

ICS 29.120.01

K35

备案号：

MT

中华人民共和国煤炭行业标准

MT 871—××××

代替MT 871-2000

矿用防爆低压交流真空馈电开关

Mining explosion-proof switchgear with vacuum circuit breaker
for low-voltage alternate circuit

(送审稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家安全生产监督管理总局 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义、符号 2

4 产品分类 3

5 特性 4

6 正常工作条件 7

7 结构和性能要求 7

8 试验方法 15

9 检验规则 17

10 标志、包装、运输及贮存 19

附录 A （规范性附录） 短路保护配合验证方法 20

A.1 本附录的目的 20

A.2 一般要求 20

A.3 后备保护的试验验证 20

A.4 获取结果 20

参考文献 21

前 言

本标准的第 7.1.1.2 条、第 7.1.1.4 条、第 7.1.1.8 条、第 7.1.6 条、第 7.1.7 条、第 7.2.1 条、第 7.2.2.3 条、第 7.2.2.4 条、第 7.2.3.1 条、第 7.2.4.5 条、第 7.3 条为强制性的,其余为推荐性的。

本标准是对 MT 871-2000《矿用隔爆型低压交流真空馈电开关》的修订,本标准代替 MT 871-2000。

本标准与 MT 871-2000 相比的主要变化如下:

- 标准名称“矿用隔爆型低压交流真空馈电开关”修订为“矿用防爆低压交流真空馈电开关”;
- 范围增加了“也适用于直接控制大容量电动机不频繁启动的馈电开关”;
- 删除了原标准 4.1.2 “c) 抽屉式”;
- 删除了原标准 4.1.3 “按隔离功能分为”;
- 增加了产品防爆分类 4.5 “按防爆型式分”;
- 删除了原标准 6 “j”及“表 7 机械环境条件”,“i”中“安装类别”改为“过电压类别”;
- 删除了原标准 7.1.7 “馈电开关的防护等级应达到 GB/T 4942.2-1993 中规定的 IP54”;
- 增加了 7.1.1.4 “热剧变试验”;
- 增加了 7.1.1.11 “馈电开关应设有辅助接地线引入装置,其接线腔应单独设有 M6 及以上辅助接地端子,并应明确标注‘Fd’”;
- 增加了 7.1.1.12 “馈电开关的门盖(具有联锁装置的除外)应设有“严禁带电开盖”标志”;
- 删除了原标准 7.1.5 “对于抽屉式的馈电开关……规定的距离”;
- 增加了 7.1.5 “密封圈”;
- 对表 6 “额定冲击耐受电压优先值”、“最小电气间隙”进行了修订,要求有所提高;
- 删除了原标准 7.1.6.1.4 “用于隔离功能的触头在打开位置的电气间隙按 GB/T 14048.1-1993 中表 6 额定冲击耐受电压相应的试验电压加以考核”;
- 7.1.6.2.1 删除了“绝缘材料组别 III_b 175>CTI≥100”;
- 增加了 7.1.6.4 “本质安全型电路的电气间隙和爬电距离应符合 GB 3836.4-2000 的规定”;
- 增加了 7.1.7 “本质安全部分的结构”;
- 增加了 7.2.2.4 “本质安全电路介电性能应符合 GB 3836.4-2000 的规定”;
- 增加了 7.2.3.1 “在 1.05 倍额定工作电压下”;
- 7.2.4.1 “过电流脱扣”修订为“短路脱扣”、表 16 中增加了脚注 a、增加了“馈电开关从短路开始到分断完毕,全部动作时间应不大于 200ms”;
- 7.2.4.5 增加了表 19 “补偿形式”栏、脚注 a “动作时间指从漏电开始到电子保护器出口状态改变的时间”、“以零序电流互感器为界,……各级延时的级差时间为 200 ms~250ms”、表 20 “电源侧及负荷侧电容值”、表 21 “选择性漏电动作电阻值”、“无论何种形式的漏电保护,其 1kΩ 漏电发生始至馈电开关分断三倍及以下额定工作电流止,全部动作时间应不大于 200ms”;
- 删除了原标准 7.2.10 “馈电开关应能承受本标准表 7 中规定条件的振动与冲击,本试验由制造厂与用户协商进行”;
- 删除了原标准 7.2.12 “耐低温(高温)性能”;
- 删除了原标准 7.2.13 “馈电开关的可靠性”;
- 增加了 7.3 “本安参数”;
- 删除了原标准 8.1.8 “外壳防护等级试验按 GB 3836.1-1983 第 22 章和 GB /T 14048.1-1993 中 8.1.7 规定进行”;

- 增加了 8.1.9 “电缆引入装置的橡胶密封圈材料老化试验按 GB 3836.1-2000 中 D3.3 的规定进行”；
- 删除了原标准 8.1.10 “抽屉式馈电开关的联锁机构和闭合指示器件通过实地操作进行检验”；
- 8.2.10 由“试验按 GB/T 14048.1-1993 中 8.2.3.5 规定进行”修订为“馈电开关中 R-C 阻容过电压保护试验方法正在考虑中”；
- 删除了原标准 8.2.13“馈电开关的耐振动、冲击试验按 GB 2423.10 和 GB 2423.5 的规定进行”；
- 删除了原标准 8.2.15 “耐低温（高温）性能试验按 GB 2423.1 和 GB 2423.2 的规定进行。允许用电子元器件组件试验代替”；
- 增加了 8.2.15 “本安参数试验按 GB 3836.4-2000 中 10.1~10.4 规定进行”；
- 删除了原标准 8.2.16 “可靠性试验方法正在考虑中。允许用现场可靠工作时间代替”；
- 删除了原标准表 23 中序号 9 “外壳防护等级”、序号 11“抽出闭锁机构和指示”、序号 24 “过电压测量”、序号 26 “耐振动与冲击性能”、序号 28 “耐低温(高温)性能”、序号 29 “可靠性”，增加了表 23 序号 10 “橡胶密封圈材料老化试验”、序号 26 “本安试验”；
- 10.1.1 增加了“应符合 AQ 1043-2007, 材料为铜或不锈钢”；
- 删除了原标准 10.3.2 “运输、贮存试验按 GB/T 14048.1-1993 中 10.4.2 规定,并补充下述规定:低温(高温)贮存试验允许由性能要求中相应的试验替代”。

本标准的附录 A 是规范性附录。

本标准由中国煤炭工业协会提出。

本标准由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：徐州煤矿机械厂。

本标准参加起草单位：煤科总院上海分院、上海矿用电器厂。

本标准主要起草人：闫昌东、张建、王和平、乔光荣、孙静。

本标准首次发布日期为 2000 年 12 月 8 日，此次为第一次修订。

矿用防爆低压交流真空馈电开关

1 范围

本标准规定了矿用防爆低压交流真空馈电开关（以下简称馈电开关）的分类、特性、结构与性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于在含有瓦斯和煤尘的矿井中，作为交流 50Hz，电压至 1200V 电路的总配电开关或分支馈电开关，也适用于直接控制大容量电动机不频繁起动的馈电开关。

