

T/CES

中国电工技术学会团体标准

T/CES ××××—2023

快速 SF₆ 断路器及智能控制设备技术规范

Technical specifications for fast SF₆ circuit breaker and intelligent control device

征求意见稿

××××—××—××发布

××××—××—××实施

发布

目 次

目 次	1
前 言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 正常和特殊使用条件	3
5 额定值	4
5.1 额定短路开断电流	4
5.2 额定开断时间	4
5.3 机械分散性	4
5.4 机械寿命	4
5.5 短路开断电寿命	4
5.6 储能电容组的额定充电电压	4
6 设计与结构	4
6.1 结构组成	4
6.2 工作原理	4
6.3 智能化要求	4
7 技术要求	4
7.1 断路器本体	5
7.2 操动机构	5
7.3 电磁斥力脱扣装置	5
7.4 二次控制及辅助回路	5
7.5 智能监测装置	6
7.6 选相控制器	6
7.7 选相功能	6
8 试验方法	7
8.1 概述	7
8.2 型式试验	7
8.3 出厂试验	9
9 选用导则	10
9.1 概述	10
9.2 运行条件下额定值的选择	10
9.3 故障条件下额定值的选择	11
10 与询问单、标书和订单一起提供的资料	11
10.1 概述	11
10.2 询问单和订单的资料	11
10.3 标书的资料	11
11 运输、储存、安装、运行和维护规则	11
12 安全	11
13 产品对环境的影响	12
附 录 A （资料性附录） 电磁斥力脱扣装置结构和原理	1

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。

本文件由中国电工技术学会能源互联网装备技术专业委员会提出。

本文件由中国电工技术学会归口。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、平高集团有限公司、山东泰开高压开关有限公司、**XXX**。

本标准主要起草人：**XXX**。

快速 SF₆ 断路器及智能控制设备技术规范

1 范围

本文件规定了快速 SF₆ 断路器及智能控制设备的各项技术要求，包括额定值、设计与结构、试验要求、选用、安装、运行和维护规则等。

本文件适用于设计安装在户内或户外且运行在频率 50Hz、运行电压 220kV 及以上系统中的快速 SF₆ 断路器及智能控制设备。快速 SF₆ 断路器及智能控制设备主要应用于核心枢纽变电站快速切除故障，快速保护重要负荷及关键电力设备。

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 156	标准电压
GB/T 762	标准电流等级
GB/T 1984-2014	高压交流断路器
GB/T 30846-2014	具有预定极间不同期操作高压交流断路器
GB/T 2900.20-2016	电工术语 高压开关设备和控制设备
GB/T 4473-2018	高压交流断路器的合成试验
GB/T 7674-2020	额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备
GB/T 11022-2020	高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
GB/T 13540-2009	高压开关设备和控制设备的抗震要求
GB/T 17626	电磁兼容试验和测量技术
GB/T 14598.26	量度继电器和保护装置第 26 部分：电磁兼容要求
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标准的共用技术要求

3 术语和定义

GB/T 2900.20-2016 和 GB/T 11022-2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 快速 SF₆ 断路器 fast SF₆ current circuit breaker

以 SF₆ 气体为绝缘和灭弧介质，可快速开断（25~30ms）的断路器。

3.2 智能控制设备 intelligent control device

一种具有关键机械状态量监测、状态评估和选相分合闸功能的控制设备。

3.3 电磁斥力脱扣装置 electromagnetic repulsion tripping device

一种用于快速 SF₆ 断路器的脱扣装置，采用一种小型电磁斥力机构，主要由电磁斥力机构、控制器、储能电容组构成，通过电子控制器控制储能电容向电磁斥力线圈放电，产生电磁斥力驱动操动机构快速脱扣。

