

目 录

表 1	项目概况.....	1
表 2	放射源.....	7
表 3	非密封放射性物质.....	9
表 4	射线装置.....	11
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	13
表 6	评价依据.....	15
表 7	保护目标与评价标准.....	17
表 8	环境质量现状.....	20
表 9	项目工程分析与源项.....	22
表 10	辐射防护与安全措施.....	26
表 11	环境影响分析.....	30
表 12	辐射安全管理.....	40
表 13	结论及建议.....	48
表 14	审批.....	51

表 1 项目概况

项目名称		长沙戴卡科技有限公司核技术利用扩建项目				
建设单位		长沙戴卡科技有限公司				
法人代表	XXX	联系人	XXX	联系电话	17673178180	
注册地址		长沙市望城经济技术开发区同心路 1 号 2 楼 219 室				
项目建设地点		长沙市望城区长沙戴卡智能制造产业园				
立项审批部门		/		批准文号	/	
核技术利用项目总投资（万元）	XXX	核技术利用项目环保投资（万元）	XX	投资比例(%)	XX	
项目性质	☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m ²)	100	
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类			
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类			
	其他	无				
	1.1 核技术应用的目的是任务： 当今，X 射线无损检测已经广泛应用在工业中。工业 X 射线无损检测主要利用 X 射线机产生的 X 射线对需要进行检测的部件的焊缝进行拍片，得到部件焊缝的拍片资料，通过对片子影像资料的分析，达到判断部件质量符合质量要求的目的。					

续表 1 项目概况

1.2 建设单位概况

长沙戴卡科技有限公司成立于 2016 年 11 月 30 日。公司于 2017 年建成长沙戴卡科技有限公司轻量化车轮项目一期工程，用地 67.18 亩（44789.11m²），投资 159932.31 万元，建设 1#铝轮毂联合厂房、成品仓库及全场性设施，加工工艺包括熔炼、铸造、热处理、机械加工、涂装、产品包装等，年产 300 万只 15-19 英寸铝合金汽车车轮。一期工程购置了 4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统和 2 套 DU300W 型 X 射线检测系统，上述 6 台射线装置已按照要求进行了环境影响评价。

1.3 项目由来

随着社会经济的快速发展，公司现有的业务能力逐渐增强，同时根据公司的产品发展规划，长沙戴卡科技有限公司规划二期工程，建设 2#铝车轮联合厂房、成品仓库及全场性设施，加工工艺包括熔炼、铸造、热处理、机械加工、涂装、产品包装等，年产 300 万只 15-19 英寸铝合金汽车车轮。同时新增 4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统和 2 套 DU300W 型 X 射线检测系统放置于铸造熔炼车间，利用 X 射线无损检测技术帮助产品探伤检测工作。4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统位于铸造熔炼车间的南侧，2 套 DU300W 型 X 射线检测系统分别位于铸造熔炼车间的西侧和东侧。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）以及《中华人民共和国环境影响评价法》，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部第 44 号令），本项目环境影响评价报告文件形式为编制环境影响报告表。因此，长沙戴卡科技有限公司委托重庆宏伟环保工程有限公司对拟开展的核技术利用扩建项目进行环境影响评价。评价单位组织专业技术人员到现场进行调查、踏勘和资料收集，结合项目特点、性质、规模和环境状况，并按照国家对伴有辐射项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了该项目的辐射环境影响报告表。

1.4 项目概况

- （1）项目名称：长沙戴卡科技有限公司核技术利用扩建项目
- （2）建设地点：长沙市望城区长沙戴卡智能制造产业园二期

续表 1 项目概况

(3) 建设性质：扩建

(4) 建设单位：长沙戴卡科技有限公司

(5) 投资：核技术总投资 1030 万元，其中环保投资 110 万元

(6) 建设内容

长沙戴卡科技有限公司规划二期工程，新增 4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统和 2 套 DU300W 型 X 射线检测系统放置于铸造熔炼车间，利用 X 射线无损检测技术帮助产品探伤检测工作。4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统位于铸造熔炼车间的南侧，2 套 DU300W 型 X 射线检测系统分别位于铸造熔炼车间的西侧和东侧。厂区平面布置图见附图四。项目组成表见表 1-1。

表 1-1 项目基本组成情况一览表

序号	类别	项目名称	建设内容	备注
1	主体工程	X 射线检测区域	全自动缺陷识别工作站 1 处，位于铸造熔炼车间南侧，配置 4 台 W.R.E. Thunder 3 型全自动 X 射线检测系统；手动检测工作站 2 处，分别位于铸造熔炼车间的西侧及东侧，分别设置 1 台 DU300W 型 X 射线检测系统，用于产品抽检	--
		设备	4 台 W.R.E. Thunder 3 型全自动 X 射线检测系统，2 台 DU300W 型手动 X 射线检测系统；设备均在屏蔽房内使用	--
2	辅助工程	办公区域	自动检测系统工作人员办公室位于工作站上方对应二楼；手动检测系统放射工作人员操作位均位于检测铅房铅门侧	--
3	公用工程	供配电系统	依托厂房供配电系统，厂房用电来源于市政供电。	依托
		给水系统	依托厂区给水管网供辐射工作人员生活用水	依托
		排水系统	辐射工作人员生活污水依托厂区污水处理装置处理达标后排入市政污水管网	依托
4	环保工程	污水处理装置	依托厂区现有污水处理装置	依托
		废气	机械通风系统	新建

各设备基本情况见表 1-2。

表 1-2 设备基本情况一览表

探伤机型号		W.R.E. Thunder 3 型 全自动 X 射线检测 系统	DU300W 型手动 X 射线检测系统
主要工作参数			
1	X 射线管电压 (kV)	20~160	20~160
2	X 射线管电流 (mA)	0~10mA	0~10mA

续表 1 项目概况

3	X 射线保护柜(高×深×宽 mm)	2000×2000×2900	2000×2065×2950
4	重量 (kg)	4000	4000
5	钨角	11°	11°
6	X 射线屏蔽方式	自带屏蔽铅房	自带屏蔽铅房
7	X 射线防护材质	钢+铅+钢夹层(三明治结构)	钢+铅+钢夹层(三明治结构)

1.5 劳动定员

本项目设 13 名探伤操作人员，为 3 个工作小组，其中 2 个工作小组分别负责 2 台手动 X 射线检测系统，1 个工作小组负责全自动 X 射线检测系统。其他人员为储备工作人员。

本次环评要求参与探伤的放射工作人员在进行探伤工作前取得特种设备射线检测资格证和长沙市辐射工作安全防护培训合格证等相关证件，在进行探伤工作时配备相应的个人剂量报警仪等相关防护用品，定期体检，建立个人健康档案。

1.6 探伤工件情况

W.R.E. Thunder 3 型全自动 X 射线检测系统对所有出厂的铝轮毂进行探伤检测，DU300W 型手动 X 射线检测系统选取产品铝轮毂的 10%进行抽测。

表 1-3 探伤工件基本情况

序号	工件名称	尺寸(直径)	单位	数量	自动检测系统工作量	手动检测系统工作量
1	铝轮毂	15 吋	万件	3	3	0.3
2	铝轮毂	16 吋	万件	90	90	9
3	铝轮毂	17 吋	万件	120	120	12
4	铝轮毂	18 吋	万件	60	60	6
5	铝轮毂	19 吋	万件	27	27	2.7
6	合计		万件	300	300	30

1.7 保护目标及评价因子

1.7.1 环保目标

本项目环境敏感点确定为 X 射线探伤机工作现场周围的工作人员和公众成员。

环境保护目标为：放射工作人员年受照剂量不大于 2mSv，公众成员年剂量不大于 0.1mSv；X 射线探伤机屏蔽体外（30cm 处）周围剂量当量率 $\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

1.7.2 评价因子

续表 1 项目概况

根据本次评价的项目特点及项目实际情况，本项目主要影响为 X 射线、臭氧、氮氧化物。本项目评价因子主要为 X 射线。

1.8 公司现有核技术利用情况

1.8.1 现有射线装置情况

长沙戴卡科技有限公司现有 6 台射线装置，均为 II 类射线装置，分别为 4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统和 2 套 DU300W 型 X 射线检测系统，均位于一期工程的铸造熔炼车间内。上述射线装置已经按照相关规定，于 2017 年进行了环境影响评价，并取得了湖南省环保厅的审批意见，详见附件八（湘环评辐表【2017】90 号），目前公司辐射安全许可证正在办理中。公司上述设备运行至今，情况良好，无辐射安全事故发生。

1.8.2 辐射防护情况

根据长沙戴卡科技有限公司提供的资料和现场踏勘可知，公司以上射线装置采取了切实有效的辐射防护措施，机房等辐射防护效能良好，未发现突出的环境问题。

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	贮存方式与地点	备注
以下无								

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 (n/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
以下无										

