



低压分布式光伏塑壳断路器

技术规范书

(通用部分)

版本号：2025版V1.0

编 号：

广东电网有限责任公司广州供电局

2025年8月



本技术规范书对应的专用部分目录

序号	名称	编号
1	低压分布式光伏塑壳断路器技术规范书-专用部分	

目录

1 总则	1
2 工程保证	1
3 应遵循的主要标准	3
4 特性要求	4
5 技术要求	7
6 试验方法	19
7 验收	29
8 包装、运输、存储	30
附录A（规范性附录）断路器外形尺寸	31
附录B（规范性附录）断路器试验项目	33
附录C（规范性附录）信号线接线头型式	35

1 总则

1.1 本技术规范书适用于中国南方电网广东电网有限责任公司（招标方，简称广东电网公司）低压分布式光伏塑壳断路器的招标、验收、质量监督等工作，它包括电气结构、机械结构、电气要求、可靠性要求、控制方式等技术要求。

1.2 本技术规范书提出的是最低限度的技术要求，并未对一切技术细节作出规定，也未充分引述有关标准和规范的条文，投标方应提供符合本技术规范书和工业标准的优质产品。

1.3 如果投标方没有以书面形式对本技术规范书的条文提出异议，则意味着投标方提供的设备完全符合本技术规范书的要求。如有异议，不管是多么微小，都应在投标文件“投标偏差表”为标题的专门章节中加以详细描述。

1.4 按照本招标技术规范书规定，投标方提供的设备应按照规定的标准和规程进行设计、制造和试验，若中标人在实际供货过程中，中国南方电网公司颁布新的低压分布式光伏塑壳断路器相关标准，中标人提供的设备应按照新标准执行。

1.5 本技术规范书经买、卖双方确认后作为订货合同的技术附件，与合同正文具有同等的法律效力。

1.6 投标方在应标技术规范书中应如实反映应标产品与本技术规范书的技术差异。如果投标方没有提出技术差异，而在执行合同的过程中，招标方发现投标方提供的产品与其应标技术规范书的条文存在差异，招标方有权利要求退货。

1.7 投标方应在应标技术部分按本技术规范书的要求如实详细的填写应标设备的标准配置表，并在应标商务部分按此标准配置进行报价，如发现二者有矛盾之处，将按有利于招标方的条款执行。

1.8 投标方应充分理解本技术规范书并按本技术规范书的具体条款、格式要求填写应标的技术文件，如发现应标的技术文件条款、格式不符合本技术规范书的要求，则认为响应不积极，在评标时根据技术评审要素扣分。

1.9 本技术规范书未尽事宜，由买、卖双方协商确定。

2 工程保证

2.1 质量保证

1) 卖方应保证所提供的所有设备（包括软件）的质量均能满足合同要求，并提供相应供货记录供买方参考。

2) 卖方应保证所提供的所有设备包括元器件应是新的。

3) 卖方应保证提供的所有备品备件必须是新的，且能够与原件相互更换，具有相同的规范、质量、材料和工艺要求。

4) 卖方应保证提供的软件设计完善，功能及性能满足规范要求。

2.2 进度保证

投标方应标时，必须向招标方提供设备供货计划时间表，包括供货数量、出厂验收时间、出厂时间、到货时间，所有时间以合同生效日为起点。

买方将根据实际采购情况在最终合同内确定供货时间表。在工程实施阶段，卖方每月向买方提交设备供货进度报告表。

2.3 对应规范要求

1) 根据本规范的编排顺序，逐项给予响应并提出建议。如对本规范有修改建议亦应一并提出并详细说明。

2) 卖方应提供投标设备的详细材料清单，包括：

——设备配置（包括：产品型号、生产厂家、产地、性能、指标、主要元器件、配置、尺寸和功耗等。）。

——必需的安装材料的清单，包括每种材料的名称、型号及数量等。

3) 卖方应提出买方提供的供电、接地、运行环境和安装要求。

4) 卖方对本规范的某些部分如不能满足要求，应在技术建议书中提出说明，否则，买方即认为卖方提供的设备可以满足本规范的要求。

5) 本规范中未提及的而卖方提供的设备具有的功能，或卖方认为增加的功能有益于本工程安全、稳定、可靠地运行，买方要求卖方提供有关的详细资料，便于对卖方提供的设备做出正确的评价。

6) 卖方可以对本规范有关技术条款提出合理的修改意见供买方参考。

7) 规范中在引用某标准的地方，卖方应当使用双方承认的、最新的引用标准版本，不能用另外标准代替，除非采用买主许可的标准代替。

2.4 卖方职责

1) 协助买方进行低压分布式光伏塑壳断路器的安装及调试。

2) 应对整个设备的性能和功能负责。在设备调试和运行期间，如发现由于卖方所提供的设备因为设计或配置不合理，导致功能不满足本技术规范要求的，卖方应按照合同约定做及时处理，卖方对其设备缺陷的处理不能达到本技术规范要求的，买方有权退货，累计出现三个及以上到货批次退货，买方有权解除合同，所造成的损失应由卖方完全负责。

3) 卖方负责所有供货设备的包装、运输到指定地点。

4) 卖方负责对买方安装人员、维护人员的培训。

5) 提供支持用户日后下载软件有关的程序、控件等。

2.5 买方职责

1) 买方对本规范进行解释，并保留对规范增删、修改的权利。

2) 买方有权对卖方的技术建议书的内容进行取舍。

3) 本规范将作为合同附件，成为合同不可分割的一部分。

- 4) 确认卖方提供的技术建议书。
- 5) 组织到货验收。
- 6) 负责低压分布式光伏塑壳断路器的安装、调试。
- 7) 买方提供设备安装及运行所必须的条件和环境。

3 应遵循的主要标准

除本规范书特殊规定外，投标方所提供的设备均按规定的标准和规程的最新版本进行设计、制造、试验和安装。如果这些标准内容有矛盾时，应按最高标准的条款执行或按双方商定的标准执行。如果投标方选用本规范书规定以外的标准时，则需提交这种替换标准供审查和分析。仅在投标方已证明替换标准相当或优于规范书规定的标准，并从招标方处获得书面的认可才能使用。提交供审查的标准应为中文或英文版本。

3.1 主要引用标准

- 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（12 h+12 h循环）
- GB 4824—2019 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法
- GB/T 14048.1—2023 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则
- GB/T 14048.2—2020 低压开关设备和控制设备 第2部分：断路器
- GB/T 32902—2016 具有自动重合闸功能的剩余电流保护断路器(CBAR)
- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.6—2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- 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—2021 特殊环境条件 高原用低压电器技术要求
- NB/T 32010—2013 光伏电站逆变器防孤岛效应检测技术规程
- Q/CSG 1209003-2015 中国南方电网公司单相电子式费控电能表技术规范
- Q/CSG 1209004-2015 中国南方电网公司三相电子式费控电能表技术规范

3.2 术语及定义

3.2.1 断路器

能够接通、承载和分断正常电路条件下的电流，而且在规定的异常电路条件下，诸如短路电路，也能接通、承载一定时间和自动分断电流的机械开关电器。

3.2.2 低压分布式光伏塑壳断路器

用于低压分布式光伏，具备过欠压保护、防孤岛保护等光伏专用保护功能，安装在发电表后，与电能表配合使用，可通过电能表控制实现分、合闸的塑料外壳式断路器。

3.2.3 自动模式

通过信号控制，采用电动机操作机构、电磁铁操作机构或其它操作机构使断路器实现分合闸的操作模式。

3.2.4 自动分、合闸

通过主站系统或设备发出的控制信号对断路器进行远程分、合闸操作，或断路器检测到故障后使断路器分闸，待故障消除使断路器合闸的操作方式。

自动分合闸为控制分合闸、断路器自行发起的分合闸的统称。

3.2.5 自动分、合闸时间 t

从断路器收到控制命令到断路器完成合闸或分闸响应所需要的时间。

3.2.6 上电延时

断路器断电后重新上电，不响应控制信号保持初始状态的时间。

4 特性要求

4.1 分类

按控制信号方式分：

- 交流电平信号；
- 无源无极性开关信号。

4.2 额定工作电压 (U_e)

额定工作电压 U_e 优选值：AC 230V、AC 400 V。

4.3 额定电流 (I_n)

额定电流 I_n 优选值：125A, 250 A, 400 A, 630 A。

4.4 额定频率 (f)

额定频率 (f)：50 Hz。

4.5 额定绝缘电压 (U_i)

额定绝缘电压： $U_i \geq 800$ V。

4.6 额定冲击耐受电压 (U_{imp})

额定冲击耐受电压： $U_{imp} \geq 8$ kV。

4.7 可调过载脱扣器的电流整定值 (I_r) 范围

电流整定值 (I_r) 范围： $0.4 I_n \sim 1.0 I_n$ ，默认 $1.0 I_n$ 。

4.8 短路短延时动作电流整定值 (I_{sd}) 范围

短时动作电流 (I_{sd}) 范围： $2 I_r \sim 10 I_r$ ，OFF。

注：OFF表示可关闭，即关闭短时动作保护功能。

4.9 额定瞬时短路电流整定值（ I_i ）范围

额定瞬时短路电流整定值（ I_i ）范围： $4I_n \sim 12I_n$ 。

4.10 额定短路分断能力

额定极限短路分断能力（ I_{cu} ）和额定运行短路分断能力（ I_{cs} ）应满足表 1 要求。

表 1 额定极限短路分断能力（ I_{cu} ）和额定运行短路分断能力（ I_{cs} ）

额定电流（ I_n ） ^a A	额定极限短路分断能力（ I_{cu} ） kA	额定运行短路分断能力（ I_{cs} ） kA
$125 \leq I_n \leq 250$	≥ 35	$\geq 70\% I_{cu}$
$250 < I_n \leq 400$	≥ 50	$\geq 70\% I_{cu}$
$400 < I_n \leq 630$	≥ 50	$\geq 70\% I_{cu}$
^a 指给定壳架等级的最大额定电流。		

