

扬州扬福科技有限公司  
扩建1台工业辐照电子加速器项目  
竣工环境保护验收监测报告表

报告编号：瑞森（验）字（2023）第039号

建设单位：扬州扬福科技有限公司

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二三年八月

建设单位：扬州扬福科技有限公司

法人代表（签字）：华宁

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

法人代表（签字）：王爱强

项目负责人：

填表人：

建设单位（盖章）：扬州扬福科技有  
限公司

电话：0514-82088779

传真：

邮编：Zhjqhn@126.com

地址：扬州环保科技产业园创业服务  
中心

编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技  
术有限公司

电话：025-86633196

传真：

邮编：210003

地址：南京市鼓楼区建宁路61号中央  
金地广场1幢1317室

## 目 录

表一 建设项目基本情况.....	1
表二 建设项目工程分析.....	9
表三 辐射安全与防护设施/措施.....	15
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定.....	39
表五 验收监测质量保证及质量控制.....	46
表六 验收监测内容.....	48
表七 验收监测期间生产工况.....	49
表八 验收监测结论.....	55
附件1：项目委托书.....	57
附件2：项目环境影响报告表主要内容.....	58
附件3：辐射安全许可证及辐射工作人员相关信息.....	68
附件4：辐射安全管理机构及制度.....	73
附件5：辐射工作人员培训证书及健康证明.....	130
附件6：个人剂量监测报告.....	133
附件7：加速器机房屏蔽建设情况说明.....	135
附件8：竣工环保验收监测报告.....	137
附件9：验收监测单位CMA资质证书及设备检定校准证书.....	147
建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表.....	152

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目				
建设单位名称	扬州扬福科技有限公司 (统一社会信用代码: 913210030502367240)				
建设项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役				
建设地点	扬州市邗江区赵庄村路与黄冲路交汇处东南侧扬州扬福科技有限公司二期厂区生产车间内				
源项	放射源 (类别)	非密封放射性物质 (场所等级)	射线装置 (类别)	退役项目	
	/	/	II	/	
建设项目环评批复时间	2022年10月31日	开工建设时间	2022年11月		
重新申领辐射安全许可证时间	2021年7月21日	项目投入运行时间	2023年6月 (试运行)		
退役污染治理完成时间 (退役项)	/	验收现场监测时间	2023年6月14日		
环评报告表审批部门	扬州市生态环境局	环评报告表编制单位	南京瑞森辐射技术有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	江苏省江建集团有限公司设计研究院	辐射安全与防护设施施工单位	扬州李东建设工程有限公司		
投资总概算 <sup>②</sup>	2000万元	辐射安全与防护设施投资总概算	284万元	比例	14.2%
实际总概算 <sup>②</sup>	2000万元	辐射安全与防护设施实际总概算	284万元	比例	14.2%
验收依据	<b>建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度:</b> (1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 中华人民共和国主席令第9号, 2015年1月1日起实施; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正版), 中华人民共和国主席令第二十四号, 2018年12月29日发布施行; (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 中华人民共和国主席				

	<p>令 第六号，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(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 日起施行；2019 年修改，国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（修订版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《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 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(10) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号公告，2018 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(11) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 10 月 25 日发布；</p> <p>(12) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日发布；</p> <p>(13) 《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，2019 年 12 月 24 日发布；</p> <p>(14) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日发布；</p> <p>(15) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020 年修订版），苏政办函〔2020〕26 号，2020 年 2 月 19 日发布。</p>
--	---

**建设项目竣工环境保护验收技术规范：**

- (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；
- (2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)；
- (3) 《居住区大气中二氧化氮检验标准方法改进的 Saltzman 法》(GB 12372-1990)；
- (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；
- (5) 《公共场所卫生校验方法第二部分：化学污染物》(GB 18204.2-2014)；
- (6) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)；
- (7) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》(WS 394-2012)；
- (8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；
- (9) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)；
- (10) 《 $\gamma$ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002)。

**建设项目环境影响报告书(表)及其审批部门审批文件：**

- (1) 《扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2022年9月，见附件2；
- (2) 《关于扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目环境影响报告表的批复》，审批文号：扬环固〔2022〕29号，扬州市生态环境局，2022年10月31日，见表四。

验收监测 执行标准	<p><b>人员年受照剂量限值：</b></p> <p>(1) 人员年有限剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中所规定的职业照射和公众照射剂量限值：</p> <p style="text-align: center;"><b>表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="text-align: center;">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">职业照射限制</td> <td>                     工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：                      ①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任何一年中的有效剂量，50mSv。                 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众照射限制</td> <td>                     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。                 </td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 个人剂量满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）中所规定的个人剂量约束值：</p> <p>(3) 个人剂量约束</p> <p>辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应满足 GB 18871 的要求。</p> <p>在电子加速器辐照装置的工程设计中，辐射防护的剂量约束值规定为：</p> <p>a) 辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv；</p> <p>b) 公众成员个人年有效剂量为0.1mSv。</p> <p>(3) 根据本项目环评及批复文件确定本项目个人剂量管理目标值，本项目管理目标值见表1-2。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">项目名称</th> <th style="width: 30%;">适用范围</th> <th style="width: 30%;">管理目标值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">扬州扬福科技有限公司扩建 1 台 工业辐照电子加速器项目</td> <td style="text-align: center;">职业照射有效剂量</td> <td style="text-align: center;">5mSv/a</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众有效剂量</td> <td style="text-align: center;">0.1mSv/a</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>辐射管理分区：</b></p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督</p>		剂量限值	职业照射限制	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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任何一年中的有效剂量，50mSv。	公众照射限制	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。	项目名称	适用范围	管理目标值	扬州扬福科技有限公司扩建 1 台 工业辐照电子加速器项目	职业照射有效剂量	5mSv/a	公众有效剂量	0.1mSv/a
	剂量限值														
职业照射限制	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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任何一年中的有效剂量，50mSv。														
公众照射限制	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。														
项目名称	适用范围	管理目标值													
扬州扬福科技有限公司扩建 1 台 工业辐照电子加速器项目	职业照射有效剂量	5mSv/a													
	公众有效剂量	0.1mSv/a													

区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

#### (1) 控制区

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限值潜在照射的范围。

#### (2) 监督区

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

### 辐射安全与防护设施要求：

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018），本项目电子加速器辐照装置辐射安全与防护设施配置应满足下述要求：

#### 4.2.2 辐射屏蔽设计依据

电子加速器辐照装置的屏蔽设计必须以加速器的最高能量和最大束流强度为依据。

电子加速器辐照装置外人员可到达区域屏蔽体外表面 30cm 处以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5 $\mu$ Sv/h。如屏蔽体外为社会公众区域，屏蔽设计必须符合公众成员个人剂量约束值规定。

本标准适用的能量不高于 10MeV 的电子束和能量不高于 5MeV 的 X 射线，在辐射屏蔽设计中不需考虑所产生的中子防护问题。

### 5 电子加速器辐照装置的辐射屏蔽

#### 5.1 屏蔽设计原则

电子加速器辐照装置在屏蔽设计时，不仅要考虑最大束流功率时的屏蔽要求，在能量和束流强度可调情况下，还要考虑在最大能量和/或最大束流强度组合下的屏蔽差异。

#### 5.2 屏蔽设计计算

5.2.1 屏蔽设计计算应包括：辐照室和主机室及各自迷道、屋顶、孔洞等。



5.2.2 屏蔽设计和计算结果应在设计文件中加以说明。

5.2.3 电子加速器辐照装置的屏蔽计算方法可参见附录 A。对于专用 X 射线辐照装置，应根据加速器厂商提供的转换靶参数或 X 射线发射率进行计算。对于即可用于电子束辐照也可用于 X 射线辐照的辐照装置，应按照电子加速器辐照装置的屏蔽计算方法计算。

## 6 电子加速器辐照装置的安全设计

### 6.1 联锁要求

在电子加速器辐照装置的设计中必须设置功能齐全、性能可靠的安全联锁保护装置，对控制区的出入口门、加速器的开停机和束下装置等进行有效联锁和监控。

安全联锁引发加速器停机时必须自动切断高压。

安全联锁装置发生故障时，加速器不能运行。安全联锁装置不得旁路，维护与维修后必须恢复原状。

### 6.2 安全设施

(1) 钥匙控制。加速器的主控钥匙开关必须和主机室门和辐照室门联锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器应自动停机。该钥匙必须与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用；

(2) 门机联锁。辐照室和主机室的门必须与束流控制和加速器高压联锁。辐照室门或主机室门打开时，加速器不能开机。加速器运行中门被打开则加速器应自动停机；

(3) 束下装置联锁。电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制必须建立可靠的接口和协议文件。束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器应自动停机；

(4) 信号警示装置。在控制区出入口处及内部应设置灯光和音响警示信号，用于开机前对主机室和辐照室内人员的警示。主机室和辐照室出入口设置工作状态指示装置，并与电子加速器辐照装置联锁；

(5) 巡检按钮。主机室和辐照室内应设置“巡检按钮”，并与

控制台连锁。加速器开机前，操作人员进入主机室和辐照室按序按动“巡检按钮”，巡查有无人员误留；

(6) 防人误入装置。在主机室和辐照室的人员出入口通道内设置三道防人误入的安全连锁装置（一般可采用光电装置），并与加速器的开、停机连锁；

(7) 急停装置。在控制台上和主机室、辐照室内设置紧急停机装置（一般为拉线开关或按钮），使之能在紧急状态下终止加速器的运行。辐照室及其迷道内的急停装置应采用拉线开关并覆盖全部区域。主机室和辐照室内还应设置开门机构，以便人员离开控制区；

(8) 剂量连锁。在辐照室和主机室的迷道内设置固定式辐射监测仪，与辐照室和主机室的出入口门等连锁。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时，主机室和辐照室门无法打开；

(9) 通风连锁。主机室、辐照室通风系统与控制系统连锁，加速器停机后，只有达到预先设定的时间后才能开门，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值；

(10) 烟雾报警。辐照室应设置烟雾报警装置，遇有火险时，加速器应立即停机并停止通风。

#### **通风要求与有害气体控制要求：**

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018），本项目电子加速器辐照装置工作场所通风应满足下述要求：

##### **6.3.3 通风系统**

(1) 主机室和辐照室应设置通风系统，以保证辐照分解臭氧等有害气体浓度满足 GBZ 2.1 的规定，有害气体的排放应满足 GB 3095 的规定。

(2) 臭氧的产生和排放，其计算模式和参数见附录 B。

(3) 辐照室内的主排气口应设置在易于排放臭氧的位置，例如扫描窗下方的位置。

(4) 排风口的高度应根据 GB 3095 的规定、有害气体排出量和辐照装置附近空气与气象资料计算确定。

	<p>根据《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）及《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）规定，工作场所空气中臭氧最高容许浓度为0.3mg/m<sup>3</sup>。</p> <p><b>安全管理要求及环评要求：</b></p> <p>《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。</p> <p>根据《扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目环境影响报告表》，本项目管理目标为：</p> <p><b>二、辐射环境评价标准限值</b></p> <p>1、个人剂量管理限值</p> <p>辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应满足GB 18871-2002及HJ 979-2018的要求。</p> <p>在电子加速器辐照装置的工程设计中，辐射防护的剂量约束值规定为：</p> <p>a)辐射工作人员年有效剂量为5mSv；</p> <p>b)公众成员年有效剂量为0.1mSv。</p> <p>2、工作场所内外控制剂量率</p> <p>电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面30cm处及以外区域周围剂量当量率不能超过2.5μSv/h。如屏蔽体外为社会公众区域，屏蔽设计必须符合公众成员个人剂量约束值规定。</p> <p>根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018），本项目电子加速器使用场所在距离机房屏蔽体外表面30cm外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于2.5μSv/h。</p>
--	---

