

贺州稀有稀土矿业有限公司

环境辐射监测工作方案

(2024 年度)

贺州稀有稀土矿业有限公司为稀土分离企业，属于伴生放射性矿开发利用企业。根据《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》的规定，需定期开展环境辐射监测。参照《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测要求》及相关技术规范要求，编制本单位的环境辐射监测方案。

一、单位概况

贺州稀有稀土矿业有限公司位于广西壮族自治区钟山县城西北方向的红花镇西侧，行政属钟山县红花镇及花山瑶族乡管辖。公司主要产品为碳酸盐稀土及氯化稀土。单位相关信息见表1-1。

表1-1 贺州稀有稀土矿业有限公司监测相关信息

企业名称	贺州稀有稀土矿业有限公司				
通讯地址	广西壮族自治区钟山县城西北方向的红花镇西侧				
法人代表	朱和玲	所属行业		稀土	
联系人	岑石军	电 话		18077012371	
生产周期	24 小时制				
主要产品	碳酸盐稀土及氯化稀土				
委托单位 机构名称	广西壮族自治区辐射环境监测管理站				
联系电话	0771-5303093	传真	0771-5324572	邮政编码	530222

二、生产工艺、产污节点及废水处理设施

1、原地浸矿采场工艺过程

原地浸矿工艺流程见图 2-1。

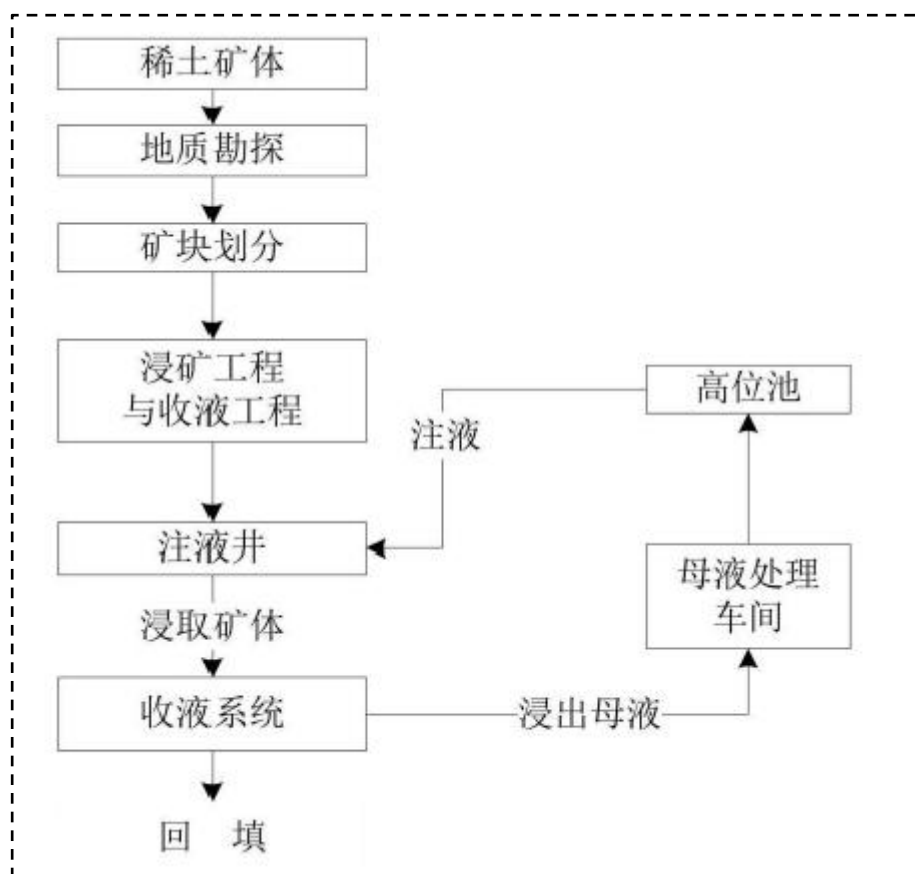


图 2-1 原地浸矿工艺流程

原地浸矿工艺是指地质勘探探明矿藏储量，经科学计算，对稀土矿划分矿块，在矿山顶部钻进若干注液井，在母液车间配制硫酸铵溶液，通过高位池自流入注液井，向稀土矿体注入硫酸铵溶液，硫酸铵与稀土发生交换反应，将稀土置换出来形成稀土母液，稀土母液再由矿体底部收液巷道收液，进入母液池，再泵送回母液车间处理。

