

中子测井仪生产、销售核技术

应用项目

竣工环境保护验收

监测报告表

建设单位： 西安奥华电子仪器股份有限公司

编制单位： 核工业二〇三研究所

二〇二一年一月

项 目 名 称：中子测井仪生产、销售核技术应用项目

建 设 单 位：西安奥华电子仪器股份有限公司（盖章）

法 人 代 表：汪永安（盖章）

编 制 单 位：核工业二〇三研究所（盖章）

法 人 代 表：王乐力（盖章）

项 目 负 责 人：

报 告 编 写 人：

建设单位：西安奥华电子仪器股份有限公司

地址：西安市航天基地飞天路588号北航科
技园1号楼4021-3室

电 话：18791088035

传 真：

邮 编：710100

编制单位：核工业二〇三研究所

地址：咸阳市秦都区渭阳西路48号

电 话：029-33572058

传 真：029-33576931

邮 编：712000



检验检测机构 资质认定证书

编号：160016181134

名称：核工业二〇三研究所分析测试中心

地址：陕西省咸阳市渭阳西路48号(712000)

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由核工业二〇三研究所承担。

许可使用标志



发证日期：2016年09月29日

有效期至：2022年09月28日

发证机关：



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

目 录

1	核技术应用项目工程概况	1
1.1	概述.....	1
1.2	项目由来.....	1
1.3	验收要求.....	2
1.4	项目建设情况.....	2
1.5	项目工艺过程及产生的主要污染物.....	9
2	验收依据	10
2.1	相关法律、法规.....	10
2.2	环评文件及批复.....	11
2.3	验收标准.....	11
3	辐射防护措施与安全管理措施	12
3.1	辐射防护措施.....	12
3.2	安全管理措施.....	16
4	监测方法和质量保证措施	17
4.1	监测方法.....	17
4.2	质量保证措施.....	17
4.3	保护目标.....	18
5	验收监测及年有效剂量估算	18
5.1	监测因子.....	18
5.2	监测日期.....	18
5.3	监测仪器及测量范围.....	18
5.4	验收监测工况及监测内容.....	18
5.5	监测布点图.....	19
5.6	监测结果及评价.....	19
5.7	职业人员与公众年有效剂量估算.....	22
6	环境影响评价报告验收内容及批复要求落实情况	23
7	与辐射安全标准化要求相符性分析	24
8	结论	25

- 附件 1 西安奥华电子仪器股份有限公司竣工验收委托书
- 附件 2 陕西省环境保护厅关于中子测井仪生产销售项目环境影响报告表的批复（陕环批复[2017]375 号）
- 附件 3 西安奥华电子仪器股份有限公司辐射安全许可证
- 附件 4 辐射工作人员职业健康体检结果
- 附件 5 辐射工作人员配备的个人剂量计照片
- 附件 6 辐射工作人员辐射防护培训证书
- 附件 7 关于西安奥华电子仪器股份有限公司变更辐射安全防护管理小组的通知（奥华电子[2016]第 058 号）
- 附件 8 西安奥华电子仪器股份有限公司辐射安全防护管理制度汇编
- 附件 9 中子测井仪生产、销售核技术应用项目竣工环境保护验收监测报告
- 附件 10 西安奥华电子仪器股份有限公司已配备的监测仪器检定证书
- 附件 11 中子发生器回收协议
- 附件 12 真空物理实验室租用协议

表 1 核技术应用项目工程概况

中子测井仪生产、销售核技术应用项目基本信息见表 1-1。

表 1-1 核技术应用项目基本信息

项目名称	中子测井仪生产、销售核技术应用项目				
建设单位	西安奥华电子仪器股份有限公司				
通讯地址	西安市航天基地飞天路 588 号北航科技园 1 号楼 4021-3 室				
法人代表	汪永安	联系人	牛玮		
联系电话	18791088035	邮编	710100		
建设地点	西安国家民用航天产业基地				
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他				
环境影响评价单位	核工业二四〇研究所	设计单位	中联西北工程设计研究院		
施工单位	浙江省建工集团有限责任公司	验收监测及调查单位	核工业二〇三研究所		
报告表审批单位	陕西省环境保护厅	审批文号	陕环批复 (2017) 375 号	审批时间	2017 年 8 月 7 日
核技术项目投资	600 万元	环保投资	53.83 万元	所占比例	8.97%
应用类型	生产、销售中子测井仪 (属 II 类射线装置), 使用 IV、V 类放射源				

1.1 概述

西安奥华电子仪器股份有限公司创建于 2001 年, 属于电子仪器开发和制造企业, 主要从事石油仪器、仪表的研究和制造, 计算机软件、硬件开发, 工业自动化控制, 通讯研发等。随着我国能源结构的调整, 核技术发展越来越受到重视和关注。西安奥华电子仪器股份有限公司在国家民用航天产业基地内建设中子试验大楼用于开展中子测井仪性能检测实验。

1.2 项目由来

西安奥华电子仪器股份有限公司为进一步扩大生产规模, 满足用户需求, 利用公司原有的 $^{241}\text{Am-Be}$ 密封放射源、 ^{137}Cs 密封放射源 (位于西安冠能中子探测技术有限公司真空物理实验室) 对中子测井仪探测器进行检验, 计划从西安冠能中子探测技术有限公司年购置 99 支中子发生器用于开展中子测井仪生产、销售核技术应用项目。

西安冠能中子探测技术有限公司为西安奥华电子仪器股份有限公司和西京学院合资成立的公司，属于西安奥华电子仪器股份有限公司的子公司。2015年12月25日，西安奥华电子仪器股份有限公司委托核工业二四〇研究所对该项目进行环境影响评价工作，并编制了《中子测井仪生产、销售核技术应用项目环境影响报告表》。2017年8月7日，陕西省环境保护厅对该项目环境影响评价文件进行了审批，并出具了审批意见（陕环批复〔2017〕375号）。

目前，西安奥华电子仪器股份有限公司已按国家及地方生态环境主管部门相关要求，履行了环保手续。中子发生器已配备到位，中子试验大楼已建设完成，各项环境保护设施和安全防护设施已调试完成，已具备了环境保护竣工验收条件。

为此，2020年12月，西安奥华电子仪器股份有限公司委托核工业二〇三研究所对该项目进行竣工环境保护验收工作。我所接受委托后，即组织专业技术人员到项目现场进行监测，收集相关基础资料，根据国家、省市的有关法律法规，编写完成了该项目环境保护竣工验收监测报告表。

1.3 验收要求

(1) 根据建设项目环评文件及批复、设计资料，核实项目建设内容是否与环评一致；

(2) 通过现场监测与调查，核实项目辐射防护措施、安全防护措施、管理措施能否满足国家相关标准、环境影响报告表及批复文件要求，计算辐射工作人员、公众年有效剂量是否能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)以及环评文件提出剂量约束值要求。若不满足，提出相应的整改要求；

(3) 针对中子测井仪生产、销售核技术应用项目的建设内容，依据国家相关标准、环评文件以及批复要求逐项进行调查，得出验收结论。

1.4 项目建设情况

1.4.1 地理位置

西安奥华电子仪器股份有限公司中子测井仪生产、销售核技术应用项目建设地点位于西安国家民用航天产业基地航天东路以东，航新路以北，规划路以西。其交通地理位置见图 1-1。



