



中华人民共和国国家标准

GB/T 20129—2015
代替 GB/T 20129—2006

无损检测用电子直线加速器

Electron linac for non-destructive testing

2015-10-09 发布

2016-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

| | |
|--|----|
| 前言 | I |
| 引言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 加速器组成、型号命名、工作条件和检测范围 | 2 |
| 5 技术要求 | 3 |
| 6 试验方法 | 6 |
| 7 检验规则 | 12 |
| 8 标志、包装、运输、贮存和随行文件 | 13 |
| 附录 A (资料性附录) 不同材料的半值层与 X 射线束能量的关系曲线 | 15 |
| 图 1 加速器的型号命名 | 3 |
| 图 2 X 射线束径向均匀度测量示意图 | 8 |
| 图 3 测试模块及测量示意图 | 9 |
| 图 4 测试模块摆放位置示意图 | 9 |
| 图 5 泄漏剂量测量点示意图 | 11 |
| 图 A.1 密度为 $7.85 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的钢的半值层与 X 射线束能量的关系 | 15 |
| 图 A.2 密度为 $1.70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的固体推进剂的半值层与 X 射线束能量的关系 | 15 |
| 表 1 常用的不同型号加速器的规格参数 | 3 |
| 表 2 常用的 X 射线束能量对应材料的半值层 | 4 |
| 表 3 常用的 X 射线束能量对应的 X 射线束径向均匀度 | 4 |
| 表 4 常用的 X 射线束能量对应的空气比释动能率 | 5 |
| 表 5 常用的 X 射线束能量对应检测等效钢厚范围 | 5 |
| 表 6 试验条件 | 7 |
| 表 7 加速器检验项目 | 12 |

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 20129—2006《无损检测用电子直线加速器》，与 GB/T 20129—2006 相比，主要技术变化如下：

- 范围由 2 MeV~9 MeV 以下拓展到 1 MeV~15 MeV(见第 1 章,2006 版第 1 章)；
- 用术语和定义“无损检测用电子直线加速器”替换掉“电子直线加速器”(见 3.1,2006 版 3.1)；
- 修改了术语和定义：
 - “X 射线束径向均匀度”(见 3.6,2006 版 3.6)；
 - “X 射线束焦点尺寸”(见 3.7,2006 版 3.5)；
- 增加了新的术语和定义：
 - “X 射线束空气比释动能率”(见 3.4)；
 - “X 射线束径向不对称度”(见 3.8)；
 - “X 射线束照相检测灵敏度”(见 3.9)；
- 重新定义了型号命名的规则(见 4.2,2006 版 4.2)；
- 修改了“环境温度”范围(见 4.3,2006 版 4.3)；
- 增加了常用的 X 射线束能量对应材料的半值层(见表 2)；
- 增加了 X 射线束能量为 1 MeV 和高于 9 MeV 时径向均匀度的要求(见表 3)；
- 增加了 X 射线束能量为 1 MeV 和高于 9 MeV 时对应的空气比释动能率(见表 4)；
- 增加了 X 射线束能量为 1 MeV 和高于 9 MeV 时对应检测等效钢厚范围(见表 5)；
- 增加了 X 射线束能量高于 9 MeV 时 X 射线束焦点尺寸要求(见 5.3.4)；
- 删除了辐射安全的要求和试验(2006 版 5.5)；
- 调整“可靠性”为“稳定运行”表述并修订了内容表述及参数(见 5.5,2006 版 5.6)；
- 增加了“试验仪器和设备”的内容(见 6.1.2)；
- 修正了 X 射线束空气比释动能率的测试方法(见 6.4.3,2006 版 6.4.2)；
- 制定了新的“X 射线束径向不对称度”测试方法(见 6.4.5)；
- 增加了 X 射线束照相检测灵敏度的性能指标(见 5.3.6)及测试方法(见 6.4.6)；
- 明确了 X 射线泄露量的测试方法(见 6.4.7,2006 版 6.4.6)；
- 增加了检验项目“X 射线束照相检测灵敏度”(见表 7)；
- 增加了不同材料板材半值层与 X 射线束能量的关系曲线(见资料性附录 A)。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核仪器仪表标准化技术委员会(SAC/TC 30)归口。

本标准起草单位：中国原子能科学研究院。

本标准主要起草人：曾自强、余国龙、佟迅华、王淑贤、张立锋、杨溯、王楠、吕卫星。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 20129—2006。

GB/T 20129—2015

引 言

无损检测用电子直线加速器是一种产生 X 射线的设备,其产生的射线具有能量高、穿透力强、空气比释动能率大、焦点小等特点,可作为 X 射线照相或成像、工业计算机断层扫描检查等的辐射源,是对大型结构件、高压容器等进行无损检测(NDT)的重要装备,例如检测压力容器的焊缝、大型铸件的夹杂、气孔、产品内部缺陷等。

无损检测用电子直线加速器

1 范围

本标准规定了无损检测用电子直线加速器的型号命名、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和随行文件。

