

### 交流并网侧用低压断路器技术规范

Technical specifications for low voltage circuit-breakers connected to AC power grid

2019 - 06 - 04 发布

2019 - 10 - 01 实施

---

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类 .....	2
5 断路器特性 .....	2
6 产品信息 .....	4
7 正常工作、安装及运输条件 .....	5
8 结构及性能要求 .....	7
9 试验 .....	10
参考文献 .....	21

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国低压电器标准化技术委员会（SAC/TC189）归口。

本标准起草单位：上海电器科学研究所、上海良信电器股份有限公司、常熟开关制造有限公司（原常熟开关厂）、浙江正泰电器股份有限公司、上海诺雅克电气有限公司、苏州未来电器股份有限公司、环宇集团浙江高科股份有限公司、厦门宏发开关设备有限责任公司、江苏辉能电气有限公司、施耐德电气（中国）有限公司上海分公司、上海电器股份有限公司人民电器厂、江苏大全凯帆开关有限公司、西门子（中国）有限公司、常安集团有限公司、浙江人民电器有限公司、上海精益电器厂有限公司、杭州之江开关股份有限公司、上海电器设备检测所有限公司。

本标准主要起草人：顾惠民、孙吉升、何春、俞晓峰、郭德鑫、徐永富、毛海锋、潘如新、袁学兵、张海燕、孙海涛、倪小燕、常旭锋、胡宏宇、王旭川、包志舟、顾德康、戴水东、楼翔、唐彬伟、黄兢业、陈雪琴。

# 交流并网侧用低压断路器技术规范

## 1 范围

本标准规定了交流并网侧用低压断路器的术语和定义、分类、断路器特性、产品信息、正常工作、安装和运输条件、结构要求、性能要求和试验方法等。

本标准适用于交流额定电压不超过1000V<sup>1)</sup>，频率50Hz/60Hz，用于新能源发电系统中交流并网侧低压断路器，以下称为“断路器”。

本标准规定的断路器适用于光伏发电系统和风力发电系统（简称光伏系统和风电系统）交流输出端并入电网连接的电路中。

注：断路器连接的电网电压可以是220/380V、380V，也可以通过升压变压器接入6kV、10kV、35kV及以上电网。

## 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，仅所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/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
- 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
- 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)
- GB/T 2423.16-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验J及导则：长霉
- GB/T 2423.17-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 2423.18-2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kb：盐雾，交变(氯化钠溶液)
- GB/T 5270-2005 金属基体上的金属覆盖层 电沉积和化学沉积层 附着强度试验方法评述
- GB/T 7094-2016 船用电气设备振动(正弦)试验方法
- GB/T 14048.1-2012 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则
- GB/T 14048.2-2008 低压开关设备和控制设备 第2部分：断路器
- GB/T 14048.7-2016 低压开关设备和控制设备 第7-1部分 辅助器件 铜导体的接线端子排
- GB/T 16422.2-2014 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯
- GB/T 17626.13-2006 电磁兼容 试验和测量技术 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验
- GB/T 20645-2006 特殊环境条件 高原用低压电器技术要求

## 3 术语和定义

按GB/T 14048.2-2008中第2章的规定。

## 4 分类

### 4.1 按使用的发电系统分

1) 交流额定电压1140V的断路器可参照本标准执行，有关断路器的性能等要求由制造商和用户协商确定。

- 风力系统用断路器；
- 光伏系统用断路器。

#### 4.2 按安装地点的环境温度分

风电系统用断路器可分为：

- 常温型；
- 低温型；
- 其他（制造商申明）。

#### 4.3 按安装方式分

- 固定式；
- 抽屉式；
- 插入式（MCCB的安装形式）。

注：风电系统中使用的并网ACB产品，根据设计和用户反馈，抽屉式安装故障率高于固定式安装，故推荐优先采用固定式安装。

### 5 断路器特性

#### 5.1 总则

按GB/T 14048.2-2008中第4章的规定，并作如下修改。

#### 5.2 特性概述

断路器的特性应用下列项目（如适用）表明：

- 型式（5.3）；
- 主电路的额定值和极限值（5.4）；
- 使用类别（5.5）；
- 控制电路（5.6）；
- 辅助电路（5.7）。

#### 5.3 型式

断路器的型式规定如下：

- 极数：
  - 风电系统：3P、4P(或3P+N)；
  - 光伏系统：2P(或1P+N)、3P、4P(或3P+N)。
- 电流种类：交流，50Hz/60Hz。

#### 5.4 主电路的额定值和极限值

##### 5.4.1 一般要求

断路器的额定值应按5.4的规定，但不必列出所有的额定值。

##### 5.4.2 额定电压

###### 5.4.2.1 额定工作电压 ( $U_0$ )

额定工作电压是一个与额定工作电流组合共同确定电器用途的电压值，它与相应的试验有关。

额定电压优选值：

——风电系统：380（400）V、600V、660（690）V、1000（1050）V；

——光伏系统：220V、220/380V、380V、480（500、520、540、600）V、660（690V）、800（1000）V。

注：本标准采用GB/T 156-2017规定的标准电压值，在IEC 60038中有230/400V电压等级。本标准中，凡涉及到220V和380V、660V的地方，可以分别等效为230V或240V、400V或415V、690V。

#### 5.4.2.2 额定绝缘电压（ $U$ ）

额定绝缘电压是制造商规定的电压值，此值与介电性能试验电压以及爬电距离有关。在任何情况下最大的额定工作电压值不应超过额定绝缘电压值。

风电系统、光伏系统中，断路器额定绝缘电压应不低于规定的电网电压允许电压范围的最高值。

#### 5.4.2.3 额定冲击耐受电压（ $U_{imp}$ ）

在规定的条件下，电器能够耐受而不击穿的不具有规定形状和极性的冲击电压峰值。该值与电气间隙有关。

按GB/T 14048.2-2008中7.2.3.1及GB/T 14048.1-2012表 H.1中过电压类别IV、III选取。

冲击耐受试验电压和相应的海拔见GB/T 14048.1-2012表12。

安装地点的海拔高于2000m，冲击耐受电压值仍应按GB/T 14048.1-2012表 H.1中过电压类别IV、III选取，当使用地点海拔与试验地点海拔不同时，试验值应乘以修正系数，修正系数按GB/T 20645-2006中表2选取。

制造商可以申明更高的修正系数。

#### 5.4.2.4 短路接通和分断能力与相应的功率因数之间的关系

短路接通和分断能力与相应的功率因数之间的关系在表1中给定。

表1 短路接通和分断能力之间的比值— $n$ 及相应的功率因数

短路分断能力 $I$ kA（有效值）	功率因数	$n$ 要求的最小值 $n = \text{短路接通能力} / \text{短路分断能力}$
$I \leq 1.5$	0.95	1.41
$1.5 < I \leq 3$	0.9	1.42
$3 < I \leq 4.5$	0.8	1.47
$4.5 < I \leq 6$	0.7	1.53
$6 < I \leq 10$	0.5	1.7
$10 < I \leq 20$	0.3	2.0
$20 < I \leq 50$	0.25	2.1
$50 < I$	0.2	2.2

