

ICS 25.160.30

CCS J 64

T/CSHB

河北省版权协会团体标准

T/CSHB 0022—2024

全自动真空焊接炉过程质量管理规范

Specification for process quality management of automatic vacuum welding ovens

2024 - 12 - 17 发布

2024 - 12 - 17 实施

河北省版权协会 发布

目 次

前言	II
1. 范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	1
4. 通用要求	2
4.1 外观与结构要求	2
4.2 设备性能要求	3
4.3 设备质量要求	5
4.4 能耗要求	6
4.5 漏电安全防护要求	6
5. 检验方法	9
5.1 一般检查	9
5.2 真空度检查	10
5.3 舱室保压测试	10
5.4 舱体间极限压差测试	10
5.5 冷却水管道泄漏测试	10
5.6 噪音测试	10
5.7 空载托盘温度均匀性测试	10
5.8 升/降温速率测试	11
5.9 轨道振动测试	11
5.10 加热平台平面度	11
5.11 焊接空洞率	12
5.12 能耗检验	12
6 检验规则	13
6.1 检验分类	13
6.2 检验程序	13
7. 包装、标识	14
7.1 包装	14
7.2 标识	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由诚联恺达科技有限公司提出。

本文件由河北省版权协会归口。

本文件起草单位：诚联恺达科技有限公司、燕山大学、北京中科九微科技有限公司、三河市海旭环保设备有限公司、三河恒瑞科技有限公司、中德信息技术（天津）有限公司、首科（河北）企业管理咨询有限公司、华科企元（北京）标准化技术发展有限公司、北京理工大学唐山研究院、河北省产品质量监督检验研究院、华北理工大学。

本文件主要起草人：崔会猛、陈新、段圣、史立超、马永龙、郭子昂、李晓亮、田凯、艾超、陈立娟、乔凌梅、金峰、李国莲、曹堂清、孔维涛、张孟佑、李茹、胡君。

全自动真空焊接炉过程质量管理规范

1. 范围

本文件规定了全自动真空焊接炉的外观和结构要求、技术参数、检测方法、标志和包装。

本文件适用于全自动真空焊接炉的设计、制造、安装、检验和包装。

2. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。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 3096 声环境质量标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 3163-2024 真空技术 术语

GB/T 3785 电声学 声级计

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 4768-2008 防霉包装

GB/T 4879-2016 防锈包装

GB/T 5048-2017 防潮包装

GB/T 9452-2023 热处理炉有效加热区测定方法

GB/T 13126-2009 机电产品湿热带防护包装通用技术条件

GB/T 13306-2011 标牌

GB/T 18443.2-2010 真空绝热深冷设备性能试验方法 第2部分：真空度测量

GB/T 19247.6-2024 印制板组装 第6部分：球栅阵列（BGA）和盘栅阵列（LGA）焊点空洞的评估要求及测试方法

GB/T 2900.1-2008 电工术语 基本术语

GB/T 30839.43-2015 工业电热装置能耗分等 第43部分：箱式电阻炉

GB/T 39751-2021 装备制造系统能耗检测方法 导则

3. 术语和定义

GB/T 3163-2024 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

真空度 vacuum degree

处于真空状态下的气体稀薄程度，单位为 Pa。

3.2

保护接地 protective earthing

为了电气安全，将系统、装置或设备的一点或多点接地。

[来源：GB/T 2900.1- 2008， 3.5.9]

3.3

功能接地 functional earthing

出于电气安全之外的目的，将系统、装置或设备的一点或多点接地。

[来源：GB/T 2900.1- 2008， 3.5.11]

3.4

空洞率 void occupancy

焊点的空洞截面积与焊点最大横截面积的比值。

[来源：GB/T 19247.6-2024， 3.1]

