

Project 3

项目三

驱动电机系统



驱动电机系统

目录

1

驱动电机系统概述

2

驱动电机结构与原理

3

电机控制器构成与功能

4

驱动电机冷却系统

3 电机控制器构成与功能

学习目标

1. 掌握电机控制器功用；
2. 能正确描述电机控制器的结构组成；
3. 熟悉电机控制器的工作原理。

3 电机控制器构成与功能

一、电机控制器（MCU）功用

电机控制器（MCU）是电机系统的控制中心，将输入的直流高压电逆变成频率可调的三相交流电，供给配套驱动电机使用；同时，对所有的输入信号进行处理，控制驱动电机运行状态，并将驱动电机运行状态发送给整车控制器（VCU）。电机控制器（MCU）内含功能诊断电路，当诊断出异常时，它将会激活一个错误代码，发送给VCU。电机控制器（MCU）及安装位置如图所示。



a) 电机控制器

电机控制器



b) 电机控制器安装位置

电机控制器（MCU）

3 电机控制器构成与功能

1 电机状态检测

工作过程中，使用以下传感器完成对驱动电机运行状态信息采集。

(1) 电流传感器 用以检测电机工作的实际电流（包括母线电流、三相交流电流）。

(2) 电压传感器 用以检测供给电机控制器工作的实际电压（包括动力电池电压、12V蓄电池电压）

(3) 温度传感器 用以检测电机控制系统的工作温度，包括IGBT模块温度、电机控制器板载温度、电机定子绕组的温度。PT1000型热敏电阻温度传感器如图所示，传感器接口见表3-4。



温度传感器

表3-4 传感器接口

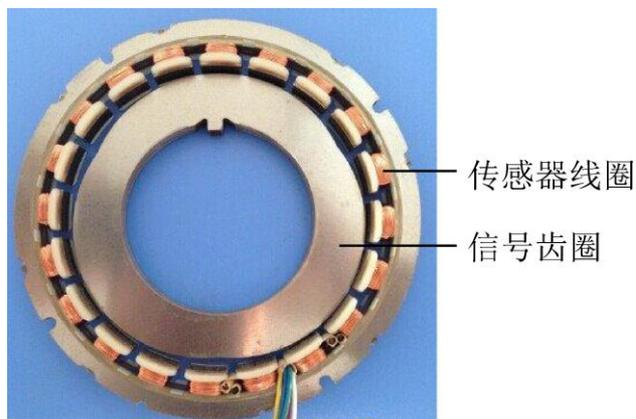
编号	信号名称	说明
G	TH0	电机温度传感器接口
H	TL0	

3 电机控制器构成与功能

(4) 旋变传感器

用以检测电机转子位置和转速，是一种输出电压随转子转角变化的信号元件，当励磁绕组以一定频率的交流电压励磁时，输出绕组的电压幅值与转子转角成正余弦函数关系。由控制器编码后可以获知电机转速。传感器线圈固定在壳体上，信号齿圈固定在转子上。

