

附件 3

《伴生放射性物料贮存及处置辐射环境保护
技术规范（征求意见稿）》
编制说明

中核第四研究设计工程有限公司
二〇一九年四月

目 录

1 项目背景.....	14
1.1 任务来源.....	14
1.2 工作过程.....	14
2 标准编制的必要性分析.....	16
3 标准编制的依据.....	17
4 标准编制的原则和技术路线.....	18
4.1 标准编制的原则.....	18
4.2 标准编制的技术路线.....	18
5 标准主要技术内容	19
5.1 适用范围.....	19
5.2 规范性引用文件.....	19
5.3 术语和定义.....	19
5.4 基本要求.....	23
5.5 一般要求.....	24
5.6 伴生放射性固体废物处置设施选址.....	24
5.7 设计、建设.....	26
5.8 运行.....	29
5.9 关闭整治.....	31
5.10 伴生放射性固体废物处置设施监护.....	31
5.11 辐射监测.....	32
6 第一次公开征求意见及处理情况.....	33
6.1 意见回复情况.....	33
6.2 意见处理情况.....	33

1 项目背景

1.1 任务来源

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》和《建设项目环境保护管理条例》，进一步强化非铀（钍）矿产资源开发利用项目中物料贮存及处置的辐射环境管理与放射性污染防治工作，规范、指导和推动非铀（钍）矿产资源开发利用项目的辐射环境保护工作，完善环境管理标准体系，需要编制《伴生放射性物料贮存及处置辐射环境保护技术规范》。

2016年12月，原环境保护部印发《核与辐射安全监管明细项目2017年申报指南》，指南中将本标准列入“铀矿冶与伴生矿核与辐射安全监督管理”，并委托中核第四研究设计工程有限公司（以下简称核四院）开展标准的相关调研及编制工作；接受委托后，核四院于2017年正式启动相关工作。

1.2 工作过程

2017年5月10日，核四院成立标准编制组，在广泛调研的基础上，进行了开题报告编写工作。

2017年11月7日，原环境保护部辐射源安全监管司在成都召开了开题论证会。根据专家意见，编制组开展了进一步的调研工作。编制组查阅了国内外稀土等伴生放射性矿开发利用过程适用的环境保护法律法规、相关标准和文献；调研了稀土等伴生放射性矿开发利用过程中伴生放射性废物排放情况及辐射环境污染现状；查阅了危险废物、极低水平和低中水平放射性废物等相关标准规范，并对标准规范内容进行了解读，分析其适用性和可借鉴性；根据调研结果，并结合核四院及其他相关单位在伴生放射性矿行业辐射防护与环境保护方面的科研、咨询评价和设计成果，提出了稀土矿产资源开发利用企业在选址、设计、建设、运行、关闭整治及监护等过程应遵守的辐射环境保护原则与一般技术要求，编制完成了标准及编制说明初稿。

2018年2月28日，原环境保护部辐射源安全监管司在北京召开了专家咨询会。

根据专家意见，编制组对标准及编制说明进行了修改完善。

2018年4月18日，针对标准中的具体问题，编制组赴北京向生态环境部辐射源安全监管司进行了汇报。根据讨论形成的意见，编制组对标准及编制说明进行了修改完善。

2018年5月30日，生态环境部辐射源安全监管司对标准及编制说明进行了初步意见征求。根据反馈意见（不重复意见共73条，其中34条采纳、23条部分采纳、16条不采纳），编制组对标准及编制说明进行了修改完善。

2018年6月12日，生态环境部辐射源安全监管司在北京召开了第二次专家咨询会。根据专家意见，编制组对标准及编制说明进行了修改完善。

2018年7月25日，生态环境部辐射源安全监管司在北京召开了第三次专家咨询会。根据专家意见，编制组对标准及编制说明进行了修改完善。

2018年9月26日，生态环境部办公厅印发《稀土工业辐射环境保护规定（征求意见稿）》（环办标征函〔2018〕55号），公开征求了国务院有关部委、省（自治区、直辖市）原环境保护厅（局）、相关企（事）业以及部内各相关司局共62家单位（或部门）意见。

2018年11月12日，生态环境部辐射源安全监管司在北京召开了征求意见处理情况专家咨询会，根据反馈意见（不重复意见共81条，其中40条采纳、29条部分采纳、12条不采纳）及专家意见，编制组对标准及编制说明进行了修改完善，形成送审稿。

2018年12月13日，生态环境部（国家核安全局）在北京召开了核与辐射安全法规标准审查专家委员会，根据专家意见和建议，标准名称调整为《稀土伴生放射性固体废物贮存及处置辐射环境保护规定》，编制组对标准及编制说明进行了修改完善。

2019年1月21日，生态环境部辐射源安全监管司在北京召开了标准适用范围的专家咨询会，根据专家意见和建议，本标准适用于其他伴生放射性矿行业，适用范围扩展为其他伴生放射性矿相关行业的伴生放射性物料，并将标准名称调整为《伴生放