4.11 额定短时耐受电流（ I_{cw} ）

额定短时耐受电流（ I_{cw} ）应满足表 2 要求。

表 2 额定短时耐受电流

额定电流（ I_n ） ^a A	额定短时耐受电流（ I_{cw} ） kA	通电时间 s
$125 < I_n \leq 250$	≥ 3	≥ 1
$250 < I_n \leq 400$	≥ 5	≥ 1
$400 < I_n \leq 630$	≥ 8	≥ 1
^a 指给定壳架等级的最大额定电流。		

4.12 控制信号

4.12.1 额定控制电路电压（ U_c ）

交流电压：220 V。

4.12.2 额定控制电路电流（ I_c ）

额定交流控制电路电流： $I_c \leq 1$ mA。

4.12.3 远程自动合闸时间（ t_{fc} ）

远程自动合闸时间： $t_{fc} \leq 60$ s。

4.12.4 远程自动分闸时间（ t_{fd} ）

远程自动分闸时间： $t_{fd} \leq 2$ s。

4.12.5 上电延时时间（ t_e ）

上电延时时间： 7 s $\leq t_e \leq 8$ s。

4.13 结构要求

4.13.1 断路器外形尺寸和接线端子

应满足《中国南方电网有限责任公司低压费控计量表箱技术规范》中关于尺寸配合的要求，断路器的外形尺寸见附录A。

断路器接线端子应符合GB/T 14048.1—2023中8.1.8要求。

4.13.2 外观要求

断路器的外观应符合以下要求：

- a) 断路器的金属零件应采取适当的镀、涂层防蚀，金属零件不应有裂纹、麻点及镀层脱落；
- b) 断路器的塑料制件表面应光滑，不应有气泡、裂纹、麻点等缺陷；
- c) 操作断路器时，容易触及的外部部件如无特殊要求需用绝缘材料制成。

4.13.3 机械机构

断路器采用三极同时动作，中性极始终接通的结构，A、B、C极的动触头机械操作在手动模式或自动模式均应同时接通或同时分断，即使仅在一个保护极发生过载时也是如此。

断路器应具有手动分闸和合闸的操作机构。操作机构与带电部件之间应具有良好的绝缘。

远程控制动力操作方式可采用电动机操作机构、电磁铁操作机构或其它形式的操作机构。可通过手柄顺时针旋转进行分合闸，且可防误操作（通过手柄逆时针旋转不会损坏电机）。

4.13.4 动作指示器和操作件

断路器的结构应使动触头只能置于闭合位置或断开位置。

用颜色指示器的方式指示主触头的断开位置和闭合位置：

当开关在闭合位置时指示器应显示红色，在分闸断开位置时应显示绿色，在脱扣位置时应显示白色。

指示器应设置在断路器正面。

4.13.5 模式选择开关

在断路器的正面设置模式选择开关。模式选择开关应标有“手动模式”和“自动模式”标识。

当模式选择开关设置于“手动模式”位置时，可手动合闸、手动分闸、可脱扣。

当模式选择开关设置于“自动模式”位置时，可进行自动分合闸。

断路器的具体控制逻辑见本文件5.10.4。

4.13.6 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，并且在断路器安装好后，这些标志应显而易见：

- 1) 制造商的名称或商标；
- 2) 型号或系列号；
- 3) 额定工作电压（ U_e ）；
- 4) 额定电流（ I_n ）；
- 5) 额定极限短路分断能力（ I_{cu} ）；
- 6) 额定运行短路分断能力（ I_{cs} ）；
- 7) 操作件指示器和颜色标识。
- 8) 标注过压保护、过压恢复、欠压保护、欠压恢复值；
- 9) 标注光伏专用字样。

- b) 下列数据均应标明在断路器的外表上，断路器安装好后，这些标志可以被遮挡：

- 1) 试验装置的操作件上应标上字母“T”，或者在操作件附近标明文字“试验”；

- 2) 额定频率；
 - 3) 选择性类别；
 - 4) 额定冲击耐受电压 (U_{imp})；
 - 5) 符合标准号；
 - 6) 额定控制电路电压 (U_c)；
 - 7) 用于保护导体的接地端子（如适用），应用符号  表示；
 - 8) 电源端和负载端，或者用 1、3、5 表示电源端，用 2、4、6 表示负载端，除非断路器的连接方向不需区分；
 - 9) 中性线回路的接线端子应标志字母“N”；
 - 10) 对于能用于 IT 系统的断路器，不需要附加标志。对于不能用于 IT 系统的断路器，应在额定电压值后面标以标记 ，例如：AC 400 V ；
 - 11) 指示切换装置的模式：“自动”和“手动”。
- c) 下列数据应标明在断路器上或载明在制造商出版的资料中：
- 1) 接线图；
 - 2) 防护等级 (IP20)；
 - 3) 控制电路电流 (I_c)；
 - 4) 上电延时时间 (t_e)。

4.13.7 液晶显示屏

具备显示液晶屏，可通过按键查看断路器参数配置、修改断路器参数。

5 技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 一般要求

断路器的设计和结构应在正常使用条件下性能可靠，对操作者或周围环境无危险，也不危及相邻设备。

5.1.2 温度范围

环境的温度应符合表3的规定。

表 3 温度范围

条件	温度范围
额定的使用温度	-20℃～+65℃
极限工作温度	-25℃～+75℃
储存和运输极限范围	-25℃～+75℃

5.1.3 湿度范围

空气的相对湿度应符合表4的规定。

表 4 湿度范围

条件	相对湿度
年平均	<75%RH
30天（这些天以自然方式分布在一年中）	≤95%RH
在其他天偶然出现	≤85%RH

5.1.4 海拔

安装地点的海拔不宜超过2 000 m。

如安装在海拔2 000 m以上至5 000 m的断路器的额定工作电流值、额定工作电压值、额定绝缘电压值和额定冲击耐受电压值应乘以修正系数，修正系数不应小于表5规定值。

表 5 高海拔修正系数

海拔高度H（m）	H≤2 000	2 000<H≤3 000	3 000<H≤4 000	4 000<H≤5 000
额定工作电流	1	0.96	0.93	0.9
额定工作电压	1	1	1	1
额定绝缘电压	1	0.93	0.85	0.75
额定冲击耐受电压	1	0.91	0.85	0.8

5.1.5 大气条件

大气压应为63.0 kPa~106.0 kPa（海拔2000m及以下），特殊订货要求除外。高海拔地区的要求应按照GB/T 20645—2021 中7.2.3的要求进行修正。

5.1.6 污染等级

适用于污染等级为3级的环境。

5.1.7 防护等级

除接线端子外，外壳的防护等级应达到IP20。

5.1.8 可靠运行要求

断路器在温度 -25℃~+70℃、相对湿度 ≤95% 的环境条件下长期运行时，应满足不因凝露、潮湿等导致断路器误分闸或拒动。

5.2 工作电源

5.2.1 一般要求

断路器使用交流单相或三相供电，三相供电时，电源出现断相故障，即三相四线供电时断两相电压的条件下，交流电源能维持断路器正常工作。

5.2.2 工作电压范围

工作电压范围应符合以下规定。

规定的工作电压范围	扩展的工作电压范围
$0.65U_e \sim 1.35U_e$	$0.6U_e \sim 1.4U_e$

5.3 材料性能要求

5.3.1 一般要求

在电的作用下可能受到热应力影响的绝缘材料部件，在非正常热和火的作用下不应产生不利的影响。通过6.5.1和6.5.2检验是否符合要求。

断路器的触头材料应为Ag合金，其中动触点的含Ag量大于等于40%，静触点的含Ag量大于等于85%，通过理化试验或光谱分析检测。

5.3.2 灼热丝试验验证

应符合GB/T 14048.1—2023中8.1.2.2要求。并补充以下内容：

固定带电部件的绝缘材料灼热丝试验温度选择960℃；其他非固定带电部件的绝缘材料灼热丝试验温度选择650℃。

5.3.3 基于可燃性类别的试验验证

应符合GB/T 14048.1—2023中8.1.2.3要求。在断路器外壳上取下的绝缘材料的可燃性类别至少满足V-0。

5.3.4 盐雾要求

按照 GB/T 14048.2—2020中8.5要求进行，结果满足GB/T 14048.2—2020中8.5要求。

5.4 机械性能要求

进行机械振动试验后，断路器不应有任何机械损伤，能正常使用，且自动模式和手动模式控制功能正常，试验过程中断路器状态不能发生改变。

5.5 电气要求

5.5.1 电气间隙和爬电距离

电气间隙和爬电距离的最小值应符合GB/T 14048.1—2023中8.1.4要求。

5.5.2 温升

断路器在正常工作条件下，按规定条件进行试验时，其各部件的温升不得超过表6规定的极限值，断路器不应遭到损坏而影响它的功能或使用安全。

表 6 温升值

部件名称	温升极限 K	测量方法
连接外部导体的接线端子	70	热电偶法
绝缘操作手柄	25	

操作时易触及的绝缘外壳的表面	40	
其它零部件,包括安装面直接接触的表面	50	
注1: 除上述所列部件外, 对其它部件不作温升规定, 但以不引起相邻绝缘部件损坏为限。 注2: 操作手柄测试位置为手柄中上部。		