传感器线圈：由励磁、正弦、余弦三个线圈组成一个传感器，如图所示。



旋变传感器

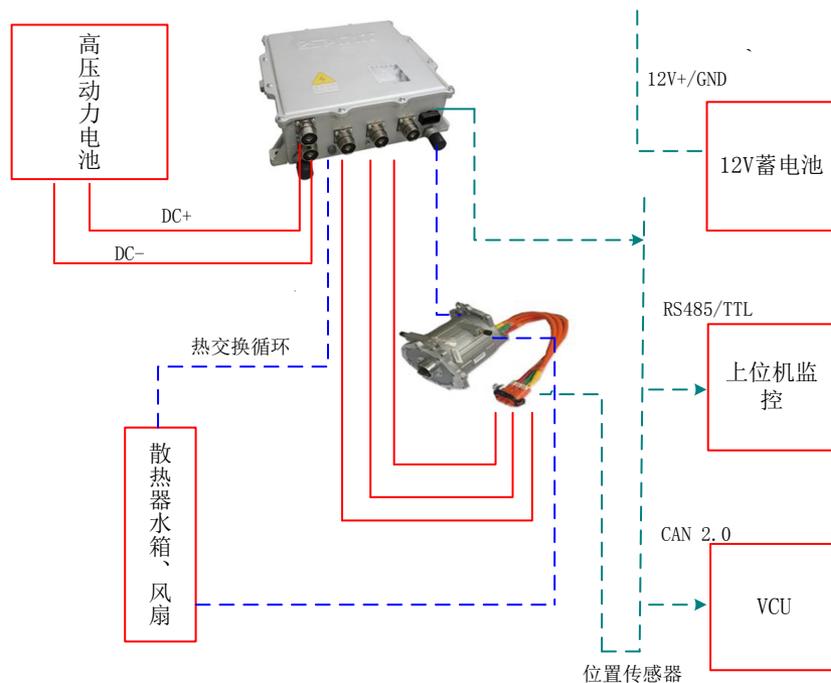
3 电机控制器构成与功能

2 诊断功能

电机控制器 (MCU) 通过采集电流、电压、温度、绝缘及其他参数判断电机和电机控制器是否工作在安全范围内 如果超出这个范围 将对电机和电机控制器 (MCU) 采取保护措施 并产生故障代码发送至整车控制器 (VCU)。

3 通信功能

电机控制器的通信功能包括与整车控制器的通信、与其他器件的通信 电机控制器通信功能如图所示 在电机系统运行期间 电机控制器需将电机系统的运行状态实时的发送给整车控制器。



3 电机控制器构成与功能

4 制动能量回馈

整车控制器根据加速踏板和制动踏板的开度、车辆行驶状态信息以及动力电池的状态信息(如SOC值)来判断某一时刻能否进行制动能量回馈。在能量回馈过程中,电机控制器(MCU)将发电机输出的三相交流电流进行整流、滤波、升压,将能量回收到动力电池。

5 防溜车功能控制

纯电动汽车在坡上起步时,驾驶员从松开制动踏板到踩油门踏板过程中,会出现整车向后溜车的现象。在坡上行驶过程中,如果驾驶员踩油门踏板的深度不够,整车会出现车速逐渐降到0然后向后溜车现象。

为了防止纯电动车在坡上起步和运行时向后溜车现象,在整车控制策略中增加了防溜车功能。防溜车功能可以保证整车在坡上起步时,向后溜车小于10cm;在整车坡上运行过程中如果动力不足时,整车车速会慢慢降到0,然后保持车速0,不再向后溜车。

3 电机控制器构成与功能

二、电机控制器（MCU）结构与接口

主要由接口电路、控制主板、IGBT模块（驱动）、超级电容、放电电阻、电流感应器、壳体水道等组成，如图所示。其中，超级电容在接高压电路时能给电容充电，在电机启动时保持电压的稳定；放电电阻在断开高压电路时，通过电阻给电容放电，在放电电路故障时，在报送放电超时故障的同时切断高压供电。



电机控制器 (MCU)

3 电机控制器构成与功能

(1) 超级电容 超级电容在电动汽车上电时充电在电机启动时保持电压稳定防止因驱动电机启动电流太大造成对动力电池冲击。

(2) 放电电阻 在断开高压电路时通过电阻给电容放电在放电电路故障时在报送放电超时故障的同时切断高压供电。

(3) I G B T 模块 I G B T (I n s u l a t e d G a t e B i p o l a r T r a n s i s t o r) , 绝缘栅双极型晶体管是由 B J T (双极型三极管) 和 M O S F E T (绝缘栅型场效应管) 组成的复合全控型电压驱动式功率开关器件, 兼有 M O S F E T 的高输入阻抗和 G T R (功率晶体管) 的低导通压降两方面的优点。

I G B T 模块根据控制器主板的指令, 将输入的高压直流电流逆变成频率可调的三相交流电流供给配套的三相永磁同步电机使用。在能量回收过程中对三相交流电流进行整流, 同时检测直流母线电压、驱动电机相电流以及 I G B T 模块温度并将检测信息反馈给电机控制器。I G B T 模块如图所示。



3 电机控制器构成与功能

2 电机控制器 (MCU) 接口

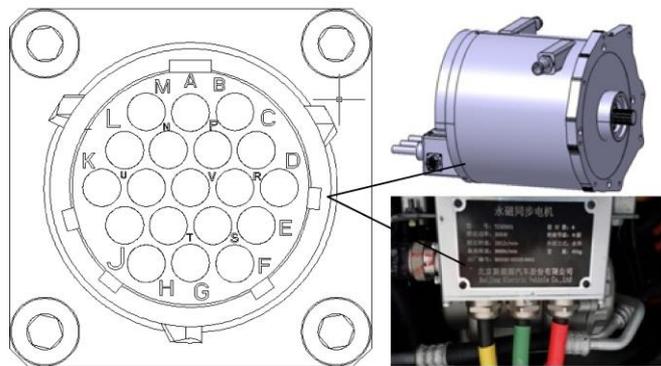
驱动电机系统状态和故障信息会通过整车 CAN 网络上传给整车控制器 (VCU)，传输通道是两根信号线束，分别是电机到控制器的 19PIN 插件和控制器的 35PIN 插件。



