

ICS 点击此处添加 ICS 号
CCS 点击此处添加 CCS 号

团

体

T/CAQI

标

准

T/CAQI XXXX—XXXX

新能源汽车电驱系统用电子油泵技术要求

Technical requirements for electric oil pumps used in electric drive systems of new energy vehicles

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国质量检验协会 发 布

目 次

前言	11
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	2
5 试验方法	6
6 检验规则	11
7 标志、包装、运输、贮存及其他	12
附录 A (资料性) 油泵控制器故障诊断	13

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××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

新能源汽车电驱系统用电子油泵技术要求

1 范围

本文件规定了新能源汽车电驱系统用电子油泵的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存及其他。

本文件适用于新能源汽车电驱系统用电子油泵（以下简称“产品”）的设计和生产，包含用于电驱系统冷却和润滑的电子油泵。

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 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
- GB/T 3821 中小功率内燃机 清洁度限值和测定方法
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 10069.1 旋转电机噪声测定方法及限值 第1部分：旋转电机噪声测定方法
- GB/T 18655 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法
- GB/T 21437.2 道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第2部分：沿电源线的瞬态传导发射和抗扰性
- GB/T 28046.1—2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定
- GB/T 28046.2—2019 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷
- GB/T 28046.3—2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷
- GB/T 28046.4—2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷
- GB/T 33014.2 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第2部分：电波暗室法
- GB/T 33014.4 道路车辆 电气/电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第4部分：大电流注入（BCI）法
- GB 34660—2017 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法
- GB/T 42284.4—2022 道路车辆 电动汽车驱动系统用电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷
- JB/T 8413.2 内燃机 机油泵 第2部分：总成 试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电子油泵 electronic oil pump

由泵体、泵头、直流无刷电机、控制器等部件组成的机油泵。其通过控制器接收控制信号，控制电机驱动油泵执行相应的动作，实现电驱动系统中电机的冷却和变速器系统的润滑。

3.2

控制器 controller

通过接收CAN、LIN或PWM指令，实现对直流无刷电机进行速度或扭矩控制，并对电机、油泵和控制器进行故障诊断和保护的装置。

3.3

无刷直流电机 brushless direct current motor

将电能转化为机械能并为机油泵提供驱动力的电气装置，主要由带有线圈绕组的定子，永含磁材料、导磁材料和轴制造的转子，以及位置传感器（根据应用需求选配）组成。

3.4

泵头 pump

一种通过体积变化，将机油吸入，并产生高压，产生机油压力和流量的装置。根据流量和压力等级的差异，可采用不同的泵头设计，包括齿轮泵、传统直齿轮泵和轴向补偿直齿轮泵等。

3.5

压差 pressure gain

油泵运行时进口和出口的压力差。

3.6

功耗 power consumption

指油泵单位时间内的耗电量。

3.7

流量 flow rate

在规定的进出口压差下，测试在单位时间内的出口油流量。

3.8

额定工作点 rated operating point

规定的油泵输出的流量与压差工作点。

3.9

额定电压 rated voltage

整车低压系统的标称电压值。

3.10

额定转速 rated speed

电子油泵能够输出持续转矩对应的最高转速。

3.11

最高工作转速 maximum working speed

电子油泵在规定的条件下所能达到的最高转速。

3.12

电子油泵效率 electronic oil pump efficiency

电子油泵输出液压功率与电机控制器输入功率的百分比。

3.13

功能状态等级 functional status class, FSC

用以评价被测设备在试验过程中和试验结束后最后检测中功能运行的状态。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 外观

