

秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存  
系统改造项目（秦山地区乏燃料干法贮存项目  
（第一阶段））竣工环境保护验收监测报告

浙辐监（YS）字 2023 第 010 号



建设单位：中核核电运行管理有限公司

编制单位：浙江省辐射环境监测站



2023 年 7 月

建设单位法人代表：黄滔 (签字)

编制单位法人代表：叶俊 (签字)

项目负责人：王娟

报告编写人：王娟 楼淑芬 梁梅燕

建设单位：中核核电运行管理有限公司 编制单位：浙江省辐射环境监测站

电话：0573- 86381429

电话：0571-28990820

传真：0573- 86653433

传真：0571-28869200

邮编：314300

邮编：310012

地址：中国浙江海盐

地址：杭州市文一路 306 号

# 目 录

<b>1 项目概况</b> .....	<b>1</b>
<b>2 验收依据</b> .....	<b>3</b>
2.1 法律、法规和规章制度.....	3
2.2 验收技术规范.....	3
2.3 环境影响报告书及其审批部门审批决定.....	3
2.4 其他相关文件.....	4
<b>3 项目建设情况</b> .....	<b>5</b>
3.1 地理位置及平面布置.....	5
3.2 建设内容.....	12
3.3 工艺介绍.....	12
3.4 放射性废物和源项.....	29
3.5 项目变动情况.....	29
<b>4 环境保护设施</b> .....	<b>30</b>
4.1 防护设计.....	30
4.2 其他环境保护设施.....	31
4.3 环保设施投资及“三同时”落实情况.....	32
<b>5 环境影响报告表主要结论与建议及其审批部门审批决定</b> .....	<b>33</b>
5.1 环境影响报告表主要结论与建议.....	33
5.2 审批部门审批决定.....	36
<b>6 验收执行标准</b> .....	<b>37</b>
<b>7 验收监测内容</b> .....	<b>38</b>
7.1 工作场所监测.....	38
7.2 环境质量监测.....	38
7.3 监测时间和监测单位.....	39
<b>8 质量保证和质量控制</b> .....	<b>40</b>
8.1 监测方法.....	40
8.2 监测仪器.....	40
8.3 人员能力.....	42
8.4 实验室认可认证.....	42

<b>9 验收监测结果</b> .....	<b>43</b>
9.1 生产工况 .....	43
9.2 辐射防护设施的防护效果 .....	43
9.3 工程建设对环境的影响 .....	51
<b>10 验收监测结论</b> .....	<b>52</b>
10.1 环保设施调试运行效果 .....	52
10.2 工程建设对环境的影响 .....	52
10.3 环境保护设施落实情况 .....	52
<b>11 建议</b> .....	<b>53</b>
附件 1: 《关于秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表的请示》（中核运行核安发〔2020〕80 号） .....	54
附件 2: 关于秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告书的批复（环审〔2021〕32 号） .....	56
附件 3: 关于秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）初步设计审查的批复 .....	59
附件 4: 转运及试运行期间工作人员剂量统计 .....	62
附件 5: 《秦山地区乏燃料干法贮存项目联合试运转总结报告》（节选） .....	65
附件 6: 干法贮存设施相关管理制度（封面） .....	70
附件 7: 定期辐射监测数据统计 .....	72
附件 8: 建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表 .....	75

# 秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造 项目（秦山地区乏燃料干法贮存项目 （第一阶段））竣工环境保护验收监测报告

## 1 项目概况

中核运行所在的秦山核电基地位于中国浙江省嘉兴海盐县，处于华东电网的负荷中心地区，是中国大陆核电的发源地。秦山核电厂（下文称“秦一厂”）30 万千瓦压水堆核电机组是我国自行设计、自行建造、自己运行管理的第一座原型压水堆核电站。秦山第二核电厂（下文称“秦二厂”）共有 4 台 65 万千瓦压水堆核电机组，分两批建设。秦山第三核电厂共有 2 台 70 万千瓦重水堆核电机组，方家山核电工程共有 2 台 100 万千瓦压水堆核电机组，是我国自主设计、建造、运营管理的核电项目。

由于秦山核电压水堆机组部分关键设备采购自国外，受到我国与设备供应国家相关协定约束，对乏燃料外运有相应的制约。秦一厂已接受国际原子能机构核保障监督，秦二厂已作为自愿交保单位。因此，乏燃料后处理大厂建成前，秦一厂 320MWe 机组与秦二厂 4 台 650MWe 机组乏燃料均无法外运。

在后续干法贮存成为常态化的情况下，一个功能完备的干法贮存设备厂房是实施乏燃料干法贮存的先决条件之一，干法转运容器及配套设备的操作和贮存、检修等都需要一个能实现放射性物质包容的专用厂房。

根据秦一厂目前的换料模式，每 15 个月将产生 40 组乏燃料。乏燃料水池不仅要贮存不再回堆的乏燃料组件，还要预留一个紧急堆芯卸料（121 组）和一个换料批新燃料（40 组）的位置，实际可贮存乏燃料组件 940 组。因此，预计秦一厂乏燃料水池将在 2024 年达到满容状态。秦一厂乏燃料最终运往后处理厂进行处理，符合我国核燃料闭式循环的技术路线。但目前受制于国际核保障制约，秦一厂的乏燃料组件无法实现外运。如果乏燃料水池满容，核电站将面临无法换料的风险。所以急需采取干式贮存方式作为乏燃料离堆中间贮存措施，以解决秦

一厂在运行许可证延续期间所面临的乏燃料水池满容问题，并为后处理大厂的建成争取时间。

作为核电厂的附属设施，干式贮存设施的规划方案中已考虑乏燃料回取的相关接口和技术要求，并对乏燃料回取的主要操作流程进行了论证，证明乏燃料的回取是可行的。回取相关的科研、设计、建告工作与设施同时开展。

秦山核电有限公司已于 2012 年和中核清原环境技术有限公司签订了《乏燃料运输长期服务协议》，与中核瑞能科技有限公司签订了《乏燃料接收和贮存服务协议》。协议涵盖了秦一厂、方家山各机组和乏燃料发运、接收和贮存，协议长期有效。秦一厂乏燃料一旦具备发运条件，即可接协议开展外运工作。

为了解决干法贮存系统的转运容器、密封贮存罐，兼顾乏燃料运输容器以及两个项目相关辅助设备的贮存问题，保证干法贮存项目及转运项目的顺利进行，秦山核电站需建设干法贮存设备操作和贮存厂房。

2021 年 4 月 12 日，国家核安全局批复同意秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造，并批复同意项目环境影响报告表。

中核核电运行管理有限公司于 2023 年 6 月委托浙江省辐射环境监测站开展秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目竣工环保验收监测工作。

本项目为秦山地区干法贮存第一阶段，需新增贮存秦二厂 800 组 AFA2G/AFA3G 乏燃料组件的 25 台混凝土干法贮存容器、新增一座容器操作和贮存厂房、建设秦一厂和秦二厂的贮存厂址基础设施（混凝土基础底座、实物保护围栏等）。

验收监测单位接受委托后，开展了前期收资工作，并编制了验收监测方案。2023 年 7 月，开展了现场验收监测工作。在前期收资，资料研阅，建设单位和验收监测单位充分沟通，现场监测的基础上，完成了本验收监测报告的编制。

## 2 验收依据

### 2.1 法律、法规和规章制度

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；
- (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日；
- (3) 《中华人民共和国核安全法》，2018 年 1 月 1 日；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日；
- (5) 《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日；
- (6) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日。

### 2.2 验收技术规范

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB18871-2002；
- (2) 《核动力厂环境辐射防护规定》，GB6249-2011；
- (3) 《放射性废物管理规定》，GB14500—2002；
- (4) 《核设施流出物监测的一般规定》，GB11217-89；
- (5) 《核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求》，GB11216-89；
- (6) 《环境核辐射监测规定》，GB12379-90；
- (7) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，生态环境部公告2018年第9号，2018年5月15日。

### 2.3 环境影响报告书及其审批部门审批决定

- (1) 《秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表》，中国核电工程有限公司，2020年3月。
- (2) 《关于秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表的批复》，生态环境部，2021年4月12日。
- (3) 《关于批准秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造的通知》，生态环境部，2021年4月12日。

(4) 《关于秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）可行性研究报告的批复》，国家国防科技工业局，2020年12月31日。

(5) 《关于秦山地区乏燃料干法贮存项目初步设计审查的批复》，国家国防科技工业局，2021年12月28日。

## 2.4 其他相关文件

(1) 《秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）安全分析报告》，中国核电工程有限公司，2021年2月。

(2) 关于提交秦山第二核电站 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表审评问题回答的函，2020年6月。

(3) 《秦山地区乏燃料干法贮存项目联合试运转总结报告》，2022年12月。

(4) 《秦山核电压水堆乏燃料干法贮存设施运行管理规定》。

(5) 《秦山核电压水堆乏燃料干法贮存项目QW、QM辐射安全管理要求》。



### 3 项目建设情况

#### 3.1 地理位置及平面布置

##### 3.1.1 地理位置

###### (1) 场址地理位置

干法贮存设施建于秦山二期扩建项目联合泵房（PX）西侧，瞭望塔以北的空地处。厂址东北方向距离上海约 98.0km，西南方向距离杭州约 74.0km（均指直线距离）。

###### (2) 场址周围环境概况

距场址最近的居民点（自然村）有：

杨柳山村（二区），位于设施场址 WNW 方位，自然村边界距场址最近距离约为 0.85km；杨柳山村（三区）已搬迁。

设施半径 5km 范围内最大的集中居住人口中心为秦山街道中心（秦山街道办事处驻地，包括长川坝社区、长丰居委会），位于设施 WNW~NW 方向最近距离 2.7km；设施半径 5km 范围全部在海盐县秦山街道范围内，涉及 12 个行政村（社区、居委会），分别为北团村、永兴村、杨柳山社区、秦山社区、秦兴社区、落塘社区、庆丰社区、新联村、丰山村、长川坝社区、长丰居委会、澈东村。共包括 90 个自然村、居民点。

设施场址 80km 半径范围内只有位于设施场址 WSW 方位约 74km 处的杭州市市区一个百万人以上城市。





图 3-2 秦山第二核电站乏燃料贮存系统改造项目区域位置图

### 3.1.2 平面布置

本期工程平面布置见图 3-3~图 3-5。工程主要分为两大部分，贮存厂房区及贮存设施区。

(1) 贮存厂房北距原 220kV 门架约 52m（水平距离，下同），南距贮存设施 25.5m，东距原参观道路边 30.35m、原厂内氢气贮存供应站约 105m，西距厂区征地边界约 87m。贮存设施布置在瞭望塔北侧，距离瞭望塔约 125m，贮存设施围栏东距原参观道路约 14.5m、距联合泵房 PX 约 69m，西侧距离征地边界约 65m。

(2) 按工艺要求，贮存设施考虑辐射防护要求，其端墙、后墙、角墙设置厚度为 1m 的屏蔽墙。另，其四周需通过防护围栏与外界隔离，围栏距离贮存设施（混凝土模块）2m。围栏东侧设置大门，方便贮存区域与外界连通。

为节约用地及方便操作，贮存设施采用单排布置与背靠背布局两种方式进行布置。贮存设施前留有 13m 宽的场地，用于乏燃料设施的运输及转运操作。

(3) 竖向采用平坡式，地表水采用有组织的排放方式，通过雨水系统排出场外。本项目防洪设计最高水位暂定为 11.63m，贮存设施区域场地标高为 11.93m，略高于四周地势。贮存厂房建筑物室内标高为 12.23m，室内外高差为 0.3m，建筑物室外地坪标高为 11.93m。

根据厂址周围地形条件，场地平整后，本工程西侧与原场地形成边坡，最大坡高约 3.5m）

#### (4) 交通运输

##### 1. 对外交通

本工程通过在贮存设施东侧新建道路，与秦山二期扩建工程 PX 泵房西侧道路顺接，与二扩厂内道路连通，满足二厂、二扩乏燃料的运输要求；秦山一厂乏燃料运输可通过秦山隧道或秦山三期的海堤路，进入二厂的重型道路或废物暂存库（QT）、废物处理辅助厂房（QS）东侧的厂内道路与二扩保护区内部道路连通，从而到达贮存设施区域。详见附图 4.1-6 秦山地区乏燃料干法贮存项目拟建场地位置及运输流线图。

##### 2. 内部交通

本工程内部道路兼有运输、消防功能，保护区围栏内侧道路还起到巡逻作用。

贮存设施区域通过设施区域前 13m 宽的空间进行运输及乏燃料的转运操作，并兼有消防功能。通过对其东侧原有道路的改造，与贮存厂房相连，方便运输车辆的存放，并且在贮存设施区域的车辆出入口附近设置人员应急出入口。

(5) 室外管沟

根据现有资料及该区域室外管线图纸，场址北侧有一条电缆沟 GM（JM-TD 电缆沟），距离改建参观道路坡顶线 7m，施工期间需注意保护。另外，现场原参观道路西侧，有一条临时电缆沟，在本工程用地范围内，业主可根据需要进行拆除或保留。

(6) 实物保护

按实保要求，贮存厂房需建在控制区以内，贮存设施需建在保护区以内。本工程集中布置在保护区内，方便进行管理。在新建保护区围栏内侧，布置 4m 宽的巡逻通道，与原二扩厂内道路连通。

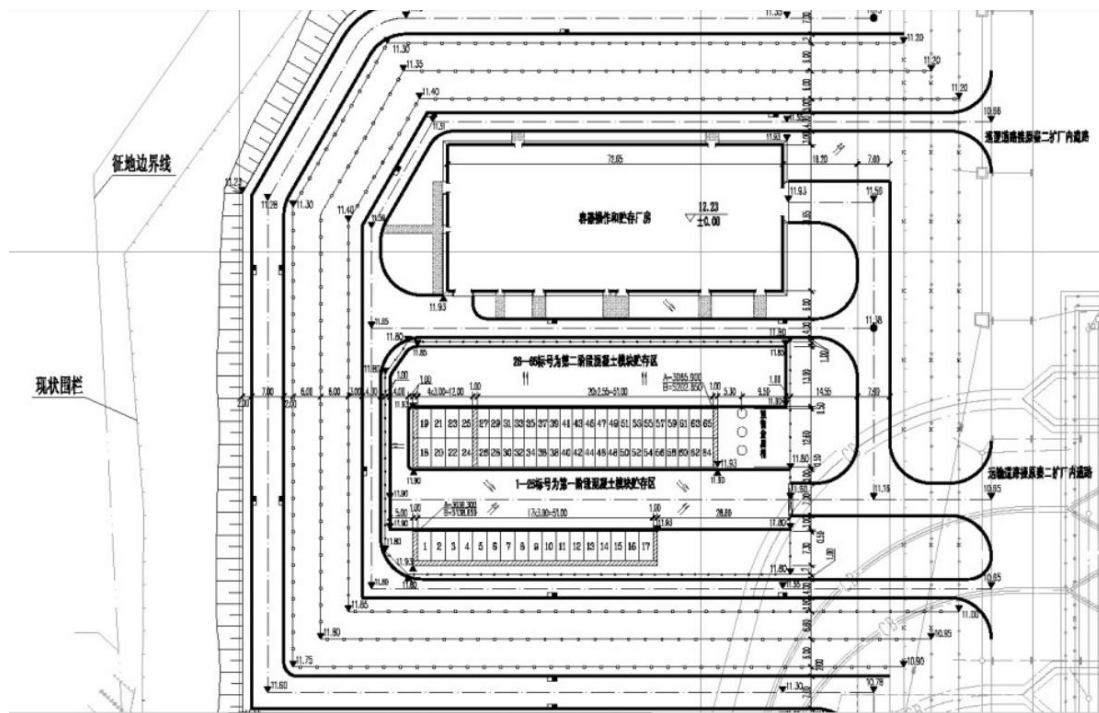


图 3-3 本期工程平面布置图



图 3-4 本期工程现场布置图





## 3.2 建设内容

本项目包括乏燃料干法贮存设施（下简称贮存设施）及容器操作和贮存厂房（下简称贮存厂房）两部分，统一规划、分两阶段建设。第一阶段建设内容为标号 1—25 号的贮存设施和厂房，第二阶段建设内容为 26—65 标号的贮存设施。目前 1 号、2 号贮存模块已装满乏燃料组件（共 64 组）。

