

2.2 电机控制系统

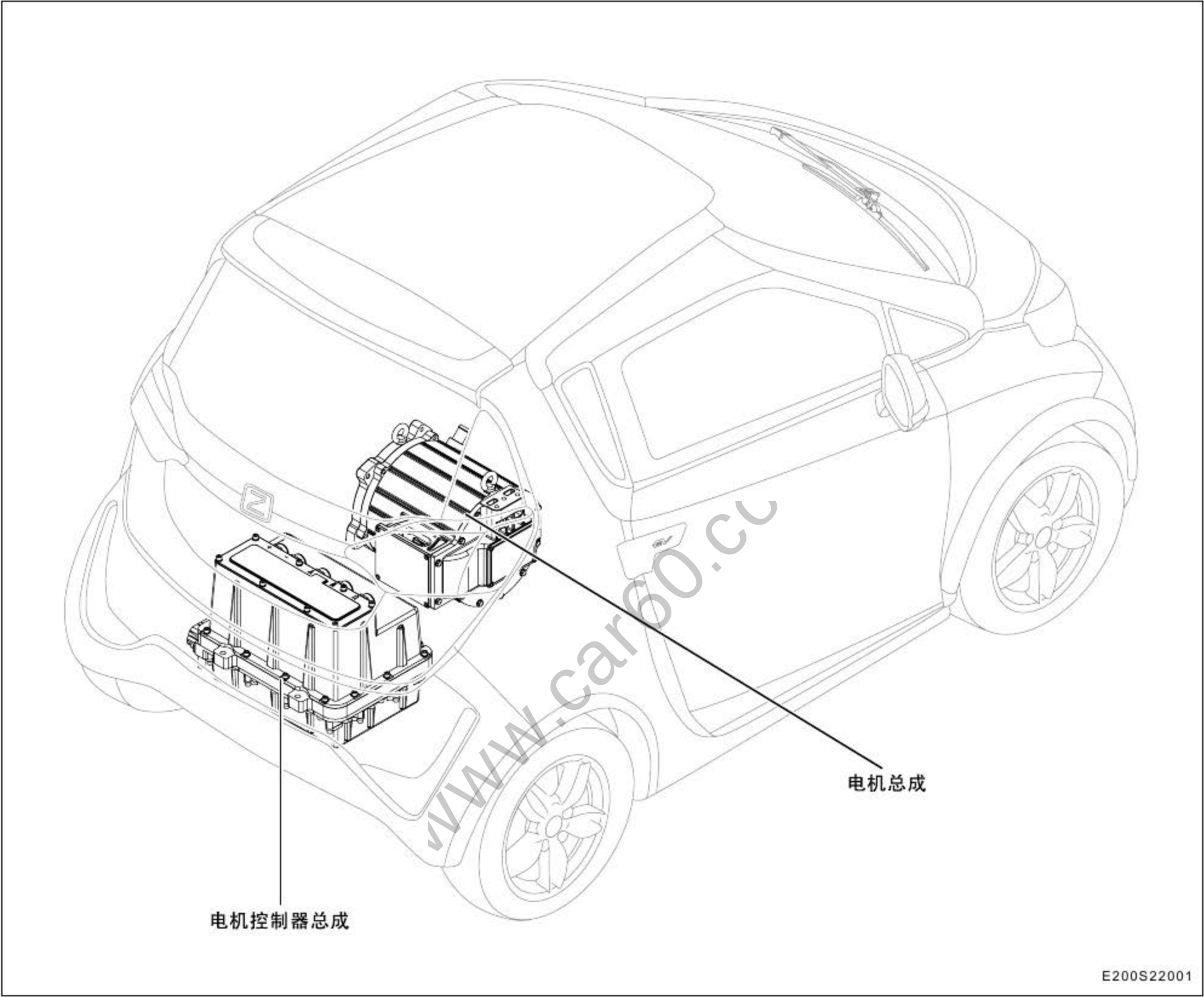
2.2.1 电机控制系统

2.2.1.1 警告和注意事项

在对电机控制系统进行维修之前，请认真阅读以下注意事项以及所有的安全防护措施和安全警告，以保证人身和财产安全。不适当的操作、疏忽或无视警告将会导致人身伤害。

- 工作环境要求保持干燥、照明充足、通风，且没有杂物、散乱的工具、部件、燃烧源和危险物品。
- 在检修高压部件的时候，请佩戴护目镜和绝缘安全鞋、绝缘手套等。
- 旋转部件可能导致切伤、切断或窒息。
- 不要穿着松散的衣服。当工作的时候，不要佩戴首饰珠宝。
- 在开始任何维修工作之前，请先断开蓄电池负极电缆，再拔下电池包的高压接插件。
- 维护开始前，在隔离区域或者控制区域的醒目处，放置一个“禁止操作”的标志。
- 使用状态良好的工具。在进行任何维修之前确认您知道怎样使用工具。
- 应使用相同级别的固定螺栓进行更换，禁止使用低级别低质量的螺栓代替。
- 因为人的反应及思维能力会在疲劳、饮酒或服药之后削弱，所以请不要在上述情况下进行任何维修作业。
- 不要在有可燃性蒸气附近进行维修操作。蒸气能进入电机或电机控制器。在电机控制系统工作时候可能会导致起火、爆炸和其他的财产损失，甚至人身伤害。
- 不要将电机控制系统暴露在腐蚀性化学药品中。腐蚀性的化学药品将会损伤电机控制系统。
- 请不要在电机控制系统刚运行之后，立刻进行维护作业。电机控制系统产生的高温可能导致比较严重的人身伤害。所以在进行保养或维护的工作前，请让电机控制系统停止运行一段时间，以便让整个系统散热。

2.2.1.2 部件位置图



2.2.1.3 规格和参数

电机控制器

名称	电机控制器	全功能工作电压范围 (V)	280~380
电池电压 (V)	310	冷却方式	水冷
额定功率 (kW)	28		

驱动电机

名称	永磁同步电机	全功能工作电压范围 (V)	280~380
电池电压 (V)	310	冷却方式	水冷
峰值功率 (kW)	60	额定功率 (kW)	28
持续扭矩 (N•m)	90	额定转速 (rpm)	3000
最高工作转速	8000rpm		

扭紧力矩表

项目	N•m
电机控制器上端盖固定螺栓	4.5~5.5
电机控制器 - 电机线束总成固定螺栓	9~11
电机控制器固定螺栓	25
电机总成与变速箱总成固定螺栓	21~25
左悬置支架总成固定螺栓	115
右悬置软垫总成固定螺栓	64
后悬置支架总成固定螺栓	115

