

中电科蓝天科技股份有限公司新建使用II  
类射线装置（自动在线 CT 测试设备）项目  
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：中电科蓝天科技股份有限公司

2026 年 1 月

建设单位法人代表： (签字)

项目负责人： (签字)

填表人： (签字)

建设单位：中电科蓝天科技股份有限公司 (盖章)

电话：18602658810

传真：/

邮编：300381

地址：天津市滨海新区滨海高新技术产业开发区华科七路6号

表 1 项目基本情况

建设项目名称	中电科蓝天科技股份有限公司新建使用II类射线装置（自动在线 CT 测试设备）项目				
建设单位名称	中电科蓝天科技股份有限公司				
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	天津滨海高新区华苑产业区（环外）海泰发展四道 15 号厂房二层分选车间西北侧三期产线电池测试线				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	工业用 X 射线探伤装置			
建设项目环评批复时间	2025 年 03 月 13 日	开工建设时间	2025 年 08 月		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 12 月 18 日	项目投入运行时间	2025 年 12 月 20 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 12 月 20 日	验收现场监测时间	2025 年 12 月 25 日		
环评报告表审批部门	天津市生态环境局	环评报告表编制单位	津滨绿意（天津）技术咨询有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	/	辐射安全与防护设施施工单位	/		
投资总概算（万元）	500	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	35	比例	7%
实际总概算（万元）	500	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	35	比例	7%
验收依据	<p>1.建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <p>（1）中华人民共和国主席令[2014]第九号《中华人民共和国环境保护法》，（2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>（2）中华人民共和国主席令[2003]第六号《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）；</p> <p>（3）中华人民共和国国务院令第 682 号《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》（2017 年 10 月 1 日）；</p>				

(4) 中华人民共和国国务院令 第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 9 月 14 日发布, 2005 年 12 月 1 日施行, 2014 年 7 月 29 日第一次修订, 2019 年 3 月 2 日第二次修订);

(5) 原国家环境保护总局令 第 31 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日发布, 2006 年 3 月 1 日起施行, 2008 年 12 月 6 日第一次修订, 2017 年 12 月 20 日第二次修订, 2019 年 8 月 22 日第三次修订, 2021 年 1 月 4 日生态环境部令 第 20 号修订并施行);

(6) 原环境保护部令 第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 4 月 18 日公布, 2011 年 5 月 1 日起施行);

(7) 国环规环评[2017]4 号《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》(2017 年 11 月 20 日)。

## 2. 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) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022);

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及第 1 号修改单;

(4) 《职业性外照射个人剂量监测规范》(GBZ 128-2019);

(5) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023);

(6) 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);

(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)。

## 3. 建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定

(1) 《中电科蓝天科技股份有限公司新建使用 II 类射线装置(自动在线 CT 测试设备)项目环境影响报告表》, 津滨绿意(天津)技术咨询有限公司, 2025 年 02 月;

(2) “市生态环境局关于中电科蓝天科技股份有限公司新建使用 II 类射线装置(自动在线 CT 测试设备)项目环境影响报告表的批复”, 津环辐许可表(2025)008 号, 2025 年 03 月 13 日。

	<p>4.其他相关文件</p> <p>(1)《中国核与辐射安全管理体系现场监督检查和执法程序》(2020版)；</p> <p>(2) 建设单位提供的其他与本项目有关的资料。</p>				
验收执行标准	<p>根据相关技术规范，本次验收时采用项目环评报告及环评批复中提出的环境保护标准作为验收标准。</p> <p><b>1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)</b></p> <p>(1) 基本剂量限值</p> <p>本标准规定的剂量限值见表 1-1。</p> <p style="text-align: center;">表 1-1 基本剂量限值 (GB 18871-2002)</p> <table border="1" data-bbox="464 815 1398 1003"> <thead> <tr> <th>职业照射的剂量限值</th> <th>公众照射的剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv，且任何一年有效剂量 50mSv</td> <td>年有效剂量 1mSv，但连续 5 年平均值不超过 1mSv 时，某一单一年可为 5mSv</td> </tr> </tbody> </table> <p>GB 18871-2002 规定了剂量约束值：对于职业照射，剂量约束是一种与源相关的个人剂量值，用于限制最优化过程所考虑的选择范围。对于公众照射，剂量约束是公众成员从一个受控源的计划运行中接受的年剂量的上界。</p> <p>(2) 剂量约束值</p> <p>《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 规定职业照射连续 5 年的年平均有效剂量不超过 20mSv；公众照射中关键人群组的成员所受的年有效剂量不超过 1mSv。</p> <p>根据以上标准和辐射防护最优化原则并依据环评及批复文件，为确保辐射工作人员和公众成员的安全，将 2mSv/a 作为辐射工作人员的年剂量约束值，将 0.1mSv/a 作为公众成员的年剂量约束值。</p> <p><b>2.《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)</b></p> <p>5 探伤机的放射防护要求</p> <p>5.1X 射线探伤机</p> <p>5.1.1X 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 7-2 的要求，在随机文件</p>	职业照射的剂量限值	公众照射的剂量限值	连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv，且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv，但连续 5 年平均值不超过 1mSv 时，某一单一年可为 5mSv
职业照射的剂量限值	公众照射的剂量限值				
连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv，且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv，但连续 5 年平均值不超过 1mSv 时，某一单一年可为 5mSv				

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。

**表 7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值**

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150-200	<2.5
>200	<5

5.1.2 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。

5.1.3 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。

## 6 固定式探伤的放射防护要求

### 6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB

18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 屏蔽体外  $30\text{cm}$  处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室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  $30\text{cm}$  处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取  $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有

标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2.2 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- $\gamma$ 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。

参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的规定，本项目屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周。本项目剂量当量率关注点为自动在线 CT 测试设备屏蔽体外 30cm 处。

表 2 项目建设情况

项目建设内容

1.项目由来

中电科蓝天科技股份有限公司曾用名中电科能源有限公司，成立于 1992 年，系中国电子科技集团有限公司（简称“中国电科”）投资设立的全资电能源产业公司，注册地址为天津市滨海新区滨海高新技术产业开发区华科七路 6 号，主要经营范围包括新兴能源技术研发；工程和技术研究和试验发展；电池制造；光伏设备及元器件制造；电子元器件与机电组件设备制造等。

为保证产品的可靠性，公司需要对生产的锂离子电池内部进行无损探伤检测，因此，中电科蓝天科技股份有限公司拟投资 500 万元于天津滨海高新区华苑产业区（环外）海泰发展四道 15 号厂房二层西北侧分选车间三期产线电池测试线新增 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置（自动在线 CT 测试设备），下文简称“工业 CT”，型号为 Geoscan100，对公司生产的锂离子电池（下文简称“工件”）内部进行无损检测。

中电科蓝天科技股份有限公司委托津滨绿意（天津）技术咨询有限公司编制了《中电科蓝天科技股份有限公司新建使用Ⅱ类射线装置（自动在线 CT 测试设备）项目环境影响报告表》，于 2025 年 03 月 13 取得天津市生态环境局的批复（津环辐许可表[2025]008 号，见附件 1）。

本项目已完成建设、调试，2025 年 12 月 18 日中电科蓝天科技股份有限公司已重新申领取得天津市生态环境局核发的辐射安全许可证（证书编号：津环辐证[00892]，见附件 2），许可种类和范围：使用Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，有效期至 2030 年 12 月 17 日。

中电科蓝天科技股份有限公司已根据环评报告要求和环评批复意见落实了该项目的环保措施，目前各项环境保护措施和安全措施运行正常，已具备了环保设施“三同时”验收监测条件。

2.项目建设内容和规模

中电科蓝天科技股份有限公司新增使用 1 台型号为 Geoscan100 的自动在线 CT 测试设备（最大管电压 225kV，最大管电流 3mA），用于对公司生产的锂离子电池内部构造进行无损检测。

3.项目选址及周边环境情况

中电科蓝天科技股份有限公司位于天津滨海高新区华苑产业区（环外）海泰发展四道 15 号，四至情况：东侧为天津力神超电科技有限公司，西侧为天津蓝天太阳科技股份有限公司，南侧隔发展四道为海泰创新基地，北侧隔发展三道为天津华翼蓝天科技股份有限公司。建设项目地理位置图见附图 1。建设单位周边关系见附图 2。

本项目建设地点位于中电科蓝天科技股份有限公司厂房二层西北侧分选车间三期产线电池测试线，设备东侧为车间内空地、走廊，西侧为电池测试生产线、高温、常温静置货架，南侧为自动上下料区域，北侧为控制台、车间内空地，正上方三楼为化成车间，正下方为建筑物夹层，一楼为原材料库；建筑物地下一层设置为冷却站、废水处理站等。

#### 4.环境敏感目标

本项目工业 CT 屏蔽边界外 50m 范围内分别为东侧车间内走廊、负极自动上料系统、正极自动上料系统、化成车间、注液车间、配电室、休息室；西侧电池测试生产线、高温、常温静置货架、厂区道路、天津蓝天太阳科技股份有限公司；南侧为自动上下料区域、车间内其他固定工序；北侧厂区道路、发展三道；楼上化成车间、高温、常温静置货架、干燥间、注射、封口、预化成区域；楼下原材料库、走廊、涂覆间、电容器室、货梯，未见居民楼、学校、医院等环境敏感目标，50m 评价范围内涉及现有使用的 2 枚 V 类放射源。本项目环境保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员和周边公众，评价范围内辐射工作人员为控制台操作人员及评价范围内距离本项目约 50m 处的建设单位现有 V 类放射源操作人员，公众为建设单位其他固定工序工作人员、途经公众。