3 电机控制器构成与功能

驱动电机系统状态和故障信息会通过整车 CAN 网络上传给整车控制器 (VCU)，传输通道是两根信号线束，分别是电机到控制器的 19PIN 插件和控制到 VCU 的 35PIN 插件。其中电机到控制器的 19PIN 低压插件接口如图所示，接口定义见表3-5；电机到控制器到 VCU 的 35PIN 低压插件接口定义见表3-6。

表3-5 19PIN低压插件接口



连接器型号	编号	信号名称	说明
19PIN	A	激励绕组R1	电机旋转变压器接口
	B	激励绕组R2	
	C	余弦绕组S1	
	D	余弦绕组S3	
	E	正弦绕组S2	
	F	正弦绕组S4	
	G	TH0	电机温度接口
	H	TL0	
	L	HVIL1 (+L1)	高低压互锁接口
	M	HVIL2 (+L2)	

3 电机控制器构成与功能

表3-6 35PIN低压插件接口

型号	编号	信号名称	说明
35pin 驱动电机控制器	12	激励绕组 R1	电机旋转变压器接口
	11	激励绕组 R2	
	35	余弦绕组 S1	
	34	余弦绕组 S3	
	23	正弦绕组 S2	
	22	正弦绕组 S4	
	33	屏蔽层	
	24	12V_GND	控制电源接口
	1	12V+	
	32	CAN_H	CAN 总线接口
	31	CAN_L	
	30	CAN_PB	
	29	CAN_SHIELD	
	10	TH	电机温度传感器接口
	9	TL	
	28	屏蔽层	
	8	485+	RS485 总线接口
	7	485-	
	15	HVIL1 (+L1)	高低压互锁接口
	26	HVIL2 (+L2)	

3 电机控制器构成与功能

三、电机控制器控制原理

整车控制器根据车辆运行的不同情况：包括车速、档位、电池 SOC 值，决定电机输出扭矩/功率。当电机控制器从整车控制器处得到扭矩输出命令时，将动力电池提供的直流电转化成三相正弦交流电，驱动电机输出扭矩 通过机械传输来驱动车辆。

1. 驱动电机系统工作条件

高压电源输入正常（绝缘性能大于 $20M\Omega$ ）；
低压12V电源供电正常（电压范围 9-16V）；
与整车控制器通讯正常；
电容放电正常；
旋变传感器信号正常；
三相交流输出电路正常；
电机及电机控制器温度正常；
开盖保持开关信号正常。以EV200为例，其电机控制器参数指标见表 3-7。

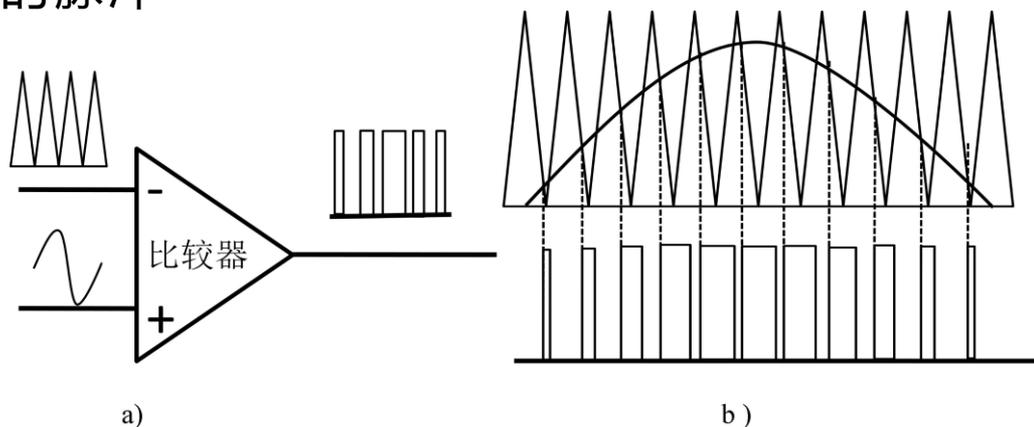
表3-7电机控制器参数指标

技术指标	技术参数
直流输入电压	336V
工作电压范围	265~410V
控制电源	12V
控制器电源电压范围	9~16V
标称容量	85kVA
重量	9kg
防护等级	IP67
尺寸（长×宽×高）	403×249×140

