

Pt-ST/DVB 疏水催化剂 在激光靶制备工艺中的应用研究

但贵萍, 曾俊辉, 邱咏梅, 马俊格, 苑国琪

(中国工程物理研究院 核物理与化学研究所, 四川 绵阳 621900)

摘要: 氚靶制备工艺中的充气手套箱内氚含量的及时监测和含氚气氛的净化处理是重要的一环。本工作研究在激光靶制备手套箱的氚净化系统上使用本实验室研制的一种大粒径疏水催化剂 Pt-ST/DVB 替代原有亲水催化剂的可行性, 并对该催化剂在系统运行中的一些参数进行考察。结果表明: 以自制的 Pt-ST/DVB 疏水催化剂替代原有的亲水催化剂用于激光靶制备手套箱的氚净化系统上进行高压充气现场含氚废气处理是可行的。

关键词: 疏水催化剂; 氚净化; 氚靶

中图分类号: TQ426.62

文献标识码: A

文章编号: 1000-6931(2002)04/05-0469-03

Study and Application of the Hydrophobic Catalyst Pt-ST/DVB in Preparation of the Laser Target

DAN Gui-ping, ZENG Jun-hui, QIU Yong-mei, MA Jun-ge, YUAN Guo-qi

(Institute of Nuclear Physics and Chemistry, China Academy of Engineering Physics, Mianyang 621900, China)

Abstract: In the process of the tritium target preparation, the tritium content monitoring in timely and the waste gas with tritium cleaning as quickly from the glove box is very important. In the paper, the feasibility of replacement of the hydrophilic catalyst by the hydrophobic catalyst Pt-ST/DVB prepared in our lab is studied, and the running parameters of the cleaning system using Pt-ST/DVB catalyst are surveyed. The result shows that the hydrophilic catalyst can be replaced by the hydrophobic catalyst Pt-ST/DVB in the cleaning system.

Key words: hydrophobic catalyst; tritium cleaning; tritium target

激光靶制备工艺中的充气操作在置于手套箱内的高压不锈钢系统中进行。该系统的主要部件是氟化铀床、回收铀瓶、LaNi₅床和充气氚小室。由于玻璃微球充气工艺要求在高温高压下长时间连续操作上千居里氚,这使得不锈钢充气系统的二级密封——手套箱内气氛中

氚的及时监测和手套箱气氛的净化处理成为激光靶制备工艺中氚的现场辐射防护工作的重要内容。在充气过程中,突发事故状态下充气手套箱内含氚气氛的应急处置和正常状态下充气手套箱内含氚废气达到一定氚浓度限值时,需对充气手套箱内的气氛作净化处理,以保护现

收稿日期:2001-08-25;修回日期:2001-10-16

作者简介:但贵萍(1968—),女,四川新都人,副研究员,放射化学专业

场工作人员和环境的辐射安全。

目前,手套箱内含氚废气的净化处理大多采用催化氧化方法^[1,2]。

含氚尾气的净化系统使用亲水催化剂时,充氚前,需将催化剂活化并在 150 ℃ 下恒温。将系统中的预热管加热并恒温,既增大了充氚现场的能耗,又增加了工作量,并不利于辐射安全。为改善高压充氚过程中的辐射安全,提高工作效率,降低能耗,本实验室研制了系列疏水催化剂^[3,4],对研制出的大粒径疏水催化剂催化氧化模拟含氚废空气进行了实验室考察,并为该类催化剂直接用于激光靶制备手套箱净化系统作了部分准备工作。

本工作将研制的大粒径疏水催化剂应用于靶制备充氚现场的净化系统上净化手套箱内的含氚废空气。对先后运用在该净化系统上的两类催化剂(亲水催化剂和疏水催化剂)对尾气中氚的净化效果进行对比。

1 手套箱内氚废气净化原理

高压充氚工作的特殊性使得充氚过程中手套箱内气氛主要为空气和低浓度的无机氚。充氚手套箱内氚的净化处理采用工艺上成熟的催化氧化法,即在氢气“淹没”下,手套箱内的含氚废气被催化氧化成氚水(HTO),生成的 HTO(H₂O)经分子筛吸附,吸附氚水后的分子筛作固体废物处理,从而达到除氚目的。

2 手套箱内氚废气净化实验

2.1 含氚废气净化流程

含氚废气净化流程框图示于图 1。该系统的密封要求高,漏率 10^{-9} 。

2.2 净化系统主要工艺参数及指标

- 1) 处理气量: 25 ~ 30 L/min。
- 2) 净化方式: 循环净化。
- 3) 单程净化因子(氚的原始浓度/单层净化后氚的浓度) = 10。
- 4) 使用亲水催化剂时,预热器恒温于 100 ~ 120 ℃,催化剂在充氚前一天活化并恒温于 150 ℃;使用疏水催化剂时,催化剂不需活化,可在室温下直接使用。

