



三门核电有限公司
Sanmen Nuclear Power Co., Ltd.

管理程序

编号：G-EM-GBP-601

注意

本程序与执照文件相关联，升版/修订时需确认满足执照文件要求。

辐射环境监测方案

查阅使用

版权声明：

本文件版权归三门核电有限公司所有。未经三门核电有限公司书面许可，任何单位和个人不得将本文件的部分或者全部以任何方式进行复制、拷贝、分发给第三方。

8	杨雪	马秀娟	施维泽	张冰伟
	2024-06-17	2024-06-18	2024-06-18	2024-06-19
7	杨雪	马秀娟	施维泽	张冰伟/2024-03-21
6	杨雪	马秀娟	陆鹏飞	范福平/2021-11-29
版次	编制	校核	审核	批准

程序编制部门： 环境应急处

*批准人的签名表明：文件及所有要求的审查已完成，电子文件存档至 Documentum，文件正式发布可用。

***电子审批记录可在 XCP 中查询。

编制/修订摘要

版次	摘要
1	<p>首次发布。</p> <p>原程序为名称、编码、版次为《环境监测大纲》（G-EM-GBP-200）（REV.2），2016年环境实验室开展的自评估总结中建议对环境监测管理程序进行调整，经调整，原程序修改为本程序，原程序撤销,程序中修改的内容主要包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 根据《三门核电一期工程运行阶段环境影响报告书》修改“三关键”内容； 2) 调整部分环境监测样品种类； 3) 更新部分监测样品分析方法及探测限； 4) 增加环境监测主要设备清单。
2	<p>根据环境应急处程序自查结果及 FSAR 审查意见，对程序部分内容进行了修改，修改内容包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 根据《环境监测管理》（G-EM-GBP-600）修改辐射环境监测、非放监测定义； 2) 修改 6.1.3 第 3) 项，将“C-14”修改为“¹⁴C”； 3) 修改 6.1.3.2，将“舟山渔场”修改为“舟山”； 4) 修改 6.1.4.2，增加地下水水位监测相关要求； 5) 修改 6.2.1 第 13) 项及 8.11 非放监测项目及分析方法，将“铁”修改为“总铁”； 6) 修改 8.1 三门核电厂常规辐射环境监测方案，增加地下水水位监测项目； 7) 修改 8.2 外围辐射环境监测系统固定监测点位分布表，修改各子站相对反应堆的方向与距离； 8) 修改 8.3 外围辐射环境监测系统固定监测点位布置图，删除鸟屿村位置图标。
3	<p>根据中国核电环境监测领域评估整改项及工程进展，修订以下内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 删除参考文件中已废止的文件《核电厂辐射环境监测规定》（EJ/T1131-2001）； 2) 修改表 8.1 监测项目：增加一期排水工作井放射性测量项目；地下水监测点位增加 W2、W5 地下水井； 3) 修改表 8.2 中六敖镇为六敖村，增加监测子站位置信息； 4) 修改表 8.5 中八村为沙木塘村； 5) 修改表 8.8 中总 α、总 β 测量方法参数、P 型 γ 谱仪土壤样品量、生物灰样品量信息； 6) 修改表 8.8.4 土壤样品量； 7) 更新表 8.9 中的部分文件至最新版； 8) 修改表 8.10 中取样点位名称。

4	<p>根据三门核电环境监测工作实际情况，修订以下内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 删除 6.1.4 中部分实地无法采集的监测样品，包括底泥（白溪水库）、紫菜（高泥垵、下洋涂、舟山）、鲜草（杭州、伍山），并删除表 8.1 相应内容； 2) 修改表 8.8 中部分分析测量方法探测效率、本底、样品量、探测下限。
5	<p>根据 2019 年三门核电运行阶段安全生产标准化预评发现问题“外排生活污水的委托监测计划规定未包含在《环境监测方案》（G-EM-GBP-601）和《放射性流出物排放控制大纲》（G-EM-GBP-301）中”，增加附件非放环境监测方案。</p> <p>根据浙江省生态环境厅对《关于三门核电项目非放射性环境影响评价执行标准的请示》（三门核环发【2020】151 号）的复函，将生活污水排放标准改为《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级标准。</p>
6	<p>根据实际工作情况做如下适应性修改：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 依据最新发布实施的标准更新参考文件； 2) 附表 8.8、附表 8.8.1~8.8.5 中探测限更新； 3) 附表 8.9 中标准分析测量方法更新； 4) 附表 8.10 非放监测方案中生活污水监测项目调整； 5) 附表 8.12 更新环境监测设备参数。 6) 表 8.9 中 γ 辐射空气吸收剂量率（瞬时、连续）引用标准《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB14583）已作废，现行标准为《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），因此更新表 8.9。 7) 6.2.7.2 施工期环境监测点位、项目、频率根据环评单位出具的任务书制定。更新为施工期监测点位、项目、频率详见施工期陆域环境监测评价项目工作大纲。 8) 根据“三门核电辐射监测能力评估及专项检查”发现的问题，修订《环境监测方案》，增加气溶胶年度混合样中铯-90 的监测项目，将地下水中 Cs-137 调整为铯-90 的监测，增加海洋生物（指示生物）中碳-14 监测项目，赤头村（关键居民点）空气氡监测频率调整为连续采样，每月分析一次样品。牛奶中碘-131 的监测频次由 1 次/半年调整为 1 次/季度，饮用水中总α、总β、氚的监测频次由 1 次/年调整为 1 次/半年，厂内监测井水中铯-90、氚的监测频次由 1 次/半年调整为 1 次/月（抽测）。因此更新 6.1.4.2、6.1.4.5，以及表 8.1 部分内容。 9) 表 8.9 中原土壤、水、生物中 γ 核素标准分析测量方法已作废，现行标准为《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16145），因此更新表 8.9。

