

编号：DBR-YS-20230201

建设项目竣工环境保护 验收监测表

项目名称：X射线探伤机及探伤室应用项目

建设单位：潍坊佳禾职业培训学校

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

编制日期：2023年3月5日

项目名称：X射线探伤机及探伤室应用项目

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

报告编写：

审 核：

签 发：

建设单位：潍坊佳禾职业培训学校

电 话：13678668760

传 真：— —

邮 编：

地 址：潍坊市坊子区凤凰大街 2269 号

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

电 话：13031716777

传 真：0531-61364346

邮 编：250013

地 址：济南市历下区燕子山西路 58 号

目 录

一、概 述.....	1
二、项目概况.....	4
三、环评及批复要求落实情况.....	10
四、验收监测标准及参考依据.....	14
五、验收监测.....	17
六、职业和公众受照剂量.....	22
七、辐射安全管理.....	24
八、验收监测结论与建议.....	25
九、附件	
1. X射线探伤机及探伤室应用项目竣工环境保护验收监测委托书	
2. 环境影响报告表审批意见	
3. 辐射安全许可证	
4. 辐射工作安全责任书	
5. 验收监测报告	

一、概 述

建设项目	项目名称	X 射线探伤机及探伤室应用项目		
	项目性质	新建	建设地点	山东省潍坊市坊子区凤凰大街 2269 号 潍坊佳禾职业培训学校院内
建设单位	单位名称	潍坊佳禾职业培训学校		
	通信地址	潍坊市坊子区凤凰大街 2269 号		
	法人代表	谭振刚	邮政编码	261532
	联系人	吴伟海	电话	13678668760
环境影响 报告表	编制单位	山东丹波尔环境科技有限公司	完成时间	2022 年 10 月
	审批部门	潍坊市生态环境局坊子分局	批复时间	2022 年 11 月 16 日
验收监测	验收监测时间	2022 年 12 月 30 日	验收监测及编制单位	山东丹波尔环境科技有限公司
项目投资	核技术项目投资	30 万元	核技术项目环保投资	20 万元
应用类型	射线装置	使用 4 台 X 射线探伤机，II 类		

1.1 引 言

潍坊佳禾职业培训学校位于潍坊市坊子区凤凰大街2269号，是一家集电工、电气焊锅炉操作工、金属热处理工、车工、铣工、制冷工、眼镜验光员、眼镜定配工、美容师、美发师、中式烹调师培训为一体的民办学校。

2022年10月，学校委托编制了《潍坊佳禾职业培训学校X射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，2022年11月16日潍坊市生态环境局坊子分局以[坊环辐表审（2022）003号予以批复。

2022年12月6日，学校重新申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[07877]，有效期至2027年12月5日，许可种类和范围和使用 II 类射线装置。

探伤室于2022年12月建成并进行调试。

根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等有关法律法规的要求，受潍坊佳禾职业培训学校的委托，我公司承担了该建设项目竣工

环境保护验收监测报告表的编制工作，于2022年12月30日至项目现场进行实地勘察和资料核查，查阅有关文件和技术资料，查看辐射防护措施的落实情况，根据验收监测结果和现场检查情况编制了《潍坊佳禾职业培训学校X射线探伤机及探伤室应用项目竣工环境保护验收监测表》。

1.2 验收监测目的

1. 通过现场验收监测，对该项目环境保护设施建设、运行及其效果、辐射的产生和防护措施、安全和防护、环境管理等情况进行全面的检查与测试，判断其是否符合国家相关标准和环境影响报告表及其审批文件的要求。

2. 根据现场检查、监测结果分析和评价，指出该项目存在的问题，提出需要改进的措施，以满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理和安全防护规定的要求。

3. 依据环境影响评价文件及其批复提出的具体要求，进行分析、评价并得出结论，为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

1.3 验收依据

1.3.1 法律法规

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，2014.4修订，2015.1.1施行；

2. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第6号；2003.10.1施行；

3. 《建设项目环境保护管理条例（2017修订）》，国务院令第682号，2017.6修订，2017.10施行；

4. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005.12.1施行；2014.7.29第一次修订，2019.3.2第二次修订；

5. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第31号，2006.3.1施行；2021年1月4日第四次修订；

6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第18号，2011.5.1施行；

7. 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017.12.5施行；

8. 《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》，国

家环保总局环发[2006]145号，2006.9.26 施行；

9. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4号，2017.11.20 施行；

10. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人大常委会公告第37号令，2014.5.1 施行；

11. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订，2019.1.1 施行。

1.3.2 技术标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

2. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

3. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

4. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）；

5. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。

1.3.3 其他验收依据

1. 《潍坊佳禾职业培训学校X射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，山东丹波尔环境科技有限公司，2022年10月；

2. 《潍坊佳禾职业培训学校X射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》审批意见，潍坊市生态环境局坊子分局，〔2022〕003号，2022年11月16日；

3. 潍坊佳禾职业培训学校X射线探伤机及探伤室应用项目竣工环境保护验收委托书。

二、项目概况

2.1 项目基本情况

1. 项目位置

本项目位于山东省潍坊市坊子区凤凰大街2269号潍坊佳禾职业培训学校后院内仓库内西南侧位置。学校地理位置见图2-1，项目周边卫星影像图见图2-2。

拟建探伤室北侧为教学候考区、现有探伤室、暗室、空地，西侧为道路、厕所、凯运汽修店，西北侧为职工餐厅，南侧为道路、空地、办公楼，东侧为汽车维修店。学校地理位置见图2-1，项目周边卫星影像图见图2-2，学校总平面布置以及探伤室具体位置见图2-3，探伤室平面布置图详见图2-4。

2. 项目规模

该项目环评规模为4座探伤室，4台X射线探伤机，用于室内（固定场所）作业。本次验收规模为4座探伤室，4台X射线探伤机。明细详见表2-1。

现状照片见图2-5。

表 2-1 探伤机明细表

型 号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	射束方向	类别	数量（台）
XXG-2505	250	5	定向	II	4

