



中华人民共和国国家标准

GB 27742—2011

可免于辐射防护监管的物料中放射性 核素活度浓度

Activity concentration for material not requiring radiological regulation

2011-12-30 发布

2012-12-01 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 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 免管浓度的确定基础	2
5 免管浓度值	2
6 免管浓度值的应用	3
7 对满足免管浓度值的验证	4
附录 A (资料性附录) 推导人工放射性核素免管浓度时考虑的照射情景、途径、主要相关参数	5
附录 B (规范性附录) 免管浓度值	8



前 言

本标准的第 4 章、第 5 章、第 6 章、7.1、7.4、7.5、7.6、7.7 的内容为强制性，其余为推荐性。

本标准参考 IAEA 安全导则“排除、豁免和解控概念的应用”(No. RS-G-1.7)，并结合我国的实际情况制定的。

本标准的附录 A 为资料性附录，附录 B 为规范性附录。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核能标准化技术委员会(SAC/TC 58)归口。

本标准起草单位：核工业标准化研究所。

本标准主要起草人：夏益华。

可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度

1 范围

本标准规定了可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度(以下简称免管浓度)。

本标准适用于大批量(大于 1 吨)物料的生产操作、贸易、填埋或再循环等活动,但不适用于下列情况:

- 食品、饮水、动物饲料和任何用于食品或动物饲料的物质;
- 空气中的氡(空气中氡浓度的优化行动水平见 GB 18871—2002 附录 H);
- 运输中的物料(按运输标准管理);
- 已核准实践所产生的液态和气载流出物(它们属于核准排放的范围);
- 环境(包括场地土壤)中的放射性残留物。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB 17567—2009 核设施的钢铁、铝、镍和铜再循环、再利用的清洁解控水平
- GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

物料 material

物品和材料的统称,生产操作、贸易、再循环、填埋处置等活动中涉及的大批量固态原材料、辅料、或拟处置物。

3.2

天然放射性核素 natural radionuclides

以显著量天然存在于地球上的放射性核素,主要指原生放射性核素²³⁵U、²³⁸U 和²³²Th 及其衰变子体。

3.3

排除 exclusion

在标准的适用范围之外,特指那些本质上不能通过实施本标准的要求对照射的大小或照射的可能性进行控制的照射情况,如人体内的⁴⁰K 和到达地球表面的宇宙线等所引起的照射。

3.4

豁免 exemption

实践和实践中的源经确认符合规定的豁免要求或水平,并经审管部门同意后被审管要求所豁免。

3.5

解控 clearance

审管部门按规定解除对已批准进行的实践中的放射性材料或物品的管理控制。

3.6

再循环 recycle

其污染浓度等于或低于国家相关标准规定的解控水平的金属,经批准熔炼后作原材料使用;或其污染体浓度等于或低于国家相关标准规定的解控水平的混凝土,经批准混料后作建材使用。

4 免管浓度的确定基础

4.1 天然放射性核素免管浓度的确定基础

天然放射性核素的免管浓度,是以考虑自然界所有未经扰动的环境土壤中天然放射性核素的活度浓度为基础,使得环境土壤得予免管,而对矿石、矿砂、工业废渣和废物则要有适当监管。

操作和使用具有此种活度浓度水平的物料的活动,对公众个人所产生的附加有效剂量(氡吸入剂量除外)通常不太可能超过 1 mSv/a。

4.2 人工放射性核素免管浓度的确定基础

对含人工放射性核素的物料,判断其是否可免于辐射防护监管的剂量准则是:所致个人有效剂量在 10 μ Sv/a 量级,或更小。

考虑到可能导致更高辐照的低概率事件的出现,附加的准则是:这类低概率事件所可能产生的有效剂量应当不超过 1 mSv/a,此时还假定对皮肤的当量剂量免管准则为 50 mSv/a。

注:推导人工放射性核素免管浓度时考虑的照射情景、途径、主要相关参数参见附录 A。

5 免管浓度值

5.1 天然放射性核素的免管浓度值

天然放射性核素的免管浓度值见表 B.1。

5.2 人工放射性核素免管浓度值

人工放射性核素免管浓度值见表 B.2。

5.3 惰性气体的免管浓度值

对于惰性气体,采用 GB 18871—2002 附录 A 中所给出的人工放射性核素豁免浓度作为免管浓度。

5.4 含有多种放射性核素的物料

5.4.1 含有不同天然放射性核素的物料

对于含有不同天然放射性核素混合物的物料,应当要求其中每一种天然放射性核素的活度浓度均满足表 B.1 所列相关值的要求。

5.4.2 人工放射性核素混合物

对于含有多种人工放射性核素混合物的物料,应当要求其中各种人工放射性核素的活度浓度与各自的免管浓度值的比值之和小于 1,即满足式(1)要求:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{oi}} \leq 1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