射性物料贮存及处置辐射环境保护技术规范》，编制组对标准及编制说明进行了修改完善。

2 标准编制的必要性分析

我国矿产资源丰富，多种矿产伴生铀、钍等天然放射性核素，开发利用过程中可能使用到伴生放射性原料，产生伴生放射性固体废物。由于矿物种类、来源、生产工艺等的不同，伴生放射性物料（含固体废物）的性状、核素种类、活度浓度水平也存在较大差异。目前国家尚未出台针对非铀（钍）矿产资源开发利用过程中伴生放射性物料贮存及处置的辐射环境标准，部分企业物料的不恰当管理造成的辐射水平升高和环境污染事件时有发生，给区域辐射环境带来了一定的负面影响，辐射环境问题已经引起了国家、社会和公众的广泛关注与高度重视。

为了避免或减少辐射环境污染事件的发生，我国开展了对伴生放射性矿的辐射监管工作。目前我国有关伴生放射性矿监管的重要依据是 2003 年实施的《中华人民共和国放射性污染防治法》（以下简称《放污法》），其中规定了我国伴生放射性矿管理的基本制度和要求；2013 年，原环境保护部发布了《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录（第一批）》（以下简称《名录》），规定了需要开展辐射监管的行业名录，将稀土等五类伴生放射性矿列入其中。这些为我国伴生放射性矿开发利用辐射监管工作的开展奠定了基础。

但无论是《放污法》还是《名录》，均属于监管的顶层文件，具体应用的可操作性有待加强，这既不利于企业自身的辐射安全，也给辐射监管带来了现实困难，是我国辐射环境管理体系中亟需完善的部分。

因此，为了保护环境、保障公众健康，推动伴生放射性矿开发利用辐射环境保护工作的有序开展，进一步完善我国辐射环境管理体系，提出伴生放射性物料贮存及处置应遵守的辐射环境保护原则和基本要求，编制《伴生放射性物料贮存及处置辐射环境保护技术规范》是十分必要的。

3 标准编制的依据

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》;
- 2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》;
- 3) 《中华人民共和国大气污染防治法》;
- 4) 《中华人民共和国水污染防治法》;
- 5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》;
- 6) 《中华人民共和国环境影响评价法》;
- 7) 《建设项目环境保护管理条例》;
- 8) 《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录（第一批）》;
- 9) 《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》;
- 10) 《污水综合排放标准》（GB8978）;
- 11) 《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》（GB11928）;
- 12) 《放射性废物管理规定》（GB14500）;
- 13) 《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586）;
- 14) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）;
- 15) 《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598）;
- 16) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871）;
- 17) 《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726）;
- 18) 《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》（GB23727）;
- 19) 《稀土工业污染物排放标准》（GB26451）;
- 20) 《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742）;
- 21) 《极低水平放射性废物的填埋处置》（GB28178）;
- 22) 《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934）;
- 23) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61）;
- 24) 《危险废物处置工程技术导则》（HJ2042）;

25) 《铀矿地质辐射环境影响评价要求》(EJ/T977);

26) 《放射性废物的分类》(IAEA, GSG-1)。

4 标准编制的原则和技术路线

4.1 标准编制的原则

本次标准编制遵循下述原则:

- 1) 体现国家政策与法规;
- 2) 突出可持续发展、全过程管理原则;
- 3) 遵循辐射环境保护要求;
- 4) 执行国家和行业有关法规和标准中的规定;
- 5) 符合《国家环境保护标准制修订工作管理办法》的要求;
- 6) 体现国内外辐射环境、伴生放射性物料管理及辐射环境保护的最新进展和技术水平,以保证标准的先进性、可操作性和可执行性。

4.2 标准编制的技术路线

- 1) 查阅期刊文献、国内和国际标准化组织的标准文本;
- 2) 开展稀土、铀/钍、锆及氧化锆、钒、石煤等行业辐射环境现状、物料放射性水平及废物处理处置现状调研;
- 3) 组织专家咨询会,对比国际标准与现有国家标准的具体内容,确定标准主要编制内容;
- 4) 参照有关的基础标准或者规范技术要求,编制标准文本草案,同时编制标准文本编制说明,提交标准文本和编制说明的征求意见稿;
- 5) 向国务院有关部门、环境保护相关机构、科研院所、高等院校、相关企业等公开征求意见;
- 6) 汇总回复意见,针对意见对标准文本和编制说明进行完善,提交标准文本和编制说明的送审稿;

7) 召开标准审议会，进行技术和格式审查；

8) 按照审议会专家意见修改，形成标准和编制说明报批稿，经行政审查合格后正式发布。

5 标准主要技术内容

5.1 适用范围

本条明确了本标准的适用范围，伴生放射性物料贮存及处置设施应在选址、设计、建设、运行、关闭整治及监护等过程各相关阶段严格执行本标准提出的措施和要求。

本条明确了需要执行本标准的企业范围。非铀（钍）矿产资源开发利用过程中使用或产生的铀（钍）系单个核素活度浓度超过 1Bq/g 的原矿、中间产品、尾矿、尾渣和其他残留物等物料的贮存及处置单位，其辐射环境保护工作需按照本标准的要求执行。

