

填表说明

1.本表一式 5 份，由建设单位填报，主管单位环保机构签署预审意见，县（区）、市环保部门签署审查报批意见，省环保部门签署审批意见；

2.如下核技术应用项目须填报本表：

制备 PET 用放射性药物；销售 I 类、II 类、III 类放射源和非密封放射性物质；医疗使用 I 类放射源；使用 II 类、III 类放射源；生产、销售、使用 II 类射线装置；拥有乙、丙级非密封放射性物质工作场所；

此外，对下列项目退役也须填报本表：

制备 PET 用放射性药物；使用 I 类、II 类、III 类放射源；使用 I 类、II 类射线装置存在污染；拥有乙、丙级非密封放射性物质工作场所；

3.表 6 所要求的：“环境影响分析”由持环境影响评价证书单位填写，利用收集到的建设项目周围现状资料（如没有时，应安排必要的测试），并针对建设项目环境影响的因素进行综合分析，做出结论；

4.随表附送建设项目的地理位置及总平面图各一份，环境本底监测报告一份，装订在本表后面。

表 1 项目概况

| | | | | | |
|--|----------------|-----|-----------------------|-------------------------|--------|
| 单位名称 | 宜兴市通茂化工机械有限公司 | | 地址 | 江苏省宜兴市万石工业区 新星路 16 号 | |
| 法人代表姓名 | 陈超 | 电话 | / | 邮编 | 214212 |
| 联系人 | 许佳敏 | | 联系电话 | 15206153535 | |
| 项目名称 | 扩建固定式 X 射线探伤项目 | | 项目地点 | 江苏省宜兴市万石工业区 新星路 16 号 | |
| 项目用途 | 工业 X 射线探伤 | | 项目依据 | / | |
| 总投资(万元) | / | | | | |
| 核技术 项目投资 (万元) | / | | 核技术项目 环保投资 (万元) | 1.3 | |
| 应用 类 型 | 放射性 同位素应用 | 密封源 | 射线装置 | 其它 | |
| | - | - | X 射线探伤机 | - | |
| <p>核技术应用目的和任务：</p> <p>宜兴市通茂化工机械有限公司位于江苏省宜兴市万石工业区新星路 16 号。该公司厂区内目前使用 2 台固定式 X 射线探伤机对产品焊缝进行无损检测，该固定探伤项目于 2008 年 3 月取得了江苏省环保厅的批复，于 2009 年 6 月取得了辐射安全许可证（证书编号：苏环辐射证 [00669]（见附件 4），种类和范围：使用 II 类射线装置），并于 2009 年 4 月通过了辐射环境保护竣工验收；</p> <p>由于生产需要，为了对产品质量进行无损检测，拟在厂区内原探伤房南侧扩建一座固定式 X 射线探伤房，并配备 3 台 X 射线探伤机。</p> <p>该公司核技术应用项目见下表 1-1：</p> | | | | | |

射线装置

| 序号 | 射线装置名称 型号 | 数量 | 管电 压 kV | 管电 流 mA | 射线 装置 类别 | 工用场所名 称 | 使用 情况 | 环评情况及 审批时间 | 许可情况 | 备注 |
|----|----------------------|----|------------|---------------|----------------|------------|----------|------------------|-----------------|-----|
| 1 | 2505 型 X 射线 定向探伤机 | 2 | 250 | 5 | II | 在用探伤房 | 已使 用 | 已环评 2008.3.26 | 已许可 2009.6.1 | 定向机 |
| 2 | 3005 型 X 射线 周向探伤机 | 2 | 300 | 5 | II | 扩建探伤房 | 拟购 | 本次环评 | 未许可 | 周向机 |
| 3 | 3505 型 X 射线 定向探伤机 | 1 | 350 | 5 | II | 扩建探伤房 | 拟购 | 本次环评 | 未许可 | 定向机 |

表 2 放射性同位素及密封源

| 核素名称 | 工作场所名称 | 物理、化学性 状 | 日等效最大操作量 (Bq) | 年最大用量 (Bq) | 操作方式 | 贮存方式与地点 |
|------|--------|----------|---------------|------------|------|---------|
| — | — | — | — | — | — | — |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

注： 1.密封源要注明并说明源强(Bq)； 栏 2 中放射性活度是指核素年使用量(Bq/a)。
 2.密封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)。
 3.等效操作量和操作方式见国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 3 废弃物（重点是放射性废弃物）

| 废弃物名称 | 状态 | 排放口浓度 | 年排放总量 | 暂存情况 | 最终去向 |
|---------|----|-------|-------|------|-------------------------|
| 臭氧、氮氧化物 | 气态 | / | 少量 | / | 直接进入大气，臭氧 50 分钟后自动分解为氧气 |
| 洗片废水 | 液态 | / | 100kg | / | 收集贮存后送有危险废物经营资质单位进行处理处置 |
| | | | | | |

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量用 kg。

2. 含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l，或 Bq/kg，或 Bq/m³)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

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

| 名称型号 | 生产厂家 | 加速粒子 | 能量(MeV) | 流强(μA) | 用途 | 备注 |
|---------------|------|------------------|---------|-----------|----|------|
| / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | |
| 废物类型 | / | 数量 | 总活度(Bq) | 主要感生放射性核素 | | 废物去向 |
| 废靶 | | / 个 | / | / | | / |
| 放射性废物 年产生量 | 气态 | / m ³ | / | / | | / |
| | 液态 | / m ³ | / | / | | / |
| | 固态 | / kg | / | / | | / |