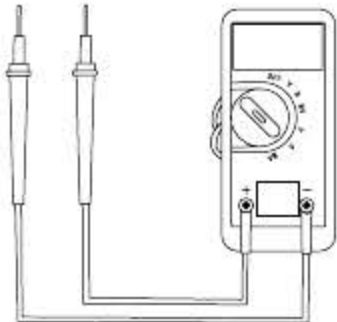
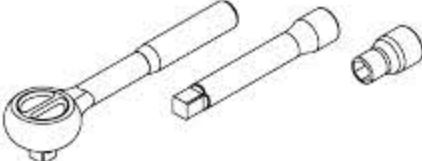
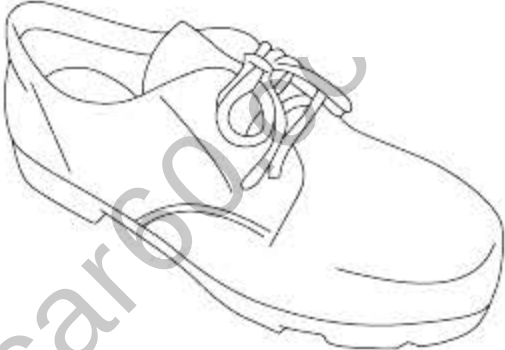
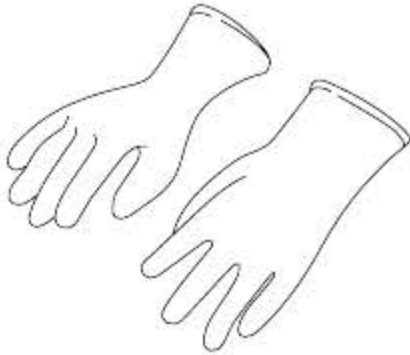
2.2.1.4 系统概述

电机控制系统是电动汽车的核心执行机构，其执行整车控制器的扭矩指令，将动力电池的电能转化为驱动电机的动能，驱使车辆的运行。电机控制系统主要由电机控制器、驱动电机等组成，还包括高压电线、信号线。主要实现如下功能：

- 实现电能到机械能的转换
- 电机转速的检测
- 驱动电机、电机控制器温度的检测

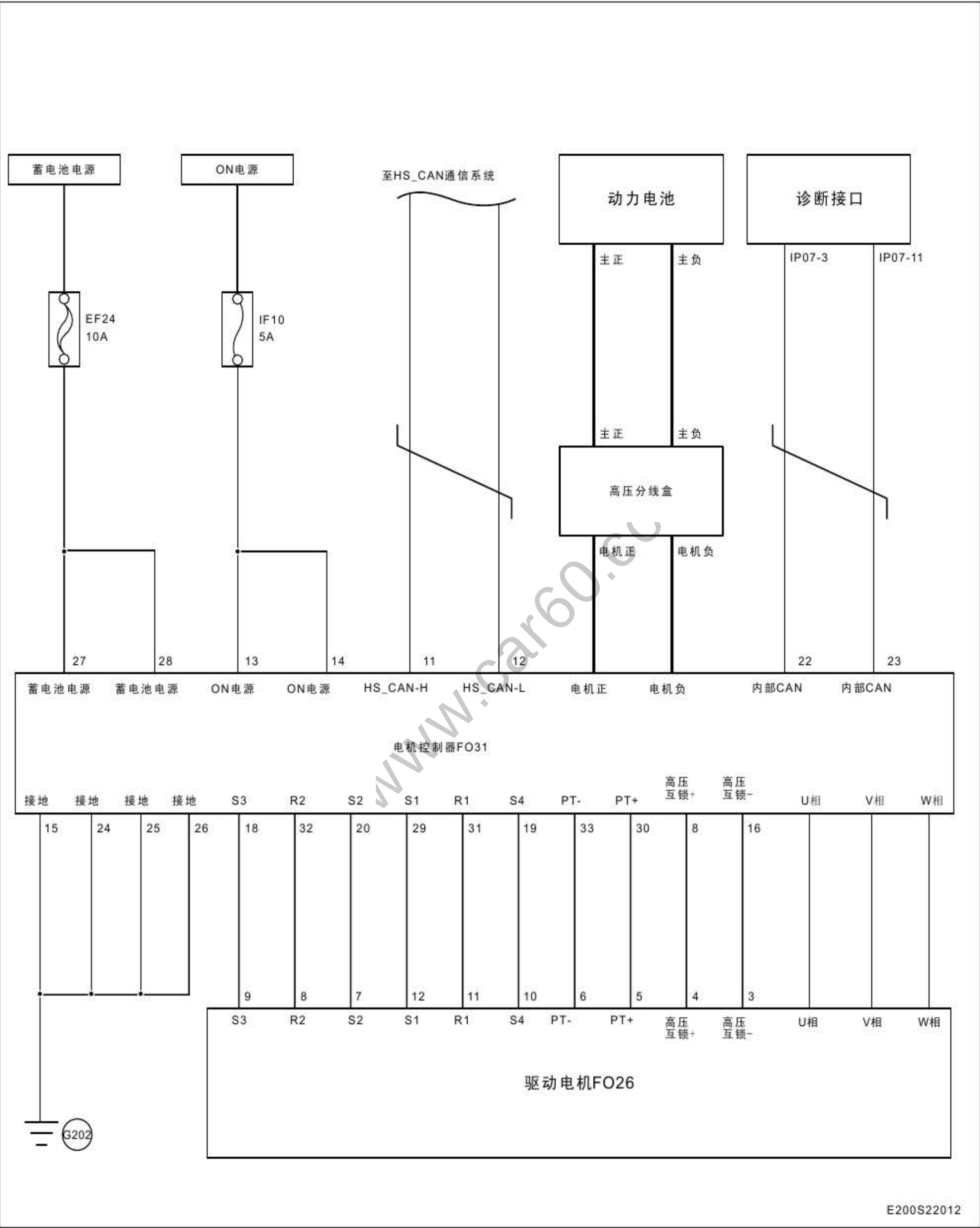
2.2.1.5 维修工具

推荐工具

序号	工具名称	外形图	说明
1	数字式万用表		检测电压、电流或电阻值
2	快速扳手及长短接杆		拆装螺栓及螺母
3	绝缘安全鞋		拆卸和安装高压部件
4	绝缘手套		拆卸和安装高压部件
5	皮革手套		• 拆卸和安装高压部件 • 保护绝缘手套
6	绝缘帽		拆卸和安装高压部件

