

6MeV 电子直线加速器
及 X、 γ 射线探伤机应用项目
竣工环境保护验收监测报告表

川同环监字（2024）第 012 号

（公示本）

建设单位：德阳广大东汽新材料有限公司

编制单位：四川同佳检测有限责任公司

二零二四年六月

建设单位法人代表：徐卫明

编制单位法人代表：潘 强

项目 负责人： 刘 滔

报告编写人： 雷 勇

建设单位：德阳广大东汽新材料
有限公司

电话：13981030997

传真：/

邮编：618000

地址：四川省德阳市旌阳区岷山路
三段 27 号

编制单位：四川同佳检测有限
责任公司

电话：0838-6054867

传真：0838-6054871

邮编：618000

地址：德阳市经济技术开发区
金沙江西路 706 号

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	7
表 3 辐射安全与防护设施/措施	24
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	46
表 5 质量保证和控制措施方案	49
表 6 验收监测内容	51
表 7 验收监测	59
表 8 验收监测结论	69

附图：

附图 1 本项目地理位置图；

附图 2 本项目所在单位平面布局图及外环境关系图

附图 3 本项目所在厂区平面布局及外环境关系图

附图 4 本项目新建探伤室平面布局图一（±0.0m）

附图 5 本项目新建探伤室平面布局图二（±3.6m）

附图 6 本项目新建探伤室平面布局图三（±10.8m）

附图 7 本项目新建探伤室剖面图（1-1）

附图 8 本项目新建探伤室剖面图（2-2）

附图 9 本项目新建探伤室辐射安全防护设施平面布局图

附件：

附件1 《辐射安全许可证》

附件2 四川省生态环境厅《关于德阳广大东汽新材料有限公司6MeV电子直线加速器及X、 γ 射线探伤机应用项目环境影响报告表的批复》

附件3 辐射安全管理机构文件

附件4 辐射安全管理制度

附件5 射线装置及放射源明细表

附件6 辐射安全与防护考核成绩单

附件7 验收检测报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称	6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目				
建设单位名称	德阳广大东汽新材料有限公司				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建				
建设地点	四川省德阳市旌阳区岷山路三段 27 号公司机加厂房西南角				
源项	<p>(1) 1台无损检测用驻波电子直线加速器：X射线最大能量 6MV，距离靶1m处最大X射线辐射剂量率为10Gy/min；</p> <p>(2) 1台XXG-3005型X射线探伤机：最大管电压300kV，最大管电离5mA；照射方向为定向；</p> <p>(3) 1台TS-IA型¹⁹²Ir-γ射线探伤机：活度3.7×10^{12}Bq（100Ci）；</p> <p>(4) 1台TS-IB型⁶⁰Co-γ射线探伤机：活度3.7×10^{12}Bq（100Ci）。</p>				
设计生产能力	在曝光室内使用型号为 DZ—6/1000 的无损检测用驻波电子直线加速器 1 台，年最大出束检测时间为 500h；使用 XXG-3005 型 X 射线探伤机 1 台，年最大曝光时间为 125h；使用 TS-IA 型 ¹⁹² Ir- γ 射线探伤机 1 台，年最大出源检测时间为 250h；使用 TS-IB 型 ⁶⁰ Co- γ 射线探伤机 1 台，年最大出源检测时间为 1000h。				
实际生产能力	与设计生产能力一致。				
建设项目环评批复时间	2023 年 10 月 18 日	开工建设时间	2023 年 10 月 20 日		
取得辐射安全许可证时间	2024 年 5 月 14 日	项目投入运行时间	2024 年 5 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024 年 5 月	验收现场监测时间	2024 年 5 月 22 日		
环评报告表审批部门	四川省生态环境厅	环评报告表编制单位	四川省中栎环保科技有限公司		
环保设施设计单位	四川霖彬工程设计有限公司	环保设施施工单位	德阳东汽建设置业有限公司		
投资总概算	1200 万元	环保投资总概算	331.1 万元	比例	27.8%
实际总概算	1109 万元	环保投资	734.2 万元	比例	66.2%

1.1 验收依据

1.1.1 有关法律、法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》（修订）（中华人民共和国主席令第九号，2015 年 1 月 1 日）；

（2）《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日实施）；

（3）《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（中华人民共和国国务院 682 号令），2017 年 10 月 1 日起施行；

（4）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日国务院第 449 号令发布，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 709 号）对其进行了修改）；

（5）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 31 号公布，2008 年 11 月 21 日环境保护部 2008 年第二次部务会议通过的《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》对其进行了第一次修正；2017 年 12 月 12 日环境保护部第五次部务会议通过的环境保护部令 47 号《环境保护部关于修改部分规章的决定》对其进行了第二次修正；2019 年 8 月 22 日生态环境部令 7 号《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》对其进行了第三次修正；2021 年 1 月 4 日《生态环境部关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令 20 号）对其进行了第四次修订；

（6）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令

第 18 号，2011 年 5 月 1 日实施）；

（7）《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日实施）；

1.1.2 技术导则

（1）中华人民共和国国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002；

（2）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250 -2014）；

（3）中华人民共和国国家生态环境标准《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021；

（4）中华人民共和国国家生态环境标准《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021；

（5）《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)；

（6）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；

（7）《 γ 射线探伤机》（GB/T14058-2023）；

（8）《无损检测用电子直线加速器工程通用规范》（GB/T30371-2013）；

（9）《无损检测用电子直线加速器》（GB/T 20129-2015）；

（10）《电子直线加速器工业 CT 辐射安全技术规范》（HJ785-2016）；

（11）《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》(GA1002-2012)；

（12）《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）；

（13）《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》川环函(2016)1400 号；

（14）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》国环规环评[2017]4 号；

（15）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》
HJ1326-2023。

1.1.3 环评及批复文件

（1）德阳广大东汽新材料有限公司《6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目环境影响报告表》，编制单位：四川省中栎环保科技有限公司。

（2）四川省生态环境厅《关于德阳广大东汽新材料有限公司 6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目影响报告表的批复》（川环审批〔2023〕103 号）。

1.2 验收执行标准

1.2.1 电离辐射环境管理限值

（1）剂量约束值

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。另外按照环评及批复中的要求，项目对于职业人员，按上述标准限值的 1/4 执行，即本项目职业照射年有效剂量约束值 5mSv/a。

公众照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv。另外按照环评

及批复中的要求，本项目按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

（2）根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）相关规定，在距离曝光室屏蔽体外表面 30cm 处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h。

（3）根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）5.2.1.1 中规定的源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率。便携式探伤机离源容器表面 5cm 处周围剂量当量率不高于 0.5mSv/h；离源容器表面 100cm 处周围剂量当量率不高于 0.02mSv/h。移动式探伤机离源容器表面 5cm 处周围剂量当量率不高于 1mSv/h；离源容器表面 100cm 处周围剂量当量率不高于 0.05mSv/h。

1.2.2 其他环境执行标准

① 环境质量标准

环境空气质量：执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准；

地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

声环境质量：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准。

② 污染物排放标准

（1）大气污染物排放标准：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级排放标准；

（2）污水排放标准：执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；

（3）噪声排放标准：施工期执行《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）各阶段标准限值；运营期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准；

（4）一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

（5）臭氧浓度限值

车间内执行《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）室内臭氧符合最高运行浓度 $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求；环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095—2012）室外臭氧小时平均浓度符合二级标准（ $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ）的要求。

表 2 项目建设情况

2.1 项目和验收监测由来

德阳广大东汽新材料有限公司，统一社会信用代码：91510600MAACFCLA6H，成立于 2021 年 1 月 22 日，位于四川省德阳市旌阳区岷山路三段 27 号。德阳广大东汽新材料有限公司作为独立铸造企业，拥有超超临界汽轮机、大型燃气轮机、大型核电汽轮机、大型水力发电机组和鼓风机用超低碳高合金铸钢件、低合金铸钢件，风电、燃机用高性能球墨铸铁、核岛用球墨铸铁等高端铸件的制造技术和生产体系；形成了完整、全面的高参数汽轮机、重型燃机及两代半三代核电动静叶片、阀芯件、环类零件、螺栓等零件的锻造热处理技术和生产能力；掌握高端材料（高温合金、燃机透平叶片）真空热处理、渗氮，合金钢不锈钢材料渗氮、渗碳、渗铬、高频淬火等核心热处理技术，同时自主研发出了燃机燃烧器、透平叶片插件等钣金成形、真空热处理技术。目前，公司除继续向东汽公司供应汽轮机用铸铁、铸钢件产品外，还面向市场生产其他中、小型铸件产品。

为满足日益增加的市场需求，确保产品品质，德阳广大东汽新材料有限公司在公司机加厂房西南角外空地新建探伤室 1 座，在曝光室内使用 6MeV 无损检测用驻波电子直线加速器、X 射线探伤机、 ^{192}Ir - γ 射线探伤机、 ^{60}Co - γ 射线探伤机各 1 台，用于汽缸类铸件、RT 管口、阀壳类铸件的探伤。

德阳广大东汽新材料有限公司委托四川省中栎环保科技有限公司于 2023 年 9 月编写完成本项目的环境影响报告表并报批，并于 2023 年 10

月 18 日取得四川省生态环境厅的批复（川环审批〔2023〕103 号），同意该项目的建设。德阳广大东汽新材料有限公司已于 2024 年 05 月 14 日取得四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（川环辐证[01238]），有效期至 2029 年 05 月 07 日，许可的种类和范围为：使用 II 类放射源；使用 II 类射线装置。本项目射线装置已纳入许可证管理，具备验收条件。随后公司委托了验收监测单位四川同佳检测有限责任公司对本项目开展竣工环境保护验收监测。验收监测单位在接收委托后，随即组织监测人员进行了现场监测与调查，收集资料等工作，并按照《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类〉的公告》（生态环境部公告 2018 年第 9 号）的要求编制本项目验收监测报告表。

我公司接受委托后，技术人员经过收集资料，现场调查和监测，于 2024 年 5 月 29 日编制完成该项目的竣工验收监测报告。

2.2 验收监测项目的工程内容

本次验收工程内容为：

II 类射线装置：

（1）1 台无损检测用驻波电子直线加速器：X 射线最大能量 6MV，距离靶 1m 处最大 X 射线辐射剂量率为 10Gy/min；

（2）1 台 XXG-3005 型 X 射线探伤机：最大管电压 300kV，最大管电流 5mA；照射方向为定向；

II 类放射源：

（1）1 台 TS-IA 型 ^{192}Ir -γ 射线探伤机： ^{192}Ir 源活度 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ （100Ci）；

（2）1 台 TS-IB 型 ^{60}Co -γ 射线探伤机： ^{60}Co 源活度 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ （100Ci）。

2.3 项目工程概况

2.3.1 项目名称、地点、建设单位及性质

项目名称：6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目

建设地点：四川省德阳市旌阳区岷山路三段 27 号公司机加厂房
西南角

建设单位：德阳广大东汽新材料有限公司

建设性质：新建

2.3.2 项目工程内容、规模

（1）建设内容及规模

德阳广大东汽新材料有限公司在机加厂房西南角外空地新建 1 座探伤室，包含 1 间曝光室（含迷道）及辅助用房，在曝光室内使用 6MeV 无损检测用驻波电子直线加速器、X 射线探伤机各 1 台（均属于 II 类射线装置），使用 ^{60}Co - γ 射线探伤机、 ^{192}Ir - γ 射线探伤机各 1 台，用于汽缸类铸件、RT 管口、阀壳类铸件的探伤检测。

德阳广大东汽新材料有限公司在曝光室内使用型号为 DZ—6/1000 的电子直线加速器 1 台，距离靶 1m 处最大 X 射线辐射剂量率为 10Gy/min，年最大出束检测时间为 500h；使用型号为 XXG-3005 的定向 X 射线探伤机 1 台，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，年最大曝光时间为 125h；使用 TS-IA 型 ^{192}Ir - γ 射线探伤机 1 台，额定装源活度为 $3.70 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，年最大出源检测时间为 250h；使用 TS-IB 型 ^{60}Co - γ 射线探伤机 1 台，额定装源活度为 $3.70 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，年最大出源检测时间为 1000h。

根据建设单位设计方案，建设单位新建 1 座探伤室，包含 1 间曝光室（含迷道）及辅助用房，总建筑面积为 926m²，其中辅助用房一层包

括控制室、电源室、干暗室、湿暗室、干片室、评片室、男卫浴间各 1 间，二层包括底片存放室、办公室、无损检测器材室、更衣间、女卫浴间等。本项目曝光室（含迷道）建筑面积为 449.5m²（净空尺寸为：长 19m×宽 14m×高 14.5m）。本项目曝光室高度 10.8m 以下的东侧、南侧墙体为 2400mm 厚钢筋混凝土，西侧、北侧墙体为 1600mm 厚钢筋混凝土；10.8m 以上四周墙体均为 1000mm 厚钢筋混凝土；西北角“Z 字形”迷道内墙为 1600mm 厚钢筋混凝土，迷道外墙西侧部分为 1400mm、南侧部分为 1100mm 厚钢筋混凝土；屋顶为 1000mm 厚钢筋混凝土；北侧工件进出门为 1600mm 厚电动轨道平移混凝土防护门，西北侧迷道门为 4mmPb 铅钢结构防护门。

德阳广大东汽新材料有限公司新建探伤室 1 座，配备 1 台无损检测用驻波电子直线加速器、1 台 X 射线探伤机、2 台 γ 射线探伤机，所有探伤作业仅限曝光室内，不在车间或野外探伤，且同一曝光室内不存在两台及两台以上探伤设备同时运行的工况。

本项目验收射线装置配置及主要技术参数见表 2-1、表 2-2、表 2-3、表 2-4。

表 2-1 本项目使用电子直线加速器的相关情况

名称	型号	编号	生产厂家	参数	射线类型	投射类型	管理类别	场所
无损检测用驻波电子直线加速器	DZ—6/1000	1022308	北京机械工业自动化研究所有限公司	X 射线最大能量 6MV，距离靶 1m 处最大 X 射线辐射剂量率 10Gy/min	X 射线	定向	II	曝光室内

表 2-2 本项目曝光室内使用射线装置的相关情况

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	生产厂家	管理类别	编号	辐射角度	最大穿透钢板厚度 (mm)	曝光时间 (min/次)
XXG-3005	300	5	定向	成都华光无损检测有限公司	II	2307132	40+5°	50	3

表 2-3 本项目曝光室内使用的放射源的相关情况

设备名称	使用放射源核素	内含放射源数量 (枚)	放射源单枚活度 (Bq)	放射源类别	生产厂家	型号	设备编号	源编码
¹⁹² Ir-γ射线探伤机	¹⁹² Ir	1	3.7×10 ¹²	II	中国核动力研究院设备制造厂	TS-I A	907	0324IR008082
⁶⁰ Co-γ射线探伤机	⁶⁰ Co	1	3.7×10 ¹²	II		TS-I B	100	0324CO002872

表 2-4 放射源基本参数情况

放射源种类	活度 (Bq)	放射源类别	放射源数量	半衰期	辐射类型	主要射线最大能量	备注
¹⁹² Ir	3.7×10 ¹² Bq×1 枚	II类	1 枚	74.3d	β射线 γ射线	E _γ =0.3165MeV E _β =0.6751MeV	放射源活度不能达到要求时，联系放射源厂家更换放射源
⁶⁰ Co	3.7×10 ¹² Bq×1 枚	II类	1 枚	5.27a	β射线 γ射线	E _γ =1.332MeV E _β =0.318MeV	

