

广东省电机工程学会文件

粤电机〔2022〕29号

关于印发《智慧空气开关》 团体标准的通知

各会员单位：

根据《广东省电机工程学会团体标准管理办法（试行）》（粤电机〔2022〕18号）规定，《智慧空气开关》（TS/GSEE0002-2022）团体标准已完成编写并通过相应专委会的技术审查。经我会研究，现将该项团体标准印发给你们。

标准实施过程中具体技术内容由标准主编单位负责解释。

附件：《智慧空气开关》团体标准（TS/GSEE0002-2022）

广东省电机工程学会

2022年8月23日



团体标准

T/GSEE 0002-2022

智慧空气开关

Intelligent Air Switch

2022-08-23 发布

2022-08-23 实施



广东省电机工程学会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 正常和特殊使用条件 2

5 一般要求 3

6 技术参数 4

7 功能要求 6

8 设计与结构 7

9 型式试验 15

10 出厂试验 25

11 包装、运输和存储 26

12 产品随行文件 26

附录 A （资料性记录） 断路器尺寸及规格 28

参考文献 31

图 1 线路图 27

图 2 过欠压动作特性试验电路示例 27

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由众源科技（广东）股份有限公司提出。

本文件由广东省电机工程学会归口。

本文件起草单位：众源科技（广东）股份有限公司、广东必达电器有限公司、广东中质检测技术有限公司、广东能建电力设备厂有限公司、广州广高高压电器有限公司、中国质量认证中心广州分中心、深圳市光辉电器实业有限公司、珠海科众技术有限公司、广东浩成电气有限公司、光达电气有限公司、广东联航智能科技有限公司、博纳检测认证有限公司、德丰电创科技股份有限公司、海鸿电气有限公司、明阳电气股份有限公司、上海电气输配电试验中心有限公司、广东联德检测技术服务有限公司、广东卓维网络有限公司、广州泰鼎能源科技有限公司、广州晓润网络科技有限公司、广州天之骄子电子科技股份有限公司、广州奥松电子股份有限公司、南京顺泰科技有限公司、广州技象科技有限公司、广州奥雅电子有限公司、广州奥坤科技有限公司、广州宏傲信息技术有限公司、广东力行电气技术有限公司、力能深电（深圳）科技有限公司。

本文件主要起草人：陈锐涛、张静、朱杰斌、陈志平、肖顺民、刘崇方、孙希超、杨茂昌、陈德、苏红元、郑张丰、邱恒嘉、曾钢城、王富忠、田健、钟全贤、于良中、高垣照、易亮、杨斌、王靖龙、张小明、郭献清、孙文艺、孙庆苓、彭青、刘剑、吴盛钦、林俊东、王义申、吴翔翔、徐建平、杨永根、周伟雄、刘希喆、陈新准、杨倩君、刘新雅、刘光亮、徐新、麦惠俊、侯永辉、潘仕权、罗学成、王菊香、林棠华。

本文件为首次发布。

智慧空气开关

1 范围

本文件规定了智慧空气开关的基本要求，包括适用范围、术语、定义和符号、特性、产品资料、正常的使用和安装条件、结构和性能要求、试验以及包装、运输及贮存。

本文件规定的智慧空气开关适用于交流50 Hz或60 Hz，额定电压不超过440 V（相间）；单极断路器额定直流电压不超过220 V，二极不超过440 V，额定电流不超过125 A，额定短路能力不超过25 000 A。预期在污染等级2的环境中使用。

本文件规定的智慧空气开关预期在污染等级2的环境中使用。

本文件规定的智慧空气开关适用于隔离、保护、控制和联动的作用。

本文件适用于智慧空气开关的设计、采购、验收和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：GB/T 2423.43-2008电工电子产品环境试验 第43部分；

GB/T 10963.1—2020 家用及类似场所用过电流保护断路器 第1部分：用于交流的断路器；

GB/T 10963.2 家用及类似场所用过电流保护断路器 第2部分：用于交流和直流的断路器；

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 16917.1—2014 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器（RCBO） 第1部分：一般规则

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

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—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

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 17626.11—2008 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 40777—2021 家用及类似用途断路器、RCCB、RCBO自动重合闸电器（ARD）的一般要求

NB/T 42149—2018 具有远程控制功能的小型断路器（RC-MCB）

GB/T 19334 -2021 低压开关设备和控制设备的尺寸

3 术语和定义

GB/T 10963.1—2020、NB/T 42149—2018、GB/T 40777—2021、GB/T 16917.1—2014界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智慧空气开关 intelligent air switch

高度集成多功能于一体的智慧型物联网空气断路器，具有边缘计算能力以及远程通信等功能。智慧型空气开关可分为两种类型，即智慧型MCB（小型断路器）及智慧型RCBO（电子式剩余电流动作断路器）。

3.2

远程控制功能 remote control function

通过开关电器本体RS485通讯及网关（具备Wi-Fi、RJ45、4G通讯）控制或命令在异地完成开关电器合闸或分闸的操作功能。

3.3

远程控制功能单元（简称：电操） remote control function unit

能接收或发送控制信号或命令在异地完成开关电器合闸或分闸的操作功能的单元。

3.4

具有远程控制功能的小型断路器 miniature circuit breaker with remote control function

远程控制功能单元（电操）与断路器组合的开关电器或具有远程控制功能的断路器。

3.5

自恢复式过欠压保护器 overvoltage or undervoltage protective device with auto-reclosing function (OUPA)

能自动检测线路电压，当线路中过电压或欠电压超过规定值时能自动断开，当线路电压恢复正常时能自动闭合的装置。

注：仅在过电压或欠电压超过规定值时自动断开后，线路电压恢复正常时才能自动闭合的装置。

3.6

工频过电压 power frequency overvoltage

供电系统中工频电压升高至高于规定临界值。

3.7

工频欠电压 power frequency undervoltage

供电系统中工频电压降低至低于规定临界值。

3.8

自动重合闸 automatic reclosing

机械开关电器在断开后，在规定条件下经过一个预定时间又自动再闭合的操作程序。

3.9

自动重合闸锁定状态 automatic reclosing lock status

断路器在自动重合闸功能被禁止使用时的状态，此时需要手动复位。

4 正常和特殊使用条件

4.1 工作条件

工作条件如下：

——环境温度：-25℃～+70℃（月平均温度≤35℃）；

——贮存温度：-40℃～+80℃；

- 海拔： $\leq 2\,000\text{ m}$ ；
- 污染等级：2级；
- 安装类别：II/III级；
- 相对湿度：
 - 年平均： $< 75\%$ ；
 - 30天（这些天以自然方式分布在一年中）： 95% ；
 - 在其他天偶然出现： 85% 。

4.2 不间断工作制

断路器主触头保持在闭合位置，不间断地长时间通以一稳定电流的工作制（通电时间可以是几星期、几个月甚至几年）。

4.3 安装

4.3.1 安装条件：

- 线框螺钉连接拉力：见表1；
- 最小接线能力以及最大接线能力：采用GB/T 10963.1-2020标准的8.1.5条款；
- 额定扭矩和极限扭矩：采用GB/T 10963.1-2020标准的表11条款；
- 接线深度：15 mm，见附录A。

表1 拉力

接线端子能容纳的导线截面积 mm^2	拉力 N
≤ 4	50
≤ 6	60
≤ 10	80
≤ 16	90
≤ 50	100

4.3.2 安装要求：

- 断路器采用符合GB/T 19334-2021的“TH35”标准导轨安装；
- 安装面与垂直面的倾斜度不超过 $\pm 5^\circ$ ，手柄向上为电源接通位置；
- 安装处应无显著冲击和振动。

4.4 污染等级

本部分的断路器适用于污染等级为2的环境，即一般情况下仅有非导电性的污染，但可以预期偶而由于凝露造成的短暂的导电性污染。

5 一般要求

智慧空气开关应符合GB/T 10963.1—2020《家用及类似场所用过电流保护断路器》、GB/T 16917.1—2014《家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器（RCBO）第1部分：一般规则》的要求。

6 技术参数

6.1 额定电压

6.1.1 额定工作电压 (U_0)

额定电压参数如下:

- 1P: 230/400 VAC;
- 1P+N、2P: 230 VAC;
- 3P、3P+N、4P: 400 VAC。

6.1.2 额定绝缘电压 (U_i)

额定绝缘电压是制造厂规定的与介电试验电压和爬电距离有关的电压值。

除非另有规定, 额定绝缘电压是最大额定电压值。在任何情况下, 最大额定电压不应超过额定绝缘电压。额定绝缘电压 U_i : ≥ 500 V。

6.2 额定电流 (I_n)

在规定的基准周围空气温度下能在不间断工作制下承载的电流。

额定电流: 6 A、10 A、16 A、20 A、25 A、32 A、40 A、50 A、63 A、80 A、100 A、125 A。

6.3 额定剩余动作电流 ($I_{\Delta n}$) (仅 RCBO 适用)

