

ICS73.100.99

D98

备案号：

MT

中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 1041.4—200X

采煤机电气调速装置技术条件 第4部分：开关磁阻调速装置

Specification for adjustable speed electrical equipment of shearer
Part4: Switched reluctance drive

(送审稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家安全生产监督管理总局 发布

前 言

MT/T 1041 《滚筒采煤机电气调速装置技术条件》分为：

- 第 1 部分：通用技术要求；
- 第 2 部分：变频调速装置；
- 第 3 部分：电磁调速装置；
- 第 4 部分：开关磁阻调速装置。

本部分为 MT/T 1041 的第 4 部分。

本部分由中国煤炭工业协会提出。

本部分由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：北京中纺锐力机电有限公司、中国煤矿机械装备有限责任公司、煤炭科学研究总院上海分院、无锡盛达机械制造有限公司。

本部分主要起草人：高超、冯泾若、刘振坚、杜忠、张建、步勇兵、丁农、许森祥。

采煤机电气调速装置技术条件

第4部分：开关磁阻调速装置

1 范围

MT/T 1041 的本部分规定了采煤机行走部开关磁阻调速装置的要求、试验方法、检验规则、标志。

本部分适用于采煤机行走部机载和非机载的开关磁阻调速装置（以下简称开关磁阻调速装置）。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。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部分，然而，鼓励根据本部分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部分。

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 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 3836.4—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 4208—2008 外壳防护等级（IP 代码）（IEC 60529：2001，IDT）

GB 8286—2005 矿用隔爆型移动变电站

GB/T 12668.2—2002 调速电气传动系统 第2部分：一般要求 低压交流变频电气传动系统额定值的规定（IEC 61800-2:1998，IDT）

GB/T 12668.3—2003 调速电气传动系统 第3部分：产品的电磁兼容性标准及其特定的试验方法（IEC 61800-3：1996，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）

AQ 1043—2007 矿用产品安全标志标识

MT/T 81—1998 滚筒采煤机 型式检验规范

MT/T 1041.1—2007 采煤机电气调速装置技术条件 第1部分：通用技术要求

3 术语和定义

MT/T 1041.1—2007中确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

磁阻电动机 reluctance motor

一种同步电动机，转子无励磁，具有若干形状规则的凸出部分，上面装有起动用的笼型绕组或不装笼型绕组。

[GB/T 2900.25-1994，定义3.3.8]

3.2

开关磁阻调速装置 switched reluctance drive

以绕组电流通断的方式调节磁阻电动机输出轴转矩和转速的装置，由变压器和馈电设备（如果需要）、开关磁阻电动机和开关磁阻调速器组成。

4 要求

4.1 基本要求

4.1.1 开关磁阻调速装置应符合本部分和 MT/T 1041.1—2007 的要求，并按照经规定程序由国家指定的检验单位审查批准的图样和技术文件制造。

4.1.2 开关磁阻调速装置中的变压器和开关磁阻电动机（以下简称电动机）应为矿用隔爆型，其中馈电设备和开关磁阻调速器（以下简称调速器）应为矿用隔爆型或矿用隔爆兼本质安全型。

4.1.3 开关磁阻调速装置的外壳防护应符合 GB 4208—2008 的规定，不低于 IP54。

4.1.4 组成开关磁阻调速装置的电动机和调速器应配套设计、制造。其中电动机应符合相关标准的要求，其他部件和开关磁阻调速装置的整体性能应符合本部分的要求。

4.2 正常使用条件

4.2.1 开关磁阻调速装置在下列环境条件下应能正常工作：

- a) 安装在滚筒采煤机的机身上（非机载开关磁阻调速装置除外）；
- b) 周围环境温度不高于+40℃，不低于-5℃；
- c) 海拔不高于2 000 m；

注：对于海拔高于2 000 m的开关磁阻调速装置，需要考虑空气冷却作用和介电强度的下降。对于上述条件下运行的开关磁阻调速装置可根据制造厂和用户的协议进行设计和使用。

d) 周围空气相对湿度不大于95%（25℃时）；

e) 在无破坏绝缘的气体或蒸汽环境中；

f) 含有瓦斯和爆炸性气体混合物的煤矿地下采煤工作面；

g) 污染等级3的环境条件（见 GB14048.1-2006 中 6.1.3.2）；

h) 采取防滴水措施的地方；

i) 对采用外壳水冷式的开关磁阻调速装置，冷却水进水温度应不大于+30℃，冷却水进水压力应不大于3 MPa，冷却水流量应符合各自产品标准的规定。

4.2.2 开关磁阻调速装置在电气系统中的过电压类别（安装类别）应符合 GB14048.1—2006 中附录 H 的规定，为 III 类。

4.3 结构与防爆要求

4.3.1 隔爆外壳

4.3.1.1 开关磁阻调速装置的外壳应采用钢板或铸钢制成。

4.3.1.2 开关磁阻调速装置的外壳隔爆结合面应符合 GB 3836.2-2000 中第 5 章的规定。

4.3.1.3 开关磁阻调速装置外壳的隔爆性能应符合 GB 3836.2-2000 的规定，能承受 GB 3836.2-2000 中 15.1 规定的外壳耐压试验和 15.2 规定的内部点燃的不传爆试验。

