

第二章 纯电动汽车

动力系统匹配
关键部件选型要求
电机及其控制器

2.0.3 基本组成

1. 车载电源
2. 电池管理系统
3. 驱动电动机
4. 控制系统
5. 车身及底盘
6. 安全保护系统

2.0.3 基本组成

1. 车载电源

● 组成

以动力电池组作为车载电源，用周期性的充电来补充电能。

● 重要性

- ◇ 动力电池组是EV的关键装备，储存的电能量、质量和体积，对EV性能起决定性影响，也是发展EV的主要研究和开发对象。
- ◇ EV发展的症结在于电池，电池技术对EV的制约仍然是EV发展的瓶颈。
- ◇ 建立充电站系统、报废电池回收和处理工厂，是推广EV的关键问题。

2.0.3 基本组成

1. 车载电源

● 发展

(1)第一代EV电池：铅酸电池

◇优点：技术成熟，成本低。

◇缺点：比能量和比功率低不能满足EV续驶里程和动力性能的需求，但进一步发展了阀控铅酸电池、铅布电池等，使铅酸电池的比能量有所提高。

2.0.3 基本组成

1. 车载电源

● 发展

(2)第二代高能电池：镍—镉电池、镍—氢电池、钠—硫电池、钠—氯化镍电池、锂离子电池、锂聚合物电池、锌—空气电池和铝—空气电池等

◇优点：比能量和比功率都比铅酸电池高，大大提高了EV的动力性能和续驶里程。

◇缺点：有些高能电池需要复杂的电池管理系统和温度控制系统，各种电池对充电技术有不同要求。而且电化学电池中的活性物质在使用一定的期限后，会老化变质以至完全丧失充电和放电功能而报废，从而使EV的使用成本高。

2.0.3 基本组成

1. 车载电源

● 发展

(3)第三代电池：飞轮电池、超级电容器

飞轮电池是电能—机械能—电能转换的电池。

超级电容器是电能—电位能—电能转换的电池。

这两种储能器在理论上都具有很大的转换能力，而且充电和放电方便迅速，但尚处于研制阶段。

2.0.3 基本组成

1. 车载电源

● 高压电源

- ◇ 动力电池组提供约155~380V高压直流电。
- ◇ 动力电池组是供电机工作的唯一动力电源。
- ◇ 空调系统的空压机，动力转向系统的油泵和制动系统的真空泵等，也需要动力电池组提供动力电能。

● 低压电源

动力电池组通过DC/DC转换器，供应12V或24V低压电，并储存到低压电池组中，作为仪表、照明和信号装置等工作的电源。

2.0.3 基本组成

2. 电池管理系统

● 管理

◇对动力电池组充电与放电时的电流、电压、放电深度、再生制动反馈电流、电池温度等进行控制。

◇个别电池性能变化后，会影响到整个动力电池组性能，故需用电池管理系统来对整个动力电池组及其每一单体电池进行监控，保持各个单体电池间的一致性。

● 充电

动力电池组必须进行周期性的充电。高效率充电装置和快速充电装置，是EV使用时所必须的辅助设备。可采用地面充电器、车载充电器、接触式充电器或感应充电器等进行充电。

2.0.3 基本组成

3. 驱动电动机

- 驱动电动机是驱动EV行驶的唯一动力装置。

- 类型

直流电动机、交流电动机、永磁电动机和开关磁阻电动机等。

- 再生制动

- ◇ 再生制动是EV节能的重要措施之一。制动时电动机可实现再生制动，一般可回收10%~15%的能量，有利于延长EV行驶里程。

- ◇ 在EV制动系统中，还保留常规制动系统和ABS制动系统，以保证车辆在紧急制动时有可靠的制动性能。

2.0.3 基本组成

4. 控制系统

- EV的控制系统主要是对动力电池组的管理和对电动机的控制。
- 将加速踏板、制动踏板机械位移的行程量转换为电信号，输入中央控制器，通过动力控制模块控制驱动电动机运转。
- 计算动力电池组剩余电量和剩余续驶里程。
- 对整车低压系统的电子、电器装置进行控制。
- 采用各种各样的传感器、报警装置和自诊断装置等，对整个动力电池组—功率转换器—驱动电动机系统进行监控并及时反馈信息和报警。