## 表二 建设项目工程分析

### 项目建设内容:

扬州扬福科技有限公司一期厂区位于扬州市邗江区扬州环保科技产业园，二期厂区位于扬州市邗江区赵庄村路与黄冲路交汇处东南侧。公司在二期厂区生产车间内扩建1座加速器机房，配置1台工业电子加速器（型号为IS1024，电子束最大能量10MeV，最大束流强度2.4mA），用于对医疗用品、药品和保健品等进行辐照灭菌以及农副产品、冷冻食品的辐照保鲜、保质等；项目建成后，可形成年辐照医疗器械100万箱、食品1万吨的加工能力。本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见表四。

表2-1 扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目射线装置使用情况

射线装置名称	型号	最大能量	束流强度	活动种类	使用场所	备注
工业电子加速器	IS1024	10MeV	2.4mA	使用	二期厂区生产车间	已环评、已许可、本次验收

扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目电子加速器辐照装置相关配套设施与防护设施同步建设完成，具备竣工环境保护验收条件。其建设情况与环评及其批复一致，无变动情况。

扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目环评时投资总概算为2000万元，辐射安全与防护设施总投资为284万元；本期验收实际投资概算为2000万元，辐射安全与防护设施总投资为284万元。

本项目环评审批及实际建设情况见表2-2。

表2-2 扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目环评审批及实际建设情况一览表

项目建设地点及其周围环境													
项目内容	环评规划情况						实际建设情况						备注
建设地点	扬州市邗江区赵庄村路与黄冲路交汇处东南侧扬州扬福科技有限公司二期厂区生产车间内						扬州市邗江区赵庄村路与黄冲路交汇处东南侧扬州扬福科技有限公司二期厂区生产车间内						与环评一致
周围环境	扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子	东南侧	货物存放区				货物存放区						与环评一致
		西南侧	已建工业电子加速器（非本次验收项目）				已建工业电子加速器（非本次验收项目）						与环评一致
		西北侧	车间墙壁				车间墙壁						与环评一致
		东北侧	车间墙壁				车间墙壁						与环评一致
		上方	车间顶棚				车间顶棚						与环评一致
		下方	土层				土层						与环评一致
射线装置													
射线装置名称	环评建设规模						实际建设规模						备注
	型号	数量	最大能量	束流强度	活动种类	使用场所	型号	数量	最大能量	束流强度	活动种类	使用场所	
工业电子加速器	IS1024	1	10MeV	2.4mA	使用	公司二期厂区生产车间内	IS1024	1	10MeV	2.4mA	使用	公司二期厂区生产车间内	与环评一致

废弃物									
名称	环评建设规模								实际建设规模
	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	
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	/	少量	少量	不暂存	通过排风系统排入外环境， 臭氧在常温条件下50分钟后 可自动分解为氧气	与环评一致
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

## 源项情况:

扬州扬福科技有限公司电子加速器辐照装置工作场所主要产生以下污染:

### 1、辐射

#### ①原始初级电子的直接辐射

电子束在材料中有确定的射程,它正比于电子的初始能量而反比于吸收材料的密度。辐照加工直接应用电子束照射,电子的贯穿能力较弱,一定厚度的混凝土就可以屏蔽电子。

#### ②韧致辐射(X射线)

电子束轰击靶、各结构材料和辐照产品都会产生韧致辐射(X射线),其最大能量相当于入射电子的最大能量。X射线具有较强的贯穿能力,所以X射线是加速器设施辐射防护设计中的主要的辐射源。

### 2、废气

电子束及韧致辐射与空气中的氧气等成份发生作用会产生少量臭氧和氮氧化物。

### 3、废水

本项目电子直线加速器冷却系统采用蒸馏水内循环使用,不外排;工作人员会产生少量的生活废水。

### 4、固体废物

本项目电子加速器工作过程不产生固体废物。

### 5、噪声

①电子加速器机房设置机械排风/送风装置,风机运行时会产生噪声;

②加速器冷却系统散热风机运行时产生噪声;

③加速器束下线缆传输系统运行时产生噪声。

## 工程设备与工艺分析:

### 1、工作原理

本项目所用的 IS1024 型工业电子加速器,其工作原理为:首先,将低压工频电能,用高频振荡器变成高频电能,输送给高压发生器;再将此升压的高频电压加在空间耦合容器上,通过该耦合电容分别加到主体上的各个整流盒上,此时每一个耦合环上得到几十千伏的直流高压,由于各级串联,电压叠加,从

而在高端获得很高的电压。加速器电子枪中的灯丝产生的电子云，引入到加了高压的加速管，最终形成高能电子束，电子束从加速器出口输出，进入扫描空间，利用磁场将成束的电子扫开成一定的宽度，从金属膜构成的输出窗引出，对运动的被照物体进行辐照。

## 2、工作流程及产污环节

辐照加工是根据辐照加工产品品种、性质、体积、辐照要求，制定辐照区辐照位置、辐照剂量和辐照时间等技术措施，辐照完成后，经标记包装、质量检验和用户签收等工序或发货或入库暂存。本项目主要用于对医疗用品、药品和保健品等进行辐照灭菌以及农副产品、冷冻食品的辐照保鲜、保质，公司现有的辐照加工工艺已较为成熟，本次扩建沿用已有的辐照加工工艺，不对原有工艺进行改进。现对辐照加工工艺流程简述如下：

①在输送线上料工位，操作人员利用信息读取装置读取货物信息，并调用对应的辐照工艺参数。操作人员将存放于仓储托盘上的货物转移至输送线上专用托盘内，并按工艺要求将货物在托盘内摆放整齐，为最大限度的利用托盘空间，可将辐照工艺要求相似的货物进行拼盘摆放，利用前后衔接的不同上、下料工位，在托盘预订位置分别放置、取出不同的货物。

②输送线控制系统利用安装在线体上的读码装置读取专用托盘编码，并对一批货物的首、尾托盘编码进行标记；此后托盘承载待加工货物由输送线运送至防护室内进行照射加工；照射完成的货物由输送线移出防护室外，输送线上、下料工位的读码装置读取首件托盘编码后，根据该编码所对应的货物信息判断是否需要进行翻转操作后重复照射，并利用安装在输送线边的指示灯及电子看板提示操作人员进行相应的后续操作流程。

③对于完成辐照处理的货物，当托盘承载货物到达下料工位时，控制系统读取到尾部托盘编码后，利用安装于输送线边的指示灯及信息显示屏发出提示信息，操作人员将货物由输送线上专用托盘内取出，层叠码放到放置在地面的仓储托盘上，利用叉车或手动液压车将其运送至货架区集中存放，或直接运送至成品缓存区发货离场。

本项目电子加速器辐照线缆的工作流程和主要产污环节如图 2-1 所示。



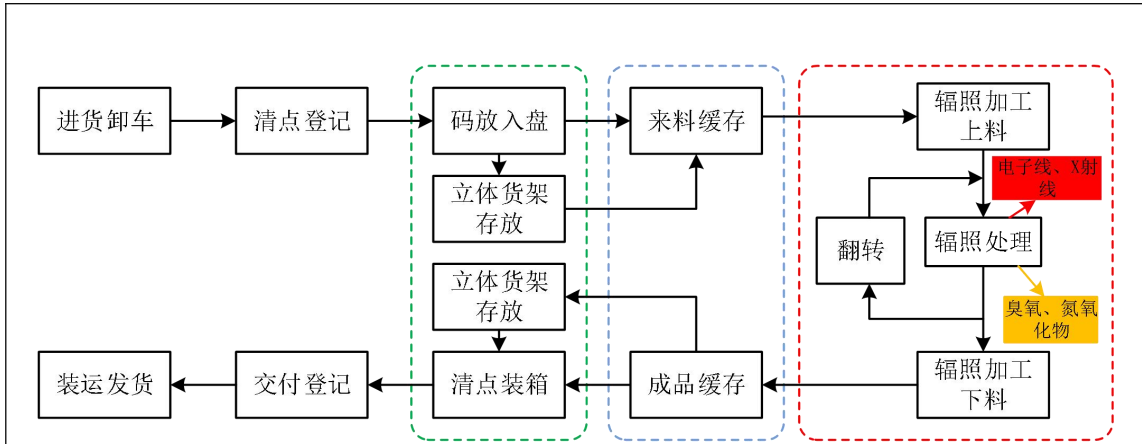


图 2-1 电子加速器辐照产品的工作流程和主要产污环节示意图

表三 辐射安全与防护设施/措施

**辐射安全与防护设施/措施****1、工作场所布局**

**布局：**本项目电子加速器机房位于公司二期厂区生产车间内，加速器东南侧为货物存放区，西南侧为已建的1台工业电子加速器，西北侧、东北侧为生产车间墙壁。机房上方为生产车间顶棚，下方为土层。

加速器辐照室建有迷道，迷道口处设有防护门，控制室位于辐照室东南侧墙外。电子加速器工作时，辐射工作人员于控制室内设置机器参数并监控加速器运行情况。电子加速器出束时，辐照室内均无人员停留，本项目加速器机房布局合理可行。

本项目的电子加速器机房布局合理。

**辐射防护分区：****1、分区原则**

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区—把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区—通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

**2、控制区与监督区的划分**

根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。

本项目将加速器机房辐照室、主机室为辐射防护控制区，电子加速器工作过程中，任何人不得进入控制区，并在辐照室迷道外、主机室防护门外设置电离辐射警告标志及中文警示说明等；将控制室、二层平台、电气设备室、备用房间1、加速器机房顶作为辐射防护监督区，控制室门口设置电离辐射警示标志，监督区边界设置显著地标并粘贴监督区标识、电离辐射警告标志，通往加

速器二层平台的楼梯口设置隔离门并上锁，电子加速器开机工作过程中，除辐射工作人员外，其他人员限制进入。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》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定要求。

本项目控制区和监督区划分情况见表3-1，并在图3-2至图3-4上进行了标识。

表3-1 项目控制区和监督区划分情况

场所名称	控制区	监督区
电子加速器辐照装置	辐照室、主机室	控制室、二层平台、电气设备室、备用房间1、加速器机房顶

本项目工作场所现场照片如图3-1所示，工作场所平面布置及两区划分示意图见图3-2。



图3-1 电子加速器辐照装置工作场所现场

## 2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目电子加速器机房位于公司二期厂区生产车间西北部，为地上二层混凝土结构，一层为辐照室，二层为主机室。加速器机房采用混凝土一体浇筑成型。加速器机房具体屏蔽设计参数见表3-2，屏蔽防护示意图见图3-2至图3-3。

表3-2 电子加速器机房屏蔽防护设计及落实情况一览表

加速器机房	防护区域	屏蔽体		屏蔽材料及厚度
扩建加速器机房	一层辐照室	东南侧	迷道外墙	500mm混凝土
			迷道墙	1400mm混凝土
			迷道内墙	2600mm混凝土
		西南侧	迷道口处	300mm混凝土
			中部	1800mm混凝土
			西部	2700mm混凝土
		西北侧	屏蔽墙	3000mm混凝土
		东北侧	迷道口处	300mm混凝土
			中部	1800mm混凝土
			西部	2700mm混凝土
		顶部	设备安装部分	300mm混凝土
			迷道部分	1000mm混凝土
				500mm混凝土
		防护门		普通铁门
		二层主机室	东南侧	迷道部分
	主机室部分			2400mm混凝土
	西南侧		屏蔽墙	2200mm混凝土
	西北侧		主机室部分	2400mm混凝土
			迷道部分	600mm混凝土
	东北侧		迷道墙	1800mm混凝土
			迷道外墙	300mm混凝土

