核技术利用建设项目

吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司
X 射线探伤机核技术利用项目

环境影响报告表

（报批版）

吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司

2023 年 8 月

生态环境部监制

《吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表》依据专家意见内容修改单

序号	专家意见	修改页码
1	细化探伤机主要参数，补充危险废物暂存间利旧情况；	P14、17、18
2	完善屏蔽计算相关参数，细化辐射场所分区；	P17、20、30、31
3	完善事故风险分析。	P18、33、34

核技术利用建设项目

吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司 X 射线探伤机核技术利用项目
环 境 影 响 报 告 表

建设单位名称：吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司

建设单位法人代表：王金志

通讯地址：长春九台经济开发区卡伦工业园区

邮政编码：130000　　联 系 人：

电子邮箱：jinpyj@126.com　　联系电话：

表 1　项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司 X 射线探伤机核技术利用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>王金志</td><td colspan="2">联系人</td><td>联系电话</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">长春九台经济开发区卡伦工业园区</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">长春九台经济开发区卡伦工业园区吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司生产车间二北侧新建探伤室</td></tr>
<tr><td colspan="2">厂区中心
地理坐标</td><td colspan="6">东经：125° 31’17.076″，北纬：43° 59’18.744″</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">——</td><td>批准文号</td><td colspan="2">——</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>40</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>22.3</td><td>投资比例(环保投资/总投资)</td><td>55.8%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">■新建　□改建　□扩建　□其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td>60</td></tr>
<tr><td rowspan="8">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅰ类　□Ⅱ类　□Ⅲ类　□Ⅳ类　□Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□Ⅰ类(医疗使用)　□Ⅱ类　□Ⅲ类　□Ⅳ类　□Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙　□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□Ⅱ类　□Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅱ类　□Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>■使用</td><td colspan="5">■Ⅱ类　□Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述

1.项目单位情况、项目由来及建设规模

1.1 项目单位情况

吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司（营业执照见附件 1）成立于 2007 年 08 月 15 日，位于长春九台经济开发区卡伦工业园区，经营范围包括提取罐、浓缩罐、发酵罐、非标设备制造、安装等。《吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司制药、食品、化工、环保设备制造项目环境影响报告表》由原九台市环境保护局于 2007 年 7 月 17 日进行了批复，见附件 2。

1.2 项目由来

为了保证公司产品的质量，吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司拟在公司生产车间二北侧新建一间探伤室，使用 1 台 X 射线探伤机，对公司产品进行无损检测。

根据《射线装置分类》分类中相关规定，本项目拟使用的 X 射线探伤机属于Ⅱ类射线装置。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》本项目须依法履行环评手续，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中有关规定，可知本项目应进行环境影响报告表的编制。受吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司的委托，长春市博煜环保工程有限公司承担该项目的环境影响评价工作。

1.3 项目建设规模

公司拟在生产车间二北侧 1m 处新建一间探伤室，使用 1 台 X 射线探伤机，对公司产品进行无损检测，在生产车间二东北角建设操作室、暗室和危废暂存间，拆除生产车间二与探伤室之间的现有彩钢墙，探伤室东墙和西墙与现有生产车间二采用彩钢围墙连接，使待检工件从生产车间二可直接进入探伤室内接受检测。

新建探伤室为单层混凝土结构，无地下建筑物，其内尺寸长 7m，宽 5.4m，高 3.13m，有效使用面积约为 38.5m^2。拟应用 X 射线探伤机为便携式定向型 X 射线探伤机，型号为 XXQ2505 型，最大管电压为 250kV，最大输出管电流为 5mA，属于Ⅱ类射线装置。本项目探伤机在进行无损探伤检测时只在探伤室内使用，在使用时探伤机固定于支架上，主射线方向朝西。公司待检工件尺寸最大直径为 1.6m，长度为 4m，可通过地面预埋铁轨进入探伤室内进行探伤作业，不存在需要开门探伤作业的情况。

1.4 劳动定员及年出束时间

吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司拟配备 2 名辐射工作人员，控制探伤机工作，执行每天单白班 8 小时工作制度。

项目运行后探伤机每天最多曝光 10 次，每次曝光出束时间约 3-6min，年工作时间约 250d，则探伤机年曝光总时间不超过 250h。

2.项目厂址选址及周边保护目标

吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司位于长春台经济开发区卡伦工业园区，公司拟在生产车间二北侧新建一间探伤室，项目地理位置图详见附图 1。

探伤室拟建位置现为厂区绿化带，种植 10 棵果苗；新建探伤室为单层混凝土结构，

无地下建筑物，拟建位置北侧 12m 为公司门卫，北侧 31m 为公司办公楼；西侧 42m 为生产车间一；南侧 1m 为生产车间二（内含本项目操作室）；西南侧 29m 为吉林省中造管业有限公司厂房；东南侧 50m 为瑞祥电力有限公司厂房，东南侧 33m 为长春东风灯具有限公司仓库；东北侧 39m 为长春东风灯具有限公司办公楼。详见附图 2。

探伤室周围 50m 范围内无居民区和学校等敏感建筑物，探伤室设有防护门，与非放射性工作场所隔开，探伤室南侧 1m 处设有操作室，探伤机主射线方向朝西，工作人员在操作间隔室控制探伤机工作，避开主射束方向，选址合理。

3.项目投资

项目总投资为 40 万元，其中环保投资为 22.3 万元，环保投资明细见表 1-1。

表 1-1　环保投资一览表

序号	项目	投资（万元）
1	探伤室屏蔽墙和铅防护门	14.4
2	联锁装置（门机联锁、灯机联锁）、紧急停机开关、紧急开门开关灯	1.3
3	辐射标志、状态显示、警笛提示	0.5
4	个人剂量计、个人剂量报警仪	0.6
5	固定式辐射探测报警仪、便携式辐射监测仪器	3.2
6	视频监视装置	0.8
7	机械通风系统	1.5
总计		22.3

4.产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号），本项目 X 射线探伤装置属于国家鼓励类第十四项“机械”中的第 6 条“科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”中的无损检测设备，符合国家的产业政策。

5.单位现有核技术利用项目

本项目为吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司首个核技术利用项目。

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	活动类别	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	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》（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	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	1	XXQ2505	250	5	无损检测	生产车间二北侧探伤室	主射束方向朝西

（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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气，对环境影响较小。
废显影液、定影液	液态	/	/	/	/	/	废显（定）影液产生量约为 10kg/a，集中收集后暂存于暗室危废暂存间内	由资质单位处理
废胶片	固体	/	/	/	/	/	废胶片产生量约为 1kg/a，集中收集后暂存于暗室危废暂存间内	由资质单位处理

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/m^3；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/m^3）和活度（Bq）。

表 6　评价依据

法律法规及相关文件	1.《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起修订施行； 2.《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订施行； 3.《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行； 4.《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，1995 年 10 月 30 日颁布，2020.4.29 修订； 5.《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； 6.《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修订施行） 7.《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日实施）； 8.《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 5 月 1 日起施行； 9.《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（2021 年 1 月 1 日施行）； 10.《射线装置分类》，原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号；2017 年 12 月 5 日发布。 11.《吉林省生态环境保护条例》（2020 年 11 月 27 日吉林省第十三届人民代表大会常务委员会第二十五次会议修订施行）； 12.《吉林省辐射污染防治条例》（2004 年 7 月 28 日吉林省第十届人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，2004 年 9 月 1 日起施行）。
技术标准与规范	1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 2.《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）； 3.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

	4.《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 5.《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； 6.《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）,第 1 号修改单,2017 年 10 月 27 日修改施行； 7.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 8.《中国环境天然放射性水平》（原国家环境保护局，1995 年）； 9.《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023），2023 年 7 月 1 日实施。
其他	1.《中国环境天然放射性水平》（原国家环境保护局，1995 年出版）； 2.《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 日起施行； 3.《吉林省生态环境厅关于核技术利用辐射安全与防护培训考核有关事项的通告》吉林省生态环境厅，2020.5.13； 4.吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司与长春市博煜环保工程有限公司签订的环境影响评价技术咨询合同； 5.吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司提供的与本项目相关其他资料。

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》（HJ10.1-2016）的规定，射线装置应用项目的评价范围取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围，根据本项目的实际情况，确定本项目评价范围为探伤室外 50m 范围。

保护目标

本项目环境保护目标主要为该公司辐射工作人员及探伤室周围活动的公众成员，本项目评价范围内保护目标情况见表 7-1。

表 7-1　本项目评价范围内保护目标情况一览表

序号	敏感目标	建筑类型	人员类别	方位/位置	与探伤室相对距离	人员数量
1	操作室	单层	职业人员	南侧	1m	2 人
2	门卫	单层	公众	北侧	12m	1 人
3	办公楼	3 层	公众	北侧	31m	7 人
4	生产车间一	单层	公众	西侧	42m	10 人
5	生产车间二	单层	公众	南侧	1m	10 人
6	吉林省中造管业有限公司厂房	单层	公众	西南侧	29m	20 人
7	瑞祥电力有限公司厂房	单层	公众	东南侧	50m	15 人
8	长春东风灯具有限公司仓库	单层	公众	东南侧	33m	2 人
9	长春东风灯具有限公司办公楼	3 层	公众	东北侧	39m	10 人

评价标准

1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

1.1 剂量限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中附录 B 部分规定：

①第 B1.1.1.1 款：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：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。

②第 B1.2.1 款：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：年有效剂量，1mSv。

1.2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）11.4.3.2中规定：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。

本项目选取公众、工作人员评价标准如下：

公众：采用公众照射剂量限值的10%为约束剂量，即0.1mSv/a。

工作人员：采用年有效剂量限值的25%为约束剂量，即5mSv/a。

2.空气γ辐射剂量率

本项目位于长春地区，γ辐射剂量率本底水平参考原国家环境保护局《中国环境天然放射性水平》(1995年10月)中吉林省和长春地区陆地、室内γ辐射剂量率，摘录列于表7-2。

表7-2　　环境本底γ辐射空气吸收剂量率范围　　单位：nGy/h

地　市	陆地γ辐射空气吸收剂量率范围	室内γ辐射空气吸收剂量率范围
吉林省	18.9～128.6	30.8～208.6
长春地区	39.3～115.9	55.6～144.4

3.《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

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100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/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2.5μSv/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100μSv/h。

本项目辐射剂量率控制水平：

探伤室四周墙及防护门表面外30cm处剂量率不超过2.5μSv/h；

本项目没有人员到达探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量取100μSv/h。

表 8　环境质量和辐射现状

1.项目地理和场所位置

项目位于长春九台经济开发区卡伦工业园区吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司，属于建成区，长春市位于北半球中纬度地带，欧亚大陆的中国东北大平原的腹地，地质结构较为稳定。地理位置见附图 1。

本项目拟建探伤室位于公司生产车间二北侧，见附图 2。

2.环境现状评价对象

项目运营过程中会产生少量废气（主要为臭氧），无生产废水产生，运营期主要环境影响为探伤机运行产生的辐射影响，故本项目环境现状评价对象主要为评价范围内辐射环境质量现状。

3.辐射环境质量现状调查与评价

3.1 监测因子

γ辐射空气吸收剂量率。

3.2 监测点位

为了解本项目探伤室拟建位置周围环境状况，本次监测在公司厂区陆地环境、探伤室拟建位置及周围环境保护目标共布设 14 个γ辐射剂量率监测点位，监测点布设情况详见附图 2。

3.3 监测方案

为了解项目建设区域辐射环境质量现状，委托吉林省辐环检测有限公司对本项目拟建位置进行辐射环境现状监测并出具监测报告（编号 2023FH019D），详见附件 3。

3.3.1 监测时间及监测条件

2023 年 6 月 10 日，天气多云，温度 20℃，西北风 2 级，天气情况满足监测仪器使用要求。

3.3.2 监测仪器

仪器名称：分体式多功能辐射剂量率仪

型号规格：RJ32-3202

仪器编号：RJ3200010

检定日期：2023 年 2 月 1 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

检定证书编号：2023H21-20-4394021001

3.3.3 监测方法

依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中相关规定，测量γ辐射剂量率时，仪器探头放在支架上，探头灵敏体距地面1m高，每个测点连续测10个数值，每个数值的时间间隔为10秒。

