

# 团体标准 编制说明

标准名称 高压谐振变压器型电子加速器

主编单位 山西壹泰科电工设备有限公司

参编单位 核工业标准化研究所

北京市射线应用研究中心

深圳市沃尔核材股份有限公司

# 《高压谐振变压器型电子加速器》编制说明

## 一、任务来源及计划要求

任务来源：

根据《中国同位素与辐射行业协会标准化工作管理办法（修订）》，经协会标准化工作专家委员会审议，批准团体标准《高压谐振变压器型电子加速器》项目制定计划，项目编号为：CIRA-STD2012。本标准由中国同位素与辐射行业协会提出，山西壹泰科电工设备有限公司制定，归口中国同位素与辐射行业协会标准化工作委员会和核工业标准化研究所。

计划要求：

项目周期为 12 个月。预计在 2021 年 12 月 31 日前正式发布。

## 二、编制情况

*（包括编制原则、编制组成员、工作分工、征求意见单位、各阶段工作过程等）*

### 1. 编制原则

- 1) 本标准按照国家标准 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第一部分：标准结构和编写规则》并参照 GB/T 20000.2-2009《标准化工作指南第 2 部分：采用国际标准》的规定要求进行制定。
- 2) 收集我国相关国家标准、行业标准，结合高压谐振变压器型电子加速器结构及说明、验收标准等进行编制。
- 3) 本标准主要参考 GB/T 25306、HJ979-2018 等标准。

### 2. 编制组成员及工作分工

中国同位素与辐射行业协会是本标准组织单位，山西壹泰科电工设备有限公司是本标准主起草单位；核工业标准化研究所、北京市射线应用研究中心、深圳市沃尔核材股份有限公司等单位是本标准的参编单位，共同进行本标准的相关内容的起草、讨论和修改，并完成相关文件的准备和修改工作。

### 3. 各阶段工作过程

- 1) 本标准主编单位于 2020 年 6 月开始收集相关信息，查阅相关加速器标准，结合高压谐振变压器型电子加速器性能指标、技术说明和验收标准，梳理撰写思路。
- 2) 2020 年 10 月 23 日《高压谐振变压器型电子加速器》在湖南衡阳立项通过。
- 3) 2020 年 12 月 25 日成立标准起草组，并填报了标准化起草工作组登记表。
- 4) 2021 年 4 月 8 日在北京召开了《高压谐振变压器型电子加速器》团体标准启动会暨初稿研讨会。
- 5) 2021 年 6-8 月根据起草组的反馈的意见对标准进行多次修改。
- 6) 2021 年 8 月 31 日召开起草组视频会议，对《高压谐振变压器型电子加速器》和编制说明进行讨论，起草组提出了合理化建议和意见，逐项进行梳理，部分章节进行修改，形成当前征求意见稿。

### 三、主要技术内容的说明

(包括技术参数与指标的确定依据、重大分歧意见处理情况、修订标准的各修订点及其理由等)

技术参数与指标的确定依据:

