

报告编号: WKFHP-23067

核技术利用建设项目

宣达实业集团有限公司
X 射线固定式探伤建设项目
环境影响报告表
(报批稿)



宣达实业集团有限公司

2023 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

宣达实业集团有限公司
X 射线固定式探伤建设项目
环境影响报告表



建设单位名称：宣达实业集团有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省温州市永嘉县瓯北镇东瓯工业区

邮政编码：325105

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	8
表 6 评价依据.....	9
表 7 保护目标与评价标准.....	11
表 8 环境质量和辐射现状.....	16
表 9 项目工程分析与源项.....	19
表 10 辐射安全与防护.....	24
表 11 环境影响分析.....	34
表 12 辐射安全管理.....	47
表 13 结论与建议.....	53
表 14 审批.....	56

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宣达实业集团有限公司 X 射线固定式探伤建设项目			
建设单位		宣达实业集团有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省温州市永嘉县瓯北镇东瓯工业区			
项目建设地点		浙江省温州市永嘉县瓯北镇东瓯工业区			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	50	项目环保投资（万元）	25	投资比例（环保投资/总投资）	50%
项目性质		■新建 □改建 □扩建 □其它		占地面积（m ² ）	约 11
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	/			

1.1 建设单位基本情况

宣达实业集团有限公司（以下简称“公司”）是国家重点高新技术企业。公司创办于 1990 年，坐落在浙江省温州市永嘉县瓯北镇东瓯工业区，是集研发、生产、销售、服务于一体的国家重点高新技术企业。

公司主要从事阀门的生产，目前建有年产 4000 吨阀门生产线，该生产线于 2023 年编制了《宣达实业集团有限公司第二次扩建项目环境影响报告表》，并取得了温州市生态环境局的批复（温环永建[2023] 120 号），见附件 4。公司目前已通过（先行）竣工环境验收（自主验收），竣工环境保护验收意见见附件 5。

1.2 项目建设目的和任务由来

为促进公司的生产力发展，提高产品质量和合格率，满足客户需求，公司拟在厂区 6 号车间内东南角新建一间 X 射线探伤室，并配套建设操作室、评片室、暗室等辅助用房，

危险废物暂存间依托现有进行危废暂存，并购置 1 台 XXG-2005 型定向 X 射线探伤机在探伤室对公司生产的阀门进行无损检测。公司探伤仅涉及固定式探伤。

对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），本项目使用 1 台 X 射线探伤机属于Ⅱ类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版，生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目”中“使用Ⅱ类射线装置的”，因此应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

为保护环境、保障公众健康，宣达实业集团有限公司特委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行辐射环境影响评价（见附件 1：环评委托书）。评价单位在接受委托后，通过现场踏勘，收集相关资料等工作，结合本项目特点，依据《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》（HJ10.1-2016）的相关要求，编制了本项目的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

1.3 项目建设内容和规模

公司拟在厂区 6 号车间内东南角新建一处 X 射线探伤室，并配套建设操作室、评片室、暗室等辅助用房，危险废物暂存间依托现有。探伤室内配套购置 1 台 XXG-2005 型 X 射线定向探伤机（定向机，主射方向朝西侧方向）。经与建设单位核实，X 射线机技术参数详见表 1-1。

表 1-1 X 射线机技术参数

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压	最大管电流	用途	备注
1	X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG-2005	1 台	200kV	5mA	室内探伤	拟购，定向机（朝西）
注：1、X 射线探伤机仅限固定式探伤。								

1.4 项目选址与环境保护目标

1.4.1 公司地理位置

宣达实业集团有限公司位于浙江省温州市永嘉县瓯北镇东瓯工业区，厂区北侧毗邻阀门路，隔路为温州正大轴承有限公司；东侧毗邻五星路，隔路为浙江宝龙阀门制造有限公司；南侧毗邻瓯江支流，隔江为园区大道；西侧毗邻阳光大道。

项目地理位置示意图见附图 1，项目周围环境关系及评价范围示意图见附图 2。

1.4.2 项目周围环境概况

本项目拟建探伤室位于宣达实业集团有限公司现有厂区 6 号车间内东南角，所在车间为单层建筑，探伤室上方约 3m 处为车间顶棚，探伤室东南侧约 27m 处为员工宿舍（7 层），且在自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内。周围 50m 内环境特征见表 1-2，项目所在车间周围环境关系见附图 2，本项目探伤工作场所周边环境实景图见附图 8。

表 1-2 探伤室周围 50m 内环境特征一览表

名称	方位	环境特征
探伤室	北侧	约 8m 处为 7 号车间、约 29m 处为阀门路、约 42m 处为温州正大轴承有限公司
	东北侧	约 25m 处为 8 号车间
	东侧	毗邻操作室、评片室和暗室、约 2m 处为厂区道路、约 20m 处为 9 号车间
	东南侧	约 23m 处为原材料仓库、约 27m 处为员工宿舍（7 层、无地下室）
	南侧	毗邻 5 号车间、约 8m 处为 4 号车间、约 17m 处为 3 号车间、约 30m 处为 2 号车间
	西侧	约 2m 处为 6 号车间熔炼炉、约 32m 处为 6 号车间钢材库
	正上方	探伤室上方约 3m 处为车间顶棚，车间顶棚为不上人顶棚
	正下方	土层

1.4.3 项目周围保护目标

项目探伤室评价范围 50m 内主要为生产车间部分区域、阀门路、温州正大轴承有限公司、原材料仓库、员工宿舍和厂区道路等。因此，本项目环境保护目标主要为从事 X 射线探伤机操作的辐射工作人员、其他非辐射工作人员和公众成员。

1.4.4 相关规划符合性分析

1、用地规划符合性分析

本项目位于浙江省温州市永嘉县瓯北镇东瓯工业区，根据公司不动产权证书（见附件 6）可知，公司用地性质为工业用地，项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

2、“三线一单”符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》，要求加强对“三线一单”生态环境分区管控制度实施和落地应用的指导，筑牢生态优先、绿色发展的底线，强化综合治理、系统治理、精准治理，推动构建新发展格局。

（1）生态保护红线

根据《永嘉县“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“浙江省温州市永嘉沿江产业集聚重点管控区（ZH33032420001）”，属于产业聚集类重点管控单元，与永嘉县生

态保护红线分布图（见附图 9）及永嘉县三线分布图（见附图 10）进行比对，不涉及生态保护红线。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场所周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，本项目符合资源利用上线的要求。

（4）生态环境准入清单

根据《永嘉县“三线一单”生态环境分区管控方案》，项目位于“浙江省温州市永嘉沿江产业集聚重点管控区（ZH33032420001）”，属于重点管控单元（见附图 11），该管控单元生态环境准入清单见表 1-2。

表 1-2 生态环境准入清单

生态环境管控要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	限定三类工业布局，禁止新建、扩建不符合当地主导（传统、特色）产业的三类工业建设项目。合理规划生活区与工业区。严格执行畜禽养殖禁养区和限养区规定。	本项目为工业 X 射线室内探伤项目，不属于三类工业项目。厂区周围并无居住区，不存在影响人居环境安全的情况。	符合
污染物排放管控	新建三类工业项目污染物排放水平需达到同行业国内先进水平。	本项目为核技术利用项目，不属于三类工业，也不涉及污染物总量控制，不产生污染土壤与地下水的污染物。	符合
环境风险防控	在居住区和工业园、工业企业之间设置隔离带，确保人居环境安全和群众身体健康。	公司的厂区边界均设有厂区围墙，公司拟制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。	符合
资源开发效率要求	/	/	/

综上，本项目建设能够符合“三线一单”的管控要求。

1.4.5 选址合理性分析

本项目位于宣达实业集团有限公司现有厂区 6 号车间内东南角，不新增用地。根据不

动产权证（见附件 6），本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目探伤室周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及中华人民共和国国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>的决定》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

1.6 实践正当性分析

X射线探伤在工业上的应用在我国是一门成熟的核技术应用实践，对保证产品质量方面有十分重要的作用。项目拟建一间装配式X射线探伤室，并配备1台X射线探伤机，目的是实现对阀体、阀盖的无损检测，将有效的提升公司的产品质量和产品的合格率。本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，同时对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。因此，该项目使用探伤机的目的是正当可行的。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，无原有核技术利用及许可情况。

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
本项目不涉及								

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	贮存方式与地点
本项目不涉及										

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》（GB18871-2002）。

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 (Sv/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电 流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	1 台	XXG-2005	200	5	无损检测	6 号车间 探伤室内	拟购，定向机（朝西）

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	臭氧在空气中 20~30 分钟易分解为氧气，并经排风系统排入大气
废显（定）影液	液态	/	/	约 1.67kg	约 20kg	/	专用容器收集（废胶片用袋子收集）后暂存于危险废物暂存间	定期委托有资质的单位处理
废胶片	固态	/	/	约 0.83kg	约 10.3kg	/		
洗片废液	液态	/	/	约 41.7kg	约 500kg	/		

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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2014 年修订，2015 年 1 月 1 日起施行； (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 24 号，2018 年修订，2018 年 12 月 29 日起施行； (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，2003 年修订，2003 年 10 月 1 日起施行； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年修订，2017 年 10 月 1 日起施行； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修正本）》生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； (8) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行； (9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，原国家环境保护总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行； (10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行； (11) 《国家危险废物名录》（2021 年版），生态环境部令第 15 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行； (12) 关于发布《建设项目危险废物环境影响评价指南》的公告，原环境保护部公告 2017 年第 43 号，2017 年 10 月 1 日起施行； (13) 《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 10 月 24 日施行； (14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日施行；
------	--

	(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日施行； (16) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2021 年省政府令第 388 号），2021 年 2 月 10 日修订； (17) 《浙江省辐射环境管理办法》（2021 年省政府令第 388 号修订），2021 年 2 月 10 日施行； (18) 关于发布《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2023 年本）》的通知，浙环发〔2023〕33 号，浙江省生态环境厅，2023 年 9 月 9 日起施行； (19) 《浙江省生态环境保护条例》（2022 年 5 月 27 日浙江省第十三届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过）2022 年 8 月 1 日施行； (20) 《浙江省固体废物污染环境防治条例》，2023 年 1 月 1 日起施行； (21) 《永嘉县“三线一单”生态环境分区管控方案》，2020 年 8 月 26 日起施行。
技术标准	(1) 《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）； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； (3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； (4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单； (5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； (6) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； (7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； (9) 《辐射事故应急监测技术规范》（HJ 1155-2020）； (10) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）； (11) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》及第 1 号修改单（GB/Z 2.1-2019），2020 年 4 月 1 日实施。
其他	(1) 环评委托书，见附件 1。 (2) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

