

ICS 13.030.40  
J 88



# ZZB

## 浙江 制造 团体 标准

T/ZZB 0550—2018

### 除尘用高频高压整流设备

High-frequency high-voltage rectifier equipment for precipitator

ZHEJIANG MADE

2018 - 09 - 28 发布

2018 - 10 - 31 实施

浙江省品牌建设联合会

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 产品型号及基本参数 .....	2
5 基本要求 .....	3
6 技术要求 .....	3
7 使用环境与安全要求 .....	6
8 试验方法 .....	7
9 检验规则 .....	13
10 标志、使用说明书 .....	14
11 包装、运输和贮存、随机资料 .....	15
12 质量承诺 .....	15

ZHEJIANG MADE

## 前 言

本标准依据GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由浙江省品牌建设联合会提出并归口。

本标准由浙江蓝箭万帮标准技术有限公司牵头组织制定。

本标准主要起草单位：浙江大维高新技术股份有限公司。

本标准参与起草单位：浙江省环保装备行业协会，金华职业技术学院（排名不分先后）。

本标准主要起草人：施小东、祝建军、施秦峰、庄向东、郑慧聪、郑立成、周广明、王成福、边晨。

本标准由浙江蓝箭万帮标准技术有限公司负责解释。

ZHEJIANG MADE

# 除尘用高频高压整流设备

## 1 范围

本标准规定了除尘用高频高压整流设备（以下简称设备）的术语和定义、产品型号及基本参数、基本要求、技术要求、使用环境与安全要求、试验方法、检验规则、标志、使用说明书、包装、运输和贮存、随机资料、质量承诺。

本标准适用于除尘用三相整流全桥串联谐振高频高压整流设备。

## 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 (ISO 780:1997, MOD)

GB/T 507 绝缘油 击穿电压测定法

GB/T 2900.33—2004 电工术语 电力电子技术 (IEC 60050-551:1998, IDT)

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法 (ISO 3746:2010, IDT)

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 3859.1—2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-1部分：基本要求规范 (IEC 60146-1-1:2009, MOD)

GB 4208 外壳防护等级 (IP代码) (IEC 60529:2013, IDT)

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 7595—2017 运行中变压器油质量

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 2900.33界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了GB/T 2900.33中的某些术语和定义。

### 3.1

**除尘用高频高压整流设备** high-frequency high-voltage rectifier equipment for precipitator

为除尘、除雾、除焦油、脱水和其他用途提供高频高压直流电的整流设备。

### 3.2

**闪络** flashover

在阳极和阴极之间施加高压直流电引起气体击穿现象。

3.3

**模拟电场** simulated electric field

由阳极系统和阴极系统组成的不带烟气的试验电场。

3.4

**[电力][电子]整流** (electronics) (power) rectification

交流到直流的变流。

[GB/T 2900.3—2004, 定义551-11-06]

3.5

**[电力][电子]逆变** (electronics) (power) inversion

直流到交流的变流。

[GB/T 2900.33—2004, 定义551-11-07]

3.6

**逆变器** inverter

用于逆变的交流/直流变流器。

[GB/T 2900.33—2004, 定义551-12-10]

3.7

**额定值** rated value

相对于定义的运行条件, 供货者所规定的电、热、机械和环境参数。在此条件和参数下, 阀器件、堆、装置或变流器能做预期的良好运行。

[GB/T 2900.33—2004, 附录A.13]

3.8

**[变流器]输入** (converter) (power) input

变流器引入电力进行变化的那部分(在正常运行情况下)。

[GB/T 2900.33—2004, 附录A.14]

3.9

**[变流器]输出** (converter) (power) output

在电力变换之后引出变流器的那部分(在正常运行情况下)。

[GB/T 2900.33—2004, 附录A.15]

## 4 产品型号及基本参数

### 4.1 产品型号

型号符合电力电子学专业有关型号编制的规定。

### 4.2 额定直流输出电压等级

设备的额定直流输出电压（平均值）应在下列数值中选取，单位为千伏（kV）：40，50，60，66，72，80，90，100，120；客户如有特殊要求时，应在技术协议中体现。

