

CET

中国电力技术市场协会标准

CET

交流高速真空断路器技术规范

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中国电力技术市场协会 发布

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》的要求进行编写。

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这些专利的责任。

本文件由中国电力技术市场协会提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力技术市场协会。

目 次

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 产品分类..... 2

5 正常和特殊使用条件..... 3

 5.1 正常使用条件..... 3

 7.1 特殊使用条件..... 3

6 技术参数..... 3

7 技术要求及可靠性要求..... 4

8 型式试验..... 5

 8.1 型式试验样机..... 5

 8.2 型式试验项目..... 5

9 出厂试验..... 8

 9.1 概述..... 8

 9.2 设计与外观检查..... 9

 9.3 机械试验..... 9

 9.4 主回路电阻测量..... 9

 9.5 主回路绝缘试验..... 9

 9.6 辅助和控制回路试验..... 9

10 试验规则..... 9

 10.1 型式试验..... 9

 10.2 出厂试验..... 9

 10.3 合格判定..... 9

11 标志、包装、运输、贮存..... 9

 11.1 标志..... 9

 11.2 包装..... 10

 11.3 运输..... 10

 11.4 贮存..... 10

交流真空高速断路器技术规范

1 范围

本文件规定了交流高速真空断路器的术语、使用条件、技术参数、型式试验、出厂试验、检验规则、标志、包装、运输、贮存等方面的要求。

本文件适用于额定电压 12kV、额定频率为 50 Hz 的机械式真空高速断路器。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 311.2 绝缘配合-第 2 部分：使用导则

GB/T 1984-2014 高压交流断路器

GB/T 11022 高压开关设备和控制设备的共用技术要求

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

DL/T 402-2016 高压交流断路器

DL/T 593-2016 高压开关设备和控制设备的共用技术要求

JB/T 3855 高压交流真空断路器

IEC 62271-1: 2017 高压开关设备和控制设备-第 1 部分：高压开关设备和控制设备的共用技术要求

IEC 62271-100: 2017 高压开关设备和控制设备-第 100 部分：交流断路器

3 术语和定义

GB/T 1984-2014 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

涡流斥力驱动器 eddy current repulsive force driver

由合闸线圈、分闸线圈、涡流盘、分闸储能电容、合闸储能电容、分合闸放电控制开关和充电电源等部分组成的驱动装置。其原理为：通过充电电源给储能电容预充电，利用放电控制开关控制储能电容通过线圈放电，产生脉冲电流，脉冲电流产生的磁场穿过涡流盘形成涡流，涡流与线圈电流相互作用产生电磁斥力，驱动涡流盘运动，实现断路器的分闸和合闸操作。

DL

3.2

永磁保持机构 permanent magnet holding mechanism

由静铁芯、动铁芯、永磁体等构成的保持装置，利用永磁体产生的磁场使动铁芯和静铁芯吸合于断路器的分闸或合闸位置，从而实现断路器的分闸或合闸保持。

3.3

高精度电源

采用限压恒流带间歇充电模式，10s 内完成充电，充电速度快，对电容冲击小，待机功耗小的高频开关电源装置。

3.4

高速真空断路器 highspeed vacuum circuit breaker

分闸时间小于 5ms，合闸时间小于 15ms 的真空断路器。

3.5

通用高速真空断路器 universal high speed vacuum circuit breaker

可安装于 KYN28A-12 柜体内，外形和接口与 VS1 型真空断路器基本一致的高速真空断路器。

3.6

高精度电流采集器 high precision current collector

空心线圈式电子互感器、无铁磁性材料、无磁阻效应、无磁饱和现象、响应快、相位误差低。

3.7

智能控制器 intelligentcontroller

安装于通用型断路器中，具有遥信、遥测、遥控继电保护功能的器件。

3.8

自动一次重合闸

当断路器完成一次分闸，并再次合闸后，能够满足再次分闸的要求。

4 产品分类

断路器采用单断口真空灭弧。真空灭弧室浇注于环氧树脂内形成固封极柱或安装在绝缘筒内，三个极柱共用一个底架机械联动操作，机构为涡流斥力操动机构并居中布置。断路器呈前后布置，断路器分为手车式和固定式两种；手车式通过安装底盘车在柜体的导轨上运行，固定式通过螺栓直接安装在固定柜体中。