需要说明的是，处置的相关要求主要针对铀（钍）系单个核素活度浓度超过 1Bq/g 的尾矿、尾渣和其他残留物等伴生放射性固体废物，贮存的要求则适用于所有的伴生放射性物料。

5.2 规范性引用文件

本部分为本标准引用的辐射环境保护相关标准和文件，其有效版本适用于本标准。

5.3 术语和定义

5.3.1 伴生放射性物料

结合《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）和《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》，本条给出了伴生放射性物料的定义，即非铀（钍）矿产资源开发利用活动中使用或产生的铀（钍）系单个核素活度浓度超过 1Bq/g 的所有物料，包括原辅材料、中间产品、固体废物等。

5.3.2 伴生放射性固体废物

结合辐射监管要求和调研成果，本条给出了伴生放射性固体废物的定义。此外，基于固体废物的类型和放射性水平，将伴生放射性固体废物分为2类。以下分别从分类目的、分类原则、分类依据以及分类结果与现状的对照等四部分对伴生放射性固体废物的分类研究工作进行阐述。

1) 分类的目的

(1) 废物最小化

废物最小化是放射性废物管理的基本原则，对废物实行分类管理、分别处置，最大限度的控制废物量，是废物最小化的主要途径；伴生放射性固体废物来源广、数量大、种类多且活度浓度范围广，对其进行分类管理，分别采取不同的处理处置措施是十分必要的。

(2) 辐射监管

根据前期调研资料，伴生放射性固体废物的核素活度浓度在1~6000Bq/g之间，活度浓度水平跨度较大，参照放射性废物的分类，部分属于极低放废物，部分属于低放废物，极少数的接近于中放废物，而不同活度浓度的废物其辐射监管要求是不相同的。

(3) 人员防护

部分伴生放射性固体废物中核素活度浓度较高，表面 γ 辐射剂量率水平较高，需要采取屏蔽等辐射防护措施对工作人员进行防护。

(4) 经济代价效益最优化

由于大部分伴生放射性固体废物的放射性水平较低，若全部采用较高水平的辐射防护措施，经济上是不合理的，进行分类管理符合经济代价效益的最优化。

2) 分类的原则

(1) 可操作性强

伴生放射性固体废物中含有多种天然放射性核素，而相关标准或文件中曾以“总

比活度”进行了大致分类，但“总比活度”难以测量，考虑可操作性强的原则，按照核素活度浓度进行了分类。

(2) 与放射性废物的分类基本保持一致

伴生放射性固体废物由于含有天然放射性核素、废物数量多，需要采取不同的管理方式，但其属于放射性废物监管体系的一部分，因此考虑在分类上与其他放射性废物基本保持一致。

3) 分类的依据

(1) 国外调研结果

ICRP 提出，对于涉及 NORM 的照射情况，监管机构应当选择母体放射性核素的活度浓度处在 1000-10000Bq/kg 作为确定这些放射性物质的照射是否应当受制于监管要求的依据。IAEA 使用排除概念导出了天然放射性核素的活度浓度值，⁴⁰K 以外的所有其他天然放射性核素活度浓度均为 1Bq/g。IAEA 根据活度水平的不同将 NORM 废物分别划归到了豁免废物、极低放废物、低放废物和中放废物中，根据分类体系，NORM 废物较大部分属于豁免废物和极低放废物的范畴，部分属于低放废物的范畴，很小部分属于中放废物的范畴。

(2) 我国相关标准或文件

我国相关标准或文件的要求见表 1。

表 1 相关标准或文件一览表

标准名称	具体要求与相关说明
《城市放射性废物管理办法》 (1987 年发布，2016 年废止)	天然核素比活度大于 $7.4 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 的污染物，视为放射性废物，小于此水平的放射性污染物妥善处置。
《辐射防护规定》 (GB8703-88, 2003 年被 GB18871 代替)	含天然核素的固废，比活度处于 $(2-7) \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 时，建坝存放；大于 $7 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 时，建库存放。
《放射性废物的分类》 (GB9133-1995, 2017 年废止)	比活度 $\leq 4 \times 10^6 \text{Bq/kg}$ 的属于低放废物。不适用于铀、钍及伴生放射性矿废物，但可参照执行。参照后独居石部分冶炼废渣属于中放废物。