3.4 质量保证措施

（1）测量人员经环境γ辐射剂量率测量相关专业培训，考核合格后上岗。

（2）环境γ辐射剂量率测量仪器每年检定一次，定期参加环境γ辐射剂量率测量比对。

（3）在能够保持稳定的室外环境中定期开展测量，绘制质量控制图，以检验环境γ辐射剂量率测量仪器工作状态的稳定性。

（4）每年检定时，检定单位采用检验源（^{137}Cs）检查环境γ辐射剂量率测量仪器k值，$k=|A_m/A_0-1|$（A_m、A_0分别为期间核查和检定/校准时仪器对检验源的净响应值，需考虑检验源衰变校正）。$k\leq0.1$，为合格；$k>0.1$，应对仪器进行检修，并重新检定/校准。

（5）环境γ辐射剂量率测量选用相对固有误差小的仪器，环境γ辐射剂量率测量扩展不确定度应不超过20%。

（6）质量保证活动应按要求作好记录，并确保所有记录信息的完整性、充分性和可追溯性。

3.5 监测结果

监测结果见表8-1，表中监测数值均已扣除仪器宇宙射线响应值。

表8-1　　环境γ辐射空气吸收剂量率监测结果　　单位：nGy/h

序号	监测点位	监测数值
1	厂区陆地环境	67.8
2	厂区陆地环境	65.9
3	探伤室拟建位置	66.4
4	探伤室拟建位置	67.0
5	探伤室拟建位置	68.0
6	探伤室拟建位置	67.9
7	北侧门卫	73.2

续表 8-1　　环境γ辐射空气吸收剂量率监测结果　　单位：nGy/h

序号	监测点位	监测数值
8	北侧办公楼	81.7
9	西侧生产车间一	76.1
10	南侧生产车间二	77.9
11	西南侧吉林省中造管业有限公司厂房	75.8
12	东南侧瑞祥电力有限公司厂房	78.3
13	东南侧长春东风灯具有限公司仓库	77.1
14	东北侧长春东风灯具有限公司办公楼	79.5

3.6 环境现状评价

由表 8-1 中监测数值可以看出，本项目厂区陆地环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为 65.9～67.8nGy/h，探伤室拟建位置陆地环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为 66.4～68.0nGy/h，周围环境保护目标室内环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为 73.2～81.7nGy/h，均在长春地区陆地及室内γ辐射剂量率变化范围内。

表 9　项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

本项目拟应用的 1 台便携式定向型 X 射线探伤机，属于Ⅱ类射线装置。

1.设备组成及工作方式

X 射线探伤机由 X 射线机、连接线、控制箱组成，实际工作过程中，建设单位根据探伤工件厚度等因素设定条件进行探伤。常见 X 射线探伤机见图 9-1 和图 9-2。



图 9-1　常见 x 射线探伤机控制箱



图 9-2 常见 x 射线探伤机外观图及连接电缆

本项目拟应用便携式定向型 X 射线探伤机型号为 XXQ2505 型，最大管电压为 250kV，最大输出管电流为 5mA，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）1 号修改清单中要求，250kV 管电压时，距辐射源点（靶点）1m 处输

出量保守取值 16.5×6×10^4=9.9×10^5 μSv·m^2/（mA·h）。

表 9-1　　本项目探伤机主要设备参数

项目	参数
名称	便携式定向型 X 射线探伤机
型号	XXQ2505
类别	II
最大管电压(kV)	250
最大管电流(mA)	5
距辐射源点（靶点）1m 处输出量（μSv·m^2/（mA·h））	9.9×10^5
主射线辐射角（°）	40
探伤工件尺寸	直径范围为 0.5-1.6m，最大长度为 4m
探伤工件厚度范围(mm)	10-30 钢（密度为 7.85g/cm^3）
工作方式	隔室操作，探伤机间歇式工作 1：1，工作 3-6 分钟，休息 3-6 分钟。

2.工作原理及工艺流程

2.1 工作原理

2.1.1 X 射线产生原理

X 射线探伤机核心部件主要由 X 射线管和高压电源组成。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，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，靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成，高速电子轰击靶体产生 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 9-3。

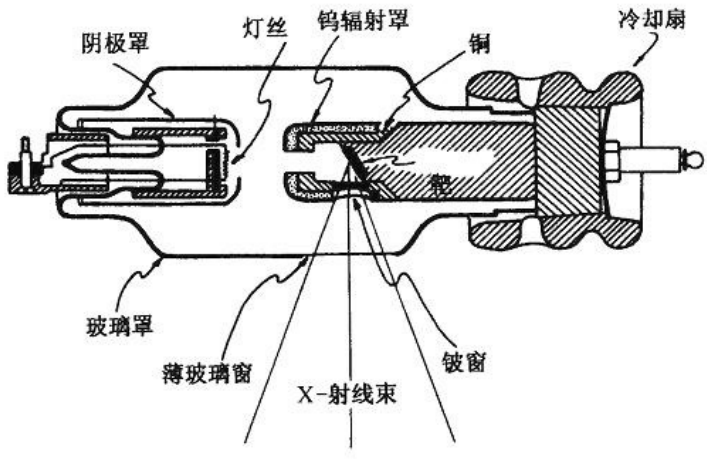


图 9-3　X 射线管结构原理图

2.1.2 X 射线探伤机工作原理

X 射线探伤，即无损 X 射线检测技术，是利用不同材料对 X 射线吸收的差异性，使胶片感光形成黑度不同的图像，从而反映出被检测物体内部的缺陷。常见 X 射线探伤机照射工件示意图 9-4。

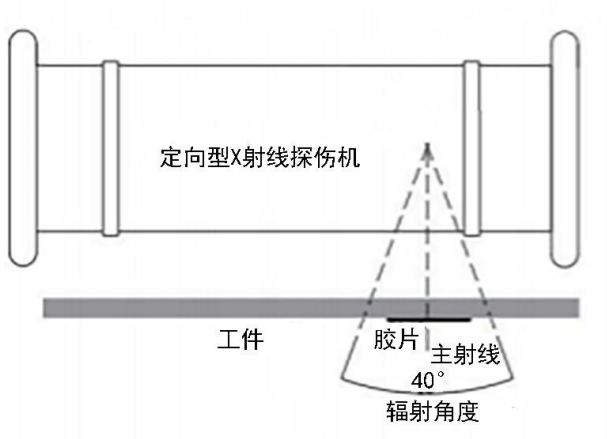


图 9-4　常见 X 射线探伤机照射工件示意图

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。胶片经过显影和定影等处理后形成底片，接收射线越多的部位底片黑化程度越高，这样就可以通过肉眼观测到受检工件的内部缺陷和结构。

2.2 工艺流程

本项目进行 X 射线探伤时待检工件通过轨道运输将工件从防护门运至探伤室内,探伤工作人员在操作室内进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

（1）通过轨道运输将工件通过防护门运至探伤室（曝光室）内,人员进入探伤室固定好工件,并在工件被检测部位贴胶片；

（2）将 X 射线探伤机固定到在合适的位置(主射线方向朝西)；

（3）检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员关闭工件门，通过防护门回到操作室后关闭人员门；

（4）探伤工作人员开启 X 射线探伤机进行曝光检测；

（5）X 射线探伤机根据设置的电压、束流和曝光时间曝光后关闭 X 射线探伤机,辐射工作人员从人员门进入探伤室从工件上取下胶片；

（6）完成所有检测工作后,通过轨道运输将工件运出探伤室（曝光室）；

（7）辐射工作人员对胶片进行洗片、读片,判断工件焊接质量、缺陷等。

本项目 X 射线探伤工作流程及产污环节见图 9-5。

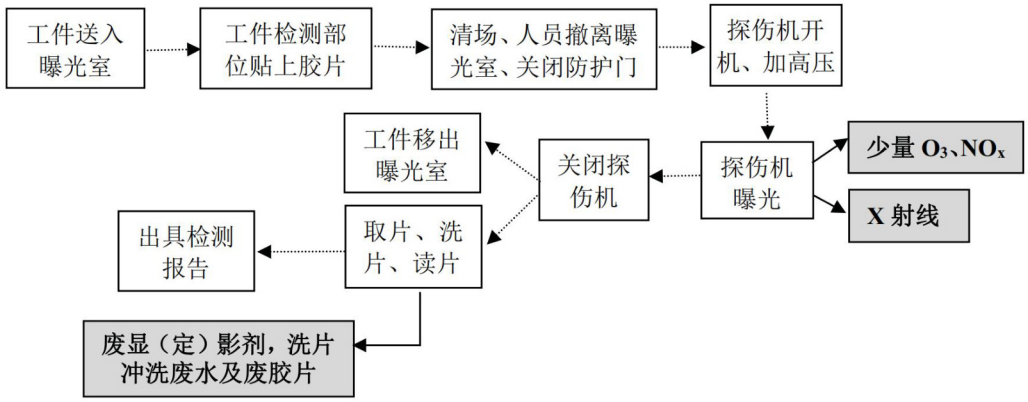


图 9-5 本项目 X 射线探伤工作流程及产污环节

由图 9-5 可知,本项目 X 射线探伤营运中产生的主要污染物如下

(1）X 射线探伤机出束过程中产生的 X 射线；

(2）X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

(3）当显(定）影剂在使用至无法起效时产生的废显(定）影剂；

(4）探伤工作中可能产生废胶片。

2.3 待检工件信息及工作方式

本项目应用 X 射线探伤机只在探伤室内使用，探伤工件通过轨道进入探伤室内，工件运输轨道位于探伤室西侧，探伤机位于运输轨道东侧，在使用时探伤机固定于支架上，主射线方向朝西，工作人员在探伤室南侧的操作室控制探伤机出束，属于隔室操作。本项目探伤室主要用于检测的本公司生产的制药机械设备工件，工件形状不定,工件钢厚度为 10-20mm，尺寸最大直径为 1.6m，最大长度为 4m，可通过地面预埋铁轨进入探伤室内进行探伤作业，不存在需要开门探伤作业的情况。正常运行时，探伤机在固定区域进行曝光出束，见附图 4，该区域距离探伤室各方向外墙表面最小距离见表 9-2。

表 9-2　　探伤机摆放区域与探伤室各方向外墙距离

序号	方向	*外墙表面最小距离（m）	备注
1	北墙	1.87	/
2	东墙	2.10	/
3	南墙	1.87	包括防护门
4	西墙	3.30	主射线方向
5	棚顶	2.0	/

注：*表中距离为探伤机工作过程中，探伤机在摆放区域内与探伤室各屏蔽体外表面可达到的最小距离。

2.4 人员配置及工作制度

工作制度：本项目探伤室辐射工作人员实行白班单班制,探伤机每天最多曝光 10 次，每次曝光出束时间约 3-6min，年工作时间约 250d，则探伤机年曝光总时间不超过 250h。

人员配置：建设单位拟新配备 2 名辐射工作人员共同操作探伤机及管理该探伤室。本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位,不存在兼岗情况。

污染源项描述

1.污染因子分析

1.1 放射性污染

由 X 射线探伤机的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。这种 X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线装置在关机状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，故不必考虑感生放射性问题，因此本项目的主要污染因子是 X 射线。

1.2 废气

X 射线探伤机产生的 X 射线使空气电离，会产生少量 O_3 和 NO_x，因此本项目 X 射线探伤机在正常运行时会产生一定量的 O_3 和 NO_x。

1.3 固体废物

项目 X 射线探伤机使用胶片成像，这一过程中产生的废显（定）影液及胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16。

2.源项

本项目应用 1 台 X 射线探伤机，属于Ⅱ类射线装置，最大管电压为 250kV，

最大输出电流为5mA。根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）1号修改清单中要求，250kV管电压时，距辐射源点（靶点）1m处输出量保守取值16.5×6×10^4=9.9×10^5μSv·m^2/（mA·h），即主射线源强；根据GBZ/T 250-2014表1中取得距靶点1m处泄漏辐射剂量率为5×10^3μSv/h，即泄漏射线源强。

3.污染途径分析

3.1正常工况

项目拟使用的X射线探伤机在正常工况下，曝光出束时产生贯穿能力较强的X射线，对工作人员及邻近工作人员产生一定剂量的辐射照射。

3.2事故工况

本项目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曝光的工况下，探伤室门机联锁失效，工作人员误入探伤室；

