



中华人民共和国国家标准

GB/T 18488—2024

代替 GB/T 18488.1—2015, GB/T 18488.2—2015

电动汽车用驱动电机系统

Drive motor system for electric vehicles

2024-05-28 发布

2024-05-28 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	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 型号命名	3
5 技术要求	3
5.1 一般性项目	3
5.2 输入输出特性	4
5.3 安全性	6
5.4 环境适应性	7
5.5 电磁兼容性能	10
6 试验方法	10
6.1 试验准备	10
6.2 一般性项目试验	11
6.3 输入输出特性试验	13
6.4 安全性试验	17
6.5 环境适应性试验	18
6.6 电磁兼容性试验	25
7 检验规则	26
7.1 一致性检验	26
7.2 型式检验	26
8 标志与标识	26
8.1 引出线和接线端	26
8.2 驱动电机铭牌	27
8.3 驱动电机控制器铭牌	27
8.4 集成式驱动电机系统铭牌	27
8.5 危险警告	27
附录 A (资料性) 驱动电机、驱动电机控制器及驱动电机系统型号命名	28
附录 B (规范性) 分体式驱动电机系统技术要求及试验方法	32
附录 C (规范性) 检验分类	36
参考文献	38

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 18488.1—2015《电动汽车用驱动电机系统 第 1 部分：技术条件》和 GB/T 18488.2—2015《电动汽车用驱动电机系统 第 2 部分：试验方法》，与 GB/T 18488.1—2015 和 GB/T 18488.2—2015 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了术语和定义(见第 3 章,GB/T 18488.1—2015 的第 3 章)；
- 删除了工作制要求(见 GB/T 18488.1—2015 的 4.1)；
- 删除了电压等级要求(见 GB/T 18488.1—2015 的 4.2)；
- 更改了一般性项目(见 5.1,GB/T 18488.1—2015 的 5.2)；
- 更改了输入输出特性(见 5.2,GB/T 18488.1—2015 的 5.4)；
- 删除了温升要求和试验方法(见 GB/T 18488.1—2015 的 5.3 和 GB/T 18488.2—2015 的第 6 章)；
- 更改了安全性和相应试验方法(见 5.3、6.4,GB/T 18488.1—2015 的 5.5、GB/T 18488.2—2015 的第 8 章)；
- 更改了环境适应性和试验方法(见 5.4、6.5,GB/T 18488.1—2015 的 5.6、GB/T 18488.2—2015 的第 9 章)；
- 更改了电磁兼容性能和试验方法(见 5.5、6.6,GB/T 18488.1—2015 的 5.6.7、GB/T 18488.2—2015 的 9.7)；
- 删除了可靠性要求和试验方法(见 GB/T 18488.1—2015 的 5.7 和 GB/T 18488.2—2015 的第 10 章)；
- 更改了检验规则(见第 7 章,GB/T 18488.1—2015 的第 6 章)；
- 更改了标志与标识(见第 8 章,GB/T 18488.1—2015 的第 7 章)；
- 删除了驱动电机系统工作转矩测量结果的修正方法(见 GB/T 18488.2—2015 的附录 A)；
- 更改了分体式驱动电机系统绝缘电阻和耐电压技术要求和试验方法(见附录 B,GB/T 18488.1—2015 的 5.2.7、5.2.8)；
- 更改了检验分类(见附录 C,GB/T 18488.1—2015 的附录 B)。

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/TC 114)归口。

本文件起草单位：中国汽车技术研究中心有限公司、苏州汇川联合动力系统股份有限公司、中国第一汽车股份有限公司、中汽研新能源汽车检验中心(天津)有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、北京汽车研究总院有限公司、北京理工大学、极氪汽车(宁波杭州湾新区)有限公司、华为数字能源技术有限公司、上海汽车电驱动有限公司、蔚来汽车科技(安徽)有限公司、上海汽车集团股份有限公司技术中心、宇通客车股份有限公司、深蓝汽车科技有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、珠海英搏尔电气股份有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、北京车和家汽车科技有限公司、丰田汽车(中国)投资有限公司、本田技研工业(中国)投资有限公司、株洲齿轮有限责任公司、广汽埃安新能源汽车股份有限公司、北京国家新能源汽车技术创新中心有限公司、博世动力总成有限公司、湖南中车商用车动力科技有限公司、蜂巢易创科技有限公司、特斯拉(上海)有限公司、无锡威孚高科技集团股份有限公司。

本文件主要起草人：吴志新、孔治国、刘桂彬、曹冬冬、梁亚非、郑天雷、赵慧超、钱建林、应红亮、

GB/T 18488—2024

邬红光、何鹏林、祝昆仑、王江波、宋强、罗文庆、刘宏鑫、王斯博、文彦东、杜长虹、王健、晏飘、李艳、张太之、张倩、胡乾、杨少清、喻皓、王斌、王薪鉴、彭钱磊、方振、刘祥环、刘长久、彭再武、马永志、沈彪、王云、金未平、李贺、翟震、吴楚。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB/T 18488.1, 2001 年首次发布, 2006 年第一次修订, 2015 年第二次修订；
- GB/T 18488.2, 2001 年首次发布, 2006 年第一次修订, 2015 年第二次修订。



电动汽车用驱动电机系统

1 范围

本文件规定了电动汽车用驱动电机系统的型号命名、技术要求、试验方法、检验规则以及标志与标识等。

本文件适用于电动汽车用驱动电机系统、驱动电机及驱动电机控制器。

仅具有发电功能的车用电机及其控制器等参照本文件执行。

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 1971 旋转电机 线端标志与旋转方向
- GB/T 2900.25 电工术语 旋转电机
- GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 12673 汽车主要尺寸测量方法
- GB/T 15089 机动车辆及挂车分类
- GB 18384 电动汽车安全要求
- GB/T 18655—2018 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 and 测量方法
- GB/T 19596—2017 电动汽车术语
- 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:沿电源线的电瞬态传导发射和抗扰性
- 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 42284.3—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 3 部分:机械负荷
- 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

3 术语和定义

GB/T 2900.25、GB/T 2900.33、GB/T 15089 和 GB/T 19596 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

驱动电机 drive motor

将电能转换成机械能为车辆行驶提供驱动力的电气装置,该装置也具备机械能转化成电能的功能。

[来源:GB/T 19596—2017,定义 3.2.1.1.2.1,有修改]

3.2

驱动电机控制器 drive motor controller

控制动力电源与驱动电机之间能量传输的装置。

注:由控制信号接口电路、驱动电机控制电路、驱动电路、功率电子模块等组成。

[来源:GB/T 19596—2017,定义 3.2.1.2,有修改]

3.3

驱动电机系统 drive motor system

安装在电动汽车上,为车辆行驶提供驱动力、实现机械能与电能间相互转化的系统。

注:包括驱动电机、驱动电机控制器及它们工作必需的辅助装置,辅助装置包含与驱动电机集成于一体的变速装置。

[来源:GB/T 19596—2017,定义 3.1.2.1.10,有修改]

3.3.1

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

驱动电机、驱动电机控制器及它们工作必需的辅助装置的组合,集成于一体的驱动电机系统。

3.3.2

分体式驱动电机系统 split drive motor system

驱动电机和驱动电机控制器未集成于一体的驱动电机系统。

3.4

直流母线电压 DC bus voltage

驱动电机系统的直流高压动力端电压。

3.5

额定电压 rated voltage

直流母线的标称电压值。

3.6

输入输出特性 input&output characteristics

表征驱动电机、驱动电机控制器或驱动电机系统的转矩、转速、功率、效率、电压、电流等参数间的关系。

3.7

持续转矩 continuous torque

在规定的条件下,驱动电机系统能够长时间持续工作的最大机械转矩。

3.8

持续功率 continuous power

在规定的条件下,驱动电机系统能够长时间持续工作的最大机械功率。

3.9

30 分钟持续转矩 30 min continuous torque

在规定的条件下,驱动电机系统能够 30 min 持续工作的最大机械转矩。

3.10

30 分钟持续功率 30 min continuous power

在规定的条件下,驱动电机系统能够 30 min 持续工作的最大机械功率。

3.11

额定转速 rated speed

驱动电机系统能够输出持续转矩对应的最高转速。

3.12

最高工作转速 maximum working speed

驱动电机系统在规定的条件下所能达到的最高转速。

3.13

转速控制精度 speed control accuracy

转速实际值与转速期望值的最大稳态偏差,或转速实际值与转速期望值的最大稳态偏差占转速期望值的百分比。

3.14

转矩控制精度 torque control accuracy

转矩实际值与转矩期望值的最大稳态偏差,或转矩实际值与转矩期望值的最大稳态偏差占转矩期望值的百分比。

3.15

主动放电 active discharge

当被切断直流母线端电源后,驱动电机控制器主动启动放电机制,其直流母线电容快速放电的过程。

3.16

被动放电 passive discharge

当被切断直流母线端电源后,驱动电机控制器不主动启动放电机制,其直流母线电容放电的过程。

3.17

驱动电机系统效率 drive motor system efficiency

驱动电机系统的输出功率与输入功率的百分比。

[来源:GB/T 19596—2017,定义 3.2.5.21,有修改]

3.18

驱动电机控制器工作电流 drive motor controller current

驱动电机控制器正常工作时,其与驱动电机各相连接的各动力线上的电流。

3.19

驱动电机控制器最大工作电流 drive motor controller maximum current

能达到并能承受的驱动电机控制器工作电流最大值。

4 型号命名

驱动电机、驱动电机控制器及集成式驱动电机系统应具有命名型号,命名见附录 A。

5 技术要求

5.1 一般性项目

5.1.1 一般要求

驱动电机系统应空转灵活,无异常响声(如定转子相互摩擦、周期性的异响、轴承受损后的异响、微小异物卡滞在转动部位引起的异响等)或卡滞等现象。

5.1.2 外观

- 5.1.2.1 驱动电机系统外表面应无明显的破损、变形,涂覆层应无剥落。
- 5.1.2.2 若安装铭牌,驱动电机系统铭牌安装应端正牢固,字迹清晰。
- 5.1.2.3 驱动电机系统引出线或接线端应完整无损,紧固件连接应无松脱。
- 5.1.2.4 驱动电机与驱动电机控制器应满足 5.1.2.1~5.1.2.3 的要求。

5.1.3 液冷系统冷却回路密封性能

- 5.1.3.1 具有液冷系统的驱动电机系统的冷却回路,应能承受不低于 200 kPa 的压力。
- 5.1.3.2 对于冷却回路和腔体内部连通的驱动电机系统,应满足产品技术条件规定并在报告中注明。
- 5.1.3.3 对于驱动电机系统冷却回路有过渡接头的,可分别测量或满足产品技术文件规定并在报告中注明。

5.1.4 绝缘电阻

- 5.1.4.1 直流母线电压为 B 级电压的分体式驱动电机系统,绝缘电阻应满足附录 B 的要求。
- 5.1.4.2 直流母线电压为 B 级电压的集成式驱动电机系统,直流端动力端子与外壳、直流端动力端子与信号端子之间的绝缘电阻均不应小于 1 MΩ。

注:驱动电机控制器信号地与外壳短接时,只需进行直流端动力端子与外壳间的绝缘电阻测试。

5.1.5 耐电压

- 5.1.5.1 直流母线电压为 B 级电压的分体式驱动电机系统,耐电压应满足附录 B 的要求。
- 5.1.5.2 直流母线电压为 B 级电压的集成式驱动电机系统,直流端动力端子与外壳、直流端动力端子与信号端子之间,应能承受表 1 所规定的直流电压,试验持续时间为 1 min,应无击穿现象,漏电流不大于 20 mA。

