ICS 29.100
K43
备案号：9381—2001

中 华 人 民 共 和 国 电 力 行 业 标 准

DL/T 781-2001

电力用高频开关整流模块

High frequency switching converter module in power system

2001-10-08 发布
2002-02-01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会　　发　布

前　　言

本标准是根据国家经贸委电力［1999］40 号文，关于确认 1998 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知中第 35 项，制定《电力用高频开关整流器》的任务而编制的。

制订过程中名称有所改动，最后本标准名称定为《电力用高频开关整流模块》。

随着新的半导体功率器件，新的电磁材料、新的变换技术、新的控制理论不断发展并应用于开关电源，使其具有可靠性高、频率高、效率高、功率密度高和功率因数高等先进的技术性能，成为新型的整流电源，是电力工程发电厂、变(配)电所直流电源更新换代产品，高新技术产业。

为了使设计、制造、运行规范化、系列化、标准化而制定本标准。

本标准由电力行业高压开关设备标准化技术委员会提出和归口。

本标准的起草单位：中国电力科学研究院、长沙光超电子有限公司、河南省电力勘测设计院、湖北电力试验研究院、大连旅顺电力电子设备有限公司等。

本标准的主要起草人：张智忠、顾霓鸿、白忠敏、胡刚、梁清海

本标准委托电力行业高压开关设备标准化技术委员会秘书处负责解释。

目　　次

前言
1　范围
2　引用标准
3　术语
4　型号与基本参数
5　通用技术要求
6　检验与试验
7　标志、包装和贮运

中 华 人 民 共 和 国 电 力 行 业 标 准

电力用高频开关整流模块

DL／T 781—2001

High frequency switching converter module in power system

1 范围

本标准规定了用于发电厂、变(配)电所和其他电力工程直流操作电源中的高频开关整流模块的术语、型号、基本参数、通用技术要求、检验规则、试验方法、标志、包装和贮运。

本标准适用于电力用高频开关整流模块(以下简称模块)的选择和订货。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T2900.1—1992 电工术语 基本术语
GB/T2900.32—1994 电工术语 电力半导体器件
GB/T2900.33—1993 电工术语 电力电子技术
GB/T3859.1—1993 半导体变流器 基本要求的规定
GB/T13384—1992 机电产品包装通用技术条件
GB17478—1998 低压直流电源设备的特性和安全要求
GB/T17626.2—1998 电磁兼容 试验和测量 技术静电放电抗扰度试验
GB/T17626.12 — 1998 电磁兼容 试验和测量 技术振荡波抗扰度试验
DL/T459—2000 电力系统直流电源柜订货技术条件
DL/T5120—2000 小型电力工程直流系统设计规程

3 术语

这里给出的仅是本标准中使用的或主要的术语，有关电力电子技术方面的其他术语参见 GB/T 2900.1、GB/T 2900.32、GB/T 2900.33、GB/T 3859.1、DL/T 459 和 DL/T 5120 标准的规定。

3.1 高频开关整流器(high frequency switching converter)

采用功率半导体器件作为高频变换开关，经高频变压器隔离，组成将交流转变成直流的主电路，且采用输出自动反馈控制并设有保护环节的开关变换器，用于电力工程时称为电力用高频开关整流器。

3.2 模块(module)

是指高频开关整流器的结构型式。

3.3 冗余(redundancy)

是指设 N+n 台整流模块并联工作，其中 N 台用以供给负载所需电流，n 台为后备模块(或称冗余模块)。

3.4　充电(charge)

充电装置用不同方式对蓄电池进行充电。

3.5　恒流充电(constant　current charge)

充电电流在充电电压范围内维持在恒定值的充电。

3.6　恒压充电(constant voltage charge)

充电电压维持在恒定值的充电。

3.7　浮充电(floating charge)

在充电装置的直流输出端始终并接着蓄电池和负载，以恒压充电方式工作。正常运行时，充电装置在承担经常负荷的同时向蓄电池补充充电，以补偿蓄电池的自放电，使蓄电池以满容量的状态处于备用。

3.8　均衡充电(equalizing charge)

为补偿蓄电池在使用过程中产生的电压不均匀现象，使其恢复到规定的范围内而进行的充电。

3.9　直流标称电压(direct nominal voltage)

用直流系统中受电设备的直流额定电压表示。

3.10　直流额定电压(direct rated voltage)

用整流模块的输出额定直流电压表示。

3.11　整流模块的直流额定电流(direct rated current of converter module)

用整流模块的输出额定直流电流表示。

3.12　纹波系数(ripple factor)