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/T 156-2007 标准电压 (IEC 60038:2002, MOD)
- GB/T 191-2008 包装储运图示标志 (ISO 780:1997, MOD)
- GB/T 762-2002 标准电流等级 (eqv IEC 60059:1999)
- GB/T 2423.4-2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Db: 交变湿热 (12h+12h 循环) (IEC 60068-2-30:2005, IDT)
- GB/T 2829-2002 周期检验计数抽样程序及表 (适用于对过程稳定性的检验)
- GB 3836.1-2000 爆炸性气体环境用电气设备 第 1 部分:通用要求 (eqv IEC 60079-0:1998)
- GB 3836.2-2000 爆炸性气体环境用电气设备 第 2 部分:隔爆型 “d” (eqv IEC 60079-1:1990)
- GB 3836.3-2000 爆炸性气体环境用电气设备 第 3 部分:增安型 “e” (eqv IEC 60079-7:1990)
- GB 3836.4-2000 爆炸性气体环境用电气设备 第 4 部分:本质安全型 “i” (eqv IEC 60079-11:1999)
- GB/T 4026-2004 人机界面标志标识的基本方法和安全规则 设备端子和特定导体终端标识及字母数字系统的应用通则 (IEC 60445:1999, IDT)
- GB/T 4205-2003 人机界面 (MMI) 操作规则 (IEC 60447:1993, IDT)
- GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 13534-2009 电气颜色标志的代号 (IEC 60757:1983, IDT)
- GB 14048.1-2006 低压开关设备和控制设备 第 1 部分:总则 (IEC 60947-1:2001, MOD)
- GB 14048.2-2008 低压开关设备和控制设备 第 2 部分:断路器 (IEC 60947-2:2006, IDT)
- GB 14048.4-2003 低压开关设备和控制设备 机电式接触器和电动机起动器 (IEC 60947-4-1:2000, IDT)
- GB 14048.5-2008 低压开关设备和控制设备 第 5-1 部分:控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器 (IEC 60947-5-1:2003, MOD)
- AQ 1043-2007 矿用产品安全标志标识
- JB 4002-1992 矿用隔爆型低压电器用接线端子
- JB/T 4262-1992 防爆电器用橡胶套电缆引入装置
- MT/T 154.2 煤矿用电器设备产品型号编制方法和管理办法
- MT 189-1988 矿用隔爆型检漏继电器
- MT/T 412-1995 隔爆型电气设备低压接线端子

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

断路器 circuit-breaker

能接通、承载和分断正常电路条件下的电流，也能在规定的非正常条件（例如短路条件）下接通、承载一定时间和分断电流的一种机械开关电器。

[GB 14048.1-2006，定义 2.2.11]

3.1.2

真空断路器 vacuum circuit-breaker

触头在高真空的壳内断开和闭合的一种断路器。

[GB/T 2900.18-2008，定义 4.1.10]

3.1.3

真空馈电开关 switchgear with vacuum breakers

由真空断路器和相关联的控制电路、辅助电路、保护脱扣跳闸电路以及隔爆外壳组成的开关设备。

3.1.4

过电流脱扣器 over-current relay or release

当脱扣器中的电流超过预定值时，引起开关电器有延时或无延时动作的脱扣器。

[GB/T 2900.18-2008，定义 4.5.8]

3.1.5

短延时过电流脱扣器 short-time delay over current release

在短延时终了动作的过电流脱扣器。

3.1.6

短时耐受电流 short-time withstand current

在规定的使用和性能条件下，电路或在闭合位置上的开关电器在指定的短时间内所能承载的电流。

[GB/T 2900.18-2008，定义 6.1.31]

3.1.7

短路接通能力 short circuit making capacity

在规定条件下，包括开关电器接线端短路在内的接通能力。

[GB/T 2900.18-2008，定义 6.2.26]

3.1.8

短路分断能力 short circuit breaking capacity

在规定条件下，包括开关电器接线端短路在内的分断能力。

[GB/T 2900.18-2008，定义 6.2.27]

3.1.8.1

极限短路分断能力 ultimate short-circuit breaking capacity

按规定的试验程序所规定的条件，不包括断路器连续承载其额定电流能力的分断能力。

[GB 14048.2-2008，定义 2.15.1]

3.1.8.2

运行短路分断能力 service short-circuit breaking capacity

按规定的试验程序所规定条件，包括断路器连续承载其额定电流能力的分断能力。

[GB 14048.2-2008，定义 2.15.2]

3.1.9

过电流保护电器的过电流保护配合 over-current protective co-ordination of over-current protective

devices

两个或多个过电流保护电器串联起来,用以保证过电流选择性保护和/或后备保护。

[GB 14048.1-2006, 定义 2.5.22]

3.1.10

过电流选择性 over-current discrimination

选择性保护 selective protection

两个或几个过电流保护装置之间的动作特性配合。当在给定范围内出现过电流时,指定在这个范围动作的装置动作,而其他装置不动作。

[GB/T 2900.18-2008, 定义 6.2.19]

注: 串联选择性和网络选择性是有区别的。串联选择性包含不同的过电流保护电器同时通过同一过电流,网络选择性包含同一保护电器通过不同大小的过电流。

3.1.11

后备保护 back-up protection

两个串联过电流保护电器的一种过电流配合,电流侧保护电器(一般是电源侧,但并非一定是电源侧电器)在有/无另一保护电器的帮助下实现过电流保护,并防止另一保护电器的过负荷。

[GB/T 2900.18-2008, 定义 6.2.21]

3.1.12

交接电流 take-over current

对应于两个过电流保护装置的时间-电流特性曲线的交点处的电流值。

[GB/T 2900.18-2008, 定义 6.1.25]

3.1.13

漏气闭锁保护 loss vacuum locking protection

馈电开关合闸前,对真空开关管漏气检查的一种保护。

3.1.14

热态 hot state

对电子保护器而言,是指一次侧通过整定电流或特别说明的某个电流使电子保护器电子线路各环节都达到稳定的状态。

[MT 175-1988, 定义 3.1]

3.1.15

冷态 cold state

对电子保护器而言,是指一次侧不通电流使电子保护器电子线路各环节都达到稳定的状态。

[MT 175-1988, 定义 3.2]

3.2 符号

GB 14048.1-2006 和 GB 14048.2-2008 给出的符号适用于本标准。

4 产品分类

4.1 按使用类别分:

- a) A 类;
- b) B 类。

4.2 按断路器安装方式分:

- a) 固定式;
- b) 插入式。

4.3 按操作方式分:

- a) 手动操作;

- b) 动力操作;
- c) 贮能操作。

4.4 按用途分:

- a) 配电用馈电开关;
- b) 保护电动机用馈电开关。

4.5 按防爆型式分:

- a) 隔爆型;
- b) 隔爆兼本质安全型。

4.6 产品型号应符合 MT/T 154.2 的规定。

5 特性

5.1 产品型式

产品型式可用下列项目说明:

- a) 馈电开关的分类;
- b) 主电路的额定值;
- c) 操作方式(如手动、贮能操作或动力操作);
- d) 其它(如使用类别、极数等)。

5.2 主电路的额定值与极限值

馈电开关的额定值以下列各项规定表示, 根据需要可以增减。

5.2.1 额定电压

应符合GB/T 156-2007的规定。

5.2.1.1 额定工作电压(U_e)

应符合GB 14048.2-2008中4.3.1.1的规定, 本标准规定的额定工作电压为380V, 660V, 1140V。

5.2.1.2 额定绝缘电压(U_i)

应符合GB 14048.1-2006中4.3.1.2的规定。

5.2.1.3 额定冲击耐受电压(U_{imp})

应符合GB 14048.1-2006中4.3.1.3的规定。

5.2.2 电流

5.2.2.1 馈电开关的约定封闭发热电流(I_{the})是制造厂规定的, 应符合GB 14048.1-2006中4.3.2.2的规定。在不间断工作制下, 按8.2.1中规定进行试验时, 其各部温升不应超过7.2.1中规定的极限值。

5.2.2.2 馈电开关的额定工作电流(I_e)应符合GB 14048.1-2006中4.3.2.3的规定。除非产品标准另有规定, 额定工作电流应符合GB/T 762-2002的规定。

5.2.3 额定频率(f)

额定频率为50Hz。

5.2.4 额定工作制

馈电开关为不间断工作制。

应符合GB 14048.1-2006中4.3.4.2规定。

5.2.5 额定短路接通能力(I_{cm})

馈电开关的额定短路接通能力是在额定工作电压、额定频率和规定功率因数下, 制造厂规定的短路接通能力值, 它以最大预期短路电流峰值表示。对交流而言, 额定短路接通能力应不低于表1所列短路分断能力与表1峰值系数 n 的乘积。

表1 对应试验电路功率因数的峰值系数 n

短路分断能力 I_{cn} kA (交流有效值)	峰值系数 n =短路接通能力/短路 分断能力	电路功率因数及误差		
		短路-0.05	有载操作±0.05	过载±0.05
$I_{cn} \leq 1.5$	1.41	0.9	0.8	0.5
$1.5 < I_{cn} \leq 3$	1.42	0.9		
$3 < I_{cn} \leq 4.5$	1.47	0.8		
$4.5 < I_{cn} \leq 6$	1.5	0.7		
$6 < I_{cn} \leq 10$	1.7	0.5		
$10 < I_{cn} \leq 20$	2.0	0.3		
$20 < I_{cn} \leq 50$	2.1	0.25		
$50 < I_{cn}$	2.2	0.2		

