

报告编号：029-GB-R-2022-H17-0.M.N.EPC1-004

项目号：M-2022SZEP201F

## 福建福清核电厂5、6号机组 竣工环境保护验收监测报告



---

苏州热工研究院有限公司

2022-08-08



## 苏州热工研究院有限公司

Suzhou Nuclear Power Research Institute Co., Ltd.

### 技术报告

Technical Report

文件编码: 029-GB-R-2022-H17-0.M.N.EPC1-004

项目号: M-2022SZEP201F

正文页数+附件页数: 15+0

### 福建福清核电厂 5、6 号机组

### 竣工环境保护验收监测报告（公示版）

关键词 (Key Words):

	编写 Drafted by	校核 Checked by	审查 Reviewed by	批准 Approved by
姓名 (Name)	陈超峰	朱荣旭	孙雪峰	赵锋
签字 (Signature)				
日期 (Date)	2022-08-08	2022-08-08	2022-08-08	2022-08-08

项目负责人: 陈超峰

项目参加人员: 曾帆; 杨立涛; 朱荣旭



---

## 目录

<b>1 项目概况</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目基本情况.....	1
1.2 机组建设及运行情况.....	1
1.3 本工程流出物排放量批准值.....	1
<b>2 环境保护措施</b> .....	<b>2</b>
2.1 放射性废气治理设施.....	2
2.2 放射性废液治理设施.....	3
2.3 放射性固体废物治理设施.....	4
2.4 其他污染及治理设施.....	5
2.4.1 生活污水产生与治理.....	5
2.4.2 循环冷却水产生与治理.....	5
2.4.3 温排水的产生与监测.....	5
2.4.4 非放射性固体废物的产生与治理.....	6
2.4.5 电磁辐射.....	6
2.4.6 噪声.....	6
2.5 辐射监测系统.....	6
<b>3 验收标准</b> .....	<b>7</b>
3.1 污染物排放标准.....	7
3.1.1 流出物排放.....	7
3.1.2 废水.....	7
3.2 环境质量标准.....	7
3.2.1 外围辐射环境监测评价标准.....	7

---

3.2.2 海水水质标准.....	8
3.2.3 电磁环境.....	8
3.2.4 声环境.....	8
<b>4 验收监测结果.....</b>	<b>8</b>
4.1 污染物排放监测结果.....	8
4.1.1 污染物排放监测.....	8
4.1.2 废水排放.....	9
4.1.3 电磁环境.....	9
4.1.4 噪声.....	9
4.2 环境质量监测结果.....	9
4.2.1 外围辐射环境质量监测.....	9
4.2.2 声环境监测.....	13
4.2.3 海水（非放部分）监测.....	13
<b>5 验收结论.....</b>	<b>13</b>
5.1 环保设施调试运行效果.....	13
5.1.1 环保设施处理效果监测结果.....	13
5.1.2 污染物排放监测结果.....	13
5.2 工程建设对环境影响.....	14

## 1 项目概况

### 1.1 项目基本情况

福建福清核电厂位于突入兴化湾的岐尾山，北、南、西三面环海，东北侧与陆地连接。厂址北北西距省会福州市 71 km，距福清市 32 km，西距莆田市 43 km，根据全厂总体规划，1、2 号机组布置在厂区的西部，3、4 号机组布置在厂区中部，5、6 号机组布置在厂区东部，4 号与 5 号机组间距为 250 m，5 号与 6 号机组间距为 220 m。

本工程为福清核电厂 5、6 号机组，采用自主化三代百万千瓦级压水堆核电机组“华龙一号”，建设单位为福建福清核电有限公司，目前，5、6 号机组已建成发电，每台机组的发电机额定电功率约 1161 MWe。

### 1.2 机组建设及运行情况

本工程 5 号机组于 2015 年 5 月 7 日正式开工建设；2020 年 9 月 10 日首次装料，2021 年 1 月 30 日投入商业运行。

本工程 6 号机组于 2015 年 12 月 22 日正式开工建设，2021 年 11 月 10 日开首次装料，2022 年 3 月 25 日投入商业运行。

### 1.3 本工程流出物排放量批准值

生态环境部《关于〈福建福清核电厂 5、6 号机组环境影响报告书（运行阶段）〉的批复》（环审[2020]105 号）批准了福建福清核电厂 5、6 号机组流出物的年排放量如下：

气载放射性流出物：惰性气体， $1.15\text{E}+14$  Bq/a；碘， $1.10\text{E}+09$  Bq/a；粒子， $1.68\text{E}+08$  Bq/a；H-3， $8.26\text{E}+12$  Bq/a；C-14， $6.91\text{E}+11$  Bq/a。液态放射性流出物：

