



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 16140—2018  
代替 GB/T 16140—1995

---

## 水中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法

Determination of radionuclides in water by gamma spectrometry

2018-02-06 发布

2018-09-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 $\gamma$ 能谱仪 .....	1
3 $\gamma$ 能谱仪的刻度 .....	2
4 样品制备 .....	4
5 测量 .....	5
6 $\gamma$ 能谱分析方法 .....	5
7 结果表述 .....	7
附录 A (资料性附录) 适于作能量刻度的 $\gamma$ 放射性核素 .....	8
附录 B (规范性附录) $\gamma$ 能谱分析的探测下限 .....	9
附录 C (资料性附录) 水中可能存在的 $\gamma$ 放射性核素 .....	10

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 16140—1995《水中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》。

本标准与 GB/T 16140—1995 相比,主要技术变化如下:

- 修改了高纯锗  $\gamma$  能谱仪的性能指标要求;
- 修改了活度浓度的计算公式和不确定度的计算方法;
- 修改了能量刻度源和效率刻度源的有关参数和要求;
- 修改了附录 C 中的主要核素及其参数数据。

本标准由中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会提出并归口。

本标准起草单位:中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所、上海市疾病预防控制中心、江苏省疾病预防控制中心。

本标准主要起草人:徐翠华、赵力、高林峰、杨小勇、任天山、李文红、周强。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 16140—1995。

# 水中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法

## 1 范围

本标准规定了使用高纯锗(HPGe) $\gamma$ 能谱仪测定水中 $\gamma$ 放射性核素的方法。

本标准适用于在实验室测量水样品中 $\gamma$ 射线能量大于40 keV且活度不低于0.4 Bq的放射性核素。

## 2 $\gamma$ 能谱仪

### 2.1 $\gamma$ 能谱仪的组成

本标准推荐的谱仪系统主要包括探测器、多道脉冲幅度分析器(简称多道分析器,MCA)、数据存储设备、永久数据存储设备、屏蔽室和其他电子学设备。

### 2.2 探测器

高纯锗(HPGe)探测器的灵敏体积一般在 $50\text{ cm}^3\sim 150\text{ cm}^3$ 之间,对 $^{60}\text{Co}$  1 332.5 keV  $\gamma$ 射线的能量分辨力(FWHM)应不大于2.5 keV,低噪声电荷灵敏前置放大器应和探测器组装在一起。

### 2.3 屏蔽室

探测器应置于厚度至少10 cm铅当量的铅或钢铁作屏蔽物质的外辐射屏蔽室中,屏蔽室内壁距探测器灵敏体积表面的距离至少13 cm。当铅制屏蔽室内壁与探测器的距离小于25 cm时,在屏蔽室的内表面应有原子序数逐渐递减的多层内屏蔽。内屏蔽从外向里依次衬有厚度不小于1.6 mm的镉或锡、不小于0.4 mm的铜以及厚度为2 mm~3 mm的有机玻璃,以减少不同材料产生的特征X射线的影响。

### 2.4 高压电源

高压电源在0 V~5 000 V、 $1\ \mu\text{A}\sim 100\ \mu\text{A}$ 范围内连续可调。稳定度优于0.1%,纹波电压不大于0.01%。

### 2.5 谱放大器

应与前置放大器和多道分析器相匹配。

### 2.6 数据获取和存储设备

#### 2.6.1 多道分析器

利用单独的多道分析器或计算机软件控制下的模-数转换器(ADC)执行 $\gamma$ 能谱仪的数据获取功能。对于高分辨 $\gamma$ 能谱仪,多道分析器不少于8 192道。

#### 2.6.2 数据存储设备

数据存储设备要有足够的数据存储和将谱数据的任一部分向一个或多个内、外终端设备(I/O)传输的能力,这些终端设备可以是打印机、硬盘、移动存储设备、USB、串或并接计算机接口。