### 4.3 额定直流输出电压等级

设备的额定直流输出电流（平均值）应在下列数值中选取，单位为安（A）：0.1，0.2，0.3，0.4，0.5，0.6，0.7，0.8，1.0，1.2，1.4，1.6，1.8，2.0，2.2；客户如有特殊要求时，应在技术要求中体现。

## 5 基本要求

### 5.1 设计研发

5.1.1 应采用产品研发专用软件对研发过程进行管理。

5.1.2 应采用专业软件进行专利检索、分析、布局。

### 5.2 元器件与材料

5.2.1 功率半导体器件的绝缘耐压值应 $\geq 4$  kV（AC）。

5.2.2 设备输出功率在 112 kW 及以上的，其变压器磁芯的初始磁导率应 $\geq 30\,000$  H/m、饱和磁通密度应 $\geq 1.2$  T。

5.2.3 高压硅整流器件的反向重复峰值电压应 $\geq 200$  kV。

5.2.4 直流滤波电容和谐振电容应选用薄膜电容。

5.2.5 机壳的材质应不低于 06Cr19Ni10 不锈钢。

### 5.3 工艺与制造

5.3.1 变压器制造应采用专用真空烘干设备。

5.3.2 设备控制系统的安装、变压器线包绕制、变压器烘干、变压器滤油等重要工艺及关键节点，与控制器、功率半导体模块、磁芯等关键零部件，应用软件进行信息化管理并可溯源。

### 5.4 检测能力

5.4.1 应采用模拟电场对整机进行调试。

5.4.2 应配备变压器油色谱分析仪、变压器油微水分析仪、变压器油耐压试验仪。

5.4.3 应配备工频耐压试验装置，最高试验电压值应 $\geq 150$  kV。

5.4.4 应配备高低温交变试验装置，最低试验温度值应 $\leq -40$  °C，最高试验温度值应 $\geq 150$  °C。

## 6 技术要求

### 6.1 设备的一般要求

设备柜体制作应符合 GB/T 3797 的规定。

### 6.2 逆变器谐振频率

逆变器谐振频率 $\geq 30$  kHz。

### 6.3 拓扑结构

采用三相整流全桥串联谐振拓扑结构。

#### 6.4 负载等级

负载等级为“Ⅰ”级（100%额定输出电流，连续）。

#### 6.5 设备功率因数与设备总效率

设备功率因数 $\geq 0.9$ ；设备总效率 $\geq 93\%$ 。

#### 6.6 设备的电气绝缘强度

6.6.1 各带电电路与地（机壳）之间的绝缘电阻，不小于  $1 \text{ M}\Omega/\text{kV}$ ，绝缘电阻数据仅供绝缘试验前后作为辅助性判别。

6.6.2 变压器油应符合 GB/T 7595—2017 的规定，击穿电压不小于  $40 \text{ kV}/2.5 \text{ mm}$ 。

6.6.3 各带电电路（高频变压器高压回路除外）应承受对机壳和其他任何电路的绝缘试验，这些电路与所试的电路彼此是独立的；试验电压按所示电路的  $U_M$  值依据表 1 确定的试验电压。耐压试验历时 1 min，应无绝缘击穿、闪络或异常响声。

表1 试验电压

单位为伏

$U_M/\sqrt{2}$	试验电压（方均根值）
$U_M/\sqrt{2} \leq 60$	500
$60 < U_M/\sqrt{2} \leq 125$	1 000
$125 < U_M/\sqrt{2} \leq 250$	1 500
$250 < U_M/\sqrt{2} \leq 500$	2 000

注： $U_M$ 是任意一对端子之间预期的最高峰值电压，如果对地电压高于两端子之间的电压，则使用较高的 $U_M$ 量。

6.6.4 高频变压器高压回路的电气绝缘强度应符合 7.6.4.1 或 7.6.4.2 的规定：

- 高频变压器二次直流输出电压为额定输出的 120%，历时 1 min，应无绝缘击穿、闪络或异常响声；
- 高频变压器的高压回路（高压绕组、高压瓷套管）对低压绕组、铁芯及外壳应能承受试验电压为额定输出电压的 1.5 倍、历时 1 min 的耐压试验，应无绝缘击穿、闪络或异常响声。