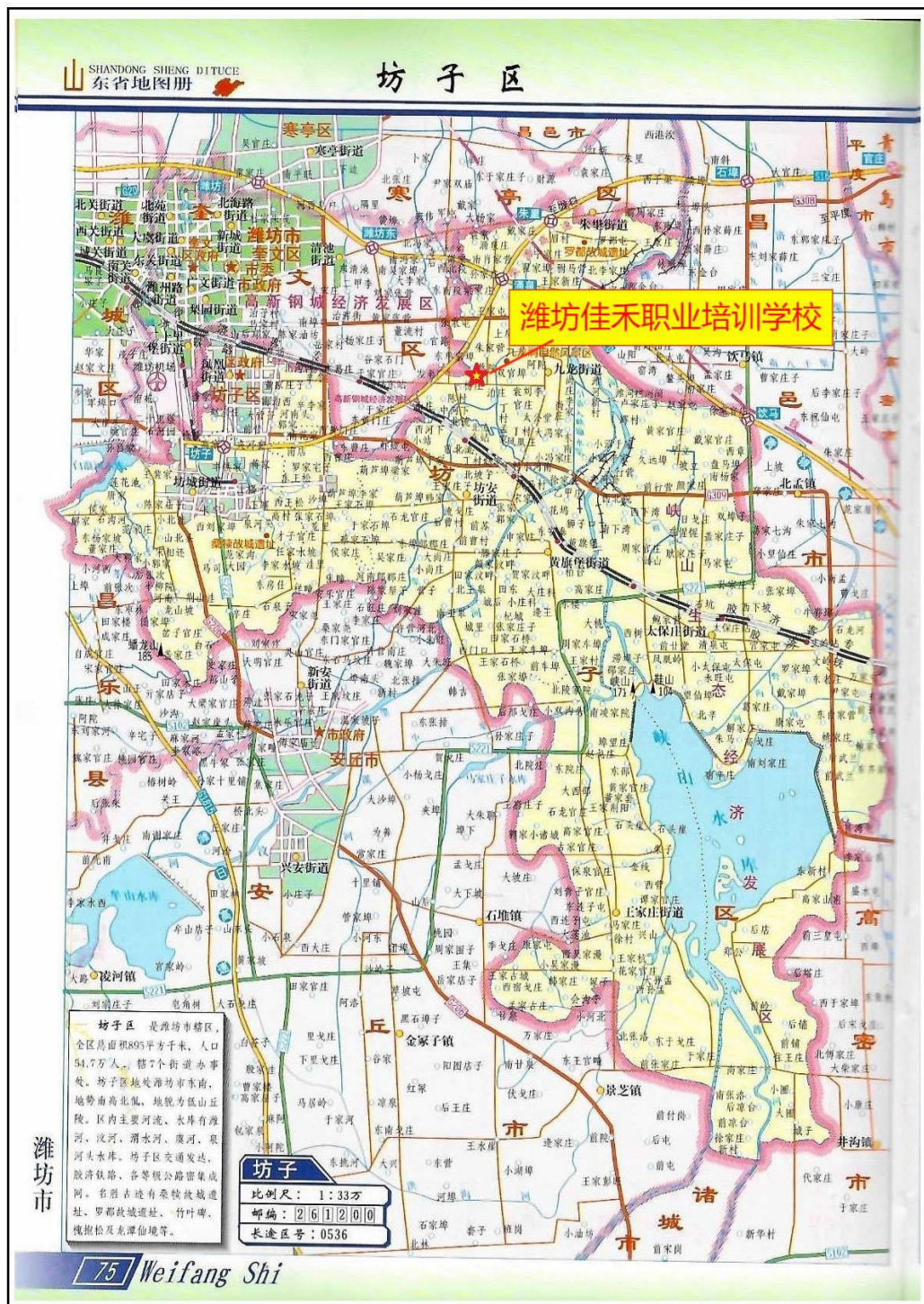


图 2-1 潍坊佳禾职业培训学校地理位置示意图



图 2-2 潍坊佳禾职业培训学校周边影像关系图

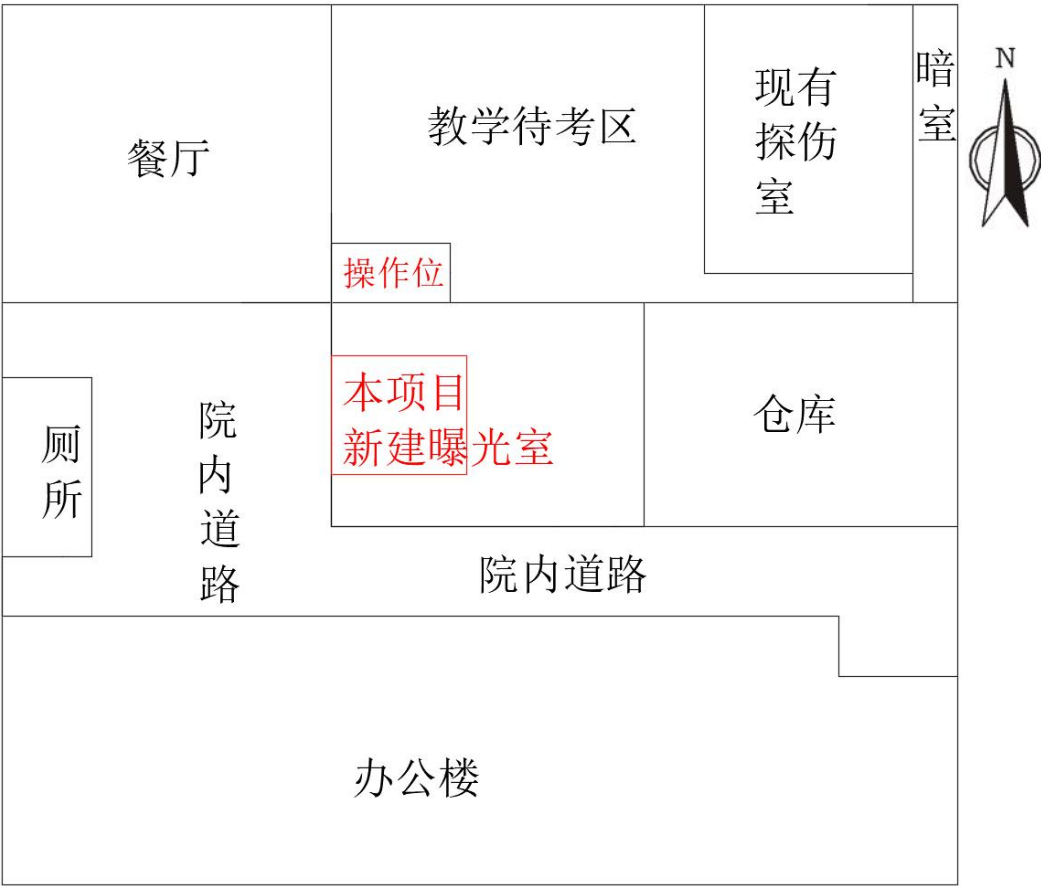


图 2-3 潍坊佳禾职业培训学校总平面布置示意图

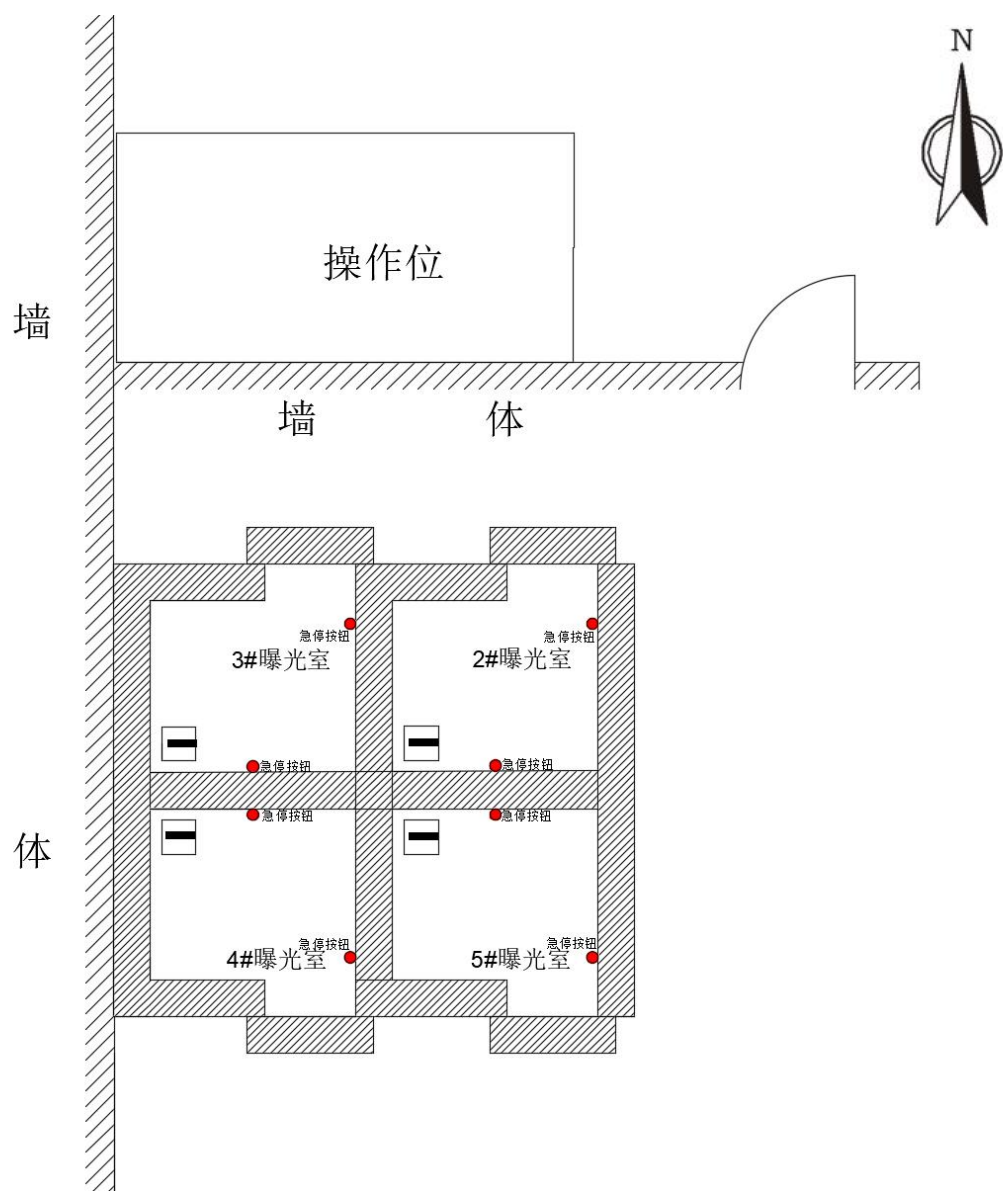


图 2-4 探伤室平面布置示意图

 电离辐射警告标志	 工作状态指示灯
防护门	大防护门
 急停按钮 急停按钮	 急停按钮
急停按钮	急停按钮
 通风口	 通风管道
通风口	通风管道

	
监控探头	办公楼
	
餐厅	西侧汽修店
	
东侧汽修店	废品回收站



图2-5 现场照片

2.2 工作原理和工作流程

2.2.1 工作原理

1. X 射线探伤机结构

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。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。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。

2. X 射线产生原理

电子去撞击阳极靶，从而产生 X 射线。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来。聚焦杯的作用是使这些电子聚焦成束，直接向阳极中的靶体射去。高压加在 X 射线管两极之间，使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度。靶体一般用高原子序数的难熔金属，如钨或铂等制成。当电子到达靶原子核附近时，在原子核库仑场的作用下，运动突然受阻，其能量以电磁波(X 射线)的形式释放。为减少无用的低能光子的照射，常用适当厚度的过滤片把低能光子滤掉。