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（台）	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射线检测系统	Ⅱ类	4	W.R.E. Thunder 3 型	160	10	产品内部结构无损检测	铸造熔炼车间	新增
2	X 射线检测系统	Ⅱ类	2	DU300W 型	160	10	产品内部结构无损检测	铸造熔炼车间	新增
合计			6	/					

(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	氟靶情况			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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废物要注明，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	6.1 相关法律法规、部门规章及规范性文件 (1) 《中华人民共和国环境保护法》2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日执行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2016 年 7 月 2 日修订，2016 年 9 月 1 日执行； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月； (4) 《建设项目环境保护管理条例》国务院第 682 号令，（2017 年 7 月 16 日修订），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》（2014 年 7 月 29 日修订），国务院第 449 号令，2005 年 9 月 14 日； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》环保部令第 44 号，（2016 年 12 月修订），2017 年 9 月 1 日； (7) 《产业结构调整指导目录》（2011 年本）（2013 修正）； (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； (9) <u>《关于发布射线装置分类办法的公告》环境保护部公告，2017 年第 66 号；</u> (10) 《湖南省建设项目环境保护管理办法》，湖南省人民政府令第 215 号，2007 年； (11) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008 年修订）》，国家环境保护部令第 3 号，2008 年 11 月 21 日； (12) 《核应急管理导则--放射源和辐射技术应用应急准备与响应》国防委、卫生部，2003 年 2 月 21 日。
------	--

续表 6 评价依据

技 术 标 准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002)； (2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117—2015)； (3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250—2014)； (4) 《放射工作人员健康标准》(GBZ98-2002) (5) 《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)； (6) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1—2016)； (7) 《工作场所有害因素职业接触限值 第一步部分 化学因素》(GBZ2.1—2007)。
其 他	(1) 本项目电离辐射检测报告(鹏辐检【2017】243 号)(附件三)； (2) 辐射环境影响评价委托函； (3) 《辐射防护》(第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月)； (4) 建设单位提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目辐射源为能量流污染及其能量流的传播与距离相关的特性，结合《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1—2016）的相关规定，并结合项目辐射装置射线传播与距离相关的特性，确定以各机房为边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

本项目位于湖南省长沙市望城区长沙戴卡智能制造产业园长沙戴卡科技有限公司二期工程铸造熔炼车间内。4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统位于铸造熔炼车间的南侧，2 套 DU300W 型 X 射线检测系统分别位于铸造熔炼车间的西侧和东侧。4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统西侧为熔炼设备，南侧为车间过道，东侧为机加工车间的铝屑间，北侧为机加工设备。1 套 DU300W 型 X 射线检测系统位于铸造熔炼车间西侧，设备西侧为车间过道，南侧为车间过道和 4 套 W.R.E. Thunder3 型 X 射线检测系统位，北侧为压铸机设备区，东侧为熔炼设备。1 套 DU300W 型 X 射线系统位于铸造熔炼车间东侧，设备西侧为熔炼设备，北侧为压铸机设备区，南侧为车间过道，东侧为半成品存储区。周边 50m 范围内均为厂区范围，没有居民点，因此，本项目环境保护目标为探伤机操作人员、车间工作人员。项目所在车间平面布局图见附图 3，项目环境保护目标详见下表：

表 6-1 X 射线检测室周围敏感点情况表

序号	敏感点名称	方向	位置关系	敏感特征	影响因素
1	其他工作区	东、南、西、北	紧邻	约 50 人，公众	X 射线
2	操作间	楼上	紧邻	约 13 人，放射工作人员	

7.3 评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

a、辐射工作人员

应对工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述控制值。由审管部

续表 7 保护目标与评价标准

门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv。根据探伤装置实际使用情况与建设单位协商，本环评取其 1/10 即 2mSv/a 作为剂量管理目标值。

b、公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年平均剂量估计值不应超过下述控制值 1mSv。

本环评取其 1/10 即 0.1mSv/a 作为剂量管理目标值。

（2）《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117—2015）

该标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

第 3 条 工业 X 射线探伤装置放射防护的性能要求

第 3.1.1.5 条 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

X 射线装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合如表 7-2 要求。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率控制值

管电压, kV	漏射线空气比释动能率, mGy/h
150~200	<2.5
>200	<5

第 4 条 工业 X 射线探伤室探伤的放射防护要求

第 4.1 条 防护安全要求

第 4.1.1 条 探伤室的设置应充分考虑周围的放射安全，操作室应与探伤室分开并避开有用线束照射的方向。

第 4.1.2 条 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。

第 4.1.3 条 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 μ Sv/h。

续表 7 保护目标与评价标准

第 4.1.4 条 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邻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 30 cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。

第 4.1.5 条 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-机联锁装置的急停开关设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

第 4.1.11 条 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。

根据计算，本环评按照下嵌式屏蔽房外周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h 评价探伤室的防护性能。

（3）标准汇总

根据以上所列标准，综合考虑本项目各方面要素以及实际的可操作性，本环评采用以下各项标准和剂量控制值，见表 7-3。

表 7-3 本环评采用的各项标准和指标

序号	项目	控制值	采用的标准
1	年剂量管理目标值	工作人员： $\leq 2\text{mSv}$ 公众成员： $\leq 0.1\text{mSv}$	GB18871—2002
2	X 射线探伤机要求	管电压 150~200kV：X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率： $< 2.5\text{mGy/h}$	GBZ117—2015
3	X 射线屏蔽房	探伤室外 30cm 处周围剂量当量率： $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；顶棚无人到达，不得大于 100 $\mu\text{Sv/h}$	GBZ117—2015 GBZ/T250—2014

表 8 环境质量现状

8.1 辐射环境质量现状调查

1、项目环境辐射检测

受长沙戴卡科技有限公司的委托，长沙市鹏悦环保工程有限公司于 2017 年 12 月 11 日对长沙戴卡科技有限公司核技术利用扩建项目拟建场地的辐射工作环境进行了检测。

2、检测方案及质量保证

(1) 检测目的

该环境辐射现状检测的目的主要是为了了解项目地点辐射水平，为辐射工作场所建成运行后对环境的影响提供依据。

(2) 检测依据

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002；

(3) 检测布点及质量保证

本项目检测布设 5 个检测点位，检测布点情况见下图。

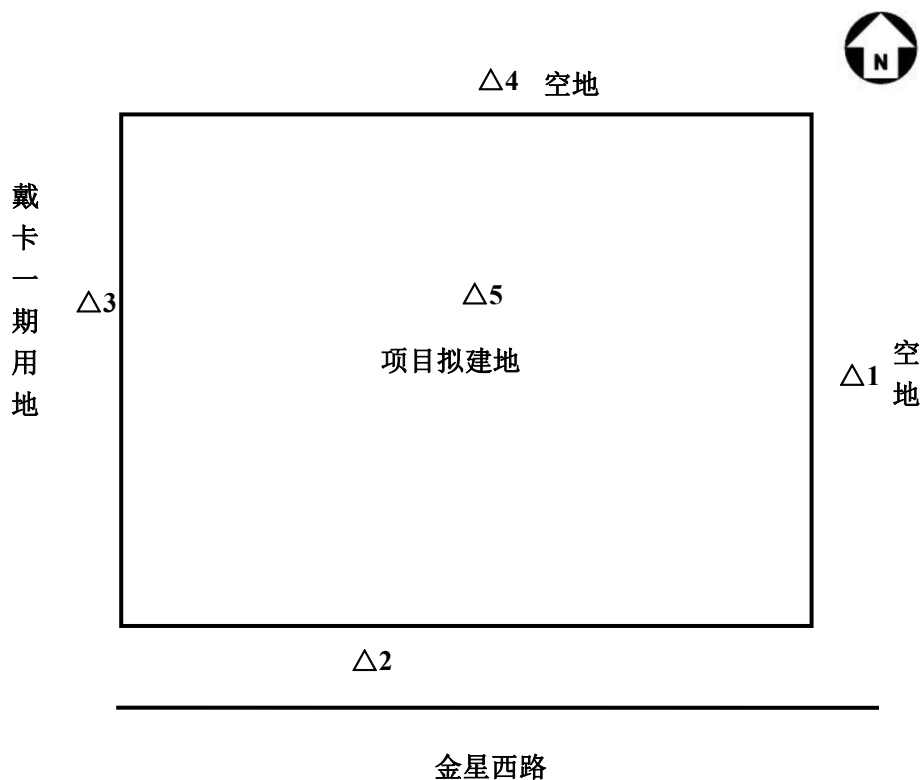


图8-1 检测布点示意图

续表 8 环境质量现状

该项目测量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。检测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和检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。本次检测所使用的仪器情况见表 8-1。