标准名称	具体要求与相关说明
《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》 (GB27742-2011)	可免于监管物料中天然核素活度浓度限值是 1Bq/g。含有不同核素的物料，每种核素均应满足限值要求。
《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录》（第一批） (环办〔2013〕12 号文)	尾矿（渣）或者其他残留物中铀（钍）系单个核素含量超过 1Bq/g，建设单位应当委托具有核工业类评价范围的环评机构编制辐射专篇。
《放射性废物分类》（公告 2017 年第 65 号）	与核设施产生的放射性废物的管理相比，矿物开采、加工处理过程中产生的含有较高水平天然放射性核素的废物的数量巨大，需要采取不同的管理方式。大多数含天然放射性核素的废物可以在地表填埋设施中处置。

由上表可以看出，伴生放射性固体废物的豁免水平是确定的，但是进一步的分类依据都不是现行有效的标准。

(3) 分类依据

放射性废物分类方法取决于分类体系的目的，本标准分类的目的是为了确保在国家政策框架下以安全和经济的方式管理伴生放射性固体废物，分类方法主要是基于废物处置的长期安全性，且同时能被用于废物管理的各个阶段。

对于伴生放射性固体废物，其“总比活度”这一概念和相应数值在实际应用或监测时难以操作，因此，本标准建议参照 GB27742，以单个核素活度浓度为依据进行分类。基于此，编制组对典型伴生放射性固体废物的种类和活度浓度进行了统计，根据统计结果发现总比活度与最大的单个核素活度浓度的比值在 1.3-24 倍之间，平均在 10 倍左右，参照原《放射性废物的分类》（GB9133-1995）低、中放废物的分类界限总比活度 $4 \times 10^6 \text{Bq/kg}$ ，则单个核素的活度浓度大约在 $4 \times 10^5 \text{Bq/kg}$ 左右。

结合 IAEA《放射性废物的分类》（GSG-1）的建议（由于安全准则通常以数值的形式表示，因此有必要建立定量的分类方法。定量标准可以用活度浓度水平、废物中放射性核素的半衰期、废物产生的剂量或剂量率表示）和上述调研成果，本标准建议按照单个核素活度浓度 $4.0 \times 10^5 \text{Bq/kg}$ 作为分类依据，给出每类固体废物放射性水平的参考范围。

综上所述，基于放射性水平，将伴生放射性固体废物分为2类。

第 I 类：1Bq/g<铀（钍）系单个核素活度浓度≤400Bq/g；

第 II 类：铀（钍）系单个核素活度浓度>400Bq/g。

4) 分类结果与现状的对照

根据调研结果以及上述分类标准，非铀（钍）矿产资源开发利用过程产生的大部分伴生放射性固体废物均属于第 I 类固体废物；独居石冶炼产生的镭钡渣及部分放射性水平较高的铀钍渣等可能属于第 II 类固体废物。

5.4 基本要求

本部分规定了伴生放射性物料贮存及处置单位辐射环境保护的基本要求，即应满足相关的法律法规和标准要求，满足辐射防护三原则、“三同时”制度、废物最小化等要求，同时加强辐射环境管理等工作。

5.4.1 本条规定了伴生放射性物料贮存及处置设施在全生命周期中均应满足有关法律法规和标准的要求，满足辐射环境保护相关要求。

5.4.2 本条依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）提出了辐射防护三原则要求。

5.4.3 “三同时”制度是我国环境管理的基本要求，伴生放射性物料贮存及处置单位的放射性污染防治也应遵守。

5.4.4 达标排放是我国环境管理的基本要求，伴生放射性物料贮存及处置单位应采取必要的工程和技术措施，确保流出物达标排放；废物最小化是放射性废物管理的基本原则，伴生放射性物料贮存及处置单位产生的废物也应通过源头控制、综合利用、分类处置等措施，做到废物最小化。

5.4.5 考虑到伴生放射性固体废物中主要含天然放射性核素，其半衰期很长，因此在伴生放射性固体废物处置设施的选址、设计、建设、运行、关闭整治、监护等全过程中应采取措施，选择稳定的场址，选用长期有效的材料，保证施工建设质量，加强运行管理，以保障处置设施的长期安全稳定。

5.5 一般要求

本部分提出了伴生放射性物料的一般管理要求，包括物料分别贮存的要求，固体废物处置的要求，废物贮存及期限的要求，废物资源回收利用的要求，台账要求等。

5.5.1 由于贮存要求不同，为了便于管理，本条提出了伴生放射性物料应与其他物料分开贮存的要求。

5.5.2 伴生放射性固体废物具有体量大、衰变时间长的特征，考虑固体废物放射性特性和工程建设经济性，以集中贮存和处置的思路进行设计、监管为宜。

5.5.3 对伴生放射性固体废物提出了按相关规定进行最终处置的要求；对于未按要求建设处置设施同时又无废物处置去向的，提出了贮存要求，考虑到贮存只是固体废物资源化利用或处置的过渡措施，时间不宜过长，同时也为推动固体废物最终处置进程，参照《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》（GB11928-89）等标准，提出贮存期限不应超过 5 年。