典型的 X 射线管结构见图 2-6。

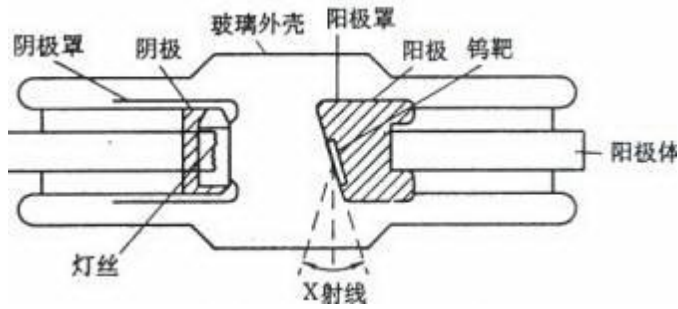


图 2-6 典型的 X 射线管结构图

3. X 射线检测原理

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。在操作过程中，X 射线管产生的 X 射线穿过受检工件传输到接收板，通过转换器将不可见的 X 射线检测信号转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上，显示的图像能提供检测材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，在显示器屏幕上直接观察检测结果，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到检测的目的。

4. X 射线探伤机主要技术参数

本项目 X 射线探伤机主要技术参数见表 2-2。

表 2-2 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

型 号	生产厂家	最大管电压	最大管电流	射线管辐射角	射束
XXG-2505	丹东东方射线仪器有限公司	250kV	5mA	40° ± 5°	定向

2.2.2 工作流程

X 射线探伤机每隔一段时间后需进行训机，然后出曝光曲线。训机的目的是为了提 高 射线管真空度，如果真空度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管，导致故障，甚至报废。

工作人员在进行 X 射线探伤前，先将被探伤工件连接接收板，然后将被探伤工件放在曝光室内，根据工件大小以及焊缝位置，将 X 射线探伤机固定在适当的位置，关闭防护门，接通电源，接收板接收透过物体的 X 射线，图像传送到计算机处理，由计算机经过软件处理输出图像，出具探伤报告。X 射线探伤机存放于曝光室内，不另行设置贮存场所。

X射线探伤机进行探伤室探伤主要工作流程如图2-7所示。

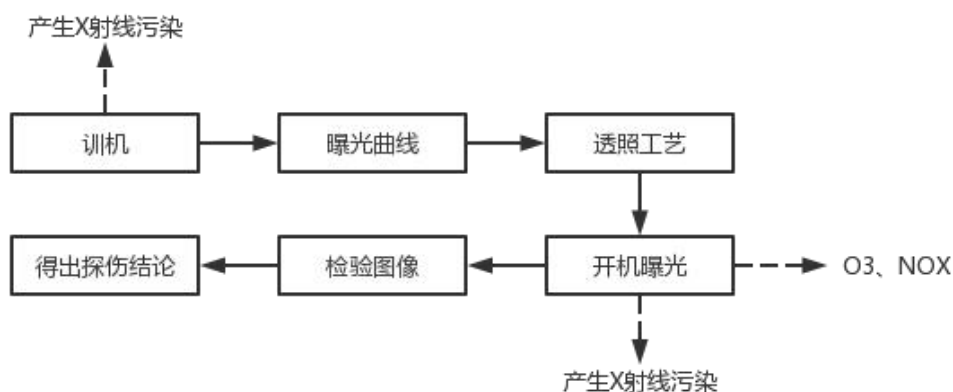


图 2-7 X 射线探伤机进行探伤室探伤工作流程示意图

2.3 主要放射性污染物和污染途径

1. X 射线

X 射线探伤机在工作时会产生 X 射线，X 射线会对工作人员及公众造成危害。另外，散射射线以及射线机泄漏射线也会对人员造成放射危害。X 射线探伤机停止工作时，X 射线随之消失，不会对周围人员产生危害。

2. 放射性废物

本项目不产生放射性固体废弃物、废水、废气。

3. 非放射性污染物

X 射线机产生的 X 射线会使空气电离。空气电离产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，在 NO_x 中以 NO_2 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。各曝光室内西南角（有的西北角）上方设有机械通风装置，通风机排风量 $100m^3/小时$ ，曝光室净容积约为 $5.13m^3$ ，能够满足“每小时有效通风换气次数不小于 3 次”的要求，可有效降低有害气体浓度，满足防护要求。

本次验收监测项目为 X- γ 辐射剂量率。

三、环评及批复要求落实情况

3.1 环境影响报告表与验收情况的对比

潍坊佳禾职业培训学校 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表与验收情况的对比见表 3-1。

表 3-1 环境影响报告表与验收情况的对比

名 称	环评内容	现场状况
探伤室尺寸	四座探伤室规格一致,净长 1.8m,净宽 1.5m,净高 1.9m,净容积 5.13m ³	同环评
探伤室四周墙体、室顶防护厚度	四周墙体: 10mm 钢板+300mm 重晶石复合防护材料+10mm 钢板;	同环评
	室顶: 10mm 钢板+300mm 重晶石复合防护材料+10mm 钢板;	
	1#、2#曝光室北侧,3#、4#曝光室南侧各设计防护门 1 个,用于工件、人员进出,电动推拉门。防护门结构与墙体一致,为 10mm 钢板+300mm 重晶石复合防护材料+10mm 钢板,总厚度 320mm,门体尺寸为 1.1m×2.3m (宽×高),门洞尺寸 0.8m×1.9m (宽×高),防护门左、右、上、下与四周防护面搭接量分别为 15cm、15cm、20cm、20cm。	环评中 1#曝光室现为 3#曝光室,3#曝光室现为 4#曝光室,4#曝光室现为 5#曝光室。各防护门材质及厚度与环评一致。
通风装置	各曝光室室顶设计一方形通风口,1#、2#曝光室通风口位于室顶西南角,距离曝光室西墙 0.1m,距离曝光室南墙 0.1m;3#、4#曝光室通风口位于室顶西北角,距离曝光室西墙 0.1m,距离曝光室北墙 0.1m;通风口尺寸为 300mm×300mm,通风口外拟安装机械通风装置,排风量为 100m ³ /h,排风口外拟安装 12mmPb 的防护罩。	北侧两个曝光室通风口位于室顶西南角,距离曝光室西墙 0.1m,距离曝光室南墙 0.1m;南侧两个曝光室通风口位于室顶西北角,距离曝光室西墙 0.1m,距离曝光室北墙 0.1m;通风口尺寸为 300mm×300mm,通过通风管道排至仓库西侧外环境
电离辐射警告标志	各曝光室防护门均设计有电离辐射警告标志	各防护门均张贴电离辐射警告标志
门机连锁装置	各曝光室防护门均设计有门-机连锁装置	各防护门均已安装门机连锁装置
工作状态指示灯和声光报警装置	各曝光室防护门门口和探伤室内部同时设有显示“预备”和“照射”状态的工作指示灯和声光报警装置。	各探伤室均已安装工作状态指示灯
急停按钮位置	各曝光室内设计 3 处紧急停机按钮,控制台自带紧急停机按钮,急停按钮带有标签,并标明使用方法。	各曝光室内设有 2 处紧急停机按钮,控制台自带紧急停机按钮,急停按钮带有标签,并标明使用方法。急停按钮可以使人员在曝光室