(二) 中子发生器: 包括中子管, 但不包括放射性中子源

| 型号 | 生产厂家 | 电压(kV) | 靶流(μA) | 中子强度 (n/s) | 用途 | 备注 |
|------------|------|---------------------------------------|------------------|---------------|----|----|
| / | | | | | | |
| 氚靶情况(含废弃的) | | 含放射性废弃物年产量(含感生的和含 ³ H的废泵油) | | | | |
| 活度(Bq) | 保管方式 | 备注 | 数量 | | | |
| / | | | 气 m ³ | | | |
| | | | 液 m ³ | | | |
| | | | 固 kg | | | |

(三) X射线机: 包括工业探伤、医用诊断和治疗(含X射线CT诊断)、分析仪器等

| 名称型号 | 数量 | 管电压 (kV) | 输出电 流(mA) | 用途 | 备注 |
|-------------|----|-------------|--------------|--------|---------|
| 2505型X射线探伤机 | 2 | 250 | 5 | 工业无损检测 | 定向机(在用) |
| 3005型X射线探伤机 | 2 | 300 | 5 | 工业无损检测 | 周向机(拟购) |
| 3505型X射线探伤机 | 1 | 350 | 5 | 工业无损检测 | 定向机(拟购) |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

表 5 污染源分析（包括贯穿辐射污染）

主要污染物和污染途径（正常工况和事故工况）：

1.正常工况下主要放射性污染物：

由 X 射线探伤机工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失，故项目在开机出束期间，X 射线为主要污染因子。X 射线来源有：

- (1) X 射线探伤机工作过程中发射出的有用 X 射线。
- (2) X 射线探伤机射线管头的泄漏 X 射线。
- (3) 有用 X 射线束照射到被检测工件或其它物体上产生的散射 X 射线。

2.正常工况下主要污染途径：

X 射线探伤机在对待测工件进行检测时，X 射线经透射、反射，对作业场所及周围环境产生的外照射辐射影响。

3.事故工况下主要放射性污染物和污染途径：

X 射线探伤机门机联锁失灵，人员在检测装置工作时在设备门打开情况下逗留在装置附件或将肢体伸入系统内，从而发生人员大剂量 X 射线外照射事故。

监测计划和污染防治措施：

1. 监测计划

该单位根据辐射管理要求，制定如下监测计划：

- 1) 委托有资质的单位定期对项目周围环境辐射剂量率进行监测，周期：1~2次/年；
- 2) 辐射工作人员开展个人剂量监测，建立个人剂量档案；
- 3) 定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录；
- 4) 出现外照射事故，立即采取应急措施，并在1小时之内向县（市、区）或者设区的市环境保护行政主管部门报告。

2. 污染防治措施

该公司本次X射线探伤房项目采取的污染防治措施如下：

(1) 扩建探伤房采用钢筋混凝土浇筑结构的屏蔽墙、屋顶和铅防护门对X射线进行屏蔽。探伤房四周屏蔽墙厚度为750mm的混凝土，屋顶是厚度为500mm的混凝土，迷道墙体厚度为750mm的混凝土，迷道顶部厚度为500mm的混凝土。探伤房东侧防护大门采用两侧3mm厚钢板+内嵌28mm铅板的电动铅防护门，迷道防护小门采用两侧3mm钢板+内嵌20mm铅板的电动防护门。墙体、迷道及顶部均为混凝土浇筑，浇筑密度不小于2.35克/cm³

(2) 新建防护门设计安装门-机联锁装置，探伤室只有在防护门完全关闭后X射线探伤机才能出束照射；防护大门、迷道防护小门上方拟安装工作状态警示灯；防护大门外拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。

(3) 探伤房预埋U型线管，X射线机控制电缆通过U型线管至操作室与控制器连接。

(4) 制定各项辐射安全管理制度，严禁无关人员进入操作室和铅房，操作人员严格按照操作规程操作，防止发生误照射事件。

(5) 宜兴市通茂化工机械有限公司承诺将探伤过程中产生的废显（定）影液集中贮存后由有废显影、定影废液回收处理资质的单位回收处理（见附件3）。

表 6 环境影响分析

1 项目概况

宜兴市通茂化工机械有限公司位于江苏省宜兴市万石镇工业园区，公司地理位置见附图 1。公司前身为无锡市通达封头有限公司，为环保行业和常压容器单位配套生产封头，宜兴市通茂化工机械有限公司成立于 2007 年 4 月，主营各种材质形状的封头，及其关联产品。产品广泛运用于石油、化工、电站、锅炉、城建、医药、冶金、船舶等行业领域。

宜兴市通茂化工机械有限公司现有一座固定式 X 射线探伤房，位于主车间西侧。探伤房使用 2 台 X 射线探伤机对产品焊缝进行无损检测，该固定探伤项目于 2008 年 3 月取得了江苏省环保厅的批复，于 2009 年 6 月取得了辐射安全许可证（证书编号：苏环辐射证 [00669]，种类和范围：使用 II 类射线装置），并于 2009 年 4 月通过了辐射环境保护竣工验收。

根据生产需要，在原有探伤房的南侧，扩建一座固定式探伤房，拟配置 3 台 X 射线探伤机，用于公司所生产的产品无损检测。公司原有 3 名辐射工作人员，扩建项目拟新增 2 名辐射工作人员，探伤机年开机曝光时间约为 500h。