4.3.1.4 开关磁阻调速装置的外壳在精加工后应按 GB 3836.2-2000 中 15.1.2.1 或 16.3 的规定进行静压试验。试验时外壳应无结构损坏，也无可能影响隔爆性能的永久变形。

4.3.2 电缆引入装置

4.3.2.1 开关磁阻调速装置的电缆引入装置应符合 GB 3836.1-2000 中第 16 章和 GB 3836.2-2000 中第 12 章的规定。

4.3.2.2 开关磁阻调速装置的电缆引入装置应能承受 GB 3836.1-2000 中附录 D 规定的夹紧试验，以及 GB 3836.2-2000 中附录 D 规定的隔爆型电缆引入装置试验。

4.3.2.3 开关磁阻调速装置的电缆引入装置的橡胶密封圈应能承受 GB 3836.1-2000 中附录 D 规定的弹性密封圈材料老化试验。

4.3.3 接线端子和接线空腔

4.3.3.1 开关磁阻调速装置的接线空腔和接线空腔内接线端子应符合 GB 3836.1-2000 中第 14 章的规定。

4.3.3.2 开关磁阻调速装置接线端子绝缘套管应符合 GB 3836.1-2000 中第 11 章的规定。

4.3.4 隔爆外壳的观察窗（显示窗）和透明件

4.3.4.1 开关磁阻调速装置的隔爆外壳观察窗（显示窗）的安装和透明件的材料应符合 GB 3836.2-2000 中第 8 章的规定。

4.3.4.2 透明件应能承受 GB 3836.1-2000 中 23.4.3.1 规定的冲击试验。

4.3.5 接地

开关磁阻调速装置接地连接件应符合 GB 3836.1-2000 中第 15 章的规定。

4.3.6 联锁

开关磁阻调速装置的联锁装置应符合 GB 3836.1 - 2000 中第 10 章的规定。

4.3.7 电气间隙和爬电距离

开关磁阻调速装置接线腔和主腔内电气间隙、爬电距离应符合 MT/T 1041.1—2007 中 4.3.7 的规定。

4.3.8 本质安全电路

4.3.8.1 开关磁阻调速装置中的本质安全电路设备结构和有关元件、组件和连接应符合 GB 3836.4-2000 的规定。

4.3.8.2 本质安全电路应能通过 GB 3836.4-2000 中 10.4 规定的用火花试验装置进行的试验。

4.3.9 紧固件

开关磁阻调速装置中关系到防爆性能的紧固件应符合 GB 3836.1 - 2000 中第 9 章和 GB 3836.2 - 2000 中第 10 章的规定。

4.3.10 开启外壳门、盖的允许时间

内装电容器或热元件，且具有快动式门或盖的开关磁阻调速装置，其开启外壳门、盖的允许时间应按 GB 3836.1—2000 中 6.2 的规定，并按 GB 3836.1—2000 中 6.2.3 的规定设置警告牌。

4.4 性能要求

4.4.1 绝缘性能（介电性能）

4.4.1.1 变压器绝缘水平

开关磁阻调速装置的主变压器应能承受表 1 规定的额定短时工频耐受电压试验，历时 1min。

表1 主变压器工频耐受电压试验值

额定电压 V	额定短时工频耐受电压（有效值） kV
3 300	12
1 140	5
≤ 1 000	3

4.4.1.2 主回路介电性能

开关磁阻调速装置主回路（不含功率半导体器件）应能承受 MT/T 1041.1—2007 中 4.4.1.2 规定的额定短时工频耐受电压试验。

4.4.2 温升

4.4.2.1 基本要求

开关磁阻调速装置在规定的额定输出和冷却条件下运行到各部分热稳定时，其各部件的温升应不超过规定的温升限值，其电力电子器件的过热保护不应动作。

4.4.2.2 接线端子温升

接线端子温升应不超过 MT/T 1041.1—2007 中 4.4.2.2 的规定。

4.4.2.3 主变压器温升

主变压器温升应不超过MT/T 1041.1—2007中4.4.2.3的规定。

4.4.2.4 其他电气元部件的温升

其他电气元部件的温升限值应在各自产品标准中作出规定。

4.4.3 调速特性

4.4.3.1 速度调节范围

开关磁阻调速装置的最低输出转速应不高于 100 r/min,其最高输出转速应在各自产品标准中作出规定。

当电源电压为95%~115%额定电压,开关磁阻调速装置在输出转速为100 r/min时,应仍能输出额定转矩(允许误差为+8%额定值及-3%额定值);在输出120%额定转速时,应仍能输出额定功率(允许误差为+8%额定值及-3%额定值);在输出转速超过120%额定转速时,输出功率允许小于额定功率,具体数值由制造厂与用户协商确定,并在产品标准中作出规定。

