

**Q/DX**

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 技 术 文 档

低压智能断路器  
企业标准

V01.00

2022-06-15 发布

2022-07-01 实施

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司      发 布

## 目 录

1 范围 .....	5
2 规范性引用文件 .....	5
3 术语和定义 .....	6
3.1 低压智能断路器.....	6
3.2 热记忆.....	6
4 符号 .....	6
5 总体原则 .....	7
6 分类 .....	7
6.1 按开关的极数分.....	7
6.2 按是否适合隔离分.....	8
6.3 按有功电能准确度等级分.....	8
6.4 按壳架等级分.....	8
7 标志 .....	8
7.1 应可见部分.....	8
7.2 可被遮挡部分.....	9
7.3 应标明或载明部分.....	9
8 台区智能融合终端交互 .....	9
8.1 自适应接入.....	9
8.2 参数配置与查询.....	9
8.3 数据交互.....	9
8.4 在线升级.....	9
8.5 拓扑信息.....	9
8.6 终端协同控制.....	10
9 技术要求 .....	10
9.1 特性要求与功能配置.....	10
9.2 电能质量监测.....	13
9.3 结构要求.....	14
9.4 性能要求.....	16
9.5 电源要求.....	17
9.6 参数设置及查询.....	18
9.7 通信接口.....	18
9.8 交互性能.....	18
9.9 基本保护.....	19
9.10 附加保护.....	19
9.11 操作系统.....	23
9.12 测量要求.....	23
9.13 通信要求.....	25

9.14 扩展要求.....	27
9.15 电磁兼容性要求.....	29
9.16 环境要求.....	30
9.17 环保要求.....	30
9.18 抗其他影响量要求.....	30
10 试验.....	31
10.1 试验条件.....	31
10.2 结构试验.....	31
10.3 性能试验.....	33
10.4 电源试验.....	35
10.5 通信试验.....	35
10.6 基本保护试验.....	36
10.7 附加保护实验.....	37
10.8 测量试验.....	40
10.9 电磁兼容性试验.....	42
10.10 抗其他影响量试验.....	46
10.11 环境试验.....	48
11 使用条件.....	49
11.1 环境条件.....	49
11.2 海拔条件.....	50
11.3 外磁场.....	50
11.4 污染等级.....	50
11.5 防护等级.....	50
11.6 安装条件.....	50
12 包装、运输、存储.....	50
12.1 包装.....	50
12.2 运输.....	50
12.3 存储.....	50
13 检验规则.....	51
13.1 检验分类.....	51
13.2 型式检验.....	51
13.3 转 V 认证检验.....	52
13.4 出厂检验.....	52
13.5 研发自测.....	52
13.6 专业检测.....	52
13.7 到货检测.....	52
13.8 硬件变更.....	52
13.9 抽检检验.....	52
附录 A.....	1
断路器工作参数配置.....	1

附录 B.....	2
B.1    蓝牙接口要求 .....	2
B.2    蓝牙建立通信流程 .....	2
附录 C.....	4
C.1 设备代码 .....	4
C.2 ID 号标识代码 .....	4
C.3 二维码信息 .....	4
附录 D.....	6
附录 E.....	10
E.1 试验设备 .....	10
E.2 试验过程 .....	10
附录 F.....	12
F.1 特征电流信号发送 .....	12
F.2 特征电流接收.....	13
F.3 电流信号识别.....	13
F.4 接收信号强度 .....	13
F.5 接收信息存储次数 .....	13
附录 G.....	14
附录 H.....	15
附录 I.....	16
附录 J.....	19
附录 K.....	23
版本记录 .....	25

## 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，参考国家电网规范要求及国家和行业标准，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低压智能断路器企业标准 V1.0》。

本标准主要适用对象为低压智能断路器，指导公司低压智能断路器的设计、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。

## 低压智能断路器标准 V01.00

### 1 范围

本标准作为青岛鼎信低压智能断路器（以下简称为“断路器”）的内控标准。用于指导断路器的设计、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。如未特别说明本标准使用于国网设备部低压断路器，特别包括剩余电流保护断路器（DL3-DX3N-XXX）、物联网智能断路器（DL3-DX3-XXXX）及光伏断路器。

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，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。当引用标准与本标准的要求有冲突时，应以本标准为准。

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 2423.3—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验C：恒温湿热方法

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 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 2900.18—2008 电工术语 低压电器

GB 14048.1—2012 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 22710—2008 断路器用电子式断路器标准

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 17215.211—2021 电测量设备（交流）—通用要求、试验和试验条件 第11部分：测量设备

GB/T 17215.321—2021 电测量设备（交流） 特殊要求 第21部分：静止式有功电能表（A级、B级、C级、D级和E级）

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 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验

GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验

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

GB/T 17626.12—2013 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验

GB/T 4208 外壳防护等级 (IP 代码)

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 18216.12—2010 交流1000V和直流1500V以下低压配电系统电气安全防护措施的试验、测量或监控设备  
第12部分：性能测量和监控装置 (PMD)

GB/T 20645—2021 特殊环境条件 高原用低压电器技术要求

GB/T 26572—2011 电子电气产品中限用物质的限量要求

JJF 1245.1—2019 安装式交流电能表型式评价大纲 有功电能表

DL/T 630 交流采样远动终端技术条件

DL/T 645—2007 多功能电能表通信协议

DL/T 698.44—2017 电能信息采集与管理系统 第4-4部分：通信协议-微功率无线通信协议

DL/T 698.45—2017 电能信息采集与管理系统 第4-5部分：通信协议—面向对象的数据交换协议

Q/GDW 10827—2020 三相智能电能表技术规范

Q/GDW 10364—2020 智能电能表功能规范

Q/GDW 11008—2013 低压计量箱技术规范

Q/GDW 11421—2020 电能表外置断路器技术规范

Q/GDW 10355—2020 单相智能电能表型式规范

### 3 术语和定义

JJF 1245.1、GB/T 2900.18、GB 14048.1、GB/T 14048.2、GB/T 14048.3、GB/T 17215.211和GB/T 18216.12界定的以及下列术语和定义适用于本文件：

#### 3.1 低压智能断路器

断路器本体保护特性符合GB/T 14048.2的要求，具备高精度测量、数据存储、通讯、自诊断、拓扑识别等功能，支持与台区智能融合终端（以下简称融合终端）信息交互。

#### 3.2 热记忆

在断路器过电流时电流恢复正常或断开一个短时间(在此期间电器和设备还不能恢复至冷态)后再出现过电流，断路器能根据电流恢复正常或断开时间长短持续记录设备因电流而产生的能量，并将该能量值作为与设定值比较的依据。如果能量未衰减到零之前电路再次过电流，断路器的保护延时时间将比规定的时间短。

### 4 符号

下列符号适用于本文件：

C 脉冲常数

F 额定频率

$I_{cm}$  额定短路接通电流

$I_{cs}$  额定运行短路分断能力

$I_{cu}$  额定极限短路分断能力

$I_{\Delta n}$  额定剩余动作电流  
 $I_{\Delta no}$  额定剩余不动作电流  
 $I_{\Delta ar}$  自动重合闸额定动作剩余电流  
 $I_{cw}$  额定短时耐受电流  
 $I_{min}$  最小电流  
 $I_{max}$  最大电流  
 $I_n$  额定电流  
 $I_{tr}$  转折电流  
PF 功率因数  
 $U_e$  额定工作电压  
 $U_i$  额定绝缘电压  
 $U_{imp}$  额定冲击耐受电压  
 $t_r$  过载长延时动作时间  
 $T_r$  过载长延时动作时间整定值  
 $I$  实际运行电流  
 $I_r$  过载长延时动作电流整定值  
 $t_{sd}$  短路短延时整定时间  
 $I_{sd}$  短路短延时脱扣整定电流  
 $I_i$  短路瞬时脱扣整定电流  
 $I_g$  接地故障整定电流  
 $U_{ov}$  过压动作电压整定值  
 $T_{ov}$  过压动作时间整定值  
 $U_{uv}$  欠压保护电压整定值  
 $T_{uv}$  欠压保护时间整定值  
 $U_d$  断相保护电压整定值  
 $T_d$  断相保护时间整定值

## 5 总体原则

- 1) 断路器应满足配电及新兴业务需求，支持与融合终端信息交互；
- 2) 断路器本地通信单元应采用模块化设计，支持热插拔，互通互换，支持即插即用；
- 3) 断路器控制单元宜采用模块化设计；
- 4) 断路器主控类、模拟量采集类、存储类、通信类芯片宜采用国产芯片；
- 5) 断路器宜支持操作系统。

## 6 分类

### 6.1 按开关的极数分

- a) 1P+N；



- b) 3P;
- c) 3P+N;
- d) 4P。

#### 6.2 按是否适合隔离分

- a) 适合隔离;
- b) 不适合隔离。

#### 6.3 按有功电能准确度等级分

- a) B 级;
- b) C 级;
- c) D 级。

#### 6.4 按壳架等级分

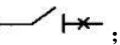


- a) 160 A;
- b) 250 A;
- c) 400 A;
- d) 630 A;
- e) 800 A。

### 7 标志

每个断路器应以耐久的方式标出下列数据:




#### 7.1 应可见部分

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:

- a) 资产管理码、制造商名称或商标、型号或系列号、额定工作电压 ( $U_e$ )、额定绝缘电压 ( $U_i$ )、额定冲击耐受电压 ( $U_{imp}$ )、额定电流 ( $I_n$ )、过载长延时整定电流 ( $I_{r1}$ )、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;
- b) 相应于额定工作电压 ( $U_e$ ) 的额定运行短路分断能力 ( $I_{cs}$ );
- c) 相应于额定工作电压 ( $U_e$ ) 的额定极限短路分断能力 ( $I_{cu}$ );
- d) 适合用作隔离符号 ;
- e) 额定短时耐受电流 ( $I_{cw}$ ) 和相应的短延时;
- f) 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, 应加标记 , 例如:  
AC 440 V ;
- g) 断路器所满足的相应标准 (如 GB/T 14048.2)、使用类别 Cat B、3C 标志;
- h) 断路器名称、生产日期、脉冲常数 (C)、指示灯名称、对外端子名称。


具有自动重合闸功能的剩余电流保护断路器 (CBAR) 以下数据也应标在断路器本体上, 试验装置的操作件不应采用红色或绿色, 推荐采用浅色。

- a) 额定剩余动作电流 ( $I_{\Delta n}$ );
- b) 剩余动作电流整定值 (CBAR 具有几个剩余动作电流时);

- c) 额定剩余短路接通和分断能力( $I\Delta m$ );
- d) 剩余电流有无直流分量情况下的动作特性:AC型 CBAR 用符号  表示、A 型 CBAR 用符号  表示;
- e) 试验装置的操作件上应标上字母“T”,或者在操作件附近表明文字“试验”;
- f) 如果必须区分电源端和负载端,则它们应有明显的标志(例如在相应的接线端子附近用“电源”和“负载”表示或用表示电功率流向的箭头表示),或者 CBAR 的主电路的进线端用1、3、5表示,出线端用2、4、6表示,专门用于连接中性线回路的接线端子应标志字母“N”;
- g) 指示切换开关(装置)的模式:“自动重合闸”和“手动重合闸”;
- h) 复位时间;
- i) 自动重合闸额定控制电源电压 $U_s$ 。
- j) 对于延时型应标出 $2I\Delta n$ 时的极限不驱动时间。标志方法是用符号  $\Delta t$ 表示,并在其后标上极限不驱动时间;另一种标志方法是当极限不驱动时间为0.06s(S型)时,则可用符号  表示;

## 7.2 可被遮挡部分

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:

- a) 额定频率、使用类别、符合标准号、计量准确度等级;
- b) 用于保护导体的接地端子,如果适用,用符号  表示(GB/T 5465.2—2008);
- c) 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;
- d) 中性极线端子,如果适用,用字母“N”;

## 7.3 应标明或载明部分

下列数据应标明在断路器上或载明在出版的资料中:

接线图、防护等级、指示灯功能说明。

# 8 台区智能融合终端交互

## 8.1 自适应接入

断路器应支持自适应接入融合终端。

## 8.2 参数配置与查询

- 1) 断路器可接收融合终端的时钟召测和对时命令。
- 2) 断路器参数要求

断路器应支持融合终端读取和设置工作参数,参数配置表见附录A《断路器工作参数配置表》。

## 8.3 数据交互

断路器与融合终端交互的数据包括电能质量实时监测值、冻结值、数据记录及断路器状态等信息。交互数据项可参考附录D《融合终端数据交互表》要求。

## 8.4 在线升级

断路器支持通过融合终端对设备进行在线升级。升级过程总体可分为升级请求、升级文件下载与确认以及执行升级与结果查询过程。详细升级流程见附录G《断路器在线升级流程》。

## 8.5 拓扑信息

断路器支持与融合终端配合实现台区拓扑识别。

## 8.6 终端协同控制

断路器应支持融合终端管理，配合执行融合终端控制策略。

- 1) 断路器应支持融合终端控制分闸，响应融合终端发出的分闸命令；
- 2) 断路器（具有重合闸功能的断路器）可支持融合终端控制合闸，响应融合终端发出的合闸命令。

## 9 技术要求

### 9.1 特性要求与功能配置

#### 9.1.1 特性要求

##### 9.1.1.1 额定工作电压（ $U_e$ ）

额定工作电压 $U_e$ ： AC 240V 或 AC 400V。

##### 9.1.1.2 额定电流（ $I_n$ ）优选值

额定电流 $I_n$ ： 80 A、100 A、125 A、160 A、200 A、250 A、315 A、400 A、500 A、630 A、700 A、800 A。

##### 9.1.1.3 额定频率（ $f$ ）优选值

额定频率（ $f$ ）： 50 Hz。

##### 9.1.1.4 额定绝缘电压（ $U_i$ ）优选值

额定绝缘电压： $U_i \geq 800$  V。

##### 9.1.1.5 额定冲击耐受电压（ $U_{imp}$ ）优选值

额定冲击耐受电压： $U_{imp} \geq 8$  kV。

##### 9.1.1.6 短路特性

符合GB/T 14048.2—2020 中 4.3.6 规定，具体要求如下。

###### ——额定短路接通能力（ $I_{cm}$ ）

断路器的额定短路接通能力（ $I_{cm}$ ）是在规定的额定工作电压、额定频率以及一定的功率因数(对于交流)或时间常数(对于直流)下断路器的短路接通能力值，用最大预期峰值电流表示。

对于交流，断路器的额定短路接通能力应不小于其额定极限短路分断能力乘以表2所列系数 $n$ 的乘积。

对于直流，断路器的额定短路接通能力应不小于其额定极限短路分断能力。

额定短路接通能力表示断路器在对应于额定工作电压的适当外施电压下能够接通电流的额定能力。

###### ——额定短路分断能力

断路器的额定短路分断能力是在规定的条件及额定工作电压下对断路器规定的短路分断能力值。

###### a) 额定极限短路分断能力( $I_{cu}$ )

断路器的额定极限短路分断能力按相应的额定工作电压规定断路器在 10.3.5.2 规定的条件下应能分断的极限短路分断能力值。它用预期分断电流(kA)表示(在交流情况下用交流分量有效值表示)。

###### b) 额定运行短路分断能力( $I_{cs}$ )

断路器的额定运行短路分断能力是按相应的额定工作电压规定断路器在 10.3.5.2 规定的条件下应能分断的运行短路分断能力值。它用预期分断电流(kA)表示,或用  $I_{cu}$  的百分数表示(例如  $I_{cs}=25\%I_{cu}$ )。  $I_{cs}$  至少应等于 25% $I_{cu}$ 。

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	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
$I_n \leq 250$	35	35
$250 < I_n \leq 800$	85	65

表 2 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
$20 < I \leq 50$	0.25	2.1
$50 < I$	0.2	2.2

#### ——额定短时耐受电流

断路器的额定短时耐受电流 ( $I_{cw}$ ) 是制造商在按 10.3.5.3 规定的试验条件下对断路器确定的短时耐受电流值。

对于交流，此电流为预期短路电流交流分量的有效值，并认为在短延时时间内是恒定的。

与额定短时耐受电流相应的短延时应不小于 0.05s，其优选值如下：

0.05s-0.1s-0.25s-0.5s-1s

额定短时耐受电流应不小于表所示的相应值，例如  $I_n = 250A$  时，取  $I_{cw} = 5kA/1S$ 。

表 3 额定短时耐受电流最小值

额定电流 $I_n$ A	额定短时耐受电流 $I_{cw}$ 的最小值 KA
$I_n \leq 2500A$ $I_n > 2500A$	$12I_n$ 或 5，取较大者 30

#### 9.1.1.7 电流规格

断路器最大电流 ( $I_{max}$ ) 为  $1.2I_n$ ，最小电流为  $0.004I_n$ ，转折电流为  $0.05I_n$ ，应符合表 4 的规定。

表 4 电流规格

额定电流 ( $I_n$ ) A	最小电流 $I_{min}$ A	转折电流 $I_{tr}$ A	最大电流 $I_{max}$ A
80	0.32	4	84
100	0.4	5	105
125	0.5	6.25	131.25
160	0.64	8	168
200	0.8	10	210
250	1	12.5	262.5
315	1.26	15.75	330.75
400	1.6	20	420
500	2	25	525

630	2.52	31.5	661.5
700	2.8	35	735
800	3.2	40	840

#### 9.1.1.8 工作电压

断路器工作电压范围应符合表5要求。

表5 工作电压范围

规定的工作电压范围	扩展的工作电压范围	极限工作电压范围
0.7U <sub>e</sub> ~1.3U <sub>e</sub>	0.35U <sub>e</sub> ~1.3U <sub>e</sub>	0.0U <sub>e</sub> ~1.3U <sub>e</sub>

#### 9.1.1.9 参比条件

参比电压标准值：1P+N断路器为220 V，3P断路器为380 V，3P+N和4P断路器为3×220 V。

参比电流标准值：1.0I<sub>n</sub>。

参比频率标准值：50 Hz。

参比环境：参比温度为23 °C±2°C，相对湿度为45%~75%。

#### 9.1.2 功能配置

断路器功能配置参数见表6要求。

表 6 断路器功能表

序号	功能		配置	
			必备	选配
1	电能质量监测	可监测各相电压有效值、电流有效值、频率、功率，三相不平衡、谐波等稳态特性指标	√	
2	参数设置及查询	时钟召唤和对时功能	√	
		参数设置和查询	√	
		保护定值	√	
3	通信功能	至少 1 路 RS-485 通信	√	
		蓝牙通信	√	
		具备高速电力线载波通信	√	
		红外通信	√	
		微功率无线		√
4	拓扑识别	支持拓扑识别功能		√
5	数据记录	冻结数据	√	
		统计记录	√	
		数据清零	√	
6	自诊断	存储器故障识别、断路器超温、ADC 采集回路失效、电池欠电报警	√	
		断路器温度、时钟电池电压监测	√	
		接线端子或触头温度、操作次数/触头磨损等数据监测		√
7	分合闸控制	融合终端控制分闸	√	
		融合终端控制合闸		√
8	断路器位置状态及运行状态监测	分合闸状态	√	
		运行状态	√	
9	热记忆	支持热记忆功能		√

10	新能源发电侧并网管理	监测断路器进线端与出线端电压，只有电网侧电压与频率均正常，且发电侧无输出电压时才允许合闸		√
11	信息安全防护	支持安全防护功能	√	
12	基本保护	过载长延时保护	√	
		短路短延时保护	√	
		短路瞬时保护	√	
13	附加保护	剩余电流保护		√
		接地故障保护		√
		接通电流脱扣保护		√
		过电压保护		√
		欠电压保护		√
		相序保护		√
		接线端子温度保护		√
		频率保护		√
		逆功率保护		√
		被动式孤岛保护		√
		断零保护		√
		停电脱扣		√
14	操作系统	支持操作系统		√

## 9.2 电能质量监测

断路器应具备电能质量监测功能Ⅱ类要求，具体要求见表7。

表7 断路器电能质量监测要求

电能质量监测指标		I 类	Ⅱ 类	Ⅲ类
稳态指标	电压有效值	必选	必选	必选
	电压偏差	必选	必选	必选
	电流有效值	必选	必选	可选
	频率	必选	必选	必选
	频率偏差	必选	必选	可选
	功率	有功功率、无功功率、视在功率和功率因数	必选	必选
		基波有功功率、基波无功功率和基波视在功率	必选	可选
		等效视在功率、等效功率因数、基波等效视在功率、非基波等效视在功率和不平衡视在功率	必选	可选
	三相不平衡	电压正序、负序和零序分量，电流正序、负序和零序分量	必选	可选
		电压负序和零序不平衡度、电流负序和零序不平衡度	必选	必选
	谐波	谐波电压含有率	2~50 次必选	2~13 次必选
		谐波电流有效值	2~50 次必选	2~13 次必选
		电压总谐波畸变率	2~50 次必选	2~13 次必选
		谐波功率	2~50 次必选	2~13 次必选
		谐波相角	2~50 次必选	可选

