

编号: XHKJ2006

核技术利用建设项目  
广汽丰田汽车有限公司使用工业 X 射线 CT 装置  
环境影响报告表

送审版



广汽丰田汽车有限公司 (盖章)

2020年04月

环境保护部监制

核技术利用建设项目  
广汽丰田汽车有限公司使用工业 X 射线 CT 装置  
环境影响报告表

建设单位名称： 广汽丰田汽车有限公司（盖章）

建设单位法人代表（签名或签章）： 郭强

通讯地址： 广州市南沙区黄阁镇市南大道 8 号

邮政编码： 511455 联系人： 侯小桃

电子邮箱： x[REDACTED].co 联系电话： [REDACTED]

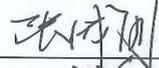
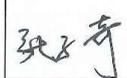
评价单位： 广州星环科技有限公司

环评联系人： 张子奇 联系电话： 17724368669



打印编号: 1587369961000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	51a004		
建设项目名称	广汽丰田汽车有限公司使用工业X射线CT装置		
建设项目类别	50_191核技术利用建设项目 (不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置)		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	广汽丰田汽车有限公司 		
统一社会信用代码	91440101717852200L *		
法定代表人 (签章)	吴松		
主要负责人 (签字)	张成刚		
直接负责的主管人员 (签字)	王金鑫		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	广州星环科技有限公司 		
统一社会信用代码	91440106MA59DAA73A		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
魏来	201905035430000004	BH024228	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张子奇	项目基本情况、评价依据及评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论	BH009486	

# 目 录

表 1 项目基本情况 .....	-1-
表 2 放射源.....	-7-
表 3 非密封放射性物质.....	-7-
表 4 射线装置.....	-7-
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	-8-
表 6 评价依据.....	-9-
表 7 保护目标与评价标准.....	-10-
表 8 环境质量和辐射现状.....	-13-
表 9 项目工程分析与源项.....	-17-
表 10 辐射安全与防护.....	-23-
表 11 环 境 影 响 分 析.....	-27-
表 12 辐射安全管理.....	-32-
表 13 结论与建议.....	-38-
表 14 审 批.....	-39-
附件 1 环境 $\gamma$ 辐射现状检测报告.....	-40-
附件 2 辐射安全管理规章制度.....	-43-

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		广汽丰田汽车有限公司使用工业 X 射线 CT 装置			
建设单位		广汽丰田汽车有限公司			
法人代表	吴松	联系人	侯小桃	联系电话	
注册地址		广州市南沙区黄阁镇市南大道 8 号			
项目地点		广州市南沙区黄阁镇市南大道 8 号总装一科 K5 柱材料检测室			
建设项目总投资 (万元)	500	项目环保投 资(万元)	20	投资比例(环保 投资、总投资)	4%
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> )	9
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		
其它	/				
<p><b>1、项目概况</b></p> <p>广汽丰田汽车有限公司（下称“广汽丰田”）位于广州市南沙区市南大道 8 号，成立于 2004 年 9 月 1 日，由广州汽车集团股份有限公司与日本丰田汽车公司各出资 50% 组建而成。该公司现有新、老两个厂区，占地 282 万 m<sup>2</sup>，总建筑面积 74 万 m<sup>2</sup>，已投产的有三条生产线，车型包括凯美瑞、汉兰达、雷凌、CHR 等系列轿车。公司地理位置见图 1-1。</p>					

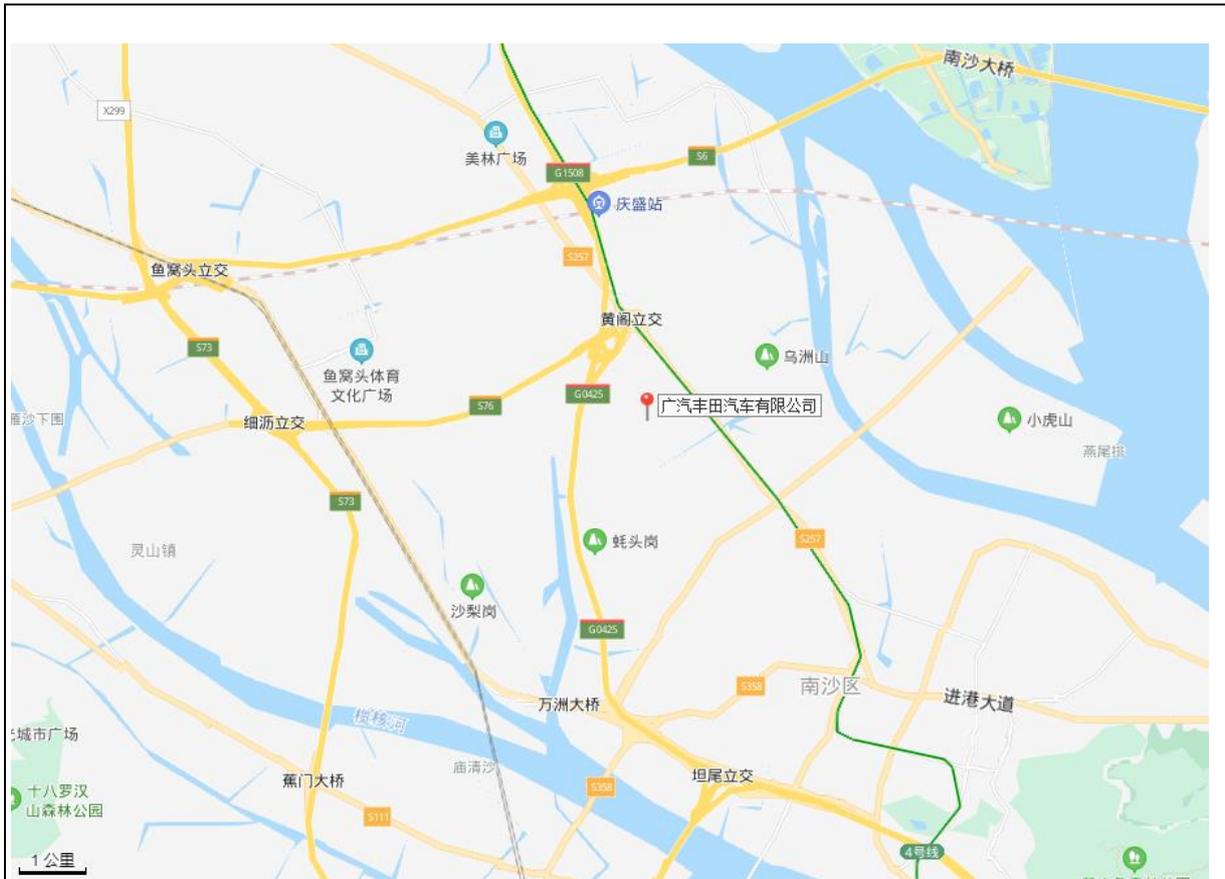


图 1-1 公司地理位置图

**项目来由和目的：**工业 CT 用于高精密材料、器件的缺陷检测及结构分析，其检测精度可达微米量级，被誉为当今最佳无损检测和无损评估技术。

广汽丰田汽车有限公司品保实验室为了改进汽车材料制造工艺，进一步提高产品质量，增强企业的核心竞争力，公司拟购买使用 1 台由日本岛津公司制造 InspeXio SMX-225CT FPD HR 型工业 X 射线 CT 装置，用于检测和分析返修的汽车零部件的缺陷问题、内部结构，通过计算机技术及图像重建技术，测得返修材料的工艺结构和内部构造，为进一步的改进缺陷、提高质量提供依据。

**项目规模：**广汽丰田汽车有限公司品保实验室位于广汽丰田生产基地总装一科 K5 柱，广汽丰田生产基地平面布置图见图 1-2（见 P6）。

本次建设单位拟在品保实验室一层材料检测室独立出一个空间作为 CT 室，在 CT 室内使用一台日本岛津公司制造 InspeXio SMX-225CT FPD HR 型工业 X 射线 CT 装置，属于核技术利用新建项目。该装置自带屏蔽体，人员无法进入到装置内部。

装置的基本参数信息见表 1-1。

表 1-1 拟使用装置信息一览表

名称	型号	最大管电压	最大管电流	额定功率	数量	使用场所
工业 CT	日本岛津公司 InspeXio SMX-225CT FPD HR	225kV	1mA	135W	1 台	CT 室

受广汽丰田汽车有限公司委托，我对广汽丰田汽车有限公司拟使用一台工业 X 射线 CT 装置进行环境影响评价。根据《关于发布射线装置分类的公告》（国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，第 66 号）对射线装置的分类，该项目属于使用 II 类射线装置项目，根据《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令，第 1 号），该评价项目应编制环境影响报告表。

## 2、项目选址及布局

本次评价的工业 CT 装置拟放置于品保实验室一层的材料检测室 CT 室，品保实验室位于总装一科西侧的涂料返修工场（K5 柱），共两层，第一层为材料检测室、加工室、切割室，第二层为办公室、空调控制室等场所。CT 室位于第一层检测室内，约 9 平方米，CT 室只用作摆放工业 CT 及配套设施，不作其他用途，无非辐射工作人员在该房间进行固定岗位作业。

材料检测室、CT 室平面布置图见图 1-3，涂料返修工场平面布置图见图 1-4。

项目选址四周临近场所一览表见表 1-2，项目四至图见图 1-5。

从图表中可以看到，该项目四周 50m 范围内场所主要是品保实验室、涂装返修工场的一些场所，以及车间外的草地、道路等。该项目的保护目标主要分布在品保实验室第一、第二层及品保实验室东、西、南侧的返修工场。该项目自带屏蔽体，在独立的空间内使用，四周临近区域，无敏感点和人群密集场所，综上可以初步判断该项目的选址和布局是合理的。

表 1-2 项目选址四周场所分布一览表

方位	场所
----	----

东侧	材料检测室、通道、涂装返修工场
南侧	材料检测室、加工室、切割室、返修作业线
西侧	SOC 检测室、休息区、返修区域
北侧	草地、道路、涂装车间
楼上层	空调控制室、办公室