#### 6.7 设备各部分的温升

设备在正常条件下运行，温升应符合表2的要求。

#### 6.8 设备控制功能

##### 6.8.1 输出调节范围

设备应能在额定直流输出电流和 90%~100%的额定直流输出电压的情况下稳定运行；直流输出电流调节范围：0%~100%额定值；直流输出电压调节范围：0%~100%最大输出电压值或起晕电压 0%~100%最大输出电压值。

表2 设备各部分的温升

器件或部件	极限温升/K	测量方法	备注
线圈绕组	55	电阻法、 红外测温	线圈绕组为A级绝缘,其他级别的可相应改变
高频高压 变压器上层油面	30	温度计法	极限温升以硅整流组件为准
主电路 半导体器件	外壳温升和结温由产品技术条件或分类标准规定		—
导线螺钉固定处	45 (裸铜); 55 (有锡镀层); 70 (有银镀层)	红外测温	—
电阻元件	185 (表面) 25 (距外表30 mm处空气)	温度计法、 红外测温法 或热偶法	—
浪涌吸收器	25 (距外表30 mm处空气)		—
绝缘导线	45		—

### 6.8.2 运行参数

设备主要运行参数见表3;在额定直流输出电流、直流输出电压为90%~100%的额定值的条件下运行,运行参数误差范应符合表3的要求;若有柜面表计,其指示值误差应不大于5%。

表3 设备主要运行参数及误差范围

主要运行参数	误差范围
输入电压	≤5%
一次电流	≤5%
直流母线电压	≤5%
二次电压	≤5%
二次电流	≤5%
功率半导体器件温度	≤2℃
变压器油温	≤2℃

### 6.8.3 闪络

在不低于额定电压60%的前提下,设备允许在每分钟150次闪络情况下运行,考核时间为15 min,设备不应发生任何故障。

### 6.8.4 控制方式

设备应同时具备连续波供电方式和脉冲波供电方式。

### 6.8.5 开路

设备瞬时开路不应造成故障。

### 6.8.6 安全联锁

设备应具备安全连锁保护功能。

### 6.8.7 故障报警

设备在运行中，如出现下列故障，应能自动停机跳闸报警并显示故障类型：

- a) 负载短路故障；
- b) 负载开路故障；
- c) 高频变压器油温超限；
- d) 高频变压器油位过低；
- e) 功率半导体器件故障；
- f) 功率半导体器件温度超限；
- g) 安全连锁断开。

#### 6.9 开机和停机的冲击

设备应能承受在额定负载条件下，开机和停机的冲击。

#### 6.10 通信功能

设备能与计算机通信，应能接受计算机各种设定命令，并将设备运行参数、设定参数、故障状态传送到计算机。

#### 6.11 外部接口

设备应具备以下外部接口：

- a) 开关量输出信号：
  - 1) 运行状态信号；
  - 2) 故障状态信号；
  - 3) 备妥状态信号。
- b) 模拟量输出信号：
  - 1) 输入电压信号；
  - 2) 一次电流信号；
  - 3) 二次电压信号；
  - 4) 二次电流信号。
- c) 开关量输入信号：
  - 1) 开机控制信号；
  - 2) 停机控制信号。
- d) 模拟量输入信号：设备输出功率调节信号。

#### 6.12 防护等级

设备的柜体防护，应符合GB 4208的规定；设备（风道除外）的防护等级不低于IP55或按用户要求。

#### 6.13 噪声

设备在正常运行时产生的噪音符合以下规定：

- a) 不需要经常操作、监视或维护的产品应 $\leq 95$  dB(A)；
- b) 需要经常操作、监视或维护的产品以及需要与具有这种设备安装在一起的产品，应 $\leq 80$  dB(A)；
- c) 产品安装场所要求安静环境，应 $\leq 65$  dB(A)。