	电流总谐波畸变率	2~50 次必选	可选	可选
	间谐波	必选	可选	可选
	闪变	必选	可选	可选
	电压波动	必选	可选	可选
暂态指标	电压暂降	必选	可选	可选
	电压暂升	必选	可选	可选
	短时中断	必选	可选	可选
	触发记录的电压、电流波形数据	必选	可选	可选
I 类监测点采用专用电能质量监测终端，监测终端应满足 Q/GDW 10650.2 和 Q/GDW 10650.3 的要求，监测指标的测量方法与测量准确度应满足 A 级要求。 II 类监测点采用具备部分电能质量指标测量功能的非专用终端，例如台区智能融合终端等，监测指标的测量方法与测量准确度应满足 Q/GDW 10650.2 规定的 S 级要求。 III 类监测点采用具备基本电能质量指标测量功能的非专用终端，例如智能电能表、光伏并网断路器、光伏逆变器、电能质量治理设备等，监测指标的测量方法与测量准确度应满足 Q/GDW 10650.2 规定的 S 级要求。				

### 9.3 结构要求

#### 9.3.1 外观要求

断路器的外观应符合以下要求：

- 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；
- 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；
- 操作断路器时，容易触及的外部部件需用绝缘材料制成。

断路器尺寸符合附录H的要求；

本地通信单元载波模块尺寸应符合Q/GDW 10355—2020中附录 C 规定。

#### 9.3.2 材料要求

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。

#### 9.3.3 结构段说明

给定壳架等级的断路器，若下列特点之一不相同，可视为不同结构段：

- 内部载流部件的材料，镀层和尺寸，但允许有列于下面a)、b)、c)、f) 和g) 中的差异；
- 主触头的尺寸、材料、结构和连接方法；
- 任何内置手操机构，其材料和物理特性；
- 模压和绝缘材料；
- 熄灭电弧装置的工作原理，材料和结构；
- 过电流脱扣装置的基本结构，但允许有列于下面的a)、b) 和c) 中的差异。

如下的差异仍视为同一结构段：

- 接线端尺寸，只要电气间隙和爬电距离不减少；
- 对于热磁脱扣器，其确定电流额定值的脱扣元件的尺寸和材料；
- 供脱扣器运行的电流互感器的二次线圈；
- 附加于内置操作工具的外加操作工具；
- 型式标志和/或纯美学特征(例如标签)；



- f) 在2极和4极派生断路器中，将其中一极中的脱扣装置用连接导体来取代,作为不带保护的中性极；
- g) 将3极断路器去掉中间电流通路变成2极断路器；
- h) 电子脱扣装置中嵌入的软件(固件) 的差异，对要求的性能，特别是脱扣功能无影响；
- i) 电子脱扣单元硬件的差异，因在布局相同的PCB板上省略掉一些元器件(例如旋钮，显示器等)。

#### 9.3.4 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表8的要求：

表8 电气间隙和爬电距离

额定冲击耐受电压 U <sub>imp</sub> (kV)	电气间隙(mm)	额定绝缘电压 (V)	爬电距离(mm)
2.5	0.8	320	5
4	1.2	400	6.3
5	2	500	8
8	3	630	10
12	4.5	800	12.5

#### 9.3.5 接线端子

符合14048.1-2012 7.1.8 “端子”部分，具体如下。

##### 9.3.5.1 端子的结构要求

端子所有的接触部件和载流部件都应由导电的金属制成，并应有足够的机械强度。

端子的连接应该用螺钉、无螺纹型或其他等效方法与导体连接以保证维持必要的接触压力。

端子的结构应能在适合的接触面间压紧导体，而不会对导体和端子有任何显著的损伤。

端子应设计成不允许导体移动或其他移动不应有害于电器的正常运行及不应使绝缘电压值下降至低于额定值。

如使用需要，端子和导体之间可仅通过铜导体的电缆接线片连接。

##### 9.3.5.2 端子连接导线的能力

制造商应规定端子适用联接的导线的类型（硬线或软线，单芯线或多股线），最大和最小导线截面以及同时能接至端子的导线根数。

##### 9.3.5.3 端子的连接

用于连接外部导线的端子在安装时应容易进入并便于接线。

端子紧固用螺钉和螺母除固定端子本身就位或者防止其松动外，不应作为固定其他任何零部件之用。

##### 9.3.5.4 端子的识别和标志

端子标志应清楚和永久地识别；中性线的端子应标以字母“N”来识别。保护接线端子应采用颜色标志（绿-黄的标志）或适用的PE、PEN符号来识别，或用图形符合标志在电器上。

#### 9.3.6 机械影响

断路器应能承受正常运行及常规运输条件下的机械振动和冲击而不造成失效和损坏。

#### 9.3.7 ID号及二维码

断路器 ID 号及二维码要求详见附录C。



## 9.4 性能要求

### 9.4.1 温升极限

符合GB/T 14048.2-2020中7.2.2规定，满足表9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9 温升值

部件名称	温升极限 K	测量方法
线圈（欠压、分励）	100	电阻法
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：表中绝缘线圈温升极限是按年平均温度为 20 ℃条件下推荐的，年平均温度超过 20 ℃时的温升极限由用户与制造商协商。

### 9.4.2 介电性能

#### 9.4.2.1 冲击耐受电压

符合GB/T 14048.1-2012中7.2.3.1规定，满足表10的要求。试验时无非故意的击穿放电现象。

表10 冲击耐受电压值

测试部位	试验电压和相应的海拔									
	U1.2/50 kV									
	海平面		200m		500m		1000m		2000m	
Uimp (KV)	8	12	8	12	8	12	8	12	8	12
主电路所有接线端子连接一起和外壳或安装板之间。	9.8	14.8	9.6	14.5	9.3	14	9	13.3	8	12
主电路每极与其他极连接在一起并接至外壳或安装板之间	9.8	14.8	9.6	14.5	9.3	14	9	13.3	8	12
电器触头处于断开位置的电源端子和负载 端子之间（不具有隔离功能电器）	9.8	14.8	9.6	14.5	9.3	14	9	13.3	8	12
电器触头处于断开位置的电源端子和负载 端子之间（隔离电器）	12.3	18.5	12.1	18.1	11.7	17.5	11.1	16.7	10	15

#### 9.4.2.2 工频耐受电压

符合GB/T 14048.1-2012中7.2.3.2规定，满足表12的要求。试验时无闪络、击穿现象。

工频试验电压应在下列情况下采用：

- 介电试验作为型式试验，用于验证电器的固体绝缘；
- 用于电器试验后的故障判别依据，在电器分断试验和短路试验后进行介电性能验证；
- 在耐湿试验后进行介电性能验证；
- 常规试验；

隔离电器的泄漏电流。对于额定工作电压 $U_e$ 高于50V的隔离电器应验证其泄漏电流，在每一断开触头间的泄漏电流。电器在施加试验电压为 $1.1U_e$ 时，其泄漏电流不应超以下规定的允许值：

- 新的电器每极的允许泄漏电流为0.5mA；

——按有关产品标准的要求接通和分断试验后的电器，每极的允许漏电电流为2mA。

对于任何情况下隔离电器在1.1U<sub>e</sub>下极限泄漏电流不应超过6mA。

表11 工频耐受电压值

测试部位	工频耐压试验值（交流，有效值） V	频率 Hz	试验时间 min
	U <sub>i</sub> =1000V		
主电路所有端子与外壳或安装板之间	2200	50	1
主电路每极与其他极连接在一起并接至外壳或安装板之间	2200		
隔离的通信接口连接在一起与主电路及其连接的所有端子之间	4200		

### 9.4.3 操作性能

符合 GB/T 14048.2—2020 中 7.2.4.2 规定，满足的要求。包括主回路不通电的操作性能和主回路通以电流的操作性能试验。每个操作循环包括：闭合操作后接着断开操作（不通电流的操作性能实验），或者接通操作后接着分断操作（通电流的操作性能试验）。

表12 操作循环次数

额定电流 <sup>a</sup> A	每小时操作循环次数 <sup>b</sup>	操作循环次数		
		不通电流	通电流 <sup>c</sup>	总数
$I_n \leq 100$	120	8500	1500	10000
$100 < I_n \leq 315$	120	7000	1000	8000
$315 < I_n \leq 630$	60	4000	1000	5000
$630 < I_n \leq 800$	20	2500	500	3000

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，断路器应保持闭合—足够的时间，以保证通以全电流，但不超过 2 s。

### 9.4.4 过载性能

适用于额定电流小于和等于630A的断路器，应能完成主电路电流大于其额定电流时的操作循环次数。每一操作循环包括一次接通操作和紧接着的一次分断操作。

符合GB/T 14048.2—2020 中 7.2.4.1 规定，满足表13要求。

表13 过载性能的试验电路特性

	交流	直流
电流	$6 \times I_n$	$2.5 \times I_n$
恢复电压	$1.05 \times U_{\max}$	$1.05 \times U_{\max}$
U <sub>manx</sub> =断路器的最高工作电压（选取标称最大额定电压的 1.05 倍）		

## 9.5 电源要求

### 9.5.1 主供电源

无辅助电源情况下，主电路所有相电流不小于  $0.4I_n$ ，断路器应能可靠工作，且具备基本保护功能（过载长延时保护、短路短延时保护、短路瞬时保护）；主电路任意相电流小于  $0.4I_n$ 时，断路器不应误动作。

### 9.5.2 辅助电源

- a) 工作电压范围应符合表5的规定；
- b) 工作频率：50HZ；
- c) 断路器采用交流三相四线供电，AC220V/50Hz，任断二相时，交流电源可供断路器正常工作；
- d) 进线端供电方式，保证断路器分闸后仍可正常工作；

### 9.5.3 后备电源

- a) 当主供电电源供电不足或消失后，后备电源应保证掉电前电能量数据、停电事件保存不丢失；
- b) 在只有备电电源时，至少可维持60S，并实现最后读取一次数据；
- c) 后备电源工作时，主供电电源恢复，断路器正常工作。

### 9.5.4 电压线路功耗

在施加参比电压、参比频率条件下，断路器处于非通信状态时（如使用通信模块，通信模块处于待机状态），每一极电压线路的有功功率和视在功率消耗不应大于1.5W、6VA。

断路器在通信状态下，电压三相线路的总有功功率不应大于4W。

### 9.5.5 电流线路损耗

断路器在参比电流和参比频率下，单极线路最大损耗应符合表14的要求。

表14 电流线路损耗

断路器 $I_n$ (A)	每极最大损耗 (W)
$80 \leq I_n \leq 250$	$\leq 30$
$250 < I_n \leq 400$	$\leq 40$
$400 < I_n \leq 630$	$\leq 80$
$630 < I_n \leq 800$	$\leq 120$

## 9.6 参数设置及查询

### 9.6.1 时钟参数

- a) 断路器应有计时单元，计时单元的日计时误差 $\leq \pm 0.5s/\text{天}$ ；
- b) 断路器可接收融合终端或本地手持设备的时钟召测和对时命令。

### 9.6.2 工作参数

- a) 可通过融合终端或手持设备设置和查询下列参数：
- b) 断路器固定参数、保护参数、密码、安装参数等，具体参照附录A。

## 9.7 通信接口

符合Q/GDW 10355-2020 附录D定义载波通讯模块，满足如下要求。

断路器提供通信模块模拟电源，当断路器运行在工作电压范围： $12 \pm 1V$ ；负载电流0~125mA，秒平均电流不超过125mA，峰值电流不超过250mA，且持续时间不超过20ms。通信口的驱动不小于2mA，且输出低电平是不小于0.4V。

通信接口必须与强电隔离。

## 9.8 交互性能

断路器可实现与融合终端交互。

## 9.9 基本保护

### 9.9.1 过载长延时保护

过载长延时保护推荐使用反时限保护方式，其时间-电流特性曲线描述如下：

$$t = K t_R / (n^\alpha - \beta), \quad n = I / I_R$$

式中 $t_R$ 为过载长延时整定时间， $I_R$ 为过载长延时脱扣整定电流， $K$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 均为常数，可自行定义。

$\alpha$ 推荐采用值：0.02、0.5、1.0、2.0、4.0；

$\beta$ 推荐在 $0 \leq \beta \leq 1.15$ 之间。

过载长延时保护应符合表15规定的要求。

表15 反时限过电流断开脱扣器在基准温度下的断开动作特性

所有相极通电		约定时间/h
约定不脱扣电流	约定脱扣电流	
1.05 倍整定电流	1.3 倍整定电流	2 <sup>a</sup>
a 当 I <sub>n</sub> ≤63A 时，为 1h。		

基于电流的真有效值(RMS)，对过负荷进行保护，整定范围及精度符合表16。

表16 过载长延时保护整定范围及精度

$I_R$ (A)		$(0.4 \sim 1.0) \times I_n$ (步进 $0.1 I_n$ ) (默认 $1 I_n$ )，反时限特性
脱扣特性	$T_R$ (s)	3~18S (步进 1s) (默认 12s)
	$\leq 1.05 I_R$	>2h 不脱扣
	$> 1.30 I_R$	脱扣，动作时间符合 $t_R = (6 I_R)^2 \times T_R / I^2$
	时间误差	$\pm 10\%$

### 9.9.2 短路短延时保护

短路短延时保护应符合的规定、整定范围及精度符合表17。

表17 短路短延时保护整定范围及精度

$I_{sd} (\times I_R)$		$(2.0 \sim 12) \times I_R$ 连续可调(步进 $1 I_R$ ) (默认 $6 I_R$ )
脱扣特性	$T_{sd}$ (s)	$0.1s \sim 1.0s$ (步进 $0.1s$ ) (默认 $0.4s$ )
	$T$ (动作时间)	定时限特性时: $T = T_{sd}$
		反时限特性时: $T = (64/n^2) \times T_{sd}$ , $n = I/I_R$
	$\leq 0.85 I_{sd}$	不脱扣
	$> 1.15 I_{sd}$	整定时间脱扣
时间误差		$\pm 10\%$

### 9.9.3 短路瞬时保护

短路瞬时保护功能应能防止配电系统的金属性固体短路，此类故障短路电流比较大，除开关自身固有的动作时间外，使断路器无任何人为延时脱扣的保护。短路瞬时保护整定范围及精度符合表18。

表18 短路瞬时保护整定范围及精度

$I_i (\times I_R)$		$(4 \sim 14) \times I_R$ (步进 $1 I_R$ ) (默认 $10 I_R$ )
脱扣特性	$\leq 0.85 I_i$	不脱扣
	$\geq 1.15 I_i$	<200ms 脱扣

## 9.10 附加保护

### 9.10.1 过压保护

过压保护是针对线路出现过电压状况设计的保护功能，动作方式可以是脱扣或报警；保护特性的整定范围、整定值、动作特性及误差范围见表19。

表19 过压保护整定范围及精度

$U_{ov}$ (V)	250~350V/OFF (步进 1V) (默认 280V)	
脱扣特性	$T_{ov}$ (s)	3~15s (步进 1s) (默认 10s), 定时限特性
	$\leq 0.9U_{ov}$	不脱扣
	$\geq 1.05U_{ov}$	脱扣
	时间误差	$\pm 10\%$

### 9.10.2 欠压保护

欠压保护是针对线路出现欠电压状况设计的保护功能，动作方式可以是脱扣或报警。保护特性的整定范围、整定值、动作特性及误差范围见表20。

表20 欠压保护整定范围及精度

$U_{uv}$ (V)	70~200V/OFF (步进 1V) (默认 170V)	
脱扣特性	$T_{uv}$ (s)	3~15s (步进 1s) (默认 10s), 定时限特性
	$\leq 0.95U_{uv}$	脱扣
	$\geq 1.05U_{uv}$	欠压不脱扣
	时间误差	$\pm 10\%$

### 9.10.3 断相保护

断相保护是针对线路出现相线缺失状况设计的保护功能，当线路电源端出线缺相时，断路器保护跳闸。当线路恢复到正常电压后，可自动合闸投运。用户可自行设定或关闭保护。保护特性的整定范围、整定值、动作特性及误差范围见表21。

表21 断相保护整定范围及精度

$U_d$	10~65V/OFF (步进 1V) (默认 30V)	
脱扣特性	$T_d$ (s)	3~15s (步进 1s) (默认 5s)
	$\leq 0.8U_d$	脱扣
	$\geq 1.2U_d$	断相不脱扣
	时间误差	$\pm 10\%$

注：如果同时投入欠压保护，超出断相保护阈值时，进入欠压保护阈值范围从而导致脱扣。

### 9.10.4 剩余电流保护

额定剩余动作电流优选值为 (A)：0.03、0.05、0.1、0.15、0.2、0.3、0.4、0.5、0.8、1。

其动作特性分为非延时型和延时型两种：

a) 非延时型的剩余电流保护特性应符合表22的要求。

表22 非延时型的动作特性

剩余电流	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}^a$	$10I_{\Delta n}^b$
最大分断时间/s	0.3	0.15	0.04	0.04
a 对于 $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$ 的断路器， $5I_{\Delta n}$ 可用 0.25A 取代。				
b 按注 a 采用 0.25A 时， $10I_{\Delta n}$ 为 0.5A。				

b) 延时型在  $2I_{\Delta n}$  时的极限不驱动时间的优选值为 (s)：0.06、0.1、0.2，其动作特性应符合表23的要求。

对于极限不驱动时间大于0.06s的断路器，其动作特性应符合表24的要求。

表23 极限不驱动时间为0.06s的延时型动作特性

剩余电流	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	$10I_{\Delta n}$
最大分断时间/s	0.5	0.2	0.15	0.15
极限不驱动时间/s	0.06	0.06	0.06	0.06

表24 极限不驱动时间大于0.06s的延时型动作特性

极限不驱动时间	剩余电流	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	$10I_{\Delta n}$
---------	------	----------------	-----------------	-----------------	------------------

0.1s	最大分断时间/s	0.8	0.3	0.3	0.3
	极限不驱动时间/s	0.1	0.1	0.1	0.1
0.2s	最大分断时间/s	1	0.4	0.4	0.4
	极限不驱动时间/s	0.2	0.2	0.2	0.2

c) 具有自动重合闸功能的剩余电流保护断路器（CBAR）应符合 GB / T 32902-2016 中 8.2.13 中的规定，重合闸特性满足如下要求。

——延时型（TD 型）自动重合闸

TD 型 CBAR 因剩余电流脱扣动作后,应在 20s~60s 时间间隔内自动重合闸,但手动合闸不受时间间隔限制。

TD 型 CBAR 只能自动重合闸一次。如自动重合闸后, CBAR 因接地故障未排除而再次动作后,则自动重合闸功能应自行闭锁,不应再自动重合闸。

自动重合闸功能闭锁后,可用人工操作进行解锁、复位和合闸。

——对地泄漏检测型（M 型）自动重合闸

M 型 CBAR 因剩余电流脱扣动作后,如果检测到对地泄漏电流低于  $I_{\Delta ar}$ ,CBAR 应在规定的时间间隔后自动重合闸,但手动合闸不受时间间隔限制。如果检测到对地泄漏电流高于  $I_{\Delta ar}$ ,则 CBAR 不能自动重合闸。监测时间应小于 1h 或宣称的时间,二者取低值。

M 型 CBAR 在规定的时间内,重复进行 3 次自动重合闸,如果再次动作后,则自动重合闸功能应自行闭锁,不应再自动重合闸,但手动合闸不受时间间隔限制。

自动重合闸功能闭锁后,可用人工操作进行解锁、复位和合闸。

#### 9.10.5 自动重合闸

当剩余电流超过动作电流值档位动作跳闸后,经过 20~60 秒的时间断路器能自动重合闸,但手动合闸不受时间限制。如合闸后安全计时（60S）内故障电流消除,则合闸成功,断路器正常运行;如故障电流没有排除,断路器再次跳闸且闭锁,不可自动重合闸,必须人工操作合闸。

#### 9.10.6 接地故障保护

接地故障保护可以采用定时限或反时限特性曲线,推荐描述如下:

——定时限特性: $t=t_g$

——反时限特性: $t=t_g/n^2$ ,  $n=I/I_n$

式中 $t_g$ 为接地故障延时整定时间。接地故障保护特性的整定值调节范围、保护特性及误差范围应满足表25的要求。

表25 接地故障保护整定范围及精度

整定范围		动作时间误差范围
电流	动作时间 $t_g$	$\pm 10\%$
$0.2 I_n \sim I_n$	定时限短延时 $t_{g1}$ (s) : 0.1、0.2、0.3、0.4 反时限 $t_{g2}$ : 按 $I^2 t_{g2} = I_n^2 t_{g2}$ 变化 (仅当 $I \leq I_n$ 可设置为反时限, $I > I_n$ 始终为定时限)	

#### 9.10.7 相序保护

断路器的相序保护以电压时序为基准,当断路器检测相序与相序保护设定方向相反时,动作方式为脱扣或报警,宜采用定时限延时（0.3s）。一旦缺相,断路器应立即禁止该功能。