表 8-1 检测仪器及检定情况一览表

仪器名称	仪器型号	出厂编号	计量检定证书	有效日期
X、 γ 剂量率仪	RM-2030	6605	hnjln2017004-06	2018.02.12

3、检测结果及评价

检测数据详见下表及检测报告（附件三）。

表 8-2 项目拟建地检测结果一览表

检测 点位	检测点位描述	地表 γ 辐射剂量率 (nGy/h)					
		测量值					计算值
		1	2	3	4	5	
$\Delta 1$	项目拟建地东侧空地	110	112	109	111	114	111 $\pm$ 2
$\Delta 2$	项目拟建地南侧	105	107	105	109	110	107 $\pm$ 2
$\Delta 3$	项目拟建地西侧	111	113	109	110	111	110 $\pm$ 1
$\Delta 4$	项目拟建地空地	106	105	105	107	109	106 $\pm$ 2
$\Delta 5$	项目拟建地地区	110	115	114	110	113	112 $\pm$ 2

项目拟建址的地表 γ 辐射剂量率在106~112nGy/h之间，与湖南省长沙市天然贯穿辐射剂量率一室外62.8 $\pm$ 146.0nGy/h相比，项目所在地辐射环境质量现状在正常浮动范围内，未见有较大的异常。因此可知：本次检测区域内天然贯穿辐射水平处于长沙市天然贯穿辐射水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 射线装置营运期污染工序及污染物产生情况

本项目主要污染为探伤工作中产生的电离辐射、废水、固废和废气影响。

(1) 探伤工作原理

①射线产生原理

X 射线探伤机属于 X 射线机，主要由 X 射线管和高压电源组成（见图 9-1）。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。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、钼、钽等）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，X 射线管两极间的高压使电子束向阳极靶射击。高速电子轰击靶体产生 X 射线。

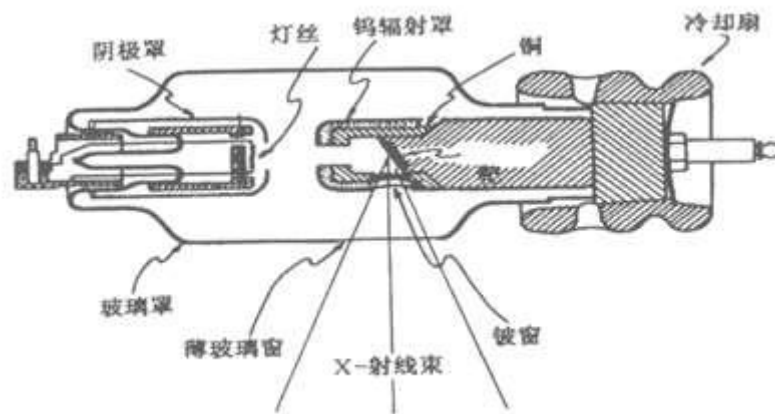


图 9-1 X 射线管的原理示意图



图 9-2 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统设备图

续表 9 项目工程分析与源项

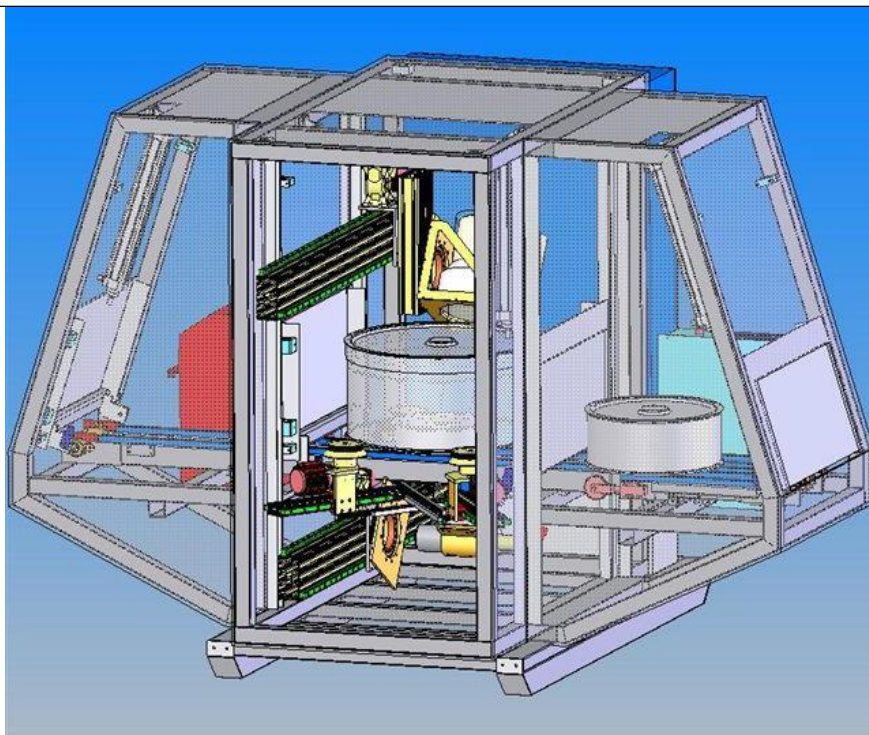


图 9-3 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统剖面图

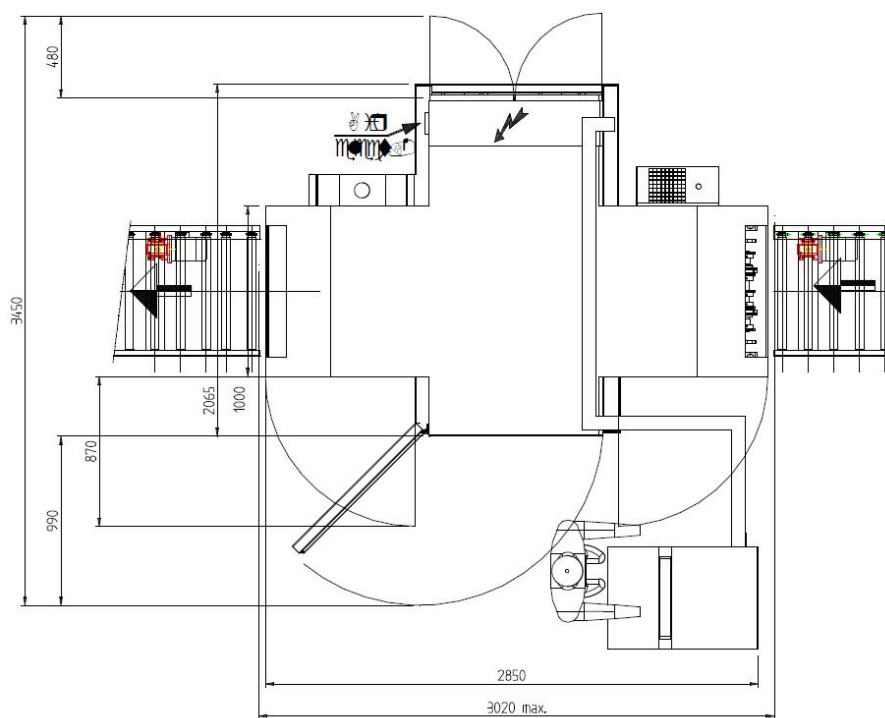


图 9-4 DU300W 型 X 射线检测系统设备图

②X 射线探伤机工作原理

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

续表 9 项目工程分析与源项

管产生的 X 射线对受检工件所贴的 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 射线探伤机就据此实现探伤目的。

(2) 探伤工作流程简述

本项目采用射线成像技术，辐射工作人员在控制台操作 X 射线探伤机，其中全自动 X 射线检测系统的工作流程如下：

- 1) 设备开始运行检测时能够指出所有系统设备存在的任何故障。
- 2) 首先被检轮毂到达输入传送带，然后内部输送带开始激活，使轮毂送入屏蔽室内。
- 3) 当轮毂被送到屏蔽室内的夹持器上时（夹持器在张开情况下），夹持器按程序将第一个轮毂固定及随即转动。
- 4) X 射线系统按预设程序围绕着轮毂移动及进行检测。
- 5) 之后，将轮毂自动放回输送带上，这时，输送带随即激活及将轮毂送离屏蔽室，同时将第二个轮毂送入屏蔽室，继续循环上面描述。
- 6) 在循环工作期间，操作员可以控制拒绝检测某个轮毂，在这种情形下，设备会跳过所有剩余位置。它也可能移动先前位置或下一位置，也可以通过操纵杆以手控方式移动机械部份。

手动 X 射线检测系统的工作流程如下：

- 1) 打开声光报警装置，通知周围人员远离设备；
- 2) 将防护门打开，输送带上的待检工件送入探伤机内部，关闭防护门；
- 3) 探伤人员根据待检工件性质，调整合适的曝光参数，确认无误后开机曝光；
- 4) 根据需要控制机架运动，不断调整 X 射线管位置，实现对工件的全面检测；
- 5) 曝光完毕后，关闭电源，打开防护门，将待检工件送出；
- 6) 需多次探伤，则重复上述过程，探伤结束，关闭防护门和警示装置；
- 7) 保存检测图像，分析并给出检测结果。