(2) 项目组成及主要环境问题

项目组成及主要环境问题见表2-5。

经现场调查，项目实际建设内容、建设地点、建设规模均与环评及批复中一致。

表2-5 本项目组成及主要环境问题

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
			施工期	运营期
主体工程	探伤室结构	本项目新建曝光室，东侧、南侧墙体为 2400mm 厚钢筋混凝土，西侧、北侧墙体为 1600mm 厚钢筋混凝土；10.8m 以上四周墙体均为 1000mm 厚钢筋混凝土；西北角“Z 字形”迷道内墙为 1600mm 厚钢筋混凝土，迷道外墙西侧部分为 1400mm、南侧部分为 1100mm 厚钢筋混凝土；屋顶为 1000mm 厚钢筋混凝土；北侧工件进出门为 1600mm 厚电动轨道平移混凝土防护门，西北侧迷道门为 4mmPb 铅钢结构防护门。	扬尘、 废水、 固体废物、 噪声	电子直线加速器工作时产生的 X 射线、氮氧化物、臭氧，X 射线探伤机工作时产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物，γ 射线探伤机产生的 γ 射线、β 射线、氮氧化物、臭氧，换气风机产生的噪声，废放射源
	探伤装置情况	在曝光室内使用型号为 DZ—6/1000 的无损检测用驻波电子直线加速器 1 台，最大 X 射线能量为 6MV，距离靶 1m 处最大 X 射线辐射剂量率为 10Gy/min，年最大出束检测时间为 500h；使用型号为 XXG-3005 的定向 X 射线探伤机 1 台，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，年最大曝光时间为 125h；使用 TS-IA 型 ¹⁹² Ir-γ 射线探伤机 1 台，额定装源活度为 3.70×10 ¹² Bq，年最大出源检测时间为 250h；使用 TS-IB 型 ⁶⁰ Co-γ 射线探伤机 1 台，额定装源活度为 3.70×10 ¹² Bq，年最大出源检测时间为 1000h。	/	
环保工程	依托厂区已建污水收集处理设施、固体废物收运设施等		扬尘、 废水、	废显影液 废定影液
辅助工程	一层包括控制室、电源室、干暗室、湿暗室、干片室、评片室等各 1 间，二层包括底片存放室、无损检测器材室等。		固体废物、 噪声	废胶片 洗片废水
公用工程	依托厂区已建的厂房、垃圾收集设施等			生活污水
办公及生活设施	依托厂区已建办公设施		/	生活垃圾
仓储其它	厂区其他设施			/

2.4 项目地理位置、外环境关系及环境保护目标

2.4.1 本项目项目地理位置及外环境关系

本项目选址于德阳广大东汽新材料有限公司机加厂房西南角，在本项目评价范围内，曝光室东侧7.1m（北侧16m）处为公司机加厂房；曝光室西侧约22m处为炉料存储区；曝光室南侧紧邻厂间运输铁路、约45m处为广大鑫宏科技有限公司厂房，本项目曝光室为一层建筑，无地下室。曝光室西侧配置两层辅助用房，其中一层南北走向的内走廊和外走廊将其分为东、西两个部分，东侧部分紧邻曝光室墙体，自北向南依次为电源室、控制室、干暗室、湿暗室、干片室（兼危废暂存间），西侧部分自南向北依次为评片室、男卫浴间；二层内走廊将其分为东、西两部分，东侧部分紧邻曝光室墙体，自北向南依次为底片存放室、办公室1、无损检测器材室，西侧部分自北向南依次为办公室2、更衣室、女卫浴间。本项目所在单位总平面布置图及外环境关系见附图1、附图2；本项目平面布置图及剖面图见附图3~附图8。

经现场调查，本项目实际建设位置及外环境关系均与环评中一致。

2.4.2 主要环境保护目标

根据本项目环境影响因素（电离辐射）的特征和环评评价范围，确定本项目电离辐射验收范围：曝光室实体防护墙体外 50 米范围内。由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，根据项目平面布置及外环境关系，选取离工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析。详见表 2-6。

表 2-6 项目电离辐射环境保护目标

保护目标	相对辐射源方位	距离辐射源最近距离 (m)	人流量 (人/天)	照射类型	剂量约束值 (mSv/a)
曝光室内的辐射工作人员	/	0.6	7	职业照射	5.0
一层控制室内的辐射工作人员	西侧	3.9	7	职业照射	5.0
一层电源室、干暗室、湿暗室、干片室内的工作人员	西侧	3.9	7	公众照射	0.1
一层外走廊、评片室、男卫浴间内处工作人员	西侧	9.0	7	公众照射	0.1
二层底片存放室、办公室、无损检测器材室内的工作人员	西侧	3.9	7	公众照射	0.1
二层内走廊、办公室、更衣室、女卫浴间内的工作人员	西侧	5	7	公众照射	0.1
机加厂房内的工作人员	东侧、北侧	8、16	60	公众照射	0.1
精整车间一部补焊跨厂房内的工作人员	西北侧	20	40	公众照射	0.1
精整车间一部热处理跨厂房内的工作人员	西北侧	50	30	公众照射	0.1
炉料存储区的工作人员	西侧	80	10	公众照射	0.1
广大鑫宏科技有限公司厂房内的工作人员	南侧	20	30	公众照射	0.1
评价范围内的其他人员	/	/	不定	公众照射	0.1

2.5 主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 2-7。

表 2-7 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量(单位)	来源	主要化学成分
主(辅)料	胶片	30000 张	外购	卤化银
	显影液	1400L/a	外购	溴化钾、无水亚硫酸钠
	定影液	1400L/a	外购	硫代硫酸钠(Na ₂ S ₂ O ₃)、无水亚硫酸钠
能源	煤(T)	—	—	—
	电(度)	探伤用电	100000kWh	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水量	地表水	自来水	1500m ³	—
	地下水	—	—	—

2.6 项目工艺流程及产物环节

2.6.1 施工期

本项目探伤室位于德阳广大东汽新材料有限公司厂区范围内，不新增用地，本项目主要施工内容为曝光室及辅助用房的修建和设备的安装。本项目施工期间会产生施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾、施工人员生活污水和生活垃圾、废弃装修材料等。本项目施工期工艺流程及产污环节见图2-1。

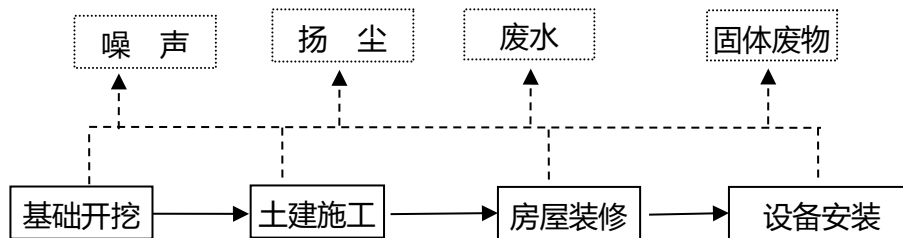


图2-1 施工期工艺流程及产污环节图

2.6.2 运营期

(1) 电子直线加速器探伤原理、工作流程及产污环节

探伤原理

本项目选用 DZ 系列驻波电子直线加速器，是利用工作在 S 波段（3GHz）的微波，加到由一系列谐振在该频率的谐振腔组成的腔链中，在高真空状态下，激发起高强度驻波电场，电子枪产生的电子在该电场下加速，最终达到所要求的能量后，达到重金属靶上，产生韧致辐射—X 射线。

工作流程及产污环节

电子直线加速器探伤工作流程及产污环节如下：首先将电子直线加速器通上电源，对加速器部分进行预热；在控制台操作界面上设置检测

方式以及相关参数；打开曝光室工件入口防护门，将检测工件通过轨道平板车运送至曝光室后，在拟检测位置张贴感光胶片，再将待检测工件送到检测位置，关闭探伤室防护门；检查曝光室工件入口防护门、迷道防护门关闭情况，在确认所有防护门已关闭的情况下，控制室操作人员启动电子加速器进行出束；探伤完成后加速器自动停止出束，打开防护门，由工件轨道平板车将工件传送至装卸位置，完成一次探伤。加速器检测结束后，加速器处于待机状态，准备进入下一次检测；最后，所有检测工件检测完成后，关闭电源锁、加速器电源。

本项目电子直线加速器操作流程见图 2-2。

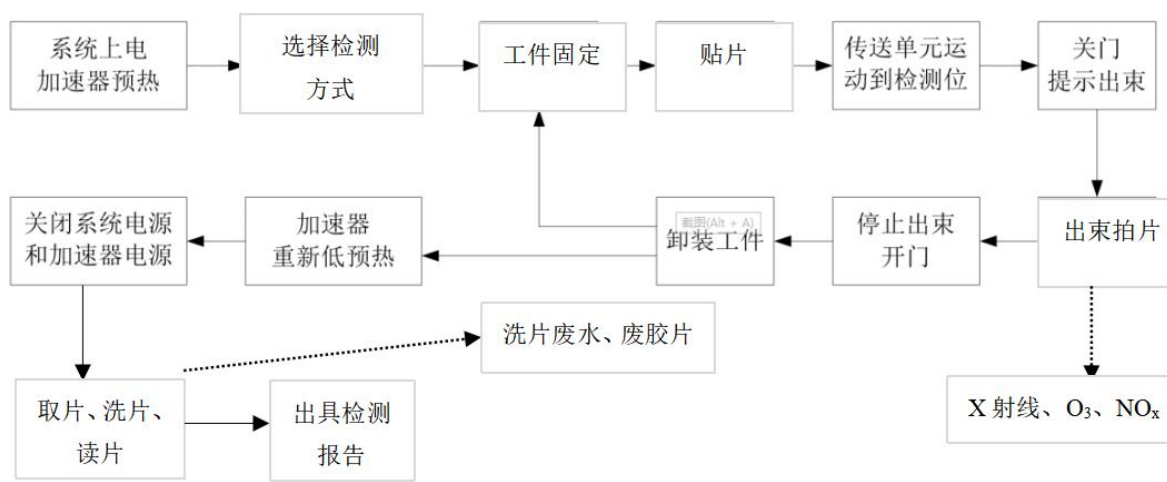


图 2-2 电子直线加速器工作流程及产污环节示意图

由图 2-2 可知，本项目电子直线加速器在运营过程中，产生的主要污染物为电子直线加速器检测拍片过程中产生的 X 射线、少量臭氧和氮氧化物，在洗片过程中产生的废显、定影液、废胶片及洗片废水，室内探伤时风机产生的噪声。

（2）X 射线探伤机工作原理、工作流程及产污环节

工作原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机据此实现探伤目的。

X 射线探伤机主要由 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融金属（如钨、铂、金等）制成。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，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两级之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构件图 2-3。

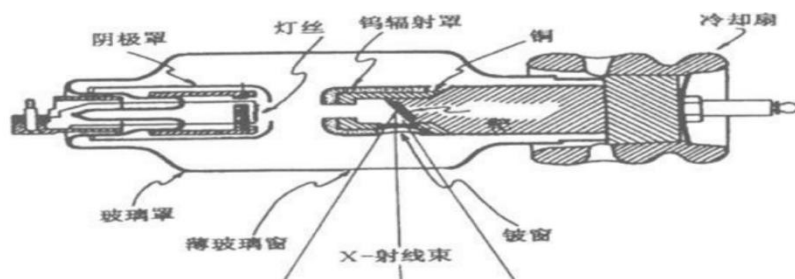


图 2-3 典型的 X 射线管结构图

X 射线室内探伤工作流程及产污环节

使用 X 射线探伤机在固定的曝光室内探伤，将需要进行射线探伤的工件使用轨道平板车送入探伤室，设置适当位置，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离探伤室，并将工件门关闭，然后按照检测标准选择透照方式，根据工件规格选择一次透照长度及张数，根据曝光曲线选择合适的管电压以及曝光时间，检查无误即进行曝光，当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，

工作人员进入探伤室，打开工件门将探伤工件送出曝光室外，从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。

X 射线室内探伤工作流程及产污环节情况见图 2-4。

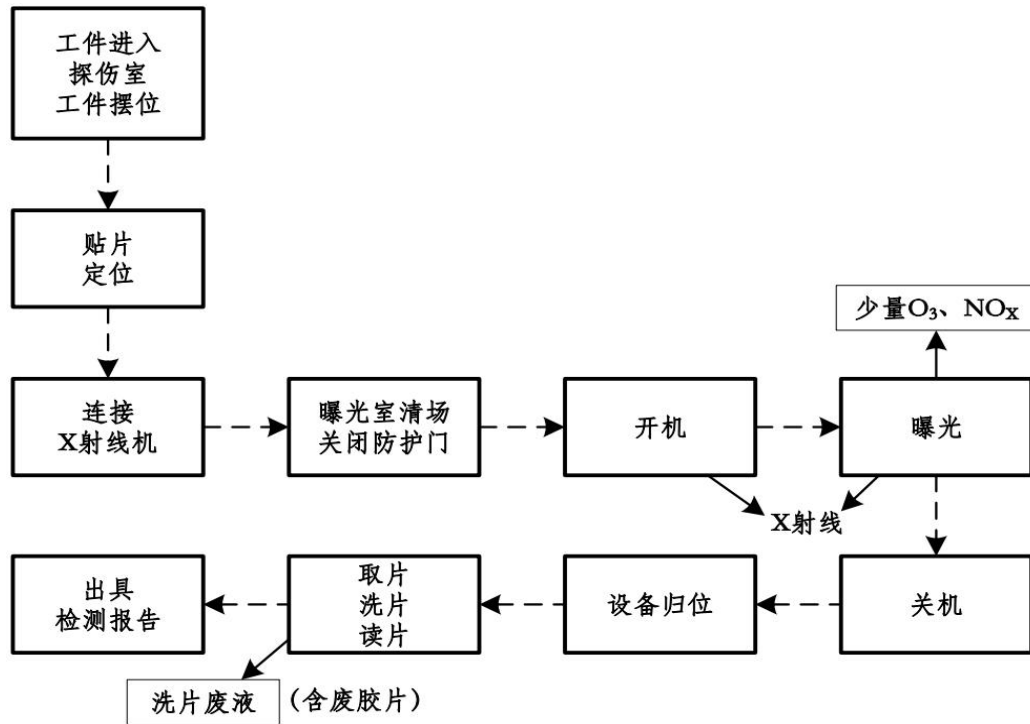


图 2-4 X 射线室内探伤工作流程及产污环节示意图

由图 2-4 可知，本项目 X 射线探伤机在运营过程中，产生的主要污染物为 X 射线探伤机曝光拍片过程中产生的 X 射线、少量臭氧和氮氧化物，在洗片过程中产生的废显、定影液、废胶片及洗片废水，室内探伤时风机产生的噪声。

(3) γ 射线探伤机工作原理、工作流程及产污环节

工作原理

γ 射线探伤机在工作过程中，通过 ^{192}Ir 、 ^{60}Co 密封源产生的 γ 射线对受检工件进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量问题，在显影后的胶片上产生一个较强的图像，显示裂缝所在位置。

γ 射线探伤机一般由放射源及源容器（贮源容器）、源托、输源管、

遥控装置和其他附件组成。源容器是探伤机主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器，其最外层为钢包壳，内部一般为贫铀屏蔽层。源容器的一端有联锁装置，用来连接控制缆，另一端通过管接头和输源管连接。未工作时放射源位于芯部的“S”形管道中央，以防射线的直通照射。本项目γ射线探伤机为电动驱动，在探伤作业前，用快速接头把输源管和源容器连起来，输源导管的另一端构成照射头，用钥匙打开储源器的安全锁，再转动安全闸环到停止位置，使其指针对准红字“打开”处(即快门已开)；操作自控仪预置启动延迟时间、输源管距离、曝光时间，然后按下“启动”按钮，自控仪将自动完成“送源→曝光→收源”的检测照相过程。

典型的γ射线设备结构图见图 2-5。

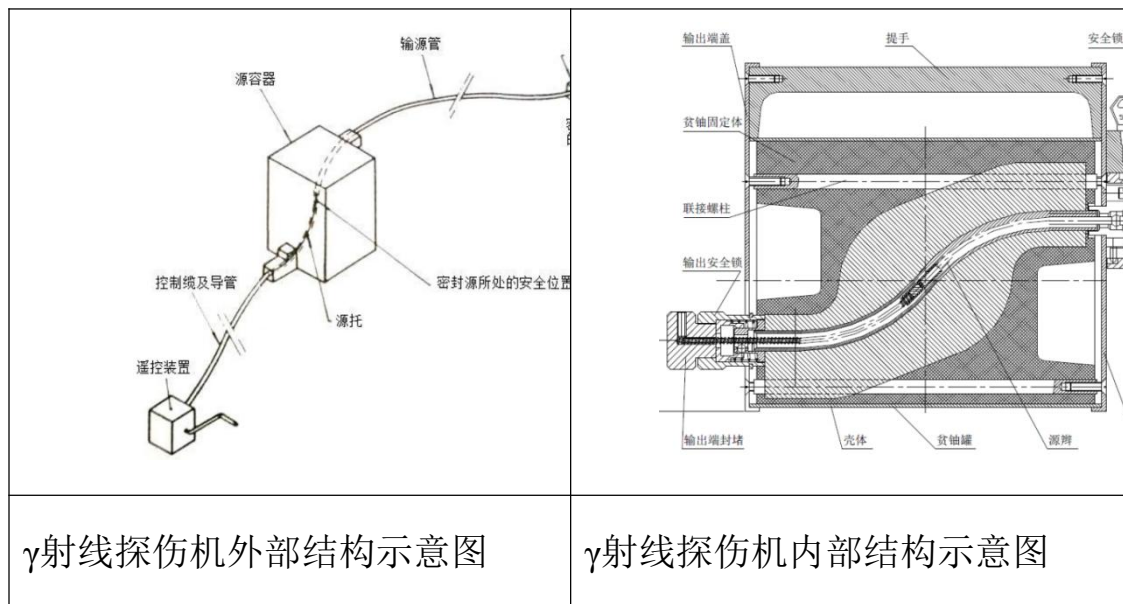


图 2-5 γ射线探伤机结构示意图

γ射线室内探伤工作流程及产污环节

^{192}Ir 、 ^{60}Co 密封源在探伤机出厂时就已安装在探伤机内。探伤机不工作时，放射源位于探伤机内贮存位置，密封源发射的γ射线通过探伤机自身的贫铀结构屏蔽和防护。