4.4.3.2 速度稳定精度

在4.2规定的使用条件下,当电源电压为95%~115%额定电压,开关磁阻调速装置在规定的调速范围内按5.10.1规定的试验方法测得的速度稳定精度应不低于1%。速度稳定精度的计算按公式(1)规定。

$$\delta_1 = \frac{n_{t\max} - n_{t\min}}{n_{t\max} + n_{t\min}} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

δ_1 ——速度稳定精度;

$n_{t\max}$ ——开关磁阻调速装置在1 h内以5 min的间隔周期连续测量若干个转速 n_t 中的最大值,单位为转每分(r/min);

$n_{t\min}$ ——开关磁阻调速装置在1 h内以5 min的间隔周期连续测量若干个转速 n_t 中的最小值,单位为转每分(r/min)。

4.4.3.3 转速变化率

当电源电压为95%~115%额定电压时,开关磁阻调速装置在规定的调速范围内输出转矩由10%~100%额定转矩(额定功率)时的转速变化率应不大于2.5%。转速变化率的计算按公式(2)规定。

$$\delta_2 = \frac{n_{10} - n_e}{n_{e\max}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

δ_2 ——转速变化率;

n_{10} ——开关磁阻调速装置在某一给定输出转速下输出为10%额定转矩时的转速,单位为转每分(r/min);

n_e ——开关磁阻调速装置在和 n_{10} 对应的同一给定输出转速下输出转矩为额定转矩时的转速,单位为转每分(r/min);

$n_{e\max}$ ——当给定输出转速不大于额定转速时,为额定转速值;当给定输出转速大于额定转速时,为120%额定转速值,单位为转每分(r/min)。

4.4.3.4 恒转矩和恒功率调速特性

开关磁阻调速装置应设计成在100 r/min至额定转速范围内为恒转矩调速段(对应于工作牵引速度),在额定转速以上至120%额定转速范围内为恒功率调速段(对应于调动牵引速度)。

开关磁阻调速装置在规定的调速范围内其调速特性应符合MT/T 81—1998表5中第3项的要求,即在100 r/min至额定转速范围的恒转矩调速段,其输出转矩应达到额定转矩(允许误差为+8%额定值及-3%

额定值)，当超过额定转矩时转速应自动下降；在额定转速以上的恒功率调速段，其输出功率应达到额定功率（允许误差为+8%额定值及-3%额定值），即其输出转矩应达到按额定功率和输出转速换算得的转矩，当超过额定功率时转速应自动下降。

4.4.4 减速时间

开关磁阻调速装置应能在10s时间内使其电动机转速从额定转速降低到零，并且其直流回路不产生过电压报警现象。

4.4.5 双象限运行

开关磁阻调速装置应至少具有双象限运行功能，在正向（I象限）、反向（III象限）两个转向上都应符合4.4.3、4.4.4规定的要求。

4.4.6 四象限运行

四象限运行的开关磁阻调速装置除应在I象限和III象限符合4.4.3、4.4.4规定的要求外，还应在II象限和IV象限具有再生（制动）功能，应在各自产品标准中对其制动转矩（制动功率）作出规定。在制动运行状态下的速度调节特性应符合4.4.3的规定，制动转矩（制动功率）应不低于其规定值。

4.4.7 操作功能和显示

4.4.7.1 操作功能

开关磁阻调速装置应具有以下操作功能：

- a) 起动；
- b) 停止；
- c) 正向（向左）；
- d) 反向（向右）；
- e) 升速（增速）；
- f) 降速（减速）。

4.4.7.2 显示

开关磁阻调速装置应能显示下列工作状态和工作参数：

- a) 开关磁阻调速装置“工作”、“停止”；
- b) 采煤机行走方向；
- c) 采煤机行走电动机转速；
- d) 故障显示（过载、过热、过电压、欠电压等）。

4.4.8 过载能力

开关磁阻调速装置的过载能力，应符合GB/T 12668.2—2002中5.2.2的规定，并按GB/T 12668.2—2002中5.2.2规定的方式在各自产品标准中作出规定。

4.4.9 供电电压适应能力

供电电压在85%~115%额定电压范围内开关磁阻调速装置中的调速器应能正常工作。

4.4.10 保护

4.4.10.1 过电压、欠电压保护

开关磁阻调速装置应具有过电压、欠电压保护功能，应依据其供电电压适应能力范围规定过电压保护动作值和欠电压保护动作值。当供电电压超过供电电压范围上限值，开关磁阻调速装置的过电压保护应动作；当供电电压低于供电电压范围下限值，开关磁阻调速装置的欠电压保护应动作。