		顶面	迷道部分	500mm混凝土
			主机室部分	1500mm混凝土
		防护门		普通铁门

注：本项目使用的混凝土密度不低于 $2.35\text{g/cm}^3$ ，铅板的密度不低于 $11.3\text{g/cm}^3$ 。



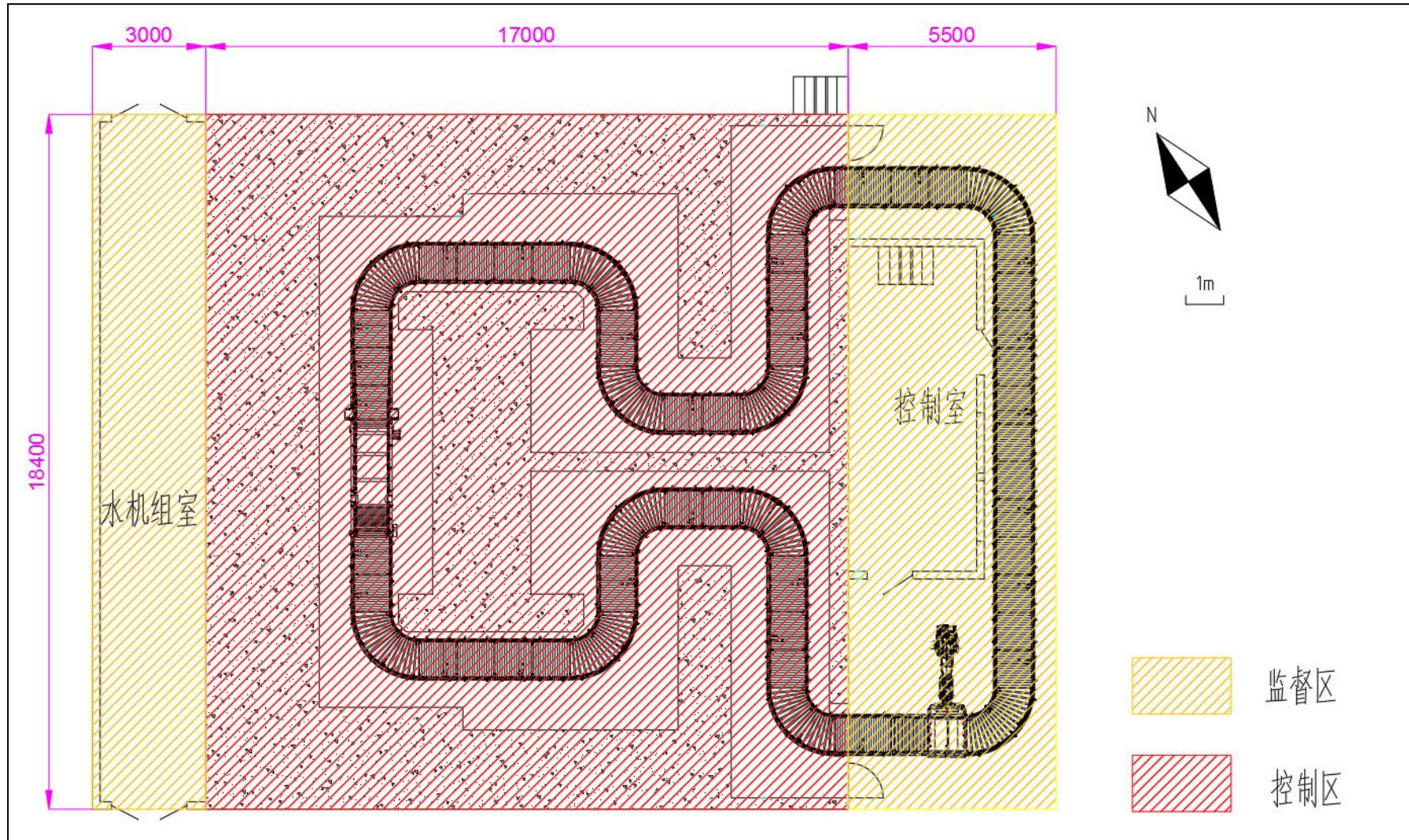


图3-2 扩建1台工业辐照电子加速器项目辐射防护分区示意图（一层）



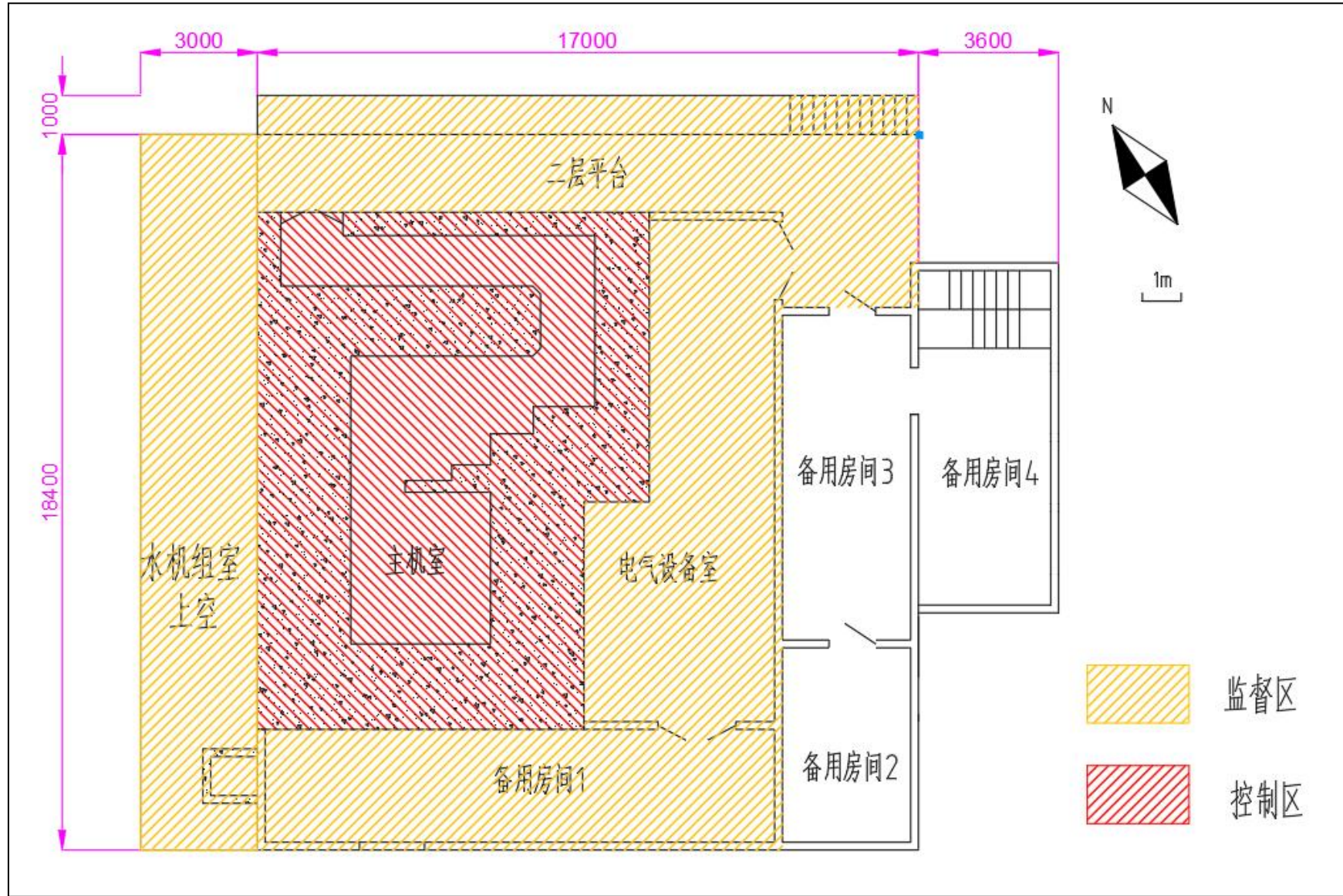


图3-3 扩建1台工业辐照电子加速器项目辐射防护分区示意图（二层）

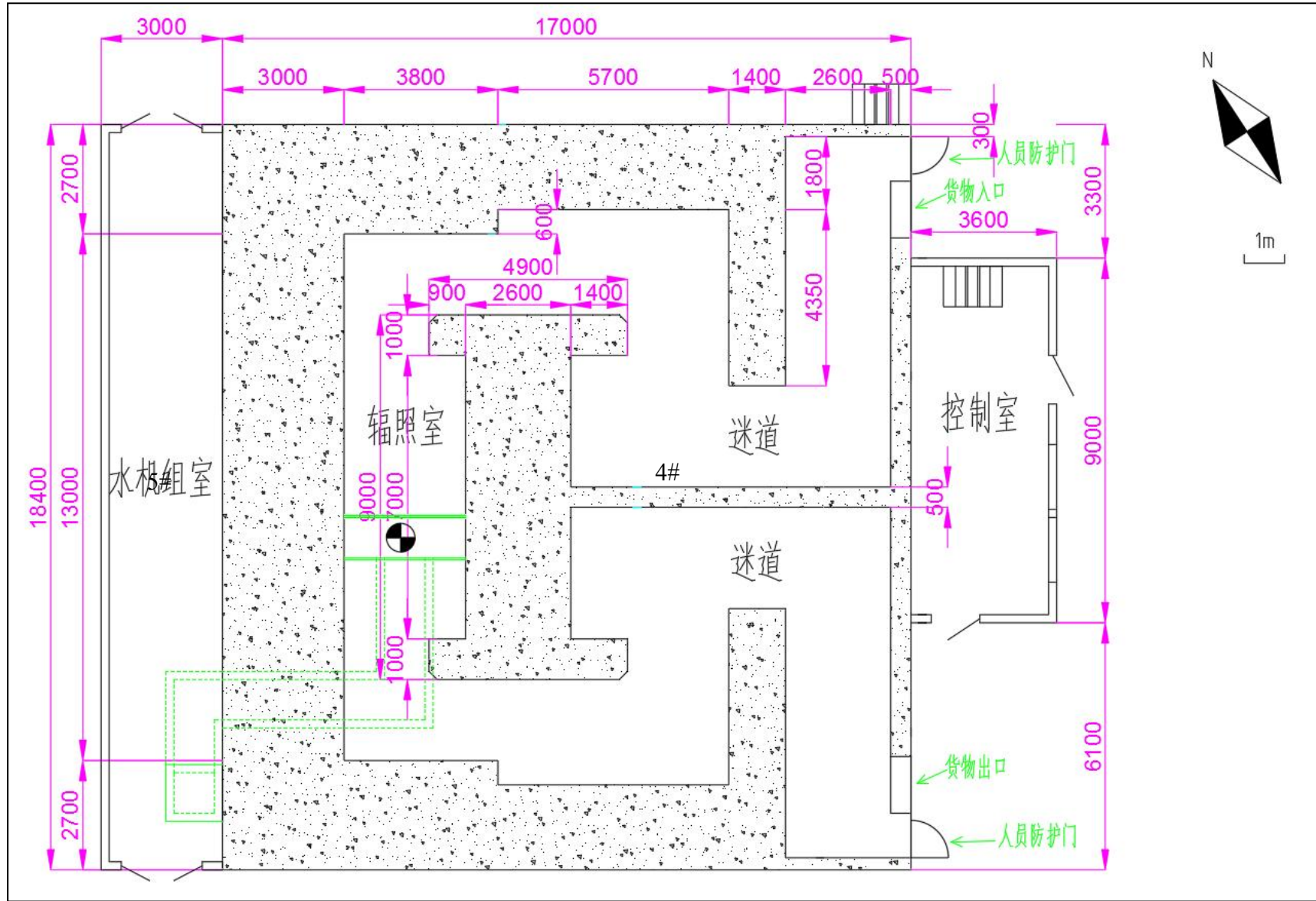


图3-4 扩建1台工业辐照电子加速器项目机房屏蔽建设示意图（一层）



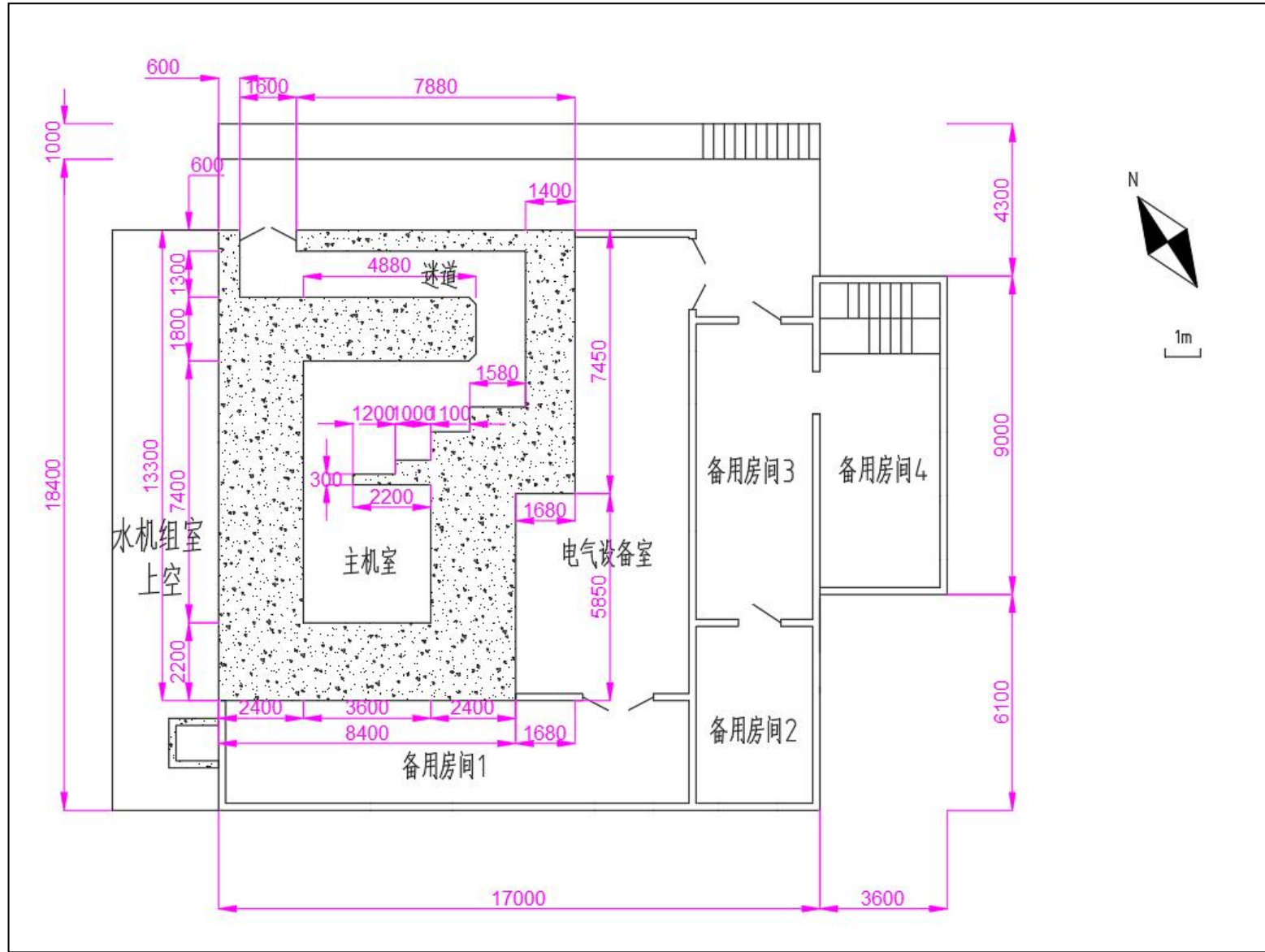


图3-5 扩建1台工业辐照电子加速器项目机房屏蔽建设示意图（二层）

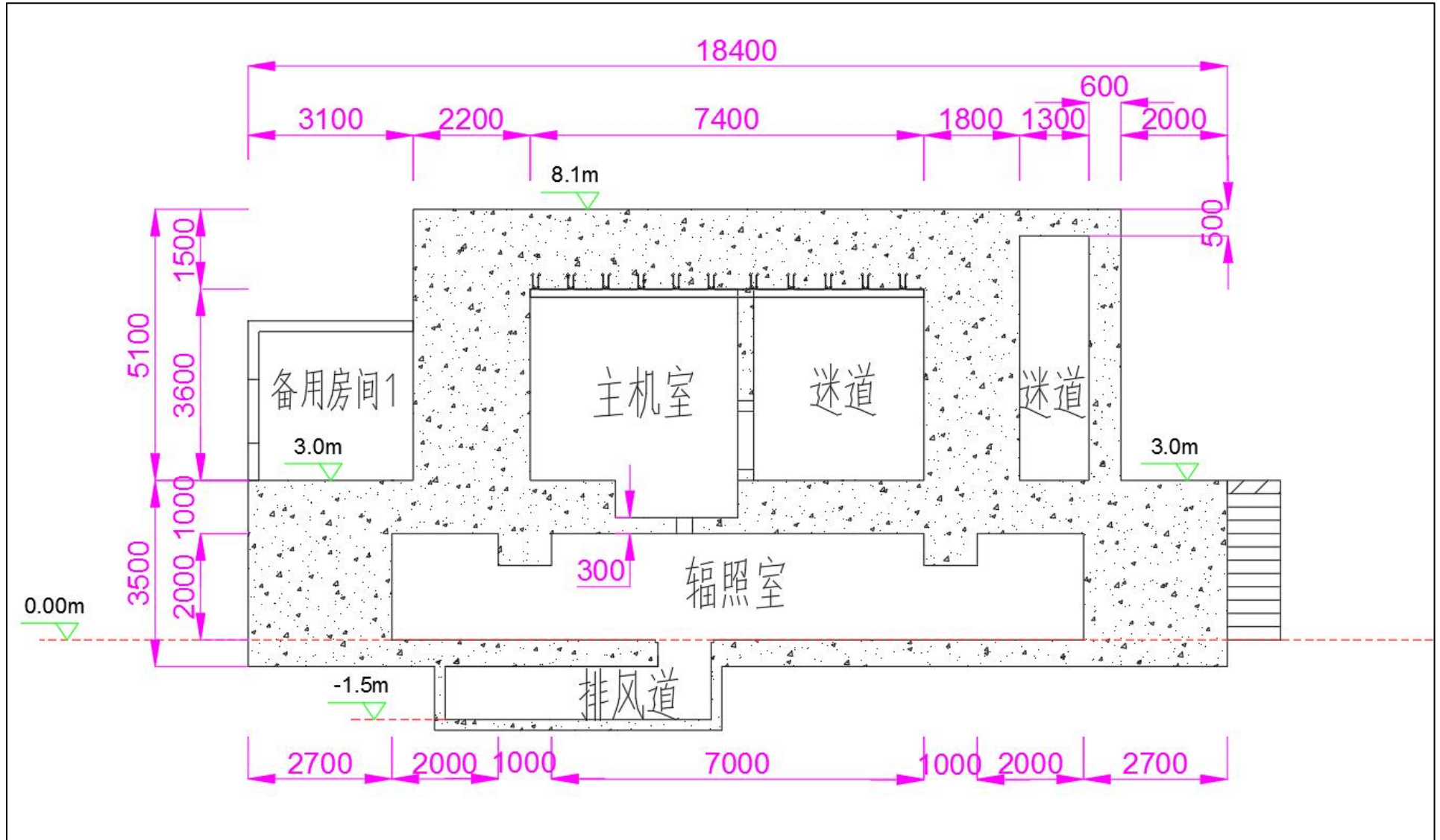


图3-6 扩建1台工业辐照电子加速器项目机房屏蔽建设示意图（剖面，东北-西南方向）

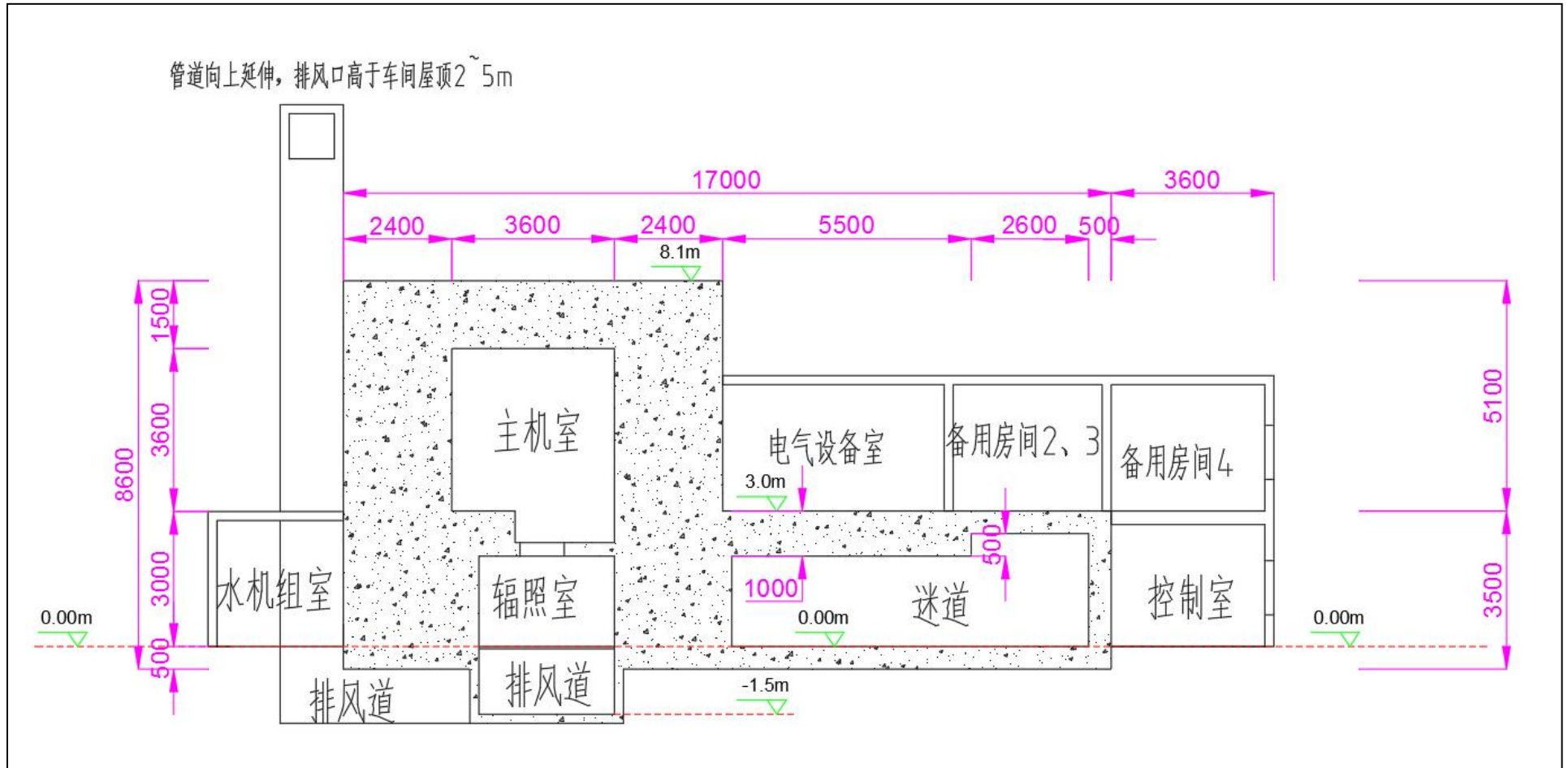


图3-7 扩建1台工业辐照电子加速器项目机房屏蔽建设示意图（剖面，东南-西北方向）

### 3、辐射安全与防护措施

#### (1) 钥匙控制

本项目的加速器机房设有控制室，控制室内设置主控台。主控台上设计有电子加速器的钥匙开关，只有该钥匙就位后才能开启电源，启动电子加速器进行出束作业；钥匙开关未闭合状态时，电子加速器无法开机出束。加速器出束期间辐照室、主机室防护门均自动锁定无法开启，若强行开启则加速器立即自动停机。加速器钥匙与1台便携式辐射监测报警仪相连。满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）中钥匙控制设置的要求。加速器钥匙开关如图3-5所示。



图3-8 加速器钥匙开关

#### (2) 门机联锁、束下装置联锁

电子加速器辐照室的防护门与电子加速器装置联锁，在防护门未闭合的状态下，电子加速器不能启动工作；在电子加速器高压启动后，一旦防护门被打开，联锁装置将立即切断电子加速器的高压，使电子加速器立即停止出束。

