

核技术利用建设项目

天津毅博通检测设备有限公司
迁建生产、销售、使用II类射线装置
(X射线探伤机) 项目
环境影响报告表
(送审稿)

天津毅博通检测设备有限公司

2025 年 08 月

核技术利用建设项目

天津毅博通检测设备有限公司
迁建生产、销售、使用II类射线装置
(X射线探伤机) 项目
环境影响报告表

建设单位名称：天津毅博通检测设备有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：陈显

通讯地址：天津市滨海新区中塘镇国安一道132号

邮政编码：300450 联系人：陈显

电子邮箱：380823039@qq.com 联系电话：15871198496

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6 评价依据	16
表 7 保护目标与评价标准	18
表 8 环境质量和辐射现状	23
表 9 项目工程分析与源项	29
表 10 辐射安全与防护	37
表 11 环境影响分析	51
表 12 辐射安全管理	73
表 13 结论与建议	81
表 14 审批	85

附图

附图 1 建设项目地理位置图.....86

附图 2 建设项目周边环境关系及评价范围图..... 87

附图 3 本项目平面布局图.....88

附图 4 本项目探伤室内竖向布置图.....89

附件

附件 1 立项文件.....90

附件 2 营业执照.....92

附件 3 建设单位现有环评批复.....93

附件 4 建设单位现有辐射安全许可证.....97

附件 5 辐射环境本底监测报告.....101

附件 6 建设单位 2024 年辐射工作场所监测报告.....106

附件 7 建设单位 2025 年个人剂量监测报告.....112

表 1 项目基本情况

建设项目名称		天津毅博通检测设备有限公司 迁建生产、销售、使用Ⅱ类射线装置（X射线探伤机）项目			
建设单位		天津毅博通检测设备有限公司			
法人代表	陈显	联系人	陈显	联系电话	15871198496
注册地址		天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号			
项目建设地点		天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号东南侧一楼厂房			
立项审批部门		天津市滨海新区中塘镇综合便民服务中心	批准文号	津滨中塘投准[2025]88 号	
建设项目总投资（万元）	60	项目环保投资（万元）	30	环保投资比例	50%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☒ 其它		占地面积(m ²)	200
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				
	项目概述 1.建设单位情况 天津毅博通检测设备有限公司成立于 2015 年，注册地址为天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号，经营范围包括无损检测设备及相关耗材、电子通信器材批发兼零售；检测设备维修，检测设备技术咨询服务。公司现有厂区位于天津市滨海新区大港安港三路 199 号天津市金鹏网架工程有限公司南侧厂房内东南角，主要进行				

II类射线装置（X射线探伤机）的生产、销售、使用活动，生产、销售、使用XXGH3005型探伤机 10 台/年，XXG2505 型探伤机 50 台/年，现有工程已于 2023 年 7 月 4 日取得《市生态环境局关于天津毅博通检测设备有限公司新建生产、销售、使用II类射线装置（X射线探伤机）项目环境影响报告表的批复》（津环辐许可表[2023]025），项目于 2023 年 8 月建成，于 2023 年 8 月 30 日取得辐射安全许可证（证书编号：津环辐证[00825]），并于 2024 年 2 月 18 日通过竣工环境保护验收。

2.项目由来

天津毅博通检测设备有限公司现有厂区建设了一座探伤室，探伤室内建设了一个屏蔽地坑，主要进行II类射线装置（X射线探伤机）的生产、销售、使用活动，包括XXGH3005 型、XXG2505 型两个型号，由于公司业务调整，拟投资 60 万元建设“天津毅博通检测设备有限公司迁建生产、销售、使用II类射线装置（X射线探伤机）项目”，将现有II类射线装置（X射线探伤机）的生产、销售、使用活动搬迁至天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号东南侧一层厂房内，同时增加XXGH2005 型、XXG3005 型、XXG2005 型、XXGH2505 型四个型号，公司生产产品主要用于对造船、石油、化工、机械、交通等部门的船体管道、高压容器、锅炉、车辆等进行X射线无损探伤。X射线装置产品型号编制规则见下表。

表 1-1 X射线装置产品型号编制规则

I（小类）		II（组）		III（型）		IV（主参数）
X	X射线探伤机	X	携带式	G	定向气绝绝缘金属陶瓷管变频	额定管电压、额定管电流
				H	周向气绝绝缘金属陶瓷管变频	额定管电压、额定管电流

建设单位生产行为属于订单加工式，项目建成后，预计最大生产、销售、使用II类射线装置（X射线探伤机）XXGH3005 型 10 台/年、XXGH2505 型 10 台/年、XXGH2005 型 10 台/年、XXG2505 型 50 台/年、XXG3005 型 10 台/年、XXG2005 型 10 台/年，自行购置射线装置所需的零部件进行组装，其中射线装置关键性的零部件（例如X射线管头）向取得辐射安全许可证的单位采购，防辐射箱体等零部件委托专业公司加工。生产的X射线探伤机不会长期储存。待客户取得相应的环评批复文件及其他手续许可后，由客户自提或采取物流运输的方式运至指定场所，且由购买方通过核技术利用辐射安全与防护考核的人员进行操作。

本项目生产的X射线探伤机出厂前需进行开机调试。X射线探伤机运输至客户工作场所后，约有 10%的客户要求本公司辐射工作人员进行现场开机调试。外售的射线装置如出现故障，约有 75%的客户需返厂维修，25%的客户要求本公司职业人员负责前往现场检修，检修过程需要开机寻找故障点。本项目厂内开机调试过程将X射线发生器放置于屏蔽地坑内，通过电线电缆与检测室外西侧的调试操作台台上的控制器相连进行。

根据建设单位提供的资料，本项目每年返厂维修次数最大不超过30次，其中XXGH3005型约为3次，XXGH2505型约为3次，XXGH2005型约为3次，XXG2505型约为15次，XXG3005型约为3次，XXG2005型约为3次；每年需要现场开机调试数量最多为10次，其中XXGH3005型约为1次，XXGH2505型约为1次，XXGH2005型约为1次，XXG2505型约为5次，XXG3005型约为1次，XXG2005型约为1次；每年需要现场维修次数最大不超过10次，其中XXGH3005型约为1次，XXGH2505型约为1次，XXGH2005型约为1次，XXG2505型约为5次，XXG3005型约为1次，XXG2005型约为1次。

根据原环保部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号《关于发布<射线装置分类>的公告》规定，本项目所有型号X射线探伤机均属于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 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“生产、销售、使用II类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

受天津毅博通检测设备有限公司委托，津滨绿意（天津）技术咨询有限公司承担该核技术利用项目的环境影响评价工作。环评公司在现场踏勘、资料调研的基础上，编制完成了《天津毅博通检测设备有限公司新建使用II类射线装置（X射线探伤机）项目环境影响报告表》。

3.建设规模

本项目拟将天津毅博通检测设备有限公司位于天津市滨海新区大港安港三路 199 号内的II类射线装置（X射线探伤机）的生产、销售、使用活动搬迁至天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号东南侧一楼厂房内，本项目占地面积为 200m²，由东向西依次建设操作室、检测室，拟于检测室东南角建设一座探伤室，探伤室内建设一个屏蔽地坑，对公司部分探伤设备进行测试，现有工程生产、销售、使用X射线

探伤机XXGH3005 型 10 台/年、XXG2505 型 50 台/年，搬迁后新增XXGH2005 型 10 台/年、XXGH2505 型 10 台/年、XXG3005 型 10 台/年、XXG2005 型 10 台/年。

本项目拟建探伤室尺寸为 2.7m×2.0m×2.5m（长×宽×高），四周材质为钢筋混凝土结构，顶部为铅钢复合结构；探伤室内地坑尺寸为 1.14m×1.14m×1.45m（长×宽×高），四周防护面及底部材质为铅混凝土复合结构，地坑内设计升降平台，升降平台顶部盖板为铅铁复合结构。探伤室北墙中间位置设有 1 处设备进出防护门，尺寸为：1.0m×2.1m（宽×高），为铅铁复合结构、手动平开式防护门。操作台位于检测室西侧的操作室内。

本项目调试工作不进行探伤作业，仅对X射线探伤机进行组装上电调试，故本项目不涉及洗片室、暗室等，不存在探伤活动产生的废显影液、废定影液、清洗废液及废胶片等危险废物。本项目产品明细表见下表。

表 1-2 本项目评价的射线装置情况表

名称	类别	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	生产、销售数量 (台/年)	用途	使用地点	照射方式
X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG H3005	300	5	10	工业探伤	探伤室地坑内，售后现场	周向照射
X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG H2505	250	5	10	工业探伤	探伤室地坑内，售后现场	周向照射
X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG H2005	200	5	10	工业探伤	探伤室地坑内，售后现场	周向照射
X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG2 505	250	5	50	工业探伤	探伤室地坑内，售后现场	定向向东照射
X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG3 005	300	5	10	工业探伤	探伤室地坑内，售后现场	定向向东照射
X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG2 005	200	5	10	工业探伤	探伤室地坑内，售后现场	定向向东照射

4.项目选址及周边环境情况

天津毅博通检测设备有限公司选址于天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号东南侧一层厂房内，中心坐标为：E117°25'3.483"，N38°50'31.812"，四至情况：东侧为院内过道，隔过道为空置厂区；西侧为铭宏金属制品（天津）有限公司；南侧为租赁院内空地；北侧为院内空地。地理位置图见附图 1，周边环境关系图见附图 2 及下图。



图 1-1 厂区周边情况照片

本项目位于天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号东南侧一层厂房内，所在建筑物整体为地上三层结构，由东向西依次为检测室、操作室，拟建探伤室位于检测室东南角，探伤室内建设屏蔽地坑。本项目建成后探伤室东侧为院内过道，西侧和北侧为检测室内待检设备放置区，南侧为院内空地，正上方二楼、三楼均为空置办公楼，无地下建筑。探伤室拟建位置及其周边情况见下图。



探伤室拟建设位置	探伤室拟建设位置东侧院内过道
	
探伤室拟建设位置南侧院内空地	探伤室楼上空置办公室

图 1-2 探伤室拟建位置及其周边情况照片

本项目探伤室屏蔽边界外 50m 范围内无学校、医院、居民区等环境敏感目标。本项目环境敏感点为铭宏金属制品（天津）有限公司、天津美炫电气自动化科技有限公司、天津韩城金属有限公司、天津毅博通检测设备有限公司内部其他工位。涉及人员为辐射工作人员、非辐射工作人员及途径公众。其中辐射工作人员为本项目操作室操作人员，公众为评价范围内建设单位其他非放射性操作的工作人员及周围途径公众，天津美炫电气自动化科技有限公司工作人员及周围途径公众，天津韩城金属有限公司工作人员及周围途径公众、铭宏金属制品（天津）有限公司工作人员及周围途径公众、天津市安达供水有限公司办公楼工作人员及周围途径公众。

5.劳动定员及工作量

本项目配备 2 名辐射工作人员负责 X 射线探伤机生产、调试工作。辐射工作人员采取单班工作制，每班工作 8h，每周工作 5 天，年工作 250 天。

本项目生产环节均为配件组装，2 名辐射工作人员涉及X射线探伤机开机使用环节为设备组装后的调试、设备维修过程、客户现场的调试及检修，其中，售后维修大部分返厂维修，客户要求现场调试及售后维修频次较少。

（1）组装后调试照射时间

本项目每台（套）新生产的 X 射线探伤机需进行开机调试，调试过程中不合格的产品会重新检修、组装，直至检测合格为止，每台设备最多调试或使用 5 次，每次调试曝光时间不超过 5min，本项目年产 XXGH3005 型 10 台/年、XXGH2505 型 10 台/年、XXGH2005 型 10 台/年、XXG2505 型 50 台/年、XXG3005 型 10 台/年、XXG2005 型 10 台/年，则 XXGH3005 型累计照射时间为 4.17h/年、XXGH2505 型 4.17h/年，XXGH2005 型 4.17h/年、XXG2505 型 20.8h/年、XXG3005 型 4.17h/年、

XXG2005 型 4.17h/年，各型号探伤机合计累计照射时间最大为 41.7h/年。本项目每周最多开机调试 2 台 X 射线探伤机，合计开机调试 10 次，则每周合计照射时间最大为 0.8h。

（2）返厂维修照射时间

根据企业提供资料，每年返厂维修调试次数最大不超过 30 次，其中 XXGH3005 型约为 3 次，XXGH2505 型约为 3 次，XXGH2005 型约为 3 次，XXG2505 型约为 15 次，XXG3005 型约为 3 次，XXG2005 型约为 3 次，维修过程需要出束寻找故障点，单次调试曝光时间不超过 0.5h。则 XXGH3005 型返厂维修累计照射时间预计为 1.5h/年，XXGH2505 型返厂维修累计照射时间预计为 1.5h/年，XXGH2005 型返厂维修累计照射时间预计为 1.5h/年，XXG2505 型返厂维修累计照射时间预计为 7.5h/年，XXG3005 型返厂维修累计照射时间预计为 1.5h/年，XXG2005 型返厂维修累计照射时间预计为 1.5h/年，各型号合计返厂维修累计照射时间预计最大为 15h/年。本项目每周最多返厂维修 1 台设备，则返厂维修周照射时间最大为 0.5h。

（3）现场调试照射时间

X 射线探伤机运输至客户工作场所后，约有 10%的客户要求本公司辐射工作人员进行现场开机调试，其中 XXGH3005 型约为 1 次，XXGH2505 型约为 1 次，XXGH2005 型约为 1 次，XXG2505 型约为 5 次，XXG3005 型约为 1 次，XXG2005 型约为 1 次，每台（套）设备曝光时间不超过 0.5h，则 XXGH3005 型现场调试年累计照射时间约为 0.5h/年，XXGH2505 型现场调试年累计照射时间约为 0.5h/年，XXGH2005 型现场调试年累计照射时间约为 0.5h/年，XXG2505 型现场调试年累计照射时间约为 2.5h/年，XXG3005 型现场调试年累计照射时间约为 0.5h/年，XXG2005 型现场调试年累计照射时间约为 0.5h/年，各型号合计现场调试年累计照射时间最大为 5h/年。本项目每周最多现场调试 1 台设备，则现场调试周照射时间最大为 0.5h。

（4）现场检修照射时间

外售的射线装置如出现故障，约有 25%的客户要求本公司职业人员负责前往现场检修，其中 XXGH3005 型约为 1 次，XXGH2505 型约为 1 次，XXGH2005 型约为 1 次，XXG2505 型约为 5 次，XXG3005 型约为 1 次，XXG2005 型约为 1 次，每台（套）设备曝光时间不超过 0.5h，则 XXGH3005 型现场检修过程年累计照射时间约为 0.5h/年，XXGH2505 型现场检修过程年累计照射时间约为 0.5h/年，XXGH2005

型现场检修过程年累计照射时间约为 0.5h/年，XXG2505 型现场检修过程年累计照射时间约为 2.5h/年，XXG3005 型现场检修过程年累计照射时间约为 0.5h/年，XXG2005 型现场检修过程年累计照射时间约为 0.5h/年，各型号合计现场检修过程年累计照射时间最大为 5h/年。本项目每周最多现场检修一次，则现场检修周照射时间最大为 0.5h。

本项目X射线探伤机照射时长见下表 1-3。

表 1-3 X射线探伤机照射时长

序号	项目	次/年	次/周	单次出束时长 (min)	周累计照射时间 (h)	年累计照射时间 (h)	使用场所
1	组装后调试	500	10	5	0.8	41.7	探伤室地坑内
2	返厂维修	30	1	30	0.5	15	
3	现场调试	10	1	30	0.5	5	现场探伤或固定探伤项目调试、售后现场
4	现场检修	10	1	30	0.5	5	
合计					2.3	66.7	/

6.产业政策符合性分析

依据国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于国家规定的淘汰类和限制类项目，符合国家产业政策要求，同时，本项目不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》禁止事项。综上所述，本项目符合国家相关产业政策。

7.规划符合性分析

本项目位于天津毅博通检测设备有限公司租赁厂房内，该厂区所在位置属于天津市滨海新区中塘镇工业开发区（东区）内，用地性质为工业用地，评价范围内不涉及学校、医院、居民区等环境保护目标，选址符合规划要求。

8.实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其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时，该实践才是正当的。

本项目实施后，可以显著提高生产的 X 射线探伤机的质量，在调试过程中，也可不断的提高生产工艺，为建设单位创造更大的经济效益。同时本项目生

产出的高质量、可靠性好的 X 射线探伤机，销售给客户之后，也有助于客户提高对工件进行无损检测的精确度及检测效率，从而提高客户产品的质量及交付的速度，有效减少因产品缺陷而引起的安全生产事故，具有显著的社会及经济效益。本项目设计采取的辐射防护与安全设施能够降低对工作人员和周围公众的辐射影响。

本项运行对辐射工作人员及公众的照射剂量均满足相关限值要求。在考虑社会、经济和其他有关因素后，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，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于辐射防护“实践的正当性”要求。

9.原有核技术利用项目许可情况

（1）辐射安全许可证持证情况

天津毅博通检测设备有限公司已于 2023 年 7 月 4 日取得《市生态环境局关于天津毅博通检测设备有限公司新建生产、销售、使用Ⅱ类射线装置（X 射线探伤机）项目环境影响报告表的批复》（津环辐许可表[2023]025）；现持有辐射安全许可证（证书编号：津环辐证[00825]），发证日期为 2023 年 8 月 30 日，有效期至 2028 年 8 月 29 日，许可种类和范围：生产、销售、使用Ⅱ类射线装置。自持证以来，建设单位未发生过辐射安全事故。

天津毅博通检测设备有限公司许可生产、销售、使用射线装置具体情况见下表。

表 1-4 天津毅博通检测设备有限公司许可生产、销售、使用射线装置情况一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	工作场所
1	X射线装置	XXG2505	Ⅱ类	天津市滨海新区中塘镇 安港三路 199 号
2	X射线装置	XXGH3005	Ⅱ类	天津市滨海新区中塘镇 安港三路 199 号

（2）辐射安全管理与环境保护管理现状

天津毅博通检测设备有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规的要求，成立了辐射安全与环境保护管理小组，由法人（陈显）担任辐射安全工作第一责任人，对辐射安全工作负总责，指定朱玲担任核辐射防护负责人，具体负责公司的辐射安全与环境保护管理工作。辐射安全与环境保护管理领导小组成员详见表 12-1。

（3）辐射工作人员持证情况

天津毅博通检测设备有限公司现有辐射工作人员 2 人，均已通过核技术利用辐

射安全与防护技术考核，并取得合格证书，证书均在有效期内。

（4）辐射安全管理制度

天津毅博通检测设备有限公司已根据《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》及公司核技术利用项目的开展情况，制定了相应的规章制度，包括：《操作规程》、《辐射安全与环境保护管理机构、负责人及职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射安全和防护设施的维护与维修制度》、《监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《生产、销售、调试、维修等台账管理制度》、《辐射事故应急预案》等规章制度。

（5）个人剂量监测

天津毅博通检测设备有限公司所有辐射工作人员均按要求佩戴个人剂量计，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，委托有资质单位每3个月开展一次监测，并建立个人剂量档案，个人剂量档案齐全。所有辐射工作人员2025年的个人剂量检测结果均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业工作人员年有效剂量的要求。

（6）工作场所年度监测

天津毅博通检测设备有限公司每年委托有资质单位对辐射工作场所开展辐射防护性能检测，并出具检测报告。根据2025年度辐射环境检测报告可知，建设单位现有辐射工作场所的周围剂量当量率监测结果均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关标准要求。

（7）建设单位现有辐射监测设备

建设单位现有辐射监测设备见下表。

表 1-5 建设单位现有辐射监测设备一览表

序号	设备名称	型号	数量	设备状态
1	个人剂量报警仪	FY-II	1	正常
2	X-γ剂量率仪	RP6000	1	正常
3	个人剂量计	/	2	正常

（8）现有核技术利用项目管理情况概况

天津毅博通检测设备有限公司现有核技术利用项目已取得辐射安全许可证，已成立辐射安全与环境保护管理机构，认真履行辐射安全防护及风险防范措施，近年

来无辐射事故发生；公司已制定辐射安全管理相关规章制度；配备了辐射防护用品和监测设备；辐射工作人员均通过核技术利用辐射安全与防护考核，定期开展个人剂量监测，监测结果满足标准要求；每年对辐射工作场所防护性能进行监测，监测结果均满足标准要求；建设单位每年 1 月 31 日前向当地生态环境部门上报上年度评估报告，2024 年年度评估报告公司已编制完成并上报至当地生态环境部门。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	Ⅱ类	10	XXGH3005	300	5	工业探伤	探伤室地坑内、售后 现场	生产、 销售、 使用
2	X 射线探伤机	Ⅱ类	10	XXGH2505	250	5	工业探伤	探伤室地坑内、售后 现场	生产、 销售、 使用
3	X 射线探伤机	Ⅱ类	10	XXGH2005	200	5	工业探伤	探伤室地坑内、售后 现场	生产、 销售、 使用
4	X 射线探伤机	Ⅱ类	50	XXG2505	250	5	工业探伤	探伤室地坑内、售后 现场	生产、 销售、 使用
5	X 射线探伤机	Ⅱ类	10	XXG3005	300	5	工业探伤	探伤室地坑内、售后 现场	生产、 销售、 使用
6	X 射线探伤机	Ⅱ类	10	XXG2005	200	5	工业探伤	探伤室地坑内、售后	生产、

