

核技术利用建设项目

使用 II 类射线装置

环境影响报告表

中铁检验认证中心（盖章）

2016 年 5 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

# 使用 II 类射线装置 环境影响报告表

建设单位名称：中铁检验认证中心

建设单位法人代表（签名或签章）：聂阿新

通讯地址：北京市海淀区大柳树路 2 号

邮政编码：100081

联系人：陈立明

电子邮箱：13810305638@163.com 联系电话：13810305638



项目名称：使用 II 类射线装置

评价单位（盖公章）：中国原子能科学研究院

法人代表（签章）：万钢

环评项目负责人：王茂枝

编制人员情况				
姓名	职称	证书编号	负责章节	签名
王茂枝	工程师	00017669/A105401611	表 1, 表 9~13	
伏亚萍	工程师	00011567/A105401810	表 2~8	
韩春彩	高级工程师	/	审核	
严 源	高级工程师	/	审定	

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security  
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection  
The People's Republic of China  
编号: HP 00017669  
No.



王茂枝 00049

持证人签名:  
Signature of the Bearer

王茂枝

管理号: 2015035110352014110703000435  
File No.

姓名: 王茂枝  
Full Name  
性别: 女  
Sex  
出生年月: 1981年6月  
Date of Birth  
专业类别: /  
Professional Type  
批准日期: 2015年5月24日  
Approval Date

签发单位盖章:  
Issued by

签发日期: 2015年11月11日  
Issued on



# 目录

表 1 项目基本情况 .....	1
1.1 建设单位概况 .....	1
1.2 本项目情况 .....	2
1.3 原有核技术利用项目许可情况 .....	2
表 2 放射源 .....	3
表 3 非密封放射性物质 .....	3
表 4 射线装置 .....	4
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	5
表 6 评价依据 .....	5
表 7 保护目标与评价标准 .....	7
表 8 环境质量和辐射现状 .....	9
8.1 项目地理和场所位置 .....	9
8.2 场址辐射现状监测 .....	9
表 9 项目工程分析与源项 .....	11
9.1 工作原理 .....	11
9.2 操作流程 .....	11
9.3 主要的放射性污染 .....	12
9.4 其他非放射性污染 .....	12
9.5 正常工况的污染途径 .....	12
9.6 事故工况下的污染途径 .....	12
表 10 辐射安全与防护 .....	13
10.1 工作场所布局 .....	13
10.2 分区管理 .....	13
10.3 屏蔽设计 .....	13
10.4 安全联锁及安全警示 .....	14
10.5 通风系统 .....	14

10.6 其它防护措施 .....	14
10.7 三废的治理 .....	15
表 11 环境影响分析 .....	16
11.1 设备安装阶段的噪声影响 .....	16
11.2 运行阶段的源项 .....	16
11.3 剂量估算模式 .....	16
11.3 探伤机周围剂量水平 .....	18
11.4 工作人员受照剂量估算 .....	20
11.5 公众受照剂量估算 .....	20
11.6 评价 .....	20
11.7 事件（故）分析 .....	20
11.8 事件（故）防范建议 .....	21
11.9 事故剂量估算 .....	21
11.10 事件（故）处理措施 .....	21
表 12 辐射安全管理 .....	23
12.1 辐射安全管理机构 .....	23
12.2 人员培训 .....	23
12.3 辐射安全管理制度 .....	24
12.4 监测计划 .....	24
12.5 监测仪表和防护用品 .....	26
12.6 放射性应急预案 .....	26
12.7 与法规和标准的要求的符合情况 .....	27
表 13 结论与建议 .....	30
表 14 审批 .....	32
附件 .....	33
附件 1 建设单位营业执照 .....	34
附件 2 探伤机安全操作规程 .....	35
附图 .....	38

附图 1 项目地理位置图 .....	39
附图 2 项目周边关系图 .....	40
附图 3 探伤机机房平面布置图 .....	41
附图 4 探伤室在所在建筑的位置图 .....	42
附图 5 探伤室场址 $\gamma$ 剂量率测量点位布设图 .....	43
附图 6 门机联锁原理图 .....	44
附图 7 探伤室环境监测布点图 .....	45
附图 8 探伤室工作场所监测布点图 .....	46

表 1 项目基本情况

建设项目名称		使用 II 类射线装置			
建设单位		中铁检验认证中心			
法人代表	聂阿新	联系人	陈立明	联系电话	13810305638
注册地址		北京市海淀区大柳树路 2 号			
项目建设地点		北京市朝阳区酒仙桥北路 1 号			
立项审批部门			批准文号		
建设项目总投资(万元)	336.2	项目环保投资(万元)	80	投资比例(环保投资/总投资)	23.8%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m <sup>2</sup> )	67
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	无			
	项目概述				
<p><b>1.1 建设单位概况</b></p> <p>中铁检验认证中心(中国铁道科学研究院的全资子公司,营业执照见附件 1)2003 年 4 月正式挂牌成立的国有独资企业,注册资金 5100 万元,是实施铁路产品、城轨装备认证的第三方检验、认证机构。2014 年 1 月 21 日,国家认监委发文正式批准我中心的“国家铁路产品质量监督检验中心(CRCC)”授权。业务范围覆盖了铁路及城轨机车车辆、牵引供电、通信信号、工务工程、运输包装、金属化学等产品的检测。</p> <p>中铁检验认证中心下设:基础部、质检部、认证部、综合后勤部、技术装备部。接触网零部件检验站(以下简称“检验站”)是质检部的检验站之一,主要从事电气化铁</p>					

路接触网零部件产品的检验。检验项目涵盖机械、电气、材料性能。本项目所使用的探伤机归属于接触网零部件检验站。

检验站位于北京东北五环外，其地理位置见附图 1。

## 1.2 本项目情况

检验站为了对其研发的各种金属材料理化性能进行检测，拟新增使用 1 台探伤机（参数见表 1-1）。

表 1-1 拟使用的工业 X 射线探伤机装置明细

装置名称	类别	技术参数	台数	辐射形式	机房外的剂量率	生产厂家	备注
X 射线无损检测仪	II	320kV/ 45mA	1 台	定向 (向下)	铅房外的剂量不 高于 1.0uSv/h <sup>[1]</sup>	德国 GE 公 司	新增

注[1]: 参考同类型探伤机在国内正常运行时的实测数据。

探伤机位于高速弓网关系试验室（周边关系见附图 2）一层，探伤机机房的平面布置见附图 3。探伤室东侧为理化室，南侧为厂区道路，西侧为配电室，北墙外为试验大厅。

探伤室的尺寸为 12m×5.6m×4.2m，其中铅房的尺寸为 3m×3m×3m。

## 1.3 原有核技术利用项目许可情况

中铁检验认证中心未办理过辐射安全许可证。

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
	无							

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
	无									

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
	无									

(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射线无损检测仪	II	1台	TITANE320	320	45	室内探伤	探伤室	定向

(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 ( $\mu$ 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	
	无												

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
无								

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<sup>3</sup>；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<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令 第 6 号，2003 年 6 月 28 日）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境保护法》（第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2014 年 4 月 24 日）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过，2002 年 10 月 28 日）；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 第 449 号，2005 年 9 月 14 日）；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，（中华人民共和国环境保护部令 第 33 号，2015 年 6 月 1 日）；</p> <p>(6) 关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定（中华人民共和国环境保护部令 第 3 号，2008 年 12 月 6 日）；</p> <p>(7) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(8) 《射线装置分类办法》（国家环境保护总局公告 2006 年第 26 号，2006 年 5 月 30 日）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令 第 18 号，2011 年 4 月 18 日）。</p>
------	--

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) GB18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》；</p> <p>(2) HJ/T61-2001 《辐射环境监测技术规范》；</p> <p>(3) GBZ117-2015 《工业 X 射线探伤放射防护要求》；</p> <p>(4) GB22448-2008 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》；</p> <p>(5) DB11/T 1033-2013 《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》；</p> <p>(6) GBZ/T 250-2014 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>探伤机铅房的设计资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

**评价范围**

依据 HJ 10.1-2016《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》，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。因此，本项目评价范围取探伤机所在房间墙体为基准，墙外 50m 的范围。

**保护目标**

本项目探伤机所在房间外 50m 范围为单位工作区范围，因此保护目标为探伤工作人员和附近停留公众。

## 评价标准

### (1) 剂量限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的规定:

#### 1) 职业照射

应对任何工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过以下限值:

- ① 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量, 20mSv;
- ② 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

#### 2) 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过以下限值:

- ① 年有效剂量, 1mSv;
- ② 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) 年剂量约束值

- 正常工况: 1) 将职业照射剂量约束值设定为 2mSv/a, 为职业年受照剂量限值的 1/10;  
2) 将公众受照剂量约束目标值设定为 0.1mSv/a, 为公众年受照剂量限值的 1/10。

事故情况: 工作人员的剂量控制值取 20mSv; 公众的剂量控制值取 5mSv。

### (3) 剂量率控制水平

DB11/T 1033-2013 《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》中 6.1.2.1 中要求“探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 $\mu$ Gy/h, 无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。”