		内任何位置时都不需要穿过主射束就能够使用，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。
控制区及监督区	曝光室内部设置为控制区，曝光室周围区域划分为监督区。	同环评
配置辐射防护用品和监测仪器	学校现已配备 1 台 BS9511 辐射巡检仪及 1 部 FY-II 型个人剂量报警仪，拟新增 4 部个人剂量报警仪	学校配有 1 台 BS9511 型辐射环境检测仪，5 部 LK3600 型个人剂量报警仪
建立个人职业档案	对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；建立辐射工作人员个人剂量档案。	学校 6 名辐射工作人员配备了个人剂量计，建立了个人剂量档案。

3.2 环境影响报告批复与验收情况的对比

潍坊佳禾职业培训学校 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表批复与验收情况的对比见表 3-2。

表 3-2 环境影响报告表批复意见与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（综述）		验收时落实情况
一、项目属于新建项目，位于潍坊市坊子区凤凰大街 2269 号，新建四座探伤室，包括曝光室、操作室，拟购 3 台 XXG-2505 型 X 射线探伤机，调用现有的 1 台探伤机到本项目，用于固定（室内）场所无损检测。本项目仅为本学校教学培训考试工作服务。设备最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，属使用 II 类射线装置。现持有辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[07877]，许可种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2025 年 6 月 3 日。		项目属于新建项目，位于潍坊市坊子区凤凰大街 2269 号，新建四座探伤室，包括曝光室、操作室，购置了 3 台 XXG-2505 型 X 射线探伤机，调用现有的 1 台探伤机到本项目，用于固定（室内）场所无损检测。本项目仅为本学校教学培训考试工作服务。设备最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，属使用 II 类射线装置。学校已重新申领了辐射安全许可证，证书编号为鲁环辐证[07877]，许可种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2027 年 12 月 5 日。
二、你校应严格落实环境影响报告表及以下要求，		完善辐射安全与防护措施，开展辐射工作；
（一）严格执行辐射安全管理制度	1. 落实辐射安全管理责任制。学校法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立辐射安全与环境保护管理机构，明确辐射工作岗位，落实岗位职责。指定 1 名本科以上学历的专职技术人员统一负责辐射安全管理工作，落实岗位职责；	学校落实了辐射安全责任制，明确了法定代表人为辐射安全工作第一责任人。设立了辐射安全与环境保护管理科，并安排了 1 名本科学历的技术人员 吴伟海 负责辐射安全管理工作。

	辐射工作场所应安排技术人员负责辐射工作。	
	2. 制定并落实 X 射线装置使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备维修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。	学校制定有《辐射防护与安全管理制 度》、《X 射线机安全操作规程》、《X 射线检测人员岗位责任制度》、《设备 检修维护制度》、《辐射监测方案》、 《射线装置使用登记制度》、《辐射工 作人员培训制度》等制度，建立了辐射 安全管理档案。
(二) 加 强 辐 射 工 作 人 员 的 安 全 和 防 护 工 作	1. 加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。	学校落实了人员培训，制定了《辐射工 作人员培训制度》，学校 6 名辐射工 作人员均通过了国家核技术利用辐射安全 能与防护考核。
	2. 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的要求建立辐射工作人员个人剂量档案。辐射工作人员应规范佩戴个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，及时向生态环境部门报告。	学校为辐射工作人员配备了个人剂量 计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。 建立了辐射工作人员个人剂量档案，做 到了 1 人 1 档。
(三) 做 好 辐 射 工 作 场 所 的 安 全 和 防 护 工 作	1. 落实射线装置工作场所实体防护，做到探伤室出入口及屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 μ Gy/h。	根据本次验收监测结果，探伤室出入口 及屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不 大于 2.5 μ Gy/h。
	2. 在辐射工作区域和射线装置设备的醒目位置，设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。	探伤室防护门等醒目位置上贴有符合 《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。
	3. 探伤室落实门-机联锁装置、工作状态指示、急停按钮灯等辐射安全与防护措施，射线装置所在工作车间落实监视系统等管理措施，非工作人员严禁入内。	探伤室门-机联锁装置、工作状态指示灯 和急停按钮等辐射安全与防护设施安全 有效，各探伤室内安装有监控探头，探 伤室禁止非工作人员入内。

	4. 落实工业 X 射线装置及辐射安全防护设施的维护、维修，并建立维修、维护档案，确保辐射安全防护措施安全有效。	学校制定有《设备检修维护制度》，建立了维护、维修档案，辐射安全防护措施安全有效。
	5. 配备 1 台辐射巡检仪，制定并严格执行辐射环境监测计划，开展辐射环境监测，并向生态环境部门上报监测数据。	学校配备了 1 台 BS9511 型辐射巡检仪，制定了《辐射监测方案》，定期开展辐射环境监测，并做好监测记录。
（四）开展本单位辐射安全和防护状况的年度评估，每年 1 月 31 日前向我局提交年度评估报告。		学校每年将按照要求提交辐射安全和防护状况的年度评估报告。
（五）制定并定期修订辐射事故应急预案，组织开展应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生健康等部门报告。		学校制定了《射线装置辐射事故处理应急预案》，组织开展了应急演练。学校未发生过辐射事故。

