# 核技术利用建设项目

# 江苏核电有限公司
# 扩建 1 座源库和硼浓度在线监测项目
# 环境影响报告表

江苏核电有限公司

2019 年 1 月

环境保护部监制

# 核技术利用建设项目

# 江苏核电有限公司
# 扩建 1 座源库和硼浓度在线监测系统项目
# 环境影响报告表

‘

建设单位名称：江苏核电有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江苏省连云港市连云区海棠中路 28 号

邮政编码：222000　　联系人：高云飞

电子邮箱：gaoyf03@cnnp.com.cn　　联系电话：18961370491

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">扩建 1 座源库和硼浓度在线监测系统</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">江苏核电有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>马明泽</td><td>联系人</td><td>高云飞</td><td>联系电话</td><td>18961370491</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">江苏省连云港市连云区海棠中路 28 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">江苏省连云港市连云区田湾核电站厂区内</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>500</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>150</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>30%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">□新建 □改建 ■扩建 □其他</td><td>占地面积（$m^2$）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>销售</td><td colspan="4">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>使用</td><td colspan="4">□Ⅰ类（医疗使用） □Ⅱ类■Ⅲ类□Ⅳ类□Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>生产</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>销售</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>使用</td><td colspan="4">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">放射源库</td></tr>
</table>

1. 项目概述

江苏核电有限公司主要从事核电站的运行和维护。根据田湾核电站的规划：1）为进一步加强放射源管理，将所有放射源统一纳入控制区管理，计划在控制区 EN 厂房内扩建 1 座放射源库，用于厂区内放射源和探伤机的长期存放，同时将现有源库的放射源搬迁至新建放射源库内统一管理；2）在 5、6 号机组的硼浓度在线监测系统上使用 III 类中子放射源开展一回路水质（硼浓度）在线监测工作。

本次扩建的放射源库位于 EN 厂房内，EN 厂房位于田湾核电站厂区 5、6 号机组北侧。硼浓度在线监测系统位于 5、6 号机组核辅助厂房内，核辅助厂房位于 5、6 号机组东北侧。

扩建的放射源库计划存放 8 台 $^{192}$Ir γ 射线探伤机（源强 4.44×10$^{12}$Bq×8 枚，承包商所有）、1 台 $^{60}$Co γ 射线探伤机（源强 3.70×10$^{12}$Bq×1 枚，承包商所有）、78 枚现有放射源（存于现有放射源库）和 267 枚新放射源（已备案，备案号 201832070300000048，拟采购），本项目涉及的放射源见附件 9，现有放射源库拟在完成放射源搬迁后退役。

扩建的硼浓度在线监测系统拟使用 2 枚 III 类中子放射源（$^{239}$Pu-Be 源，源强 1.30×10$^{11}$Bq），分别安装于核辅助厂房一层（标高 0.00m）NA298 和 NA299 房间。本项目核技术应用项目情况见表 1-1。

表 1-1 江苏核电有限公司核技术应用情况一览表（本项目）

<table>
<tr><th>类别</th><th>放射性核素</th><th>数量</th><th>性质</th><th>工作场所</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>III 类密封源</td><td>$^{239}$Pu-Be（1.30×10$^{11}$Bq）</td><td>2 枚</td><td>新增</td><td>NA298<br>NA299</td><td>本次环评<br>未许可<br>未验收</td></tr>
<tr><td rowspan="2">II 类密封源</td><td>$^{192}$Ir（3.70×10$^{12}$Bq）</td><td>8 枚</td><td>/</td><td rowspan="4">新建放射源库（含 9 台探伤机在内，共 354 枚源）</td><td rowspan="2">承包商所有</td></tr>
<tr><td>$^{60}$Co（3.70×10$^{12}$Bq）</td><td>1 枚</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="2">IV、V 类密封源</td><td rowspan="2">放射源信息和数量详见附件 9</td><td>267 枚</td><td>新增</td><td>已备案与本项目同步许可和验收</td></tr>
<tr><td>78 枚</td><td>现有</td><td>已环评<br>已许可<br>已验收</td></tr>
</table>

2. 项目周围环境

本项目位于江苏省连云港市连云区田湾核电站厂区内，田湾核电站现有 4 台核电机组，厂址规划建设 8 台核电机组，扩建的放射源库位于 5、6 号机组拟建位置北侧 EN 厂房内。核电站厂区北侧为山区，东侧为海洋，南侧为农田，西北侧为宿城风景区、东疏港高速（S73），项目地理位置见附图 1。

江苏核电有限公司扩建的 EN 厂房东北侧为山体，西北侧为场内道路和山体，南侧为厂内道路和 AC 厂房，西南侧为厂内道路和 AS 厂房（未建），东侧为 FX 厂房（未建）。使用 III 类中子放射源的 NA298 和 NA299 房间相邻，位于核辅助厂房内。项目 50m 范围均在厂区范围内，无居民点、学校等环境敏感点，选址可行，项目周围环境示意图见附图 2，周围环境情况见图 1-1。

