

核技术利用建设项目

工业 X 射线实时成像检测装置迁建 核技术利用项目 环境影响报告表

仅供报批公示使用

比亚迪汽车有限公司

2021 年 9 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

工业 X 射线实时成像检测装置迁建 核技术利用项目 环境影响报告表

仅供报批公示使用

建设单位名称：比亚迪汽车有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：西安市高新区亚迪路 2 号

邮政编码：710119

联系人：陈静

电子邮箱：sc11613@126.com

联系电话：13636719853

表 1 项目基本情况

建设项目名称		工业 X 射线实时成像检测装置迁建核技术利用项目			
建设单位		比亚迪汽车有限公司			
法人代表	何志奇	联系人	陈静	联系电话	13636719853
注册地址		西安市高新区草堂科技产业基地秦岭大道西 1 号			
项目建设地点		西安市高新区亚迪路 2 号比亚迪汽车有限公司厂区 35 号厂房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		20	项目环保投资 (万元)	2.5	投资比例 (环保投资/总投资)
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	63
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
<p>项目概述</p> <p>1、建设单位简介</p> <p>比亚迪股份有限公司 (简称比亚迪) 成立于 1995 年 2 月, 主要从事包含传统燃油汽车及新能源汽车在内的汽车业务、手机部件及组装业务、二次充电电池及光伏业务, 以及城市轨道交通业务。比亚迪总部位于深圳, 目前已在香港和深圳两地上市, 截止 2020 年底, 已在全球建立了 30 余个生产基地和 40 余个分支机构。在汽车领域, 比亚迪已构建起传统燃油、混合动力、纯电动车全擎全动力产品体系, 在车型研发、模具开发、整车制造、汽车零部件研发及制造等方面都达到了国际领先水平, 产业格局日渐完善。</p> <p>比亚迪汽车有限公司是比亚迪股份有限公司的直属子公司。2003 年, 比亚迪收购了西安秦川汽车有限责任公司, 正式进入民族自主品牌汽车制造与销售领域, 同年, 经国家工商行政管理总局核准批复、国家发改委第 27 号公告汽车目录, 同意将西安秦川汽车有限责任公司更名为比亚迪汽车有限公司。目前, 比亚迪汽车有限公司已建成西安高新区厂区和比亚迪草堂厂区 2 大生产基地, 除整车外, 已初步建立了包含发</p>					

动机、变速箱、整车内外饰件、底盘系统、汽车电子产品等配套零部件的产业集群，已成为国家在西部地区最大的自主品牌轿车生产基地。

2、项目由来

比亚迪汽车有限公司高新区厂区 24 号厂房屋使用 1 台 XYG-4503 型工业 X 射线实时成像检测装置进行无损检测，该项目于 2017 年进行了环评（陕环批复（2017）454 号），2018 年进行了自主验收。为满足业务发展需要，公司拟将该射线装置搬迁至高新区厂区 35 号厂房使用，并配套新建 1 间检测室。

根据《射线装置分类》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）及《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机理解的回复》（2018 年 2 月 12 日原环保部部长信箱），自屏蔽式 X 射线探伤装置需同时满足三个特征，其中之一是：“在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内”，本项目射线装置自带整体式屏蔽铅房，但工作人员可进入铅房内放置工件，因此不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置，其使用活动应按照 II 类射线装置进行管理。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目”中“使用 II 类射线装置的”项目，应编制环境影响报告表。

比亚迪汽车有限公司于 2021 年 8 月委托我单位对该项目进行环境影响评价。接受委托后，我单位组织有关技术人员对该项目进行了实地踏勘、资料收集、现场监测等工作，按照《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的基本要求，编制完成了《工业 X 射线实时成像检测装置迁建核技术利用项目环境影响报告表》。

3、产业政策符合性及实践正当性分析

本项目利用 X 射线进行无损探伤检测，系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，属于“鼓励类”中“三十一、科技服务业—1、工业设计、气象、生物、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业科技服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务、科技普及”项目，符合国家产业政策。

该射线装置迁建后主要用于 35 号厂房工件的无损检测，有利于提升工件质量。在

综合考虑社会、经济和其他因素之后，X 射线对受照个人或社会所带来的利益远大于可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

4、建设规模

(1) 项目概况

本次拟将原 24 号厂房的 1 台工业 X 射线实时成像检测装置（以下简称“射线装置”）搬迁至 35 号厂房使用，配套新建 1 间检测室。

根据建设单位提供的资料，该射线装置由高频固定式 X 射线探伤机、数字平板成像系统、计算机图像处理系统、机械工装及电气控制系统及防护铅房等组成，一体化设计，射线装置技术参数详见表 1-1。

表 1-1 射线装置技术参数表

设备名称	设备型号	具体参数	
工业 X 射线实时成像检测装置	XYG-4503 型	最大管电压	450kV
		最大管电流	3mA
		额定功率	700W/1500W
		焦点尺寸	小焦点 0.4mm，大焦点 1.0mm
		固有过滤	5mmBe
		最大漏射线剂量	5mSv/h
		曝光类型	定向

(2) 工作制度及劳动定员

根据建设单位提供的资料，本项目共配备辐射工作人员 4 人，均为新增人员，公司已安排了岗前职业健康体检及辐射安全培训，目前正在进行中，项目建成后将按照规定每季度进行一次个人剂量监测。

运行期工作制度为两班制，每班 2 人，每班工作时间 12h，预计每班曝光 3h；每周工作 6 天，周曝光时间 36h；年工作 52 周，年曝光 1872h。

5、项目选址及周边环境关系

(1) 地理位置

项目位于西安市高新区亚迪路 2 号比亚迪汽车有限公司厂区，地理位置见图 1-1。



图 1-1 地理位置示意图

(2) 周边环境关系

项目位于高新区比亚迪汽车有限公司厂区 35 号厂房，厂房北侧为厂内道路、闲置区域，东侧为厂内道路、28 号厂房（西端为仓储区），南侧为厂内道路、36 号厂房，西侧为厂区围墙、上林苑三路，详见图 1-2。

射线装置拟安装于 35 号厂房检测室。检测室平面布置见图 1-3，铅房结构示意图见图 1-4。射线装置与控制台隔室摆放，射线装置位于东侧隔间，控制台位于西侧隔间。检测室北侧为通道、熔化区，东侧为通道、配电室，南侧为通道，西侧为检验区。

检测室位于 35 号厂房东部，周边环境关系图见图 1-5。检测室北侧为通道、熔化区、压铸区等，东侧为通道、配电室，南侧为通道、休息区、卫生间、吸烟室、会议室、办公室、清理区、在制品区等，西侧为检验区、通道、铝锭放置区、在制品区等，35 号厂房为一层厂房，地下无建筑。