H-3,  $8.26\text{E}+13$  Bq/a; C-14,  $5.06\text{E}+10$  Bq/a; 其余核素(除 H-3、C-14 外),  $1.30\text{E}+10$  Bq/a。

根据生态环境部批复的放射性流出物年排放量及相关标准要求,福建福清核电有限公司制定了严格的放射性流出物和放射性固体废物的控制指标,并严格执行。

## 2 环境保护措施

本项目产生的主要污染物包括:放射性废气、废液、固体废物,以及非放射性废物等。此外,工程运行过程中产生的噪声、输变电过程产生的电磁辐射也是潜在的环境影响源。本次验收监测就可能的污染源及其治理情况进行了分析和检查,并给出了相应的结论。

### 2.1 放射性废气治理设施

本项目建设了废气处理系统和厂房通风系统等放射性废气监测、治理设施。本项目放射性废气的来源包括燃料厂房通风系统、安全厂房机械设备区通风系统、核辅助厂房通风系统、放射性废物厂房通风系统、安全壳连续通风系统、安全壳内空气净化系统、安全壳大气监测系统、安全壳换气通风系统和环形空间通风系统。

本项目针对核岛区域的放射性废气采用贮存衰变的处理工艺,主要工艺设备为贮存衰变罐和过滤净化装置,处理后的气体经放射性监测仪排入烟囱排向环境大气。

本项目 5、6 号机组运行期间,严格遵守技术规程和管理程序,对废气排放实施有效的控制和管理。在运行期间,气态流出物排放控制良好,其年排放量未超过相应的年排放量批准值,月排放量未超过年排放量批准值的 1/5,季度排放

量未超过年排放量批准值的 1/2，满足相关标准及核电厂管理要求。

放射性废气管理总结如下：

- (1) 本项目放射性废气处理设施建设内容与环评报告书一致，并与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。
- (2) 废气处理系统的净化效果良好，符合设计要求。调试期间按照程序开展了高效过滤器过滤效率、碘吸附器过滤效率和泄漏率等效果试验，结果符合接受准则。
- (3) 本项目运行期间，气态流出物年排放量低于生态环境部批准的年排放限值。

## 2.2 放射性废液治理设施

本项目建设了废液处理相关系统，主要包括硼回收系统、废液处理系统、核岛废液排放系统、放射性废水回收系统、核岛疏水排气系统、常规岛废液收集系统、常规岛废液排放系统等。

放射性废液系统用于控制、收集、处理、输送、贮存、监测和排放核电站正常运行期间（包括发生预期运行事件时）产生的放射性废液。放射性液体废物处理系统采取过滤、除盐和蒸发净化的方式来实现放射性废液的处理。液态流出物排放采用槽式排放方式，排放前需要进行监测分析，符合排放标准后排放。

在调试运行期间，放射性液态流出物排放控制良好，年排放量未超过相应的批准限值，月排放量未超过年排放量批准值的 1/5，季度排放量未超过年排放量批准值的 1/2，液态流出物排放的除 H-3、碳 14 外其余核素浓度未出现超过 900Bq/L 的浓度控制值，满足相关标准及核电厂管理要求。

放射性废液管理总结如下：

- (1) 本项目放射性废液处理设施建设内容与环评报告书一致，并与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。
- (2) 废液处理系统及相关系统的调试工作严格按调试大纲要求执行，结果符合设计要求。
- (3) 本项目运行期间，液态流出物排放量低于生态环境部批准的年排放量限值，并满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）要求的排放浓度限值要求。

### 2.3 放射性固体废物治理设施

本项目放射性固体废物主要分为工艺废物（浓缩液、废树脂、废活性炭、废过滤芯等）、杂项干废物（抹布、防护衣物、纸等）。

放射性固体废物系统设计用于收集、暂存、固化（固定）、压实、降解、包装和临时贮存核电厂运行和维修时所产生的放射性废物。核辅助厂房产生的废树脂和废过滤器芯用屏蔽运输车送到核废物厂房处理。核废物厂房中的固体废物处理系统用于进行浓缩液、废树脂、废活性炭及废过滤芯的处理，浓缩液、废树脂、废活性炭采用水泥固化处理，废过滤芯采用水泥浆（湿混料）固定，可降解废物处理系统用于处理可降解废物的降解处理，杂项干废物送 1、2 号机组的核废物厂房进行分拣、压缩处理，处理后产生的废物包送 1、2 号机组的放射性废物暂存库暂存。福建福清核电厂 1、2 号机组 QT 库的库容按 6 台机组运行 5 年产生的废物量进行设计，本工程不再新建。