宜兴市通茂化工机械有限公司扩建固定式 X 射线探伤项目属核技术应用项目，使用的 3 台 X 射线探伤机属 II 类射线装置，为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，受宜兴市通茂化工机械有限公司的委托，南京智方环保工程有限公司（国环评证乙字第 1967 号）承担了该公司新建固定式 X 射线探伤房项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及委托苏州深远环境检测技术有限公司现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。

2 编制依据

2.1 环境保护法律、法规

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》1989年12月26日起施行；
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2003年9月1日起实施；
- 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003年10月1日施行；
- 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年12月1日起实施；
- 5) 《建设项目环境保护管理条例》，1998年11月29日发布施行，国务院第253号令；
- 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局令 第31号，2006年3月1日起实施；国家环境保护部令 第3号，2008修正版；
- 7) 《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第18号令，2011年5月1日起施行；
- 8) 《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第2号令，2008年8月15日修订通过，2008年10月1日起施行；
- 9) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，原国家环境保护总局公告，2006年第26号，2006年5月30日起实施；
- 10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发（2006）145号；
- 11) 《关于加强建设项目环境保护管理的若干规定》苏环委（1998）1号文；
- 12) 《江苏省辐射污染防治条例》江苏省第十届人民代表大会常务委员会公告（第142号），2008年1月1日实施。

2.2 相关技术规范和导则

- 1) 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2011）；
- 2) 《辐射环境保护管理导则-核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ/T10.1-1995）；
- 3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）。

2.3 与本项目有关的文件（见附件）

- 1) 承诺书（见附件1）；

- 2) 项目委托书 (见附件 2);
- 3) 危险废弃物处置合同 (见附件 3);
- 4) 公司辐射安全许可证 (见附件 4);
- 5) 辐射工作人员培训合格证书 (见附件 5);
- 6) 辐射环境现状监测报告 (见附件 6)。

3 采用标准及参考资料

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002):

表 3-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

| 对象 | 要求 |
|--------------|--|
| 职业照射 剂量限值 | 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 |
| 公众照射 剂量限值 | 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值: 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。 |

项目管理目标: 取国家标准 5 年的年平均有效剂量限值的 3/10 作为剂量约束值, 即: 职业人员年有效剂量不超过 6mSv, 公众年有效剂量不超过 0.3mSv。

2) 《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006):

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的放射安全, 操作室应与探伤室分开并避开有用线束照射的方向。

4.1.2 屏蔽设计应充分考虑有用线束照射的方向和范围, 装置的工作负荷及室外情况。在进行屏蔽墙设计时可取公众剂量约束值 0.3mSv/a, 并要求探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 μ Gy/h, 无迷路探伤房门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

4.1.3 应安装门机联锁安全装置和照射信号指示器, 并保证在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。

3) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB 22448-2008);

4) 参考资料:

《中国环境天然放射性水平》, 国家环境保护局 1995.8;

表 3-2 江苏省环境天然放射性水平 (单位: nGy·h⁻¹)

| | 原 野 | 道 路 | 建筑物内 |
|-----------|-----------|------------|------------|
| 范围 | 33.1~72.6 | 18.1~102.3 | 50.7~129.4 |
| 均值 | 50.4 | 47.1 | 89.2 |
| 标准差 | 7.0 | 12.3 | 14.0 |
| (均值+3s) * | 71.4 | 84 | 131.2 |

*: 表中数据均已扣除宇宙射线剂量率

4 工程分析

4.1 项目概况

宜兴市通茂化工机械有限公司为了对产品进行无损检测，拟在厂区主车间西南侧扩建一座固定式 X 射线探伤房，并配备 3 台 X 射线探伤机。2 台探伤机为周向机，1 台探伤机为定向机，X 射线周向探伤机管电压均为 300kV，管电流均为 5mA，X 射线定向探伤机管电压 350kV，管电流 5mA。

探伤房长为 11.1m、宽为 8.5m、高为 8.5m（外尺寸），探伤房及顶部墙体均为钢筋混凝土浇筑，四周墙体厚度为 750mm，顶部厚度为 500mm，工件门采用 3mm 钢板+28mm 铅板+ 3mm 钢板结构的机械电动单扇移动铅屏蔽门，迷道防护门采用 3mm 钢板+20mm 铅板+ 3mm 钢板结构的单扇移动铅屏蔽门。

4.2 工作原理

X 射线探伤机的核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 4-1。

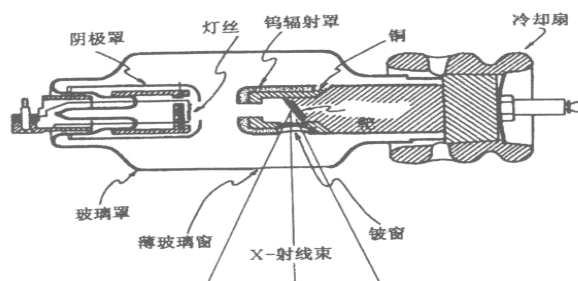


图 4-1 X 射线管结构图

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，底片感光量就小。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，底片感光量较大，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。

4.3 污染因素分析

1) 放射性污染：由 X 射线探伤机工作原理可知，只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对辐射工作人员和设备周围公众产生一定外照射，因此在 X 射线

探伤机开机出束期间，X射线是项目主要污染物。

2) 其他污染

X射线装置在工作状态时，会使空气电离产生少量的臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)，少量臭氧和氮氧化物可通过防护门排出探伤房，臭氧50分钟后自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