### 7 使用环境与安全要求

- 7.1 海拔高度应不超过 1 000 m，若海拔高于 1 000 m 时，应符合 GB/T 3859.1—2013 中 5.3.1.4 的规定。
- 7.2 环境温度不高于 40 ℃，不低于变压器油所规定的凝点温度。
- 7.3 空气最大相对湿度为 90%（在相对于空气温度 20 ℃±5 ℃时）。
- 7.4 无剧烈振动和冲击，垂直倾斜度不超过 5%。
- 7.5 运行地点无导电爆炸尘埃，没有腐蚀金属和破坏绝缘的气体或蒸汽。
- 7.6 三相输入交流电源条件应符合 GB/T 3859.1—2013 中 5.3.2 的规定。
- 7.7 如果要求设备在特殊工作条件下使用，应在技术协议中体现。

## 8 试验方法

### 8.1 一般检查

#### 8.1.1 电器元件检验

检查设备所用的各种半导体器件和电器元件的型号规格均需符合设计要求的规定，并且有合格证。

#### 8.1.2 柜体检验

检查设备柜体的加工质量如电器元件安装质量、主电路连接、二次配线标志均应符合 GB/T 3797 的规定。

### 8.2 负载试验及谐振频率测量

#### 8.2.1 负载试验

在模拟电场条件下，其谐振频率 $\geq 30$  kHz，设备应在额定直流输出电流及 90%~100% 额定直流输出电压的条件下稳定运行 15 min。

#### 8.2.2 谐振频率测量

在输出短路条件下，用示波器测量高频变压器初级电流的谐振周期。谐振频率按公式（1）计算：

$$f_s = \frac{1}{T_s} \dots\dots\dots (1)$$

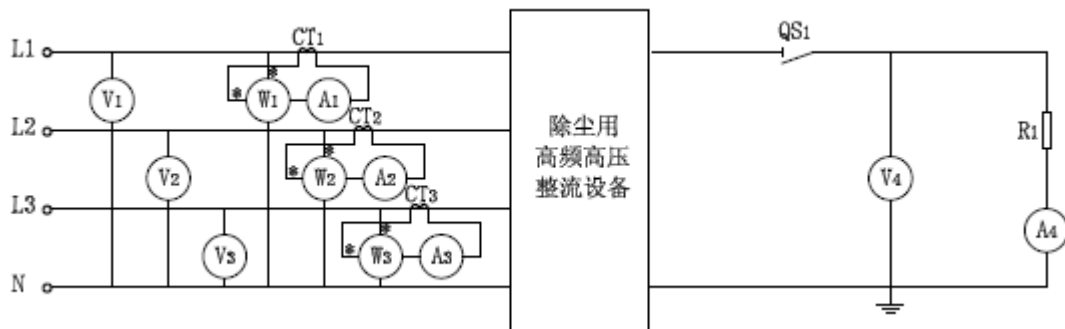
式中：

$f_s$  ——谐振频率，单位为千赫兹（kHz）；

$T_s$  ——高频变压器初级电流的谐振周期，单位为毫秒（ms）。

### 8.3 设备的功率因数和总效率的测量和计算

8.3.1 测量应在模拟电场条件下，设备功率因数、设备总效率测量的接线图（以三相四线制示例）如图 1 所示。



说明:

- $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  ——交流电压表，指示相电压；
- $CT_1$ 、 $CT_2$ 、 $CT_3$  ——电流互感器；
- $QS_1$  ——高压隔离开关；
- $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$  ——交流电流表，指示相电流；
- $W_1$ 、 $W_2$ 、 $W_3$  ——功率表，指示每组的有功功率 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ；
- $V_4$  ——直流电压表，指示 $U_{out}$ ；
- $A_4$  ——直流电流表，指示 $I_{out}$ 。

注：也可用微安表串直流电压测量棒测量直流输出端电压。

图1 设备功率因数、设备总效率测量的接线图

8.3.2 输出直流功率按公式（2）计算：

$$P_{OUT} = U_{OUT} I_{OUT} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $P_{OUT}$  ——设备的输出直流功率，单位为瓦（W）；
- $U_{OUT}$  ——设备的输出直流电压，单位为伏（V）；
- $I_{OUT}$  ——设备的输出直流电流，单位为安（A）。