对RCBO规定的剩余动作电流值, 在该电流值时RCBO应在规定的条件下动作。

额定剩余动作电流 $I_{\Delta n}$: 30 mA、50 mA、100 mA、300 mA。

6.4 额定频率

为断路器设计而规定的, 且与其他特性相对应的工频频率。

额定频率: 50 Hz。

6.5 额定短路能力 (I_{cn})

对断路器规定的极限短路分断能力值。

额定短路能力 I_{cn} : 6 kA。

6.6 运行短路分断能力 (I_{cs})

根据规定的试验程序, 其规定条件包括断路器在0.85倍不脱扣电流下承载约定时间的分断能力。

运行短路电流分断能力 I_{cs} : 6 kA。

6.7 过电流瞬时脱扣的标准范围

过电流瞬时脱扣的标准范围为:

- C型: $>5 I_n \sim 10 I_n$ (含 $10 I_n$);
- D型: $>10 I_n \sim 20 I_n$ (含 $20 I_n$)。

6.8 冲击耐受电压 (U_{imp})

在规定条件下, 不引起绝缘击穿的指定波形和极性的冲击电压的最高峰值。

冲击耐受电压 (U_{imp}): 4 kV。

6.9 防护等级

断路器的防护等级不应低于IP20。

6.10 介电强度

执行国家标准【GB16917.1】中的9.7.3。

6.11 剩余电流带有直流分量时的动作特性（仅 RCBO 适用）

6.11.1 AC 型 RCBO

对突然施加或缓慢上升的剩余正弦交流电流确保脱扣的RCBO。

6.11.2 A 型 RCBO

对突然施加或缓慢上升的剩余正弦交流电流和剩余脉动直流电流确保脱扣的RCBO。

6.12 AC 型和 A 型 RCBO 的分断时间的限值

AC型和A型RCBO交流剩余电流（有效值）的分断时间见表2。

表 2 AC 型和 A 型 RCBO 交流剩余电流（有效值）的分断时间

I_n A	$I_{\Delta n}$ mA	AC 型和 A 型 RCBO 交流剩余电流（有效值）等于下列值时的分断时间 s						
		$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	250 mA	5 A~200 A ^a	$I_{\Delta t}$ ^b	
任何值	30	0.3	0.15		0.04	0.04	0.04	最大分断时间
	>30	0.3	0.15	0.04		0.04	0.04	

^a 任何情况下对大于过电流瞬时脱扣范围下限的电流值不进行试验。

^b 通电流 $I_{\Delta t}$ ，使得矢量和 $I_{\Delta t} + I_n$ 等于过电流瞬时脱扣范围下限值。

6.13 过电压动作整定值 U_w 的优选值

过电压动作整定值的优选值为270 V（±5V）。

6.14 额定过电压恢复值 U_{wr}

额定过电压恢复值为195 V~253 V。

6.15 欠电压动作整定值 U_w 的优选值

欠电压动作整定值的优选值为165 V。

6.16 额定欠电压恢复值 U_{ur}

额定欠电压恢复值为195 V~253 V。

6.17 控制信号

通讯协议使用 Modbus

6.18 远程控制合闸时间 t_c

远程控制合闸时间 $t_c \leq 3$ s。

6.19 远程控制分闸时间 t_d

远程控制分闸时间 $t_d \leq 2$ s。

6.20 自动重合闸次数

自动重合闸次数：3次。

7 功能要求

7.1 额定电流参数整定

额定电流整定范围：见6.2中的要求。

7.2 远程控制

通过通讯协议指令使断路器进行远程合闸与分闸操作，且面板上设置手、自动切换模式，切换至手动模式，断路器无法进行远程控制，实现远程控制关断功能。

7.3 过载保护参数整定

过载保护动作值，整定参数范围连续可调：110%~140% I_r 。

过载保护报警值，整定参数范围连续可调：90%~120% I_r 。

7.4 过压、欠压保护参数整定

过压保护动作值，整定参数范围连续可调：260 V~290 V。

过压保护报警值，整定参数范围连续可调：230 V~270 V。

欠压保护动作值，整定参数范围连续可调：30 V~180 V。

欠压保护报警值，整定参数范围连续可调：30 V~200 V。

7.5 漏电保护参数整定

漏电保护报警值，整定参数范围连续可调：20%~60%。

7.6 过功率保护参数整定

过功率保护动作值，整定参数范围连续可调：5%~300%P额定功率。

注：P额定=额定电压×整定电流。

过功率保护报警值，整定参数范围连续可调：5%~300%P额定功率。

7.7 漏电远程自检重合

智能断路器可远程漏电自检重合，重合时间： ≤ 5 s。

7.8 温度保护（芯片温度）

温度保护动作值，整定参数范围连续可调：30 °C~100 °C。

温度保护报警值，整定参数范围连续可调：30 °C~120 °C。

7.9 端子温度保护

温度保护动作值，整定参数范围连续可调：30℃～125℃。

温度保护报警值，整定参数范围连续可调：30℃～150℃。

7.10 剩余电量（欠费跳闸）

剩余电量报警值，整定参数范围连续可调：1 kWh～10 000 kWh。

7.11 电量限定

设定线路的电量限定值，待线路用电量达到限定值时，断路器强制分闸，此时无法手动合闸。

7.12 寿命及监测

通过监测分、合闸次数记录断路器使用寿命，寿命次数： ≥ 10000 次。

7.13 故障记录

断路器记录应有过载、短路、漏电、过压、欠压、过温等故障记录，且记录存储应不少于10条。

7.14 RS485 通信

具备RS485通信，可与外部附件网关实现协议转换，实现配网功能、远程升级功能。

7.15 定时功能

具备前端定时合闸与分闸功能，可通过RS485进行定时配置，在无网络状态下亦能执行定时分闸与合闸的功能。

8 设计与结构

8.1 外型尺寸

见附录A

8.2 机械设计

8.2.1 一般要求

断路器的设计和结构必须满足其在正常使用条件下性能可靠，对操作者或周围环境无危险。一般是采用规定的所有有关试验来检查是否符合要求。

断路器通过电动操作机构可实现远程控制分合闸功能，电动操作机构和断路器之间采用内轴转动方式联动。电动操作机构内部通过机构带动转轴进行断路器合闸操作，电操内部推杆推动断路器机构解扣来实现断路器分闸操作。

断路器同时具有手动复位和自动复位两种功能，必须具有手动和自动档的转换装置。当转换装置设定在手动档时，自动闭合功能不能工作。

断路器的设计和结构必须满足其在正常使用时是安全的，并且不对使用者或环境构成危险。剩余电流的检测元件和脱扣元件位于断路器的进线端和出线端之间。不能通过软件配置来变换剩余动作电流整定值，也不能从外部来改变断路器的动作特性。

如果断路器具有自动重合闸功能时，应符合下列要求：

在线路发生故障时，断路器会发生连续的脱扣——恢复操作，这种情况下，断路器必须具有自动重合闸功能闭锁装置，保障在线路检修时不会因自动合闸造成人员安全问题。

断路器具寿命监测：通过监测分、合闸次数记录断路器寿命。

8.2.2 机械机构

机械结构包括：

- N 极可开闭；
- N 极先合后分；
- 多极同步性，除中性极外，所有极基本同时接通与分断，同步时间 20 ms；
- 操作手柄应固定可靠，不能取下；
- 操作手柄和带电部件之间有良好的绝缘以保证安全；
- 动触头只能停留在闭合或断开位置；
- 有关人力操作，单极：手柄合闸力 ≤ 5 N 多极： ≤ 15 N；
- 操作机构灵活可靠，且具有自由脱扣功能；
- 断路器有操作件指示和专门的开闭指示器；
- 断路器手柄向上运动时，动触头闭合，向下运动，动触头断开；
- 有人工断开位置锁和闭合位置锁；
- 远程全自动控制方式应具有电动操作机构；
- 断路器远程自动合闸部件应采用内轴传动方式的全封闭结构；
- 手自动状态处于自动状态下，接收到分闸命令时，断路器能自动分闸，应支持手动分合闸功能；
接收到合闸命令时，断路器能自动合闸，应支持手动分合闸功能；
- 手自动状态处于自动状态下，接收到强制分闸命令时，断路器能自动分闸，不支持手动分合闸功能；
- 手自动状态处于手动状态下，不支持远程控制功能；
- 断路器具备 RS485 通讯接口与 DC 12 V 供电接口，接口插针见附录 A。

8.2.3 电气间隙和爬电距离

8.2.3.1 电气间隙

电气间隙的最小值为 5.5 mm。

8.2.3.2 爬电距离

爬电距离的最小值为 6.3 mm。

8.2.4 螺钉、载流部件和连接

应能承受正常使用时产生的机械应力，用于连接的螺钉应能防止松动。

应确保其导线连接有良好的电气接触和一定的载流能力，而且有足够的机械强度。

载流部件和连接包括用作保护导线的部件（如果有的话）应是：

- 铜；
- 对冷加工部件，为含铜量至少为 58% 的合金。对于其他部件，为含铜量至少为 50% 的合金；
- 耐腐蚀性能不低于铜并且具有适当机械性能的其他金属或适当的涂层的金属。