4.4.10.2 过电流保护

开关磁阻调速装置应具有过电流保护功能，应在各自产品标准中对其过电流保护动作值作出规定，当开关磁阻调速装置输出电流超过过电流保护动作值时应能停止运行。

4.4.10.3 输入电源缺相保护

开关磁阻调速装置应具有输入电源缺相保护功能，当输入电源发生缺相故障时应能停止运行并报警。

4.4.10.4 输出主电路缺相保护

开关磁阻调速装置应具有输出主电路缺相保护功能，当输出主电路发生缺相故障时应能停止运行并报警。

4.4.10.5 漏电闭锁

开关磁阻调速装置应具有漏电闭锁功能，当输出端（输出主电路）绝缘电阻低于表2的规定值时应实现主电路漏电闭锁。

表2 漏电闭锁动作值

主电路额定电压 V	单相漏电闭锁值 kΩ	动作值允许误差 %
380	7	+20
660	22	+20
1 140	40	+20

4.4.10.6 漏电保护

非机载开关磁阻调速装置应有漏电保护功能，当输出端（输出主电路）绝缘电阻低于表3的规定值时，漏电保护应动作。

表3 漏电保护动作值

主电路额定电压 V	单相漏电保护动作值 kΩ	动作值允许误差 %
380	3.5	+20
660	11	+20
1 140	20	+20

4.4.10.7 超速保护

开关磁阻调速装置应具备行走电动机超速保护功能，并在各自产品标准中对超速保护动作值作出规定。当行走电动机转速超过超速保护动作值时开关磁阻调速装置能报警和停止运行。

4.4.10.8 电力电子器件过热保护

开关磁阻调速装置应具有电力电子器件过热保护功能，应能接受电力电子器件过热保护传感器的信号，实行过热保护即报警和停止运行。

4.4.10.9 短路保护

当开关磁阻调速装置中功率输出线或行走电动机绕组发生相互短路时，短路保护应立即动作，即开关磁阻调速装置应报警并停止运行。

4.4.10.10 电动机位置传感器接线错误保护

当开关磁阻调速装置调速器与电动机之间的位置传感器线未正确连接时，传感器接线错误保护应立即动作，即开关磁阻调速装置应报警并停止运行。

4.4.11 防潮要求

开关磁阻调速装置应按GB/T 2423.4—2008的规定进行交变湿热试验，严酷等级为40℃，试验周期为12 d, 试验后其主回路（不含功率半导体器件）应能承受MT/T 1041.1—2007中4.4.1.2规定的工频耐受电压试验；主变压器也应能承受额定短时工频耐受电压试验，其工频耐受电压试验值为表1规定的试验值的85%。试验后隔爆面应无锈蚀。

4.4.12 电磁兼容

不设有专用电源变压器的开关磁阻调速装置应按GB 12668.3—2003中第6章的规定进行电磁发射要求的试验。电磁发射限值应符合GB 12668.3—2003中第6章的规定。

4.4.13 冷却水道

4.4.13.1 外壳水冷式开关磁阻调速装置的冷却水道应设计合理，热交换充分，并使冷却水流通畅。在冷却水流量达到设计要求时进出水口的压力降不大于 0.3 MPa。