5.5.4 为了体现废物最小化以及落实国家资源综合利用相关政策，同时考虑到铀资源属于国家战略资源，根据我国铀矿冶行业现有的技术水平，对于铀含量达到 0.1% 的固体废物，提出了鼓励进行铀资源化回收利用的要求。

5.5.5 由于伴生放射性固体废物的来源不同，废物类型多种多样，性状不同，为便于管理，对废物提出了分类贮存的要求。

5.5.6 为了明确伴生放射性物料的来源及去向，规范管理，并便于监管，应执行台账制度。

5.6 伴生放射性固体废物处置设施选址

伴生放射性固体废物处置的目标是将固体废物与公众及环境长期、安全的隔离，降低对公众和环境的影响并达到合理可行尽量低的水平，而选择合适的场址是伴生放射性固体废物处置的关键。考虑固体废物放射性水平，处置设施的选址参照了铀矿冶废物及低中放固体废物的相关要求；同时，结合伴生放射性固体废物与重金属和危险废物类似的特性（如对土壤和地下水的影响为主，可能造成人群健康的累积性效应

等), 参照了危险废物安全填埋场选址相关要求。

对于伴生放射性固体废物处置设施的选址, 在满足规划等一般选址要求的前提下, 以保护环境、安全稳定为主要目标, 由此提出了选址相关要求。

5.6.1 本条规定了伴生放射性固体废物处置设施选址应符合规划的一般要求。

5.6.2 处置设施的选址应考虑大气等环境介质对放射性污染物稀释扩散条件, 选择具有较大辐射环境容量或对流出物能够快速稀释的环境条件, 同时选择人口密度低的地区, 以避免或减轻对公众的辐射影响。

5.6.3 从地质方面提出了伴生放射性固体废物处置设施选址要求:

5.6.3.1 从安全性角度出发, 需要选择地质结构稳定、水文地质结构简单的区域。渗透性低的天然地层对放射性核素有较好的吸附阻滞性能, 即使在防渗结构失效后也可以尽可能延长放射性核素向地下水的扩散时间、降低放射性核素扩散量。

5.6.3.2 为加强对地下水的保护, 同时避免地下水破坏处置设施的防渗系统, 参照《危险废物填埋污染控制标准》(GB18598-2001), 提出处置设施基础层底部与地下水年最高水位大于 3m 的要求; 若选址无法满足该要求, 需采取地下水导排、增加库底基础层厚度、设置多层防渗结构等多种方式, 提高防渗能力。

5.6.4 从安全性角度出发, 提出了伴生放射性固体废物处置设施场址应避开的区域: 处置设施应避开破坏性地震和活动构造区以及容易受洪水等地表作用影响的区域。

5.6.5 为了保护地下水饮用水水源, 提出了固体废物处置设施应避免建在地下水饮用水水源地主要补给区范围内的要求。

5.6.6 从防洪安全角度, 调研了危险废物、一般工业固体废物、生活垃圾填埋处置设施以及铀矿冶尾矿(渣)库选址关于洪水水位的要求, 参照铀矿冶尾矿(渣)库和危险废物库的设计标准, 综合考虑伴生放射性固体废物的辐射管理需求, 提出了处置设施选址位于重现期百年一遇洪水水位之上, 并在长远规划中的水利设施淹没区和保护区之外的要求。

5.7 设计、建设

5.7.1 本条规定了伴生放射性物料贮存设施设计要求。

5.7.1.1 企业内部建设的伴生放射性物料贮存设施，是重要的源项，为了降低人员受照剂量，需在满足相关要求的前提下，结合总平面，尽量布置在远离人群的地方。

5.7.1.2 对贮存设施提出了隔离和警示要求。

5.7.1.3 防雨及防腐防渗处理是使放射性与外界隔离和保护地下水的重要措施，为了避免渗漏对环境的潜在危害，贮存区域应做防腐防渗处理。参照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）和《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）中的防渗要求，提出了伴生放射性物料贮存设施的防渗要求。贮存设施底部一般为钢筋混凝土结构，其自身除结构的稳定性外，也具有一定的防渗性能，建议采用抗渗型钢筋混凝土进行防渗处理。

5.7.1.4 分类分区贮存有利于后期的运行管理和最终的分类处置，因此对伴生放射性固体废物提出了分类贮存要求。

5.7.2 本条规定了伴生放射性固体废物处置设施设计要求。

5.7.2.1 提出了伴生放射性固体废物处置设施设计的辐射安全目标。

5.7.2.2 提出了总体布置中的分区要求；对生产区和生活区的布置，结合污染物的扩散条件和公众辐射影响，提出了相关要求。

5.7.2.3 考虑处置设施运行管理的优化，提出了固体废物分类和分区的处置要求，对于第 I、II 类固体废物，考虑运行以及关闭整治后的辐射安全，应分类、分区处置；对可能有回收利用价值的，考虑回取的可能性，宜单独分区处置。