图 1-3 材料检测室、CT 室平面布置图

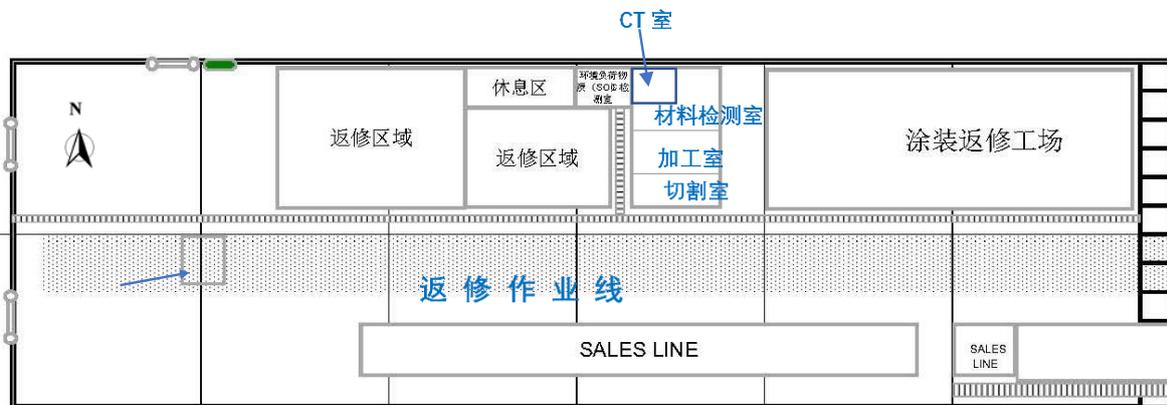


图 1-4 涂料返修工场平面布置图

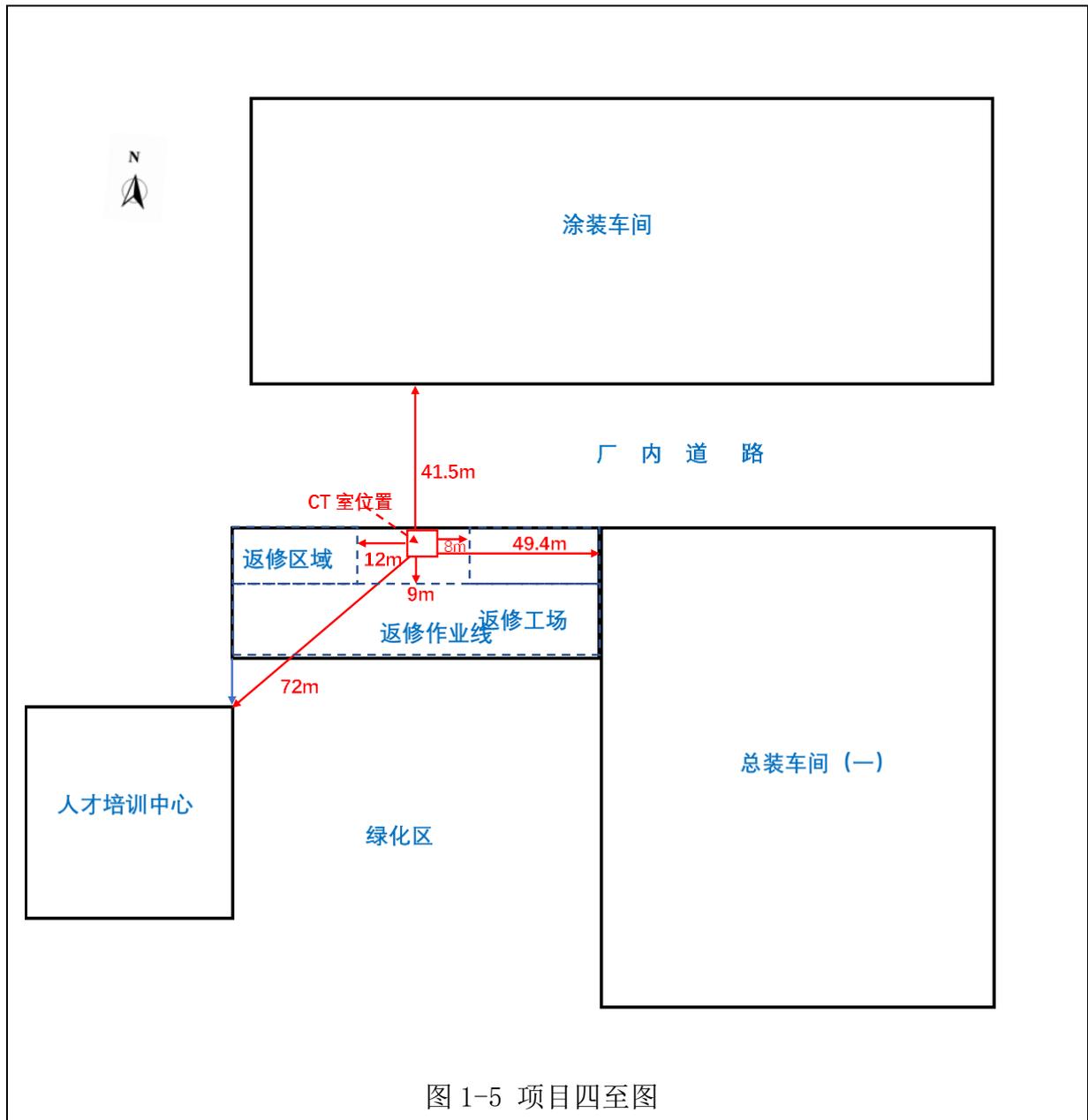


图 1-5 项目四至图



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

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式 与地点

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)	额度电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	工业 CT 装置	II 类	1	日本岛津公司 InspeXio SMX-225CT FPD HR	225kV	1mA	材料测试分析	CT 室	-



表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(主席令第九号, 2015 年 1 月 1 日实施)</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(主席令第二十四号, 2018 年 12 月 29 日修订)</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(主席令第九号, 2003 年 10 月 1 日实施)</p> <p>(4) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国务院令第 682 号, 2019 年 3 月 2 日修订)</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 709 号令, 2019 年 3 月 2 日修订)</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部 7 号令, 2019 年 8 月 22 日修改)</p> <p>(7) 《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 18 号令, 2011 年 5 月 1 日实施)</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》(国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告第 66 号, 2017 年 12 月 6 日发布)</p> <p>(9) 《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》(生态环境部令 1 号, 2018 年 4 月 28 日实施)</p> <p>(10) 《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)</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)</p> <p>(4) 《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>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)</p>
<p>其他</p>	<p>《中国环境天然放射性水平》(国家环境保护总局, 1995 年)</p>

表 7 评价标准与保护目标

**评价范围**

该项目是在固定实体屏蔽内使用 II 类射线装置，参考《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：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，该项目将工业 CT 装置外 50m 的范围选为评价范围。因此该项目的评价范围包括品保实验室、涂装返修工场的一些场所，以及车间外的草地、道路等，评价范围的分布见图 7-1（图中红色虚线方框内）。

**保护目标**

结合该项目的评价范围，该项目将评价范围内有人员驻留的场所的辐射工作人员和公众列为保护目标，具体保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 评价范围内保护目标分布情况

方位	区域	距屏蔽体边界	保护目标	人数
-	CT 室	-	工作人员	3 人
西侧	SOC 检测室	相邻	公众	2 人
	休息区、返修区域	12m	公众	3 人
北侧	草地、道路	相邻	公众	2 人
东侧	材料检测室	相邻	公众	2 人
	通道	3m	公众	1 人
	返修工场	6m	公众	5 人
南侧	材料检测室	相邻	公众	2 人
	加工室、切割室	3m	公众	2 人
	返修作业线	9m	公众	5 人
	道路	33m	公众	2 人
楼上层	空调控制室	相邻	公众	1 人

注：以上人数是指一般情况下，同一时刻该场所可能最多驻留人员数量。

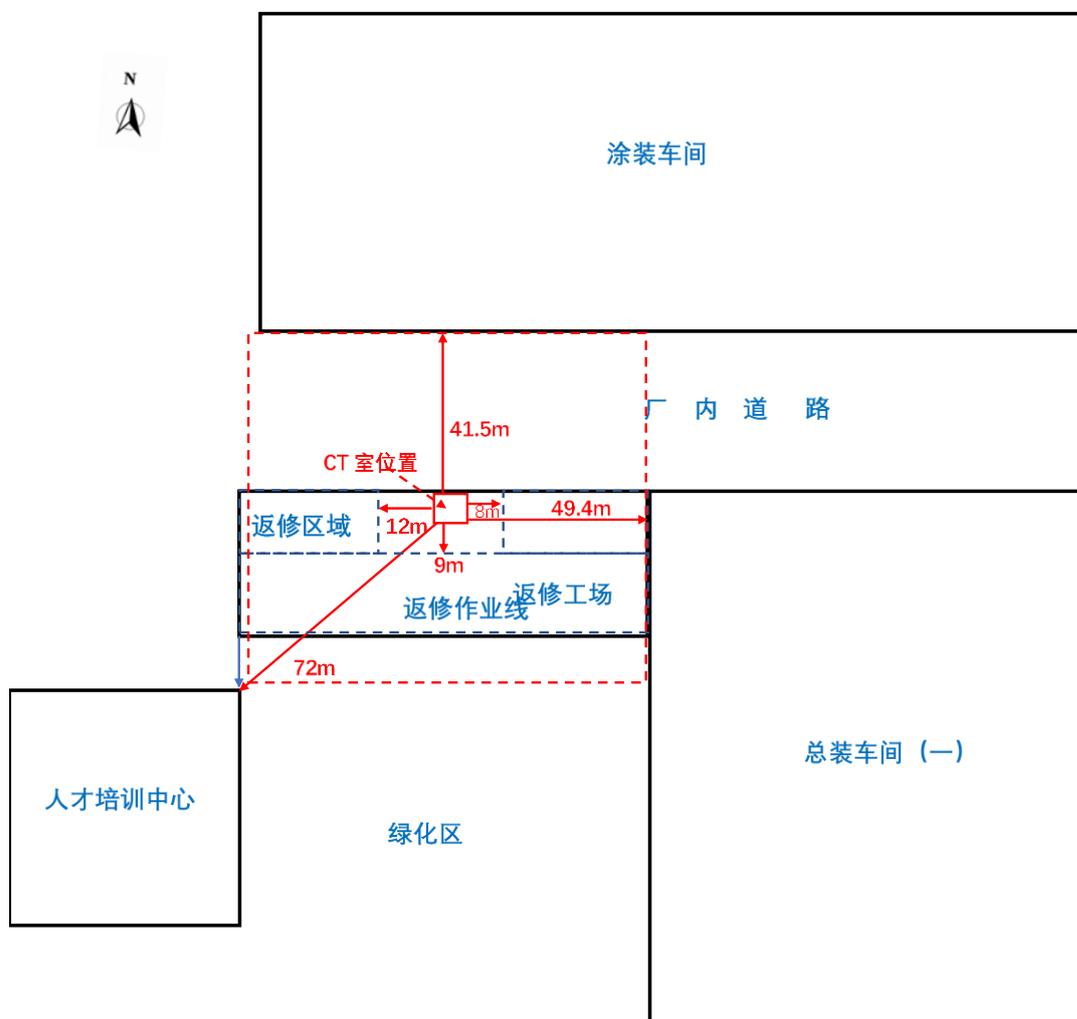


图 7-1 项目评价范围分布图

## 评价标准

### 1、照射剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定：

(1) 工作人员的职业照射水平不应超过下述限值：

由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），  
20mSv。

(2) 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述  
限值：年有效剂量，1mSv。

该报告取职业照射年平均有效剂量限值的四分之一作为该项目的职业照射剂量约束值，取公众年平均有效剂量限值的四分之一作为该项目的公众照射剂量约束值，即该项目的辐射工作人员的年有效照射剂量应不超过 5mSv，公众的年有效照射剂量不超过 0.25mSv。