图 1-2 35号厂房周边环境关系图

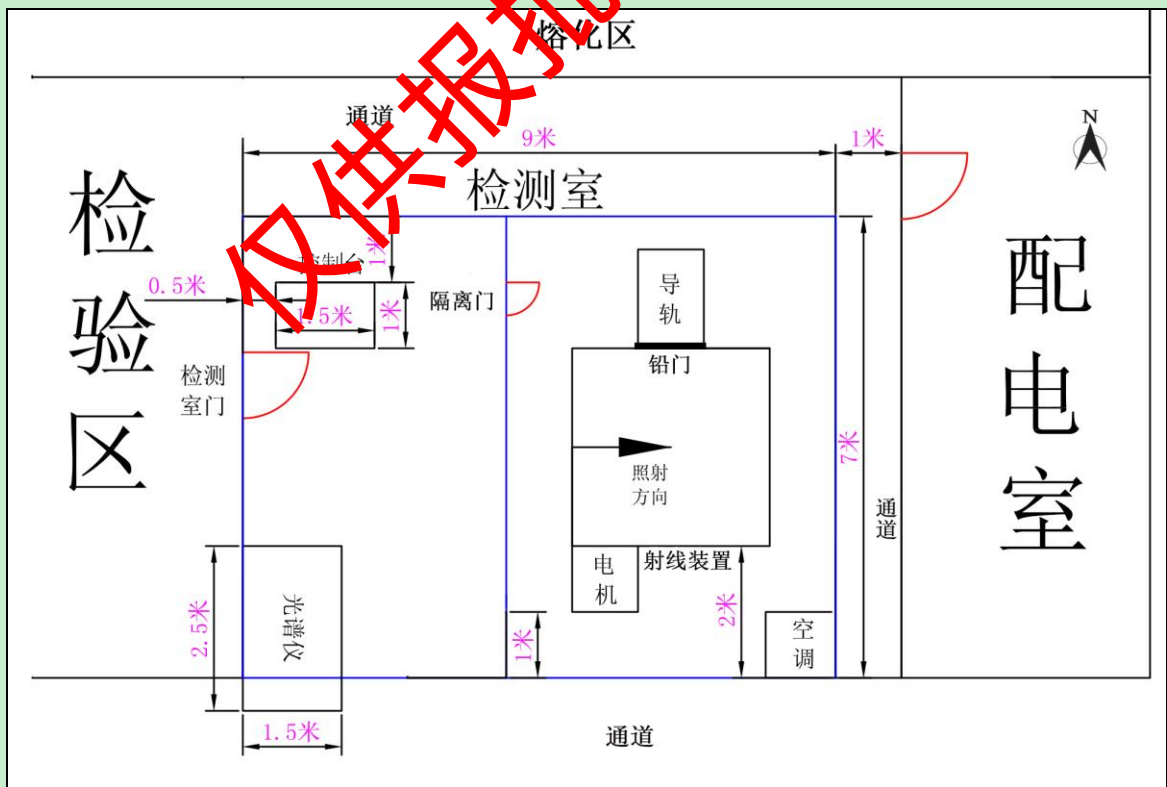


图 1-3 检测室平面布局图

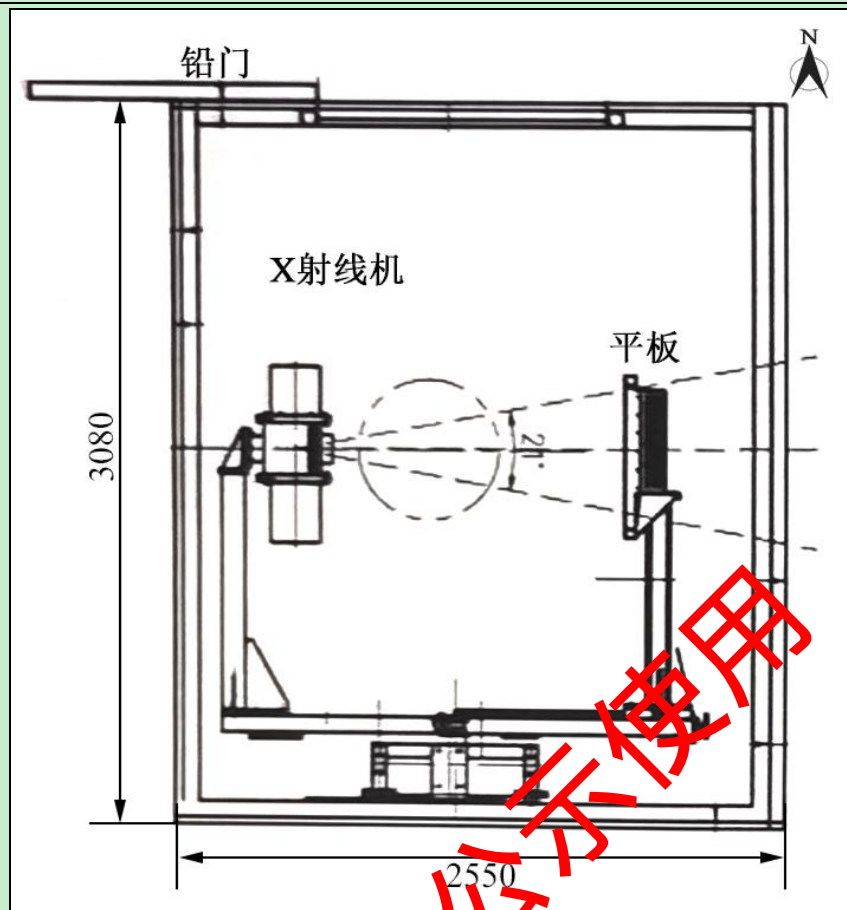


图 1-4.1 铅房结构示意图（俯视图）

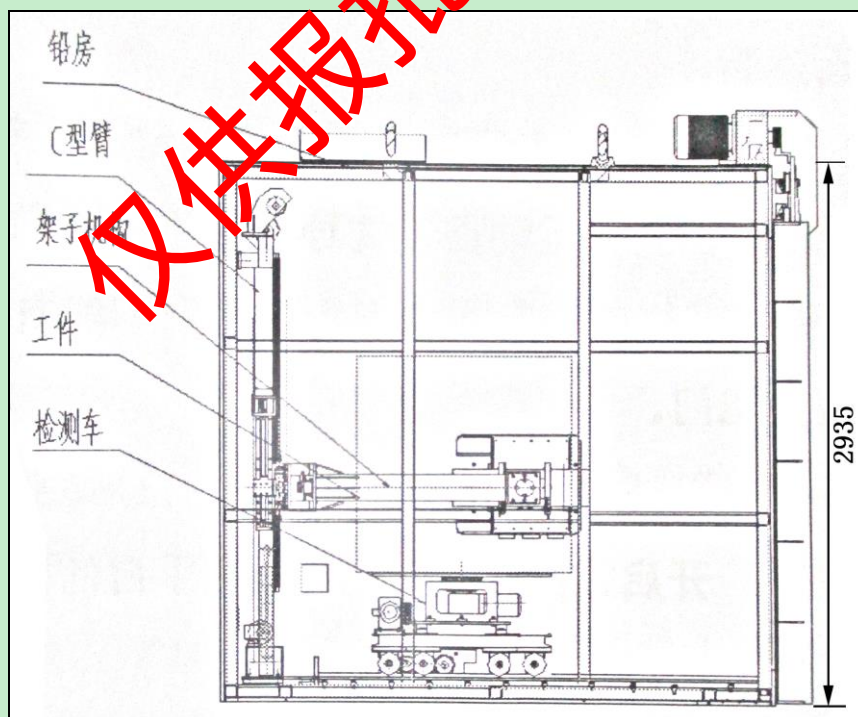


图 1-4.2 铅房结构示意图（侧视图）

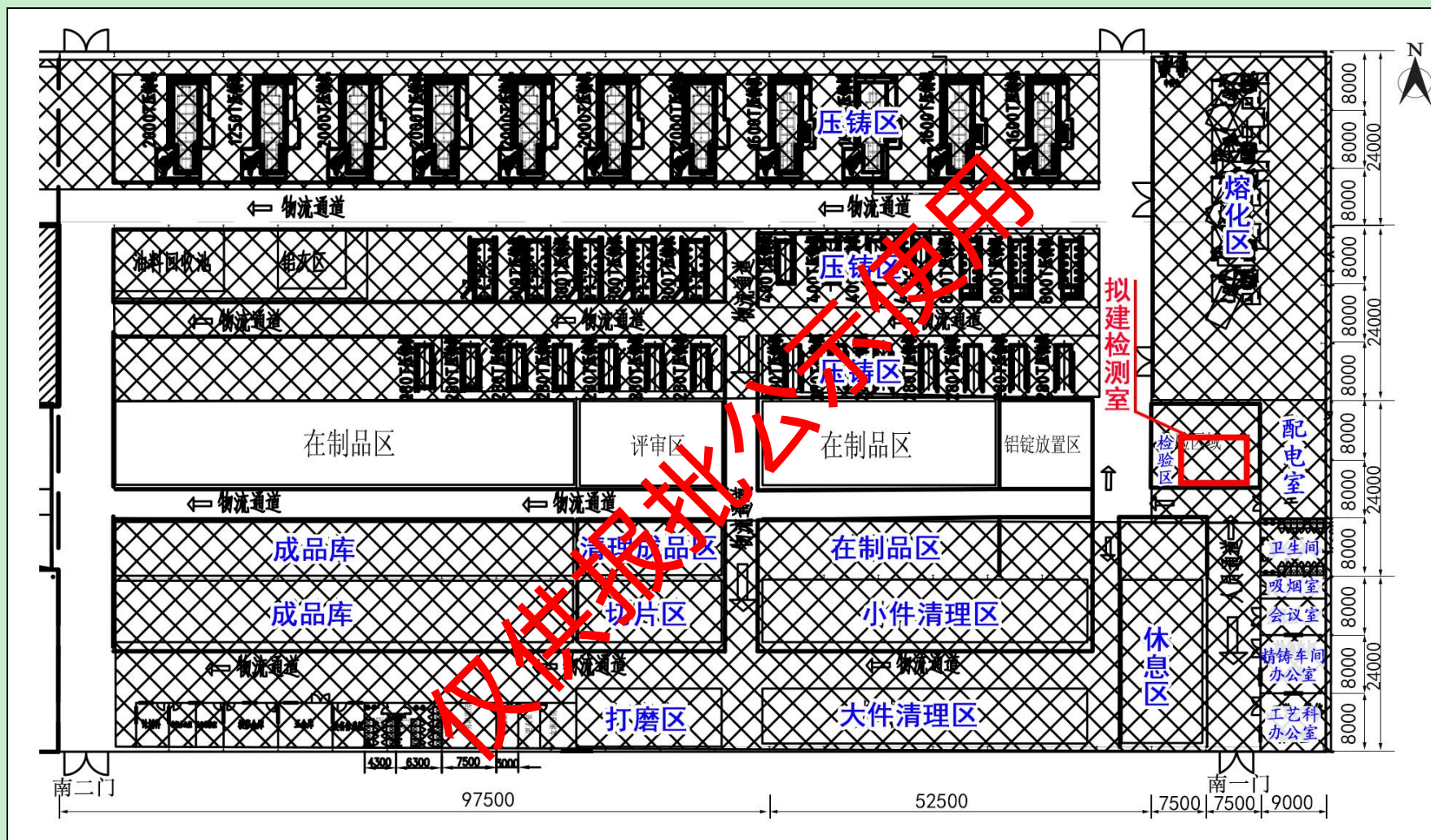


图 1-5 检测室周边环境关系图

6、现有核技术利用项目情况

(1) 现有核技术利用项目环保手续履行情况

根据调查，比亚迪汽车有限公司目前仅进行过 1 次核技术利用项目建设，即本次拟搬迁的工业 X 射线实时成像检测装置项目，原环保手续履行情况见表 1-2。

表 1-2 现有核技术利用项目环保手续履行情况一览表

项目名称	环评情况	验收情况
工业 X 射线实时成像检测装置核技术利用项目	2017 年 9 月 15 日取得环评批复（陕环批复〔2017〕454 号）	2018 年 3 月 10 日通过竣工环保自主验收并在“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”填报相关信息

综上，现有核技术利用项目环保手续较为完备。

(2) 辐射安全许可证

原项目验收后，比亚迪汽车有限公司于 2021 年 9 月 10 日取得更新后的辐射安全许可证（陕环辐证〔00501〕），许可证种类和范围为：使用 II 类射线装置，有效期至 2023 年 6 月 28 日。辐射安全许可证见附件，台账明细见表 1-3。

表 1-3 辐射安全许可证台账明细

序号	装置名称	规格型号	类别	场所
1	工业 X 射线实时成像检测装置	XYG-4503 型探伤机	II 类	第十六事业部制动器西安工厂：24#厂房

(3) 辐射安全管理现状

① 辐射防护管理机构

比亚迪汽车有限公司已成立以厂长为组长，技术科、厂办、非标设备科领导及生产科及实验室相关人员为组员的辐射安全防护与安全管理领导小组（见附件），负责日常的辐射安全监管和协调工作。

② 规章制度建设及落实情况

根据调查，比亚迪汽车有限公司已针对现有射线装置制定了较为完备的辐射环境管理规章制度，包括《X 射线探伤安全专项防护制度》、《辐射工作场所检测制度》、《X 射线探伤机人员培训制度》、《放射性工作人员岗位职责》、《X 射线探伤机设备操作规程》、《X 射线探伤辐射事故应急预案》等，以确保辐射作业中的安全防护。现有制度执行情况较好，运行以来未发生辐射事故或人员剂量超标情况。

