

ICS 21.120.20

CCS J 19

团 体 标 准

T/CDAS XXXX—2024

永磁制动器

Permanent magnet brake

（征求意见稿）

20XX – XX – XX 发布

20XX – XX – XX 实施

成都市标准化协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 结构型式、型号含义 2

5 设计原则和技术要求 3

6 试验条件和试验方法 6

7 检验规则 9

8 铭牌、标签与使用说明书 11

9 包装、运输与贮存 12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由成都市标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：成都超德创科技有限公司……。

本文件主要起草人：胡国林、阳波 张重盛、杨贤、吕亮……。

永磁制动器

1 范围

本文件规定了伺服电机用永磁制动器的型式、技术要求、试验条件、试验方法、检验规则、标志与包装的要求等。

本文件适用于伺服电机传动系统制动和控制用永磁制动器。本文件不适用于防爆型特殊性能的永磁制动器，以及其它有特殊要求的特种行业用永磁制动器。其他型号的电机永磁制动器可参考执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 109 平头铆钉
GB/T 819.2 十字槽沉头螺钉 第2部分：8.8级、不锈钢及有色金属螺钉
GB/T 875 偏平头半空心铆钉
GB/T 13560 烧结钕铁硼永磁材料
GB/T 1972.2 蝶形弹簧 第二部分：技术条件
GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分： 试验方法 试验Ka：盐雾
GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
GB/T 4942 旋转电机整体结构的防护等级（IP代码） 分级
GB/T 7345—2008 控制电机基本技术要求
GB/T 34114 电动机用电磁制动器通用技术条件
HB 6444 铆钉通用规范

3 术语和定义

GB/T 34114界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工作间隙

永磁制动器的定子摩擦面与动板接触面在通电的情况下，两接触面分开的距离。

3.2

反相电压

永磁制动器通入额定电压后，继续增加电压，使打开的动板又反相吸合，此时电压值为永磁制动器的反相吸合电压，简称反相电压。

3.3

额定静扭矩

永磁制动器在断电情况下进行预磨后，在静态测试满足的制动扭矩值。

3.4

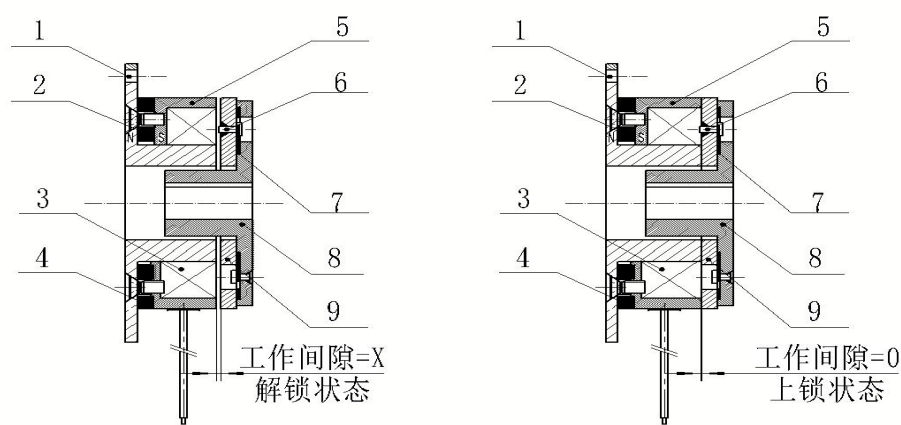
动态扭矩

永磁制动器在断电情况下，以规定的速度（推荐150转速/分钟）进行动态测试，需满足的制动扭矩值。

4 结构型式、型号含义

4.1 结构型式

4.2 永磁失电制动器主要由内磁轭、永磁铁、线圈组件、磁铁支架、外磁轭、连接铆钉、弹簧片、制动盘法兰、导磁动板等组成。一般安装在电机端面再与电机轴连接，它的功能是通过线圈的通断电，使线圈产生电磁力来改变永磁铁产生的磁吸合力，从而控制制动器扭矩的切离和制动，从而实现电机的转动与停止。永磁制动器的结构型式见图1。