## 2、工作场所辐射剂量率控制要求

参照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的规定：对于工业 X 射线探伤项目，X 射线探伤室墙和入口门关注点最高周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

因此，对于本次评价的自屏蔽式射线装置项目，屏蔽体外 0.3m 处的剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

**表 8 环境质量和辐射现状**

为了解项目场址的环境现状，评价人员于 2020 年 4 月 2 日到项目现场进行资料收集、环境调查，并委托检测机构对项目场址周围进行环境  $\gamma$  辐射现状检测。

场址现状照片见图 8-1，检测仪器信息见表 8-1，检测布点见图 8-2，检测数据见表 8-2，检测报告见附件 1。

		
材料检测室现状	南侧加工室	南侧和西侧涂装返修区域
		
北侧草地	楼上层空调控制室	东侧通道

图 8-1 环境现状相片

**表 8-1 检测仪器信息**

检测机构	广东天鉴检测技术服务股份有限公司		
仪器名称	X- $\gamma$ 辐射剂量率仪	仪器型号	REN500A
生产厂家	上海仁日	仪器编号	0500
检定日期	2020 年 3 月 5 日	有效期	2021 年 3 月 4 日
测量范围	0.01 $\mu$ Sv/h - 500 $\mu$ Sv/h	能量响应	50keV-3MeV
检定单位	上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心	证书编号	2020H21-10- 2351596001

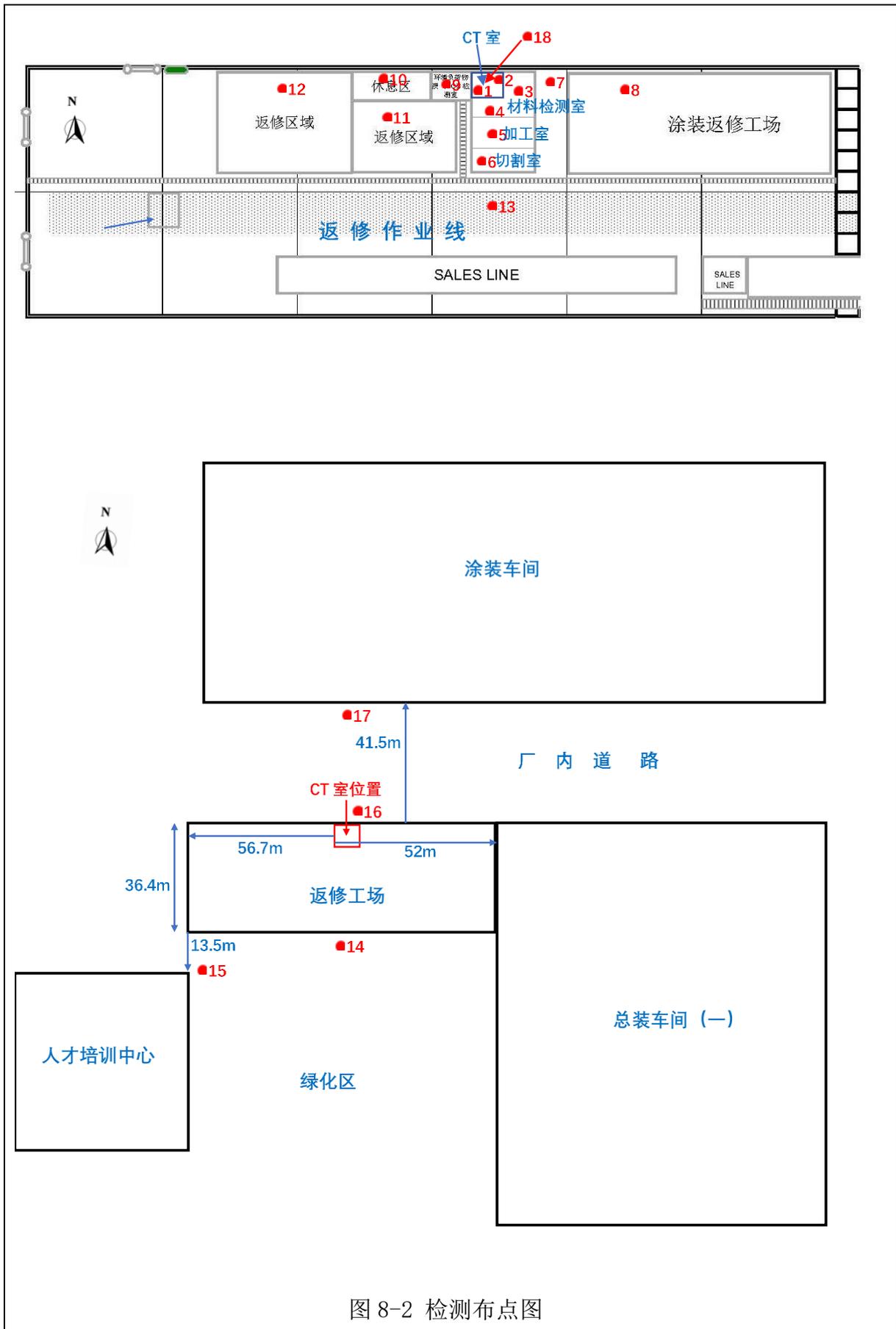


图 8-2 检测布点图

表 8-2 建设项目场所环境  $\gamma$  辐射现状检测结果

序号	位置	距 CT 距离	地面介质	检测结果( $\mu$ Sv/h)	标准差( $\mu$ Sv/h)
1	CT 室	-	地板胶	0.16	0.008
2	CT 室	-	地板胶	0.16	0.005
3	材料检测室	2m	地板胶	0.15	0.008
4	材料检测室	2m	地板胶	0.15	0.005
5	加工室	5m	地板胶	0.15	0.005
6	切割室	8m	地板胶	0.15	0.005
7	东侧通道	5m	地板胶	0.15	0.005
8	东侧涂装返修工场	13m	地板胶	0.14	0.005
9	西侧 SOC 检测室	3m	地板胶	0.15	0.005
10	西侧休息区	10m	地板胶	0.15	0.008
11	西南侧返修区域	9m	地板胶	0.15	0.005
12	西侧返修区域	17m	地板胶	0.14	0.008
13	南侧返修作业线	14m	地板胶	0.14	0.008
14	返修工场南侧道路	36m	沥青	0.12	0.005
15	人才培训中心旁	71m	沥青	0.12	0.005
16	北侧草地	3m	草地	0.13	0.005
17	北侧涂装车间旁	40m	沥青	0.12	0.005
18	二楼空调控制室	2m	地板胶	0.14	0.008

注：(1) 以上数据已校准，校准因子为 1.00；

(2) 检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，每个测量点测量 3 个读数，测量值包含宇宙射线贡献值。

从表 8-2 中的数据可见，该项目建设场地及周围区域的室内环境  $\gamma$  辐射现状检测平均值为  $0.14 \sim 0.16 \mu$  Sv/h (约  $0.14 \sim 0.16 \mu$  Gy/h)，室外道路环境  $\gamma$  辐射现状检测平均值为  $0.12 \sim 0.13 \mu$  Sv/h (约  $0.12 \sim 0.13 \mu$  Gy/h)。

参考《中国环境天然放射性水平》(国家环境保护总局 1995 年)对广州市环境天然贯穿辐射水平调查研究结果:广州市的室内  $\gamma$  辐射调查水平(含宇宙射线贡献值)范围为  $0.128\sim 0.228 \mu\text{Gy/h}$ , 道路  $\gamma$  辐射调查水平(含宇宙射线贡献值)范围为  $0.080\sim 0.203 \mu\text{Gy/h}$ , 可见项目选址周围的  $\gamma$  辐射剂量率与该调查水平基本相同。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 1、X 射线产生原理

X 射线检测技术是利用 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，来发现其中缺陷。X 射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷，例如焊缝中的气孔、夹渣、未焊透等体积性缺陷。X 射线发生装置主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图 9-1 所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能（其中的 1%）会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特性辐射。

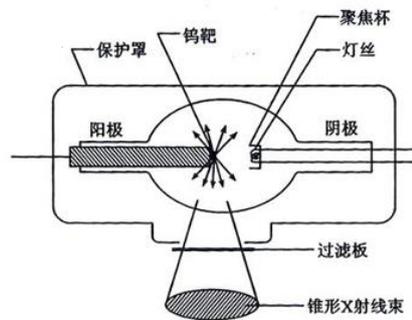


图 9-1 X 射线管线及 X 射线产生的示意图

从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以，X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

## 2、工业 CT 工作原理

电子计算机断层摄影(Computed tomography, 简称 CT)是近十年来发展迅速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的诊断新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法,现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面(被检测对象的薄层,或称为切片)的投影数据,用来重建该剖面的图像,因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰,“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强;同时断层图像中图像强度(灰度)数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系,发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

工业 CT 机一般由射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成,其工作示意图如图 9-2 所示。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件,根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图象重建。与射线源紧密相关的直准器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移,以及射线源、试件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号,经放大和模数转换后送进计算机进行图象重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整,完成图象重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护,一般小型设备自带屏蔽设施。