7	<p>1) 根据“中国核电对三门核电全面加强核安全管理专项行动自查情况进行核查”的专家评审意见，作出如下修订：</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 根据 HJ61 要求完善 3.0 条款中“辐射环境监测”、“指示生物”的定义； ➤ 《环境核辐射监测规定》GB12379 已作废，删除 4.0 中该项规定； ➤ 在表 8.11 中补充非放监测项目的监测方法标准名称和标准号。 <p>2) 对照《辐射环境监测技术规范》（HJ61）中关于“核动力厂运行期间辐射环境监测”的技术要求，修订本程序中“表 8.1 三门核电厂常规辐射环境监测方案”、以及“6.1.4 监测的主要项目与点位布设”。</p> <p>3) 更新表 8.8 中 ^3H、^{14}C、^{90}Sr 分析测量方法探测限值。</p>
8	<p>根据《三门核电一期工程环境监测调整方案》专家评审会专家意见作出如下修订：</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 本方案名称修改为辐射环境监测方案，非放监测方案另行编制。因此本方案中关于非放监测的相关内容删除。 ➤ γ 辐射空气吸收剂量率、γ 辐射累积剂量、气溶胶中 γ 核素及年度混合样品中 ^{90}Sr、气体中 ^3H（HTO）、气体中 ^{14}C、气体中 ^3I 增加对照点监测。 ➤ 土壤、底泥、海底泥、海滩土中 $^{239+240}\text{Pu}$，地表水、地下水、饮用水和海水中 ^{14}C，海产品与指示生物中 ^3H（TFWT、OBT）、^{14}C、^{90}Sr 和 γ 核素删除对照点监测。 ➤ 青菜的取样、分析频次由 1 次/半年调整为 1 次/年。 ➤ 删除海水中 ^{137}Cs 放化监测项目。 ➤ 删除对鲳鱼的监测，保留带鱼。 ➤ 饮用水监测地点调整为里峙村、明港镇、杭州。

目 录

1.0	目的.....	6
2.0	适用范围.....	6
3.0	定义/缩写	6
4.0	参考文件.....	6
5.0	责任.....	6
6.0	程序.....	7
7.0	记录.....	11
8.0	图表.....	12
9.0	附录.....	35
10.0	程序会签表.....	36

1.0 目的

依据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249）和环境保护法规，为实施三门核电厂运行期间的常规辐射环境监测，特制定本方案。

2.0 适用范围

本程序适用于三门核电厂运行期间的常规辐射环境监测。

3.0 定义/缩写

- 1) 三关键——是指关键核素、关键途径及关键居民组；在任何给定的情况下，总有一个或几个途径是主要的照射来源，某一核素或照射途径比其他核素或照射途径更重要，因而称之为关键核素和关键途径；某一居民组由于其习惯、居住地或年龄等，使之受到的剂量高于设施周围群体中其他人所接受的剂量，因而需要对他们进行单独考虑，这样的居民组称之为关键居民组。
- 2) 关键监测点——是指可能导致居民受到最大照射的地点。
- 3) 对照点——指不受核设施影响，可将天然本底与核设施排放产生的人工影响区分开来的合适地点。
- 4) 环境敏感点——指依法设立的各级各类自然、文化保护地，以及建设项目的某类污染引资或者生态影响特别敏感的区域。
- 5) 指示生物——能够高度富集环境中放射性物质的生物。
- 6) 辐射环境监测——为了解环境中的放射性水平，通过测量环境中的辐射水平（外照射剂量率）和环境介质中放射性核素含量，并对测量结果进行解释的活动，也称为环境辐射监测。

4.0 参考文件

- 1) 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249）
- 2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61）
- 3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999）
- 4) 《三门核电一期工程运行阶段环境影响报告书》
- 5) 《浙江三门核电项目一期工程运行前环境辐射本底调查工作大纲》（SMG-696-GCH-AA076）
- 6) 《浙江三门核电项目一期工程运行前环境辐射本底调查质保大纲》（SMG-696-GCH-AA075）
- 7) 《浙江三门核电项目一期工程运行前环境辐射本底调查总报告》（SMG-L193-2013-0001）
- 8) 《三门核电一期工程 1、2 号机组最终安全分析报告第一次评审对话会工作单答复》（工作单编号：SMNP-FSAR-11-33）
- 9) 《三门核电一期工程环境监测调整方案评审意见》

5.0 责任

5.1 环境应急处分管领导

- 1) 批准辐射环境监测方案的实施；

2) 提供必要的资源，保证本方案的实施。

5.2 环境应急处

- 1) 制定辐射环境监测方案，并根据实际情况修订辐射环境监测方案；
- 2) 负责辐射环境监测方案的实施。

6.0 程序

6.1 监测范围

依据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249）的要求，核电厂在进行常规辐射环境监测时，应与运行前的辐射环境本底调查工作相衔接，充分利用运行前环境调查所获得的资料。常规辐射环境监测中环境 γ 辐射水平的调查范围半径一般取 20km，其余项目的调查范围半径一般取 10km。

6.2 布点原则

根据厂址环境的自然条件和工程的总平面布置，确定运行期间辐射环境监测的取样点和监测点的点位，其原则为：

- 1) 最大风频下风向厂区边界附近区域；
- 2) 最小风频下风向较少受核电厂排放影响的区域；
- 3) 关键居民组居住地区及环境敏感点；
- 4) 陆生和海洋生物生长周期、采样品种的代表性；
- 5) 核电厂周围主要农作物；
- 6) 人口分布、土地利用和陆生资源，居民的饮食结构；
- 7) 电厂排放口附近海域，重点关注猫头村附近滩涂养殖和海水养殖场，以及取水口附近的蛇蟠水道海域。

6.3 关键监测点与对照点

依据《三门核电一期工程环境影响报告书》（运行阶段）中的“三关键”计算结果分析，三门核电厂的“三关键”为：

- 1) 关键居民组：赤头村儿童；
- 2) 关键照射途径：食入生物途径；
- 3) 关键核素： ^{14}C 。

6.3.1 关键监测点

关键监测点具体为：

- 1) 关键居民组居住地，即赤头村；
- 2) 最近的奶场，厂址区域 NE 方位 19km，伍山奶场；
- 3) 排水口 2km 以内的海域；
- 4) 核电厂 2~5km 范围内涨落潮方向的海滩。

6.3.2 对照点

对照点应满足以下条件：

- 1) 在厂址非主导风向下风向足够远的地点，可以认为基本上不受核电厂排放影响

的地方；

- 2) 远离工业区，基本不受其他放射性设施或一般工业排放的影响；
- 3) 地区开阔、平坦，放射性水平相对稳定，不受局部地理条件的影响；
- 4) 样品种类齐全，便于获取。