									现场	销售、使用
--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	-------

（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（ μ A）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
O ₃	气态	/	/	少量	少量	少量	/	经排风系统引至室外排入 大气环境
NO _x	气态	/	/	少量	少量	少量	/	

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 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九号 2014 年 4 月 24 日修订, 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二十四号, 2018 年 12 月 29 日第二次修订实施); (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六号, 2003 年 6 月 28 日通过, 自 2003 年 10 月 1 日起施行); (4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》(国务院令 682 号, 2017 年 10 月 1 日实施); (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 449 号, 2005 年 9 月 14 日发布, 2005 年 12 月 1 日施行; 国务院令 709 号第二次修订, 2019 年 3 月 2 日实施); (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环保总局令 31 号, 2006 年 3 月 1 日施行; 生态环境部令 20 号第四次修改, 2021 年 1 月 4 日实施); (7) 《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》(原国家环保总局, 环发〔2006〕145 号, 2006 年 09 月 26 日发布); (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环保部令 18 号, 2011 年 5 月 1 日实施); (9) 《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, 2017 年 12 月 5 日实施); (10) 《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 16 号, 2021 年 1 月 1 日实施); (11) 《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, 2020 年 1 月 1 日实施); (12) 生态环境部令 9 号《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(自 2019 年 11 月 1 日起施行);
------------------	--

	(13) 《天津市生态环境保护条例》（天津市第十七届人民代表大会第二次会议通过，自 2019 年 3 月 1 日起施行）。
技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； (2) 《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； (3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； (4) 《500kV以下工业X射线探伤机防护规则》（GB 22448-2008）； (5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； (6) 《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）； (7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (8) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； (9) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）。
其他	(1) 核与辐射安全管理体系（第三层级）《II类非医用X线装置监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-024）； (2) 李德平、潘自强《辐射防护手册》[M].北京：原子能出版社，1991； (3) 《天津市环境天然贯穿辐射水平调查研究》，辐射防护，第 13 卷第 3 期（唐旭兴、梁维华、田金池）； (4) 《2023 年天津市生态环境状况公报》，天津市生态环境局； (5) 郑钧正、卢正福、李隆德译.《国际放射防护委员会第 33 号出版物 医用外照射源的辐射防护》（ICRP Publication33）.北京：人民卫生出版社.1982； (6) 天津毅博通检测设备有限公司技术咨询合同及其提供的相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

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》（HJ 10.1-2016）“放射源和射线装置应用项目的评价范围，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）”。结合本项目工程特征及射线装置周围的具体情况，确定以本项目评价范围为探伤室屏蔽边界外 50m 范围。					
保护目标 本项目探伤室屏蔽边界外 50m 范围内无学校、医院、居民区等环境敏感目标，涉及人员为辐射工作人员和周边公众，评价范围内辐射工作人员为操作室的操作人员，公众为建设单位非放射性操作的工作人员，铭宏金属制品（天津）有限公司工作人员，天津美炫电气自动化科技有限公司工作人员、天津韩城金属有限公司生产车间工作人员、天津市安达供水有限公司办公楼工作人员、评价范围内其他途经公众。本项目主要环境保护目标见表 7-1。					
表 7-1 本项目主要环境保护目标					
序号	环境保护目标	方位	距离（m）	人数（人）	性质
1	操作室操作人员	西侧	3.5	2	辐射工作人员
2	本项目办公室	西侧	10.5	4	公众
3	铭宏金属制品（天津）有限公司办公楼（1 层~3 层）	西侧	30~50	5	公众
4	走廊	北侧	2.8	2	公众
5	本项目休息室	北侧	5	2	公众
6	天津美炫电气自动化科技有限公司装配室、办公室等	北侧	24	1	公众
8	天津韩城金属有限公司生产车间	西北侧	40~50	6	公众
9	院内空地	西北侧	15	1	公众
10	院内过道	东侧	紧邻	1	公众
11	院内空地	南侧	紧邻	1	公众
12	天津市安达供水有限公司办公楼	南侧	38~50	80	公众

评价标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的的职业照射水平进行控制，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

B1.2.1 剂量限值

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；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

2. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X射线探伤机

5.1.1 X射线探伤机在额定工作条件下，距X射线管焦点 100cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-2 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/T 26837 的要求。

表 7-2 X射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管 电 压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150-200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

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) 液体制冷设备是否有渗漏；

d) 安全连锁是否正常工作；

- e) 报警设备和警示灯是否正常运行;
- f) 螺栓等连接件是否连接良好;
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X射线探伤机的维护应符合下列要求:

- a) 使用单位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;
- b) 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 固定式探伤的放射防护要求

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GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理, 分区管理应符合GB 18871 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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$, 对公众场所, 其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$;
- b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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。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GB 18871 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。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 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。

6.2.4 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。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 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。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。

3. 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均需考虑有用线束屏蔽，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。

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），辐射工作人员所受职业照射的剂量限值为连续5年内平均年有效剂量不超过20mSv，关键组公众成员的年有效剂量限值为1mSv。根据辐射防护最优化原则并结合本项目特点，为确保辐射工作人员和公众成员的安全，本项目将2mSv/a作为辐射工作人员的年剂量约束值，将0.1mSv/a作为公众成员的年剂量约束值。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），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 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1.项目地理和场所位置

本项目位于天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号，天津市滨海新区地处华北平原北部，位于山东半岛与辽东半岛交汇点上、海河流域下游、天津市中心区的东面，渤海湾顶端，濒临渤海，北与河北省丰南县为邻，南与河北省黄骅市为界，地理坐标范围为北纬 38°40'~39°00'，东经 117°20'~118°00'。滨海新区拥有海岸线 153km，陆域面积 2270km²，海域面积 3000km²。

天津毅博通检测设备有限公司租赁厂房位于天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号东南侧一层厂房内，中心坐标为：E117°25'3.483"，N38°50'31.812"，四至情况：东侧为院内过道，隔过道为空置厂区；西侧为铭宏金属制品（天津）有限公司；南侧为租赁院内空地；北侧为院内空地。

本项目所在建筑物整体为地上三层结构，建成后由东向西依次布置为检测室、操作室，拟建探伤室位于检测室东南角，探伤室内建设屏蔽地坑，探伤室四至情况：东侧为院内过道，西侧和北侧为检测室内待检设备放置区，南侧为院内空地，正上方二楼、三楼均为空置办公室，无地下建筑。

项目地理位置图见附图 1，周边环境关系图见附图 2。

2.自然环境简况

（1）地质地貌

滨海新区地貌属于滨海冲积平原，西北高，东南低，海拔高度 1~3m，地面坡度小于 1/10000；主要地貌类型有滨海平原、泻湖和海涂。海河、蓟运河、永定新河、潮白河、独流减河等主要河流均从滨海新区入海，区内还有北大港、北塘、营城、黄港、钱圈等水库以及大面积的盐田和众多的坑塘，因此水域面积大和地势低平成为本区主要地貌特征。

滨海新区跨越了沧县隆起、黄骅拗陷两个地质构造单元，区内包括：沧东断裂、海河断裂等壳断裂、汉沽断裂等盖层断裂以及其他一般性断裂。滨海新区地质构造属于新华夏构造体系的黄骅凹陷带，而且孕育着以海河断裂为代表的构造带，断裂两侧地质有明显的落差，对两侧建设造成一定影响。地表主要是第四纪河相海相沉积物，故形成承载力仅 6-8t/m² 的松软地质基础。

（2）气候气象

滨海新区属于暖温带季风型大陆气候，四季变化明显，基本特点是冬寒夏热，四季分明，降水集中，日照充足，季风显著，春季多风少雨，夏季高温多雨，秋季冷暖适宜，冬季雨雪稀少。全年平均气温 13.5℃，其中 7 月份平均气温最高，为 27.37℃，1 月份平均气温最低，为-2.51℃，年极端最高气温为 41.2℃。滨海新区年平均风速 2.6m/s，年平均相对湿度为 59.9%，年均降水量 585.8mm。

（3）水文特征

滨海新区地处海河流域下游，境内自然河流与人工河道纵横交织，水系较为发达。区内有一级河道 8 条，二级河道 14 条，其它排水河道 2 条，水库 7 座。

一级河道 8 条：蓟运河、潮白新河、永定新河、金钟河、海河、独流减河、马厂减河、子牙新河，河道总长度约 160km。二级河道有 14 条：西河、西减河、东河、东减河、新地河、北塘排咸河、黑潞河、八米河、十米河、马厂减河、青静黄排水河、北排水河、兴济夹道减河、荒地排水河。排水骨干河道有中心桥北干渠、红排河、新河东干渠、马圈引河、十八米河等。其它排水河道有 2 条：北塘排污河、大沽排污河，河道长度 21km，主要用于汛期排沥，非汛期排泄城区部分污水及中、小雨水。水库 7 座，其中大型水库 1 座，北大港水库，水面面积 149km²。中型水库 6 座，包括营城水库、黄港水库、北塘水库、官港水库、钱圈水库、沙井子水库，水面总面积 48.8km²。

滨海新区浅层地下水水位埋深较浅，一般为 0~2m，主要补给源自大气降水，水力坡度小、径流缓慢，主要化学类型为氯化钠或氯化钠镁型水，约占整个滨海新区面积的 83%，为咸水水化学类型；深层地下水埋藏较深，主要靠侧向径流和越流补给，呈现由北向南或由东北向西南的水平水化学分带规律。

（4）土壤和植被

滨海新区土壤在长期的海退和河流泥沙不断沉积的过程中，经过人为改造而逐渐形成。全区土壤可分为盐化潮土、盐化湿潮土和滨海盐土三个亚类。滨海新区土壤盐碱化是由于土壤及地下水中的盐分主要来自于海水，土壤积盐过程先于成土过程；不同盐碱度的土壤和不同矿化度的地下水，平行于海岸呈连续的带状分布，或不连续的带状分布；频繁的季节性积盐和脱盐交替过程；越趋向海岸，土壤含盐越重。滨海地区土壤平均含盐量在 4~7%左右，pH 值在 8

以上，含盐量大于 0.1% 的盐渍化土壤面积约为 195890hm²，约占滨海新区总面积的 86.3%。

3. 社会环境简况

滨海新区位于天津东部沿海，面积 2270km²，海岸线 153km，常住人口 263.52 万。地处环渤海经济带和京津冀城市群的交汇点，距首都北京 120km，内陆腹地广阔，辐射西北、华北、东北 12 个省市，是亚欧大陆桥最近的东部起点；拥有世界吞吐量第五的综合性港口，通达全球 400 多个港湾，是东、中亚内陆国家重要的出海口；拥有北方最大的航空货运机场，连接国内外 30 多个世界名城；四通八达的立体交通和信息通讯网络，使之成为连接国内外、联系南北方、沟通东西部的重要枢纽。截至 2021 年止，滨海新区下辖 21 个街镇，分别是塘沽街道、新北街道、杭州道街道、新河街道、大沽街道、北塘街道、胡家园街道、新城镇、汉沽街道、寨上街道、茶淀街道、杨家泊镇、大港街道、海滨街道、古林街道、太平镇、小王庄镇、中塘镇、泰达街道、新港街道、新村街道。截至 2022 年止，滨海新区辖 5 个功能区，分别是开发区、保税区、高新区、东疆保税港区、生态城等五个经济功能区。

2024 年，坚持质效并重、速效兼取，全面推动经济实现质的有效提升和量的合理增长，预计地区生产总值同比增长 4.8%，高于全市增速 0.1 个百分点，其中规上工业增加值、金融业增加值分别增长 4.4% 和 8.3%，全市占比 66.5% 和 48.2%；一般公共预算收入增长 5.5%，占全市 16 个区的 44.9%，税收收入占比 51.5%；规上服务业 15 个重点行业营收增长 10.4%，全市占比 68.6%，经济大区的支撑力度更大、引领作用更强。

4. 辐射环境现状调查

根据《天津市环境天然贯穿辐射水平调查研究》，天津市原野 γ 辐射剂量率范围为 36.0nGy/h~99.7nGy/h，天津市室内 γ 辐射剂量率范围为 48.0~140.4nGy/h。根据《2023 年天津市生态环境状况公报》，2023 年，全市环境电离辐射水平处于本底涨落范围内，实时连续空气吸收剂量率年均值范围为（59.6~73.0）nGy/h，与 1989 年天津市环境天然辐射剂量调查结果（36.0~99.7）nGy/h 处于同一水平。

为了解本项目辐射工作场所辐射环境现状，本次评价委托津滨环科（天津）检测技术服务有限责任公司于 2025 年 3 月 28 日对搬迁后探伤室选址及周边区

域的辐射环境现状进行了监测。

(1) 监测项目

γ 辐射空气吸收剂量率。

(2) 监测布点

探伤室拟建位置及其四侧、评价范围内环境保护目标。具体监测点位示意图见图 8-1。

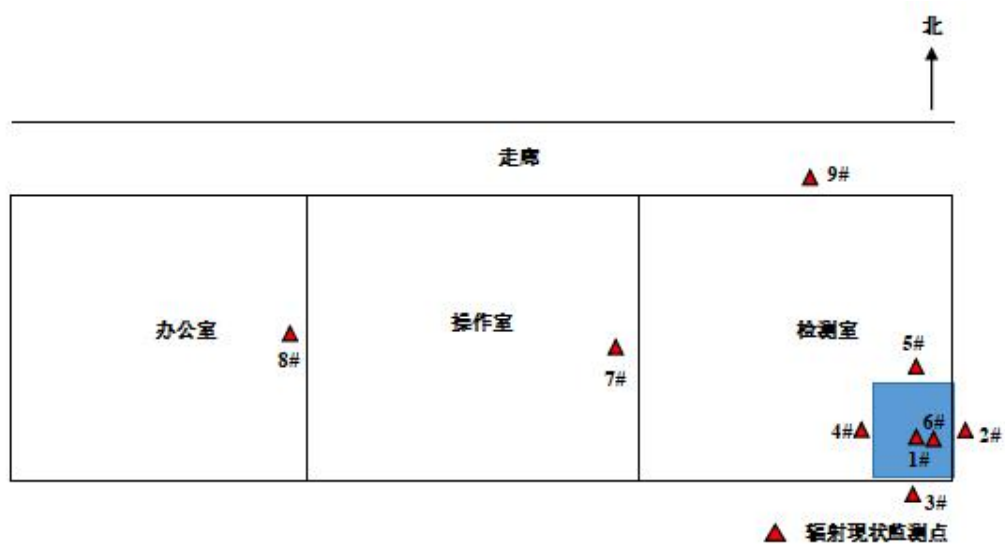


图8-1 本项目车间内现状监测点位示意图



图8-2 本项目车间外现状监测点位示意图

（3）监测设备及方法

①监测设备

表 8-1 本项目辐射环境本底监测所使用设备

仪器名称	环境监测用X、 γ 辐射空气比释动能率仪
仪器型号	JB4000
剂量率测量范围	0.01 μ Gy/h ~600.00 μ Gy/h
检定有效期	2025 年 3 月 3 日~2026 年 3 月 2 日

②监测方法

《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）。

（4）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，检测人员经考核并持有合格证书上岗。

③检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后使用。

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检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

（5）监测结果及分析

具体监测结果见表8-2。

表8-2 辐射环境现状监测结果

编号	监测点位	检测结果
γ 剂量率nGy/h		
1#	探伤室拟建区域中心点处	87
2#	探伤室拟建区域东侧	84
3#	探伤室拟建区域南侧	79
4#	探伤室拟建区域西侧	89
5#	探伤室拟建区域北侧	90
6#	探伤室拟建区域楼上	85
7#	探伤室拟建区域西侧操作室	75
8#	探伤室拟建区域西侧办公室	73
9#	探伤室拟建区域北侧走廊	72

10#	探伤室拟建区域西侧铭宏金属制品 (天津)有限公司	71
11#	探伤室拟建区域北侧天津美炫电气 自动化科技有限公司	74
12#	探伤室拟建区域西北侧天津韩城金 属有限公司	73

注：检测结果未扣除宇宙射线响应值和环境本底值。

由监测结果可知，本项目拟建辐射工作场所区域环境地表 γ 辐射剂量率在71~90nGy/h之间，处于天津市室内 γ 辐射剂量率范围为48.0~140.4nGy/h范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.设备组成

建设单位生产行为属于订单加工式，预计年最大生产、销售Ⅱ类射线装置（X射线探伤机）100 台，均为自行购置射线装置所需的零部件进行组装，设备组装后需进行开机调试，无异常后出厂外售，X射线探伤机运至客户现场后，约有 10%的客户要求现场开机进行调试。售出后的X射线探伤机如出现故障，约有 75%的客户返厂进行维修，约有 25%的客户要求现场维修的频次较少，维修过程需要出束寻找故障点。

本项目生产、销售、使用的X射线探伤机详细参数见下表。

表9-1 本项目生产、销售、使用的X射线探伤机相关参数

使用场所	探伤室地坑内，售后现场					
型号	XXGH3005	XXGH2505	XXGH2005	XXG2505	XXG3005	XXG2005
最大管电压（kV）	300	250	200	250	300	200
最大管电流(mA)	5	5	5	5	5	5
主射方向	周向照射	周向照射	周向照射	定向向东照射	定向向东照射	定向向东照射
最大穿透厚度（钢）	42mm	34mm	24mm	39mm	50mm	30mm
射线辐射角度	360°×30°	360°×30°	360°×30°	40°+5°	40°+5°	40°+5°
焦点尺寸	1.0×5.5	1.0×5.5	1.0×5.5	2.0×2.0	2.5×2.5	2.0×2.0
冷却方式	风冷	风冷	风冷	风冷	风冷	风冷
漏射	<5mGy/h	<5mGy/h	<2.5mGy/h	<5mGy/h	<5mGy/h	<2.5mGy/h
过滤板材质及厚度	3mm铝	3mm铝	3mm铝	3mm铝	3mm铝	3mm铝
发生器尺寸（mm）	280×280×650	270×270×620	230×230×550	230×230×580	280×280×650	230×230×550

X射线探伤机主要由X射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。

控制器为手提箱式结构，控制面板设置操作开关和显示窗口，并配备电缆插座、源开关及接地端子的插座盒。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅规模快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。

其中，X射线发生器为组合式，X射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内。X射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备探伤机系统表征工作状态的警示灯。X射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。

生产、销售的X射线探伤机在额定工作条件下，距X射线管焦点 100cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 9-2 的要求，并在随机文件中应有这些指标的说明。

表 9-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压, kV	漏射线所致周围剂量当量率, mGy/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

2.工作原理

(1) X射线产生原理

X射线装置是利用X射线能够穿透金属材料，并由于材料对射线的吸收和散射作用的不同，从而使检测器感光不一样，于是在底片或屏幕上形成黑度不同的影像，据此来判断材料内部缺陷情况的一种检验方法。当强度均匀的X射线束透照物体时，如果物体局部存在缺陷或结构存在差异，它将改变物体对射线的衰减，使得不同部位透射射线强度不同，这样，采用一定的检测器检测透射射线强度，就可以判断物体内部的结构特征等。

X射线装置主要由X射线管和高压电源组成，X射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用需要，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、金等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两级之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。可以通过所加电压，电流来调节X射线的强度。典型的X射线管结构图见图 9-2。

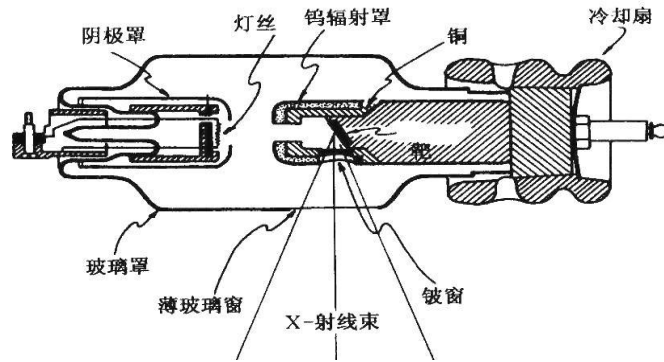


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

(2) X射线探伤机工作原理

当X射线束透照物体时，物体对X射线光子具有吸收作用。当物体存在缺陷或结构存在差异时，对X射线的吸收也不相同。因此通过X射线探测器探测穿过物体的射线强度的变化和差异，就可以展示和判断物体内部的缺陷和结构分布。

3.工艺流程

3.1 X 射线探伤机销售、生产、使用（调试）工艺流程

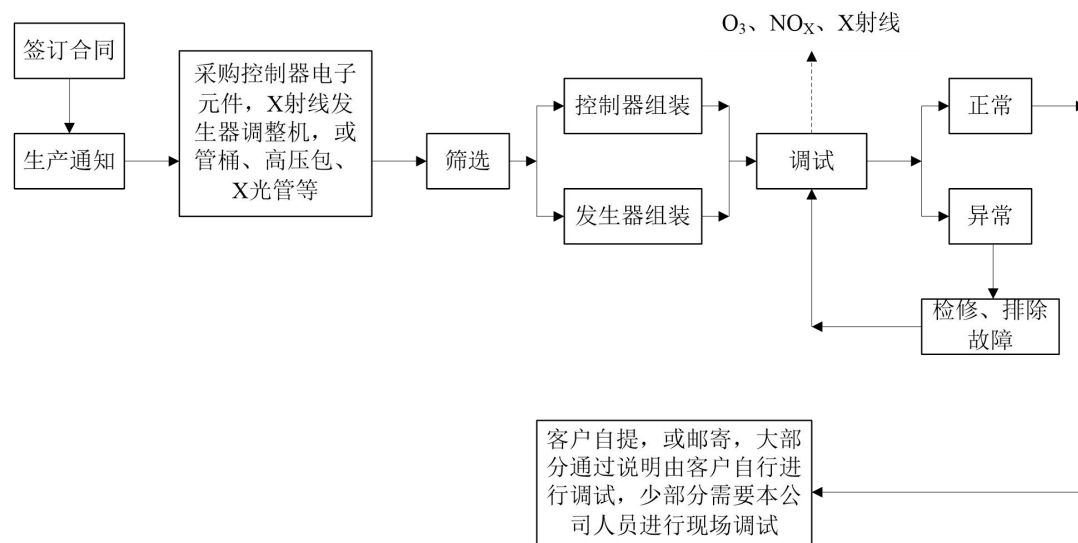


图 9-2 本项目 X 射线探伤机销售、生产、使用（调试）工艺流程图
工艺流程如下：

(1) 销售

本项目采取网络、电话及客户宣传的销售方式，产品情况采取文档和图片形式可向客户清楚、全面的进行介绍。与客户确定所需探伤机型号及其他需求后，签订意向合同。

(2) 生产

X 射线发生器的组装流程:

①根据合同要求的型号及需求, 采购 X 射线管、管桶、高压包及电子元件和电线电缆等材料。

②材料进厂后首先进行初步筛选检查, 将不合格的产品退回到原厂家进行更换, 将合格的材料进行组装。

检查过程包括, 首先外观检查每个材料必须外观完好无磕碰无污渍现象。其次进行阻抗和电特性检测, 使用电桥对 X 射线管灯丝和高压包各个绕组进行阻抗测量, 再次使用可编程电源对 X 射线管灯丝进行额定电流测量。各零件检测无异常后于操作时内加工区域进行组装。X 射线发生器装配工作与 X 射线探伤机调试、老化训机、出束寻找故障点不同时进行。

控制器的组装流程:

①根据合同要求的型号及需求, 采购控制器所用零件。

②零件进厂后首先进行初步筛选检查, 将不合格的产品退回到原厂家进行更换, 合格的零件在操作时内加工区域进行组装。

(3) 整机调试

本项目需要对组装完成的 X 射线探伤机和控制器进行联机测试。调试具体指标为: 电压范围、变频脉宽、工作周期、管电流值以及依据额定参数调节对应保护值。

具体检测流程为:

①在确认安全设施工作状态全部正常后, 将 X 射线发生器放置于检测室内的升降平台上, 连接 X 射线机控制电线, 由升降平台将设备送入屏蔽地坑内, 当升降平台的限位开关闭合后, 升降平台自动停止, 人员离开探伤室, 返回至操作室操作台, 确认探伤室内无人后, 启动探伤室防护门-地下屏蔽室顶盖-X 射线发生器连锁装置, 将控制器连接控制电缆和输入高压电源。

②操作控制器开启曝光, 曝光中观察各种测量仪器并在控制器上进行对应参数调节, 具体为: 通过万用表测量观察并调试符合对应机型要求的电压范围, 通过示波器测量观察并调试符合对应型号要求的变频脉宽和工作周期, 通过 mA 表测量观察并调试符合对应型号要求的管电流值。依据调试的额定参数最后调节对应保护值。

③调试过程中不合格的产品会重新检修、组装，直至检测合格为止；合格的产品会标出各项参数指标，张贴铭牌，做好相应记录，存入库存区待售。公司生产行为属于订单加工式，生产的 X 射线探伤机不会长期储存。待客户取得相应的环评批复文件及其他手续许可后，由客户自提或采取物流运送的方式运至指定场所，大部分由客户自行安排专业操作人员进行使用，少部分需要本公司人员进行现场调试。X 射线探伤机储存期间设备处于关机断电状态不出束。

④联机调试工作不涉及拍片、洗片。因此不产生废胶片、废显影液等危险废物。（由于生产的 X 射线探伤机规格不同，检测过程中电压不同，根据本项目产品规格，管电压最高不超过 300kV，管电流最高不超过 5mA。）

3.2 X 射线探伤机售后维修工艺流程

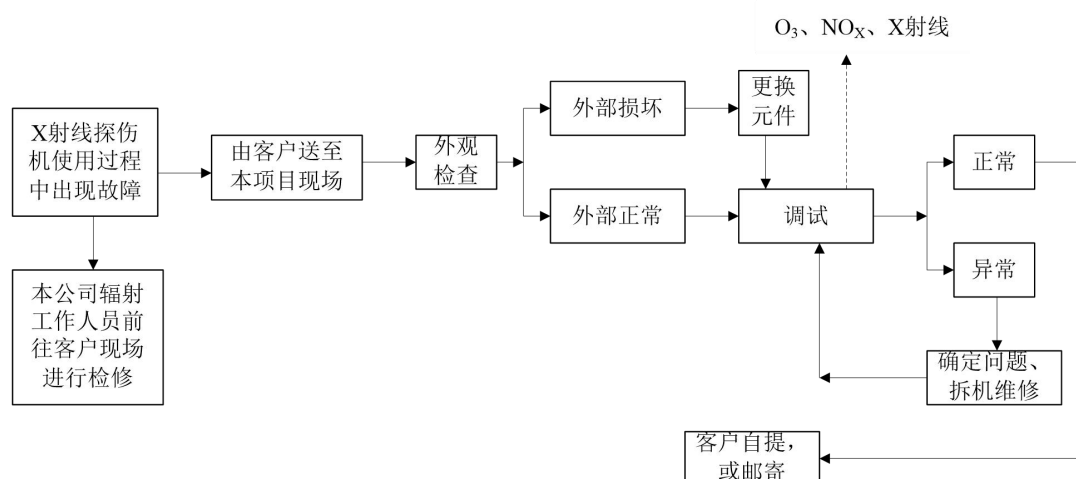


图9-3 本项目X射线探伤机售后维修工艺流程图

工艺流程如下：

外售的射线装置如出现故障，大部分需返厂维修，仅有少部分客户要求本公司职业人员负责前往现场检修，检修过程需要开机寻找故障点。

根据企业提供资料，每年返厂维修调试次数最大不超过 30 次，每年现场检修次数不超过 10 次。

需要返厂维修的设备由客户运至本项目车间，根据设备情况在工作台上首先对控制器、X 射线发生器以及所用电线电缆进行外观上的检查（插头插座是否不良或损坏；电源电缆线有无断裂等）。对有外部损坏的部分先进行维修更换。之后将 X 射线发生器放入屏蔽地坑内并连接控制电缆，控制器放到操作台进行电缆连接，确保连接安全可靠后，进行上电出束寻找故障点，通过观察控制器报警状态以及示波器、功率计测量参数，分析 X 射线探伤机是否正常。如果是 X 射线探伤机内部损

坏，则需要拆机更换相应的高压包或 X 射线管。后续进行调试流程与“3.1、X 射线探伤机销售、生产、使用（调试）工艺流程”相同。维修完成后，入库暂存，由客户自提或通过物流运输的方式运至指定场所。

本项目维修过程中产生的废 X 射线管不属于阴极射线管，因此不属于危废废物。同时 X 射线管与高压包、管桶、及电子元件才能组成 X 射线发生器，单独作为设备设施时，不能产生 X 射线。因此废 X 射线管不属于废旧放射源。因此，本项目生产的设备中废 X 射线管保修期内的返还原厂家更换，超过保修期根据相关要求进行处理。本项目废 X 射线管年产生量约为 140kg/a。

本项目售出的 X 射线探伤机设备废弃或退役后由买方处置，建设单位不负责回收。

污染源项描述

1.污染源分析

本项目生产、销售、使用过程中，只有进行调试、出束寻找故障点时才会将控制器与发生器组装并连接电源。调试、出束寻找故障点的工作原理和探伤机的工作原理相同，X 射线是随高压电源的开、关而产生和消失。因此，本项目在开机状态下启动 X 射线管才会产生 X 射线。当 X 射线探伤机在运行时，因高压或高电流而产生的 X 射线会电离空气产生少量的 O_3 和 NO_x 。

本项目不涉及拍片、洗片，因此不会产生废显影液、废定影液、清洗废液及废胶片等危险废物。除此之外，其他生产、销售、储存过程中控制器不与发生器连接，不接通高压电源，因此不会形成污染源，不会对环境和人员造成照射影响。

2.正常工况污染途径

（1）X射线

X 射线探伤机在加电工作时产生 X 射线。正常工况下的污染途径包括，X 射线探伤机发射的初级 X 射线（有用线束）、初级 X 射线照射在铅板上产生的散射射线以及 X 射线探伤机的漏射辐射，这些 X 射线穿过探伤室屏蔽结构可能对辐射工作人员及周围公众产生外照射危害。

（2） O_3 和 NO_x

X射线探伤机在照射过程中，除对周边环境产生辐射影响外，还会使空气发生电离继而产生少量 O_3 和 NO_x 废气。

(3) 废 X 射线管

本项目维修过程中产生的废X射线管，无涂覆了荧光体的荧光面、旁热式阴极构体等阴极射线管特征部分，不属于阴极射线管，因此不属于危险废物。

根据《放射性同位素与射线装置安全防护条例》“第二十三条 持有放射源的单位将废旧放射源交回生产单位、返回原出口方或者送交放射性废物集中贮存单位贮存的，应当在该活动完成之日起 20 日内向其所在地省、自治区、直辖市人民政府生态环境主管部门备案。”。X射线管与高压包、管桶及电子元件才能组成X射线发生器，单独作为设备设施时，不能产生X射线。因此废X射线管不属于废旧放射源。

综上，本项目在维修过程中产生的废X射线管保修期内的返还原厂家更换，超过保修期的由送修客户取走，根据相应要求进行处置。

3.事故工况污染途径

本项目使用射线装置属于II类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种：

1、出厂前及维修后公司内使用射线装置时

(1) 在门-机联锁失效的情况下，探伤室防护门尚未完全关闭，或地坑升降平台未完全降落导致盖板未完全闭合的情况射线装置出束，或X射线发生器突然从屏蔽地坑升起，工作人员即开启X射线发生器出束，致使X射线发生泄漏，对周围人员造成不必要的照射。

(2) 人员将被测设备送入探伤室时，尚未撤出探伤室，射线装置进行出束调试，导致人员受到额外误照射。

(3) 探伤室及地坑屏蔽结构劳损，射线装置出束，致使X射线泄漏到探伤室外，给周围的辐射工作人员和公众人员造成不必要的照射。

(4) 射线装置在生产组装过程中误开机，在没有屏蔽措施的情况下出束，将造成超剂量照射，对周围的辐射工作人员和公众人员的身体健康造成较大影响。

(5) 生产组装、维修时，调试和出束寻找故障点操作不当，导致周围辐射工作人员及公众受到误照射。

(6) 射线装置被盗，使射线装置使用不当，造成周围人员的不必要照射。

2、客户现场使用射线装置时

(1) 客户操作人员违规操作或误操作，导致射线装置对周围人员造成不必要

照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

(2) 客户方安全防护措施无法满足要求，将导致本项目前往现场使用（调试）、维修的职业人员造成超剂量照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1.工作场所布局与分区

1.1 工作场所布局

天津毅博通检测设备有限公司拟于天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号东南侧一层厂房检测室内建设 1 座探伤室（内设 1 个屏蔽地坑），对 X 射线探伤机进行调试、检修。

本项目生产的 X 射线探伤机只有在调试和出束寻找故障点时，连接高压电源进行照射，有用线束为定向、周向照射。其余时间 X 射线发生源不接通高压电源，不进行出束照射。

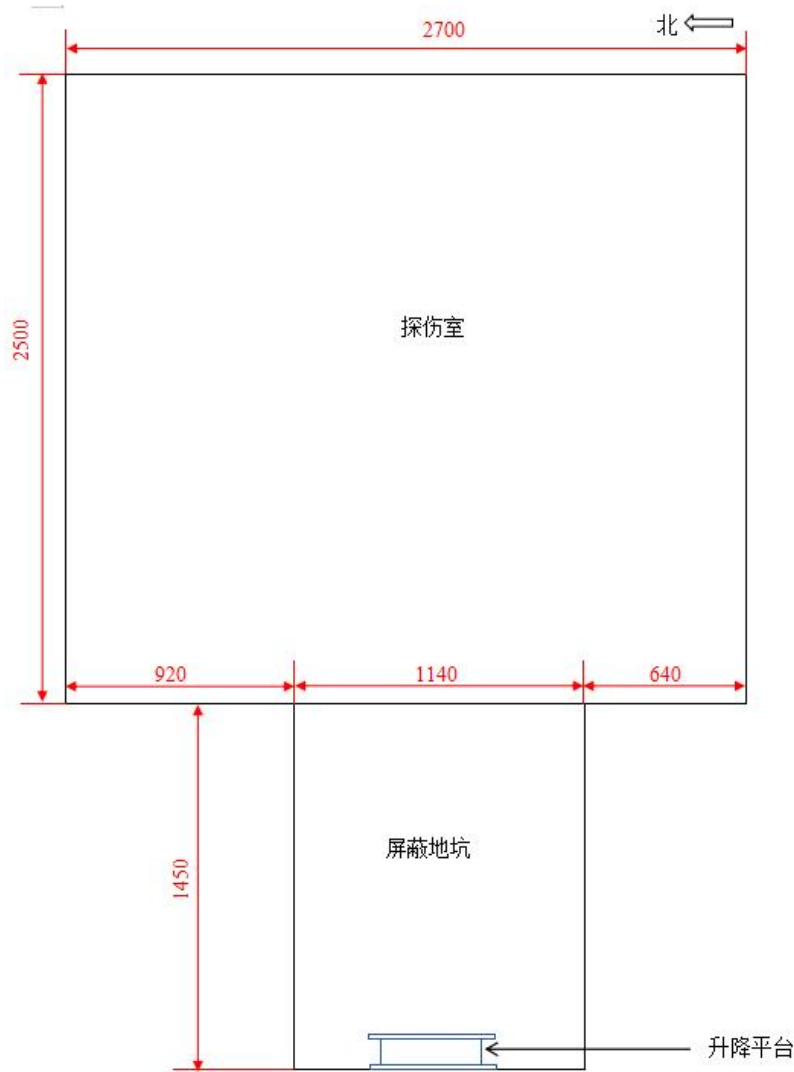


图 10-1 拟建探伤室截面图（单位：mm）

本项目拟建探伤室内部尺寸为 2.7m×2.0m×2.5m（长×宽×高），四周材质为

钢筋混凝土结构,顶部为铅钢复合结构;屏蔽地坑尺寸为 1.14m×1.14m×1.45m(长×宽×高),四周防护面及底部材质为铅混凝土复合结构,地坑内设计升降平台,升降平台顶部盖板为铅铁复合结构。探伤室北墙中间位置设有 1 处设备进出防护门,尺寸为: 1.0m×2.1m(宽×高),为铅铁复合结构、手动平开式防护门。

本项目拟建探伤室东侧为院内过道,西侧和北侧为检测室内待检设备放置区,南侧为院内空地,正上方二楼、三楼均为空置办公楼,无地下建筑。

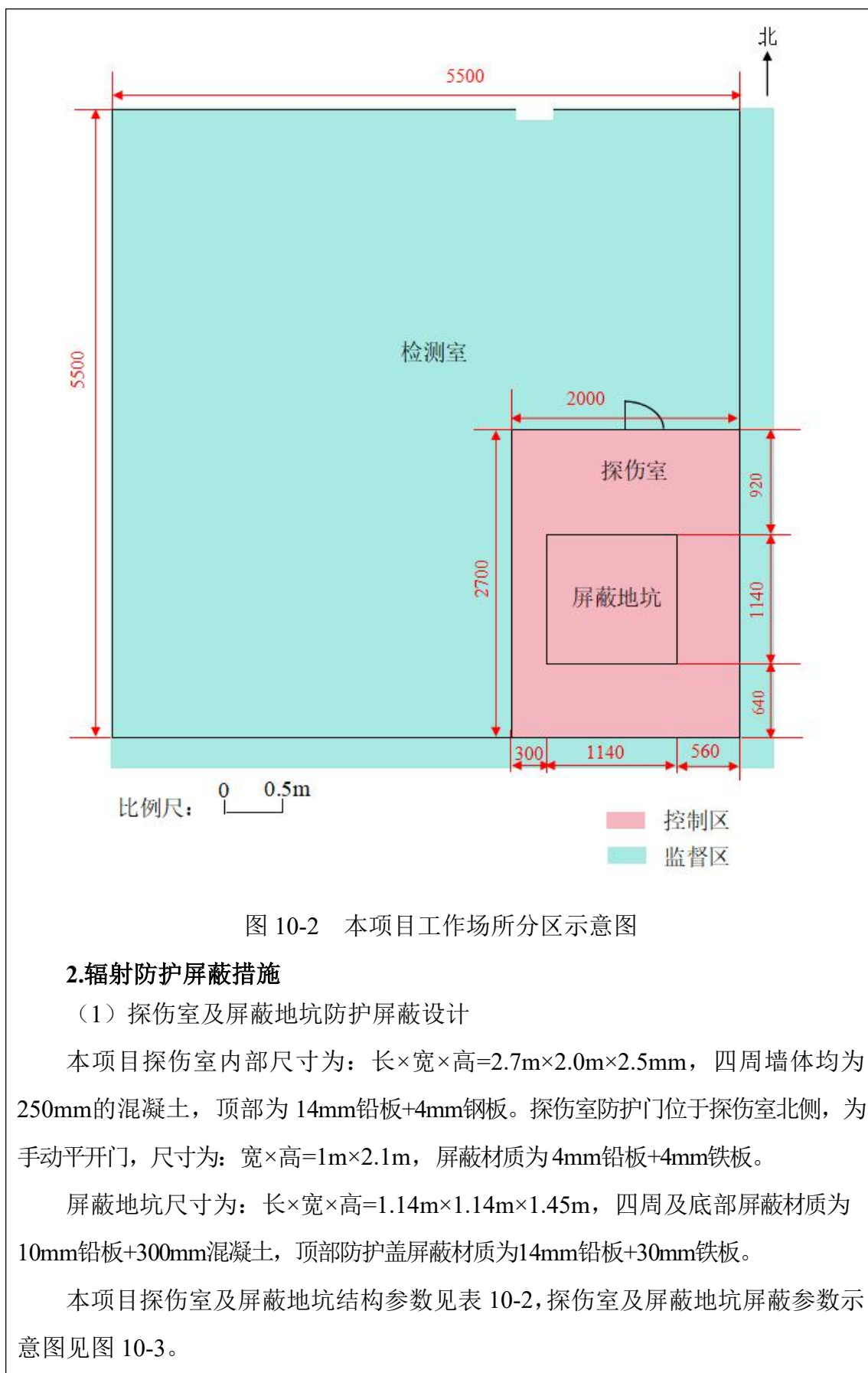
本项目 X 射线发生器有用线束分为周向照射和定向照射两种,本项目配备 2 名辐射工作人员,X 射线探伤机进行调试时,操作台位于探伤室西侧的操作室内。周向探伤机辐射角度 360°×30°,操作台位置不可避免的位于该角度内,根据环境影响分析中的计算结果,有用线束经探伤室屏蔽体及厂房内地面铺设的混凝土层的削弱后,操作台所受照射辐射剂量较小,符合本评价提出的剂量约束值,因此,本项目工作场所布局基本合理。

