



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 3859.1—2013  
代替 GB/T 3859.1—1993

---

## 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

Semiconductor converters—  
General requirements and line commutated converters—  
Part 1-1: Specification of basic requirements

(IEC 60146-1-1:2009, MOD)

2013-07-19 发布

2013-12-02 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
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

GB/T 3859.1—2013

\*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行  
北 京 市 朝 阳 区 和 平 里 西 街 甲 2 号 (100013)  
北 京 市 西 城 区 三 里 河 北 街 16 号 (100045)

网 址：[www.gb168.cn](http://www.gb168.cn)

服 务 热 线：010-51780168

010-68522006

2013 年 10 月 第 一 版

\*

书 号：155066·1-47540

版 权 专 有 侵 权 必 究

## 目 次

前言 .....	VII
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	3
3.1 半导体器件和组件 .....	3
3.2 臂和联结 .....	6
3.3 变流臂的可控性和(直流侧的)运行象限 .....	8
3.4 换相、熄断和换相电路 .....	9
3.5 换相特性 .....	10
3.6 额定值 .....	12
3.7 特定的电压、电流和因数 .....	15
3.8 冷却 .....	17
3.9 运行条件的允差和电磁兼容性 .....	18
3.10 谐波畸变 .....	19
3.11 绝缘配合 .....	23
3.12 常用文字符号和下标 .....	25
3.12.1 常用文字符号 .....	25
3.12.2 主要下标 .....	27
4 电力变流设备的类型、标识和主要技术参数 .....	28
4.1 类型 .....	28
4.1.1 按变换的方式分类 .....	28
4.1.2 按变换的对象分类 .....	28
4.1.3 按主电路阀器件的关断方式分类 .....	29
4.1.4 按连接的直流系统分类 .....	29
4.1.5 按主电路使用的阀器件类型分类 .....	29
4.1.6 按应用领域分类 .....	29
4.2 标识 .....	29
4.2.1 电气联结的标识 .....	29
4.2.2 设备端子和导体终端的标识 .....	29
4.2.3 导体颜色 .....	30
4.2.4 冷却方式标识代号 .....	30
4.3 主要技术参数 .....	31
4.3.1 额定直流电流 .....	31

4.3.2	额定直流电压 .....	31
4.3.3	额定频率 .....	32
4.3.4	额定容量 .....	32
5	基本运行和运行条件 .....	32
5.1	基本运行 .....	32
5.1.1	换相 .....	32
5.1.2	电网换相变流器的电压 .....	34
5.1.3	电压特性和过渡电流 .....	35
5.2	骚扰和兼容性 .....	35
5.2.1	抗扰性能判据 .....	35
5.2.2	骚扰的形式 .....	36
5.2.3	兼容性 .....	36
5.3	正常运行条件 .....	37
5.3.1	环境条件 .....	37
5.3.2	电气条件 .....	38
5.3.3	负载特性 .....	41
5.4	非正常运行条件 .....	41
6	电力变流设备和组件的性能 .....	42
6.1	主电路电气联结 .....	42
6.1.1	标准设计变流器 .....	42
6.1.2	特殊设计变流器 .....	42
6.1.3	联结形式 .....	42
6.2	计算因子 .....	45
6.2.1	基本变量 .....	45
6.2.2	损耗和效率 .....	46
6.2.3	功率因数 .....	47
6.2.4	电压调整值 .....	47
6.3	电磁兼容性 .....	48
6.3.1	谐波 .....	48
6.3.2	换相缺口 .....	49
6.3.3	电压波动 .....	50
6.3.4	其他电磁兼容性问题 .....	50
6.3.5	抗扰度 .....	50
6.4	额定值 .....	51
6.4.1	概述 .....	51
6.4.2	额定输出电压 .....	51
6.4.3	电流额定值 .....	51