③ 工作人员培训情况

比亚迪汽车有限公司现有 3 名辐射工作人员，均于 2017 年参加了辐射安全与防护

培训班学习和考核并取得了培训合格证。

④ 个人剂量检测及职业健康检查情况

公司已为射线装置现有工作场所配备 1 台个人剂量报警仪、2 套铅衣和铅围脖，用于日常探伤工作中的安全防护。辐射工作人员已配备个人剂量计，每季度委托有资质单位进行 1 次个人剂量检测。根据陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司出具的 2020 年 7 月~2021 年 7 月 4 个季度职业性外照射个人剂量监测报告（QNJC-2020-D178、QNJC-2020-D179、QNJC-2021-D084、QNJC-2021-D174，见附件），现有辐射工作人员的年个人剂量均低于 0.08mSv，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值，检测报告已存档。

现有辐射工作人员于 2020 年在核工业四一七医院进行了职业健康体检，体检结果显示未发现疑似放射性疾病，适宜从事辐射工作，体检报告已建立健康档案。

⑤ 工作场所及辐射环境监测情况

公司已为现有工作场所配备 1 台 X-γ 辐射剂量率仪，每年检定 1 次，检定报告已归档。公司已制定《辐射工作场所检测制度》，每月至少对射线装置现有工作场所监测 1 次，监测记录已存档。

公司已委托有资质单位每年进行一次辐射工作场所年度监测。根据陕西华邦检测服务有限公司出具的《比亚迪汽车有限公司（制动器工程）放射防护监测报告》（HBJC(放射)2020-0014，见附件），现有射线装置工件门外、铅房四周屏蔽面外及线缆孔、工作台等关注点的 X、γ 辐射剂量率为 0.09~0.13μSv/h，符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中的相关标准限值。

比亚迪汽车有限公司已按时向陕西省生态环境厅提交了 2020 年度放射性同位素与射线装置的安全和防护状况环境评估报告。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式及地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注:放射源包括放射性中子源, 对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (1/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式及地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注: 日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 X 射线实时成像检测装置	II	1	XYG-4503 型	450	3	无损检测	35 号厂房检测室	来自原 24 号厂房
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器：包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
该项目运行过程中不产生放射性“三废”	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态单位为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订），2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正），2018 年 10 月 29 日；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（修订），国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订），国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（修改），生态环境部令第 7 号，2019 年 8 月 22 日；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日；</p> <p>(10) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019 年修正），2019 年 11 月 6 日；</p> <p>(11) 《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>的通知》，陕环办发〔2018〕29 号。</p>
------	---

<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）；</p> <p>(4) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 工业 X 射线实时成像检测装置新建核技术利用项目环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 比亚迪汽车有限公司辐射安全许可证；</p> <p>(3) 《陕西省生态环境厅关于比亚迪汽车有限公司工业 X 射线实时检测项目环境影响报告表的批复》（陕环批复〔2017〕454 号）及其自主验收意见；</p> <p>(4) 《关于成立比亚迪汽车有限公司辐射安全防护与安全管理小组通知》及其他现有辐射安全防护管理制度；</p> <p>(5) 《比亚迪汽车有限公司（制动器工程）放射防护监测报告》（HBJC(放射)2020-0014）；</p> <p>(6) 2020 年 7 月~2021 年 7 月 4 个季度职业性外照射个人剂量监测报告（QNJC-2020-D178、QNJC-2020-D179、QNJC-2021-D084、QNJC-2021-D174）；</p> <p>(7) 比亚迪汽车有限公司 2020 年辐射安全年度评估报告；</p> <p>(8) 《工业 X 射线实时成像检测装置辐射环境监测报告》（QZJCSX-2017-E018）。</p>

保护目标

项目环境保护目标主要为从事射线装置操作的辐射工作人员及周围区域的公众。
环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

序号	保护对象	长居留人员规模	相对方位		与铅房相对最近距离 (m)	剂量约束值 (mSv/a)
1	辐射工作人员	4 人	西侧控制台		3.55m	5
2	公众	约 4 人	北侧	通道、熔化区、压铸区	约 3.7m	0.25
		/	东侧	通道、配电室、厂内道路、28 号厂房仓储区等	约 3.525m	
		约 20 人	南侧	通道、休息区、卫生间、吸烟室、会议室、办公室、清理区、在制品区等	约 3.9m	
		约 100 人	西侧	光谱仪区、检验区、通道、铝锭放置区、在制品区等	约 4.41m	

注：表中“距离”均以铅房屏蔽体作为起点进行计算。

仅供报批公示使用

评价标准

一、职业人员和公众的辐射剂量约束值

1、职业照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B 剂量限值：应对任何工作人员的职业水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

综合考虑射线装置现有使用情况，并着眼于长期发展，为其它辐射设施和实践活动留有余地，本次评估对职业照射人员的年受照剂量约束值设定如下：按标准剂量限值的 25% 执行，即 5mSv/a。

2、公众照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值（10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

附录 B 剂量限值：实践使公众中有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：年有效剂量，1mSv。

综合考虑射线装置现有使用并为企业的远期发展预留空间，本次公众照射年有效剂量管理约束值按标准限值的 25% 执行，即 0.25mSv/a。

二、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）

该标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置（以下简称 X 射线装置）的生产和使用。本项目运行期铅房等同于探伤室，应满足标准中探伤室的防护要求。

4.1 防护安全要求：

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 100 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ Sv/周；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁临近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3；

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理位置和场所位置

本项目位于陕西省西安市高新区亚迪路 2 号比亚迪汽车有限公司厂区 35 号厂房，项目地理位置图见图 1-1，周边环境关系见图 1-2。

2、环境质量现状

本次委托西安志诚辐射环境检测有限公司对项目迁建场所辐射环境现状进行监测。

(1) 监测因子、点位

监测因子：X、 γ 辐射剂量率；

监测点位：拟建场所及邻近场所各功能区域，见图 8-1。

(2) 监测时间

2021 年 8 月 30 日。

(3) 监测仪器

表 8-1 监测仪器一览表

监测仪器	环境监测用 X、 γ 辐射空气吸收剂量率仪		
型号规格	FD-3013H	仪器编号	XAZC-YQ-003
检出限	0.01 μ Gy/h~200 μ Gy/h	检定单位	上海市计量测试技术研究院
检定证书编号	2020H21-20-2762311001	检定有效期	2020.9.23~2021.9.22

(4) 质量保证措施

① 监测人员持证上岗；

② 严格按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《环境监测用 X、 γ 辐射测量仪 第一部分 剂量率仪型》（EJ/T 984-95）进行监测；

③ 监测结果经三级审核，保证监测数据的准确。

(5) 监测结果

监测结果见表 8-2。

表 8-2 项目 X、 γ 辐射剂量率监测结果

监测点位	点位描述	X、 γ 辐射剂量率 (μ Gy/h)	
		均值	标准偏差
1	拟建场所西侧检验区	0.07	0.01
2	拟建场所	0.07	0.01

续表 8-2 项目 X、 γ 辐射剂量率监测结果

监测点位	点位描述	X、 γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	
		均值	标准偏差
3	拟建场所东侧配电室	0.07	0.01
4	拟建场所南侧通道	0.07	0.01
5	拟建场所北侧熔化区	0.08	0.01
6	熔化区工位	0.07	0.01
7	精铸车间办公室	0.10	0.01
8	工艺科办公室	0.10	0.01
9	压铸区工位 1	0.07	0.01
10	压铸区工位 2	0.07	0.01
11	压铸区工位 3	0.08	0.01
12	打磨区工位	0.07	0.01
13	35 号厂房外	0.08	0.01
14	会议室	0.11	0.01

注：本次监测结果未扣除仪器对宇宙射线响应值。

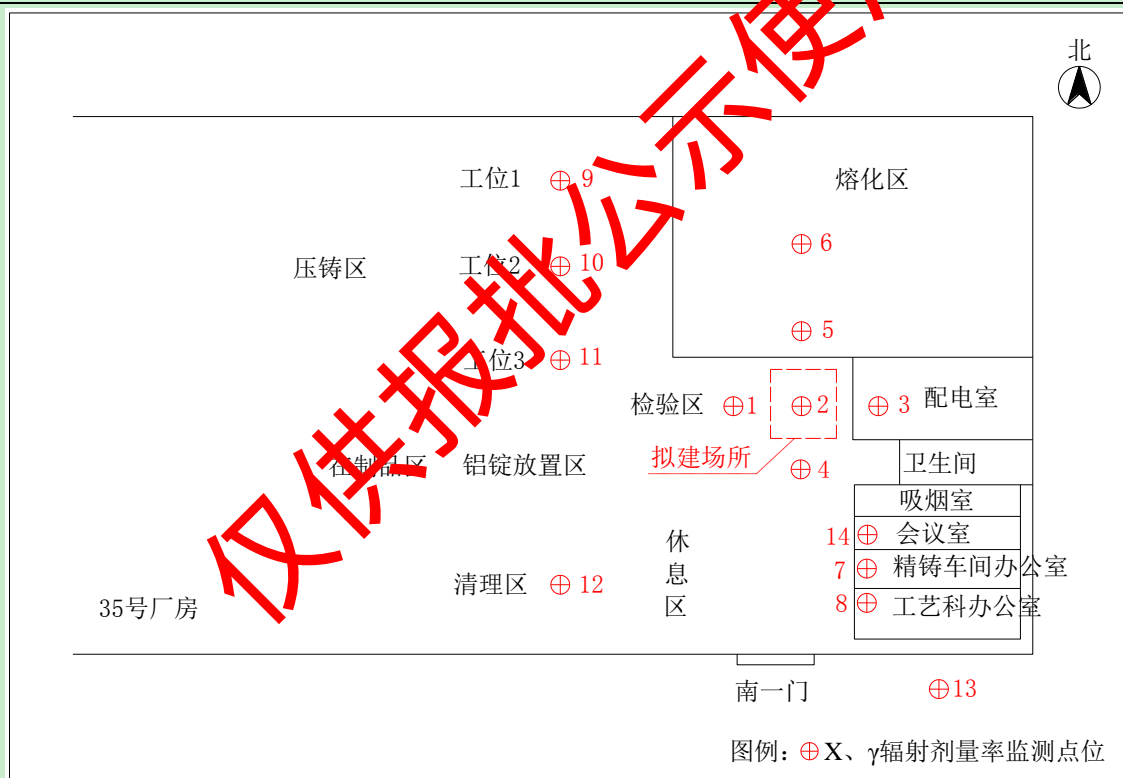


图 8-1 现状监测点位示意图

根据表 8-2，工业 X 射线实时成像检测装置拟建场所及周围场所各监测点位 X、 γ 辐射剂量率测量值范围为 $0.07\sim 0.11\mu\text{Gy/h}$ ，即 $70\sim 110\text{nGy/h}$ ；35 号厂房外监测点位 X、 γ 辐射剂量率测量值为 $0.08\mu\text{Gy/h}$ ，即 80nGy/h 。

