

辽宁红沿河核电厂 1、2 号机组建设项目

环境保护竣工验收监测报告

辽核辐验〔2017〕003号

(公示版)



建设单位：辽宁红沿河核电有限公司

编制单位：辽宁省核与辐射监测中心

项目负责人：石敏

报告审定：杜月华

报告校核：王溪睿、赵爽、关庆涛、刘军、张晓妍、姚磊

报告编制：石敏、刘迁顺、马雪萍、徐鹏阳、李文政、尹宪龙

编制单位联系方式：

单位地址：辽宁省大连市中山区华乐街 16 号

邮政编码：116007

电话：0411-82953005

传真：0411-82953006

1 工程概况

辽宁红沿河核电厂由辽宁红沿河核电有限公司投资建设，是国家批准“十一五”期间在辽宁省大连市瓦房店红沿河核电厂址上新开工建设的重大核电建设工程。

2007 年 8 月 14 日，国家发展和改革委员会核准了辽宁红沿河核电厂一期工程的建设；2007 年 8 月 15 日，原国家环保总局以环审[2007]331 号文批复了《辽宁红沿河核电厂一、二号机组环境影响报告书（设计阶段）》；2012 年 11 月 15 日，国家环保部以环审[2012]296 号文批复了《辽宁红沿河核电厂一、二号机组环境影响报告书（首次装料阶段）》。

辽宁红沿河核电厂一号机组：于 2007 年 8 月 18 日浇灌第一罐混凝土；2013 年 2 月 17 日，一号机组首次并网；2013 年 6 月 6 日，一号机组商业运行。

辽宁红沿河核电厂二号机组：2008 年 3 月 28 日浇灌第一罐混凝土；2013 年 11 月 23 日，二号机组首次并网；2014 年 5 月 13 日，二号机组商业运行。

依据《建设项目竣工环境保护验收管理办法》等，辽宁省核与辐射监测中心 2016 年 10 月收到国家环保部委托业务通知，2016 年 11 月与环保部签订了《辽宁红沿河核电厂 1、2 号机组竣工环境保护验收调查和监测》合同（HD-HY-201602），对辽宁红沿河核电厂一、二号机组项目进行竣工环境保护验收监测报告的编制。

核电厂的名称为辽宁红沿河核电厂，其业主为辽宁红沿河核电有限公司。本建设项目名称为辽宁红沿河核电厂一、二号机组建设。

辽宁红沿河核电厂厂址位于辽宁省瓦房店市红沿河镇东岗村，厂址地处渤海辽东湾东海岸，北、西、南三面临海，东侧与陆地接壤。反应堆位于厂址西侧，一号反应堆地理位置坐标为东经 $121^{\circ}28'49''$ ，北纬 $39^{\circ}4'09''$ ，一、二号机组呈东西走向，两个反应堆中心间距为 88.8m。距厂址 ESE 方位的红沿河镇 7.0km，复州城 22km，瓦房店市 49km；南距大连港 110km，北距沈阳 270km。

厂址区内地势平坦开阔，起伏不大，总体东高西低、北高南略低，自然标高在 10~37m，场地自然坡度一般为 2~3%，呈三面临海的半岛形态。

辽宁红沿河核电厂厂址半径 5km 范围内的居民点有 7 个，分属红沿河镇的东岗村和前大地村管辖。其中，距离厂址最近的居民点为大衣屯自然村，位于场址 ENE 方向 2.1km。

辽宁红沿河核电厂一期工程计划建设 4 台 1000MWe 压水堆核电机组（1~4 号机组）。实际建成工程为：单台机组核蒸汽供应系统（NSSS）额定热功率 2905MWt，堆芯额定热功率为 2895MWt，发电机额定电功率为 1118.79MWe。工程的设计运行寿期为 40 年。

2 标准及环境管理目标值

2.1 标准

- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）
- 《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》（GB14587-2011）
- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

2.2 核电厂申请和批准的年排放量

辽宁红沿河核电厂 1、2 号机组首次装料阶段放射性流出物年排放量申请值执行环审[2012]296 号“关于辽宁红沿河核电厂一、二号机组环境影响报告书（首次装料阶段）的批复”中放射性流出物排放量。

3 验收监测评价标准

3.1 外围辐射环境监测评价标准

- 《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）
- 《中国环境天然放射性水平》国家环保局 1995 年