4.1.1.1 电子油泵外表面应无明显的破损、变形，涂覆层应无剥落。

4.1.1.2 电子油泵用于追溯的永久性标识应端正牢固，字迹清晰。

4.1.1.3 电子油泵引出线或接线端应完整无损，紧固件连结应无松脱。

4.1.2 材料要求

4.1.2.1 电子油泵主要零部件材料应满足国际环境标准，包括但不限于 ROHS。

4.1.2.2 电子油泵材料满足与规定变速箱油的化学兼容性与耐老化要求。

4.1.3 清洁

4.1.3.1 安装在电驱动外部的电子油泵，其内部清洁度限值按照 GB/T 3821 的规定。湿区清洁度建议值如下：

- a) 金属颗粒尺寸≤600 μm;
- b) 非金属颗粒尺寸≤1000 μm;
- c) 纤维丝状物<2 mm;
- d) 杂质质量之和≤3 mg/件。

4.1.3.2 安装在电驱动内部的电子油泵，其外表面清洁度限值由供需双方商定。

4.1.4 工作环境温度与工作油温范围

电子油泵工作温度范围见表1。

表1 电子油泵工作温度范围

分类	纯电动汽车（℃）	混合动力汽车（℃）
工作环境温度范围	-40~85	-40~125
工作介质温度范围	-40~120	-40~140

4.2 基本性能

4.2.1 响应时间

电子油泵在规定的试验油黏度（或温度）、泵出压力以及额定电压下工作时，电子油泵启动后响应转速命令时间≤100 ms，油泵从静止达到额定转速时间≤5 s。

电子油泵在规定的试验油黏度（或温度）、泵出压力以及额定电压下工作时，其响应时间应符合产品图样和技术文件的规定。

4.2.2 吸油特性

电子油泵在规定的目标转速、加速度以及额定电压下工作时，其吸油特性应符合产品图样和技术文件的规定。

4.2.3 速度特性

电子油泵在规定的试验油黏度（或温度）、泵出压力以及额定电压下工作时，其转速特性应符合产品图样和技术文件的规定。试验中测试电动机电流，并通过电流频率计算电动机的实际转速，设定转速与实际转速偏差应不超出±2%（1500 rpm以下）和±5%（1500 rpm以上），低转速偏差小于±50 rpm（1000 rpm以下）。

4.2.4 压力特性

电子油泵在规定的试验油黏度（或温度）、转速以及额定电压下工作时，其压力特性应符合产品图样和技术文件的规定。

4.2.5 效率

额定电压下，电子油泵的最高效率应不低于35%。或者其总效率和高效区占比应满足产品技术文件规定要求。

4.2.6 噪声

电子油泵全工况最大噪声值≤60 dB/m，或满足技术文件规定的要求。

4.2.7 密封性

在测试压力下保持一段时间，泄漏量≤0.6 SCCM，或满足技术文件规定的要求。

4.3 电气性能

4.3.1 休眠电流

电子油泵休眠电流应≤100 uA。

4.3.2 工作电压范围

电子油泵的工作电压范围见表2。电子油泵应能正常工作，满足功能状态A的要求。

表2 电子油泵工作电压范围

额定电压	可承受工作电压范围 U	
U _n /V	最低供电电压 U _{min} /V	最高供电电压 U _{max} /V
12	9	16
24	18	30
48	36	60

4.3.3 过电压

电子油泵应能承受长时过电压和短时过电压的要求，并满足相应的功能安全等级要求。

4.3.4 叠加交流电压

电子油泵应能承受GB/T 28046.2—2019中严酷度2的交流叠加电压，并满足相应的功能安全等级要求。

4.3.5 供电电压缓降和缓升

电子油泵GB/T 28046.2—2019中4.5.2的要求进行电压缓降和缓升调节，在电压缓慢上升至表2中规定的最低工作电压时，DTU满足功能等级状态A等级要求，在电压缓慢下降至表2中规定的最低工作电压-1 V时，DTU满足功能状态等级C要求。

4.3.6 供电电压瞬态变化

电子油泵进行电压瞬态下降和上升时，功能等级状态应满足B级要求；具有复位功能，复位过程满足功能等级C；启动状态满足功能等级A；抛负载试验时，功能等级状态应满足C级要求。

4.3.7 反向电压

在电子油泵有效输入端子上持续(60±6)s的反向电压，电子油泵应无损坏，恢复正常连接后，功能状态应达到A级。

4.3.8 开路

电子油泵进行单线开路和多线开路试验时，断路时间：(10±1)s，功能等级状态应满足C级要求。

4.3.9 短路保护

电子油泵在输入或输出端发生短路时，功能状态应达到C级。

4.3.10 耐电压

电子油泵绝缘耐电压性能应符合GB/T 28046.2—2019中4.11的要求。（电机绕组应能耐受500 VAC工频正弦电压，无击穿现象，漏电流限制应符合产品技术文件规定<0.5 mA）