2、原地浸矿收液系统

原地浸矿收液系统主要为采用“密集导流孔+人工底板收液巷道+集液导游孔为主，收液沟+收液井为辅”的原地浸矿采场工艺。

3、原地浸矿开采过程

原地浸矿采矿工艺过程主要包括六个阶段：

(1) 储量升级

为严格控制矿体边界，具体开采过程中在各个小矿块上加密布置小圆井工程，以便更准确掌握矿体形态、厚度、品位、硫酸铵溶液浓度及用量等。为了满足原地浸矿设计要求，矿块单体设计前必须对矿区工业矿块进行补充地质勘探。补充地质勘探采取地形剖面探矿法，勘探手段采用人工小圆井（直径一般 0.9m）加自制钻探工具打孔，刻槽（5cm×2cm）或岩心取样。工程密度，人工小圆井探矿工程为 60m×40m 或 40m×40m，人工钻探孔径 ϕ 80mm，工程密度为 20m×20m。采样分析，采取普通稀土化验规范进行试样缩分和分析。

（2）注水检漏

原地浸矿采场施工期一般为 2 个月，施工结束后，开始注水检漏。首先将清水注入到收液巷道中进行检漏。如果收液率达到 92%，进入到浸矿工序。

（3）注液浸矿

硫酸铵溶液通过注液孔注入原地浸矿采场中，使得浸矿液与原地浸矿采场中的原矿进行交换，在此过程中，原地浸矿采场母液回收量较少，主要作用为使离子型稀土交换到浸矿液中，浸矿时间约 4 个月。

（4）加注顶水

矿体中的稀土矿注液浸取完成后，对矿体进行加注顶水处理，加注顶水不再添加硫酸铵和硫酸，而是使用回收液直接注入注液孔中，将矿体中的稀土母液顶出；当从收液巷道里收集的母液稀土含量低于可回收程度后，停止注水，加注顶水完成，加注顶水约 1 个月。

（5）清水清洗

在加注顶水完成后，原地浸矿采场的土壤内还含有氨氮，存在潜在环境风险，因此在加注顶水完成后，要求矿山进行加注清水清洗，然后利用原地浸矿采

场的收液系统进行清洗废水收集，将收集的清洗废水全部回用到母液处理车间，清洗废水中氨氮浓度较高，少部分直接用于第二批次矿山的生产补加水，大部分经过处理后降低氨氮含量，返回原地浸矿采场进行清水清洗。估算清水清洗时间 1 年，在清水清洗时期对矿体进行周期性监测，如果清洗清洗废水中的污染物浓度达标，则停止清洗。