注：确定耐腐蚀性能的新的要求及适当的试验正在考虑，这些要求宜允许使用其他有适当涂层的材料。

本条款的要求不适用于触头、磁路、加热元件、双金属片、限流材料、分流器、电子装置的元件，也不适用于螺钉、螺母、垫圈、夹紧板和接线端子的类似部件。

通过 9.4 的试验来检验是否符合要求。

8.2.5 连接外部导线的接线端子

应确保其连接的导线可长期保持必须的接触压力，防止意外的松动。

应确保其导线连接有良好的电气接触和一定的载流能力，而且有足够的机械强度，用于紧固导线的螺钉和螺母应具有ISO规定公制的螺纹或节距和机械强度相当的螺纹。

应使得其在紧固导线时不会过度损坏导线。

应允许额定电流小于或等于32 A的接线端子连接未经特殊加工的导线。

断路器应具有允许连接如表3所示的标称截面积的铜导线的接线端子。

通过9.5的试验来检验是否符合要求。

表 3 螺纹型接线端子可连接的铜导线的截面积

额定电流 ^a A	被夹紧的标称截面积范围 ^a mm ²
13 及以下	1~2.5
>13~16 (含 16)	1~4
>16~25 (含 25)	1.5~6
>25~32 (含 32)	2.5~10
>32~50 (含 50)	4~16
>50~80 (含 80)	10~25
>80~100 (含 100)	10~30
>100~125 (含 125)	12~35

^a 对额定电流小于等于 50 A 的接线端子，要求其设计成能夹紧实心导线和硬性多股绞合导线，允许使用软导线。但是对截面积为 1 mm²~6 mm² 的导线，允许其结构仅用于夹紧实心导线。

8.3 电击保护

断路器在按正常使用安装和接线后，带电部件是不易触及的。如果部件能被试指触及，则认为该部件是易触及的。断路器接线端安装后的电击防护等级为IP40。

通过9.6的试验来检验是否符合要求。

8.4 介电性能和隔离能力

断路器应具有足够的介电性能并应确保隔离。

8.4.1 工频介电强度

断路器在工频电压下应有足够的介电强度。

通过在新的断路器上进行9.7.1，9.7.2和9.7.3的试验来检验其是否符合要求。

此外，在9.10的寿命试验和9.12短路试验后，断路器应能承受9.7.3的试验，但是分别在9.10.3和9.12.12规定的降低的电压下试验，并且试验前不进行9.7.1的潮湿处理。（包含线路板的断路器只在同极的进出线间进行试验）

8.4.2 隔离能力

断路器应适合于隔离。

通过验证符合最小电气间隙和爬电距离及9.7.5的试验来检验是否符合要求。

8.4.3 在额定冲击耐受电压（ U_{imp} ）下的介电强度

断路器应足以耐受冲击电压。
通过9.7.4的试验来检验是否符合要求（包含线路板的断路器只在同极的进出线间进行试验）。

8.5 温升

8.5.1 标准温升

MCB温升极限应满足GB/T 10963.1—2020中8.4.1规定。
RCBO温升极限应满足GB/T 16917.1—2014中8.4.1规定。

8.5.2 周围空气温度

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中8.4.2规定。
RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中8.4.2规定。

8.6 自动动作

8.6.1 标准时间 - 电流带

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中8.5.1规定。
RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中85.2.1规定。
试验可在任何合适的温度下进行，根据制造厂给出的资料使试验结果以30℃为基准。在任何情况下，校准温度每变化1 K，表4的试验电流的变化不应超过1.2%，校准温度与基准值不同时，应给出关于脱扣特性变化的资料。

表 4 时间 - 电流动作特性

序号	过电流瞬时脱扣器类型	额定电流 I_n A	起始状态	试验电流 A	规定时间 t	预期结果	备注	符合标准
a)	C, D	≤ 63	冷态	$1.13 I_n$	$t \geq 1 \text{ h}$	不脱扣	-	GB/T 16917.1 IEC 61009-1 GB 10963.1 IEC 60898-1
b)	C, D	≤ 63	热态	$1.45 I_n$	$t < 1 \text{ h}$	脱扣	紧接 a) 项试验后 5 s 内升到规定电流	
c)	C, D	≤ 32	冷态	$2 I_n$	$1 \text{ s} < t < 60 \text{ s}$	脱扣	-	
		> 32			$1 \text{ s} < t < 120 \text{ s}$			
d)	C D	≤ 63	冷态	$5 I_n$ $10 I_n$	$t \geq 0.1 \text{ s}$	不脱扣	闭合辅助开关，接通电流	
e)	C D	≤ 63	冷态	$10 I_n$ $20 I_n$	$t < 0.1 \text{ s}$	脱扣	闭合辅助开关，接通电流	

8.6.2 约定量

8.6.2.1 约定时间

对于额定电流小于或等于63 A的断路器，约定时间是1 h，对于额定电流大于63 A的断路器，约定时间是2 h。

8.6.2.2 约定不脱扣电流 (I_{nt})

断路器的约定不脱扣电流是其额定电流的1.13倍。

8.6.2.3 约定脱扣电流 (I_t)

断路器的约定脱扣电流是其额定电流的1.45倍。

8.6.3 脱扣特性

8.6.3.1 在过电流条件下

断路器的过电流脱扣特性应包括在8.6.1规定的时间-电流带内,在过电流条件下的动作特性应符合9.9.2的试验要求。

8.6.3.2 在剩余电流条件下 (仅 RCB0 适用)

断路器在剩余电流条件下的动作特性应符合9.9.1、9.11和9.21的试验要求。

8.6.3.3 在过欠电压条件下

8.6.3.3.1 在过电压条件下的动作特性

断路器在过电压条件下的动作特性要求为:

- 断路器施加 255 V 电压并保持 20 s, 断路器不应动作;
- 断路器的过电压动作整定值 U_{on} 为 275 V, 断路器处在闭合位置施加电压 $275\text{ V} \pm 5\text{ V}$, 断路器应在 3 s~10 s 内动作;
- 当电压降低至额定过压恢复值 U_{off} ($253\text{ V} \pm 3\text{ V}$), 断路器应在 20 s~40 s 内自动复位。通过9.9.3的试验来检验是否符合要求。

8.6.3.3.2 在欠电压条件下的动作特性

断路器在欠电压条件下的动作特性要求为:

- 断路器的欠电压动作范围为 30 V~160 V;
- 断路器施加 180 V 电压并保持 20 s, 断路器不应动作;
- 断路器处在闭合位置施加 $160\text{ V} \pm 3\text{ V}$ 电压, 断路器应在 0.6 s~5 s 动作;
- 当电压升高至额定欠压恢复值 U_{ur} ($195\text{ V} \pm 3\text{ V}$), 断路器应在 20 s~40 s 内自动复位。通过9.9.4的试验来检验是否符合要求。

8.6.3.4 多极断路器单极负载对脱扣特性的影响

当具有多个保护极的断路器从冷态开始, 仅在一个保护极上通以下列电流的负载时:

——对带两个保护极的二极断路器, 为 1.1 倍约定脱扣电流;

注: 1PN产品在N极通电流。

——对三极和四极断路器, 为 1.2 倍约定脱扣电流。

断路器应在8.6.2.1约定的时间内脱扣。

通过9.9.5实验来检验是否符合要求。

8.6.3.5 周围空气温度对脱扣特性的影响

除了基准温度外，周围温度在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内变化时，不对断路器的脱扣特性产生不符合要求的影响。

通过9.9.6试验来检验其是否符合要求。

断路器在重合闸条件下的动作特性要求为：

a) 拨码开关处于手动状态下，断路器的重合闸功能禁止使用；

通过9.9.7.1试验来检验其是否符合要求。

b) 拨码开关处于自动状态下，主回路通以额定电压，断路器的重合闸功能开启；

通过9.9.7.2试验来检验其是否符合要求。

c) 拨码开关处于自动状态下，主回路通以额定电压，断路器跳闸或手动分闸后，重合闸时间依次为10 s，60 s，300 s，最大连续重合闸次数为3次，断路器连续重合闸3次后需要重新启动才能再次开启重合闸功能。