4.3.11 绝缘电阻

电子油泵绝缘电阻性能应符合GB/T 28046.2—2019中4.12的要求（冷态绝缘电阻≥100 MΩ；热态绝缘电阻≥20 MΩ；湿热绝缘电阻≥1 MΩ）。

4.4 环境适应性

4.4.1 高、低温存储

高、低温试验后，目视检查，电子油泵无明显的，可能会影响泵功能或者密封的损伤；电子油泵应运行正常、无故障出现，性能和效率下降不应超过10%。

4.4.2 低温运行

低温运行后，电子油泵应运行正常、无故障出现，性能和效率下降不应超过10%。

4.4.3 高温耐久

高温耐久试验后，电子油泵应运行正常、无故障出现，性能和效率下降不应超过10%。

4.4.4 温度冲击

温度冲击试验后，电子油泵应运行正常、无故障出现，性能和效率下降不应超过10%。

4.4.5 湿热循环

湿热循环试验后，应无明显的外表质量变坏及锈蚀现象，复测绝缘电阻应符合4.7.4的规定。恢复常态后，电子油泵应运行正常、无故障出现，性能和效率下降不应超过10%。

4.4.6 耐振动

电子油泵应能承受加载温度变化的正弦振动和随机振动，测试完成后，试件应无裂纹，松动，损坏及变形；满足性能要求和密封性测试要求。

4.4.7 耐机械冲击

电子油泵应能承受三个方向的机械冲击，测试完成后，试件应无裂纹，松动，损坏及变形；满足性能要求和密封性测试要求。

4.4.8 耐压差交变

电子油泵应能承受压力的交变冲击，测试完成后，满足性能要求和密封性测试要求。

4.4.9 防水、防尘

电子油泵防尘、防水要求应满足GB/T 4208—2017规定的IP67的防护要求；试验后，产品内部应没有液体、粉尘进入。

4.4.10 盐雾

电子油泵的抗盐雾能力应满足GB/T 28046.1—2011中5.4.3.2的有关规定，试验周期不低于400 h。

按照盐雾试验条件进行试验后，电子油泵外观无脱落、无红锈。测试后满足性能要求及密封性要求。

4.4.11 化学负荷性能

试验结束后，功能状态等级应达到GB/T 28046.1—2011中定义的C级，标志和标签应保持清晰可见。

4.4.12 耐久性

电子油泵进行按协议规定时间的耐久性台架试验，或 2.0×10^5 次ON-OFF循环动作过程试验，或10年/ 20×10^4 km装车耐久试验后，性能衰减不应超过10%。

4.5 电磁兼容性能

4.5.1 电磁辐射发射

辐射发射限值应符合GB 34660—2017中4.5和4.6的要求。

4.5.2 电磁辐射抗扰度

辐射抗扰度应符合GB 34660—2017中4.7大电流注入（BCI）法和电波暗室法的要求。

4.5.3 电源线瞬态传导抗扰度

电源线瞬态传导抗扰度符合GB 34660—2017中4.8的要求，其中脉冲4仅适用于使用12 V或24 V电源启动发动机的混合动力汽车用驱动电机系统。

5 试验方法

5.1 试验准备

5.1.1 试验环境条件

如无特殊规定，所有试验应在下列环境条件下进行：

- a) 温度：(23±5) °C；
- b) 相对湿度：10%~90% RH；
- c) 气压：86 kPa~106 kPa；

5.1.2 试验仪器选择

5.1.2.1 仪器准确度

仪器的准确度或误差应不低于表3的要求，并满足实际测量参数的精度要求，尤其对于电气参数测量的仪器仪表，应能够满足相应的直流参数和交流参数测量的精度和波形要求。

表3 试验仪器准确度

项号	试验仪器	准确度或误差
1	电压测量装置	0.5级（绝缘电阻表除外）
2	电流测量装置	0.2级
3	转速测量装置	±2 r/min
4	转矩测量装置	0.2级
5	温度测量装置	±0.5 °C
6	流量测量装置	0.05级
7	压力测量装置	0.05级
8	时间测量装置	0.1级