放射源退役和换源均由放射源生产（销售）单位负责。

当需要对工件进行探伤操作前，操作人员必须关闭曝光室大门、打开曝光室内固定式辐射剂量率报警仪。布设胶片并加以编号完毕后，将 γ 射线探伤机从贮源坑内取出，放置工件附近，开启探伤机闭锁装置，工作人员清场退出曝光室，关闭曝光室防护门。人员在控制室内，接通探伤机电源，通过探伤设备控制面板电动驱动，将放射源推送至曝光位置进行曝光。待曝光结束后，通过电动装置再将放射源收回探伤机贮源位，放射源回位后关闭安全锁。人员打开防护门进入曝光室，将探伤机放回贮源坑，收取工件上的贴片。经洗片、评片，给出无损检测结果。

探伤作业完成后，放射源存放于贮源坑前，探伤人员对探伤装置进行目测检查，确认设备没有被损坏。采用便携式 X- γ 剂量率仪对 γ 射线探伤机进行检测，确认放射源回到源容器的屏蔽位置。同时，贮源坑实行双人双锁管理，建设单位应制定《放射源使用登记制度》，贮存、领取、使用、归还放射源时，应及时进行登记、检查，做到账物相符，以确保放射源的安全监管，防止放射源意外丢失，对公众人员造成不必要的危害。

出现卡源状况时，可在控制室内通过遥柄手动送源/回源方式驱动放射源回到贮源位，并再次确认放射源回到贮源位。若手动仍不能回源的，通知放射源/探伤机生产单位到现场处理。

γ 射线室内探伤工作流程及产污环节见图 2-6。

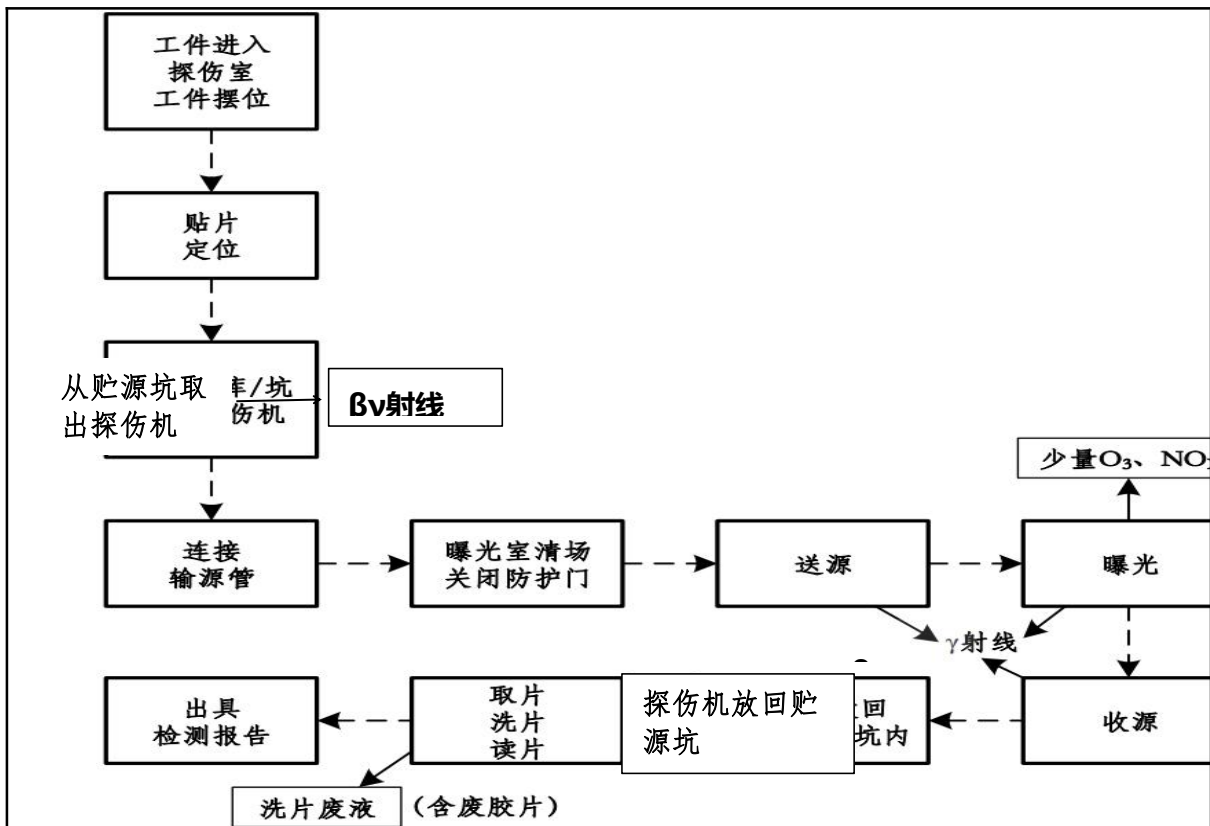


图2-6 γ 射线室内探伤工作流程及产污环节示意图

由图 2-6 可知，本项目 γ 射线探伤机在运营过程中，产生的主要污染物为 γ 射线、 β 射线、少量臭氧、氮氧化物，在洗片过程中产生的废显、定影液、废胶片及洗片废水，室内探伤时风机产生的噪声。

2.7 工作人员及工作制度

本项目共涉及新增辐射工作 7 人。7 名探伤操作人员，已参加辐射安全与防护知识考核，成绩合格，详见表 2-8。建设单位可根据今后开展的工作量等实际情况适当增加辐射工作人员编制，新增辐射工作人员及辐射管理人员须通过辐射安全与防护知识考核后上岗。

表 2-8 人员配置明细表

序号	工作人员	证书有效期	培训单位	证书编号	类别
1	沈小勇	2023.11.20-2028.11.20	核技术利用网上培训	FS23SC1100077	伽马射线探伤
		2021.12.09-2026.12.09		FS21SC1200662	X 射线探伤
		2024.05.15-2029.05.15		FS24SC1600037	工业辐照电子加速器
2	郑治江	2021.12.09-2026.12.09	核技术利用网上培训	FS21SC1100076	伽马射线探伤
		2024.05.15-2029.05.15		FS24SC1200214	辐射安全管理
3	田密	2024.05.22-2029.05.22	核技术利用网上培训	FS24SC2200268	辐射安全管理
4	杨森	2022.03.16-2027.03.16	核技术利用网上培训	FS22SC1200052	X 射线探伤
		2024.05.15-2029.05.15		FS24SC1600036	工业辐照电子加速器
		2024.01.18-2029.01.18		FS24SC1100006	伽马射线探伤
5	蒲仁杰	2021.12.09-2026.12.09	核技术利用网上培训	FS21SC1100069	伽马射线探伤
		2024.05.15-2029.05.15		FS24SC1200214	X 射线探伤
		2023.11.20-2028.11.20		FS23SC1600071	工业辐照电子加速器
6	齐小卜	2022.03.16-2027.03.16	核技术利用网上培训	FS22SC1200054	X 射线探伤
		2023.11.20-2028.11.20		FS23SC1100075	伽马射线探伤
		2024.01.18-2029.01.18		FS24SC1600002	工业辐照电子加速器
7	李勇	2020.11.12-2025.11.12	核技术利用网上培训	FS20SC1100011	伽马射线探伤
		2024.01.18-2029.01.18		FS24SC1100013	工业辐照电子加速器
		2024.01.18-2029.01.18		FS24SC1200004	X 射线探伤

8	喻先江	2023.06.26-2028.06.26	核技术利用网上 培训	FS23SC1200485	X 射线探 伤
		2024.05.15-2029.05.15		FS24SC1600004	工业辐照 电子加速 器
		2024.01.18-2029.01.18		FS24SC1100068	伽马射线 探伤

注：培训合格证件见附件。

工作制度：本项目探伤机操作人员分为 2 组、每组 3~4 人，所有人员均可进行电子直线加速器、X 射线探伤机探伤、 γ 射线探伤机探伤操作。本项目实行白班、夜班两班倒工作制度，每班每天工作 8 小时，年工作时间为 250 天。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所布局与分区

为加强辐射源所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施，监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

表 3-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目	控制区	监督区
室内固定式探伤	曝光室(含迷道)	电源室、控制室、干暗室、湿暗室、干片室（兼危废暂存间）、底片存放室、办公室 1、无损检测器材室、工件进出门外 1m 内的区域

3.2 环境管理检查

3.2.1 项目“三同时”执行情况

本项目属新建项目，通过现场检查情况，本项目的环保工程与主体工程同时设计，同时施工，同时投入运营，满足“三同时”的要求，落实了环境影响评价报告提出的各项污染防治措施。

3.2.2 环境保护设施建设及运行情况

根据项目环评及批复文件的要求，同时对照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》中对该项目辐射安全设施的要求，需投入的环保设施落实情况见表 3-2。

表 3-2 环保设施落实情况一览表

项目	环评要求的环保设施	投资金额 (万元)	环评要求	验收时落实情况
实体防护	探伤室	560.0	新建 1 间探伤室	已落实
	防护门及安全驱动装置	138.0	1 个工作门及 1 个迷道门	已安装
场所设施	入口处工作状态指示灯箱	0.5	在工作门及迷道门出入口安装	已安装
	入口处电离辐射警示标志	3.0	在工作门、迷道门出入口、控制室门口张贴	已落实
	通排风系统	2.0	曝光室安装通排风系统	已安装
	视频监控系统（接入保卫室和控制台）	1.0	曝光室、迷道处、储源坑、工作门大门安装视频监控。	已安装
	曝光室内紧急停机按钮	1.2	曝光室内设置紧急停机按钮	曝光室内设置 10 个紧急停机按钮
	准备出束声光提示	1.0	在工作门及迷道门出入口安装	已落实
	出口处紧急开门按钮	0.5	迷道门处安装	已安装
	控制区、监督区标识	0.1	工作大门外 1 米处划分为监督区	已落实
	固定式辐射剂量监测仪	3.0	曝光室内安装固定式剂量报警仪	已安装
	紧急照明或独立通道照明系统	1.0	曝光室、控制室安装	已安装
	防夹人装置	0.5	在工作门及迷道门安装防夹人装置	已安装
	危险废物贮存区域（重点防渗处理）	1.2	危险废物贮存区域做防渗处理	已落实
	废定、显影液收集桶	0.1	废废间设置废定、显影液收集桶	已落实
	废胶片专用储存柜	0.1	废胶片已设置专用储存容器	已落实
监测设备	个人剂量计	0.5	每个辐射工作人员配备个人剂量计	7 名辐射工作人员配备个人剂量计
	个人剂量报警仪	1.8	每个辐射工作人员配备个人剂量报警仪	7 名辐射工作人员配备个人剂量报警仪

	便携式辐射剂量监测仪（高量程满足 10mSv/h 以上）	2.0	配备 1 台便携式辐射剂量监测仪	已购买
其他	灭火器材	0.2	曝光室内应设 2 个干粉灭火器	已落实
	个人防护用品（铅衣、铅帽、铅围脖等）	0.5	购买个人防护服、铅眼镜、铅围脖、铅手套	已购买 2 套铅当量为 0.5mmPb 个人防护服、铅眼镜、铅围脖、铅手套
	废显、定影液及废胶片处理	1.0	废显、定影液及废胶片委托有危废处理资质的单位处理	已落实
	辐射安全与防护学习及考核	4.0	上岗工作人员需通过辐射安全与防护学习及考核	7 名辐射工作人员已通过辐射安全与防护学习及考核
电子直线加速器安全联锁	防止非工作人员操作的锁定开关	0.5	钥匙由操作人员随身携带，不操作设备时取下钥匙	已落实
	控制台和机头紧急停机按钮	0.5	控制台和机头上各设置 1 个紧急停机按钮	已安装
	门机联锁装置、门剂量联锁、急停开关联锁	1.5	工件门、迷道门设置门机联锁装置、急停开关联锁	已安装
γ射线探伤机安全联锁及应急物质	源容器电离辐射标志（γ射线探伤机）	设备自带	设备自带的固有安全性	已落实
	探伤机表面金属铭牌文字和标记	设备自带		已落实
	放射源编码卡（γ射线探伤机）	设备自带		已落实
	安全锁和专用钥匙	设备自带		已落实
	探伤装置外观无明显缺损	设备自带		已落实
	放射源位置显示（γ射线探伤机）	设备自带		已落实
	探伤装置生产日期（有效期 10 年）	设备自带		已落实
	门机联锁装置、门剂量联锁、急停开关联锁	5	工件门、迷道门已设置门机联锁装置、门剂量联锁、急停开关联锁	已安装
	应急处理工具（如长柄夹具）	0.5	购买 1 件长柄夹具	已落实
	放射源应急屏蔽材料或容器	0.5	设置放射源应急屏蔽材料（10 块）或容器屏蔽容器	分别购买 Co 源和 Ir 源的储源容器

X 射线探伤机安全联锁	控制台钥匙控制	0.5	控制台的钥匙钥匙由操作人员随身携带，不操作设备时取下钥匙	已落实
	门机联锁装置、门剂量联锁、急停开关联锁	1.5	工件门、迷道门已设置门机联锁装置、门剂量联锁、急停开关联锁	已安装
	控制室及控制仪配有紧急停机按钮	0.5	X 射线探伤机的操作系统设置紧急停机按钮	已安装
合计		734.2	——	——

综上，该项目辐射安全设施与环评要求一致。

3.3 辐射安全管理及防护措施落实情况

3.3.1 辐射安全管理落实情况

本项目辐射安全管理见表 3-3。

表 3-3 辐射安全管理措施环评要求与实际完成对照一览表

项目	环评要求	现场检查情况	整改完善要求
安全和辐射防护管理机构	有相应的辐射安全管理机构负责辐射安全	该建设单位已成立辐射安全与环境管理机构，由该单位梁小林任组长，唐小华、田密任副组长，组员由龙正建、肖开兴、李显华、李加波、邱坤淑组成，并明确了成员组成及具体职责。	——
安全和防护管理规章制度	各种规章管理制度	建设单位制定了《辐射安全环境管理规定》、《工业 X 射线探伤机操作规程》、《γ 射线探伤机操作规程》、《加速器射线探伤机安全操作规程》、《辐射防护设施设备维护维修细则》、《辐射工作人员岗位职责》、《放射源及射线装置台账管理细则》、《辐射工作场所辐射环境监测方案》、《辐射监测仪表使用与核验管理细则》、《辐射工作人员辐射安全与防护培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理细则》、《辐射事故应急预案》等相关制度。	——
分区管理	放射性工作场所应实行分区管理制度	建设单位对辐射工作区域进行了分区管理，设置了警示标志，划分了控制区、监督区。	——
人员培训及个	有专门的辐射工作人员，并全部经培训考核后持证上岗	本项目配置的 7 名辐射工作人员，已参加培训并取得辐射工作人员证。	——

人剂量管理	工作人员配备个人剂量计，建立个人剂量档案和个人健康档案	该项目 7 名辐射工作人员，均已配备个人剂量计，个人剂量计定期送检，并建立了个人健康剂量管理档案。	——
辐射事故应急措施	制定放射性事故应急预案	建设单位成立了辐射安全与放射防护管理领导小组，制定了《辐射事故应急预案》。	——

