

团 体 标 准

全国团体标准信息平台 T/CSAE 79 - 2018

能量回馈式汽车液压防抱死制动系统 性能要求及试验方法

Performance requirements and bench test methods for energy-regeneration
automobile hydraulic anti-lock braking system

全国团体标准信息平台

2018-09-03 发布

2018-09-03 实施

中国汽车工程学会 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 要求	3
4.1 基本要求	3
4.2 总体要求	3
4.3 液压控制单元性能要求	3
5 试验条件	6
5.1 试验设备要求	6
5.2 样件要求	7
6 试验方法	8
6.1 密封性试验	8
6.2 动态特性试验	9
6.3 工作噪声试验	9
6.4 环境试验	9
6.5 机械强度试验	12
6.6 绝缘性能试验	14

前 言

本标准是依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由电动汽车产业技术创新战略联盟提出。

本标准主要起草单位：浙江亚太机电股份有限公司，清华大学，中国科学院电工研究所。

本标准主要起草人：施正堂，张俊智，郑利水，郭昊，李立刚，秦志勇，袁炳，苟晋芳，李禹潼，孙东升，李超。

本标准首次发布。

全国团体标准信息平台

能量回馈式汽车液压防抱死制动系统性能要求及试验方法

1 范围

本标准规定了能量回馈式汽车液压防抱死制动系统 (简称 EABS) 的基本参数、要求、试验方法。
本标准适用于 M1、M2 型电动汽车用各种开关阀类型的能量回馈式液压防抱死制动系统, 其它类型的能量回馈式液压防抱死制动系统可参照执行。

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, 仅所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/T2423.37-2006 试验 L: 沙尘试验

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验盐雾试验

GB 10830 机动车制动液使用技术条件

GB 12676 商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法

GB/T 13594 机动车和挂车防抱制动性能和试验方法

GB/T 30038 道路车辆 电气电子设备防护等级 (IP 代码)

QC/T 1005 汽车防抱死制动系统液压电磁调节器技术要求及台架试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准, QC/T 1005 中涉及的术语和定义同样适用于本标准。