注：1. 内磁轭；2. 永磁铁；3. 线圈组件；4. 磁铁支架；5. 外磁轭；6. 连接铆钉；7. 弹簧片；8. 制动盘法兰；9. 导磁动板。

图1 永制动器结构图

4.3 型号命名

永磁制动器型号由企业代号、制动器使用类别、电机型号、制动器类型、电压、扭矩等部分组成。

示例：CDC-S100YC (24V) 20C18 表示：超德创公司伺服电机用100型永磁制动器，额定电压：24V ±10% 扭矩值：20N.m，安装方式：Φ18mm轴孔带键槽。

型号组成参见图2。

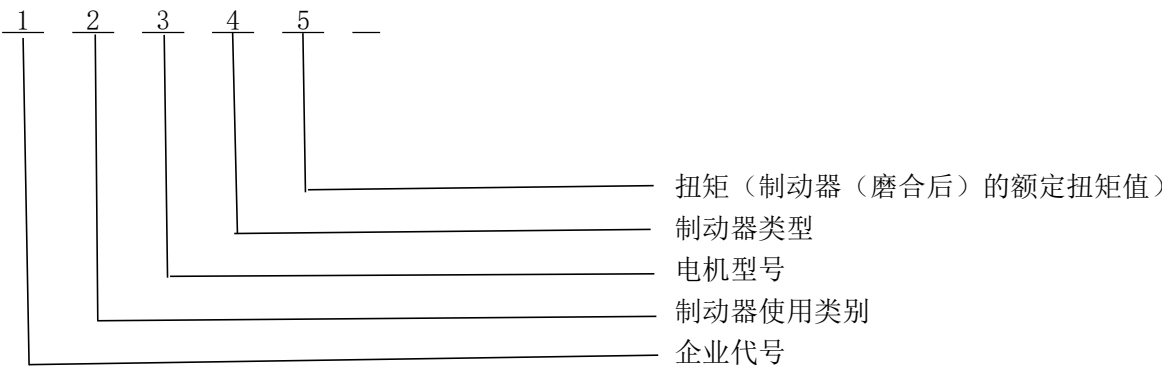


图2 永磁制动器型号组成

5 技术要求

5.1 正常工作条件

- 5.1.1 使用工作环境温度-40℃~+60℃、（特殊工况下-55℃~+120℃），使用环境温度应小于所选永磁铁的退磁居里温度值。
- 5.1.2 使用海拔不超过 1500m。
- 5.1.3 平均最大相对湿度为 90%，并应考虑到因温度、湿度变化发生在产品摩擦面上的凝露情况。
- 5.1.4 周围介质要求无爆炸危险、无腐蚀金属、无破坏绝缘的尘埃、无油雾。
- 5.1.5 制动器的摩擦接触面，不应沾油、沾水。
- 5.1.6 安装牢固在机座应无明显摇动和冲击振动的地方；如要满足特殊工况下的，振动和冲击试验。需另外的考虑设计验证。
- 5.1.7 采用直流电源装置供电，额定电压波动范围±10%之内。引出线的长度≥1 米，需考虑压降系数并进行设计验证。
- 5.1.8 制动器的额定静扭矩：应满足图纸设计要求，在常温 20℃下，并经过磨合后进行测试，在高温和低温的环境下的扭矩值在环境条件下进行测试，并满足图纸要求。

5.2 主要零部件要求

5.2.1 永磁铁

永磁铁的牌号和性能满足 GB/T 13560 烧结钕铁硼永磁材料要求。

5.2.2 弹簧片

弹簧片应符 GB/T 1972.2 的规定，弹簧力为±5%。100 万次寿命后的弹簧力衰减满足初始弹簧力的 5%以内，300 万次寿命后的弹簧力衰减满足初始弹簧力的 8%以内。