注:驱动电机控制器信号地与外壳短接时,只需进行直流端动力端子与外壳间的耐压测试。

表 1 驱动电机系统直流动力端子与外壳间、直流动力端子与信号端子间耐电压限值

单位为伏特

最高工作电压 (U_{dmax})	试验电压
$60 < U_{dmax} \leq 125$	1 000
$125 < U_{dmax} \leq 250$	1 500
$250 < U_{dmax} \leq 500$	2 000
$500 < U_{dmax} \leq 1\ 000$	不小于 2 500
$U_{dmax} > 1\ 000$	符合产品技术文件规定且不小于 2 500

5.1.6 超速

驱动电机系统应能承受不低于 1.1 倍最高工作转速,持续时间不少于 2 min,试验后应满足 5.1.1 的要求。

5.2 输入输出特性

5.2.1 工作电压范围

工作电压范围内驱动电机系统应能输出持续转矩、持续功率、最高工作转速。

5.2.2 30 分钟持续转矩

驱动电机系统 30 min 持续转矩不应低于产品技术文件规定,且无报警或异常。

5.2.3 30 分钟持续功率

驱动电机系统 30 min 持续功率不应低于产品技术文件规定,且无报警或异常。

注:仅提供辅助驱动力且每次持续时间不超过 30 min 的驱动电机系统,5.2.2 和 5.2.3 不做要求,并在报告中注明。

5.2.4 峰值转矩

5.2.4.1 M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s 的峰值转矩不应低于产品技术文件规定,且无报警或异常。

5.2.4.2 除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间 30 s 的峰值转矩不应低于产品技术文件规定,且无报警或异常。

5.2.5 峰值功率

5.2.5.1 M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s 的峰值功率不应低于产品技术文件规定,且无报警或异常。

5.2.5.2 除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间 30 s 的峰值功率不应低于产品技术文件规定,且无报警或异常。

5.2.6 最高工作转速

驱动电机系统最高工作转速不应低于产品技术文件规定,工作于该转速下允许的最大功率时,持续时间应满足 5.2.5 的规定,且无报警或异常。

5.2.7 驱动电机系统效率

5.2.7.1 额定电压下,驱动电机系统的最高效率不应低于 85%。

5.2.7.2 额定电压下,驱动电机系统的高效工作区(效率不低于 85%)占总工作区的百分比应满足产品技术文件规定。

5.2.8 控制精度

5.2.8.1 转速控制精度

具有转速控制功能的驱动电机系统,驱动电机轴伸端转速 10 000 r/min 以下时控制精度应在 -50 r/min \sim 50 r/min 范围内,10 000 r/min 及以上时控制精度应在 -0.5% \sim 0.5% 范围内。

5.2.8.2 转矩控制精度

5.2.8.2.1 具有转矩控制功能、峰值转矩不大于 500 N·m 的驱动电机系统,驱动电机轴伸端转矩 100 N·m 以下时控制精度应在 -5 N·m \sim 5 N·m 范围内,驱动电机轴伸端转矩 100 N·m 及以上时控制精度应在 -5% \sim 5% 范围内。

5.2.8.2.2 具有转矩控制功能、峰值转矩大于 500 N·m 的驱动电机系统,驱动电机轴伸端转矩不大于五分之一峰值转矩时控制精度应在峰值转矩的 -1% \sim 1% 范围内,驱动电机轴伸端转矩大于五分之一峰值转矩时控制精度应在 -5% \sim 5% 范围内。

5.2.9 堵转转矩

5.2.9.1 具有堵转转矩控制要求, M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统, 持续时间不少于 5 s 的最大堵转转矩不应低于产品技术文件规定, 且无报警或异常。

5.2.9.2 具有堵转转矩控制要求, 除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统, 持续时间不少于 10 s 的最大堵转转矩不应低于产品技术文件规定, 且无报警或异常。

5.2.10 馈电特性

驱动电机系统运行于馈电状态, 输入输出特性应满足 5.2.1~5.2.8 的要求。

5.3 安全性

5.3.1 电位均衡

5.3.1.1 直流母线电压为 B 级电压的驱动电机系统中能触及的可导电部分与外壳接地点处的电阻不应大于 0.1 Ω 。

5.3.1.2 如有两个及以上接地点, 应分别进行测量。分体式驱动电机系统, 驱动电机及驱动电机控制器应分别测量。

5.3.1.3 分体式驱动电机及驱动电机控制器位于电位均衡通路中时, 距离不大于 2.5 m 的两个可导电部分间的电阻不应大于 0.2 Ω 。

5.3.1.4 接地点应有接地标志。若无特定的接地点, 应在有代表性且具有接地条件的位置设置接地标志。

5.3.2 保护功能

5.3.2.1 过压保护

当驱动电机系统直流母线电压值大于或等于过压保护限值时, 应按照产品技术文件规定的过压故障保护策略, 触发故障保护功能, 且在满足产品技术文件规定的条件下恢复输出能力。

5.3.2.2 欠压保护

当驱动电机系统直流电压值小于或等于欠压保护限值时, 应按照产品技术文件规定的欠压故障保护策略, 触发故障保护功能, 且在满足产品技术文件规定的条件下恢复输出能力。

5.3.2.3 过温保护

当驱动电机系统采样点的温度值超过温度限值时, 应按照产品技术文件规定的过温故障保护策略, 触发对应故障保护功能, 且在满足产品技术文件规定的条件下恢复输出能力。

5.3.2.4 超速故障保护

当驱动电机运行速度超过系统超速故障保护限值时, 应按照产品技术文件规定的超速故障保护策略, 触发故障保护功能, 且在满足产品技术文件规定的条件下恢复输出能力。

5.3.2.5 通信中断故障保护

对于有整车通信功能的驱动电机系统, 当驱动电机系统通信连接中断时, 应按照产品技术文件规定

的通信中断故障保护策略,触发故障保护功能,且在满足产品技术文件规定的条件下恢复输出能力。

5.3.2.6 其他说明

如果因技术路线或系统功能划分等原因不能开展某项保护功能测试,应提供相应的证明材料并在报告中注明。证明材料至少包括:

- a) 实现方式;
- b) 试验结果。

5.3.3 直流母线电容放电时间

5.3.3.1 直流母线电压为 B 级电压的驱动电机系统应具有被动放电功能,当驱动电机控制器被切断直流母线端电源后,驱动电机控制器直流母线电容放电至 60 V 所经过的时间不应大于 5 min。

5.3.3.2 当驱动电机系统有主动放电要求时,驱动电机控制器被切断直流母线端电源后,驱动电机控制器直流母线电容放电至 60 V 所经过的时间不应大于 3 s。

5.4 环境适应性

5.4.1 低温

5.4.1.1 直流母线电压为 B 级电压的驱动电机系统应能承受 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、持续不少于 12 h 的低温贮存,其他电压等级的驱动电机系统应能承受产品技术文件规定的低温贮存。

5.4.1.2 贮存结束后,保持箱内温度不变,箱内复测绝缘电阻应符合 5.1.4 的规定,并在额定电压下空载启动,启动后按照产品技术文件规定的转矩、转速运行 0.5 h,应无报警或异常。

5.4.1.3 恢复常态后,驱动电机系统应能在额定电压下,在峰值转矩、峰值功率正常运行, M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s,除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间 30 s。

5.4.2 高温

5.4.2.1 高温贮存

5.4.2.1.1 驱动电机系统应能承受 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、持续不少于 12 h 的高温贮存。

5.4.2.1.2 贮存结束后,保持箱内温度不变,箱内复测绝缘电阻应符合 5.1.4 的规定。

5.4.2.1.3 恢复常态后,驱动电机系统应能在额定电压下,在峰值转矩、峰值功率正常运行, M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s,除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间 30 s。

5.4.2.2 高温工作

5.4.2.2.1 驱动电机系统应能在额定电压、持续转矩、持续功率、 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的工作试验温度下,持续工作 2 h,不应出现动力中断、限功率或过温报警故障。

5.4.2.2.2 按照 6.5.2.2 进行试验后,保持箱内温度不变,箱内复测绝缘电阻应符合 5.1.4 的规定。

5.4.2.2.3 恢复常态后,驱动电机系统应能在额定电压下,在峰值转矩、峰值功率正常运行, M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s,除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间不小于 30 s。

5.4.2.2.4 若有特殊要求,高温工作试验温度宜按表 2 规定的环境箱温度范围选择,并按用户与制造商协商确定的试验要求追加试验。

表 2 高温工作试验温度

单位为摄氏度

产品的安装部位	环境箱温度
内燃机上	125,105
车身或车架	85,65
其他位置	65,55

注：表中同一位置环境箱温度较低者为下限温度,较高者为推荐温度。

5.4.3 耐振动

5.4.3.1 在直流母线端不通电、冷却回路不通冷却液的状态下,安装在内燃机上的驱动电机系统应能承受 6.5.3.4 规定的扫频振动和 6.5.3.5 规定的随机振动,安装在其他位置的驱动电机系统根据安装位置不同应能经受 6.5.3.5 规定的 X、Y、Z 三个方向的随机振动试验。

5.4.3.2 车辆坐标系按照 GB/T 12673 的规定执行。

5.4.3.3 按照 6.5.3 进行试验,应无信号传输中断等异常现象。

5.4.3.4 试验后,零部件应无损坏,紧固件应无松脱现象,复测绝缘电阻应符合 5.1.4 的规定,复测液冷回路密封性应符合 5.1.3 的规定;驱动电机系统应在额定电压下,在峰值转矩、峰值功率正常运行, M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s,除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间 30 s。

5.4.3.5 对于被测样品存在多个方向或方向不明确时,应按照均方根(RMS)最大的方向条件进行试验。

5.4.3.6 对于安装位置未知或未包含的驱动电机系统,按照车型选择 RMS 最大的条件进行试验。

5.4.3.7 若有特殊要求,试验过程中,可控制电机运行,运行转速由制造厂提出并在报告中注明。

5.4.4 湿热循环

5.4.4.1 在不通电、不通冷却液的状态下,驱动电机系统应能承受单次循环 300 min,共 5 次的湿热循环。

5.4.4.2 按照 6.5.4 进行试验后,应无明显的外表质量变坏及锈蚀现象,箱内复测绝缘电阻应符合 5.1.4 的规定。

5.4.4.3 恢复常态后,驱动电机系统应在额定电压下,在峰值转矩、峰值功率正常运行, M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s,除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间 30 s。

5.4.5 耐机械冲击

5.4.5.1 在直流母线端不通电、冷却回路不通冷却液的状态下,安装在车身或车架上刚性点的驱动电机系统应能承受如下机械冲击:

- a) 冲击波形:半正弦波;
- b) 加速度值:500 m/s^2 ;
- c) 测试方向:±z;
- d) 脉冲时间:6 ms;
- e) 冲击次数:正、负方向各 10 次。

5.4.5.2 安装在其他位置的驱动电机系统应按照产品技术文件规定进行机械冲击试验。

5.4.5.3 按照 6.5.5 进行试验,应无信号传输中断等异常现象。

5.4.5.4 试验后,驱动电机系统不应有机械损伤和影响高压安全的变形,复测绝缘电阻应符合 5.1.4 的规定,复测液冷回路密封性应符合 5.1.3 的规定。

5.4.5.5 试验后,驱动电机系统应能在额定电压下,在峰值转矩、峰值功率正常运行, M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s,除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间 30 s。

5.4.5.6 对于被测样品存在多个方向或方向不明确时,应在三个方向分别进行试验。

5.4.5.7 若有特殊要求,试验过程中,可控制电机运行,运行转速由制造厂提出并在报告中注明。

5.4.6 防水、防尘

5.4.6.1 驱动电机系统防尘、防水要求应至少满足以下两种要求之一。

- a) 满足 GB/T 4208—2017 规定的 IP67 或更高等级的防护要求。
- b) 若产品技术文件中有明确安装位置规定,驱动电机系统防尘、防水等级根据整车空载时的布置高度而定,要求如下:
 - 若驱动电机系统下表面距地面高度小于 300 mm,应满足 GB/T 4208—2017 中 IP67 或更高等级的防护要求;
 - 若驱动电机系统下表面距地面高度不小于 300 mm,且部件下方无遮拦,高压部件应满足 GB/T 4208—2017 中 IP55 或更高等级的防护要求;
 - 若驱动电机系统下表面距地面高度不小于 300 mm,且部件下方有遮拦,高压部件应满足 GB/T 4208—2017 中 IP54 或更高等级的防护要求。