6.4 监测的主要项目与点位布设

根据“三关键”分析中涉及的核素及其对剂量的贡献大小，厂址周围环境样品监测的目标核素为： ^{60}Co 、 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 ^{131}I 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 以及其他预计排放量较大的 γ 核素，主要监测项目包括以下四大类：环境 γ 辐射空气吸收剂量率、陆地介质放射性水平、海洋介质放射性水平和指示生物。三门核电厂常规辐射环境监测方案见附表 8.1 所示，主要设备见附表 8.12。

6.4.1 环境 γ 辐射空气吸收剂量率

惰性气体浸没外照射是核电厂周围居民受照的重要途径之一，因此环境 γ 辐射空气吸收剂量率的监测是环境辐射监测的重点项目，其监测方法有以下三种：

1) 固定点的连续监测

监测方案中共设置 9 个固定监测点，其中厂内 4 个（环境监测楼、SRTF（厂址废物处理设施）、老鹰嘴头、旧保安楼），厂外 4 个（赤头村、六敖村、蛇蟠乡、里七市村），以及对对照点 1 个。采样频次：连续；分析频次：连续。点位布置详见附表 8.2、附图 8.3。

2) 便携式 γ 剂量率仪就地测量

就地测量的对象是开阔的路面与田野，按照 22.5° 方位角、近密远疏原则布点，同时兼顾地理、地形、居民分布、交通、土地利用等因素。总监测点位数 42 个，采样频次：1 次/季；分析频次：1 次/季。点位设置见附图 8.4、附表 8.5。

3) 热释光剂量计的累积剂量测量

采用热释光剂量计，放置在有代表性的不受附近建筑物影响的空旷地区。总监测点位数 43 个，除对照点外，其余点位布设及点位数量同就地测量。采样频次：连续；分析频次：1 次/季。

6.4.2 陆地介质放射性水平

1) 空气样品

空气样品包括空气中的 ^3H （HTO）、 ^{14}C 、 ^{131}I 、气溶胶、沉降物和降水。采样点位详见表 8.1。各监测项目和频次如下：

- 气体： ^{14}C ，采样频次：累积采样，1 次/月，采样体积 $>3\text{m}^3$ ；分析频次：1 次/月。 ^{131}I ，采样频次：累积采样，1 次/月，采样体积 $>100\text{m}^3$ ；分析频次：1 次/月。 ^3H （HTO），其中环境监测楼采样频次：连续；分析频次：1 次/周。其余监测点位采样频次：累积采样，1 次/月；分析频次：1 次/月。
- 气溶胶： γ 核素，其中里七市村采样频次：连续；分析频次：1 次/周。其余监测点位采样频次：累积采样，1 次/月，采样体积 $\geq 10000\text{m}^3$ ；分析频次：1 月/次。 ^{90}Sr ，采样频次：累积采样，1 次/月，采样体积 $\geq 10000\text{m}^3$ ；分析频次：1 次/年，年度混合样品分析。

- 沉降物： γ 核素、总 β ，采样频次：累积采样，1次/季；分析频次：1次/季。
 ^{90}Sr 采样频次：累积采样，1次/季；分析频次：1次/年，年度混合样品分析。
- 降水： ^3H ，采样频次：累积采样，有雨、雪、冰雹时混合，1次/月；分析频次：1次/月。

2) 地表水、底泥

地表水取样点分别设在白溪、里峙水库、罗岙水库、龙潭坑水库、胡陈港水库，杭州（对照点），同时采集水库底泥样品（白溪不采集底泥），共设6个监测点。监测项目和频次如下：

- 地表水： γ 核素、总 β 、 ^3H 、 ^{14}C ，采样频次：1次/半年，平水期、枯水期各一次；分析频次：1次/半年。其中 ^{14}C 仅监测里峙水库。
- 底泥： γ 核素、 ^{90}Sr 、 $^{239+240}\text{Pu}$ ，采样频次：1次/年；分析频次：1次/年。其中对照点的底泥不测 $^{239+240}\text{Pu}$ 。

地表水、底泥点位分布见附图 8.6 所示。

3) 饮用水

饮用水设3个采样点，分别布设在里峙村、明港镇和杭州（对照点），监测项目和频次如下：

- 饮用水：总 α 、总 β 、 ^3H 、 γ 核素、 ^{14}C 、 ^{90}Sr ，采样频次：1次/半年，平水期、枯水期各一次；；分析频次：1次/半年。其中 ^{14}C 、 ^{90}Sr 仅监测里峙村。

饮用水点位分布见附图 8.6。

4) 地下水

地下水设9个采样点，分别布设在赤头村、里峙村、明港镇、电厂观察井 W1、W2、W4、W5、W9 和杭州（对照点），监测项目和频次如下：

- 地下水： ^{90}Sr 、 ^3H 、 γ 核素、 ^{14}C ，
 - 厂外监测点：采样频次：1次/半年，平水期、枯水期各一次；分析频次：1次/半年。其中 ^{14}C 仅监测里峙村。
 - 厂内电厂观察井：采样频次：1次/月；分析频次：1次/月。每月抽测一个电厂观察井，其中 W5 每季度一次。其中 ^{14}C 仅监测 W5。

地下水点位分布见附图 8.6。

5) 土壤

调查范围为半径 20km，重点调查 10km 范围，设 10 个采样点，包括赤头村、里峙村、六敖村、蛇蟠乡、外岗村、里七市村、高湾村、南新村、明港镇和杭州（对照点），监测项目和频次如下：

- 土壤： γ 核素、 ^{90}Sr 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 。采样频次：1次/年；分析频次：1次/年。其中明港镇、对照点的土壤不测 $^{239+240}\text{Pu}$ 。

土壤点位分布见附图 8.6。

6) 生物样品

陆生植物分别采集大米、番薯、青菜、柑橘。

- 柑橘： ^{90}Sr 、 γ 核素、 ^{14}C 、 ^3H (TFWT、OBT)。采样点设在六敖村、健跳镇、明港镇和杭州（对照点）；采样频次：1次/年，选收获期；分析频次：1次/年。
- 大米、番薯、青菜： ^{90}Sr 、 γ 核素、 ^{14}C 、 ^3H (TFWT、OBT)。采样点分别设在六敖村、里峙村、健跳镇、明港镇、杭州（对照点）。采样频次：1次/年，选收获期；分析频次：1次/年。

