



青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 技 术 文 档

250kVA 交直流微网变流器 企业标准

V01.02

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

目 录

1 范围	7
2 规范性引用文件	7
3 术语和定义	8
4 交直流微网变流器类型定义	9
5 环境及使用要求	10
5.1 温度	10
5.2 湿度	10
5.3 海拔	10
5.4 冲击振动	10
5.5 运输和安装	10
5.6 防护等级及外形尺寸	10
5.7 盐雾试验	10
5.8 凝露试验	10
5.9 污染等级	11
6 安全要求	11
6.1 温度限值	11
6.2 电击防护要求	12
6.2.1 直接接触防护要求	12
6.2.2 间接接触防护要求	12
6.2.3 绝缘配合	14
6.3 能量危险防护	17
6.3.1 危险能量等级的确定	17
6.3.2 操作人员接触区	17
6.3.3 维修人员接触区	17
6.4 机械防护	17
6.4.1 一般要求	17
6.4.2 运动部件要求	17
6.4.3 稳定性	18
6.4.4 连接外部导线的接线端子	18
6.5 着火危险防护	18
6.5.1 一般要求	18
6.5.2 材料的可燃性要求	18
6.6 噪音防护	19
6.7 其他要求	19
6.7.1 绝缘阻抗检测	19
6.7.2 模拟双 85 试验（内控）	19
6.7.3 可靠性强化试验（内控）	19
7 基本功能要求	19

7.1 自动开关机	19
7.2 通信功能	19
7.3 升级功能要求（内控）	19
8 性能要求	20
8.1 电气参数	20
8.1.1 额定参数	20
8.1.2 工作电压范围	20
8.1.3 输入要求	20
8.1.4 输出要求	20
8.2 效率及损耗要求	20
8.3 并网性能要求	20
8.3.1 电能质量	20
8.3.2 有功功率控制	21
8.3.3 电压/无功控制	22
8.3.4 电压适应性	22
8.3.5 故障穿越	22
8.3.6 频率适应性	24
8.3.7 电能质量适应性	24
8.4 离网性能要求	25
8.4.1 电压偏差	25
8.4.2 电压动态瞬变范围	25
8.4.3 电压瞬变恢复时间	25
8.4.4 离网过流保护	25
8.4.5 电压谐波畸变率	25
8.4.6 三相电压不平衡度	25
8.5 电磁兼容性能	25
8.5.1 传导发射	25
8.5.2 辐射发射	26
8.5.3 抗扰度测试	26
8.5.4 GPRS 模块屏蔽箱影响试验（内控）	28
8.5.5 对讲机抗扰度试验（内控）	29
9 保护要求	29
9.1 过/欠压保护	29
9.1.1 直流侧输入侧过压保护	29
9.1.2 交流输出侧过 / 欠压保护	29
9.2 过/欠频保护	29
9.3 相序或极性错误	29
9.3.1 极性误接	29
9.3.2 交流缺相保护	30
9.4 直流输入过载保护	30
9.5 输出短路保护	30
9.6 反放电保护	30

9.7 防孤岛效应保护	30
9.8 恢复并网	30
9.9 过温保护	30
9.10 防雷保护	30
9.11 RS485 端口间耐 380V 试验（内控）	30
9.12 RS485 对零线浪涌试验（内控）	30
9.13 电棍放电影响试验（内控）	30
10 标识和文档	30
10.1 标识	31
10.1.1 一般要求	31
10.1.2 额定参数	31
10.2 文档资料	31
10.2.1 一般要求	31
10.2.2 安装说明	32
10.2.3 操作说明	32
10.2.4 维护说明	32
10.2.5 零部件及接口	32
10.2.6 标识的耐久性	33
11 试验方法	33
11.1 试验环境条件	33
11.2 安全性能测试	33
11.2.1 温度测试	33
11.2.2 电击防护实验	35
11.2.3 稳定性试验	37
11.2.4 噪声测试	37
11.2.5 绝缘阻抗检测试验	38
11.2.6 模拟双 85 试验（内控）	38
11.2.7 可靠性强化试验（内控）	38
11.2.8 外漏天线漏电测试（内控）	38
11.3 基本功能验证	38
11.3.1 自动开关机	38
11.3.2 通信功能验证	38
11.3.3 程序升级验证（内控）	38
11.4 性能测试	38
11.4.1 一般要求	39
11.4.2 电气参数	39
11.4.3 空载损耗与效率测试	39
11.4.4 谐波和波形畸变	39
11.4.5 功率因数	39
11.4.6 三相电流不平衡度	40
11.4.7 直流分量	40
11.4.8 有功功率控制	40

11.4.9 电压/无功调节	41
11.4.10 电压适应性	42
11.4.11 故障穿越	43
11.4.12 频率适应性	45
11.4.13 电能质量适应性测试	46
11.4.14 离网性能测试	47
11.4.15 电磁兼容测试	48
11.5 保护试验	49
11.5.1 一般要求	49
11.5.2 过/欠压保护	49
11.5.3 过 / 欠频保护	50
11.5.4 极性或相序错误保护	50
11.5.5 直流输入过载保护	50
11.5.6 短路保护	50
11.5.7 防反放电保护	50
11.5.8 防孤岛保护	50
11.5.9 恢复并网	52
11.5.10 过温保护	52
11.5.11 防雷保护	52
11.5.12 RS485 端口间耐 380V 试验（内控）	52
11.5.13 RS485 对零线浪涌试验（内控）	52
11.5.14 电棍放电影响试验（内控）	53
11.6 环境适应性测试	53
11.6.1 低温工作试验	53
11.6.2 高温工作试验	53
11.6.3 交变湿热试验:	53
11.6.4 振动试验	53
11.6.5 外壳防护等级	53
11.6.6 整机盐雾试验	53
11.6.7 凝露试验	54
11.7 外观及结构检查	54
12 检验规则	54
12.1 总则	54
12.2 检验分类	54
附录 A 试验项目明细表	56
附录 B 设备标识上使用的符号	58
附录 C 温度预处理	59
附录 D 内控场景确认表	60

版本修订记录

序号	版本	修订内容	修订原因	修订人	修订日期
1	V01. 00	编制初版		吴季超	2023-8
2	V01. 01	1、修订 5.1 温度：-25~60℃ 2、修订 5.6 外形尺寸以设计为准	1、电气元器件大多不满足-35℃的使用环温 2、非标产品以实际设计为准	吴季超	2023-9-20
3	V01. 02	根据预评审结果进行修改相关内容	预评审意见	吴季超	2023-10
4					

前 言

为实现公司产品标准化，保证产品性能，提高产品市场竞争力，参考国家和行业标准，结合公司产品目前产品特点，形成《青岛鼎信通讯股份有限公司 250kVA 交直流微网变流器企业标准 V01.02》。

本标准主要适用对象为交直流微网变流器（产品名称），指导公司各部对 250kVA 交直流微网变流器的设计、改造、验收及运行工作。

出现新的市场技术要求，本标准不能满足新技术要求时，产品性能需按新技术要求控制，并更新本标准。

本技术规范起草单位：青岛鼎信通讯股份有限公司。

250kVA 交直流微网变流器标准 V01.02

1 范围

本标准作为青岛鼎信 250kVA 交直流微网变流器的内控标准。用于指导 250kVA 交直流微网变流器的设计、研发、质量检验等工作，包括技术指标、功能要求、机械性能、电气性能、外观结构等要求。

凡本标准中未述及，但在有关国家、电力行业或 IEC 等标准中做了规定的条文，应按相应标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。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规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。当引用标准与本标准的要求有冲突时，应以本标准为准。

- 1) 标准和规范 1: GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法：试验 A：低温
- 2) 标准和规范 2: GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法：试验 B：高温
- 3) 标准和规范 3: GB/T 2423.8—2016 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法：试验 Cab：恒定湿热试验
- 4) 标准和规范 4: GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验第 2 部分：试验方法：试验 Db：交变湿热（12h+12h 循环）
- 5) 标准和规范 5: GB/T 2423.10—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法：试验 Fe：振动（正弦）
- 6) 标准和规范 6: GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- 7) 标准和规范 7: GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第 2 部分：图形符号
- 8) 标准和规范 8: GB/7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分 总则
- 9) 标准和规范 9: GB/T 12113—2003 接触电流和保护导体电流的测量方法
- 10) 标准和规范 10: GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变
- 11) 标准和规范 11: GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- 12) 标准和规范 12: GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
- 13) 标准和规范 13: GB/T 16895.10—2010 低压电气装置 第 4-44 部分：安全防护 电压骚扰和电磁骚扰防护
- 14) 标准和规范 14: GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第 1 部分：原理、要求和试验
- 15) 标准和规范 15: GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- 16) 标准和规范 16: GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- 17) 标准和规范 17: GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- 18) 标准和规范 18: GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- 19) 标准和规范 19: GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- 20) 标准和规范 20: GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- 21) 标准和规范 21: GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- 22) 标准和规范 22: GB/T 17626.34 电磁兼容 试验和测量技术 主电源每相电流大于 16A 的设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验
- 23) 标准和规范 23: GB/T 17627.1—1998 低压电气设备的高电压试验技术 第一部分：定义和试验要求

- 24) 标准和规范 24: GB/T 19964 光伏电站接入电力系统技术规定
- 25) 标准和规范 25: GB/T 24337 电能质量 公用电网谐波
- 26) 标准和规范 26: GB/T 29319 光伏发电系统接入配电网技术规定
- 27) 标准和规范 27: NB/T 32004 光伏并网逆变器技术规范
- 28) 标准和规范 28: GB/T 37408 光伏发电并网逆变器技术要求
- 29) 标准和规范 29: NB/T 32005 光伏电站低电压穿越检测技术规程
- 30) 标准和规范 30: NB/T 32009 光伏电站交直流微网变流器电压与频率响应检测技术规程
- 31) 标准和规范 31: NB/T 32010 光伏电站交直流微网变流器防孤岛效应检测技术规程
- 32) 标准和规范 32: NB/T 10186 光储系统用功率转换设备技术规范
- 33) 标准和规范 33: GB/T 12747.1 标称电压 1000V 及以下交流电力系统自愈式并联电容器 第 1 部分: 总则 性能、试验和定额安全要求 安装和运行导则
- 34) 标准和规范 34: NB/T 42159 三电平交流直流双向变换器技术规范
- 35) 标准和规范 35: GB/T 34120-2017 电化学储能系统储能变流器技术规范
- 36) 标准和规范 36: NB/T 31016-2019 电池储能功率控制系统 变流器 技术规范
- 37) 标准和规范 37: NB/T 10421-2020 低压配网不平衡电流综合治理装置技术规范
- 38) 标准和规范 38: GB/T 18487.1-2015 电动汽车传导充电系统第 1 部分:通用要求

3 术语和定义

3.1 交直流微网变流器 AC/DC Microgrid Power Conversion System

新型电力系统中实现 AC/DC 能量双向变换的功率变换器。

3.2 光伏方阵模拟器 photovoltaic array simulator

一种模拟光伏方阵静态和动态电流、电压特性的功率源。

3.3 孤岛效应 islanding

电网失压时, 光伏系统保持对失压电网中的某一部分线路继续供电的状态。

3.4 防孤岛效应 anti - islanding

禁止孤岛效应发生的一种功能。

注: 非计划性孤岛效应发生时, 由于系统供电状态未知, 将造成以下不利影响: ①可能危及电网线路维修人员和用户的生命安全; ②干扰电网的正常合闸; ③电网不能控制孤岛中的电压和频率, 从而损坏配电设备和用户设备。

3.5 品质因数 quality factor

防孤岛效应保护试验中试验负载谐振能力的评估指标。

注: 在并联 RLC 谐振电路中, 负载品质因数 Q_f 的计算公式为

$$Q_f = R\sqrt{C/L} \quad (1)$$

式中:

Q_f ——负载品质因数;

R ——负载电阻;

C ——负载电容;

L ——负载电感。

3.6 电气防护外壳 electrical enclosure

为了限制触及电击、能量或灼伤危险的区域而包围内部零部件的设备部件。

3.7 污染等级 pollution degree

用数字分级表示设备内部或周围微观环境受预期污染的程度。

3.8 功能绝缘 functional insulation

产品正常运行所必需的绝缘。

3.9 基本绝缘 basic insulation

在非故障条件下对防触电起基本保护作用的绝缘。

注：不适用于专门用作功能目的之绝缘。

3.10 双重绝缘 double insulation

由基本绝缘和附加绝缘两者组成的绝缘。

3.11 加强绝缘 reinforced insulation

加在带电部件上的一种单一绝缘系统，在规定的条件下，其提供的防电击保护等级相当于双重绝缘。

注：单一绝缘系统并不意味着该绝缘必须是均匀物质。它可以由多个绝缘层组成，只不过无法逐层拆分为基本绝缘或附加绝缘来进行试验。

3.12 附加绝缘 supplementary insulation

除了用于故障保护的基本绝缘外，另外再设置独立绝缘。

3.13 瞬时过电压 transient overvoltage

振荡的或非振荡的、通常为高阻尼的持续时间只有几毫秒或更短的时间过电压。

3.14 保护等级 I protective class I

通过基本绝缘和可接触导电部件的保护接地来防止电击，因此当基本绝缘失效时可接触导体不能带电。

3.15 保护等级 II protective class II

不仅通过基本绝缘来防止电击，而且提供了如双重绝缘或者加强绝缘等附加安全防范措施。这种保护既不依靠保护接地，也不依赖于安装条件。

3.16 暂时过电压 temporary overvoltage

持续相对长时间（对应于瞬时过电压）的工频过电压。

3.17 响应时间 response time

从接收到控制信号开始到第一次达到与目标值偏差在 $\pm 10\%$ 范围内所需要的时间。

3.18 调节时间 adjusting time

从接收到控制信号开始到功率达到目标功率偏差始终控制在目标功率值的允许范围内所需要的时间。

4 交直流微网变流器类型定义

4.1 按相数分类

250kVA交直流微网变流器为三相功率变换装置

4.2 按安装环境分类

250kVA交直流微网变流器为户外型

4.3 按电气隔离分类

250kVA交直流微网变流器为非隔离型

5 环境及使用要求

5.1 温度

户外型交直流微网变流器的周围空气温度范围： $-25^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 。

5.2 湿度

户外型交直流微网变流器相对湿度范围：4%~100%，有凝露。

5.3 海拔

安装地点的海拔不超过2000m。

5.4 冲击振动

在生产、运输、安装、操作和维护等过程可能会受到冲击振动，需要有合理的预防措施以确保避免损坏。应采用11.6.5规定的方法来验证。

5.5 运输和安装

250kVA交直流微网变流器包装上宜给出交直流微网变流器重心的标识，便于运输和搬运。如果运输和安装条件不同于第5章中的规定，制造商和用户应达成特殊协议。

5.6 防护等级及外形尺寸

户外型250kVA交直流微网变流器整机防护不低于IP54。

整机以实际设计为准，参考尺寸900*900*2000（长×深×高）。

5.7 盐雾试验

盐雾试验验证产品壳体（暴露在空气中的部分）抗腐蚀性，将产品壳体样件置于盐雾腐蚀参数为温度 $35^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，5%氯化钠，PH为6.5-7.2的盐雾试验箱中，试验时间72小时，要求试验后外观无红锈、无腐蚀，机械性能均能满足要求。

5.8 凝露试验

试验前检查产品功能正常，按照规范要求进行凝露试验，设置升温时间时升温速率不超过 $1\text{K}/\text{min}$ ，试验过程中产品通电运行，按照现场使用安装方式进行放置：

- 1) 第一步：0.5小时，温度达到 10°C ，湿度达到50%RH；
- 2) 第二步：0.5小时，温度保持 10°C ，湿度达到90%RH；
- 3) 第三步：0.5小时，温度保持 10°C ，湿度达到95%RH；
- 4) 第四步：3.5小时，温度达到 80°C ，湿度保持95%RH；
- 5) 第五步：0.5小时，温度降到 75°C ，湿度降至30%RH；

- 6) 第六步：1.0小时，温度降至30℃，湿度保持30%RH；
- 7) 第七步：0.5小时，温度降至10℃，湿度升至50%RH；
- 8) 共5个循环；

试验过程中及试验结束后产品功能性能应正常。

5.9 污染等级

250kVA交直流微网变流器需满足污染等级3级的环境

污染等级3：有导电性污染，或由于凝露使干燥的非导电性污染变为导电性污染。

6 安全要求

6.1 温度限值

设备所使用的材料和部件的温度不能超过表1～表3规定的限值。一般情况下，若装置的相关元器件或其表面温度变化不超过1℃/h 时，则认为该装置已达到热稳定状态。在全功率条件下，温升试验至多持续7h（模拟一天日照情况）。但如果时间更长的测试能证明其会产生更大危险的情况除外。