3.3.2 辐射防护措施落实情况

(1) 曝光室实体辐射防护情况

环评情况：本项目曝光室为一层建筑，四周墙体和顶棚拟采用标准混凝土一次性整体浇筑而成，具体屏蔽防护情况见表 3-4。

表 3-4 本项目曝光室屏蔽防护情况表

曝光室	外尺寸	面积为414m ² ，23.0m(长)×18.0m(宽)×15.5m(高)
	内尺寸	面积为266m ² ，19.0m(长)×14.0m(宽)×14.0m(高)
四周墙体	10.8m以下：东侧、南侧墙体为2400mm厚钢筋混凝土，西侧、北侧墙体为1600mm厚钢筋混凝土；10.8m以上：四周墙体为1000mm厚钢筋混凝土	
顶棚	1000mm厚钢筋混凝土	
地坪	从下往上依次为：素土夯实+C15混凝土垫层+800mm厚钢筋混凝土+砂石+200mm混凝土+金属骨料耐磨地面	
工件门	电动门，门洞尺寸为8.0m(宽)×8.0m(高)，门体尺寸为9.8m(宽)×9.2m(高)，采用1600mm混凝土(门与墙体左、右搭接均为900mm，上下搭接分别为1200mm、100mm，按照搭接长度须大于等于10倍间隙的原则，间隙应尽量小)	
工作人员出入口	电动门，门洞尺寸为0.9m(宽)×2.0m(高)，门体尺寸为1.3m(宽)×2.3m(高)，采用4mm铅当量防护门(门与墙体左、右搭接均为200mm，上下搭接分别为200mm、100mm，按照搭接长度须大于等于10倍间隙的原则，间隙应尽量小)	
迷道	Z型，迷道长5.5m，内墙宽1600mm，迷道外墙西侧部分为1400mm、南侧部分为1100mm厚钢筋混凝土	
贮源坑	拟在曝光室南侧设2格贮源坑，尺寸均为800mm(长)×800mm(宽)×1000mm(深)，各设1个16mm厚的碳钢材质盖板，配置双锁	
电缆管线	地下穿墙式，U形，埋深600mm	
通排风管道	在曝光室东南角设置排风方形管道，排风口尺寸为2000mm×600mm，管道截面	

净空尺寸为 800mm×600mm，管道采用“L 形”孔洞墙后，在排风管道 3.6m 以下采用 1200mm 厚混钢筋混凝土浇筑，在 3.6m 处转接 2mm 厚 800mm×600mm 的镀锌板方管引至探伤室屋顶，排风口高于 15.5m，朝向探伤室顶部屋面，排风系统拟配置轴流式风机，排风系统通风次数不小于 3 次/h。在探伤室西北角门洞上方设置进风口，采用轴流式风机进风，进风口尺寸为 400mm×400mm，内侧采用“L 形”穿墙，并在进风口内侧使用 40mm 铅板进行屏蔽

实际情况：与环评一致。

（2）设备固有安全性分析

环评情况：

a、电子直线加速器

电子直线加速器本身设有多重安全保护措施：钥匙控制、急停装置、调制器门联锁、水流连锁等。本项目加速器的固有安全性良好，产生的辐射经混凝土墙体和铅材料屏蔽，其设备固有安全性如下：

①紧急停机按钮：在控制台、机头和曝光室内均设有紧急停机按钮。一旦遇到紧急情况，按下紧急停机按钮，切断加速器供电。

②调制器联锁：只有在电子枪灯丝、磁控管灯丝预热完毕，且没有故障出现时，调制器才允许加高压，加速器才可以出束。一旦出现充电过流、反峰过荷、无触发、柜门打开的故障，均切断高压，加速器不出束，相应的故障灯亮。

③水流连锁：一旦水冷系统的水温、水位、水压等出现故障时，均切断高压，同时水系统停止工作，加速器不出束，故障灯亮。

④操作人员钥匙联锁：控制室操作人员离开操作台时，取下钥匙，加速器无法开机，可避免误照射发生。

⑤控制台复位确认按钮：巡检结束后，操作人员在控制台进行光电感应系统、巡检系统、急停系统等安全装置的复位操作，加速器才能开机运行。

⑥限位装置：加速器机头应有射线限位装置，如准直器，射线限束装置把射线束准直成一定厚度扇形射线束或锥形束，使其射线束的扇角或锥角应尽可能的小。

⑦声光报警装置：在加速器系统出束前，应有不少于10秒的声、光预警信号，声、光预警信号结束后加速器系统方可加高压出束；出束后应持续发出声、光信号，直至停束为止。在出束过程中，联锁条件一旦不满足，系统立刻自动切断高压停止出束，并发出警示信号。

b、X 射线探伤机

①开机时系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，会示意操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

②高压系统：当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

③日常维护：设备停止工作一定时数以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

④过失电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值或高压对地放电时，设备会自动切断高压；当管电压低于相关限值时，自动切断高压。

⑤过电压保护：设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值时，自动切断高压。

c、 γ 射线探伤机

①固有屏蔽体： γ 射线探伤机具有放射源贮存和运输的屏蔽容器，其最外层为钢包壳，内部一般为贫铀屏蔽层，能够有效屏蔽放射源产生的 γ 射线。源容器的一端有安全联锁装置，可连接控制缆，另一端通过管接头和输源管连接。

②距离控制： γ 射线探伤机配有驱动/遥控装置和输源管道，通过输源管道可将放射源输送到较远的照射头位置，有效减小工作人员与放射源的距离。

③安全钥匙控制： γ 射线探伤机配置有安全锁钥匙，在探伤作业时，未开启安全锁钥匙，不能出源；结束探伤照射后，放射源收回至探伤机贮源位，放射源回位时安全锁自动关闭；如需要继续出源照射，则需要再次开启安全锁钥匙。安全锁锁死时，源鞭不能移动，探伤机不会出源；安全锁打开时，源鞭才能移动，离开探伤机源容器。

④源容器性能： γ 射线探伤机出厂时，探伤机容器已经进行了相关性能检测，表面辐射剂量率满足《 γ 射线探伤机》（GB/T14058-2023）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的相关要求。

⑤源位置显示及报警： γ 射线探伤机配置有源辫位置指示器系统，具有显示放射源的具体位置、数字显示源辫离开源容器的距离、音响提示源辫已离开源容器的功能。

⑥门源联锁：本项目 γ 射线探伤机配置门源联锁，在防护门未关严时，放射源在探伤机源容器内，不能移动。

⑦紧急回源装置（含手动回源功能）：本项目设有紧急回源装置，配备 UPS 应急电源， γ 射线探伤机驱动装置与源容器连接，遇到紧急停电可以通过应急电源将源鞭送回源容器内，也可以通过手动将源鞭摇回源容器内。

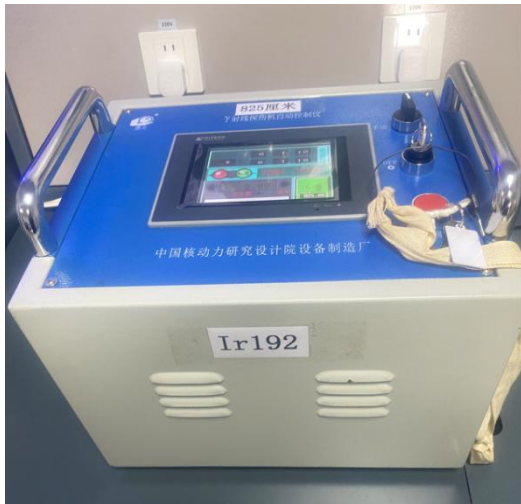


图3-1 Ir源伽马射线探伤机钥匙控制

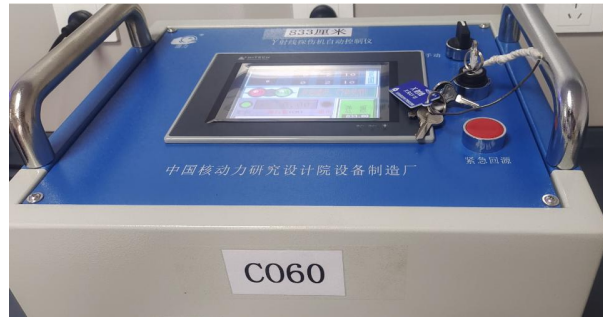


图3-2 Co源伽马射线探伤机钥匙控制



图 3-3 电子直线加速器钥匙控制



图 3-4 X 射线探伤机钥匙控制

实际情况：本项目射线装置及放射源实际固有安全性与环评一致。

(3) 距离防护

环评情况：为便于管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。将曝光室（含迷道）实体墙作为本项目的辐射防护控制区边界，将曝光室外紧邻的电源室、控制室、干暗室、湿暗室、干片室（兼危废暂存间）、底片存放室、办公室 1、无损检测器材室、工件进出门外 1m 内的区域作为监督区。

实际情况：本项目实际划分控制区和监督区与环评一致，两区划分图见图 3-5、图 3-6。

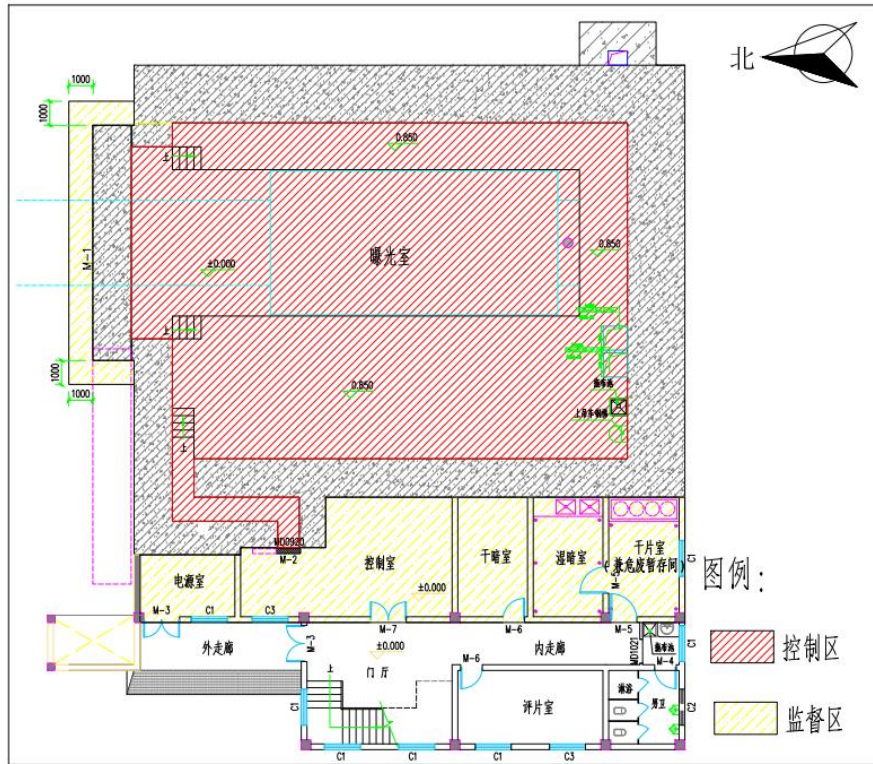


图 3-5 本项目一层两区划分示意图

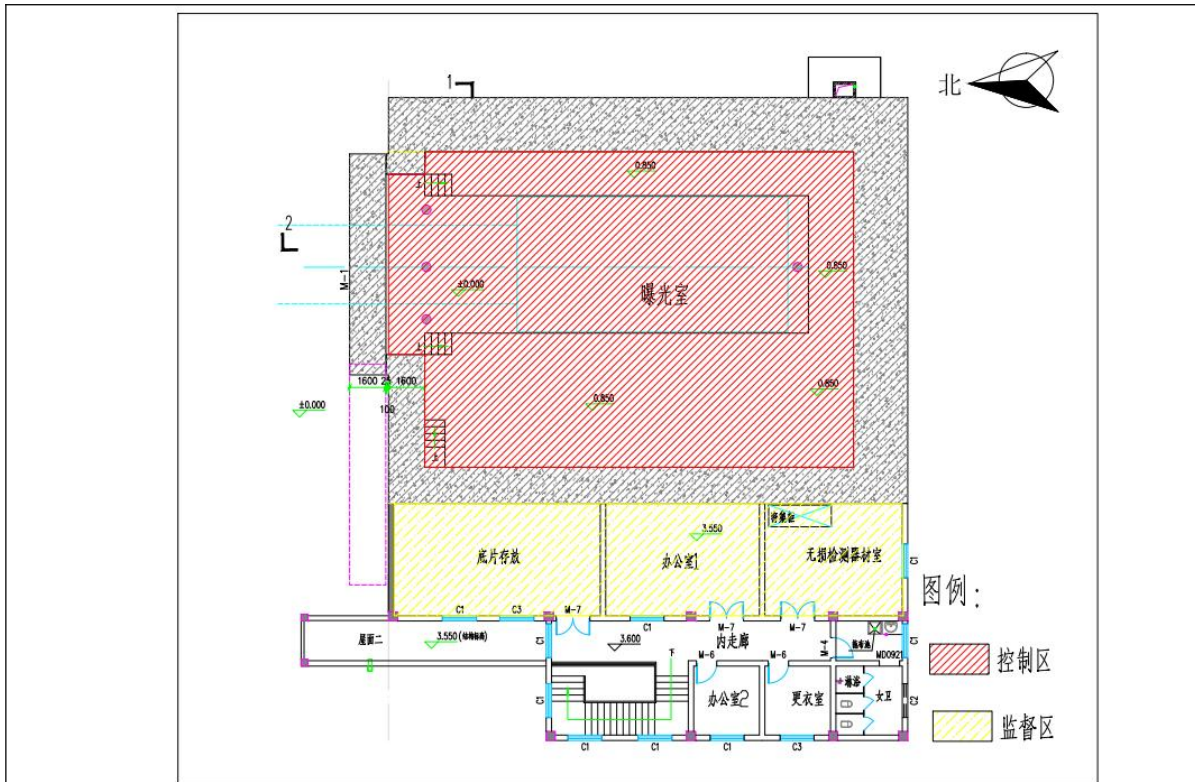


图 3-5 本项目二层两区划分示意图

4) 时间防护

环评情况：在确保产品质量的前提下，在每次使用探伤设备进行探伤之前，应根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。

实际情况：与环评一致。

5) 其他辐射防护措施落

①门机联锁

环评情况：探伤室工件门和工作人员出入门应安装门—机联锁安全装置和灯光警示装置，防护门与所有设备联锁，只有在门关闭后射线装置才能进行透照检查。

实际情况：与环评一致。



图 3-6 门机联锁控制系统



图 3-7 加速器联锁系统

②门剂量联锁

环评情况：曝光室内应安装固定式辐射剂量监测仪，剂量率水平显示在控制室内，并与门—机联锁相关联。曝光室内可以通过电动开关打开防护门。

实际情况：配置 4 台固定式辐射剂量监测仪高于环评要求。



图 3-8 固定式辐射剂量监测仪

③紧急止动装置

环评情况：曝光室内墙壁、迷道、控制台上应安装紧急停机按钮，并给出清晰的标记和说明。确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急止动装置可以实现停止照射和打开迷道门两大功能。

实际情况：曝光场内三面及迷道共设置 10 个，与环评一致。



图 3-9 急停开关

④ 门灯联锁装置

环评情况：探伤室工件门和工作人员出入门处应设置声光报警指示灯箱，该声光报警指示灯箱在射线装置工作时应自动接通并给出声光警示信号，灯箱应醒目显示“准备照射”、“正在照射”等字样。