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》（HJ10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目的辐射污染特点（II类射线装置），本项目评价范围为探伤室边界外 50m 范围，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

结合厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目探伤室评价范围 50m 内主要为生产车间部分区域、阀门路、温州正大轴承有限公司、原材料仓库、员工宿舍和厂区道路等，无居民区、医院、幼儿园等敏感建筑，不涉及生态保护红线。因此，本项目环境保护目标为评价范围 50m 内从事 X 射线探伤机操作的辐射人员、其他非辐射工作人员和公众成员。

表 7-1 本项目辐射工作场所主要环境保护目标

场所位置	保护目标		方位	与探伤室最近距离 (m)	人员规模 (人)	受照类型	年剂量约束值 (mSv)
生产车间探伤室	职业人员	操作室、评片室、暗室	东侧	紧邻	2	职业照射	5.0
	公众人员	7号车间	北侧	8	10	公众照射	0.25
		阀门路	北侧	29	100人/天		
		温州正大轴承有限公司	北侧	42	20		
		8号车间	东北侧	25	2		
		厂区道路	东侧	2	50人/天		
		9号车间	东侧	20	4		
		原材料仓库	东南侧	23	4		
		员工宿舍	东南侧	27	100		
		5号车间	南侧	紧邻	3		
		4号车间	南侧	8	7		
		3号车间	南侧	17	6		
		2号车间	南侧	30	5		
		6号车间熔炼炉	西侧	2	2		
		6号车间钢材库	西侧	32	1		
注：本项目探伤室无地下室，探伤室上方约3m处为车间顶棚，车间顶棚为不上人顶棚，因此本项目探伤室地面和顶棚不列为环境保护目标。							

7.3 评价标准

7.3.1 《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。

（1）防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束的潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

（2）辐射工作场所的区分

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便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。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

（3）剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

（4）剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中11.4.3.2条款：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内”，遵循辐射防护最优化的原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量约束值取

5.0mSv/a，公众照射剂量约束值取0.25mSv/a，分别作为本项目剂量约束值管理目标。

7.3.2. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

- a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；
- b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

- a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁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 6.1.3；
- b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/h。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

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

警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

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

6.1.10 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。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。

3.3.2 探伤装置的操作室应置于探伤室外，操作室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压与相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

7.4 项目评价标准

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 等评价标准，确定本项目的评价标准。

① 剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，周有效剂量不超过 100μSv；公众年有效剂量不超过 0.25mSv，周有效剂量不超过 5μSv。

② 工作场所剂量率控制水平：探伤室四侧墙体及防护门表面外 30cm 处剂量率不超过 2.5μSv/h；拟建探伤室顶棚为不上人顶棚，东南侧上方约 27m 为员工宿舍，因此探伤室顶棚外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平取 2.5μSv/h。

③ 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。

④ 固体废物的处理、处置均应满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中的有关规定要求。危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)相关要求。危险废物还应按《危险废物转移管理办法》、《危险废物污染防治技术政策》(环发[2001]199 号)的规定进行分类管理、存放、运输和处理处置。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

8.1.1 项目地理位置

宣达实业集团有限公司位于浙江省温州市永嘉县瓯北镇东瓯工业区，拟建探伤室所在厂区北侧毗邻阀门路，隔路为温州正大轴承有限公司；东侧毗邻五星路，隔路为浙江宝龙阀门制造有限公司；南侧毗邻瓯江支流，隔江为园区大道；西侧毗邻阳光大道。

本项目周围环境关系及评价范围示意图见附图2，建设单位厂区总平面布置图见附图3。

8.1.2 项目场所位置

本项目拟建探伤室位于宣达实业集团有限公司现有厂区 6 号车间内东南角。评价范围 50m 内主要为生产车间部分区域、阀门路、温州正大轴承有限公司、原材料仓库、员工宿舍和厂区道路等。探伤室所在车间为单层建筑，探伤室上方约 3m 处为车间顶棚，探伤室东南侧约 27m 处为员工宿舍（7 层），且在自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内，无地下层。项目所在车间周围环境关系见附图 2，本项目探伤工作场所周边环境实景图见附图 8。

8.2 环境现状评价对象

本项目探伤工作场所及周边环境。

8.3 辐射环境质量现状

8.3.1 监测目的

监测地区辐射本底剂量率，为编写本环境影响评价报告表提供依据。

8.3.2 监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.3.3 监测点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等要求，结合现场条件，对本项目辐射工作场所及周围环境进行监测布点。本项目共布设 17 个监测点位，项目监测点位分布图见附图 5，辐射环境本底检测报告见附件 7。

8.3.4 监测方案

（1）监测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号 211112051235）

- (2) 监测时间：2023 年 10 月 18 日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 监测频次：依据 HJ 1157-2021 标准予以确定；
- (6) 监测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：晴；温度：26℃；相对湿度：63%；
- (8) 监测报告编号：浙亿检（环）字 HJ2023 第 0258 号
- (9) 监测仪器：

表 8-1 监测仪器的参数

监测仪器	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H (内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2023H21-20-4419850003
检定证书有效期	2023 年 02 月 15 日至 2024 年 02 月 14 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 Cf	1.05
探测限	≥ 10 nSv/h

8.3.5 质量保证措施

- (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，同时满足标准要求。
- (2) 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合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

8.3.6 监测结果及分析

本项目使用外置探头进行辐射环境质量现状监测，监测结果见表 8-2：

表 8-2 探伤工作场所拟建址及周围环境辐射背景监测结果

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率(nGy/h)	位置
		平均值	
1#	拟建探伤室	106	室内
2#	6 号车间（熔炼炉）	105	室内
3#	6 号车间（钢材库）	106	室内
4#	7 号车间（电焊工作区）	118	室内
5#	7 号车间（电焊工作区）	114	室内
6#	阀门路	110	室外
7#	温州正大轴承有限公司	121	室内
8#	8 号车间（泵阀车间）	108	室内
9#	9 号车间（办公房）	108	室内
10#	厂区道路	123	室外
11#	原材料仓库	107	室内
12#	员工宿舍	113	室内
13#	5 号车间（办公室）	107	室内
14#	4 号车间（水泵周转区）	107	室内
15#	4 号车间（半成品存放区）	111	室内
16#	3 号车间（周转区）	110	室内
17#	2 号车间（蝶阀装配区）	108	室内

注：1、本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；
 2、本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；
 3、 γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 28.21nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，6#、10#点位取 1，7#、12#点位取 0.8，其余点位取 0.9；

由监测结果可知，本项目拟建探伤工作场所的室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 105nGy/h~121nGy/h，探伤工作场所周围的室外 γ 辐射空气吸收剂量率为 110nGy/h~123nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，温州市室内的 γ 辐射空气吸收剂量率在 73nGy/h~198nGy/h 之间，温州市永嘉县道路的 γ 辐射空气吸收剂量率在 78nGy/h~154nGy/h 之间，可见本项目探伤工作场所拟建址及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率处于一般本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 建设阶段工程分析

本项目拟在厂区 6 号车间内东南角新建一间探伤室（现场装配式机房）及配套用房，故本环评对施工期污染源强进行简要分析。

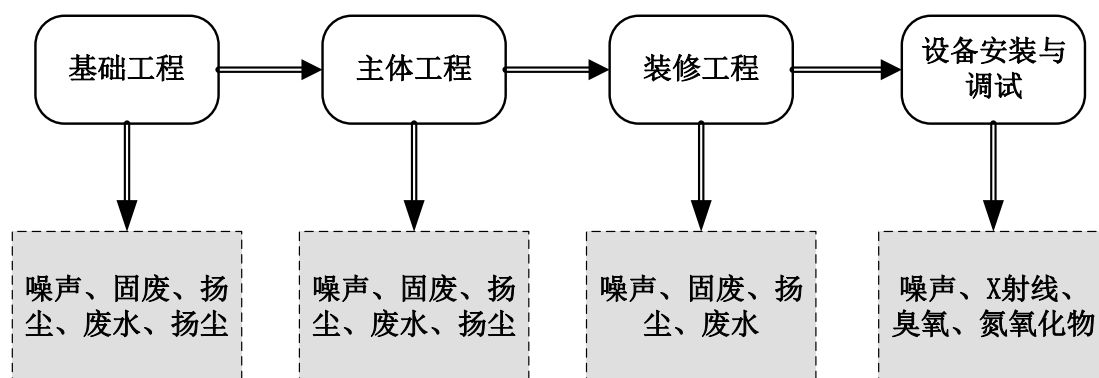


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

施工阶段主要污染因子为施工扬尘、施工废水、施工人员生活污水、施工噪声、建筑垃圾及生活垃圾。设备安装调试阶段主要污染因子为电离辐射（X 射线）、臭氧和氮氧化物及包装废弃物。本项目施工作业范围有限，仅在探伤室内进行，施工期较短，因此其对周围环境的影响是短暂的。随着施工期的结束，其环境影响也将不复存在。

9.2 运营期工程分析

9.2.1 探伤机的特点及作业方式

工业X射线探伤机，包括X射线管头组装体、控制箱及连接电缆在内的对物体内部结构进行X射线摄影或断层检查的设备总称。本项目X射线探伤机具有体积小、重量轻、操作简单、自动化程度高等特点。为延长X射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以1: 1方式工作和休息，确保X射线管充分冷却，防止过热。



图 9-2 常见 X 射线移动探伤机外观图

9.2.2 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 射线探伤机就据此实现探伤目的。

X 射线探伤机主要由 X 射线管头组装体、控制箱及连接电缆组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）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 射线管的两极之间，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，结构图见图 9-3。

