

核技术利用建设项目

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司
1 台工业 CT 断层扫描设备搬迁项目

环境影响报告表

(报批稿)

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司（盖章）

二〇二一年三月

生态环境部监制

核技术利用项目

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备搬迁项目

环境影响报告表

建设单位名称：福建龙溪轴承（集团）股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：陈晋辉

通讯地址：漳州市芗城区腾飞路 388 号

邮政编码：363000

联系人：陈勇杰

电子邮箱：LS600592@163.com

联系电话：15259668117

目 录

1	项目基本情况.....	4
1.1	项目概述.....	4
2	放射源基本情况.....	12
3	非密封放射性物质基本情况.....	13
4	射线装置基本情况.....	14
4.1	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.....	14
4.2	X射线机，包括医用诊断、治疗、分析等用途.....	15
4.3	中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源.....	16
5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	17
6	保护目标与评价标准.....	18
6.1	评价范围.....	18
6.2	保护目标.....	18
6.3	评价标准.....	22
7	评价依据.....	23
8	项目工程分析与源项.....	24
8.1	工艺分析.....	24
8.2	源项描述.....	29
9	环境现状监测.....	31
9.1	环境现状评价的对象、监测因子和监测点位.....	31
9.2	监测方案、质量保证和监测结果.....	32
10	环境影响分析.....	35
10.1	项目建设的必要性分析.....	35
10.2	项目布局合理性分析.....	35
10.3	国家产业性政策分析.....	35
10.4	建设过程对环境的影响.....	36
10.5	运行过程对环境的影响.....	36
10.6	退役对环境的影响.....	48
10.7	项目安全设施.....	48
10.8	污染防治措施.....	50
10.9	防护与屏蔽评估.....	51
10.10	风险分析与评估.....	52
10.11	三废的治理.....	53
11	安全管理.....	54
11.1	辐射安全管理应当具备的基本要素.....	54
11.2	应采取的辐射安全管理措施及对策.....	54
11.3	辐射监测方案.....	55
11.4	建设项目竣工环境保护验收项目一览表.....	57
12	结论与建议.....	58
12.1	结论.....	58
12.2	建议.....	58
	建设项目环境保护审批登记表.....	62

附件 1~附件 14、附表 1 如下：

附件 1 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司委托书

附件 2 福建省环境保护厅对福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 套 X 射线实时成像检测系统环评批复

附件 3 福建省环境保护厅对福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 套 X 射线实时成像检测系统竣工环保验收批复

附件 4 漳州市芗城区环境保护局对福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台 X 射线衍射分析仪环境影响评价批复

附件 5 漳州市芗城区环境保护局对福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台 X 射线衍射分析仪竣工环保验收批复

附件 6 福建省生态环境厅对福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 批复

附件 7 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 竣工环保验收

附件 8 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司辐射安全许可证

附件 9 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司辐射防护领导小组

附件 10 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司辐射防护与安全保卫管理制度

附件 11 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司人员辐射安全与防护培训合格证书

附件 12 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司辐射事故应急预案

附件 13 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司辐射工作人员个人剂量监测报告

附件 14 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业工业 CT 断层扫描设备机房环境本底监测报告

附表 1 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备机房 X- γ 辐射剂量率监测记录表

1 项目基本情况

项目名称	福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备搬迁项目				
建设单位	福建龙溪轴承（集团）股份有限公司				
法人代表	陈晋辉	联系人	陈勇杰		
通讯地址	漳州市芗城区腾飞路 388 号				
联系电话	漳州市芗城区 腾飞路 388 号	电子邮件	LS600592@1 63.com	邮政编码	363000
项目地点	福建龙溪轴承（集团）股份有限公司蓝田二厂区				
立项审批部门	/		批准文号	/	
核技术利用项目 总投资 (万元)	420	核技术利用项目 环保投资 (万元)	20	投资比例	4.8%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其它			占地面积 (平方米)	4.7 万
应用 类型	密封源	<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	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<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		
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
其它					

1.1 项目概述

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司本部位于漳州市芗城区腾飞路 388 号，是生产经营关节轴承等特种轴承及汽车配件的现代化上市公司，拥有福建省永安轴承有限责任公司、福建省三明齿轮箱有限责任公司、福建金柁汽车转向器有限公司和漳州市金驰汽车配件有限公司、福建联合轴承有限公司等五家控股子公司，具备年产关节轴承 1000 万套、汽车圆锥滚子轴承和 ag 轴承 800 万套、装载机齿轮箱 3 万台套、汽车动力转向器 15 万台套、轴套 2000 万件的生产能力，产品广泛应用于国民经济各行业的各类机械设备，并为国防、科研等重要工程及国家重点工程项目配套，而且大量出口欧美亚等三十多个工业发达国家和地区。

公司研发体系完善，研发能力强大，创立了全国唯一的关节轴承研究所和关节轴

承检测实验中心，建立了省级企业技术中心，成立了企业博士后科研工作站，是关节轴承国家标准和关节轴承行业标准的主要起草单位，不但能够为用户提供标准型产品，而且能够为用户设计提供特殊要求和特殊结构的产品，已研制开发出 2600 多种关节轴承，其中多种产品被确认为国家级重点新产品或列入国家级火炬计划，品种数居世界同类厂家第一，产品水平和质量水平达世界同类产品先进水平。

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司本部位于漳州市芗城区腾飞路 388 号，占地面积 8.1 万平方米，分为北厂区和南厂区两部分，由一条道路连通两个厂区。根据科研生产和实际情况的需要，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司在漳州市龙文区建设福建龙溪轴承（集团）股份有限公司蓝田二厂区。

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 2007 年在北厂区东北侧购置 1 套 X 射线实时成像检测系统用于探伤；于 2007 年进行环境影响评价，2008 年 5 月 29 日通过福建省环境保护厅审批（见附件 2），于 2010 年 7 月 21 日通过竣工环保验收（见附件 3）；现在已经报废。2008 年在北厂区西北处实验中心二楼应力残奥室，购置 1 台 X 射线衍射分析仪（X 射线应力分析仪），于 2008 年进行环境影响评价，于 2015 年 12 月 18 日通过漳州市芗城区环境保护局批复（见附件 4），于 2015 年 12 月 31 日通过竣工环保验收（见附件 5）。

2017 年，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司拟从依科视朗国际有限公司购置 1 台工业 CT 断层扫描设备进行探伤作业，放置在南厂区特品车间一楼东北处，型号为 Y.CT Precision S 工业 CT 断层扫描设备，属于 II 类射线装置。于 2017 年 7 月 13 日通过福建省环境保护厅批复（见附件 6），于 2019 年 4 月委托漳州市宗兴环保技术有限公司进行竣工环境保护验收（见附件 7），福建龙溪轴承（集团）股份有限公司已经取得辐射安全许可证（见附件 8）。

根据生产的需要，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司拟在蓝田二厂区 6# 厂房成品二车间北侧新建 1 座工业 CT 室，拟将福建龙溪轴承（集团）股份有限公司（芗城区腾飞路 388 号）南厂区特品车间 1 台工业 CT 断层扫描设备搬迁至福建龙溪轴承（集团）股份有限公司龙文区蓝田二厂区，工业 CT 型号为 T.CT Precision S，该设备为 II 类射线装置。福建龙溪轴承（集团）股份有限公司已取得福建省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（见附件 8）。福建龙溪轴承（集团）股份有限公司辐射设备及竣工环境保护验收

情况一览表见表 1-1。

表 1-1 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司辐射设备及竣工环境保护验收情况一览表

序号	设备名称	型号规格	管电压 (kV)	管电流 (mA)	工作场所	是否进行环境影响评价	是否通过竣工环保验收	管理分类	备注
1	X 射线实时成像系统	XYD-4510/2	450	10	北厂区东北侧	已经履行环境影响评价	2010年7月21通过竣工环保验收	II类射线装置	已报废
2	X 射线衍射分析仪	X-350 A45170	30	10	北厂区西北处实验中心二楼	已经履行环境影响评价	2015年12月31日通过竣工环保验收	III类射线装置	在使用
3	工业 CT 断层扫描设备	Y.CT Precision S	250	10	南厂区特品车间一楼东北处	已经履行环境影响评价	已进行竣工环保验收	II类射线装置	本次搬迁
					蓝田二厂区 6#厂房成品二车间北侧工业 CT 室	本次环评	/		

项目区域图见图 1-1，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 原位置与拟搬迁位置地理位置图见图 1-2，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司本部北厂区平面布局图见图 1-3，本部南厂区平面布局图见图 1-4，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司蓝田二厂区拟建项目周围环境示意图见图 1-5。