X射线探伤机在运行时无其它废气、废水和固体废物产生，探伤拍片的显影、定影废液属于《国家危险废物名录》中的HW16号危险废物。该公司已与有废显影、定影废液回收处理资质的苏州市贵金属回收有限公司签订了显影、定影废液回收协议，探伤过程中产生的显影、定影废液集中贮存后交由该有资质的单位进行回收处理。

5 环境现状调查与评价

5.1 项目位置、布局和周边环境

宜兴市通茂化工机械有限公司位于宜兴市万石镇工业园区内，公司东侧为宜兴市天成封头有限公司，南侧为江苏平海封头有限公司，西侧为新星路，北侧为华祥路，公司周围环境概况见附图 2。

该公司拟扩建的固定式 X 射线探伤房位于厂区主车间内西南角，拟建址北侧为现有探伤房；东侧为厂区车间；西侧和南侧均靠近厂区围墙，其中西侧围墙外新星路，南侧围墙外为江苏平海封头有限公司；探伤房场址周围 50m 范围内没有学校和居民区等环境敏感目标，项目选址合理。拟建址周边环境现状见图 5-1~图 5-4。



图 5-1 拟建址东侧



图 5-2 拟建址南侧



图 5-3 拟建址西侧



图 5-4 拟建址北侧

5.2 辐射环境现状调查

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 相关方法和要求，在进行环境现场调查时在拟建址及周围环境进行布点，测量辐射剂量率，监测结果见表 5-1。

监测单位：苏州深远环境检测技术有限公司

检测仪器：美国 451P-DE-SI-RYR.X- γ 辐射剂量当量率仪（仪器检定有效期：2014 年 3 月 10 日~2015 年 3 月 09 日），仪器编号：SSEC-0028

监测日期：2014 年 6 月 24 日

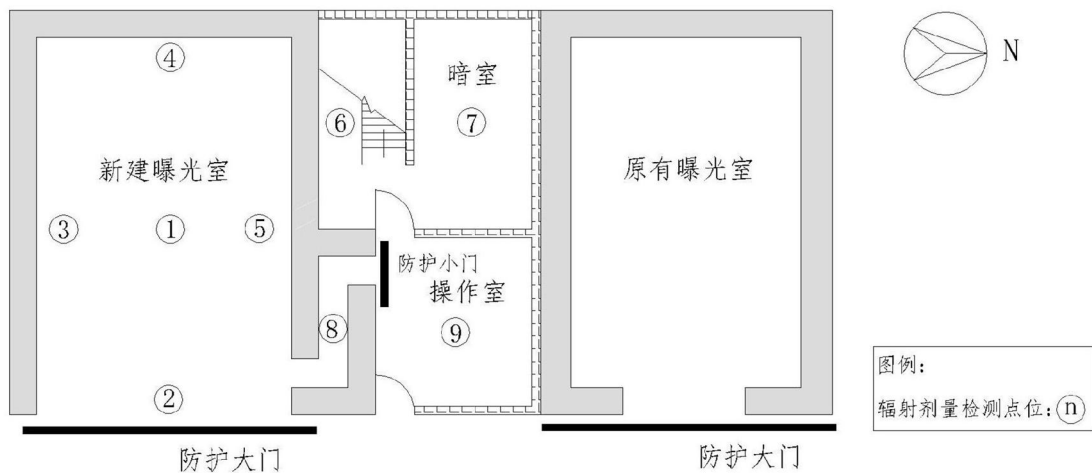
评价方法：参照江苏省陆地空气比释动能率调查结果，评价项目周围的辐射环境质量，监测结果见图 5-5。

表 5-1 拟建址周围辐射剂量率测量结果

| 序号 | 检测点位置描述 | 测量结果 (nSv/h) |
|----|-----------|--------------|
| 1 | 拟扩建探伤室内中部 | 105 |
| 2 | 拟扩建探伤室内东侧 | 103 |
| 3 | 拟扩建探伤室内南侧 | 97 |
| 4 | 拟扩建探伤室内西侧 | 102 |
| 5 | 拟扩建探伤室内北侧 | 124 |
| 6 | 已建楼梯室中部 | 133 |
| 7 | 已建暗室中部 | 141 |
| 8 | 拟改建迷道中部 | 146 |
| 9 | 已建操作室中部 | 142 |

注：未扣宇宙响应值。

由表 5-1 监测结果可知，X 射线探伤房拟建址周围环境 γ 辐射剂量率在 97nSv/h~146nSv/h 之间，与江苏省天然本底水平相比较，未见异常。



5.3 环境保护目标及主要环境问题

本项目主要考虑 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线可能对周围环境产生的辐射影响，本项目运行后的环境保护目标主要为操作室内辐射工作人员、厂区内工作人员及厂区外其他公众等。辐射工作人员和公众受照剂量应满足根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标

准》(GB18871-2002) 制定的项目管理目标的要求, 项目管理目标取国家标准剂量限值的 3/10 作为剂量约束值: 职业人员年有效剂量不超过 6mSv, 公众年有效剂量不超过 0.3mSv。

本项目主要环境问题是探伤机工作时的辐射污染和洗片废液安全处置问题。

6 项目建设期和运行期对环境的影响分析

6.1 建设期环境影响分析：

本项目中 X 射线探伤项目为扩建项目，建设时将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，其主要影响对象为该公司员工。本项目主要是探伤房，其中操作室、暗室等辅房为原探伤房改建，探伤房为钢筋混凝土结构，其他辅助用房为砖混结构，施工时对环境会产生如下影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期需进行的挖掘地基作业，施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：**a**，及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；**b**，车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；**c**，施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

(2) 噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，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。

