

中华人民共和国国家标准

高压开关设备 常温下的机械试验

GB 3309—89

Mechanical test at ambient temperature
for high-voltage switchgear

代替 GB 3309—82

本标准参照采用国际标准 IEC 56《交流高压断路器》(1981 年版)、IEC 129《交流高压隔离开关和接地开关》(1984 年版)。

本标准规定了高压开关设备常温下的机械试验方法。

本标准适用于额定电压为 3~500 kV、频率为 50 Hz 或 60 Hz 的交流高压断路器、交流高压负荷开关、交流高压隔离开关和接地开关、组合电器、金属封闭开关设备及各种操动机构等在常温下的机械试验(以下简称机械试验)。

1 术语

1.1 常温下的机械试验

在高压开关设备试验地点通常的环境温度下进行的机械试验。

1.2 操作电压

开关设备操作时施加于操动机构接线端上的稳定电压。

1.3 方均根纹波因数(有负载时)

$$\text{方均根纹波因数} = \frac{\text{交流分量的方均根值}}{\text{直流分量的绝对值}} \times 100\%$$

1.4 本标准所采用的其他术语符合 GB 2900.1《电工名词术语 基本名词术语》和 GB 2900.20《电工名词术语 高压开关设备》的规定。

2 总则

2.1 试验内容

在一般情况下,机械试验包括机械特性试验、机械操作试验、机械寿命试验和接线端子静拉力试验。具体内容由各类高压开关设备标准及技术条件规定。

2.2 试验要求

机械试验的各项要求,除按本标准的规定外,还应符合产品技术条件的规定,且不得低于高压开关设备所包含的各类产品相应国家标准和专业标准的要求。

2.2.1 对试品的要求

机械试验的试品应包括高压开关设备及其所有附属元件,试品的操作回路和控制回路与电源的连接和介质状况应与运行条件相符,经验证后确实等价的,允许以代用介质进行试验。

2.2.1.1 用一个操动机构操作多相的高压开关设备,原则上应以多相为一整体进行试验。如受试验场所的限制,在保证等价或偏严的条件下,允许对 110 kV 及以上的隔离开关和接地开关进行单相试验。

2.2.1.2 每相由单独操动机构操作的高压开关设备,可以进行单相试验。

2.2.2 对操作电源的要求

2.2.2.1 空载电压与操作电压之差对操作电压之比不得超过 25%。

2.2.2.2 采用整流电源时,电源电压的方均根纹波因数不得超过 10%。

2.2.3 对试验控制设备的要求

机械试验的控制设备,除应确保试验的正常进行外,还应具有能区分设备本身故障和试品故障的能力。

2.3 试验条件

机械试验在试验地点的常温下进行。试验时,主回路一般不施加电压和电流,但测量所需电源及装有直接过电流脱扣器的高压开关设备所进行的直接过电流脱扣试验除外。

2.4 试验前试品的检查

试验前应对试品进行一般检查。试品必须符合图纸和技术文件的要求。一般检查项目包括产品的型号、规格、总装、安装方式、指示元件位置、电气控制回路接线和影响操作性能的配套电器元件的型号、规格等。

2.5 不同安装方式的试验

被试高压开关设备的每种不同安装方式,原则上均应进行试验考核,也可选一种或数种偏严的安装方式进行试验考核。

2.6 高压开关设备本体与操动机构不同组合方案的试验

高压开关设备可配以多种类型的操动机构时,其不同组合方案均应进行试验考核。

2.7 高压开关设备本体与操动机构的配套试验

高压开关设备本体一般应与自己的操动机构配套试验,但对 10 kV 及以下高压开关设备的出厂机械试验,在确保等价条件下,允许对高压开关设备本体和操动机构分别进行试验。

3 机械特性试验

机械特性试验的目的是考核产品在规定的条件下,其机械特性参数是否符合产品技术条件要求。

机械特性试验一般应在下列情况下进行,具体内容在产品标准和技术条件规定:

- a. 额定操作电压配额定操作液(气)压力;
- b. 最高操作电压配最高操作液(气)压力;
- c. 最低操作电压配最低操作液(气)压力;
- d. 最低操作电压配最高操作液(气)压力。