图 1-1 项目区域图



图 1-2 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 原位置与拟搬迁位置地理位置图

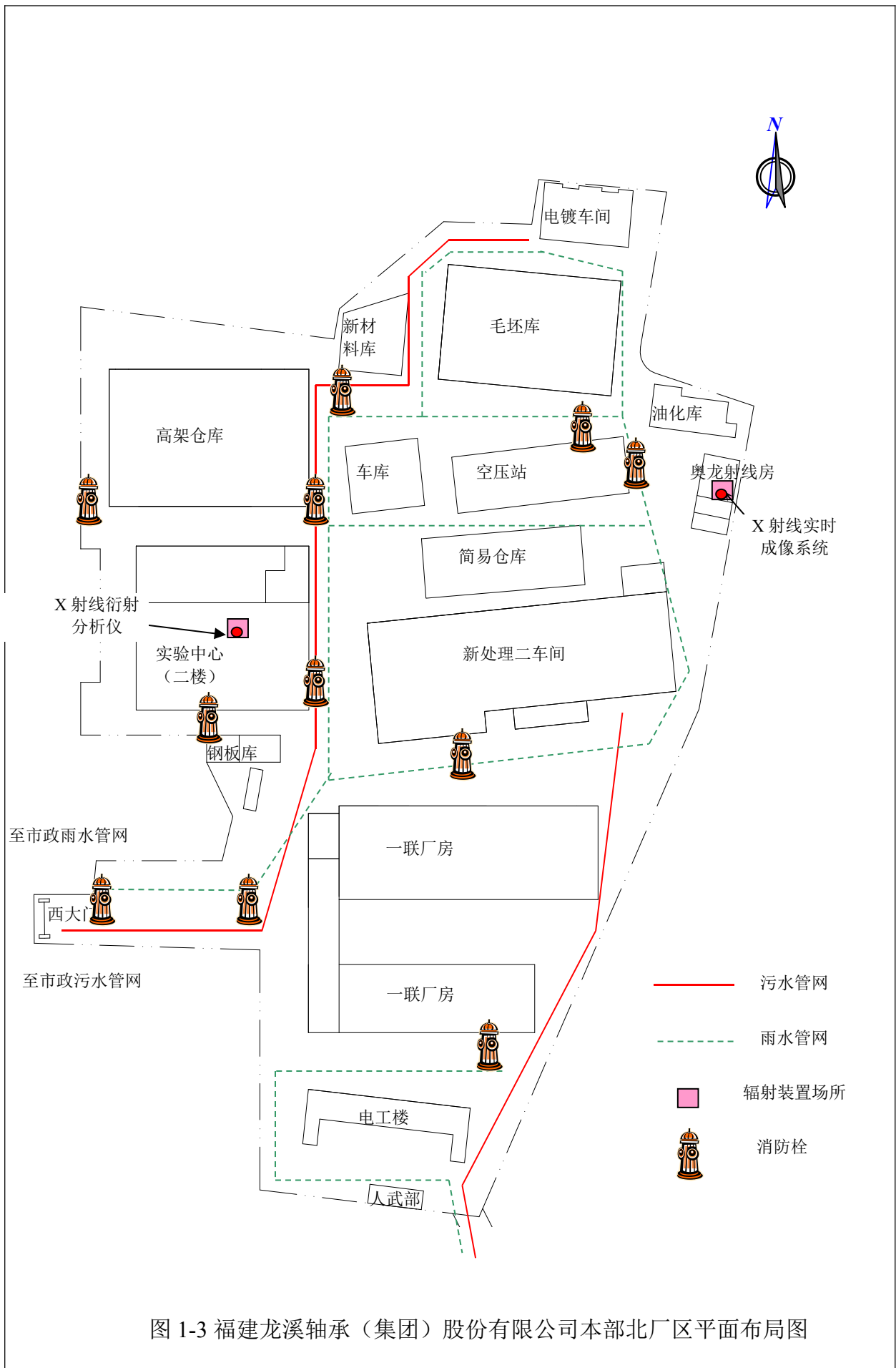


图 1-3 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司本部北厂区平面布局图

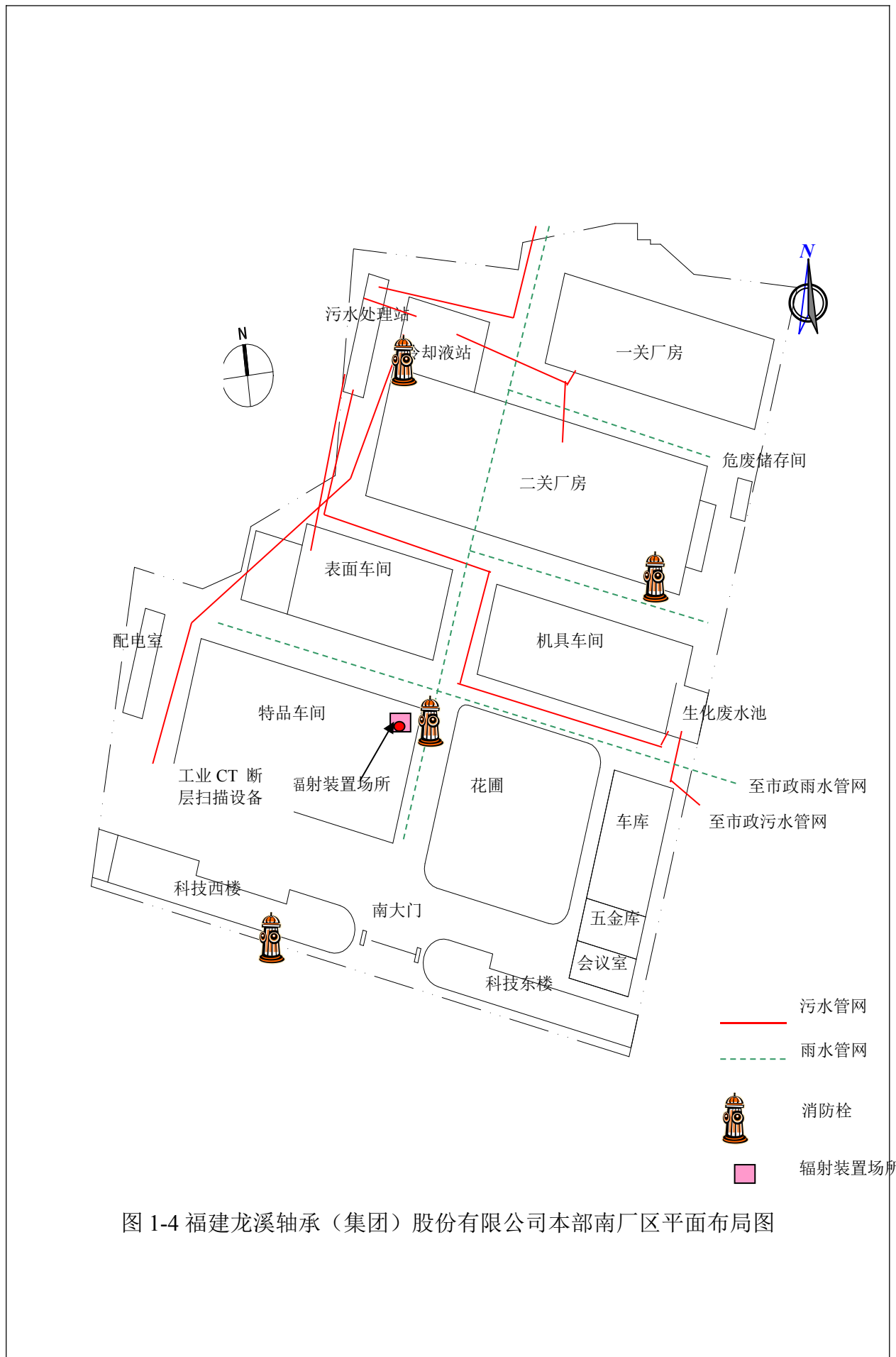


图 1-4 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司本部南厂区平面布局图



图 1-5 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司蓝田二厂区周围环境示意图

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《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和防护条例》（2005年9月14日中华人民共和国国务院令 第449号公布 根据2014年7月29日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第一次修订 根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）、《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 第31号公布 根据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》修正 根据2017年12月12日环境保护部第五次部务会议通过的《环境保护部关于修改部分规章的决定》第

二次修正)以及国令 682 号《建设项目环境保护管理条例》等法律法规的规定,为切实做好该项目的环境保护工作,福建龙溪轴承(集团)股份有限公司委托深圳市宗兴环保科技有限公司对拟建项目进行环境影响评价(委托书见附件 1)。本次环评主要针对福建龙溪轴承(集团)股份有限公司 1 台工业 CT 搬迁项目进行专项环境影响评价。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《关于发布射线装置分类办法的公告》(环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告,公告 2017 年第 66 号)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年)》的有关规定和福建龙溪轴承(集团)股份有限公司提供的资料,福建龙溪轴承(集团)股份有限公司 1 台工业 CT 搬迁项目应依法编制环境影响报告表。

注:1.改建、扩建项目应说明原有情况,附原有项目的环评、竣工验收等文件;附项目所在地的区域图、项目的周边关系图。

2.应用类型——放射源与射线装置栏填写此次被评价对象的类别(I类、II类等);非密封放射性物质工作场所等级栏填写(甲级、乙级等)。

3.投资比例——指核技术利用项目环保投资占核技术利用项目投资总额的比例。

2 放射源基本情况

核素名称	活度 (Bq)	放射源 编码	用途	贮存 地点	放射 源类别
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/		/	/	/	/

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)

4.3 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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

5 废弃物（重点是放射性废弃物）

废弃物名称	放射性核素名称	状 态	排放口浓度	年排放总量	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）。

6 保护目标与评价标准

6.1 评价范围

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定,为了便于辐射防护管理和职业照射控制,控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散,并预防潜在照射或限制潜在照射的范围,将辐射工作场所分为控制区和监督区。对于本次评价的福建龙溪轴承(集团)股份有限公司1台工业CT断层扫描设备,1台工业CT断层扫描设备CT室作为控制区;工业CT断层扫描设备操作室及周围相邻环境为监督区。根据《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)的相关规定,结合福建龙溪轴承(集团)股份有限公司使用的射线装置为能量流污染的特征,根据能量流的传播与距离相关的特性,确定本次辐射环境影响评价范围福建龙溪轴承(集团)股份有限公司工业CT屏蔽墙体外50m的范围。

6.2 保护目标

福建龙溪轴承(集团)股份有限公司1台工业CT搬迁项目位于福建龙溪轴承(集团)股份有限公司蓝田二厂区6#厂房成品二车间工业CT室(车间为一层坡顶),正上方人员无法到达。工业CT室机房北侧墙外30cm为储气罐,东侧墙外30cm为实验中心,南侧墙外30cm为三坐标测量室,西侧墙外30cm为控制室,福建龙溪轴承(集团)股份有限公司1台工业工业CT断层扫描设备机房北侧33m为蓝田二厂区5#厂房,周围50m范围内无其他环境保护目标。福建龙溪轴承(集团)股份有限公司1台工业CT搬迁项目周围环境以及环境保护目标见表6-1,1台工业工业CT断层扫描设备机房位置图见图6-1,6#厂房工业CT断层扫描设备整体布置见图6-2,工业CT断层扫描设备机房平面布置见图6-3。



图 6-1 工业 CT 断层扫描设备机房位置图

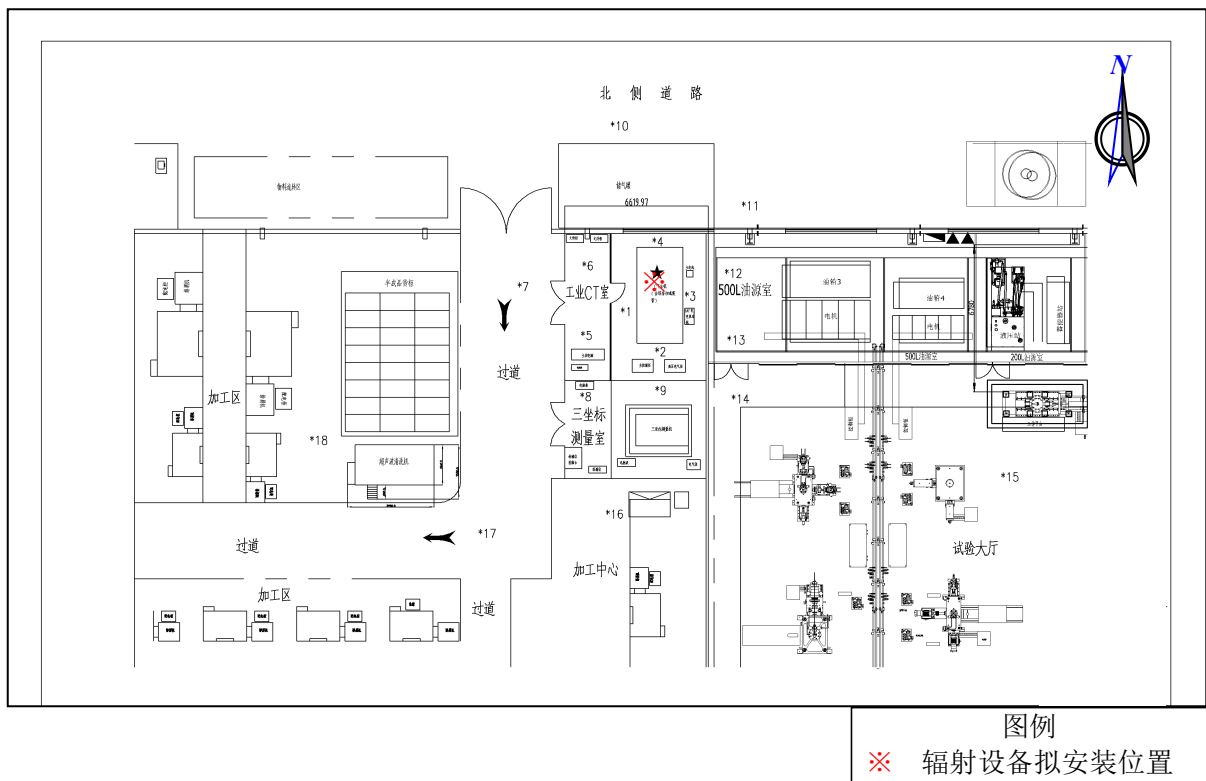


图 6-2 6#厂房工业 CT 断层扫描设备整体布置图

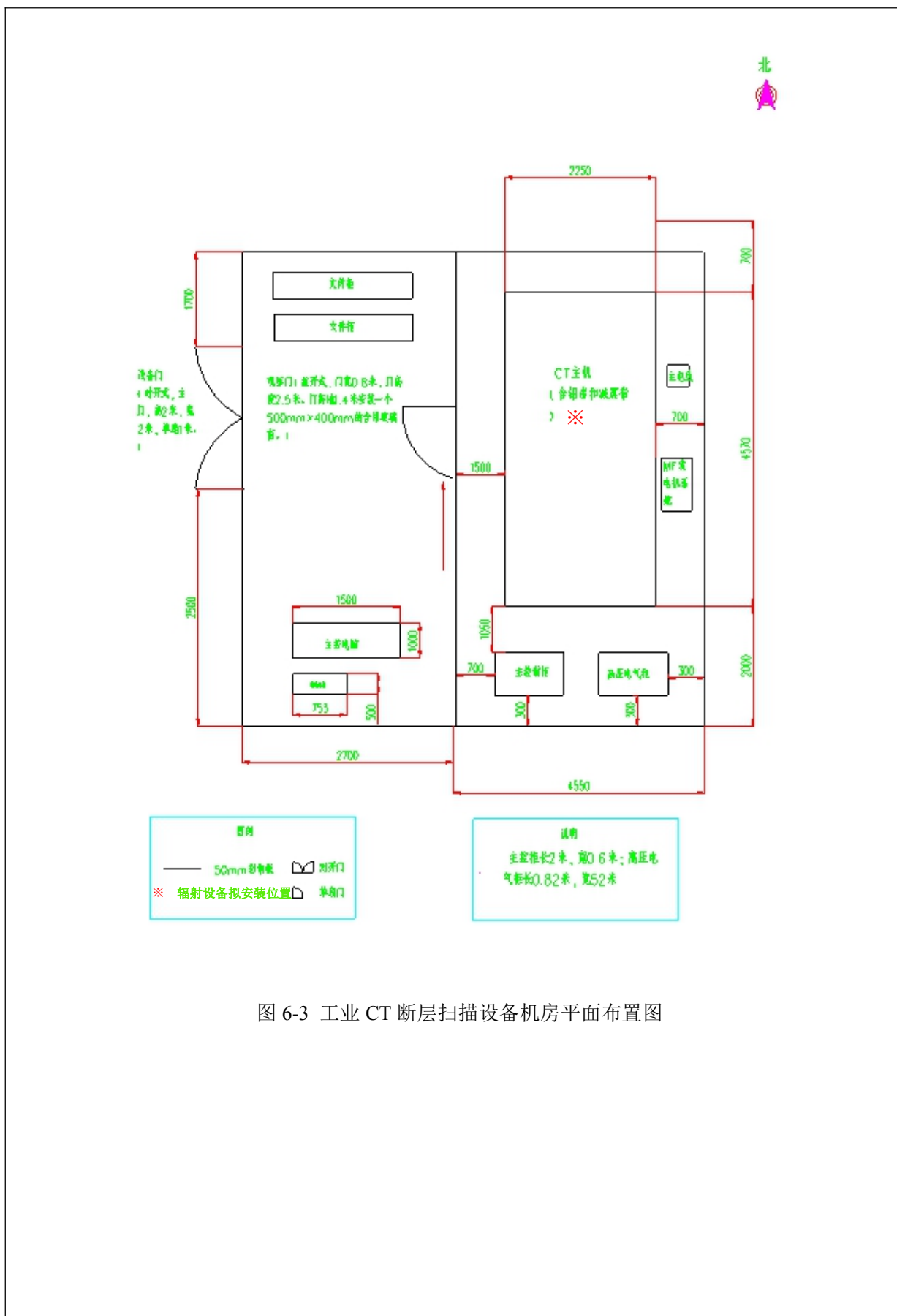


图 6-3 工业 CT 断层扫描设备机房平面布置图

6-1 1台工业CT断层扫描设备周围环境以及主要环境保护目标

编号	设备名称	周围环境			主要环境保护目标	受保护人数(个)	环境保护目标属性
		方位	距设备安装中心直线距离(m)	环境			
1	1台工业CT	工业CT断层扫描设备机房北侧墙外30cm	3.3	储气罐室	基本无人员停留	/	/
2		工业CT断层扫描设备机房东侧墙外30cm	2.58	实验中心	实验中心工作人员	1	公众人员
3		工业CT断层扫描设备机房南侧墙外30cm	7.52	三坐标测量室	三坐标测量室工作人员	1	公众人员
4		工业CT断层扫描设备机房西侧墙外30cm 操作室	2.4	操作室	CT 操作员	2	职业人员
5		工业CT断层扫描设备机房西侧墙外操作位	4.23	操作位	CT 操作员	2	职业人员
6		工业CT断层扫描设备机房西侧	5.2	成品二车间	成品二车间工作人员	1	公众人员
7		工业CT机房北侧2.2m	5.2	厂房道路	偶尔停留的公众人员	1	公众人员
8		工业CT机房北侧33m	36	5#厂房	5#厂房工作人员	2	公众人员
备注	距设备安装中心直线距离根据图 6-2 和厂家提供的资料计算得出，本次评价范围为实体屏蔽物周围 50m 范围内。						

