

ICS 29.120.99

K 35

备案号：

MT

中华人民共和国煤炭行业标准

MT 111—XXXX

代替MT111-1998

矿用防爆型低压交流真空电磁起动器

Mining explosion-proof low voltage
alternating vacuum electromagnetic starter

(送审稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 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	1
4 分类与命名	2
5 特性	2
6 正常工作条件	4
7 结构和性能要求	5
8 试验方法	13
9 检验规则	15
10 标志、包装、运输、贮存	17

前 言

本标准的第 7.1.1 b)、d)、e)、f)、i)、k)、l) 条, 第 7.1.5 条, 第 7.1.7 条, 第 7.1.8 条, 第 7.1.10 条, 第 7.2.1 条, 第 7.2.2 条, 第 7.2.3.1 条, 第 7.2.12 条, 第 7.2.15 条, 第 7.2.16 条, 第 7.2.19 条为强制性的, 其余为推荐性的。

本标准是对 MT 111—1998《矿用防爆型低压交流真空电磁起动器》的修订。本标准代替 MT111—1998。本标准与 MT111—1998 相比, 主要变化如下:

- 删除了第 3 章符号与代号章节(1998 年版的 3.2 和 3.3) ;
- 修改了断续周期工作制的操作条件(1998 年版的表 2, 本版的表 1) ;
- 删除了机械环境(1998 年版的表 3) ;
- 删除了按外壳防护等级分(1998 年版的 4.1.4) ;
- 修改了易近部件极限温升(1998 年版的表 8, 本版的表 6) ;
- 删除了断续周期工作制绕组的操作条件(1998 年版的表 9) ;
- 修改了隔离开关或隔离换相开关的分断能力(1998 年版的表 15, 本版的表 12) ;
- 删除了过载继电器整定值校正内容(1998 年版的表 21 中序号 26) ;
- 删除了运输储存试验内容(1998 年版的表 21 中序号 35) ;
- 修改了型式检验和出厂检验项目(1998 年版的表 21, 本版的表 18) 。
- 增加了型式检验和出厂检验项目中的技术要求内容(1998 年版的表 21, 本版的表 18) 。

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。

本标准起草单位: 上海矿用电器厂、煤炭科学研究总院上海分院、徐州煤矿机械厂、电光防爆电气有限公司。

本标准主要起草人: 乔光荣、富康荣、刘汉霆、王彩燕、高小桦、闫昌东、石向才。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- MT111—1986、MT 111—1998。

矿用防爆型低压交流真空电磁起动器

1 范围

本标准规定了矿用防爆型低压交流真空电磁起动器（以下简称起动器）的术语和定义、分类与命名、特性、结构和性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于煤矿井下额定频率 50Hz、电压至 1140V(1200V) 及以下的电路中对三相鼠笼型异步电动机直接或远距离起动和停止、反转和变速控制，同时对电动机及有关电路进行保护的起动器。

本标准有关过载保护的条款不适用于装入电动机内部的埋入式过热保护装置。

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 包装储运图示标志(GB/T 191-2008, ISO 780:1997, MOD)
- GB/T 762 标准电流等级(GB/T 762-2002, IEC 60059:1999, EQV)
- 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 2900.18-2008 电工术语 低压电器
- GB/T 2900.35-2008 电工术语 爆炸性环境用设备(IEC 60050-426:2008, IDT)
- 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 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(GB/T 4026-2004, IEC 60445:1999, IDT)
- GB/T 5590-2008 矿用防爆低压电磁起动器
- GB/T 10111-2008 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序
- 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 14048.4-2003 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)
- 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 175-1988 矿用隔爆型电磁起动器用电子保护器
- MT/T 412 隔爆型电气设备低压接线端子

3 术语和定义

GB/T 2900.18-2008、GB/T 2900.35-2008 和 GB 14048.1-2006 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

交流真空电磁起动器 alternating vacuum electromagnetic starter

由交流真空电磁接触器与过载保护元件等组合成的起动器。

4 分类与命名

4.1 分类

4.1.1 起动器按其用途分为：

- a) 真空起动器（亦称不可逆真空起动器）；
- b) 可逆真空起动器；
- c) 多回路真空起动器；
- d) 双速真空起动器；
- e) 其它真空起动器。

4.1.2 起动器按其控制方式分为：

- a) 就地控制；
- b) 远距离控制；
- c) 程序控制；
- d) 自动控制。

4.1.3 起动器按其防爆型式分为：

- a) 隔爆型真空起动器；
- b) 隔爆兼本质安全型真空起动器；
- c) 隔爆兼增安型真空起动器。

4.2 命名

起动器命名可用下列项目来说明，其型号应符合 MT/T 154.2 的规定：

- a) 起动器的类别；
- b) 主电路的额定值；
- c) 操作方式（例如电磁操作）；
- d) 其它（如使用类别、极数等）。

以上项目中，a) 与 b) 应考虑，其余由各自产品确定。

5 特性

起动器主电路的额定值和极限值按下列规定表示，根据需要可以增减。

5.1 额定电压

5.1.1 额定工作电压 (U_e)

按 GB/T 156-2007 的规定，为 380，660，1140 V。

5.1.2 额定绝缘电压 (U_i)

起动器的额定绝缘电压与介电性能试验和爬电距离有关，在任何情况下，最大额定工作电压值都不应超过额定绝缘电压值。对于尚未明确规定额定绝缘电压的起动器，可将额定工作电压的最大值作为额定绝缘电压值。