5.2.3 铆钉

铆钉应符合 GB/T 109 平头铆钉或者 GB/T 875 扁平头半空心铆钉的技术要求；制动器的转子部件铆压应根据使用扭矩和环境选择不同规格和材质的铆钉。

铆钉的材质：304 不锈钢、铝 LY1、紫铜 T3。

5.3 性能要求

5.3.1 外观和工作间隙要求

- 5.3.1.1 制动器的零部件应无毛刺、平整，裂纹。
- 5.3.1.2 弹簧片、标准件以及配件应有防蚀措施。
- 5.3.1.3 各零件外表面镀层，满足中性盐雾 70 小时不产生红锈。
- 5.3.1.4 制动器工作间隙按设计图纸进行调整，安装好后进行固定牢固，工作间隙的大小影响制动器的电气性能和动作时间。

5.3.2 转子铆压强度

转子的铆压要求平整、不翘边，跳动公差符合图纸要求，高速转速（大于 8000 转）和冲击要高的产品应采用不锈钢实心铆钉进行铆压，并测试拉拔力。

5.3.3 电气性能要求

5.3.3.1 解锁时间

永磁制动器在规定的试验条件下，定子接触面和动板接触面打开的时间，见相应的图纸要求。

5.3.3.2 上锁时间

永磁制动器在规定的试验条件下，定子接触面和动板接触面吸合的时间，参见相应的图纸要求。

5.3.3.3 解锁电压

永磁制动器在额定条件下和常温 20℃时，在 75%的额定电压下操作时，应能灵活地释放，参数化设计见相应图纸。

5.3.3.4 上锁电压

制动器在额定条件下和常温 20℃时，在 25%额定电压下，应能灵活地闭合，见相应图纸要求。

5.3.3.5 绝缘介电强度

制动器线圈对磁轭应能承受表 1 规定的绝缘介电强度试验，历时 1min，漏电流不大于 5mA, 也用 1s 替代，电压有效值为表规定值的 120%。

表 1 绝缘介电强度

制动器额电压 U(V)	试验电压 (V)
-------------	----------

U≤12	250
12<U≤60	500
U>60	1000+2U (最小值为 1500)

5.3.3.6 绝缘电阻

在正常气候条件和常温、低温条件下,制动器线圈对磁轭间的缘电阻应不小于50MΩ。在高温条件下绝缘电阻应不小于10MΩ。湿热条件下绝缘电阻应不小于1MΩ,制动器额定电压在DC500以内时,兆欧表电压都为DC500V。

5.3.3.7 线圈温升

制动器线圈温升应符合产品专用和通用技术条件的规定。
制动器的线圈的绝缘耐热等级不应低于B级。温升极限温升见表2。

表 2 极限温升标准

绝缘温度等级	B 级绝缘耐热	F 级绝缘耐热	H 级绝缘耐热
线圈温升极限值 (电阻法) IC410	80K	100K	125K

5.3.3.8 线圈电阻

在正常气候条件和常温2020℃下,线圈电阻应满足规定电阻的±5%以内 绕制线圈匝数不超过±3圈(电阻的温度变化系数按0.00039计算)。

5.3.4 环境可靠性能要求

5.3.4.1 静态寿命

永磁制动器在静态时的制动累计次数不少于 100 万次,试验后制动器零部件不能有松动和破损,制动器功能正常,静扭矩能满足额定静扭矩要求,制动器在热态条件下 90%的额定电压能正常打开(制动器动板和定子正常打开,闭合一个循环计算 1 次寿命)。

