

ICS 29.200

K 46

备案号: 34775—2012



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 11067—2011

低压有源电力滤波装置

Low-voltage active power filter (APF)

2011-12-20 发布

2012-04-01 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 技术要求.....	3
4.1 额定值.....	3
4.2 环境条件.....	3
4.3 结构与外观要求.....	3
4.4 电气性能.....	3
4.5 保护.....	3
4.6 通信功能.....	4
4.7 外壳防护.....	4
4.8 安全要求.....	4
4.9 绝缘.....	5
4.10 温升限值.....	5
4.11 电磁兼容性.....	5
5 试验方法.....	6
5.1 一般要求.....	6
5.2 绝缘试验.....	6
5.3 轻载试验（功能试验）.....	6
5.4 负载试验.....	6
5.5 总谐波补偿率试验.....	6
5.6 保护功能检验.....	6
5.7 输出限流能力检验.....	7
5.8 损耗测量.....	7
5.9 噪声测量.....	7
5.10 输入电压允许变化范围试验.....	7
5.11 输入频率允许变化范围试验.....	7
5.12 响应时间测量.....	7
5.13 温升试验.....	7
5.14 电磁兼容性试验.....	7
6 检验规则.....	8
6.1 试验分类.....	8
6.2 试验场所.....	8
6.3 出厂试验.....	8
6.4 型式试验.....	8
7 标志、包装、运输、贮存.....	9
7.1 标志和随机文件.....	9

7.2 包装与运输.....	9
7.3 贮存.....	9
图 1 响应时间示意图.....	2
图 2 负载试验电路.....	6
图 3 响应时间试验电路.....	7
表 1 电气性能.....	4
表 2 保护导体的最小截面积.....	4
表 3 温升限值.....	5
表 4 出厂试验和型式试验项目.....	8

前 言

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国电力电子学标准化技术委员会（SAC/TC60）归口。

本标准起草单位：西安交通大学、西安赛博电气有限责任公司、南海樱花电气有限公司、河南森源电气股份有限公司。

本标准主要起草人：王跃、龙绍清、白小青、彭晓华、雷万钧、李春龙。

本标准为首次发布。

低压有源电力滤波装置

1 范围

本标准规定了低压有源电力滤波装置（以下称滤波装置）的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等要求。

本标准适用于 50 Hz、额定工作电压不超过 1 000 V 的低压配电系统，采用三相三线电压源型逆变器结构的并联型滤波装置。

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 2900.1—2008 电工术语 基本术语

GB/T 2900.33—2004 电工术语 电力电子技术（IEC 60050-551:1998，IDT；IEC 60050-551-20:2001，IDT）

GB/T 3859.1—1993 半导体变流器 基本要求的规定（eqv IEC 60146-1-1:1991）

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

GB/T 4365—2003 电工术语 电磁兼容

GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14549—1993 电能质量 公用电网谐波

GB/T 14715—1993 信息技术设备用不间断电源通用技术条件

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验（IEC 61000-4-2:2001，IDT）

GB/T 17626.4—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验（IEC 61000-4-4:2005，IDT）

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验（IEC 61000-4-5:2005，IDT）

GB/T 17626.12—1998 电磁兼容 试验和测量技术 振荡波抗扰度试验（idt IEC 61000-4-12:1995）

GB 17799.4—2001 工业环境中的发射标准（idt IEC 61000-6-4:1997）

JB/T 8636—1997 电力变流变压器

3 术语和定义

GB/T 2900.1、GB/T 2900.33、GB/T 4365 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

有源电力滤波装置 active power filter

通过产生谐波电流与电网谐波电流实时抵消，实现滤波功能的变流装置。

3.2

谐波补偿率 harmonic (component) compensation ratio

已被补偿的第 h 次谐波电流方均根值与谐波源产生的第 h 次谐波电流方均根值之比，以百分数表示。

$$K_h = \left(1 - \frac{I_h}{I_{nh}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

I_h ——滤波装置工作后, 电网侧的第 h 次谐波电流含量方均根值, 单位为安 (A);