本评价报告对本项目探伤机所致周围(包括四周、顶和底)墙外和防护门外 30cm 处的剂量率均采用 2.5 $\mu$ Gy/h 作为剂量率控制水平。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目探伤机建设地点位于北京东北五环外，地理位置见附图 1，探伤机位于高速弓网关系试验室一层，场所位置见附图 2，场所平面布置见附图 3，探伤室东侧为理化室（其中主要设备为扫描电镜和直读光谱仪），南侧为厂区道路，西侧为配电室，北墙外为试验大厅。

8.2 场址辐射现状监测

2015 年 07 月 29 日，环评单位对项目场址进行  $\gamma$  辐射剂量率的本底监测，仪器仪表（已校准）的性能参数见 8-1。具体的监测点位见附图 5 中的标注，监测结果见表 8-2。监测结果显示，探伤室场址的  $\gamma$  辐射水平在 63~81 nSv/h 范围内波动，位于北京市正常本底水平范围内（北京市天然  $\gamma$  辐射剂量率见表 8-3）。

表 8-1 使用的仪表及性能指标

仪器名称	型号	主要技术性能指标
x- $\gamma$ 辐射监测仪	FHZ672E-10	测量范围：1nSv/h~100 $\mu$ Sv/h (FH40G 主机可补偿至 1Sv/h) 能量响应：48KeV~6MeV 相对响应之差：< $\pm$ 15% (相对于 $^{137}\text{Cs}$ 参考 $\gamma$ 辐射源) 准确度：<20% (针对 $^{137}\text{Cs}$ ，剂量率大于 100nSv/h) 灵敏度：2000s <sup>-1</sup> / $\mu$ Sv/h ( $^{137}\text{Cs}$ )

表 8-2 探伤室场址本底  $\gamma$  剂量率监测数据

监测点位	平均值, nSv/h	标准偏差	监测点位	平均值, nSv/h	标准偏差
1	68.55	3.17	10	63.25	2.74
2	70.65	0.42	11	63.30	2.21
3	71.45	1.07	12	69.10	1.59
4	69.83	0.57	13	71.08	2.37
5	67.98	1.37	14	69.38	0.76
6	70.40	5.17	15	63.98	2.85
7	68.93	0.90	16	67.45	0.31
8	74.33	1.31	17	71.73	6.88
9	70.05	1.69	18	81.45	3.11

注：监测结果包含仪表对宇宙射线的响应

表 8-3 北京市天然  $\gamma$  辐射剂量率 单位：nGy/h

监测部位	范围	平均值	标准差
原野	29.2~88.9	56.2	9.1
道路	14.7~105.0	49.3	13.1
室内	42.3~151.6	83.5	14.8

注：表中数据引自《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护总局，1995年8月）

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 9.1 工作原理

本项目探伤机显像方式为工业数字显像。

探伤机工作原理如下：

X 射线管产生 X 射线，射线在穿透物质过程中会与物质发生相互作用，因吸收和散射而使其强度减弱。强度衰减程度取决于物质的衰减系数和射线在物质中穿越的厚度。如果被透照物体（工件）的局部存在缺陷（如裂缝），且缺陷物质的衰减系数不同于工件，该局部区域的透过射线强度就会与周围产生差异。探测器采集透过射线强度信息，在图像处理系统中运用特定算法以二维灰度图像将工件内部信息直观地通过专业显示器显示出来。通过射线检测人员对图像的观测分析和软件计算分析，判断缺陷情况来实现探伤目的。

以上 X 射线产生、穿透工件、探测器采集信息等检测过程均在铅房中进行。

### 9.2 操作流程

本项目探伤机显像方式：工业电视。

操作流程：

1. 打开系统总电源，打开射线机控制单元；
2. 根据设备停止时间，选择合适的训机模式，将射线机自动训机到需要使用的  
高压值；
3. 打开铅门，将工件放置在探伤位置上，并针对工件外形尺寸进行有效固定；关  
闭铅门；
4. 打开图像处理软件界面，建立工件编号名称，启动 X 射线机高压；
5. 根据工件的厚度和材质，输入所需高压值，电流值，调整机械的位置和透照角  
度，使射线束可以覆盖需要检测的位置，点击图像采集按钮，多帧图像积分降噪后得到  
检测图像；

6. 通过软件界面调整图像亮度和对比度，优化检测图像，对检测图像进行评估。  
通过移动射线管和探测器位置，完成整个工件不同位置的检测；

7. 关闭射线机，打开铅门，取下工件，完成一次检测。  
更详细的安全操作规程见附件 2。

## 污染源项描述

### 9.3 主要的放射性污染

探伤机使用过程中产生的主要放射性污染为 X 射线。

### 9.4 其他非放射性污染

臭氧和氮氧化物。

### 9.5 正常工况的污染途径

(1) 当电子轰击靶时，与靶物质发生作用产生韧致辐射 X 射线，X 射线经透射、散射，对人员产生外照射；

(2) 空气在射线的强辐射下，吸收能量并通过电离作用产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目产生的放射性废气可以忽略。

### 9.6 事故工况下的污染途径

(1) 探伤机故障。常见的故障主要是射线系统和电器系统的故障，多数的情况是 X 光机不出束，故不会对人员产生照射。

(2) 探伤机在正常作业时，门-机联锁失效，人员误入探伤室，使其受到额外的照射。

(3) 探伤机检修时检修人员可能受到误照射。

(4) 探伤机丢失、被盗后，一旦通电可能使人员受到照射。

表 10 辐射安全与防护

## 项目安全设施

### 10.1 工作场所布局

探伤室的布局如附图 3 所示。探伤铅房位于房间东南侧，铅房的人员门设于铅房北侧，工件门设于西侧，操作台位于铅房西侧。

### 10.2 分区管理

探伤室的铅房内的所有区域设为控制区，探伤室其他区域设为监督区。

### 10.3 屏蔽设计

本项目使用的探伤机自带屏蔽机房，保证探伤室四周墙外和防护门外 30cm 处辐射剂量率不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。自带铅房的屏蔽设计方案见表 10-1。探伤铅房所在探伤室的墙体材料及厚度见表 10-2。

表 10-1 探伤铅房屏蔽设计方案一览表

位置	屏蔽材料及其厚度 (mm)
东侧	铅 (30)
南侧	铅 (35)
西侧 (工件门、控制台侧)	铅 (35)
北侧 (铅房门侧)	铅 (35)
顶	铅 (25)
底	铅 (25)

表 10-2 探伤室墙体材料及厚度

位置	墙体材料	墙体厚度 (mm)
东侧	加气混凝土砌块	200
南侧 (窗)	加气混凝土砌块	300
西侧	加气混凝土砌块	200
北侧 (门)	加气混凝土砌块	200
顶	钢筋混凝土	120

#### 10.4 安全联锁及安全警示

X 射线铅房对开门安装有门机连锁开关, 门机开关都与配电箱内的安全继电器连接, 安全继电器的另一端口与 X 射线机电源模块连接。只有门机连锁开关的触点完全接触到, 电气柜内的安全继电器才会吸合。安全继电器将安全回路闭合信号提供给 X 射线机电源模块, X 射线机控制台安全回路绿色指示灯才会亮起, 提示操作人员安全回路信号准备完成, 高压可以正常启动。如整个回路任何一个位置出现问题, X 射线机控制器绿色指示灯都不会亮, 高压都无法启动。在门未完全闭合或者门突然打开时, 安全回路都将在瞬间断开, 高压将被切断。门机联锁控制原理如下附图 6 所示。

在探伤室工件入口防护门外设置“当心电离辐射”的中文警示标志; 在探伤室工件入口防护门上方安装出束声光警示灯。

#### 10.5 通风系统

通风系统排风口高度为 3.5 米, 由顶部排至室外, 通风量为  $600\text{m}^3/\text{h}$ , 换气次数为每小时 30 次。

#### 10.6 其它防护措施

- (1) 探伤机控制台钥匙处于高压位置的时候, 钥匙不可被拔出。
- (2) 在 X 射线照射室、控制台设置有紧急停机按钮。

## 三废的治理

### 10.7 三废的治理

空气在射线的强辐射下，吸收能量并通过电离作用产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目产生的放射性废气可以忽略。通风系统（见 10.5 节）正常排风可以满足相关要求。