表1 变压器、电抗器等线圈类及其绝缘系统温度极限限值

绝缘等级	热电偶测试表面温度限值℃	电阻法或多点式热电偶测试温度限值℃
等级F (155℃)	130	140
等级H (180℃)	150	160

表2 元器件及制造商材料等级温度标准不存在时的极限限值

部件和材质	电阻法或多点式热电偶测试温度限值℃
电容 - 电解型	65
电容 - 非电解型	90
外部连接的接线柱 ^a	60
外部可解除的线路布线点 ^a	60
内部的绝缘导线	额定温度
熔断器	90
印刷电路板	105
绝缘材料	90
主电路半导体器件与导体的连接处	裸铜：70 有锡镀层：80 有银镀层：95
^a 测量的接线端子或接线盒内的接线点如果有更高的温度限值，需要有标识说明。	

表3 装置表面的温度限值

位置	表面材料		
	金属	陶瓷或玻璃类	塑料橡胶类
日常使用中操作连续接触的器件（按钮、把手、开关器件、显示面板等）	55	65	75
偶尔触及的装置表面	70	80	95

6.2 电击防护要求

6.2.1 直接接触防护要求

防止人直接接触到对人产生伤害的带电零部件，防止直接接触的措施应通过 6.2.1.1 或 6.2.1.2 定的一种或多种措施来实现。

6.2.1.1 外壳和遮拦防护

提供保护的外壳和安全遮拦，其零部件在不使用工具的情况下应不能拆卸。满足这些要求的聚合物材料应同时符合 6.1 及 6.5 的要求。

通过外壳和安全的防护，人与带电部件之间的距离必须有足够的电气间隙。

注：安全电压限值按标准 GB/T3805 要求规定。

采用外壳或遮拦防护，按 11.2.2.1 的方法检验，以防止触及危险带电部分。

6.2.1.2 带电部件的绝缘防护

绝缘需根据交直流微网变流器的过电压等级 III 级，冲击电压 6000V 来确定。在不使用工具的情况下，绝缘防护应不能被去除。

6.2.2 间接接触防护要求

6.2.2.1 一般要求

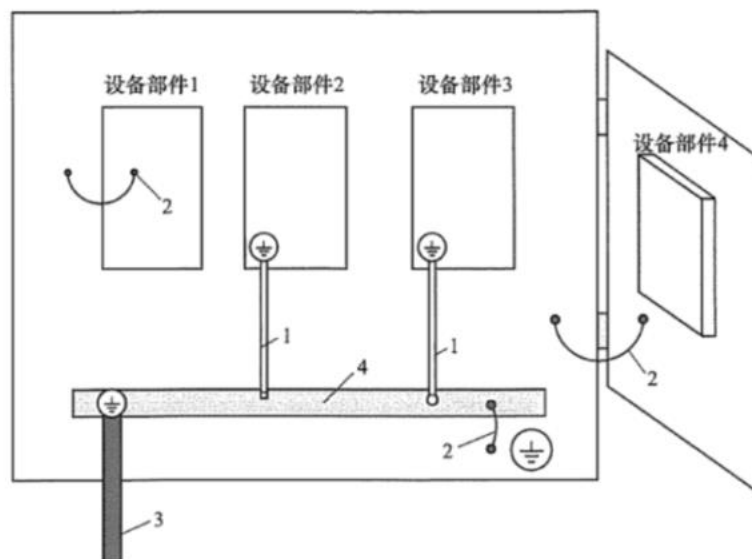
可接触导体与带电零部件之间绝缘失效的情况下，为防止接触存在电击危险的电流，采用基本绝缘和保护接地对间接接触进行防护。

如果间接接触防护依赖于安装方式，安装说明书需明确指示相关的危险并详细说明安装方式。

6.2.2.2 保护连接和接地

交直流微网变流器应提供可靠的保护连接和保护接地，以确保可触及导电部件之间及与外部接地导体的电气连接。保护连接的阻抗应足够小，压降不超过 2.5V，以避免在绝缘失效的情况下，部件之间出现危险的电位差。

图1给出了装置及其相关保护连接和接地的示例。



说明:

- 1——设备部件的保护接地导体（根据每个部件要求）
- 2——保护连接（可能是连接导体，紧固件，或其他方式）
- 3——外部保护接地导体（根据表4要求）
- 4——接地母排

图1 保护连接和接地示例

交直流微网变流器的保护连接应当选择以下方式之一：

- 1) 通过直接的金属连接;直接金属连接的两部件，接触处有涂层或油漆时，应刮去涂层或油漆以确保金属与金属的直接接触；
- 2) 通过专用的保护连接；

保护连接的阻抗应足够小，以避免在绝缘失效的情况下，部件之间出现危险的电位差，保护连接上的压降不超过2.5V。

交直流微网变流器通电后外部保护接地导体应始终保持连接，外部保护接地导体的横截面积需符合表4的要求。

表4 外部保护接地导体的横截面积

相导体的横截面积 S (mm^2)	外部保护接地导体的最小横截面积 S_p (mm^2)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

注: 只有当外部保护接地导体使用与相导体采用相同的金属时，本表的取值有效。否则，外部保护接地导体横截面积应使其电导率与本表规定等效。

交直流微网变流器预定需通过保护接地导体与地相连的，都需在靠近相应保护导体连接的地方提供一个连接端子。每个外部保护接地导体应使用单独的连接方式，不能用作其他连接的机械组件。接地回路中不应安装熔断器等短路保护装置。

保护导体的连接应使用附录B的第7个符号进行标识，保护接地线缆使用黄绿相间的颜色。

为了在保护接地导体受损或被断开的情况下保持安全，测得交直流微网变流器若接触电流超过 3.5mA ac或10mA dc，应采用固定连接且保护接地导体的横截面积至少为10mm²(铜)或16mm²(铝)，并使用附录B的第15个符号—注意危险进行标识。

6.2.3 绝缘配合

6.2.3.1 绝缘电压

直接连接电网的电路过电压等级III级，交流、直流主回路端口所有端子短接分别对外壳之间需能承受脉冲耐受电压和暂时过电压的冲击；冲击耐压试验波形1.2/50us，正负极性各5次，最小时间间隔1s，试验过程无击穿放电、飞弧、火花现象。

脉冲耐受电压和暂时过电压见表5。

表 5 低电压电路的绝缘电压

系统电压 V	冲击耐受电压 V				暂时过电压 (峰值/V rms) V/V
	过电压等级				
	I	II	III	IV	
600V rms 或 849V d.c	2500	4000	6000	8000	2550/1800

注 1: 电网电源电路不允许插值，其他电路允许。

注 2: 暂时过电压仅适用于电网电源电路，不适用于与电网隔离的电路。本栏数值是根据 GB/T 16935.1-2008 用公式 (1200V+系统电压) 计算得到。

6.2.3.2 电气间隙

功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘的最小电气间隙应满足表6的要求。

表6 电 气 间 隙

冲击电压 V	用于确定电路及其周边之间绝缘的暂时过电压(峰值)或用于确定功能绝缘的工作电压(重复峰值) V	用于确定电路及其周边之间绝缘的工作电压(重复峰值) V	最小间隙mm		
			污染等级		
			1	2	3
6000	3700	2300	5.5		

注1: 允许插值。
注2: 暂时过电压和工作电压的电气间隙源自于GB/T 16935.1—2008表A1。第2列的电压大约为耐受电压的80%；第3列的电压大约为耐受电压的50%。

6.2.3.3 爬电距离

功能绝缘、基本绝缘和附加绝缘的爬电距离要满足表7要求，加强绝缘的爬电距离为表7中数值的2倍。当表7规定的爬电距离小于6.2.3.3规定的电气间隙时，爬电距离至少不小于表6规定的电气间隙值。

爬电距离应按表7规定的对应于跨接爬电距离两端的实际工作电压(长期电压有效值)予以确定，允许使用插入值确定中间电压的爬电距离。应使用线性插入法求插入值，并将所得值的位数圆整到表中值的相同位数。

根据GB/T 4207中相比漏电起痕指数(CTI)，将绝缘材料划分为4组：

- 绝缘材料组别 I CTI≥600；
- 绝缘材料组别 II CTI≥400；
- 绝缘材料组别 IIIa CTI≥175；
- 绝缘材料组别 IIIb CTI≥100。

表7 最小爬电距离

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
工作电压, 交流有效值或直流 V	PWBs		其他绝缘体								
	污染等级		污染等级								
	1	2	1	2				3			
				绝缘材料组别				绝缘材料组别			
				I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
≤2	0.025	0.04	0.056	0.35	0.35	0.35	0.87	0.87	0.87		
5	0.025	0.04	0.065	0.37	0.37	0.37	0.92	0.92	0.92		
10	0.025	0.04	0.08	0.40	0.40	0.40	1.0	1.0	1.0		
25	0.025	0.04	0.125	0.50	0.50	0.50	1.25	1.25	1.25		
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53	1.3	1.3	1.3		
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.80	1.1	1.4	1.6	1.8		
50	0.025	0.04	0.18	0.60	0.85	1.20	1.5	1.7	1.9		
63	0.04	0.063	0.20	0.63	0.90	1.25	1.6	1.8	2.0		
80	0.063	0.10	0.22	0.67	0.95	1.30	1.7	1.9	2.1		
100	0.10	0.16	0.25	0.71	1.0	1.4	1.8	2.0	2.2		
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4		
160	0.25	0.40	0.32	0.80	1.1	1.6	2.0	2.2	2.5		
200	0.40	0.63	0.42	1.0	1.4	2.0	2.5	2.8	3.2		
250	0.56	1.0	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0		
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2	4.0	4.5	5.0		
400	1.0	2.0	1.0	2.0	2.8	4.0	5.0	5.6	6.3		
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5.0	6.3	7.1	8.0		
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3	8.0	9.0	10.0		
800	2.4	4.0	2.4	4.0	5.6	8.0	10.0	11	12.5		
1000	3.2	5.0	3.2	5.0	7.1	10.0	12.5	14	16		
1250	4.2	6.3	4.2	6.3	9	12.5	16	18	20		
1600	b		5.6	8.0	11	16	20	22	25		
2000			7.5	10.0	14	20	25	28	32		
2500			10.0	12.5	18	25	32	36	40		
3200			12.5	16	22	32	40	45	50		
4000			16	20	28	40	50	56	63		
5000			20	25	36	50	63	71	80		
6300			25	32	45	63	80	90	100		
8000			32	40	56	81	100	110	125		
10 000			40	50	71	100	125	140	160		

注 1: 第 2、3 列不仅适用于 PWB 上的元件和零部件, 也适用于公差控制相当的其他元件和零部件的爬电距离。
 注 2: 第 2、4 列适用于所有材料组别。
 注 3: 第 3 列适用于除 IIIb 以外的所有其他材料分组。
 注 4: 允许插值。
 a 污染等级 3, 电压在 630V 以上, 一般推荐使用 IIIb 组绝缘材料。
 b 电压在 1250V 以上, 采用第 4 列~第 11 列的适当数值。

6.2.3.4 耐受电压

电气间隙和固体绝缘应能持久地承受电场强度和机械应力，应能承受以下试验：

- 主回路与机壳之间冲击耐受电压根据表 8 确定，测试过程中无击穿放电、飞弧、火花、器件损坏现象，漏电流 $<20\text{mA}$ ；
- 主回路与机壳之间交流工频耐受电压或直流试验电压根据表 9 确定，测试过程中无击穿放电、飞弧、火花、器件损坏现象，漏电流 $<20\text{mA}$ 。

表 8 冲击耐受电压试验值

1	2	3	4	5
系统电压	过电压等级Ⅱ，不直接连接到电网的电路及周边之间的绝缘的冲击耐受电压 ^a		过电压等级Ⅲ，直接连接到电网的电路及周边之间的绝缘的冲击耐受电压 ^b	
	基本或附加	双重或加强	基本或附加	双重或加强
≤50V rms 或 71V dc	500	800	800	1500
100V rms 或 141V dc	800	1500	1500	2500
150V rms 或 213V dc	1500	2500	2500	4000
300V rms 或 424V dc	2500	4000	4000	6000
600V rms 或 849V dc	4000	6000	6000	8000
1000V rms 或 1500V dc	6000	8000	8000	12 000
—	允许插值		不允许插值	
^a 过电压等级Ⅰ和Ⅲ的试验电压可以按同样方法从表5中得到。 ^b 过电压等级Ⅰ和Ⅱ的试验电压可以按同样方法从表5中得到。				

表 9 直接连接电网电流的交流或直流试验电压 (V)

1	2 ^a		3 ^a	
系统电压	带基本绝缘的电路的型式试验电压，以及所有例行试验电压		带保护隔离的电路的型式试验电压，以及电路和可接触表面（导电或非导电，但不连接到保护接地，保护等级为 II）的型式试验电压	
	交流电压有效值 ^b	直流电压	交流电压有效值	直流电压
≤ 50	1250	1770	2500	3540
100	1300	1840	2600	3680
150	1350	1910	2700	3820
300	1500	2120	3000	4240
600	1800	2545	3600	5090
1000	2200	3110	4400	6220
注：允许插值。 ^a 本试验应采用短路电流不低于 0.1A，符合 IEC 61180: 2016 第 5.2.2 条款要求的电压源。 ^b 对应于 1200V+系统电压。				

6.2.3.5 外漏天线漏电测试（内控）

250kVA交直流微网变流器设备有通信天线外露，外漏天线对地（外壳）施加1.06Un（403VAC）工频电压，要求漏电流小于0.5mA

6.3 能量危险防护

6.3.1 危险能量等级的确定

出现下列两种情况之一，则认为存在危险能量等级：

- a) 电压等于或大于 2V，且 60s 之后容量超过 240VA；
- b) 电容器电压 U 大于等于 2V 按以下公式计算的电能 E 超过 20J；

$$E=0.5CU^2 \quad (2)$$

式中：

E ——能量，单位为 J；

C ——电容，单位为 F；

U ——电容器端电压测量值，单位为 V。

6.3.2 操作人员接触区

交直流微网变流器的设计应保证操作人员接触区的可触及电路不产生危险能量，并考虑金属物体桥接的时候可能会引起伤害，能够被试验指桥接的零部件之间，一定不能存在危险能量。除了限制能量外，也可采用屏障、护栏等方式防止接触。

6.3.3 维修人员接触区

交直流微网变流器断开电源之后，内部的电容器应在10s之内放电至能量低于6.3.1规定的20J。若因功能或其他原因不能满足要求，应在外壳、电容器的保护屏障或电容器附件上清楚地标注附录B中第21个警告符号以及放电时间。在维修手册中也需说明交直流微网变流器断电之后电容器放电时间。如果电容器的放电时间不能精确计算，则应该进行测量。

6.4 机械防护

6.4.1 一般要求

在正常使用条件和任意故障条件下，操作交直流微网变流器不应产生机械危险。棱缘、凸起、拐角、孔洞、护罩和手柄等操作人员能够接触的部位需圆滑、无毛刺，在正常使用时不能引起伤害。

6.4.2 运动部件要求

交直流微网变流器的运动部件(如散热风机等)不应对操作人员的身体部位造成伤害，设备的危险运动部件应提供足够的防护措施。

在例行维护期间，若因技术原因不可避免地要求操作人员接触危险运动部件，如对运动部件进行调整，则交直流微网变流器必须提供以下所有预防措施才允许让操作人员接触：

- a) 只有借助工具才能接触；
- b) 说明书应有声明：操作人员必须经过培训才允许执行危险操作；
- c) 拆卸才能接触到危险部位的盖子或零部件上需有警告标识，以防止未经培训的操作人员误接触；

d) 未安装有自动复位的热断路器，过流保护装置或自动定时启动装置等。

对于没有采取以上预防措施交直流微网变流器，试验指以不明显力从任何方向均不得触及危险运动部件，对于防止试验指进入的孔洞，需进一步用直的不带关节的试验指，施加30N进行试验。如果这种试验指能进入孔洞，则应重新使用新的试验指进行试验；必要时，则应将该试验指施加力至30N推入孔洞内。

6.4.3 稳定性

如果交直流微网变流器没有固定到建筑构件上，则在正常使用中其本身须具有物理稳定性。在操作人员打开交直流微网变流器的门或抽屉等之后，交直流微网变流器自身需能保持稳定。若不能，则制造商应给出警告标识。

6.4.4 连接外部导线的接线端子

6.4.4.1 一般要求

- 接线端子的结构应保证具有良好的电接触和电气载流能力，并应有足够的机械强度。接线端子的连接应用螺钉、螺母或其他等效方法与导体连接，以保证维持必要的接触压力。
- 接线端子紧固用螺钉和螺母除固定接线端子本身就位或防止其松动外，不应作为固定其他任何零部件之用。
- 与特定输入或输出电路相关的接线端子应相互靠近。而且，连接到电网电源电路的端子应靠近保护接地端子。
- 本条款符合性通过检查来检验。

