

ICS 13.030  
J 88  
备案号: 31891—2011

**JB**

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 11073—2011

---

## 电除尘用高压整流变压器

**HV rectifier transformer for electrostatic precipitator**



2011-05-18 发布

2011-08-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 产品分类与标记.....	2
4.1 产品分类.....	2
4.2 产品标记.....	2
5 基本参数.....	2
5.1 额定输出直流电压等级.....	2
5.2 额定输出直流电流等级.....	2
6 技术要求.....	3
6.1 使用条件.....	3
6.2 额定直流输出电压.....	3
6.3 一般检查.....	3
6.4 绝缘.....	3
6.5 效率、功率因数.....	3
6.6 性能参数.....	3
6.7 阻抗电压.....	4
6.8 温升.....	4
6.9 负载等级.....	4
6.10 负载特性.....	4
6.11 安全保护装置.....	4
6.12 油箱及其附件的技术要求.....	4
7 试验方法.....	4
7.1 一般检查.....	4
7.2 绝缘耐压试验.....	4
7.3 效率与功率因数的测定和计算.....	5
7.4 空载损耗、空载电流的测定.....	5
7.5 阻抗电压、负载损耗的测定.....	5
7.6 温升试验.....	5
7.7 负载试验.....	5
7.8 闪络试验.....	5
7.9 开路冲击试验.....	5
7.10 短路冲击试验.....	5
8 检验规则.....	5
8.1 出厂检验.....	5
8.2 型式检验.....	6
9 标志、使用说明书、包装、运输和贮存.....	6

9.1 标志.....	6
9.2 使用说明书.....	6
9.3 包装.....	7
9.4 运输.....	7
9.5 贮存.....	7
表1 整流变压器效率、功率因数.....	3
表2 整流变压器的性能参数.....	3
表3 整流变压器各部分的极限温升.....	4
表4 整流变压器的检验项目.....	6

## 前 言

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由机械工业环境保护机械标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：福建龙净环保股份有限公司、大连电子研究所、浙江佳环电子有限公司。

本标准主要起草人：谢小杰、池锦富、黄笑英、刘发秀、郭知初、蒋庆龙。

本标准首次发布。



## 电除尘用高压整流变压器

### 1 范围

本标准规定了油浸式电除尘用单相工频高压整流变压器（以下简称整流变压器）的术语和定义、产品分类、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于油浸式电除尘用单相工频高压整流变压器。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 191 包装储运图示标志（GB/T 191—2008，ISO 780：1997，MOD）
- GB/T 507—2002 绝缘油 介电强度测定法（eqv IEC 60156：1995）
- GB/T 2900.15—1997 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器
- GB/T 3859.2—1993 半导体变流器 应用导则（eqv IEC 60146-1-2：1991）
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 7595 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 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- JB/T 5845—1991 高压静电除尘用整流设备 试验方法

### 3 术语和定义

GB/T 2900.15 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**电除尘用高压整流变压器 HV rectifier transformer for electrostatic precipitator**

为除尘、除雾、除焦油、脱水和其他用途提供高压直流电的整流变压器。

#### 3.2

**闪络 flashover**

在阳极和阴极之间施加高压直流电引起的气体被局部击穿现象。

#### 3.3

**侧出式 side-drawn type**

高压输出端置于油箱侧部。

#### 3.4

**顶出式 top-drawn type**

高压输出端置于油箱盖上部。

#### 3.5

**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。

3.6

高压硅堆 HV silicon stack

由多个硅整流二极管以适当方式（如封装）串联起来组成的器件。

3.7

结温 junction temperature

整流二极管 PN 结的工作温度。

3.8

额定容量 rated power

额定输入电压与额定输入电流的乘积。

3.9

高压测量电阻 HV measuring resistance

设置于整流变压器内部高压输出端，为测量二次侧高压的电阻。

3.10

高阻抗 great impedance

阻抗电压不低于 30%。

3.11

低阻抗 low impedance

阻抗电压小于 30%。

4 产品分类与标记

4.1 产品分类

4.1.1 按整流变压器高压输出端安装位置，分为侧出式和顶出式。

4.1.2 按整流变压器阻抗电压大小，分为高阻抗和低阻抗。低阻抗整流变压器必须配电抗器。

4.2 产品标记



示例：

GGA<sub>j</sub>02—1.0 A/72 kVYTC，表示硅整流高压用整流变压器，油浸自冷，晶闸管调压，额定输出直流电流为 1.0 A，额定输出直流电压为 72 kV，YT 表示一体化，C 表示侧出式。