6.5	工作制等级	52
6.5.1	原理	52
6.5.2	工作制等级和额定电流值的选择	53
6.5.3	关于双变流器的特殊说明	54
6.6	其他性能	55
6.6.1	可听噪声	55
6.6.2	电压均衡度	55
6.6.3	电流均衡度	55
6.6.4	稳定性	55
6.6.5	过电流保护	55
6.6.6	过电压保护	56
6.6.7	故障检测	56
6.6.8	安全要求	56
7	阀器件组件和电力变流设备的试验	56
7.1	总则	56
7.1.1	试验方法	56
7.1.2	试验类型	57
7.1.3	试验项目	57
7.2	绝缘试验	58
7.2.1	概述	58
7.2.2	电力变流设备的出厂绝缘试验	58
7.2.3	附加试验	61
7.3	功能试验	61
7.3.1	轻载试验和功能试验	61
7.3.2	额定电流试验	62
7.3.3	过电流能力试验	62
7.3.4	固有电压调整值测量	62
7.3.5	纹波电压和电流测量	62
7.3.6	谐波电流测量	62
7.4	损耗、温度和功率因数	62
7.4.1	组件和设备功率损耗的确定	62
7.4.2	温升试验	63
7.4.3	功率因数测量	64
7.5	辅助装置和控制设备性能检查	64
7.5.1	辅助装置检查	64
7.5.2	控制设备性能检查	64
7.5.3	保护装置检查	64

7.5.4	冷却设备检验	65
7.6	电磁兼容性(EMC)试验	65
7.6.1	抗扰度试验	65
7.6.2	射频辐射和传导骚扰试验	65
7.7	可听噪声测量和附加试验	65
7.8	允差	65
8	标志、包装、运输和贮存	66
8.1	标志	66
8.1.1	概述	66
8.1.2	铭牌	66
8.2	包装	67
8.3	运输	67
8.4	贮存	67
附录 A	(规范性附录) 谐波和间谐波	68
附录 B	(资料性附录) 电气环境 短路比	71
附录 C	(规范性附录) 电击和危险能量防护	74
图 1	换相的类型	33
图 2	换相角度的说明	34
图 3	电压调整值	35
图 4	交流电压波形	41
图 B.1	公共连接点 PCC、场内连接点 IPC、设施的电流比和 $R_{SI}$	73
图 B.2	公共连接点 PCC、场内连接点 IPC、设施的电流比和 $R_{SC}$	73
表 1	常用文字符号	26
表 2	主要下标	28
表 3	导体颜色	30
表 4	冷却媒质或热转移媒质的标识代号	30
表 5	循环方式的标识代号	31
表 6	变流器额定容量与网侧额定电压	32
表 7	性能判据	36
表 8	户内设备冷却媒质的温度限值	37
表 9	冷却水的水质级别及其适用的变流器阀侧额定电压和电导率	38
表 10	交流恒压供电联结的电压幅值和频率的抗扰度电平	39
表 11	交流恒压供电联结电压不平衡的抗扰度电平	39
表 12	交流恒压供电联结电压波形的抗扰度电平	40
表 13	电气联结和计算因子	43

表 14	标准工作制等级 .....	53
表 15	负载周期示例(供选择工作制等级参考) .....	54
表 16	试验项目 .....	57
表 17	设备直接连接至低压电网时的试验电压 .....	59
表 18	设备直接连接至高压电网时的交流或直流试验电压 .....	60
表 19	变流器各部分的温升限值 .....	64
表 20	允差 .....	65

## 前 言

GB/T 3859《半导体变流器》分为以下几个部分：

- 第 1-1 部分：基本要求规范；
- 第 1-2 部分：应用导则；
- 第 1-3 部分：变压器和电抗器；
- 第 2 部分：包括直接直流变流器的半导体自换相变流器。

本部分为 GB/T 3859 的第 1-1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 3859.1—1993《半导体变流器 基本要求的规定》。