2.0.3 基本组成

5. 车身及底盘

● 车身

EV车身造型特别重视流线型,以降低空气阻力系数。

● 底盘

◇ 由于动力电池组的质量大,为减轻整车质量,采用轻质材料制造车身和底盘部分总成。

◇ 动力电池组占据的空间大,在底盘布置上还要有足够的空间存放动力电池组,并且要求线路连接、充电、检查和装卸方便,能够实现动力电池组的整体机械化装卸。

2.0.3 基本组成

6. 安全保护系统

● 高压安全

动力电池组具有高压直流电，必须设置安全保护系统，确保驾驶员、乘员和维修人员在驾驶、乘坐和维修时的安全。

● 故障处理

必须配备电气装置的故障自检系统和故障报警系统，在电气系统发生故障时自动控制EV不能起动等，及时防止事故的发生。

2.0.3 基本组成

小结

- 操纵：在操纵装置和操纵方法上继承或沿用内燃机汽车主要的操纵装置和操纵方法，适应驾驶员的操作习惯，使操作简单化和规范化。
- 控制：在EV控制系统中，采用全自动或半自动的机电一体化控制系统，达到安全、可靠、节能、环保和灵活的目的。
- 电池：提高电池的比能量和比功率，实现电池的高能化。
- 电机：采用高效率的电转换系统和高效率的驱动电动机，提高电动机和驱动系统的效率。
- 车身和底盘：采用流线型车身，降低迎风面积和空气阻力系数。采用轻金属材料、高强度复合材料和新型EV专用车身和底盘结构，实现车身和底盘的轻量化，减轻整备质量。采用低滚动阻力轮胎，降低行驶阻力。
- 再生制动：回收再生制动能量，延长行驶里程。

2.0.4 关键技术

1. 驱动电动机的选择及功率匹配

- 电动机应具有良好的转矩—转速特性，一般具有6000~15000r/min的转速。
- 根据车辆行驶工况，驱动电动机可以在恒转矩区和恒功率区运转。
- 驱动电动机应经常保持在高效率范围内运转。在低速—大转矩（恒转矩区）运转范围内效率在0.75~0.85之间，在恒功率运转范围内效率在0.8~0.9之间。

2.0.4 关键技术

2. 动力电池组的选择与特性

3. 减速器传动比的确定

- 由于电动机的转速高，不能直接驱动车辆的车轮，通常在驱动系统中采用大速比的减速器或2档变速器。
- 作用：减速、增扭
- 减速器或变速器中不设置倒档齿轮，倒车是靠电动机的反转来实现。

2.0.4 关键技术

4. 控制系统的设计

- 目标：延长续驶里程

- 续驶里程

- ◇ 续驶里程指电动汽车从动力蓄电池全充满状态开始到标准规定的试验结束时所走过的里程。采用工况法按照一定的工况反复地循环行驶，是EV测定续驶里程的基本方法。

- ◇ 我国颁布的GB/T 18386—2001《电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法》适用于EV最大总质量 $\leq 3500\text{kg}$ ，最高车速 $\geq 70\text{km/h}$ 的EV。

2.0.4 关键技术

4. 控制系统的设计

● 延长续驶里程的方法

- ◇ 选用高比能量的电池。
- ◇ 减少EV在行驶中各个环节中的能量损耗。
- ◇ 减少EV辅助系统的电能消耗，对空调、动力转向等进行自动控制。
- ◇ 设计新EV时，在造型、结构、材料和配件方面，应使 G , f 和 C_D 等尽量降低。

2.0.5 发展趋势

- 当前EV主要向小型化、个性化、家庭化和休闲化方向开辟市场，可适当地降低对动力性能、最高车速和续驶里程方面的要求。
- 世界各国都有各式各样的微型和小型EV在使用。如日本丰田汽车公司E-com微型电动轿车和日产汽车公司的Hypermini微型电动轿车。



