

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 175—2006

γ 射线工业 CT 放射卫生防护标准

Standards for radiation protection of γ -ray industrial
computed tomography

2006-11-03 发布

2007-04-01 实施



中华人民共和国卫生部 发布

前 言

本标准第 4~7 章以及附录 B 和附录 C 为强制性,其余为推荐性。

本标准中的附录 A、附录 B 和附录 C 是规范性附录。

本标准由卫生部放射卫生防护标准专业委员会提出。

本标准由中华人民共和国卫生部批准。

本标准起草单位:重庆市卫生局卫生监督所,重庆大学 ICT 研究中心。

本标准主要起草人:李萍、周日峰、王珏、先武、唐邦富。

γ 射线工业 CT 放射卫生防护标准

1 范围

本标准规定了γ射线工业CT设备的防护性能、检测室防护设施以及γ射线工业CT设备在使用和维护过程中的放射卫生防护要求。

本标准适用于密封源活度大于或等于 4×10^{10} Bq的γ射线工业CT设备及其扫描检测实践;密封源活度低于 4×10^{10} Bq的γ射线工业CT设备及其扫描检测实践可参照此标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 4075 密封放射源一般要求及分级

GB 11806 放射性物质安全运输规定

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ 128 职业性外照射个人监测规范

GBZ 132 工业γ射线探伤卫生防护标准

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 γ射线工业CT设备 γ-ray industrial computed tomography equipments

用γ射线对工件进行断层扫描成像的设备,包括CT扫描装置、数据采集与处理系统、操作台等,简称工业CT设备。

3.2 源塔 container of radiation sources

用于贮存、屏蔽密封源并能对放射源准确几何定位和对射线限束的专用容器。

3.3 检测室 test room

用于放置工业CT设备扫描装置并对物体进行CT扫描检测的专用工作间。

4 工业CT设备的放射防护性能要求

4.1 放射源安全要求

4.1.1 工业CT设备的密封源分级和质量控制方法按GB 4075所规定的执行,工业CT设备的密封源的级别性能要求参见附录A。

4.1.2 放射源的运输应符合GB 11806及有关安全防护要求。在运输过程中,射线束应处于关闭状态,并有专门的锁定装置。

4.1.3 放射源的更换按GBZ 132有关规定执行。

4.1.4 退役的放射源应按放射性危险物品严格管理,或退回生产厂家或转送退役源保管部门,并有永久的档案。

4.2 源塔的放射防护性能要求

4.2.1 源塔的结构应确保能经受正常工作、贮存和运输时可能的事故(如撞击、火灾和爆炸等)条件,其整体结构及其防护性能,不会因剧烈震动和温度变化而发生改变。

4.2.2 源塔应确保射线束开闭灵活、操作方便直观、长期运行安全可靠,并有直观醒目的指示放射源开、闭的机械指示装置。

4.2.3 源塔应有应急手动关源装置,在关源的系统出现故障时能用人工方法安全地关闭放射源。

4.2.4 源塔中的射线束处于关闭状态时,距源塔外表面 5cm 处任何位置的空气比释动能率小于 0.2mGy/h;距源塔外表面 100cm 处任何位置的空气比释动能率小于 0.02mGy/h。

4.2.5 源塔外表面的放射性污染, β 污染不应超过 $4\text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$, α 污染不应超过 $0.4\text{Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

4.3 放射防护安全装置性能要求

4.3.1 工业 CT 设备的放射防护安全装置的设计应具有多样性和独立性,以保证当某一部件或系统发生故障时,仍能保证人员和设备的安全。

4.3.2 放射源的开启应和检测室内无人、检测室防护门关闭等条件实现安全联锁。只有联锁条件满足后,才能用专用的开源钥匙开启放射源。不满足上述任何一个联锁条件,射线束应立刻自动关闭,并发出警示信号。

4.3.3 在检测室内墙壁上、工业 CT 设备扫描装置上、防护门口等处应设有醒目并易触摸的急停按钮,可在紧急状态下按下任一急停按钮即可立刻关闭放射源。任一急停按钮被按下后,必须进行复位操作,并满足开源条件才能开启放射源。

5 工业 CT 设备工作场所的放射防护要求

5.1 一般要求

5.1.1 工业 CT 设备的使用场所应设置检测室、控制室及其它的辅助用房,并合理布局。工业 CT 设备的机械扫描装置部分应置于检测室中,其他部分应置于控制室内。工业 CT 设备安放时应注意射线出束方向不要朝向控制室及防护门方向。

5.1.2 检测室和控制室等相关辐射防护设施的设计、建设应符合国家有关的法律法规的规定。

5.1.3 检测室入口为界,包括迷路和整个检测室内的区域为控制区。射线束处于开状态时,任何人员不得进入控制区。

5.1.4 控制室及与检测室入口相连的过道、走廊等区域为监督区。无关人员不得擅自进入监督区。

5.2 工业 CT 设备检测室放射防护的特殊要求

5.2.1 射线束处于开状态时,所有防护墙、防护门外 30cm 处以及电缆出入口与进排风通道口的空气比释动能率应不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。