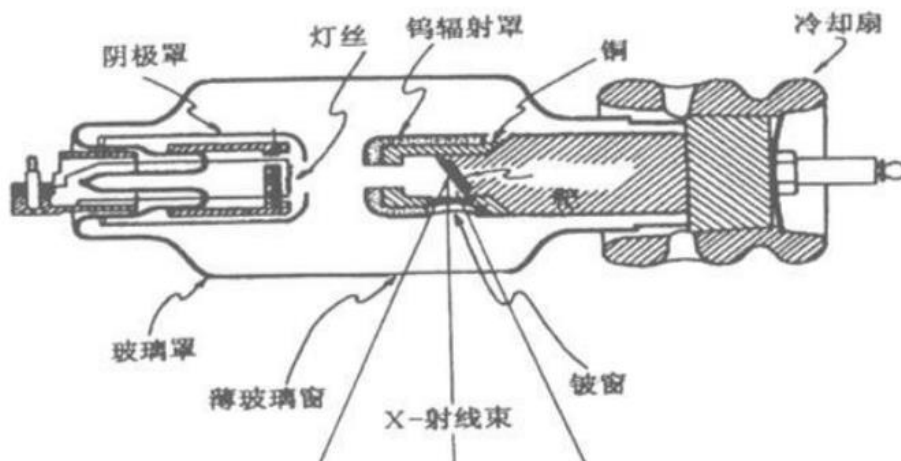


图 9-3 典型 X 射线管结构图

9.2.3 探伤过程及产污环节

该公司 X 射线探伤工作在固定的探伤室内，X 射线探伤装置拟放置在探伤室的中部位置，将需要进行射线探伤的工件进行人工搬运送入探伤室内，探伤机位置根据工件位置调整（工件及探伤机位置详见图 11-1）。将探伤工件送入探伤室且调整好探伤机位置后，工作人员在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号。检查无误后，工作人员撤离探伤室，并将探伤室防护门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，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，从探伤工件上取下已经曝光的 X

片。打开探伤室防护门，将探伤工件送出探伤室外，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。探伤工艺流程及产污环节见图9-4。

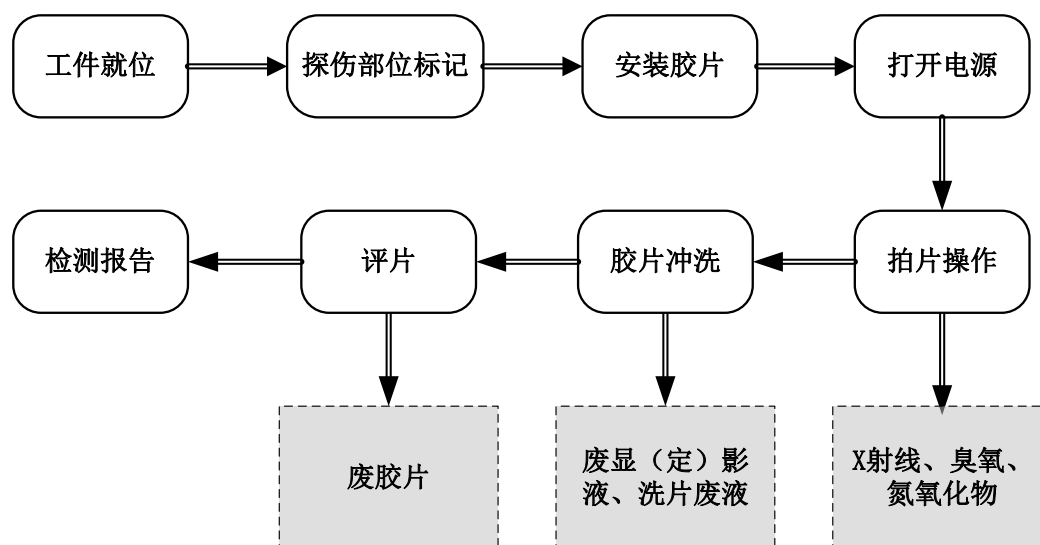


图 9-4 X 射线探伤机探伤工艺流程图及产污环节示意图

9.2.4 运行工况及人员配置计划

本项目拟配置1台X射线探伤机（一台XXG-2005型定向机，II类射线装置），主射方向为西侧方向。防护门设于探伤室北侧，工件由工作人员用推车送入探伤室内。

探伤工件最大尺寸为直径约440mm，高度约330mm，厚度约10mm的圆柱型阀体。本项目X射线探伤机仅限固定式室内探伤。根据公司介绍，探伤室最大探伤工况为：单次拍片曝光时间最大为3min，年拍片量约1000张，年工作按50周计，则年探伤时间50h，周探伤时间为1h。本项目拟配2个辐射工作人员，按白天1班制进行操作，X射线探伤机每天开机约4次，间隔时间约2h。

9.3 本项目依托的主体工程项目回顾情况

本项目依托主体工程的危险废物暂存间进行危废暂存，将主体工程危险废物暂存间进一步分区，明确划分出本项目危废暂存区域，危险废物暂存间符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的要求，公司于2023年委托浙江迦盛生态环境科技有限公司编制了《宣达实业集团有限公司第二次扩建项目环境影响报告表》，于同年6月通过了审批（温环永建[2023]120号），后于同年9月完成了该主体工程的自主验收（附件5）。

9.4 污染源项描述

9.4.1 运行期正常工况污染源项

(1) X射线

由X射线探伤机的工作原理可知，X射线随探伤机器的开、关而产生和消失。本项目使用的X射线探伤机只有在开机并处于出束状态（探伤状态）时，才会发出X射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机探伤期间，X射线是本项目的主要污染因子。

项目X射线探伤机源项分析汇总表见表9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机的源项分析结果汇总表

序号	名称	工作场所	最大管电压/电流	主射线或散射线源项（距辐射源点 1m 处输出量）	漏射线源项（辐射源点 1m 处泄漏辐射剂量率）	数据来源
1	X 射线探伤机	探伤室内	200kV/5mA	28.7 mGy·m ² /(mA·min) ①	2500μSv/h	《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）
注：①200kV X 射线探伤机输出量可查《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1 中 200kV 射线在 2mmAl 过滤条件下输出量为 28.7 mGy·m ² /(mA·min)。						

(2) 臭氧和氮氧化物

X射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中20~30分钟易分解为氧气，并经排风系统排入大气，对周围环境空气质量影响较小。

(3) 废显（定）影液和废胶片

探伤作业完成后，需对拍摄的底片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液、洗片废液与废胶片，属于《国家危险废物名录（2021 年版）》中感光材料废物，危废代码为 HW16：900-019-16，并无放射性。根据建设单位提供的资料，本项目探伤作业年拍片约 1000 张，按洗 100 张片用 2L 显（定）影液，经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约 20L（密度按 1g/cm³ 计算，约 0.02t），每年产生洗片废液（包括停影废水和冲洗废水）约 500L（密度按 1g/cm³ 计算，约 0.5t），每年产生胶片 1000 张，废胶片 30 张，七年后均作为废胶片处理，则年产生废胶片约 1030 张（一张废胶片 10g，共约 10.3kg）。该部分危险废物定期委有资质的单位处理，完好的胶片由公司定期建档备查存档满七年后作为废胶片按危险废物处置。

项目危险固体废物分析汇总表见表 9-2。

表 9-2 本项目危险废物基本情况汇总表

序号	危废名称	危废类别	危废代码	年产生量	形态	主要成分	有害成分	产生工序及装置	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显(定)影液	HW16	900-019-16	0.02 t/a	液态	卤化银、硼砂、对苯二酚	卤化银、对苯二酚等	胶片冲洗	每次探伤	T	暂存于危险废物暂存间，定期委托有资质的公司处理处置。
2	洗片废液			0.5 t/a							
3	废胶片			10.3kg/a	固态	卤化银	卤化银				

9.4.2 运行期事故工况污染源项

本项目运行期间存在着风险和潜在危害以及事故隐患，可能出现概率较大或后果较严重的误照射辐射事故如下：

(1) X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，门-机联锁失效，至使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射；或在门-机联锁失效、探伤期间，工作人员误开防护门，使其受到额外的照射。

(2) 人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。

(3) 维修设备时误出束，导致人员受照。

探伤机事故状态下污染源项同正常工况。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局

本项目拟建探伤室位于宣达实业集团有限公司现有厂区 6 号车间内东南角，并配套建设操作室、评片室、暗室等辅助用房。危险废物暂存间依托现有，位于厂区西南侧；操作室、评片室、暗室由北向南依次位于探伤室东侧，辅助用房均避开有用线束主射方向。电缆口位于探伤室东北侧，连通探伤室与操作室；通风管道为下沉式 U 型管，位于探伤室西南侧，排风通向探伤室外。电缆口与通风管道均避开有用线束照射方向。

本项目不单独设置人员门和工件门，在探伤室北侧设置防护门，人员进出和工件进出使用同一个防护门。本项目探伤工件最大尺寸为直径约 440mm，高度约 330mm，厚度约 10mm 的圆柱型阀体，防护门门洞尺寸为 1500mm（宽）×2500mm（高）。探伤工件最大尺寸小于防护门门洞尺寸，探伤工件可方便出入。

本项目探伤工作场所与其他车间非辐射工作人员活动区相隔一定距离，辐射工作区相对独立；探伤室门设计时已考虑尽量减小与墙体间的门缝，门洞周边做搭接设计：防护门门洞左、右、上各搭接300mm，下搭接100mm。根据表11-4计算结果可知，无损检测过程中产生的X射线经探伤室屏蔽防护并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的；本项目探伤工作场所的平面布置便于工件运输，能满足安全生产的需要；探伤室内尺寸及探伤室门洞尺寸满足工件进出要求，又便于进行分区管理和辐射防护，且射线朝向人员较少区域，从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是相对合理可行的。

10.1.2 分区原则和两区划分

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将探伤室（探伤室墙壁围成的内部区域）划为控制区，在探伤室防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；将探伤室北侧、南侧、西侧墙体外1m、操作室、评片室、暗室等辅助用房划为监督区，墙外

1m处划黄色警戒线，禁止无关人员靠近。本项目探伤工作场所分区管理见附图4。

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目探伤室设计图见附图 7，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-1。

表 10-1 新建硫酸钡结构探伤室屏蔽情况一览表

项目		设计情况
探伤室	外尺寸	面积约为 11.1m ² ，尺寸为 3.7m（长）×3m（宽）×2.8m（高）
	内尺寸	面积约为 7.2m ² ，尺寸为 3m（长）×2.4m（宽）×2.5m（高）
东侧、南侧、北侧防护墙、顶棚（非主射方向）		6mm 钢板+288mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板
西侧墙（主射方向）		6mm 钢板+388mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板
防护门（设于北侧墙上）		电动单开平移门，门洞的尺寸为 1.5m（宽）×2.5m（高），门的尺寸为 2.1m（宽）×2.9m（高），敷设 18mm 铅板（门与墙体左、右、上搭接各为 300mm，下搭接 100mm）
电缆口（U 型管）		Φ100mm，地下 U 型，穿过探伤室东侧墙与操作室连通
通风管道（U 型管）		Φ200mm，地下 U 型，位于探伤室西南侧，排风通向探伤室外，排气风机设计风量 100m ³ /h
注：①钢的密度不低于 7.85g/cm ³ ，硫酸钡水泥的密度不低于 3.8g/cm ³ ，铅的密度不低于 11.3g/cm ³ 。 ②符合门与墙体的搭接长度须不小于 25 倍间隙的原则，间隙尽量小。		