环境保护目标见表 2-1。

表 2-1 现场探伤场所周围主要环境保护目标情况

序号	环境保护目标	方位	距离 (m)	人数 (人)	性质
1	控制台操作人员	北侧	1	3	辐射工作人员
2	电池测试生产线工作人员	西侧、西北侧、南侧	0.8	2	公众
3	自动上下料区域、其他固定工序生产线工作人员	南侧	7.7~50	15	公众
4	负极自动上料系统工作人员	东北侧	5.5	2	公众
5	正极自动上料系统工作人员	东北侧	24	2	公众
6	化成车间工作人员	东南侧	7.5	约 10~20	公众

7	注液车间工作人员	东南侧	25	约 10~20	公众
8	休息室人员	东南侧	49	约 10	公众
9	高温、常温静置货架工作人员	西侧	4~20	1	公众
10	化成车间、高温、常温静置货架、干燥间、注射、封口、预化成等工位工作人员	上方三层	6~50	20	公众
11	原材料库、走廊、涂覆间、电容器室、货梯等	下方一层	10~50	25	公众
12	评价范围内涂覆间放射源工作人员	下方一层	约 50	2	现有辐射工作人员
13	天津蓝天太阳科技股份有限公司	西侧	约 34	约 5	公众
14	发展三道	北侧	约 46	流动人群	公众
15	评价范围内其他工序工作人员、途经公众	评价范围内	50m 范围内	约 20 人	公众

注：表中方位以自动在线 CT 测试设备为参照点，距离为屏蔽边界距环境保护目标的最近直线距离。

### 5.环评审批及实际建设情况

本项目环评审批及实际建设情况见表 2-2。

表 2-2 本项目环评阶段及实际建设情况一览表

项目内容	环评建设情况				实际建设情况				备注
<b>建设性质</b>									
性质	新建				新建				与环评一致
<b>建设地点</b>									
建设地点	天津滨海高新区华苑产业区（环外）海泰发展四道 15 号厂房二层分选车间西北侧三期产线电池测试线				天津滨海高新区华苑产业区（环外）海泰发展四道 15 号厂房二层分选车间西北侧三期产线电池测试线				与环评一致
<b>环境保护目标</b>									
评价及验收范围	自动在线 CT 测试设备实体屏蔽边界外 50m 范围				自动在线 CT 测试设备实体屏蔽边界外 50m 范围				与环评一致
环境保护目标	评价范围内活动的辐射工作人员和周围公众成员				评价范围内活动的辐射工作人员和周围公众成员				与环评一致
<b>设备参数</b>									
装置名称	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	
工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 (自动在线 CT 测试设备)	Geoscan 100	225	3	厂房二层西北侧分选车间三期产线电池测试线	Geoscan 100	225	3	厂房二层西北侧分选车间三期产线电池测试线	
<b>废弃物</b>									
名称	状态	月排放量	年排放总量	暂存情况	最终去向	备注			

臭氧、氮氧化物	气态	少量	少量	不暂存	经排风系统引至室外排入大气环境	与环评一致
<b>辐射安全和防护措施</b>						
防护设施		环评建设情况	实际建设情况	备注		
实体防护	四侧外部屏蔽体、左侧控制箱屏蔽体	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	与环评一致		
	顶部	2mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板			
	底部	8mm 钢板+14mm 铅板+2mm 钢板	8mm 钢板+14mm 铅板+2mm 钢板			
	右侧面工件门	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板			
	正面检修门、右侧面检修门	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板			
	右侧面检修门观察窗	10mm 铅当量的铅玻璃	10mm 铅当量的铅玻璃			
	排风孔防护罩	2mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板			
	走线孔防护罩	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板			
监测设备	名称	数量	数量	备注		
	X-γ剂量率仪	1 台	1 台	与环评一致		
	个人剂量计	3 个	3 个			
	个人剂量报警仪	1 台	1 台	与环评一致		

根据表 2-2 内容可知，本项目建设地点、环境保护目标、建设规模、防护措施等均与环评一致。

对照中华人民共和国生态环境部办公厅关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）的通知》（环办辐射函〔2025〕313 号），与重大变动清单对照情况见下表。

表 2-3 本项目与重大变动清单对照情况一览表

序号	重大变动清单	变动情况	是否构成重大变动
1	性质 1.由核技术利用建设项目变更为其他类别建设项目	性质无变动	否
2	建设地点 2.重新选址。 3.调整辐射工作场所位置（包括总平面布置变化）导致调整后评价范围内出现新的环境保护目标。	建设地点无变动	否
3	规模 4.放射源类别升高。 5.射线装置类别升高。 6.非密封放射性物质工作场所级别升高。 7.放射源的总活度或放射源数量增加 50%及以上。 8.射线装置额定功率或输出剂量率或中子产生率增大 50%及以上。 9.放射性核素活度或种类增加导致非密封放射性物质工作场所 的日等效最大操作量增加 50%及以上。 10.增加新的辐射工作场所。	规模无变动	否
4	工艺 11.生产工艺或使用方式变化导致不利影响加重，含主要工艺装置、配套设备及放射性三废处理设施任何一项变化。	工艺无变动	否
5	辐射安全与防护措施 12.辐射防护措施改变导致不利影响加重。 13.辐射安全连锁系统的连锁方式、连锁逻辑发生改变导致连锁功能减弱。 14.非密封放射性物质工作场所功能和布局变化导致增加控制区。 15.新增放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口。	辐射安全与防护措施无变动	否

根据表 2-2 及表 2-3 内容，对照中华人民共和国生态环境部办公厅关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）的通知》（环办辐射函〔2025〕313 号），本项目不存在重大变动。

## 工程设备与工艺分析

### 1. 设备组成

本项目自动在线 CT 测试设备由三个主要组成部分：数据采集系统，计算机及图像重建系统，图像显示、记录和存储系统。X 射线管、载物台、影像增强器等结构部件均封闭在设备自屏蔽箱体内，防护门和高压发生器进行联锁，只有防护门关闭完好后才能产生射线，控制系统设置在箱体外侧。

本项目自动在线 CT 测试设备照片如下图。



图 2-1 本项目自动在线 CT 测试设备图片

### 2. 工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。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。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

X 射线管中的电子束轰击阳极靶产生 X 射线，经准直器准直后，窄束 X 射线射向工件进行分层扫描，X 射线与探测器分别位于被检样品两侧的相对位置，检测时 X 射线束对被测样品的断面进行扫描，位于对侧相对位置的探测器接收透过断面的 X 射线，然后将这些 X 射线信息转变为电信号，再由模拟/数字转换器转换为数字信号输入计算机进行处理，最后由图像显示器用不同等级的灰度等级显示出来。由于被测样品不同部位、缺陷的原子序数及密度等均会有差异，因此 X 射线在穿过被测样品时的减弱也会有不同，本项目工业 CT 可给出被测样品任一平面层的图像，可以发现平面内任何方向分布的缺陷，从而得到被检样品内部的结构特征。与普通 X 射线探伤机相比，具有不重叠、层次分明、对比度高和分辨率高等特点，可准确定位缺陷的位置和性质。重复上述过程又可获得一个新的断层图像，当测得足够多的二维断层图像就可重建出三维图像。

### 3.工艺流程及产污环节

本项目工业 CT 东西向摆放（设备正面朝东），工件进出防护门位于设备左侧，防护门前设置现场自动上下料区域，包含上下料机器人及上料、下料皮带、环形线等。

本项目工业 CT 检测工艺流程如下：

（1）每班启动设备前辐射工作人员应对设备进行认真检查，确定设备完好，各部件无缺失，无损坏，载物台上没有样品。

（2）辐射工作人员设置程序及相关参数，其中工件进出防护门打开方式有两种状态，自动状态和手动状态。设备正常工作运行时设置为自动状态，由设备程序自动控制。

（3）设备工件进出设置两道升降防护门，物料进入设备前，内部防护门关闭，外部防护门为打开状态，自动上下料及检测过程如下：

动作①，电池从现场流水线放到小拉带上，经扫码、CCD 拍照定位后，四轴机器人从小拉带取料到定位治具上，最多叠加三片电池；

动作②，治具随环形线至六轴机器人上料位置，机器人向设备程序发送“请求”信号，内部防护门开启，六轴机器人机械手夹取电池放到双层送料机构上的定位槽内；

动作③，双层送料机构将电池送到内部缓存机构上；

动作④，机器人向程序发送请求指令，外道防护门关闭，内部防护门打开状态，设备内部移栽机构夹取电池，将电池送到设备的载物夹爪上，设备内部设有 2 个载物夹爪，每个载物夹爪最多可叠加三片电池；

动作⑤，辐射工作人员通过查看设备内部监控，确认电池位置，进行出束检测，设备出束对电池进行扫描，系统自动判定；

动作⑥，扫描完毕，设备停止出束，检测后的电池被内部移栽机构取走，并将电池送到内部缓存机构上的托盘定位槽内；

动作⑦，内部防护门关闭，外部防护门打开，双层送料机构下层伸出，将已测电池整体移栽出来，顶升到达上层；

动作⑧，六轴机器人将已测电池（叠放）从托盘上取走，放到环形线定位治具上，治具随环形线至四轴机器人下料位置；

动作⑨，四轴机器人将电池一片一片取下放到小拉带上。

（4）现场流水线可识别是否有空置位置，已测电池由小拉带上返回现场流水线上。

上下料全程自动完成，无人员参与。工件装载过程工作人员可能进行巡视，但不参与装载，不进入设备内部。

上下料过程存在进出铅房的交替过程，工件两道防护门交替打开、关闭，只有其中一道防护门关闭以后，另一道防护门才能打开，设备才能开启曝光出束。曝光出束过程中会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物。