8.3.3 输入有功功率按公式（3）计算：

$$P_{有功} = P_1 + P_2 + P_3 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $P_{有功}$  ——设备的输入有功功率，单位为瓦（W）；
- $P_1$  ——L1相的有功功率，单位为瓦（W）；
- $P_2$  ——L2相的有功功率，单位为瓦（W）；
- $P_3$  ——L3相的有功功率，单位为瓦（W）。

8.3.4 L1 相输入视在功率按公式（4）计算：

$$S_1 = U_1 I_1 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $S_1$  ——L1相的视在功率，单位为伏安（VA）；
- $U_1$  ——L1相的电压，单位为伏（V）；
- $I_1$  ——L1相的电流，单位为安（A）。

8.3.5 L2 相输入视在功率按公式（5）计算：

$$S_2 = U_2 I_2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$S_2$  ——L2相的视在功率, 单位为伏安 (VA);

$U_2$  ——L2相的电压, 单位为伏 (V);

$I_2$  ——L2相的电流, 单位为安 (A)。

8.3.6 L3 相输入视在功率按公式 (6) 计算:

$$S_3 = U_3 I_3 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$S_3$  ——L3相的视在功率, 单位为伏安 (VA);

$U_3$  ——L3相的电压, 单位为伏 (V);

$I_3$  ——L3相的电流, 单位为安 (A)。

8.3.7 L1 相无功功率按公式 (7) 计算:

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$Q_1$  ——L1相的无功功率, 单位为乏 (var)。

8.3.8 L2 相无功功率按公式 (8) 计算:

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P_2^2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$Q_2$  ——L2相的无功功率, 单位为乏 (var)。

8.3.9 L3 相无功功率按公式 (9) 计算:

$$Q_3 = \sqrt{S_3^2 - P_3^2} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$Q_3$  ——L3相的无功功率, 单位为乏 (var)。

8.3.10 设备无功功率按公式 (10) 计算:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$Q$  ——设备的无功功率, 单位为乏 (var)。

8.3.11 设备视在功率按公式 (11) 计算:

$$S = \sqrt{P_{\text{有功}}^2 + Q^2} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$S$  ——设备的视在输入功率, 单位为伏安 (VA)。

8.3.12 设备功率因素按公式 (12) 计算:

$$\lambda = \frac{P_{\text{有功}}}{S} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

$\lambda$  ——设备的功率因素。

8.3.13 设备总效率按公式(13)计算:

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{有功}}} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

$\eta$ ——设备的总效率。

### 8.4 绝缘强度试验

#### 8.4.1 绝缘电阻测定

此项目实验在耐压试验之前进行,用绝缘电阻表(兆欧表)测量受试部位的绝缘电阻,其数值不小于1 M $\Omega$ /kV;绝缘电阻只做设备强度实验参考,不做考核;绝缘电阻表电压等级按表4的规定。

表4 绝缘电阻电压等级

受试部位	绝缘电阻表电压等级/V
高频整流变压器高压回路	2500
高频整流变压器低压绕组	1000
逆变主回路	1000
控制柜主回路	1000
控制柜控制回路(AC 220 V回路)	1000
控制柜控制回路(其他回路)	500

#### 8.4.2 变压器油耐压试验

应符合GB/T 507的规定。

#### 8.4.3 逆变主回路和控制柜主回路元器件(250V<U<sub>M</sub>/√2≤500V)的耐压试验

试验时拆除与柜体接地有关的元器件的接地端,使受试元器件连接在一起(功率半导体器件应单独断开,不做耐压试验),接耐压试验设备,然后将试验设备的电压逐步上升到2 000 V(方均根值),历时1 min再迅速平稳下降至零,不应有绝缘击穿、闪络或异常响声。

#### 8.4.4 控制柜控制回路元器件(U<sub>M</sub>/√2≤60V)的耐压试验

试验时拆除与柜体接地有关的元器件的接地端,使受试元器件连接在一起,接耐压试验设备,然后将试验设备的电压逐步上升到500 V(方均根值),历时1 min再迅速平稳下降至零,不应有绝缘击穿、闪络或异常响声。

