

团 体 标 准

T/CSEA 39—2025

高频斩波等离子喷涂电源 技术规范

Technical specifications for high-frequency chopper plasma spray power supply

(发布稿)

2025 - 3 - 17 发布

2025 - 3 - 17 实施

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 技术要求..... 1

 4.1 系统组成..... 1

 4.2 技术条件..... 2

5 检查与验收..... 2

 5.1 功能检查..... 2

 5.2 性能验收..... 2

6 质量保证..... 4

7 检查与验收报告..... 4

附 录 A （资料性）高频斩波等离子喷涂电源检查与验收报告..... 5

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。

本文件由中国表面工程协会热喷涂分会提出。

本文件由中国表面工程协会归口。

本文件起草单位：北京金轮坤天特种机械有限公司、燕山大学、河北科技大学、廊坊斯博瑞精密机械有限公司

本文件主要起草人：何箐、汪殿龙、葛超、吴朝峰、王锦江、程旭峰、徐法令

高频斩波等离子喷涂电源 技术规范

1 范围

本文件规定了高频斩波等离子喷涂电源的技术要求、检查及验收、质量保证和检查及验收报告等。本文件适用于等离子喷涂用而设计、生产制造的高频斩波等离子喷涂电源的检查与验收。

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/T156 标准电压

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB 15579.1 弧焊设备 第 1 部分：焊接电源

GB 15579.10 弧焊设备 第 10 部分：电磁兼容性(EMC)要求

GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合 第 1 部分：原理、要求和试验

3 术语和定义

GB/T 156、GB/T 2423.3、GB 5226.1、GB 15579.1、GB 15579.10、GB/T 16935.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高频斩波等离子喷涂电源 high-frequency chopper plasma spray power supply

采用非隔离斩波电源拓扑结构，为等离子喷涂提供工艺所需的电压和电流的直流设备。（以下简称斩波电源）

3.2

喷涂电流 spraying current

喷涂过程中，电源为等离子喷枪提供的连续稳定的输出电流。

3.3

斩波电源冷态 cold state of chopper power supply

斩波电源冷却至室温后的状态。

3.4

斩波电源热态 hot state of chopper power supply

斩波电源连续运行至热平衡后的状态。

3.5

热平衡状态 thermal equilibrium state

在斩波电源启动后，连续运行一段时间后，若主要发热部件温度变化低于2℃/h，即认为达到热平衡状态。

4 技术要求

4.1 斩波电源组成

斩波电源应包含输入变压器、工频整流器、滤波器、高频斩波器和电源控制器五个部分，如图1所示。其中输入变压器输入侧接三相交流电，输出侧接工频整流器；工频整流器将交流电变为脉动的直流电，并由滤波器滤波获得纹波较低的恒压直流电。高频斩波器采用斩波式DC/DC变换器，将恒压直流电转换为喷涂需要的电压和电流。电源控制器负责电源整体控制。

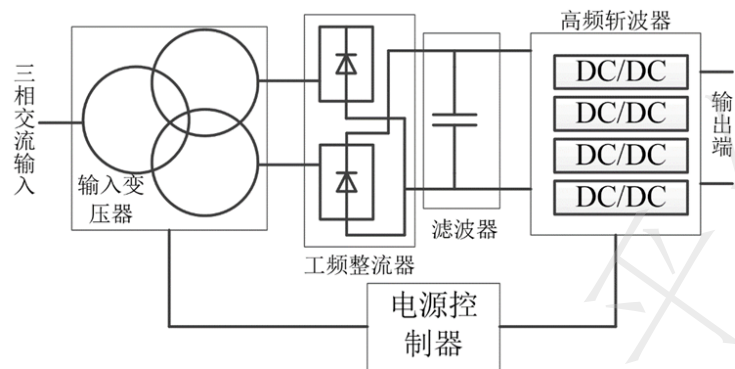


图1 斩波电源系统组成示意图

4.2 技术条件

4.2.1 功能要求

- 斩波电源的功能应符合下列要求：
- a) 斩波电源应为恒流输出电源，应提供与等离子喷涂设备控制系统的通信功能。
 - b) 斩波电源宜具有电源设定参数的存储、修改、删除、读取、调用等功能。
 - c) 斩波电源可具备半自动和自动运行模式，半自动运行模式时由人工设定工作模式和输出值，自动运行模式根据等离子喷涂的工艺自动设定工作模式和输出值。
 - d) 斩波电源应具有报警、急停等安全性功能。
 - e) 斩波电源在环境保护、操作人员职业健康防护措施方面满足设备安装地要求。