3.5

PLC programmable logic controller

一种可编程序逻辑控制器，专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作电子系统。

4. 通用要求

4.1 外观与结构要求

4.1.1 真空焊接炉整机系统由真空系统、温度控制系统、工艺用气体管路系统、传送系统、电气控制系统和上位机软件操作系统、安全报警系统等部分构成。

4.1.2 全自动真空焊接炉的各舱室必须采用独立的真空舱室结构设计，每个舱室具有独立的真空控制系统。

4.1.3 设备具有智能温度校正系统，可对温度进行温差补偿。

4.1.4 工艺用气体管路系统能适应至少包含氮气或氮气—甲酸混合气，并能精确控制流量、压力等。

4.1.5 全自动真空焊接炉的轨道高度可调，宽度可调，并可与前后设备对接，并保持正常

通讯。

4.1.6 真空焊接炉应采用 PLC 控制，实现整个工艺流程的自动化操作。通过传感器、数据采集器和通讯模块等，实时监测设备状态、温度、压力等参数，并进行反馈控制，确保焊接过程的稳定性和一致性。

4.1.7 系统应具备数据收集与分析功能，能够及时收集数据以便于监控生产过程，这包括但不限于焊接时间、温度、压力等方面的数据。通过数据分析和调控，可以优化工艺参数。

4.1.8 设备应配备必要的安全防护措施，如防火、防电击、防尘、防水等装置。

4.1.9 设备长期承重的地脚支撑螺杆受力部分细长比应不大于 4:1，安全系数不小于 3。

4.1.10 水循环系统管路应与电源、控制器、电路板等电气元件实现物理分离，遵循“水下电上”原则。

4.1.11 全自动真空焊接炉的轨道按照调试高度为 $950 \pm 70 \text{ mm}$ ，宽度不小于 330 mm。

4.1.12 全自动真空焊接炉根据极限真空度分为以下级别：

表 1 全自动真空焊接炉分级

全自动真空焊接炉分级	极限真空度/Pa
低真空焊接炉	>10
真空焊接炉	≤ 10
高真空焊接炉	≤ 1

4.2 设备性能要求

4.2.1 真空系统要求：

- a) 真空焊接炉的舱室极限真空度应不大于 10 Pa；
- b) 抽真空速率可由程序控制，最小真空度不大于 100 Pa；最大抽真空速率从 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 抽至 500 Pa 应小于 30 s；
- c) 设备应保证在常温和工作温度保压效果达到要求；
- d) 设备应保证常温下相邻两个舱室间的压差在 $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时，压力变化小于 500 Pa。

4.2.2 温度控制系统要求

- a) 设备应具有底部加热功能和顶部辅助加热功能，最高焊接温度为 400 ℃；
- b) 设备温度控制精度应保持在 $\pm 1 \text{ ℃}$ 范围内；
- c) 升温 and 冷却速率可由程序控制，设备可对舱内任意时间段的升温速率和降温速率进

行监控；

- d) 真空舱内需配有可测温热电偶，并支持可放入真空舱的测温仪测温；
- e) 各温区实时监控设备热板温度和载具托盘温度。

4.2.3 工艺用气体管路系统要求

- a) 使用气体质量流量控制器，可精确控制工艺用气体流量，可设置具体的充气速率，最大充气速率应不低于 100 L/min；
- b) 气路吹气方向需避免对产品直吹，充气、抽气过程不应造成产品位置偏移；
- c) 各舱室的工艺用气体控制系统应互相独立，可实现同时充气、抽气等操作。

4.2.4 传送系统要求

- a) 传送轨道单舱载重不小于 20 kg；
- b) 轨道安装高度、轨道宽度、传送轨道速度可调；
- c) 设备轨道对接振动振幅应小于 100 μm ；
- d) 设备轨道运行时，应控制托盘传输，防止出现撞盘。