本项目上下料流程示意图见图 2-2，工艺流程图见 2-3。

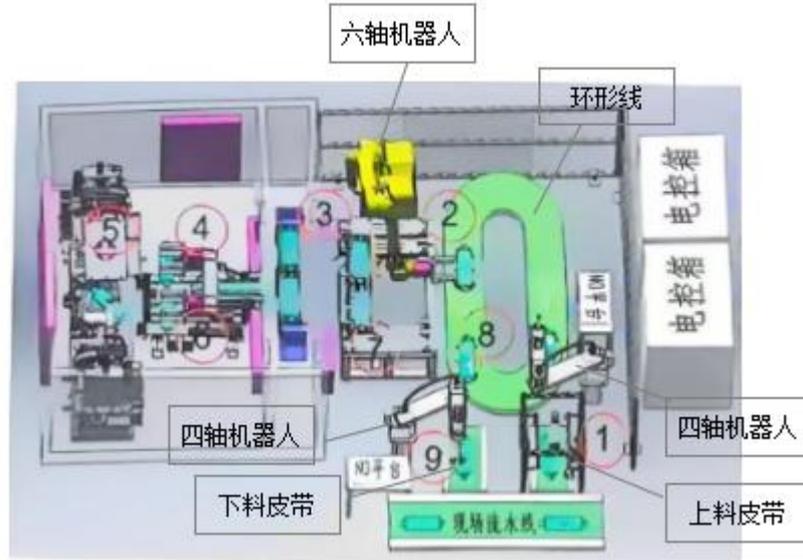


图 2-2 本项目工业 CT 上下料流程示意图

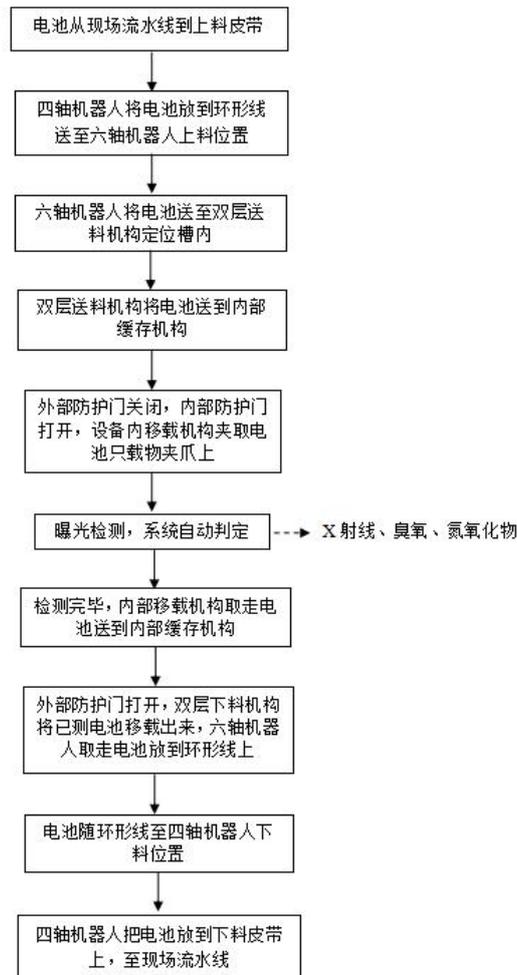


图 2-3 本项目工艺流程及产污环节示意图

#### 4. 劳动定员及工作制度

### (1) 劳动定员

本项目配备 3 名辐射工作人员，均为建设单位新增辐射工作人员。

### (2) 工作量

三期产线工作制度为 2 班制，每班 8h，周工作 5 天，年工作 250 天。本项目为三期产线电池测试线附属建设项目，工作制度依据三期产线电池测试线为每天 2 班，每班 8h。3 名工作人员每班 1 人轮班制工作。

本项目工业 CT 工件进出防护门前设置现场自动上下料区域，上下料全程由设备及机器人自动完成，其中工件进出防护门打开方式有两种状态，自动状态和手动状态。设备正常工作运行时设置为自动状态，由设备程序自动控制，工件进出时间很短。本项目工件为全检，平均每班检测工件数量最多为 1800 个，年检工件数量为 90 万个，单次最多检测 6 个工件，每班检测 300 次，日检测 600 次，年检测 15 万次，单次检测出束时间最长 1min，则本项目工业 CT 日照射时间约为 10h，周照射时间约为 50h，年照射时间 2500h。

本项目 3 名辐射工作人员每人 1 班轮班制工作，则平均每班次的辐射工作人员日受照时间约为 5h，周受照时间约为 16.7h，年受照时间约为 833.3h。

本项目实际工作制度、设备出束时间、人员受照时间与环评阶段保持一致。

## 5.主要污染源、污染物处理和排放

### 5.1 污染源分析

本项目工业 CT 属于工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置，由其工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失，只有在开机状态下启动 X 射线管才会产生 X 射线。本项目工业 CT 使用电子成像，不使用显影、定影液冲洗胶片等，无固体废物产生。设备运行过程中的 X 射线会电离空气产生少量 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>。

### 5.2 正常工况污染途径

#### (1) X 射线

本项目工业 CT 在加电工作时产生 X 射线。正常工况下的污染途径包括，设备发射的初级 X 射线 (有用线束)、初级 X 射线照射在被照工件上产生的散射射线以及设备的漏射辐射，穿过设备屏蔽结构可能对辐射工作人员及周围公众产生外照射

危害。

## (2) 非放射性废气

工业 CT 在照射过程中，除对周边环境产生辐射影响外，还会使空气发生电离继而产生少量  $O_3$  和  $NO_x$  废气。本项目工业 CT 正常情况下人员不能进入铅房内部，铅房正面右上角设置排风系统，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。出束时产生的  $O_3$  和  $NO_x$  通过排风系统及工业 CT 防护门的开闭先排放至分选车间内，由分选车间内机械排风系统排放至大气中。

## 5.3 事故工况污染途径

(1) 门-机联锁失效的情况下，X 射线装置在对工件进行无损检测时，防护门未完全关闭，致使 X 射线泄漏到屏蔽体外，给辐射工作人员造成不必要照射。

(2) CT 设备屏蔽结构劳损，导致防护屏蔽能力下降设备出束对周围的辐射工作人员和公众人员造成超剂量照射。

(3) 设备正面和右侧面各设有一个检修门，检修时，设备射线电源关闭，设备意外出束，对检修人员、周围工作人员及公众人员造成超剂量照射。

**表 3 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

本项目于中电科蓝天科技股份有限公司位于天津滨海高新区华苑产业区（环外）海泰发展四道 15 号厂房二层西北侧分选车间三期产线电池测试线新增使用 1 台型号为 Geoscan100 的工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置(自动在线 CT 测试设备)，对公司生产的锂离子电池内部进行无损检测。该工业 CT 自带屏蔽防护铅房，屏蔽防护铅房内部尺寸为：长（mm）×宽（mm）×高（mm）=2640×2640×1950，建成后工业 CT 东侧为车间内空地、走廊，西侧为电池测试生产线、高温、常温静置货架，南侧为自动上下料区域，北侧为控制台、车间内空地，正上方三楼为化成车间，正下方一楼为原材料库；建筑物地下一层设置冷却站、废水处理站等。

本项目工业 CT 有用线束由上向下定向照射，控制台位于射线装置北侧（设备右侧面），工件进出防护门位于射线装置南侧（设备左侧面），检修门分别位于射线装置东侧（设备正面）和射线装置北侧（设备右侧面），有用线束的照射方向避开了控制台、防护门、管线口，工作场所布局合理。

2.工作场所分区

为加强探伤工作场所的管理，避免无关人员受到不必要的照射，本项目对辐射工作场所划定控制区和监督区，进行分区管理。《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中控制区和监督区的定义如下：控制区为在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区为未被确定为控制区、通常不需要采取专门的防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相应的规定及要求，对辐射工作场所进行分区管理，划分为控制区、监督区，本项目辐射工作场所的控制区和监督区划分见表3-1。

表3-1 本项目辐射工作场所控制区和监督区的划分

分区	控制区	监督区
工作场所	工业 CT 屏蔽体内区域	与控制区相邻的区域（控制台、自动上下料区域、工业

		CT 屏蔽体外东侧、西侧 0.3m 内的区域)
管理要求	控制区内禁止无关人员进入；检修维护人员在进行检修工作时应取下操作台开关钥匙，确保工业 CT 关机，以减少不必要的照射；控制区的进出口及其他适当位置设置醒目的电离辐射警告标志。	不采取专门的防护手段和安 全措施，但要定期检测其辐 射剂量