5.5.3 介电性能

5.5.3.1 冲击耐受电压

主电路冲击耐受电压应符合表7的要求。辅助电路和控制电路的冲击耐受电压应符合额定冲击耐受电压为4kV的要求。

对具有隔离功能的分布式光伏塑壳断路器, 断开触头间的冲击耐受电压应符合GB 14048.1—2023中表14的要求。

试验后断路器不应受到影响其功能和使用安全的损害。

表 7 冲击耐受电压要求

额定冲击耐受电压 (U_{imp}) kV	试验电压和相应的海拔				
	U1.2/50 kV				
	海平面	200m	500m	1000m	2000m
8	9.8	9.6	9.3	9	8
注: 适用均匀电场。					

5.5.3.2 工频耐受电压

应符合GB/T 14048.1-2023中8.2.3.2和表8的要求。

表 8 工频耐受电压

测试部位	工频耐受试验值（交流，有效值）V	频率Hz	试验时间min
断路器主电路	2200	50	1
不直接接入主电路的辅助电路和控制电路	1890		

5.5.4 过电流动作特性

满足GB/T 14048.2—2020中7.2.1.2.4要求。

断路器的过电流保护脱扣器采用电子式。

5.5.5 操作性能能力

断路器应能满足表9的操作循环次数要求, 每个操作循环包括一次闭合操作以及接着的一次断开操作。

断路器中的通断电流操作应在“自动模式”下进行, 使用自动分闸和自动合闸进行操作。

表 9 操作循环次数

额定电流 (I_n) ^a	每小时操作	操作循环次数
-----------------------------	-------	--------

		不通电流	通电流	总数
$125 \leq I_n \leq 250$	120	8000	1000	9000
$250 < I_n \leq 250$	120	5000	1000	6000
$315 < I_n \leq 630$	60	5000	1000	6000

^a 给定壳架等级的最大额定电流。

^b 手动操作时最小的操作频率，自动模式操作时最小的操作频率为每小时20次。如果经制造商同意，可提高该操作频率，在这种情况下，所用的操作频率应在试验报告中说明。

^c 在每个操作循环期间，断路器应保持足够的闭合时间，以保证通以全电流，但不超过 2 s。

5.5.6 过载性能

满足GB/T 14048.2—2020中7.2.4.1要求。

5.6 短路性能要求

5.6.1 额定极限短路分断能力（ I_{cu} ）

额定极限短路分断能力（ I_{cu} ）应满足表1要求。

5.6.2 额定运行短路分断能力（ I_{cs} ）

额定运行短路分断能力（ I_{cs} ）应满足表1要求。

5.6.3 额定短时耐受电流能力（ I_{cw} ）

满足GB/T 14048.2—2020中4.3.6.4要求。

选择性类别为B类的断路器，其额定短时耐受电流能力（ I_{cw} ）应满足表2要求。

5.7 电磁兼容（EMC）

满足GB/T 14048.2—2020中附录B.7.3要求。试验后断路器应能正常工作。

5.8 环境试验要求

5.8.1 干热试验

满足GB/T 14048.2—2020中附录F.7要求。

5.8.2 湿热试验

满足GB/T 14048.2—2020中附录F.8要求。

5.8.3 在规定变化率下的温度变化循环试验

满足GB/T 14048.2—2020中附录F.9要求。

5.8.4 耐湿性能试验

满足GB/T 14048.1—2023中附录I要求。

断路器应承受 GB/T 2423.4—2008所规定的严酷等级为高温55℃、试验周期为6昼夜的交变湿热试验。

5.8.5 高温试验

断路器在标称的最高工作温度的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 下，应可靠工作。

5.8.6 低温试验

断路器在标称的最低工作温度的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 下，应可靠工作。

5.9 功耗要求

5.9.1 电压线路功耗

在施加额定电压、额定频率条件下，控制断路器合闸后，每一极电压线路的有功功率和视在功率消耗不应大于2 W、6 VA。

5.9.2 电流线路功耗

断路器在额定电流下，单极线路最大功耗应符合表 10。

表 10 电流线路损耗

断路器 (I_n) ^a A	每极最大功耗 W
$125 \leq I_n \leq 250$	≤ 30
$250 < I_n \leq 400$	≤ 40
$400 < I_n \leq 630$	≤ 80
^a 指给定壳架等级的最大额定电流。	

5.10 功能要求

5.10.1 功能配置

断路器可配置其它选配功能，具体功能配置见表11。

表 11 功能配置表

序号	功能项		配置		技术要求
			必备	选配	
1	控制分合闸 (优先采用电平控制方式)	控制方式要求	√		5.10.4
		控制及反馈信号要求	√		5.10.5
2	基本保护	过载长延时保护	√		5.10.6
3		短路短延时保护	√		
4		短路瞬时保护	√		
5	状态指示功能	指示功能	√		5.10.7
6	电压保护	过欠电压保护	√		5.10.7
7	接地保护	接地故障保护		√	5.11.1
8		剩余电流保护		√	4.11.2
9	频率保护	过频保护		√	5.11.3
10		欠频保护		√	
11	不平衡保护	电压不平衡保护		√	5.11.4

12		电流不平衡保护		√	
13	其他保护	相序保护		√	5.11.5
14		防孤岛保护	√		

5.10.2 通讯功能

应具有1路RS485通信端子，RS485通信默认通信速率为9600bps，断路器上电后3s内RS485接口应可正常通信，可通过通信端子进行断路器功能及相关参数设置，但应限制不能用于控制拉合闸。

RS485输出端子必须符合以下要求：

- （1）与强电端子间应能承受1890V的交流电压历时1分钟的耐压试验；
- （2）应能承受6kV的静电接触放电；
- （3）应能承受2kV的浪涌共模试验；
- （4）A、B端子间应能承受380V的交流电压历时5分钟不损坏。

各项试验后RS485接口应能正常通信。

5.10.3 分合闸要求

- 1) 支持本地手动分合闸；
- 2) 支持远程控制分合闸。

5.10.4 控制方式要求

断路器控制信号采用电平信号控制的断路器。控制信号和动作状态应符合表 12的要求。

控制信号采用无源无极性控制的断路器，控制信号和动作状态应符合表 13的要求。

表 12 断路器电平控制信号和动作状态

序号	相线	控制信号线	初始状态	动作后状态	备注
1	相电压	↑	分闸	合闸	（从 0V 跳变至控制电平）收到合闸信号
2	相电压	额定控制信号电压	合闸	分闸	手动分闸
3	相电压	额定控制信号电压	分闸	合闸	手动合闸
4	相电压	↓	合闸	分闸	（从控制电平跳变至 0V）收到分闸信号
5	相电压	↓	分闸	分闸	（从控制电平跳变至 0V）收到分闸信号
6	相电压	额定控制信号无电压	分闸	分闸	0V 控制信号，不允许合闸（手动）
7	相电压-相线无电压-相电压	额定控制信号电压	合闸	合闸	线路断电前处于合闸状态，线路断电（持续时间小于 150ms）后又上电，不允许分闸或分闸后再合闸
8	相电压-相线无电压-相电压	额定控制信号电压	分闸	分闸	线路断电前处于分闸状态，线路断电（持续时间小于 150ms）后又上电，不允许合闸或合闸后再分闸
9	相电压-相线无电压-相电压	额定控制信号电压	分闸/合闸	分闸	线路断电(持续时间大于 150ms)后，此时应判断为失压状态，断路器应在分闸位置，

					且当线路复电，在电压达到失压恢复值之前，不允许手动合闸
注1：交流控制电平推荐使用AC220 V； 注2：↑指从0 V变化到控制电平，↓指从控制电平变化到0 V。					

表 13 断路器无源无极性控制信号和动作状态

序号	相线	控制信号	初始状态	动作后状态	备注
1	相电压	额定控制信号无激励	分闸	合闸	收到合闸信号
2	相电压	额定控制信号无激励	合闸	分闸	手动分闸
3	相电压	额定控制信号无激励	分闸	合闸	手动合闸
4	相电压	额定控制信号有激励	合闸	分闸	收到分闸信号
5	相电压	额定控制信号有激励	分闸	分闸	收到分闸信号
6	相电压	额定控制信号有激励	分闸	分闸	分闸信号下，不允许合闸（手动）
7	相电压-相 线无电压- 相电压	额定控制信号无激励	合闸	合闸	线路断电前处于合闸状态，线路断电后又上电，不允许分闸或分闸后再合闸
8	相电压-相 线无电压- 相电压	额定控制信号有激励	分闸	分闸	线路断电前处于分闸状态，线路断电后又上电，不允许合闸或合闸后再分闸
注：无源无极性信号包括电平式与脉冲式。					

5.10.5 控制及反馈信号要求

5.10.5.1 断路器电平控制信号要求

5.10.5.1.1 合闸信号

若控制信号采取正半波整流方式，在信号线与N线间串接100 k Ω 电阻，信号端口在断路器工作电压范围内输出电压平均值不低于60 V，正向峰值电压不低于180 V，输出电流不低于0.25 mA，断路器应能正确接收该合闸信号。

若控制信号采取AC220 V电平方式，在信号线与N线间串接100k Ω 电阻，信号端口在断路器工作电压范围内输出60%至120%额定控制电压，输出电流不低于0.6 mA时，断路器应能正确接收该合闸信号。

5.10.5.1.2 分闸信号

若采用交流电平信号控制，在断路器工作电压范围内，串接100k Ω 电阻，其电阻两端电压有效值不高于5 V，正向峰值电压不高于10 V，输出电流不大于0.025 mA，断路器应能正确的接收该分闸信号。