参照《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护，第 14 卷第 4 期，1994 年 7 月），西安市道路 γ 辐射剂量率范围为 $52.0\sim 121.0\text{nGy/h}$ ，西安市室内 γ 辐

射剂量率为 79.0~130.0nGy/h；宇宙射线所致室外剂量率（按点平均）均值为 37.0nGy/h，宇宙射线所致室内剂量率（按点平均）均值为 33.0nGy/h。经比较，本项目工业 X 射线实时成像检测装置拟建场所辐射环境现状监测结果属于天然辐射环境本底波动水平。

仅供报批公示使用

表 9 项目工程分析及源项

工程设备和工艺分析

1、工程设备

根据建设单位提供的资料，本项目工业 X 射线实时成像检测装置由高频固定式 X 射线探伤机、数字平板成像系统、计算机图像处理系统、机械工装及电气控制系统及防护铅房等组成，采用一体化设计。射线装置现状照片见图 9-1，结构示意图见图 9-2。



图 9-1 射线装置现状照片

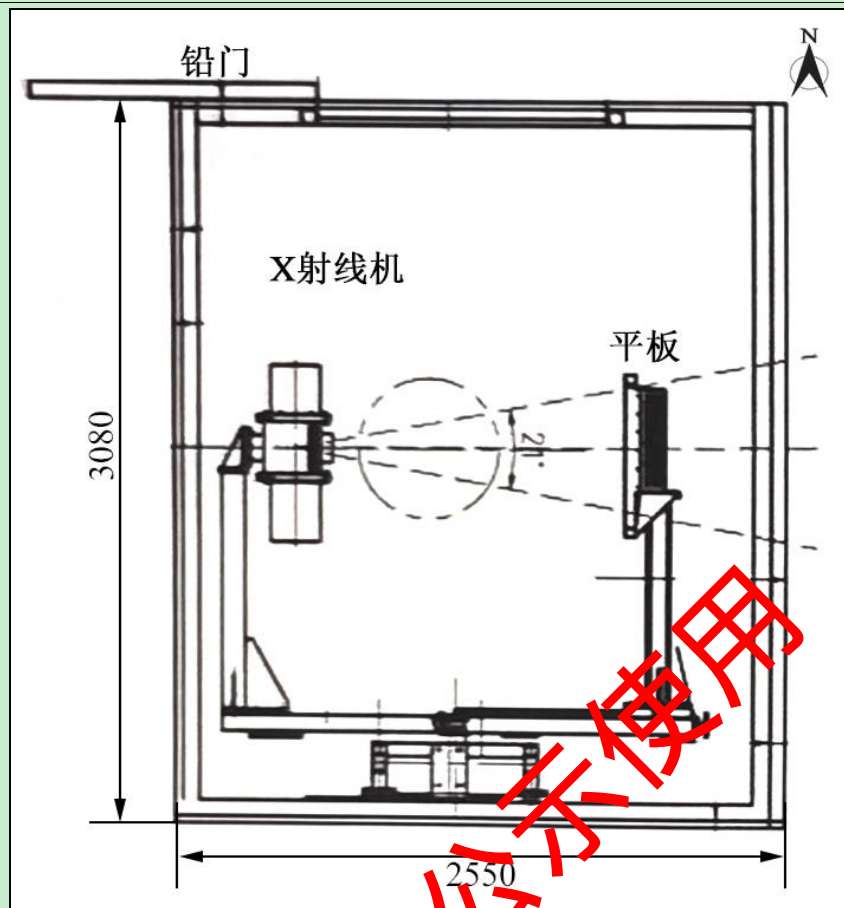


图 9-2 射线装置结构示意图（俯视图）

(1) X 射线机

根据建设单位提供的资料，本项目 X 射线管采用瑞士 COMET 生产的 MXR-451HP/11 型高能双焦点金属陶瓷管，靶材为钨。检测能力为铸铝 8~120mm，球磨铸铁 8~50mm。本项目主要进行铝合金工件的检测，工件厚度一般在 8~120mm 左右，重量较轻，可人工搬运。

(2) 数字平板成像系统

数字平板成像系统由 PaxScan2530HE 型接收器、电源、电源线、千兆网线、组件电缆等组成，分辨率为 3.6LP/mm，成像效果清晰。

(3) 计算机图像处理系统

由图像处理主机、CPU、显示器、刻录机等组成，可根据用户需求编程不同的应用界面及图像处理程序，最大限度的减少操作步骤，满足操作人员的最终需求。具有实时动态降噪处理、实时显示、回放与储存、刻录等功能。

(4) 机械传动及电气控制系统

机械传动系统由 C 型臂和检测平台构成，C 型臂连接 X 射线机及平板探测器，根

据需要可进行上下摆动。检测平台为工件摆放位置，可根据需要进行前后、左右、纵向旋转运动，运件车可出入铅房运送工件，铅房外需铺设轨道。

电气控制采用钢琴式多功能操作台，主要功能包括 X 射线机控制、实时监控、机械操作等，操作面板上设置有总电源开关、电压电流调整、升降压开关、焦点选择开关、曝光时间选择等按钮。

(5) 防护铅房

防护铅房外侧为钢-铅-钢夹层结构，内壁为方管焊接而成的框架，铅门与射线机设有联锁保护装置，内部设急停按钮，顶部设工作状态指示灯。

(6) 现场监控系统

机械传动系统顶部及铅门内侧各安装 1 台摄像机，对设备的工作状态及检测过程进行实时监控。

2、工作原理

工业 X 射线实时成像检测装置的射线系统主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成，本项目靶材为钨。

当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接射向嵌在金属阳极中的靶体。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度。这些高速电子轰击靶物质，与靶物质作用产生韧致辐射，释放出 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

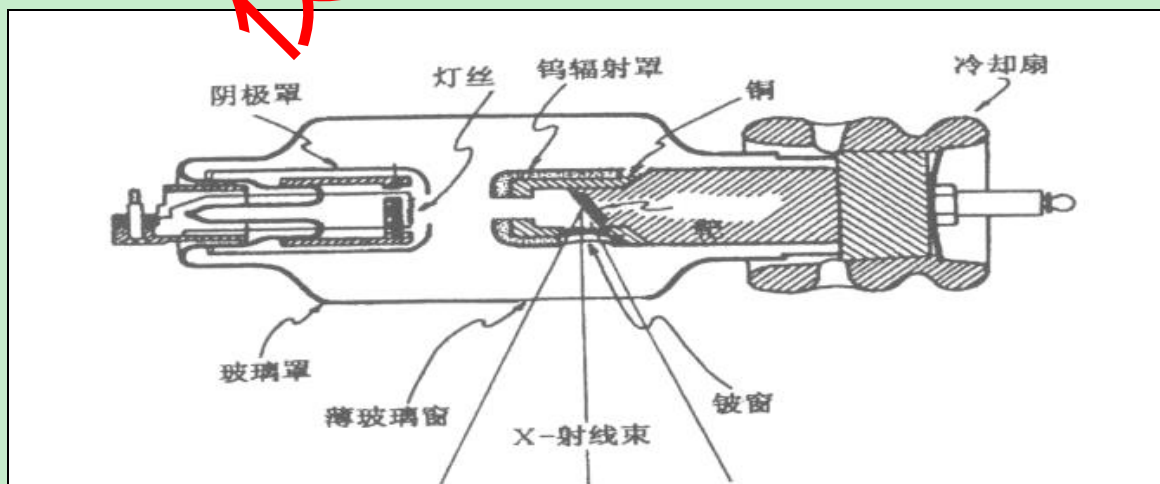


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

工业 X 射线实时成像检测装置主要是利用 X 射线透过物体时，会发生吸收和散射这一特性，通过测量材料中因缺陷存在影响射线的吸收来探测缺陷的。当 X 射线照射检测器时，与普通光线一样，能使检测器感光，接收射线越多的部位颜色越深，这个作用叫做射线的照相作用。根据检测器上有缺陷部位与无缺陷部位的黑度图像不一样，就可判断出缺陷的种类、数量、大小等。

3、操作流程及产污环节

(1) 操作流程

- ① 开机前检查机械设备所有限位、电源电压等是否正常，确认无误后开启设备。
- ② 开启铅门，使用运件车放置工件，或由人员进入铅房摆放工件。
- ③ 确认所有人员退出铅房后关闭铅门，将 C 型臂调整至检测位置，开启高压曝光检测。
- ④ 检测完毕后关闭高压，将 C 型臂归位，然后开启铅门取走工件，准备下一轮检测。
- ⑤ 检测完毕后关机，工作人员分析检测结果。