5.2.2 检测室的屏蔽墙设计应根据放射源活度、射线能量、射线出束方向以及射线束的开闭方式等因素考虑,屏蔽墙的厚度设计按照 GBZ 132 附录 A。检测室与控制室相连的所有穿墙管道均应采取防射线泄漏的措施。

5.2.3 检测室所有通道入口处均应设置专用防护门,防护门应与同侧墙具有相同的防护性能。防护门后应设置醒目并易触摸的紧急开门装置。

5.2.4 在检测室的所有入口处、源塔及其他必要的地方设置电离辐射警示标识及警告牌。检测室内和检测室入口处,应有声光警示装置。

5.2.5 工业 CT 设备检测室内应有监视装置,在控制室的操作台应有专用的监视器,监视检测室内人员的活动和工业 CT 设备的运行情况。

5.2.6 根据工业 CT 设备所用放射源活度大小及辐射剂量水平,必要时检测室可设置迷路式通道和强制进风和排风通道。

6 工业 CT 设备操作中的放射防护要求

6.1 在每天启动工业 CT 设备前,操作人员应先检查安全联锁、监视与警示装置,确认其处于正常状态。

6.2 每天工业 CT 设备工作结束之后,使用单位辐射安全管理人员应取下开源钥匙并妥善保管。未经许可不得使用。

6.3 一旦设备发现异常情况,应立即停机并关闭射线束,在未查明原因和维修结束前,不得开启放射源。

6.4 工业 CT 设备的操作人员应经工业 CT 设备操作培训取得合格证,并经法定部门的辐射防护安全培训并取得相应资格后,方可上岗操作。

6.5 对源塔进行调试和维修,工作人员除佩戴个人剂量计外,还必须携带剂量报警仪。

6.6 在设备的调试和维修过程中,如果必须解除安全联锁时,须经负责人同意之后并有专人监护。并应在源塔、检测室的入口等关键处设置醒目的警示牌。工作结束后,先恢复安全联锁并经确认系统正常后才能使用。

7 放射防护监测和检查

7.1 放射防护监测和检查的方法、类别和周期

监测方法按附录 B 的规定执行,监测和检查的类别、周期以及指标评价见附录 C。

7.2 工业 CT 设备监测和检查

7.2.1 工业 CT 设备正式使用前,由使用单位申请具有相应资质的单位按附录 C 中的验收监测内容和要求进行验收监测和检查,合格后方可投入使用。

7.2.2 工业 CT 设备正常运行中,使用单位应按附录 C 中的常规监测的内容和要求进行常规监测和安全检查,及时排除隐患,杜绝事故的发生。

7.3 场所监测和检查

工业 CT 设备使用单位应配置适当的辐射剂量仪,应按本标准的要求对控制室、检测室等工作场所和周围环境进行放射防护监测,并有详细的记录。

7.4 个人监测

操作人员应配置个人剂量计,进行常规个人剂量监测。并按国家有关规定建立个人剂量档案。个人监测参照 GBZ 128。

7.5 特殊监测

7.5.1 放射源更换后,应对源塔泄漏辐射剂量、源塔外表面的污染和场所的剂量进行监测。

7.5.2 工业 CT 设备的放射源的活度、源塔的结构、工业 CT 设备使用场所等需要变更时,应由具有相应资质的部门按附录 C 中的变更监测内容和要求进行监测和重新评价,合格后方可继续使用。

7.5.3 出现放射源无法关闭等紧急事件时,立刻按 GB 18871 应急照射情况干预的有关规定采取相应的应急干预措施,并按 GB 18871—2002 的 10.4 条作好照射事故后的评价和监测。

7.6 监测仪器要求

监测仪器的性能应符合本标准的监测和检查要求。辐射监测仪器应经法定单位的鉴定或校准,并在其有效时间内使用。在使用过程中,应详细记录仪器使用状况。

附 录 A

(规范性附录)

工业 CT 用密封源的级别(性能)要求

A.1 密封放射源分级的表示方法

密封放射源的分级方法是:在 GB/之后用四位数字表示确定分级所用标准的批准年份,随后是斜线分隔符号(/),再加一个字母,然后是五个阿拉伯数字。

字母必须是 C 或 E。C 是指密封源的活度不超过 A.2 中规定的限额。E 表示超过 A.2 中规定的限额。

数字依次为:

第一个数字是表示温度特性的等级;

第二个数字是表示外压力特性的等级;

第三个数字是表示冲击特性的等级;

第四个数字是表示振动特性的等级;

第五个数字是表示穿刺特性的等级。

A.2 密封放射源活度的限额

毒性组	活 度 限 额 10^{12}Bq	
	可浸出的	不可浸出的
极毒	0.01	0.1
高毒	1	10
中毒	10	100
低毒	20	200

注:

- 1 放射性核素的毒性分组见 GB 4075 附录 A。
- 2 可浸出的:将源芯浸在 50°C 100mL 静水中,放置 4h 后,水中的放射性活度大于总活度的 0.01%。
- 3 不可浸出的:将源芯浸在 50°C 100mL 静水中,放置 4h 后,水中的放射性活度不大于总活度的 0.01%。