5.10.5.2 断路器无源无极性控制信号要求

当控制信号处于非激励状态时，断路器闭合，当控制信号处于激励状态时，断路器断开。默认控制信号的非激励状态为闭合，激励态为断开，断路器应能正确接收该信号。

5.10.5.3 反馈信号要求

反馈信号通过无源接点方式输出，合闸接通，分闸断开。

5.10.5.4 断路器控制及反馈信号线

控制及反馈信号线线径不小于0.75 mm²，线两端应带有压接好的防反接接线头，接线头型式应满足附录C。

5.10.6 基本保护

5.10.6.1 过载长延时保护

过载长延时保护应符合GB/T 14048.2—2020中的7.2.1.2.4 b) 2)要求。

5.10.6.2 短路短延时保护

短路短延时保护应符合GB/T 14048.2—2020中的7.2.1.2.4 a)要求。

5.10.6.3 短路瞬时保护

短路瞬时保护应符合GB/T 14048.2—2020中的7.2.1.2.4 a)要求。

5.10.7 过欠压保护

断路器过欠压动作逻辑满足以下要求。

表 14 过欠压动作逻辑

序号	动作类型	设置阈值（参考值）	动作范围	动作延时/s（参考值）	断路器状态
1	过压保护	290V	动作范围±10V	默认 5s， (1~60s 可设置)	≥300V，动作； ≤280V，不动作
2	过压恢复	280V	动作范围±10V	/	≤270V，恢复 ≥290V，不恢复
3	欠压保护	160V	动作范围±10V	默认 5s， (1~60s 可设置)	≤150V，动作； ≥170V，不动作
4	欠压恢复	190V	动作范围±10V	/	≥200V，恢复 ≤180V，不恢复
5	失压保护	50V	—	默认 0.3s	≤50V，动作
6	失压恢复	190V	动作范围±10V	/	≥200V，恢复 ≤180V，不恢复

注：

- 1、10 分钟内连续发生 5 次过压分闸后，光伏开关进入自锁状态。此时线路电压再恢复时，光伏开关不会自动合闸，需人为手动将光伏开关合闸后解锁。主回路失压或手动合闸解锁，会重置过压计数次数。断路器过压自锁满 1 小时后（参考值，根据实际需求出厂前设置），如线路电压已恢复正常且满足过压恢复延时，断路器自动解除自锁，自动合闸。
- 2、光伏开关因过载、短路、或人为手动分闸时，不论主回路电压与控制电压如何变化光伏开关不会自动合闸，必须人为手动合闸。
- 3、产品出厂时，光伏开关处于初始位置，在主回路上电前，可手动对光伏开关进行分合闸。主回路第一次上电时，需手动将光伏开关置于合闸位置，光伏开关方可正常工作。
- 4、阈值可根据实际需求出厂前设置或运行过程中设置。

5.11 其他功能要求

5.11.1 接地保护

5.11.1.1 接地故障保护功能

不考虑由于存在直流分量而引起的故障。接地故障保护特性应符合表15接地故障保护动作特性，且接地故障保护功能动作后不允许自动合闸。

表 15 接地故障保护动作特性

整定范围		动作值误差范围	动作时间误差范围
动作或报警阈值 I_g	$(0.4 \sim 1.0) I_n$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$ 或 40 ms 两者取最大
动作或报警延时间	$(0.1 \sim 0.2 \sim 0.3 \sim 0.4) \text{ s}$		

5.11.2 剩余电流保护功能

5.11.2.1 额定剩余动作电流优选值 ($I_{\Delta n}$)

$I_{\Delta n}$ 优选值: 0.05 A, 0.1 A, 0.3 A, 0.5 A, 1.0 A。

5.11.2.2 额定剩余不动作电流值 $I_{\Delta no}$

额定剩余不动作电流值: $I_{\Delta no} \geq 0.5 I_{\Delta n}$ 。

5.11.2.3 额定剩余短路接通和分断能力 $I_{\Delta m}$

满足GB/T 14048.2—2020中B.7.2.2要求。

5.11.2.4 验证环境条件的影响

满足GB/T 14048.2—2020中B.7.2.4要求, 但试验上限温度应为: $60^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 。

5.11.2.5 在剩余电流条件下动作特性

剩余电流条件下动作特性包括非延时型和延时型。

a) 非延时型

满足GB/T 14048.2—2020中B.7.2.1要求。

b) 延时型

对于延时型, 极限不驱动时间按 $2I_{\Delta n}$ 来规定, 并由制造商从下列优先值中选取: 0.06 s, 0.1 s, 0.2 s。

延时型的最大动作时间和极限不驱动时间的推荐值应符合表16。

通过8.12.1.2.4的试验来检验是否符合要求。

注: 极限不驱动时间为0.3 s、0.4 s的动作时间由企业自行规定, 但其动作时间应大于表16极限不驱动时间为0.2 s时相对应的时间。

c) 剩余电流保护功能动作时, 脱扣后在20 s~60 s完成自动重合操作。如果合闸完成后的3分钟内再次发生剩余电流保护脱扣, 则进入闭锁状态。

表 16 延时型的动作特性

极限不驱动时间 ^a	剩余电流	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	$10I_{\Delta n}$
0.06 s	最大动作时间	0.50 s	0.20 s	0.15 s	0.15 s
0.1 s	最大动作时间 ^b	0.80 s	0.30 s	0.30 s	0.30 s
0.2 s	最大动作时间 ^b	1.0 s	0.50 s	0.50 s	0.50 s
^a 表仅对 $2I_{\Delta n}$ 规定了极限不驱动时间。					
^b 此为推荐值, 或按制造商规定值。					

5.11.2.6 在单相负载情况下不动作过电流值

满足GB/T 14048.2—2020中B.7.2.7要求。

断路器应能承受 $6I_n$ 或最大短路脱扣电流整定值的80%中的较小值而不脱扣。

5.11.2.7 试验装置

满足GB/T 14048.2—2020中B.7.2.6要求。

5.11.2.8 在冲击电压引起的浪涌电流的情况下，断路器抗误脱扣的性能

满足GB/T 14048.2—2020中B.7.2.8要求。

5.11.2.9 在接地故障电流含有直流分量的情况下，AC型断路器的工作状况

满足GB/T 14048.2—2020中B.7.2.9要求。

5.11.2.10 功能上与电源电压有关的断路器的附加要求

满足GB/T 14048.2—2020中B.7.2.12要求。

5.11.3 频率保护

5.11.3.1 过频保护

在自动合闸状态下，发生过频故障，断路器应脱扣。在自动模式下，过频故障消除，断路器应可自动合闸；在手动模式下，过频故障消除，断路器不应自动合闸。

过频保护特性应符合表 17。

表 17 过频动作特性

整定值范围		误差范围
动作或报警值	额定频率+ (0 Hz~5 Hz)	± 0.2 Hz
动作或报警时间	0.2 s~15 s	± 40 ms与 $\pm 10\%$ 两者取较大值
恢复值	低于动作整定值0.5 Hz	± 0.2 Hz
恢复时间	90 s~150 s	$\pm 10\%$

5.11.3.2 欠频保护

在自动合闸状态下，发生欠频故障，断路器应脱扣。在自动模式下，欠频故障消除，断路器应可自动合闸；在手动模式下，欠频故障消除，断路器不应自动合闸。

欠频保护特性应符合表 18。

表 18 欠频动作特性

整定值范围		误差范围
动作或报警值	额定频率- (0 Hz~5 Hz)	± 0.2 Hz
动作或报警时间	0.2 s~15 s	± 40 ms与 $\pm 10\%$ 两者取较大值
恢复值	高于动作整定值0.5 Hz	± 0.2 Hz
恢复时间	90 s~150 s	$\pm 10\%$

5.11.4 不平衡保护功能

不平衡保护包括电压不平衡保护与电流不平衡保护，不平衡保护动作后不允许自动合闸。

5.11.4.1 电压不平衡保护

在电压不平衡条件下动作特性，电压不平衡计算公式：

$$V_{ave} = \frac{V_{an} + V_{bn} + V_{cn}}{3} \quad (1)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\max(|V_{an} - V_{ave}|, |V_{bn} - V_{ave}|, |V_{cn} - V_{ave}|)}{V_{ave}} \quad (2)$$

式中：

V_{ave} ——平均电压；

V_{an} ——A相相电压；

V_{bn} ——B相相电压；

V_{cn} ——C相相电压；

ε_1 ——电压不平衡值。

采用 LVUR、VUF、CVUF 等其他计算方法时，制造商应在说明书或其相关资料中加以说明。

电压不平衡保护特性应符合表 19，制造商也可采用其它的整定值级更小的误差范围。

表 19 电压不平衡动作特性

整定范围		动作值误差范围	动作时间误差范围
动作或报警 阈值	2%~30%	±10%	±40 ms 与 ±10%两者取较大值
动作或报警 延时	0.2 s~60 s		

5.11.4.2 电流不平衡保护

在电流不平衡条件下动作特性，电流不平衡保护特性应符合表 19，制造商也可采用整定值级更小的误差范围。

电流不平衡计算公式：

$$I_{ave} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \quad (3)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\max(|I_a - I_{ave}|, |I_b - I_{ave}|, |I_c - I_{ave}|)}{I_{ave}} \quad (4)$$

式中：

I_{ave} ——平均电流；

I_a —— A 相电流；

I_b —— B 相电流；

I_c —— C 相电流；

ε_2 ——电流不平衡值。

表 20 电流不平衡动作特性

整定范围		动作值误差范围	动作时间误差范围
动作或报警阈值	2%~60%	±10%	±10%
动作或报警延时	1 s~60 s		

5.11.5 其他功能

5.11.5.1 相序保护

断路器的相序保护以电压相序为基准，当断路器检测相序与相序保护设定方向相反时，断路器脱扣，推荐采用定时限延时，时间 0.3 s 或按制造商的规定。一旦缺相，断路器应立即禁止该功能。相序保护特性应符合表 21。