陆生动物选择羊肉和猪肉。采样点分别设在六敖村、健跳镇、明港镇、杭州（对照点），监测项目和频次如下：

- 羊肉和猪肉：骨中 ^{90}Sr （羊骨不测），肉中 γ 核素、 ^{14}C 、 ^3H (TFWT、OBT)，采样频次：1次/年；分析频次：1次/年。

7) 牛奶

根据当地实际情况，采样点设在伍山和对照点杭州乔司。监测项目和频次如下：

- 牛奶： ^{131}I ，采样频次：1次/季；分析频次：1次/季。

6.4.3 海洋介质放射性水平

1) 海水、海底泥和海滩土

采样范围为厂址半径 15km 海域。海水和海底泥采样点布设在 1&2 号机组取水口及附近、1&2 号机组排水口及附近、蛇蟠水道、青山港、白礁水道、珠门港、三门湾 1、三门湾 2、健跳港，对照点设舟山，共设 10 个采样点。海滩土采样点布设在六敖北塘、高泥埭、下洋涂、蛇蟠岛、健跳镇、高湾村，对照点设舟山，共设 7 个采样点。监测项目和频次如下：

- 海水： ^3H 、总 β 、 ^{40}K 、 ^{90}Sr 、 γ 核素、 ^{14}C ，采样频次：1次/半年；分析频次：1次/半年。其中 ^{90}Sr 、 γ 核素只监测 1&2 号机组取水口及附近、1&2 号机组排水口及附近、蛇蟠水道、白礁水道、健跳港、舟山。 ^{14}C 只监测 1&2 号机组取水口及附近、1&2 号机组排水口及附近。
- 海底泥： γ 核素、 ^{90}Sr 、 $^{239+240}\text{Pu}$ ，采样频次：1次/年；分析频次：1次/年。其中 $^{239+240}\text{Pu}$ 只监测 1&2 号机组取水口及附近、1&2 号机组排水口及附近。
- 海滩土： γ 核素、 ^{90}Sr 、 $^{239+240}\text{Pu}$ ，采样频次：1次/年；分析频次：1次/年。其中 $^{239+240}\text{Pu}$ 只监测六敖北塘、高泥埭。

海水、海底泥和海滩土采样点位分布图见附图 8.7。

2) 海洋生物

海洋生物重点关注厂址半径 10km 范围内滩涂养殖区，主要采集虾类、蟹类、缢蛏、蛤蜊、带鱼。其中虾类、蛤蜊设 2 个采样点，分别是六敖北塘、下洋涂；蟹类设 3 个采样点，分别为六敖北塘、下洋涂、田湾岛；缢蛏共设 2 个采样点，分别为高泥埭、下洋涂；带鱼设建跳镇 1 个采样点。监测项目和频次如下：

- 蟹类、虾类、缢蛏、蛤蜊、带鱼： ^3H (TFWT、OBT)、 ^{14}C 、 ^{90}Sr 、 γ 核素。采样频次：1次/年；分析频次：1次/年。

6.4.4 一期排水工作井循环水放射性水平

一期排水工作井循环水采样点位布设于一期工程排水工作井内。监测项目和频次如下：

- 一期排水工作井循环水： γ 核素、总 β 、 ^3H 、 ^{90}Sr ，采样频次：1次/月；分析频次：1次/月。

6.4.5 指示生物

根据本地区的调查资料，监测的指示生物有：牡蛎、茶叶和松针，牡蛎的采样点为六敖北塘、下洋涂，茶叶和松针的采样点为健跳镇、明港镇。监测项目和频次如下：

- 松针、茶叶： γ 核素、 ^{90}Sr 、 ^{14}C 、 ^3H (TFWT、OBT)，采样频次：1次/年；分析频次：1次/年。
- 牡蛎： γ 核素、 ^{90}Sr 、 ^{14}C 、 ^3H (TFWT、OBT)，采样频次：1次/年；分析频次：1次/年。

6.5 监测方法

本监测方案中使用的监测方法见附表 8.8，参考的各项目、核素的标准分析测量方法见附表 8.9。

7.0 记录

无。

8.0 图表

8.1 三门核电厂常规辐射环境监测方案

表 8.1 三门核电厂常规辐射环境监测方案

监测对象		监测种类及核素	采样频次	分析频次	采样或监测点	布点数
γ 辐射	γ 辐射空气吸收剂量率	连续 γ 剂量率	连续	连续	环境监测楼、SRTF、老鹰嘴头、旧保安楼、赤头村、六敖村、蛇蟠乡、里七市村、对照点 ⁴⁾	9
		瞬时 γ 剂量率	1 次/季	1 次/季	厂区半径 20km 范围内，近密远疏	42
	γ 辐射累积剂量	累积剂量	连续	1 次/季	厂区半径 20km 范围内，近密远疏，对照点 ⁴⁾	43
空气	气体	³ H (HTO)	连续	1 次/周	环境监测楼	1
			累积	1 次/月	赤头村、六敖村、蛇蟠乡、里七市村、对照点 ⁴⁾	5
		¹⁴ C	累积	1 次/月	环境监测楼、赤头村、六敖村、蛇蟠乡、里七市村、对照点 ⁴⁾	6
		¹³¹ I	累积	1 次/月		6
	气溶胶	γ 核素	连续	1 次/周	里七市村	1
			累积	1 次/月	赤头村、六敖村、蛇蟠乡、里七市村、对照点 ⁴⁾	5
		⁹⁰ Sr	累积	1 次/年	环境监测楼、赤头村、六敖村、蛇蟠乡、里七市村、对照点 ⁴⁾	6
	沉降物	总 β、γ 核素	累积	1 次/季	环境监测楼、赤头村、六敖村、蛇蟠乡、里七市村、杭州 ¹⁾	6
		⁹⁰ Sr	累积	1 次/年		6
	降水	³ H	累积	1 次/月		6