#### 9.10.8 接线端子温度保护

接线端子温度保护功能用于防止断路器触头或接线端温度超出正常范围时可能造成的误脱扣或永久性故障。当接线端子温度超过阈值时,断路器应发出报警信号并脱扣。

#### 9.10.9 频率保护

断路器频率保护以电压频率为基准，对频率超过极限范围时进行保护，动作方式可以是脱扣或报警。保护特性整定范围、整定值、动作特性及误差范围应满足表26的要求。

表26 最大、最小频率保护特性

类型	整定范围		频率实际值	动作特性	动作时间 误差范围
最大频率保护	动作阈值（Hz）	50～65	≤阈值-1Hz	不动作	±10%
			≥阈值+1Hz	动作	
	动作延时（s）	0.2～5.0	≥阈值+1Hz	定时限特性	
	返回阈值 <sup>a</sup> （Hz）	45.0Hz~动作阈值	≤阈值-1Hz	返回	
			≥阈值+1Hz	不返回	
	返回延时（s）	1～360	≤阈值-1Hz	定时限特性	
最小频率保护	动作阈值（Hz）	45～60	≤阈值-1Hz	动作	
			≥阈值+1Hz	不动作	
	动作延时（s）	0.2～5.0	≤阈值-1Hz	定时限特性	
	返回阈值 <sup>a</sup> （Hz）	动作阈值～60.0Hz	≤阈值-1Hz	不返回	
			≥阈值+1Hz	返回	
	返回延时（s）	1～360	≥阈值+1Hz	定时限特性	
a 仅当动作方式为报警时，才有此设定值。					

#### 9.10.10 逆功率保护

断路器的逆功率保护以有功功率为基准，当它检测到的三相总有功功率的流向与用户设定功率方向相反并大于设定值时，断路器的动作方式可为脱扣或报警。保护特性整定范围、整定值、动作特性及误差范围应满足表27的要求。

表27 逆功率保护特性

整定范围		有功功率实际值/整定值	动作特性	动作时间误差范围
动作阈值	a	≤0.9	不动作	±10%
		≥1.1	动作	
动作延时	0.2s～20s	≥1.1	定时限特性	
返回阈值 <sup>b</sup>	a～动作阈值	≤0.9	返回	
		≥1.1	不返回	
返回延时	1s～360s	≤0.9	定时限特性	
a 可根据情况定义。				
b 仅当动作方式为报警时，才有此设定值。				

#### 9.10.11 防孤岛保护

断路器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不大于2s。

#### 9.10.12 电流不平衡保护

断路器电流不平衡保护是针对断相、负载不平衡等状况设计的保护功能，断路器的动作方式可为脱扣或报警。



保护特性整定范围、整定值、动作特性及误差范围应满足表28的要求。

表28 电流不平衡保护特性

整定范围		电流不平衡/整定值	动作特性	动作时间误差范围
动作阈值	5%~60%	$\leq 0.9$	不动作	$\pm 10\%$
		$\geq 1.1$	动作	
动作延时	1s~40s	$\geq 1.1$	定时限特性	
返回阈值 <sup>a</sup>	5%~动作阈值	$\geq 1.1$	不返回	
		$\leq 0.9$	返回	
返回延时	10s~200s	$\leq 0.9$	定时限特性	

<sup>a</sup> 仅当动作方式为报警时，才有此设定值。

### 9.10.13 断零保护

因为负荷的不平衡将带来三相电压的不平衡，零线断线会加重三相负荷电压的不平衡，可能导致某相载上的电压偏高而影响到用电器。

### 9.10.14 停电跳闸

三相电压（单相表为单相电压）均低于设定的临界电压时，触发断路器停电跳闸事件，可开启和关闭。

表29 停电保护特性

暂未定义

## 9.11 操作系统

断路器宜支持操作系统。操作系统应满足：

- (1) 支持内存管理、进程管理、线程管理、时钟管理、设备管理及文件系统等基本功能；
- (2) 宜支持应用程序动态装载技术，应用与系统能分离开发、独立升级。

## 9.12 测量要求

### 9.12.1 测量范围及准确度要求

断路器测量范围和精度应符合以下要求：

- (1) 进线电压值范围：0.7U<sub>e</sub>~1.3U<sub>e</sub>，误差极限：±0.5%；0.35U<sub>e</sub>~0.7U<sub>e</sub>，误差极限：±1%；
- (2) 出线电压值范围（如适用）：0.7U<sub>e</sub>~1.3U<sub>e</sub>，误差极限：±0.5%；0.35U<sub>e</sub>~0.7U<sub>e</sub>，误差极限：±1%；
- (3) 电流值范围：0.004I<sub>n</sub>~0.01I<sub>n</sub>，误差极限：±0.75%；0.01I<sub>n</sub>~I<sub>max</sub>，误差极限：±0.5%；
- (4) 频率测量范围：(45.00~55.00)Hz，误差极限：±0.05Hz；
- (5) 功率因数测量范围：0.500~1.000，误差极限：±0.005；

备注：对交流工频输入量基本误差测试，按DL/T 630-1997中5.4.3的规定进行。

总及分相正向、反向有功电能以及组合有功电能测量准确度应符合GB/T 17215.211规定的B级、C级（推荐）或D级的要求，制造商也可规定更高的准确度等级。

### 9.12.2 初始固有误差极限

有功准确度误差应符合表29的要求，无功准确度等级如无特别规定应符合2级。

表29 有功百分数误差极限

负载类型	电流I	功率因数	各等级的百分数误差极限%		
			D级	C级	B级



平衡负载不平衡负载	$I_{tr} \sim I_{max}$	1	$\pm 0.2$	$\pm 0.5$	$\pm 1.0$
		0.5L到1到0.8C	$\pm 0.3$	$\pm 0.6$	$\pm 1.0$
	$I_{min} \sim I_{tr}$	1	$\pm 0.4$	$\pm 1.0$	$\pm 1.5$
		0.5L到1到0.8C	$\pm 0.5$	$\pm 1.0$	$\pm 1.5$
平衡负载	$I_{st} \sim I_{min}$	1	$\pm 0.4 I_{min}/I$	$\pm 1.0 \times I_{min}/I$	$\pm 1.5 I_{min}/I$

### 9.12.3 起动

在表30规定的起动电流条件下，断路器应能起动并连续记录。

表30 起动电流

计量等级	D级	C级	B级
起动电流	$0.04 I_{tr}$	$0.04 I_{tr}$	$0.04 I_{tr}$

### 9.12.4 潜动

当对断路器施加 $1.1 U_e$ 电压，电流线路无电流时，在规定时间内其测试输出不应产生多于一个的脉冲。

### 9.12.5 误差一致性

同一批次数台被试样品在同一测试点的测试误差与平均值间的偏差不应超过表31的限定值。

表31 误差一致性限值

电流	功率因数	D 级	C 级	B 级
$10 I_{tr}$	1	$\pm 0.06\%$	$\pm 0.15\%$	$\pm 0.3\%$
	0.5L			
$I_{tr}$	1	$\pm 0.08\%$	$\pm 0.20\%$	$\pm 0.4\%$

### 9.12.6 误差变化要求

对同一被试样品相同的测试点，在负荷电流为 $10 I_{tr}$ 、功率因数为1和0.5L的负载点进行重复测试，相邻测试结果间的最大误差变化的绝对值不应超过表32的限定值。

表32 误差变差限值

电流	功率因数	D 级	C 级	B 级
$10 I_{tr}$	1	0.04%	0.1%	0.2%
	0.5L			

### 9.12.7 负载电流升降变差

断路器基本误差按照负载电流从小到大，然后从大到小的顺序进行两次测试，记录负载点误差；在功率因数为1、负荷电流在 $0.1 I_{tr} \sim I_{max}$ 变化范围内，同一只被试样品在相同负载点处的误差变化的绝对值不应超过表33的限定值。无功准确度等级如无特别规定应符合2级。

表33 负载电流升降变差限值

电流	功率因数	D 级	C 级	B 级
$0.1 I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	0.05%	0.12%	0.25%

### 9.12.8 测量的重复性

断路器各测量结果按照式（1）计算标准偏差估计值 $S$ （%），该值不应超过表34规定限值。

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\gamma_i - \bar{\gamma})^2} \quad (1)$$

式中：

$n$ ——对每个负载点进行重复测量的次数， $n \geq 5$ ；

$\gamma_i$ ——第  $i$  次测量得出的相对误差（%）；

$\bar{\gamma}$ ——各次测量得出的相对误差平均值（%），即式（2）：

$$\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \cdots + \gamma_n}{n} \quad (2)$$

表34 测量重复性限值

负载电流	功率因数	S（%）		
		D 级	C 级	B 级
$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	0.02	0.05	0.1
$I_{min} \leq I < I_{tr}$	1	0.04	0.1	0.15
$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L, 0.8C	0.06	0.03	0.1

### 9.12.9 断路器常数

断路器常数测试条件应符合表35要求。

表35 断路器常数测试条件

电压	最大电流 A	推荐常数 imp/kWh、imp/kvarh
参比电压	100	400
参比电压	250	120
参比电压	<b>400</b>	80
参比电压	630	50
参比电压	800	40

### 9.13 通信要求

断路器具有通信功能，实现通信数据的传输及控制功能。选配通信功能应进行模块化设计，便于根据实际应用选择配置。通信信道物理层必须独立，任意一条通信信道的损坏都不得影响其它信道正常工作。通信时，断路器的必备功能和选配功能不应受到影响和改变。断路器与通信模块接口均应设计相应保护电路，在热拔插通信模块、模块损坏、模块短路等情况下，均不应引起断路器复位或损坏。

断路器与通信模块之间的通信速率默认为9600 bps、偶校验，至少可支持115200 bps，通信接口通信速率可协商，标准速率为1200 bps、2400 bps、4800 bps、9600 bps和19200 bps。

正常供电下，模块通信接口连续空闲超过36小时后应有定时复位机制，防止模块死机。

载波通信模块、微功率无线通信模块、载波-无线双模模块等通信模块应具备互换功能。模块更换后，断路器的必备功能和选配功能不应受到影响和改变。当其它设备通过通信接口与断路器交换信息时，断路器的必备功能

和选配功能不应受到影响和改变。

断路器载波通信模块、微功率无线通信模块等应具备良好的向上版本兼容性。

#### 9.13.1 载波通信

- a) 断路器载波通信采用宽带载波，载波模块应能够自动组网；性能方面应可输出电脉冲或电平开关信号（输出方式可设），控制外部报警装置或负荷开关。可根据需求配置 HPLC/RF 双模通信。
- b) 载波通信模块采用外置即插即用型，且需支持热插拔。载波通信接口应有失效保护电路，即在未接入、接入或更换通信模块时，不对断路器自身的必备功能和选配功能造成影响。
- c) 断路器上电后5 s内可以进行载波通信；

#### 9.13.2 RS485 通信

- a) 断路器应具备至少1路 RS-485，串口速率默认9600bps，偶校验，停止位为1。应符合以下要求：、
- b) RS485接口必须和断路器内部电路实行电气隔离，并有失效保护电路；
- c) RS485与外部设备通信速率可设置，设置范围为（1200-115200）bps，缺省值为9600 bps；
- d) 断路器上电后3 s内RS485通信模块应可正常通信；

#### 9.13.3 脉冲输出口

- a) 应具备与所计量的电能量（有功/无功）成正比的光脉冲输出和电脉冲输出；
- b) 光脉冲输出宜采用超亮、长寿面LED器件；
- c) 电脉冲输出应有电气隔离。

#### 9.13.4 蓝牙通信

- a) 断路器应支持蓝牙通信功能，采用5.0及以上低功耗版本，蓝牙配置流程见附录B；断路器应支持通过蓝牙进行参数配置和本地运维。
- b) 蓝牙与断路器之间的通信速率至少达到115 200 bps，且空旷环境下通信距离不小于10米；
- c) 蓝牙至少应通过Bluetooth SIG（蓝牙技术联盟）协议栈版本认证，断路器以整机或蓝牙模组的方式通过蓝牙认证；

#### 9.13.5 红外通信（如适用）

红外通道实现点对点通信，可以通过手持终端读取断路器电能量信息。

#### 9.13.6 微功率无线通信（如适用）

如断路器具备微功率无线通信，需满足下列要求：

- a) 微功率通信接口应有失效保护电路，在未接入、接入或更换通信模块时，不对断路器自身的必备功能和选配功能造成影响；

b) 速率为10 kbps，频率范围为（470-510）MHz，发送功率 $\leq 50$  mW，接收灵敏度为-103 dBm，使用外置天线或者内置弹簧天线，通信目视距离不小于400米；

c) 需满足《中华人民共和国无线电频率划分规定》和《中华人民共和国无线电管理条例》政策法规的强制性要求。

#### 9.13.7 通信协议

支持DL/T 645—2007 规约及其备案文件或 DL/T 698.45—2017或者约定的其他规约；

#### 9.13.8 通信地址

- a) 断路器通信地址共 12 位，其中最高 2 位用于标识省公司编号，具体编号参考国网公司统一编号，低 10 位用于标识断路器的编号；
- b) 同一省域内通信地址唯一；
- c) 断路器出厂时，通信地址预置在断路器内部。

#### 9.13.9 维护升级功能

断路器可通过本地方式或远程方式进行升级。

#### 9.13.10 安全认证功能

采用支持国密SM4算法的软件加密算法或其他满足客户要求的加密认证方式进行安全认证。

### 9.14 扩展要求

#### 9.14.1 电量冻结

- a) 分钟冻结（负荷记录）：断路器的存储空间至少默认记录总及各分相正向有功电能、总及各分相反向有功电能、分相电压、分相电流、总及各分相有功功率、总及各分相无功功率、总及各分相功率因数，分钟冻结间隔时间可以在 1~60min 范围内设置，在间隔时间为 1min 的情况下能够记录不少于 20 天的数据量；
- b) 日冻结：存储每天零点的正向有功总电能，应可存储 62 天的数据量。停电时刻错过日冻结时刻，上电时补全日冻结数据，最多补冻最近 7 个日冻结数据。
- c) 月冻结：存储每月 1 日零点的正向有功总电能，应可循环存储 12 次。
- d) 定时冻结：按照约定的时刻及时间间隔冻结电能量数据；每个冻结量至少保存60次；
- e) 瞬时冻结：在非正常情况下，冻结当前的日历、时间、所有电能量和重要测量量的数据；瞬时冻结量应保存最后3次的数据；
- f) 约定冻结：在新老两套费率/时段转换、阶梯电价转换或电力公司认为有特殊需要时，冻结转换时刻的电能量及其他重要数据；
- g) 整点冻结：存储整点时刻或半点时刻的有功总电能，应可存储254个数据。

冻结内容及标识符、通讯规约遵循DL/T 645-2007与DL/T 698.45-2017。且能够记录最近254次整点冻结记录，最近62次日冻结记录，7天负荷曲线记录功能，每月1日零点的总电能，应可存储12次；冻结和结算至少需要包括正、反向有功电量数据。

#### 9.14.2 统计记录

- a) 统计记录应至少包含累计记录、日最大最小值记录、事件记录；
- b) 累计记录应记录总跳闸次数，各项保护跳闸次数，手动跳闸次数，远程跳闸次数；
- c) 日最大最小值记录应记录在正常运行条件下，在系统任何时间和任何点上出现的各相电压、各相电流最大最小值及发生时刻，不包括瞬变电压，例如，由于系统开关的开关操作及暂态变化所出现的电压值；应可存储 30 天的数据量；
- d) 事件记录应支持保护动作、保护功能投退、闸位变化、保护告警、停复电、自诊断告警、断路器拒动、在线升级事件记录。单条事件记录需至少包含：事件发生时刻、发生原因、发生相别、发生时电参量，可循环存储保护动作事件 20 次，其他事件 10 次。

#### 9.14.3 清零

- a) 数据清零：断路器应支持清除存储的冻结数据、累计记录、日最大最小值记录、事件记录；清零操作作为事件永久记录，应有防止非授权人操作的安全措施。
- b) 事件清零：断路器应支持清除存储的事件记录，可支持分项事件清零；清零操作作为事件永久记录，应有防止非授权人操作的安全措施。

#### 9.14.4 自诊断

断路器应具备自诊断功能，包含存储器故障识别、断路器超温、时钟电池欠电告警等，应支持断路器温度、时钟电池电压数据监测，宜支持各相接线端子或触头温度、操作次数/触头磨损等数据监测。

#### 9.14.5 事件判定

具备断路器保护事件、报警事件、变位事件、自检事件、保护功能投退事件、失复电事件等事件判断功能。事件判断符合附录相关要求。

#### 9.14.6 时钟功能

时钟应支持校时：支持集中器下发对时命令对时(广播或指令)，每天只能校准一次，时差不能超过 5 分钟(仅针对广播校时)。时钟在-25℃到60℃范围内满足 $\pm 0.5\text{s/d}$ 。

#### 9.14.7 分合闸控制功能

断路器应支持通过融合终端和手持终端控制断路器分合闸。

#### 9.14.8 闸位状态监测

- a) 断路器应支持开关位置状态监测功能，包括分闸状态监测与合闸状态监测；
- b) 断路器应支持运行状态监测功能，包括保护动作、保护告警、自诊断告警、远程及手动动作状态监测。运行状态应根据断路器主动上报模式字实现主动上报。

#### 9.14.9 热记忆

断路器在过载反时限或短延时反时限动作时宜具备热记忆功能。

长延时热记忆恢复时间可为(min)：30、20、10；

短延时的恢复时间可为(min)：15、10、5；

在规定的热记忆时间内，能量按一定规律衰减释放结束，在此时间内再出现同类故障，则故障延时动作时间按衰减剩余的能量相应缩短。断路器断电后能量自动释放。

#### 9.14.10 新能源发电侧并网管理

如适用，执行如下规定：

监测断路器进线端与出线端电压，只有同时满足以下条件时，才允许合闸：

- a) 电网侧电压幅值为AC198V~AC236V之间；
- b) 电网侧电压频率为49.5Hz~50.5Hz之间；
- c) 发电侧无输出电压。

#### 9.14.11 地理位置监测

断路器本体地理位置信息：通讯规约遵循DL/T 645-2007与DL/T 698.45-2017扩展协议进行设置和读取，地理位置信息数据应可通过RS485或蓝牙等通道设置和读取。

#### 9.14.12 窃电分析

具备窃电分析功能：断路器应主动搜表后抄表，滑差抄录电能表电能并比对自身电能，如果断路器内电能误差超过设定阈值会主动上报事件。当识别到有窃电事件后会主动上报。

#### 9.14.13 智能抄表

具备抄表功能，能够通过RS485或HPLC方式抄读表箱内的电能表数据。

#### 9.14.14 信号输出功能

断路器的信号输出应至少包含：

- a) 有功电能脉冲输出；
- b) 无功电能脉冲输出；

#### 9.14.15 指示功能

指示功能应设在断路器的正面，指示功能应包含但不限于运行指示、通信指示、告警指示等宜有有功、无功脉冲指示灯，制造商需在说明书和断路器标志上明确其他指示灯功能。必备指示功能如下：

- a) 运行指示灯（绿色）在上电后，1s 闪烁一次；
- b) 通信指示灯（黄色）在通信的时候点亮，指示正在通信；
- c) 报警指示灯（红色）在告警事件（如过压、欠压）发生时闪烁；

#### 9.14.16 拓扑识别

断路器可具有拓扑识别功能，基于特征电流的拓扑识别技术要求参见附录F。

#### 9.14.17 测温功能

断路器可具有测量进出线端子连接处温度的功能。制造商应在出版的产品资料中标注具体测温点位置，可测量温度的上限值不低于120℃，可测量温度的下限值不高于-25℃，温度测量误差小于±5℃。试验要求参见附录E。

### 9.15 电磁兼容性要求

断路器的设计应能保证在允许的电磁兼容环境中不被损坏或不受实质性影响。电磁兼容性要求包含静电放电、电快速瞬变脉冲群、浪涌、衰减震荡波、射频电磁场辐射（无电流）、射频电磁场辐射（有电流）、射频场感应的传导干扰、外部工频磁场、射频电磁场辐射及传导干扰试验、电压暂降和短时中断、谐波电流和电流暂降。断路器在电磁兼容性要求影响下误差偏移极限应符合表36的要求。电磁兼容试验结束后，恢复到参比条件下，各准确度等级基本最大允许误差极限及性能标准应符合表29的要求，如无特殊约定允许误差标准符合C级。

表36 电磁兼容影响量

影响量	测试电流推荐值和电流测试范围（平衡，除非另有说明）	功率因数	各等级断路器误差偏移极限（%）			性能要求
			D 级	C 级	B 级	
静电放电	—	—	—	—	—	性能标准 B
射频电磁场（有电流）试验 <sup>a</sup>	10 I <sub>tr</sub>	1	±1.0	±1.0	±2.0	性能标准 A
快速瞬变脉冲群试验	10 I <sub>tr</sub>	1	±1.0	±2.0	±4.0	性能标准 B
浪涌	10 I <sub>tr</sub>	1	±0.8	±2.0	±0.8	性能标准 B
射频场感应的传导骚扰试验	10 I <sub>tr</sub>	1	±1.0	±1.0	±2.0	性能标准 A
辐射射频干扰	10 I <sub>tr</sub>	1	±0.8	±2.0	±0.8	符合环境 A 的要求（第一组）