额定短路接通和分断能力仅在断路器按闭合和断开的操作要求操作时才有效。

对于特殊要求，制造商可以规定高于表1要求的额定短路接通能力。这些额定值的验证试验应由制造商和用户协商决定。

### 5.5 使用类别

断路器可以划分为下列两种使用类别：

——使用类别B：指符合GB/T 14048.2-2008中4.3.5.4要求的具有短时耐受电流额定值及相应短延时的断路器。

具有使用类别B的断路器的选择性不必保证一直达到断路器的极限短路分断能力（例如存在瞬时脱扣器动作

时），但至少要保证达到GB/T 14048.2-2008中表3规定值。

——使用类别A：所有其他的断路器。

这些断路器可在短路条件下通过其他方式提供选择性。

具有使用类别A的断路器，可有一定的人为短延时，且短时耐受电流小于GB/T 14048.2-2008中4.3.5.4要求值。在此种情况下，试验应包括试验程序IV（见9.3.6），并且在规定的短时耐受电流下进行。

需注意两种使用类别之间的试验差异（见表7和9.3.4，9.3.5，9.3.6和9.3.8）。

## 5.6 控制电路

GB/T 14048.2-2008中4.5的相关内容适用。

## 5.7 辅助电路

GB/T 14048.2-2008中4.6的相关内容适用。

# 6 产品信息

## 6.1 标志

每个断路器应以耐久的方式标出下列数据。

a) 下列数据应标在断路器本体上或在一块或几块固定于断路器的铭牌上，并且在断路器安装好后，这些标志应位于显而易见之处：

——额定电流 ( $I_n$ )；

——是否适合用作隔离，如果适合，则标上符号  $\text{—}/\text{—}$ ；

——断开和闭合位置的指示。如果采用符号作指示，则分别用符号○和|表示（见GB/T 14048.1-2012中7.1.6.1）。

b) 除断路器安装好后一些无需见到的数据外，下列数据均应按 a) 规定标明在断路器的外表上：

——制造商名称或商标；

——型号或系列号；

——使用类别；

——额定工作电压 ( $U_e$ )；

——额定冲击耐受电压 ( $U_{imp}$ )；

——相应于额定工作电压 ( $U_e$ ) 的额定运行短路分断能力 ( $I_{cs}$ )；

——相应于额定工作电压 ( $U_e$ ) 的额定极限短路分断能力 ( $I_{cu}$ )；

——额定短时耐受电流 ( $I_{cw}$ ) 和相应的短延时（对使用类别B）；

——电源端和负载端（除非其连接方向无关紧要）；

注：建议用户在使用时，断路器的电源端1、3、5端子接至变压器侧，负载端2、4、6端子接变流器或逆变器侧。

——中性极端子，如果适用，用字母N；

——对于无补偿热脱扣器，如果基准温度不是30℃，则应标明基准温度；

- 可调过载脱扣器的电流整定范围 ( $I_r$ ) (见GB/T 14048.2-2008的4.7.3)；
- 对于可调节脱扣器的额定瞬时短路电流整定值 ( $I_i$ ) 的范围。  
可以显示  $I_r$  和  $I_i$  的范围，而不是标志在断路器上，如适用。
- c) 下列数据应按 b) 规定标明在断路器上或载明在制造商出版的资料中：
  - NB/T XXXXX-XXXX (本标准号)；
  - 额定短路接通能力 ( $I_{cm}$ ) (如果此值大于GB/T 14048.2-2008的4.3.5.1的规定时)；
  - 额定绝缘电压 ( $U_i$ ) (如果此值大于最高额定工作电压时)；
  - 污染等级 (如果不同于污染等级3时)；
  - 约定封闭发热电流 ( $I_{the}$ ) (如果与额定电流不同时)；
  - IP代号 (如适用，见GB/T 14048.1-2012中附录C)；
  - 已标明的额定值所适用的最小外壳尺寸和通风数据 (如有)；
  - 对于不装外壳使用的断路器，要详细标明断路器与接地的金属部件之间的最小距离；
  - 适用于环境A或环境B (参照GB 4824，如适用)；
  - 有效值互感器 (如适用，见GB/T 14048.2-2008的F.4.1.1)；
  - 额定电流 $\leq 20$  A线缆的最小截面积 (如果与GB/T 14048.1-2012表9规定的截面积不同时，应根据额定极限短路分断能力  $I_{cu}$  来作规定)；
  - 断路器接线端子的拧紧力矩值。
- d) 下列有关断路器的断开装置和闭合脱扣器的数据应标明在这些装置自己的铭牌上或标明在断路器的铭牌上；另外，如果位置不够，则应在制造商出版的资料中载明：
  - 闭合脱扣器的额定控制电源电压 (见GB/T 14048.1-2012中7.2.1.2) 和额定频率；
  - 分励脱扣器 (见GB/T 14048.1-2012中7.2.1.4) 和 / 或欠电压脱扣器 (或失压脱扣器) (见GB/T 14048.1-2012中7.2.1.3) 的额定控制电源电压和频率；
  - 间接过电流脱扣器的额定电流；
  - 辅助触头的数量和型式以及电流种类、额定频率和辅助触头的额定电压 (如果与主电路不同时)。
- e) 接线端子标志：
  - GB/T 14048.1-2012 中 7.1.8.4 适用 (也可见上述 b))。

## 7 正常工作、安装及运输条件

### 7.1 一般要求

GB/T 14048.2-2008中第6章相关内容适用，并补充以下内容。

交流并网侧低压断路器预期在污染等级3的环境中使用。

应给出周围空气温度高于40℃且不超过70℃的和低于-5℃且不低于-40℃的使用指南或使用说明。

电器在某些特定的、不同于GB/T 14048.1-2012中6.1中描述的正常工作条件下工作的要求，如电器制造商宣称产品适用于相应的特殊气候条件，则进行相关试验。

低温型断路器的塑料件、润滑脂及电子元器件的选用应考虑低温性能要求。

### 7.2 补充要求

#### 7.2.1 工作环境温度

##### 7.2.1.1 风电系统

- 常温型：-20℃~+50℃；
- 低温型：-40℃~+45℃（用于海上风电低温型系统：-30℃~+45℃）。

### 7.2.1.2 光伏系统

在不降容情况下的最大周围温度+50℃，最低周围温度-25℃，24h内日平均周围温度不超过最大温度35℃。

制造商提供关于安装在高于+40℃，最高能达到+70℃的最高周围温度和/或低于-5℃，最低能达到-40℃最低周围温度场所的使用指南，并考虑处于1.2kW/m<sup>2</sup>的情况下太阳辐射。

