

ICS73.100.99

D98

备案号:

MT

中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 1041.2—200×

采煤机电气调速装置技术条件 第2部分：变频调速装置

Specification for adjustable speed electrical equipment of shearer
Part2: Speed-adjustable equipment by variable voltage variable frequency

(送审稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家安全生产监督管理总局发布

注

前 言

MT/T 1041《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 2 部分。

本部分由中国煤炭工业协会科技发展部提出。

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：煤炭科学研究总院上海分院。

本部分主要起草人：项止武、刘振坚、许森祥、董枫、洪林、张建、韩保民。

采煤机电气调速装置技术条件

第2部分：变频调速装置

1 范围

MT/T 1041 的本部分规定了采煤机行走部变频调速装置的要求、试验方法、检验规则、标志。

本部分适用于采煤机行走部变频调速装置（以下简称变频调速装置）。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过MT/T 1041的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/T2423.4—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Db：交变湿热试验方法（eqv IEC 68-2-30：1980）

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 —1993 外壳防护等级（IP 代码）（eqv IEC 529：1989）

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 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 1040—2007 采煤机变频调速装置用YBVF系列行走电动机 技术条件

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

基本频率 base frequency

变频调速装置能够输出最大输出功率的最低频率。

4 要求

4.1 基本要求

4.1.1 变频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 变频调速装置中的变压器和行走电动机应为矿用隔爆型，变频调速器应为矿用隔爆型或矿用隔爆兼本质安全型（变压器和变频调速器也可组装在矿用隔爆型或矿用隔爆兼本质安全型的电控箱内）。

4.1.3 变频调速装置的外壳防护应符合 GB 4208—1993 的规定，不低于 IP54。

4.1.4 变频调速装置中的行走电动机应符合 MT/T 1040—2007 的要求。变频调速装置中的其他部件应符合本部分的要求。

4.2 正常使用条件

4.2.1 变频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（非机载变频调速装置除外）；
- b) 周围环境温度不高于+40℃，不低于-5℃；
- c) 海拔不高于2000m；

注：对于海拔高于2000m的变频调速装置，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变频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气环境中；
- 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中的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变频调速装置，冷却水进水温度应不大于+30℃，冷却水进水压力应不大于3MPa，冷却水流量应符合各自产品标准的规定。

4.2.2 变频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 变频调速装置的外壳应采用钢板或铸钢制成。

4.3.1.2 变频调速装置的外壳隔爆结合面应符合GB3836.2-2000中第5章的规定。

4.3.1.3 变频调速装置外壳的隔爆性能应符合GB3836.2-2000的规定，应能承受GB3836.2-2000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 变频调速装置的外壳在精加工后应按GB3836.2-2000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 变频调速装置的电缆引入装置应符合GB3836.1-2000中第16章和GB3836.2-2000中第12章的规定。

4.3.2.2 变频调速装置的电缆引入装置应按GB3836.1-2000中附录D的规定进行夹紧试验，并且还应按GB3836.2-2000附录D的规定进行隔爆型电缆引入装置试验。

4.3.2.3 变频调速装置的电缆引入装置的橡胶密封圈应按GB3836.1-2000中附录D的规定进行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 变频调速装置的接线空腔和接线空腔内接线端子应符合GB3836.1-2000中第14章的规定。

4.3.3.2 变频调速装置接线端子绝缘套管应符合GB3836.1-2000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 变频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GB3836.2-2000中第8章的规定。

4.3.4.2 透明件应能承受GB3836.1-2000中23.4.3.1规定的冲击试验。

4.3.5 接地

变频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

变频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

变频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 变频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

变频调速装置的紧固件应符合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变频调速装置,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

变频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。

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

变频调速装置主回路(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

变频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 其他电气元件的温升

其他电气元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(频率)调节范围

变频调速装置的最低输出频率应不高于3Hz,其最高输出频率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,变频调速装置在输出频率为5Hz时,应仍能输出额定转矩(允许误差为+8%额定值及-3%额定值);在输出频率为最高频率时,应仍能输出额定功率(允许误差为+8%额定值及-3%额定值)。

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，变频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。

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

式中：

δ_1 ——速度稳定精度；

$n_{t\max}$ ——变频调速装置在 1h 内以 5min 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)；

$n_{t\min}$ ——变频调速装置在 1h 内以 5min 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，变频调速装置在规定的调速范围内输出额定转矩（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。

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

式中：

δ_2 ——转速变化率；

n_{10} ——变频调速装置在某一给定输出频率下输出为 10% 额定转矩时的转速，单位为转每分 (r/min)；

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

$n_{e\max}$ ——变频调速装置的额定转速（对应于基本频率），单位为转每分 (r/min)。

4.4.3.4 恒转矩和恒功率调速特性

变频调速装置应设计成在 5Hz 至基本频率范围内为恒转矩调速段（对应于工作牵引速度），在基本频率以上范围为恒功率调速段（对应于调动牵引速度）。

变频调速装置在规定的调速范围内其调速特性应符合 MT/T81—1998 表 5 中第 3 项的要求，即在 5Hz 至基本频率范围内的恒转矩调速段，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；在基本频率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