本项目工作场所平面布局及控制区和监督区分区划分见下图。

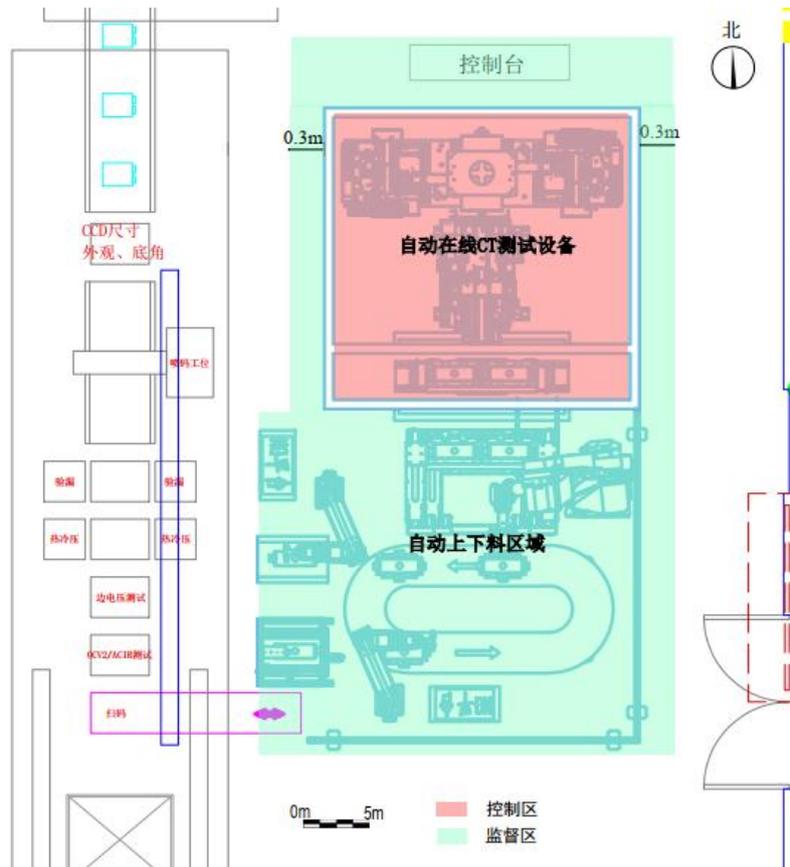


图 3-1 本项目自动在线 CT 测试设备分区示意图

本项目监督区位于自动在线 CT 测试设备屏蔽体外区域，控制区、监督区照片如下：



自动在线 CT 测试设备内部

图 3-2 自动在线 CT 测试设备控制区照片



自动在线 CT 测试设备北侧控制台



自动在线 CT 测试设备西侧



自动在线 CT 测试设备东侧



自动在线 CT 测试设备南侧自动上下料区域

图 3-3 自动在线 CT 测试设备监督区照片

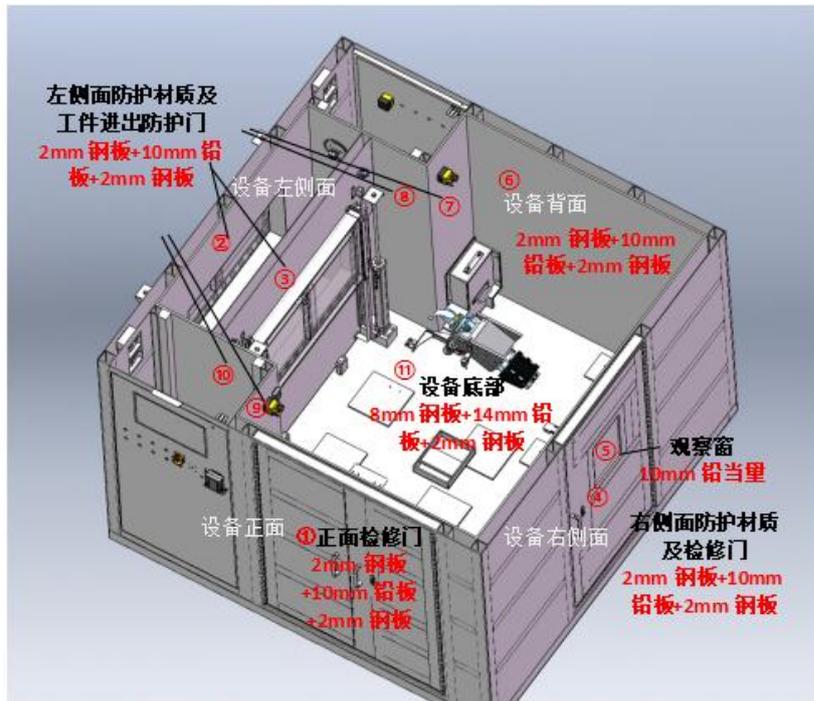
### 3.屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

本项目自动在线 CT 测试设备内部尺寸为长×宽×高=2640mm×2640mm×1950mm，各侧屏蔽体均采用钢+铅+钢结构进行屏蔽，具体屏蔽参数详见表 3-2。

表3-2 自动在线CT测试设备屏蔽防护情况

项目	屏蔽材料	备注
四侧	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	与环评阶段一致
顶部⑫	2mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板	与环评阶段一致
底部⑪（有用线束方向）	8mm 钢板+14mm 铅板+2mm 钢板	与环评阶段一致
左侧⑦、⑧、⑨、⑩	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	与环评阶段一致
正面检修门① 右侧面检修门④	手动平开门，2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板 正面检修门尺寸：宽×高=1200mm×1800mm 右侧面检修门尺寸：宽×高=800mm×1800mm	与环评阶段一致
左侧面工件门②、③	设内、外两道工件门，均为单扇升降门； 屏蔽参数均为 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板； 门洞尺寸：1100mm×600mm（宽×高）； 工件门尺寸：宽×高=1170mm×680mm 上、下搭接量均为 40mm、左、右搭接量均为 35mm，安装后确保搭接宽度大于门缝 10 倍。	与环评阶段一致
右侧面检修门观察窗⑤	10mm 铅当量的铅玻璃 尺寸：宽×高=420mm×300mm	与环评阶段一致
排风孔防护罩⑬	2mm 钢板+8mm 铅板+2mm 钢板	与环评阶段一致
走线孔防护罩	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	与环评阶段一致

本项目屏蔽防护示意图如下：



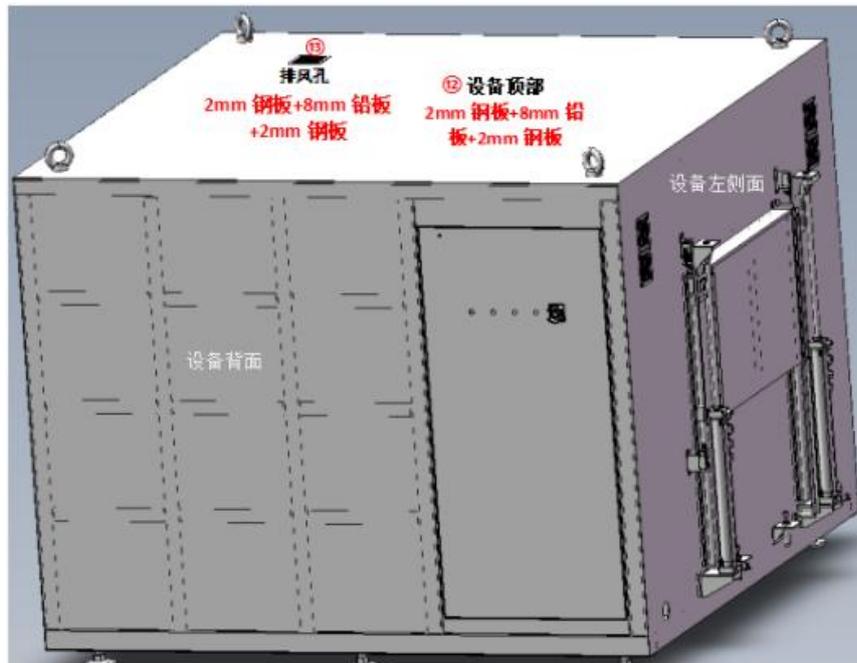


图 10-2 本项目工业 CT 屏蔽参数示意图

#### 4. 辐射安全与防护措施

本项目自动在线 CT 测试设备采取的辐射安全和防护措施如下：

(1) 本项目工业 CT 控制台设置有钥匙开关，当辐射工作人员通过钥匙开关开启设备后，其他操作才能正常开展；钥匙只有在设备停机状态时才能拔出。操作结束后，辐射工作人员将控制台的主控钥匙交辐射防护负责人妥善保管，并做好安全记录。

(2) 工业 CT 设置与设备南侧（设备左侧面）内、外部工件门（工件两道防护门交替打开、关闭，只有其中一道防护门关闭以后，另一道防护门才能打开）、设备东侧（设备正面）检修门、设备北侧（设备右侧面）检修门联锁的门-机联锁装置，上述防护门未关闭时均不能接通 X 射线管管电压，若左侧面内、外部工件门、正面检修门、右侧面检修门任意一个突然开启则会立即切断已接通的 X 射线管管电压。

(3) 本项目工业 CT 于设备外正面电气控制柜门、背面电气控制柜门各设 1 个紧急停机按钮，设备内⑦、⑨屏蔽体处各设置 1 个紧急停机按钮，控制台设 1 个紧急停机按钮，当出现紧急状态时，辐射工作人员可通过按下紧急停机按钮停止 X 射线出束，按钮带有标签并标明使用方法。

(4) 本项目工业 CT 设有“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装

置，并与设备联锁，工作时警示灯开启，警告无关人员勿靠近运行的射线装置。“预备”和“照射”信号应有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显的区别。

(5) 本项目工业 CT 内设有监控装置，设备内部工件防护门两侧各 1 个摄像头，设备北侧（设备右侧面）检修门设有观察窗。建设单位为设备配置 2 套固定式场所辐射探测报警装置，其中设备内部设置 2 个探头，主机设置于设备北侧（设备右侧面）屏蔽体外；设备南侧（设备左侧面）屏蔽体外设置 2 个探头，主机设置于设备东侧（设备正面）屏蔽体外。报警阈值设置为  $2.5\mu\text{Svh}$ ，当探测到的辐射水平高于仪器设定的阈值时，报警信号自动启动并持续。

(6) 本项目工业 CT 设备东侧（设备正面）防护门设有电离辐射警告标志和中文警示说明，避免无关人员靠近或进入。

(7) 在每次探伤作业开展前对设备进行日检并定期进行检查，包括但不限于以下部位：设备外观是否存在可见的损坏；电缆是否有断裂、扭曲及破损；制冷系统、安全联锁系统是否可以正常工作；报警装置、警示灯是否可以正常运行；螺栓等连接部件是否良好；安装的固定辐射检测仪是否正常等。

(8) CT 设备的维修和保养由设备制造商负责，每年至少维护一次。设备出现故障时，应保证所更换的零部件均为合格产品，并建立设备维修记录。

(9) 本项目 CT 设备为一体化自屏蔽设备，控制台位于射线装置北侧（设备右侧面），有用线束由上向下照射，有用线束的照射方向避开了控制台。

(10) 建设单位对射线装置工作场所实行分区管理，将 CT 设备四侧屏蔽体围成的内部区域划为控制区，与屏蔽体外部相邻的 0.3m 范围及控制台、自动上下料区域划为监督区，建设单位拟设置监督区边界，并在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，并加强管理，非辐射工作人员不得进入监督区。射线装置东侧（设备正面）检修门上设有电离辐射警告标志和中文警示说明，避免无关人员靠近或进入。