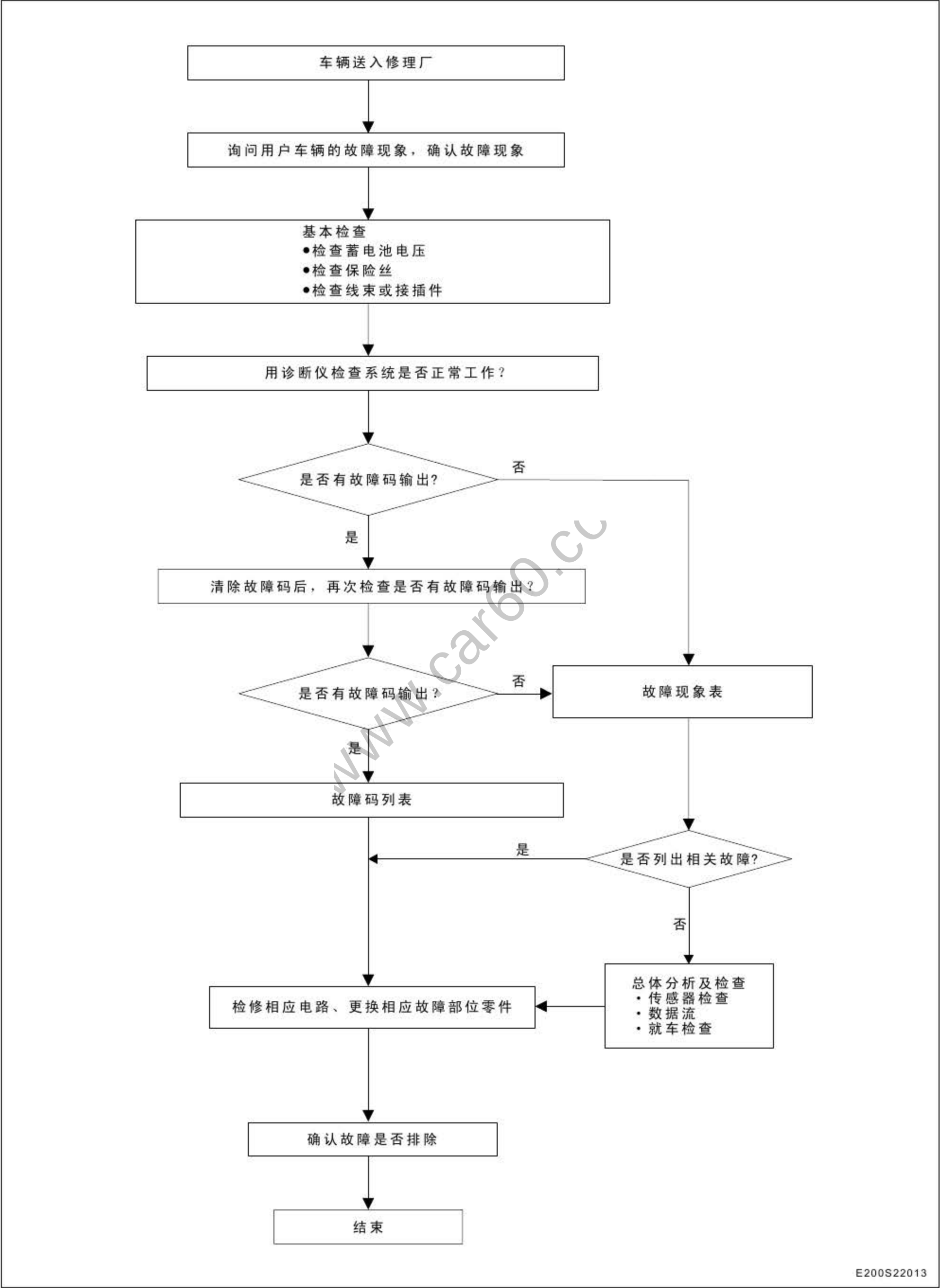
2.2.1.6 工作原理

系统原理图



2.2.1.7 一般检查

故障检查排除基本流程



E200S22013

故障码读取与清除

- 当电源状态为“ON”时，电机控制器内的自诊断电路一直检测系统各部件电路的电压或电流。它经过内部的处理器运算比较后，得出各电路的运行情况。
- 当电机控制器检测到的数据和预先存储的数据不符时，会以故障代码的形式把故障信息储存在 ECU 内的存储模块。
- 故障可分成“可恢复故障”和“不可恢复故障”：不可恢复故障一经出现就判定为永久故障，可恢复故障出现后，当自诊断电路再次检测到故障电路正常后，故障消失；可恢复故障大多是由于短暂的线束断路或者接插件接触不良造成的。
- 故障出现后，电机控制器会通过 CAN 把故障信息传递到组合仪表或连接了车辆的诊断仪。
- 故障信息在组合仪表以故障指示灯常亮显示。在诊断仪以故障代码的形式出现。

