

前 言

本标准在技术内容上非等效采用国际电工委员会 IEC 60785:1984《电动道路车辆用旋转电机》和 IEC 60786:1984《电动道路车辆用控制器》。在编写顺序上参照 IEC 60034-1:1996《旋转电机定额与性能》。

本标准引用 GB 14711—1993《中小型旋转电机安全通用要求》和 GB/T 12668—1990《交流电动机半导体变频调速装置总技术条件》中有关电机及控制器的安全要求。在电磁兼容性方面采用 GB 14023—2000《车辆、机动船和由火花点火发动机驱动的装置的无线电骚扰特性的限值和测量方法》中有关电机及控制器的辐射干扰允许值的规定和 GB/T 17619—1998《机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法》中抗扰性限值的规定。

本标准的附录 A 和附录 B 是提示的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国科学院电工研究所、清华大学、重庆电机厂、华中科技大学、西北工业大学、信息产业部电子工业标准化研究所。

本标准主要起草人：李世毅、温旭辉、姚若萍、刘林、马志源、季小尹、陈俐。

中华人民共和国国家标准

电动汽车用电机及其控制器技术条件

General specification of the electrical machines and
controllers for electric vehicles

GB/T 18488.1—2001
neq IEC 60785:1984
IEC 60786:1984

1 范围

本标准规定了电动汽车用驱动电机及其控制器通用技术条件。

本标准适用于电动汽车(EV)和混合动力汽车(HEV)用的驱动电机及其控制器。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 755—2000 旋转电机定额和性能

GB/T 2423.17—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ka:盐雾试验方法

GB/T 4772.1—1999 旋转电机尺寸和输出功率等级 第1部分:机座号56~400和凸缘号55~1080

GB/T 4942.1—1985 电机外壳防护分级

GB/T 4942.2—1993 低压电器外壳防护等级

GB 10068.2—2000 轴中心高为56 mm及以上电机的机械振动—振动的测量、评定及限值

GB 10069.3—1988 旋转电机噪声测定方法及限值 噪声限值

GB/T 12665—1990 电机在一般环境条件下使用的湿热试验要求

GB/T 12668—1990 交流电动机半导体变频调速装置总技术条件

GB 14023—2000 车辆、机动船和由火花点火发动机驱动的装置的无线电骚扰特性的限值和测量方法

GB 14711—1993 中小型旋转电机安全通用要求

GB/T 17619—1998 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值测量方法

GB/T 18488.2—2001 电动汽车用电机及其控制器试验方法

GB/T 2900.25—1994 电工术语 旋转电机

GB/T 2900.26—1995 电工术语 控制电机

GB/T 2900.33—1993 电工术语 电力电子技术

3 定义

本标准除采用GB/T 2900.25、GB/T 2900.26、GB/T 2900.33中的定义外,还增加了下列定义。

3.1 电机控制器 controllers of the electrical machine

控制主牵引电源与电机之间能量传输的装置,它是由外界控制信号接口电路、电机控制电路和驱动电路组成的。

3.2 电机及控制器整体效率 overall efficiency of the electrical machine and controllers
电机转轴的输出功率和控制器的输入功率之比。

4 工作制和定额

4.1 工作制

4.1.1 连续工作制

电机及控制器在恒定负载下运行至热稳定状态。

4.1.2 短时过载的周期工作制

电机及控制器在额定负载下运行时,允许施加周期性过载,过载的倍数及每次过载持续时间、间隔时间以及整个运行时间应在产品标准中规定。

4.1.3 ISO 城市工况及市郊工况

具体要求制定参照附录 B。

4.2 定额

4.2.1 电机的功率等级

电机的功率等级为 5.5 kW、7.5 kW、11 kW、15 kW、18.5 kW、22 kW、30 kW、37 kW、45 kW、55 kW、75 kW、90 kW、110 kW、132 kW、150 kW、160 kW、185 kW、200 kW 及以上,并符合 GB/T 4772.1 的要求。

4.2.2 控制器输出容量

15 kVA、35 kVA、50 kVA、60 kVA、100 kVA、150 kVA、200 kVA、270 kVA、300 kVA、360 kVA、420 kVA 及以上。

附录 A 推荐了在 360 V、200 kW 及以下单台电动机与控制器的输出容量的匹配关系。

4.3 电源的电压等级

电机及控制器由牵引电源供电,电源的电压等级为 120 V、144 V、168 V、192 V、216 V、240 V、264 V、288 V、312 V、336 V、360 V、384 V、408 V。