### 7.2.1.3 储存温度

风电系统用常温型断路器的储存温度为-25℃~+55℃。通过9.3.14储存试验验证。

风电系统用低温型断路器的储存温度为-40℃~+70℃。通过9.3.14储存试验验证。

光伏系统用断路器的储存温度为-40℃~+70℃，可参照上述规定执行。

注：储存时间不宜超过断路器的保质期，断路器的保质期由制造商规定。

## 7.2.2 海拔

断路器应能在海拔不超过5000m时正常运行，超过2000m的性能要求见GB/T 20645-2006《特殊环境条件-高原用低压电器的技术要求》，断路器的额定工作电压、额定电流、分断能力的降容由制造商确定。超过5000m至6000m，由制造商与用户协商断路器的设计与性能。

## 7.2.3 安装地点的湿度

### 7.2.3.1 风电系统

空气相对湿度应≤95%（20℃以下时），并应考虑由于温度变化偶尔产生的凝露。

### 7.2.3.2 光伏系统

光伏系统断路器的湿度范围为4%~100%，允许产生凝露。

通过9.3.9和9.3.10试验验证。

## 7.2.4 盐雾、防霉

断路器用于海上、近海风电或光伏系统时，应考虑盐雾、霉菌的影响，通过9.3.11和9.3.12进行验证。

## 7.2.5 振动

用于海上风电、海上光伏系统的断路器在运行中可能会受到一定程度冲击振动而影响正常工作。通过9.3.13试验验证。

## 7.3 安装类别

断路器主电路及欠压脱扣器的安装类别为IV、III，不接至主电路的辅助电路和控制电路安装类别为II。

## 7.4 日光暴露

如果光伏系统用断路器的外部塑料件（如手柄或旋转操作手柄或者金属零件外覆聚合物材料）暴露在日光或窗玻璃过滤后日光照射下，发生自然老化可能会影响其操作寿命，聚合物材料需要经过耐老化评估，应通过9.2.3的试验验证。

注：本条要求及其试验由制造商自行确定。

## 7.5 特殊使用条件

超出上述规定的其他特殊使用条件，应由制造商与用户协商确定。

## 8 结构及性能要求

### 8.1 结构要求

#### 8.1.1 一般要求

交流并网侧低压断路器的电气性能、环境及运行条件与GB/T 14048.2中规定的通用断路器条件有所不同。

GB/T 14048.2-2008中7.1相关内容适用，并作如下修改和补充。

##### 8.1.1.1 镀层

考虑到在各种使用条件下，为确保断路器的导电性能（包括温升）及耐腐蚀性：

- a) 接线端子表面建议采用合适的防护镀层，厚度需考虑实际使用环境由制造商确定。通过 9.2.2 镀层试验进行验证，另外经过 9.3.10 交变湿热试验后目测接线端子与外接导线的接触处无铜绿；
- b) 断路器内部金属零部件（如操作机构）也应有适当的被覆层，镀层的形式和厚度由制造商根据实际应用环境确定。经过 9.3.9、9.3.10、9.3.11 以及 9.3.12 试验后，机构能正常操作。

#### 8.1.2 脱扣器结构要求

##### 8.1.2.1 过电流脱扣器

断路器的过电流脱扣器可采用热磁式、电子式或智能化脱扣器，其动作特性应符合GB/T 14048.2-2008中7.2.1.2.4的规定。

采用电子式和智能化过电流脱扣器时，过电流脱扣保护功能与线路电压或任何辅助电源无关，并应满足GB/T 14048.2-2008附录F要求。

##### 8.1.2.2 欠电压脱扣器

用于分布式光伏系统的断路器需加装延时型欠电压脱扣器，应满足以下要求：

- a) 动作时间可调，优选值为 1s、3s、5s、10s，最小调整步长不大于 1s；
- b) 欠电压脱扣器控制电源电压应与断路器主电路的额定工作电压一致或相匹配（控制电源电压取自断路器上接线端子），并且与并网点或并网变压器连接，其动作性能应通过 9.3.15 规定的试验要求；
- c) 欠电压脱扣器动作能量推荐选用锂电池或电容提供；
- d) 欠电压脱扣器还应符合 GB/T 14048.2-2008 中附录 N 规定的电磁兼容要求与试验。

##### 8.1.2.3 操作机构

断路器的操作机构及其材料（包括相应的工艺）均应具有较高的操作寿命，能满足本标准表3和表4规定的操作循环次数要求。

注：工作环境温度低于-25℃的断路器的操作循环次数要求可与制造商协商。

## 8.2 性能要求

### 8.2.1 操作条件

GB/T 14048.2-2008中7.2.1相关内容适用。

### 8.2.2 温升

GB/T 14048.2-2008中7.2.2相关内容适用，并作如下修改。

#### a) 风电系统

在风电系统中，应充分考虑以下条件对断路器性能的影响，断路器应降容使用：

——发电机较长时间满功率发电时断路器持续电流的发热；

——断路器安装处环境温度高于基准温度；

——变压器柜与ACB进出线端联接导体的截面和长度、导体的导电能力及散热条件一般均劣于标准规定的温升试验导体。

断路器应按照风机额定功率降容使用，降容后的整定电流  $I_r$  应按 GB/T 14048.2-2008 中 8.3.2.5 规定的条件进行温升试验，接线端子的温升值不超过 55 K。

a) 的要求仅在新断路器上进行验证。

注1：ACB使用时建议用户按风机额定功率的额定电流计算值整定长延时整定电流  $I_r$ 。

注2：大功率电站型光伏并网断路器（ACB或MCCB）可参照本条要求。

b) 光伏系统断路器欠电压脱扣器的线圈最高温升值应符合表2的要求，此条要求在新断路器上进行验证。

表2 欠电压脱扣器线圈最高温升

线绕线圈	测试方法	允许最高温升值K
B级绝缘	热电偶法（接线端子）	85
	电阻法（线圈内部）	105
F级绝缘	电阻法（线圈内部）	115
H级绝缘	电阻法（线圈内部）	135
A级绝缘（单层系列线圈无绝缘暴露表面或薄膜覆盖线）	热电偶法（接线端子）	90