6.4.4.2 接线端子的设计

接线端子在设计上应使其能以足够的接触压力将导线夹持在金属表面之间而不会损伤导线，接线端子的设计或配置应使夹持导线的螺钉或螺母在拧紧时，导线不会滑脱。

接线端子应配置适当的固定导线的附件(如螺母和垫圈)。

6.5 着火危险防护

6.5.1 一般要求

在交直流微网变流器内部和交直流微网变流器外侧，通过使用适当的材料和元器件以及采用适当的结构，以减少引燃危险和火焰蔓延的危险。

选择和使用能将引燃危险和火焰蔓延的可能性减小的元器件和材料；主回路采用铜排连接，铜排套有绝缘套管、热缩管等要求具有阻燃性，二次配线采用阻燃线缆。

6.5.2 材料的可燃性要求

为防止引燃危险和火焰蔓延的可能性，设备内外侧的材料可燃性要求汇总见表10。

表10 材料可燃性要求汇总

零部件	最低要求
大面积外壳材料如果表面积大于1m ² 或单个方向的长度超过2m	火焰蔓延指数最大不超过100
防火外壳	——5VB级 ——GB/T 5169.17的试验

	——IEC 60695-2-20灼热丝试验（若与可能产生引燃温度的零部件之间的空气距离小于13mm）
元器件和零部件，包括防火外壳内的机械防护外壳和电气防护外壳	——V-2级或HF-2级 ——元器件满足元器件相关的标准要求 ——线束的各种夹持件（不包括螺旋缠绕式的或其他连续形式的夹持件）等不做阻燃要求
空气过滤装置	——V-2级或HF-2级 ——安装在防火外壳外部，可以使用HB级

6.6 噪音防护

交直流微网变流器要求噪声不超过65dB。

6.7 其他要求

6.7.1 绝缘阻抗检测

交直流微网变流器具备绝缘阻抗检测功能，若阻抗小于 $U_{max}/30mA$ ，系统发出故障指示并限制并网，当绝缘阻抗满足要求时，系统可自动复位并允许并网。

注：交直流微网变流器母线电压最大限值 825V，阻抗值 $825/0.03=27.5k\Omega$

6.7.2 模拟双 85 试验（内控）

温度 70℃、相对湿度 85%，设备空载运行，每 200 小时暂停试验进行功能、性能及结构验证。

判断标准：摸底测试，不应出现功能、性能永久性丧失，如果出现异常，根据实际产品需求再行评估。（定义寿命、双 85 空载）

6.7.3 可靠性强化试验（内控）

针对低温、高温、快速温变、振动四种应力对样机的影响，对上述四类应力采用步进应力方式，逐步增强应力实施。

7 基本功能要求

7.1 自动开关机

交直流微网变流器根据直流电压情况，或电网故障恢复后等情形实现自动开机，关机操作，该功能使能可设置

7.2 通信功能

交直流微网变流器应具备上行、下行通信接口，通信接口应具有固定措施，以确保连接有效性，通信端口电磁兼容应符合电磁兼容性能要求，并易于组成网络，选用RS485、CAN、以太网、无线等多种方式进行通信，通信内容应包括交直流微网变流器运行状态、故障告警等相关信息，上位机功率控制系统可通过通信给变流器下发有功控制、无功控制等控制需求，通信协议宜采用通用协议。

7.3 升级功能要求（内控）

程序升级过程中断电，重新上电以后程序应恢复至升级前版本，不许出现死机、黑屏、产品无法启动等问题

8 性能要求

8.1 电气参数

8.1.1 额定参数

额定容量：250kVA

交流额定电压：380VAC（3LN+PE）

额定频率：50Hz

交流额定电流：380A

直流额定电压：750VDC

直流额定电流：340A

8.1.2 工作电压范围

交直流微网变流器正常工作交流电压范围380VAC \pm 15%；正常工作直流额定电压750VDC \pm 10%。

8.1.3 输入要求

在正常直流输入电压范围内工作时，测得的连续最大输入电流或功率应不超过标称最大输入值的110%，测得的工作电压范围不得超过宣称值加上电压控制精度 \pm 2%。

注：最大输入电流和功率需实测，在交流1.1倍额定输出，直流允许的最低电压输入时的电流为系统允许的最大输入电流

8.1.4 输出要求

在正常输入、输出工作电压范围内工作时，能够连续输出标称的额定功率250kVA，并且不应超过标称额定输出功率的110%。此时过流保护和过温保护装置不应动作。

8.2 效率及损耗要求

交直流微网变流器（非隔离）正/反向最大效率不得低于98%；空载损耗不超过额定功率的0.8%（2kW）。

8.3 并网性能要求

8.3.1 电能质量

8.3.1.1 电流谐波和波形畸变

交直流微网变流器并网模式运行时，交流并网点注入电网的电流谐波总畸变率限值为5%，奇次谐波电流含有率限值见表11

表11 奇次谐波电流含有率限值

奇次谐波次数	含有率限值	偶次谐波次数	含有率限值
3 th –9 th	4.0%I _N	2 th –10 th	1.0%I _N
11 th –15 th	2.0%I _N	12 th –16 th	0.5%I _N
17 th –21 th	1.5%I _N	18 th –22 th	0.375%I _N

23 th –33 th	0.6% I_N	24 th –34 th	0.15% I_N
35 th –39 th	0.3% I_N	36 th –40 th	0.075% I_N
注1: I_N 为交流侧额定电流			
注2: 电流谐波测试时应排除因电网电压谐波引起的电流谐波			

8.3.1.2 功率因数

正常并网运行时，交直流微网变流器输出有功功率大于其额定功率的50%时，功率因数应不小于0.98(超前或滞后)，输出有功功率在20%~50%之间时，功率因数应不小于0.95(超前或滞后)。

8.3.1.3 三相电流不平衡度

正常并网运行时，交流负序三相电流不平衡度不应超过2%，短时不应超过4%。

8.3.1.4 直流分量

正常并网运行时，向电网馈送的直流电流分量应不超过其输出电流额定值的0.5%。

8.3.2 有功功率控制

8.3.2.1 变化率控制

交直流微网变流器正常运行时，有功功率变化速率应不超过 $\pm 10\%P_N/\text{min}$ ；启停机过程中交流侧最大峰值电流不应超过额定电流峰值的1.1倍。

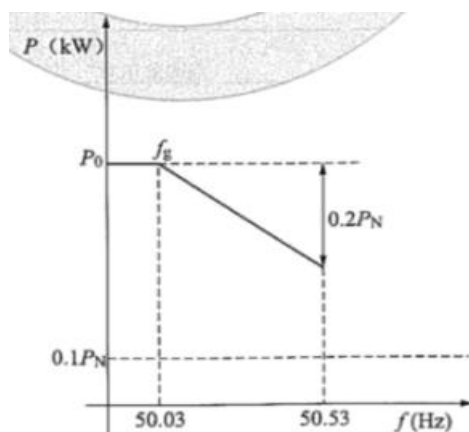
8.3.2.2 给定值控制

交直流微网变流器应具备有功功率控制功能，可接收功率调节指令，连续平滑的有功功率调节能力。控制误差不应大于 $\pm 1\%P_N$ ，响应时间不大于1s，响应时间计算参见附录E。

8.3.2.3 一次调频（过频降额）控制

交直流微网变流器宜具有一次调频（过频降额）控制功能，当系统频率偏差大于： $+0.03\text{Hz}$ （允许误差范围： $\pm 0.01\text{Hz}$ ），有功出力大于 $10\%P_N$ 时，交直流微网变流器应能调节有功输出，有功功率调节曲线如图2所示，具体要求如下：

- 1) 当系统频率上升时，交直流微网变流器应减少交流有功输出，有功出力最大减少量为 $20\%P_N$ ；
- 2) 当系统频率下降时，系统配有储能设备时交直流微网变流器可增加有功输出；
- 3) 一次调整的调差率应可设置；
- 4) 一次调频控制响应时间应不大于 0.5s ，调节时间应不大于 2s ，有功功率调节控制误差不应超过 $\pm 2\%P_N$ 。



注: P_0 是触发过频降额控制前交直流微网变流器的当前输出功率值。

图 2 一次调频（过频降额）控制曲线

8.3.3 电压/无功控制

交直流微网变流器具有无功调节能力，无功功率输出范围见下图所示，在阴影区域内动态可调（恒功率因数模式）。

无功控制应具有恒电压控制（ $Q-U$ 控制）、恒功率因数控制和恒无功功率控制等，具备接受功率控制系统指令控制输出无功功率能力，具备多种控制模式在线切换的能力。

无功功率控制误差不应大于其额定有功功率的 $\pm 1\%$ ，响应时间不大于 $1s$ 。对于恒功率因数控制模式，要求功率在 $20\%P_N$ 以上功率因数控制误差为 ± 0.01 。

注：在恒功率因数控制中，功率因数 $\cos \phi$ 是指基波的有功功率除以基波的视在功率。

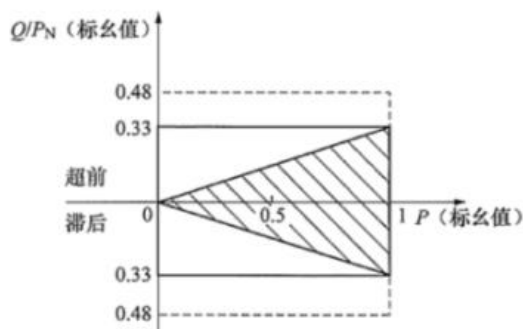


图 3 无功功率控制能力

8.3.4 电压适应性

交直流微网变流器其并网点电压在 $0.85U_N \sim 1.15U_N$ 范围之间时，应能正常运行。

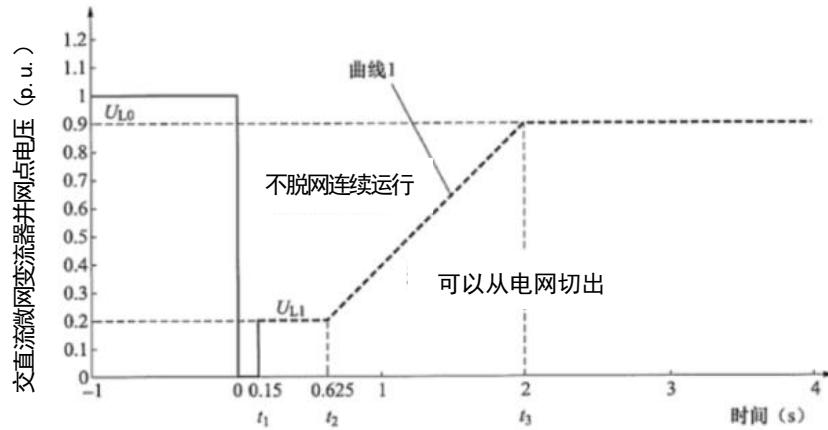
8.3.5 故障穿越

8.3.5.1 高/低电压穿越基本要求

交直流微网变流器具有低电压穿越能力，低电压穿越能力应满足GB/T 19964关于低电压穿越能力的要求，考核曲线如图4所示：

- 1) 并网点电压跌至 0 时，交直流微网变流器应能不脱网连续运行 0.15s；

2) 并网点电压跌至曲线 1 以下时，交直流微网变流器可以从电网切出。



说明：

U_{L0} ——为正常运行的最低电压限值；

U_{L1} ——需要耐受的电压；

t_1 ——为电压跌落到 0 时需要保持并网的时间；

t_2 ——为电压跌落到 U_{L1} 时需要保持并网的时间；

t_3 ——为电压跌落到 U_{L0} 时需要保持并网的时间。

U_{L1} 、 t_1 、 t_2 、 t_3 数值的确定需考虑保护和重合闸动作时间等实际情况。实际的限值应依据接入电网主管部门的相应技术规范要求设定。

图4 低电压穿越能力要求

交直流微网变流器宜具有高电压穿越能力，应满足以下要求，考核曲线如图5所示：

- 1) 当电网发生故障或扰动引起测试点电压升高时，交直流微网变流器并网点各线电压（相电压）在图 5 中电压轮廓线及以下的区域内时，交直流微网变流器必须保证不脱网连续运行；否则，允许交直流微网变流器切出。
- 2) 交直流微网变流器具有在测试点电压为 130% 额定电压时能够保证不脱网连续运行 0.5s 的能力。
- 3) 交直流微网变流器具有在测试点电压为 120% 额定电压时能够保证不脱网连续运行 10s 的能力。
- 4) 交直流微网变流器具有在测试点电压为 110% 额定电压时能够保证不脱网连续运行的能力。

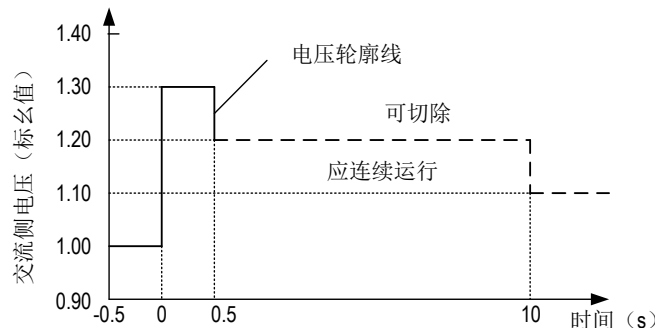


图5 高电压穿越能力要求

低电压穿越针对不同故障类型的考核电压见表12，高电压穿越仅考核表12中的三相对称短路故障。

表12 故障穿越考核电压

故障类型	考核电压
三相对称短路故障	交流侧线/相电压
两相相间短路故障	交流侧线电压
两相接地短路故障	交流线/相电压
单相接地短路故障	交流相电压
注：地指大地，实际可通过相线 L 与中性线 N 短路，而 N 接大地。	

8.3.5.2 有功恢复

对电力系统故障期间没有脱网的交直流微网变流器，其有功功率在故障清除后应快速恢复，自故障清除时刻开始，以至少30% P_N/s 的功率变化率恢复至故障前正常发电状态。

8.3.5.3 动态无功能力

自交流侧电压异常时刻起（ $U_T < 0.9$ 或 $U_T > 1.1$ ），动态无功电流的响应时间不大于60ms, 最大超调量不大于20%，调节时间不大于150ms。

自动态无功电流响应起直到电压恢复至正常范围（ $0.9 \leq U_T \leq 1.1$ ）期间，交流侧输出的无功电流 I_T 应实时跟踪并网点电压变化，并应满足下列公式：

$$I_T = K_1 \times (0.9 - U_T) \times I_N \quad (U_T < 0.9) \quad (3)$$

$$I_T = K_2 \times (1.1 - U_T) \times I_N \quad (U_T > 1.1) \quad (4)$$

式中：

I_T ——输出无功电流有效值，数值为正代表输出感性无功，数值为负代表输出容性无功；

K_1 、 K_2 ——输出无功电流与电压变化比例值， K_1 、 K_2 应可设置， K_1 取值范围为1.5~2.5， K_2 取值范围为0~1.5；

U_T ——交流侧实际电压与额定电压的比值。

对称故障时，动态无功电流的最大有效值不宜超过1.05 I_N ；不对称故障时，动态无功电流的最大有效值不宜超过0.4 I_N ；动态无功电流控制误差不应大于±5% I_N 。

8.3.6 频率适应性

交直流微网变流器其并网点频率在48.5Hz~50.5Hz范围内时，应能正常运行。超出范围交直流微网变流器满足频率保护设计要求。

8.3.7 电能质量适应性

8.3.7.1 谐波适应性

当并网点的谐波值满足 GB/T 14549 的规定时，交直流微网变流器应能正常运行。

8.3.7.2 间谐波适应性

当并网点的间谐波值满足 GB/T 24337 的规定时，交直流微网变流器应能正常运行。

8.3.7.3 三相电压不平衡适应性

当并网点的三相电压不平衡满足 GB/T 15543 的规定时，交直流微网变流器应能正常运行。

8.3.7.4 闪变适应性

当并网点的电压波动和闪变满足 GB/T 12326 的规定时，交直流微网变流器应能正常运行。

8.4 离网性能要求

8.4.1 电压偏差

在空载和额定阻性负载条件下，交直流微网变流器交流侧输出电压幅值偏差应不超过额定电压的±5%，相位偏差应小于3°。

8.4.2 电压动态瞬变范围

在阻性负载（平衡负载）条件下，负载从0%上升到100%或从100%下降到0%突变时，交直流微网变流器输出电压瞬变值应小于10%。

8.4.3 电压瞬变恢复时间

电压瞬变恢复时间≤40ms

8.4.4 离网过流保护

设备具备离网过流功能，保护时间不大于2s

8.4.5 电压谐波畸变率

离网运行时输出电压波形失真度应满足100%阻性负载条件下≤2%的要求。

8.4.6 三相电压不平衡度

离网运行且带线性负载时，输出电压不平衡度应不大于2%，短时不超过4%。

8.5 电磁兼容性能

8.5.1 传导发射

交直流微网变流器交流端口和直流端口应满足 GB 4824 中 1 组 B 类限值，分别见表 13 和表 14，有线网络端口和信号 / 控制端口应满足 IEC 62920: 2017 中 B 类限值，见表 15。