## 3.3 工艺介绍

### 3.3.1 干法贮存设施

本项目采用混凝土容器作为乏燃料贮存容器。秦二厂核电站采用 AFA2G/AFA3G 型燃料组件，组件基本参数详见表 3.3-1。组件最大卸料燃耗为 55MWd/kgU，最高  $^{235}\text{U}$  初始富集度为 4.45%。

表 3-1 燃料组件特性参数（AFA2G/AFA3G 燃料组件）

参数名称, 单位	数值
燃料元件类型	AFA2G/AFA3G
燃料棒数量	264
导向管数量	24
仪表管数量	1
燃料组件质量, kg	667.8
燃料组件总长度（冷态）, mm	4104.9
活性区长度（冷态）, mm	3657.6
燃料组件最大截面尺寸（冷态）, mm	214×214
燃料棒外形尺寸（冷态）, mm	3867.1（总长）
芯块材料	UO <sub>2</sub>
芯块直径, mm	8.192
芯块密度, g/cm <sup>3</sup>	10.41
新燃料棒预充压, MPa	2.0
燃料棒气腔长度, mm	180.9
包壳材料	Zr-4//M5 合金
包壳厚度, mm	0.57
燃料棒中心距, mm	12.6
定位格架材料	Zr-4//M5 合金、因科镍
定位格架数	8
$^{235}\text{U}$ 最大初始富集度	4.45%



### 3.3.1.1 乏燃料干法贮存系统和设备描述

混凝土干法贮存系统主要包括钢筋混凝土水平贮存模块、金属密封贮存罐和转运容器。混凝土干法贮存系统的辅助设备包括转运容器和密封罐之间的环隙密封圈、真空干燥系统和焊接系统以及转运系统等，用于密封罐装料、排水、充惰性气体、密封操作和密封罐的转运。转运系统包括容器吊具、液压缸系统、牵引车、转运拖车、容器托架和定位系统等。

混凝土干法贮存系统是在混凝土水平贮存模块中水平干法贮存封装在密封罐中的乏燃料组件。每个贮存模块中布置两个滑轨，用于水平贮存密封罐。混凝土贮存模块上布置空气入口和空气出口。乏燃料组件在混凝土贮存系统过程中，衰变热的导出不需要能动系统，其衰变热通过热传导、辐射和自然对流将衰变热从乏燃料组件导出到密封罐外侧，再从密封罐导出到周围空气，最终导出到混凝土贮存模块外部的环境中。

#### 3.3.1.1.1 干法贮存系统主设备

##### 1) 金属密封罐

由于我国采用核燃料闭路循环的政策，在后处理厂建成之后，需把乏燃料运至后处理厂。综合考虑运输和后处理厂的设备和工艺接口，单台设备的贮存规模初步定为每台 32 组乏燃料。第一阶段建设秦二厂约 800 组 AFA2G/AFA3G 乏燃料，共需 25 个贮存模块和 25 个密封罐。

密封罐主要由壳体和吊篮两部分组成，其中壳体采用不锈钢焊接制成，提供密封和屏蔽功能。密封罐底部设置了抓取环，用于将密封罐水平送入混凝土贮存模块中或从贮存模块中回取密封罐。壳体顶部由外盖、内盖和顶部屏蔽塞组成，顶部屏蔽塞上布置了排水孔和排气孔，用于密封罐的排水和充气操作。吊篮位于密封罐内部，乏燃料组件装载在吊篮中。吊篮包括乏燃料组件的支撑结构、维持乏燃料组件次临界的中子吸收材料、传导乏燃料组件衰变热的传热结构。吊篮中的几何结构可保证湿法装料、密封罐排水、真空干燥、充氦及泄漏检测、转运和贮存操作工程中的临界安全。图 3-7 为金属密封罐结构示意图方案。图 3-8 为吊篮贮存 32 组乏燃料组件的布局方案。

表 3-2 金属密封罐关键参数

参数	金属密封罐
金属密封罐长度，无抓取环（最大）	4718mm
金属密封罐外径	1772mm
金属密封罐腔室长度（最小）	4024mm
金属密封罐壳体厚度	13mm
金属密封罐空载质量	25080kg
金属密封罐载荷重量，干（2）	46520kg
金属密封罐载荷重量，湿（3）	45780kg

## 2) 混凝土贮存模块

混凝土水平贮存模块为钢筋混凝土和钢结构建成，提供充足的中子和 $\gamma$ 屏蔽。贮存模块通过辐射、热传导和对流相结合的方式将乏燃料衰变热导出。为了保护混凝土表面和强化传热，在贮存模块内设置铝制挡热板。空气通过位于贮存模块下部的通风入口进入，从密封罐和挡热板周围流过，最终通过设在贮存模块顶部的空气流出口排出。贮存模块安装在由钢筋混凝土基础底板构成的承载基础上，贮存模块不与基础底板连接。图 3-9 为混凝土水平贮存模块示意图。

混凝土贮存模块主要功能包括：

为金属密封罐的推入，贮存和拉出提供结构支承；为金属密封罐的乏燃料提供辐射屏蔽；为自然对流换热提供进风口；为存储于其内的金属密封罐提供物理保护，包括但不限于：防风、防洪、抗震。

混凝土水平贮存模块安装在由钢筋混凝土基础底板构成的承载基础上。水平贮存模块不与基础底板连接，且模块化布置成一排或两排，以尽量减少空间并使屏蔽最大化，见图 3-10。水平贮存模块可以为密封罐提供纵向和周向约束，防止密封罐在地震时发生移动。水平贮存模块的排列可以模块化扩展，可以单排排列或背靠背排列。在贮存模块阵列的两端和外侧采用厚混凝土补充墙，以尽量降低辐射水平。

混凝土贮存模块为独立的非能动系统提供了实体结构，可以保证乏燃料组件干法贮存的安全。混凝土贮存模块的设计确保正常转运操作、假想事故或自然灾

害下都不会损害金属密封罐或者对公众及工作人员构成危害。

混凝土贮存模块通过辐射、传导和对流相结合的方式将乏燃料衰变热导出。为了保护混凝土表面和强化传热，在混凝土贮存模块内设置挡热板。空气通过位于混凝土贮存模块下部的通风入口进入，从金属密封罐和挡热板周围流过，最终通过设在混凝土贮存模块顶部的空气流出口排出。空气流动路径见图 3-11。

衰变热通过对流从金属密封罐扩散到混凝土贮存模块内的空气，然后通过空气自然循环从混凝土贮存模块排出。衰变热也从金属密封罐表面辐射到挡热板和混凝土贮存模块内壁，然后通过空气自然对流和热传导散出。混凝土贮存模块非能动冷却系统设计确保乏燃料长期贮存过程中包壳温度峰值低于可接受的限值，以确保包壳完整性。在混凝土贮存模块内还设有温度监测仪。

表 3-3 混凝土贮存模块关键参数

参数	混凝土贮存模块
总长（不包括屏蔽墙）	6300mm
总宽（不包括屏蔽墙）	2946mm
总高（包括通风口盖）	6097mm
单个模块重量，空载	131870kg
单个模块重量，满载	178390kg

### 3) 转运容器

密封罐装料并密封后，通过转运容器转运至贮存场地的水平贮存模块处。转运容器主要由不锈钢制成，非不锈钢部件包括内筒体和外筒体之间的铅屏蔽、O 形密封圈、树脂和中子屏蔽材料等。转运容器结构示意图见图 3-12。

转运容器的筒体是底部封闭、顶部开口的圆柱体，由同心的内筒体和外筒体组成，顶部和底部用封头法兰焊接。筒体之间环隙注入铅屏蔽材料。顶盖用螺栓固定在顶部法兰并用 O 形密封圈密封。转运容器底部包括底部端板和底部中子屏蔽板。底部端板中心设有液压缸穿入孔。在燃料装载和密封罐转运至中间贮存设施过程中，使用盖板密封容器底部的液压缸穿入孔。

转运容器外壳焊有四个耳轴。两个上部吊耳用于转运容器吊运，下部的两个耳轴用于容器的水平/竖直翻转。转运容器为金属密封罐提供了额外的辐射屏蔽和结构支撑，运输过程中还可以设置附加屏蔽措施，可以确保辐射水平合理可行

尽量低。

表 3-4 转运容器关键参数

参数	转运容器
总长	5470mm
外径	2340mm
腔体内径	1791mm
腔体长度	5056mm
铅厚度	90mm
重量，空载，包含中子屏蔽的水	60240 kg
重量，湿，满载	103136 kg

### 3.3.1.1.2 干法贮存系统辅助设备

混凝土干法贮存系统的辅助设备包括转运容器和密封罐之间的环隙密封圈、真空干燥系统和焊接系统以及转运系统等。用于密封罐装料、排水、充惰性气体、密封操作和密封罐的转运。转运系统包括容器吊具、液压缸系统、牵引车、转运拖车、容器托架和定位系统等。

#### 1) 真空干燥系统

真空干燥系统为密封罐装料并排水后，通入氦气冲扫剩余的水分，然后抽真空干燥密封罐内腔，真空干燥后，回充氦气。

#### 2) 自动焊接系统

自动焊接系统是一个完全集成和远程操作的系统，系统主要部件见图 4.2-9，包括远程观察和动作控制。该系统采用钨极氩弧焊工艺用来焊接装载后的金属密封罐的内盖和外盖。电脑驱动的系统可进行远程焊缝定位，无需人工手动定位，此系统保障了金属密封罐高质量的焊接。

在焊接过程中采用氢气检测系统持续监测氢气浓度，确保氢气浓度不超过限值。如果超出此限值，将停止所有焊接操作，并通过排气孔清除密封罐腔体内的氢气，防止发生火灾或爆炸。

#### 3) 转运系统

转运系统包括容器吊具、液压缸系统、牵引车、转运拖车、容器托架和定位系统等。

(1) 容器吊具

转运容器的吊装相关工作，均需专用吊具进行吊装。

(2) 转运拖车及托架系统

乏燃料在从核电站燃料厂房向干法贮存设施转运的过程中使用的转运设备包括转运拖车、托架、液压缸和定位系统等，其结构示意图如图 3-13。

(a) 转运拖车

干法贮存系统典型的转运拖车是重型工业拖车，用于在燃料厂房与乏燃料干法中间贮存场地之间运输空容器、托架、负载容器。拖车设计应离地尽可能低，以尽量减少混凝土贮存模块的高度和金属密封罐转运时容器高度。拖车装有四个液压调平千斤顶，用于容器与混凝土贮存模块垂直对中。拖车通过常规的重型牵引车牵引。

(b) 托架

用于干法贮存系统的托架主要设计特点包括：

托架安装在带有托架定位模块和液压定位器的平面上，液压定位器用于容器和混凝土贮存模块的对中。带紧固螺栓的轻型托架可以防止拖车牵引时金属密封罐发生滑动；

液压缸可以安装在托架上，或通过支撑架安装；容器托架安装在转运拖车上；

使用核电站燃料厂房吊车或其它合适的提升装置将容器放置在托架上。可以根据需求增加侧向和上部的临时屏蔽结构，如图 3-14 所示。

(c) 液压缸

液压缸系统可以将金属密封罐插入混凝土模块或将金属密封罐从混凝土模块取出。液压缸支撑系统设计可以承受金属密封罐插入和回取过程液压缸的反作用力。该系统使用后液压缸支撑，以便于液压缸与金属密封罐对中，耳轴作为前支撑。这种设计有助于金属密封罐插入和回取过程主要部件的对中。

### 3.3.1.2 乏燃料组件装料、转运和贮存操作流程

1) 装料前准备

对转运容器清洗去污及检查，检查密封罐并装入转运容器（或在清洗井内装入）；

转运拖车就位，转运容器吊装至转运托架上方并翻转就位；

使用牵引车将容器转运至燃料厂房吊装口下方；  
转运容器吊至清洗井；  
拆除转运容器的容器盖，拆除密封罐的外盖；  
转运容器环隙空腔注入去离子水；  
转运容器环隙上方安装环隙密封圈；  
密封罐内注入乏燃料水池中的水；转运容器吊入装载井；  
拆卸、并冲洗垂直吊具，转运至存放架临时存放。

## 2) 装料操作

按装载计划逐根把乏燃料装载到密封罐中；  
把密封罐的屏蔽塞吊入密封罐上方并装入密封罐；  
从装载井中吊起转运容器，并再次检查密封罐屏蔽塞是否完全就位；  
用除盐水冲洗转运容器外表面；  
排出密封罐屏蔽塞顶部的水至装载井；  
转运容器吊装至清洗井上方，用除盐水冲洗，容器放入冲洗井。

## 3) 装料后的操作

密封罐屏蔽塞上部区域去污； 移除环隙密封圈；  
安装密封罐的内盖，安装自动焊接机；  
排出密封罐中少量的水，使水面低于屏蔽塞约 100mm，避免自动焊时水发生沸腾； 覆盖环隙防止焊接飞溅进入，使用自动焊机焊接内盖；  
拆下自动焊接机，排出密封罐内剩余的水； 对密封罐抽真空干燥；  
密封罐内部充氦； 密封罐内盖氦检漏；  
焊接排水孔和进气孔的孔塞；  
自动焊机安装在外盖板上，安装外盖； 自动焊接外盖；  
移除自动焊接机；  
安装转运容器盖并拧紧容器盖螺栓； 排出转运容器与密封罐环隙中的水。4)

