

团 体 标 准

T/ZJVITIA 03—2022

电动汽车驱动电机用控制器

Controller for electric vehicle drive motor

2022-06-29 发布

2022-07-15 实施

浙江省汽车工业技术创新协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 分类与型号 3

 4.1 分类 3

 4.2 型号标记 4

5 要求 4

 5.1 正常工作条件 4

 5.2 外观与结构 4

 5.3 质量 4

 5.4 性能要求 4

 5.5 温升 5

 5.6 机械强度 5

 5.7 密封性能 5

 5.8 安全性能 5

 5.9 环境适应性 6

 5.10 电磁兼容性 6

6 试验方法 7

 6.1 试验准备 7

 6.2 外观与结构检查 7

 6.3 质量 7

 6.4 性能试验 7

 6.5 温升试验 7

 6.6 机械强度试验 8

 6.7 密封性能试验 8

 6.8 安全性试验 8

 6.9 环境适应性 8

 6.10 电磁兼容性试验 9

7 检验规则 9

 7.1 检验分类 9

 7.2 出厂检验 9

 7.3 型式检验 9

 7.4 检验项目 9

8 标志、包装、运输和贮存 10

 8.1 标志 10

 8.2 包装 10

 8.3 运输 10

 8.4 贮存 10

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。

本文件由浙江奥思伟尔电动科技有限公司提出。

本文件由浙江省汽车工业技术创新协会归口。

本文件起草单位：浙江奥思伟尔电动科技有限公司、杭州五少半导体有限公司、杭州六少智能网联科技有限公司、中国计量大学、杭州新车链科技有限公司。

本文件主要起草人：陈佳建、曹冠晖、姜锐、朱培武、姚晓东。

电动汽车驱动电机用控制器

1 范围

本文件规定了电动汽车驱动电机用控制器的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于电动汽车驱动电机用控制器（以下简称“控制器”）。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- 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 3859.1 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-1部分：基本要求规范
- GB 14023 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车外接收机的限值和测量方法
- GB/T 17619 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法
- GB/T 18488.1 电动汽车用驱动电机系统 第1部分：技术条件
- GB/T 18488.2 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 30038 道路车辆 电气电子设备防护等级（IP代码）
- QC/T 238 汽车零部件的储存和保管

3 术语和定义

GB/T 2900.25、GB/T 2900.33、GB/T 18488.1和GB/T 19596界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类与型号

4.1 分类

4.1.1 工作电压规格代号

用控制器的标称直流电压除以“10”再圆整后的数值来表示。最少以两位数值表示，不足两位的，在十位上冠以0。

4.1.2 工作电流规格代号

用控制器的最大工作电流的有效值除以“10”再圆整后的数值来表示。最少以两位数值表示，不足两位的，在十位上冠以0。输出电流单位为安培（A）。

4.1.3 信号反馈元件代号

产品按信号反馈元件分类：

- a) 光电编码器（用 M 表示）；
- b) 旋转变压器（用 X 表示）；
- c) 霍尔元件（用 H 表示）；
- d) 无传感器的（无须标注）。

4.1.4 冷却方式代号

产品按冷却方式分类：

- a) 水冷方式（用 S 表示）；
- b) 油冷方式（用 Y 表示）；
- c) 强迫风冷方式（用 F 表示）；
- d) 无强迫冷却方式（自然冷却）（无须标注）。

4.1.5 预留代码

预留代码用三位英文字母或两位阿拉伯数字及流水号组合表示。

4.2 型号标记

控制器的型号命名应包括驱动电机开控制器类型代号、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、预留代号等信息；可参考GB/T 18488.1的表述。

5 要求

5.1 正常工作条件

控制器正常工作条件应符合：

- a) 工作温度：-40 ℃~85 ℃；
- b) 相对湿度：≤90%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa；
- d) 供电电源：DC 420 V~650 V；
- e) 冷却介质：流量≥16 L/min，冷却液需先经过控制器再经过电机。