表 13 在试验场地测量时，交直流微网变流器的骚扰电压限值（交流电源端口）

频段 MHz	准峰值 dB (μV)	平均值 dB (μV)
0.15~0.50	66~56 随频率对数线性减小	56~46 随频率对数线性减小
0.50~5	56	46
5~30	60	50
注：在过渡频率上采用较严格的限值。		

表 14 在试验场地测量时，交直流微网变流器的骚扰电压限值（直流电源端口）

频段 MHz	准峰值 dB (μV)	平均值 dB (μV)
0.15~0.50	84~74 随频率对数线性减小	74~64 随频率对数线性减小
0.50~30	74	64

表 15 在试验场地测量时，交直流微网变流器的骚扰电压限值（有线网络端口和信号/控制端口）

频段 MHz	准峰值 dB (μV) /dB (μA)	平均值 dB (μV) /dB (μA)
0.15~0.50	84/40~74/30 随频率对数线性减小	74/30~64/20 随频率对数线性减小
0.50~30	74/30	64/20

注 1：如果连接至信号/控制端口的线缆长度超过 30m，则该端口必须测试并满足以上限值要求。
注 2：电流和电压和骚扰限值是在使用了规定阻抗的阻抗稳定网络（ISN）条件下导出的，该阻抗稳定网络对于受试的通信端口呈现 150Ω 的共模（不对称）阻抗（转换因子为 20lg150/1=44dB）。

8.5.2 辐射发射

交直流微网变流器应满足GB 4824中1组B类限值，见表16。

表 16 在试验场地测量时，交直流微网变流器的电磁辐射骚扰限值

频段 MHz	开阔试验场或半电波暗室	
	10m 测量距离	3m 测量距离 ^a
	准峰值 dB (μV/m)	准峰值 dB (μV/m)
30~230	30	40
230~1000	37	47

在 OATS 或 SAC 测量时，B 类设备可在 3m 或 10m 距离下测量。
在过渡频率上采用较严格的限值。
^a 3m 距离所规定的限值只适用于满足 3.7 所定义的小型设备。

8.5.3 抗扰度测试

8.5.3.1 性能判据

制造商应提供在EMC测试期间或测试结果中性能判据定义的功能说明，测试结果按性能判据记录在测试报告里。抗扰度测试的性能判据等级见表17。

表 17 抗扰度测试的性能判据等级

性能判据 等级	试验期间	试验后
A	交直流微网变流器应按预期要求连续正常运行，其性能降低或功能丧失不允许低于制造商规定的性能水平	交直流微网变流器应按预期要求继续运行
B	交直流并网变流器应按预期要求继续运行：允许出现可接受的性能降低，如显示数值在制	能自行恢复暂时的性能降低，交直流微网变流器按预期要求继续运行

	造商规定限值范围内的变化、通信延迟时间在制造商规定限制范围内的变化、显示屏出现闪烁等。 但不允许出现操作状况的改变或不可逆转的存储数据的丢失	
C	可接受的性能降低和性能丧失，但没有不可逆的硬件或软件（程序/数据）破坏	在手动控制、系统重启或电源关断/开启后，交直流微网变流器能恢复试验期间降低或丧失的性能，并按预期要求继续运行

8.5.3.2 测试端口

8.5.1、8.5.2、8.5.3指出的EMC测试项目对应的测试端口见表18。

表18 EMC 测试项目及测试端口汇总表

测试端口	外壳整体	直流输入端口	交流输出端口	信号端口
传导发射	—	✓	✓	✓
辐射发射	✓	—	—	—
静电放电抗扰度	✓	—	—	—
射频电磁场辐射抗扰度	✓	—	—	—
电快速脉冲群抗扰度	—	✓	✓	✓
浪涌（冲击）抗扰度	—	✓	✓	✓
射频场感应的传导骚扰抗扰度	—	✓	✓	✓
工频磁场抗扰度	✓	—	—	—
电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度	—	—	✓	—
阻尼振荡波抗扰度	—	—	—	—
振铃波抗扰度	—	—	—	—
注：打“✓”表示在此端口需要做对应的 EMC 试验。				

8.5.3.3 试验要求

交直流微网变流器抗扰度试验要求见表24。试验要求按端口逐一给出，要求试验以完全确定的和可重复的方式进行，并以单个的试验依次逐项进行，试验顺序是任意的。

表19 交直流微网变流器的抗扰度试验要求

端口	试验项目		试验规范值	基础标准	性能判据
外壳	工频磁场		50Hz 3A/m	GB/T 17626.8	A
	射频电磁场辐射		80MHz~1000MHz 3V/m（非调制） 80%幅度调制（1kHz）	GB/T 17626.3	A
			1.4GHz~6.0GHz 3V/m（非调制） 80%幅度调制（1kHz）		A
	静电放电	接触放电	±4kV（充电电压）	GB/T 17626.2	B
		空气放电	±8kV（充电电压）		B
信号线/ 控制线端口	射频场感应的传导骚扰		0.15MHz~80MHz 3V（非调制） 80%幅度调制（1kHz）	GB/T 17626.6	A
	浪涌 线—地 线—线 ^a		1.2/50μs（8/20μs） ±1kV（开路电压） ±0.5kV（开路电压）	GB/T 17626.5	B
	电快速脉冲群		±0.5kV（充电电压） 5/50ns 100kHz（重复频率）	GB/T 17626.4	B
直流电 源端口	射频场感应的传导骚扰		0.15MHz~80MHz 3V（非调制） 80%幅度调制（1kHz）	GB/T 17626.6	A
	浪涌 线—地 线—线		1.2/50μs（8/20μs） ±1kV（开路电压） ±0.5kV（开路电压）	GB/T 17626.5	B
交流电 源端口	电快速脉冲群		±0.5kV（充电电压） 5/50ns 100kHz（重复频率）	GB/T 17626.4	B
	射频场感应的传导骚扰		0.15MHz~80MHz 3V（非调制） 80%幅度调制（1kHz）	GB/T 17626.6	A
	浪涌 线—地 线—线		1.2/50μs（8/20μs） ±2kV（开路电压） ±1kV（开路电压）	GB/T 17626.5	B
	电快速脉冲群		±1kV（充电电压） 5/50ns 100kHz（重复频率）	GB/T 17626.4	B
	电压暂降		0 持续 0.5 周期	GB/T 17626.11 GB/T 17626.34	B
			0 持续 1 周期		B
			70%持续 25 周期		C
	电压中断		0 持续 250 周期	GB/T 17626.11 GB/T 17626.34	C

^a 浪涌信号线/控制线端口测试，线—线的要求仅针对非屏蔽不对称端口适用。

8.5.4 GPRS 模块屏蔽箱影响试验（内控）

交直流微网变流器通讯模块正常上线状态放置在使用屏蔽箱（室）或则暗室，连续运行 24h, 试验

后产品功能性能正常。

注：4G 通讯模块采用系统已有的成熟通信模板

8.5.5 对讲机抗扰度试验（内控）

对讲机随机设置多个频段进行干扰测试。确保对讲机正常通讯，将其中一个对讲机在交直流微网变流器周围移动施加干扰，另外一个放置于离交直流微网变流器 1m~1.5m 位置，观察交直流微网变流器是否存在精度超差、复位、黑屏等现象。

9 保护要求

9.1 过/欠压保护

9.1.1 直流侧输入侧过压保护

当直流侧输入电压高于允许的最大电压时（825VDC），交直流微网变流器不得启动，并同时发出警示信号。直流侧电压恢复到交直流微网变流器允许工作范围后，交直流微网变流器应能正常启动。

9.1.2 交流输出侧过 / 欠压保护

当并网点电压超出 GB/T 29319-2012中表1规定的电压范围时，见表20，应在相应的时间内停止向电网线路输电，此要求适用于多相系统中的任何一相。

注：正常工作电压上限制造商可以在110% U_N ~135% U_N 之间自我申明，并在使用手册中注明。

表20 保护动作时间要求

电网电压（电网接口处）	要 求
$U < 50\%U_N$	最大分闸时间不超过 0.2s
$50\%U_N \leq U < 85\%U_N$	最大分闸时间不超过 2.0s
$85\%U_N \leq U < 115\%U_N$	连续运行
$115\%U_N \leq U < 135\%U_N$	最大分闸时间不超过 2.0s
$135\%U_N \leq U$	最大分闸时间不超过 0.2s
注 1: U_N 为并网点电网额定电压。 注 2: 最大分闸时间是指异常状态发生到电源停止向电网送电时间。	

9.2 过/欠频保护

当并网点频率超过46.5Hz~51.5Hz运行范围时，应在0.2s内停止向电网送电。当电网频率低于48.5Hz，或高于50.5Hz，此时处于停运状态的交直流微网变流器不得并网。在电网频率恢复到允许运行的电网频率时交直流微网变流器应能重新启动运行。

9.3 相序或极性错误

9.3.1 极性误接

直流极性误接时交直流微网变流器应能自动保护，待极性正确接入时，应能正常工作。

交流侧具有相序自适应功能，误接时自动识别相序与电网保持一致；LN误接时系统具有自动保护功能，待接线调整后装置应能正常工作

9.3.2 交流缺相保护

交流输出缺相时，交直流微网变流器自动保护，并停止工作，正确连接后应能正常运行。

9.4 直流输入过载保护

交直流微网变流器在标称 1.1 倍标称电流下可长期运行，1.2 倍标称电流下运行 1min。

9.5 输出短路保护

交直流微网变流器在开机或运行中，检测到输出侧发生短路时，应能自动保护。要求可触及导电部位不存在触电危险，确保存在带电危险和机械危险的部位不被触及。如果记录的短路电流超过电路的最大额定电流，则测量到的最大短路电流必须写入安装手册中。

9.6 反放电保护

当交直流微网变流器直流侧电压低于允许工作范围或处于关机状态时，交直流微网变流器直流侧应无反向电流流出。

9.7 防孤岛效应保护

交直流微网变流器,应具备快速监测孤岛且立即断开与电网连接的能力，防孤岛保护动作时间应不大于2s，同时发出警示信号，且孤岛保护还应与电网侧线路保护相配合。

9.8 恢复并网

交直流微网变流器因电压或频率异常跳闸后，当电压和频率恢复正常后，光伏交直流微网变流器应经过一个可调的延迟时间后才能恢复并网，延迟时间范围可采用20s~5min。

9.9 过温保护

交直流微网变流器应具过温保护，超过设定温度时，系统自动保护停机并发出报警信息。

9.10 防雷保护

交直流微网变流器应设有防雷保护装置。

9.11 RS485 端口间耐 380V 试验（内控）

交直流微网变流器应RS485的端口间应能承受380V的交流电5min，试验后无损坏，恢复正常状态后通讯正常。

9.12 RS485 对零线浪涌试验（内控）

RS485对零线：±4KV（共模），试验时，可以出现短时通信中断(B级)，其他功能和性能应正常，试验后，应能正常工作，功能和性能应符合要求。

9.13 电棍放电影响试验（内控）

交直流微网变流器在正常工作状况下，使用警棍进行50万伏直接对产品进行放电试验，试验中查看并记录样品有无死机、黑屏、损坏等异常现象。试验后确认样品功能、性能及储存的信息，与试验前相比有无改变。

10 标识和文档

10.1 标识

10.1.1 一般要求

除内部零部件的标识之外，所有标识在产品安装之后需能从外部看见；针对整个产品的标识不应放在操作人员无须工具即可拆卸的零部件上。

标识可以使用图形符号，但须依照 B.1 或 GB/T 5465.2-2008 的相关要求。提供的文档应解释所使用的图形符号。

交直流微网变流器至少应永久标注以下内容：

- 1) 制造商或供应商的名称或商标；
- 2) 用于识别交直流微网变流器的型号或命名；
- 3) 用于识别产地、批次或日期的序列号、代码或其他标识。批次或日期精确到3个月以内，标识日期的方法在30年内不会出现重复的数字。

本条款的符合性通过检查来验证。

10.1.2 额定参数

除非本标准其他部分有特殊规定，应标注以下适用的参数：

- 输入电压范围、最大输入电压、电压类型、最大输入电流以及最大直流短路电流；
- 输出电压等级、电压类型、频率、最大连续输出电流，以及额定输出功率；
- IP 防护等级，保护等级。

本条款符合性通过检查来验证。

10.2 文档资料

10.2.1 一般要求

文档需对交直流微网变流器的安全操作和安装进行说明；若有需要，也可以给出维护的说明及以下内容：

- 1) 解释设备上的标识，包括所用的符号。
- 2) 端子和控制器的位置和功能。
- 3) 所有与安装和操作相关的参数和规格，包括以下环境参数，并解释其含义及影响：
 - 环境分类；
 - 潮湿场所分类；
 - 预置外部环境的污染等级；
 - IP 防护等级；
 - 环境温度和相对湿度；
 - 每个输入输出端口的过电压类别。
- 4) 光伏阵列受到光照后会向交直流微网变流器输入直流电压的警告。

安装说明，操作说明，维护说明等与安全相关的说明文档应采用装置预定安装使用所在地的通用语言。文档必须采用印刷形式，并随装置一起提供。

注：电子版可以随印刷文档提供，但不能替代印刷文档。

10.2.2 安装说明

文档需包括安装说明，也可以包括详细调试说明。基于安全考虑，对于安装和调试过程中可能产生的危险，需给出警示。文档提供的信息应包括：

- 1) 组装、定位和固定的要求；
- 2) 每个电源的参数和连接方式，关于配线、外部控制器、导线颜色代码、断开方式和所需过流保护的要求，以及关于安装位置不得妨碍断开电源的说明；
- 3) 各个输出端的参数和连接方式，以及关于配线、外部控制器、导线颜色代码和所需过流保护的要求；
- 4) 通风要求；
- 5) 特殊保养要求，例如冷却液（适用时）；
- 6) 噪声等级相关指示和说明；
- 7) 保护接地的说明。

10.2.3 操作说明

操作说明应包括所有保证安全操作的必要信息，包括以下适用的内容：

- 1) 控制器的设置、调节方法以及调整效果的说明；
- 2) 关于连接附件和其他设备的说明，并明确适用的附件、可拆卸零部件和专用材料；
- 3) 烫伤危险的警告，以及要求操作人员采取的降低风险的措施；
- 4) 关于没有按照制造商规定的方式使用时其保护措施可能失效的说明。

本条款符合性通过检查来验证。

10.2.4 维护说明

维护说明包括以下信息：

- 1) 保证安全所需要的定期维护周期和说明（如更换空气过滤器或定期紧固接线端子等）；
- 2) 操作人员接触区（适用时）的说明，包括不要进入交直流微网变流器特定区域的警告；
- 3) 零部件的编号和说明，方便操作人员找到可以更换的零部件；
- 4) 说明安全的清洁方式（适用时）。

如果设备有多路供电，手册中需说明开关装置断开的顺序。

10.2.5 零部件及接口

10.2.5.1 开关设备

开关设备的开与关位置需标注清楚。

10.2.5.2 接口标识

在紧急制动装置的按钮和制动器上，用于警示危险或指示需要紧急处理的指示灯均须使用红色。

交直流微网变流器交流端子需明确标注三相 A/B/C/N 标识

交直流微网变流器的直流端子需明确标注连接的极性：

- 1) “+” 号表示正极，“-” 号表示负极；

2) 其他能够准确说明极性的图形符号。

保护接地导体的连接端子用以下方式标注：

- 1) 表B.1的第7个符号；
- 2) 字母“PE”；
- 3) 黄绿双色导线。

10.2.6 标识的耐久性

本条款要求交直流微网变流器上的标识在正常使用条件下需保持清晰可辨。

11 试验方法

11.1 试验环境条件

除非本标注另有规定说明，试验场所须满足以下环境条件：

- 温度 $15^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度 $5\%\sim 75\%$ ；
- 大气压强 $75\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$
- 无结霜、凝露、渗水、日照等现象。

11.2 安全性能测试

11.2.1 温度测试

11.2.1.1 一般要求

温升试验满足 6.1 的要求。

温升试验在额定工况下测试，额定参数见 8.1.1 规定，温升测试平台线缆选取需满足平台连接电缆不会对试验结果带来影响，参考表 21 规定。系统额定电流 380A，测试平台线缆选用 240mm^2 铜线缆。