**技术参数 1:** 电子能量测量值与随机文件标称电子能量值的偏差 $\leq 3\%$ ;

**确定依据:** 根据辐照加工行业客户要求和现代制造业设备制造技术的进步状况, 结合现场验收测试数据进行验证。

**技术参数 2:** 电子能量不稳定性 $\leq 2\%$ ;

**确定依据:** 根据辐照加工行业客户要求和现代制造业设备制造技术的进步状况, 结合现场验收测试数据进行验证。

**技术参数 3:** 束流强度测量值与随机文件标称束流强度值的偏差 $\leq 3\%$ ;

**确定依据:** 根据辐照加工行业客户要求和现代制造业设备制造技术的进步状况, 结合现场验收测试数据进行验证。

**技术参数 4:** 束流强度不稳定性 $\leq 2\%$ ;

**确定依据:** 根据辐照加工行业客户要求和现代制造业设备制造技术的进步状况, 结合现场验收测试数据进行验证。

**技术参数 5:** 束流功率测量值与随机文件标称束流功率值的偏差 $\leq 6\%$ ;

**确定依据:** 根据辐照加工行业客户要求和现代制造业设备制造技术的进步状况, 结合现场验收测试数据进行验证。

**技术参数 6:** 束流功率不稳定性 $\leq 4\%$ ;

**确定依据:** 根据辐照加工行业客户要求和现代制造业设备制造技术的进步状况, 结合现场验收测试数据进行验证。

**技术参数 7:** 束流扫描不均匀度 $\leq 7\%$ ;

**确定依据：**根据辐照加工行业客户要求和现代制造业设备制造技术的进步状况，结合现场验收测试数据进行验证。

**技术参数 8：**停机后处于高真空保持状态，非故障停机时间 $<1\text{ h}$ 时，重新开机进入工作状态时间 $\leq 5\text{ min}$ ；

**确定依据：**根据此类电子加速器的原理、结构形式，结合现场验收测试数据进行验证。

**技术参数 9：**停机后处于高真空保持状态，非故障停机时间 $\leq 48\text{ h}$ 时，重新开机进入工作状态的时间 $\leq 10\text{ min}$ ；

**确定依据：**根据此类电子加速器的原理、结构形式，结合现场验收测试数据进行验证。

**技术参数 10：**电子加速器以 $100\text{kW}$ 束流功率计，总用电量 $<150\text{kW}\cdot\text{h}$ ；

**确定依据：**根据此类电子加速器的原理、特点，结合现场电度表计量数据进行验证。

**重大分歧意见处理情况：**无

**制订标准的各修订点及其理由：**

本标准分为 10 个部分，包括前言、范围、规范性引用文件、术语和定义、高压谐振变压器型电子加速器组成及型号命名、技术要求、检验方法、检验规则、包装、运输和储存、以及附录。

- (1) 前言部分明确了编制的起草规则，标准的提出与归口单位，标准编制单位及主要编制人员；
- (2) 第一部分规定了标准的适用范围，明确适用对象；
- (3) 第二部分列出了编制本标准时引用的相关国家标准；

- (4) 第三部分阐述了标准中的术语和定义；
- (5) 第四部分规定了高压谐振变压器型电子加速器组成及型号命名；
- (6) 第五部分规定了标准中产品的各项技术要求，包括整机性能要求和供电及辅助系统；主要包括电子能量、束流强度、束流功率、束流扫描不均匀度、运行可靠性、耗电要求等。
- (7) 第六部分规定了电子能量、束流强度、束流功率、束流扫描不均匀度、四面辐照系统方位角测量、可靠性、控制联锁、电能消耗、外观等的检验方法；
- (8) 第七部分规定了标准中产品的检验规则；
- (9) 第八部分规定了标准中产品包装、运输及贮存；
- (10) 附录部分列出了标准中产品的测量方法和公式等。

#### 四、试验验证的情况和结果

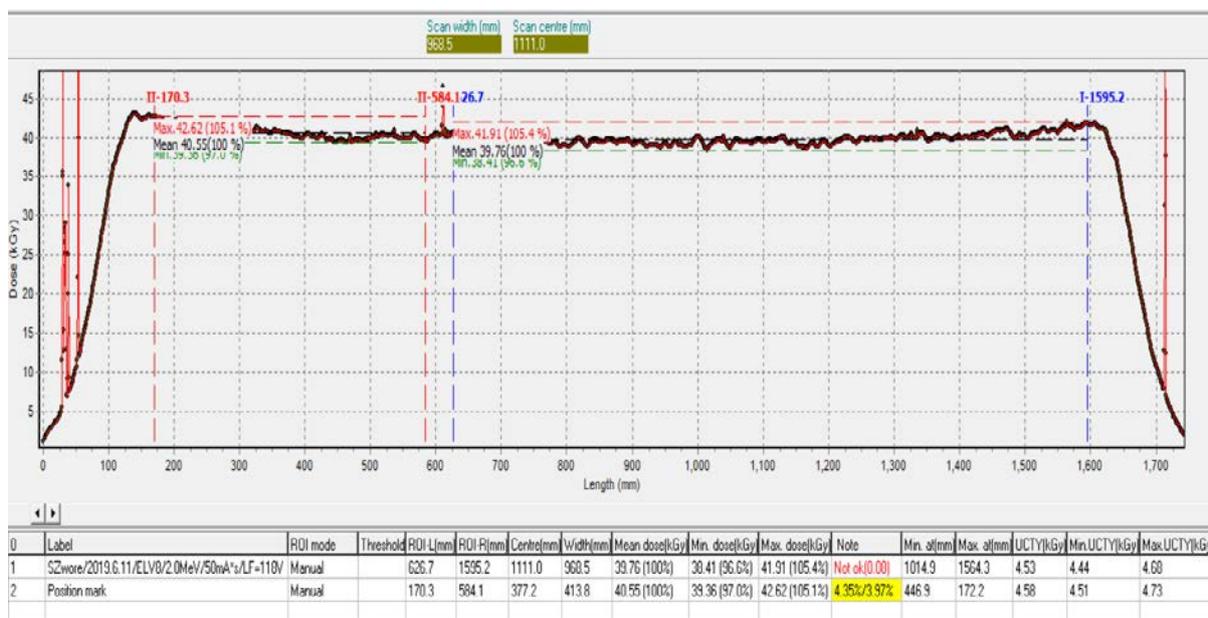
在中国此类加速器在运行的加速器已有 80 多台，运行稳定可靠，能量为 0.5MeV、1.0MeV、1.2MeV、1.5MeV、2.5MeV 等几款加速器为主流，设备稳定运行参数等相关数据的依据和来源各设备终端用户验收报告。