（2）探伤室门机联锁失效，工件门未完全关闭，X射线探伤机在对工件进行曝光的工况下对探伤室周围人员造成意外照射；

（3）探伤操作人员未发现探伤室内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；

（4）机器调试、检修时误照。设备在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

（5）探伤室屏蔽墙或防护门受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

（6）废显（定）影液在贮存过程发生泄漏风险。

表 10　辐射安全与防护

辐射防护原则

辐射防护的目的是为了防止发生对健康有害的非随机效应，并将随机效应的发生率降至可以接受的水平。为了达到这一目的，必须遵从以下辐射防护原则。

1.实践的正当性

对于一项实践，只有在考虑了社会、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。

本项目使用 1 台 X 射线探伤机对工件进行无损检测，其运行时产生贯穿能力较强的 X 射线，但经过设置合理的屏蔽可使其影响达到可接受水平。X 射线探伤用于产品部件的无损检测，避免残次产品流入市场，可以保障出厂产品质量，提高企业核心竞争力，其利益大于可能引起的辐射危害,因此，符合实践的正当性原则。

2.辐射防护的最优化

在辐射实践中所使用的辐射源（包括射线装置）所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束的前提下，在充分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的可能性均保持在可合理达到的尽量低的水平。

本项目 X 射线探伤机只在探伤室内使用，探伤室屏蔽能力可满足辐射防护要求，对项目采取分区管理、设置警示标志和指示灯等安全防护措施，可以使个人受照剂量的大小、受照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的水平，因此，本项目基本符合防护与安全最优化的原则。

3.个人剂量的限制

由于利益和代价在人类群体中分配的不一致性，虽然辐射实践满足了正当性要求，防护与安全亦达到了最优化，但还不一定能够对每个人提供足够的防护。因此，必须对个人受到的正常照射加以限制，以保证来自各项得到批准辐射实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过国家标准中规定的相应剂量限值。

为控制辐射工作人员及公众所受照射剂量在尽可能低的水平，本项目在环境影响评价过程中采用较为严格的标准，对职业人员的职业照射，取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的25%即5mSv作为本项目管理限值，对公众中有关关键人群组的成员，取10%即0.1mSv作为管理限值，符合剂量限制和潜在照射危害限制的原则。

项目安全设施

1.工作场所布局

本项目拟在吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司生产车间二北侧建设1间探伤室，为独立单层建筑物，其东侧、北侧、西侧均为室外环境，南侧1m为生产车间二。探伤机主射束方向朝西，探伤室设置1道防护门（工件及工作人员均通过此门出入探伤室），防护门位于探伤室南墙；探伤机操作室位于探伤室南侧生产车间二内；电缆和通风管线均采用U形管通过地下穿过屏蔽体，其中电缆管线位于探伤室东南角，通风管线位于探伤室东北角；防护门、操作位和管线口均避开主射束方向,项目布局合理。

2.分区管理

应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室屏蔽墙围成的内部区域划为控制区,与墙壁外部相邻区域划为监督区，本项目探伤室分区情况如下。

控制区：将探伤室划为控制区，并在探伤室的防护门外及其他适当位置设立醒目的、符合要求的警告标志。

监督区：根据GB 18871中相关要求和后文环境影响预测章节计算结果，将操作室，与探伤室四周墙体相邻1m范围以内的生产车间二和室外环境区域划分为监督区，在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警示标识，并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件。

分区和平面布置情况见附图3。

3.辐射防护屏蔽

由厂家提供的参数可知，探伤室内尺寸长7m，宽5.4m，高3.13m，主射束方向水平朝西。本项目探伤室均采用混凝土（密度约为2.35g/cm^3）作为屏蔽材料，防护门采用钢—铅—钢结构，铅板（密度为11.34g/cm^3）厚度为9mm，屏蔽设计参数见表10-1。

表 10-1　　探伤室屏蔽设计情况一览表

项目	屏蔽体	屏蔽材料	设计铅板厚度（mm）
探伤室	北侧	混凝土	370
	东侧	混凝土	370
	南侧	混凝土	370
	西侧（主束方向）	混凝土	550
	顶棚	混凝土	370
	防护门	铅	9

注：混凝土密度为 2.35g/cm^3；铅板的密度为 11.34g/cm^3。

本项目探伤室防护门采用悬吊式设计，防护门上端设置导轨。防护门下端处预设可移动式的工件钢轨，防护门关闭时可以和门洞之间完全搭接，且探伤室防护门与探伤室之间间隙与搭接比值小于 1/10，可有效防止门缝处射线泄漏。电缆和通风管线均采用 U 形管通过地下穿过屏蔽体，埋深约为 0.5m，其中电缆管线位于探伤室东南角地面处；通风管线位于探伤室东北角，通风口距地面高度约为 0.3m，拟安装风机风量约为 500m^3/h。电缆和通风管线设计不影响探伤室整体的辐射屏蔽效果。

根据预算结果可知，在采取上诉屏蔽设计后，在探伤室对四周、天棚、防护门屏蔽体外及周围环境关注点剂量当量率均低于 2.5μSv/h（天棚外低于 100μSv/h），故屏蔽能力满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定要求。

4.辐射安全和防护、环保相关设施及其功能

为确保辐射安全，保障 X 射线探伤机安全运行，拟为探伤室设计有相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

表 10-2　　本项目辐射防护设施设计基本情况

序号	要求	设计情况
1.使用单位放射防护要求		
1.1	开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。	吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司对放射防护安全负主体责任。
1.2	应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。	公司拟成立辐射安全与环境保护管理领导小组，由公司法定代表人任组长，探伤室工作人员任成员；并明确相关人员职责，开展环境保护管理工作。拟制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、使用台账、监测记录表和辐射事故应急预案。

续表 10-2　　本项目辐射防护设施设计基本情况

序号	要求	设计情况
1.3	应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。	拟配备 3 枚个人剂量计，其中 1 枚为本底样，其余 2 枚由 2 名工作人员随身佩戴，并建立工作人员个人剂量档案。每年为工作人员进行健康体检，建立职业健康档案。
1.4	探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。	拟配备 2 名工作人员，上岗前按相关要求考取无损探伤人员资格证，或聘任持证人员进行探伤工作。
1.5	应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	拟配备 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪，定期对探伤室屏蔽体和周围关注点进行监测，记录监测结果，发现异常现行立即停机并上报。配备 2 台个人剂量报警仪，由 2 名工作人员随身佩戴。
1.6	应制定辐射事故应急预案。	吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司拟制定辐射事故应急预案，成立辐射事故应急处理工作领导小组，由公司法定代表人任组长，制定详细周密的辐射事故应急处理程序和上报程序等，每年进行辐射事故应急演练。
2.X 射线探伤机		
2.1	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 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/T 26837 的要求。	拟购置符合国家标准的探伤机，包括 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 1 的要求，以及安全联锁接口齐备的探伤机。
2.2	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)安全联锁是否正常工作；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。	拟制定 X 射线探伤机操作规程，将工作前检查项目纳入操作规程中，制定安全检查项目清单，工作前逐条检查清单中的项目，做好检查记录，存档备查。
2.3	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。	拟委托探伤机设备制造商或有能力的单位每年按要求进行维护，并更换原厂故障或损坏的零部件，做好维护记录。

续表 10-2		本项目辐射防护设施设计基本情况
序号	要求	设计情况
3.探伤室放射防护要求		
3.1	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。	门-机联锁装置： X 射线管与探伤室防护门之间拟设置联锁装置，防护门关闭后 X 射线装置才能接通高压出束，运行期间强行打开防护门时 X 射线管将自动切断高压，停止出束。在探伤室内防护门旁边设置紧急开门开关，在紧急情况下，可从探伤室内部打开防护门，同时切断高压，停止出束。
3.2	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。	探伤室防护门外侧和探伤室内南墙上设计安装工作状态指示灯、警笛和清晰的指示灯信号意义的说明。工作状态指示灯与 X 射线管联锁，可显示“预备”或“照射”状态，“预备”采用绿色指示灯，“照射”采用红色指示灯，并设有信号意义的说明。探伤机曝光开始前 1 分钟，“预备”信号指示灯亮起、警笛响起，以提醒探伤室内人员安全离开探伤室。
3.3	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。	拟在探伤室内和探伤室门口各安装 1 个视频监控探头，在操作室设置视频监视器，工作人员在操作室内可通过视频监控探头观察到探伤室内和探伤室出入口的人员活动情况和探伤机运行情况。
3.4	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。	拟在探伤室防护门外表面粘贴“当心电离辐射”警告标志及警示说明，并保持标志清晰、醒目，以防止周围无关人员误入。
3.5	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。	拟在探伤室内四周墙体和操作台各安装 1 处紧急停机开关，当出现人员滞留探伤室内时，按下紧急停机开关，探伤机立即停机。探伤室内的急停按钮安装能够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，紧急停机按钮设置标签及标明使用方法。
3.6	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。	拟在探伤室东北角预埋地下 U 形通风管线，埋深约为 0.5m，拟安装风机风量约为 500m^3/h，排风管道外口位于探伤室棚顶外，无人员密集区。本项目探伤室内容积约为 118m^3，有效通风换气次数约 4 次/小时，当探伤工作开始时，开启风机。

续表 10-2		本项目辐射防护设施设计基本情况
序号	要求	设计情况
3.7	探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	拟在探伤室内安装固定式辐射剂量报警系统，其中剂量探头安装在探伤室南墙，检测数值显示装置安装在操作台。辐射报警系统与防护门进行联锁，在进行探伤作业时，当辐射剂量超过预定水平时，无法从探伤室外部打开防护门。
4.探伤室探伤操作的放射防护要求		
4.1	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。	拟制定 X 射线探伤机操作规程，将工作前检查项目纳入操作规程中，制定安全检查项目清单，工作前逐条检查清单中的项目，做好检查记录，存档备查。
4.2	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。	拟配备 3 枚个人剂量计，其中 1 枚为本底样，其余 2 枚由 2 名工作人员随身佩戴，并建立工作人员个人剂量档案。 拟配备 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪，定期对探伤室屏蔽体和周围关注点进行监测，记录监测结果。 配备 2 台个人剂量报警仪，由 2 名工作人员随身佩戴。发现异常现行立即停机，退出并封锁探伤室，同时向辐射安全与环境保护管理领导小组组长报告。
4.3	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。	拟配备 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪，定期对探伤室屏蔽体和周围关注点进行监测，记录监测结果。发现异常现行立即停机并向辐射安全与环境保护管理领导小组组长报告。
4.4	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。	本项目辐射工作人员实行白班单班制，便携式 X-γ 剂量率仪由探伤室负责人保管，负责人每天上岗前，检查便携式 X-γ 剂量率仪和个人剂量报警仪是否能正常工作。如发现仪器不能正常工作，则上报辐射安全与环境保护管理领导小组，并停止探伤工作。
4.5	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。	在每次照射前，辐射工作人员需确认射线装置各项安全联锁设施全部正常的情况下，探伤机才能启动、才能出束，把潜在的辐射降到最小。
4.6	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。	探伤室内工作人员完成摆件，固定好探伤机和胶片后，巡视检查探伤室，确保无人后，退出探伤室并关闭防护门后，进入操作室，通过视频监控系统再次确认探伤室内无人、防护门处于关闭状态，检查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。

续表 10-2　　本项目辐射防护设施设计基本情况

序号	要求	设计情况
4.7	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。	本项目探伤室主要用于检测的本公司生产的制药机械设备工件，工件形状不定，工件钢厚度为 10-20mm，尺寸最大直径为 1.6m，最大长度为 4m，可通过地面预埋铁轨进入探伤室内进行探伤作业，不存在需要开门探伤作业的情况。若有未预计到的工件过大情况，则外委资质单位异地进行检测。
5.探伤设施的退役		
5.1	X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。	本项目探伤机退役时，建设单位拟将探伤机内 X 射线发生器拆除，以保证辐射安全。
5.2	清除所有电离辐射警告标志和安全告知。	本项目探伤室退役时，清除探伤室周围所有电离辐射警告标志和安全告知。