通过9.9.7.2试验来检验其是否符合要求。

8.7 机械和电气寿命

机械寿命和电气寿命为：

——电气寿命：6000次；

——机械寿命：10000次；

——机械寿命+电气寿命（仅RCBO适用）：1000次（电寿）+500次（测试按钮）+500次（漏电流）。

通过9.10的试验验证。

8.8 在短路条件下性能

断路器应能承受规定的短路电流和操作次数，在短路操作时，不对操作者产生危害，也不应在带电部件之间或带电部件与接地部件之间产生闪络。

额定短路能力（ I_{cn} ）：6000 A。

运行短路能力（ I_{cs} ）：6000 A。

通过9.12的试验验证。

8.9 不间断工作制

断路器应在连续长时间运行下也应可靠的工作。

通过8.18的实验来检验其是否符合要求。

8.10 机械振动和机械撞击性能

断路器应具有足够的机械性能，以使其能承受安装和使用过程中遭受的机械应力。

通过9.13的试验验证。

8.11 耐热性

断路器应有足够的耐热性能。

通过9.14试验来检验其是否符合要求。

8.12 耐异常发热及耐热性

如果邻近的载流部件在故障或过载情况下达到一个很高的温度时，断路器中用绝缘材料制成的外部零件应不容易点燃和蔓延火焰。

通过直观检查和9.15试验来检验其是否符合要求。

8.13 试验装置（仅 RCB0 适用）

RCB0具有一个模拟剩余电流通过检测装置的试验装置。

在额定电压下，操作RCB0的试验装置产生的安匝数不应超过RCB0的一极通过 $I_{\Delta n}$ 时剩余电流产生的安匝数的2.5倍，应符合GB/T 16917.1的要求。

RCB0处于断开位置并按正常使用接线时，操作试验装置应不可能对负载侧的电路供电。

通过9.16试验来检验其是否符合要求。

8.14 远程控制功能

远程控制功能应采用通讯协议的方式。

远程分合的控制信号和动作状态应符合表5要求，通过9.17试验来检验其是否符合要求。

表 5 断路器控制信号与动作状态

控制模式	开关执行情况	
	手动状态	自动状态
正常合闸	不合闸，可以手动分合闸，指示灯为红绿交替闪烁	合闸，可以手动分合闸，指示灯为绿色
正常分闸	不分闸，可以手动分合闸，指示灯为红绿交替闪烁	分闸，可以手动分合闸，指示灯为红色
强制分闸	/	分闸，手动不能合闸，指示灯为红色

8.15 高低温性能

断路器的线路板应有足够的耐温耐湿性能。

通过9.18试验来检验其是否符合要求。

8.16 在冲击电压产生的浪涌电流作用下断路器的性能

断路器对通过设备的电容负载流过的对地浪涌电流和设备闪络而流过的对地浪涌电流均应有足够的耐受能力。

通过9.19试验来检验其是否符合要求。

8.17 接地故障电流含有直流分量时，断路器的工作状况（仅 RCB0 适用）

A型RCB0在接地故障电流含有直流分量时应有良好的性能。

通过9.20试验来检验其是否符合要求。

8.18 可靠性

断路器即使在长期运行后，考虑到其元件的老化，也应能可靠动作。

通过9.22和9.23试验来检验其是否符合要求。

8.19 电磁兼容

即使在电磁干扰出现的情况下，断路器也应可靠运行并应符合相关的EMC要求。

通过9.24试验来检验其是否符合要求。

8.20 防锈

铁制部件应有足够的防锈保护。

通过9.25试验来检验其是否符合要求。

8.21 标志和其他产品信息

8.21.1 信息种类

8.21.1.1 铭牌

铭牌信息包括：

铭牌信息如下：

- 制造厂名称或商标；
- 产品型号；
- 产品符合的标准代号；
- 特性曲线额定电流；
- 额定电压；
- 短路电流能力；
- 中性线端子标示；
- 手动、自动标识；
- 合、分闸指示；
- 认证标记；
- 线路图（见附图1）。

8.21.2 特性、使用场合、安装方式

特性、使用场合、安装方式具体如下（以下信息可以在样品或技术规格书中体现）：

- 脱扣特性；
- 使用环境温度；
- 使用环境湿度；
- 防护等级；
- 机械电气寿命；
- 防护等级；
- 绝缘电阻；
- 抗振动和冲击；
- 安装图示。

8.21.3 外形信息

外形信息如下：

- 闭合指示颜色：优选红色；
- 断开指示颜色：优选绿色；

8.21.4 印字方式

印字方式如下：

- 图样使用激光打标；
- 中性极进出线端印“N”；
- 本体印字参考图纸。

9 型式试验

9.1 型式试验和试验顺序

9.1.1 断路器的性能通过型式试验来验证。

本部分所要求的型式试验列于表6。

表 6 型式试验表

试验	章条号
标志的耐久性	9.3
螺钉、载流部件和连接的可靠性	9.4
连接外部导线的接线端子的可靠性	9.5
电击保护	9.6
介电性能和隔离能力	9.7
温升	9.8
动作特性	9.9
机械和电气寿命	9.10
自由脱扣机构	9.11
短路试验	9.12
28 天试验	9.9.8
耐机械冲击和撞击性能	9.13
耐热性	9.14
耐异常发热和耐燃性	9.15
在额定电压极限值下，操作试验装置（仅 RCBO 适用）	9.16
远程控制功能	9.17
高低温试验	9.18
在浪涌电流作用下，防止误脱扣的性能	9.19
接地故障电流含有直流分量时，断路器的工作状况（仅 RCBO 适用）	9.20
可靠性	9.22
电子元件的老化	9.23
电磁兼容试验（EMC）	9.24
防锈试验	9.25

9.1.2 为按本文件认证，型式试验按试验程序进行

试验程序和提交认证的试品数量规定如下：

MCB 按照 GB/T10963.1 中的要求，RCBO 按照 GB/16197.1 和 GB/T 16917.22 中的要求。

9.2 试验条件

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.2规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.2规定。

9.3 标志的耐久性试验

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.3规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.3规定。

9.4 螺钉、载流部件和连接的可靠性

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.4规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.4规定。

9.5 连接外部导线的螺纹型接线端子的可靠性

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.5规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.5规定。

9.6 电击保护试验

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.6规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.6规定。

9.7 介电性能和隔离能力试验

9.7.1 耐潮

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.7.1规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.7.1规定。

9.7.2 主电路的绝缘电阻

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.7.2规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.7.2规定。

试验时电子元件（如果有）应与主回路断开。

9.7.3 主电路的介电强度

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.7.3规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.7.3规定。

试验时电子元件（如果有）应与主回路断开。

9.7.4 验证冲击耐受电压（跨越电气间隙和跨越固体绝缘）和断开触头之间的泄漏电流

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.7.4、9.7.5规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.7.4规定。

试验时电子元件（如果有）应与主回路断开。

9.7.5 验证断开触头之间的泄漏电流（适用于隔离）

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.7.5规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.7.7规定。

9.8 温升试验

9.8.1 周围空气温度

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.8.1规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.8.1规定。

9.8.2 试验程序

在任何合适的电压下对断路器的所有极同时通以等于 I_n 的电流, 通电时间应足以使温升达到稳态值或至约定时间(两者中取较长时间者)。

当每小时温升变化不超过1 K时, 即达到了稳态条件。

9.8.3 测量部件的温度

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.8.3规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.8.3规定。

9.8.4 部件的温升

部件的温升是该部件按9.8.3测得的温度与按9.8.1测得的周围空气温度之差。

9.8.5 功耗测量

应满足GB/T 10963.1—2020中9.8.5规定。

9.9 验证动作特性

9.9.1 剩余电流条件下, 验证动作特性

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.9.1规定。

9.9.2 过电流条件下, 验证动作特性

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.9.2规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.10规定。

9.9.3 在过电压条件下, 验证动作特性

9.9.3.1 试验条件

断路器按照正常使用条件安装和接线, 在图2所示的试验电路中进行试验。

9.9.3.2 试验方法

在基准温度(20 °C±5 °C)环境下, 验证过电压特性

9.9.3.2.1.1 验证过电压动作值

试验方法: 分别调节TA1和TA2, 使T1输出 U_0 , T2调节到增加的电压值。例如, 突加试验电压为275 V, 则T1输出为 U_0 (230 V), T2输出为45 V。试验时先闭合K1和K3, 对断路器施加 U_0 , 断路器合闸, 然后闭合K2, 使试验电压增加到275 V, 断路器在规定的时间内(3 s~10 s)内动作。

9.9.3.2.1.2 验证过电压不动作值

断路器在图2所示的试验电路中进行试验。

试验方法按照9.9.3.2.1.1的规定。

断路器处于合闸位置, 且在 U_0 下工作时, 突然将该工作电压增加至规定的过电压不动作值(255 V), 保持60 s, 断路器不应该动作。

9.9.3.2.1.3 验证当电源电压恢复到额定工作电压 U_0 时, 断路器在规定时间内能自动复位合闸

断路器在图2所示的试验电路中进行试验。

试验方法按照9.9.3.2.1.1的规定。

断路器处于合闸位置，调节TA1和TA2，使T1输出为 $1.1 U_e$ （253 V），T2输出为22 V。试验时先闭合K1、K2和K3，对试品施加 U_{e0} （275 V），断路器应分闸，然后断开K2，使试验电压不间断地降低到 $1.1 U_e$ （253 V $\pm$ 3 V），断路器在20 s $\sim$ 60 s时间内自动合闸。