辐照室内的传输系统与辐照室内的电子加速器联锁。电子加速器未出束时，当辐照室内的传输系统出现故障时，将不能启动该辐照室的电子加速器进行出束作业；在电子加速器正常出束作业情况下，当辐照室内的传输系统出现故障，将立即切断加速器电源，使得该辐照室内的电子加速器立即停止出束。门机联锁等联锁装置如图3-6所示。



图3-9 门机联锁机构

### (3) 剂量联锁

本项目辐照室、主机室迷道均安装固定式辐射剂量报警仪。剂量监测探头分别位于两座机房辐照室迷道、主机室迷道，对辐射剂量进行实时监测，结果分别显示在辐照室、主机室迷道内及迷道口。固定式辐射剂量报警仪与辐照室、主机室防护门进行联锁，当检测到辐射剂量超过预设阈值时，防护门将无法打开，同时发出声光报警。固定式剂量报警仪如图3-7所示。



辐照室内固定式剂量监测探头



主机室内固定式剂量监测探头

图3-7 固定式辐射剂量报警仪



#### (4) 烟雾报警连锁装置

本项目在辐照室迷道内设置烟雾报警箱，通过通风细管连续从加速器出束口下方对空气进行采样，抽取空气至烟雾报警箱内进行实时检测。遇有火险时，电子加速器立即停机并停止通风。烟雾连锁装置如图3-8所示。



图3-8 烟雾连锁装置

#### (5) 视频监控装置

本项目在辐照室内、主机室内、货物上下线区、二层平台上均设有摄像监视系统，监控图像实时显示在控制室的监控电视上，使控制室的工作人员可清楚地观察到辐照室内电子加速器的工作情况及周围环境状况，如发生意外情况可及时处理。为了避免强辐射场对视频信号的干扰，公司在迷道安装视频摄像头，通过反射镜来获取辐照室内图像。视频监控装置如图3-9所示。



货物上下线区监控



辐照室迷道内监控



辐照室迷道内监控



辐照室内监控



二层平台上监控



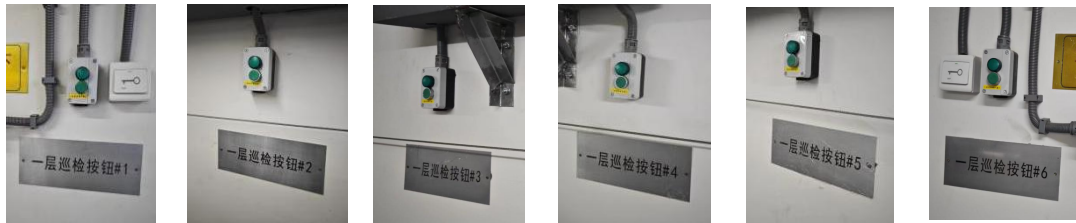
主机室内监控



图3-9 视频监控装置

(6) 巡检、急停按钮及拉线开关

本项目加速器机房辐照室、主机室内每面墙上设置巡检按钮，电子加速器开机前，辐射工作人员进入辐照室按序按动巡检按钮，巡查有无人员误留；未按下巡检按钮前，电子加速器将不能进行出束作业。辐照室、主机室内的墙壁上，距离地面高度约1.2m处，安装拉线开关。拉线开关正常时，电子加速器方可启动进行出束作业；电子加速器正常启动出束作业过程中，若拉拽拉线开关，则电子加速器将立即切断高压，停止出束。在紧急情况、事故处理完毕后，需将拉线开关本地复位，电子加速器才能重新启动。加速器机房控制室操作台上、电气设备室电气柜上以及辐照室人员出入口、主机室门口均设置急停按钮，加速器运行期间按下任一急停按钮，加速器立即停机；再次启动加速器前，需将急停按钮本地复位。巡检、急停按钮及拉线开关如图3-10所示。