5.1.2.2 测量过程误差

控制值（实际值）与目标值之间的误差要求如下：

- a) 电压：±0.2 V；
- b) 电流：±1%；
- c) 温度：±2 °C；
- d) 流量：±0.05 L/min。

5.1.3 试验电源

5.1.3.1 试验过程中，试验电源由程控直流电源提供，或者由低压直流电源和其他储能（耗能）设备联合提供。

5.1.3.2 试验电源的工作直流电压稳压误差应不超过±0.2 V。

5.1.3.3 试验电源能够满足被试驱动电子油泵的功率要求，并能够工作于相应的工作状态。

5.1.4 布线

试验中布线的规格宜与车辆中的实际布线一致，布线长度宜与车辆中的实际布线相同。

5.1.5 信号屏蔽

必要时，应对关联信号进行模拟或者通过其他方法进行屏蔽。

5.1.6 试验运行状态

应符合以下规定：

- a) 运行状态 1：泵未装入测试工装，内部无油。线束未连接，泵无供电；
- b) 运行状态 2：泵装入测试工装，内部注满油，模拟装车情况。线束已连接，泵无供电；

- c) 运行状态 3: 泵装入测试工装, 内部注满油, 模拟装车情况。电气插头与线束与泵连接, 有供电, 但泵处于休眠状态;
- d) 运行状态 4: 泵装入测试工装, 内部注满油, 模拟装车情况。泵有供电, 运行于额定工作点;
- e) 运行状态 5: 泵装入测试工装, 内部注满油, 模拟装车情况。泵有供电, 运行于最小负载;
- f) 运行状态 6: 泵装入测试工装, 内部注满油, 模拟装车情况。泵有供电, 运行于最大负载。

5.1.7 功能状态等级

应符合以下规定:

- a) 等级 A: 被测设备的所有功能在试验期间和之后均能够执行且在允许的公差范围内;
- b) 等级 B: 被测设备的所有功能在试验期间均能够执行, 但有一个或多个功能的执行超出了允许的公差范围, 试验结束后所有功能的执行均自动恢复正常。设备功能应保持等级 A;
- c) 等级 C: 试验过程中被测设备的一个或多个功能发生失效, 但在试验结束后所有功能的执行均自动恢复正常;
- d) 等级 D: 试验过程中被测设备的一个或多个功能发生失效, 并且在试验结束后不会自动恢复正常, 但经过简单的人为操作对被测设备进行复位后能够恢复正常;
- e) 等级 E: 试验过程中被测设备的一个或多个功能发生失效, 并且在试验结束后不会自动恢复正常, 除非对被测设备进行维修或者更换。

5.2 清洁度测试

清洁度检测方法应按照GB/T 3821中规定的方法进行测试, 符合4.1.3建议值要求。

5.3 基本性能试验

5.3.1 电子油泵响应时间

在允许的背压范围内, 工作油温在最低工作油温 $T_{oil-min}$ 到最高工作油温 $T_{oil-max}$ 范围内, 记录电子油泵达到额定转速所需要的时间。

5.3.2 电子油泵的吸油特性

在不充油的情况下启动电子油泵至额定转速, 同时观察泄油小孔(离电子油泵出油口大于或等于2倍出油管径处)何时开始出油。记录电子油泵从起动至开始出油的时间, 该时间即为起动出油时间。

5.3.3 电子油泵的转速特性

在规定的试验油温和规定的泵出压力下, 按6个以上不同转速(包括标定转速和110%标定转速)稳定运转30 s后, 测量各转速时的输入电压U、输入电流I、供油量Q、油温T、转速n及泵出压力p等有关参数, 并做记录。

5.3.4 电子油泵的压力特性

在规定的试验油温和标定转速(或规定某一转速)下, 按6个以上不同的油压(包括标定泵出压力)稳定运转30 s后, 测量各压力时的输入电压U、输入电流I、供油量Q、油温T、转速n及泵出压力p等有关参数, 并做记录。