图 1-1 西安奥华电子仪器股份有限公司地理位置

1.4.2 中子试验大楼四邻关系图

中子试验大楼位于西安奥华电子仪器股份有限公司东北侧，西侧、南侧均为办公楼，北侧为西北村，东侧为空地。中子试验大楼四邻关系图见图 1-2。

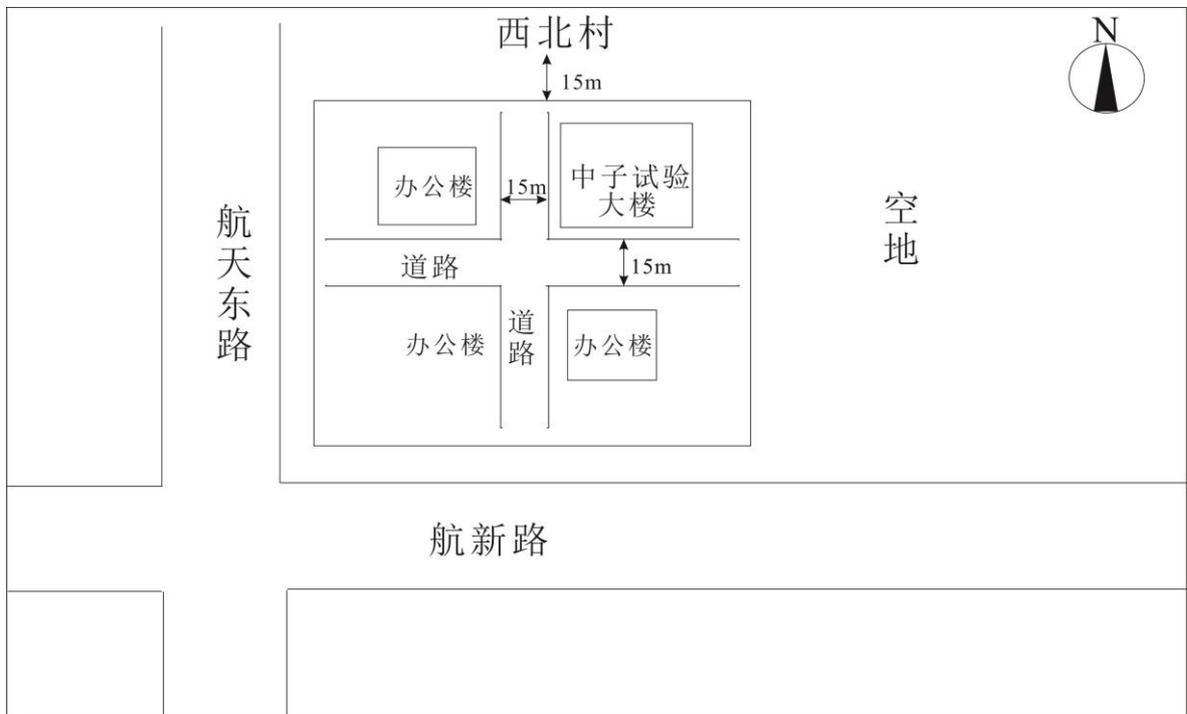


图 1-2 中子试验大楼四邻关系图

1.4.3 项目建设情况

中子测井仪生产、销售核技术应用项目环评审批情况见表 1-2。

表 1-2 中子测井仪生产、销售核技术应用项目环评审批以及建设情况

审批时间	项目环评内容	环评审批情况	实际建设情况
2017 年	每年生产销售 99 台中子测井仪（属 II 类射线装置）	详见附件 2：关于西安奥华电子仪器股份有限公司生产销售中子测井仪项目环境影响报告表的批复（陕环批复（2017）375 号）	经现场核查，公司计划每年购置不超过 99 支中子发生器用于生产销售中子测井仪

西安奥华电子仪器股份有限公司该项目建设内容包括：（1）电气控制零部件加工和组装；（2）中子测井仪探测器检验：使用密封放射源 $^{241}\text{Am-Be}$ 、 ^{137}Cs 对仪器探测器进行检验；（3）中子测井仪烘箱打靶实验：在中子管验收实验室增加烘箱装置，对中子测井仪进行升温，测试目标温度下仪器出中子状态；（4）中子测井仪刻度对比试验：对中子测井仪进行中子刻度对比试验，检测仪器性能是否达到出厂要求。其中，中子测井仪烘箱打靶实验及刻度对比试验位于公司航天产业基地中子试验大楼地下一层实验室；中子测井仪探测器检验位于西安冠能中子探测技术有限公司真空物理实验室，公司已与西安冠能中子探测技术有限公司签订了实验室租用协议，包括对密封放射源（ ^{137}Cs 、 $^{241}\text{Am-Be}$ ）的储存。该项目建设内容见表 1-3，刻度对比实验室建设情况见表 1-4。

表 1-3 本项目建设内容一览表

（一）放射源					
序号	放射源名称	放射源类别	活度（贝克）×枚数	用途	备注
1	$^{241}\text{Am-Be}$	IV 类	$3.7 \times 10^9 \times 1$	调试	利用原有
2	^{137}Cs	V 类	$3.7 \times 10^6 \times 1$	调试	
（二）中子发生器，包括中子发生器，但不包括放射性中子源					
序号	装置名称	电压（kV）	靶流（ μA ）	中子强度（n/s）	活动种类
1	中子发生器	80~140	<100	< 1×10^9	生产、销售

表 1-4 实验室建设情况一览表

刻度对比实验室	设计要求	实际建设情况
四侧墙体（混凝土）	1.0m	与环评一致
顶棚	1.5m	与环评一致
建设面积	338m ²	与环评一致
水门	1 个	与环评一致

备注：水门厚度为 20cm，水门外侧加 5cm 的硼砂防护层吸收中子，水门两侧均为 1cm 厚的钢板。

在刻度对比实验室内设置 6 口密度井群、6 口孔隙度井群、2 口含地层碳氧比井、3 口自然伽马能谱井、4 口中子寿命实验井用于检测仪器性能，其实际建设情况与环评一致，见照片 1~照片 5。在中子试验大楼一层设置产品储存库和操作间、二层设置值班室。地下一层实验室平面布局图见图 1-3，一层平面布局图见图 1-4，二层平面布局图见图 1-5。