(11) 本项目工业 CT 屏蔽体顶部设有排风扇，排风扇排风量为  $177.6\text{m}^3/\text{h}$ ，屏蔽体内每小时有效通风换气次数不小于 3 次，出束时产生的气体通过排风扇及工业

CT 防护门的开闭进行排风，先排放至分选车间内，设备所在车间设置有机排风装置，可将产生的少量气体经屋顶排出至室外，屋顶不属于活动密集区。

(12) 在使用工业 CT 前，先检查门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

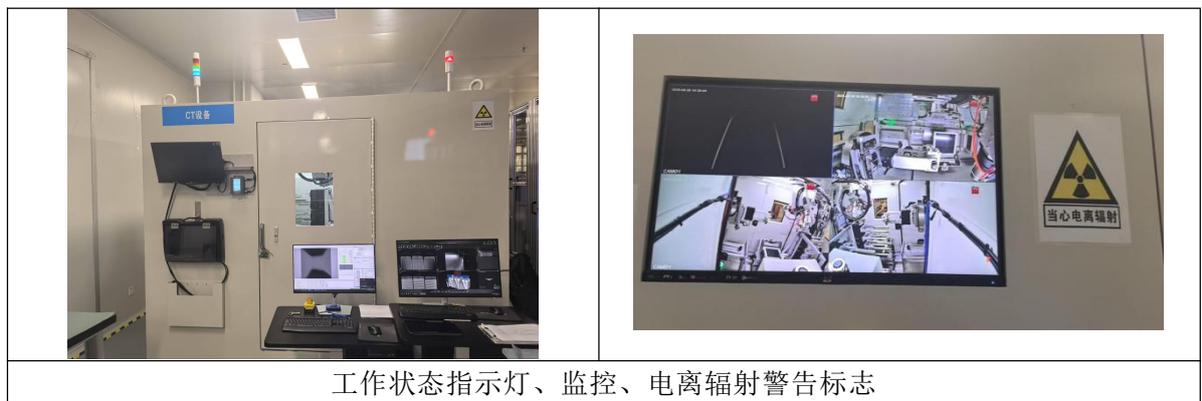
(13) 操作时辐射工作人员除佩戴常规个人剂量计外，辐射工作场所还配备个人剂量报警仪和 X- $\gamma$ 剂量率仪。当剂量率达到个人剂量报警仪设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即离开控制台，并立即向核辐射防护负责人报告。

(14) 辐射工作人员使用个人剂量报警仪前，按要求检查个人剂量报警仪是否正常工作。如在检查过程中发现个人剂量报警仪不能正常工作，则不开展探伤工作。在交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪前，要检查便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪不能正常工作，则不可开展探伤工作。

(15) 定期测量工业 CT 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。测量值与参考控制水平相比较，当测量值高于参考控制水平时，建设单位将终止辐射工作并向核辐射防护负责人报告。

(16) 辐射工作人员拟操作规程及相关制度正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。在每一次照射前，辐射工作人员都需要确认关闭防护门。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。

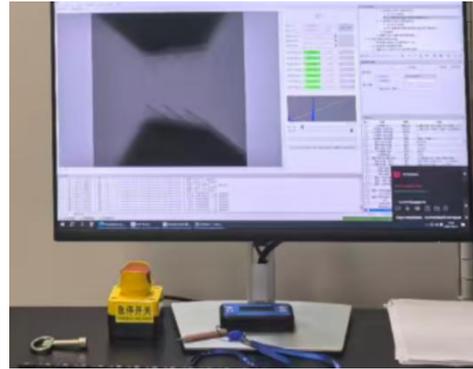
本项目辐射安全与防护设施见下图。



工作状态指示灯、监控、电离辐射警告标志



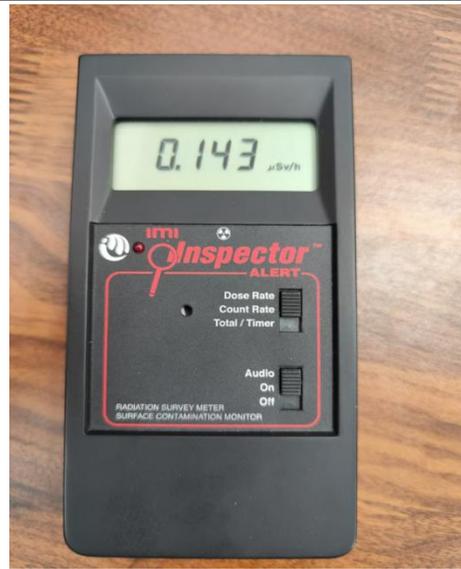
工业CT外紧急停机按钮



控制台紧急停机按钮



个人剂量报警仪



X-γ剂量率仪



固定式辐射监测报警仪



固定式辐射监测报警仪



图3-4 本项目辐射安全与防护措施照片

### 5.三废的治理

本项目工业 CT 采用实时成像，检测过程中无放射性废气、废水及固体废物的产

生和排放。主要污染因子为射线装置使用过程中产生的 X 射线。

本项目工业 CT 出束时 X 射线会电离空气产生少量的 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>，产生的气体通过排风扇及设备防护门的开闭进行排风。屏蔽体内有效容积约 13.59m<sup>3</sup>，屏蔽体内排风装置排风量约 177.6m<sup>3</sup>/h，保证每小时有效通风换气次数不小于 3 次，可将产生的少量气体排出至设备外，先排放至分选车间内，设备所在车间设置有机排风装置，可将产生的少量气体经屋顶排出至室外。本项目产生的 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>，气体量很少，在排风系统正常运行时，产生的 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub> 气体不会对环境产生显著影响。

## 6. 辐射安全管理

### 6.1 辐射安全与环境保护管理机构

中电科蓝天科技股份有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规的要求成立了辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，由单位法人郑宏宇（董事长）担任本单位辐射工作安全第一责任人，对辐射安全工作负总责，指定王懋涛同志为专职辐射防护负责人。

具体职责如下：

1) 严格执行国家、地方的有关法律、法规，依法对我单位辐射项目的安全和防护及管理工作负责，并对因管理不善造成的放射性危害承担责任。

2) 组织本单位辐射工作和管理人员进行有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育及辐射事故应急演练，做到持证上岗。建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

3) 严格按照《辐射安全许可证》规定的种类和范围从事放射性同位素和射线装置的生产、销售、使用活动。

4) 负责本单位的放射性污染防治工作，依照法律法规的要求采取有效的安全防护措施，保证辐射工作场所安全防护、安全联锁等污染防治设施符合国家的有关规定，设置明显的放射性标志、标志和中文警示说明，配备必要的防护用品和监测仪器，并确保这些设备设施的安全有效，严格防范可能导致放射性事故的发生，接受各级生态环境、公安、卫生与健康、应急等部门的监督管理。

5) 依法依规建立健全本单位各项安全管理制度和辐射事故应急预案并抓好落

实。发生丢失、被盗和人员误照射事故时，立即启动本单位辐射事故应急预案，采取应急措施，减轻事故损失。并立即向所在地生态环境、公安部门、卫生与健康、应急管理部门报告。负责事故调查处理和消除污染的工作。

6) 建立完整的放射性同位素与射线装置资料档案，进行登记、检查和定期清点，做到账物相符。

7) 每年1月31日前向天津市生态环境局报送放射性同位素与射线装置安全和防护年度评估报告，并对存在的安全隐患立即进行整改。

## 6.2 辐射工作人员

本项目新增3名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护培训并考核合格，公司配备1名辐射防护负责人，已参加辐射安全与防护培训并考核合格，辐射工作人员辐射安全与考核成绩单见附件3，工作人员情况见下表。

表3-3 本项目辐射工作人员情况表

序号	姓名	性别	培训编号	有效期
1	潘红威	男	FS25TJ1200725	2030年09月19日
2	陈嘉明	男	FS25TJ1200714	2030年09月19日
3	马若飞	男	FS25TJ1200726	2030年09月19日
4	王懋涛	男	FS25TJ1200324	2030年10月29日

## 6.3 个人剂量管理

建设单位按照国家有关标准、规范的要求，安排辐射工作人员接受个人剂量监测，外照射个人剂量监测周期为三个月，每次的监测结果纳入辐射工作人员个人剂量监测档案永久保存。

## 6.4 辐射安全管理规章制度

公司已按照《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《辐射安全与防护监督检查技术程序》（生态环境部（国家核安全局）2020年）相关要求，制定了相应的辐射安全管理规章制度，主要包括：

- (1) 《射线装置操作规程》；
- (2) 《射线装置岗位职责》；
- (3) 《辐射工作人员培训制度》；

- (4) 《仪器设备维护保养管理规定》；
- (5) 《辐射监测管理规定》；
- (6) 《放射性同位素与射线装置作业安全防护管理制度》；
- (7) 《射线装置辐射防护和安全保卫制度》
- (8) 《放射源、射线装置台账管理制度》；
- (9) 《辐射安全与环境保护管理机构、负责人及职责》；
- (10) 《放射源、射线装置辐射事件/事故报告制度》；
- (11) 《突发辐射事件/事故应急预案》等辐射安全管理规章制度。

公司制定的辐射安全管理制度较为全面，可操作性强。在严格执行的条件下，基本可以实现辐射设备的安全、规范管理，一旦发生辐射事故可以迅速应对，执行辐射事故应急预案，满足《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》的相关要求。

#### 7.辐射活动能力落实情况

7.1与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》安全和防护能力对照检查符合情况

表3-4 安全和防护能力对照检查情况

应具备条件	落实情况	符合情况
<p>第五条</p> <p>生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产测试和使用场所，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。</p>	<p>本项目工业CT测防护门设置门-机联锁装置，安装工作状态指示灯和声光报警装置，张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。工业CT内设置紧急开门开关、视频监控系统、紧急停机按钮。工业CT内、外均设有固定式场所辐射探测报警装置。控制台设有钥匙开关和紧急停机按钮。</p>	符合
<p>第九条</p> <p>生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对检测数据的真实性、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</p>	<p>已配备X-γ剂量率仪，具备一定的自行监测能力，定期对辐射环境进行自行监测，委托有资质的单位进行辐射场所监测。</p>	符合