传导射频干扰试验	10 I <sub>tr</sub>	1	±0.8	±2.0	±0.8	符合环境 A 的要求 (第一组)
阻尼振荡波试验	10 I <sub>tr</sub>	1	±1.0	±2.0	±2.0	性能标准 A
外部工频磁场试验	10 I <sub>tr</sub> 、I <sub>max</sub>	1	±0.25	±0.5	±1.3	性能标准 A
a 射频场感应的直接或间接传导干扰。 b 性能标准 A, 在规定的限制范围内正常性能; c 性能标准 B, 暂时丧失性能或性能下降。试验后自我恢复, 无需操作干预; d						

## 9.16 环境要求

断路器的设计应能保证在高温、低温、交变湿热和温度循环变化环境下不被损坏或不受实质性影响。断路器在环境影响下误差偏移极限应符合表37的要求。环境试验结束后, 恢复到参比条件下, 各准确度等级基本最大允许误差极限应符合表29的要求。

性能应符合GB/T 14048.2—2020 中附录F的要求。

表37 环境试验影响量

影响量	测试电流推荐值和 电流测试范围(平衡, 除非另有说明)	功率因数	各等级断路器误差偏移极限(%)		
			D 级	C 级	B 级
高温试验	10 I <sub>tr</sub>	1	1/2 基本最大允许误差	1/3 基本最大允许误差	
低温试验	10 I <sub>tr</sub>	1	1/2 基本最大允许误差	1/3 基本最大允许误差	
交变湿热试验	10 I <sub>tr</sub>	1	±0.05	±0.05	±0.1

## 9.17 环保要求

断路器应符合以下环保要求:

- a) 限用物质的最大允许含量及其符合性判定规则应符合GB/T 26572—2011的要求。

对电子电气产品中铅(Pb)、汞(Hg)、镉(Cd)、六价铬(Cr(VI))、多溴联苯(PBB)和多溴 二苯醚(PBDE)等限用物质的控制

- b) 正常运行发热时和在短路分断产生电弧时, 不应产生有毒有害气体。

## 9.18 抗其他影响量要求

### 9.18.1 一般要求

断路器的设计应能保证在允许的其他影响量影响下不被损坏或不受实质性影响。其他影响量包含负载不平衡、电压改变、频率改变、逆相序、负载电流快速改变和自热试验要求。断路器在其他影响量影响下误差偏移极限应符合表38的要求。试验结束后, 恢复到参比条件下, 各准确度等级基本最大允许误差极限应符合表29的要求。

表38 其他影响量

影响量	测试电流推荐值和电流 测试范围(平衡, 除非另 有说明)	功率因数	各等级断路器误差偏移极限(%)		
			D 级	C 级	B 级

负载不平衡试验		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 0.3$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$
		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	$\pm 0.5$	$\pm 1.0$	$\pm 1.5$
电压改变 试验 <sup>a</sup>	$U_{e} \pm 10\%$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 0.1$	$\pm 0.2$	$\pm 0.5$
		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	$\pm 0.2$	$\pm 0.4$	$\pm 1.0$
	$0.8U_{e} \leq U < 0.9U_{e};$ $1.1U_{e} < U \leq 1.15U_{e}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 0.3$	$\pm 0.6$	$\pm 1.0$
	$U < 0.8U_{e}$	10 Itr	1	+10 到-100		
频率改变试验		$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	$\pm 0.1$	$\pm 0.2$	$\pm 0.5$
		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	$\pm 0.1$	$\pm 0.2$	$\pm 0.7$
逆相序试验		10 Itr	1	$\pm 0.05$	$\pm 0.1$	$\pm 0.5$
负载电流快速改变试验		10 Itr	1	$\pm 0.5$	$\pm 1.0$	$\pm 1.0$
自热试验		$I_{max}$	1	$\pm 0.1$	$\pm 0.2$	$\pm 0.5$
			0.5L			
a 此项试验不是影响量试验，仅用于验证断路器电源电压影响试验中的扩展工作范围和极限工作范围，电压小于0.8Ue时的技术要求(-100~10)是指断路器的百分数误差，而非断路器百分数误差改变量。						

### 9.18.2 内控要求

内控实验对于提升我司产品可靠性有重要意义。内控实验的实验条件、方法及判据由某类产品的实际问题引申总结而来，不一定完全适用于对断路器判定，暂作为推荐性要求。如与本标准引用的相关规范标准重复以引用的规范标准为准，内控实验仅作为参考。实验测试过程中问题争议，可诉至产品线及质量部，根据产品实际发货区域及应用场景研判、协商，共同解决。实验项目根据实际情况删减或增加另行书面告知。断路器的技术指标一般应满足如下内控实验要求：

- (1) RS485端口间耐380V试验
- (2) RS485对零线浪涌试验
- (3) RoHS符合性检测
- (4) 备用电池充放电
- (5) 负荷开关过零点跳合闸测试
- (6) 485带载能力
- (7) 升级中断
- (8) 低温显示（与低温试验合并）
- (9) 跌落、脉冲、负载、脱扣等关键测试项目
- (10) 续航能力测试试验
- (11) 拓扑连续发送试验

## 10 试验

### 10.1 试验条件

如无特殊需要，应在下列大气条件下进行：

- a) 温度：20 °C~25 °C；
- b) 相对湿度：≤70%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

### 10.2 结构试验

#### 10.2.1 外观及尺寸检查



检查断路器表面质量，应符合本文件9.3.1的要求。

检查断路器标志，应符合本文件第7章的要求。断路器的外形与安装尺寸应符合本文件附录H的要求。

#### 10.2.2 灼热丝试验

预处理，环境温度：15℃~35℃；相对湿度：45%~75%；放置时间：24h。

支持或固定载流部件的绝缘件，如基座；试验温度：960±15℃；试验时间：30±1s；铺底材料：绢纸。

对于不支持或者固定载流部件的绝缘件，如上盖；试验温度做调整：650±10℃；

试验结果：应无火焰或不灼热，或者火焰在样品没有燃烧，灼热丝移开30s内熄灭；铺底层绢纸不应起燃。

对用压印、模压或蚀刻方式制造的标志不进行本试验。标志应不可轻易地移动，并没有翘曲现象。

#### 10.2.3 电气间隙和爬电距离

符合 GB 14048.1—2012 附录 G 规定的测试方法，具体测量时最小槽宽度如表39所示，如无特别约定，断路适用于污染等级3。

表 39 污染等级与槽宽度最小值

污染等级	槽宽度的最小值 (mm)
1	0.25
2	1.0
3	1.5
4	2.5

如果有关的电气间隙小于3mm，槽最小宽度可以减小至该电气间隙的三分之一。

测量结果应符合本文件9.3.4的要求。

#### 10.2.4 接线端子机械性能试验

a) 端子机械强度的拧紧力矩为19N·m；

b) 给电压电流端子施加66N、辅助端子12N的力，端子不内缩（内缩量不超过0.5mm）。

#### 10.2.5 机械影响试验

振动试验：在非工作状态，将断路器使用刚性夹具按照正常的安装方式紧固在试验台上，从三个互相垂直的轴向上分别施加振动，试验应按如下条件进行：

机械振动强度要求如下：

a) 频率范围：10Hz~150Hz；

b) 位移幅值：0.075mm(频率≤60Hz)；

c) 加速度幅值：10m/s<sup>2</sup>(频率>60Hz)。

d) 测试20个周期

冲击试验：在非工作状态，将断路器固定在夹具或者冲击试验设备上，施加一个不重复的具有特定峰值加速度和持续时间的标准冲击脉冲波形，试验应按如下条件进行：

a) 脉冲波形：半正弦脉冲；

b) 峰值加速度：30 gn (300 m/s<sup>2</sup>)；

c) 脉冲周期：18 ms；

d) 误差试验点：PF = 1，10 Itr。

试验后检查受试断路器应无损坏和紧固件松动脱落现象，功能和性能应满足9.3.6要求。

a)

b) 对电源电压变化到表5规定的极限值时，试验时断路器应正常工作，功能和性能满足第9章要求。

### 10.3 性能试验

#### 10.3.1 温升试验

a) 断路器温升试验采用热电偶法（K型），测温点布点原则一般选择温度变化敏感的地方，如进出线铜排、电路板上发热元器件的周围、CT等；

b) 将断路器安装于三相低压智能断路器检测装置的台体上，施加220V电压运行稳定后，施加 $1.05I_n$ ，稳定后使用数据采集器读取测温点的温度，同时使用调试软件读取三相铜排温度作为对比；

c) 施加电压电流前读取初始温度值作为参考。试验应进行到足以使温升达到稳定值为止，但不超过8h。当每小时温升变化不超过1K时，可认为温升达到稳定状态（每5分钟记录一次温度值，绘制温升曲线）；

d) 当温升达到稳定状态时的值符合9.4.1的要求，可认为断路器温升试验是合格的。

#### 10.3.2 介电性能

断路器在试验时应安装在金属板上，并应将正常工作中连接至保护地的所有外露导电部件（框架等）接至金属板。电器的操动器和构成电器整体所需的非金属外壳（不附加另外的外壳）应包以金属箔，并应接至框架或安装板上，金属箔仅包覆在电器在操作和调整过程中可能被标准试指触及的所有部件表面上。

断路器应分别在合闸与分闸状态下进行介电性能试验。对于相间的介电试验，所有相间的电路在试验时要断开；对于相和地之间的介电试验，所有电路在试验时应连接。

冲击耐受电压和工频耐受电压试验要求如下：

##### 10.3.2.1 冲击耐受电压试验

——主电路：9.8kV（海平面修正值）；

——断路器断开位置时进出线之间：12.3kV（隔离电器），9.8KV（非隔离电器）；（海平面修正值）

——试验次数：正负极性各5次；

——间隔时间： $\geq 5S$ ；

——设备经受住1.2/50  $\mu s$ 波形。

需要施加回路和判定标准符合9.4.2.1的规定。

试验时触头处于所有正常工作位置，包括脱扣器位置（如适用）。“接线端子”包括控制电路和辅助电路的接线端子。

##### 10.3.2.2 工频耐受电压试验

主电路：2.2kV；

隔离的通信接口：4.2 kV；

试验时间：1min。

需要施加回路和判定标准符合9.4.2.2的规定。

试验时触头处于所有正常工作位置，包括脱扣器位置（如适用）。

#### 10.3.3 操作性能

断路器的操作性能及循环次数应符合本文件9.4.3的要求。

a) 不带电操作性能试验:

本试验应在断路器主电路不通电的情况下进行。

配套分励脱扣器的断路器，总操作次数的10%应为闭合/脱扣操作，分励脱扣器在最高额定控制电路电源电压下激励。规定操作次数的一半应在试验开始时进行，而另一半在试验末尾期进行。

对于人力操作断路器，应按正常使用一样进行操作。

b) 带电操作性能能力试验:

断路器应在其最高额定工作电压下接通和分断其额定电流，功率因数或时间常数按10.3.5.1中第2)部分来选用;

对于人力操作断路器，应按正常使用一样进行操作。

### 10.3.4 过载性能

试验要求符合9.4.4规定，在功率因数为 $0.5L \pm 0.05$ 工况下:

操作频率: 60次/h

操作此时: 9次人力断开; 3次过载脱扣器断开;

### 10.3.5 短路条件下的接通分断能力

试验要求符合9.1.1.6 规定，满足GB14048.1-2012 8.3.4，试验参数误差符合表39的规定，具体如下。

表39 试验参数允许误差

所有试验	空载、正常负载和过载条件下的试验	短路条件下的试验
电流 $+5\%$ $0$	功率因数 $\pm 0.05$	功率因数 $0$ $-0.05$
电压 $+5\%$ 包括工频恢复电压 $0$	时间常数 $+15\%$ $0$	时间常数 $25\%$ $0$
	频率 $\pm 5\%$	频率 $\pm 5\%$

#### 10.3.5.1 额定短路接通能力 ( $I_{cm}$ )

验证断路器动稳定性，不进行试验;

#### 10.3.5.2 额定运行短路分断能力试验 ( $I_{cs}$ )

a) 将断路器固定于测试台体的铁板上，施加断路器相应的 $I_{cs}$ 值，右侧电机进行分合闸 (CO) 操作，并在断路器上加装隔弧片，防止不同相间飞弧起火;

b) 功率因数根据对应的试验电流值按表2决定:

如断路器参数 $U_e=400V$ ,  $I_{cs}=35KA$ 时:

试验电压 (有效值):  $(1.05 \times 400) V$ ;

试验电流 (有效值/峰值):  $35/73.5kA$ ;

功率因数 (时间常数):  $0.25$ ;

c) 操作程序应为: O-t-CO-t-CO, 其中 $t=3min$ ;

d) 试验后，断路器不应有过分损坏的迹象，也不应危及操作者，而且不应产生持续的燃弧、各极间或极对框架的闪络、飞狐故障、检测电路中的熔断器不熔断。

#### 10.3.5.3 额定极限短路分断能力试验 $I_{cu}$

施加断路器相应的 $I_{cu}$ 值，操作程序为: O-t-CO, 其中 $t=3min$ 。其他同10.3.5.2中的a)、b)、d)。

如断路器参数 $U_e=400V$ ， $I_{cu}=50KA$ 时：

试验电压（有效值）：（ $1.05 \times 400$ ）V

试验电流（有效值/峰值）：（50/105）KA；

功率因数（时间常数）：0.25；

#### 10.3.5.4 额定短时耐受电流试验 $I_{cw}$

验证断路器热稳定性：

- 断路器处于闭合位置进行试验，预期电流等于额定短路耐受电流，并在相应的工作电压和断路器正常工作条件下进行试验；
- 试验在额定频率下进行，频率允许偏差 $\pm 25\%$ ，功率因数根据表2确定；
- 为了防止断路器有动作，在试验时应使脱扣器失效；
- 通电时间应达到规定时间，在此时间内交流分量的有效值应保持恒定。

试验后，断路器不应有过分损坏的迹象，也不应危及操作者，而且不应产生持续的燃弧、各极间或极对框架的闪络、飞弧故障、检测电路中的熔断器不熔断。

如断路器参数 $U_e=400V$ ， $I_{cw}=5kA/s$ 时：

试验电压（有效值）：（ $1.05 \times 400$ ）V；

试验电流（有效值/峰值）：（5/7.65）kA；

功率因数（时间常数）：0.7；

### 10.4 电源试验

#### 10.4.1 电压线路功耗测量试验

断路器处于分闸状态，施加参比电压、参比频率，通电30分钟后进行验证。

断路器在通信状态和非通讯状态下分别进行功耗测试，功耗满应符合本文件中9.5.3规定的要求。

#### 10.4.2 电流线路功耗测量试验

断路器处于合闸状态，施加参比电流和参比频率，热稳定后进行验证。断路器的单极线路最大功耗应符合本文件中9.5.4规定的要求。

测量电流线路损耗可依据测量断路器铜排上的压降 $\times$ 通过参比电流的方法；

#### 10.4.3 电源断相变化试验

- 对电源任断二相，试验时断路器应正常工作，功能和性能满足第9章要求；

上进线供电方式，保证断路器分闸，试验时断路器应正常工作，功能和性能满足第9章要求；

### 10.5 通信试验

#### 10.5.1 通信功能检查

断路器接入相应的通信测试平台，施加额定工作电压、额定电流，通信测试平台以10s的时间间隔对断路器的电能量和时间数据进行抄读，共抄读5次，断路器应正确应答。在通信状态下，断路器额定电流点的测量误差符合表29的要求。

#### 10.5.2 规约一致性检查

试验按DL/T 645—2007 规约及其备案文件或 DL/T 698.45—2017 规约进行，或者依据约定的规约进行。

## 10.6 基本保护试验

断路器的基本保护特性必须用实际电流进行实验。

### 10.6.1 过载保护特性试验

过载保护特性试验在断路器各极同时通电和每极独立通电情况下验证。

过载长延时动作电流整定值分别设定在下限值 ( $I_R = 0.4I_n$ , 每极独立通电时下限值应符合GB 14048.2-2008中8.3.5的规定) 和上限值 ( $I_R = 1.0I_n$ )。

验证过载长延时动作特性时, 短延时和瞬时保护功能的电流整定值应设置为上限值或关闭。

如果动作时间可调, 各相线极分别通以  $1.05 I_R$ 、 $1.3 I_R$ 、 $2 I_R$ 、 $7.2 I_R$  (适用时) 的试验电流, 断路器的动作时间整定值9.9.1的要求。试验过程中断路器各种显示功能应正常。

如断路器具有过载热记忆功能, 在每次试验前应全部释放热记忆。

实验过程中通信数据符合9.12的要求。

### 10.6.2 短延时保护特性试验

短延时保护特性试验在断路器每极独立通电情况下验证。设定长延时电流整定值  $I_R = 1.0I_n$ 。

验证短延时动作特性时, 瞬时保护功能的电流整定值应设置为上限值或关闭。

#### a) 验证反时限特性

验证时, 短延时动作电流整定值设定为下限值 ( $I_{sd} = 2.0 I_R$ ), 动作时间整定值应分别设定为0.1 s和0.4 s。分别通以  $1.1 \times 1.5 I_R$  和  $1.1 \times 8 I_R$  的试验电流, 断路器的动作时间应符合9.9.2规定的短延时反时限特性。

#### b) 验证定时限特性

试验时, 短延时动作电流整定值设定为下限值 ( $I_{sd} = 2.0 I_R$ ), 动作时间整定值应分别设定为0.1 s和0.4 s。分别通以  $1.1 \times 1.5 I_R$ 、 $8 I_R$  和  $12 I_R$  的试验电流, 断路器的动作时间应符合9.9.2规定的短延时定时限特性 (即断路器的动作时间应分别为0.1 s和0.4 s)。

重复上述试验, 试验电流通以不脱扣持续时间, 然后试验电流降到  $0.9 \times 1.5 I_R$  持续到大于2倍的短延时时间, 断路器不应动作。

接着, 短延时动作电流整定值设定在上限值 ( $I_{sd} = 12 I_R$ ), 动作时间整定值应分别设定为0.1 s和0.4 s。分别通以  $1.1 \times 12 I_R$  试验电流, 断路器的动作时间应符合9.9.2规定的短延时定时限特性 (即断路器的动作时间应分别为0.1 s和0.4 s)。

再重复上述试验, 试验电流通以不脱扣持续时间, 然后试验电流降到  $0.9 \times 12 I_R$  持续到大于2倍的短延时时间, 断路器不应动作。动作特性符合9.9.2的特性要求。

实验过程中各种显示应正常, 通信数据符合9.12的要求。

### 10.6.3 短路瞬时保护特性试验

短路瞬时保护特性试验在断路器每极独立通电情况下验证, 如有接地故障保护应关闭或使其不动作。

a) 瞬时动作电流整定值设定在下限值 ( $I_i = 4 I_R$ ), 各相分别突加  $0.9 \times 4 I_R$  试验电流, 断路器的动作时间应在0.2s内不动作; 各相分别突加  $1.1 \times 4 I_R$  试验电流, 应在0.2s内动作。

b) 瞬时动作电流整定值设定在上限值 ( $I_i = 14 I_R$ ), 各相分别突加  $0.9 \times 14 I_R$  试验电流, 断路器的动作时间应在0.2s内不动作; 各相分别突加  $1.1 \times 14 I_R$  试验电流, 应在0.2s内动作。动作特性符合9.9.3的特性要求。

实验过程中各种显示应正常, 通信数据符合9.12要求。



## 10.7 附加保护实验

附加保护作为断路器的选配保护功能，以及约定仅做适用的实验；

### 10.7.1 过压保护特性实验

验证过电压保护特性时，符合9.10.1要求，其他保护功能设置为上限值或关闭，不应早于过电压动作。

- a) 过电压保护动作电压整定值设置为下限250V，动作时间整定值分别设定在3s和15s。通以 $1.05 \times 250V$ 的试验电压使断路器延时动作，延时动作的误差应符合9.10.1表19要求。

重复上述试验，但试验电压通以规定的不脱扣持续时间，然后试验电压降到 $0.9 \times 250V$ 持续到大于2倍的延时时间，断路器不应动作。

- b) 过电压保护动作电压整定值设定在上限350V，动作时间整定值分别设定在3s和15s。通以 $1.05 \times 350V$ 的试验电压使断路器延时动作，延时动作值误差符合19要求。

重复上述试验，但试验电压通以规定的不脱扣持续时间，然后试验电压降到 $0.9 \times 350V$ 持续到大于2倍的延时时间，断路器不应动作。

实验过程中通信数据符合本文件9.12所规定的要求(适用时)。

### 10.7.2 欠压保护特性实验

验证欠电压保护特性时，其他保护功能设置为上限值或关闭，不应早于欠电压动作。符合9.10.2要求。

- a) 欠电压保护动作电压整定值设置为下限70V，动作时间整定值分别设定在3s和15s。通以 $0.95 \times 70V$ 的试验电压使断路器延时动作，延时动作的误差应符合表20要求。