**Nissan
Hypermini
(2000)**

2.1 电动汽车驱动系统

2.1.1 组成和结构形式

2.1.2 传统的驱动系统

2.1.3 简化的传统驱动系统

2.1.4 电动机—驱动桥整体式
驱动系统

2.1.5 双电动机驱动系统

2.1.6 内转子电动轮驱动系统

2.1.7 外转子电动轮驱动系统

2.1.1 组成和结构形式

● 组成

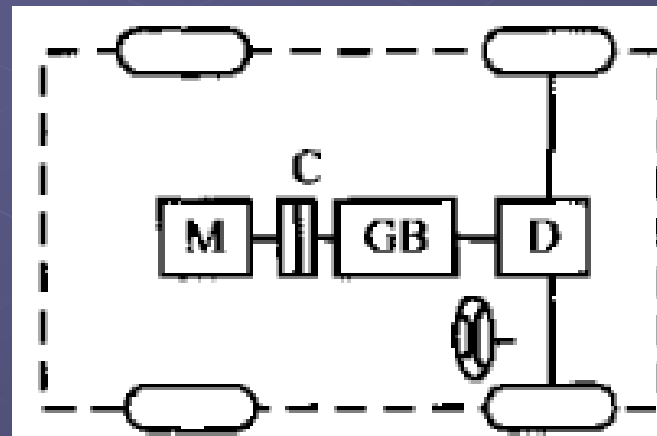


● 结构形式

- ◇ 传统的驱动系统
- ◇ 简化的传统驱动系统
- ◇ 电动机—驱动桥整体式驱动系统
- ◇ 双电动机驱动系统
- ◇ 内转子电动轮驱动系统
- ◇ 外转子电动轮驱动系统

2.1.2 传统的驱动系统

- 电动机替代发动机。
- 仍然采用内燃机汽车的传动系统，包括离合器、变速器、传动轴和驱动桥等总成。
- 有电动机前置、驱动桥前置(F-F)，电动机前置、驱动桥后置(F-R)等各种驱动模式。
- 结构复杂，效率低，不能充分发挥电动机的性能。



M—电动机

C—离合器

GB—变速器

D—差速器

2.1.1 组成和结构形式

● 组成

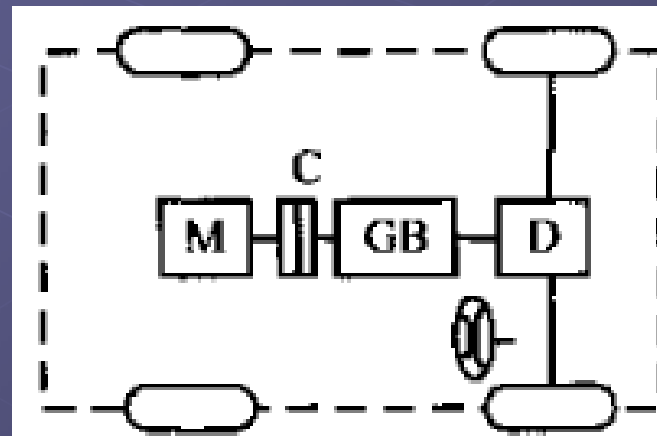


● 结构形式

- ◇ 传统的驱动系统
- ◇ 简化的传统驱动系统
- ◇ 电动机—驱动桥整体式驱动系统
- ◇ 双电动机驱动系统
- ◇ 内转子电动轮驱动系统
- ◇ 外转子电动轮驱动系统

2.1.2 传统的驱动系统

- 电动机替代发动机。
- 仍然采用内燃机汽车的传动系统，包括离合器、变速器、传动轴和驱动桥等总成。
- 有电动机前置、驱动桥前置(F-F)，电动机前置、驱动桥后置(F-R)等各种驱动模式。
- 结构复杂，效率低，不能充分发挥电动机的性能。