I_{nh} ——滤波装置工作前, 谐波源注入电网侧的第 h 次谐波电流含量方均根值, 单位为安 (A)。

3.3

总谐波补偿率 total harmonic (components) compensation ratio

补偿后, 各次谐波电流含量方均根值与谐波源产生的各次谐波电流含量方均根值之比, 以百分数表示。

$$K = \left(1 - \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{25} I_h^2}}{\sqrt{\sum_{h=2}^{25} I_{nh}^2}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

I_h ——滤波装置工作后, 电网侧的第 h 次谐波电流含量方均根值, 单位为安 (A);

I_{nh} ——滤波装置工作前, 谐波源注入电网侧的第 h 次谐波电流含量方均根值, 单位为安 (A)。

3.4

响应时间 response time

滤波装置处于稳态工作情况下, 突然投入或切除负载谐波电流, 在滤波装置的工作范围内, 总谐波补偿率不能满足规定值 (见表 1) 的时间, 如图 1 所示。

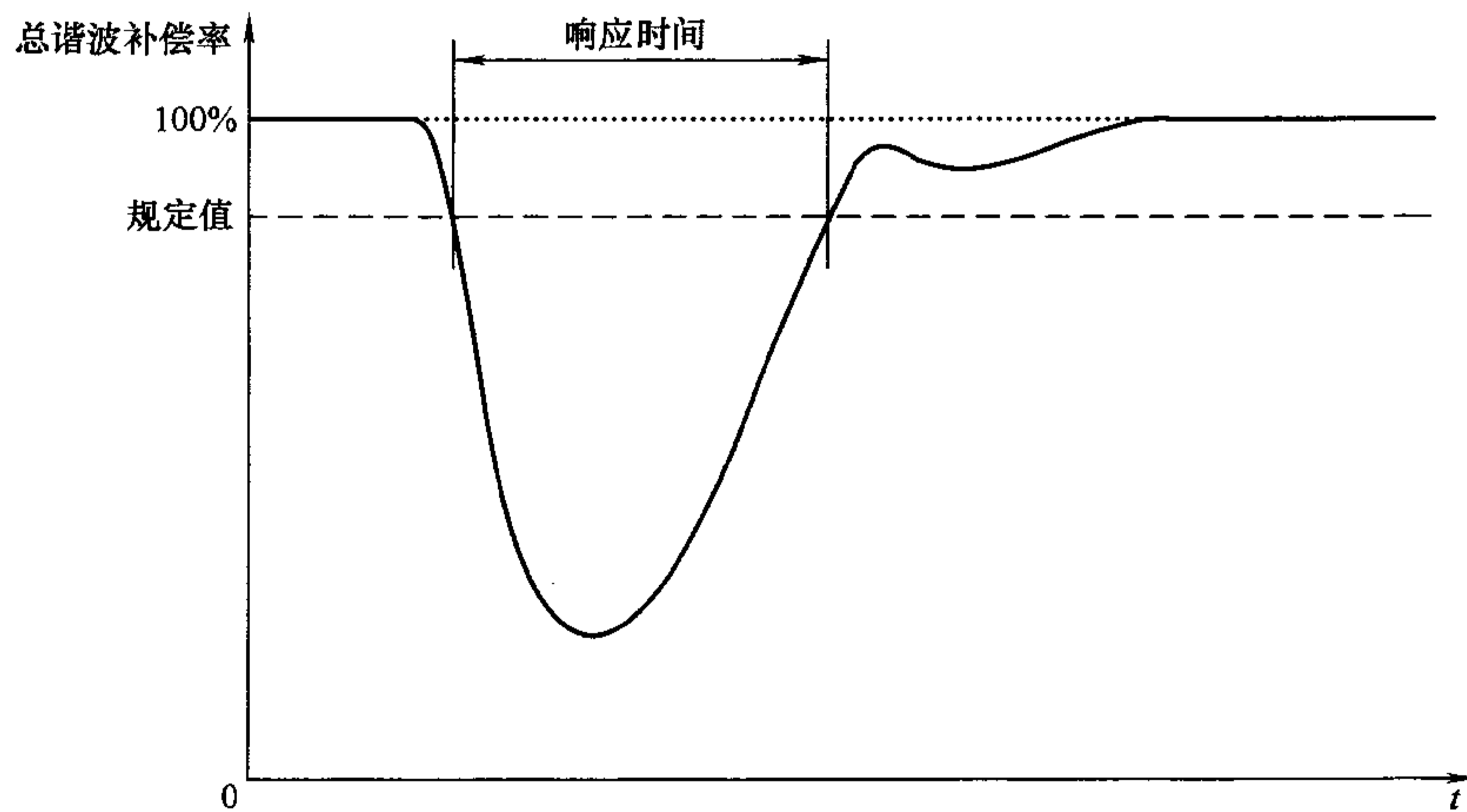


图 1 响应时间示意图

3.5

电流总谐波畸变率 total harmonic distortion for current

电流中各次谐波含量的方均根值与基波电流分量的方均根值之比, 以百分数表示。

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

I_h ——电流中第 h 次谐波含量的方均根值, 单位为安 (A);

I_1 ——电流中基波分量的方均根值, 单位为安 (A)。

4 技术要求

4.1 额定值

额定值包括：

- a) 相数：三相三线。
- b) 额定工作频率：50 Hz。
- c) 补偿谐波范围：2次~25次谐波。补偿的特定范围由用户与供货商商定。
- d) 额定接入电压：220 V、380 V、660 V、1 000 V。其他电压值由用户与供货商商定。
- e) 额定输出电流：45 A、75 A、100 A、150 A、200 A、300 A、400 A。其他电流值由用户与供货商商定。

4.2 环境条件

4.2.1 正常使用条件

正常使用条件包括：

- a) 室内使用；
- b) 环境温度： $-5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，日平均温度不超过 35°C ；