4 正常和特殊使用条件

GB/T 11022-2020 的第 4 章适用于本文件。

5 额定值

GB/T 11022-2020 的第 5 章适用于本文件，为便于使用，此处针对性补充列出体现快速 SF₆ 断路器特点的关键技术参数。

5.1 额定短路开断电流

GB 1984-2014 的 4.101 适用，补充考虑快速 SF₆ 断路器开断时间和配用的快速控制保护时间大幅缩短，因此需关注交流分量中叠加的高直流分量开断。

5.2 额定开断时间

在下述条件下，电磁斥力脱扣装置接到脱扣命令到基本短路试验方式下所有极中主回路电流开断的最大时间间隔，不应大于 25~30ms。

- 额定储能充电电压；
- 操作、绝缘和开断用的额定压力。

5.3 机械分散性

考虑快速 SF₆ 断路器配置选相控制器使用场合的需要，分闸机械分散性 $\leq \pm 0.5\text{ms}$ ，合闸机械分散性 $\leq \pm 1\text{ms}$ 。

5.4 机械寿命

考虑到制造厂规定的维护程序，快速 SF₆ 断路器应能完成下述次数的操作：

- 基本机械寿命 M1 级：5000 次操作顺序；
- 提高机械寿命 M1 级：7000 次操作顺序；
- 延长机械寿命 M2 级：10000 次操作顺序。

5.5 短路开断电寿命

GB1984-2014 的 6.112 适用，并作以下补充：

快速 SF₆ 断路器应至少具备额定短路电流开断 16 次以上电寿命，如配置选相控制器进行短路开断选相，可获得更高电气寿命。

5.6 储能电容组的额定充电电压

电磁斥力脱扣装置的储能电容组上的额定充电电压，由制造厂规定。

6 设计与结构

6.1 结构组成

快速 SF₆ 断路器及智能控制设备主要由灭弧室、操动机构、电磁斥力脱扣装置、智能监测装置（选配）、选相控制器（选配）等关键部件组成。

6.2 工作原理

快速 SF₆ 断路器采用电磁斥力脱扣装置快速脱扣，大功率操动机构驱动触头快速分、合闸，可快速开断正常回路条件下额定及过载电流和故障条件下的短路电流。

6.3 智能化要求

配备机械状态智能监测装置，可快速反馈分合闸位置、监测脱扣装置线圈电流和机械特性，智能感知及评估断路器的机械状态；配备选相控制器，根据应用场合，可进行短路大电流开断选相，电容器组和空载变压器关合选相，实现断路器智能化，具备高可靠性。

7 技术要求

7.1 断路器本体

- a) 断路器分闸速度更快,触头更易磨损产生金属微粒,宜加装微粒陷阱等措施,提升绝缘可靠性;
- b) 断路器绝缘拉杆应设计提高抗拉强度,应批次性抽检进行抗拉试验,满足强度要求;
- c) 传动系统宜采用强度高、抗冲击的材料,满足机械寿命要求;
- d) 应考虑整体布置减振结构,优化缓冲提高强度,降低快速操作下冲击和振动。

7.2 操动机构

- a) 应采用较大规格的液压操动机构及控制阀,以提高输出力和分闸速度,并加强缓冲,实现机构快速动作;
- b) 液压机构采用冗余设计快速电磁斥力脱扣装置,可共用控制阀,实现机构快速启动,缩短分闸时间;
- c) 控制阀宜采用斥力机构直接驱动结构设计,具有更快响应,更高可靠性;
- d) 操动机构无机械操作情况下,每天 24 小时打压次数不超过 6 次;
- e) 操动机构的设计应满足储能后完成“分-0.3s-合分-180s-合分”额定操作顺序;
- f) 操动机构电动机和泵应能满足在 3min 内从零压充到额定压力和 30 秒内从重合闸闭锁压力充到额定压力;
- g) 液压机构工作缸材料应进行探伤测试,每批次都应按比例开展金相及材质检测,确保工作缸强度。