5.1.3 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 电流

5.2.1 额定工作电流 (I_e) 或额定工作功率 (P_e)

起动器的额定工作电流由制造厂规定，并与额定工作电压、频率、工作制、使用类别、约定封闭发热电流、过载继电器的额定电流及外壳防护型式有关。在规定的额定工作电压下，额定工作电流可用起

动器所能控制的电动机的最大额定输出功率来代替或补充，制造厂应提供电动机功率与电流之间的关系。

额定工作电流值应符合 GB/T 762 的规定（除非产品标准另有规定）。

5.2.2 约定发热电流 (I_{th})

应符合 GB 14048.1-2006 中 4.3.2.1 的规定。

5.2.3 约定封闭发热电流 (I_{the})

应符合 GB 14048.1-2006 中 4.3.2.2 的规定。

5.3 额定频率

起动器的额定频率采用电源频率 50 Hz。

5.4 额定工作制

应符合 GB 14048.1-2006 中 4.3.4 的以下规定：

- a) 8h 工作制（连续工作制）（见 GB 14048.1-2006 中 4.3.4.1 的规定）；
- b) 不间断工作制（见 GB 14048.1-2006 中 4.3.4.2 的规定）；
- c) 断续周期工作制（见 GB 14048.1-2006 中 4.3.4.3 的规定）。

断续周期工作制由流过电流值、每小时的操作循环次数（见表 1）和负载因数（通电持续率）来确定。

负载因数（通电持续率）标准值为 40%。

表 1 断续周期工作制的操作条件

使用类别	断续工作制工作级别	每小时操作循环次数/h	每一次闭合、断开操作循环时间/s	短时操作频率次/h
AC-4	12	12	300	180
	30	30	120	
	120	120	30	
AC-3	300	300	12	—
	600	600	6	—

用于断续周期工作制的起动器，过载继电器和电动机之间的热时间常数的不同有可能使热继电器不适用于作过载保护。此时起动器的过载保护问题，由制造厂与用户协商。

5.5 额定接通与分断能力

对不同使用类别（见表 7）的要求按 7.2.3.1 的规定。

5.6 耐受过载电流的能力

用于通断电动机的起动器能耐受正常起动和加速电动机正常转速和运行过载引起的过载电流造成的热效应，具体要求按 7.2.5 的规定。

5.7 额定限制短路电流

应符合 GB 14048.1-2006 中 4.3.6.4 的规定。

5.8 使用类别

应符合 GB 14048.1-2006 附录 A 中的 AC-3、AC-4 的规定。

5.9 隔离开关的性能

起动器中隔离开关或隔离换相开关性能要求按 7.2.8 的规定。

5.10 控制电路

GB 14048.1-2006 中 4.5.1 适用。其中先导电路电压应不高于 36V，宜采用本质安全电路。

5.11 辅助电路

应符合 GB 14048.1-2006 中 4.6 的规定。

5.12 保护装置的种类和特性

5.12.1 保护装置种类

MT111—××××

5.12.1.1 起动机应具备以下保护装置:

- a) 过载保护;
- b) 断相保护;
- c) 短路保护;
- d) 欠压保护;
- e) 主电路漏电闭锁保护;
- f) 通断操作过电压保护。

5.12.1.2 起动机根据需要可装设以下装置的一种或数种:

- a) 控制电路绝缘监视保护;
- b) 温度保护;
- c) 显示;
- d) 其它保护。

5.12.2 保护装置的特性

5.12.2.1 过载保护

过载保护应符合 7.2.9 的规定。

5.12.2.2 短路保护

5.12.2.2.1 起动机内主回路应装有熔断器组成的短路保护装置:

- a) 熔断器的额定电压;
- b) 熔断器的额定电流和熔体的额定电流及熔断特性;
- c) 额定短路分断能力(该值被认为是保护起动机的额定限定短路电流值)。

5.12.2.2.2 起动机内装有继电器作过流保护时:

- a) 过电流继电器的整定电流(或整定电流范围);
- b) 时间—电流特性;
- c) 起动机的极限分断能力。

5.12.2.2.3 与短路保护电器(SCPD)的协调配合:

- a) SCPD 的型式,按 7.2.11 与 GB 14048.1-2006 中 4.8 的规定;
- b) 额定值和特性值,按 7.2.11 与 GB 14048.4-2003 中 5.8 的规定。

5.12.2.3 主电路漏电闭锁

主电路漏电闭锁应符合 7.2.12 的规定。

5.12.2.4 断相保护

断相保护应符合 7.2.10 的规定。

5.12.2.5 通断操作过电压保护

通断操作过电压按 7.2.13 和 GB 14048.1-2006 中 4.9 的规定。

5.12.2.6 欠压保护

欠压保护按 GB 14048.1-2006 的规定。

5.12.2.7 其它保护

其它保护的特性由产品标准规定。

6 正常工作条件

起动机应能在以下条件下运行:

- a) 周围环境温度一般为 $-5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$,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来计算温升;
- b) 海拔高度不超过 2000 m;

- c) 周围空气相对湿度不大于 95%(25℃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汽的环境中；
- f) 与水平面的安装倾斜角一般不超过 15°，但机载产品应不小于主机的最大工作倾斜角；
- g) 能防止滴水的地方；
- h) 污染等级为 3 级；
- i) 安装类别为Ⅲ类。