6.3 评价标准

本次评价标准采用《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002),包括职业照射、公众照射剂量限值。X射线探伤机工作场所周围剂量当量率的控制标准采用《工业 X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)。

6.3.1 剂量限值和剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002),剂量限值适用于实践(如本项目)所引起的照射,而不适用于对病患者的医疗照射和无任何主要责任方负责的天然辐射源的照射。剂量限值分为有效剂量限值和对单个器官的当量剂量限值,根据本项目的情况,仅列出有效剂量限值。

6.3.1.1 公众照射

公众照射剂量限值为,实践(如本项目)使公众中有关关键人群组的成员所受到的年平均有效剂量估计值不超过 1mSv。特殊情况下,如果 5 个连续年的年平均不超过 1mSv,则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

对于单个伴有辐射的“实践”项目,其对公众照射的剂量约束值取剂量限值的若干分之一,GB18871 建议取值范围在每年 0.1~0.3mSv。根据项目及周围环境状况,本项目对公众照射的剂量约束值取每年 0.25mSv。

6.3.1.2 职业照射

职业照射剂量限值为,由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量不超过 20mSv,任何一年的有效剂量不超过 50mSv。本项目职业照射剂量约束值取每年 5mSv。

6.3.2 《工业 X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

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。

注: 1.保护目标主要指职业人员、环境敏感点以及可能与项目相关的公众。

2.评价标准主要指职业人员、公众的辐射剂量约束值或者敏感点的剂量率限值,当项目对环境的影响还有非放射性排放的应给出所在地环境保护部门批准的排放限值。

7 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日。</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第77号。</p> <p>(3) 《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6号。</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，根据2014年7月29日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第一次修订，根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订。</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），中华人民共和国环境保护部令第16号。</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第31号，根据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》修正 根据2017年12月12日环境保护部第五次部务会议通过的《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正。</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第18号。</p> <p>(8) 关于发布《射线装置分类办法》的公告，环境保护部 国家卫生和计划委员会 2017年 第66号。</p> <p>(10) 《建设项目环境保护管理条例》，国令682号，国务院关于修改《建设项目环境保护管理条例》的决定。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。</p> <p>(2) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)。</p> <p>(3) 《电离辐射监测质量保证一般规定》(GB8999-1988)。</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)。</p> <p>(5)《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>(6) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)。</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)。</p>
其他	<p>委托书（见附件1）。</p>

8 项目工程分析与源项

8.1 工艺分析

8.1.1 工业 CT 断层扫描设备工作原理

工业 CT 是指应用于工业中的核成像技术。其基本原理是依据辐射在被检测物体中的减弱和吸收特性。同物质对辐射的吸收本领与物质性质有关。所以，利用放射性核素或其他辐射源发射出的、具有一定能量和强度的 X 射线或 γ 射线，在被检测物体中的衰减规律及分布情况，就有可能由探测器阵列获得物体内部的详细信息，最后用计算机信息处理和图像重建技术，以图像形式显示出来。其基本原理是当经过准直且能量 I_0 的射线束穿过被检物时，根据各个透射方向上各体积元的衰减系数不同，探测器接收到的透射能量 I 也不同。按照一定的图像重建算法，即可获得被检工件截面一薄层无影像重叠的断层扫描图像（图 8-1），重复上述过程又可获得一个新的断层图像，当测得足够的二维断层图像就可重建出三维图像。当单能射线束穿过非均匀物质后，其衰减遵从比尔定律： $I = I_0 e^{-[\sum_{i=1}^n \mu_i]x}$ ，即 $\frac{\ln I_0}{x} = (\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_i)$ ，式中 I 、 I_0 为已知量，未知量为 μ 。一幅 $M \times N$ 个像素组成的图像，必须有 $M \times N$ 个独立的方程才能解出衰减系数矩阵内每一点的 μ 值。当射线从各个方向透射被检物体，通过扫描探测器可得到 $M \times N$ 个射线计数和值，按照一定的图像重建算法，即可重建出 $M \times N$ 个 μ 值组成的二维 CT 灰度图像。

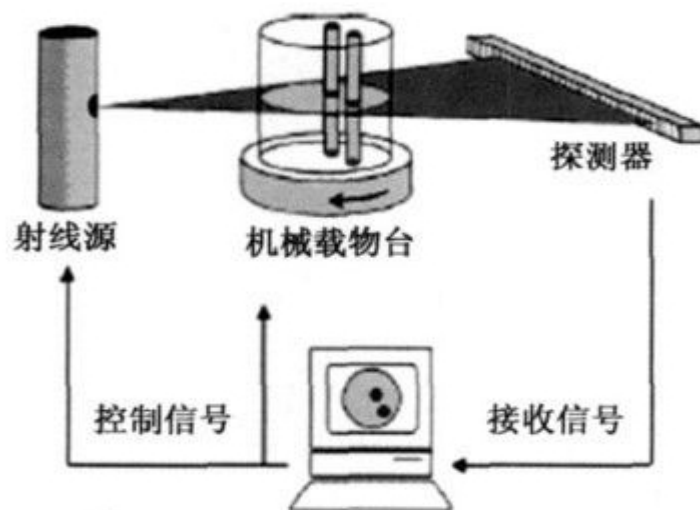


图 8-1 工业 CT 断层扫描结构工作原理

8.1.2 工业 CT 断层扫描设备组成

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司拟搬迁的工业 CT 从依科视朗国际有限公司购买，型号为：Y.CT Precision S，最大管电压为 250 kV，最大输出电流为 10mA，自带射线防护铅房。Y. CT Precision 设计用于执行无损检测和几何检测，可用于对小型和中型的元器件进行质量控制和研发用途，用于不同的模型时，可检测不同几何形状，尺寸和材料的工件。主要包括：CT 系统、机械系统、控制系统和操作系统。

8.1.2.1 CT 系统

Y.CT Precision S CT 系统布局见图 8-2，CT 系统包括如下部分：

(1) 射线防护铅房：可通过马达驱动的铅门进入，其内部 CT 机械手，用于移动检测工件并在检测过程中定位 X 射线管和探测器，射线防护铅房见图 8-3，铅房设计情况见表 8-1。

(2) 系统配备：微焦点 X 射线机 FXE225.48。

(3) 数据的收集：通过平板探测器(型号 XRD 822)完成。

(4) 工作站：包括带监视器、键盘和鼠标的计算机。

(5) 外围设备：包括网络、KVM 开关和不间断电源（UPS）。这些配件安装在服务器架上。

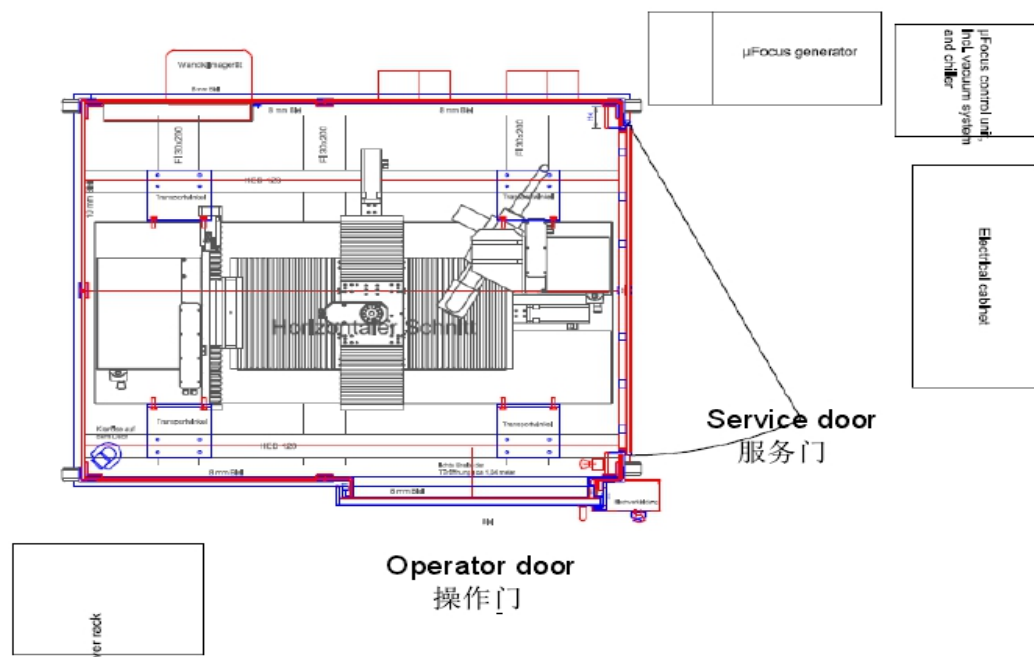


图 8-2 Y.CT Precision S CT 系统布局图例

表 8-1 Y.CT Precision S CT 射线防护铅房设计情况一览表

项目	内容
铅房尺寸	长 250cm×宽 210cm×高 400cm，门口净尺寸：120 cm×220 cm
防护墙体厚度	顶棚：8mmPb+4mm 钢 墙 1：8mmPb+4mm 钢 墙 2：10mmPb+4mm 钢 墙 3：8mmPb+4mm 钢 墙 4：10mmPb+4mm 钢(主照射面)
防护门	8mmPb+4mm 钢
备注	机房为由 50mm 彩钢板建造，铅房/防护区域外表面 10 厘米处最大剂量率小于 1.25 μ Sv/h。

