



中华人民共和国国家标准

GB/T 38348—2019

多极磁性橡胶编码器

Multipole magnetic rubber encoders

2019-12-31 发布

2020-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会(SAC/TC 35)归口。

本标准起草单位:青岛昌誉密封有限公司、浙江哈楠业汽车配件有限公司、安徽库伯密封技术有限公司、浙江众腾汽车密封件有限公司、浙江新昌振新密封件有限公司、青岛科技大学、杭州沃冠汽车零部件有限公司。

本标准主要起草人:杜胜、王永刚、陈刚、田友峰、石伟宇、陈旭明、刘莉、申国栋。

多极磁性橡胶编码器

1 范围

本标准规定了多极磁性橡胶编码器(以下简称橡胶编码器)的术语和定义、分类与标记、结构、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于汽车制动系统用多极磁性橡胶编码器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GB/T 529 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定(裤形、直角形和新月形试样)

GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分:邵氏硬度计法(邵尔硬度)

GB/T 1690 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法

GB/T 2828.1—2012 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 3217 永磁(硬磁)材料 磁性试验方法

GB/T 3280 不锈钢冷轧钢板和钢带

GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验

GB/T 3672.1—2002 橡胶制品的公差 第1部分:尺寸公差

GB/T 5213 冷轧低碳钢板及钢带

GB/T 7762 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐臭氧龟裂 静态拉伸试验

GB/T 10125—2012 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 13237 优质碳素结构钢冷轧钢板及钢带

GB/T 24270 永磁材料磁性能温度系数测量方法

GB/T 29611 生橡胶 玻璃化转变温度的测定 差示扫描量热法(DSC)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

磁性橡胶 magnetic rubber

带磁性的橡胶材料。

3.2

磁性编码器 magnetic encoder

应用霍尔效应的编码器。

3.3

多极磁性橡胶编码器 multipole magnetic rubber encoder

拥有多个磁极的以磁性橡胶作为永磁体的磁性编码器。

3.4

磁极 magnetic pole

磁体上磁性最强的部分,分为 N 极、S 极。

3.5

磁极对 magnetic pole pairs

相邻的一对 N 极和 S 极。

3.6

磁极对数 number of magnetic pole pairs

磁极对的数量。



3.7

占空比 duty cycle

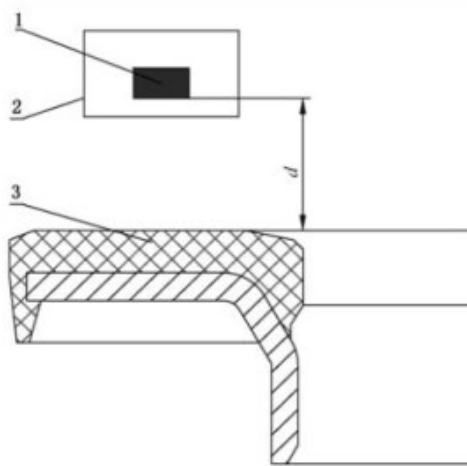
在一个理想的脉冲周期正弦波序列中,正/负脉冲的持续时间与脉冲总周期的比值。

3.8

磁间隙 magnetic gap

传感器的芯片与橡胶编码器磁极表面间的距离。

如图 1 中“ d ”所示。



说明:

1——传感器芯片;

2——传感器外壳;