变频调速装置应能在 10s 时间内使行走电动机转速从额定转速（即变频调速装置输出频率为基本频率，对应采煤机最大工作牵引速度）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

变频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

四象限运行的变频调速装置除应在 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）或能耗制动功能，其制动转矩（制动功率）应在各自产品标准中作出规定。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

变频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

变频调速装置应能显示下列工作状态和工作参数：

- a) 变频调速装置“工作”、“停止”；
- b) 采煤机行走方向；
- c) 采煤机行走电动机给定速度（或变频调速装置的给定输出频率）；
- d) 故障显示（过载、过热、过电压、欠电压等）。

4.4.8 过载能力

变频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%额定电压范围内变频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

变频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，变频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，变频调速装置的欠电压保护应动作。

4.4.10.2 过电流保护

变频调速装置应具有过电流保护功能，其过电流保护动作值应在各自产品标准中作出规定，当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 缺相保护

变频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。

4.4.10.4 漏电闭锁

变频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 (460)	7 (12)	+20
660	22	+20
1 140	40	+20

4.4.10.5 漏电保护

非机载变频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 (460)	3.5 (6)	+20
660	11	+20
1 140	20	+20

4.4.10.6 超频（超速）和失速保护

变频调速装置应设有能接受采煤机行走部传递来的超速和失速信号的接口，并能报警和停止运行。

4.4.10.7 电力电子器件过热保护

变频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。

4.4.11 防潮要求

变频调速装置应按GB/T 2423.4—1993的规定进行交变湿热试验，严酷等级为40℃，试验周期为12d，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变频调速装置应按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 外壳水冷式变频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0.3MPa。

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

4.5 外观

4.5.1 变频调速装置的表面油漆应干燥、完整，无污损、碰坏和裂痕等现象。

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

变频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

变频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。

5.5 电气间隙和爬电距离测量

变频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

变频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

变频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1min。

5.7.2 主回路介电性能试验

变频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45Hz至62Hz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1min。

5.8 操作功能和显示功能试验

5.8.1 对变频调速装置进行“起动”、“停止”操作各3次，观察变频调速装置的“起动”、“停止”情况及相应的工作状态显示情况。

5.8.2 对变频调速装置进行“正向”、“反向”设定各3次，观察行走电动机的转向及变频调速装置的“采煤机行走方向”显示是否与设定一致。

5.8.3 将变频调速装置的转速设定（频率设定）从某一较低转速升高到某一较高转速，观察行走电动机的转速提升情况及变频调速装置的“采煤机行走电动机给定转速”显示是否正常。同样再将变频调速装置的转速设定（频率设定）从某一较高转速降低为某一较低转速，观察行走电动机的转速降低情况及变频调速装置的“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。变频调速装置的输出频率设定在基本频率，以给行走电动机加直接负载的方法使其输出转矩为额定转矩（即变频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1K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。采用外壳水冷式的变频调速装置，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1m。

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应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。

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

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 变频调速装置输入电源电压为95%~110%额定值，将变频调速装置输出频率设定在基本频率，空载运行1h，以5min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的规定求得变频调速装置的速度稳定精度。

5.10.1.2 变频调速装置输入电源电压为95%~110%额定值，将变频调速装置输出频率设定在5Hz，试验方法同5.10.1.1。

5.10.1.3 变频调速装置输入电源电压为95%~110%额定值，将变频调速装置输出频率设定在最高频率，试验方法同5.10.1.1。

5.10.2 转速变化率试验

5.10.2.1 变频调速装置输入电源电压为95%~110%额定值，将变频调速装置输出频率设定在基本频率，测量行走电动机空载（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的规定计算求得基本频率时变频调速装置的转速变化率。

5.10.2.2 变频调速装置输入电源电压为95%~110%额定值，将变频调速装置输出频率设定在5Hz，测量行走电动机空载（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5Hz时变频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变频调速装置，在其输入电源电压为95%~110%额定值时，将变频调速装置输出频率设定在最高频率，测量行走电动机空载（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的规定计算求得最高频率时变频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

变频调速装置输入电源电压为95%~110%额定值，将变频调速装置输出频率设定在基本频率，从空载开始缓慢加载直至额定转矩，再增加负载，转速应自动降低（转速降低一般不少于额定转速的2.5%）。

变频调速装置输入电源电压为95%~110%额定值，将变频调速装置输出频率依次设定在40Hz、30Hz、20Hz、10Hz和5Hz（出厂检验时只做5Hz），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变频调速装置,在其输入电源电压为95%~110%额定值时,将变频调速装置输出频率依次设定在最高频率和70Hz(出厂检验时只做最高频率),从空载开始缓慢加载直至额定功率,再增加负载,转速应自动降低(转速降低一般不少于额定转速的2.5%)。

5.11 减速时间试验

试验时变频调速装置应先按4.4.4的要求设定减速时间,然后起动变频调速装置以额定转速(即变频调速装置输出频率为基本频率)轻载运行,在转速稳定后按下变频调速装置的停止按钮,记录从按下按钮到行走电动机停止的时间。