表 11 环境影响分析

<p><b>建设阶段对环境的影响</b></p> <p><b>11.1 设备安装阶段的噪声影响</b></p> <p>该项目利用已有厂房，建设阶段在设备安装过程中会产生一定的噪声，但安装时间很短，其对环境的影响只是暂时的，可以接受的。</p>
<p><b>运行阶段对环境的影响</b></p> <p><b>11.2 运行阶段的源项</b></p> <p>本项目使用的探伤机的辐射方式为定向，主束方向向下，人员受到辐射的射线束有：泄漏辐射和散射辐射。</p> <p>根据《工业 X 射线探伤卫生防护标准》(GBZ117-2015) 3.1.1.5 中对漏射线的规定：对管电压大于 200kV 的探伤机，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比时动能率应小于 5mGy/h。本项目拟购探伤机为合格产品，最大管电压为 320kV，故泄漏辐射水平不会超出 5mGy/h，因此，1m 处的漏射线剂量率按 5mGy/h 考虑。固定探伤采用实时成像，每天扫描时间 2h，年探伤天数为 100 天，年探伤时间为 200h。</p> <p><b>11.3 剂量估算模式</b></p> <p>(1) 有用线束（主束）</p> <p>在给定屏蔽物质厚度时，关注点的剂量率按照下式（参考 GBZ/T 250-2014 中有用线束屏蔽）来计算：</p> $H_{\text{主束}} = \frac{H_0}{R^2} \cdot B \quad (11-1)$ <p><math>H_{\text{有用}}</math>——主束剂量率，mGy/h；</p> <p><math>H_0</math>——距离辐射源点 1m 处的空气吸收剂量率，等于辐射源点在 1m 处的输出量（查</p>

GBZ/T 250-2014 表 B.1 保守取值,  $23.5\text{mGy}/(\text{mA}\cdot\text{min})\times 60\text{min}/\text{h}=1.41\times 10^3\text{mGy}/(\text{mA}\cdot\text{h})$  乘以 X 射线探伤装置在最高电压下的常用最大管电流 (45mA), 为  $6.35\times 10^4\text{mGy}/\text{h}$ ;

B——辐射屏蔽透射因子, 查 GBZ/T 250-2014 图 B.1 可得;

R——关心点至辐射源点的距离, m。

### (2) 泄漏

计算泄漏辐射剂量率时, 把 X 射线管泄漏辐射看成点辐射源。设源经屏蔽到所考虑的那一点的距离为 R 米, 采用 1/10 减弱厚度计算屏蔽衰减。这样, 关注点的泄漏辐射剂量率就可以按照下式 (参考 GBZ/T 250-2014 中 4.2.2 泄漏辐射屏蔽) 来计算:

$$H_{\text{泄露}} = \frac{H_L}{R^2} \cdot B \quad (11-2)$$

其中:

$H_{\text{泄露}}$ ——泄漏剂量率, mGy/h;

$H_L$ ——距源 1m 处泄漏辐射的剂量率, 取 5mGy/h;

R——X 射线源点至所计算点的距离, m;

B——屏蔽材料对 X 射线的屏蔽透射因子, 按式 (11-4) 计算。

### (3) 散射

X 射线散射 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线机的最高能量, 本项目所使用的探伤机的最高能量为 320kV, 参考 GBZ/T 250-2014 中 4.2.3 散射辐射屏蔽中表 2: 原始 X 射线能量大于 300 kV 而小于 200 kV 时, 散射辐射的能量为 250 kV, 因此, 本项目探伤机散射的最大能量为 250 kV。

散射辐射是有用射线束照射到物体上, 被物体散射而造成的, 因此在计算散射辐射的屏蔽时, 可把散射体看成辐射源。散射剂量率可以按照下式 (参考 GBZ/T 250-2014 中 4.2.3 散射辐射屏蔽) 来计算:

$$H_{\text{散射}} = \frac{H_0}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \cdot B \quad (11-3)$$

其中：

$H_0$ ——距离辐射源点 1m 处的空气吸收剂量率，等于辐射源点在 1m 处的输出量（查 GBZ/T 250-2014 表 B.1 可得 250kV 电压对应的最大输出量，16.5mGy/（mA min） $\times 60\text{min/h} = 9.9 \times 10^2$  mGy/（mA h））乘以 X 射线探伤装置在最高电压下的常用最大管电流（45mA），为  $4.46 \times 10^4$  mGy/h；

$R_s$ ——计算源点至探伤工件的距离，m；

$F$ —— $R_0$  处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ；

$R_0$ ——辐射源点至探伤工件的距离， $\text{m}^2$ ；

$\alpha$ ——散射因子，入射辐射被单位面积（ $1 \text{m}^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

令  $f_s = \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ ，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 中 B.4.2 可知  $f_s = 0.02$ 。

$B$ ——屏蔽材料对 X 射线的屏蔽透射因子，按式（6-4）计算。

屏蔽透射因子  $B$  按下式（11-4）计算：

$$B = 10^{-\left(\frac{D}{\text{TVL}}\right)} \quad (11-4)$$

其中，

$D$ ——采用的屏蔽厚度。

$\text{TVL}$ ——十分之一层厚度，采用 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2 中数据。

### 11.3 探伤机周围剂量水平

本项目保守的取探伤机最大工作电压 320kV 的情形进行估算，根据上述剂量估算模式 11-1、11-2、11-3 估算探伤机室屏蔽墙外 30cm 处及周围剂量率水平，结果见表 11-1，

对应点的位置见附图 3。

表 11-1 探伤机周围各点剂量率水平

编号	估算位置	射线类型	与源的 距离 (m)	1 米处剂量 率 (mGy/h)	屏蔽层厚 度 (cm)	衰减因子 B	估算剂量率 ( $\mu$ Gy/h)
1	铅房东侧	泄漏辐射	1.80	5	铅 (30)	$1.45 \times 10^{-5}$	$2.24 \times 10^{-2}$
		散射辐射		$4.46 \times 10^4$		$4.52 \times 10^{-11}$	
2	铅房南侧	泄漏辐射	1.80	5	铅 (35)	$2.26 \times 10^{-6}$	$3.49 \times 10^{-3}$
		散射辐射		$4.46 \times 10^4$		$8.53 \times 10^{-13}$	
3	铅房西侧	泄漏辐射	1.80	5	铅 (35)	$2.26 \times 10^{-6}$	$3.49 \times 10^{-3}$
		散射辐射		$4.46 \times 10^4$		$8.53 \times 10^{-13}$	
4	铅房北侧	泄漏辐射	1.80	5	铅 (35)	$2.26 \times 10^{-6}$	$3.49 \times 10^{-3}$
		散射辐射		$4.46 \times 10^4$		$8.53 \times 10^{-13}$	
5	铅房顶	泄漏辐射	2.20	5	铅 (25)	$9.28 \times 10^{-5}$	$9.64 \times 10^{-2}$
		散射辐射		$4.46 \times 10^4$		$2.40 \times 10^{-9}$	
6	铅房底 (地基)	主束辐射	1.0	$6.35 \times 10^4$	铅 (25)	$1.0 \times 10^{-8}$	1.02
		泄漏辐射		5		$9.28 \times 10^{-5}$	
		散射辐射		$4.46 \times 10^4$		$2.40 \times 10^{-9}$	

备注: (1) 本项目探伤机主束向下, 屏蔽铅房紧贴地面而建, 且该建筑无地下室, 因此铅房底的剂量率仅供参考。

(2) 关于铅的十分之一层厚度 TVL, 参考 GBZ/T 250-2014 附录 B 中表 B.2, 查得:

X 射线管电压为 320kV 时, 铅的十分之一减弱层厚度为 6.2mm

X 射线管电压为 250kV 时, 铅的十分之一减弱层厚度为 2.9mm

根据估算结果, 本项目探伤机周围屏蔽体外 30cm 处附加剂量率的最大值为  $7.46 \times 10^{-2} \mu$  Gy/h (不包括铅房底的剂量率值, 且以上计算的数据是不包含探伤机周围环境的本底  $\gamma$  剂量率), 与同类设备机房外实测数据不高于  $1.0 \mu$  Sv/h 相符合, 同时也

满足本报告设定的  $2.5 \mu\text{Gy/h}$  的剂量率控制水平。

#### 11.4 工作人员受照剂量估算

本设备的操作台在探伤机的旁边，保守估计，取探伤机自带屏蔽机房外  $0.3\text{m}$  处的最大剂量率来进行估算，工作人员的年最大受照剂量为  $9.64 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h} \times 200\text{h} \times 1$  (居留因子) =  $19.3 \mu\text{Sv/a} = 0.02\text{mSv/a}$ ，可见，X 射线探伤机对工作人员的剂量远低于所设定的工作人员年受照剂量约束值  $2\text{mSv/a}$ 。

#### 11.5 公众受照剂量估算

本项目保守取探伤机自带屏蔽机房外周围  $0.3\text{m}$  处的剂量率来对公众剂量进行估算，根据表 11-1 可知，探伤室楼上为公众区域剂量率为  $9.64 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，探伤机工作时间  $200\text{h/a}$ ，人员居留因子取 1，与源的距离取  $4.4\text{m}$ ，因此公众的年受照剂量最大值为  $0.005\text{mSv}$ ，可见，X 射线探伤机对周围公众的剂量低于所设定的周围公众年剂量约束值  $0.1\text{mSv/a}$ 。

#### 11.6 评价

在正常运行情况下，该项目使用工业 X 射线探伤机对工作人员和公众的照射为外照射。工作人员的年最大受照剂量为  $0.02\text{mSv/a}$ ，低于剂量约束值  $2 \text{mSv/a}$ ；对公众所致最大个人年有效剂量为  $0.005\text{mSv/a}$ ，低于剂量约束值  $0.1\text{mSv/a}$ 。