7.3 电磁斥力脱扣装置

- a) 斥力线圈得电到控制阀转换完毕启动时间应不超过 4ms;
- b) 脱扣装置应即能接收光纤信号,也可接收电信号做为分合闸指令;
- c) 脱扣装置采用电信号时,其控制电压分闸在额定值 65%和 110%之间时,合闸在额定值 85%和 110%之间时,应能可靠工作。当施加永久合闸或者分闸指令时,应采取适当措施避免损坏;
- d) 脱扣装置采用冗余设计,一套触发装置故障应不影响另一套脱扣动作,以保证快速分闸具备高可靠性;
- e) 每个脱扣装置需配备一套控制器,保证控制器任一电器元件故障时,仍可控制脱扣装置动作;
- f) 每个脱扣装置储能电容都应配备独立的充电机,不应一个充电机为多组储能电容充电;
- g) 充电机在额定储能电源电压的 85%和 110%之间,充电系统应能正常工作,且充电时间应满足快速 SF₆ 断路器的额定操作顺序;
- h) 电容器组应配备保护罩,电容器组失去交流辅助电源的 30min 内,应具备完成一次分闸的能力;
- i) 脱扣装置检修时或失去直流控制电压时,应具备自动释放自身能量的功能;
- j) 充电机应具备实时检测电容器组电压值的能力,测量误差不超过 $\pm 2.5\%$,同时电压值应实时上报给控制器;
- k) 电磁斥力脱扣装置控制器可监视储能电容器电压、通讯中断、充电机故障等信息,可将监视故障信息以信号触点形式上传常规控保装置;

7.4 二次控制及辅助回路

- a) 断路器应具备分合闸位置快速反馈功能,宜采用光电传感位置转换,与常规辅助开关转换相比,转换时间为微秒级,分合闸切换操作位置反馈更加迅速,与触头动作相对同步,可带电检测或在线监测分合闸时间;
- b) 二次回路中应具备低油压报警及闭锁、低气压报警及闭锁、位置信息反馈等触点,报警及闭锁功能应分别提供两组完全独立的触点,其中低压闭锁时每组各提供两对触点;
- c) 断路器合、分闸控制回路应相互联锁,远方/就地通过切换开关切换,应配置辅助触点供外部监视用;
- d) 储能/打压电机由未储能/压力低接点启动,储能、建压完毕自动停止,储能、打压电机工作电源宜使用交流动力电源,并能发出相应动作、报警信号;
- e) 断路器应有足够数量的、动作逻辑正确、接触可靠的辅助触点供保护装置使用,按相预留用户使用的常开(常闭)辅助触点各 10(8)对,辅助触点与主触头的动作时间差不大于 10ms;

- f) 辅助回路应配置加热、照明、驱潮、交流插座等设施，安装在柜内部单相 220V、10A 交流插座，具备三插、两插插头；分相操作的断路器每相均应装设动作计数器，其位置应便于读数，采用机械计数器的应直接采用断路器辅助触点动作进行计数；
- g) 二次回路中低油压报警及闭锁、低气压报警及闭锁、断路器位置、远方/就地等信号可传递给电磁脱扣装置的控制器，以便控制器判断断路器本体状态后是否进行分合闸操作或闭锁操作，提高可靠性，也可实时上传信号，简化二次回路。

7.5 智能监测装置

- a) 监测装置包括前端传感器、监测终端和后台；
- b) 具备在线监测和或带电检测功能，可根据工程实际需求，进行灵活配置；
- c) 具备对断路器行程曲线、线圈电流、分合闸命令、断口或辅助触点信号等自动触发、监测及录波功能；
- d) 具备控制接点信号和光电位置信号测量功能，能够判断断路器分、合闸位置，计算分析分/合闸时间、同期性等参数，并记录分、合闸次数且不可复归；
- e) 推荐安装磁栅传感器，具备抗干扰行程信号测量功能，获取行程-时间特性曲线、计算分析分/合闸速度、同期性等参数；
- f) 具备对脱扣装置线圈电流监测功能，应每个脱扣装置至少配备一组传感器，传感器应具备大量程分合闸驱动电流（脉冲电流）信号测量功能；
- g) 智能监测装置的传感器与监测终端之间采用电缆有线方式连接时，应支持 RS485/RS232 或模拟量接口，RS485/RS232 接口传输协议宜采用 Modbus 协议；
- h) 监测终端与后台之间可采用电缆、光纤或无线传输方式通信。