3 电机控制器构成与功能

2 脉冲调制 (P W M) 原理

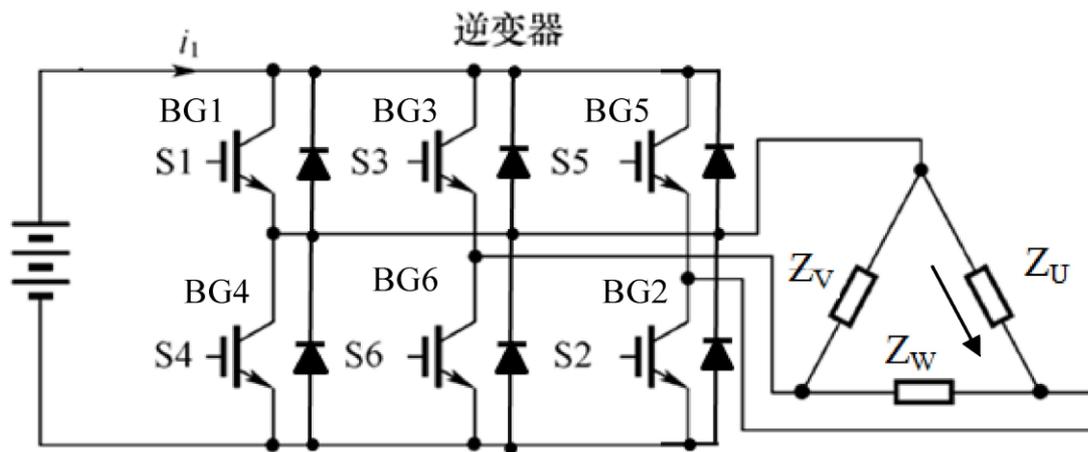
电机控制器 (M C U) 采用斩波电路通过正弦交流电压将三角波调制成宽度可调的脉冲



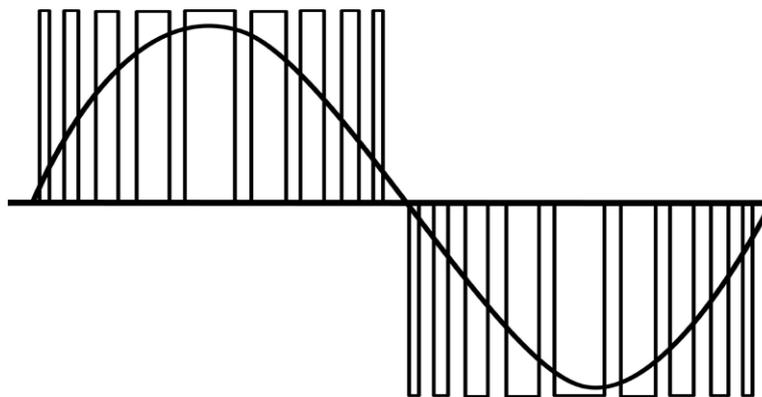
斩波电路及输出波形

如果驱动电机的定子绕组采用三角形连接，电机驱动电路如图所示 斩波电路输出波形作为 I G B T 控制端 S 信号控制功率开关管导通与关断的时刻及时间长度。如果 U 相线圈要获得如图所示方向的电压，则功率开关管 B G 1 和 B G 2 导通其他关断；如果 U 相要获得相反方向的电压则功率开关管 B G 5 与 B G 4 导通其他关断。驱动电机定子绕组电压波形如图所示。图中正弦波为定子绕组。