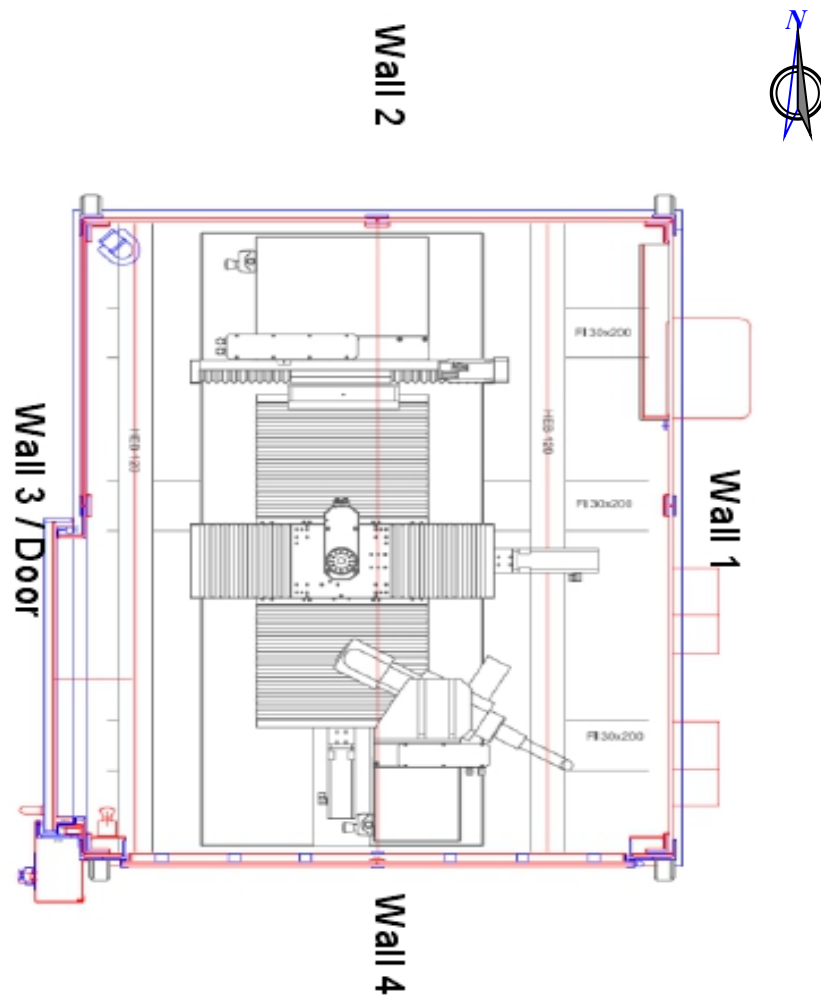


图 8-3 Y.CT Precision S CT 射线防护铅房

8.1.2.2 机械系统

Y.CT Precision S 机械系统 6 轴运行结构图见图 8-4，机械系统包括如下部分，

ZD 垂直探测器

ZS 垂直管头

Y 射线束方向工件水平运动（放大）

X 工件水平运动，横向移动（扫描区扩展）

XD 探测器水平运动，横向移动（扫描区扩展）

ZO 轴向旋转工件

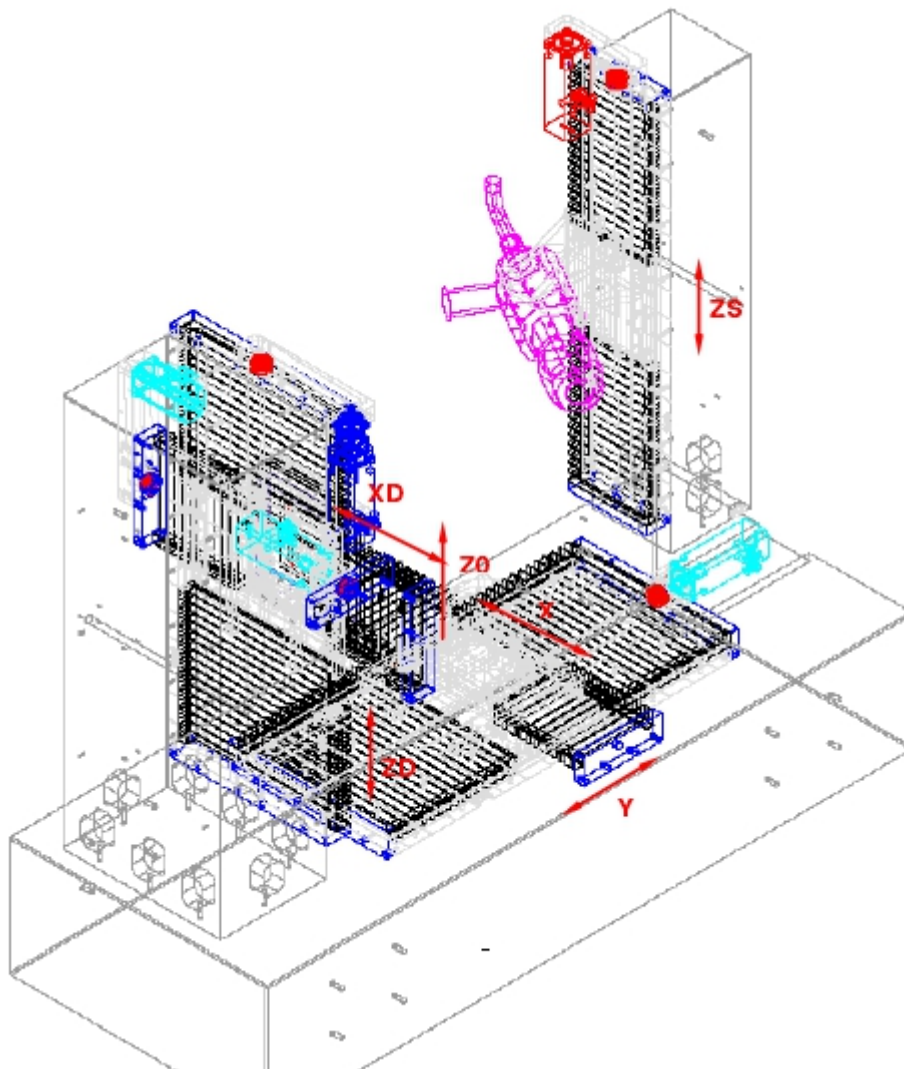


图 8-4 Y.CT Precision S 机械系统 6 轴运行结构图

8.1.2.3 控制系统

机械手的控制是通过 Simotion 控制单元 (D435) 实现的。CPU 和电源模块在开关柜内部。所有系统状态都通过集成的 PLC 输入输出扫描并且传送至控制软件。声像同步单元能够达到对探测器读数的精确定位启动。所有安全功能 (急停, 安全回路门) 通过单独回路进行单独软件控制。

8.1.2.4 操作系统

在打开并启动每个组件 (控制系统, 计算机, X 射线机) 后, CT 系统可通过安装在主计算机上的软件专门操作。所有的设备和检测参数都可设置, 控制和存储, 检测开始及监控, 检测结果显示在图形用户界面上。所有输入都可通过鼠标点击相应钮或键盘直接操作。

8.1.2 工业 CT 断层扫描设备操作流程

(1) 建立 CT 扫描

在打开并启动每个组件 (控制系统, 计算机, X 射线机) 后, CT 系统可通过安装在主计算机上的软件操作。所有的设备和检测参数都可设置, 控制和存储, 检测开始及监控, 检测结果显示在图形用户界面上。

(2) CT 扫描

在 CT 扫描程序设置, 存储启动后, 控制系统选择机械手和声画同步单元参数设立, X 射线管也选择。根据所作设置, 如果需要, 将自动执行校准探测器。CT 扫描在射线束下的旋转工件并在探测器上产生图像 (平板探测器投影)。投影数据在针对 X 射线断层图进行数学运算法则后重建 (局部图像) 或 3D 图。投影数 (例如 720, 1440, ……), 角度 (360° — 全扫描, 180° — 半扫描) 重建尺寸等可根据任务的目标和需要的图像质量预设。这种检测圈可用于检测超大尺寸零件。

8.2 源项描述

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司拟搬迁 1 台工业 CT 断层扫描设备，属于 II 类 X 射线装置。

（1）正常工况

污染因子为：由 X 射线装置原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时产生轫致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。这种 X 射线是随机器地开、关而产生和消失。

本项目拟搬迁 Y.CT Precision S 工业 CT 断层扫描设备在非检查状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态下才会发出 X 射线。由于射线能量较低，小于 10MeV，故不必考虑感生放射性问题。因此，在开机出线状态下，X 射线成为污染因子。X 射线在开机才产生，关机时即刻消失，无剩余辐射和空气活化问题。

工业 CT 断层扫描设备输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产生量越大。臭氧和氮氧化物具有强氧化能力，被吸入后会对人体的身体健康造成伤害。

（2）事故工况

X 射线装置产生 X 线的照射量率与管电压和管电流有关，一般管电流增加照射量率也将增加。当采用较大管电流时，开机时间将缩短至零点几秒，因此，总照射量不会有明显的增加。X 射线装置受开机和关机控制，关机时没有射线发出。一般不易发生事故，在意外情况下，可能出现的辐射事故工况如下：

①安全连锁装置或报警系统发生故障情况下，防护门未关闭，人员误入或接近正在运行的工业 CT 断层扫描设备。

②维修期间的事故，维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害。

事故工况下应采取的措施：

（1）应确保屏蔽层的屏蔽效果。

（2）与当地环保部门密切配合，加强环境剂量和放射性的监督检测。

（3）为尽量降低射线装置运行对环境的影响，在射线装置运行之后对废气的通风排放、固体废物的收集和贮存的管理要加强管理，以尽量减少放射性物质的排放。

（4）不断完善放射性事故应急预案，在射线装置建设和运行过程中的适当时候进

行演习。

(5) 设备检修要在停机一定时间后进行，在工作时尽量采用远距离操作，严格控制操作时间，确保检修人员可能受到的剂量低于本项目的剂量约束值。

(6) 如果安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，防护门未关闭，人员误入或接近正在运行的射线装置。设备铅房防护门与设备之间设有门机联锁装置，防护门上设有警示信号灯。每当打开防护门时，X射线立刻切断并停机，不致出现误照射。只有当联锁装置或报警系统发生故障情况时，操作人员强行运行机器，才可能发生此类事故。

因此，操作人员必须严格按照设备操作程序进行操作，有效防止事故照射的发生。为避免此类事故的发生，并且，为避免此类事故的发生，要求工作人员每次上班时首先要检查防护门上的联锁装置和报警系统是否正常。如果报警系统失灵，应立即修理，恢复正常。由于本项目射线装置的屏蔽设计较保守，而且这种事故只是产生瞬时剂量，因而不会对公众和周围环境带来影响。

注：1.工艺分析主要包括：人员以及物质（含废弃物）在工作场所内的流向、涉源环节的布局、辐射安全的相关设施及其功能）；其中涉源环节的的布局需给出项目的平面布局图和剖面图、安全设施位置应标于平面布局图上。

2.源项描述应包括对环境影响的辐射相关数据。

9 环境现状监测

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 准备搬迁，环评单位对福建龙溪轴承（集团）股份有限公司本次环评项目的工作场所及周围环境进行了监测，相关监测技术规范进行。

9.1 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

(1) 环境现状评价的对象

本次环境现状评价的对象为 X- γ 辐射剂量率。

(2) 监测因子

监测因子为 X- γ 射线。

(3) 监测点位

按照《辐射环境监测技术规范》（HJT61-2001）及《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GBT14583-93）中有关布点原则和方法，并结合本项目的实际情况，测量离地面高度 1m 处 X- γ 辐射剂量率，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 搬迁项目环境本底监测布点见表 9-1 及图 9-1。

表 9-1 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 搬迁项目环境本底监测布点

监测点位编号	监测点位名称	监测项目
1#	蓝田二厂区 6#厂房成品二车间拟建工业 CT 室	离地面高度 1m 处 X- γ 辐射剂量率
2#	蓝田二厂区 6#厂房成品二车间拟建工业 CT 室 拟建工业 CT 室东侧油源室	
3#	蓝田二厂区 6#厂房成品二车间拟建工业 CT 室 拟建工业 CT 室南侧三坐标测量室	
4#	蓝田二厂区 6#厂房成品二车间 拟建工业 CT 室拟建工业 CT 室西侧过道	
5#	蓝田二厂区 6#厂房成品二车间 拟建工业 CT 室拟建工业 CT 室北侧道路	
6#	蓝田二厂区 5#厂房南侧	
7#	福建龙溪轴承（集团）股份有限公司综合楼门前 空地（环境本底）	