表 21 相序保护特性

相序设定	动作时间及误差范围
A-B-C	0.3 s±10%
A-C-B	

通过6.12.4.1的试验来检验是否符合要求。

5.11.5.2 防孤岛保护

通过检测并网点电压的幅值、频率等来探测系统是否处于孤岛状态，来判断是否处于孤岛状态。

电压幅值摆动或摆动范围：500ms 内电压幅值摆动范围超过 30V 且摆动超过[187V，263V]范围，判定孤岛。

电压频率摆动或摆动范围：500ms内电压频率摆动范围超过0.5Hz或摆动超过[49.5Hz~50.5Hz]范围，判定孤岛

注：①摆动范围指一段时间内摆动最大值与最小值之差；

②当幅值孤岛和频率孤岛判据同时成立时，判定系统处于孤岛状态，2s 内切断并网点；

③孤岛恢复条件：持续 10s 电压幅值摆动范围小于 30V，摆动在[187V，263V]范围内且电压频率摆动范围小于 0.5Hz，摆动在[49.5Hz~50.5Hz]范围内；防孤岛保护故障消除后断路器应按表 12、表 13 要求自动合闸。

④孤岛保护动作值、保护开关状态根据实际需求出厂前设置，上述为参考值。

⑤电压幅值摆动定值范围：20~198V（默认30V）；电压频率摆动定值范围：0.1~25Hz（默认0.5Hz）。

6 试验方法

6.1 一般规则

断路器试验项目见附录 B。

6.2 试验条件

按照GB/T 14048.2—2020中8.3.2及B.8的试验条件执行，并补充如下：

如无特殊要求，大气条件如下：

- 1) 温度：(23±2)℃；
- 2) 相对湿度：≤70%；
- 3) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

6.3 标志的耐久性

用手拿一块浸透水的棉花擦标志15 s，接着再用一块浸透脂族己烷溶剂（芳香剂的容积含量最大为0.1%，贝壳松脂丁醇值为29，初沸点约为65℃，干点约为69℃，比重为0.68 g/cm³）的棉花擦15 s进行试验。

对用压印、模压或蚀刻方式制造的标志不进行本试验。

在本试验后，标志应容易识别。在本部分的所有试验后，标志仍应保持容易识别。

标志应不可能轻易地移动，并没有翘曲现象。

6.4 机械性能试验

6.4.1 接线端子的机械性能

按照GB/T 14048.1—2023 中9.2.5要求执行。

6.4.2 振动试验

试验应在下列条件下进行：

- a) 频率范围：10 Hz~150 Hz；
- b) 交越频率：60 Hz；
- c) 频率<60 Hz，恒定振幅1.5 mm；
- d) 频率>60 Hz，恒定加速度10 m/s²；
- e) 每轴扫描周期数：10。

注：10个扫描为一个周期75 min。

试验后，断路器应满足本文件5.4的要求。

6.5 材料性能试验

6.5.1 灼热丝试验

按照GB/T 14048.1—2023 中9.2.2.1要求执行。

固定带电部件的绝缘材料灼热丝试验温度选择960℃；其它非固定带电部件的绝缘材料灼热丝试验温度选择650℃。试验结果应满足4.3.2的要求。

6.5.2 火焰试验、电热丝引燃试验和电弧引燃试验（在材料上进行）

按照GB/T 14048.1—2023 中9.2.2.2要求执行，试验结果应满足5.3.3的要求。

6.5.3 盐雾试验

试验等级：严酷等级 2，两个喷雾周期，每个 2 h，每个喷雾周期后有一个为期 20 h~22 h 的湿热储存周期。试验后，静置 1 小时，测试各电路件及各电路与地间的绝缘电阻，绝缘电阻要求 $\geq 10\text{M}\Omega$ 。试验结果应满足 5.3.4 的要求。

6.6 电气性能试验

6.6.1 电气间隙和爬电距离

按 GB/T 14048.1—2023 附录 G 的方法测量电气间隙和爬电距离，应满足 5.5.1 的要求。

6.6.2 温升

按 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.7 要求执行，试验结果应满足 5.5.2 的要求。

6.6.3 介电性能

按照 GB/T 14048.2—2020 中除 8.3.3.3.1 5) 以外要求执行，并补充如下：

- a) 按 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.3.1 2) c) ①和②：正常工作位置，包括脱扣位置；
- b) 按 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.3.1 3) c)：对本部分而言，连接至主电路的带固态器件的电路，在进行本试验时应该断开；
- c) 试验电压应施加于断路器触头处于断开位置时的电源端和负载端之间（N 极除外），且电源端应连接在一起，负载端连接在一起，试验电压应符合 GB/T 14048.1—2023 中表 14 要求。

6.6.4 过电流条件下动作特性

按照 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.2 要求执行。

6.6.5 操作性能能力

按照 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.4 要求执行，并对其操作循环次数和方式补充如下：断路器应符合表 7 规定的操作循环要求，每个操作循环包括一次闭合操作以及接着的一次断开操作。

断路器应按正常使用条件操作，试验电路按图 1。

断路器通电流操作在“自动模式”下进行，使用自动分闸和合闸操作，每小时操作循环次数为 20 次，通电流循环操作次数应满足本文件表 9 规定的要求。

断路器不接负载，用自动操作方式进行本文件表 9 规定的不通电流操作循环。

6.6.6 过载性能

按照 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.5 要求执行，对于具有表 11 中选配功能的断路器，进行此项试验时，选配功能应关闭。

6.6.7 试后验证

在 5.6.5、5.6.6 试验后，完成 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.6，8.3.3.7 和 8.3.3.8 试验项目，补充验证本文件断路器试后控制功能。

6.7 短路性能试验

6.7.1 额定运行短路分断能力试验（I_{cs}）

按照 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.4 要求执行，并补充本文件 6.11.5 断路器试后控制功能验证。

6.7.2 额定极限短路分断能力试验（I_{cu}）

按照 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.5 要求执行，并补充本文件 6.11.5 断路器试后控制功能验证。

6.7.3 额定短时耐受电流试验（I_{cw}）

按照 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.6 要求执行，并补充本文件 6.11.5 断路器试后控制功能验证。

6.8 电磁兼容

6.8.1 抗扰度试验

抗扰度试验要求如下：

a) 谐波电流

参照 GB/T 17626.13—2006 进行。

试验电平以下两种方案任选一种：

- 1) 依次采用二种波形：由基波和三次谐波构成的波形、由基波和五次谐波构成的波形；
- 2) 由基波及三次、五次和七次谐波分量组成的波形。

试验时，断路器应闭合，试验过程中，断路器不应脱扣。

试验后，断路器应满足本文件 5.7 的要求。

b) 静电放电

参照 GB/T 17626.2—2018 进行。

空气放电，试验电压为 8 kV；接触放电，试验电压为 6 kV。

试验时，断路器应闭合，试验过程中，断路器不应脱扣。

试验后，断路器应满足 5.7 的要求。

c) 射频电磁场辐射

参照 GB/T 17626.3—2016 进行。

条件：10 V/m，80 MHz～2 GHz；3 V/m，1.4 GHz～6 GHz。

试验时，断路器应闭合，试验过程中，断路器不应脱扣。

试验后，断路器应满足 5.7 的要求。

d) 电快速瞬变脉冲群

参照 GB/T 17626.4—2018 进行。

电源端口：4 kV，信号端口：2 kV，重复频率：5 kHz 和 100 kHz。

试验时，断路器应闭合，试验过程中，断路器不应脱扣。

试验后，断路器应满足 5.7 的要求。

e) 浪涌

参照 GB/T 17626.5—2019 进行。

严酷等级 4，开路试验电压为 4.0kV。

试验时，断路器应闭合，试验过程中，断路器不应脱扣。

试验后，断路器应满足 5.7 的要求。

f) 射频场感应的传导骚扰（共模）

参照 GB/T 17626.6—2017 进行。

电源端口：10 V，频率：150 kHz～80 MHz。

试验时，断路器应闭合，试验过程中，断路器不应脱扣。

试验后，断路器应满足 5.7 的要求。

g) 电流暂降

参照 GB/T 14048.2—2020 中附录 F.4.7 进行。

试验时，断路器应闭合，试验过程中，断路器不应脱扣。

试验后，断路器应满足本文件 5.7 的要求。

6.8.2 发射试验

发射试验要求如下：

a) 射频辐射骚扰（30 MHz～1 000 MHz）

按 GB/T 14048.2—2020 中附录 F.5.4 和附录 J.3.3 进行。

试验按 GB 4824—2019 规定，在 30 MHz～1 000 MHz 下试验。

试验时，断路器应闭合，试验过程中，断路器的发射值不应超过所应用环境的限值。

b) 射频传导骚扰（150 kHz～30 MHz）

GB/T 14048.2—2020 中附录 J.3.2 进行。

试验按 GB 4824—2019 规定，在 150 kHz～30 MHz 下试验。

试验时，断路器应闭合，试验过程中，断路器的发射值不应超过所应用环境的限值。

6.9 断路器的环境试验

6.9.1 干热试验

按照GB/T 14048.2—2020中附录F.7要求执行，试验结果应满足5.8.1的要求。

6.9.2 湿热试验

按照GB/T 14048.2—2020中附录F.8要求执行，试验结果应满足5.8.2的要求。

6.9.3 在规定变化率下的温度变化循环

按照GB/T 14048.2—2020中附录F.9要求执行，试验结果应满足5.8.3要求。

6.9.4 耐湿性能试验

按照GB/T 14048.1—2023中附录I要求执行，试验结果应满足5.8.4要求。

试验结束前，按 $2U_n$ ，不小于1 000 V，进行1 min的工频耐压试验，应无绝缘击穿闪络现象。试验后，被试断路器进行外观检查，应无影响其继续使用的变化。