3.1 检测项目和方法

对产品技术条件规定的机械特性,必须全部测量且须符合要求。测量中若有调整,则应对有影响的项目全部重新测量。

3.1.1 分闸时间

分闸时间的测量按图 1 的方法进行。对有并联电阻的高压开关设备,还应测量其并联电阻触头的分闸时间。

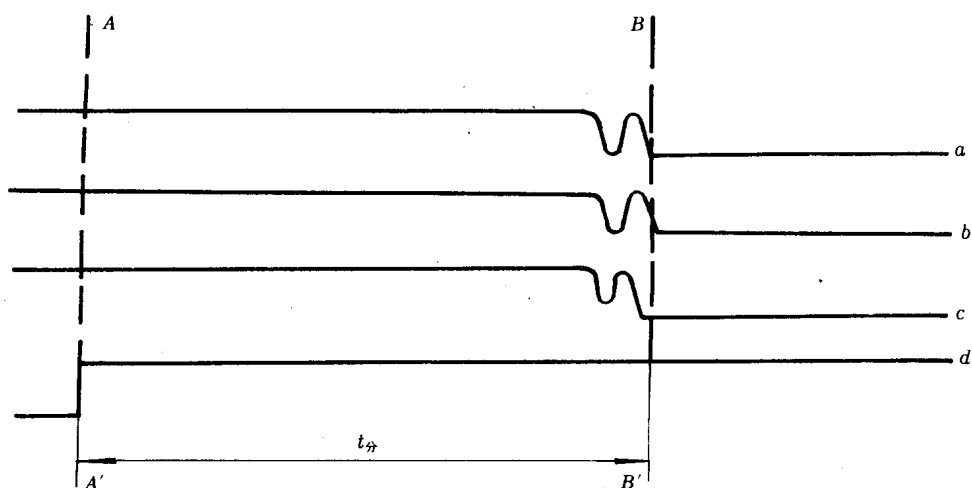


图1 分闸时间的测量

a, b, c —各相测量信号; d —分闸操作指令; $A-A'$ —开关接到分闸指令瞬间;
 $B-B'$ —最后一相的弧触头接触瞬间; $t_{分}$ —分闸时间

3.1.2 合闸时间

合闸时间的测量按图2的方法进行。对有关并联电阻的高压开关设备,还应测量其并联电阻触头的合闸时间。

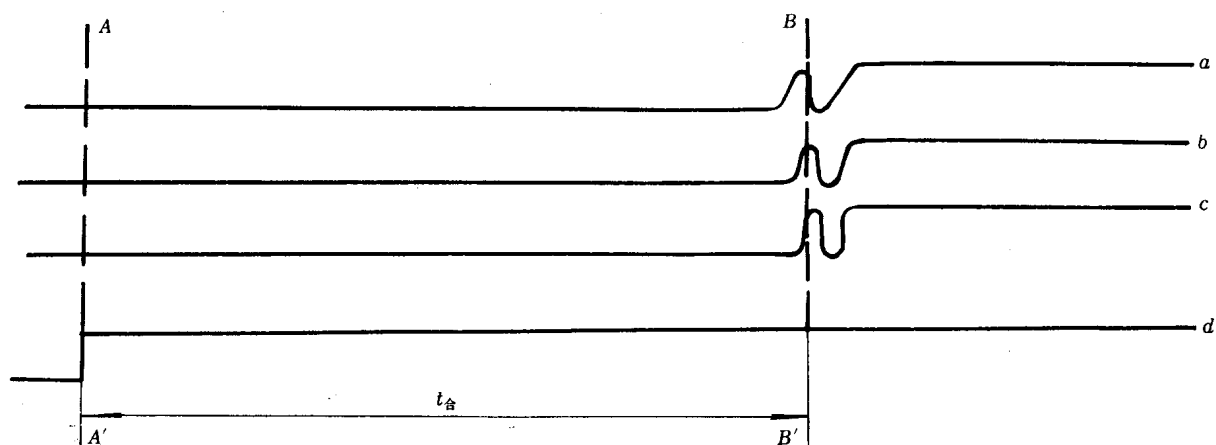


图2 合闸时间的测量

a, b, c —各相测量信号; d —合闸操作指令; $A-A'$ —开关接到合闸指令瞬间;
 $B-B'$ —最后一相的弧触头接触瞬间; $t_{合}$ —合闸时间

3.1.3 分、合闸同期性

分、合闸同期性应按高压开关设备实际运行的操作方式测量。对确因弧触头或保护环接触不一造成的同期性误差,经鉴别后可不计入。

3.1.4 分-合闸时间(自动重合闸时间)

按自动重合闸操作顺序测量,可与3.1.1、3.1.2条规定的测量同时进行。

3.1.5 合-分闸时间

按“合-分”操作顺序测量,可与3.1.1、3.1.2条规定的测量同时进行。

3.1.6 行程、开距、超程

用钢板尺、卷尺等长度测量仪测量。

3.1.7 触头压力

用经校正后的专用装置直接测量,取3次测量的最小值,也可用经验证确认的换算方法进行间接测量。

3.1.8 手动操作力矩

用经校正后的专用装置测量,取3次测量的最大值。操作时注意施力方向和手柄的运动方向一致,测量前按规定部位进行润滑。

3.1.9 分-合闸速度

分-合闸速度测量时应取产品技术条件所规定区段的平均速度,通常可分为刚分速度、刚合速度及最大分闸速度。技术条件无规定时,一般推荐取刚分后和刚合前0.01 s内的平均速度分别作为刚分和刚合速度,并以名义超程的计算始点作为刚分和刚合计算点。最大分闸速度取开关分闸过程中区段平均速度的最大值,但区段长短应按技术条件规定,如无规定,应按0.01 s计。测量仪器可以采用转鼓式测速仪,各类行程记录仪配用示波器、电磁振荡器、数字显示测速仪和微机测速装置等。速度取3次测量结果的平均值。