3 电机控制器构成与功能



电机驱动电路



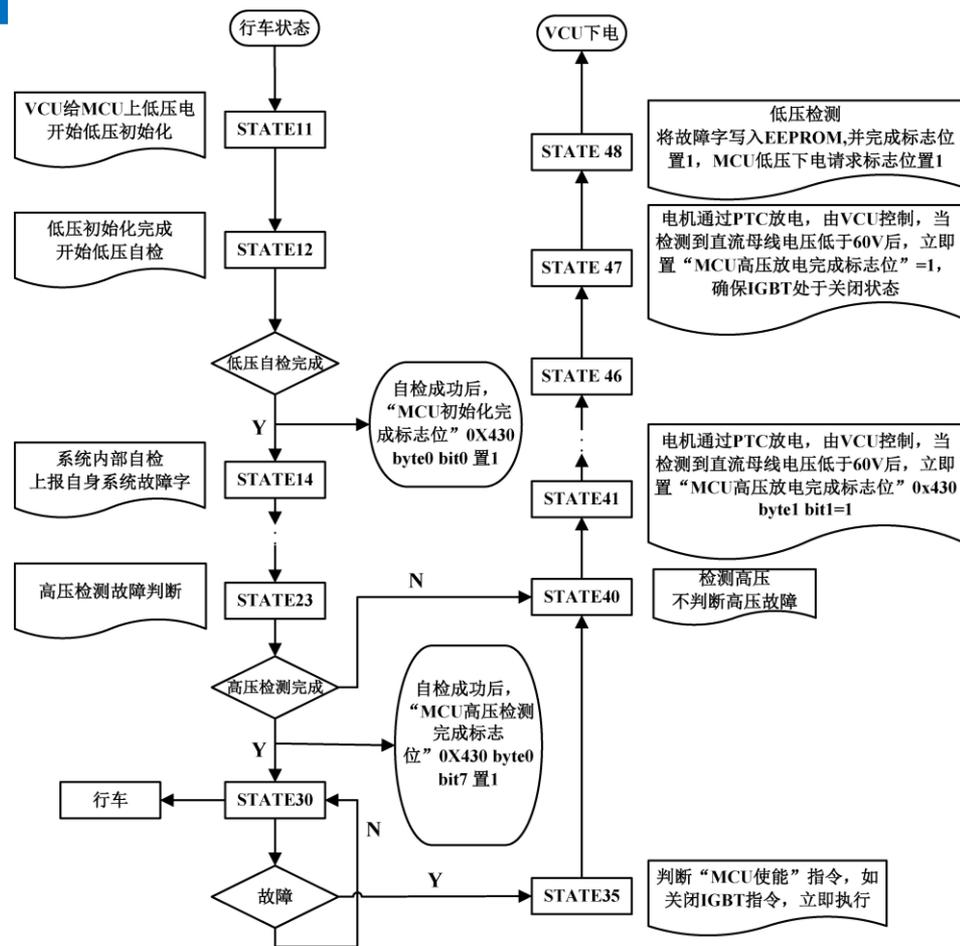
驱动电机定子绕组电压波形

3 电机控制器构成与功能

四、驱动电机控制策略

1. 驱动电机系统上下电控制策略

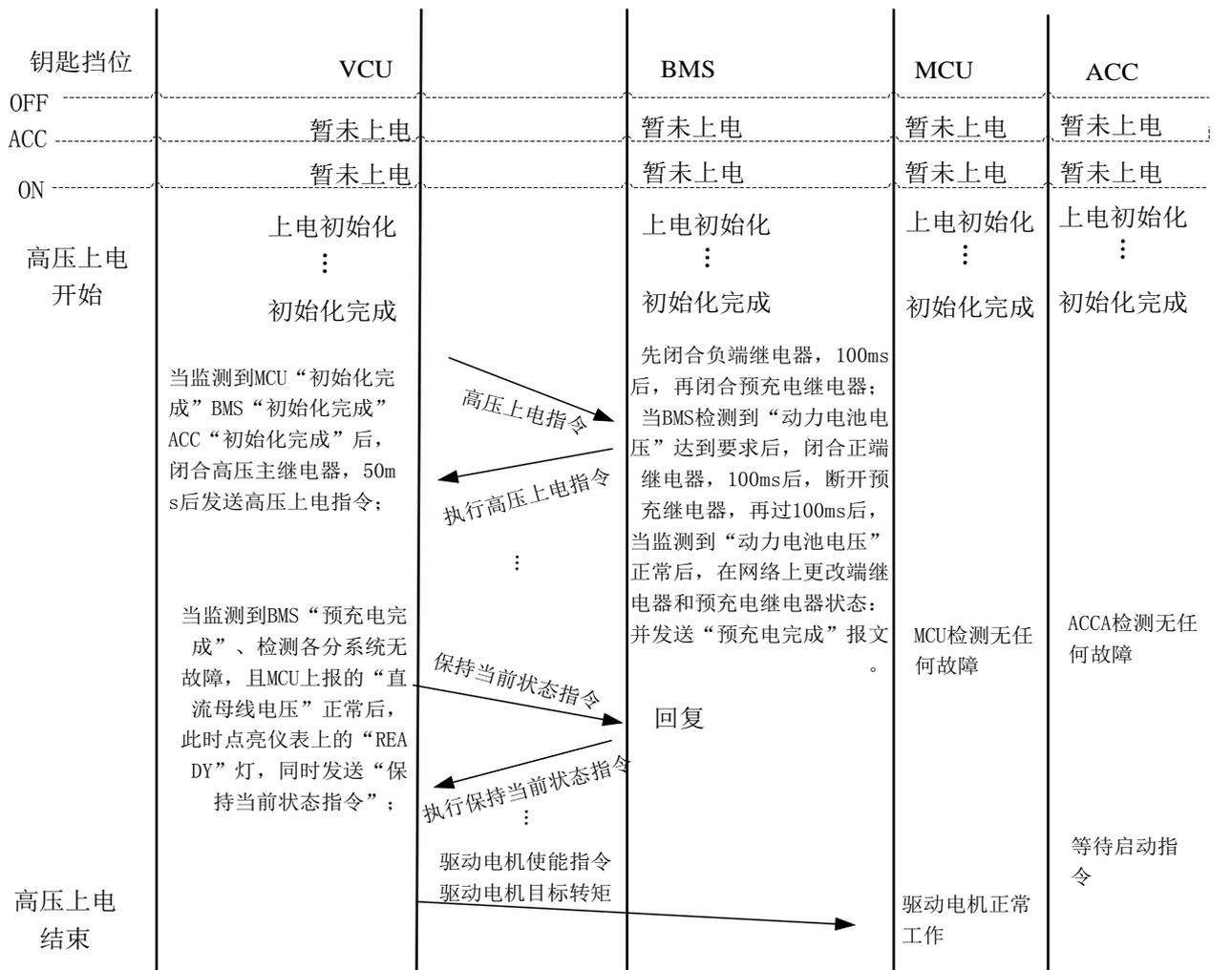
驱动电机系统上下电控制策略，下面以北汽EV200为例介绍驱动电机系统上下电控制策略。EV200采用的是基于STATE机制的驱动电机系统上下电控制策略。基于整车STATE机制上下电策略要求，约束了该机制下MCU在整车上下电过程各STATE中应该执行的动作、需要实现逻辑功能、允许及禁止的诊断等。驱动电机系统上下电控制策略如图所示。