5.2.6 额定短路分断能力(I_{cn})

馈电开关的额定短路分断能力是在制造厂规定的条件下断路器的短路分断能力值。

额定短路分断能力要求馈电开关在工频恢复电压等于额定工作电压的 105%时能够分断小于和等于相当于额定分断能力的任何电流值。

工频恢复电压三相平均值超过额定工作电压的 110%时，额定短路分断能力不作保证。

额定短路分断能力规定为：

- 额定极限短路分断能力；
- 额定运行短路分断能力。

5.2.6.1 额定极限短路分断能力 (I_{cu})

馈电开关的额定极限短路分断能力是制造厂按相应的额定工作电压规定馈电开关在8.2.3规定的条件下应能分断的极限短路分断能力值，它可以用预期分断电流(kA)表示（在交流情况下用交流分量有效值表示）。

5.2.6.2 额定运行短路分断能力 (I_{cs})

馈电开关的额定运行短路分断能力是制造厂按相应的额定工作电压规定馈电开关在 8.2.3 规定的条件下应能分断的运行短路分断能力值。它用预期分断电流(kA)表示,相当于额定极限短路分断能力规定的百分数中的一档(按表 2 选择)并化整到最接近的整数。它可用 I_{cu} 的百分数表示。

表2 I_{cs} 和 I_{cu} 之间的标准比值

使用类别A (I_{cu} 的百分数)	使用类别B (I_{cu} 的百分数)
25	—
50	50
75	75
100	100

5.2.7 额定短时耐受电流 (I_{cw})

馈电开关的额定短时耐受电流是制造厂按本标准 8.2.3 规定的试验条件下,短时承受的电流值. 其值应为预期短路电流周期分量的有效值。

短时延时与短时耐受电流相关, 最小延时为 0.05s, 推荐的优先值为 0.05s, 0.1s, 0.25s, 0.5s, 1s。

额定短时耐受电流不小于表 3 规定值，除非另有规定，额定短时耐受电流持续时间为 1s。

表3 额定短时耐受电流最小值

额定工作电流 I_e A	额定短时耐受电流 I_{cw}
$I_e \leq 2500$	$12I_e$ 或5kA，取其大者

5.3 使用类别

馈电开关的使用类别应在产品标准中加以规定,并应考虑在短路条件下馈电开关是否具有人为的跳闸延时,同时注意到电路中是否串联另外的短路保护电器。

使用类别 A 和 B 的典型用途列于表 4,对两种使用类别实施的试验方法有所不同。

表4 使用类别

使用类别	选择性用途
A	在短路情况下,馈电开关无明确指明用作串联在负载侧的另一短路保护装置的选择性保护,即在短路情况下,没有用于选择性的人为延时,因而馈电开关无额定短时耐受电流要求。
B	在短路情况下,馈电开关明确作串联在负载侧的另一短路保护装置的选择性保护,即在短路情况下,具有一个用于选择性的人为延时(可调节)。因而馈电开关应制定额定短时耐受电流要求。
注1:与额定短路分断能力相关的功率因数在表13中给出。 注2:A和B两种不同使用类别的 I_{cs} 要求的最小百分数按表2。 注3:选择性不必保证一直到馈电开关的极限短路分断能力,但至少达到表3规定值。	

5.4 控制电路

按 GB 14048.1-2006 中 4.5.1 规定,额定控制电路电压和额定频率(如适用)决定控制电路工作和温升特性参数,正确的工作条件是额定控制电源电压值不应小于 85%额定控制电源电压(当控制电路通过最大电流时),也不应超过 110%额定控制电源电压。

若额定控制电源电压与主电路电压不同时,选择的电压应符合表 5。

表5 额定控制电源电压的优先值

单位为伏

直流	单相交流
24, 48, 110, 125, 220, 250	24, 36, 48, 110, 127, 220

5.5 辅助电路

应符合GB 14048.1-2006中4.6的规定。

5.6 脱扣器的型式和特性

5.6.1 型式

- a) 分励脱扣器;
- b) 过电流脱扣器;
 - 1) 瞬动的;
 - 2) 定时限的;
 - 3) 反时限的:
 - 与原先的负载无关(如电磁脱扣器、固体电路脱扣器);
 - 与原先的负载有关(如热式脱扣器)。

注:过载脱扣等同于过电流脱扣中针对过载的保护,短路脱扣等同于过电流脱扣中针对短路的保护。

- c) 欠电压脱扣器;
- d) 其它脱扣器(如温度、漏电、漏气、控制电路绝缘监视等)。

5.6.2 特性

- a) 分励脱扣器与欠电压脱扣器(作断开用的):
 - 额定控制电路电压;
 - 电流种类和频率;
 - 延时(如有的话)。
- b) 过电流脱扣器:
 - 额定工作电流 (I_e);
 - 电流种类;
 - 额定频率(指交流);
 - 电流整定值(或整定值的范围);

——时间整定值（或整定值的范围）。

过电流脱扣器的额定电流是指在特定试验条件下，能够承载相应于最大电流整定值的电流值（如是交流，则为有效值），在此条件下，温升不超过 7.2.1 中的规定值。

5.6.3 过电流脱扣器的电流整定值

装于馈电开关中的可调整过电流脱扣器的电流整定值应标注在脱扣器上或它的调节刻度板上，可以标注电流值，也可以标注电流值的倍数。

装于馈电开关中的不可调脱扣器的电流整定值可标注在馈电开关铭牌上。由电流互感器供给电能的间接脱扣，可以用互感器变比和原边电流值来标注。

除非产品标准另有规定，不同于热过载脱扣的脱扣动作值应在周围空气温度限制范围 $-5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 内，与周围空气温度变化无关。

5.6.4 过电流脱扣的时间整定

5.6.4.1 定时限过电流脱扣：

应符合 GB 14048.2-2008 中 4.7.4 的 1) 的规定。

5.6.4.2 反时限过电流脱扣：

应符合 GB 14048.2-2008 中 4.7.4 的 2) 的规定。

5.7 主电路漏电闭锁和漏电保护：

- a) 主电路额定工作电压；
- b) 单相漏电动作电阻值和漏电闭锁电阻值；
- c) $1\text{k}\Omega$ 电阻动作时间。

5.8 过电压

对通断操作过电压，按 GB 14048.1-2006 中 4.9 规定。馈电开关应不发生高于额定冲击耐受电压（ U_{imp} ）的过电压，也不应承受高于额定冲击耐受电压的过电压。馈电开关用于特定电路时，应考虑适用的保护措施。

5.9 防爆性能

5.9.1 隔爆型

应符合 GB 3836.2-2000 的规定。

5.9.2 本质安全型

应符合 GB 3836.4-2000 的规定。

6 正常工作条件

馈电开关在下列条件下应能可靠工作：

- a) 周围环境温度 $-5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，若环境温度范围不同时，应在铭牌上标明，以最高环境温度为基准计算温升；
- b) 海拔高度不超过 2000m；
- c) 周围空气相对湿度不大于 95%（ $+25^{\circ}\text{C}$ 时）；
- d) 在有瓦斯、煤尘爆炸性气体混合物的环境中；
- e) 在无破坏绝缘的气体或蒸气的环境中；
- f) 与水平面的安装倾斜度不超过 15° ；
- g) 能防止滴水的地方；
- h) 污染等级为 3 级；
- i) 过电压类别为 III 类。