表 21 试验电流为 400A 及以下的试验铜导线尺寸

试验电流范围 A	导线尺寸	
	mm ²	AWG/MCM
0≤I<8	1.0	18
8≤I<12	1.5	16
12≤I<15	2.5	14
15≤I<20	2.5	12
20≤I<25	4.0	10
25≤I<32	6.0	10
32≤I<50	10	8
50≤I<65	16	6
65≤I<85	25	4
85≤I<100	35	3
100≤I<115	35	2
115≤I<130	50	1
130≤I<150	50	0
150≤I<175	70	00
175≤I<200	95	000
200≤I<225	95	0000
225≤I<250	120	250
250≤I<275	150	300
275≤I<300	185	350
300≤I<350	185	400
350≤I<400	240	500

11.2.1.2 周围空气温度测量

在试验周期的最后 1/4 时间内应记录周围空气温度。测量时至少用两个温度检测器（如温度计或热电偶），均匀分布在被试设备的周围，放置在被试设备高度的 1/2 处离开被试设备的距离约为1m。温度检测器应保证免受气流、热辐射影响和由于温度迅速变化产生的显示误差。

试验中，周围空气温度应在厂家规定的最高使用环境温度±5℃之间，如果周围空气温度的变化超过3K，应按设备的热时间常数用适当的修正系数对测得的部件温升予以修正。

11.2.1.3 部件温度的测量

用合适的温度检测器测量电抗器表面温度（铁芯上表面）、功率器件散热基板（散热器贴装温度传感器）、铜排搭接点、主回路开关器件铜排紧固点、铜排、滤波电容表面、开关电源等组件可能达到最高温度的不同位置上各点的温度。温度测量选用的温度检测器应不影响被测量部件的温升。试验中，温度检测器与被试部件的表面应保证良好的热传导。温度测量一般使用热电偶法。

即使在最严酷的额定工作条件下，设备所使用的材料和部件的温度不能超过表1～表3规定的限值。为证明设备符合最高温度限值要求，温度的测量必须在设备厂家规定的最高使用环境温度下进行。同时，还需要考虑所有可能影响温度测量结果的工作模式和条件。可在0℃～60℃的任意环境温度下进行，然后与表1～表3中规定的温度限值进行比较。交直流微网变流器以最大功率输出，间隔0.5h记录1次各个测试部位的温度数据，当设备达到热稳定时，记录此时各个测试位置的最高温度。

- 1) 线圈的测量，可以用电阻变化法进行测量；
- 2) 对其他零部件进行测量时，实际测得温度不应超过以下规定的最低限值：
 - 表 1 规定所示适用于线圈及其绝缘系统；
 - 其他没有温度标准的，温度限值参照表 2 规定所示。
 - 表 3 适用于样品上可被触及的表面。

11.2.2 电击防护实验

11.2.2.1 试验指检查

检查交直流微网变流器外壳、挡板等开孔处。

用 GB/T 16842-2016 的图 2 和图 9 分别规定的带关节试验指和试验针进行试验，试验结果应符合 6.2.1.1 的要求。对外壳开孔进行检查时，操作人员不用工具即可拆卸或打开的零部件(包括熔断器座)要先去掉；同时，允许操作人员打开的门和盖板要处于打开状态。试验时设备中的灯允许留在原位。对于操作人员不需要工具即可断开的连接器，应在断开的过程中和断开之后分别试验。任何可移动零部件要置于对结果最不利的位置。试验指和试验针按照上述要求，在不施加明显力的情况下对每个可能的位置进行试验。

能够防止带关节试验指进入的开孔，要进一步用直线不带关节的试验指（见 GB/T 16842-2016 的图 7）施加 30N 力进行试验。如果不带关节试验指能够进入，这时再重新使用带关节试验指进行试验，最多可以施加 30N 的力。

11.2.2.2 保护连接

对于每个保护连接电路，保护导体和作为每个保护电路一部分的相关点之间的阻抗，应通电流进行测量。测试电流及持续时间如下：

- 1) 对于过流保护值大于 16A，测试电流是过电流保护值的 2 倍，并且持续时间见表 22。保护连接的压降测试时，持续规定时间后测量值不超过 2.5V。
- 2) 测试过程中及测试后，保护连接不应有熔化、松动或其他可能会破坏保护连接有效性的损坏。

注 1：测试电流可用直流或交流电源，输出不接地。

注 2：如果阻抗值很低，需正确放置测量探针。

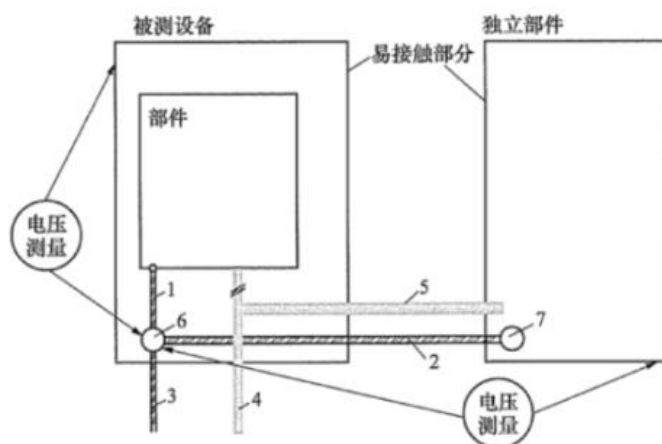
注 3：对于出厂试验，测试电流不小于 10A，测试持续时间不少于 2s。

注 4：如果保护连接通过多个导体或多个紧固件实现，出厂试验时可以免测。

表 22 保护连接测试的持续时间

过流保护装置等级 A	测试持续时间 min
16~30	2
31~60	4
61~100	6
101~200	8
>200	10

对于不带过流保护的电路测量如图 6 所示：



说明：

- 1— 保护连接；
- 2— 独立部件的保护连接；
- 3— 被测设备的接地保护导体；
- 4— 供电电源；
- 5— 由被测设备到独立部件供电，不带过流保护；
- 6— 外部保护接地导体终端；
- 7— 独立部件连接的点（可能多于1个）。

图 6 不带过流保护装置的保护联结阻抗测试

11.2.2.3 接触电流

交直流微网变流器不接地安装，并且在额定电压下，使用GB/T 12113-2003图4规定的试验电路测量外部保护接地导体与大地之间的接触电流不超过3.5mA AC或10mA DC。

11.2.2.4 冲击耐受电压

基本绝缘和加强绝缘的电气间隙以及固体绝缘应采用额定冲击耐受电压来验证。

试验电压试验值见表8。冲击耐压试验的波形为1.2/50 μ s（见GB/T 17627.1-1998中6.1、6.2规定波形），正负极性各5次，最小时间间隔为1s。

试验时保护接地应断开。

试验电压施加：

1) 基本绝缘位置。主电路所有接线端子连接一起和外壳或安装板之间；基本绝缘隔离的两电路之间。正常工作不接至主电路的每个控制电路和辅助电路与以下部位之间

- 主电路；
- 其他电路；
- 外露导体部分；
- 外壳或安装板。

2) 加强绝缘位置，加强绝缘隔离的两电路之间。

试验过程中应无击穿放电、飞弧或者火花现象。

11.2.2.5 绝缘电阻测试

工频耐受电压试验前先进行绝缘电阻的测试，交直流微网变流器输入对地、输出对地的绝缘电阻不小于 $1\text{M}\Omega$ ；

湿热试验后按上述方法再进行试验，试验结果不能低于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

11.2.2.6 工频耐压

对主电路、控制电路和辅助电路，试验电压按表 9 的规定选择，通常应该选用交流试验电压，如果不能施加交流试验电压（如有 EMC 滤波器件时），可选用直流试验电压值。

过电压保护器件，测试前应该断开，对于形成绝缘的元器件，测试时不能断开。

主电路所有接线端子连接一起对外壳或安装板之间施加直流试验电压 3110V，施加试验电压时可以逐渐上升或下降，达到规定试验电压后保持 60s，要求交直流微网变流器应无击穿或任何破坏性放电现象，漏电流限值 20mA。

短路试验后按上述方法再进行试验。

湿热试验后按上述方法再进行试验，试验结果不能低于试验前耐压等级的 75%。

11.2.2.7 电气间隙和爬电距离

电气间隙和爬电距离的符合性应通过测量来检验，测量方法按 GB / T 16935.1-2008 中 6.2 的要求；电气间隙结果要求符合 6.2.3.2；爬电距离要求符合 6.2.3.3。

11.2.3 稳定性试验

稳定性试验时，受试设备的各箱柜应在其额定容积范围内转至能产生最不利条件的物件，脚轮置于正常使用范围内对试验结果最不利的位置。除非另有规定，门和抽屉等试验时需关紧。

- 1) 从正常垂直位置向各个方向倾斜 10° ；
- 2) 在交直流微网变流器顶部或距地面 2m 处（如果受试设备高度不低于 2m），沿任意方向（除向上的方向外）施加 250N 或者是本身重力 20% 的力，取较小值，在正常操作时使用的支撑脚，以及预定由操作人员打开的门和抽屉等，需置于最不利位置；
- 3) 对落地式交直流微网变流器，用 800N 的向下作用力施加在能产生最大力矩的以下位置：
 - 所有水平工作面；
 - 明显突出且距离地面小于 1m 的其他表面。

试验期间，交直流微网变流器不应失去平衡。

11.2.4 噪声测试

在最严酷的工况下，在交直流微网变流器噪声最强的方向，距离设备 1m 处用声级计测量交直流微网变流器发出的噪声。

声级计测量采用 A 计权方式。

测试时至少应保证实测噪声与背景噪声的差值大于 3dB，否则应采取措施使测试环境满足测试条件。当测得噪声值与背景噪声差值大于 10dB 时，不对测量值做修正；当实测噪声与背景噪声的差值为 3dB~10dB 之间时，按照表 23 进行噪声值的修正，其值应符合 6.6 的要求。

表 23 背景噪声测量结果修正表

差值 dB	3	4~5	6~10
修正值 dB	-3	-2	-1

11.2.5 绝缘阻抗检测试验

交直流微网变流器连入测试电路，将直流端的电压设置在高于交直流微网变流器启动的电压（功率）值。将一个小于6.7.1中阻抗值的电阻（约90%的要求阻抗值）的接入交直流微网变流器的直流输入端子与地之间，交直流微网变流器响应满足6.7.1的要求。

11.2.6 模拟双 85 试验（内控）

温度 50℃、相对湿度 85%，设备半载运行，每 200 小时暂停试验进行功能、性能及结构验证。

判断标准：摸底测试，不应出现功能、性能永久性丧失，如果出现异常，根据实际产品需求再行评估。

11.2.7 可靠性强化试验（内控）

针对低温、高温、快速温变、振动四种应力对样机的影响，对上述四类应力采用步进应力方式，逐步增强应力实施。

11.2.8 外漏天线漏电测试（内控）

250kVA交直流微网变流器设备有通信天线外露，外漏天线对地（外壳）施加1.06Un（403VAC）工频电压，要求漏电流小于0.5mA

11.3 基本功能验证

11.3.1 自动开关机

交直流微网变流器应能在制造商规定的电压范围内，自动开关机。

调节直流输入源，使输入从低于交直流微网变流器允许工作范围的下限开始增加，当输入条件高于允许范围下限时，交直流微网变流器应能自动开机；待交直流微网变流器工作稳定后，调节直流输入源使输入下降到低于允许范围下限时，设备应能自动关机。

11.3.2 通信功能验证

通过RS485等转换器与PC机（上位机）连接，设定交直流微网变流器在通信状态下；可采用专用监控管理软件验证通信功能。应能保证数据传输正确，能进行参数设定，无任何出错信息或明显传输延迟。

采用同样方法分别在常温条件下、极限工作温度下和电磁兼容试验中验证设备的通信功能。

11.3.3 程序升级验证（内控）

程序升级过程中断电，重新上电以后程序应恢复至升级前版本，不许出现死机、黑屏、产品无法启动等问题

11.4 性能测试

11.4.1 一般要求

图7给出了交直流微网变流器电性能试验的参考电路，测试要求如下：

- 1) 陪试设备的容量和最大输出电流要求不小于被测设备的最大输入功率和最大输入电流，陪试设备具备双向功率变换功能。
- 2) 电网模拟电源容量要求不小于被测设备的最大输出功率，输出的电压、频率能在一定的范围内调节。

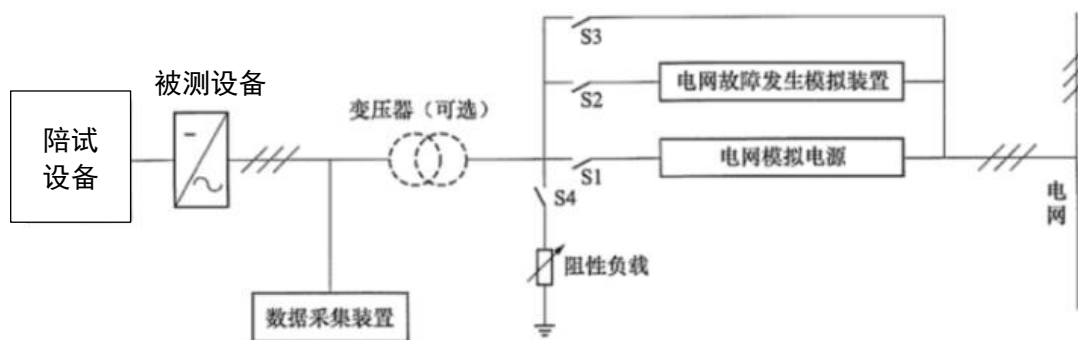


图7 测试平台

11.4.2 电气参数

在11.1规定的参考试验条件下运行时，测得的连续输入电流或功率及相应的电压范围应满足8.1.3的要求；测得的连续输出电流或功率应满足8.1.4的要求。

将交直流微网变流器启动并置于额定工作状态，调整交直流微网变流器的输入电压（升压或降压），记录交直流微网变流器停止工作时的电压上限值和下限值。

11.4.3 空载损耗与效率测试

11.4.3.1 空载损耗

交直流微网变流器空载运行，测量整机空载损耗符合8.2的规定。

11.4.3.2 最大转换效率

交直流微网变流器额定工作电压下，能量正向与反向流动分别测量，测 $20\%P_N$ 、 $40\%P_N$ 、 $60\%P_N$ 、 $80\%P_N$ 、 $100\%P_N$ 时的整机转换效率，得到最大的转换效率应符合8.2的规定。

11.4.4 谐波和波形畸变

将交直流微网变流器启动并置于正常工作状态，测量交直流微网变流器输出电流谐波（即谐波子群值），基本测量时间间隔为0.2s（10个周波），累积时间间隔为3s（150个周波），连续采样时间不少于1min，总电流谐波畸变率（THD）取最大值，分次电流谐波取方均根值。

验证交直流微网变流器在不同工作状态下，即 $30\%P_N$ 、 $50\%P_N$ 、 $75\%P_N$ 、 $100\%P_N$ 时的THD和分次电流谐波。要求均满足8.3.1.1的规定。

11.4.5 功率因数

将交直流微网变流器启动并置于正常工作状态，测量交直流微网变流器输出端功率因数。验证交直流微网变流器在不同工作状态下，即30% P_N 、50% P_N 、75% P_N 、100% P_N 时功率因数。要求均满足8.3.1.2的规定。

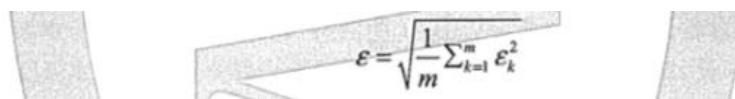
11.4.6 三相电流不平衡度

将交直流微网变流器启动并置于正常工作状态，测量交直流微网变流器输出端三相电流不平衡度。

验证交直流微网变流器在不同工作状态下：30% P_N 、50% P_N 、75% P_N 、100% P_N 时三相电流不平衡度。要求均满足8.3.1.3的规定。

对于设备供电引起的电流负序不平衡度测量值的10min方均根值的95%概率大值，以及测量值中的最大值应不大于要求规定值。

三相电流不平衡度测量仪器应满足测量要求，累积时间间隔为3s，按均方根取值。电流输入信号基波分量的每次测量取10个周波的间隔。对于离散采样的测量一起推荐按下式计算：


$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \varepsilon_k^2} \quad (7)$$

式中：

ε_k ——在3s第 k 次测得的不平衡度；

m ——在3s内均匀间隔取值数（ $m \geq 6$ ）。

11.4.7 直流分量

将交直流微网变流器启动并置于正常工作状态，测量交直流微网变流器分别在30% P_N 、50% P_N 、75% P_N 、100% P_N 时交流输出的直流分量。连续采样时间不少于1min，取绝对值最大值。要求均满足8.3.1.4的规定。