放射性固体废物管理总结如下：

- (1) 本项目放射性固体废物处理系统建设内容与环评报告书一致，并与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。
- (2) 放射性废物管理系统、厂址废物处理设施运行正常。
- (3) 本项目 2021 年产生的放射性固体废物产生量低于设计产生量。



## 2.4 其他污染及治理设施

### 2.4.1 生活污水产生与治理

本项目生活污水主要来源：5、6 号机组主厂区各个厂房、车间、实验室、办公楼等处卫生设备以及洗衣房等排放的污水。

本项目新建了生活污水处理站（ED4），本次验收，对出水水质进行了取样监测，监测结果满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准和《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中的绿化回用标准。

### 2.4.2 循环冷却水产生与治理

本工程运行期间，对取水口和排水口附近海域进行了水质分析，除本工程所在海域磷酸盐外，其他指标监测结果均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）三类水质的要求，且磷酸盐的监测结果在 5、6 号机组运行前开展的现场调查结果范围内。

### 2.4.3 温排水的产生与监测

本工程运行期间，机组凝汽器进出口水温的监测结果表明凝汽器进出口最大温升小于设计温升，2022 年 5 月对 6 台机组功率运行情况下周围海域温排水影响的航空遥感监测结果表明：1.0℃以上温升区面积约 0.43 km<sup>2</sup>，远小于环评报告预测的 24.6 km<sup>2</sup>，4.0℃以上温升 0.05km<sup>2</sup>，未超过国家海洋局国管海字[2014]673 号《国家海洋局关于福建福清核电厂 5-6 号机组工程用海有关问题的函》以及国家海洋局国管海字[2011]37 号《关于福建福清核电一期工程项目用海的批复》中的批复范围。

#### 2.4.4 非放射性固体废物的产生与治理

对各类非放射性固体废物，核电厂与具备相关资质的单位签订了委托处置协议。危险化学品委托莆田华盛环保产业发展有限公司、尤溪县鑫辉润滑油再生利用有限公司和福建卓森源环保科技有限公司等具有危险废物处置资质的单位进行处理处置。一般固体废物处理委托上海申亿机电设备安装有限公司进行管理和处置。

#### 2.4.5 电磁辐射

本次验收内容包括 500 kV 开关站和输电线路的电磁环境影响，现场监测结果表明，电磁辐射各项指标均符合相应验收标准的要求。

#### 2.4.6 噪声

本次验收对核电站厂址边界和最近居民点的噪声进行了监测，监测结果表明厂址边界和最近居民点的噪声均满足相应验收标准的要求。

### 2.5 辐射监测系统

本工程流出物监测包括在线监测与实验室分析。在线监测通道配置及报警阈值设计满足批复的环境影响报告书的要求。

本项目流出物实验室的建设和仪器设备配置满足批复的环境影响报告书的要求，已按照环境影响报告书的要求开展流出物监测。

本项目环境监测系统共用全厂已建成的辐射环境在线监测系统和环境实验室。辐射监测设施满足批复的环境影响报告书要求。

### 3 验收标准

#### 3.1 污染物排放标准

##### 3.1.1 流出物排放

本项目流出物排放的验收标准为生态环境部对本项目的环评批复要求,即 5、6 号机组的放射性流出物年允许排放量低于批准的年排放总量。同时按《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)第 6.6 条款规定,核动力厂的年排放总量按季度和月控制,每个季度的排放总量不应超过所批准的年排放总量的二分之一,每个月的排放总量不应超过所批准的年排放总量的五分之一。

##### 3.1.2 废水

根据环境影响报告书,生活污水回用执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002)中城市绿化水水质标准,排放水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)中的一级 A 标准。

##### 3.1.3 噪声

厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中 3 类标准(昼间 65 dB(A), 夜间 55 dB(A))。

#### 3.2 环境质量标准

##### 3.2.1 外围辐射环境监测评价标准

根据《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)中的第 6.1 条规定:任何厂址的所有核动力堆向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量,每年必须小于 0.25 mSv 的剂量约束值。本工程公众的有效剂量约束值为 0.08 mSv/a。

### 3.2.2 海水水质标准

根据环境影响报告书及福建省人民政府文件闽政[2011]45 号《福建省人民政府关于印发福建省近岸海域环境功能区划（修编）的通知》，福清核电附近海域环境功能区主导功能为一般工业用水，为三类海域，执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中三类标准。

### 3.2.3 电磁环境

开关站及输电线路工频电场强度和磁感应强度执行《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）规定的相关限值，即工频电场强度控制限值为 4000 V/m，磁感应强度 100  $\mu$ T。