5.4.6.2 风冷系统的风扇防护等级应满足产品技术文件要求。

5.4.6.3 对于与其他部件共壳体的驱动电机系统,可以驱动电机系统以整车安装形式开展试验。

5.4.6.4 按照 6.5.6 进行试验后,复测绝缘电阻应符合 5.1.4 的规定。

5.4.6.5 驱动电机系统应能在额定电压下,在峰值转矩、峰值功率正常运行, M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s,除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间 30 s。

5.4.7 盐雾

5.4.7.1 驱动电机系统的抗盐雾能力,应能满足 GB/T 42284.4—2022 中 5.4.3.2 的有关规定,试验周期不低于 48 h。

5.4.7.2 按照 6.5.7 进行试验后,驱动电机系统外观检查应符合 5.1.2 的要求。

5.4.7.3 复测绝缘电阻应符合 5.1.4 的规定,复测液冷回路密封性应符合 5.1.3 的规定。

5.4.7.4 恢复常态后,驱动电机系统应能在额定电压下,在峰值转矩、峰值功率正常运行, M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s,除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间 30 s。

5.4.8 冰水冲击

5.4.8.1 在直流母线端不通电、冷却回路不通冷却液的状态下,驱动电机系统应能承受 GB/T 42284.4—2022 中 5.3.2 和 5.3.3 规定的冰水冲击试验,其中,溅水试验次数 10 次,浸水试验 1 次, T_{\max} 选择 85 °C。

5.4.8.2 按照 6.5.8 进行试验后,复测绝缘电阻应符合 5.1.4 的规定,复测液冷回路密封性应符合 5.1.3 的规定。

5.4.8.3 恢复常态后,驱动电机系统应能在额定电压下,在峰值转矩、峰值功率正常运行, M_1 类、 N_1 类车辆的驱动电机系统持续时间 10 s,除 M_1 类、 N_1 类以外车辆的驱动电机系统持续时间 30 s。

5.4.8.4 若驱动电机系统下表面距地面高度不小于 300 mm,可不进行 GB/T 42284.4—2022 中 5.3.3 浸没试验。

5.5 电磁兼容性能

5.5.1 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。

5.5.2 电磁辐射抗扰度

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

5.5.3 电源线瞬态传导抗扰度

电源线瞬态传导抗扰度应符合 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。

6 试验方法

6.1 试验准备

6.1.1 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:18 ℃~28 ℃;
- b) 相对湿度:10%~90%;
- c) 气压:86 kPa~106 kPa。

6.1.2 试验仪器选择

6.1.2.1 仪器准确度

仪器的准确度或误差不应低于表 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 ℃
6	压力测量装置	0.1 级
7	时间测量装置	0.1 级

6.1.2.2 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:不大于 250 V 时,±2.5 V;大于 250 V 时,±1%。

- b) 电流: $\pm 1\%$ 。
- c) 温度: $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 流量: $\pm 0.5\text{ L/min}$ 。

6.1.3 试验电源

6.1.3.1 试验过程中,试验电源由动力直流电源提供,或者由动力直流电源和其他储能(耗能)设备联合提供。

6.1.3.2 试验电源的工作直流电压不大于 250 V 时,其稳压误差不应超过 $\pm 2.5\text{ V}$;试验电源的工作直流电压大于 250 V 时,其稳压误差不应超过被试驱动电机系统直流工作电压的 $\pm 1\%$ 。

6.1.3.3 试验电源能够满足被试驱动电机系统的功率要求,并能够工作于相应的工作状态。

6.1.4 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。

6.1.5 冷却

6.1.5.1 驱动电机系统的冷却条件宜模拟其在车辆中的实际使用条件或满足产品文件规定的冷却条件。

6.1.5.2 驱动电机系统冷却装置的型号、冷却液的种类、流量和温度应记录于试验报告中。

6.1.6 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。

6.2 一般性项目试验

6.2.1 一般性检查

6.2.1.1 检查时被试驱动电机系统不连接高压和低压电源,不外接负载,且动力线无短接。

6.2.1.2 转动驱动电机系统输出轴,通过聆听的方式进行异响检查。

6.2.2 外观检查

通过目测、触摸的方式进行外观检查。

6.2.3 液冷系统冷却回路密封性能试验

6.2.3.1 对于分体式驱动电机系统,宜将驱动电机和驱动电机控制器的冷却回路分开后单独测量。

6.2.3.2 试验前,不对驱动电机系统表面涂覆可以防止渗漏的涂层,可进行无密封作用的化学防腐处理。

6.2.3.3 试验时,试验介质的温度应和试验环境的温度一致并保持稳定。

6.2.3.4 试验使用的介质可以是气体或液体,气体介质宜选用干燥、干净且不含油分的压缩空气等非有害气体,液体介质宜选用含防锈剂的水、煤油或黏度不高于水的非腐蚀性液体。

6.2.3.5 使用气体介质试验时,需将回路中液体吹出并烘干,将被试样品冷却回路的一端堵住,但不能产生影响密封性能的变形,向回路中充入 5.1.3 规定的压力试验介质,升压时间不大于 15 s,保压(平衡)时间不少于 1 min,与气源断开后,1 min 内压力下降不应大于 300 Pa。

6.2.3.6 使用液体介质试验时,需要将冷却回路腔内的空气排净,试验方法按照产品技术文件执行。

6.2.3.7 试验结束后,降低试验介质压力至试验前水平。

6.2.4 绝缘电阻试验

6.2.4.1 测量时被试样品的状态

试验在被测样品实际冷状态(被测样品处于不工作状态,在 6.1.1 标准环境条件下放置时间超过 12 h)或 5.4 规定的环境试验后的热状态下进行,且被测样品的状态与产品实际使用状态一致。

6.2.4.2 试验电压的选择

应根据被测样品的直流母线端最高工作电压按照表 4 选择试验电压。

表 4 绝缘电阻试验电压

单位为伏特

最高工作电压(U)	试验电压
$U \leq 250$	250
$250 < U \leq 500$	500
$500 < U \leq 1\ 000$	1\ 000
$U > 1\ 000$	符合产品技术文件规定且不低于最高工作电压

6.2.4.3 分体式驱动电机系统的绝缘电阻试验

分体式驱动电机系统的绝缘电阻试验应按照 B.1.1 进行。

6.2.4.4 集成式驱动电机系统的绝缘电阻试验

6.2.4.4.1 试验前,控制器与外部供电电源以及负载宜分开。

6.2.4.4.2 试验时,参加试验的信号端子应短接,不参加试验的部分应连接接地。分别测量系统直流母线端子与外壳、直流母线端子与信号端子之间的绝缘电阻。

6.2.4.4.3 测量结束后,每个回路应对接地的部分作电气连接使其放电。

6.2.5 耐电压试验

6.2.5.1 分体式驱动电机系统的耐电压试验

分体式驱动电机系统的耐电压试验应按照 B.1.2 进行。

6.2.5.2 集成式驱动电机系统的耐电压试验

6.2.5.2.1 试验前,驱动电机系统的各个直流动力端子应短接,各个信号端子应短接。

6.2.5.2.2 在驱动电机系统直流动力端子与外壳,以及直流动力端子与控制器信号端子耐电压试验过程中,不参加试验的其他端子或部件应与外壳连接,外壳接地。

6.2.5.2.3 根据表 1 的试验电压要求设置试验电压,在驱动电机系统直流动力端子与外壳、动力端子与信号端子之间进行试验。

6.2.5.2.4 按照表 1 规定的全值试验电压加载于驱动电机直流母线动力端子和机壳之间。加载过程中,施加的电压应从不超过试验电压全值的一半开始,然后以不超过全值 5% 的速度均匀地或分段地增加至全值,电压自半值增加至全值的时间不应少于 10 s,全值试验电压应持续 1 min。

6.2.5.2.5 试验完毕,待电压下降到全值的三分之一以下时,方可断开电源,并对被试绕组、动力端子与

外壳之间电容进行放电。

6.2.6 超速试验

6.2.6.1 被测样品应按照产品技术文件的规定工况进行磨合。

6.2.6.2 试验前,应仔细检查驱动电机的装配质量,特别是转动部分的装配质量,应采取相应的防护措施,防止转速升高时有杂物或零件飞出。对于具有一个挡位以上的集成式驱动电机系统,应选择合适挡位开展试验。

6.2.6.3 可根据具体情况选用被试驱动电机空载自转或原动机(测功机)拖动法:

- a) 采用被试驱动电机空载自转的方法试验时,被试驱动电机在驱动电机控制器的控制下,平稳旋转至 5.1.6 规定的试验转速并保持,在此转速点空载运行时间满足 5.1.6 的规定;
- b) 采用原动机(测功机)拖动法试验时,被测驱动电机不通电。在原动机(测功机)拖动下将驱动电机以不超过每秒 1 000 r/min 升至 5.1.6 规定的试验转速并保持,在此转速点空载运行时间满足 5.1.6 的规定。

6.2.6.4 升速时,当驱动电机达到峰值转速时,应观察电机运转情况,确认无异常现象后,再以适当的速度提高转速,直至规定的转速。

6.2.6.5 试验后,将被试驱动电机以适当速度降低电机转速直至静止。

6.3 输入输出特性试验

6.3.1 台架试验准备

6.3.1.1 被测样品应按照产品技术文件的规定工况进行磨合。

6.3.1.2 确认各处连接正确且牢靠,测功机和被测驱动电机系统控制功能正常。

6.3.1.3 对于液冷系统,驱动电机系统液冷入口温度 50 ℃,流量按照产品技术文件规定设置,驱动电机系统和变速装置润滑油工作温度 50 ℃;对于其他冷却方式,按照产品技术文件规定设定冷却条件。

6.3.1.4 测量时,各仪器的读数应同时读取并记录。

6.3.1.5 测量时,电压和电流的测量点应在驱动电机控制器靠近接线端子处,驱动电机的工作转矩和转速宜直接在驱动电机轴伸端测量,此时,驱动电机轴伸端和转矩转速测量设备之间应是刚性连接。

6.3.1.6 对于具有一个以上挡位变速装置的驱动电机系统,应在各挡位下分别测量并记录。

6.3.1.7 具有变速装置的驱动电机系统,5.2.2~5.2.9 测试结果计入变速装置效率和速比,并在报告中说明,变速装置效率和速比由制造商提供并作为报告附件。

6.3.2 工作电压范围试验

6.3.2.1 试验时,将驱动电机系统的直流母线电压分别设定在满足 5.2.1 要求的最高工作电压处和最低工作电压处,驱动电机系统处于电动或馈电状态。

6.3.2.2 在不同工作电压下,在驱动电机系统转速范围内取不少于 10 个测量点,在各测试转速下控制驱动电机系统输出产品技术文件规定的最大工作转矩,每个测试点保持时间不少于 5 s。