##### 4.1. 各规格加速器参数测试结果如下表

验收事项 加速器型号	电子能量最大偏差 (%)	电子能量不稳定性 (%)	束流强度最大偏差 (%)	束流强度不稳定性 (%)	束流扫描不均匀度 (%)	可靠性试验	耗电指标 (Kw. h)	验证厂家
DG-0.5/65/130-1800	+2.08	0.37	+2.0	0.45	±3.6	满足	满足	山西壹泰科
DG-1.0/100/100-2000	-1.6	0.85	-1.06	0.12	±6	满足	满足	广东华声
DG-1.2/100/100-1800	2.3	1	1	0.45	±6.6	满足	满足	常州沃尔

DG-1.5/100/70-1600	-0.49	0.3	-1.03	0.18	±5.4	满足	满足	广东日丰
DG-2.0/100/60-1600	0.28	0.39	-0.49	0.51	±6.9	满足	满足	重庆渝丰
DG-2.5/100/50-1600	0.05	0.36	-1.4	0.19	±3.97	满足	满足	深圳沃尔

#### 4.2. 束流扫描不均匀度剂量带测量图片



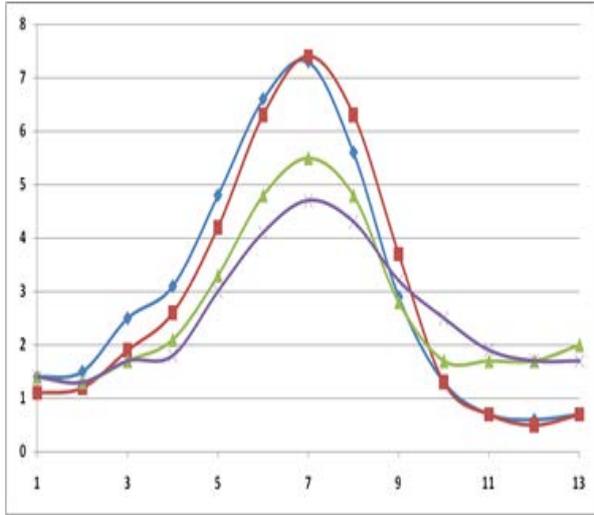
沿输出窗 140cm 处(J)，束流扫描不均匀度剂量带测量 3.97%

#### 4.3. 四面辐照系统方位角测量结果（山西壹泰科电工设备有限公司在太原厂区 2.5MeV 上测试）

##### 4.3.1. 电子束引出方位角的平均值

测量探头编号 (角度)	方位出口角度计位置 (引出窗轴线到标尺距离, mm)			
	1 (-350)	2 (-175)	3 (175)	4 (350)
	测量探头电压 (U)			
1 (15.0°)	1.4	1.1	1.4	1.4
2 (20.0°)	1.5	1.2	1.3	1.3
3 (25.0°)	2.5	1.9	1.7	1.7
4 (30.0°)	3.1	2.6	2.1	1.8
5 (35.0°)	4.8	4.2	3.3	3
6 (40.5°)	6.6	6.3	4.8	4.1
7 (45.0°)	7.3	7.4	5.5	4.7
8 (50.0°)	5.6	6.3	4.8	4.3