### 3.2.4 声环境

环境敏感点执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准（昼间 60 dB（A），夜间 50 dB（A））。

## 4 验收监测结果

### 4.1 污染物排放监测结果

#### 4.1.1 污染物排放监测

对流出物的竣工环境保护验收监测，主要由验收监测单位与福清核电厂在验收期间共同采样、分别开展监测，并对双方的监测结果进行一致性分析。

验收监测结果表明：本项目气、液态流出物排放量均低于国家批准的年排放量限值，并符合《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）对流出物排放控制的相关规定。

## 4.1.2 废水排放

生活污水处理站出水水质监测结果表明：污水处理站出水水质满足 GB 18918-2002 一级 A 的排放标准，和 GB/T 18920-2002 的绿化回用标准。

## 4.1.3 电磁环境

本项目 500kV 开关站及输电线路工频电场强度和磁感应强度的监测结果均小于验收标准《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014) 中的工频电场强度 4000 V/m, 磁感应强度 100  $\mu$ T。

## 4.1.4 噪声

核电厂厂界监测点噪声监测结果满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 中 3 类标准(昼间 65 dB (A), 夜间 55 dB (A)) 要求。

## 4.2 环境质量监测结果

### 4.2.1 外围辐射环境质量监测

本次验收监测外围辐射环境监测结果采用核电厂 2021 年 1 月~2022 年 5 月的监测数据。

#### (1) 空气吸收剂量率

核电厂在厂外设了 7 个自动监测站、44 个环境 $\gamma$ 累积空气吸收剂量监测点、44 个瞬时  $\gamma$  空气吸收剂量监测点，同时布设对照点。根据监测结果，未监测到由于福清核电厂气载放射性流出物排放而引起辐射环境异常。

#### (2) 空气中放射性

核电厂在东元村、西山村、气象站旁和前薛村设置气溶胶监测点位，气溶胶样品进行 $\gamma$ 核素、总 $\alpha$ 和总 $\beta$ 分析，监测频次为 1 次/月；在东元村和前薛村设置监测点位，监测空气中 H-3、C-14、碘，和沉降灰中 $\gamma$ 核素、总 $\beta$ 、Sr-90，监测频次为 1 次/季度；

监测结果表明：

气溶胶样品的总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 活度浓度处于机组运行前同一水平；关注的人工 $\gamma$ 核素，所有监测结果均小于探测限。

空气中 H-3、C-14 处于机组运行前同一水平，空气中 I-131、I-133 监测结果均低于探测限。

沉降灰样品中总 $\beta$ 活度浓度处于机组运行前同一水平；Sr-90 的监测结果处于机组运行前的同一水平；关注的人工 $\gamma$ 核素，所有监测结果均低于探测限。

### （3）水体放射性

#### ① 降水

在东元村和前薛村设置降水监测点位，监测频次为 1 次/季度，进行雨水中 H-3 和  $\gamma$  核素分析。监测结果表明：雨水中 H-3 的监测结果均低于探测限，关注的人工 $\gamma$ 核素，所有监测结果均低于探测限。

#### ② 地表水及岸边沉积物

在华南河、官厅水库、魏庄水库设置地表水及其沉积物监测点位，地表水监测 H-3 和  $\gamma$  核素，监测频次为 1 次/半年。地表水沉积物监测  $\gamma$  核素和 Sr-90，监测频次为 1 次/年。

监测结果表明：地表水中 H-3 和关注的人工 $\gamma$ 核素监测结果均低于探测限；地

表水沉积物中 Sr-90 的监测结果处于机组运行前同一水平, 关注的人工 $\gamma$ 核素, 监测结果均低于探测限。

地表水及岸边沉积物中监测结果处于正常水平。

### ③ 饮用水

在前薛村和泽歧村设置饮用水监测点位, 监测总 $\beta$ 、H-3 和 $\gamma$ 核素, 监测频次为 1 次/半年。

监测结果表明: 饮用水水中 H-3 和关注的人工 $\gamma$ 核素监测结果均低于探测限; 总 $\beta$ 监测结果均处于机组运行前同一水平; 饮用水中放射性监测结果均处于正常水平。

### ④ 地下水

在虎邱村设置地下水监测点位, 监测 H-3 和 $\gamma$ 核素, 监测频次为 1 次/半年。

监测结果表明: 地下水中 H-3 和关注的人工 $\gamma$ 核素监测结果均低于探测限; 地下水中放射性监测结果均处于正常水平。

### ⑤ 海水、海底泥及潮间带土

在福清核电厂排放口附近海域设置监测点, 以 1 次/月的频次监测 $\gamma$ 核素, 以 1 次/半年的监测频次监测 Sr-90; 在取水口和排水口附近海域设置监测点位, 以 1 次/半月的监测频次监测 H-3; 在核电厂西、北和东方位的海域设置监测点位, 以 1 次/半年的频次监测 $\gamma$ 核素; 在排放口、核电厂西、北和东方位的海域设置监测点位, 以 1 次/年的频次监测海底泥中 $\gamma$ 核素和 Sr-90。