照片 1 密度井群



照片 2 孔隙度井群



照片 3 含地层碳氧比井



照片 4 自然伽马能谱井



照片 5 中子寿命实验井

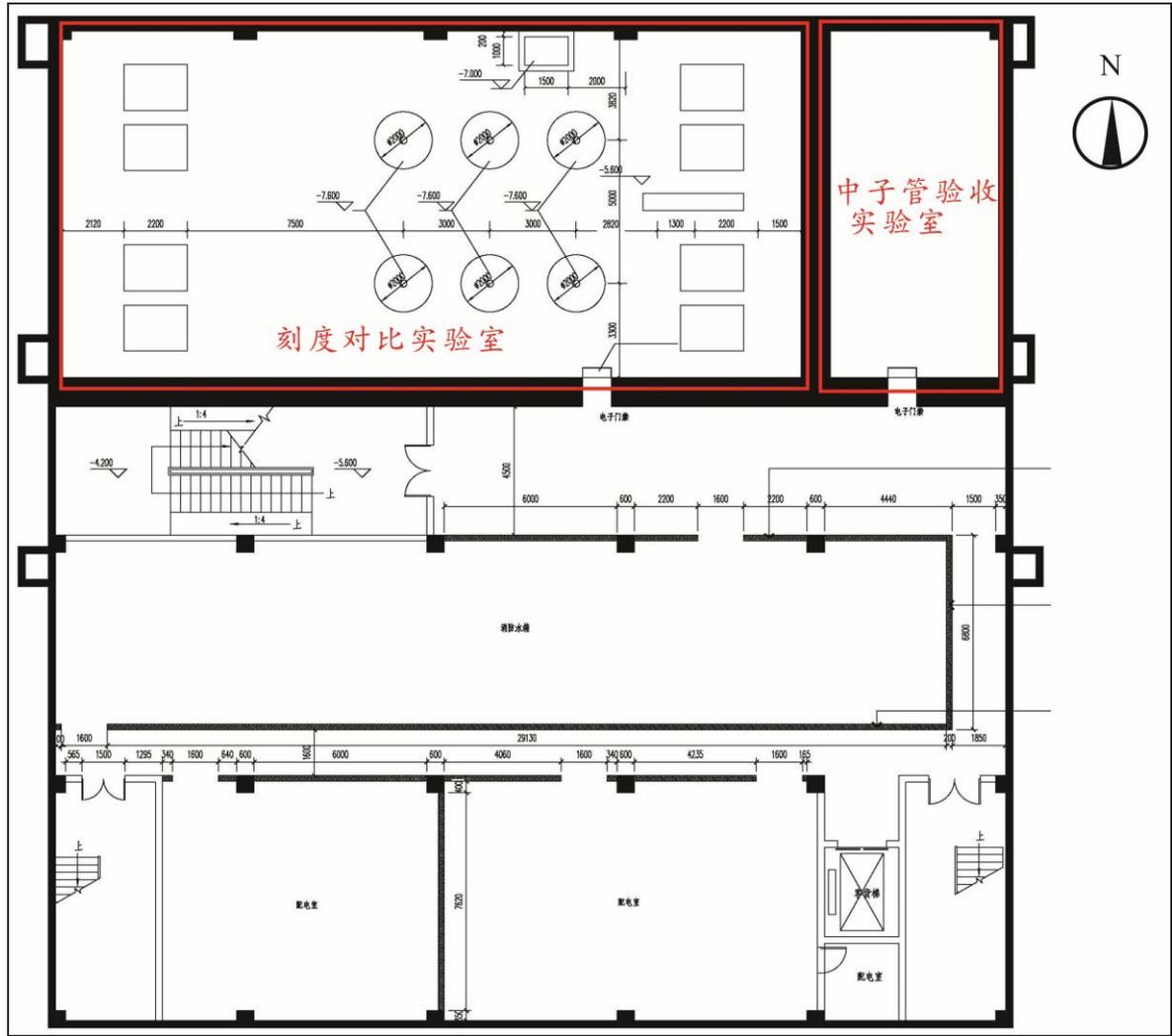


图 1-3 中子试验大楼负一层实验室平面布局图

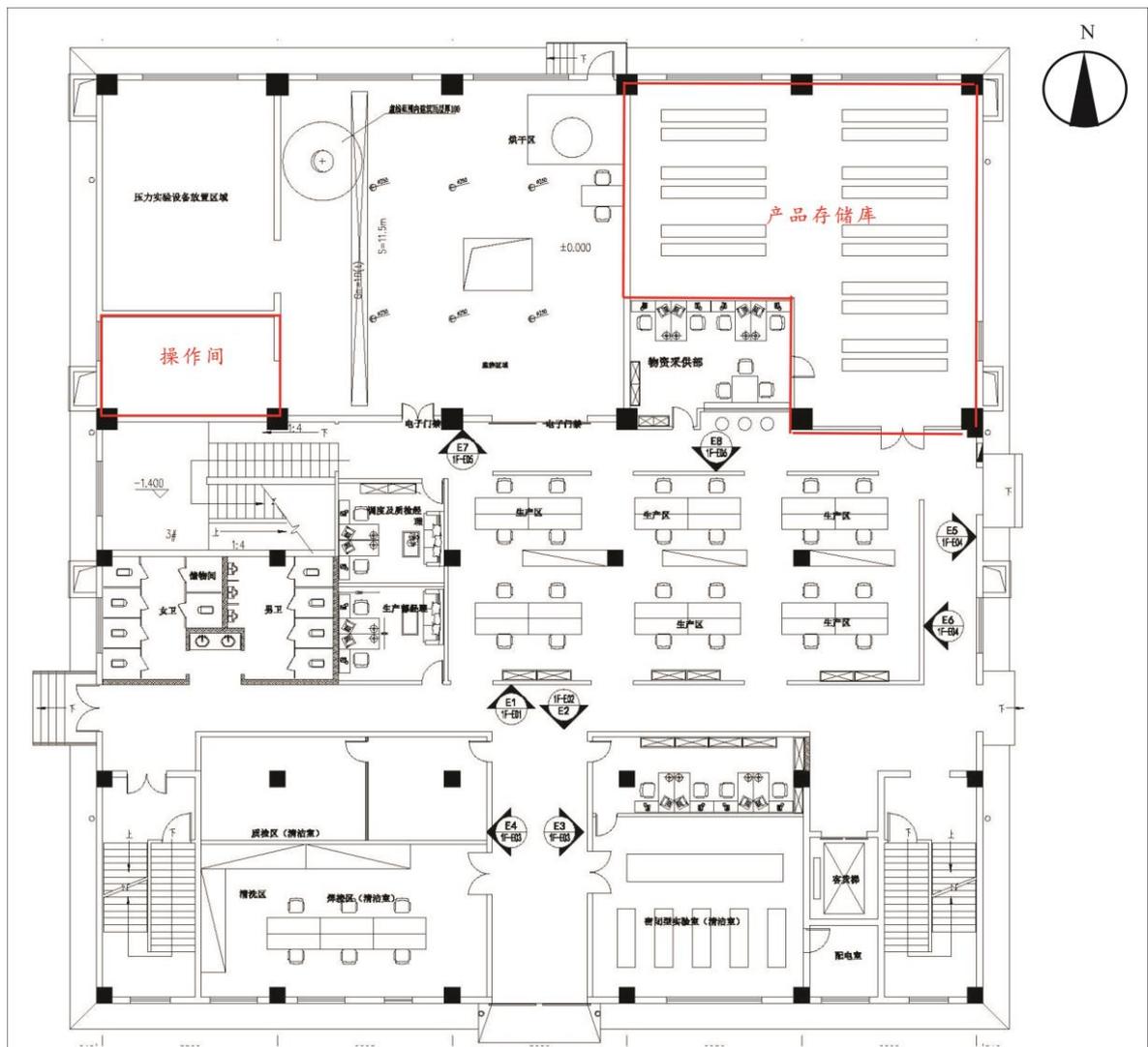


图 1-4 中子试验大楼一层平面布局图

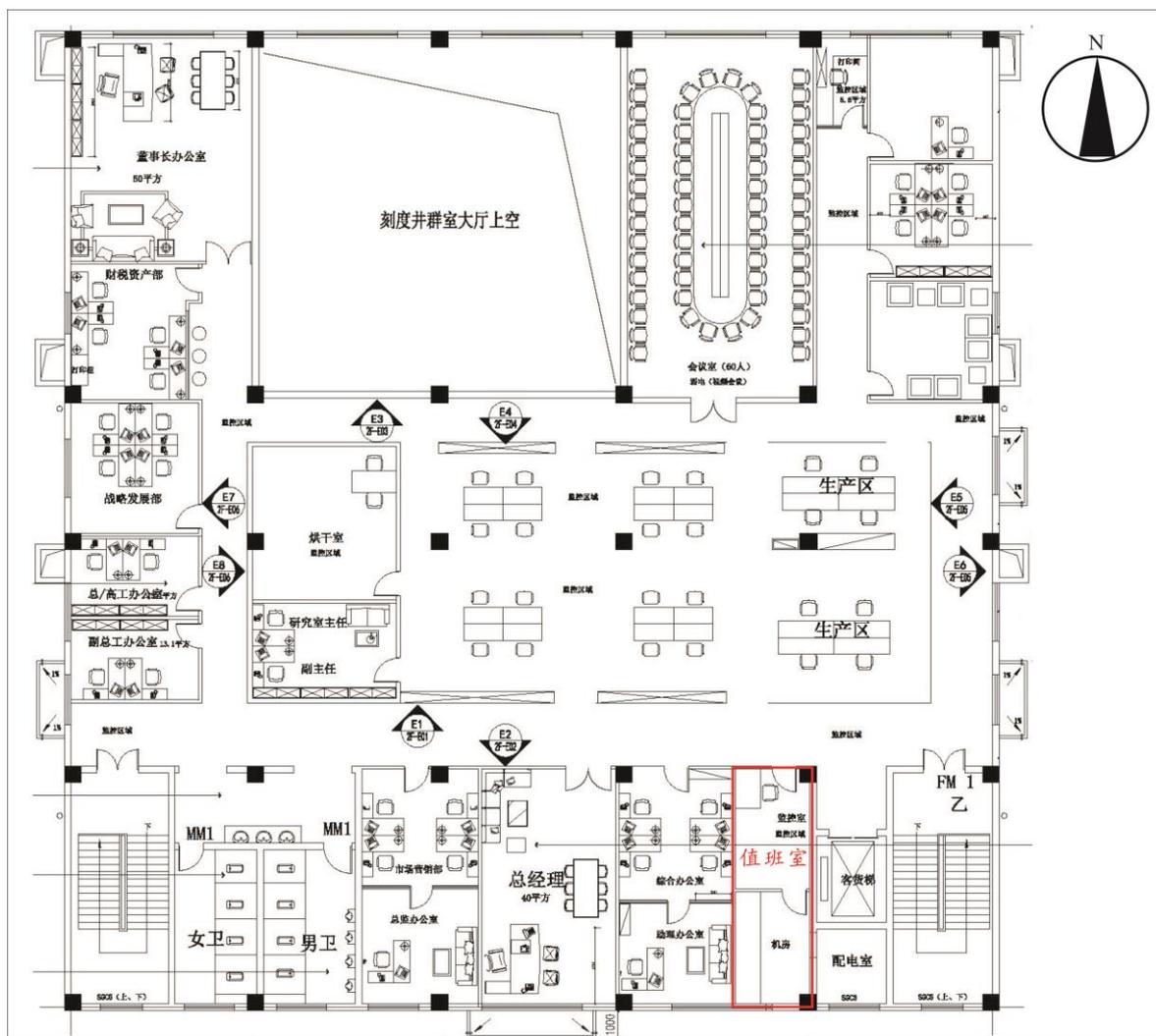


图 1-5 中子试验大楼二层平面布局图



照片 6 刻度对比实验室



照片 7 中子发生器产品储存库

经调查,中子测井仪生产、销售核技术应用项目实际建设中以下内容发生了变化:

(1) 中子管验收实验室增加了烘箱,模拟仪器高温出中子状态,其中子发生器产额与中子管验收产额一致;(2) 原环评产品储存库、操作室改成产品储存库、物质采供部,增加了产品储存库面积;(3) 原环评产品储存库无窗户,实际建设中产品储存库有窗户。根据现场踏勘,产品储存库窗户已设置护栏,能够避免中子发生器和中子测井仪被盗;(4) 原环评操作间设置在中子管验收实验室楼上,实际建设中将操作间设置在一层楼梯间北侧(见图 1-4)。根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二十四条“建设项目的环境影响评价文件经批准后,建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的,建设单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件”。本项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施未发生变化,不属于重大变动。

1.5 项目工艺流程及产生的主要污染物

中子发生器是将离子源、加速系统、靶子以及气压调节系统密封在一个陶瓷或玻璃管内,形成一个小型的特种电真空器件,实质上是一种最小型的加速器,其性能决定着中子发生器的产额、寿命、稳定性等诸多指标本项目涉及氘氚中子发生器,主要将 ^3H 吸收在钛等金属上制成氘靶,为生产氘氚中子发生器的主要放射性物质,可以在外接电路的控制下,由离子源产生氘离子,经加速后轰击氘靶,与靶中的物质产生核反应,产生14MeV的快中子。

1.5.1 工艺流程

(1) 中子测井仪探测器检验实验

在无中子发生器时,根据探头类型,使用 ^{137}Cs 源、 $^{241}\text{Am-Be}$ 源对生产的中子测井仪进行刻度和标定,来检验探头是否正常,此过程为抽查实验,在西安冠能中子探测技术有限公司真空物理实验室完成。

(2) 中子测井仪烘箱打靶实验

公司目前主要生产可控中子源核测井仪器,仪器耐温指标为135-175°C不等,为了模拟井下仪器高温出中子状态,特在实验区域放置烘箱,将仪器各短节放置于烘箱内,常温出中子仪器正常后,烘箱开始加温,加温到目标温度后,仪器供电开始出中子,通过仪器各参数观察仪器状态,测试完毕后,烘箱停止加温,仪器断电等待自然

冷却。