本标准适用于能量为 1 MeV ~15 MeV 无损检测用电子直线加速器,包括作为 X 射线照相或成像、工业计算机断层扫描检查等辐射源的电子直线加速器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 10257 核仪器和核辐射探测器质量检验规则

GB/T 12464 普通木箱

GB/T 14436 工业产品保证文件 总则

GB/T 17045 电击防护 装置和设备的通用部分

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB/T 19661.1 核仪器及系统安全要求 第 1 部分:通用要求

GB/T 30371 无损检测用电子直线加速器工程通用规范

JB/T 7902 无损检测 射线照相检测用线型像质计

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无损检测用电子直线加速器 electron linac for non-destructive testing

通过微波电磁场将电子束沿直线轨道加速到更高能量,并打到重金属靶上产生 X 射线进行无损检测的加速器。

注:无损检测用电子直线加速器,以下简称加速器。

3.2

X 射线照射野 X-ray field

来自靶的 X 射线通过准直器后在规定距离处产生的 X 射线束的有效辐射范围。

3.3

X 射线束能量 X-ray beam energy

E

具有连续能谱的 X 射线束的最大能量。

注:X 射线束能量用 MeV 表示。

GB/T 20129—2015

3.4

X 射线束空气比释动能率 X-ray beam air kerma rate \dot{D}

距靶 1 m 处每分钟内 X 射线在质量 dm 的空气中释放出来的全部带电粒子的初始动能总和 dE_{tr} 除以 dm 。

注：X 射线束空气比释动能率用 Gy/min 表示。

3.5

半值层 half-value layer; HVL $d_{1/2}$

将 X 射线束空气比释动能率减少到初始值一半时的所需要材料的厚度。

注：半值层用 mm 表示。

3.6

X 射线束径向均匀度 X-ray beam flatness

在距靶 1 m 与 X 射线束中心轴线垂直的平面上，与中心轴线夹角一定时，圆周上的 X 射线束空气比释动能率与中心轴线上 X 射线束空气比释动能率的百分比。

3.7

X 射线束焦点尺寸 X-ray focus spot size d

加速器的高能电子束打在靶上所形成 X 射线束焦点直径的大小。

注：X 射线束焦点尺寸用 mm 表示。

3.8

X 射线束径向不对称度 X-ray asymmetry

在距靶 1 m 与 X 射线束中心轴线垂直的平面上，与中心轴线夹角一定时，圆周上任一点的空气比释动能率与其对称点的空气比释动能率之差的最大值同这两点空气比释动能率平均值的百分比。

3.9

X 射线束照相检测灵敏度 photographic sensitivity

在射线胶片上可以观察到的最小缺陷尺寸与被检测物厚度的百分比。

4 加速器组成、型号命名、工作条件和检测范围

4.1 加速器组成

加速器通常主要包括下列组成部分：

- a) X 射线头；
- b) 调制器系统；
- c) 恒温水冷系统；
- d) 控制系统；
- e) 配电系统；
- f) 互联电缆及水管等。

4.2 型号命名

加速器的型号命名如图 1 所示。

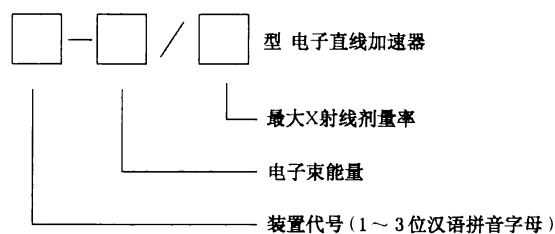


图 1 加速器的型号命名

几种常用的不同型号加速器的规格参数见表 1。

表 1 常用的不同型号加速器的规格参数

| 型号 | 规格参数 | |
|-------------|----------------|---------------------------|
| | X 射线束能量 MeV | 最大 X 射线束空气比释动能率 Gy/min |
| XX-2/200 | 2 | 2 |
| XX-4/500 | 4 | 5 |
| XX-6/1000 | 6 | 10 |
| XX-9/3000 | 9 | 30 |
| XX-12/5000 | 12 | 50 |
| XX-15/12000 | 15 | 120 |

4.3 工作条件

4.3.1 环境要求

环境温度: $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$;

相对湿度: $\leq 90\%$ 。

4.3.2 电源

电压: 交流三相四线制 $380 \times (1 \pm 3\%) \text{V}$;

频率: $50 \times (1 \pm 2\%) \text{Hz}$;

供电功率: 根据加速器型号不同, 在产品说明书中提出;

接地电阻: 调制器专用接地电阻小于 $4\ \Omega$ 。

5 技术要求

5.1 外观

加速器外观要求如下:

- a) 外观应平整光洁、色泽均匀、无明显划痕和凹凸不平等缺陷;
- b) 运动部件应操作灵活、功能正常;
- c) X 射线头吊装接口法兰应连接方便, 易于安装与拆卸。

GB/T 20129—2015

5.2 控制系统

5.2.1 控制系统设计应遵循确保人身、设备、剂量安全的原则。

5.2.2 加速器的开机和停机操作应在控制台上进行,同时应具有紧急停机按钮。

5.2.3 控制系统应具备如下功能:

- a) 正常开机和停机;
- b) 设备状态及故障显示、报警及自动停机;
- c) 显示加速器的主要参数;
- d) 双能加速器需配备模式选择功能;
- e) 安全联锁;
- f) 紧急停机。

5.3 整机性能指标

5.3.1 X 射线束能量

常用的 X 射线束能量分档见表 2,对应 X 射线束能量值的半值层应不小于表 2 中的数值。

表 2 常用的 X 射线束能量对应材料的半值层

| X 射线束能量 E MeV | 密度为 $7.85 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的钢 mm | 密度为 $1.70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 固体推进剂 mm |
|--------------------|--|---|
| 1 | 16 ± 0.5 | 61 |
| 2 | 20 ± 0.5 | 84 |
| 4 | 25 ± 0.5 | 116 |
| 6 | 28 ± 0.5 | 138 |
| 9 | 30 ± 0.5 | 149 |
| 12 ^a | 32 ± 0.5 | 178 |
| 15 | 33 ± 0.5 | 204 |

^a X 射线束能量为 12 MeV 时对应材料的半值层数值来自 GB/T 30371。

5.3.2 X 射线束径向均匀度

X 射线束径向均匀度不应小于表 3 中的数值。

表 3 常用的 X 射线束能量对应的 X 射线束径向均匀度

| X 射线束能量 MeV | X 射线束中心轴线与任意一侧的夹角 A (°) | X 射线束径向均匀度 % |
|----------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | 7.5 | 80 |
| 2 | 7.5 | 78 |
| 4 | 7.5 | 75 |
| 6 | 7.5 | 62 |
| 9 | 7.5 | 55 |
| 12 | 6.0 | 50 |
| 15 | 6.0 | 45 |

5.3.3 X 射线束空气比释动能率

X 射线束空气比释动能率宜达到表 4 中的数值（根据用途可适当降低）。

表 4 常用的 X 射线束能量对应的空气比释动能率

| X 射线束能量 MeV | X 射线束空气比释动能率 Gy/min |
|----------------|------------------------|
| 1 | 0.2 |
| 2 | 2.0 |
| 4 | 5.0 |
| 6 | 10.0 |
| 9 | 30.0 |
| 12 | 50.0 |
| 15 | 120.0 |

5.3.4 X 射线束焦点尺寸

X 射线束能量小于等于 9 MeV 时,焦点尺寸小于或等于 2.0 mm;能量在大于 9 MeV 时,焦点尺寸小于或等于 3.0 mm。

5.3.5 X 射线束径向不对称度

X 射线束能量小于等于 9 MeV 时,在 X 射线束中心轴线任意一侧 7.5°处,径向不对称度不应超过 3%;能量大于 9 MeV 时,在 X 射线束中心轴线任意一侧 6°处,径向不对称度不应超过 5%。

5.3.6 X 射线束照相检测灵敏度

在表 5 规定的 X 射线束能量及其对应检测等效钢厚范围内,采用线型像质计进行胶片成像检测,X 射线束照相检测灵敏度应优于 1%。

表 5 常用的 X 射线束能量对应检测等效钢厚范围

| X 射线束能量 MeV | 等效钢厚范围 mm |
|----------------|--------------|
| 1 | 36~150 |
| 2 | 40~200 |
| 4 | 50~250 |
| 6 | 50~280 |
| 9 | 76~380 |
| 12 | 100~420 |
| 15 | 100~460 |

注：等效钢厚是以密度为 $7.85 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的钢为基准折算的不同板材的厚度。

GB/T 20129—2015

5.3.7 X 射线泄漏量

在 X 射线束照射野之外,距靶 1 m 处 X 射线空气比释动能率与 X 射线束中心轴线上空气比释动能率之比应小于 0.1%。

注:在 X 射线束能量大于等于 10 MeV 时,除 X 射线泄露量外,可能产生中子辐射泄漏。

5.4 电气安全

5.4.1 设备保护接地

根据 GB/T 17045,加速器属于 I 类防电击的设备。应设有保护接地,其设备金属表面与接地端子间的电阻不大于 0.1 Ω 。

5.4.2 绝缘电阻

在试验电压(交流有效值或直流平均值)为 1 000 V,加速器中各独立的供电电气设备电源各相线及零线对地的绝缘电阻均不应小于 1 M Ω 。

5.4.3 介电强度

加速器中实施保护接地的电气设备应能承受交流或直流 2 000 V 的介电强度试验,并在规定的持续时间内无击穿或重复飞弧现象。

5.4.4 防电击

加速器的电气设备在正常使用条件下应具备防电击功能,可触零部件不应危险带电。可触及零部件与保护接地端子之间的电压不应超过 30 V 交流或 60 V 直流。高压设备附近应设置醒目的“高压危险”警示标志。

