

ICS 29.280
S 82

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3151—2007

电气化铁路高压交流隔离负荷开关

High-voltage AC load switches for electrification railway

2007-04-23 发布

2007-10-01 实施

中华人民共和国铁道部 发布

前 言

本标准参照 IEC 60265-1:1998《额定电压 1 kV 以上 52 kV 以下的负荷开关》制定。

本标准由中铁电气化局集团有限公司提出并归口。

本标准负责起草单位:中铁电气化勘测设计研究院。

本标准参加起草单位:德雷希尔(西安)电气有限公司、宁波国创电力科技发展有限公司、西安力华铁路科技发展有限公司。

本标准主要起草人:李汉卿、李进军、董晖、马萍、胡生旺。

电气化铁路高压交流隔离负荷开关

1 范 围

本标准适用于系统标称电压为 27.5 kV 或 2×27.5 kV, 额定频率 50 Hz, 安装在户内或户外且具有关合和开断电流额定值的高压交流隔离负荷开关(以下简称隔离负荷开关)及其操动机构和辅助设备。

本标准规定了电气化铁路高压交流隔离负荷开关的使用环境条件、额定参数、设计和结构、型式试验、出厂试验、标志、包装、运输和保管等。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准,然而,鼓励根据本标准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标准。

- GB 311.1—1997 高压输变电设备的绝缘配合(neq IEC 60071—1:1993)
- GB 1985—2004 高压交流隔离开关和接地开关(IEC 62271—102:2002, MOD)
- GB 3804—2004 3.6 kV~40.5 kV 高压交流负荷开关(IEC 60265—1:1998, MOD)
- GB/T 5273—1985 变压器、高压电器和套管的接线端子(neq IEC 60518:1975)
- GB/T 5465.2—1996 电力设备用图形符号(idt IEC 417:1994)
- GB 8287.1—1998 高压支柱瓷绝缘子 第 1 部分:技术条件
- GB/T 8287.2—1999 高压支柱瓷绝缘子 第 2 部分:尺寸和特性
- GB/T 11022—1999 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求(eq IEC 60694:1996)
- TB/T 2805—1997 电气化铁道牵引变电所供电设备绝缘水平

3 正常和特殊使用条件

3.1 正常使用条件

3.1.1 户内隔离负荷开关和控制设备

户内隔离负荷开关和控制设备按下述条件:

a) 环境温度:

- 周围空气温度不超过 40 ℃,且在 24 h 内测得的平均值不超过 35 ℃。
- 最低周围空气温度:

“-5 户内”级为 -5 ℃;

“-15 户内”级为 -15 ℃;

“-25 户内”级为 -25 ℃。

b) 周围空气没有明显地受到尘埃、烟、腐蚀性和/或可燃性气体、蒸汽或盐雾的污染。

c) 湿度条件:日相对湿度平均值不大于 95%,月相对湿度平均值不大于 90%;

日水蒸气压力平均值不大于 2.2 kPa,月水蒸气压力平均值不大于 1.8 kPa。

d) 海拔:≤1 000 m。

e) 地震烈度:≤8 度。

f) 在二次系统中感应的电磁干扰的幅值不超过 1.6 kV。

3.1.2 户外隔离负荷开关和控制设备

户外隔离负荷开关和控制设备按下列条件:

a) 环境温度:

——周围空气温度不超过 40℃,且在 24 h 内测得的温度平均值不超过 35℃。

——最低周围空气温度:

“-10 户外”级为 -10℃;

“-25 户外”级为 -25℃;

“-40 户外”级为 -40℃。

应当考虑温度的急骤变化。

b) 应当考虑高达 1 000 W/m²(晴天中午)的阳光辐射。

c) 海拔高度:≤1 000 m。

d) 周围空气可以受到尘埃、烟、腐蚀性气体、蒸汽或盐雾的污染。污秽等级不得超过 TB/T 2805—1997 中的 0 级。

e) 覆冰厚度:

1 级不超过 1 mm;