#### 8.4.5 控制柜控制回路元器件(125V<U<sub>M</sub>/√2≤250V)的耐压试验

试验时拆除与柜体接地有关的元器件的接地端,使受试元器件连接在一起,接耐压试验设备,然后将试验设备的电压逐步上升到1 500 V(方均根值),历时1 min再迅速平稳下降至零,不应有绝缘击穿、闪络或异常响声。

#### 8.4.6 高频变压器低压绕组耐压试验

对高频变压器低压绕组和箱壳之间进行外施工频交流耐压试验,试验电压为2 000 V(方均根值),历时1 min,应无绝缘击穿、闪络或异常响声。

#### 8.4.7 高频变压器高压回路的耐压试验

8.4.7.1 高频变压器高压回路的耐压试验应符合 8.4.7.2 或者 8.4.7.3 的规定。

8.4.7.2 高频变压器注油静置 24h 且变压器油的耐压试验合格后,适当减轻模拟电场的负载,使得二次直流高压为额定值输出的 120%,历时 1 min,应无绝缘击穿、闪络或异常响声。

8.4.7.3 高频变压器拆除硅整流器件,注油静置 24h 且变压器油的耐压试验合格后,用高压直流发生器在高频变压器高压回路(高压绕组、高压瓷套管)与低压绕组、磁芯、高频变压器壳体间加上直流电压(该直流电压为额定输出电压的 1.5 倍),历时 1 min,应无绝缘击穿、闪络或异常响声。

#### 8.5 温升试验

8.5.1 用热电偶或温度计或其他方法来测定变压器外壳、油顶层和控制柜各部位的温度,当测定点附近有很大交变磁场时,应采用酒精温度计,红外测温用不少于三次读数的算术平均值测定。

8.5.2 用电阻法测定温升:线圈的温升可用电阻法测定,即根据线圈的热态电阻与冷态电阻通过计算来确定;在测量线圈的冷态电阻以前,应将被试产品放置在室内不小于 3 h,测量前 1 h 内,室温变化应不大于 3 K,热态电阻与冷态电阻应当用通用方法和同一仪表测量,导线联结点也应相同,线圈温升按公式(14)计算:

$$\tau = \frac{R_2}{R_1} (2345 + \theta_1) - (2345 + \theta_2) \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$\tau$  ——被测线圈的温升,单位为开(K);

$\theta_1$  ——测量被测线圈冷态电阻时的周围环境温度,单位为摄氏度(°C);

$\theta_2$  ——测量被测线圈热态电阻时的周围环境温度,单位为摄氏度(°C);

$R_1$  ——被测电阻的冷态电阻,即周围环境温度为  $\theta_1$  时的电阻值,单位为欧( $\Omega$ );

$R_2$  ——被测电阻的热态电阻,即周围环境温度为  $\theta_2$  时的电阻值,单位为欧( $\Omega$ )。

注:周围环境温度用不少于两个温度计读数的算术平均值来测定,这些温度计应均匀分布于距离被试产品 1 m 和被试产品高度的一半处,应保证温度计避免外来气流及热辐射和温度急剧变化的影响,以免发生测量误差。

8.5.3 温升试验应维持足够的时间以使设备各部位的温度达到热平衡的稳定值,如果温度的变化小于 1 °C/h,则认为温升已达到稳定。

#### 8.6 设备控制功能试验

##### 8.6.1 输出调节范围试验

在模拟电场条件下,设备的直流输出电流能够在 0%~100% 范围内调节,直流输出电压能够在电场起晕电压至 100% 最大输出电压之间调节,调节过程应平滑,无突变现象。

##### 8.6.2 运行参数显示试验

设备运行参数至少包括输入电压、一次电流、直流母线电压、二次电压、二次电流、功率半导体器件温度、变压器油温,设备在额定直流输出电流、直流输出电压为 90%~100% 的额定值的条件下,显示误差应符合本标准 6.8.2 的要求。