7.6 选相控制器

- a) 工作条件要满足高低温（-40~+70）℃环境下，交变湿热环境下，控制器仍能正常可靠工作；
- b) 电气绝缘性能应满足介质强度、绝缘性能、冲击电压等要求，机械性能应满足振动响应、振动耐久、冲击响应、冲击耐久等要求；
- c) 具备选相功能前提，快速 SF₆ 断路器本体应具备小的机械分散性，在控制电压、高低温、储能水平、间歇时间等影响因素下，测试分合闸分散性影响曲线，同时兼顾测试预击穿曲线，必要时作为选相动作时间补偿的关键技术参数；
- d) 故障选相核心算法不仅能满足理想波形，还应考虑对各种情况的适应。在谐波含量高、频率偏移等情况下也应具备准确的选相能力；
- e) 故障选相的开断策略应充分考虑中性点接地系统和不接地系统的区别。可针对两种系统进行分析后，整合为一种通用策略；
- f) 开关量输入回路应具备响应速度快，抗扰能力强。短路开断选相功能允许信号的采集回路，应具备 us 级的响应速度，软硬件综合滤波时间不大于 0.5ms；
- g) 开关量输出回路应动作速度快、分散性小，宜采用 IGBT 或光耦；
- h) 模拟量采集回路应抗直流分量饱和能力和抗电磁干扰能力强，宜采用电子互感器测量，光纤 FT3 数据传输。

7.7 选相功能

- a) 电容器组选相关合，为抑制合闸涌流，提高容性开合性能及电寿命。正常选相时，在电压过零点进行电容器组选相关合试验，例如 C2 级试验，考虑选相失败情况，应有不少于 10% 的关合次数在电压峰值的 $\pm 15^\circ$ 内（三相试验的一相上）；为验证选相下更高容性电寿命，可进行更多轮次的 C2 级试验，由制造厂和用户协商确定；
- b) 空载变压器选相关合，为抑制涌流保护变压器安全。变压器剩磁对涌流抑制效果有一定影响。不考虑剩磁情况下，选择在变压器电压零点关合，能获得较好的抑制涌流效果。深度抑制励磁涌流情况下，考虑剩磁的影响，需要进行剩磁测算，其相对成熟的是在断路器变压器侧测量开断电压，宜采用积分法计算剩磁，并传递给控制器，实现空载关合变压器。对于选相控制器性能验证，可采用低电压等级模拟变压器合闸场景，进行选相关合试验。对于实际变压器的选相关合性能验证，可由制造厂和用户协商开展现场测试。
- c) 短路开断选相，为提高短路开断能力及电寿命。选相控制通过实时采集电流，利用故障选相开

断算法判断故障类型并预测电流过零点，结合断路器的开断特性选取合适的燃弧时间。燃弧时间整定值需考虑各种短路试验方式下的燃弧时间及选相误差，确保在各方式下均能可靠开断。在完成常规短路开断试验基础上，可在 T100a 试验方式下验证选相情况下更高开断能力。

8 试验方法

8.1 概述

试验方法主要按型式试验和出厂试验划分。型式试验时，需关注快速 SF₆ 断路器短路电流开断，电磁斥力脱扣装置控制器，监测装置终端及选相控制器电磁兼容试验，配选相控制器的试验，其它与正常常规试验相同；出厂试验时，批量化产品需关注电磁斥力脱扣装置的动作，液压弹簧机构高速分合闸功能验证，200 次机械操作试验后的机械特性一致性问题，智能监测装置功能验证，选相控制器与快速断路器的联合调试试验。