7 结构和性能要求

7.1 结构要求

7.1.1 起动器的隔爆外壳应符合下述规定：

- a) 外壳应有隔爆型主腔和接线盒组成。外壳应具有托架，同时也能适应于固定安装；
- b) 外壳的隔爆接合面配合间隙、宽度、粗糙度应符合 GB 3836.2-2000 的规定；
- c) 接线盒应便于接线，并留有适合于导线弯曲半径的空间。应考虑到正确连接导线后，其电气间隙、爬电距离应符合相应防爆型式专用标准的规定。应有足够数量的、符合 GB 3836.1-2000 和 GB 3836.2-2000 规定的引入装置；
- d) 隔爆外壳应能承受 GB3836.2-2000 规定的外壳静压试验，试验达到规定的压力后应维持 10_{0}^{+2} s，试验后隔爆外壳不得产生永久性变形；
- e) 起动器的隔离开关或隔离换相开关与隔爆外壳之间应装设可靠的机械联锁，保证三极同步并只有当隔离开关或隔离换相开关处于断开位置时，主腔才能打开；当主腔打开后，以正常的操作方法不能使隔离开关或隔离换相开关闭合；
- f) 隔离开关或隔离换相开关与真空接触器之间应有可靠的电气联锁，保证只有真空接触器控制电路断开时，隔离开关或隔离换相开关才能转换位置；
- g) 隔离开关或隔离换相开关的手柄操作机构有足够的机械强度。手柄在闭合和断开位置应有清晰的指示和可靠的定位；
- h) 对于由两个或两个以上按钮操作的起动器，应确定停止按钮为红色；
- i) 起动器的内外保护接地端子应符合 GB 3836.1-2000 中第 15 章的规定。
- j) 起动器上的接线端子应符合 GB 14048.1-2006 或 MT/T 412 的规定。接线端子识别与字母数字标志应符合 GB/T 4026 的规定；
- k) 起动器中本质安全电路的结构应符合 GB 3836.4-2000 的规定；
- l) 起动器的输出端断电后，如外壳内仍有带电部件，应加设防护性绝缘盖板，并注明“带电”或“有电”字样的警告标志。

7.1.2 可逆真空起动器除应具有 7.1.1 规定的隔离换相开关的电气联锁和机械联锁外，还应符合下列规定：

- a) 电气联锁应保证两台接触器中一台闭合后，另一台的线圈电路被断开；
- b) 机械联锁应保证两台接触器的主触头不能同时被接通的可能性。

7.1.3 起动器上所有黑色金属零部件（电磁铁的工作表面除外）均应有可靠的防锈措施。主腔与接线盒内壁应涂耐弧漆。

7.1.4 起动器上所有螺栓与螺母均应有防止自行松脱的措施。

7.1.5 电气间隙和爬电距离

7.1.5.1 电气间隙

7.1.5.1.1 起动器按污染等级 3 级、安装类别Ⅲ和额定冲击耐受电压来确定主腔内最小电气间隙，见表 2 的规定。如电气间隙小于表 2 数值时，则应进行冲击耐受电压试验。若电气间隙等于或大于表 2 数值时，可不进行冲击耐受电压试验。可用测量间隙的方法来加以验证。

表 2 主腔内电气间隙

由电源系统额定电压确定的 相对相电压（交流有效值） V	额定冲击耐受电压推荐值 U_{imp} kV	最小电气间隙 mm
50	0.5	0.8
100	0.8	0.8
150	1.5	1.5
300	2.5	3.0
600	4.0	5.5
1000	6.0	8.0
1200	8.0	14.0

7.1.5.1.2 起动机接线盒内电气间隙应符合 GB 3836.3-2000 中 4.3 的规定。

7.1.5.1.3 起动机内辅助电路和控制电路的电气间隙：

- a) 与主电路额定工作电压相同或接至主电路的辅助电路和控制电路的电气间隙应符合表 2 的规定；
- b) 不与主电路额定工作电压相同，也不接至主电路的辅助电路和控制电路可有不同电气间隙，其电气间隙应按其额定工作电压符合表 2 的规定。

7.1.5.1.4 隔离开关或隔离换相开关的触头在断开位置时，同一极的断开触头之间的电气间隙，及冲击耐受电压应符合 GB 14048.1-2006 中 7.2.3.1 的规定。

7.1.5.2 爬电距离

7.1.5.2.1 起动机主腔内爬电距离按污染等级 3、额定绝缘电压或工作电压及材料组别所确定的爬电距离应大于或等于表 3 的规定值。

绝缘材料可按它们的相比漏电起痕指数（CTI）划分为如下三个组别：

- I : $600 \leq CTI$
- II : $400 \leq CTI < 600$
- IIIa : $175 \leq CTI < 400$

表 3 主腔内爬电距离

额定绝缘电压或工作电压 U_i （交流有效值） V	爬电距离 mm		
	I	II	III a
$U_i \leq 40$	1.4	1.6	1.8
$40 < U_i \leq 63$	1.6	1.8	2.0
$63 < U_i \leq 127$	1.9	2.1	2.4
$127 < U_i \leq 250$	3.2	3.6	4.0
$250 < U_i \leq 400$	5.0	5.6	6.3
$400 < U_i \leq 660$	8.0	9.0	10.0
$660 < U_i \leq 1200$	16.0	18.0	20.0

7.1.5.2.2 起动机接线盒内爬电距离应符合 GB 3836.3-2000 中 4.4 的规定。

7.1.5.3 对于未规定冲击耐受电压值的起动机，其主腔内（主电路、控制电路、辅助电路）电气间隙和爬电距离应符合 GB 14048.4-2003 中附录 C 的规定。