5.7.2.4 参照铀矿冶固体废物、极低放废物、低中放废物以及危险废物处置方式，提出了伴生放射性固体废物的推荐处置方式，即填埋处置。从固体废物处置设施运行的环境安全角度，提出固体废物填埋处置设施设计的一般构成，通常应包括填埋处置设施应设置防渗系统、渗水导排系统和截排洪系统等；若固体废物处置设施选址地下水埋

深较浅，需设置地下水导排系统；若固体废物处置设施有废水产生，应根据情况设置废水处理系统。

5.7.2.5 针对第 I 类固体废物的填埋处置设施，提出防渗技术要求。

填埋处置是极低放、低中放废物处置的典型方式，参照《极低水平放射性废物的填埋处置》(GB28178-2011)，填埋场可分为平地型(含丘顶平面型)和山谷型(含傍山型)两类。填埋处置设施多为露天形式，与大气、地表水、地下水等外环境联系紧密，其设计过程除关注地质屏障和工程设施的安全稳定性外，还应考虑采取严格的防渗措施以满足地下水隔离的有效性，本部分针对第 I 类固体废物的填埋处置设施防渗提出了相关要求。

参照《危险废物填埋污染控制标准》(GB18598-2001)，提出第 I 类固体废物填埋处置设施防渗系统由天然基础层、天然材料防渗层和人工防渗衬层组成。其中天然基础层渗透系数应不大于 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，且厚度不宜小于 2m；人工防渗衬层应为双人工防渗衬层结构，目前，人工防渗材料一般采用高密度聚乙烯膜(HDPE)，若采用其他人工合成材料，其防渗性能应不低于 HDPE 膜的要求，对于人工合成衬层采用 HDPE 材料的，标准要求下层厚度不宜小于 1.5mm，上层厚度不宜小于 2mm；另外，参照《极低水平放射性废物的填埋处置》(GB28178-2011)，高密度聚乙烯膜的渗透系数应小于 $1 \times 10^{-12} \text{cm/s}$ ，膜的厚度应不小于 1.5mm；表 2 为 GB18598 和 GB28178 对防渗结构层构成、材料及性能的相关要求。本标准参照上述两个标准，确定人工防渗衬层渗透系数不大于 $1 \times 10^{-12} \text{cm/s}$ ，上、下层人工防渗衬层厚度参照危废标准要求。

另外，考虑到人工防渗材料都有一定的使用寿命，而伴生放射固体废物中放射性核素的半衰期很长，为保持对伴生放射性固体废物长久有效隔离，标准要求天然基础层和人工防渗衬层之间设置天然材料防渗层，宜为渗透系数不大于 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 、厚度不小于 50cm 的粘土防渗层，这也与 GB18598 中防渗要求一致。

表2 防渗结构层构成、材料及性能的相关要求

标准名称	防渗层要求
《危险废物填埋污染控制标准》(GB18598)	防渗层由下至上要求如下： 天然基础层饱和渗透系数不应大于 1.0×10^{-5} cm/s, 且其厚度不应小于 2m。 填埋场应采用双人工衬层。当使用 HDPE 膜作为人工防渗材料时, 应符合 CJ/T234 相关技术要求, 双人工衬层必须满足下列条件： ——下层人工合成材料衬层下应具有厚度不小于 0.5m, 且其被压实、人工改性等措施后的饱和渗透系数小于 1.0×10^{-7} cm/s 的粘土衬层； ——上层人工合成衬层可以采用 HDPE 材料, 厚度不小于 2.0mm； ——下层人工合成衬层可以采用 HDPE 材料, 厚度不小于 1.5mm。
《极低水平放射性废物的填埋处置》(GB28178-2011)	防渗结构层由下至上依次为：天然土壤、夯实地基、压实粘土层或复合防渗层 (GCL+HDPE 膜)； 其中压实粘土层压实系数应不小于 0.94, 且渗透系数不应大于 1.0×10^{-7} cm/s。(附录 C) 高密度聚乙烯膜的渗透系数应小于 1.0×10^{-12} cm/s, 膜的厚度应不小于 1.5 mm。(附录 C)

注：上述 GB18598 中的防渗层要求引自 2015 版的《危险废物填埋污染控制标准》(征求意见稿), 该标准虽未正式实施, 但其中防渗层的要求已是现有危废安全填埋处置的常规要求和做法, 故在此引用。

5.7.2.6 针对第 II 类固体废物的填埋处置设施, 提出设计要求。

a) 考虑到第 II 类固体废物的放射性活度浓度较大, 外照射水平较高, 为降低废物处置过程中的职业照射剂量, 起到一定辐射屏蔽的作用, 同时实现对废物的有效包裹, 提出了第 II 类固体废物处置设施应使用钢筋混凝土处置单元形式的要求。