8.2 型式试验

8.2.1 本体常规型式试验

GB/T 1984-2014 的第 6 章适用，并作如下补充：

快速 SF₆ 断路器的型式试验项目列于表 1 中。

表 1 本体常规型式试验

序号	试验项目	试验方法依据标准	备注
1	绝缘试验		
1.1	操作冲击电压试验	GB/T 1984、DL/T 402	闭锁压力
1.2	雷电冲击电压试验		
1.3	短时工频耐受电压试验		
1.4	二次回路耐受电压试验	GB/T 11022、DL/T 593	电机按供方技术要求进行试验
1.5	局部放电试验	GB/T 1984、DL/T 593	适用时
2	无线电干扰试验	GB/T 7674、DL/T 593	适用时
3	温升试验	GB/T 1984、DL/T 593	闭锁压力
3.1	主回路电阻测量	GB/T 1984、DL/T 593	
4	短时耐受电流试验	GB/T 1984、DL/T 593	不充气
5	峰值耐受电流试验		
6	密封试验	GB/T 11022、DL/T 593	额定压力
7	外壳强度试验	GB/T 1984、DL/T 593	设计压力
8	防护等级试验	GB/T 1984、DL/T 593	/
9	端子静拉力试验	GB/T 1984、DL/T 402	适用时
10	低温和高温试验	GB/T 1984、DL/T 402	/
11	地震试验	GB/T 13540	根据用户需求
12	辅助和控制回路的附加试验	GB/T 7674、DL/T 593	/
13	常温下的机械操作	GB/T 1984、DL/T 402	额定压力
14	基本短路方式试验	GB/T 1984、DL/T 402	闭锁压力
15	近区故障试验	GB/T 1984、DL/T 402	
16	失步关合开断试验	GB/T 1984、DL/T 402	
17	电寿命试验	GB/T 1984、DL/T 402	
18	容性电流开合试验	GB/T 1984、DL/T 402	闭锁压力，根据用户需求
19	感性电流开断试验	GB/T 1984、DL/T 402	

20	噪声水平试验	GB/T 1984、DL/T 402	/
----	--------	--------------------	---

8.2.2 脱扣装置控制器型式试验

快速断路器的电磁斥力脱扣装置的控制器的型式试验项目及等级，参照 500kV 直流断路器中快速断路器控制器电磁兼容要求，列于表 2 中，由制造厂和用户协商确定。

表 2 脱扣装置控制器电磁兼容试验

序号	检验项目	试验方法依据标准	备注
1	静电放电抗扰度试验	GB/T 17626.2	等级 4 级
2	射频电磁场辐射抗扰度试验	GB/T 17626.3	等级 3 级
3	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	GB/T 17626.4	等级 4 级
4	浪涌（冲击）抗扰度试验	GB/T 17626.5	等级 4 级
5	传导骚扰抗扰度试验	GB/T 17626.6	等级 3 级
6	工频抗扰度试验	GB/T 17626.16	等级 4 级
7	工频磁场抗扰度试验	GB/T 17626.8	等级 5 级
8	脉冲磁场干扰试验	GB/T 17626.9	等级 5 级
9	阻尼振荡磁场干扰试验	GB/T 17626.10	等级 5 级
10	电压暂降、短时中断和电压变化试验	GB/T 17626.11	类别为 3 类

8.2.3 智能监测装置的监测终端型式试验（如配置）

智能监测装置的监测终端电磁兼容型式试验项目列于表 3 中。

表 3 监测终端电磁兼容型式试验

序号	检验项目	试验方法依据标准	备注
1	静电放电抗扰度试验	GB/T 17626.2	等级 A 级
2	射频电磁场辐射抗扰度试验	GB/T 17626.3	等级 A 级
3	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	GB/T 17626.4	等级 A 级
4	浪涌（冲击）抗扰度试验	GB/T 17626.5	等级 A 级
5	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	GB/T 17626.6	等级 A 级
6	工频磁场抗扰度试验	GB/T 17626.8	等级 A 级
7	电压暂降和短时中断抗扰度试验	GB/T 17626.11	等级 A 级