3.2 电磁辐射监测评价标准

- 《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》（HJ/T24-1998）
- 《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB15707-1995）

3.3 噪声监测评价标准

- 《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-90）
- 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）
- 《声环境质量标准》（GB3096-2008）

3.4 废水监测评价标准

- 《海水水质标准》（GB3097-1997）
- 《辽宁省污水综合排放标准》（DB21/1627-2008）
- 《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB18920-2002）

3.5 固废监测评价标准

—低中水平放射性固体废物 包装安全标准（GB12711-1991）

4.6 食品中放射性核素标准

—食品中放射性物质限制浓度标准（GB14882-94）

4 污染与治理措施

红沿河核电厂 1、2 号机组项目的主要环境污染来源包括放射性废气的排放、放射性废液的排放、放射性固体废物的处理以及非放射性废物排放等。另外，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来源。

4.1 放射性废气产生与治理

放射性废气系统主要包括废气处理系统、冷凝器真空系统及空调、加热、冷却及通风系统等。

放射性废气处理系统为两台机组共用，用于收集、贮存并处理两座反应堆正常运行工况和预计运行事件时产生的放射性废气，处理后经监测符合国家标准及核电厂管理规范要求后排入大气。

放射性废气治理总结如下：

红沿河核电站 1、2 号机组的废气处理系统（TEG）参照岭澳二期 3、4 号机组进行设计，处理系统的原理和操作程序基本相同，工艺技术比较成熟，在岭澳 3、4 号机组的运行中得到验证。

红沿河核电站 1、2 号机组试运行期间，所有放射性气体排放均严格执行《核电厂放射性液态和气态流出物排放管理》的相关管理规定和要求，衰变时间、采样时间、取样及排放等过程均符合要求，未发生违反程序规定的排放事件。

(3) 气载放射性流出物中的惰性气体、卤素和气溶胶、氚、碳-14 的年排放量均远低于一、二号机组最终安全分析报告中年平均设计释放目标限值，同时也低于 GB6249-2011 的规定及环保部批复中的控制值。每个季度的排放总量均低于环保部所批准年排放总量的 1/2，月度排放总量低于环保部所批准年排放总量的 1/5，符合 GB6249-2011 的规定。

4.2 放射性废液产生与治理

放射性废液系统指具有控制、收集、处理、输送、贮存及排放放射性废液能力的系统。主要包括硼回收系统、废液处理系统、废液排放系统、放射性废水回收系统、核岛排气和疏水系统（RPE）。

除此之外，其它已被污染或可能被污染的液体也由下列系统处理或收集：化学和容积控制系统、反应堆换料水池和乏燃料水池冷却系统、蒸汽发生器排污系统、常规岛废液排放系统。

放射性废液控制总结如下：

(1) 试运行期间，红沿河公司制定了监测方法和流出物监测大纲及相关的管理制度，并按照流出物监测大纲的要求全面开展了红沿河核电厂 1、2 号机组放射性流出物的监测工作，定期报送流出物监测数据。

(2) 试运行期间，红沿河 1、2 号机组液态放射性流出物排放能够按照《核电厂放射性液态和气态流出物排放管理》的规定进行操作，采样分析排放过程均符合要求。

(3) 液态放射性流出物中氚、碳-14 和其他核素的排放量低于 GB6249-2011 的规定、环保部批复的排放限制及安全分析报告中预期值；其它核素的年排放值低于红沿河公司管理目标值；同时各季度和连续 3 个月的排放量均低于年排放总量的 1/2，月度排放量低于年排放总量的 1/5。

4.3 放射性流出物排放控制

红沿河核电厂排放的放射性流出物包括气载放射性流出物和液态放射性流出物，分别通过核电厂液态总排放口和烟囱口排出。

放射性流出物排放控制总结如下：

(1) 试运行期间，辽宁红沿河核电厂对放射性流出物制定了科学合理的监测方案及相关的管理制度，并按照制度及方案开展了相关的监测，实时报送了流出物监测数据。

(2) 2014~2015 年度气载放射性流出物中的惰性气体、碘和粒子的排放量、液态放射性流出物中氚和其他核素的排放量均在红沿河年度管理目标值范围以内，同时也低于 GB6249-86 的规定和国家核安全部局批准的限值。

4.4 放射性固体废物产生与治理

辽宁红沿河核电厂一、二号机组使用一套放射性固体废物处理系统，放射性固体废物处理系统是为电厂运行和维修时所产生的放射性废物在处置之前提供收集、暂存、固化（固定）、压缩、包装和临时贮存而设计的。