6.3.2.3 试验过程中,若出现可恢复的报警信息,应在复位报警信息后重新完成该工作点测试并记录。

6.3.2.4 试验后,计算各测试点功率,并绘制不同电压下转速-转矩特性曲线和转速-功率特性曲线。

6.3.3 30 分钟持续转矩

6.3.3.1 试验时,将驱动电机系统的直流母线电压设定在额定工作电压处,驱动电机系统处于电动状态,冷却系统工作 5 min 后开始试验。

6.3.3.2 控制驱动电机系统工作于额定转速和 30 分钟持续转矩,持续时间满足 5.2.2 的规定。

6.3.4 30 分钟持续功率

6.3.4.1 根据 6.3.3 得到的 30 分钟持续转矩和额定转速,对于具有单个机械连接轴的驱动电机系统,按照公式(1)计算其轴伸端 30 分钟持续功率。

$$P_m = \frac{T \times n}{9\ 550} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- P_m —— 驱动电机系统 30 分钟持续功率,单位为千瓦(kW);
- T —— 驱动电机轴伸端 30 分钟持续转矩,单位为牛米(N·m);
- n —— 驱动电机额定转速,单位为转每分(r/min)。

6.3.4.2 对于具有两个机械连接半轴的驱动电机系统,根据公式(2)计算其轴伸端 30 分钟持续功率。

$$P_m = \frac{T_1 \times n_1 + T_2 \times n_2}{9\ 550} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- T_1, T_2 —— 驱动电机半轴两端 30 分钟持续转矩,单位为牛米(N·m);
- n_1, n_2 —— 对应的驱动电机半轴两端额定转速,单位为转每分(r/min)。

6.3.5 峰值转矩

6.3.5.1 试验时,将驱动电机系统的直流母线电压设定在额定工作电压处,驱动电机系统处于电动状态,冷却系统工作 5 min 后开始试验。

6.3.5.2 控制测功机工作于产品技术文件规定的可以输出峰值转矩的最高转速,驱动电机系统工作于该转速下最大转矩,持续时间满足 5.2.4 的规定。

6.3.5.3 如果需要多次开展峰值转矩的测量,宜将驱动电机恢复到试验初始状态,再进行第二次试验测量。

6.3.6 峰值功率

控制驱动电机系统工作于产品技术文件规定的可以输出峰值功率的最低转速,以及该转速下最大转矩,持续时间满足 5.2.5 的规定,根据轴伸端输出形式选择公式(1)或公式(2)计算驱动电机系统轴伸端峰值功率。

6.3.7 最高工作转速

6.3.7.1 试验时,将驱动电机系统的直流母线电压设定为额定工作电压。

6.3.7.2 以不超过每秒 1 000 r/min 的速度匀速调节试验台架,使驱动电机的转速升至最高工作转速,并施加 5.2.6 规定的负载,驱动电机系统工作稳定后,持续时间满足 5.2.6 的规定。

6.3.7.3 稳定后,记录试验转速和转矩不少于 5 个,取多次测量结果的平均值作为该驱动电机系统的最高工作转速。

6.3.8 驱动电机系统效率

6.3.8.1 测试点的选取

6.3.8.1.1 转速测试点的选取

试验时,在驱动电机系统工作转速范围内选取不少于 10 个转速点,最低转速点宜不大于最高工作转速的 10%,相邻转速点之间的间隔不大于最高工作转速的 10%。测试点选择时应包含必要的特征

点,如:

- 额定工作转速点;
- 最高工作转速点;
- 持续功率对应的最低工作转速点;
- 产品技术文件规定的最高效率点对应的转速点;
- 其他特殊定义的工作点等。

6.3.8.1.2 转矩测试点的选取

试验时,在每个转速点上选取不少于 10 个转矩点,对于 80% 最高工作转速及以上的转速点,在每个转速点上选取的转矩点数可以适当减少,但不宜低于 5 个。测试点选择时应包含必要的特征点,如:

- 持续转矩数值处的点;
- 峰值扭矩(或最大转矩)数值处的点;
- 持续功率数值曲线上的点;
- 峰值功率(或最大功率)数值曲线上的点;
- 产品技术文件规定的最高效率点对应的转矩点;
- 其他特殊定义的工作点等。

6.3.8.2 效率试验

6.3.8.2.1 试验时,将驱动电机系统的直流母线电压设定在额定工作电压处,辅助设备可外接电源供电,驱动电机系统处于电动状态或馈电状态。

6.3.8.2.2 控制驱动电机工作于试验转速,调节驱动电机工作转矩点按照 6.3.8.1.2 的要求从最小测量点到最大测量点变化,每个测量点运行稳定后持续时间不少于 1 s。

6.3.8.2.3 试验过程中,为防止被试驱动电机系统过热而影响测量的准确性,宜在每次测量间隔适当增加空载运行时间,必要时可分段测量。

6.3.8.2.4 记录不少于 5 个点并取其平均值,计算每个转矩测量点下各个转矩测量结果的平均值为该测量点转矩测量结果。

6.3.8.2.5 空载运行 5 min 后,按照 6.3.8.1.1 的要求,控制驱动电机工作于下一个试验转速,重复上述测试。

6.3.8.2.6 试验后,按照如下方法计算各个试验点的效率,并绘制效率分布图。

- a) 驱动电机系统处于电动工作状态时,输入功率为驱动电机控制器直流母线输入的电功率,输出功率为驱动电机轴伸端的机械功率,驱动电机系统电动工作状态下的效率按照公式(3)求取:

$$\eta = \frac{T \times n}{9.55U \times I} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

- b) 驱动电机系统处于馈电工作状态时,输入功率为驱动电机轴伸端的机械功率,输出功率为驱动电机控制器直流母线输出的电功率,驱动电机系统馈电工作状态下的效率按照公式(4)求取:

$$\eta = \frac{9.55U \times I}{T \times n} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- η —— 驱动电机系统的效率;
- T —— 驱动电机轴伸端转矩,单位为牛米(N·m);
- n —— 驱动电机转速,单位为转每分(r/min);
- U —— 驱动电机控制器直流母线电压平均值,单位为伏特(V);
- I —— 驱动电机控制器直流母线电流平均值,单位为安培(A)。

- c) 对于具有两个机械连接半轴的驱动电机系统,机械功率应根据公式(2)分别计算半轴两端功率并求取和。

6.3.8.2.7 对于需要考虑线缆损失、联轴装置和试验过程中的风磨损耗的情况,可以对试验结果进行修正,并在报告中注明。

6.3.8.3 最高效率

选择 6.3.8.2 中所有测试点中效率最高值作为驱动电机系统最高效率。

6.3.8.4 高效工作区

选择 6.3.8.2 中所有测试点中均匀分布的测试点作为总的试验测试点,按照 5.2.7.2 对高效工作区的要求,统计符合条件的测试点数量,其结果与总的试验测试点数量的比值,即为高效工作区的比例。

6.3.9 控制精度

6.3.9.1 转速控制精度

对具有转速控制功能的驱动电机系统,计算 6.3.8.2 中所有测量点实际转速和目标转速的差值,或者实际转速与目标转速的偏差占目标转速值的百分数,分别计算并选取其中绝对值最大值,作为驱动电机系统的转速控制精度。

6.3.9.2 转矩控制精度

对具有转矩控制功能的驱动电机系统,计算 6.3.8.2 中所有测量点实际转矩和目标转矩的差值,或者实际转矩与目标转矩的偏差占目标转矩值的百分数,分别计算并选取其中绝对值最大值,作为驱动电机系统的转矩控制精度。

6.3.10 堵转转矩试验

6.3.10.1 被测样品应在室温状态下,静置不少于 4 h,静置过程中不通电和冷却液。

6.3.10.2 试验时,将驱动电机系统的直流母线电压设定在额定工作电压处,驱动电机系统处于电动状态,冷却系统工作 5 min 后开始试验。

6.3.10.3 在一个电周期范围内均匀选择 5 个测试点,利用电机轴将驱动电机的转子固定,通过驱动电机控制器为驱动电机施加所需的堵转转矩,持续时间满足 5.2.9 的规定。

6.3.10.4 试验后将堵转转矩置为零,并保持冷却系统工作不少于 5 min。

6.3.10.5 改变驱动电机定子和转子的相对位置,分别重复以上试验。

6.3.10.6 记录每次试验堵转转矩和堵转时间,取 5 个测量结果中堵转转矩的最小值作为该驱动电机系统的堵转转矩。

6.3.11 馈电特性试验

6.3.11.1 6.3.8.1 中的测量点的选择同样适用于馈电特性试验过程。

6.3.11.2 试验时,驱动电机系统处于馈电状态。根据 6.3.2~6.3.9 中各试验目的和测量参数的不同,驱动电机控制器工作于设定的直流母线电压条件下,控制驱动电机在相应的工作转速和转矩负载下进行馈电试验。

6.3.11.3 记录馈电状态时驱动电机控制器的直流母线电压、直流母线电流,以及驱动电机轴伸端的转速和转矩等参数,同时计算获得功率、馈电效率等数值,绘制相关曲线。

6.4 安全性试验

6.4.1 电位均衡检查

电位均衡检查方法和量具要求按照 GB 18384 中相关要求进行,测量被试驱动电机系统能触及的可导电部分与外壳接地点处,以及相互独立的驱动电机及驱动电机控制器外壳中可触及的可导电部分之间的接地电阻。

6.4.2 保护功能试验

6.4.2.1 过压保护试验

6.4.2.1.1 试验时,按照 6.3 方法将被测驱动电机系统安装在测试台架上,将直流母线电压设定在额定电压处,按照产品技术文件规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于持续转矩、持续功率条件下。

6.4.2.1.2 通过缓慢调高系统直流母线电压的方式,触发系统过压故障。

6.4.2.1.3 按照产品技术文件规定缓慢降低系统直流母线电压至额定电压,使系统恢复输出能力。

6.4.2.1.4 观测并记录驱动电机系统故障信息、故障保护措施、故障恢复机制。

6.4.2.2 欠压保护试验

6.4.2.2.1 试验时,按照 6.3 方法将被测驱动电机系统安装在测试台架上,将直流母线电压设定在额定电压处,按照产品技术文件规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于持续转矩、持续功率条件下。

6.4.2.2.2 通过缓慢降低系统直流母线电压,触发系统欠压保护。

6.4.2.2.3 按照产品技术文件规定缓慢调高系统直流母线电压至额定电压,使系统恢复输出能力。

6.4.2.2.4 观测并记录驱动电机系统故障信息、故障保护措施、故障恢复机制。

6.4.2.3 过温保护试验

6.4.2.3.1 试验时,按照 6.3 方法将被测驱动电机系统安装在测试台架上,将直流母线电压设定在额定电压处,按照制造厂要求设定冷却条件并控制驱动电机系统工作,分别触发驱动电机和电机控制器过温保护。

6.4.2.3.2 按照产品技术文件规定将驱动电机系统工作温度降低,使系统恢复输出能力。

6.4.2.3.3 观测并记录驱动电机系统故障信息、故障保护措施、故障恢复机制。

6.4.2.4 超速保护试验

6.4.2.4.1 试验时,按照 6.3 方法将被测驱动电机系统安装在测试台架上,将直流母线电压设定在额定电压处,按照产品技术文件规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于持续转矩、持续功率条件下。

6.4.2.4.2 通过测功机拖动驱动电机系统至超速保护限值,触发系统超速保护。

6.4.2.4.3 按照产品技术文件规定通过测功机将驱动电机系统转速降低到额定转速,使系统恢复输出能力。

6.4.2.4.4 观测并记录驱动电机系统故障信息、故障保护措施、故障恢复机制。

6.4.2.5 通信中断故障保护试验

6.4.2.5.1 试验时,按照 6.3 方法将被测驱动电机系统安装在测试台架上,将直流母线电压设定在额定电压处,按照产品技术文件规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于持续转矩、持续功率条件下。