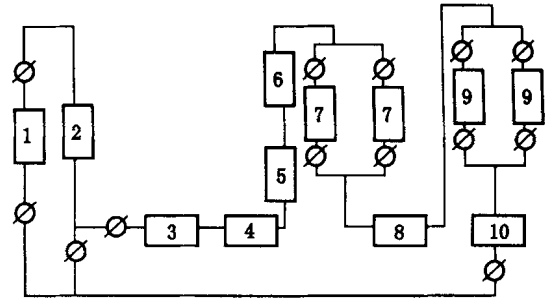


图 1 净化流程框图

Fig. 1 The schematic diagram of experiment apparatus

- 1——手套箱; 2——空压机; 3——混合器; 4——流量计;
5——预热器; 6, 10——取样口; 7——催化反应器;
8——冷却器; 9——干燥器

3 手套箱内含氚废空气的净化处理

1) 在正式充氚前,准备好系统中的分子筛,检查系统的气密性,根据所用催化剂类型准备净化系统,使净化系统处于备用状态。

2) 根据高压充氚操作中氚的现场辐射防护方案,在充氚过程中,除对充氚手套箱、充氚工作间和充氚排风进行在线监测外,根据情况随时对充氚手套箱内的气氛进行取样分析(正常情况下间隔 20 min),当手套箱内氚浓度接近规定限值 1.0×10^7 Bq/L 或发生氚泄漏时,立即启动处于备用状态的净化系统,使手套箱内的氚浓度及时降低。为提高净化效率,可添加约 1×10^{-3} 的 H₂。

4 实验结果

4.1 疏水催化剂净化手套箱内的含氚废气

自制疏水催化剂 Pt-ST/DVB 的粒径为 3 mm。在高压充氚后,采用该催化剂净化充氚手套箱内残留的含氚废空气。净化结果示于图 2。

从图 2 求出将手套箱内的氚浓度降低一个量级需 60 min,理论计算值为 62.5 min,两者基本一致。

4.2 两类催化剂净化手套箱内含氚废气的对比

在同一套净化系统上,用亲水型催化剂 Pt-Al₂O₃和疏水催化剂 Pt-ST/DVB 净化手套箱内的微量氚。对比净化结果示于图 3。

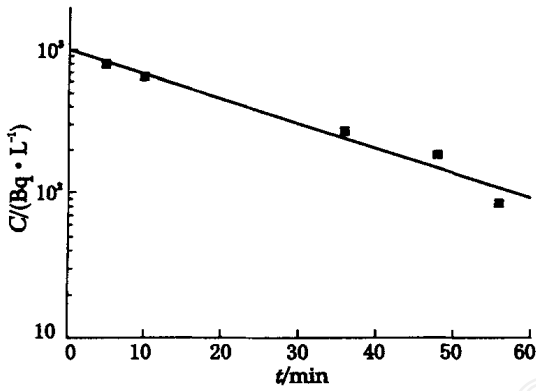


图2 手套箱内氚的净化结果

Fig. 2 The result of cleaning tritium in the glove box

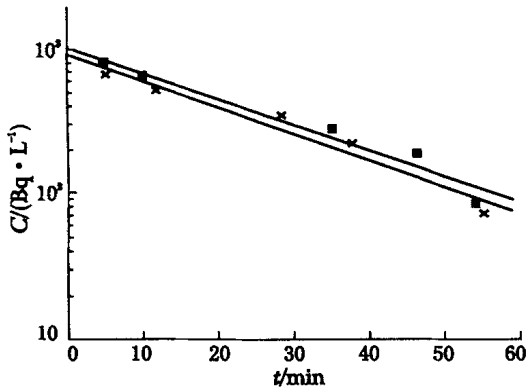


图3 两类催化剂对充氚手套箱内的氚的净化结果

Fig. 3 The cleaning of tritium in glove box with hydrophobic and hydrophilic Pt-catalyst
— 疏水催化剂; × — 亲水催化剂

从图3可见:在相同的系统运行条件下,用亲水催化剂 Pt-Al₂O₃ 净化手套箱内的微量氚时,将箱内氚浓度降低一个量级需56 min,用疏水催化剂 Pt-ST/DVB 需 61 min。但在整个净化处理过程中,使用亲水催化剂所需的准备时间以及能耗等均比使用疏水催化剂时多,净化操作亦较麻烦。

由以上结果可见:在高压充氚的现场辐射防护中,使用自制的 Pt-ST/DVB 疏水催化剂替代先前使用的亲水催化剂是完全可行的。

参考文献:

- [1] Bellanger G, Rameau JJ. Corrosion Control and Management Strategy for Gaseous and Liquid Tritium in French Processing Plants[J]. Fusion Technology, 1998, 34(10): 213 ~ 233.
- [2] Jon LM, Stephea WW, Frank G. Design and Operational Experience With a Portable Tritium Clean up System[J]. Fusion Technology, 1992, 21: 691 ~ 695.
- [3] Lu Yaozhang, Liu Chuiying, Zhang Dong, et al. Catalysts for HT Oxidation at Ambient Temperature[A]. Proceedings of the First China-Japan Seminar on Fusion Engineering[C]. Hefei, China: Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Sciences, 1993. 214 ~ 219.
- [4] 但贵萍,卢瑶章,邱咏梅,等. 大粒径疏水催化剂的制备及氧化氚氢的性能研究[J]. 原子能科学技术, 1999, 33(1): 12 ~ 17.