4.4.13.2 冷却水道应能承受 1.5 倍最高工作压力的水压试验，保持 5 min，不应发生渗漏和有害变形。

4.5 外观

4.5.1 开关磁阻调速装置的表面油漆应干燥、完整。

4.5.2 所有黑色金属部件（电磁铁的工作表面除外）均应有可靠的防锈蚀措施，金属零部件不得有裂纹及镀层脱落等情况。塑料零部件表面应光滑，不得有气泡、开裂及麻点。

4.5.3 各类标志应齐全。

5 试验方法

5.1 隔爆外壳试验

5.1.1 外壳隔爆接合面检查

按GB 3836.2—2000中第5章的规定。

5.1.2 外壳耐压试验

按GB 3836.2—2000中15.1的规定。

5.1.3 外壳内部点燃的不传爆试验

按GB 3836.2—2000中15.2的规定。

5.1.4 外壳静压试验

按GB 3836.2—2000中15.1.2.1或16.3的规定。

5.2 电缆引入装置

5.2.1 电缆引入装置夹紧试验

按GB 3836.1—2000附录D中D3.1的规定。

5.2.2 电缆引入装置密封试验

按GB 3836.2—2000附录D中D2.1的规定。

5.2.3 电缆引入装置机械强度试验

按GB 3836.2—2000附录D中D2.2的规定。

5.2.4 弹性密封圈材料老化试验

按GB 3836.1—2000附录D中D3.3的规定。

5.3 接线端子试验

开关磁阻调速装置接线端子绝缘套管扭转试验按GB 3836.1—2000中23.4.5的规定。

5.4 透明件冲击试验

开关磁阻调速装置的隔爆外壳观察窗（显示窗）透明件的冲击试验按GB 3836.1—2000中23.4.3.1的规定进行。

5.5 电气间隙和爬电距离测量

开关磁阻调速装置接线腔和主腔的电气间隙、爬电距离的测量按GB 14048.1—2006中附录G的规定。

5.6 本质安全电路试验

开关磁阻调速装置的本质安全电路的火花点燃试验按GB 3836.4—2000中10.1、10.2、10.3、10.4的规定。

5.7 介电性能试验

5.7.1 主变压器介电性能试验

开关磁阻调速装置在进行主变压器介电性能试验（即额定短时工频耐受电压试验）时，试验电压应施加于被试绕组与接地的外壳之间，试验电压施加的时间为 1 min。

5.7.2 主回路介电性能试验

开关磁阻调速装置在进行主回路（不含功率半导体器件）的介电性能试验时，试验电压应施加于：

- a) 所有带电部件与其他相互连接的裸露导电部件之间;
- b) 在每个极和为此试验被连接到其他相互连接的裸露导电部件上的所有其他极之间。

开始施加时试验电压应不超过 MT/T 1041.1—2007 中 4.4.1.2 的规定值的 50%，然后将试验电压平稳增加到 MT/T 1041.1—2007 中 4.4.1.2 的规定值。试验电压实际应为正弦波，并且频率在 45 Hz 至 62 Hz 之间。试验电源应具有足够的功率以保持试验电压，试验电压施加的时间为 1 min。

5.8 操作功能和显示功能试验

- 5.8.1 对开关磁阻调速装置进行“起动”、“停止”操作各 3 次，观察开关磁阻调速装置的“起动”、“停止”情况及相应的工作状态显示情况。
- 5.8.2 对开关磁阻调速装置进行“正向”、“反向”设定各 3 次，观察电动机的转向及开关磁阻调速装置的“采煤机行走方向”显示是否与设定一致。
- 5.8.3 将开关磁阻调速装置的转速设定从某一较低转速升高到某一较高转速，观察电动机的转速提升情况及开关磁阻调速装置的“采煤机行走电动机给定转速”显示是否正常。同样再将开关磁阻调速装置的转速设定从某一较高转速降低为某一较低转速，观察电动机的转速降低情况及开关磁阻调速装置的“采煤机行走电动机给定转速”显示是否正常。

5.9 温升试验

5.9.1 温升试验的加载方法

应在 4.2 规定的使用条件下及电源电压为 95%~115% 额定电压的电源条件下进行温升试验。开关磁阻调速装置的输出转速设定在额定转速，以给电动机加直接负载的方法使其输出转矩为额定转矩（即开关磁阻调速装置各部件的电流达到额定电流）。试验持续的时间应足以使温度上升达到稳定值，当每小时温度变化不超过 1 K 时，可认为温度达到稳定值。试验时外接导线的截面积应采用单芯绝缘铜导线，其截面积按 GB 14048.1—2006 中表 9 的规定。采用外壳水冷式的开关磁阻调速装置，试验时冷却水流量应符合各自产品标准中的规定。

5.9.2 周围空气温度和冷却介质温度测量

在试验过程中应测量并记录周围空气温度和冷却水进水、出水温度及冷却水流量。

测量周围空气温度时至少用两个温度检测器（如温度计或热电偶），均匀地分布被试品的周围，放置在被试品高度的 1/2 处离开被试品的距离约为 1 m，温度检测器应保证免受气流、热辐射影响和由于温度迅速变化产生的显示误差。

5.9.3 部件温度测量

除电磁线圈外，应用热电偶、温度计或其他合适的温度测量器测量部件温度。电磁线圈的温度测量一般采用电阻变化确定温度的方法。线圈的热态温度 T_2 可以用公式 (3) 从冷态温度 T_1 和热态电阻 R_2 与冷态电阻 R_1 之比值的函数得到。

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1}(T_1 + 234.5) - 234.5 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- T_1, T_2 ——线圈的冷态温度，热态温度，单位为摄氏度（℃）；
- R_1, R_2 ——线圈的冷态电阻，热态电阻，单位为欧姆（Ω）。

5.9.4 部件温升

部件的温升应由按 5.9.3 测得的温度与按 5.9.2 测得的试验结束时冷却介质温度值之差求得。

5.10 调速特性试验

5.10.1 速度稳定精度试验

5.10.1.1 开关磁阻调速装置输入电源电压为 95%~110% 额定值，将开关磁阻调速装置输出转速设定在 n 额定转速，空载运行 1 h，以 5 min 为时间间隔对电动机转速测量 12 个值，取其中最大值和最小值，

按 4.4.3.2 的规定求得开关磁阻调速装置的速度稳定精度。

5.10.1.2 开关磁阻调速装置输入电源电压为 95%~110% 额定值, 将开关磁阻调速装置输出转速设定在 100 r/min, 空载运行 1 h, 以 5 min 为时间间隔对电动机转速测量 12 个值, 取其中最大值和最小值, 按 4.4.3.2 的规定求得开关磁阻调速装置的速度稳定精度。