4.2.2 性能要求

斩波电源的性能应符合表1的规定。

表1 斩波电源的性能要求

序号	项目	指标要求
1	额定功率	斩波电源的额定功率不应低于 80kW 或由供需双方确定
2	额定电流	斩波电源的额定电流不应低于 1000A 或由供需双方确定
3	最高输出电压	斩波电源的最高输出电压不应低于 80V 或由供需双方确定
4	电流纹波率	斩波电源在额定状态下的电流纹波率不大于±1%
5	电流变化率	在额定状态下，斩波电源的喷涂电流在冷、热态时的变化率和正常供电时的变化率均不应大于±1%
6	效率和功率因数	斩波电源额定工作状态下的效率不低于 90%，功率因数不低于 0.95
7	连续工作时间	斩波电源应在等离子喷枪连续工作运行条件下，不进入热保护状态，通常不低于 24h
8	喷涂适应性	斩波电源应具有良好的静态和动态特性，静态特性应为陡降竖直的线，斩波电源的动态特性方面，负载电阻突变时，斩波电源输出电流变化应不大于±2%
9	输出电流调节	斩波电源的喷涂电流、负载电压调节应采用无级方式，调节装置的标记和控制指示可参照 GB 15579.1，斩波电源的工作电流应在额定电流的 20%~100%之间

5 检查与验收

5.1 功能检查

斩波电源的功能检查采用实物检查或由供需双方约定检查方法。

5.2 性能验收

5.2.1 额定功率

斩波电源的额定功率测定在额定状态下进行，并在斩波电源达到热平衡状态后继续运行1h以后进行正式测量。测试仪表应采用符合国家标准功率表、功率分析仪等电测量仪表。

5.2.2 额定电流

斩波电源的额定电流测定在额定状态下进行，并在斩波电源达到热平衡状态后继续运行1h以后进行正式测量。测试仪表应采用符合国家标准电流表等电测量仪表。

5.2.3 最高输出电压

在等离子喷枪工作或连接模拟负载条件下，将斩波电源输出电压调至最大值，测量斩波电源输出端正负极间电压，测试仪表应采用符合国家标准电测量仪表。

5.2.4 电流纹波率

斩波电源的电流纹波率测试在额定状态和热平衡状态下进行。电流纹波率计算方法如下：

$$\beta = \frac{\Delta I}{I_N} \times 100\%$$

式中：

β ——电流纹波率；

ΔI ——电流最大变化值，采用示波器测量斩波电源实际电流的波形，在滤除噪声干扰后，测量电流波形的峰值和谷值，由峰谷值分别减去标称额定电流的值，取绝对值最大的一组数据；

I_N ——标称额定电流，单位为安培（A）。

5.2.5 电流变化率

a) 喷涂电流在冷、热态时的变化率

调节喷涂电流至额定的数值，斩波电源由冷态启动，待电流稳定后，测量喷涂电流得到冷态电流 I_{2c} 。连续运行至热稳定状态，此时测量喷涂电流得到热态电流 I_{2h} 。喷涂电流冷、热态变化率按下式计算：

$$\Delta I_{ch} = \frac{I_{2c} - I_{2h}}{I_{2c}} \times 100\%$$

式中：

I_{2c} ——斩波电源冷态时的电流，单位为安培（A）；

I_{2h} ——斩波电源热态后的电流，单位为安培（A）；

ΔI_{ch} ——冷、热态电流变化率。

b) 喷涂电流正常供电电压波动时的变化率

供电电压为标准额定值的90%、100%、110%三种情况下，测量斩波电源的喷涂电流。喷涂电流变化率按下式计算，计算结果取绝对值较大者。

$$\Delta I_2 = \frac{I_2 - I_{2N}}{I_{2N}} \times 100\%$$

式中：

I_2 ——供电电压波动 $\pm 10\%$ 时，喷涂电流测量值，单位为安培（A）；

I_{2N} ——额定状态下的喷涂电流值，单位为安培（A）；

ΔI_2 ——喷涂电流变化率。

5.2.6 效率和功率因数

a) 效率测量

效率测定在热平衡下进行，斩波电源的实测效率等于额定状态下的输出功率与输入有功功率之比值；测试仪表应经过计量。

b) 功率因数测量

功率因数的测定，应在额定输出状态下进行，测定时，应保持输入电压为近似正弦波，输入电压和频率为额定值。斩波电源的功率因数等于输入有功功率与输入视在功率之比值，测试仪表应经过计量。