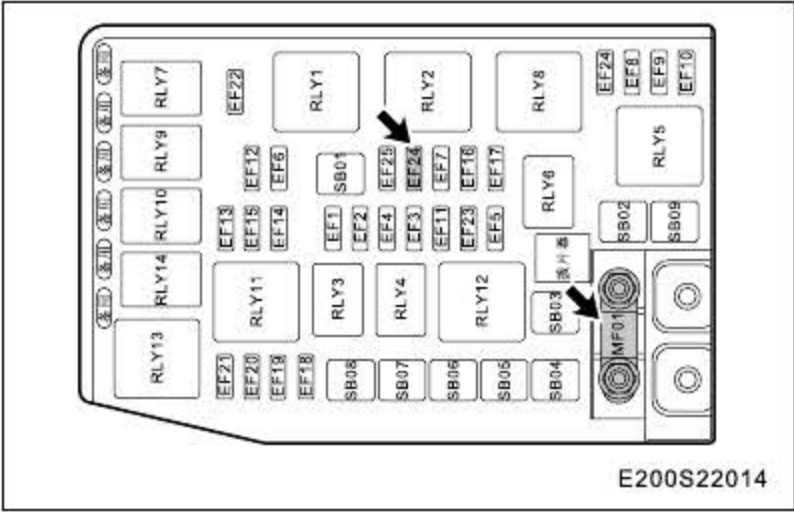
检查保险丝

- 检查前舱电器盒保险丝 EF24，MF01 是否熔断。

EF24：10A

MF01：80A

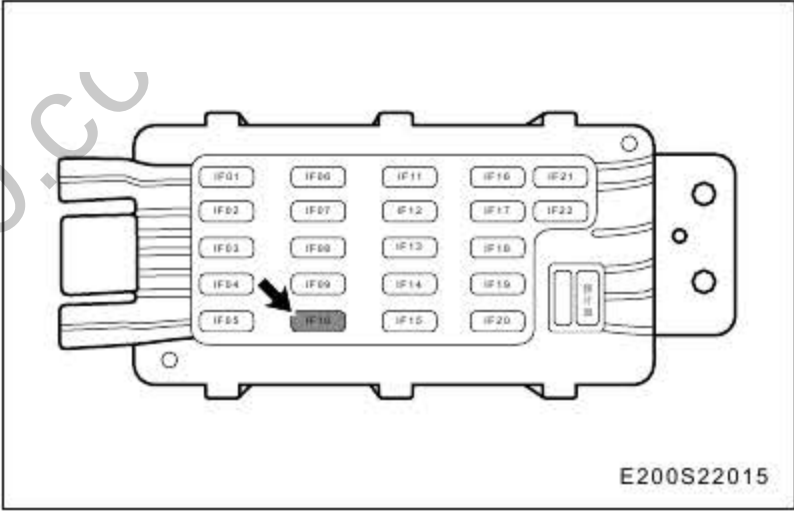
提示：
若检查不符合，更换保险丝。



- 检查仪表板电器盒保险丝 IF10 是否熔断。

IF10：5A

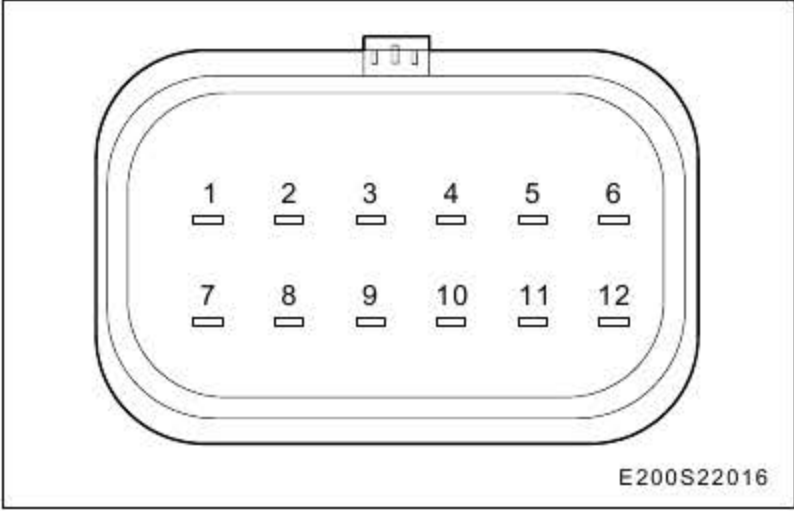
提示：
若检查不符合，更换保险丝。



检查驱动电机低压端子

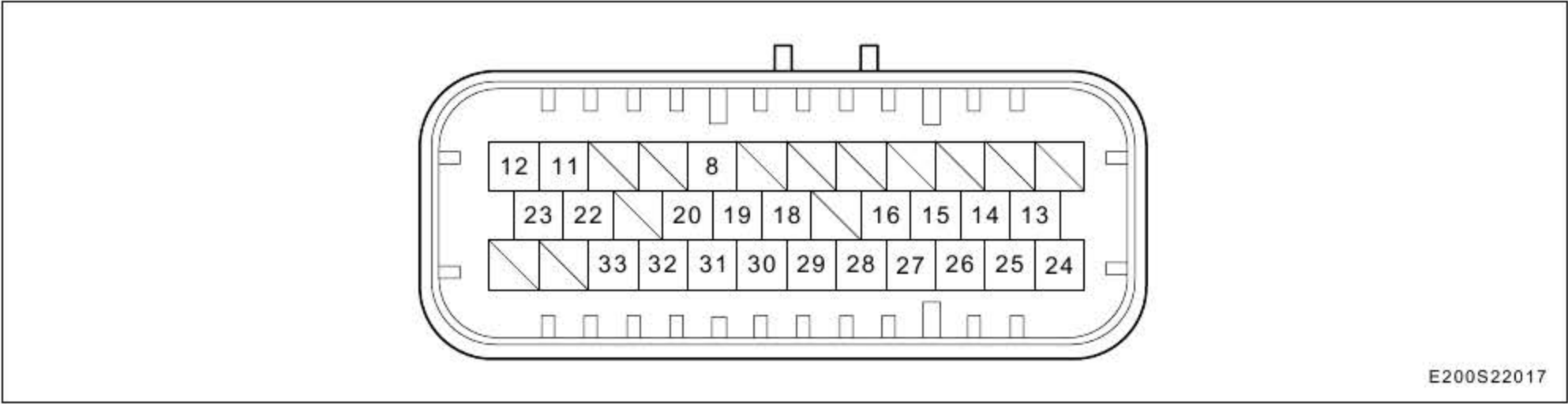
- 断开蓄电池负极电缆后，拔下电池包的高压接插件。
- 断开驱动电机低压线束接插件 FO26。
- 用数字万用表测量驱动电机中旋转变压器相应针脚间电阻。

针脚	阻值
8 与 11	20 Ω
7 与 10	48 Ω
9 与 12	48 Ω



- 用数字万用表测量驱动电机高压互锁线路 (3 号阵脚与 4 号针脚) 是否导通。
- 提示：
若检查不符合，更换驱动电机。

端子列表



端子检查		颜色	功能	检测条件	数值
万用表正 极	万用表负 极				
IP34(8)	接地	R/W	高压互锁 +	-	-
IP34(11)	接地	G/R	HS_CAN-H	-	-
IP34(12)	接地	Y/R	HS_CAN-L	-	-
IP34(13)	接地	L/R	ON 电源	电源状态 “ON”	电压：蓄电池电压
IP34(14)	接地	L/R	ON 电源	电源状态 “ON”	电压：蓄电池电压
IP34(15)	接地	B	接地	始终	电阻：0 Ω
IP34(16)	接地	R/L	高压互锁 -	-	-
IP34(18)	接地	Y/L	S3	-	-
IP34(19)	接地	Y/G	S4	-	-
IP34(20)	接地	Y/B	S2	-	-
IP34(22)	接地	R	内部 CAN	-	-
IP34(23)	接地	L	内部 CAN	-	-
IP34(24)	接地	B	接地	电源状态 “OFF”	电阻：0 Ω
IP34(25)	接地	B	接地	电源状态 “OFF”	电阻：0 Ω
IP34(26)	接地	B	接地	电源状态 “OFF”	电阻：0 Ω
IP34(27)	接地	G/W	蓄电池电源	电源状态 “OFF”	电压：蓄电池电压
IP34(28)	接地	G/W	蓄电池电源	电源状态 “OFF”	电压：蓄电池电压
IP34(29)	接地	Y/O	S1	-	-
IP34(30)	接地	L/R	PT+	-	-
IP34(31)	接地	Y/W	R1	-	-
IP34(32)	接地	Y/R	R2	-	-
IP34(33)	接地	L	PT-	-	-