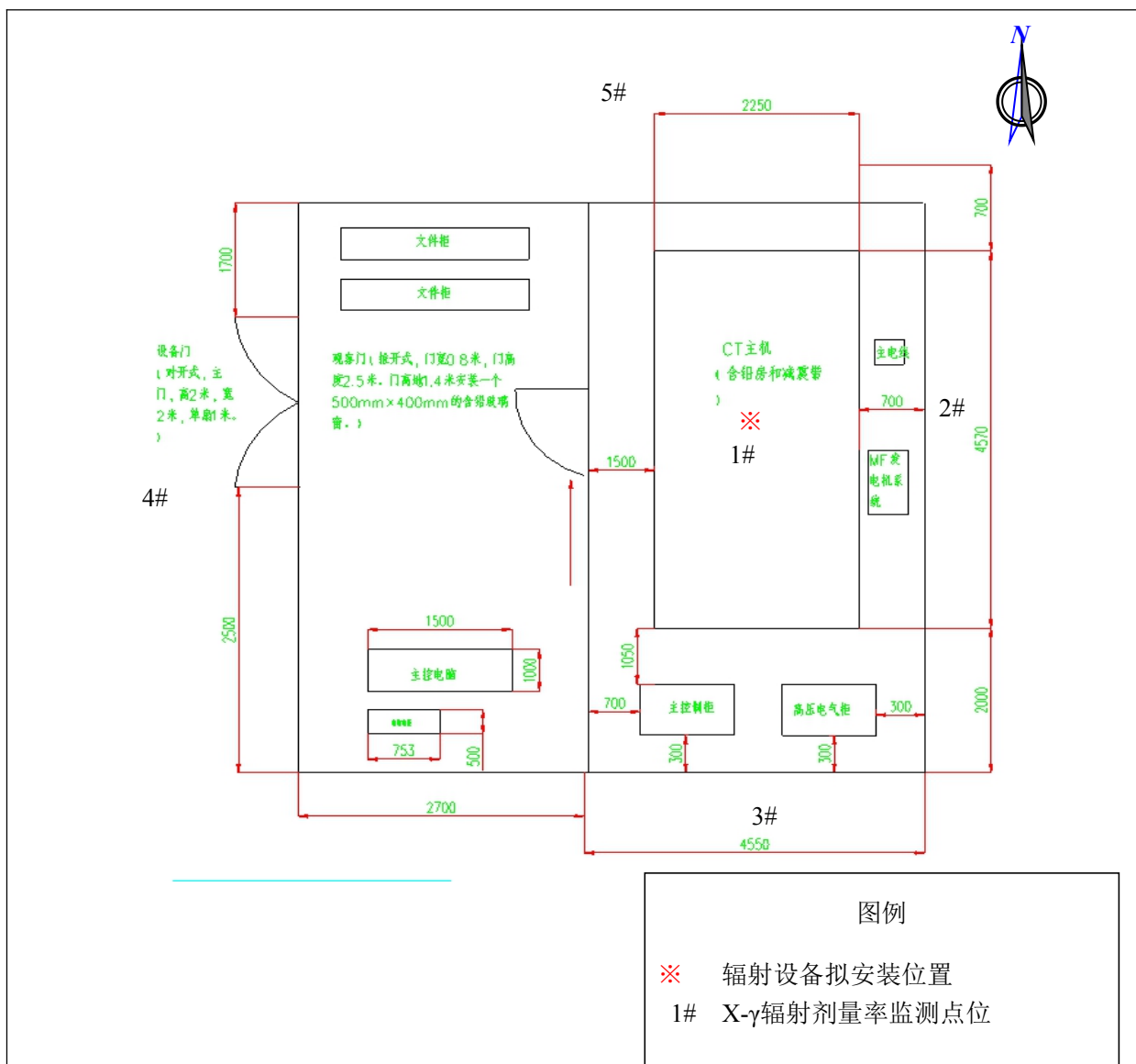


图 9-1 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 搬迁项目环境本底监测布点图

9.2 监测方案、质量保证和监测结果

9.2.1 监测方案

(1) 监测时间及环境条件

监测时间：2021 年 1 月 29 日~2021 年 1 月 30 日

天气情况：晴

温度：17.5℃-22.6℃

相对湿度：湿度 57.1%~62.3%，

(2) 监测方法

本次监测方法依据《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GBT14583-93）。

(3) 监测仪器

本次监测仪器为便携式 X- γ 剂量率仪 HD-2005。

9.2.2 质量保证

监测时质量保证措施如下：

- (1) 监测仪器经计量部门检定合格并在检定有效期内；
- (2) 测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好，并用检验源对仪器进行校验；
- (3) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- (4) 由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录；
- (5) 监测数据严格实行校对、校核、审定三级审核制度，专人负责质量保证及核查、检查工作。
- (6) 本次测量时，均未扣除该测量地区的宇宙射线响应。

9.2.3 监测结果

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 搬迁项目周围 X- γ 辐射剂量率环境本底测值见表 9-2，现场监测点位照片见表 9-3。环境本底监测报告报告见附件 14。

表 9-2 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备机房周围 X- γ 辐射剂量率环境本底测值

监测点位编号	监测点位名称	X- γ 剂量率（单位： 10^{-8} Gy/h）	
		2021-01-29	2021-01-30
1#	二厂区 6#厂房成品二车间 拟建工业 CT 室	9.3	10.3
2#	二厂区 6#厂房成品二车间 拟建工业 CT 室拟建工业 CT 室东侧油源室	7.8	7.4
3#	二厂区 6#厂房成品二车间 拟建工业 CT 室拟建工业 CT 室南侧三坐标测量室	8.6	8.2
4#	二厂区 6#厂房成品二车间 拟建工业 CT 室拟建工业 CT 室西侧过道	10.8	11.9
5#	二厂区 6#厂房成品二车间 拟建工业 CT 室拟建工业 CT 室北侧道路	12.1	12.3
6#	二厂区 5#厂房南侧	11.9	11.5
7#	福建龙溪轴承（集团）股份有限公司综合楼门前 空地（环境本底）	11.7	11.5

气象条件：天气：晴天，温度：22℃，湿度：59.0%

根据表 9-2，监测结果表明：

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备未运行时，周围环境 X-γ辐射剂量率测值范围为：74nGy/h~123nGy/h，处于福建省福州市室外、室内辐射环境本底范围值内（福建省福州市室外辐射环境本底范围值 34.0~145.4nGy/h，室内辐射环境本底范围值 89.9~231.0nGy/h，来源于《福建省环境天然贯穿辐射水平调查》（辐射防护期刊），辐射防护，1991 年第 11 卷第 4 期），项目周围本底辐射环境现状较好，未受到其他辐射影响。

表 9-3 福建龙溪轴承（集团）股份有限公司拟建 1 台工业 CT 断层扫描设备搬迁项目
现场监测照片

<p>辐射监测点位 1#</p> 	<p>辐射监测点位 2#</p> 	<p>辐射监测点位 3#</p> 
<p>辐射监测点位 4#</p> 	<p>辐射监测点位 5#</p> 	<p>辐射监测点位 6#</p> 
<p>辐射监测点位 7#</p> 	<p>/</p>	<p>/</p>

10 环境影响分析

10.1 项目建设的必要性分析

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司研发体系完善，研发能力强大，创立了全国唯一的关节轴承研究所和关节轴承检测实验中心，建立了省级企业技术中心，成立了企业博士后科研工作站，是关节轴承国家标准和关节轴承行业标准的主要起草单位，不但能够为用户提供标准型产品，而且能够为用户设计提供特殊要求和特殊结构的产品，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司在场区内进行轴承无损检测，保证轴承的质量，提高企业的经济效益，促进安全生产，维持社会稳定，根据福建龙溪轴承（集团）股份有限公司统一规划发展，漳州市芗城区腾飞路 388 号旧厂区无法满足生产的需要，因此福建龙溪轴承（集团）股份有限公司拟在蓝田二厂区 6# 厂房成品二车间北侧新建 1 座工业 CT 室，拟将福建龙溪轴承（集团）股份有限公司（芗城区腾飞路 388 号）南厂区特品车间 1 台工业 CT 断层扫描设备搬迁至福建龙溪轴承（集团）股份有限公司龙文区蓝田二厂区，因此福建龙溪轴承（集团）股份有限公司将 1 台工业 CT 断层扫描设备搬迁项目建设是非常必要的。

10.2 项目布局合理性分析

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 搬迁项目位于福建龙溪轴承（集团）股份有限公司蓝田二厂区 6# 厂房成品二车间工业 CT 室（车间为一层坡顶），正上方人员无法到达。工业 CT 室机房北侧墙外 30cm 为储气罐，东侧墙外 30cm 为实验中心，南侧墙外 30cm 为三坐标测量室，西侧墙外 30cm 为控制室，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业工业 CT 断层扫描设备机房北侧 33m 为蓝田二厂区 5# 厂房，周围 50m 范围内暂无其他环境保护目标。放射性工作场所的平面布置表明：放射性工作场所周围均为其相关工作室，对非放射性工作场所影响较小。福建龙溪轴承（集团）股份有限公司规划、考虑了项目特点和周围环境对本项目可能存在的影响，使工作人员能够就近作业，这样既方便了作业，又使放射性工作场所相对集中，便于对射线装置集中管理，有利于辐射防护和环境保护以及各组成部分功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰。因此，本项目平面布置比较合理。

10.3 国家产业性政策分析

经对照《产业结构调整目录（2011 年本）》（国家发展和改革委员会 2011 年第 9

号令)，本项目属于国家鼓励类的科学研究用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜技术应用，能促进安全生产，是维持社会稳定和经济发展的保障，满足实践正当性原则，符合国家产业政策。

10.4 建设过程对环境的影响

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 搬迁项目位于福建龙溪轴承（集团）股份有限公司蓝田二厂区 6# 厂房成品二车间工业 CT 室，只是根据设备安装需求，对放置点进行简单改造，拟购入的各设备安装和调试由厂家进行，安装调试的过程中，只要严格按照相关使用说明和管理制度执行，对周围环境辐射影响很小。因此，本项目施工期环境影响很小。

10.5 运行过程对环境的影响

10.5.1 环境影响分析

在正常工况下，工业 CT 断层扫描设备对环境的影响主要是：工业 CT 断层扫描设备运行时产生的 X 射线对周围环境公众及辐射职业工作人员的外照射。

在事故工况下，主要环境影响是：

如出现安全连锁失效、人员误入机房、操作失误、控制系统故障的情况，可能造成超剂量照射事故，使误入的辐射工作人员、公众人员受过量的照射，但不会影响机房外的公众。

为了减少事故工况的发生，避免对操作员、公众造成不必要的照射，建设单位应加强日常的辐射安全管理，设备应实行授权控制，开机操作前应确保无关人员均离开机房后方可开机；应定期检查辐射安全设施的有效性，发现问题及时修复或采取补救措施。尤其是，认真检查安全连锁，禁止任意去除安全连锁，严禁在去除可能导致人员伤亡的安全连锁的情况下开机。设备维修期间，应加强管理，避免出现误开机出束。

10.5.2 射线对环境附加剂量的分析

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备机房正在规划设计中，1 台工业 CT 断层扫描设备防护情况见表 10-5，1 台工业 CT 断层扫描设备机房周围

环境以及环境保护目标见表 6-1，本报告将项目周围可能受照射的人员分为职业人员、公众人员两类。由于本项目中工业 CT 断层扫描设备还未投入运行，本次评价对此工业 CT 断层扫描设备的辐射环境影响评价采用模式预测评价方法。

10.5.2.1 理论计算

根据公司提供的资料，1 台工业 CT 断层扫描设备的工作量如下：1 台工业 CT 断层扫描设备最大管电压 250kV，最大输出电流 10mA，每天工作 22 小时，平均每个工件检测按照 45s 计算，其中准备时间 30s，照射时间 15s，每年工作 300d，因此每年实际照射时间为 2200h。从保守角度考虑，探伤机年工作负荷为 $10\text{mA} \times 2200\text{h} = 1.32 \times 10^6 \text{mA}\cdot\text{min}$ ，根据《辐射防护手册》第三分册图 3.15，250kV 管电压 X 射线机单位工作负荷的距靶 1m 处输出量为 $14\text{mGy}/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。

(1) 有用线束估算方法

在给定屏蔽物质厚度 X 时，由 X 射线穿过铅的透射、X 射线穿过混凝土的透射（GBZ/T 250-2014《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B.1 曲线），分别见图 11-1、图 11-2 查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)按式 11-1 计算：

$$\dot{H} = \frac{I * H_0 * B}{R^2} \quad (11-1)$$

式中：

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安(mA)；

H_0 —距辐射源点(靶点)1 m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，不同 X 射线管电压(kV)和不同过滤条件下的 X 射线距辐射源点(靶点)1 m 处输出量 H_0 （GBZ/T 250-2014《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录表 B.1），见表 11-1；