监测结果表明: 海水中 H-3、Sr-90 和 Cs-137 的监测结果处于机组运行前同一水平, 除 Cs-137 外其他关注的人工 $\gamma$ 核素分析结果均低于探测限。海底泥中

Sr-90 和 Cs-137 监测结果处于机组运行前同一水平,除 Cs-137 外其他关注的人工  $\gamma$ 核素分析结果均低于探测限。

#### (4) 土壤中放射性

在前薛村、韩瑶村、北岭村、文场村和下楼村设置监测点位,监测 Sr-90 和  $\gamma$ 核素分析,监测频次为 1 次/年。

监测结果表明:土壤中 Sr-90 和 Cs-137 的监测结果处于机组运行前同一水平,除 Cs-137 外其他关注的人工  $\gamma$ 核素分析结果均低于探测限。

#### (5) 陆生生物放射性

在江镜镇、三山镇、沙埔镇、江镜农场、福清市郊、东阁华侨农场设置陆生生物监测点位,采集的生物种类包括草鱼、鲢鱼、相思树叶、罗非鱼、牛奶、羊肉(骨)、鸡肉、甜瓜、豆角、芹菜、空心菜、花生、红薯和大米,进行 C-14、 $\gamma$ 核素分析,其中花生、豆角、甜瓜、羊肉(骨)和相思树叶增加 Sr-90 分析,监测频次 1 次/年。

监测结果表明:陆生生物放射性活度浓度水平处于机组运行前同一水平,未见异常。

#### (6) 海洋生物放射性

在厂址周围、小麦屿、三山镇附近海域、沙埔镇附近海域、江镜镇设置海洋生物监测点位,采集的生物种类包括海带、紫菜、蛭子、明虾、蚬子、乌母鱼、红鱼、鲈鱼、八爪鱼和牡蛎,进行 C-14、 $\gamma$ 核素分析,其中牡蛎增加 Sr-90 分析,监测频次 1 次/年。

监测结果表明:海洋生物中生物放射性活度浓度水平处于机组运行前同一水平,未见异常。



## 4.2.2 声环境监测

为了解核电厂运行对周围声环境影响，对离核电厂最近的居民点进行噪声监测。监测结果均满足《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的 2 类功能区标准要求。

## 4.2.3 海水（非放部分）监测

核电厂对 5、6 号机组进水口、排放口附近海域海水水质进行非放射性指标监测。除磷酸盐外，其他指标监测结果均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）三类水质标准，海水中磷酸盐的浓度仍处于机组运行前调查结果范围内。

# 5 验收结论

## 5.1 环保设施调试运行效果

### 5.1.1 环保设施处理效果监测结果

本项目在试运行期间，环保设施已投入使用，落实了“三同时”制度，“三废”处理系统满足设计及建造要求，各系统运行正常。厂区生活污水达标排放。

### 5.1.2 污染物排放监测结果

#### （1）流出物排放

流出物排放与监测系统相关设计满足要求，气载放射性流出物和液态放射性流出物的排放量均低于批准值，并符合《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）对流出物排放量控制的相关规定。

#### （2）电磁辐射

500kV 开关站及出、入线附近周围工频电场强度、磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求。

### （3）废水（非放射性）排放

生活污水处理后满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）中城市绿化水水质标准，和《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中的一级 A 标准。

### （4）厂界噪声

厂界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类声环境功能区限值要求。

## 5.2 工程建设对环境的影响

### （1）辐射环境质量

核电厂周围环境介质中放射性核素浓度及环境辐射水平与机组运行前环境辐射水平相当。

### （2）声环境

环境敏感点昼间噪声、夜间噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类功能区标准限值要求。

### （3）海水质量

监测结果表明，核电站附近海域海水水质基本保持在本项目运行前的调查结果范围内，本项目运行后没有对周边海水水质指标造成不良影响。

综上所述，核电站按照环境影响报告书及其批复要求落实相关环境保护措施，

建成的废物处理系统、流出物监测系统和环境监测系统等环保配套设施试运行正常，本工程运行期间流出物排放满足国家标准要求，非放射性废水和噪声达标排放，运行期间，周围环境质量满足原有功能区划的要求，未对核电站周围辐射环境造成可察觉的影响。