驱动电机系统上下电控制策略

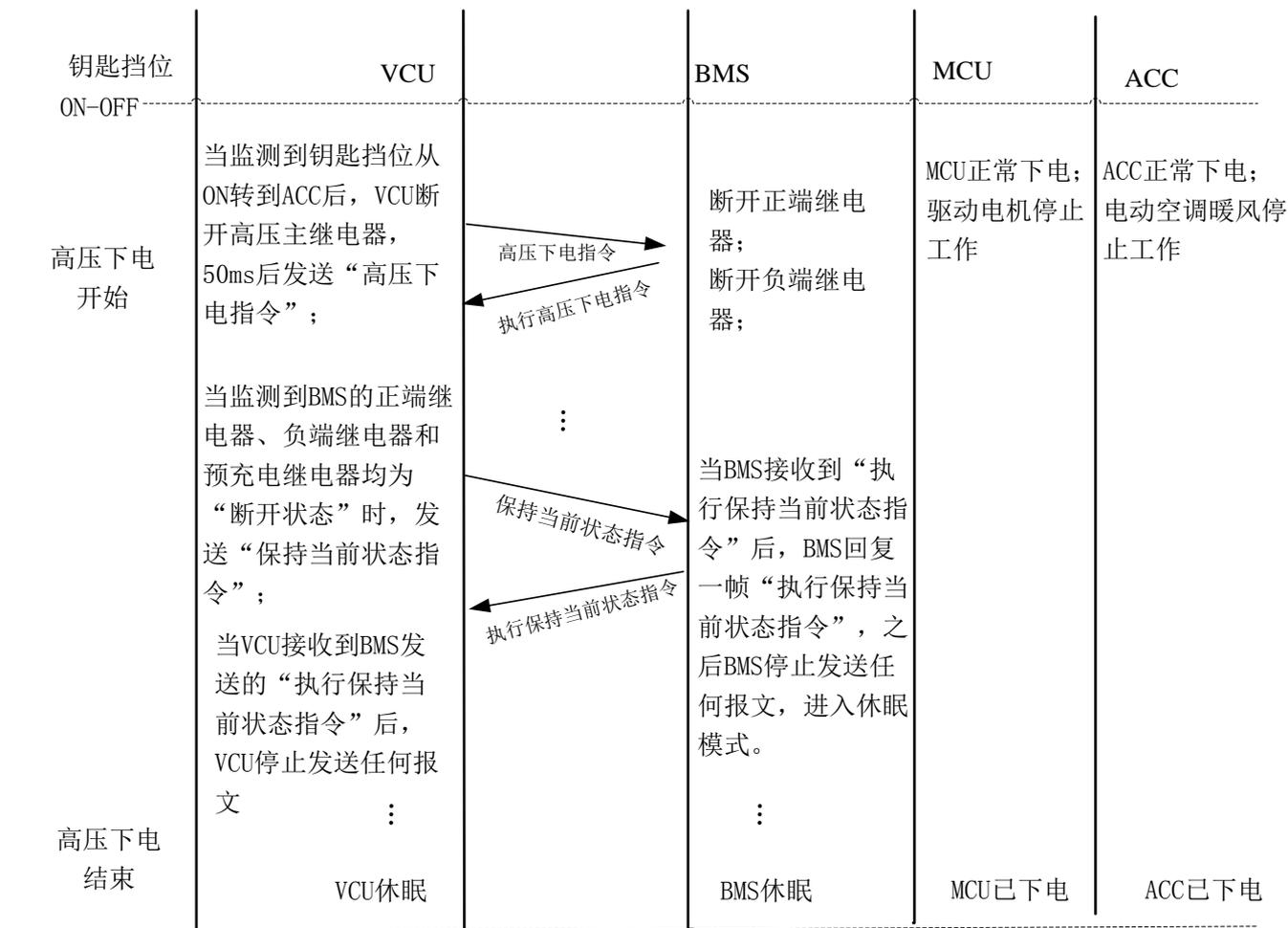
3 电机控制器构成与功能

(1) 驱动电机系统上电流程



3 电机控制器构成与功能

(2) 驱动电机系统下电流程



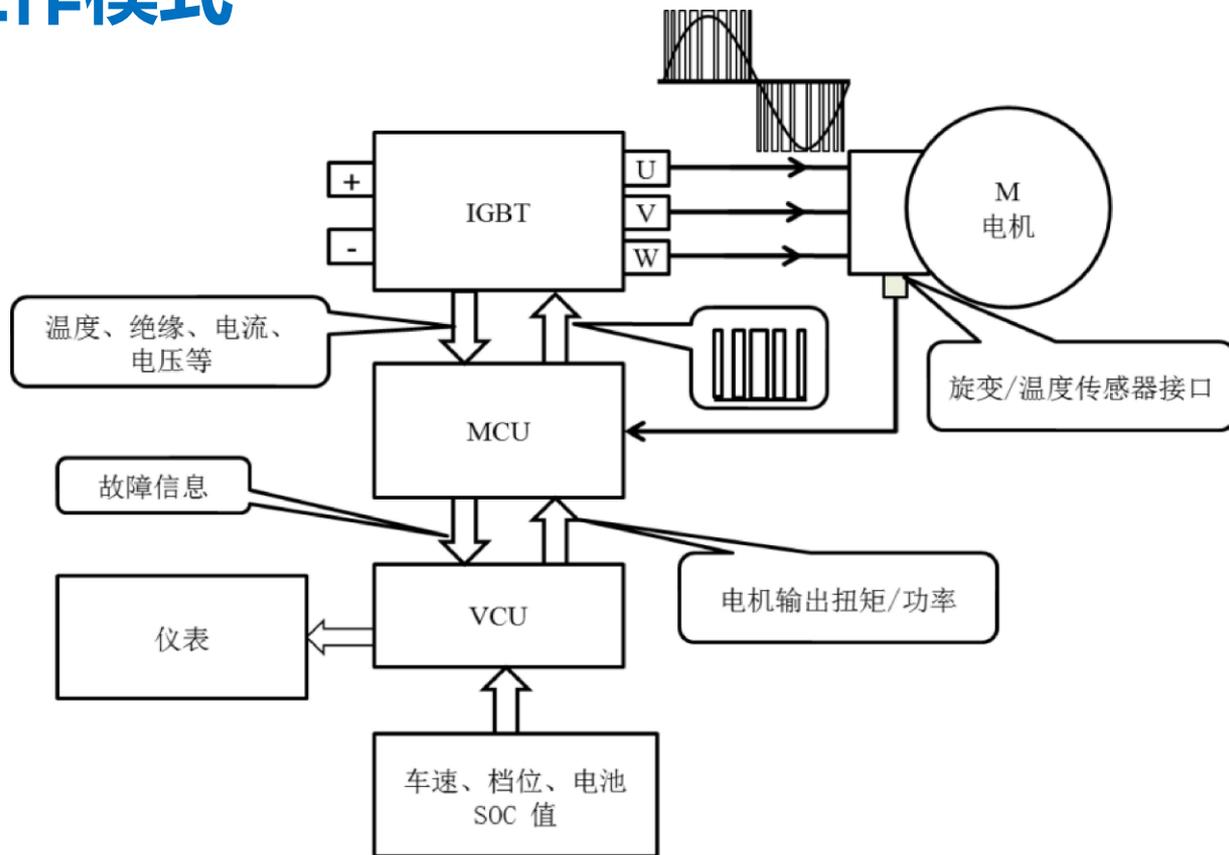
3 电机控制器构成与功能

2 驱动电机系统工作模式

驱动电机系统工作模式主要分为驱动电机系统驱动模式和驱动电机系统发电模式两种。

(1) 驱动电机系统驱动模式