4.2.5 电气控制系统

- a) 控制部件：如空气开关、接触器、继电器、光电开关、电机、触摸屏、变频器等电子产品应采用通过 CE、CCC、TUV、UL 等安全认证的产品；
- b) 无法安装固定防护装置的危险区域需要安装安全光栅。光栅应有符合安全标准认证的等级标志或证书，光栅应具备失效自检功能；
- c) 电路控制系统应满足绝缘电阻试验、绝缘耐压试验、泄漏电流测试、接地连续性测试等测试要求；
- d) 电线电缆转弯应圆滑过渡；
- e) 所有接线点必须使用端子固定，同一端子位置，最多接 2 根强电电源线，同一接线位不超过 2 个端子，端子需加绝缘防护罩；
- f) 设备内部地线汇接到接地排，统一接入干线。接地位置包括但不限于：电机、变压器、开关设备、照明器具和其他电气设备的底座或外壳、配电柜与控制屏的框架、电缆的金属外皮，电力电缆的接线盒与终端盒的外壳，电气线路的金属保护管、金属活动门等；
- g) 设备应有控制所有电源的总开关，并具有安全上锁功能，安装在设备外面方便操作的位置；

- h) 设备本体必须具备过载、短路和漏电防护功能，漏电动作电流不大于 30 mA，动作时间不大于 0.1 s，空气开关及线径选型应与额定电流匹配；
- i) 电控箱布线整齐规范，有散热装置和上锁功能。超过 60 °C 的部件需要做隔热处理并粘贴高温标识，散热风扇保护罩的间隙不大于 5 mm，防止异物进入。散热风扇必须经过 CCC 或 CE 安全认证，材质阻燃，具备过载、堵转保护功能；
- j) 设备不应使用非注塑型插头，工业连接器和排插应有 CCC/CE 认证合格证；
- k) 设备状态指示灯应安装在显眼的位置，当设备发生故障时需亮红灯。

4.2.6 上位机软件操作系统

全自动真空焊接炉应能够实现全自动化控制，即在输入工艺控制参数并开启运行后，无需人工再次介入即可实现产品的识别、定位、输送、预热、抽气、充气、排气、焊接、冷却等功能的自动运行，并具备对运行全过程实时监测、记录异常、报警及处理、数据采集、存储分析等功能。具体要求应满足《全自动真空焊接炉设备软件技术规范》。

4.2.7 安全报警系统

- a) 设备使用甲酸等危险化学品作为工艺用气体时，应配备检测对应物质浓度的报警装置，报警装置能够发出声光报警信号并与软件安全控制系统同步联通；
- b) 设备需要对危险化学品的罐体设置防倾倒装置和过量释放监测功能；罐体应具备压力监测、显示功能，在输入、输出异常的情况下，设备应及时发出报警信号；
- c) 设备应配备独立的过热保护功能，温度超过安全值时，自动停止加热，同时发出声光报警信号；
- d) 设备的强制冷却系统需要有监测措施，若冷却不足，应能够发出声光报警信号，必要时应能够联动切断电热装置的供电或用其他方法确保安全；
- e) 设备应配备防泄漏托盘并设置漏液监测系统，漏液发生时能够发出声光报警信号并关闭进出水阀，漏液监测系统应设置为单独控制回路；
- f) 设备上必须安装急停开关，并且每个操作者控制位置应安装不少于 1 个易于接近的急停开关；
- g) 舱门应有安全联锁装置，舱内温度高时无法打开。舱门未关闭时，应无法运行并发出声光报警信号。

4.3 设备质量要求

4.3.1 设备配置应与设计要求一致；

4.3.2 不同等级的真空焊接炉设备的极限真空度要求参照 4.1.12;

4.3.3 真空舱常温保压要求, 抽真空至 10Pa 以下, 保压 12 h, 变化小于 100 Pa, 压升率小于 8.3Pa/h;

4.3.4 真空舱 250℃ 保压要求, 抽真空至 10Pa 以下, 保压 3 h, 变化小于 100 Pa, 压升率小于 33.3Pa/h;

4.3.5 舱体间极限压差要求 0.12 MPa 压差, 保压 1 h, 变化小于 500 Pa;

4.3.6 冷却水管道泄漏, 保压 12 h, 压降小于 0.02 MPa, 且无漏水现象;

4.3.7 各工艺舱同时充气流速是否能达到最大值;

4.3.8 静电绝缘电阻测试应符合设计要求;

4.3.9 噪音测试要求 75 dB 以内;

4.3.11 加热板温度均匀性应不大于 2%;

4.3.12 最大升温/降温速率应大于 4 °C/s;