5.2.7 连续工作时间

在模拟负载工作运行条件下，记录斩波电源可连续工作时间。

5.2.8 喷涂适应性

a) 静态特性测定

斩波电源静态特性用静外特性图表示，静外特性图以喷涂电流为横轴，以输出电压为纵轴绘制；静外特性测定应在热平衡状态和额定输出状态下进行，应保持输入电压、频率为额定值；调节负载电阻，使其输出端自空载至短路，测量点数不少于8点，记录每一位置时的输出电压和电流，据此绘制静外特性曲线。

b) 动态特性测定

在测定过程中，应保持输入为额定电压、额定频率；测定应在额定功率和热平衡状态下进行，斩波电源输出端接电缆后应由足够容量的接触器连接负载电阻；采用示波器采集电流波形图，并测量电流变化，变化率按下列公式进行计算，计算结果取绝对值较大者。

$$\Delta I_R = \frac{I_R - I_{RN}}{I_{RN}} \times 100\%$$

式中：

I_R ——通过调节负载电阻的值，使电源先由额定电流突变为20%额定电流，再由20%额定电流突变为额定电流后的喷涂电流测量值，单位为安培（A）；

I_{RN} ——额定状态下的喷涂电流值，单位为安培（A）；

ΔI_R ——喷涂电流变化率。

5.2.9 输出电流调节

斩波电源的输入端应保持额定电压、额定频率。测试应在热平衡状态下进行。电流调节范围应测定斩波电源的最大输出、最小输出，并同时记录电流及电压。

6 质量保证

6.1 斩波电源应检验合格后出厂，并应附有合格证明文件。

6.2 本标准规定的检查与验收为斩波电源终验收检验。

6.3 检验结果判定应根据本标准或用户与设备制造商双方签订的技术协议。

7 检查与验收报告

检查与验收报告格式见附录A，检查与验收报告应由用户与设备制造商双方签署认可生效。

附 录 A

(资料性)

高频斩波等离子喷涂电源检查与验收报告

1、高频斩波等离子喷涂电源基本信息

名称		型号		设备制造商	
出厂编号		额定功率 (kW)		额定电流(A)	

2、功能检查

序号	功能要求	检验结果	检查结论		备注
			合格	不合格	
1	斩波电源应为恒流输出电源，应提供与等离子喷涂设备控制系统的通信功能				
2	斩波电源应具有电源设定参数的存储、修改、删除、读取、调用等功能				
3	斩波电源可具备半自动和自动运行模式，半自动运行模式时由人工设定工作模式和输出值，自动运行模式根据等离子喷涂的工艺自动设定工作模式和输出值				
4	斩波电源应具有报警、急停等安全性功能				
5	斩波电源在环境保护、操作人员职业健康防护措施方面满足设备安装地要求				

3、性能验收

序号	性能要求	验收方法	验收结论		备注
			合格	不合格	
1	斩波电源的额定功率不应低于80kW或由供需双方确定	依据 5.2.1			
2	斩波电源的额定电流不应低于1000A或由供需双方确定	依据 5.2.2			
3	斩波电源的最高输出电压不应低于80V或由供需双方确定	依据 5.2.3			
4	斩波电源在额定状态下的电流纹波率不大于±1%	依据 5.2.4			
5	在额定状态下，斩波电源的喷涂电流在冷、热态时的变化率和正常供电时的变化率均不应大于±1%	依据 5.2.5			
6	斩波电源额定工作状态下的效率不低于90%，功率因数不低于0.95	依据 5.2.6			
7	斩波电源应在等离子喷枪连续	依据 5.2.7			

	工作运行条件下，不进入热保护状态，通常不低于 24h				
8	斩波电源应具有良好的静态和动态特性，静态特性应为陡降竖直的线，斩波电源的动态特性方面，负载电阻突变时，斩波电源输出电流变化应不大于±2%	依据 5.2.8			
9	斩波电源的喷涂电流、负载电压调节应采用无级方式，调节装置的标记和控制指示可参照 GB 15579.1，斩波电源的工作电流应在额定电流的 20%~100%之间。	依据 5.2.9			

4、检查与验收结论

检查与验收结论：

检查与验收人员： _____ 日期： _____

用户代表： _____ 日期： _____

制造商代表： _____ 日期： _____