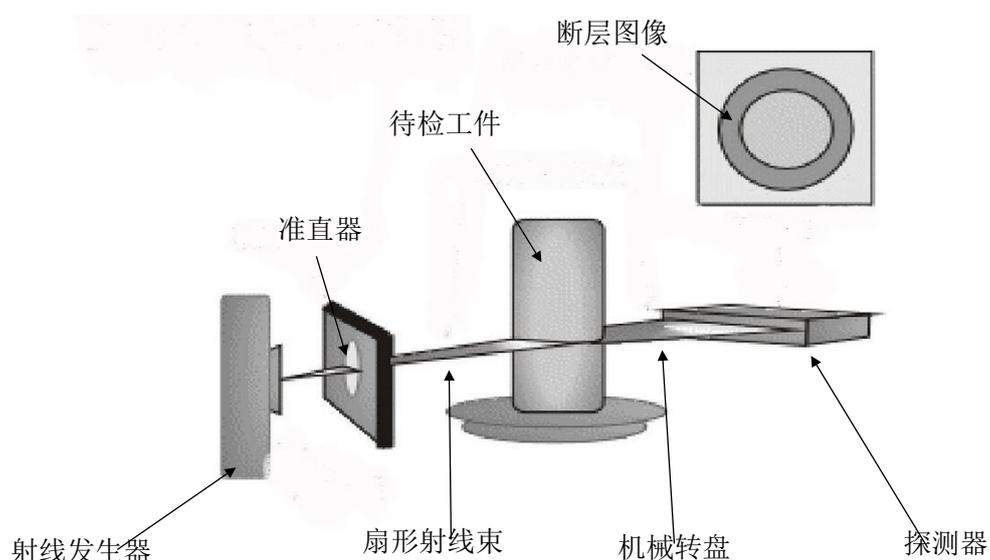


图 9-2 工业 CT 工作示意图

### 3、装置结构和工作方式

本次评价项目拟使用的日本岛津公司 InspeXio SMX-225CT FPD HR 型工业 X 射线 CT 装置外观结构图如图 9-3 所示，内部构造示意图如图 9-4 所示。



图 9-3 装置外观结构图

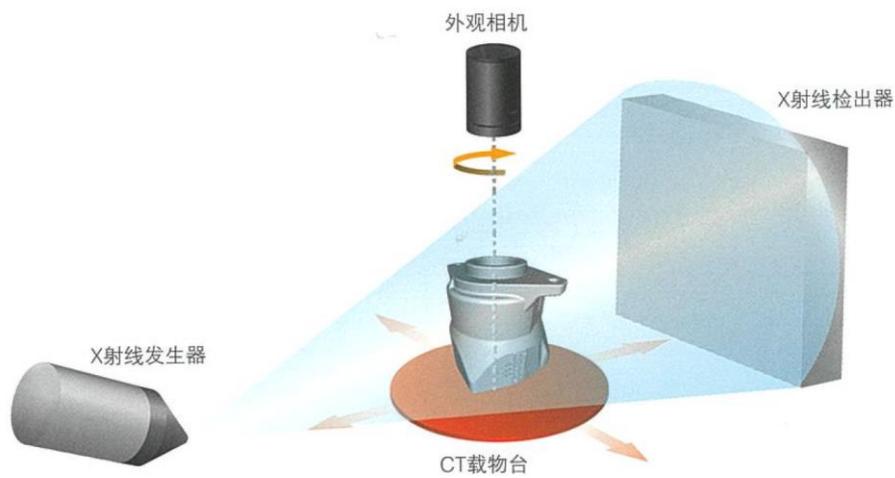


图 9-4 装置内部构造示意图

该设备自带屏蔽体，待检工件可以通过电动装载门放入屏蔽体内进行检测，电动装载门可通过辐射屏蔽柜前面的一个按键以及通过操作面板打开和关闭，人员不能进入屏蔽体内部。

X 射线管下方有一个样品台，可自由移动，待检工件放在样品台上后，可通过控制面板调节机械转盘至合适位置。X 射线透过待检工件后由探测器接收，然后再由重构软件进行图像重建，以得到可视化的内部结构等信息。

在扫描过程中工件在转台进行 360 度旋转，以获取零件每个位置的 2D 图像，在获取 30 度零件不同位置的 2D 图片后，进行 3D 重构，得到工件的 3D 内部结构图。

该装置的采用 225kV 管电压的 X 射线发生装置，产生的有用线束的相关技术参数见表 9-1。

表 9-1 X 射线管基本技术参数

型号	日本岛津公司 InspeXio SMX-225CT FPD HR
最大管电压	225kV
最大管电流	1mA
额定管功率	135W
滤过条件	3mmAl
X 射线输出量	11.4mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)
X 射线泄漏率	0.001
有用线束角度	25°
探测分辨率	<1 μm

#### 4、人员配置和工作负荷

建设单位现有 3 名工程师负责材料检测室的日常工作，本次使用 1 台工业 CT，由该 3 名工程师负责操作和管理射线装置。

该装置正式用于实验后，预计每天使用时间约 8 个小时，每周 5 个工作日，8 个小时里面包括放置工件、X 射线出束、以及其他准备的时间，其中 X 射线出束的时间

约占二分之一，约 4 个小时，因此全年累计 X 射线照射时间约 1042 小时。

## 5、操作流程

该项目使用的工业 CT 进行样品测试，主要通过控制电脑上的“InspeXio64 软件”完成，相应的操作流程如图 9-5 所示。

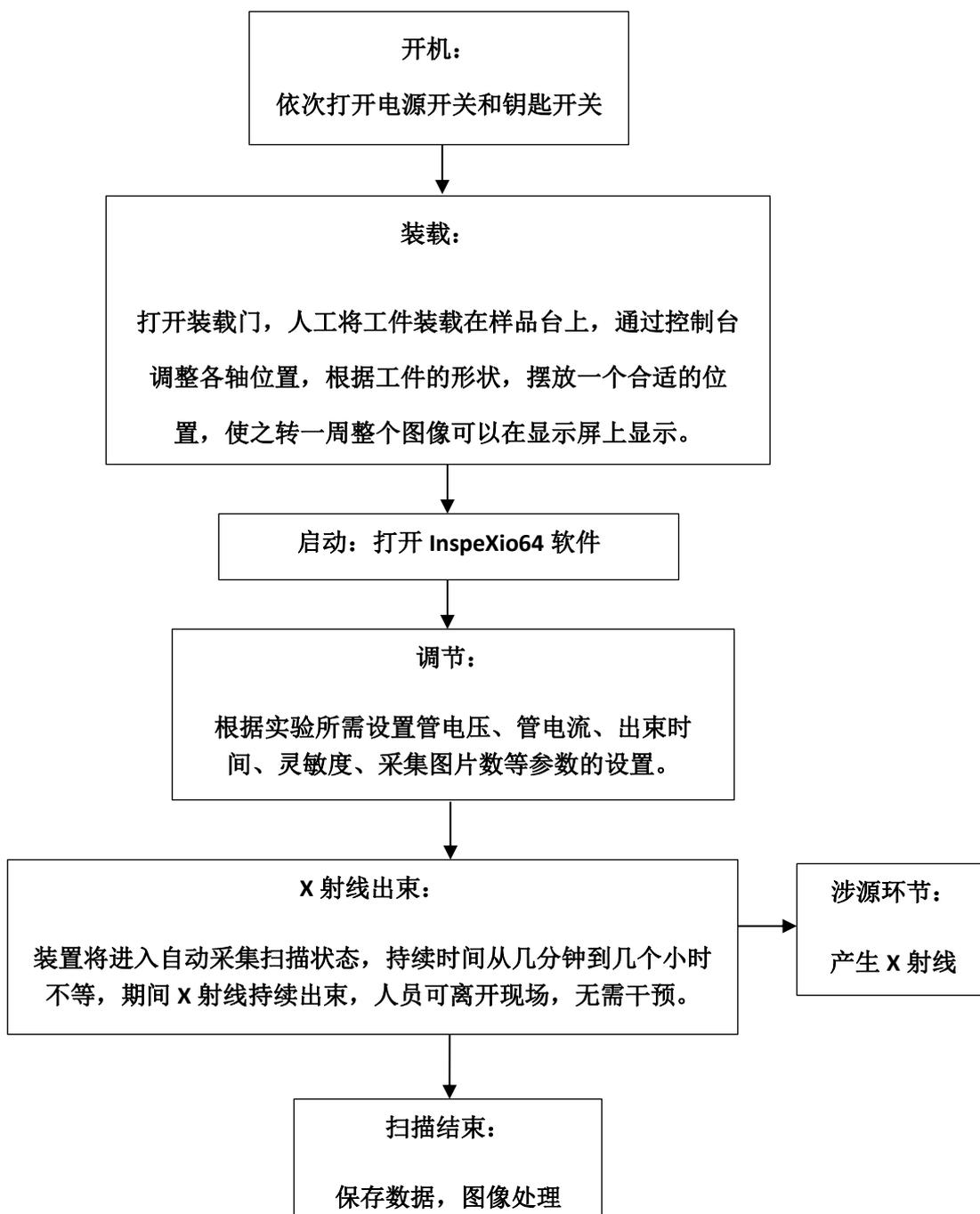


图 9-5 装置操作流程

结合本次评价项目的操作流程，可分析得出本次评价项目的涉源环节、污染源、受本项目污染源影响的主要人群，见表 9-2。

表 9-2 涉源环节、污染源、受影响的主要人群一览表

产污环节	X 射线出束，即扫描样品、采集数据的过程中
污染源	X 射线
受本项目污染源影响的主要人群	操作该装置的工程师（辐射工作人员）

## 污染源项描述

### 1、正常工况

该项目的污染因子是 X 射线，随 X 射线发生器的开和关而产生和消失。在正常工况下，检测过程中产生的射线可以得到屏蔽体的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

### 2、事故工况

该项目使用的设备在事故工况下，可能产生放射性污染的情形有以下几点：

（1）装载门安全联锁发生故障，导致在装载门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射；

（2）装载门安全联锁发生故障，工作人员在取放工件的过程中，意外开启 X 射线发生器，导致工作人员被意外照射；

（3）由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射；

（4）设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

表 10 辐射安全与防护

1、设备屏蔽体构造和参数

该项目拟使用的工业 CT 装置自带铅质屏蔽体，三视图如图 10-1 所示，结构和屏蔽参数见表 10-1。样品通过自动装载门放入设备内部的样品台，设备内部空间狭小，人员无法进入。