3——磁性橡胶。

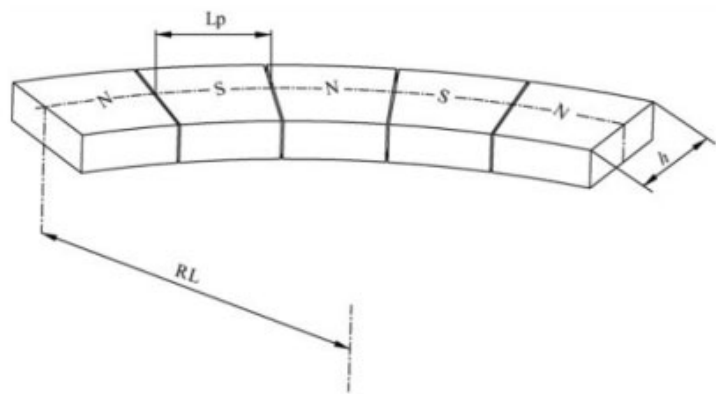
图 1 磁间隙示意图

3.9

磁极宽度 magnetic pole width

读数半径下单个磁极的弦长。

如图 2 所示。



说明：
 L_p ——磁极宽度；
 h ——磁极面宽；
 RL ——读数半径。

图 2 磁极宽度示意图

4 分类与标记

4.1 分类

橡胶编码器按充磁方式分为两类：
——轴向充磁：充磁方向与轴平行，用 ZX 表示；
——径向充磁：充磁方向与轴垂直，用 JX 表示。

4.2 标记

4.2.1 标记方法

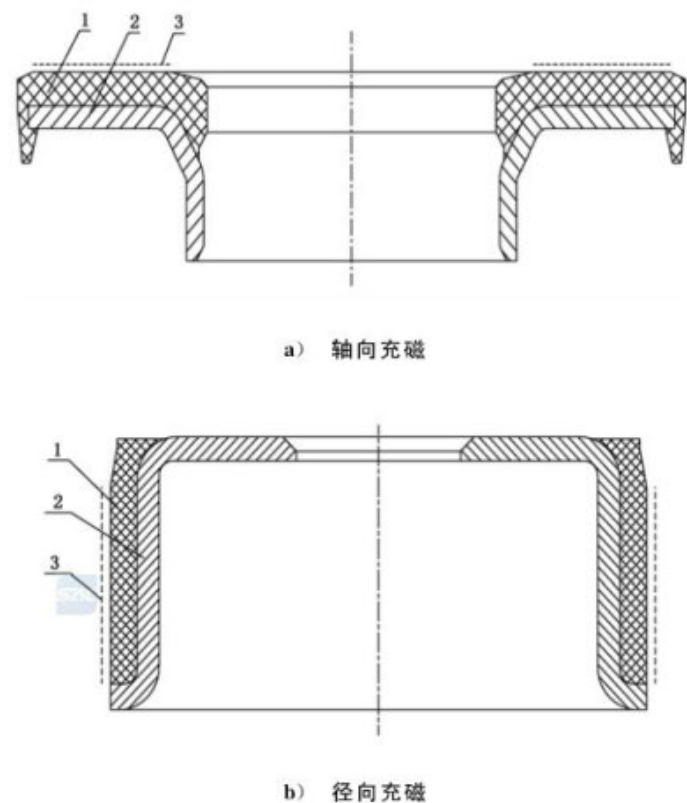
橡胶编码器用下列方法进行标记：
产品名称 类别-装配尺寸-最大外径-产品总高度-磁极对数-本标准号

4.2.2 标记示例

示例 1：
轴向充磁、装配尺寸为 $\phi 30$ mm、最大外径为 $\phi 60$ mm、产品总高度为 5 mm、磁极对数为 43 对的橡胶编码器标记为：
橡胶编码器 ZX-30-60-5-43-GB/T 38348—2019
示例 2：
径向充磁、装配尺寸为 $\phi 30$ mm、最大外径为 $\phi 60$ mm、产品总高度为 5 mm、磁极对数为 43 对的橡胶编码器标记为：
橡胶编码器 JX-30-60-5-43-GB/T 38348—2019