4.3.13 轨道振动振幅测试 100 μm 以内;

4.3.14 加热平台平面度应小于 0.05 mm;

4.3.15 产品试焊时还原能力测试及空洞率检测, 芯片接合部总空洞率不大于 2%芯片面积 (10 mm×10 mm), 单个空洞面积不大于 1%芯片面积 (10 mm×10 mm)。

4.3.16 设备应符合安全规则测试要求:

- 绝缘电压测试: 交流电压 1000 V 保持时间不小于 1 s 情况下不被击穿;
- 绝缘电阻测试: 交流电压 500 V, 保持 3 s, 阻值大于 1 MΩ;
- 漏电流测试: 设备各部件泄漏电流应小于 10 mA;
- 接地电阻测试: 设备任意一点的接地电阻值小于 4 Ω。

4.4 能耗要求

全自动真空焊接炉焊接过程的能耗指标为单位合格焊件可比能耗, 是指统计期内焊接过程消耗能量与合格焊件折合质量的比值。能耗指标应符合 GB/T 30839.43-2015 的要求。

4.5 漏电安全防护要求

4.5.1 产品的外壳及防护等级要求包括:

- 至少将所有的带电部件隔离 (被完全绝缘的除外), 或电源在外壳关闭或复位前不得恢复供电;
- 将运动部件和危险部件安置或包封到其在正常工作时提供足以防止人身伤害的

保护；

- 不借助工具不能被拆除或移除；
- 在使用和调整护罩时不应产生其他危险，如按规定拆除固定护罩，则紧固件应始终在护罩或者产品上；
- 在拆卸维护罩盖后也能确保防止触及带电部件；
- 在拆去集尘装置（如果有）后也能确保不能触及危险的运动部件；
- 应符合 GB/T 4208 的规定，且未经过试验不应标识 IP 等级代号；
- 用于防止直接接触的外壳防护等级至少为 IP2XC。

4.5.2 保护接地应永久性地和可靠地联（连）接到产品内的接地端子或接地导线接头上，或接到产品进线座的接地触头上。所有导电部件均应有防腐措施。电气连续性应满足产品上任意易触及的导电部件与接地端子或接地触头之间的电阻不得大于 4Ω 。

4.5.3 产品的功能接地应有清晰、耐久的功能接地符号，且功能接地符号不能与保护接地符号混用，功能接地装置不能与保护接地装置直接连接。

4.5.4 基本绝缘防护包括：

- 带电部件与不易触及的金属部件之间应采用基本绝缘隔开；
- 不易触及的金属部件与易触及的金属部件或易触及表面应有附加绝缘隔层；
- 带电部件与易触及的金属部件或易触及表面之间应有双重绝缘或加强绝缘隔层；
- 清漆、瓷漆、普通纸、棉织物、金属部件上的氧化膜、玻璃粉或密封胶（自硬性树脂除外）均不应构成防止触及带电部件所需的保护；
- 木、棉、丝、普通纸和类似的纤维或吸湿性材料，如果未经浸渍，不能用作绝缘，材料纤维间的空隙填满合适的绝缘物质，则视为该绝缘材料是浸渍过的；
- 伸出外壳的部件，对于手柄和握持面应采用绝缘材料制成，如果是金属的，应用绝缘材料充分覆盖。对于旋转轴应将易触及部件与带电的部件用绝缘隔开。