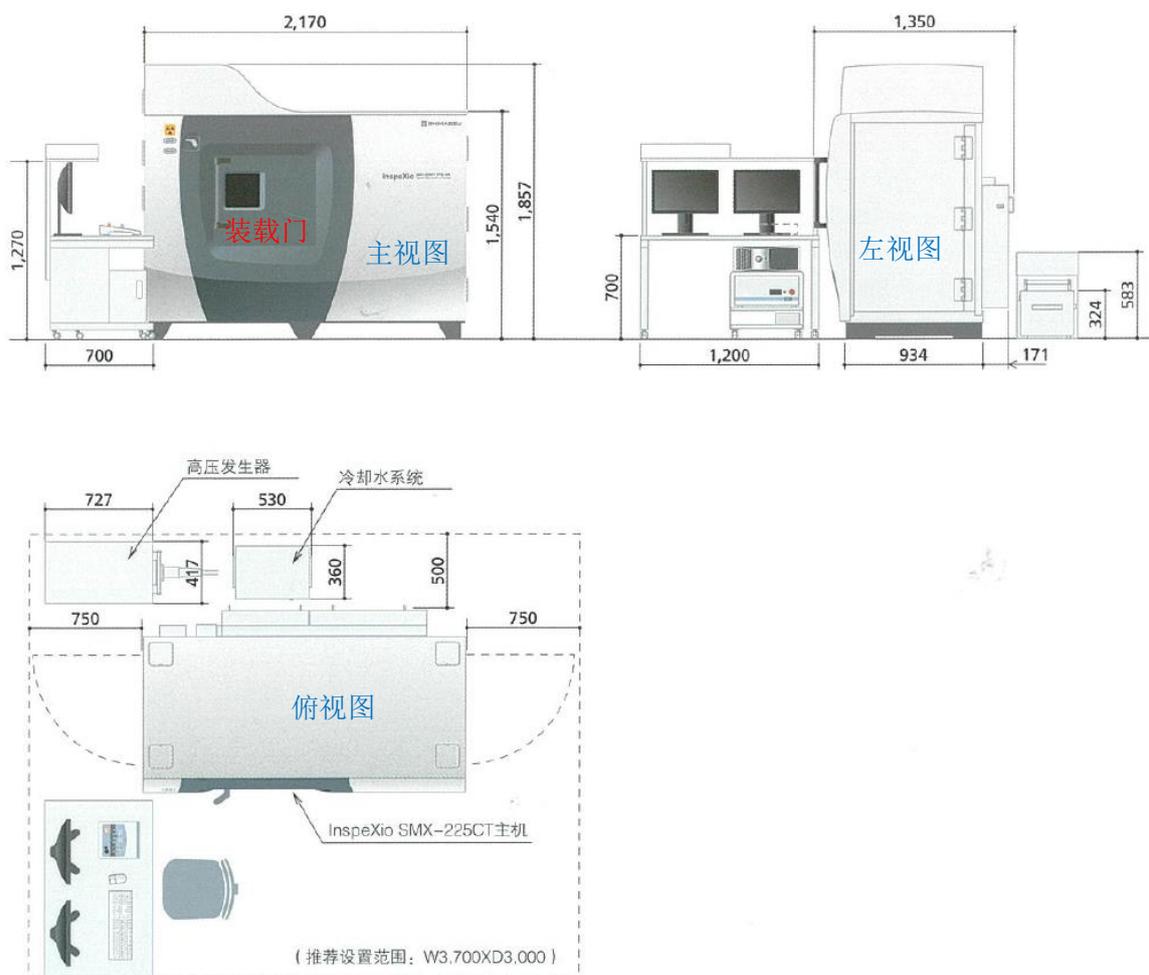


图 10-1 拟使用工业 CT 三视图

表 10-1 工业 CT 屏蔽体结构和屏蔽参数一览表

项目	设计情况	屏蔽铅当量
尺寸	长×宽×高=2170mm×1350mm×1540mm	
前部	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb

后部	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
左部	合金内衬 14mm 铅板	14mmPb
右部	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
顶部	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
底部	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb
装载门	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb

## 2、辐射防护设施

### (1) 设备固有的安全性分析

**自屏蔽体：**该项目拟使用的工业 CT 带有自屏蔽辐射防护装置，屏蔽体由厂家针对射线特征采用一体化设计和制造，密闭性良好，无需额外加建屏蔽体。

**安全连锁功能：**该项目使用的设备带有安全连锁功能，装载门在打开或者没有关到位的情况下，高压电源无法打开；装载门打开时高压电源将随即关闭，重新关上装载门后不会自动打开高压电源。

**多重开关：**设备上设有钥匙开关，主电源开关，只有两个开关同时打开后设备才能启动，关闭任意一道开关 X 射线都将无法正常出束。

**急停装置：**设备操作台显眼位置设有一个急停按钮，发生紧急事故时可以迅速切断设备的多项部件的电源，包括：

X 射线管线圈；

X 射线管冷却装置；

X 射线管发生器的功率部件和控制部件；

操作机的所有驱动装置；

自动装载门的驱动装置。

以上分析表明，该项目使用的工业 CT 装置具备门机安全连锁功能，具备钥匙开关、主电源开关两重开关，在显眼位置设置了紧急停机按钮，以上安全装置构成一个安全回路，具备多样性和冗余性，一旦某一安全装置被触发，所有危险动作被停止，

X 射线发生器将被关闭，从而确保了设备正常使用过程中良好的辐射安全性能。

### (2) 警示标志和工作指示灯

该设备在左上方设有出束指示灯，具有“X-RAY”出束指示和“READY”待机指示功能。建设单位在购买和安装了以上设备后将在设备的正面装贴电离辐射标志，将在 CT 室门上张贴“当心电离辐射，非辐射工作人员禁止入内”的工作指示牌。

### (3) 监测设备

建设单位拟为该项目配备 1 台个人剂量报警仪，为辐射工作人员配热释光个人剂量计，定期送检。个人剂量报警仪在工作期间将保持开机，悬挂在设备正面，实时监测设备屏蔽体外的辐射水平；定期（每个月一次）使用检测仪器对设备的各个面进行巡测。

如有异常，将立即切断电源，停止使用该设备。如确定设备的屏蔽质量出现问题，应及时通知厂家对设备进行维修维护，并委托有资质的机构对维修后的设备的辐射安全性进行检测，确保辐射水平达标后方可继续使用该设备。

## 3、辐射工作场所布局和分区

建设单位拟将工业 CT 装置实体屏蔽内部区域划为控制区，将屏蔽体外整个 CT 室划为监督区，在监督区边界竖立“当心电离辐射，非辐射工作人员禁止入内”的中文工作警示牌，分区示意图见图 10-2。

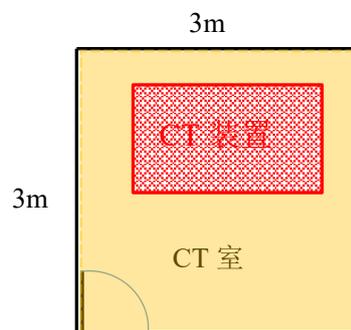


图 10-2 工作场所分区示意图

该项目场所分区方案有利于场所管理，可有效隔离非辐射工作人员进入监督区，

由上可知，该辐射工作场所的布局和分区较合理。

参考和对照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)对工业 X 射线探伤项目的辐射防护要求，由以上分析可知，该项目拟使用的自屏蔽式射线装置的固有的辐射防护设施以及建设单位拟为该项目落实的各项防护措施较全面和完善，符合相关要求。

小结：综上所述，该项目拟使用工业 CT 装置自带铅屏蔽体和一部分辐射安全与防护设施，无需另外加建，自带设施的辐射安全与防护性能满足国家相关标准的要求。后续设备安装调试期间，建设还将按照国家相关标准的要求，增配辐射监测仪器、工作场所分区管理等措施，最终使本次评价的工业 CT 的辐射安全与防护条件满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)等国家标准的要求，保障设备安全使用。

### 三废的治理

X 射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使辐射工作场所空气中的有害气体含量增加。参照国家标准《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)的相关规定：X 射线探伤场所每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

该项目使用所得设备设置有排风系统，工作期间一直开启，可将设备内产生的少量有害气体及时排出。为保持 CT 室及材料检测室的空气清新，材料检测室内安装了新风系统及动力排风装置，排风量不小于为  $0.2\text{m}^3/\text{s}$ ，该 CT 室的体积为  $193\text{m}^3$ ，在工作期间保持开启，可确保每小时有效通风换气次数为 3.73 次，不小于 3 次，使室内的空气保持清新和流通，由设备内部产生的少量臭氧和氮氧化物不会对室内的环境造成影响。

该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示检测结果，不涉及胶片、影液等等感光材料废物。

无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

表 11 环境影响分析

### 建设阶段环境影响分析

该项目使用成品电气设备，不涉及施工建设。

配套的 CT 室需进行简单装修，装修过程中会有轻微的固废、噪声等非电离辐射因素的环境影响，如建筑垃圾、扬尘、施工噪声等。施工单位应按照规定对建设期产生的一般环境污染进行防治，如：建筑垃圾分类堆放、及时处理；如需使用噪声较大的工具施工，应尽量选择在周末等人员较少的时间短施工，通过以上措施使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

本工程在施工期非电离辐射因素的环境影响影响时间短暂，影响范围小，随施工结束而消除，且周围无环境敏感点，因此对环境的影响不大。

### 运行阶段对环境的影响

#### 1、辐射屏蔽分析

该项目拟使用的 X 射线装置的额定功率为 135W，最大管电压为 225kV，在最大管电压下可调节到的最大管电流为 0.6mA。为了进一步分析该项目运行时对周围环境的影响，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），估算 X 射线出束时，设备各个面屏蔽体外关注点的辐射剂量率水平。

该设备的射线源大体上位于设备几何中心，该报告选取射线屏蔽体外 0.3m 处为辐射水平关注点，射线照射示意图见图 11-1，X 射线出束口至屏蔽体外各关注点的距离列于表 11-1。

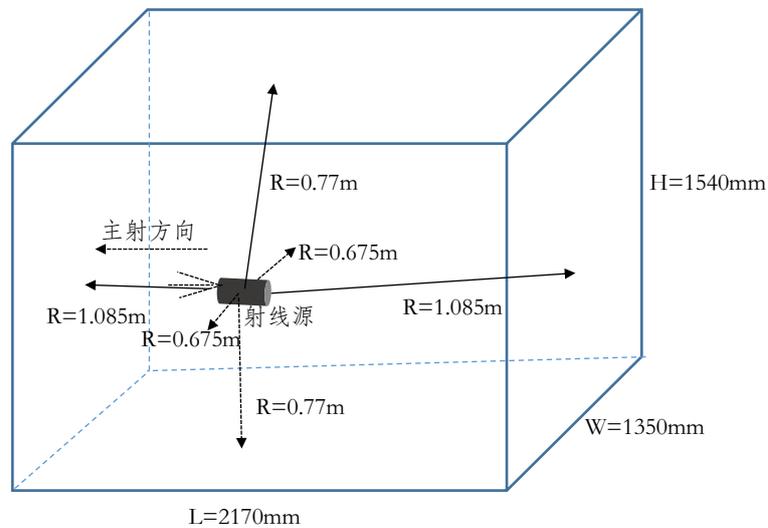


图 11-1 射线照射示意图

表 11-1 X 射线出束口至屏蔽体外各关注点的距离

屏蔽面	X 射线出束口至关注点的距离	射线类型
左面	1.385m	有用线束
右面	1.385m	泄漏及散射线束
前面	0.975m	泄漏及散射线束
后面	0.975m	泄漏及散射线束
顶面	1.07m	泄漏及散射线束