辐照室内巡检按钮



主机室内巡检按钮



辐照室内拉线开关



主机室内拉线开关



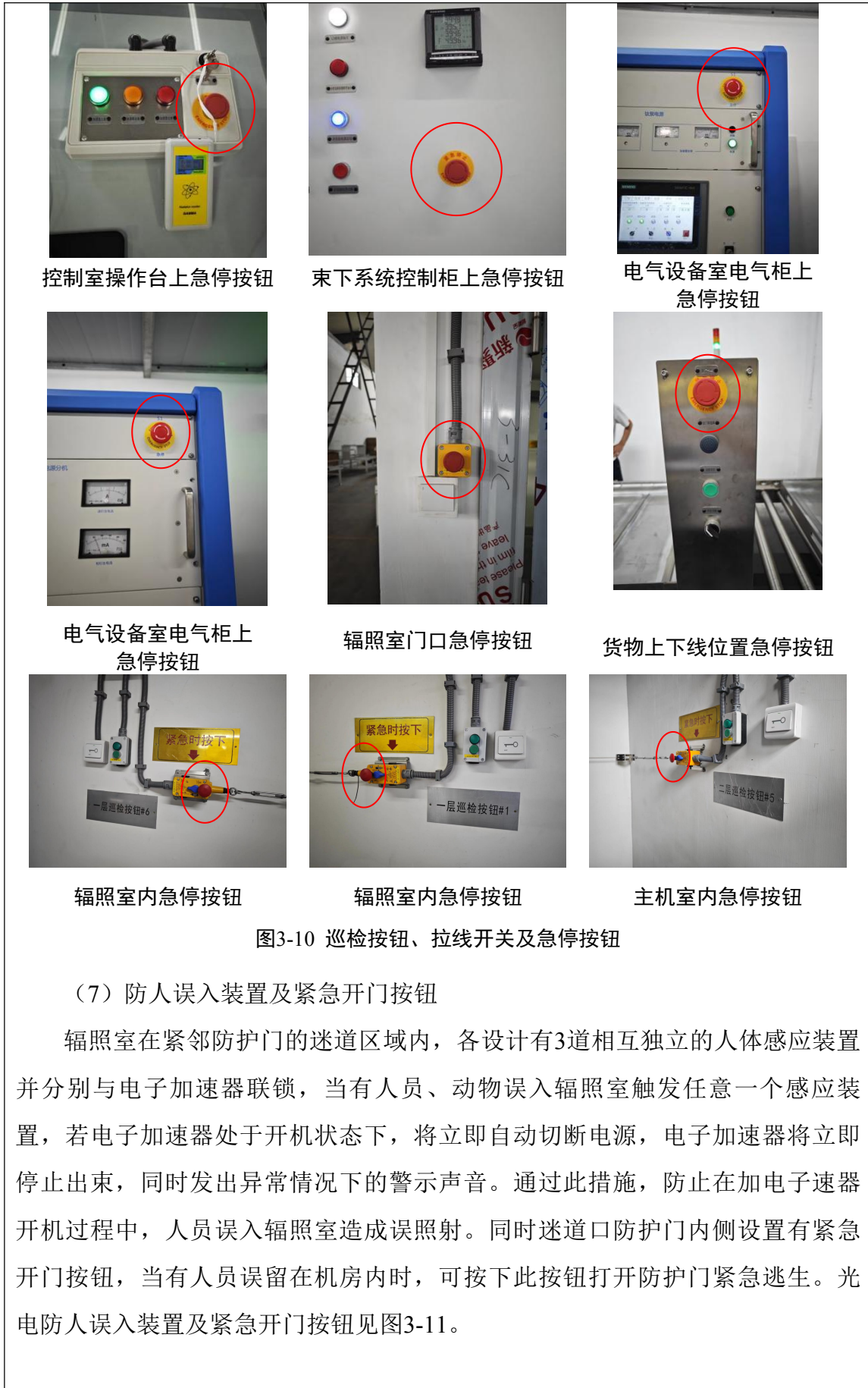




图3-11 防人误入装置及紧急开门按钮

(8) 信号警示装置

本项目于辐照室东墙上、主机室门口、辐照室内部、主机室内部、电气设备室均设置灯光信号警示装置和声音报警装置，用于开机前对辐照室内人员的警示和加速器工作状态指示，并与电子加速器辐照装置联锁。信号警示装置如图3-12所示。





表3-3 本项目辐射安全措施配置情况对照分析表

安全措施	落实情况	备注
钥匙控制	主控台上均设计有加速器的物理钥匙开关，钥匙与1台便携式辐射监测报警仪相连。	符合
门机联锁	加速器辐照室、主机室防护门均与加速器联锁。防护门未闭合的状态下，加速器不能启动工作；加速器工作期间防护门被打开，则加速器立即停机。	符合
束下装置联锁	束下传输系统与加速器联锁，束下传输系统故障时，加速器无法启动。	符合
工作状态指示灯、电离辐射警告标志及信号警示装置	辐照室、主机室入口处均粘贴有电离辐射警告标志，辐照室外、主机室门口均设置有工作状态指示灯，辐照室、主机室内均设置声光报警装置，且均与加速器进行联锁。	符合
防人误入装置	辐照室、主机室在紧邻防护门的迷道区域内，各有3道相互独立的人体感应装置并分别与加速器联锁。	符合
急停装置	控制台上、辐照室内、主机室内均设有紧急停机按钮，若出现紧急情况，可按下急停按钮，加速器立即停机。	符合
剂量联锁	本项目在辐照室迷道内、主机室迷道内均设置固定式辐射监测系统探头，与辐照室、主机室的防护门联锁。	符合
通风联锁	辐照室通风系统正常工作后，加速器才能出束；在通风系统未正常工作时，加速器将无法进行出束作业。在加速器正常运行过程中，当通风系统发生故障时，加速器将立即停止出束作业。	符合
烟雾报警	本项目辐照室设置有烟雾报警装置，遇有火险时，加速器立即停机并停止通风。	符合
实时摄像监视	在辐照室内、主机室内及工作区域设有摄像监视系统，监控图像实时显示在控制室的监控电视上，使控制室的工作人员可清楚地观察到辐照室内电子加速器的工作情况，如发生意外情况可及时处理。	符合