- c) 相对湿度：15%~90%（ 20°C 时），在不同温度和湿度条件下，应注意防止设备运行时凝露；
- d) 周围介质无爆炸及易燃、易爆危险，无腐蚀性气体，无导电尘埃；
- e) 海拔不超过1 000 m（安装地点海拔超过1 000 m时，与之相关的温升限值、绝缘等应予以修正）；
- f) 安装地点无剧烈振动及颠簸，安装倾斜度不大于5%。

4.2.2 运输、贮存环境及机械条件

运输、贮存环境及机械条件包括：

- a) 温度： $-25^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 振动、冲击：符合GB/T 14715的规定。

4.3 结构与外观要求

滤波装置的结构设计、电气安装、电路布置应达到以下要求：

- 功率单元模块化设计、散热良好；
- 导线连接考虑信号干扰，满足电磁兼容有关标准；
- 设备本体上应配备方便运行维护的操作显示部件；
- 电阻、接触器等有可能更换的元部件，安装应便于运行、维护与更换；
- 组成滤波装置的元器件、零部件、外购件和辅助设备应符合其本身技术条件，并附有产品合格证明；
- 滤波装置必须具备可靠的接地端子、明确的接地标志及合适的安全警告标志。

4.4 电气性能

电气性能按表1的规定。

4.5 保护

4.5.1 输出过电流保护

当滤波装置输出电流超过保护电流设定值时，滤波装置输出应立即停止，并给出告警指示。

4.5.2 输出限流保护

当所需补偿谐波电流超过滤波装置的补偿能力时，其输出限流保护应起作用，将按设定的最大能力输出，并可长期工作。

4.5.3 超温保护

滤波装置内功率模块超温时，其输出应立即停止，并给出告警指示。

4.5.4 直流母线过电压保护（可选）

直流母线电压超过设定值（由制造商自行设定）时，滤波装置输出应立即停止，并给出告警指示。

表 1 电气性能

序号	项 目	技 术 要 求	备 注
1	输入电压范围	交流 380 V±57 V	以 380 V 系统为例。其他电压等级应由制造商与用户协商
2	输入电压不平衡度	≤5%	有特殊要求时，应由制造商与用户协商
3	电源输入频率	50 Hz±1 Hz	其他工作频率范围应由制造商与用户协商
4	总谐波补偿率	≥85% (负载电流畸变率≥20%) ≥70% (负载电流畸变率<20%)	可对 2 次~25 次谐波进行全补偿，或仅对指定次谐波进行补偿。有特殊要求时，应由制造商与用户协商
5	输出限流能力	连续运行	自动限定输出电流至额定输出电流
6	损耗	≤5%	在额定容量工作条件下测试
7	响应时间	≤40 ms	有特殊要求时，应由制造商与用户协商
8	噪声	≤65 dB (A)	特大容量风冷设备需要高于 65 dB (A) 时，制造商应与用户协商