C_i ——第 i 种人工放射性核素在物料中的活度浓度，单位为贝克每克(Bq/g)；

C_{oi} ——表 B.2 所列第 i 种人工放射性核素的免管浓度，单位为贝克每克(Bq/g)；

n ——存在于物料中的人工放射性核素的种类数，无量纲。

5.4.3 含有天然、人工放射性核素混合物

对于同时含有天然和人工两类放射性核素混合物的物料，应当同时满足上述 5.4.1 和 5.4.2 的要求。

6 免管浓度值的应用

6.1 天然放射性核素

6.1.1 在申报免管的活动的正当性得到确认的前提下，凡是涉及物料中天然放射性核素的活度浓度小于或等于表 B.1 所列数值的活动，通常无需进行辐射防护监管。

6.1.2 对于物料被掺入其照射因子较大的建材(住宅、办公室等用途)使用的情况，即使当其天然放射性活度浓度小于免管浓度时，仍然需要确保最终产品满足相关标准的要求。

6.1.3 当物料中天然放射性核素的活度浓度大于表 B.1 所列数值时，应由审管部门根据剂量评估结果等因素决定，GB 18871—2002 中规定的相关审管要求中，哪些要求应当应予满足。

6.2 人工放射性核素

物料中人工放射性核素的活度浓度不大于表 B.2 中所列数值，经审管部门核准后，该类物料的操作和使用可免于辐射防护监管，即这些被豁免或解控的物料可以不再进入实践防护体系，除非审管部门对一些特殊情况或特殊用途提出特殊要求。

6.3 剂量评估

6.3.1 在确认有必要进行剂量评估时，审管部门决定其是否可予免管的剂量准则是：该种物料的生产操作、贸易、填埋或再循环等活动对合理最大受照公众个人所产生的有效剂量符合第 4 章所给定的准则。但在有些情况下，审管部门也可根据对某些活动的物料用途、总年剂量(或潜在照射)大小、社会敏感性、操作或产品制造工艺、监管代价等因素的考虑，采用稍微不同的剂量准则。

6.3.2 对于其活度浓度值超过表 B.1、表 B.2 所列数值的情况，要求根据最优化原则对其进行逐例评价。根据评价结果所表明的照射(或潜在照射)大小，决定对它提出与其危险水平相适应的辐射防护管理要求。当评价结果表明，虽然其活度浓度值超过表 B.1、表 B.2 所列数值的几倍(最大到 10 倍)，但它免于辐射防护管理恰是优化方案时，审管部门仍然可以免于管理。

6.4 表面污染的物料和设备

凡是属于只有表面污染的物料或设备，均应按 GB 18871—2002 中 B.2.2 的规定执行。

6.5 轻微污染的钢铁、铝、镍和铜

对于受到轻微放射性污染的钢铁、铝、镍和铜再循环再利用，GB 17567—2009 中已规定的人工放射性核素可进行熔炼再利用的解控水平可直接视作免管申报值，GB 17567—2009 中未给定数值的其他核素(包括天然核素)的免管浓度，可参考本标准执行。

6.6 小批量物料(小于 1 吨)

属于小批量(小于 1 吨)物料的情况,应按照 GB 18871—2002 附录 A 中给出的豁免浓度执行。

7 对满足免管浓度值的验证

7.1 基本的和直接的验证方法是对代表性样品进行实验室活度浓度分析,应当建立和采用合格的活度浓度值验证程序。

7.2 在保证物料的活度浓度不会超过本标准免管浓度值的前提下,可以采用某些间接方法,包括对 γ 放射性污染的物料的 γ 剂量率现场筛选测量、根据恰当的推导以确定物料中不同核素含量之间的相互关系的方法、查询有关物料的可追溯性资料(包括它们的产地和来源)的方法,以及审管部门可以接受的其他间接验证方法。

7.3 对于只含有 γ 放射性核素的物料,或其 γ 放射性水平与不同核素含量之间的相互关系已清楚的物料,采用 γ 剂量率现场筛选是十分方便的。应当在保证物料中活度浓度不会超过表 B.1 和表 B.2 所列水平,或审管部门要求的其他水平的前提下,利用实验和计算确定的物料中活度浓度与 γ 外照射剂量之间相互关系(留有足够安全余量)确定出一定测量条件下的 γ 剂量率筛选水平,并藉此进行现场 γ 剂量率筛选。对低于 γ 剂量率筛选水平的物料一般无需再进行活度浓度分析。当筛选结果表明有必要进行活度浓度分析时,或者作为质保要求需要抽样进行浓度分析时,可按相关的取样质保要求对物料进行取样,送实验室进行活度浓度分析。