(3) 主要放射性污染物和污染途径

续表 9 项目工程分析与源项

本项目辐射工作人员定员已经考虑在公司的整个劳动定员中，因此，辐射工作人员产生的生活污水、生活垃圾等均依托整个公司处理，本次评价均不再单独考虑。

根据 X 射线探伤的工作原理，本项目的主要污染物分析如下：

①由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。X 射线具有较强的穿透性，X 射线探伤机在对工件进行照射的工况下，X 射线通过主射、漏射、散射对作业场所及周围环境产生辐射影响。

②本项目 X 射线探伤的 X 射线探伤机最大能量为 160kV，远小于 8MV，不考虑感生放射性对环境的影响。

③X 射线与空气接触，使空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

根据以上分析可知，本项目产生的污染因子情况见表 9-1 所示。

表 9-1 项目污染因子一览表

污染物	污染因子	备注
辐射	X 射线	X 射线探伤机开机状态，内置滤波 0.8mmBe
废气	O ₃ 、NO _x	屏蔽房设置有机通风装置，保证室内的空气流通

表 10 辐射防护与安全措施

10.1 项目安全设施

根据现场实际情况，本项目射线装置机房辐射保护及安全措施情况如下：

10.1.1 辐射工作场所分区管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定，将辐射场所分为控制区和监督区，以便辐射安全管理和职业照射控制，该放射性工作场所分区如下：

（1）控制区：以 X 光机主体设备所在屏蔽房的墙体和防护门为界，房内为控制区。在设备的调试和日常探伤检测过程中，当处于开机状态时，区内无关人员不得滞留。以辐射安全联锁和警示装置控制及严格的管理制度保障此区的辐射安全。

（2）监督区：包括屏蔽房的各辅助用房（包括辐射工作人员工作站，控制区）及其周围临近区域，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。

10.1.2 屏蔽机房辐射防护与安全措施

（1）屏蔽房的设计符合辐射防护的有关要求，穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。机房防护情况见下表：

表 10-1 屏蔽房屏蔽情况一览表

设备		防护层材料	防护层铅当量（mm）
W.R.E. Thunder 3 （自带铅房）	主射面	钢-铅-钢夹层（三明治）结构	4.2
	底面	钢-铅-钢夹层（三明治）结构	4.0
	顶面	钢-铅-钢夹层（三明治）结构	4.0
	其他面	钢-铅-钢夹层（三明治）结构	4.0
DU300W （自带铅房）	主射面	钢-铅-钢夹层（三明治）结构	7.0
	底面	钢-铅-钢夹层（三明治）结构	5.0
	顶面	钢-铅-钢夹层（三明治）结构	5.0
	其他面	钢-铅-钢夹层（三明治）结构	5.0

备注：数据来源于苏州工业园区道青科技有限公司对该设备的射线防护测试报告。

（2）屏蔽房屏蔽厚度符合辐射防护的有关要求；穿越防护墙的导线、导管采用“Z”型进入探伤室内，不影响墙体屏蔽防护效果。机房水电管线采用“U”形向下穿越屏蔽墙体。预埋管竖直方向和水平方向均与地面形成 45° 角度斜穿

续表 10 辐射防护与安全措施

屏蔽墙，并在预埋管道的入口或出口应有一定厚度的屏蔽盖板。

(3) 安全联锁装置，紧急开门按钮，紧急停机按钮，急停按钮设置高度为屏蔽房内墙 1.2m 高，并在按钮处设置醒目标志。

防护门与 X 光机、警示灯进行安全联锁。将防护门的限位器与供电系统交流接触器联锁，只有当防护门关闭后限位器都闭和了，交流接触器通电，控制室内插座才能电通。当防护门开启时，无法接通电源。防护门未关或没有关好，安全警示灯则不亮，探伤机电源亦不会接通，探伤机不能启动。防护门关好后，探伤室内警示铃启动后，探伤机电源才会接通，探伤机才能启动。

(4) 屏蔽房外醒目处设置工作指示灯和电离辐射警告标志，防护门外上方的警示灯在电源接通后，发出旋转红光，提示正在照射，警示其他人员不得靠近。

(5) 本项目运行后拟新增 13 名放射工作人员，新增辐射工作人员需培训合格才能上岗，并佩戴个人剂量计及报警仪。

(6) 在屏蔽房内设置摄像头及对讲系统预留安装位，建设单位应安装摄像头及相关监测设备，保证能很清楚的看到室内的情况。

(7) 控制室内安装扬声器，保证操作人员在操作过程中能及时与周边临近相关人员进行沟通。

(8) 设备设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束，钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(9) 手动 X 射线检测设备开启设置双手同时操作可开启方式，同时铅房内设置有安全光栅，安全光栅通过发射红外线，产生保护光幕，当光幕被遮挡时，装置发出遮光信号，控制具有潜在危险的机械设备停止工作，避免发生安全事故。

(10) 检测工作站周围及手动 X 射线检测系统周围均设置醒目的电离辐射警示标志，防止无关人员靠近。

10.1.3 安全操作及管理措施

(1) 公司配置固定式剂量报警仪和便携式剂量报警仪，进行环境辐射常规监测及个人防护。

续表 10 辐射防护与安全措施

(2) 公司配置有相应的管理人员及操作技术人员, 上述工作人员经过考核合格后方可上岗。

(3) 操作人员应遵守各项操作规程, 认真检查安全联锁, 禁止任意去除安全联锁, 严禁在去除可能导致人员伤亡的安全联锁的情况下开机。

(4) 根据检测工件的厚度, 合理选择探伤机曝光参数。

(5) 在曝光完成后, 利用剂量报警仪对曝光室进行检测, 再次确定探伤机是否处于非照射状态, 同时加强对剂量报警仪的维护。

(6) 探伤设备固定在屏蔽房内, 专人管理钥匙。

(7) 制定规章制度、操作规程、应急处理措施, 并张贴上墙。

(8) 日常检查: 每次工作开始前应进行检查的项目包括: 探伤机外观是否存在可见的损坏; 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损; 安全联锁是否正常工作; 报警设备和警示灯是否正常运行; 螺栓等连接件是否连接良好。

(9) 定期检查: 定期检查的项目应包括: 电气安全, 包括接地和电缆绝缘检查; 所有的联锁和紧急停机开关的检查; 机房内安装的固定辐射检测仪的检查; 制造商推荐的其他常规检测项目。

(10) 设备维护: 长沙戴卡科技有限公司应对探伤机的设备维护负责, 每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测。当设备有故障或损坏, 需更换零部件时, 应保证所更换的零部件都来自设备制造商。应做好设备维护记录。

(11) 其他防护安全要求

交接班或当班使用剂量仪前, 应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作, 则不应开始探伤工作。探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置, 把潜在的辐射降到最低。在每一次照射前, 操作人员都应该确认探伤设备内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下, 才能开始探伤工作。

10.1.4 防护用品

公司需增加防护用品: 个人剂量报警仪 13 台, 固定式智能 X- γ 探测器 4 台, 在线 X- γ 辐射安全报警仪 4 台, 便携式 X- γ 射线剂量率测量仪 1 台, 防护服防

续表 10 辐射防护与安全措施

护帽防护眼镜各 5 套（铅当量不少于 0.5mmPb，仅用于当辐射事故发生时紧急调用）等防护用品。

10.2 三废治理

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生，工作过程中空气电离产生的少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）通过通风系统排出车间，少量的臭氧和氮氧化物的排放对环境的影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响分析

本项目随主体工程同时施工，本工程涉及的探伤设备均为整体带屏蔽房的设备，直接安装就位即可，故不存在施工期环境影响。

11.2 运行期辐射环境影响评价

为了有效的分析本项目的 6 台设备运行时的辐射防护情况及对周边的辐射影响情况，本评价对一期工程相同的设备运行时的关注点均进行了检测，一期工程设备情况与本项目设备情况类比如下：

表 11-1 类比项目概况

项目	类比项目		本项目	
项目名称	长沙戴卡科技有限公司核技术利用项目		长沙戴卡科技有限公司核技术利用扩建项目	
地址	长沙市望城区长沙戴卡智能制造产业园一期		长沙市望城区长沙戴卡智能制造产业园二期	
设备名称	W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统	DU300W 型 X 射线检测系统	W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统	DU300W 型 X 射线检测系统
防护情况	主射面为 4.2mmPb，其他面均为 4.0mmPb	主射面为 7.0mmPb，其他面均为 5.0mmPb	主射面为 4.2mmPb，其他面均为 4.0mmPb	主射面为 7.0mmPb，其他面均为 5.0mmPb