(2) 产污环节

射线装置工作流程及产污环节图见图 9-4。

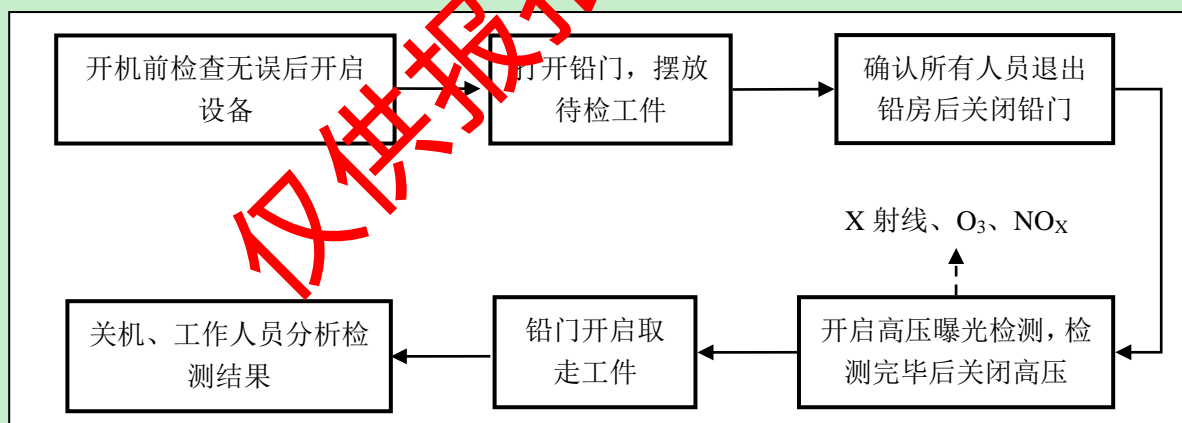


图 9-4 射线装置工作流程及产污环节图

4、正常工况的污染途径

射线装置发出的 X 射线经透射、散射，对作业场所及周围环境产生 X 射线辐射，会对工作人员和公众产生一定的外照射。

5、事故工况的污染途径

本项目在运行过程中可能发生的事故有：

- ① 开机检测时，门-机联锁失效，操作人员或公众误入控制区内造成误照射；
- ② 门-机联锁失效，防护门未完全关闭的情况下射线装置出束，铅门处泄露X射线对工作人员及公众造成额外照射；
- ③ 仪器出现故障时不受控出束，对射线装置周围活动人员产生误照射。

污染源项描述

本项目使用 1 台 XYG-4503 型工业 X 射线实时成像检测装置，运行期主要污染源项为 X 射线、O₃ 和 NO_x 等有害气体等，不产生放射性三废。

1、X 射线

由 X 射线机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目射线装置只有在开机并处于出射线状态时才会发出 X 射线。因此，在检测期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

X 射线球管出束照射工件期间，它产生的 X 射线能量在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、泄漏射线和散射射线。

(1) 有用线束：直接由 X 射线管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射工件，形成工件无损检测的射线。射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关，靶物质原子序数增加，在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。

(2) 泄漏射线：除了有用的辐射束外，从辐射源组装体中泄漏出的任何其他的辐射。

(3) 散射射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（检测工件、射线接收装置、地面等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。

2、废气

当电压为 0.6kV 以上时，X 射线能使空气电离，本项目 X 射线机最大管电压为 450kV，运行时将产生少量 O₃、NO_x。

设备铅房内安装 1 个轴流风机，排风口位于顶部中后侧，由 1 根排风管道连接至检测室顶部排出。排风量为 400m³/h，铅房体积约为 23.05m³，每小时有效通风次数约为 17 次。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、辐射工作场所分区及布局合理性分析

(1) 布局合理性分析

本项目射线装置拟搬迁至 35 号厂房东部检测室，检测室平面布局图见图 1-3。控制台与射线装置隔室摆放，射线装置向东照射，控制台位于射线装置西侧，避开有用线束照射方向，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向”的要求。

(2) 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18881-2002），辐射工作场所应分为控制区及监督区，将需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

根据项目实际布局情况，将射线装置屏蔽铅房内的所有区域划分为控制区，检测室内其他区域划分为监督区，辐射工作场所分区示意图见图 10-1。

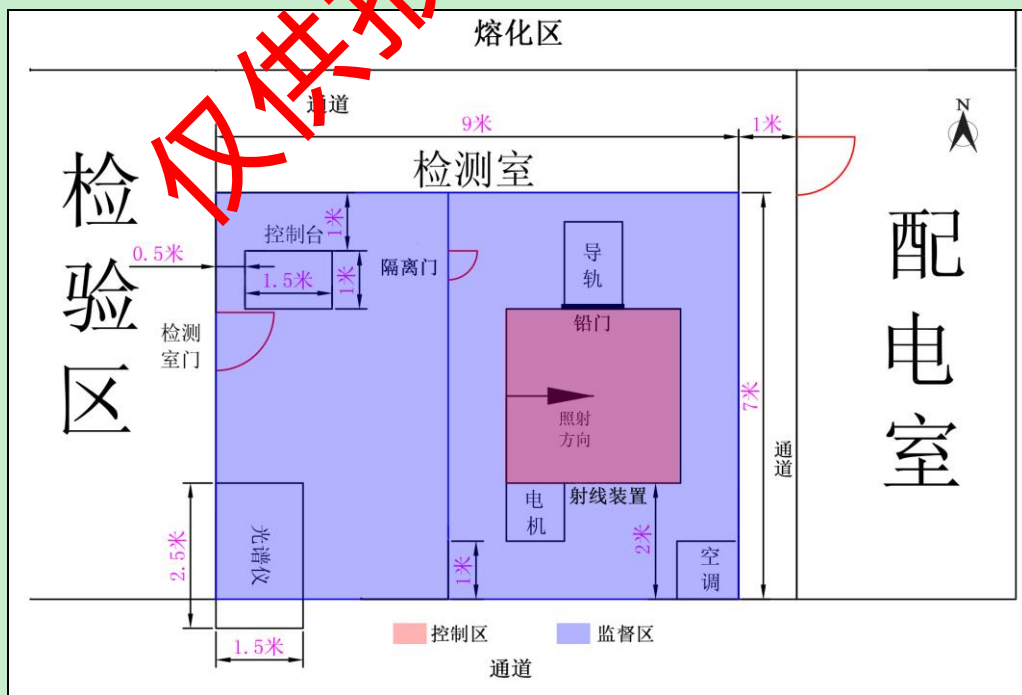


图 10-1 工作场所分区示意图

建设单位已在铅门处设立醒目的、符合规定的警告标志，在射线装置运行时严禁人员入内。应在检测室外设立表明监督区的标识及警示文字，设备工作过程中，除辐射工作人员外，其他人员应尽量远离监督区。

2、辐射防护屏蔽设计

项目防护铅房为六面封闭式结构，铅房北侧开设 1 个防护铅门，主射束向东侧面照射。根据建设单位提供的资料，铅房各面的屏蔽参数见表 10-1。铅房防护设计示意图见图 10-2。

表 10-1 防护铅房主要设计参数

序号	位置	设计防护厚度及材料
1	北侧面	32mmPb
2	东侧面	57mmPb
3	南侧面	32mmPb
4	西侧面	35mmPb
5	顶面	32mmPb
6	铅门	32mmPb
7	铅房主体	外部尺寸：2550mm×3080mm×2935mm

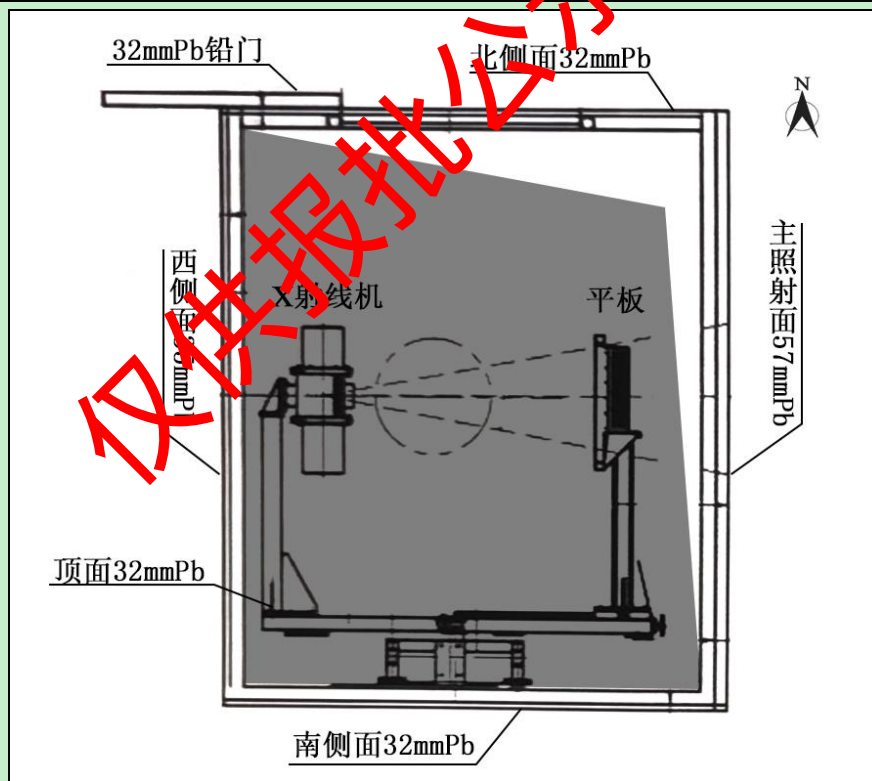


图 10-2 铅房防护设计示意图

3、辐射安全设施

根据现状调查情况，射线装置自带的安全设施见图 10-3，现状照片见图 10-4。

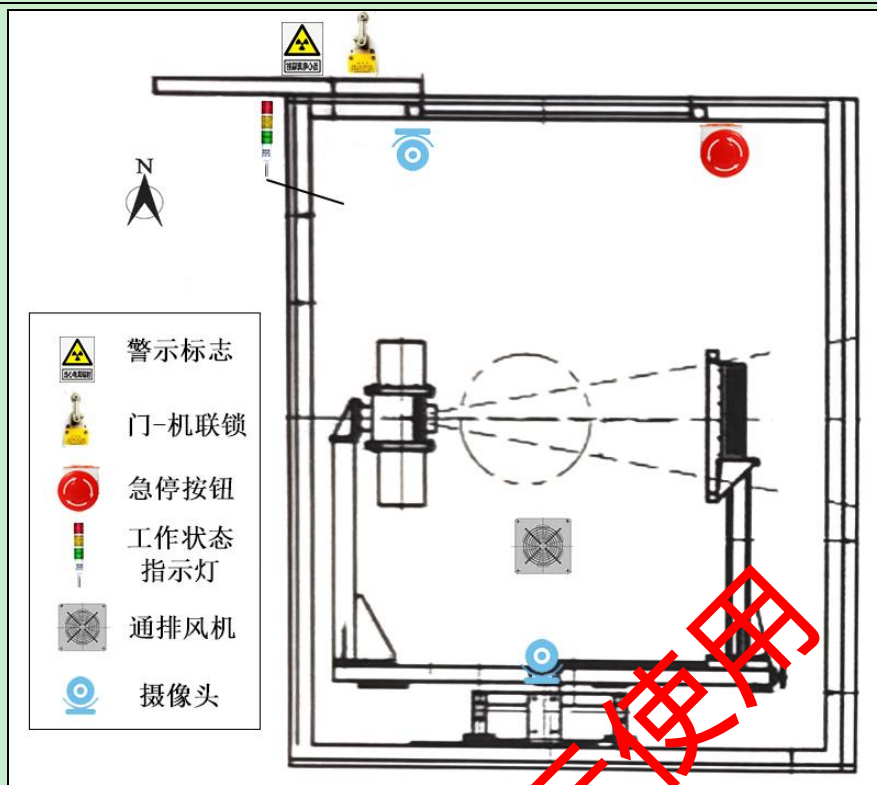


图 10-3 铅房防护设施示意图





图 10-4 射线装置相关防护设施现状图

(1) 门-机联锁：铅门与 X 射线机连锁控制，铅门关闭时方可发射射线，一旦铅门打开射线自动停止或无法开启，门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