## 转运及贮存

转运容器从吊装口吊装至转运拖车上方； 转运容器翻转就位；  
检查混凝土贮存模块；  
将转运拖车牵引到干法贮存设施；

拖车停在贮存模块一定距离处，且转运容器与贮存模块中心线大致一致；使用移动式起重机卸下转运容器的容器盖；

拖车倒至距离混凝土模块更近的位置，使拖车制动并与牵引车脱开；

用液压托架定位系统使容器与贮存模块对中；

使用托架定位系统，将容器完全插入到贮存模块入口对接环；启动液压缸将密封罐送入混凝土贮存模块中；

安装密封罐地震限位装置及贮存模块的门，并将其固定；托架复位，把拖车和容器脱离干法贮存设施。

### 3.3.1.3 乏燃料回取操作流程

乏燃料从混凝土干法贮存系统贮存一定时间后，需将乏燃料送往乏燃料后处理设施处理。下文介绍从混凝土贮存模块取出密封罐的操作过程，以及从密封罐取出乏燃料组件的过程。

#### 1) 从贮存模块取出密封罐

转运容器、转运拖车和支撑托架准备就绪，将拖车拖至贮存模块附近；卸下贮存模块的门和地震限位装置，拆下转运容器盖；

转运容器与贮存模块入口对接；

将液压缸通过转运容器伸入贮存模块，直到插入密封罐抓取环；启动液压缸抓取臂，并与抓取环接合；

缩回液压缸并将密封罐拖入转运容器；收回液压缸抓取臂；

将液压缸从转运容器脱开；

将容器底部液压缸穿入孔盖板复位，并将转运容器限制器取出；使用托架定位系统，将转运容器从贮存模块脱开；

安装转运容器顶盖板，拖车准备运输；将贮存模块的门和地震限位装置复位。

#### 2) 从密封罐取出乏燃料组件

密封罐从贮存模块中取出后，最好是将密封罐完整的运往后处理设施、集中式贮存设施或地质处置库。如果在进行场外运输前需要将乏燃料取出放入运输容器内，可以在干法设施取出或利用乏燃料池进行燃料装料的逆操作。下面描述密封罐的湿法卸料流程。

将装载转运容器的拖车牵引至燃料操作厂房内的容器操作区，并停在吊车可以操作的位置；

使用吊车及吊具将转运容器吊离拖车，并转移到去污区；取出转运容器盖；安装临时屏蔽以减少工作人员剂量，往转运容器/密封罐环隙注入去离子水；在外盖板上钻孔或将外盖板切割，露出内盖板上的排水口，用环形孔切割刀具拆下排水口盖板，对排气口采用相同的操作。

从密封罐内腔气体取样，分析氢气浓度和是否存在裂变气体，如果存在裂变气体，规划、审查和执行特定措施；

通过排水口向密封罐内腔注入池水或去离子水；在后续切割操作中连续监测密封罐内腔氢气浓度；

使用等离子体弧气刨、机械切割系统或其它合适手段拆除密封罐壳体外盖板的焊缝；取下外部盖板；

以相同方式拆除内盖板焊缝；

清除转运容器表面的污垢和碎片；

将容器耳轴与吊具接合，在内盖/屏蔽塞上安装吊环螺栓，将索具连接到吊环上；确定容器吊具在耳轴上正确定位；

将转运容器吊至水池上方；

将转运容器放入水池，随着转运容器下降，用去离子水喷淋转运容器外表；脱开容器吊具，将内盖/屏蔽塞取下；

将燃料从密封罐内取出。

### 3.3.2 容器操作和贮存厂房

根据干法贮存项目建设场地条件，乏燃料干法贮存容器操作和贮存厂房定位为了解乏燃料干法贮存系统的操作和对秦一厂和秦二厂各 1 台干法转运容器以及相关辅助设备（托架、吊具、真空干燥设备、自动焊机等）进行贮存。贮存厂房的设计寿命为 50 年。容器操作和贮存厂房为秦山地区乏燃料干法贮存项目的必要条件之一，需要与干法贮存的准备工作同步开展。

容器操作和贮存厂房主要实现以下功能：

-空载乏燃料转运容器的贮存；

-干法贮存系统及相关配套设备的接收、检查；



- 干法贮存系统装料前的准备；
- 干法贮存系统及相关配套设备的去污；
- 干法贮存系统相关设备的定期检查和维修；
- 精密设备的定期检查、维护；
- 干法贮存系统关键操作工艺技能培训；
- 干法贮存系统及相关配套设备的贮存；
- 监控室内对干法贮存设备传送的信号进行监控。

#### 1)空载乏燃料转运容器的贮存

厂房可贮存秦一厂和秦二厂乏燃料干法贮存所需的转运容器。图 3-15 为转运容器进入厂房示意图。

#### 2) 干法贮存系统及相关配套设备的接收、检查

— 针对干法转运容器检查项目包括（不限于）：

- a) 对照发货清单检查所有的货包及其内货物等；
- b) 贮存密封罐的接收和检查。

#### 3) 干法贮存系统装料前的准备

干法贮存系统装料前的准备包括：

- a) 对容器外表面进行清洁检查；
- b) 将容器吊至运输拖车；
- c) 完成金属密封罐放入转运容器、安装环形密封圈等准备工作。

#### 4) 干法贮存系统及相关配套设备的去污

a) 在实施乏燃料转运及干法贮存工作后，容器及配套吊具将不可避免出现表面污染，需在该厂房对其进行必要的擦拭去污；

b) 容器去污作业通过专用平台在容器操作井中进行。

#### 5) 干法贮存系统相关设备的定期检查和维修

- a) 容器需要定期对其进行外观检查、泄漏检测等；
- b) 干法转运容器和辅助设备的定期检查。

#### 6) 精密设备的定期检查、维护

定期对充水设备、排水设备、真空干燥设备、氦质谱检漏仪等设备的部分配套精密设备进行检查、维护，这些工作需在厂房内进行。

### 7) 干法贮存系统关键操作工艺技能培训

乏燃料厂内转运、干法贮存的关键工艺操作技能培训需在厂房中进行，主要包括如下操作工艺的培训：

- a) 容器水平、竖直状态翻转技能培训；
- b) 模拟进行拆除、安装内盖、外盖、阀盖等操作（采用未装过料的容器）；
- c) 模拟进行充水、排水、真空干燥等操作；
- d) 进行容器表面去污操作的技能培训等。

### 8) 干法贮存系统及相关配套设备的贮存

干法贮存系统中的主设备（如：转运容器）及配套设备（如：自动焊接机、真空干燥设备、氦检漏设备、吊具等）。

### 9) 监控室内对干法贮存设备传送的信号进行监控

监控室内对干法贮存模块进风口和排风口的温度、设施附近剂量率、气溶胶监测数据等检测信号进行集中显示，实时监控干法贮存设施的运行状态。

厂房内设备贮存分区方案详见图 3-16。容器操作和贮存厂房将分为贮存库区、送风机房、排风机房、配电间、办公室、监控室、监测室、卫生间、通信设备间、备品备件及工具存放间、检修设备存放间等。厂房内共设置电气系统、通风系统、辐射检测系统和给排水系统等。

厂房内贮存的所有转运容器均为空载容器，转运容器进入过乏燃料水池，容器表面可能会有污染，在放入此厂房贮存之前，容器外表面需进行擦拭去污操作。厂房贮存大厅地基载荷  $15\text{t}/\text{m}^2$ ，操作井地基载荷  $30\text{t}/\text{m}^2$ 。

厂房内配有一台电动双梁桥式吊车，主钩额定载荷  $130\text{t}$ ，副钩额定载荷  $20\text{t}$ 。另外，厂房配有 1 台  $10\text{t}$  叉车及 1 台  $5\text{t}$  叉车。

参考 GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》5.4 中的描述，“应使任何货包外表面的非固定污染保持在实际可行的尽量低的水平上，在运输的常规条件下，这种污染不得超过下述限值”：

- a) 对  $\beta$  和  $\gamma$  发射体以及低毒性  $\alpha$  发射体为  $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ；
- b) 对所有其他  $\alpha$  发射体为  $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》8.4.6.5 中同时描述“在放射性物质的运输过程中，污染程度超过“5.4 表面污染限值”或表面辐射水平超过  $5\mu\text{Sv}/\text{h}$

的所有运输工具、设备或部件都应由有资格的人员尽快加以去污，如果非固定污染超过“5.4 表面污染限值”，而且去污后表面的固定污染所引起的辐射水平又高于  $5\mu\text{Sv/h}$  的，就不得重新使用，但仅其内表面污染不满足限值要求且按独家使用方式运输的除外”。

为便于辐射防护管理和职业照射控制，将核电厂的辐射工作场所分为控制区和监督区，需对控制区的出入进行管理。

在进行核电站的辐射分区时，为控制正常工作条件下的正常照射和防止污染扩散，并预防潜在照射和限制潜在照射的范围，将需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定义为控制区。对于任何在控制区工作的工作人员，或有时进入控制区工作并可能受到显著职业照射的工作人员，或其职业照射剂量可能大于  $5\text{mSv/a}$  的工作人员，进行个人监测。在核电站厂区的一些区域的辐射水平很低，而且也不属于辐射工作场所，但为了对核电站进行更严格的管理，一般进入厂区即按进入监督区对待。

为便于辐射防护管理和职业照射控制，根据放射性操作水平，再将控制区划分为不同的子区，即绿区、黄区、橙区和红区。

在控制区内，各子区的剂量率边界值如下：

白区： $D \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$

绿区： $D \leq 10\mu\text{Sv/h}$

黄区： $D \leq 1\text{mSv/h}$

橙区： $D \leq 0.1\text{Sv/h}$

红区： $D > 0.1\text{Sv/h}$

此处， $D$  为剂量率，包括内照射和外照射的贡献。

关于表面污染控制水平（可在电厂运行后加以控制），通常为：绿区的非固定 $\beta$ 表面污染应小于  $4\text{Bq/cm}^2$ ；黄区应小于  $40\text{Bq/cm}^2$ ；橙区应小于  $400\text{Bq/cm}^2$ 。

干法贮存设备厂房存有干法贮存项目的转运容器及相关辅助设备。正常使用条件下，以上各类容器以及辅助设备外表面的非固定污染水平应满足标准要求，固定污染所引起的辐射水平不超过  $5\mu\text{Sv/h}$ ，因此，结合秦山核电厂辐射分区划分要求，将操作和贮存厂房贮存干法贮存项目的转运容器及相关辅助设备的区域划分为绿区，厂房其他区域划分为白区。