5.5 稳定运行

5.5.1 连续运行

加速器应能连续正常工作 8 h;或在 8 h 内可由控制台操作人员恢复的故障不应超过 4 次,且每次时间不超过 15 min。

5.5.2 恢复工作开机

加速器停机后,非故障停机时间不大于 1 h 时,达到正常工作时间不大于 15 min。

5.5.3 重新开机

加速器停机后,非故障停机时间不大于 48 h 时,达到正常工作时间不大于 60 min。

6 试验方法

6.1 一般要求

6.1.1 试验条件

试验应在满足表 6 条件下进行。

表 6 试验条件

| 环境参数 | 参考条件 | 试验条件 |
|----------|----------|----------------|
| 环境温度 | 25℃ | 5℃~40℃ |
| 相对湿度 | 65% | ≤90% |
| 大气压 | 101.3kPa | 86 kPa~106 kPa |
| 供电电压(交流) | 380 V | 380×(1±3%)V |
| 供电频率(交流) | 50 Hz | 50×(1±2%)Hz |

6.1.2 试验仪器和设备

6.1.2.1 概述

试验设备和仪器应满足试验的要求,且在检定有效期内。

6.1.2.2 X射线剂量仪

X射线剂量仪用来测量加速器的X射线束空气比释动能率。

6.1.2.3 像质计

采用符合JB/T 7902的线型像质计或平板孔型像质计,用于测量X射线束照相检测灵敏度。

6.1.2.4 测试模块

测试模块用于测试X射线束焦点尺寸,由长约250 mm宽不小于60 mm的长方形铜箔或铅箔与塑胶片交替紧密叠加而成,箔的厚度 h_1 不大于0.1 mm,塑胶片厚度 h_2 不大于0.3 mm,叠加厚度不小于60 mm。

6.1.2.5 板材试件

板材试件采用等效钢厚为30 mm~460 mm的钢板或固体推进剂试件,用于辅助测量X射线束能量和照相检测灵敏度。根据不同能量的加速器选择相应穿透厚度范围的板材,如表5所示。

6.2 外观检查

用目测法和演示法检查加速器的外观,其结果应满足5.1的要求。

6.3 控制系统试验

对控制系统进行目测检查和演示试验,其结果应符合5.2的要求。

6.4 整机性能试验

6.4.1 X射线束能量

用测定X射线束在钢板或固体推进剂中的半值层的方法确定加速器X射线束能量。

测量时,将装有平衡体的剂量仪探头放在X射线束 0° 方向中心轴线距靶1 m处,在探头与靶之间先后放置不同厚度的板材。测量在相同照射剂量下,X射线穿过不同厚度 d 板材的衰减情况,即剂量

仪的读数 \dot{D} ，根据 $\ln \dot{D} = F(d)$ 求出半值层值 $d_{1/2}$ ；一般情况下，为防止低能 X 射线造成的误差，测量起始板材厚度 d 应大于所测能量档对应的两个半值层。X 射线穿过板材时，其衰减规律见式(1)：

$$\dot{D} = \dot{D}_0 e^{-\mu d} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

d —— 板材厚度，单位为毫米(mm)；

\dot{D}_0 —— d 为 0 时测得的 X 射线束空气比释动能率值，单位为戈瑞每分(Gy/min)；

\dot{D} —— 板材厚度为 d 时测得的 X 射线束空气比释动能率值，单位为戈瑞每分(Gy/min)；

μ —— 为衰减系数，单位为每毫米(mm^{-1})。

根据测得结果绘出不同厚度钢块或固体推进剂下的 X 射线束空气比释动能率数据序列，利用最小二乘法按式(1)拟合求得 μ 值，利用公式 $d_{1/2} = \ln 2 / \mu$ ，进一步求出半值层 $d_{1/2}$ 值，根据 $d_{1/2}$ 值，判定加速器的 X 射线束能量。

试验结果应符合 5.3.1 的要求，不在表 2 的能量可以用差值或查询资料性附录 A。

6.4.2 X 射线径向均匀度

将剂量仪探头置于距靶 1 m 的平面各点上(见图 2)，在相同条件下测量中心轴上的 X 射线空气比释动能率值 \dot{D}_0 和与中心轴线夹角 A° 的圆周上对称于 O 点的各对点的 X 射线空气比释动能率值 \dot{D}_i 、 \dot{D}'_i (A 的取值见表 3)，对称测试点不少于 2 对，取其最小值 \dot{D}_{\min} 按式(2)进行计算， η_h 值为 X 射线束径向均匀度。

$$\eta_h = \frac{\dot{D}_{\min}}{\dot{D}_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

η_h —— X 射线束径向均匀度；

\dot{D}_{\min} —— 距靶 1 m 处，与中心轴线夹角 A° 的圆周上对称于 O 点各点 X 射线空气比释动能率的最小值，单位为戈瑞每分(Gy/min)；