(2) 工作状态指示装置：铅房顶部设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，“预备”信号持续足够长的时间，可确保铅房内人员安全离开，指示装置与 X 射线机连锁。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别：曝光状态时红灯亮

起，预备状态时黄灯亮，停止状态时绿灯亮。本项目迁建后，应在铅房外及所在隔间醒目位置张贴清晰的对指示灯“预备”和“照射”信号意义的说明。

(3) 电离辐射警示标识：铅门外张贴设置电离辐射警示标志及中文警示说明。

(4) 通风装置：铅房顶部安装轴流风机，排风口连接通风管道至检测室顶部，可避开人员活动密集区，通风管道采用 10mmPb 进行防护，可有效屏蔽射线。排风量为 400m³/h，铅房内每小时有效通风次数为 17 次。

(5) 监控设备：铅房门口处安装 1 个摄像头向内照射，机械传动系统顶部安装 1 个摄像头向外照射，方便了解操作过程中铅房内实时情况及铅门处人员及工件进出情况。

(6) 急停按钮：铅房入口处安装有 1 个急停按钮，并张贴有使用方法标签，有用线束避开铅门方向，铅房狭小人员一般仅在铅门附近活动，紧急情况下不需穿过主射线束即可使用急停按钮；急停按钮与铅门及 X 射线机进行安全联锁，按下后 X 射线机高压切断不能出束。

(7) X 射线管上设置有铭牌，标明了制造厂商、型号及出厂表号、额定管电压电流等标志。

(8) 控制台：配备 1 个单独的控制台，控制台与射线装置联锁。控制台上设有铅门开关等各类操作按钮；设有显示屏指示设备工作状态；设有电源、高压及故障指示灯，分别指示电源开关状态、高压接通状态及故障报警；设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束，控制台上安装有急停按钮。

(9) 监测仪器及个人防护用品：公司已为该射线装置配备 1 台个人剂量报警仪，用于人员进出铅房时的安全报警；已配备 1 台 X-γ 辐射剂量率仪用于工作场所的日常监测。已配备 2 套铅衣、铅围脖用于工作人员的个人防护。

(10) 线缆穿过铅房的孔道采用 U 型通道。铅门与侧壁重叠部分宽度不低于门与侧壁之间距离的 10 倍。

本项目拟设置的辐射安全与防护设施与《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表》（陕环办发〔2018〕29 号）的相关要求对照情况见表 10-2。

表 10-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—工业 X 射线探伤

项目		要求	本项目情况
工业 X 射	控制台安全性能*	X 射线管头应具有制造厂商、型号及出厂编号、额定管电压电流等标志。	X 射线管头已设置铭牌标明相关参数；控制台设置钥匙开关、紧急停机
		控制台设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示装置。	

线探伤		控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	开关、外部报警或指示装置等安全装置，安全性能符合相关要求
		控制台或X射线管头组装体上设置探伤室门联锁接口。	
		控制台设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X射线管才能出束。	
		控制台设有紧急停机开关。	
固定式探伤作业场所*	分区	按标准要求划分控制区、监督区。	拟设置
		控制区：探伤室墙围成的内部区域。	
		监督区：探伤室墙壁外部相邻的区域。	
	布局	操作室与探伤室分开，并避开有用线束照射的方向。	符合
	通风	探伤室设置机械通风装置，排风管道外口避开朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。	符合
	标志及指示灯	探伤室防护门上设置电离辐射警示标志和中文警示说明。	铅房外已张贴
		探伤室门口和内部同时设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，照射状态指示装置与X射线探伤装置联锁。	铅房外已设置
	标志及指示灯	探伤室内、外醒目位置处设置清晰的“预备”和“照射”信号意义说明。	拟设置
辐射安全与连锁	探伤室设置门机联锁装置。	铅房门已设置	
	探伤室内设置紧急停机按钮或拉绳，并带有标签，标明使用方法。	铅房内已设置	
监测设备及个人防护用品	X-γ剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪等	已配备X-γ剂量率监测仪、个人剂量报警仪，拟为工作人员配备个人剂量计	

综上，本项目辐射安全防护设施基本符合标准化建设要求，本项目迁建后应根据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表》（陕环办发〔2018〕29号）要求进一步完善工作状态指示信号意义说明。

三废的治理

本项目使用1台XYG-4503型工业X射线实时成像检测装置，不产生放射性“三废”，非放射性废物主要为电离产生的O₃、NO_x。

项目铅房内安装有轴流风机，每小时有效通风次数为17次，排风口位于顶部中后方，避开人员密集的方向，满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）“排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次”要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

项目建设期对环境的影响主要为检测室的建设、原设备搬迁安装配置等过程所产生的噪声以及工人生活废水、生活垃圾。项目施工现场位于厂房内，铅房为组合式拼装结构铅房，安装过程较方便，施工噪声造成的影响不大。生活垃圾和生活废水产生量较小，生活污水依托公司现有污水处理设施处理，生活垃圾纳入厂区现有垃圾清运系统。综上所述，本项目建设阶段对环境产生影响较小。

运行阶段对环境的影响

本次评价的工业 X 射线实时成像检测装置自带屏蔽铅房，铅房安装于 35 号厂房检测室内，检测室顶部一般无人到达，地下无建筑。设备最大管电压为 450kV，最大管电流为 3mA，定向向东照射。本次采用原验收监测的数据对铅房屏蔽能力及个人有效剂量进行分析。

一、屏蔽能力分析

1、铅房外各关注点处剂量率监测结果

2017 年 11 月 23 日，陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对现有项目进行了验收监测，并出具了《工业 X 射线实时成像检测装置辐射环境监测报告》（QZJCSX-2017-E018，见附件），验收监测工况见表 11-1，验收监测结果见表 11-2。

表 11-1 验收监测工况

装置名称	型号	设备参数	验收监测工况
工业 X 射线实时成像检测装置	XYG-4503 型	最大管电压：450kV 最大管电流：3mA	管电压：440kV 管电流：2.5mA

表 11-2 验收监测结果 单位（nSv/h）

序号	点位描述	测值范围	监测结果	设备状态
1	环境本底	75.1~85.3	80.0±3.4	未工作状态
2	工件进出防护门上缝	58.9~86.6	62.3±8.6	工作状态
3	工件进出防护门下缝	57.8~59.2	58.7±0.5	工作状态
4	工件进出防护门左缝	95.5~96.6	96.1±0.4	工作状态
5	工件进出防护门右缝	594~631	608±14	工作状态
6	工件进出防护门上缝	63.2~66.5	65.2±0.9	工作状态
7	北侧防护墙 0.3m 处 1	61.3~63.8	62.2±0.9	工作状态
8	北侧防护墙 0.3m 处 2	316~333	325±6	工作状态
9	北侧防护墙 0.3m 处 3	61.9~66.3	64.8±1.5	工作状态
10	东侧防护墙 0.3m 处 1	67.9~72.5	71.0±1.3	工作状态
11	东侧防护墙 0.3m 处 2	61.1~66.4	65.2±1.6	工作状态

12	东侧防护墙 0.3m 处 3	75.2~78.3	76.8±1.1	工作状态
13	南侧防护墙 0.3m 处 1	85.8~87.8	87.1±0.6	工作状态
14	南侧防护墙 0.3m 处 2	107~119	113±4	工作状态
15	南侧防护墙 0.3m 处 3	80.2~87.2	83.5±2.7	工作状态
16	线缆口	65.3~71.5	68.0±2.4	工作状态
17	西侧防护墙 0.3m 处	94.4~98.1	96.0±1.2	工作状态
18	顶棚	89.9~98.0	94.4±2.5	工作状态