7.4 审管部门应对申报单位所采用的取样和测量方法、仪器配置及验证的质保要求进行审核。

7.5 在对物料进行测量以前,要对不同物料进行分类,使得同类物料的组成及来源保持接近。在进行直接测量或抽样浓度分析时,要保证测量条件和取样样品的代表性。

7.6 除了正常生产操作过程中工艺操作需要的内在稀释以外,那种专门为了满足表 B.1 和表 B.2 所列浓度要求,未经审管部门同意而对物料进行稀释是不容许的。

7.7 物料中的放射性含量满足本标准的要求之后,还应当满足其他方面(如,化学、生物毒性等)的国家相关标准要求。



附 录 A
(资料性附录)

推导人工放射性核素免管浓度时考虑的照射情景、途径、主要相关参数

表 A.1 照射情景及相关途径

照射情景	描 述	受照个人	相关照射途径
WL	工作人员在掩埋场或其他设施(熔铸厂除外)	工作人员	掩埋场外照射; 掩埋场吸入内照射; 直接食入污染物料
WF	工作人员在熔铸厂内	工作人员	熔铸厂内来自设备和废铁堆的外照射; 熔铸厂内吸入内照射; 直接食入污染物质
WO	其他工作人员(例如卡车司机)	工作人员	来自设备或卡车装载物外照射
RL-C	掩埋场或其他设施附近居民	1~2岁儿童	掩埋场或其他设施附近吸入内照射; 污染场地生长食物的食入内照射
RL-A		>17岁成人	
RF	熔铸厂附近居民	1~2岁儿童	附近吸入内照射
RH	污染建材内居民	成人	室内外照射
RP	污染物料建成的公共场所附近居民	1~2岁儿童	场所外照射; 污染尘埃吸入内照射; 污染物质直接食入内照射
RW-C	消费污染河流中鱼类或私人井水的用户	1~2岁儿童	污染饮水、食物和鱼类的食入内照射
RW-A		成人	

表 A.2 不同照射情景的通用参数

参数	单位	情况	情景						
			WL	WF	WO	RL	RF	RH	RP
			填埋场 工人	熔炼厂 工人	其他 工人	填埋场 居民	熔炼厂 居民	住宅 居民	公共场所 公众
照射时间(t_c)	h/a	现实	450	450	900	1 000	1 000	4 500	400
		低概率	1 800	1 800	1 800	8 760	8 760	8 760	1 000
情景以前的蜕变时间(t_1)	d	现实	30	30	30	30	30	100	100
		低概率	1	1	1	1	1		
情景过程的时间(t_2)	d	现实	365	365	365	365	365	365	365
		低概率	0	0	0	0	0		
食物情景之前的蜕变时间(t_{f1})	d	现实	不适用	不适用	不适用	365	不适用	不适用	不适用
食物情景过程的时间(t_{f2})	d	现实	不适用	不适用	不适用	365	不适用	不适用	不适用

表 A.3 外照射情景参数

参数	单位	情况	WL	WF/WO	RH	RP
			填埋场 工人	熔炼厂或 其他工人	住房 居民	公共场所 公众
稀释因子(f_d)		现实	0.1	0.1	0.1	0.1
		低概率	1	1	0.5	0.5
物料密度	g/cm^3		1.5	1.5	1.5	1.5
几何条件			距地面 1 m 高, 半 无限大源	距 $5 \times 2 \times 1$ (m^3) 的货或物件 1 m, 无屏蔽	天花板, 2 面墙, 3×4 (m^2), 2.5 m 高, 墙厚 20 cm	距地面 1 m 高, 半无限大源
剂量率系数 (\dot{e}_{ext})	$(\mu\text{Sv/h})/$ (Bq/g)		(成人)	(成人)	(成人)	(1~2 岁儿童)
		取决于核素和几何条件				