10 级不超过 10 mm;

20 级不超过 20 mm。

f) 地震烈度:≤8 度。

g) 最大风速:≤34 m/s。

h) 应当考虑凝露和降水。

i) 在二次系统中感应的电磁干扰和幅值不超过 1.6 kV。

3.2 特殊使用条件

特殊使用条件下的隔离负荷开关,由供需双方协商确定。

4 隔离负荷开关的分类

隔离负荷开关按安装方式可分为户内和户外两种;按接线方式可分为单相单极和单相双极两种;按绝缘介质或灭弧方式可分为产气、真空或 SF₆ 等型式。

5 额定值

5.1 系统标称电压和设备额定电压

系统标称电压和设备额定电压见表 1。

表 1 27.5 kV 和 2×27.5 kV 隔离负荷开关系统
标称电压和设备额定电压

名称	系统标称电压 kV	设备额定电压 kV
单相单极隔离负荷开关	27.5	31.5
单相双极隔离负荷开关	2×27.5	2×31.5

5.2 额定绝缘水平

额定绝缘水平见表 2。

额定绝缘水平从表 2 中选取。表 2 中耐受电压值适用于 GB 311.1—1997 中规定的标准参考大气(温度、压力和湿度)条件。对于特殊使用条件,见本标准 3.2。

表 2 27.5 kV 和 2×27.5 kV 隔离负荷开关额定绝缘水平

系统标称电压 kV	设备额定电压 kV	额定雷电冲击耐受电压(峰值) kV			额定 1 min 工频耐受电压(有效值) kV		
		对地	断口间	相间	对地	断口间	相间
27.5	31.5	185	215		80	90	
2×27.5	2×31.5	185	215	325	80	90	140

5.3 额定频率

额定频率的标准值为 50 Hz。

5.4 爬电比距

各种外绝缘污秽等级所对应的最小爬电比距为：

a) 户内隔离负荷开关(见表 3)：

表 3 户内隔离负荷开关爬电比距

外绝缘污秽等级	最小爬电比距 mm/kV
0	12
I	18
II	22

b) 户外隔离负荷开关(见表 4)：

表 4 户外隔离负荷开关爬电比距

外绝缘污秽等级	最小爬电比距 mm/kV
0	28
I	34
II	44

5.5 额定电流和温升

5.5.1 隔离负荷开关的额定电流应从下列规定值中选取：

630 A, 1 250 A, 1 600 A, 2 000 A。

5.5.2 隔离负荷开关的温升按 GB/T 11022—1999 中 4.4.2 的规定。

5.6 额定短时耐受电流

隔离负荷开关的额定短时耐受电流应从以下数值中选取：

12.5 kA, 16 kA, 20 kA, 25 kA, 31.5 kA。

5.7 额定峰值耐受电流

隔离负荷开关的额定峰值耐受电流应该等于 2.5 倍额定短时耐受电流。

5.8 额定短路持续时间

额定短路持续时间应从以下数值中选取：

1 s, 2 s, 3 s, 4 s。

5.9 合闸和分闸装置以及辅助回路的额定电源电压

额定电源电压应当从以下数值中选取：

a) 直流：110 V, 220 V；

b) 交流:单相 220 V。

在额定值的 85% 和 110% 间的任一电源电压下,操动机构应能使开关可靠合闸和分闸。

5.10 合闸和分闸装置以及辅助回路的额定频率

额定电源频率的标准值为 DC 或 50 Hz。

5.11 开断电流的额定值

- a) 额定有功负载开断电流值为 630 A, 1 250 A, 1 600 A, 2 000 A;
- b) 额定线路充电开断电流为 6.3 A。

5.12 额定短路关合电流

隔离负荷开关的额定短路关合电流应该等于 2.5 倍额定短时耐受电流。

5.13 机械寿命

隔离负荷开关及其操动机构应能保证进行不少于 10 000 次分合闸操作,每次均能达到分闸和合闸位置。

6 设计和结构

6.1 隔离负荷开关组成

隔离负荷开关由灭弧室和隔离断口组成。在合闸位置时导电回路与灭弧室可以采用串联或并联方式,隔离负荷开关的灭弧室可以采用真空或其他灭弧方式,绝缘介质可以为 SF₆ 气体或其他能够满足隔离负荷开关操作的绝缘介质。隔离负荷开关的隔离断口是可见的,触头的触指结构应有防尘措施,对户外型应有自清洗能力。