(3) 中子测井仪刻度对比试验

中子测井仪通过释放快中子与地层物质相互作用来研究地层岩性、孔隙度和寻找矿藏。快中子进入地层后，被地层元素减速，直至俘获，通过对不同能量中子的测量，可获得地层的某些性质及地层中矿藏等有关信息。中子测井仪刻度对比试验在新建刻度对比实验室孔隙度井或实验罐中进行的，孔隙度井设水泥套管，严格防渗，不会污染地下水。仪器连接后，放入孔隙度井或实验罐中，关闭防护门辐射工作人员在一层操作间进行实验操作。

1.5.2 污染因素分析

本项目中子测井仪生产和销售产生的放射性污染物为中子和 γ 射线。中子发生器通电才产生中子、 γ 射线，不通电不产生，并且经陶瓷和合金外壳密封后，不会对中子发生器外部产生外照射污染。

本项目工作流程及产污环节见图1-6。

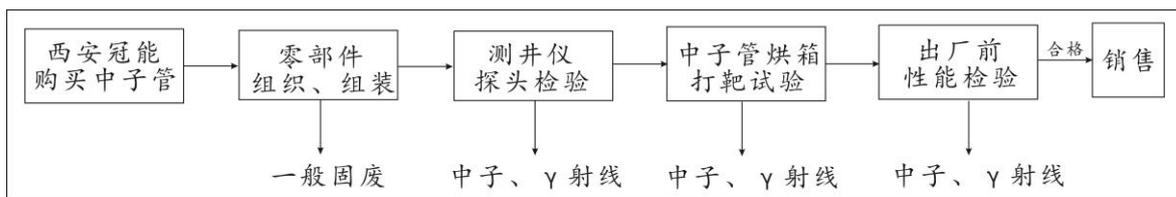


图1-6 本项目工艺流程及产污环节图

以上包括测井仪探测器检验、烘箱打靶实验及出厂前性能检验，操作过程中均会产生中子、 γ 射线。其中烘箱打靶、出厂前性能检验位于国家民用航天产业基地中子试验大楼地下一层实验室内，操作人员在一层操作间对仪器进行控制，试验产生的中子及 γ 射线对辐射工作人员基本不会产生辐射影响。测井仪探测器检验位于西安冠能中子探测技术有限公司真空物理实验室，为抽查式检验。

2 验收依据

2.1 相关法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日；
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》（修订），国务院第682号令，2017年10

月 1 日；

(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2019 年 3 月 2 日；

(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日；

(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局第 31 号令，2006 年 3 月 1 日施行；环境保护部第 3 号令《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》第一次修正，2008 年 12 月 6 日施行；根据环境保护部第五次部务会议关于修改部分规章的决定第二次修正，2017 年 12 月 20 日；环境保护部第 7 号令第三次修正，2019 年 8 月 22 日；

(8) 关于修改《建设项目环境影响评价分类管理名录》部分内容的决定，生态环保部第 16 号令，2021 年 1 月 1 日；

(9) 《陕西省放射性污染防治条例》，陕西省第十三届人民代表大会常务委员会第十二次会议《关于修改〈陕西省产品质量监督管理条例〉等二十七部地方性法规的决定》第二次修正，2019 年 7 月 31 日；

(10) 关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环发[2018]29 号），2018 年 6 月 6 日；