重复上述试验，但试验电压通过规定的不脱扣持续时间，然后试验电压降到 $1.05 \times 70V$ 持续到大于2倍的延时时间，断路器不应动作。

- b) 欠电压保护动作电压整定值设定在上限200V，动作时间整定值分别设定在3s和15s。通以 $0.95 \times 200V$ 的试验电压使断路器延时动作，延时动作值误差应符合表20要求。

重复上述试验，但试验电压通以规定的不脱扣持续时间，然后试验电压降到 $1.05 \times 200V$ 持续到大于2倍的延时时间，断路器不应动作。

实验过程中通信数据符合本文件9.12所规定的要求。

### 10.7.3 断相保护特性实验

验证断相保护特性时，其他保护功能设置为上限值或关闭，不应早于断相动作。符合9.10.3要求。

- a) 断相保护动作电压整定值设置为下限10V，动作时间整定值分别设定在3s和15s。通以 $0.8 \times 10V$ 的试验电压使断路器延时动作，延时动作的误差应符合表21要求。

重复上述试验，但试验电压通过规定的不脱扣持续时间，然后试通以 $1.2 \times 10V$ 试验电压，持续到大于2倍的延时时间，断路器不应动作。

- b) 断相保护动作电压整定值设定在上限65V，动作时间整定值分别设定在3s和15s。通以 $0.8 \times 65V$ 的试验电压使断路器延时动作，延时动作值误差应符合表21要求。

重复上述试验，但试验电压通以规定的不脱扣持续时间，然后试通以 $1.2 \times 65V$ 试验电压，持续到大于2倍的延时时间，断路器不应动作。

实验过程中通信数据符合本文件9.12所规定的要求。

### 10.7.4 剩余电流保护试验

验证剩余电流保护特性时，其他保护功能设置为上限值或关闭，不应早于剩余电流保护动作。符合9.10.4性能要求。在额定电压情况下，断路器处于闭合状态。

依次设置额定剩余电流值， $1I_{\Delta n}$ 、 $2I_{\Delta n}$ 、 $5I_{\Delta n}$ 、 $10I_{\Delta n}$ 。在 $0.7I_{\Delta n}$ 不动作，在 $0.8I_{\Delta n}$ 动作，最大分断时间和极限不驱动时间符合表22和表23剩余电流值并符合相应电流下的最大分断时间和极限不驱动时间。

#### 10.7.5 自动重合闸功能试验

验证 TD 型 CBAR 的正确动作；

试验电压： $0.85U_nV/1.1U_nV$ ；

试验过程：接通  $2I_{\Delta n}$ ，测量动作时间、重合闸间隔时间及重复连续重合闸的最大次数。

重合闸间隔时间：20s~60s；

连续重合闸动作最大次数：1 次；

试验后断路器应处在锁定状态。

#### 10.7.6 接地故障保护

验证接地故障保护特时，其他保护功能设置为上限值或关闭，不应早于接地故障动作。

——接地动作值测定

接地动作时间设定在下限值0.1s，动作值设定在下限值（ $I_g = 0.2I_n$ ），保护特性整定在定时限，任选一单相 L1、L2、L3、N（如果有）单独测试，通以 $0.1I_n$ ，断路器在0.2s内不应动作。通以 $0.2I_n$ ，断路器在0.1s内动作。其动作特性符合9.10.6特性要求。

——接地定时限动作时间测定

定时限延时时间设定在上限值0.4s，动作值设定在上限值（ $I_g = I_n$ ），任选一单相通以 $0.9I_n$ ，断路器在0.8s内不应动作。通以 $1.1I_n$ ，测量断路器延时动作时间在0.4s。其动作特性符合9.10.6特性要求。

——接地反时限动作时间测定

延时时间设定在0.4s，接地动作值 $I_g$  设定在下限值（ $I_g = 0.2I_n$ ），保护特性整定在反时限，任选一单相输入 $1.1I_g$  电流，断路器动作时间应大于0.4s。再输入 $10I_g$ 电流，断路器在0.4s内动作。其动作特性符合9.10.6特性要求。

——如果带有接地报警功能，应验证报警功能。

设定接地动作电流为 $0.8I_n$ ，任选一单相输入 $0.9I_n$ 电流，断路器应在规定时间内报警。接着将试验电流调节至 $0.7I_n$ ，报警应自动复位。

#### 10.7.7 相序保护

验证相序保护特时，其他保护功能设置为上限值或关闭，不应早于相序保护动作。

——验证相序检测功能

设定延时时限，将电源相序反向，断路器应动作或报警。

——验证缺相禁止功能

断掉一相线时，施加反向相序，相序保护失效，无报警或跳闸；

#### 10.7.8 接线端子温度保护

设定温度保护阈值。将接线端子位置接恒温热源或者将断路器至于恒温箱，温度超过阈值时，断路器应能发出报警并脱扣。

#### 10.7.9 频率保护

本试验验证申明适用于多种频率的断路器脱扣特性。但不适用于额定频率仅为50Hz~60Hz的断路器。试验应在每个额定频率下进行或当申明适用于一系列频率时则在最低和最高频率下进行，其动作特性应符合9.10.9。

——最小频率保护特性试验

a) 最小频率保护动作频率整定值设定在下限45Hz，动作时间整定值应分别设定在0.2s和5s。通以频率为43Hz的试验电压使断路器动作，延时动作值误差应符合9.10.9表26要求。然后重复上述试验，但试验电压频

率通以制造商规定的不脱扣持续时间，然后试验电压频率升到47Hz持续到大于2倍的延时时间，断路器不应动作。

- b) 最小频率保护动作频率整定值设定在上限50Hz，动作时间整定值应分别设定在0.2s和5s。通以频率为48Hz的试验电压使断路器动作，延时动作值误差应符合9.10.9表26要求。然后重复上述试验，但试验电压频率通以制造商规定的不脱扣持续时间，然后试验电压频率升到52Hz持续到大于2倍的延时时间，断路器不应动作。

#### ——最大频率保护特性试验

- a) 最大频率保护动作频率整定值设定在下限50Hz，动作时间整定值应分别设定在0.2s和5s。通以频率为52Hz的试验电压使断路器动作，延时动作值误差应符合9.10.9表26要求。然后重复上述试验，但试验电压频率通以制造商规定的不脱扣持续时间，然后试验电压频率降到48Hz持续到大于2倍的延时时间，断路器不应动作。
- b) 最大频率保护动作频率整定值设定在上限55Hz，动作时间整定值应分别设定在0.2s和5s。通以频率为57Hz的试验电压使断路器动作，延时动作值误差应符合表7要求。然后重复上述试验，但试验电压频率通以制造商规定的不脱扣持续时间，然后试验电压频率降到53Hz持续到大于2倍的延时时间，断路器不应动作。

试验过程中，断路器各项显示功能正常。

### 10.7.10 逆功率保护

- a) 有功功率整定值设定在下限0.1Pn，动作时间整定值应分别设定在0.2s和20s，功率流向和用户设定的方向相反。通以数值为1.1×0.1Pn的试验有功功率使断路器动作，延时动作值误差应符合表27要求。然后重复上述试验，但试验的有功功率通以制造商规定的不脱扣持续时间，然后试验的有功功率降到0.9×0.1Pn持续到大于2倍的延时时间，功率流向和用户设定的方向相反，断路器不应动作。
- b) 有功功率整定值设定在上限0.3Pn，动作时间整定值应分别设定在0.2s和20s，功率流向和用户设定的方向相反。通以数值为1.1×0.3Pn的试验有功功率使断路器动作，延时动作值误差应符合表27要求。然后重复上述试验，但试验的有功功率通以制造商规定的不脱扣持续时间，然后试验的有功功率降到0.9×0.3Pn持续到大于2倍的延时时间，功率流向和用户设定的方向相反，断路器不应动作。

试验过程中，断路器各项显示功能正常。

### 10.7.11 防孤岛保护

### 10.7.12 电流不平衡保护

验证电流不平衡保护特性时，其他保护功能设置为上限值或关闭，不应早于电流不平衡动作。

电流不平衡动作值测试：在整定范围内分别设定上限值和下限值，三相同时通In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，按2.1.3中的公式计算电流不平衡率，其动作状况应符合表28规定。

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，调好三相动作信号，突加信号至不平衡延时报警或延时脱扣，延时动作值误差应符合表28要求。

电流不平衡的计算方法：

$$\epsilon_i = \frac{\max_{j=1}^3 |I_j - I_{avg}|}{I_{avg}} \times 100\%$$

式中  $I_{avg} = \frac{\sum_{j=1}^3 I_j}{3}$ ，Iavg为三相平均电流，Ij为第j相电流的有效值。

### 10.7.13 断零保护

- 断路器处于合闸状态，断零保护投入跳闸；
- 清除相应的数据记录；
- 使用表台输出电压，拔掉表台书上的零线；
- 读取状态字和事件记录中的响应条目；有断零保护记录。

### 10.7.14 停电保护



验证停电保护时，其他保护功能设置为上限值或关闭，不应早于停电保护动作。

设置停电保护的电流阈值，断路器三相线全部断开后，断路器能完成脱扣动作。

## 10.8 测量试验

### 10.8.1 准确度试验条件

试验条件如下：

- a) 断路器应在合闸位置，所有应接地的部件接地；
- b) 断路器电源端应接入电压相线，N 线应可靠接入；
- c) 断路器应通电 30 分钟后进行准确度试验。

### 10.8.2 初始固有误差极限

试验顺序应从最小电流到最大电流，然后从最大电流到最小电流，每一个试验电流，误差结果应是两次测量的平均值；在最大电流时，包括稳定时间在内的最大测量时间应为10min。

试验后断路器误差应符合本文件9.11相应要求，如无特殊规定应满足C级。

### 10.8.3 起动试验

断路器在参比电压、参比频率和功率因数为1的条件下，负载电流升到规定起动电流后，断路器应有脉冲输出或代表电能输出的指示灯闪烁，两个脉冲之间的预期时间（时间间隔 $\tau$ ）按式（3）计算，允许第一个脉冲在起动断路器后 $1.5\tau$ 秒内出现，第二个脉冲允许在下一个 $1.5\tau$ 秒内出现，此后进行起动电流误差试验，百分数误差极限见表29：

$$\tau = \frac{3.6 \times 10^6}{m \cdot C \cdot U_e \cdot I_{st}} \quad (3)$$

式中：

C——输出装置每千瓦时输出的脉冲数（imp/kWh）；

m——单元数量；（三相断路器m=3）

$U_e$ ——参比电压，单位V；

$I_{st}$ ——起动电流，单位A。

断路器的起动试验应符合本文件9.11.3规定的要求。

### 10.8.4 潜动试验

断路器电压回路通以 $1.1U_e$ ，电流回路无电流，在规定时间内断路器不应产生多于一个脉冲的输出，试验时间按式（4）确定。

最短的实验时间 $\Delta t$ 计算：

$$\Delta t = \frac{100 \times 10^3}{1.1 \times b \times C \times m \times U_e \times I_{\min}} h \quad (4)$$

式中：

b—— $I_{\min}$ 时，以百分数表示的基本最大允许误差极限，取正值；

C——输出装置每千瓦时输出的脉冲数（imp/kWh）；

m——单元数量；

$U_e$ ——参比电压，单位V；

$I_{\min}$ ——最小电流，单位A。

断路器的潜动试验应符合本文件9.11.4规定的要求。

#### 10.8.5 电量脉冲常数试验

断路器电流线路通以不低于 $I_{st}$ 的任意电流，记录一段时间间隔内寄存器记录的电能值以及测试输出的输出脉冲数，误差 $e_k$ 由式（5）确定，其值不应超过基本最大允许误差的10%。

$$e_k = \frac{N/C - E}{E} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

$N$ ——测试输出的输出脉冲数；

$C$ ——输出装置每千瓦时输出的脉冲数（imp/kWh）；

$E$ ——寄存器记录的电能值，单位为 kWh。要求记录的最小电能值由式（6）确定；

$$E_{\min} = \frac{1000 \cdot R}{b} kWh \quad (6)$$

式中：

$R$ ——寄存器的可见分辨率，单位为kWh；

$b$ ——断路器在 $I_{\max}$ 、功率因数为 1 时的基本最大允许误差，取正值，单位为%。

#### 10.8.6 计时准确度试验

##### 10.8.6.1 时钟试验

如有时基频率测试点：在参比条件下，时钟精度测量仪预热达到稳定状态，断路器达到热稳定后，使用时钟测试仪在断路器时基频率测试点连续进行3次测量，每次测量时间为1min，之后计算平均值，试验数据应符合本文件9.14.6的要求。

##### 10.8.6.2 环境温度对日计时误差的影响

在参比温度下测量断路器时钟日计时误差，然后将断路器置于高低温试验箱中，将试验箱温度升至55℃，断路器在此温度下保持2h后测量断路器时钟日计时误差，按式（7）进行计算断路器时钟日计时误差的温度系数，采用同样的试验方法计算在 25℃时断路器时钟日计时误差的温度系数，结果应符合本文件9.11.5的要求。

$$q = \left| \frac{e_1 - e_0}{t_1 - t_0} \right| \quad (7)$$

式中：

$q$ ——断路器时钟日计时误差的温度系数 s/（d·℃）；

$e_1$  ——试验温度下的断路器时钟日计时误差，s/d；

$e_0$  ——参比温度下的断路器时钟日计时误差，s/d；

$t_1$  ——试验温度，℃；

$t_0$  ——参比温度，℃。

#### 10.8.7 误差一致性试验

断路器的误差一致性试验对同一批次 $n$ 个被试样品（典型为3~6只）进行测试，在参比电压、10Itr、Itr、功率

因数1和0.5L处，被试样品的测量结果与同一测试点n个样品的平均值的最大差值不应超过表31的限值。被试样品应使用同一台多工位校验装置同时测试。

#### 10.8.8 误差变差试验

断路器在参比电压、参比电流加载30min后，对同一被试样品，在参比电压、10Itr、功率因数1和0.5L处，对样品做第一次测试；在试验条件不变的条件下间隔5min后，对样品做第二次测试，同一测试点处的两次测试结果的差的绝对值不应超过本文件9.11.6规定的限值。

#### 10.8.9 负载电流升降变差试验

断路器在参比电压、参比电流加载30min后，按照负载电流从轻载到Imax的顺序进行首次误差测试，记录各负载点的误差；负载电流在Imax点保持2min后，再按照负载电流从Imax到轻载的顺序进行第二次误差测试，记录各负载点误差；同一只被试样品在相同负载点处的误差变化的绝对值不应超过本文件9.11.7定限值。测试点的负载电流为0.5Itr、10 Itr、Imax。

#### 10.8.10 测量重复性试验

在参比电压、参比频率和10 Itr下，对功率因数为1和0.5L两个负载点分别做不少于5次的相对误差测量，按照式（1）计算标准偏差估计值，不应大于本文件9.11.8的规定限值。

### 10.9 电磁兼容性试验

#### 10.9.1 一般试验条件

除非另有规定，所有这些试验，断路器应在其正常工作位置。试验后断路器应无损坏并符合本文件第9章各项要求。

电磁环境：与低压非公用电网或工业电网的场所/装置有关，含高骚扰源。对抗扰度试验，应规定如下性能标准：

- 1) 性能标准 A：试验时需验证抗误动作（第 1 步）和功能特性（第 2 步）。任何监控功能应正确指示状态；
- 2) 性能标准 B：试验时需验证抗误动作。监控功能可能会指示错误状态。在试验后，验证功能特性正常。

注：功能特性应至少包含测量、通信功能。

#### 10.9.2 交流电压暂降和短时中断试验

试验要求根据IEC 61000-4-11，按如下方法进行：

- (1) 断路器电源端应每相施加参比电压，N 线端子应可靠接入；
- (2) 断路器应处于合闸状态，电流电路无电流，且电流端子应开路；
- (3) 断路器应通电 1min 后进行试验；
- (4) 试验等级和试验时间，应符合表39的要求。试验结果要求：
  - a) 试验过程中，功能或性能的暂时降低或失去是允许的，断路器不应误动；
  - b) 试验后检测断路器功能和性能应恢复正常。

表39 交流电压暂降和短时中断试验

试验	U(电压降低)	持续时间 周期	试验次数	试验之间的间隔 /s
电压中断试验	100%	250/300 <sup>a</sup>	10	10
电压暂降试验	60%	1	10	10

电压暂降试验	60%	25/30 <sup>b</sup>	10	10
电压暂降试验	30%	0.5	10	10
a “250/300”意味着：“额定频率为50 Hz时，持续时间为250周期”和“额定频率为60 Hz时，持续时间为300周期”。 b “25/30”意味着：“额定频率为50 Hz时，持续时间为25周期”和“额定频率为60 Hz时，持续时间为30周期”。				

### 10.9.3 静电放电抗扰度试验

试验要求根据GB/T 17626.2—2018，按如下方法进行：

- (1) 断路器电源端应每相施加参比电压，N线端子应可靠接入；
- (2) 断路器应处于合闸状态，电流电路无电流，且电流端子应开路；
- (3) 按 GB/T 14048.2—2020 附录F的规定执行；
- (4) 断路器在表40规定的静电放电条件下应能正常工作，并符合性能标准B要求。

表40 静电放电指标要求

项目	参考标准	试验电平	性能标准
静电放电	GB/T 17626.2—2018	8 kV 接触放电 15 kV 空气放电	B

### 10.9.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度

试验要求根据GB/T 17626.4—2018，按如下方法进行：

- (1) 断路器电源端应每相施加参比电压，N 线端子应可靠接入；
- (2) 断路器应处于合闸状态，每相施加 10 I<sub>tr</sub> 的电流值；
- (3) 功率因数为 1.0；
- (4) 按 GB/T 14048.2—2020 附录F的规定执行；
- (5) 断路器在表41规定的电快速瞬变/脉冲群条件下应能正常工作，并符合性能标准 B 要求。

表41 电快速瞬变/脉冲群指标要求

项目	参考标准	试验电平	性能标准
电快速瞬变/脉冲群	GB/T 17626.4—2018	电源端口：4 kV 信号端口：2 kV	B

### 10.9.5 浪涌抗扰度试验

- (1) 试验要求根据GB/T 17626.5—2019，按如下方法进行：
- (2) 断路器电源端应每相施加参比电压，N 线端子应可靠接入；
- (3) 断路器应处于合闸状态，电流电路无电流，且电流端子应开路；
- (4) 按 GB/T 14048.2—2020 附录 F 的规定执行；
- (5) 断路器在表42规定的浪涌条件下应能正常工作，并符合性能标准 B 要求。

表42 浪涌指标要求

项目	参考标准	试验电平	性能标准
----	------	------	------

浪涌	GB/T 17626.5—2019	线-地：4kV 线-线：2kV	B
----	-------------------	--------------------	---

#### 10.9.6 衰减振荡波抗扰度试验

试验要求根据GB/T 17626.12—2013，按如下方法进行：

- (1) 断路器电源端应每相施加参比电压，N 线端子应可靠接入；
- (2) 断路器应处于合闸状态，电流电路无电流，且电流端子应开路；
- (3) 按 GB/T 17626.18-2016 的规定执行；
- (4) 断路器在表43规定的衰减振荡波条件下应能正常工作，并符合性能标准 A 要求。

表43 衰减振荡波指标要求

项目	参考标准	试验电平	性能标准
衰减振荡波	GB/T 17626.12—2013	共模：2.5kV 差模：1kV	A

#### 10.9.7 射频电磁场抗扰度(无电流)试验

试验要求根据GB/T 17626.3—2016，按如下方法进行：

- (1) 断路器电源端应每相施加参比电压，N 线端子应可靠接入；
- (2) 断路器应处于合闸状态，电流电路无电流，且电流端子应开路；
- (3) 断路器在表44规定的条件下应能正常工作，并符合性能标准 B 要求。

表44 射频电磁场指标要求

项目	参考标准	试验电平	性能标准
射频电磁场	GB/T 17626.3—2016	频率：80MHz-6000MHz， 30V/m	B

#### 10.9.8 射频电磁场抗扰度(有电流)试验

试验要求根据GB/T 17626.3—2016，按如下方法进行：

- (1) 断路器电源端应每相施加参比电压，N 线端子应可靠接入；
- (2) 断路器应处于合闸状态，电流电路施加 10I<sub>tr</sub> 电流；
- (3) 功率因数为 1.0；
- (4) 断路器在表45规定的条件下应能正常工作，并符合性能标准 A 要求。