11.4.8 有功功率控制

11.4.8.1 变化率控制

检测步骤如下：

- 调节交直流微网变流器的启动和停机，可预先设置交直流微网变流器的启停机有功功率变化速率；
- 使用数据采集装置分别记录启动后 10min 和停机前 10min 交直流微网变流器交流侧有功功率，以每 0.2s 有功功率平均值为一数据点，以时间轴为横坐标，绘制实测曲线，要求有功功率变化率及在测得的有功功率值与理论值的偏差在 8.3.2.1 要求的范围内；
- 并用示波器或录波装置采集交流电流波形，要求启停机过程中测得的最大交流峰值电流满足 8.3.2.1 的要求。

11.4.8.2 给定值控制

检测步骤如下：

- 交直流微网变流器反向变换，交流输出有功功率达到额定值 P_N ；
- 应按照图 8 的设定曲线控制交直流微网变流器输出有功功率，并在每个功率控制目标值上保持 2min；

- c) 使用数据采集装置记录交直流微网变流器交流侧电压与电流，至少每 0.2s 计算有功功率平均值，以 0.2s 为一个点绘制有功功率实测曲线；
- d) 计算有功功率控制的控制精度和响应时间

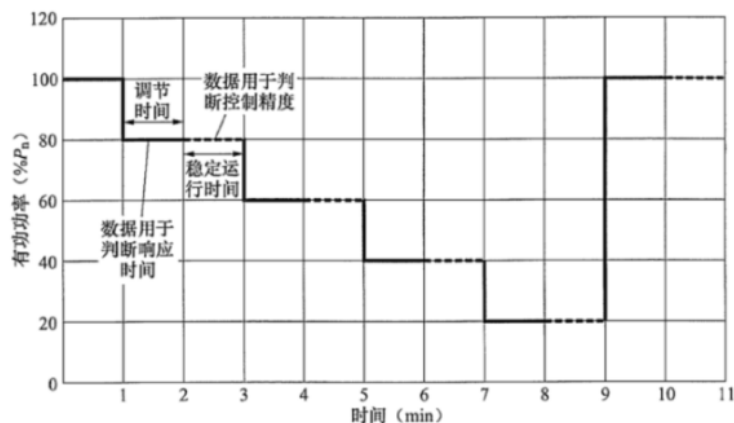






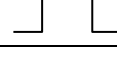

图8 有功功率控制曲线

11.4.8.3 一次降频（过频降额）控制

检测步骤如下：

- a) 调节交直流微网变流器在标称频率和标称电压条件下分别运行 25% P_N 和 85% P_N 两种工况下；
- b) 调节电网模拟电源在标称电压下输出频率按照表 24 设置频率，频率阶跃时间不应大于 20ms，频率保持时间不应小于 30s；
- c) 通过数据采集装置记录稳态区间中交流侧电压与电流的数据，至少每 0.2s 计算有功功率平均值；
- d) 计算过频降额响应时间、调节时间、有功功率稳态均值和控制精度。

表 24 过频降额测试点

序号	极端频率 f Hz	频率波动波形
1	50.5	
2	50.3	
3	50.1	
4	49.7（如适用）	
5	49.5（如适用）	
6	49.5（如适用）	

11.4.9 电压/无功调节

11.4.9.1 无功功率容量

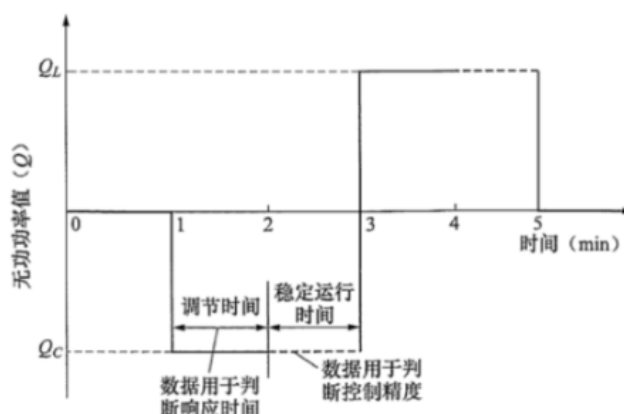
检测步骤如下：

- 调节交直流微网变流器运行在输出最大感性无功功率工作模式；
- 使用数据采集装置记录 2min 有功功率和无功功率，计算 2min 内有功功率和无功功率的平均值；
- 分别调节交直流微网变流器输出的有功功率为 $90\%P_N$ 、 $80\%P_N$ 、 $70\%P_N$ 、 $60\%P_N$ 、 $50\%P_N$ 、 $40\%P_N$ 、 $30\%P_N$ 、 $20\%P_N$ 及 $10\%P_N$ ，重复步骤 b)～c)；
- 调节交直流微网变流器运行在输出最大容性无功功率工作模式，重复步骤 b)～d)；
- 以有功功率为横坐标，无功功率为纵坐标（感性为正，容性为负），绘制交直流微网变流器功率包络图。

11.4.9.2 无功功率控制

检测步骤如下：

- 设定被测交直流微网变流器输出有功功率为 $50\%P_N$ ；
- 不限制交直流微网变流器的无功功率变化，按照图 9 的设定曲线控制交直流微网变流器输出的无功功率；
- 使用数据采集装置在交直流微网变流器交流侧记录无功功率，以至少每 0.2s 无功功率平均值为一数据点，记录实测曲线；
- 计算无功功率控制的功率控制精度和响应时间。



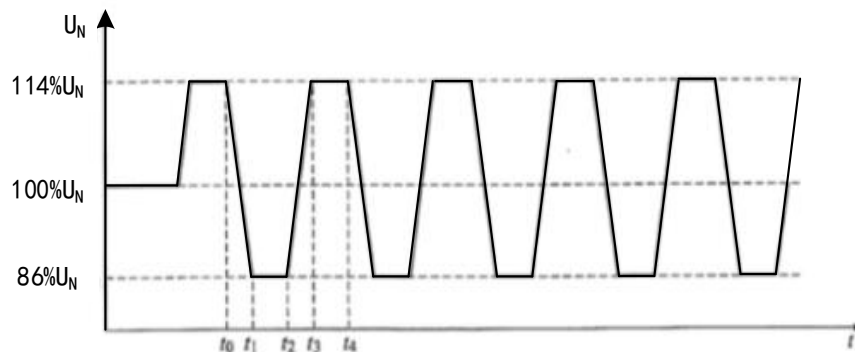
注： Q_L 和 Q_C 为11.4.9测量所得的 $50\%P_N$ 工况下，交直流微网变流器输出的最大感性无功和最大容性无功。

图9 无功功率控制曲线

11.4.10 电压适应性

电压适应性试验步骤如下：

- 使交直流微网变流器运行在额定功率下；
- 调节电网模拟电源在标称频率下三相输出电压按照图 10 的曲线在 $86\%U_N$ 与 $114\%U_N$ 之间连续阶跃 5 次，交直流微网变流器应保持并网状态运行；
- 通过数据采集装置记录交直流微网变流器交流侧电压、电流数据。



注1：电压阶跃时间（即 t_0 与 t_1 、 t_2 与 t_3 的间隔时间）应尽可能快，一般不宜超过20ms
注2：电压维持时间（即 t_1 与 t_2 、 t_3 与 t_4 的间隔时间）应至少为20s

图10 电压适应性测试曲线

11.4.11 故障穿越

11.4.11.1 测试要求

低电压穿越试验依据NB/T 32005规定的测试方法进行，检测装置宜使用阻抗分压原理模拟电网电压跌落，原理如图11所示。图中 X_1 为限流电抗，用于限制电压跌落对电网的影响； X_2 为短路电抗。检测时，断开开关S1，闭合开关S2，可模拟电网故障时的电压跌落。

低电压穿越试验限流电抗和短路电抗均可调，通过调节电抗可以在测试点产生不同深度的电压跌落。检测设备电压跌落点应至少为5个，电压跌落点应包含0且在 $(0\sim 25\%) U_N$ 、 $(25\sim 50\%) U_N$ 、 $(50\sim 75\%) U_N$ 、 $(75\sim 90\%) U_N$ 四个区间均有分布，并按照表25选取故障时间。

各电抗器电抗值与电阻值之比（ X/R ）应只是大于10，测试点三相对称短路容量应为被测交直流微网变流器额定功率的3倍以上。

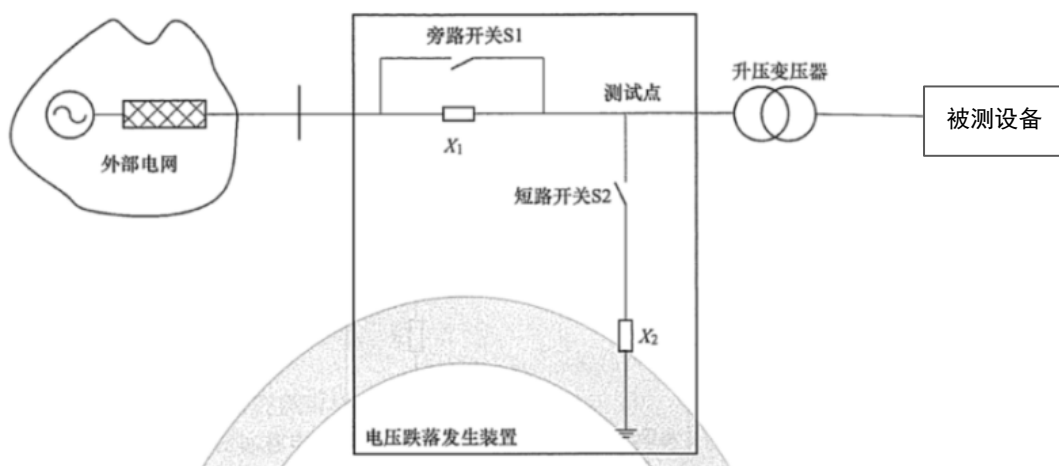








图11 电压跌落发生装置示意图

表25 电网电压跌落幅值及持续时间要求

规格	电压跌落幅值 U_{TP} 标么值	故障持续时间 ms	电压跌落波形
1	0.90—0.05	2000±20	
2	0.75±0.05	1705±20	
3	0.50±0.05	1214±20	
4	0.35±0.05	920±20	
5	0.20±0.05	625±20	
6	0.0+0.05	150±20	

高电压穿越检测装置使用阻容分压原理在测试点模拟电网电压升高，原理如图12所示。图中 X_1 为限流电抗，用于限制电压升高对电网的影响；图中 Z_c 为升压容抗， R 为升压阻尼电阻。检测时，断开旁路开关 S_1 ，闭合升压开关 S_3 ，将升压容抗和升压阻尼电阻组成支路的三相或两相连接在一起，在测试点产生要求的电压升高。

高电压穿越试验限流电抗和升压容抗均可调，通过调节容抗可以在测试点产生不同的电压升高。高电压穿越检测应至少选取2个点，并在（110%~120%） U_k 、（120%~130%） U_k 两个区间内均有分布，并按照表26选取故障时间。

限流电抗的 X/R 均应大于10。

表26 电压升高幅值及持续时间要求

序号	电压升高幅值 U_{TP} p.u.	电压升高持续时间 ms	电压升高波形
1	1.20±0.02	10 000±20	
2	1.30±0.02	500±20	

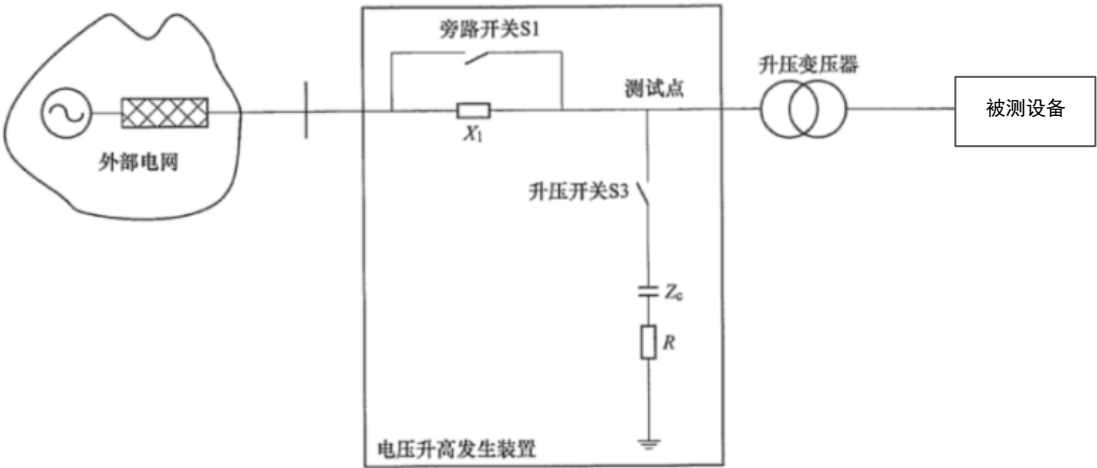


图12 电压升高发生装置示意图

11.4.11.2 空载故障穿越测试

交直流微网变流器投入运行前应先空载测试，步骤如下：

- 断开检测回路中交直流微网变流器的连接；
- 调节故障模拟装置，模拟线路三相对称故障，电压跌落点应满足本标准 8.3.5.1 中低电压穿越要求；
- 调节故障模拟装置，模拟表 17 的 AB、BC、CA 相间短路或接地短路故障的一种，电压跌落点电压跌落点应满足本标准 8.3.5.1 的要求；
- 调节故障模拟装置，模拟线路三相电压抬升，电压抬升点应满足本标准 8.3.5.1 中高电压穿越的要求；
- 故障模拟装置的电压阶跃时间不应大于 20ms。

空载测试时测量点电压跌落幅值和跌落时间的精度应满足图 13(a)的要求，其中电压跌落持续时间为短路开关闭合、断开之间的间隔时间；空载测试时测量点电压升高幅值和升高时间的精度应满足图 16(b)的要求，其中电压升高持续时间为升压开关闭合、断开之间的间隔时间。

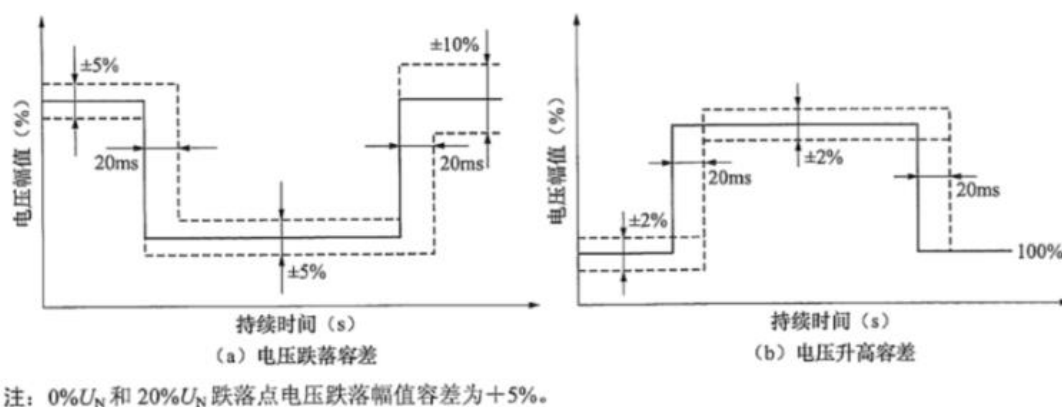


图13 空载测试时电压跌落空差

11.4.11.3 带载故障穿越测试

在空载测试结果满足要求的情况下，可进行故障穿越负载测试。负载测试时故障模拟装置的配置应与空载测试保持一致。

- 将空载测试中断开的交直流微网变流器接入电网运行；
- 控制故障模拟装置进行三相对称电压跌落；
- 调节交直流微网变流器分别在 $0.1P_N \sim 0.3P_N$ 和 不小于 $0.7P_N$ 两种工况下进行检测；
- 通过数据采集装置记录被测交直流微网变流器交流输出侧电压和电流的波形，记录应包含故障前 10s 到故障恢复正常后 6s 之内的数据；
- 控制故障模拟装置进行不对称电压跌落，重复步骤 c) ~ d)；
- 控制故障模拟装置进行三相对称电压抬升，重复步骤 c) ~ d)；
- 每个故障点应连续做两次试验，两次试验均通过方为通过。