本部分与 GB/T 3859.1—1993 相比，主要技术变化如下：

- 修改了标准名称；
- 调整了文本结构，使之尽量与 IEC 60146-1-1：2009《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》一致；
- 删除了“主题内容”，修改了“适用范围”（见第 1 章，1993 年版第 1 章）；
- 调整了“引用文件”（见第 2 章，1993 年版第 2 章）；
- 调整并修改了“术语、符号”（见第 3 章，1993 年版第 3 章）；
- 修改了变流器按“变换对象”“主电路使用的阀器件类型”和“应用领域”分类的方法（见 4.1.2、4.1.5 和 4.1.6，1993 年版的 4.1.2、4.1.5 和 4.1.6）；
- 增加了变流器的“标识”（见 4.2）；
- 修改了变流器的“基本参数”（见 4.3，1993 年版的 4.2）；
- 增加了变流器的“基本运行”，并将 1993 年版的图 1～图 3 调整至其中（见 5.1）；
- 修改了“变流器抗扰性能和电磁兼容性”“正常使用环境条件”“正常使用电气条件”和“负载条件”（见 5.2 和 5.3，1993 年版的 5.7.7 和 5.1～5.3）；
- 修改了变流器的“电联结”（见 6.1，1993 年版的 5.5.1）；
- 增加了“短路计算”（见 6.2.1.6）；
- 修改了“损耗和效率的一般说明”和“功率因数”（见 6.2.2.1 和 6.2.3，1993 年版的 5.7.1.1 和 5.7.2）；
- 增加了“12 脉波变流器”和“升压和降压联结变流器（串联联结）”的电压调整值（见 6.2.4.5 和 6.2.4.6）；
- 修改了“网侧电压和电流的谐波”和“直流侧的谐波”（见 6.3.1，1993 年版的 5.7.4 和 5.7.5）；
- 增加了“换相缺口”和“电压波动”（见 6.3.1 和 6.3.3）；
- 修改了“谐波干扰”（见 6.3.4，1993 年版的 5.7.6）；
- 增加了“抗扰度”（见 6.3.5）；



- 修改了“变流器的额定值”“噪声”“电流、电压均衡度”和“稳定性能及要求”(见 6.4~6.5、6.6.1~6.6.7,1993 年版的 5.6、5.7.9~5.7.11);
- 增加了“安全要求”(见 6.6.8);
- 修改了检验和试验的“总则”“检验规则”和“试验项目”(见 7.1,1993 年版的 6.1~6.3);
- 修改了“绝缘试验”“轻载试验”“额定电流试验”“过载能力试验”“固有电压调整率测量”和“纹波测量”(见 7.2、7.3.1~7.3.5,1993 年版的 6.4.1~6.4.3、6.4.10、6.4.8 和 6.4.17);
- 增加了“谐波电流测量”(见 7.3.6);
- 修改了“温升试验”“辅助装置检验”“控制设备性能检验”“保护系统检验”“冷却系统检验”“抗扰试验”“射频干扰和传导噪声试验”“音频噪声测量”和“允差”(见 7.4.2、7.5~7.7 和 7.8,1993 年版的 6.4.6、6.4.11~6.4.16、6.4.19.4 和第 7 章);
- 修改了“标志、包装、运输、储存”(见第 8 章,1993 年版第 8 章);
- 删除了“型号”、技术性能中的“部件和辅助设备”和“其他特性”(1993 年版的 4.3、5.7.12 和 5.7.13);
- 删除了“负载试验”“均衡度测量”“稳定装置性能检验”“元器件检验”“柜体检验”“装配检验”“环境条件试验”和“其他试验”(1993 年版的 6.4.4、6.4.9、6.4.18、6.4.19.1~6.4.19.3、6.4.20 和 6.4.21);
- 增加了附录 A、附录 B 和附录 C。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 60146-1-1:2009《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》。

本部分与 IEC 60146-1-1:2009 相比,在结构上增加了 16 条(4.1.6、4.2.1~4.2.3、4.3、5.3.1.4~5.3.1.5、6.3.1.5、6.3.2~6.3.3、6.3.5.3、6.6、7.5.4 和 8.2~8.4)和一个表(表 19),并将 4.2 调整为 3.12,4.3.1 调整为 5.1.1,4.3.2.1 调整为 5.1.2,4.3.2.2 调整为 5.1.3,4.3.3.1 调整为 5.2.1,4.3.3.2 调整为 5.2.2 和 5.2.3,5.1 调整为 4.2.4,5.2.1~5.2.3 调整为 5.3.1.1~5.3.1.3,5.2.4 调整为 5.4,5.3 调整为 5.3.3,5.4.1 调整为 5.3.2.1 和 6.3.5,5.4.2 调整为 5.3.2.2,6.2.1 调整为 6.1.3 和 6.2.1,6.3.2 调整为 6.3.4,6.6 调整为 8.1。