护主管部门认定的环境监测机构进行监测。		
第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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。	承诺每年提交辐射安全年度评估报告。	承诺每年提交年度评估报告。
第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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。	辐射工作人员均已进行辐射安全与防护培训，成绩合格后持证上岗，并承诺组织辐射工作人员考核合格到期前接受一次再培训，再培训合格后方可继续从事辐射工作。	符合
第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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发证机关。	辐射工作人员工作时均佩戴个人剂量计，并按照国家相关规定，委托有资质单位进行个人剂量监测，建立个人剂量档案。本项目自取得辐射安全许可证试运行期间未满一个监测周期，待监测周期满后进行个人剂量监测。	符合

## 7.2与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的符合情况

《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、射线装置的单位申请领取许可应具备相应的条件的符合情况。

表3-5 从事辐射活动能力评价符合情况

应具备条件	落实情况	符合情况
（一）使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，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。	已成立辐射安全与环境保护管理机构，全面负责辐射安全与环境保护管理工作。同时设有1名技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	符合
（二）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。	辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习，并参加考核合格，持证上岗。	符合
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备	本项目不涉及。	不涉及

（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	对工作场所实行分区管理等。本项目工业CT测防护门设置门-机联锁装置，安装工作状态指示灯和声光报警装置，张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。工业CT内设置紧急开门开关、视频监控系统、紧急停机按钮。工业CT内、外均设有固定式场所辐射探测报警装置。控制台设有钥匙开关和紧急停机按钮。	符合
（五）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。	已配备1台便携式X-γ剂量率仪和1台个人剂量报警仪，已为每名辐射工作人员配备个人剂量计。	符合
（六）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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定健全的辐射防护相关制度。	符合
（七）有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急措施。	符合
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案；使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	本项目运行过程中不产生放射性废气、废液、固体废物。且不涉及使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗等业务。	不涉及

### 7.3与《II类非医用X线装置监督检查技术程序》符合情况

本项目已设置安全防护设施和辐射安全管理制度，与《中国核与辐射安全管理体系现场监督检查和执法程序》（2020版）的《II类非医用X线装置监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-024）对比结果见下表。

表3-6 与《II类非医用X线装置监督检查技术程序》对照检查情况

II类非医用 X 线装置监督检查技术程序要求		建设单位情况	是否符合
辐射安全防护设施与运行	入口处电离辐射警告标志	已设置	符合
	入口处机器工作状态显示	已设置	符合
	隔室操作	设备自带屏蔽防护外壳，辐射工作人员于防护外壳外的制台进行操作。	符合
	迷道	未设置迷道，设备自屏蔽防护外壳，经检测能够满足屏蔽要求。	符合
	防护门	设备两道工件防护门为电动升降门，为铅钢结	符合

		构		
		控制台有钥匙控制	已设置	符合
		门机联锁系统	已设置	符合
		照射室内监控设施	已设置	符合
		通风设施	已设置	符合
		照射室内紧急停机按钮	已设置	符合
		控制台上紧急停机按钮	已设置	符合
		出口处紧急开门开关	已设置	符合
		准备出束声光提示	已设置	符合
	监测设备	便携式辐射监测仪	已设置	符合
		个人剂量报警仪	已设置	符合
		个人剂量计	已设置	符合
	应急物资	灭火器材	已设置	符合
管理制度	综合	辐射安全管理规定	已制定	符合
		操作规程		
		非固定场所使用的管理规定		
		辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）		
	监测	监测方案	已制定	符合
		监测仪表使用与校验管理制度		
	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	符合
辐射工作人员个人剂量管理制度				
应急	辐射事故应急预案	已制定	符合	

#### 7.4核技术应用项目竣工环保验收主要内容

表3-7 验收主要内容一览表

验收项目	验收内容及要求	符合情况
剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和环评报告建议，公众、职业照射剂量约束值执行0.1mSv/a和2mSv/a。自动在线CT测试设备外30cm处最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 $\mu$ Sv/h。	符合
电离辐射标志和中文警示	自动在线CT测试设备入口处设置符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合
辐射安全设施	自动在线CT测试设备防护门安装门-机联锁装置、工作状态指示灯和声音提示装置，自动在线CT测试设备内设置视频监控和固定式场所辐射探测报警装置，控制台和设备内设置紧急停机按钮等，并标明使用方法。	符合
辐射监测	制定了满足管理要求的辐射监测制度；监测记录存档；配备X- $\gamma$ 剂量率仪、个人剂量报警仪、个人剂量计；辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立健康档案。	符合
规章制度	制定的辐射安全管理制度和操作规程满足要求，且得到落实。	符合

人员培训	辐射工作人员通过辐射安全与防护考核，持证上岗。	符合
应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际，明确了处理组织机构及职责、处理原则、信息传递程序和技术方案等，配备必要的应急器材、设备。	符合

### 8.辐射防护与环保投资

辐射防护与环保投资主要包括：辐射屏蔽防护措施及相关的防护用品，实际环保投资35万元。辐射防护环保投资见下表。

表3-8 辐射防护环保投资

序号	项目	投资估算（万元）	备注
1	X-γ剂量率仪	/	利用现有 1 台
2	个人剂量计	0.4	新增 3 个
3	个人剂量报警仪	0.6	新增 1 台
4	固定式场所辐射探测报警装置	2	新增 2 个
5	辐射屏蔽防护	30	新增设备屏蔽外壳
6	其他	2	新增监控系统、警告标志、门机连锁装置等
合计		35	—

**表 4 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.建设项目环境影响报告表主要结论

1.1 项目概况

中电科蓝天科技股份有限公司为保证产品的可靠性，为了研究生产的锂离子电池内部结构情况，在不破坏、不拆分电池的情况下清晰分辨各零部件的结构有效性，拟投资 500 万元在位于天津滨海高新区华苑产业区（环外）海泰发展四道 15 号的现有厂房二层西北侧分选车间内三期产线电池测试线新增使用 1 台型号为 Geoscan100 的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置（自动在线 CT 测试设备），其最大管电压 225kV，最大管电流 3mA，用于对公司生产的锂离子电池内部构造进行无损检测。

1.2 实践的正当性

中电科蓝天科技股份有限公司拟新增的工业 CT 对公司生产的锂离子电池进行无损检测，可以快速、准确、直观地发现产品的缺陷，如裂纹、气孔、尺寸偏差等，并进行分析，查明缺陷的根本原因，从而提高产品性能，延长使用寿命，可更加严格地把控公司生产的产品质量，并有效减少因产品缺陷而引起的安全生产事故，具有显著的社会和经济效益。虽然在运营过程中，可能会对周围环境、辐射工作人员及周围公众造成一定的辐射影响，但建设单位按照国家、市相关辐射防护要求下正确使用和管理本项目工业 CT 的情况下，根据预测分析，本项目建成后，对辐射工作人员及公众的照射剂量均满足相关限值要求。在考虑社会、经济和其他有关因素后，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，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于辐射防护“实践的正当性”要求。

1.3 选址、布局的合理性

本项目选址位于天津滨海高新区华苑产业区（环外）海泰发展四道 15 号中电科蓝天科技股份有限公司现有厂房，拟新增的工业 CT 安装在厂房二层西北侧分选车间三期产线电池测试线，新增使用的 1 台工业 CT 为自屏蔽防护设施，有用线束由上向

下定向照射，控制台位于射线装置北侧（设备右侧面），有用线束的照射方向避开了控制台，工作场所划分为控制区和监督区进行管理。同时新增工业 CT 屏蔽外壳外 50m 范围内无医院、学校、居民区等敏感目标。本项目的选址和布局是合理可行的。

#### 1.4 辐射安全与防护措施

本项目工业 CT 屏蔽外壳和防护门、观察窗屏蔽防护设施达到所需的屏蔽能力，防护设施充分保证周围的安全。设备外壳拟设置工作状态指示灯，并与设备联锁；设备表面拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明；屏蔽体内、外及控制台拟设置紧急停机按钮；设备拟设置监控系统、固定式辐射探测报警装置、通风系统、门-机联锁装置等。

建设单位现已配备 1 台 X- $\gamma$ 剂量率仪，拟为本项目辐射工作人员配备个人剂量计、拟新增购置 1 台个人剂量报警仪，并委托有资质单位对工作场所进行定期检测。公司已制定各项辐射环境管理制度和辐射事故应急措施，本项目建设完成后根据实际情况对制度进行更新完善。中电科蓝天科技股份有限公司在落实各项辐射安全防护措施后，能够有效控制辐射安全。

#### 1.5 环境影响分析结论

根据预测分析，本项目工业 CT 屏蔽体外剂量关注点处的周围剂量当量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关限值要求。

关注点处公众和辐射工作人员的周有效剂量均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业人员不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众不大于 5 $\mu$ Sv/周；关注点处公众和辐射工作人员的年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的职业照射剂量限值 20mSv/a、关键组公众成员照射剂量限值 1mSv/a 和本报告提出的辐射工作人员辐射剂量约束值 2mSv/a、公众人员辐射剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

#### 1.6 辐射安全管理

建设单位已成立辐射安全与环境保护管理领导小组全面负责企业的辐射安全与环境保护管理，辐射安全防护负责人已参加核技术利用辐射安全与防护考核，且考核合格。建设单位已建立辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，本项目建设

完成后将进行修改完善。

建设单位拟安排本项目新增辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，取得考核合格证，持证上岗，在落实各项辐射安全管理措施后能够有效控制辐射风险。