土壤	土壤	^{90}Sr 、 γ 核素	1 次/年	1 次/年	赤头村、里峙村、六敖村、蛇蟠乡、外岗村、里七市村、高湾村、南新村、明港镇、杭州	10
		$^{239+240}\text{Pu}$			赤头村、里峙村、六敖村、蛇蟠乡、外岗村、里七市村、高湾村、南新村	8
	底泥	^{90}Sr 、 γ 核素	1 次/年	1 次/年	里峙水库、罗岙水库、胡陈港水库、龙潭坑水库、杭州	5
		$^{239+240}\text{Pu}$			里峙水库、罗岙水库、龙潭坑水库、胡陈港水库	4
陆地水	地表水	总 β 、 ^3H 、 γ 核素	1 次/半年	1 次/半年	白溪、里峙水库、罗岙水库、胡陈港水库、龙潭坑水库、杭州	6
		^{14}C	1 次/半年	1 次/半年	里峙水库	1
	饮用水	总 α 、总 β 、 ^3H γ 核素	1 次/半年	1 次/半年	里峙村、明港镇、杭州	3
		^{14}C 、 ^{90}Sr	1 次/半年	1 次/半年	里峙村	1
	地下水	^{90}Sr 、 ^3H 、 γ 核素	1 次/半年	1 次/半年	赤头村、里峙村、明港镇、杭州	4
			1 次/月	1 次/月	电厂观察井 W1、W2、W4、W5、W9 ³⁾	5
		^{14}C	1 次/半年	1 次/半年	里峙村	1
			1 次/季	1 次/季	W5	1
农畜产品	大米	^{90}Sr 、 γ 核素、 ^{14}C ^3H (TFWT、OBT)	1 次/年	1 次/年	六敖村、里峙村、健跳镇、明港镇、杭州	5
	番薯					5
	青菜		1 次/年	1 次/年		5
	牛奶	^{131}I	1 次/季	1 次/季	伍山、杭州	2

	柑橘	^{90}Sr 、 γ 核素、 ^{14}C 、 ^3H (TFWT、OBT)、	1 次/年	1 次/年	六敖村、健跳镇、明港镇、杭州	4	
	猪肉	骨： ^{90}Sr ； 肉： γ 核素、 ^{14}C ^3H (TFWT、OBT)	1 次/年	1 次/年	六敖村、健跳镇、明港镇、杭州	4	
	羊肉	肉： γ 核素、 ^{14}C ^3H (TFWT、OBT)	1 次/年	1 次/年	六敖村、健跳镇、明港镇、杭州	4	
海洋	海水	^3H 、总 β 、 ^{40}K	1 次/半年	1 次/半年	1&2 号机组取水口及附近、1&2 号机组排水口及附近、蛇蟠水道、青山港、白礁水道、珠门港、三门湾 1、三门湾 2、健跳港、舟山 ²⁾	10	
		^{90}Sr 、 γ 核素			1&2 号机组取水口及附近、1&2 号机组排水口及附近、蛇蟠水道、白礁水道、健跳港、舟山	6	
		^{14}C			1&2 号机组取水口及附近、1&2 号机组排水口及附近	2	
	海底泥	^{90}Sr 、 γ 核素	1 次/年	1 次/年	1&2 号机组取水口及附近、1&2 号机组排水口及附近、蛇蟠水道、青山港、白礁水道、珠门港、三门湾 1、三门湾 2、健跳港、舟山	10	
		$^{239+240}\text{Pu}$			1&2 号机组取水口及附近、1&2 号机组排水口及附近	2	
	海滩土	^{90}Sr 、 γ 核素	1 次/年	1 次/年	六敖北塘、高泥埭、下洋涂、蛇蟠岛、高湾村、健跳镇、舟山	7	
		$^{239+240}\text{Pu}$			六敖北塘、高泥埭	2	
	海产品	蟹类	γ 核素、 ^{90}Sr 、 ^{14}C ^3H (TFWT、OBT)	1 次/年	1 次/年	六敖北塘、下洋涂、田湾岛	3
		虾类				六敖北塘、下洋涂	2

	缢蛏				高泥埭、下洋涂	2
	蛤蜊				六敖北塘、下洋涂	2
	带鱼				健跳镇	1
一期排水工作井	循环水	总 β 、 γ 核素、 ^3H ^{90}Sr	1 次/月	1 次/月	一期排水工作井	1
指示生物	牡蛎	γ 核素、 ^{90}Sr 、 ^{14}C ^3H (TFWT、OBT)	1 次/年	1 次/年	六敖北塘、下洋涂	2
	松针				健跳镇、明港镇	2
	茶叶					2

注：1) 杭州为陆地对照点。

2) 舟山为海洋对照点。

3) 每月抽测一个电厂观察井，其中 W5 每季度一次。

4) γ 辐射空气吸收剂量率， γ 辐射累积剂量，气溶胶中 γ 核素、总 β 及年度混合样中 ^{90}Sr ，气体 ^3H (HTO)，气体 ^{14}C ，气体 ^3I 增设对照点监测，具体点位待定。

8.2 外围辐射环境监测系统固定监测点位分布表

表 8.2 外围辐射环境监测系统固定监测点位分布

编号	地点	方位	距离 (km)	位置	
				纬度	经度
AS1	环境监测楼	WNW	1.04	29° 06.167'	121° 37.843'
AS2	SRTF	S	0.44	29° 05.792'	121° 38.590'
AS3	老鹰嘴头	E	0.91	29° 06.120'	121° 38.999'
AS4	旧保安楼	SSW	0.93	29° 05.511'	121° 38.351'
BS1	赤头村	W	1.62	29° 05.910'	121° 37.461'
BS2	六敖村	WSW	4.77	29° 04.737'	121° 35.885'
BS3	蛇蟠乡	NW	6.58	29° 08.368'	121° 35.430'
BS4	里七市村	S	7.98	29° 01.717'	121° 38.888'