5.2 外观与结构

- 5.2.1 控制器表面不应有锈蚀、碰伤、划痕，涂覆层不应有剥落，紧固件连接应牢固，引出线、接线端完整无损。
- 5.2.2 接地点应有明显的接地标志。若无特定的接地点，应在有代表性的位置设置接地标志。
- 5.2.3 铭牌、标志牌的字迹和内容应清晰，不应脱落。
- 5.2.4 控制器的外形和安装尺寸应符合双方共同确认的图纸或产品技术条件的规定。

5.3 质量

控制器质量应符合设计值，偏差应小于±0.5 kg。

5.4 性能要求

5.4.1 调速功能

控制器应能对电机进行无级调速。

5.4.2 欠压保护功能

控制器应有欠压保护功能，欠压保护值应满足表1的规定，当控制器的输入电压降到其欠压保护规定值时，应能自动断电不工作。

表1 欠压保护值

控制器的额定输入电压/V	控制器欠压保护值/V
36	32.5
48	43.5
60	53.5
64	57.5
72	64.5
80	72.5

5.4.3 过流保护功能

当控制器电流超过规定值时，控制器应能自动限流，限流值应不大于电机额定电流的3倍。

5.4.4 制动断电功能

控制器应能在制动时自动切断电源电流，其有效性为100%；输入给控制器的刹车断电信号为低电平有效。

5.4.5 堵转保护功能

控制器在电机堵转情况下，5 秒内应自动切断电源电流。

5.4.6 相间短路保护功能

当电机的相线有两根发生短路时，控制器在1 秒内应自动控制电机停止转动。

5.4.7 防飞车功能

5.4.7.1 启动防飞车功能

当接通控制器电源时，若转把此时没有复位，控制器应自动控制电机停止转动，转把重新复位后才能恢复正常调速功能。

5.4.7.2 运行防飞车功能

当转把连接控制器的三根信号线中任一根或三根同时脱落时，控制器应自动控制电机停止转动。

5.4.8 自动巡航功能

有自动巡航功能的控制器，当转把旋转 to 调速状态后，维持（6~8） s，松开转把后电机能继续工作在之前调速状态时的转速下（任意转速），以下几种方法可解除巡航：

- a) 刹车；
- b) 转把归零后，重新旋转转把使其调速信号电压 $\geq 1.1\text{V}$ ；
- c) 在转把旋转 to 巡航状态后继续加大转把的旋转角度；
- d) 欠压保护；
- e) 断开电源或有相关故障时。

5.5 温升

控制器在正常使用过程中（环境温度为 25°C ），控制器表面最大温升应不大于 50K ，控制器表面温度在 120°C 以下时应能正常工作。

5.6 机械强度

控制器壳体应能承受不低于 15 kPa 的压强，不发生明显的塑性变形。

5.7 密封性能

对于液冷的控制器应能承受不低于 300 kPa 的压强，无渗漏。

5.8 安全性能

5.8.1 绝缘电阻

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的冷态与热态绝缘电阻应不小于 $1\text{ M}\Omega$ 。

5.8.2 耐电压

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应能耐受 500 V 工频耐压试验，试验持续时间为 1 min ，无击穿现象，漏电电流值应不大于 10 mA 。