图 1-1-1 EN 厂房东北侧环境

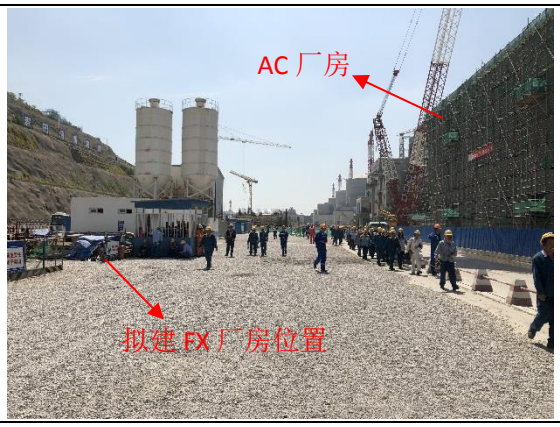



图 1-1-2 EN 厂房东南侧环境

图 1-1-3 EN 厂房西南侧环境

图 1-1-4 EN 厂房西北侧环境

图 1-1-5 NA293（NA298 和 NA299 南侧）

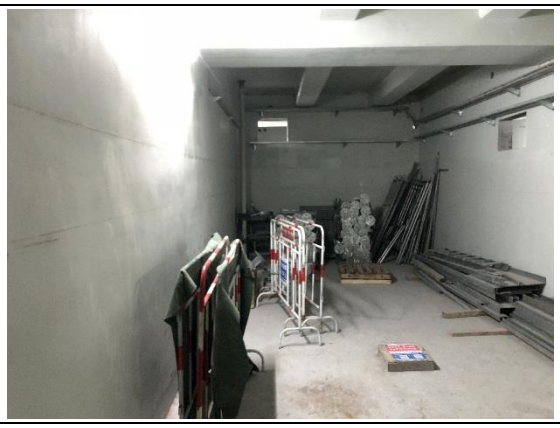


图 1-1-6 L213（NA298 和 NA299 北侧）

3. 原有项目核技术利用和许可情况

江苏核电有限公司现有 183 枚放射源和 1 台 X 射线行李包检查机，已全部履行环评手续，取得辐射安全许可证（苏环辐证[00153]）。

已建项目辐射安全许可证见附件 2。企业现有项目核技术情况见表 1-2。

表 1 -2 江苏核电有限公司核技术应用情况一览表（已建项目）

| 放射源 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 序号 | 登记序号 | 类别 | 核素 | 标号 | 国家编码 | 出厂活度（Bq） | 数量 | 性质 | 场所 |
| 1* | 1 | Ⅴ | Cs-137 | 2 | 0004CS394675 | 8.03E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-27#柜 |
| 2* | 2 | Ⅴ | Cs-137 | 18 | 0004CS394685 | 7.96E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-27#柜 |
| 3* | 4 | Ⅳ | Pu-238C | 70561 | FR02P8394984 | 1.85E+10 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-06#柜 |
| 4* | 8 | Ⅳ | Am-241/Be | 72310/8281NK | FR02AB394534 | 3.70E+08 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-06#柜 |
| 5* | 35 | Ⅴ | Cs-137 | 4J2 | 0004CS394805 | 3.30E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-27#柜 |
| 6* | 29 | Ⅴ | Cs-137 | NO.1956 | RU03CS394755 | 1.05E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-27#柜 |
| 7* | 121 | Ⅳ | Cs-137 | 077/11 | FR11CS001374 | 2.49E+10 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-06#柜 |
| 8* | 39 | Ⅴ | Cs-137 | H00 | RU04CS394815 | 6.22E+07 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-27#柜 |
| 9* | 37 | Ⅴ | Cs-137 | No.4893 | RU03CS394895 | 1.14E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-27#柜 |
| 10* | 99 | Ⅴ | Cs-137 | CIO001 | 0004CS395715 | 7.40E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-09#柜 |
| 11* | 30 | Ⅴ | Sr90+Y90 | No.2348 | RU03SY395065 | 2.10E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-27#柜 |
| 12* | 124 | Ⅴ | Kr-85 | 07-1 | 0108KR000075 | 7.90E+07 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-19#柜 |
| 13 | 122 | Ⅴ | Cs-137 | B-9 | 0107CS900435 | 3.26E+06 | 1 | 已建 | 核服务厂房 21UKC04333 |
| 14 | 32 | Ⅴ | Cs-137 | No.5314Cs-137 | RU03CS394795 | 1.16E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房 11UKC04341 |
| 15 | 123 | Ⅴ | Cs-137 | B-23 | 0107CS900445 | 3.15E+06 | 1 | 已建 | 核服务厂房 11UKC04333 |
| 16 | 110 | Ⅴ | Co-60 | 4172/3766 | RU06CO001015 | 1.01E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房 21UKC04341 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | 108 | Ⅴ | Cs-137 | 4172/3770 | RU06CS001065 | 1.01E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房 21UKC04341 | |
| 18* | 125 | Ⅴ | γ面源 | 070211 | 0407CS395765 | 2.34E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-19#柜 | |
| 19 | 10 | Ⅲ | Cs-137 | 02-959 | 0402CS394723 | 3.70E+11 | 1 | 已建 | 01UST 检定室 101 辐照间 | |
| 20 | 12 | Ⅲ | Cs-137 | 93-551 | 0402CS394733 | 1.11E+11 | 1 | 已建 | 01UST 检定室 101 辐照间 | |
| 21 | 13 | Ⅳ | Cs-137 | 02-28 | 0402CS394744 | 1.11E+10 | 1 | 已建 | 01UST 检定室 101 辐照间 | |
| 22 | 11 | Ⅲ | Am-241 | 2002-1 | 0402AM394493 | 1.85E+11 | 1 | 已建 | 01UST 检定室 101 辐照间 | |
| 23 | 15 | Ⅳ | Co-60 | 20020912-5 | 0402CO394854 | 1.11E+10 | 1 | 已建 | 01UST 检定室 101 辐照间 | |
| 24 | 9 | Ⅳ | Cs-137 | 02-1037 | 0402CS394714 | 3.70E+09 | 1 | 已建 | 01UST 检定室 101 辐照间 | |
| 25 | 128 | Ⅱ | Co-60 | 0312G167 | 0312CO001672 | 8.14E+11 | 1 | 已建 | 01UST 检定室 101 辐照间 | |
| 26 | 127 | Ⅴ | Cs-137 | 0017 | 0102CS395755 | 3.70E+08 | 1 | 已建 | 01UST 检定室 102 房间 | |
| 27 | 126 | Ⅴ | Tl-204 | 09-04 | 0109T4000015 | 3.00E+05 | 1 | 已建 | 01UST 检定室 102 房间 | |
| 28 | 63 | Ⅴ | Cs-137 | No.KG893 | FR02CS394545 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 安全厂房 11UKD20412 | |
| 29 | 64 | Ⅴ | Cs-137 | No.KG911 | FR02CS394565 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 安全厂房 11UKD24113 | |
| 30 | 65 | Ⅴ | Am-241 | No.2576/339 | FR02AM395615 | 1.11E+05 | 1 | 已建 | 反应堆厂房 11UJA34120 | |
| 31 | 66 | Ⅴ | Am-241 | No.2576/340 | FR02AM395625 | 1.11E+05 | 1 | 已建 | 反应堆厂房 11UJA34120 | |
| 32 | 67 | Ⅴ | Am-241 | No.2576/337 | FR02AM395635 | 1.11E+05 | 1 | 已建 | 反应堆厂房 11UJA08120 | |
| 33 | 68 | Ⅴ | Am-241 | No.2576/338 | FR02AM395645 | 1.11E+05 | 1 | 已建 | 反应堆厂房 11UJA08120 | |
| 34 | 69 | Ⅴ | Cs-137 | No.KG904 | FR02CS394575 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 辅助厂房 11UKA20110 | |
| 35 | 70 | Ⅴ | Cs-137 | No.KG896 | FR02CS394585 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 辅助厂房 11UKA20110 | |
| 36 | 71 | Ⅴ | Cs-137 | No.KG899 | FR02CS394645 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 辅助厂房 11UKA20110 | |
| 37 | 73 | Ⅴ | Cs-137 | No.LG475 | FR03CS395665 | 3.77E+05 | 1 | 已建 | 安全厂房 21UKD24113 | |
| 38 | 74 | Ⅴ | Am-241 | No.2576/343 | FR03AM395675 | 1.11E+05 | 1 | 已建 | 反应堆厂房 | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | 21UJA34120 | |
| 39 | 75 | Ⅴ | Am-241 | No.2576/344 | FR03AM395685 | 1.11E+05 | 1 | 已建 | 反应堆厂房<br>21UJA34120 | |
| 40 | 76 | Ⅴ | Am-241 | No.2576/346 | FR03AM395695 | 1.11E+05 | 1 | 已建 | 反应堆厂房<br>21UJA08120 | |
| 41 | 77 | Ⅴ | Am-241 | No.2576/345 | FR03AM395705 | 1.11E+05 | 1 | 已建 | 反应堆厂房<br>21UJA08120 | |
| 42 | 78 | Ⅴ | Cs-137 | No.LG479 | FR02CS394615 | 3.77E+05 | 1 | 已建 | 辅助厂房<br>21UKA20110 | |
| 43 | 79 | Ⅴ | Cs-137 | No.LG476 | FR02CS394605 | 3.77E+05 | 1 | 已建 | 辅助厂房<br>21UKA20110 | |
| 44 | 80 | Ⅴ | Cs-137 | No.LG474 | FR02CS394595 | 3.77E+05 | 1 | 已建 | 辅助厂房<br>21UKA20110 | |
| 45* | 100 | Ⅴ | Cs-137 | SBU78CR001 | 0004CS394785 | 7.40E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-17#柜 | |
| 46* | 101 | Ⅴ | Cs-137 | GHU78CR001 | 0004CS394775 | 7.40E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-17#柜 | |
| 47* | 102 | Ⅴ | Cs-137 | GHU78CR002 | 0004CS394765 | 7.40E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-17#柜 | |
| 48 | 5 | Ⅴ | Cs-137 | 72290 | FR02CS394705 | 2.73E+06 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>11UKC04345 | |
| 49 | 6 | Ⅴ | Cs-137 | 72291C | FR02CS394625 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>11UKC04345 | |
| 50 | 7 | Ⅴ | Cs-137 | 72293（50299） | FR02CS394825 | 4.00E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>11UKC04345 | |
| 51 | 44 | Ⅴ | Sr90+Y90 | 759 | RU04SY395495 | 5.24E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>11UKC04345 | |
| 52 | 93 | Ⅴ | Cs-137 | LT382 | FR02CS394635 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 安全厂房<br>21UKD20412 | |
| 53 | 81 | Ⅳ | Pu-239/Be | 139 | RU04P9395184 | 1.59E+10 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>11UKC12232 | |
| 54 | 82 | Ⅲ | Pu-239/Be | 120 | RU04P9395153 | 7.77E+10 | 1 | 已建 | 反应堆厂房<br>11UJA08120 | |
| 55 | 83 | Ⅲ | Pu-239/Be | 121 | RU04P9395093 | 8.51E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房<br>11UKD04211 | |
| 56 | 84 | Ⅲ | Pu-239/Be | 116 | RU04P9395163 | 6.66E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房<br>11UKD04411 | |
| 57 | 85 | Ⅲ | Pu-239/Be | 117 | RU04P9395073 | 8.88E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房<br>11UKD04311 | |
| 58 | 86 | Ⅲ | Pu-239/Be | 118 | RU04P9395103 | 8.14E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房<br>11UKD04111 | |
| 59 | 87 | Ⅳ | Pu-239/Be | 140 | RU04P9395174 | 1.55E+10 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>21UKC12230 | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 60 | 88 | Ⅲ | Pu-239/Be | 119 | RU04P9395133 | 7.77E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房 21UKD04211 |
| 61 | 89 | Ⅲ | Pu-239/Be | 113 | RU04P9395143 | 7.77E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房 21UKD04111 |
| 62 | 90 | Ⅲ | Pu-239/Be | 114 | RU04P9395113 | 8.14E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房 21UKD04311 |
| 63 | 91 | Ⅲ | Pu-239/Be | 115 | RU04P9395123 | 8.14E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房 21UKD04411 |
| 64 | 92 | Ⅲ | Pu-239/Be | 122 | RU04P9395083 | 8.51E+10 | 1 | 已建 | 反应堆厂房 21UJA08120 |
| 65 | 94 | Ⅴ | Cs-137 | MN932 | FR02CS394555 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 北 BOP 02USU HJA 仓库 |
| 66 | 95 | Ⅴ | Cs-137 | No.NV595 | FR05CS005315 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 北 BOP 02USU HJA 仓库 |
| 67 | 96 | Ⅴ | Cs-137 | No.NV598 | FR05CS005325 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 北 BOP 02USU HJA 仓库 |
| 68 | 97 | Ⅴ | Cs-137 | No.NW579 | FR05CS005335 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 北 BOP 02USU HJA 仓库 |
| 69 | 98 | Ⅴ | Cs-137 | No.NW584 | FR05CS005345 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 北 BOP 02USU HJA 仓库 |
| 70* | 56 | Ⅴ | Sr90+Y90 | 20041220SR | 0004SY395545 | 2.37E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-23#柜 |
| 71* | 57 | Ⅴ | Sr90+Y90 | 20041221SR | 0004SY395555 | 2.37E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-23#柜 |
| 72* | 58 | Ⅴ | Am-241 | 2 | 0004AM395565 | 1.05E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-23#柜 |
| 73* | 59 | Ⅴ | Cs-137 | 7 | 0004CS395575 | 1.07E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-23#柜 |
| 74* | 60 | Ⅴ | Co-60 | 9 | 0004CO395585 | 1.00E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-23#柜 |
| 75* | 61 | Ⅴ | Co-56 | 11 | 0004C6395595 | 2.21E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-23#柜 |
| 76 | 129 | Ⅴ | Cs-137 | 72293B（50687） | FR13CS010435 | 4.35E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房 21UKC04345 |
| 77 | 130 | Ⅴ | Cs-137 | 72290E（AB-8014A） | FR13CS010445 | 3.94E+06 | 1 | 已建 | 核服务厂房 21UKC04345 |
| 78 | 131 | Ⅴ | Cs-137 | 72291C(AB-7697A) | FR13CS010455 | 4.11E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房 21UKC04345 |
| 79 | 143 | Ⅴ | Cs-137 | AE-2796 | DE14CS018805 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 安全厂房 31UKD24113 |
| 80 | 142 | Ⅴ | Cs-137 | AE-2797 | DE14CS018795 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 安全厂房 31UKD20412 |
| 81 | 141 | Ⅴ | Cs-137 | AE-8328 | DE14CS018785 | 4.03E+05 | 1 | 已建 | 核辅助厂房 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | 31UKA20112 |
| 82 | 140 | Ⅴ | Cs-137 | AE-2786 | DE14CS018775 | 3.87E+05 | 1 | 已建 | 核辅助厂房 31UKA20112 |
| 83 | 139 | Ⅴ | Cs-137 | AE-2790 | DE14CS018765 | 3.89E+05 | 1 | 已建 | 核辅助厂房 31UKA20112 |
| 84 | 134 | Ⅴ | Cs-137 | AE-2794 | DE14CS018755 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 工程公司 CNPE 4 号库 |
| 85 | 133 | Ⅴ | Cs-137 | AE-8329 | DE14CS018745 | 3.84E+05 | 1 | 已建 | 工程公司 CNPE 4 号库 |
| 86 | 132 | Ⅴ | Cs-137 | AC-3282 | DE13CS020075 | 4.19E+05 | 1 | 已建 | 工程公司 CNPE 4 号库 |
| 87 | 144 | Ⅴ | Co-60 | AF-1232 | DE15CO013305 | 3.79E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房 31UKC04345 |
| 88 | 136 | Ⅴ | Cs-137 | AF-1821 | DE15CS009845 | 3.89E+06 | 1 | 已建 | 核服务厂房 31UKC04345 |
| 89 | 138 | Ⅴ | Cs-137 | AC-8655 | DE13CS020095 | 3.70E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房 31UKC04345 |
| 90 | 146 | Ⅳ | Cs-137 | 002/15 | CZ15CS009934 | 1.97E+10 | 1 | 已建 | 核服务厂房 41UKC04345 |
| 91 | 145 | Ⅳ | Am-241/Be | 004/15 | CZ15AB000434 | 3.70E+09 | 1 | 已建 | 核服务厂房 41UKC04345 |
| 92 | 137 | Ⅴ | Cs-137 | AE-8334 | DE15CS009855 | 3.99E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房 31UKC04345 |
| 93 | 135 | Ⅴ | Cs-137 | AC-5855 | DE13CS020085 | 3.65E+08 | 1 | 已建 | 核服务厂房 31UKC04345 |
| 94 | 147 | Ⅴ | Cs-137 | 0716/14 | CZ15CS009945 | 3.56E+07 | 1 | 已建 | 核服务厂房 31UKC04345 |
| 95 | 148 | Ⅴ | Cs-137 | 0556/12 | CZ12CS013875 | 3.73E+08 | 1 | 已建 | 01UST 检定室 102 房间 |
| 96 | 149 | Ⅴ | Cs-137 | AG-3154 | DE15CS011235 | 3.93E+05 | 1 | 已建 | 辅助厂房 41UKA20110 |
| 97 | 150 | Ⅴ | Cs-137 | AG-3155 | DE15CS011245 | 4.09E+05 | 1 | 已建 | 辅助厂房 41UKA20110 |
| 98 | 151 | Ⅴ | Cs-137 | AG-3152 | DE15CS011255 | 3.91E+05 | 1 | 已建 | 辅助厂房 41UKA20110 |
| 99 | 152 | Ⅴ | Cs-137 | AG-3246 | DE15CS011265 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 安全厂房 41UKD24113 |
| 100 | 153 | Ⅴ | Cs-137 | AG-3245 | DE15CS011275 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 安全厂房 41UKD24113 |
| 101* | 154 | Ⅴ | Cs-137 | 09-99 | 0109CS016165 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-25#柜 |
| 102* | 155 | Ⅴ | Cs-137 | 09-94 | 0109CS016115 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-25#柜 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 103* | 156 | Ⅴ | Cs-137 | 09-95 | 0109CS016125 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 104* | 157 | Ⅴ | Cs-137 | AE-4179 | DE14CS013135 | 1.00E+06 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 105* | 158 | Ⅴ | Cs-137 | AE-4180 | DE14CS013125 | 1.00E+06 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 106* | 159 | Ⅴ | Cs-137 | AE-4181 | DE14CS013115 | 1.00E+06 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 107* | 160 | Ⅴ | Cs-137 | AE-4182 | DE14CS013105 | 1.00E+06 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 108* | 161 | Ⅴ | Cs-137 | 09-96 | 0109CS016135 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 109* | 162 | Ⅴ | Cs-137 | 09-97 | 0109CS016145 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 110* | 163 | Ⅴ | Cs-137 | AE-4183 | DE14CS013095 | 1.00E+06 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 111* | 164 | Ⅴ | Cs-137 | AE-4184 | DE14CS013085 | 1.00E+06 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 112* | 165 | Ⅴ | Cs-137 | AE-4185 | DE14CS013075 | 1.00E+06 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 113* | 166 | Ⅴ | Cs-137 | AE-4186 | DE14CS013065 | 1.00E+06 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 114* | 167 | Ⅴ | Cs-137 | 09-98 | 0109CS016155 | 3.70E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 | |
| 115 | 168 | Ⅴ | Cs-137 | L5-735 | US14CS013005 | 3.70E+07 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 | |
| 116 | 169 | Ⅴ | Cs-137 | 10CS5R1009 | 0110CS010655 | 7.40E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 | |
| 117 | 170 | Ⅴ | Cs-137 | 10CS5R1016 | 0110CS015315 | 7.40E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 | |
| 118 | 171 | Ⅳ | Pu-239/Be | 559 | RU16P9000134 | 1.26E+10 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 | |
| 119* | 172 | Ⅳ | Pu-239/Be | 558 | RU16P9000144 | 1.26E+10 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-03#柜 | |
| 120 | 173 | Ⅲ | Pu-239/Be | 496 | RU16P9000153 | 8.51E+10 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 | |
| 121 | 174 | Ⅲ | Pu-239/Be | 495 | RU16P9000163 | 8.51E+10 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 | |
| 122 | 175 | Ⅲ | Pu-239/Be | 494 | RU16P9000173 | 8.51E+10 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 | |
| 123 | 176 | Ⅲ | Pu-239/Be | 493 | RU16P9000183 | 8.51E+10 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 | |
| 124 | 177 | Ⅲ | Pu-239/Be | 498 | RU16P9000193 | 7.77E+10 | 1 | 已建 | 核服务厂房 | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | 41UKC04345 |
| 125 | 178 | III | Pu-239/Be | 492 | RU16P9000203 | 7.77E+10 | 1 | 已建 | 反应堆厂房 31UJA08120 |
| 126 | 179 | III | Pu-239/Be | 491 | RU16P9000213 | 7.77E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房 31UKD04411 |
| 127 | 180 | III | Pu-239/Be | 490 | RU16P9000223 | 7.77E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房 31UKD04311 |
| 128 | 181 | III | Pu-239/Be | 489 | RU16P9000233 | 7.77E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房 31UKD04211 |
| 129 | 182 | III | Pu-239/Be | 488 | RU16P9000243 | 7.77E+10 | 1 | 已建 | 安全厂房 31UKD04111 |
| 130* | 211 | V | Pu-239 | 0991.4П9-105.16 | RU16PU000025 | 9.30E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-25#柜 |
| 131* | 198 | V | Sr90+Y90 | 0992.1C0-214.16 | RU16SY000205 | 2.08E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 132* | 197 | V | Sr90+Y90 | 0999.6CO-134.16 | RU16SY000195 | 1.50E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 133* | 196 | V | Sr90+Y90 | 1000.6CO-214.16 | RU16SY000185 | 1.73E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 134* | 195 | V | Sr90+Y90 | 1001.6CO-534.16 | RU16SY000175 | 5.20E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 135* | 194 | V | Sr90+Y90 | 1002.6CO-135.16 | RU16SY000165 | 1.33E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 136* | 193 | V | Sr90+Y90 | 1003.6CO-215.16 | RU16SY000155 | 1.76E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 137* | 192 | V | Sr90+Y90 | 1004.6CO-535.16 | RU16SY000145 | 5.00E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 138* | 191 | V | Sr90+Y90 | 1005.6CO-217.16 | RU16SY000135 | 2.03E+07 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 139* | 210 | V | Pu-239 | 1009.4П9-105.16 | RU16PU000015 | 8.90E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-25#柜 |
| 140* | 190 | V | Sr90+Y90 | 1010.1C0-214.16 | RU16SY000125 | 2,15E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 141* | 189 | V | Sr90+Y90 | 1017.6CO-134.16 | RU16SY000115 | 1.32E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 142* | 188 | V | Sr90+Y90 | 1018.6CO-214.16 | RU16SY000105 | 2.27E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |
| 143 | 187 | V | Sr90+Y90 | 1019.6CO-534.16 | RU16SY000095 | 5.40E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房 31UKC04345 |
| 144 | 186 | V | Sr90+Y90 | 1020.6CO-135.16 | RU16SY000085 | 1.32E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库 01USS-24#柜 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 145* | 185 | Ⅴ | Sr90+Y90 | 1021.6CO-215.16 | RU16SY000075 | 2.08E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-24#柜 | |
| 146* | 184 | Ⅴ | Sr90+Y90 | 1022.6CO-535.16 | RU16SY000065 | 4.80E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-24#柜 | |
| 147* | 183 | Ⅴ | Sr90+Y90 | 1023.6CO-217.16 | RU16SY000055 | 2.55E+07 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-24#柜 | |
| 148* | 228 | Ⅴ | Cs-137 | 879 | RU16CS008435 | 8.73E+07 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-25#柜 | |
| 149 | 227 | Ⅴ | Cs-137 | 889 | RU16CS008445 | 8.21E+07 | 1 | 已建 | 核服务厂房31UKC04345 | |
| 150 | 213 | Ⅴ | Co-60 | 6911-03 | RU16CO012165 | 1.02E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房31UKC04345 | |
| 151* | 217 | Ⅴ | Y-88 | 6911-04 | RU16Y8000015 | 2.29E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-24#柜 | |
| 152* | 212 | Ⅴ | Cd-109 | 6911-05 | RU16CD000035 | 1.01E+06 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-24#柜 | |
| 153 | 235 | Ⅴ | Cs-137 | 6911-09 | RU16CS008525 | 9.87E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房31UKC04345 | |
| 154* | 209 | Ⅴ | Th-228 | 6911-14 | RU16T8000045 | 5.38E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-25#柜 | |
| 155 | 202 | Ⅴ | Am-241 | 6911-15 | RU16AM000555 | 9.74E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房31UKC04345 | |
| 156* | 215 | Ⅴ | Co-60 | 6912-03 | RU16CO012185 | 1.03E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-25#柜 | |
| 157* | 218 | Ⅴ | Y-88 | 6912-04 | RU16Y8000025 | 2.33E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-25#柜 | |
| 158* | 222 | Ⅴ | Cs-137 | 6912-09 | RU16CS008495 | 9.94E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-25#柜 | |
| 159* | 207 | Ⅴ | Th-228 | 6912-14 | RU16T8000025 | 5.26E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-25#柜 | |
| 160* | 204 | Ⅴ | Am-241 | 6912-15 | RU16AM000575 | 9.66E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-25#柜 | |
| 161 | 231 | Ⅴ | Cs-137 | 6915-06 | RU16CS008405 | 1.01E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房41UKC04345 | |
| 162 | 200 | Ⅴ | Am-241 | 6915-11 | RU16AM000535 | 1.05E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房41UKC04345 | |
| 163* | 233 | Ⅴ | Cs-137 | 6916-06 | RU16CS008545 | 1.01E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-25#柜 | |
| 164* | 201 | Ⅴ | Am-241 | 6916-11 | RU16AM000545 | 1.02E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库01USS-25#柜 | |
| 165 | 221 | Ⅴ | Cs-137 | 8114-10 | RU16CS008505 | 1.01E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房41UKC04345 | |
| 166* | 225 | Ⅴ | Cs-137 | 8115-10 | RU16CS008465 | 9.95E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库 | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | 01USS-24#柜 |
| 167* | 232 | Ⅴ | Cs-137 | 8112-07 | RU16CS008555 | 1.10E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-24#柜 |
| 168* | 234 | Ⅴ | Cs-137 | 8113-07 | RU16CS008535 | 1.14E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-24#柜 |
| 169 | 214 | Ⅴ | Co-60 | 6913-03 | RU16CO012175 | 1.03E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 |
| 170 | 220 | Ⅴ | Y-88 | 6913-04 | RU16Y8000045 | 2.33E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 |
| 171* | 226 | Ⅴ | Cs-137 | 6913-09 | RU16CS008455 | 1.00E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 |
| 172 | 208 | Ⅴ | Th-228 | 6913-14 | RU16T8000035 | 5.24E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 |
| 173 | 203 | Ⅴ | Am-241 | 6913-15 | RU16AM000565 | 9.93E+04 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>41UKC04345 |
| 174* | 216 | Ⅴ | Co-60 | 6914-03 | RU16CO012195 | 1.03E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-24#柜 |
| 175* | 219 | Ⅴ | Y-88 | 6914-04 | RU16Y8000035 | 2.20E+05 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-24#柜 |
| 176* | 224 | Ⅴ | Cs-137 | 6914-09 | RU16CS008475 | 9.77E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-24#柜 |
| 177* | 206 | Ⅴ | Th-228 | 6914-14 | RU16T8000015 | 5.45E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-24#柜 |
| 178* | 205 | Ⅴ | Am-241 | 6914-15 | RU16AM000585 | 9.91E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-24#柜 |
| 179* | 229 | Ⅴ | Cs-137 | 6917-06 | RU16CS008425 | 1.02E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 |
| 180* | 199 | Ⅴ | Am-241 | 6917-11 | RU16AM000525 | 1.10E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-25#柜 |
| 181 | 236 | Ⅴ | Cs-137 | 8118-10 | RU16CS008515 | 1.01E+05 | 1 | 已建 | 核服务厂房<br>31UKC04345 |
| 182* | 223 | Ⅴ | Cs-137 | 8117-10 | RU16CS008485 | 9.96E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-24#柜 |
| 183* | 230 | Ⅴ | Cs-137 | 8116-07 | RU16CS008415 | 1.16E+04 | 1 | 已建 | 公司放射源库<br>01USS-24#柜 |