(11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 12 月 20 日；

(12) 《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 2018 年第 9 号公告，2018 年 5 月 15 日。

2.2 环评文件及批复

(1) 《中子测井仪生产、销售核技术应用项目环境影响报告表》，核工业二四三研究所，2017 年 6 月；

(2) 关于西安奥华电子仪器股份有限公司生产销售中子测井仪项目环境影响报告表的批复（陕环批复〔2017〕375 号），2017 年 8 月。

2.3 验收标准

2.3.1 剂量限值

本项目环评提出的辐射工作人员和公众年有效剂量需控制在《电离辐射防护与辐

射源安全基本标准》(GB18871-2002) 相关条款要求以下, 具体见表 2-1 中的限值。

表 2-1 职业照射与公众照射的年有效剂量

照射类别	剂量限值	环评管理限值
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20mSv	5mSv/a
公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1mSv	0.25mSv/a

2.3.2 天然本底辐射水平

根据《陕西省环境伽玛剂量水平现状研究》(陕西省环境保护科学研究所, 1988 年)。陕西省西安市天然贯穿辐射所致空气吸收剂量率调查结果见表 2-2。

表 2-2 西安市天然贯穿辐射所致空气吸收剂量率调查结果 (nGy/h)

项目	原野	道路	室内
范围	82~157	84~161	117~172
均值	108	113	143
标准差	18	22	17

备注: 表中结果未扣除宇宙射线响应值。

3 辐射防护措施与安全管理措施

3.1 辐射防护措施

1、辐射安全设施

(1) 储存环节

①已设置专门的产品储存库, 储存中子发生器和中子测井仪。

②储存库门上已张贴“当心电离辐射”警示标识, 并设置门锁、门禁及报警装置; 在库房内西北角、东南角各安装了 1 个视频监控。

③储存库已配备专业管理人员、库房看护人员各 1 名, 在二层设置了值班室, 24 小时值守。

④已与西安冠能中子探测技术有限公司签订废弃中子发生器回收协议, 废弃的中子发生器由厂家回收, 不自行处置。

(2) 探测器检验环节

公司测井仪探测器检验在西安冠能真空物理实验室进行, 该实验室已通过陕西省环保厅竣工环保验收, 因此, 该实验室已配备相关辐射安全设施。

(3) 试验环节

中子试验大楼地下一层实验室四周墙体已采用 1.0m 混凝土墙, 防护门已采用 20cm 的水门, 并在水门外侧加 5cm 的硼砂防护层, 水门两侧为 1cm 厚的钢板。

(4) 销售环节

公司已制定中子测井仪的销售责任制度，保证产品购买方必须具有对应的辐射安全使用资质方可销售，对于无辐射环评手续的购买方不得销售。当购买方有退役中子测井仪需要回收时，应与购买方签订回收协议。

2、非放射性污染防治措施

中子试验大楼地下一层实验室已设置通风装置，能保持良好的通风。

3、分区管理

已将中子试验大楼地下一层实验区划分为控制区，并悬挂了“当心电离辐射”警示标识，严禁无关人员入内；其相邻区域划分为监督区。本项目控制区、监督区划分情况见图 3-1。

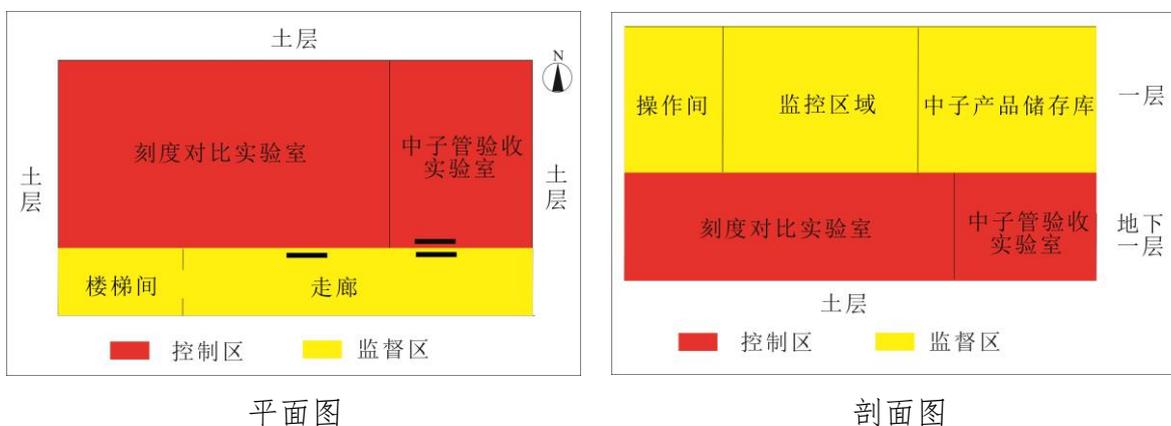


图 3-1 本项目控制区、监督区划分情况

4、监测计划以及监测仪器设备

西安奥华电子仪器股份有限公司已配备 1 台中子周围剂量当量率仪、1 台便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪，定期对辐射工作场所以及周边环境辐射水平进行自主监测，并记录到日常监测记录表中，监测数据建立档案保存。公司已为 5 名辐射工作人员配备了个人剂量计，已为辐射工作场所配备了 1 套防护用品（铅手套、铅背心及铅眼镜）、5 台个人剂量报警仪。



照片 8 刻度对比实验室刻录罐



照片 9 刻度对比实验室刻录井



照片 10 刻度对比实验室监控



照片 11 砂箱、水箱



照片 12 防护眼镜



照片 13 铅帽



照片 14 铅手套



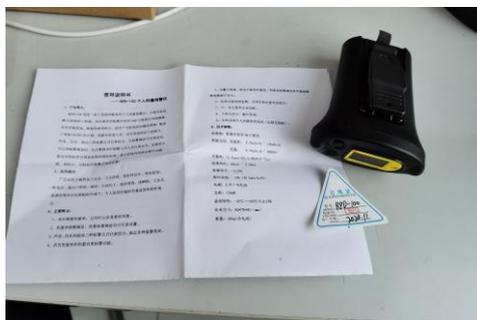
照片 15 铅衣



照片 16 智能化 X-γ 辐射仪



照片 17 中子剂量当量率仪



照片 18 个人剂量报警仪

(6) 与环评及批复相符性分析

对照环评及批复相关要求，西安奥华电子仪器股份有限公司该项目辐射防护安全设施落实情况见表 3-1。

表 3-1 本项目已采取辐射安全设施与环评及批复对比情况

项目	环评要求	本项目实际建设情况	符合性
贮存环节	设立专门的产品储存库	公司已设立专门的产品储存库	符合
	产品储存库设置防盗门，并设置双人双锁，设有明显“当心电离辐射”标志牌，并安装有监视器及红外报警装置	产品储存库已设置防盗门，并设置门禁和门锁，已在门上张贴“当心电离辐射”标识，产品储存库已安装监视器及红外报警装置	符合
	废弃的中子发生器由厂家回收，不自行处置	已与西安冠能中子探测技术有限公司签订中子发生器回收协议	符合
试验环节	实验区设置为控制区，对控制区清场并悬挂醒目的“当心电离辐射”标志牌	已将实验区设置为控制区，打靶时对控制区进行清场，并在实验区门上张贴“当心电离辐射”标识	符合

3.2 辐射安全管理措施

(1) 辐射安全与环境管理机构

为了加强西安奥华电子仪器股份有限公司辐射安全管理，提高应对辐射事故的处理能力，公司已按照国家、省市有关法律法规相关规定，结合陕西省环保厅关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》相关要求，成立了辐射安全防护管理小组，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式（奥华电子[2016]第058号）明确了小组成员。