（1）探伤室屏蔽设计合理性

本项目探伤室屏蔽防护墙和顶棚主要采用“6mm 钢板+288mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板”的结构作为屏蔽防护，保守不考虑 6mm 钢板+6mm 钢板的屏蔽防护，经后续章节计算，探伤室各侧防护墙和顶棚满足本项目屏蔽防护与相关标准要求。因此，本项目探伤室屏蔽设计合理且有效。

（2）探伤室屏蔽建造工艺可行性

本项目探伤室建造工艺简单可靠，只需进行现场安装，不需进行土建工程，建设工期较短，可随时拆卸堆放，并反复安装使用。在建设期间，所选用的钢板和硫酸钡水泥等原材料均从正规厂家购入，确保其屏蔽防护有效性。硫酸钡水泥等原料经搅拌机搅拌均匀，分次灌注到钢结构板型腔内，用振捣棒充分振捣，确保硫酸钡水泥均匀分布在钢结构板型腔内，简单养护之后，用盖板封口即可。四面墙体向下各搭接 100mm，顶棚与四侧墙体搭接 100mm，搭接量与缝隙比例大于 10:1，四侧墙体连接处以及与顶棚连接处拟用不小于该墙体屏蔽能力的铅板进行封闭处理，使连接处无任何缝隙。本项目屏蔽建造工艺具有经济成本低、成品质量好、环境影响小的优良特点。因此，本项目探伤室屏蔽建造工艺具有可

行性。探伤室屏蔽装配效果见图 10-1。

	
钢结构板型腔	装配过程
	
探伤室正面效果	探伤室背面效果

图 10-1 探伤室装配效果图

10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）以及辐射管理的相关制度，本项目探伤室投入使用前，拟具备以下辐射安全和防护措施：

1、探伤机的定向安全措施

本项目探伤机依靠支架来固定有用线束的方向朝西，不朝向其他侧照射。

2、探伤装置固有安全属性

（1）X 射线管头组装体

X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.1.1 款表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

（2）操作台

a) 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

b) 应设置紧急停机开关。

c) 应设有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

3、探伤工作场所安全防护措施

(1) 本项目新建探伤室操作室均拟避开有用线束照射的方向。新建探伤室的屏蔽墙厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。探伤室门的防护性能优于同侧墙的防护性能。屏蔽设计方案见表10-1。

(2) 本项目新建探伤室拟按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的管理要求进行两区划分与两区管理。

(3) 探伤室的防护门拟安装门-机联锁装置，探伤机与防护门实现联锁，且只有在防护门关闭后X射线装置才能进行探伤作业。防护门打开时立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。门-机联锁装置的设置方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

(4) 探伤室门口和内部醒目位置同时拟设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别，醒目处拟设对“照射”和“预备”信号意义的说明。

(5) 探伤室内和探伤室出入口拟安装监视装置，在操作室的操作台拟设专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(6) 探伤室防护门上拟设置的电离辐射警告标志和中文警示说明符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录B要求“其背景颜色为黄色，正三角形边框及电离辐射标志图形均为黑色，‘当心电离辐射’用黑色粗等线体字。正三角外边 $a_1=0.034L$ ，内边 $a_2=0.700L$ ， L 为观察距离。”电离辐射的标志见图10-2，电离辐射警告标，见图10-3。

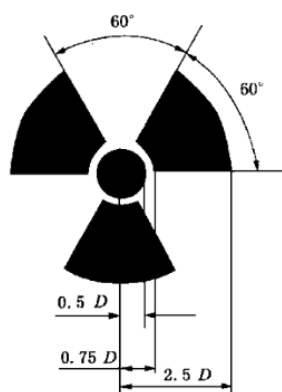


图 10-2 电离辐射的标志



图 10-3 电离辐射警告标志

(7) 探伤室内拟设置紧急停机按钮（探伤室东侧、南侧、北侧及操作室各设1个，共设4个），确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮拟设置标签，标明使用方法。

(8) 探伤室拟设置机械通风装置，且通风管外口应避免朝向人员活动密集区。通风管道为地下U型式，不需要额外敷设屏蔽防护材料，风机设置在探伤室西南侧墙外地面上。排风通向探伤室外。本项目排气风机风量为100m³/h，探伤室容积约为16.5m³，则每小时有效通风换气次数为6次，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于3次”的要求。

(9) 探伤室拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

(10) 探伤室北侧屏蔽体外1m区域拟划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项辐射环境管理规章制度应张贴于操作室，制度包括辐射安全和防护保卫制度、探伤机安全操作规程、设备检修维护制度、辐射人员岗位职责、射线装置使用登记和台账管理制度、人员管理制度、辐射事故应急预案、自行检查和年度评估制度、危险废物处理制度、辐射安全档案管理制度等。

(11) 探伤工作场所内拟设置灭火器材，作为应急物资使用。

探伤室辐射安全和防护设施布置方案见附图4。

4、安全操作放射防护措施

(1) 建设单位放射防护措施

a) 建设单位对探伤室放射防护安全应负主体责任；

b) 建设单位拟建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，拟建立和实施放射防护管理制度和措施，拟制定辐射事故应急预案；

c) 建设单位拟为辐射工作人员配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪，按GBZ128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护；辐射工作人员需参加辐射防护培训考核并获得合格成绩单，取得符合《无损检测 人员资格鉴定与认证》（GB/T 9445-2015）要求的无损探伤人员资格方可上岗。

(2) 探伤室探伤操作放射防护措施

a) 探伤工作人员工作期间除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪；当辐射水平达到设定的报警水平时，个人剂量报警仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告；

b) 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告；

c) 交接班或当班使用便携式X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如在检查过程中发现便携式X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作；

d) 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器等，把潜在的辐射降到最低；

e) 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室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。

5、探伤装置的检查和维护

(1) 建设单位的日检，每次工作开始前应进行检查的项目包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 安全联锁是否正常工作；
- d) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- e) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

(2) 设备维护

- a) 建设单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次；
- b) 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；
- c) 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为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

6、射线装置退役辐射安全管理要求

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 的第 6.3 条款要求，本项目后期投入使用后，对拟报废的 X 射线探伤机：

- (1) 公司将射线装置内的 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。
- (2) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

(3) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

7、其他安全管理措施

现有危险废物暂存间的建设满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)中“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”的要求。危险废物在危险废物暂存间内暂存应符合相关规定，危险废物暂存间标准落实情况见下表10-2。

表 10-2 危险废物暂存间标准落实情况

序号	相关规定	落实情况	备注
1	洗片废液、显（定）影废液与废胶片设置干、湿分区，避免混合堆放；洗片废液、显（定）影废液收集桶下设置托盘防渗。	公司已设置干、湿分区，并在洗片废液、显（定）影废液收集桶下设置了防渗托盘。	/
2	贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、解除危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝	危险废物暂存间分区内地面、墙面裙脚、围堰、接触危废的隔板和墙体均采用坚固材料且表面无裂缝。	进一步分区，明确划分出本项目危废暂存区域
3	贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应于所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。	危险废物暂存间内湿区已设置围堰，地面与裙脚为混凝土防渗，防渗满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)中的防渗要求。	/
4	危险废物暂存间内要有安全照明设施	危险废物暂存间已安装照明设施。	/
5	危险废物暂存间门（墙）上应设置危险废物暂存间标签，明确危险废物主要成分、化学名称、危险情况、安全措施、危险废物产生单位、地址、电话、联系人等信息。	危险废物暂存间门（墙）上已设置危险废物暂存间标签，明确了危险废物的主要成分、化学名称、危险废物产生单位、地址、电话、联系人等信息。内墙上设置危险废物警示牌并标明危险废物的类别、危险情况和安全措施。	/
6	应建立 X 射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账。	公司已建立 X 射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账	/

10.2 三废的治理

(1) 非放射性废气

X射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。通过机械排风系统，少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风设施排出探伤室，臭氧在空气中20~30分钟易分解为氧气，并经排风系统排入大气，对周围环境空气质量影响较小。

(2) 危险废物

本项目年拍片量约 1000 张，产生一定量的废显（定）影液、洗片废液及废胶片，属于

危险废物，本次环评要求将其于专用防渗容器中收集后存放在危险废物暂存间，并由专人保管，委托有资质的单位处置，建立相关台账。公司已与有资质的浙江松茂科技发展有限公司重新签订危废收运处置服务合同，增加了探伤过程中产生的危险废物类别。现有的危废处置合同见附件 8。

本项目依托厂区 1 号车间西侧现有危险废物暂存间进行危废贮存，根据《宣达实业集团有限公司第二次扩建项目环境影响报告表》，厂区现有危险废物暂存间占地面积为 20m²，贮存能力为 10t。主体工程产生的危险废弃物有含油边角料、漆渣、废活性炭、废过滤棉、电火花油渣、废油桶、废机油、废乳化液、废包装桶、污泥等，危险废物暂存间内危废处置周期为每月。根据宣达实业集团有限公司的危废转移联单（见附件 11）主体工程每月产生危废最大总量为 8.405t，去除主体工程产生的危险废物后，每月的贮存能力约为 1.595t。同时，本项目废（显）定影液年产生量为 0.02t，洗片废液年产生量为 0.5t，废胶片年产生量为 10.3kg，产生量较小，贮存期限一般不超过 1 年，可以满足贮存的容积要求。根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物贮存场所（设施）的名称、位置、占地面积、贮存方式、贮存容积、贮存周期等内容，具体见表 10-3。

表 10-3 危险废物暂存间贮存能力情况表

序号	场所名称	危废名称	位置	危废间占地面积	贮存方式	产生量	贮存能力	贮存周期
1	危险废物暂存间	废显（定）影液	1 号车间西侧	20m ²	专用防渗容器	0.02 t/a	10t	一年
2		废胶片			袋装	10.3 kg/a		
3		洗片废液			专用防渗容器	0.5 t/a		

公司应注重对危险废物暂存场所的日常管理，具体管理要求如下：

- ①危险废物暂存间上锁并派专人管理，其他人员未经允许不得进入内；
- ②危险废物暂存间不得贮存除危险废物以外的其他废弃物；
- ③当危险废物贮存到一定数量时，管理人员应及时通知公司安全环保部办理相关手续联系有资质单位上门回收处理；
- ④危险废物贮存前应做好统一包装（液体桶装、固体袋装），防止渗漏，同时配备计量称重设备进行称重，危废包装容器应粘贴符合规定的标签，注明危险废物名称、来源、数量、主要成分和性质；
- ⑤危险废物贮存前应进行检验，确保同预定接收的危险废物一致，并登记注册；