### 事故影响分析

#### 11.7 事件（故）分析

(1) 探伤机故障。

常见的故障主要是射线系统和电器系统的故障，多数的情况是 X 光机不出束，故不会对人员产生照射。

(2) 误照射事故

①固定式探伤机正常作业时，发生放射性事故的几率极小，但可能发生以下事件：探伤机在出束状态下，防护门与控制台的安全联锁系统失效，人员进入机房产生误照射；

②探伤机检修时检修人员可能受到误照射，严重时发生辐射事故。

(3) 射线装置丢失、被盗事故

由于安保疏忽，可能发生探伤机丢失、被盗事故，但发生的概率极小。

### 11.8 事件（故）防范建议

对于射线装置可能发生的意外照射事件（故），关键在于预防，建议采取以下措施防范：a. 机房防护门处设置电离辐射警示标志、中文警告说明和工作状态指示灯；b. 规范工作秩序，严格执行《放射性检查安全管理制度》；c. 放射防护管理小组定期检查安全规章和制度落实情况，发现问题及时纠正；d. 完善《放射事故应急处理预案》。应急预案须明确应急处理领导小组及职责、处理原则和处理程序等；e. 探伤作业时，工作人员必须佩戴剂量报警仪和个人剂量计。

### 11.9 事故剂量估算

本项目的最大可信事故为探伤机安全联锁系统失效导致的工作人员误入受到照射。

由于工作人员佩戴剂量报警仪，故工作人员一旦开门报警仪立即响起，随即将门关闭。保守假设工作人员受照时间为 5s，受到最近 2m 处泄露辐射和散射辐射，则工作人员所受剂量为  $(4.46 \times 10^4 + 5) \text{ mGy/h} \times 5 / 3600 \text{ h} \times 1 / 2^2 = 15.5 \text{ mSv}$ 。假设此时南侧道路上有公众停留，距离取 4m，则公众所受剂量为  $(4.46 \times 10^4 + 5) \text{ mGy/h} \times 5 / 3600 \text{ h} \times 1 / 4^2 = 3.9 \text{ mSv}$ 。

可见，事故情况下工作人员所受剂量低于其剂量控制值 20mSv；公众所受剂量也低于其剂量控制值 5mSv。

### 11.10 事件（故）处理措施

(1) 探伤机故障：经常维护，及时检修。

(2) 误照射事故：首先切断电源，确保探伤机停止出束。保护好现场，控制现场区域，防止无关人员进入辐射区，立即向辐射防护领导小组汇报情况。对可能受到大剂

量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

(3) 射线装置丢失、被盗事故：按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和国家环境保护总局环发<2006>145 号文件之规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的放射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和卫生部门报告。保护好事故现场，积极组织展开查找工作。密切配合环保部门、卫生部门迅速查找、侦破，尽快追回丢失的射线装置。

表 12 辐射安全管理

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

**12.1 辐射安全管理机构**

检验站成立辐射防护领导小组，组长由站长兼任，设有专职管理人员，辐射安全工作小组成员名单见表 12-1。

表 12-1 辐射安全工作小组成员名单

职责	姓名	职务或职称	专职/兼职
组长	陈立明	站长	兼职
组员	徐超	质量负责人	兼职
	张治国	检验员	专职
	张晨云	检验员	兼职
	王伟	检验员	兼职
	王晓雅	检验员	兼职

**12.2 人员培训**

凡从事探伤工作的人员，必须经辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核合格，检验站有 3 名工作人员拟从事探伤工作，计划于近期参加环境保护部认可的培训机构组织的辐射防护知识培训，基本情况见表 12-2。在项目运行期间，对新参加的放射性工作人员，单位所将组织其进行辐射防护培训。

表 12-2 辐射工作人员基本情况一览表

姓名	性别	单位	工作类别	获证日期	证书编号	培训机构	备注
张治国	男	标准所	探伤			中国原子能科学研究院	计划于近期参加培训
王伟	男	标准所	探伤				
徐超	男	标准所	探伤				

## 辐射安全管理规章制度

### 12.3 辐射安全管理制度

检验站制定了《放射安全管理规定》，其内容包括操作规程、辐射安全与环境保护管理机构及岗位职责、辐射安全管理制度、放射工作人员培训计划、辐射监测计划、台账管理制度、放射工作人员个人剂量监测和健康管理制、设备维护检修制度、辐射事故应急预案等，基本能够满足工作需要。

## 辐射监测

### 12.4 监测计划

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》(DB11/T1033-2013)等法规和标准，对射线装置使用单位进行个人剂量监测、环境监测及工作场所监测。

(1) 个人剂量监测：从事 X 射线探伤工作的放射性工作人员均佩带 TLD 个人剂量计，委托有资质的单位按每年 4 次的频度进行个人剂量监测，并按《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2002)和《放射工作人员职业健康管理办》(卫生部令第 55 号)的要求建立个人剂量档案。

(2) 环境监测：依据《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)，本项目的环境监测计划见表 12-3，监测布点见附图 7。建设单位自行监测，监测频度为每年 1 次。同时，

每年委托有资质的第三方机构（具有 CMA 或 CNAS 证书）进行一次环境监测。

表 12-3 环境监测计划

监测点位	位置	监测项目	监测频度
1	东墙外（理化室）	X-γ 辐射剂量率	1 次/年
2	西墙外（配电室）	X-γ 辐射剂量率	1 次/年
3	北墙外（试验大厅）	X-γ 辐射剂量率	1 次/年
4	楼上（办公室）	X-γ 辐射剂量率	1 次/年
5	南墙外（室外道路）	X-γ 辐射剂量率	1 次/年

(3) 工作场所监测

依据《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB11/T1033-2013），本项目工作场所的监测计划见表 12-4，监测布点见附图 8。建设单位自行监测，监测频度为每季度 1 次。同时，每年委托有资质的第三方机构（具有 CMA 或 CNAS 证书）进行一次工作场所监测。

表 12-4 工作场所监测计划

监测点位		点位编号	监测项目	监测频度
东侧	3 个点	1	X-γ 辐射剂量率	1 次/季
西侧	3 个点	2	X-γ 辐射剂量率	1 次/季
南侧	3 个点	3	X-γ 辐射剂量率	1 次/季
北侧	3 个点	4	X-γ 辐射剂量率	1 次/季
楼上	5 个点	5	X-γ 辐射剂量率	1 次/季
工件门(进料口)	门的上、下、左、右和中间 5 个点	6	X-γ 辐射剂量率	1 次/季
人员门	门的上、下、左、右和中间 5 个点	7	X-γ 辐射剂量率	1 次/季
控制台	1 个点	8	X-γ 辐射剂量率	1 次/季

#### (4) 监测记录或报告的存档

建设单位辐射安全防护管理机构建立了辐射环境监测记录，并妥善保存。监测记录或报告中记载了监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息。

### 12.5 监测仪表和防护用品

拟新配备的监测仪表和防护用品见表 12-5。

表 12-5 监测仪表和防护用品表

序号	仪器名称	数量	状态	备注
1	X-γ 个人剂量报警仪	4 台	拟购	/
2	便携式辐射监测仪	1 台	拟购	量程范围：0.01 μSv/h~100mSv/h； 能量响应：30keV~3.0MeV； 具有声、光报警及电池电量检查功能。
3	防护服	4 套		

## 辐射事故应急

### 12.6 放射性应急预案

检验站拟制定《放射事故应急预案》，包括应急处理组织机构、应急程序等。

## 12.7 与法规和标准的要求的符合情况

### (1) 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况

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”要求的对照检查如表 12-6 所示。

表 12-6 项目执行与“18 号令”要求的对照表

序号	18 号令要求	项目单位情况	检查结果
1	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受到意外照射的安全措施。	探伤机控制台钥匙由专人掌管，设置门机连锁。	符合
2	应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、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。	拟每年请有资质的单位对环境和工作场所周围的辐射水平进行一次监测。	符合
3	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	承诺每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告	符合
4	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。	有 3 名工作人员计划近期参加环保部门认可的培训机构组织的辐射安全培训。建设单位承诺在本项目试运行前，所有未经过辐射防护培训的人员参加环保部门认可的培训机构组织的辐射安全培训，经考核合格后上岗。	符合
5	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证发证机关。	工作人员拟配置个人剂量计，拟请有资质的单位对放射性工作人员的剂量每季度都测量 1 次。	符合

(2) 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况

表 12-7 汇总列出了本项目对照〈关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定〉(环保部令第 3 号, 2008 年)对生产、销售、使用放射性射线装置单位要求的对应检查情况。

表 12-7 项目执行“3 号令”要求对照表

序号	3 号令要求	项目单位情况	检查结果
1	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。	有专门的辐射安全与环境保护管理机构。	符合
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。	新参加辐射工作的工作人员拟进行培训	符合
3	放射性射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	在探伤室工件入口设置明显的电离辐射警告标识; 工件入口防护门和控制台设置门机联锁系统; 在探伤室工件入口防护门上方将安装探伤机工作状态警示灯和声响警示系统。	符合
4	配备必要的防护用品和监测仪器。	拟配备个人剂量计和 X- $\gamma$ 剂量监测仪, 拟配备 X- $\gamma$ 剂量报警仪。	符合
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护措施、台帐管理制度、培训计划和监测方案。	设有《放射安全管理规定》, 其中包括了操作规程、岗位职责、辐射防护措施、台帐管理制度、培训计划和监测方案等制度。	符合
6	有辐射事故应急措施。	拟制定《放射事故应急预案》。	符合