4.5.5 交流输入欠电压保护

交流输入电压低于欠电压设定值（该值为额定电压的 85%）时，滤波装置输出应立即停止，同时给出告警指示。

4.5.6 交流输入过电压保护

交流输入电压高于过电压设定值（该值为额定电压的 115%）时，滤波装置输出应立即停止，并给出告警指示。

4.5.7 控制系统故障

当控制系统或其电源发生故障时，滤波装置应能立即停止工作，并给出告警指示。

4.5.8 主电路器件损坏切除保护

当主电路器件发生损坏，有可能对电网造成危害时，滤波装置应能立即停止工作，并从电网中切除，同时给出告警指示。

4.6 通信功能

滤波装置应具备报警信号输出接口和适当的通信接口。

4.7 外壳防护

滤波装置外壳防护等级应不低于 IP20，具体按 GB 4208 的规定。

4.8 安全要求

4.8.1 滤波装置的结构设计应充分考虑使其在运行时避免产生人身触电的风险，在设备安装时也应采取必要的措施进一步降低触电危险。制造商应在使用说明书中提供相关资料。

4.8.2 滤波装置的金属壳体和接地要求的电器元件金属底座与接地螺钉间，应保证具有可靠的电气连接。

4.8.3 滤波装置内的电路和所有部件的设计应足以耐受安装场所可能遇到的最大热应力和电应力。

4.8.4 接地保护导体的截面积应不小于表 2 的规定值，最小值应不小于 2.5 mm²。如果按表 2 选择的导线不是标准截面积，则应向上一级靠至标准导线的截面积。当相导线与保护导线的材料不同时，应进行修正，使之达到同一种材料的导电效果。

表 2 保护导体的最小截面积

单位为毫米

相导线的截面积 S	相应保护导体最小截面积
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

4.8.5 当滤波装置的框架或外壳作为保护电路的一部分时，其截面积的导电能力应至少等效于表 2 规

定的相应最小截面积。

4.9 绝缘

应对交流输入、输出端子和机壳两两之间进行绝缘试验。

4.9.1 绝缘电阻

在环境温度 $-5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于90%时，用1 000 V绝缘电阻测试仪测量，绝缘电阻应不小于100 M Ω 。

4.9.2 绝缘强度

应能承受2 000 V交流（方均根值）或3 000 V直流试验电压，10 mA漏电流，维持1 min，应无绝缘击穿或闪络现象。

4.9.3 冲击电压

应能承受标准雷电波短时冲击电压试验，试验电压峰值为5 kV。试验后，滤波装置应无绝缘破坏。试验中，允许出现没有引起绝缘破坏的闪络现象。如出现闪络现象，应复查绝缘电阻和绝缘强度（试验电压值为4.9.2规定的75%）。

4.10 温升限值

当交流输入电压为额定值、输出电流为额定值时，滤波装置内部的温升在热稳定后应不超过表3的限值。

表3 温升限值

测试部件		温升限值 K	测量方法
进线电抗器	线圈	80 (B级绝缘)	使用点温计法或电阻法测量
	铁心	105	
铜母线本体（远离连接处）		35	
铜母线螺钉固定连接处（镀锡）		55	
浪涌吸收器与主电路的电阻元件（距其外表面30 mm处）		25	
电容器外壳		35	
主电路功率器件（管壳与散热器交界处）		65	
塑料绝缘导线表面		20	

4.11 电磁兼容性

4.11.1 设备的抗扰性能

4.11.1.1 静电放电抗扰度

滤波装置应能承受GB/T 17626.2—2006中规定的试验等级为三级的静电放电抗扰度试验。

试验中，滤波装置允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，滤波装置应能正常工作，且不允许性能降低或性能低于制造商指定的性能级别。