9.9.4 在欠电压条件下，验证动作特性

9.9.4.1 试验条件

断路器按照正常使用条件安装和接线，在图2所示的试验电路中进行试验。

9.9.4.2 试验方法

9.9.4.2.1 在基准温度（20 $^{\circ}$ C $\pm$ 5 $^{\circ}$ C）环境下，验证欠电压特性

9.9.4.2.1.1 验证欠电压动作值

试验方法：先闭合K1、K3，调节TA1，施加 U_e ，使断路器处于合闸状态，然后再调节TA1，降低电压至（160 $\pm$ 5）V，断路器在规定的时间内（0.6 s $\sim$ 5 s）内动作。

9.9.4.2.1.2 验证欠电压不动作值

断路器在图2所示的试验电路中进行试验。

试验方法按照9.9.4.2.1.1的规定。

断路器处于合闸位置，且在 U_e 下工作时，调节TA1，降低电压至180 V，维持60 s，断路器不应动作。依次对每个其他相线重复进行试验。

9.9.4.2.1.3 验证当电源电压恢复到额定工作电压 U_e 时，断路器在规定时间内能自动复位合闸

断路器在图2所示的试验电路中进行试验。

试验方法按照9.9.4.2.1.1的规定。

断路器处于合闸位置，调节TA1和TA2，使T1输出为 $0.7 U_e$ （160 V $\pm$ 3 V），T2输出为35.5 V。试验时先闭合K1和K3，同时断开K2，对试品施加 $0.7 U_e$ （160 V $\pm$ 3 V），断路器应分闸，然后闭合K2，使试验电压增加到 $0.85 U_e$ （195.5 V），断路器应在20 s $\sim$ 60 s时间内自动合闸。

9.9.5 单极负载对多极断路器脱扣特性影响的试验

在8.6.3.4的规定条件下，通过对按8.1接线的断路器进行试验来验证是否符合要求。断路器应在规定的时间内脱扣（见8.6.2.1）。

9.9.6 周围温度对脱扣特性的影响试验

通过下列试验来检验其是否符合要求：

- a) 断路器放置在比周围空气基准温度低（35 $\pm$ 2）K的周围温度下，直至其达到稳态温度。对断路器所有极通以等于 $1.13 I_n$ （约定不脱扣电流）的电流至约定时间，然后在5 s内把电流稳定地增加至 $1.9 I_n$ ；

断路器应在约定时间内脱扣。

- b) 断路器放置在比周围空气基准温度高（10 $\pm$ 2）K的周围温度下，直至达到稳态温度。对断路器所有极通以等于 I_n 的电流。

断路器不应在约定的时间内脱扣。

9.9.7 重合闸功能验证（仅带此功能类别产品适用）

9.9.7.1 手动状态时，重合闸功能不能被激活

拨码开关拨到手动状态，主回路通以额定电压，按照8.1接线的断路器进行试验，断路器处于分闸状态，10 s后断路器不动作，手动合闸再分闸，重复上面动作3次，重合闸功能不应被激活。

9.9.7.2 断路器跳闸后重合闸时间和最大连续合闸次数的验证

拨码开关拨到自状态，主回路通以额定电压，按照8.1接线的断路器进行试验，10 s后断路器处于合闸状态（上电合闸功能可调）。手动分闸，10 s后，断路器自动合闸；手动分闸，60 s后，断路器自动合闸；手动分闸，300 s后，断路器自动合闸；经过三次连续合闸，手动分闸，断路器自动合闸功能被禁止使用，不应再自动合闸。需要将电操的拨码开关拨到手动状态再拨回自动状态或主回路重新通电完成重启后，断路器的重合闸功能才能再次开启。

注1：断路器自动合闸15 min后，默认断路器的重合闸功能重新开启，可再次实现最大连续3次合闸。

注2：通信信号控制断路器分闸，重合闸功能不会被开启。

9.9.8 28天试验

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.9规定。

9.10 机械寿命和电气寿命

9.10.1 电气寿命

9.10.1.1 一般试验要求

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.11.1规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.10.1规定。

9.10.1.2 试验程序

应满足GB/T 10963.1—2020中9.11.2规定。

9.10.2 机械寿命

断路器在主回路及电操不通电流的情况下经受10 000次操作循环，其它操作与9.10.1.2要求一致。

9.10.3 机械寿命+电气寿命（仅RCBO适用）

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.10.2规定。

9.10.4 试验后断路器的状况

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.11.3规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.10.3规定。

9.11 验证自由脱扣机构（仅RCBO适用）

9.11.1 一般试验条件

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.11.1规定。

9.11.2 试验程序

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.11.2规定。

9.12 短路试验

9.12.1 一般要求

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.1规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.1规定。

9.12.2 短路性能的试验电路

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.2规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.2规定。

9.12.3 试验量值

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.3规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.3规定。

9.12.4 试验量的允许误差

如果试验报告中记录的有效值与规定值之差在下列允许误差范围内，则认为该试验是有效的：

——电流：+5 0%；

——频率：±5%；

——功率因数：0 -0.05；

——电压（包括恢复电压）：±5%。

9.12.5 试验电路的功率因数

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.5规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.5规定。

9.12.6 I^2t 和峰值电流（ I_p ）的测试及验证

在9.12.11.2、9.12.11.3和9.12.11.4试验期间应测量 I^2t 和 I_p 值。

测得的最大 I^2t 值应记录在试验报告上，并且不应超过预期电流的 I^2t 值。

9.12.7 试验电路的校正

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.7规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.7规定。

9.12.8 示波图说明

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.8规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.8规定。

9.12.9 被试断路器的状况

9.12.9.1 概述

断路器应按9.12.9.2在大气中进行试验,除非它们设计成只能用于制造厂规定的外壳中或只能在单独的外壳中使用。在这种情况下,它们应按9.12.9.3进行试验,或经制造厂同意,按9.12.9.2进行试验。

注:单独的外壳是设计成只能安装一个断路器的外壳。

应尽可能地模拟正常闭合操作条件,用手动方式或试验装置来操作断路器。

应注意:

- a) 试验装置不能损坏被试断路器;
- b) 被试断路器手柄的运动不受到阻碍;
- c) 被试断路器手柄不会过度地影响试验装置操作件的速度。

应制造厂要求,如果断路器是有关入力操作,在驱动过程中,应以 (0.1 ± 0.025) m/s的操作速度操作断路器。该速度应在试验装置的操作件接触到被试断路器手柄并在该位置进行测量。

9.12.9.2 在大气中试验

被试断路器按标准GB/T 16917.1—2014中附录C所示的要求安装。

只有在断开操作(0)时,把附录C所规定的聚乙烯薄膜和绝缘材料挡板按图C.1放置。

附录C所规定的栅格应这样放置,使得大部分发射出来的游离气体通过栅格,栅格应放置在最不利的位置。

如游离气体排气孔的位置不明显,或者没有排气孔,应由制造厂提供适当的说明资料。

栅格电路(见图C.3)应连接到图7和图8的试验电路图中所示的B和C点。电阻器R'电阻为 $1.5\ \Omega$,铜丝F'(见图C.3)长度为50 mm,对额定电压为230 V的RCBO,铜丝直径为0.12 mm,对额定电压为400 V的RCBO,直径为0.16 mm。对其他电压的数据正在考虑。试验电流小于等于1 500 A时,距离“a”应为35 mm。对较高的短路电流直至 I_{cn} ,距离“a”可以增加和/或按制造厂规定增加辅助挡板或绝缘装置。如果增加“a”,应从40-45-50-55……mm系列中选取并由制造厂规定。

9.12.9.3 在外壳中试验

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.9.3规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.9.2规定。

9.12.10 短路试验时断路器的状况

在试验过程中断路器不能危及到操作者。

在9.12.11.2或9.12.11.3或9.12.11.4的操作过程中,断路器不对操作者产生危害,并且不把断路器从试验装置上拆下并经过9.12.11.1规定的时间 t 后,应允许重新闭合断路器。

不采用附加的放大手段,用正常的或校正的视力进行观察,聚乙烯薄膜应无可见的洞。

此外,应没有持续燃弧,极与极之间或极与框架之间不应闪络,熔丝F和熔丝F'(适用时)不应熔断。

9.12.11 试验程序

9.12.11.1 一般规则

试验程序由一个操作顺序组成。

确定操作顺序时,采用了下列的符号:

- 0: 表示一次断开操作;
- CO: 表示一次闭合操作以及紧接着一次自动断开;
- t : 表示两次连续的短路操作之间的时间间隔,这时间间隔应是3 min 或为允许断路器重新闭

合，热过电流脱扣器可能需要的更长的时间。

t 的实际值应在试验报告中说明。如果经过指定的时间后试品还不能合闸，则认为试验失败。电弧熄灭后，恢复电压保持时间应不小于0.1 s。

9.12.11.2 在低短路电流下试验

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.11.2规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.11.2规定。