5 结构

橡胶编码器由磁性橡胶和金属骨架组成，结构示意图如图 3 所示。



说明：
1——磁性橡胶；
2——金属骨架；
3——产品功能面。

图 3 橡胶编码器结构示意图

6 技术要求

6.1 外观质量

在自然光下,产品功能面(见图 3)应无目视可见气泡、裂纹、缺胶、划痕等影响使用性能的缺陷。金属骨架的外观应无目视可见毛刺、裂纹、拉伤、凹坑。

6.2 尺寸及公差

产品的尺寸及公差应符合 GB/T 3672.1—2002 中 M2 等级的要求,如有特殊要求可由供需双方协商确定。

金属骨架的尺寸及公差应符合产品图纸规定。

6.3 材料性能

6.3.1 磁性橡胶

磁性橡胶物理性能及相应的试验方法应符合表 1 的规定。

表 1 磁性橡胶物理性能要求

序号	项目		指标	适用试验章条编号
1	硬度(邵尔 A)/度		75~95	7.2.1
2	拉伸强度/MPa		≥4	7.2.2
3	撕裂强度/(kN/m)		≥20	7.2.3
4	热空气老化 (100℃×168h)	硬度变化(邵尔 A)/度	0~+10	7.2.4
		拉伸强度变化率/%	-30~+50	
5	耐 IRM 901 油 [100℃×(168±2)h]	硬度变化(邵尔 A)/度	-10~+5	7.2.5
		体积变化率/%	-5~+10	
6	耐臭氧老化[(50±5)×10 ⁻⁸ ×(40±2)℃×72h,伸长率0%]		无龟裂	7.2.6
7	玻璃化转变温度/℃		≤-15	7.2.7
8	磁性能 [(23±2)℃]	剩磁量 Br/mT	≥150	7.2.8
		磁矫顽力 HcB/(kA/m)	≤-120	
		内禀矫顽力 Hcj/(kA/m)	≤-240	
		磁通强度变化(-60kA/m)ΔB/%	≥-3	
9	磁性能 [(120±5)℃]	剩磁量 Br/mT	≥80	7.2.9
		剩磁温度系数 α _{Br} /(%/℃)	≥-0.2	
注：如有特殊要求由供需双方协商确定。				

6.3.2 金属骨架

金属骨架的物理性能应符合 GB/T 3280、GB/T 5213 或 GB/T 13237 要求,如有特殊要求可由供需双方协商确定。

6.4 橡胶编码器性能

橡胶编码器性能及相应的试验方法应符合表 2 的规定。

表 2 橡胶编码器性能要求

序号	项目	指标		适用试验章条编号
		磁极宽度/mm		
		1.5~2	>2	
1	单极偏差/%	-3~+3	-2~+2	7.4.1
2	最大累积偏差/% ≤	5	4	
3	占空比/%	50±5	50±5	
4	磁感应强度/mT >	6	16	
5	粘接状态 >	90%附胶面积	90%附胶面积	7.4.5

表 2 (续)

序号	项目		指标		适用试验章条编号
			磁极宽度/mm		
			1.5~2	>2	
6	耐高低温	单极偏差/%	-3~+3	-2~+2	7.4.2
		最大累积偏差/% ≤	5	4	
		占空比/%	50±5	50±5	
		磁感应强度/mT >	6	16	
		粘接状态 >	90%附胶面积	90%附胶面积	
7	耐化学介质	单极偏差/%	-3~+3	-2~+2	7.4.3
		最大累积偏差/% ≤	5	4	
		占空比/%	50±5	50±5	
		磁感应强度/mT >	6	16	
		粘接状态 >	90%附胶面积	90%附胶面积	
8	耐腐蚀 (中性盐雾试验 NSS,240 h)	单极偏差/%	-3~+3	-2~+2	7.4.4
		最大累积偏差/% ≤	5	4	
		占空比/%	50±5	50±5	
		磁感应强度/mT >	6	16	
		粘接状态 >	90%附胶面积	90%附胶面积	
注：以上为磁间隙为 1 mm 时的橡胶编码器性能要求,如有特殊要求,由供需双方协商确定。					