4.5.5 除陶瓷材料和电动机的绝缘部件外，制造产品的以下材料应有足够的耐热变形能力：

- 非金属材料的外部部件；
- 支撑载流部件的热塑性材料部件；
- 提供附加绝缘和加强绝缘的热塑性材料部件。

4.5.6 内部布线要求：

- a) 对导线的保护措施：

- 布线槽应光滑、无锐棱；
 - 使绝缘导线不致触及那些可能损伤导线绝缘的毛刺、散热片等；
 - 供绝缘导线穿过的金属孔，应装有衬套，或者该孔应光滑倒圆（倒圆半径应大于 1.5 mm）；
 - 应有效地防止内部布线与运动部件接触；
 - 柔性金属管不得损坏其内部容纳导线的绝缘，松卷弹簧圈不得用于保护内部布线，如果使用相邻圈并紧的盘绕弹簧圈来保护内部布线，则应在导线绝缘外附有足够的绝缘衬垫；
 - 捆扎软线用的扣箍和类似器件应光滑倒圆。
- b) 对导线的使用要求：
- 内部布线应是刚性的，或固定的或绝缘的，在正常使用中爬电距离和电气间隙不得减少到规定值以下，其绝缘不应受损伤；
 - 由绿/黄组合色作为标记的导线不应接到非接地端子上；
 - 铝导线不应用于内部布线。
- c) 对导线的连接要求：
- 除非夹紧装置设计成不存在由于焊接冷变形而引起接触不良的风险，绞合导体承受接触压力处不应用锡焊料来固结，绞合导体顶端焊结在一起是允许的；
 - 如果采用弹性接线端子，则允许用锡焊料固结导体，不得仅仅拧紧夹紧螺钉。

4.5.7 电源线的标称截面积应符合表 2 要求

表 2 电源线的标称截面积

设备额定电流 I/A	标称截面积 S/mm ²
≤ 0.2	箔线
$0.2 < I \leq 3$	0.5
$3 < I \leq 6$	0.75
$6 < I \leq 10$	1.0
$10 < I \leq 16$	1.5
$16 < I \leq 25$	2.5
$25 < I \leq 32$	4.0
$32 < I \leq 40$	6.0
$40 < I \leq 63$	10.0

4.5.8 电源线和软线的固定：

- 在电源线或软线的导线受到接触压力的部位，除非夹紧装置不存在因焊锡冷变形而引起接触不良的风险，否则不应用锡焊料加以固结；
- 对于所有联接型式，将电源线或软线与外壳或外壳的一部分模压在一起应不影响其的绝缘；
- 操作时电源线或软线会弯曲的，应使用绝缘材料制成的软线护套加以保护；
- 软线护套应以牢固的方式被固定，其伸出进线孔的距离至少是随机提供的电缆或软线外径的 5 倍，且只有借助于工具才可触及，或只有借助于工具才能接上软线；
- 软线固定装置应使导线在端子处不受张力（包括扭力）作用，并能保护导线的绝缘层免受磨损，且不能将软线推入产品内；
- 如果软线固定装置的夹紧螺钉是易触及的，或至少不是由附加绝缘将其与易触及金属部件隔开的，软线就不能触及到这些夹紧螺钉，且软线不应由直接压在软线上的金属螺钉夹紧；
- 压盖不应用作软线固定装置。

5. 检验方法

5.1 一般检查

按 4.1-4.2 规定逐项检查，检查结果应合格。

5.2 真空度检查

按照 GB/T 18443.2-2010 规定操作，全自动真空焊接炉真空度均不大于 100 Pa。

5.3 舱室保压测试

5.3.1 真空舱常温保压测试：常温下真空抽至 100 Pa 后，持续抽真空 10 min，停止抽真空后保持 12 h，腔体真空变化小于 100 Pa。

5.3.2 真空舱 250 °C 保压要求：250 °C 时，真空抽至 100 Pa，持续抽真空 10 min，停止抽真空 3 h，腔体真空变化小于 500 Pa；

5.4 舱体间极限压差测试

舱体充气至 1.2×10^5 Pa，隔壁舱室抽真空至 100 Pa 以下，保压 1 h，变化小于 500 Pa。

5.5 冷却水管道泄漏测试

- a) 预试验阶段：关闭出水口，将进水口的压力设置为 1.5 倍工作压力后，关闭进水口。
保压前观察整体管路无渗水漏水，稳压 30 min，期间允许进行注水补压；
- b) 主试验阶段：停止注水补压，稳定 12 h。当 12 h 后，压力下降不超过 0.02 MPa，并进行外观检查，若无漏水现象，则水压试验合格。