11.4.12 频率适应性

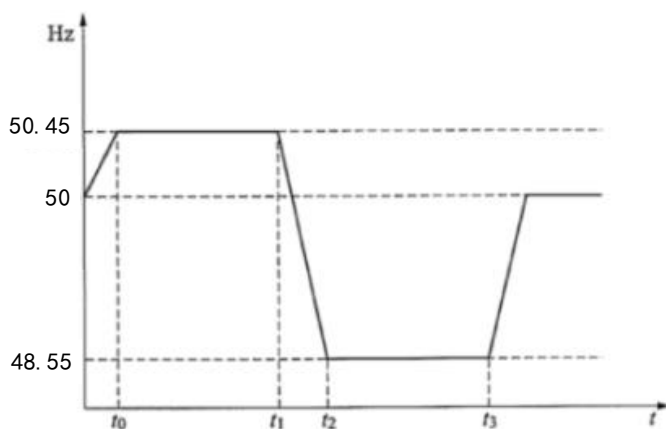
11.4.12.1 频率适应性试验

使交直流微网变流器运行在额定功率下；

调节电网模拟装置在标称电压下输出频率按照图 14 的曲线在 48.55Hz 与 50.45Hz 之间连续变化，交直流微网变流器应保持并网状态运行；

调整频率分别为 46.45Hz、51.55Hz，交直流微网变流器停止运行，并断开电网连接。

通过数据采集装置记录交直流微网变流器交流侧电压、电流数据。



注 1：频率维持时间（即 t_0 与 t_1 、 t_2 与 t_3 的间隔时间）应不小于 20min。

注 2：交直流微网变流器，设置的正常工作频率上限和上限值根据制造商声明的范围来确定。

图 14 频率适应性曲线

11.4.13 电能质量适应性测试

11.4.13.1 谐波适应性

空载测试：

设置电压总谐波畸变率为指定值，记录电压总谐波畸变率、各次谐波电压含有率和对应的调整参数；设置各次谐波电压含有率（2 次～25 次）为指定值，记录电压总谐波畸变率、各次谐波电压含有率和对应的调整参数。

负载测试：

测试时电压总谐波畸变率和各次谐波电压含有率对应的调整参数应与空载时保持一致。测试过程中交直流微网变流器平均有功功率输出应在额定功率的 50% 以上。测试时采用以下步骤：

- 1) 在额定电压和额定频率条件下保持交直流微网变流器正常运行。
- 2) 设定调整参数为空载测试时电压总谐波畸变率为指定值所对应的调整参数，并开始计时，持续 10min 后若交直流微网变流器未脱网则停止测试；若交直流微网变流器脱网，记录测试持续时间和交直流微网变流器脱网时间。
- 3) 恢复电压和频率为额定条件并保持交直流微网变流器正常运行，设置调整参数为空载测试时第 3 次谐波含有率为指定值所对应的调整参数，并开始计时，持续 2min 后若交直流微网变流器未脱网则停止测试；若交直流微网变流器脱网，记录测试持续时间和交直流微网变流器脱网时间。
- 4) 各奇次电压谐波（5 次～25 次）的谐波电压适应性测试方法与第 3 步相同。
- 5) 恢复电压和频率为额定条件并保持交直流微网变流器正常运行，设置调整参数为空载测试时第 2 次谐波含有率为指定值所对应的调整参数，并开始计时，持续 2min 后若交直流微网变流器未脱网则停止测试；若交直流微网变流器脱网，记录测试持续时间和交直流微网变流器脱网时间。
- 6) 各偶次电压谐波（4 次～24 次）的谐波电压适应性测试方法与第 5 步相同。

11.4.13.2 三相电压不平衡适应性

测试交直流微网变流器的三相电压不平衡适应能力，测试内容见表 27。

空载测试：

通过降低一相或两相电压幅值或相位产生三相不平衡电压，分别记录当三相负序电压不平衡度为 2.0% 和 4.0% 时对应的调整参数。

负载测试：

测试时每种工况的三相负序电压不平衡度设定值对应的调整参数应与空载时保持一致。测试过程中交直流微网变流器平均有功功率输出应在额定功率的 50% 以上。测试时采用以下步骤：

- a) 在额定电压和额定频率条件下保持交直流微网变流器正常运行，设定调整参数为空载测试时负序电压不平衡度为 2.0% 所对应的调整参数，并开始计时。若交直流微网变流器未脱网，则持续 30min 后停止测试，若交直流微网变流器脱网，记录测试持续时间和交直流微网变流器脱网时间。
- b) 在额定电压和额定频率条件下保持交直流微网变流器正常运行，设定调整参数为空载测试时负序电压不平衡度为 4.0% 所对应的调整参数，并开始计时。若交直流微网变流器未脱网，则持续 1min 后停止测试；若交直流微网变流器脱网，记录测试持续时间和交直流微网变流器脱网时间。

表 27 交直流微网变流器三相电压不平衡适应性测试内容

三相电压不平衡度设定值 %	持续时间 min
2.0	30
4.0	1

11.4.13.3 闪变适应性

空载测试：

设定闪变值大于等于 1，记录实测闪变值和对应的调整参数。

负载测试：

测试时闪变设定值对应的调整参数应与空载时保持一致。测试过程中交直流微网变流器平均有功功率输出应在额定功率的 30% 以上。测试时采用以下步骤：

- a) 在额定电压和额定频率条件下保持交直流微网变流器正常运行，设定与空载测试时相同的调整参数，并开始计时，持续 10min 后若交直流微网变流器未脱网则停止测试。
- b) 若交直流微网变流器脱网，记录测试持续时间和交直流微网变流器脱网时间。

11.4.13.4 谐波电压电网环境下滤波电容电流不发散试验（内控）

在电网电压谐波较大时，滤波电容上的电流不能出现发散现象。电容上的电流不应超过电容的正常额定电流。并机点处的高次谐波电压达到 30V 以上，测量设备滤波电容上的电流，电流有效值不超过电容额定电流。

11.4.14 离网性能测试

11.4.14.1 电压偏差

交直流微网变流器由直流源给其直流供电，系统工作在离网模式，交流额定输出接可调RLC负载，调节直流输入为最小电压值，在空载和额定阻性负载下测量并记录交流输出电压值和相位偏差值，计算离网运行输出电压偏差：

交流侧任意两相分别接33%的额定阻性负载，利用测量装置测量并记录交流侧电压值，计算电压偏差值：

交流侧任意一相接33%额定阻性负载，其余两相空载，测量并记录交流侧电压值，计算电压偏差值；
以上三种情况结果均满足8.4.1规定

11.4.14.2 电压动态瞬变范围

交直流微网变流器由直流源给其直流侧供电，系统工作在离网模式，交流额定输出接阻性负载，设定负载从20%上升到100%额定功率、从100%额定负载下降到20%，分别测量两种情况下交流输出电压波形和有效值最大偏差，计算出电压动态瞬变范围，结果满足8.4.2要求

11.4.14.3 电压瞬变恢复时间

交直流微网变流器由直流源给其直流侧供电，系统工作在离网模式，交流额定输出接阻性负载，设定负载从100%额定负载下降到20%，分别测量两种情况下负载突减开始至电压波动有效值恢复到电压初始有效值3%的时间，测试结果满足8.4.3规定

11.4.14.4 离网过流保护

交直流微网变流器工作在离网模式，直流输入为额定值，调节交流负荷使交直流微网变流器交流侧电流高于设备设定的过流保护值，记录交流侧过流保护动作值和交流侧过流时刻起到保护动作时间。保护时间满足8.4.4要求。

11.4.14.5 电压谐波畸变率

交直流微网变流器由直流源给其直流侧供电，系统工作在离网模式，交流输出额定功率(阻性负载)，用电能质量测量装置测量交流输出电压总畸变率，测量时间10min。结果满足8.4.5要求

11.4.14.6 三相电压不平衡度

交直流微网变流器由直流源给其直流侧供电，系统工作在离网模式，交流输出接入阻性负载，以10%的额定功率为一个区间，用电能质量测试装置测量三相电压不平衡度，每个区间测试10min，测试结果满足8.4.6要求。

11.4.15 电磁兼容测试

11.4.15.1 传导发射

交直流微网变流器满载运行，参照 GB 4824 规定并在下述条件下进行试验：

- a) 测试频段：150kHz~30MHz；
- b) 测试端口：输入输出电源端口、信号控制端口；
- c) 测试限值：参照 GB 4824 I 组 A 类限值。

注：超出人工电源网络耐压极限的端口可使用电压探头测量。

11.4.15.2 辐射发射

交直流微网变流器满载运行，参照 GB 4824 规定并在下述条件下进行试验：

- a) 测试频段：30MHz~1000MHz；
- b) 测试端口：外壳整体；
- c) 测试限值：参照 GB 4824 I 组 A 类限值。

11.4.15.3 静电放电抗扰度

静电放电抗扰度试验方法应满足 GB/T 17626.2 中的要求,交直流微网变流器可在轻载状态下运行,测试结果应满足本标准 8.5.3.3 的要求。

11.4.15.4 射频电磁场辐射抗扰度

射频电磁场辐射抗扰度试验方法应满足 GB/T 17626.3 中的要求,交直流微网变流器可在轻载 20%P_N 状态下运行,测试结果应满足本标准 8.5.3.3 的要求。

11.4.15.5 电快速脉冲群抗扰度

电快速脉冲群抗扰度试验方法应满足 GB/T 17626.4 中的要求,交直流微网变流器可在轻载 20%P_N 状态下运行,测试结果应满足本标准 8.5.3.3 的要求。

11.4.15.6 浪涌(冲击)抗扰度

浪涌(冲击)抗扰度试验方法应满足 GB/T 17626.5 中的要求,交直流微网变流器可在轻载 20%P_N 状态下运行,测试结果应满足本标准 8.5.3.3 的要求。

11.4.15.7 射频场感应的传导骚扰抗扰度

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验方法应满足 GB/T 17626.6 中的要求,交直流微网变流器可在轻载 20%P_N 状态下运行,测试结果应满足本标准 8.5.3.3 的要求。

11.4.15.8 工频磁场抗扰度

工频磁场抗扰度试验方法应满足 GB/T 17626.6 中的要求,交直流微网变流器可在轻载 20%P_N 状态下运行,测试结果应满足本标准 8.5.3.3 的要求。

11.4.15.9 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度

电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验方法应满足 GB/T 17626.34 中的要求,交直流微网变流器可在轻载 20%P_N 状态下运行,测试结果应满足本标准 8.5.3.3 的要求。

11.4.15.10 GPRS 模块屏蔽箱影响试验(内控)

交直流微网变流器通讯模块正常上线状态放置在使用屏蔽箱(室)或暗室,连续运行 24h,试验后产品功能性能正常。

11.4.15.11 对讲机抗扰度试验(内控)

对讲机随机设置多个频段进行干扰测试。确保对讲机正常通讯,将其中一个对讲机在交直流微网变流器周围移动施加干扰,另外一个放置于离交直流微网变流器 1m~1.5m 位置,观察交直流微网变流器是否存在精度超差、复位、黑屏等现象。

11.5 保护试验

11.5.1 一般要求

试验中未注明试验电路的按 11.4.1 的规定连接。

11.5.2 过/欠压保护

11.5.2.1 直流输入侧过压保护

调节直流输入源的电压，直至交直流微网变流器直流侧输入电压偏离允许直流输入电压范围，交直流微网变流器的工作状态应符合9.1.1规定。

11.5.2.2 交流输出侧过 / 欠压保护

交直流微网变流器应依据NB/T 32009-2013中6.5~6.8规定的测试方法分别进行过压慢速跳闸检测、过压快速跳闸检测、欠压慢速跳闸检测和欠压快速跳闸检测。

11.5.3 过 / 欠频保护

交直流微网变流器，将交直流微网变流器启动并置于正常工作状态，调整电网模拟电源输出频率，分别选取 $46.5\text{Hz} \leq f < 47\text{Hz}$ （5s跳闸）、 $47\text{Hz} \leq f < 47.5\text{Hz}$ （20s跳闸）、 $47.5\text{Hz} \leq f < 48\text{Hz}$ （60s跳闸）、 $48\text{Hz} \leq f < 48.5\text{Hz}$ （300s跳闸）、 $48.5\text{Hz} \leq f < 50.5\text{Hz}$ （长期运行至少10min）、 $50.5\text{Hz} \leq f < 51\text{Hz}$ （180s跳闸）内3个不同的频率值，测量交直流微网变流器最大跳闸时间，并要求处于停机状态的交直流微网变流器在以上频率范围内不得启机工作。分别测量3次，要求均满足9.2要求。

11.5.4 极性或相序错误保护

11.5.4.1 极性误接

将所有开关断开，交直流微网变流器直流输入端正负极反接，输出正确接线，闭合所有开关，交直流微网变流器应能自动保护并报警，1min后将交直流微网变流器直流输入端正确接线后，交直流微网变流器应能正常工作符合9.3.1的要求。

将所有开关断开，交直流微网变流器输入正确接线，交流输出端相序反接，交直流微网变流器应能自动自动保护并报警。交直流微网变流器交流相序自适应功能应在安装说明中注明。

11.5.4.2 交流缺相保护

将交直流微网变流器输出端逐一缺相连接，输入、输出端通电加载工作电压时，设备不能工作，正确连接时交直流微网变流器正常运行，符合9.3.2的要求。

交直流微网变流器正常运行时，将交直流微网变流器输出端逐一缺相，交直流微网变流器应能自动保护并停止工作，正确连接后交直流微网变流器应能正常运行并应符合9.3.2的要求。

11.5.5 直流输入过载保护

调节直流输入源，使其输出功率超过交直流微网变流器允许的最大直流输入功率，交直流微网变流器的工作状态应符合9.4要求。

11.5.6 短路保护

短路保护测试前，预先将需要短路的线路连接并采用继电器或类似装置断开，交直流微网变流器正常启动后再进行合闸短路操作。

分别将 A—B、B—C、A—C，A—N、B—N、C—N 接通，交直流微网变流器应在规定时间内断开并网回路，并报警。要求均满足 9.5 的规定。

注：对于带隔离变压器的交直流微网变流器，短路处为隔离变压器的一次侧和二次侧。

11.5.7 防反放电保护

降低交直流微网变流器直流输入电压，测量交直流微网变流器直流侧应无反向电流。

11.5.8 防孤岛保护

交直流微网变流器应依据NB/T 32010规定的测试方法和测试步骤进行防孤岛效应保护试验。图15给出了防孤岛效应保护试验平台，S1为被测交直流微网变流器的网侧分开关，S2为被测交直流微网变流器的负载分开关。测试使用RLC负载，使其在被测交直流微网变流器的额定频率上谐振，并与被测设备输出功率匹配。试验应在表29规定的条件下进行。表28为试验条件A情况下的负载不匹配状况，表30为试验条件B和试验条件C情况下的负载不匹配状况。要求测试并记录的保护时间都应符合9.7的规定。

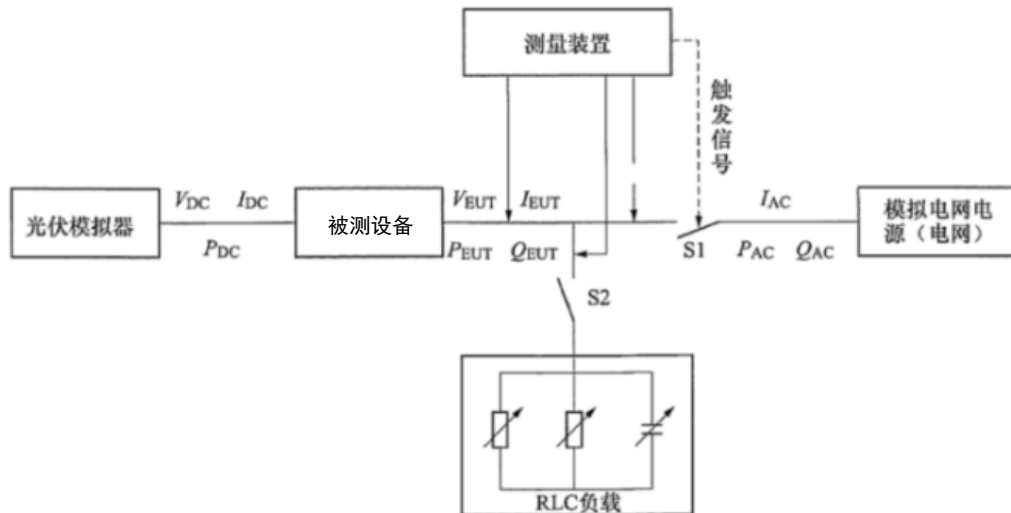


图15防孤岛效应保护试验平台

表28防孤岛效应保护的试验条件

条件	被测设备的输出功率 PEUT	被测设备的输入电压 b	被测设备跳闸设定值 c
A	最大功率 a	>直流输入电压范围 75%	电压和频率触发值设定为标称值
B	50%~66%最大功率	直流输入电压范围 50%±10%	电压和频率触发值设定为标称值
C	25%~33%最大功率 a	<直流输入电压范围 20%	电压和频率触发值设定为标称值

a 被测设备最大功率输出条件应利用最大允许输入功率实现。

b 如果直流输入电压范围在 X 电压与 Y 电压之间，90%的范围=X+0.75×（Y－X）。Y 不应超过 0.8 倍被测设备最大系统电压（即最大允许的阵列开路电压）。在任何情况下，被测设备都不应在允许输入电压范围以外工作。

c 生产商应提供被测设备的电压和频率跳闸幅值和时间。如果被测设备的电压和频率跳闸幅值和时间可设置，宜将参数设置为下表要求的设置值，可满足大多数公共电网的要求。

参数	幅值	时限（S）
过电压	115%的标称电压	2
欠电压	85%标称电压	2
过频率	高于标称频率 1.5Hz	1
欠频率	低于标称频率 1.5Hz	1

表29 试验条件A情况下的负载不匹配状况

试验中负载消耗的有功功率、无功功率与额定值的偏差百分比 %				
-10, +10	-5, +10	0, +10	+5	+10, +10
-10, +5	-5, +5	0, +5	+5, +5	+10, +5
-10, 0	-5, 0		+5, 0	+10, 0
-10, -5	-5, -5	0, -5	+5, -5	-10, -5
-10, -10	-5, -10	0, -10	+5, -10	+10, -10