4.11.1.2 振荡波抗扰度

滤波装置应能承受GB/T 17626.12—1998中规定的试验等级为三级的1 MHz和100 kHz振荡波抗扰度试验。

试验中，滤波装置允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，滤波装置应能正常工作，且不允许性能降低或性能低于制造商指定的性能级别。

4.11.1.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

滤波装置应能承受GB/T 17626.4—2008中规定的试验等级为三级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。

试验中，滤波装置允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，滤波装置应能正常工作，且不允许性能降低或性能低于制造商指定的性能级别。

4.11.1.4 浪涌（冲击）抗扰度

滤波装置应能承受 GB/T 17626.5—2008 中规定的试验等级为三级的浪涌（冲击）抗扰度试验。

试验中，滤波装置允许出现性能丧失，但不允许改变操作状态或存储的数据。试验后，滤波装置应能正常工作，且不允许性能降低或性能低于制造商指定的性能级别。

4.11.2 电磁发射

装置电源端口的电磁发射不应超过 GB 17799.4 中规定的限值。

5 试验方法

5.1 一般要求

有关半导体变流器的共性要求、检验要求和试验方法应符合 GB/T 3859.1 的规定。

电力变流变压器及电抗器的试验应符合 JB/T 8636 的规定。

谐波测量仪器应符合 GB/T 14549—1993 的规定。

5.2 绝缘试验

按 4.9 的要求进行。

5.3 轻载试验（功能试验）

轻载试验是为了验证滤波装置电气线路的所有部分连接是否正确、滤波装置能否正常运行。轻载试验中，滤波装置输出容量可小于额定容量的 10%。

试验时，对滤波装置施加额定交流电压，检测主电路工作电压、负载电流和控制电路工作电压、工作电流，确认电源的同步性和驱动信号波形以及主电路各部件的波形是否符合设计要求。

5.4 负载试验

负载试验是为了检验滤波装置在规定的条件、负载等级和负载类型（按表 1 的规定）下额定运行，且各部位温升不超过 4.10 的规定值。

负载试验电路如图 2 所示。将滤波装置接入供电电源和非线性负载之间，通过改变电阻 R 调节非线性负载的功率，检验滤波装置运行是否正常跟踪变化、参数显示是否正确、保护设定是否合适。