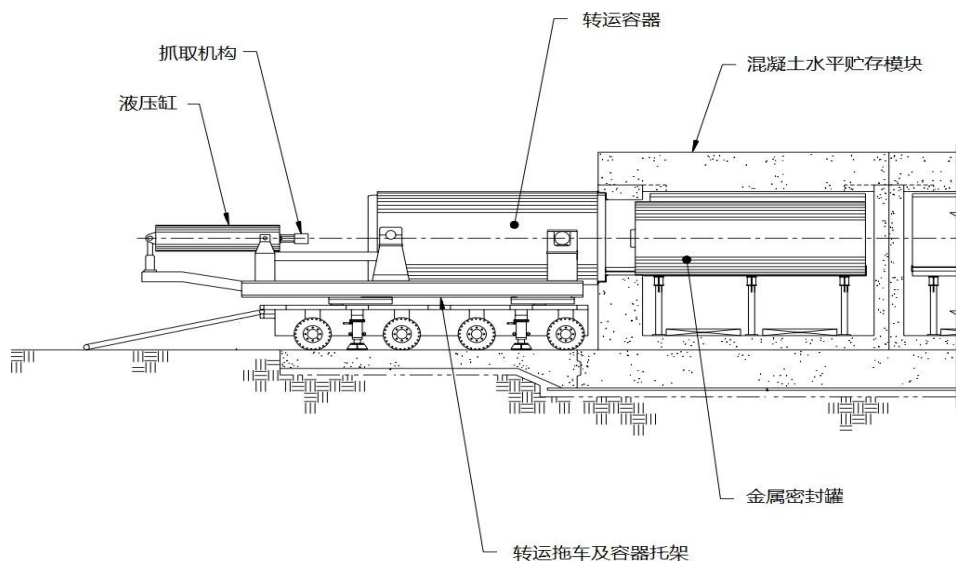


图 3-6 混凝土贮存系统示意图

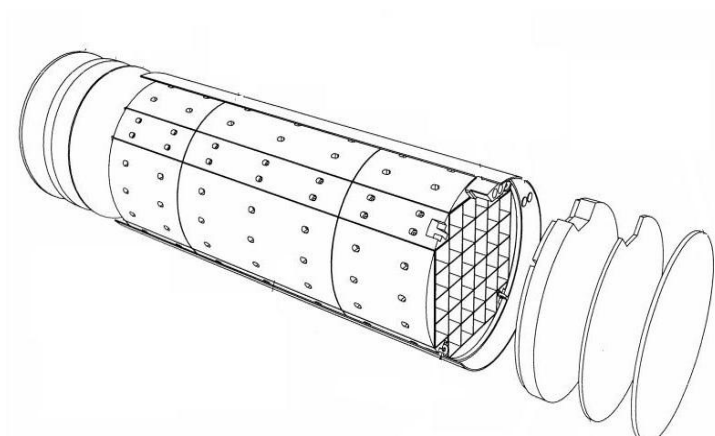


图 3-7 金属密封罐结构示意图

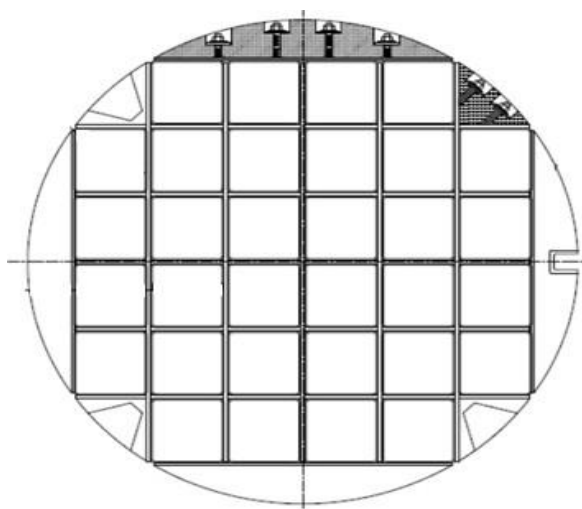


图 3-8 吊蓝乏燃料组件初步设计布局图

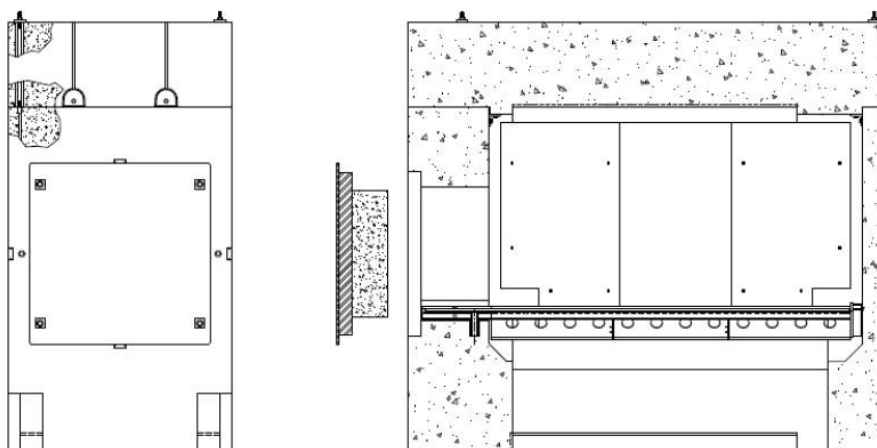


图 3-9 混凝土水平贮存模块示意图

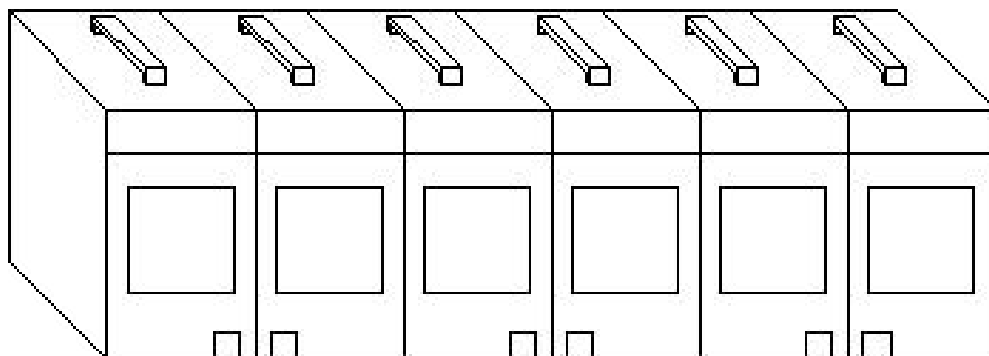


图 3-10 水平贮存模块的模块化布置

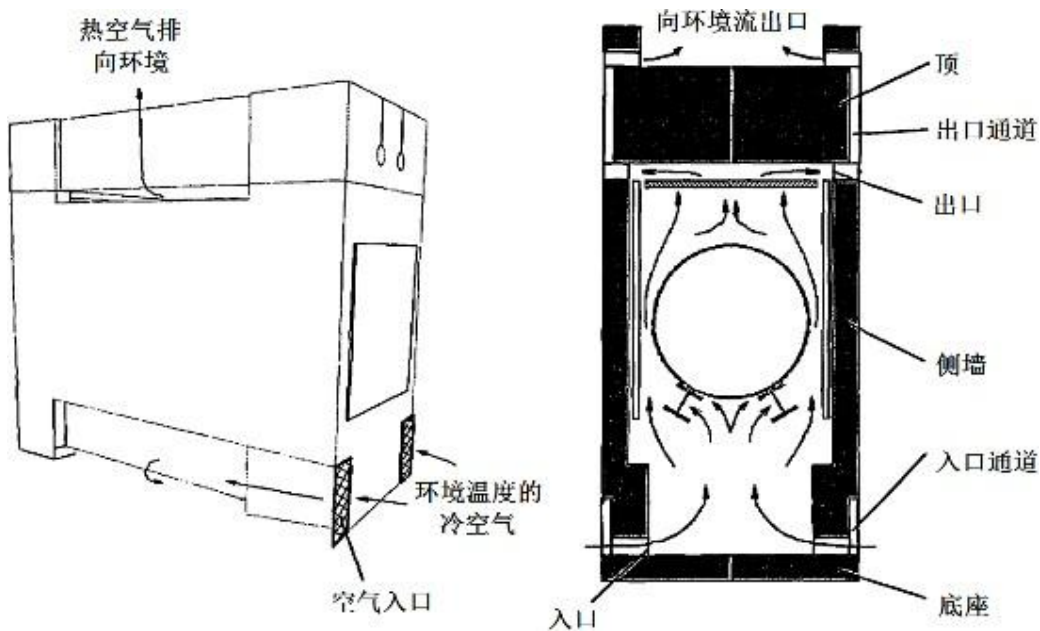


图 3-11 空气流动路线

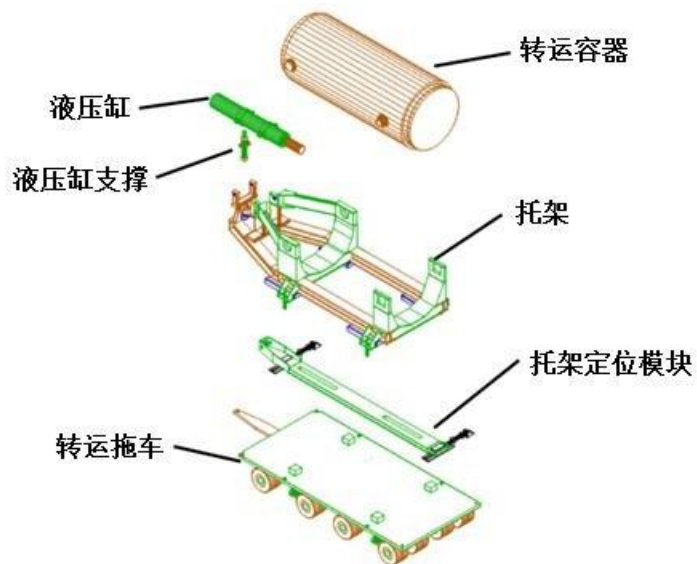
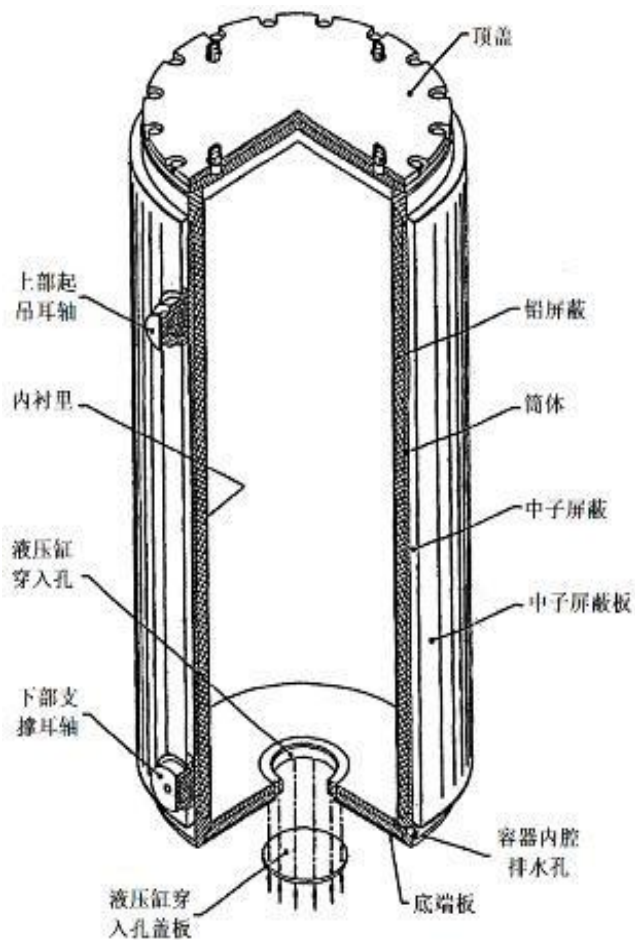




图 3-14 转运设备示意图

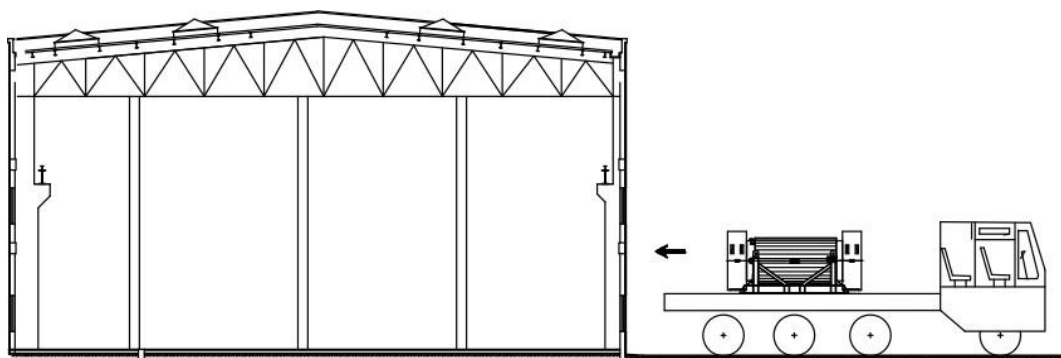


图 3-15 转运容器进入厂房示意图





### 3.4 放射性废物和源项

#### (1) 主要污染源和污染物

本项目的干法贮存容器的装料相关操作在反应堆厂房内完成，产生的主要污染物为密封贮存罐排水干燥过程中的放射性废水和废气，以及容器表面清洗产生的放射性废水或容器表面擦拭抹布等类似固体放射性废物。干法贮存容器密封贮存罐密封焊接后进行转运和贮存，在其转运和贮存操作过程中，密封贮存罐能够保证密封性能，不会产生废气和废液排放。

容器操作和贮存厂房的功能是对经过清洗去污后的容器及工器具进行贮存，原则上很少会产生放射性固体废物。

厂房内不对设备进行冲洗，所以不会产生放射性废水。

厂房内排风系统将对室内空气进行高效净化，本厂房只产生极少量放射性气体。

根据干法中间贮存设施所采取的贮存工艺，正常工况下不会产生放射性固体废物，也不会有放射性废水、废气向环境排放，因此对周围环境不会造成影响。

#### (2) 控制污染初步治理方案

本项目在燃料装载、容器排水、干燥等操作中产生的废水和废气，在燃料厂房进行统一处理。

对于容器操作和贮存厂房内操作时可能会出现的小量的放射性固体废物，一旦监测发现，将及时对其进行收集并将其就近转移进行集中处理。

干法贮存设施正常工况下不会产生放射性固体废物，也不会有放射性废水、废气向环境排放。

### 3.5 项目变动情况

该项目工程设计全部由中国核电工程有限公司完成，通过查阅项目施工相关文件及沟通，未发现项目施工过程中存在变动。

## 4 环境保护设施

### 4.1 防护设计

根据《秦山地区乏燃料干式贮存项目（第一阶段）安全分析报告》，本次验收干式贮存设施设计满足核安全导则 HAD301/04《乏燃料贮存设施的安全评价》的要求，即乏燃料干式贮存设施在寿期内使乏燃料保持次临界状态、导出衰变热、满足辐射防护的要求和保持对放射性物质的包容。本设施在所有正常运行和事故工况下都满足上述要求。

秦山第二核电厂乏燃料干式贮存设施在线监测系统、排洪设施、辐射分区管理实体隔离设施、固体废物收集设施均在一期工程中建成。

#### 4.1.1 保持次临界

CNSC-HS 乏燃料干法贮存系统通过使用固定的中子吸收体和燃耗信用制方法保证临界安全。CNSC-HS 乏燃料干法贮存系统的密封罐采用吊篮式设计，装载 32 组 AFA2G/AFA3G/AFA3G AA 乏燃料组件。32 组燃料组件分别装载在设置中子吸收材料和铝板的贮存套管中，中子吸收材料为硼铝复合材料。各贮存套管之间有平行分布的支撑板，共同构成吊篮组件。燃耗信用制方法考虑了易裂变材料的消耗和铀系元素、裂变产物的产生而导致的反应性降低。设计的目标是使对于满足秦二厂乏燃料干法贮存的燃料组件装载曲线的燃料组件，在正常和事故工况下都不会导致系统的临界安全性能的降低。通过可靠的计算方法表明，考虑各种工况和各种偏倚及其不确定度之后，系统的有效增殖因子小于临界安全接受限值，系统是次临界安全的。

#### 4.1.2 导出衰变热

乏燃料干法贮存系统主要依靠非能动的方式带出燃料组件内的热量。放置在金属密封罐内的燃料组件最大衰变热 28.8kW，在贮存及转运的过程中，应始终将燃料包壳的温度以及金属密封罐的内腔压力维持在限值以下。

#### 4.1.3 辐射防护

秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料干法贮存项目设计要求如下：

- 转运容器外表面最大剂量率 $\leq 10\text{mSv/h}$ ；
- 混凝土贮存模块外表面最大剂量率 $\leq 1\text{mSv/h}$ ；
- 贮存设施边界处的剂量率水平不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

通过屏蔽优化设计、工作人员操作时间最小化、工作人员远距离观察以及远距离操作工具的使用等辐射防护优化措施,可以确保乏燃料干法贮存操作过程中产生的集体剂量符合合理可行尽量低(ALARA)原则。

秦山地区乏燃料干法贮存操作项主要包括:密封贮存罐和转运容器的准备、在装载井中装载乏燃料、密封贮存罐排水充气及密封焊接、满载乏燃料的容器厂内运输、密封贮存罐装入贮存模块等。依据上述操作项,结合各操作项中工作人员人数、所在位置处的剂量率水平以及操作时间,分析得到上述全过程操作工作人员集体剂量约为 19.77 人·mSv。

#### 4.1.4 放射性物质的包容

金属密封罐被设计用于在正常和事故工况下提供所有放射性核素的包容。金属密封罐是根据 ASME III 第 1 册 NB 分卷的适用要求进行设计、制造和试验的,其替代规范如表 1.4-1 所示。壳体和底部内盖根据 ASME III NB-6300 进行压力试验,并且泄漏试验要满足 ANSI N14.5 中的  $1 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  的泄漏准则。在制造过程中,最终需要对壳体和底部内盖进行气压试验和泄漏试验。燃料装载后,需要焊接内盖和进气排水孔盖板。这些焊缝根据 ISG-15 中指定的规范替代 ASME,进行多层渗透检测。外盖焊接提供冗余密封。根据 ASME 的要求,对根部、中部、末层的焊缝进行渗透检测。

## 4.2 其他环境保护设施

### 4.2.1 环境风险防范措施

混凝土贮存模块的主要安全功能是为金属密封罐提供支撑和保护、通风降温和屏蔽辐射。确保转运操作和事故和灾害(地震、龙卷风及飞射物撞击、洪水等)情况下,不会对金属密封罐造成损害,也不会危害公众和工作人员。为了满足混凝土贮存模块的安全功能,混凝土材料、温度限制超过《压水堆核电厂核安全相关混凝土结构设计规范》(NB/T 20012-2019) 7.3 条 a) 和 b) 的规定,通过实验确定混凝土的材料和配合比,确定在正常、异常和事故温度条件下混凝土强度的降低值。

### 4.2.2 辐射环境监测

#### 4.2.2.1 容器操作和贮存厂房流出物监测

在本厂房的排风管道上设置了 1 套气溶胶取样装置,对厂房的排风进行连续

取样，样品定期送至厂区内的指定实验室进行测量分析。

#### 4.2.2.2 干法贮存区流出物监测

干法贮存设施为室外露天形式，不产生流出物。本工程设置 1 台移动式气溶胶活度连续监测仪，定期或有必要时对贮存区的气溶胶进行就地监测，给出实时监测结果。

#### 4.2.2.3 干法贮存设施周界监测

本工程在设施区域边界设置了 4 套固定式 $\gamma$ 剂量率监测仪，连续监测贮存区域边界典型位置的 $\gamma$ 辐射水平及其变化情况，当测量值超过报警阈值时报警，报警阈值为 2.5 $\mu$ Sv/h。现场检查表明，固定式 $\gamma$ 剂量率监测仪均运行下正常。