| 射线装置 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 序号 | 类别 | 设备名称 | 射线种类 | 数量 | 性质 | 场所 | 场所 |
| 1 | III | X 射线行李包检查装置 | X 射线 140kV | 1 | 已建 | — | 辐射安全许可证苏环辐证[00153] |

*注：表中序号项带*号，表示该放射源拟存于新建源库中。*

表 2 放射源

| 序号 | 核素名称 | 总活度（Bq）/<br>活度（Bq）×枚数 | 类别 | 活动种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与地点 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $^{239}$Pu-Be | $1.30\times10^{11}$ Bq×2 枚<br>中子流强度：<br>$6.6\times10^{6}$n/s | III 类 | 使用 | 硼浓度在线监测 | 核辅助厂房 NA298、NA299 房间 | 长期在核辅助厂房 NA298、NA299 房间使用 | / |

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

| 序号 | 核素名称 | 理化性质 | 活动种类 | 实际日最大操作量（Bq） | 日等效最大操作量（Bq） | 年最大操作量（Bq） | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 本项目不涉及 | | | | | | | | | | |

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 加速粒子 | 最大能量（MeV） | 额定电流（mA）/剂量率（Gy/h） | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 本项目不涉及 | | | | | | | | | | |

（二）X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 （kV） | 最大管电流（mA） | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 本项目不涉及 | | | | | | | | | |

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压（kV） | 最大靶电流（μA） | 中子强度（n/s） | 用途 | 工作场所 | 氚靶情况 | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | 活度（Bq） | 贮存方式 | 数量 | |
| 本项目不涉及 | | | | | | | | | | | | | |

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

| 名称 | 状态 | 核素名称 | 活度 | 月排放量 | 年排放总量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $^{239}$Pu-Be 废源（2 枚） | 固体<br>密封源 | $^{239}$Pu-Be | $^{239}$Pu 半衰期为 2.41×$10^4$ 年，衰变对源活度的影响可忽略，核电站寿期（60 年）内不考虑放射源的退役，放射源的包装设计也能够满足使用寿命的要求。 | | | | | 由供货单位回收 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

| | |
|---|---|
| 法规文件 | 1）《中华人民共和国环境保护法》（修订），2015 年 1 月 1 日；<br>2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订本），2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号公布实施；<br>3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；<br>4）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2005 年 4 月 1 日起实施，2015 年修正；<br>5）《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》，2017 年 10 月 1 日起实行；<br>6）《建设项目环境影响评价分类管理名录》环境保护部令第 44 号，自 2017 年 9 月 1 日起实行，2018 年 4 月 26 日修订；<br>7）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号，自 2005 年 12 月 1 日起实行，国务院令 653 号修订，2014 年 7 月 29 日；<br>8）关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定，中华人民共和国环境保护部第 3 号令，自 2008 年 12 月 6 日起实施；<br>9）《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局，2005 年第 62 号，2005 年 12 月 23 日；<br>10）《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，环发（2006）145 号，2006 年 9 月 26 日；<br>11）《江苏省辐射污染防治条例》，2018 年 3 月 28 日修订，2018 年 5 月 1 日起实施；<br>12）《关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求》，国家环境保护总局 环发（2007）年 8 号，2007 年 1 月 15 日；<br>13）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施。 |
| 技术标准 | 1. 技术导则和规范<br>（1）《环境影响评价导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；<br>（2）《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T 10.1-2016）；<br>（3）《辐射环境检测技术规范》（HJ/T61-2001） |

2. 评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

| | 剂量限值 |
|---|---|
| 职业照射 | 工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：<br>① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯平均），20mSv；<br>② 任何一年中有效剂量，50mSv。 |
| 公众照射 | 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估算不应超过下述限值：<br>③ 年有效剂量，1mSv；特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1 mSv，则某个单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。 |

（2）《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）；

5.8：距离装有活度为 $3.7\times10^{10}$Bq 以下的密封 γ 放射源容器外表面 100cm 处任意一点辐射的空气比释动能率不得超过 0.05mGy/h；距离装有活度为 $3.7\times10^{10}$Bq 以上的密封 γ 放射源容器外表面 100cm 除任意一点辐射的空气比释动能率不得超过 0.2mGy/h；

6.2：当密封源处于贮存位置时，应根据不同使用条件和环境，确定工作容器附近相应的剂量当量率限值，保证周围工作人员和公众的受照剂量不超过相应的年剂量限值要求。

（3）《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ 132-2008）

4.1：照射容器周围的空气比释动能率不能超过下表的要求：

| 探伤机类型 | 距容器外表面不同距离处空气比释动能率控制值（mGy/h） | | |
|---|---|---|---|
| | 0cm | 5cm | 100cm |
| 手提式探伤机 | 2 | 0.5 | 0.02 |
| 移动式探伤机 | 2 | 1 | 0.05 |

8.2.2：放射源储存设施其外表面能接近公众，其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 2.5μSv/h 或者审管部门批准的水平。

（4）《压水堆核电厂辐射屏蔽设计准则》（NB/T 20194-2012）

5.2：按照职业性工作人员年剂量和受照工作量的要求。核电厂场内的辐射分区及在功率运行时各区屏蔽设计的外照射剂量率目标值如下所示。

| 名称 | | | 场所剂量率 mSv/h | 说明 |
|---|---|---|---|---|
| 监督区 | | | ≤0.0025 | 每季工作少于 500h |
| 控制区 | 绿区 | 常规工作区 | ≤0.01 | 每周工作少于 40h |
| | 黄区 | 间断工作区 | ≤0.1 | 周工作少于 4h，年工作少于 10 人·时两周 |
| | | 限定工作区 | ≤1 | 管理进入，年工作少于 1 人·时两周 |
| | 橙区 | 高辐射区 | ≤10 | 限制进入 |
| | | 特高辐射区 | ≤100 | 禁止进入 |
| | 红区 | 超高辐射区 | >100 | 禁止进入 |

（5）《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，《辐射防护》1993 年 3 月第 13 卷第 2 期。

江苏省天然贯穿辐射水平调查结果*　　（单位：nGy/h）

| | 室外剂量率 | 室内剂量率 |
|---|---|---|
| 范围 | 73.3~ 81.8 | 108.9~ 123.6 |
| 均值 | 79.5 | 115.1 |
| 标准差 S | 7.0 | 16.3 |

*：结果含宇宙射线电离成分所致（空气吸收）剂量率。

| | |
|---|---|
| 其他 | **与本项目有关的文件**<br>附件 1：环评委托书。<br>附件 2：江苏核电有限公司辐射安全许可证。<br>附件 3：江苏核电有限公司放射源库及硼浓度在线监测系统环境本底检测报告，苏州热工研究院有限公司环境检测中心，2018 年 11 月 15 日。<br>附件 4：辐射工作安全责任书。<br>附件 5：江苏核电有限公司废源回收协议。<br>附件 6：辐射工作人员培训证书。<br>附件 7：江苏核电有限公司辐射安全管理制度汇编。<br>附件 8：关于本项目环评相关材料的承诺书。<br>附件 9：本项目扩建放射源库拟贮存放射源清单。<br>附件 10：熊巍、高云飞 2017 年度个人剂量监测结果。<br>附件 11：硼浓度在线监测系统和放射源库辐射防护分区设计文件。<br>附件 12：硼浓度在线监测系统蒙特卡洛方法计算说明。 |

表 7 保护目标与评价标准

**评价范围**

本项目评价范围：1）核辅助厂房 NA298 和 NA299 房间周边工作人员居留区域及 50m 范围内；2）源库实体屏蔽体为边界外 50m 范围以及存取放射源的工作人员。

江苏核电有限公司扩建的源库位于 EN 厂房内。EN 厂房自左向右分为源库（内室和外室）、源库前室、无损检测间和其他房间（自动检查调试间等）。EN 厂房东北侧为山体，西北侧为场内道路和山体，南侧为厂内道路和 AC 厂房，西南侧为厂内道路和 AS 厂房（未建），东侧为 FX 厂房（未建）。硼浓度在线监测系统所在 NA298 和 NA299 房间相邻，位于核辅助厂房一层。本项目 50m 范围均在厂区范围内，无居民点、学校等环境敏感点，项目周围环境示意图见附图 2。

**保护目标**（给出保护目标的名称、规模和人口分布情况，并说明各保护目标与建设项目的关系，包括方位、距离等情况）

本项目放射源库对环境的影响主要是：放射源存储对周围环境产生的辐射影响，源库管理人员和厂区内其它辐射工作人员均是需要关注的对象。

本项目硼浓度在线监测系统对环境的影响主要是：系统工作时对周围环境产生的辐射影响，系统所在房间的周边房间的工作人员是需要关注的对象。

表 7-1 环境保护目标分布一览表

| 项目名称 | 方向 | 环境保护目标 | 距离（m） |
|---|---|---|---|
| 源库 | 源库内 | 放射源存取的管理人员 | / |
| | 东北/西北 | 厂内道路途经公众 | 5 |
| | 东 | 源库前室工作人员 | 1.5 |
| | 南 | AC 厂房工作人员 | 30 |
| | 西南 | 厂内道路途经公众 | 5 |
| | | AS 厂房工作人员 | 25 |
| 硼浓度在线监测系统 | 北 | L213（化学实验室）内工作人员 | 1.3 |
| | 东 | NA234 内工作人员 | 4.725 |
| | 南 | NA293 内临时工作人员 | 2.65 |
| | | NA213 内工作人员 | 6.65 |

**评价标准**

1. 人员受照剂量管理目标

职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

2. 环境剂量率控制限值

源库四周和防护门外 30cm 处，空气吸收剂量率不超过 2.5μGy/h。

3. 辐射防护分区

根据核电厂辐射防护分区设计，本项目源库（内室、外室）为黄区，源库前室为监督区（绿区），硼浓度在线监测系统所在房间 NA298 和 NA299 为红区，NA298 和 NA299 北侧 L213 为绿区，南侧 NA293 为黄区，NA213 为绿区、NA299 东侧走道为黄区，NA234 为绿区，NA298 西侧 NA214 和 NA215 为橙区，NA298 和 NA299 上方为红区，下方为监督区（白区）。辐射防护分区设计文件见附件 11。监督区和控制区的剂量率边界值见表 7-2。

表 7-2 核电厂辐射防护分区剂量边界值

<table>
<tr><td rowspan="2">监督区<br>（白区）</td><td colspan="4">边界值</td></tr>
<tr><td colspan="4">≤2.5μSv/h</td></tr>
<tr><td rowspan="2">控制区</td><td>绿区</td><td>黄区</td><td>橙区</td><td>红区</td></tr>
<tr><td>≤10μSv/h</td><td>≤1mSv/h</td><td>≤100mSv/h</td><td>＞100mSv/h</td></tr>
</table>

表 8 环境质量和辐射现状

**环境质量和辐射现状**

苏州热工研究院有限公司环境检测中心和南京瑞森辐射技术有限公司接受江苏核电有限公司的委托，于 2018 年 7 月 11 日和 7 月 18 日对扩建 EN 厂房（含放射源库）和核辅助厂房 NA298、NA299 房间（硼浓度在线监测系统）周围进行了辐射环境本底检测。

1. 环境监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子：空气中 X-γ 剂量率和中子剂量率。

2. 监测方案

苏州热工研究院有限公司采用 6150AD-B/H 型便携式环境 X-γ 剂量率仪（编号：HJ-130）检测空气中 X-γ 剂量，仪器在有效检定日期内（2017 年 7 月 19 日~2018 年 7 月 18 日），南京瑞森辐射技术有限公司采用中子周围剂量当量仪（编号：NJRS-022），仪器在有效检定日期内（2018 年 5 月 24 日~2019 年 5 月 23 日）。检测点位布设如下页图 1 和图 2 中所示。

3. 环境现状监测结果及评价

表 8-1 拟建 EN 厂房和 NA298、NA299 房间周边辐射剂量率本底检测结果

| 检测点序号 | X-γ 辐射剂量率 (nSv/h) | 中子辐射剂量率 (nSv/h) | 检测对象 |
|---|---|---|---|
| 1~15 | 64~117 | <1 | 拟建 EN 厂房基址 |
| 1~9 | 108~154 | <1 | NA298、NA299 房间周围 |

*注：上述 X-γ 辐射剂量率检测结果未扣除宇宙响应值。*

检测结果表明：江苏核电有限公司扩建 EN 厂房（含放射源库）基址处 X-γ 辐射环境本底在（64~117）nSv/h 范围内，核辅助厂房 NA298、NA299 房间周围 X-γ 辐射环境本底在（108~154）nSv/h 范围内，扣除仪器对宇宙射线的响应（24nSv/h）后，处于江苏省本底正常波动范围内。EN 厂房基址和核辅助厂房 NA298、NA299 房间周围中子辐射环境本底均<1 nSv/h。

