, 就无法分析。

参 考 文 献

- [1] Wei-Kan Chu, Backscattering spectrometry, Academic Press, New York, 1978. p.126.
- [2] *ibid.*, p.108.
- [3] *ibid.*, p.106.

(1982年 5 月 4 日收到)

简讯

全国 X 射线衍射学术会议在沪举行

1982年12月15日至20日, 在上海举行了全国X射线衍射学术会议。这次会议是由中国物理学会及中国金属学会举办, 由中国科学院上海冶金研究所及上海金属学会负责筹备的。参加会议的有近 150 个单位的 270 名代表, 他们来自高等院校、科研、生产、情报、出版等部门。

会议共收到了学术论文约170篇, 其中 9 篇在大会上报告, 80篇在分组会上宣读。这些报告回顾和论述了 X 射线学的发展, 介绍了点阵参数测定、线性分析、材料中结构测定、薄膜厚度和宏观应力测定、晶体结构与相变研究、EXAFS 研究、X 射线仪器与计算机应用等。在会议中, 还交流了热中子散射方面的工作。热中子散射(包括非弹性散射和弹性散射即中子衍射)具有一系列特点, 它可作为 X 射线衍射的重要补充手段。在某些领域, 它是唯一的测量工具, 有着广阔的发展前途。

在会议期间, 举行了国产 X 射线仪器设备展览。

在闭幕式上, 原则通过了会议纪要并宣布了中国物理学会下属的 X 射线衍射专业委员会成员报批名单。会议决定, 下次全国 X 射线衍射学术会议将于1985年在成都市召开。

(沈志通 侯海林)

The analysis of nuclear target impurity with backscattering method

Xu Guoji Zhao Yuhua
Zheng Shengnan Xu Yongchang
(*Institute of Atomic Energy, Academia Sinica*)

This paper describes the analysis of nuclear target impurity contaminated by substrate, crucible and remainder gases with the backscattering method. Some examples of analysis of target impurity are given. Both the advantages and the drawbacks of this method are mentioned.

The relationship of surface γ ray intensity with ground water in South Spring area, Chongqing

Sun Shixiong
(*Chengdu College of Geology*)

This paper deals with theoretical and practical problems related to exploring hot water by γ -ray measurement method in karstified limestone areas of South Spring, Chongqing. It has been discovered that higher values are usually measured in the regions of hot-water-bearing structures, and lower γ values, in the regions of karstified cold-water-bearing strata. The factors that influence γ values and the significance of the derived conclusions to exploring the terrestrial hot energy and karst water are also discussed.

Thin self-supporting monocrystalline gold films

Yu Ying Wan Xinnong
Li Yuanyuan Shen Yuanhua
(*Fudan University*)

The special self-supporting monocrystalline Au films with 500 Å thickness were prepared by evaporating gold onto some monocrystalline Ag films in vacuum, and then separating the Au films by dissolving silver in diluted nitric acid. The optical transmittance of a light beam of films helped monitor the thickness and the rate of deposition during evaporation. The surface of films were examined by a scanning electron microscope (SEM). The monocrystallinity of the films was excellent as measured by both X ray and electron diffraction