驱动电机系统驱动模式驱动时动力电池提供直流电，经高压分配器到电机控制器，电机控制器中的逆变器将直流电转换为电压频率可调的三相交流电，供给驱动电机，驱动电机将电能变为动能驱动车轮运行。其控制过程如图所示。

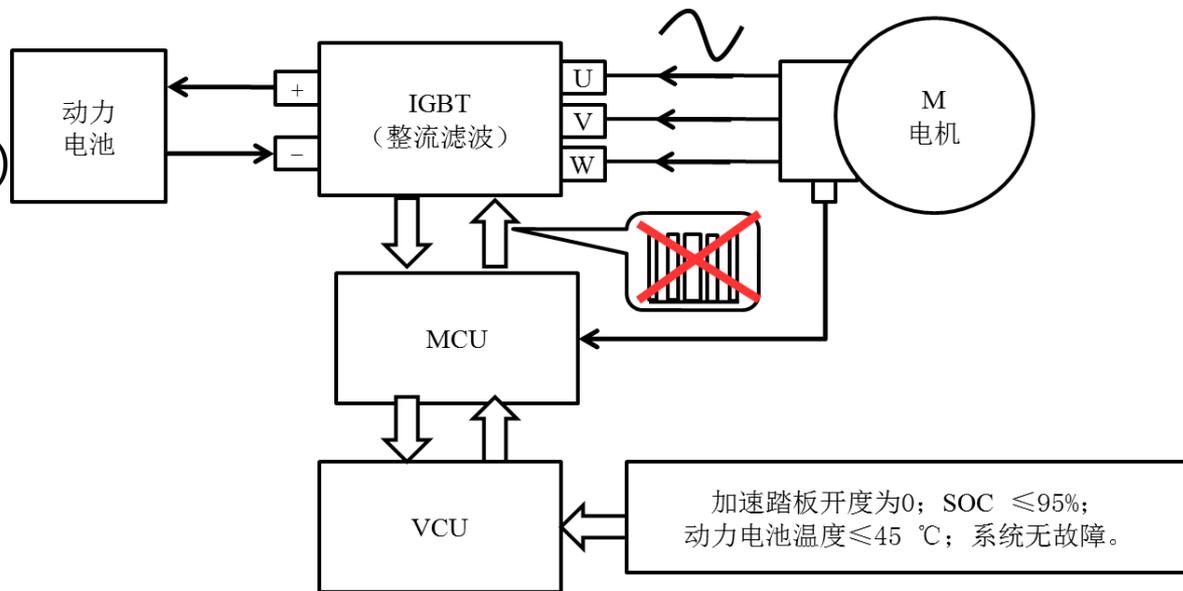


驱动电机系统驱动模式

3 电机控制器构成与功能

(2) 驱动电机系统 发电模式

驱动电机系统发电模式再生制动（能量回馈）时电机做发电机运行把动能变成电能产生三相交流电，逆变器将三相交流电变为直流电，经高压分配器反馈回动力电池，既节约了电能又减少了刹车片的磨损。其控制过程如图所示。



驱动电机系统发电模式

THANKS

驱动电机系统