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离，单位为米(m)。

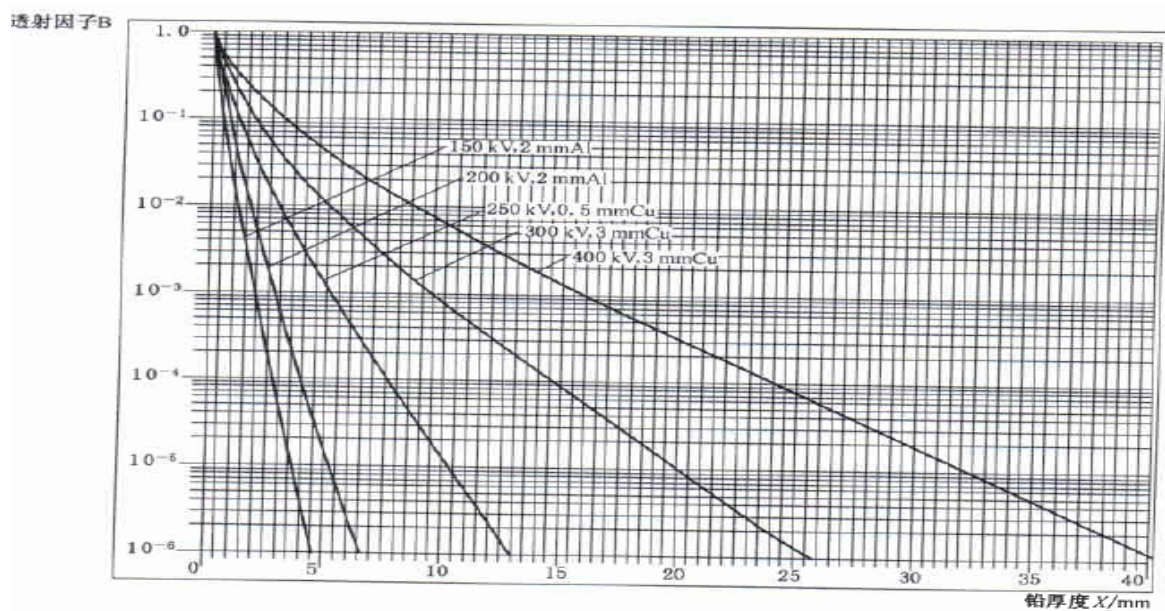


图 11-1 X 射线穿过铅的透射

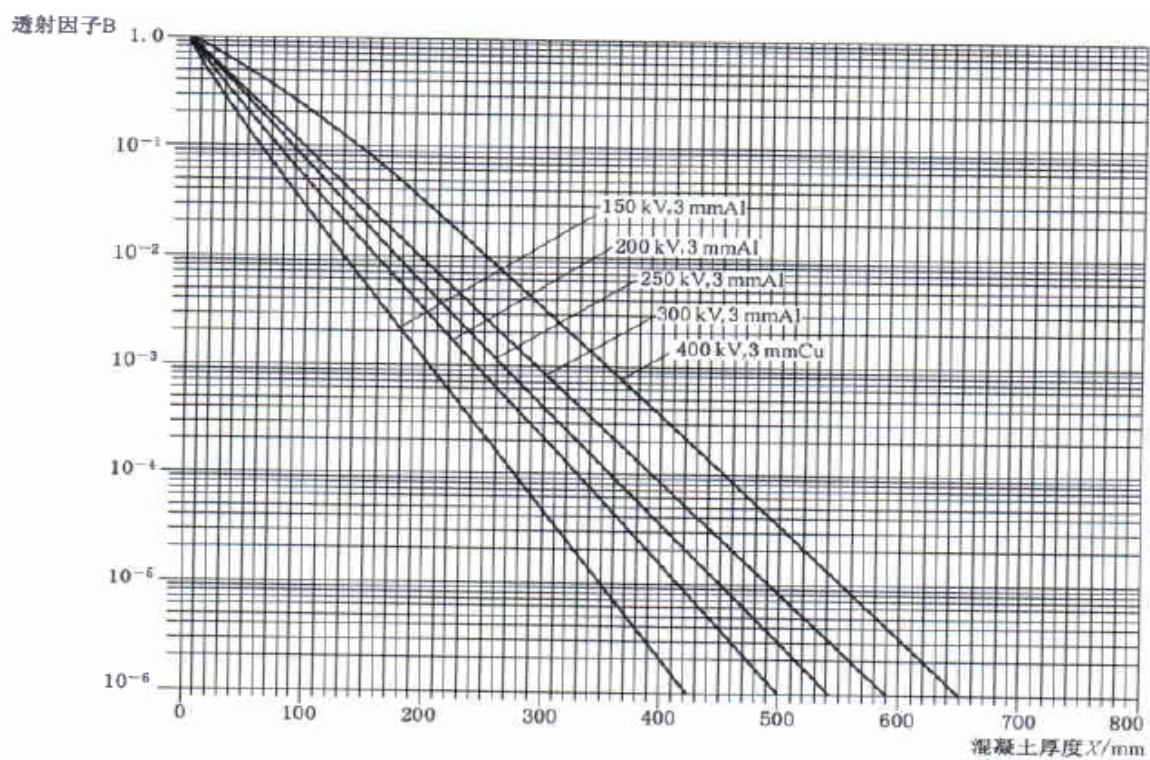


图 11-2 X 射线穿过混凝土的透射

表 11-1 不同 X 射线管电压((kV)和不同过滤条件下的 X 射线距辐射源点(靶点))1 m 处输出量 H_0

管电压 (kV)	滤过条件	输出量 H_0 mGy. m ² /(mA. min)
150	2mm 铝	18.3
	3mm 铝	5.2
200	2mm 铝	28.7
	3mm 铝	8.9
250	0.5mm 铜	16.5
	3mm 铝	13.9
300	3mm 铝	20.9
	3mm 铜	11.3
400	3mm 铜	23.5

注 1: 表中值取自 ICRP33, 在本标准中以等量值的 mSv. m²/(mA. min)进行屏蔽计算。
 注 2: 有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量。
 注 3: 在未获得厂家给出的输出量, 散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏(kV)下输出量的较大值保守估计。

(2) 泄漏辐射和散射辐射屏蔽估算方法

屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系:

对于给定的屏蔽物质厚度 X, 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式 11-2 计算:

$$B=10^{-X/TVL} \quad (11-2)$$

式中:

X—屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL—X 射线束在铅和混凝土中的半值层厚度和什值层厚度 (GBZ/T 250-2014 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B 表 B. 2), 见表 11-2。

表 11-2 X 射线束在铅和混凝土中的半值层厚度和什值层厚度

X 射线管电压 (kV)	半值层厚度 HVL mm		什值层厚度 TVL mm	
	铅	混凝土	铅	混凝土
150	0.29	22	0.96	70
200	0.42	26	1.4	86
250	0.86	28	2.9	90
300	1.7	30	5.7	100
400	2.5	30	8.2	100

注 1: HVL 和 TVL 均为 X 射线经强衰减后的值。

注 2: 表中值取自 ICRP33, 铅的密度为 11.3 t/m³, 混凝土的密度为 2.35 t/m³。

a、泄漏辐射估算方法

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 相应的屏蔽透射因子 B 按式 11-2 计算, 然后按式(8)计算泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} 单位为微希每小时($\mu\text{Sv/h}$)按式 11-3 计算:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L * B}{R^2} \quad (11-3)$$

式中:

B—屏蔽透射因子;

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m);

\dot{H}_L —距靶点 1 m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小时($\mu\text{Sv/h}$), X 射线探伤机的泄漏辐射剂量率 (GBZ/T 250-2014 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》表 1) 见表 11-3。

表 11-3 X 射线探伤机的泄漏辐射剂量率

X 射线管电压 kV	距靶点 1 m 处的泄漏辐射剂量率 \dot{H}_L $\mu\text{Sv/h}$
<150	1×10^3
$150 \leq kV \leq 200$	2.5×10^3
>200	5×10^3

b、散射辐射估算方法

90° 散射辐射的 TVL X 射线 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量, (GBZ/T 250-2014 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》, 使用该散射 X 射线最高能量相应的 X 射线 (见表 2) 的什值层(见附录 B 表 B. 2)计算其在屏蔽物质中的辐射衰减。X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值见表 11-4, (GBZ/T 250-2014 《工业 X

射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B 表 B. 2)，见表 11-2。

表 11-4 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线 kV	散射辐射 kV
150≤kV≤200	150
200≤kV≤300	200
300≤kV≤400	250

注:该表仅用于以什值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减。

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B，按表 11-4，并查表 11-1 的相应值，确定 90° 散射辐射的 TVL，然后按式 11-2 计算。关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 11-4 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \quad (11-4)$$

式中：

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安(mA)；

H_0 —距辐射源点(靶点)1 m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，不同 X 射线管电压((kV)和不同过滤条件下的 X 射线距辐射源点(靶点)1 m 处输出量 H_0 (GBZ/T 250-2014 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录表 B. 1)，见表 11-1；

B—屏蔽透射因子；

F— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米(m^2)；

α —散射因子，入射辐射被单位面积(1 m^2)散射体散射到距其 1 m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，(GBZ/T 250-2014 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B 表 B. 3)，见表 11-5；

R_0 —辐射源点(靶点)至探伤工件的距离，单位为米(m)；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米(m)。

表 11-5 入射辐射被面积为 400 cm² 水模体散射至 1 m 处的相对剂量比份 a_w

管电压 kV	90° 散射角的 a ^a _w
150	1.6E—3 ^b
200	1.9E—3 ^b
250	1.9E—3 ^b
300	1.9E—3 ^b
400	1.9E—3 ^c

a GBZ/T 250-2014 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》4.2.3 中的散射因子 a 可保守地取为 a_w.10000/400

b 取自 NCRP49

c 本标准中建议保守地取 300 kV 的 a_w 值。

备注：当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，R₀²/F•a 因子的值为：60(150 kV)和 50(200 kV~400 kV)。

11.2.1.2 理论估算结果

①有用线束的剂量率

由公司提供的资料、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014 及 NCRP49 号报告、表 7-1 可得出以下计算参数，由公式 (11-1) 计算得，有用线束的剂量率 \dot{H} 见表 11-6。

表 11-6 有用线束的剂量率 \dot{H}

关注点 A	H ₀	I	R	B		有用线束剂量率 \dot{H} (μSv/h)
	μSv • m ² / (mA • h)	mA	m	Pb 10mm	彩钢板+钢 54mm	
工业 CT 断层扫描设备机房南侧墙外 30cm 三坐标测量室 (三坐标测量室工作人员)	990000	10	7.52	1.5E-5	≤1.0E-6	1.8E-06
备注	为保守估算，管电压取 250kV，采用 0.5mm 铜作为过滤条件，根据表 11-1，可查得。根据图 11-1，图 11-2，可得出 B 相关数值。其它相关参数，根据图 7-1，表 7-1 可查得。工业 CT 断层扫描设备机房均为 50mm 彩钢板，铅密度为 11.34g/cm ³ ，钢密度为 7.86g/cm ³ 。					

②泄露辐射剂量率

由公司提供的资料、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014 及 NCRP49 号报告、表 7-1 可得出以下计算参数，由公式 (11-3) 计算得，泄露辐射剂量率 \dot{H} 见表 11-7。

表 11-7 经次屏蔽墙后关注点 (C) 的年泄漏剂量率 \dot{H}

关注点 C	H_L	B	R	$X_{\text{铅}}$	$TVL_{\text{铅}}$	$X_{\text{彩钢板}}$	$TVL_{\text{彩钢板}}$	泄露辐射剂率 H
	$\mu\text{Sv/h}$	/	m	mm	mm	mm	mm	$\mu\text{Sv/h}$
工业 CT 断层扫描设备机房北侧墙外 30cm 储气罐室	5000	2.27E-14	3.3	10	2.9	54	4.2	2.27E-14
工业 CT 断层扫描设备机房东侧墙外 30cm 实验中心	5000	1.82E-13	2.58	8	2.9	54	4.2	1.82E-13
工业 CT 断层扫描设备机房西侧墙外 30cm 操作室	5000	2.10E-13	2.4	8	2.9	54	4.2	2.10E-13
工业 CT 断层扫描设备机房西侧墙外操作位	5000	6.77E-14	4.23	8	2.9	54	4.2	6.77E-14
工业 CT 断层扫描设备机房西侧成品二车间	5000	4.48E-14	5.2	8	2.9	54	4.2	4.48E-14
机房北侧 2.2m 厂房道路	5000	9.15E-15	5.2	10	3.3	3.3	3.3	9.15E-15
机房北侧 33m5#厂房	5000	1.91E-16	36	10	2.58	2.58	2.58	1.91E-16
备注	根据表 11-3，得出 250kV 管电压，泄露辐射剂量率为 5000 $\mu\text{Sv/h}$ 。根据表 11-2，得到 B 数值。其它相关参数，根据图 7-1，表 7-1 可查得。							

②散射辐射剂量率

由公司提供的资料、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014 及 NCRP49 号报告、表 7-1 可得出以下计算参数，由公式 (11-3) 计算得，散射辐射剂量率 \dot{H} 见表 11-8。

表 11-8 经次屏蔽墙后关注点 (C) 散射辐射剂量率 \dot{H}

关注点 C	I	H ₀	B	$R_0^2/F \cdot a$	R _S	X _铅	TVL _铅	X _{彩钢板}	TVL _{彩钢板}	散射辐射剂量率 H
	mA	μSv·m ² /(mA·h)	/	/	m	mm	mm	mm	mm	μSv/h
工业 CT 断层扫描设备机房 北侧墙外 30cm 储气罐室	10	1722000	7.20E-35	50	3.3	10	1.4	54	2	4.29E-27
工业 CT 断层扫描设备机房 东侧墙外 30cm 实验中心	10	1722000	1.93E-33	50	2.58	8	1.4	54	2	2.41E-25
工业 CT 断层扫描设备机房 西侧墙外 30cm 操作室	10	1722000	1.93E-33	50	2.4	8	1.4	54	2	2.77E-25
工业 CT 断层扫描设备机房 西侧墙外操作位	10	1722000	1.93E-33	50	4.23	8	1.4	54	2	8.99E-26
工业 CT 断层扫描设备机房 西侧成品二车间	10	1722000	1.93E-33	50	5.2	8	1.4	54	2	6.10E-26
机房北侧 2.2m 厂房道路	10	1722000	7.20E-35	50	5.2	10	1.4	54	2	2.05E-27
机房北侧 33m5#厂房	10	1722000	7.20E-35	50	36	10	1.4	54	2	4.65E-29
备注	根据表 11-1, H ₀ 按照 200kV, 按照 2mm 铝片滤过, 输出量较大值计算。 为保守估算, 只考虑 X 射线探伤室四周屏蔽墙、屏蔽, 根据表 8-1、表 11-2、表 11-4, 得到 B 数值。 根据表 11-4 当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20°时, R ₀ ² /F.a 因子的值为: 60(150 kV)和 50(200 kV~400 kV)。其它相关参数, 根据图 7-1, 表 7-1 可查得。									

由表 11-2、表 11-2 计算得，经屏蔽墙后关注点（C）的泄漏剂量率、散射剂量率之和见表 11-9。

表 11-9 经次屏蔽墙后关注点（C）处年泄漏剂量率、散射剂量率之和

关注点 C	泄漏剂量率 H (μ Sv/h)	散射剂量率 H (μ Sv/h)	合计剂量率 (μ Sv/h)
工业 CT 断层扫描设备机房北侧墙外 30cm 储气罐室	2.27E-14	4.29E-27	2.27E-14
工业 CT 断层扫描设备机房东侧墙外 30cm 实验中心	1.82E-13	2.41E-25	1.82E-13
工业 CT 断层扫描设备机房西侧墙外 30cm 操作室	2.10E-13	2.77E-25	2.10E-13
工业 CT 断层扫描设备机房西侧墙外操作位	6.77E-14	8.99E-26	6.77E-14
工业 CT 断层扫描设备机房西侧成品二车间	4.48E-14	6.10E-26	4.48E-14
机房北侧 2.2m 厂房道路	9.15E-15	2.05E-27	9.15E-15
机房北侧 33m5#厂房	1.91E-16	4.65E-29	1.91E-16
备注	无		