5.6 噪音测试

根据 GB 3096 规定要求，按照 GB 12348 规定检测，在正常工作时，全自动真空焊接炉外 1 米处检测到的噪声应不大于 75 dB。噪声测量仪器应为积分平均声级计或环境噪声自动监测仪，其性能应不低于 GB/T 3785 对仪器的要求，且测量范围应满足所测量噪声的需求。

5.7 空载托盘温度均匀性测试

5.7.1 按照 GB/T 9452-2023 规定，全自动真空焊接炉的有效加热区应进行初始测定和周期测定。

5.7.2 初始测定：新的全自动真空焊接炉、经过大修或技术改造的全自动真空焊接炉，在正式投产前应对有效加热区进行初始测定。全自动真空焊接炉在使用过程中，当出现下列情况之一时也应进行有效加热区初始测定：

- 全自动真空焊接炉搬迁（设计为有轮子或其他便携方式移动的炉子除外）；
- 有效加热区位置变化或体积扩大；
- 扩大了工作温度范围；
- 炉气流动方式和速度发生变化（如导流板位置、风速、风量等）；
- 耐高温材料的型号或厚度改变；

- 加热元件数量、类型或位置改变；
- 加热器尺寸、数量、类型或位置改变；
- 真空炉热区设计或材料发生变化；
- 温度控制传感器变化（如类型、规格、结构）和位置改变；
- 炉子压力设定改变；
- 控制仪表的整体参数更改；
- 热处理炉生产对象或工艺变更，需要提高有效加热区温度均匀性；
- 热处理产品出现不合格现象，经查明与温度均匀性有关；
- 超过规定的检测周期并连续三个月以上未使用的热处理炉重新启用时。

5.7.3 周期测定：自动真空焊接炉运行过程中应对有效加热区进行周期测定，测定周期不应大于 3 个月。因故未能在规定周期内完成测定，可顺延不超过 6 天。

5.7.4 有效加热区初始测定的测试温度应为每个工作温度范围的最高温度和最低温度。当工作温度范围大于 335 °C 时，则应在最高温度和最低温度之间增加测试温度点，每个工作温度范围内各相邻测试温度点之间的间隔温度应不大于 335 °C。

5.7.5 有效加热区周期测定的测试温度应为每个合格工作温度范围内的任意一个温度。当合格的工作温度范围大于 335 °C 时，应在该温度范围内增加测试点，其中一个测试点应在高于最低温度 170 °C 内选择，另一个测试点应在低于最高温度 170 °C 内选择，各相邻测试温度点之间的间隔应不大于 335 °C。

5.7.6 温度均匀性测试点位置应兼顾中心点和边缘点，数量不应少于 5 个，测试数据采集间隔不应大于 2 分钟，采集总时间不应小于 30 分钟。

5.7.7 托盘周边 15 mm 以内区域，温度均匀度应不大于 2%。

5.8 升降温速率测试

- a) 使用炉温仪对整个工艺过程进行温度记录；
- b) 测试升温段的最大升温速率，应大于 4 °C/s；
- c) 测试降温段的最大降温速率，应大于 4 °C/s。

5.9 轨道振动测试

使用振动记录分析仪进行传动过程测试记录，要求最大振幅不大于 100 μm。

5.10 加热平台平面度

测量托盘传送轨道相对于加热平台 4 个角的高度，差值应在 0.05 mm 以内。

5.11 焊接空洞率

按照 GB/T 19247.6-2024 规定测试，芯片接合部总空洞率不大于 2%芯片面积（10 mm×10 mm），单个空洞面积不大于 1%芯片面积（10 mm×10 mm）。

5.12 能耗检验

按照 GB/T 39751-2021 规定 6.5 项下要求，需要检测的项目和方法如下：

- 电能：通过安装在用能设备上的电能表检测；
- 保护气体和压缩空气的体积：用气体体积流量计检测；
- 冷却水用量：用水流量表（装置）检测；
- 合格焊件质量：用衡器称量；
- 消耗焊接材料的质量：用衡器称量。