7 试验方法

7.1 尺寸及公差

用满足精度要求的量具进行检测。

7.2 磁性橡胶物理性能

- 7.2.1 硬度的测定按 GB/T 531.1 的规定进行。
- 7.2.2 拉伸强度的测定按 GB/T 528 的规定进行,采用 2 型哑铃状试样。
- 7.2.3 撕裂强度的测定按 GB/T 529 的规定进行,采用直角形无割口试样。
- 7.2.4 热空气老化性能的测定按 GB/T 3512 的规定进行。
- 7.2.5 耐 IRM 901 油性能的测定按 GB/T 1690 的规定进行。
- 7.2.6 耐臭氧老化的测定按 GB/T 7762 的规定进行,采用窄试样,方法 A。
- 7.2.7 玻璃化转变温度的测定按 GB/T 29611 的规定进行。
- 7.2.8 磁性能(23±2)℃的测定按 GB/T 3217 的规定进行。
- 7.2.9 磁性能(120±5)℃的测定按 GB/T 24270 的规定进行。

7.3 金属骨架性能

物理性能的测定按 GB/T 3280、GB/T 5213 或 GB/T 13237 的规定进行。

7.4 橡胶编码器性能

7.4.1 单极偏差、最大累积偏差、占空比、磁感应强度的测定按附录 A 的规定进行。

7.4.2 耐高低温性能的测定按附录 B 的规定进行。

7.4.3 耐化学介质按附录 C 的规定进行。

7.4.4 耐腐蚀性能的测定按 GB/T 10125—2012 的规定进行, pH 值按 GB/T 10125—2012 中 3.2.2 的规定进行调整, 采用中性盐雾试验 NSS。

7.4.5 粘接状态按附录 D 的规定进行。

8 检验规则

8.1 组批与抽样

磁性橡胶: 采用相同原材料、相同配方、相同工艺生产的不多于 300 kg 混炼胶为一批, 抽取足够试样进行物理性能试验。

金属骨架: 以同一生产订单为一批, 按 GB/T 2828.1—2012 中的特殊检验水平 S-2 进行抽样。

橡胶编码器: 以同一生产订单同一规格且不超过 5 000 件为一批, 按 GB/T 2828.1—2012 中的特殊检验水平 S-2 进行抽样。

8.2 检验分类

8.2.1 出厂检验

8.2.1.1 磁性橡胶

表 1 中第 1 项~第 3 项按批进行检验。

8.2.1.2 金属骨架

外观及物理性能按 GB/T 2828.1—2012 中的特殊检验水平 S-2, 可接收质量限(AQL)为 4 进行抽样检验。

8.2.1.3 橡胶编码器

外观及表 2 中第 1 项~第 4 项应逐件进行检验, 粘接状态及尺寸按 GB/T 2828.1—2012 中的特殊检验水平 S-2, 可接收质量限(AQL)为 4 进行抽样检验。

8.2.2 型式检验

本标准所列全部技术要求为型式检验项目。在下列情形之一时, 应进行型式检验:

- 新产品或者老产品转产的试制定型鉴定;
- 正式生产后, 如结构、材料、工艺有较大改变, 可能影响产品性能时;
- 正常生产时, 每年进行一次检验;
- 产品连续停产超过半年后, 恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 异地生产时。

8.2.3 周期检验

表 1 中第 4 项~第 9 项每半年检验一次。

8.3 判定规则

8.3.1 外观质量、尺寸、磁性橡胶物理性能、金属骨架物理性能、橡胶编码器性能全部符合技术要求,则为合格品。

8.3.2 磁性橡胶检验结果如有一项不合格,则取双倍试样对不合格项进行复检。若仍不合格,则该批磁性橡胶不合格。

8.3.3 金属骨架检验结果如有一项不合格,则取双倍试样对不合格项进行复检。若仍不合格,则该批金属骨架不合格。

8.3.4 橡胶编码器检验结果如有一项不合格,则取双倍试样对不合格项进行复检。若仍不合格,则该批橡胶编码器不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 每个橡胶编码器都应有标志,其内容包括:产品标记、生产厂名或标识。标志应清晰地印在产品的非功能面,也可根据客户的特殊要求进行标志。