5 正常和特殊使用条件

5.1 正常使用条件

- a) 交易披露方式周围空气温度不超过 40℃，且在 24h 内测得的平均值不超过 35℃，最低周围空气温度为-5℃；
- b) 阳光辐射的影响可以忽略；
- c) 海拔不超过 1000m；
- d) 周围空气没有明显地受到尘埃、烟、腐蚀性或可燃性气体、蒸气或盐雾的污染。如果用户没有这些要求，制造厂可以认为不存在这些情况；
- e) 相对湿度日平均值不超过 95%；水蒸气压力日平均值不超过 2.2kPa；
- f) 月相对湿度平均值不超过 90%；月水蒸气压力平均值不超过 1.8kPa；
- g) 来自开关设备和控制设备外部的振动或地动与设备的正常运行方式没有明显关系。

5.2 特殊使用条件

如正常使用条件不能满足要求时，需与制造厂协商。

6 技术条件

表 1 断路器主要电气技术参数

序号	名称		单位	参 数
1	额定电压		kV	12
2	额定绝缘水平	1min 工频耐受电压相间、相对地/真空断口		42/48
		雷电冲击耐受电压相间、相对地/真空断口		75/85
3	额定频率		Hz	50
4	额定电流		A	630、1250、1600、2000、2500、3150、4000
5	额定短路开断电流		kA	25、31.5、40
6	额定短路关合电流（峰值）			63、80、100
7	额定短时耐受电流			25、31.5、40
8	额定短路持续时间		s	4
9	额定峰值耐受电流		kA	63、80、100
10	额定电缆充电开断电流		A	25
11	额定失步开断电流		kA	6.3、7.9、10
12	异相接地故障开断电流		kA	17.3、21.7、27.3
13	额定背对背电容器组开断电流		A	400
14	额定操作顺序			0-0.3s-C0-180s-C0
15	二次回路 1min 工频耐压		kV	2
16	机械寿命		次	M2（10000 次）

17	电寿命	级	E2
18	分闸时间	ms	≤ 5
19	合闸时间		≤ 15

表 2 断路器主要机械特性参数

序号	名称	单位	参 数
1	触头开距	mm	7 ± 1
2	触头超程		3 ± 0.5
3	三极触头分、合不同期	ms	≤ 2
4	触头合闸弹跳时间	ms	≤ 2
5	平均合闸速度	m/s	0.6 ± 0.2
6	平均分闸速度		1.1 ± 0.2
7	合闸时间	ms	≤ 5
8	分闸时间		≤ 15

7 技术功能要求及可靠性要求

- 7.1 分合闸时间：要求分闸时间小于 5ms；合闸时间小于 15ms。
- 7.2 装置互换性：断路器的电气接口和安装尺寸，与传统 VS1 和 VD4 真空断路器能够实现互为替代。
- 7.3 装置本体上具备测量单元和控制器，在断路器出线发生短路故障时，实现 20ms 内快速自动分闸功能；并具备一次自动重合闸功能。
- 7.4 可靠性要求：
- a) 断路器应能安全地进行安装、运行，并可以检查与维护；
 - b) 断路器内部应清洁、所有装于断路器内部的零部件，在装配前应仔细擦拭干净，绝缘件应仔细检查，不得有任何划痕、损伤；
 - c) 断路器完成总装配后，需要初始磨合 200 次，再进行特性参数的调节；
 - d) 断路器装配调整后，机械参数及机械特性应满足设计要求，机械特性试验在标准大气压进行；
 - e) 断路器进行工频耐压注意事项：
 - 在试验过程中，若是由于空气湿度、温度、表面脏污等影响，引起被试品表面滑闪放电或空气放电，不应该认为被试品的内绝缘不合格，需经清洁、干燥处理后，再进行试验；
 - 升压应从零开始，不可冲击合闸，升压速度在 40%以内可以不受限制，其后应均匀升压，速度约为每秒 3%的试验电压；
 - 在进行绝缘试验时产生响声（或连续放电声）、冒烟、焦臭、闪弧、燃烧等，都是不允许的，应查明原因，这些现象如果确定是绝缘部分出现的，则认为断路器存在击穿或缺陷；
 - f) 断路器应配备记录其动作次数的计数器；