7.1.5.4 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。

7.1.6 起动机的观察窗透明件应能承受 GB3836.1-2000 中的 23.4.3.1 的冲击试验和 23.4.6.2 的热剧变试验。

7.1.7 起动器的电缆引入装置应符合 GB3836.1-2000 附录 D 中规定的夹紧试验和 GB3836.2-2000 附录 D 中规定的密封性能试验。

7.1.8 起动器的橡胶密封圈应能承受 GB3836.1-2000 附录 D 中 D3.3 规定的老化试验。

7.1.9 起动器的连接件耐扭转性能应能承受 GB3836.1-2000 中 23.4.5 规定的连接件扭转试验，试验时绝缘座与接线柱间不得转动与损坏。

7.2 性能要求

7.2.1 温升

7.2.1.1 在下列规定条件下，起动器内绝缘线圈在空气中的温升极限、与外部导线连接的接线端温升极限及易近部件温升极限不得超过表 4、表 5 及表 6 的数值。其它部件如主触头、辅助触头等温升极限由产品标准另行规定，原则上以不引起载流部件本身损害及不影响相连或相邻部件的正常工作为限：

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

表 4 绝缘线圈在空气中温升极限

单位为开

绝缘材料等级	用电阻法测得的温升极限
E	80
B	90
F	115
H	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 5 与外部导线连接的接线端子温升极限

单位为开

序号	端子材料	温升极限
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
5	其它金属	≤ 65

实际使用中采用的外接导体直径不宜显著地小于试验中连接导体的直径，否则能导致电器的接线端子和内部部件的较高温度，对于引起较高温度有害于电器的导体不应采用。

表中规定的温升极限适用于新的完好电器。对试验条件有差异或对器件的尺寸（或体积）甚小时，企业产品标准可规定不同的温升极限，一般不超过温升极限值 10K。

铜或黄铜镀银或镀镍接线端子温升极限 70K 是以 PVC 电缆为依据而确定的。

其它金属的温升极限是根据使用经验和寿命试验来决定，但不应超过 65K。

表 6 易近部件极限温升

单位为开

易 近 部 件		温 升 极 限
手操作部件（手柄）	金 属	15
	非 金 属	25
可触及但不能握住的部件	金 属	30
	非 金 属	40
邻近电缆入口的外壳表面	金 属	40
	非 金 属	50
不同于本标准试验规定提出的不同温升，可由产品标准规定，但不超过本表列值 10K。		

7.2.1.2 控制电路温升应符合 GB 14048.1-2006 中 7.2.2.5 的规定。

7.2.1.3 辅助电路温升应符合 GB 14048.1-2006 中 7.2.2.7 的规定。

7.2.2 介电性能

7.2.2.1 起动器的介电性能应符合 GB/T 5590-2008 中 8.2.2 表 11 的规定。

注：额定工作电压 660V 等级的工频耐压归至额定绝缘电压 $660V < U_i \leq 800V$ 挡。

7.2.2.2 本质安全型电路介电性能应符合 GB 3836.4-2000 的规定。

7.2.3 正常负载和过载条件下的性能要求

7.2.3.1 接通和分断能力

7.2.3.1.1 起动器按 GB 14048.4-2003 中表 7 所述，应能接通和分断表 7 规定的使用类别相对应的电流并完成相应的次数。通电时间和间隔时间应不超过表 7 和表 8 的规定值。

表 7 不同使用类别的接通和通断条件

使用类别	额定工作电流 I_e A	接 通 ^c 条件			通 断 条 件			通电时间 s	间隔 时间	操作环循 次数
		I / I_e	U / U_e^b	$\cos\phi$	I / I_e	U / U_e^b	$\cos\phi$			
AC-3	≤ 100	10	1.1	0.35	8	1.1	0.35	0.05 ^a	见表 8	50
	> 100	8			6					
AC-4	≤ 100	12			10					
	> 100	10			8					
<p>注：I—接通电流，接通电流用交流对称有效值表示，但对交流而言，接通操作时实际的电流峰值可能会高于对称峰值； I_e—额定工作电流； U—外施电压； U_e—额定工作电压； $\cos\phi$—试验电路的功率因素。</p>										
<p>^a 0.05 s 为最小值，最大通电时间不超过 0.2 s；若触头在重新断开之前已经完全闭合，则允许时间小于 0.05 s；同样如用户制造厂同意，最大通电时间也可延长。</p>										
<p>^b U/U_e 允许误差+5%。</p>										
<p>^c 接通应验证，若制造厂同意，接通与通断一起进行，操作循环也为 50 次。其中 25 次为 110% U_s，25 次为 75% U_s。</p>										

表 8 验证额定接通与分断能力时分断电流 I_c 和间隔时间之间的关系

分断电流 I_c A	间隔时间 s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30
$300 < I_c \leq 400$	40
$400 < I_c \leq 600$	60
$600 < I_c \leq 800$	80
$800 < I_c \leq 1000$	100
$1000 < I_c \leq 1300$	140
$1300 < I_c \leq 1600$	180
$1600 < I_c$	240