由上表可知，本项目与一期工程使用的设备完全一致，类比具有可行性。一期设备的检测情况如下：

(1) 检测工况

检测时要求建设单位将设备工况调至正常使用时的最大管电压和管电流，设备工况参数如下表：

表 11-2 检测运行工况

序号	名称	类别	型号	管电压 (kV)	管电流(mA)
1	X 射线探伤机	II 类	W.R.E.Thunder 3 型	130	5.2
2	X 射线探伤机	II 类	DU300W 型	120	6.0

(2) 监测方案

续表 11 环境影响分析

表 11-3 监测方案表

序号	监测位置	监测目的	监测因子	监测具体点位
1	W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统	掌握该设备的辐射防护情况	辐射剂量率	设备北侧 30cm 处、输送带入口四周 30cm 处、输送带出口四周 30cm 处、观察窗四周 30cm 处、设备顶部 30cm 处（主射面方向）、系统中控台
2	4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统检测区	掌握该 4 套设备的综合辐射防护情况		检测区东侧、西侧、南侧、北侧
3	DU300W 型 X 射线检测系统（西侧）	掌握该设备的辐射防护情况		设备四壁 30cm 处、观察窗四周 30cm 处
4	DU300W 型 X 射线检测系统（东侧）			设备四壁 30cm 处、观察窗四周 30cm 处

(3) 监测结果

1) 1 台 W.R.E.Thunder 3 型 X 射线检测系统监测结果:

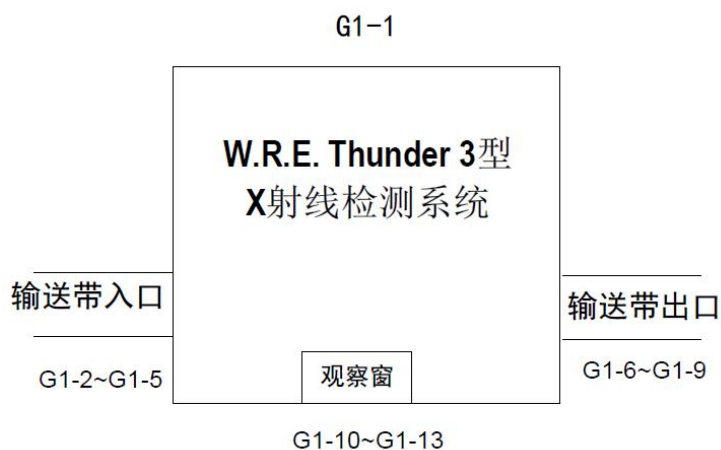


图 11-1 1 台 W.R.E.Thunder 3 型 X 射线检测系统监测布点示意图

表 11-4 W.R.E.Thunder 3 型 X 射线检测系统监测结果

序号	监测位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
G1-1	设备北侧 30cm 处	0.12
G1-2	输入带入口左上角 30cm 处	0.11
G1-3	输入带入口右上角 30cm 处	0.11
G1-4	输入带入口左下角 30cm 处	0.13

续表 11 环境影响分析

G1-5	输入带入口右下角 30cm 处	0.11
G1-6	输入带出口左上角 30cm 处	0.11
G1-7	输入带出口右上角 30cm 处	0.11
G1-8	输入带出口左下角 30cm 处	0.13
G1-9	输入带出口右下角 30cm 处	0.13
G1-10	观察窗左上角 30cm 处	0.12
G1-11	观察窗右上角 30cm 处	0.11
G1-12	观察窗左下角 30cm 处	0.11
G1-13	观察窗右下角 30cm 处	0.11
G1-14	设备顶部 30cm 处	0.15
G1-15	系统中控台（操作工人所在处）	0.10

2) 4 台 W.R.E.Thunder 3 型 X 射线检测系统同时使用时，监测区域四周的监测结果：



图 11-2 4 台 W.R.E.Thunder 3 型 X 射线检测系统监测布点示意图

表 11-5 4 台 W.R.E.Thunder 3 型 X 射线检测系统监测结果

序号	监测位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
G2-1	检测区西侧	0.15
G2-2	检测区南侧	0.15
G2-3	检测区东侧	0.15
G2-4	检测区北侧	0.14

3) DU300W 型 X 射线检测系统（车间西侧）监测结果：

续表 11 环境影响分析

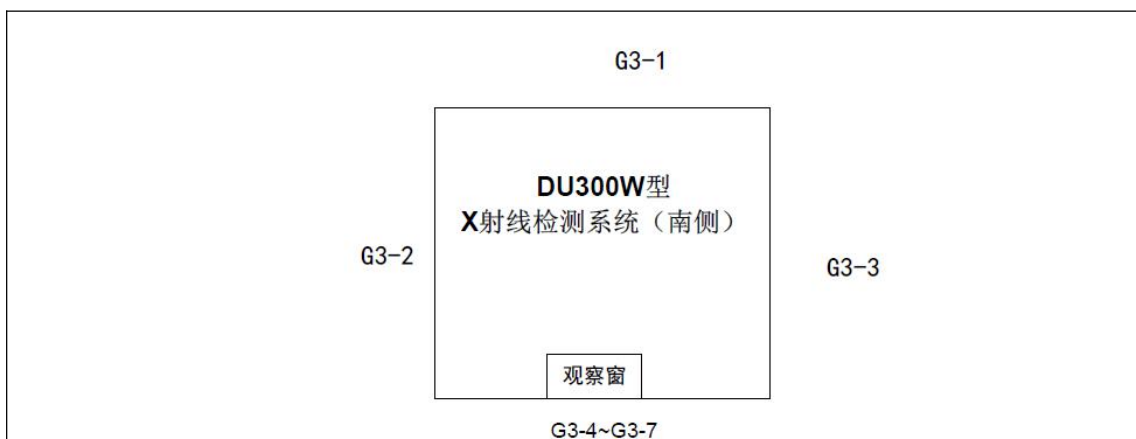


图 11-3 DU300W 型 X 射线检测系统（车间西侧）监测布点示意图

表 11-6 DU300W 型 X 射线检测系统（车间西侧）监测结果

序号	监测位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
G3-1	设备北侧 30cm 处	0.12
G3-2	设备西侧 30cm 处	0.13
G3-3	设备东侧 30cm 处（主射面方向）	0.13
G3-4	观察窗左上角 30cm 处	0.14
G3-5	观察窗右上角 30cm 处	0.13
G3-6	观察窗左下角 30cm 处	0.13
G3-7	观察窗右下角 30cm 处	0.13

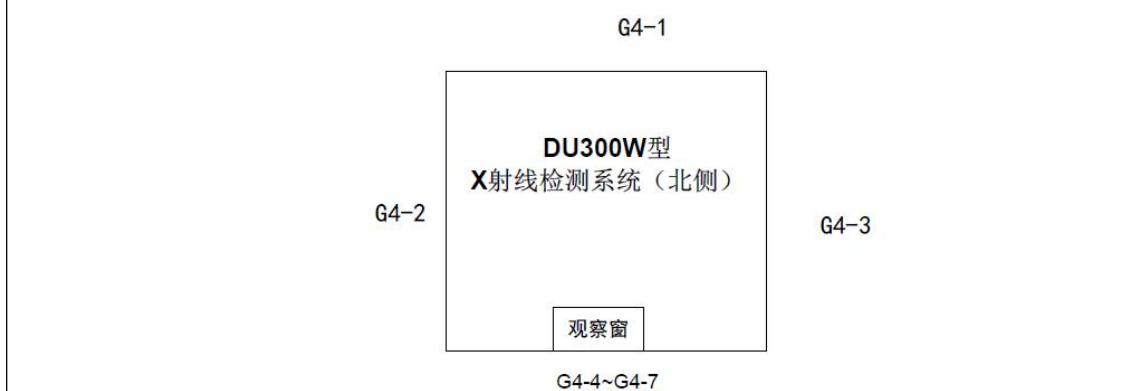


图 11-4 DU300W 型 X 射线检测系统（车间东侧）监测布点示意图

表 11-7 DU300W 型 X 射线检测系统（车间东侧）监测结果

序号	监测位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
G3-1	设备北侧 30cm 处	0.12

续表 11 环境影响分析

G3-2	设备西侧 30cm 处	0.13
G3-3	设备东侧 30cm 处（主射面方向）	0.13
G3-4	观察窗左上角 30cm 处	0.13
G3-5	观察窗右上角 30cm 处	0.12
G3-6	观察窗左下角 30cm 处	0.13
G3-7	观察窗右下角 30cm 处	0.13

（4）结果分析

根据检测结果可知，类比项目探伤机正常运行情况下，设备外各关注点处的剂量率在 $(0.11-0.15) \mu\text{Sv/h}$ 之间，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中规定的“探伤室墙和入口门外周围关注点处的最高剂量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求，因此，本项目的 6 台设备的辐射屏蔽设施能够满足要求。