表 A.4 吸入内照射情景参数

参数	单位	情况	WL	WF	WL-A	RL-C	RF	RP
			填埋场 工人	熔炼厂 工人	填埋场居民		熔炼厂 居民	公共场所 公众
稀释因子(f_d)		现实	0.1	0.02	0.01	0.01	0.002	0.1
		低概率	1	0.1	0.1	0.1	0.01	1
空气中尘埃 浓度(C_{dust})	g/m^3	现实	5×10^{-4}	5×10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}
		低概率	10^{-3}	10^{-3}	5×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}	5×10^{-4}
浓集因子(f_c)			4	1-70	4	4	1-70	4
呼吸速率(\dot{V})	m^3/h		1.2	1.2	1.2	0.22	0.22	0.22
剂量系数(e_{inh})	$\mu\text{Sv/Bq}$		5 μm , 工人	5 μm , 工人	成人	儿童 (1~2 岁)	儿童 (1~2 岁)	儿童 (1~2 岁)

表 A.5 食入情景参数

参数	单位	情况	WL/WF	RP	RL-A	RL-C
			填埋场或熔 炼厂工厂	公共场所公众	填埋场公众	填埋场公众
稀释因子(f_d)		现实	0.1	0.1	0.01	0.01
		低概率	1	1	0.1	0.1
浓集因子(f_c)			2	2	不适用	不适用
根转移因子(f_r)			不适用	不适用		
年食入量(Q)	g/a 或 kg/a	现实	10 g/a	25 g/a	88 kg/a	68 kg/a
		低概率	50 g/a	50 g/a	264 kg/a	204 kg/a
剂量系数(e_{ing})	$\mu\text{Sv/Bq}$		工人	儿童(1~2 岁)	成人	儿童(1~2 岁)

表 A.6 分配系数(cm^3/g)

元素	现实	低概率	元素	现实	低概率
Ag	0	0	Nb	0	0
Am	20	20	Ni	1 000	300
Ba	50	44	Np	50	5
Bi	0	0	Pd	30	30
Bk	213	213	Pm	268	240
C	0	0	Pt	12	12
Ca	50	5	Pu	2 000	550
Cd	0	0	Rb	20	20
Ce	1 000	500	Rh	44	44
Cf	109	109	Ru	0	0
Cl	3	3	Sb	0	0
Cm	395	395	Se	0	0
Co	1 000	60	Sm	182	182
Cs	1 000	270	Sn	0	0
Es	213	213	Sr	30	15
Eu	268	240	Tb	182	182
Fe	1 000	160	Tc	0	0
Gd	182	182	Te	0	0
H	0	0	Th	60 000	1 378
Ho	182	182	Tl	0	0
I	0.1	0.1	Tm	213	213
La	213	213	U	50	15
Mn	200	50	Zn	0	0
Mo	20	10	Zr	395	280
Na	10	10			

附录 B
(规范性附录)
免管浓度值

表 B.1 天然放射性核素免管浓度值

核素	免管浓度值/(Bq/g)
天然放射性核素	1
<p>注 1: 天然放射性核素,指以²³⁸U、²³⁵U和²³²Th为母核的、处于永久平衡的衰变链中的任何一个核素,即包括物料中链首天然放射性核素²³⁸U、²³⁵U和²³²Th,和分段链的链首核素²²⁶Ra,以及它们衰变链中的每一个衰变子体核素。</p> <p>注 2: 所列数值是指物料中该天然放射性核素的总含量浓度值,即包括物料中所谓该地区“正常”含有的天然放射性含量,以及由活动带来的任何附加的浓度值。</p> <p>注 3: 对物料中的天然⁴⁰K活度浓度,不予管理。</p>	

表 B.2 人工放射性核素免管浓度值

放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g
H-3	100	Mn-56	10 *	Se-75	1
Be-7	10	Fe-52	10 *	Br-82	1
C-14	1	Fe-55	1 000	Rb-86	100
F-18	10 *	Fe-59	1	Sr-85	1
Na-22	0.1	Co-55	10 *	Sr-85m	100 *
Na-24	1 *	Co-56	0.1	Sr-87m	100 *
Si-31	1 000 *	Co-57	1	Sr-89	1 000
P-32	1 000	Co-58	1	Sr-90	1
P-33	1 000	Co-58m	10 000 *	Sr-91	10 *
S-35	100	Co-60	0.1	Sr-92	10 *
Cl-36	1	Co-60m	1 000 *	Y-90	1 000
Cl-38	10 *	Co-61	100 *	Y-91	100
K-42	100	Co-62m	10 *	Y-91m	100 *
K-43	10 *	Ni-59	100	Y-92	100 *
Ca-45	100	Ni-63	100	Y-93	100 *
Ca-47	10	Ni-65	10 *	Zr-93	10 *
Sc-46	0.1	Cu-64	100 *	Zr-95	1
Sc-47	100	Zn-65	0.1	Zr-97	10 *
Sc-48	1	Zn-69	1 000 *	Nb-93m	10
V-48	1	Zn-69m	10 *	Nb-94	0.1
Cr-51	100	Ga-72	10 *	Nb-95	1
Mn-51	10 *	Ge-71	10 000	Nb-97	10 *
Mn-52	10 *	As-73	1 000	Nb-98	10 *
Mn-52m	10 *	As-74	10 *	Mo-90	10 *
Mn-53	100	As-76	10 *	Mo-93	10