2.2.1.8 故障诊断

故障现象表

使用下表将有助于找到问题的起因，按顺序检查每个部件，必要时维修或更换。

现象	故障原因	建议措施
挂挡后，驱动电机空转，车辆无法行驶	1. 检查驱动电机与变速器连接机构	拆下驱动电机，检查驱动电机与变速器连接机构，必要时更换驱动电机总成
行驶中驱动电机异响	1. 驱动电机机械吻合异常	查找故障来源，校正机械零件，必要时更换驱动电机
车辆行驶过程中车速达到30~40km/h，车辆抖动很厉害	1. 驱动电机后支架间隙过大	检查驱动电机后支架是否损坏，软垫是否开裂，必要时更换电机后悬置总成
加速无力、抖动	1. 编码器信号异常	检查编码器信号，必要时用示波器调整编码器信号波形

2.2.1.9 DTC 故障诊断

故障码列表

故障代码	代码释义	故障原因	建议措施
以下为二级故障，故障指示灯点亮，车辆可以短暂行使，应尽快到服务站维修。			
0	母线欠压报警 (降功率运行) (母线电压低于 290V)	母线欠压	检修 BMS 系统
1	母线过压报警 (降功率运行) (母线电压高于 380V)	母线过压	检修 BMS 系统
2	电机过温报警 (降功率) (电机温度高于 160℃)	1. 长时间行驶 2. 冷却系统故障 3. 驱动电机温度传感器故障	停车冷却一段时间后，若故障持续，则需要检查冷却系统及驱动电机温度传感器电路
3	旋变降级故障 (旋转变压器信号频率低于 128 次)	1. 旋转变压器线路故障 2. 旋转变压器故障 3. 电机控制器故障	检查线路完好后，更换电机控制器或驱动电机
4	IGBT 过温告警 (降功率) (电机控制器温度高于 95℃)	1. 长时间行驶 2. 冷却系统故障 3. 电机控制器内部故障	停车冷却一段时间后，若故障持续，则需要检查冷却系统及电机控制器
5	电机过载 (电机输出功率大于 55kW)	1. 变速器故障 2. 车辆负重过大 3. 驱动电机故障	检查变速器是否正常 (行驶无异响、外观完好)，并检查车辆负重及驱动电机
6	过转矩 (电机输出扭矩大于 180N•m)		
7	VCU 指令异	1.CAN 通讯线路故障 2.VCU 故障	检查 CAN 通讯线路完好后，更换 VCU
8	加速度告警	1.CAN 通讯线路故障 2. 加速踏板传感器故障 3.VCU 故障	检查 CAN 通讯线路完好后，更换加速踏板传感器或 VCU
以下为三级故障，故障指示灯点亮，车辆不能行使，需立即联系服务站进行维修。			
0	母线欠压停机 (母线电压低于 260V)	母线欠压	检修 BMS 系统，或检查高压分线盒中的 200A 保险丝
1	母线过压停机 (母线电压高于 400V)	母线过压	检修 BMS 系统
2	低压电源欠压 (车辆运行时低压电压低于 10V)	1. 蓄电池故障	检查蓄电池电压
3	低压电源过压 (车辆运行时低压电压高于 16V)	1. 蓄电池故障 2. DC-DC 模块故障	检查 DC-DC 充电线路，或检查蓄电池供电电压 (更换蓄电池)
4	硬件保护故障	1. 内部故障	更换电机控制器总成
6	D/Q 轴电流超限	1. 软件故障	更换电机控制器总成

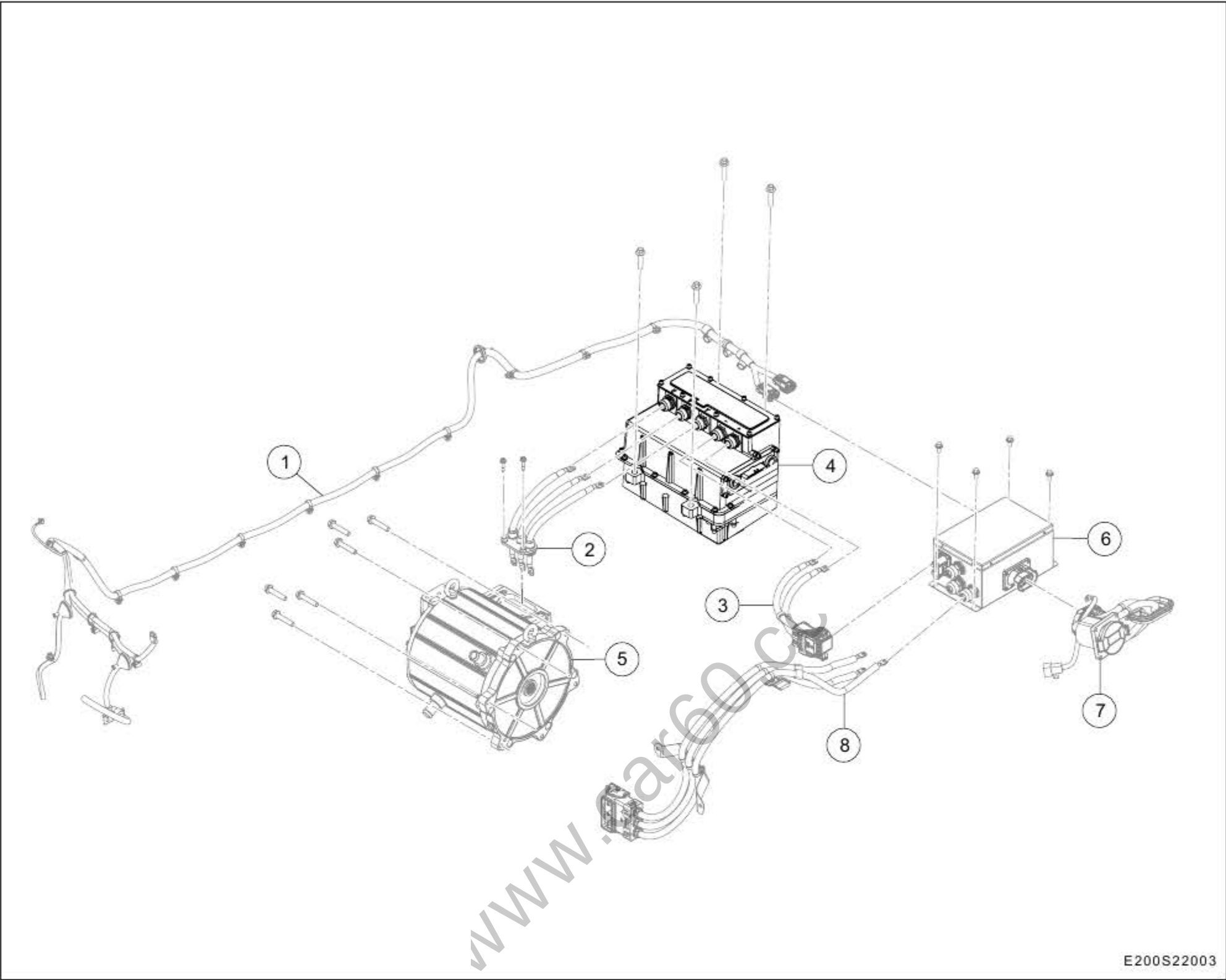
故障代码	代码释义	故障原因	建议措施
7	整车故障	1. 内部故障	更换电机控制器总成
5	相电流过流	1. 驱动电机相线间故障	参见：驱动电机相线间故障诊断流程。
8	驱动板 U 相故障		
9	驱动板 V 相故障		
10	驱动板 W 相故障		
11	驱动板故障	1. 内部故障	更换电机控制器
12	IGBT 过温故障 (电机控制器温度高于 110℃)	1. 车辆长时间高速运行	查看冷却液是否欠缺、散热风扇是否工作？停车一段时间后继续运行，若故障仍然存在，更换电机控制器
13	电机过温故障 (电机温度高于 170℃)	电机长时间运行、温度传感器或驱动电机线路老化 / 短路故障	查看冷却液是否欠缺、散热风扇是否工作？停车一段时间后继续运行，若电机温度持续过高，更换驱动电机
14	母线短路故障	变速器分开导致电机空载	检查直流母线
15	驱动电源欠压	预充失败	检查动力电池电池电压，如电压正常则更换电机控制器
16	电机堵转	车辆超载或机械卡制	检查驱动电机与变速器连接机构
17	电机过速 (电机转速大于 8500rpm)	高变速器分开导致电机空载	检修变速器
18	硬件电流保护	控制器内部损坏	更换电机控制器
19	CH2 通讯故障 (信号频率低于 128 次)	干扰原因、线路上原因或阻值等方面的原因	检修 HS_CAN 系统
20	旋变跟踪丢失故障 (信号频率低于 128 次)	旋转变压器故障	更换驱动电机
21	旋变信号丢失故障 (信号频率低于 128 次)	线束故障或旋转变压器故障	若线束无故障更换，更换驱动电机
23	EPPROM 读写异常	控制器内部损坏	更换电机控制器