6.4.2.5.2 通过断开驱动电机系统通信连接,触发驱动电机系统通信中断故障。

6.4.2.5.3 按规定恢复驱动电机系统通信连接,使系统恢复输出能力。

6.4.2.5.4 观测并记录驱动电机系统故障信息、故障保护措施、故障恢复机制。

6.4.3 直流母线电容放电时间试验

6.4.3.1 被动放电时间

6.4.3.1.1 试验时,直流母线电压设定为最高工作电压。

6.4.3.1.2 电压稳定后,切断驱动电机系统直流母线与高压供电系统连接,通过示波器或电气测量仪表连续测取驱动电机控制器直流母线两端的电压。

6.4.3.1.3 试验期间,驱动电机控制器不参与放电。

6.4.3.1.4 记录直流母线电压从切断时刻直至下降到 60 V 经过的时间。

6.4.3.2 主动放电时间

6.4.3.2.1 试验时,直流母线电压设定为最高工作电压。

6.4.3.2.2 电压稳定后,切断驱动电机系统直流母线与高压供电系统连接,启动主动放电功能,通过示波器或电气测量仪表连续测取直流母线两端的电压。

6.4.3.2.3 记录直流母线电压从切断时刻直至下降到 60 V 经过的时间。

6.5 环境适应性试验

6.5.1 低温试验

6.5.1.1 被测样品应按照产品技术文件规定完成磨合。

6.5.1.2 试验时,将驱动电机系统正确连接,按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.1.1 的规定,放入低温箱内,使箱内温度降至 5.4.1.1 规定的试验温度,并保持 12 h。

6.5.1.3 试验过程中,驱动电机系统处于非通电状态,对于液冷式驱动电机系统,不通入冷却液。

6.5.1.4 低温贮存后,按照 6.2.4 的方法在低温箱内复测绝缘电阻,复测绝缘电阻期间,低温箱内的温度应保持在 5.4.1.1 规定的试验温度。

6.5.1.5 低温箱内的温度继续保持在 5.4.1.1 规定的试验温度。在低温箱内为驱动电机系统上电,直流母线电压设定为额定电压,检查能否正常空载启动。对于液冷式驱动电机系统,若要求在启动过程中通入冷却液,冷却回路低温箱入口处冷却液温度为 5.4.1.1 规定的试验温度,冷却液的成分及流量按照 6.3.1.3 的规定。

6.5.1.6 启动后,按照产品技术文件施加转矩和转速,持续时间和状态满足 5.4.1 的规定。

6.5.1.7 试验后,按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.1.1 的规定恢复常态后,将驱动电机系统工作电压设定为额定电压,按照 6.3.1.3 的规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于峰值转矩、峰值功率,持续时间和要求满足 5.4.1.3 的规定。

6.5.2 高温试验

6.5.2.1 高温贮存

6.5.2.1.1 被测样品应按照产品技术文件规定完成磨合。

6.5.2.1.2 试验时,将驱动电机系统放入高温箱内,按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.1.2 的规定,使箱内温度升至 5.4.2.1 规定的温度,并保持 12 h。

6.5.2.1.3 试验过程中,驱动电机系统处于非通电状态,对于液冷式驱动电机系统,不通入冷却液。

6.5.2.1.4 高温贮存后,按照 6.2.4 的方法在高温箱内复测绝缘电阻,复测绝缘电阻期间,高温箱内的温度应保持在 5.4.2.1 规定的温度。

6.5.2.1.5 试验后,按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.1.2 的规定恢复常态,将驱动电机系统工作电压设定为额定电压,按照 6.3.1.3 的规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于峰值扭矩、峰值功率,持续时间和要求满足 5.4.2.1 的规定。

6.5.2.2 高温工作

6.5.2.2.1 被测样品应按照产品技术文件规定完成磨合。

6.5.2.2.2 试验时,将驱动电机系统正确连接,按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.1.2 的规定,放入高温箱内,设置试验温度为 5.4.2.2 规定的试验温度,将驱动电机系统工作电压设定为额定电压。

6.5.2.2.3 对于液冷的被测样品,冷却回路高温箱入口处冷却液温度为 50 °C,冷却液的成分及流量按照 6.3.1 规定,对于其他冷却方式被测样品,按照产品技术文件提供冷却条件但不应改变箱内温度。

6.5.2.2.4 控制驱动电机工作于持续转矩、持续功率,持续工作 2 h,试验后箱内复测绝缘电阻应符合 5.4.2.2 的规定。

6.5.2.2.5 试验后,按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.1.2 的规定恢复常态后,将驱动电机系统工作电压设定为额定电压,按照产品技术文件规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于峰值扭矩、峰值功率,持续时间和要求满足 5.4.2.2 的规定。

6.5.3 耐振动

6.5.3.1 将被测样品直接固定在振动台上并处于正常安装位置。

6.5.3.2 检测点位于夹具上或振动试验台表面或靠近固定点的被测样品上,采用多点控制方式,控制点不少于 3 个。

6.5.3.3 试验过程中,驱动电机系统直流母线不通电,冷却回路不通冷却液,连通驱动电机系统工作所需低压电源,宜将产品连接的软管、插接器或其他附件安装并固定。

6.5.3.4 进行扫频振动试验时,步长为 0.5 OCT/min,按照图 1 和表 5 的要求设置振动条件,并按照 GB/T 42284.3—2022 中 4.1.2 的规定进行试验。

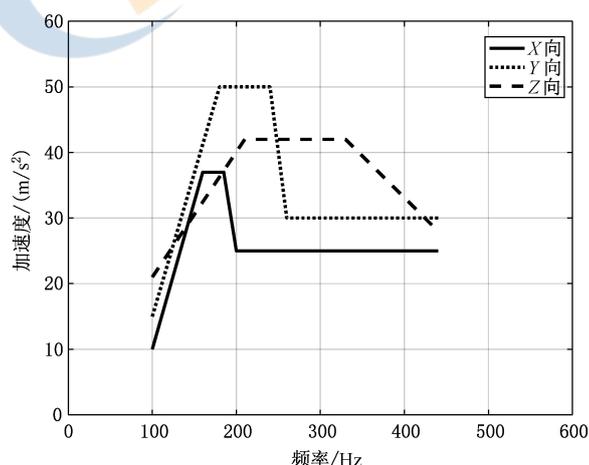


图 1 扫频振动加速度与频率关系曲线

表 5 扫频振动条件

X 方向		Y 方向		Z 方向	
频率 Hz	加速度 m/s ²	频率 Hz	加速度 m/s ²	频率 Hz	加速度 m/s ²
100	10	100	15	100	21
160	37	180	50	210	42
185	37	240	50	330	42
200	25	260	30	440	28
440	25	440	30	—	—
试验时间	30 h	试验时间	30 h	试验时间	30 h

6.5.3.5 进行随机振动试验时,振动测试根据搭载车型和安装位置选择图 2~图 7 及表 6~表 11 相应条件,并按照 GB/T 42284.3—2022 中 4.1.2 的规定进行试验。

a) M₁ 类、N₁ 类车辆,车身,随机振动条件如图 2 和表 6 所示。

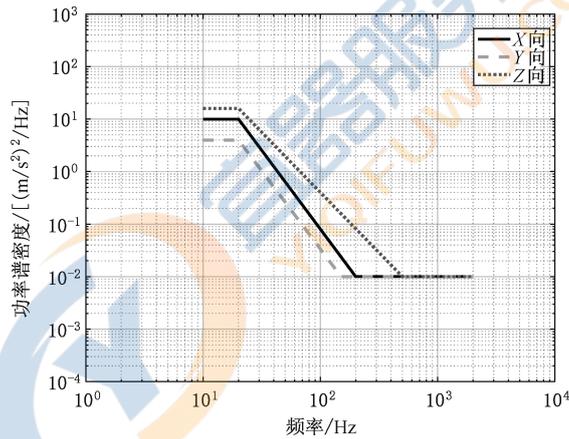


图 2 M₁ 类、N₁ 类车辆,车身,随机振动条件

表 6 M₁ 类、N₁ 类车辆,车身,随机振动条件

频率/Hz	功率谱密度(PSD)/[(m/s ²) ² /Hz]		
	X 方向	Y 方向	Z 方向
10	10	4	16
20	10	4	16
150	—	0.01	—
200	0.01	—	—
500	—	—	0.01
2 000	0.01	0.01	0.01
RMS/(m/s ²)	14.7	9.9	20.5
试验时长	20 h	20 h	20 h

b) M_1 类、 N_1 类车辆,与发动机连接处,随机振动条件如图 3 和表 7 所示。

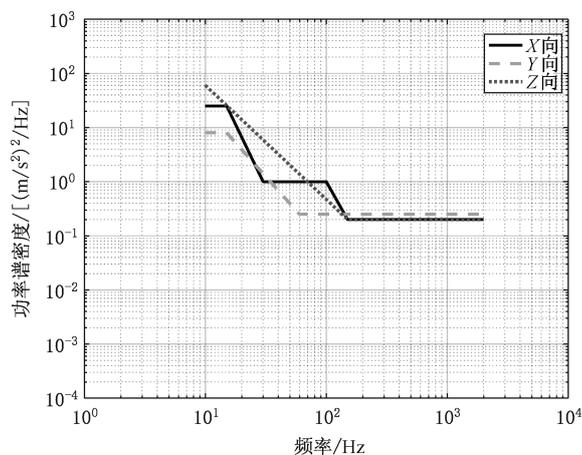


图 3 M_1 类、 N_1 类车辆,与发动机连接处,随机振动条件

表 7 M_1 类、 N_1 类车辆,与发动机连接处,随机振动条件

频率/Hz	PSD/[$(m/s^2)^2/Hz$]		
	X 方向	Y 方向	Z 方向
10	25	8	60
15	25	8	—
30	1	—	—
60	—	0.25	—
100	1	—	—
150	0.2	—	0.2
2 000	0.2	0.25	0.2
RMS/ (m/s^2)	26.1	24.4	29.8
试验时长	20 h	20 h	20 h

c) M_1 类、 N_1 类车辆,带悬置的电机、集成式驱动电机系统,随机振动条件如图 4 和表 8 所示。

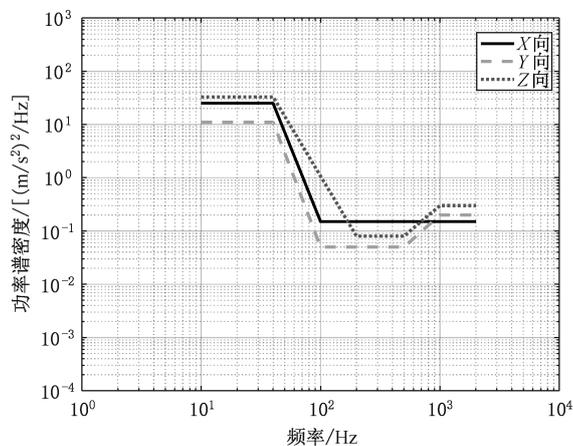


图 4 M_1 类、 N_1 类车辆,带悬置的电机、集成式驱动电机系统,随机振动条件

表 8 M₁ 类、N₁ 类车辆,带悬置的电机、集成式驱动电机系统,随机振动条件

频率/Hz	PSD/[$(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$]		
	X 方向	Y 方向	Z 方向
10	25	11	33
40	25	11	33
100	0.15	0.05	—
200	—	—	0.08
500	—	0.05	0.08
1 000	—	0.2	0.3
2 000	0.15	0.2	0.3
RMS/ (m/s^2)	35.4	26.4	43.3
试验时长	20 h	20 h	20 h

d) 除 M₁ 类、N₁ 类以外的车辆,车身,随机振动条件如图 5 和表 9 所示。

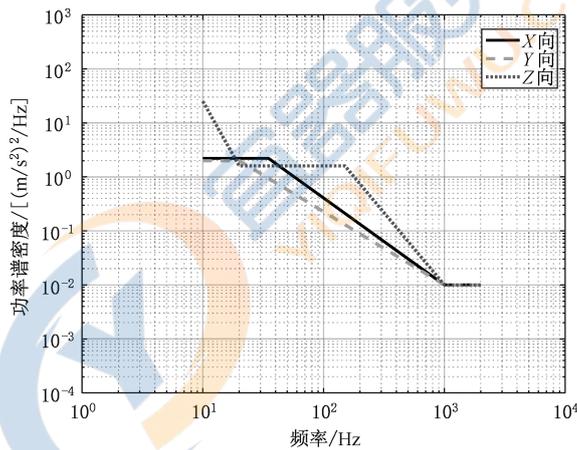


图 5 除 M₁ 类、N₁ 类以外的车辆,车身,随机振动条件

表 9 除 M₁ 类、N₁ 类以外的车辆,车身,随机振动条件

频率/Hz	PSD/[$(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$]		
	X 方向	Y 方向	Z 方向
10	2.2	2	25
20	—	2	1.6
35	2.2	—	—
150	—	—	1.6
1 000	0.01	0.01	0.01
2 000	0.01	0.01	0.01
RMS/ (m/s^2)	13.2	10.7	20.7
试验时长	32 h	32 h	32 h