表 B.2 (续)

放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g
Mn-54	0.1	As-77	1 000	Mo-99	10
Mo-101	10 *	Sn-125	10	Cs-129	10
Tc-96	1	Sb-122	10	Cs-131	1 000
Tc-96m	1 000 *	Sb-124	1	Cs-132	10
Tc-97	10	Sb-125	0.1	Cs-134	0.1
Tc-97m	100	Te-123m	1	Cs-134m	1 000 *
Tc-99	1	Te-125m	1 000	Cs-135	100
Tc-99m	100 *	Te-127	1 000	Cs-136	1
Ru-97	10	Te-127m	10	Cs-137	0.1
Ru-103	1	Te-129	100 *	Cs-138	10 *
Ru-105	10 *	Te-129m	10	Ba-131	10
Ru-106	0.1	Te-131	100 *	Ba-140	1
Rh-103m	10 000 *	Te-131m	10	La-140	1
Rh-105	100	Te-132	1	Ce-139	1
Pd-103	1 000	Te-133	10 *	Ce-141	100
Pd-109	100	Te-133m	10 *	Ce-143	10
Ag-105	1	Te-134	10 *	Ce-144	10
Ag-110m	0.1	I-123	100	Pr-142	100
Ag-111	100	I-125	100	Pr-143	1 000
Cd-109	1	I-126	10	Nd-147	100
Cd-115	10	I-129	0.01	Nd-149	100 *
Cd-115m	100	I-130	10 *	Pm-147	1 000
In-111	10	I-131	10	Pm-149	1 000
In-113m	100 *	I-132	10 *	Sm-151	1 000
In-114m	10	I-133	10 *	Sm-153	100
In-115m	100 *	I-134	10 *	Eu-152	0.1
Sn-113	1	I-135	10 *	Eu-152m	100 *
Eu-154	0.1	Ir-192	1	Pa-230	10
Eu-155	1	Ir-194	100 *	Pa-233	10
Gd-153	10	Pt-191	10	U-230	10
Gd-159	100 *	Pt-193m	1 000	U-231	100
Tb-160	1	Pt-197	1 000 *	U-232	0.1
Dy-165	1 000 *	Pt-197m	100 *	U-233	1
Dy-166	100	Au-198	10	U-236	10
Ho-166	100	Au-199	100	U-237	100
Er-169	1 000	Hg-197	100	U-239	100 *
Er-171	100 *	Hg-197m	100	U-240	100 *
Tm-170	100	Hg-203	10	Np-237	1
Tm-171	1 000	Tl-200	10	Np-239	100
Yb-175	100	Tl-201	100	Np-240	10 *

表 B.2 (续)

放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g	放射性核素	免管浓度 Bq/g
Lu-177	100	Tl-202	10	Pu-234	100 *
Hf-181	1	Tl-204	1	Pu-235	100 *
Ta-182	0.1	Pb-203	10	Pu-236	1
W-181	10	Bi-206	1	Pu-237	100
W-185	1 000	Bi-207	0.1	Pu-238	0.1
W-187	10	Po-203	10 *	Pu-239	0.1
Re-186	1 000	Po-205	10 *	Pu-240	0.1
Re-188	100 *	Po-207	10 *	Pu-241	10
Os-185	1	At-211	1 000	Pu-242	0.1
Os-191	100	Ra-225	10	Pu-243	1 000 *
Os-191m	1 000 *	Ra-227	100	Pu-244	0.1
Os-193	100	Th-226	1 000	Am-241	0.1
Ir-190	1	Th-229	0.1	Am-242	1 000 *
Am-242m	0.1	Cm-248	0.1	Cf-253	100
Am-243	0.1	Bk-249	100	Cf-254	1
Cm-242	10	Cf-246	1 000	Es-253	100
Cm-243	1	Cf-248	1	Es-254	0.1
Cm-244	1	Cf-249	0.1	Es-254m	10
Cm-245	0.1	Cf-250	1	Fm-254	10 000 *
Cm-246	0.1	Cf-251	0.1	Fm-255	10 *
Cm-247	0.1	Cf-252	1		

注：* 半衰期小于 1 天。