—放射性固体废物源项与收集：

放射性固体废物处理系统处理四种废物：废离子交换树脂；蒸发浓缩液和化学废液；废过滤器芯子；其它干废物。

—放射性固体废物处理：

废物按其性质进行处理：湿固体废物（浓缩液、化学废液、废树脂）固化在 400L 金属桶容器中；可压缩的干废物和低比活度废树脂装在金属桶中。所有湿废物在运往厂外进行最终处置之前均需在本系统固化。采用水泥固化方法，用混凝土作为固化剂。干废物采用压实法处理。

放射性固体废物治理总结如下：

(1) 红沿河公司的固体废物处理系统设计按照依据核安全法规、中华人民共和国国家标准以及 RCC-P 及其应用说明的有关规定进行设计。运行按照设计进行，均正常。

(2) 红沿河公司运行方提供的数据表明：2014-2016 年红沿河公司 1、2 号机组单台机组生产的固体放射性废物量中 2014 和 2016 年低于管理目标值 ($50\text{m}^3/\text{每年.每堆}$)，2015 年高于目标管理值，经询问红沿河公司，2015 年因进行了 H102、H299 及 H201 共 3 次大修，为年内大修次数最多的年份，导致废物产量偏高，但 2015 年红沿河四台机组的废物产量仍小于管理目标值。2014 年-2016 年两台机组的废物产量均远小于其设计值。

(3) 根据《低中水平放射性固体废物安全标准》(国标 GB12711—91) 规定，中、低放射性活度固体废物包装容器表面剂量率/污染中 7、8 节的要求，即：辐射照射包装外表面任意一点的辐射水平必须 $\leq 2\text{mSv/h}$ ，距离包装外表面 1 米处任意一点的辐射水平必须 $\leq 0.1\text{mSv/h}$ ；废物包装表面的非固定性污染必须低于下列限值： β 、 γ 发射体、低毒性 α 发射体： 4Bq/cm^2 ，其他 α 发射体： 0.4Bq/cm^2 。试运行期间，红沿河公司均进行了货包表面的辐射水平和表面污染的测量。但废树脂、过滤器部分货包外表的 γ 空气吸收剂量率高于 GB12711—91 中规定限值。建议货包在运输时采取必要的措施，保证货包外表面的辐射水平达到 GB12711—91 的规定限值。

(4) TES 系统是在严格管理的制度制约下合理、安全的进行生产运行的。在废物的产生方面执行了“尽量减少废物产生量”的管理原则，通过分拣、减容等有效措施使废物产生量达到最少。在废物处理前期暂存、装桶、固化、运输等运行过程中，按照规定进行了登记。在各生产运行环节，都有完善的辐射监测的安全生产控制措施。这样保证了 TES 系统能长期安全、有效的运行。

(5) 目前盛装固体废物的包装桶都暂存在废物暂存库中，至 2016 年底已存放的 400L 金属桶占库容总量 13.9%。

4.5 其他污染与治理措施

厂区非放射性污染物主要包括海水淡化系统排污、循环冷却水中的化学物质、生活污水、含油废水以及固体废物等。

红沿河核电厂污水经处理后，出水达到《辽宁省污水综合排放标准》(DB21/1627-2008)限值和《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)的绿化用水规定，经检测回用于卫生间冲洗、厂区绿化和路面冲洗。沉淀池中的污泥经脱水浓缩制成泥饼后外运。

红沿河公司固废委托大连东泰产业废弃物处理公司处理。生活垃圾将委托瓦房店东岗和美清洁有限公司负责定期清运填埋。

5 验收监测与评价

5.1 外围辐射环境及流出物监测结果

监测内容主要包括自动站的 γ 辐射空气吸收剂量率的在线连续监测、 γ 剂量率仪瞬时测量以、定期布放热释光累积剂量测量及各种环境介质中的放射性核素浓度分析。环境介质包括：空气中气溶胶、沉降物、水汽和空气中的二氧化碳、气碘，分析测量总 α 、总 β 、 γ 核素的活度浓度等；水体包括海水、地表水、地下水、饮用水、降水等，分析测量总 α 、总 β 、 3H 、 90Sr 、 137Cs 、 γ 核素的活度浓度等；土壤、潮间带土、底泥与岸边沉积物，分析测量 γ 核素与 90Sr 的活度浓度；陆生生物、水生生物，分析测量 γ 核素、 137Cs 、 14C 、 3H 、 90Sr 的活度浓度等。