3.1 能量回馈式汽车液压防抱死制动系统 (EABS) Energy-regeneration Antilock Brake System

3.2 电子制动力分配 (EBD) Electric Brakeforce Distribution

3.3 液压控制单元 (HCU) Hydraulic Control Unit

3.4 低压蓄能器 LPA Low Pressure Accumulator

EABS 总成中用来临时性地储存因轮子抱死 (或趋于抱死) 而排出的制动液的存储装置。

3.5 中压蓄能器 (MPA) Medium Pressure Accumulator

EABS 总成中用来临时性地储存因车辆进行能量回收而多出的制动液的存储装置。

3.6 回油泵 Return Flow Pump

EABS 总成中用来将 LPA 中的制动液抽回至主缸和将 MPA 中的制动液抽往轮缸的泵元件。

3.7 回油泵电机 Motor

EABS 总成中用来驱动回流泵的电机。

3.8 进液阀 Inlet Valve

EABS 总成中用来控制制动液进入轮缸的电磁阀。

3.9 出液阀 Outlet Valve

EABS 总成中用来控制制动液排出轮缸的电磁阀。

3.10 隔离阀 Separating Valve

EABS 总成中用来控制主缸制动液进入轮缸的电磁阀。

3.11 切换阀 Switching Valve

EABS 总成中用来控制主缸制动液进入中压蓄能器的电磁阀。

3.12 调压阀 Release Valve

EABS 总成中用来控制中压蓄能器制动液进入轮缸的电磁阀。

3.13 额定工作压力 Rated Working Pressure

EABS 执行器总成技术文件规定的工作液压。

3.14 额定工作电压 Rated Working Voltage

EABS 执行器总成技术文件规定的工作电压。

3.15 增压时间 Time of Pressure build-up

一次制动过程中的增压阶段（以制动压力为纵坐标，以时间为横坐标），EABS 执行器总成的输出口压力由 0.1MPa 上升到 10MPa 所经历的时间。

3.16 降压时间 Time of Pressure decrease

一次制动过程中的降压阶段(以制动压力为纵坐标,以时间为横坐标),EABS 执行器总成的出口压力从 10MPa 下降到 1.5MPa 所经历的时间。

3.17 增压滞后时间 Lag time of pressure build-up

在阶梯升压过程中,第一个台阶增压起步时,压力信号相对于电信号的滞后时间。

3.18 降压滞后时间 Lag time of pressure decrease

在阶梯降压过程中,第一个台阶降压起步时,压力信号相对于电信号的滞后时间。

3.19 电子控制单元 (ECU) Electrical Control Unit

4 要求

4.1 基本要求

基本参数见表 1。

表 1 基本参数要求

序号	项目	参数值
1	工作介质	DOT3 及以上合成制动液
2	工作环境温湿度	-40℃ ~ 120℃, 最大允许湿度 95%
3	额定工作液压力	12MPa
4	允许使用最高工作液压力	16MPa
5	额定工作电压	DC9.5V ~ 16V
6	工作耐电压	DC18V 1h 100℃

4.2 总体要求

4.2.1 EABS 应满足 GB 12676 的规定。

4.2.2 EABS 正常工作时,其性能要求应符合 GB/T13594 的规定。

4.2.3 EABS 由液压控制单元 (HCU) 和电子控制单元 (ECU) 组成。

4.3 液压控制单元性能要求

4.3.1 密封性要求

受检产品每个通道的密封性应满足表 2 要求。

表 2 密封性要求

试验项目	压力降（升）值（MPa）
高压密封性	≤ 0.6
低压密封性	≤ 0.1
真空密封性	$\leq 100 \times 10^{-6}$
保压密封性	≤ 0.3
低压蓄能器腔密封性	≤ 0.1
中压蓄能器腔密封性	≤ 0.1

4.3.2 动态特性要求

4.3.2.1 产品的 ABS 动态特性要求按 QC/T 1005 中 4.5.1、4.5.2、4.5.3、4.5.4、4.5.5 的要求执行。

4.3.2.2 在压力切换测试过程中，左前轮和右前轮出口压力在（0 ~ 0.02）MPa 之间，左后轮和右后轮出口压力应为（ 6 ± 0.3 ）MPa，中压蓄能器接口的压力应为（ 6 ± 0.3 ）MPa。

4.3.2.3 打开调压阀，两前轮出口的输出流量应大于 2.7mL/s。

4.3.3 工作噪声要求

受检样件的工作噪声应小于 73dB。

4.3.4 环境试验要求

4.3.4.1 耐低温放置试验要求

试验结束后，受检产品性能应满足 4.3.1、4.3.2、4.3.3 的要求。

4.3.4.2 低温运行试验要求

试验过程中，样件应无功能上的损坏和其它异常现象，试验结束后，产品性能应满足 4.3.1、4.3.2.1、4.3.2.1、4.3.3 以及表 3 的要求。

表 3 环境试验后特性参数要求

特性参数	技术要求
升压时间（ms）	≤ 195
降压时间（ms）	≤ 125
最大压力差（MPa）	≤ 6.2
升压滞后时间（ms）	≤ 11
降压滞后时间（ms）	≤ 9

4.3.4.3 耐高温放置要求

试验结束后，受检产品性能应满足 4.3.1、4.3.2、4.3.3 的要求。

4.3.4.4 高温运行性能要求

试验过程中，样件应无功能上的损坏和其它异常现象，试验结束后，产品性能应满足 4.3.1、4.3.2.1、4.3.2.1、4.3.3 以及表 3 的要求。

4.3.4.5 耐温度循环性能要求

试验过程中，样件应无功能上的损坏和其它异常现象，试验结束后，产品性能应满足 4.3.1、4.3.2.1、4.3.2.1、4.3.3 以及表 3 的要求。

4.3.4.6 耐湿热性能要求

试验过程中，样件内部不能进水应无功能上的损坏和其它异常现象，试验结束后，产品性能应满足 4.3.1、4.3.2.1、4.3.2.1、4.3.3 以及表 3 的要求。