- g) 断路器的操动机构应具有电动分合闸和储能形式，具有明显的反映储能位置及断路器分、合位置的指示；
- h) 电气联锁装置应能保证机构处于合闸储能位置时不能再进行合闸操作。
- i) 电源的要求：电源的电压波动范围要保持在 $\pm 2\%$ 以内。
- j) 断路器开断直流分量要求：在与快速识别控制器配合情况下，能够开断 65%-80%的直流分量

7.5 二次回路设计功能

二次回路满足防止跳跃功能；满足五防连锁要求。

7.6 紧急外部分闸功能

断路器应具备能够在电源出现故障时，在外部紧急分闸功能。

8 型式试验

8.1 型式试验样机：

8.1.1 新产品的型式试验样机 2 台

一台用于做：机械试验、主回路电阻的测量、温升试验、噪音测量、真空灭弧室的 X 射线试验程序、辅助和控制回路的附加试验。

另一台用于做：绝缘试验、短时耐受电流和峰值耐受电流试验、短路开断和关合能力试验、电缆充电电流开合试验、背对背电容器组开合试验、异相接地故障试验、失步关合和开断试验。

8.1.2 产品补做型式试验样机 1 台

不经常生产的产品（停产 3 年以上）、正常生产的产品每隔八年应进行一次温升试验、常温下的机械试验、基本短路试验方式 T100s、短时耐受电流和峰值耐受电流试验。
能安全地进行安装、运行，并可以检查与维护。

8.2 型式试验项目：

- a) 绝缘性能试验；
- b) 温升试验；
- c) 主回路电阻测量；
- d) 机械性能试验；
- e) 短时耐受电流和峰值耐受电流试验；
- f) 短路开断和关合能力试验；
- g) 失步关合和开断试验（选做）；
- h) 背对背电容器组开合试验（选做）；
- i) 电缆充电电流开合试验（选做）；
- j) 异相接地故障试验；
- k) 噪音测量（选做）；
- l) 真空灭弧室的 X 射线试验程序（选做）；
- m) 辅助和控制回路的附加试验。

DL

8.2.1 绝缘性能试验

8.2.1.1 主回路绝缘试验按照 GB/T 1984-2014 (IEC 62271-100: 2017) 中 6.2, GB/T 11022-2014 中 6.2、IEC 62271-1: 2017 中 7.2 规定的方法和判据, 按照表 1 技术参数进行断路器的相间、相对地、真空断口的工频耐受电压、雷电冲击耐受电压试验。

8.2.1.2 辅助回路和控制回路的绝缘试验按 GB/T 11022-2011 中的 6.2.11、IEC 62271-1: 2017 中 7.2.11 条规定进行, 即对辅助回路和控制回路进行 1min 工频耐压 2kV 的试验或 2.5kV 耐压持续时间 1s。辅助回路和控制回路的电子元件不进行耐压试验, 在耐压试验时应被隔离保护。

8.2.2 温升试验

8.2.2.1 温升试验按 GB/T 11022-2011 中的 6.5、IEC 62271-1: 2017 中的 7.5 规定进行, 试验电流按 DL/T 593-2016 中 6.5.2 规定 1.1 倍的额定电流。温升试验在机械寿命前、后各进行一次, 温升极限值符合 GB/T 11022 中 4.5.2、IEC 62271:2017 中 7.5.6.1 的规定值。

8.2.2.2 辅助和控制回路温升试验按 GB/T 11022 中的 6.5.5、IEC 62271-1: 2017 中 7.5.3.2 规定进行。

8.2.3 主回路电阻测量

8.2.3.1 主回路采用直流测量电阻, 通以 100A 的直流电流, 值应符合断路器设计要求。

8.2.3.2 主回路电阻测量在机械寿命试验前、后和温升试验前、后各进行一次。

8.2.3.3 主回路温升试验后待试品冷却至周围空气温度, 所测得的主回路电阻值与温升试验前所测值相比较, 温升前后所测的主回路电阻值之差应小于 20%。

8.2.4 机械性能试验

机械性能试验包括机械特性、机械操作和机械寿命试验。试验方法按 GB/T 1984-2014 (IEC 62271-100: 2017) 中的 6.101 规定进行。