8.3 MES 系统固定监测子站点位布置图



图 8.3 MES 系统固定监测子站点位布置图

8.4 环境瞬时 γ 辐射剂量率和 TLD 累积剂量监测点位图



图 8.4 厂址区域 20km 范围内点位布置图

8.5 环境瞬时 γ 剂量率点位布置

表 8.5 环境瞬时 γ 剂量率点位布置

序号	地点	方位	距离 (km)	位置	
				纬度	经度
1.	赤头村	W	2.3	29° 06.102'	121° 37.196'
2.	永丰村	W	4.3	29° 05.760'	121° 35.986'
3.	刘塘墩村	W	6.0	29° 05.588'	121° 34.921'
4.	三岔村	W	7.0	29° 05.934'	121° 34.004'
5.	岫岩村	W	9.0	29° 06.485'	121° 32.954'
6.	巡检司村	W	12	29° 06.199'	121° 31.413'
7.	头岙村	W	19	29° 05.760'	121° 27.780'
8.	涛头村	WNW	11.0	29° 07.097'	121° 31.407'
9.	正屿村	WNW	13.0	29° 06.986'	121° 29.913'
10.	六敖村	WS	5	29° 05.146'	121° 35.727'
11.	乾墩村	WS	6	29° 04.581'	121° 34.931'
12.	南新村	WS	8	29° 03.742'	121° 34.246'
13.	凤凰山村	WS	9	29° 03.491'	121° 33.856'
14.	罗岙水库	WS	13	29° 03.066'	121° 32.443'
15.	铁强村	SW	15.0	29° 01.017'	121° 31.573'
16.	横渡村	WSS	18	29° 00.358'	121° 30.716'
17.	西郭村	SWW	14	29° 00.395'	121° 32.895'
18.	大蛟龙村	SW	12	29° 00.653'	121° 35.102'
19.	黄金坦村	SSW	16.3	28° 58.497'	121° 34.492'
20.	蟹山塘	SW	19.8	28° 56.402'	121° 34.480'
21.	赤坎村	S	18	28° 56.882'	121° 38.683'
22.	三角塘村	S	20	28° 55.837'	121° 39.385'
23.	里宅村	S	13.5	28° 58.956'	121° 38.317'
24.	前山村	S	11	29° 00.135'	121° 39.744'
25.	草头村	SE	11	29° 00.865'	121° 40.386'
26.	上洋村	SE	10	29° 01.327'	121° 39.945'

27.	洋市村	S	9	29° 01.708'	121° 39.073'
28.	里七市村	S	8.5	29° 01.969'	121° 38.536'
29.	高湾村	S	7.2	29° 02.675'	121° 38.833'
30.	大塘村	SSW	8	29° 01.831'	121° 36.582'
31.	沙木塘村	SW	7.5	29° 02.700'	121° 35.556'
32.	健跳镇	SSW	6.6	29° 03.140'	121° 37.256'
33.	平岩村	SW	4.2	29° 03.642'	121° 37.752'
34.	外岗村	WS	3.8	29° 04.176'	121° 37.852'
35.	大黄礁	SWS	2	29° 05.355'	121° 37.963'
36.	大湾村	SWS	4	29° 04.419'	121° 37.054'
37.	乾岙村	SWS	6	29° 03.723'	121° 36.247'
38.	海游镇	W	26	29° 06.366'	121° 23.538'
39.	一市镇	NNW	19	29° 12.286'	121° 28.687'
40.	明港镇	N	12	29° 11.306'	121° 38.116'
41.	长街镇	NNE	19.9	29° 14.494'	121° 42.840'
42.	高塘岛	E	20	29° 07.105'	121° 49.738'

8.6 陆生介质采样点位分布图



图 8.6 陆地介质采样点位分布图

8.7 海洋介质采样点位分布图



图 8.7 海水、海底泥、海滩土采样点位分布图

8.8 各项目、核素分析测量方法

表 8.8 各项目、核素分析测量方法

项目	介质类型	分析测量方法	测量仪器	测量时间 (min)	本底(cpm)	样品量	探测下限
γ 吸收剂量率	N/A	连续测量	γ 剂量率仪	连续	N/A	N/A	~10nGy/h
	N/A	瞬时测量		瞬时	N/A	N/A	~10nGy/h
γ 累积剂量	N/A	TLD: LiF(Mg,Cu,P)	热释光剂量仪	16s	N/A	N/A	~10μGy
³ H	空气	低温捕集—常温蒸馏—液体闪烁计数法	液闪谱仪	1000	0.630	8mL 水样	~1.0Bq/L ~0.014Bq/m ³
	水	真空冻干—常温蒸馏—液体闪烁计数法	液闪谱仪	1000	0.630	8mL 水样	~1.0Bq/L
	生物 (自由水氚)						~1.0Bq/L ~0.98Bq/ (kg·鲜)
	有机氚						~0.250 Bq/ (kg·鲜)
¹⁴ C	空气	催化氧化后碱液鼓泡吸收—碳酸钙沉淀法—液闪计数法	液闪谱仪	500	4.390	4g 碳酸钙	~5.8E-2Bq/ (g·碳) ~0.014Bq/m ³
	生物	氧弹燃烧—Carbsorb 吸收—液闪计数法	液闪谱仪	500	2.707	9g 碳酸钙	~1.6E-2 Bq/ (g·碳) ~6.41Bq/ (kg·鲜)

总 α	饮用水	厚源法, α 测量	低本底 α/β 测量仪	1200	0.09	2.5L	~7.31E-3 Bq/L
总 β	沉降物	蒸发法, β 测量	低本底 α/β 测量仪	1200	0.65	累积样	~4.5E-3Bq/(m ² ·d)
	饮用水			1200	0.65	2.5L	~3.00E-3Bq/L
	海水			1200	0.65	1L	~1.1Bq/L
⁹⁰ Sr	沉降物	二- (2-乙基己基) 磷酸酯萃取色层法	低本底 α/β 测量仪	1080	0.5	累积样	~3.0E-4Bq/(m ² ·d)
	生物			1080	0.5	1kg	~2.5E-2Bq/ (kg·鲜)
	土壤			1080	0.5	0.05kg	~1.8mBq/ (g·灰)
	海水			1080	0.5	40L	~2.0E-1Bq/Kg
¹³¹ I	牛奶	树脂吸附四氯化碳萃取法	低本底 α/β 测量仪	1080	0.5	4L	~3.5E-3Bq/L
γ	气溶胶	滤纸压片后测量	γ 能谱仪	30000s	N/A	大于 10000m ³	详见表 8.8.1
	沉降物	蒸发法, γ 谱测量		30000s	N/A	累积样	详见表 8.8.2
	气碘	取样后直接测量		30000s	N/A	大于 500m ³	详见表 8.8.3
	土壤	烘干后过 60 目筛封样测量		86400s	N/A	Φ80mm×75mm	详见表 8.8.4
	水	磷钼酸铵与 MnO ₂ 吸附后烘干封样测量		30000s	N/A	60L	详见表 8.8.5