本部分与 IEC 60146-1-1:2009 的技术性差异及其原因如下:

- 根据标准条文中的实际引用情况,增加了部分规范性引用文件(见第 2 章);
- 增加了术语“模块化电源”及其定义(见 3.1.22);
- 修改了变流器的分类方法(见 4.1);
- 增加了“电气联结的标识”“设备端子和导体终端的标识”“导体颜色”和“主要技术参数”(见 4.2.1~4.2.3、4.3);
- 修改了户外设备运行条件[见 5.3.1.3 c)];
- 增加了“海拔”和“热转移媒质”(见 5.3.1.4~5.3.1.5);
- 增加了“谐波抑制”“换相缺口”“电压波动”“抗扰度等级的选用”和“其他性能”(见 6.3.1.5、6.3.2~6.3.3、6.3.5.3 和 6.6);
- 修改了试验的“总则”(见 7.1);
- 增加了表 19 “变流器各部分的温升限值”;

——修改了“辅助装置检查”和“保护装置检查”(见 7.5.1 和 7.5.3)；

——增加了“冷却设备检验”“包装”“运输”和“贮存”(见 7.5.4 和 8.2~8.4)。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电力电子学标准化技术委员会(SAC/TC 60)归口。

本部分起草单位:西安电力电子技术研究所、荣信电力电子股份有限公司、厦门科华恒盛股份有限公司、广东志成冠军集团有限公司、青岛经济技术开发区创统科技发展有限公司、卧龙电气集团北京华泰变压器有限公司、北京景新电气技术开发有限责任公司、北京金自天正智能控制股份有限公司。

本部分主要起草人:周观允、蔚红旗、张凡勇、陈成辉、李民英、隋学礼、何宝振、陈四雄、罗本东、杨艳秋、胡颖。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 3859—1983、GB/T 3859.1—1993。

# 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

### 1 范围

GBT 3859 的本部分规定了使用可控和(或)不可控电子阀器件的所有半导体电力变流器和半导体电力开关的性能。

电子阀器件主要有半导体器件,包括不可控器件(即整流二极管)和可控器件(即各种晶闸管和功率晶体管)。可控器件可反向阻断或反向导通,可借助电流、电压或光控制。假设非双稳器件在开关状态下工作。

本部分主要从总体上规定对变流器的基本要求,以及适用于把交流电变换为直流电或把直流电变换为交流电的电网换相变流器的要求。假如其他类型的电力电子变流器尚无产品标准,本部分的内容也适用。

这些特定的要求适用于进行功率变换、换相(例如:半导体自换相变流器)或特殊用途(例如:直流电动机传动用半导体变流器)的半导体电力变流器,或已知特性的组合(例如:电传动机车车辆用直接直流变流器)。

本部分适用于未被专用产品标准涵盖或特殊性能未被专用产品标准涵盖的所有电力变流器。电力变流器的专用产品标准应参考本部分。

注 1: 本部分不试图定义 EMC 要求。本部分涵盖了所有现象,因而给出在其范围适用的专用标准。

注 2: 有关变流变压器的规定见 GB/T 3859.3 或 GB/T 18494.1。

### 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 2536—2011 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油(IEC 60296:2003,MOD)

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

GB/T 3859.2—2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第 1-2 部分:应用导则(IEC/TR 60146-1-2:2011,MOD)

GB/T 3859.3—2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第 1-3 部分:变压器和电抗器(IEC 60146-1-3:1991,MOD)

GB/T 4026—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子和导体终端的标识(IEC 60445:2006,IDT)

GB 4208 外壳防护等级(IP 代码)(GB 4208—2008,IEC 60529:2001,IDT)

GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准

GB 7260.1 不间断电源设备 第 1-1 部分:操作人员触及区使用的 UPS 的一般规定和安全要求(GB 7260.1—2008,IEC 62040-1-1:2002,MOD)

GB 7260.2 不间断电源设备(UPS) 第 2 部分:电磁兼容性(EMC)要求(GB 7260.2—2009,IEC 62040-2:2005,IDT)