8.2.4 选相控制器型式试验（如配置）

选相控制器型式试验主要体现电磁兼容试验项目列于表 4 中。

表 4 选相控制器电磁兼容型式试验

序号	检验项目	试验方法依据标准	备注
1	辐射发射试验	GB/T 14598.26	在频率范围 30MHz~1GHz 内，满足标准要求。
2	传导发射试验	GB/T 14598.26	在频率范围 150kHz~30MHz 内，满足标准要求。
3	射频电磁场辐射抗扰度试验	GB/T 17626.3	等级 3 级
4	静电放电抗扰度试验	GB/T 17626.2	等级 4 级
5	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	GB/T 17626.6	等级 3 级
6	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	GB/T 17626.4	等级 4 级

7	慢速阻尼振荡波抗扰度试验	GB/T 17626.18	等级 3 级
8	浪涌抗扰度试验	GB/T 17626.5	等级 4 级
9	工频抗扰度试验	GB/T 14598.26	等级 A 级
10	工频磁场抗扰度试验	GB/T 17626.8	等级 5 级
11	脉冲磁场抗扰度试验	GB/T 17626.9	等级 5 级
12	阻尼振荡磁场抗扰度试验	GB/T 17626.10	等级 5 级

8.2.5 选配相控制器型式试验（如有）

快速 SF₆ 断路器的选配相控制器需进行选相功能参数试验（机械分散性及影响因素试验、预击穿特性试验），确定断路器本体基本参数，其次针对不同负载类型，进行选相关合变压器和电容器组，及短路开断选相型式试验。具体型式试验项目列于表 5 中。

表 5 选配相控制器的型式试验

序号	检验项目		试验方法依据标准	备注
1	选相功能参数试验	机械分散性	GB/T 30846	
		影响因素试验	GB/T 30846	
		预击穿特性试验	GB/T 30846	
2	空载变压器选相关合试验		GB/T 1984、GB/T 30846	
3	电容器组选相关合试验		GB/T 1984、GB/T 30846	
4	短路选相开合试验		GB/T 1984、GB/T 30846	

8.3 出厂试验

8.3.1 本体常规出厂试验

快速 SF₆ 断路器本体出厂试验项目列于表 6 中。

表 6 出厂试验项目

序号	检验项目	试验方法依据标准	备注
1	机械尺寸及接线检查	GB/T 1984	/
2	控制功能试验	GB/T 11022	电磁斥力脱扣与液压弹簧机构动作联合验证（适用时）
3	机械操作及特性试验	GB/T 1984、GB/T 11022	/
4	SF ₆ 密度控制器动作压力值	GB/T 11022	适用时
5	密封试验	GB/T 11022、GB/T 11023	/
6	回路电阻测量	GB/T 1984、GB/T 11022	/
7	绝缘试验	GB/T 1984、GB/T 11022	/
8	SF ₆ 气体水分含量	GB/T 1984、GB/T 11022	适用时

注 1：机械操作试验应进行 200 次 CO 操作应包括以下内容，并记录分合闸时间；在快速操作下，在最低、额定和最高操作压力下，分别进行 50 次 CO 操作，25 次 O-0.3s-CO 的重合闸操作。

注 2：机械稳定性测试试验，对于具备选相分合闸功能的快速 SF₆ 断路器，分合闸时间的分散性应在规定范围内。制造厂商应该对选相分闸（合闸）控制系统的功能及相关参数进行检查，以确保能可靠运行且动作特性符合技术规范要求。需要特别注意，用于选相分闸（合闸）的任何传感器和辅助开关，应该检查和记录他们的准确性，偏差应在制造厂规定的范围内。

8.3.2 配智能监测装置的功能验证试验

配智能监测装置的功能验证试验列于表 7 中。

表 7 出厂试验项目

序号	检验项目	试验方法	备注
1	机械特性试验	随本体机械特性测试进行，全面验证监测装置测量的行程曲线、分合闸时间、分合闸速度等技术参数是否准确	/
2	机械操作试验	随本体 200 次机械操作试验进行，全面验证监测装置的稳定性	/