5.12 双象限运行试验

变频调速装置设定在正向进行了5.10、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 将变频调速装置输出频率设定在基本频率,并带动行走电动机运行,调节行走电动机的加载装置使其工作在Ⅱ象限即再生(制动)状态,这时行走电动机转速应高于同步转速,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、记录行走电动机的转速和转矩。试验时变频调速装置输入电源电压为95%~110%额定值。

5.13.2 将变频调速装置输出频率设定在5Hz并带动行走电动机运行,试验方法同上。

5.13.3 对具有恒功率调速特性的变频调速装置,将变频调速装置输出频率设定在最高频率并带动行走电动机,调节行走电动机的加载装置使其工作在Ⅱ象限即再生(制动)状态,这时行走电动机转速应高于同步转速,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、记录行走电动机的转速和转矩。试验时变频调速装置输入电源电压为95%~110%额定值。

5.14 过载能力试验

变频调速装置输入电源电压为95%~110%额定值,将变频调速装置输出频率设定在基本频率,并带动行走电动机运行,在额定输出电流下连续运行后,将负载逐渐增大,直至变频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规定的时间内变频调速装置应运行正常。试验前应先将变频调速装置的恒转矩、恒功率控制值调至大于变频调速装置的过载电流动作值。

5.15 供电电压适应能力试验

在变频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,对变频调速装置分别按5.8的规定进行操作功能和显示的试验及空载运行,变频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(频率)设定。

5.16 保护试验

5.16.1 过电压、欠电压保护试验

变频调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以任一频率轻载运行,然后逐渐升高输入电源电压直至超过变频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。

变频调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以任一频率轻载运行,然后逐渐降低输入电源电压直至低于变频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) 变频调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以基本频率轻载运行,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。试验前应先将变频调速装置的恒转矩、恒功率控制值调至大于其过电流动作值。
- b) 模拟变频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,即在电流互感器输入侧输入大电流或在保护电路输入信号端输入与过电流信号相对应的信号,检查其过电流保护动作情况。试验前应先将变频调速装置的恒转矩、恒功率控制值调至大于其过电流动作值。

5.16.3 缺相保护试验

变频调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以任一频率轻载运行，然后断开输出电路的任一相，检查其缺相保护动作情况。

5.16.4 漏电闭锁试验

变频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，起动行走电动机，然后再停止行走电动机，并下调电阻箱的电阻值直至变频调速装置漏电闭锁动作，无法再起动行走电动机。记录此时漏电闭锁动作值。

5.16.5 漏电保护试验

在非机载变频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保护动作值，使变频调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以基本频率起动行走电动机并轻载运行，然后减少电阻箱的电阻值直至其漏电保护动作，使行走电动机断电停止运行，记录此时漏电保护动作值。

分别在输出频率为5Hz及最高频率的情况下按上述方法同样进行试验。

5.16.6 超速（超频）和失速保护试验

变频调速装置在输入电源电压为额定电压情况下以任一频率轻载运行，分别模拟采煤机超速（超频）和失速情况的输出信号，给变频调速装置输入信号，检查保护动作情况。

5.16.7 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，给变频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。

5.17 交变湿热试验

交变湿热试验按GB/T 2423.4—1993的规定。

5.18 电磁兼容试验

不设有专用电源变压器的变频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 给变频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 堵住变频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5min，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—1993的规定。

5.21 外观检查

目测变频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 变频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 每台变频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 变频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) 变频调速装置设计、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 变频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。）

表4

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（频率）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	能耗减速试验	√	√	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	缺相保护试验	—	√	4.4.10.3	5.16.3
19	漏电闭锁试验	√	√	4.4.10.4	5.16.4
20	漏电保护试验	√	√	4.4.10.5	5.16.5
21	超频（超速）和失速保护试验	√	√	4.4.10.6	5.16.6
22	电力电子器件过热保护试验	√	√	4.4.10.7	5.16.7
23	交变湿热试验	—	√	4.4.11	5.17
24	电磁兼容发射试验	—	√	4.4.12	5.18
25	冷却水道试验	√	√	4.4.13	5.19
26	外壳防护性能试验	—	√	4.1.3	5.20
27	外观检查	√	√	4.5	5.21

7 标志

7.1 变频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。

7.2 变频调速装置各主要部件都应设置铭牌。其中行走电动机铭牌内容应按MT/T 1040—2007的规定；变压器的铭牌内容应按变压器的标准的规定；调速器的铭牌应包括下列内容：

- a) 制造厂名；
- b) 变频调速装置名称；
- c) 变频调速装置型号；
- 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) 频率范围；
- i) 基本频率；
- 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变频调速装置整个使用期间不易磨灭。铭牌应安装在变频调速装置各部件主体的明显部位。

参考文献

- [1] GB/T 1032—2005 三相异步电动机试验方法
 - [2] GB 6450—1986 干式电力变压器
 - [3] 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
 - [4] GB 8286—2005 矿用隔爆型移动变电站
 - [5] JB/T 7123—1993 YCT 系列电磁调速电动机技术条件（机座号 112~355）
 - [6] MT/T 661—1997 煤矿井下用电器设备通用技术条件
-