11.2.1.2 X 射线探伤机探伤室周围各关注点辐射环境影响预测

通过对 1 台工业 CT 断层扫描设备搬迁项目周围各关注点理论预测，得出拟搬迁项目周围各关注点处周围剂量当量率、人员在关注点的周剂量以及年有效剂量见下表 11-10。由表 11-10 可知，人员在关注点周围剂量当量率为 $1.91 \times 10^{-16} \sim 1.75 \times 10^{-6} \mu\text{Sv/h}$ ，低于关注点最高周围剂量当量率参考控制水平 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；职业人员在关注点的周剂量为 $7.7 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/周}$ ，低于职业人员在关注点的周剂量参考控制水平 $100 \mu\text{Sv/周}$ ；公众人员在关注点的周剂量为 $8.4 \times 10^{-15} \sim 9.25 \times 10^{-12} \mu\text{Sv/周}$ ，低于公众在关注点的周剂量参考控制水平 $5 \mu\text{Sv/周}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的相关要求。

X 射线探伤机职业操作人员（职业人员）年有效剂量为 $1.16 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于设定 5mSv/a 的剂量约束值；公众成员所受年有效剂量为 $1.26 \times 10^{-13} \sim 1.39 \times 10^{-10} \text{mSv}$ ，低于设定的 0.25mSv/a 的剂量约束值，能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的有关要求。

表 11-10 工业 CT 断层扫描设备机房周围各关注点处周围剂量当量率、人员在关注点的周剂量以及年有效剂量

关注点	人员	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	最高周围剂量当量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	人员在关注点的周剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	人员在关注点的周剂量参考控制水平 ($\mu\text{Sv/周}$)	居留因子	年出束时间	年有效剂量 H (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	备注
A	工业 CT 断层扫描设备机房南侧墙外 30cm 三坐标测量室	1.75×10^{-6}	2.5	7.7×10^{-5}	100	1	2200h	1.16×10^{-3}	5	职业人员
C	工业 CT 断层扫描设备机房北侧墙外 30cm 储气罐室	2.27×10^{-14}		1.0×10^{-12}	5	1/2	2200h	1.50×10^{-11}	0.25	公众人员
	工业 CT 断层扫描设备机房东侧墙外 30cm 实验中心	1.82×10^{-13}		8.0×10^{-12}			2200h	1.20×10^{-10}		
	工业 CT 断层扫描设备机房西侧墙外 30cm 操作室	2.1×10^{-13}		9.25×10^{-12}			2200h	1.39×10^{-10}		
	工业 CT 断层扫描设备机房西侧墙外操作位	6.77×10^{-14}		2.98×10^{-12}			2200h	4.47×10^{-11}		
	工业 CT 断层扫描设备机房西侧成品二车间	4.48×10^{-14}		1.97×10^{-12}			2200h	2.96×10^{-11}		
	机房北侧 2.2m 厂房道路	9.15×10^{-15}		4.0×10^{-13}			2200h	6.04×10^{-12}		
	机房北侧 33m5#厂房	1.91×10^{-16}		8.4×10^{-15}			2200h	1.26×10^{-13}		
备注	<p>根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T 250-2014 附录 A，保守估算，居留因子均选部分居留，为 1/2。年有效剂量 = (周围剂量当量率-环境本底) × 年出束时间 × 居留因子，为方便、保守估算，本次未扣除环境本底。</p> <p>《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$，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 $100 \mu\text{Sv/周}$，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$ (1 台工业 CT 断层扫描设备最大管电压 250kV，最大输出电流 10mA，每天工作 22 小时，平均每个工件检测按照 45s 计算，其中准备时间 30s，照射时间 15s，每年工作 300d，因此每年实际照射时间为 2200h，每年按照 50 周计算，每周为 44h)。</p>									

10.5.3 辐解废气对环境的影响评价

本项目运行时不产生放射性气体。工业 CT 断层扫描设备在屏蔽铅房内工作时会使空气发生电离分解，从而产生少量有害气体（如臭氧、氮氧化物），臭氧的产额比氮氧化物高一个量级，因此故其主要危害是臭氧。工业 CT 断层扫描设备输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产生量越大。臭氧和氮氧化物具有强氧化能力，被吸入后会对人体的身体健康造成伤害。本项目工业 CT 断层扫描设备工作时电离粒子束流不大，故其产生的臭氧和氮氧化物气体量较少，操作人员是在铅房外的工件台上操作，通风条件较好，空气流动频繁，操作人员不进入铅房内。而工业 CT 断层扫描设备机房安装有通风设施，每小时换气三次以上，故所产生的气体对周围环境空气质量及周围工作人员影响极小。

10.6 退役对环境的影响

本次评价项目项目退役时，根据《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)相关规定，使用 I 类、II 类、III 类放射源的场所，生产放射性同位素的场所，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》确定的甲级、乙级非密封放射性物质使用场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。

对于工业 CT 断层扫描设备，射线随设备开机产生，关机时不产生辐射影响。但工业 CT 断层扫描设备 X 射线屏蔽材料含铅，有一定毒性，必须回收利用或按规定处置；工业 CT 断层扫描设备 X 射线发生器中含有少量气压为 0.35~0.50MPa 的 SF₆ 绝缘气体，SF₆ 是一种无色无味、无毒和不易燃烧的绝缘性气体，对大气层有很强破坏作用，应予以回收利用不得随意废弃。因此，工业 CT 断层扫描设备退役时，应送往有资质的单位回收，确保退役后的安全处置，不得随意丢弃。

10.7 项目安全设施

本项目拟建工业 CT 断层扫描设备应设置以下安全设施：

(1) 工业 CT 断层扫描设备控制台与防护门安全联锁

工业 CT 断层扫描设备控制台应配备钥匙开关，在工业 CT 断层扫描设备未进行工作时，钥匙拔离控制台，并由专人保管，避免非工作人员对工业 CT 断层扫描设备进行

误操作。控制台应设有电视监控，紧急停机按钮。通过控制台上的监视器能够在看清铅房内的情况，在发现异常情况时，及时处理。工业 CT 断层扫描设备机房防护门与工业 CT 断层扫描设备系统之间应配备可靠的安全联锁装置，通过该联锁，当防护门被意外打开时，控制台报警，且射束自动关闭。在无损检测过程中，若防护门未关好，通过联锁机制，无法开机。

(2) 警告标志及工作状态指示灯

工业 CT 断层扫描设备机房门口上应设有电离辐射警告标志，防护门顶应设有工作状态指示灯，指示工业 CT 断层扫描设备是否处于出束状态。控制台软件界面检测进程及出束显示。

(3) 工作场所建筑物屏蔽和隔室操作

工业 CT 断层扫描设备自带铅房，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司还新建了设备室和操作室，方便工业 CT 断层扫描设备隔室操作。1 台工业 CT 断层扫描设备防护情况见表 10-5，机房应建成能有效地屏蔽射线的墙体。墙壁、顶棚、防护门的材料及厚度应满足周围环境目标公众受照年有效剂量低于公众照射剂量约束值，同时满足辐射防护最优化的要求。

表 10-5 1 台工业 CT 断层扫描设备防护情况表

项目	内容	
工业 CT 断层扫描设备自屏蔽铅房	铅房尺寸	长 250cm×宽 210cm×高 400cm, 门口净尺寸: 120 cm×220 cm
	防护墙体厚度	顶棚: 8mmPb+4mm 钢 墙 1: 8mmPb+4mm 钢 墙 2: 10mmPb+4mm 钢 墙 3: 8mmPb+4mm 钢 墙 4: 10mmPb+4mm 钢 (主照射面)
	防护门	8mmPb+4mm 钢
工业工业 CT 断层扫描设备机房	整个机房 (包含四面墙、天花板) 由 50mm 厚彩钢板搭建。	
备注	铅房/防护区域外表面 10 厘米处最大剂量率小于 1.25 μSv/h。	

(4) 辐射监测设备

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司已经按相关要求配备符合防护要求的辅助防护

用品，并配备便携式辐射监测仪表见照片 9-6，防止工作人员在工作中受到过量照射。工业 CT 断层扫描设备工作人员已配备个人剂量报警仪和个人剂量计见照片 9-7，照片 9-8。

(5) 通风系统

工业 CT 断层扫描设备机房内应设计了通风系统，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，以保护治疗室工作人员及其他人员的健康免受臭氧及氮氧化物的影响。

(6) 设计与施工

工业 CT 断层扫描设备机房应由有资质的单位设计施工，机房选址和建筑设计必须符合相应的放射卫生防护法规和标准要求，保障周围的安全。穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。

因此，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备搬迁项目在完善配套机房和各项相关的防护设施，射线装置工作场所按照国家有关规定设置明显的放射性标志，机房出入口设置安全和防护设施与工作状态指示灯，可以有效地防止了误操作与工作人员及公众受到意外的照射。放射性工作人员佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪可有效地限制了放射性工作人员的正常照射剂量，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)中规定的防护与安全最优化的原则。

10.8 污染防治措施

工业 CT 断层扫描设备拟采取以下辐射污染防治措施：

(1) 项目应由有资质的单位设计施工，设备安装处选址和建筑设计必须符合相应的放射卫生防护法规和标准要求，保障周围环境安全。公司工业 CT 断层扫描设备拟布置在蓝田二厂区 6#厂房成品二车间北侧工业 CT 室，车间内人员较少，无关人员很少经过和逗留，平面布置合理。

(2) 设计应充分考虑周围的辐射安全，工业 CT 断层扫描设备 X 射线屏蔽铅房应与操作室分开。

(3) 在屏蔽铅房外 1m 范围内拟划为监督区，并用铁栏杆围住，并将操作室划为监督区，严禁非操作人员和公众进入。

(4) 针对工业 CT 断层扫描设备的特点和安全防护要求，在屏蔽铅房设计中，根据有关辐射防护要求，对铅房四面墙体、顶部、底部和防护门进行了专门设计。

(5) 屏蔽铅房有用线束直接投照的防护墙（包括顶部和防护门）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计，操作室需避开有用线束照射的方向。

工业 CT 断层扫描设备机房由 50mm 彩钢板搭建。

屏蔽铅房大小为：长 250cm×宽 210cm×高 400cm，顶棚：8mmPb+4mm 钢

墙 1：8mmPb+4mm 钢 墙 2：10mmPb+4mm 钢

墙 3：8mmPb+4mm 钢 墙 4：10mmPb+4mm 钢（主照射面）

(6) 铅防护门采用安全联锁装置，只有铅防护门关闭的情况下，X 射线才能照射。

(7) 屏蔽铅房内保持清洁、干燥，不得堆放与探伤作业无关的物件。

(8) 工业 CT 断层扫描设备设有自动声光报警系统，报警系统与铅房防护门连锁，确保射线曝光时铅门不能开启；铅门及墙外设有电离辐射标志和中文警示说明、工作状态指示灯，定期检查安全连锁装置，保持良好状态。

(9) 为辐射工作人员配置个人剂量仪，工作场所配置个人剂量计、个人剂量报警仪、X- γ 环境辐射监测仪，并随时注意剂量变化，并建立个人剂量档案。

(10) 制定健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检维修维护制度、人员培训计划、监测方案等各项规章制度，并在工作场所张贴上墙。

(11) 各项规章制度、操作规程和应急处理措施制定完善，做好事故的预防和应对工作。

(12) 当发生辐射事故时，立即启动应急预案，采取应急措施，并同时向市环境保护部门、市卫生部门、市公安部门等相关主管部门报告。

(13) 加强对辐射设备的管理，严格执行操作规程。

(14) 接受市环保行政主管部门的监督。

因此，本项目在采取了以上污染防治措施后，可有效防止工作人员及公众受到意外辐射，把环境影响风险降到最低的水平。

10.9 防护与屏蔽评估

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备工作场所的建筑物

均采取了屏蔽防护措施，防护情况分别见表 10-5，符合辐射防护要求。

由运行期环境影响分析可知，在正常工况下，职业人员及公众人员的年附加剂量均能满足评价标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的照射剂量限值及剂量约束值。工作场所的墙壁、顶棚、防护门等材料及厚度能够使周围环境目标公众受照年有效剂量低于公众照射剂量约束值(0.25mSv)，同时满足辐射防护最优化的要求。

10.10 风险分析与评估

该项目运行中存在潜在危害和事故风险，本次环评对其作分析和预测，说明项目运营中可能发生的事故或突发事件对人身安全和环境的损害和影响程度，提出行之有效的防范及应急措施，以避免事故发生、减少事故损失，使其对环境的影响达到可以接受的水平。

10.10.1 事故风险类别

工业 CT 断层扫描设备可能发生事故的类型有：

- ①操作人员或车间内其他工人在铅房防护门关闭前尚未撤出铅房，工业 CT 断层扫描设备运行可能产生误照射；
- ②安全装置发生故障情况下，人员误入正在运行的工业 CT 断层扫描设备铅房。
- ③故障状态下，设备维修人员维修调式过程中，由于误开机造成误照射。