(6) 封孔闭矿

清水清洗完成后将注液孔周边的废弃土石方（岩土）回填，恢复植被，封孔闭矿即完成。

4、母液处理车间工艺流程

(1) 第一母液处理车间工艺流程

第一母液处理车间采用传统碳酸氢铵沉淀富集工艺，过程主要包括母液除杂、母液沉淀、上清液回调及配液、压滤及包装、除杂渣贮存与处置五个过程。

一车间母液处理工艺流程见下图 2-2。

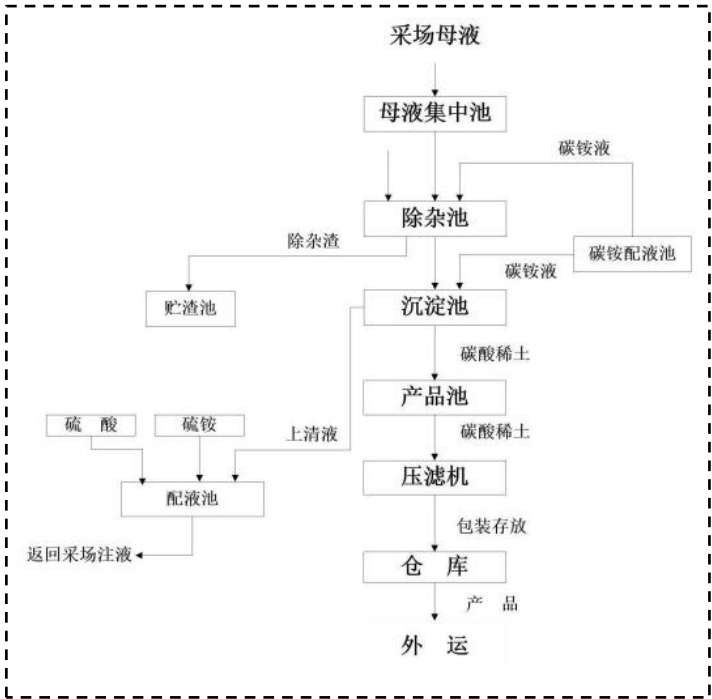


图 2-2 一车间母液处理工艺流程

1) 母液除杂

经泵送到母液处理车间的母液，首先得用碳酸氢铵除杂。除杂工序是往除杂池里加入 20%碳酸氢铵水溶液，并不断用气泵搅拌均匀，控制碳铵水溶液用量至池中母液 pH 为 5.4 左右即可，除杂后的母液经澄清后放到沉淀池中沉淀。

2) 母液沉淀

经除杂后的母液放到沉淀池后，往池中加入碳酸氢氨水溶液，并不断用气泵搅拌均匀，控制碳酸氢铵水溶液用量至池中母液 pH 为 6.7 左右即可，池中溶液经澄清后，沉下的部分为碳酸稀土，上部的溶液为上清液，上清液可放到配液池处理后重新配液或作为顶水使用。

3) 上清液回调及配液

母液沉淀池的上清液 pH 在 6.7 左右，使用前须用硫酸回调到 pH 在 5.3 左右才能用来配液或作为顶水使用。配制硫酸铵溶液时必须用气泵搅拌均匀，配制的浓度一般为 1%至 2%，由于上清液里还含少量的硫酸铵溶液，所以配液时应充分利用上清液以节省硫酸用量。

4) 压滤及包装

沉淀池里的碳酸稀土放到产品池后，再进入板框压滤机压滤装包入库。

5) 除杂渣贮存、处置

母液处理车间在生产稀土过程中会产生除杂渣，除杂渣的主要成分为含有 Al、Mg、Fe 等元素的碳酸盐沉淀，除杂池里的除杂渣在积存到一定量后，将其贮存到贮渣池内。贮渣池里的除杂渣积存到一定量后，再进入板框压滤机压滤装包，暂存于库房内。除杂渣产生的比例约为氧化稀土产量的 5%。

5、第二母液处理车间工艺流程

第二母液处理车间的母液处理工艺采用浸萃一体化新工艺，通过在浸矿和富集等关键环节的创新，减少了传统铵盐开采工艺稀土的反吸附，解决了除杂、沉淀过程稀土损耗问题，具有无铵化、对稀土离子置换效果好、贫富兼采、中重稀土元素利用率高等特点。二车间采矿方法为原地浸矿，以硫酸镁为浸矿剂，通过在矿块山体布置注液孔（井）进行注液，在山体矿块下方布置集液巷道+导流孔或导流孔收液方式进行收液，然后通过集液沟汇流入浸出液中转池，稀土浸出液在浸出液中转池进行初步的澄清后通过管道流抽至母液处理车间进行稀土的富集提取回收。相较于一车间采用的传统铵盐工艺，二车间优化后母液富集回收工艺的核心工序是萃取和反萃，萃取分离工序是将浸矿母液所得的硫酸稀土溶液，用液-液萃取法，以 P507 作为有机萃取剂，采用磺化煤油作为稀释剂，使硫酸稀土溶液中稀土元素进入有机相。最后用盐酸进行反萃后得到纯净的混合氯化稀土溶液。与一车间传统方法相比，取消了除杂池、沉淀池、配药池、压滤车间等。