脉动直流电量的峰值与谷值之差(或称峰—峰值)的一半，与直流电量平均值之比。

3.13　抗扰度(immunity)(对骚扰而言)(to a disturbance)

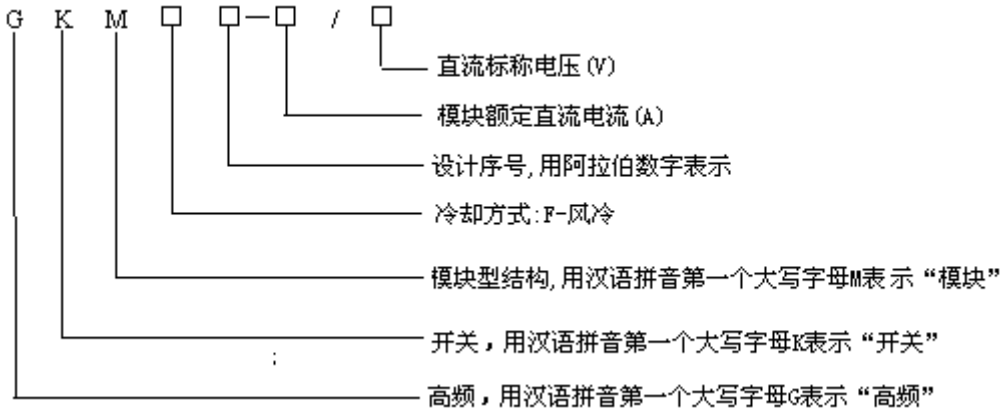
在存在电磁骚扰的情况下，器件、设备或系统运行功能不被劣化的能力。

3.14　谐波(harmonic)

非正弦周期波形中所含的频率为其基波频率数倍的正弦分量。

4　型号与基本参数

4.1　型号



4.2　基本参数

4.2.1　交流电源标称电压

单相：220V；

三相：380V。

4.2.2 额定频率

50Hz。

4.2.3 直流标称电压

48、110、220V。

4.2.4 直流额定电压

50、115、230V。

4.2.5 模块直流额定电流

5、10、15、20、25、30、40、50、80、100、200A。

4.2.6 稳流精度

±1%、±0.5%。

4.2.7 稳压精度

±0.5%。

4.2.8 纹波系数

0.5%。

4.2.9 均流不平衡度

±5%。

4.3 负载等级

负载等级为一级(连续输出额定电流)。

5 通用技术要求

5.1 正常使用的环境条件

5.1.1 海拔 2000m 及以下。

5.1.2 周围空气温度-10℃～+40℃。

5.1.3 日平均相对湿度不大于 95%，月平均相对湿度不大于 90%。

5.1.4 安装使用地点无强烈振动和冲击，无强电磁干扰。

5.1.5 使用地点不得有爆炸危险介质，周围介质不含有腐蚀金属和破坏绝缘的有害气体及导电介质。

5.2 正常使用电气条件

5.2.1 交流电源电压波动范围不超过±15%的标称电压。

220V(单相)波动范围：187V～253V。

380V(三相)波动范围：323V～437V。

5.2.2 交流电源频率变化范围不超过 50×(1±5%)Hz。

5.3 安全要求

应符合 GB 17478—1998 中 4.1、4.3、4.5、4.6 和 4.7.1、4.7.2 的规定。

5.4 绝缘电阻

产品输入回路对地，输出回路对地、输入对输出之间绝缘电阻应不小于 10MΩ。

5.5 工频耐压

产品各带电回路，按其工作电压应能承受表 1 所规定、历时 1min 的工频耐压试验，试验过程中应无绝缘击穿和闪络现象。

表 1 绝缘试验的试验等级

额定绝缘电压U_I 额定工作电压交流均方根值或直流 V	工　频　电压 kV	冲　击　电压 kV
≤60	1.0	1
60＜U_I≤300	2.0	5
300＜U_I≤500	2.5	12

5.6　冲击电压

产品各带电回路，按其工作电压应能承受表 1 所规定标准雷电波的短时冲击电压试验。试验过程中应无击穿放电。

5.7　电气技术性能

5.7.1　产品的电气技术性能应符合 DL/T 459、DL/T 5120 的规定。具有自动稳流、稳压、均流、限流性能，并应具有软启动特性。

5.7.2　直流输出电压调节范围

直流输出电压的调节范围应为其标称值的 90%～130%，也可根据用户要求设置。

5.7.3　稳流精度

当交流电源电压在标称值的±15%范围内变化、直流输出电压在调节范围内(DL/T 459—2000 表 10)变化时，直流输出电流在额定值的 20%～100%范围内任一数值上应保持稳定，产品的稳流精度应不大于 4.2.6 的规定。