### 8.2.3 介电性能

#### 8.2.3.1 总则

GB/T 14048.2-2008中7.2.3相关内容适用，并作如下修改。

#### 8.2.3.2 冲击耐受电压

GB/T 14048.1-2012中7.2.3.1适用。

#### 8.2.4 在空载、正常负载和过载条件下的接通和分断能力

GB/T 14048.2-2008中7.2.4相关内容适用，并作如下修改。

断路器应具有较高机械操作和电气操作性能，以满足光伏发电系统、风力发电系统生命周期内操作次数需要，应符合表3和表4的规定。

表3 操作循环次数（光伏系统）

1	2	3	4	5
额定电流 <sup>a</sup> A	每小时的操作循环数 <sup>b</sup>	操作循环数		
		不通电流	通电流 <sup>c</sup>	总计
$I_n \leq 100$	120	7 000	5 000	12 000
$100 < I_n \leq 315$	120	7 000	3 000	10 000
$315 < I_n \leq 630$	60	6 000	2 000	8 000
$630 < I_n \leq 2\ 500$	20	3 500	1 500	5 000
$2\ 500 < I_n$	10	2 500	1 500	4 000

<sup>a</sup> 指给定壳架等级的最大额定电流。  
<sup>b</sup> 第二列给出了最低操作频率。如制造商同意，此值可以增加；在这种情况下，应在试验报告中注明该操作频率。  
<sup>c</sup> 在每次操作循环中，断路器应保持足够的闭合时间以确保达到全电流值，但不超过 2 s。通电流的操作循环次数适用于额定操作电压为 660 (690) V 及以下的情况，更高操作电压的循环次数由制造商和用户协商确定。

表4 操作循环次数（风电系统）

1	2	3	4	5
额定电流 <sup>a</sup> A	每小时的操作循环数 <sup>b</sup>	操作循环数		
		不通电流	通电流 <sup>c</sup>	总计
$315 < I_n \leq 630$	60	7 000	3 000	10 000
$630 < I_n \leq 2\ 500$	20	4 000	2 000	6 000
$2\ 500 < I_n$	10	3 000	2 000	5 000

<sup>a</sup> 指给定壳架等级的最大额定电流。  
<sup>b</sup> 第二列给出了最低操作频率。如制造商同意，此值可以增加；在这种情况下，应在试验报告中注明该操作频率。  
<sup>c</sup> 在每次操作循环中，断路器应保持足够的闭合时间以确保达到全电流值，但不超过 2 s。通电流的操作循环次数适用于额定操作电压为 660 (690) V 及以下的情况，更高操作电压的循环次数由制造商和用户协商确定。

### 8.2.5 短路条件下的接通和分断能力

GB/T 14048.2-2008中7.2.5相关内容适用，并作如下修改。

用于分布式光伏系统的并网断路器应具备电源端与负载端反接（上、下进线）能力，试验按表8中“端子标记电源/负载 无”进行。下进线时的短路分断电流按瞬时脱扣器脱扣电流最大整定值的1.2倍选取，按GB/T 14048.2-2008中 8.3.5 试验程序III进行试验。

用于分布式（分散式）风电系统的并网断路器可参照光伏并网断路器要求。

注：已按GB/T 14048.2-2008完成了下进线短路分断试验的断路器无需进行上述试验。

### 8.2.6 适用于隔离的断路器的补充要求

GB/T 14048.2-2008中7.2.7相关内容适用。

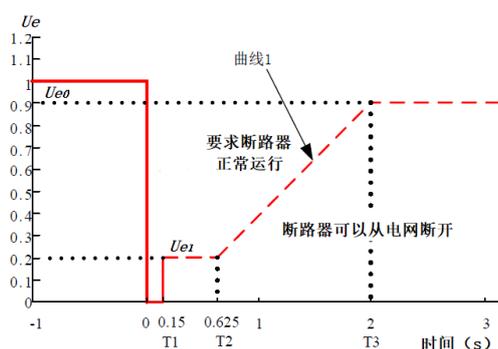
### 8.3 电压适应性能力（高低电压穿越）

断路器应具备一定的耐异常电压能力，避免在电网电压暂时异常时，光伏发电系统（或风力发电机组）脱离，引起电网电压波动。

电压适应性能力符合表5要求。

表5 不同并网电压范围内的运行规定

电压 $U$	要求
$U < 0.9U_e$	符合图 1 所示要求
$0.9U_e \leq U \leq 1.1U_e$	正常运行
$1.1U_e < U \leq 1.3U_e$	符合表 6 要求



$U_{e0}$ —正常运行的最低电压；

$U_{e1}$ —需要耐受的电压；

$T_1$ —电压跌落至0时需要保持的时间；

$T_2$ —电压跌落至 $U_{e1}$ 时需要保持的时间；

$T_3$ —电压跌落至 $U_{e0}$ 时需要保持的时间；

图1 低电压穿越能力要求

表6 高电压穿越能力

电压	耐受时间 s
130% $U_e$	0.5
120% $U_e$	10
110% $U_e$	连续运行

断路器电压适应性通过9.3.15试验验证。

## 8.4 电磁兼容 (EMC)

### 8.4.1 总则

GB/T 14048.2-2008中7.3相关内容适用，并作如下补充。

### 8.4.2 抗谐波和波形畸变影响能力

变流器/逆变器运行时，会有谐波电流输出，断路器应考虑抗谐波影响的能力。对由谐波和波形畸变产生的温升在断路器降容中一并考虑。

电子式和智能化过电流脱扣器、延时型欠电压脱扣器抗谐波影响能力通过9.3.16试验验证  
电流谐波试验按照GB/T 17626.13-2006中5.1的等级2规定。

## 9 试验

### 9.1 试验种类

GB/T 14048.2-2008中8.1相关内容适用，并作如下修改。

验证交流并网侧用低压断路器特性的试验为：

- 型式试验；
- 常规试验；
- 特殊试验。

### 9.2 验证结构要求

GB/T 14048.2-2008中8.2相关内容适用，并作如下修改和补充：

### 9.2.1 无螺纹型夹紧件

对于GB/T 14048.1-2012中8.2.4.7无螺纹型夹紧件的电气特性以及GB/T 14048.1-2012中8.2.4.8无螺纹型夹紧件的老化试验，注2内容均修改如下：

当为最大的横截面时，试验电流使用产品规定的  $I_{th}$  或  $I_{the}$ ；

当为最小的横截面时，试验电流使用GB/T 14048.7-2016中表4和表5中给出的值。

### 9.2.2 端子的镀层试验

#### 9.2.2.1 一般要求

镀层试验通常分为附着强度试验和防腐蚀试验。

#### 9.2.2.2 附着强度试验（用进出线端联接板样品进行试验）

- a) 按照GB/T 5270-2005中条款2.8规定的方法和要求进行试验考核。
- b) 按照GB/T 5270-2005中2.12及表1规定的方法和要求进行试验考核，对于典型铜镀银接线端子，试验温度选取180℃。

#### 9.2.2.3 防腐蚀试验

用于海上风电、海上光伏系统的断路器还应进行防腐蚀试验（用进出线端联接板样品进行试验，以下a）、b）为顺序试验）

- a) 按照GB/T 2423.4-2008进行交变试验，试验严酷等级：高温  $55\text{℃} \pm 2\text{℃}$ ，循环次数按6选取，24小时循环温度降低为方法2。样品采用接触面向上倾斜放置，恢复条件按标准大气条件进行；
- b) 紧接a)后，按照GB/T 2423.17-2008规定的方法和要求进行试验，试验周期为48h。盐雾试验后，表面镀银层应该没有明显的导致基材裸露的腐蚀。

