

# The Treatment Process of Radioactive Chemical Waste Water Coming from Nuclear Power Plant in China

Ruoxia Ma, Bin Yang

Chongqing Science and Technology Branch, SPIC Yuanda Environmental Protection Co. Ltd., Chongqing  
Email: 124555005@qq.com

Received: Mar. 1<sup>st</sup>, 2019; accepted: Mar. 14<sup>th</sup>, 2019; published: Mar. 28<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

The waste water which is produced by the nuclear power plant adheres to the principle of classified collection and processing. This wastewater mainly includes the coolants, chemical waste water, the ground drainage and the drainage from nonradioactive region. The chemical waste water's quality is poorer, contains many impurities, and has high electrical conductivity. And the activity concentration may be higher, such as chemical cleaning waste water, the drainage of chemical decontamination and the waste water from radioactive chemical analysis laboratory, etc. This paper describes the treatment process of chemical waste water in typical nuclear power plants in China, and analyzes and summarizes various technological processes.

## Keywords

Nuclear Power Plant, The Chemical Wastewater, Treatment Processing

---

# 我国核电站放射性化学废水的处理工艺

马若霞, 杨彬

国家电投远达环保工程有限公司重庆科技分公司, 重庆  
Email: 124555005@qq.com

收稿日期: 2019年3月1日; 录用日期: 2019年3月14日; 发布日期: 2019年3月28日

---

## 摘要

在核电站中产生的废水都遵循分类收集和处理的的原则, 我国的核电站产生的废水主要包括工艺废水、化

学废水、地面排水和常规岛排水等, 其中化学废水的水质较差、杂质多、电导率高, 且放射性活度浓度可能较高, 如化学清洗废水和化学去污的排水以及放射性化学分析实验室进行样品分析后产生的废水等。本文阐述了我国典型核电站中化学废水的处理工艺, 分析总结了各类工艺流程。

## 关键词

核电站, 化学废水, 处理工艺

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 概述[1]

在核电站中产生的废水都遵循分类收集和处理的原理, 我国的核电站产生的废水主要包括工艺废水、化学废水、地面排水和常规岛排水等, 其中化学废水的水质较差、杂质多、电导率高, 且放射性活度浓度可能较高, 如化学清洗废水和化学去污的排水以及放射性化学分析实验室进行样品分析后产生的废水等。在国内外核电站中, 对于化学废水的处理, 一般采用比较成熟的过滤、蒸发和离子交换等方式。

## 2. 我国核电站化学废水的处理工艺[2]-[11]

### 2.1. 秦山核电站

秦山核电厂的化学废水主要与地面疏水一起收集, 可能含有去污用的化学药剂和少量机油, 由于其放射性浓度较低, 一般采用监测排放的处理方式, 若浓度大于限值, 则会进入废水处理系统, 进行蒸发处理。蒸发器的形式是外加热式自然循环蒸发器, 其运行方式为连续进料间断卸料的半连续性操作。二次蒸汽先后经过旋风分离器和净化器去除放射性后, 再经过冷凝器冷却, 冷凝液检测槽用于接收冷凝液, 对冷凝水进行检测后确定继续处理或排放。

秦山第二核电厂的化学废水由学废水收集罐收集, 处理工艺为蒸发工艺。蒸发器采用外加热自然循环蒸发装置。在进入蒸发器前, 废水首先经过预过滤器过滤处理, 然后经过预热器加热, 进行自然循环蒸发。二次蒸汽在旋风分离器和泡罩塔的作用下进一步被净化, 最后经冷凝器冷凝冷却后流入监测槽。

秦山第三核电厂为 CANDU 重水堆, 其产生的放射性废水根据放射性活度浓度分类两类, 每一类都可能含有化学废水, 采用的处理工艺为过滤和离子交换工艺。若废水中的放射性活度浓度较高, 一次处理后的废水将再次进入废水处理系统进一步处理, 直到达到限值要求。

### 2.2. 大亚湾和岭澳核电站

大亚湾核电站和岭澳核电站的化学废液处理工艺相同, 由化学排水接收槽进行收集, 然后进行蒸发处理。蒸发装置采用强制循环的蒸发方式。废水在强制循环泵的作用下, 通过加热器和蒸发器进行蒸发处理。二次蒸汽从蒸发器排出后进入净化器进一步除去夹带的液滴, 然后进入冷凝器。冷凝的蒸馏液进入蒸馏液冷却器后排入监测槽暂存, 经监测后排放。

岭澳核电站二期工程对放射性废水处理系统进行了一定的改进, 如增加了放射性废水的贮存能力、防止  $^{110m}\text{Ag}$  污染、硼回收系统除硼除盐器的改进, 以及修改了输水系统的管道等, 但是这些改进没有改变废水的处理工艺。