5 基本参数

5.1 额定输出直流电压等级

额定输出直流电压（平均值）应在下列数值中选取（单位为 kV）：40、50、60、66、72、80、90、100、120。当用户有特殊要求时，需在订货合同或技术协议上注明。

5.2 额定输出直流电流等级

额定输出直流电流（平均值）应在下列数值中选取（单位为 A）：0.05、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、2.4、2.6。当用户有特殊要求时，需在订货合同或技术协议上注明。

## 6 技术要求

### 6.1 使用条件

使用条件如下：

- 海拔应不超过 1 000 m，当海拔高于 1 000 m 时，按 GB/T 3859.2—1993 中附录 B 做相应修正；
- 环境温度应为  $-45^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，当环境温度高于  $40^{\circ}\text{C}$  时，按 GB/T 3859.2—1993 中附录 A 做相应修正；
- 输入交流电压的持续波动范围不超过额定值的 10%；
- 输入交流电压频率波动范围不超过  $\pm 2\%$ ；
- 电压的稳态谐波含量的方均根值不超过 10%。

注：如果要求整流变压器在特殊工作条件下使用，需在订货合同或技术协议上注明。

### 6.2 额定直流输出电压

6.2.1 当负载为模拟电场、输出电流为额定值时，整流变压器的额定输出电压应符合 5.1 的要求。

6.2.2 当负载为电阻、输出电流为额定值时，整流变压器的输出电压应不低于额定输出电压的 86%。

### 6.3 一般检查

整流变压器加工质量，如外形尺寸、焊缝、轮距等应符合设计要求。

### 6.4 绝缘

#### 6.4.1 变压器油的耐压

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

#### 6.4.2 一次侧回路的绝缘

应承受交流电压为 2 000 V（方均根值）的耐压要求。

#### 6.4.3 绕组匝间绝缘

应承受频率为工频的 2 倍，电压（方均根值）为额定输入交流电压的 1.5 倍的耐压要求。

#### 6.4.4 二次侧回路的绝缘

应承受额定直流电压（平均值）的 1.5 倍的耐压要求。

### 6.5 效率、功率因数

整流变压器效率、功率因数应符合表 1 的规定。

表 1 整流变压器效率、功率因数

项 目	效 率	功率因数
指标值	$\geq 80\%$	$\geq 0.8$
	当用电阻负载测试时，效率 $\times$ 功率因数 $\geq 0.64$	

### 6.6 性能参数

整流变压器的性能参数应符合表 2 的规定。

表 2 整流变压器的性能参数

项 目	额定容量 kVA	空载损耗 kW	负载损耗 kW	空载电流 A
指标值	$\leq 20$	$\leq 5\%$ 额定容量	$\leq 15\%$ 额定容量	$\leq 5\%$ 额定交流输入电流
	$> 20$	$\leq 3\%$ 额定容量	$\leq 10\%$ 额定容量	$\leq 3\%$ 额定交流输入电流

按公式 (1) 计算整流变压器额定容量:

$$P=U_{1e} \times I_{1e} \dots \dots \dots (1)$$

式中:

- $P$ ——额定容量;  
 $U_{1e}$ ——额定输入电压, 单位为瓦 (W);  
 $I_{1e}$ ——额定输入电流, 单位为安 (A)。

### 6.7 阻抗电压

整流变压器 (含电抗器) 阻抗电压  $\geq 30\%$ 。

### 6.8 温升

整流变压器在输出电流为额定值、输出电压为 70% 额定值的条件下, 温升应不超过表 3 所列值。

表 3 整流变压器各部分的极限温升

部 位	极限温升 K	测量方法
整流变压器、电抗器绕组	65	电阻法
上层油面	50	温度计法

注: 整流变压器、电抗器绕组为 A 级绝缘。

### 6.9 负载等级

负载为模拟电场或电除尘器的电场, 负载等级为 “I” 级 (100% 额定输出电流, 连续)。

### 6.10 负载特性

满足闪络、开路冲击、短路冲击的要求, 整流变压器应能正常工作。

### 6.11 安全保护装置

整流变压器应设置油温度测量装置, 密封式整流变压器应有压力释放阀。

### 6.12 油箱及其附件的技术要求

6.12.1 整流变压器油箱下部应装设有放油装置。

6.12.2 整流变压器油箱底部应装有平轮或轨道轮。

## 7 试验方法

### 7.1 一般检查

检查整流变压器加工质量, 如外形尺寸、焊缝、轮距等应符合设计要求。

### 7.2 绝缘耐压试验

#### 7.2.1 变压器油的耐压试验

按 GB/T 507 的规定。

#### 7.2.2 一次侧回路绝缘的耐压试验

将被试整流变压器的一次侧回路 (包括低压绕组、电抗器绕组及低压接线端) 与试验变压器一端接通, 试验变压器另一端接被试整流变压器外壳, 逐渐升高电压, 至外施工频交流电压为 2 000 V (方均根值), 历时 1 min, 而无击穿、闪络或异常响声。

#### 7.2.3 绕组匝间绝缘耐压试验

试验电源的频率为工频的 2 倍, 电压 (方均根值) 为额定输入交流电压的 1.5 倍, 历时 1 min, 不应有绝缘击穿、闪络或异常响声。

试验时, 将被试整流变压器低压绕组与倍频机组接通 (各高压绕组间引线不连接), 升高倍频感应电压至 1.5 倍额定输入交流电压, 历时 1 min, 不应有击穿、闪络或异常响声。

#### 7.2.4 二次侧回路绝缘的耐压试验

整流变压器输出端开路, 用调压器送电, 交流电压由零缓慢上升至整流变压器的输出电压为额定输



出直流电压的 1.5 倍, 历时 1 min, 不应有击穿、闪络或异常响声。

### 7.3 效率与功率因数的测定和计算

按 JB/T 5845 的规定。

### 7.4 空载损耗、空载电流的测定

整流变压器输出端开路, 用调压器送电, 交流电压由零缓慢上升至整流变压器的输出电压为额定电压时, 测得交流输入功率和空载电流, 并按公式 (2) 计算空载损耗:

$$P_0 = P_1 - (1.11U_d)^2 / R \dots \dots \dots (2)$$

式中:

$P_0$ ——空载损耗, 单位为瓦 (W);

$P_1$ ——交流输入有功功率, 单位为瓦 (W);

$U_d$ ——额定直流输出电压, 单位为千伏 (kV);

$R$ ——高压测量电阻, 单位为兆欧 (M $\Omega$ )。

### 7.5 阻抗电压、负载损耗的测定

整流变压器的输出端短路, 用调压器送电, 交流电压由零缓慢上升至交流输入电流达到额定电流时, 测得交流输入电压、交流输入有功功率, 交流输入有功功率即为负载损耗, 并按公式 (3) 计算阻抗电压:

$$u\% = (U_1 / U_{1e}) \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

式中:

$u\%$ ——阻抗电压;

$U_1$ ——交流输入电压, 单位为伏 (V);

$U_{1e}$ ——额定交流输入电压, 单位为伏 (V)。

### 7.6 温升试验

按 JB/T 5845 的规定。

### 7.7 负载试验

把整流变压器与控制柜连接, 用模拟电场或电除尘电场试验。整流变压器输出为额定输出值的 95%~100%, 稳定运行 1 h, 应无异常现象。

### 7.8 闪络试验

把整流变压器与控制柜连接, 用模拟电场负载试验。输出电压不低于额定输出电压 60%、闪络频率不少于 150 次/min, 历时 15 min, 整流变压器应能正常工作; 对于型式试验, 历时 60 min, 整流变压器应能正常工作。