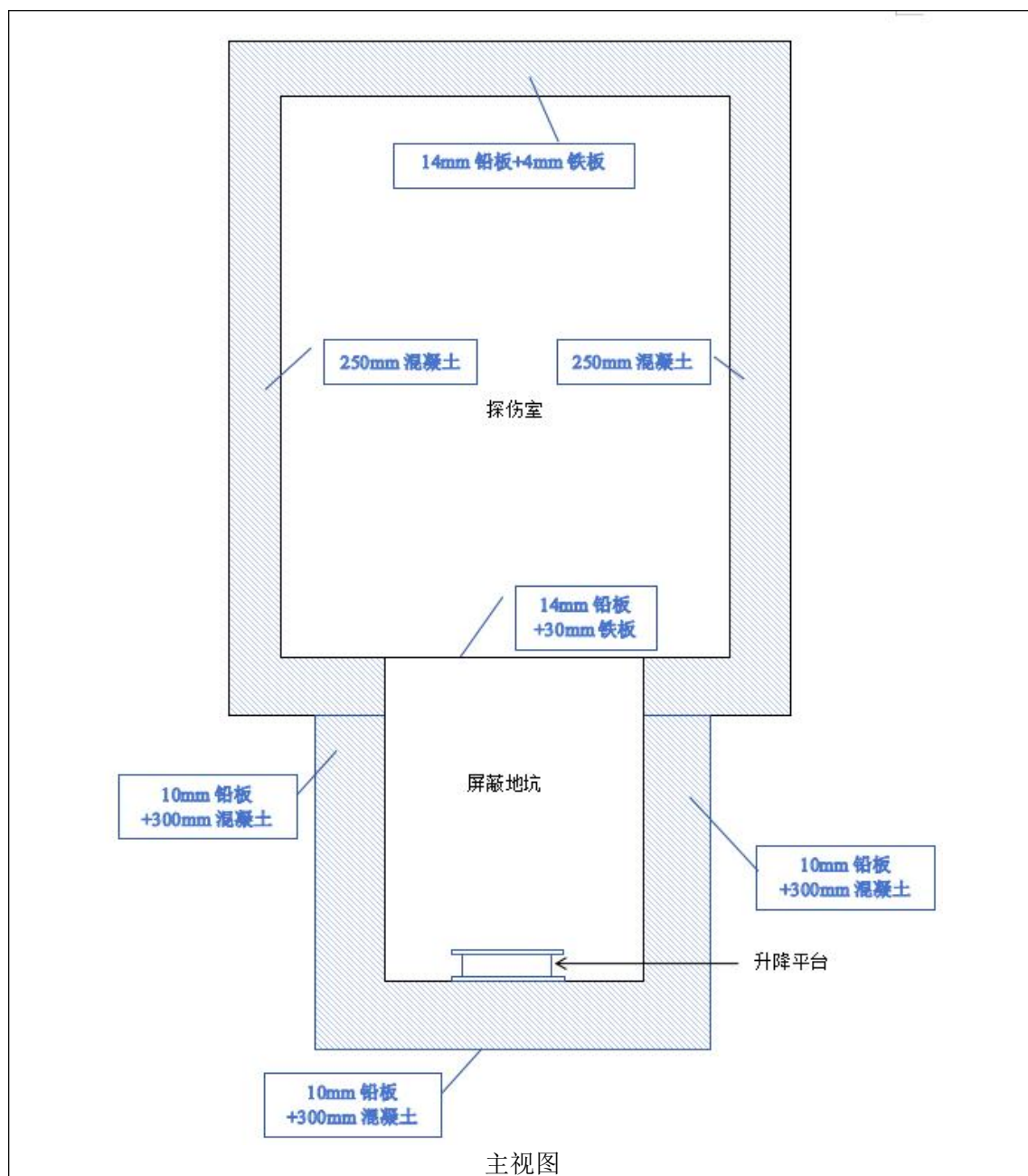
1.2 工作场所分区

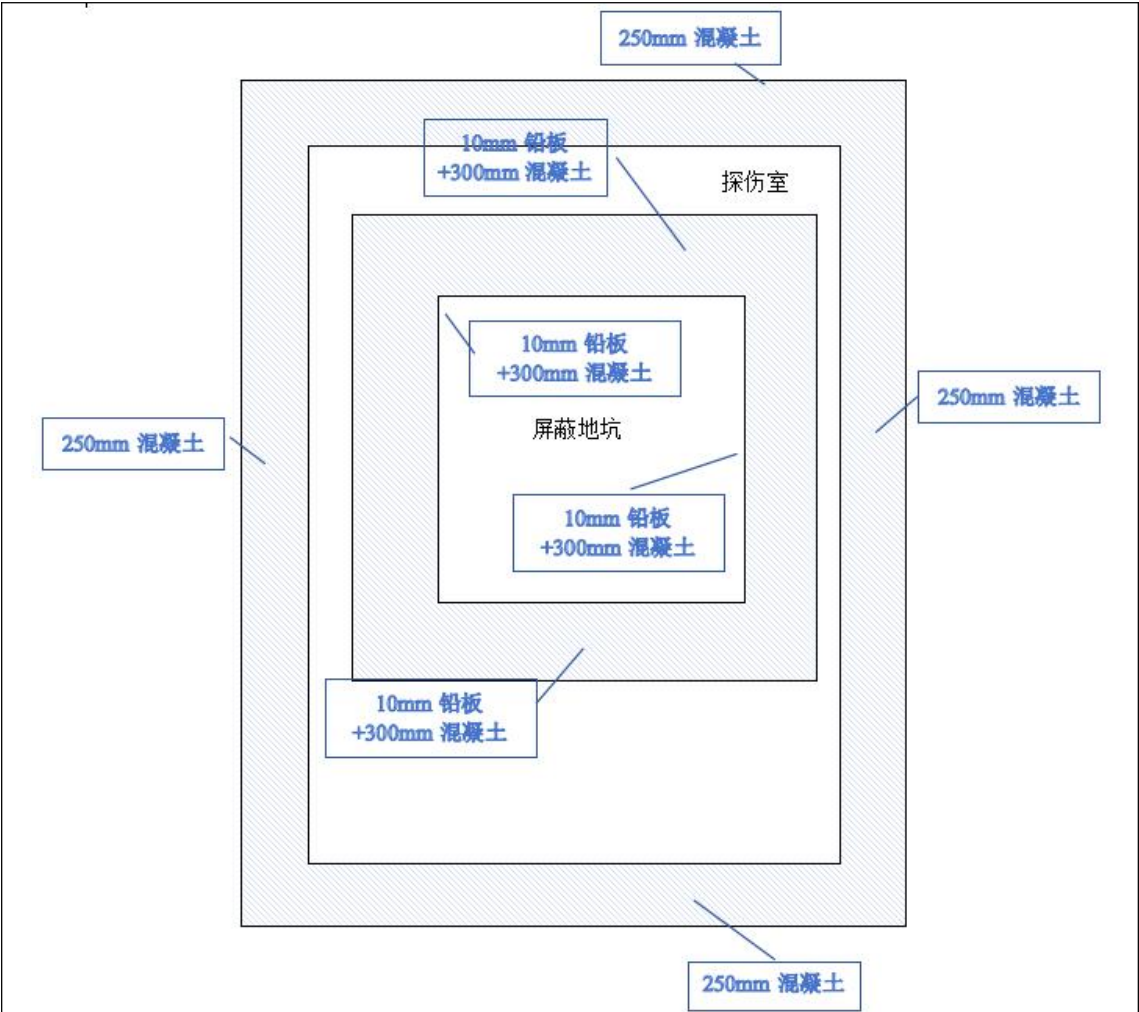
为加强放射性工作场所的管理,避免人员误闯或误照,便于职业照射控制,应对项目场所进行分区管理,划定控制区和监督区。《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中控制区和监督区定义如下:控制区为在辐射工作场所划分的一种区域,在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和措施;监督区为未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。结合定义与现场实际,本项目辐射工作场所的控制区和监督区划分见表 10-1、图 10-2。

表 10-1 本项目场所控制区和监督区的划分

分区	控制区	监督区
工作场所	探伤室屏蔽体内部	探伤室东墙、南墙外 0.3m 范围内的所有区域及检测室内探伤室外的全部区域
管理要求	控制区内禁止无关人员进入;检修维护人员在进行检修工作时应取下操作台开关钥匙,确保 X 射线探伤机关机,以减少不必要的照射;控制区的进出口及其他适当位置设置醒目的电离辐射警告标志。	不采取专门的防护手段安全措施,但要定期检测其辐射剂量







俯视图

图 10-3 本项目探伤室及屏蔽地坑屏蔽参数示意图

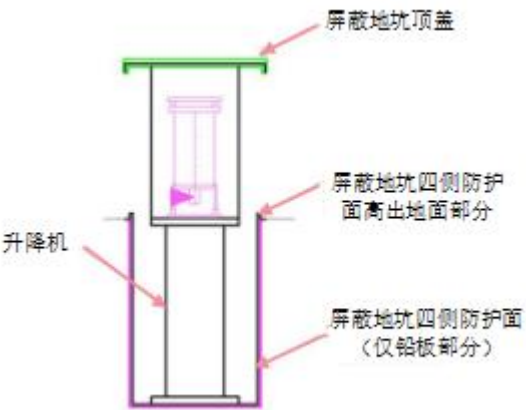


图 10-4 屏蔽地坑顶盖与四侧防护面扣合方式

表 10-2 探伤室及屏蔽地坑设计参数一览表

名 称	设计参数
-----	------

探伤室尺寸	东西净长 2m、南北净宽约 2.7m、净高约 2.5m，净面积约为 5.4m ² ，净容积约为 13.5m ³
设备进出防护门	探伤室北墙设有 1 处铅铁复合设备进出防护门，用于人员运送设备，防护门为手动平开式。 门洞尺寸：宽 0.94m，高 2.04m； 防护门尺寸：宽 1m，高 2.1m。
屏蔽地坑	屏蔽地坑内设计升降平台，平台设有铅防护盖板，可随平台一起降落。 屏蔽地坑净尺寸：长、宽均为1.14m，深约1.45m； 屏蔽地坑顶盖尺寸：长、宽均为 1.146m，并且由于采取折边扣合的结构设置，四侧边缘向下延伸 40mm形成瓶盖状，地下屏蔽室四周防护面向上延伸 40mm 形成瓶口状，详见图 10-4，顶盖随升降平台降落后可与屏蔽地坑严合搭接，搭接缝隙不大于3mm，保证搭接距离与缝隙比例均大于10:1，满足防护要求。 距探伤室东墙 0.56m，距南墙 0.64m，距西墙 0.3m，距北墙 0.92m。
排风口	探伤室室顶东南侧位置设有 300mm×300mm的方形排风口，安装 1 台机械排风装置，排风量为 200m ³ /h，排风口外侧设有铅防护罩，铅当量为 14mmPb。
穿线孔	混凝土埋地结构，DN50Z型穿线管，上方覆盖 150mm混凝土。
操作台	位于探伤室西侧 3.5m处操作室内。
注：根据建设单位提供的资料，本项目采用的铅的密度为 11.3g/cm ³ ，混凝土的密度保守估计为 2.35g/cm ³ 。	

表 10-3 探伤室及屏蔽地坑屏蔽防护参数

序号	项目	屏蔽材料及屏蔽厚度
1	探伤室四周墙体	250mm混凝土
2	探伤室顶	14mm铅板+4mm钢板
3	探伤室防护门	4mm铅板+4mm铁板
4	屏蔽地坑顶盖	14mm铅板+30mm铁板
5	屏蔽地坑四周及底部	10mm铅板+300mm混凝土

（2）通风

本项目探伤室内有效容积约为 15.4m³，拟在探伤室顶东南侧安装出口风量为 200m³/h 的机械通风装置，每小时有效通风换气次数不小于 3 次，排风口外设 14mm 铅防护罩。废气由通风装置排至检测室内，通过检测室南侧窗户排至室外，探伤室南墙外为院内空地，不属于人员活动密集区。满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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”的要求，使臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

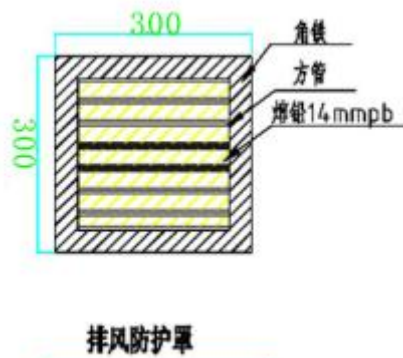


图 10-5 排风口处铅防护罩

(3) 电缆

①X射线发生器电缆线由探伤室通过屏蔽地坑顶盖回型引至屏蔽地坑，穿线孔内电缆穿至顶盖内部铅板上上方处，在内部绕铅板经多次弯折后由铅板下方引出顶盖。可确保X射线不会通过穿线孔直接照射探伤室。

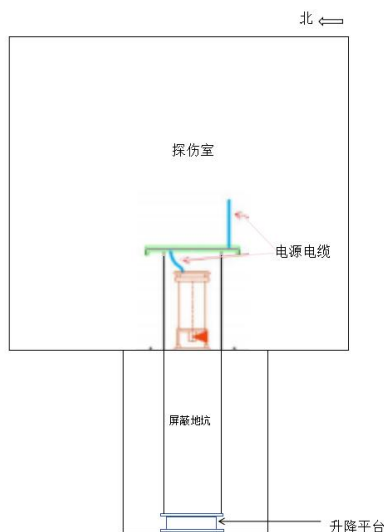


图 10-6 X射线发生器电源电缆设置情况

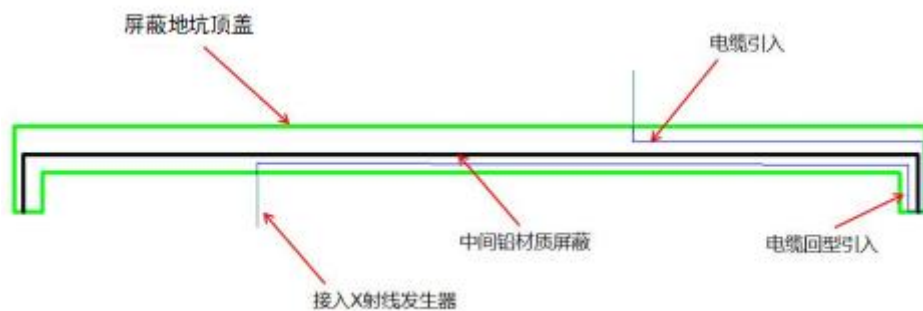


图 10-7 顶部屏蔽盖门内电缆线穿过情况

②X 射线发生器电缆线、探伤室防护门-屏蔽地坑顶盖-X 射线发生器联锁线路由探伤室通过架空线槽引至操作台。X 射线发生器电缆线经穿线孔回型通过屏蔽地坑顶盖后，与联锁线路一起通过架空线槽经多次折弯后再引至操作台。可确保 X 射线不会经穿线孔直接照射操作台处。

③升降机液压管线、固定式场所辐射探测报警装置与探头的连接线以及限位开关线路，由屏蔽地坑曲型敷线管引至地上探伤室。可确保X射线不会经穿线孔直接照射探伤室。

④探伤室照明线等通过架空线槽由探伤室上方引出与电源箱连接。

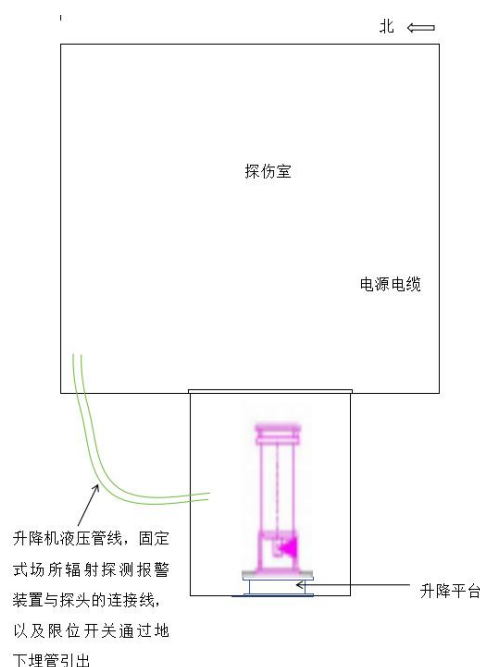


图 10-8 液压管、固定式场所辐射探测仪探头连接线与限位开关穿过情况

3.辐射安全和防护措施

3.1 设备技术要求

本项目所调试的射线装置满足下列技术要求：

(1) 工业 X 射线探伤机管头设有限束装置，X 射线管头窗口孔径不大于额定最大有用线束射出所需尺寸，且在额定工作条件下，150~200kV 管电压下距 X 射线管焦点处 1m 处的漏射线空气比释动能率小于 2.5mGy/h；200kV 管电压以上距 X 射线管焦点处 1m 处的漏射线空气比释动能率小于 5mGy/h。

(2) 操作台上设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置，并设有高压接通时的外部指示装置。

(3) 操作台上设置紧急停机开关及辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

3.2 设备调试、维修前检查

建设单位在每次调试工作开展前对需进行调试设备进行检查,包括但不限于以下部位:设备外观是否存在可见的损坏;电缆是否由断裂扭曲及配件破损;探伤室防护门-屏蔽地坑顶盖-X 射线发生器联锁系统是否可以正常工作;报警系统、状态指示灯是否可以正常运行;螺栓等连接部件是否良好;探伤室内安装的固定式辐射探测报警装置是否正常等。

3.3 防护安全要求

(1) 本项目拟建探伤室位于车间东南角,定、周向 X 射线机位于屏蔽地坑内进行出束工作,屏蔽地坑四周为铅板+混凝土以及土层,根据环境影响分析中的计算结果,操作台所受照射辐射剂量较小,符合本评价提出的剂量约束值。

(2) 建设单位对探伤室实行分区管理,将探伤室四侧墙体围成的内部区域划为控制区,与屏蔽墙外部相邻区域划为监督区。人员日常工作不需要到达调试机房顶部。

(3) 建设单位拟设置探伤室防护门-屏蔽地坑顶盖-X 射线发生器联锁装置。当探伤室防护门完全闭合,且 X 射线发生器随升降平台进入屏蔽地坑,屏蔽地坑顶盖与四侧防护面突出地面部分扣合,全部满足的情况下,X 射线发生器才可接通高压电源进行工作。

若探伤室防护门未完全闭合,或 X 射线发生器未完全进入屏蔽地坑,顶盖与防护面突出地面部分未完全扣合,或 X 射线发生器突然从屏蔽地坑升起,以上其中任意一种情况发生时,联锁装置会切断已接通的高压电源,X 射线发生器停止工作。

(4) 探伤室防护门内设有紧急开门按钮,并在装置旁边张贴标识字样,方便紧急情况下探伤室内人员撤离。

(5) 探伤室防护门口和内部设计有能够显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置,且“预备”信号持续时间能够确保探伤室内人员安全离开,两种信号有明显的区别,并与场所周围使用的其他报警信号有明显区别,建设单位拟于探伤室内外醒目位置张贴对两种信号意义的说明。

(6) 建设单位拟在探伤室内西北角墙上安装 1 个视频监控装置，并在操作台上设置专用的显示屏，可通过视频监控装置监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。在确认调试机房内无人员滞留后，再进行后续操作。

(7) 防护门外设置电离辐射警告标识和中文警示说明。

(8) 拟于探伤室内四周墙体距离地面 1.5m 处安装紧急停机按钮各 1 个，共安装 4 个紧急停机按钮。操作台上设置 1 个紧急停机按钮，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，确保出现事故时能立即停止照射，急停按钮设计有明显标志，标明使用方法。

(9) 本项目探伤室内有效容积约为 15.4m^3 ，拟在探伤室顶东南侧安装出口风量为 $200\text{m}^3/\text{h}$ 的机械通风装置，每小时有效通风换气次数不小于 3 次，废气由通风装置抽出排至检测室内，通过南墙窗户排至室外，探伤室南墙外为院内空地，不属于人员活动密集区。

(10) 探伤室内拟配置固定式场所辐射探测报警装置，其主机设置在操作台，探头设置于屏蔽地坑内，阈值设定为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，当屏蔽地坑内辐射水平高于阈值时，系统自动报警。

(11) X 射线发生器电缆线由探伤室通过屏蔽地坑顶盖回型引至屏蔽地坑。X 射线发生器电缆线、探伤室防护门-屏蔽地坑顶盖-X 射线发生器联锁线路由探伤室通过架空线槽引至调试操作台。升降机液压管线、固定式场所辐射探测报警装置与探头的连接线以及限位开关线路，由屏蔽地坑曲型敷线管引至地上探伤室。

(12) 操作台设置有钥匙开关，与探伤机联锁，只有将安全联锁开关钥匙拨至闭合位置后，探伤机才允许出束。钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