表45 射频电磁场指标要求

项目	参考标准	试验电平	性能标准
射频电磁场	GB/T 17626.3—2016	频率：80MHz-2000MHz， 10V/m	A

#### 10.9.9 射频场感应的传导骚扰（共模）抗扰度

试验要求根据GB/T 17626.6—2017，按如下方法进行：

- (1) 断路器电源端应每相施加参比电压，N 线端子应可靠接入；
- (2) 断路器应处于合闸状态，电流电路施加  $10I_{tr}$  电流；
- (3) 功率因数为 1.0；
- (4) 断路器在表46规定的条件下应能正常工作，并符合性能标准 A 要求。

表46 射频场感应指标要求

项目	参考标准	试验电平	性能标准
射频场感应的传导骚扰(共模)	GB/T 17626.6—2017	频率：150kHz-80MHz，10V	A

#### 10.9.10 外部工频磁场试验

试验要求根据IEC 61000-4-8，按如下方法进行：

- (1) 断路器电源端应每相施加参比电压，N 线端子应可靠接入；
- (2) 断路器应处于合闸状态，电流电路施加  $10I_{tr}$  电流；
- (3) 功率因数为 1.0；
- (4) 断路器在表47规定的条件下应能正常工作，并符合性能标准 A 要求。

表47 工频磁场指标要求

项目	参考标准	试验电平	性能标准
工频磁场	IEC 61000-4-8	0.5mT	A

#### 10.9.11 射频电磁场辐射及传导干扰试验

试验按如下方法进行：

- (1) 传导射频干扰（150 kHz～30 MHz）：按 GB/T 14048.2—2020 中附录 F.5.3 和附录 J.3.2，在150 kHz～30 MHz 条件下试验；
- (2) 辐射射频干扰（30 MHz～1000M Hz）：按 GB/T 14048.2—2020 中附录 F.5.4 和附录 J.3.3，在 30MHz～1000MHz 条件下试验。

#### 10.9.12 谐波电流

试验要求按如下方法进行：

- (1) 断路器电源端应每相施加参比电压，N 线端子应可靠接入；
- (2) 断路器应处于合闸状态，电流电路施加谐波电流；
- (3) 按 GB/T 14048.2—2020 中附录 F.4.1 的规定执行；
- (4) 断路器在表48规定的谐波条件下应能正常工作，并符合性能标准 A 要求。

表48 谐波指标要求

试验项目	参考标准	试验电平	性能标准
谐波	GB/T 17626.13—2006	以下两种方案任选一种： 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； 由基波及三次、五次和七次谐波分量组成的波形。	A

### 10.9.13 电流暂降

适用于低压智能断路器，按如下方法进行：

- (1) 断路器电源端应每相施加参比电压，N 线端子应可靠接入；
- (2) 断路器应处于合闸状态，电流电路施加试验电流；
- (3) 按 GB/T 14048.2—2020 中附录 F.4.7.1 的规定执行；
- (4) 断路器在表49规定的电流暂降条件下应能正常工作，并符合性能标准 B 要求。

表49 电流暂降指标要求

试验项目	参考标准	试验电平	性能标准
电流暂降	GB/T 14048.2—2020	附录F.4.7.1试验方法条款	B

### 10.10 抗其他影响量试验

#### 10.10.1 一般试验条件

除非另有规定，所有这些试验，断路器应在其正常工作位置。试验后断路器应无损坏并符合本文件第9章相应要求。规定如下性能标准：

- a) 验收准则 A：在试验时需验证抗误动作（第 1 步）和功能特性（第 2 步）。任何监控功能应正确指示状态；
- b) 验收准则 B：试验时，需验证抗误动作。监控功能可能会指示错误状态。在试验后，验证功能特性正常。

#### 10.10.2 负载不平衡试验

试验应按如下条件进行：

- a) 仅在一个电流电路施加有关标准给出的电流时，应测量断路器相对平衡负载时固有误差的偏移；
- b) 应在功率因数(或 $\sin\phi$ )为 1 和功率因数(或 $\sin\phi$ )为 0.5 感性情况下，对所有电流电路进行试验；
- c) 试验至少应在电流为  $I_{tr}$ 、 $10I_{tr}$  和  $I_{max}$  条件下进行。符合验收准则A的要求。

#### 10.10.3 电压改变试验

本试验应施加于电网电源端口，试验应按如下条件进行：

- a)  $0.9U_e \leq \text{试验电压} \leq 1.1U_e$ ，试验至少应在  $10I_{tr}$ 、功率因数(或  $\sin\phi$ ) 为 1 以及功率因数(或  $\sin\phi$ ) 为0.5 感性的条件下进行，试验电压至少包括  $0.9U_e$  和  $1.1U_e$ ；
- b)  $0.8U_e \leq \text{试验电压} < 0.9U_e$  以及  $1.1U_e < \text{试验电压} \leq 1.15U_e$ ，试验至少应在  $10I_{tr}$ 、功率因数（或  $\sin\phi$ ）为 1 的条件下进行，试验电压至少包括  $0.8U_e$ 、 $0.85U_e$  和  $1.15U_e$ ；
- c)  $0 \leq \text{试验电压} < 0.8U_e$ ，试验至少应在  $10I_{tr}$ 、功率因数（或  $\sin\phi$ ）为 1 的条件下进行，试验电压至少包括  $0.7U_e$ 、 $0.6U_e$ 、 $0.5U_e$ 、 $0.4U_e$ 、 $0.3U_e$ 、 $0.2U_e$ 、 $0.1U_e$ 、 $0V$ ；
- d) 如果断路器有一个明确的关机电压，电压改变的试验点应包括关机电压以上的一个点及关机电压以下的一个点。较低试验点应在关机电压以下 2 V 的范围内，较高的试验点应在开启电压以上 2 V 的范围内；
- e) 试验电压应平衡。

断路器的基本功能应按表50评价：

表50 电压改变影响下断路器基本功能的评价

电压改变	基本功能
------	------



	电能测量	指示
$0.9U_e \leq U \leq 1.1U_e$	验收准则: A	验收准则: A
$0.8U_e \leq U < 0.9U_e$ $1.1U_e < U \leq 1.15U_e$	验收准则: A	验收准则: A
$0 \leq U < 0.8U_e$	误差可在+10%和100%之间变化 a 验收准则: B <sup>b</sup>	验收准则: A <sup>a</sup>
a 准则适用于电压高于规定的最低供电电源电压的情况; b 准则适用于电压低于规定的最低供电电源电压的情况。		

#### 10.10.4 频率改变试验

试验应按如下条件进行:

- a) 被测信号频率应从  $f$  的-2%改变到+2%; 由频率改变引起断路器的误差偏移极限不应超过 $\pm 0.2\%$ ;
- b) 对适用于多个额定频率的断路器, 本试验应适用于断路器的每一额定频率; 频率试验点至少包括  $0.98f$  和

1.02f;

- c) 试验至少应在  $10I_{tr}$ 、功率因数为 1 以及功率因数为 0.5 感性的条件下进行。符合验收准则A的要求。

#### 10.10.5 逆相序试验

试验应按如下条件进行:

- (1) 三相中的任意两相交换相序时, 应测断路器相对于参比条件下的误差偏移, 由逆相序引起断路器的误差偏移极限不应超过 $\pm 0.1\%$ ;
- (2) 试验至少应在  $10I_{tr}$ 、功率因数(或  $\sin\phi$ ) 为 1 的条件下进行。符合验收准则A的要求。

#### 10.10.6 负载电流快速改变试验

试验应在下列的条件下进行:

- (1) 电压电路施加额定工作电压;
- (2) 功率因数为 1;

(3) 电流电路应在开通和关断状态之间重复切换, 按以下的试验描述在  $t_{on}$  期间施加  $10I_{tr}$  并在 $t_{off}$ 期间中断:

$t_{on}=10s$ ,  $t_{off}=10s$ , 总试验持续时间 4 h;

$t_{on}=5s$ ,  $t_{off}=5s$ , 总试验持续时间 4 h;

$t_{on}=5s$ ,  $t_{off}=0.5s$ , 总试验持续时间 4 h;

(4) 关断时间和开通时间不需要与电网频率的过零点同步。开通状态和关断状态之间的切换应在额定频率的一个周期内完成。 $t_{on}$  和  $t_{off}$  的允差是额定频率的 $\pm 1$ 个周期;

- (5) 准确度应在试验后采用读取断路器精确电量来验证;

符合验收准则A的要求, 对于 (3) 的每项试验都适用。

#### 10.10.7 自热试验

试验应按如下条件进行:

- (1) 电压电路应施加额定工作电压, 电流电路无电流, 至少持续 1 h;
- (2) 电流电路施加最大电流  $I_{max}$ , 功率因数为 1; 电流施加后, 应立刻测量断路器误差, 在足够短的时间

隔时间内准确绘出作为时间函数的误差变化曲线；

(3) 试验应至少进行 5 h，且在任何情况下，直至 20 min 内误差变化不大于断路器基本最大允许误差的 10%；

(4) 试验结束后，如果误差偏移曲线不平直，以至于在任一 20 min 期间的误差偏移超过基本最大允许误差的 10%，应允许恢复到初始温度，在功率因数为 0.5 感性的情况下重复整个试验；或者如果试验装置在小于 30 s 的时间内可改变负载，则应在  $I_{max}$ 、功率因数为 0.5 感性时测量断路器的误差偏移。

符合验收准则A的要求。

#### 10.10.8 内控实验

符合公司质量部规定的内控试验测试流程及判定标准，参照附录 J。

#### 10.11 环境试验

##### 10.11.1 高温试验

试验要求根据GB/T 2423.2，在如下条件下进行：

- a) 试品工作状态：施加额定工作电压，电流线路  $10I_{tr}$  电流；
- b) 试验温度： $+70^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 试验时间：96h。

试验结果要求：

- a) 试验过程中设备不应损坏、脱扣，测量、通信功能正常；
- b) 试验后，断路器恢复时间：2 h；断路器误差偏移的强制试验点： $10I_{tr}$ 、功率因数为 1；检误差偏移极限应符合表 20 的规定。

##### 10.11.2 低温试验

试验根据GB/T 2423.1，在如下条件下进行：

- a) 试品工作状态：施加额定工作电压，电流线路  $10I_{tr}$  电流；
- b) 试验温度： $-40^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 试验时间：96h。

试验结果要求：

- a) 试验过程中设备不应损坏、脱扣，测量、通信功能正常；
- b) 试验后，断路器恢复时间：2 h；断路器误差偏移的强制试验点： $10I_{tr}$ 、功率因数为 1；检误差偏移极限应符合表 20 的规定。

##### 10.11.3 交变湿热试验

试验根据GB/T 2423.4，在如下条件下进行：

- a) 试品工作状态：施加额定工作电压，电流线路无电流；
- b) 试验温度： $+55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 试验循环：6 次。

试验结果要求：

- a) 试验过程中设备不应损坏、脱扣，测量、通信功能正常；
- b) 试验后检验：

试压结束前1h或2h进行工频耐压试：

试验电压：1000V；

施压时间：1min；

施压部位：符合9.4.2.2中规定测试部位；

功能试验：试品不损坏，测量、指示灯、通信功能正常；

试验后，断路器恢复时间：2 h；断路器误差偏移的强制试验点：10Itr、功率因数为 1；检误差偏移极限应符合表32的规定。

试验后验证过载长延时脱扣特性，符合9.9.1规定性能。

#### 10.11.4 温度变化循环试验

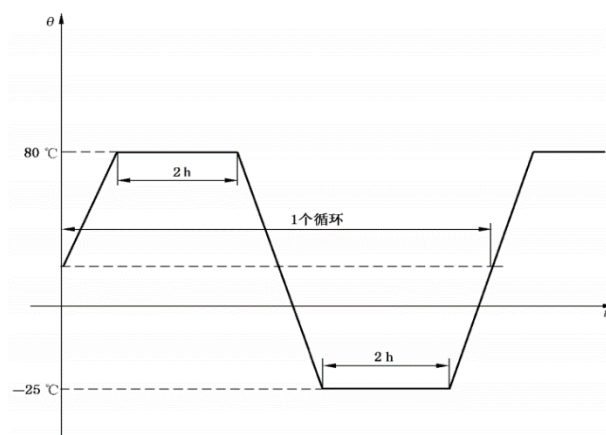
——试验条件

断路器应能承受符合下图的温度变化循环；

温度上限为80℃，温度下限为-25℃；

当温度变化的上升和下降速率为 $(1\pm0.2)$  K/min时，认为达到平衡状态，然后至少维持2h；

断路器不通电进行试验，循环数应为28。



——试验结果

在所有温度变化循环期间，不应发生可能引起断路器脱扣的电子断路器动作。

#### 10.11.5 干热试验

试验温度： $+40\pm2$  °C

试验周期：168h

试验电流：I

试验期间断路器不应脱扣。

试验后验证过载长延时脱扣特性，符合9.9.1规定性能。

### 11 使用条件

#### 11.1 环境条件

断路器正常运行的环境条件应符合表51的规定。

表51 环境条件

	空气温度	湿度	使用场所
--	------	----	------

级别	范围 °C	最大变化率 <sup>a</sup> °C/h	相对湿度 <sup>b</sup> %	最大绝对湿度 g/m3	
C1	-5~+45	0.5	5~95	29	室内
C2	-25~+55	0.5	10~100		遮蔽场所
C3	-40~+70	1		35	户外
CX	根据需要由用户和制造商协商确定。				
<div>a 温度变化率取 5min 时间内平均值。</div> <div>b 相对湿度包括凝露。</div>					

对特殊用途，可在订货合同中规定比表51更严酷的工作温度范围，下限温度极限推荐值为-55℃、-40℃，上限温度极限推荐值为+70℃、+85℃。

## 11.2 海拔条件

正常使用的安装地点海拔不超过2000米；

## 11.3 外磁场

安装场所的外磁场任何方向不应超过地磁场的5倍。

## 11.4 污染等级

除了另有说明，断路器适用于污染等级为3级的环境。

## 11.5 防护等级

除一次接线端子外，外壳的防护等级应达到IP20。

## 11.6 安装条件

断路器应按制造商说明书的要求安装。

# 12 包装、运输、存储

## 12.1 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，包装箱内应有装箱清单、产品合格证、附件及相关随机文件。

## 12.2 运输

运输储存温度应在-25℃至 55℃之间，短时间内（24h内）可达 70℃。除非另有规定，允许用任何运输工具运输，在运输时应避免雨淋、撞击和靠近酸、碱等腐蚀性物质。

## 12.3 存储

包装完好的产品应存放在温度为-40℃~+70℃、相对湿度<70%、通风和无腐蚀性气体的仓库中。处于极端温度下而不操作的断路器不应承受不可逆的损坏，在置于正常条件下的断路器应能按照规定正常操作。

## 13 检验规则

### 13.1 检验分类

检验分为型式检验、专业检验、到货检测、研发自测、转V认证、出厂检验、硬件变更、检验抽检共八类。  
表52规定各检测类别的最小检测项目覆盖范围。抽样检测试验项目由组织方自行定义。

表52 断路器检测项目

序号	检测项目		型式试验	出厂试验	专业检测	到货检测
1	外观结构检查		√	√	√	√
2	通信协议试验		√	√	√	√
3	性能试验		√	—	√	√
4	结构试验		√	—	√	√
5	电源试验		√	√	√	√
6	功能试验	电能质量监测-稳态特性	√	√	√	√
		指标试验				
7		参数设置及查询试验	√	√	√	√
8		通信功能试验	√	√	√	√
9		拓扑识别功能试验	√	√	√	√
10		数据记录试验	√	√	√	√
11		自诊断必备试验	○	○	○	○
12		自诊断选配试验	○	○	○	○
13		分闸控制试验	√	√	√	√
14		合闸控制试验	○	○	○	○
15		热记忆功能试验	○	○	○	○
16		新能源发电侧并网管理	○	○	○	○
17		信息安全防护试验	√	√	√	√
18		基本保护试验	√	√	√	√
19		附加保护试验	○	○	○	○
20		操作系统试验	○	○	○	○
21		自适应接入试验	○	○	○	○
22		数据交互试验	√	—	√	√
23	在线升级试验	○	○	○	○	
a) √表示必做试验项						
b) ○表示如具备此功能必做试验项						
c) —表示可不做试验项						

### 13.2 型式检验

型式试验由制造商委托具有型式试验资质的检测单位开展，并出具型式试验报告。有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品定型；
- 连续批量生产的装置（年生产量大于 1000 台）每2年一次；
- 正式投产后，如设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能时；

- d) 产品停产1年以上又重新恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与型式检验有较大差异时；
- f) 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式检验要求时；
- g) 合同规定进行型式检验时。

### 13.3 转 V 认证检验

产品发货前必须经过质量认证，认证成功后方可发货。

### 13.4 出厂检验

出厂试验由制造商或受其委托的出厂检测机构，在每台装置出厂前，依据表52所列项目逐台逐项进行例行试验。试验合格后，每台装置应单独附有合格证，方可允许出厂。

### 13.5 研发自测

研发自测应在型式检验前进行全覆盖测试或评估。

### 13.6 专业检测

专业检测应由具备国家级资质的检测机构依据表52所列项目逐项进行的例行试验。在以下情况下应进行专业检测：

- a) 新产品定型后；
- b) 连续批量生产的装置（年生产量大于 1000 台）每 2 年一次；
- c) 设计、平台有较大改变，并可能影响产品性能时；
- d) 专业部门或管理部门提出要求时。

### 13.7 到货检测

到货检测是用户单位或受其委托的具有资质的检测单位对到货设备的功能、性能进行的试验。检测依据表52逐项进行，一般分三种情况：

- a) 正式投运前；
- b) 对装置进行的例行校验；
- c) 怀疑装置有故障时。

### 13.8 硬件变更

当产品硬件版本发生变更时，按附录I明细进行检验；研发评估设计变更不涉及的试验项目可简化。

### 13.9 抽检检验

批量生产或连续生产的设备在交付、验收或投运过程中，可安排抽样检测，抽样率、抽样检测项目由用户单位根据现场实际情况确定。

## 附录A

（规范性附录）

### 断路器工作参数配置

断路器工作参数配置应符合表A的要求：

表A 断路器工作参数配置表

分类	功能项目	查询	配置	长度	码制	备注
固定 参数	设备名称	*注1		32	ASCII	
	设备类型	*		24	ASCII	
	设备型号	*		32	ASCII	制造商定义
	设备生产制造商	*		32	ASCII	制造商定义
	设备ID	*		24	ASCII	
	资产实物ID	*		24	ASCII	国网定义
	设备生产日期	*		10	ASCII	制造商定义
	软件版本号	*		10	ASCII	制造商定义
	硬件版本号	*		10	ASCII	制造商定义
	额定电流	*		6	ASCII	根据断路器规格设定
	额定电压	*		6	ASCII	根据断路器规格设定
	壳架电流	*		6	ASCII	根据断路器规格设定
	有功脉冲常数	*		3	BCD	根据断路器规格设定
	无功脉冲常数	*		3	BCD	根据断路器规格设定
	协议版本号	*		16	ASCII	
	工厂代码			24	ASCII	
	通信地址	*	*	6	BCD	根据断路器规格设定
	设备功能配置	*		6	BIN	Bit0:断路器类型 0-塑料外壳式, 1-万能式 Bit1-2:断路器极数 00-1P, 01-2P, 10-3P, 11-4P Bit3-4:保护类型 00-热磁式, 01-电子式 Bit5: 拓扑识别 0-不具备, 1-具备 Bit6: 远程合闸 0-不具备, 1-具备 Bit7: 接线端子或触头温度监测 0-不具备, 1-具备 Bit8: 操作次数/触头磨损 0-不具备, 1-具备 Bit9: 热记忆 0-不具备, 1-具备 Bit10: 新能源发电侧并网管理 0-不具备, 1-具备 Bit11-15: 预留



						Bit16: 剩余电流保护 0-不具备, 1-具备 Bit17: 接地故障保护 0-不具备, 1-具备 Bit18: 过电压保护 0-不具备, 1-具备 Bit19: 欠电压保护 0-不具备, 1-具备 Bit20: 相序保护 0-不具备, 1-具备 Bit21: 接线端子温度保护 0-不具备, 1-具备 Bit22: 频率保护 0-不具备, 1-具备 Bit23: 逆功率保护 0-不具备, 1-具备 Bit24: 防孤岛保护 0-不具备, 1-具备 Bit25: 电流不平衡保护 0-不具备, 1-具备 Bit26-47: 预留
密码	0 级密码		*	4	BCD	
	1 级密码		*	4	BCD	
	2 级密码		*	4	BCD	
保护 参数	过载长延时整定电流	*	*	3	BCD	额定电流 A
	过载长延时整定时间	*	*	2	BCD	s
	过载长延时使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	长延时热记忆恢复时间	*	*	1	BCD	10~30min
	短路短延时整定电流（反时限）	*	*	3	BCD	A
	短路短延时整定值（定时限）	*	*	3	BCD	A
	短路短延整定时间	*	*	2	BCD	ms
	短延时热记忆恢复时间	*	*	1	BCD	5~15min
	短路短延使能	*	*	2	Bit	0-退出 10-跳闸投入
	短路瞬时整定电流	*	*	3	BCD	A
	短路瞬时使能	*	*	2	Bit	0-退出 10-跳闸投入
	接地故障整定值	*	*	3	BCD	A
	接地故障整定时间	*	*	2	BCD	ms
	接地故障使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	过电压整定值	*	*	2	BCD	V
	过电压整定时间	*	*	2	BCD	s