第二车间稀土矿开发工程工艺流程见图 2-3。

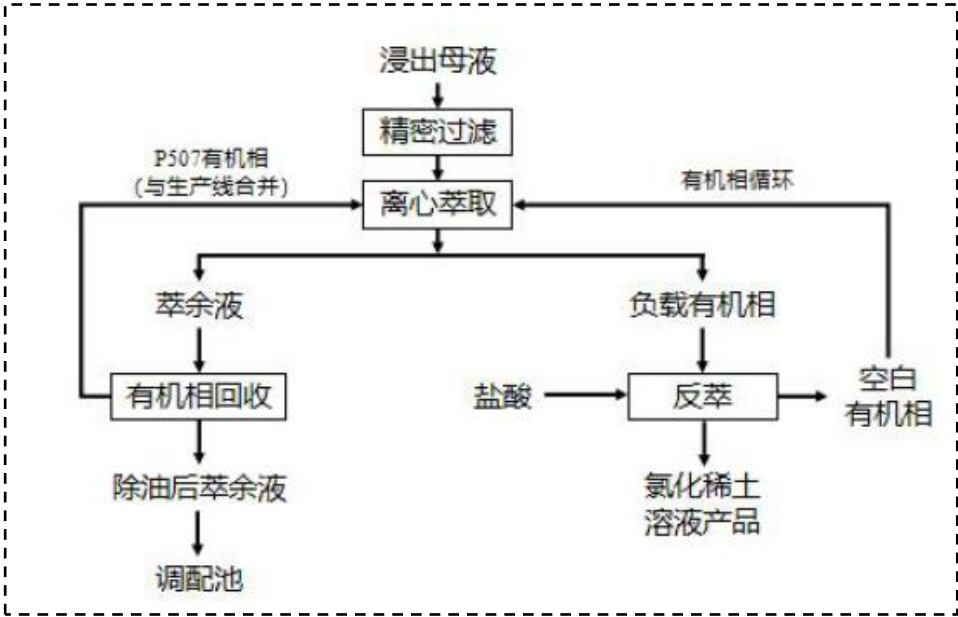


图 2-3 第二车间稀土矿开发工程工艺流程

(1) 离心萃取工序

离心萃取工序包括离心萃取系统、离心反萃系统等。该工序主要是采用 P507 和磺化煤油混合有机相对低浓度稀土浸出液进行多级离心萃取富集，得到含稀土负载有机相，再采用盐酸对含稀土负载有机相进行多级离心反萃，得到高浓度混合氯化稀土溶液产品，同时空白有机相则循环用于离心萃取富集。

（2）离心反萃工序

离心萃取工序主要包括浸出负载有机相进料计量系统、离心反萃系统、反萃酸/洗水进料系统和氯化稀土产品存储系统。离心反萃工序采用 5.5-6mol/L 的反萃盐酸对含稀土负载有机相进行 5-6 级离心反萃，通过工艺调控得到 REO150-230g/L 的混合氯化稀土溶液产品。同时采用 2-3 级离心水洗，其中，1-2 级洗除空白有机相夹带的大部分酸，回用于离心反萃工序；最后 1 级水洗进一步降低空白有机相的酸夹带量，空白有机相循环用于离心萃取。

（3）有机相回收工序

有机相回收工序主要包括萃余液静置槽、深度回收系统等。该工序采用萃余液静置槽处理离心萃取所得萃余液，再经自流进入深度回收系统中，实现萃余液与回收夹带有机相的深度分离。回收的有机相进一步澄清后，采用固-水-油多相分离专用设备处理。如此实现萃余液、有机相的快速高效回收及循环利用。除油后萃余液自流至浸矿剂配液池中，用于调配浸矿剂，循环返回矿山浸矿。