4.4 电机及控制器整体效率

$$\eta = \eta_c \times \eta_m$$

式中: η ——电机及控制器整体效率;

η_c ——电机控制器的效率;

η_m ——电机的效率。

根据不同功率等级给出具体产品相应的效率。

5 技术条件

5.1 温度

当周围环境温度在 $-20^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 时,电机及控制器能长时间连续运行。

5.2 湿度

电机及控制器在相对湿度不超过 100% 的情况下能正常工作,电机及控制器应在其表面温度低于露点的情况下,即电机及控制器表面产生冷凝也能安全工作。

5.3 盐雾

作为汽车电气设备的产品,应具有一定的抗盐雾能力,并能满足 GB/T 2423.17 中的有关规定。

5.4 定频振动和扫频振动

根据电机及控制器的安装部位,电机及控制器应经受上下、左右、前后三个方向的定频振动试验和上下方向的扫频振动试验。其他方向还需要作扫频振动试验的,应在具体的产品标准中规定。

5.5 控制器壳体机械强度

控制器壳体应能承受 30 cm×30 cm 的面积上加 100 kg 重力,而不发生明显的塑性变形。

5.6 防水、防尘

当淋雨、高压水冲洗时,电机及控制器的构造、安装和通风的方式应保证电机及控制器不出现损坏。电机应符合 GB/T 4942.1 中 IP 55 等级,控制器应符合 GB/T 4942.2 中 IPX5 产品防护等级要求。

5.7 温升限值

电机应采用 F 级或 H 级绝缘。采用 4.1.2 运行条件或 4.1.3 运行条件和本标准规定的环境条件,电机应符合 GB 755—2000 中 7.10 规定的温升限值,控制器中各部位的温升应符合 GB/T 12668—1990 中 4.3.15 的要求。

5.8 电机定子绕组冷态直流电阻

其电阻值在具体产品中规定。

5.9 电机绕组的匝间绝缘

应达到 GB 14711—1993 中 9.2.1 的要求。

5.10 电机定子绕组对机壳的绝缘电阻

在冷态时电机定子绕组对机壳的绝缘电阻值应大于 20 MΩ。

5.11 耐电压

电机绝缘应具有足够的介电强度,应能承受 GB/T 14711—1993 中 9.1 和 9.2 规定的耐电压试验,无击穿和闪络现象。控制器的各带电电路对地(外壳)和彼此无电连接的电路之间介电强度,应能耐受 GB/T 12668—1990 中 4.3.14 所规定的试验电压,持续时间为 1 min。