\dot{D}_0 —— 距靶 1 m 处，中心轴上的 X 射线空气比释动能率值，单位为戈瑞每分(Gy/min)。

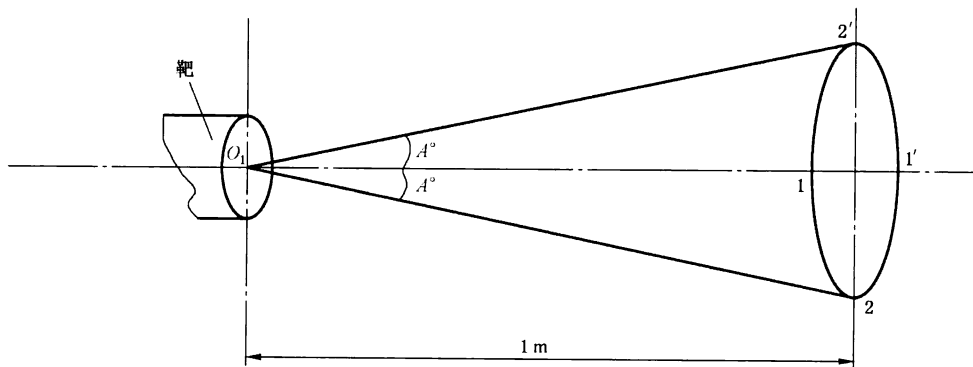


图 2 X 射线束径向均匀度测量示意图

试验结果应符合 5.3.2 的要求。

6.4.3 X 射线束空气比释动能率

将剂量仪探头放在 X 射线束中心轴线上距靶正前方 1 m 处,剂量仪处于剂量档位,进行出束,读取 3 组剂量及时间,计算剂量与时间比值后取平均值,然后乘以剂量仪检定证书确定的校准因子,并进行空气密度修正,结果为加速器的 X 射线束空气比释动能率。

试验结果应符合 5.3.3 的要求。

6.4.4 X 射线束焦点尺寸

X 射线束焦点尺寸用测试模块测量。测试模块按 6.1.2.4 制作,如图 3 所示。测量时,将测试模块分别放置于 X 射线束中心轴线上距离靶心约 300 mm、500 mm、800 mm 处测量三次(见图 4),射线从塑胶片对应的窄缝通过,使放在测试模块另一端的胶片曝光,冲洗后的胶片出现数根黑条,靠近中央的黑度较大,两边的黑度较小。

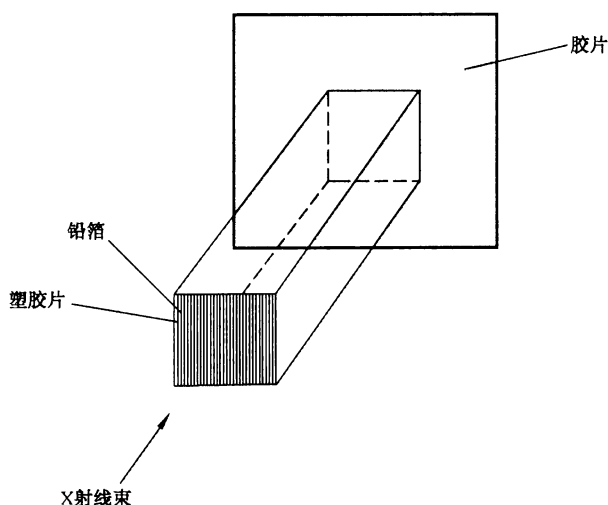


图 3 测试模块及测量示意图

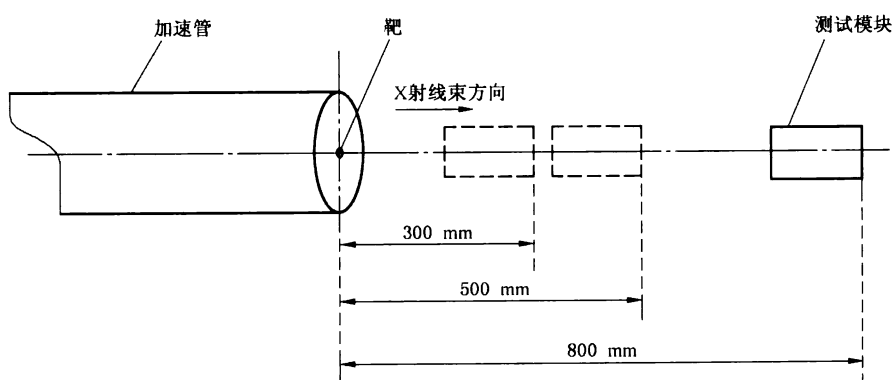


图 4 测试模块摆放位置示意图

计算方法 1:目测黑度大于中央黑度 50% 的黑条数 n_i 按式(3)计算 X 射线束焦点尺寸。

计算方法 2:用黑度计测量胶片上的黑条,取黑度大于中央黑度 50% 的黑条数 n_i 按式(3)计算 X 射线束焦点尺寸。

$$d_i = (h_1 + h_2) \times n_i \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

d_i ——X 射线束焦点尺寸,单位为毫米(mm);

h_1 ——铅或铜箔的厚度,单位为毫米(mm);

h_2 ——塑胶片厚度,单位为毫米(mm);

n_i ——黑度大于中央黑度 50% 的黑条数。

求出 3 个不同距离的 d_i 值后,采用最小二乘法作线性($d_i = al + d_0$, 式中 l 为测试模块到靶心的距离)拟合,并外推 l 至 0 点处, d_0 即为 X 射线束焦点尺寸。