(3) 与《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》(DB11/T1033-2013) 的比对

依据《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》(DB11/T1033-2013), 本项目管理等级为四级, 本项目具备的条件与其对比的情况见表 12-8。

表 12-8 本项目与《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》  
(DB11/T1033- 2013) 的比对

管理要求 (四级)		本项目情况	备注
探伤室及安全设施	探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 $\mu$ Gy/h。	符合	详见本报告表 11
	应安装门-机联锁安全装置。	符合	详见本报告表 10
	应在控制台和探伤室内及出入口处安装紧急停止按钮, 并配有清晰的标识和说明。	符合	详见本报告表 10
	探伤室工作人员出入口门外和被探伤物件出入口门外醒目位置应安装电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	符合	详见本报告表 10
辐射监测	X 射线探伤装置的泄漏辐射监测应符合 GBZ117 的要求。	符合	建设单位按照要求制定
	X 射线探伤室应配备便携式辐射检测仪。	符合	详见本报告表 10
	探伤室周围辐射水平的监测。	符合	详见本报告表 10
	探伤室建成后应由有资质的机构进行验收监测, 投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。	符合	建设单位按照要求制定, 详见本报告表 10
安全检查和维护	每次工作前, 射线探伤作业人员应检查安全联锁装置的性能和警示信号的状态, 确认探伤室内无人且门已关闭、所有安全装置起作用后才能启动照射。	符合	附件 2
	辐射防护人员应定期检查探伤室安全门-机联锁装置, 以及出束信号指示灯等安全措施。	符合	建设单位按照要求制定, 详见本报告表 10
	辐射安全和防护负责人应至少每半年组织一次对联锁安全装置和紧急停止按钮的安全检查, 发现问题应及时组织检修和维护, 并做好记录。	符合	

表 13 结论与建议

### 结论

(1) 该项目拟使用的一台 X 射线探伤机, 属于 II 类射线装置。探伤机的屏蔽和安全设计满足安全相关要求。在正常运行过程中, 辐射污染小, 产生的放射性废气可以忽略。

(2) 对探伤室的本底调查表明: 探伤机工作场所的辐射  $\gamma$  剂量率水平在 63nGy/h~81nGy/h 范围内波动, 属于正常本底水平。

(3) 该项目正常情况下, 该项目使用工业 X 射线探伤机对工作人员和公众的照射为外照射。操作台工作人员的年最大受照剂量为 0.02mSv/a, 低于剂量约束值 2 mSv/a; 探伤机东墙外停留的公众受到 X 射线照射的剂量最大, 对公众所致最大个人年有效剂量为 0.005mSv /a, 低于剂量约束值 0.1 mSv/a。其影响可以接受。

(4) 本项目的最大可信事故为探伤机安全联锁系统失效导致的工作人员误入受到照射。在该事故情况下, 工作人员受到剂量最大为 15.5mSv, 低于其剂量控制值 20mSv; 公众受到剂量最大为 3.9mSv 低于其剂量控制值 5mSv。其影响可以接受。

(5) 建设单位制定了《放射事故应急预案》, 按照该应急预案执行能够保证及时的处理事故和有效的降低事故后果。

(6) 建设单位制定了详细的操作规程和管理办法, 这些管理措施经过适当的修改完善后能够满足现行法规的要求, 只要严格按照这些规程和方法执行, 能够保证该单位 X 射线探伤机正常的安全运行。

综上所述, 评价结果显示, 安全防护措施可靠, 管理制度和安全制度可行。

## 建议和承诺

为了保护环境，保障人员健康，建设单位承诺：

- 1) 完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行。
- 2) 定期对一体化探伤机周围辐射水平进行检测。
- 3) 组织所有未通过辐射防护培训的拟从事放射性工作的人员参加环保部门推荐的培训机构组织的辐射安全培训，并严格落实对放射性工作人员每四年进行一次环保再培训的要求。
- 4) 在项目运行过程中严格执行辐射防护与安全管理制度，不违规操作和弄虚作假。
- 5) 试运行三个月内，申请环境保护竣工验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

审批意见：

附件

附件 1 建设单位营业执照

附件 2 探伤机安全操作规程

附件 1 建设单位营业执照

编号: NO. C2 0000086



请于每年3月1日至6月30日向登记机关申报年检



中华人民共和国国家工商行政管理总局制

## 附件 2 探伤机安全操作规程

### TITANE320 X 射线无损检测仪安全操作规程

1. 探伤机操作人员必须熟悉设备的性能与操作，持证上岗；
2. 除指派的操作、维修技术人员外，设备运行时，其他人不得进入 X 射线检测区域；
3. 操作人员开启高压前，应首先检查所有设备运行条件（冷却水、电源、操作开关、安全装置），确保在一切工作正常的情况下运行；
4. 打开系统供电开关，电气控制柜接通电源，检查各个信号灯是否正常。
5. X 射线机上电，检查控制各个信号灯是否正常，水冷却器是否工作正常。
6. 控制计算机上电，检查计算机工作是否正常，显示器是否工作正常。
7. 打开成像软件 IMAGE 软件，检测软件运行是否正常。
8. 探伤机第一次使用或间隔多日未用，再度使用前，X 射线管必须按规定进行一次训机，才能正常使用。
9. 操作移动手柄，将工作台移出铅门，检查工作台移动和旋转是否平稳，C 型臂升降和倾斜是否正常。将待检测工作放置在工作台上，并用特殊的夹具将工件固定，避免在移动过程中出现松动或者倾斜。
10. 操作手柄，将工作台移进铅门回到检测位置，双手按住关闭铅门按钮，待铅门完全闭合后，检查 X 射线机控制器绿色安全回路信号灯是否亮。
11. 操作手柄，将射线束中心处于待检测工件的检测部位。移动过程中通过铅玻璃窗口观察机械轴运动情况，不能碰触到工件。
12. 点击 X 射线机控制器上的高压开启开关，射线机开始工作。
13. 通过显示器观察图像显示是否正常，可通过调整高压、电流和软件中的对比度、亮度调节功能，改善图像质量。
14. 操作人员对图像评估完成后，储存检测结果，检查硬盘存储是否正常。
15. 双手同时点击铅门打开按钮，待铅门完全打开后，将工作台移出铅门至装载位置。移动过程中检查运动是否平稳。
16. 更换新的检测工作，将工作台移回至检测位置，完成一次检测，同时检查系统各个

指示灯是否正常。

17. 操作人员要经常保持设备整洁，及时完成设备润滑的各项规定；
18. 工作过程中，射线作业人员应随身携带射线报警器和佩戴剂量计。
19. 透视检查过程中，除紧急情况外，不允许 X 射线非法关机；
20. 停止射线机之前，必须将钥匙开关置于待机位置 5 分钟，等射线管完全冷却下来之后才可以关闭射线；
21. 任何时候都不允许将射线的安全装置旁路，以免发生危险；
22. 进行 X 射线管、高压电缆、以及高压发生器工作时，必须完全关闭射线机电源，并遵守第七条规定；
23. 每天检查水冷却器冷却水（油）的水（油）位以及过滤网的状态，保障设备的正常运行；
24. 操作过程中，设备发生任何故障都要停机，及时通知有关人员进行维修，并作好故障记录，不允许设备带故障运行；
25. 参观、学习人员必须由专业人员带领进入现场，并在有关人员的监护之下进行相关的作业；
26. 定期检查设备的电气联锁装置，保障其时刻好用；
27. X 射线的钥匙要随身携带，操作人员临时离开操作间时，需将系统处于待机状态，拔下钥匙带走，以防止其他人私自操作设备；
28. 严禁任何人用手摸铍窗；
29. 设备必须按照操作说明定期进行射线机半年维护保养以及其他保养，并作好相关设备维护保养纪录。
30. 如果系统出现故障，现场无法排除时，需及时与设备制造厂家专业工程师联系和保修，未经允许不能私自维修和更换备件。
31. 未经厂家同意，任何人不能私自更改设备结构和参数。
32. 电脑主机设备严禁其他移动设备接入，例如网络、U 盘、移动硬盘等，亦不要使用该 USB 端口作为其他设备充电装置（MP3、MP4、移动电话等），其中的数据请使用 DVD 刻录光盘传输。
33. 计算机主机在质保期内请勿自行安装非交付使用的任何其他软件。