金属件(包括联锁元件)均应防锈、防腐蚀,各螺纹连接部分应防止松动。对户外外露铁件(铸件除外)应经热镀锌或更可靠的防锈处理。

产品应考虑凝露、雨、温度骤变及日照的影响。

6.2 隔离负荷开关中气体的要求

按 GB/T 11022—1999 中 5.2 的规定。

6.3 隔离负荷开关的接地

隔离负荷开关的接地应满足:

- a) 户外隔离负荷开关本体的底座上,应装设不小于 M12 的接地螺钉;户内隔离负荷开关本体的底座上以及隔离负荷开关的机构的底座或外壳上,应装设不小于 M8 的接地螺钉。
- b) 每极一个底座的隔离负荷开关,各极应分别装设接地螺钉。
- c) 接地接触面应平整、光洁,并有防锈措施。连接截面应满足热稳定要求,但钢接地线的截面不应小于 25 mm×4 mm。
- d) 接地接触面应标以 GB/T 5465.2—1996 中规定的接地符号。

6.4 辅助和控制设备

按 GB/T 11022—1999 中 5.4 的规定,并作以下补充:

- a) 辅助开关用作位置指示器时,应指示隔离负荷开关处于分闸或合闸的终了位置,信号还应保持。
- b) 连接件应能承受由隔离负荷开关产生的应力,尤其是那些由于操作时的机械力而产生的应力。
- c) 户外隔离负荷开关的所有辅助设备包括连接线,应进行防雨和防潮保护。
- d) 使用特殊的控制设备元件时,应在辅助和控制回路的电源电压及灭弧和操作介质的规定范围内动作,并能开合隔离负荷开关制造厂规定的负载。
- e) 辅助设备的专用元件,诸如指示器、充排设备、加热器和联锁的触点,应能在辅助和控制回路电源电压的规定范围内及/或灭弧和操作介质的规定范围内动作。
- f) 加热器在额定电压下的能量消耗应在制造厂规定值的 ±10% 公差范围内。

g) 防跳跃装置作为控制回路的一部分时,如果安装了不止一个,它们应在每一个回路中动作。

6.5 电动操作

利用电动操作时,操动装置应能完成指定的开断与关合功能,这里所说的操动装置应包含中间控制继电器和接触器等。厂家应指明分、合闸时间的上、下限值,并应通过试验,试验值不得超过厂家规定的范围。隔离负荷开关应具有规定的开断与关合功能(它可能是隔离负荷开关开、合母线转换电流)。

6.6 储能操作

按 GB/T 11022—1999 中 5.6 的规定。

6.7 不依赖人力的操作

按 GB/T 11022—1999 中 5.7 的规定。

6.8 脱扣器操作

按 GB/T 11022—1999 中 5.8 的规定。

6.9 低压和高压闭锁装置

按 GB/T 11022—1999 中 5.9 的规定。

6.10 联锁装置

按 GB/T 11022—1999 中 5.11 的规定。

6.11 位置指示

按 GB/T 11022—1999 中 5.12 的规定。

应能清楚地指示出隔离负荷开关的分闸和合闸位置。如果满足下列条件之一就认为达到了要求:

- a) 间隙或隔离断口是可见的;
- b) 每个动触头的位置通过可靠的指示装置指明,可靠的指示装置的规定见 GB 1985—2004。

注 1: 可见的动触头可以作为指示装置。

6.12 外壳的防护等级

按 GB/T 11022—1999 中 5.13 的规定,并满足带壳体的户外隔离负荷开关和操动机构在淋雨情况下,壳体内部应无进水痕迹,绝缘性能不应降低。

户外设备的箱体提供的防护等级最低应为 IP3XDW。

户内设备的箱体提供的防护等级最低应为 IP2X。

6.13 爬电距离

按本标准中 5.4 的规定选取确定。

6.14 气体和真空的密封

按 GB/T 11022—1999 中 5.15 的规定。

6.15 阻燃性

应该在材料的选择和零部件的设计上充分考虑其阻燃性。

6.16 电磁兼容性(EMC)

按 GB/T 11022—1999 中 5.18 的规定。

6.17 操动机构

6.17.1 操动机构箱的一般结构要求如下:

- a) 操动机构箱应能防尘、防热、防潮、防火和防止异物进入,金属外壳应能防锈,设有适用于低温地区的自动投切的加热装置,并设有照明装置。
- b) 当操动机构处于任何动作位置时,均能取下(或打开)操动机构的箱门,以便检查、修理辅助开关和接线端子。在操动机构箱内应装设分、合闸按钮。电动操动机构箱内应能装设保护用开关装置。

6.17.2 操动机构的一般结构要求如下:

- a) 应装设供当地操作的手力分、合闸装置。

- b) 在接受操作命令后,能自行完成正常的合闸或分闸动作。
- c) 电动操动机构中所采用的电动机及仪表,应符合相应标准的规定。
- d) 操动机构上应有能反映隔离负荷开关分、合闸位置的指示器。指示器上应标明“分”、“合”字样。

6.17.3 分、合闸操作要求如下:

电动操动机构,当其电压在下列范围内时,应保证隔离负荷开关可靠地分闸和合闸。

- a) 电动机操动机构的电动机接线端子的电压在其标称电压值的 85%~110% 范围内时。
- b) 二次控制线圈、电磁连锁装置,当其线圈接线端子的电压在其标称电压值的 85%~110% 范围内时(线圈温度不超过 80℃)。

6.17.4 操动机构辅助触点数目,除应满足设备本身要求外,尚应具有一定数目的备用辅助触点。

6.17.5 电动操动机构装设的辅助开关的动作信号应符合下列要求:

- a) 指示隔离负荷开关主闸刀分闸的信号,应在达到 80% 断口距离后发出。
- b) 指示隔离负荷开关主闸刀合闸的信号,应在隔离负荷开关能安全通过额定电流及动、热稳定电流的位置时发出。

6.18 极间同期性要求

由同一操动机构操动的两相隔离负荷开关,各相主闸刀的合闸不同期性能应能比较方便地进行调整,在合闸终了时应保证接触可靠。

合闸时触头接触瞬间的最大差异不应超过额定频率的 1/4 周波,分闸时触头分离瞬间的最大差异不应超过额定频率的 1/6 周波。

6.19 操作的一般要求

隔离负荷开关及其操动机构应能在本标准第 3 章确定的温度级别的整个环境温度范围内,按 6.5~6.9 相关的规定完成分合闸操作。

装有加热器的操动机构应该设计成:加热器在最短两个小时不工作时,隔离负荷开关在温度级别确定的最低周围空气温度下能够进行分闸操作。

在规定的覆冰厚度下,户外隔离负荷开关的隔离刀应能用所配用的操动机构使其可靠的分闸和合闸。

隔离负荷开关应能进行 3 000 次分合不需要检修,之后每分合 1 000 次可进行简单的检查,机械寿命应保证不少于 10 000 次分合。

6.20 关合和开断操作

所有的隔离负荷开关都能关合其额定关合电流。

所有的隔离负荷开关都应能在规定的恢复电压下开断小于或等于其额定开断电流的所有电流。

6.21 对隔离负荷开关断口的要求

为安全起见,应使隔离负荷开关一侧接线端子到另一侧任何一个接线端子间没有危险的泄漏电流通过。

6.22 机械强度

如果按照制造厂的说明进行安装,隔离负荷开关应能承受制造厂规定的端子机械负载以及电动力,而不降低它们的可靠性及载流能力。

6.23 安全位置

隔离负荷开关的主触头和隔离刀之间应有可靠的机械连锁。在风压、重力、合理的撞击或操动机构连接件的突然接触而产生的力以及电动力的作用下,隔离负荷开关应仍能保持在分闸或合闸位置。