8.3.3 配选相控制器与本体联合试验

需确认前端电压互感器及罗氏线圈参数及接口是否与选相控制器相匹配，再进行选相模拟联动试验，具体出厂试验项目列于表 8 中。

表 8 出厂试验项目

序号	检验项目	试验方法	备注
1	功能试验	采用继保仪输出模拟一次电信号，选相控制器接收后控制快速断路器分合闸动作，验证控制和执行功能正确性	
2	选相开合试验	根据应用场景，设计高压小电流回路进行选相关合试验，设计低压有一定电流回路进行选相开断试验，验证选相开合准确度是否满足要求	

9 选用导则

9.1 概述

快速 SF₆ 断路器及智能控制设备主要应用于核心枢纽变电站快速切除故障，快速保护重要负荷及关键电力设备，应考虑到负载条件和故障条件要求的各个额定值。

为使快速 SF₆ 断路器适合于快速切除短路故障的任务，应考虑现场的下列条件和要求：

- 正常电流负荷和过负荷情况；
- 存在的故障条件；
- 断路器安装位置；
- 环境状况（气候、污秽等）；
- 海拔。

选择快速 SF₆ 断路器时，应充分考虑电力系统整体的发展，不仅满足当前的需要，且留有一定的裕度。

9.2 运行条件下额定值的选择

9.2.1 额定电压的选择

选择快速 SF₆ 断路器的额定电压至少应等于断路器安装处系统的最高电压。

9.2.2 额定短路开断电流的选择

快速 SF₆ 断路器的额定短路开断电流按 GB/T 1984-2014 的 4.101.2 选取，应不大于断路器的额定短时耐受电流。

特殊要求的额定短路开断电流由用户和制造厂协商确定。

9.2.3 承受短时电流的能力

快速 SF₆ 断路器应该设计成能够耐受额定短时电流在额定持续时间内产生的热的和机械的效应。（可直接引用）

9.3 故障条件下额定值的选择

9.3.1 额定短路开断电流的选择

GB/T 1984-2014 的 8.103.1 适用。

9.3.2 额定短路持续时间的选择

550 kV 以上额定短路持续时间的标准值为 2s, 550 kV 及以下额定短路持续时间的标准值为 3s。

10 与询问单、标书和订单一起提供的资料

10.1 概述

本章的目的是规定能够使用户对基于短时切除短路故障的高压交流线路快速 SF₆ 断路器进行适当的询问和能够使供应方给出标书所需的充分的资料。

此外, 它能够使用户对不同的供应方提供的资料进行比较和评估。

注: 供应方可以是制造厂或者合同方。

10.2 询问单和订单的资料

当查询或订购基于短时切除短路故障的高压交流线路快速 SF₆ 断路器时, 查询者应提供下列详细资料。

- a) 系统的详细资料, 包括系统额定电压、额定连续电流、额定短时耐受电流、额定短路持续时间、额定峰值耐受电流等。
- b) 运行条件, 包括环境温度(最低、最高日温度); 超过 1 000 m 时的海拔、污秽等级、覆冰厚度、风速、相对湿度、耐受地震能力以及可能存在或出现的任何特殊条件, 例如, 异常暴露在水蒸气、潮气、烟雾、爆炸性气体、过度的灰尘或含盐空气中。
- c) 快速 SF₆ 断路器的特性。应提供下列资料(如适用):
 - 安装场所: 户内或户外;
 - 安装地点的系统最高电压;
 - 额定绝缘水平;
 - 额定频率;
 - 额定电流
 - 额定短路开断电流;
 - 开断时间;
 - 机械寿命;
 - 污秽等级;
 - 爬电比距;
 - 防护等级。
- d) 需要用户见证的例行试验和附加的检查: 如果订单中有规定, 下列检查可要求用户在场的情况下作为发运前的最后检验。这些检验对一个订货合同订购的单元数中的一个单元或其总数的 1% 进行抽样试验:
 - 防腐蚀的涂镀层(油漆、电镀层)厚度;
 - 电气控制布线检查;
 - 附件和文件(安装和使用说明书; 储存和运输说明书)。
- e) 上面未包括但可能影响投标和订货所涉及的特殊条件的任何其他资料。