本项目门-机联锁装置逻辑关系图如下图所示。

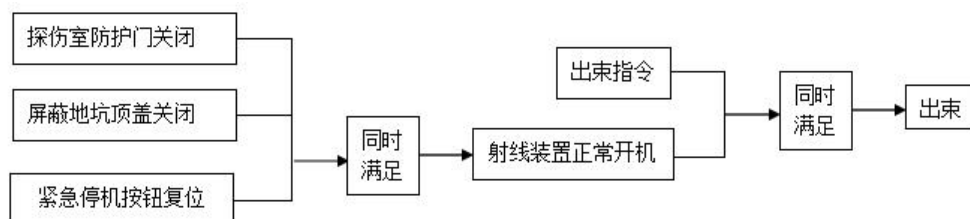


图 10-9 门-机联锁逻辑关系图

本项目辐射安全防护措施示意图见下图。

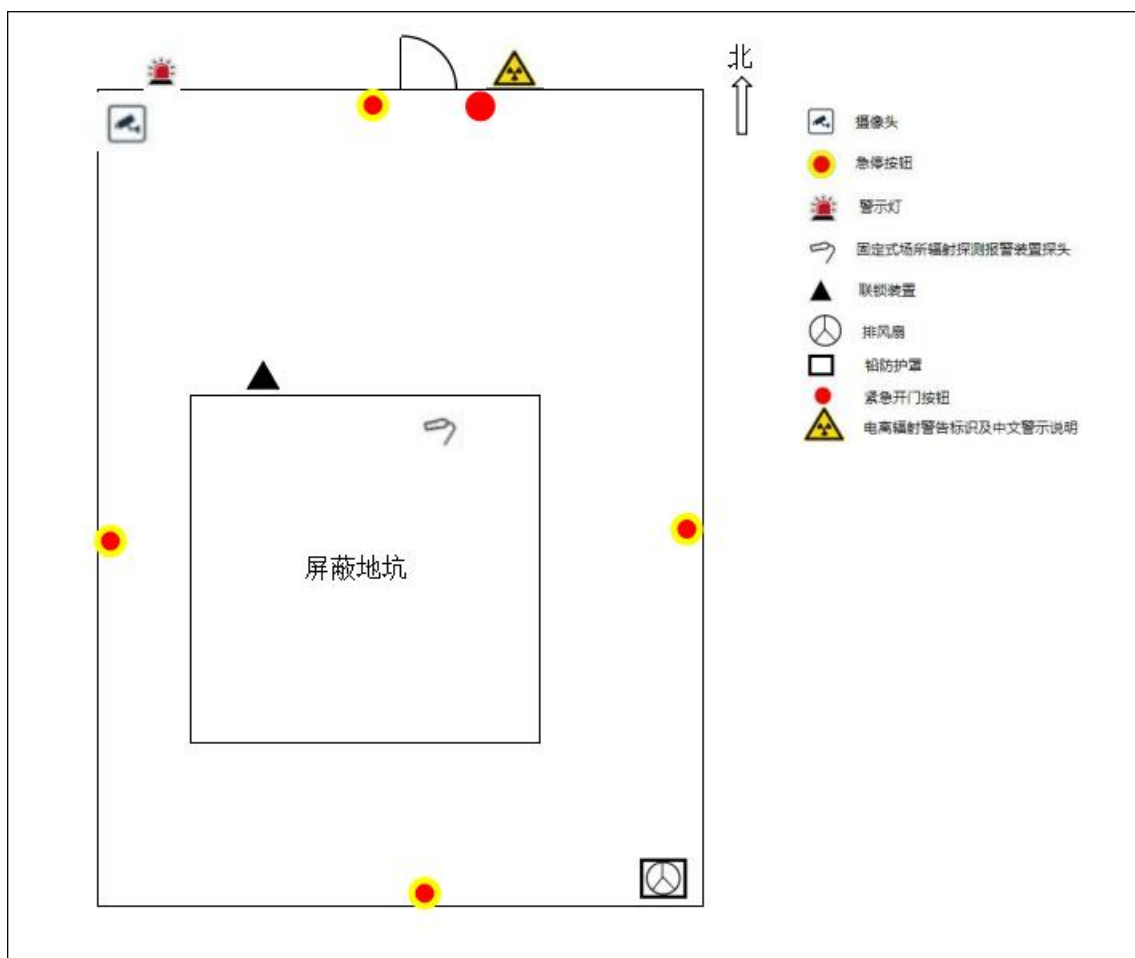


图 10-10 辐射安全防护措施示意图

本项目辐射安全联锁装置逻辑关系图如下。

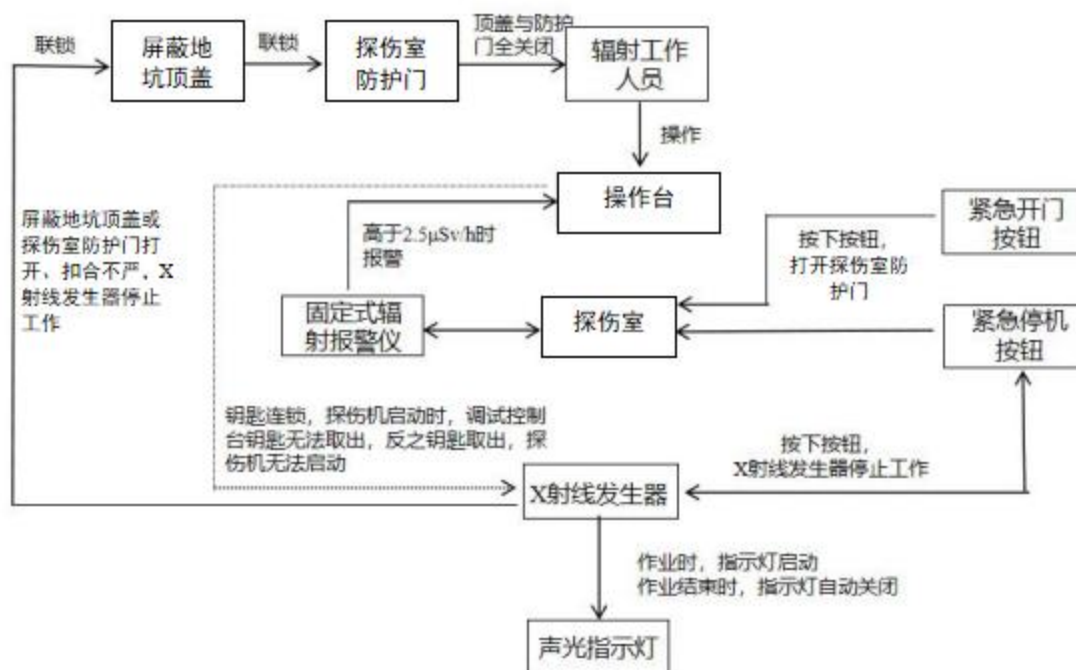


图 10-11 辐射安全联锁装置逻辑关系图

3.4 安全辐射要求

(1) 辐射工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还要配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，辐射工作人员立即离开探伤室，切断电源，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向核辐射防护负责人报告。

(2) 建设单位拟定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，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，应终止调试和出束寻找故障点工作并向辐射防护负责人报告。

(3) 辐射工作人员在交接班或当班使用剂量仪前，要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，则不可开始调试和出束寻找故障点工作。

(4) 辐射工作人员要按规定正确使用配备的辐射防护装置，如准直器，把潜在的辐射降到最低。

(5) 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内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，才能开始调试工作。

(6) 职业人员在客户现场安装、检修射线装置时，严格按操作流程在断电状态下进行操作，并全程佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。职业人员到达客户现场，应对客户现场进行检查，检查其是否安装必要的防护设备或装置，如不满足要求提醒用户安装，在满足要求的条件下进行射线装置调试，检查各个系统连接，确认射线装置的门机联锁有效，确认探伤室、控制台上设置紧急停机开关有效。

在开机调试前应确认探伤室内无人，确认后才可开机进行调试，调试过程中，同时用X- γ 辐射剂量仪对工作场所的辐射防护情况进行监测，确认该探伤室内的辐射防护措施满足相关要求。开机调试过程中如个人剂量报警仪报警，应立即关机，停止调试，并检查辐射防护设施。如需进入探伤室时，职业人员应先确认设备处于停机状态、控制台上的钥匙应存放在自己手中，进入探伤室时应佩戴个人剂量计、携带个人剂量报警仪，如个人剂量报警仪响，应立即撤离探伤室。调试

过程中,应在调试现场四周设置隔离带进行隔离,应安排专职人员负责看守现场,以防无关人员进入受到意外照射。

进行现场探伤调试时,职业人员应使用X- γ 辐射剂量仪由远及近对工作场所进行监测,合理划分控制区与监督区,职业人员在监督区外操作,并佩戴个人剂量计、携带个人剂量报警仪,如个人剂量报警仪响,应立即撤离。调试过程中,应在调试现场四周设置警戒绳,应安排专职人员负责看守现场,以防无关人员进入受到意外照射。

3.5 其他

(1) X 射线探伤机发货前须调查客户是否完成环境影响评价工作,在确认客户方射线装置应用取得环评批复,具备使用 X 射线探伤机所需辐射安全防护措施后,方可发货。

(2) X 射线探伤机成品采用物流运送或由客户自提的方式送至指定场所。

(3) 售出的设备废弃或退役后由买方处置,建设单位不负责回收。

(4) 建立生产、使用、销售台账,详细记录设备生产、使用销售情况。

(5) 组装 X 射线发生器或储存时,不得连接高压电源,防止位于地屏蔽地坑外出束照射。

(6) 建设单位拟组织辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核,持证上岗。拟制定各项规章制度,严格执行操作规程,落实各项辐射安全和防护措施;配备与辐射工作相适应的监测仪器,严格落实监测计划。

(7) 建设单位拟按照核与辐射安全管理体系(第三层级)《II类非医用 X 线装置监督检查技术程序》(NNSA/HQ-08-JD-IP-024)的要求做好自查并记录。

4.辐射防护与环保投资

本项目总投资 60 万元,环保投资约为 30 万元,约占总投资的 50%,主要用于辐射屏蔽防护、监控系统和警告标志等,具体明细见表 10-4。

表 10-4 环保投资明细

序号	项目	投资估算(万元)	备注
1	X- γ 剂量率仪	/	现有 1 台
2	个人剂量计	/	现有 2 个
3	个人剂量报警仪	/	现有 1 台
4	固定式场所辐射探测报警装置	2	新增 1 个
5	辐射屏蔽防护	25	新增项目屏蔽体

6	其他	3	新增监控系统、警告标志、门机连锁装置等
合计		30	—

三废的治理

本项目 X 射线探伤机调试和出束寻找故障点工作，不进行拍片、洗片。调试过程无放射性废气、废水的产生和排放。

本项目维修过程中更换下的废 X 射线管，在保修期内的返还原厂家更换，超过保修期的废 X 射线管由送修客户取走，根据相应要求进行处置。

X 射线探伤机出束时 X 射线会电离空气产生少量的 O_3 和 NO_x ，本项目探伤室设有机械通风装置，探伤室有效容积约为 $15.4m^3$ ，拟在探伤室东侧墙壁上安装出口风量为 $200m^3/h$ 的机械通风装置，每小时有效通风换气次数不小于 3 次，可以将少量的有害气体排出室外。本项目产生的 O_3 和 NO_x ，气体量很少，在排风系统正常运行时，产生的 O_3 和 NO_x 气体不会对环境产生显著影响。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目施工阶段主要是在租赁厂房内建设一间探伤室，并在探伤室内新建 1 个屏蔽地坑。

建设阶段主要为探伤室和屏蔽地坑的混凝土施工、设备安装等，按作业性质具体分为以下几个阶段：

- （1）清理场地阶段：清理地面杂物，平整场地等；
- （2）基础、主体结构施工阶段：混凝土工程，砌体工程；
- （3）设备安装：相关设备、线路安装，铅板等安装；
- （4）扫尾阶段：清理现场等。

本项目建设阶段产生的污染物主要包括施工扬尘、施工废水、生活污水、噪声。施工扬尘主要来源于探伤室建设、挖凿屏蔽地坑等，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域，施工结束后即可消除影响。

施工期废水主要为施工人员产生的生活污水，生活污水利用厂区内已有设施，排入市政污水管网。

施工过程中施工机械在运行时都将产生不同程度的噪声。本项目施工期较短，在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）和《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日起施行）的相关要求。本项目使用低噪声施工工艺和设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，施工期噪声对周围环境影响较小。

项目施工期间，产生少量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托施工单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。建设单位应严格贯彻《天津市大气污染防治条例》、《建设工程施工扬尘控制管理标准》、《天津市建设工程文明施工管理规定》、《天津市环境噪声污染防治管理办法》、《天津市建设施工二十一条禁令》、《天津市建筑垃圾工程渣土管理规定》等环境保护法规，认真落实各项抑尘降噪减振措施，并对建筑垃圾等固体废物实行无害化管理，以避免对环境造成显著不利影响。

本项目建设阶段的环境影响是暂时性的，待施工结束后，受影响的环境因素大多可以恢复到现状水平。

运行阶段对环境的影响

本项目X射线探伤机调试和出束寻找故障点阶段主要环境影响为射线装置工作时发射的X射线对周围环境产生的外照射影响。

1. 辐射环境影响分析

根据建设单位提供资料，本项目生产的X射线探伤机中最高管电压为 300kV，主要为定向、周向探伤机两种，由于输出量采取固定值计算，因此选择出束范围更大的周向X射线探伤机XXGH3005 型，作为本项目预测对象。

1.1 辐射环境影响预测公式

本报告中涉及到 X 射线装置的剂量率计算参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的公式。

本项目 X 射线发生器，射线管一侧朝下，竖向放置于屏蔽地坑内周向出束，主射束沿水平方向 360° 照射，可在地坑内照射东、南、西、北 4 个方向，不会照射到屏蔽地坑顶盖，因此地下主射方向考虑有用线束的影响，探伤室地上方向考虑漏射线、散射线的影

（1）有用线束

关注点的有用线束辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按公式（11-1）计算，关注点处的周（或年）剂量当量 H （ mSv/周 或 mSv/a ）按公式（11-2）计算：

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

式中：

I：X射线探伤机在最高管电压下的常用最大电流，0.5mA ；

H_0 ：距离辐射源点（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 。本项目X射线探伤机最高管电压300kV，企业提供本项目探伤机滤过条件为3mm铝，查GBZ/T250-2014附表B.1，对管电压300kV、3mm铝滤过条件下的输出量约为 $20.9 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，经转换后为 $1.254 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B：屏蔽透射因子，根据ICRP Publication 33查得什值层厚度，再根据屏蔽透射因子B与什值层厚度的关系式计算得出B。

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（11-2）计算：

$$B = \prod_{i=1}^n 10^{-X_i / TVL_i} \dots\dots\dots \text{公式（11-2）}$$

式中：

X_i —第*i*种屏蔽体的厚度，与TVL取相同的单位；

TVL_i —第*i*种屏蔽体的半值层厚度。

表 11-1 相关 X 射线的 TVL 数据

屏蔽材料	管电压 (kV)	TVL (mm)
铅	200	1.4
	250	2.9
	300	5.7
混凝土	200	90
	250	92
	300	100
钢	200	17.8
	250	20.1
	300	22.2

注：铅及混凝土半值层厚度参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；钢半值层厚度参照查询IAEA No.47号文表18。

（2）散射辐射

关注点的散射辐射剂量率按公式（11-3）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots \dots \dots \text{公式（11-3）}$$

式中：

R_S ：散射体至关注点的距离，m；

$\dot{H}$ ：散射辐射在关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

α ：散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m处的散射辐射剂量当量率与该面积上的入射辐射剂量当量率的比。即 $\alpha_w \cdot 10000/400$ ，参照 GBZ/T250-2014 附录表 B.3，本项目中 α_w 保守取 $1.9\text{E}-3$ ，则 α 为 0.0475。

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ，本项目周向探伤机辐射角度为以 30° ，即扫描圆锥束中心轴与圆锥边界的夹角为 15° 。屏蔽地坑的尺寸为 1.14m，探伤机的尺寸为 0.28m，则辐射源至防护面的距离为 $(1.14-0.28) \div 2 = 0.43\text{m}$ ，散射点处的辐射面积为 $F = 3.14 \times (0.43 \times \tan 15^\circ)^2 \approx 0.042\text{m}^2$ ；

R_0 ：辐射源点（靶点）至防护面的距离，m，本项目为0.43m；

其他参数同式（11-1）和式（11-2）。

（3）泄漏辐射

本项目X射线探伤机除有用线束方向外，其他方向均需考虑泄漏辐射影响。泄漏射线剂量估算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{公式 (11-4)}$$

式中：

$\dot{H}$ ：泄漏辐射在关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，X 射线管电压 $<150\text{kV}$ 时， $\dot{H}_L$ 取 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ； $150\text{kV} \leq \text{X 射线管电压} \leq 200\text{kV}$ 时， $\dot{H}_L$ 取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；X 射线管电压 $>200\text{kV}$ 时， $\dot{H}_L$ 取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。本项目取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

其他参数同式（11.1）和式（11.2）。泄漏射线的能量按照有用线束能量考虑。

（4）年有效剂量估算公式

$$H = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11-5)$$

式中：

H ：年有效剂量， mSv/a ；

$\dot{H}$ ：关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ：年受照时间， h/a ；

T ：居留因子，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 A 不同场所与环境条件下的居留因子取值如下表。

表 11-2 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子T	示例
全居留	1	控制室、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

10^{-3} ：吸收剂量对有效剂量的换算系数， $\text{mSv}/\mu\text{Gy}$ 。

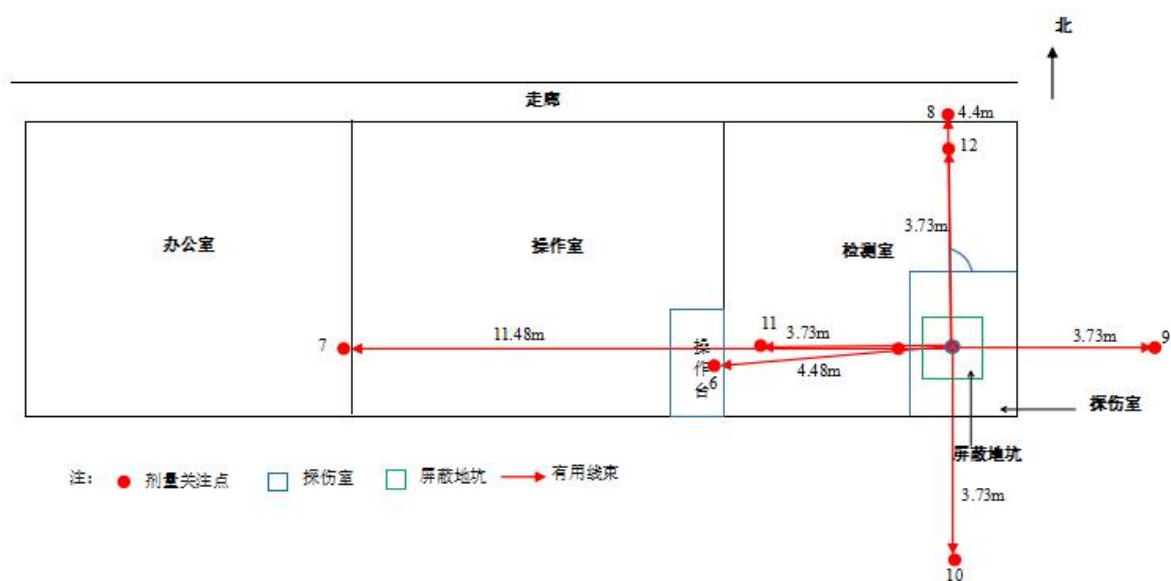
1.2 剂量关注点

本项目剂量关注点设置情况见下表。

表 11-3 剂量关注点情况一览表

关注点序号	关注点位置	位置特征	人员性质
1	探伤室东侧墙外 0.3m处	院内过道	公众成员
2	探伤室南侧墙外 0.3m处	院内空地	公众成员
3	探伤室西侧墙外 0.3m处	检测室	公众成员
4	探伤室北侧墙外 0.3m处	检测室	公众成员
5	防护门外 0.3m处	检测室	公众成员
6	探伤室西侧操作台	操作位	辐射工作人员

7	探伤室西侧办公室	办公室	公众
8	探伤室北侧走廊	走廊	公众
9	探伤室外东侧约 2.49m处	闲置厂院	公众
10	探伤室外南侧约 2.41m处	院内空地	公众
11	探伤室外西侧约 2.75m处	检测室	公众
12	探伤室外北侧约 2.13m处	检测室	公众
13	探伤室顶部防护面外 0.3m处	探伤室顶部	公众
14	探伤室东北侧闲置厂房	车间	公众
15	探伤室南侧天津市安达供水有限公司办公楼	办公楼	公众
16	铭宏金属制品（天津）有限公司办公楼	办公楼	公众
17	探伤室西侧韩城金属有限公司生产车间	车间	公众
18	探伤室北侧天津美炫电气自动化科技有限公司办公室	办公室	公众
19	探伤室北侧休息室	休息室	公众
20	探伤室上方闲置办公室	办公室	公众



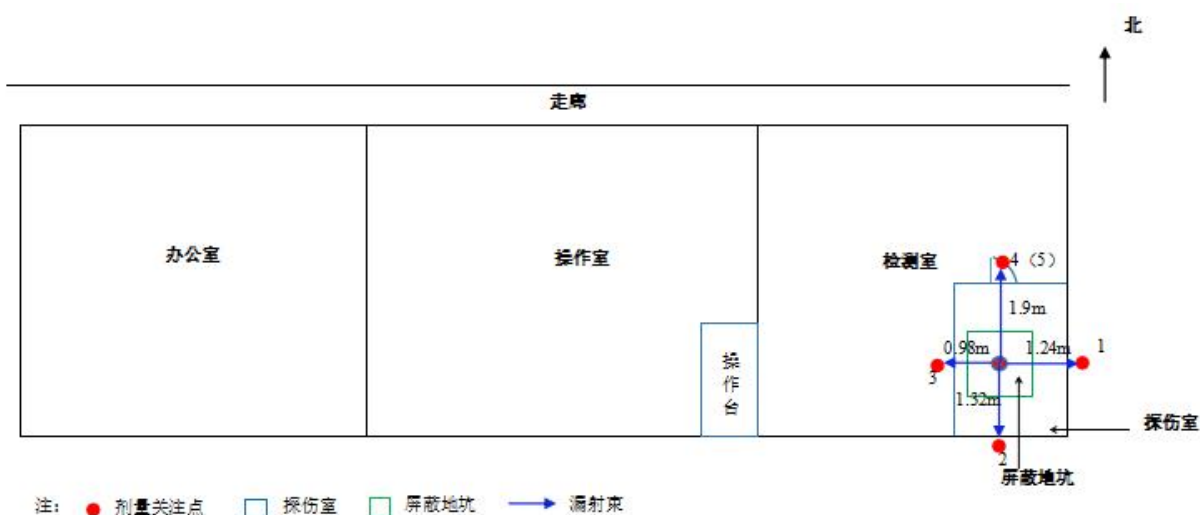
注：图中距离为靶点（辐射源点）至关注点的水平距离，由于X射线发生器位于地下，实际距离需根据勾股定理计算得出，计算过程详见表 11-4。