	过电压使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	欠电压整定值	*	*	2	BCD	V
	欠电压整定时间	*	*	2	BCD	S
	欠电压使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	过频整定值	*	*	2	BCD	过频 (51~55)
	过频整定时间	*	*	2	BCD	1~60s
	过频使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	欠频整定值	*	*	2	BCD	欠频 (45~49)
	欠频整定时间	*	*	2	BCD	1~60s
	欠频使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	相序整定值	*	*	1	BIN	0: A/B/C 1: A/C/B
	相序整定时间	*	*	2	BCD	1~60s
	相序保护使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	逆功率整定值	*	*	3	BCD	0.1~1.1Pn
	逆功率整定时间	*	*	2	BCD	0.2~20s
	逆功率使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	缓变剩余电流整定值	*	*	2	BCD	mA
	缓变剩余电流整定时间	*	*	2	BCD	ms
	缓变剩余电流保护使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	突变剩余电流整定值	*	*	2	BCD	mA
	突变剩余电流整定时间	*	*	2	BCD	ms
	突变剩余电流保护使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	接线端子温度整定值	*	*	2	BCD	70~130
	接线端子温度整定时间	*	*	2	BCD	1~60s
	接线端子温度保护使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	防孤岛式保护整定值	*	*	2 2 1 2	BCD	电压幅值摆动(dUisl): 0.1~0.9Un; 电压频率摆动(dFisl): 0.5~25Hz; 电压相位摆动(dPHisl): 1~60°; 电压波形畸变率摆动(dUTHDisl): 0.5~30%
	防孤岛式保护整定时间	*	*	2	BCD	0.01~9.99s
	防孤岛式保护使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
	电流不平衡度整定值	*	*	2	BCD	%
	电流不平衡整定时间	*	*	2	BCD	s
	电流不平衡保护使能	*	*	2	Bit	0-退出 01-告警投入 10-跳闸投入
其他参数	年月日周	*	*	4	BCD	日期及星期 (0 为星期天)
	时分秒	*	*	3	BCD	10 点2 分5 秒
	日期星期及时间	*	*	7	BCD	年月日星期时分秒
	485 通信波特率	*	*	1	BIN	用特征字表示, 长度 1 个字节, 600bps-19200bps 可选

	载波通信波特率	*	*	1	BIN	用特征字表示，长度 1 个字节， 600bps-19200bps 可选
	分钟冻结间隔	*	*	1	BCD	单位分钟，1-60
	定时自检时间	*	*	3	BCD	DDhhmm
安装 参数	所在小区名字	*	*	64	ASCII	根据现场情况录入
	所在楼号	*	*	16	ASCII	
	所在单元号	*	*	16	ASCII	
	所在房间号	*	*	16	ASCII	
	柜体编号	*	*	16	ASCII	

## 附录B

(资料性附录)

蓝牙配置流程

### B.1 蓝牙接口要求

- a) 蓝牙采用 5.0 及以上低功耗版本;
- b) 物理层通信速率通信默认 1Mbps, 支持 1Mbps 或 2Mbps 可配置;
- c) 有效数据吞吐量大于 200kbps;
- d) 发射功率为 0dBm 时有效通信距离不小于 8 米;
- e) 广播间隔默认 40ms, 40ms~1000ms 可调节;
- f) 扫描窗口 55ms;
- g) 扫描间隔 100ms;
- h) 最小连接间隔 30ms, 最大连接间隔 100ms;
- i) 从机延迟 0ms;
- j) 监视超时 6s;
- k) 支持 DLE 特性;
- l) 支持 MTUExchange 特性, 范围 23~247 字节;
- m) 支持 CSA#2,通信连接建立时间不大于 3s;
- n) 蓝牙应最大支持 516 字节数据收发;
- o) 蓝牙地址采用标准的 48bit 格式, 最高两个 bit 为“00”, 剩余 46bit 不能全为 0, 也不能全为 1;
- p) 蓝牙应通过蓝牙技术联盟协议栈版本认证并获得其授权 QDID 编号;
- q) 蓝牙应具备读、写、通知等命令交互, 优先选用数据透传模式;
- r) 蓝牙 MAC 地址采用随机地址类型中的静态地址。

### B.2 蓝牙建立通信流程

蓝牙建立通信流程如图B.1所示。

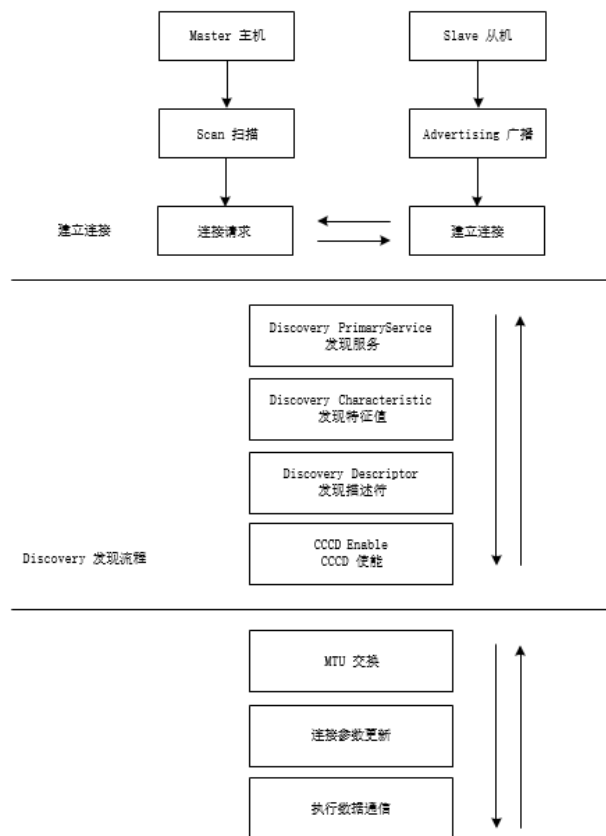


图 B.1 蓝牙建立通信流程

## 附录C

（规范性附录）

### ID号及二维码定义

#### C.1 设备代码

设备代码由3部分组成，见图C.1，代码含义见表C.1。

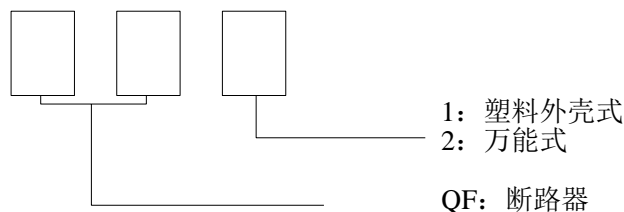


图 C.1 设备代码

表 C.1 类型标识代码表

代码	设备类型
QF1	塑料外壳式低压智能断路器
QF2	万能式低压智能断路器

#### C.2 ID 号标识代码

断路器的ID号由24位英文字母和数字组成，ID号结构由5部分组成，其结构和代码见表C.2。

表 C.2 代码结构及位数

序号	1	2	3	4	5
代码名称	设备代码	厂商代码	生产批号	生产日期	生产流水
位数（位）	3	6	3	8	4

断路器ID号的第1~3位代表设备代码；第4~9位代表厂商代码，其中第4~7位统一由国家电网进行分配（未分配的以XXXX代替），第8~9位由厂商自定义；后15位由数字组成，第10~12位代表生产批号；第13~20位代表生产日期，第21~24代表生产流水。

#### C.3 二维码信息

断路器的二维码信息结构由8部分组成，见表C.3。

表 C.3 二维码信息结构

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
代码名称	设备名称	设备代码	厂商代码	设备型号	ID 号	硬件版本	生产日期	通信地址

例如“塑料外壳式低压智能断路器，设备代码：QF1，厂商：XXXXXX，型号：XXXXXXXXXXXXXXXXXX，ID：QF1XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX，硬件版本：HV02.01，生产日期：2021年10月08日，通信地址：XXXXXXXXXXXXXXXXXX”，二维码见图C.2。



图 C.2 断路器设备信息二维码



## 附录D

(资料性附录)  
融合终端数据交互表

表D.1 融合终端数据交互表

分类	数据项目	采集方式	备注
实时值	实时三相电压、电流	按需召测	
	实时频率	按需召测	
	实时功率因数	按需召测	
	实时三相总及各分相有功功率	按需召测	
	实时三相总及各分相无功功率	按需召测	
	实时三相总及各分相视在功率	按需召测	
	各分相电流 $n$ 次谐波有效值及含有率	按需召测	$n:2\sim13$
	各分相电压 $n$ 次谐波有效值及含有率	按需召测	$n:2\sim13$
	三相电流不平衡度	按需召测	
	各分相接端子温度	按需召测	如有
	N 相接端子温度	按需召测	如有
	各分相触头温度	按需召测	如有
	N 相触头温度	按需召测	如有
	断路器温度	按需召测	
	时钟电池电压	按需召测	
分钟冻结	总及各分相正向有功总电能	周期采集	默认：每十五分钟采集
	总及各分相反向有功总电能	周期采集	
	分相电压	周期采集	
	分相电流	周期采集	
	总及各分相有功功率	周期采集	
	总及各分相无功功率	周期采集	
	总及各分相功率因数	周期采集	
日冻结	正向有功总电能	周期采集	默认：每日零点五分采集
月冻结	正向有功总电能	周期采集	默认：每月 1 日零点五分采集
累计记录	总跳闸次数	按需召测	
	过载长延时保护跳闸次数	按需召测	
	短路短延时保护跳闸次数	按需召测	
	短路瞬时保护跳闸次数	按需召测	
	缓变剩余电流保护跳闸次数	按需召测	如有
	突变剩余电流保护跳闸次数	按需召测	如有

	接地故障保护跳闸次数	按需召测	如有
	过电压保护跳闸次数	按需召测	如有
	欠电压保护跳闸次数	按需召测	如有
	缺相保护跳闸次数	按需召测	如有
	断零保护跳闸次数	按需召测	如有
	相序保护跳闸次数	按需召测	如有
	接线端子温度保护跳闸次数	按需召测	如有
	过频保护跳闸次数	按需召测	如有
	欠频保护跳闸次数	按需召测	如有
	逆功率保护跳闸次数	按需召测	如有
	防孤岛保护跳闸次数	按需召测	如有
	电流不平衡保护跳闸次数	按需召测	如有
	手动跳闸次数	按需召测	
	远程跳闸次数	按需召测	
	断路器运行时间总累计	按需召测	
日最大最小统计	各相最大电压及发生时间	按需召测	当日 .....上30日
	各相最大电流及发生时间	按需召测	当日 .....上30日
	各相最小电压及发生时间	按需召测	当日 .....上30日
	各相最小电流及发生时间	按需召测	当日 .....上30日
保护动作事件	过载长延时保护事件记录	按需召测	
	短路短延时保护事件记录	按需召测	
	短路瞬时保护事件记录	按需召测	
	突变剩余电流保护事件记录	按需召测	如有
	缓变剩余电流保护事件记录	按需召测	如有
	接地故障保护事件记录	按需召测	如有
	过电压保护事件记录	按需召测	如有
	欠电压保护事件记录	按需召测	如有
	相序保护事件记录	按需召测	如有
	接线端子温度保护事件记录	按需召测	如有
	过频保护事件记录	按需召测	如有
	欠频保护事件记录	按需召测	如有
	逆功率保护事件记录	按需召测	如有
	防孤岛保护事件记录	按需召测	如有
	电流不平衡保护事件记录	按需召测	如有
其他事件	过载长延时保护告警事件记录	按需召测	
	突变剩余电流保护告警事件记录	按需召测	如有
	缓变剩余电流保护告警事件记录	按需召测	如有
	接地故障保护告警事件记录	按需召测	如有
	过电压保护告警事件记录	按需召测	如有

	欠电压保护告警事件记录	按需召测	如有
	相序保护告警事件记录	按需召测	如有
	接线端子温度保护告警事件记录	按需召测	如有
	过频保护告警事件记录	按需召测	如有
	欠频保护告警事件记录	按需召测	如有
	逆功率保护告警事件记录	按需召测	如有
	防孤岛保护告警事件记录	按需召测	如有
	电流不平衡保护告警事件记录	按需召测	如有
	保护功能投退事件记录	按需召测	
	闸位变化事件	按需召测	
	停复电事件记录	按需召测	
	自诊断存储器故障事件记录	按需召测	
	自诊断断路器超温事件记录	按需召测	
	自诊断 ADC 采集回路失效事件记录	按需召测	
	自诊断电池欠电报警事件记录	按需召测	
	断路器拒动事件记录	按需召测	
	在线升级事件记录	按需召测	
	数据清零事件记录	按需召测	
	事件清零事件记录	按需召测	
运行状态	存储器状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-异常
	断路器温度状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-异常
	ADC 采集回路状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-异常
	电池电压状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-异常
	断路器寿命状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-异常
	过载长延时保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	短路短延时保护动作状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	短路瞬时保护动作状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	突变剩余电流保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	缓变剩余电流保护/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	接地故障保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	过电压保护动作/告警状态	RS485 按需召测	0-正常

		载波-主动上报	1-动作/告警
	欠电压保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	相序保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	接线端子温度保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	过频保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	欠频保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	逆功率保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	防孤岛保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	电流不平衡保护动作/告警状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	远程动作状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作/告警
	手动动作状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-正常 1-动作
	开关位置状态	RS485 按需召测 载波-主动上报	0-合闸 1-分闸

## 附录E

### （资料性附录） 测温功能试验

#### E.1 试验设备

恒温箱：最低输出温度不高于  $-25^{\circ}\text{C}$ ，最高输出温度不低于  $120^{\circ}\text{C}$ ，温度偏差小于  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

多路温度数据采集设备：最低测量温度不高于  $-100^{\circ}\text{C}$ ，最高测量温度不低于  $200^{\circ}\text{C}$ ，分辨率  $0.1^{\circ}\text{C}$ ，精度不低于  $\pm 1\%$ 。

测试主站：和试品通信连接，读取试品各测温点温度测量值的设备，要求支持HPLC通信，RS485 通信或蓝牙通信；支持 DL/T 645-2007 规约及其备案文件和 DL/T 698.45-2017规约。

三相电源设备：为试品提供工作电源的设备。

#### E.2 试验过程

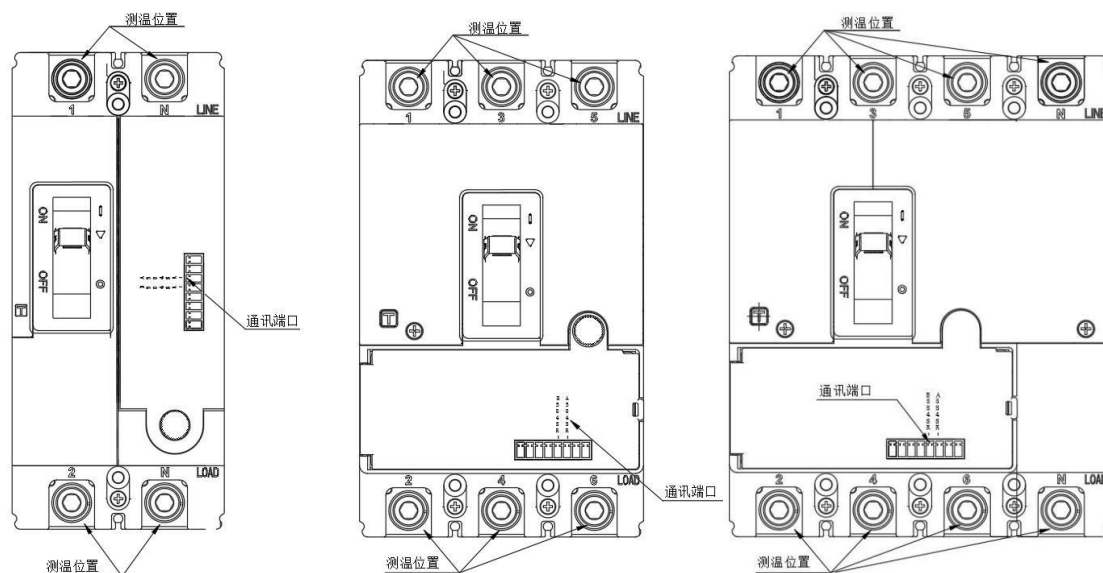
##### E.2.1 接线

试品放置于恒温箱内部，多路温度数据采集设备、测试主站和三相电源设备均放置于恒温箱外部。多路温度采集设备的多个感温端分别粘贴于图E.1所示的各测温位置点处，要求感温端和测温点充分接触，连接可靠，并通过专用连接线将感温端连至多路温度采集设备，标记好各个测温点和多路温度采集设备测温通道的对应关系。

分接触，连接可靠，并通过专用连接线将感温端连至多路温度采集设备，标记好各个测温点和多路温度采集设备测温通道的对应关系。

将试品和三相电源设备用专用电源连接线连接。

视试品支持的通信方式选择对应的通讯连接方式将测试主站和试品建立通讯连接。



图E.1 测温位置示意图

##### E.2.2 试验和判定

给试品通电额定工作电压，调节恒温箱输出温度为  $-25^{\circ}\text{C}$ ，待输出温度稳定后记录多路温度采集设备采集的温度值，记作  $T_{di}$ （对于3P试品， $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ；对于1P+N试品， $i = 1, 2, 3, 4$ ；对于3P+N或4P 试品， $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ ）；读取试品各测温点的温度测量值并记录，记作  $T_{pi}$ （ $i$ 取值同上）。计算  $-25^{\circ}\text{C}$  时各测温点的温度测量误差，若存在某一测温点或多个测温点不符合  $|T_{pi} - T_{di}| < 5$ ，（ $i$ 取值同上），则测温功能

不合格。

调节恒温箱输出温度为25℃，待输出温度稳定后记录多路温度采集设备采集的温度值，记作Tdi（i取值同上）；读取试品各测温点的温度测量值并记录，记作Tpi（i取值同上）。计算25℃时各测温点的温度测量误差，若存在某一测温点或多个测温点不符合 $|T_{pi}-T_{di}| < 5$ ，（i取值同上），则测温功能不合格。

调节恒温箱输出温度为70℃，通0.8In回路电流并保持4h，记录多路温度采集设备采集的温度值，记作Tdi（i取值同上）；读取试品各测温点的温度测量值并记录，记作Tpi（i取值同上）。计算各测温点的温度测量误差，若存在某一测温点或多个测温点不符合 $|T_{pi}-T_{di}| < 5$ ，（i取值同上），则测温功能不合格。

试品在 - 25℃、25℃和70℃三种不同温度下测试，均未出现不合格项，则判定测温功能合格。

## 附录F

(规范性附录)

### 拓扑识别硬件方案

#### F.1 特征电流信号发送

##### F.1.1 特征电流信号发送流程

融合终端向断路器下发特征信号发送指令，收到后断路器控制负载通断在电力线上产生特征信号。

##### F.1.2 电流信号特征

频率可设，默认为 833.3Hz，发送信号占空比为1/3，同时高电平与低电平脉宽均可设。特征电流携带信息可设，起始符为AAH=10101010B，控制码为 E9H=11101001B，后续扩展域信息长度可变。其中，码位为 0 时，无特征电流发送，码位为 1 时，有特征电流发送。