5.10.1.3 开关磁阻调速装置输入电源电压为 95%~110% 额定值, 将开关磁阻调速装置输出转速设定在最高转速, 空载运行 1 h, 以 5 min 为时间间隔对电动机转速测量 12 个值, 取其中最大值和最小值, 按 4.4.3.2 的规定求得开关磁阻调速装置的速度稳定精度。

5.10.2 转速变化率试验

5.10.2.1 开关磁阻调速装置输入电源电压为 95%~110% 额定值, 将开关磁阻调速装置输出转速设定在额定转速, 测量电动机空载 (或 10% 额定转矩) 运行时的转速和以额定转矩运行时的转速。按 4.4.3.3 的规定计算求得额定转速时开关磁阻调速装置的转速变化率。

5.10.2.2 开关磁阻调速装置输入电源电压为 95%~110% 额定值, 将开关磁阻调速装置输出转速设定在 100 r/min, 测量电动机空载 (或 10% 额定转矩) 运行时的转速和以额定转矩运行时的转速。然后按 4.4.3.3 的规定计算求得 100 r/min 时开关磁阻调速装置的转速变化率。

5.10.2.3 对具有恒功率调速特性的开关磁阻调速装置, 在其输入电源电压为 95%~110% 额定值时, 将开关磁阻调速装置输出转速设定在 120% 额定转速, 测量电动机空载 (或 10% 额定功率) 运行时的转速和以额定功率运行时的转速。然后按 4.4.3.3 的规定计算求得 120% 额定转速时开关磁阻调速装置的转速变化率。

5.10.3 恒转矩和恒功率调速特性试验

5.10.3.1 恒转矩调速特性试验

开关磁阻调速装置输入电源电压为 95%~110% 额定值, 将开关磁阻调速装置输出转速设定在额定转速, 从空载开始缓慢加载直至额定转矩, 再增加负载, 转速应自动下降 (转速降低一般不少于额定转速的 2.5%)。

开关磁阻调速装置输入电源电压为 95%~110% 额定值, 将开关磁阻调速装置输出转速依次设定在 80% 额定转速、60% 额定转速、40% 额定转速、20% 额定转速和 100 r/min (出厂检验只做 100 r/min), 试验方法同上。

5.10.3.2 恒功率调速特性试验

对具有恒功率调速特性的开关磁阻调速装置, 在其输入电源电压为 95%~110% 额定值时, 将开关磁阻调速装置输出转速设定在 120% 额定转速, 从空载开始缓慢加载直至额定功率, 再增加负载, 转速应自动下降 (转速降低一般不少于额定转速的 2.5%)。

5.11 减速时间试验

试验时开关磁阻调速装置应先按 4.4.4 的要求设定减速时间, 然后起动开关磁阻调速装置使电动机以额定转速空载运行, 在转速稳定后按下装置的停止按钮, 记录从按下按钮到电动机停止的时间。

5.12 双象限运行试验

开关磁阻调速装置设定在正向进行了 5.10 和 5.11 规定的试验后, 再设定在反向 (III 象限) 运行, 按 5.8 的规定进行操作功能和显示功能试验。

5.13 四象限运行试验

5.13.1 将开关磁阻调速装置输出转速设定在额定转速, 并带动电动机运行, 调节电动机的加载装置使其工作在 II 象限即再生 (制动) 状态, 再缓慢增加负载直至制动转矩达到各自产品标准中规定的制动转矩, 然后缓慢减载直到空载, 测量、记录电动机的转速和转矩。试验时开关磁阻调速装置输入电源电压为 95%~110% 额定值。

5.13.2 将开关磁阻调速装置输出转速设定在 100 r/min 并带动电动机运行, 试验方法同上。

5.13.3 对具有恒功率调速特性的开关磁阻调速装置, 将开关磁阻调速装置输出转速设定在 120% 额定转速并带动电动机, 调节电动机的加载装置使其工作在 II 象限即再生 (制动) 状态, 再缓慢增加负载直

至制动功率达到各自产品标准中规定的功率，然后缓慢减载直到空载，测量、记录电动机的转速和转矩。试验时开关磁阻调速装置输入电源电压为95%~110%额定值。

5.14 过载能力试验

开关磁阻调速装置输入电源电压为95%~110%额定值，将开关磁阻调速装置输出转速设定在额定转速，并带动电动机运行，在额定输出电流下连续运行后，将电动机的负载逐渐增大，直至开关磁阻调速装置的输出电流达到4.4.8规定的过载电流值，在4.4.8规定的时间内开关磁阻调速装置应运行正常。试验前应先将开关磁阻调速装置的恒转矩、恒功率控制值调至大于其过载电流动作值。

5.15 供电电压适应能力试验

在开关磁阻调速装置输入电源电压为85%额定电压和115%额定电压两种情况下，对开关磁阻调速装置分别按5.8的规定进行操作功能和显示的试验及空载运行，开关磁阻调速装置应能正常起动和停止，空载运行正常并能进行“正向”、“反向”和转速设定。