红沿河核电厂外围辐射环境及流出物监测红沿河核电厂1#、2#机组工程试运行期间，通过两年的周围辐射环境监测结果表明，其外围辐射环境质量与该机组投入运行前无明显的变化，辐射环境质量状况良好。

流出物监测结果与红沿河公司的对比基本一致。

综上所述，红沿河核电厂1#、2#机组的运行未对周围辐射环境造成影响。

5.2 电磁辐射监测

对核电厂的开关站、施工变电站、各机组主变四面围墙外；厂内敏感点：生活区、活动中心、办公楼、厂内办公区；厂外敏感点：老渔窝、大衣屯、小衣屯、程家沟、赫屯。开关站/施工变电站外施工用电线路和500kV出线进行衰减监测。

各监测点位工频电场强度、磁感应强度测量结果均低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中工频电场评价标准(4kV/m)和磁感应强度评价标准(0.1mT)，符合电磁辐射环境保护的要求。

无线电干扰监测结果均低于《高压交流架空送电线无线电干扰限值》(GB15707-1995)的限值要求。

5.3 噪声监测

厂区声源：厂内开关站、变电站、主变压器等厂界外，厂内敏感点：生活区、活动中心、办公楼(BA)、厂内办公区(BX)；厂界外四周及厂外敏感点：老渔窝、大衣屯、小衣屯、程家沟、赫屯、道路敏感点布点（选取进厂道路附近村庄的红沿河村和应急道路附近村庄的大衣屯村进行噪声监测）。

本部分监测委托通过实验室资质认定的大连大公环境检测有限公司完成监测。

监测结果表明：除开关站外夜间噪声稍高于环评要求《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中3类标准外，其它各监测点位噪声昼间、夜间测量结果均低于《声环境质量标准》(GB3096-2008)、《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中3类标准昼间65dB(A)、夜间55dB(A)的要求。

尽管开关站位于核电厂区内，周围很少人流动，但仍建议红沿河公司定期监测开关站的噪声，以监督并保证噪声符合标准的要求。

5.4 废水（非放射性）验证监测

废水监测点选取废水处理站、雨水排口，海水监测点为核电厂一期排水口、一期取水口。废水处理站、雨水排口分析了pH、色度、嗅、浊度、溶解性总固体、BOD5、氨氮、阴离子表面活性剂、铁、锰、溶解氧、余氯、总大肠菌群等；海水监测点分析了色、臭味、悬浮物质、粪大肠菌群、水温、pH、溶解氧、COD、BOD5、非离子氨、活性磷酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、无机氮、汞、镉、铅、六价铬、总铬、砷、铜、锌、硒、镍、氰化物、硫化物（以S计）、挥发性酚、石油类、六六六、滴滴涕、马拉硫磷、甲基对硫磷、苯并芘、阴离子表面活性剂。

本部分监测委托通过实验室资质认定的大连大公环境检测有限公司完成监测。

由监测结果可知：污水处理后出水除大肠菌群超标外，其他指标满足环评要求的《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB18920-2002)规定的“城市绿化”水质标准。海水监测结果均符合环评要求的《海水水质标准》(GB3097-1997) III类标准。

6 环境管理检查

6.1 执行国家环境管理制度情况

辽宁红沿河核电厂一、二号机组在装料前，委托有资质单位完成了《辽宁红沿河核电厂一、二号机组环境影响报告书（首次装料阶段）》报告，并通过环境保护部批复（环审〔2012〕296号）。

6.2 环境保护档案管理情况

辽宁红沿河核电厂一、二号机组落实了环评相关要求，资料及文件齐全，并成册归档，环境保护档案管理比较规范。

6.3 环境保护机构和管理规章制度

辽宁红沿河核电厂一、二号机组在试运行期间，工程运行方各职能部门在环境保护工作中各司其责、分工合作。

6.4 环保措施落实情况

《辽宁红沿河核电厂一、二号机组环境影响报告书（首次装料阶段）》所提的环评建议以及国家核安全局的相关批复的落实情况总体良好。建议电厂营运单位加快推进温排水的监测研究，以准确了解温排水的实际温升程度与范围，并进一步开展电厂温排水对自然保护区及斑海豹影响的专题研究，以掌握温排水对自然保护区的实际影响。