4.3.4.7 防水性能要求

试验结束后，样件内部不得进水并且受检产品性能应满足 4.3.1、4.3.2、4.3.3 的要求。

4.3.4.8 防尘性能要求

试验结束后，样件内部不得有粉尘进入测试样件的密封区并且受检产品性能应满足 4.3.1、4.3.2、4.3.3 的要求。

4.3.4.9 液体兼容性要求

试验结束后，样件应满足以下要求：

- a) 不得有液体进入测试样件的密封区；
- b) EABS 总成无裂纹和变形；
- c) 试验中不允许出现电气故障；
- d) 样件每个通道的性能要求应满足：4.3.1、4.3.2、4.3.3 的要求。

4.3.4.10 液体浸入要求

试验结束后，样件满足以下要求：

- a) 试验后不得有水进入测试样件的密封区；
- b) 试验过程中不得有电气故障；
- c) 受检产品性能应满足 4.3.1、4.3.2、4.3.3 的要求。

4.3.4.11 耐盐雾性能要求

盐雾试验进行到 72h 后，产品表面不出现白色锈斑，128h 后产品外露表面不出现红锈。

4.3.5 强度试验要求

4.3.5.1 耐压性要求

耐压性试验后，样件应无影响功能的损坏和变形，无外部泄漏。样件的密封性能应满足 4.3.1 的要求。

4.3.5.2 耐振动性能要求

试验过程中，样件应无功能上的损坏和其它异常现象。试验结束后，受检产品应满足表 4 及表 5 的要求。

表 4 振动耐久性后密封性要求

试验项目	压力降（升）值（MPa）
高压密封性	≤ 0.7
低压密封性	≤ 0.18
真空密封性	$\leq 150 \times 10^{-6}$
保压密封性	≤ 0.35
低压蓄能器腔密封性	≤ 0.15
中压蓄能器腔密封性	≤ 0.15

表 5 振动耐久后动态特性参数要求

特性参数	技术要求
升压时间（ms）	≤ 210
降压时间（ms）	≤ 135
最大压力差（MPa）	≤ 6.5
升压滞后时间（ms）	≤ 11
降压滞后时间（ms）	≤ 9

4.3.6 绝缘电阻性能要求

在试验前后测量 ECU 的连接插头和 HCU 的金属（本体）的绝缘电阻，阻值均大于 $10M\Omega$ 。

5 试验条件

5.1 试验设备要求

5.1.1 性能试验装置

5.1.1.1 产品的 ABS 调节性能试验设备按 QC/T 1005 中 5.1.1 要求执行。

5.1.1.2 试验设备应控制隔离阀、切换阀和调压阀线圈的通断电状态和工作时间。工作时间的控制误差应不大于 2%。

5.1.1.3 试验设备应能提供 $0MPa \sim 16MPa$ 的压力，压力源的控制误差应不大于 2%。

5.1.1.4 试验设备应在输出口应串联流量计，并实时监测压输出口流量。

5.1.2 噪音检测台

噪音检测台内环境噪音应低于 40dB；声级计的拾音头安装在被试样件正上方 700mm 处。

5.1.3 高、低温试验箱

试验箱的实际温度与设定温度的误差不应大于 $2^{\circ}C$ ，试验箱应有联接气管、制动管、电缆的通道，并具有隔热、隔湿的密封措施，有可容纳台架耐久性试验装置的空间。