7 结构和性能要求

7.1 结构要求

7.1.1 隔爆外壳

馈电开关的隔爆外壳应符合 GB 3836.1-2000、GB 3836.2-2000 和 GB 3836.3-2000 的有关规定。还应符合下述规定。

7.1.1.1 外壳应由隔爆型主腔和隔爆型或增安型的接线盒组成；为了使用中便于移动，应具有拖架，同时也能适应于固定安装。

7.1.1.2 外壳隔爆接合面配合间隙、宽度和表面粗糙度应符合 GB 3836.2-2000 的规定。

7.1.1.3 外壳的接线盒应有足够的空间，以便将外部导体经引入装置引至接线端子上。引入装置和接线端子应预留足够的备用数量，引入装置应符合 GB 3836.1-2000、GB 3836.2-2000 和 JB/T 4262-1992 的规定。

7.1.1.4 外壳观察窗的结构应符合 GB 3836.2-2000 第 8 章及附录 D 的规定；透明件应能承受 GB 3836.1-2000 中 23.4.3.1 的抗冲击试验和 23.4.6.2 的热剧变试验。

7.1.1.5 馈电开关的前门与断路器之间应设置一般工具不能解除的机械闭锁，保证只有馈电开关处于断开位置，前门才能打开；前门打开后，以正常的操作方法不能使馈电开关闭合。断开后的馈电开关需满足隔离功能要求，应承受 GB 14048.1-2006 表 14 冲击耐压试验和 GB 14048.1-2006 中 7.2.7 的泄漏电流试验，闭合与断开位置应有清晰可靠的指示器。若通过观察窗可以从外面观察到活动触头分离，则这种指示器可以不设置。

7.1.1.6 馈电开关的手柄操作运动方向应符合 GB/T 4205-2003 的规定。手柄在闭合和断开位置应有清晰的指示和可靠的检查方法。

7.1.1.7 对于由按钮电动操作分闸的馈电开关，分闸按钮应为红色，其它按钮和发光指示器颜色应符合 GB/T 13534-1992 的规定。

7.1.1.8 馈电开关的内外保护接地端子应符合 GB 3836.1-2000 第 15 章的规定。保护接地端子应装配完整，除了接地功能以外，不能兼做其它功能，其标志应清晰耐久。接地图形符号为 ，识别应用黄绿双色标志或者用字符 PE 标记。

外壳外露的导电部分（例如底座、工作框架和金属外壳），除了不能构成危险的部分以外，均应以良好的电气连接接到保护接地端子上。

若不能被大面积接触，如用手握住或尺寸很小（不大于 50mm×50mm）或该部位排除了与任何带电部分接触可能的外露导电部分，可认为是不构成危险的部分（如螺钉、铆钉、铭牌、电磁开关器件的外露部分等）。

7.1.1.9 馈电开关与外部连接的接线端子应符合 MT/T 412-1995 或 JB 4002-1992 的规定。

7.1.1.10 接线端子的标志应符合 GB/T 4026-2004 的规定。馈电开关接线盒内电源侧接线端子应加设防护性绝缘盖板，并标注“带电”字样的警告标志。

7.1.1.11 馈电开关应设有辅助接地线引入装置，其接线腔应单独设有 M6 及以上辅助接地端子，并应明确标注“Fd”。

7.1.1.12 馈电开关的门盖（具有联锁装置的除外）应设有“严禁带电开盖”标志。

7.1.2 紧固件

馈电开关的所有螺栓、螺钉及螺母等标准紧固件均应有防止其自行松脱的措施。

7.1.3 材料外观

所有黑色金属部件（电磁铁的工作面除外）均应有可靠的防锈措施；金属零部件不得有裂纹及镀层脱落现象；塑料零件表面应光滑，不得有气泡、裂纹及麻点等缺陷。

7.1.4 绝缘材料

馈电开关中使用的绝缘材料应特别注重阻燃耐潮质量特性。

7.1.5 密封圈

电缆引入装置的密封圈应符合 GB 3836.1-2000、GB 3836.2-2000 附录 D 的规定。

7.1.6 电气间隙和爬电距离

7.1.6.1 电气间隙

7.1.6.1.1 主腔内的电气间隙

馈电开关按污染等级 3 级和过电压类别Ⅲ类确定的额定冲击耐受电压、最小电气间隙数值见表 6。若电气间隙小于表 6 数值时，则应进行冲击耐压试验；若产品的电气间隙等于或大于表 6 数值，则不必进行冲击耐压试验，可以用测量电气间隙的方法来加以验证。

表6 额定冲击耐受电压与主腔最小电气间隙

由电源系统额定电压确定的相对地电压最大值（交流有效值） V	额定冲击耐受电压优先值 （2000m处，1.2kV/50μ s的U _{imp} ） kV	最小电气间隙 mm
50	0.8	0.8
100	1.5	0.8
150	2.5	1.5
300	4.0	3.0
600	6.0	5.5
1000	8.0	8.0
1200	12.0	14.0

7.1.6.1.2 接线盒内电气间隙

馈电开关接线盒内电气间隙应符合 GB 3836.3-2000 中 4.3 的规定。

7.1.6.1.3 辅助电路和控制电路的电气间隙

7.1.6.1.3.1 与主电路额定工作电压相同并一起动作的辅助和控制电路的电气间隙应符合表 6 规定；

7.1.6.1.3.2 不与主电路额定工作电压相同，也不一起动作的辅助电路和控制电路可以有不同的电气间隙，其数值也应符合表 6 规定。

7.1.6.2 爬电距离

7.1.6.2.1 馈电开关主腔内按污染等级三级，额定绝缘电压或实际工作电压及材料组别所确定的爬电距离应大于或等于表 7 的规定。

绝缘材料可按它们的相比漏电起痕指数（CTI）划分为三个组别：

- 绝缘材料组别 I CTI≥600
- 绝缘材料组别 II 600>CTI≥400
- 绝缘材料组别Ⅲ_a 400>CTI≥175

表7 主腔内的爬电距离

额定绝缘电压或实际工作电压（交流有效值或直流） V	爬电距离 mm		
	I	II	Ⅲ _a
U _i ≤40	1.4	1.6	1.8
40<U _i ≤63	1.6	1.8	2.0
63<U _i ≤127	1.9	2.1	2.4
127<U _i ≤250	3.2	3.6	4.0
250<U _i ≤400	5.0	5.6	6.3
400<U _i ≤690	8.0	9.0	10
690<U _i ≤1250	16	18	20

7.1.6.2.2 馈电开关接线盒内爬电距离应符合 GB 3836.3-2000 中 4.4 的规定。

7.1.6.3 未确定冲击耐受电压值的馈电开关的电气间隙和爬电距离

对于未确定冲击耐受电压值的馈电开关，其主腔内的电气间隙和爬电距离应符合 GB 14048.4-2003 附录 C 的规定。

7.1.6.4 本质安全型电路的电气间隙和爬电距离

本质安全型电路的电气间隙和爬电距离应符合 GB 3836.4-2000 的规定。

7.1.7 本质安全部分的结构

馈电开关中本质安全部分的结构应符合 GB 3836.4-2000 的规定。

7.2 性能要求

7.2.1 温升

在下列规定条件下, 馈电开关内绝缘线圈的温升极限, 与外部导线连接的接线端子温升极限及易近部件温升极限不得超过表 8、表 9、表 10 的数值。其它部件, 例如主触头、辅助触头等温升极限由产品标准另行规定。原则上应以不引起载流部件本身损害及相连或相邻部件的正常工作为限。

- a) 主电路通以约定发热电流;
- b) 控制电路和辅助电路应以分别通以规定的额定工作电压和约定发热电流;
- c) 各种与发热有关的元件应选择最大发热值。

表8 绝缘线圈在空气中的温升极限

耐热等级	用电阻法测得的温升极限 K
120	80
130	90
155	115
180	140

注: 表中的温升极限是按环境温度40℃为基础规定的。对于环境温度低于40℃的使用条件, 表中温升极限可在所用绝缘材料的允许工作温度范围内相应调整。

表9 与外部导线连接的接线端子温升极限

序号	端子材料	温升极限 K
1	裸铜	60
2	裸黄铜	65
3	铜或黄铜镀锡	65
4	铜或黄铜镀银或镀镍	70

注1: 序号4接线端子温升极限70K, 主要由外接聚氯乙烯(P. V. C)电缆或导线所决定, 实际使用的连接导线不应显著小于试验连接电缆或导线, 否则会导致较高的温升。