(11) 人员监护

公司已为本项目配备3名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护培训并且考核合格。辐射工作人员培训证书见附件6，名单见表3-4。

表3-4 本项目辐射工作人员配置情况一览表

姓名	性别	工种/岗位	培训合格证书编号	工作场所
	男	辐照生产		辐照生产线
	男	辐照生产		辐照生产线



	男	辐照生产	辐照生产线
--	---	------	-------

公司已安排工作人员进行健康体检及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，详见附件 5 和附件 6。公司已为本项目配备 1 台辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪见图 3-14。工作人员均配备了个人剂量计，均参加了职业健康检查及辐射安全与防护知识培训，考核合格后上岗操作。



辐射巡测仪

个人剂量报警仪

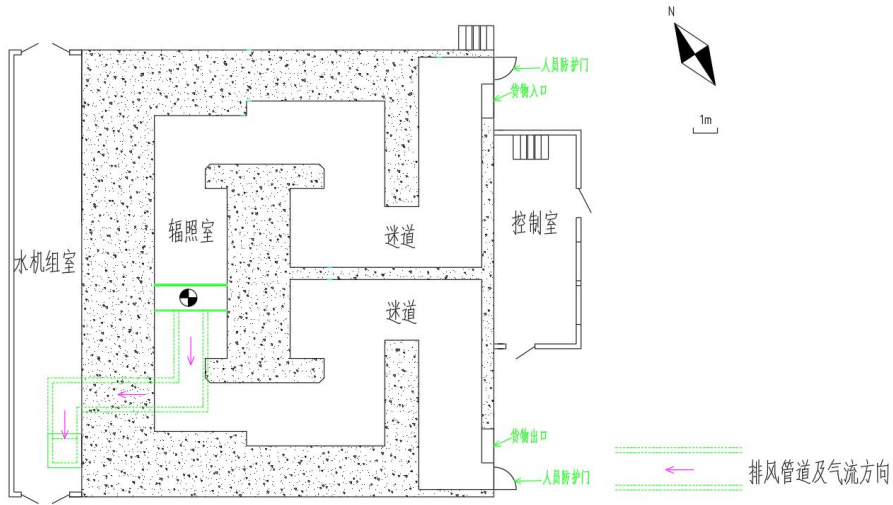
图 3-14 自主监测仪器

#### 4、其它环境保护设施

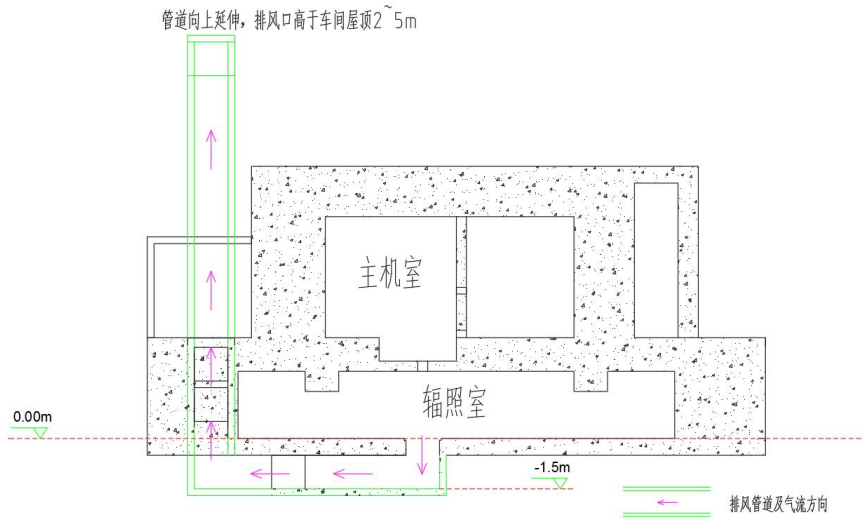
本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。工作人员产生的生活污水，由厂内污水处理设施统一处理后接入市政污水管网。工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

本项目电子加速器在工作状态时，高能电子束产生的韧致辐射（X射线）会使辐照室内空气电离从而产生一定量的臭氧和氮氧化物。

本项目工业电子加速器辐照室排风口通过深埋地下风道连接到排气口，辐照室排风口位于加速器出束窗口正下方，排风口尺寸为3000mm×1000mm，排风管道截面为1000mm×1000mm，管道埋地深度为1500mm，排气口位于生产车间顶。工业电子加速器运行期间风机一直保持运行，停机后还将以最大排风量继续运行5min，辐照室内保持负压状态，臭氧和氮氧化物等废气通过排风管道排出，对周围影响较小。排风管道布设示意图见图3-15，排风管道建设情况见图3-16。



加速器机房排风管道布设示意图（平面）



加速器机房排风管道布设示意图（立面）

图3-15 加速器机房排风管道布设示意图



加速器出束口下方排风窗口

图3-16 加速器机房排风管道建设情况示意图

## 5、辐射安全管理制度

公司根据《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》，针对所开展的工业电子加速器辐照活动制定了相应的辐射安全管理制度，内容涵盖了：

- 1) 管理机构
- 2) 操作规程
- 3) 岗位职责
- 4) 电子加速器安全和防护管理制度
- 5) 设备管理制度
- 6) 工作人员培训制度
- 7) 放射工作人员健康管理与个人剂量监测制度
- 8) 放射安全连锁系统检查制度
- 9) 监测制度
- 10) 辐射事故应急预案

以上辐射安全与防护管理制度满足《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》的相关要求。公司已落实环境保护部令第3号、环境保护部令第18号、环评及批复提出的要求，具备从事工业电子加速器核技术应用项目工作的能力。辐射安全管理制度详见附件4。

## 6、辐射安全与防护措施落实情况

经现场核查、查阅相关资料，扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目环评及批复落实情况见表3-5。

表3-5 扩建1台工业辐照电子加速器项目环评及批复落实情况一览表

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理	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。公司拟设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已成立辐射安全防护领导小组，以制度形式明确了管理人员职责。	已落实
	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、辐射事故应急措施等制度；根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。		已制定辐射安全管理制度，内容涵盖了：管理机构、操作规程、岗位职责、电子加速器安全和防护管理制度、设备管理制度、工作人员培训制度、放射工作人员健康管理及个人剂量监测制度、放射安全连锁系统检查制度、监测制度、辐射事故应急预案。	已落实
辐射防护措施	本项目电子加速器机房四周墙壁、顶面均采用混凝土进行辐射防护，防护门均为普通铁门。	严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中相应的剂量限值要求。	本项目电子加速器机房四周墙壁、顶面均采用混凝土进行辐射防护，防护门均为铁板。	已落实
辐射安全措施	安全措施：本项目电子加速器均拟设置相应的辐射安全装置和保护措施，主要包括：钥匙控制、门机联锁、束下装置联锁、信号警示装置、巡检按钮、防人误入装置、急停装置、剂量联锁、通风联锁、烟雾报警等。	辐射工作场所应配备门机联锁、工作状态指示灯和电离辐射警告标志等安全设施并定期检查，确保正常工作。	控制室操作台上设置钥匙控制；防护门设置门机联锁装置；加速器射线窗口下方设置束下装置联锁；设置固定式辐射剂量监测系统，实现剂量联锁；辐照室内设置烟雾联锁装置；辐照室设置通风联锁装置，加速器主机关闭后，通	已落实



核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
			风系统将继续运行5分钟，之后辐照室防护门才能被打开；辐照室、主机室内设置视频监控装置、急停按钮、拉线开关；辐照室、主机室迷道口内均设置3道人体感应装置防止人员误入。	
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均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辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。	对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗。建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。	工作人员均已取得辐射安全与防护知识考核合格证书，且均在有效期内，详见附件5。	已落实
	辐射工作人员随身佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		公司已委托扬州市疾病预防控制中心对辐射工作人员进行个人剂量监测，详见附件6。	
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立辐射工作人员职业健康档案。		公司已委托扬州市医学检验中心对辐射工作人员进行职业健康体检，详见附件6。	
监测仪器和防护用品	已配置辐射巡测仪，为本项目增配2台个人剂量报警仪。	配备环境辐射剂量巡测仪，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。每年请有资质的单位对项目周围辐射水平监测1-2次，并连同当年辐射安全年度评估报告报我局。	公司已配备辐射巡测仪，并为本期项目配备2台个人剂量报警仪。	已落实
辐射监测	/		每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。	已落实

## 表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

## 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定：

## 1、环境影响报告书（表）主要结论与建议：

## 表13 结论与建议

## 结论

## 一、实践正当性

扬州扬福科技有限公司拟在公司二期厂区生产车间扩建1座电子加速器机房，配置1台IS1024型工业电子加速器（电子束最大能量10MeV，最大束流强度2.4mA），用于对医疗用品、药品和保健品等进行辐照灭菌以及农副产品、冷冻食品的辐照保鲜、保质。该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）辐射防护“实践正当性”原则。

## 二、选址合理性

扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目拟建址位于扬州市邗江区赵庄村路与黄冲路交汇处东南公司二期厂区生产车间内。二期厂区东南侧为扬州伟尔富环保科技有限公司，西南侧为扬州天禾工程设备有限公司，西北侧为黄冲路，东北侧为赵庄村路。二期厂区内仅有一座生产车间，该生产车间为地上一层建筑。生产车间东南侧、西南侧、东北侧均为厂区道路，西北侧为空地。

扩建1台工业电子加速器项目拟建址位于二期厂区生产车间西北部，拟建址东南侧为货物存放区，西南侧为现有的1台工业电子加速器，西北侧、东北侧为生产车间墙壁。拟建址上方为生产车间顶棚，下方为土层。

扬州扬福科技有限公司扩建1台工业电子加速器项目周围50m评价范围东南侧至公司厂区范围内，西南侧至扬州天禾工程设备有限公司厂房（最近处约40m），西北侧至厂区外黄冲路（最近处约11m）及空地，东北侧至厂区北侧赵庄村路（最近处约35m）及空地。公司现有的YFKJ027号加速器位于本次拟扩建项目西南侧，现有YFKJ001、YFKJ002、YFKJ037号加速器位于公司一期厂区，不在本项目50m评价范围内。本项目周边以工厂、道路为主，周边无居民区、学校等环境敏感目标。项目运行后的主要保护目标为本项目的辐射工作人员、厂内其他工作人员及50米评价范围内其他公众。

为加强辐射防护管理和职业照射控制，本项目拟将加速器机房辐照室、主机室作为辐射防护控制区，电子加速器工作过程中，任何人不得进入控制区；拟将控制室、货物上下线区等作为辐射防护监督区，电子加速器开机工作过程中，除辐射工作人员外，其他人员严格限制进入。项目工作场所分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目选址及布局基本合理。