以上措施落实后，本项目 X 射线探伤的辐射安全措施将满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关辐射安全要求。

三废的治理

本项目 X 射线探伤机运行过程中，没有放射性废水、废气及固体废物产生，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（O_3）和氮氧化物（NO_X）。拍片、洗片、评片过程产生的废显（定）影液及胶片，属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16。

1.废气

本项目拟在探伤室东北角预埋地下 U 形通风管线，埋深约为 0.5m，拟安装风机风量约为 500m^3/h，排风管道外口位于探伤室棚顶外，无人员密集区。本项目探伤室内容积约为 118m^3，有效通风换气次数约 4 次/小时，当探伤工作开始时，开启风机，通风设计《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关要求。

2.固体废物

本项目在拍片、洗片、评片过程中将会产生废胶片约 1kg/a、废显（定）影液约 10kg/a，产生的危险废物情况详见下表。

表 10-3　本项目产生的危险废物情况汇总表

序号	名称	类别	代码	产生量	产生工序及装置	形态	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显（定）影液	HW16 感光材料废物	900-019-16	10kg/a	拍片、洗片、评片	液态	硝酸、硫酸等	1 个月	T	有资质单位进行处理
2	废胶片			1kg/a		固体	银盐	每次曝光	T	

注：危险特性中的“T”是指毒性。

废胶片和废显（定）影液均属于《国家危险废物名录（2021 年版）》中 HW16 感光材料废物，其产生量较小。产生的废胶片收集于防漏胶袋内；产生的废显（定）影剂立即用废液桶收集，废液桶下应放置托盘进行防渗。本项目产生的废显（定）影液及胶片集中存放在危废暂存间内，由有危险废物处理资质的公司进行处理。

公司厂区院内现无危废暂存间，本项目拟在生产车间二东北角设置暗室和和危废暂存间，危险废物暂存间应按相关规范进行建设，须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023））中“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”的要求。避免废显（定）影废液与废胶片混合堆放；洗片废水、显（定）影废液收集桶下设置托盘防渗。危废暂存间内应设置围堰，地面与裙脚为采用表面防渗措施，防渗应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的防渗要求。危废暂存间分区内地面、墙面裙脚、围堰、接触危废的隔板和墙体应采用坚固材料，表面无裂缝。

表 11　环境影响分析

建设阶段对环境的影响

项目建设阶段无放射性环境影响问题，本项目探伤室位于生产车间二北侧，为混凝土结构单层独立建筑物，施工产生的水、气、声、渣等对周围环境的影响是短期的，具体分析如下：

1.水环境影响分析

施工期污水主要为施工泥浆废水及少量施工人员生活污水。

施工废水主要是施工过程中产生的含有泥浆或砂石的工程废水，该部分废水中主要污染物为 SS，不含其他有毒有害物质，采用沉淀池进行澄清处理，上清液可用于施工现场抑尘，沉淀的泥渣可直接用于场地平整。

生活污水主要污染物为 COD、SS，生活污水通过市政污水管网，排入污水处理厂处理。

严格采取上述措施，本项目施工期废水不会对地表水环境造成不利影响。

2.大气环境影响分析

项目采用商品混凝土，不在施工场地内设置混凝土搅拌机。因此主要为项目土石方开挖过程中产生的扬尘和车辆运输产生的扬尘，对大气环境产生短期不良影响。

建设阶段应对开挖出来的土方苫盖，设置围挡、洒水抑尘，并及时清运弃土，运输垃圾、渣土的车辆实行密闭式运输，车辆驶离施工现场时，必须进行冲洗，不得带泥上路，及时清扫运输过程中散落在施工场地和路面上的泥土等措施，可以减少扬尘对环境的影响，故本项目大气环境影响不大。

3.固体废物环境影响分析

本项目施工期间固体废物主要为建筑垃圾以及施工人员的生活垃圾。

工程建筑垃圾产生量约 0.5t，建筑垃圾运送至长春市环境卫生行政主管部门指定的建筑垃圾填埋场填埋处理；施工期施工人员产生生活垃圾产生量约为 0.1t，由于生活垃圾中的有机物容易腐烂，特别在高温季节，乱堆乱放的生活垃圾将为蚊子、苍蝇和鼠类的滋生提供良好地场所。垃圾中的有害物质可能随水流渗入地下或随尘粒漂浮在空中，污染环境，传播疾病，影响人群健康。应避免生活垃圾避免随意丢弃，集中收集后，由长春市环卫部门统一运往垃圾填

埋场进行填埋处理。

本项目建设阶段产生的各类固体废物在采取相应的处置措施后，不会对环境产生明显不利影响。

4.声环境影响分析

本项目施工过程中各种机械设备产生的噪声，施工地点位于长春九台经济开发区卡伦工业园区，周围评价范围内均为企业，无居民住宅，施工噪声对周围环境的影响较小。在施工过程中对施工机械采取减震、隔声等措施，在晚 10：00 至第二天 6：00 期间停止噪声大的设备进行施工，选用噪声低的先进设备。在采取上述主要措施后，本项目施工产生的噪声对施工现场周围环境影响不大。

运行阶段对环境的影响

1.辐射环境影响预测

根据建设单位提供的相关技术资料，本次环评采用理论计算的方法验证探伤室的屏蔽防护性能及对装置周围的辐射影响进行预测。

1.1 计算模式

计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“4 探伤室辐射屏蔽”估算方法。

本项目 X 射线探伤机工作最大管电压为 250kV，因此本次评价采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中给出 250kV 管电压的相关参数进行计算。

1.1.1 有用线束方向关注点的剂量率

在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率$\dot{H}_c$（μSv/h）按式（11-1）计算：

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

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，取 5mA；

H_0—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m^2/(mA·h)，以 mSv·m^2/(mA·min)为单位的值乘以 6×10^4，见 GBZ/250-2014 附录表 B.1。根据 1 号修改清单中要求，250kV 管电压时，距辐射源点（靶点）1m 处输出量保守取值 $16.5\times6\times10^4=9.9\times10^5$ μSv·m^2/（mA·h）。

B—屏蔽透射因子（查 GBZ/250-2014 附录 B.1，B.2 曲线），550mm 混凝土（密度位 2.35t/m^3）取 1.0×10^{-6}；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

1.1.2 泄漏辐射屏蔽

对于给定屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（11-2）计算，然后按式（11-3）计算泄漏辐射在关注点的剂量率$\dot{H}$，单位为μSv/h。

$$B=10^{-X/TVL}$$ （公式 11-2）

式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—见附录 B 表 B.2，X 射线管电压 250kV 时，铅（密度位 11.3t/m^3）的 TVL 取 2.9mm；X 射线管电压 250kV 时，混凝土（密度位 2.35t/m^3）的 TVL 取 90mm；

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

式中：B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$\dot{H}_L$—距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，由 GBZ/250-2014 中表 1，管电压 250kV 探伤机漏射辐射剂量率取 5×10^{3}μSv/h。

1.1.3 散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按 GBZ/250-2014 中表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定 250kV X 射线 90°散射辐射在铅中的 TVL 取 1.4mm，确定 250kV X 射线 90°散射辐射在混凝土中的 TVL 取 86mm，然后按式（11-2）计算，关注点的散射辐射剂量率$\dot{H}$按式（11-4）计算：

$$\dot{H}=\frac{I\cdot H_0\cdot B}{R_S^2}\cdot\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$$ （公式 11-4）

式中：$\dot{H}$—关注点的散射辐射剂量率，μSv/h；

R_S—辐射体至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子；

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，取 5mA；

H_0—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)；同公式 11-1，取值为 9.9×10⁵μSv·m²/（mA·h）。

Ro —辐射源点(靶点)至探伤工件的距离，m；

F—R_0处的辐射野面积，m²；

α —散射因子。可保守取值为αw·10000/400，αw 保守取 1.9×10⁻³，见 GBZ/T250-2014 附录 B 中表 B.3，$R_0^2/F\cdot\alpha$—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，取值为 50（200kV-400kV）。

本项目定向型探伤机射线束圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20°，$R_0^2/F\cdot\alpha$取值 50。

1.2 屏蔽体外辐射剂量率

本项目 X 射线探伤机主射线方向为西侧，该探伤室西侧屏蔽体外考虑有用线束照射，其它方向屏蔽体外考虑散射和漏射照射。

本项目探伤室周围环境辐射剂量率预测结果见表 11-1。

表 11-1　　探伤室屏蔽体及周围环境辐射剂量率计算结果一览表

位置	计算点	射线类型	屏蔽能力	*距离 m	主束剂量率 μSv/h	漏射剂量率 μSv/h	散射剂量率 μSv/h	总剂量率 μSv/h
探伤室	北侧30cm处	漏射、散射	37cm混凝土	2.17	——	8.22E-02	1.05E+00	1.13E+00
	东侧30cm处	漏射、散射	37cm混凝土	2.40	——	6.72E-02	8.57E-01	9.24E-01
	南侧30cm处	漏射、散射	37cm混凝土	2.17	——	8.22E-02	1.05E+00	1.13E+00
	南侧防护门外30cm处	漏射、散射	9mm铅板	2.17	——	8.37E-01	7.84E-03	8.45E-01
	西侧30cm处	有用线束	55cm混凝土	3.60	3.82E-01	——	——	3.82E-01
	棚顶外30cm处	漏射、散射	37cm混凝土	2.3	——	7.32E-02	9.33E-01	1.01E+00

续表 11-1　　探伤室屏蔽体及周围环境辐射剂量率计算结果一览表

位置	计算点	射线类型	屏蔽能力	距离 m	主束剂量率 μSv/h	漏射剂量率 μSv/h	散射剂量率 μSv/h	总剂量率 μSv/h
探伤室周围环境	南侧操作室	漏射、散射	37cm混凝土	2.87	——	4.70E-02	5.99E-01	6.46E-01
	北侧门卫	漏射、散射	37cm混凝土	13.87	——	2.01E-03	2.57E-02	2.77E-02
	北侧办公楼	漏射、散射	37cm混凝土	32.87	——	3.58E-04	4.57E-03	4.93E-03
	西侧生产车间二	有用线束	55cm混凝土	45.3	2.41E-03	——	——	2.41E-03
	南侧生产车间三	漏射、散射	9mm铅板	2.87	——	4.78E-01	4.48E-03	4.82E-01
	西南侧吉林省中造管业有限公司厂房	漏射、散射	37cm混凝土	30.87	——	4.06E-04	5.18E-03	5.59E-03
	东南侧瑞祥电力有限公司厂房	漏射、散射	37cm混凝土	51.87	——	1.44E-04	1.83E-03	1.97E-03
	东南侧长春东风灯具有限公司仓库	漏射、散射	37cm混凝土	34.87	——	3.18E-04	4.06E-03	4.38E-03
	东北侧长春东风灯具有限公司办公楼	漏射、散射	37cm混凝土	40.87	——	2.32E-04	2.95E-03	3.18E-03

注：*表中距离为探伤机工作过程中，探伤机在摆放区域内与探伤室各屏蔽体外表面可达到的最小距离。

由表 11-1 可知，探伤室四周墙体及防护门屏蔽外 30m 处的辐射剂量率最大预测值为 1.13μSv/h，满足探伤室四周墙及防护门表面外 30cm 处剂量率不超过 2.5μSv/h 的要求；探伤室棚顶外 30m 处的辐射剂量率预测值为 1.01μSv/h，

满足探伤室顶部表面外 30cm 处剂量率不超过 100μSv/h 的要求，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关标准。

1.3 附加照射估算

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

$$H_{E\cdot r} = D_r \times t \times 0.7$$

式中：$H_{E\cdot r}$— X-γ 射线外照射人均年有效剂量，mSv/a；

D_r— X-γ 射线空气吸收剂量率，mSv/h；

t— X-γ 射线年照射时间，h/a。

由项目单位提供的资料，本项目探伤室辐射工作人员实行白班单班制,探伤机每天最多曝光 10 次，每次曝光出束时间约 3-6min，年工作时间约 250d，则探伤机年曝光总时间不超过 250h。附加剂量估算结果见表 11-2。