6.9.5 高温试验

6.9.5.1 脱扣试验

对断路器在标称的最高工作温度的 $\pm 2^\circ\text{C}$ 时进行高温脱扣试验。试验内容应包含通过自动分闸信号控制的断路器脱扣试验，如断路器具有选配功能，也应做相应试验。

试验过程中，断路器处于合闸带电状态（通额定电压），其运行状态为冷态时，不脱扣状态至少保持 2 h，之后进行脱扣试验。

试验后，断路器应能满足本文件 6.11.5 要求。

6.9.5.2 不脱扣试验

断路器在标称的最高工作温度的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 按照 GB/T 2423.2—2008 中规定，对断路器进行高温操作试验。试验过程中断路器处于合闸带电状态（通额定电压），试验运行时间为 96 h。试验过程中，断路器不应脱扣，试验后，断路器应能满足 6.11.5 要求。

6.9.6 低温试验

6.9.6.1 脱扣试验

对断路器在标称的最低工作温度的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 温度时进行低温脱扣试验。试验内容应包含通过自动分闸信号控制的断路器脱扣试验，如断路器具有选配功能，也应做相应试验。

试验过程中，断路器处于合闸带电状态（通额定电压），其运行状态为冷态时，不脱扣状态至少保 2 h，之后进行脱扣试验。

试验后，断路器应能满足 6.11.5 要求。

6.9.6.2 不脱扣试验

断路器在标称的最低工作温度的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 按照 GB/T 2423.1—2008 中规定，对断路器进行低温操作试验。试验过程中断路器处于合闸带电状态（通额定电压），试验运行时间为 96 h。实验过程中，断路器不应脱扣，试验后，断路器应能满足 6.11.5 要求。

6.10 功耗试验

6.10.1 电压线路功耗测量试验

断路器处于自动分闸或合闸动作结束后，施加额定电压、额定频率，通电 30 分钟后进行功耗测试，功耗应符合本文件中 5.9.1 的规定。

6.10.2 电流线路功耗测量试验

断路器处于合闸状态，单极线路最大功耗应符合本文件中 5.9.2 的规定。

6.10.3 控制线路功耗试验

控制功能应满足表 12 要求，控制信号施加额定电平，分合闸动作时可从相线短暂用电， $I_c \leq 1 \text{ mA}$ 。

6.11 功能试验

6.11.1 控制功能

6.11.1.1 控制信号分合闸试验

控制信号采用交流电平的试验

断路器施加 U_c ，控制端采用交流电平。

- 23 \pm 2 $^{\circ}\text{C}$ 环境中，施加 60%~120% 额定控制电压，串接 100 k Ω 电阻 ($\pm 1\%$)。重复试验 15 次，每次试验的时间间隔为 60 s，断路器应符合表 10 的要求。
- 23 \pm 2 $^{\circ}\text{C}$ 环境中，施加 380 V 的控制电压，串接 100 k Ω 电阻 ($\pm 1\%$)。将电压信号加在断路器的控制端，历时 10 min，断路器应无损坏。
- 对控制信号输入端施加平均值不低于 60 V（半波整流）或有效值不低于 130 V（正弦波），正向峰值电压 180 V 的信号，断路器应能正常执行合闸动作。

- d) 对控制信号端输入端施加平均值不高于 36 V（半波整流）或有效值不高于 25%额定控制电压（正弦波），断路器应能正常执行分闸动作。重复试验 3 次，每次试验的时间间隔为 60 s。

控制信号采用无源无极性的试验

对控制端施加激励信号，断路器应符合表11的要求，重复试验15次。每次试验的时间间隔为60 s。

6.11.1.2 控制条件试验

断路器应符合 4.10.4 的要求，重复试验 3 次，试验后断路器应无损坏。并补充以下试验：在自动合闸状态下，发生过流保护分闸后，断路器只允许手动模式下的合闸操作。

以上试验的试验次数为 3 次。

6.11.1.3 合闸和分闸时间试验

6.11.1.3.1 合闸时间试验

在断路器进线端施加额定电压 U_e ，并将断路器处于分闸状态。对控制端施加 U_c 或非激励状态信号，断路器应合闸，合闸时间应不大于 60 s。重复试验 3 次，每次试验的时间间隔为 60 s。

6.11.1.3.2 分闸时间试验

断路器处于合闸状态，对控制端施加零电平信号或激励状态信号，断路器应分闸，分闸时间应不大于 2 s。重复试验 3 次，每次试验的时间间隔为 30 s。

6.11.1.4 上电延时试验

仅对电平信号控制的断路器做此项试验。在系统断电状态下，重新上电，控制信号发出，7s（±30ms）内断路器应保持原状态，8s（±30ms）后方可进行相应分合闸动作。该实验仅针对非故障脱扣情况。

6.11.1.5 验证在手动模式位置时，自动模式下的合闸功能退出

断路器手动模式下，在断路器进线端施加额定电压 U_e ，并将断路器处于合闸状态。

先用手柄进行分闸，断路器应能分闸，之后用手柄进行合闸，断路器应能合闸，然后施加零电平信号或激励状态信号指令，断路器应分闸。

接着分别施加自动合闸信号指令，断路器不应合闸，等待判定自动合闸的时间不少于 180 s。

试验进行 3 次。

6.11.1.6 验证保护功能动作后防自动合闸功能

6.11.1.6.1 验证过电流动作后的防自动合闸功能

验证过电流动作后的防自动合闸功能试验步骤如下：

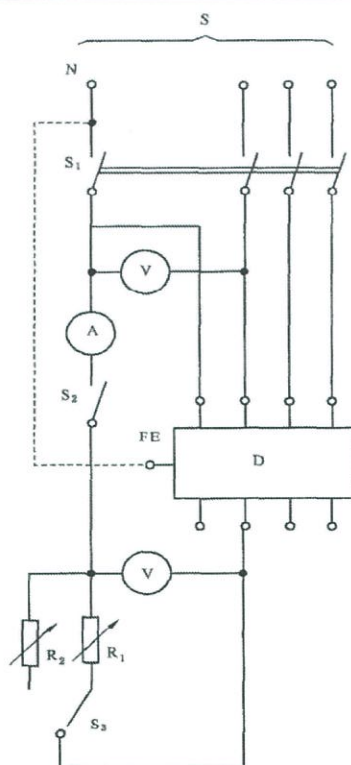
a) 验证短路动作后的防自动合闸功能

试验电路按图1，在常温下进行。

试验可在任何合适电压下进行，但自动合闸功能的控制电路应施加额定电压（允许将自动合闸功能的控制电路电源与主回路隔离）。

对断路器任意二极串联后通以一个高于或等于其短路电流整定值 120% 的试验电流（见 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.3.1.2），断路器应脱扣。脱扣后，断路器不能自动合闸，等待判定自动合闸的时间不少于 180 s。

试验进行 3 次。



说明：

- S —— 电源；
- N —— 中性连接点；
- S₁ —— 多极开关；
- S₂、S₃——单极开关；
- V —— 电压表；
- A —— 电流表；
- D —— 被试断路器
- R₁、R₂——可调电阻；
- FE —— 功能接地。

图 1 自动合闸性能试验电路

b) 验证过载动作后的防自动合闸功能

试验电路按图1，在常温下进行。

试验可在任何合适电压下进行，但自动合闸功能的控制电路应施加额定电压（允许将自动合闸功能的控制电路电源与主回路隔离）。

对断路器各相极的脱扣器同时通电，施加一个高于或等于其过载电流整定值130%、低于其短路整定电流值80%的试验电流，断路器应脱扣。脱扣后，断路器不能自动合闸，等待判定自动合闸的时间不少于180s。

试验进行3次。

6.11.1.6.2 验证选配功能动作后的防自动合闸功能

试验电路按图 1，在常温下进行。

试验可在任何合适电压下进行，但自动合闸功能的控制电路应施加额定电压（允许将自动合闸功能的控制电路电源与主回路隔离）。

若断路器具有表 11 中的选配功能，需按本文件中对应选配程序测试。

试验进行 3 次。

6.11.2 基本保护试验

6.11.2.1 过载长延时保护试验

过载长延时保护试验应按 GB/T 14048.2—2020 中的 8.3.3.2.3 b) 规定进行。

6.11.2.2 短路短延时保护试验

短路短延时保护试验应按 GB/T 14048.2—2020 中的 8.3.3.2.2 规定进行。

6.11.2.3 短路瞬时保护试验

短路瞬时保护试验应按 GB/T 14048.2—2020 中的 8.3.3.2.2 规定进行。

6.11.3 状态输出功能和指示功能试验

通过直观检查及参照制造商的说明书来检验，功能应满足 3.18 的要求。

6.11.4 过欠压保护试验

通过调压器按照动作电压对断路器施加不同大小电压，断路器应满足 5.10.7 中表 14 的动作逻辑要求、自锁与解除自锁要求。

6.11.5 断路器试验后控制功能验证

断路器试验后应先按 5.11.1 验证控制功能。

6.12 其他功能验证

6.12.1 接地保护特性试验

6.12.1.1 接地故障动作特性试验

试验要求

断路器按照图 1 进行接线。测量电流的仪表应能正确地显示（或可以测定）真有效值。

在常温环境下，对断路器任意选取的一极进行试验。

接地故障电流稳定增加时，验证动作正确性

试验开关 S_3 保持接入 R_1 中，开关 S_1 、 S_2 以及断路器处于闭合位置，调节电阻 R_1 ，使电流从不大于 $0.5I_g$ 开始稳定地增加，并在 30 s 内达到 $1.0I_g$ 值，每次试验时测量脱扣电流。