实际情况：与环评一致。



图 3-10 门灯联锁

⑤ 警示标识

环评情况：探伤室工件门和工作人员出入门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

实际情况：与环评一致。



图 3-11 警示标识

⑥ 视频监控系统：探伤室拟设视频监控系统，且须覆盖到贮源坑，全方位监控曝光室内情况，若有人员滞留于曝光室内，可以在控制室内及时观察发现。

实际情况：与环评一致。



图3-12 视频监控系统

⑦通排风系统：探伤室拟设置机械通排风装置，排风管道排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。

实际情况：与环评一致。

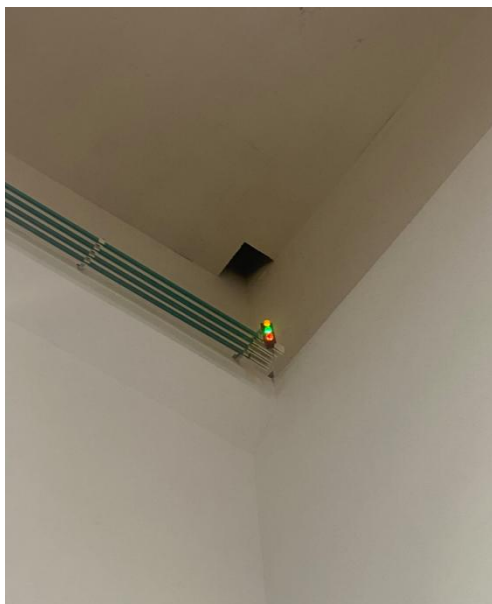


图3-13 进风口



图3-14 出风口

⑧个人防护用品及监测仪器：辐射工作人员操作及进出曝光室时，需配戴个人剂量计、个人剂量报警仪。还配有辐射监测仪、长柄夹具及

铅防护服等。

实际情况：与环评一致。



图 3-15 个人剂量卡



图3-15 个人防护用品

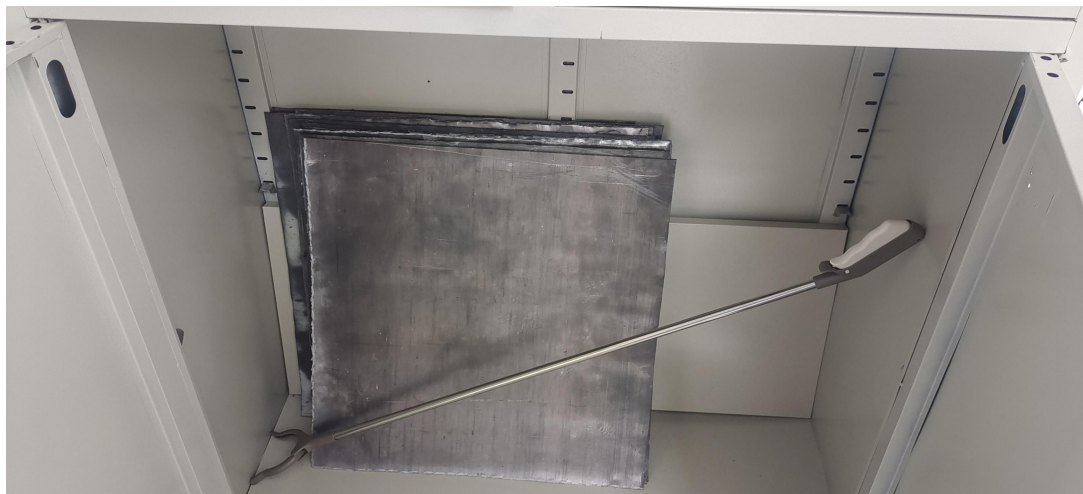


图3-16 长柄夹具

⑨危废储存收集设施

环评要求：公司应与有危险废物处置资质单位签订废显（定）影液及废胶片的回收协议，且厂区内应设置专门存储危险废物的区域，其建设区域须满足“防倾倒、防渗、防腐”等基本要求，地面须硬化处理，四周设围堰，并设危废标识，上锁由专人管理。同时，公司应建立危险废物管理台账，严格执行转移联单管理制度。

实际情况：与环评一致。



图3-17 危废暂存设施



图3-18 洗片池

⑩储源坑及储源箱

环评要求：拟在曝光室南侧设 2 格贮源坑，尺寸均为 800mm（长）×800mm（宽）×1000mm（深），各设 1 个 16mm 厚的碳钢材质盖板，配置双锁。另曝光室配置有 2 个储源箱，探伤前先将伽马射线探伤机放置于储源箱内。

实际情况：与环评一致。



图3-19 储源坑



图3-20 储源箱



图3-21 消防器材

①放射源“六防”措施

环评要求：放射源“六防”措施：拟在曝光室内使用设 2 格贮源坑，各设置 2 把钥匙，实行双人双锁，以确保探伤机和放射源的安全。建设单位应在曝光室内使用应加设红外防盗报警装置；探伤室还须设置 24 小时持续有效的视频监控系统，并与值班室联网。曝光室内应设 2 个干粉灭火器。贮源坑盖板外表面应设电离辐射警告标识，建设单位应认真做好防水、防火、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的“六防”工作。

实际情况：与环评一致

表 3-5 环评批复要求与执行情况对照一览表

环评批复要求	执行情况	整改完善要求
（一）严格执行施工期间的环境影响评价标准，落实噪声、扬尘等防治措施和固体废物处理措施，加强施工场地环境管理，尽可能减小施工活动造成的环境影响。	建设单位已严格按照国家法律法规执行。	——
（二）严格落实报告中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，落实环保措施及投资，确保本项目曝光室的实体屏蔽以及门机、门源联锁等辐射安全与防护设施设备满足 X-γ 射线屏蔽能力及辐射安全与防护相关规定。	建设单位已按环评要求落实了环保投资，制定了各项辐射环境安全防护及污染防治措施。	——
（三）应建立和完善本单位辐射安全管理各项规章制度，明确管理组织机构和责任人，制订有针对性和可操作性的辐射事故应急预案，适时开展辐射事故应急演练，确保实时具备与自身辐射工作活动相适应的辐射事故应急水平。	建设单位已建立健全各项相关制度及应急预案。	——
（四）应加强探伤作业期间辐射工作场所的辐射安全管理，严格落实“两区”管控措施。加强放射源的实体保卫和贮存、领取、使用、归还等各有关环节的台账管理，落实专人负责，严防放射源丢失、被盗、失控等辐射事故发生。切换使用各探伤装置时应进行核验，确保辐射安全联锁系统实时有效。杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。	建设单位已严格按照公司辐射管理制度和操作规程执行。	——
（五）辐射从业人员应当参加并通过辐射安全与防护考核。严格落实辐射工作人员个人剂量检测，建立个人剂量健康档案。应结合本项目特点和有关要求，认真开展环境辐射监测，并做好有关记录。	辐射工作人员已通过辐射安全与防护考核，个人剂量管理和辐射环境监测严格按照公司辐射管理制度执行。	——
（六）应做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息实时准确完整。应按要求编写和提交辐射安全和防护状况年度自查评估报告。	建设单位按相关要求填写维护信息，提交年度自查报告。	——
（七）不再使用放射源时，应当依法送贮；对 X 射线探伤机实施报废处置时，应当对其进行去功能化和安全处置。	建设单位严格按照放射源及射线装置报废管理制度执行。	——
（八）报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或者采取的环境保护措施发生重大变动的，应当重新报批项目环境影响评价文件。	本项目未有重大变动的情况出现。	——

**表 3-6 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》
建设单位不得提出验收合格的情况对照一览表**

要求	现场检查情况	整改完善要求
（一）未按环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定要求 建成环境保护设施，或者环境保护设施不能与主体工程同时投 产或者使用的；	不属于	——
（二）污染物排放不符合国家和地方相关标准、环境影响报告 书（表）及其审批部门审批决定或者重点污染物排放总量控制 指标要求的；	不属于	——
（三）环境影响报告书（表）经批准后，该建设项目的性质、 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，建设单位未重新报批环境影响报告书（表） 或者环境影响报告书（表）未经批准的；	不属于	——
（四）建设过程中造成重大环境污染未治理完成，或者造成重 大生态破坏未恢复的；	不属于	——
（五）纳入排污许可管理的建设项目，无证排污或者不按证排 污的；	不属于	——
（六）分期建设、分期投入生产或者使用依法应当分期验收的 建设项目，其分期建设、分期投入生产或者使用的环境保护设 施防治环境污染和生态破坏的能力不能满足其相应主体工程 需要的；	不属于	——
（七）建设单位因该建设项目违反国家和地方环境保护法律法 规受到处罚，被责令改正，尚未改正完成的；	不属于	——
（八）验收报告的基础资料数据明显不实，内容存在重大缺项、 遗漏，或者验收结论不明确、不合理的；	不属于	——
（九）其他环境保护法律法规规章等规定不得通过环境保护验 收的。	不属于	——

根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》及《建设 项目（污染型）重大变动判定原则》分析，该建设项目不存在的变动情形， 不需要重新报批环境影响评价文件，纳入竣工环境保护验收管理。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 项目环评结论

项目环评认为：德阳广大东汽新材料有限公司 6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。该项目其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护和辐射防护角度论证，项目可行。

4.2 项目环评批复要求

四川省生态环境厅于 2023 年 10 月 18 日对本项目进行了批复（川环审批【2023】103 号），批复具体要求如下：

本项目拟在德阳市旌阳区岷山路三段 27 号德阳广大东汽新材料有限公司内设施，主要建设内容为：拟在公司机加厂房西南角外空地新建 1 座探伤室，主要由曝光室（含迷道）、控制室及暗室等相关辅助用房构成，并拟在曝光室内安装使用 DZ-6/1000 型电子直线加速器、XXG-3005 型 X 射线探伤机、TS-IA 型电动 ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 TS-I B 型电动 ^{60}Co - γ 射线探伤机各 1 台，均用于对汽缸类铸件、RT 管口、阀壳类铸件开展探伤检测活动。其中，DZ-6/1000 型电子直线加速器最大 X 射线能量为 6MV，XXG-3005 型定向 X 射线探伤机的最大管电压为 300kV、最大管电流为 5mA，均属于 II 类射线装置； ^{192}Ir - γ 射线探伤机和 ^{60}Co - γ 射线探伤机内分别内含 1 枚 ^{192}Ir 放射源和 1 枚 ^{60}Co 放射源，额定活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，均属于 II 类放射源。本项目总投资 1200 万元，其中环保投资 333.31 万元。

本次项目环评属于你单位使用 II 类放射源和 II 类射线装置开展曝光室内探伤作业活动为申领辐射安全许可证开展的环境影响评价。该项目严格按照报告表中所列建设项目的性质、规模、工艺和拟采取的各项环

境保护措施建设和运行，可以满足国家生态环境保护相关法规和标准的要求。我厅同意报告表结论。

二、项目建设及运行中应做好的重点工作

（一）严格执行施工期间的环境影响评价标准，落实噪声、扬尘等防治措施和固体废物处理措施，加强施工场地环境管理，尽可能减小施工活动造成的环境影响。

（二）严格落实报告中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，落实环保措施及投资，确保本项目曝光室的实体屏蔽以及门机、门源联锁等辐射安全与防护设施设备满足 X- γ 射线屏蔽能力及辐射安全与防护相关规定。

（三）应建立和完善本单位辐射安全管理各项规章制度，明确管理机构 and 责任人，制订有针对性和可操作性的辐射事故应急预案，适时开展辐射事故应急演练，确保实时具备与自身辐射工作活动相适应的辐射事故应急水平。

（四）应加强探伤作业期间辐射工作场所的辐射安全管理，严格落实“两区”管控措施。加强放射源的实体保卫和贮存、领取、使用、归还等各有关环节的台账管理，落实专人负责，严防放射源丢失、被盗、失控等辐射事故发生。切换使用各探伤装置时应进行核验，确保辐射安全连锁系统实时有效。杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。

（五）辐射从业人员应当参加并通过辐射安全与防护考核。

严格落实辐射工作人员个人剂量检测，建立个人剂量健康档案。应结合本项目特点和有关要求，认真开展环境辐射监测，并做好有关记录。

（六）应做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息实时准确完整。应按要求编写和提交辐射安全和防护状况年度自查评估报告。

（七）不再使用放射源时，应当依法送贮；对 X 射线探伤机实施报废处置时，应当对其进行去功能化和安全处置。

（八）报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或者采取的环境保护措施发生重大变动的，应当重新报批项目环境影响评价文件

4.3 项目实际建成情况和环评内容的差异

通过现场检查，本项目建设内容、建设地点、建设规模以及生产工艺流程、污染物产生的种类、污染物排放量、采取的污染治理措施与环评及批复中基本一致。

表 5 质量保证和控制措施方案

5.1 验收监测质量控制和质量保证

本次监测单位为四川同佳检测有限责任公司，具有四川省市场监督管理局颁发的检验检测机构资质认定证书（证书编号：222312051472），有效期至2028年11月21日，并在允许的范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

- （1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- （2）监测方法采用国家有关部门颁发的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- （3）监测仪器按规定定期经计量部门鉴定，鉴定合格后方可使用；
- （4）每次测量前后均检查仪器的工作状态是否良好；
- （5）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- （6）监测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人签发。

5.2 验收监测的实施

5.2.1 验收监测期间的工况

2024年5月22日，四川同佳检测有限责任公司派出的监测技术人员在建设单位负责人的陪同下，对本项目进行了竣工环保验收监测。监测时，本项目射线装置运行工况见表5-1。

表 5-1 监测时射线装置运行工况

装置名称	射线装置及放射源类型	规格型号	生产厂家	设备场所	额定参数
X 射线探伤机	II 类	XXG-3005	成都华光无损检测有限公司	高能射线探伤室	300kV/5mA
无损检测用驻波电子直线加速器	II 类	DZ-6/1000	北京机械工业自动化研究所有限公司	高能射线探伤室	6MeV

德阳广大东汽新材料有限公司 6MeV 电子直线加速器及 X、γ 射线探伤机应用项目
川同环监字（2024）第 012 号

γ射线探伤机	II 类	TS-IB	中国核动力研究院设备制造厂	高能射线探伤室	$3.70 \times 10^{12} \text{Bq}$
γ射线探伤机	II 类	TS-IA	中国核动力研究院设备制造厂	高能射线探伤室	$3.53 \times 10^{12} \text{Bq}$

本次监测时射线装置开机工况均大于 75%最大工况，能反映在日常使用该射线装置无损检测时各场所周围辐射环境水平，符合验收监测工况要求。

表 6 验收监测内容

6.1 监测因子及分析方法

监测项目的监测方法、方法来源见表 6-1。

表 6-1 监测方法及方法来源

项目	检测方法、方法来源	检出限	备注
X- γ 辐射 剂量率	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）	0.01 μ Sv/h	/
	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）		

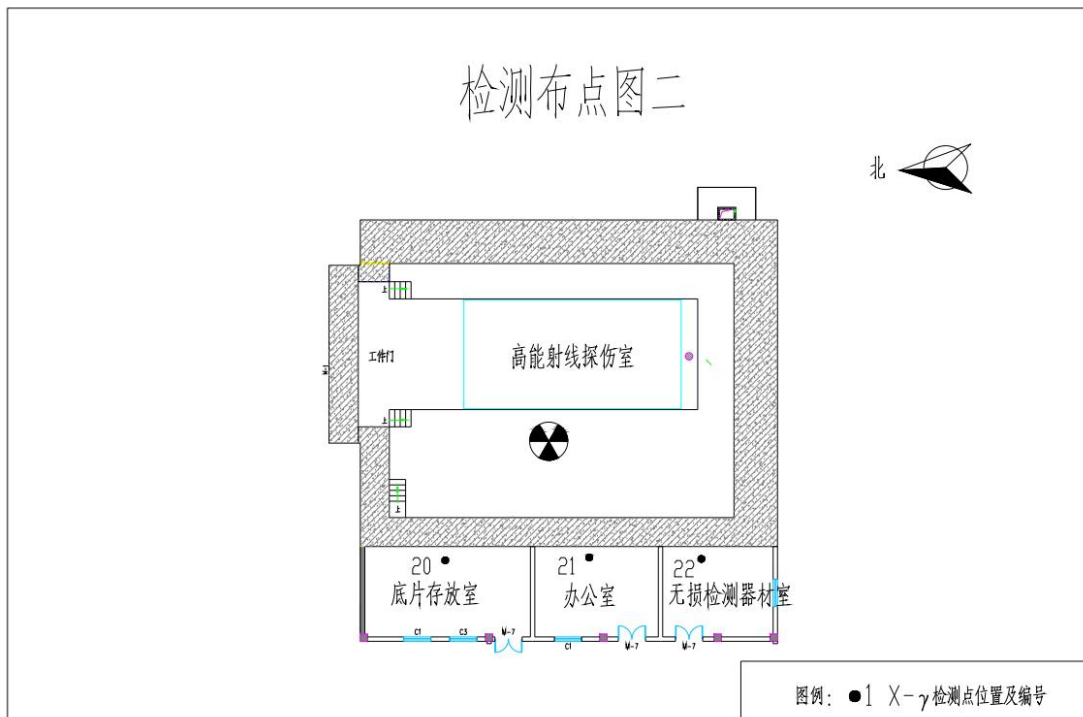
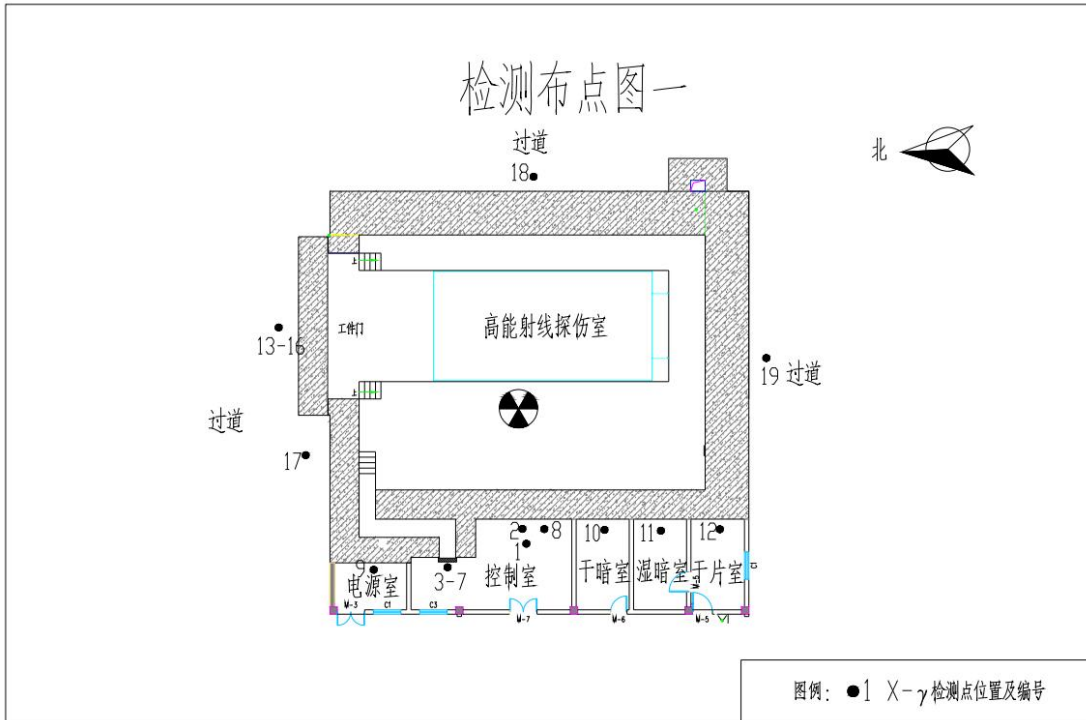
6.2 监测仪器