图 11-1 剂量关注点分布情况图 1



注：图中距离为靶点（辐射源点）至关注点的水平距离，由于X射线发生器位于地下，实际距离需根据勾股定理计算得出，计算过程详见表 11-4。

图 11-2 剂量关注点分布情况图 2



注：图中距离为靶点（辐射源点）至关注点的水平距离，由于X射线发生器位于地下，实际距离需根据勾股定理计算得出，计算过程详见表 11-4。

图 11-3 剂量关注点分布情况图 3

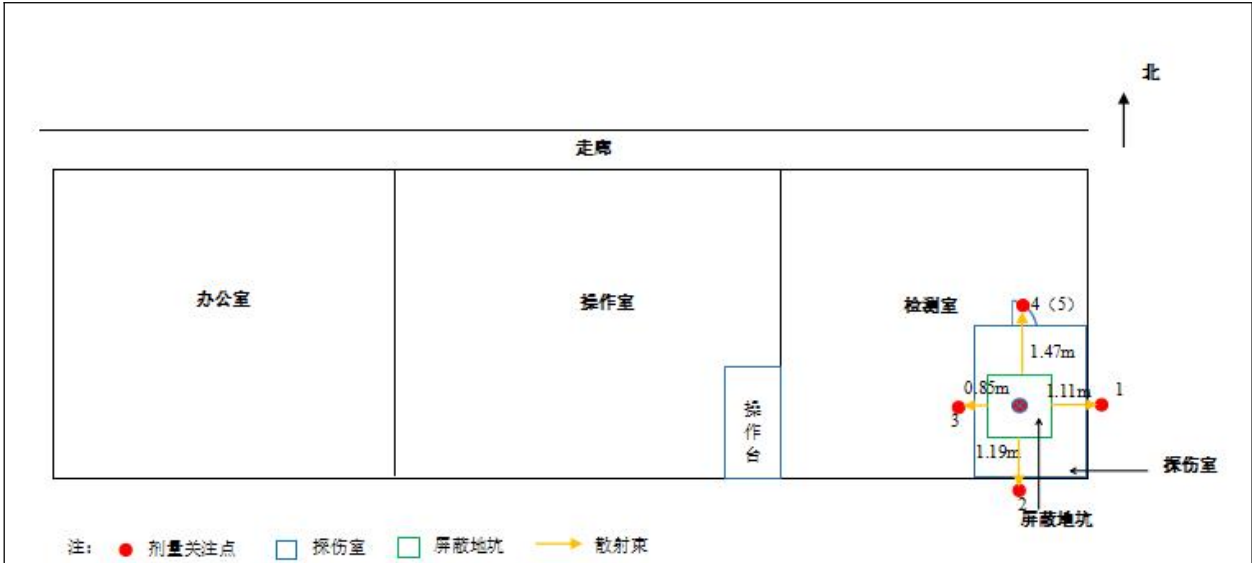
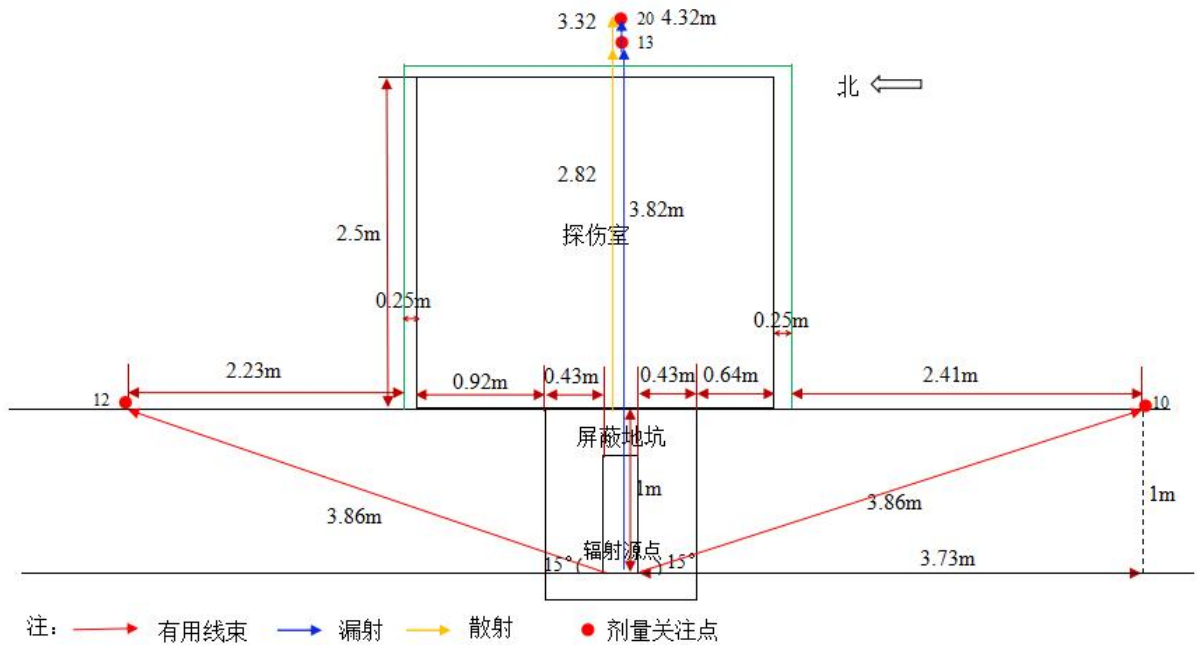


图 11-4 剂量关注点分布情况图 4



注：因辐射角度为 $360^\circ \times 30^\circ$ ，因此最边缘射线穿出地面距离 $= 1 \div \sin 15^\circ \approx 3.86\text{m}$ ，水平距离 $= 1 \div \tan 15^\circ \approx 3.73\text{m}$

图 11-5 受有用线束照射的部分关注点距离计算说明图（截面图）

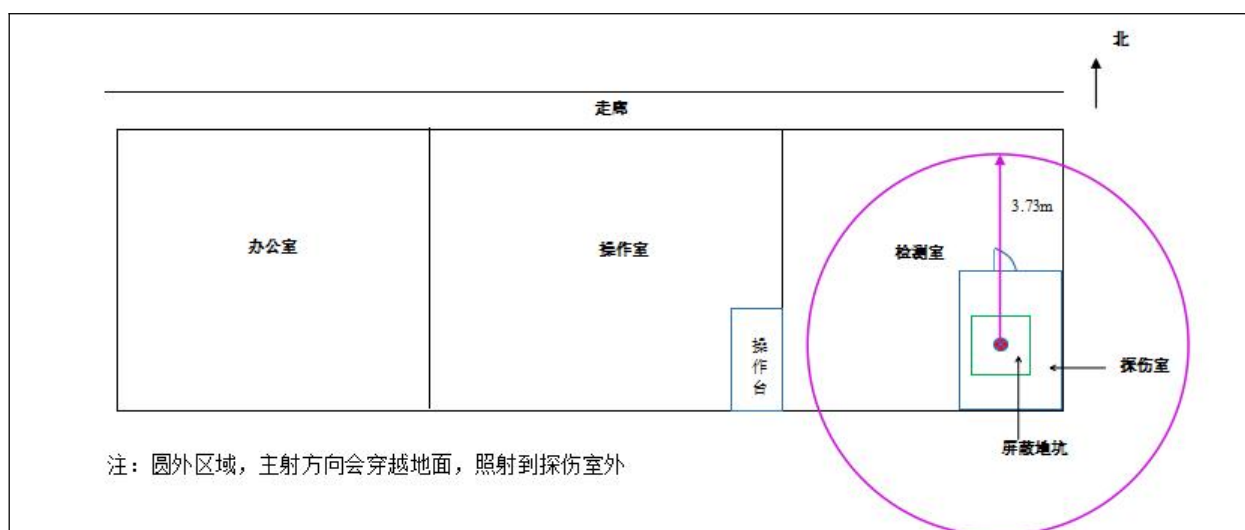


图 11-6 射线类型考虑范围

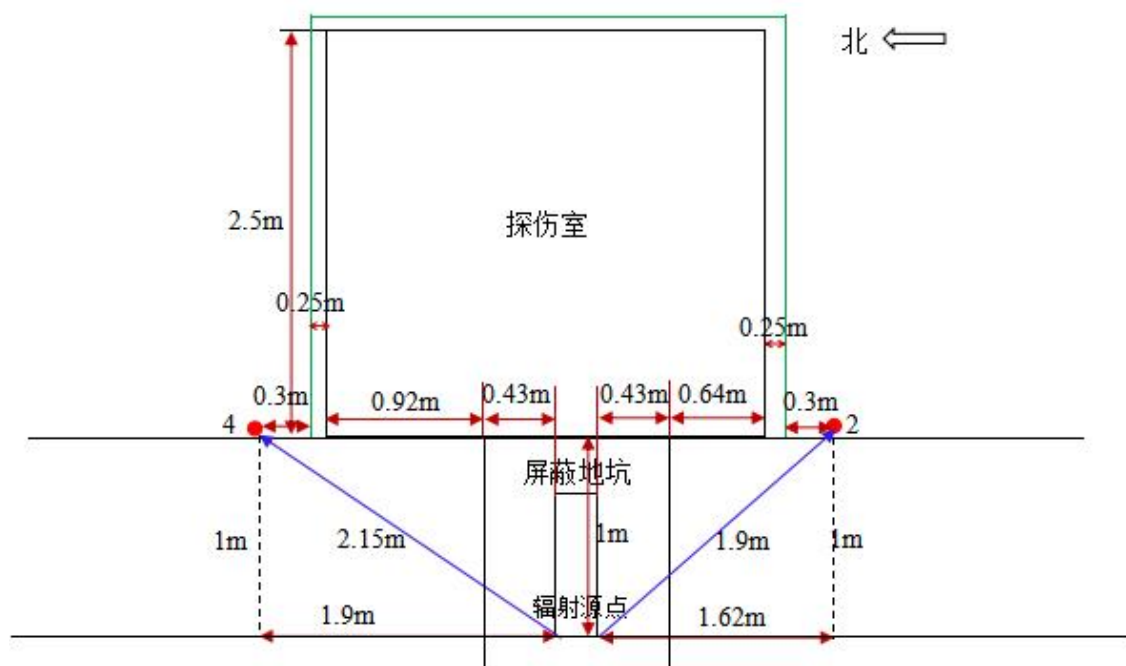


图 11-7 受漏射线束照射的部分关注点距离计算说明图（截面图）

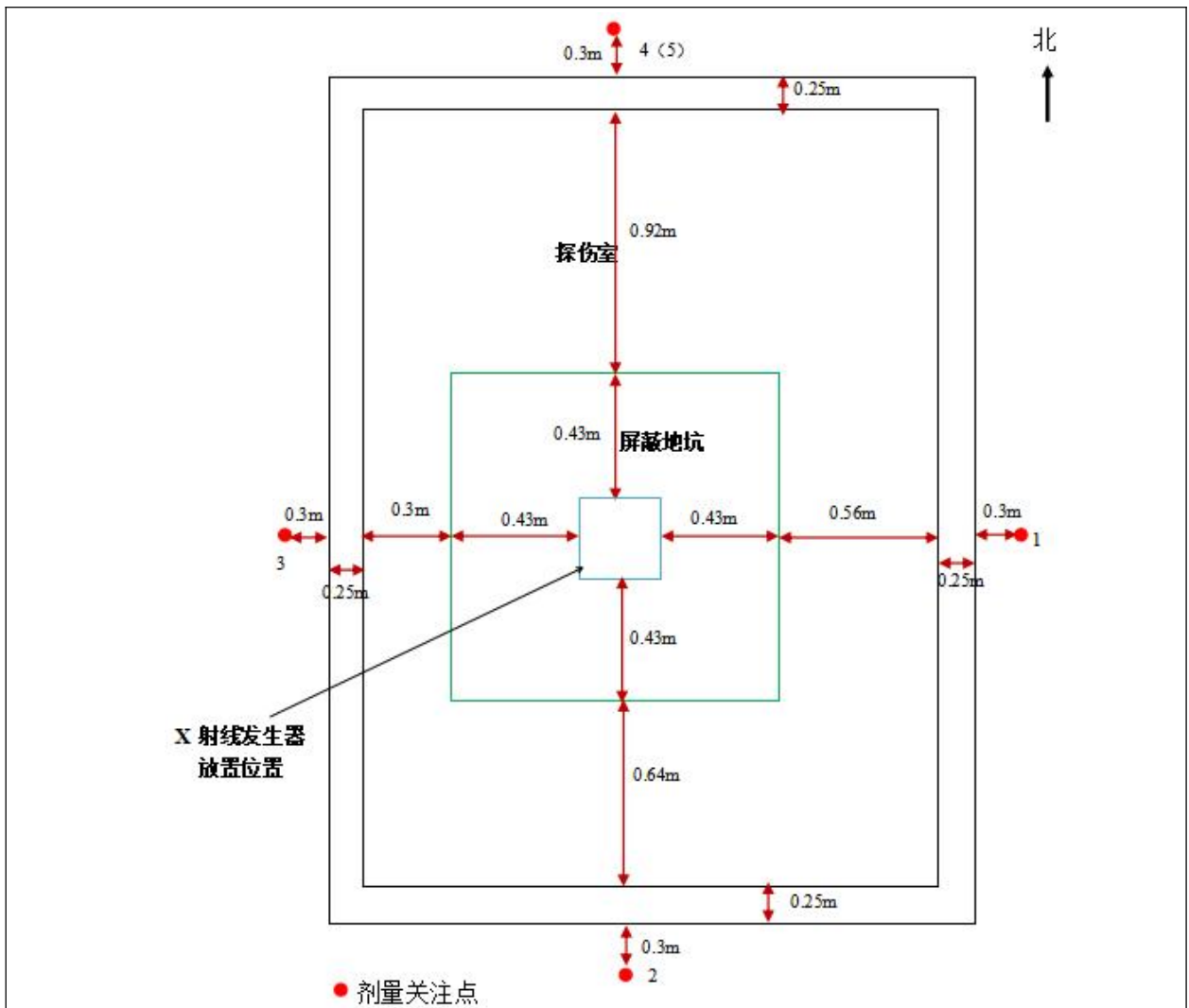


图 11-8 受散射线束照射的关注点距离计算说明

本项目XXGH3005周向型探伤机竖直放置，X射线管一端朝下，即主射束可在地坑内照射东、南、西、北4个方向，地坑边缘距离探伤室东墙约0.56m，南墙约0.64m，西墙约0.3m，北墙约0.92m，探伤机放置于地坑中间，距离地坑边缘约0.43m。

地坑深度1.45m，周向型探伤机竖直放置、X射线管朝下，探伤机辐射源点位置距地坑顶部约1m，辐射角 30° ，则辐射源点至探伤室外主射束的到达位置水平距离为 $1 \div \tan 15^\circ \approx 3.73\text{m}$ ，主射束会穿出地面。该距离大于射线发生器与探伤室四周墙体的最近距离，因此，主射束会穿越土层、地面照射到调探伤室外。

综上所述，探伤室四周墙体、防护门及室顶不直接受主射束影响，只需要考虑计算漏射线和散射线的影响。探伤室外东侧约2.59m处、南侧约2.41m处、西侧约2.84m处、北侧约2.23m处、西侧操作室、西侧办公室、西侧铭宏金属制品（天津）有限公司办公楼、西侧韩城金属有限公司车间、北侧走廊、北侧休息室、北侧天津美炫电气自动化科

技有限公司办公室、东北侧闲置厂房、南侧天津市安达供水有限公司办公楼需考虑主射束影响。

根据本项目探伤室平面布局及周围环境，各关注点的位置特征及射线类型详见下表。

表11-4 关注点处的位置特征及射线类型

关注点编号	关注点位置	相对于X射线探伤机方位	射线束	靶点（辐射源）至关注点的距离R（m）	散射体（屏蔽地坑四侧防护面）至关注点的距离R（m）	居留因子（T）
1	探伤室东侧墙外0.3m处	东侧	散射、漏射	1.84	1.11	1/8
2	探伤室南侧墙外0.3m处	南侧	散射、漏射	1.9	1.19	1/8
3	探伤室西侧墙外0.3m处	西侧	散射、漏射	1.62	0.85	/
4	探伤室北侧墙外0.3m处	北侧	散射、漏射	2.15	1.47	/
5	防护门外0.3m处	北侧	散射、漏射	2.15	1.47	1/2
6	探伤室西侧操作台	西侧	有用束	4.59	/	1
7	探伤室西侧办公室	西侧	有用束	11.52	/	1
8	探伤室北侧走廊	北侧	有用束	4.51	/	1/8
9	探伤室外东侧约2.59m处	东侧	有用束	3.86	/	1/8
10	探伤室外南侧约2.41m处	南侧	有用束	3.86	/	1/8
11	探伤室外西侧约2.85m处	西侧	有用束	3.86	/	/
12	探伤室外北侧约2.23m处	北侧	有用束	3.86	/	/
13	探伤室顶部防护面外0.3m处	顶部	散射、漏射	3.82	2.82	/（不可达）
14	探伤室东北侧闲置厂房	东北侧	有用束	26.72	/	1/8
15	探伤室南侧天津市安达供水有限公司办公楼	南侧	有用束	39.33	/	1
16	探伤室西侧铭宏金属制品（天津）有限公司办公楼	西侧	有用束	31	/	1
17	探伤室西侧韩城金属有限公司车间	西南侧	有用束	41	/	1
18	探伤室北侧天津美	北侧	有用束	28.42	/	1

	炫电气自动化科技有限公司办公室					
19	探伤室北侧休息室	西侧	有用束	6.77	/	1/4
20	探伤室上方闲置办公室	顶部	散射、漏射	4.32	3.32	1

注：地坑尺寸 1.14m×1.14m×1.45m(长×宽×高)，探伤机尺寸为 0.28m×0.28m×0.65m（长×宽×高），X射线探伤机至地坑四周边缘的距离约为 0.43m，探伤机X射线发生部位距离顶部约 1m，地坑边缘距离探伤室东墙约 0.56m，南墙约 0.64m，西墙约 0.3m，北墙约 0.92m，墙体厚度 0.25m，详见图 11-8。

1、靶点（辐射源点）至各关注点距离

（1）至探伤室东侧墙外 0.3m处距离

$$= \sqrt{(\text{东墙厚度} + \text{地坑到东墙距离} + \text{探伤机到地坑距离} + \text{东墙外}0.3\text{m})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2}$$

$$= \sqrt{(0.15 + 0.56 + 0.43 + 0.3)^2 + 1^2} = 1.84\text{m};$$

（2）至探伤室南侧墙外 0.3m处距离

$$= \sqrt{(\text{南墙厚度} + \text{地坑到南墙距离} + \text{探伤机到地坑距离} + \text{南墙外}0.3\text{m})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2}$$

$$= \sqrt{(0.15 + 0.64 + 0.43 + 0.3)^2 + 1^2} = 1.9\text{m};$$

（3）至探伤室西侧墙外 0.3m处距离

$$= \sqrt{(\text{西墙厚度} + \text{地坑到西墙距离} + \text{探伤机到地坑距离} + \text{西墙外}0.3\text{m})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2}$$

$$= \sqrt{(0.15 + 0.3 + 0.43 + 0.3)^2 + 1^2} = 1.62\text{m};$$

（4）至探伤室北侧墙外 0.3m处距离

$$= \sqrt{(\text{北墙厚度} + \text{地坑到北墙距离} + \text{探伤机到地坑距离} + \text{北墙外}0.3\text{m})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2}$$

$$= \sqrt{(0.15 + 0.92 + 0.43 + 0.3)^2 + 1^2} = 2.15\text{m};$$

（5）由于防护门安装于北墙上，因此靶点至防护门外 0.3m处距离取值与北侧外 0.3m处取值相同，即为 2.15m；

（6）至操作台的距离

$$= \sqrt{(\text{操作台距地坑的距离} + \text{探伤机到地坑距离})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2} = \sqrt{(3.95 + 0.43)^2 + 1^2}$$

$$= 4.59\text{m};$$

（7）至西侧办公室的距离

$$= \sqrt{(\text{办公室距地坑的距离} + \text{探伤机到地坑距离})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2}$$

$$= \sqrt{(11.05 + 0.43)^2 + 1^2} = 11.52\text{m};$$

（8）至探伤室北侧走廊的距离

$$= \sqrt{(\text{距地坑的距离} + \text{探伤机到地坑距离})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2} = \sqrt{(4.05 + 0.43)^2 + 1^2} = 4.51\text{m}$$

(9、10、11、12) 探伤室外主射束刚穿透地面到达位置与探伤室墙体的最近距离=3.73 (探伤室外主射束到达位置至射线管的水平距离) -0.43 (探伤机与地坑的距离) -0.56 (东侧 0.56m, 南侧 0.64m, 西侧 0.3m, 北侧 0.92m) (地坑与探伤室的距离) -0.25 (探伤室墙体厚度)=2.59 (东侧 2.59m, 南侧 2.41m, 西侧 2.85m, 北侧 2.23m) ;

靶点到探伤室外关注点的距离(探伤机射线管距地坑顶部约 1m, 辐射角 30°, $1 \div \sin 15^\circ \approx 3.86\text{m}$)

(13) 至探伤室顶部墙外 0.3m 处距离=探伤机距地坑顶部距离+地坑距探伤室顶部距离+探伤室顶部厚度+0.3=1+2.5+0.018+0.3≈3.82m;

(14) 至东北侧闲置厂房距离

$$= \sqrt{(\text{距地坑的距离} + \text{探伤机到地坑距离})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2} = \sqrt{(26.27 + 0.43)^2 + 1^2} = 26.72\text{m};$$

(15) 至南侧天津市安达供水有限公司办公楼距离

$$= \sqrt{(\text{距地坑的距离} + \text{探伤机到地坑距离})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2} = \sqrt{(38.89 + 0.43)^2 + 1^2} = 39.33\text{m};$$

(16) 至西侧铭宏金属制品(天津)有限公司办公楼距离

$$= \sqrt{(\text{距地坑的距离} + \text{探伤机到地坑距离})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2} = \sqrt{(30.55 + 0.43)^2 + 1^2} = 31\text{m}$$

(17) 至西侧韩城金属有限公司车间距离

$$= \sqrt{(\text{距地坑的距离} + \text{探伤机到地坑距离})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2} = \sqrt{(40.55 + 0.43)^2 + 1^2} = 41\text{m}$$

(18) 至北侧天津美炫电气自动化科技有限公司办公室距离

$$= \sqrt{(\text{距地坑的距离} + \text{探伤机到地坑距离})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2} = \sqrt{(29.97 + 0.43)^2 + 1^2} = 28.42\text{m};$$