注：镀层试验可以认可由有资质的专业测试机构提供的合格测试报告。

### 9.2.3 耐日光暴露试验

GB/T 16422.2-2014相关内容适用，其表4中选用方法A进行UV试验，循环1试验周期总共500h。

试验后经正常视力或没有附加放大设备的校正视力目测样品应没有可见的裂痕或损坏；外露金属部件的防护层应没有开裂及剥落现象。

注：本试验需要时进行，或提供第三方相关合格测试报告。

## 9.3 型式试验

### 9.3.1 试验程序

GB/T 14048.2-2008中8.3.1相关内容适用。

### 9.3.2 一般试验条件

#### 9.3.2.1 一般要求

GB/T 14048.2-2008中8.3.2.1相关内容适用，并作如下修改。

型式试验按组分若干程序，如表7所示。

表7 试验程序总分类表<sup>a</sup>

试验程序	适用于		试 验
I 一般工作特性 (9.3.3)	全部断路器		脱扣极限和特性 介电性能 机械操作和操作性能力 验证介电耐受能力 验证温升 验证过载脱扣器 验证欠压和分励脱扣器(如适用) 验证主触头位置指示(如适用)
II 额定运行短路分断能力 (9.3.4)	全部断路器 <sup>b</sup>		额定运行短路分断能力 验证操作性能力 验证介电耐受能力 验证温升 验证过载脱扣器
III 额定极限短路分断能力 (9.3.5)	使用类别A的全部断路器 <sup>c</sup> 和使用类别B带瞬时超越 <sup>d</sup> 的断路器		验证过载脱扣器 额定极限短路分断能力 验证介电耐受能力 验证过载脱扣器
IV 额定短时耐受电流 (9.3.6)	使用类别B的断路器 <sup>b</sup> 和具有额定短路耐受电流的使用类别A的断路器(见GB/T 14048.2-2008中4.4)		验证过载脱扣器 额定短时耐受电流 验证温升 最大短时耐受电流时的短路分断能力 验证介电耐受能力 验证过载脱扣器
V 带熔断器的断路器性能 (9.3.7)	带熔断器的断路器	第一阶段	选择性极限电流下的短路 验证温升 验证介电耐受能力
		第二阶段	验证过载脱扣器 1.1倍交接电流下的短路 额定极限短路分断能力下的短路 验证介电耐受能力 验证过载脱扣器
VI 综合试验程序 (9.3.8)	使用类别B的断路器: 当 $I_{cw}=I_{cs}$ (代替程序II和IV) 当 $I_{cw}=I_{cs}=I_{cu}$ (代替试验程序II、III和IV)		验证过载脱扣器 额定短时耐受电流 额定运行短路分断能力 操作性能力 验证介电耐受能力 验证温升 验证过载脱扣器
高低温循环试验(9.3.9)	全部断路器		高低温循环试验
交变湿热试验(9.3.10)	全部断路器		交变湿热试验
盐雾试验(9.3.11)	用于近海、海上场所的断路器		盐雾试验
长霉试验(9.3.12)	用于近海、海上场所的断路器		长霉试验
振动试验(9.3.13)	用于海上风电场所的断路器		振动试验
储存试验(9.3.14)	全部断路器		储存试验
电压适应性试验(9.3.15)	全部断路器		电压适应性试验
电磁兼容(EMC)试验(9.3.16)	全部断路器		电磁兼容(EMC)试验
<sup>a</sup> 按 $I_{cs}$ 、 $I_{cu}$ 和 $I_{cw}$ 之间的关系选用不同试验程序和选择试验用的断路器,见GB/T 14048.2-2008的表9a。 <sup>b</sup> 除采用综合试验程序VI外。 <sup>c</sup> 除了: —— $I_{cs}=I_{cu}$ (见9.3.5); ——综合试验程序VI适用; ——对内装熔断器的断路器。 <sup>d</sup> 见GB/T 14048.2-2008中8.3.5.1注。			

每一试验程序的试品数和试验条件（例如过载脱扣器的整定值，接线端子的连接方式），均按断路器的参数列于表8中。

表8 试品数量

试验程序	标志的额定电压 $U_e$ 个数			端子标记电源/负载		试品数量	试品编号	电流整定值 <sup>a</sup>		试验电压	试验电流		温升验证	脚注
	1	2	多个	有	无			最小	最大		相应	最大		
I	×	×	×	×	×	1	1		×	$U_e$ 最大	见9.3.3	×	g	
II ( $I_{cs}$ ) 和 VI (综合程序)	×			×		2	1		×	$U_e$	×		×	h
							2	×		$U_e$	×			b
	×				×	3	1		×	$U_e$	×		×	h
					×		2	×		$U_e$	×		×	b
		×		×	×	3	3	×	×	$U_e$ 最大	×		×	k
			×	×	4	1		×	相应的 $U_e$ 最大值		×	×	h	
			×	×		2	×		相应的 $U_e$ 最大值		×		b	
			×	×		3		×	$U_e$ 中间值	×		×	e	
			×	×		4		×	$U_e$ 最大	×		×	k	
III ( $I_{cu}$ )	×			×		2	1		×	$U_e$	×			g
							2	×		$U_e$	×			b
	×				×	3	1		×	$U_e$	×			g
				×	×	3	2	×		相应的 $U_e$ 最大值		×		b
			×	×		3		×	相应的 $U_e$ 最大值		×		d	
			×	×	4	1		×	相应的 $U_e$ 最大值		×		g	
			×	×		2	×		相应的 $U_e$ 最大值		×		b	
			×	×		3		×	$U_e$ 中间值	×			e	
			×	×		4		×	$U_e$ 最大	×			d	
IV ( $I_{cw}$ ) <sup>1</sup>	×			×	×	2	1		×	$U_e$ 最大值		×		g
							2		×	$U_e$ 最大值		×		m
				×	×	3	1		×	相应的 $U_e$ 最大值		×	×	g
			×	×		2		×	相应的 $U_e$ 最大值	×		×	i	
			×	×		3		×	$U_e$ 最大值	×		×	n, d	
V 带熔断器 ( $I_{cu}$ )	×	×	×	×	×	2	1		×	$U_e$ 最大	×		×	f, g
							2	×		$U_e$ 最大	×			b
高低温循环试验	×	×	×	×	×	1	1		×	$U_e$ 最大		×		
交变湿热试验	×	×	×	×	×	1	1		×	$U_e$ 最大		×		

表 8 (续)