34. 如果计算机硬件损坏如主板等，请勿私自更换，
35. 电脑硬盘软件请定期做备份，随机附带软件妥善保管。

## 附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 项目周边关系图

附图 3 探伤机房的平面布置图

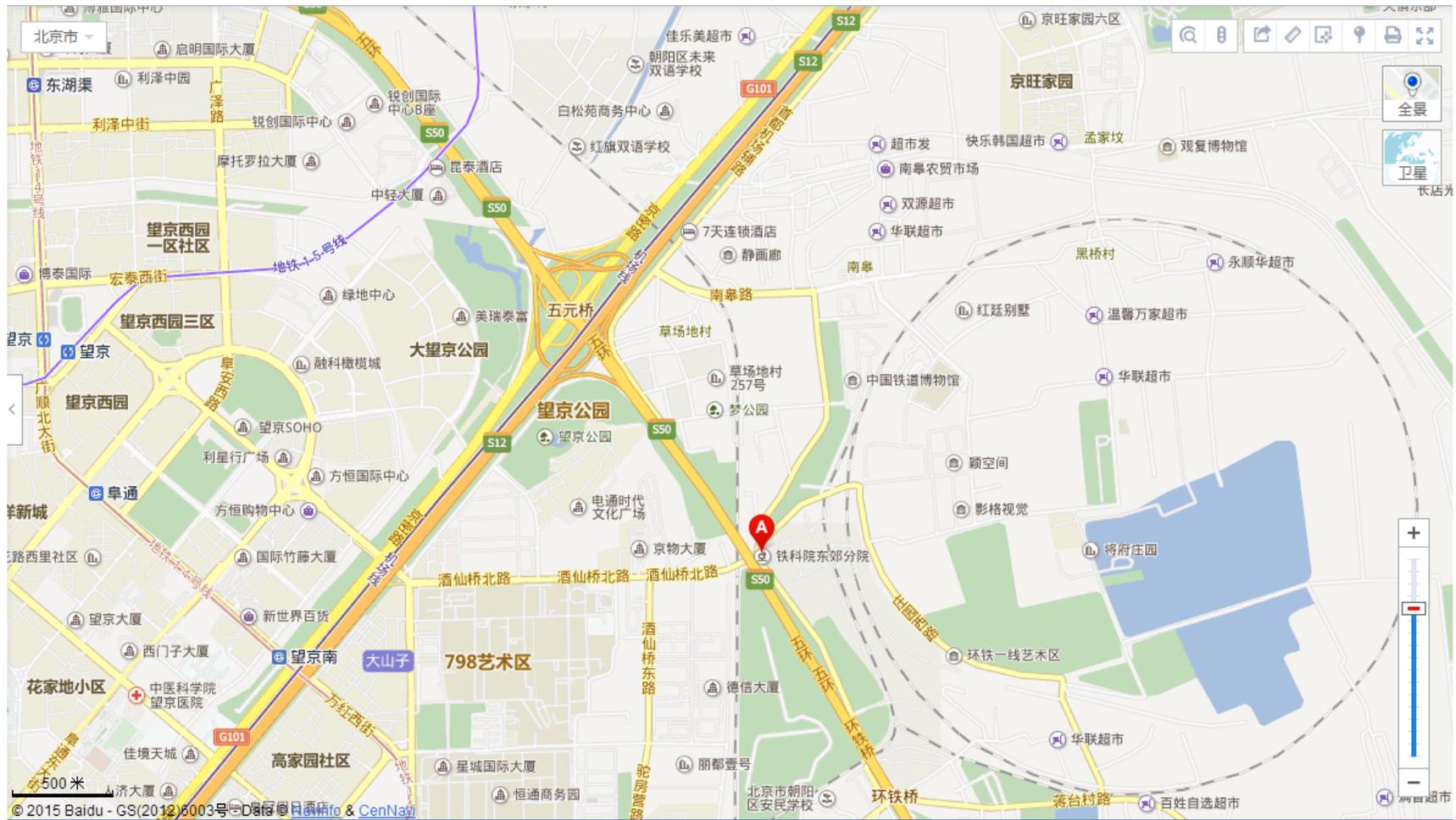
附图 4 探伤室在所在建筑的位置图

附图 5 探伤室场址  $\gamma$  剂量率测量点位布设图