该设备 X 射线朝左照射，对于给定屏蔽物质厚度  $X$ ，相应的辐射屏蔽透射因子  $B$  按公式 (11-1) 计算：

$$B=10^{-X/TVL} \quad (11-1)$$

则初级射线在关注点的剂量率按公式 (11-2) 计算：

$$\dot{H}=\frac{I \times \dot{H}_0 \times B}{R^2} \quad (11-2)$$

漏射线在关注点的剂量率按公式 (11-3) 计算：

$$\dot{H}=\frac{H_L \times B}{R^2} \quad (11-3)$$

90° 散射线在关注点的辐射剂量率按公式 (11-4) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \times \dot{H}_0 \times B}{R^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (11-4)$$

公式 (11-4) 中  $F \times a / R_0^2$  值为 1/50。对于非主射面外关注点的辐射剂量率, 其值由散射线和漏射线的贡献值相加。

式中:

- I X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流, (mA);
- $\dot{H}_0$  距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, ( $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ );
- B 屏蔽透射因子;
- R 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, (m);
- X 屏蔽物质厚度, (mm);
- TVL 屏蔽物质的什值层, (mm);
- $\dot{H}_L$  距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, ( $\mu\text{Sv/h}$ )。

该报告引用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014) 中的相关参数进行分析, 相应参数的选取列于表 11-2, 各屏蔽面外关注点的辐射剂量率估算结果列于表 11-3。

表 11-2 估算公式参数值

参数	数值	参数	数值
I	0.6mA	TVL	2.15mm (直射)
			2.15mm (漏射)
			1.4mm (散射)
$\dot{H}_0$	$11.4\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	$\dot{H}_L$	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

表 11-3 关注点辐射剂量率水平估算结果

部位	控制值	泄漏射线	散射射线	初级射线	叠加估算值
前后部	$2.5 \mu\text{Sv/h}$	0.0138	$2.32\text{E-}05$	-	$0.014 \mu\text{Sv/h}$
顶部	$2.5 \mu\text{Sv/h}$	0.0115	$1.92\text{E-}05$	-	$0.012 \mu\text{Sv/h}$
左部	$2.5 \mu\text{Sv/h}$	-	-	0.066	$0.066 \mu\text{Sv/h}$

右部	2.5 μSv/h	0.0068	1.15E-05	-	0.007 μSv/h
----	-----------	--------	----------	---	-------------

由于该设备放于一层，没有负一层，因此不对底部进行辐射水平估算。从表 11-3 可以看到，射线屏蔽体前后部、顶部、左部和右部对应的距屏蔽体外 0.3m 关注点处的辐射剂量率估算值分别为 0.014μSv/h、0.012μSv/h、0.066μSv/h 和 0.007μSv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 规定的，射线屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。

由以上关注点的辐射剂量率估算结果可以进一步推断：该设备实体屏蔽外 50 米的评价范围内其他区域均可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 规定的辐射剂量率控制要求。

### 3、人员受照剂量分析

该装置正式投入使用后，预计每天使用时间约 8 个小时，每周 5 个工作日，8 个小时里面包括放置工件、X 射线出束、以及其他准备的时间，其中 X 射线出束的时间约占二分之一，约 4 个小时，可算得全年 X 射线照射时间约 1042 小时。

为保守估算，以设备各面关注点的辐射剂量率估算值，来估算相应方位的场所的人员受照剂量，估算结果见表 11-4。

表 11-4 人员年有效剂量估算结果

场所	保护目标	受照剂量率	受照时间	居留因子	年有效剂量
CT 室	工作人员	0.066μSv/h	1042h	1	0.068mSv/a
东侧材料检测室	公众	0.007μSv/h	1042h	1	0.007mSv/a
南侧材料检测室	公众	0.014μSv/h	1042h	1	0.014mSv/a
西侧 SOC 检测室	公众	0.066μSv/h	1042h	1/2	0.034mSv/a
楼上层空调控制室	公众	0.012μSv/h	1042h	1/10	0.001mSv/a

表 11-3 显示，该项目正常运行时，临近场所的工作人员全年最大受照剂量约

0.068 mSv/a，公众全年最大受照剂量约 0.034mSv/a。由此可进一步说明，该项目评价范围内，其他场所的公众人员受照剂量将远低于 0.034 mSv/a。

以上估算结果说明该核技术利用建设项目投入使用后，对工作人员及公众产生的辐射影响满足“工作人员不超过 5mSv/a、公众不超过 0.25mSv/a”的剂量约束要求，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。

## 事故影响分析

### 1、该项目可能发生的辐射事故及影响

(1) 装载门安全联锁发生故障，导致在防护窗未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射；

(2) 装载门安全联锁发生故障，工作人员在取放工件的过程中，意外开启 X 射线发生器，导致工作人员被意外照射；

(3) 由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射；

(4) 设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

### 2、事故预防措施

(1) 建设单位应定期对设备的各个安全装置进行检修和维护。检修时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

(2) 该项目发生事故的风险主要在于建设单位的辐射安全管理，建设单位应制定完善的管理制度、操作规程，并严格遵守，由此可最大程度避免发生辐射事故。

综上所述，建设单位如能严格采取以上事故预防措施，加强管理，让工作人员提高安全意识，可最大程度降低辐射事故的影响，避免辐射事故的发生。

## 表 12 辐射安全管理

### 辐射安全与环境管理机构的设置

根据《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》（环境保护部 2008 第 3 号令）的相关规定，使用 II 类射线装置的工作单位，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。

建设单位成立了辐射安全管理小组，落实了机构的成员及其职责。其组成名单见表 12-1。

表 12-1 辐射安全管理机构成员一览表

小组成员	姓名	职务	部门
组长	肖坤	CL	品质保证部品质监理科
成员	冯广宇	GL	品质保证部品质监理科
	程小科	TL	品质保证部品质监理科
	陈洁	TM	品质保证部品质监理科
	何羽飞	TM	品质保证部品质监理科

管理小组职责：

- (1) 负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度，并组织实施；
- (2) 做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护档案的建立与管理等工作；
- (3) 组织实施辐射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人剂量档案，做到一人一档；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本公司放射工作人员的技术操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

### 辐射安全管理规章制度

根据《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》（环境保

护部 2008 第 3 号令), 使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等; 有完善的辐射事故应急措施。

为规范管理本单位的辐射工作, 有效预防和控制可能发生的 X 射线辐射事故, 强化辐射事故危害意识和责任意识, 建设单位针对该项目制定了《辐射安全管理规章制度》(详情见附件 2), 包括以下章节:

辐射安全管理机构

岗位职责

安全操作规程

工作人员培训制度

辐射监测方案

设备使用、维修台帐与登记管理制度

辐射事故应急预案

建设单位制定的《辐射安全管理规章制度》较全面, 易实行, 可操作性强, 如能做到严格按照制定管理公司的核技术利用项目, 可以实现安全和规范管理, 一旦发生辐射事故时, 可以实现迅速和有效的应对, 基本满足《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》等法律法规的要求。

## 辐射工作人员

根据环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年) 的相关规定有: 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。

根据《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) 的有关规定: 辐射工作人员应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”参加培训和考核。

建设单位现有 3 名工程师负责工业 CT 的操作和管理，已经参加过辐射安全上岗培训，人员培训情况见表 12-2。

表 12-2 辐射工作人员一览表

序号	姓名	岗位	上岗证编号
1	程小科	操作岗位	A162544
2	陈洁	操作岗位	A192191
3	何羽飞	操作岗位	A192897

后续建设单位将定期组织辐射工作人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全上岗培训和考核，持培训合格证上岗。

## 辐射监测

### 1、辐射监测设备

建设单位拟配备的辐射监测设备清单见表 12-3。

表 12-3 监测仪器一览表

名称	型号	拟配
个人剂量计	热式光	3 对
个人剂量报警仪	待定	1 个

该监测设备配置方案可满足该单位辐射工作的日常辐射监测的相关要求。

### 2、个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定：

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

全许可证发证机关。

生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，终身保存。

建设单位将严格按照国家有关标准、规范，委托第三方检测机构对本单位辐射岗位的工作人员进行个人剂量检测：辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗，定期送检，监测周期最长不超过 90 天，个人剂量档案和健康档案终身保存。

### 3、辐射安全年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定：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。

建设单位将每年一次委托第三方检测机构对在用射线装置屏蔽体周围的环境辐射水平进行年度检测，年度检测数据作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前上报环境行政主管部门。

年度辐射剂量率水平检测结果超过  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  时，将立即停止工作，查找原因，进行整改。整改好、并经第三方检测机构检测确认辐射水平不超标后，方可继续开展工作。

### 4、日常监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）及《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）的相关规定，建设单位制定的日常检测计划如下：

建设单位将为工业 CT 配备 1 台个人剂量报警仪，每天开始工作前将检查该仪器是否能正常使用，如不能正常使用，则不能使用射线装置开展工作。该仪器在工作期间将保持开机，悬挂在射线装置正面，实时监测射线装置屏蔽体外的辐射水平，如有异常，将立即切断电源，停止使用该射线装置。

将定期（每个月 1 次）使用剂量报警仪对射线装置各个面进行巡测，做好巡测记

录。

## 5、日常检查

参照《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ117-2015) 的规定, 每个工作日使用射线装置前, 将首先对安全连锁装置、急停按钮、安全警示灯等安全工作装置进行检查, 以确保正常工作。还应定期 (每月一次) 检测的项目包括: 电气安全、通风装置、制冷系统等。

分析表明: 建设单位制定的监测计划满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ117-2015) 的相关要求, 本次使用 1 台工业 CT, 建设单位将按要求做好日常辐射监测和管理工作。

## 6、验收监测计划

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(国务院令 第 682 号) 第十七条: 编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后, 建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序, 对配套建设的环境保护设施进行验收, 编制验收报告。

该项目竣工后, 建设单位将按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和要求, 在项目竣工后 3 个月内组织自主竣工环保验收, 验收相关材料按要求公示及报送环境主管部门备案。

### (1) 验收监测标准

屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率不超过  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

### (2) 验收监测工况要求

管电压和管电流调节至常用最大值 (功率不低于额定功率的 80%)。

### (3) 验收监测布点要求

应先通过巡测已发现辐射水平异常点, 对该点进行定点检测, 此外每个面至少均匀布置 3 个检测点。防护门 (窗) 的上下左右门缝及中间至少布 1 个检测点。所以检测点距屏蔽体距离为 0.3m, 除防护门门缝布点外, 所有检测点距地约 1.2m 高。