	生物	灰化后封样测量		86400s	N/A	$\Phi 80\text{mm} \times 25\text{mm}$	详见表 8.8.6
--	----	---------	--	--------	-----	---------------------------------------	-----------

8.8.1P 型 γ 谱探测下限（气溶胶）

样品量：10000m³

测量时间：30000 秒

样品几何尺寸：装于 $\phi 56\text{mm} \times \text{H}10\text{mm}$ 圆柱形塑料盒

核素	探测限 (mBq/m ³)
⁵⁸ Co	~0.007
⁶⁰ Co	~0.005
¹³⁴ Cs	~0.004
¹³⁷ Cs	~0.005
⁵⁴ Mn	~0.005
^{110m} Ag	~0.006
¹⁰³ Ru	~0.007
¹³¹ I	~0.010
¹³³ I	~0.026
¹⁰⁶ Ru	~0.056
⁷ Be	~0.066
¹⁴⁴ Ce	~0.034
¹²⁴ Sb	~0.007
²³⁵ U	~0.035
²³⁸ U	~0.186
²²⁶ Ra	~0.017
²³² Th	~0.019
⁴⁰ K	~0.102

8.8.2 P 型 γ 谱探测下限（沉降物）

样品量：季度样

测量时间：30000 秒

样品几何尺寸：装于 $\phi 80\text{mm} \times \text{H}25\text{mm}$ 圆柱形塑料盒

核素	探测限 (Bq/m ² · d)
⁵⁸ Co	~0.010
⁶⁰ Co	~0.007
¹³⁴ Cs	~0.007
¹³⁷ Cs	~0.006
⁵⁴ Mn	~0.007
^{110m} Ag	~0.006
¹⁰³ Ru	~0.014
¹³¹ I	~0.019
¹³³ I	~0.152
¹⁰⁶ Ru	~0.065
⁷ Be	~0.106
¹⁴⁴ Ce	~0.042
¹²⁴ Sb	~0.027
²³⁵ U	~0.033
²³⁸ U	~0.238
²²⁶ Ra	~0.023
²³² Th	~0.029
⁴⁰ K	~0.156

8.8.3P 型 γ 谱探测下限（碘盒）样品量：500m³

测量时间：30000 秒

样品几何尺寸： $\phi 55\text{mm} \times \text{H}25\text{mm}$

核素	探测限 (mBq/m ³)
¹³¹ I	~0.18

8.8.4P 型 γ 谱探测下限（土壤）

样品量：0.397kg

测量时间：86400 秒

样品几何尺寸：过 60 目筛后装于 $\phi 80\text{mm} \times H75\text{mm}$ 圆柱形塑料盒

核素	探测限 (Bq/kg·干)
^{58}Co	~0.41
^{60}Co	~0.23
^{134}Cs	~0.20
^{137}Cs	~0.20
^{54}Mn	~0.28
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	~0.25
^{103}Ru	~0.71
^{131}I	~0.63
^{133}I	~0.63
^{106}Ru	~3.71
^7Be	~3.92
^{144}Ce	~1.45
^{124}Sb	~0.46
^{235}U	~1.12
^{238}U	~6.39
^{226}Ra	~0.63
^{232}Th	~0.57
^{40}K	~3.21

8.8.5P 型 γ 谱探测下限（水样）

样品量：60L

测量时间：30000 秒

样品几何尺寸：磷钼酸铵、 MnO_2 吸附后装于 $\phi 80mm \times H25mm$ 圆柱形塑料盒

核素	探测限 (mBq/L)
^{58}Co	~1.68
^{60}Co	~1.47
^{134}Cs	~1.47
^{137}Cs	~1.35
^{54}Mn	~1.39
^{110m}Ag	~1.84
^{103}Ru	~2.37
^{131}I	~1.29
^{133}I	~1.22
^{106}Ru	~9.32
7Be	~13.29
^{144}Ce	~10.30
^{124}Sb	~2.19
^{235}U	~7.74
^{238}U	~145.93
^{226}Ra	~4.28
^{232}Th	~4.76
^{40}K	~28.23

8.8.6P 型 γ 谱探测下限（生物）

样品量：135g 灰

测量时间：86400 秒

样品几何尺寸：样品炭灰化后装于 $\phi 80\text{mm} \times H25\text{mm}$ 圆柱形塑料盒

核素	探测限 (Bq/kg·鲜)
^{58}Co	~1.20
^{60}Co	~0.77
^{134}Cs	~0.75
^{137}Cs	~0.59
^{54}Mn	~0.71
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	~0.64
^{103}Ru	~1.62
^{131}I	~0.50
^{133}I	~0.51
^{106}Ru	~5.65
^7Be	~10.26
^{144}Ce	~4.02
^{124}Sb	~1.70
^{235}U	~3.72
^{238}U	~24.64
^{226}Ra	~1.46
^{232}Th	~2.56
^{40}K	~11.19