附图 6 门机联锁原理图

附图 7 探伤室环境监测布点图

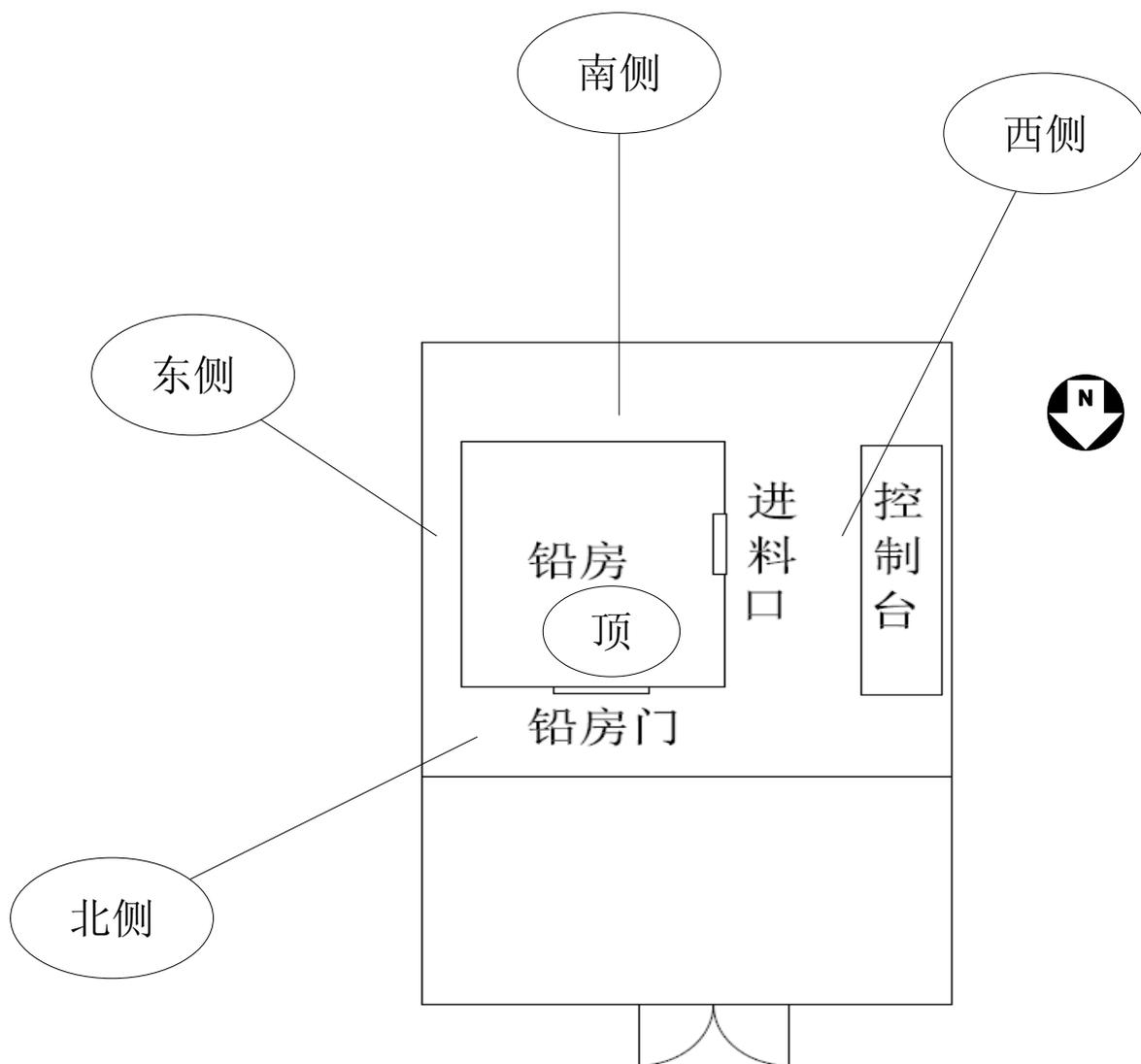
附图 8 探伤室工作场所监测布点图



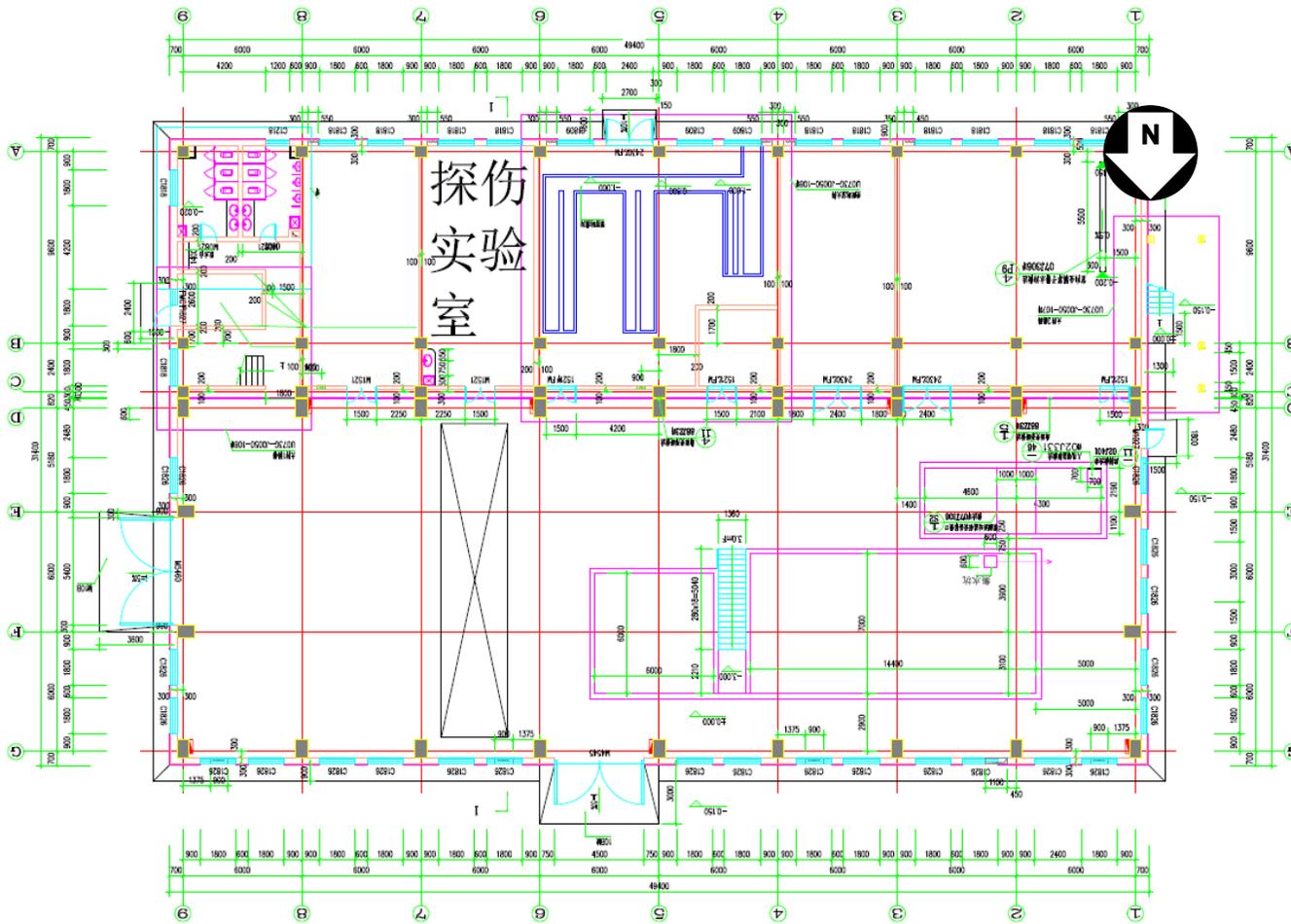
附图 1 项目地理位置图



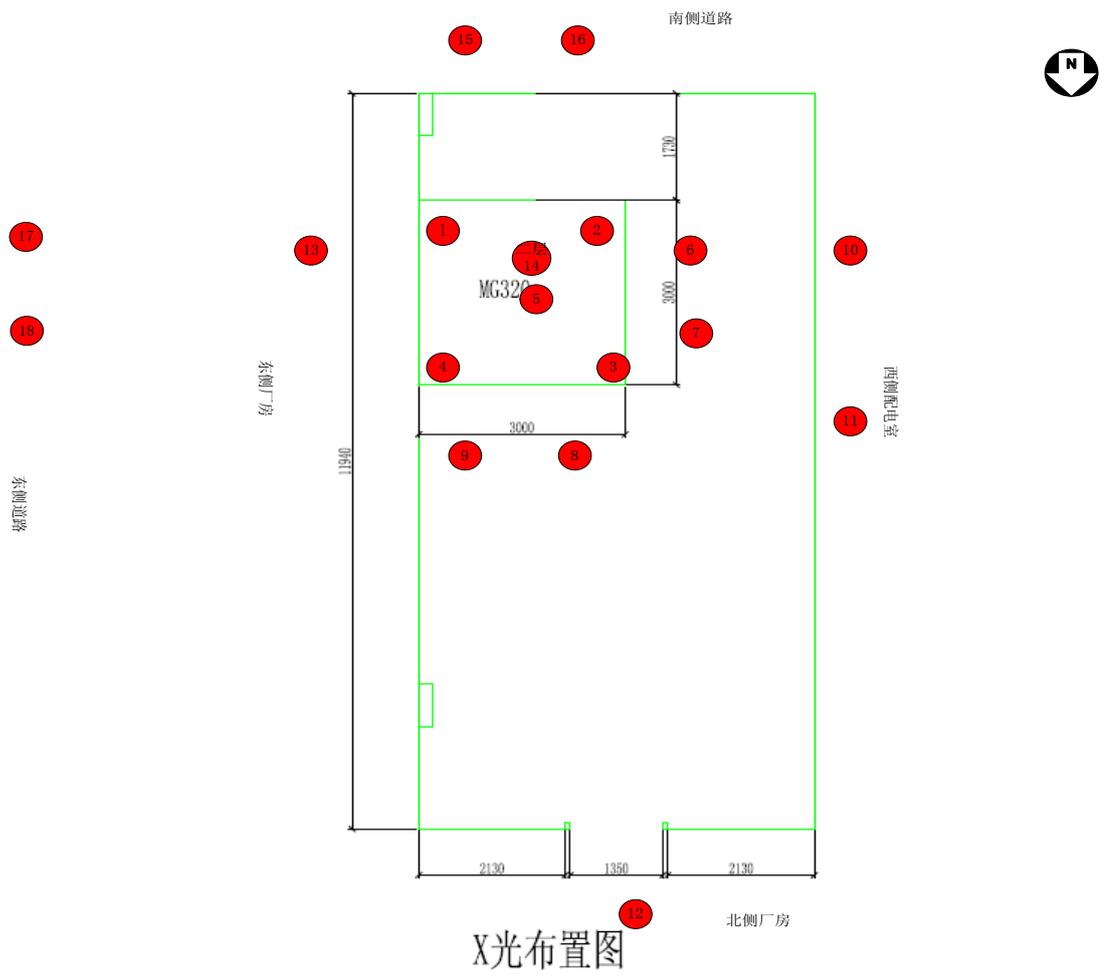
附图 2 项目周边关系图



附图 3 探伤机机房平面布置图