每位编码发送时间长度可设，默认为 600ms±15ms。

若负载为恒阻负载，信号发送过程中具体的时序波形图如图F.1、图F.2所示。

若负载为恒流负载，信号发送过程中具体的时序波形图如图F.3、图F.4所示。

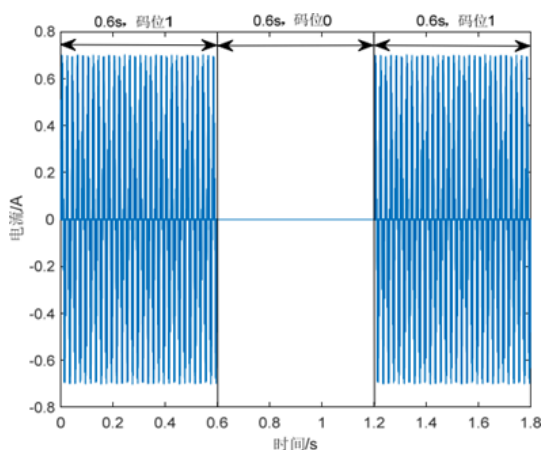


图 F.1 恒阻负载特征码位示意图

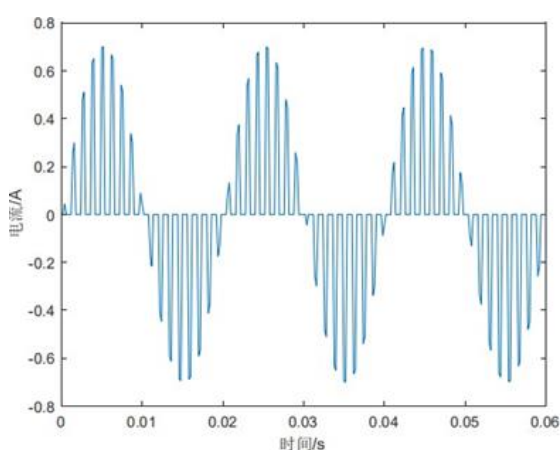


图 F.2 恒阻负载特征波形图

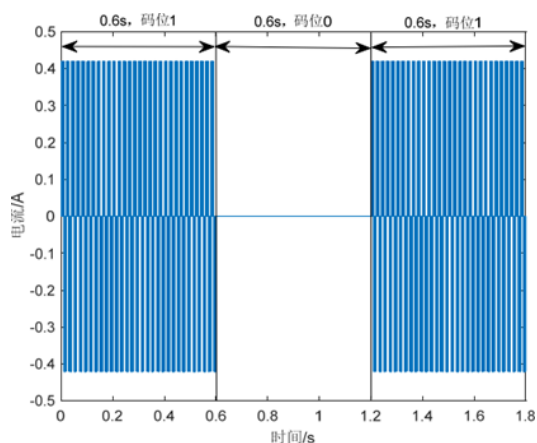


图 F.3 恒流负载特征码位示意图

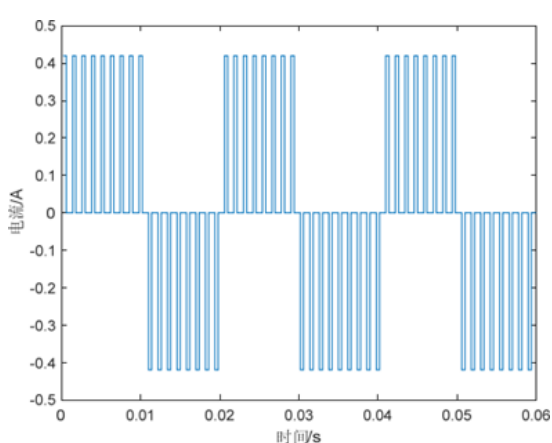


图 F.4 恒流负载特征波形图

##### F.1.3 电流信号强度



对于恒阻负载，电流信号峰值范围在 0.5A 到 0.65A 之间；

对于恒流负载，电流信号峰值范围在 0.38A 到 0.45A 之间。

#### F.1.4 发送模块温升

发送模块任何一点的温升，在环境温度为 25°C 时温升不应超过 50K。

#### F.1.5 发送信息存储次数

断路器应能存储的发送信息不少于 10 条，存储信息包括发送开始时间、结束、所属相位。

#### F.1.6 发送模块功耗

发送模块静态功耗不应超过 0.1W。

#### F.1.7 发送模块防护

发送模块应具备安全防护机制，失效后不应损坏发送设备；

发送模块应有措施避免电压超过额定工作电压范围导致模块进入异常工作状态；

发送模块应有过流保护措施；

发送模块应有浪涌过压防护措施。

#### F.1.8 谐波影响

特征电流信号发送过程中，电网电压谐波总畸变率不高于 1%，奇次谐波电压含有率不高于 1%，偶次谐波电压含有率不高于 1%。

### F.2 特征电流接收

断路器实时采集电力线上的电流信号，解析并识别特征电流信息。

### F.3 电流信号识别

断路器对电流信号进行采样，频率不低于 6.4kHz，ADC 精度不小于 22 位（建议 6.4kHz 或 7.2kHz），通过 DFT，应能识别出下级设备发送的特征电流信号，解析成功后，将接收到信号时，断路器自身的时钟（时间戳），接收相位以及信号强度存储为一条记录，供融合终端读取。

### F.4 接收信号强度

接收模块应能识别出发送端发出的 F.1 中规定的电流信号。

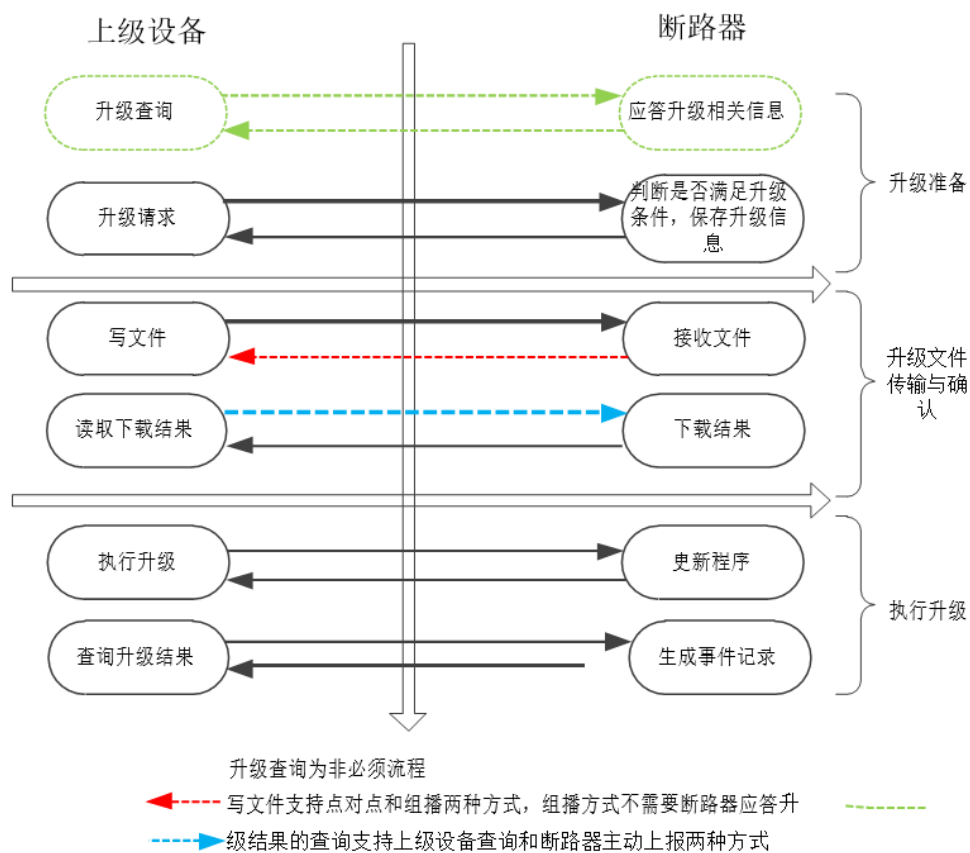
### F.5 接收信息存储次数

断路器应能存储不少于 500 条的识别信息，包括特征电流信号识别时间、所属相位、电流信号强度等，其中信号强度  $\leq 1A$ 。

## 附录G

(资料性附录)

断路器在线升级流程



图G.1 断路器在线升级流程

## 附录H

(资料性附录)

低压智能断路器外形及尺寸限制

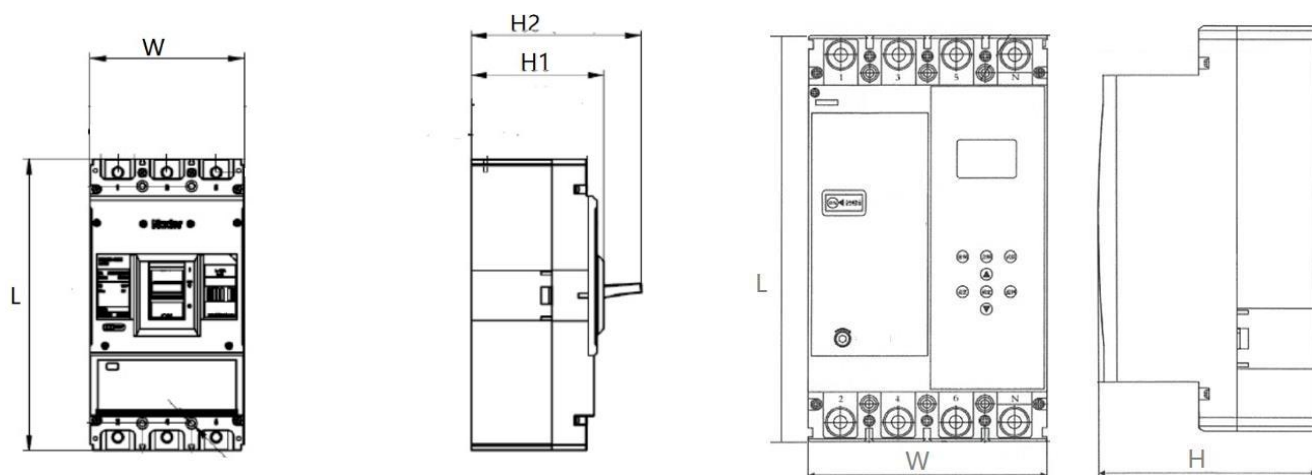


图1 低压智能断路器

表H.1 低压智能断路器（不含电动操作机构）整体外形尺寸限值

额定电流 A	长 (L) mm	宽 (W) mm		高 (H2) mm 含手柄
		3P	4P (同 3P+N)	
$160 < I_n \leq 250$	225	107	142	120
$250 < I_n \leq 400$	285	150	196	166
$400 < I_n \leq 630$	285	150	196	166
$630 < I_n \leq 800$	280	210	—	155

表H.2 低压智能断路器（含电动操作机构）整体外形尺寸限值

额定电流 A	长 (L) mm	宽 (W) mm		高 (H1) mm
		3P	4P (同 3P+N)	
$160 < I_n \leq 250$	240	107	142	120
$250 < I_n \leq 400$	336	162	216	180
$400 < I_n \leq 630$	336	162	216	180
$630 < I_n \leq 800$	370	—	280	189

## 附录I

(资料性附录)

低压智能断路器产品检测项目								
说明:								
1、生产功能测试+QA/IPQC 抽检=全项功能测试, 功能项不应该有漏项								
2、试验项目各产品线根据自己实际需求可增加或者删减								
3、√表示全检验收的项目, a 表示功能检验时, 只检数据通信、参数配置和控制功能; “√*”表示抽样验收的项目。								
序号	试验项目		研发 D 版本 本样机自测	研发设计变更 自测	生产功能 检测	新品质量 全性能试验(10 台)	设计变更 型式试验 (5 台)	生产 QA/IPQC 抽检
	试验大类/执行部门		研发	研发	工艺	质量	质量	质量
1	一般检查	外观及尺寸检查	√	√	√	√	√	√*
	结构试验	灼热丝试验	√	√		√	√	
		标志的耐久性试验	√	√		√	√	
		电气间隙和爬电距离	√	√				
		接线端子的机械性能	√	√		√	√	
		机械影响实验				√	√	
2	性能试验	温升试验	√	√		√	√	
3		介电性能试验	√	√				
4		保护要求实验	√	√	√	√	√	√*
		操作性能能力	√	√		√	√	
		额定运行短路分断能力试验	√	√		√	√	
		额定极限短路分断能力试验	√	√		√	√	
		额定短时耐受电流试验	√	√		√	√	
	功耗测量试验	电压线路功耗测量试验	√	√	√	√	√	√*
		电流线路功耗测量试验	√	√		√	√	
	通讯试验	通信功能验证	√	√				
		规约一致性验证	√	√		√	√	
	计量准确度试验	初始固有误差试验	√	√	√	√	√	√*
		起动试验	√	√		√	√	
		潜动试验	√	√		√	√	

		电量脉冲常数试验	√	√		√	√	
		计时准确度试验	√	√		√	√	
		误差一致性试验	√	√		√	√	
		误差变化试验	√	√		√	√	
		负载电流升降变差试验	√	√		√	√	
		测量重复性试验	√	√				
	电磁兼容性 试验	交流电压暂降和短时中断	√	√		√	√	
		静电放电抗扰度	√	√		√	√	
		电快速瞬变脉冲群抗扰度	√	√		√	√	
		浪涌抗扰度	√	√		√	√	
		衰减振荡波抗扰度试验	√	√		√	√	
		射频电磁场辐射抗扰度（无电流）	√	√		√	√	
		射频电磁场辐射抗扰度（有电流）	√	√		√	√	
		射频场感应的传导骚扰（共模）抗扰度	√	√		√	√	
		外部工频磁场	√	√		√	√	
		射频电磁场辐射及传导干扰试验	√	√				
		谐波电流（电子式适用）	√	√		√	√	
		电流暂降	√	√		√	√	
		负载不平衡试验	√	√		√	√	
		电压改变试验	√	√		√	√	
	抗其他影响 试验	频率改变试验	√	√		√	√	
		逆相序试验	√	√		√	√	
		负载电流快速改变试验	√	√		√	√	
		自热试验	√	√		√	√	
	环境试验	高温试验	√	√		√	√	
		低温试验	√	√				
	环境试验 扩展功能试 验	交变湿热试验	√	√		√	√	
		在规定变化率下的温度变化循环	√	√		√	√	
		升级测试	√	√		√	√	
		远程/手动跳闸	√	√		√	√	
	扩展功能试 验	电量冻结	√	√				
		闸位状态监测	√	√				

	内控试验	窃电分析功能	√	√				
		抄表功能	√	√				
		数据处理功能	√	√				
		特征电流发送功能	√	√				
		特征电流接收功能	√	√				
		附录 J 项目	√	√				

## 附录J

（资料性附录）

表J 内控试验项目和试验要求

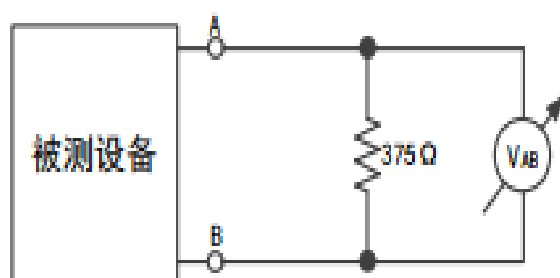
序号	适用类型	试验要求	试验项目	模拟环境	试验类型
1	RS485 电路的产品	RS485 的端口间应能承受 380V 的交流电 5min，试验后无损坏，恢复正常状态后通讯正常。	RS485 端口间耐 380V 试验	现场 RS485 误接入强电对产品功能性能的影响	功能要求试验
2	RS485 电路的产品	RS485 对零线：±4KV（共模），试验时，可以出现短时通信中断，其他功能和性能应正常，试验后，应能正常工作，功能和性能应符合要求	RS485 对零线浪涌试验	现场 RS485 浪涌对产品性能的影响	电磁兼容性试验
3	出口 ROHS 需求	针对出口或者有明确要求的产品，必须确认其 RoHS 符合性	RoHS 符合性检测	检测产品是否满足 ROHS 要求	地区特殊要求
4	带有储电功能（备用电池、超级电容等）的产品	带有储电功能（备用电池、超级电容等）的产品，禁止在高温环境下充电：在高温环境下充电会造成电池、电容等鼓包。	备用电池充放电	极端高低温环境对产品功能性能的影响	功能要求试验
5	采集终端备电系统等存在主备电切换的产品	备电系统应实时检测输入端的电网状态，当电网停电或电网电压不在正常工作范围时，将输出切换至备电，当电网恢复后，自动切换回电网，关键点的电压采样精度满足设计的准确度等级要求，参考 0.5%。	主电源采样准确度的检测	检测确认采样精度波动范围是否满足要求	功能要求试验
6	带负荷开关类（电能表、终端必选）	使用示波器两只表笔分别测试电表的相线入和相线出，对电表进行跳闸、合闸操作，记录跳闸点与过零点、合闸点与过零点的时间差。可在测试过程中在电源侧引入充电器干扰，对比存在干扰状态下负荷开关过零点跳合闸差异。跳、合闸与过零点时间间隔小于 500 μs	负荷开关过零点跳合闸测试	寿命评估	功能要求试验
7	三相四线产品（包含载波模块）	要求三相四线产品分相上电验证功能，包含载波抄表。	功能验证	电源某一相损坏，在出现断相时无法正常工作。	功能要求试验



8	RS485 电路的产品	<p>参考“南网低压电力用户集中抄表系统集中器检验技术要求（2016 版）”要求附录 A，</p> <p>驱动能力试验</p> <p>设备处于发送状态下，在 A、B 线间外接负载阻抗 <math>375\Omega</math> 时，设备输出差模电压 <math> V_{AB}  \geq 1.5V</math>。</p> <p>测试方法：</p> <p>（1）按图 J-1 所示建立测试环境，使被测设备处于发送状态；</p> <p>（2）测量接口输出差模电压 <math>V_{AB}</math>，测量值应满足上述要求。</p>	485 带载能力	模拟 485 端口带载	功能要求试验
9	程序升级的产品	<p>升级过程中断电，重新上电以后程序应恢复至升级前版本，不允许出现死机、黑屏、产品无法启动等问题。（烧写器升级除外。此项试验主要为了避免生产、市场升级（U 盘升级、远程升级、串口升级等）异常导致产品异常不能修复的情况。</p> <p>研发协助完成，并反馈测试结果。</p>	升级中断	产品升级过程中断电	功能要求试验
10	带显示屏的产品	蒙东要求，低温中不能出现雪花屏。	低温显示（与低温试验合并）	低温显示	气候影响试验
11	超级电容供电	<p>电能表在参比电压加载 10min 后，将电能表时钟与标准时间校对，再取出时钟电池且电能表在断电、环境温度为 <math>-40^{\circ}\text{C}</math> 的情况下，静置 2 天。将时钟电池放回电能表电池仓，电能表上电。表计时钟与标准时间比较误差不应超过 5s。将同样表在环境温度为 <math>70^{\circ}\text{C}</math> 的情况下重复上述操作。</p>	储能器件放电实验	带超级电容电表放电试验	功能要求试验
12	智能断路器 \AFDD 产品	<p>建议园区内搭建实负荷测试环境，建议 20A\50A，实际测试分合闸时对电子部分的冲击；</p> <p>徐主任在评审产品时提出了跌落、脉冲、负载等关键测试项目，先记录项目，找贾鹤讨论细化试验要求形成企标。</p>	跌落、脉冲、负载、脱扣等关键测试项目	模拟实际用电变化影响	功能要求试验

13	带有储电功能（备用电池、超级电容等）的产品	依据产品的设计指标，列出产品在各种工作状态下的电池续航时间。 样品设定成相关的工作状态，验证续航时间。	续航能力测试试验	带有电池供电的产品，验证电池的续航时间满足要求。	功能要求试验
14	拓扑电路	拓扑模块连续发送（或长报文发送），验证拓扑电路的发热可靠性，避免烧坏器件。连续发送时间暂定 24h。	拓扑连续发送试验	现场对拓扑模块连续发送通讯指令，导致拓扑连续发送的场景。	电气性能试验

图J-1 RS485测试环境





## 附录K

表K.1 控制字1

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	保留	数据告警总开关 0-全禁止 1-全允许	报警灯光 0-禁止 1-允许	报警声音 0-禁止 1-允许	定时自检 0-禁止 1-允许	档位返回 0-允许 1-禁止	重合闸 0-允许 1-禁止	保留

本控制字中的数据告警是以下数据告警的总告警开关。

表K.2 控制字2

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
描述	欠压保护		过压保护		缺相保护		缺零保护	
	00=不跳闸，不告警；		00=不跳闸，不告警；		00=不跳闸，不告警；		00=不跳闸，不告警；	
	01=不跳闸，告警；		01=不跳闸，告警；		01=不跳闸，告警；		01=不跳闸，告警；	
	10=跳闸，不告警；		10=跳闸，不告警；		10=跳闸，不告警；		10=跳闸，不告警；	

注 1：禁止控制的情况下，可通过声或光方式告警。（下同）

跳闸控制：跳闸控制的禁止和允许即通常讲的跳闸功能的关闭和开启。

表K.3 控制字3

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	试跳源	剩余电流保护预警	短路瞬时保护		短路短延时保护		过流保护	
	0-内部	0-退出	00=不跳闸，不告警；		00=不跳闸，不告警；		00=不跳闸，不告警；	
	1-外部	1-投入	01=不跳闸，告警；		01=不跳闸，告警；		01=不跳闸，告警；	
			10=跳闸，不告警；		10=跳闸，不告警；		10=跳闸，不告警；	

可扩展电子式过载短路保护相关内容。

表K.4 控制字4

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	额定剩余电流动作值				额定极限不驱动时间		剩余电流保护	
定义	0000 -- 档位 1； 0100 -- 档位 5； 1000 -- 1110 -- 保留 0001 -- 档位 2； 0101 -- 档位 6； 0010 -- 档位 3； 0110 -- 档位 7； 0011 -- 档位 4； 0111 -- 档位 8； 1111 -- 连续可调				00 -- 档位 1 01 -- 档位 2 10 -- 档位 3 11 -- 连续可调		00-不跳闸，不告警； 01-不跳闸，告警； 10-跳闸，不告警；	

注：剩余电流动作值、极限不驱动时间，用户可根据实际使用定制，定制参数参见标识码 04000411 和 04000412。

表K.5 控制字5

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
描述	保留							

## 版本记录

版本编号/修改状态	拟制人/修改人	审核人	批准人	备注
V01.00	丁明亮			