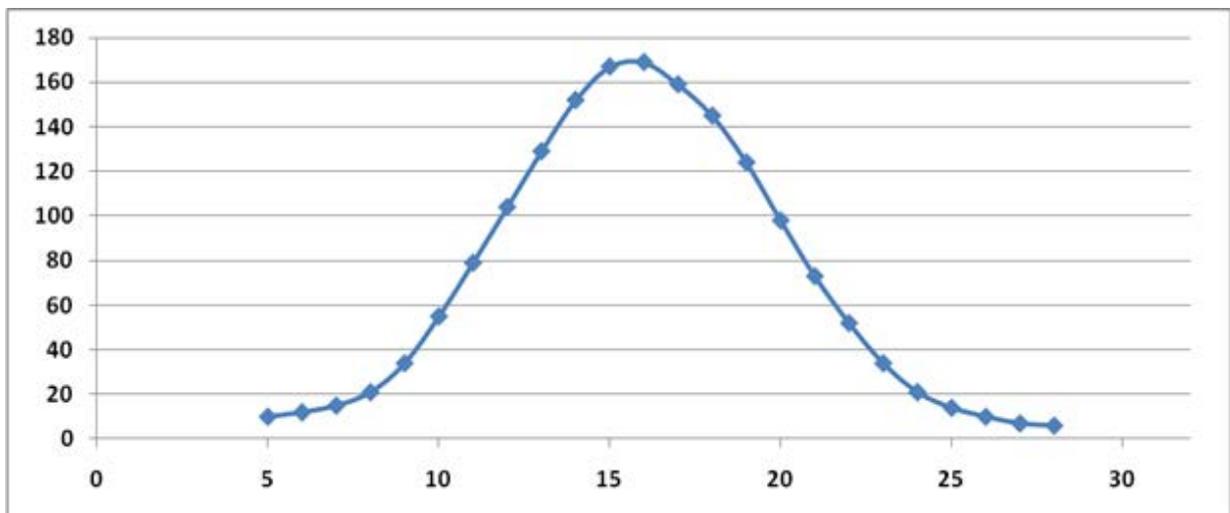
<b>9 (55.0°)</b>	2.9	3.7	2.8	3.2
<b>10 (60.0°)</b>	1.3	1.3	1.7	2.5
<b>11 (65.0°)</b>	0.7	0.7	1.7	1.9
<b>12 (70.0°)</b>	0.6	0.5	1.7	1.7
<b>13 (75.0°)</b>	0.7	0.7	2	1.7



	角度计的位置			
	1	2	3	4
平均偏转角	43	45	45	46
$\alpha_{average}, ^\circ$	44.7			
$\Delta\alpha$ average, %	3.3			

#### 4.3.2 辐照面积的大小

<b>N</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>U<sub>N</sub></b>	10	12	15	21	34	55	79	104
<b>N</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>U<sub>N</sub></b>	129	152	167	169	159	145	124	98
<b>N</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>
<b>U<sub>N</sub></b>	73	52	34	21	14	10	7	6



	要求	测量值	结果
电子束平均方位角	$45^{\circ} \pm 5^{\circ}$	43.5°	OK
辐照面积大小		45 cm	OK

## 五、采用国际标准和国外先进标准的情况

（包括国际标准、其他国家先进标准等，与国际、国外同类标准水平的对比情况）

国际采标情况：没有采标

参考了以下标准：1. 在辐射安全防护设计中，采用 ICRP50 报告中相关计算方法；2. 在加速器变频电源生产制造中，整个制作过程受控，引用国际标准 IEC61010 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求，严格按照标准要求设计安装。

## 六、标准涉及的知识产权情况说明

本标准的内容不涉及专利。

## 七、与现行法律、法规、政策和相关标准的关系

本标准参照 GB/T 25306 内容与条款，结合高压谐振变压器型电子加速器的技术指标和特点，为规范高压谐振变压器型加速器企业生产和应用，制定相关标准意义深远。新制定的标准技术要求更高、对于此类高压谐振变压器型电子加速器内容更全面，还新增了耗能指标，对设备制造技术发展，具有一定的前瞻性。

该标准将在原有国标的基础上结合实验数据以及生产制造经验进行制定，具有一定的行业指导意义。标准将在定义、组成、技术要求、检验方法、检验规则等方面进行详细阐述。

新标准的制定将指导未来高压谐振变压器型电子加速器的标准化生产制造，以及用户使用，引导行业市场更加规范健康发展，具有十分积极深远的影响。

## 八、实施标准的要求和措施建议

建议本标准首先作为团体标准发布，在本标准实施 2-3 年，收集管理部门相关意见进行修订，可考虑制定行业或国家标准。

## 九、修改或废止有关标准的建议及理由

无

## 十、标准印刷数量建议

无

## 十一、其他需说明的事项

无

## 十二、引用和参考标准清单

### 1. 国家标准、行业标准、团体标准等系列相关标准

GB/T 25306—2010 辐射加工用电子加速器工程通用规范

GB 3095 环境空气质量标准

GB 5172—1985 粒子加速器辐射防护规定

GB/T 15446 辐射加工剂量学术语

GB/T 16841 能最为 300 keV~25 MeV 电子束辐射加工装置剂量学导则

GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ 1-2002 工业企业设计卫生标准

GBZ 2.1-2007 工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素

GBZ 2.2-2007 工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分，物理因素

JJG 772 电子束辐射源（辐射加工用）

GB 50752-2012 电子辐射工程技术规范

HJ979-2018 电子加速器辐照装置辐射安全和防护

IEC61010 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求