5.7.4　稳压精度

当交流电源电压在标称值±15%范围内变化、直流输出电流在额定值的 0～100%范围内变化时(电阻性负载)，直流输出电压在调节范围内(DL/T 459—2000 表 10)任一数值上应保持稳定，产品的稳压精度应不大于 4.2.7 的规定。

5.7.5　纹波系数

当交流电源电压在标称值的±15%范围内变化，电阻性负载电流在额定值的 0～100%范围内变化时，直流输出电压在调节范围内(DL/T 459— 2000 表 10)任一数值上，产品的纹波系数应不大于 4.2.8 的规定。

5.7.6　噪声

在正常运行带额定电流电阻性负载时，所产生的噪声［环境噪声不大于 40dB(A)］，自冷式模块的噪声应不大于 50dB(A)，风冷式模块的噪声应不大于 55dB(A)。

5.7.7　限流及限压性能

5.7.7.1　当输出直流电流在 50%～110%额定值中任一数值时，应能自动限流，降低输出直流电压；并当过载或短路排除以后，能自动地将输出直流电压恢复到正常值工作。

5.7.7.2　当输出直流电压上升到限压整定值时(130%标称电压可调)，应能正常工作，并当恢复到正常负载条件以后，能自动地将输出直流电流恢复到正常值工作。

5.7.8　效率与功率因数

整流模块效率应不低于 90%，功率因数应不小于 0.9。

5.7.9　并机均流性能

在多个模块并联工作状态下运行时，各模块承受的电流应能做到自动均分负载，实现均流；　在 2 台及以上模块并联运行时，其输出的直流电流为额定值时，均流不平衡度应不大于±5%额定电流值。

5.7.10　保护及信号功能

5.7.10.1　交流输入过、欠压保护

当交流输入电压超过 5.2.1 规定的波动范围时，整流模块应自动进行保护并延时关

机，当电网电压正常后，应能自动恢复工作。

5.7.10.2　直流输出过、欠压保护

应设置直流输出过、欠压保护，其整定值，可由制造厂根据用户要求整定。当直流输出电压值超过整定值时，应进行保护(报警或关机)，故障排除后，应能人工恢复工作。

5.7.10.3　过电流保护

应设置过电流保护，其整定值，可由制造厂根据用户要求整定。当直流输出电流超过整定值时，应进行保护(报警或关机)，过流消失，应能正常工作。

5.7.10.4　信号功能

应能发交流失电，过、欠压；直流输出过、欠压，过流；整流模块故障信号，并应具备外引接点输出或标准通信接口。

5.7.11　温升

在额定负载下长期连续运行，模块内部各发热元器件及各部位的温升应不超过表 2 中的规定

表 2　模块各部件极限温升　　K

部　件　或　器　件	极　限　温　升
整流管外壳(散热器)	70
MOS(IGBT)管衬板	70
高频变压器、电抗器	80
电阻元件	25(距外表 30mm 处)
与半导体器件的连接处	70
与半导体器件的连接处的塑料绝缘线	25
印刷电路板铜箔	20

5.7.12　振荡波抗扰度

应能承受 GB/T 17626.12—1998 表 2 中规定的三级的振荡波抗扰度。

5.7.13　静电放电抗扰度

应能承受 GB/T 17626.2—1998 表 2 中规定的三级的静电放电抗扰度。

5.7.14　谐波电流含量

在模块输入端施加符合 4.2.1 和 4.2.2 要求的交流电源电压时，在交流输入端产生的各高次谐波电流含有率应不大于 30%。

5.7.15　软启动时间

软启动时间可根据用户要求设定，一般为(3～8)s。

5.7.16　平均故障间隔时间(MTBF)