(4) 废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司厂区内局部区域，对周围环境影响较小。

6.2 运行期环境影响分析

6.2.1 探伤房布局合理性分析

扩建固定式 X 射线探伤房项目包括有暗室、操作室和曝光室。暗室和操作室均位于曝光室北侧，该探伤房布局设计满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ 117-2006) 中关于操作室与探伤房分开设置的要求，探伤房布局设计合理。

本项目拟将探伤房边界作为本项目的辐射防护控制区边界，在防护大门及防护小门均设置电离辐射警告标志及中文警示说明；将操作室、暗室等配套辅房作为辐射防护监督区边界。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中关于辐射工作场所的分区规定。

6.2.2 辐射环境影响分析

1) 探伤房屏蔽设计

本项目探伤房四周及顶部墙体设计采用钢筋混凝土结构，探伤室四周屏蔽墙厚度为750mm的混凝土，屋顶是厚度为500mm的混凝土，迷道墙体厚度为750mm的混凝土，迷道顶部厚度为500mm的混凝土。防护大门采用3mm钢板+28mm铅板+3mm钢板结构的机械电动单扇移动铅屏蔽门，迷道防护小门采用3mm钢板+20mm铅板+3mm钢板结构的单扇移动铅屏蔽门，探伤房平面图和剖面图见图6-1。

本报告通过理论计算，得出X射线探伤机在理论最大工作负荷情况下屏蔽探伤房周围的剂量率，预测X射线探伤机使用时其设计的屏蔽厚度是否满足屏蔽要求。

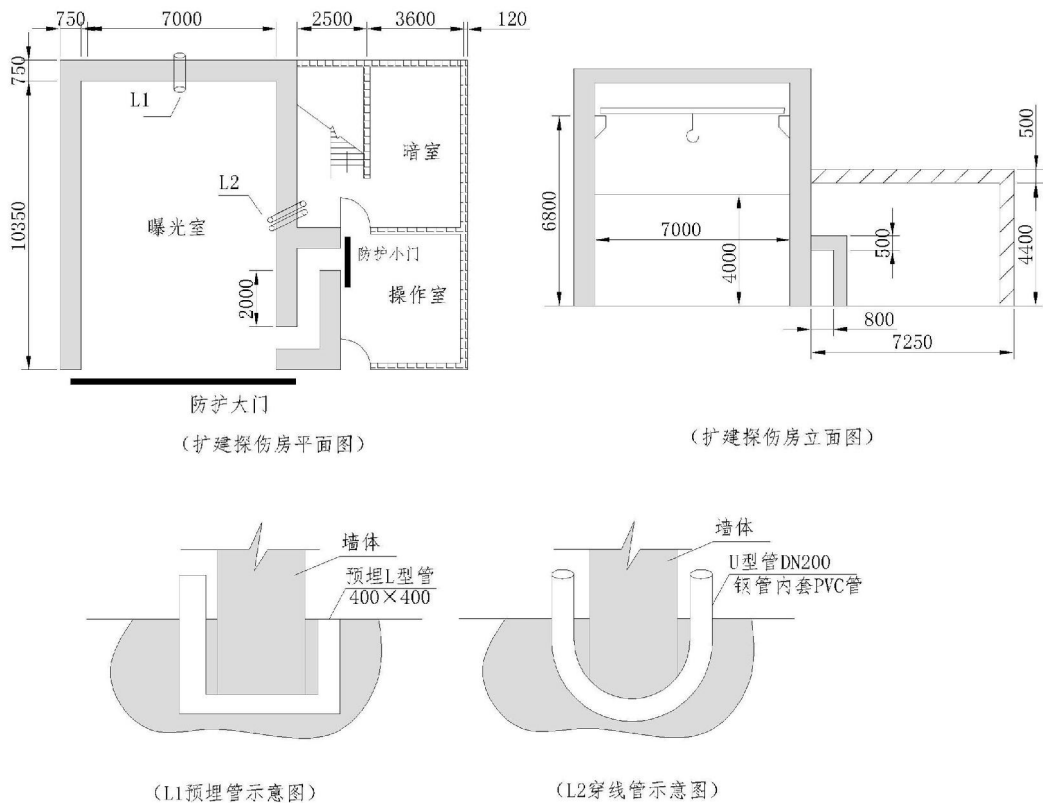


图 6-1 探伤房平面及剖面设计示意图

2) 屏蔽计算公式

预测时按《辐射防护手册——第三分册》P80（李德平、潘自强主编，原子能出版社）公式进行计算：

$$p = (B \cdot W \cdot U \cdot T) / d^2 \quad (\text{公式 1})$$

式中 P：人员受照剂量，mSv/a；

B：1m 处有用线束的透射量，mSv/mA·min；

d: 受照点距离照射源的距离, m;

W: 为每年工作负担, 每年工作时间为 500 小时, 故取 W 为 $1.5 \times 10^5 \text{mA} \cdot \text{min/a}$;

U: 方向因子, 无量纲, 保守各方向均取 1;

T: 居留因子, 无量纲。

墙外 30cm 处空气比释动能率 (mGy/h):

$$K_a = P \cdot T^{-1} \cdot U^{-1} \cdot t^{-1} \dots \dots \text{(公式 2)}$$

式中: t 为每年工作时间, P、U、T 意义同上。

3) 计算参数选取

宜兴市通茂化工机械有限公司 X 射线探伤机主要用于公司生产的机械产品无损检测, 周向探伤机一般放在铅房中央, 定向探伤机一般放置在靠近操作室一侧, 射线定向朝南照射。