##### 8.6.3 闪络试验

闪络试验应在模拟电场条件下,通过改变放电间隙的方法,使设备在不低于 60% 额定电压条件下,通过设定闪络控制参数,使设备在闪络频率接近于每分钟 150 次下持续运行 15 min,试验后,设备应能正常工作。

#### 8.6.4 控制方式试验

在模拟电场或电阻性负载条件下，将设备控制方式分别设定为连续波供电方式、脉冲波供电方式，用示波器观察设备工作时二次电压的波形。

#### 8.6.5 故障保护试验

##### 8.6.5.1 短路保护试验

将设备输出端预先短路情况下运行或在运行中将设备输出端短路，设备应能自动停机报警并显示故障类型。

##### 8.6.5.2 设备开路保护试验

将设备输出端预先开路情况下运行或在运行中将设备输出端开路，设备应能自动停机报警并显示故障类型。

##### 8.6.5.3 高频变压器油温超限保护试验

设备在运行中，模拟高频变压器油温超限条件，设备应能自动停机报警并显示故障类型。

##### 8.6.5.4 高频变压器油位过低保护试验

设备在运行中，模拟高频变压器油位过低信号，设备应能自动停机报警并显示故障类型。

##### 8.6.5.5 功率半导体器件故障保护试验

设备在运行中，模拟功率半导体器件故障输出信号，设备应能自动停机报警并显示故障类型。

##### 8.6.5.6 功率半导体器件温度超限保护试验

设备在运行中，模拟功率半导体器件温度超限条件，设备应能自动停机报警并显示故障类型。

##### 8.6.5.7 安全连锁断开保护试验

设备在运行中，模拟安全连锁装置断开信号，设备应能自动停机报警并显示故障类型。

#### 8.7 冲击试验

在额定负载条件下，使设备重复开机、停机操作50次，每次都需达到稳定值，设备应能正常工作。

#### 8.8 通信试验

此项试验在模拟电场成套试验时进行，在计算机与控制器之间接入必要的通信接口和通信电缆，计算机应能与控制器正常通讯，可显示设备运行参数。

#### 8.9 外部接口试验

##### 8.9.1 开关量输出试验

用万用表测量开关量输出点：

- a) 运行状态信号：设备运行时导通，停机时断开；
- b) 故障状态信号：设备故障时导通，正常时断开；
- c) 备妥状态信号：设备备妥时导通，未就绪时断开。

### 8.9.2 模拟量输出试验

用万用表测量模拟量输出点，各参数值与直流信号的对应关系为0%~100%额定参数值对应4 mA~16 mA，误差≤5%。

### 8.9.3 开关量输入试验

设备停机时，在开机控制信号输入≥200ms的短脉冲，设备应能运行；设备运行时，在停机控制信号输入≥200 ms的短脉冲，设备应能停机。

### 8.9.4 模拟量输入试验

用信号发生器给功率调节信号点输入直流信号，直流信号与二次电流设定值对应关系为4mA~16mA对应0%~100%二次电流额定值，误差≤5%。

## 8.10 防护等级试验

应符合GB 4208的规定，检查设备的防护等级应符合本标准6.12的规定。

## 8.11 噪声试验

8.11.1 试验在周围2m内没有声音反射面的场所进行，测量应在正对设备操作面，垂直距离0.5m~1m、距地面高度1.2m~1.6m处取至少两点作为测试点，测量时测试话筒正对设备噪声源，取噪声最严重一点的值为测试值。

8.11.2 按GB/T 3768的规定进行测试，可以使用声级计或其他噪声测量设备，采用A声级，测试时应尽量避免周围环境噪声对测量结果的干扰。

## 9 检验规则

### 9.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

### 9.2 出厂检验

应逐台进行出厂检验，出厂检验项目全部合格，则判定出厂检验合格，给予产品合格证。

### 9.3 型式检验

型式检验可以在厂内或现场进行，凡属下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 试制的新产品；
- b) 当产品的设计、工艺或所用材料的改变会影响产品的保证性能时；
- c) 停产半年以上恢复生产时；
- d) 质量监督检验部门有要求时；
- e) 批量生产的产品，每隔五年进行一次抽检，抽检不少于两台；试验时如有一项及以上项目不合格，则该产品为不合格品，应在消除缺陷并通过试验后方能继续生产。