5.1.4 盐雾试验箱

盐雾试验箱应满足 GB/T 10125 中的中性盐雾试验的要求。

5.1.5 恒温恒湿试验箱

试验箱可控温度范围为 $-40^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ ，实际温度与设定温度的误差不应大于 1°C ，实际相对湿度与设定相对湿度的误差不应大于 2%。

5.1.6 振动试验台

振动试验台能进行随机振动，加速度总均方根示值误差不应大于 3%，加速度功率谱密度示值误差不应大于 3%。

5.2 样件要求

5.2.1 样件应为按经规定程序批准的技术文件制造的产品。

5.2.2 样件数量和试验项目宜根据不同的试验目的按表 6 进行选择。

表 6 样件数量和试验项目

试验顺序	试验项目	样件编号						
		1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#
1	密封性试验	*	*	*	—	—	—	—
2	动态特性试验	*	*	*	—	—	—	—
3	工作噪声试验	*	*	*	—	—	—	—
4	耐低温放置试验	*	*	*	—	—	—	—
5	低温运行试验	*	*	*	—	—	—	—
6	耐高温放置试验	*	*	*	—	—	—	—
7	耐温度循环性能试验	—	—	—	*	*	*	—
8	耐湿热性能试验	—	—	—	*	*	*	—
9	防水性能要试验	—	—	—	*	*	*	—
10	防尘性能试验	—	—	—	*	*	*	—
11	液体浸入试验	—	—	—	*	*	*	—
12	液体兼容性试验	—	—	—	*	*	*	—
13	耐压性试验	—	—	—	—	—	—	*
14	耐盐雾性能试验	*	*	*	—	—	—	—
15	振动耐久试验	*	*	*	—	—	—	—

注：“*”表示要进行的试验项目，“—”表示不进行的试验项目。

6 试验方法

6.1 密封性试验

6.1.1 高压密封性试验

6.1.1.1 样件处于常态下（进液阀、出液阀、隔离阀、切换阀、调压阀、回流泵电机均不通电，样件处于升压状态或常规制动状态，以下同），堵住输出口，同时输入口输入 (20 ± 0.5) MPa 的液压，待压力稳定后开始检测。

6.1.1.2 分别检测受检产品各通道在 60s 内的压力降。

6.1.2 低压密封性试验

6.1.2.1 在样件处于常态下，堵住输出口，同时输入口输入 (0.5 ± 0.3) MPa 的气压，待压力稳定后关闭输入口压力源。

6.1.2.2 分别检测受检产品各通道在 5s 内的压力降。

6.1.3 真空密封性试验

6.1.3.1 样件处于常态下，堵住输出口，同时输入口开始抽真空，当样件内部的绝对压力值达到 300Pa，关闭真空源后稳定 5s。

6.1.3.2 分别检测受检产品各通道在 5s 内的压力升值。

6.1.4 保压密封性试验

6.1.4.1 从样件的输入口输入 (12 ± 0.5) MPa 的液压，待压力稳定后，在进液阀通电，出液阀和回油泵电机不通电状态下关闭输入口的压力源。

6.1.4.2 测量样件各通道输入口和输出口在 30 s 内的压力降。

6.1.5 低压蓄能器腔密封性试验

6.1.5.1 样件出液阀线圈通电，堵住输出口，同时输入口输入 (12 ± 0.5) MPa 的液压，待压力稳定后开始检测。

6.1.5.2 分别检测受检产品各通道在 5s 内的压力降。

6.1.6 中压蓄能器密封性试验

6.1.6.1 样件隔离阀和切换阀线圈同时通电，堵住输出口，同时输入口输入 (12 ± 0.5) MPa 的液压，待压力稳定后开始检测。

6.1.6.2 分别检测受检产品各通道在 5s 内的压力降。

6.2 动态特性试验

6.2.1 动态特性试验中 ABS 测试方法按 QC/T 1005 中 6.5 要求执行。

6.2.2 先将切换阀打开和隔离阀关闭，然后在输入口加注 (6 ± 0.5) MPa 的油压，检测四个输出口和中压蓄能器接口处的压力。

6.2.3 在中压蓄能器接口加 (6 ± 0.5) MPa 的油压，两个调压阀打开，待两前轮输出口压力达到 (6 ± 0.5) MPa 时，检测左前输出口和右前输出口的流量。