（4）浸矿剂制备工序

浸矿剂的制备由硫酸镁初步溶解、硫酸输送和萃余液回用三个系统组成。硫酸镁仓库设置硫酸镁溶解槽 2 台，硫酸镁在溶解槽中溶解为较高浓度硫酸镁溶液后，由泵输送至配液池。萃取工序产生的萃余液最终都进入配液池。来自车间硫酸储罐的浓硫酸同样进入配液池。补充一定量生产用水后，上述原辅材料在

配液池中形成适宜浓度、适宜 pH 的浸矿剂，供注液使用。

6、产污节点

(1) 原地浸矿工艺主要放射性污染产生位点如图 2-4 和图 2-5。

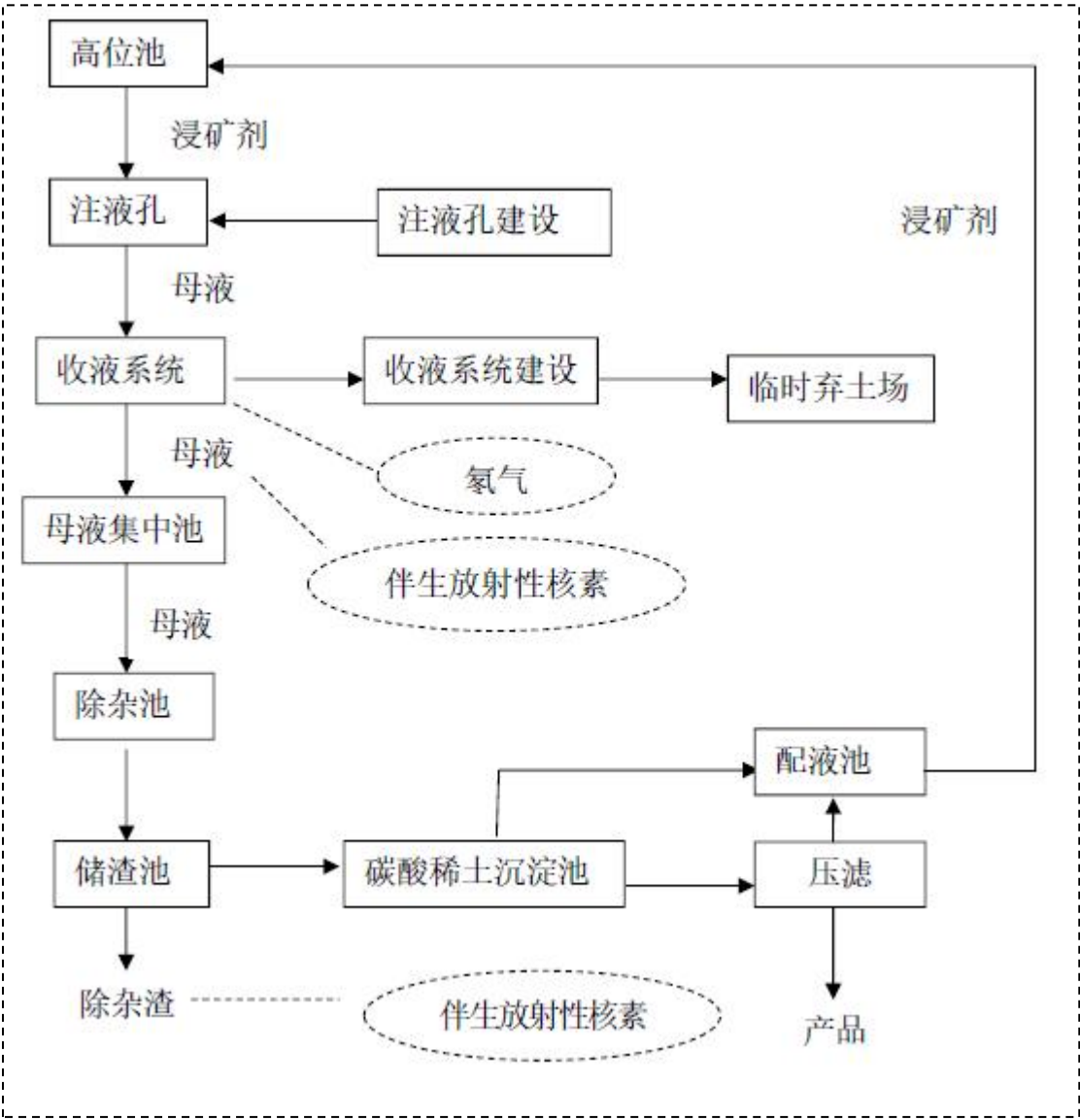


图 2-4 第一车间稀土矿开发工程伴生放射性产生位点图

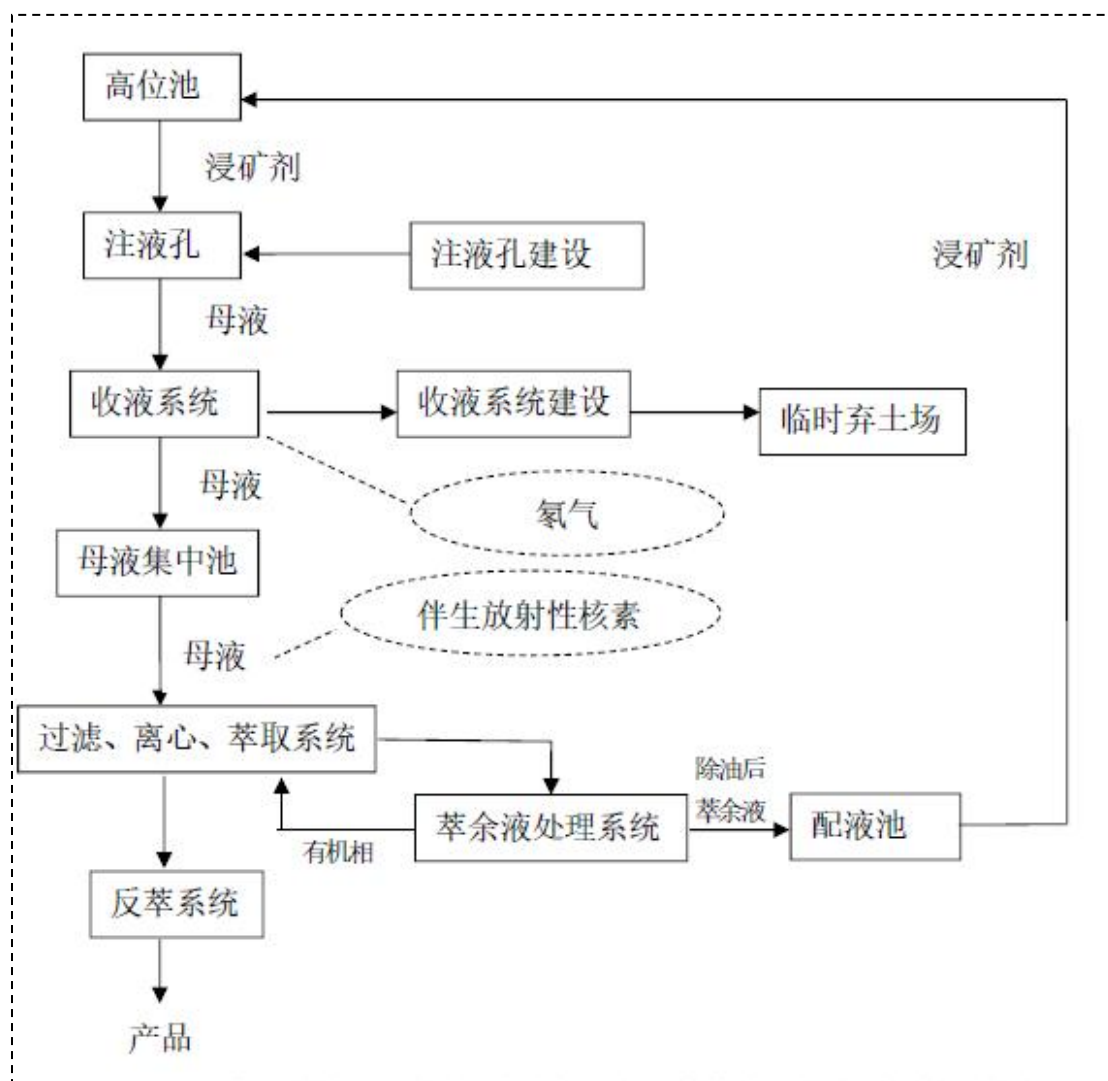


图 2-5 第二车间稀土矿开发工程伴生放射性产生位点图

三、 监测内容及质量保证

(一) 辐射环境监测

1、陆地 γ 辐射空气吸收剂量率

(1) 监测点位

一、二车间厂界四周、土壤采样布点处、矿区东北（对照点），共 27 个点。

(2) 监测项目及频次

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率。

监测频次：1 次/半年。

2、空气中氦

（1）监测点位

厂区四周莲花村、汤公村村委、原红花镇中心小学、狮子头村、矿区西南侧边界、洞心村、洞心村西侧、汤水小学各设 1 个点位，约 7 个。

（2）监测项目及频次

监测项目：空气中氡。

监测频次：1 次/半年（上、下半年各一次，两次监测时间间隔时间不少于 3 个月，下同）。

3、地下水

（1）监测点位

在距公司生产区最近的 1#一车间北侧界居民点、2#一车间东南侧居民点、3#矿区东南侧边界居民点（燕子寨）、7#氡点附近地下水各布设一个采样点。