功率因数补偿功能试验可结合本试验进行。

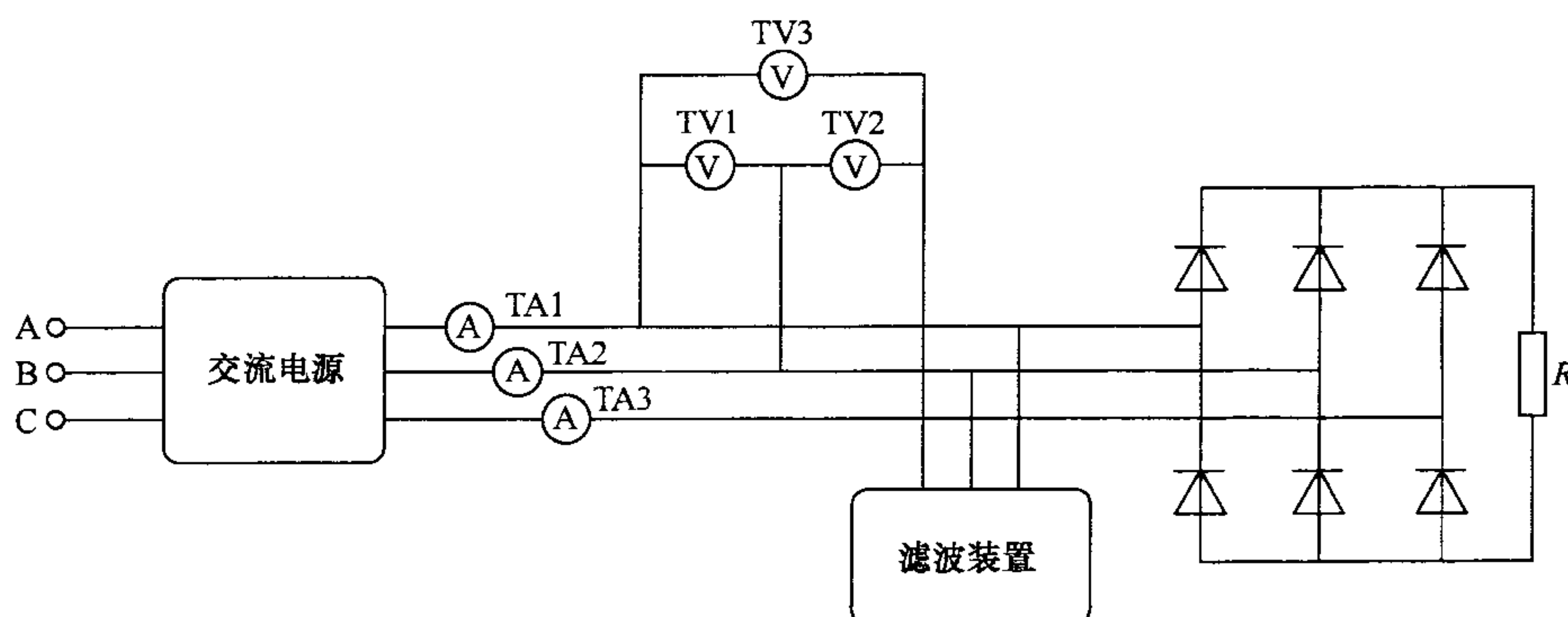


图 2 负载试验电路

5.5 总谐波补偿率试验

试验前，将电能质量分析仪的电流钳夹在图 2 中的 TA 位置，电压探头分别加在图 2 中的 TV 位置，将电流钳和电压探头输出接在电能质量分析仪上。

主电路通电，滤波装置不运行，非线性负载（或谐波源）运行，从电能质量分析仪上读取并记录三相电压和电流波形、谐波含量等数据。

运行滤波装置，从电能质量分析仪上读取上述数据，根据公式（2）计算总谐波补偿率。

5.6 保护功能检验

保护功能检验内容按 4.5 的规定。检验时，模拟故障，确认保护正确动作，故障显示与故障项目相

符，驱动信号可靠封锁。

5.7 输出限流能力检验

参考图 2 所示的负载试验电路。滤波装置运行，调节非线性负载电流，将滤波装置输出电流调整到额定值，然后继续增加非线性负载电流到 125% 额定值，滤波装置应能正常运行，并符合表 1 中第 5 项的规定。

5.8 损耗测量

参考图 2 所示的负载试验电路。滤波装置应处于额定工作状态，用电能质量分析仪在其输入端测得的输入有功功率即为滤波装置的损耗，并符合表 1 中第 6 项的规定。

5.9 噪声测量

测量按 GB/T 3859.1—1993 中 6.4.16 的规定进行。

在滤波装置处于额定工作状态时，分别在其前、后、左、右各距 1 m，距地面高度 1 m 处用声级计测量（A 声级分贝），测量值均应符合表 1 中第 8 项的规定。

5.10 输入电压允许变化范围试验

参考图 2 所示的负载试验电路。在滤波装置处于额定工作状态时，按表 1 中第 1 项的规定调节输入电压至最大值、额定值和最小值，并分别用电能质量分析仪进行测量，滤波装置应满足表 1 中第 4~8 项的规定。

5.11 输入频率允许变化范围试验

参考图 2 所示的负载试验电路。在滤波装置处于额定工作状态时，按表 1 中第 3 项的规定调节输入频率至最大值、额定值和最小值，并分别用电能质量分析仪进行测量，滤波装置应满足表 1 中第 4~8 项的规定。

5.12 响应时间测量

参考图 3 所示的试验电路。滤波装置处于正常工作状态时，闭合开关 Q，投入 R_2 ，用时间记忆示波器测量，并记录补偿后的电流波形。分析该波形，根据 3.4 的定义测量响应时间，即为负载突增响应时间。在系统稳定后，切除 R_2 ，用同样方法测得负载突减响应时间。负载突增响应时间和负载突减响应时间的算术平均值即为滤波装置的响应时间。

