



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 29307—XXXX  
代替 GB/T 29307—2012

## 电动汽车用驱动电机系统可靠性试验方法

The reliability test methods of drive motor system for electric vehicles

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2021年8月19日)

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

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 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 试验条件 .....	2
4.1 一般要求 .....	2
4.2 冷却 .....	2
5 试验程序 .....	2
5.1 试验前准备 .....	2
5.2 性能初试 .....	3
5.3 可靠性试验 .....	3
5.4 性能复试 .....	3
6 试验方法 .....	3
6.1 试验样件 .....	3
6.2 转速升降循环 .....	3
6.3 转矩负荷循环 .....	4
7 检查与维护 .....	5
7.1 一般要求 .....	5
7.2 随时的检查 .....	5
7.3 每 1h 的检查 .....	5
7.4 每 24h 的检查 .....	5
7.5 故障及停机的处理 .....	6
8 试验结果整理 .....	6
9 可靠性评定 .....	6
10 试验报告 .....	7
附录 A (资料性) 可靠性试验循环次数推荐原则 .....	8

## 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。

本文件代替 GB/T 29307—2012《电动汽车用驱动电机可靠性试验方法》。本标准与GB/T 29307—2012相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 修改了范围,增加了参考执行的特殊机型的规定(见第1章,2012版的第1章);
- 修改了持续转矩、最高工作转速的术语定义,删除了峰值功率的术语定义,增加了分体式驱动电机系统、集成式驱动电机系统、额定转速、转折转速、持续功率的术语定义(见第3章,2012版的第3章);
- 增加了被测驱动电机系统包含减速器时试验前的磨合要求(见5.1.3);
- 修改了性能初试及性能复试的测试项目(见5.2,2012版的5.2);
- 修改了可靠性试验规范,试验项目由转矩负荷循环一项修改为转速升降循环和转矩负荷循环两项可靠性试验(见第6章,2012版的第6章);
- 增加了可靠性评定中性能初试及性能复试的具体评价指标(见9.2、9.3);
- 删除了附录A的可靠性试验记录表格,增加了可靠性试验循环次数的推荐原则(见附录A,2012版的附录A)。

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC114)归口。

本文件起草单位:

本文件主要起草人:

本部分所代替标准的历次版本发布情况:

- GB/T 29307—2012。

# 电动汽车用驱动电机系统可靠性试验方法

## 1 范围

本文件规定了电动汽车用驱动电机系统台架可靠性试验的术语和定义、试验条件、试验程序、试验方法、检查及维护、试验结果整理、可靠性评定和试验报告。

本文件适用于电动汽车用驱动电机系统，对仅具有辅助驱动功能或发电功能的车用电机系统，可参考本标准执行。

## 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 2900.13 电工术语 可信性与服务质量

GB/T 18488.1—2015 电动汽车用驱动电机系统 第1部分：技术文件

GB/T 18488.2—2015 电动汽车用驱动电机系统 第2部分：试验方法

GB/T 19596 电动汽车术语

GB/T 28046.1—2011 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定

QC/T 893 电动汽车用驱动电机系统故障分类和判断

QC/T 1022—2015 纯电动乘用车用减速器总成技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 2900.13、GB/T 19596和QC/T 893界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**分体式驱动电机系统** independent drive motor system