驱动电机相线间诊断流程

序号	操作步骤	检查结果	后续步骤
1	检查电机控制器 - 电机线束总成 a. 电源状态置于“OFF”，断开蓄电池负极电缆，拔下电池包上的高压插头。 b. 检查电机控制器 - 电机线束有无破损，断裂。	是	去步骤 2。
		否	更换电机控制器 - 电机线束总成。
2	检查驱动电机定子绕组冷态直流电阻 a. 电源状态置于“OFF”，断开蓄电池负极电缆，拔下电池包上的高压插头。 b. 拆卸驱动电机 U、V、W 三相线。 c. 用数字万用表测量相间 (U、V、W) 电阻是否正常？ 20℃时，驱动电机相间电阻值应在 $26\text{m}\Omega \pm 1.5\text{m}\Omega$ 之间，相间电阻与其平均值之差不超过 5%。	是	检修 BMS 系统。
		否	检修故障线束。
3	检查电机控制器 - 电机线束与电机控制器及电机间绝缘电阻 a. 重新连接驱动电机 U、V、W 三相线。 b. 用摇表或绝缘电阻测试仪测量电机控制器 - 电机线束与电机控制器及电机间绝缘电阻是否正常。 绝缘电阻值不小于 $500\Omega/\text{V}$	是	更换电机控制器。
		否	更换电机控制器 - 电机线束总成。

2.2.1.10 维修操作指南

电机控制器的更换
分解图



E200S22003

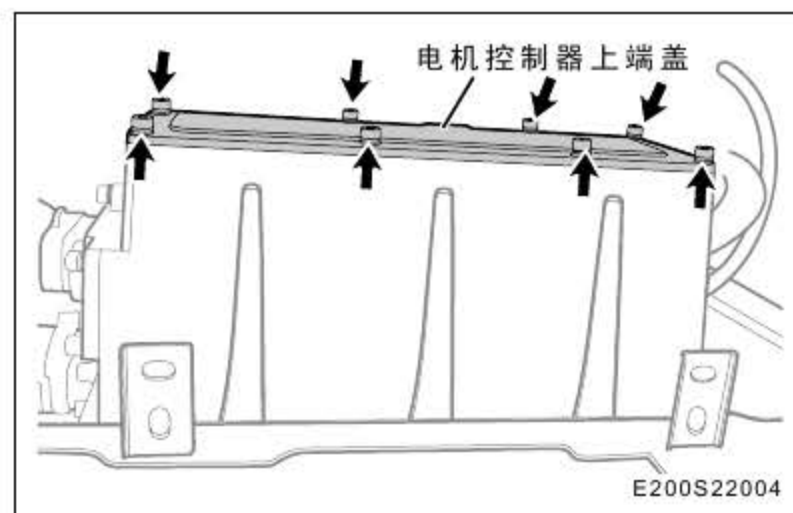
- | | | | |
|-------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| 1. 高压地板线束总成 | 2. 电机控制器 - 电机线束总成 | 3. 高压分线盒 - 电机控制器线束总成 | 4. 电机控制器总成 |
| 5. 电机总成 | 6. 高压分线盒总成 | 7. 直流充电线束总成 | 8. 动力电池 - 高压分线盒线束总成 |

拆卸

1. 拆卸行李箱底板总成。
2. 拆卸后保险杠。请参见 4.1.3.4 维修操作指南 - 后保险杠的更换
3. 拆卸后防撞梁本体总成和后防撞梁加强版总成。
4. 断开动力电池组到高压分线盒线束接插件，并将线束放置到合适位置。