(19) 至北侧休息室距离

$$= \sqrt{(\text{距地坑的距离} + \text{探伤机到地坑距离})^2 + (\text{靶点到地坑顶盖的距离})^2} = \sqrt{(6.27 + 0.43)^2 + 1^2} = 6.77\text{m}$$

(20) 至上方闲置办公室的距离=探伤机距地坑顶部距离+地坑距探伤室顶部距离+探伤室顶部厚度+探伤室顶距二层地面的距离=1+2.5+0.018+0.8≈4.32m。

2、散射体至各关注点距离

本评价散射体以屏蔽地坑四侧防护面计。

(1) 屏蔽地坑距探伤室东侧墙外 0.3m 处水平距离=东墙厚度+屏蔽地坑距东墙距离+东侧墙外 0.3m=0.25+0.56+0.3=1.11m;

(2) 屏蔽地坑距探伤室南侧墙外 0.3m 处水平距离=南墙厚度+屏蔽地坑距南墙距离+南侧墙外 0.3m=0.25+0.64+0.3=1.19m;

(3) 屏蔽地坑距探伤室西侧墙外 0.3m 处水平距离=西墙厚度+屏蔽地坑距西墙距离+西侧墙外 0.3m=0.25+0.3+0.3=0.85m;

(4、5) 屏蔽地坑距探伤室北侧墙外(防护门) 0.3m 处水平距离=北墙厚度+屏蔽地坑距北墙距离+北侧墙外 0.3m=0.25+0.92+0.3=1.47m;

(13) 屏蔽地坑距探伤室顶部防护面外 0.3m 处距离=屏蔽地坑距探伤室顶部距离+探伤室顶部厚度+0.3=2.5+0.018+0.3=2.82m;

(20) 屏蔽地坑距探伤室上方闲置办公室距离=屏蔽地坑距探伤室顶部距离+探伤室顶部厚度+探伤室顶部距二层地面距离=2.5+0.018+0.8≈3.32m

3、①根据 GBZ/T250-2014 中 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,因此表中考虑有用射束的点位,无需考虑散射辐射。②泄漏辐射为:除有用线束外从辐射源屏蔽装置中泄漏的任何其他辐射,因此考虑有用射束的点位无需考虑泄露辐射。

1.3 预测结果

(1) 有用线束的屏蔽效果核算

各关注点处有用线束的辐射剂量率计算结果见下表。

表 11-5 有用线束剂量率计算结果

关注点编号	关注点名称	辐射类型	屏蔽层	有效屏蔽厚度	计算距离 (m)	屏蔽透射因子 B	周围剂量率当量率 (μSv/h)
6	探伤室西侧操作台	有用射束	地坑西侧防护面+探伤室外厂房地面	10mmPb+300mm 混凝土+300mm 混凝土	4.59	1.76×10^{-8}	5.23×10^{-3}
7	探伤室西侧办公室	有用射束	地坑西侧防护面+探伤室外厂房地面	10mmPb+300mm 混凝土+300mm 混凝土	11.52	1.76×10^{-8}	8.32×10^{-3}
8	探伤室北侧走廊	有用射束	地坑北侧防护面+探伤室外厂房地面	10mmPb+300mm 混凝土+300mm 混凝土	4.51	1.76×10^{-8}	5.43×10^{-3}
9	探伤室外东侧约 2.59m 处	有用射束	地坑东侧防护面+探伤室外厂房地面	10mmPb+300mm 混凝土+200mm 混凝土	3.86	1.76×10^{-7}	7.41×10^{-2}
10	探伤室外南侧约 2.41m 处	有用射束	地坑南侧防护面+探伤室外厂房地面	10mmPb+300mm 混凝土+200mm 混凝土	3.86	1.76×10^{-7}	7.41×10^{-2}
11	探伤室外西侧约 2.85m 处	有用射束	地坑西侧防护面+探伤室外厂房地面	10mmPb+300mm 混凝土+300mm 混凝土	3.86	1.76×10^{-8}	7.41×10^{-2}
12	探伤室外北侧约 2.23m 处	有用射束	地坑北侧防护面+探伤室外厂房地面	10mmPb+300mm 混凝土+300mm 混凝土	3.86	1.76×10^{-8}	7.41×10^{-2}
14	探伤室东北侧闲置厂房	有用射束	地坑东侧防护面+探伤室外厂房地面	10mmPb+300mm 混凝土+200mm 混凝土	26.72	1.76×10^{-7}	1.55×10^{-3}

15	探伤室南侧 天津市安达 供水有限公 司办公楼	有用 射束	地坑南侧防 护面+探伤 室外厂房地 道路地面	10mmPb+300m m 混凝土 +200mm 混 凝土	39.33	1.76×10^{-7}	7.13×10^{-4}
16	探伤室西侧 铭宏金属制 品（天津） 有限公司办 公楼	有用 射束	地坑南侧防 护面+探伤 室外厂房地 面	10mmPb+300m m 混凝土 +300mm 混 凝土	31	1.76×10^{-8}	1.15×10^{-4}
17	探伤室西侧 韩城金属有 限公司车间	有用 射束	地坑南侧防 护面+探伤 室外厂房地 道路地面	10mmPb+300m m 混凝土 +200mm 混 凝土	41	1.76×10^{-7}	6.66×10^{-4}
18	探伤室北侧 天津美炫电 气自动化科 技有限公司 办公室	有用 射束	地坑南侧防 护面+探伤 室外厂房地 道路地面	10mmPb+300m m 混凝土 +200mm 混 凝土	28.42	1.76×10^{-7}	1.37×10^{-3}
19	探伤室北侧 休息室	有用 射束	地坑西侧防 护面+探伤 室外地面	10mmPb+300m m 混凝土 +300mm 混 凝土	6.77	1.76×10^{-8}	2.41×10^{-3}

由上表可知，本项目探伤室外受主射束影响的各关注点处的辐射剂量率最高值为 $7.41 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中规定的 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 剂量率控制水平。

（2）泄漏辐射及散射辐射的屏蔽效果核算

经计算分析，本项目X射线主射束不直接照射北墙、东墙、西墙、南墙、防护门及室顶防护面及通风口处，因此考虑散射和漏射影响。X射线机开机状态下，对以上区域的辐射影响主要为泄漏辐射影响及散射影响。计算结果见下表。

11-6 漏射及散射剂量率计算结果

关注 点编 号	关注点名 称	辐射 类型	屏蔽体	屏蔽厚 度	计算 距离 m	屏蔽透射 因子B	周围剂量率当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
1	探伤室东 侧墙外 0.3m处	漏射	屏蔽地坑 顶盖+探 伤室东墙	14mmPb +250mm 混凝土	1.84	1.11×10^{-5}	0.0163	0.0163
		散射			1.11	1.67×10^{-13}	9.16×10^{-9}	
2	探伤室南 侧墙外 0.3m处	漏射	屏蔽地坑 顶盖+探 伤室南墙	14mmPb +250mm 混凝土	1.9	1.11×10^{-5}	0.0153	0.0153
		散射			1.19	1.67×10^{-13}	7.97×10^{-9}	
3	探伤室西	漏射	屏蔽地坑	14mmPb	1.62	1.11×10^{-5}	0.0211	0.0211

	侧墙外 0.3m处	散射	顶盖+探 伤室西墙	+250mm 混凝土	0.85	1.67×10^{-13}	1.56×10^{-8}	
4	探伤室北 侧墙外 0.3m处	漏射	屏蔽地坑	14mmPb	2.15	1.11×10^{-5}	0.012	0.012
		散射	顶盖+探 伤室北墙	+250mm 混凝土	1.47	1.67×10^{-13}	5.22×10^{-9}	
5	防护门外 0.3m处	漏射	屏蔽地坑	18mmPb	2.15	6.95×10^{-4}	0.745	0.745
		散射	顶盖+防 护门	(坑盖 +防护 门)	1.47	1.39×10^{-13}	4.35×10^{-9}	
13	探伤室顶 部防护面 外 0.3m处	漏射	屏蔽地坑	18mmPb	3.82	4.59×10^{-4}	0.157	0.157
		散射	顶盖+探 伤室顶	+4mm钢 (坑盖 +探伤 室顶)	2.82	8.28×10^{-14}	7.05×10^{-10}	
20	探伤室上 方闲置办 公室	漏射	屏蔽地坑	18mmPb	4.32	4.59×10^{-4}	0.123	0.123
		散射	顶盖+探 伤室顶	+4mm钢 (坑盖 +探伤 室顶)	3.32	8.28×10^{-14}	5.08×10^{-10}	

根据上文分析，通风口考虑漏射线和散射线影响，通风口与室顶防护面屏蔽厚度与距离一致，则通风口处剂量率为 $0.157\mu\text{Sv/h}$ 。

综上可知，本项目探伤室外各关注点处的辐射剂量率最大值为 $0.745\mu\text{Sv/h}$ ，均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

探伤室顶部处，正常工况下人员无需达到，辐射剂量率为 $0.157\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即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为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

（3）评价范围内辐射剂量率的叠加

本次评价考虑评价范围内涉及的其他核技术利用项目对本项目关注点处的辐射环境的叠加影响。根据建设单位提供的资料及现场踏勘，本项目 50m 评价范围内涉及的其他核技术应用为本项目北侧的天津美炫电气自动化科技有限公司，该公司主要生产、销售、使用 II 类射线装置（X 射线探伤机），其厂房内建设一座调试机房，内设一个地下屏蔽室，进行 X 射线探伤机的调试、老化训机和出束寻找故障点。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，

本项目评价范围内涉及的射线装置见表 11-7。

表 11-7 本项目评价范围内涉及的其他核技术利用项目

名称	类别	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	生产、销售数量(台/年)	用途	使用地点	照射方式
X射线探伤机	Ⅱ类	XXG-1605	160	5	5	工业探伤	调试机房	定向
X射线探伤机	Ⅱ类	XXG-2005	200	5	3	工业探伤	调试机房	
X射线探伤机	Ⅱ类	XXG2505	250	5	30	工业探伤	调试机房	
X射线探伤机	Ⅱ类	XXG-3005	300	5	10	工业探伤	调试机房	
X射线探伤机	Ⅱ类	XXG Hz-2005	200	5	1	工业探伤	调试机房	周向
X射线探伤机	Ⅱ类	XXG Hz-2505	250	5	1	工业探伤	调试机房	
X射线探伤机	Ⅱ类	XXG3005	300	5	10	工业探伤	调试机房	

由于剂量率与距离的平方成反比,保守以调试机房边界外 0.3m 处的周围剂量当量率限值与本项目探伤室最近距离计算天津美炫电气自动化科技有限公司调试机房对本项目探伤室周围辐射环境的影响,经计算,为 0.002 μ Sv/h。

评价范围内其他核技术利用项目在关注点处的周围剂量当量率叠加预测结果见下表。

表 11-8 关注点处周围剂量当量率叠加预测结果

关注点编号	关注点位置	其他核技术利用项目周围剂量当量率预测结果 μ Sv/h	本项目周围剂量当量率 μ Sv/h	叠加后周围剂量当量率 μ Sv/h
1	探伤室东侧墙外 0.3m处	0.002	0.0163	0.0183
2	探伤室南侧墙外 0.3m处	0.002	0.0153	0.0173
3	探伤室西侧墙外 0.3m处	0.002	0.0211	0.0231
4	探伤室北侧墙外 0.3m处	0.002	0.012	0.014
5	防护门外 0.3m处	0.002	0.745	0.747
6	探伤室西侧操作台	0.002	5.23×10^{-3}	7.23×10^{-3}
7	探伤室西侧办公室	0.002	8.32×10^{-3}	1.032×10^{-2}
8	探伤室北侧走廊	0.002	5.43×10^{-3}	7.43×10^{-3}

9	探伤室外东侧约 2.59m处	0.002	7.41×10^{-2}	7.61×10^{-3}
10	探伤室外南侧约 2.41m处	0.002	7.41×10^{-2}	7.61×10^{-3}
11	探伤室外西侧约 2.85m处	0.002	7.41×10^{-2}	7.61×10^{-3}
12	探伤室外北侧约 2.23m处	0.002	7.41×10^{-2}	7.61×10^{-3}
13	探伤室顶部防护 面外 0.3m处	0.002	0.157	0.159
14	探伤室东北侧闲 置厂房	0.002	1.55×10^{-3}	1.75×10^{-3}
15	探伤室南侧天津 市安达供水有限 公司办公楼	0.002	7.13×10^{-4}	2.71×10^{-3}
16	探伤室西侧铭宏 金属制品(天津) 有限公司办公楼	0.002	1.15×10^{-4}	2.12×10^{-3}
17	探伤室西侧韩城 金属有限公司车 间	0.002	6.66×10^{-4}	2.67×10^{-3}
18	探伤室北侧天津 美炫电气自动化 科技有限公司办 公室	0.002	1.37×10^{-3}	2.14×10^{-3}
19	探伤室北侧休息 室	0.002	2.41×10^{-3}	4.41×10^{-3}
20	探伤室上方闲置 办公室	0.002	0.123	0.125

由上表叠加计算结果可知，本项目建成后，探伤室外各关注点处的辐射剂量率值均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

（4）人员周受照剂量和年受照剂量核算

根据建设方提供资料，本项目X射线探伤机生产完成后，由客户自提或通过物流运输的方式送至指定地点，少部分客户需要本项目辐射工作人员现场进行调试。设备出厂后发生故障，大部分由客户将需要维修的X射线探伤机运至本项目所在地进行维修，少部分客户需要进行现场维修。本项目X射线探伤机出束时长见下表。

11-9 X射线探伤机出束时间

序号	项目	次/年	次/周	单次出 束时长 (min)	周累计照射 时间 (h)	年累计照 射时间 (h)	使用场所
1	组装后调试	500	10	5	0.8	41.7	探伤室地坑内

2	返厂维修	30	1	30	0.5	15	现场探伤或固定探伤项目调试、售后现场
3	现场调试	10	1	30	0.5	5	
4	现场检修	10	1	30	0.5	5	
合计					2.3	66.7	/

根据式（11-5）计算本项目工作场所内各关注点处人员的受照剂量，结果见下表。

表 11-10 本项目各剂量关注点处周受照剂量和年受照剂量预测结果

关注点编号	关注点名称	居留因子	照射时间（h）		周剂量当量，mSv/周	年剂量当量，mSv/a	照射对象
			周	年			
1	探伤室东侧墙外0.3m处	1/8	2.3	66.7	5.26×10^{-6}	1.53×10^{-4}	公众
2	探伤室南侧墙外0.3m处	1/8	2.3	66.7	4.97×10^{-6}	1.44×10^{-4}	公众
3	探伤室西侧墙外0.3m处	/	2.3	66.7	/	/	辐射工作人员
4	探伤室北侧墙外0.3m处	/	2.3	66.7	/	/	辐射工作人员
5	防护门外0.3m处	/	2.3	66.7	/	/	辐射工作人员
6	探伤室西侧操作台	1	2.3	66.7	1.66×10^{-5}	4.82×10^{-4}	辐射工作人员
7	探伤室西侧办公室	1	2.3	66.7	2.37×10^{-7}	6.88×10^{-4}	公众
8	探伤室北侧走廊	1/8	2.3	66.7	2.14×10^{-6}	6.19×10^{-5}	公众
9	探伤室外东侧约2.59m处	1/8	2.3	66.7	2.19×10^{-3}	6.34×10^{-2}	公众
10	探伤室外南侧约2.41m处	1/8	2.3	66.7	2.19×10^{-6}	6.34×10^{-5}	公众
11	探伤室外西侧约2.85m处	/	2.3	66.7	/	/	辐射工作人员
12	探伤室外北侧约2.23m处	/	2.3	66.7	/	/	辐射工作人员
13	探伤室顶部防护面外0.3m处	/	2.3	66.7	/	/	/
14	探伤室东北侧闲置厂房	1/8	2.3	66.7	5.03×10^{-7}	1.46×10^{-5}	公众
15	探伤室南侧天津市安达供水有限公司办公楼	1	2.3	66.7	6.23×10^{-6}	1.81×10^{-4}	公众
16	探伤室西侧铭宏金属制品（天津）有限公司办公楼	1	2.3	66.7	4.88×10^{-6}	1.41×10^{-4}	公众

17	探伤室西侧韩城金属有限公司车间	1	2.3	66.7	6.14×10^{-6}	1.78×10^{-4}	公众
18	探伤室北侧天津美炫电气自动化科技有限公司办公室	1	2.3	66.7	4.92×10^{-6}	1.43×10^{-4}	公众
19	探伤室北侧休息室	1/4	2.3	66.7	2.54×10^{-6}	7.35×10^{-5}	公众
20	探伤室上方闲置办公室	1	2.3	66.7	2.88×10^{-4}	8.34×10^{-3}	公众

本项目X射线探伤机在工作状态下，对辐射工作人员影响的区域主要在探伤室西侧操作室内的操作台，不进入检测室内，周受照剂量为 $1.66 \times 10^{-5} \text{mSv/周}$ ($1.66 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/周}$)，年受照剂量为 $4.82 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。

本项目辐射工作人员在客户方使用和检修的总时间不超过 10h/a，周工作时间不超过 0.5h，客户方射线装置工作场所屏蔽体外剂量率最大不超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，居留因子保守取 1，则该部分周累计受照剂量为 $H_{\text{周}} = 2.5 \times 0.5 \times 1 = 1.25 \mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量为： $H_{\text{年}} = 2.5 \times 10 \times 1 \div 1000 = 0.025 \text{mSv/a}$ 。因此，本项目辐射工作人员的周有效剂量最大为 $1.66 \times 10^{-5} + 1.25 \approx 1.25 \mu\text{Sv/周}$ ，年有效剂量最大为 $4.82 \times 10^{-4} + 0.025 \approx 0.025 \text{mSv/a}$ 。

由表 11-10 计算可知，关注点处公众的周有效剂量最高为 $2.19 \times 10^{-3} \text{mSv/周}$ ($2.19 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/周}$)，年有效剂量最高为 $6.34 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 。

由以上估算结果可知，本项目关注点处公众和辐射工作人员的周有效剂量和年有效剂量均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业人员不大于 $100 \mu\text{Sv/周}$ ，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$ ；也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的职业照射剂量限值 20mSv/a 、关键组公众成员照射剂量限值 1mSv/a 和本报告提出的辐射工作人员辐射剂量约束值 2mSv/a 、公众人员辐射剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

2.大气环境影响分析

本项目X射线探伤机调试过程中X射线会电离空气产生少量的 O_3 和 NO_x ，产生的气体通过探伤室顶部的机械排风装置排至检测室内部，再通过检测室南墙窗户排至车间外空地。探伤室有效容积约为 15.4m^3 ，机械通风装置风量为 $200 \text{m}^3/\text{h}$ ，每小时有效通风换气次数不小于 3 次，可以将少量的有害气体排出室外。排风系统正常运行时，产生的气体不会累积， O_3 在 50min后自动分解，对周围环境影响较小。

4.固体废物环境影响分析

本项目维修过程中设备替换下的废X射线管保修期内的返还原厂家更换，超过保修

期的由送修客户取走，根据相应要求进行处置。

事故影响分析

1.可能发生的辐射事故

(1) 探伤室防护门-屏蔽地坑顶盖-X射线发生器联锁装置发生故障或失效的情况下，探伤室防护门未完全闭合，或X射线发生器未完全送入屏蔽地坑，屏蔽地坑顶盖未与屏蔽地坑防护面完全扣合时，工作人员即开启X射线发生器出束，致使X射线发生泄漏，对周围人员造成不必要的照射。

(2) 人员尚未从探伤室内完全撤出，探伤机即进行出束调试、出束寻找故障点，造成额外误照射。

(3) 经长时间使用后，屏蔽地坑屏蔽结构劳损，射线装置出束，致使X射线泄漏到屏蔽地坑外面，给周围的辐射工作人员和公众人员造成不必要照射。

(4) X射线发生器在生产组装、维修过程中连通高压电误开机，在没有屏蔽措施的情况下出束，将造成超剂量照射，严重时可导致人员受到较大伤害。

(5) 由于生产组装、维修时，调试、出束寻找故障点操作不当，导致周围辐射工作人员及公众的误照事故。

(6) 射线装置被盗，使射线装置使用不当，造成周围人员的不必要照射。

2.预防措施

为了杜绝事故发生，建设单位应设置安全设施及其他各项辐射防护措施，制定辐射安全管理制度和安全操作规程，并加强员工安全教育和培训，严格按照操作规程进行探伤作业，确保安全。具体如下：

(1) 建设单位拟设置探伤室防护门-屏蔽地坑顶盖-X射线发生器联锁装置。当探伤室防护门完全闭合，且X射线发生器随升降平台进入屏蔽地坑，屏蔽地坑顶盖与四侧防护面突出地面部分扣合，全部满足的情况下，X射线发生器才可接通高压电源进行工作。

(2) 探伤室防护门内设有紧急开门按钮，并在装置旁边张贴标识字样，方便紧急情况下探伤室内人员撤离。

(3) 拟于探伤室内四周墙体距离地面1.5m处安装紧急停机按钮各1个，共安装4个紧急停机按钮。操作台上设置1个紧急停机按钮，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，确保出现事故时能立即停止照射，急停按钮设计有明显标志，标明使用方法。

(4) 建设单位拟在探伤室内西北角墙上安装 1 个视频监控装置，并在操作台上设置专用的显示屏，可通过视频监控装置监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。在确认探伤室内无人员滞留后，再进行后续操作。