9.12.11.3 在 1500 A 下的短路试验

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.11.3规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.11.3规定。

9.12.11.4 大于 1500 A 的短路试验

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.11.4规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.11.4规定。

9.12.12 短路试验后验证断路器的性能

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.12.12规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.12.12规定。

9.12.13 验证额定剩余接通和分断能力 ($I_{\Delta n}$) (仅 RCBO 适用)

本试验用来验证RCBO接通、承载一个规定时间以及分断剩余短路电流的能力。

9.12.13.1 试验程序

RCBO应按9.12.1规定的一般试验条件，但应以这样的方式连接，使得短路电流是一个剩余电流。仅对相线极进行试验。不承载剩余短路电流的电流回路其电源接线端子连接电源电压。在试验时，辅助开关S1保持闭合。进行下列的操作顺序：0 - t - C0 - t - C0。分断操作时，接通开关T与电压波形同步，使起始点为 $(45 \pm 5)^\circ$ 。对不同的试品，采用相同的极作为同步信号的基准。

9.12.13.2 剩余电流接通分断试验后验证 RCBO

在按9.12.13.1进行试验后，RCBO应无妨碍其继续使用的损坏，不经维修，应能：

- a) 符合 9.9.3 的要求，试验电压 460 V，时间为 1 min，试前不进行潮湿处理；
- b) 在额定电压下，接通分断其额定电流。

在9.12.9.1 c) 规定的条件下，通以1.25 $I_{\Delta n}$ 的试验电流，RCBO应脱扣，仅在任意选取的一极进行一次试验，试验时不测分断时间。

按9.12.1规定的一般试验条件，但应以这样的方式连接，使得短路电流是一个剩余电流。仅对相线极进行试验。不采用附加的放大手段，用正常的或校正的视力进行观察，聚乙烯薄膜应无可见的洞。

9.13 验证机械振动和撞击

9.13.1 机械振动

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.13.1规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.13.1规定。

9.13.2 机械撞击

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.13.2规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.13.2规定。

9.14 耐热试验

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.14规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.14规定。

9.15 耐异常发热和可燃性

MCB应满足GB/T 10963.1—2020中9.15规定。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.15规定。

9.16 验证试验装置在额定电压限值时的动作性能（仅 RCBO 适用）测试按钮

步骤如下：

a) 断路器施加 187 V 电压，瞬时操作试验按钮 25 次，间隔 5 s，每次操作前闭合断路器；

b) 然后，在 1.1 倍 U_n 下重复 a) 试验；

c) 接着，重复 b) 项试验，只试一次，试验按钮保护在闭合位置 30 s。

每次试验时，断路器应动作。试验后，断路器应无妨碍使用的损坏。

为了验证在额定电压下操作试验按钮产生的安匝数小于 $I_{\Delta n}$ 的剩余电流产生的安匝数的 2.5 倍（30 mA 的是 1.66 倍），可根据试验装置的结构，测量试验电路的阻抗并计算试验电流。

对于这个验证项目，如果必须拆开断路器，则应另外使用一个试品。

9.17 验证远程控制功能

9.17.1 驱动能力试验

9.17.1.1 远程控制采用通信协议的试验

在常温环境下，电操端口通以 12 V 电源（外置电源系列断路器）或进线端通以 U_n （自供电系列断路器），拨码开关拨到自动状态，将断路器处于分闸状态，对控制端分别施加通信合闸信号和通信分闸信号。当施加通信合闸信号时，断路器应能合闸，然后施加通信分闸信号时，断路器应能分闸。

重复试验 50 次，每次试验的时间间隔为 10 s，应符合表 6 要求。

9.17.2 模式选择开关功能试验

9.17.2.1 模式选择开关设置于手动分合位置

在常温环境下，电操端口通以 12 V 电源（外置电源系列断路器）或进线端通以 U_n （自供电系列断路器），将断路器处于合闸状态。

先进行手动分闸 1 次，然后手动合闸 1 次。

接着施加通信分闸信号，30 s 时间内，不应远程分闸。然后再进行手动分闸 1 次。

接着施加通信合闸信号，30 s 时间内，不应远程合闸。试验各进行一次。

9.17.2.2 模式选择开关设置于远程分合位置

在常温环境下，电操端口通以 12 V 电源（外置电源系列断路器）或进线端通以 U_n （自供电系列断路器），将断路器处于合闸状态。

先施加通信分闸信号，断路器应分闸，此时手动也能合闸和分闸。
接着施加通信合闸信号，断路器应合闸，此时手动也能分闸和合闸。
当施加强制通信分闸信号，断路器应分闸，此时手动无法合闸。

9.18 高温高湿试验+低温试验

9.18.1 高温高湿试验

GB/T 2423.50—2012规定了一种以加速方式评价小型电工电子产品耐湿热劣化效应的试验方法。

试验在相对湿度为93%、温度为75℃的条件下，试验持续时间96h。

断路器处于合闸状态，控制模块（电操）处于工作状态，断路器通以额定电压，断路器在试验过程中不应动作。在规定的试验时间结束后，应在1h~4h内将试验箱的温度和相对湿度恢复到检测和试验用的标准大气条件。试验样品进行相关功能测试。

9.18.2 低温试验

试验在温度为-25℃的条件下，试验持续时间96h。

断路器处于合闸状态，控制模块（电操）处于工作状态，断路器通以额定电压，断路器在试验过程中不应动作。在规定的试验时间结束后，应在1h~4h内将试验箱的温度和相对湿度恢复到检测和试验用的标准大气条件。试验样品进行相关功能测试。

9.19 验证冲击电压产生的浪涌电流作用下断路器的性能

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.19规定。

9.20 验证剩余电流含有直流分量时的正确动作（仅RCBO中A型适用）

9.21 A型RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.21.1规定。

9.22 验证可靠性

9.22.1 总则

用9.22.2和9.23的试验来检验是否符合要求。

9.22.2 气候试验

本试验按GB/T 2423.4并考虑GB/T 2424.2—2005进行。

RCBO应满足GB/T 16917.1—2014中9.22.1规定。

9.23 验证电子元件抗老化性能

断路器通以额定电流负载，在 (40 ± 2) ℃的周围温度下放置168h，电子部件上的电压应为额定电压的1.1倍。

在上述试验后，断路器在加热箱内，不通电流，冷却至接近室温。电子部件应不损坏。

在上述试验后，断路器应能正常读取电流电压值，485信号控制分合闸。

在9.12.9.1c)规定的试验条件下，RCBO通以 $1.25 I_{\Delta n}$ 的试验电流应脱扣。仅在任意选取的一极进行一次试验，试验时不测量分断时间。（仅RCBO适用）

9.24 电磁兼容（EMC）

电磁兼容试验的具体要求见下表7。

表 7 适用于 EMC 的试验

参照标准	电磁现象	技术要求和等级	判定标准
GB/T 17626.5	雷击浪涌	Tr/Th: 1.2/50 μs 共模: 4 kV (峰值) /12 Ω 差模: 2 kV (峰值) /2 Ω	试验时, 断路器应闭合, 试验过程中, 断路器不应脱扣。试验后, 断路器能正常工作, 重合功能正常
GB/T 17626.4	快速瞬变脉冲群	试验等级 4: 4 kV (峰值) Tr/Th: 5/50 ns 重复频率: 2.5 kHz	
试验值取自 IEC 61000-4-16	低于 150 kHz 频率范围内的共模传导骚扰	试验等级 3	
GB/T 17626.2	静电放电	严酷等级 3 空气放电: 8 kV 接触放电: 6 kV	

9.25 防锈试验

把被试零件浸入冷的化学云油剂, 例如甲基氯仿或精炼汽油中浸10 min, 除去全部油脂。然后再把这些零件放入温度为(20±5)℃, 10%的氯化铵水溶液中浸10 min。

不经烘干, 但甩干所有的水滴后, 把这些零件放进温度为(20±5)℃含有饱和水汽的空气中10 min。

把零件放在温度为(100±5)℃的烘箱中干燥10 min后, 其表面不应有锈蚀的迹象。

注 1: 锐利边缘上的锈迹以及任何可擦掉的黄色锈膜可忽略不计。

对于小弹簧和类似零件以及不易触及的易受到磨损的零件, 涂一层油脂可提供足够的防锈保护。

只有在对油膜的有效性怀疑时, 才对这些零件进行此项试验, 在这情况下试验时, 试前不去除油脂。

注 2: 在使用试验规定的溶液时, 应采取适当的措施以防止吸入蒸汽。

10 出厂试验

10.1 一般要求

本文件所规定的试验是用来揭示与安全有关的材料或制造方面不合格的缺陷。

根据制造厂得到的经验, 为确保每台断路器与通过本部分试验的样品一致, 可能需要做更多的试验。

10.2 脱扣试验

脱扣试验应根据a) 和b) 进行验证:

a) 验证时间 - 电流特性: 从冷态开始, 对每个保护极分别通以约定脱扣电流与 GB/T 10963.1—2020 表 2 的瞬时脱扣范围(按断路器的脱扣特性: B、C 或 D) 下限值之间任何合适的电流值;