盐雾试验	×	×	×	×	×	1	1		×	$U_e$ 最大		×		
长霉试验	×	×	×	×	×	1	1		×	$U_e$ 最大		×		
振动试验	×	×	×	×	×	1	1		×	$U_e$ 最大		×		
储存试验	×				×	1	1		×	$U_e$ 最大		×		
电压适应性试验	×			×		1	1		×	$U_e$ 最大		×		
电磁兼容(EMC)试验	×				×	1	1		×	$U_e$ 最大		×		
注1: 表8适用于表7的试验项目。														
注2: 试验或试验程序的适用性在相关位置用X表示。														
<p><sup>a</sup> 最小意指一给定壳架等级的最小 <math>I_n</math>; 在可调过载脱扣器情况, 它意指最小 <math>I_n</math> 的最小整定值。最大意指一给定壳架等级的最大 <math>I_n</math>。</p> <p><sup>b</sup> 在下列情况下, 此样品可省去:  ——断路器一给定壳架等级中只有一个不可调电流整定值;  ——断路器只有分励脱扣器的(即没有内装过电流脱扣器);  ——电子过电流保护的断路器, 对一给定壳架等级有一个仅靠电子方法调整电流整定值(即不变换电流互感器)。</p> <p><sup>c</sup> 接线相反。</p> <p><sup>d</sup> 接线相反, 如端子无标记。</p> <p><sup>e</sup> 试验站和制造厂协商。</p> <p><sup>f</sup> 如果端子无标记应在附加试品上进行接线相反试验。</p> <p><sup>g</sup> 在同一壳架等级中有一个或一个以上结构段的情况下(见 GB/T 14048.2-2008 的 2.1.2 和 7.1.5), 在对相应于每结构的最大额定电流下, 按试品 1 的试验条件应在增加样品上进行试验。</p> <p><sup>h</sup> 脚注 g 的要求适用于程序 VI (综合试验程序) 和程序 II (当 <math>I_{cs} = I_{cu}</math>)。</p> <p><sup>i</sup> 依据热能的最高值选择样品 (<math>I_{cw}^2 t</math>; “t” 和短延时一致, 见 GB/T 14048.2-2008 的 4.3.5.4)。当样品 1 或 3 满足热能条件时, 该样品可省略。</p> <p><sup>j</sup> 此样品仅用于程序 II (<math>I_{cu} = I_{cs}</math>, 见 9.3.5) 代替程序 III 时, 接线相反。</p> <p><sup>k</sup> 如端子无标记, 当程序 II (<math>I_{cu} = I_{cs}</math>, 见 9.3.5) 代替程序 III 或者程序 VI 代替程序 II, III 和 IV (<math>I_{cu} = I_{cs} = I_{cw}</math>, 见 9.3.8) 时, 接线相反。</p> <p><sup>l</sup> 仅适用于带额定短路耐受电流的断路器(见 GB/T 14048.2-2008 中 4.4)。</p> <p><sup>m</sup> 仅当接线端子无标识, 程序 III 被程序 IV 替代 (<math>I_{cu} = I_{cw}</math>, 见 9.3.5) 时, 需要该反向连接的样品。</p> <p><sup>n</sup> 仅当程序 III 被程序 IV 替代 (<math>I_{cu} = I_{cw}</math>, 见 9.3.5) 时, 需要该样品。</p>														

### 9.3.2.2 试验参数

#### 9.3.2.2.1 试验参数值

GB/T 14048.1-2012中8.3.2.2.1适用。

#### 9.3.2.2.2 试验参数值的允差

GB/T 14048.1-2012中8.3.2.2.2适用。

#### 9.3.2.2.3 恢复电压

GB/T 14048.1-2012中8.3.2.2.3 b)适用。

### 9.3.2.3 试验结果的评定

试验结束后的断路器状况应按每个试验程序规定的验证项目加以检验。

如果断路器符合每个试验程序所列要求(如适用)，则认为该断路器符合本标准的要求。

外壳不应破碎，但细裂缝还是允许的。

注：细裂缝是由于分断极大故障电流时，电弧所产生的高压和热应力所造成，是一种表面性质。因此不会发展到穿透装置模压外壳的整个厚度。

### 9.3.2.4 试验报告

GB/T 14048.1-2012中8.3.2.4适用。

### 9.3.2.5 温升试验的试验条件

断路器应符合GB/T 14048.2-2008的7.2.2的要求。

GB/T 14048.1-2012中8.3.3.3适用(其中8.3.3.3.6除外)，且试验中，周围空气温度应在 $+10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间，其变化应不超过10 K。在试验的最后四分之一时间内，周围空气温度变化应不超过3 K，如果需要应持续进行试验，直到满足条件为止。并补充如下。

断路器应按9.3.2.1进行安装。

在程序I(见GB/T 14048.2-2008的8.3.3.6)温升试验中，欠压脱扣器的线圈应通以任何额定的频率及相应的电压(如适用)。验证线圈在其他额定频率和电压下的试验应在程序外另外进行。

### 9.3.2.6 短路试验的试验条件

对GB/T 14048.1-2012中8.3.4.1.1作如下扩充：

a) 断路器应按9.3.2.1进行安装；

b) 除非手动操作工具在任何位置能表明在其周围没有可通过直径0.26 mm琴钢丝的开口，且此琴钢丝可插到灭弧区，否则需用下列装置试验。

仅限于断开操作，用一块清洁的、低密度的聚乙烯薄膜，其厚为 $0.05\text{ mm}\pm 0.01\text{ mm}$ ，尺寸 $100\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ ，如GB/T 14048.2-2008中图1所示固定绷紧于框架中，分别置于如下二种情况前10 mm处：

——闭合工具无凹进部分的断路器，手动操作工具最大凸出处；

——闭合工具凹入的断路器，手动操作工具的凹入部分边缘处。

聚乙烯薄膜物理性能如下：

——23 $^{\circ}\text{C}$ 时的密度： $0.92\text{ g/cm}^3\pm 0.05\text{ g/cm}^3$

——熔点： $110\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$

在断路器前侧，应有一合适的支架，以免聚乙烯薄膜由于受到短路试验时产生的压力波而撕裂，见GB/T 14048.2-2008中图1。

除了断路器在独立外壳中试验外，此试验时应在金属网板和聚乙烯薄膜之间设置一由绝缘材料或金属制成的挡板，见GB/T 14048.2-2008中图1。

注：该试验装置仅适用0试验操作，因为C0操作起来较困难，并且可认为0操作的严格性不比C0(见GB/T 14048.2-2008中8.3.2.6.4)差。

c) 试验时，应使断路器尽可能模拟运行情况进行操作。

装有有关动力操作的断路器，试验时应采用控制能源(电压或气压)在其额定值的85%下进行闭合。

装设无关动力操作的断路器，试验时应采用贮能到制造商规定的最大值的操作机构来完成闭合。

装设贮能操作的断路器，试验时应采用以辅助电源额定电压的85%贮能的操作装置进行闭合。

- d) 如果断路器配有可调过电流脱扣器，则脱扣器的整定值应为每个试验程序所规定的值。  
对无过电流脱扣器，但装有分励脱扣器的断路器，此脱扣器应施加一个等于脱扣器额定控制电源电压(见GB/T 14048.2-2008的7.2.1.2.3)的70%的电压，而施加电压的时刻既不能比开始短路早10 ms，也不能比开始短路迟10 ms。
- e) 对于所有这些试验，试验电路的电源侧应接至断路器上由制造商注有标志的相应的接线端子。对于无标志者，试验的连接方式应按表8规定。