⑥危险废物必须分类分区贮存，不同类危险废物间应有明显间隔，严禁不相容、具有反应性的危险废物混合贮存；

⑦危废暂存库管理人员须作好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称；每转移一车次同类危险废物，应当填写、运行一份危险废物转移联单，危险废物电子转移联单数据应当在信息系统中至少保存十年；

⑧危险废物暂存间管理人员必须定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换。

根据生态环境部环办固体〔2021〕20号“关于印发《“十四五”全国危险废物规范化环境管理评估工作方案》的通知”，对危险废物规范化环境管理补充要求如下：

①建立涵盖全过程的责任制度，负责人明确，各项责任分解清晰；负责人熟悉危险废物环境管理相关法规、制度、标准、规范；制定防治工业固体废物污染环境的措施，并得以落实；

②执行危险废物污染防治责任信息公开制度，在显著位置张贴危险废物污染防治责任信息；

③制定危险废物管理计划；内容齐全，危险废物的产生环节、种类、危害特性、产生量、利用处置方式描述清晰；

④通过国家危险废物信息管理系统报所在地生态环境主管部门备案；内容发生变更时及时变更相关备案内容；

⑤按照实际转移的危险废物，如实填写、运行危险废物转移联单；

⑥制定意外事故应急预案（综合性应急预案有危险废物相关篇章或有危险废物专门应急预案），并按照预案要求定期组织环境应急演练；

⑦及时组织“三同时”验收。

10.3 环保投资估算一览表

本项目总投资预计为 50 万元，其中辐射环保投资 25 万元，占总投资的 50%。本项目环保投资一览表见表 10-4：

表 10-4 环保投资估算一览表

项目	环保措施主要内容	费用（万元）
废气	排气风机、排风管道	2

电离辐射	实体屏蔽	探伤室及铅防护门	13
	监测仪器	1 台 X- γ 剂量率巡测仪	0.5
	辐射安全措施和设施	电离辐射警示标志、工作指示灯、紧急停机按钮、门-机联锁装置、灯-机联锁装置、声音提示装置、监视装置、固定式场所辐射探测报警装置等	2
	个人防护用品	1 台个人剂量报警仪、2 支个人剂量计	0.5
固废	专用防渗容器、防渗托盘		2
其他	环评与验收		5
合计			25

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 土建施工阶段

本项目施工期涉及少量土建工程施工，施工期污染物主要包括：

(1) 扬尘

由于本项目施工期工程量较小，产生扬尘量较小。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

(2) 噪声

施工设备应考虑选择低噪音设备，施工过程防止机械噪声的超标。

(3) 废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，生活污水产量较小，可依托建设单位化粪池等生活污水处理设施处理后纳入市政污水管网，不得随意排放。

(4) 固体废物

建设过程中产生的装修垃圾堆放在住建部门指定的地点，严禁随意堆放和倾倒。施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

(5) 废气

设备调试阶段产生的废气主要为少量臭氧和氮氧化物。因设备调试时间短，并仅在探伤室内进行，探伤室设有机机械排风系统。

(6) X 射线

本项目探伤机的安装与调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备；在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在探伤室门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，防止辐射事故的发生。

11.1.2 设备安装阶段

由于设备的安装和调试均在探伤室内进行，经过墙体和防护门的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

为分析预测 X 射线探伤室投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中计算方法进行理论计算验证，并采用特技阀门集团有限公司 X 射线探伤项目的屏蔽计算结果进行类比分析加以佐证。预测背景为单台 X 射线探伤机在探伤室内运行。

本项目探伤室配置 1 台 X 射线探伤机，为 XXG-2005 型定向机，依靠支架固定有用线束方向朝西，则在实际曝光过程中，探伤室西侧屏蔽墙位于主射线范围内。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）“3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射”，探伤室西侧屏蔽墙只需考虑有用线束屏蔽的影响，东侧屏蔽墙、北侧屏蔽墙和防护门、南侧屏蔽墙及顶棚需要考虑泄漏辐射和散射辐射的影响。由于定向机有用线束不照向顶棚，已考虑照向顶棚的漏射辐射与散射辐射的影响，探伤室所在车间为单层建筑，天空反散射影响较小，因此本项目探伤室不考虑天空反散射。

11.2.1 计算公式的选取

1、有用线束

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的有用线束辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式 11-1 计算，然后由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽透射因子 B：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-1）}$$

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），本项目取值 5mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 （ $1\text{Gy}=1\text{Sv}$ ），本项目取 $1.72\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子；

R——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-3。

2、泄漏辐射和散射辐射

①泄漏辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 11-2 计算:

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (\text{式 } 11-2)$$

式中:

B ——屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.2 的相应值, 确定泄漏辐射的 TVL, 然后按式 11-3 计算;

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \dots\dots\dots (\text{式 } 11-3)$$

R ——距辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m), 取值见表 11-3;

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小时($\mu\text{Sv/h}$), 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1, 当 $150\text{kV} \leq X$ 射线管电压 $\leq 200\text{kV}$ 时, $\dot{H}_L$ 取值 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

② 散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按照式 (11-4) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (\text{式 } 11-4)$$

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), 本项目取值 5mA;

H_0 ——距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 以 $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ($1\text{Gy}=1\text{Sv}$), 本项目取 $1.72 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

B ——屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值, 确定 90° 散射的 TVL, 然后按式 11-3 计算;

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(1m^2) 散射体散射在距其 1m 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, 可以以水的 α 值保守估计, 见附录 B 表 B.3;

R_0 ——辐射源点(靶点)至探伤工件的距离, 单位为米(m);

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014） B.4.2，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，其值为：60（150kV）和 50（200~400kV）。本项目保守取值 50；

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米（m），取值见表11-3；

表 11-1 X 射线束在铅、混凝土中的什值层厚度

X 射线管电压（kV）	什值层厚度 TVL（mm）	
	混凝土	铅
150	70	0.96
200	86	1.4

注：摘自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附表 B.2。

11.2.2 参数选取

本项目探伤工作场所无地下室，因此不考虑地下关注点。辐射屏蔽计算相关参数见表 11-2、表 11-3，计算预测点位图见图 11-1。

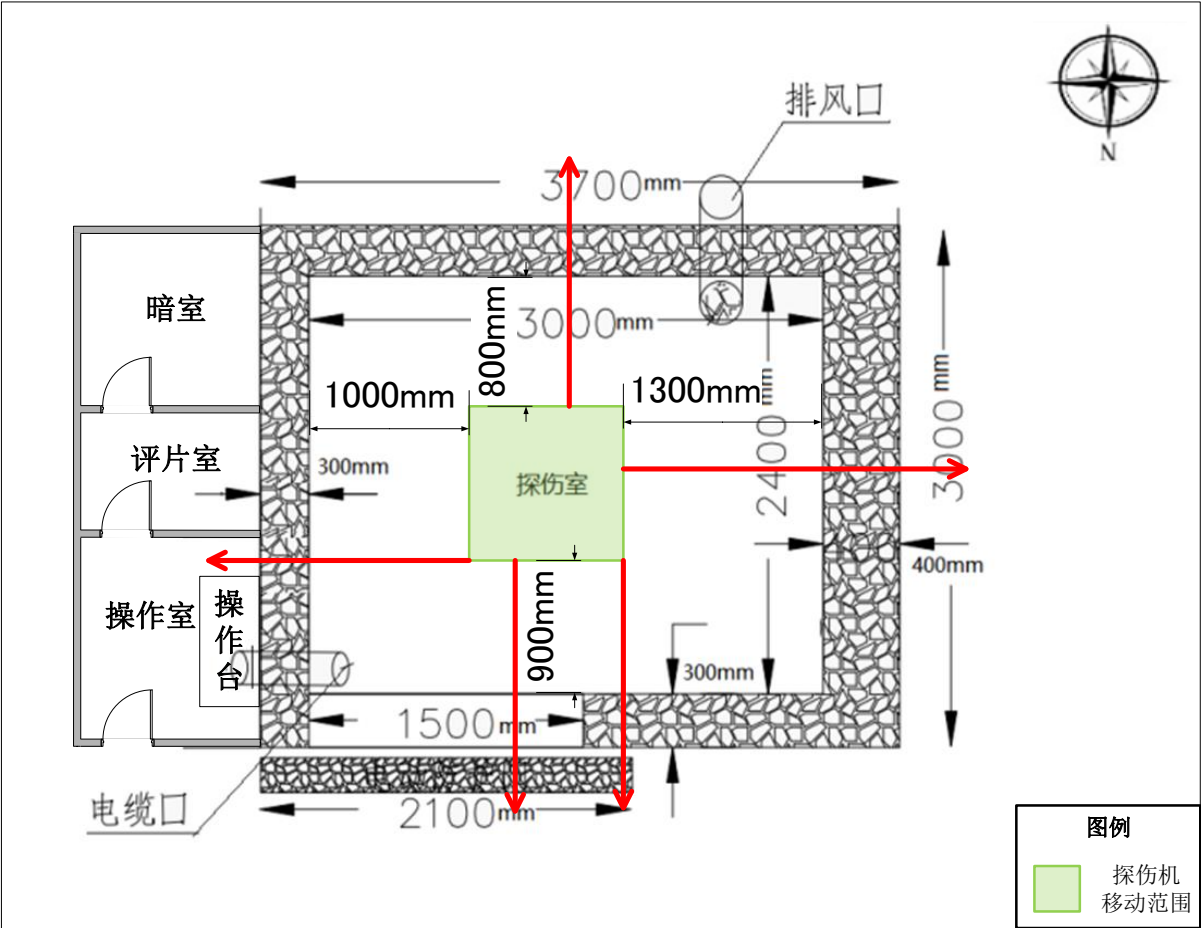


图 11-1 屏蔽计算预测点位图

表 11-2 屏蔽计算相关公式参数选取一览表

物理量	距辐射源点 1m 处输出量 H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	什值层厚度 TVL (mm)				折算为混凝土结构的屏蔽物质厚度 X (mm) ④	
		泄漏辐射②		散射辐射③		墙体、顶棚	
		混凝土	铅	混凝土	铅	漏射、散射方向	主射方向
数据	1.72×10^6 ①	86	1.4	70	0.96	465	627

注：本项目 X 射线探伤机保守取 200kV、2mmAl 工况下 X 射线的相关数据进行计算。

①查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录 B.2 表 B.1 得：200kV、2mmAl 工况下 X 射线的输出量为 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.72\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