9.2 橡胶编码器应用薄膜密封包装,外包装用纸箱或木箱包装,包装箱内应附有产品检验合格证,内容包括:生产厂名、产品名称、数量、生产日期。

9.3 包装箱设计应易于使用叉车搬运,并在包装箱上注明生产厂名、产品名称、数量、批次等内容,每个包装箱应标有“远离磁场”防护标签。

9.4 橡胶编码器在运输过程中应避免阳光直接暴晒、雨淋、雪浸,并保持清洁,应远离磁盘、磁卡、计算机显示器、电子仪器等对磁场敏感的物体,不应与影响产品质量的物体直接或间接接触。

9.5 橡胶编码器应贮存在干燥、通风、避光的环境中,贮存环境温度应在 40℃ 以下,相对湿度应小于 80%;不应与酸、碱、有机溶剂、带磁性物质等接触,距热源 1 m 以上且不应与地面直接接触。

9.6 自生产之日起,产品的贮存期不应超过两年,在贮存期内,产品性能应符合本标准规定。

附录 A
(规范性附录)

橡胶编码器单极偏差、累积偏差、占空比及磁感应强度试验方法

A.1 总则

本方法适用于对橡胶编码器单极偏差、累积偏差、占空比及磁感应强度的检测。

A.2 试验设备

利用霍尔效应原理制成的测量仪，如高斯计或者带有霍尔芯片的磁性分析仪。

A.3 试验原理及方法

橡胶编码器作为信号源，具有产生信号的作用。在橡胶编码器的表面沿圆周方向均匀分布着多对 N、S 磁极对，当橡胶编码器做旋转运动时，位于其上方的霍尔芯片读取橡胶编码器上的 N、S 磁极对，每一个磁极对对应输出一个正弦波形的电信号。设橡胶编码器的磁极对数为 n ，其旋转一周，相应会有 n 个正弦波形信号输出；通过对感应到的正弦波形信号进行分析，即可对橡胶编码器的性能进行评价。如图 A.1 所示。

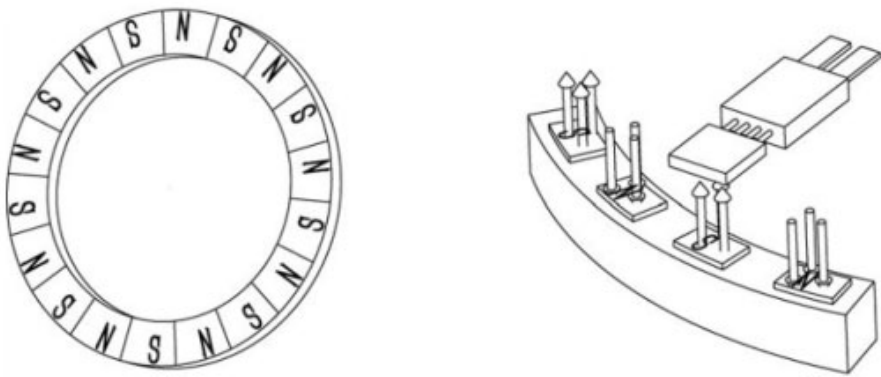
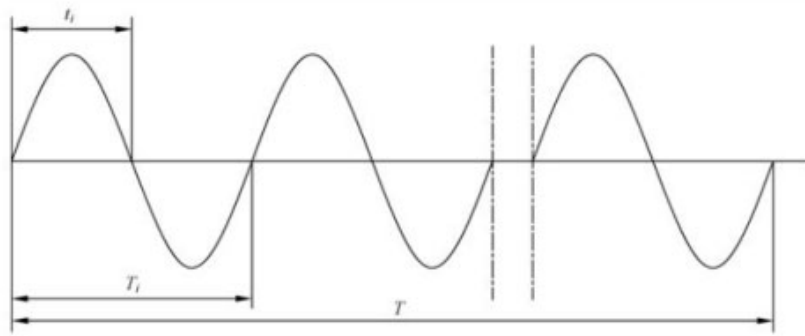