5.8.3 接地电阻

控制器中能触及的可导电部分与外壳接地点之间的接地电阻不应大于 0.1Ω 。

5.8.4 保护功能

5.8.4.1 输出电流超过设定阈值后，控制器应及时保护，切断输出。

5.8.4.2 直流电压超过设定降容阈值后，控制器能限制回馈功率。直流电压超过设定保护阈值后，控制器能切断输出。

5.8.4.3 直流电压低于设定降容阈值后，控制器能限制驱动功率。直流电压低于设定保护阈值后，控制器能切断输出。

5.8.4.4 电机温度高于设定降容阈值后，控制器能限制驱动和回馈的转矩与功率。电机温度高于设定保护阈值后，控制器能切断输出。

5.8.4.5 控制器温度高于设定降容阈值后，控制器能限制驱动和回馈的转矩与功率。控制器温度高于设定保护阈值后，控制器能切断输出。

5.8.4.6 在D档或R档位，电机转速超过设定的降容阈值后，控制器能限制驱动转矩和功率。在D档或R档位，电机转速超过设定的保护阈值后，控制器能切断输出。

5.8.4.7 当电源电压高于或低于设定报警阈值后，控制器能报警。当电源电压高于或低于设定故障阈值后，控制器能屏蔽输出。

5.8.4.8 当转速信号故障时，控制器能屏蔽输出，上报故障。

5.8.4.9 当输出发生缺相故障时，控制器能上报缺相故障。

5.8.4.10 当输出发生短路故障时，控制器能上报短路故障。

5.8.5 放电时间

控制器有被动放电要求时，控制器支撑电容放电时间应不大于5 min；控制器有主动放电要求时，控制器支撑电容放电时间应不大于3 s。

5.9 环境适应性

5.9.1 低温贮存

应符合GB/T 18488.1的规定。

5.9.2 低温工作

应符合GB/T 18488.1的规定。

5.9.3 高温贮存

应符合GB/T 18488.1的规定。

5.9.4 高温工作

应符合GB/T 18488.1的规定。

5.9.5 湿热

应符合GB/T 18488.1的规定。

5.9.6 耐振动

应符合GB/T 18488.1的规定。

5.9.7 防水防尘

应满足GB/T 30038规定的IP67防护要求。

5.9.8 盐雾

应符合GB/T 18488.1的规定。

5.10 电磁兼容性

5.10.1 辐射干扰强度

辐射干扰强度应符合GB 14023的规定。

5.10.2 电磁抗扰性度

电磁抗扰性度应符合GB/T 17619的规定。

6 试验方法

6.1 试验准备

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.2 外观与结构检查

用目视和手动的方法检查。

6.3 质量

采用满足测量精度要求的衡器量取控制器的质量。

6.4 性能试验

6.4.1 调速功能

电机接电源后，在额定负载下，调节控制器的速度控制部件，电机的转速能从0 开始逐渐升至最高转速值。

6.4.2 欠压保护功能

调直流稳压电源输出电压为控制器的额定值，调控制器到高速位，电机工作正常，然后调低稳压电源输出电压到电机自动断电不工作，此值为欠压值。

6.4.3 过流保护功能

调直流稳压电源输出电压为控制器的额定值，调控制器到高速位，电机工作正常，改变负载使电流指示逐渐上升到不能继续上升时即自动限电流，该电流值为限流值。

6.4.4 制动断电功能

电机固定在具有制动性能的模拟台架上，调直流稳压电源输出电压为控制器额定值，调控制器到高速位，电机工作正常，当制动动作时，电机停止工作。

6.4.5 堵转保护功能

调直流稳压电源输出电压为控制器的额定值，调控制器到高速位，电机工作正常，通过测功机给电机逐渐增加转矩，直到电机转速降为0。

6.4.6 相间短路保护功能

调直流稳压电源输出电压为控制器的额定值，调控制器到高速位，电机工作正常，通过测功机给电机逐渐增加转矩至额定转矩，将电机的相线中的任意两根进行短路，控制器应开启保护功能。

6.4.7 防飞车功能

6.4.7.1 启动防飞车功能

控制器与电机相连，给控制器施加额定电压，当一接通控制器电源，若调速把此时没有复位，控制器应自动控制电机停止转动，转把重新复位后才能恢复正常调速功能。

6.4.7.2 运行防飞车功能

控制器与电机相连，给控制器施加额定电压，调节速度指令至最大，电机正常运行，将转把连接控制器的三根信号线中任一根或三根同时脱落时，控制器应自动控制电机停止转动。

6.5 温升试验

电机固定在测功机上，控制器与电机相连，给控制器施加额定电压，调节速度指令到最大使电机运转，通过测功机给电机逐渐增加转矩至控制器的额定转矩，运行30 min后测量控制器表面最大温升应不超过50 K（环境温度为25℃）；再加载到2倍的额定转矩运行15 min，控制器内部温度在120℃范围内应能正常工作。