5.3.4.2 紧急刹车次数

制动器在整个寿命周期内单次作功和总作功的要求下,急刹次数≥200 次,测试完成后制动器在热态条件下 90%的额定电压能正常打开。

5.3.4.3 低温环境使用

制动器应能承受-40℃或参数化设计规定的一种低温试验,低温下检查绝缘电阻应符合5.7的规定,制动器通断电时应能正常吸合与释放无卡滞;恢复常温后测量额定静制动力矩,应符合额定扭矩。
低温环境下,最大解锁电压(额定电压x1.25%)应能正常解锁制动器,而不会反相吸合。

5.3.4.4 高温环境使用

制动器应能承受+60℃或参数化设计规定的一种高温试验,高温下检查绝缘电阻,应符合5.7的规定;高温下制动器通断电时应能正常吸合与释放无卡滞,恢复常温后测量额定静制动力矩,应符合额定扭矩。

高温环境下最小解锁电压(额定电压 $\times 0.75\%$)应能打开制动器。

5.3.4.5 恒定湿热

永磁制动器应具有适应湿热环境的能力。按照GB/T 7345—2008的表9规定进行恒定湿热试验,试验后应无明显的外观质量变坏及影响正常工作的锈蚀现象,试验完成后立即检测产品的绝缘电阻,绝缘电阻应满足5.7的规定,经过24小时的常温环境恢复后,测试制动器的扭矩能满足额定扭矩值。

5.3.4.6 交变湿热

当有要求时,永磁制动器应具有适应交变湿热环境的能力。交变湿热参数设置可按照GB/T 7345—2008表10的规定执行。

制动器制造商也可根据电机厂家提出的交变湿热条件参数、交变湿热试验循环周期、试验样品处理及恢复、制动器运行条件和检测要求进行设计和试验。试验后应无明显的外观质量变坏及影响正常工作的锈蚀现象,试验完成后立即检测产品的绝缘电阻,绝缘电阻应满足5.7的规定,经过24小时的常温环境恢复后,测试制动器的扭矩能满足额定扭矩值。

5.3.4.7 空载噪音

制动器在常温常压下的运转噪音不大于60dB(A),参数化设计见相应图纸。

5.3.4.8 永磁兼容性

当有要求时,制动器的永磁抗扰度应符合产品参数化设计的要求。

5.3.4.9 防护等级

永磁制动器按GB/T 4942旋转电机整体结构的防护等级(IP代码),不低于IP54要求。

6 试验条件和试验方法

6.1 测试条件

6.1.1 永磁材料的检测用磁通计和高斯计进行检测。

6.1.2 形位公差、外形尺寸、安装尺寸等用卡尺、千分尺、千分表或专业工具、量具及仪器检测。

6.1.3 工作间隙用塞规检测。

6.1.4 装配形位公差等用卡尺、千分尺、千分表或专业工具、量具及仪器检测。

6.1.5 永磁制动器各紧固件连接牢固,不允许有松动现象。用限扭扳手检测。

6.1.6 试验所用的量具和量仪应符合国家有关计量检定规程。

6.1.7 试验的环境和条件应符合5.2条的规定。

6.1.8 每项试验或每个完整的顺序试验中不允许更换零部件或进行修理。

6.2 试验方法

6.2.1 外观检查

- 6.2.1.1 用目测检查制动器零部件的表面符合 5.2.3.1 的规定。
- 6.2.1.2 用目测检查制动器的各主要零件表面防腐符合 5.2.3.1 的规定。
- 6.2.1.3 按照 GB/T 2423.17 方法进行盐雾检测，盐雾试验符合 5.2.3.1 的规定。
- 6.2.1.4 制动器工作间隙使用塞尺检测，检测时确保动板与定子端面之间整圈都能通止住。