5 次测量值均应符合 5.11.1.1 要求。

突然出现接地故障电流时，验证动作的正确性

调节电阻 R_1 ，使电流达到规定的接地故障电流值，试验开关 S_2 和断路器处于闭合位置，然后闭合试验开关 S_1 使电路中突然产生接地故障电流。

每次试验时断路器应脱扣。

对每个剩余动作电流值测量 5 次分断时间。

每次测量值均应符合 5.11.1.1 要求。

6.12.1.2 带剩余电流保护功能的断路器试验

6.12.1.2.1 额定剩余短路接通和分断能力试验 $I_{\Delta m}$

GB/T 14048.2—2020中B.7.11适用。

6.12.1.2.2 验证环境条件的影响

GB/T 14048.2—2020中B.7.12和本文件5.11.2.4要求进行。

6.12.1.2.3 剩余电流动作特性试验

GB/T 14048.2—2020中B.7.2适用，按本文件中5.11.2的要求且应符合以下规定。

- a) 对GB/T 14048.2—2020中B.7.2.5在温度极限下的试验，低温修正为： $-25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；高温修正为： $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 选任一极，分别持续通以 $I_{\Delta n}$ 、 $2I_{\Delta n}$ 、 $5I_{\Delta n}$ 的剩余电流，在断路器前加入一级开关，产品保持合闸状态，闭合前一级开关，以突然施加电压和剩余电流，断路器应符合 GB/T 14048.2—2020 中 B.7.2 和本文件中 5.11.2.5 的时间要求。

6.12.1.2.4 验证在过电流条件下不动作电流的极限值

GB/T 14048.2—2020中B.7.5适用。

6.12.1.2.5 试验装置

GB/T 14048.2—2020中B.7.5适用。

- a) 对断路器施加 1.1 倍最高额定电压的电压，快速地操作试验装置 25 次，间隔时间为 5 s，每次操作前重新闭合断路器；
- b) 然后，在 0.85 倍最低额定电压下重复 a) 项试验，操作试验装置 3 次。
- c) 接着，重复 a) 项试验，但只试 1 次，试验装置的操作工具保持在闭合位置 5 s。

就这些试验而言：

- 1) 对于标出电源端和负载端的断路器，电源连接方式应按标志要求；
- 2) 对于没有标出电源端和负载端的断路器，则电源应依次接至每一组接线端子，或同时接至两组接线端子上。

每次试验时，断路器应动作。

对于具有可调剩余动作电流的断路器：

- 1) 应用最小整定值来进行 a) 项和 c) 项试验；
- 2) 应用最大整定值来进行 b) 项试验。

对于具有延时可调的断路器，试验应在最大延时整定值下进行。

6.12.1.2.6 在冲击电压引起的浪涌电流的情况下，断路器抗误脱扣的性能

按照GB/T 14048.2—2020中B.7.6要求执行。

6.12.1.2.7 功能上与电源电压有关的断路器附加试验

按照GB/T 14048.2—2020中B.7.9要求执行。

6.12.2 频率保护特性试验

6.12.2.1 过频动作特性试验

验证过频动作值及动作时间

通以低于整定频率0.2 Hz的额定电压，保持2倍的厂家声明动作时间，断路器不应动作或报警。

然后重复上述试验，通以高于整定频率0.2 Hz的额定电压，断路器应在规定的时间内动作，动作时间和报警值时间应符合5.11.3.1中表17的要求。

验证过频恢复值及恢复时间

6.12.2.1.1 试验后，将频率调整到高于厂家声明的恢复值0.2 Hz，保持2倍的厂家声明的恢复时间，断路器不应合闸。

然后将频率调整到低于厂家声明的恢复值0.2 Hz，断路器应延时合闸，且延时时间应符合5.11.3.1中表17的要求。

6.12.2.2 欠频动作特性试验

6.12.2.2.1 验证欠频动作值及动作时间

通以高于整定频率0.2 Hz的额定电压，保持2倍的厂家声明动作时间，断路器不应动作或报警。

然后重复上述试验，通以低于整定频率0.2 Hz的额定电压，断路器应在规定的时间内动作，动作时间和报警值时间应符合5.11.3.2中表18的要求。

6.12.2.2.2 验证欠频恢复值及恢复时间

6.12.2.2.1试验后，将频率调整到低于厂家声明的恢复值0.2 Hz，保持2倍的厂家声明的恢复时间，断路器不应合闸。

然后将频率调整到高于厂家声明的恢复值0.2 Hz，断路器应延时合闸，且延时时间应符合5.11.3.2中表18的要求。

6.12.3 不平衡功能

6.12.3.1 电压不平衡动作特性试验

电压不平衡动作或报警值测试

在整定范围内分别设定上限值和下限值，三相同时通 U_e 信号然后分别调节U1、U2、U3相信号，直至不平衡延时报警或延时脱扣，记录电压值，其不平衡值应符合5.11.4.1中表19的要求。

电压不平衡报警或动作时间测试

在整定范围内分别设定上限值和下限值，调整好三相电压信号，突加信号至断路器，记录不平衡延时报警或延时脱扣时间，延时时间应符合5.11.4.1中表19的要求。

6.12.3.2 电流不平衡动作特性试验

6.12.3.2.1 电流不平衡动作值或报警值测试

在整定范围内分别设定上限值和下限值，三相同时通 I_e 信号然后分别调节I1、I2、I3相信号，直至不平衡延时报警或延时脱扣，记录电流值，其不平衡值应符合5.11.4.2中表20的要求。

6.12.3.2.2 电流不平衡报警或动作时间测试

在整定范围内分别设定上限值和下限值，调整好三相电压信号，突加信号至断路器，记录不平衡延时报警或延时脱扣时间，延时时间应符合5.11.4.2中表20的要求。

6.12.4 其他保护功能

6.12.4.1 相序保护特性试验

相序保护特性试验要求为：

- a) 相序保护动作整定值设定为A、B、C，改变断路器输入端电压或电流任意两相的顺序，比如为A、C、B，B、A、C等，断路器应动作，延时动作时间应符合5.11.5.1中表21的要求；
- b) 相序保护动作整定值设定为A、C、B，改变断路器输入端电压或电流任意两相的顺序，比如为A、B、C，B、A、C等，断路器应动作，延时动作时间应符合5.11.5.1中表21的要求。

6.12.4.2 防孤岛保护试验

按NB/T 32010—2013的附录B进行相关试验，断路器应能按保护要求动作。

7 验收

7.1 全性能验收

按相关国家标准及行业标准、以及本标准规定的试验项目、试验要求和试验方法进行检验，以确定电能表用外置断路器规定的特性并证明其与本标准要求的符合性。全性能试验的样品数量应不少于10台，试验项目和项目不合格类别的分类见附录 B，其中 A 类不合格权值为 1.0，B 类不合格权值为 0.6，C 类不合格权值为 0.2。

验收结果的判定参照以下原则：

a) 检验中，以样本的 A 类不合格或其他类不合格折算为 A 类不合格，作为不合格判定数。

b) 除另有说明外，对在同一样本上重复出现的不合格（以 A 类计算），均按一个不合格计。

c) 检验中发现任一样品的 A 类不合格或其他类不合格，折算为 A 类不合格的权值，累积数大于或等于 1 时，则判为验收不合格。

7.2 抽样验收试验

断路器到货后，按相关国家标准及行业标准，以及本技术标准的要求，进行抽样验收试验，抽样验收的样品数量应不少于4台，试验项目参见附录 B。每种不同批次和不同的规格产品应单独进行抽样验收试验。验收结果判定标准与全性能验收一致。

8 包装、运输、存储

8.1 包装

产品包装应根据断路器的性质、特点和储运条件进行包装设计。包装箱应标示有制造厂名称、产品名称、产品型号、检验日期、生产周期和包装数量。包装箱外应印刷或贴有“小心轻放”、“怕湿”等运输标识。包装箱外印刷或贴的标识不可因运输条件和自然条件而褪色、脱落。包装箱应符合防潮、防尘、防震的要求，包装向内应有装箱清单、产品合格证、附件及相关随机文件。