②由表 11-1 可知，本项目 200kV 管电压下的相应 TVL 值为：混凝土 86mm，铅 1.4mm；

③根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表 2，查得 $150\text{kV}\leq X$ 射线管电压 $\leq 200\text{kV}$ 时，X 射线 90° 散射辐射最高能量为 150kV，并由此查表 11-1 的相应值，确定 90° 散射的 TVL 为：混凝土 70mm，铅 0.96mm；

④本项目各侧防护墙与顶棚结构“6mm 钢板+6mm 钢板”不做屏蔽防护考虑，不列入计算内容；

⑤本项目探伤室东侧、南侧、北侧防护墙、顶棚（漏射、散射方向）结构为 6mm 钢板+288mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板、西侧墙体（主射方向）结构为 6mm 钢板+388mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板，建设单位拟购硫酸钡水泥密度为 $3.8\text{g}/\text{cm}^3$ 。则利用密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 的混凝土折算，漏射、散射方向墙体约为 465mm 混凝土 ($288\times 3.8/2.35$)，主射方向墙体约为 627mm 混凝土 ($388\times 3.8/2.35$)，该能量条件下由设备厂家提供的实验资料，大致相当。

表 11-3 辐射剂量率计算相关参数一览表

关注点位		与关注点的距离 (m) ⑤			屏蔽参数④	透射因子 B	需考虑的屏蔽辐射类型
		有用线束	泄漏辐射	散射辐射			
a	西侧墙外 30cm 处	2.0	——	——	627mm 混凝土	2.36×10^{-8} ①	有用线束
b	东侧墙外 30cm 处	——	1.6	1.6	465mm 混凝土	3.92×10^{-6} ②	泄漏辐射
						2.28×10^{-7} ②	散射辐射
c	南侧墙外 30cm 处	——	1.4	1.4	465mm 混凝土	3.92×10^{-6} ②	泄漏辐射
						2.28×10^{-7} ②	散射辐射
d	北侧墙外 30cm 处	——	1.5	1.5	465mm 混凝土	3.92×10^{-6} ②	泄漏辐射
						2.28×10^{-7} ②	散射辐射
e	顶棚上 30cm 处	——	1.6	1.6	465mm 混凝土	3.92×10^{-6} ②	泄漏辐射
						2.28×10^{-7} ②	散射辐射
f	防护门外 30cm 处	——	1.5	1.5	18mmPb	1.39×10^{-13} ②	泄漏辐射
						1.78×10^{-19} ②	散射辐射

注：①查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录 B 图 B.2，200kV、2mmAl 工况下曲线，由外推法计算得到；

②由表 11-2 中什值层厚度 TVL 和表 11-3 屏蔽参数的数据，根据式 11-3 计算得到；

③探伤机、工件移动范围见图 11-1，各线束到关注点的距离保守按照探伤机、工件移动范围距关注点的最近距离计算。有用线束与探伤室西侧墙壁的最近距离为 1.3m；泄漏辐射与探伤室北侧墙体最近距离为 0.99m（保守按 0.9m 计），东侧墙体最近距离为 1m，南侧墙体最近距离为 0.8m，与防护门最近距离为 1.29m（保守按 1.2m 计）；因散射辐射到关注点的距离大于泄漏辐射到关注点的距离，为方便计算，将散射辐射到关注点的距离取值与泄漏辐射保持一致。各线束到关注点的距离的具体计算如下：

a：西侧墙外 30cm 处， $1.3+0.4+0.3=2.0\text{m}$ （主射）；

b：东侧墙外 30cm 处， $1+0.3+0.3=1.6\text{m}$ （漏射、散射）；

c：南侧墙外 30cm 处， $0.8+0.3+0.3=1.4\text{m}$ （漏射、散射）；

d：北侧墙外 30cm 处， $0.9+0.3+0.3=1.5\text{m}$ （漏射、散射）；

e：顶棚外 30cm 处，辐射源点距地面保守取 1m，2.5（探伤室内高）- $1.5+0.3+0.3=1.6\text{m}$ （漏射、散射）；

f：防护门外 30cm 处， $1.2+0.3=1.5\text{m}$ （漏射、散射）；

④该屏蔽参数为将硫酸钡水泥的屏蔽厚度折算为混凝土的屏蔽厚度，详见表 11-2。

11.2.3 辐射剂量率与有效剂量的计算

辐射屏蔽影响预测结果见表 11-4。

表 11-4 辐射屏蔽理论计算结果一览表

关注点位		有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ117-2022 标准限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
a	西侧墙外 30cm 处	5.08×10^{-2}	——	——	5.08×10^{-2}	2.5
b	东侧墙外 30cm 处	——	3.83×10^{-3}	1.53×10^{-2}	1.91×10^{-2}	2.5
c	南侧墙外 30cm 处	——	5.00×10^{-3}	2.00×10^{-2}	2.50×10^{-2}	2.5
d	北侧墙外 30cm 处	——	4.35×10^{-3}	1.74×10^{-2}	2.18×10^{-2}	2.5
e	顶棚上 30cm 处	——	3.83×10^{-3}	1.53×10^{-2}	1.91×10^{-2}	2.5
f	防护门外 30cm 处	——	1.54×10^{-10}	1.36×10^{-14}	1.54×10^{-10}	2.5

根据表 11-4 计算，X 射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 $5.08 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外关注点辐射剂量率最大值为 $1.91 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，且探伤室上方约 3m 处为车间顶棚，6 号车间（单层）顶棚为不上人顶棚，东南侧约 27m 为员工宿舍（7 层），且在自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内。则各关注点辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室四周墙体、防护门及顶棚外 30cm 处各关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

11.2.4 类比可行性分析

为加强本项目屏蔽效果的论证，本报告表采用特技阀门集团有限公司 X 射线室内探伤项目的验收监测数据进行进一步的类比分析，类比项目监测报告见附件 10，X 射线探伤装置类比可行性见表 11-5。

表 11-5 本项目 X 射线探伤装置类比可行性

内容		类比对象（特技阀门集团有限公司 X 射线探伤室）	本项目 X 射线探伤室
探伤机设备参数		200kV,5mA	200kV,5mA
运行工况		180kV,5mA（检测时运行工况）	180kV,5mA（最大运行工况）
主束方向		朝南	朝西
探伤室面积（ m^2 ）		7.2	7.2
屏蔽	非主射墙体	6mm 钢板+288mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板	6mm 钢板+288mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板

防护	主射墙体	6mm 钢板+388mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板	6mm 钢板+388mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板
	防护门	18mm 铅板	18mm 铅板
	顶棚	6mm 钢板+288mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板	6mm 钢板+288mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板