按使用要求允许缩短间隔时间，但应大于等于 10s。

7.2.3.1.2 可逆真空起动器的接通与分断应能在表 7 规定 (AC-4) 条件下进行 50 次可逆转换操作，程序如下：

闭合 A→断开 A→闭合 B→断开 B→间隔时间。

闭合 B→断开 B→闭合 A→断开 A→间隔时间。

注：A 和 B 为起动器的两台接触器，分别代表正向和反向。

7.2.3.2 约定操作性能

7.2.3.2.1 无载操作性能（动作特性范围）

在额定控制电源电压 U_e 的 75%~110% 之间任何值起动器应能可靠闭合。在额定控制电源电压 U_e 的 20%~60%（直流为 10%~60%）起动器应能释放。

7.2.3.2.2 约定操作性能（有载操作性能）

起动器接通和分断应符合表 9 中规定的不同使用类别的约定操作性能的接通和分断电流并完成操作循环次数。若制造厂同意，则允许缩短间隔时间，也允许延长通电时间。

表 9 不同使用类别的约定操作性能的接通与分断条件

使用类别	接通和分断（通断）条件					
	I/I_e	U_r/U_e^b	$\cos\varphi$	通电时间 ^a s	间隔时间 s	操作循环次数 ^c
AC-3	2.0	1.0	0.35	0.05~0.1	见表 8	6000
AC-4	6.0					

^a若能使触头在断开之前完全闭合，则允许通电时间小于 0.05s，最大通电时间不能超过 0.2s。
^b U_r/U_e 的允差为+5%。
^c操作循环次数为最少次数。若制造厂同意，也可按电寿命次数或电寿命次数的一个比例数确定操作循环次数。推荐 17%、50%、100%。此时操作循环次数可视作电寿命次数。

MT111—××××

7.2.4 寿命

7.2.4.1 机械寿命

GB 14048.4-2003 中 8.2.4.3 适用，补充下述规定：

起动器的机械寿命为（百万次）：0.1，0.3，1，3，6，10。

7.2.4.2 电寿命

起动器的电寿命在表 10 中规定的条件下，用不修理和不更换任何零部件所能承受的有载操作次数来表示。除非另有规定，AC-3 的有载操作次数不低于相应机械寿命次数的 1/20。其中 AC-4 电寿命为 1，3，6，10，15 万次。操作频率和 AC-4 电寿命应在产品标准中规定。AC-4 操作时含 10 次按表 1 规定的短时操作频率的次数，作为密接通断能力考核。

表 10 不同使用类别下验证电寿命的接通和分断（通断）条件

使用类别	接 通			分 断		
	I / Ie	U / Ue	cosφ	I / Ie	Ur / Ue	cosφ
AC-3	6	1.0	0.35	1	0.17	0.35
AC-4				6	1.0	

7.2.5 耐受过载电流能力

起动器应能承受表 11 所规定的试验电流，由过载继电器延时分断（3~5）次所造成的热效应。

表 11 耐受过载电流要求

额定工作电流 A	试验电流 A	通电时间 s
≤ 630	8 × I _{emax} (AC-3)	10

7.2.6 辅助触头的性能

应符合 GB 14048.5-2008 的规定。

7.2.7 双速真空起动器

双速真空起动器应具有自动或手动速度切换装置及低速向高速切换功能。当负荷电流降至 1.2 I_e 以下时，由低速自动切换到高速。当采用时间形式来控制低、高速切换时，则时间应延时可调，以确保各种情况下使用。速度切换的时间间隔不大于 300ms。切换负荷或切换延时可调时间在产品标准中规定。

7.2.8 起动器中隔离开关或隔离换相开关的分断能力和机械寿命

7.2.8.1 隔离开关或隔离换相开关的分断能力按表 12 规定。

表 12 隔离开关或隔离换相开关的分断能力

I _c / I _e	U / U _e	Cosφ ± 0.05	试验次数	间隔时间 s
1 ^a	1.0	0.35	3 ^c	180
6 ^b	1.05			

^a 适用于额定工作电压 1140V 及以下的空气型隔离开关或隔离换相开关。
^b 适用于额定工作电压 1140V 及以下的真空型隔离开关或隔离换相开关。
^c 对换相开关按各一次为一次。

7.2.8.2 隔离开关的机械寿命为（以万次表示）：0.1，0.3，0.6，1.0。

7.2.9 过载保护性能（有周围空气温度补偿）

用热继电器作过载保护时，其特性应符合表 13 的规定。用电子保护器作为过载保护时，其特性应按 MT 175 - 1988 中 5.2.1 的规定。

表 13 过载保护性能

过载电流 / 整定电流	动作时间（热元件）	起始状态	周围环境温度 ℃
1.05	> 1 h (Ie ≤ 63A) > 2 h (Ie > 63A)	冷态	+20
1.20	< 20 min	热态	
1.5	< 3 min	热态	+20
6	≥ 5 s	冷态	+20

7.2.10 断相保护性能（有周围空气温度补偿）

起动器的断相保护性能（有周围空气温度补偿）应符合表 14 的规定。用电子保护器作断相保护时，按 MT 175 - 1988 中 5.2.3 的规定。

表 14 断相保护性能

序号	过载电流/整定电流		动作时间 （热元件）	起始状态	周围环境温度 ℃
	任意两相	第三相			
1	1.0	0.9	>1 h (Ie ≤ 63A) >2 h (Ie > 63A)	冷态	+20
2	1.15	0	< 20 min	热态	+20

7.2.11 短路保护性能

起动器的短路保护应主要采用两相或三相熔断器来实现。其额定短路分断能力应不低于起动器安装点的预期短路电流。起动器按其额定工作电流确定的预期试验电流见表 15。

表 15 相应于额定工作电流的预期试验电流“r”

