

资 料 ·

关于钋-210

郭秋菊 整理编译

(北京大学物理学院技术物理系,北京,100871)

金属钋(Po)是由居里夫妇于 1898 年在含有铀矿石的沥青中探寻引发放射性这种现象的根源时发现的天然放射性核素,为纪念自己的祖国而命名为钋(Polonium),这段历史广为人知。在自然界中,金属钋微量遍布于地壳中。

纯金属钋的熔点较低,不易挥发。在钋家族中,据知有 25 种以上的同位素,原子质量从 192~218,所有钋同位素均具有放射性,但大多数半衰期很短,很快就衰变掉了,只有三种同位素的半衰期较长,它们分别是²⁰⁸Po、²⁰⁹Po 和 ²¹⁰Po,其中²¹⁰Po 是钋家族中最有影响,应用也最为广泛的同位素。

²¹⁰Po 的半衰期是 138 d,通过 α 衰变,变为稳定核素²⁰⁶Pb。其单位质量的放射性活度(比活度)是 166 TBq/g,所以 μg 量级的²¹⁰Po 即可在全身产生 50 Sv 的照射剂量。针对失控的²¹⁰Po,IAEA 给出的危险量是 60 GBq,也就是相当于 0.3 mg。

1 ²¹⁰Po 的产生

²¹⁰Po 虽然是天然放射性核素,但在自然界中土壤和水中的含量极低,人体内的含量更是微量。从铀矿石中可以通过化学方法分离提炼得到²¹⁰Po,但每吨矿石中的²¹⁰Po 含量不足 0.1 mg。

通常人们利用反应堆来人工生成²¹⁰Po,用中子轰击稳定核素铋-209(²⁰⁹Bi),生成²¹⁰Bi,其半衰期为 5 d,²⁰⁹Bi 通过 β 衰变生成²¹⁰Po。mg 量级的²¹⁰Po 一般通过此方法人工生产。其它长半衰期的钋同位素如²⁰⁹Po($T_{1/2} = 103 \text{ a}$)和 ²⁰⁸Po($T_{1/2} = 2.9 \text{ a}$)也可以通过反应堆或粒子加

速器人工生产,但造价极其昂贵。

2 ²¹⁰Po 的应用

²¹⁰Po 主要应用在一些机械设备上用来消除静电,例如纸张翻转机械,塑料薄膜生产设备或人造纤维纺织机械等。²¹⁰Po 被电镀在衬背的金属箔上,插入在固定物内,²¹⁰Po 衰变时释放的 α 粒子会使邻近空气电离,空气离子则会防止与空气相接触的机械设备表面上静电的产生。²¹⁰Po 还可以涂抹在刷子上用来清除照相胶片或相机镜头上的灰尘。静电消除器通常会有 1~10 GBq 的放射性。²¹⁰Po 还可以与铍(Be)结合在一起生成中子源。

3 ²¹⁰Po 的生物效应

由于²¹⁰Po 衰变时放出 α 粒子,而 α 粒子在空气中的射程只有几 cm,一张纸即可以屏蔽,故其外照射损害可以忽略。只有在通过饮食、饮水或呼吸等途径摄入体内的情况下,²¹⁰Po 才会对机体造成损害或损伤。一旦由于误食或被投毒等将²¹⁰Po 摄入体内,其 50%~90%可以迅速到达胃肠道,通过粪便排谢至体外。滞留在体内的其余部分将进入全身血液循环,其有效半排期为 50 d,²¹⁰Po 可以在体内多个器官造成辐射损伤。与其它放射性核素相比,²¹⁰Po 导致的辐射照射更加遍及全身。通过呼吸摄入难溶解的²¹⁰Po 时,体内的浓集器官是肺部,其它途径的摄入时,脾脏和肾脏内的²¹⁰Po 浓集通常会大于体内其它器官。尽管脾脏所受到的辐射剂量可能会更大,但通常肾脏损伤更为常见。一般情况下,摄入体内的²¹⁰Po,其 45%沉积在

脾、肾和肝脏,10%沉积在骨髓组织,其余沉积在包括淋巴结和呼吸道内皮粘膜在内的全身各器官或组织。

在细胞水平的生物效应上, ^{210}Pb 释放出的粒子可以破坏细胞结构、细胞核结构,损伤DNA,最终导致细胞死亡。摄入几 μg 的 ^{210}Pb 即可在一天之内出现类似食物中毒的胃肠道症状,包括恶心、呕吐、腹泻及全身疲劳,之后会伴随出现晚期症状,例如:脱发和血细胞的大量减少。

全身剂量达5 Gy时即可出现骨髓造血功能抑制。由于肠内粘膜细胞是对辐射照射敏感的

高速增生繁殖细胞,急性照射剂量为5~15 Gy时即可出现胃肠道症状,40~50 Gy时可出现胃肠道坏疽和溃疡。在胃肠道内膜上,粒子对上皮细胞的辐射照射可以导致细胞死亡,内膜脱落,导致胃肠道出血。

如果某人因被投毒将 ^{210}Pb 摄入体内,必然会受到大剂量的辐射照射,而且摄入的 ^{210}Pb 不会是天然生成的,多半是人工生产的。

以上内容根据美国保健物理学会网页(<http://hps.org/>)内容编写、翻译。

学术动态 ·

亚洲核合作论坛 2006 年度“放射性废物管理研讨会”

1 概要

亚洲核合作论坛(FNCA)2006年度“放射性废物管理研讨会”于2006年11月20日至24日在北京召开。本次会议由日本文部科学省(MEXT)与中国国家原子能机构共同主办,由中国核工业集团公司和日本原子力产业协会(JAIF)联合承办。共有来自FNCA成员国澳大利亚、中国、印度尼西亚、日本、韩国、马来西亚、菲律宾、泰国和越南的30多名代表参加了会议。会议主要讨论了FNCA各成员国的放射性废物管理进展,包括法规、管理体制、低中放废物处置设施概念设计、放射性废物的处理与整备和退役中的清洁解控等。会议还对今后的工作计划和有关事项进行了讨论。

2 各国放射性废物管理进展

澳大利亚介绍了将核审管机构与联邦和州政府的分离、对三个预选场址的调查、核能争论中的主要问题、伴生放射性废物的管理现状、以及区域性放射源保安进展。其联邦放射性废物

管理设施只用于政府机构产生的放射性废物,并位于联邦所属的土地上。低放废物采用近地表处置,而中放废物则采取地上贮存。该项目计划将在2011年投入运行。澳大利亚的医疗废物按属地管理,各州负责本州辖区内所产生的医疗废物的贮存与处置。对于含短寿命核素的放射性废物主要采取衰变方式,通常在医院的地下室中设置专门的衰变场所。目前,澳大利亚已制定了有关解控、放射性废物近地表处置和含放射性矿冶废物管理的规定。澳大利亚可能修改有关规定,允许ANSTO接收、处理和贮存医疗放射性废物。

中国介绍了国内放射性废物管理的基本情况以及放射性废物安全管理方面面临的问题,以及西南处置场的选址情况。《放射性污染防治法》极大地推动了放射性废物管理水平的提高,核电的积极发展对放射性废物管理提出了新的需求。低中放废物实行区域性的近地表处置,然而,近地表处置的实施还需要统筹考虑区域的布局、核技术利用废物的处置以及极低放废物的处置等。国家原子能机构、科技部和国家