6.2.2 关键零部件的测试

6.2.2.1 弹簧片

弹簧片的寿命按照 GB/T 1972.2 的疲劳试验标准进行测试，试验后的性能应符合 5.2.2.2 的规定。

6.2.2.2 转子铆压强度

转子由（制动盘+动板+弹簧片）铆压加工组成，其铆压后的强度，按 HB 6444 铆钉通用规范中附录 A 进行测试，应无松动和断裂现象。

6.2.2.3 永磁铁高温磁性能

永磁铁按选择牌号规格、使用工况和对应的最高使用温度 180℃ 下，进行闭路条件下放入高温箱烘烤 2 小时，待冷却到常温下后，进行测试磁通量测试，满足 5.2.2.1 的规定。

6.2.3 电气性能要求的测试

6.2.3.1 线圈电阻

在 20℃ 时，将制动器接上电阻测试仪测试线圈的电阻值，如果室温满足不了 20℃ 的要求，应将测试的电阻值换算成 20℃ 的数值，测试结果应符合本文件 5.5.1.1 规定。

6.2.3.2 电源电压

在室温 20℃ 时，把永磁制动器的供电装置接上电压测试仪测试整流电源电压值，应符合本文件 5.5.1.2 规定。

6.2.3.3 额定功率

永磁制动器的线圈励磁功率是指 20℃ 时的值，可用功率表测试，须符合设计图对额定功率的规定值，同时应符合本文件 5.5.1.3 规定。

6.2.3.4 额定静力矩

额定静制动力矩采用扭矩扳手、悬吊砝码等保证精度的测试方法进行测试，摩擦片由静止状态有滑移瞬间时测得扭矩值（若滑动状态不明显时，可以读取 10° 以内的最大值数据），测量其 3 次的最小值应符合 5.5.2 的规定，测试下一个点时要给制动器通电进行旋转。产品批量性能稳定后可以按照 1 次的扭矩值做为判定标准。

6.2.3.5 解锁时间

将永磁制动器安装在综合试验台上，接入额定电压，给制动器通断电，（注意：有整流器的产品通断电时在直流侧进行控制）在测得的动作特性波形曲线上量取值。应符合本文件 5.5.3 的规定。

6.2.3.6 上锁时间

将永磁制动器安装在综合试验台上，接入额定电压，给制动器通断电，（注意：有整流器的产品通

断电时在直流侧进行控制) 在测得的动作特性波形曲线上量取值。应符合本文件 5.5.4 的规定。

6.2.3.7 解锁电压

将制动器接入直流可调电源上, 缓慢增加电源电压, 当动板被定子吸合, 转子能轻松转动无卡阻时记录此时的电压值, 应符合本文件 5.5.5 的规定。

6.2.3.8 上锁电压

将制动器接入直流可调电源上, 电压为额定电压, 使制动器动板和定子完全吸合, 然后缓慢降低电源电压, 当动板与定子刚脱开, 转子有卡阻时记录此时的电压值, 应符合本文件 5.5.6 的规定。

6.2.3.9 绝缘介电强度

按 GB/T 7345—2008 中 5.17.2 规定的方法进行试验, 测试结果应符合 5.6 的规定。

6.2.3.10 绝缘电阻

按 GB/T 7345—2008 中 5.18.2 规定的方法进行试验, 测试结果应符合 5.7 的规定。

6.2.3.11 线圈温升

制动器的温升采用电阻法进行测试, 测试按照 GB/T 14048.1—2012 进行, 按照 S1 工作制进行测试, 测试结果应符合 5.8 的规定。

6.2.3.12 线圈电阻

制动器的线圈电阻法进用电阻测量仪、或者万用表进行测量, 产品高低温下的电阻值, 需在控制箱内进行测试。

6.2.4 环境可靠性能测试

6.2.4.1 恒定湿热

将制动器不通电置于试验箱中, 按 GB/T 7345—2008 中 5.29.1.2 规定的方法行试验, 试验时可按实际使用状态对制动器进行防护处理, 测试结果应符合 5.9.1 的规定。

6.2.4.2 交变湿热

将制动器不通电置于试验箱中, 按 GB/T 7345—2008 中 5.29.2.2 规定的方法行试验, 试验时可按实际使用状态对制动器进行防护处理, 测试结果应符合 5.9.2 的规定。