从类比条件对照分析可知：

①本项目 X 射线探伤机设备参数管电压和管电流与类比对象相同，且本项目运行时工况不会超过类比对象检测时的运行工况；

②本项目 X 射线探伤室四侧墙体、防护门和顶棚的防护效果与类比对象相同，防护当量相当，具有类比可行性；

③本项目 X 射线探伤室有效使用面积与类比对象相同，从辐射防护角度与类比对象相似；

综上,本项目机房防护效果整体相同于类比对象,故从辐射防护角度而言具有很好的类比性。

类比监测点位示意图见图 11-2,类比监测结果见表 11-6。

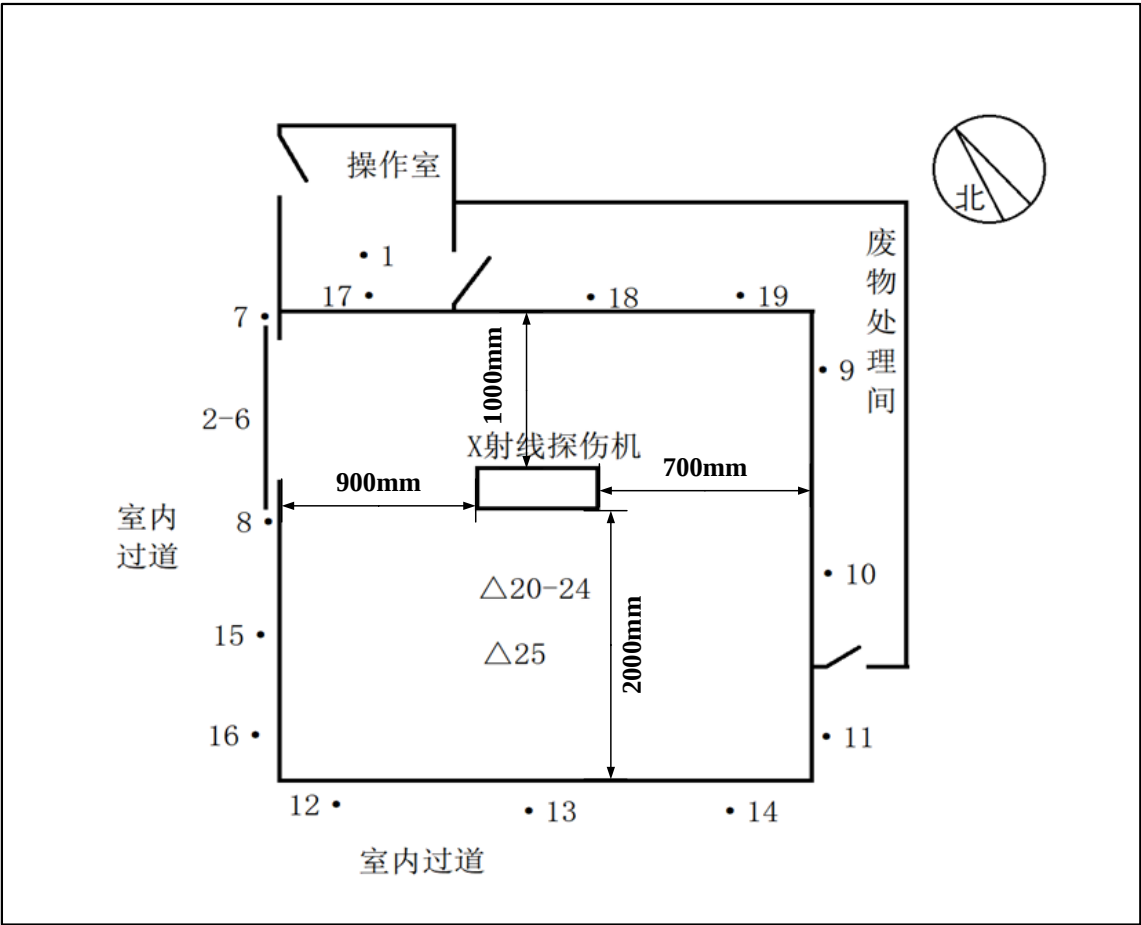


图 11-2 特技阀门集团有限公司 X 射线探伤室监测点位示意图

表 11-6 探伤室周围剂量当量率检测结果

检测 点号	检测地点	检测结果 (μSv/h)			
		开机状态		关机状态	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	操作位	0.20	0.01	0.18	0.01
2	工件防护门外表面 (北侧) 30cm	0.21	0.02	0.18	0.01
3	工件防护门外表面 (中部) 30cm	0.21	0.01	0.18	0.01
4	工件防护门外表面 (南侧) 30cm	0.21	0.01	0.17	0.01
5	工件防护门外表面 (上端) 30cm	0.19	0.01	0.18	0.01
6	工件防护门外表面 (下端) 30cm	0.22	0.01	0.19	0.02
7	工件防护门外表面 30cm 处 (北侧门缝)	0.19	0.01	0.16	0.01
8	工件防护门外表面 30cm 处 (南侧门缝)	0.20	0.01	0.16	0.02
9	东侧防护墙外表面 (北侧) 30cm	0.19	0.01	0.18	0.01
10	东侧防护墙外表面 (中部) 30cm	0.21	0.01	0.18	0.02
11	东侧防护墙外表面 (南侧) 30cm	0.18	0.02	0.17	0.01
12	南侧防护墙外表面 (西侧) 30cm	0.20	0.03	0.16	0.02
13	南侧防护墙外表面 (中部) 30cm	0.18	0.01	0.17	0.01
14	南侧防护墙外表面 (东侧) 30cm	0.21	0.02	0.18	0.01
15	西侧防护墙外表面 (中部) 30cm	0.18	0.01	0.16	0.02
16	西侧防护墙外表面 (南侧) 30cm	0.18	0.02	0.17	0.01
17	北侧防护墙外表面 (西侧) 30cm	0.19	0.01	0.17	0.01
18	北侧防护墙外表面 (中部) 30cm	0.18	0.02	0.15	0.02
19	北侧防护墙外表面 (东侧) 30cm	0.20	0.01	0.17	0.02
20	探伤室屋顶平台上方 (西侧) 30cm	0.20	0.02	0.16	0.02
21	探伤室屋顶平台上方 (中部) 30cm	0.16	0.02	0.16	0.01
22	探伤室屋顶平台上方 (东侧) 30cm	0.17	0.02	0.14	0.01
23	探伤室屋顶平台上方 (北侧) 30cm	0.18	0.01	0.14	0.01
24	探伤室屋顶平台上方 (南侧) 30cm	0.16	0.01	0.15	0.01
25	二楼车间机加工区	0.18	0.01	0.16	0.02
26	1#车间机加工区	0.17	0.02	0.15	0.02
27	宿舍楼	0.17	0.01	0.14	0.01
28	东侧厂区外道路	0.16	0.01	0.15	0.02
29	北侧堡一阀门	0.17	0.01	0.17	0.01
30	2#车间	0.17	0.02	0.15	0.02
	本底均值	0.16			

- 注：1、以上检测结果均未扣除本底值；
2、探伤室位于厂房一层内，探伤室正上方为平台，人员不可直接到达，检测时借助工具到达检测，并在厂房二层地面上方布点检测，探伤室下方为实土层；
3、检测时间大于检测仪器响应时间，未进行响应时间修正。

由表 11-6 监测结果可知，特技阀门集团有限公司 X 射线探伤机在最大运行工况下探伤室四侧墙体、防护门和顶棚外 30cm 处的周围辐射剂量当量率在 0.14μSv/h~0.21μSv/h 之间，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室四周墙体、防护门及顶棚外 30cm 处各关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h 的要求。本项目与类比项目一致，因此可以推断，本项目正常运行时也能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关防护标准。

11.2.5 工作人员及公众有效剂量估算

根据《辐射防护导论》（方杰主编），X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$H_{E-r} = D_r \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

式中：

H_{E-r} ——年受照剂量，mSv/a；

D_r ——关注点辐射剂量率，μSv/h；

T ——居留因子；

t ——年受照时间，h/a。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1，具体数值见下表：

表 11-7 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)	示例
全居留	1	操作室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

考虑射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，利用表 11-3、表 11-4 的相关数据，本项目保守选取相关最近关注点附近最大剂量率计算人员年受照剂量，则本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见下表。

表 11-8 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

人员属性		居留因子	源点与保护目标距离(m)	源点与关注点距离(m) ①	关注点处辐射剂量率取值($\mu\text{Sv/h}$)	年受照时间(h/a)	周受照总剂量(μSv)	年受照总剂量(mSv/a)
职业	操作室辐射工作人员	1	1.6	1.6	1.91×10^{-2}	50	1.91×10^{-2}	9.56×10^{-4}
公众	7号车间	1	9.3	1.5	2.18×10^{-2}	50	5.66×10^{-4}	2.83×10^{-5}
	阀门路	1/8	30.3	1.5	2.18×10^{-2}	50	6.66×10^{-6}	3.33×10^{-7}
	温州正大轴承有限公司	1	43.3	1.5	2.18×10^{-2}	50	2.61×10^{-5}	1.31×10^{-6}
	8号车间	1	26.3	1.6	1.91×10^{-2}	50	7.08×10^{-5}	3.54×10^{-6}
	厂区道路	1/8	3.3	1.6	1.91×10^{-2}	50	5.62×10^{-4}	2.81×10^{-5}
	9号车间	1	21.3	1.6	1.91×10^{-2}	50	1.08×10^{-4}	5.39×10^{-6}
	原材料仓库	1/2	24.3	1.6	1.91×10^{-2}	50	4.14×10^{-5}	2.07×10^{-6}
	员工宿舍	1	28.3	1.6	1.91×10^{-2}	50	6.11×10^{-5}	3.06×10^{-6}
	5号车间	1	1.4	1.4	2.50×10^{-2}	50	2.50×10^{-2}	1.25×10^{-3}
	4号车间	1	9.1	1.4	2.50×10^{-2}	50	5.91×10^{-4}	2.95×10^{-5}
	3号车间	1	18.1	1.4	2.50×10^{-2}	50	1.49×10^{-4}	7.47×10^{-6}
	2号车间	1	31.1	1.4	2.50×10^{-2}	50	5.06×10^{-5}	2.53×10^{-6}
	6号车间熔炼炉	1	3.7	2.0	5.08×10^{-2}	50	1.76×10^{-2}	7.42×10^{-4}
	6号车间钢材库	1	33.7	2.0	5.08×10^{-2}	50	1.79×10^{-4}	8.95×10^{-6}

注：①根据表 11-3 中保守取值。

根据表11-8计算可知，本项目X射线探伤机运行后所致辐射工作人员受照周有效剂量为 $1.91 \times 10^{-2} \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 $9.56 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ，满足本项目职业人员周剂量约束不超过 $100 \mu\text{Sv}$ ，年剂量约束不超过 5mSv 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 20mSv/a 的剂量限值要求。

本项目所致公众最大受照周有效剂量为 $2.50 \times 10^{-2} \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 $1.25 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足本项目公众人员周剂量约束不超过 $5 \mu\text{Sv}$ ，年剂量约束值不超过 0.25mSv 的要求，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过 1mSv/a ”的剂量限值要求。

11.2.6 非放射性污染环境影响分析

(1) 臭氧和氮氧化物

X 射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。探伤室内已设机械排风系统，排气风机风量 100m³/h。由于探伤室总容积约为 16.5m³，可估算出探伤室每小时通风换气为 6 次，则满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，不会形成局部聚集，且臭氧在空气中 20~30 分钟易分解为氧气，并经排风系统排入大气，对周围环境空气质量影响较小。

(2) 废显（定）影液、洗片废液与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液、洗片废液与废胶片，必须按规定进行合理的处置，送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。危险废物暂存间的建设须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求，做好“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”工作。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。

11.3 探伤室屏蔽防护能力分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的规定，结合该公司探伤室屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的探伤室的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

(1) 设计中，该探伤室的设置已充分考虑周围的放射安全，且探伤室与操作室分开；结合理论计算结果可知：探伤室防护门防护性能（敷设 18mm 的铅板）、各侧墙的防护性能及顶棚的防护性能，均能满足辐射防护。

(2) 在防护屏蔽设计中，防护门的尺寸远远大于门的尺寸，且防护门的门缝处采用铅皮进行屏蔽；电缆口采用 U 型管设计，直径 100mm，从地下穿过探伤室西南侧墙与操作室连通，连接处均采用铅皮进行有效防护屏蔽；通风管道采用 U 型管设计，直径 200mm，位于探伤室西南侧，废气通过西南侧墙体排出室外，连接处均采用铅皮进行有效防护屏蔽。因此，本项目探伤室门缝、电缆口及通风管道均能满足屏蔽防护要求。

(3) 由辐射环境影响预测分析可知，辐射工作人员和公众成员所受有效剂量能符合《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。

(4) 该公司使用的探伤机在探伤过程中产生的 X 射线，使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中 20~30 分钟易分解为氧气，并经排风系统排入大气，对周围环境空气质量影响较小。

因此，该公司探伤室屏蔽能力能达到管电压不大于 200kV、管电流不大于 5mA 的 X 射线探伤机（工作方向为西侧）正常工作时的辐射防护要求。

11.4 事故影响分析

11.4.1 事故风险分析

公司拟购的 X 射线探伤机属于Ⅱ类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

(1) X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，门-机联锁失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或在门-机联锁失效、探伤期间，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

(2) 人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。

为了杜绝事故发生，公司必须进行门-机联锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。人为故意引起的或失窃而引起的辐射照射，还应该及时向公安部门报告。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

11.4.2 辐射事故应急

1、事故风险防范措施

(1) 公司拟配备 1 台 X-γ 剂量率巡测仪，1 台个人剂量报警仪和 2 支个人剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。个人剂量报警仪在工作期间，随身携带，并设定安全阈值和报警。

(2) 拟建探伤室的防护门应与射线装置设置门-机联锁装置，当防护门没有关闭完全时，X 射线机无法启动产生 X 射线，提醒辐射工作人员检查防护门的关闭状况。探伤室内设置紧急开关，当人员被误关在探伤室时，可使用紧急开关，切断主机电源，防止人员受到辐射影响。操作台上设有紧急开关，工作中辐射工作人员发现异常，可立即使用。探伤