11.3 年有效剂量估算

（1）设备工作时间：各台设备工作时间见下表：

表 11-8 设备工作时间一览表

设备型号	每天出束小时数	每年工作天数
W.R.E.Thunder 3 型	15	300
DU300W 型	15	300

（2）操作人员工作制度

A) W.R.E. Thunder 3 检测系统设有中控台，中控台位于检测设备上方，操作工人采用三班倒制度，平时有 1 个人负责设备的操作，则平均每人受到的照射时间为 $300\text{d/a} \times 15\text{h}/3 = 1500\text{h}$ 。

B) DU300W 检测系统设有控制台，控制台位于检测设备旁方，操作工人同样采用三班倒制度，平时有 1 个人负责设备的操作，则平均每人受到的照射时间为 $300\text{d/a} \times 15\text{h}/3 = 1500\text{h}$ 。

（3）操作人员和车间其他人员年有效剂量估算

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中的计算，X- γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

续表 11 环境影响分析

$$H_{Er} = H^*(10) \times T \times t \times 0.7 \times 10^{-3} (mSv)$$

其中: H_{Er} —X 或 γ 射线外照射人均年有效当量剂量, mSv

$H^*(10)$: X 或 γ 射线周围剂量当量率, $\mu Sv/h$;

T: 居留因子;

t: X 或 γ 射线照射时间, h。

11-9 人员剂量值估算

人员类别	场所	D_r ($\mu Sv/h$)	T(h)	T	H_{Er} (mSv/a)	评价标准 (mSv/a)
W.R.E. Thunder 3 型 设备操作人员	W.R.E. Thunder 3 型设备操作中控制台 (设备上方 1m 处)	0.10	1500	1	0.105	2
DU3000W 型 设备操作人员	铅房旁控制台	0.14	1500	1	0.147	2
车间其他工作 人员	车间内	0.15	1500	1/16	0.01	0.1

根据上表可知, 设备操作人员在操作区所受辐射剂量最多不超过 0.105mSv/a, 低于本评价设定的职业人员受照剂量约束值 2mSv/a, 车间其他工作人员附加受照剂量约为最大值为 0.01mSv/a, 远低于本次评价设定的公众受照剂量约束值 0.1mSv/a.

11.4 对敏感点的影响分析

根据上述分析, 机房屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率低于 2.5 $\mu Sv/h$, 满足评价标准要求; 根据核算, 射线装置运行后对周围公众成员的年附加有效剂量低于 0.1mSv/a, 满足评价标准要求; 废气的浓度远远低于国家标准要求, 对外环境影响很小对机房外环境影响很小, 因此对厂区内其他区域的影响也很小。

机房外, 本项目 50m 范围内均在厂区范围内, 射线装置运行时对厂区外产生的辐射影响很小, 对更远的敏感点产生的影响将更小, 环境敏感点可接受。

11.5 选址合理性及平面布局合理性分析

11.5.1 选址合理性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 关于“源

续表 11 环境影响分析

的选址与定位”规定，国家只对“具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的源”应考虑场址特征的规定，对其它源的选址未作明文规定。本项目在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放。因此，国家有关标准和文件对拟建项目的择址未加明确限制。

① 根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于建设。

② 建设单位根据环评要求进行建设，项目运行后对周围环境的辐射影响满足评价标准的要求，环境可以接受。

③ 本项目位于湖南省长沙市望城区长沙戴卡智能制造产业园长沙戴卡科技有限公司二期工程铸造熔炼车间内。4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统位于铸造熔炼车间的南侧，2 套 DU300W 型 X 射线检测系统分别位于铸造熔炼车间的西侧和东侧。4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统西侧为熔炼设备，南侧为车间过道，东侧为机加工车间的铝屑间，北侧为机加工设备。1 套 DU300W 型 X 射线检测系统位于铸造熔炼车间西侧，设备西侧为车间过道，南侧为车间过道和 4 套 W.R.E. Thunder3 型 X 射线检测系统位，北侧为压铸机设备区，东侧为熔炼设备。1 套 DU300W 型 X 射线系统位于铸造熔炼车间东侧，设备西侧为熔炼设备，北侧为压铸机设备区，南侧为车间过道，东侧为半成品存储区。周边 50m 范围内均为厂区范围，没有居民点；本项目远离办公楼及辅助用房等环境敏感点，有利于辐射防护。项目营运期产生的电离辐射及废气均得到有效治理，达标排放对环境的影响小。

综上所述，本评价从环保角度来看，该项目的选址是合理可行的

11.5.2 布局合理性分析

本项目探伤位于铸造熔炼车间内，远离厂区办公楼，从布局上减少了电离辐射对其他工作人员的影响。因此，本公司 X 射线探伤项目平面布局合理。

11.6 实践正当性分析

长沙戴卡科技有限公司是一家生产铝合金汽车车轮的企业。公司开展铸件无损探伤是用于对工件的焊接质量检验，确保产品使用安全。该项目的建设为企业、社会带来利益远大于辐射危害的代价，有利于发展社会经济，符合国家产业政策及辐射防护“实践的正当性”原则。因此，本环评认为该项目使用 X 射线探伤机开

续表 11 环境影响分析

展无损检测业务是正当可行的。

11.7 产业政策分析

该公司配置的 X 射线探伤机主要用于对公司生产风缸等进行无损检测，保障产品质量，属于《产业结构调整指导目录》（2011 年本）（2013 年修正）“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

续表 11 环境影响分析

11.8 事故影响分析

11.8.1 辐射潜在事故风险及预防处理措施

本项目配置 X 射线探伤机 2 台，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，断电状态下较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故（事件）如下：

（1）丧失屏蔽

原因分析：X 射线探伤机机头是用重金属屏蔽包围住的，因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将探伤机的屏蔽块、机架上的屏蔽物等移走，或随意加大照射野，使设备丧失自身屏蔽作用，导致相邻的屏蔽墙外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。

安全措施：检修、调试应由专业技术人员进行，绝不允许随便拆走探伤机及机架上的屏蔽材料，不允许加大照射面积。完好的剂量探测器和剂量报警仪，连锁装置等，可提供纵深防御。X 射线探伤室的防护屏蔽结构，包括混凝土屏蔽墙和铅防护门。

不得擅自改变、削弱、或破坏防护屏蔽结构，如开孔洞、挖沟、取土等。

（2）连锁装置失效

原因分析：由于连锁装置失效，防护门未关闭或探伤机工作时门被开启，射线仍然能发射，造成射线外泄，可能对工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

安全措施：定期检查各探伤室的灯光警示装置及门机连锁装置的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对项目布置的急停开关进行显著的标示，出现问题时，应就近按下急停开关。对于本项目涉及的安全控制措施各机构及电控系统，制定有定期检查和维护的制度。确保安全装置随时处于正常工作状态。放射工作场地因某种原因损坏，该公司应立即停止使用，修复后再投入使用。

（3）出现较预定值更高的束流强度

原因分析：探伤机电器元件故障，电源不稳，控制器失误等原因使束电流加大，导致高强度束流射向屏蔽不足的区域。

安全措施：探伤机故障报警系统可及时发现故障；交流净化电源为设备提供稳压电源，过压、欠压、过流报警，消除电流冲击等功能；辐射监测器和报警系

续表 11 环境影响分析

统可用作针对这类事件进行人员防护和纵深防御措施。

(4) 人误

原因分析：不了解探伤机的基本结构和性能，缺乏操作经验和缺乏防护知识，安全观念淡薄、无责任心；违反操作规程和有关规定，操作失误；管理不善、领导失察等，是人为的因素造成的辐射事故的最大原因。

安全措施：放射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实监测频率，每年一次。保证按照要求进行探伤工作。

(5) 屏蔽房内人员误照射

原因分析：由于人员安全文化素养不够，或者因为出于报复心理，在使用手动 X 射线检测系统时，人员未完全退出屏蔽铅房内及开机照射。

安全措施：公司管理层在进行放射工作人员甄选的时候，应进行岗前健康检查、岗前工作经历询问，安全文化素养评估等工作，确保工作人员的操作水平及文化素养；同时，手动 X 射线检测系统铅房内设置有安全光栅，安全光栅通过发射红外线，产生保护光幕，当光幕被遮挡时，装置发出遮光信号，控制具有潜在危险的机械设备停止工作，避免发生安全事故。

11.8.2 危害后果分析

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚，但是大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

为认真贯彻执行《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求及国家的有关规定，加强厂区内管理，公司成立了放射防护领导小组，包括了 1 名组长，2 名副组长，2 名成员（详见附件四）。

表 12-1 放射防护领导小组成员情况

序号	姓名	性别	领导小组职位	职务或职称	专职/兼职
1	戴祖军	男	组长	法人代表	兼职
2	李小君	男	副组长	质检科负责人	兼职
3	罗湘	男	组员	职员	专职
4	张迪华	男	组员	职员	专职