6.6 机械强度试验

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.7 密封性能试验

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.8 安全性试验

6.8.1 绝缘电阻

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.8.2 耐电压

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.8.3 接地电阻

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.8.4 保护功能

按照GB/T 3859.1规定的方法进行。

6.8.5 放电时间

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.9 环境适应性

6.9.1 低温贮存

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.9.2 低温工作

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.9.3 高温贮存

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.9.4 高温工作

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.9.5 湿热

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.9.6 耐振动

按照GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.9.7 防尘防水

按照GB/T 30038规定的方法进行

6.9.8 盐雾

按照GB/T 2423.17、GB/T 18488.2规定的方法进行。

6.10 电磁兼容性试验

6.10.1 辐射干扰强度

按照GB/T 14023规定的方法进行。

6.10.2 电磁抗扰性度

按照GB/T 17919规定的方法进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 产品应经过出厂检验合格后方可出厂。

7.2.2 如有一项不合格则判定为产品不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时，一般应进行型式检验：

- a) 产品结构、材料、工艺有重大改进时；
- b) 正式生产后，每间隔 2 年；
- c) 产品停产六个月后，恢复生产时；
- d) 产品转厂生产；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构依法提出进行型式检验时。

7.3.2 型式检验的样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取 3 件。

7.3.3 在型式检验中若发现任何一项不合格，则应另取 2 倍不合格数量的产品重复不合格项目检验，若仍有一台不合格，则判定型式检验不合格。

7.4 检验项目

出厂检验和型式检验的检验项目见表4。

表2 检验项目

序号	检验项目	要求	检验方法	出厂检验	型式检验
1	外观与结构	5.2	6.2	√	√
2	质量	5.3	6.3	×	√
3	性能要求	5.4	6.4	√	√
4	温升	5.5	6.5	×	√
5	机械强度	5.6	6.6	×	√
6	密封性能	5.7	6.7	√	√
7	绝缘电阻	5.8.1	6.8.1	√	√
8	耐电压	5.8.2	6.8.2	√	√
9	接地电阻	5.8.3	6.8.3	√	√
10	保护功能	5.8.4	6.8.4	×	√
11	放电时间	5.8.5	6.8.5	×	√
12	低温贮存	5.9.1	6.9.1	×	√
13	低温工作	5.9.2	6.9.2	×	√
14	高温贮存	5.9.3	6.9.3	×	√
15	高温工作	5.9.4	6.9.4	×	√
16	湿热	5.9.5	6.9.5	×	√

17	耐振动	5.9.6	6.9.6	×	√
18	防水防尘	5.9.7	6.9.7	×	√
19	盐雾	5.9.8	6.9.8	×	√
20	辐射干扰强度	5.10.1	6.10.1	×	√
21	电磁抗扰性度	5.10.2	6.10.2	×	√
注：“√”表示要进行的检验项目，“×”表示不进行的检验项目。					

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

- 8.1.1 控制器铭牌上应标明制造单位名称、控制器型号、编号、名称、主要参数。
- 8.1.2 在接线盒盖处应粘贴“当心触电”的警告标识。
- 8.1.3 包装箱外应标明控制器型号、数量、制造单位名称、地址、制造日期、执行标准。
- 8.1.4 包装箱外应印刷或贴有“易碎品”“向上”“怕雨”“堆码层数极限”或“堆码重量极限”等储运标志。储运标志应符合 GB/T 191 的要求。

8.2 包装

- 8.2.1 包装箱应符合防潮、防尘、防震的要求。
- 8.2.2 包装箱内应牢固，产品在箱内不应窜动，以免运输途中损伤。
- 8.2.3 包装箱中随同产品供应的技术文件应包括：装箱单、产品出厂合格证书、产品使用说明书。

8.3 运输

产品在运输时不应装在敞开的船舱和车厢中，中途转运时不应存放在露天仓库中，在运输过程中不应和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车（或其他运输工具）装运，并且控制器不允许受雨、雪或液体物质的淋湿与机械损伤。

8.4 贮存

产品的贮存和保管应符合QC/T 238的规定。产品的贮存期通常为2年（从制造厂入库日期算起）。在贮存期满2年时，产品仍应符合QC/T 238规定。