8.2 运输

除非另有规定，允许用任何运输工具运输，在运输过程中应避免雨淋、撞击和靠近酸、碱等腐蚀性物质。

8.3 存储

包装完好的产品放在温度为 0~40℃、相对湿度<70%、大气压力为 86kPa~106kPa、通风和无腐蚀性气体的仓库中存储。

附录 A（规范性附录）断路器外形尺寸

本附录规定了断路器的外形尺寸要求。

A.1 外形尺寸限值

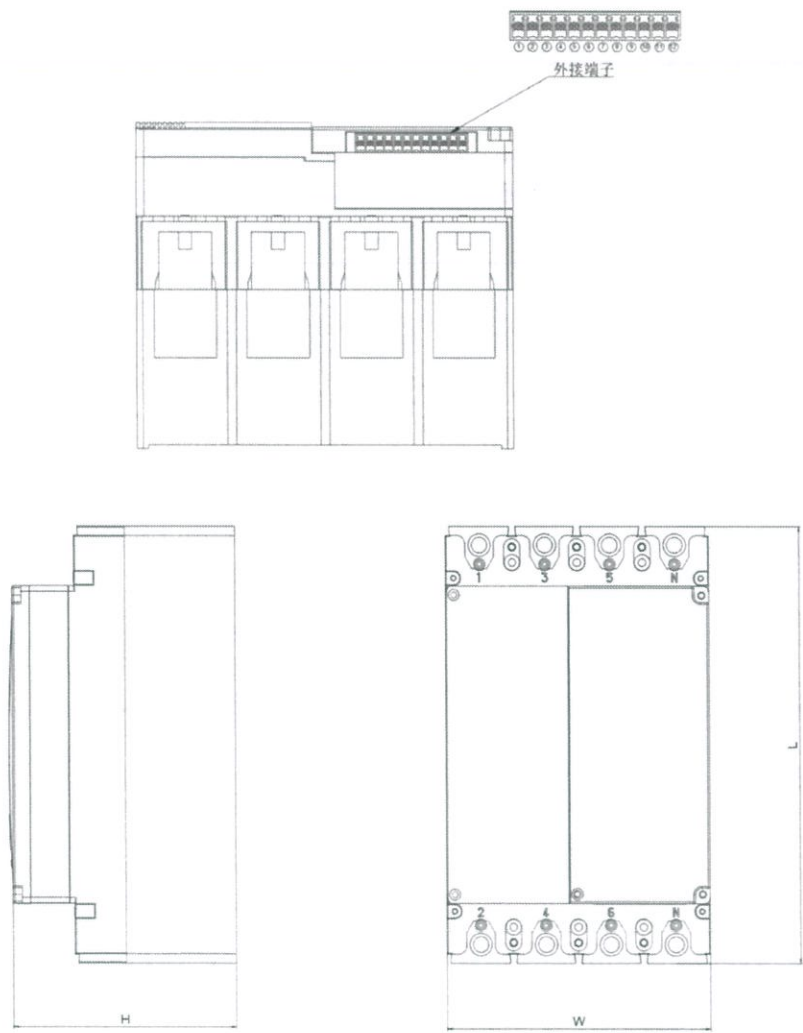
断路器外形尺寸限值见表A.1。

表A.1 断路器外形尺寸限值

额定电流 (I_n) ^a A	长 (L) mm	宽 (W) mm	高 (H) mm
$125 \leq I_n \leq 250$	≤ 240	≤ 142	≤ 140
$250 < I_n \leq 630$	≤ 335	≤ 200	≤ 180
^a 指给定壳架等级的最大额定电流。			

A.2 外形与安装尺寸

断路器外形与安装尺寸示意图见图A。



图A.1 塑壳断路器外形与安装尺寸示意图

A.3 断路器外接接口要求

断路器对外接口采用3.5 mm间距12芯可插拔端子，接口及顺序如图A.3所示，对外接口定义应满足表A.2要求。

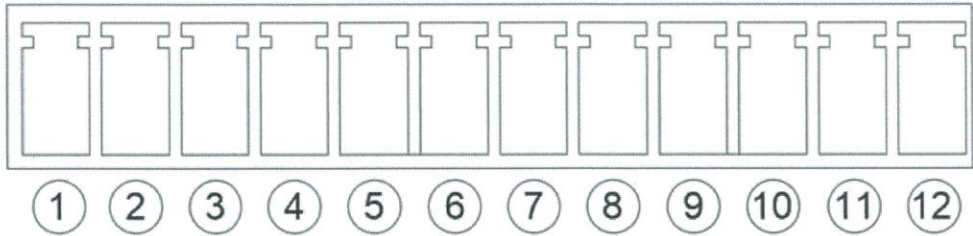


图 A.3 断路器对外接口图

表 A.2 断路器对外接口定义

编号	信号引脚	信号说明
1	C	控制信号 C（AC220V）
2	预留	
3	F	反馈信号 F
4	预留	
5	DI_C	无源无极性控制节点-费控（非激励：断路器合闸；激励：断路器分闸）
6	COM1	公共端（控制）
7	预留	
8	NO	无源辅助触点-常开（断路器分闸时，端子 8、9 断开）
9	COM2	公共端（辅助触点）
10	预留	
11	A	RS485A 通讯接口
12	B	RS485B 通讯接口
注：1.接口顺序对应图 A.1 中仰视图。		
2.当交流电平信号与无源无极性信号同时存在时，优先使用交流电平信号控制。		

附录 B（规范性附录）断路器试验项目

断路器应按表B.1的规定进行试验。

表B.1 试验项目

序号	试验类别	不合格类别	全性能试验	抽样验收试验
1	尺寸检查	C	●	●
2	外观检查	C	●	●
3	标识耐久性	C	●	
4	接线端子的机械性能	B	●	
5	振动试验	B	●	
6	灼热丝试验	B	●	
7	火焰试验、电热丝引燃试验和电弧引燃试验	B	●	
8	盐雾试验	B	●	
9	电气间隙和爬电距离	A	●	
10	温升	A	●	
11	介电性能	A	●	●
12	过电流条件下动作特性	B	●	●
13	操作性能能力	A	●	●
14	过载性能	B	●	●
15	断路器试验后控制功能验证	B	●	●
16	额定运行短路分断能力试验 (I_{cs})	A	●	
17	额定极限短路分断能力试验 (I_{cu})	A	●	
18	额定短时耐受电流试验 (I_{cw})	A	●	
19	谐波电流*	A/B	●	
20	静电放电*	A/B	●	●
21	射频电磁场辐射*	A/B	●	
22	电快速瞬变脉冲群*	A/B	●	●
23	浪涌*	A/B	●	●
24	射频场感应的传导骚扰（共模）*	A/B	●	
25	电流暂降*	A/B	●	
26	辐射射频干扰	B	●	
27	传导射频干扰	B	●	
28	干热试验*	A/B	●	
29	湿热试验*	A/B	●	
30	在规定变化率下的温度变化循环*	A/B	●	

低压分布式光伏塑壳断路器技术规范书（通用部分）

31	耐湿性能试验	B	●	
32	高温试验*	A/B	●	
33	低温试验*	A/B	●	
34	电压线路功耗测量试验	B	●	
35	电流线路功耗测量试验	B	●	
36	控制线路功耗试验	B	●	
37	控制功能试验	A	●	●
38	基本保护试验	B	●	●
39	分合闸状态输出功能	B	●	●
40	过欠压保护试验	A	●	●
41	接地故障动作特性试验 [△]	B	●	
42	剩余电流保护功能试验 [△]	B	●	
43	过频动作特性 [△]	B	●	
44	欠频动作特性 [△]	B	●	
45	电压不平衡动作特性 [△]	B	●	
46	电流不平衡动作特性 [△]	B	●	
47	相序保护特性 [△]	B	●	
48	防孤岛功能试验	A	●	●

注：（1）带△项目为选配该功能时进行试验。

（2）*项目试验后出现控制功能异常、元器件损坏或状态变化时判为A类不合格。

（3）*项目试验后出现其他不影响设备使用功能的异常情况时判为B类不合格。

附录 C（规范性附录）信号线接线头型式

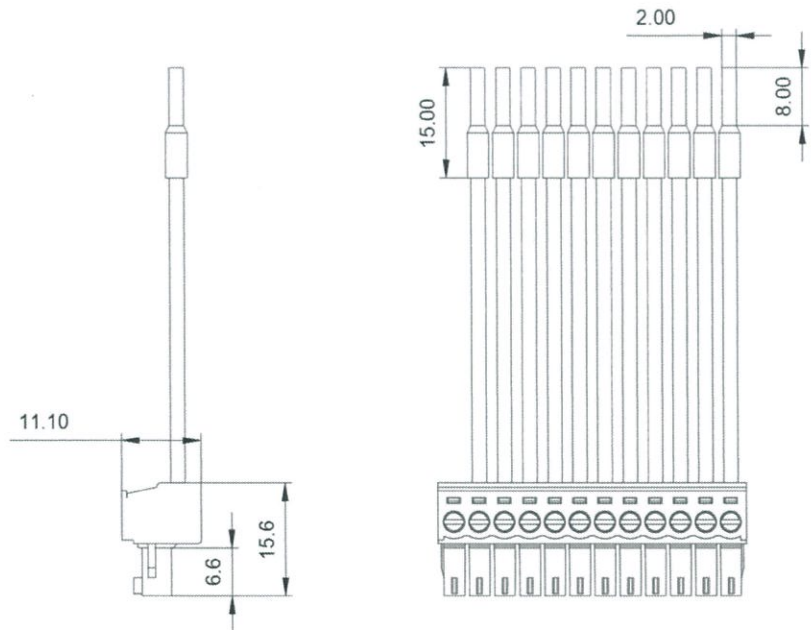


图 C.1 信号线接线头方式

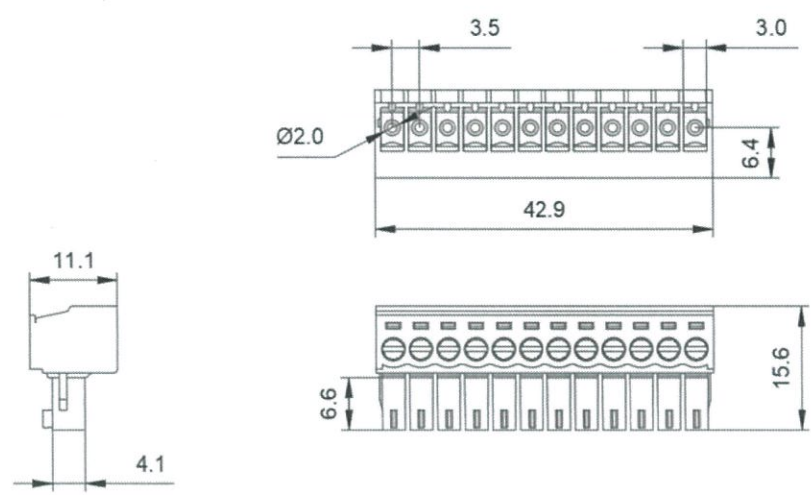


图 C.2 信号线接线头尺寸图

注：图 C.1、C.2 为 12 芯信号线接线头型式，如根据实际需求选用不同芯数信号线时，型式参考上图。