驱动电机、驱动电机控制器及它们工作必须的辅助装置的组合，且驱动电机及驱动电机控制器未集成于一体。

### 3.2

**集成式驱动电机系统** integrated drive motor system

驱动电机、驱动电机控制器、变速装置及它们工作必须的辅助装置的组合，且部分或全部集成于一体。

### 3.3

**最高工作转速** maximum work speed

驱动电机系统在规定的条件下所能达到的最高转速。

### 3.4

#### 额定转速 rated speed

驱动电机系统能够输出持续转矩的最高转速。

### 3.5

#### 转折转速 transition speed

在制造商规定的条件下，驱动电机系统能够输出峰值转矩的最高转速。

### 3.6

#### 持续功率 continuous power

驱动电机系统能够长时间持续工作的最大机械功率。

### 3.7

#### 持续转矩 continuous torque

驱动电机系统能够长时间持续工作的最大机械转矩。

## 4 试验条件

### 4.1 通用要求

4.1.1 被测装置应是符合产品技术文件规定的驱动电机系统。

4.1.2 若无特殊规定，试验条件应满足 GB/T 18488.2—2015 中第 4 章试验准备的要求。

### 4.2 冷却

试验过程中的冷却设备或冷却条件如下：

- 对应风冷的电机或者控制器，试验过程中应带有实际装车时的风冷电机；
- 对于自然冷却的电机或者控制器，可以外加风机对电机或控制器进行冷却；
- 对于液冷的电机或者控制器，应尽量采用制造商规定的冷却液；
- 冷却条件应满足 GB/T 18488.2—2015 中 4.5 的要求，并在试验报告中注明。

## 5 试验程序

### 5.1 试验前准备

5.1.1 控制器和电机之间连接线宜与实际车辆一致，同时安装好监测系统。为确保系统能正常工作，应对必要的关联信号进行模拟或者通过其他方法进行屏蔽。

5.1.2 供电电源、试验台架及监测系统的工作状态应正常。

5.1.3 当被测驱动电机系统包含减速器时，试验前应按照 QC/T 1022—2015 中 6.2.3 的要求进行磨合，磨合后更换润滑油。

5.1.4 当被测驱动电机系统包含减速器时，性能初试、性能复试及可靠性试验工况的设定应按照减速器减速比进行折算。

## 5.2 性能初试

性能初试应按照GB/T 18488.2—2015中5.7的要求进行绝缘电阻测试，按照GB/T 18488.2—2015中7.2.5.3进行转折转速及最高工作转速下的峰值转矩测试。

## 5.3 可靠性试验

可靠性试验应按照第6章的规定进行试验。

## 5.4 性能复试

性能复试应按照5.2的规定进行试验。

## 6 试验方法

### 6.1 试验样件

本文件中可靠性试验包含两部分，如表1所示，每部分应使用单独的样件进行试验。

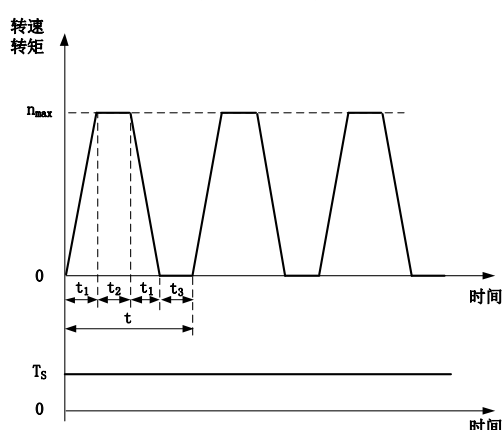
表1 试验项目列表

序号	试验项目	样件
1	转速升降循环	a
2	转矩负荷循环	b

### 6.2 转速升降循环

6.2.1 转速升降循环应按照图1和表2进行，试验电压为额定电压。

6.2.2 试验总循环次数宜按照表3进行，制造商可根据产品技术文件要求或与用户协议，选择表3中相应严酷等级的循环次数进行试验，并在试验报告中说明，可靠性试验循环次数推荐原则见附录A。



说明：

$n_{max}$  ——最高工作转速；

$t$  ——单次循环总时间。

图1 转速升降循环

表2 转速升降循环试验工况参数表（单次循环）

序号	试验转速	负载转矩	运行时间
1	0过渡到 $n_{\max}$	试验转矩 $T_s^a$	$t_1^b$
2	最高工作转速 $n_{\max}$		$t_2=1\text{s}$
3	$n_{\max}$ 过渡到0		$t_1^b$
4	0		$t_3=1\text{s}$

<sup>a</sup>推荐选择较小的试验转矩 $T_s$ ，以保证花键或齿轮维持啮合状态。  
<sup>b</sup>转速变化速率宜与实车一致，由制造商根据产品技术文件规定或与用户协议确定。