额定工作电流 (AC-3) Ie A	预期电流“r” ^a kA
Ie ≤ 16	0.6
16 < Ie ≤ 63	1.5
63 < Ie ≤ 125	2.5
125 < Ie ≤ 200	3.0
200 < Ie ≤ 400	4.5
400 < Ie ≤ 630	6.0
630 < Ie	用户与制造厂协商

注：预期短路电流“r”是最小预期试验电流，若制造厂同意或用户要求也可提高预期电流或按 GB 14048.4-2003 中表 12 的规定进行。

^a 试验点的预期短路电流应根据有关型式最大预期短路电流，且仅当试验电流 q 大于“r”电流时，才进行试验电流试验。

起动器采用过电流继电器做过电流保护时,应具有极限分断能力,极限分断能力值按表 16 的规定。

表 16 极限分断电流

额定工作电流 I_e A	极限分断电流 kA	U_r/U_e	$\text{Cos}\phi$	通电时间 s	间隔时间 s	试验次数
$I_e \leq 16$	0.6	1.0	0.65 ± 0.05	0.05~0.2	180	3
$16 < I_e \leq 63$	1.5					
$63 < I_e \leq 80$	2.0					
$80 < I_e \leq 125$	2.5					
$125 < I_e \leq 200$	3.0					
$200 < I_e \leq 400$	4.5					
$400 < I_e \leq 630$	6.0					

起动器的极限分断能力与适当的 SCPD 应协调配合,使之在保护特性上合理,一般应作后备保护。制造厂应推荐一种适用的短路保护电器(SCPD),并提供有关特性。本标准采用 GB 14048.4 - 2003 中 8.2.5 中“2”型协调配合。

用电子保护器作短路保护时,其特性参数按 MT 175 - 1988 中 5.2.2 的规定。

7.2.12 主电路漏电闭锁保护性能

起动器的主电路对地绝缘电阻降低到表 17 动作值时,应实现主电路漏电闭锁。当对地绝缘电阻上升到动作值 1.5 倍时,应解除主电路漏电闭锁。

表 17 主电路漏电闭锁保护性能

主电路额定工作电压 V	单相漏电闭锁整定值 k Ω	动作值允许误差 %
380	7	+ 20
660	22	+ 20
1140	40	+ 20

7.2.13 通断操作过电压保护

GB 14048.1- 2006 中 7.2.6 适用,并补充如下:

起动器通断操作过电压保护应采用 R - C 阻容保护等形式,过电压值(一般为 $2U_e$)及验证在产品标准中规定。

7.2.14 其它保护

起动器的其他保护性能在企业产品标准中规定。

7.2.15 起动器的湿热性能

湿热性能应符合 GB 3836.1-2000 中的规定(严酷温度为 40°C ,周期 12d)。在试验结束后 30min 内对各回路进行介电性能试验,工作电压应能承受规定工频耐压的 80%,1min 试验,无绝缘击穿和闪络现象。且隔爆面无锈蚀现象。

7.2.16 防爆性能

隔爆外壳应能承受 GB3836.2-2000 中规定的动压试验和内部点燃不传爆性能试验,试验后不得产生影响隔爆性能的变形和损坏。

7.2.17 抗电磁干扰要求

除非企业产品标准另有规定,起动器的抗扰度应符合 GB 14048.1- 2006 中 7.3.2 的规定。

7.2.18 电子器件高(低)温电老化性能

起动器中的电子元器件高(低)温、电老化筛选按 MT 175 - 1988 中 5.4.2 和 5.4.3 规定。老化后应测试,测试参数在企业产品标准中规定。

7.2.19 起动器的本安参数

起动器若为本质安全型,其本安参数由产品标准规定,但应符合 GB3836.4-2000 的规定。

7.3 元器件技术性能

起动器的组成元器件（真空接触器、隔离开关、变压器、热继电器、熔断器、按钮等）技术性能除应满足本标准的要求外，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 外壳耐压试验和内部点燃不传爆试验

起动器的外壳耐压试验和内部点燃不传爆试验按 GB 3836.2-2000 的规定进行。其中静压试验（水压试验）按 GB 3836.2-2000 中 15.1.2.1 的规定进行。

8.1.2 隔爆接合面

外壳的隔爆接合面检查，用塞尺、游标尺、分离卡、粗糙度样板等工具进行。

8.1.3 电缆引入装置

电缆引入装置的夹紧试验按 GB3836.1-2000 附录 D 中 D3.1 的规定进行，密封试验按 GB 3836.2-2000 附录 D 中 D2.1 的规定进行。

8.1.4 透明件

透明件抗冲击和热剧变试验按 GB 3836.1-2000 中 23.4.3.1 和 23.4.6.2 的规定进行。

8.1.5 隔离开关或隔离换相开关

隔离开关的手柄指示及操作位置、操作按钮检查用目测和操作进行检查。

8.1.6 保护接地、警告标志、防蚀和防松

保护接地端子、输出端断电后带电部件警告标志、防蚀要求和防松要求用目测检查。

8.1.7 接线端子的绝缘套管扭转试验

接线端子的绝缘套管扭转试验按 GB 3836.1-2000 及 MT /T 412 的规定进行。

8.1.8 电气间隙和爬电距离

电气间隙和爬电距离按 GB14048.1-2006 的规定进行。

8.1.9 绝缘材料的相比漏电起痕指数（CTI）测定

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。如起动器采用的绝缘材料已提供了相比漏电起痕指数的数据，则不必重复进行。