8.2.4.1 机械特性试验 (同意)

在额定操作电压下, 测得分合闸时间、分合闸速度、分合闸同期性等, 符合表 2 数据要求。

8.2.4.2 机械操作试验

8.2.4.2.1 手动合分各 5 次, 断路器及其操动机构应在额定操作电压下测试机械特性, 并在最高操作电压、最低操作电压下满足使用要求。

8.2.4.2.2 在规定操作电压下能连续可靠分闸、合闸 50 次, 其操作程序如下:

- a) 在最低操作电压下 (分闸电压: 直流 65% 和交流 85%; 合闸电压: 直流 85% 和交流 85%), 分、合各 5 次;
- b) 最高操作电压下 (分闸电压: 直流 110% 和交流 110%; 合闸电压: 直流 110% 和交流 110%), 分、合各 5 次;
- c) 在额定操作电压下, “0-0.3s-C0” 5 次;
- d) 其余的 “C-0” 操作次数, 均在额定操作电压下进行。

8.2.4.3 机械寿命试验

在主回路不带电的情况下，断路器操动机构进行每个循环为 2000 次的“C-0”操作，达到设计寿命 1 万次。每个循环的操作顺序和次数按表 3 进行。操作前各项参数必须合格，试验循环中允许进行润滑，不允许进行机械调整或者其他类型的维修。机械特性和机械操作试验次数计入到机械寿命次数中。

表 3 机械寿命操作顺序和次数

操作顺序	操作电压	操作次数
C-t _a -0-t _a	最高	500
	额定	500
	最低	500
0-t-CO-t _a -C-t _a	额定	250
一个循环的总操作（C-0）次数		2000
0=分闸；C=合闸；CO=合闸操作后，紧接着（即没有任何人为延时）进行一个分闸操作； t _a =两次操作之间的时间间隔，对断路器恢复到起始状态或防止断路器某些部件过热（这个时间可以根据操作类型而不同）是有必要的； t=0.3s。		

注：断路器完成机械寿命试验程序后，断路器的状态应符合 GB/T 1984-2014（IEC 62271-100：2017）中的 6.101.1.4 中的规定。

8.2.5 短时耐受电流和峰值耐受电流

断路器的主回路应进行承载短时耐受电流和峰值耐受电流的能力。试验按 GB/T 1984-2014（IEC62271-100：2017）中 6.6 规定的方法进行，并按其规定的试验后状态检验试品，符合要求即通过试验。

8.2.6 短路开断和关合能力试验

通用高速真空断路器短路开断和关合能力试验按 GB/T 1984-2014（IEC 62271-100：2017）中 6.102 规定的方法和判据进行，电气寿命 E2 级按 GB/T 1984-2014（IEC 62271-100：2017）、JB/T 3855 中 6.112 规定进行。

高速断路器短路电流开断试验：通过高速 DSP 技术和专用算法，在 2ms 内快速计算出短路电流的过零点时刻，并精确控制断路器在接近电流过零时开断。

8.2.7 失步关合和开断试验

断路器失步关合和开断试验按 GB/T 1984-2014（IEC 62271-100：2017）中 6.110 规定的方法和判据进行，分二个试验方式，OP1 和 OP2：额定失步开断电流应为额定短路开断电流的 25%。

8.2.8 背对背电容器组开合试验

断路器容性电流开合试验按 GB/T 1984-2014（IEC 62271-100：2017）中 6.111 规定的方法和判据进行。

8.2.9 电缆充电电流开合试验

DL

试验按 GB/T 1984-2014 (IEC 62271-100: 2017) 中的 6.111 规定进行, 达 C2 级要求, 且包括两个试验方式: CC1、CC2。

8.2.10 异相接地故障试验

试验按 GB/T 1984-2014 (IEC 62271-100: 2017) 中的 6.108 规定进行, 故障开断电流为 86.6% 额定短路开断电流。

8.2.11 噪音测量

按 DL/T 402-2016 中的 6.101.7 规定进行, 噪音水平 $\leq 90\text{dB}$ 。

8.2.12 真空灭弧室的 X 射线试验程序

按 GB/T 11022-2011 中的 6.11、IEC 62271-1:2017 中的 7.11 的规定进行。

8.2.13 辅助和控制回路的附加试验

8.2.13.1 接地金属部件的电气连续性试验

按 GB/T 11022-2011 中的 6.10.3 的规定进行。

8.2.13.2 辅助触头的动作特性验证

按 GB/T 11022-2011 中的 6.10.4、IEC 62271-1:2017 中的 7.10.3 的规定进行。

8.2.14 短路保护功能试验 (委托)