试验结果应符合 5.3.4 的要求。

6.4.5 X 射线束径向不对称度

求 6.4.2 中各对称点的差值和均值,按照式(4)计算 X 射线束径向不对称度 η 。

$$\eta = \frac{\Delta \dot{D}}{\bar{\dot{D}}} = \left| \frac{\dot{D}_i - \dot{D}'_i}{(\dot{D}_i + \dot{D}'_i)/2} \right|_{\max} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$\Delta \dot{D}$ —— \dot{D}_i 与 \dot{D}'_i 的差值;

$\bar{\dot{D}}$ —— \dot{D}_i 与 \dot{D}'_i 的均值。

试验结果应符合 5.3.5 的要求。

6.4.6 X 射线束照相检测灵敏度

在距靶约 1.8 m 处的轴线上,垂直放置表 5 厚度的钢板试件,将满足 6.1.2.3 线型像质计贴于靠近射线束的钢板一侧,胶片贴于钢板的另一侧。出束曝光后,冲洗胶片,在胶片上观察线型像质计的最小线径 d_{\min} ,除以相应的钢板厚度 T 为照相检测灵敏度 K ,见式(5)。

$$K = \frac{d_{\min}}{T} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

d_{\min} ——在胶片上能观察到的线型像质计的最小线径,单位为毫米(mm);

T ——钢板厚度,单位为毫米(mm)。

试验结果应符合 5.3.6 的要求。

6.4.7 X 射线泄漏量

用厚度超过 10 个半值层的铅块或钨块,挡住加速器前端准直器的出束缝及周围空间。

以加速器靶心为球心做一个半径为 1 m 的球面,在此球面上各向至少设置 20 个测量点(如图 5 所示),在各点上放置剂量仪探头,保持 X 射线束空气比释动能率最大并连续出束,按 6.4.3 的方法计算各点空气比释动能率 \dot{D}_i 。

按式(6)计算各点空气比释动能率相对于 6.4.3 的结果 \dot{D}_0 的百分数 η 。

$$\eta = \frac{\dot{D}_i}{\dot{D}_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

\dot{D}_i ——球面上各点的空气比释动能率,单位为戈瑞每分(Gy/min);

\dot{D}_0 ——距靶 1 m 处,中心轴线上的 X 射线空气比释动能率最大值,单位为戈瑞每分(Gy/min)。

任意一点试验结果应符合 5.3.7 的要求。

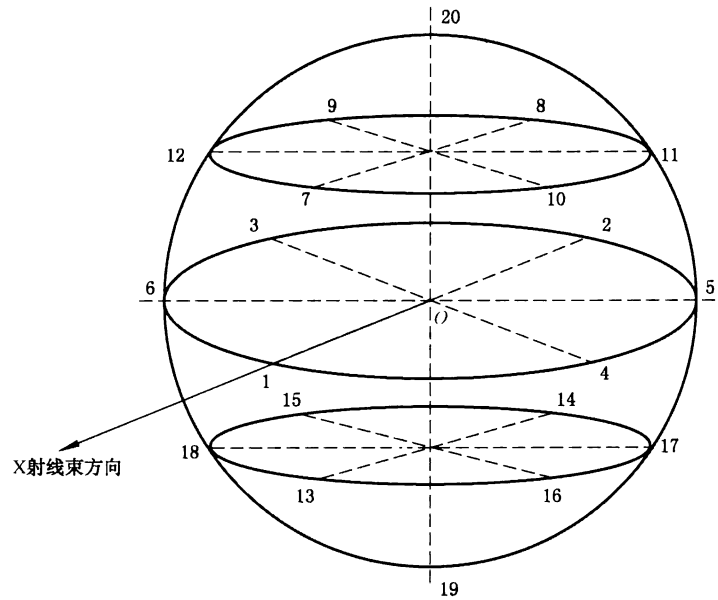


图 5 泄漏剂量测量点示意图

6.5 电气安全试验

6.5.1 设备保护接地

用接地电阻测试仪,使用 25 A 的测试电流,测量电器设备外壳与接地端子间的电阻,应符合 5.4.1 的要求。

6.5.2 绝缘电阻

用 1 000 V 绝缘电阻表,检测相线、零线对地及设备金属外壳之间的绝缘电阻,应符合 5.4.2 的要求。

6.5.3 介电强度

试验电压在 10 s 内逐渐升至 2 000 V,保持 1 min,试验结果应符合 5.4.3 的要求。

6.5.4 防电击

按照 GB/T 19661.1 的试验方法,用 2 k Ω 电阻并联交流电压表在加速器正常使用条件下,直接测量待测可触及零部件与安全接地端子间的电压值,应符合 5.4.4 的要求。