- e) 除 M_1 类、 N_1 类以外的车辆,带悬置的电机、集成式驱动电机系统,随机振动条件如图 6 和表 10 所示。

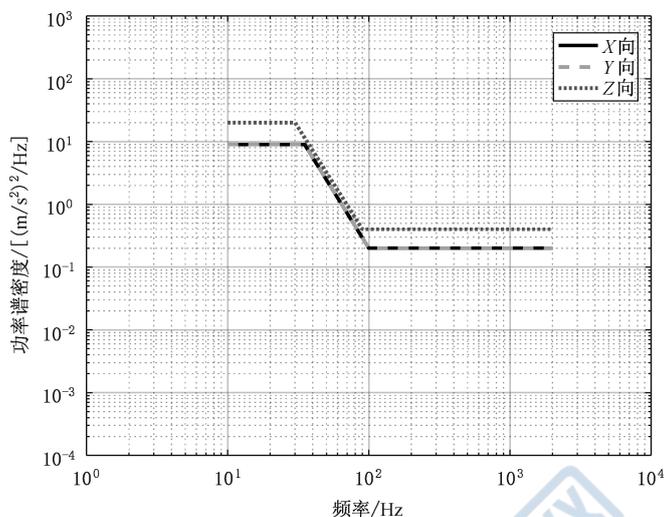


图 6 除 M_1 类、 N_1 类以外的车辆,带悬置的电机、集成式驱动电机系统,随机振动条件

表 10 除 M_1 类、 N_1 类以外的车辆,带悬置的电机、集成式驱动电机系统,随机振动条件

频率/Hz	PSD/ $[(m/s^2)^2/Hz]$		
	X 方向	Y 方向	Z 方向
10	9	9	20
30	—	—	20
35	9	9	—
90	—	—	0.4
100	0.2	0.2	—
2 000	0.2	0.2	0.4
RMS/ (m/s^2)	26.8	26.8	37.2
试验时长	32 h	32 h	32 h

- f) 除 M_1 类、 N_1 类以外的车辆,电驱动桥,随机振动条件如图 7 和表 11 所示。

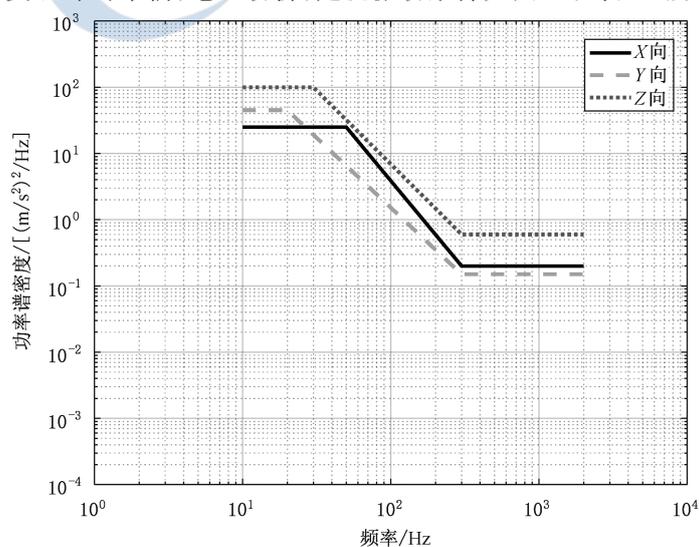


图 7 除 M_1 类、 N_1 类以外的车辆,电驱动桥,随机振动条件

表 11 除 M₁ 类、N₁ 类以外的车辆,电驱动桥,随机振动条件

频率/Hz	PSD/[$(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$]		
	X 方向	Y 方向	Z 方向
10	25	45	100
20	—	45	—
30	—	—	100
50	25	—	—
300	0.2	0.15	0.6
2 000	0.2	0.15	0.6
RMS/ (m/s^2)	45.2	38.4	73.0
试验时长	32 h	32 h	32 h

6.5.3.6 试验后,应满足 5.1.1 的要求,同时翻转或晃动驱动电机系统检查紧固件是否松脱。

6.5.3.7 复测绝缘电阻和液冷回路密封性。

6.5.3.8 恢复常态后,将驱动电机系统工作电压设定为额定电压,按照 6.3.1 的规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于峰值转矩、峰值功率,持续时间和要求满足 5.4.4 的规定。

6.5.4 湿热循环试验

6.5.4.1 试验对象为通过 6.5.3 振动试验后的驱动电机系统。

6.5.4.2 按 GB/T 42284.4—2022 中 5.5.2 规定的条件进行试验。

6.5.4.3 试验过程中,驱动电机系统直流母线端不通电,冷却回路不通冷却液。

6.5.4.4 试验后,按照 5.4.3 的要求目测进行外观检查。箱内复测绝缘电阻。

6.5.4.5 按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.5.2 的规定恢复常态后,将驱动电机系统工作电压设定为额定电压,按照 6.3.1.3 设定冷却条件,控制驱动电机工作于峰值转矩、峰值功率,持续时间和要求满足 5.4.3 的规定。

6.5.5 机械冲击

6.5.5.1 被测样品应按照产品技术文件规定完成磨合。

6.5.5.2 根据驱动电机系统的不同安装位置,按照 GB/T 42284.3—2022 中 4.2 规定的方法进行试验。

6.5.5.3 检测点位于夹具上或振动试验台表面或靠近固定点的被测样品上。

6.5.5.4 试验过程中,驱动电机系统固定在振动冲击试验台上并处于正常安装位置,直流母线不通电,冷却回路不通冷却液,将与产品连接的软管、插接器或其他附件安装并固定。

6.5.5.5 试验后,检查驱动电机系统外观是否有可见变形,紧固件是否松脱。

6.5.5.6 复测绝缘电阻和液冷回路密封性。

6.5.5.7 恢复常态后,将驱动电机系统工作电压设定为额定电压,按照 6.3.1 的规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于峰值转矩、峰值功率,持续时间和要求满足 5.4.5 的规定。

6.5.6 防水、防尘

6.5.6.1 被测样品为通过 6.5.3 振动试验后的驱动电机系统。

6.5.6.2 按照 GB/T 4208 中规定的方法进行防水、防尘试验。

6.5.6.3 试验前,驱动电机系统、高低压线束及接插件模拟整车实际状态。驱动电机系统带有的通气管、通气阀可堵塞或引出到水面以上。

6.5.6.4 试验过程中,驱动电机系统处于非通电状态,冷却回路不通冷却液。

6.5.6.5 试验后,复测绝缘电阻和液冷回路密封性。

6.5.6.6 恢复常态后,将驱动电机系统工作电压设定为额定电压,按照产品技术文件规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于峰值转矩、峰值功率,持续时间和要求满足 5.4.6 的规定。

6.5.7 盐雾试验

6.5.7.1 被测样品为通过 6.5.3 振动试验后的驱动电机系统。

6.5.7.2 按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.4.3.2 规定的方法进行试验。

6.5.7.3 试验前,驱动电机系统变速装置带有的通气管、通气阀应堵塞或引出。

6.5.7.4 试验时,驱动电机系统在盐雾箱内应处于正常安装状态,不通电。

6.5.7.5 试验后,按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.4.3.2 的要求进行清洗和恢复。

6.5.7.6 恢复常态后,将驱动电机系统工作电压设定为额定电压,按照产品技术文件规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于峰值转矩、峰值功率,持续时间和要求满足 5.4.7 的规定。

6.5.8 冰水冲击试验

6.5.8.1 被测样品为通过 6.5.3 振动试验后的驱动电机系统。

6.5.8.2 按照 GB/T 42284.4—2022 中 5.3 规定的方法进行试验。

6.5.8.3 试验前,使与驱动电机系统连接的高低压线束及接插件安装模拟整车实际状态。带有通气管、通气阀的驱动电机系统应堵塞或引出处理。

6.5.8.4 试验过程中,驱动电机系统安装状态与整车方向相同。

6.5.8.5 高温贮存时,不通电和不通冷却液。

6.5.8.6 试验后,复测绝缘电阻和液冷回路密封性。

6.5.8.7 恢复常态后,将驱动电机系统工作电压设定为额定电压,按照 6.3.1 的规定设定冷却条件,控制驱动电机工作于峰值转矩、峰值功率,持续时间和要求满足 5.4.8 的规定。

6.6 电磁兼容性试验

6.6.1 电磁辐射发射试验

6.6.1.1 电磁辐射发射试验测试布置和试验方法按照 GB/T 18655—2018 中 I.4“零部件/模块的辐射发射——ALSE 法”进行。

6.6.1.2 窄带电磁辐射样品状态为高压和低压正常供电,驱动电机系统模块处于待机状态,系统无输出功率。

6.6.1.3 宽带电磁辐射发射样品状态为驱动电机分别处于电动和馈电工作状态,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%,当转速或转矩达不到试验状态时,可调整转矩或转速以达到持续功率的 25%,并在试验报告中注明。

6.6.2 电磁辐射抗扰度试验

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

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

6.6.2.3 样品状态为驱动电机分别处于电动和馈电工作状态,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%,当转速或转矩达不到试验状态时,可调整转矩或转速

以达到持续功率的 25%，并在试验报告中注明。

6.6.3 电源线瞬态传导抗扰度

6.6.3.1 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。

6.6.3.2 样品状态为 HV 和 LV 正常供电，驱动电机系统模块处于待机状态，系统无输出功率。

7 检验规则

7.1 一致性检验

7.1.1 驱动电机系统在下列条件之一时应进行一致性检验，检验项目按附录 C 的规定进行：

- a) 制造厂质量检验部门要求；
- b) 主管部门提出进行一致性检验的要求。

7.1.2 测得的输入输出特性数值与型式认证时对应的声明值偏差不应超过±5%。

7.2 型式检验

7.2.1 在下列条件之一时应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品申报性能；
- c) 产品停产 1 年后，恢复生产；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异。

7.2.2 送样

型式检验应从出厂检验合格的产品中抽取。送样数量为 2 套。

7.2.3 检验程序

检验项目及样机编号按附录 C 的规定。

7.2.4 试验结果的评定

7.2.4.1 合格

型式检验用样机的全部项目检验符合要求，则型式检验合格。

7.2.4.2 不合格

只要有一台样机的任一项目不符合要求，则型式检验不合格。

7.2.4.3 性能降低

样机经环境试验，允许出现不影响其使用的性能降低。性能降低的允许值在产品技术文件中规定。

8 标志与标识

8.1 引出线和接线端

驱动电机系统各外部可见的动力线或接线端应有明显的标志，标志应符合 GB/T 1971 的规定，电缆和线束的外皮应符合 GB 18384 的规定；驱动电机系统直流母线接口的正、负两极，分别用“+”“—”

标识,驱动电机控制器与驱动电机各相对应的动力线或动力接线端,应与驱动电机各相动力线或接线端的标志一致。

8.2 驱动电机铭牌

驱动电机铭牌宜包括如下信息:

- a) 制造厂名;
- b) 型号、编号、名称;
- c) 主要参数:工作电压范围、持续功率、峰值转矩及持续时间、峰值功率及持续时间、最高工作转速、绝缘等级、防护等级。

8.3 驱动电机控制器铭牌

驱动电机控制器铭牌宜包括如下信息:

- a) 制造厂名;
- b) 型号、编号、名称;
- c) 主要参数:工作电压范围、防护等级。

8.4 集成式驱动电机系统铭牌

8.4.1 集成式驱动电机系统铭牌宜包括如下信息:

- a) 制造厂名;
- b) 型号、编号、名称;
- c) 主要参数:工作电压范围、持续功率、峰值转矩、峰值功率、最高工作转速、绝缘等级、防护等级、变速比。

8.4.2 集成式驱动电机系统可选择驱动电机和驱动电机控制器分别设立铭牌或采用单个铭牌。

8.4.3 带有变速装置的驱动电机系统若存在多挡速比宜分别列出,并用斜杠隔开,例如 10/11/12。

8.5 危险警告

直流母线电压为 B 级电压的驱动电机系统宜在部件的醒目位置按 GB 18384 的规定设置高压警告标识。

附录 A

(资料性)

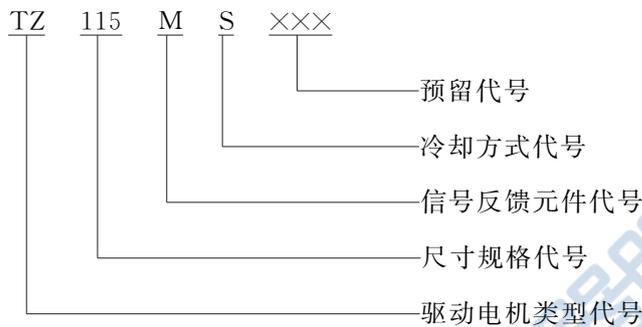
驱动电机、驱动电机控制器及驱动电机系统型号命名

A.1 驱动电机型号命名

A.1.1 驱动电机型号组成

驱动电机型号由驱动电机类型代号、尺寸规格代号、信号反馈元件代号、冷却方式代号、预留代号五部分组成。

例如：



A.1.2 驱动电机类型代号

驱动电机类型代号如下：

- KC —— 开关磁阻电机；
- TF —— 方波控制型永磁同步电机；
- TZ —— 正弦控制型永磁同步电机；
- TD —— 电励磁同步电机；
- YR —— 异步电机(绕线式)；
- YS —— 异步电机(鼠笼式)；
- ZL —— 直流电机。

其他类型驱动电机的类型代号为 QT 或由制造商参照 GB/T 4831 进行规定。

A.1.3 尺寸规格代号

一般采用定子铁心的外径(单位为 mm)来表示,对于外转子电机,采用外转子铁心外径来表示。

A.1.4 信号反馈元件代号

信号反馈元件代号如下：

- M —— 光电编码器；
- X —— 旋转变压器；
- H —— 霍尔元件；
- Q —— 其他元件；
- W —— 无传感器。

A.1.5 冷却方式代号

冷却方式代号如下：

- S——水冷方式；
- Y——油冷方式；
- F——强迫风冷方式；
- Q——其他强迫冷却方式；
- Z——非强迫冷却方式(自然冷却)。

A.1.6 预留代号

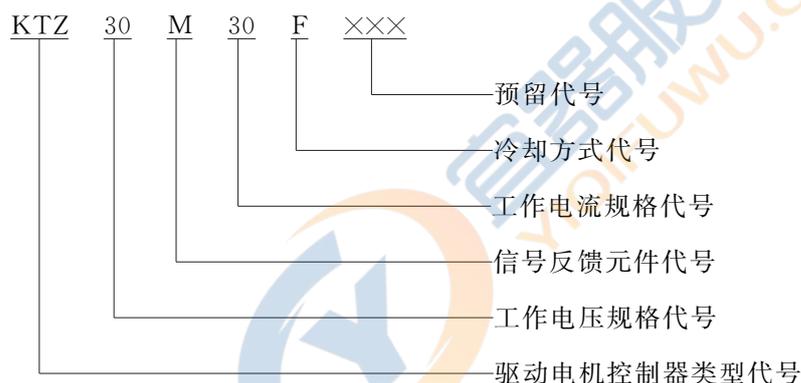
用英文大写字母或阿拉伯数字组合,其含义由制造商自行确定。

A.2 驱动电机控制器型号命名

A.2.1 驱动电机控制器型号组成

驱动电机控制器型号由驱动电机控制器类型代号、工作电压规格代号、信号反馈元件代号、工作电流规格代号、冷却方式代号、预留代号六部分组成。

例如：



A.2.2 驱动电机控制器类型代号

用电机类型代号前加字母“K”来表示。

A.2.3 工作电压规格代号

用驱动电机控制器的标称直流电压除以“10”再圆整后的数值来表示。最少以两位数字表示,不足两位的,在十位上冠以0。若为交流供电,电压值均需折算至直流有效值。输入电压的单位为伏特(V)。

A.2.4 信号反馈元件代号

信号反馈元件代号如下：

- M——光电编码器；
- X——旋转变压器；
- H——霍尔元件；
- W——无传感器。

A.2.5 工作电流规格代号

用驱动电机控制器最大工作电流的有效值除以“10”再圆整后的数值来表示,最少以两位数字表

示,不足两位的,在十位上冠以 0。输出电流的单位为安培(A)。

A.2.6 冷却方式代号

冷却方式代号如下:

S——水冷方式;

Y——油冷方式;

F——强迫风冷方式;

Q——其他强迫冷却方式;

Z——非强迫冷却方式(自然冷却)。

A.2.7 预留代号

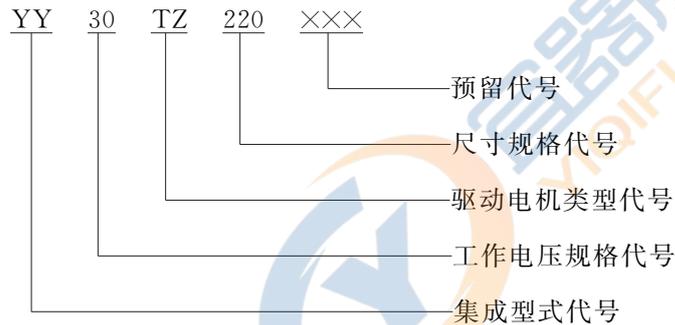
用英文大写字母或阿拉伯数字组合,其含义由制造商自行确定。

A.3 集成式驱动电机系统型号命名

A.3.1 集成式驱动电机系统型号组成

集成式驱动电机系统型号由集成型式代号、工作电压规格代号、驱动电机类型代号、尺寸规格代号和预留代号五部分组成。

例如:



A.3.2 集成型式代号

用两位字母表示,与构成类型的对应关系见表 A.1。

表 A.1 集成式驱动电机系统构成类型代码

符号	构成类型
YY	单电机单挡
YD	单电机多挡
DY	双电机单挡
DD	双电机多挡
DC	双电机独立电子调速
QT	其他(集成高压部件、断开装置等)

A.3.3 工作电压规格代号

同 A.2.3。

A.3.4 驱动电机类型代号

同 A.1.2。

A.3.5 尺寸规格代号

同 A.1.3。对于由两个及以上电机组成的驱动电机系统，尺寸规格代号根据直径较大的电机确定。

A.3.6 预留代号

用英文大写字母或阿拉伯数字组合，其含义由制造商自行确定。

注：带有变速装置的驱动电机系统若标注峰值功率，峰值功率值采用多挡位（含两个及以上）试验结果中试验值的最大值。



附 录 B

(规范性)

分体式驱动电机系统技术要求及试验方法

B.1 技术要求

B.1.1 绝缘电阻要求

B.1.1.1 驱动电机定子绕组对机壳的绝缘电阻

B.1.1.1.1 驱动电机定子绕组对机壳的实际冷状态绝缘电阻值应大于 20 MΩ。

B.1.1.1.2 环境适应性试验复测绝缘电阻时,驱动电机定子绕组对机壳的绝缘电阻值不应低于按公式(B.1)计算的值:

$$R = \frac{U_{dmax}}{1\ 000 + \frac{P}{100}} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

R ——驱动电机定子绕组对机壳的热态绝缘电阻,单位为兆欧(MΩ);

U_{dmax} ——最高工作电压,单位为伏特(V);

P ——驱动电机的持续功率,单位为千瓦(kW)。

按公式(B.1)计算的绝缘电阻小于 0.38 MΩ 时,按 0.38 MΩ 考核确定。

B.1.1.2 驱动电机定子绕组对温度传感器的绝缘电阻

若驱动电机的温度传感器固定于定子绕组中,则:

- a) 驱动电机绕组对温度传感器的实际冷状态绝缘电阻值应大于 20 MΩ;
- b) 环境适应性试验复测绝缘电阻时,驱动电机定子绕组对温度传感器的绝缘电阻值不应小于公式(B.1)的计算值,若按公式(B.1)计算的绝缘电阻小于 0.38 MΩ,则按 0.38 MΩ 考核确定。

B.1.1.3 驱动电机控制器绝缘电阻

驱动电机控制器动力端子与外壳、动力端子与信号端子之间的实际冷状态及环境适应性试验复测绝缘电阻时,绝缘电阻不应小于 1 MΩ。

B.1.2 耐电压要求

B.1.2.1 驱动电机绕组对机壳的工频耐电压

驱动电机绕组应能耐受表 B.1 规定耐电压限值的工频正弦耐电压试验,无击穿现象,漏电流限值应符合产品技术文件规定。

表 B.1 驱动电机绕组对机壳工频耐电压限值

项号	驱动电机或部件	试验电压(有效值)
1	持续功率小于 1 kW 且最高工作电压小于 100 V 的驱动电机的电枢绕组	500 V+2 倍最高工作电压有效值

表 B.1 驱动电机绕组对机壳工频耐电压限值 (续)

项号	驱动电机或部件	试验电压(有效值)
2	持续功率不低于 1 kW 或最高工作电压不低于 100 V 的驱动电机的电枢绕组	1 000 V+2 倍最高工作电压有效值,最低为 1 500 V
3	驱动电机的励磁磁场绕组	1 000 V+2 倍最高励磁电压,最低为 1 500 V

注: 如果采用直流电压进行耐电压试验,试验电压应为工频耐电压试验有效值的 1.414 倍。

B.1.2.2 驱动电机绕组对温度传感器的工频耐电压

若驱动电机的温度传感器固定于定子绕组中,驱动电机绕组对温度传感器应能承受 1 500 V 的工频耐电压试验,无击穿现象,漏电流不应大于 5 mA。

B.1.2.3 驱动电机控制器耐电压

B.1.2.3.1 驱动电机控制器动力端子与外壳、动力端子与信号端子之间,应能耐受表 1 规定的试验电压。试验时,交流动力端子与直流动力端子可以连接在一起测耐压,持续时间为 1 min,无击穿现象,漏电流限值应符合产品技术文件规定。