注2: 不同于本标准试验规定得出的不同温升, 可由产品标准规定, 但不超过本表系列值10K。

表10 易近部件极限温升

易近部件	温升极限 K	
手操作部件(手柄)	金属	25
	非金属	35
有触及, 但非手握部件	金属	40
	非金属	50
正常操作时无需触及的部件	金属	50
	非金属	60

7.2.2 介电性能

7.2.2.1 产品标准已规定额定冲击耐受电压值, 且电气间隙大于等于表 6 数值者, 则不必进行额定冲击耐受电压试验, 若电气间隙小于表 6 数值, 应按表 6 及 GB 14048.1-2006 中表 12 进行冲击耐受电压试验。

7.2.2.2 具有隔离功能的馈电开关的额定冲击耐受电压值，介电性能应符合表 6 及 GB 14048.1-2006 中表 14 的规定。

7.2.2.3 馈电开关的主电路及接至主电路的控制电路和辅助电路应承受 1min 的工频耐压试验，试验电压值符合表 11 的规定。

表11 主电路工频耐压试验值 单位为伏

主电路额定绝缘电压 U_i	工频试验电压值（交流有效值）
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 660$	2500
$660 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500
$1000 < U_i \leq 1200$	4200

对于不接至主电路的控制电路和辅助电路，其工频耐压试验值应符合表 12。

表12 不接至主电路的控制电路和辅助电路工频耐压试验值 单位为伏

不接至主电路的控制电路、 辅助电路的额定绝缘电压 U_i	工频试验电压值（交流有效值）
≤ 60	1000
> 60	$2U_i + 1000$ （ ≥ 1500 ）

1min 的工频耐压试验的适用范围应符合 GB 14048.1-2006 中 7.2.3.2 的要求。

7.2.2.4 本质安全电路介电性能应符合 GB 3836.4-2000 的规定。

7.2.3 短路、过载和正常负载条件下的性能要求

7.2.3.1 短路条件下的接通和分断能力

馈电开关应能承受有关产品标准规定条件下，由短路电流导致的热应力和电动应力。

馈电开关接通、承载、分断短路电流的能力规定在下列各项中：

- a) 额定短路接通能力；
- b) 额定短路分断能力；
- c) 额定短时耐受电流。

在 1.05 倍额定工作电压下，馈电开关的额定短路接通和分断能力值不应小于表 13 的规定。额定短时耐受电流既不应小于表 3 规定值，也不应大于表 13 规定的相应额定短路接通和分断能力值。

表13 在规定使用类别下的额定短路接通与分断能力

使用类别	额定工作电流 A	额定短路接通与分断能力（周期分量有效值 $\cos\varphi$ ） kA		
		1140V	660V	380V
A	$0 < I_e \leq 16$	0.5/0.4	1/0.4	3/0.4
	$16 < I_e \leq 63$	1/0.4	3/0.4	4.5/0.4
A或B	$63 < I_e \leq 125$	3/0.4	4.5/0.4	7.5/0.4
	$125 < I_e \leq 200$	4.5/0.3	7.5/0.3	9/0.3
	$200 < I_e \leq 400$	7.5/0.3	9/0.3	12.5/0.3
	$400 < I_e \leq 500$	9/0.3	12.5/0.3	15/0.3
	$500 < I_e \leq 630$	12.5/0.3	15/0.3	20/0.3
	$630 < I_e \leq 1000$	15/0.3	20/0.3	30/0.25
	$1000 < I_e \leq 1600$	20/0.3	30/0.25	40/0.25
	$1600 < I_e$	制造厂与用户之间的协议		

制造厂应明确规定馈电开关的额定极限短路分断能力，其操作循环是：

$$o\text{---}t\text{---}co$$

或明确规定馈电开关的额定运行短路分断能力及操作循环数，其操作循环是：

$$o\text{---}t\text{---}co\text{---}t\text{---}co$$

其中：

o——表示一次分断操作；

co——表示分断操作后经适当时间间隔的通断操作；

t——表示馈电开关两次成功短路操作之间的时间间隔，一般应为 3min，或者为馈电开关复位时间，取其较大者。

7.2.3.2 过载条件下的性能

该要求适用于额定电流 630A 及以下的馈电开关，但若制造厂要求也可用于大于 630A 的馈电开关上。馈电开关过载性能要求见表 14。

表14 馈电开关过载性能

试验电压1.05U _e V	试验电流 A		每小时操作循环数			
	配电用	控制用	I _e ≤100A	100A<I _e ≤315A	315A<I _e ≤630A	I _e >630A
	3I _e	6I _e	120	120	60	20

馈电开关的过载脱扣器应整定到与试验电流相同的倍数，共进行 12 次过载分断操作，每次分断操作之前应保持闭合 0.1s~2.0s，以保证满载电流的建立，若馈电开关达不到规定的操作频率，则可减至馈电开关刚好在满载电流建立时断开，试验应人为断开九次，过载断开三次，功率因数见表 1。

7.2.3.3 约定操作性能

7.2.3.3.1 不通电操作性能

确定馈电开关的不通电（无载）操作性能，是在控制电路通电而主电路不通电的条件下进行的，以便确定产品在规定控制电源电压上下限可以接通和分断主电路。

馈电开关的不通电操作性能，在没有维修的情况下，应完成表 15 中规定的不通电操作循环数，每个循环由一次接通操作跟随一次打开操作组成。每小时操作循环数见表 15。

在额定控制电源电压的 85%和 110%之间时，馈电开关应能实现可靠合闸。对于具有欠电压或分励脱扣的馈电开关应以 10%的总循环数进行贮能脱扣机构的跳闸，其余为自由脱扣跳闸。

7.2.3.3.2 通电操作性能

确定馈电开关的通电有载操作性能是验证产品在与规定的使用类别一致的条件下，能够接通、承载和分断流经其主电路的额定工作电流并完成规定的操作次数而无故障。

馈电开关的通电操作性能，应完成表 15 规定的通电操作循环数，每个循环由一次接通操作跟随一次分断操作组成。每小时操作循环数见表 15。每个操作循环中，馈电开关应保持足够的闭合时间，以保证达到满载电流，但不超过 2s。馈电开关接通和分断操作电流应为制造厂规定的最大额定工作电压下的额定工作电流，其功率因数应为表 1 规定值。对于带有可调脱扣器的馈电开关，应使其过载脱扣整定在最大值，而使其短路脱扣整定在最小值。

表15 操作循环数

额定工作电流 A	每小时操作循环数	操作循环数		
		不通电	通电	总循环数
I _e ≤100	120	8500	1500	10000
100<I _e ≤315	120	7000	1000	8000
315<I _e ≤630	60	4000	1000	5000
630<I _e ≤2500	20	2500	500	3000

7.2.4 脱扣器的性能

7.2.4.1 短路脱扣

短路脱扣器通常是馈电开关的内装部件，它应在馈电开关内被证实符合要求，其动作特性在 80%和 120%短路电流整定值下考核。定时限或瞬动短路脱扣器的动作特性见表 16。

表16 定时限或瞬动短路脱扣器的动作特性

脱扣器种类	短路整定值的倍数	动作时间 ^a s
瞬动脱扣器	0.8	>0.03不动作
	1.2	≤0.03动作
定时限脱扣器	0.8	定时限延时的2倍不动作
	1.2	定时限延时的2倍之内动作
^a 动作时间指从短路开始到电子保护器出口状态改变的时间		

馈电开关从短路开始到分断完毕，全部动作时间应不大于 200ms。

馈电开关的定时限或瞬动短路电子脱扣器的整定电流调节范围和时限调节范围由产品标准规定，一般电流调节范围为脱扣器额定电流的 3 倍~10 倍，动作值与整定值的误差不应大于±10%。

对于采用电动合闸的馈电开关，若采用自动复电技术则应装设短路闭锁检测装置，具体要求由产品标准规定。

7.2.4.2 反时限过载脱扣

配电和控制电动机用的馈电开关的反时限过载长延时电子脱扣器的整定范围由产品标准规定，一般为脱扣器额定电流的0.4倍~1倍，动作特性应符合表17。过载长延时电子脱扣器的动作特性与周围空气温度范围无关。