图 A.1 产品磁极分布及磁性能检测示意图

设 n 个正弦波中每个正弦波的占有时间为 T_i ，则 $\sum T_i = T$ ，即整个波形的时长为 T 。如图 A.2 所示。



说明：

t_i ——每个正弦波中的半波占有时间，单位为秒(s)；

T_i ——每个正弦波的占有时间，单位为秒(s)；

T —— n 个正弦波的总时长，单位为秒(s)。

图 A.2 传感器接收感应波形图

A.4 结果计算

A.4.1 单极偏差

橡胶编码器单极偏差按式(A.1)进行计算：

$$S_i = (T_i - T_{avg}) / T_{avg} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

最大单极偏差 $S = S_{max}$

式中：

S_i ——橡胶编码器单极偏差，%；

T_i ——每个正弦波的占有时间，单位为秒(s)；

T_{avg} ——橡胶编码器旋转一周所用的时间 T 除以橡胶编码器的磁极对数 n ，即： $T_{avg} = T/n$ ，单位为秒(s)。

A.4.2 累积偏差

橡胶编码器累积偏差按式(A.2)进行计算：

$$\begin{aligned} D_1 &= S_1 \\ D_2 &= D_1 + S_2 \\ D_3 &= D_2 + S_3 \\ &\dots\dots\dots \\ D_i &= D_{i-1} + S_i \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

最大累积偏差 $D = D_{max} - D_{min}$

式中：

D_i ——橡胶编码器累积偏差，%；

S_i ——橡胶编码器单极偏差，%。

A.4.3 占空比

橡胶编码器占空比按式(A.3)进行计算：

$$DC_i = t_i / T_{avg} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

最大占空比 $DC = DC_{max}$

- 式中：
- DC_i ——橡胶编码器占空比，%；
 - t_i ——每个正弦波中的半波占有时间，单位为秒(s)；
 - T_{avg} ——橡胶编码器旋转一周所用的时间 T 除以橡胶编码器的磁极对数 n ，即： $T_{avg} = T/n$ ，单位为秒(s)。

A.4.4 磁感应强度

磁感应强度是用来描述磁场强弱和方向的物理量，是矢量，常用符号 B 表示，国际通用单位为特斯拉(T)。磁感应强度也被称为磁通量密度或磁通密度。在物理学中磁场的强弱使用磁感应强度来表示，磁感应强度越大表示磁感应越强，磁感应强度越小，表示磁感应越弱。

橡胶编码器的磁感应强度是根据霍尔效应测量的，霍尔探头在磁场中因霍尔效应而产生霍尔电压 V_H ，测出霍尔电压 V_H ，根据霍尔电压公式 $V_H = K_H I_S B$ (其中 K_H 为霍尔元件灵敏度， I_S 为工作电流) 可确定磁感应强度 B 的大小。

橡胶编码器磁感应强度按式(A.4)进行计算：

$B = V_H / (K_H I_S)$ (A.4)

- 式中：
- B ——磁感应强度，单位为毫特斯拉(mT)；
 - V_H ——霍尔电压，单位为毫伏(mV)；
 - K_H ——霍尔元件灵敏度，单位为毫伏每毫安毫特斯拉[mV/(mA · mT)]；
 - I_S ——工作电流，单位为毫安(mA)。



附 录 B
(规范性附录)
橡胶编码器耐高低温试验方法

B.1 总则

本试验方法是把装配后的橡胶编码器放在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+135\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内进行试验,评价其磁性能参数的稳定性及产品的粘接状态。

B.2 试验设备、试剂

B.2.1 试验设备

所需试验设备包括:

- a) 高温老化箱: $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$,精度 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$,升温速率: $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$;
低温试验箱: $-70\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$,精度 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 平口钳。