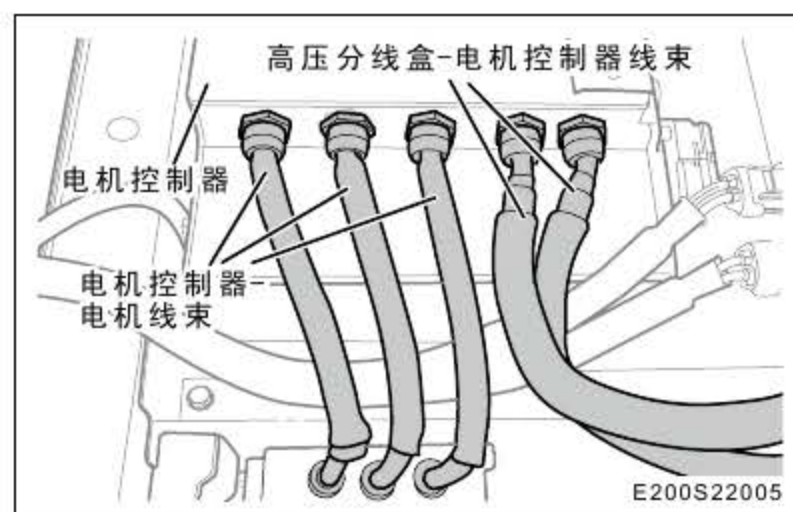
5. 拆卸电机控制器。

(a). 拆卸电机控制器上端盖固定螺栓，取下电机控制器上端盖。



(b). 断开电机控制器 - 电机线束总成。

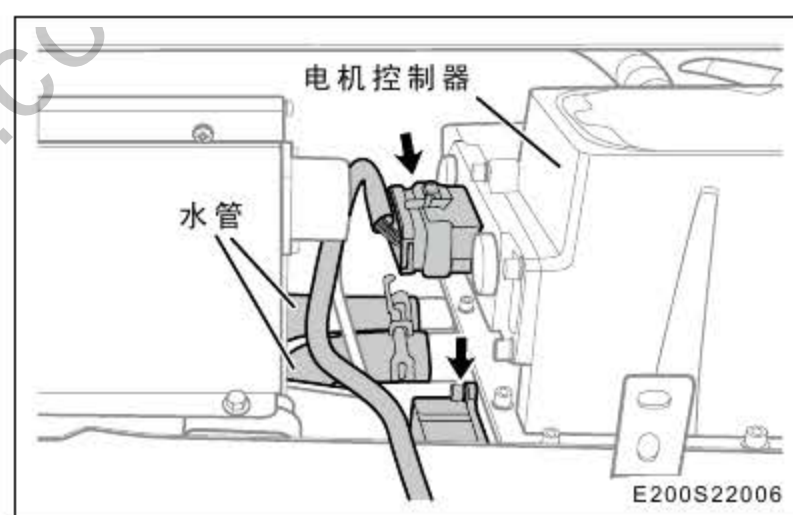
(c). 断开高压分线盒 - 电机控制器总成线束。



(d). 断开电机控制器接插件。

(e). 拆卸 DC-DC 正负极线束固定盖，断开 DC-DC 正负极线束。

(f). 断开电机控制器进、出水管。



(g). 拆卸电机控制器固定螺栓，取出电机控制器总成。请参见分解图

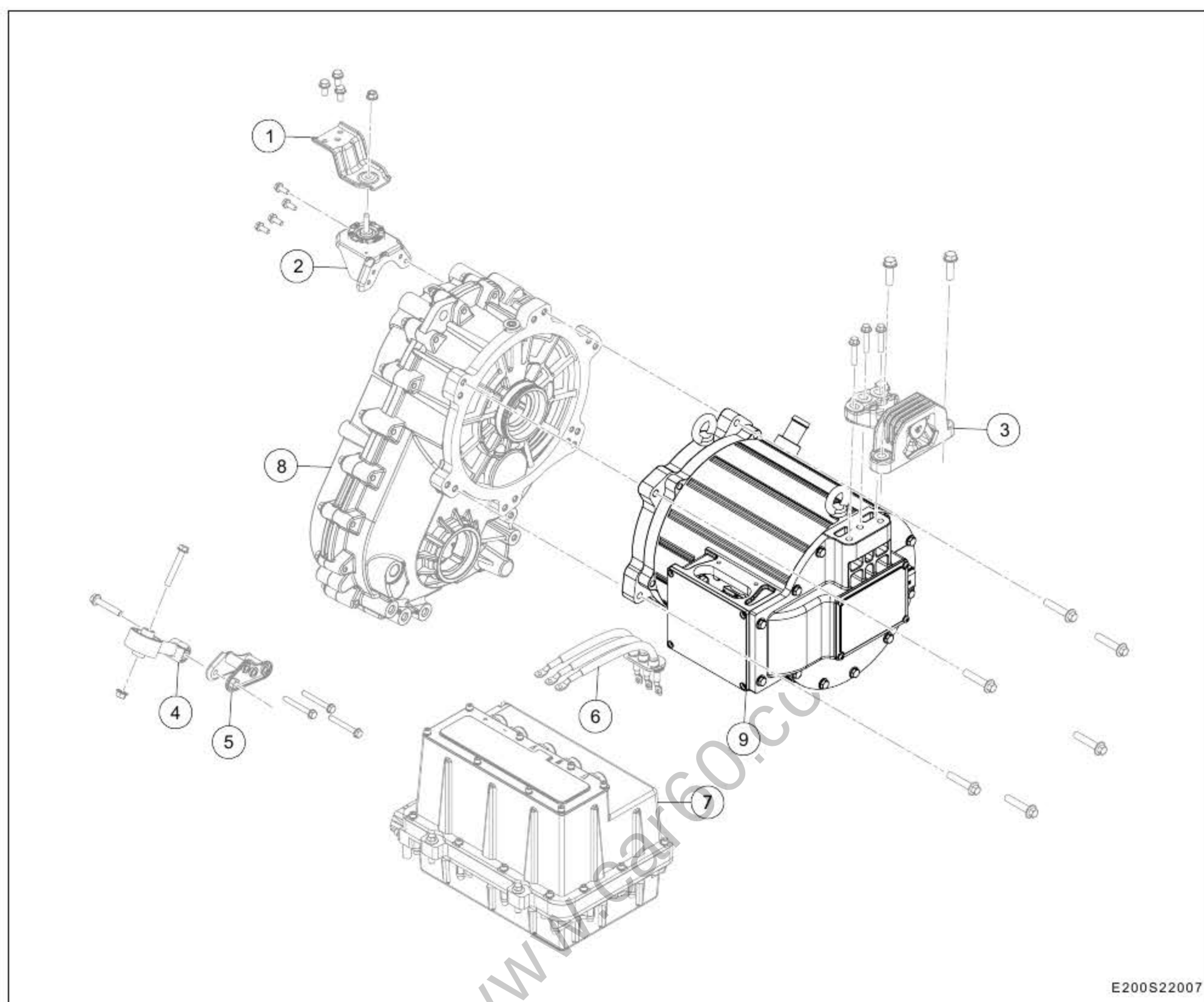
安装

按照拆卸步骤的相反顺序进行安装。

注意：

- 线束插头与电机控制器插接良好，无松动。
- 电机控制器与电机控制器安装支架接触良好。
- 安装牢固可靠，不能松动。
- 电机线束的 U、V、W 的顺序必须对应电机控制器上的 U、V、W 标识。