6.3 工作噪声试验

6.3.1 模拟实车状态安装样件(带安装支架和减振垫)，控制线路与模拟控制器或实车控制器相连；装入噪音检测台。

6.3.2 操作控制器，模拟常规制动的升压、保压、降压过程，试验压力为 (12 ± 0.5) MPa；记录样件的工作噪音。

6.4 环境试验

6.4.1 耐低温放置试验

6.4.1.1 在室温下将样件放入低温箱中，并使试件处于实车装配状态(或模拟实车装配状态)，逐步降低低温箱内的温度至 (-40 ± 2) °C 条件，使样件处于非通电状态在低温箱中保持 (96 ± 2) h，将样件从低温箱中取出；在室温下放置 2h 以上。

6.4.1.2 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

6.4.2 低温运行试验

6.4.2.1 在室温下将样件放入低温箱中，并使试件处于实车装配状态(或模拟实车装配状态)，逐步降低低温箱内的温度至 (-40 ± 2) °C 条件。使样件处于通电状态在低温箱中运行 (72 ± 2) h，将样件从低温箱中取出；在室温下放置 2h 以上。

6.4.2.2 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

6.4.3 耐高温放置试验

6.4.3.1 在室温下将样件放入高温箱中，并使试件处于实车装配状态(或模拟实车装配状态)，逐步升高高温箱内的温度至 (120 ± 2) °C 条件，使样件处于非通电状态在高温箱中保持 (96 ± 2) h，将样件从高温箱中取出；在室温下放置 2h 以上。

6.4.3.2 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

6.4.4 高温运行试验

6.4.4.1 在室温下将样件放入高温箱中，并使试件处于实车装配状态(或模拟实车装配状态)，逐步升高高温箱内的温度至 120 ± 2 °C 条件。使样件处于通电状态在高温箱中运行 (72 ± 2) h，将样件从高温箱中取出；在室温下放置 2h 以上。

6.4.4.2 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

6.4.5 耐温度循环试验

6.4.5.1 受检产品内充满制动液，堵塞输入口和输出口，将产品放入温度为 -40°C 的低温箱中，放置 2h 后，然后快速将产品放入 120°C 的高温箱中，放置 2h，中间转换的时间在 2min ~ 3min 之间。