B.2.2 试验试剂

试验所用试剂为冰水。

B.2.3 试验夹具

装配工装:按照橡胶编码器实际应用中的装配情况对产品进行装配。

B.3 试验准备

B.3.1 选取 6 件样品,进行编号 1#~6#,对其外观、尺寸进行确认,并记录结果。

B.3.2 将橡胶编码器与装配工装进行装配,对装配后的产品进行磁性能检测、记录。

注:在试验前对磁性能检测的基准轴进行保护,保护装配件在试验过程中不生锈,试验前后用统一检测基准。

B.3.3 准备足够数量的冰。

B.4 试验程序

试验按以下程序进行:

- a) 将试样 1#~6#放在一个干净的钢盘中,放入 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温试验箱中恒温 30 min,戴防烫手套立即取出试样,并在 1 min 以内将试样放入 $135\text{ }^{\circ}\text{C}$ 老化箱中恒温 30 min;
- b) 重复程序 a),共计 120 个循环;
- c) 取出试样,在标准实验室环境下停放 16 h 后对试样进行清洗,检测试样的磁性能,并记录;
- d) 检查试样的粘接状态。

附录 C

(规范性附录)

橡胶编码器耐化学介质试验方法

C.1 总则

本试验方法是在装配后的橡胶编码器表面擦拭不同的化学介质进行试验,评价其磁性能参数的稳定性及产品的粘接状态。

C.2 试验设备、试剂

C.2.1 试验设备

所需试验设备包括:

- a) 高温老化箱:0℃~200℃,精度±1℃;
- b) 平口钳。

C.2.2 试验试剂

试验试剂包括:DOT4 制动液、5W-30 发动机油、B 类洗涤剂、去离子水、2# 锂基润滑脂。

C.2.3 试验工具

试验工具包括:装配工装、洁净的棉绒或棉布、水槽、金属网、金属盘。

C.3 试验准备

C.3.1 选取 10 件样品,进行编号 1#~10#,对其外观、尺寸进行确认,并记录结果。

C.3.2 将橡胶编码器与装配工装进行装配,对装配后的产品进行磁性能检测、记录。

注:在试验前对磁性能检测的基准轴进行保护,保护装配件在试验过程中不生锈,试验前后用统一检测基准。

C.4 试验程序

试验按以下程序进行:

- a) 用 DOT4 制动液、5W-30 发动机油、B 类洗涤剂分别浸泡棉绒或棉布,用这三种棉绒或棉布分别擦拭试样(1#~6#)的磁性橡胶表面(每种试剂试验 2 件),在室温下保持 24 h,再将试样放置在 70℃ 的恒温箱中保持 24 h;
- b) 取 2 件试样(7#~8#)放置在装有 2# 锂基润滑脂(润滑脂需要将样品全部覆盖)的金属盘中,放置在 120℃ 的老化箱中 48 h;
- c) 取余下 2 件试样(9#~10#),放置在金属网上,将金属网放置在水槽上方,在水槽中加入去离子水(水槽中的水要加到水位线以上,并且在试验过程中要随时观察水位,及时加去离子水),将其放置在 80℃ 的老化箱中 96 h;
- d) 取出试样,在标准实验室环境下停放 16 h 后对试样进行清洗,检测试样的磁性能,并记录;
- e) 检查试样的粘接状态。

附 录 D
(规范性附录)
橡胶编码器产品粘接试验方法

D.1 总则

规范橡胶编码器产品金属骨架与磁性橡胶的粘接试验方法。

D.2 试验工具

试验工具为平口钳。

D.3 试验准备

选取 6 件样品进行编号 1#~6#。

D.4 试验方法

按图 D.1 的方式用平口钳依次拔 1#~6# 试样的附胶部分,确认试样的粘接状态。

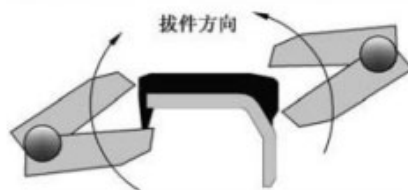


图 D.1 橡胶编码器拔粘接示意图