6.5 应急准备措施落实情况

为指导核电厂营运单位的应急准备与应急响应，国家核安全局制定并发布了核安全导则《核动力厂营运单位的应急准备和响应》(HAD002/01-2010)，其中对核电厂应急计划的依据和内容、营运单位在制定和实施应急计划过程中的职责、营运单位和国家及地方应急组织、主管部门以及国家核安全监管部门之间应有的联系、应急组织、应急状态及应急行动水平、应急计划区、应急响应、场区人员的防护措施、应急设施和设备、应急终止和恢复活动、应急响应能力的保持、记录和报告都做了详细的规定。

按照导则中的规定，辽宁红沿河核电厂一、二号机组营运单位制定了相应的应急管理程序，并在实际工作中严格执行。为验证应急组织的有效性、应急程序的可行性，同时为了执行应急程序中关于应急演习的规定，辽宁红沿河核电厂一、二号机组业主和营运单位组织了各种综合演习和单项演习，2015年~2016年共计演习103次。

7 竣工验收监测结论

(1) 辽宁红沿河核电厂一、二号机组为满足国家对建设项目“三同时”的要求，在建设过程中做到环境保护设施“三同时”分阶段实施，确保基本的环保设施分别在首次装料前投入使用。三废处理系统达到设计要求，各系统运行基本正常。

(2) 辽宁红沿河核电厂一、二号机组试运行期间，周围环境介质中放射性核素浓度及环境辐射水平的监测结果，与试运行前环境辐射水平相当。水及生物样品等项目的分析结果对照国家的相关标准，均低于标准规定。

(3) 流出物监测结果可知，辽宁红沿河核电厂一、二号机组在试运行期间，气载放射性流出物中气溶胶、惰性气体、碘、氚和碳-14 的排放量以及液态放射性流出物氚、碳-14 和其他核素的排放量均在年度管理目标值以内，同时也低于国家核安全局批准的限值，符合 GB6249-2011 对流出排放量控制的相关规定。

(4) 试运行期间，辽宁红沿河核电厂监测点位工频电场强度、磁感应强度测量结果范围均低于《500kV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》(HJ/T24-1998) 中推荐的工频电场评价标准 (4kV/m) 和磁感应强度评价标准 (0.1mT)，符合电磁辐射环境保护的要求；无线电干扰值小于《高压交流架空送电无线电干扰限值》(GB15707-1995) 中要求的 55dB (V/m)，符合标准。

(5) 试运行期间，辽宁红沿河核电厂围墙外各厂界监测点噪声测量值均符合《工业企业厂界噪声》(GB12348-2008) 中 3 类标准（昼间 65dB(A)，夜间 55dB(A)）要求；辽宁红沿河核电厂围墙外各居民点监测到的噪声值范围满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 3 类标准(昼间 65dB(A), 夜间 55dB(A)) 要求。

(6) 试运行期间，污水处理后出水除大肠菌群超标外，其他指标满足环评要求的《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB18920-2002) 规定的“城市绿化”水质标准。海水监测结果均符合环评要求的《海水水质标准》(GB3097-1997) III类标准。

(7) 红沿河公司基本落实了环评及环评批复的相关要求，建立了完善的制度和相关程序，并能够按照程序执行。

综上所述，试运行期间，辽宁红沿河核电厂一、二号机组能根据监督部门的要求，采取各种措施减少放射性物质的排放；放射性废水、废气、固体废物和非放射性废物处理系统运行基本正常；放射性流出物排放量均在管理目标值以内，且低于批准的限值和国标限值；工程外围环境辐射水平与装料前处于同一水平；超高压送变电工程电磁辐射符合国家标准要求；厂界和敏感点噪声水平符合国家相关标准要求；取、排水口的海水及生活污水排放达到国家标准的要求。

8 建议

(1) 辽宁红沿河核电厂一、二号机组正式投入运行后，应继续加强流出物的排放管理，进一步减少废物的产生量，并根据设计文件对放射性排放严格控制，在合理、可行的前提下尽可能减少向环境的放射性排放。

- (2) 辽宁红沿河核电厂应积极推进温排水的监测及研究工作，保证温排水的排放不对海洋生态环境造成影响。
- (3) 辽宁红沿河核电厂业主应积极地与地方环境监测部门沟通，加强外围环境的非放射性监督性监测，保证环境质量及数据积累。