### 2.3. 田湾核电站

田湾核电站的放射性废水分类收集系统分为两部分：含硼冷却剂和放射性废水。化学废液与其它放射性废水统一收集，并通过放射性废水处理系统进行处理。放射性废水首先经过水力旋流器，去除杂质后进入暂存贮罐，而后进入蒸发器进行处理。系统设有 2 台处理能力不同的自然蒸发器，第一级蒸发器的蒸汽冷凝后进入离子交换器进一步处理，第二级蒸发器的蒸汽冷凝后回到贮罐内，通过第一级蒸发器重新蒸发处理。处理后冷凝液在监测槽内检测，根据放射性活度浓度和化学成分确定复用、进一步处理或排放。

### 2.4. AP1000 核电站

我国的 AP1000 核电站有山东海阳核电站和浙江三门核电站，是第三代核电机组。其废物处理系统采用的核岛废物处理系统和厂址废物处理设施相结合的方式。核岛内的放射性废水通过放射性废液处理系统处理，同时在厂址废物处理设施内也设置部分废水的处理系统和移动式处理装置。

山东海阳核电站在厂址废物处理设施内设有放射性洗衣房及洗衣废水处理系统，以及设置了三台移动式处理车分别对化学废水、0.25%包壳破裂废水和 SGTR 废水进行处理。化学废水的产生量小，首先对化学废水进行放射性浓度的检测，当不超过排放限值时，通过加入酸或碱进行中和后监测排放，否则送往 SRTF 通过化学废液移动车进行处理。由于移动式处理车中的处理工艺主要是离子交换工艺，为避免化学废水中的成分造成离子交换树脂过早失效和保证处理效果，化学废液进入厂址废物处理设施后首先进行预处理，预处理工艺采用“UV/Fenton 氧化 + 絮凝沉降 + 过滤”。

浙江三门核电站的化学废水与混合废水一起收集，统一进入化学废水槽中，而后通过屏蔽转运容器送到厂址废物处理设施中，处理系统采用的是桶内干燥工艺。在 160 L 钢桶内分批加入化学废液进行烘干处理，冷却后的残留废物通过超压机压实，压饼在 200 L 桶内加入浆液固定。

## 3. 结束语

在核电站中，化学废液的产量相对较少，但由于其具有成分复杂、放射性活度浓度可能较高等特性，在处理上具有一定的难度。在一代和二代核电机组中，化学废液是与其它废液混合后进行处理，主要采用了传统的蒸发工艺和离子交换工艺，这样的方式有可能提高其他废液的放射性浓度，增加处理成本。在 AP1000 核电机组中，将少量的化学废液单独收集和处理，这种方式更符合国家标准规定的分类收集和处理的要求，同时可降低处理费用。

## 参考文献

- [1] 张志银, 严沧生, 黄来喜. 核电厂放射性废物最小化[M]. 北京: 中国原子能出版社, 2013.
- [2] 祁昌明. 秦山第二核电厂放射性废物管理进展[J]. 辐射防护通讯, 2007, 27(1): 13-17..
- [3] 孙磊. 秦山二期扩建工程固体废物最小化技术改进[C]//中国核学会 2011 年年会. 中国核学会 2011 年年会论文集. 贵阳: 中国核学会, 2011: 180-186.
- [4] 赵滢. 北龙处置场废物处置工艺对处置安全的贡献[C]//“21 世纪初辐射防护论坛”第四次会议暨低中放废物管理和放射性物质运输学术研讨会论文集. 北京: 中国核学会, 2006: 51-56.
- [5] 马鹏勋. 三门核电站放射性固体废物管理[J]. 辐射防护通讯, 2012(1): 32-35.
- [6] 王道全. 海阳核电厂离堆放射性废物处理技术介绍及应用分析[J]. 科技创新与应用, 2013(5): 130.
- [7] 张朝文. 大亚湾核电站放射性三废控制与管理[C]//全国核化学化工学术交流年会. 全国核化学化工学术交流年会论文集. 乌鲁木齐: 中国核学会, 2002: 556-578.

- [8] 杨洋. 浅谈 AP1000 核电厂放射性废物处理[J]. 核电运行与维护, 2006(3).
- [9] 靳海睿. 三门核电站放射性废物处理工艺[J]. 辐射防护通讯, 2015, 35(2): 1-6.
- [10] 柳丹, 刘杰安, 等. 离子交换树脂处理核电厂废液模拟试验研究[J]. 给水排水, 2014(z1): 248-251.
- [11] 李福志, 孙大卫. 内陆 AP1000 核电项目低放废液排放的主要污染物及其处理技术[J]. 原子能科学技术, 2012, 46(B09): 137-141.

**知网检索的两种方式:**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2332-8010, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [wpt@hanspub.org](mailto:wpt@hanspub.org)