### 三、辐射环境现状评价

扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目拟建址西南侧现有加速器运行时，项目拟建址及其周围环境室内 $\gamma$ 辐射剂量率为50nGy/h~64nGy/h，室外 $\gamma$ 辐射剂量率为81nGy/h~83nGy/h；项目拟建址西南侧现有加速器不在运行时，项目拟建址及其周围环境室内 $\gamma$ 辐射剂量率为49nGy/h~59nGy/h，室外 $\gamma$ 辐射剂量率为71nGy/h~75nGy/h。以上结果均位于江苏省环境天然 $\gamma$ 辐射剂量率水平涨落区间，均属江苏省环境天然 $\gamma$ 辐射剂量本底水平。

### 四、环境影响评价

根据理论估算结果，扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目在做好防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv）。

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。工作人员产生的普通生活污水，由厂内污水处理设施统一处理后接入市政管网。工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

本项目工业电子加速器机房内的空气在辐射照射下会产生臭氧和氮氧化物等有害气体。本项目加速器机房设置排风机1台，设计最大排风量为14400m<sup>3</sup>/h。本项目电子加速器停止工作后，辐照室内排风机以通风速率不低于14400m<sup>3</sup>/h继续工作，通过约3.8min的通风排气，辐照室内的臭氧浓度可低于GBZ 2.1-2019规定的臭氧的最高容许浓度（0.3mg/m<sup>3</sup>）。为确保安全，加速器

设有通风连锁装置，加速器停机后需继续通风5min以上，防护门才能被打开。臭氧在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小；氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，对环境影响较小。

### 五、辐射安全措施评价

本项目加速器机房拟设置相应的辐射安全装置和保护措施，主要包括：钥匙控制、门机联锁、束下装置联锁、信号警示装置、巡检按钮、防人误入装置、急停装置、剂量联锁、通风联锁、烟雾报警等。本项目拟设置的辐射安全装置和保护措施符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）中相关要求，项目设计安全可行；落实以上措施后，能够满足辐射安全的要求。

### 六、辐射安全管理评价

扬州扬福科技有限公司已按规定成立辐射安全管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责。公司应根据本次扩建项目对各管理制度进行补充和完善，将本项目纳入全公司辐射安全管理范围内。

扬州扬福科技有限公司需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。扬州扬福科技有限公司已配备辐射巡测仪2台，公司需为本项目增配个人剂量报警仪2台。

综上所述，扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求。从环境保护角度论证，本项目的建设 and 运行是可行的。

### 建议和承诺

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、各项安全措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。

4、公司在取得本项目环评批复，且具备辐射安全许可证申请条件后，应及时申请辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）的规定时限要求开展竣工环境保护验收工作。

## 2、审批部门审批决定

# 扬州市生态环境局文件

扬环固〔2022〕29号

项目代码：2207-321003-89-01-105164

## 关于扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照 电子加速器项目环境影响报告表的批复

扬州扬福科技有限公司：

你单位报送的《扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）和扬州市邗江生态环境局预审意见均悉。经研究，批复如下：

一、你单位扩建1台工业辐照电子加速器项目建设地点位于扬州环保科技产业园创业服务中心厂区内，建设内容为扩建1座工业电子辐照加速器机房，新增1台工业电子加速器，具体见《报告表》。根据你单位报送的《报告表》评价结论，在落实提出的

各项污染防治措施和管理措施后,该项目运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护要求,我局原则同意《报告表》评价结论。

二、在工程设计、建设和运行中应认真落实好《报告表》所提的辐射污染防治和安全管理措施,并做好以下工作:

(一)严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度,确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求。

(二)辐射工作场所应配备门机联锁、工作状态指示灯和电离辐射警告标志等安全设施并定期检查,确保正常工作。

(三)建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。

(四)对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全防护知识的培训,并经考核合格后方可上岗。建立个人剂量档案和职业健康档案,配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。

(五)配备环境辐射剂量巡测仪,定期对项目周围辐射水平进行检测,及时解决发现的问题。每年请有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1-2 次,并连同当年辐射安全年度评估报告报我

局。

(六)项目建成后,建设单位应及时申办其他相关环保手续,在重新申领《辐射安全许可证》并经验收合格后,方可投入正式运行。

三、本批复只适用于以上核技术应用项目,其他如涉及非放射性污染项目须按有关规定另行报批。

四、项目建设和运行期间的辐射环境监督管理由扬州市邗江生态环境局负责。

五、建设项目的环境影响评价文件经批准后,建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的,建设单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。建设项目的环境影响评价文件自批准之日起超过五年,方决定该项目开工建设的,其环境影响评价文件应当报原审批部门重新审核。



扬州市生态环境局  
2022年10月31日

---

抄送:扬州市邗江生态环境局。

---

扬州市生态环境局办公室

2022年10月31日印发

---



## 表五 验收监测质量保证及质量控制

### 验收监测质量保证及质量控制：

#### 1、监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（221020340350），见附件 9。

#### 2、监测人员能力

参与本次验收监测人员均符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求：验收监测人员已通过上岗培训。检测人员资质见表 5-1。

表 5-1 检测人员资质

序号	姓名	证书编号	取证时间
1			2019.11.28
2			2020.09.30

#### 3、监测仪器

本次监测使用仪器符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

监测仪器见表 5-2。

表5-2 检测使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	主要技术指标
1	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-044	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2022-0115344 检定有效期限：2022.12.1~2023.11.30

#### 4、质量控制

本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件9），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器，一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后读取数据，读取间隔不小于10s。

## 5、监测报告

监测报告的编制、审核、出具严格执行南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，出具报告前进行三级审核。

## 表六 验收监测内容

### 验收监测内容:

#### 1、监测期间项目工况

2023年6月14日，南京瑞森辐射技术有限公司对扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目进行了现场核查和验收监测，监测期间加速器的运行工况见表6-1。

表6-1 验收监测工况

设备名称及型号	工作场所	验收工况
工业电子加速器 IS1024	二期厂区生产车间 IS1024加速器机房	10MeV/2.4mA

注：此工况为本项目实际运行最大工况。

#### 2、验收监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为工作场所X- $\gamma$ 辐射剂量率和空气中氮氧化物、二氧化氮、臭氧含量。

#### 3、监测点位

**X- $\gamma$ 周围剂量当量率：**对加速器工作场所及周围环境布设监测点，特别关注控制区、监督区边界；

**空气中二氧化氮、臭氧的含量：**于加速器工作场所布设采样点，特别关注控制室等人员常居留位置。

#### 4、监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）、《居住区大气中二氧化氮检验标准方法改进的Saltzman法》（GB 12372-1990）、《公共场所卫生校验方法第二部分：化学污染物》（GB 18204.2-2014）的标准要求进行监测、分析。

表七 验收监测期间生产工况

## 验收监测期间生产工况记录：

被检单位：扬州扬福科技有限公司  
 监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司  
 监测日期：2022年6月14日  
 天气：晴，（21~31）℃，（33~45）%RH  
 监测项目：X- $\gamma$ 周围剂量当量率  
 验收监测期间运行工况见表6-1。

## 验收监测结果：

## 1、辐射防护监测结果

本次监测结果详见附件8。本项目加速器工作场所 X- $\gamma$ 周围剂量当量率监测结果见表7-1，监测点位见图7-1。

表7-1 工业电子加速器工作场所及其周围 X- $\gamma$ 周围剂量当量率检测结果

测点编号	点位描述	测量结果( $\mu$ Sv/h)	设备状态
1	控制室	0.11	开机
2	束下传输系统东侧	0.11	开机
3	辐照室货物入口外30cm	0.13	开机
4	辐照室人员入口门外30cm	0.13	开机
5	辐照室北墙外30cm（东部）	0.13	开机
6	辐照室北墙外30cm（中部）	0.12	开机
7	辐照室北墙外30cm（西部）	0.12	开机
8	辐照室西墙外30cm（北部）	0.12	开机
9	辐照室西墙外30cm（中部）	0.12	开机
10	辐照室西墙外30cm（南部）	0.11	开机
11	辐照室南墙外30cm（西部）	0.12	开机
12	辐照室南墙外30cm（中部）	0.11	开机

13	辐照室西墙外30cm（东部）	0.11	开机
14	辐照室人员出口门外30cm	0.16	开机
15	辐照室货物出口外30cm	0.14	开机
16	主机室东墙外30cm（南部，电气设备室）	0.11	开机
17	主机室东墙外30cm（中部，电气设备室）	0.11	开机
18	主机室东墙外30cm（北部，电气设备室）	0.11	开机
19	主机室北墙外30cm（东部）	0.11	开机
20	主机室北墙外30cm（中部）	0.11	开机
21	主机室防护门外30cm	0.16	开机
22	主机室南墙外30cm（西部，备用房1）	0.13	开机
23	主机室南墙外30cm（东部，备用房1）	0.13	开机
24	备用房2地面30cm	0.13	开机
25	备用房3地面30cm	0.13	开机
26	二层平台地面30cm	0.12	开机
27	备用房4地面30cm	0.12	开机
28	主机室西墙外30cm（北部）	0.12	开机
29	主机室西墙外30cm（中部）	0.12	开机
30	主机室西墙外30cm（南部，风机室）	0.13	开机
31	电气设备室地面30cm	0.12	开机
32	备用房1地面30cm	0.12	开机
33	主机室北侧平台地面30cm	0.11	开机
34	主机室西侧平台地面30cm	0.12	开机
35	束下传输系统东侧	0.11	关机

注：1.测量结果未扣除宇宙射线响应值；

2.加速器机房下方为土层，加速器机房顶上人员不可达；

3.加速器机房南侧隔过道另有1台 IS1020 型加速器，检测时运行工况为 10MeV、1.6mA。

由表 7-1 检测结果可知，扬州扬福科技有限公司扩建 1 台电子加速器辐照装置项目加速器机房 X-γ周围剂量当量率为 (0.11~0.16) μSv/h，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018) 的标准要求。