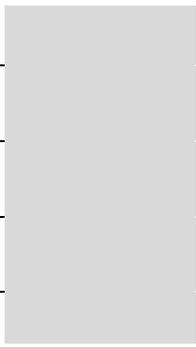
## 辐射事故应急

为使本单位一旦发生紧急辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众及环境的安全，建设单位制定了《辐射事故应急预案》，该《预案》包括：辐射事故应急处理机构与职责、预警机制、事故应急处理程序、事故调查和后期处理等，具有可操作性，保证在发生辐射事故时，做到责任和分工明确，能够迅速、有序处理。

### 1、辐射事故应急机构

建设单位成立了辐射事故应急小组，人员组成见表 12-4。

表 12-4 辐射事故应急小组成员一览表

小组成员	姓名	职务	应急联系电话
组长	肖坤	CL	
成员	冯广宇	GL	
	程小科	TL	
	陈洁	TM	
	何羽飞	TM	

### 2、人员培训和演习计划

辐射安全事故相关应急人员须经过培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等；

辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

表 13 结论与建议

## 结 论

广汽丰田汽车有限公司拟在品保实验室一层材料检测室 CT 室内使用一台日本岛津公司制造 InspeXio SMX-225CT FPD HR 型工业 X 射线 CT 装置，属于核技术利用新建项目。该项目选址及场所布局较合理。

对该项目的辐射安全与防护措施进行分析表明，拟使用设备的场所分区方案、各项辐射安全与防护措施均满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）等国家相关标准的要求。建设单位还制定了较完善的辐射安全管理制度，人员培训和辐射监测计划等均符合相关法规的要求。

对该项目的环境影响进行分析表明，拟使用设备实体屏蔽外关注点的辐射水平，满足国家标准（GBZ117-2015）提出的辐射剂量率参考控制要求；保护目标的有效剂量估算结果均低于评价标准提出的剂量约束值，满足国家标准（GZ18871-2002）的相关要求。

该项目的投产可辅助建设单位进行汽车材料的缺陷检测和改进，有助于企业进一步提高产品质量和经济效益，从“代价-利益”角度考虑，具备可行性。

综上所述，建设单位如果能对该项目进行严格管理，按照辐射防护要求工作，该项目建成后对环境的影响可以符合辐射环境保护的要求，从环境保护的角度考虑，建设单位本次使用 1 台工业 X 射线 CT 项目是可行的。

表 14 审 批

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

附件 1 环境  $\gamma$  辐射现状检测报告



MA  
2016191807Z

广东天鉴检测技术服务股份有限公司

# 检测报告

JC-FC20210042

报告编号: \_\_\_\_\_

受检单位: 广汽丰田汽车有限公司

单位地址: 广州市南沙区市南大道 8 号

项目名称: 辐射环境  $\gamma$  本底检测

检测类别: 环评检测

报告日期: 2020-04-09



广东天鉴检测技术服务股份有限公司

签发: 黄斌



复核: 林谋涛



编制: 曹磊昭



地址: 深圳市宝安区 67 区留仙一路甲岸科技园 1 栋 7 楼  
 电话: (86-755) 3323 9933 传真: (86-755) 2672 7113  
 热线: 400-6898-200 网址: www.skyte.com.cn



## 声明

实验室地址: 深圳市宝安区 67 区留仙一路甲岸科技园 1 栋 7 楼  
 联系电话: 0755-33239933

(1) 本公司保证检测结果的公正性、独立性、准确性和科学性, 并对委托单位所提供的源、设备信息和技  
 术资料保密。

(2) 检测操作按照相关国家、行业、地方标准和本公司的程序文件及作业指导书执行。

(3) 报告无签发人、复核人和编制人签名, 或涂改, 或未盖本公司报告章及骑缝章均无效。

(4) 本检测结果仅代表检测时委托方提供的工况条件下项目测定。

(5) 对本报告若有疑问, 请向本公司质量保证部查询, 来电咨询请注明报告编号, 对检测结果若有异议,  
 应于收到本报告之日起十五日内向本公司质量保证部提出复检申请。

(6) 本检测报告及本检测机构名称未经本公司同意不得作为产品标签、广告、商业宣传使用。

(7) 未经本公司书面批准, 不得部分复制本检测报告。

<b>一、项目信息</b>	
项目名称:	辐射环境 γ 本底检测
检测日期:	2020-04-02
检测人员:	曾毅昭
受检单位:	广汽丰田汽车有限公司
单位地址:	广州市南沙区市南大道 8 号
检测项目:	辐射环境 γ 本底剂量率
检测点位:	18
检测方式:	现场检测
检测类别:	环评检测
检测仪器:	X、γ 辐射测量仪
仪器信息:	厂家: 上海仁日; 型号: REN500A; 出厂编号: 0500; 测量范围: 0.01-500μSv/h; 量程响应: 50keV-3MeV
检定证书:	2020HZ1-10-2351596001(有效期: 2021年3月4日)
检测依据:	校准单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB14583-1993)
检测条件:	天气: 阴; 气压: 1016 百帕; 湿度: 30%; 风向: 东北; 风速: 2.5m/s

<b>二、检测结果</b>					
序号	位置	距机房边缘距离	地面介质	检测结果 (μSv/h)	标准差 (μSv/h)
1	CT室	-	地板胶	0.15	0.008
2	CT室	-	地板胶	0.16	0.005
3	检测室	2m	地板胶	0.16	0.008
4	检测室	2m	地板胶	0.15	0.005
5	加工室	5m	地板胶	0.15	0.005
6	切削室	8m	地板胶	0.15	0.005
7	东侧通道	5m	地板胶	0.15	0.005
8	东侧涂装修理工场	13m	地板胶	0.14	0.005
9	西侧 SOC 检测室	3m	地板胶	0.15	0.005
10	西侧休息区	10m	地板胶	0.15	0.008
11	西南侧返修区域	9m	地板胶	0.15	0.005
12	西侧返修区域	17m	地板胶	0.14	0.008
13	南侧返修作业线	14m	地板胶	0.14	0.008
14	返修工场南侧道路	36m	沥青	0.12	0.005
15	人才培训中心旁	71m	沥青	0.12	0.005
16	北侧草地	3m	草地	0.13	0.005
17	北侧涂装车间旁	40m	沥青	0.12	0.005
18	二楼空调控制室	2m	地板胶	0.14	0.008

注: (1) 以上数据已校准, 校准因子为 1.00;  
(2) 检测时仪器探头垂直地面, 距地约 1m, 每个测量点测量 3 个读数, 测量值包含宇宙射线贡献值。

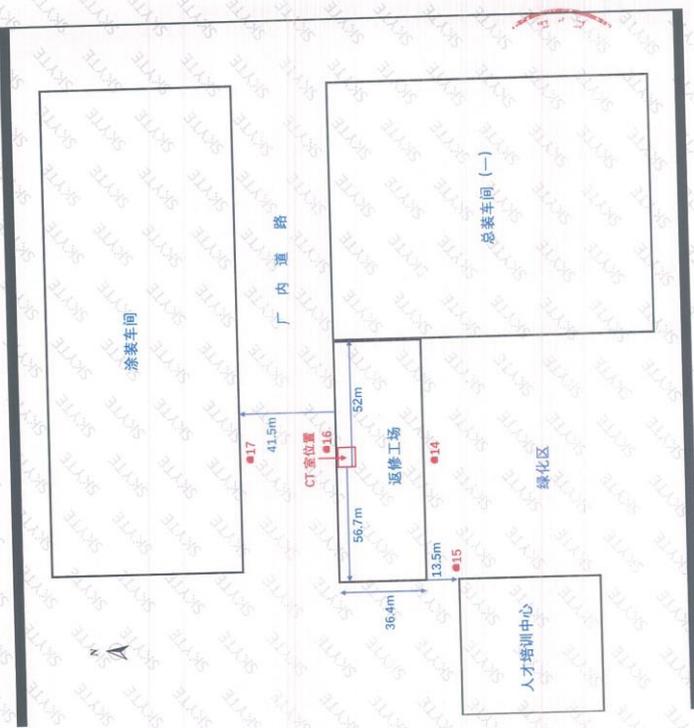


# 检测报告

报告编号: JC-FC20210042

# 检测报告

报告编号: JC-FC20210042



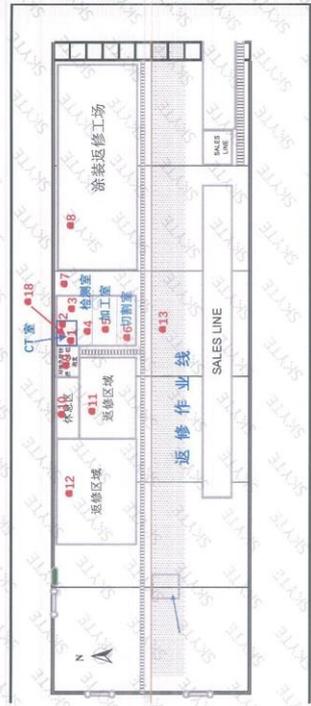
检测布点示意图 2

—— 以下空白 ——

### 三、结论

广汽丰田汽车有限公司 CT 室周边的环境辐射剂量率本底值为 0.12~0.16 $\mu$ S/h。

### 四、检测布点图



检测布点示意图 1

附件 2 辐射安全管理规章制度

## 广汽丰田汽车有限公司辐射安全管理制度

为贯彻上级环境主管部门对 X 射线装置安全管理的有关要求，根据国家《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定，为保护工作人员及场所周围公众的健康权益，特制定本制度。

### 1、管理安全管理机构

小组成员	姓名	职务	部门
组长	肖坤	CL	品质保证部品质监理科
成员	冯广宇	GL	品质保证部品质监理科
	程小科	TL	品质保证部品质监理科
	陈洁	TM	品质保证部品质监理科
	何羽飞	TM	品质保证部品质监理科

管理小组职责：

- (1) 负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度，并组织实施；
- (2) 做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护档案的建立与管理等工作；
- (3) 组织实施本单位辐射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人剂量档案，做到一人一档；
- (4) 定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本公司放射工作人员的技术操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

### 2、岗位职责

机器操作员：

- (1) 负责机器运行操作，日常工作交接；
- (2) 按设备操作规程进行操作, 严禁违章操作；
- (3) 非厂家专业人员, 严禁拆卸；
- (4) 运转时, 非操作人员禁止靠近；
- (5) 未经培训人员, 禁止操作；
- (6) 保管好个人剂量计, 并按要求正确佩戴；

(7) 出现异常如设备故障或丢失, 立即通知部门主管及 EHS 部门。

**部门负责人:**

- (1) 负责仪器的生产使用安排, 现场监督和管理;
- (2) 负责安排制定设备安全操作规程, 并对操作员进行操作培训;
- (3) 负责安排设备的维护、维修及保养。