表17 反时限过载长延时电子脱扣器的动作特性

过载电流/整定电流	动作时间	脱扣器状态
1.05	2h不动作	冷态
1.2	0.2h~1h	热态
1.5	90s~180s	热态
2.0	45s~90s	热态
4.0	14s~45s	热态
6.0	8s~14s	冷态

配电用馈电开关的热过载长延时脱扣器的动作特性应符合表 18，整定范围为脱扣器额定电流的 0.7 倍~1 倍。当周围空气温度不同时，应按照制造厂的温度/电流变化数据进行修正。

表18 配电用馈电开关的热过载长延时脱扣器的断开动作特性

过载电流/整定电流	动作时间	脱扣器状态
1.05	1h不动作 ($I_e \leq 63A$) 2h不动作 ($I_e > 63A$)	冷态 (30℃)
1.3	1h内动作 ($I_e \leq 63A$) 2h内动作 ($I_e > 63A$)	热态

控制电动机用馈电开关的热过载长延时动作特性应符合 GB 14048.4-2003 中 8.2.1.5.1 和 8.2.1.5.2 的规定。

7.2.4.3 分励脱扣

在额定控制电源电压的 70%-110%范围内，电源频率在额定频率时，分励脱扣应能使馈电开关跳闸。

7.2.4.4 欠电压脱扣

当欠电压脱扣器的电压在其额定控制电源电压值的 70%-35%范围时，应引起馈电开关跳闸。延时欠电压脱扣器的动作时间是从电压达到动作值开始至脱扣器发出动作信号止。延时可调范围为 1s、3s 和 5s 三种，其准确度分 10%、20%、30%三种。

7.2.4.5 主电路漏电保护和漏电闭锁保护

馈电开关的漏电保护和漏电闭锁保护应符合表19的规定，电容补偿率按MT 189-1988表1规定，动作值误差为+20%。漏电保护和漏电闭锁保护动作后，应能在壳外手动复位。

表19 漏电保护和漏电闭锁保护动作值

补偿形式	额定电压 V	漏电动作电阻整定值 kΩ	漏电闭锁动作电阻整定值 kΩ	1 kΩ 电阻动作时间 ^a ms
有	380	3.5	7	≤80
	660	11	22	≤80
	1140	20	40	≤50
无	380	3.5	7	≤30
	660	11	22	
	1140	20	40	

^a 动作时间指从漏电开始到电子保护器出口状态改变的时间

具有选择性漏电保护的馈电开关，以零序电流互感器为界，电源侧电容和负荷侧电容取表 20 的六级测量其动作电阻值，在每组电容值的情况下，当电源电压为额定值的 85%~110%，单相动作电阻值应符合表 21 的规定，且电源侧漏电不动作，负荷侧漏电动作。另外，应设有延时环节，各级延时的级差时间为 200ms~250ms。

表20 电源侧及负荷侧电容值

组别	1	2	3	4	5	6
电源侧电容 C_1 $\mu\text{f}/\text{相}$	0.22	0.47	0.69	0.22	0.47	0.69
负荷侧电容 C_2 $\mu\text{f}/\text{相}$	0.1	0.1	0.1	0.33	0.33	0.33

表21 选择性漏电动作电阻值

额定电压 V	电网对地电容不大于 $1\mu\text{f}/\text{相}$ ，单相对地动作电阻值 kΩ	单相经 1kΩ 电阻接地时作为第一级的漏电保护动作时间 ^a ms
380	3~7	≤30
660	5~13	
1140	5~20	

^a 动作时间指从漏电开始到电子保护器出口状态改变的时间

无论何种形式的漏电保护，其 1kΩ 漏电发生始至馈电开关分断三倍及以下额定工作电流止，全部动作时间应不大于 200ms。

7.2.4.6 馈电开关 (C_2) 和熔断器或另一馈电开关 (C_1) 处于同一电路中时，两者之间短路保护的配合

要获得期望的保护配合，靠电源侧的馈电开关 (C_2) 应带有一人为的短延时，一般可由比较熔断器或馈电开关 (C_1) 的动作特性和数据来确定一个选择性极限电流 (I_s)，但在下列情况下，需对选择性极限电流进行必要的试验：

- 当熔断器或馈电开关 (C_1) 为限流型，而馈电开关 (C_2) 没有人为的延时；
- 当馈电开关 (C_2) 的分断时间小于 1.5 个周波 (30ms)。

保护配合可以是局部的，也可以是全额的直到馈电开关 (C_1) 或熔断器的额定极限短路分断能力。对于全额配合来说，馈电开关 (C_2) 的不跳闸特性应当位于馈电开关 (C_1) 跳闸特性或熔断预燃弧特性的上部。

实际上，可采用如下考虑方法：

- 若选择性极限电流 I_s 太低，则配合困难；
- 若安装点的预期短路电流值超过馈电开关 (C_1) 或熔断器的额定极限分断能力，且在交接电

I_b 作用下馈电开关（ C_2 ）的分断时间与 I_b^2 的乘积应不超过馈电开关（ C_1 ）或熔断器在其额定极限短路分断能力分断时所产生的焦耳积分值。

若安装点的预期短路电流值小于馈电开关（ C_1 ）或熔断器的额定极限分断能力，则馈电开关（ C_2 ）仅仅用于电路保护的需要。

7.2.5 寿命

7.2.5.1 机械寿命

馈电开关的耐机械磨损能力用产品标准中规定的不通电操作次数来表示。按照惯例，机械寿命指所有机械零部件在使用中必需更换之前，其中有 90%的零件可达到或超过的不通电操作次数作为馈电开关的机械寿命，但正常的维修保养，包括更换真空开关管是允许的。

推荐的馈电开关的机械寿命为（万次）：1，1.5，3。

其中由脱扣器分断的次数不应少于机械寿命的 1/5，其余均由手动分断。

7.2.5.2 电寿命

馈电开关的耐电气磨损能力，是指对应于表 15、表 22 中所规定的条件下，以不修理和不更换零件所能承受的通电操作次数来表示。要求的通电操作次数应在产品标准中规定。

推荐的馈电开关的电寿命为（千次）：1，1.5，3。

验证电寿命的条件应符合表 22，每小时操作循环数按表 15。

表22 验证电寿命的条件

试验电压 V			试验电流 A		$\cos\varphi \pm 0.05$	电寿命 千次
控制用	接通	分断	接通	分断	0.35	符合本条推荐的系列数值
	U_e	$0.17U_e$	$6I_e$	I_e		
配电用	U_e		I_e		0.8	符合本条推荐的系列数值

7.2.6 辅助触头的性能

辅助触头的性能应符合 5.5 的规定。

7.2.7 R-C 阻容保护

馈电开关采用 R-C 阻容保护操作过电压，其操作过电压峰值不应大于表 6 中的冲击耐受电压，经保护后的过电压峰值不应大于用电设备额定电压的 2.6 倍。

7.2.8 其它保护

漏气闭锁保护、屏蔽电缆监视线保护、控制电路绝缘监视、温度等其它保护性能，应在产品标准中规定。

7.2.9 湿热性能

馈电开关的湿热性能应符合 GB 3836.1-2000 附录 C 的规定，严酷等级为高温 40℃，周期 12d。

7.2.10 抗电磁干扰要求

除非产品标准另有规定，应符合 GB 14048.1-2006 中 7.3.2 的规定。

7.3 本安参数

馈电开关若为隔爆兼本质安全型，其本安参数由产品标准规定，但应符合 GB 3836.4-2000 中的规定。

7.4 元器件性能

馈电开关的组成元器件，除应满足本标准要求外，尚需符合各自标准要求。

8 试验方法

8.1 验证结构要求

8.1.1 馈电开关的动压试验、静压试验（水压试验）和内部点燃的不传爆试验按 GB 3836.2-2000 第三篇及附录 A 规定进行。

8.1.2 外壳的隔爆接合面参数检查用塞尺、游标卡尺、分度卡、粗糙度样板等工具进行。

8.1.3 引入装置的夹紧试验、机械强度试验、密封性能试验按 GB 3836.1-2000 附录 D 和 GB 3836.2-2000 附录 D 的规定进行。

8.1.4 透明件的抗冲击和热剧变试验按 GB 3836.1-2000 第 23 章的规定进行。

8.1.5 馈电开关前门联锁和手柄指示及手柄运动方向、操作按钮颜色检查用目测和操作进行。

8.1.6 接地保护标志及防蚀、防松、辅助接地、警告要求用目测检查。

8.1.7 接线端子的绝缘套管防扭转试验按 GB 3836.1-2000 第 23 章规定进行。接线端子标志及防护盖板用目测检查。

8.1.8 馈电开关紧固件的防松、防蚀措施及绝缘件质量通过零部件检验进行。

8.1.9 电缆引入装置的橡胶密封圈材料老化试验按 GB 3836.1-2000 中 D3.3 的规定进行。

8.1.10 电气间隙和爬电距离按 GB 14048.1-2006 中附录 G 规定执行。

8.1.11 绝缘材料的相比漏电起痕指数 (CTI) 测定按 GB 14048.1-2006 中 7.2.3.4 的规定进行。若绝缘材料已提供了 (CTI) 数据, 则不必重复测定。