5.16 保护试验

5.16.1 过电压、欠电压保护试验

开关磁阻调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以任一转速轻载运行，然后逐渐升高输入电源电压直至超过开关磁阻调速装置的供电电压范围上限值，检查其过电压保护动作情况。

开关磁阻调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以任一转速轻载运行，然后逐渐降低输入电源电压直至低于开关磁阻调速装置的供电电压范围下限值，检查其欠电压保护动作情况。

5.16.2 过电流保护试验

过电流保护试验可以采取以下两种方法：

- a) 开关磁阻调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以额定转速轻载运行，运行稳定后逐渐增加负载，使其输出电流逐渐增大直至超过其过电流保护动作值，检查其过电流保护动作情况。试验前应先将开关磁阻调速装置的恒转矩、恒功率控制值调至大于其过电流保护动作值。
- b) 模拟开关磁阻调速装置输出电流超过其过电流保护动作值的情况，给其过电流保护电路输入过电流信号，即模拟输入大电流信号或在其保护电路输入信号端输入与过电流相对应的信号，检查其过电流保护动作情况。试验前应先将开关磁阻调速装置的恒转矩、恒功率控制值调至大于其过电流动作值。

5.16.3 输入电源缺相保护试验

开关磁阻调速装置在输入电源电压为额定电压情况下，断开输入电源任一相，起动操作开关磁阻调速装置，检查其输入电源缺相保护动作情况。

5.16.4 输出主电路缺相保护试验

开关磁阻调速装置在输入电源电压为额定电压情况下，以适当负载运行，然后断开输出主电路任一相，检查其输出主电路缺相保护动作情况。

5.16.5 漏电闭锁试验

开关磁阻调速装置在输入电源电压为额定电压情况下进行本项试验，试验时在其输出电路任选一相与接地端子（外壳）间接一电阻箱，先将电阻箱的电阻值调在高于漏电闭锁动作值，起动电动机，然后再停止电动机，并下调电阻箱的电阻值直至开关磁阻调速装置漏电闭锁动作，无法再起电动机。记录此时漏电闭锁动作值。

5.16.6 漏电保护试验

在非机载开关磁阻调速装置的输出电路任选一相，与接地端子（外壳）间接一电阻箱，先将电阻箱的电阻值调在高于漏电闭锁动作值，使开关磁阻调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以额定转速起动电动机并轻载运行，然后减少电阻箱的电阻值直至其漏电保护动作，使电动机断电停止运行，记录此时漏电保护动作值。

分别在输出转速为100 r/min及最高转速的情况下按上述方法同样进行试验。

5.16.7 超速保护试验

开关磁阻调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以任一转速轻载运行，模拟采煤机行走电动机转速超过超速保护动作值情况的信号，给开关磁阻调速装置输入信号，检查保护动作情况。

5.16.8 电力电子器件过热保护试验

模拟电力电子器件过热保护传感器的输出信号，给开关磁阻调速装置过热保护电路输入电力电子器件过热信号，检查其过热保护动作情况。

5.16.9 短路保护

将开关磁阻调速装置所有功率输出端（制动相除外）相互短接，开关磁阻调速装置在输入电源电压为额定电压情况下，进行起动操作，检查其短路保护动作情况。

5.16.10 电动机位置传感器接线错误保护

断开开关磁阻调速装置调速器与电动机位置传感器之间的任意一根连线或任意错接两根连线，在空载条件下起动电动机，经过不大于10 s时间后，检查其位置传感器错误保护动作情况。

5.17 交变湿热试验

交变湿热试验按GB/T 2423.4—2008的规定。

5.18 电磁兼容试验

不设有专用电源变压器的开关磁阻调速装置的电磁发射验证试验按GB 12668.3—2003中第6章的规定。

5.19 冷却水道试验

5.19.1 给开关磁阻调速装置的冷却水道供以产品标准（产品铭牌）规定的冷却水流量，并测量进出水口的压力降。

5.19.2 堵住开关磁阻调速装置冷却水道出水口，升高进水口水压达到试验要求值并保持5 min，水压不得下降，检查水道的渗漏和有害变形。

5.20 外壳防护性能试验

按GB 4208—2008的规定。

5.21 外观检查

目测开关磁阻调速装置外壳及零部件的外观。

6 检验规则

6.1 检验分类

6.1.1 开关磁阻调速装置应取得国家指定的防爆检验单位发给的“防爆合格证”。

6.1.2 检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 出厂检验

6.2.1 每台开关磁阻调速装置经出厂检验合格后才能出厂，并应附有产品合格证。

6.2.2 开关磁阻调速装置的出厂检验项目见表4。所有出厂检验项目都合格则判定该产品出厂检验合格。（其中变压器的出厂检验项目和判定规则应按变压器的相关标准规定。）