8.1.10 橡胶密封圈老化试验

橡胶密封圈老化试验按 GB3836.1-2000 附录 D 中 D3.3 的规定进行。

8.1.11 电气联锁与机械联锁

隔离开关的电气联锁与机械联锁、可逆起动器的电气联锁与机械联锁试验，按 GB 3836.1-2000 和 GB/T 5590-2008 有关规定进行。

8.2 验证性能要求

8.2.1 温升

温升试验按 GB 14048.1-2006 中 8.3.3.3 及本标准的规定进行。

8.2.2 介电性能

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 2 数值时，可不进行冲击耐电压试验，但应进行工频耐压试验。

8.2.3 接通与分断能力

接通与分断能力试验按 GB 14048.1-2006 中 8.3.3.5 和 GB 14048.4-2003 中 9.3.3.5 的规定进行：

- a) 接通试验在 75% 和 110% 线圈额定电压下各进行 25 次；
- b) 接通和分断试验按表 7 规定操作。连续两次断开操作的间隔时间在考虑过载继电器或电子保护器复位特性的情况下应尽可能短。间隔时间见表 8。

8.2.4 无载操作性能（动作特性范围）

无载操作性能（动作特性范围）试验按 GB 14048.1-2006 中 8.3.3.6 的规定进行。

8.2.5 约定操作性能（有载操作性能）

约定操作性能（有载操作性能）应在 7.2.3.2.2 表 9 规定的使用类别、通断条件下完成规定的操作循环次数。试验按 GB 14048.4-2003 中 8.2.4.2 的规定进行。

8.2.6 机械寿命与电寿命

机械寿命与电寿命试验、隔离开关的机械寿命试验按 GB 14048.1-2006 中 8.3.3.7 的规定进行。如相应的接触器的 AC-3 电寿命高于起动器产品标准的规定且已通过等效的电寿命试验，则不需要在起动器上重复进行本试验。其中 AC-4 电寿命应在起动器中考核（含密接通断能力）。

8.2.7 接通与分断（AC-4）和可逆转换试验

可逆起动器接通与分断（AC-4）和可逆转换试验，按表 7 及 GB 14048.4-2003 中 8.2.4.1 和 GB/T 5590-2008 中有关规定进行。

8.2.8 耐受过载电流能力试验

起动器的耐受过载电流能力试验按 GB 14048.4-2003 中 8.2.4.4 的规定进行。

8.2.9 辅助触头的通断能力、寿命及额定限制短路电流特性试验

辅助触头的通断能力、寿命及额定限制短路电流特性试验按 GB 14048.5-2008 中 8.3.3.5.2 的规定进行。对于起动器，如果选用元件符合本标准 7.3 的规定，并已通过相应等效试验，则不需要在起动器上重复进行本试验。

8.2.10 速度转换试验

双速真空起动器的速度转换试验按自动速度转换用加载电流信号方法及 GB/T 5590-2008 中有关条款规定进行。

8.2.11 隔离开关分断试验

隔离开关的分断试验按 GB 14048.1-2006 中 8.3.3.5 的规定进行。

8.2.12 过载保护和断相保护

过载保护和断相保护试验在起动器额定电流档按 MT 175-1988 中规定进行。

8.2.13 短路保护性能试验

用熔断器作短路保护时，试验按 GB 14048.4-2003 的规定。

当选用 SCPD 协调配合时，试验按 GB 14048.4-2003 中 9.3.4.2 的规定进行。补充以下规定：

预期电流“r”按表 15 规定，功率因数或时间常数按 GB 14048.1-2006 中表 16 选取。经制造厂同意，可以提高 1 倍电流作预期试验电流“r”。当以表 15 规定的电流进行试验时，可与极限分断能力试验一起进行。

8.2.14 主电路漏电闭锁保护试验

主电路漏电闭锁保护试验用可变电阻箱单相模拟漏电电阻的方法进行。

8.2.15 通断操作过电压保护试验

通断操作过电压保护试验按 GB 14048.4-2003 中 9.3.3.5.4 的规定进行。

8.2.16 其它保护

其它保护的试验方法在企业产品标准中规定。

8.2.17 湿热性能试验

起动器的湿热性能试验按 GB/T 2423.4-2008 中的规定进行。

8.2.18 抗电磁干扰试验

抗电磁干扰试验按 GB 14048.1-2006 中 8.4.1 的规定进行。

8.2.19 高（低）温、电老化试验

电子元器件高（低）温、电老化试验应在标准试验箱中进行。老化前进行初测，老化后应进行复测，两次测得参数除应符合元件标准或产品标准外，其参数变化不超过 20%。参数测试的环境温度由企业产品标准规定。

8.2.20 本安试验

本安试验按 GB3836.4-2000 中的规定进行。

9 检验规则

9.1.1 起动机应取得国家指定的防爆检验单位发给的“防爆合格证”

9.1.2 检验分为出厂检验和型式检验。

9.2 出厂检验

9.2.1 每台起动机应经出厂检验合格后才能出厂，并应附有产品合格证。所有出厂检验项目都合格则判定该产品出厂检验合格。

9.2.2 出厂检验项目见表 18。

9.3 型式检验

9.3.1 凡属下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 经鉴定定型后制造厂第一次试制或小批量生产时；
- b) 起动机设计或工艺的变更，足以引起某些特征和参数发生变化时；
- c) 当出厂检验结果和以前进行的型式检验结果发生不可允许的偏差时；
- d) 成批生产的起动机定期的抽检，每年抽检一次；
- e) 产品长期停产后，恢复生产时；
- f) 国家质量监督机构提出要求时。