3.1.10 时间-行程特性

高压开关设备的时间-行程特性的测量方法按产品技术条件规定。

3.1.11 联锁、保护及信号装置

凡影响操作的各种联锁、保护及信号装置都应检查,次数不少于3次,动作值均应在规定值范围内,发送信号应正确可靠。

3.1.12 其他机械特性

以气体为介质的高压开关设备的排气阀的动作时间;密封性;气体密度与压力;分、合闸指令脉冲的持续时间;延时过电流和欠电压脱扣器的延时及返回特性;操动机构的储能时间;液、气操作装置的能源消耗;自充压装置的预压力、启动压力和停止压力;辅助开关接点与主触头的动作配合;分、合闸操作电压、电流稳定值等制造厂规定的特性值。其测量方法应按有关标准或产品技术条件规定。

3.2 对测量某些参数的规定

对分、合闸同期性、行程、开距、超程等的测量应按实际操作状况采用直接测量;经验证确实等价、且在产品技术文件中写明,方可采用间接测量。

4 机械操作试验

机械操作试验的目的是检查产品在规定操作条件下的操作性能及合闸、分闸、合分和自动重合闸操作的可靠性。

4.1 配动力或手力储能操动机构的高压开关设备,应按相应产品标准或技术条件规定的次数进行机械操作试验。

4.1.1 在规定的操作电(液、气)压下,连续进行分、合闸操作。

4.1.2 对具有自动重合闸操作的高压开关设备,在进行不成功自动重合闸操作(即“分— θ —合分”)或对非自动重合闸操作的高压开关设备分闸信号,在确保被试高压开关设备到达合闸位置,且合-分时间不大于规定值的条件下,可由高压开关设备的主触头闭合发出,也可由中间继电器发出。“ θ ”应取产品技术条件规定的最短自动重合闸分-合时间。

4.1.3 对兼有能人力合闸的高压开关设备,还应按相应的有关产品标准或技术条件用手力进行规定次数的分闸和合闸操作。

4.2 对装有多种脱扣器的高压开关设备,每种脱扣器应在有关产品标准和技术条件规定的参数下进行3次分闸操作。

4.2.1 对装有过电流脱扣器的高压开关设备,按脱扣电流的不同等级分别进行考核,使铁芯处于初始位置,将电流调整到足以使过电流脱扣器动作的最小值,应可靠分闸,每级脱扣电流都应在规定范围内。

4.2.2 对装有欠电压脱扣器的高压开关设备,将欠电压脱扣器线圈上的电压,由额定操作电压快速降到65%额定操作电压时,不应分闸;再缓慢降到35%额定操作电压,必须分闸;然后再缓慢回升到85%额定操作电压,应能可靠合闸。

- 4.2.3 对装有分励脱扣器的高压开关设备,在 65%、100%和 120%额定操作电压下应能可靠分闸。
- 4.2.4 对装有分励脱扣器的高压开关设备(对液、气操动机构应在额定液、气压下),以 30%额定操作电压连续操作 3 次,不得分闸。
- 4.3 对具有自由脱扣装置的高压开关设备,按产品技术条件规定进行 3 次试验,均能正常自由脱扣。
- 4.4 对具有防跳跃装置的高压开关设备,应进行 3 次正常的防跳跃试验。
- 4.5 对配用弹簧操动机构的高压开关设备,应使其处在合闸位置,将操动机构合闸弹簧全部储能(另有规定者除外),做 3 次空载合闸操作试验,操动机构应无异常。如产品技术条件无明确规定,此仅为型式试验项目。
- 4.6 对配用液压操动机构的高压开关设备,应使其处于合闸位置,将操动机构压力降至零后,以手操作分闸阀,然后重新打压至停泵压力,试验 3 次,不得出现慢分动作。
- 4.7 在整个机械操作试验中,在辅助开关上选择不在同一组的常开和常闭空余接点,至少各选一对,用声或光的信号进行监视。
- 4.8 配人力操动机构的高压开关设备,除按本章中有关条款的规定外,还应按相应产品标准、技术条件的规定。