在额定输入、额定输出功率和常温的环境下，MTBF 应不小于 40000h。

5.8　模块结构及外观要求

5.8.1　模块外形尺寸和重量，由“企业标准”予以规定。

5.8.2　模块的外壳应采用防锈蚀、防老化、防火、不产生有害气体，具有一定强度，不易变形的材料制作。

5.8.3　模块冷却方式为自冷式或风冷式。

5.8.4　模块外壳应完好无损，四周无突出异物，平整光滑，应适应电力系统屏柜的安装要求。模块正面应朝向巡视和操作者，应能带电更换。

5.8.5　模块应设置报警信号。根据用户要求，模块正面可设置开/关机、均/浮充转换操作按键，操作按键应安装整齐牢固。信号灯具标字符号应正确、整齐、完整。

5.8.6　模块背面应方便接线、行线和试验；交流输入电源、直流输出电源、通信接口等接线端子应正确完整，标字符号明确清晰。

5.8.7　模块之间的连接及对外连接应采用接触紧固、不易松动的插头和抗干扰能屏蔽的多芯连接电线、电缆。

5.8.8　模块背面应有明显接地标志，应通过屏柜可靠接地。

5.8.9　多台模块安装时，应满足其通风散热要求。

5.8.10　模块内、外部的各部件、元器件的安装，应符合 GB 17478—1998 中 4.5、6.3 的规定要求。

6　检验与试验

产品检验分出厂试验和型式试验

6.1　检验规则

6.1.1　出厂试验

出厂产品应逐台进行出厂试验，试验合格后方可给予出厂试验合格证。

6.1.2　型式试验

产品属于下列情况者应进行型式试验：

a)新研制或转产的整流模块；

b)当设计、工艺、材料、主要元器件改变而影响到整流模块的性能时；

c)停产 2 年以上再次生产时；

d)在正常生产情况下，每 5 年进行一次型式试验。

6.1.3　型式试验与出厂试验项目见表 3。

表 3　型式试验与出厂试验项目

序号	试　验　项　目	试　验　分　类		技术要求
		型式试验	√	出厂试验
1	外观检查	√	√	5.8
2	绝缘电阻测量	√	√	5.4
3	工频耐压试验	√	√	5.5
4	雷电冲击耐压试验	√	—	5.6
5	直流输出电压调节范围试验	√	√	5.7.2
6	稳流精度试验	√	√	5.7.3
7	稳压精度试验	√	√	5.7.4
8	纹波系数测量	√	√	5.7.5
9	限流及限压性能试验	√	√	5.7.7
10	效率试验和功率因数测量	√	—	5.7.8
11	并机均流试验	√	√	5.7.9
12	噪声测量	√	—	5.7.6
13	温升试验	√	—	5.7.11
14	保护及报警功能试验	√	√	5.7.10
15	振荡波抗扰度试验	√	—	5.7.12

16	静电放电抗扰度试验	√	—	5.7.13
17	谐波电流测量	√	—	5.7.14
18	软启动时间测量	√	—	5.7.15

6.2 试验方法

6.2.1 外观检查

检查结果应符合 5.8 的规定。

6.2.2 绝缘电阻测量

用 1000V 兆欧表测量被测部位，测试结果应符合 5.4 的规定。

6.2.3 工频耐压试验

用工频耐压装置试验，按表 1 规定的试验电压，施加试验电压 1min，应无闪络和击穿。

6.2.4 雷电冲击耐压试验

整流模块外壳对地，按表 1 规定的试验电压，加 3 次正极性和 3 次负极性雷电波的短时冲击电压，每次间隙时间不小于 5s。试验后产品应符合 5.6 的规定。

6.2.5 噪声测量

模块带额定负载和在周围环境噪声不大于 40dB 的条件下运行，距模块外围前、后、左、右各 1m 处，测得噪声值应符合 5.7.6 的规定。

6.2.6 温升试验

模块在标称输入电压、额定负载、稳压状态下连续运行时，使各发热元件的温度逐渐上升， 当温度达到稳定时，测得各发热元件的温升不得超过表 2 的规定。发热元件不得因其温度升高而影响周围元器件的正常工作。

6.2.7 稳流精度试验

按本标准中 5.7.3 的规定进行。稳流精度用以下公式计算：

$$\delta_{\mathrm{I}} = \frac{I_{\mathrm{M}} - I_{\mathrm{Z}}}{I_{\mathrm{Z}}} \times 100\% \tag{1}$$

式中： δ_{I}——稳流精度；

I_{M}——输出电流波动极限值；

I_{Z}——输出电流整定值。

6.2.8 稳压精度试验

按本标准中 5.7.4 的规定进行。稳压精度用以下公式计算：

$$\delta_{\mathrm{U}} = \frac{U_{\mathrm{M}} - U_{\mathrm{Z}}}{U_{\mathrm{Z}}} \times 100\% \tag{2}$$

式中： δ_{U}——稳压精度；

U_{M}——输出电压波动极限值；

U_{Z}——输出电压整定值。

6.2.9 纹波系数测量

按本标准中 5.7.5 的规定进行。纹波系数用以下公式计算：

$$\delta = \frac{U_{\mathrm{f}} - U_{\mathrm{q}}}{2U_{\mathrm{p}}} \times 100\% \tag{3}$$