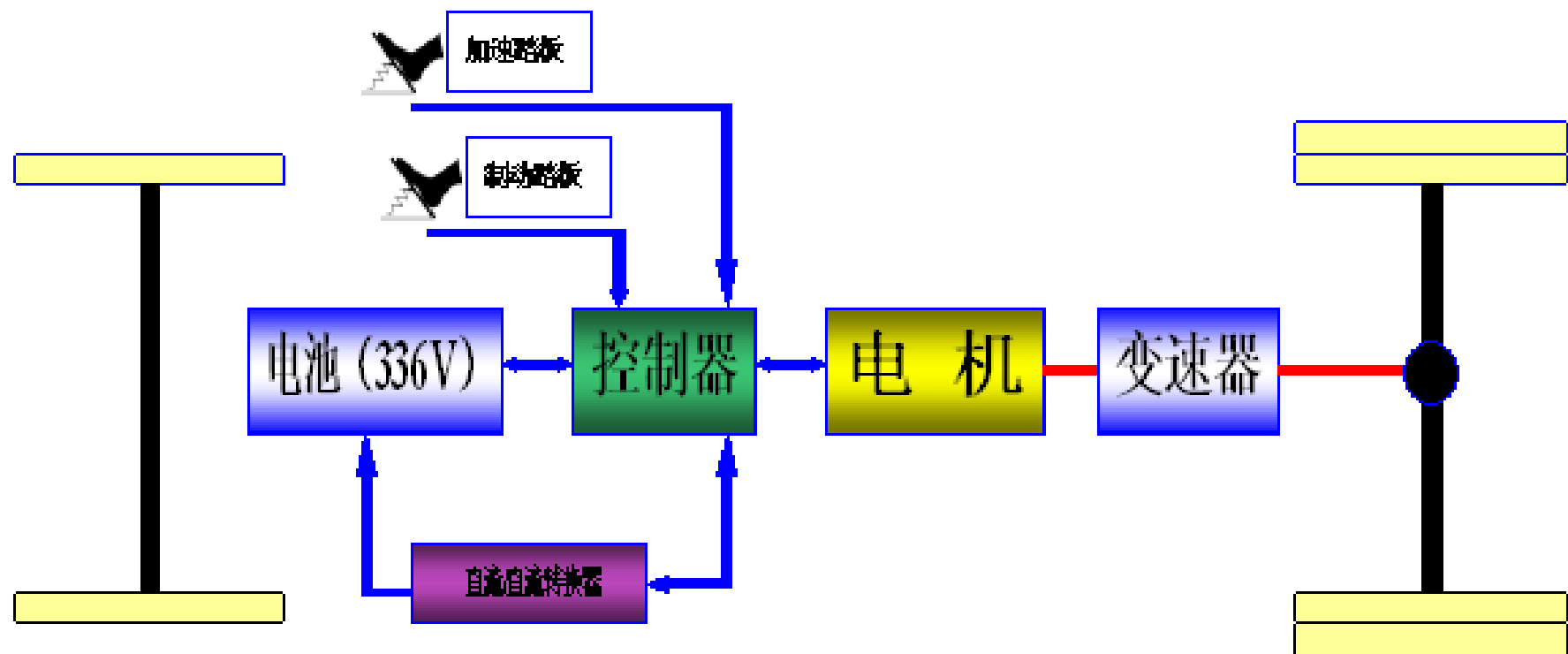


M—电动机

C—离合器

GB—变速器

D—差速器



经典汽车设计理论推导车辆行驶平衡方程

车辆行驶过程中力的平衡方程

根据力的平衡关系，车辆在行驶过程中，有如下的受力平衡方程：

$$F_t = \sum F$$

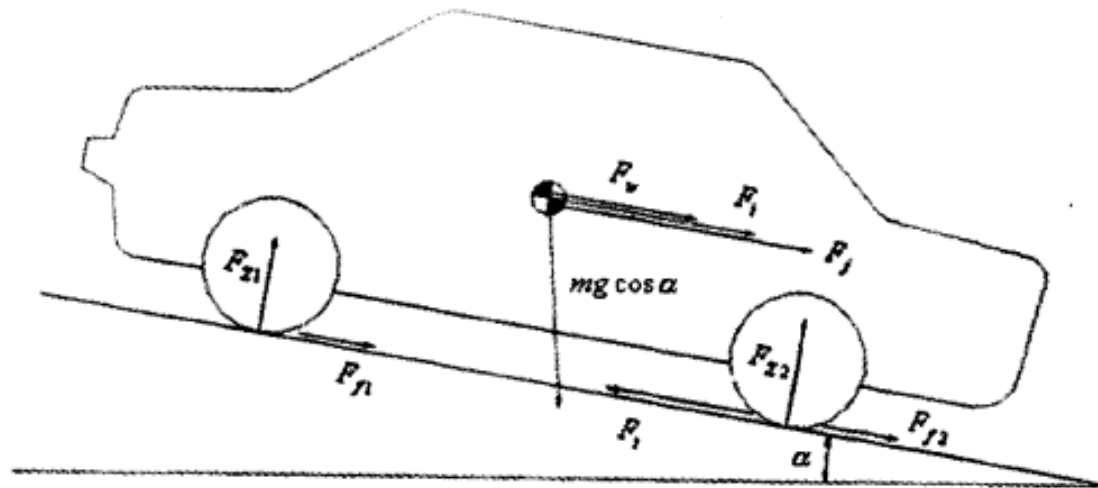
式中： F_t —驱动力；

$\sum F$ —行驶阻力之和。

车辆行驶阻力

首先分析车辆的行驶阻力。

车辆行驶过程中受到的阻力有滚动阻力、空气阻力、加速阻力和坡度阻力



车辆行驶过程中的受力示意图

$$\text{滚动阻力 } F_f = Gf$$

$$\text{空气阻力 } F_w = \frac{1}{2} C_D A \rho u_r^2$$

$$\text{坡度阻力 } F_i = G \sin \alpha$$

$$\text{加速阻力 } F_j = \delta m \frac{du}{dt}$$

$$\text{车辆的驱动力 } F_t = \frac{T_t}{r}$$

式中： T_t —半轴作用于驱动轮上的转矩(N·m)；

r —车轮半径。

令变速器传动比为 i_g ，主减速器传动比为 i_0 ，传动系统的机械效率为 η_T 。令 T_{tq} 为驱动电机输出转矩，则：

$$T_t = T_{tq} i_g i_0 \eta_T$$

$$F_t = \frac{T_{tq} i_g i_0 \eta_T}{r}$$

$$\text{车辆行驶的驱动—附着条件 } F_t \geq F_f + F_w + F_i$$

$$F_t \leq F_z \varphi$$

车辆行驶过程中功率的平衡