8.9 各项目、核素的标准分析测量方法

表 8.9 各项目、核素的标准分析测量方法

介质	测量项目	标准号	标准名称
γ 辐射	γ 辐射空气吸收剂量率(瞬时、连续)	HJ 1157	环境 γ 辐射剂量率测量技术规范
	γ 累积剂量	GB 8998	环境热释光剂量计及其使用方法
空气	沉降物β	EJ/T900	水中总β放射性测定蒸发法(参考)
	气溶胶γ核素	HJ 1149	环境空气气溶胶中γ放射性核素的测定滤膜压片γ能谱法
	沉降物γ核素	GB/T11713	高纯锗γ能谱分析通用方法
	沉降物中 ⁹⁰ Sr	EJ/T1035	土壤中铯-90的分析方法(参考)
	气溶胶中 ⁹⁰ Sr	EJ/T1035	土壤中铯-90的分析方法(参考)
	³ H	HJ 1126	水中氚的分析方法(参考)
	¹⁴ C	EJ/T1008	空气中 ¹⁴ C的取样与测定方法
	¹³¹ I	GB/T14584	空气中碘-131的取样与测定
水	γ核素	GB/T16145	环境及生物样品中放射性核素的γ能谱分析方法
	总α、β	EJ/T1075	水中总α放射性浓度的测定厚源法
		EJ/T900	水中总β放射性测定蒸发法
	⁹⁰ Sr	HJ 815	水和生物样品灰中铯-90的放射化学分析方法
	¹³⁷ Cs	HJ 816	水和生物样品灰中铯-137的放射化学分析方法
	³ H	HJ 1126	水中氚的分析方法
	¹⁴ C ¹⁾	GB/T37865	生物样品中 ¹⁴ C的分析方法氧弹燃烧法(参考)
⁴⁰ K	GB 11338	水总钾-40的分析方法	
土壤类	γ核素	GB/T16145	环境及生物样品中放射性核素的γ能谱分析方法
	⁹⁰ Sr	EJ/T1035	土壤中铯-90的分析方法
	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu ¹⁾	HJ 814	水和土壤样品中钚的放射化学分析方法
生物	γ核素	GB/T16145	环境及生物样品中放射性核素的γ能谱分析方法
	⁹⁰ Sr	HJ 815	水和生物样品灰中铯-90的放射化学分析方法
	牛奶中 ¹³¹ I	HJ 841	水、牛奶、植物、动物甲状腺中碘-131的分析方法
	¹⁴ C	GB/T37865	生物样品中 ¹⁴ C的分析方法氧弹燃烧法
	³ H	HJ1324	生物中氚和碳-14的分析方法管式燃烧法

备注：1) 在实验室尚不具备监测能力前，水中¹⁴C、土壤中²³⁹⁺²⁴⁰Pu监测项目外委。

8.11 环境监测主要设备清单

序号	仪器	规格型号	单位	数量	生产厂家
1.	热释光剂量测量系统	HARSHAW5500	套	1	Thermofisher
2.	低本底 $\alpha\beta$ 计数器	LB770	套	2	Berthold
3.	超低本底液闪计数器	Quantulus1200	套	2	PE
4.	高纯锗 γ 谱仪	GEM-FX8530P4-108	套	1	ORTEC
5.		GEM 80P4-95	套	1	ORTEC
6.		GEM-C60-LB-C	套	1	ORTEC
7.	原子吸收光谱仪	AAAnalyst 400	套	1	PE
8.	台式电导率仪	S230-B	台	2	METTLER—TOLEDO
9.	台式 pH 计	S220-B	台	4	METTLER—TOLEDO
10.	100g 电子天平	XP205	台	2	METTLER—TOLEDO
11.	200g 电子天平	XS204	台	2	METTLER—TOLEDO
12.	500g 电子天平	XS603S	台	2	METTLER—TOLEDO
13.	500g 电子天平	XS802S	台	4	METTLER—TOLEDO
14.	热合机	LXT4	台	1	联兴
15.	氧弹燃烧样品处理装置	Parr 1921	本	3	Parr
16.	有机氟/碳氧化燃烧装置	MTT11/65/90	台	1	Carbolite
17.	高压电离室	RSDetectiong	台	12	GE
18.	电子磅秤	BBA221-3BB35; BBA221-3B150	台	2	METTLER—TOLEDO
19.	程控烘箱	FD240	台	7	德国 BINDER
20.	程控马弗炉	AAF11/18/3216P1	台	6	Carbolite
21.	红外灯	IR250RH 230V 250W	只	1	M Philips
22.	纯水/超纯水一体机	Milli-Q Direct 8	台	1	默克密理博
23.	取样桶 (25L)	聚乙烯桶	个	100	/
24.	取样桶 (50L)	聚乙烯桶	个	20	/
25.	土壤采集器	XDB—TR5/100	个	2	新地标

26.	便携式全球定位仪	GPSMAP78s	个	1	佳明
27.	除湿机	MDH-740B	台	6	MDH-740B
28.	大流量气溶胶取样器	MC-MDS-150	台	6	卡迪诺科技
29.	气溶胶、碘取样器	VS23-1023CV-Digital/ 230	台	2	HI-Q
30.	空气取样器	CF1001	台	7	HI-Q
31.	大气氚取样器	TAS100	台	7	中辐院
32.	大气碳-14 取样器	HAGUE7000	台	6	SDEC
33.	雨量计	RGA	台	8	MKIII-LR
34.	气象设备	MKIII-LR	台	8	MKIII-LR
35.	大气沉降物收集器	H3ASAC02	台	7	/
36.	雨水收集器	SWA6842	台	7	/
37.	环境监测机柜	SFA8618	台	8	/
38.	取样机柜	H3SAC02	台	5	/
39.	便携式气溶胶、碘取样装置	CF-901-Digital/230	台	2	HI-Q
40.	便携式气溶胶、碘取样装置	CF-1003BRL-Digital/2 30	台	2	HI-Q
41.	便携式 γ 剂量率仪	6150AD-b	台	2	Automess
42.	便携式 α/β 污染检测仪	LB124SCINT	台	1	Berthold
43.		6150AD5	台	1	Automess
44.	便携式高纯锗多道谱仪	Detective-DX-100	台	1	ORTEC
45.	便携式溴化镭谱仪	ORTEC LaBr ₃	台	2	ORTEC
46.	车载 γ 辐射监测仪	AGS421	台	1	Envinet
47.	车载气象观测设备	Watchdog Spryer Station	台	1	AirMar
48.	移动式溴化镭谱仪	AGS910M	台	1	Envinet
49.	γ 剂量率仪 (盖革计数管)	H3GWRM01	台	3	中国船舶集团有限公司 第七一九研究所

9.0 附录

无

部门审查（排列不分先后）

会签部门	部门负责人	签字	日期	会签部门	部门负责人	签字	日期
安全质量处	王旭	相宏伟	2024-06-19	企业管理处	江飞舟	江飞舟	2024-06-18

领导审查

姓名	签字	日期
----	----	----