6.3 型式检验

6.3.1 凡属下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 经鉴定定型后第一次试制或小批量生产时；
- b) 开关磁阻调速装置设计、结构、材料和工艺的变更，足以引起某些特性和参数发生变化时；
- c) 正常生产时应进行的定期抽检；
- d) 产品长期停产后，恢复生产时；
- e) 国家质量监督检验机构提出要求时。

6.3.2 开关磁阻调速装置的型式检验项目见表4。型式检验的样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取。型式检验的样品数为一台。所有型式检验项目都合格则判定产品型式检验合格。（其中变压器的型

式检验项目和判定规则应按相关标准规定。)

7 标志

7.1 开关磁阻调速装置应在其各部件主体部分的明显地方设置防爆标志“Exd I” (“Exd[ib] I”) 和煤矿矿用产品安全标志标识“MA”。标志应考虑到在可能存在的化学腐蚀下，仍然清晰和耐久。其标志 Ex、防爆型式、类别可用凸纹或凹纹标在外壳的明显处。煤矿矿用产品安全标志标识“MA”的制作应符合 AQ 1043—2007 的规定。

表4 检验项目

序号	试验项目	出厂检验	型式检验	要求	试验方法
1	防爆结构检查	√	√	4.3.1.1, 4.3.1.2, 4.3.2.1, 4.3.3.1, 4.3.4.1, 4.3.5, 4.3.6, 4.3.8.1, 4.3.9, 4.3.10	5.1.1
2	隔爆外壳静压试验	√	√	4.3.1.4	5.1.4
3	防爆性能试验	—	√	4.3.1.3, 4.3.2.2, 4.3.2.3, 4.3.3.2, 4.3.4.2, 4.3.8.2	5.1.2, 5.1.3, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6
4	电气间隙和爬电距离检查	√	√	4.3.7	5.5
5	介电性能试验	√	√	4.4.1	5.7
6	操作功能和显示功能试验	√	√	4.4.7	5.8
7	速度稳定精度试验	—	√	4.4.3.2	5.10.1
8	转速变化率试验	—	√	4.4.3.3	5.10.2
9	恒转矩、恒功率调速性能试验	√	√	4.4.3.4	5.10.3
10	减速时间试验	√	√	4.4.4	5.11
11	双象限运行试验	√	√	4.4.5	5.12
12	四象限运行试验	√	√	4.4.6	5.13
13	温升试验	—	√	4.4.2	5.9
14	过载能力试验	—	√	4.4.8	5.14
15	供电电压适应能力试验	√	√	4.4.9	5.15
16	过电压、欠电压保护试验	√	√	4.4.10.1	5.16.1
17	过电流保护试验	—	√	4.4.10.2	5.16.2
18	输入电源缺相保护试验	—	√	4.4.10.3	5.16.3
19	输出主电路缺相保护试验	—	√	4.4.10.4	5.16.4
20	漏电闭锁试验	√	√	4.4.10.5	5.16.5
21	漏电保护试验	√	√	4.4.10.6	5.16.6
22	超速保护试验	—	√	4.4.10.7	5.16.7
23	电力电子器件过热保护试验	—	√	4.4.10.8	5.16.8
24	短路保护试验	—	√	4.4.10.9	5.16.9
25	电动机位置传感器接线错误保护试验	√	√	4.4.10.10	5.16.10
26	交变湿热试验	—	√	4.4.11	5.17
27	电磁兼容试验	—	√	4.4.12	5.18

表4 (续)

序号	试验项目	出厂检验	型式检验	要求	试验方法
28	冷却水道试验	√	√	4.4.13	5.19
29	外壳防护性能试验	—	√ ^a	4.1.3	5.20
30	外观检查	√	√	4.5	5.21
^a 仅在产品结构定型时进行。					

7.2 开关磁阻调速装置各主要部件都应设置铭牌。其中电动机铭牌内容应按相关标准的有关规定；变压器的铭牌内容应按 GB 8286—2005 中 6.1.2 的规定；调速器的铭牌应包括下列内容：

- a) 制造厂名；
- b) 开关磁阻调速装置名称；
- c) 开关磁阻调速装置型号；
- d) 防爆标志；
- e) 额定输入电压；
- f) 额定输出电压；
- g) 额定输出功率；
- h) 转速范围；
- i) 额定转速；
- j) 冷却水流量；
- k) 冷却水道工作压力；
- l) 出厂日期和产品编号；
- m) 防爆合格证号；
- n) 安全标志编号。

7.3 铭牌的材质应采用耐化学腐蚀的材料，如青铜、黄铜或不锈钢。其刻划方法应保证其字迹在开关磁阻调速装置整个使用期间不易磨灭。铭牌应安装在开关磁阻调速装置各部件主体的明显部位。

参考文献

- [1] GB/T 2900.25—1994 电工术语 旋转电机
 - [2] GB 7251.1—2005 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：型式试验和部分型式试验成套设备
 - [3] MT/T 661—1997 煤矿井下用电器设备通用技术条件
-