5.3.5 效率

按照JB/T 8413.2规定的方法进行液压功率的采集, 用功率分析仪或直接计算采集电子油泵控制器的输入功率, 计算电子油泵输出液压功率与电机控制器输入功率的比值, 完成电子油泵效率计算。

5.3.6 噪声

5.3.6.1 电子油泵电机和控制器的噪声试验按照 GB/T 10069.1 的规定进行。

5.3.6.2 电子油泵噪声试验工况应分别包含怠速、额定转速以及最高转速等5个以上的不同转速、5个以上的不同工作油温以及5个以上的不同出口压力, 在本底噪声不大于25 dB(A)的半消声室中, 测量以电子油泵为中心的1 m半径的正前方的噪声值。

5.3.7 密封性

常温环境下，将电子油泵出口封闭，从泵入口通 $54\text{ kPa}\pm 2\text{ kPa}$ 的空气压力，加压7 s；气压平衡后保持20 s，持续测试8 s，记录测试过程中许可压降和流量范围，或者按客户要求进行。

5.4 电气性能试验

5.4.1 休眠电流

电子油泵运行状态3，连接测试电路，将电流表串联在电源回路中（如电池负极与设备接地之间），记录初始电流值，持续监测1 h，记录电流表流过的电流，或用采集卡进行采集。

5.4.2 工作电压范围

电子油泵运行状态4，按表2对DUT的有效输入端供电，并记录电压值。

5.4.3 过电压试验

5.4.3.1 额定电压为 12 V 的电子油泵过电压试验按 GB/T 28046.2—2019 中 4.3.1 的规定进行。

5.4.3.2 额定电压为 24 V 的电子油泵过电压试验按 GB/T 28046.2—2019 中 4.3.2 的规定进行。

5.4.3.3 额定电压为 48 V 的电子油泵过电压试验：在加热箱中将被测样件加热到 T，按照公式（1）计算。再向被测样件有效输入端施加 64 V 的电压，持续 60 min。

$$T = T_{max} - 20 \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

式中：

T ——被测样品加热温度, 单位为 $^{\circ}\text{C}$;

T_{max} ——被测样件最大加热温度，单位为℃。

5.4.4 叠加交流电压

按照GB/T 28046.2—2019中严酷度2的交流叠加电压进行测试，运行状态4，满足功能安全等级A。

5.4.5 供申申压缓降和缓升

按照GB/T 28046.2—2019中4.5.2的要求进行测试，电子油泵运行状态4，DTU满足相应功能状态等级要求。

5.4.6 供电电压瞬态变化

按照GB/T 28046.2—2019中4.6的要求进行测试，满足相应功能等级。

5.4.7 反向电压

按照GB/T 28046.2—2019中4.7.2的要求进行测试，施加反向电压，持续(60±6)s后恢复正常连接，功能状态应达到A级。

5.4.8 开路

按照GB/T 28046. 2—2019中4. 9. 1. 2和4. 9. 2. 2的要求进行测试，断路时间：(10±1)s，功能等级状态应满足C级要求。

5.4.9 短路保护

按照GB/T 28046. 2中4. 10. 2. 1和4. 10. 3. 1的要求进行测试，短路时间：(60±6)s，功能等级状态应满足C级要求。

5.4.10 耐电压

电子油泵绝缘耐电压试验按GB/T 28046.2—2019中4.11.2的规定进行。

5.4.11 绝缘电阻

电子油泵绝缘电阻试验按GB/T 28046.2—2019中4.12.2的规定进行。

5.4.12 故障诊断试验

将电子油泵与上位机或者故障诊断仪通讯，针对每项故障通过模拟故障的测试用例，读取油泵控制器的故障诊断反馈，验证故障诊断和保护策略的有效性。

5.5 环境适应性试验

5.5.1 高、低温存储

高、低温存储试验包括：

- a) 电子油泵运行状态 1，将温度箱降温至 $-40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，保持 12 h；常温常压下恢复 2 h；再升温至电子油泵允许的最高存储温度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，保持 12 h；
- b) 将步骤 1 循环 2 次；
- c) 常温常压下恢复 2 h，测试性能和效率。