四、验收监测标准及参考依据

4.1 验收标准

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定,工作人员的
职业照射和公众照射的有效剂量限值列入表 4-1。

表 4-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

职 业 工 作 人 员		公 众	
身体器官	年有效剂量 或年当量剂量	身体器官	年有效剂量 或年当量剂量
全身均匀照射	$\leq 20\text{mSv}$	全身均匀照射	$\leq 1\text{mSv}$

注:表中剂量限值不包括医疗照射和天然本底照射。

1. 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 应对任何工作人员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 年的平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均),
20mSv;
- b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

B1.2 公众照射

B1.2.1 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. 年管理剂量约束值

根据辐射环境影响评价报告表,取年有效剂量限值的 1/10 作为年管理剂量约束
值,即对工作人员年管理剂量约束值不超过 2mSv;对于公众年管理剂量约束值不超过
0.1mSv。

4.2 参考标准

本报告有关事项,参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的有关规定。
标准中 6.1 探伤室放射防护要求规定:

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。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内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。

4.3 参考依据

根据《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》(山东省环境监测中心站, 1989年), 潍坊环境天然辐射水平见表4-2。

表 4-2 潍坊市环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	4.30~16.26	6.16	1.28
道 路	3.35~17.70	6.07	1.73
室 内	6.84~23.89	10.57	2.12

五、验收监测

5.1 现场监测

为掌握学校 X 射线探伤机正常运行情况下探伤室周围的辐射环境水平，对学校探伤室周围剂量率进行了现场监测，根据现场条件和相关监测标准、规范的要求合理布点。

1. 监测单位

山东丹波尔环境科技有限公司，已通过生态环境认证，证书编号 221512052438。

2. 监测项目

X-γ 辐射剂量率。

3、监测时间与环境条件

2022 年 12 月 30 日。天气：晴；温度-1.5℃；相对湿度 48.7%。

4. 监测方法

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)，将仪器接通电源预热 15min 以上，仪器探头距离被测表面 30cm，设置好测量程序，每组读取 10 个数据，经过仪器校准因子校准，计算均值和标准偏差。

5. 监测仪器

便携式 FH40G+FHZ672E-10 型 X-γ 剂量率仪。监测仪器主要技术参数见表 5-1。

表 5-1 监测仪器参数一览表

序号	项 目	参 数
1	仪器名称	便携式 X-γ 剂量率仪
2	仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
3	系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h
4	天然本底扣除探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h
5	能量范围	33keV~3MeV
6	检定单位	山东省计量科学研究院
7	检定证书编号	Y16-20222192
8	检定有效期至	2023 年 12 月 20 日

6. 监测工况

本项目 4 座曝光室使用 4 台 X 射线探伤机，型号均为 XXG-2505 型。本次验收监测时工况如表 5-2 所示。

表 5-2 监测工况表

探伤机型号	数量	额定参数		监测时工况		有无工件
		管电压 (kV)	管电流 (mA)	管电压 (kV)	管电流 (mA)	
XXG-2505	4 台	250	5	220	5	无

7. 检测技术规范

- 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

5.2 监测结果

监测点位距离探伤室防护墙、室顶和防护门外表面 30cm。监测点位示意图见图 5-1。探伤机监测结果见表 5-3。

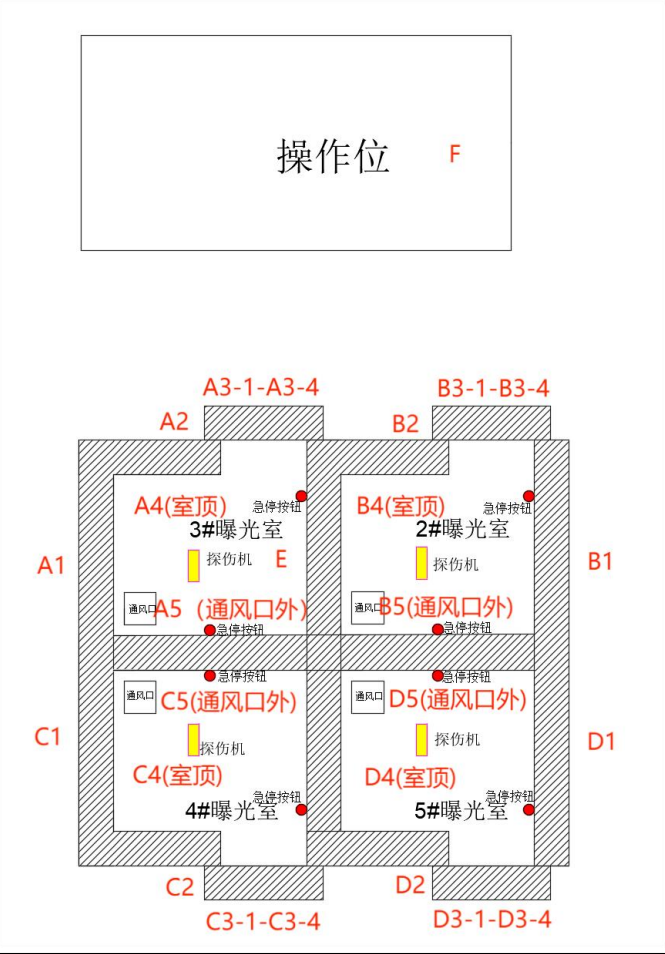




图 5-1 监测点位示意图

表 5-3 探伤机开-关机状态下探伤室周围 X-γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	关机状态		开机状态	
		剂量率	标准差	剂量率	标准差
A1	3#曝光室西墙外 30m 处	91.1	0.74	98.3	1.48
A2	3#曝光室北墙外 30m 处	93.2	1.20	151.5	1.52
A3-1	3#曝光室防护门左侧门缝 30cm 处	--	--	291.8	2.06
A3-2	3#曝光室防护门中间位置 30cm 处	85.3	0.43	113.9	2.16
A3-3	3#曝光室防护门右侧门缝 30cm 处	--	--	240.1	1.90
A3-4	3#曝光室防护门下侧门缝 30cm 处	--	--	96.3	1.32
A4	3#曝光室屋顶外 30cm 处	91.0	1.23	93.9	2.10
A5	3#曝光室通风口外 30cm 处	91.5	1.42	1.73 μGy/h	0.02
B1	2#曝光室西墙外 30m 处	93.6	1.51	102.1	1.41
B2	2#曝光室北墙外 30m 处	93.5	1.51	119.5	1.35