9.3.2 型式检验项目见表 18。型式检验的样品应从出厂检验合格的产品中采用 GB/T 10111—2008 规定的简单随机抽样方法随机抽取。样品数为一台。所有型式检验项目都合格则判定该产品为合格。

表 18 检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求	试验方法
1	外壳耐压试验与内部点燃的不传爆试验	√	—	7.2.16	8.1.1
2	静态（水压）试验	√	√	7.1.1d)	8.1.1
3	隔爆接合面（宽度、间隙、粗糙度）	√	√	7.1.1b)	8.1.2
4	透明件抗冲击热剧变试验	*	—	7.1.6	8.1.4
5	电缆引入装置的夹紧密封性能试验	*	—	7.1.7	8.1.3
6	隔离开关手柄位置检查	√	√	7.1.1g)	8.1.5
7	保护接地、警告与安全标志检查	√	√	7.1.1i)	8.1.6
8	防蚀、防松检查	√	√	7.1.3 7.1.4	8.1.6
9	接线端子绝缘套管扭转试验	√	—	7.1.9	8.1.7

表 18 检验项目 (续)

序号	检验项目		型式检验	出厂检验	技术要求	试验方法
10	电气间隙与爬电距离		√	√	7.1.5	8.1.8
11	漏电起痕指数		√	—	7.1.5.2	8.1.9
12	橡胶密封圈老化试验		*	—	7.1.8	8.1.10
13	隔离开关和可逆起动器正、反方向的电气联锁及机械联锁		√	√	7.1.1e)	8.1.11
14	温升		√	—	7.2.1	8.2.1
15	介电性能	冲击耐压	*	—	7.2.2	8.2.2
		工频电压	√	√		
		本安电路工频耐压	√	√		
16	接通与分断		√	—	7.2.3.1	8.2.3
17	动作特性范围(无载操作)		√	√	7.2.3.2.1	8.2.4
18	约定操作性能(有载操作)		√	—	7.2.3.2.2	8.2.5
19	寿命	机械寿命(包括隔离开关)	*	—	7.2.4.1	8.2.6
		电寿命(含密接通断能力)	√(AC-4)	—	7.2.4.2 7.2.8.2	
20	耐受过载电流		√	—	7.2.5	
21	可逆起动器的可逆转换试验		√	—	7.2.3.1.2	8.2.7
22	辅助触头性能		*	—	7.2.6	8.2.9
23	双速切换		√	—	7.2.7	8.2.10
24	隔离开关分断		√	—	7.2.8.1	8.2.11
25	过载与断相保护		√	√	7.2.9 7.2.10	8.2.12
26	短路保护	熔断器作短路保护	√	—	7.2.11	8.2.13
		过流继电器作短路保护及极限分断能力	*	—		
		SCPD 协调配合	√	—		
27	漏电闭锁		√	√	7.2.12	8.2.14
28	通断操作过电压		*	—	7.2.13	8.2.15
29	湿热性能		√	—	7.2.15	8.2.17
30	抗电磁干扰		*	—	7.2.17	8.2.18
31	本安试验	本安参数测量	√	√	7.2.19	8.2.20
		本安火花试验	√	—		
32	外观检查及铭牌、包装、标志检查		√	√	7.1.1	8.1.5~8.1.6 10.1~10.2
33	电子器件高(低)温电老化		√	√	7.2.18	8.2.19

注：“√”表示应进行试验的项目；“*”表示的项目,是否做型式检验,可与国家认可的质量检验部门商洽。

10 标志、包装、运输、贮存

10.1 标志

10.1.1 每台起动器外壳上的明显处应有永久性的、清晰的、牢固的、耐化学腐蚀材料的防爆标志和煤矿安全“MA”标志。

10.1.2 每台起动器外壳的明显处，应设置耐化学腐蚀材料的产品铭牌，并可靠固定。铭牌应包括下列内容：

- a) 有明显的防爆标志，并涂红漆；
- b) 产品型号和名称及出厂年月（和编号）；
- c) 额定工作电压；
- d) 防爆合格证号及煤矿安全标志编号；
- e) 制造厂厂名，产品质量；
- f) 防爆标志（依次标明防爆型式、类别、级别等标志）；
- g) 额定工作制（如断续周期工作制及其级别）；
- h) 本质安全型电路额定参数（有必要时）；
- i) 其他有关数据。

上述 a) ~ f) 项应标志在产品铭牌上，其余按需要选取。

10.2 包装

起动器的包装应防止其运输中受到损坏，并应具有防雨和防尘要求。包装箱内应有装箱单、产品合格证、产品使用说明书。

包装箱外壁上应有清晰整齐包装标志，并应保证不因运输或贮存日久而模糊不清。其标志内容如下：

- a) 制造厂厂名商标及地址；
- b) 产品型号、名称、数量和毛重；
- c) 包装箱外形尺寸：“长、宽、高”；
- d) 包装储运标志按 GB/T 191 选用如“向上”、“怕湿”、“起吊”等等；
- e) 包装年、月；
- f) 收货单位及地址。

10.3 运输、贮存

起动器应放置在不雨雪侵入，空气流通，相对湿度不大于 95 % (25℃时)，温度不高于 40℃，不低于 -5℃的仓库中。自由跌落高度 100 mm，不得翻滚。考虑到运输或最低温度可能出现低于 -5℃ ~ -25℃情况，此时供、需双方应协商解决。