

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX—XXXX

真空扩散焊接设备

Vacuum diffusion welding equipment

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国商业企业管理协会 发布

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。

本文件由陕西智拓固相增材制造技术有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：陕西智拓固相增材制造技术有限公司、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

真空扩散焊接设备

1 范围

本文件规定了真空扩散焊接设备（以下简称“设备”）术语和定义、分类与设备参数、设备构成及技术指标、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输、贮存等内容。

本文件适用于通过加热和施加压力促使材料原子间扩散连接的真空扩散焊接设备。

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 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 3163-2024 真空技术 术语

GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求

GB/T 8196-2018 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求

GB/T 9452-2023 热处理炉有效加热区测定方法

GB/T 13306 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 20438.1 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第1部分：一般要求

GB/T 41349 机械安全 急停装置技术条件

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

真空扩散焊接 vacuum diffusion welding

利用多轴加压结构以及扩散焊孔洞闭合模型，促使固态金属接合面达到原子间距离，进行原子互相扩散而实现焊接的固相结合过程。

4 分类与参数

4.1 设备按温区尺寸分为 ZTF2、ZTF3、ZTF4、ZTF666、ZTF696、ZTF6624、ZTF1212、ZTF8825、ZTF241212 共 9 种型号。

4.2 设备基本参数见表 1 所示。

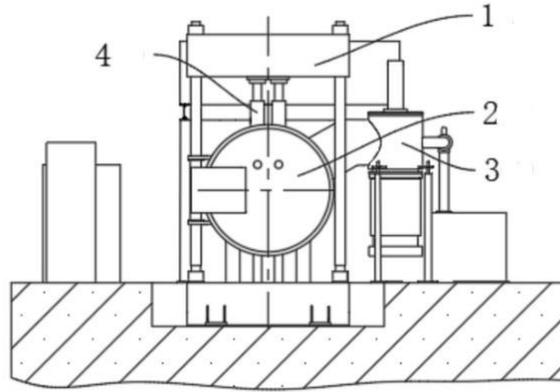
表 1 设备基本参数

设备型号	温区尺寸, mm	压力, T	最高温度, °C
ZTF2	200×200×200	10	1300
ZTF3	300×300×300	100	1300
ZTF4	400×400×400	200	1300
ZTF666	600×600×600	300	1300
ZTF696	600×900×600	500	1300
ZTF6624	600×600×2400	960	1300
ZTF1212	1200×1200×1200	1200	1300
ZTF8825	800×800×2500	2000	1300
ZTF241212	2400×1200×1200	3000	1300

5 设备构成及技术指标

5.1 真空扩散焊接设备主要由机架、真空炉体系统、抽真空系统、加压系统、冷却系统、电气控制系统、水冷循环系统和产品输送系统组成。设备主视图如图 1 所示。

5.2 设备主要技术指标如表 2 所示。



标引序号说明：

- 1—机架；
- 2—真空炉体系统；
- 3—抽真空系统；
- 4—加压系统。

图 1 真空扩散焊接设备主视图

表 2 技术指标

系统名称	项目	指标
加压系统	最大焊接压力	900 t
	加压形式	液压缸
	系统结构	四立柱
	压力控制精度	$\leq 0.3\%$ 额定值
	压头、压板材料	TZM
	压板平面度	≤ 0.08 mm
	上压头与支撑平台平行度	≤ 0.08 mm
	上压头行程	200 mm
	上压头位移控制精度	≤ 0.02 mm
	上、下压头最大开启高度	≥ 800 mm
	最小闭合高度	200 mm
	压板尺寸	1800 mm×800 mm×150 mm
真空系统	炉内极限真空度	$\leq 5 \times 10^{-4}$ Pa (冷态、空炉、充分烘炉后, 扩散泵预热时间不计)
	炉内工作真空度	$\leq 5 \times 10^{-3}$ Pa
	冷态压升率	≤ 0.5 Pa/h
	抽真空速率	≤ 45 min 到达工作真空度 5×10^{-3} Pa (冷态、空载、干燥状态, 扩散泵预热时间不计)
	泵组数量	2套
真空炉体	炉内有效工作区尺寸	1800 mm×800 mm×500 mm (宽×深×高)
	结构	卧式圆型, 前、后开门, 前、后门齿圈锁紧(油缸), 夹层水套冷却, 内外层材料均为304不锈钢, 内壁精密抛光
加热系统	加热方式	方型全金属加热体、六面辐射加热
	最高加热温度	1300 °C
	炉温均匀性	$\leq \pm 3$ °C (600 °C~1050 °C) (空炉, 9点测温)