6.4.5.2 上述试验过程构成一个循环，总共进行 50 个循环。

6.4.5.3 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

6.4.6 耐湿热试验

6.4.6.1 试验前按 6.4.4.1 进行预老化处理。

6.4.6.2 在室温下将样件放入湿热箱中，并使试件处于实车装配状态（或模拟实车装配状态），控制试验箱内的环境温度湿度，按图 1 曲线变化，重复 5 个循环

6.4.6.3 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

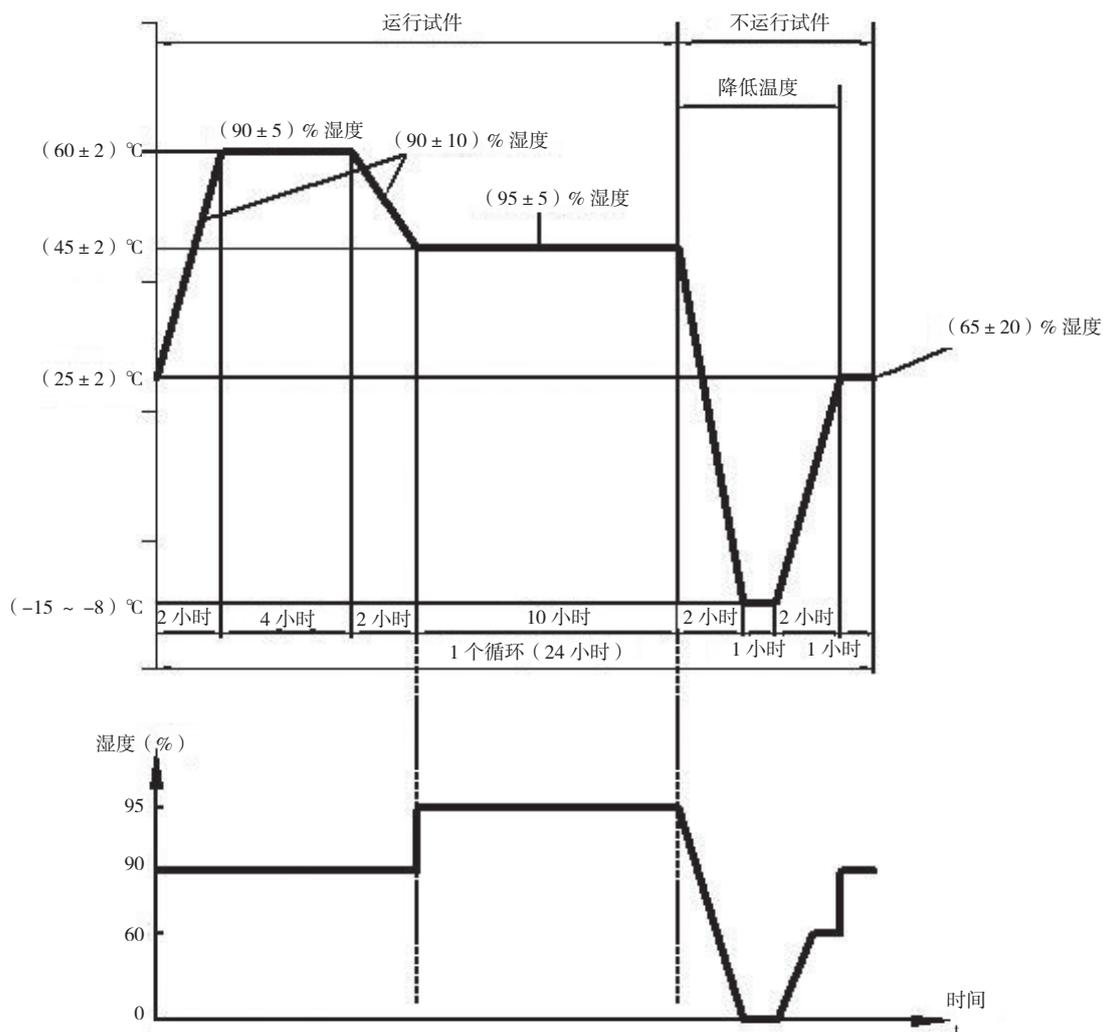


图 1 环境温度湿度及操作要求

6.4.7 防水性能试验

- 6.4.7.1 试验前按 6.4.4 进行预老化处理。
 6.4.7.2 防水试验按照 GB/T 30038 规定的 IPX9k 或 IPX6 的等级进行。
 6.4.7.3 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

6.4.8 防尘性能试验

- 6.4.8.1 试验前按 6.4.4.1 进行预老化处理。
 6.4.8.2 试验时连接电器接插件，不上电，不监控电器状态。
 6.4.8.3 试验方法按 GB/T 2423.37-2006 中 6.1 要求执行，具体试验条件按照表 7 要求执行。
 6.4.8.4 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

表 7 防尘试验方法

试验时间	2h
粉尘规格	33%；小于 32 μm 67%；32 μm ~ 250 μm
粉尘密度	(5.0 ± 2.0) g/m ³
试验风速	(1.5 ± 0.2) m/s