表30 试验条件B和试验条件C情况下的负载不匹配状况

试验中负载消耗的有功功率、无功功率与额定值的偏差百分比 %	
0, -5	
0, -4	
0, -3	
0, -2	
0, -1	
0, 1	
0, 2	
0, 3	
0, 4	
0, 5	

11.5.9 恢复并网

依据NB/T 32009-2013中6.11规定的测试方法分别进行过压跳闸后重新并网检测、欠压跳闸后重新并网检测、过频跳闸后重新并网检测和欠频跳闸后重新并网检测。

11.5.10 过温保护

完全堵住或部分堵住进风口，使设备内温度升高，当温度超过允许值时自动停止工作。

注：要求在高温下验证冷却系统的故障试验。

11.5.11 防雷保护

检查交直流微网变流器是否具有防雷保护装置。

11.5.12 RS485 端口间耐 380V 试验（内控）

交直流微网变流器应RS485的端口间应能承受380V的交流电5min，试验后无损坏，恢复正常状态后通讯正常。

11.5.13 RS485 对零线浪涌试验（内控）

RS485对零线：±4KV（共模），试验时，可以出现短时通信中断(B极)，其他功能和性能应正常，试验后，应能正常工作，功能和性能应符合要求。

11.5.14 电棍放电影响试验（内控）

交直流微网变流器在正常工作状况下，使用警棍进行50万伏直接对产品进行放电试验，试验中查看并记录样品有无死机、黑屏、损坏等异常现象。试验后确认样品功能、性能及储存的信息，与试验前相比有无改变。

11.6 环境适应性测试

11.6.1 低温工作试验

试验方法按GB/T 2423.1—2008中试验A进行。交直流微网变流器无包装，在试验温度为 $-25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ （户外型）的条件下保持2h后，启动上电，设备能带额定负载运行，交直流微网变流器应能正常工作，显示屏正常显示，不出现雪花屏等现象。

11.6.2 高温工作试验

试验方法按GB/T 2423.2—2008中试验B进行。交直流微网变流器无包装，在试验温度为 $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ （户外型）的条件下保持2h后，启动上电，设备能带额定负载运行，交直流微网变流器应能正常工作。

11.6.3 交变湿热试验：

试验方法按GB/T 2423.4—2008进行。试验温度为 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ （户外型），循环次数：2次；降温方式：方法1；要求交直流微网变流器无包装、不通电，经受48h试验后，取出样品，取出样品后在正常环境条件下恢复2h后，应能正常工作。

11.6.4 振动试验

交直流微网变流器振动试验的方法按GB/T 2423.10—2008要求。

频率范围：	10Hz～150Hz；
振幅	0.075mm；
加速度	1g；
振动持续时间：	3个互相垂直的轴方向；
扫频循环数：	10个扫描周期 / 轴；

振动试验后，试品应能正常启动工作。

注：交直流微网变流器（尺寸约：1000*1000*2000）整机振动试验需求公司内部暂无法满足，考虑外部第三方检测。

11.6.5 外壳防护等级

交直流微网变流器外壳防护等级按照制造商声明的IP防护等级验证，测试方法依据GB/T 4208。

交直流微网变流器的防护等级要求最低满足5.6要求。

注：大型交直流微网变流器防护等级验证可采用提供样柜的方法等效测试。

11.6.6 整机盐雾试验

将设备或设备器件置于盐雾腐蚀参数为温度 35°C ，5%氯化钠，PH为6.5-7.2的盐雾试验箱中，72小时试验结束后，使用水温不超过 35°C 自来水冲洗，最后使用纯水冲洗，使用气流干燥后，对设备进行外观检查及功能测试。要求试验后设备外观无红锈、无腐蚀，电气性能、机械性能满足要求。

11.6.7 凝露试验

试验前检查产品功能正常，按照规范要求进行凝露试验，设置升温时间时升温速率不超过1K/min，试验过程中产品通电运行，按照现场使用安装方式进行放置：

- 1) 第一步：0.5小时，温度达到10℃，湿度达到50%RH；
- 2) 第二步：0.5小时，温度保持10℃，湿度达到90%RH；
- 3) 第三步：0.5小时，温度保持10℃，湿度达到95%RH；
- 4) 第四步：3.5小时，温度达到80℃，湿度保持95%RH；
- 5) 第五步：0.5小时，温度降到75℃，湿度降至30%RH；
- 6) 第六步：1.0小时，温度降至30℃，湿度保持30%RH；
- 7) 第七步：0.5小时，温度降至10℃，湿度升至50%RH；
- 8) 共5个循环；

试验过程中及试验结束后产品功能性能应正常。试验后常温恢复24h，检查金属部分应无腐蚀和生锈情况。各功能及性能正常，数据存储无改变。

11.7 外观及结构检查

交直流微网变流器设备应符合：

- a) 采用的元器件数量、质量应符合设计要求，元器件布局、安装应符合各自技术要求；
- b) 油漆或电镀应牢固、平整，无剥落、锈蚀及裂痕等现象；
- c) 机架面板应平整，文字和符号要求清楚、整齐、规范、正确；
- d) 标牌、标志、标记应完整清晰，符合 10.1 要求；
- e) 各种开关应便于操作，灵活可靠；
- f) 文档资料应符合 10.2 要求。

12 检验规则

12.1 总则

本标准提出的试验需在具有一定资质的检测机构进行。

试验应在与实际工作条件等效的条件下，或在能保证交直流微网变流器性能可满足使用要求的条件下进行。

12.2 检验分类

评定交直流微网变流器性能的试验包括：

- a) 出厂试验。为验证交直流微网变流器性能，保证其符合本标准和型式试验的相关要求，对组装后的交直流微网变流器必须逐台进行出厂试验。出厂试验合格后应给予出厂试验合格证明。

出厂试验时，只要有一项不符合规定要求，则允许返修复试。复试合格后方可给予出厂试验合格证明。

在进行转换效率和谐波与波形畸变测试时，可以只测试额定输入输出条件下的转换效率和总电流谐波含有率。

- b) 型式试验。型式试验是全面验证交直流微网变流器性能指标和质量是否符合本标准要求的一种试验。

通过以下型式试验对交直流微网变流器质量进行评定。

- c) 现场检查。验证交直流微网变流器在实际工况中运行的情况下的各性能状况等。
- d) 抽样试验。如果工程和统计分析表示出厂试验没有必要在每台交直流微网变流器上进行，而可由抽样试验来代替，相关的抽样试验方法可由制造商依据 GB/T 2828.1-2012 规定要求自行制定，并需在制造商产品生产质量管控文件中体现。

交直流微网变流器检验项目汇总见附录A

附录 A 试验项目明细表

序号	检测项目	试验要求	试验方法	不合格分类 (A 严重 B 不严重 C 可接受)	型式检验 (数量 x 台)	出厂检验	转 V 认证 (数量 x 台)	研发自测 (数量 x 台)
1	安全性能测试	温度测试	6.1	11.2.1		√		√
		试验指检查	6.2.1.1	11.2.2.1		√		√
		保护连接	6.2.2.2	11.2.2.2		√	√	√
		接触电流	6.2.2.2	11.2.2.3		√		√
		冲击耐受电压	6.2.3.4	11.2.2.4		√		√
		绝缘电阻测试	6.2.3	11.2.2.5		√	√	√
		工频耐压	6.2.3	11.2.2.6		√	√	√
		电气间隙	6.2.3.2	11.2.2.7		√		√
		爬电距离	6.2.3.3	11.2.2.7		√		√
		稳定性试验	6.4	11.2.3		√		√
		防火试验	6.5	11.2.4.1		√		√
		噪音测试	6.6	11.2.4		√		√
		绝缘阻抗检测试验	6.7.1	11.2.5		√		√
		模拟双 85 试验	6.7.2	11.2.6				√
		可靠性强化试验	6.7.3	11.2.7				√
		外漏天线漏电测试	6.2.3.5	11.2.8				√
2	基本功能验证	自动开关机	7.1	11.3.1				√
		通信功能验证	7.2	11.3.2				√
		升级功能要求	7.3	11.3.3				√
3	并网性能测试	一般要求	8.1	11.4.1		√		√
		电气参数	8.1	11.4.2		√	√	√
		空载损耗与效率测试	8.2	11.4.3		√		√
		电流谐波和波形畸变	8.3.1.1	11.4.4		√		√
		功率因数	8.3.1.2	11.4.5		√		√
		三相电流不平衡度	8.3.1.3	11.4.6		√		√
		直流分量	8.3.1.4	11.4.7		√		√
		有功功率控制	8.3.2	11.4.8		√	√	√
		电压/无功调节	8.3.3	11.4.9		√	√	√
		电压适应性	8.3.4	11.4.10		√		√
		故障穿越	8.3.5	11.4.11		√		√
		频率适应性	8.3.6	11.4.12		√		√
		电能质量适应性测试	8.3.7	11.4.13		√		√
		谐波电压电网环境下滤波电容电流不发散试验		11.4.13.4				√
	离网性能测试	电压偏差试验	8.4.1	11.4.14.1		√		√
		电压动态瞬变范围	8.4.2	11.4.14.2		√		√
		电压瞬变恢复时间	8.4.3	11.4.14.3		√		√

		离网过流保护	8.4.4	11.4.14.4		√		√	√
		电压谐波畸变率	8.4.5	11.4.14.5		√		√	√
		三相电压不平衡	8.4.6	11.4.14.6		√		√	√
4	电磁兼容测试	传导发射	8.5.1	11.4.15.1		√		√	
		辐射发射	8.5.2	11.4.15.2		√		√	
		静电放电抗扰度	8.5.3	11.4.15.3		√		√	
		射频电磁场辐射抗扰度	8.5.3	11.4.15.4		√		√	
		电快速脉冲群抗扰度	8.5.3	11.4.15.5		√		√	
		浪涌（冲击）抗扰度	8.5.3	11.4.15.6		√		√	
		射频场感应的传导骚扰抗扰度	8.5.3	11.4.15.7		√		√	
		工频磁场抗扰度	8.5.3	11.4.15.8		√		√	
		电压暂降、短时中断、电压变化抗扰度	8.5.3	11.4.15.9		√		√	
		GPRS 模块屏蔽箱影响试验	8.5.4	11.4.15.10				√	
		对讲机抗扰度试验	8.5.5	11.4.15.11				√	
5	保护试验	过/欠压保护	9.1	11.5.2		√		√	√
		过/欠频保护	9.2	11.5.3		√		√	√
		极性或相序错误保护	9.3	11.5.4		√		√	√
		直流输入过载保护	9.4	11.5.5		√		√	√
		短路保护	9.5	11.5.6		√		√	√
		防反放电保护	9.6	11.5.7		√		√	√
		防孤岛保护	9.7	11.5.8		√		√	√
		恢复并网	9.8	11.5.9		√		√	√
		过温保护	9.9	11.5.10		√		√	√
		防雷保护	9.10	11.5.11		√		√	
		RS485 端口耐 380V 试验	9.11	11.5.12				√	√
		RS485 对零线浪涌试验	9.12	11.5.13				√	√
		电棍放电影响试验	9.13	11.5.14				√	
6	环境适应性测试	低温工作试验	5.1	11.6.1		√		√	√
		高温工作试验	5.1	11.6.2		√		√	√
		交变湿热试验	5.2	11.6.3		√		√	√
		振动试验	5.4	11.6.4		√		√	√
		外壳防护等级	5.6	11.6.5		√		√	√
		整机盐雾试验	5.7	11.6.6		√		√	√
		凝露试验	5.8	11.6.7		√		√	√
7	外观及结构检查	外观及结构检查	10.2	11.7		√	√	√	√

附录 B 设备标识上使用的符号

设备标识上使用的符号表B.1。

表B.1 设备标识上使用的符号

编号	符号	参考标准	描述
1		IEC 60417—5031	直流
2		IEC 60417—5032	交流
3		IEC 60417—5033	交直流
4		IEC 60417—5032-1	三相交流
5		IEC 60417—5032-2	三相交流带中线
6		IEC 60417—5017	接地
7		IEC 60417—5019	保护接地
8		IEC 60417—5020	框架或底座端子
9		ISO 7000—1641	参考操作说明书
10		IEC 60417—5007	开（电源）
11		IEC 60417—5008	关（电源）
12		IEC 60417—5172	通过双重绝缘或加强绝缘保护的设
13		ISO 3864—5036	注意，电击危险
14		IEC 60417—5041	注意，灼热表面
15		ISO 7000—0434	注意危险
16		IEC 60417—5268	双稳按键开启
17		IEC 60417—5269	双稳按键关闭
18		IEC 60417—5034	输入端子或定额
19		IEC 60417—5035	输出端子或定额
20		IEC 60417—5448	双向端子或定额
21		IEC 60417—5036 IEC 60417—5416	注意，电击危险，能量存储定时释放 （放电时间标注在符号旁边）
22			注意听力损害危险，佩戴听力保护装置


附录 C 温度预处理

温度预处理

如果本标准其他条款要求在试验前对交直流微网变流器进行潮湿预处理，则按本附录要求进行。预处理时交直流微网变流器不通电。电子元器件、外盖和其他零部件，若够徒手拆除，则应在拆除后与主体一同进行湿度预处理。

预处理在相对湿度为 $(92.5 \pm 2.5)\%$ 的湿度试验箱中进行。试验箱内空气温度保持在 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。在加湿之前，设备先加热到 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，通常需要在该温度下放置至少 4h。试验箱内的空气应流动起来，防止设备上出现凝露。设备在试验箱内保持 48h。湿度试验后，允许在本标准第 5 章规定的环境条件下恢复 2h 后再进行后续的试验。恢复期间，无通风设备的外盖应打开。

附录 D 内控场景确认表

		表号: MQ-ES-16.5.7.2.2_CL06
内控试验场景确认表		生效日期: 2021年12月27日
		版本号: V01.00
	IPX7\IPX8等防潜水类产品	
	出口ROHS需求	
1	RS485电路的产品	
	采集终端备电系统等存在主备电切换的产品	
1	程序升级的产品	
	带IC卡座产品	
1	带PT100等温度采集功能的产品	
	带USB接口的产品	
	带负荷开关类（电能表、终端必选）	
	带模块类产品	
	带时钟电池电路的产品	
	带提手的工具	
1	带显示屏的产品	
	电表类-蒙西湖南	
	电表类-重庆	
	电能计量类产品	
1	福建海南等高温高湿地区	
1	工业场合的大功率设备	
	故障指示器等有电磁场场强检测功能产品	
	含面板的产品	
	黑龙江等高寒地区	
1	户外环境	
	集中抄表终端	
	集中器终端-带超级电容或备用电池	
	计量类产品-可靠性	
	开关电源方案单相表	
	带有储电功能（备用电池、超级电容等）的产品	
	锰铜采样类计量类产品	
	三极管方案载波模块类特殊需求	
	三相四线产品（包含载波模块）	
	三相载波模块类特殊需求	
1	设备类有接地可靠性要求的产品	
	涉及到送检的产品	
	市电供电环境	
	室内或手持工具类	
	特殊需求-窄带PA方案	
1	有外漏金属端子（天线、弱电）	
1	通用	
	通用（电池供电产品除外，如CIU\高采）	
	通用（箱式产品除外）	
	带红外功能	
	通用-南网	
1	有远程通讯的产品	
	载波类研发自测	
	载波模块类特殊需求	
	质量10kg以内的产品	
	智能断路器\AFDD产品	
	安装在架空电缆上的产品	
	塑料结构持续受力的产品	
	双色注塑或嵌件的结构	
	使用鼎信自产磁耦计量方案的产品（自产计量芯片）	
	自产芯片	
	拓扑电路	
1	风险产品：一次设备、串接在供电线路上的设备、目录类的批量招标的设备（省招）	
	带密封胶条的产品	