6.2.4.3 低温环境适应性能

将制动器放置于试验箱中, 降低温度速度不低于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 待箱内温度达到 -40°C 后 (试品所有部分的温度规定的低温值之差在 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 以内), 持续低温试验 24h, 然后将试品在正常大气压条件下 (温度 $+15^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $45\% \sim 75\%$, 气压 $86 \sim 106\text{kPa}$) 恢复, 其恢复时间要足以达到常温下的稳定温度。测试结果应符合 5.2.4 的规定。

6.2.4.4 空载噪音

永磁制动器空载运转噪音试验按照 GB/T 10069.1—2006 规定的噪声测定方法进行, 测试结果应符合 5.11 的规定。

6.2.4.5 防护等级

永磁制动器电气外壳防护试验按 GB/T 4942 的规定进行测试，测试结果应符合 5.12 的规定。

6.2.4.6 永磁兼容性

按 GB/T 7345-2008 中 5.32.2 规定的方法进行试验试验时线圈两端施加额定电压检查永磁抗扰度，测试结果应符合 5.1 的规定。

6.2.4.7 静态寿命

制动器安装在寿命试验台架上，按产品专用技术条件规定的每小时制动次数进行通断电静态制动试验，测试结果应符合 5.14 的规定。

6.2.4.8 紧急刹车次数

将制动器安装在寿命测试台上，按照表 A.1 单次的能量给制动器施加稳定的能量，使制动器将能量完全吸收，不能连续测试导致制动器的发热无法排出而影响制动器的测试结果，测试结果应符合 5.16 的规定。

6.2.4.9 低温

将制动器放置于试验箱中，箱温逐渐降低至规定的低温极限值，温差士 2℃，使整个制动器的温度达到平衡状态，检测制动器的性能，测试结果应符合 5.17 的规定。

6.2.4.10 高温

将制动器放置于试验箱中，箱温逐渐升高至规定的高温极限值，温差士 2℃，使整个制动器的温度达到平衡状态，检测制动器的性能，测试结果应符合 5.18 的规定。

7 检验规则

7.1 检查和检验的分类

永磁制动器的检测分为以下两种：

- a) 型式检验；
- b) 出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 型式检验规则

型式检验的目的在于验证永磁制动器的设计、性能和制造质量是否符合本标准的要求。有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制定型鉴定；
- b) 正式生产后若结构、材料、工艺有重大改变，且可能影响产品性能时；
- c) 当产品停产一年或一年以上，重新开始生产时；
- d) 出厂检验结果与型式检验有较大差异时；

e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

做型式检验的永磁制动器必须是正式试制的，每个试验项目（或试验顺序）应不少于两台，所有规定的型式检验项目均应合格，才能认为永磁制动器型式检验合格。型式检验合格的产品才能提请鉴定。

7.2.2 型式检验结果及评定

型式检验中对不构成威胁安全或严重降低性能指标的项目，如有失误，只要能够提供充分证据，说明该失误并不是设计上的固有缺陷，而是由个别试品的缺陷所致，则允许按原试品复试，复试合格仍认为型式检验合格。型式检验项目及顺序按表 4 的规定。