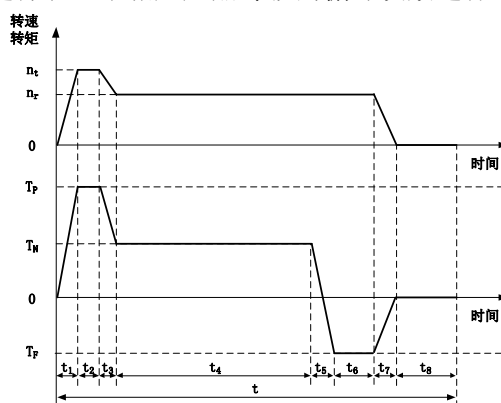
表3 转速升降循环次数

等级	总循环次数
A	120000
B	60000
C	30000

### 6.3 转矩负荷循环

6.3.1 转矩负荷循环应按照图 2 和表 4 进行。

6.3.2 试验总循环次数及其所包含的各电压下的试验循环次数宜按照表 5 进行，制造商可根据产品技术文件规定或与用户协议，选择表 5 中相应严酷等级的循环次数进行试验，并在试验报告中说明。



说明：

$n_t$  —— 转折转速；

$n_r$  —— 额定转速；

注：转折转速与额定转速无确定大小关系，图例仅做示意；

$T_p$  —— 峰值转矩；

注：当被测驱动电机系统工作于最低工作电压时，允许 $T_p$ 降至此条件下可输出的最大转矩；

$T_N$  —— 持续转矩；

$T_F$  —— 馈电状态下的持续转矩；

$t$  —— 单次循环总时间。

图2 转矩负荷循环

表4 转矩负荷循环试验工况参数表（单次循环）

序号	试验转速	负载转矩	运行时间
1	0过渡到 $n_1$	0过渡到 $T_p$	$t_1=3s$
2	转折转速 $n_1$	峰值转矩 $T_p$	$t_2=1s$
3	$n_1$ 过渡到 $n_r$	$T_p$ 过渡到 $T_N$	$t_3=2s$
4	额定转速 $n_r$	持续转矩 $T_N$	$t_4$
5		$T_N$ 过渡到 $T_F$	$t_5=3s$
6		$T_F$	$t_6=3s$
7	$n_r$ 过渡到0	$T_F$ 过渡到0	$t_7=2s$
8	0	0	$t_8^c=16-t_4$

\*选择合适的时长 $t_8$ ，保证电机温度维持在功率限制温度5℃以内，推荐 $t_8=4s$ ，如果试验过程中电机过温，可适当延长 $t_8$ 。

表5 转矩负荷循环次数

等级	总循环次数	额定电压循环次数	最高工作电压循环次数	最低工作电压循环次数
A	200000	160000	20000	20000
B	100000	80000	10000	10000
C	50000	40000	5000	5000

## 7 检查与维护

### 7.1 一般要求

检查及维护按照下列要求进行，但是其内容及周期可以做适当的增减，检查的结果及维护情况应详细记录。

### 7.2 随时的检查

7.2.1 采用故障诊断器、仪表和计算机等随时监测运行数据，超过限值范围时，发出警报或紧急停机，根据故障严重程度，进行处理。若属于被测驱动电机系统故障，则算为故障停机。记录故障停机时间、原因及处理情况。

7.2.2 监听被测驱动电机系统的运行异响，必要时采取措施。

### 7.3 每1h的检查

在1h内适时的记录被测电机的转矩和转速，电机控制器的直流母线电压和电流，以及冷却液的温度和流量，必要时进一步检查电机控制器功率元件的工作温度。如果电机安装有温度传感器，则一并检查电机绕组的工作温度，并通过温度—时间关系曲线进行观察监控。如被测驱动电机系统包含减速器，还应监控减速器油温，不得超过最高许用温度。