试验中，滤波装置的两个稳态输出电流建议选为 10% 额定电流和 90% 额定电流。

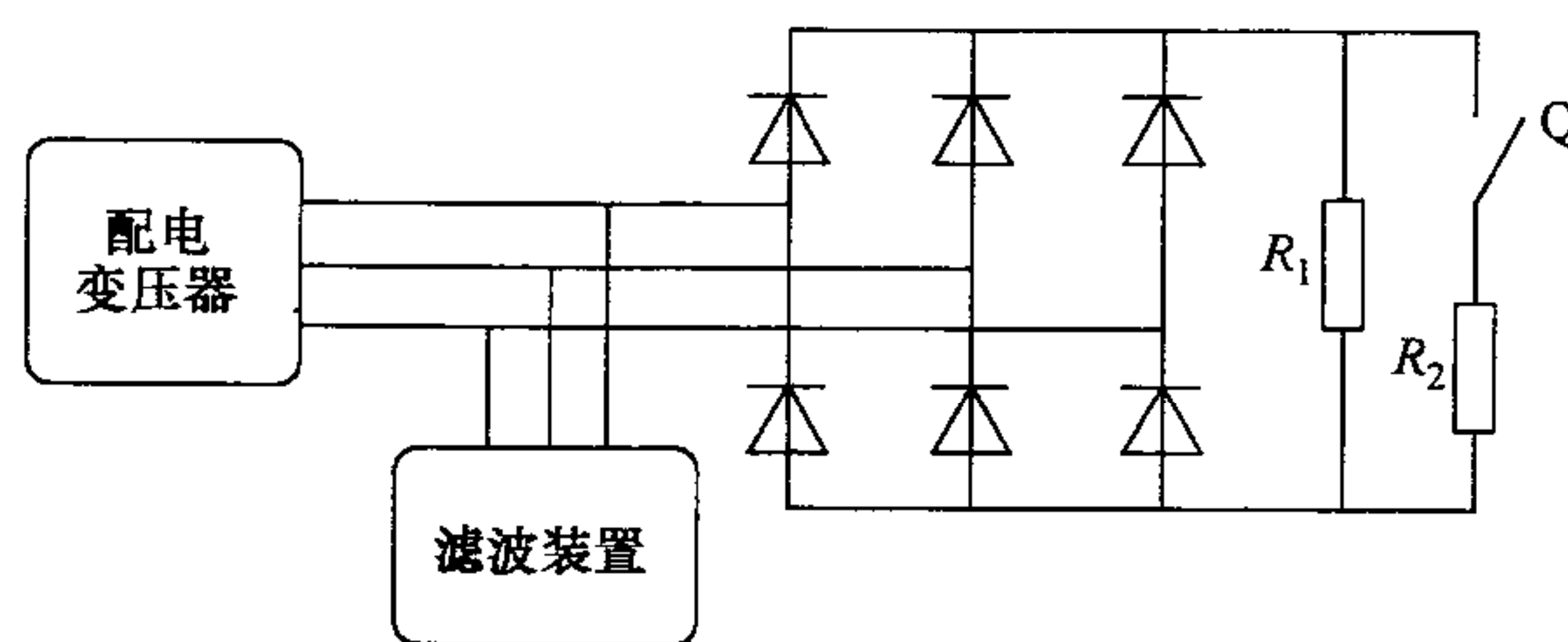


图 3 响应时间试验电路

5.13 温升试验

参见 GB/T 3859.1—1993 中的 6.4.6。

5.14 电磁兼容性试验

5.14.1 静电放电抗扰度试验

本试验可按 GB/T 17626.2 的规定进行。

5.14.2 振荡波抗扰度试验

本试验可按 GB/T 17626.12 的规定进行。

5.14.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

本试验可按 GB/T 17626.4 的规定进行。

5.14.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

本试验可按 GB/T 17626.5 的规定进行。

5.14.5 电磁发射试验

按 GB 17799.4 中规定的方法进行。

6 检验规则

6.1 试验分类

试验分为出厂试验和型式试验。

6.2 试验场所

本标准规定的各项试验一般在制造商的生产场所进行。个别试验项目如需在设备现场安装后进行，则应在合同或有关技术文件中说明。

6.3 出厂试验

滤波装置的所有电器元件、仪器仪表等配套件，在组装前应检验其型号、规格等是否符合设计要求，并应具有出厂合格证明。

每台滤波装置组装完成后均应进行出厂试验。出厂试验项目见表 4。试验合格后，填写试验记录，并签发出厂合格证明。

每台滤波装置中，有一项指标不符合要求，该台产品即为不合格，应进行返工。返工后应进行复试，直至全部指标符合要求，方可签发出厂合格证明。

6.4 型式试验

型式试验可在一台滤波装置上或相同设计，但不同规格的滤波装置上进行。

在下列任一情况下应进行型式试验：

- 连续生产的产品每 5 年进行一次型式试验；
- 设计、制造工艺或主要元器件改变，应对改变后首批投产的合格品进行型式试验；
- 新设计投产（包括转厂生产）的产品，应在生产鉴定前进行产品定型型式试验。

型式试验项目见表 4。

进行型式试验时，应从经出厂试验合格的产品中抽样。

进行型式试验时，达不到表 4 中型式试验项目任何一项要求时，判定该产品不合格。

型式试验不合格，则该产品应停产，直到查明并消除造成不合格的原因，且再次进行型式试验合格后，方能恢复生产。

表 4 出厂试验和型式试验项目

序号	试验项目	出厂试验	型式试验	技术要求章条号	试验方法章条号	备注
1	绝缘试验	√	√	4.9	5.2	4.9.3 的内容只需在型式试验中完成
2	轻载试验	√	√	5.3	5.3	
3	负载试验	√	√	5.4	5.4	
4	保护试验	√	√	4.5	5.6	
5	温升试验		√	4.10	5.13	
6	输入电压允许变化范围试验		√	4.4	5.10	