为了保证处置设施的防渗效果, 参照《危险废物填埋污染控制标准》(GB18598-2001) 以及《危险废物处置工程技术导则》(HJ2042-2014), 对处置单元提出了抗渗设计的要求。

b) 第 II 类固体废物处置设施与第 I 类固体废物处置设施对天然基础层的要求相同。

c) 考虑到钢筋混凝土结构以及人工防渗材料等都有一定的使用寿命, 为保持对伴生放射性固体废物核素长久的阻滞效果, 要求在天然基础层上方、与钢筋混凝土处置单元之间设置粘土防渗层。

d) 为减少放射性渗水产生量, 处置过程应采取设置防雨设施的措施。

5.7.2.7 该条对设施的地下水隔离有效性提出了监测要求，地下水监测设施为监测井形式；监测井的布设应充分考虑设施周围的水文地质条件，下游必须布设监测井，上游及侧向结合现场实际情况尽量布设监测井。

5.7.2.8 处置设施应根据实际填埋情况，结合区域风速、降水等气象条件，对设施进行中间覆盖，减少扬尘产生，实现雨污分流。应及时对达到设计容量的区域进行最终覆盖，以实现有效隔离。

5.7.2.9 参照《极低水平放射性废物的填埋处置》（GB28718-2011）和《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598-2001），给出了封场结构层要求。

GB28718 的封场结构层和铀尾矿（渣）库封场设计中均设置了防生物侵扰层，其主要做法是铺设硬质卵砾石，从而避免根深植物和打洞类动物破坏防渗层。

5.7.3 部分伴生放射性物料的放射性水平较高，在对其贮存和处置过程中，为了减少对周围人员的辐射影响，应根据情况采取必要的辐射屏蔽措施。

5.7.4 规定了伴生放射性物料贮存及处置设施改扩建过程中应采取相应放射性污染防治措施的要求。

5.8 运行

规定了伴生放射性物料贮存及处置设施运行过程的相关要求，包括物料包装及标识、固体废物进入处置设施的要求、出入管理要求以及日常管理要求等。

5.8.1 提出了设置设施边界标识、废物包装及标识的要求。

5.8.1.1 为防止伴生放射性物料流失，造成放射性污染，规定了物料贮存及处置设施周围设置电离辐射标识，加强管理的要求。

5.8.1.2 为了实现对伴生放射性物料的有效管理，提出对物料进行标识的要求。对于有包装的物料，建议在包装上注明物料的名称、种类、数量、放射性核素活度浓度；对于大量散状的物料，可以根据情况在贮存设施处注明相关信息。

5.8.1.3 对于不同放射性水平的固体废物，提出了不同的包装要求，对于第 I 类固体废

物，少量的散状固体废物宜采用防水集装袋进行包装，对于大量的也可根据实际情况采取其他方式；对于第Ⅱ类固体废物应尽量采用金属容器或混凝土容器进行包装，对于粉末状的核素活度浓度较高的第Ⅱ类固体废物，为了防止其在贮存、运输或处置过程中出现意外撒漏而污染环境，提出了对其进行固化的要求。

5.8.2 本条规定了伴生放射性固体废物处置设施入场要求。为尽量减少伴生放射性固体废物处置过程的渗水量、降低渗水放射性水平，减轻对环境的辐射影响，同时体现废物最小化，提出了入场要求。

5.8.2.1 为减少废物淋滤产生酸性或碱性废水量，要求固体废物 pH 在 6~9 之间。

5.8.2.2 为了减少运输及处置过程伴生放射性固体废物中水分的析出，提出了含水率的要求。《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008）中进场污泥含水率要求小于 60%；《金属矿山尾矿干排安全技术规范》要求尾矿经浓缩、脱水工艺处理后得到的水分不大于 25%可以采用车辆、胶带输送；考虑到本标准适用的各种固体废物的来源不同，性状不同，部分冶炼废渣的粒度极细，难以达到很低的含水率，同时参考包头稀土冶炼废渣脱水后的含水率一般在 40%左右，该含水率下的固体废物自然堆置过程一般不会有水析出，因此提出进入填埋处置设施的固体废物含水率应不大于 40%的要求。