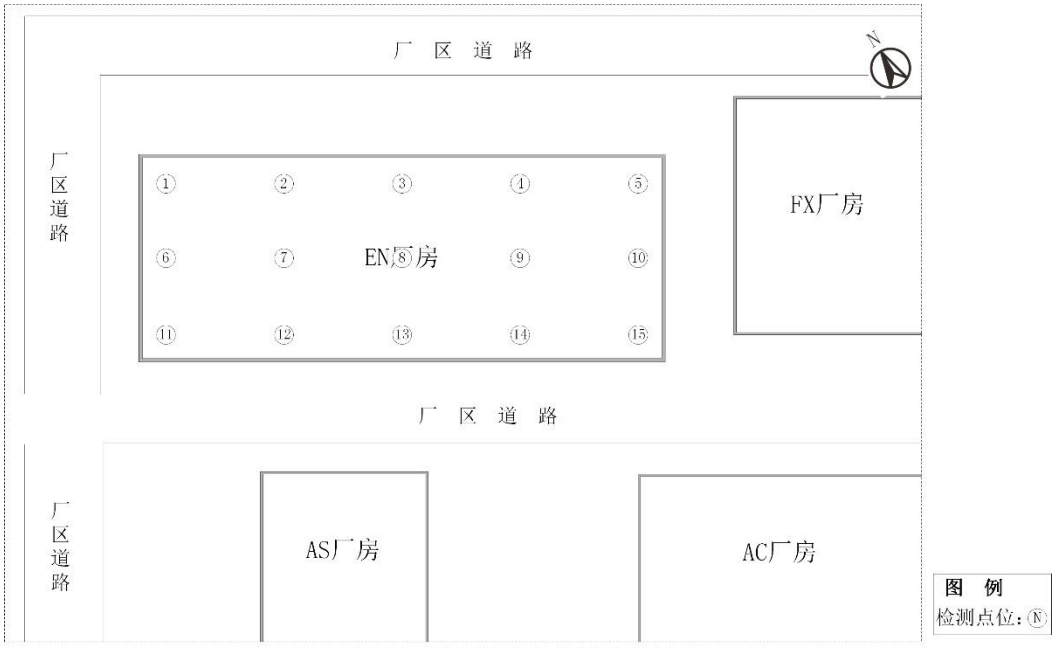



图1 EN厂房辐射环境本底检测布点图

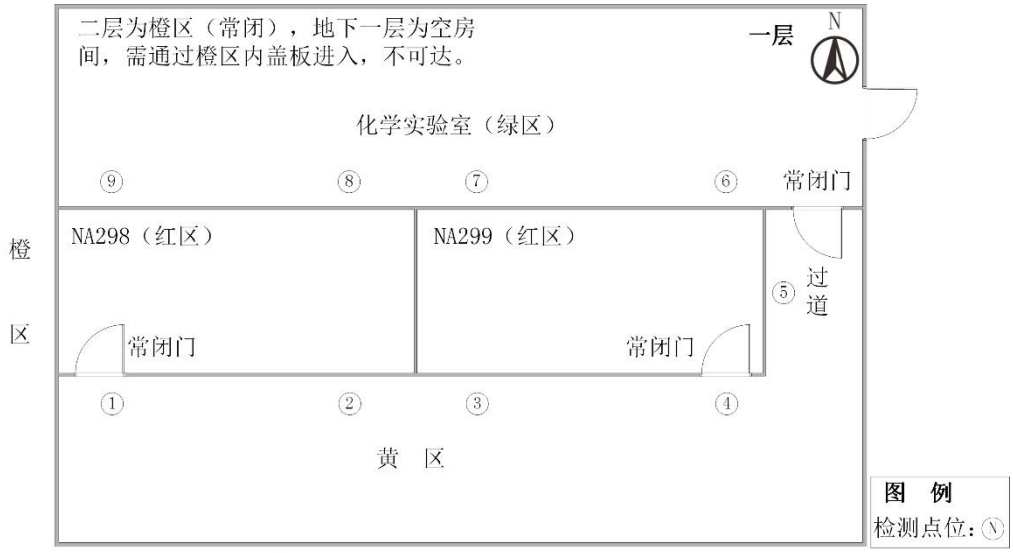



图2 核辅助厂房NA298、NA299房间周围
辐射环境本底检测布点图

表 9 项目工程分析与源项

**工程设备和工艺分析**

**1. 硼浓度在线监测系统**

**1.1 放射源配置情况**

江苏核电有限公司计划在 5、6 号机组核岛厂房一层（标高 0.00m）NA298 和 NA299 房间分别安装最大活度为 $1.30\times10^{11}$Bq 的 $^{239}$Pu-Be 中子源（中子流强度 $6.6\times10^{6}$n/s），两枚中子源同时工作。

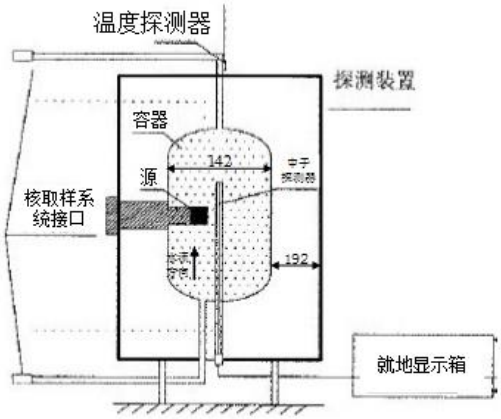
**1.2 运行工况**

硼浓度在线监测系统使用情况及周边工作人员工作负荷情况如下：

1) 2 台机组硼浓度在线监测系统（NA298 和 NA299）同时连续运行；
2) 绿区（化学实验室 L213 等）工作人员日工作时间不超过 8 小时，年工作时间不超过 2000 小时；
3) 黄区（NA293）工作人员周工作时间不超过 4 小时，年工作时间不超过 210 小时。

**1.3 平面布置和屏蔽设计**

硼浓度在线监测系统的中子源位于硼浓度在线监测设备中部，设备外形尺寸为 525×525×1340（mm），屏蔽材料采用聚乙烯（厚度 192mm），聚乙烯内水罐直径 142mm。




硼浓度在线监测设备示意图

2 台硼浓度在线监测设备分别安装于 NA298 和 NA299 房间（红区），两房间紧邻。NA298 和 NA299 北侧为 L213（绿区），NA298、NA299 南侧为 NA293（黄区），NA293 南侧为 NA213（绿区）、NA299 东侧为走道（黄区），走道东侧为 NA234（绿区），NA298 西侧为 NA214 和 NA215（橙区），核电站运行时，绿区人员可长期居留，黄区一般用作人员暂时居留（采样、观察仪表等），橙

区一般不允许工作人员进入。

硼浓度在线监测系统所在 NA298 和 NA299 内部东西长 4.45m，南北宽 1.75m，高约 3.5m，为混凝土结构，NA298 和 NA299 北墙厚 1m，南墙厚 0.6m，NA298 西侧和 NA299 东侧墙厚也为 0.6m，NA298 和 NA299 之间墙厚 0.4m。NA298、NA299 和 L213 防护门为钢质防护门，厚 3mm。NA293 南北宽约 4m，NA293 南墙（NA213 北墙）厚 0.6m，NA299 东侧走道宽约 1m，走道东墙（NA234 西墙）厚 0.6m。

NA298 和 NA299 上层为红区，人员禁止入内。NA298 和 NA299 下层为 NA157 和 NA158 房间，无正常进出通道，一般无法出入。中子源安装房间平面设计图见附图 4。

表 9-3 硼浓度在线监测系统屏蔽设计参数

| 位置 | | 屏蔽材料 | 屏蔽厚度（mm） |
|---|---|---|---|
| NA298 和 NA299 | 北墙 | 混凝土 | 1000 |
| | 南墙 | 混凝土 | 600 |
| | 西墙 | 混凝土 | 600 |
| | 东墙 | 混凝土 | 500 |
| | 间墙 | 混凝土 | 400 |
| 所有防护门 | | 不锈钢 | 3 |
| NA234 西墙 | | 混凝土 | 600 |
| NA213 北墙 | | 混凝土 | 600 |

**1.4 工作流程及产污环节**

硼浓度在线监测系统使用中子源对一回路水的硼浓度进行监测。硼浓度监测设备安装于房间北侧固定位置，中子源位于设备中部，紧邻中子探测器。在线监测硼浓度时，中子源不断发射中子与一回路含硼水发生反应，由于硼与中子的反应截面较大，在硼浓度产生变化时，中子探测器接收到的中子强度也会发生相应变化，通过探测器与中子相互作用将中子转化为电信号，经信号处理后在就地显示箱上和主控室内实时显示一回路水中的硼浓度。

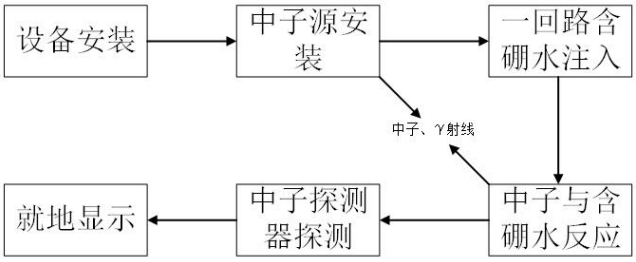



图 9-3 硼浓度在线监测系统作业流程及产污环节分析示意图

## 2. 放射源库

### 2.1 放射源存储情况

江苏核电有限公司计划在 5、6 号机组扩建放射源库内贮存放射源和承包商的探伤机，包括 9 台 γ 射线探伤机、78 枚现有放射源（存于现有放射源库）和 267 枚新放射源（拟采购），清单见附件 9。

### 2.2 运行工况

放射源库内放射源存放情况及工作人员工作负荷情况如下：

1) 单个放射源柜（1 号柜）内探伤机存储数量为 1 台，9 个 1 号源柜储存 9 台探伤机，在外室测量时，距 $^{192}$Ir 探伤机 1m 处剂量率不超过 20μSv/h，距 $^{60}$Co 探伤机 1m 处剂量率不超过 50μSv/h；
2) 放射源柜（5 号柜）内存储 IV、V 类放射源（距源 1m 处剂量率>1μSv/h），柜内放射源 1m 处剂量率总和不超过 20μSv/h；
3) 5 号柜内存储的放射源中：32 枚源 1m 处空气吸收剂量率在（1~10）μGy/h 范围内，可直接储存于源柜内，129 枚源 1m 处空气吸收剂量率超过 20μGy/h ，需装入源罐内，一般源罐尺寸不超过 8cm*8cm*8cm，源柜宽 1m，保守估算 25 个 5 号柜至少可储存 250 枚放射源，能够满足储存要求；
4) 放射源柜（3、4 号柜）内存储 V 类放射源（距源 1m 处剂量率<1μSv/h），柜内放射源 1m 处剂量率总和不超过 1μSv/h；
5) 3、4 号柜内储存 193 枚 1m 处空气吸收剂量率<0.1μGy/h 的放射源，放射源尺寸较小，一般单个源柜内至少可储存 20 枚放射源，保守估算 60 个 3、4 号柜至少可储存 1200 枚放射源，能够满足储存要求；
6) 2 号柜（10 个）专门用于存储中子源和退役的 γ 源，源柜表面 30cm 处中子和 γ 剂量率之和不超过 2.5μSv/h；
7) 放射源出入库时，2 名源库管理人员共同操作；
8) 源库管理人员单次领用、归还放射源时间约 15 分钟，每周约 2 次，年工作时间不超过 25 小时。

## 2.3 源库平面布置和屏蔽设计

源库内部南北长 16.1m，东西宽 9.5m，高 4.8m。北侧为内室，南北长 3.4m，南侧为外室，南北长 12.4m。源库四周墙壁由 50cm 厚混凝土构成，西墙南侧加厚 20cm，内外室间由 30cm 厚混凝土墙隔开，屋顶由 30cm 混凝土构成。内室东北侧设置 2 号源柜（2 层），共 10 个，专门用于存放中子源和废旧源。外室西侧和北侧设置 1 号源柜和 5 号源柜，1 号源柜（9 个）均处于下层，5 号源柜（25 个）上下层均有分布，外室中部设置 3 号源柜和 4 号源柜（3 层），共 60 个，源柜布置图见附图 3。

1 号、2 号和 5 号源柜长、宽、高均为 1m，3 号和 4 号源柜长、宽、高均为 0.5m，所有源柜顶层、底层及间层均为 10cm 混凝土，侧面及间层均为 20cm 混凝土，3 号和 4 号源柜间为 30cm 混凝土。1 号源柜门由 1mm 铅加 1.5mm 钢构成，2~5 号源柜门为 1.5mm 钢质门。

拟采购的放射源在备案时活度接近 IV 类、V 类源上限，根据以往采购经验，实际采购的放射源一般活度较低。因此，源柜未采用最保守设计，当源柜的屏蔽无法满足要求时，使用铅罐、铅砖等屏蔽材料对源柜四周进行附加屏蔽，源柜的附加屏蔽材料最大铅当量厚度见表 11-1，实际使用附加屏蔽材料时，应根据放射源外表面的剂量率情况选择合适的屏蔽厚度，保证距源柜四周 30cm 处剂量率不超过 2.5μSv/h。

源库及源柜主要屏蔽材料采用钢筋混凝土，四周墙体和防护门屏蔽材料及厚度见表 9-2。源库平面及剖面设计图见附图 3。

表 9-2　源库及源柜屏蔽设计参数

| 位置 | | 屏蔽材料 | 屏蔽厚度（mm） |
|---|---|---|---|
| 源库 | 东墙 | 混凝土 | 500 |
| | 西墙 | 混凝土 | 500 |
| | 西墙南侧加厚处 | 混凝土 | 700 |
| | 南墙 | 混凝土 | 500 |
| | 北墙 | 混凝土 | 500 |
| | 内外室分隔墙 | 混凝土 | 300 |
| | 屋顶 | 混凝土 | 300 |
| | 防护门 | 不锈钢 | 3 |
| 源柜 | 源柜上下各层 | 混凝土 | 100 |
| | 源柜侧面及间层 | 混凝土 | 200 |
| | 3、4 号源柜间 | 混凝土 | 300 |
| | 1 号源柜门 | 铅+钢 | 1+1.5 |
| | 2~5 号源柜门 | 钢 | 1.5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 附加屏蔽 | 1 号源柜四周（$^{60}$Co 探伤机） | 铅当量 | 65 |
| | 1 号源柜四周（$^{192}$Ir 探伤机） | 铅当量 | 55 |
| | 5 号源柜四周（满源 20μSv/h） | 铅当量 | 25 |
| | 当源柜内存储的放射源或探伤机 1m 处辐射剂量率之和低于 20μGy/h 时，可适当降低源柜四周附加屏蔽厚度，但应保证源柜外 30cm 处辐射剂量率低于 2.5μGy/h。 | | |

**2.4 源库工作流程**

**入库：**放射源首次进入库房前，2 名源库管理人员将放射源置于源库前室，测量其 1m 处的辐射剂量率，并观察源库内剂量率，确认无异常后，进入源库。根据源柜记录，确认其存入源柜后源柜内所有放射源 1m 处的辐射剂量率之和不超过 20μSv/h 后，将其存入相应源柜内，并使用剂量率仪对源柜周围进行监测，若距源柜四周 30cm 处剂量率超过 2.5μSv/h，使用附加屏蔽措施对源柜进行屏蔽。

**领用：**放射源领用人员填写领用申请单，经批准后，与 2 名源库管理人员一起至源库领用放射源。到达源库前室后，源库管理人员开启机械通风系统通风几分钟并观察源库内剂量率，确认无异常后，与领用人员核对领用清单并登记，确认无误后，管理人员进入源库，根据领用清单取出放射源，在前室交给领用人员。