### 1.7 结论

综上所述，在落实各项辐射安全和防护措施，加强环境管理的情况下，中电科蓝天科技股份有限公司新建使用Ⅱ类射线装置（自动在线 CT 测试设备）项目将具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，其运行对周围环境和人员产生的辐射影响能够满足国家剂量限值和本报告提出的约束值要求。因此，从辐射环保角度论证，本项目的建设具备环境可行性。

### 2.审批部门审批决定

## 天津市生态环境局

20241210162924358295

津环辐许可表〔2025〕008号

### 市生态环境局关于中电科蓝天科技股份有限公司新建使用Ⅱ类射线装置（自动在线 CT 测试设备）项目环境影响报告表的批复

中电科蓝天科技股份有限公司：

你单位报送的《关于〈中电科蓝天科技股份有限公司新建使用Ⅱ类射线装置（自动在线 CT 测试设备）项目环境影响报告表〉的报批申请》及相关材料收悉。经研究，批复如下：

一、中电科蓝天科技股份有限公司注册地址位于天津市滨海新区滨海高新技术产业开发区华科七路6号，拟投资500万元人民币（其中环保投资35万元）新建使用Ⅱ类射线装置（自动在线 CT 测试设备）项目。主要建设内容为：在天津滨海新区华苑产业区（环外）海泰发展四道15号厂区的现有厂房二层分选车间西北侧三期产线电池测试线配备一台 Geoscan100 型自动在线 CT 测试设备（最大管电压 225kV，最大管电流 3mA），用于锂离子电池内部构造的无损检测。

2025年02月27日—03月05日，我局将该项目环境影响报

告表全本在天津市生态环境局官网进行了受理公示，公示期间未收到公众对该项目的意见和建议。你单位在全面落实报告表和批复提出的各项污染防治措施的前提下，我局同意该项目环境影响报告表结论。

二、加强施工期环境管理。严格落实环境影响报告表提出的各项污染防治措施，优化施工工艺，合理安排施工时间，最大限度减少施工期间扬尘、废水、噪声、固体废物对周围环境的影响。

三、你单位在项目实施和运行过程中应对照环境影响报告表，认真落实各项环境保护措施，并重点做好以下工作：

1.认真贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律、法规的要求。

2.根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和该项目环境影响报告表预测，该项目辐射职业人员照射剂量约束值执行 2mSv/a，公众照射剂量约束值执行 0.1mSv/a。

3.对直接从事射线装置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。

4.依据环境影响报告表对辐射工作场所实行分区管理，划分控制区、监督区。在控制区及其出入口应设置符合《电离辐射防

护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)要求的电离辐射警告标识和中文警示说明。自动在线 CT 测试设备控制台应设置有钥匙开关、紧急停机按钮;自动在线 CT 测试设备应设有门机连锁装置、紧急停机按钮、紧急开门开关、排风装置、显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置、监控装置和固定式场所辐射探测报警装置等,防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射。

5.设立专门的辐射安全与环境保护管理机构;建立健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划和监测方案等;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。本项目应新增配备不少于2台固定式场所辐射探测报警装置、1台个人剂量报警仪、3个人剂量计。

四、你单位在项目建成后投入使用之前,须依法重新申请领取《辐射安全许可证》,禁止不按照许可证规定的种类和范围从事放射源和射线装置的使用活动。

五、本项目配套建设的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。项目竣工后,你单位应按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023)要求,做好项目验收工作。验收合格后,方可投入使用。

六、你单位应建立健全辐射事故应急预案，如发生辐射事故立即启动应急预案，采取应急措施，并向主管部门报告。

七、建设项目环境影响评价文件自批准之日起满五年，项目方开工建设的，建设单位应将该环境影响报告表报我局重新审核。

八、你单位应在收到本批复后5个工作日内，将批准的项目环境影响报告表分别送天津市生态环境保护综合行政执法总队和天津市滨海新区生态环境局，并依法接受各级生态环境主管部门的监督检查。

此复

(此件主动公开)



抄送：天津市生态环境保护综合行政执法总队、天津市滨海新区生态环境局

**表 5 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.人员资质

参加本次验收监测的采样、分析人员均持证上岗。

2.质量保证和质量控制

(1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。本次检测在该单位测试作业的情况下进行。

(2) 检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。

(3) 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

(4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

(6) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

**表 6 验收监测内容**

验收监测内容

1.监测项目

$\gamma$ 辐射剂量率（nGy/h）

2.监测时间

2025 年 12 月 25 日

3.监测频次

监测频次为一次。

4.监测单位

天津星通浩海科技有限公司

5.监测布点

在自动在线 CT 测试设备关机、开机两种状态下进行检测。监测点位见表 6-1、表 6-2，监测点位示意图见图 6-1。

表 6-1 关机状态下监测点位一览表

编号	监测点位置
1#	控制台处
2#	自动在线 CT 测试设备北侧检修门外 30cm 处
3#	自动在线 CT 测试设备北侧屏蔽体外 30cm 处
4#	自动在线 CT 测试设备北侧观察窗外 30cm 处
5#	自动在线 CT 测试设备东侧检修门外 30cm 处
6#	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门外 30cm 处
7#	自动在线 CT 测试设备西侧屏蔽体外 30cm 处
8#	自动在线 CT 测试设备上方化成车间
9#	自动在线 CT 测试设备下方原材料库
10#	自动在线 CT 测试设备走线孔

表 6-2 开机状态下监测点位一览表

编号	检测点位置
A1	控制台处

A2-1~A2-7	自动在线 CT 测试设备北侧检修门（左侧）外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门（中部）外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门（右侧）外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门上侧门缝外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门下侧门缝外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门左侧门缝外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门右侧门缝外 30cm 处
A3-1	自动在线 CT 测试设备北侧屏蔽体外 30cm 处
A3-2	自动在线 CT 测试设备北侧屏蔽体外 30cm 处
A3-3	自动在线 CT 测试设备北侧屏蔽体外 30cm 处
A4-1	观察窗外表面（左侧）30cm 处
A4-2	观察窗外表面（中部）30cm 处
A4-3	观察窗外表面（右侧）30cm 处
A5-1~A5-7	自动在线 CT 测试设备东侧检修门（左侧）外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门（中部）外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门（右侧）外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门上侧门缝外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门下侧门缝外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门左侧门缝外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门右侧门缝外 30cm 处
A6-1~A6-7	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门（左侧）外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门（中部）外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门（右侧）外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门上侧门缝外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门下侧门缝外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门左侧门缝外 30cm 处
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门右侧门缝外 30cm 处
A7-1	自动在线 CT 测试设备西侧屏蔽体外 30cm 处
A7-2	自动在线 CT 测试设备西侧屏蔽体外 30cm 处
A7-3	自动在线 CT 测试设备西侧屏蔽体外 30cm 处
A8-1~A8-5	自动在线 CT 测试设备上方化成车间
	自动在线 CT 测试设备上方化成车间

A9-1~A9-5	自动在线 CT 测试设备下方原材料库
	自动在线 CT 测试设备下方原材料库
A10	自动在线 CT 测试设备走线孔

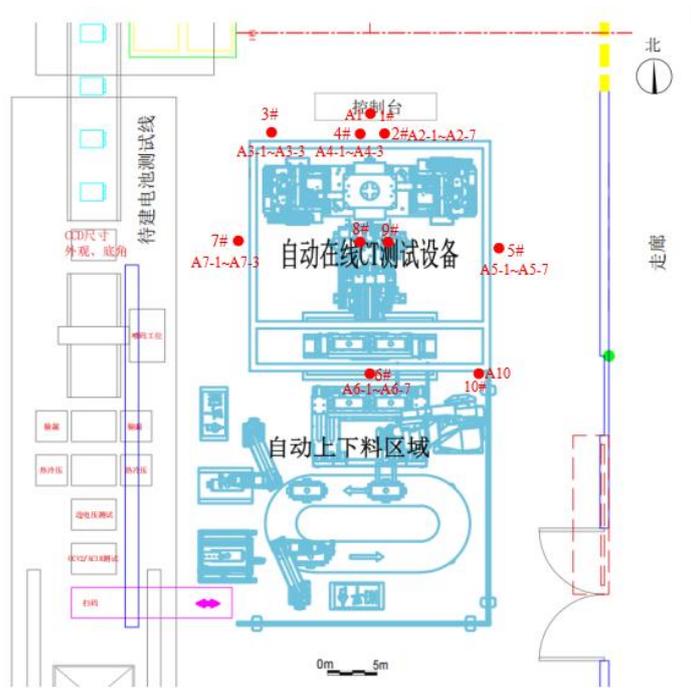


图 6-1 监测点位示意图

## 6. 监测方法及监测仪器

表 6-3 监测仪器和监测规范

分析方法及依据	设备名称/型号	证书编号	有效期至
《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021	环境监测用 X、γ辐射空气比释动能率仪、探头 BG9512P、 BG7030	DLjl2025-13225	2026 年 10 月 16 日
《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021			
《工业探伤放射防护标准》GBZ 117-2022			2026 年 10 月 16 日

表 7 验收监测

验收监测结果

1.监测工况

开机状态监测时，电压：210kV，电流：0.55mA，工况稳定，辐射安全与防护设施运行正常，符合验收监测要求。

2.监测结果

验收监测过程中，周围剂量当量率检测结果见下表。

表 7-1 关机状态下监测结果一览表

编号	检测点位置	检测结果 (nGy/h)
1#	控制台处	47
2#	自动在线 CT 测试设备北侧检修门外 30cm 处	39
3#	自动在线 CT 测试设备北侧屏蔽体外 30cm 处	40
4#	自动在线 CT 测试设备北侧观察窗外 30cm 处	43
5#	自动在线 CT 测试设备东侧检修门外 30cm 处	38
6#	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门外 30cm 处	35
7#	自动在线 CT 测试设备西侧屏蔽体外 30cm 处	33
8#	自动在线 CT 测试设备上方案化成车间	56
9#	自动在线 CT 测试设备下方原材料库	77
10#	自动在线 CT 测试设备走线孔	41