5.12 电压波动

电机及控制器必须能在电源电压为 120% 额定电压值下安全承受最大电流。另外,电机在电源电压降为 75% 额定电压时,应能在最大电流下运行(不要求连续运行)。

5.13 峰值功率

按产品规定的持续时间,电机的最大输出功率应达到产品的峰值功率值。

5.14 堵转转矩和堵转电流

为保证电动汽车在起动时有足够大的起动转矩,要求电机达到产品规定的堵转转矩值。其堵转电流应不大于控制器提供的最大电流值。

5.15 电机空载转速

在额定电压时,电机空载运行,其最高转速值应满足产品最高空载转速的要求。

5.16 噪声

在正常工作条件下,电机及控制器运行所发出的噪声应符合 GB 10069.3 的噪声限值要求。

5.17 振动

在正常工作条件下,电机的振动应符合 GB 10068.2 的振动限值要求。

5.18 安全接地检查

电机及控制器中能触及的金属部件与外壳接地点处的电阻应不大于 0.1 Ω。接地导线须用黄/绿相间的双色线。接地点应有明显的接地标志。

5.19 电机控制器的过载能力

在额定输出电流下连续工作,允许加非周期性过载,过载的倍数和持续时间在产品中规定。

5.20 电机控制器的保护功能

电机控制器应具有过电流、过电压和欠电压的保护功能。

5.21 馈电要求

在电机因惯性旋转或被拖动旋转时,电机运行于发电机状态。电机通过控制器应能给 125% 额定电压的电压源充电。馈电电流的大小和馈电效率在产品指标中规定。

5.22 最高工作转速

在额定电压时,电机带载运行所能达到的最高转速。带载的大小和最高工作转速值在产品指标中规定。

5.23 转速

电机应能承受 1.2 倍最高工作转速试验,持续时间为 2 min,并能保证其机械不发生有害变形。

5.24 热态绝缘电阻

电机在室温,热态和受潮后都应有足够的绝缘电阻值。在湿热试验后其热态绝缘电阻值应不低于 GB/T 12665—1990 中 4.1.1 的规定,控制器中各带电电路之间及带电零部件与导电零部件或接地零部件之间的电气间隙和爬电距离应符合 GB/T 12668.2—2000 中 4.3.13 的规定。控制器的带电电路与地(外壳)之间的绝缘电阻在环境温度为 40℃和相对湿度为 95%时,不小于 1 MΩ。

5.25 接触电流

电机及控制器应具有良好的绝缘性能。在正常工作时,其热态接触电流应不大于 5 mA。

5.26 电机转矩-转速特性及效率

电机及控制器应达到具体产品要求的转矩-转速特性以及具体产品所提出的效率。

5.27 电磁兼容性

5.27.1 电磁辐射

电机及控制器在运行中所产生的电磁辐射不得超过 GB 14023—2000 中第 4 章所规定的辐射干扰允许值。

5.27.2 电磁辐射抗扰性

按 GB/T 17619—1998 中第 4 章规定的测量方法和表 1 规定的抗扰性电平进行试验,电机及控制器在正常使用条件下能正常工作。

5.28 耐久性

在额定负载和额定转速的运行条件下,保证电机及其控制器在第一次使用时的无故障工作时间为 3 000 h。

6 常规检验

每台电机及控制器必须进行以下项目的常规检验。

- 6.1 电机空载转速
- 6.2 电机定子绕组的冷态直流电阻值
- 6.3 电机绕组匝间绝缘
- 6.4 控制器壳体机械强度
- 6.5 电机定子绕组对机壳的绝缘电阻
- 6.6 耐电压
- 6.7 堵转转矩和堵转电流
- 6.8 噪声
- 6.9 电压波动
- 6.10 电机控制器的过载能力
- 6.11 电机控制器保护功能
- 6.12 安全接地检查

7 型式检验

在产品定型、转产、转厂、停产后复产,结构、材料或工艺有重大改变或合同规定等情况下,应进行型式检验,抽试产品样本数量为 2 台,如有项目不合格,该项目复检的样本数量应当加倍。重检如仍不合格,则应判定为不合格。检验项目如下。

- 7.1 环境试验
 - 7.1.1 温度、湿度和热态绝缘电阻。
 - 7.1.2 定频振动和扫频振动。
 - 7.1.3 盐雾
- 7.2 温升
 - 7.2.1 按 4.1.2 短时过载周期工作制运行。
 - 7.2.2 按 4.1.3 ISO 城市工况及市郊工况要求运行。
- 7.3 防水、防尘
- 7.4 电机转矩-转速特性及效率
- 7.5 馈电
- 7.6 最高工作转速
- 7.7 超速
- 7.8 振动
- 7.9 接触电流
- 7.10 峰值功率
- 7.11 电磁兼容性
- 7.12 耐久性

附录 A

(提示的附录)