式中： δ——纹波系数；

U_{f}——直流电压脉动峰值；

U_{q}——直流电压脉动谷值；

U_{P}——直流电压平均值。

6.2.10 限流及限压性能试验

在稳压方式下运行时，改变负载，使输出直流达到 0.5～1.1 倍的额定电流整定值时，应能自动降低直流输出电压，仍应正常工作。

在恒流方式下运行时，调节输出直流电压上升到限压整定值时，应能自动转换为恒压方式运行，达到限压保护的目的。限压的调整范围为标称直流电压的 105%～130%(或按 DL/T 459—2000 表 10 的规定)。

试验结果应符合 5.7.7 的规定。

6.2.11 效率试验和功率因数测量

在交流电源输入端装上(三相或单相)功率表和功率因数表，在额定直流电压和额定直流电流 (电阻性负载)运行，记录交流输入功率表的读数，记录直流输出的电压和电流值，并计算直流输出功率；用功率因数表测量，其测试结果应符合 5.7.8 的规定。效率用以下公式计算：

$$\eta = \frac{W_{\mathrm{z}}}{W_{\mathrm{j}}} \times 100\% \tag{4}$$

式中： η——效率；

W_{z}——直流输出功率；

W_{j}——交流输入功率。

6.2.12 并机均流试验

a)将所有(2 台及以上)整流模块的输出电压均整定在稳压工作范围内同一数值上，所有整流模块全部投入，在稳压状态下运行。设整流模块总数为N+1，整流模块输出额定电流为I_{N}。

b)调整负载，使总的输出电流为 50%额定值［50%×I_{N}(N+1)］。测量各模块输出电流，并计算其均流不平衡度。调整负载，使总的输出电流为额定值I_{N}(N+1)，测量各整流模块输出电流，并计算其均流不平衡度，其值应符合 5.7.9 的规定。均流不平衡度用以下公式计算：

$$\text{均流不平衡度} = \frac{\text{模块输出电流的极限值} - \text{模块输出电流的平均值}}{\text{模块的额定电流值}} \times 100\%$$

6.2.13 保护及报警功能试验

a)按 5.7.10 设定保护及报警信号动作值。

b)调整所需参数值，人为模拟各种故障，产品的保护和报警信号动作值及保护和报警信号动作方式，应符合第 5.7.10 条的规定。

6.2.14 振荡波抗扰度试验

在稳压方式下运行，在交流电源的输入端与中性线，直流输出端的直流母线与地之间，分别输入频率为 1MHz 和 100kHz 的衰减振荡波，第一个半波电压幅值为 2500V 进行历

时 2s 的共模试验。在各回路之间加差模脉冲电压 1000V 进行历时 2s 的差模试验。在共模和差模试验中，产品能正常运行或试验结束后，产品能恢复正常运行，应符合 5.7.12 的规定。

6.2.15　静电放电抗扰度试验

对模块正面操作电器(弱电部分解开)采用接触放电法施加 2kV 试验电压，试验以单次放电进行，每一试验点应以试验电压的正极和负极分别重复进行 10 次，时间间隔应为 1s，试验结束后模块能正常运行，应符合 5.7.13 的规定。

6.2.16　谐波电流测量

在稳压方式下运行，带额定直流电流负载，用谐波分析仪测量三相交流电源输入侧模块在运行中返回交流电网中的各次谐波电流，要求测出的第 2 次至第 19 次谐波电流含有率(%)，应符合 5.7.14 的规定。

6.2.17　软启动时间测量

测试整流模块从启动至直流输出电流达到额定电流所用的时间，应符合 5.7.15 的规定。

7　标志、包装和贮运

7.1　标志

每台整流模块应有铭牌，铭牌的位置应明显，应标明以下内容：

a)名称。

b)型号。

c)技术参数：

交流输入电压 V;

直流标称电压 V;

额定直流电流 A。

d)出厂编号。

e)制造年月。

f)制造厂(公司)名称。

7.2　包装

产品的包装应防潮、防震，并应符合 GB/T 13384—1992 中 3.4、5.1 和 8.1、8.2 的规定。

a)装箱清单。

b)出厂试验报告。

c)合格证。

d)安装使用说明书。

7.3　运输

产品在运输过程中，不应有剧烈振动、冲击和倾倒放置，应有专用包装箱。

7.4　贮存

产品在贮存期间，应放在空气流通，温度在－25℃～55℃之间，月平均相对湿度不大于 90%，　无腐蚀性和爆炸气体的仓库内。