电机总成的更换 分解图



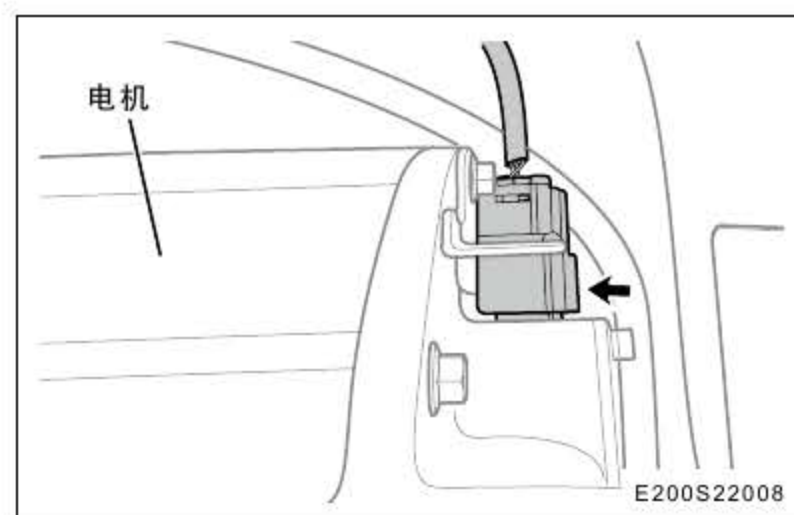
E200S22007

- | | | | |
|------------|----------------------|------------|------------|
| 1. 左悬置支架总成 | 2. 左悬置软垫总成 | 3. 右悬置软垫总成 | 4. 后悬置软垫总成 |
| 5. 后悬置支架总成 | 6. 高压分线盒 - 电机控制器线束总成 | 7. 电机控制器总成 | 8. 变速箱总成 |
| 9. 电机总成 | | | |

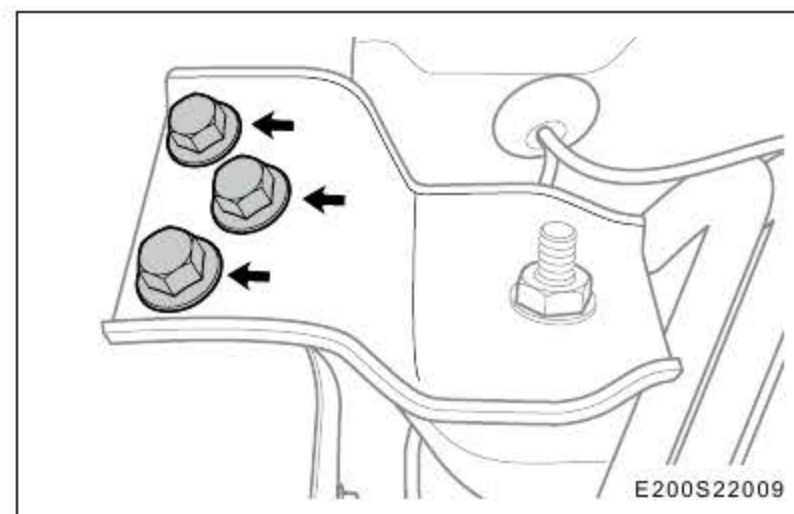
拆卸

1. 排放冷却液。
2. 拆卸行李箱底板总成。
3. 拆卸后保险杠。请参见 4.1.3.4 维修操作指南 - 后保险杠的更换
4. 断开动力电池组到高压分线盒线束接插件，并将线束放置到合适位置。
5. 拆卸电机控制器上端盖。
6. 断开电机控制器 - 电机线束总成。请参见分解图
7. 断开高压分线盒 - 电机控制器总成线束。

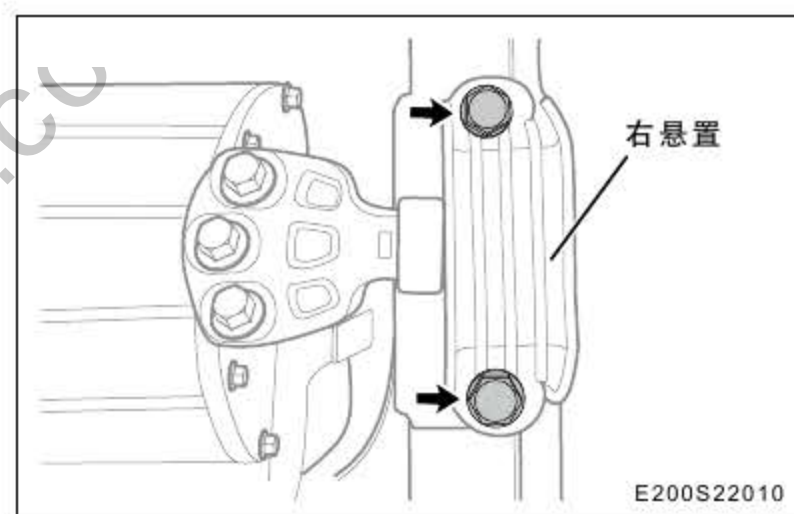
8. 拆卸电机带变速箱总成。
- (a). 断开电机总成线束接插件。
 - (b). 断开电机总成搭铁线束。
 - (c). 拆卸电机总成连接水管。
 - (d). 拆卸左右、驱动轴。请参见 3.1.1.7 维修操作指南 - 驱动轴的更换



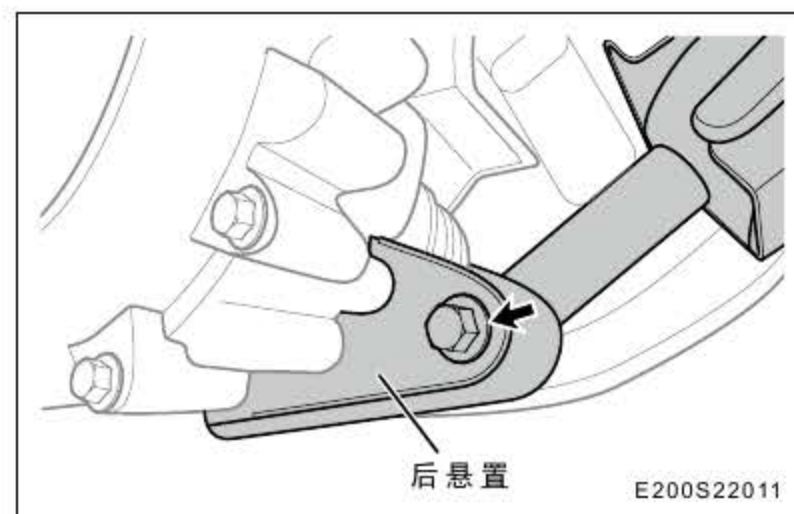
- (e). 拆卸左悬置支架总成固定螺栓。



- (f). 拆卸右悬置软垫总成固定螺栓。



- (g). 拆卸后悬置支架总成固定螺栓。



- (h). 在助手的帮助下用举升机吊举，取出电机带变速箱总成。

9. 拆卸电机总成。
- (a). 拆卸电机总成与变速箱总成固定螺栓，取下电机总成。请参见分解图

安装

按照拆卸步骤的相反顺序进行安装。

注意：

- 电机与变速箱壳体结合到位。

- 加注冷却液。