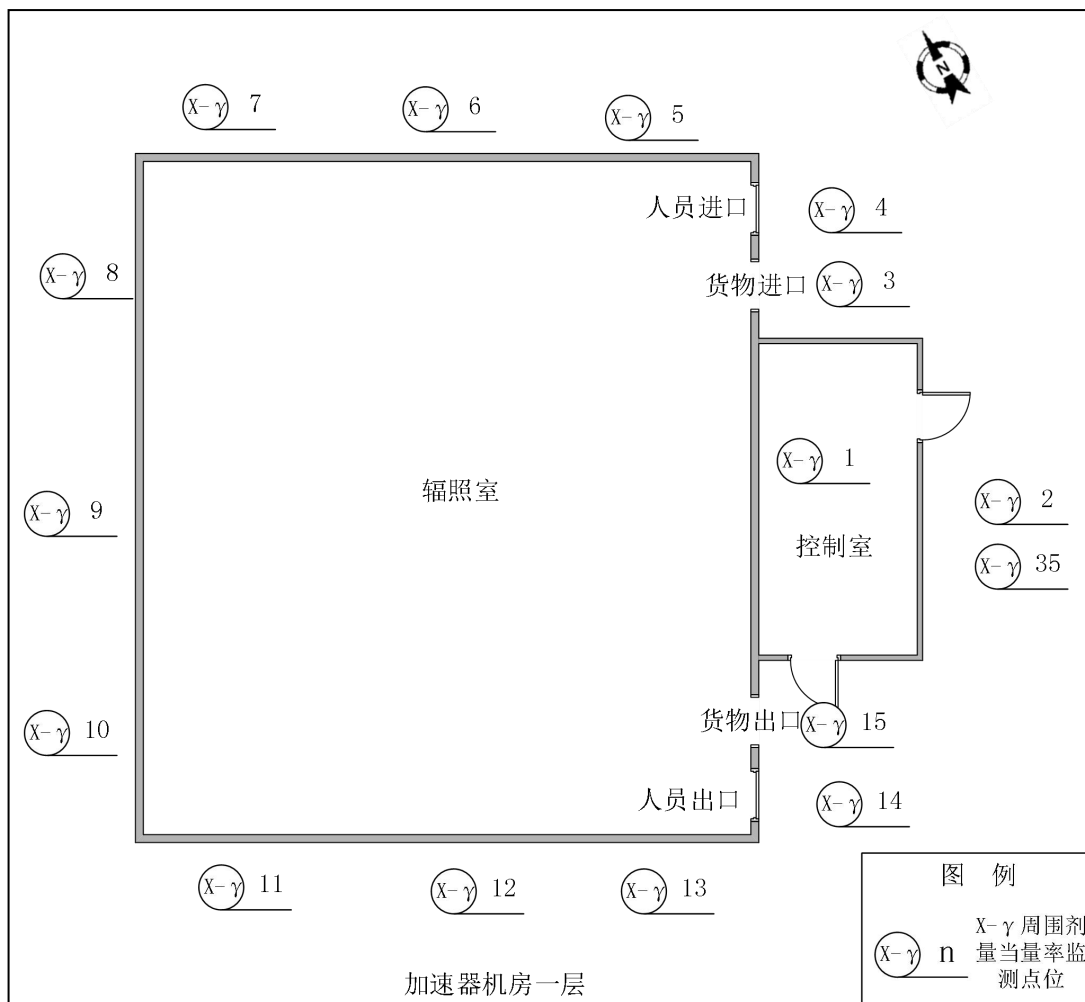


图 7-1 加速器工作场所（一层）现场检测点位平面示意图

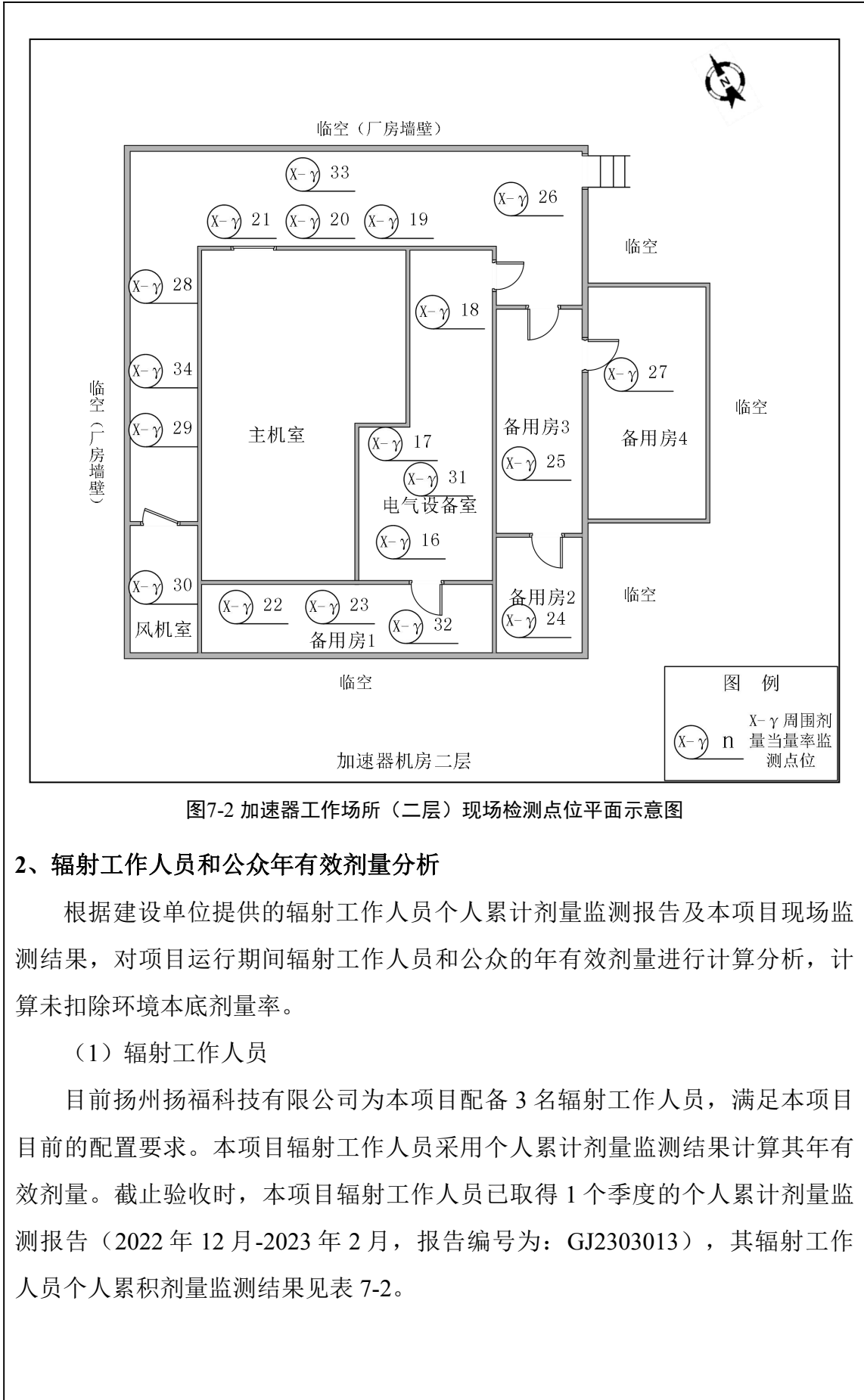


图7-2 加速器工作场所（二层）现场检测点位平面示意图

## 2、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据建设单位提供的辐射工作人员个人累计剂量监测报告及本项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行计算分析，计算未扣除环境本底剂量率。

### (1) 辐射工作人员

目前扬州扬福科技有限公司为本项目配备3名辐射工作人员，满足本项目目前的配置要求。本项目辐射工作人员采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。截止验收时，本项目辐射工作人员已取得1个季度的个人累计剂量监测报告（2022年12月-2023年2月，报告编号为：GJ2303013），其辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表7-2。



表 7-2 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

姓名	编号	岗位	监测周期及结果 (单位: mSv)
			2022.12.1~2023.2.28
	022150	辐照生产	0.1484
	022148	辐照生产	0.1148
	022139	辐照生产	0.0390

由表 7-2 可知, 根据扬州扬福科技有限公司提供的个人累积剂量监测报告, 结果显示截止验收时本项目辐射工作人员个人累积剂量最大为 0.1484mSv, 1 个季度个人累积剂量未见异常。

## (2) 公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员。根据本项目现场实际监测结果, 取周围公众可达处最大监测值, 结合周围公众居留情况, 对公众人员年有效剂量进行计算分析, 结果见表 7-3。

表 7-3 本项目周围公众工作人员年有效剂量分析

周围公众可达处		最大监测值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留 因子	年工作 时间	人员年有效 剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
测点 编号	点位描述					
2	束下传输系统东侧	0.11	1/4	2000	0.06	0.1
11	辐照室南墙外30cm	0.12	1/16	2000	0.02	0.1

注: 1. 计算时未扣除环境本底剂量;

2. 工作人员的年有效剂量由公式  $E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$  进行估算, 式中:  $E_{\text{eff}}$  为年有效剂量,  $D$  为关注点处剂量率,  $t$  为年工作时间,  $T$  为居留因子 (取值参照环评文件),  $U$  为使用因子 (保守取 1)。

由表 7-3 可知, 本项目周围公众年有效剂量最大为 0.06mSv, 低于本项目工作人员个人剂量管理目标限值。

综上所述, 本项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测及个人剂量监测受照剂量预算结果计算为: 截止验收时, 辐射工作人员有效剂量为 0.1484mSv/a, 周围公众年有效剂量不超过 0.06mSv/a (未扣除环境本底剂量)。辐射工作人员和公众年有效剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 限值的要求 (职业人员 20mSv/a, 公众 1mSv/a), 并低于本项目剂量约束值 (职业人员 5mSv/a, 公众 0.1mSv/a), 与

环评文件一致。

### 3、臭氧、氮氧化物监测结果

本次监测结果详见附件8。本项目加速器工作场所及其周围环境臭氧、氮氧化物监测结果见表7-4、表7-5。

表 7-4 加速器工作场所空气中二氧化氮、臭氧检测结果

检测项目	采样地点/样品编号	检测结果 (mg/m <sup>3</sup> )
空气中二氧化氮	加速器机房辐照室门进口/2300953	0.021
	加速器机房控制室/2300954	<LLD (0.008)
	加速器机房电气设备室/2300955	0.010
空气中臭氧	加速器机房辐照室门进口/2300950	0.033
	加速器机房控制室/2300951	0.032
	加速器机房电气设备室/2300952	0.026

由表 7-4 检测结果可知，本项目加速器工作场所空气中二氧化氮、臭氧的浓度满足《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》中对氮氧化物（5mg/m<sup>3</sup>）和臭氧（0.3mg/m<sup>3</sup>）的限值要求。

## 表八 验收监测结论

### 验收监测结论:

扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施,经现场监测和核查表明:

1) 扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目位于扬州市邗江区赵庄村路与黄冲路交汇处东南侧扬州扬福科技有限公司二期厂区生产车间内。公司在二期厂区生产车间内扩建1座加速器机房,配置1台工业电子加速器(型号为IS1024,电子束最大能量10MeV,最大束流强度2.4mA),用于对医疗用品、药品和保健品等进行辐照灭菌以及农副产品、冷冻食品的辐照保鲜、保质等。

本项目实际建设规模及主要技术参数均在《扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目环境影响报告表》及其环评批复建设范围内,无变动情况。

2) 本期验收,扬州扬福科技有限公司扩建1台电子加速器辐照装置工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实。在正常工作条件下运行时,工作场所周围所有监测点位的X- $\gamma$ 辐射剂量率均能满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的要求;加速器工作场所空气中的氮氧化物、臭氧浓度均能满足《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)的标准要求。

3) 辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中人员剂量限值要求及本项目剂量管理目标值的要求。

4) 本项目电子辐照生产线按要求设置了电离辐射警告标志、工作状态指示灯、声光报警器;控制室操作台上设置物理钥匙开关、急停按钮;辐照室、主机室防护门均设置门机连锁;工作场所设置固定式辐射剂量监测报警系统;加速器机房内外设置多个监控摄像头,监视器设于控制室内;辐照室内、主机室内均设置拉线开关、急停按钮、巡检按钮;辐照室内设置烟雾报警连锁装置;辐照室排风系统设置通风连锁。本项目辐射安全措施已按环评

及批复要求落实。

5) 公司已为本项目配备 1 台辐射巡测仪、2 台个人剂量报警仪，为工作人员配备个人剂量计，已落实环评及批复中的要求。

6) 本项目辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核，并获得培训合格证书；本项目辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案；公司已设立辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度。满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求。

综上所述，扬州扬福科技有限公司扩建1台工业辐照电子加速器项目满足环评及批复中的要求，环境保护设施及辐射安全措施满足环境保护与辐射安全防护的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过竣工环境保护验收。

**建议：**

1) 认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高核安全文化素养和安全意识；

2) 加强货物进出口的管控，必要时增加隔离护栏；

3) 积极配合环保部门的日常监督核查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，每年1月31日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测1~2次，监测结果上报生态环境主管部门。