#### 4.2.2.4 厂址周围辐射环境监测

干法贮存设施设置在了秦山核电基地厂址内。目前，秦山核电站根据规定已制定了详细的辐射环境监测大纲，根据大纲开展相关环境监测工作。秦山核电站已建成了一套能够覆盖整个厂址区域的环境监测设施，能全面开展运行期间的环境监测工作。已建成运行的主要的环境监测设施有：

- 1.环境 $\gamma$ 辐射监测站:厂址为中心半径 10km 范围内共设 14 个站址;
- 2.自动气象站;
- 3.环境监测楼;
- 4.地下水监测井;
- 5.安全厂用水废液取样站及循环冷却水废液取样站。

### 4.3 环保设施投资及“三同时”落实情况

秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目，其本身就是一个环境保护设施。本期工程项目设计概算总投资 30778 万元，实际投资 29540.5 万元。

项目建造涉及的主要协作单位如下：

中国核电工程有限公司负责项目工程设计、模块建造和设备制造的技术服务等；中国核工业第二建设有限公司负责模块土建施工。

通过查阅工程设计、施工、监理、调试等资料，项目相配套的放射性污染防治设施，与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。项目建设过程中，落实了环境保护“三同时”制度。

## 5 环境影响报告表主要结论与建议及其审批部门审批决定

### 5.1 环境影响报告表主要结论与建议

#### 5.1.1 主要结论

2020 年 3 月,中核核电运行管理有限公司以“中核运行核安发(2020)80 号”《关于秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表的请示》(附件 1)向生态环境部报告,并于 2021 年 4 月获得生态环境部审查认可(环审(2021)32 号)。该报告表按照贮存秦二厂 800 组 AFA2G/AFA3G 乏燃料组件的 25 台混凝土干法贮存容器、新增一座容器操作和贮存厂房、建设秦一厂和秦二厂的贮存厂址基础设施(混凝土基础底座、实物保护围栏等)进行分析和编制,包括正常运行期间环境影响、施工期间环境影响、事故期间环境影响、环境监测等内容。

#### 5.1.2 环境现状与公众剂量

环境  $\gamma$  剂量率综合监测未观测到秦山各核电机组功率运行、换料检修工况及秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施运行所致的附加剂量,其测值波动基本反映了环境本底的涨落状况。除  $^3\text{H}$  外,环境各介质中放射性核素浓度处于本底涨落范围或方家山核电厂现状调查涨落范围,与对照点环境辐射水平相当。考虑到  $^3\text{H}$  的剂量转换因子小,可以认为:2018 年秦山地区环境辐射仍处于本底水平。

2018 年秦山核电各电厂通过气、液态途径所致最大个人有效剂量为  $4.21 \times 10^{-6}\text{Sv/a}$ ,接受最大个人剂量的居民组在秦山核电厂南南西方向 2.5km 处(杨柳山社区三区);其中气态排放对最大个人(青少年)剂量的贡献份额为 99.38%,气、液排放对居民的辐射照射的主要途径是农产品食入和空气吸入,主要核素是  $^{14}\text{C}$  和  $^3\text{H}$ ;80 公里范围内的集体剂量为  $0.118\text{man} \cdot \text{Sv/a}$ 。

#### 5.1.3 设施与厂房

干法贮存设施正常工况下不会产生放射性固体废物,也不会有放射性废水、废气向环境排放。

厂房的污染源项和污染防治措施总结如下:

##### (1) 主要污染源和污染物

本项目的干法贮存容器的装料相关操作在反应堆厂房内完成,产生的主要污

染物为密封贮存罐排水干燥过程中的放射性废水和废气，以及容器表面清洗产生的放射性废水或容器表面擦拭抹布等类似固体放射性废物。干法贮存容器密封贮存罐密封焊接后进行转运和贮存，在其转运和贮存操作过程中，密封贮存罐能够保证密封性能，不会产生废气和废液排放。

容器操作和贮存厂房的功能是对经过清洗去污后的容器及工器具进行贮存，原则上很少会产生放射性固体废物。

厂房内不对设备进行冲洗，所以不会产生放射性废水。

厂房内排风系统将对室内空气进行高效净化，本厂房只产生极少量放射性气体。

根据干法中间贮存设施所采取的贮存工艺，正常工况下不会产生放射性固体废物，也不会有放射性废水、废气向环境排放，因此对周围环境不会造成影响。

#### (2) 控制污染初步治理方案

本项目在燃料装载、容器排水、干燥等操作中产生的废水和废气，在燃料厂房进行统一处理。

对于干法贮存和设备厂房内操作时可能会出现的小量的放射性固体废物，一旦监测发现，将及时对其进行收集并将其就近转移进行集中处理。

#### 5.1.4 施工期环境影响评价

施工期间产生的施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废弃物均能得到妥善处理，且能通过控制措施，有效降低施工对环境的影响。施工活动整体上对周围环境的影响是短时的且影响有限，是可接受的。

#### 5.1.5 运营期辐射影响评价

厂房在正常运行状态下不会向环境排放气液态放射性流出物，而本项目产生的废气和废液与电厂总的排放量相比可以忽略，故本厂房通过气液态途径对周围公众产生辐射影响是基本可以忽略的。

厂房在运行状态下对核电站外的普通公众的直接照射影响可以忽略。本厂房在运行过程中产生的放射性固体废物可以得到妥善处理，不会对周边环境造成危害。

在发生运输容器吊装事故等事故工况下，贮存乏燃料的容器不会发生破损，

不会导致放射性物质向环境的释放，不会对环境造成影响。

### 5.1.6 流出物监测和环境监测

干法贮存设施为室外露天形式，不产生流出物。目前，秦山核电站已基本建成了一套能够覆盖整个厂址区域的环境监测设施，能全面的对整个厂址区域在核电站运行期间进行环境监测。

通过本报告的评价结果表明，从环境保护角度，本项目按照设计目标的要求，通过合理和有保障的施工后，施工和运营期间对环境可能产生的辐射影响以及非放影响均是可以接受的，本工程建成后可以充分利用秦山核电站现有的环境监测等系统和相关设备，对秦山核电站的运行不会造成影响。从环境保护角度出发，本项目的建设是可行的。

### 5.1.7 建议

环境影响报告表相关建议及落实情况见表 5-1。

表 5-1 环境影响报告表相关建议及落实情况

建议要求	落实情况
1) 做好施工期间的管理工作，减轻施工扬尘、噪声等对厂外环境以及厂内工作人员的影响，对施工期产生的固体废物、生活废水等有效控制以防止污染环境；	建设单位委托的施工单位具有从事相关工作管理经验，按照环境管理要求对施工扬尘、噪声防控、固体废物和生活废水均按照管理要求落实。
2) 落实好厂房内的容器和相关设备的去污和表面污染检测工作，防止对房间和工作人员的潜在污染；	根据项目总结报告和监测结果，建设单位已做好容器和相关设备的去污和表面污染检测工作。
3) 运行期间需做好容器的检漏和污染排查等工作，并做好相关记录，以确保相关设备的运行状态能够达到预期设计指标。	建设单位已制定《秦山核电压水堆乏燃料干法贮存设施运行管理规定》和《秦山核电压水堆乏燃料干法贮存项目 QW、QM 辐射安全管理要求》，规定了容器的检漏和污染排查等工作，并做好相关记录。

## 5.2 审批部门审批决定

2023 年 4 月 12 日，生态部“环审〔2021〕32 号”《关于秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表的批复》（附件 2）同意中核核电运行管理有限公司按照环评报告表中所列项目性质、地点、规模、环境保护措施，同时对项目运行应重点做好的工作提出了要求。

环评批复要求及要求落实情况见表 5-2。由表 5-2 可知，本工程建设和运行过程中，环评批复要求已落实。

表 5-2 项目环评批复要求落实情况

环评批复要求	落实情况
拟建秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统位于秦山第二核电厂 3、4 号机组联合泵房西侧，通过实物保护围栏改造将其纳入核电厂保护区内，作为秦山第二核电厂乏燃料离堆中间贮存场所。建设内容主要包括 25 台干法贮存容器、容器操作和贮存厂房、厂址基础设施(包括混凝土基础底座和实物保护围栏等)。	项目建设地点、平面布置、建设内容与环评批复一致。
你公司提交的《秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表》(以下简称《报告表》)的内容可以满足项目施工期和营运期对环境评价的要求。环境影响评价分析表明:该项目按照设计目标的要求合理施工并在执行《报告表》提出的各项环境保护措施后，施工期和营运期对辐射环境的影响以及常规环境的影响均是可以接受的。因此，我部同意你公司按照《报告表》中所列建设项目的性质、地点、规模 and 环境保护措施进行项目建设。	项目施工和试运行期间环境保护措施均按照环评影响评价报告表和批复文件要求执行。
你公司应严格落实《报告表》提出的各项环境保护措施，保证该项目实施后满足国家环境保护相关法规和标准的要求。	建设单位已按照《报告表》要求落实各项环境保护措施，制定了贮存设施相关管理制度，开展了贮存设施环境检测和个人剂量监测。



## 6 验收执行标准

验收执行标准与环境影响报告表及其审批部门审批决定所规定的标准一致。

根据《秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表》，秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目正常运行工况下的评价剂量限值，遵循国家标准《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）的规定：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 0.25mSv 的剂量约束值。本项目作为秦山核电站的配套设施，其与秦山核电站共同运行对公众所造成的辐射影响需满足每年必须小于 0.25mSv 的剂量约束值的规定。

## 7 验收监测内容

秦山第二核电站 3、4 号机组乏燃料贮存系统已建成内容包括：贮存秦二厂 800 组 AFA2G/AFA3G 乏燃料组件的 25 台混凝土干法贮存容器、一座容器操作和贮存厂房、秦一厂和秦二厂的贮存厂址基础设施（混凝土基础底座、实物保护围栏等），本次验收监测期间，1 号、2 号混凝土干法贮存容器已完成装料，为了解秦山第二核电站 3、4 号机组乏燃料贮存系统在现有工况条件下对环境的辐射影响以及容器操作和贮存厂房辐射环境水平，在贮存设施表面及实体边界外、容器操作和贮存厂房内布点监测。

### 7.1 工作场所监测

工作场所监测包括秦山第二核电站 3、4 号机组乏燃料贮存场地和容器操作和贮存厂房。

#### 7.1.1 场区环境监测布点原则

- （1）可能受污染的区域；
- （2）人员容易接近的区域；
- （3）具有代表性的区域。

#### 7.1.2 场区监测内容

- （1）1 号、2 号混凝土干法贮存模块表面辐射水平监测
- （2）乏燃料贮存系统围栏边界
- （3）容器操作和贮存厂房内

监测布点见图 9-1~图 9-2。

#### 7.1.3 监测因子和测量频次

监测因子：1 号、2 号混凝土干法贮存模块表面  $\gamma$  剂量率、中子剂量率、 $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染；乏燃料贮存系统围栏边界  $\gamma$  剂量率；容器操作和贮存厂房内  $\gamma$  剂量率、中子剂量率、 $\alpha$ 、 $\beta$  表面污染。

监测频次：在现有工况条件下，测量一次。

## 7.2 环境质量监测

根据《秦山第二核电站 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表》，在正常存放过程中，乏燃料干式贮存设施无气载和液态放射性物质释放至大气、

地表水和地下水中。正常运行的环境影响，是贮存系统的直接照射对公众的辐射影响。

由于贮存系统位于秦山第二核电厂控制区内，公众一般不会抵达贮存模块直接照射的影响区域内。距离贮存设施最近的公众可能到达的地点为距离贮存系统南侧边界约 125 米的瞭望塔。

监测因子： $\gamma$ 剂量率。

监测频次：在现有工况条件下，测量一次。

### 7.3 监测时间和监测单位

监测单位为浙江省辐射环境监测站；监测时间：2023 年 7 月 24 日、25 日。

## 8 质量保证和质量控制

### 8.1 监测方法

监测方法采用国家或行业最新、有效并经验收监测单位计量认证和实验室能力认可的标准、规范或方法。

本次验收监测采用的测量方法见表 8-1。

表 8-1 监测方法

监测因子	监测对象	监测方法
$\gamma$ 剂量率	1 号和 2 号混凝土贮存容器、场区边界、容器操作和贮存厂房内、环境	瞬时测量；《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》，HJ1157-2021
中子剂量率	1 号和 2 号混凝土贮存容器、场区边界、容器操作和贮存厂房内、环境	瞬时测量；《辐射防护仪器中子周围剂量当量（率）仪》，GB14318-2019
$\alpha/\beta$ 表面污染	1 号和 2 号混凝土贮存容器、容器操作和贮存厂房内	直接测量；《表面污染测定 第一部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 $\alpha$ 发射体》，GB/T 14056.1-2008

### 8.2 监测仪器

用于验收监测的仪器均经有相应资质的单位检定合格，并在检定有效期内。监测人员使用仪器前后，均用校验源对仪器工作状态进行了检查。测量过程按仪器操作规程和项目监测实施细则进行作业。

本次验收监测采用的测量仪器见表 8-2。

表 8-2 监测仪器检定情况

仪器名称	仪器检定情况
X- $\gamma$ 剂量率仪	型 号：ESM FH-40G/FHZ672E-10 器具编号：022906/0458 检定单位：上海市计量测试技术研究院

	证书编号：2022H21-10-4231748007 校准有效期：2022 年 11 月 9 日至 2023 年 11 月 8 日
中子剂量率仪	型 号：ESM FH-40G/FHT762 器具编号：021244/0189 检定单位：上海市计量测试技术研究院 证书编号：DLjs2023-00192 校准有效期：2023 年 1 月 28 日至 2024 年 1 月 27 日
便携式 $\alpha/\beta$ 表面污染 监测仪	型 号：PAM-+170C 器具编号：1601631 检定单位：上海市计量测试技术研究院 证书编号：2023H21-20-4682620001 检定结论：合格 检定有效期：2023 年 7 月 6 日至 2024 年 7 月 5 日

### 8.3 人员能力

浙江省辐射环境监测站验收监测人员参加了国家环境保护主管部门组织的建设项目竣工环境保护验收监测和辐射环境监测技术培训，经考核合格持证上岗。项目负责人取得注册核安全工程师资格。监测人员均为长年从事辐射环境监测人员，且参加了秦山第三核电厂乏燃料临时干式贮存设施一期、二期、三期项目的竣工环境保护验收监测工作，熟悉项目工艺、污染源情况，具备完成本项目竣工环保验收监测工作技术能力。