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008 修订）》，环境保护部令第 3 号第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。从长沙戴卡科技有限公司目前配置的辐射领导小组人员信息看，小组成员有一定的管理能力，本项目开展后，目前长沙戴卡科技有限公司的管理人员能满足配置要求。

12.1.1 职业人员的辐射安全与防护培训和再培训计划

（1）职业人员的辐射安全与防护培训和再培训计划要求

根据环境保护部令第 3 号第十五条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。环境保护部令第 18 号第二十二规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。辐射安全再培训包括新颁布的相关法律、法规和辐射安全与防护专业标准、技术规范，以及辐射事故案例分析与经验反馈等内容。

（2）辐射工作人员的配置及培训情况

为满足我单位放射工作和安全的需要，我公司根据要求规划为本次核技术利用扩建项目配置 13 名辐射工作人员，目前人员未定。

该公司配备了足够的专职人员负责辐射安全管理工作，在探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场；本环评要求长沙戴卡科技有限公司配备的辐射工作人员及管理人员必须在项目运营前参加辐射安全培训及体检，并考核合格，否则不得上岗。

续表 12 安全管理

此外，公司还应做到：

1) 所有防护与安全有关人员均经适当培训并具有相应的资格，使之能理解自己的责任，并能以正确的判断和按照所规定的程序履行职责；在辐射工作人员取得辐射安全培训合格证书后，辐射工作人员均将每四年接受一次再培训。

2) 按照行之有效的人机工程学原则设计设备和制定操作程序，使设备的操作或使用尽可能简单，从而使操作错误导致事故的可能性降至最小，并减少误解正常和异常工况指示信号的可能性；

3) 安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，操作人员佩戴个人剂量计，每 2~3 个月对公司辐射工作人员进行个人剂量监测；

4) 组织辐射工作人员每年进行一次身体健康检查，建立个人健康档案，辐射工作人员上岗前和离岗后也应进行职业健康检查。

我公司现有一期工程放射工作人员 9 人，本次环评新增 13 名放射工作人员。上述放射工作人员暂未参加辐射相关培训。按照《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令第 55 号）规定，本次环评建议企业尽快安排上述所有的放射工作人员参加辐射防护相关培训，并取得合格证后持证上岗，取得培训合格证的人员，应每四年组织一次复训。

12.1.2 辐射工作人员的健康管理及个人剂量监测管理

对已经从事放射工作的职业人员进行的经常性医学检查，按照《辐射工作人员健康标准》的规定执行，公司应为辐射工作人员简历个人健康档案，档案中详细记录历次医学检查的结构及其评价处理意见，并妥善长期保存，直至工作人员脱离放射工作后二十年。

根据环境保护部令第 3 号、环境保护部令第 18 号中对工作人员个人剂量的要求，公司应为每名工作人员配置个人剂量计，定期组织工作人员进行个人剂量监测，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。公司还应安排专人负责个人剂量监测管理，建立了辐射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。根据中华人民共和国卫生部令第 55 号《放射工作人员职业健康管理辦法》

续表 12 安全管理

(2007 年 11 月 1 日) 规定, 建立并终生保存个人剂量监测档案。 目前公司放射工作人员体检职业健康体检已做, 详见附件七, 根据检测结果, 长沙戴卡科技有限公司现有 9 个放射工作人员, 均已参加岗前体检, 体检结果显示, 未发现疑似职业病。希望企业职业病防治部门继续加强对员工的职业病预防知识的宣传教育, 督促工人做好个体防护, 控制职业性损害及相关疾病发生。个人剂量计及计量报警仪已购置, 还未送检。按照《放射工作人员职业健康管理方法》(卫生部令第 55 号) 规定, 本次环评建议企业尽快联系有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测, 并定期组织职业健康体检, 同时还应按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。 12.1.3 公司需新增环境保护管理机构 公司现有环境保护管理机构基本满足项目运行需要, 根据实际运行情况, 还需增加: ①应急预案处理小组, 并定期进行应急培训; ②成立安全和防护状况日常检查小组, 发现隐患当立即整改。
12.2 辐射安全管理规章制度 按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“营运管理”的要求, 长沙戴卡科技有限公司必须培植和保持良好的安全文化素养, 减少人为因素导致人员意外照射事故的发生。为此, 公司采取了如下管理措施: (1) 公司成立了关于成立放射性工作领导小组, 设立了兼职或专职的辐射防护管理人员, 负责日常辐射防护与安全工作。 (2) 公司从管理上和人员配备上进行了全面考虑, 制定了辐射安全管理制度, 包括: 《辐射事故应急预案》、《辐射安全管理体系和岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射监测计划》、《台账管理制度》、《设备检修维护管理制度》、《设辐射安全培训管理制度》、《X 光机(自动)操作指导书》、《X 光机(手动)操作指导书》等(具体内容详见附件五)。
12.3 辐射监测 根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》(国务院第 449 号令) 等相关法规和标准, 必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监

续表 12 安全管理

测、场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

建设单位必须配备相应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对公司使用的射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所外环境的监测。

(1) 探伤场所监测计划

针对该公司拟开展的设备自带屏蔽房探伤，本环评提出以下监测计划：

该公司应定期对屏蔽房区域周围环境进行监测，建立相应监测计划，监测计划应包括但不限于以下内容：

1) 每次进行 X 射线探伤作业前，工作人员应检查安全装置的性能及警示信号、标志的状态。

2) 每季度一次定期对周围场所的防护设施进行监测，建立操作现场的辐射巡测制度，保证工作场所周围辐射环境安全：包括周围墙体、铅门所在位置。

(2) 工作人员监测计划

1) 辐射工作人员工作时需佩戴个人剂量计，每 2~3 个月对公司辐射工作人员进行个人剂量监测。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即停止进行辐射工作，同时核实和调查监测结果异常原因，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

2) 公司已有专人负责个人剂量管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。根据中华人民共和国卫生部令第 55 号《放射工作人员职业健康管理辦法》（2007 年 11 月 1 日）规定，建立并终生保存个人剂量监测档案。

12.4 辐射事故应急

长沙戴卡科技有限公司根据相关法律法规，并结合公司实际情况，制订了辐射安全处理措施。

一旦出现事故，采取以下应急措施：

(1) 发生辐射事故时，应紧急停机，迅速控制事故发展，消除事故源，及时启动并组织实施方案，将事故受照人员撤离现场，检查人员受危害程度，并采取救护措施，保护事故现场，迅速向内部管理部门报告，并在 2 小时时间内

续表 12 安全管理

向环境保护主管部门及卫生行政部门报告。

报告联系电话如下：

应急办公室电话：18711102631

长沙市环保局：12369

长沙市公安局：110

省环境保护厅电话：0731-85698110 12369（24 小时）

（2）对可能受到辐射伤害人员，事故单位应当立即将其送至当地卫生部门指定的医院或者有条件救治辐射伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。

（3）配合相关部门作好事故调查处理，并作好事故的善后工作。

（4）查找事故原因，排除事故隐患，总结事故发生、处理事故、防止事故的经验教训，杜绝事故的再次发生。

同时建设单位应当加强日常事故演习及放射事故的预防工作，辐射工作管理及操作人员树立良好的辐射防护安全意识，培养良好的安全意识。包括以下几点：

①辐射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误。加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度。

②严格执行建设项目三同时制度，消除潜在的事故隐患，保证辐射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

③加强辐射安全防护知识的宣传工作，开展法规教育。

12.5 辐射安全与管理投资估算

表 12-2 辐射安全与管理投资估算

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急措施	制作图框，上墙	2.0
警示标志	张贴正确，有中文说明	2.0
防护监测设备	购买个人剂量计、辐射报警仪等	15.0
污染防治措施	探伤室门机联锁措施、灯机联锁、紧急停机按钮、声光报警装置等防护用品	91.0
合计		110

12.6 辐射活动能力评价

长沙戴卡科技有限公司从事辐射活动能力评价见表 12-3。

续表 12 安全管理

表 12-3 长沙戴卡科技有限公司从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
设有专门的辐射安全与环境保护管理机构或至少有一名具有大专以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	设立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，辐射安全与环境保护管理工作有一名专职人员具有大专学历。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	未培训，尽快落实辐射工作人员的相关培训、考核，做到持证上岗。
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	拟设置门灯联动装置，机房外醒目处设置电离辐射警示标志以及工作状态指示灯
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计。	已配备个人剂量计（未送检）、个人剂量报警仪
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已按要求制定了《辐射安全管理体系和岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射监测计划》、《台账管理制度》、《设备检修维护管理制度》、《设辐射安全培训管理制度》等。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定