注：监测结果未扣除宇宙射线响应值。

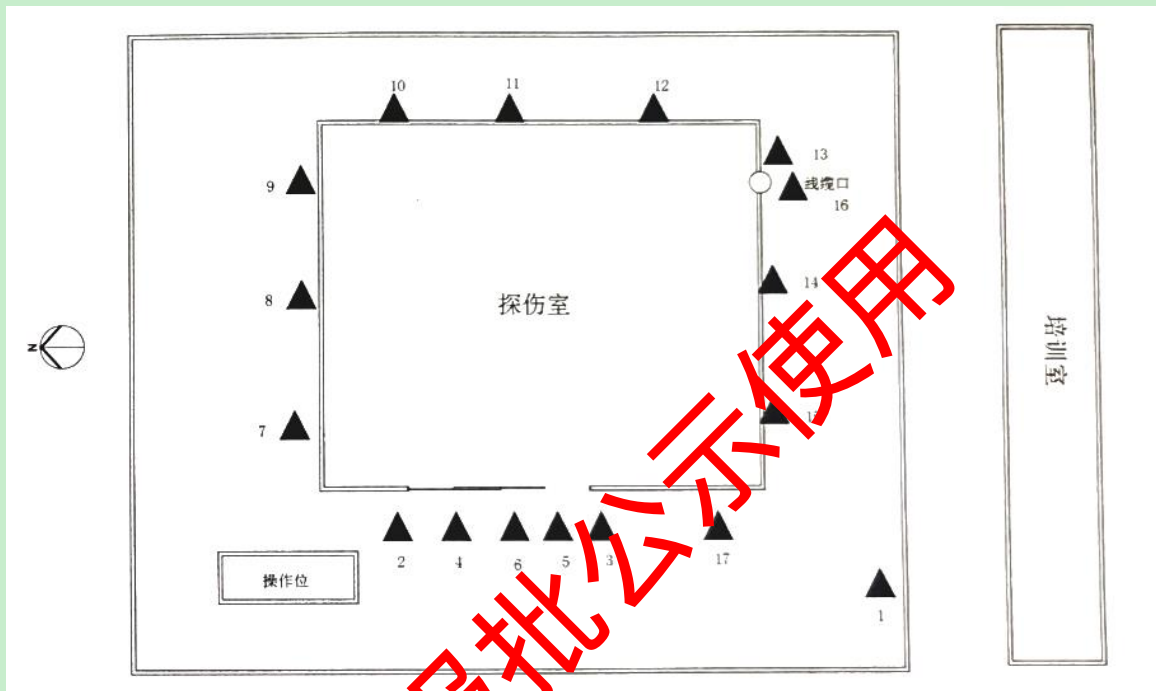


图 11-1 验收监测点位示意图

根据验收监测结果可知，在射线装置以 440kV、2.5mA 工况运行的情况下，铅房四周屏蔽面外、工作防护门外、线缆口及顶棚外各测点处的监测范围值为 57.8~631nSv/h，小于 2.5μSv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中标准要求，说明铅房的屏蔽设计满足防护要求。

2、检测室及周边各关注点处剂量率估算结果

根据检测室实际平面布局图及周边环境关系，不考虑检测室（岩棉彩钢结构）的屏蔽作用，以验收监测结果和距离衰减公式对北侧通道、东侧通道、南侧通道，西侧控制台、光谱仪等位置处的剂量率进行估算，估算结果见表 11-3。

表 11-3 检测室及周边各关注点周围剂量当量率估算结果

序号	关注点位置	对应铅房外关注点验收监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)		距铅房 外关注 点距离 (m)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
		未扣除宇宙射线	扣除宇宙射线后		
1	检测室东侧 0.3m 处通道	0.333	0.3	1.225	0.2
2	检测室北侧 0.3m 处通道	0.0981	0.0651	1.92	0.018
3	检测室南侧 0.3m 处通道	0.0783	0.0453	2	0.011
4	铅房所在隔间西墙外 0.3m 处	0.119	0.086	1.225	0.057
5	西侧控制台	0.119	0.086	3.55	0.007
6	西侧光谱仪	0.119	0.086	4.41	0.004

注：1、本项目与现有项目铅房摆放位置不同，1 对应原监测结果中北墙，2 对应原监测结果中西墙，3 对应原监测结果中东墙，4~6 对应原监测结果中南墙，保守取原监测结果中各墙外最大值

2、原验收监测结果未扣除宇宙射线响应值，本次估算时将监测结果扣除《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护，第 14 卷第 4 期，1994 年 7 月）中表 6 中西安地区宇宙射线按点平均的室内剂量率 33nGy/h 后再估算。

由表 11-3 估算结果可知：在射线装置以 440kV、2.5mA 工况运行的情况下，仅考虑距离衰减，铅房所在隔间西墙外 0.3m 处、西侧控制台、光谱仪位置及检测室北、东、南墙外 0.3m 处的剂量率范围为 0.006~0.222 $\mu\text{Sv/h}$ 。

二、个人年附加有效剂量分析

年有效剂量可按下式计算：

$$P_{\text{年}} = I \cdot U \cdot T \cdot t \quad \text{公式 1}$$

式中：P 年为年有效剂量，mSv/a；

t 为年工作时间，h。

根据建设单位提供资料，本项目射线装置全年工作时间为 1872h。根据表 11-3 中检测室控制位及周边各关注点的剂量率计算结果，估算辐射工作人员及公众的年有效剂量，结果见表 11-4。

表 11-4 人员年有效剂量估算结果

人群	人员停留位置	居留因子	时间 t (h)	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
辐射工作人员	铅房所在隔间西墙外 0.3m 处	1	1872	0.057	0.11	5
	西侧控制台	1	1872	0.007	0.01	
公众	检测室北侧通道	1/4	1872	0.018	0.01	0.25
	检测室东侧通道	1/4	1872	0.2	0.09	
	检测室南侧通道	1/4	1872	0.011	0.01	

	西侧光谱仪	1	1872	0.004	0.01	
注：参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 A.1，检测室北、东、南、侧为通道，属于部分居留，居留因子取 1/4。						

根据估算结果可以看出，辐射工作人员年累计受照射剂量为 0.11mSv/a，本项目为 2 班制，则每名工作人员的年累计受照剂量为 0.055mSv/a，低于辐射工作人员剂量控制目标值 5mSv/a。公众因该项目可能导致的年累积受照射剂量为 0.01~0.09mSv/a，低于公众人员剂量控制目标值 0.25mSv/a。综上，本项目建成运行后对工作人员及公众的影响较小。

五、非放射性污染物影响分析

项目开机运行时产生的 X 射线与空气作用会产生少量 O₃、NO_x，铅房内安装有机械排风装置，每小时有效通风次数不小于 17 次，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）“排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”要求，O₃ 和 NO_x 由顶部的排风口排出，可避开人员密集活动的方向。经厂房内排风系统及自然通风扩散，对环境影响不大。

事故影响分析

1、事故工况

项目射线装置运行期可能发生的辐射事故主要为防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下 X 射线机出束，使操作人员受到不必要的照射，这种辐射事故发生的可能性极低，但建设单位也应积极采取辐射事故预防措施，防范于未然。

2、事故风险评价

本次假设防护门未关闭人员误入铅房受到误照射，有用线束向东照射，人员一般在北侧防护门附近活动，主要受到泄露辐射及散射辐射。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“4 探伤室辐射屏蔽估算方法”中相关公式，辐射源强参考 ICRP 33 号出版物取 P56 图 3 中 0.5mm Cu 滤过条件下 450kV 管电压对应的发射率值 60mGy/ mA•min，Gy 与 Sv 等量换算；泄漏辐射参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，管电压 >200kV 时取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ； $R_0^2/F \cdot a$ 因子参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）取典型值 50。估算人员在距 X 射线机不同距离时所受的有效剂量，结果见表 11-5。

表 11-5 事故工况下人员所受剂量估算结果 单位: mSv

受照时间 与 X 射 线机距离 (m)	10s	30s	1min	3min	30min	1h
0.3	6.82	20.46	40.93	122.80	1228	2456
0.5	2.46	7.37	14.73	44.20	442	884
1.48 (工件防护门处)	0.28	0.84	1.68	5.05	50.45	101
2	0.15	0.46	0.92	2.76	27.63	55.2

由估算结果可知,当人员在工件防护门处停留 3min 即达到本次设定的辐射工作人员年有效剂量约束 5mSv,停留 10s 即超过本次设定的公众年有效剂量约束值 0.25mSv。当人员位于铅房内时,受到的个人剂量越高,0.3m 处停留 30s 即达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中规定的职业人员连续 5 年的平均有效剂量限值 20mSv。因此应加强辐射工作人员的管理,防止辐射事故的发生。

2、事故防范措施建议

(1) 辐射工作人员须严格按照操作规程操作,如出现设备不能正常运行停止照射时,应立即切断总电源,强制停止照射;

(2) 为防止人员误留辐射工作场所受到误照射,工作人员操作时必须携带个人剂量报警仪,并在每次照射前进行巡查,确保无人员滞留铅房;

(3) 定期检查辐射安全管理制度落实情况,发现问题及时纠正;如发生辐射事故,应立即启动本单位的辐射事故应急预案,采取必要的应急措施。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

比亚迪汽车有限公司已成立以厂长为组长，技术科、厂办、非标设备科领导及生产科及实验室相关人员为组员的辐射安全防护与安全管理领导小组（见附件），负责日常的辐射安全监管和协调工作。具体管理机构设在品质处西北地区安全环境管理部。

辐射安全与环境保护领导小组主要职责为：

- (1) 组织制定安全操作规程，由辐射防护成员负责落实、检查工作；
- (2) 定期检查安全装置、报警系统装置、防护仪表，发现问题及时解决，严禁在没有启动防护装置的情况下强行运行，杜绝辐射照射事故发生；
- (3) 制定事故应急预案；
- (4) 定期对辐射装置机房和周围环境进行检测，建立数据档案、检测数据定期上报上级部门。

本项目建成后，公司应对照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29号文），进一步明确决策层、辐射防护负责人、放射性作业人员职责，并落实相关管理要求，详见表 12-1。

表 12-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

管理内容		管理要求	本项目情况
人员管理	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。	已按要求设置
		年初工作规划和年终工作总结，应包含辐射环境安全管理工作内容。	
		明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责。	
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。	
	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。	需按规定执行
		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上一年度评估报告。	已按规定执行，项目建成后应完善
		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。	
		建立辐射安全管理档案。	
	直接从事放射工作的	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。	新增人员应按规定进行培训
		岗前进行职业健康体检，结果无异常。	
		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。	
			了解本岗工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺。

作业人员	熟悉辐射事故应急预案的内容，发现异常情况后，能有效处理。	体检等
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。	需完善

辐射安全管理规章制度

1、相关制度

比亚迪汽车有限公司已针对现有射线装置制定了较为完备的辐射环境管理规章制度，包括《X 射线探伤安全专项防护制度》、《辐射工作场所检测制度》、《X 射线探伤机人员培训制度》、《放射性工作人员岗位职责》、《X 射线探伤机设备操作规程》、《X 探伤机辐射设备安全管理制度》、《比亚迪汽车有限公司 X 探伤机辐射设备维护、维修制度》、《X 射线探伤辐射事故应急预案》等，以确保辐射作业中的安全防护。

公司已制定的安全管理制度与《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29 号文）中要求对照情况见表 12-2。