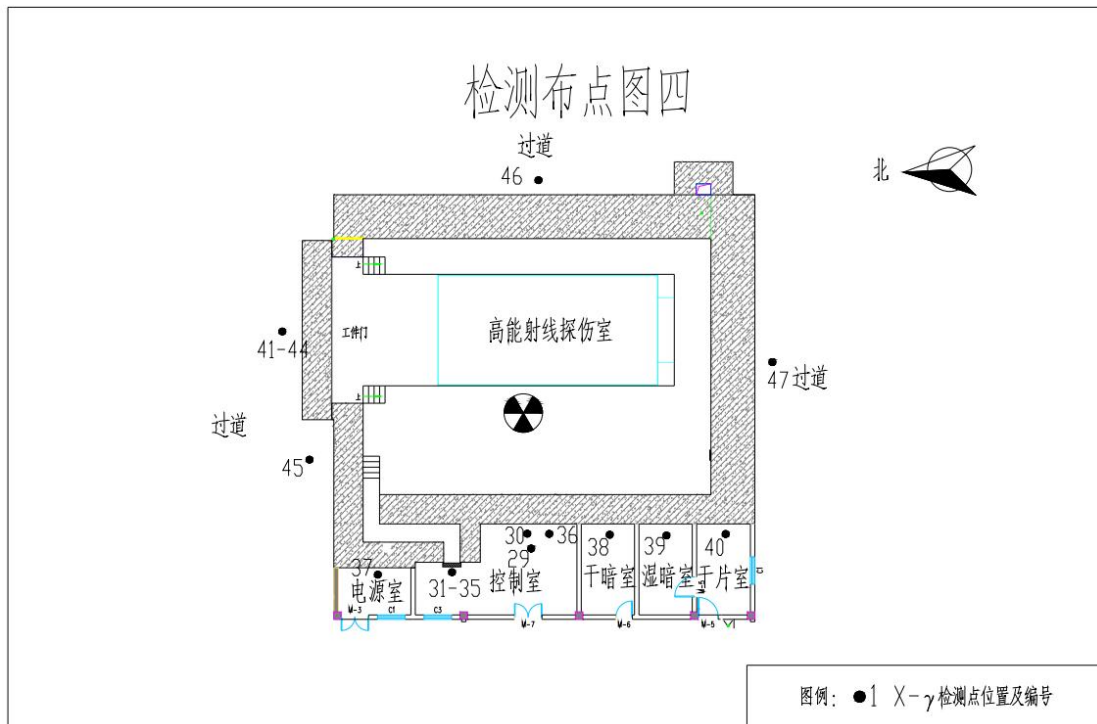
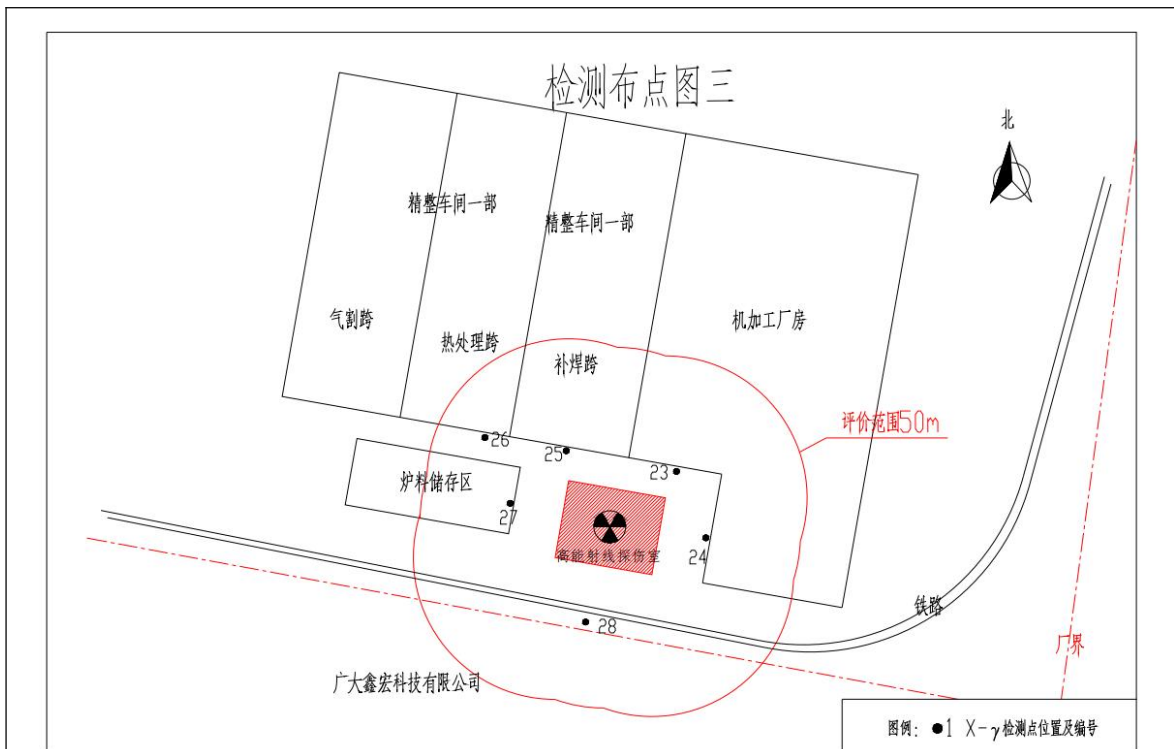
本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次验收监测所使用的仪器情况见表 6-2。

表 6-2 监测所使用的仪器情况

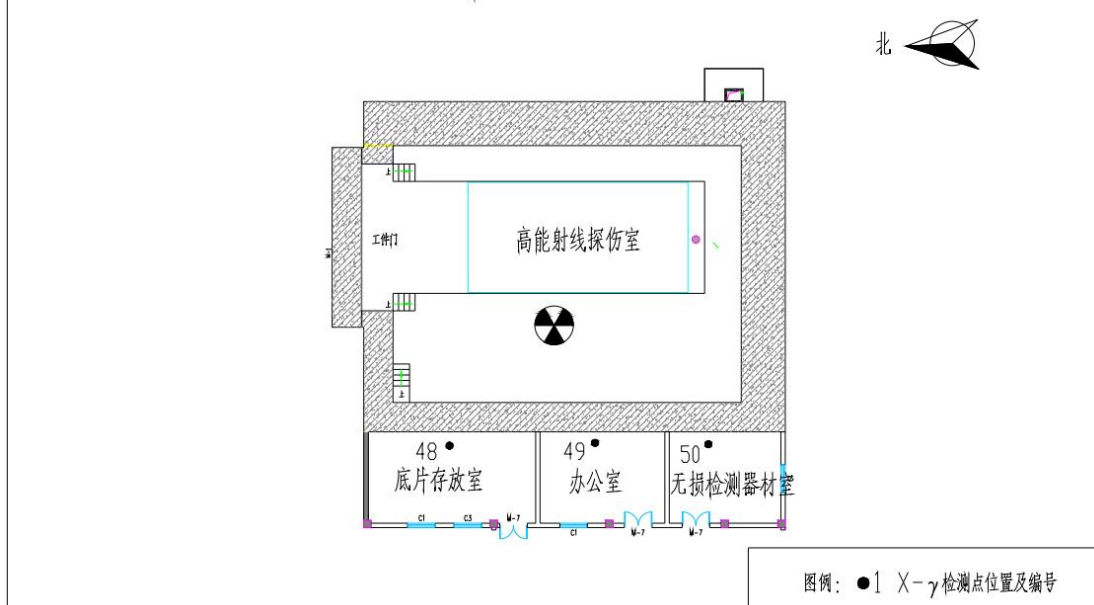
检测项目	检测设备			使用环境												
	名称及编号	技术指标	校准情况													
X-γ 辐射 剂量 率	名称:X 射线和γ剂 量率仪 型号:AT1123 编号:TJHJ2024-22	①能量范围：15KeV~10MeV ②测量范围:50nSv/h~10Sv/h ③能量响应：	校准单位:上海市 计量测试技术研究 院 校准字号: 2024H21-20-51384 01001 校准日期: 2024 年 03 月 08 日	天气:晴 温度: 23.2℃ 湿度: 54%												
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">能量响应</th> </tr> <tr> <th>空气比释 动能率 (mSv/h)</th> <th>X 管电 压(kV)</th> <th>校准 因子 (C_f)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">0.87</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">0.93</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">150</td> <td style="text-align: center;">0.88</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">0.90</td> </tr> </tbody> </table>			能量响应			空气比释 动能率 (mSv/h)	X 管电 压(kV)	校准 因子 (C _f)	1	80	0.87	100	0.93	150
能量响应																
空气比释 动能率 (mSv/h)	X 管电 压(kV)	校准 因子 (C _f)														
1	80	0.87														
	100	0.93														
	150	0.88														
	200	0.90														
		④剂量响应：														
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">剂量响应（使用 ¹³⁷CS 辐射源）</th> </tr> <tr> <th>空气比释动能 率 (mSv/h)</th> <th>校准因子 (C_f)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0.87</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.4</td> <td style="text-align: center;">0.86</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.07</td> <td style="text-align: center;">0.86</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.006</td> <td style="text-align: center;">0.87</td> </tr> </tbody> </table>	剂量响应（使用 ¹³⁷ CS 辐射源）		空气比释动能 率 (mSv/h)	校准因子 (C _f)	1	0.87	0.4	0.86	0.07	0.86	0.006	0.87		
剂量响应（使用 ¹³⁷ CS 辐射源）																
空气比释动能 率 (mSv/h)	校准因子 (C _f)															
1	0.87															
0.4	0.86															
0.07	0.86															
0.006	0.87															