**归还：**放射源使用完毕后，使用人员通知源库管理人员，一起至源库归还放射源。到达源库前室后，源库管理人员开启机械通风系统通风几分钟并观察源库内剂量率，确认无异常后，与归还人员核对归还的放射源并登记，确认无误后，管理人员进入源库，将归还的放射源放置在指定位置。

源库工作过程中不产生污染。

**污染源项描述**

**1. 放射性源项**

（1）放射源源强

本项目源库内拟存放的放射源/探伤机共有 20 种，其衰变类型、半衰期、活度范围、源数量、射线类型、能量、强度、空气吸收剂量率常数 Γ 和空气中 1m 处空气吸收剂量率 $D_1$ 见表 9-3。

本项目涉及的 α 放射源包括 $^{241}$Am、$^{237}$Np、$^{239}$Pu、$^{252}$Cf 和 $^{228}$Th。由于 α 粒子质量大、电离作用强，在物质中射程很短，很容易被屏蔽，一般将其装入专用塑料盒中防护即可。对活度较大的 α 放射源，如其衰变过程中产生低能 γ 射线，还应考虑低能 γ 射线的防护。

本项目涉及的中子源包括 $^{241}$Am-Be、$^{238}$Pu-C 和 $^{239}$Pu-Be，均为同位素中子源，通常采用高含氢材料如石蜡或聚乙烯进行屏蔽。

本项目涉及的纯 β 源包括 $^{90}$Sr/$^{90}$Y、$^{204}$Tl，β 粒子一般采用低原子序数材料防护，如塑料、有机玻璃、铝等，以减少韧致辐射的产生。屏蔽厚度一般取 β 粒子最大射程值。对于强 β 源，还应考虑其韧致辐射的屏蔽。

本项目涉及的 γ 源包括 $^{109}$Cd、$^{56}$Co、$^{60}$Co、$^{137}$Cs、$^{131}$I、$^{192}$Ir、$^{85}$Kr、$^{22}$Na、$^{88}$Y、$^{133}$Ba 和 γ 面源，主要考虑对 γ 射线的防护，一般使用铅等高原子序数材料进行防护。

由表 9-3 可知，本项目源库内拟存放的放射源中，6 类 129 枚源 1m 处空气吸收剂量率超过 20μGy/h，4 类 32 枚源 1m 处空气吸收剂量率在（1~10）μGy/h 范围内，剩余 193 枚源 1m 处空气吸收剂量率均<0.1μGy/h。对源 1m 处辐射剂量率超过 20μGy/h 的放射源（不含探伤机源），企业将其装入铅罐进行防护，使其 1m 处辐射剂量率不超过 20μGy/h。

本项目进行剂量估算时，放射源和 $^{60}$Co 探伤机统一以 $^{60}$Co 的射线能量（1.25MeV）进行保守估算。$^{192}$Ir 放射源发射的 γ 射线能量范围(分支比大于 4%)为 0.296 MeV ~0.612MeV，主要射线能量为 0.468 MeV（48%）和 0.317 MeV（81%），$^{192}$Ir 探伤机以 0.468 MeV 作为其主射线能量进行保守估算。

本项目硼浓度在线监测系统使用的 2 枚 Pu-239/Be 中子源活度为 1.3×$10^{11}$Bq，中子流强度为 6.6×$10^{6}$n/s，Pu-239 半衰期为 2.41×$10^{4}$ 年，运行期间不考虑其衰变产生的影响。

表 9-3 源库拟存放的放射源辐射特性及源项参数

| 序号 | 核素名称 | 衰变类型<br>半衰期 | 活度范围 | 数量 | 射线类型<br>能量/MeV(强度/%) | Γ | $D_1$<br>(μGy/h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Am-241 | α<br>432.0a | 1.10E+04~2.00E+05 | 10 | α 5.48（85.2%）<br>5.44（12.5%）<br>γ 0.060（36%） | 0.014 | <0.001 |
| 2 | Np-237 | α<br>$2.14\times10^{6}$a | 6.00E+08 | 20 | α 4.79（47%）<br>4.77（25%）<br>γ 0.086（36%） | 0.016 | 2.25 |
| 3 | Pu-239 | α<br>$2.41\times10^{4}$a | 8.90E+04~2.00E+05 | 22 | α 5.16（73.3%）<br>5.14（15.1%）<br>5.10（11.5%） | <0.0001 | <0.001 |
| | | | 5.00E+10 | 5 | | | <1.17 |
| 4 | Cf-252 | α<br>2.65a | 1.90E+10 | 4 | α 6.12（81.6%）<br>6.08（15.2%） | <0.0001 | <0.446 |
| 5 | Th-228 | α<br>1.913a | 5.26E+04~1.00E+05 | 8 | α 5.42（72.7%）<br>5.34（26.7%）<br>γ 0.084(1.6%) | 0.0043 | <0.001 |
| 6 | Am-241<br>/Be | n<br>432.0a | 3.70E+08-3.70E+09 | 3 | 中子能谱 | — | — |
| 7 | Pu-238/<br>C | n<br>86.4a | 1.85E+10 | 1 | 中子能谱 | — | — |
| 8 | Pu-239/<br>Be | n<br>$2.41\times10^{4}$a | 1.26E+10~9.00E+10 | 3 | 中子能谱 | — | — |
| 9 | Sr-90<br>(Y-90) | $\beta^-$<br>28.8a | 1.32E+04~1.00E+09 | 68 | $\beta^-$ 0.546（100%） | — | — |
| 10 | Tl-204 | $\beta^-$<br>3.773a | 1.00E+05 | 5 | $\beta^-$ 0.763（97.4%） | — | — |
| 11 | Cd-109 | EC<br>453d | 1.01E+06~1.09E+06 | 11 | γ 0.088(3.8%)<br>$e^-$ 0.081 (250%) | 0.0015 | <0.001 |
| 12 | Co-56 | EC/$\beta^+$<br>78.7d | 2.21E+05 | 6 | γ 0.511(38%)<br>0.847(100%)<br>1.04(15%)<br>1.24(66%)<br>1.76(15%)<br>2.02(11%)<br>2.60(17%)<br>3.26(13%) | 1.786 | <0.1 |
| 13 | Co-60 | $\beta^-$<br>5.27a | 1.00E+05~1.03E+05 | 3 | γ 1.17 (100%)<br>1.33(100%) | 1.32 | <0.1 |
| | | | 2.00E+08 | 30 | | | 62 |
| | | | 3.70E+12(探伤机) | 1 | | | 1.15E+06 |
| 14 | Cs-137 | $\beta^-$<br>30.17a | 1.01E+04~1.14E+05 | 14 | $\beta^-$ 1.18(6%)<br>0.514(94%) | 0.328 | <0.01 |
| | | | 3.30E+05~1.00E+06 | 20 | | | <0.1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 6.22E+07 | 1 | γ 0.662(85%) | | 4.79 |
| | | | 8.73E+07 | 1 | | | 6.73 |
| | | | 4.00E+08 | 70 | | | 30.8 |
| | | | 2.49E+10 | 1 | | | 1918 |
| | | | 2.50E+10 | 5 | | | 1926 |
| 15 | Cs-137<br>(Co-60) | $\beta^-$ | 2.00E+04 | 5 | 同 Cs-137<br>Co-60 | 1.32 | <0.01 |
| 16 | I-131 | $\beta^-$<br>8.04d | 2.00E+10 | 2 | $\beta^-$ 0.607(86%)<br>0.336(13%)<br>γ 0.364(82%) | 0.218 | 1024 |
| | | | 1.00E+09 | 2 | | | 51 |
| 17 | Ir-192 | $\beta^-$/EC<br>74.17d | 3.70E+12(探伤机) | 8 | $\beta^-$ 0.672(46%)<br>0.536(41%)<br>γ 0.296(29%)<br>0.308(30%)<br>0.317 (81%)<br>0.468(49%) | 0.472 | 4.10E+05 |
| 18 | Kr-85 | $\beta^-$<br>10.70a | 2.00E+11 | 5 | $\beta^-$ 0.672(99.4%)<br>γ 0.514(0.44%) | 0.0013 | 61 |
| | | | 7.90E+07 | 1 | | | <0.1 |
| 19 | Na-22 | $\beta^+$/EC<br>2.60a | 2.00E+08 | 5 | γ 0.511(180%)<br>1.275(100%) | 1.217 | 57 |
| 20 | Y-88 | EC<br>106.6d | 2.20E+05~3.00E+05 | 8 | γ 1.84（100%）<br>0.898（91%） | 1.32 | <0.1 |
| 21 | γ 面源 | γ | 2.34E+04 | 1 | — | 1.32 | <0.01 |
| 22 | Ba-133 | EC | 1.00E+08 | 5 | γ 0.080（34%）<br>0.276（7%）<br>0.302（14%）<br>0.356（69%） | 0.21 | 4.93 |
| 合计 | | | | 354 | | | |

（2）γ 探伤机表面辐射水平

根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008），对于本项目使用的移动式或手提式 γ 探伤机，设备表面的辐射水平控制值见表 9-3。$^{192}$Ir 手提式探伤机源容器表面 5cm 处辐射剂量率不超过 500μSv/h，表面 1m 处辐射剂量率不超过 20μSv/h。$^{60}$Co 移动式探伤机源容器表面 5cm 处辐射剂量率不超过 1000μSv/h，表面 1m 处辐射剂量率不超过 50μSv/h。

表 9-3　探伤机周围空气比释动能率控制值

| 探伤机类型 | 距容器外表面不同距离处空气比释动能率控制值（mGy/h） | | |
|---|---|---|---|
| | 0cm | 5cm | 100cm |
| 手提式探伤机 | 2 | 0.5 | 0.02 |
| 移动式探伤机 | 2 | 1 | 0.05 |

（3）退役放射源源项

本项目使用的中子放射源半衰期较长，核电站退役前不考虑其退役。中子放射源最终退役时，由中子源供货单位回收。

**2. 非放射性源项**

（1）废气

本项目不涉及非放射性废气排放。

（2）固体废物

本项目不涉及固体的产生和处置。

表 10 辐射安全与防护

**项目安全设施**

1. 辐射工作场所分区管理

（1）放射源库

企业将放射源库进行分区管理，以放射源库（内室、外室）建筑边界作为控制区边界，根据核电厂辐射防护分区的要求，将其设置为黄区，前室设置为绿区，以放射源库（内室、外室和前室）建筑边界作为监督区边界，见附图 3-1。

控制区边界采用双人双锁和剂量率监测措施，人员进入控制区前，先通风并观察源库内剂量率监测结果，确认无异常后方可进入。监督区和控制区边界设置电离辐射标志和门锁，加强入口管理，禁止公众进入。

（2）硼浓度在线监测系统

硼浓度在线监测房间位于核辅助厂房，属于控制区，根据核电厂辐射防护分区的要求，企业对硼浓度在线监测周边的所有房间进行了分区。NA298 和 NA299 为红区，NA298 和 NA299 北侧 L213 为绿区，南侧 NA293 为黄区，NA213 为绿区、NA299 东侧走道为黄区，NA234 为绿区，NA298 西侧 NA214 和 NA215 为橙区，NA298 和 NA299 上方为红区，下方为白区，辐射防护分区见附图 4-1。

核电站运行时，绿区人员可长期居留，黄区一般用作人员暂时居留（采样、观察仪表等），橙区和红区一般不允许工作人员进入。

企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理，降低发生事故的几率。

2. 辐射安全场所屏蔽设计方案

（1）放射源库

源库四周及屋顶均由混凝土构成，四周墙厚 500mm，西墙南侧加厚 200mm 混凝土，屋顶厚 300mm，源库内外室分隔墙厚 300mm，防护门为不锈钢门，不考虑其防护效果。

源柜也由混凝土构成，1~5 号源柜顶层、底层及间层厚 100mm，源柜侧面及间层厚 200mm，3 号和 4 号源柜间混凝土厚 300mm。1 号源柜门由 1mm 铅加 1.5mm 钢构成，2~5 号源柜门为 1.5mm 钢质门。

放射源库平面设计图和立面设计图见附图 3。

（2）硼浓度在线监测系统

硼浓度在线监测系统所在房间（NA298 和 NA299）位于核辅助厂房内，均为混凝土结构，北墙厚 1m，南墙厚 0.6m，西侧和东侧墙厚也为 0.6m，NA298 和 NA299 之间墙厚 0.4m，房间地板厚 0.8m，顶板厚 0.55m，NA298、NA299 和 L213 防护门为钢质防护门，厚 3mm。NA293 南墙（NA213 北墙）厚 0.6m，走道东墙（NA234 西墙）厚 0.6m。

硼浓度在线监测系统所在区域平面设计图见附图 4。

3. 辐射安全设施描述及评价

（1）放射源库

① 双人双锁：放射源库前室大门和外室大门均设置双人双锁，两名源库管理人员各持两把钥匙，必须两人同时才能打开源库大门。

② 放射源库前室大门和外室大门处设置电离辐射警告标志；

③ γ 剂量率监测：放射源库内配有 γ 剂量率监测系统，实时监测源库内的 γ 剂量率，源库管理人员进入源库前，在前室观察源库内 γ 剂量率无异常后方可进入源库内。

④ 视频监控：放射源库内配有视频监控，能实时监控源库内的情况，当出现人员误入等情况时，源库管理人员能及时发现并处理。

⑤ 机械通风：放射源库配有机械通风系统，频率为 2 次/小时。

放射源库采用上述辐射安全设计，能够满足放射源库房管理的要求。

（2）硼浓度在线监测系统所在区域

硼浓度在线监测系统位于核辅助厂房内 NA298 和 NA299 房间内，根据核电厂辐射防护分区要求，将上层区域划分为红区，禁止人员进入，将 NA298、NA299 划定为红区，西侧 NA214、NA215 划定为橙区，一般情况下禁止人员进入，南侧 NA293 房间划定为黄区，人员仅在采样、观察仪表等情况下暂时停留，其余房间划分为绿区，供人员正常工作时居留。

所在区域辐射防护措施已经通过核电站设计审查，能够满足核电厂辐射防护分区的相关要求。

**三废的治理**

1. 退役放射源处置

本项目中子源在核电运行期间不考虑退役。退役时，中子源由中子源供货单位回收，企业已与放射源供货单位签订了废源回收协议（见附件 5）。

2. 废气处置

本项目不涉及废气处置。

3. 固体废物处置

本项目不涉及固体废物处置。

表 11 环境影响分析

**建设阶段对环境的影响**

本项目扩建源库和 5、6 号机组核辅助厂房在施工期间，江苏核电有限公司将遵守当地环保部门有关施工期环境管理的要求，在施工阶段采取如下污染防治措施，将施工期的影响控制在厂区内局部区域，并尽量减小对周围环境的影响。

1）大气：本项目在施工期需进行的挖掘地基、打桩、混凝土浇注等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染应采取以下措施：(1)及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度; (2)车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施， 以减少沿途抛洒； (3)施工路面保持清洁、湿润, 减少地面扬尘。

2）噪声：整个建筑施工阶段，如打桩机、混凝土搅拌机、卷扬机及载重车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

3）固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

4）废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

施工期间对周围环境的大气、噪声有轻微影响，但其影响范围仅限于该企业厂区内的局部区域，预计对厂区外环境质量无明显的影响。施工期间产生的废水和固体废弃物妥善处置，对周围环境基本没有影响。

**运行阶段对环境的影响**

**1. 环境辐射影响途径分析**

（1）源库

本项目扩建的源库计划存放 8 台 $^{192}$Ir γ 射线探伤机（源强 4.44×10$^{12}$Bq×8 枚）、1 台 $^{60}$Co γ 射线探伤机（源强 3.70×10$^{12}$Bq×1 枚）、78 枚现有放射源（存于现有放射源库）和 267 枚新放射源（拟采购）。