(2) 辐射安全管理规章制度

根据陕西省环保厅关于印发《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环发[2018]29号）相关规定，西安奥华电子仪器股份有限公司已制定了一系列的规章制度，用于指导公司辐射安全管理工作，具体见表 3-2。

表 3-2 西安奥华电子仪器股份有限公司已制定的规章管理制度一览表

序号	法律法规、以及环评文件要求内容	西安奥华电子仪器股份有限公司已制定的规章管理制度
1	辐射工作设备操作规程；辐射设备的维护、维修制度；辐射防护和安全保卫制度；人员培训制度；辐射人员岗位职责；辐射工作场所监测制度等规章制度。	《辐射防护和安全管理制制度》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射源转移、转让、收贮备案制度》、《辐射工作人员培训计划》、《放射性“三废”处理方案》、《辐射工作人员岗位责任制度》、《辐射工作场所的

		检测制度》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《职业健康体检管理制度》
2	辐射事故应急预案，应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序。	西安奥华电子仪器股份有限公司已根据陕西省环保厅[2018]29号文，制定《辐射事故应急预案》

(3) 人员培训

西安奥华电子仪器股份有限公司该项目已配备5名辐射工作人员，5名辐射工作人员均取得辐射安全和防护培训合格证书。

(4) 剂量检查和职业健康检查

西安奥华电子仪器股份有限公司已为5名辐射工作人员配备个人剂量计，个人剂量计每3个月送有资质单位检测，按要求建立工作人员个人累计剂量档案；西安奥华电子仪器股份有限公司已为辐射工作人员进行了岗前职业健康检查，并建立了职业病健康监护档案。并承诺项目运行后，定期对辐射工作人员进行体检，将体检结果纳入职业病健康监护档案中。

4 监测方法和质量保证措施

4.1 监测方法

监测方法见表 4-1。

表 4-1 监测方法

项目	监测方法
中子周围剂量当量率	《辐射防护仪器 中子周围剂量当量(率)仪》(GB/T 14318-2008)
空气吸收剂量率	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)

4.2 质量保证措施

本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)和核工业二〇三研究所分析测试中心编制的质量体系文件的要求，实施全过程质量控制。

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；
- (2) 监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；

(3) 所用监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内；

(4) 监测报告严格实行三级审核制度。

4.3 保护目标

主要是辐射工作人员、中子试验大楼周围其他人员（公众）。

5 验收监测及年有效剂量估算

5.1 监测因子

中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率

5.2 监测日期

2020年12月11日

5.3 监测仪器及测量范围

项目使用的监测仪器、测量范围、检定情况见表 5-1。

表 5-1 监测仪器、测量范围、监测方法及检定情况

项目	仪器名称及型号，设备编号	测量范围	检定单位	检定证书编号	检定证书有效期
中子周围剂量当量率	中子剂量率仪 (FH40G-10 主机 +FHT 762 探头); 主机: FHP 015-2018, 探头: FHP016-2018	1nSv/h~100mSv/h	中国计量科学研究院	DLjs2020-00830	2020.6.24 ~ 2021.6.23
空气吸收剂量率	JB4000 (A) 智能化 X-γ 辐射仪, 855-04	0.01~1500.00 μGy/h	国防科技工业 1313 二级计量站	GFJGJL2006201 465036	2020/1/9 ~ 2021/1/8

5.4 验收监测工况以及监测内容

本次对中子测井仪生产、销售核技术应用项目工作场所及周边环境进行中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率监测。其监测内容为：

- (1) 中子测井仪探测器检验工作场所中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率；
- (2) 中子试验大楼刻度对比实验室屏蔽墙体、防护门及缝隙外表面 30cm 处中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率；
- (3) 中子试验大楼中子管验收实验室屏蔽墙体、防护门及缝隙外表面 30cm 处中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率；
- (4) 中子试验大楼操作室工作人员操作位中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率；
- (5) 中子试验大楼实验室周边环境人员活动处中子周围剂量当量率、空气吸收剂

量率。

5.5 监测布点图

本项目探测器检验工作场所中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率监测布点见图 5-1，中子试验大楼刻度对比实验室、中子管验收实验室外环境中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率监测布点见图 5-2。

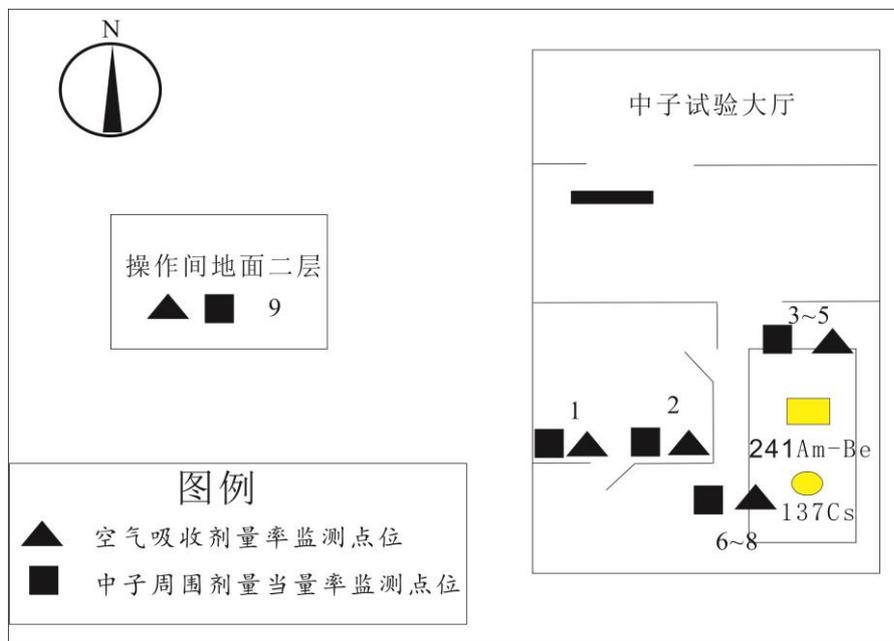


图 5-1 探测器检验工作场所中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率监测点位示意图

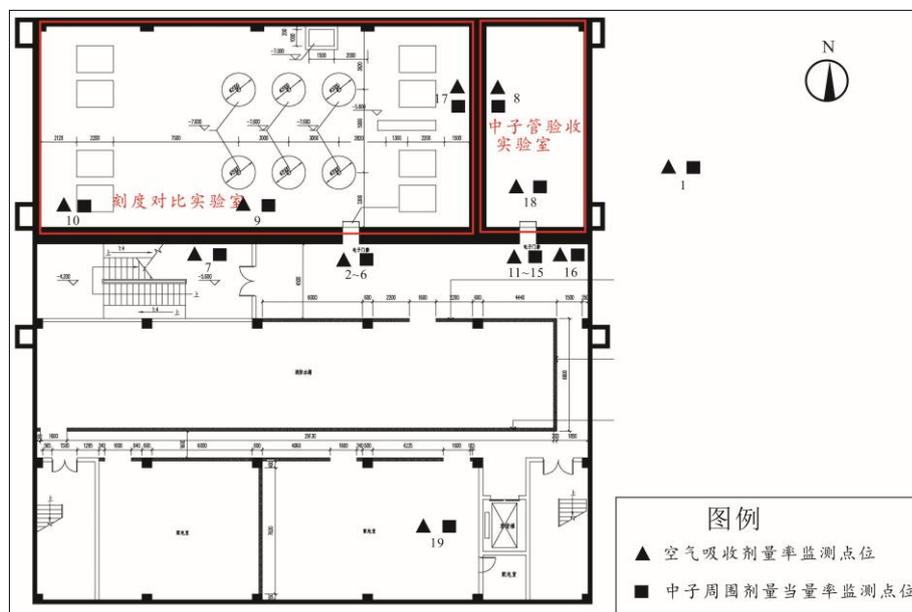


图 5-2 中子试验大楼刻度对比实验室、中子管验收实验室外环境中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率监测点位示意图