8.2 验证性能要求

8.2.1 温升试验按 GB 14048.1-2006 中 8.3.3.3 规定进行。

8.2.2 介电性能试验按 GB 14048.1-2006 中 8.3.3.4 的规定进行。当电气间隙大于或等于表 6 数值时, 可不必进行冲击耐压试验, 但应进行工频耐压试验。

8.2.3 短路条件下的接通与分断能力 (7.2.3.1) 试验按 GB 14048.2-2008 中 8.3.2~8.3.8 规定进行。短时耐受电流能力试验按 GB 14048.2-2008 中 8.3.6 的规定进行。并补充下列内容:

- a) 对于使用类别 A 的馈电开关和具有额定极限短路分断能力大于额定短时耐受电流能力的使用类别 B 的馈电开关, 在进行短路分断能力试验时, 预期短路电流应等于制造厂规定的额定极限短路分断能力 (I_{cu}), 功率因数应按表 13 对应于试验电流的值。操作循环为: o——t——co。试验按 GB 14048.2-2008 中 8.3.5 和 8.3.6.4 进行;
- b) 对于使用类别 A 的馈电开关和具有额定运行短路分断能力 (I_{cs}) 且等于其短时耐受电流能力 (I_{cw}) 的使用类别 B 馈电开关, 在进行短路分断能力试验时, 通以预期短路电流为制造厂规定的 I_{cs} 值。循环为: o——t——co——t——co, 试验按 GB 14048.2-2008 中 8.3.4 进行。试验后记录操作循环数。B 类馈电开关的本项试验可以代替 C 项试验;
- c) 对于使用类别 B 且具有额定短时耐受电流能力小于额定运行短路分断能力的馈电开关进行额定短时耐受电流能力试验时, 通以额定短时耐受电流, 不应瞬时脱扣, 短延时脱扣在最大延时下脱扣分断, 操作循环为: o——t——co。试验按 GB 14048.2-2008 中 8.3.4 和 8.3.6.4 进行;
- d) 对于使用类别 B 且具有额定短时耐受电流能力等于额定运行短路分断能力, 也等于额定极限短路分断能力的馈电开关, 在进行额定短时耐受电流能力试验时, 通以短时耐受电流, 馈电开关不应瞬间脱扣, 短延时脱扣在最大延时下脱扣分断, 其操作循环为: o——t——co——t——co。试验按 GB 14048.2-2008 中 8.3.8 进行。

试后记录操作循环数, 本试验可以代替 a), b) c) 三项试验。

8.2.4 过载性能试验应在制造厂规定的最大工作电压下进行, 额定工作电流应是与其容量相一致的最大值, 过载脱扣器整定到最大值, 每小时操作循环数按表 15。

馈电开关应人工分断过载电流九次, 由过载脱扣器自动分断过载电流三次。

若馈电开关的短路脱扣器最大整定值小于试验电流, 则全部 12 次操作均应是自动分断的。每次操作闭合时间应足够长, 以保证满载电流的建立, 但不超过 2s。

若达不到规定操作频率, 允许以较低操作频率试验, 但应记录在试验报告中。

试验后, 馈电开关应能承受二倍额定绝缘电压的介电试验, 然后, 通以约定发热电流, 其温升不应超过表 9 规定值。

温升试验后, 验证过载脱扣, 馈电开关应在 1.45 倍整定电流值时脱扣跳闸, 其动作时间应不超过

表 17、表 18 和 GB 14048.4-2003 有关规定的脱扣时间。若馈电开关为热过载脱扣器，在周围空气温度下进行试验，而试验电流按制造厂的温度/电流数据修正，此时脱扣动作与周围空气温度无关。

8.2.5 不通电操作性能试验按 GB 14048.2-2008 中 8.3.3.3.3 和本标准的规定进行，出厂试验时，验证操作电压范围。

通电操作性能试验按 GB 14048.2-2008 中 8.3.3.3.4 和本标准的规定进行，馈电开关接通和分断操作应在规定的额定工作电压下接通和分断额定工作电流，功率因数按表 1。对于电动合闸机构应在其额定控制电源电压操作，完成规定的操作循环数，电气部件温升不超过表 8、表 9、表 10 的规定。

8.2.6 短路脱扣、反时限过载脱扣分别按 GB 14048.2-2008 中 8.3.3.1 进行。分励脱扣和欠电压脱扣按 GB 14048.2-2008 中 8.3.3.2 的规定进行。

8.2.7 主电路的漏电闭锁保护试验用可变电阻单相模拟漏电阻阻值的方法进行，主电路的漏电保护试验用功率不小于 25W 的可变电阻单相模拟漏电阻阻值的方法进行。

8.2.8 机械寿命与电寿命试验按 GB 14048.1-2006 中 8.3.3.7 的规定进行。

8.2.9 辅助触头的性能按 GB 14048.5-2008 中第 8 章的规定进行。

8.2.10 馈电开关中 R-C 阻容过电压保护试验方法正在考虑中。

8.2.11 其它保护的试验方法在产品标准中规定。

8.2.12 馈电开关湿热性能试验按 GB/T 2423.4-2008 中的规定进行。

8.2.13 抗电磁干扰试验按 GB 14048.1-2006 中 8.4 的规定进行。

8.2.14 馈电开关与另外短路保护装置处在同一电路中时，两者短路保护之间的配合试验见附录 A。

8.2.15 本安参数试验按 GB 3836.4-2000 中 10.1~10.4 规定进行。

9 检验规则

9.1 检验的分类

验证馈电开关是否符合本标准的检验分为：

- a) 型式检验；
- b) 出厂检验。

9.1.1 型式检验

其目的在于验证新型馈电开关的设计性能是否符合本标准的要求。通常型式检验只需进行 1 次。下列情况之一者应进行型式检验：

- a) 样机试制完成后；
- b) 结构、工艺和材料更改后有可能影响其工作性能时；
- c) 转厂生产重新试制后及停产 5 年以上再次投入生产时；
- d) 国家质量监督机构提出要求时。