γ 射线探伤机使用的放射源为 $^{192}$Ir（120Ci）和 $^{60}$Co（100Ci），$^{192}$Ir 主要 γ 射线能量和分支比为 0.468 MeV（49%）和 0.317 MeV（81%），空气吸收剂量率常数 Γ 为 0.472，$^{60}$Co 主要 γ 射线能量和分支比为 1.173 MeV（100%）和 1.332 MeV（100%）

空气吸收剂量率常数Γ为1.32。

$^{60}$Co探伤机拟储存于外室西南角1号源柜内，$^{192}$Ir探伤机拟储存于其余1号源柜内。根据企业对放射源存放的承诺：

1）放射源和探伤机首次存入源库前在前室测量距源1m处剂量率；

2）放射源柜（5号柜）内存储IV、V类放射源（距源1m处剂量率>1μSv/h），单个源柜内存储的放射源其1m处剂量率总和不超过20μSv/h；

3）放射源柜（3、4号柜）内存储V类放射源（距源1m处剂量率<1μSv/h），单个源柜内存储的放射源其1m处剂量率总和不超过1μSv/h；

4）2号柜（10个）专门用于存储中子源和废弃的γ源，2号源柜表面30cm处（中子+γ）剂量率不超过2.5μSv/h；

5）1、3、4、5号源柜内所有放射源存放于源柜距墙30cm范围内，保证放射源距源柜外30cm处距离大于1m。

1、5号源柜存放的放射源1m处剂量率较大，3、4号源柜存放的放射源1m处剂量率较小，以距1、5号源柜30cm处的剂量率作为源库内剂量率的最大值进行估计是足够保守的。同时，3、4号源柜内放射源剂量贡献较小、距1、5号源柜也较远，忽略其对距1、5号源柜30cm处的影响。进行源柜外剂量率估算时：根据GBZ 132-2008的要求，$^{60}$Co移动式探伤机1m处剂量率控制值为50μSv/h，$^{192}$Ir手提式探伤机1m处剂量率控制值为20μSv/h。5号源柜内放射源保守使用$^{60}$Co的屏蔽参数，单个5号源柜内放射源1m处剂量率总和不超过20μSv/h。1、5号源柜外30cm处剂量率估算分以下3种保守情况进行讨论：

1）1号柜存储$^{192}$Ir手提式探伤机，5号源柜存满放射源，计算5号源柜外30cm处剂量率（简称“$^{192}$Ir 5号”）：保守考虑上层2个5号源柜的水平透射和下层2个1号$^{192}$Ir源柜的斜透射；

2）1号源柜储存$^{60}$Co移动式探伤机，5号源柜存满放射源，计算1号源柜外30cm处剂量率（简称“$^{60}$Co 1号”）：考虑1号$^{60}$Co源柜的水平透射和相邻的3个源柜的斜透射，相邻源柜的透射以3倍上层5号源柜的透射进行保守估算）；

3）1号源柜储存$^{60}$Co移动式探伤机，5号源柜存满放射源，计算5号源柜外30cm处剂量率（简称“$^{60}$Co 5号”）：考虑2个5号源柜的水平透射和下方1号$^{60}$Co源柜和1号$^{192}$Ir源柜的斜透射。

放射源库内存储的放射源对源库周围及源库内关注点的辐射影响途径及屏蔽情况见表 11-1 和图 11-1。

表 11-1 放射源库周围及源库内关注点辐射影响途径及屏蔽情况一览表

| 关注点 | 主要照射途径 | 照射途径数 | 距离（m） | 屏蔽材料 | 屏蔽层厚度(mm) | 安全因子 | 受照人群 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 外室东墙外30cm处（关注点 1） | γ射线透射 | 1 | 0.8 | 混凝土 | 500 | 2 | 公众 |
| 外室南墙东外 30cm 处（关注点 2） | γ射线透射 | 1 | 1.4 | 混凝土 | 500 | 2 | 公众 |
| 外室南墙中外 30cm 处（关注点 3） | γ射线透射 | 1 | 1.6 | 混凝土 | 500 | 2 | 公众 |
| 外室南墙西外 30cm 处（关注点 4） | γ射线透射 | 1 | 1.4 | 混凝土 | 500 | 2 | 公众 |
| 外室西墙南外 30cm 处（关注点 5） | γ射线透射 | 1 | 1 | 混凝土 | 700 | 2 | 公众 |
| 外室西墙中外 30cm 处（关注点 6） | γ射线透射 | 1 | 0.8 | 混凝土 | 500 | 2 | 公众 |
| 内室西墙外30cm处（关注点 7） | γ射线+中子透射 | 1 | 4.5 | 混凝土 | 500 | 2 | 公众 |
| 内室北墙外30cm处（关注点 8） | γ射线+中子透射 | 1 | 0.8 | 混凝土 | 500 | 2 | 公众 |
| 内室东墙外30cm处（关注点 9） | γ射线+中子透射 | 1 | 0.8 | 混凝土 | 500 | 2 | 职业人员 |
| 外室大门外30cm处（关注点 10） | γ射线直射 | 1 | 10 | — | — | 1 | 职业人员 |
| $^{192}$Ir 5 号（关注点 11） | 5 号柜($^{60}$Co)水平透射 | 2 | 1 | 附加屏蔽 | 55mm 铅当量 | 1 | 职业人员 |
| | 1 号柜($^{192}$Ir)斜透射 | 2 | 1.17 | 附加屏蔽 | 25mm 铅当量 | 1 | |
| $^{60}$Co 1 号（关注点 12） | 1 号柜($^{60}$Co)水平透射 | 1 | 0.8 | 附加屏蔽 | 65mm 铅当量 | 1 | 职业人员 |
| | 5 号柜($^{60}$Co)斜透射 | 3 | 1.41 | 混凝土+附加屏蔽 | 100+65mm 铅当量 | 1 | |
| $^{60}$Co 5 号（关注点 13） | 5 号柜($^{60}$Co)水平透射 | 2 | 1 | 附加屏蔽 | 55mm 铅当量 | 2 | 职业人员 |
| | 1 号柜($^{60}$Co)斜透射 | 1 | 1.17 | 附加屏蔽 | 65mm 铅当量 | 1 | |
| | 1 号柜($^{192}$Ir)斜透射 | 1 | 1.17 | 附加屏蔽 | 25mm 铅当量 | 1 | |
| 2 号柜（关注点 14） | 由于 2 号柜内存放的中子源和退役源表面剂量率较低，不进行计算，企业承诺使用聚乙烯、铅砖等屏蔽措施保证 2 号柜表面 30cm | | | | | | 职业人员 |

| | | |
|---|---|---|
| | 处中子和 γ 辐射剂量率影响不超过 2.5μSv/h。 | |

*注：1）表中铅当量仅为屏蔽层的铅当量厚度，射线实际在屏蔽层中的路径长度见表 11-4；*

*2）计算时仅考虑距关注点最近的源柜的透射剂量率，由于穿透屏蔽层厚度增加，其他源柜对关注点的影响之和不会超过距关注点最近的源柜，使用 2 倍安全因子能够保证计算是保守的。*

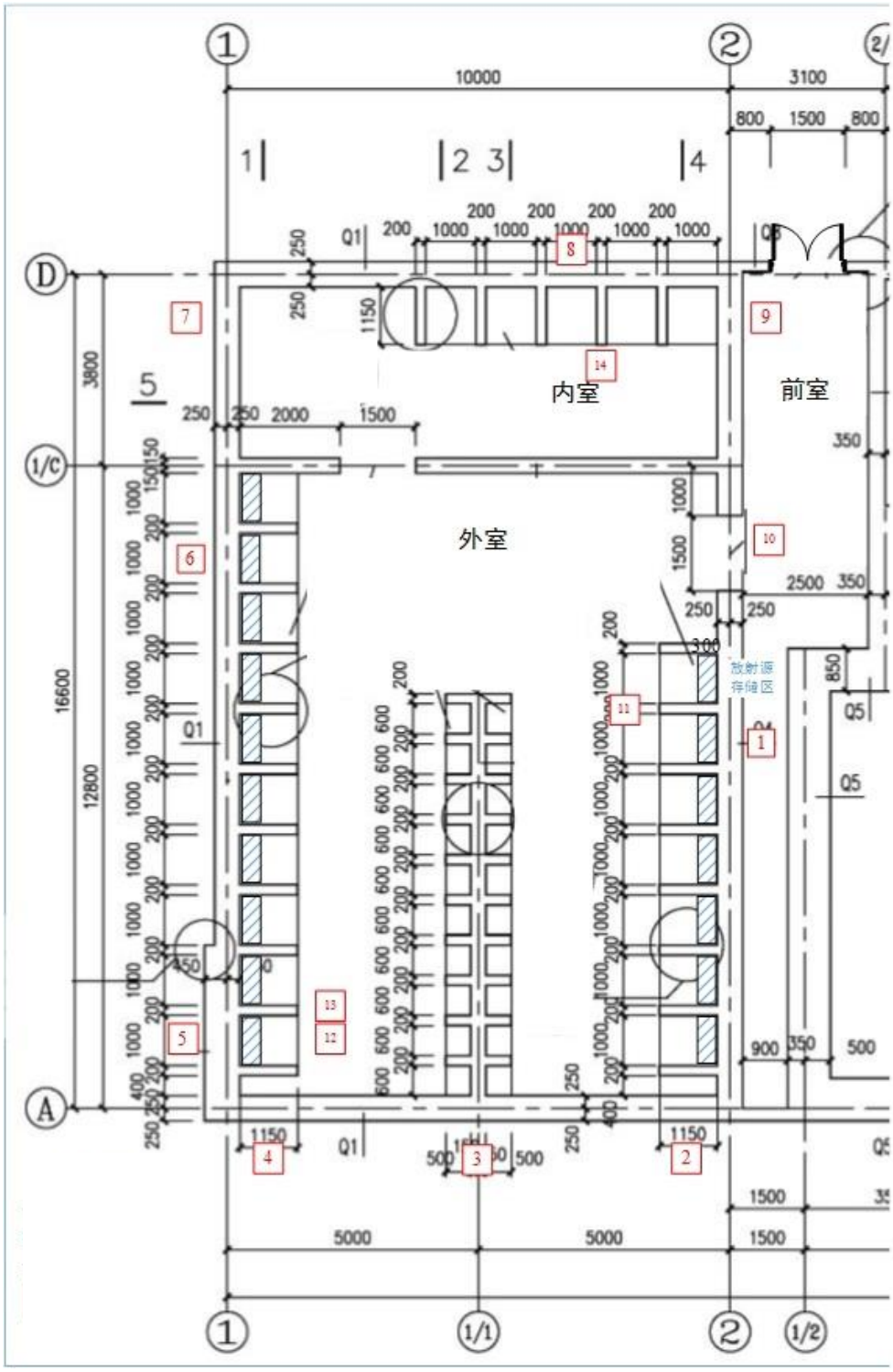



图 11-1 源库周围及源库内关注点分布图

（3）硼浓度在线监测系统

本项目硼浓度在线监测系统拟使用活度为 $1.30\times10^{11}$Bq 的 $^{239}$Pu-Be 中子源，中子流强度为 $6.6\times10^{6}$n/s。

硼浓度在线监测系统自屏蔽及周边各房间的屏蔽情况见表 11-2，关注点布置情况见图 11-2。

表 11-2 硼浓度在线监测系统自屏蔽及周边各房间的屏蔽情况

| 关注点 | 距离（m） | 设备自屏蔽 | 屏蔽材料 | 屏蔽厚度（mm） | 受照人群 |
|---|---|---|---|---|---|
| NA298 北墙外 30cm 处（关注点 1） | 1.30 | 71mm 水 +192mm 聚乙烯 | 混凝土 | 1000 | 职业人员 |
| NA298、NA299 间北墙外 30cm 处（关注点 2） | 2.75 | | 混凝土 | 2120 | 职业人员 |
| NA299 北墙外 30cm 处（关注点 3） | 1.30 | | 混凝土 | 1000 | 职业人员 |
| NA298 防护门外 30cm 处（关注点 4） | 3.46 | | — | — | 职业人员 |
| NA299 防护门外 30cm 处（关注点 5） | 3.46 | | — | — | 职业人员 |
| NA298 南墙外 30cm 处（关注点 6） | 2.65 | | 混凝土 | 600 | 职业人员 |
| NA299 南墙外 30cm 处（关注点 7） | 2.65 | | 混凝土 | 600 | 职业人员 |
| NA293 南墙西侧外 30cm 处（关注点 8） | 6.65 | | 混凝土 | 600+600 | 职业人员 |
| NA293 南墙东侧外 30cm 处（关注点 9） | 6.65 | | 混凝土 | 600+600 | 职业人员 |
| L213 防护门外 30cm 处（关注点 10） | 3.02 | | 混凝土 | 2320 | 职业人员 |
| NA234 西墙外 30cm 处（关注点 11） | 4.725 | | 混凝土 | 600+600 | 职业人员 |

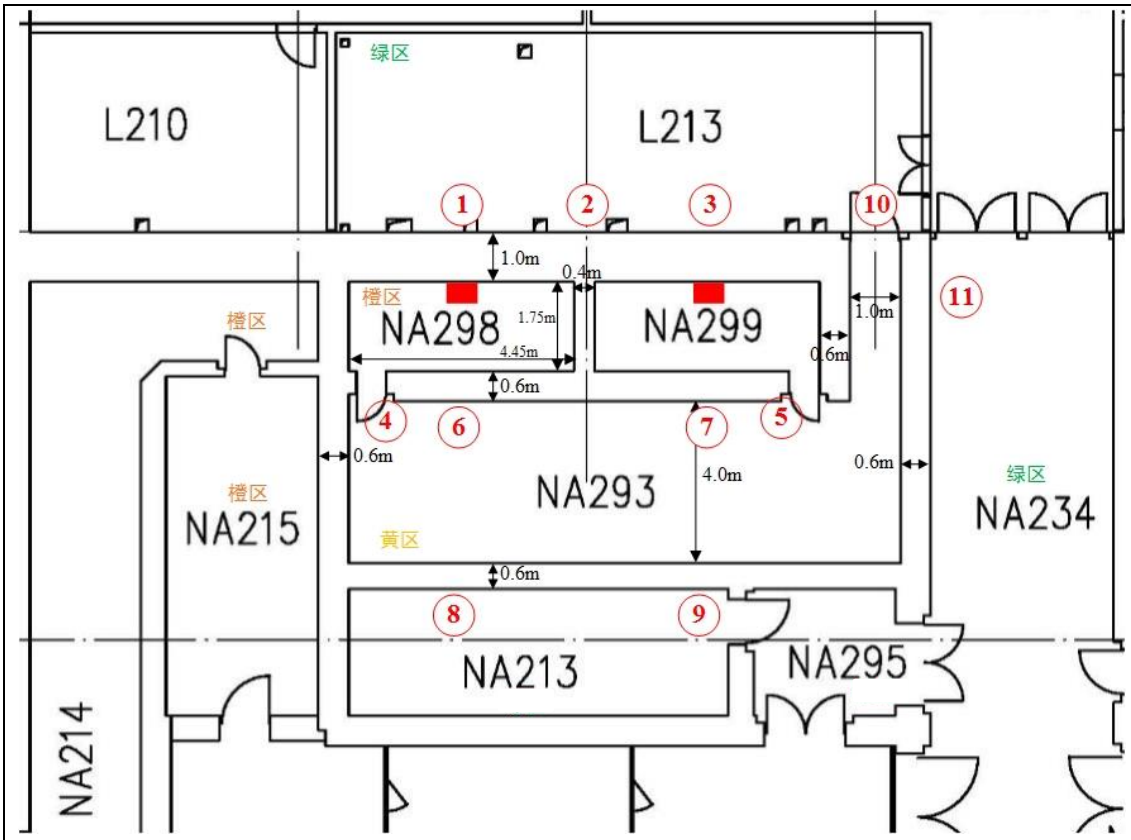



图 11-2 硼浓度在线监测系统周围关注点分布图

**2. 工作状态辐射影响分析**

**1) 穿透屏蔽层后关注点辐射剂量率 *H***

根据屏蔽透射公式，穿透 i 层屏蔽后，关注点的辐射剂量率计算公式如下：

$$H = H_1 \cdot \frac{B_1 \cdots B_i}{r^2} \qquad \text{公式（1）}$$

其中：$H_1$—距指定点 1m 处辐射剂量率，μSv/h；

$B_i$—第 i 屏蔽层的屏蔽透射因子，无量纲；

$r$—指定点与关注点的距离，m；

屏蔽透射因子 B 通过下式计算：

$$B = 10^{-(X/TVL)} \text{ 或 } B = 2^{-(X/HVL)} \qquad \text{公式（2）}$$

其中：X—屏蔽层厚度，mm；TVL—1/10 值层厚度，mm；HVL—1/2 值层厚度，mm；

**2) 放射源库辐射影响估算**

（1） 源库外辐射影响分析

探伤机、放射源均根据企业的规定存放于源库内固定源柜内。源库外各关注点与

源库内最近的探伤机、放射源的距离分别为：外室东墙外 30cm 处（关注点 1）0.8m，外室南墙东外 30cm 处（关注点 2）1.4m，外室南墙中外 30cm 处（关注点 3）1.6m，外室南墙西外 30cm 处（关注点 4）1.4m，外室西墙南外 30cm 处（关注点 5）1.0m，外室西墙中外 30cm 处（关注点 6）0.8m，内室西墙外 30cm 处（关注点 7）4.5m，内室北墙外 30cm 处（关注点 8）0.8m，内室东墙外 30cm 处（关注点 9）0.8m，外室大门外 30cm 处（关注点 10）。