A.3 工业 CT 用密封源的级别(性能)要求

项目	温度	压力	冲击	振动	穿刺
质量等级	4	3	3	1	3

A.4 密封放射源性能分级

检验项目	级 别						
	1	2	3	4	5	6	×
温度	免检	-40°C (20min), $+80^{\circ}\text{C}$ (1h)	-40°C (20min), $+180^{\circ}\text{C}$ (1h)	-40°C (20min), $+400^{\circ}\text{C}$ (1h) 以及 400°C 至 20°C 的热冲击	-40°C (20min), $+600^{\circ}\text{C}$ (1h) 以及 600°C 至 20°C 的热冲击	-40°C (20min), $+800^{\circ}\text{C}$ (1h) 以及 800°C 至 20°C 的热冲击	特殊检验

续表

检验项目	级 别						
	1	2	3	4	5	6	×
外压力	免检	由绝对压力 25kPa 至大气压	由绝对压力 25kPa 至 2MPa	由绝对压力 25kPa 至 7MPa	由绝对压力 25kPa 至 70MPa	由绝对压力 25kPa 至 170MPa	特殊检验
冲击	免检	锤重 50g, 跌落距离 1m	锤重 200g, 跌落距离 1m	锤重 2kg, 跌落距离 1m	锤重 5kg, 跌落距离 1m	锤重 20kg, 跌落距离 1m	特殊检验
振动	免检	在 49m/s^2 (5g)* 条件下 25Hz 至 500Hz 试验 3 次, 每次 10min	在 49m/s^2 (5g)* 条件下 25Hz 至 50Hz 在峰与峰之间振幅为 0.635mm 时, 50Hz 至 90Hz 和在 98m/s^2 (10g)* 条件下 90Hz 至 500Hz 以上均试验 3 次, 每次 10min	峰与峰之间振幅为 1.5mm 时, 25Hz 至 80Hz 和在 196m/s^2 (20g)* 条件下 80Hz 至 2 000Hz 以上均试验 3 次, 每次 30min	不需要	不需要	特殊检验
穿刺	免检	锤重 1g, 跌落距离 1m 或等值冲击能	锤重 10g, 跌落距离 1m 或等值冲击能	锤重 50g, 跌落距离 1m 或等值冲击能	锤重 300g, 跌落距离 1m 或等值冲击能	锤重 1kg, 跌落距离 1m 或等值冲击能	特殊检验

注: * 最大加速度振幅

附录 B

(规范性附录)

工业 CT 设备的放射防护监测方法

B.1 源塔的泄漏辐射剂量监测

B.1.1 检测条件:放射源处于关闭状态。

B.1.2 检测仪器:X、 γ 巡测仪。

B.1.3 源塔外表面 5cm 处的空气比释动能率测量要求。

B.1.3.1 检测位置:在距源塔外表面 5cm 进行巡测。

B.1.3.2 应在不超过 10cm^2 的范围内取空气比释动能率平均值。

B.1.4 距源塔外表面 100cm 处的空气比释动能率测量要求。

B.1.4.1 检测点:距源塔外表面 100cm 处进行巡测。

B.1.4.2 应在不超过 100cm^2 的范围内取空气比释动能率平均值。

B.2 检测室以外的周围场所辐射水平

B.2.1 检测条件:放射源处于开启状态,工业 CT 设备正常工作时。

B.2.2 检测点:控制室内的操作台、电缆线管道口等位置,以及检测室防护门、墙体外等处进行必要的巡测。

B.3 变更监测

B.3.1 检测条件:放射源、源塔的结构或设备使用场所等变更后。

B.3.2 检测仪器:X、 γ 剂量仪; α 、 β 污染检测仪。

B.3.3 检测内容:源塔外表面 5cm、100cm 处的空气比释动能率,源塔外表面的 α 、 β 污染和检测室以外的场所辐射水平。

附 录 C

(规范性附录)

工业 CT 设备放射防护监测和检查的类别和周期

序号	类别	检测内容	对应的本标准条款或其他标准的条款	检测周期
1	验收监测	1) 源塔的放射防护性能	4.2	设备在使用前的监测和检查
		2) 放射防护安全装置性能	4.3	
		3) 工业 CT 设备工作场所的放射防护一般要求	5.1	
		4) 工业 CT 设备检测室的放射防护的特殊要求	5.2	
2	常规监测	1) 安全连锁	4.3.2	每天
		2) 应急关源装置	4.3.3	一个月
		3) 警示标识和声光报警装置	5.2.4	每天
		4) 监视装置	5.2.5	每天
		5) 通风装置	5.2.6	三个月
3	变更监测	1) 源塔的泄漏辐射剂量	4.2.4	适时
		2) 源塔外表面的放射性污染	4.2.5	
		3) 场所监测	5.2.1	
4	异常事故监测	1) 场所监测	GB 18871—2002	异常事故后
		2) 个人监测	10.4	