B3-1	2#曝光室防护门左侧门缝 30cm 处	--	--	100.6	1.58
B3-2	2#曝光室防护门中间位置 30cm 处	85.6	0.95	104.6	1.51
B3-3	2#曝光室防护门右侧门缝 30cm 处	--	--	143.0	2.63
B3-4	2#曝光室防护门下侧门缝 30cm 处	--	--	99.7	1.43
B4	2#曝光室室顶外 30cm 处	91.6	1.51	96.5	1.51
B5	2#曝光室通风口外 30cm 处	92.5	1.34	381.0	3.74
C1	4#曝光室西墙外 30m 处	90.6	1.35	95.6	1.78
C2	4#曝光室北墙外 30m 处	92.3	1.52	96.9	1.55
C3-1	4#曝光室防护门左侧门缝 30cm 处	--	--	98.8	1.25
C3-2	4#曝光室防护门中间位置 30cm 处	85.1	0.24	94.7	1.51
C3-3	4#曝光室防护门右侧门缝 30cm 处	--	--	312.2	2.06
C3-4	4#曝光室防护门下侧门缝 30cm 处	--	--	109.1	2.51
C4	4#曝光室室顶外 30cm 处	91.6	0.97	100.7	1.58
C5	4#曝光室通风口外 30cm 处	93.1	2.08	2.28 μGy/h	0.01
D1	5#曝光室西墙外 30m 处	94.4	2.21	95.3	1.62
D2	5#曝光室北墙外 30m 处	90.7	1.21	133.6	1.45
D3-1	5#曝光室防护门左侧门缝 30cm 处	--	--	213.6	1.70
D3-2	5#曝光室防护门中间位置 30cm 处	86.9	0.34	92.7	1.43
D3-3	5#曝光室防护门右侧门缝 30cm 处	--	--	134.7	2.75
D3-4	5#曝光室防护门下侧门缝 30cm 处	--	--	97.4	1.34
D4	5#曝光室室顶外 30cm 处	92.7	1.27	104.6	1.84
D5	5#曝光室通风口外 30cm 处	90.9	0.95	2.20 μGy/h	0.02
E	2#、4#、5#曝光室内设备开机时 3# 曝光室内	--	--	114.1	1.99
F	操作位	87.0	0.30	101.9	0.79
G1	教学候考区	85.8	0.48	95.7	1.58

G2	餐厅	85.1	0.53	93.5	1.51
G3	办公楼	87.2	0.41	93.5	1.51
G4	西侧维修店	87.0	0.34	96.2	1.60
G5	东侧维修店	86.9	0.31	92.9	1.89
G6	废品回收站	86.9	0.84	94.8	1.70
范 围		85.1~94.4		92.7nGy/h~ 2.28μGy/h	

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 10.9nGy/h，宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；

2. 除 E 点外，其他点位开机检测时，4 座曝光室内探伤机同时开机，开机电压 220kV，电流 5mA；

3. 检测时，探伤机主射束均向西照射；曝光室内均无工件。

以上可知，X 射线探伤机在关机状态下，探伤室外剂量率为（85.1~94.4）nGy/h，处于潍坊市环境天然辐射水平范围内；X 射线探伤机开机状态下，探伤室四周屏蔽墙外、室顶和防护门外 30cm 处剂量率为（92.7nGy/h~2.28μGy/h），监测值均低于《工业探伤放射防护标准》GBZ117-2022 规定的标准限值。

六、职业和公众受照剂量

6.1 年有效剂量估算公式

$$H=0.7 \times D_r \times T \quad (6-1)$$

式中: H ——年有效剂量当量, Sv/a;

T ——年受照时间, h;

0.7 ——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数, Sv/Gy;

D_r ——X 剂量率, Gy/h。

6.2 照射时间确定

根据学校提供资料,本项目 X 射线探伤机年累计总曝光时间不超过 200h, 每台探伤机曝光时间为 50h。学校有 6 名辐射工作人员。

6.3 职业工作人员受照剂量

学校配备了 6 名辐射工作人员。学校已委托了有资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量检测。学校为辐射工作人员建立了个人剂量档案, 按照相关要求进行了档案填写, 做到了 1 人 1 档。

因本项目探伤室刚建成, 工作人员的受照剂量未到检测周期, 本次采用验收检测的数据进行理论分析。根据本次验收监测结果, 探伤机开机时辐射工作人员活动区域在操作位或者曝光室内(存在人员在曝光室内其他曝光室开机的情况), 其他 3 座曝光室内设备开机时, 曝光室内检测数据为 114.1nGy/h。

考虑 4 台探伤机不全部同时开机的情况, 职业工作人员受照射时间可能大于 50h, 保守按照 100h 计算, 居留因子取 1, 由公式 (6-1) 估算职业人员的年有效剂量为:

$$H=0.7 \times D_r \times T=0.7 \times 114.1 \times 100 \approx 0.008 \text{mSv/a}$$

以上可知, 辐射工作人员的最大受照剂量约为 0.008mSv/a, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定 20mSv 的剂量限值, 也低于环评报告提出的 2.0mSv 的年管理剂量约束值。