表 12-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

内容	管理要求	本项目情况
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	已指定专人负责系统使用和维护，应进一步完善相关制度
	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	已制定《X 探伤机辐射设备安全管理制度》
	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	已制定《放射性工作人员岗位职责》、《X 射线探伤机设备操作规程》
	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	已制定《X 射线探伤机人员培训制度》
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	已在《X 射线探伤安全专项防护制度》中进行规定
	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内容），并建立维护、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）	已制定《比亚迪汽车有限公司 X 探伤机辐射设备维护、维修制度》
	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	已制定《辐射工作场所检测制度》

	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	已在《X射线探伤安全专项防护制度》中规定
应急管理	结合本单位实际，制定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	已制定《X射线探伤辐射事故应急预案》并定期演练
	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	

根据调查，现有制度执行情况较好，运行以来未发生辐射事故或人员剂量超标情况。本次迁建后，公司应针对新的工作场所完善以上制度，应急预案、操作规程、岗位职责等应张贴上墙，确保辐射防护工作按规章制度进行。

2、人员培训及工作人员个人防护

比亚迪汽车有限公司现有 3 名辐射工作人员，均已取得辐射安全与防护培训合格证。2020 年，辐射工作人员在核工业四一七医院进行了职业健康体检，结果显示适宜从事辐射工作，已建立了健康档案。公司已配备 2 套铅衣、铅围脖等个人防护用品，每名辐射工作人员均配备了个人剂量计并定期送检，建立了个人剂量档案。

本次迁建项目辐射工作人员为新增人员，上岗前应在国家核技术利用辐射安全与培训平台进行学习并考核合格，项目建成后应为其配备个人剂量计并建立个人剂量档案，按照相关制度要求每 2 年进行一次职业健康体检，并建立健康监护档案。

辐射监测

1、监测仪器配置

比亚迪汽车有限公司已配备 1 台 X-γ 辐射剂量率仪和 1 台个人剂量报警仪，用于现有辐射工作场所的日常监测和剂量报警。2 台仪器能够正常使用，本项目建成后可继续利用。

2、监测计划

(1) 个人剂量监测

本项目新增 4 名工作人员，应按要求佩戴个人剂量剂，委托有资质的单位每 3 个月进行一次个人剂量监测，并将个人剂量结果存入档案；

(2) 年度常规监测

公司应每年委托有资质的第三方辐射监测机构对辐射工作场所进行 1 次年度监测，年度监测数据作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1

月 31 日前上报环保行政主管部门。

(3) 辐射工作场所监测计划

本项目投运后，应使用配备的辐射监测剂量仪定期对检测室进行工作场所监测并记录监测结果，建立日常监测结果档案，发现异常时应停止运行并立刻排查。

本项目监测计划见表 12-3 所示。

表 12-3 监测计划

工作场所	监测因子	监测点位/对象	监测频次
35 号厂房检测室	X-γ 辐射空气吸收剂量率	铅房防护门及缝隙外表面 0.3m 处、四周屏蔽面外 0.3m 处、线缆孔处；检测室控制台、光谱仪处，距检测室四周墙外 0.3m 处	年度例行监测：每年由有资质单位监测 1 次 日常监测：每月至少一次
	个人剂量	本项目辐射工作人员	每季度由有资质单位监测 1 次

3、环保投资

项目总投资为 20 万元，环保投资为 2.5 万元，占总投资的 12.5%，主要用于环保设施、辐射安全防护设施建设，个人防护用品购置等。环保投资见表 12-4。

表 12-4 项目环保投资估算表

实施时段	类别	污染源	污染防治措施或设施	费用
施工期	废气	施工现场等	道路洒水、围挡	0.2
	固体废物	一般固废、生活垃圾	依托厂区原有设施处理	—
运营期	辐射防护措施	X 射线	铅房主体及门-机联锁、急停按钮等	原有，不新增
	个人防护用品	X 射线	个人剂量计	0.5
			个人剂量报警仪、铅衣、铅围脖等	原有，不新增
废气	臭氧	排风系统	原有，不新增	
环境管理	完善环境管理制度			0.3
环境监测	工作场所定期监测			1.0
	个人剂量定期监测			0.5
总投资（万元）				2.5

4、竣工环境保护验收内容及要求

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），本项目竣工后，建设单位应及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-5。

表 12-5 项目竣工环境保护验收清单（建议）

序号	验收内容	防护措施
1	辐射安全管理	针对搬迁后工作场所进一步完善操作规程、岗位职责、监测制度、应急预案等，根据标准化建设要求不断完善相应制度
2	剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目公众成员个人年剂量约束值取 0.25mSv/a，职业照射年有效剂量管理约束值取 5mSv/a。验收按照以上标准执行。 根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），铅房外各关注点最高周围剂量当量率满足相应标准。
3	辐射安全防护措施	布局合理，划定控制区及监督区，设置明显的分区标识 检测室的建设和布局符合环评报告描述；铅房门-机连锁、标志及指示灯、紧急停机、监控装置等正常有效、运行良好；工作人员进入铅房时应佩戴个人剂量报警仪；铅房外设置工作状态指示装置意义说明
4	辐射监测	使用已有的 1 台 X-γ 剂量率监测仪定期进行巡测并建立监测档案，每年委托有资质单位检测不少于 1 次，监测记录存档；辐射工作人员配备个人剂量计，作业时按要求佩戴，定期进行个人剂量监测，并建立健康档案。
5	人员培训及健康体检	新增辐射工作人员应进行辐射安全和防护知识培训，考核合格后方可上岗 新增人员至少每 2 年进行 1 次职业健康体检，并建立职业健康监护档案

辐射事故应急

1、应急管理机构及应急预案

公司已明确了应急领导小组组成及职责，领导小组下设办公室、现场指挥组、现场监测组（委托上级监测部门监测）和现场事故调查处置组。以技术科科长为辐射安全生产的第一责任人，厂办、技术科、非标设备科、生产二科领导为成员。由厂办负责应急预案的组织计划和方法，技术科负责器材和设备以及联络方式、预案设施等的布置和安排；技术科负责在厂办统一部署下定期演练和具体放射事故的应急处理工作；非标设备科负责设备异常时处理，与生产二科共同执行应急处理工作。

比亚迪汽车有限公司已根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规规定，制定了《X 射线探伤辐射事故应急预案》。应急预案中针对现有核技术利用项目可能发生的辐射事故类型，明确了报告和处理程序、应采取的应急处置措施、信息报告与联系方式。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应向当地环境保护部门报告；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向当地卫生行政部门报告；如是人为故意破坏引起的事故应向当地公安部门报告。

2、应急预案执行情况

根据现场调查，比亚迪汽车有限公司运行至今尚未发生放射性相关事故，未启动过该应急预案。日常运行中，公司每年安排组织一次辐射事故应急演练，为提高预防事故应急处理能力奠定了一定基础。

本项目运行后，比亚迪汽车有限公司应依据国家相关法律法规、标准，不断对应急预案进行补充修改、完善，使应急预案更具有操作性、可行性。同时加强应急预案演练，提高事故应急处置能力。

仅供报批公示使用

表 13 结论与建议

结论

比亚迪汽车有限公司拟将原 24 号厂房使用的 1 台 XYG-4503 型工业 X 射线实时成像检测装置搬迁至 35 号厂房，并配套新建 1 间检测室进行无损检测。该设备属于 II 类射线装置，最大管电压为 450kV，最大管电流为 3mA。项目总投资为 20 万元，环保投资为 2.5 万元，占总投资的 12.5%。

项目主要用于工件的无损检测，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“鼓励类”项目，符合国家产业政策。项目对比亚迪汽车有限公司和社会所带来的利益远大于其可能产生的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

1、辐射安全与防护结论分析

根据现场调查，拟搬迁装置已配备门-机联锁、工作状态指示灯、急停按钮、监控设施、通风系统等安全防护设施，并配备了 1 台 X-γ 辐射剂量率仪、1 台个人剂量报警仪等监测仪器和铅衣、铅围裙等个人防护用品。项目拟划分控制区、监督区，并按照国家相关规定进行分区管理，以最大程度减少对工作人员、公众辐射影响。

2、辐射环境影响

(1) 根据现有验收监测结果，在射线装置正常工作状态下，铅房四周屏蔽面外、工件防护门外、线缆口及顶棚等各测点处的监测范围值为 57.8~631nSv/h，小于 2.5μSv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中标准要求，说明铅房的屏蔽设计满足防护要求。

(2) 在射线装置正常工作状态下，辐射工作人员年累计受照射剂量为 0.055mSv/a，低于辐射工作人员剂量控制目标值 5mSv/a。公众因该项目可能导致的年累积受照射剂量为 0.01~0.09mSv/a，低于公众人员剂量控制目标值 0.25mSv/a。本项目建成运行后对工作人员及公众的影响较小。

3、辐射安全管理

比亚迪汽车有限公司已成立了辐射安全防护与安全管理领导小组，制定了一系列辐射安全管理制度、人员培训制度、辐射监测制度及辐射事故应急预案，用于指导、规范生产作业过程中的辐射安全，本项目迁建后应根据《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表》（陕环办发（2018）29 号）要求进一步完善相关制

度。公司严格按照规章制度执行，可有效降低人为事故的发生，保证辐射安全。

4、可行性分析结论

比亚迪汽车有限公司拟将 24 号厂房现有的 1 台工业 X 射线实时成像检测装置搬迁至 35 号厂房使用，对工件进行无损检测，项目符合国家产业政策以及辐射防护实践正当性原则。建设单位拟对该项目采取有效的辐射防护措施，使辐射影响达到合理尽可能低的水平，满足辐射防护最优化原则。项目运行所致工作人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值约束原则。从辐射环境保护角度，本项目可行。

建议与承诺

(1) 新增人员应培训合格后上岗，应配备个人剂量计及进行职业健康体检，每季度进行个人剂量监测，按照监测计划对工作场所环境辐射水平进行监测；

(2) 对照陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29 号）相关要求，针对搬迁后场所进一步完善辐射安全管理制度及辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练；

(3) 加强各类防护设施的检查维护，确保其正常使用；

(4) 项目竣工后办理验收手续，验收合格后方可投入使用，如新增其他射线装置或使用其他放射源及时向环保部门申报审批；

(5) 每年 1 月 31 日前向发证机关提交本单位上一年度的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况环境评估报告。

表 14 审批

预审意见:

经办人:

单位公章

年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见:

经办人:

单位公章

年 月 日

仅供报批公示使用