5.5.2 低温运行

低温运行试验包括：

- a) 将温度箱降温至 -10°C ，运行状态 3，持续 12 h；
- b) 运行状态 5，电压 9 V，持续 12 h；
- c) 运行状态 3，持续 12 h；
- d) 运行状态 5，电压 16 V，持续 12 h；
- e) 常温常压下恢复 2 h，测试性能和效率。

5.5.3 高温耐久

高温耐久试验包括：

- a) 运行状态 6；
- b) 设置油温至最高工作油温 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，环境温度至 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 测试总时间 2400 h。

5.5.4 温度冲击

温度冲击试验包括：

- a) 运行状态 1，将温度箱降温至 $-40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，保持 30 min，再升温至电子油泵允许的最高存储温度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，保持 45 min，温度转换时间 $< 30\text{ s}$ ；
- b) 将步骤 1 循环 3000 次；
- c) 常温常压下恢复 2 h，测试性能和效率。

5.5.5 湿热循环试验

电子油泵湿热循环试验按 GB/T 28046.4—2011 中 5.6.2 的规定进行。

5.5.6 耐振动

耐振动试验包括：

- a) 电子油泵固定方式与实际安装方式一致，固定在振动台上；
- b) 适配乘用车的电子油泵按照 GB/T 28046.3—2011 中试验 II 进行测试。适配商用车的电子油泵按照 GB/T 28046.3—2011 试验 VI 进行测试；
- c) 正弦振动、随机振动需要增加温度曲线，按照 GB/T 28046.3—2011 的一般规定，高温取电子油泵需用最高环境温度，低温： -40°C ；
- d) 测试完成后复测性能和密封性能。无裂纹，松动，损坏及变形；满足性能要求和密封性测试要求。

5.5.7 机械冲击

机械冲击试验包括：

- a) 油泵固定方式与实际安装方式一致，运行状态 3；

- b) 按 GB/T 2423.5 的要求, 半正弦的脉冲形式, 500 m/s² 的加速度峰值, 持续 6 ms;
- c) 每个方向 ($\pm X, \pm Y, \pm Z$) 的冲击次数是 10 次, 总次数 60 次;
- d) 测试完成后复测性能和密封性能。无裂纹, 松动, 损坏及变形; 满足性能要求和密封性测试要求。

5.5.8 压差交变

压差交变试验包括:

- a) 油泵固定方式与实际安装方式一致, 运行状态 2;
- b) 设置油温 (85 ± 5) °C, 环境温度 (85 ± 5) °C;
- c) 以下述压力差对油泵进行测试: 最大压差: 300 kPa, 最小压差: 10 kPa, 压差变化频率: (1.0 ± 0.5) Hz, 压差均值: 155 kPa, 循环次数: 800000;
- d) 测试完成后满足性能要求和密封性测试要求。

5.5.9 防水、防尘

防水、防尘试验包括:

- a) 油泵固定方式与实际安装方式一致, 运行状态 1;
- b) 按照 GB/T 4208 中规定的方法进行试验防水、防尘;
- c) 试验前, 电子油泵接插件, 模拟整车实际状态。通气阀应堵塞或引出到水面以上处理;
- d) 试验后检查油泵产品内部应该没有液体、粉尘进入。

5.5.10 盐雾试验

盐雾试验包括:

- a) 油泵固定方式与实际安装方式一致, 运行状态 1;
- b) 按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.4.3.2 所规定的方法进行试验;
- c) 试验前, 电子油泵通气阀应堵塞或引出处理;
- d) 盐雾期 4 h, 高温期 (60 °C, 湿度 < 50%) 2 h, 高湿期 2 h (50 °C, 湿度 90%), 单次循环周期 8 h, 总循环次数 50 次。总试验周期 400 h;
- e) 测试后满足性能要求及密封性要求, 无脱落、无红锈。

5.5.11 化学负荷试验

电子油泵化学负荷试验按 GB/T 28046.5 的规定进行。

5.5.12 耐久试验

耐久试验包括:

- a) 油泵固定方式与实际安装方式一致, 油温使用电子油泵要求的最高油温, 环境温度常温;
- b) 按以下步骤运行测试: 停止 1 s; 最大转速供油运行 15 s; 重复 143 次;
- c) 停止供油, 泵运行 17 s;
- d) 重复 b~c 测试, 循环 3500 次, 共计 2241 h;
- e) 测试后, 泵的性能需满足产品性能和密封性要求, 且输出流量与额定流量的偏差在 10% 内。

5.6 电磁兼容性试验

5.6.1 电磁辐射发射试验

5.6.1.1 辐射发射试验测试布置和试验方法按照 GB/T 18655 中附录 I 的规定进行。

5.6.1.2 窄带电磁辐射样品状态为正常供电, 电子油泵处于运行状态 3, 系统无输出功率。

5.6.1.3 宽带电磁辐射发射驱动样品状态为正常工作状态, 且转速为额定转速的 50%, 转矩为持续转矩的 50%, 机械输出负载达到持续功率的 25%。

5.6.1.4 其他未尽事宜参考 GB/T 18655 相关规定。

5.6.2 电磁辐射抗扰度试验

5.6.2.1 大电流注入法测试布置及试验方法按照 GB/T 33014.4 相关要求进行。

5.6.2.2 电波暗室法测试布置及试验方法按照 GB/T 33014.2 相关要求进行。

5.6.2.3 样品状态为正常工作状态，且转速为额定转速的 50%，转矩为持续转矩的 50%，机械输出负载达到持续功率的 25%。或者客户指定工况进行试验。

5.6.3 电源线瞬态传导抗扰度

5.6.3.1 电源线瞬态传导抗扰度试验按照 GB/T 21437.2 规定的试验方法进行。

5.6.3.2 样品状态为正常供电，电子油泵处于运行状态 3，系统无输出功率。

6 检验规则

6.1 总则

每个产品须经制造厂质量检验部门检验合格后方能出厂。

6.2 检验项目

检验分为出厂检验、型式检验与抽查。检验项目见表4。

表 4 出厂检验项目

序号	项目	出厂检验	抽查	型式检验		
1	外形尺寸	△	△	△		
2	外观质量					
3	效率					
4	转速特性					
5	关键性能EOL测试					
6	密封特性					
7	响应特性	—				
8	吸油特性					
9	清洁度					
10	噪声					
11	过电压试验					
12	绝缘耐电压试验					
13	绝缘电阻试验					
14	振动试验					
15	机械冲击试验					
16	低温贮存试验					
17	高温贮存试验					
18	热冲击试验					
19	湿热循环试验					
20	耐盐雾试验					
21	化学负荷试验					
22	防尘试验					
23	防水试验					
24	恒热恒湿耐久试验					
25	低温运行耐久试验					
26	高温运行耐久试验					
27	装车耐久性试验					
28	电磁辐射抗扰性试验					
29	电磁骚扰性试验					

注：“△”为必检项目，“—”为不检项目

6.3 出厂检验

出厂检验项目按照表4的规定执行。

6.4 型式检验

属于下列情况之一时，应进行型式检验：

- a 新产品试制或老产品转产的定型鉴定；
- b 正式生产后，如结构、材料、工艺有重大改变；
- c 产品停产半年以上，重新生产时；
- d 正常生产时，定期或积累一定产量后，周期性进行一次；
- e 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；
- f 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7 标志、包装、运输、贮存及其他