7	输入频率允许变化范围试验		√	4.4	5.11	
8	总谐波补偿率试验	√	√	4.4	5.5	
9	输出限流能力检验	√	√	4.4	5.7	

表 4 (续)

序号	试验项目		出厂 试验	型式 试验	技术要求 章条号	试验方法 章条号	备注
10	电气 性能	损耗测量		√	4.4	5.8	
11		响应时间测量		√	4.4	5.12	
12		噪声测量		√	4.4	5.9	
13	电磁 兼容性 试验	静电放电抗扰度试验		√	4.11.1.1	5.14.1	
		振荡波抗扰度试验		√	4.11.1.2	5.14.2	
		电快速瞬变脉冲群抗扰度试验		√	4.11.1.3	5.14.3	
		浪涌(冲击)抗扰度试验		√	4.11.1.4	5.14.4	
		电磁发射试验		√	4.11.2	5.14.5	
14	外壳防护试验			√	4.7		
15	结构与外观		√	√	4.3		

注：“√”表示应试验项目。

进行定型型式试验时，允许对产品的可调部件进行调整，但应记录调整情况。设计人员应提出相应的分析说明报告，供鉴定时判定。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志和随机文件

7.1.1 铭牌

在产品铭牌上应标明：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 产品额定值（应至少包括相数、额定电压、额定频率、额定输出电流、质量、防护等级等项目）；
- d) 制造商名称；
- e) 制造日期（或其代码）；
- f) 产品编号。

7.1.2 随机文件

制造商应随机提供下列文件资料：

- a) 装箱清单；
- b) 安装与使用说明书；
- c) 产品合格证明。

7.2 包装与运输

产品包装与运输应符合 GB/T 13384 的规定。

产品运输、装卸过程中，不应有剧烈振动、冲击，不应倾倒放置。

7.3 贮存

产品不得曝晒或淋雨，应存放在空气流通、周围介质温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 、空气最大相对湿度不超过 90%（空气温度 $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时）、无腐蚀性气体的仓库中。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
低 压 有 源 电 力 滤 波 装 置
JB/T 11067—2011

*

机 械 工 业 出 版 社 出 版 发 行
北 京 市 百 万 庄 大 街 22 号
邮 政 编 码：100037

*

210mm×297mm·1 印 张·25 千 字
2012 年 6 月 第 1 版 第 1 次 印 刷

*



JB/T 11067-2011

版 权 专 有 侵 权 必 究