### 8.4 实验室认可认证

验收监测单位浙江省辐射环境监测站建立了质量管理体系，通过了国家计量认证，国家实验室认可，ISO9000、ISO14000 认证；实验室认可、认证均在有效期限内。验收监测工作遵循本站质量手册、程序文件、实施细则、操作规程。制定并组织实施年度监测质量保证和质量控制计划。监测报告实行“校核、审核、审定”三级审查制度。

## 9 验收监测结果

### 9.1 生产工况

截止验收监测时间，1号和2号混凝土贮存模块全部装满，其余混凝土贮存容器未启用。

### 9.2 辐射防护设施的防护效果

#### 9.2.1 1号、2号混凝土贮存模块辐射水平监测结果

1号、2号混凝土贮存模块表面及周围辐射水平监测结果见表9-1，监测布点情况见图9-1。由表9-1可知：1号、2号模块表面 $\gamma$ 辐射水平为107~96564nSv/h，辐射水平较高区域为通风口处。由表9-2可知：1号、2号模块表面中子辐射水平为104~1805nSv/h。

表9-1 1号、2号混凝土贮存模块 $\gamma$ 辐射水平监测结果

单位：nSv/h

序号	点位描述	$\gamma$ 辐射水平监测结果
1	2号贮存模块南面偏东外30cm（离地1m）	121
	2号贮存模块南面偏东外1m（离地1m）	119
2	2号贮存模块南面偏西外30cm（离地1m）	122
	2号贮存模块南面偏西外1m（离地1m）	113
3	1号贮存模块南面偏东外30cm（离地1m）	110
	1号贮存模块南面偏东外1m（离地1m）	122
4	1号贮存模块南面偏西外30cm（离地1m）	115
	1号贮存模块南面偏西外1m（离地1m）	107
5	2号贮存模块南面偏东（靠近地面处）	150
6	2号贮存模块南面偏西（靠近地面处）	183
7	1号贮存模块南面偏东（靠近地面处）	357.
8	1号贮存模块南面中间（靠近地面处）	662
9	1号贮存模块南面偏西（靠近地面处）	2594

续表9-1 1号、2号混凝土贮存模块 $\gamma$ 辐射水平监测结果

单位：nSv/h

序号	点位描述	$\gamma$ 辐射水平监测结果
10	1号贮存模块西侧偏南（离地1m）	115
	1号贮存模块西侧偏南（靠近地面处）	265
11	1号贮存模块西侧中间偏南（离地1m）	132
	1号贮存模块西侧中间偏南（靠近地面处）	3280
12	1号贮存模块西侧中间偏南（离地1m）	161
	1号贮存模块西侧中间偏南（靠近地面处）	8553
13	1号贮存模块西侧中间偏北（靠近地面处）	7816
14	1号贮存模块西侧偏北（靠近地面处）	297
15	1号贮存模块北侧偏西通风口处	8605
16	1号贮存模块北侧中间	700
17	1号、2号贮存模块之间通风口处	96564
18	2号贮存模块北侧中间	866
19	2号、3号贮存模块之间通风口处	13208
——	1号贮存模块门外1m处	293
——	1号贮存模块门表面处	232
——	1号贮存模块左门缝处	233
——	1号贮存模块右门缝处	143
——	1号贮存模块下门缝处	462
——	2号贮存模块门外1m处	264
——	2号贮存模块门表面处	568
——	2号贮存模块左门缝处	251
——	2号贮存模块右门缝处	388
——	2号贮存模块下门缝处	211



续表9-1 1号、2号混凝土贮存模块 $\gamma$ 辐射水平监测结果

单位：nSv/h

序号	点位描述	$\gamma$ 辐射水平监测结果
20	北侧挡墙外偏东	132
21	北侧挡墙外中间	199
22	北侧挡墙外偏西	124.

表9-2 1号、2号混凝土贮存模块中子辐射水平监测结果

单位：nSv/h

点位描述	$\gamma$ 辐射水平监测结果
1号、2号贮存模块北侧巡测最大值	1805
1号、2号贮存模块西侧巡测最大值	222
2号、3号贮存模块南侧巡测最大值	104

表9-3 1号、2号贮存模块表面污染监测结果

单位：Bq/cm<sup>2</sup>

点位名称	$\alpha$ 表面污染	$\beta$ 表面污染
1号模块北侧表面	未检出	未检出
1号模块西侧表面	未检出	未检出
1号模块南侧表面	未检出	未检出
2号模块北侧表面	未检出	未检出
2号模块北侧表面	未检出	未检出

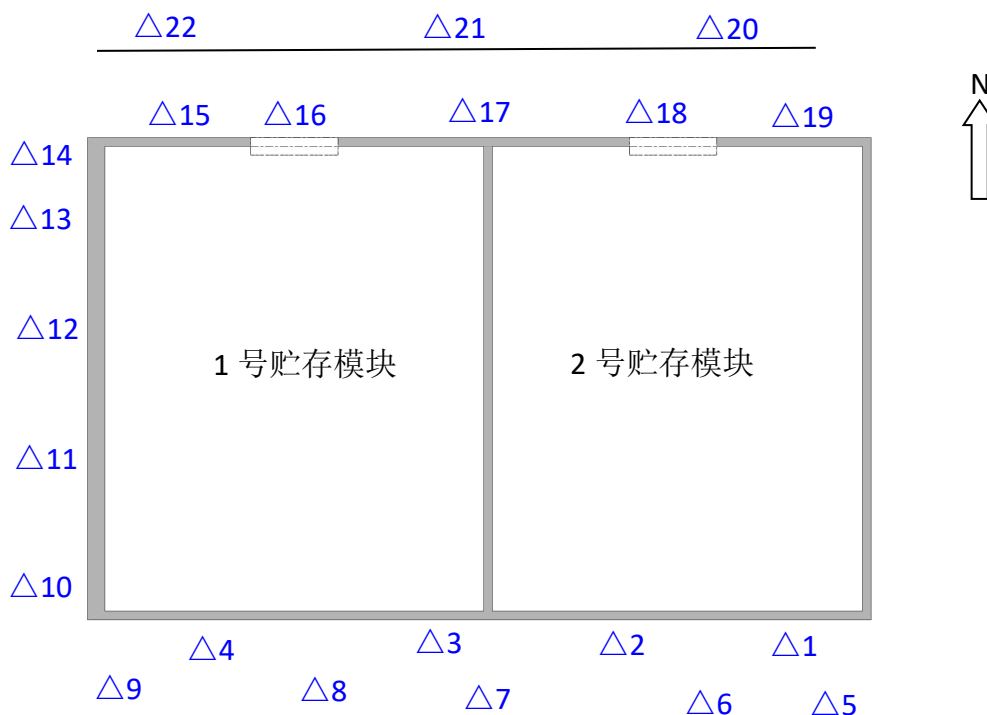


图9-1 1号、2号混凝土贮存模块 $\gamma$ 辐射水平监测点位示意

### 9.2.2 边界辐射水平监测

贮存设施边界辐射水平监测布点情况见图 9-2。监测结果见表 9-4。由表 9-4 可知，贮存设施边界辐射水平为 92~5304nSv/h，辐射水平较高区域在 1 号、2 号南侧边界靠近地面处，在贮存模块与地面接缝处使用铅屏风屏蔽后，辐射水平降至本底水平。

表9-4 贮存设施边界辐射水平监测结果

单位：nSv/h

序号	点位描述	$\gamma$ 辐射水平监测结果	中子辐射水平监测结果
1	边界围栏北侧偏东	110	未检出
2	边界围栏北侧	92	未检出
3	边界围栏西侧偏北	112	未检出
4	边界围栏西侧中间	111	未检出
5	边界围栏西侧偏南	117	未检出
6	边界围栏南侧偏东	101	未检出

秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目竣工环境保护验收监测报告

7	边界围栏南侧中间偏东	108	未检出
8	边界围栏南侧中间偏西	116	未检出
9	边界围栏南侧偏西	5304	25
10	边界围栏西侧偏南	1784	9
11	边界围栏西侧中间偏南	4805	25
12	边界围栏西侧中间偏北	957	未检出
13	边界围栏西侧偏北	118	未检出
14	边界围栏西北角	132	未检出
15	边界围栏北侧偏西	112	未检出
16	边界围栏北侧中间偏西	118	未检出
17	边界围栏是中间	106	未检出
——	边界围栏南侧偏西（设置补充屏蔽）	134	未检出
——	边界围栏西侧偏南（设置补充屏蔽）	116	未检出
——	边界围栏西侧中间偏南（设置补充屏蔽）	111	未检出
——	边界围栏西侧中间偏北（设置补充屏蔽）	107	未检出
——	南侧瞭望塔	87.9	未检出

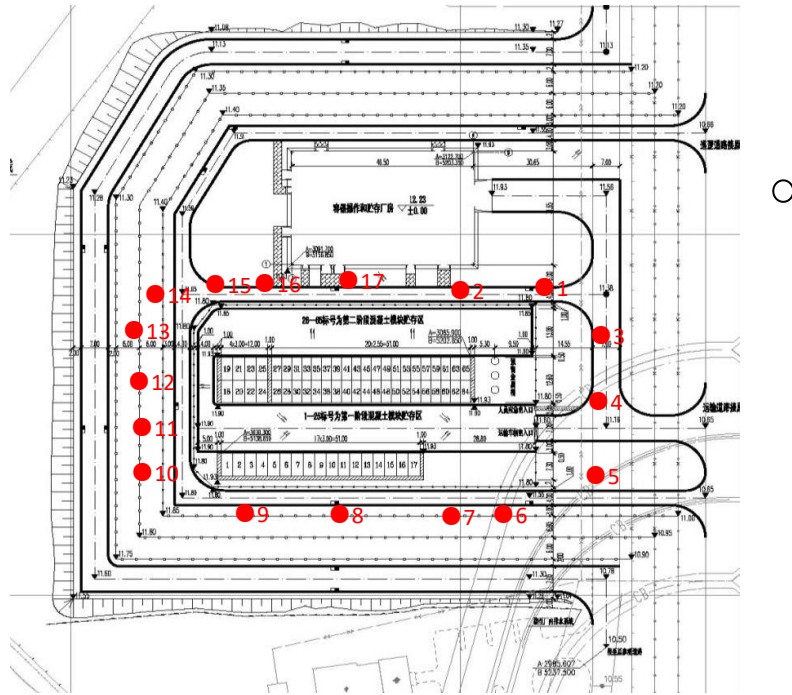


图 9-2 贮存设施边界辐射水平监测点位图

### 9.2.3 容器操作和贮存厂房辐射水平监测

容器操作和贮存厂房辐射水平监测布点处情况见图 9-3—图 9-6。监测结果见表 9-5—表 9-6。

表9-5 容器操作和贮存厂房辐射水平监测结果

单位：nSv/h

序号	点位描述	$\gamma$ 辐射水平监测结果	中子辐射水平监测结果
1	容器厂房东北角	125	未检出
2	转运工具(绳索堆放处)	1737	10.2
3	垂直吊具	4727	13.5
4	转运容器	1027	5.6

表9-6 容器操作和贮存厂房表面污染监测结果

单位：Bq/cm<sup>2</sup>

点位名称	$\alpha$ 表面污染	$\beta$ 表面污染
垂直吊耳处地面	未检出	1.61
垂直吊耳表面	未检出	3.28

绳索表面	未检出	3.9
转运容器表面	未检出	未检出



图 9.3 转运工具（绳索堆放处）



图 9.4 垂直吊具



图 9.5 转运容器

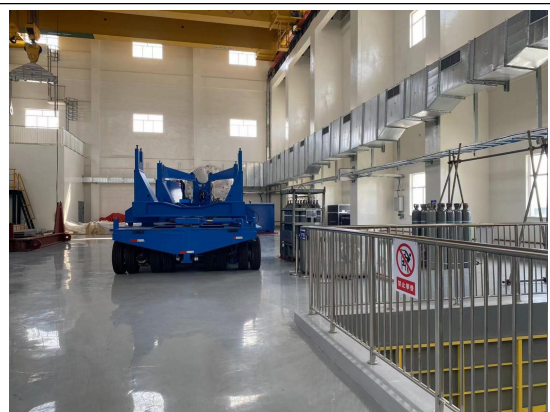


图 9.6 容器厂房内部

## 9.2.4 防护效果评价

### (1) 评价标准

根据《秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）安全分析报告》，转运容器在厂内运输过程中外表面上任一点的最高辐射水平不超过 10mSv/h。贮存系统

浙江省辐射环境监测站

正常运行期间人员可到达位置的最高辐射水平不超过 1mSv/h。干法贮存设施周边设置单层实体屏障，作为辐射控制区的边界，保证屏障外围的辐射水平满足白区的剂量率控制值（2.5 $\mu$ Sv/h）要求。

对于容器操作和贮存厂房，剂量率边界值应小于绿区管理剂量率限值要求，即  $D \leq 10\mu\text{Sv/h}$ ，干法贮存设备厂房存有干法贮存项目的转运容器及相关辅助设备。正常使用条件下，以上各类容器以及辅助设备外表面的非固定污染水平应满足标准要求，固定污染所引起的辐射水平应不超过 5 $\mu$ Sv/h，

关于表面污染控制水平，参考 GB11806-2019《放射性物品安全运输规程》5.4 中的描述，“应使任何货包外表面的非固定污染保持在实际可行的尽量低的水平上，在常规运输条件下，这种污染不得超过下述限值：

- a) 对 $\beta$ 和 $\gamma$ 发射体以及低毒性 $\alpha$ 发射体为 4Bq/cm<sup>2</sup>；
- b) 对所有其他  $\alpha$  发射体为 0.4Bq/cm<sup>2</sup>。

可以用在表面的任意部位任何 300cm<sup>2</sup> 面积上取的非固定污染平均值来判断是否符合这一要求

## （2）安全分析评价结果

a) 根据《秦山地区乏燃料干法贮存项目联合试运转总结报告》（附件 5）可知，转运容器在厂内运输过程中外表面辐射水平未超过 10mSv/h。通过导出并分析贮存设施区域边界 4 套固定式  $\gamma$  剂量率监测仪测量数据，容器转运期间周围辐射水平无异常。

b) 1 号、2 号混凝土贮存模块表面及周围辐射水平监测结果表明，贮存系统正常运行期间人员可到达位置的最高辐射水平不超过 1mSv/h，表面污染水平未超过限值要求。

c) 根据《秦山地区乏燃料干法贮存项目安全分析报告（第一阶段）》，考虑多个贮存模块的影响，为使贮存设施边界处的剂量率水平满足剂量率控制值要求，应设置移动补充屏蔽体，该屏蔽体由 375mm 厚混凝土和 10mm 厚碳钢组成，高度至少 1300mm。未采用移动屏蔽体时，贮存设施边界南侧、西侧部分监测点位辐射水平超过 2.5 $\mu$ Sv/h 限值要求，现采用 500\*300\*120mm 路缘石遮挡屏蔽后，辐射水平达到本底水平。

d) 容器操作和贮存厂房辐射水平小于  $10\mu\text{Sv/h}$ ，内部存放的干法贮存项目的转运容器及相关辅助设备由于固定污染所引起的辐射水平最大处  $4727\text{nSv/h}$ ，未超过  $5\mu\text{Sv/h}$ 。表面污染水平未超过限值要求。