6.3 监测点位分布图

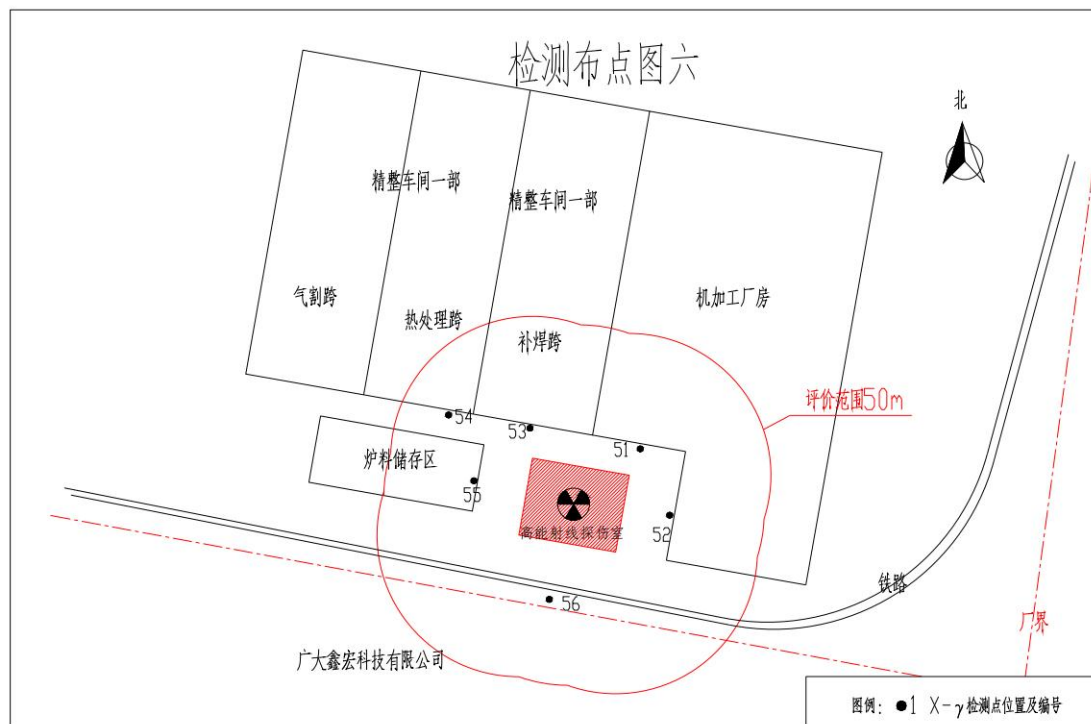


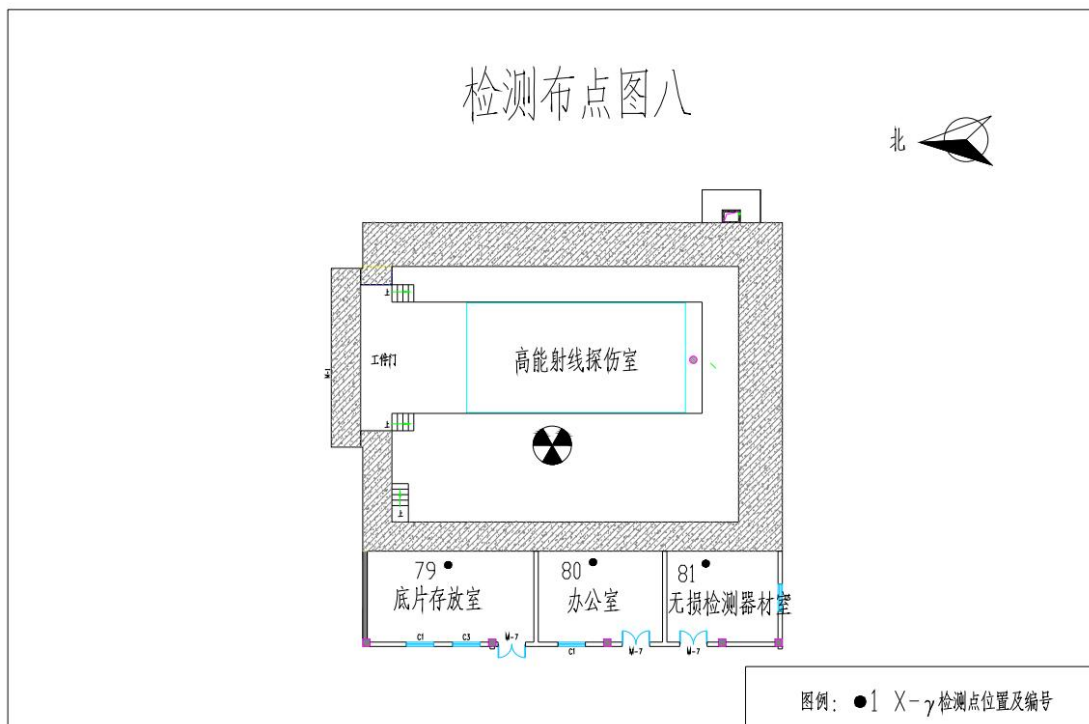
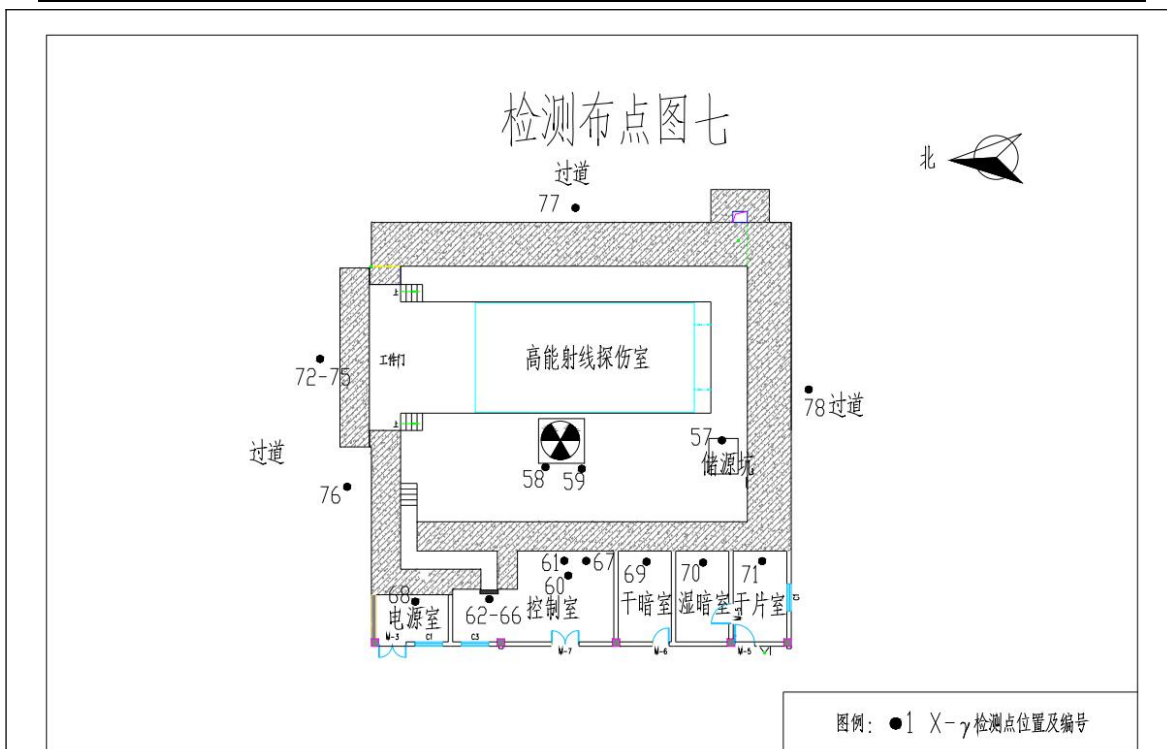


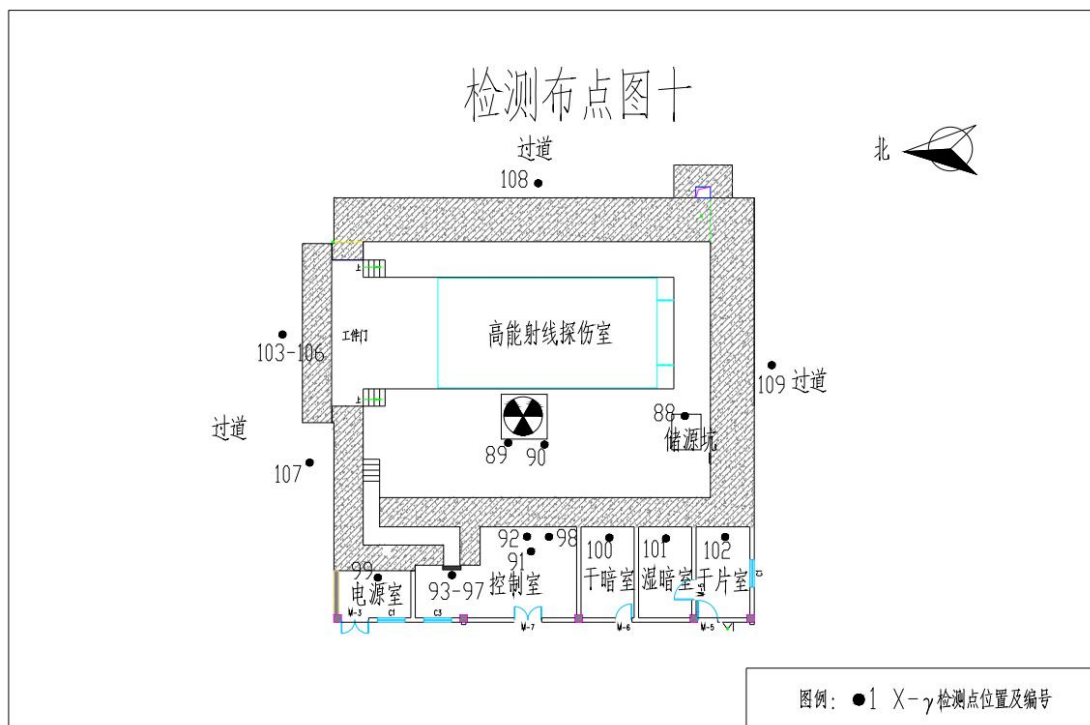
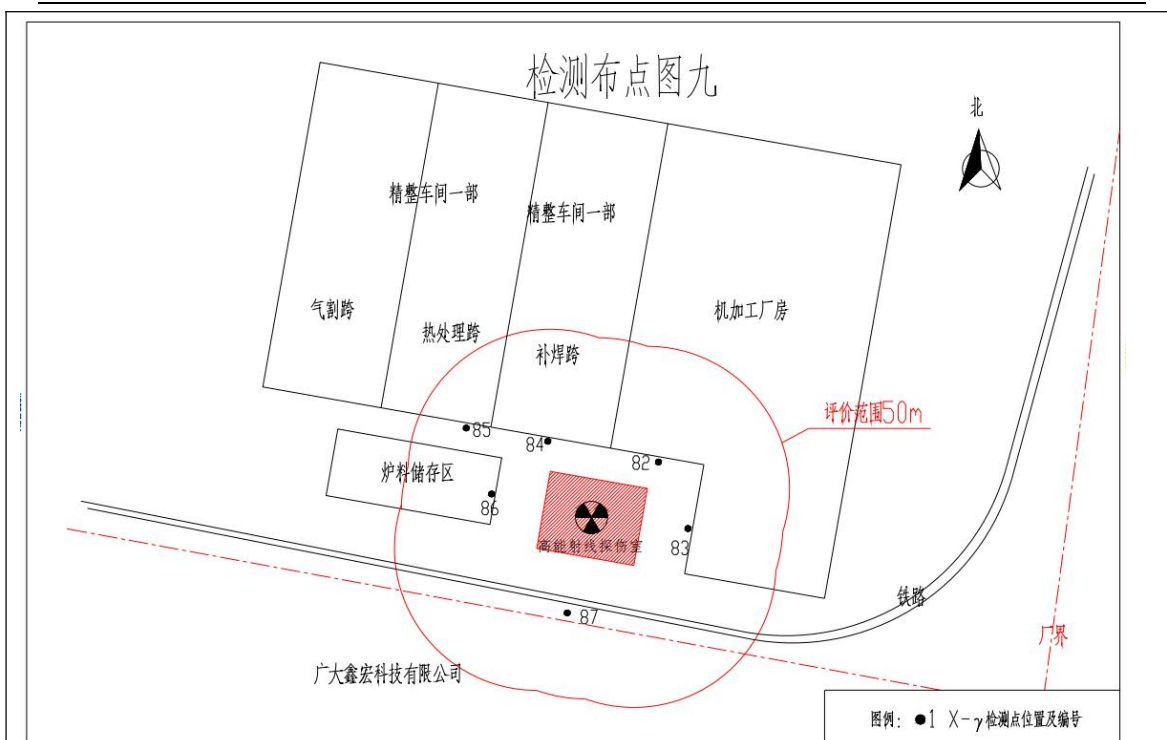
检测布点图五



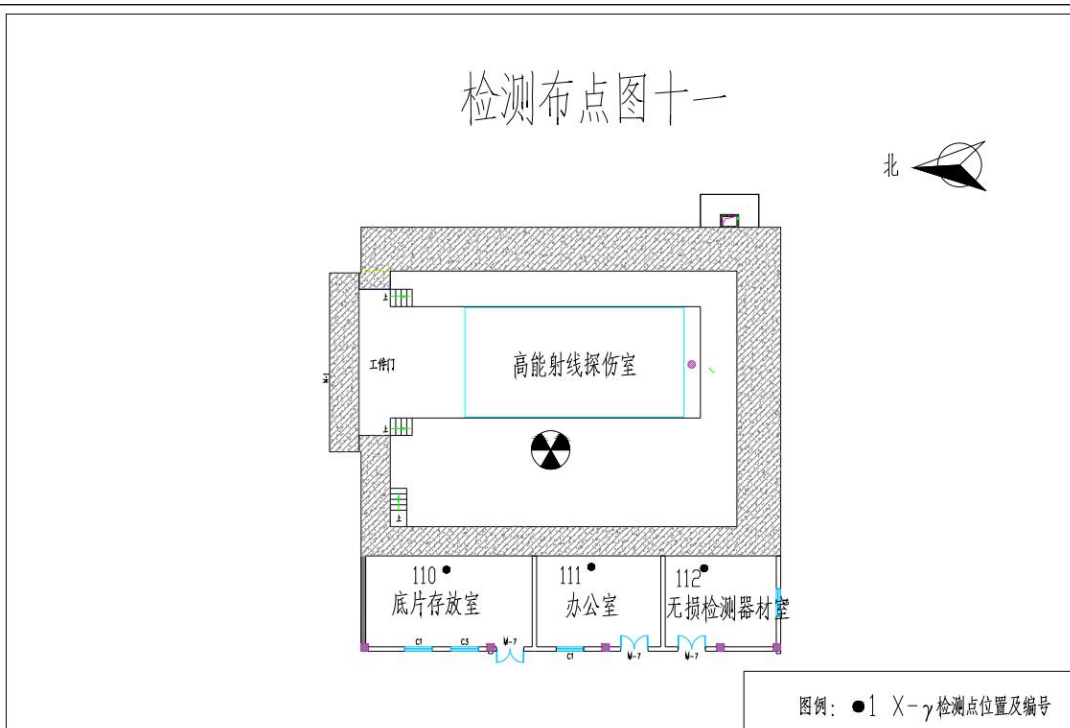
检测布点图六







检测布点图十一



检测布点图十二

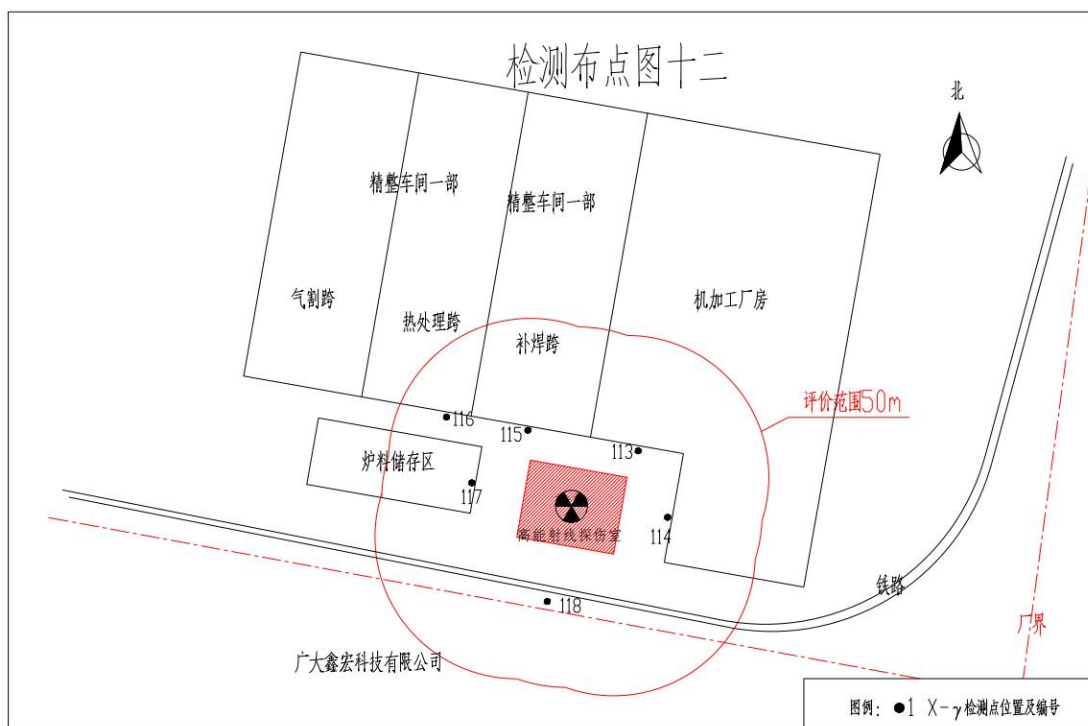


表 7 验收监测

7.1 验收监测评价标准

本次验收监测执行的电离辐射标准为：《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的相关标准限值（职业人员年剂量限值为 20mSv，公众年剂量限值为 1mSv）。职业人员取 5mSv 作为剂量约束值，公众取 0.1mSv 作为剂量约束值。

7.2 验收监测期间生产工况记录：

2024 年 5 月 22 日，我公司派出的监测技术人员在建设单位相关负责人的陪同下，对本项目辐射工作场所周围的辐射环境状况进行了监测。

一、验收监测条件

环境温度：23.2℃；环境湿度：54%；天气状况：晴。

二、验收监测工况

监测时的射线装置运行参数如下表：

表 7-1 监测时射线装置工况参数一览表

序号	工作地点	设备名称	设备型号	出厂编号/ 源编码	额定工况/ 出厂活度	检测工况	备注
1	高能射线探伤室	X 射线探伤机	XXG-3005	2307132	300kV/5mA	280kV/5mA	/
2	高能射线探伤室	无损检测用驻波电子直线加速器	DZ-6/1000	1200308	6MeV	6MeV	/
3	高能射线探伤室	γ 射线探伤机	TS-IB	0324CO002872	3.70 \times 10 ¹² Bq	3.70 \times 10 ¹² Bq	/
4	高能射线探伤室	γ 射线探伤机	TS-IA	0324IR008082	3.70 \times 10 ¹² Bq	3.53 \times 10 ¹² Bq	/

本次监测条件为射线装置投运后，使用的工况均大于 75%最大工况，能反映出正常工作中对环境的不利影响，监测出束时间设定为连续出束，出束时间大于仪器响应时间，故本次验收监测具有代表性。

7.3 验收监测结果：

一、验收监测结果

本次验收为德阳广大东汽新材料有限公司 6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目及新增探伤辐射工作场所验收，监测结果见表 7-2。

表 7-2 本项目辐射工作场所周围 X- γ 辐射剂量率监测结果表

单位： $\mu\text{Sv/h}$

点位	测量位置	曝光		未曝光		备注
		测量值	标准差(S)	测量值	标准差(S)	
1	操作位	0.164	0.013	0.132	0.011	主射束方向朝东，检测点位见检测布点图一
2	控制室内线缆孔	0.164	0.018	0.127	0.013	
3	控制室门左缝	0.165	0.015	0.126	0.005	
4	控制室门表面	0.167	0.014	0.134	0.010	
5	控制室门右缝	0.174	0.013	0.133	0.009	
6	控制室门上缝	0.177	0.011	0.131	0.008	
7	控制室门下缝	0.175	0.011	0.131	0.008	
8	西侧控制室	0.157	0.014	0.132	0.011	
9	西侧电源室	0.152	0.014	0.126	0.009	
10	西侧干暗室	0.151	0.015	0.127	0.013	
11	西侧湿暗室	0.179	0.013	0.132	0.011	
12	西侧干片室	0.182	0.013	0.121	0.008	
13	工件门左缝	0.152	0.014	0.134	0.009	
14	工件门表面	0.157	0.014	0.129	0.009	
15	工件门右缝	0.153	0.013	0.132	0.006	
16	工件门下缝	0.161	0.011	0.131	0.011	
17	北侧过道	0.154	0.015	0.133	0.009	