5.6 监测结果及评价

5.6.1 监测结果

本项目中子测井仪探测器检验工作场所（位于西安冠能中子探测技术有限公司真空物理实验室）中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率监测结果见表 5-2。中子测井仪测试状态下，中子试验大楼负一层刻度对比实验室、中子管验收实验室外环境中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率监测结果见表 5-3。

表 5-2 本项目探测器检验工作场所中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率监测结果

序号	监测点位描述	中子周围剂量当量率 (nSv/h)		空气吸收剂量率 (μGy/h)		备注
		范围值	均值	范围值	均值	
<p>²⁴¹Am-Be 放射源出厂活度为 3.7×10⁹Bq，出厂时间为 2014 年 6 月 2 日，放射源编码为：CZ14AB000304；¹³⁷Cs 放射源出厂活度为 3.7×10⁶Bq，出厂时间为 2011 年 9 月 16 日，放射源编码为：US11CS005225</p>						
1	源库门及缝隙表面	408~427	416	0.21~0.36	0.28	
2	源库北侧墙体外表面	376~398	387	0.20~0.24	0.22	
3	²⁴¹ Am-Be 放射源	源罐表面 5cm 处	2250~5430	3800	4.90~13.7	9.12
4		源罐表面 1m 处	890~1520	1180	0.94~1.05	0.99
5		工作人员操作位	890~1620	1250	0.74~0.98	0.86
6	¹³⁷ Cs 放 射源	源罐表面 5cm 处	/	/	0.96~1.31	1.14
7		源罐表面 1m 处	/	/	0.52~0.63	0.57
8		工作人员操作位	/	/	0.43~0.67	0.55
9	楼梯间地面 1m 处 (源库顶棚上方)	268~273	270	0.15~0.19	0.17	

备注：1、表中空气吸收剂量率监测结果未扣除仪器宇宙射线响应值；

2、根据 ICRP 第 60 号出版物（1991），对于 ²⁴¹Am-Be 放射源产生的中子以及 γ 射线，μGy/h 与 μSv/h 换算因子分别取 10、1；

3、本报告仅对本次监测点位及监测结果负责。

表 5-3 中子试验大楼刻度对比实验室、中子管验收实验室外环境中子周围剂量当量率、空气吸收剂量率监测结果

序号	监测点位描述		中子周围剂量当量 (nSv/h)	空气吸收剂量率 (uGy/h)		说明
				范围值	均值	
1	中子试验大楼周边环境巡测（道路、空地）		未检出	0.07~0.13	0.10	
2	刻度对比 实验室防 护门	西侧缝隙处		0.07~0.16	0.12	
3		顶部缝隙处		0.07~0.14	0.10	
4		底部缝隙处		0.08~0.15	0.11	
5		外表面巡测		0.08~0.14	0.11	
6		东侧缝隙处		0.07~0.15	0.12	
7		刻度对比实验室南侧墙体		0.07~0.14	0.11	
8	刻度对比实验室东侧墙体			0.07~0.15	0.11	
9	一层监控区域			0.07~0.14	0.10	
10	一层操作间工作人员操作位			0.08~0.15	0.11	
11	中子管验 收实验室 防护门	西侧缝隙处		0.08~0.15	0.11	
12		顶部缝隙处		0.08~0.14	0.11	
13		底部缝隙处		0.07~0.16	0.12	
14		外表面巡测		0.07~0.14	0.11	
15		东侧缝隙处		0.07~0.15	0.11	
16	中子管验收实验室西侧墙体			0.08~0.13	0.10	
17	中子管验收实验室南侧墙体			0.07~0.15	0.11	
18	一层中子产品存储库			0.07~0.14	0.10	
19	二层值班室			0.08~0.14	0.11	

备注：1、2~10号是刻度对比实验室中子测井仪打靶时监测结果，11~19号是中子管验收实验室中子测井仪打靶时监测结果；

2、监测时，防护门为水门（内部充满水），中子测井仪管电压为73kV、靶流为30μA，中子产额已达到 1.5×10^8 n/s；中子测井仪内有1个 ^3H 靶，出厂活度、时间分别为 3.7×10^{11} Bq、2019年4月9日；

3、表中空气吸收剂量率监测结果未扣除仪器宇宙射线响应值；

4、根据ICRP第60号出版物（1991），对于氘氚反应产生的14MeV中子以及γ射线，μGy/h与μSv/h换算因子分别取10、1；

5、本报告仅对本次监测点位及监测结果负责。

5.6.2 监测结果评价

经监测，在西安冠能中子探测技术有限公司真空物理实验室采用 $^{241}\text{Am-Be}$ 放射源对中子测井仪探测器进行检验时，工作人员操作位中子周围剂量率、空气吸收剂量率分别为890~1620nSv/h、0.74~0.98μGy/h；采用 ^{137}Cs 放射源对中子测井仪探头进行检验时，工作人员操作位空气吸收剂量率0.43~0.67μGy/h；西安奥华电子仪器股份有

限公司中子试验大楼中子测井仪在管电压为 73kV、靶流为 30 μ A 的状态下，其刻度对比实验室、中子管验收实验室屏蔽墙体、防护门及缝隙外表面 30cm 处空气吸收剂量率为 0.07~0.16 μ Gy/h，操作间工作人员操作位空气吸收剂量率为 0.08~0.15 μ Gy/h，中子试验大楼刻度对比实验室、中子管验收实验室外环境中子周围剂量当量率均未检出，满足《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）相关限值要求。

5.7 职业人员与公众年有效剂量评价

5.7.1 职业人员年有效剂量

本项目工艺流程主要包括中子发生器储存、中子测井仪探测器检验、中子测井仪烘箱打靶实验、中子测井仪刻度对比实验、仪器生产销售。其中，中子发生器储存时， ^3H 核素发生 β -衰变时产生能量为0.0168MeV的 β 射线，经陶瓷和合金外壳密封，不会对中子发射器外部产生外照射污染；中子测井仪探测器检验时只在 $^{241}\text{Am-Be}$ 、 ^{137}Cs 放射源操作过程会产生辐射影响，为抽查试验，保守考虑，每年试验次数按最多99次计算，放射源的安装和拆卸过程用时按1min/次，检测操作时间按10min/次计算。根据监测结果，采用 $^{241}\text{Am-Be}$ 放射源、 ^{137}Cs 放射源对中子测井仪探头进行检验时，其工作人员操作位最大剂量率为1.142 μ Gy/h，则中子测井仪探测器检验时操作人员接受的年附加有效剂量为0.021mSv；中子测井仪烘箱打靶实验、中子测井仪刻度对比实验时，辐射工作人员位于地面一层操作间，其测试时间最长均为30min，选取操作间工作人员操作位最大剂量0.15 μ Gy/h。每年试验次数按最多99次计算，则一台仪器测试时间最长为1h，则中子测井仪探测器检验时操作人员接受的年附加有效剂量为0.015mSv；仪器生产销售不会对辐射工作人员造成年附加有效剂量。

根据以上辐射工作人员年有效剂量估算，中子测井仪生产、销售核技术应用项目辐射工作人员所接受的年总附加有效剂量为0.036mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录B1.1.1.1规定，即“应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：a)由审管部门决定的连续5年平均有效剂量20mSv”及环评中职业工作人员的剂量管理目标限值5mSv/a。

5.7.2 公众剂量估算

经现场踏勘，本项目中子试验大楼四周比较空旷无人群密集区，公司的生产调试区除工作人员外，其他人员严禁入内，公众不会靠近操作区域。所以公众居留因子取

1/16, 保守考虑, 选取监测值最大剂量率 $0.16\mu\text{Gy/h}$, 可知公众所接受的年附加有效剂量为 0.001mSv 。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002 附录 B1.2.1 规定, 即“实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值: a)年有效剂量 1mSv 。”及环评中公众人员的剂量管理目标限值 0.25mSv/a 。