关注点 1、2、3、6 考虑源柜内储存 $^{192}$Ir 放射源（1m 处剂量率 20μSv/h），关注点 4、5 考虑源柜内储存 $^{60}$Co 移动式探伤机（1m 处剂量率 50μSv/h），关注点 7~9 保守考虑源柜外 30cm（距源 1m）处中子和 γ 剂量率均为 2.5μSv/h，由于未考虑附近源柜的斜透射，安全因子取 2，关注点 10 考虑源柜外 30cm（距源 1m）处 γ 剂量率为 2.5μSv/h，将相关参数代入公式（1），源库外关注点处辐射影响理论计算结果见表 11-3。

（2） 源库内辐射影响分析

根据源库内探伤机和放射源的存放情况，共布置 4 个关注点，其中内室 2 号源柜外 30cm 处（关注点 14）用于储存中子源和废弃的 γ 源，剂量率相对较小，企业承诺 2 号源柜外 30cm 处中子和 γ 剂量率总和不超过 2.5μSv/h，超过时在源柜内增设屏蔽材料，确保源柜外 30cm 处中子和 γ 剂量率总和不超过 2.5μSv/h。

$^{192}$Ir 5 号（关注点 11）剂量率估算时，共考虑 4 条照射途径。上层 5 号源柜放射源（$^{60}$Co）水平透射（2 条）：放射源距关注点 1m，附加 55mm 铅当量屏蔽层；下层 1 号源柜 $^{192}$Ir 探伤机斜透射（2 条）：探伤源距关注点 1.17m，附加 25mm 铅当量屏蔽层（射线穿透屏蔽层厚度为 36.56mm 铅当量）。

$^{60}$Co 1 号（关注点 12）剂量率估算时，共考虑 4 条照射途径。下层 1 号源柜 $^{60}$Co 探伤机水平透射（1 条）：探伤源距关注点 0.8m，附加 65mm 铅当量屏蔽层；周围以上层 5 号源柜放射源（$^{60}$Co）斜透射（3 条）保守考虑：放射源距关注点 1.41m，间层混凝土厚 100mm，附加 65mm 铅当量屏蔽层（射线穿透屏蔽层为 141mm 混凝土+91.65mm 铅当量）。

$^{60}$Co 5 号（关注点 13）剂量率估算时，共考虑 4 条照射途径。上层 5 号源柜放射源（$^{60}$Co）水平透射（2 条）：放射源距关注点 1m，附加 55mm 铅当量屏蔽层；下层 1 号源柜 $^{60}$Co 探伤机斜透射（1 条）：探伤源距关注点 1.17m，附加 65mm 铅当量屏蔽层（射线穿透屏蔽层厚度为 95.06mm 铅当量）；下层 1 号源柜 $^{192}$Ir 探伤机斜透射（1

条）：探伤源距关注点 1.17m，附加 25mm 铅当量屏蔽层（射线穿透屏蔽层厚度为 36.56mm 铅当量）。

上层 5 号源柜内放射源 1m 处总剂量率不超过 20μSv/h，$^{60}$Co 移动式探伤机 1m 处剂量率不超过 50μSv/h，$^{192}$Ir 手提式探伤机 1m 处剂量率不超过 20μSv/h，将上述参数代入公式（1），源库内关注点 11~13 处辐射影响理论计算结果见表 11-4。

**3) 硼浓度在线监测系统辐射影响估算**

由于中子源的中子射线经设备中的水和聚乙烯慢化后再由房间混凝土墙壁进行屏蔽，直接使用十值层法进行计算过于保守，本项目使用蒙特卡洛方法进行模拟计算。蒙特卡罗方法以它的跟踪粒子逼真和不受求解问题边界条件、维数限制等特性，在粒子输运领域获得了越来越广泛的应用。它求解问题不是采取数学分析的方法，而是模拟随机过程，当所求问题的解是某个随机事件出现的概率，或者是某个随机变量的期望值时，可以通过数字模拟的方法得到这种事件出现的频率，或者这个随机变量抽样试验值的算术平均值，并用它作为问题的近似解。在用蒙特一卡罗方法处理问题的过程中，大量粒子被逐一跟踪。从抽样出源粒子到认为该粒子死亡（对通量贡献很小）时便停止跟踪，一般来说，粒子在整个历程的各个阶段，以各种基本作用来确定其命运，这些基本作用通常以截面的形式来表达。

本项目硼浓度在线监测系统蒙特卡洛方法计算说明见附件 12，计算条件见表 11-2，计算点位布置图见图 11-2，计算结果见表 11-5。

表 11-5 硼浓度在线监测系统周围关注点剂量率水平计算结果

| 关注点 | 剂量率水平（μSv/h） | 关注点 | 剂量率水平（μSv/h） |
|---|---|---|---|
| NA298 北墙外 30cm 处（关注点 1） | 1.43E-03 | NA299 南墙外 30cm 处（关注点 7） | 3.05E-02 |
| NA298、NA299 间北墙外 30cm 处（关注点 2） | 2.08E-04 | NA293 南墙西侧外 30cm 处（关注点 8） | 1.30E-04 |
| NA299 北墙外 30cm 处（关注点 3） | 1.43E-03 | NA293 南墙东侧外 30cm 处（关注点 9） | 1.30E-04 |
| NA298 防护门外 30cm 处（关注点 4） | 2.24E-01 | L213 防护门外 30cm 处（关注点 10） | 7.80E-03 |
| NA299 防护门外 30cm 处（关注点 5） | 2.24E-01 | NA234 西墙外 30cm 处（关注点 11） | 4.16E-05 |
| NA298 南墙外 30cm 处（关注点 6） | 3.05E-02 | | |

**4) 小结**

❖ **源库**

根据上述对源库的计算结果，在源库内源柜满负荷存放放射源和探伤机的情况下，源库外附加辐射剂量率情况为：外室东墙外 30cm 处（关注点 1）附加辐射剂量率为 0.423μSv/h，外室南墙东外 30cm 处（关注点 2）附加辐射剂量率为 0.138μSv/h，外室南墙中外 30cm 处(关注点 3)附加辐射剂量率为 0.106μSv/h，外室南墙西外 30cm 处（关注点 4）附加辐射剂量率为 0.345μSv/h，外室西墙南外 30cm 处（关注点 5）附加辐射剂量率为 0.082μSv/h，外室西墙中外 30cm 处（关注点 6）附加辐射剂量率为 0.423μSv/h，内室西墙外 30cm 处（关注点 7）附加辐射剂量率为 0.019μSv/h，内室北墙外 30cm 处（关注点 8）和内室东墙外 30cm 处（关注点 9）附加辐射剂量率为 0.590μSv/h，外室大门外 30cm 处（关注点 10）附加辐射剂量率为 0.025μSv/h。

源库内附加屏蔽及附加辐射剂量率情况为：

1）1 号柜存储 $^{192}$Ir 手提式探伤机，5 号源柜存满放射源，5 号源柜外 30cm 处（关注点 11）：在 5 号源柜（放射源 $^{60}$Co）附加 55mm 铅当量屏蔽、1 号源柜（$^{192}$Ir 探伤机）附加 25mm 铅当量屏蔽时，附加辐射剂量率为 1.974μSv/h；

2）1 号源柜储存 $^{60}$Co 移动式探伤机，5 号源柜存满放射源，1 号源柜外 30cm 处（关注点 12）：在 1 号源柜（$^{60}$Co 探伤机）附加 65mm 铅当量屏蔽时，附加辐射剂量率为 2.076μSv/h；

3）1 号源柜储存 $^{60}$Co 移动式探伤机，5 号源柜存满放射源，5 号源柜外 30cm 处（关注点 13）：在 5 号源柜（放射源 $^{60}$Co）附加 55mm 铅当量屏蔽、1 号源柜（$^{60}$Co 探伤机）附加 65mm 铅当量屏蔽、1 号源柜（$^{192}$Ir 探伤机）附加 25mm 铅当量屏蔽时，附加辐射剂量率为 2.075μSv/h；

4）2 号源柜外 30cm 处（关注点 14），企业承诺在 2 号源柜周围辐射剂量率超过 2.5μSv/h 时附加屏蔽措施保证 2 号源柜周围辐射剂量率低于 2.5μSv/h。

❖ **硼浓度在线监测系统**

根据对硼浓度在线监测系统的计算结果，在正常运行工况下，其周围区域的附加辐射剂量率情况为：NA298 北墙外 30cm 处（关注点 1）的附加辐射剂量率为 0.001μSv/h，NA298、NA299 间北墙外 30cm 处（关注点 2）的附加辐射剂量率 <0.001μSv/h，NA299 北墙外 30cm 处（关注点 3）的附加辐射剂量率为 0.001μSv/h，

NA298 防护门外 30cm 处（关注点 4）的附加辐射剂量率为 0.224μSv/h，NA299 防护门外 30cm 处（关注点 5）的附加辐射剂量率为 0.224μSv/h，NA298 南墙外 30cm 处（关注点 6）的附加辐射剂量率为 0.0305μSv/h，NA299 南墙外 30cm 处（关注点 7）的附加辐射剂量率为 0.0305μSv/h，NA293 南墙西侧外 30cm 处（关注点 8）的附加辐射剂量率<0.001μSv/h，NA293 南墙东侧外 30cm 处（关注点 9）的附加辐射剂量率<0.001μSv/h，L213 防护门外 30cm 处（关注点 10）的附加辐射剂量率为 0.008μSv/h，NA234 西墙外 30cm 处（关注点 11）的附加辐射剂量率<0.001μSv/h。

**3. 年有效剂量估算**

**1) 年有效剂量估算公式**

年有效剂量估算公式如下：

$$D_a = H \cdot S \cdot T \cdot h_a \quad \text{……公式（3）}$$

式中：$D_a$—年有效剂量，μSv/a；

$H$—受照水平，μSv/h；

$S$—使用因子，无量纲；

$T$—居留因子，无量纲；

$h_a$—年工作时间，h。

**2) 年有效剂量估算条件**

❖ **源库**

源库管理人员单次领用、归还放射源时间约 15 分钟，每周约 2 次，年工作时间不超过 25 小时。

❖ **硼浓度在线监测系统**

绿区（化学实验室等）工作人员日工作时间不超过 8 小时，年工作时间不超过 2000 小时；黄区工作人员周工作时间不超过 4 小时，年工作时间不超过 210 小时。

**3) 年有效剂量估算与评价（职业人员）**

➢ **源库管理人员年有效剂量评价**

本项目源库内的放射源领用和归还统一由源库管理人员进行。存取放射源/探伤机过程中，假设所取用的放射源/探伤机在距其1m处剂量率为20μSv/h，源库管理人员存取时，放射源/探伤机距人体50cm，则放射源和探伤机对人体的附加辐射剂量率为80μSv/h，源库内存放的放射源和探伤机的最大附加剂量率保守取前文计算的

2.076μSv/h（关注点12）。因此，源库管理人员存取放射源时的最大附加剂量率为82.076μSv/h，源库管理人员年工作时间不超过25小时，因此，源库管理人员的最大年有效剂量为2.05mSv/a。

由于本项目源库管理人员还兼职放射源检定、刻度等工作，还需考虑其兼职工作的年有效剂量影响， 2017年度源库管理人员（高云飞、熊巍）的个人剂量监测结果（见附件10）分别为0.043 mSv和0.019 mSv，其他兼职工作的全年个人剂量贡献均小于0.05 mSv/a。

➢ **厂区内其他工作人员的年有效剂量（源库影响）**

源库内储存的放射源和探伤机对源库外最大附加辐射剂量率为0.590μSv/h（内室北墙外30cm处，关注点8），以此附加辐射剂量率保守估算厂区内其他工作人员的年有效剂量。源库内放射源长期存放，使用因子取1，厂区内其他工作人员每天在电厂内工作8小时，年工作时间2920小时，在放射源库外的居留因子取1/16。将上述参数代入公式（3）计算可得，源库对厂区内其他工作人员的最大年有效剂量为0.107mSv/a，低于本项目剂量约束值（0.05mSv/a）。

➢ **硼浓度在线监测系统工作人员年有效剂量**

本项目硼浓度在线监测系统全年连续工作。硼浓度在线监测系统对绿区工作人员的附加辐射剂量率保守取前文计算的绿区最大附加剂量率0.008μSv/h（关注点10），绿区工作人员年工作时间取2000小时，硼浓度在线监测系统对绿区工作人员的附加最大年有效剂量仅为0.016mSv/a。硼浓度在线监测系统对黄区工作人员的附加辐射剂量率保守取前文计算的黄区最大附加剂量率0.224μSv/h（关注点4、关注点5），黄区工作人员年工作时间保守取210小时，硼浓度在线监测系统对绿区工作人员的附加最大年有效剂量为0.047mSv/a。

综上所述，本项目硼浓度在线监测系统周边绿区和黄区工作人员所受的附加最大年有效剂量均低于本项目剂量约束值（职业人员5mSv/a）。

**事故影响分析**

1. 最大可信事故

本项目最大可信事故是：源库内的放射源发生被盗、丢失，放射源失控。

硼浓度在线监测系统所在房间为红区，房间处于常闭状态，禁止人员进入，一般

不考虑其发生事故的可能性。

2. 事故后果

源库内存放的 $^{192}Ir$、$^{60}Co$ 探伤机内含有的 $^{192}Ir$、$^{60}Co$ 放射源属于Ⅱ类源。若发生放射源丢失、被盗，或者探伤源失控，长时间照射，可能导致急性死亡或者急性重度放射病、局部器官残疾，示后果分别属于较大或者重大辐射事故。