注: 断路器应在脱扣特性极限时间之间, 相应于制造厂所选择的点的时间内脱扣。

b) 验证瞬时脱扣: 每台断路器应在操作件未被锁在闭合位置时, 在任何合适的电压下进行试验。试验分别在每一保护极上进行。

10.3 验证断开触头之间的电气间隙

断路器处在断开位置，在当断路器闭合时电气上连接在一起的接线端子之间施加1 500 V，频率为50 Hz或60 Hz，基本上为正弦波的电压1 s。

不应发生闪络和击穿。

也可选用其它任何合适的验证断开触头之间电气间隙的方法（例如，用X-射线验证）。

11 包装、运输和存储

11.1 包装

断路器必须经检验合格后才能出厂，每台产品应装在专用的包装盒内，并随盒带有产品说明书（如果需要），产品合格证。

断路器出厂时，必须装在专用木箱中或包装纸箱中，箱子应坚固、耐振、具有防潮及防尘能力，并适用陆路、水路运输和装载要求。此外，还应符合GB/T 13384有关规定。

断路器包装箱（盒）上应标志以下内容：

- 制造厂名称、商标和地址；
- 产品名称、型号和规格；
- 产品数量；
- 包装箱长宽高尺寸及毛重；
- 收货单位名称和地址；
- 标上“小心轻放”“不准倒置”“切勿受潮”等标志字样和包装日期。

11.2 储存和运输

储存和运输的要求如下：

- 储存和运输的环境极限温度为-25 ℃~+70 ℃；
- 温度为25 ℃时空气相对湿度不超过95%；
- 自由跌落时的高度不超过50 mm；
- 运输过程中，不得受强烈的颠簸、振动、摔撞，并应防止雨、雪侵袭。

12 产品随行文件

产品出厂应提供下列随行文件：

- 产品合格证；
- 产品说明书；
- 随机备品备件清单；
- 其他有关技术资料。

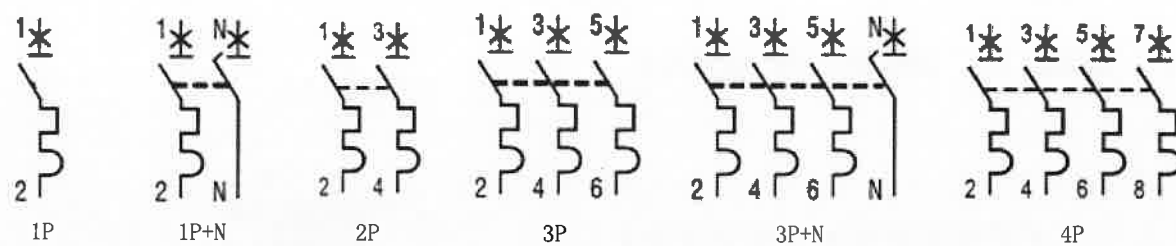
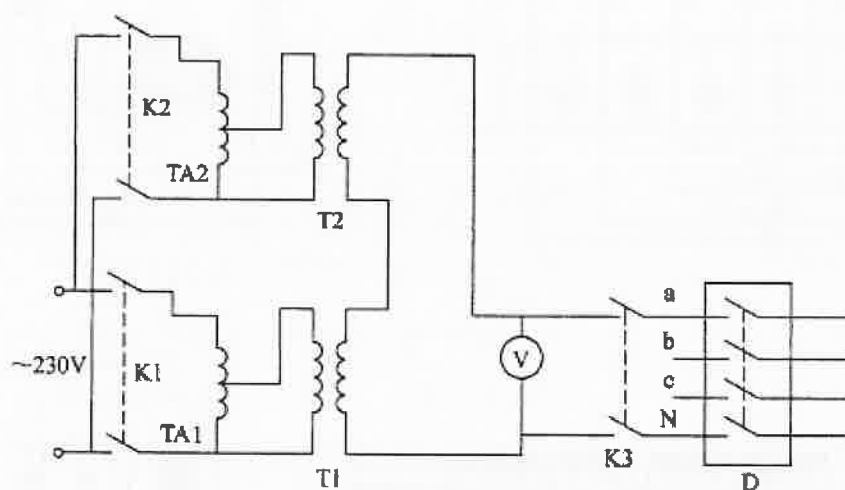


图1 线路图



说明:

TA ——自耦变压器;

T ——变压器;

D ——OUPA。

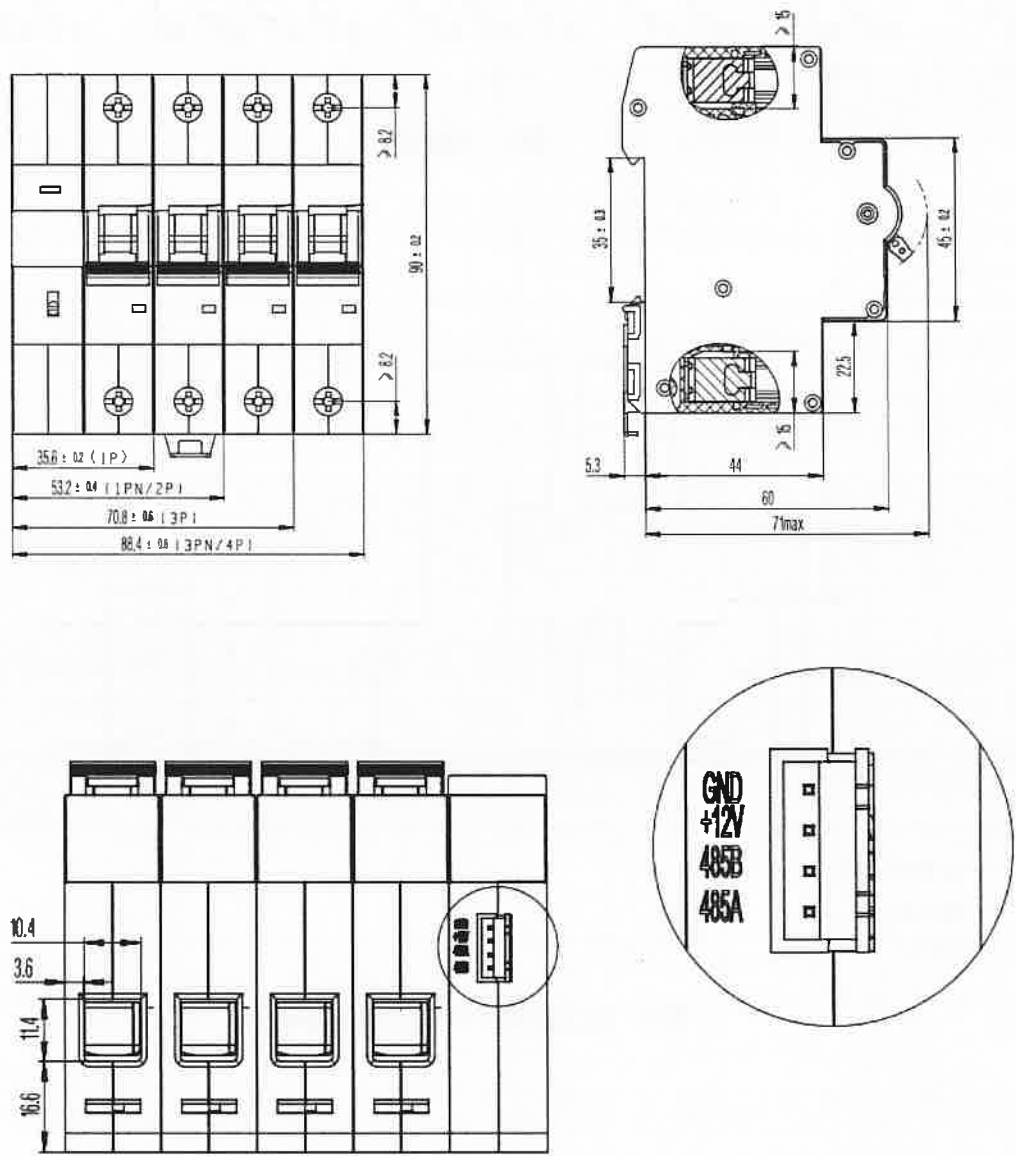
图2 过欠压动作特性试验电路示例

附录 A

(资料性记录)