表2 技术指标（续）

系统名称	项目	指标
	升温速度	室温至1200 °C，时间≤60 min
	加热元件	钼钨合金棒
	加热温区数量	14温区
快冷系统	结构布局	外循环风冷系统
	充气方式	手动、自动两种模式控制
	冷却速度	空炉从900 °C降至200 °C，冷却时间≤120 min
	冷却介质	氮气/氩气
水冷系统	最大冷却压力	0.2 MPa（绝对压力）
	系统配置	闭式冷却塔1套，用于设备冷却，工业冷水机组1套，用于真空机组冷却
	炉体冷却水入水温度	≤24 °C
	冷却水入水口压力	2.0 bar~3.0 bar
送料系统	其它配置	配置分水系统
	系统配置	定制型叉车
	控制方式	自动程序控制
气路系统	叉车负载	负载5000 kg
	气源要求	0.5 MPa~0.8 MPa
控制系统	PLC	-
	工控机	-
	温度控制、超温报警仪表	-
	记录仪	-
	系统功能	具有自动化程序控制及手动控制功能，可相互切换。同时，显示设备各部位的运行状态，可实现工艺参数编程、记录、历史数据的存储、报警、故障诊断等功能，如水压、水温、真空炉超温，加热过电流、真空异常、电源缺相、加热器对地短路等异常情况声光报警，以及具有连锁保护，保证设备安全使用
电源		3相5线制，交流380 V, 580 kW

6 技术要求

6.1 外观与结构

6.1.1 外观

设备外观应平整、光洁，无明显划痕、凹陷、变形等缺陷。表面涂层应均匀、牢固，无剥落现象。设备各部件连接处应平整，缝隙均匀。

6.1.2 结构

各部件连接牢固，安装正确。焊接部位焊缝应平整、光滑，无虚焊、漏焊等缺陷。设备的可移动部件应运动灵活，无卡滞现象。

6.2 真空系统性能

6.2.1 极限真空度

炉内极限真空度应不小于 5×10^{-4} Pa。

6.2.2 抽真空速率

设备应在45 min内将设备内压力从常压抽到 5×10^{-3} Pa。

6.2.3 压升率

设备的压升率应不大于0.5 Pa/h。

6.3 加热系统性能

6.3.1 最高工作温度

设备的最高工作温度为1300 ℃。

6.3.2 温度均匀性

在工作区内，温度均匀性应控制在±3 ℃范围内。

6.4 电气安全要求

6.4.1 设备电气控制系统应符合 GB/T 5226.1 的规定，各电气接头应联接牢固并加以编号，操作按钮灵活可靠，指示灯显示应正常。

6.4.2 设备动力电路导线和保护联结电路间施加 DC 500V 时，绝缘电阻不应小于 1 MΩ。

6.4.3 设备的电气部件应有可靠的接地装置，并有明显的接地标识。

6.4.4 设备外露可导电部分应按 GB/T 5226.1-2019 中 8.2 要求连接到保护联结电路上。接地端子或接地触点与接地金属部件之间的连接，其电阻值不应超过 0.1 Ω。

6.4.5 设备的动力电路导线和保护联结电路质检应经受至少 1 s 时间的耐电压试验。

6.4.6 设备电气安全应符合 GB/T 5226.1 和 GB/T 20438.1 的规定。

6.5 机械安全

6.5.1 设备零部件的连接和安装应可靠，不应因震动而脱落。

6.5.2 设备的防护装置应分别符合 GB/T 8196-2018 中 3.2、3.3 的规定。

6.5.3 设备应有符合 GB/T 8196-2018 中 3.5 规定的连锁防护装置，具有连锁装置（有或无防护锁定）的防护装置，在防护装置关闭前，被其“抑制”的危险的机器功能不能执行。

6.5.4 设备上应有清晰醒目的操纵、润滑、防烫等标志。安全标志应符合 GB 2894 的规定。

6.5.5 设备气动系统的安全性能应符合 GB/T 7932 的规定。

6.5.6 急停装置按下和手动复位时，应动作灵活，不应有卡滞现象，手能够触及的部位应无锐边、尖角或可能导致受伤的粗糙表面，要求应符合 GB/T 41349 的规定。