德阳广大东汽新材料有限公司 6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目
川同环监字（2024）第 012 号

18		东侧过道	0.140	0.014	0.135	0.009		
19		南侧过道	0.138	0.018	0.131	0.009		
20	X 射线探伤机	西侧 2F 底片存放室	0.139	0.009	0.130	0.012	主射東方向朝东，检测点位见检测布点图二	
21		西侧 2F 办公室	0.176	0.012	0.128	0.009		
22		西侧 2F 无损器材检测室	0.176	0.009	0.131	0.009		
23			北侧机加工厂房门口	0.174	0.013	0.131	0.010	主射東方向朝东，检测点位见检测布点图三
24			东侧机加工厂房门口	0.150	0.013	0.133	0.010	
25			精整车间一部补焊跨旁	0.151	0.013	0.130	0.007	
26			精整车间一部热处理跨旁	0.133	0.014	0.129	0.008	
27			炉料存储区旁	0.139	0.012	0.135	0.008	
28			南侧广大鑫宏科技有限公司	0.160	0.015	0.135	0.009	
29	无损检测用驻波电子直线加速器	操作位	0.154	0.011	0.131	0.011	主射東方向朝东，检测点位见检测布点图四	
30		控制室内线缆孔	0.158	0.015	0.137	0.011		
31		控制室门左缝	0.165	0.014	0.136	0.013		
32		控制室门表面	0.159	0.014	0.132	0.013		
33		控制室门右缝	0.160	0.016	0.133	0.014		
34		控制室门上缝	0.163	0.014	0.133	0.015		
35		控制室门下缝	0.167	0.014	0.127	0.008		
36		西侧控制室	0.161	0.012	0.125	0.009		
37		西侧电源室	0.156	0.014	0.135	0.011		
38		西侧干暗室	0.157	0.014	0.136	0.011		
39		西侧湿暗室	0.159	0.012	0.138	0.010		
40		西侧干片室	0.154	0.014	0.132	0.009		
41		工件门左缝	0.151	0.011	0.132	0.012		
42		工件门表面	0.153	0.015	0.130	0.012		
43		工件门右缝	0.149	0.015	0.135	0.013		
44		工件门下缝	0.152	0.015	0.135	0.009		
45			北侧过道	0.158	0.014	0.129		0.014

德阳广大东汽新材料有限公司 6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目
川同环监字（2024）第 012 号

46		东侧过道	0.171	0.011	0.42	0.02	
47		南侧过道	0.154	0.013	0.129	0.010	
48	无损 检测 用驻 波电 子直 线加 速器	西侧 2F 底片存放室	0.140	0.014	0.136	0.010	主射東方向 朝东, 检测点 位见检测布 点图五
49		西侧 2F 办公室	0.149	0.010	0.123	0.007	
50		西侧 2F 无损器材检测室	0.151	0.012	0.128	0.009	
51		北侧机加工厂房门口	0.143	0.016	0.131	0.012	
52		东侧机加工厂房门口	0.151	0.013	0.142	0.008	主射東方向 朝东, 检测点 位见检测布 点图六
53		精整车间一部补焊跨旁	0.158	0.013	0.130	0.011	
54		精整车间一部热处理跨旁	0.150	0.009	0.131	0.013	
55		炉料存储区旁	0.154	0.015	0.135	0.012	
56		南侧广大鑫宏科技有限公司	0.153	0.013	0.129	0.010	
57	TS-I B 型 γ 射 线探 伤机	距储源坑外 30cm 处	/	/	2.08	0.10	检测点位见 检测布点图 七
58		距探伤机表面 5cm 处	/	/	404	42	
59		距探伤机表面 100cm 处	/	/	24.5	1.0	
60		操作位	0.152	0.011	0.137	0.009	
61		控制室内线缆孔	0.153	0.012	0.137	0.012	
62		控制室门左缝	0.151	0.012	0.133	0.010	
63		控制室门表面	0.151	0.014	0.130	0.007	
64		控制室门右缝	0.153	0.012	0.135	0.012	
65		控制室门上缝	0.151	0.010	0.135	0.010	
66		控制室门下缝	0.145	0.015	0.129	0.010	
67		西侧控制室	0.147	0.013	0.128	0.011	
68		西侧电源室	0.155	0.014	0.128	0.009	
69		西侧干暗室	0.144	0.013	0.126	0.011	
70		西侧湿暗室	0.147	0.008	0.131	0.010	
71		西侧干片室	0.144	0.013	0.130	0.012	
72		工件门左缝	0.130	0.014	0.133	0.013	
73	工件门表面	0.122	0.012	0.131	0.008		

德阳广大东汽新材料有限公司 6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目
川同环监字（2024）第 012 号

74		工件门右缝	0.123	0.013	0.131	0.010	
75		工件门下缝	0.140	0.008	0.126	0.008	
76		北侧过道	0.146	0.011	0.137	0.009	
77		东侧过道	0.146	0.011	0.135	0.012	
78		南侧过道	0.145	0.014	0.131	0.013	
79		西侧 2F 底片存放室	0.149	0.014	0.132	0.010	检测点位见 检测布点图 八
80		西侧 2F 办公室	0.152	0.010	0.124	0.011	
81		西侧 2F 无损器材检测室	0.144	0.012	0.132	0.012	
82	TS-I B 型 γ 射 线探 伤机	北侧机加工厂房门口	0.149	0.010	0.128	0.012	检测点位见 检测布点图 九
83		东侧机加工厂房门口	0.132	0.013	0.136	0.014	
84		精整车间一部补焊跨旁	0.139	0.010	0.132	0.010	
85		精整车间一部热处理跨旁	0.133	0.012	0.131	0.011	
86		炉料存储区旁	0.139	0.013	0.131	0.012	
87		南侧广大鑫宏科技有限公司	0.139	0.009	0.126	0.011	
88			距储源坑外 30cm 处	/	/	1.07	
89		距探伤机表面 5cm 处	/	/	327	54	
90		距探伤机表面 100cm 处	/	/	7.7	0.6	
91		操作位	0.146	0.012	0.133	0.014	
92		控制室内线缆孔	0.157	0.014	0.128	0.011	
93	TS-I A 型 γ 射 线探 伤机	控制室门左缝	0.158	0.015	0.134	0.011	
94		控制室门表面	0.160	0.013	0.129	0.010	
95		控制室门右缝	0.158	0.019	0.131	0.008	
96		控制室门上缝	0.155	0.012	0.134	0.012	
97		控制室门下缝	0.155	0.015	0.135	0.009	
98		西侧控制室	0.165	0.012	0.131	0.010	
99		西侧电源室	0.157	0.014	0.131	0.012	
100		西侧干暗室	0.157	0.015	0.131	0.011	
101	西侧湿暗室	0.154	0.008	0.121	0.008		

德阳广大东汽新材料有限公司 6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目
川同环监字（2024）第 012 号

102		西侧干片室	0.158	0.014	0.135	0.010	
103		工件门左缝	0.140	0.013	0.131	0.011	
104		工件门表面	0.147	0.011	0.127	0.007	
105		工件门右缝	0.144	0.011	0.126	0.012	
106		工件门下缝	0.146	0.015	0.129	0.012	
107		北侧过道	0.138	0.014	0.127	0.008	
108		东侧过道	0.147	0.012	0.126	0.009	
109		南侧过道	0.144	0.011	0.123	0.010	
110		西侧 2F 底片存放室	0.153	0.012	0.130	0.011	检测点位见 检测布点图 十一
111		西侧 2F 办公室	0.146	0.011	0.127	0.011	
112		西侧 2F 无损器材检测室	0.140	0.014	0.127	0.010	
113	TS-I A 型 γ 射 线探 伤机	北侧机加工厂房门口	0.153	0.016	0.127	0.012	检测点位见 检测布点图 十二
114		东侧机加工厂房门口	0.150	0.012	0.128	0.009	
115		精整车间一部补焊跨旁	0.153	0.009	0.128	0.010	
116		精整车间一部热处理跨旁	0.151	0.011	0.131	0.011	
117		炉料存储区旁	0.140	0.012	0.131	0.012	
118		南侧广大鑫宏科技有限公司	0.146	0.012	0.131	0.012	

注：以上监测数据均未扣除仪器宇宙射线响应值。

二、验收监测结果分析

根据表 7-2 的监测结果，在德阳广大东汽新材料有限公司本项目新增辐射工作场所周围监测时：X 射线探伤机曝光时工作场所 X- γ 射线剂量率范围在（0.151-0.182） $\mu\text{Sv/h}$ ，公众场所 X- γ 射线剂量率范围在（0.133-0.176） $\mu\text{Sv/h}$ 。

无损检测用驻波电子直线加速器曝光时工作场所 X- γ 射线剂量率范围在（0.154-0.165） $\mu\text{Sv/h}$ ，公众场所 X- γ 射线剂量率范围在（0.140-0.171） $\mu\text{Sv/h}$ 。

TS-IB 型 ^{60}Co - γ 射线探伤机表面 5cm 处 X- γ 射线剂量率为 404 $\mu\text{Sv/h}$ 、表面 100cm 处 X- γ 射线剂量率为 24.5 $\mu\text{Sv/h}$ 、距储源坑外 30cm 处 X- γ 射线剂量率为 2.08 $\mu\text{Sv/h}$ ；TS-IB 型 ^{60}Co - γ 射线探伤机探伤时工作场所 X- γ 射线剂量率范围在（0.144-0.155） $\mu\text{Sv/h}$ ，公众场所 X- γ 射线剂量率范围在（0.122-0.152） $\mu\text{Sv/h}$ 。

TS-IA 型 ^{192}Ir - γ 射线探伤机表面 5cm 处 X- γ 射线剂量率为 327 $\mu\text{Sv/h}$ 、表面 100cm 处 X- γ 射线剂量率为 7.7 $\mu\text{Sv/h}$ 、距储源坑外 30cm 处 X- γ 射线剂量率为 1.07 $\mu\text{Sv/h}$ ；TS-IA 型 ^{192}Ir - γ 射线探伤机探伤时工作场所 X- γ 射线剂量率范围在（0.146-0.160） $\mu\text{Sv/h}$ ，公众场所 X- γ 射线剂量率范围在（0.138-0.153） $\mu\text{Sv/h}$ 。

根据德阳广大东汽新材料有限公司《6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目环境影响报告表》及批复文件，辐射工作人员实行白班、夜班两班倒工作制度，每班每天工作 8 小时，年工作时间为 250

天。

本项目电子直线加速器年曝光时间最大为 500h；电子直线加速探伤时工作人员每年所受剂量最大为 $0.165 \times 500 \div 2 \div 1000 = 4.13 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，致公众每年所受剂量最大为 $0.171 \times 500 \div 2 \div 4 \div 1000 = 1.07 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。

本项目 X 射线探伤机年曝光时间为 125h；X 射线探伤机探伤时工作人员每年所受剂量最大为 $0.182 \times 125 \div 2 \div 1000 = 1.14 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，致公众每年所受剂量最大为 $0.176 \times 125 \div 2 \div 4 \div 1000 = 2.75 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

本项目 ^{192}Ir - γ 射线探伤机年曝光时间为 250h； ^{192}Ir - γ 射线探伤机探伤时工作人员每年所受剂量最大为 $0.160 \times 250 \div 2 \div 1000 = 0.02 \text{mSv}$ ，致公众每年所受剂量最大为 $0.153 \times 125 \div 2 \div 4 \div 1000 = 2.39 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 。

本项目 ^{60}Co - γ 射线探伤机年曝光时间为 1000h； ^{60}Co - γ 射线探伤机探伤时工作人员每年所受剂量最大为 $0.155 \times 1000 \div 2 \div 1000 = 7.75 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，致公众每年所受剂量最大为 $0.152 \times 1000 \div 2 \div 4 \div 1000 = 1.90 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。

γ 射线探伤机取出待探伤，摆位工件年耗时 1500h，操作人员与 γ 射线探伤机的最近距离约 4m；根据前文记录 γ 射线探伤机表面 100cm 处 X- γ 射线剂量率最大为 $24.5 \mu\text{Sv/h}$ 。因此计算操作人员摆位时所受剂量最大为 $24.5 \times 1000 \div 16 \div 2 \div 1000 = 0.77 \text{mSv}$ 。

每年 γ 射线探伤机搬移时间最多 33.3h，操作人员与 γ 射线探伤机源容器最近距离约 1m。根据前文记录 γ 射线探伤机表面 100cm 处 X- γ 射线剂量率为最大为 $24.5 \mu\text{Sv/h}$ 。因此计算操作人员每年搬迁 γ 射线探伤机所受剂量最大为 $24.5 \times 33 \div 2 \div 1000 = 0.41 \text{mSv}$ 。

综上，本项目辐射工作人员每年所受剂量最大为 1.33mSv；公众每年所受剂量每年所受剂量最大为 3.48×10^{-2} mSv。

综上表明，德阳广大东汽新材料有限公司新增辐射工作场所周围监测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定工作人员 20mSv/a，公众 1mSv/a 的剂量限值，且分别符合工作人员 5 mSv/a，公众 0.1mSv/a 的剂量约束值。且满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“在距离曝光室屏蔽体外表面 30cm 处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求，以及满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）5.2.1.1 中规定的源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率：便携式探伤机离源容器表面 5cm 处周围剂量当量率不高于 0.5mSv/h；离源容器表面 100cm 处周围剂量当量率不高于 0.02mSv/h。移动式探伤机离源容器表面 5cm 处周围剂量当量率不高于 1mSv/h；离源容器表面 100cm 处周围剂量当量率不高于 0.05mSv/h。

三、个人剂量档案管理检查

德阳广大东汽新材料有限公司建立了《辐射工作人员个人剂量管理制度》，为从事辐射作业的操作人员配备了个人剂量片，并委托四川同佳检测有限责任公司监测，建立了个人剂量档案。本项目辐射工作人员个人剂量检测时间从 2024 年 4 月 1 日起开始监测，按辐射工作人员每季度剂量限值不超过 1.25mSv，即年有效剂量约束值 5mSv/a 的管理要求实施。

在以后的辐射安全管理中应加强个人剂量管理，要求每位辐射工作人员正确佩戴个人剂量片，并定期上交送检，对个人剂量监测报告结果异常的要进行调查，并将调查结果上报主管部门，所有监测报告均存档备查。

表 8 验收监测结论

8.1 验收内容

本次验收项目为德阳广大东汽新材料有限公司“6MeV 电子直线加速器及 X、 γ 射线探伤机应用项目”，验收内容为：在公司机加厂房西南角新建 1 座高能射线探伤室，包含 1 间曝光室（含迷道）及辅助用房，在曝光室内使用无损检测用驻波电子直线加速器（X 射线最大能量 6MV）、XXG-3005 型 X 射线探伤机各 1 台（均属于 II 类射线装置）；使用 TS-IB 型 ^{60}Co - γ 射线探伤机、TS-IA 型 ^{192}Ir - γ 射线探伤机各 1 台，所使用的 ^{192}Ir 源、 ^{60}Co 源活度均为 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ （100Ci），属于 II 类放射源。本项目使用探伤设备用于对汽缸类铸件、RT 管口、阀壳类铸件的无损检测。

8.2 结论

通过现场检查，本次验收的项目建设内容、建设地点、工作方式、使用的地点以及使用工艺流程、污染物产生的种类、采取的污染治理措施均与环评及批复中一致。

根据现场监测结果，本次验收项目内容所采取的辐射屏蔽措施切实有效，管理制度健全。在正常运行时对周围环境的影响符合环评文件的要求，对职业人员和公众的照射符合国家相关标准及项目环评中确定的管理限值要求。

8.3 建议

（1）对便携式辐射剂量监测仪等监测设备进行定期校准。

（2）做好辐射工作场所的两区管理，定期开展自我监测和防护设施的维护，定期开展辐射事故应急演练，做好记录。

（3）每年应按时上交年度辐射安全自查评估报告。

（4）建设单位应加强管理，新增辐射工作人员应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，取得辐射安全培训成绩合格单后方可上岗，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再考核。