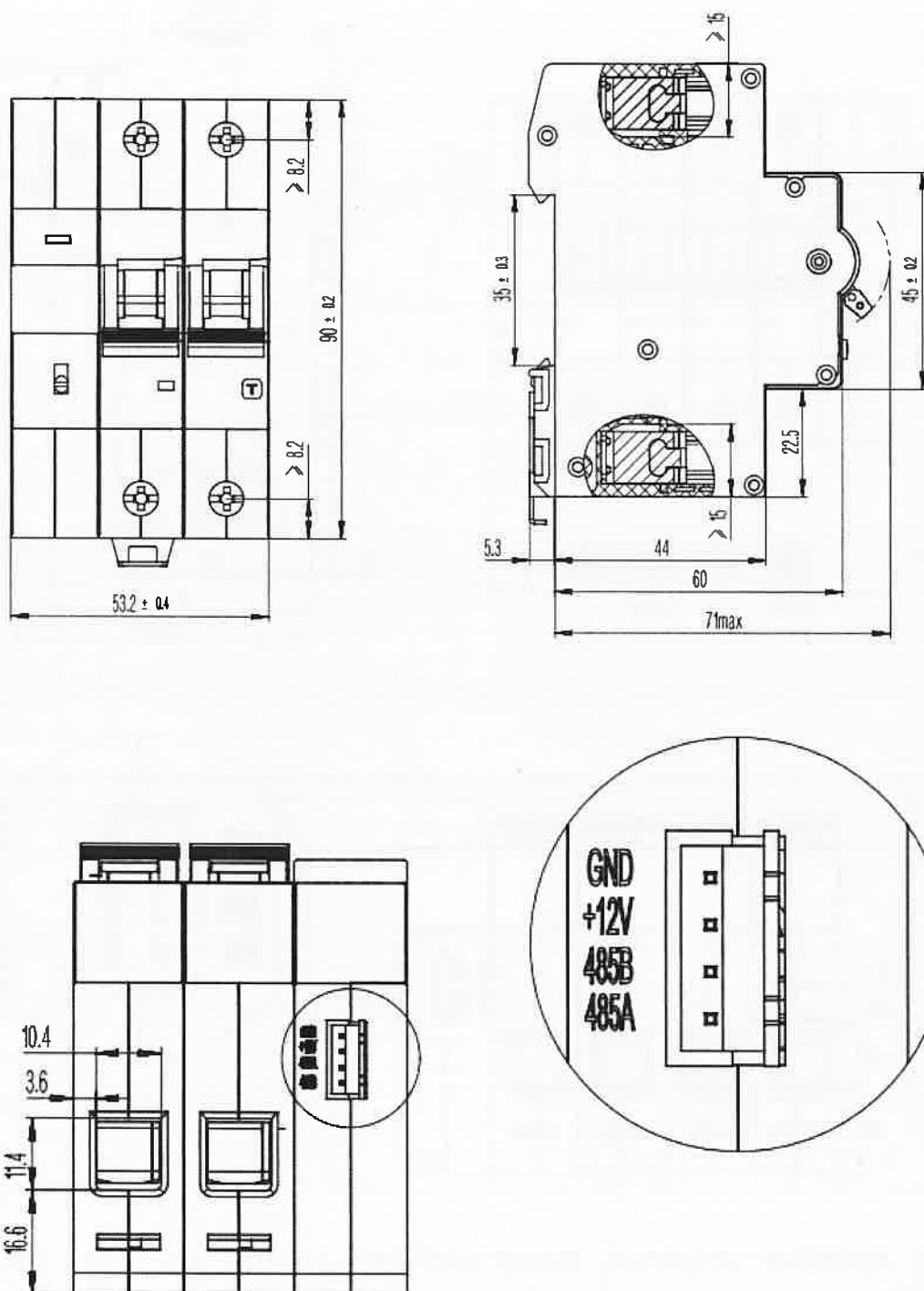
断路器尺寸及规格

A.1 断路器（1P、1PN、3P、3PN）外形尺寸



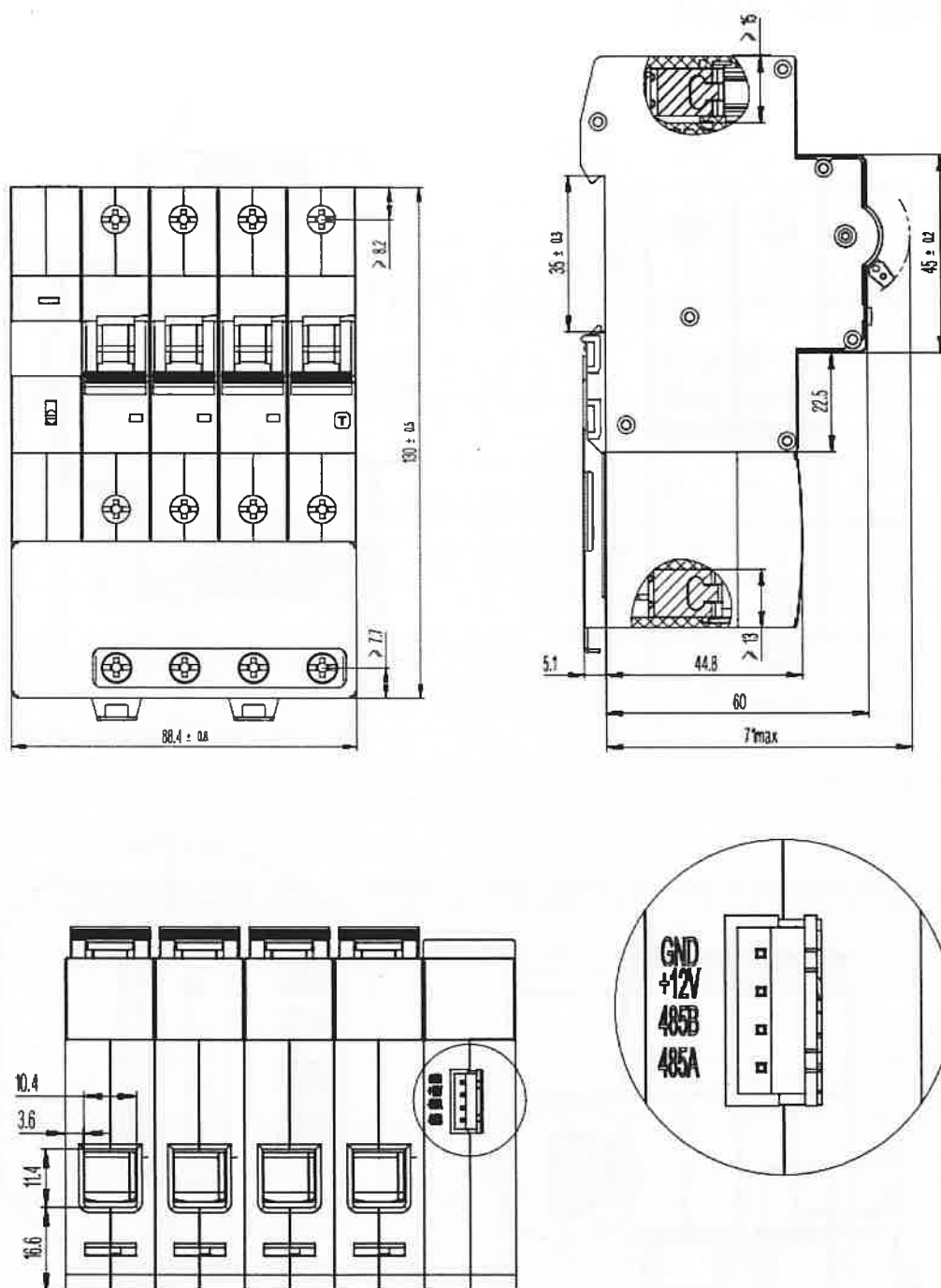
说明：控制模块置于断路器左侧，RS485通讯插针位置从上至下为：GND、+12 V、485B、485A。

A.2 断路器（1PNL）外形尺寸



说明：控制模块置于断路器左侧，RS485通讯插针位置从上至下为：GND、+12 V、485B、485A。

A.3 断路器（3PNL）外形尺寸



说明：控制模块置于断路器左侧，RS485通讯插针位置从上至下为：GND、+12 V、485B、485A。

参 考 文 献

- [1] GB/T 156—2017 标准电压
- [2] GB/T 191—2008 包装储运图示标志
- [3] GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接受质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- [4] GB/T 2900.18—2008 电工术语 低压电器
- [5] GB/T 4026—2010 人机界面标志标识的基本方法和安全规则 设备端子和导体终端标识
- [6] GB/T 4207—2012 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法
- [7] GB/T 5169.10—2017 电工电子产品着火危险试验方法 第10部分：灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法
- [8] GB/T 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备 第1部分：总则
- [9] GB/T 14048.2—2008 低压开关设备和控制设备 第2部分：断路器
- [10] GB/T 18499—2008 家用和类似用途的剩余电流动作保护器（RCD） 电磁兼容性
- [11] GB/T 19334—2003 低压开关设备和控制设备的尺寸 在成套开关设备和控制设备中作电器机械支承的标准安装轨
- [12] GB/T 16917.21—2008 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器（RCBO） 第21部分：一般规则对动作功能与电源电压无关的RCBO的适用性
- [13] GB/T 16917.22—2008 家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器（RCBO） 第22部分：一般规则对动作功能与电源电压有关的RCBO的适用性