表 7-2 开机状态下监测结果一览表

编号	检测点位置	检测结果 (nGy/h)
A1	控制台处	50
A2-1~A2-7	自动在线 CT 测试设备北侧检修门（左侧）外 30cm 处	42
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门（中部）外 30cm 处	41
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门（右侧）外 30cm 处	43
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门上侧门缝外 30cm 处	47
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门下侧门缝外 30cm 处	46
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门左侧门缝外 30cm 处	43
	自动在线 CT 测试设备北侧检修门右侧门缝外 30cm 处	42
A3-1	自动在线 CT 测试设备北侧屏蔽体外 30cm	45

	处	
A3-2	自动在线 CT 测试设备北侧屏蔽体外 30cm 处	43
A3-3	自动在线 CT 测试设备北侧屏蔽体外 30cm 处	42
A4-1	观察窗外表面（左侧）30cm 处	46
A4-2	观察窗外表面（中部）30cm 处	44
A4-3	观察窗外表面（右侧）30cm 处	46
A5-1~A 5-7	自动在线 CT 测试设备东侧检修门（左侧）外 30cm 处	41
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门（中部）外 30cm 处	39
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门（右侧）外 30cm 处	39
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门上侧门缝外 30cm 处	39
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门下侧门缝外 30cm 处	43
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门左侧门缝外 30cm 处	39
	自动在线 CT 测试设备东侧检修门右侧门缝外 30cm 处	44
A6-1~A 6-7	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门（左侧）外 30cm 处	37
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门（中部）外 30cm 处	37
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门（右侧）外 30cm 处	37
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门上侧门缝外 30cm 处	38
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门下侧门缝外 30cm 处	37
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门左侧门缝外 30cm 处	38
	自动在线 CT 测试设备南侧工件进出防护门右侧门缝外 30cm 处	37
A7-1	自动在线 CT 测试设备西侧屏蔽体外 30cm 处	37
A7-2	自动在线 CT 测试设备西侧屏蔽体外 30cm 处	36
A7-3	自动在线 CT 测试设备西侧屏蔽体外 30cm 处	36
A8-1~A 8-5	自动在线 CT 测试设备上方化成车间	62
	自动在线 CT 测试设备上方化成车间	61
	自动在线 CT 测试设备上方化成车间	59
	自动在线 CT 测试设备上方化成车间	63

	自动在线 CT 测试设备上方化成车间	64
A9-1~A9-5	自动在线 CT 测试设备下方原材料库	79
	自动在线 CT 测试设备下方原材料库	79
	自动在线 CT 测试设备下方原材料库	82
	自动在线 CT 测试设备下方原材料库	78
	自动在线 CT 测试设备下方原材料库	76
A10	自动在线 CT 测试设备走线孔	43

注：检测结果未减除本底。

### 1.工作场所监测结果分析

根据表 7-2 监测结果可知，在工作状态下工作场所周边周围剂量当量率为 36~82nGy/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。

### 2.职业人员、公众剂量估算分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），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剂量估算出辐射工作人员及公众成员所受到的年附加照射剂量：

$$H=\dot{H}\times t\times T\times 10^{-3}\dots\dots\dots (7.1)$$

H——关注点处的年剂量当量，mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点处的辐射剂量率，μSv/h；

t——年累计最长照射时间，h/a；

T：居留因子，不同场所与环境条件下的居留因子；

$10^{-3}$ ：μSv 转换为 mSv 的剂量转换系数。

不同场所的居留因子取值见下表。

表 7-3 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制区、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

本项目工业 CT 为三期产线电池测试线附属建设项目，每天工作 2 班，每班照射时间为 5h，日照射时间为 10h，周照射时间约为 50h，年照射时间为 2500h。

本项目 3 名辐射工作人员每人 1 班轮班制工作，则辐射工作人员周受照时间约为 16.7h，年受照时间约为 833.3h。

本项目工业 CT 设备评价范围内涉及的公众均为本单位其他固定工序工作人员及途经公众，工作制度均为 2 班制，则每班公众周受照时间为 25h，年受照时间为 1250h。

本项目 2025 年 12 月 18 日重新申领取得辐射安全许可证进入试运营，目前辐射工作人员个人剂量检测未到一个监测周期，本次验收根据验收监测数据对辐射工作人员的个人剂量进行估算。

根据关注点剂量率与关注点距辐射源点的距离成反比关系的规律可知，距离工作场所越远，辐射剂量率越低，因此，本次验收对有代表性的公众居留处进行公众个人剂量估算。

本项目射线装置对职业人员、公众的周、年剂量当量计算结果见下表。

表 7-4 剂量关注点辐射剂量估算结果

序号	关注点名称	周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因子	周受照时间 (h)	年受照时间(h)	周剂量当量 ( $\mu\text{Sv/周}$ )	年剂量当量 (mSv/a)
1	控制台处	0.05	1	16.7	833.3	0.835	0.0417
2	自动在线 CT 测试设备上方案成车间	0.064	1	25	1250	1.6	0.08
3	自动在线 CT 测试设备下方原材料库	0.082	1/4	25	1250	0.5125	0.0256
4	自动在线 CT 测试设备东侧走廊	0.044	1/4	25	1250	0.275	0.01375
5	自动在线 CT 测试设备南侧自动上下料区域	0.038	1/4	25	1250	0.2375	0.01189
6	自动在线 CT 测试设备西侧电池测试生产线	0.037	1/4	25	1250	0.2313	0.01156
7	自动在线 CT 测试设备北侧上吸塑盒缓存位	0.045	1	25	1250	1.125	0.05625

本项目 3 名辐射工作人员均为新增辐射工作人员，只操作本项目射线装置，由上表估算结果可知，本项目自动在线 CT 测试设备周围职业人员的周剂量当量为  $0.835\mu\text{Sv}/\text{周}$ 、年剂量当量为  $0.0417\text{mSv}/\text{a}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射剂量限值  $20\text{mSv}/\text{a}$  和报告中提出的职业人员剂量约束值  $2\text{mSv}/\text{a}$  要求。

自动在线 CT 测试设备周围剂量关注点公众的周剂量当量最大为  $1.6\mu\text{Sv}/\text{周}$ 、年剂量当量最大为  $0.08\text{mSv}/\text{a}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即关注点的周围剂量当量参考控制水平，对公众场所，其值应不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众照射剂量限值  $1\text{mSv}/\text{a}$  和环评报告提出的公众人员年剂量约束值  $0.1\text{mSv}/\text{a}$  要求。

表 8 验收监测结论

验收监测结论：

### 1.工程概况

中电科蓝天科技股份有限公司为保证产品的可靠性，为了研究生产的锂离子电池内部结构情况，在不破坏、不拆分电池的情况下清晰分辨各零部件的结构有效性，投资 500 万元在位于天津滨海高新区华苑产业区（环外）海泰发展四道 15 号的现有厂房二层西北侧分选车间内三期产线电池测试线新增使用 1 台型号为 Geoscan100 的工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置（自动在线 CT 测试设备），其最大管电压 225kV，最大管电流 3mA，用于对公司生产的锂离子电池内部构造进行无损检测。

《中电科蓝天科技股份有限公司新建使用II类射线装置(自动在线 CT 测试设备)项目环境影响报告表》，于 2025 年 03 月 13 取得天津市生态环境局的批复。本项目已完成建设、调试，2025 年 12 月 18 日中电科蓝天科技股份有限公司已重新申领取得天津市生态环境局核发的辐射安全许可证（证书编号：津环辐证[00892]），许可种类和范围：使用V类放射源；使用II类、III类射线装置，有效期至 2030 年 12 月 17 日。

中电科蓝天科技股份有限公司已根据环评报告要求和环评批复意见落实了该项目的环保措施，目前各项环境保护措施和安全措施运行正常。

### 2.辐射安全与防护设施

自动在线 CT 测试设备设有门-机联锁装置、工作状态警示灯、电离辐射警告标志和中文警示说明、紧急开门开关，设备内外均设有紧急停机按钮，操作台设有钥匙开关和紧急停机按钮，对工作场所进行分区管理，为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，为本项目工作场所配备便携式 X-γ剂量率仪，设备设置了通风装置，严格落实了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、环境影响报告表及其环评批复中的相关规定和要求。制定了相关辐射安全管理规章制度，落实了环评文件及批复中提出的辐射环境保护措施。

### 3.工作场所监测

根据验收监测结果，自动在线 CT 测试设备外表面 30cm 处的剂量率满足《工业

探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相关要求，即关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

#### 4.个人剂量估算

根据验收监测结果计算，本项目辐射工作人员的周剂量当量、年剂量当量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业人员不大于  $100\mu\text{Sv/周}$ ，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射剂量限值  $20\text{mSv/a}$  和环评报告中提出的职业人员剂量约束值  $2\text{mSv/a}$ 。自动在线 CT 测试设备周围剂量关注点公众的周剂量当量、年剂量当量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，即人员在关注点的周剂量参考控制水平，对公众不大于  $5\mu\text{Sv/周}$ ，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众照射剂量限值  $1\text{mSv/a}$  和环评报告中提出的公众人员年剂量约束值  $0.1\text{mSv/a}$  的要求。

#### 5.辐射安全管理

建设单位已成立辐射安全管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，制定了相应的辐射安全管理规章制度，制定了辐射事故应急预案，能够有效控制辐射安全。辐射工作人员已参加辐射安全和防护考核，持证上岗；配备了辐射监测设备并制定了辐射监测方案，能够满足辐射安全管理要求。

#### 6.结论

综上所述，中电科蓝天科技股份有限公司新建使用II类射线装置（自动在线 CT 测试设备）项目及配套防护措施的建设满足环评及批复的要求，不涉及重大变动。本项目在正常运行工况下，采取了有效的辐射防护措施，基本上落实了环评文件及批复文件中提出的环境保护措施，建议本项目通过竣工环境保护验收。