(5) X射线发生器组装、维修过程中，禁止连接高压电源，如需对单个元器件进行检查时，将X射线管拆除下来，确保不会出束的情况下才可对其他元器件通电。

(6) 定期检查设备的安全联锁装置，确保其正常运行。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。

(7) 为加强工作场所的管理，限制无关人员受到不必要的照射，建设单位拟对项目场所划定控制区和监督区，进行分区管理。结合现场实际，建设单位拟将探伤室屏蔽体边界围成的内部区域作为控制区，探伤室东墙、南墙外 0.3m 范围内的所有区域及检测室内探伤室外的全部区域作为监督区管理。建设单位对控制区和监督区的管理要求为：控制区内禁止外来无关人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减小不必要的照射，在 X 射线探伤机表面设置醒目的电离辐射警告标志；监督区不采取专门的防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量，并在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

(8) 辐射工作人员进行调试、出束寻找故障点时佩戴常规个人剂量计外，辐射工作场所配备 1 台个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，个人剂量报警仪报警；拟在探伤室配置固定式场所辐射探测报警装置，其主机设置在操作台，探头设置于屏蔽地坑内，报警阈值设置为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。当探测到的辐射水平高于仪器设定的阈值时，报警信号自动启动并持续。

(9) 加强辐射工作人员上岗前培训，根据实际情况建立健全辐射安全管理机构、规章制度和操作规程，并对工作人员做好培训。

(10) 建立完善的辐射事故应急措施。不断增强应急处理能力，责任到人，将事故和危害降到最低限度。

(11) 检修维护人员进行检修工作时须取下操作台的开关钥匙，确保设备关机，以避免不必要的照射。

(12) 本项目射线装置外售前，放置于库存区内，设置安全锁，防止设备丢失或被盗。在日常工作中，需加强对设备的管理，一旦发生丢失或被盗事件时，将及时报告当地生态环境部门、公安部门以及卫生健康部门。

(13) 射线装置发货前须调查客户是否完成环境影响评价工作，在确认客户方射线装置应用取得环评批复，具备使用 X 射线探伤机所需辐射安全防护措施后，方可发货。

3.应急处置措施

根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理和报告制度的通知》，该项目所使用的射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。本项目辐射事故应急措施主要包括以下几个方面：

(1) 第一时间按下紧急停机按钮或切断 X 射线探伤机的电源。

(2) 现场人员应迅速撤至安全区域，保护现场，通知防护人员和应急小组。

(3) 辐射安全领导小组接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，立即启动本单位的《辐射事故应急处理预案》，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。应急小组应对受照情况作出初步判断，造成或可能造成人员超剂量照射的，立即采取暂时隔离和应急救援措施，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(4) 辐射事故发生后，单位应立即将可能受到辐射伤害的人员送至当地卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院，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。

(5) 建设单位积极配合生态环境主管部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

(6) 事故未解决，现场未达到安全状态，不得解除封锁，将事故的后果和影响控制在最低限度。出现故障的装置经专业技术人员维修，经有资质的检测机构对其进行检测，合格后方可启用，达不到要求不得投入使用。

(7) 建设单位应对辐射事故的起因、性质、影响、责任等问题进行调查评估，做出整改，总结经验教训。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1.辐射安全领导小组建立

天津毅博通检测设备有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规的要求成立辐射安全领导小组，负责辐射安全与环境保护管理工作，小组成员详见表12-1。

表 12-1 辐射安全领导小组人员

姓名	职务	专职（兼）	主要职责
陈显	第一责任人	专职	第一责任人，负责本单位辐射安全防护工作的指导、监督、检查和管理
朱玲	辐射安全防护负责人	专职	负责收集、整理、分析全单位辐射防护的有关资料，及时制定并采取防护措施；负责制定射线装置等操作维护规程，督促各有关科室人员采取有效的防护措施、合理使用个人防护用品，并对放射工作人员建立健康档案，负责辐射防护的培训、咨询及技术指导。

2. 辐射工作人员

本项目已配备 2 名辐射工作人员，实行单班工作制，每班工作 8h，均已参加国家核技术利用辐射安全与防护考核，并取得考核合格证书，本项目为迁建项目，不新增辐射工作人员。

辐射安全管理规章制度

建设单位已根据《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》及公司核技术利用项目的开展情况，制定了相应的规章制度，包括：《操作规程》、《岗位职责》、《辐射安全与环境保护管理机构、负责人及职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射安全和防护设施的维护与维修制度》、《监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《生产、销售、调试、出束寻找故障点等台账管理制度》、《辐射事故应急预案》等规章制度。

本项目建设完成后，建设单位将完善上述规章制度，在现有辐射安全管理制度的基础上结合实际情况和最新的法律法规对相关制度进行更新，确保辐射防护

工作按照规章制度进行。

辐射监测

1.个人剂量监测

建设单位已为每名辐射工作人员配备 1 套个人剂量计，个人剂量计一般佩戴在左胸前。个人剂量计定期送交有资质的检测单位进行检测，并建立个人剂量监测档案，永久保存。个人剂量常规监测周期最长不应超过 3 个月，当发现个人剂量监测结果异常时及时上报。

2.工作场所及环境监测

2.1 检测条件

X 射线探伤机拟在额定工作条件下进行检测。

2.2 辐射水平巡测

建设单位拟对探伤室定期进行放射防护检测，在检测时先进行周围辐射水平的巡测，拟使用便携式 X- γ 剂量率仪巡测探伤室四侧墙外 30cm 处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区。建设单位拟对监测结果进行记录，妥善保存。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，应终止辐射工作并向辐射防护负责人报告。便携式 X- γ 剂量率仪应定期送有资质部门检定。

(1) 巡测范围拟根据本项目探伤室设计特点、射线机的照射方向及建造过程中可能出现的问题决定，并关注天空反散射对周围的剂量影响；

(2) 本项目探伤房外及楼上有人员活动的可能，拟巡测不同位置及门外 30cm 四周的辐射水平。

2.3 辐射水平定点检测

建设单位拟检测以下各点：

(1) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；

(2) 防护门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点；

(3) 探伤室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每侧至少测 3 个点；

(4) 探伤室上方外 30cm 处，至少包括主射束到达范围的 5 个检测点；

(5) 人员经常活动的位置；

(6) 每次调试结束后，检测探伤室的入口，确保 X 射线探伤机已经停止工作。

2.4 监测方法

《环境 γ 辐射剂量率测定规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）。

2.5 检测周期

本项目建成后建设单位拟委托有检测资质的机构进行验收检测；投入使用后每年至少委托有检测资质的机构进行 1 次常规检测；开展探伤工作期间定期进行辐射水平巡测，并做好检测记录。

2.6 结果评价

（1）本项目探伤室屏蔽防护设施的辐射水平应同时满足：放射工作场所不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；屏蔽设施外 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

（2）本项目探伤室顶部有二层建筑，探伤室顶部的周围剂量当量不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

3.应急监测

在出现异常情况时应立即启动应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、应急管理部门、卫生行政部门报告，进行现场监测。

辐射事故应急

建设单位已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求制定了《辐射事故应急预案》，确定辐射事故应急机构的组成和职责，明确事故应急行动原则，应急程序和应急救援预测通讯联络方式等。建设单位配备个人剂量报警仪、便携式 X- γ 剂量率仪等辐射事故应急设施。按规定每年至少组织一次辐射事故处置应急演练，组织应急人员培训。

发生辐射事故时，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的应急防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生行政部门报告。

从事放射性活动能力分析

1.与《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，2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修改）的符合情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十六条规定，使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备相应条件。本项目从事辐射活动能力的评价见表 12-2。

表 12-2 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况	是否符合
（一）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。	已成立辐射安全与环境保护管理领导小组全面负责辐射安全与环境保护管理工作。	符合
（二）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。	已组织现有辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，取得考核合格证，持证上岗。	符合
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素方面的内容。	不涉及
（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目探伤室门外明显位置处设置电离辐射警告标志及中文警示说明，探伤室内设置视频监控系统，并按要求落实辐射防护和安全措施。	落实后符合
（五）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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	已为现有辐射工作人员配备个人剂量计；拟配备便携式X-γ剂量率仪、个人剂量报警仪。	符合
（六）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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已建立相关辐射管理制度，本项目建成后拟对其进行完善。	符合
（七）有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急预案，本项目建成后拟对其进行完善。	符合
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案；使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当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检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	本项目运行过程中不产生放射性废气、废液，且不涉及使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗等业务。维修过程中，本项目生产的设备中废X射线管保修期内的返还原厂家更换，超过保修期的由送修客户取走，根据相应要求进行处置。	不涉及

本项目实施后，建设单位将进一步加强辐射安全管理，严格执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》提出的有关要求。在落实各项辐射安全管理

制度和辐射防护措施后，天津毅博通检测设备有限公司将具备重新申领辐射安全许可证的条件。

2.与原环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》符合情况

原环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“18 号令”要求的对照情况见表 12-3。

表 12-3 与“18 号令”安全和防护能力对照检查情况

应具备条件	落实情况	符合情况
第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众收到意外照射的安全措施。	探伤室入口处拟设电离辐射警告标志和中文警示说明。射线装置设有安全联锁及报警装置，安装有工作状态指示灯。探伤室内设有紧急停机按钮、确保出现故障时，能立即停止照射。	符合
第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对检测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	拟每年委托有资质单位对辐射工作场所进行辐射监测，并出具监测报告；拟配备 X-γ 剂量率仪，定期对辐射环境进行自行监测，做好记录，并妥善保存。	符合
第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与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。	依法对本单位射线装置的安全和防护进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前报发证机关。	符合
第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的不得上岗。	辐射工作人员已按规定要求参加国家核技术利用辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，取得考核合格证，持证上岗。	符合
第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的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，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可发证机关。	建设单位已为辐射工作人员配备个人剂量计，并按照国家相关规定，委托有资质单位对个人剂量进行检测，建立检测档案。	符合

综上所述，天津毅博通检测设备有限公司已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求采取辐射安全和防护管理措施，在落实各项措施后，可满足管理办法的要求。

3.与《II类非医用X线装置监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-024）对照情况

本项目设置安全防护设施和辐射安全管理制度，与《II类非医用X线装置监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-024）对比结果见表 12-4。

表 12-4 与“II类非医用X线装置监督检查技术程序”对照检查情况

II类非医用X线装置监督检查技术程序检查内容			建设单位情况	是否符合
辐射安全防护设施与运行	场所设施（固定式）	入口处电离辐射警示标志	拟在探伤室防护门设置电离辐射警示标志	建设单位承诺落实后符合
		入口处机器工作状态显示	拟设置工作状态指示灯	
		隔室操作	操作台位于检测室西侧的操作室内，探伤室位于检测室内，辐射工作人员隔室操作。	
		迷道	本项目X射线探伤机位于地下的屏蔽地坑内进行调试，屏蔽地坑内仅设置设备摆放空间，工作人员无法进入。因此不涉置迷道。	
		防护门	屏蔽地坑顶盖为14mm铅板+30mm铁板；探伤室防护门为4mm铅板+4mm铁板。	
		控制台有钥匙控制	控制台设有钥匙开关	
		门机联锁系统	设置门机联锁系统	
		照射室内监控设施	探伤室内拟设置监控设施	
		通风设施	探伤室拟设置通风设施	
		照射室内紧急停机按钮	探伤室内拟设置紧急停机按钮。	
		控制台上紧急停机按钮	控制台上拟设置紧急停机按钮	

	监测设备	出口处紧急开门按钮	拟设置	符合
		准备出束声光提示	拟设置	
		便携式辐射监测仪器仪表	已配备	
		个人剂量仪	已配备	
		个人剂量报警仪	已配备	
	应急物资	灭火器材	拟配备	
管理制度	综合	辐射安全管理规定	已制定，拟完善	建设单位按承诺落实后符合
		操作规程	已制定，拟完善	
		辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）	已制定，拟完善	
	监测	监测方案	已制定，拟完善	
		监测仪表使用与校验管理制度	已制定，拟完善	
	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定，拟完善	
		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定，拟完善	
	应急	辐射事故应急预案	已制定，拟完善	

综上所述，建设单位在落实各项安全防护设施和辐射安全管理制度后可符合《Ⅱ类非医用X线装置监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-024）相关要求。

核技术应用项目环保手续履行

根据国家相关法律法规及行政主管部门要求，核技术应用项目环保手续包括环境影响评价、辐射安全许可证办理及竣工环保验收三个部分，具体流程如图 12-1 所示，供核技术应用单位参考。

建设单位在履行本项目环评手续，申领取得《辐射安全许可证》后方可开展辐射工作。本项目竣工后，建设单位还应按照《建设项目环境保护管理条例》要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收监测报告。

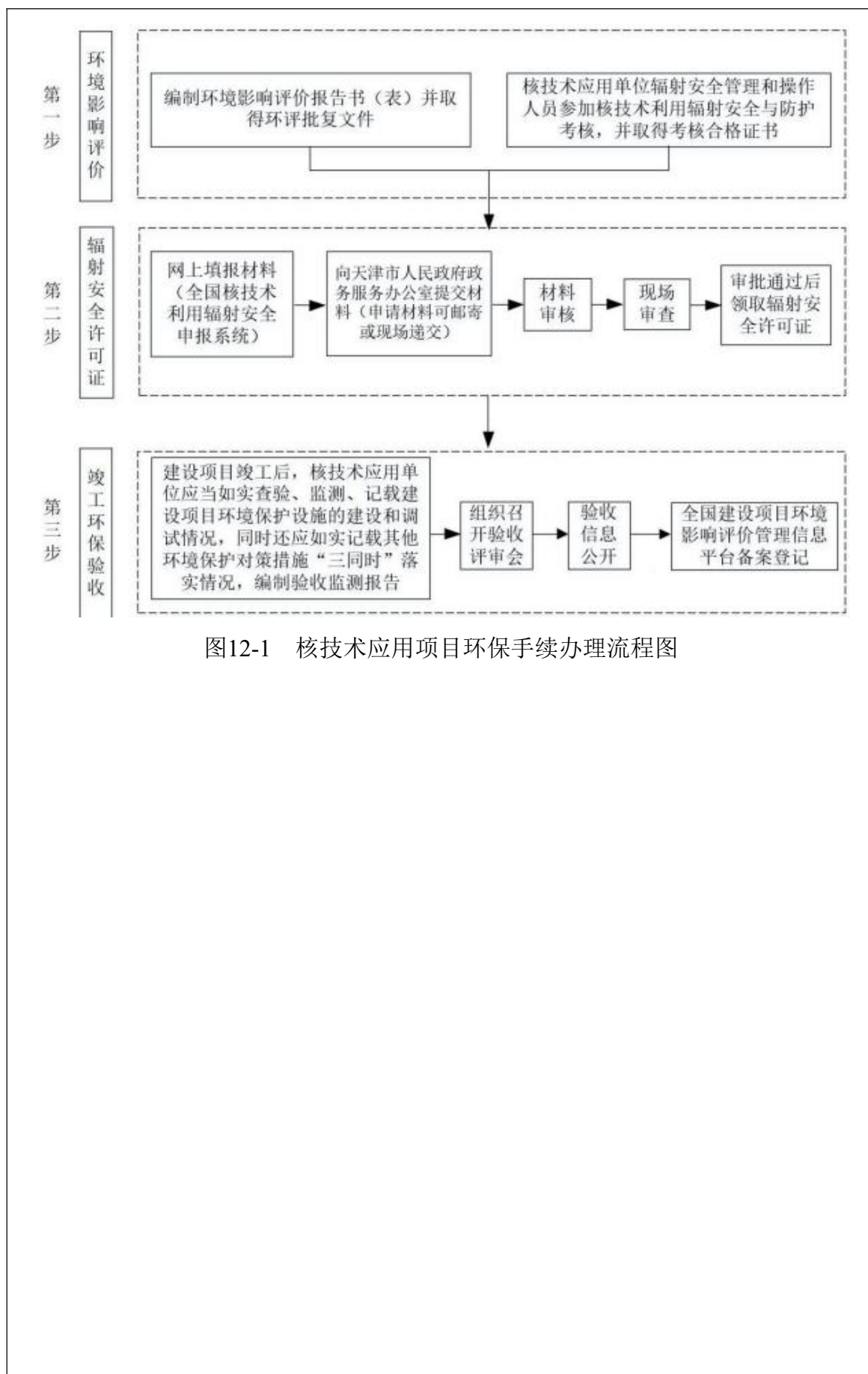


图12-1 核技术应用项目环保手续办理流程图

表 13 结论与建议

结论

1.项目概况

天津毅博通检测设备有限公司目前主要进行Ⅱ类射线装置（X射线探伤机）的生产、销售、使用活动，由于公司业务调整，拟投资 60 万元将现有Ⅱ类射线装置（X射线探伤机）的生产、销售、使用活动搬迁至天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号东南侧一层厂房内，由东向西依次为检测室、操作室，拟于检测室东南角建设一座探伤室，探伤室内建设一个屏蔽地坑，对公司生产的探伤设备进行测试，项目建成后，拟生产、销售、使用X射线探伤机XXGH3005 型 10 台/年、XXGH2505 型 10 台/年、XXGH2005 型 10 台/年、XXG2505 型 50 台/年、XXG3005 型 10 台/年、XXG2005 型 10 台/年。

2.实践的正当性

本项目实施后，天津毅博通检测设备有限公司可以显著提高生产的 X 射线探伤机的质量，在调试过程中，也可不断的提高生产工艺，为建设单位创造更大的经济效益和社会效益。同时本项目生产出的高质量、可靠性好的 X 射线探伤机，销售给客户之后，也有助于客户提高对工件进行无损检测的精确度及检测效率，从而提高客户产品的质量及交付的速度，有效减少因产品缺陷而引起的安全生产事故，具有显著的社会及经济效益。本项目设计采取的辐射防护与安全设施能够降低对工作人员和周围公众的辐射影响。

经过后文预测分析，本项运行对辐射工作人员及公众的照射剂量均满足相关限值要求。在考虑社会、经济和其他有关因素后，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，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于辐射防护“实践的正当性”要求。

3.选址、布局的合理性

天津毅博通检测设备有限公司拟于天津市滨海新区中塘镇国安一道 132 号东南侧一层厂房东南侧建设 1 座探伤室（内设 1 个屏蔽地坑），对 X 射线探伤机进行调试、检修。X 射线发生器有用线束周向照射和定向照射两种，X 射线探伤机进行调试时，操作台位于探伤室西侧操作室，与探伤室隔室操作。同时新增 X 射线探伤机屏蔽外壳外 50m 范围内无医院、学校、居民区等敏感目标。本项目的选

址和布局是合理可行的。

4.辐射安全与防护分析结论

本项目探伤室和防护门、屏蔽地坑和顶盖设有辐射防护屏蔽设施，防护设置充分保证周围的安全。探伤室设置工作状态指示灯；探伤室拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明；探伤室内及操作台均设置紧急停机按钮；探伤室内设置视频监控系统、固定式辐射探测报警装置、通风系统、探伤室防护门-屏蔽地坑顶盖-X射线发生器连锁装置等；辐射工作人员已配备个人剂量计、个人剂量报警仪、X-γ剂量率仪，并委托有资质单位对工作场所进行定期监测。天津毅博通检测设备有限公司在落实各项辐射安全防护措施后，能够有效控制辐射安全。

5.环境影响分析结论

根据预测分析，本项目探伤室外个剂量关注点处的周围剂量当量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

关注点处公众和辐射工作人员的周有效剂量均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业人员不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ；关注点处公众和辐射工作人员的年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的职业照射剂量限值 20mSv/a 、关键组公众成员照射剂量限值 1mSv/a 和本报告提出的辐射工作人员辐射剂量约束值 2mSv/a 、公众人员辐射剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

6.辐射安全管理

建设单位已成立辐射安全与环境保护管理领导小组全面负责企业的辐射安全与环境保护管理。已建立辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案。本项目建设完成后将进行修改完善。

建设单位辐射工作人员和管理人员已参加核技术利用辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，并取得考核合格证，持证上岗。

在落实各项辐射安全管理措施后，建设单位能够有效控制辐射风险。

7.结论

综上所述，在落实各项辐射安全和防护措施，加强环境管理的情况下，天津毅博通检测设备有限公司迁建生产、销售、使用Ⅱ类射线装置（X 射线探伤机）项目将具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，其运行对周围环境和人员产生的辐射影响能够满足国家剂量限值和本报告提出的约束值要求。因此，从辐射环保角度论证，本项目的建设具备环境可行性。

建议和承诺

1.建议

进一步加强对辐射工作人员的辐射防护知识宣传教育，使其熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众成员和工作人员所受到的辐射降到“可合理达到的尽量低水平”。

2.承诺

（1）落实提出的各项辐射安全与防护措施，做到有效控制辐射安全的要求。

（2）加强辐射作业的安全管理工作，严格落实辐射安全规章制度。

（3）配备与辐射工作相适应的监测仪器，严格落实监测计划。

（4）接受各级生态环境主管部门的监督检查。

（5）重新申领取得《辐射安全许可证》后方可开始试运行；按照《建设项目环境保护管理条例》要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，经验收合格，方可投入运行。

附图和附件

附图 1 建设项目地理位置图

附图 2 建设项目周边环境关系及评价范围图

附图 3 本项目平面布局图

附图 4 本项目探伤室内竖向布置图

附件 1 立项文件

附件 2 营业执照

附件 3 建设单位现有环评批复

附件 4 建设单位现有辐射安全许可证

附件 5 辐射环境本底监测报告

附件 6 建设单位 2024 年辐射工作场所监测报告

附件 7 建设单位 2025 年个人剂量监测报告

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：	
公章	
经办人：	年 月 日
审批意见：	
公章	
经办人：	年 月 日