### 9.4 检验项目

设备出厂检验和型式检验的项目见表5。

表5 高频高压整流设备检验项目

序号	检验项目名称	检验分类		要求	试验方法
		出厂检验	型式检验		
1	负载试验	√	√	6.3~6.4	8.2.1
2	设备的功率因数和总效率的测量计算	—	√	6.5	8.3
3	耐压试验	√	√	6.6	8.4
4	温升试验	—	√	6.7	8.5
5	输出调节范围试验	√	√	6.8.1	8.6.1
6	闪络试验	√	√	6.8.3	8.6.3
7	参数显示	√	√	6.8.2	8.6.2
8	故障保护试验	√	√	6.8.5~6.8.7	8.6.5
9	冲击试验	—	√	6.9	8.7
10	通信试验	√	√	6.10	8.8
11	一般检查	√	√	6.1	8.1
12	防护等级试验	—	√	6.12	8.10
13	噪声试验	—	√	6.13	8.11
14	谐振频率测量	—	√	6.2	8.2.2
15	控制方式试验	—	√	6.8.4	8.6.4
16	外部接口试验	√	√	6.11	8.9

注：“√”为检验项目，“—”为不检项目

## 10 标志、使用说明书

### 10.1 标志

#### 10.1.1 产品标志

在设备的明显位置应有铭牌，对铭牌应标明下列各项内容：

- a) 产品型号、产品标准编号；
- b) 出厂编号；
- c) 额定输入交流电压，单位为伏（V）；
- d) 额定输入交流电流，单位为安（A）；
- e) 额定频率和相数；
- f) 额定输出电压，单位为千伏（kV）；
- g) 额定输出电流，单位为安（A）；
- h) 谐振频率，单位为千赫兹（kHz）；
- i) 重量，单位为千克（kg）；
- j) 制造日期；
- k) 制造厂名。

#### 10.1.2 包装标志

包装箱应有明显的“易碎物品”“怕湿”“向上”和“由此起吊”等储运标志，应符合GB/T 191和GB/T 6388的规定。包装箱应包括以下内容：

- a) 制造厂名；
- b) 产品型号及名称；
- c) 收货单位名称和地址；
- d) 发货单位名称和地址；
- e) 毛重；
- f) 包装箱外形尺寸；
- g) 装箱日期。

## 10.2 使用说明书

使用说明书的编写应符合GB/T 9969的规定，主要包括以下内容：

- a) 产品型号、名称；
- b) 产品执行的标准编号；
- c) 主要技术性能和技术参数；
- d) 主要结构及主要设备；
- e) 操作、使用及注意事项；
- f) 保护、维修及故障排除；
- g) 产品附件、备件清单。

## 11 包装、运输和贮存、随机资料

### 11.1 包装

产品的包装应符合GB/T 13384的规定，应保证产品在运输存放过程中不受损伤，有防漏、防尘能力。

### 11.2 运输

产品在运输过程中，不应有剧烈震动、撞击和倒置。装卸和放置时应符合包装箱上储运标志的要求。

### 11.3 贮存

产品不得暴晒、雨淋，应存放在空气流通、周围介质温度不低于-10℃、空气最大相对湿度为90%（相当于空气温度20℃±5℃）及无腐蚀性气体存在的仓库中。

### 11.4 随机资料

随机资料有以下内容：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用说明书；
- c) 装箱单。

## 12 质量承诺

12.1 在正常使用情况下，制造商承诺设备质保期为从使用起15个月，或从发货起18个月，并以先到期限为准。在质保期内，对制造商原因出现的质量问题，制造商应免费提供修理或更换服务。

T/ZZB 0550—2018

12.2 对客户诉求应在 12 小时内作出响应并提供处理方案。

12.3 定期回访客户的周期不大于 12 个月。

---

ZHEJIANG MADE