单位合格焊件的可比能耗按公式（1）计算：

$$e_H = E_H / G_H \dots\dots\dots (1)$$

式中：

e_H ——单位合格焊件可比能耗，单位为千克标准煤每吨（kgce/t）；

E_H ——统计期内焊接过程消耗的总能量，单位为千克标准煤（kgce）；

G_H ——统计期内合格焊件折合质量，单位为吨（t）。

其中统计期内焊接过程消耗的总能量按公式（2）计算：

$$E_H = \sum_{i=1}^n (e_{Hi} \times p_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

e_{Hi} ——统计期内焊接过程消耗的第 i 种能源实物量；

p_i ——第 i 种能源的折算系数，按能量的当量值或能源等价值折算；

n ——焊接过程消耗的能源品种数。

其中统计期内合格焊件折合质量按公式（3）计算：

$$G_H = \sum_{j=1}^m G_{Hj} R_{1j} R_{2j} R_{3j} R_{4j} \dots\dots (3)$$

式中：

G_{Hj} ——统计期内第 j 类合格焊件质量，单位为吨（t）；

R_{1j} ——第 j 类焊件对应的复杂系数 R_1 值；

R_{2j} ——第 j 类焊件对应的材质系数 R_2 值；

R_{3j} ——第 j 类焊件对应的质量系数 R_3 值；

R_{4j} ——第 j 类焊件对应的焊接设备系数 R_4 值；

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为零部件检验、新零件认证检验、出厂检验和型式检验。

6.1.1 零部件检验

设备应识别关键零部件，并设置关键零部件清单，关键零部件应采取特殊管控措施。

6.1.2 新零件认证检验

关键零部件在新供应商或新产品导入时，应进行相应的评审与承认测试。认证检验包括但不限于：

- a) 供应商提供样品至少 1 套；
- b) 材质证明和成分报告；
- c) 零部件图纸；
- d) FAI 全尺寸测量数据报告；
- e) 零件功能验证报告；
- f) 零件工况应用验证报告；
- g) 新零件开发与验收承认书。

6.1.3 出厂检验

产品出厂前应进行出厂检验，检验项目见表 3。产品检验合格后签发合格证。

6.1.4 型式试验

遇有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 原材料或生产工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 停产半年以上恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 上级质量监督机构或客户提出进行型式检验的要求时。

注：型式检验应是经出厂检验合格后的产品。

6.2 检验程序

出厂检验和型式检验的检验程序及检验项目见表 3。

表 3 全自动真空焊接炉检验项目

序号	检验项目	型式试验	出厂检验
1	外观检查	√	√
2	极限真空度	√	√
3	真空保压检查	√	√
4	极限压差检查	√	√
5	冷区水管泄漏检查	√	√
6	静电绝缘电阻检查	√	√
7	噪音检查	√	√
8	空载托盘温度均匀性	√	√
9	升温速率	√	√
10	降温速率	√	√
11	轨道振动检查	√	√
12	焊接空洞率	√	√

7. 包装、标识

7.1 包装

7.1.1 全自动真空焊接炉应分类装箱并应遵循适于运输、便于现场卸货、安装和查找的原则。

7.1.2 全自动真空焊接炉的包装应符合 GB/T 13126-2009 的规定。

7.1.3 全自动真空焊接炉的包装箱外应有明显的文字说明，如设备名称、用途、运输、储存及安全注意事项等内容。

7.1.4 全自动真空焊接炉的随机文件应包括：

- 装箱清单；
- 产品合格证；
- 产品说明书及安装图；
- 随机备件；
- 附件清单。

7.1.5 全自动真空焊接炉的包装应采取防止雨淋、受潮、生锈、腐蚀、振动及碰撞等措施，包装材料应符合 GB/T 4768-2008、GB/T 4879-2016、GB/T 5048-2017 的要求。保证运输过程中不致遭到损坏、变形、受潮及部件丢失。

7.2 标识

7.2.1 产品应在明显部位固定标牌，标明如下内容：

- 产品名称；
- 型号规格；
- 动力源参数及耗电功率；
- 外形尺寸和质量；
- 制造厂名和厂址；
- 出厂编号和日期；
- 产品执行编号等。

7.2.2 产品标牌应符合 GB/T 13306-2011 的规定。