### 7.9 开路冲击试验

7.9.1 把整流变压器与控制柜连接, 试验前, 将整流变压器处于开路状态。

7.9.2 把整流变压器与控制柜连接, 试验前, 将负载 (模拟电场) 调整到额定值, 去除过电压保护功能, 然后操作直流侧高压隔离开关, 按负载、开路的程序 20 次 (负载、开路一个过程为一次), 整流变压器应正常工作。

### 7.10 短路冲击试验

7.10.1 把整流变压器与控制柜连接, 试验前, 将整流变压器处于短路状态。

7.10.2 把整流变压器与控制柜连接, 将负载 (模拟电场) 调整到额定值, 然后操作直流侧高压隔离开关, 按负载、短路的程序 20 次 (负载、短路一个过程为一次), 整流变压器应正常工作。

## 8 检验规则

检验分出厂检验和型式检验两种。

### 8.1 出厂检验

设备出厂必须逐台进行出厂检验, 出厂检验项目见表 4, 出厂检验合格后应给予产品合格证。

## 8.2 型式检验

型式检验不少于两台, 检验时如有一台一项不合格, 允许返修复试, 复试仍不合格, 则该批产品为不合格品, 必须在消除缺陷并通过检验后方能继续生产。型式检验项目见表 4。

凡属下列情况之一者应进行型式检验:

- 试制的新产品;
- 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;
- 产品长期停产 (三年以上), 需要恢复生产时;
- 批量生产的产品, 每隔五年进行一次抽检。

表 4 整流变压器的检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	“要求”的章条号	“试验方法”的章条号
1	一般检查	√	√	6.3	7.1
2	绝缘耐压试验	√	—	—	—
	a) 变压器油耐压试验		√	6.4.1	7.2.1
	b) 一次侧回路绝缘耐压试验		—	6.4.2	7.2.2
	c) 绕组匝间绝缘耐压试验		—	6.4.3	7.2.3
	d) 二次侧回路绝缘耐压试验		√	6.4.4	7.2.4
3	效率与功率因数的测定与计算	√	—	6.5	7.3
4	空载损耗、空载电流的测定	√	—	6.6	7.4
5	阻抗电压、负载损耗的测定	√	—	6.6、6.7	7.5
6	温升试验	√	—	6.8	7.6
7	负载试验	√	√	6.9	7.7
8	闪络试验	√	√	6.10	7.8
9	开路冲击试验	√	—	6.10	7.9
10	短路冲击试验	√	—	6.10	7.10

注: 打“√”表示要检验的项目。

## 9 标志、使用说明书、包装、运输和贮存

### 9.1 标志

9.1.1 在整流变压器的明显位置应装有产品铭牌, 其型式和尺寸应符合 GB/T 13306 的规定。铭牌应标明下列各项内容:

- 产品名称、产品型号、出厂编号;
- 额定交流电压, 单位为 V;
- 额定交流电流, 单位为 A;
- 额定频率和相数;
- 额定输出电压, 单位为 kV;
- 额定输出电流, 单位为 A;
- 重量, 单位为 kg;
- 制造日期、制造厂名。

9.1.2 包装标志应包括包装储运图示标志、收发货标志, 并应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定。

### 9.2 使用说明书

使用说明书的编写应符合 GB/T 9969 的要求, 主要包括以下内容:

- 产品名称、型号;

- 产品标准编号;
- 产品性能和技术参数;
- 产品组成及主要结构;
- 操作、使用及注意事项;
- 保养、维修及故障排除。

### 9.3 包装

#### 9.3.1 产品随行文件

产品随行文件应包括:

- 产品合格证明书;
- 产品使用说明书。

#### 9.3.2 产品包装

产品包装应符合 GB/T 13384 的规定, 应保证产品在运输存放过程中不受机械损伤, 有防雨、防尘能力。

### 9.4 运输

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。

### 9.5 贮存

产品不得曝晒、雨淋, 应存放在空气流通, 周围介质温度不高于 55℃, 且不低于变压器油的凝点温度及无腐蚀性气体的仓库中。