7 试验方法

7.1 外观与结构

目测。

7.2 极限真空度

按GB/T 18443.2-2001中7.1条规定的方法检测。

7.3 抽真空速率

按GB/T 18443.2-2001中7.1条规定的方法检测，并记录将设备内压力从常压抽到 5×10^{-3} Pa的时间。

7.4 压升率

将设备从常压抽到 5×10^{-3} Pa后，每隔0.5 h记录一次压力变化值，连续记录三次压力变化值后，按公式（1）计算压升率（P），以三次计算结果的算术平均值表示，精确至0.1 Pa/h。

$$P = \frac{P_s - P_e}{h} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

P—压升率；

Ps—记录开始时压力值；

Pe—记录结束时压力值；

H—记录间隔时间。

7.5 最高工作温度

将设备温度设置为1300 ℃，待达到设置温度后，按GB/T 9452-2023第7章规定的方法（空载试验）检验。

7.6 温度均匀性

按GB/T 30825-2014第6章规定的方法检验，测温点为9点。

7.7 电气安全试验

7.7.1 按 GB/T 5226.1—2019 的规定检查设备的电路控制系统。

7.7.2 用绝缘电阻表按 GB/T 5226.1—2019 中 18.3 的规定测量其绝缘电阻。

7.7.3 检查接地装置和标识。在切断电气装置电源，从空载电压不超过 12 V（交流或直流）的电源取得恒定电流，且该电流等于额定电流的 1.5 倍或 25 A（取二者中较大者）的情况下，让该电流轮流在接地端子与每个易触及金属部件之间通过。测量接地端子与每个易触及金属部件之间的电压降，由电流和电压降计算出电阻值。

7.7.4 用耐压测试仪按 GB/T 5226.1—2019 中 18.4 的规定做耐电压试验，最大试验电压取两倍的额定电源电压值或 1000 V 中较大者。

7.8 机械安全防护检查

7.8.1 设备运行时，检查各部件的安全防护、各部位联锁保护装置以及操作与维护装置。

7.8.2 目视检查设备各部位标识、标志。

7.8.3 设备运行时，检查运动部位紧固件防松措施，检查往复运动机构的限制装置。

7.8.4 检查设备的急停装置。

7.8.5 检查设备裸露的运动部件以及存在潜在危险或可能造成人员受伤的部位是否有安全防护装置。

7.8.6 通过查阅气动元件的检测报告、检查控制系统的过压报警、机械运动、气流回路的消声、泄漏等方式检查气动系统安全。

8 检验规则

8.1 检验分类

分为出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 每台设备应经制造厂的质量检验部门按本文件检验合格，并附有产品合格证方可出厂。

8.2.2 每台设备均应做出厂检验，检验项目 6.1、6.2、6.3。

8.3 型式检验

8.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 产品转厂生产或新产品试制定型鉴定；
- 正式生产后，如材料、结构、工艺有较大差异，可能影响设备性能时；
- 正常生产时，积累一定产量后，应每年定期进行一次检验；
- 长期停产后恢复生产；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；
- 国家质量监督机构提出型式检验要求。

8.3.2 型式检验项目为本文件第 6 章规定的全部项目。

8.4 判定规则

8.4.1 如有一项及一项以上检验项目不合格，应自出厂待销合格产品中双倍抽样后复检，如仍不合格，则判该批产品不合格。否则，判为合格。

8.4.2 出厂检验中涉及安全项目应 100%合格，如有一台不合格，则判定该批产品不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 每台设备的适当位置应有固定的标牌，并应符合 GB/T 13306 规定。

9.1.2 设备的标志应包括以下内容：

- 制造商名称及地址；
- 产品型号及名称；
- 品牌及商标；
- 净重和毛重；
- 包装箱外形尺寸；
- 产品执行标准；
- 储运注意事项。

9.2 包装

9.2.1 产品包装应有防震、防尘、防潮措施。

9.2.2 包装箱内应有产品的使用说明书和产品合格证。

9.3 运输

运输过程中应轻拿轻放，防止剧烈冲击、振动、曝晒和雨淋，不允许与易燃、易爆、易腐蚀性的物品混运。

9.4 贮存

9.4.1 产品应贮存于通风、干燥、洁净的库房内。

9.4.2 产品存储环境周围应无酸、碱或者其它易燃、易爆、易腐蚀性化学物品或气体。