源库内存放的其他放射源属于 IV 类和 V 类放射源。IV 类放射源若发生放射源丢失、被盗，长时间照射可能对人体造成可恢复的临时性损伤，V 类放射源若发生放射源丢失、被盗，不会对人造成永久性损伤，但会使人员收到超年有效剂量限值的照射，属于一般辐射事故。

3. 事故预防措施

分析事故发生的原因，此类事故大都是人为因素造成的，即由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事故。为有效预防各类辐射事故发生，建议企业采取以下事故预防措施：

（1）企业内部加强辐射安全管理，警钟长鸣，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

（2）严格执行辐射安全管理制度，按照源库的管理规定对源库进行管理。坚持双人双锁管理，每次进入源库前，确认辐射监控、视频监控等各项安全措施的有效性，避免人员误入或滞留在放射源库内。

（3）辐射工作人员注意佩戴好个人剂量计、报警仪等监测仪表。若辐射工作人员按照规定进入源库时携带有效的个人剂量报警仪，当报警仪发出报警声时，人员应立即停止工作，远离放射源，此时人员不会受到大剂量照射。后续开展工作之前应查明原因。

（4）进入源库存取放射源时应 2 名源库管理员共同作业，避免其他人员进入源库。

4.事故处置

根据国家环保总局关于《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》和《江苏省辐射污染防治条例》的要求，在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 1 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 11-3 源库外关注点处辐射影响理论计算结果表

| 关注点 | 1m 处空气吸收剂量率 $D_1$(μGy/h) | 照射途径 | 屏蔽材料 | 射线能量(MeV) | 第一 1/10 值层厚度(mm) | 平均 1/10 值层厚度(mm) | 屏蔽厚度 X(mm) | 屏蔽透射因子 B | 关注点距离 r(m) | 参考点空气吸收剂量率 Dc(μSv/h) | 安全因子 | 参考点总空气吸收剂量率 Dz(μSv/h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 外室东墙外 30cm 处（关注点 1） | 2.00E+01 | γ 射线透射 | 混凝土 | 1.25 | 245 | 218 | 500 | 6.77E-03 | 0.8 | 0.211 | 2 | 0.423 |
| 外室南墙东外 30cm 处（关注点 2） | 2.00E+01 | γ 射线透射 | 混凝土 | 1.25 | 245 | 218 | 500 | 6.77E-03 | 1.4 | 0.069 | 2 | 0.138 |
| 外室南墙中外 30cm 处（关注点 3） | 2.00E+01 | γ 射线透射 | 混凝土 | 1.25 | 245 | 218 | 500 | 6.77E-03 | 1.6 | 0.053 | 2 | 0.106 |
| 外室南墙西外 30cm 处（关注点 4） | 5.00E+01 | γ 射线透射 | 混凝土 | 1.25 | 245 | 218 | 500 | 6.77E-03 | 1.4 | 0.173 | 2 | 0.345 |
| 外室西墙南外 30cm 处（关注点 5） | 5.00E+01 | γ 射线透射 | 混凝土 | 1.25 | 245 | 218 | 700 | 8.18E-04 | 1.0 | 0.041 | 2 | 0.082 |
| 外室西墙中外 30cm 处（关注点 6） | 2.00E+01 | γ 射线透射 | 混凝土 | 1.25 | 245 | 218 | 500 | 6.77E-03 | 0.8 | 0.211 | 2 | 0.423 |
| 内室西墙外 30cm 处（关注点 7） | 2.50E+00 | γ 射线透射 | 混凝土 | 1.25 | 245 | 218 | 500 | 6.77E-03 | 4.5 | 0.001 | 2 | 0.019 |
| | 2.50E+00 | 中子透射 | 混凝土 | Am-Be | 430 | 430 | 500 | 6.87E-02 | 4.5 | 0.008 | 2 | |
| 内室北墙外 30cm 处（关注点 8） | 2.50E+00 | γ 射线透射 | 混凝土 | 1.25 | 245 | 218 | 500 | 6.77E-03 | 0.8 | 0.026 | 2 | 0.590 |
| | 2.50E+00 | 中子透射 | 混凝土 | Am-Be | 430 | 430 | 500 | 6.87E-02 | 0.8 | 0.269 | 2 | |
| 内室东墙外 30cm 处（关注点 9） | 2.50E+00 | γ 射线透射 | 混凝土 | 1.25 | 245 | 218 | 500 | 6.77E-03 | 0.8 | 0.026 | 2 | 0.590 |
| | 2.50E+00 | 中子透射 | 混凝土 | Am-Be | 430 | 430 | 500 | 6.87E-02 | 0.8 | 0.269 | 2 | |
| 外室大门外 30cm 处（关注点 10） | 2.50E+00 | γ 射线直射 | — | 1.25 | — | — | — | 1.00E+00 | 10 | 0.025 | 1 | 0.025 |

表 11-4 源库内关注点处辐射影响理论计算结果表

| 关注点 | 1m 处空气吸收剂量率 $D_1$(μGy/h) | 照射途径 | 屏蔽材料 | 射线能量(MeV) | 第一 1/10 值层厚度(mm) | 平均 1/10 值层厚度(mm) | 穿透屏蔽层厚度 X(mm) | 屏蔽透射因子 B | 关注点距离 r(m) | 参考点空气吸收剂量率 Dc(μSv/h) | 照射途径数 | 参考点总空气吸收剂量率 Dz(μSv/h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $^{192}$Ir 5 号（关注点 11） | 20 | 5 号柜（$^{60}$Co）透射 | 附加屏蔽 | 1.25 | 41 | 41 | 55mm 铅当量 | 4.56E-02 | 1 | 0.911 | 2 | 1.974 |
| | 20 | 1 号柜（$^{192}$Ir）透射 | 附加屏蔽 | 0.468 | 16 | 16 | 36.56 mm 铅当量 | 5.19E-03 | 1.17 | 0.076 | 2 | |
| $^{60}$Co 1 号（关注点 12） | 50 | 1 号柜（$^{60}$Co）透射 | 附加屏蔽 | 1.25 | 41 | 41 | 65 mm 铅当量 | 2.60E-02 | 0.8 | 2.030 | 1 | 2.076 |
| | 20 | 5 号柜（$^{60}$Co）透射 | 混凝土+附加屏蔽 | 1.25 | 245/41 | 218/41 | 141+91.65mm 铅当量 | 1.52E-03 | 1.41 | 0.015 | 3 | |
| $^{60}$Co 5 号（关注点 13） | 20 | 5 号柜（$^{60}$Co）透射 | 附加屏蔽 | 1.25 | 41 | 41 | 55 mm 铅当量 | 4.56E-02 | 1 | 0.911 | 2 | 2.075 |
| | 50 | 1 号柜（$^{60}$Co）透射 | 附加屏蔽 | 1.25 | 41 | 41 | 95.06 mm 铅当量 | 4.80E-03 | 1.17 | 0.177 | 1 | |
| | 20 | 1 号柜（$^{192}$Ir）透射 | 附加屏蔽 | 0.468 | 16 | 16 | 36.56 mm 铅当量 | 5.19E-03 | 1.17 | 0.076 | 1 | |

表 12 辐射安全管理

| |
|---|
| **辐射安全与环境保护管理机构的设置**<br><br>1. 辐射安全管理机构设置情况<br><br>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，公司已经成立了专门的辐射安全管理机构（保健物理处），负责核电内所有放射源与射线装置的归口管理和独立安全监督。任命丁长龙和李中华为保健物理处副处长（暂无处长），统筹负责辐射安全管理工作，高云飞、熊巍为放射源库管理员，负责放射源库的日常管理工作。<br>2. 人员配备与职能<br><br>公司为本项目扩建的源库配备了 2 名放射源库管理人员（辐射工作人员），单班运行，同时负责便携式辐射仪表的检定、校准、维护等工作。<br><br>本项目硼浓度在线监测系统为实时监测，监测数据直接由核电站主控室查看，不涉及人员配备。 |
| **辐射安全管理规章制度**<br>根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环保总局第31号）中的有关要求，要有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。<br>公司已经制定了较为完善的辐射安全管理规章制度（见附件7），包括“辐射防护与安全保卫制度”、“操作规程”、“岗位职责”、“放射源与射线装置安全管理”、“放射性工作人员培训制度”和“放射工作监测方案”。由于本项目尚未建成，公司无法根据项目实际设备、设施制定“设备维修保养制度”，承诺在放射源库和硼浓度在线监测系统建成投产前完成“设备维修保养制度”的制定工作。<br>公司还制定了“辐射事故应急处置制度”—《放射源异常事件和事故应急处置方案》，该方案涵盖人员配置、应急处置、现场应急措施和事件报告流程4个方面内容，较为完善。<br>公司为加强放射源和射线装置管理，还制定了《放射源与射线装置安全管理》（G-IP-RPS-040）程序，但由于企业放射源数量较多，建议企业根据本报告的评价结果，从以下方面进一步优化该程序： |

1）根据P28页源库工作流程，增加放射源和射线装置的入库程序；

2）6.10节增加动态台账管理制度，同时明确放射源应储存于固定位置；

企业目前在辐射工作中已按照上述规章制度进行贯彻和运行，制度落实情况良好，未发生辐射安全事故。

**辐射监测**

1. 正常运行时环境监测方案

（1）个人剂量检测

企业开展辐射工作人员个人剂量监测（EPD 和 TLD）。TLD：每月将个人剂量计收集后由剂量监测部门统一监测； EPD：每次进入放射性工作场所时，人员携带 EPD，离开时 EPD 自动给出本次工作所产生的个人剂量，同时 EPD 还具有个人剂量报警仪功能。同时为保证剂量监测部门的监测数据质量，公司不定期委托有资质的单位对公司员工个人剂量进行双轨制监测。

保健物理处对个人剂量监测结果（检测报告）统一管理，建立档案，长期保存至离岗 30 年。

（2）工作场所辐射环境检测

企业每年委托有监测资质的单位对辐射工作场所进行年度监测；连同年度辐射环境评估报告一并在次年 1 月 30 日前送交环保部门。

企业每两周用巡检仪对工作场所进行环境自检，保存相关记录。

辐射项目试运行 3 个月内委托开展竣工验收监测。

2. 环境监测仪器配备

本项目 2 名源库管理人员，每人均配备 1 枚个人剂量计，进入放射源库工作时随身佩戴。放射源库配备 2 台有效的个人移动式报警仪（EPD），人员进入源库时随身佩戴。

企业内已配备 5 台 X-γ 剂量率巡检仪和 2 台中子剂量率巡检仪。

**辐射事故应急**

1. 辐射事故应急响应机构、预案

企业内已制定了《放射源异常事件和事故应急处置方案》，涵盖了人员配置、现场应急处置程序、现场应急措施和事件报告流程 4 个方面的主要内容。该方案人员配置论述清晰，现场应急处置程序明确，应急措施有效，事情报告流程符合国家要求，同时该方案对各类事故分级、放射源异常事件/事故、放射源被盗、丢失都给出了详尽的响应方案，并在《辐射事件事故应急预案》中要求每年组织一次应急演练。应急方案较为完善，为现行有效的辐射事故应急预案。

2. 现有核技术利用项目应急预案的执行情况评价

分析认为，现有的应急预案能够满足标准的要求，执行情况良好。

表 13 结论与建议

**结论**

1. 项目概况

本项目建设单位江苏核电有限公司扩建 1 座源库和硼浓度在线监测系统。源库计划存放 8 台 $^{192}$Ir γ 射线探伤机（源强 4.44×10$^{12}$Bq×8 枚，承包商所有）、1 台 $^{60}$Co γ 射线探伤机（源强 3.70×10$^{12}$Bq×1 枚，承包商所有）、78 枚现有放射源（存于现有放射源库）和 267 枚新放射源（已备案，拟采购）。硼浓度在线监测系统使用 2 枚 III 类中子放射源（$^{239}$Pu-Be 源，源强 1.30×10$^{11}$Bq）。项目运行后对环境的主要影响是源库内存放的放射源和硼浓度在线监测系统产生的 γ 射线和中子射线。

江苏核电有限公司位于江苏省连云港市连云区田湾，拟建源库和硼浓度监测系统周围 50m 范围内没有居民点、学校等。经检测，EN 厂房基址（含拟建源库）和硼浓度监测系统区域环境空气 X-γ 剂量率水平在（64~154）nSv/h 范围（未扣除宇宙射线响应值），扣除仪器对宇宙射线的响应（24nSv/h）后，处于江苏省环境放射性本底水平的正常范围内。EN 厂房基址和硼浓度监测系统区域中子辐射环境本底均<10 nSv/h。

2. 辐射安全防护结论

企业按照《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）和《压水堆核电站辐射屏蔽设计准则》（NB/T 20194-2012）的要求，对辐射工作场所按照控制区（红区、橙区、黄区、绿区）和监督区分区管理，控制区和监督区外设置电离辐射警示标志。放射源库安装剂量监控、视频监控，源库外室可实时了解源库内情况。硼浓度在线监测系统辐射安全防护措施满足核电站分区管理的要求。

辐射工作人员在上岗前参加环保部门组织的辐射防护知识培训，经考核合格后上岗操作。辐射工作人员在工作时佩带个人剂量计（TLD）和个人剂量报警仪（EPD）。企业配备 5 台 X-γ 剂量率巡检仪和 2 台中子剂量率仪定期自检。

3. 环境影响分析结论

对拟建的源库和硼浓度在线检测系统屏蔽计算结果表明：运行后辐射工作人员和周围公众受到的最大年剂量均满足国标《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值要求，并低于剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）。同时满足周剂量限值要求（职业人员 100μSv/周，公

众 5μSv/周）。

在现有的设计参数条件下，源库四周 30cm 处和硼浓度在线监测系统所在房间外 30cm 处的辐射剂量率均小于 2.5μSv/h，参考满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）中的辐射防护要求。

本项目无气态和液态废物产生，放射源委托有资质的单位进行运输，退役源由中子源供货单位回收。上述三废处置措施满足环境保护要求，不会对环境造成不利影响。

4. 可行性分析结论

本项目源库和硼浓度在线监测系统出于企业正常生产需要，其设计采取多项辐射安全措施，采取保守的屏蔽设计方案，使得人员受照剂量和环境辐射剂量率处于较低的水平，符合“辐射防护三原则”的要求。

源库和硼浓度在线监测系统评价 50m 范围内没有居民点环境敏感点，项目选址可行。

总之，从保护环境的角度而言，在实现本项目“三同时”一览表（附后）中的各项辐射防护措施的条件下，本项目是可行的。

**建议**

**1. 建议**

（1）该项目运行前，根据源库的建设情况、硼浓度在线监测系统和放射源的情况，制定“设备维护保养制度”；

（2）严格落实本项目中对辐射安全防护的承诺，尤其是对附加屏蔽措施的承诺；

（2）该项目运行中，严格遵循操作规程，加强对操作和管理人员有关辐射防护培训，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响。

（3）确保源库内放射源的安全，严格禁止私自外带或处理放射源，防止废源的丢失、被盗。定期盘点源库内放射源，开展辐射环境的检测，及时处理事故隐患。

表 14 审批

| |
|---|
| 下一级环保部门预审意见：<br><br>公　章<br>经办人　　年　月　日 |
| 审批意见：<br><br>公　章<br>经办人　　年　月　日 |