### 9.3 工程建设对环境的影响

秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目由准备区、运输区、贮存区三部分组成。本项目在乏燃料的准备、运输和贮存过程中，除在乏燃料准备环节中会产生极少的可忽略不计的放射性气体排入环境外，其他环节中乏燃料内的放射性物质不会释放到环境中去。模块在正常存放过程中，乏燃料干式贮存设施无气载和液态放射性物质释放至大气、地表水和地下水中。项目对环境的影响主要是模块直接照射对环境的辐射影响。

距离贮存设施最近的公众可能到达的地点为距离贮存系统南侧边界约 125 米的瞭望塔，通过监测结果可知，其辐射水平在本底水平。

根据《秦山核电基地外围辐射环境监督性监测报告书》（2022 年度），外围连续监测系统测得的  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，与历年相比无明显变化，处于当地天然本底水平涨落范围内，未监测到由核电厂气载放射性流出物排放引起的异常升高现象。瞬时  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率处于当地天然本底水平涨落范围内。 $\gamma$  辐射累积剂量测得的  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率处于当地天然本底水平涨落范围内。

## 10 验收监测结论

### 10.1 环保设施调试运行效果

(1) 转运期间，容器在厂内运输过程中外表面辐射水平满足限值要求。参与转运工作相关人员个人剂量统计结果见附件 4，未发现异常。

(2) 1 号、2 号混凝土贮存模块表面及周围辐射水平监测结果表明，贮存系统正常运行期间人员可到达位置的最高辐射水平不超过 1mSv/h，辐射水平和表面污染水平符合环评文件及批复要求。

(3) 贮存模块边界在采取补充屏蔽措施后，辐射水平符合环评文件及批复要求。

(4) 容器操作和贮存厂房辐射水平和表面污染水平符合环评文件及批复要求。

### 10.2 工程建设对环境的影响

秦山第二核电站 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目对环境的影响主要是模块直接照射对环境的辐射影响。

根据《秦山核电基地外围辐射环境监督性监测报告书》（2022 年度），外围连续监测系统测得的  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率排除降雨(雪)等自然因素的影响，与历年相比无明显变化，处于当地天然本底水平涨落范围内，未监测到由核电厂气载放射性流出物排放引起的异常升高现象。瞬时  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率处于当地天然本底水平涨落范围内。 $\gamma$  辐射累积剂量测得的  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率处于当地天然本底水平涨落范围内。

本项目在现有的规模和工况条件下，对秦山基地外的公众造成的辐射影响可忽略不计，符合《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）对公众约束剂量的要求。

### 10.3 环境保护设施落实情况

(1) 秦山第二核电站 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目落实了环境影响评价制度，环境影响报告表及其批复中要求的安全与防护措施已落实。

(2) 项目建设落实了安全与防护“三同时”制度。安全防护设施、辐射环境监测设备按相关标准规范和环评要求进行设计、建设，并与主体工程同时投入使用。



(3) 检查结果表明, 该项目建设辐射安全管理机构健全, 已按照环评文件要求落实各项环境保护措施, 制定了贮存设施相关管理制度, 开展了贮存设施环境检测和个人剂量检测。辐射防护和环境保护相关档案资料齐备。

综上所述, 秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目符合有关规定, 具备竣工验收条件, 建议通过竣工验收。

## 11 建议

1、每次贮存模块完成装料后, 对贮存设施表面和边界处开展辐射水平监测, 并做好记录工作。

2、按照《秦山地区乏燃料干法贮存项目安全分析报告(第一阶段)》要求做好移动补充屏蔽体设置。

附件 1：《关于秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表的请示》（中核运行核安发〔2020〕80 号）

# 中核核电运行管理有限公司文件

中核运行核安发〔2020〕80 号

签发人：邹正宇

## 关于秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料 贮存系统改造环境影响报告表的请示

生态环境部：

秦山第二核电厂 4 台机组的乏燃料由于受外部制约，目前无法外运至后处理厂，即将面临乏燃料水池满容的风险。因此，我公司拟对秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统进行改造，即在 3、4 号机组西侧空地新建乏燃料干法贮存设施，作为秦山第二核电厂乏燃料离堆中间贮存场所。

根据建设项目环境影响评价相关法规的要求，现将《秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表》提交贵部，请予审评。

— 1 —

妥否，请批示。

附件：秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造  
环境影响报告表



中核核电运行管理有限公司

2020年3月31日

(联系人：朱伟杰 联系方式：0573-86382603)

附件 2：关于秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告书的批复（环审〔2021〕32 号）

# 中华人民共和国生态环境部

环审〔2021〕32 号

---

## 关于秦山第二核电厂 3、4 号机组 乏燃料贮存系统改造环境影响报告表的批复

中核核电运行管理有限公司：

你公司《关于秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表的请示》（中核运行核安发〔2020〕80 号）收悉。经研究，批复如下。

一、拟建秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统位于秦山第二核电厂 3、4 号机组联合泵房西侧，通过实物保护围栏改造将其纳入核电厂保护区内，作为秦山第二核电厂乏燃料高堆中间贮存场所。建设内容主要包括 25 台干法贮存容器、容器操作和贮存厂房、厂址基础设施（包括混凝土基础底座和实物保护围栏等）。

— 1 —

二、你公司提交的《秦山第二核电厂3、4号机组乏燃料贮存系统改造环境影响报告表》（以下简称《报告表》）的内容可以满足项目施工期和营运期对环境评价的要求。环境影响评价分析表明：该项目按照设计目标的要求合理施工并在执行《报告表》提出的各项环境保护措施后，施工期和营运期对辐射环境的影响以及常规环境的影响均是可以接受的。

因此，我部同意你公司按照《报告表》中所列建设项目的性质、地点、规模 and 环境保护措施进行项目建设。

三、我部委托华东核与辐射安全监督站负责该项目的环境保护监督检查工作。

四、你公司应严格落实《报告表》提出的各项环境保护措施，保证该项目实施后满足国家环境保护相关法规和标准的要求。



（此件社会公开）

---

抄 送：核电秦山联营有限公司，华东核与辐射安全监督站，核与辐射安全中心。

---

生态环境部办公厅

2021 年 4 月 13 日印发

---

附件 3：关于秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）初步设计审查的批复

## 浙江省国防科技工业办公室

### 关于秦山地区乏燃料干法贮存项目 （第一阶段）初步设计审查的批复

中核核电运行管理有限公司：

你单位报送的《关于秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）初步设计的请示》收悉。经研究，原则同意该初步设计。有关事项批复如下：

#### 一、建设目标

建设乏燃料干式贮存设施，满足 2030 年前秦山核电二期乏燃料离堆贮存需求。

#### 二、主要建设内容

项目规划贮存秦二厂 800 组 AFA2G/AFA3G/AFA3G AA 乏燃料组件，主要建设内容：混凝土干法贮存容器（含密封贮存罐及混凝土模块）、一座容器操作和贮存厂房、厂址基础设施（包括混凝土基础底座和实物保护围栏等）。

乏燃料干法贮存容器设施占地面积约 4740m<sup>2</sup>，新增工艺设备 65 台套，包括密封罐（25 台）、混凝土模块（25 台）、辅助设备（11 台套），辐射监测工程设备（4 台套）。容器操作和贮存厂房占地面积约 1500m<sup>2</sup>，新增工艺设备 11 台套，包括厂房工

艺设备吊车（1台）、叉车（2台），焊接模拟体（1台），密封罐托架（1台套），辐射监测工程设备（6台套）。

### 三、项目总投资及资金来源

项目总投资30778万元，由核电站乏燃料处理处置基金安排。

### 四、建设地址

浙江省嘉兴市秦山核电厂区内部。

### 五、项目承担单位

中核核电运行管理有限公司。

### 六、建设周期

项目建设周期为36个月。其中，2023年6月底完成贮存设施联合试运转。

### 七、其他

请你公司组织项目单位严格按照核电站乏燃料处理处置基金项目管理办法、国防科技工业政府固定资产投资项目管理办法等有关规定抓紧开展项目实施，建立项目责任体系，明确项目负责人，落实项目责任制，加强项目管理，保证工程质量，确保项目按计划完成。

附件：1. 关于秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）初步设计的请示



2. 秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）初步设计总说明书
3. 秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）初步设计概算
4. 秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）初步设计审查意见
5. 秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）初步设计审查会专家签到表
6. 秦山地区乏燃料干法贮存项目（第一阶段）初步设计审查会部门（单位）签到表

浙江省国防科技工业办公室  
2021年12月28日

抄送：国家国防科技工业局系统工程二司。

附件 4：转运及试运行期间工作人员剂量统计

序号	人员姓名	员工号	单位	累计工时 (小时)	剂量 (mSv)
1	陈琛祥	20067008	泰山核电	0.2	0
2	陈海桥	80215641	中国核电工程公司	0.83	0
3	陈华喜	19987053	泰山核电	0.69	0
4	陈杰	20130088	泰山核电	0.29	0
5	陈伟伟	80242564	中国核电工程公司	1.18	0
6	邓甯	80070001	中核四川环保	0.21	0
7	邓胚强	20120056	泰山核电	0.82	0
8	邓泉	80090033	中辐院	0.13	0
9	邓志新	19987064	泰山核电	8	0
10	丁仁杰	80213601	中辐院	6.99	0
11	董兆雄	20116055	泰山核电	0.28	0
12	范泽华	80114969	中辐院	1.68	0
13	付佳欣	20087104	泰山核电	0.21	0
14	付建伟	80233609	中国核电工程公司	1.21	0
15	顾平惠	80159346	中核环保产业	0.74	0
16	顾沈佳	80154898	山西中辐核仪	0.16	0
17	顾张华	80100006	中核四川环保	1.24	0
18	贺龙	80150445	中核环保产业	0.06	0
19	黄刚	20087166	泰山核电	1.48	0
20	姜超云	80142863	山西中辐核仪	0.26	0
21	姜凤帆	80141755	中国核电工程公司	2.01	0
22	姜萍	80173333	中国核保险共同体执行机构	0.24	0
23	李骋	80141779	中国核电工程公司	0.33	0
24	李建群	80130017	中核四川环保	2.31	0
25	林旭	80209064	中国核电工程公司	7.49	0
26	刘冲	80243861	北京市化工职业病防治院	1.01	0
27	刘东兵	20007090	泰山核电	0.81	0
28	刘国平	80164940	浙江万纳	0.11	0
29	刘林	20077023	泰山核电	0.18	0
30	刘勤峰	80157479	中国核电工程公司	1.58	0
31	刘宇	20007012	泰山核电	1.03	0
32	刘正春	19977041	泰山核电	0.19	0
33	罗强	20007013	泰山核电	0.19	0
34	权大云	80141562	中核检修有限公司	2.56	0
35	沈建根	80141628	万纳神核控股	0.48	0
36	沈俊杰	80190147	中辐院	0.16	0

37	沈蒙恩	80202456	安徽国润	0.11	0
38	石王超	80130093	中国核电工程公司	3.64	0
39	石中华	20067067	秦山核电	1.23	0
40	舒田	20087058	秦山核电	0.26	0
41	宋敏达	20171187	秦山核电	1.44	0
42	孙宁	80130012	中核四川环保	0.71	0
43	汤海兵	80206327	中国核电工程公司	1.67	0
44	田红梅	80233158	中辐院	1.6	0
45	佟云	80243860	北京市化工职业病防治院	1.05	0
46	汪江红	80225421	山西中辐核仪	0.27	0
47	王常明	19978051	秦山核电	0.3	0
48	王飞华	80142247	中国核电工程公司	3.9	0
49	王靓	80110126	中辐院	0.42	0
50	王树森	80090062	中辐院	0.19	0
51	王涛	80080080	中辐院	0.94	0
52	王志超	80243858	北京市化工职业病防治院	1.6	0
53	魏胜桃	80243859	北京市化工职业病防治院	0.98	0
54	吴嘉琪	80195592	山西中辐核仪	0.28	0
55	吴美锋	80206713	浙江万纳	0.85	0
56	肖建	80130006	中辐院	0.48	0
57	肖子闻	80232201	中核四川环保	0.64	0
58	徐波	20087093	秦山核电	0.8	0
59	徐凯	80141498	中国核电工程公司	1.7	0
60	徐林伟	80161265	海盐县核安消防救援服务中心	0.24	0
61	徐能	80202561	中辐院	3.89	0
62	徐少清	80192552	中核四川环保	2.03	0
63	徐文龙	80110143	万纳神核控股	0.77	0
64	许珈瑞	80239371	山西中辐核仪	0.19	0
65	许敏杰	80120066	中核武汉核电运行技术股份有	0.45	0
66	颜帅	20066023	秦山核电	2.14	0
67	杨佳厅	80115174	中辐院	16.04	0
68	杨卫	80158858	海盐县核安消防救援服务中心	0.25	0
69	杨卫萍	80130021	中核四川环保	2.44	0
70	姚经伟	80190758	中国核电工程公司	4.36	0
71	姚叶飞	80120008	中辐院	1.52	0
72	张波	80227645	中核四川环保	0.71	0
73	张风敏	80243862	北京市化工职业病防治院	0.88	0

74	张贵英	80243857	北京市化工职业病防治院	1.7	0
75	张红耀	19967051	秦山核电	0.3	0
76	张金礼	80150662	中国核电工程公司	2.24	0
77	张军	80180738	中国核电工程有限公司	1.8	0
78	张雄慧	80142448	中核检修有限公司海盐分公司	1.09	0
79	张旭辉	20067080	秦山核电	10.41	0
80	张忠夫	80040014	中国核电工程公司	3.21	0
81	赵存娥	80152849	中核四川环保	3.73	0
82	赵利芳	80163773	中核四川环保	2.6	0
83	郑晓琴	80242387	嘉兴市建新工程造价咨询事务	0.32	0
84	钟波	20096019	秦山核电	1.1	0
85	周广达	80180604	中国核电工程公司	2.44	0
86	朱峰	80155784	中国核电工程公司	1.65	0
87	朱佳东	80157397	安徽国润	0.8	0
88	朱哲俊	80198028	浙江万纳	0.15	0
89	邹森	20036007	秦山核电	0.39	0
总计				142.24	0