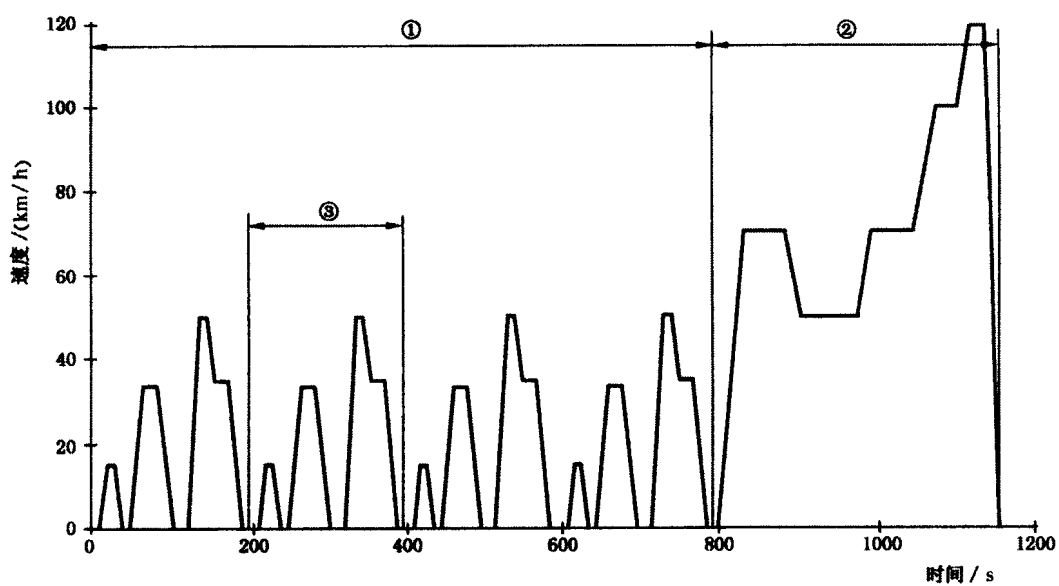
单台电动机与控制器输出容量的匹配关系

电机额定功率/kW	控制器输出容量/kVA
5.5	15
7.5	15
11	35
15	35
18.5	50
22	50
30	60
37	60
45	100
55	100
75	150
90	150
110	200
132	200
150	270
160	330
185	360
200	420

附录 B

(提示的附录)

城市工况及市郊工况



① 市区循环;② 市郊循环;③ 基本的市区循环。

图 B1 试验运转

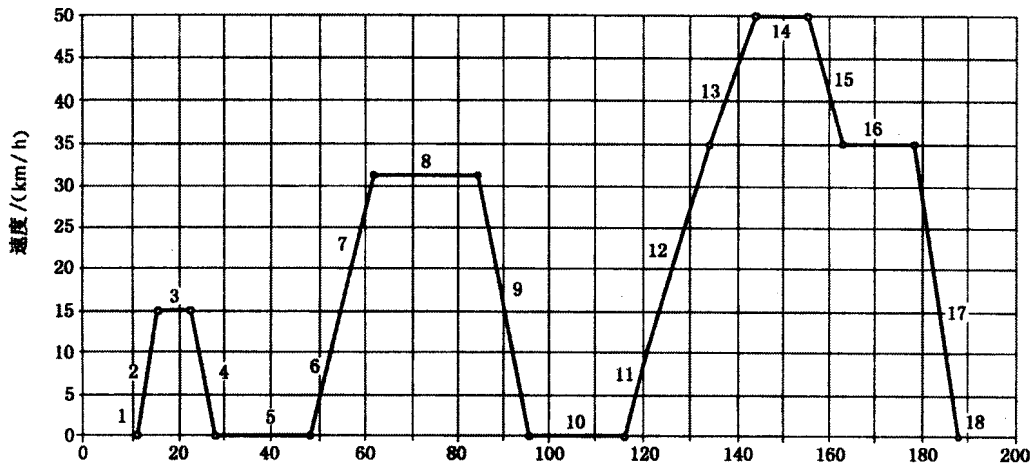


图 B2 基本城市循环

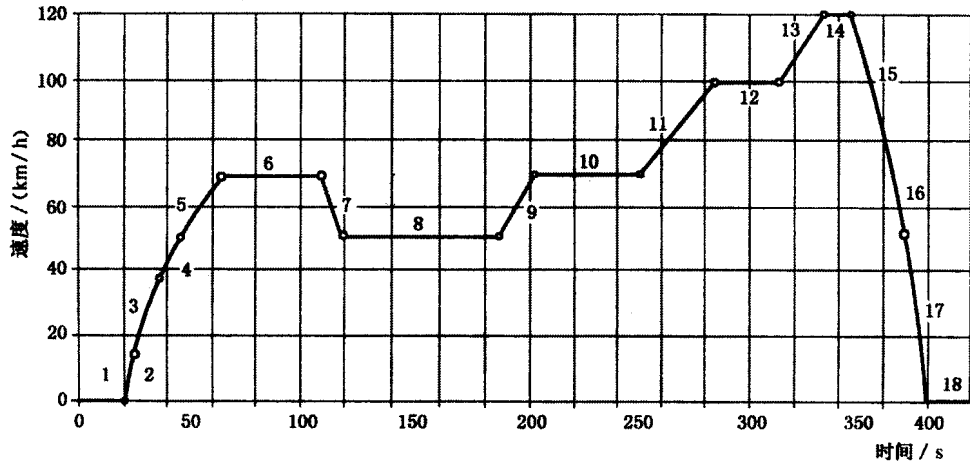
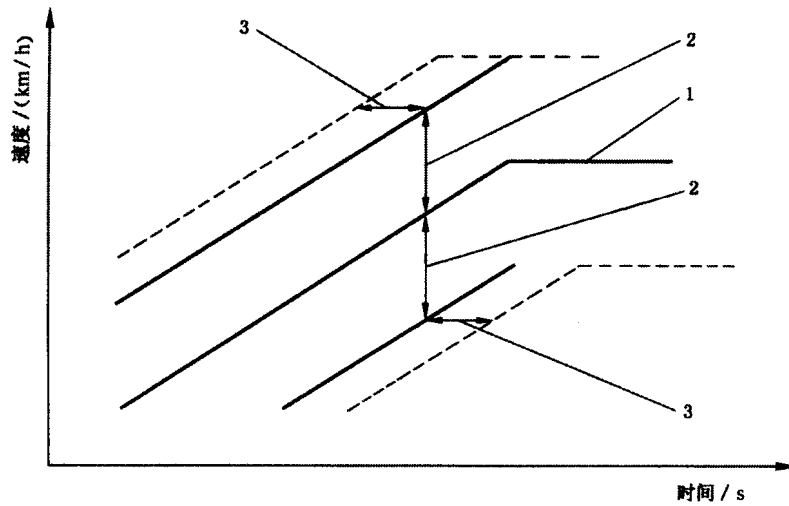