10.3 标书的资料

GB/T 11022-2020 的 10.3 适用。

11 运输、储存、安装、运行和维护规则

GB/T 11022-2020 的第 11 章适用。

12 安全

GB/T 11022-2020 的第 12 章适用，并作如下补充：

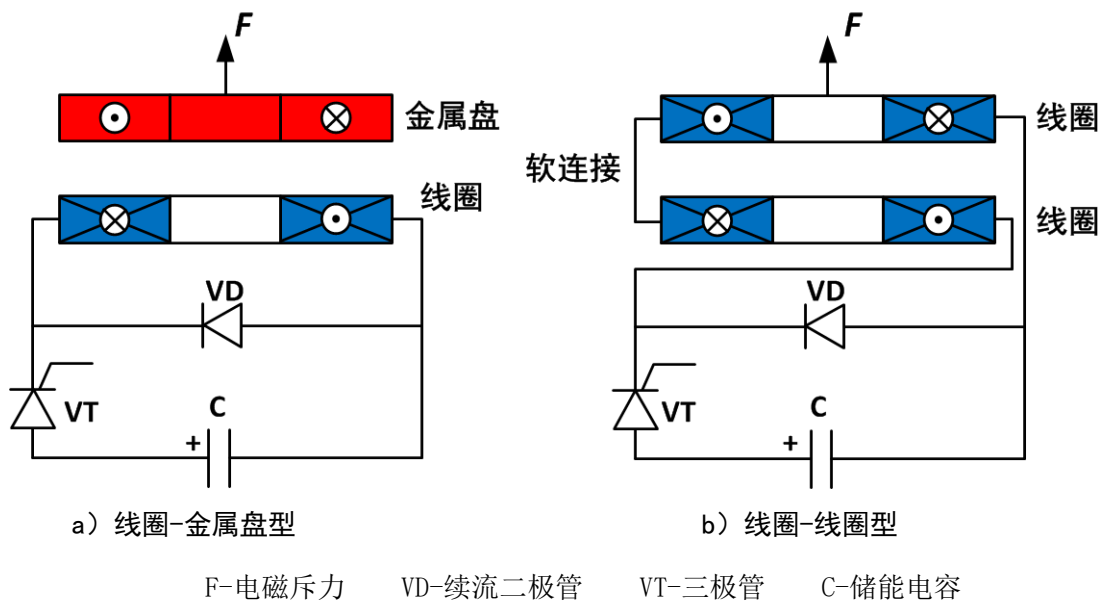
任何已知的化学危害和环境危害应在快速 SF₆ 断路器手册/使用说明中明确。

13 产品对环境的影响

GB/T 11022-2020 的第 13 章适用。

附录 A
(资料性附录)
电磁斥力脱扣装置结构和原理

电磁斥力脱扣装置是快速 SF₆ 断路器操动机构的核心关键部件，目前主要有两种典型结构型式，分别为线圈-金属盘型和线圈-线圈型，具体结构原理如图 A. 1 所示。



图A. 1 电磁斥力脱扣装置典型结构

线圈-金属盘型电磁斥力脱扣装置基于涡流斥力原理，即当储能电容给线圈中通入脉冲电流后，会在金属盘中电磁感应产生涡流，线圈磁场与涡流磁场相互作用产生电磁斥力，驱动金属盘快速动作；线圈-线圈型电磁斥力脱扣装置基于电磁感应原理，即储能电容同时给两个线圈中通入大小相同方向相反电流，两线圈之间会瞬间产生电磁斥力，驱动线圈快速动作。线圈-金属盘型结构工艺简单可靠，但效率偏低，线圈-线圈型结构工艺较复杂，但效率更高。各制造厂根据产品实际情况选择。