综上所述, 西安奥华电子仪器股份有限公司中子测井仪生产、销售核技术应用项目正常运行状态下, 所致职业人员与公众年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 标准和环评提出的管理目标限值要求。

6 环境影响评价报告验收内容及批复要求落实情况

根据该项目环评文件“三同时措施一览表”内容以及陕西省环境保护厅对该项目环评批复意见(陕环批复[2017]375 号), 对西安奥华电子仪器股份有限公司本项目采取的辐射安全措施、管理措施进行现场检查, 检查结果见表 6-1。

表 6-1 环境影响评价报告、环评批复落实情况

项目	环评或批复要求	落实情况
辐射安全管理机构	设立辐射安全管理机构或指派辐射管理专职人员, 并以文件形式明确辐射防护管理小组的主要职责。	公司已成立辐射安全防护管理小组, 以“奥华电子[2016]第 058 号”文明确机构成员、职责
辐射安全和防护措施	屏蔽措施: 各项辐射防护措施严格按照环评报告表中有关参数施工	本项目实验室屏蔽设计参数已严格按照环评阶段设计参数进行建设
	设立专门的产品储存库; 产品储存库设置防盗门, 并设置双人双锁, 设有明显“当心电离辐射”标志牌, 并安装有监视器及红外报警装置; 废弃的中子发生器由厂家回收, 不自行处置; 实验区设置为控制区, 对控制区清场并悬挂醒目的“当心电离辐射”标志牌	公司已设立专门的产品储存库; 产品储存库已设置防盗门, 并设置门禁和门锁, 已在门上张贴“当心电离辐射”标识, 库房已安装监视器及红外报警装置; 已与西安冠能中子探测技术有限公司签订中子发生器回收协议; 已将实验区设置为控制区, 打靶时对控制区进行清场, 并在实验区门上张贴“当心电离辐射”标识
人员配置	辐射工作人员应参加辐射安全与防护考核, 并取得合格证	5 名辐射工作人员均已取得辐射安全和防护培训合格证书, 持证上岗。
	个人剂量监测、人员职业健康监护: 辐射工作人员应进行个人剂量监测, 公司应定期组织工作人员进行职业健康体检, 并按相关法规要求建立工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案	辐射工作人员已配备个人剂量计, 每季度送有资质单位检测; 公司承诺定期组织辐射工作人员进行职业性健康检查, 并建立职业健康监护档案。
监测仪器和防护用品	拟配备 1 台中子周围剂量当量率仪、1 台便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪	已配备 1 台中子周围剂量当量率仪、1 台便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪, 并检定合格

续表 6-1 环境影响评价报告、环评批复落实情况

项目	环评或批复要求	落实情况
建立健全规章制度	《辐射防护和安全管理制	已按相关要求,制定了完整的辐射环境管理规章制度。
	度》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射源转移、转让、收贮备案制度》、《辐射工作人员培训计划》、《放射性“三废”处理方案》、《辐射工作人员岗位责任制度》、《辐射工作场所的检测制度》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《职业健康体检管理制度》、《辐射事故应急预案》等规章管理制度	

经调查,该项目已落实环境影响评价报告、环评批复提出的各项污染防治措施,满足验收要求。

7、与辐射安全标准化要求相符性分析

对照陕西省环保厅关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》(陕环发[2018]29号)相关规定,西安奥华电子仪器股份有限公司辐射安全管理要求落实情况见表 7-1。

表7-1 辐射安全管理标准化相关要求落实情况

管理内容	管理要求	有	无
决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺,并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作。	有	
	年初工作安排和年终工作总结,应包含辐射环境安全管理工作内容。	有	
	明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责。	有	
	提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。	有	
辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证,持证上岗;熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识。	有	
	负责编制辐射安全年度评估报告,并于每年1月31日前向发证机关提交一年度评估报告。	有	
	建立健全辐射安全管理制度,跟踪落实各岗位辐射安全职责。	有	
	建立辐射安全管理档案。	有	
	对辐射工作场所定期巡查,发现安全隐患及时整改,并有完善的巡查及整改记录。	有	
直接从事放射工作的作业人员	岗前进行职业健康体检,结果无异常。	有	
	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证,持证上岗。	有	
	了解本岗位的工作性质,熟悉本岗位辐射安全责任,并对确保岗位辐射安全做出承诺。	有	
	熟悉辐射事故应急预案的内容,发生异常情况,能有效处理。	有	

续表 7-1 辐射安全管理标准化相关要求落实情况

管理内容	管理要求	有	无
机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射安全与环境保护管理机构和负责人。	有	
制度建立与执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整。	有	
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账。	有	
	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案。	有	
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案。	有	
	建立辐射工作人员个人剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门，保证个人剂量监测档案的连续有效性。	有	
	建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期对辐射工作人员进行职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性。	有	
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等），并建立维护与维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）。	有	
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案。	有	
	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案。	有	
应急管理	结合本单位实际，制定具有可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练。	有	
	辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序。	有	

8 结论及建议

(1) 西安奥华电子仪器股份有限公司已按照建设项目相关法律法规要求，对中子测井仪生产、销售核技术应用项目进行了环境影响评价，并取得环评批复文件，已履行环保手续。目前，西安奥华电子仪器股份有限公司该项目已建设完成，各项环境保护设施和安全防护设施已调试完成。

(2) 西安奥华电子仪器股份有限公司该项目实验室已按照环评阶段设计参数建设，经现场监测，西安奥华电子仪器股份有限公司中子试验大楼中子测井仪在管电压为 73kV、靶流为 30 μ A 的状态下，其刻度对比实验室、中子管验收实验室屏蔽墙体、防护门及缝隙外表面 30cm 处、工作人员操作位空气吸收剂量率小于 2.5 μ Sv/h，且中子周围剂量当量率均未检出，满足《油气田测井放射防护要求》（GBZ118-2020）相关限值要求。

(3) 中子测井仪生产、销售核技术应用项目已按照环评以及批复要求，采取了相应的辐射安全设施。主要包括在中子试验大楼内已设立专门的产品储存库；产品储存库已设置防盗门，并设置门禁和门锁，已在门上张贴“当心电离辐射”标识，库房已安装监视器及红外报警装置；已与西安冠能中子探测技术有限公司签订中子发生器回收协议；已将实验区设置为控制区，打靶时对控制区进行清场，并在实验区门上张贴“当心电离辐射”标识。

(4) 西安奥华电子仪器股份有限公司已配备 1 台中子周围剂量当量率仪、1 台便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪，5 名辐射工作人员均已取得辐射安全和防护培训合格证书，持证上岗。辐射工作人员定期进行职业健康检查，建立职业健康监护档案。公司已为 5 名辐射工作人员配备个人剂量计，每季度送有资质单位进行检测，并建立个人剂量档案。

(6) 西安奥华电子仪器股份有限公司已按照陕西省环保厅下发的关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环发[2018]29 号）相关要求，成立了辐射安全防护管理小组，明确辐射安全责任人，规定相关职责，并按照该文件要求，建立了一整套规章制度。

(7) 经估算，中子测井仪生产、销售核技术应用项目运行所致辐射工作人员、公众最大年附加有效剂量分别为 0.036mSv、0.001mSv，满足环评阶段提出工作人员年有效剂量 5mSv 和公众 0.25mSv 限值要求。

综上所述，中子测井仪生产、销售核技术应用项目已按照环评文件及批复要求要求落实了相关辐射安全措施、管理措施，职业人员和公众年有效剂量满足标准要求，具备了竣工环境保护验收条件。