型式检验项目见表 23。

9.1.2 型式检验周期

正式批量生产的馈电开关一般每隔五年进行一次，但机械寿命、漏电起痕指数以及与 SCPD 协调配合等项目除外。

9.1.3 出厂检验

出厂检验是指产品出厂前应逐台进行的检验，出厂检验项目见表 23。

9.2 判定规则

按 GB/T 2829-2002 规定，并补充下列内容：

型式检验的数量不少于两台。

型式检验可以用抽样方案进行。按 GB/T 2829-2002 的规定，其抽样方案，判定数组应符合表 24。

出厂检验应逐台进行，直至合格为止。不能返修者应予报废。

表23 检验项目

序号	质量类别	检验项目		技术要求条号	试验方法条号	型式检验	出厂检验
1	A	动压试验与和内部点燃的不传爆试验		7.1.1	8.1.1	△	—
2	B	静态试验（水压试验）		7.1.1	8.1.1	△	△
3	A	隔爆接合面（宽度, 间隙, 粗糙度）		7.1.1.2	8.1.2	△	△
4	A	透明件抗冲击和热剧变试验		7.1.1.4	8.1.4	△	—
5	A	电缆引入装置的夹紧密封性能		7.1.1.3	8.1.3	△	—
6	A	馈电开关手柄与前门联锁		7.1.1.5~ 7.1.1.7	8.1.5	△	△
7	C	接地保护标志及防蚀防松、辅助接地、警告标志		7.1.1.8 7.1.1.11~12	8.1.6	△	△
8	B	接线端子绝缘套管扭转试验		7.1.1.9	8.1.7	△	—
9	C	紧固件防松、防蚀		7.1.2~7.1.4	8.1.8	△	△
10	A	橡胶密封圈材料老化试验		7.1.5	8.1.9	△	—
11	B	电气间隙和爬电距离		7.1.6	8.1.10	△	△
12	B	漏电起痕指数		7.1.6.2	8.1.11	△	—
13	B	温升		7.2.1	8.2.1	△	—
14	B	介电性能冲击耐压		7.2.2.1	8.2.2	△	—
	B	介电性能冲击耐压		7.2.2.2	8.2.2	△	—
	B	介电性能工频耐压		7.2.2.3	8.2.2	△	△
	B	介电性能工频耐压		7.2.2.4	8.2.2	△	△
15	B	短路接通与分断能力 短路耐受电流能力		7.2.3.1	8.2.3	△	—
16	B	过载性能		7.2.3.2	8.2.4	△	—
17	B	不通电操作性能		7.2.3.3.1	8.2.5	△	△
18	B	通电操作性能		7.2.3.3.2	8.2.5	△	—
19	B	短路脱扣		7.2.4.1	8.2.6	△	△
	B	反时限过载脱扣		7.2.4.2	8.2.6	△	△
	B	分励脱扣		7.2.4.3	8.2.6	△	△
	B	欠电压脱扣		7.2.4.4	8.2.6	△	△
20	B	主电路漏电保护和漏电闭锁		7.2.4.5	8.2.7	△	△
21	B	机械寿命		7.2.5.1	8.2.8	△	—
	B	电寿命		7.2.5.2	8.2.8	△	—
22	B	辅助触头性能		7.2.6	8.2.9	△	—
23	B	湿热性能		7.2.9	8.2.12	△	—
24	B	抗电磁干扰		7.2.10	8.2.13	△	—
25	C	与SCPD协调配合		7.2.4.6	8.2.14	△	—
26	A	本安试验	本安参数测量	7.3	8.2.15	△	△
			本安火花试验			△	—

表24 抽样方案和判定数组

序号	质量类别	判别水平	RQL	抽样方案	样本大小	判定数组	
						Ac	Re
1	A	I	40	1次	4	0	1
2	B	I	40	2次		0	2
						1	2
3	C	I	50	2次		0	2
						1	2

10 标志、包装、运输及贮存

10.1 标志

10.1.1 每台馈电开关在外壳上明显处设有永久性的清晰的红色标志“Exd I”或“Exd [ib] I”和牢固的黄底黑字煤矿安全标志牌“MA”，后者应符合 AQ 1043-2007 的规定, 材料一般为铜或不锈钢。

10.1.2 每台馈电开关在外壳上明显处，须设置产品铭牌，并可靠固定。应包括下列内容：

- a) 铭牌的右上方有明显的红色“Ex”标志；
- b) 产品型号和名称及出厂年月（或编号）；
- c) 额定工作电压，在不同工作电压下，不同使用类别下额定工作电流或额定工作功率；
- d) 安全标志编号；
- e) 防爆合格证号；
- f) 制造厂名或商标，产品生产许可证号，产品质量；
- g) 防爆标志（依次标明防爆型式、类别、级别、温度组别等）；
- h) 本质安全型电路额定参数（有必要时）；
- i) 额定工作制；
- j) 其它有关数据。

上述 a) ～h) 必须标志在产品铭牌上，其余项可按需要选取标志。

10.2 包装

馈电开关的包装应防止其运输中受到损坏，并应达到防雨雪和防尘要求。包装箱应牢固，符合 GB/T 13384-2008 的规定。包装箱内应有装箱单、产品合格证、产品使用说明书、专用工具等。

包装箱外壁上应有清晰整齐的包装标志，应达到不因运输或贮存日久而模糊不清。其标志内容包括：

- a) 制造厂厂名和（或）商标及地址；
- b) 收货单位名称及地址；
- c) 产品型号、名称、数量和毛重；
- d) 包装箱外形尺寸（长、宽、高、）；
- e) 包装储存标志按 GB/T 191-2008 选用，如“向上”、“防潮”、“小心轻放”、“起吊”等；
- f) 包装日期及编号。

10.3 运输及贮存

运输、贮存条件按 GB 14048.1-2006 中第 6 章的规定，并补充下述规定：

馈电开关不得严重碰撞和翻滚，放置在不雨雪侵入、空气流通、相对湿度不大于 90%（20℃）、温度不高于 40℃，不低于-25℃的仓库中。

附 录 A

(规范性附录)

短路保护配合验证方法

A.1 本附录的目的

- a) 对于与馈电开关有配合要求的短路保护电器 (SCPD) 给出一般指导;
- b) 对遇到的配合条件给出试验验证方法。

A.2 一般要求

- a) 与馈电开关一同使用的 SCPD, 在预期安装点的最大短路电流下, 应有适用的分断能力;
- b) 保护配合一般可由比较馈电开关 (C_1) 和安装的 SCPD (C_2) 的动作特性来做到, 并确定 I_b 电流值, I_b 值不应太低, 一般接近 C_1 馈电开关的 I_{cu} 值 (例如大于 I_{cu} 的 80%);
- c) 如果 SCPD (C_2) 为馈电开关或熔断器, 则应带有人为的分断短路延时作为后备保护。交接电流 I_b 应不超过 C_1 馈电开关的额定极限短路分断能力 I_{cu} ;
- d) 交接电流由比较馈电开关 (C_1) 和配合的 SCPD (C_2) 的动作特性中所有 C_1 整定值对 C_2 所有整定值是否可以适用来检验, 但不超过 c) 项的限制;
- e) 注意到 SCPD 在配合的 I_b 电流下的焦耳积分值应不超过 C_1 馈电开关在其额定极限短路分断能力 I_{cu} 下的焦耳积分值, 同时 SCPD 在最大短路电流下延时动作, 不应在 C_1 馈电开关上造成损害 (例如极与极之间, 极与框架间飞弧或发生触头熔焊等)。

A.3 后备保护的试验验证

C_1 馈电开关的可调过电流脱扣应按最小 I_b 试验电流整定, 而配合的 SCPD (C_2) 的可调过电流脱扣应按最小 I_b 试验电流和最大延时整定。

本试验按 o——t——co 操作循环, 试验电流及脱扣电流整定值由小到大至 I_{cu} 或 I_{cs} , 此时分断可由 C_1 完成。

在进行最大预期短路电流试验时, 应不超过 SCPD 的短路分断能力。如果 I_b 值接近 I_{cu} (例如大于 I_{cu} 的 80%), 则应在预期电流等于 I_{cu} 的 110% 值下进行附加试验。

各种配合的情况为:

- a) C_1 和 C_2 应在不同的两个试验电流下跳闸, 这是后备保护的一般要求;
- b) C_1 跳闸而 C_2 始终不动作, 此时配合无效;
- c) C_1 和 C_2 均跳闸, 此时应确定 C_1 和 C_2 均跳闸的最低电流的附加试验。

若配合的 SCPD 为熔断器, 应至少有二相熔断器熔断。

A.4 获取结果

以上三种试验情况应在试验报告中记录, 并核对选择性极限电流和交接电流是否与预期值一致。试验过程中相间及各相与框架之间应既不产生电弧短路, 也没有闪络发生为合格。

参考文献

- [1] GB/T 2900.18-2008 电工术语 低压电器
 - [2] MT 175-1988 矿用隔爆型电磁起动器用电子保护器
-