在断路器装置的主回路中, 加入设定的三相或两相短路电流, 智能控制器能够在 20ms 内完成自动分闸; 并完成一次自动重合闸。

8.2.15 辅助和控制回路的功能试验

按 GB1984-2014 中的 6.10.2 的规定进行。

9 出厂试验

9.1 概述:

出厂试验是为了发现材料和结构中的缺陷。它们不会损坏试品的性能和可靠性。出厂试验应该在制造厂任何地方对每台断路器进行, 以确保产品与已通过型式试验的设备相一致。

本技术标准规定出厂试验项目包括:

- a) 设计与外观检查, 按 9.2;
- b) 机械试验, 按 9.3;
- c) 主回路电阻的测量, 按 9.4;
- d) 主回路的绝缘试验, 按 9.5;
- e) 辅助和控制回路的试验, 按 9.6。

可能需要进行一些附加的出厂试验, 这在有关的产品标准中予以规定。产品出厂应附有出厂试验报

告。

9.2 设计与外观检查

断路器应该经过检查，以证明它们符合买方的技术条件。

9.3 机械试验

按照本技术标准的 8.2.4.1、8.2.4.2 规定进行。

9.4 主回路电阻测量

对于出厂试验，主回路电阻的测量，应该尽可能在与相应的型式试验相似的条件下进行。试验按本技术标准 8.2.3.1 进行，测得的电阻不应该超过 $1.2R_U$ ，这里 R_U 等于温升试验前测得的电阻。

9.5 主回路绝缘试验

应该进行短时工频耐压（相间、相对地、真空断口）干试验。试验按照 GB/T 16927.1 中的 6.2 在新的、清洁的和干燥的完整设备上进行。试验电压按表 1 中规定的值，或是按实际产品需求的技术标准。

9.6 辅助和控制回路的试验

仅进行工频试验。试验电压为 2kV，持续时间为 1min 或试验电压为 2.5kV，持续时间为 1s。

10 试验规则

10.1 型式试验：

为了验证断路器及其操动机构和辅助元件的性能符合产品技术规范及相关国家标准要求，各项型式试验应在新的、干净的断路器上进行。

10.2 出厂试验：

出厂试验是对每台产品进行检验，合格后方能出厂，出厂产品应附有产品合格证明书。

10.3 合格判定：

型式试验的合格判定按 GB/T 1984-2014（IEC62271-100:2017）标准的规定进行，出厂试验的所有项目都应达到本技术规范的要求才能出厂，但允许不合格项在返修后再提交检验。

11 标志、包装、运输、贮存

11.1 标志：

产品标志要求清晰，具有良好的抗锈蚀性能，每台断路器上应有铭牌，铭牌上必须标明：

a) 制造厂名和注册商标；

DL

- b) 断路器型号、名称;
- c) 额定电压, kV;
- d) 额定雷电冲击电压, kV;
- e) 额定频率, Hz;
- f) 额定电流, A;
- g) 额定短路开断电流, kA;
- h) 额定操作顺序;
- i) 制造日期;
- j) 标准发布日期的相关标准;
- k) 出厂编号。

11.2 包装

断路器出厂时按 GB/T 13384、GB/T 191 的规定进行包装, 包装好的产品处于分闸状态, 包装产品应保证在运输过程中不遭受损坏、变形及部件丢失, 断路器出厂时, 应附有产品合格证明书、出厂检验报告、安装使用说明书、装箱单各 1 份及产品备件、安装附件。

11.3 运输

产品包装箱在运输和装卸过程中不得倒置、碰撞、过渡倾斜及剧烈振动。

11.4 贮存

产品贮存应放在通风、干燥、无腐蚀性气体的场所, 贮存期内应防止雨淋和破损。存储期限一般不超过半年, 对于存储超过半年的如遇阴雨天气应投入加热器驱潮。