附件 5：《秦山地区乏燃料干法贮存项目联合试运转总结报告》（节选）



## 秦山地区乏燃料干法贮存项目联合试运转总结报告

编码：CEPI-ZJGZ-BG-202201

A	曹文全 2022.12.15	肖忠鹏 2022.12.15	刘红雨 2022.12.15
版本	编制	审核	批准

本文件产权属中核环保产业有限公司，未获本公司书面允许，禁止以任何方式擅自使用、复制、传播。



图 5.1.1-1 第二台次工作流程

根据上述主要工艺流程步骤实际工时与计划工时进行对比，后续可对工作计划进行优化。



图 5.1.1-2 第二台次计划工时与实际工时对比

### 6.1.2. 辐射防护数据统计

燃料厂房0米环境剂量属于本底水平，20m平台环境剂量率4  $\mu$  Sv/h左右，乏燃料干法贮存工艺在QM（容器操作与贮存厂房）厂房前期准备工作不接触放射性源项，几乎不存在辐射风险，DSC 内部充入硼酸水后开始涉及表面污染及空气污染，此阶段环境剂量率没有明显变化。乏燃料装载完成，TC/DSC 从装载井吊运至清洗井后，剂量率上升明显，但本次两台的乏燃料组件均选择的是富集度相对较低的，所以整体剂量率较低，具体详见下述

表格。

表5.1.2-1 秦二厂辐射防护个人剂量限值

监测项目	监测周期	记录水平	调查水平	行政管理干涉水平
EPD	单次	1 $\mu$ Sv	2mSv	10mSv
	天			
	周			
	月度			
	季度			
	年度			
TLD	月度	1/2MDL	5mSv	10mSv
	季度	N/A	5mSv	
	年度			
WBC	单次	MDA	1/100ALI	3/100ALI
有效剂量	月度	N/A	5mSv	10mSv

表5.1.2-2 秦二厂乏燃料干法试运转剂量率控制值

剂量率控制位置	接触剂量率
转运容器外表面	10mSv/h
贮存模块人员可接触的外表面	1mSv/h
乏燃料干法贮存设施边界	2.5 $\mu$ Sv/h

表5.1.2-3 秦二厂乏燃料干法试运转燃料厂房内容器周边剂量统计

测量点	测量位置	TC在装载井出水后(第1/2台) mSv/h		DSC完全排水后(第1/2台) mSv/h		TC/DSC出控制区前(第1/2台) mSv/h	
		第一台	第二台	第一台	第二台	第一台	第二台
		①	容器顶部	$\gamma$ : 0.153 n: 0.017	$\gamma$ : 0.187 n: 0.0003	$\gamma$ : 0.070 n: 0.092	$\gamma$ : 0.080 n: 0.025
②	操作平台人员作业位置	$\gamma$ : 0.017 n: 0.0002	$\gamma$ : 0.017 n: 0.0001	$\gamma$ : 0.004 n: 0.002	$\gamma$ : 0.009 n: 0.013	/	/
③	进气排水口	$\gamma$ : 0.100 n: 0.0001	$\gamma$ : 0.040 n: 0.0002	$\gamma$ : 0.035 n: 0.087	$\gamma$ : 0.102 n: 0.030	/	/
④	上左吊耳	$\gamma$ : 0.035	$\gamma$ : 0.008	$\gamma$ : 0.080	$\gamma$ : 0.170	$\gamma$ : 0.020	$\gamma$ : 0.017

		n: 0.0006	n: 0.0001	n: 0.001	n: /	n: 0.0005	n: 0.005
⑤	上右吊耳	γ: 0.030	γ: 0.007	γ: 0.030	γ: 0.090	γ: 0.030	γ: 0.090
		n: 0.0005	n: 0.0001	n: 0.0007	n: /	n: 0.0004	n: 0.0005
⑥	容器中部	γ: 0.053	γ: 0.048	γ: 0.130	γ: 0.230	γ: 0.160	γ: 0.325
⑦	下左吊耳	γ: 0.025	γ: 0.006	γ: 0.100	γ: 0.060	γ: 0.015	γ: 0.018
		n: 0.0003	n: 0.0009	n: 0.0002	n: 0.0006	n: 0.0008	n: 0.005
⑧	下右吊耳	γ: 0.022	γ: 0.012	γ: 0.160	γ: 0.050	γ: 0.032	γ: 0.019
		n: 0.0004	n: 0.0009	n: 0.0017	n: 0.0006	n: 0.0011	n: 0.005
⑨	容器底部侧面	γ: 0.020	γ: 0.007	γ: 0.05	γ: 0.045	γ: 0.130	γ: 0.009
		n: 0.0005	n: 0.0007	n: 0.003	n: 0.0007	n: 0.042	n: 0.005

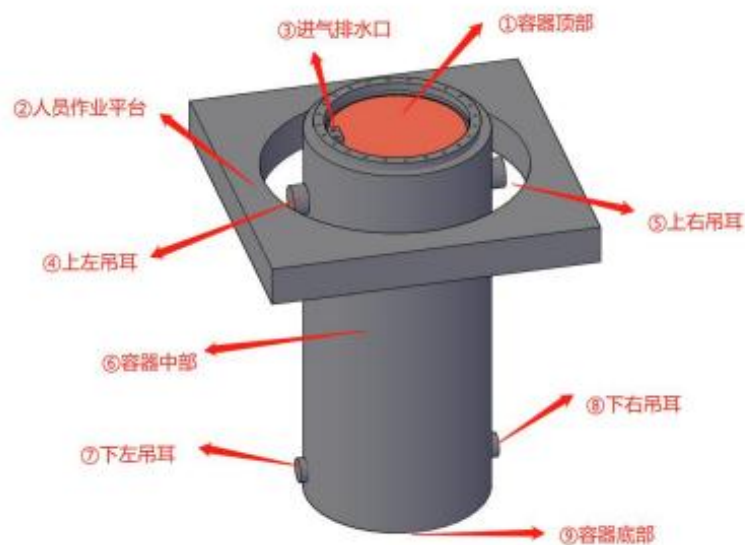


图5.1.2-1 容器测量点示意图

表5.1.2-4 秦二厂乏燃料干法试运转QM厂房剂量统计

测量点	测量位置	第一台	第二台
①	TC顶盖环境剂量率	γ: 0.013	γ: 0.023



		n: 0.016	n: 0.098
②	TC底盖环境剂量率	γ: 0.322	γ: 0.350
		n: 0.016	n: 0.151
③	安装止动件处环境剂量率	γ: 1.64	γ: 20
④	水泥模块通风口	γ: 0.080	γ: 0.058
		n: 0.005	n: 0.006

人员个人受照剂量方面，第一台最大个人剂量为0.064mSv, 工作人员为工艺操作辅助人员，主要从事场地布置、核清洁相关工作；第二台最大个人剂量为0.07mSv, 工作人员为焊接操作工，主要进行手工焊工作。另外第一台集体剂量**0.551man·mSv**，第二台集体剂量**0.559 man·mSv**，两者相差不大，但考虑到两台次所装燃料富集度不同，结合表5.1.2-3与5.1.2-4，重点关注人员作业环境剂量率，可看出第二台整体剂量率约为第一台的**2至3倍**，如此看来第二台控制相对较好。另外第一台持续时间约14天，第二台持续时间约11天，时间也是剂量减小的一个总要因素。

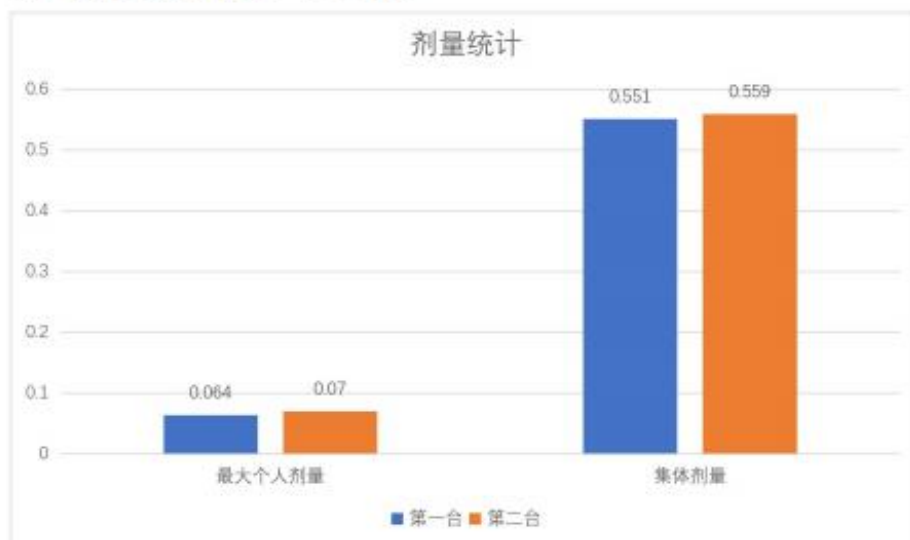


图5.1.2-2 首两台剂量统计图

### 6.1.3. 真空干燥数据统计

附件 6：干法贮存设施相关管理制度（封面）



**秦**山核电压水堆乏燃料干法贮存  
设施运行管理规定

*Management of PWR Spent Fuel Dry Storage Facility  
Operation of Qinshan Nuclear Power*

*Q25-PMS-TGFM-0001*

*Rev.000*



本文件属于秦山核电有限公司、核电秦山联营有限公司、秦山第三核电有限公司和中核核电运行管理有限公司所有，未经书面许可，任何单位和个人不得采用、复制或转让。

使用文档前请确认是否为最新版



# 秦山核电压水堆乏燃料干法贮存 设施运行管理规定

*Management of PWR Spent Fuel Dry Storage Facility  
Operation of Qinshan Nuclear Power*

*Q25-PMS-TGFM-0001*

*Rev.000*

截图(Alt + A)



本文件属于秦山核电有限公司、核电秦山联营有限公司、秦山第三核电有限公司和中核核电运行管理有限公司所有，未经书面许可，任何单位和个人不得采用、复制或转让。

附件 7：定期辐射监测数据统计

1、 $\gamma$  剂量率定期监测数据

测点 编号	测点描述	监测数据 ( $\mu\text{Sv/h}$ )						
		2023.01	2023.02	2023.03	2023.04	2023.05	2023.06	2023.07
1	QW 厂房入口通道 109	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	QW 厂房操作井 116	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3	QW 厂房操作与贮存区 115	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
4	QW 厂房内西侧	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
5	QW 厂房检修设备存放间 114	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
6	QW 厂房排风机房 105	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
7	QW 厂房内通道	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8	QW 厂房出口通道 110	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
9	QM 厂房内北侧	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
10	QM 厂房内西侧	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11	QM 厂房内西侧	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12	QM 厂房内中间	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
13	QM 厂房内东侧	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14	QM 厂房内南侧	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
15	QM 厂房内东侧	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
注：测量仪表及型号：6150AD 6/H, 176765； 测量数据均在仪表测量范围下限值 $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 左右，故均记为 $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 。								

2、 $\beta$  表面污染定期监测数据

测点 编号	测点描述	监测数据 ( $\text{Bq/cm}^2$ )						
		2023.01	2023.02	2023.03	2023.04	2023.05	2023.06	2023.07
1	QW 厂房 109 入口通道地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
2	QW 厂房 115 东侧边界门地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
3	QW 厂房 115 东北角边界门地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4

秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目竣工环境保护验收监测报告

4	QW 厂房 115 操作与贮存区地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
5	QW 厂房 115 西北角边界门地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
6	QW 厂房 117 南侧边界门地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
7	QW 厂房 115QM 厂房通道地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
8	QW 厂房 110 出口通道地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
9	QM 厂房通道门口地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
10	QM 厂房混凝土贮存区北侧地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
11	QM 厂房混凝土贮存区中间地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
12	QM 厂房 1 号边界门区域地面	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4

注：测量仪表及编号：COM0170，162767；

使用表面污染仪表直接测量，由于测量结果均在环境本底范围内涨落，故监测数据均记为<0.4Bq/cm<sup>2</sup>。

### 3、气溶胶定期监测结果评价

测点 编号	测点描述	监测结果						
		2023.01	2023.02	2023.03	2023.04	2023.05	2023.06	2023.07
1	QM 混凝土模块贮存区	无空气 污染	无空气 污染	无空气 污染	无空气 污染	无空气 污染	无空气 污染	无空气 污染
2	QW 115 操作与贮存区	无空气 污染	无空气 污染	无空气 污染	无空气 污染	无空气 污染	无空气 污染	无空气 污染

注：测量仪表及编号：NT200，28804

因测量结果均在仪表本底范围内涨落，故只记录了监测结果。

### 4、定期辐射监测测点示意图



秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目竣工环境保护验收监测报告

附件 8：建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目				项目代码	—	建设地点	秦山第二核电厂区				
	行业类别（分类管理名录）	核力发				建设性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造			项目厂区中心经度/纬度			
	设计生产能力	贮存秦二厂 800 组 AFA2G/ AFA3G 乏燃料组件的 25 台混凝土干法贮存容器、新增一座容器操作和贮存厂房、建设秦一厂和秦二厂的贮存厂址基础设施（混凝土基础底座、实物保护围栏等）				实际生产能力	存秦二厂 800 组 AFA2G/ AFA3G 乏燃料组件的 25 台混凝土干法贮存容器、新增一座容器操作和贮存厂房、建设秦一厂和秦二厂的贮存厂址基础设施（混凝土基础底座、实物保护围栏等）			环评单位	上海核电工程有限公司		
	环评文件审批机关	生态环境部				审批文号	(环审〔2021〕32 号)			环评文件类型	报告表		
	开工日期	2021 年 11 月 1 日				竣工日期	2022 年 12 月 15 日			排污许可证申领时间	/		
	环保设施设计单位	中国核电工程有限公司				环保设施施工单位	中国核工业第二二建设有限公司			本工程排污许可证编号	/		
	验收单位	中核核电运行管理有限公司				环保设施监测单位	浙江省辐射环境监测站			验收监测时工况	2 台混凝土干法贮存容器存满		
	投资总概算（万元）	30778				环保投资总概算（万元）	17160.44			所占比例（%）	55.8		
	实际总投资	29540.5				实际环保投资（万元）	16527.1			所占比例（%）	55.9		
	废水治理（万元）	/	废气治理（万元）	/	噪声治理（万元）	/	固体废物治理（万元）	2630		绿化及生态（万元）	/	其他（万元）	/
	新增废水处理设施能力	/				新增废气处理设施能力	/			年平均工作时			
	运营单位	中核核电运行管理有限公司				运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码）	913304241429418854			验收时间	2023 年 7 月		

秦山第二核电厂 3、4 号机组乏燃料贮存系统改造项目竣工环境保护验收监测报告

污染物排放达标与总量控制(工业建设项目详填)	污染物	原有排放量(1)	本期工程实际排放浓度(2)	本期工程允许排放浓度(3)	本期工程产生量(4)	本期工程自身削减量(5)	本期工程实际排放量(6)	本期工程核定排放总量(7)	本期工程“以新带老”削减量(8)	全厂实际排放总量(9)	全厂核定排放总量(10)	区域平衡替代削减量(11)	排放增减量(12)
	废水	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
化学需氧量	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
氨氮	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
石油类	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
废气	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
二氧化硫	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
烟尘	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
工业粉尘	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
氮氧化物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
工业固体废物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
与项目有关的其他特征污染物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1、排放增减量：(+)表示增加，(-)表示减少。2、(12)=(6)-(8)-(11)，(9)=(4)-(5)-(8)-(11)+(1)。3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；

水污染物排放浓度——毫克/升