表 11-2　　探伤室屏蔽墙和防护门附加剂量估算

位置	计算点	成员类型	关注点总剂量率（μSv/h）	工作时间（h/a）	居留因子	年有效剂量（mSv/a）	标准(mSv/a)
探伤室	北侧 30cm 处	职业人员	1.13E+00	250	1/4	0.049	5
	东侧 30cm 处	职业人员	9.24E-01	250	1/4	0.040	5
	南侧 30cm 处	职业人员	1.13E+00	250	1/4	0.049	5
	南侧防护门外 30cm 处	职业人员	8.45E-01	250	1/4	0.037	5
	西侧 30cm 处	职业人员	3.82E-01	250	1/4	0.017	5
	棚顶外 30cm 处	职业人员	1.01E+00	250	1/16	0.011	5
探伤室周围环境	南侧操作室	职业人员	6.46E-01	250	1	0.113	5
	北侧门卫	公众成员	2.77E-02	250	1	0.005	0.1
	北侧办公楼	公众成员	4.93E-03	250	1	0.001	0.1
	西侧生产车间一	公众成员	2.41E-03	250	1	0.000	0.1
	南侧生产车间二	公众成员	4.82E-01	250	1	0.084	0.1
	西南侧吉林省中造管业有限公司厂房	公众成员	5.59E-03	250	1	0.001	0.1
	东南侧瑞祥电力有限公司厂房	公众成员	1.97E-03	250	1	0.000	0.1
	东南侧长春东风灯具有限公司仓库	公众成员	4.38E-03	250	1	0.001	0.1
	东北侧长春东风灯具有限公司办公楼	公众成员	3.18E-03	250	1	0.001	0.1

通过计算可知，本项目辐射工作人员所受附加剂量最大为 0.056mSv/a，低

于 5.0mSv/a 的工作人员职业照射控制限值；周围公众所受附加剂量最大为 0.067mSv/a，低于 0.1mSv/a 的公众照射控制限值。

1.4 辐射防护屏蔽能力分析

根据理论计算结果，该公司探伤室四面防护墙、防护门及棚顶的屏蔽效果，可以满足设备正常工作时的辐射防护要求，探伤室的屏蔽能力符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定要求。

2.废气影响分析

本项目探伤机产生的 X 射线能量较低，探伤过程中可产生少量臭氧和氮氧化物，通过机械通风排入大气环境，臭氧和氮氧化物将很快弥散在大气环境中，臭氧在常温可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响很小。

3.固体废物

本项目废显（定）影液产生量约为 10kg/a，废胶片产生量约为 1kg/a。本项目产生的废显（定）影液及胶片集中存放在危废暂存间的专用贮存容器中，由有危险废物处理资质的公司进行处理，不会造成二次污染。

事故影响分析

1.事故风险识别分析

本项目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曝光的工况下，探伤室门机联锁失效，工作人员误入探伤室；

（2）探伤室门机联锁失效，工件门未完全关闭，X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下对探伤室周围人员造成意外照射；

（3）探伤操作人员未发现探伤室内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；

（4）机器调试、检修时误照。设备在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

（5）探伤室屏蔽墙或防护门受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

（6）废显（定）影液在贮存过程发生泄漏风险。

2.针对上述可能出现的事故提出预防措施

（1）误入人员可按下室内紧急停机按钮并通过紧急开门按钮逃离探伤室，

辐射工作人员对于人员误入探伤室应及时按下急停按钮，停止探伤机曝光，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。

（2）辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。确保在所有防护门关闭后，X 射线探伤机才能进行照射；定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，定期对探伤机进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。制定各项管理制度并严格按要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改,避免事故的发生。

（3）X 射线探伤时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检(2 名辐射工作人员之一)，发现异常情况应立即停止出束,并检查排除异常，并做好记录。

（4）对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

（5）建设单位需制定《探伤机操作规程》。凡涉及对 X 射线探伤机进行操作,必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

（6）辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

（7）公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对探伤机进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次探伤前检查探伤室门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测探伤室的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

（8）洗片废水、显（定）影废液收集桶下设置托盘防渗，定期严格检查废定影液收集桶的完整无损状况，发现破损立即更换。危废暂存间内地面、墙面裙脚、围堰、接触危废的隔板和墙体应采用坚固材料，表面无裂缝。危废暂存间内应设置围堰，地面与裙脚为采用表面防渗措施。

表 12　辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位应当配有 1 名具有本科以上学历的技术人员，专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

建设单位应成立辐射防护管理机构，明确辐射安全职责，制订相应的安全操作规程和事故应急预案。主要工作内容包括：

1.负责对本单位辐射安全管理制度编制、修订、完善并组织实施；

2.负责定期对辐射工作人员进行辐射安全相关法规及内部辐射安全规程的宣传、培训和专核；

3.负责组织进行辐射应急预案的演练；当出现辐射事故或事件时，组织人员，启动应急响应，配合政府相关部门进行事故发生后的抢救工作；

4.负责制订监测计划，定期监测工作场所辐射剂量，以尽早发现仪器故障等意外事故。

5.负责对辐射工作人员进行个人剂量监测，并进行人员健康、保健管理。

辐射安全管理规章制度

1.规章制度

根据法律法规要求，建设单位应设置健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、辐射防护管理制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、完善的辐射事故应急措施、定期进行安全检查等。还应该依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的有关规定，重视职工安全防护教育和培训，认真执行和自觉遵守有关辐射防护和环境保护的规定。

2.人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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》规定，本项目辐射工作人员可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并参加考试，取得考核合格成绩单。

辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定：使用放射性同位素、射线装置的单位应配备与辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。

1.监测计划

针对本项目具体情况，提出以下监测计划，监测包括个人剂量监测、工作场所监测。

1.1 个人剂量监测

对放射工作人员进行个人剂量监测，要求放射工作人员按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中要求，在操作仪器时正确佩戴个人剂量计，委托资质单位定期对个人剂量计进行检测，并将个人剂量检测结果存入工作人员健康档案，并终生保存。

1.2 工作场所监测

工作场所的监测为 X 射线探伤机应用场所的 X-γ 辐射剂量率监测。为保证工作场所监测的内容和频度能够评估所有工作场所的辐射状况，可以对工作人员受到的照射进行评价。

监测项目：X-γ 辐射剂量率。

监测条件：X 射线探伤机应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置，主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行，副屏蔽的检测应在有探伤工件时进行。

监测点位：

1）通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；

2)探伤室门外 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，每个墙面至少测 3 个点；

4）人员可能到达的探伤室屋顶或探伤室上层（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。

监测频率：日常监测为 1 次/周；年度监测为每年一次，委托有资质单位开展。

监测记录：应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

检测人员培训：自主监测人员应定期参加监测、检测业务培训，具备操作技能，确保检测结果准确。

2.仪器设备

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》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。

公司设有2名辐射工作人员，拟配备3枚个人剂量计（其中1枚为本底样）、2部个人剂量报警仪和1台便携式X射线巡测仪，拟在探伤室内安装固定式辐射报警系统，其中剂量探头安装正在探伤室南墙，检测数值显示装置安装在操作台。辐射报警系统与防护门进行联锁，在进行探伤作业时，当辐射剂量超过预定水平时，无法从探伤室外部打开防护门。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，建设单位应当根据本报告表11中事故影响分析章节中提出的可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的辐射事故应急预案，明确应急机构和职责分工，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，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故的调查、报告和处理程序，辐射事故信息公开、公众宣传方案与应急演练等内容。

吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司应当根据以上要求，同时结合本项目来制定应急预案相关内容，成立辐射事故应急处理工作领导小组，由公司法定代表人任组长，由探伤室负责人任副组长。在今后预案的实施过程中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。建设单位需在制定的应急预案的基础上，每年进行演练，在演练中总结问题，不断提高辐射事故应急能力。

安全许可管理要求

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，本项目X射线探伤机属于Ⅱ类射线装置，因此根据安全许可管理办法中第十六条的要求，本次评价为建设单位提出符合安全许可管理的相关要求，供建设单位及辐射环境管理部门参考。具体要求如下：

表12-1　　安全许可管理要求

序号	安全许可管理要求
1	应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工作。
2	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。
3	射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
4	应配备相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。
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。
6	有完善的辐射事故应急措施。
7	应当对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并与每年1月31日前向发放辐射安全许可证的生态环境主管部门提交上一年度的评估报告

本项目投运前，建设单位需及时重新申领辐射安全许可证。

项目竣工环保验收内容

根据中华人民共和国国务院令第682号《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》要求，由建设单位自主进行环境保护验收，编制验收报告。本项目环境保护措施竣工环保验收内容见下表。

表12-2　　环境保护竣工验收项目清单

项目	内容	措施	效果
电离辐射	辐射屏蔽	屏蔽防护、时间控制	探伤室四周屏蔽体和防护门外30cm处关注点辐射剂量当量率低于控制水平2.5μSv/h；探伤室棚顶外30cm处关注点辐射剂量当量率低于控制水平100μSv/h；周围工作人员年有效剂量当量应不超过5mSv，公众成员年有效剂量当量应不超过0.1mSv
	分区管理	将本项目探伤室设为控制区，将操作室，与探伤室南侧相邻3m范围以内的的生产车间二区域，与探伤室东侧、北侧和西侧相邻1m范围以内的室外环境区域划分为监督区	
	辐射标志	设置鲜明的“当心电离辐射”警告标志及警示说明	警告公众远离辐射工作场所
	安全防护措施	设置门机联锁、工作状态指示灯、警笛、紧急停机开关、紧急开门开关、视频监控系统、固定式辐射剂量报警系统等	防止人员误入辐射工作场所、防止误操作，避免辐射事故的发生
废气	臭氧、氮氧化物	探伤室设置机械排风，通风量不低于500m^3/h	不对周围环境造成影响
环境管理	人员培训	岗前专业培训、专项辐射培训等	做到持证上岗，防止人为因素造成事故
	规章制度	建立健全各项规章制度	严格按规章制度执行，确保射线装置辐射安全
	辐射环境监测	制定监测计划，进行工作场所监测、个人剂量监测，配备个人剂量计、监测仪器和个人剂量报警仪	按监测计划进行监测，确保职业人员和公众成员受照低于剂量约束值
	应急预案	制定应急预案，成立应急小组	预防事故风险、应对事故发生

表 13　结论与建议

结论

1.项目概况

吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司拟在生产车间二北侧新建一间探伤室，使用 1 台 X 射线探伤机，对公司产品进行无损检测，在生产车间二东北角建设操作室、暗室和危废暂存间。

新建探伤室为单层混凝土结构，其内尺寸长 7m，宽 5.4m，高 3.13m，有效使用面积约为 37.8m^2。拟应用 X 射线探伤机为便携式定向型 X 射线探伤机，型号为 XXQ2505 型，最大管电压为 250kV，最大输出管电流为 5mA，属于Ⅱ类射线装置。本项目探伤机在进行无损探伤检测时只在探伤室内使用，在使用时探伤机固定于支架上，主射线方向朝西。

2.选址合理性

探伤室周围 50m 范围内无居民区和学校等敏感建筑物，探伤室设有防护门，与非放射性工作场所隔开，探伤室南侧 1m 处设有操作室，探伤机主射线方向朝西，工作人员在操作间隔室控制探伤机工作，避开主射束方向，选址合理。

3.实践的正当性

本项目应用 1 台 X 射线探伤机，用于产品部件的无损检测，进而提高产品质量，其利益大于可能引起的辐射危害，因此，符合实践的正当性原则。

4.产业政策符合性

本项目 X 射线探伤机是无损检测设备，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号）鼓励类第十四项“机械”中的第 6 条内容，符合国家的产业政策。

5.辐射环境现状评价

监测数值可以看出，本项目厂区陆地环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为 65.9～67.8nGy/h，探伤室拟建位置陆地环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为 66.4～68.0nGy/h，周围环境保护目标室内环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为 73.2～81.7nGy/h，均在长春地区陆地及室内γ辐射剂量率变化范围内。

5.辐射安全与防护

本项目 X 射线探伤机只在探伤室内使用，探伤室采取有效的辐射防护屏蔽

设计，设置门-机联锁装置；设置工作状态的指示灯并与X射线探伤机联锁；探伤室内和操作台安装紧急停机开关和紧急开门开关；对工作场所实行分区管理；对辐射工作人员进行辐射安全培训和个人剂量监测，并建立个人健康档案，建立并严格执行相关辐射安全与防护规章制度和应急预案等。符合《电离辐射与辐射源安全基本标准》、《工业探伤放射防护标准》的相关要求。