### 7.4 每24h的检查

7.4.1 允许停机1次，巡视试验设备，并检查紧固件、机械连接件及管路，尤其是软管，检查连接电



缆及接口。

7.4.2 检查冷却液液面高度，冷却系统是否存在渗漏等状况，必要时可补充冷却液。

7.4.3 停机检查时间最多不超过 1h。

## 7.5 故障及停机的处理

7.5.1 记录每次停机的原因及操作内容。

7.5.2 当出现故障时，应进行故障分析，排除故障，并记录。

7.5.3 被中断的负荷循环不计入驱动电机系统可靠性的工作时间。如果停机时间超过 1h，则重新开始循环后的 1h 不计入驱动电机系统的可靠性工作时间。

## 8 试验结果整理

8.1 根据 QC/T 893 进行故障记录，并提供故障相关照片。

8.2 依据被测驱动电机系统实际持续运行时间（h）和运行过程中的记录，按照第 9 章进行评定。

## 9 可靠性评定

9.1 可靠性试验故障用平均首次失效前时间（MTTF）、故障停机次数及平均失效间隔工作时间（MTBF）来评定。

9.1.1 平均首次失效前时间（MTTF）

$$MTTF = \frac{T'}{n'} \dots\dots\dots (1)$$

$$T' = \sum_{j=1}^{n'} T_j' + (n - n')T_e \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$MTTF$  ——平均首次失效前时间点估计值，单位为小时（h）；

$T'$  ——无故障工作总时间，单位为小时（h）；

$n'$  ——发生故障驱动电机系统数量；

$T_j'$  ——第  $j$  个电机系统首次故障时间，单位为小时（h），不计轻微故障；

$n$  ——试验的系统总数；

$T_e$  ——定时截尾时间。

9.1.2 平均失效间隔工作时间（MTBF）

$$MTBF = \frac{T}{r} \dots\dots\dots (3)$$

$$T = \sum_{j=1}^k T_j + (n - k)T_e \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$MTBF$  ——平均失效间隔工作时间的点估计值，单位为小时（h）；

$r$  —— $T$  时间内发生的故障总数，不含轻微故障；

- $k$  ——中止试验系统数；  
 $T$  ——工作总时间，单位为小时（h）；  
 $T_j$  ——第 $j$ 个电机系统中止试验时间，单位为小时（h），不计轻微故障。  
 单侧区间估计下限值按下式计算：

$$MTBF = \frac{2T}{\chi^2[2(r+1), \alpha]} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $MTBF$  ——平均失效间隔工作时间置信下限值，单位为小时（h）；  
 $\chi^2[2(r+1), \alpha]$  ——自由度为 $2(r+1)$ ，置信水平为 $\alpha$ 的 $\chi^2$ 分布值，建议 $\alpha$ 为0.1。

- 9.2 可靠性试验后，驱动电机系统的绝缘电阻值应满足 GB/T 18488.1—2015 中 5.2.7 的相关规定。  
 9.3 可靠性试验后，驱动电机系统在转折转速及最高工作转速的峰值转矩衰减应不大于 5%。

## 10 试验报告

试验报告至少应包括：

- a) 前言：说明试验任务的来源；
- b) 试验依据；
- c) 试验目的；
- d) 试验对象：注明被测驱动电机系统的主要参数，并附加图形、照片及必要的说明；
- e) 试验设备及仪表：应写明主要设备及仪表的名称、厂家、型号、精度及其他基本参数，以及校准有效日期及测量部位；
- f) 试验条件与标准不同之处；
- g) 试验结果：
  - 1) 对原始数据加以整理，宜用曲线表示，重要的数据可以列表；
  - 2) 可靠性评价指标计算结果；
  - 3) 故障、维修统计；
  - 4) 试验过程中的调整更换记录；
  - 5) 性能测试结果。
- h) 结论与建议：
  - 1) 描述故障的模式、类型、数量；
  - 2) 描述平均首次失效前时间、故障停机次数和平均失效间隔工作时间；
  - 3) 必要时，根据可靠性试验结果，提出改进和补充试验的建议。
- i) 试验日期。

## 附录 A

(资料性)

## 可靠性试验循环次数推荐原则

A.1 转速升降循环及转矩负荷循环的试验循环次数宜按照驱动电机系统的设计寿命进行选择，如表 A.1 所示。

表A.1 循环次数等级推荐原则

设计寿命	等级
100万公里以上等级	A
60万公里等级	B
30万公里等级	C

A.2 建议转速升降循环及转矩负荷循环的试验样本数量各为 1 套，如对试验样本数量有更具体的要求，可按 GB/T 28046.1-2011 附录 B 中的相关方法进行试验循环次数的折算。

A.3 如产品的使用条件或构型较为特殊，制造商也可根据产品具体使用条件或与用户协议，选择相应严酷等级的循环次数进行试验。