5 机械寿命试验

机械寿命试验的目的,是验证高压开关设备在规定的机械特性及不更换零部件的条件下,能否承受规定的分、合闸空载操作次数的试验;同时,考核产品机械操作的稳定性。

5.1 试验条件

5.1.1 机械寿命试验的操作电(液、气)压按产品标准或技术条件的规定施加。

5.1.2 装有多种脱扣器的高压开关设备,每种脱扣器所做的次数不应少于机械寿命总次数的 10%;而对装有直接过电流脱扣器的高压开关设备,机械寿命总数的 10%应在主回路中施以低压动作电流来进行,其余次数的操作按产品技术条件规定。过电流脱扣器的动作电流,是规定过电流脱扣器足以动作的最小值。欠电压脱扣器的释放电压,应为 35%的额定操作电压。

5.1.3 装有辅助开关的高压开关设备,在机械寿命试验的全过程中应按 4.7 条的规定,对辅助开关进行监视和考核。

5.1.4 在机械寿命试验中,以气体为介质的高压开关设备,其工作压力应按产品标准或技术条件规定施加,若无规定,推荐按额定工作压力施加。

5.2 试验次数和分配

机械寿命试验的次数和分配按产品标准或技术条件的规定。机械寿命试验前所做的机械操作试验,若试验后未经调整,其次数可计入机械寿命试验次数中。

5.3 操作顺序及试验次序

按产品标准或技术条件规定。

5.4 操作频率

机械寿命试验的操作频率,是考虑在试验中需要恢复高压开关设备的起始条件和防止其零部件的过热,具体数值按产品技术条件规定。

5.5 试验规定

5.5.1 试验中,除产品标准或技术条件特殊规定外,只允许按制造厂技术文件的说明进行润滑,不允许作机械调整或进行其他方式的维护。

5.5.2 试验中若不符合标准要求进行调整,则调整后应重新进行试验。

6 接线端子静拉力试验

6.1 接线端子静拉力试验的目的,是验证户外高压开关设备在其额定端子静拉力的作用下能否可靠地

操作。

6.2 试验方法按产品标准或技术条件规定进行。

7 机械试验判据

机械试验中及试验后,试品应能正常地操作,具有负载其额定电流、关合和开断其额定短路电流的能力(对具有此能力的高压开关设备)以及耐受其额定绝缘水平的电压值。一般以满足下列全部要求作为机械试验合格判据。

7.1 整个试验中及试验后,不得出现超出产品技术条件规定的渗漏,且不得出现拒分、拒合、误分、误合以及影响产品正常运行的异常现象和故障,辅助开关应接触可靠,切换正常。

7.2 试验后,高压开关设备应符合产品标准或技术条件规定的机械操作性能的要求。

7.3 试验后,试品的机械特性和回路电阻应符合技术条件的有关规定。

7.4 试验后,开关触头在合闸状态下的正常导电接触表面应保留镀层,否则,温升应按裸露材料取允许值。

7.5 试验后,所有零部件都不允许显示出对运行有不利影响或妨碍可更换零部件正常配合的过度磨损或永久变形。

7.6 高压开关设备的辅助设备和控制设备的工频耐压必须合格。

附录 A
机械试验的型式试验报告要求
(参考件)

机械试验的型式试验报告一般应包括下述内容。

A1 概述

- a. 委试单位及制造厂名称;
- b. 试验类别;
- c. 试验目的;
- d. 试验性质及依据;
- e. 试品的型号、名称、出厂编号;
- f. 试验日期。

A2 试品主要技术参数

- a. 额定电压, kV;
- b. 最高工作电压, kV;
- c. 额定电流, A;
- d. 额定短路开断电流, kA;
- e. 额定动稳定电流, kA;
- f. 额定热稳定电流, kA;
- g. 额定热稳定时间, s;
- h. 操作电压, V;
- i. 操作气压范围, Pa;
- j. 分、合闸速度, m/s;
- k. 分、合闸时间, s;
- l. 分、合闸同期性, μ s;
- m. 行程、超行程, mm;
- n. 分-合时间, s;
- o. 合-分时间, s;
- p. 操作频率;
- q. 回路电阻, $\mu\Omega$ 。

A3 试验情况

- A3.1 试验参数、试验方法、试验条件与主要测量设备仪表。
- A3.2 试验时的环境条件(温度、湿度等)。
- A3.3 试品情况(如台、相、单元、安装方式及编号等)。
- A3.4 具体的试验项目及要求。
- A3.5 试品在试验前、试验中及试验后的有关状态。
- A3.6 根据试验项目的要求,记录实测数据、现象及处理情况,并提供有关资料。
- A3.7 **试验结果**

应对机械试验的每一部分给出试验结果。

A3.8 结论

根据每部分的试验结果及判据,明确给出试品机械试验的结论。

附加说明:

本标准由全国高压开关设备标准化技术委员会提出并归口。

本标准由北京开关厂负责起草。