**专职管理员:**

- (1) 负责仪器的安全监督及现场管理, 使用符合国家法律法规;
- (2) 做好辐射防护工作, 监督个人剂量计的正确使用;
- (3) 每二月定期将个人剂量计进行检测;
- (4) 定期安排辐射设备操作员进行健康体检及其建档管理。

### **3、安全操作规程**

#### **工业 CT 安全操作规范**

- (1) 射线机由经过相关部门培训并取得辐射安全与防护培训合格证的操作人员操作;
- (2) 射线操作人员每天上班后仔细检查设备的完好情况, 各种计量仪表应在检定周期内, 检查其工作是否正常可靠;
- (3) 检查安全防护装置, 如安全防护门连锁装置是否可靠、警示灯是否好用等。如安全防护装置、警示标志等损坏, 不得进行辐射作业;
- (4) 开始作业前拍片人员要做好个人防护工作;
- (5) 安全防护门没关好和警示灯不亮不得开机;
- (6) 射线检测人员应熟练掌握设备的性能和操作规程, 严格按照操作规程规定的技术参数进行操作;
- (7) 射线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;
- (8) 开机前必须开启警铃红灯, 曝光室内不得有人停留, 室外红灯告示;
- (9) 操作时应开电源待机预热 5 分钟, 方可开高压。开高压时应先缓慢上升管电流, 再缓慢上升管电压; 当蜂鸣器发生预报信号, 先缓慢降管电压, 后缓慢降管电流直至切断高压开关;
- (10) X 射线机正常使用, 管电流不能超过机器最大允许值;

(11) 射线检测过程中，严禁其它人员在防护门前的警戒区域内，附近不得有人逗留或从事其它作业；

(12) 在操作过程中，应严格按照设备的操作规程进行操作，以确保工作质量和设备安全；

(13) 射线检测时，如设备、仪表或其它安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除后方可继续作业；

(14) 拍片完毕后，应立即关机并关闭操作台连锁装置。

#### 4、工作人员培训制度

(1) 辐射工作人员培训的目标是使工作人员了解放射性基本知识、《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条例》、《中华人民共和国放射性污染防治法》及辐射安全知识和辐射事故应急知识；

(2) 辐射设备工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识和自救技能，并取得《辐射安全知识培训合格证》；

(3) 对于新进操作员培训，由部门主管组织进行岗前体检，体检合格后方可参加辐射防护相关培训；

(4) 按照规定的期限妥善保存培训档案，培训档案应包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等资料；

(5) 定期组织辐射工作人员学习和贯彻《中华人民共和国污染防治法》、《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》等国家有关法律、法规和单位各项辐射安全与防护管理规章制度。

#### 5、监测方案

##### (1) 个人剂量监测

严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，委托相关单位对直接操作射线装置的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，监测周期为 3 个月，建立了个人剂量档案和职业健康档案。

##### (2) 年度辐射监测

每年将委托有资质的单位进行一次年度检测，年度检测数据将作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前上报环境行政主管部门；

### （3）日常监测

配备 1 台个人剂量报警仪，每天开始工作前将检查该仪器是否能正常使用，如不能正常使用，则不能使用该工业 CT 设备开展工作。该仪器在工作期间将保持开机，悬挂在设备正面，实时监测设备屏蔽体外的辐射水平，如有异常，将立即切断电源，停止使用该设备。

### （4）日常检查

将定期（每季度）使用个人剂量报警仪对设备各个面进行巡测，做好巡测记录。每个工作日使用设备前，将首先对设备的防护窗安全连锁装置、急停按钮、安全警示灯等安全工作装置进行检查，以确保正常工作。

## 6、设备使用、维修台帐与登记管理制度

（1）工程部固定资产管理员负责核应用设备台帐的建立和管理，做到台帐清晰，账物对应。

（2）设备台帐实行动态管理，及时更新，准确记录设备变更情况。

（3）操作人员在使用射线装置填写《核应用设备使用台帐》。

（4）操作过程中如遇到故障或异常情况，必须详细记录在《核应用设备使用台帐》的使用情况记录栏中。

（5）《核应用设备使用台帐》所有内容务必如实填写，不得模糊不清。

（6）建立、健全设备保养计划，加强管理。

（7）建立设备检修及维护保养记录，填写《核应用设备维修台帐》。

（8）安全管理部负责对台帐进行监督。

# 广汽丰田汽车有限公司辐射事故应急处理预案

## 一、总则

为有效处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，根据《放射性同位素与射线装置辐射防护条例》和环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，制定本预案。

## 二、应急救援机构

成立辐射事故应急救援小组，组织、开展生产过程发生的应急救援工作，其职责之一是辐射事故应急处理。

辐射事故应急救援小组成员：

小组成员	姓名	职务	应急联系电话
组长	肖坤	CL	[REDACTED]
成员	冯广宇	GL	
	程小科	TL	
	陈洁	TM	
	何羽飞	TM	

广东省生态环境厅：12369

广州市生态环境局：12369

## 二、应急处理要求

(一) 发生下列情况之一，应立即启动本预案：

- 1、设备自屏蔽体被损毁，X 射线泄漏；
- 2、人员受超剂量照射出现工伤事故；
- 3、例行检查发现超过剂量。

(二) 事故发生后，当事人应立即切断射线装置的电源，立即报告辐射事故应急小组，由应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理，负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

(三) 向环境行政部门、公安机关及时报告事故情况。

（四）辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

（五）负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延，防止演变成公共事件。

#### 四、辐射事故应急处理的责任划分

（一）辐射事故应急小组组长负责辐射事故应急处理的组织及指挥工作；

（二）副组长负责辐射事故应急处理中人员、物资和机具的调动调配工作，向应急救援小组及环境行政部门、公安部门快速上报，最迟不得超过两小时；

（三）小组成员在抓好辐射事故应急处理工作的同时，协助做好受伤害人员的家属的安抚工作；

（四）要认真做好事故现场的保护工作，协助上级主管部门调查事故、搜集证据，整理资料并做好记录；

（五）参加事故应急救援人员要自觉遵守纪律，服从命令，听从指挥，为完成救援任务尽职尽责，通过积极工作最大限度地控制事故危害，为尽快恢复生产创造条件；

（六）加强对发生事故现场的治安保卫工作，公司保安部员要密切配合、协助党政领导及上级主管部门做好事故现场的保卫工作，防止现场物资及财产被盗或丢失。

#### 五、辐射事故分类与分级

辐射事故根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、严重辐射事故和重大辐射事故：

事故等级	事故情形
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度辐射病、局部器官残疾。
重大辐射事故	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人（含 10 人）以上急性重度辐射病、局部器官残疾。
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人（含 3 人）以上急性死亡。

#### 六、辐射事故应急救援应遵循的原则：

- 1、迅速报告原则；
- 2、主动抢救原则；
- 3、生命第一的原则；
- 4、科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- 5、保护现场，收集证据的原则。

## 七、辐射事故应急处理程序及报告制度

（一）事故发生后，应立即切断射线装置的电源，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报；

（二）应急救援小组组长应立即召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

（三）事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。未取得防护检测人员的允许不得进入事故区。

除上述工作外，防护检测人员还应进行以下几项工作：

- 1、迅速确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁区，防止外照射的危害。
- 2、根据现场辐射强度，决定工作人员在现场工作的时间。
- 3、协助和指导在现场执行任务的工作人员佩戴防护用具及个人剂量仪。对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况。并对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。
- 4、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

（四）发生辐射事故后，当事员工应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《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。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。

## 八、人员培训和演习计划

1、辐射安全事故相关应急人员须经过培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等；

2、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

## 九、辐射事故的调查

（一）本单位发生重大辐射事故后，应立即成立由安全第一责任人或主要负责人为组长的，有工会负责人、安全部负责人参加的事故调查组、善后处理组和恢复运营组。

（二）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（三）配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

**本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急救援预案相抵触之处，以国家、省、市应急救援预案的条款为准。**



### 建设项目环评审批基础信息表

填表单位（盖章）：		广汽丰田汽车有限公司				填表人（签字）：	张奇		项目经办人（签字）：	张奇		
建设 项目	项目名称	广汽丰田汽车有限公司使用工业X射线CT装置				建设 内容、 规模	建设内容： II类射线装置 规模： 1 计量单位： 台					
	项目代码 <sup>1</sup>											
	建设地点	广州市南沙区黄阁镇市南大道8号总装一科K5柱材料检测室										
	项目建设周期（月）	1				计划开工时间	2020年6月					
	环境影响评价行业类别	核技术利用建设项目				预计投产时间	2020年7月					
	建设性质	新建（迁建）				国民经济行业类型 <sup>2</sup>	汽车制造业					
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）					项目申请类别	新申项目					
	规划环评开展情况	不需开展				规划环评文件名						
	规划环评审查机关					规划环评审查意见文号						
	建设地点中心坐标 <sup>3</sup> （非线性工程）	经度	113.9799		纬度	22.5946		环境影响报告表				
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度			起点纬度							
	总投资（万元）	500				环保投资（万元）	20		工程长度（千米）			
建设 单位	单位名称	广汽丰田汽车有限公司		法人代表	吴松		评价 单位	单位名称	广州星环科技有限公司			
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91440101717852200L		技术负责人	侯小桃			环评文件项目负责人	魏来			
	通讯地址	广州市南沙区黄阁镇市南大道8号		联系电话				通讯地址	广州市海珠区南洲路365号			
	证书编号			联系电话				证书编号	201905035430000004			
污 染 物 排 放 量	污 染 物	现有工程（已建+在建）		本工程（拟建或调整变更）		总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）			排放方式			
		①实际排放量（吨/年）	②许可排放量（吨/年）	③预测排放量（吨/年）	④“以新带老”削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量 <sup>4</sup> （吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）	⑦排放增减量（吨/年）				
	废 水	废水量（万吨/年）					0.000	0.000	<input checked="" type="radio"/> 不排放 <input type="radio"/> 间接排放： <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 <input type="radio"/> 直接排放： 受纳水体 _____			
		COD					0.000	0.000				
		氨氮					0.000	0.000				
		总磷					0.000	0.000				
	废 气	废气量（万标立方米/年）					0.000	0.000	/			
		二氧化硫					0.000	0.000				
		氮氧化物					0.000	0.000				
		颗粒物					0.000	0.000				
	挥发性有机物					0.000	0.000	/				
项目涉及保护区与风景名胜区的 情况	影响及主要措施		名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施			
	生态保护目标								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）			
	自然保护区											
	饮用水水源保护区（地表）				/							
	饮用水水源保护区（地下）				/							
风景名胜区				/								

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码  
 2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)  
 3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标  
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量  
 5、⑦=③-④-⑤，⑥=②-④+③