图 B3 市郊循环



1—参考曲线; 2—速度公差/(km/h); 3—时间公差/s。

图 B4 标准曲线和公差

表 B1 基本城市循环

运转次序	操作状态	工况序号	加速度 m/s ²	速度 m/s	操作时间 s	工况时间 s	累计时间 s
1	停车	1	0	0	11	11	11
2	加速	2	1.04	0~15	4	4	15
3	等速	3	0	15	8	8	23
4	减速	4	-0.83	15~0	5	5	28
5	停车	5	0	0	21	21	49
6	加速	6	0.69	0~15	6	12	55
7	加速		0.79	15~32	6		61
8	等速	7	0	32	24	24	85
9	减速	8	-0.81	32~0	11	11	96
10	停车	9	0	0	21	21	117
11	加速	10	0.69	0~15	6	26	123
12	加速		0.51	15~35	11		134
13	加速		0.46	35~50	9		143
14	等速	11	0	50	12	12	155
15	减速	12	-0.52	50~35	8	8	163
16	等速	13	0	35	15	15	178
17	减速	14	-0.97	35~0	10	10	188
18	停车	15	0	0	7	7	195
工况统计		单位	数值		百分比		
停车		s	60		30.77		
加速		s	42		21.54		
等速		s	59		30.26		
减速		s	34		17.44		
总时间		s	195		100.00		
平均车速		km/h	18.77				
一个基本城市循环的 工作时间		s	195				
一个城市循环的 工作时间		s	780				
一个基本城市循环的 理论行驶距离		m	1 017				
一个城市循环的 理论行驶距离		m	4 067				

表 B2 市郊循环

运转次序	操作状态	工况序号	加速度 m/s ²	速度 m/s	操作时间 s	工况时间 s	累计时间 s
1	停车	1	0	0	20	20	20
2	加速	2	0.69	0~15	6	41	26
3	加速		0.51	15~35	11		37
4	加速		0.42	35~50	10		47
5	加速		0.40	50~70	14		61
6	等速	3	0	70	50	50	111
7	减速	4	-0.69	70~50	8	8	119
8	等速	5	0	50	69	69	188
9	加速	6	0.43	50~70	13	13	201
10	等速	7	0	70	50	50	251
11	加速	8	0.24	70~100	35	35	286
12	等速	9	0	100	30	30	316
13	加速	10	0.28	100~120	20	20	336
14	等速	11	0	120	10	10	346
15	减速	12	-0.69	120~80	16	34	362
16	减速		-1.04	80~50	8	34	370
17	减速		-1.39	50~0	10	34	380
18	停车	13	0	0	20	20	400
工况统计		单位	数值		百分比		
停车		s	40		10.00		
加速		s	109		27.25		
等速		s	209		52.25		
减速		s	42		10.50		
总时间		s	400		100.00		
平均车速		km/h	62.60				
工作时间		s	400				
理论行驶距离		m	6 956				
整个循环的平均速度							