探伤房每次工作时, 仅开启一台 X 射线探伤机, 为使影响最大, 采用定向 X 射线探伤机 (管电压为 350kV, 管电流为 5mA) 进行计算, 得到探伤房周围放射工作人员及公众的年吸收剂量值, 并与保护目标剂量约束值相比较, 同时核算探伤室墙壁外和门外 30cm 辐射剂量率是否满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006) 中“探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ ”的要求, 评价探伤室的屏蔽设计是否满足辐射防护要求。

根据该公司探伤房墙壁、屋顶和防护门设计采用的材料、厚度和探伤机管电压、管电流查《辐射防护手册——第三分册》图 3.14、图 3.15 得到相应的透射量值 B。

该探伤房设计投入运行后保守预计每周平均开机曝光时间约 10h, 年曝光时间约为 500h。探伤室屏蔽防护计算参数及计算结果见表 6-1。

表6-1 探伤房屏蔽措施设计能力计算结果

| 参数 | 南墙 | 西墙 | 北墙 | 屋顶 | 防护大门 | 迷道入口* | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| $W (mA \cdot min/a)$ | 1.5×10^5 | 1.5×10^5 | 1.5×10^5 | 1.5×10^5 | 1.5×10^5 | 1.5×10^5 | |
| $d (m)$ | 4.35 | 5.85 | 4.35 | 8.5 | 5.85 | 4.55 | |
| U | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| T | 1/4 | 1/4 | 1 | 1/16 | 1/4 | 1 | |
| 设计厚度 (mm) | 750mm 砼 | 750mm 砼 | 750mm 砼 | 500mm 砼 | 28mmPb | 20mmPb | |
| $B(mSv/mA \cdot min)$ | 1×10^{-5} | 1×10^{-5} | 1×10^{-5} | 2×10^{-4} | 1×10^{-4} | 1×10^{-6} | |
| 参考点处年剂量 P (mSv/a) | P 估算值 | 0.02 | 0.011 | 0.08 | 0.026 | 0.11 | 0.007 |
| | P 控制值 | 0.3 | 0.3 | 6.0 | -- | 0.3 | 6.0 |
| | 评价结果 | 满足 | 满足 | 满足 | -- | 满足 | 满足 |
| 参考点处空气比释动能率 Ka ($\mu Gy \cdot h^{-1}$) | Ka 估算值 | 0.16 | 0.088 | 0.16 | 0.83 | 0.88 | 0.014 |
| | Ka 控制值 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | -- | 2.5 | 2.5 |
| | 评价结果 | 满足 | 满足 | 满足 | -- | 满足 | 满足 |

*: 由于射线要经过至少 3 次散射才能到达防护小门, 散射剂量取原射线剂量的 10^{-3}

4) 预测结果评价

据预测结果可知: X 射线探伤机在理论最大工作负荷情况下, 探伤房屏蔽体外 30cm 处空气比释动能率在 $0.014\mu Gy/h \sim 0.88\mu Gy/h$, 可以满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006) 中屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5\mu Gy/h$ 的要求。探伤房屏蔽体外工作人员和周围公众最大年有效剂量分别为 $0.08mSv$ 和 $0.11mSv$, 满足该项目工作人员年有效剂量不超过 $6mSv/a$ 和公众年有效剂量不超过 $0.3mSv/a$ 剂量管理限制要求, 也低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中的有关剂量限值要求。

6.2.3 通风和洗片废水影响评价

X 射线探伤机工作会使探伤房内的空气电离产生微量臭氧和氮氧化物, 探伤工作结束后打开防护大门和防护小门自然通风排出。臭氧在 50 分钟后自动分解为氧气, 对环境影响较小。

本项目运行后每年产生少量的显影定影废水, 属《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物, 不得随意排放。公司承诺在无损检测过程中产生的显影、定影废液集中贮存后, 交由具有危险废物经营资质的单位回收处置, 处置后不会对周围环境产生影响。

6.2.4 辐射事故风险分析

该项目使用的 X 射线探伤机为 II 类射线装置, II 类射线装置为中危险射线装置, 发生

辐射事故时可使受照人员产生较严重放射损伤，大剂量照射时甚至导致死亡。本项目可能发生的辐射事故是在产品检测时门机联锁失灵，发生人员大剂量受照事故。事故情况下可采取以下的处理措施：

1) 立即按下设备操作台上的急停开关，切断 X 射线装置的电源，组织人员保护现场，迅速报告公司管理部门进行事故处理，并上报环保等部门；

2) 迅速安排受照人员接受医学检查和救治；

3) 事故发生后，积极配合环保等管理部门做好事故调查和善后处理工作；

4) 对发生事故的 X 射线装置，请有关供货单位或相关检测部门进行检测或维修，分析事故发生的原因，并提出改进意见。

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 号文件的规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 1 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

6.2.5 辐射安全措施分析

为确保辐射安全，保障 X 射线探伤机安全运行，该公司固定式 X 射线探伤项目根据国家相关标准要求拟采取以下安全措施：

1) 防护大门、迷道防护小门均安装门机联锁装置，防护门完全关闭后，X 射线发生器才可接通高压电源，X 射线管才能出束照射。

2) 防护大门、迷道防护小门上方均拟安装工作状态警示灯，X 射线发生器接通高压电源后防护门上方红色工作指标灯亮，警告无关人员勿靠近铅房或在铅房周围做不必要的逗留。

3) 设置电离辐射警告标志，铅房防护大门外设置“当心电离辐射”警告标志，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。