从表 12-3 可知，公司制定了一些管理制度，具有从事辐射活动的能力，但在运行期要加强落实，同时还应做好以下管理工作：

1) 加强对 X 射线装置安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患的，应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业并报告发放辐射安全许可证的环境保护主管部门（简称：发证机关），经长沙市环保局检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。公司应对本项目的 X 射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

2) 完善设备管理保养制度。每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。机器发生故障时，应将写有“有故障”字样的纸条等有明显标记的标牌贴在仪器上，禁止随意拆动，并与制造厂家或厂家指定或授权的维修部门联系，维修后经验收合格方可使用。使用机器前确认机器的连接状况，检查机器是否处于良好工作状态，如有问题立即停止运作，严禁设备“带病”运行。

3) 每次进行无损检测时，确定专人负责现场的辐射安全工作；取得辐射安全培训合格证书的工作人员，每四年接受一次再培训，并考核合格，方能上岗。

续表 12 安全管理

以上制度不仅考虑到探伤机的使用和安全防护,也考虑到了辐射安全防护事故应急处理方案。所有制度内容详实,可操作性较强。为确保放射防护可靠性,维护放射工作人员和周围公众的权益,履行放射防护职责,避免事故的发生,该公司应培植和保持良好的安全文化素养,减少人为因素导致人员意外照射事故的发生,每年对探伤工作进行年度评估,进一步建立健全相关制度。

综上所述,评价认为,长沙戴卡科技有限公司辐射环境管理满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2008修订)》等相关标准的要求。

12.7 竣工验收

表 12-4 环保设施竣工验收内容和要求一览表

序号	验收内容	验收要求		备注
1	W.R.E.Thunder 3 型 X 光探伤设备	自带铅房,防护层采用钢-铅-钢结构,主射面防护层厚度不低于 4.2mm 铅当量,其余各面防护层厚度不低于 4mm 铅当量		/
2	DU300W 型 X 光探伤设备	自带铅房,防护层采用钢-铅-钢结构,主射面防护层不低于 7mm 铅当量,其余各面防护层厚度不低于 5mm 铅当量		/
3	管理制度	建立、齐全、上墙		环境保护部令第 3 号
4	辐射防护设施	警示标志、工作状态指示灯设置位置合理,正常工作;安全联锁(探伤室门机联锁、灯机联锁)、室内及室外紧急停机开关、声光报警装置等正常运行;曝光室视频监控设备正常运行;必要的铅防护用品,个人剂量计、剂量报警仪等		GB18871-2002 等
5	人员要求	持证上岗,4 年进行 1 次复训		环境保护部令第 3 号、18 号
6	电离辐射	剂量管理目标值	辐射工作人员:有效剂量 2mSv/a 公众成员:有效剂量 0.1mSv/a	GB18871-2002 等
		墙体剂量率控制	探伤室四周墙外、防护门外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h,顶棚无人到达,不得大于 100 μ Sv/h。	GBZ117-2015 GBZ/T250-2014
		设备要求	电压 $\leq$ 160kV; 6 台设备	/

续表 12 安全管理

			管电压 150~200kV: X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率: < 2.5mGy/h	GBZ117-2015
--	--	--	--	-------------

表 13 结论及建议

随着社会经济的快速发展，公司现有的业务能力逐渐增强，同时根据公司的产品发展规划，长沙戴卡科技有限公司规划二期工程，建设 2#铝车轮联合厂房、成品仓库及全场性设施，加工工艺包括熔炼、铸造、热处理、机械加工、涂装、产品包装等，年产 300 万只 15-19 英寸铝合金汽车车轮。同时新增 4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统和 2 套 DU300W 型 X 射线检测系统放置于铸造熔炼车间，利用 X 射线无损检测技术帮助产品探伤检测工作。4 套 W.R.E. Thunder 3 型 X 射线检测系统位于铸造熔炼车间的南侧，2 套 DU300W 型 X 射线检测系统分别位于铸造熔炼车间的西侧和东侧。

通过开展对本项目的分析、对周围环境质量现状的调查以及项目的主要污染物对环境的影响分析等工作，得出如下结论。

13.1 结论

13.1.1 实践正当性分析

该公司 X 射线探伤的目的是为了实现对工件的无损检测，确保产品使用安全。同时根据本环评的分析、预测和评价可知，该公司拟开展的探伤项目在采纳了本环评提出的相关要求和建议的前提下对周围环境的影响均低于国家相关标准，该设备的使用对环境的辐射影响远小于它带来的社会效益和经济效益，符合辐射防护“实践正当性”原则。因此，本项目使用 X 射线探伤机作无损检测是正当可行的。

13.1.2 产业政策符合性分析

该公司 X 射线探伤机主要用于对工件进行无损检测，因此本项目属于《产业结构调整指导目录》（2011 年本）（2013 修正）“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，项目符合国家产业政策。

13.1.3 环境质量现状

根据现状监测结果，本项目场址辐射环境质量现状良好，机房选址远离办公楼及周围环境敏感点，有利于辐射防护。项目营运期产生的电离辐射、废气均得到有效治理，达标排放对环境影响小。从环境保护角度分析，项目选址可行。

续表 13 结论及建议

13.1.5 环境影响分析结论

(1) X 射线探伤设备的辐射防护

根据类比检测结果可知，本项目探伤机正常运行后，设备外各关注点处的剂量率在 $(0.11-0.15) \mu\text{Sv/h}$ 之间，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》

(GBZ/T250-2014) 中规定的“探伤室墙和入口门外周围关注点处的最高剂量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求，说明设备的辐射屏蔽设施能够满足要求。

(2) 剂量估算结果

根据本环评的预测计算，该项目在运行过程中对辐射工作人员造成的最大年附加有效剂量为 0.105mSv ，对周围非辐射工作人员造成的最大年附加有效剂量为 0.01mSv ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871—2002) 剂量限值的要求，以及本环评的剂量管理目标值（工作人员不大于 2mSv ，公众成员不大于 0.1mSv ）的要求。

(3) 敏感点的影响

根据预测及现场实测，X 射线检测室墙体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，顶棚上 30cm 处周围剂量当量率不大于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 。同时在 X 射线检测室周围 50m 范围内没有居民居住，在 X 射线随距离的增加而快速减弱下，周围受到的辐射影响甚微。

13.1.5 辐射与环境保护管理

该公司开展辐射项目应按照《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）中的相关要求办理辐射安全许可证，辐射工作人员持辐射安全培训合格证上岗，并每四年进行一次复训。

该公司各种规章制度基本健全、可行，采取严密的防护措施及各种安全联锁装置后，能确保辐射对环境的影响是在可接受的范围之内。

综上所述，长沙戴卡科技有限公司建设的探伤建设项目，对周围环境产生的辐射影响满足相关标准的要求；辐射防护措施和事故应急措施可行；规章制度基本健全；该项目对环境的辐射环境影响是可接受的。公司应加强管理，严格按照环评措施落实到位，并在工作过程中不断补充完善。从环境保护的角度来看，该项目是可行的。

续表 13 结论及建议

13.2 要求

1、按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并自购辐射检测设备，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

2、根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 B1.1 款的相关规定，工作人员必须配戴个人剂量计，公司应每一季度定期对从事辐射诊疗的工作人员进行个人剂量监测。

3、按照《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）中的相关要求办理辐射安全许可证后方可开展探伤工作。

4、安排操作人员及时参加辐射工作人员培训班。加强辐射工作人员专业知识及相关法律法规的学习，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生。定期对参加辐射工作的工作人员进行防护知识与安全培训，考核合格后，方可进行 X 射线探伤工作。

5、本项目探伤机仅能在 X 射线检测室内开展探伤工作，若探伤作业场所发生变化，应重新办理相关环保手续。

6、加强现场工作人员的管理，在 X 射线工作区域，减少非辐射工作人员的进出。

7、项目投入使用后，长沙戴卡科技有限公司须尽快开展竣工验收。

13.3 建议

1、加强工作人员的辐射防护。

2、加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查。

3、公司应加强内部管理，合理使用 X 射线装置，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。公司应细化、完善各项管理制度，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

附 录

附图

- 附图一 项目现场照片
- 附图二 项目所在地地理位置图
- 附图三 项目周边环境概况图
- 附图四 锻造熔炼车间（X 光机所在车间）平面布置图

附件

- 附件一 授权委托书
- 附件二 现状监测质量保证单
- 附件三 《长沙市鹏悦环保工程有限公司监测报告》（鹏辐（监）【2017】243 号）
- 附件四 关于成立放射工作领导小组的通知
- 附件五 辐射防护管理相关工作制度
- 附件六 类比一期工程设备现状检测报告
- 附件七 职业健康体检报告及培训证
- 附件八 湖南省环保厅关于对长沙戴卡科技有限公司核技术利用新建项目环境影响报告表的审批意见，湘环评辐表【2017】90 号

附表

- 附表一 建设项目环境影响评价审批登记表