### 9.3.3 试验程序 I

GB/T 14048.2-2008中8.3.3的相关内容适用，并作如下修改。

- a) 按 GB/T 14048.2-2008 中 8.3.3.1.3 b) 验证反时限脱扣器动作特性，对于制造厂宣布+50℃不降容的光伏用断路器在+50℃<sup>+5</sup><sub>0</sub>℃周围环境温度下进行验证。
- b) 在新的试品上进行 8.2.2 a)、b) 补充试验。

### 9.3.4 试验程序 II

GB/T 14048.2-2008中8.3.4的相关内容适用，并作如下修改。

在所有试验中，断路器各极的接线应按照制造商的说明。

样品应按照表8的“端子未标记电源/负载”栏来进行选择和试验。

经制造商同意，在温升试验与过载脱扣器试验之间可以有一间隔时间。

### 9.3.5 试验程序 III

GB/T 14048.2-2008中8.3.5的相关内容适用，并作如下修改。

对于GB/T 14048.2-2008的8.3.5.1验证过载脱扣器，对于与周围温度有关的脱扣器，如果周围温度不同于基准温度，则试验电流应按制造商的温度/电流参数进行修正。

脱扣特性与接线端子温度无关(如电子式过电流脱扣器、电磁式脱扣器)的试验，接线的参数(如型式、截面、长度)可不同于GB/T 14048.1-2012中8.3.3.3.4的要求。其接线应与试验电流及由此而产生的热应力相对应。

### 9.3.6 试验程序 IV

GB/T 14048.2-2008中8.3.6的相关内容适用。

### 9.3.7 试验程序 V

GB/T 14048.2-2008中8.3.7的相关内容适用。

### 9.3.8 试验程序 VI

GB/T 14048.2-2008中8.3.8的相关内容适用，并作如下修改。

对于GB/T 14048.2-2008的8.3.8.2额定短时耐受电流试验，试验不必在表8规定的试品最小 $I_n$ 下进行。

### 9.3.9 高低温循环试验

断路器和欠电压脱扣器应能承受50次高、低温循环，每次循环在-40℃低温（温度恒定后）保持15分钟，紧接着在85℃高温（温度恒定后）保持15分钟，温度变化率应不超过2℃/min。50次循环后，设备应恢复到室温23℃±3℃，保持最少3h。试验时，欠电压脱扣器施加85%的额定控制电源电压，断路器处于闭合状态，主电路不通电，可安装能反映主触头闭合、断开状态的辅助触头。试验中欠电压脱扣器不能有引起断路器断开的动作。

断路器试后验证应符合以下要求：

- 通过目测确定没有会影响正常运行和保护的变形和损坏；
- 按 GB/T 14048.2-2008 的 8.3.3.1.3 验证过载脱扣器；
- 根据 GB/T 14048.2-2008 的 8.3.2.5 在主端子处验证温升，温升不应超过 GB/T 14048.1-2012 的表 2 规定值（70K）；
- 根据 GB/T 14048.2-2008 的 8.3.3.5 验证介电耐受性能。
- 根据 9.3.15 c) 验证欠电压脱扣器动作特性。

试验样品数量应符合试品数量表关于试验程序I的要求。

### 9.3.10 交变湿热试验

按照 GB/T 2423.4-2008 的规定进行，严酷程度为：高温 55℃，试验持续时间为 2 个周期（48h），降温方法 1。试品不包装，不通电。试品测试引用 GB/T 14048.1-2012 中表 Q.1 的注脚 g)，功能试验应包括：

- GB/T 14048.2-2008 中 8.4.1 的机械操作；
- 按 GB/T 14048.1-2012 附录 K 验证介电性能；
- 按 GB/T 14048.2-2008 的 8.3.3.1.2 和 8.3.3.1.3b) 验证脱扣极限和特性；
- 目测断路器接线端子与外接导线的接触处无铜绿。

### 9.3.11 盐雾试验

试验方法按照 GB/T 2423.18-2012 中的严酷等级 2 进行。试品不包装、不通电。试后功能试验同 9.3.10。

### 9.3.12 长霉试验

按照 GB/T 2423.16-2008 中的试验方法 1 进行试验，培养期为 28 天。试品不包装，不通电。试后外露于空气中的绝缘零部件长霉程度符合 GB/T 2423.16-2008 中 12.3 的 2b 等级要求。

注：用户如有其他要求，有制造商与用户协商确定。

### 9.3.13 振动试验

按 GB/T 7094-2016 规定的方法和要求进行试验。振动试验参数按 GB/T 7094-2016 中一般振动条件，试品不包装，并做如下修改：

断路器安装用以指示触头闭合或断开状态转换状态的辅助触头及延时型欠电压脱扣器，并分别施以额定控制电路电压。闭合断路器，主电路不通电。试验过程中不应有触头状态的转换。

断路器试后验证应符合以下要求：

- 通过目测检查确定没有会影响正常运行和保护的变形和损坏；
- 无连接件的松动或脱落；
- 按 GB/T 14048.2-2008 的 8.3.3.1.2 和 8.3.3.1.3b) 验证脱扣极限和特性；
- 验证欠电压脱扣动作性能（按 9.3.15 c)）

### 9.3.14 储存试验

风电系统用常温型断路器（含欠电压脱扣器，若有）不包装、不施加激励量，先按 GB/T 2423.1-2008 规定进行  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、16 h 的低温贮存试验。在室温下恢复到正常状态后，再按 GB/T 2423.2-2008 的规定，进行  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、16 h 的高温贮存试验。

风电系统用低温型断路器（含欠电压脱扣器，若有）不包装、不施加激励量，先按 GB/T 2423.1-2008 规定进行  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、16 h 的低温贮存试验。在室温下恢复到正常状态后，再按 GB/T 2423.2-2008 的规定，进行  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、16 h 的高温贮存试验。

光伏系统用断路器（含欠电压脱扣器）不包装、不施加激励量，先按 GB/T 2423.1-2008 规定进行  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、16 h 的低温贮存试验。在室温下恢复到正常状态后，再按 GB/T 2423.2-2008 的规定，进行  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、16 h 的高温贮存试验。