6.6 稳定运行试验

6.6.1 连续运行

在加速器 X 射线束空气比释动能率最大时连续运行,试验结果应符合 5.5.1 的要求。

6.6.2 恢复工作开机

加速器停机 1 h,重新按操作程序开机,测量达到正常工作时间应符合 5.5.2 的要求。

6.6.3 重新开机

加速器停机 48 h,重新按操作程序开机,测量达到正常工作时间应符合 5.5.3 的要求。

7 检验规则

7.1 概述

加速器的检验按 GB/T 10257 的规定执行。

7.2 检验分类

加速器的检验分为型式检验和出厂检验,无论是型式检验或出厂检验,均应全检。

7.3 检验项目

加速器的检验项目通常按表 7“序号”规定的顺序进行各项目的检验。

表 7 加速器检验项目

| 序号 | 项目 | 型式检验 | 出厂检验 | 技术要求章条号 | 检验方法章条号 |
|----|--------------|------|------|---------|---------|
| 1 | 外观 | ▲ | ▲ | 5.1 | 6.2 |
| 2 | 控制系统 | ▲ | ▲ | 5.2 | 6.3 |
| 3 | X 射线束能量 | ▲ | ▲ | 5.3.1 | 6.4.1 |
| 4 | X 射线束径向均匀度 | ▲ | ▲ | 5.3.2 | 6.4.2 |
| 5 | X 射线束空气比释动能率 | ▲ | ▲ | 5.3.3 | 6.4.3 |
| 6 | X 射线束焦点尺寸 | ▲ | ▲ | 5.3.4 | 6.4.4 |
| 7 | X 射线束径向不对称度 | ▲ | ▲ | 5.3.5 | 6.4.5 |
| 8 | X 射线束照相检测灵敏度 | ▲ | ▲ | 5.3.6 | 6.4.6 |
| 9 | X 射线泄漏量 | ▲ | ▲ | 5.3.7 | 6.4.7 |
| 10 | 设备保护接地 | ▲ | ▲ | 5.4.1 | 6.5.1 |
| 11 | 绝缘电阻 | ▲ | ▲ | 5.4.2 | 6.5.2 |
| 12 | 介电强度 | ▲ | ▲ | 5.4.3 | 6.5.3 |
| 13 | 防电击 | ▲ | ▲ | 5.4.4 | 6.5.4 |
| 14 | 连续运行 | ▲ | △ | 5.5.1 | 6.6.1 |
| 15 | 恢复工作开机 | ▲ | ▲ | 5.5.2 | 6.6.2 |
| 16 | 重新开机 | ▲ | ▲ | 5.5.3 | 6.6.3 |

注: ▲表示必选项目;△表示可选项目。

7.4 判定规则

7.4.1 型式检验中如发现不合格项,允许对产品的相关部件或分系统进行调整或更换,并重新检验。

7.4.2 出厂检验中通过所有检验项目的产品为合格品,否则为不合格品。

8 标志、包装、运输、贮存和随行文件

8.1 标志

8.1.1 加速器标牌

加速器应在显著位置设置字迹清楚的永久性标志或标牌,其内容包括:

- a) 制造商名称;
- b) 加速器名称;
- c) 加速器型号;
- d) 出厂编号及出厂日期;
- e) 产品标准编号。

8.1.2 部件铭牌

主要部件应在适当位置固定具有以下标志的铭牌:

- a) 部件名称;
- b) 制造商名称;
- c) 编号及日期。

8.1.3 表盘铭牌

显示仪表、操作开关、按钮、指示灯等都要有说明其显示或操作对象内容的标牌,如名字过长可用缩略语,并在技术说明中列出缩略语的定义或解释。

8.1.4 警示标志

警示标志及警示说明应符合 GB 18871 中规定的放射性符号及标志。

8.2 包装

8.2.1 加速器应分装于若干包装箱,包装箱应采用符合 GB/T 12464 中规定的木箱;箱内应有明细的装箱单。包装箱应有防雨、防潮、防震措施。部件在箱内应牢固定位,压木和部件接触面以及部件间应衬以适当厚度的软性塑料,以防止运输过程中的松动和相互摩擦。

8.2.2 闸流管等易碎部件应有专门设计的单独包装箱,保证在运输过程中不致损坏。

8.2.3 包装图示标志应符合 GB/T 191 中的相关要求。

8.3 运输

8.3.1 运输方式

经包装的加速器及部件应适用于汽车、火车、轮船运输。

8.3.2 运输条件

应严格按照包装条件标明的运输条件进行装运。装运过程中严禁重放、倒置,防止碰撞,要有防雨、防冻措施。对环境温度有特殊要求的部件应按订货合同规定运输。

8.4 贮存

8.4.1 经包装的产品应贮存在环境温度 0℃~40℃、相对湿度不大于 90%、通风良好的室内。室内应

无腐蚀性气体,并无强烈振动、冲击波及磁场的作用。

8.4.2 对贮存环境有特殊要求的部件,应在使用说明书规定的环境中存放。

8.4.3 对加速管及速调管等需长期保持真空状态的部件,应按使用说明书要求定期抽真空。

8.5 随行文件

8.5.1 使用说明书

使用说明书的编写应符合 GB/T 9969 的规定,并包括以下三项:

- a) 技术说明书:产品特点、主要用途及适用范围、简要结构组成及工作原理、主要性能及参数,辐射安全保障措施、产品的工作条件、使用环境、安装要求等;
- b) 操作手册:操作及使用中的安全、辐射安全防护说明及注意事项,操作程序、方法、防范措施,运行的操作记录等要求;
- c) 维修手册:故障现象、原因分析及排除方法,日常运行维护、保养,正常维修程序,周期检修程序、方法,长期存放时的维护及保养等。

8.5.2 产品合格证

产品合格证的编写应符合 GB/T 14436 的规定,包含所执行的产品标准号,检验结果及结论,产品编号及生产日期,检验员代码或检验部门的签章等。

8.5.3 其他文件

随行文件应有备品备件清单和装箱单及装箱目录。

附录 A
(资料性附录)

不同材料的半值层与 X 射线束能量的关系曲线

不同材料的半值层与 X 射线束能量的关系曲线见图 A.1 和图 A.2。

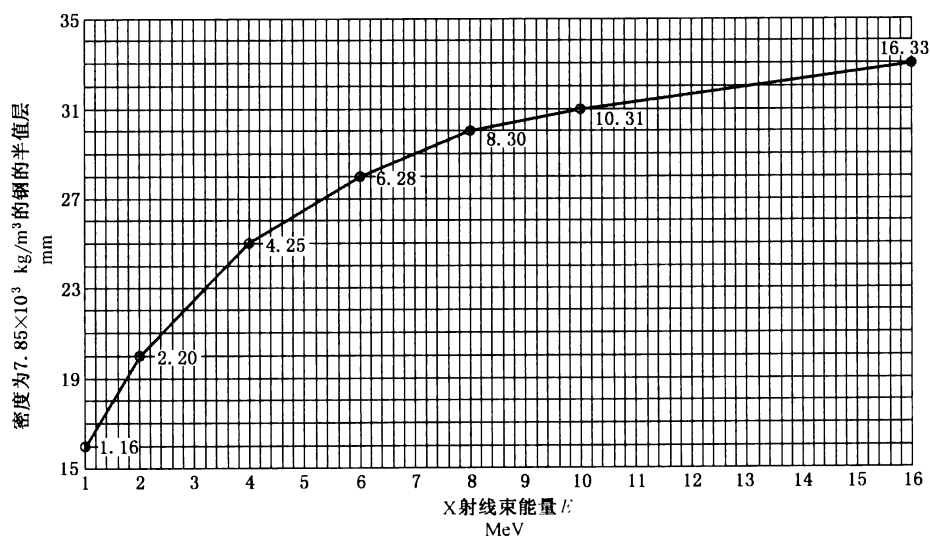


图 A.1 密度为 $7.85 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的钢的半值层与 X 射线束能量的关系

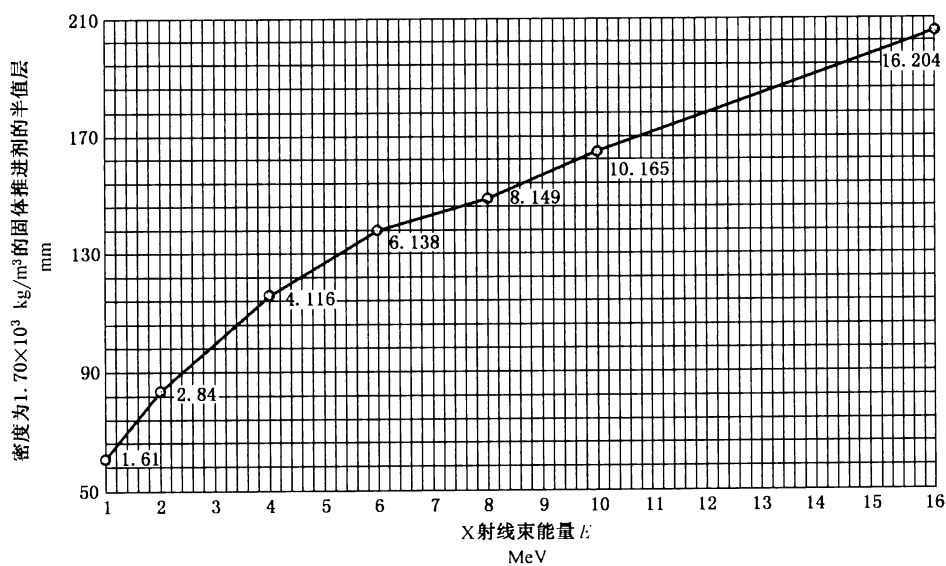


图 A.2 密度为 $1.70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的固体推进剂的半值层与 X 射线束能量的关系

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
无损检测用电子直线加速器

GB/T 20129—2015

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

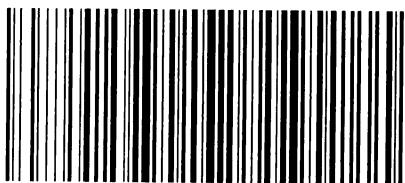
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 34 千字
2016年1月第一版 2016年1月第一次印刷

*

书号: 155066·1-53042 定价 21.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 20129-2015