6.辐射环境影响分析

通过理论估算结果可知，四周屏蔽、防护门和棚顶外辐射剂量率值均小于各关注点的剂量率限值，由此可知探伤室屏蔽能力满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

通过预测计算可知，本项目辐射工作人员和周围公众所受的年附加有效剂量当量分别低于剂量约束限值5mSv/a和0.1mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于剂量限值和剂量约束值的要求。

7.可行性分析结论

项目在落实本环评中各项要求和环保措施后，项目建设对周围环境的影响较小，可满足环境保护要求，从环保角度项目建设可行。

建议和承诺

通过对本项目进行工程及污染分析，针对本报告提出的防护措施及管理制度，吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司以承诺的形式提出并立即执行。

1.根据《中华人民共和国放射性污染防治法》第三十条规定，环境保护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

2.射线装置须加强安全管理，保证工作指示灯和安全联锁装置正常运转，以免公众人员受到不必要的辐射照射。

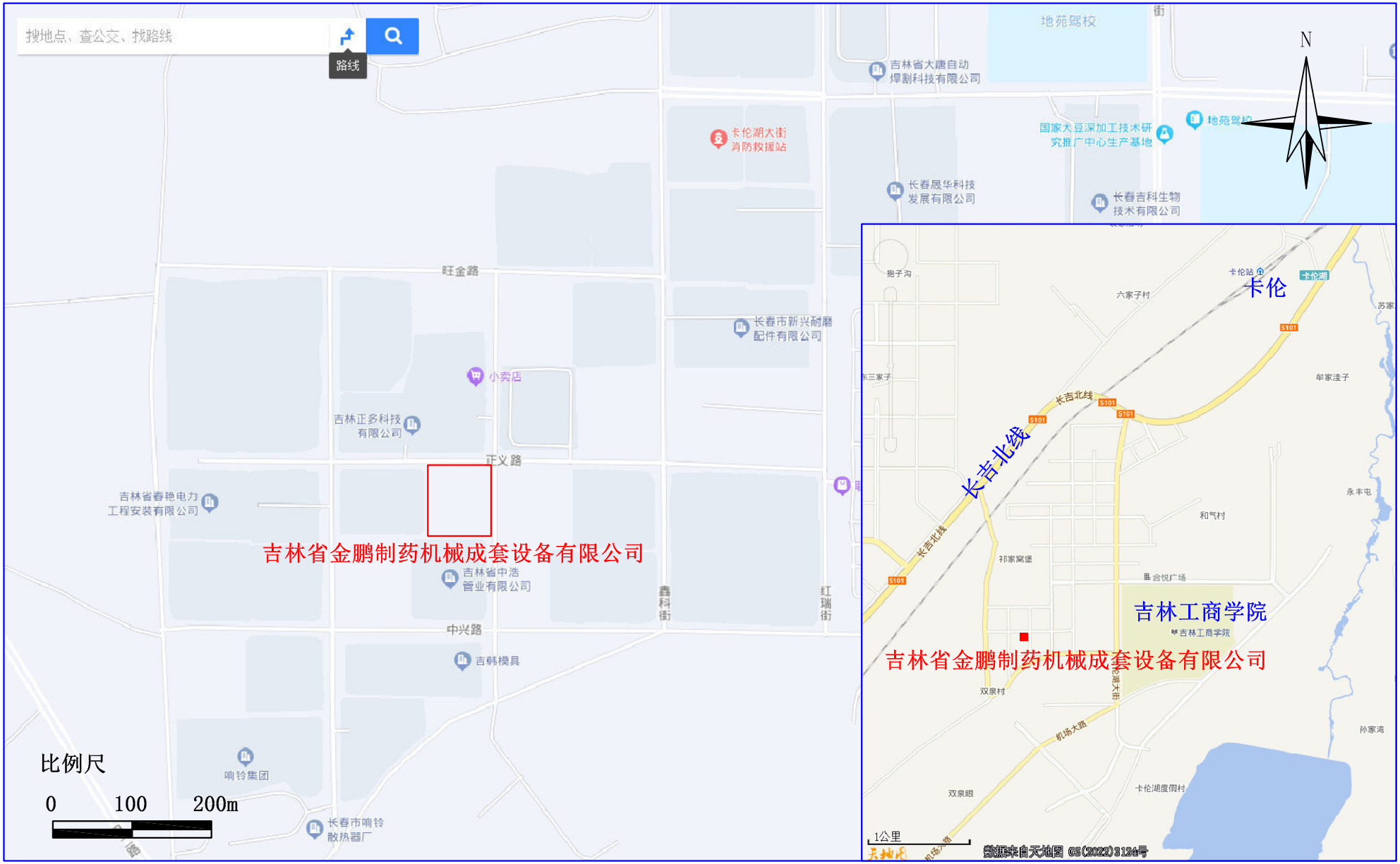
3.确保应用射线装置场所的“当心电离辐射”警告标志及警示说明醒目、清晰。

4.建立健全的辐射防护规章制度并认真执行，加强辐射防护和安全管理，制定周密细致的应急计划，一旦发生事故要按照国家规定及时准确地将事故上报有关部门，及时采取应急措施。

5.主动向当地辐射环境管理部门申报登记，配合监督，做好辐射防护宣传。

表 14　审批

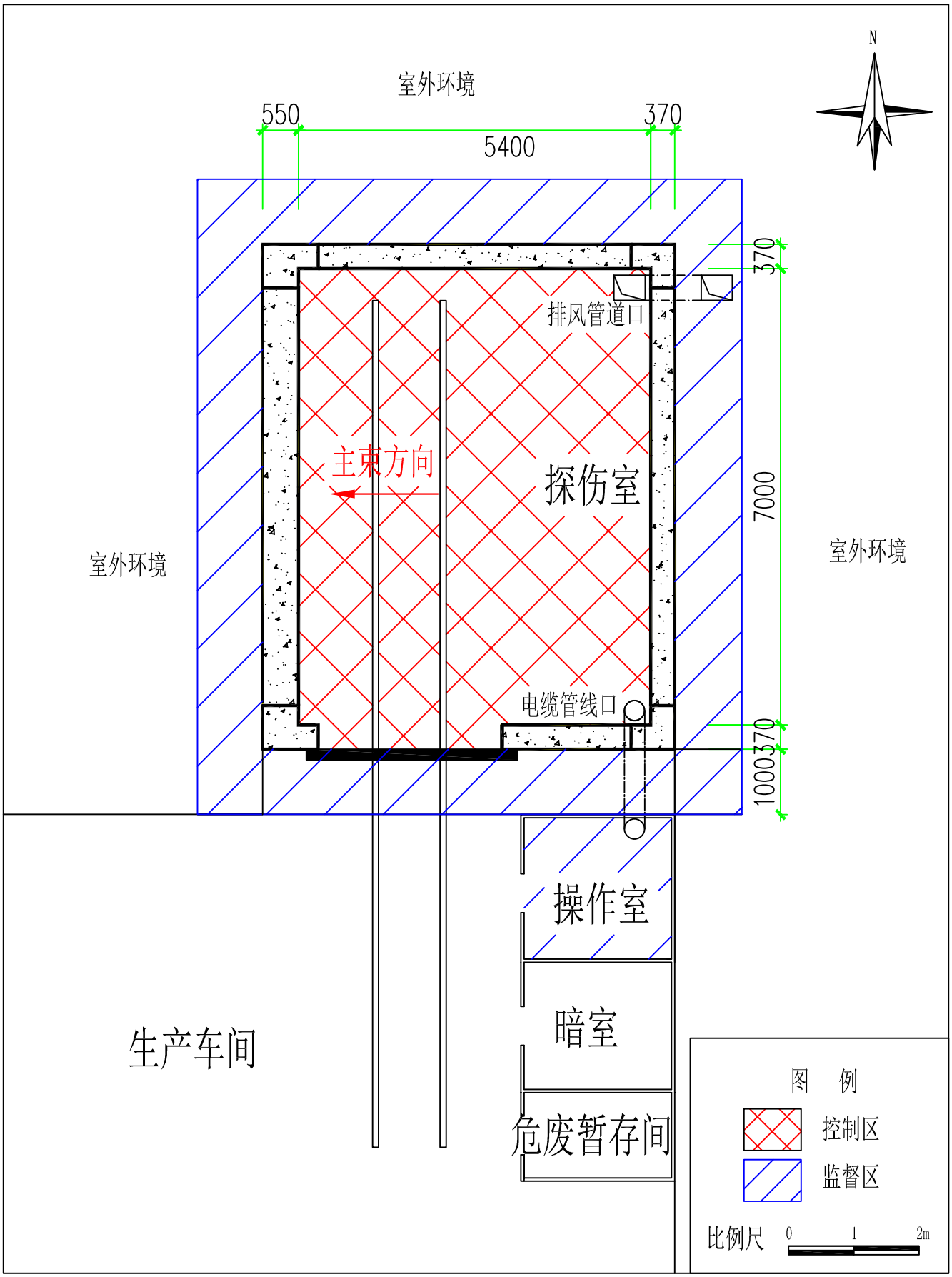
下一级环保部门预审意见：   公　章 经办人　　年　　月　　日
审批意见：   公　章 经办人　　年　　月　　日



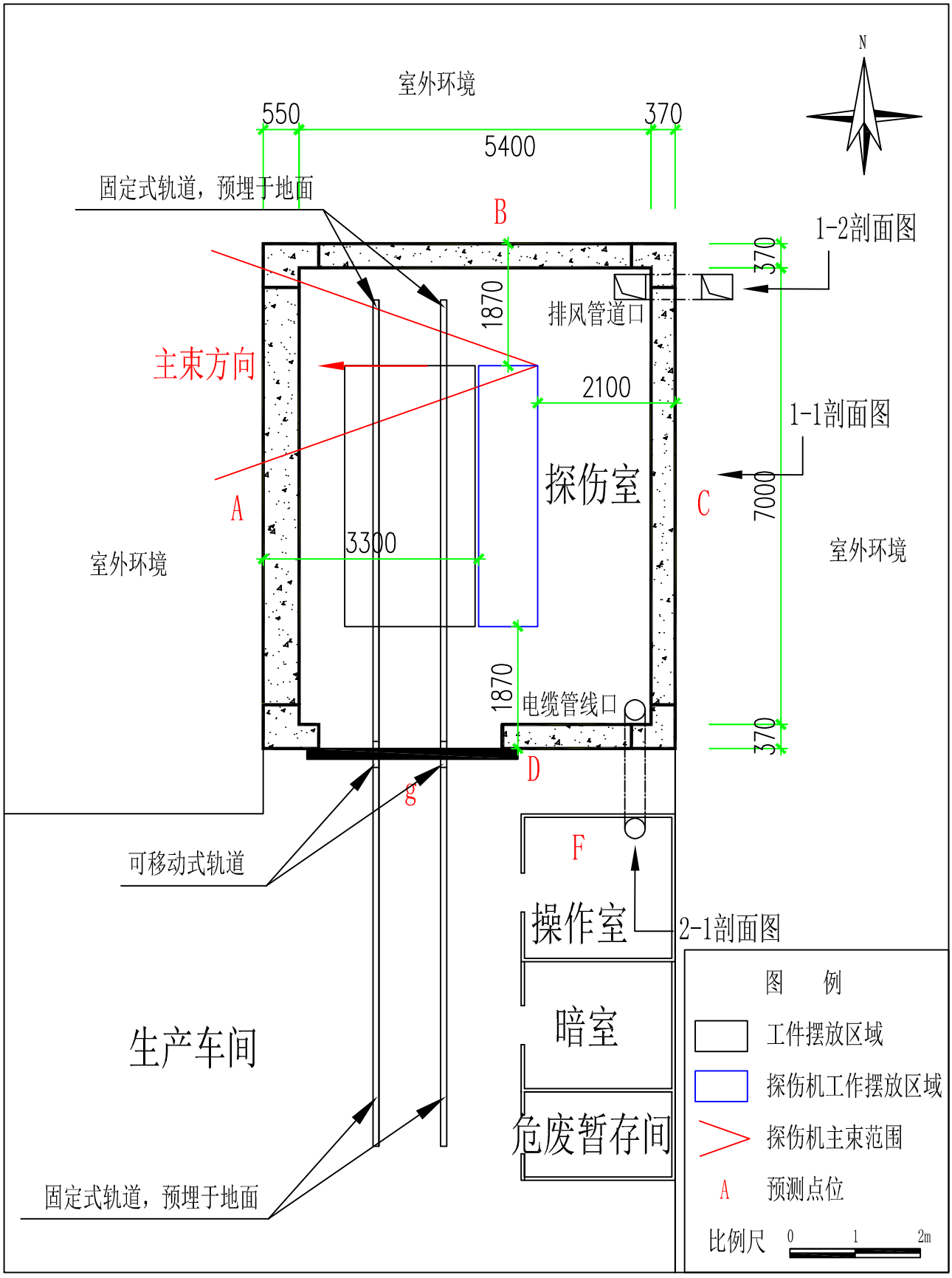
附图1　　吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司地理位置示意图