室防护门上方设置指示灯和声音提醒装置，可以避免检测装置工作时其他人员误入探伤室而发生事故。

（3）定期对工业 X 射线探伤工作场所的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

（4）检修人员在设备未断电的情况下进行检修，射线装置因误操作或其他原因开机出束，检修人员发现设备处于出束状态，立即按下急停按钮。

3、事故应急措施

对于工业 X 射线探伤机发生事故处理应采取的措施：

（1）当发生辐射事故时，应在第一时间切断电源，并将事故情况通报有关（生态环境、公安、卫生）等主管部门。

（2）对在事故中受到照射的人员及时送到医院进行及时的医学检查和治疗。

（3）分析确定发生事故的原因，记录发生事故时射线装置的工作状态（如工作电压、电流等参数）、事故延续时间，以便及时确定事故时受到照射个体所接受的剂量。

（4）当事故发生时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生主管部门报告。如发生放射源被盗的事故，则还须向公安部门报告。

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

12.1.1 机构设置情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，宣达实业集团有限公司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，并以文件形式明确管理人员职责。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。

主要职责：加强对本公司员工自我防护意识教育，防止意外伤害；加强对工业X射线探伤装置的检查管理，确保在安全监控状态；定期对工业X射线探伤机进行巡回检查；发现射线装置损坏和丢失要立即向领导报告，对知情不报造成后果者，将追究法律责任。

宣达实业集团有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并应以公司内部文件形式明确辐射安全管理机构和各成员的管理职责。其中辐射安全管理机构的职责应包括：

- （1）全面负责公司辐射安全管理工作；
- （2）认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合公司实际情况制定安全规章制度并检查监督实施；
- （3）负责辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；
- （4）检查辐射安全防护设施，开展环保监测，对本项目安全防护情况进行年度评估；
- （5）实施辐射工作人员的健康体检并做好职业健康检查的档案管理工作；
- （6）编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；
- （7）定期向生态环境部门报告安全工作，接受生态环境部门的监督和检查。

12.1.2 辐射人员管理情况

（1）个人剂量检测

建设单位拟为新增辐射工作人员每人配置 1 支个人剂量计，并配置 1 台个人剂量报警仪。使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量监测周期不超过 3 个月，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应终生保存。

（2）辐射工作人员培训

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）精神，所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训考核并取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

建设单位 2 名新增辐射工作人员，由公司现有员工参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后上岗，并按每五年重新进行考核，合格后方可上岗。

（3）辐射工作人员职业健康体检

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，并建立个人健康档案，长期保存。

12.1.3 年度评估报告

建设单位核技术利用项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向全国核技术申报系统提交上一年度的辐射安全与防护状况年度评估报告。年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

12.2 辐射安全管理规章制度

公司的辐射项目为新项目，尚未制定辐射相关的规章制度。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，公司从事辐射操作前需制定的制度如下：

辐射安全和防护保卫制度：根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

探伤机安全操作规程：针对本项目 X 射线室内探伤制定相应的操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、X 射线探伤机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确 X 射线探伤机的操作步骤，探伤前对辐射安全措施的检查等，确保辐射安全措施的有效性；确保辐射工作安全有效运转；明确本项目定向机主射方向，定向机为 XXG-2005 型，主射方向朝西。确保避免产生额外辐射照射。

设备检修维护制度：对可能引起操作失灵的关键零配件及时进行更换。设备检修时禁止开启检测装置，待检修完毕，开启检测装置试探伤，确认检修完成。检修后主要性能未达仪器基本参数时不准重新投入使用。

辐射工作人员岗位职责：明确管理人员、本项目辐射工作人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

射线装置使用登记和台账管理制度：建立 X 射线探伤机的档案和使用台账等，同时加强档案管理。

人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

人员管理制度：明确辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质单位进行监测。公司明确个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况。以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标，并做好岗前监测；明确辐射工作人员进行职业健康体检的周期，公司建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射事故应急预案：根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号文）的要求，公司应成立单位负责人为领导的放射性事故应急领导小组。针对可能产生的辐射污染情况制定事故应急制度，该制度要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附上各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的故事情节；演练参与人员等。

自行检查和年度评估制度：定期对 X 射线探伤机的安全装置和防护措施、设施的安全

防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。如每天进行门-机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行身体健康档案归档及检查等。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前向全国核技术申报系统提交上一年度的评估报告。

危险废物处理制度：危险废物临时贮存场所严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）进行建设，采取基础防渗、防火、防雨、防晒、防扬散、通风，配备照明设施等防治环境污染措施。贮存场所处粘贴危险废物标签，并作好相应的记录。危险废物由危废处置单位定期清运处理，包装容器为密封容器，容器上粘贴标签，注明种类、成分、危险类别、产地、禁忌与安全措施等，并采用专用密闭车辆，保证运输过程无泄漏。

辐射安全档案管理制度：公司须建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员如调离辐射工作岗位，公司应当将个人剂量档案长期保存；新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康监护档案且长期保存。

公司应在本项目操作室墙上张贴《操作规程》、《辐射安全与防护保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》与《辐射事故应急预案》，并做好射线装置使用登记和台账记录工作。在日常的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应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。公司拟配备 1 台固定式场所辐射探测报警装置和 1 台便携式 X- γ 剂量率仪，并为辐射工作人员配备个人剂量报警仪和个人剂量计。

12.3.2 探伤机检测

根据GBZ 117-2022条款8.2的要求，本项目投入使用后对探伤机的检测要求见下表12-1：

表 12-1 探伤机检测要求一览表

检测设备	X射线探伤机
检测内容	防护性能检测
检测方法	X射线探伤机防护性能检测方法按GB/T 26837的要求进行
检测周期	使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后，应进行安全装置的性能检测。

12.3.3 个人剂量监测

探伤工作人员工作时应佩戴个人剂量计。个人剂量监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月（定期将个人剂量片送往有资质的检测单位进行检测）。公司应建立剂量管理限值和剂量评价制度，对受到超剂量限值的应进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为，并指定专职辐射管理人员负责对个人剂量检测结果（检测报告）统一管理，建立档案，并长期保存。

12.3.4 探伤工作场所辐射监测

本项目正式投入使用后，公司须定期（每年 1 次）委托有资质的单位对探伤室周围环境进行监测，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

①年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量当量率进行监测，监测周期为 1 次/年；年度测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给全国核技术申报系统。

②日常自我监测

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 6.2.1.3 监测周期“投入使用后每年至少进行 1 次常规检测”，公司根据自身的管理制度，拟增加监测频次，每季度监测 1 次。

③监测内容和要求

A、监测内容：周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-2 监测场所及监测项目建议

场所名称	监测内容	监测项目	监测点位	监测依据	监测周期
本项目探伤工作场所	周围剂量当量率	年度监测	防护门外 30cm 离地面高度为 1m 处、操作台、各探伤室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处和各电缆管道口、通风口及人员常驻留位置	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）	1 次/年
		自主监测			1 次/季
		验收监测			竣工验收
	个人剂量检测	个人剂量当量	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）	常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月

12.3.5 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.4 辐射事故应急

公司需建立《辐射事故应急预案》，并报所在地生态环境主管部门备案。制定《辐射事故应急预案》后，应制定计划定期组织应急人员进行应急预案的培训和演练。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）。
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- （3）辐射事故分级与应急响应措施。
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。建设单位必须加强管理，杜绝辐射安全事故的发生。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目工程概况

宣达实业集团有限公司拟在浙江省温州市永嘉县瓯北镇东瓯工业区的厂区西北侧新建一间装配式的 X 射线探伤室，配套建设操作室、评片室、暗室等辅助用房（危险废物暂存间依托现有），并购置 1 台 XXG-2005 型定向 X 射线探伤机在探伤室对公司生产的阀门工件进行无损检测，所有探伤作业均为固定式探伤，不涉及移动探伤。

本项目探伤室评价范围 50m 内主要为生产车间部分区域、阀门路、温州正大轴承有限公司、原材料仓库、员工宿舍和厂区道路等，无居民点和学校等环境敏感点。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射安全防护结论

本项目探伤室墙体以钢板+硫酸钡水泥+钢板作为屏蔽体，探伤室外尺寸为 3.7m（长）×3m（宽）×2.8m（高），其主射方向墙体为 6mm 钢板+388mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板，非主射方向墙体及顶棚为 6mm 钢板+288mm 硫酸钡水泥+6mm 钢板。探伤室拟设 1 扇电动单开平移防护门（敷设 18mm 铅板），位于北侧屏蔽墙。探伤室屏蔽防护性能可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

探伤工作场所实行分区管理，划分监督区与控制区。防护门拟设置门-机联锁装置和电离辐射警告标志等安全设施，室内东侧、南侧、北侧墙体及操作台均设急停开关，室内外醒目位置设工作声音提示装置、工作状态指示灯和监控装置，探伤室拟配置固定式场所辐射探测报警装置，则探伤室辐射安全防护措施满足相关要求；本项目拟配备 2 支个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。

（2）辐射安全管理结论

建设单位按规定拟成立辐射防护管理领导小组，拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。

建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方能上岗，并拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

建设单位在成立辐射防护管理领导小组、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的能力。本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）辐射剂量率影响预测结论

经理论预测，本项目 X 射线探伤机在最大工况运行时，各关注点周围剂量当量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（2）个人剂量影响预测结论

经剂量估算，本项目辐射工作人员与公众成员的年有效剂量低于本项目剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

（3）“三废”影响分析结论

本项目产生的少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风系统排出探伤室，臭氧在空气中 20~30 分钟易分解为氧气，并经排风系统排入大气，对周围环境空气质量影响较小。探伤产生的废显（定）影液、洗片废液及废胶片按要求集中存放，由有资质的单位回收处理，不得随意排放或废弃，对环境的影响较小。

13.1.4 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及中华人民共和国国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

（2）实践正当性分析结论

本项目的建设是为了保证产品质量和生产的安全需要，因此，该项目的实践是必要的。本项目运行过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

（3）选址合理性分析

本项目位于浙江省温州市永嘉县瓯北镇东瓯工业区，不新增土地。同时，本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目探伤室周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址是合理可行。

（4）项目可行性

综上所述，本项目选址合理，符合“三线一单”相关要求，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 承诺与建议

13.2.1 建议

（1）建设单位应加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。不得在室外开展探伤工作。

（2）项目探伤所需时间较短，建设单位尽可能在非辐射工作人员休息时开展室内探伤工作，减少公众不必要照射。

13.2.2 承诺

（1）建设单位在本项目报批后，承诺及时向生态环境部门申领辐射安全许可证。

（2）建设单位承诺在本项目探伤机正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），在规定的验收期限内（一般不超过3个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制竣工环境保护验收监测报告表。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见	
公章	
经办人（签字）：	年 月 日
审批意见	
公章	
经办人（签字）：	年 月 日