6.4 公众成员受照剂量

1. 学员的年有效剂量

学员考核时处于曝光室内或者操作位, 根据上述计算结果, 曝光室内的辐射剂量

率较大，为 114.1nSv/h，每个学员考核时间为 20min，保守按照曝光室内的辐射剂量率计算学员的受照剂量。居留因子取 1，由公式（6-1）估算出公众成员的年有效剂量为：

$$H=0.7 \times 114.1 \times 20/60 \times 1 \approx 2.66 \times 10^{-5} \text{mSv}$$

由以上估算结果可以看出，学员的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

2. 公众成员的年有效剂量

X 射线探伤机工作状态下，对公众成员影响的区域主要在曝光室四周，居留因子取 1/4，根据检测结果，最大剂量率为 3#曝光室防护门右侧门缝 30cm 处，检测数据位 312.2nGy/h，由公式（9-5）估算出公众成员的年有效剂量为：

$$H=0.7 \times 312.2 \times 100 \times 1/4 \approx 5.46 \times 10^{-3} \text{mSv}$$

由以上估算结果可以看出，公众成员的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

3. 保护目标处的年有效剂量

X 射线探伤机工作状态下，各保护目标处公众成员的年有效剂量计算详见表 6-1。

表 6-1 本项目公众成员的年有效剂量

保护目标	最大剂量率 (nGy/h)	时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
教学候考区	95.7	100	1	6.70×10^{-3}
餐厅	93.5	100	1	6.55×10^{-3}
办公楼	93.5	100	1	6.55×10^{-3}
西侧维修店	96.2	100	1	6.73×10^{-3}
东侧维修店	92.9	100	1	6.50×10^{-3}
废品回收站	94.8	100	1	6.64×10^{-3}

由以上估算结果可以看出，保护目标处的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

七、辐射安全管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第 3 号）及环境保护主管部门的要求，射线装置和同位素使用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此对学校的辐射环境管理和安全防护措施进行了核查。

7.1 组织机构

学校成立了辐射安全与环境保护管理科，签订了《辐射安全责任书》，明确了法人代表为辐射工作安全第一责任人，并安排了 1 名本科学历的技术人员 吴伟海 负责辐射安全管理工作。

7.2 辐射安全管理制度及其落实情况

1. 工作制度。制定了《辐射防护与安全管理制度》、《X 射线检测人员岗位责任制度》、《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记制度》等制度。

2. 操作规程。制定了《X 射线机安全操作规程》，并严格按照操作规程中的要求填写操作记录。

3. 应急预案。编制了《射线装置辐射事故处理应急预案》，开展了应急演练。

4. 监测方案。编制了《辐射监测方案》，配备了 1 台 BS9511 型辐射巡检仪。

5. 人员培训。制定了《辐射工作人员培训制度》。6 名辐射工作人员，均通过了辐射安全与防护考核。

6. 个人剂量。6 名辐射工作人员，学校委托有资质单位进行个人剂量检测，并建立了工作人员个人剂量档案，1 人 1 档。

7. 年度评估。学校将按要求编写辐射安全与防护状况年度评估报告，并按要求提交。

8. 配备了监测设备、报警仪器和辐射防护用品，1 台 BS9511 型辐射巡检仪，4 部 LK3600 型个人剂量报警仪。

八、验收监测结论与建议

8.1 结 论

8.1.1 项目概况

为满足职业技能培训考试的需要，学校在院内仓库东南角新建 4 座探伤室，并购置 3 台 X 射线探伤机，调用现有的 1 台探伤机到本项目（属于 II 类射线装置），用于固定（室内）场所无损检测。

2022 年 10 月，学校委托编制了《潍坊佳禾职业培训学校 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，并于 2022 年 11 月 16 日通过了潍坊市生态环境局坊子分局的审批（坊环辐表审〔2022〕003 号）；2022 年 12 月 6 日学校重新申领了辐射安全许可证（鲁环辐证〔07877〕），许可种类和范围：使用 II 类射线装置，有效期至 2027 年 12 月 5 日。

8.1.2 现场检查结果

学校成立了辐射安全与环境保护管理科，确定了岗位职责。配备了 6 名辐射工作人员，均通过了辐射安全与防护考核。制定了《辐射防护与安全管理制度》《X 射线机安全操作规程》《X 射线检测人员岗位责任制度》《设备检修维护制度》《辐射监测方案》《射线装置使用登记制度》《辐射工作人员培训制度》等制度，编制了《射线装置辐射事故应急预案》等，并规定每年进行应急演练。开展了个人剂量检测和健康查体，建立了个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。

8.1.3 辐射安全防护情况

1. 探伤室防护情况与环评材料一致。

2. 本项目验收规模为 4 台 X 射线探伤机和 4 座探伤室。探伤室设有工作状态指示灯、电离辐射警告标志及门机联锁装置，操作位和探伤室内南北墙、东墙设有急停按钮。

3. 学校配有 1 台 BS9511 型辐射巡检仪，4 部 LK3600 型个人剂量报警仪。6 名辐射工作人员均佩带了个人剂量计。

8.1.4 现场监测结果

X 射线探伤机在关机状态下，探伤室外剂量率为（85.1~94.4）nGy/h，处于潍坊市环境天然辐射水平范围内。X 射线探伤机开机状态下，探伤室四周屏蔽墙外、

室顶、通风口和防护门外 30cm 处剂量率为 (92.7nGy/h~2.28μGy/h)，监测值均低于《工业探伤放射防护标准》GBZ117-2022 规定的标准限值。

8.1.5 职业人员与公众受照剂量结果

经估算，辐射工作人员最大年有效剂量约为 0.008mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 20mSv 的剂量限值，也低于环评报告提出的 2.0mSv 的年管理剂量约束值。

经估算，公众成员最大年有效剂量约为 6.73×10^{-3} mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 1mSv 的剂量限值，低于环评报告提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

综上所述，潍坊佳禾职业培训学校 X 射线探伤机及探伤室应用项目环保手续、辐射安全管理制度齐全，落实了辐射安全防护措施，该项目对职业人员和公众成员是安全的，对周围环境的影响满足标准要求。具备建设项目竣工环境保护验收合格的条件。

8.2 建议

1. 适时完善辐射安全规章制度。
2. 加强个人剂量档案管理。