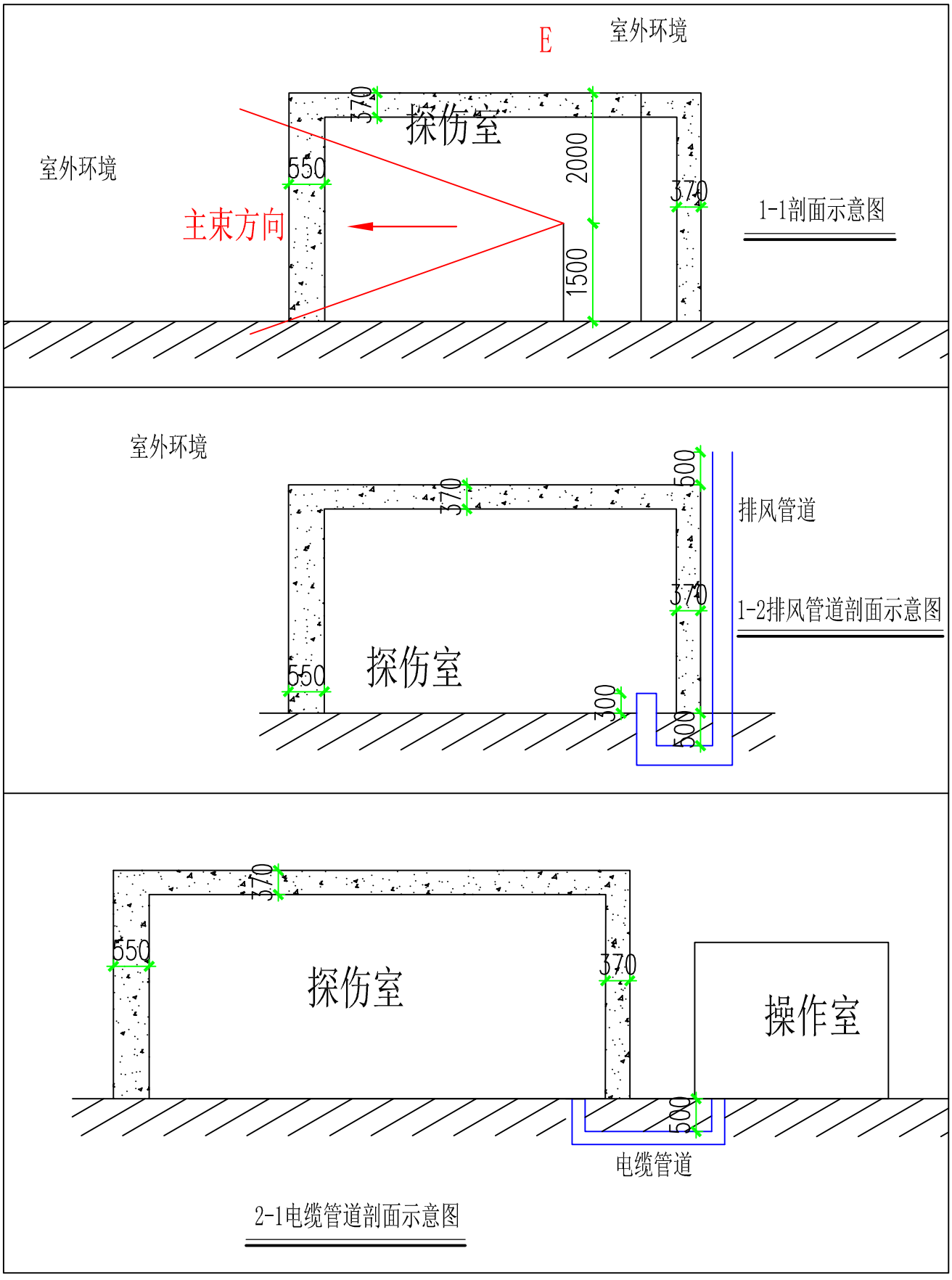
附图2　　吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司周围环境、厂区平面、评价范围及监测点位示意图



附图3　探伤室分区情况示意图



附图4　探伤室平面布置及预测点位设置情况示意图



附图5　探伤室剖面图及通风电缆管道设置情况示意图

附件1

统一社会信用代码

91220181661625788B

营业执照

(副本) 1-1

扫描二维码登陆"国家企业信用信息公示系统"了解更多登记、备案、许可、监管信息.

名　　称	吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司	注册资本	壹佰万元整
类　　型	有限责任公司(自然人投资或控股)	成立日期	2007年08月15日
法定代表人	王金志	营业期限	长期
经营范围	提取罐、浓缩罐、发酵罐、非标设备制造、安装（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）	住　　所	长春九台经济开发区卡伦工业园区

登记机关 长春市市场监督管理局九台分局 2021年07月23日

国家企业信用信息公示系统网址：http://www.gsxt.gov.cn

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告.

国家市场监督管理总局监制

附件2

九台市环境保护局文件

九行环字[2007]第68号　　签发人：伊鹏

关于制药、食品、化工、环保设备制造项目环评的批复

吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司：

你公司报批的制药、食品、化工、环保设备制造项目的环境影响报告表收悉，根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》有关规定，经实地勘察，具体审定批复如下：

1、不许新建采暖锅炉，必须与开发区实行集中供热。

2、焊接烟气必须采用集气装置，经15米高排气筒集中排放。

3、生活污水并入开发区污水管网集中处理。

4、生产车间实行全封闭管理，做好防振、降噪处理，确保噪声达标排放。

5、固体废弃物统一收集处理，不得污染周边环境。生产中产生的少量乳化液为危险废物，必须送至有资质的部门进行安全处置，确保不发生污染风险危害。

6、项目建成后，及时申请我局进行环保验收，验收合格后，方可投入正式生产。

二00七年七月十七日

均德5

220712050102

吉林省辐环检测有限公司

检 测 报 告

报告编号：2023FH019D

检 测 项 目：吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司 X 射线探伤机核技术利用项目

委 托 单 位：长春市博煜环保工程有限公司

检 测 类 别：委托检测

编 制 日 期：2023 年 6 月 16 日

说　　明

1．本报告未加盖吉林省辐环检测有限公司检测印章、骑缝章和 章CMA无效。

2．报告涂改无效。

3．委托检测仅对当时工况及环境状况有效，自送样品仅对该样品检测结果负责。

4．如对本报告有异议，请于收到本报告之日起十五日内以书面形式向本公司提出，逾期不予受理。

单位名称：吉林省辐环检测有限公司

单位地址：长春市高新开发区前进大街与卫星路交汇阳光大厦8层809

邮政编码：130000

电　　话：13654406373

电子邮件：jilinshengfuhuan@163.com

检 测 报 告

一、检测项目：吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目

二、检测内容：γ辐射空气吸收剂量率

三、检测日期：2023年6月10日

四、检测地点：长春九台经济开发区卡伦工业园区吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司

五、检测仪器：

仪器名称：分体式多功能辐射剂量率仪

型号规格：RJ32-3202

仪器编号：RJ3200010

检定日期：2023年2月1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

检定证书编号：2023H21-20-4394021001

六、检测依据：

《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）。

七、检测条件：

多云，温度20℃，西北风2级，天气情况满足检测仪器使用要求。

八、检测点位布设：

根据本项目的环境状况，本次环境检测共布设14个γ辐射空气吸收剂量率检测点位。

九、检测结果：

γ辐射空气吸收剂量率检测结果见表1（γ辐射空气吸收剂量率检测数值均已扣除宇宙射线响应值）。

表1 γ辐射空气吸收剂量率检测结果 单位：nGy/h

序号	点位描述	检测数值
1	厂区陆地环境	67.8
2	厂区陆地环境	65.9
3	探伤室拟建位置	66.4
4	探伤室拟建位置	67.0
5	探伤室拟建位置	68.0
6	探伤室拟建位置	67.9
7	北侧门卫	73.2
8	北侧办公楼	81.7
9	西侧生产车间一	76.1
10	南侧生产车间二	77.9
11	西南侧吉林省中造管业有限公司厂房	75.8
12	东南侧瑞祥电力有限公司厂房	78.3
13	东南侧长春东风灯具有限公司仓库	77.1
14	东北侧长春东风灯具有限公司办公楼	79.5

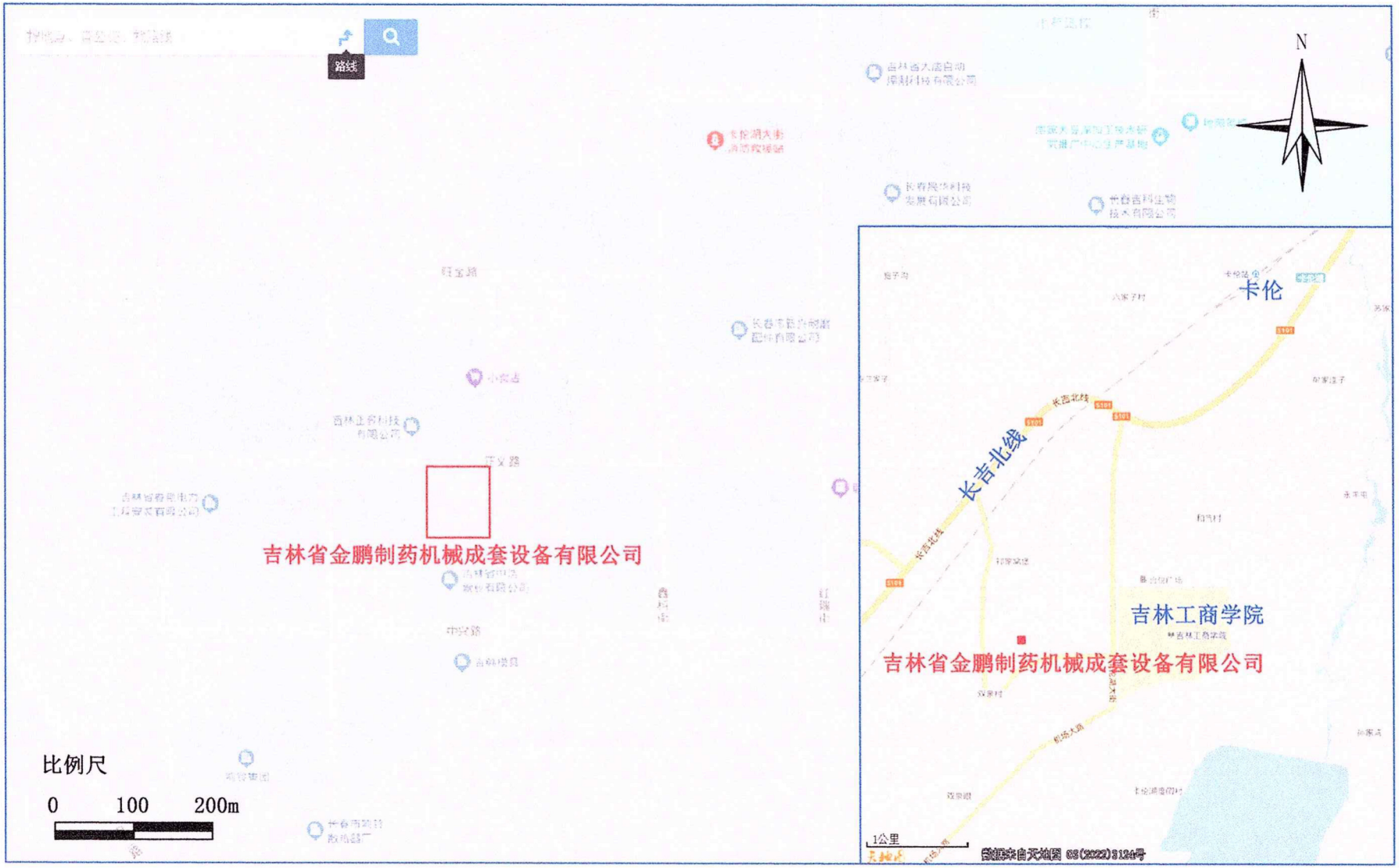
表2 吉林省长春地区γ辐射空气吸收剂量率 单位：nGy/h

地市州	原野γ辐射剂量率	室内γ辐射剂量率
长春地区	39.3～115.9	55.6～144.4

（以下空白）

报告编制人：[illegible] 审 核 人：[illegible]