表 4 型式检验、出厂检验项目及顺序

序号	试验内容			试验顺序	
	测定试验项目	技术要求	测定试验方法	型式检验	出厂检验
1	基本参数	5.1.3	6.1	*	*
2	工作条件	5.2.1	6.1	*	*
3	外观要求和检查	5.2.3.1	6.2.1	*	*
4	工作间隙	5.2.3.1.4	6.2.1.4	*	*
5	弹簧片性能和寿命	5.2.2.2	6.2.2.1	*	
6	转子铆压强度	5.2.2.4	6.2.2.2	*	
7	永磁铁牌号和高温性能	5.2.2.1	6.2.2.3	*	
8	线圈电阻	5.2.4.8	6.2.3.11	*	
9	电源电压	5.2.1.7	6.2.3.2	*	
10	制动静力矩	5.2.1.8	6.2.3.4	*	*
11	解锁时间	5.2.4.1	6.2.3.5	*	*
12	上锁时间	5.2.4.4	6.2.3.6	*	*
13	解锁电压	5.2.4.3	6.2.3.6	*	*
14	上锁电压	5.2.4.4	6.2.3.8	*	*
15	绝缘介电强度	5.2.4.5	6.2.3.9	*	*
16	绝缘电阻	5.2.4.6	6.2.3.10	*	*
17	线圈温升	5.2.4.7	6.2.3.11	*	
18	恒定湿热	5.2.5.5	6.2.4.1	*	
19	交变湿热	5.2.5.6	6.2.4.2	*	

20	空载噪音	5.2.5.	6.2.4.4	*	
21	防护等级	5.2.5.9	6.2.4.5	*	
22	永磁兼容性试验	5.2.5.8	6.2.4.6	*	
23	寿命试验	5.2.5.1	6.2.4.7	*	
24	紧急刹车次数	5.2.5.2	6.2.4.8	*	
25	低温环境	5.2.5.3	6.2.4.9	*	
26	高温环境	5.2.5.4	6.2.4.10	*	

注：*为缩短试验周期允许单项进行试验。

7.3 出厂检验

永磁制动器须经出厂检验合格后方能包装发货出厂，并附有产品合格证。

7.3.1 出厂抽样检测与试验

- 7.3.1.1 每批产品出厂前必须进行抽样检测与试验,抽样方案符合 GB/T 2828.1 的逐批检验抽样计划。
- 7.3.1.2 出厂抽样检测项目见表 4。

8 铭牌、标签与使用说明书

8.1 铭牌

- 每台永磁制动器的铭牌应易见、清晰、持久，且不应设置在可移去的部件上。内容包括：
- a) 企业名称或商标；
 - b) 产品型号；
 - c) 额定电压；
 - d) 额定功率；
 - e) 额定制动力矩；
 - f) 出厂编号。

8.2 标签和装箱清单

- 永磁制动器的包装箱标签应清晰、整齐，并保证不因运输或贮存较久而模糊不清。内容包括：
- a) 企业名称和商标；
 - b) 产品型号、名称、规格及数量；
 - c) 售货单位名称及地址；
 - d) 包装箱毛重及产品净重（Kg）；
 - e) 包装箱最大外形尺寸（长 X 宽 X 高）；
 - f) 位置标示“向上”和注意事项：“潮湿”“小心轻放”等警告标志。

8.3 说明书

永磁制动器应提供产品使用说明书。其内容包括：

- a) 产品名称、型号；
- b) 本产品执行的标准编号；
- c) 额定工作电压；
- d) 额定绝缘电压；
- e) 正常工作条件；
- f) 结构及动作原理；
- g) 产品主要性能参数；
- h) 外形尺寸及安装尺寸；
- i) 安装、使用、操作和维修要求及注意事项。

9 包装、运输与贮存

9.1 包装

永磁制动器由定子部件和转子部件，两大件组成，在包装时为了方便客户后续安装，需在中间安放隔纸板，进行隔开。

永磁制动器在出厂前装箱，包装箱必须能防止其在运输时受到损坏。

9.2 运输

9.2.1 永磁制动器因装有永磁铁，属于航空禁运物品，发货应采用（汽运）或其他运输方式。

9.2.2 永磁制动器因外包装破损裸露的产品有吸附铁制产品的能力，运输过程中要防止碰夹伤害。

9.3 贮存

永磁制动器在没有雨雪侵袭、空气流通、相对湿度不大于 90%（+25℃）、温度为-25℃~+40℃的环境中运输与贮存。贮存期不应大于 2 年。