B.1.2.3.2 驱动电机控制器信号端子与外壳之间,应能耐受 500 V 的工频耐电压试验。

B.1.2.3.3 对于驱动电机控制器信号地与外壳短接的控制器,只需进行驱动电机控制器动力端子与外壳间的耐电压测试。

B.1.3 驱动电机控制器工作电流

B.1.3.1 驱动电机控制器持续工作电流

驱动电机控制器的持续工作电流应符合产品技术文件规定。

B.1.3.2 驱动电机控制器最大工作电流

驱动电机控制器的最大工作电流应符合产品技术文件的规定,其持续时间按产品技术文件规定。

B.2 试验方法

B.2.1 绝缘电阻试验

B.2.1.1 测量样品要求及绝缘电阻表的选用

B.2.1.1.1 按照 6.2.4.1 设置测试样品。

B.2.1.1.2 按照 6.2.4.2 的要求选择测量电压。

B.2.1.2 驱动电机定子绕组对机壳的绝缘电阻

B.2.1.2.1 如果各绕组的始末端单独引出,则应分别测量各绕组对机壳的绝缘电阻,不参加试验的其他绕组和埋置的检温元件等应与铁芯或机壳作电气连接,机壳应接地。

B.2.1.2.2 当中性点连在一起而不易分开时,测量所有连在一起的绕组对机壳的绝缘电阻。

B.2.1.2.3 测量结束后,每个回路应对接地的机壳作电气连接使其放电。

B.2.1.3 驱动电机定子绕组对温度传感器的绝缘电阻

B.2.1.3.1 如果驱动电机埋置有温度传感器,则应分别测量定子绕组与温度传感器之间的绝缘电阻。

B.2.1.3.2 如果各绕组的始末端单独引出,则应分别测量各绕组对温度传感器的绝缘电阻,不参加试验的其他绕组和埋置的其他检温元件等应与铁芯或机壳作电气连接,机壳应接地。

B.2.1.3.3 当绕组的中性点连在一起而不易分开时,测量所有连在一起的绕组对温度传感器的绝缘电阻。

B.2.1.3.4 测量结束后,每个回路应对接地的机壳作电气连接使其放电。

B.2.1.4 驱动电机控制器绝缘电阻

B.2.1.4.1 试验前,驱动电机控制器与外部供电电源以及负载应分开,不能承受高压冲击的电器元件(如半导体整流器、半导体管及电容器等)宜在测量前将其从电路中拆除或短接。

B.2.1.4.2 试验时,参加试验的动力端子与信号端子应分别短接,不参加试验的部分应连接接地。分别测量驱动电机控制器动力端子与外壳、动力端子与信号端子之间的绝缘电阻。

B.2.1.4.3 测量结束后,每个回路应对接地的部分作电气连接使其放电。

B.2.2 耐电压试验

B.2.2.1 驱动电机绕组对机壳的工频耐电压

B.2.2.1.1 试验准备

试验应在工频耐压仪上进行,试验前应做好必要的安全防护措施,并测量绕组的绝缘电阻。

除非另有规定,试验应在驱动电机静止状态下进行。

试验用工频耐压仪的变压器应有足够的容量,如果被试驱动电机绕组的电容较大时,则其额定容量 S_N (kVA) 应大于公式(B.2)的计算值:

$$S_N = 2\pi fCUU_{NT} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

- f —— 电源频率,单位为赫兹(Hz);
- C —— 被试驱动电机绕组的电容,单位为法拉第(F);
- U —— 试验电压值,单位为伏特(V);
- U_{NT} —— 试验变压器的高压侧额定电压,单位为伏特(V)。

B.2.2.1.2 试验步骤

B.2.2.1.2.1 试验时,电压应施加于绕组和机壳之间,试验电压的频率为工频,电压波形宜尽可能接近正弦波形。此时,不参加试验的其他绕组和埋置的检温元件等均应与铁芯或机壳连接,机壳应接地。当电枢绕组各相或各支路始末端单独引出时,应分别进行试验。如果三相绕组的中性点不易分开,则三相绕组应同时施加电压。

B.2.2.1.2.2 按照表 1 规定的全值试验电压加载于驱动电机绕组和机壳之间。加载过程中,施加的电压应从不超过试验电压全值的一半开始,然后以不超过全值 5% 的速度均匀地或分段地增加至全值,电压自半值增加至全值的时间不应少于 10 s,全值试验电压应持续 1 min。

B.2.2.1.2.3 当对批量生产的 5 kW(或 kVA) 及以下电机进行常规试验时,1 min 试验可用约 5 s 的试验代替,试验电压值应符合表 1 的要求。也可用 1 s 试验来代替,但试验电压值应为表 1 要求的 120%。试验完毕,待电压下降到全值的三分之一以下时,方可断开电源,并对被试绕组进行放电。

B.2.2.1.2.4 试验过程中,当发现电压或漏电流急剧增加、绝缘冒烟或发生响声等异常现象时,应立即降低电压,断开电源,将被试绕组放电后再对绕组进行检查。

B.2.2.1.2.5 记录试验过程中漏电流的大小。

B.2.2.2 驱动电机绕组对温度传感器的工频耐电压

B.2.2.2.1 若驱动电机的温度传感器埋置于定子绕组中,则应进行驱动电机绕组对温度传感器的工频耐电压试验。

B.2.2.2.2 试验时,将 1 500 V 耐电压全值按照 B.2.2.1 的方法施加于驱动电机绕组与温度传感器之间。

B.2.2.2.3 对于驱动电机绕组中埋置多个温度传感器的情况,应对每个温度传感器进行耐电压试验。

B.2.2.2.4 记录试验过程中漏电流的大小。

B.2.2.3 驱动电机控制器的耐电压

B.2.2.3.1 试验过程中,驱动电机控制器的各个动力端子应短接,各个信号端子应短接。根据 B.1.2.3 的要求设置试验电压,按照 B.2.2.1 的试验方法,在驱动电机控制器动力端子与外壳、信号端子与外壳、动力端子与信号端子之间进行试验。

B.2.2.3.2 在驱动电机控制器动力端子与外壳,以及信号端子与外壳的耐电压试验过程中,不参加试验的其他端子或部件应与外壳连接,外壳接地。

B.2.2.3.3 在驱动电机控制器动力端子与信号端子之间的耐电压试验过程中,不参加试验的其他元件应与外壳连接,外壳接地。

B.2.2.3.4 对有些因电磁场感应等情况而导致高电压进入低压电路的部件(如脉冲变压器、互感器等),可在试验前予以隔离或者拔除。

B.2.2.3.5 记录试验过程中漏电流的大小。

B.2.3 驱动电机控制器工作电流试验

B.2.3.1 试验方法

B.2.3.1.1 驱动电机控制器与对应的驱动电机连接后一并进行台架试验,组成的驱动电机系统可以工作于电动或馈电状态。

B.2.3.1.2 试验时,按照制造商或者产品技术文件的规定设置台架试验条件,如驱动电机控制器直流母线电压、驱动电机工作转速和转矩、试验持续时间等,驱动电机系统应能够在规定的试验时间内正常工作,并且不超过驱动电机的绝缘等级和规定的温升限值。

B.2.3.1.3 测量驱动电机控制器工作电流的均方根值。

B.2.3.2 驱动电机控制器持续工作电流

在 6.3.1 规定的台架试验条件和额定工作电压下,按照制造商或者产品技术文件的规定,驱动电机系统如果能够长时间持续稳定工作,此时测量得到的电流为驱动电机控制器持续工作电流。

B.2.3.3 驱动电机控制器最大工作电流

在 6.3.1 规定的台架试验条件和额定工作电压下,按照制造商或者产品技术文件的规定,通过改变台架试验条件增大驱动电机控制器的工作电流,使得驱动电机系统能够在较短的时间内正常稳定工作,试验持续时间满足产品技术文件,此时测量得到的电流为驱动电机控制器最大工作电流。

附 录 C
(规范性)
检验分类

检验分为一致性检验和型式检验,具体检验分类见表 C.1。

表 C.1 检验分类

检验项目		检验对象			要求的章条号	一致性检验项目	型式检验		
		驱动电机系统	驱动电机	驱动电机控制器			检验项目	样机编号	
一般性项目	一般要求	√	√	—	5.1.1	√	√	1,2	
	外观	√	√	√	5.1.2	√	√	1,2	
	液冷系统冷却回路密封性能	√	√	√	5.1.3	√	√	1,2	
	绝缘电阻	√	—	—	5.1.4	√	√	1,2	
	驱动电机定子绕组对机壳的绝缘电阻	—	√	—	B.1.1.1	√	√	1,2	
	驱动电机定子绕组对温度传感器的绝缘电阻	—	√	—	B.1.1.2	√	√	1,2	
	驱动电机控制器绝缘电阻	—	—	√	B.1.1.3	√	√	1,2	
	耐电压	驱动电机系统耐电压	√	—	—	5.1.5	—	√	1,2
		驱动电机绕组对机壳的工频耐电压	—	√	—	B.1.2.1	—	√	1,2
		驱动电机绕组对温度传感器的工频耐电压	—	√	—	B.1.2.2	—	√	1,2
驱动电机控制器耐电压		—	—	√	B.1.2.3	—	√	1,2	
超速 ^c	√	√	—	5.1.6	—	√	1		
输入输出特性	工作电压范围 ^a	√	√	√	5.2.1	—	√		
	30分钟持续转矩 ^a	√	√	—	5.2.2	√	√		
	30分钟持续功率 ^a	√	√	—	5.2.3	√	√		
	峰值扭矩 ^a	√	√	—	5.2.4	√	√		
	峰值功率 ^a	√	√	—	5.2.5	√	√		
	最高工作转速 ^a	√	√	—	5.2.6	√	√		
	驱动电机系统效率	驱动电机系统最高效率 ^a	√	√	√	5.2.7.1	√	√	
		驱动电机系统高效工作区 ^a	√	√	√	5.2.7.2	—	√	
	驱动电机控制器工作电流	驱动电机控制器持续工作电流	—	—	√	B.1.3.1	—	√	
		驱动电机控制器最大工作电流	—	—	√	B.1.3.2	—	√	
	控制精度 ^a	√	—	√	5.2.8	—	√		
堵转转矩 ^a	√	√	—	5.2.9	—	√			
馈电特性 ^{a,d}	√	√	√	5.2.10	√	√			

表 C.1 检验分类 (续)

检验项目		检验对象			要求的章条号	一致性检验项目	型式检验			
		驱动电机系统	驱动电机	驱动电机控制器			检验项目	样机编号		
安全性	电位均衡	√	√	√	5.3.1	√	√			
	保护功能 ^a	√	—	√	5.3.2	√	√			
	直流母线电容放电时间	√	—	√	5.3.3	√	√			
环境适应性	低温	低温试验	√	√	√	5.4.1	—	√		
	高温	高温贮存	√	√	√	5.4.2.1	—	√		
		高温工作	√	√	√	5.4.2.2	—	√		
	耐振动 ^b			√	√	√	5.4.3	—	√	2
	湿热循环			√	√	√	5.4.4	—	√	2
	耐机械冲击 ^b			√	√	√	5.4.5	—	√	
	防水、防尘 ^b			√	√	√	5.4.6	—	√	2
	盐雾			√	√	√	5.4.7	—	√	2
冰水冲击 ^b			√	√	√	5.4.8	—	√	2	
电磁兼容性	电磁辐射发射		√	√	√	5.5.1	—	√		
	电磁辐射抗扰度		√	√	√	5.5.2	—	√		
	电源线瞬态传导抗扰度		√	√	√	5.5.3	—	√		
<p>注 1：“√”表示需要进行检验的项目。</p> <p>注 2：“—”表示不需要进行检验的项目。</p> <p>注 3：样机编号为空的项目视实际情况选择试验样机。</p>										
<p>^a 分体式系统进行试验时电机应与控制器配套检验。</p> <p>^b 检查安装位置或方向与型式认证试验是否一致。若安装位置或方向与型式认证试验不同,则判定不一致。</p> <p>^c 超速试验在样机 1 型式检验最后一项进行。</p> <p>^d 一致性检验试验项目与电动状态相同。</p>										

参 考 文 献

- [1] GB/T 4831 旋转电机产品型号编制方法
-





中华人民共和国
国家标准
电动汽车用驱动电机系统
GB/T 18488—2024

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 3 字数 77 千字
2024年5月第一版 2024年5月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-76301 定价 76.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 18488-2024