授权签字人：[illegible] 签发日期：2023 年 6 月 19 日



附图 1　地理位置示意图


路线
正义路
N
暗室和危废暂
存位置（一楼）
办公楼
生产车间一
吉林省振兴电力
设备制造有限公司
金
多
街
门卫
办公楼
长春东风灯具有限公司
探伤室拟建位置
生产车间二
厂房
吉林省中造管业有限公司
仓库
厂房
瑞祥电力有限公司
★1
★2
★3
★4
★5
★6
★7
★8
★9
★10
★11
★12
★13
★14
31m
42m
39m
33m
29m
50m
比例尺 0 12 24m
© 2023 Baidu - GS(2021)6026号 - 甲测资字11111342 - 京ICP证030173号 版权信息 百度首页 服务条款 隐私政策 商业合作 地图开放平台 品牌商户认领 意见建议 下载地图客户端 新增地点 百度营销

附图 2　监测布点示意图

检验检测机构
资质认定证书

证书编号：220712050102

名称：吉林省辐环检测有限公司

地址：长春市高新开发区前进大街与卫星路交汇阳光大厦8层809室

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由吉林省辐环检测有限公司承担。

许可使用标志

CMA

220712050102

发证日期：2022年08月04日

有效期至：2028年08月03日

发证机关：吉林省市场监督管理厅

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

changchun0157

上海市计量测试技术研究院
华东国家计量测试中心

检 定 证 书

Verification Certificate

证书编号：2023H21-20-4394021001
Certificate No.

送检单位 Applicant	吉林省辐环检测有限公司
计量器具名称 Name of Instrument	环境监测用X、γ辐射空气比释动能率仪
型号/规格 Type /Specification	RJ32-3202
出厂编号 Serial No.	RJ3200010
制造单位 Manufacturer	上海仁机仪器仪表有限公司
检定依据 Verification Regulation	JJG 521-2006《环境监测用X、γ辐射空气比释动能(吸收剂量)率仪检定规程》
检定结论 Condusion	合格

上海市计量测试技术研究院 (盖章处) stamp 检定专用章

批准人 Approved by 何林锋

核验员 Checked by 袁杰

检定员 Verified by 孙训

检定日期 Date for Verification 2023 年 Year 02 月 Month 01 日 Day

有效期至 Valid until 2024 年 Year 01 月 Month 31 日 Day

计量检定机构授权证书号：(国)法计(2022)01019号/01039号
Authorization Certificate No.

地址：上海市张衡路1500号(总部)
Address:No.1500 Zhangheng Road,Shanghai (headquarter)

传真：021-50798390
Fax

电话：021-38839800
Telephone

邮编：201203
Post Code

网址：www.simt.com.cn
Web site

本次检定所使用的计量(基)标准：
Measurement standards used in this verification

名称 Name	测量范围 Measurement Range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty/Accuracy Class/Maximum Permissible Error	证书编号 Certificate No.	有效期限 Due date
X、γ射线空气比释动能(防护水平)标准装置	（1×10^{-6}～1）Gy/h	U_{rel}=4.2% (k=2)	[1989]国量标沪证字第088号	2023-12-23

本次检定所使用的主要计量器具：
Measuring instrument used in this verification

名称 Name	型号规格 Model	编号 Number	测量范围 Measurement range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty/Accuracy Class/Maximum Permissible Error	证书编号/有效期限 Certificate No./Due date
剂量计	UNIDOS webline T10022+TW32002	000459+00565	1×10^{-5}Gy/h~1×10^{-1} Gy/h	$U_{rel(\gamma)}$=3.2%（k=2）	DLjl2022-08010/2023-08-03
剂量仪	UNIDOS webline+LS-01	T10022-00459+32002-00565	1×10^{-5}Gy/h~1×10^{-1} Gy/h	$U_{rel(X)}$=2.6%（k=2）	DLjl2022-08038/2023-08-03
/	/	/	/	/	/

以上计量标准器具的量值溯源至国家基准。
The value of a quantity of measurement standard used in this verification is traced to those of the national primary standards in the P.R. China.

检定地点及环境条件：
Location and environmental condition for the verification

地点： 张衡路1500号电离辐射楼103室
Location

温度： 20℃ Ambient temperature　湿度： 60%RH Humidity　其他： 气压：102.5 kPa Others

备注： /
Note:

本证书提供的结果仅对本次被检的器具有效。未经本院/中心批准，部分采用本证书内容无效。
The data are valid only for the instrument(s). Partly using this certificate will not be admitted unless allowed by SIMT.

检定结果/说明：
Results of verification and additional explanation

1. 相对固有误差I(%)：　12.5　【使用^{137}Cs γ 辐射源】
2. 重复性(%)：　1.1
3. 剂量响应【使用^{137}Cs γ 辐射源】

空气比释动能率 mGy/h	0.13	0.06	0.01	0.002
校准因子 C_f	0.89	0.91	0.92	0.95
相对误差(%)	12.5	10.3	9.1	5.2

4. 能量响应

空气比释动能率 mGy/h	0.06				
X管电压 kV	60	80	100	150	200
校准因子 C_f	0.96	1.19	1.06	1.27	1.19
能量响应 R'_E	0.94	0.76	0.85	0.71	0.76

$$校准因子C_f=\frac{空气比释动能率K_a参考值}{仪器示值}$$

校准因子C_f测量值的相对扩展不确定度U_{rel}=6.5%　（k =2）。

注1：规程技术要求

性能	技术要求
相对固有误差	不超过±15%
重复性	30%
能量响应和角度响应	变化极限不超过±30%

注2：$R'_E=R_E/R_{Cs}$，$R_E=1/C_f$，即R'_E为每种能量E的响应R_E对^{137}Cs γ 参考辐射的响应R_{Cs}归一后的响应值。

注3：如果任一检定点的相对误差I不超过±25%，且任何两个I值之差都不大于30%则认为仪器的相对固有误差满足技术要求。

检定结果内容结束

关于吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响评价工作的委托函

长春市博煜环保工程有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规的要求，我单位委托贵公司完成吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响评价工作，请按照进度要求完成相关工作，并请各相关部门配合。

特此函告。

委托单位：吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司（盖章）

关于《吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表》环评文件的确认函

我公司(单位)委托长春市博煜环保工程有限公司编制的《吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表》已完成，经认真审核，该环评文件中采用的文件、数据和图表、附件等资料真实可靠,我单位同意环评文件的评价内容和结论。

特此确认。

单位（盖章）：吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司

2023年8月1日

《吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表》（报批版）复核意见

根据《吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表》技术评估会专家评审意见，对《吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表》（报批版）进行了复核，认为长春市博煜环保工程有限公司提供的《吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表》（报批版）按专家评审意见进行了修改和补充，同意上报吉林省生态环境厅。

复核人：

2023年8月1日

吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表专家评审意见

吉林省生态环境厅（吉林省核安全监督局）于2023年7月26日在长春市召开了《吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表》评审会，参加会议的有长春市生态环境局、吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司（建设单位）、长春市博煜环保工程有限公司（报告表编制单位）等，会议聘请3位专家。

在对建设项目选址及项目周边环境状况进行现场调研的基础上，与会专家听取了建设单位对项目的概要介绍、评价单位对环境影响报告表的汇报，进行了认真的讨论，形成如下意见：

一、项目基本情况及环境可行性

（一）吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司位于长春九台经济开发区卡伦工业园区。

公司拟在生产车间二北侧新建1间探伤室，使用1台X射线探伤机，对公司产品进行无损检测，在生产车间二东北角建设操作室、暗室和危废暂存间。新建探伤室内尺寸长7m，宽5.4m，高3.13m，有效使用面积约为38.5m^2。拟应用X射线探伤机为便携式定向型X射线探伤机，型号为XXQ2505型，最大管电压为250kV，最大输出管电流为5mA，属于II类射线装置。

（二）吉林省金鹏制药机械成套设备有限公司X射线探伤机核技术利用项目总投资40万元，其中环保投资22.3万元，环保投资所占比例55.8%。

（三）本工程探伤室拟建位置现为厂区绿化，新建探伤室为单层混凝土结构，无地下建筑物，拟建位置北侧12m为公司门卫，北侧31m为公司办公楼；西侧42m为生产车间一；南侧1m为生产车间二（内含本项目操作室）；西南侧29m为吉林省中造管业有限公司厂房；东南侧50m为瑞祥电力有限公司厂房，东南侧33m为长春东风灯具有限公司仓库；东北侧39m为长春东风灯具有限公司办公楼。探伤室周围50m范围内无居民区和学校等敏感建筑物，探伤室设有防护门，与非放射性工作场所隔开，探伤室南侧1m处设有操作室，探伤机主射线方向朝西，工作人员在操作间隔室控制探伤机工作，避开主射束方向，选址合理。

（四）通过现场调查及监测，本项目厂区陆地环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为65.9～67.8nGy/h，探伤室拟建位置陆地环境γ辐射空气吸收剂量率变化范围为66.4～68.0nGy/h，周围环境保护目标室内环境γ辐射空气吸收剂量率

变化范围为73.2～81.7nGy/h，均在长春地区陆地及室内γ辐射剂量率变化范围内。

（五）通过计算可知，探伤室四周墙体及防护门屏蔽外30m处的辐射剂量率最大预测值为1.13μSv/h，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关标准；辐射工作人员所受有效剂量低于工作人员管理限值5mSv/a，公众成员所受有效剂量低于公众成员管理限值0.1mSv/a。

（六）拟在探伤室东北角预埋地下U形通风管线，埋深约为0.5m，拟安装风机风量约为500m^3/h，有效通风换气次数约4次/h，通风管道外口位于探伤室棚顶外，无人员密集区，通风设计符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关要求。

（七）本项目产生的废显（定）影液及胶片集中存放在危废暂存间内，由有危险废物处理资质的公司进行处理。危险废物暂存间应按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023））中相关要求进行建设。

该项目如按照本报告表中提出的要求进行建设，保证辐射防护措施正常运转，对个人剂量和工作场所进行日常监测，设置醒目、规范的电离辐射警示标志，健全操作规程、岗位职责、安全保卫等规章制度，加强辐射安全培训并制定详细、周密的辐射事故应急预案，则可减少项目运行后对环境造成的影响，并可以保证本项目对工作人员及公众产生的辐射影响不超过相关标准要求。

二、环境影响报告表质量技术评估意见

与会专家认为，该报告表符合我国现行《环境影响评价技术导则》的有关规定，同意该报告表通过技术评估审查。根据专家审议，该报告表质量为：合格(平均分数：69.3分)。

三、环境影响报告表修改与补充完善的建议

为进一步提高该报告表的科学性与实用性，建议评价单位对报告表进行必要修改。具体修改意见：

（一）细化探伤机主要参数，补充危险废物暂存间利旧情况；

（二）完善屏蔽计算相关参数，细化辐射场所分区；

（三）完善事故风险分析。

专家组长签字：

2023年7月26日