10.10.2 事故风险分析

工业 CT 断层扫描设备只有在开机的情况下才会发出 X 射线，设备关机后不会产生 X 射线。发生的照射事故主要有：

- ①设备在开机的情况下，人员误入铅房造成超剂量照射；
- ②设备在开机的情况下，防护门出现故障未关闭，对防护门外操作人员或公众造成辐射影响。

铅防护门采用安全连锁装置，只有铅防护门关闭的情况下，X 射线才能照射；工业 CT 断层扫描设备设有自动声光报警系统，报警系统与铅房防护门连锁，确保射线曝光时铅门不能开启；铅门及墙外设有电离辐射标志和中文警示说明、工作状态指示灯。以上的各种安全连锁装置，体现了电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871—2002)

中规定的多种性，独立性和冗余性。有了以上安全防范设施、加上人员的正确操作和认真执行各种安全规章制度，即可减少或避免人员误入和超剂量照射事故的发生。

对机房的排风设备，应加强检查维修，使其保持正常运行，以避免发生臭氧积累事故。

工业 CT 断层扫描设备为 II 类射线装置，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，该类射线装置最大可能导致特别重大辐射事故。发生该类事故应即时上报福建省环境保护厅和国家环保部。

10.11 三废的治理

本次评价的福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备属于用 X 射线进行无损检测，只有在设备开机状态下才产生 X 射线，因此，无放射性废气和固体废物产生。本项目工业 CT 断层扫描设备工作时电离粒子束流不大，故其产生的臭氧和氮氧化物气体量较少，操作人员是在铅房外的工件台上操作，通风条件较好，空气流动频繁，操作人员不进入铅房内。而工业 CT 断层扫描设备机房安装有通风设施，每小时换气三次以上，故所产生的气体对周围环境空气质量及周围工作人员影响极小。

注：1.三废治理的设施、方案、效果。
2.有废旧放射源的给出它的处理方案。

11 安全管理

11.1 辐射安全管理应当具备的基本要素

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司属于使用Ⅱ类射线装置的单位，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，福建龙溪轴承（集团）股份有限公司辐射防护工作应当具备以下要素：

（1）设立专门的辐射安全与环境保护管理机构或设 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。

（2）从事辐射工作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。

（3）射线装置使用场所具备有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

（4）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，包括个人剂量报警、辐射监测等仪器。

（5）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、人员培训计划、监测方案。

（6）有完善的辐射事故应急预案。

（7）配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制监测计划，至少有一名职业人员负责质量保证与质量控制检测工作。

11.2 应采取的辐射安全管理措施及对策

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用射线装置的单位申请领取许可证要求的申请条件，公司应采取如下辐射安全管理措施及对策：

（1）公司已经成立专门的辐射防护领导小组（见附件 9），明确领导小组工作章程、具体职责、职能和定期议事制度，安排 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。

（2）公司应制定辐射安全和防护专业知识及相关法律法规培训和考核制度，上岗的工作人员必须经过环保系统专业培训，并要求培训合格后方可上岗；制订并落实定期培训与

考核的相关制度，公司已经制定辐射防护与安全保卫管理制度（见附件 10），福建龙溪轴承（集团）股份有限公司人员辐射安全与防护培训合格证书见附件 11。

（3）公司射线装置使用场所必须具备有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。如各射线装置防护门前必须设置明显的辐射警示牌、报警装置或工作信号，1 台工业 CT 断层扫描设备防护门与设备之间必须有门机连锁装置。

（4）公司必须配置个人剂量报警、辐射监测等仪器；所有职业工作人员必须佩戴个人辐射剂量计，定期送有资质的单位检查读数，建立个人剂量档案。

（5）公司必须制定完善的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等辐射环境管理规章制度，并规章制度上墙。

（6）公司已经制定事故处理应急预案，有完善的辐射事故应急措施（见附件 12）。

（7）公司在使用射线装置时不会产生含放射性废气、废液、固体废物。

（8）公司必须制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，安排一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。

（9）公司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；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。

11.3 辐射监测方案

本项目应按照《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环境保护部 18 号令，2011 年）的规定，制定完善的监测计划和监测方案，监测方案包括个人剂量监测、工作场所监测及其记录档案等相关内容，对射线装置的安全和防状况进行年度评估，并于每年 1 月 15 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

本项目应参照以下监测内容补充制订监测方案。

11.3.1 个人剂量监测

公司应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，为辐射工作人员配备个人剂量仪，同时应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量仪，并进行个人剂量监测（1 次/1 季度）和职业健康体检（1 次/1 年），建立个人剂量档案盒职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录（辐射工作人员个人剂量监测报告见附件 13）。

11.3.2 辐射工作场所防护监测

公司建立《监测计划》，对各设备屏蔽铅房的周围环境 X- γ 辐射剂量率监测，辐射装置安全与防护的监测应委托有监测资质的单位负责组织实施，并将监测记录资料统计结果及时上报主管部门以便了解和监控防护设施的运行情况，为主管部门下一步辐射防护决策提供科学技术依据。

具体监测计划如下：

①福建龙溪轴承（集团）股份有限公司应配备 X- γ 剂量率测量仪（见照片 9-6），辐射操作人员应佩戴个人剂量报警器（见照片 9-7）和个人辐射剂量计（见照片 9-8），并对该公司使用的 1 台工业 CT 断层扫描设备屏蔽铅房四周、操作室及其周围环境进行常规监测。监测数据每年年底向市和省环境保护厅上报备案。

② 监测频度：在项目环评批复后三个月内进行项目验收监测，以后每年常规监测两次，监测应由具备放射性监测资质的单位负责组织实施。

③ 监测范围：主要对公司工业 CT 断层扫描设备射线装置工作场所进行监测，重点对工业 CT 断层扫描屏蔽铅房周围，防护门及缝隙处，橡胶帘布的出入口，控制室，操作台等。加强对职业人员、仪器设备、工作场所、以及事故情况等监测。

④ 监测项目：X- γ

具体要求见表 11-1，监测点位设置及监测频次见附表 1。

表 11-1 辐射工作场所周围环境监测内容

设备名称	监测因子	监测位置	备注
工业 CT 断层扫描设备	X- γ 辐射剂量率	以操作室、球管朝向的屏蔽层外为主，兼顾机房墙外 30cm 处	工业 CT 断层扫描设备正常运行时

11.4 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

建设项目竣工环境保护验收项目一览表见表 11-2。

表 11-2 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

编号	验收项目	验收内容	验收标准及要求
1	辐射防护措施	①机房出入口设置电离辐射警示标志和工作状态指示灯。 ②工业 CT 断层扫描设备防护门必须与射线装置安全联锁，有用线束直接投照的防护墙按初级辐射屏蔽要求设计建造，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计建造。 ③配置 X- γ 剂量监测仪。 ④职业人员配备个人剂量报警仪、热释光个人剂量片。	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)相关规定。
2	管理制度	①成立辐射防护安全管理机构，制定《辐射安全管理机构及职责》。 ②建立健全相应放射安全防护规章制度，包括《操作规程》、《人员分工和岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》等，各项规章制度应张贴上墙，严格执行。职业工作人员应事先进行环保部门组织的放射防护知识培训，持证上岗。 ③《个人剂量监测与档案管理制度》。 ④《自行检查制度和年度评估制度》 ⑤《职业健康检查与档案管理制度》 ⑥《辐射事故应急处理预案》。 ⑦《职业人员的辐射安全与防护培训和再培训制度》。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关规定。
3	环境监测	①委托有放射性监测资质的单位每年对各设备周围辐射环境进行监测 ②对设备周围主要敏感目标辐射环境进行监测。 ③职业人员必须佩戴个人剂量计，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)相关规定。

注：1. 辐射监测应给出：辐射监测计划（环境、个人剂量）和辐射监测设备的情况。
 2. 辐射安全保证与辐射事故应急响应给出辐射安全规章制度和事故应急响应情况。

12 结论与建议

12.1 结论

本项目建成后能够为提高企业的经济效益，促进安全生产，维持社会稳定建设具有其必要性；项目整体布局较为合理，符合辐射防护最优化原则；本项目属于国家鼓励类的科学研究用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器的应用，符合国家产业政策，对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其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》规定的实践的正当性原则。

福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备搬迁项目运行后，在正常工况下，周围环境公众人员和职业人员的年附加剂量均能满足评价标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的公众及职业人员照射剂量限值及剂量约束值(职业 5mSv/a，公众 0.25mSv/a)；

关注点周围剂量当量率低于关注点最高周围剂量当量率参考控制水平 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；周围环境公众人员和职业人员周剂量分别低于公众人员及职业人员在关注点的周剂量参考控制水平（职业 $100\mu\text{Sv/周}$ ，公众 $5\mu\text{Sv/周}$ ）满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的相关要求。各工作场所的屏蔽材料及设计厚度能满足辐射防护要求。

综上所述，本项目在实施了本环评报告表提出的辐射防护与安全措施、辐射管理措施、污染防治措施后，从辐射安全和环境保护角度看，该项目的建设是可行的。

12.2 建议

(1) 在项目建设同时，应确保辐射防护设施和管理措施的建设，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

(2) 制订辐射监测计划、购置相关辐射科室的监测仪器。

(3) 做好各项辐射安全设施的维护，完善各项制度，加强日常管理。

(4) 根据年度个人剂量监测报告，若福建龙溪轴承（集团）股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备职业人员年接受剂量超过职业人员年照射剂量限值及剂量约束值，应立即调离工作岗位或调休。

(5) 福建龙溪轴承(集团)股份有限公司 1 台工业 CT 断层扫描设备进行竣工环境保护验收时, 应确保各放射性工作场所周围环境的剂量率水平低于 $2.5\mu\text{Gy/h}$, 或将高于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的区域划分为监督区, 限制公众进入。

注: 1.结论主要包括:

- (1) 环境影响分析结论。
- (2) 辐射安全与防护分析结论。
- (3) 环保措施可行性结论。
- (4) 可行分析结论(符合产业政策与否、代价利益分析等)。

2.建议主要应指出还存在的问题以及主要的改进措施或承诺。

主管部门意见:

经办人

公 章
年 月 日

审批意见:

公 章

经办人

年 月 日

建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：		福建龙溪轴承（集团）股份有限公司				填表人（签字）：		建设单位联系人（签字）：			
建设项目	项目名称	福建龙溪轴承（集团）股份有限公司1台工业CT断层扫描设备搬迁项目				建设内容、规模		建设内容：福建龙溪轴承（集团）股份有限公司拟在蓝田二厂区6#厂房成品二车间北侧新建1座工业CT室，拟将福建龙溪轴承（集团）股份有限公司（芗城区腾飞路388号）南厂区精品车间1台工业CT断层扫描设备搬迁至福建龙溪轴承（集团）股份有限公司龙文区蓝田二厂区，工业CT型号为T.CT Precision S，该设备为IT类射线装置。			
	项目代码 ¹	/									
	建设地点	福建龙溪轴承（集团）股份有限公司蓝田二厂区									
	项目建设周期（月）	5.0				计划开工时间	2021年5月				
	环境影响评价行业类别	55-172核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）				预计投产时间	2021年10月				
	建设性质	新建（迁建）				国民经济行业类型 ²	7452 检测服务				
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）	/				项目申请类别	新申项目				
	规划环评开展情况	不需开展				规划环评文件名	/				
	规划环评审查机关	/				规划环评审查意见文号	/				
	建设地点中心坐标 ³ （非线性工程）	经度	117.741577	纬度	24.510875	环境影响评价文件类别		环境影响报告表			
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度	/	起点纬度	/	终点经度	/	终点纬度	/	工程长度（千米）	/
总投资（万元）	420.00				环保投资（万元）	20.00		环保投资比例	4.76%		
建设单位	单位名称	福建龙溪轴承（集团）股份有限公司	法人代表	陈晋辉	评价单位	单位名称	深圳市宗兴环保科技有限公司	证书编号	/		
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91350000158166297A	技术负责人	陈勇杰		环评文件项目负责人	普梦瑜	联系电话	0755-89724488		
	通讯地址	漳州市芗城区腾飞路388号	联系电话	15259668117		通讯地址	深圳市龙岗区横岗街道龙岗大道8288号大运软件小镇41栋2楼202				
污染物排放量	污染物	现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）					排放方式
		①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量 ⁴ （吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年） ⁵	⑦排放增减量（吨/年） ⁵			
	废水	废水量（万吨/年）								<input checked="" type="radio"/> 不排放 <input type="radio"/> 间接排放： <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 <input type="radio"/> 直接排放：受纳水体_____	
		COD									
		氨氮									
		总磷									
		总氮									
废气	废气量（万立方米/年）								/		
	二氧化硫								/		
	氮氧化物								/		
	颗粒物								/		
挥发性有机物								/			
项目涉及保护区与风景名胜区的情况	影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施		
	生态保护目标		自然保护区		/		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
			饮用水水源保护区（地表）		/		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
			饮用水水源保护区（地下）		/		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
			风景名胜保护区		/		否		<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
 2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)
 3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量
 5、⑦=③-④-⑤；⑧=②-④+③，当②=0时，⑧=①-③+③