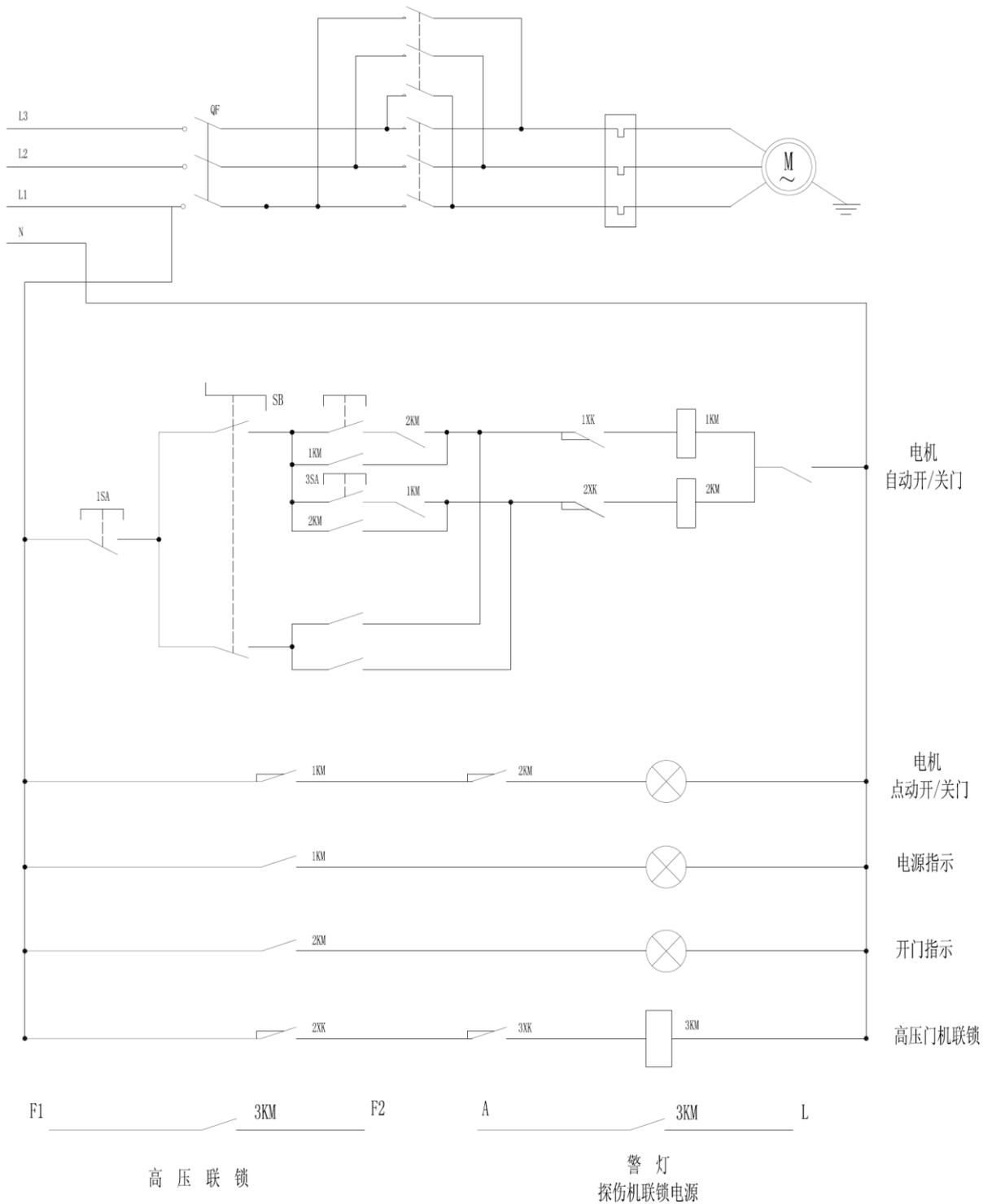


附图 4 探伤室在所在建筑的位置图

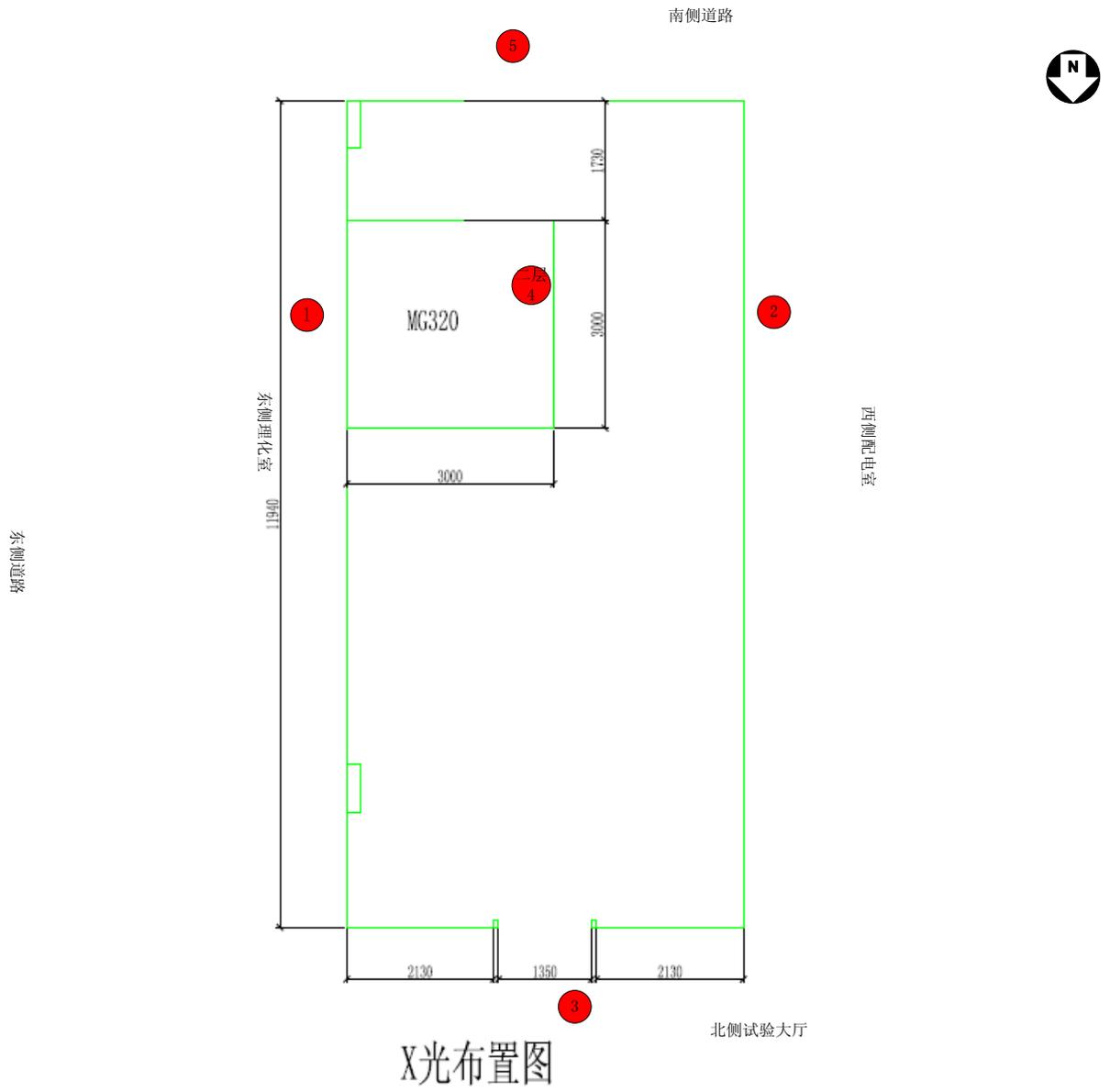


附图 5 探伤室场址  $\gamma$  剂量率测量点位布设图

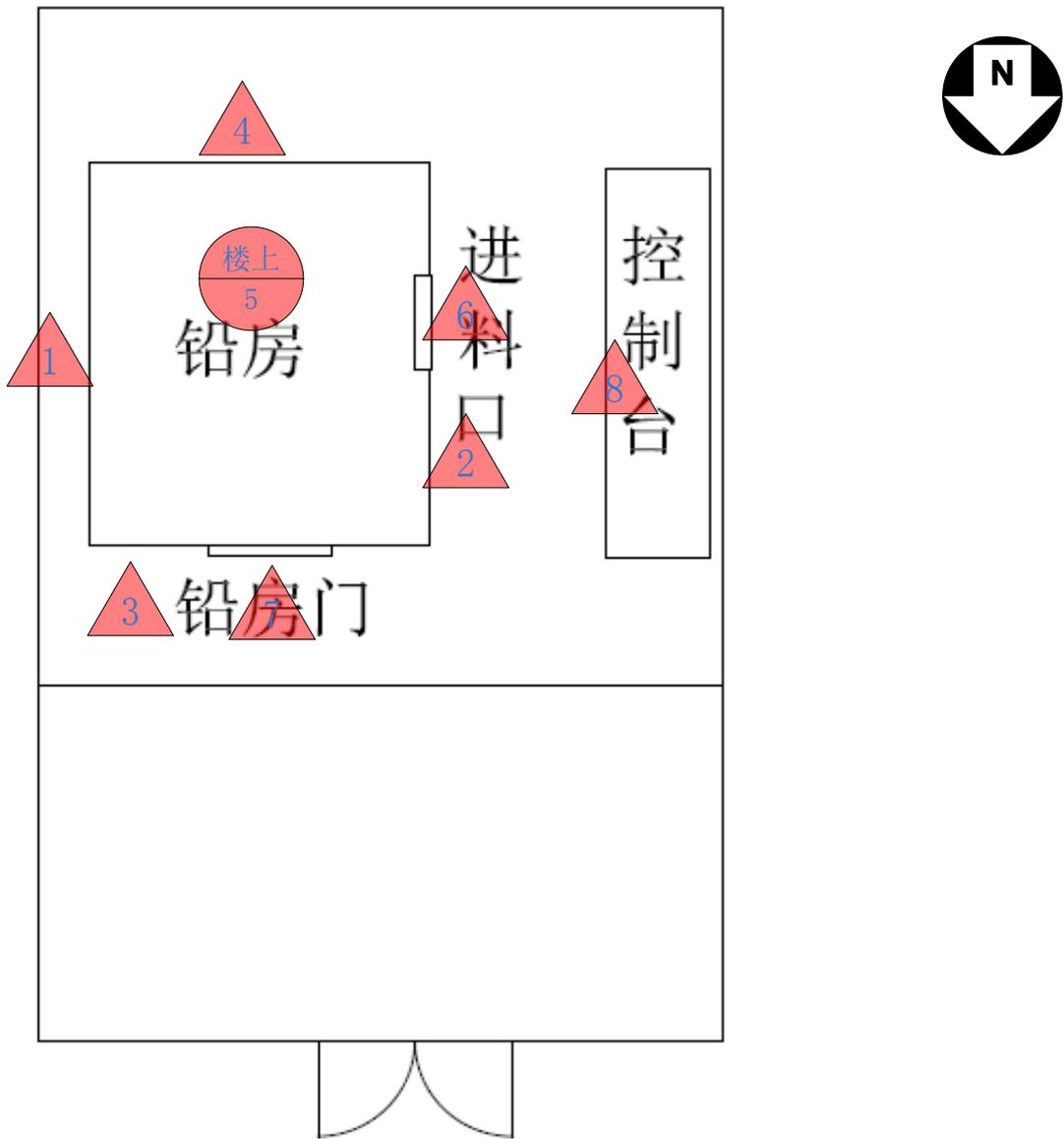
防护门/探伤机联锁电路控制原理图



附图 6 门机联锁原理图



附图 7 探伤室环境监测布点图



附图 8 探伤室工作场所监测布点图