4) 防护大门、迷道防护小门均采用框架钢结构，为防止射线泄漏，采取以下措施：防护大门与墙体的间隙 $\leq 2\text{cm}$ ，防护大门左、右搭接均为 300mm，上、下搭接均为 $\geq 300\text{mm}$ ；迷道防护门与墙体的间隙 $\leq 1\text{cm}$ ，迷道防护小门左、右搭接均为 350mm，上、下搭接均为 $\geq 200\text{mm}$ 。

5) X 射线机控制电缆通过“U”型线管至操作室与控制器连接。

6.2.6 人员能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位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管理工作；辐射工作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。

宜兴市通茂化工机械有限公司已成立有辐射安全管理小组，并以文件形式明确各成员管理职责；公司拟为本扩建项目配备 2 名辐射工作人员，辐射工作人员工作时佩戴个人剂量计，以监测累积受照情况。公司定期组织放射工作人员进行健康体检，并按相关要求建立放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

6.2.7 监测仪器和防护用品分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

该公司拟配备辐射巡测仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台。扩建项目 2 名新增辐射工作人员工作时将佩戴个人剂量计，以监测累积受照情况。公司拟定期组织放射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

6.2.8 辐射环境管理制度分析

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）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号）的有关要求，使用射线装置的单位要“有健全操作规程、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，并有完善的辐射事故应急措施”。目前宜兴市通茂化工机械有限公司已制定有关制度，建议根据以下内容完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

1) 操作规程：明确探伤工作人员的资质条件要求、探伤的操作流程、射线机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。

2) 岗位职责：明确管理人员、探伤工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

3) 辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责实时固定式 X 射线探伤项目防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保

卫相关的用品、仪器进行检查。

4) 设备维修制度：明确射线探伤机和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保 X 射线探伤机、安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

5) 人员培训计划和健康管理制：企业辐射工作人员应在上岗前进行健康检查，开展辐射安全知识培训，培训有效期 4 年。人员在体检合格、培训考试合格后方可上岗工作。

6) 监测方案：制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。对于辐射工作人员接受的剂量值超过 6mSv/a 个人剂量约束值的，需立即查明原因，采取改进措施，并根据要求上报发证的环境保护主管部门。

7) 辐射事故应急措施：

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）等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- ① 应急机构和职责分工；
- ② 应急的具体人员和联系电话；
- ③ 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；
- ④ 辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- ⑤ 辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在企业定期监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，在 1 小时之内向县（市、区）或者设置区的市环境保护主管部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并根据要求，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公安部门报告。

7、“三同时”措施一览表

表 7-1 辐射污染防治“三同时”措施一览表

| 项目 | 内容 | 预期效果 | 投资（万元） |
|-----------|--|--|--------|
| 辐射安全管理机构 | 建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作 | 设立管理机构，并指定 1 名本科学历专职管理人员，并以文件形式明确机构内各人员职责（已落实） | / |
| 辐射安全和防护措施 | 屏蔽措施 | 检测装置铅房根据设计制造，铅房外的空气比释动能率小于 2.5 μ Gy/h，工作人员和周围公众的年有效剂量低于个人剂量约束值 | / |
| | 安全措施（联锁装置、警示标志、紧急按钮、工作指示灯等） | 项目配置门机联锁装置、警示标志、紧急按钮和工作指示灯 | 0.5 |
| 人员配备 | 辐射防护与安全培训和考核 | 辐射安全管理人员和探伤工作人员须参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗（已落实） | / |
| | 个人剂量监测 | 探伤工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案 | 0.1 |
| | 人员职业健康监护 | 职业人员接受职业健康监护 | 0.2 |
| 监测仪器和防护用品 | 环境辐射剂量巡测仪 | 配备辐射巡测仪 1 台（已落实） | / |
| | 个人剂量报警仪 | 配备个人剂量报警仪 2 台 | 0.5 |
| 辐射安全管理制度 | 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、辐射事故应急措施等制度 | 完善有关管理制度，并具有可操作性 | / |

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行使用。

8、结论和建议

8.1 结论

8.1.1 实践正当性

宜兴市通茂化工机械有限公司扩建固定式 X 射线探伤项目，用于公司生产的机械产品无损检测，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 辐射防护“正当实践”原则。

8.1.2 选址合理性

宜兴市通茂化工机械有限公司位于宜兴市万石镇工业园区内，固定式 X 射线探伤项目拟选址位于公司主车间西南角，探伤房北侧为操作室、暗室等辅助用房，东侧为公司车间，西侧和南侧均靠近厂区围墙，其中西侧围墙外新星路，南侧围墙外为江苏平海封头有限公司。探伤房 50m 内无居民等环境敏感点，项目选址合理。

8.1.3 辐射环境现状评价

宜兴市化工机械有限公司扩建固定式 X 射线探伤项目拟建址周围环境 γ 辐射剂量率在 97nSv/h~146nSv/h 之间，与江苏省天然本底水平相比较，未见异常。

8.1.4 环境影响评价

宜兴市通茂化工机械有限公司扩建固定式 X 射线探伤项目在理论最大工作负荷情况下，屏蔽体外 30cm 处空气比释动能率在 0.014 μ Gy/h ~0.88 μ Gy/h，各点位均可以满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006) 中屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 μ Gy/h 的要求。探伤室屏蔽体外工作人员和周围公众最大年有效剂量分别为 0.08mSv 和 0.11mSv，能够满足该项目工作人员年有效剂量不超过 6mSv/a 和公众年有效剂量不超过 0.3mSv/a 剂量管理限制要求，也低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中的有关剂量限值要求。