6.4.9 液体兼容性试验

- 6.4.9.1 试验前按 6.4.4.1 进行预老化处理。
 6.4.9.2 试验时样件连接电器接插件。
 6.4.9.3 试验方法：液体应均匀的喷淋或倾倒在液压控制单元所有表面，然后存放 24 小时。液体使用次序如表 8 所示，并且在汽油和风窗洗涤剂试验时，环境温度为 (23 ± 5) °C，其余试验的环境温度为 (80 ± 5) °C。
 6.4.9.4 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

表 8 液体要求

液体名称	规格或要求
a) 水基或醇基	
制动液	DOT3/DOT4
发动机冷却液包含防冻液	混合比例：50/50
风窗洗涤剂	冬季
发动机净洗剂	
b) 油基液体	

续表

液体名称	规格或要求
汽油	无铅 / 超级无铅的混合比例: 50/50
柴油	
机油	SAE 10 W 40
装配润滑油	

6.4.10 液体浸入要求试验

6.4.10.1 试验前按 6.4.6.2 进行预老化处理。

6.4.10.2 试验时样件连接电器接插件。

6.4.10.3 将 HCU 浸入温度为 $(15 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的 5%NaCl 溶液中 5min, 浸入深度需要超过 0.15m, 在 HCU 浸入期间, 运行上电自检程序。循环此试验 12 次。

6.4.10.4 循环结束后将样件存放在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 环境中 4h。

6.4.10.5 试验结束后对样件, 按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

6.4.11 耐盐雾性能试验

6.4.11.1 堵住样件输入口和输出口, 电子控制单元 (ECU) 的插接口用插接件覆盖, 然后放置在试验箱内。

6.4.11.2 试验方法按 GB/T 10125 中 5.4 规定的方法进行。

6.4.11.3 试验结束后, 在室内自然干燥 0.5h-1h, 然后用不高于 40°C 的清洁流水轻轻清洗以除去样件表面的残留, 然后在 2min 内用空气吹干, 检查样件外表面的腐蚀情况。