7.1 标志

7.1.1 每台电子油泵上应标明：

- 制造厂名称或商标；
- 产品型号或代号。

注：标志的部位、尺寸和方法按产品图样的规定。

7.1.2 每台电子油泵应附有检验员签章的产品质量合格证，合格证上应标明：

- 制造厂名称或商标；
- 产品名称及型号；
- 执行标准编号；
- 检验日期。

7.1.3 包装箱外表面应标明：

- 制造厂名称及地址；
- 产品名称及型号；
- 执行标准编号；
- 装箱日期、总质量及数量；
- 收货单位及地址；
- “小心轻放”等字样或图示标志。

7.2 包装

7.2.1 每台电子油泵包装前应清洗干净，并经防锈处理。进、出油口应采取防尘措施。

7.2.2 用袋包装好的电子油泵，应装入硬纸盒或木箱内，并保证在正常运输中不致损伤。

7.3 运输

电子油泵在运输过程中，应注意防止磕碰、防雨和防潮。

7.4 贮存

电子油泵应存放在通风和干燥的仓库内，满足电子物料环境要求。在正常保管情况下，自出厂之日起，制造厂应保证产品在12个月内（或由供需双方商定）不致锈蚀。

7.5 其他

标志、包装、运输和贮存也可由供需双方商定。

附录 A
(资料性)
油泵控制器故障诊断

A.1 故障诊断

A.1.1 油泵控制器应判断并实时反馈故障状态，故障触发条件应设置滞回区间，避免在故障触发点附近反复触发故障。根据故障状态做出不同的响应，故障处理方式应尽量满足油泵按照目标转速运行，故障处理方式不应造成油泵性能终身降低或寿命衰减。

A.1.2 故障处理等级应以严重程度划分优先级，优先处理停机重启的故障，其次处理降额故障；故障应考虑包括但不限于表A.1所示场景，故障识别及处理方式应符合技术文件规定。

表 A.1 电子油泵常见故障列表及处理措施

序号	故障描述	触发条件	处理策略	恢复策略
1	PCBA 过温（过温降额状态）	PCBA 检测到电机温度位于 [TBD, TBD] °C	下降到额定转速的 60%	PCBA 检测油温 &MCUFO 发送油温低于 TBD °C，恢复正常运行
2	PCBA 严重过温（过温关断状态）	PCBA 检测到电机温度超过 TBD °C	停止运行	1、PCBA 检测油温位于 [TBD, TBD] °C，进入过温降额状态 2、PCBA 检测油温低于 TBD °C，恢复正常运行
3	PCBA 母线欠压	PCBA 母线电压低于 TBD V	停止运行	母线电压位于 [TBD, TBD] V，恢复正常运行
4	PCBA 母线过压	PCBA 母线电压超过 TBD V	停止运行	母线电压位于 [TBD, TBD] V，恢复正常运行
5	电机过载	母线电流持续 180 s (TBD) 超过 TBD A	下降到额定转速的 60%	母线电流持续 60 s 低于额定电流 (TBD)
6	PCBA 过流	PCBA 母线电流超过 TBD A	停止运行	1、10 s 后尝试重启 2、直到启动成功为止
7	PCBA 永久过流	1、连续过流 (20 s 内发生两次过流) 10 次，则认定为永久过流，	停止运行	有且只有将泵重上电泵才能启动
8	启动失败	启动时转子失步，启动失败	停止运行	1、10 s 后尝试重启 2、直到启动成功为止
9	电机干磨	1、泵头空吸 2、管路中无油液或油液较少	停止运行	1、10 s 后尝试重启 2、直到启动成功为止
10	电机永久干磨(油路故障)	1、连续干磨 (20 s 内发生两次干磨) 10 次，则认定为永久干磨，是油路中油液不足	停止运行	有且只有将泵重上电泵才能启动
11	电机堵转	电机堵转	停止运行	1、10 s 后尝试重启 2、直到启动成功为止
12	电机永久堵转(机械故障)	1、连续堵转 (20 s 内发生两次堵转) 10 次，则认定为永久堵转，是机械故障	停止运行	有且只有将泵重上电泵才能启动
13	电机失速(转速低于最小转速)	转速低于最低转速	停止运行	10 s 后尝试重启，直到启动成功为止
14	电机超速(转速高于最大转速)	转速高于最高转速	停止运行	10 s 后尝试重启，直到启动成功为止
15	PCBA 预驱故障	上电自检时检测到预驱故障	停止运行	有且只有将泵重上电泵才能再次检测，尝试重启
16	电机缺相	运行中电机缺相	停止运行	有且只有将泵重上电泵才能再次检测，尝试重启
17	电机相间短路	运行中电机相间短路	停止运行	有且只有将泵重上电泵才能再次检测，尝试重启
18	通讯中断	运行中无法接收到指令	下降到额定转速的 60%	恢复通讯后，按照下发指令执行。

T/CAQI XXXX—XXXX