上述试验在室温下恢复到正常状态后，断路器应符合以下要求：

- 通过目测确定没有会影响正常运行和保护的保护的变形和损坏；
- 按 GB/T 14048.2-2008 的 8.3.3.1.2 和 8.3.3.1.3b) 验证脱扣极限和特性；
- 按 GB/T 14048.2-2008 的 8.3.3.2 验证介电性能；
- 验证欠电压脱扣动作性能（按 9.3.15c)）

### 9.3.15 电压适应性试验

本条试验在装有延时型欠电压脱扣器的断路器上进行。

#### a) 连续运行电压适应性试验

- 1) 延时型欠电压脱扣器安装在断路器上，根据断路器极数，断路器进线端施加单相或三相额定电源电压，闭合断路器；
- 2) 调节电压模拟源，电压值分别为 91%额定工作电压  $U_e$  和 109% $U_e$ ，电压维持时间至少 20s，电压阶跃时间一般不宜超过 20ms，连续试验 5 次。欠电压脱扣器不能动作，断路器应不断开。见图 2 所示。

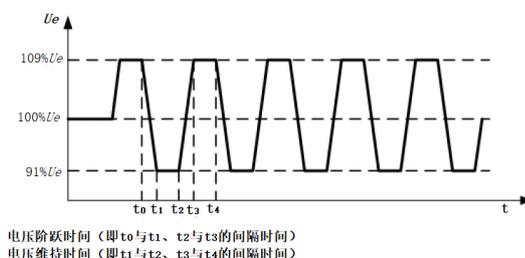


图2 电压适应性测试曲线

#### b) 过电压适应性试验

- 1) 延时型欠电压脱扣器安装在断路器上，根据断路器极数，断路器进线端施加单相或三相额定电源电压，闭合断路器；
- 2) 调节电压模拟源，电压值分别为 111%额定工作电压  $U_e$  和 119% $U_e$ ，并保持 10s 后恢复至额定值，欠电压脱扣器应不动作，断路器应不断开；
- 3) 电压从额定值跃变至 109% $U_e$  后按缓慢升至 119% $U_e$  后再降低至 111% $U_e$ ，欠电压脱扣器应不动作，断路器应不断开；见图 3 所示

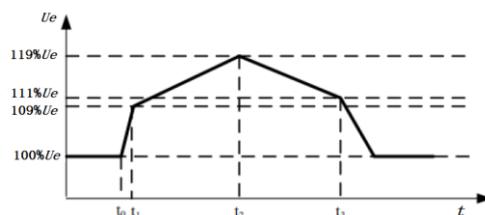


图3 过压适应性曲线 1

- 4) 电压值分别升至  $121\%U_e$ 、 $129\%U_e$  并保持  $0.5\text{s}$  后恢复额定值，欠电压脱扣器应不动作，断路器应不断开；
- 5) 电压从额定值跳变到  $119\%U_e$  后缓慢升至  $129\%U_e$  再降至  $121\%U_e$ ，欠电压脱扣器应不动作，断路器应不断开。见图 4 所示。

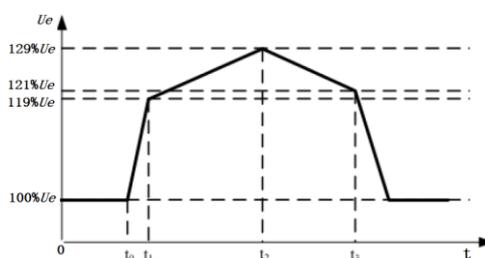


图4 过压适应性曲线 2

### c) 低电压适应性试验

#### 1) 欠压延时跳闸试验

欠压延时跳闸试验按如下要求进行：

- 延时时间范围为  $0\text{s}\sim 10\text{s}$ ，当控制电源电压下降甚至缓慢下降至  $20\%U_e \leq$  控制电源电压  $\leq 70\%U_e$  时，欠电压脱扣器应在设定的延时时间内动作，使断路器可靠断开，动作时间允许误差为设定值的  $+20\%$ ，此时，欠电压脱扣器应保证断路器不能闭合；
- 当电压恢复至  $85\%U_e \sim 110\%U_e$  时，电压允许误差  $\leq 2\%$ ，欠电压脱扣器应能通过人工合闸，使断路器可靠闭合，且当逐渐降低电压至  $85\%U_e$ ，欠电压脱扣器仍能保持闭合。

#### 2) 失压延时跳闸试验

失压延时跳闸试验按如下要求进行：

- 延时时间范围为  $0\text{s}\sim 10\text{s}$ ，当控制电源电压  $< 20\%U_e$  时，欠电压脱扣器应在设定的延时时间内动作，使断路器可靠断开，动作时间允许误差为设定值的  $+20\%$ ，且不能通过人工合闸断路器；
- 当电压恢复至  $85\%U_e \sim 110\%U_e$  控制电源电压时，电压允许误差  $\leq 2\%$ ，欠电压脱扣器应能通过人工合闸，使断路器可靠闭合，且当逐渐降低电压至  $85\%U_e$ ，欠电压脱扣器仍能保持闭合。

#### 3) 有压合闸试验

- 当控制电源电压从欠压状态或失压状态恢复至  $85\%U_e$  时，电压允许误差  $\leq 2\%$ ，欠电压脱扣器应可以人工复位，但无需手动复位闭锁电路。

## 9.3.16 电磁兼容 (EMC) 试验

### 9.3.16.1 断路器过电流保护控制器电磁兼容 (EMC) 试验

GB/T 14048.2-2008中附录F适用，作如下补充：

电流谐波试验按照GB/T 17626.13-2006的第8章进行。

#### 9.3.16.2 欠电压脱扣器电磁兼容（EMC）试验

要求和试验见GB/T 14048.2-2008中附录N，作如下补充：

电流谐波试验补充要求同9.3.16.1断路器过电流保护控制器电磁兼容（EMC）试验。

#### 9.4 常规试验

GB/T 14048.2-2008中8.4的相关内容适用，并增加下列项目。

对于光伏并网断路器，按照9.3.15c)进行欠电压脱扣器试验。

#### 9.5 特殊试验

特殊试验应由制造商确定进行或根据制造商和用户之间的协议进行（见GB/T 14048.1-2012中2.6.4）。

特殊试验项目及试验方法，除正常工作、安装及运输条件（见7）外，还可对超出规定的条件，如含有过量灰尘、酸性物质、腐蚀气体等，由制造商和用户之间进行协商确定。

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 156-2017 标准电压
  - [2] GB 4824 工业、科学和医疗 (ISM) 射频设备 骚扰特性 限值和测量方法
  - [3] NB/32004-201X 光伏通用逆变器技术规范
  - [4] IEC 60038: 2009 标准电压
-