X 射线探伤机使用时产生的微量臭氧和氮氧化物通过自然通风排放，对周围环境影响较小。项目产生的洗片废水承诺将委托有资质单位回收，不直接排放周围环境。

8.1.5 辐射安全措施评价

本项目防护大门、迷道防护小门拟安装门机联锁装置，防护大门、迷道防护小门上方拟安装工作状态警示灯，防护大门外拟设置电离辐射警示标志。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

8.1.6 辐射管理措施和管理制度评价

宜兴市通茂化工机械有限公司扩建项目拟配备辐射巡测仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台，放射工作人员开展个人剂量监测，拟定期组织放射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。扩建项目新增的 2 名放射工作人员均已参加辐射安全与防护培训并考核合格。

公司已设立辐射安全管理小组，制定、完善操作规程、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、辐射事故应急措施等辐射安全管理制度。

综上所述，宜兴市通茂化工机械有限公司扩建固定式 X 射线探伤项目符合正当化原则，采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合项目剂量管理限值的要求。

从保护环境的角度而言，在严格执行本报告提出的“三同时”措施的基础上，本项目是可行的。

8.2 要求与建议

1) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

表 7 审批

主管单位环保机构预审意见

经办人签字

单位盖章

年 月 日

市、县（市）环保部门意见

经办人签字

单位盖章

年 月 日

省级环保部门审批意见

经办人签字

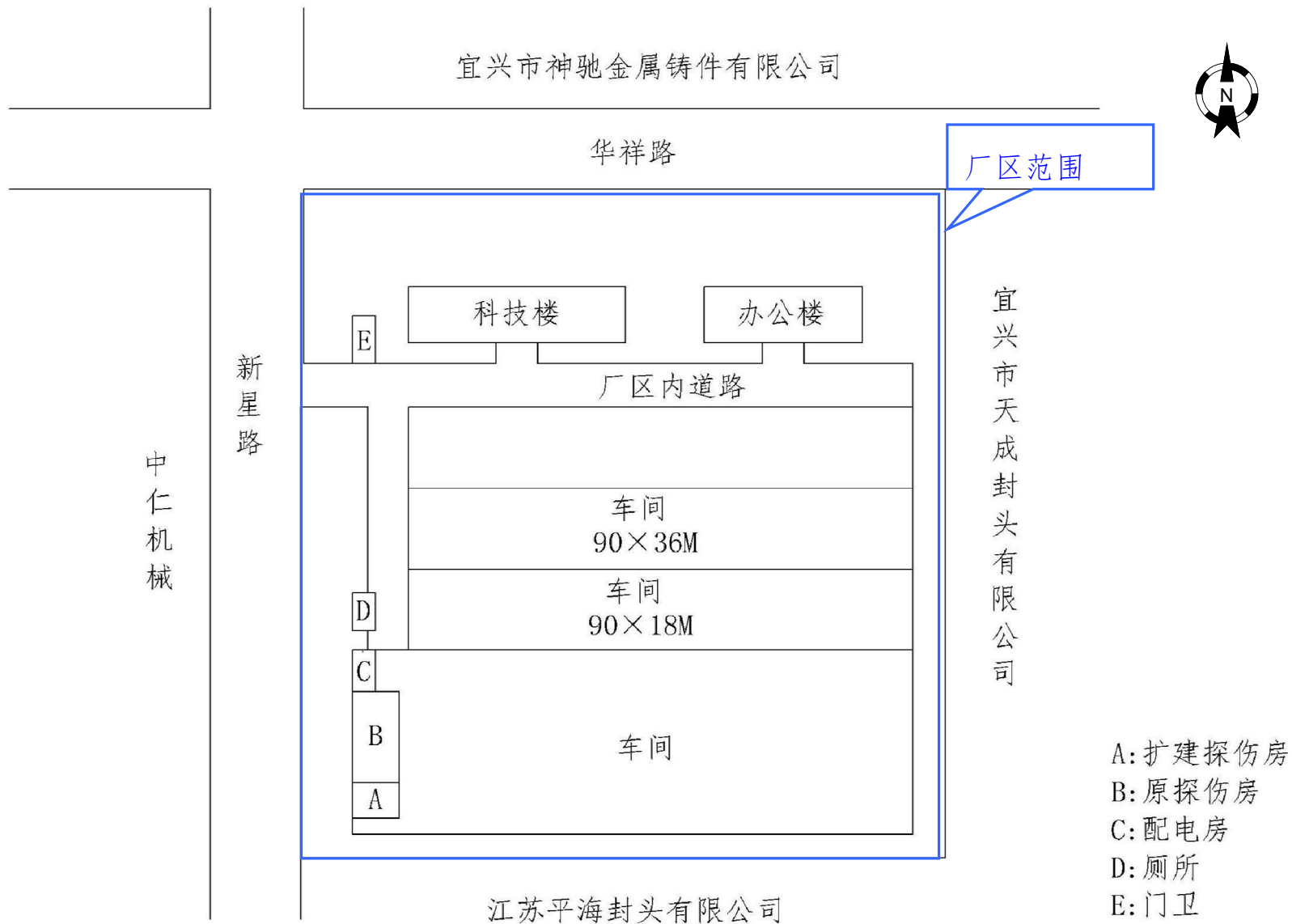
年 月 日

单位盖章

年 月 日



附图 1 宜兴市通茂化工机械有限公司厂区地理位置图



附图 2 宜兴市通茂化工机械有限公司厂区平面布置及周围环境图