5.8.2.3 为实现伴生放射性固体废物的有效处置，处置设施内严禁混入人工放射性废物和非放射性废物。

5.8.3 提出了运行过程中的出入管理要求，包括台账登记管理、专人负责等要求。

5.8.3.1 提出了对伴生放射性物料进行台账登记管理的要求。

5.8.3.2 为了加强管理，对伴生放射性固体废物提出了专人负责的要求。

5.8.3.3 为防止其他固体废物进入处置设施，对标识不清或来源不明的固体废物提出了不得进入处置设施的要求。

5.8.4 提出了日常管理的一般要求，包括配套管理制度的要求，分类贮存、分区处置

的要求，环保设施正常运行的要求等。

5.8.4.1 规定了伴生放射性物料贮存及处置单位应严格遵守各项辐射防护法律法规和标准的一般要求，同时提出了辐射防护管理机构建立、人员配备，制度建立的相关要求。

5.8.4.2 为了便于管理，提出了按照固体废物来源、种类及放射性水平进行分类贮存和分区处置的要求。

5.8.4.3 提出了配套废水处理设施应稳定、有效运行的要求。

5.8.4.4 提出了对废气的一般要求，对于伴生放射性固体废物处置设施，给出了常用的废气防治措施，包括洒水抑尘、中间覆盖等措施。

5.9 关闭整治

本部分参照《铀矿冶设施退役环境管理技术规定》（GB14586-1993）、《极低水平放射性废物的填埋处置》（GB/T28178-2011）、《铀矿地质辐射环境影响评价要求》（EJ/T977-1995）和国内外调研成果，规定了伴生放射性物料贮存及处置设施关闭整治的基本要求。

5.9.1 规定了伴生放射性物料贮存设施或其他可能受到放射性污染的设施转为他用时整治的基本要求。

5.9.2 规定了伴生放射性固体废物处置设施关闭后进行整治的基本要求，采取的措施包括多层覆盖，覆土植被等，其目的为降低场地表面氡（钍）析出率和 γ 辐射空气吸收剂量率水平，减少辐射环境危害。

5.10 伴生放射性固体废物处置设施监护

5.10.1 本条规定了对伴生放射性固体废物处置设施进行长期监护的要求。

IAEA 在安全报告丛书 No.27《铀钍矿冶尾矿（渣）的监督维护》中，对铀钍矿冶尾矿（渣）提出了进行长期监护的要求，并对“长期监护”的过程、监护内容作了详细的解释。

《放射性废物管理规定》(GB14500-2002)规定,低、中放废物的隔离期不应少于300年, α 废物和高放废物(包括不被后处理的乏燃料)的隔离期不应少于10000年;铀、钍矿冶设施完成退役治理后应进行长期监护;《铀矿冶辐射防护和环境保护规定》(GB23727-2009)要求,铀矿冶退役治理工程竣工验收移交后,应对封闭矿井、覆盖层、废石场、尾矿(渣)库坝体和排洪等有限制开放设施的安全稳定性与有效性进行长期监护。最新发布的《放射性废物分类》(公告2017年第65号)中指出,伴生放射性废物监护的时间需要足够长,从而确保废物处置满足安全准则。

综上所述,针对人工放射性核素有具体的安全隔离期要求;而针对天然放射性核素,由于其具有非常长的半衰期,故需要长期监护。

5.10.2 本条规定了伴生放射性固体废物处置设施监护期内需开展的相关工作。

5.11 辐射监测

5.11.1 本条规定了伴生放射性固体废物处置单位应定期开展辐射监测的要求,辐射监测的类型包括流出物监测、固体废物监测、辐射环境监测及监护期监测等。

5.11.2 本条规定了伴生放射性物料贮存及处置设施运行期间流出物的监测要求。主要依据《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法(试行)》和环评文件等工作。

5.11.3 为掌握物料的性质、数量,便于伴生放射性物料和其它物料的区分管理,涉及伴生放射性物料贮存的单位应对物料中 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 等核素活度浓度进行定期监测;处置单位为了比对所处置固体废物的活度浓度与送储单位的信息是否一致,也应以抽查的形式进行复核,在固体废物来源或批次发生变化时,应增加抽测的频率。

5.11.4 本条规定了辐射环境监测的相关要求。

5.11.4.1 提出了贮存设施的基本监测要求。

5.11.4.2 明确了处置设施辐射环境监测的类型。

5.11.4.3 明确了处置设施运行期间制定辐射环境监测方案并开展监测的要求,提出了

其他辐射环境监测方案可参照运行期常规辐射环境监测方案，并可根据实际情况适当调整。

5.11.5 本条规定了处置设施监护期的监测要求。

参照《铀矿冶辐射环境监测规定》（GB23726-2009）和《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法（试行）》，从监测项目、监测频次等方面提出了监测要求。

6 第一次公开征求意见及处理情况

2018年9月26日，生态环境部办公厅印发《稀土工业辐射环境保护规定（征求意见稿）》（环办标征函〔2018〕55号），公开征求了国务院有关部委、省（自治区、直辖市）原环境保护厅（局）、相关企（事）业以及部内各相关司局共62家单位（或部门）意见。

6.1 意见回复情况

回函单位（或部门）共41家，占征求意见总数的66.1%；未回函单位（或部门）21家，占征求意见总数的33.9%。回函单位（或部门）中，提出书面意见的20家，占回函总数的48.8%，占征求意见总数的32.2%；回函但未提出书面意见的21家，占回函总数的51.2%，占征求意见总数的33.9%。

6.2 意见处理情况

编制组针对本次征求意见收集的所有书面意见都进行了整理、讨论和分析。书面不重复意见共81条，采纳意见40条，占意见总数的49.4%；部分采纳意见29条，占意见总数的35.8%；未采纳意见12条，占意见总数的14.8%。