（2）监测项目及频次

监测项目：U、Th、 ^{226}Ra 、总 α 、总 β 。

监测频次：1 次/年。

4、地表水及底泥

（1）监测点位

在距公司生产区最近的 1#断面思勤江矿区边界上游 500m、2#断面公挂溪与大庄溪交汇口下游 500m、3#断面汤公河支流矿区上游 500m、4#断面汤公河支流与汤公河交汇口下游 500m、5#断面汤公河与思勤江交汇口下游 500m 及 6#断面思勤江段洞心村各布设一个采样点。

（2）监测项目及频次

地表水监测项目：U、Th、 ^{226}Ra 、总 α 、总 β 。

底泥监测项目： ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 。

监测频次：1 次/年。

5、土壤

（1）监测点位

公司厂界四周莲花村、汤水村、矿区西南侧边界、狮子头村、燕子寨、洞心村、洞心村西侧各设 1 个点位，共 7 个。

（2）监测项目及频次

监测项目： ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 。

监测频次：1 次/年。

四、监测方法

根据《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》规定分析方法的选用原则选用分析方法，详见表 4-1。

表 4-1 环境辐射监测方法

监测项目	监测介质	监测方法
γ 辐射空气吸收剂量率	空气	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
氡	空气	《环境空气中氡的测量方法》（HJ 1212-2021）
铀	水体	《环境样品中微量铀的分析方法》（3.激光荧光法）（HJ 840-2017）
钍	水体	《水中钍放射化分析实施细则》（作业指导书 GXFSZ/ZY-JC-025）（参考 HJ 840-2017 4.N-235 萃取-分光光度法）
镭-226	水体	《水中镭的 α 放射性核素的测定》（GB 11218-89）
γ 核素 （ ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra ）	固体	《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T 16145-2022）
总 α	水	《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》（HJ898-2017）
总 β	水	《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》（HJ899-2017）

五、质量保证

环境辐射监测的质量保证按照《环境核辐射监测规定》（GB 12379）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61）和《固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范

（试行）》（HJ/T 373）中相关要求进行。

广西壮族自治区辐射环境监督管理站承担本项目工作。监测实行全过程的质量控制，严格按照监测单位《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定实行。

六、评价标准

以现行的国家相关标准作为评价标准。

七、实施时间

2024 年 1 月 1 日起实施。