6.5 机械强度试验

6.5.1 耐压性试验

6.5.1.1 将样件的输出口堵死, 样件处于常态。

6.5.1.2 从样件的输入口输入 (35 ± 0.25) MPa 的液压, 保压 10s, 然后卸压。

6.5.1.3 从样件的输入口输入 (12 ± 0.5) MPa 的液压, 然后在常闭阀通电、常开阀和回流泵不通电状态下保压 10s, 然后卸压。

6.5.1.4 观察样件有无影响功能的损坏和变形, 检查样件有无外部泄漏。

6.5.1.5 试验结束后按 6.1 进行密封性复测。

6.5.2 随机振动试验

6.5.2.1 样件内充满制动液, 堵塞输入口和输出口。产品通过减振橡胶、安装螺钉及安装支架固定在振动试验台上。

6.5.2.2 振动方向沿产品 X、Y、Z 轴。

6.5.2.3 随机振动试验期间的温度循环试验按图 2 和表 9 进行。

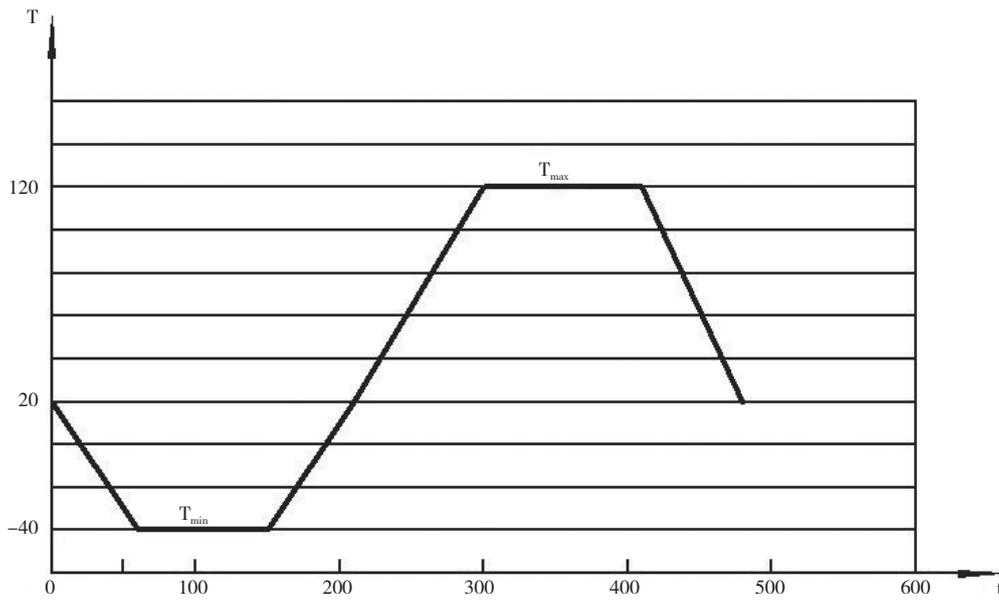


图2 温度循环要求

表9 温度循环要求

测试时间 -t (min)	测试温度 -T (°C)
0	20
60	$T_{\min}=-40$
150	$T_{\min}=-40$
210	20
300	$T_{\max}=120$
410	$T_{\max}=120$
480	20

6.5.2.4 随机振动试验测试频普按图 3 和表 10 进行。

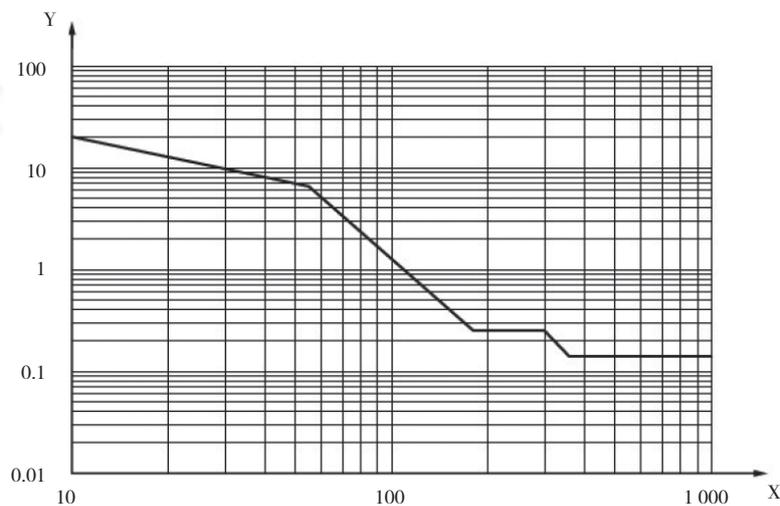


图3 测试频普要求

表 10 测试频普要求

频率-X (Hz)	PSD-Y ((m/s ²) ² /Hz)
10	20
55	6.5
180	0.25
300	0.25
360	0.14
1000	0.14

6.5.2.5 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

6.5.3 冲击试验

6.5.3.1 样件内充满制动液，堵塞输入和输出。产品通过减振橡胶、安装螺钉及安装支架固定在振动试验台上。

6.5.3.2 试验方向如参考 GB/T 2423.5 所述试验方法进行，试验参数按表 11。

6.5.3.3 试验结束后对样件，按 6.1、6.2、6.3 进行测试。

表 11 冲击试验参数

冲击加速度	500m/s ²
名义冲击持续时间	6ms
冲击波形	半正弦波
总冲击次数	25

6.6 绝缘性能试验

6.6.1 试验条件请参见表 12。

6.6.2 在试验前后，测量 ECU 连接插头和 HCU 金属（本体）的绝缘电阻。

表 12 绝缘试验条件

电压DC	500V
试验温度	23 ± 5℃
持续时间	60 sec