6.24 排逸孔

对于气体绝缘介质的隔离负荷开关,在运行期间应能监视其气体压力,排逸孔的设置应使排出物不致引起电击穿,排出方向应不危及人身和电气设备的安全,排逸孔应能防止异物进入。

6.25 接线端子

隔离负荷开关的接线端子应符合 GB/T 5273—1985 的有关规定。

6.26 润滑

隔离负荷开关需要经常润滑的摩擦部分,应根据需要设置润滑孔或润滑装置。寒冷地区采用防冻润滑剂。在型式试验中不允许涂抹润滑剂。户外传动和转动部件要求密封(如需要润滑应设有专用孔眼)。

6.27 对支柱绝缘子的要求

隔离负荷开关用的支柱绝缘子,应符合 GB 8287.1—1998 和 GB/T 8287.2—1999 中的有关规定。

7 型式试验

7.1 试验项目

试验项目应包括:

- a) 耐受电压试验(包括雷电冲击电压耐受试验、工频电压耐受试验、辅助回路和控制回路的工频耐压试验);
- b) 温升试验;
- c) 主回路电阻测量;
- d) 短时耐受电流和峰值耐受电流试验;
- e) 关合和开断性能试验;
- f) 机械操作和机械寿命试验;
- g) 防护等级验证;
- h) 密封试验;
- i) 电磁兼容性试验。

除主回路电阻测量外,所有上述试验都应在完整的隔离负荷开关(充有规定类型和数量、规定密度的气体或如有要求时降低密度的气体)及其操动机构和辅助设备上进行。

7.2 试验方法

试验方法按 GB/T 11022—1999 和 GB 3804—2004 中的相应条款进行。

8 出厂试验

8.1 试验项目

试验项目应包括:

- a) 主回路的绝缘试验;
- b) 辅助和控制回路的绝缘试验;
- c) 主回路电阻的测量;
- d) 机械操作试验;
- e) 密封试验;
- f) 设计和外观检查。

8.2 试验方法

8.2.1 机械操作试验按 GB 3804—2004 中的第 9 章规定进行。

8.2.2 其他出厂试验项目的试验方法应按 GB/T 11022—1999 中的相应条款进行。

9 铭牌、运输、储存、安装、运行及维修

9.1 铭牌

出厂的每组(极)隔离负荷开关本体及每台操动机构应有铭牌,铭牌在正常运行和安装位置应明显可见。

隔离负荷开关及操动机构的铭牌内容按表 5 进行标记。

表 5 铭牌内容

项 目	单 位	隔离负荷开关	操动机构
制造厂名称		✓	✓
产品名称、型号		✓	✓
出厂编号		✓	✓
额定电压	kV	✓	
额定雷电冲击耐受电压	kV	✓	
额定频率	Hz	✓	
额定电流	A	✓	
额定短时耐受电流	kA	✓	
额定短路持续时间	s	✓	
额定短路关合电流	kA	(✓)	
有功负载开断操作次数		✓	
额定有功负载开断电流	A	(✓)	
额定线路充电开断电流	A	(✓)	
隔离负荷开关的额定气压	Pa	(✓)	
辅助回路的额定电源电压	V		✓
制造年月		✓	✓

注 1: ✓表示的值是应标识的。
注 2: (✓)表示的值是可选择标识的。

9.2 运输、储存和安装时的条件

按 GB/T 11022—1999 中的 10.1 规定。

9.3 安装

按 GB 1985—2004 中的 10.2 规定。

9.4 运行

按 GB/T 11022—1999 中的 10.3 规定。

9.5 维修

按 GB/T 11022—1999 中的 10.4 规定。