车辆行驶时，不仅驱动力和行驶阻力相互平衡，发动机功率和车辆行驶阻力功率也总是平衡的。也就是说，在车辆行驶的每一瞬间，发动机所发出的功率 P_e 总是等于机械传动损失的功率与全部运动阻力所消耗的功率之和。车辆运动阻力所消耗的功率有滚动阻力功率 P_f 、空气阻力功率 P_w 、坡度阻力功率 P_i 以及加速阻力功率 P_j 。即：

$$P_e \eta_T = P_f + P_w + P_i + P_j$$

在纯电动汽车中， P_e 为电动机输出功率(W)。

车辆行驶平衡方程总结

总结以上推导的公式，可得车辆行驶过程中的平衡方程如下：

$$\begin{aligned} F_t &= \frac{T_{iq} i_g i_0 \eta_T}{r} \\ &= Gf + \frac{C_D A u_a^2}{21.15} + G \sin \alpha + \delta m \frac{du}{dt} \\ P_e &= T_{iq} n \\ &= \frac{1}{\eta_T} \left(\frac{G f u_a}{3600} + \frac{G u_a \sin \alpha}{3600} + \frac{C_D A u_a^3}{76140} + \frac{\delta m u_a}{3600} \frac{du}{dt} \right) \end{aligned}$$

对纯电动汽车而言，式中： P_e —电动机输出功率(W)；

n —电动机输出转速。

其中， F_t 满足 $F_t \leq F_{z\phi}$ 的条件。

驱动方程

- 驱动系统的动力输出特性与车辆的动力性能直接相关。驱动系统的动力输出应该满足车辆的动力性要求。在设计电动汽车驱动系统时，为了使电动汽车达到要求的动力性能指标，首先必须建立电动汽车的力学模型，对电动汽车行驶过程中力与功率的平衡进行分析，以得到电动汽车的需求特性场。

主要部件选型

- 设计纯电动汽车首先要进行选型设计，除了车型选择外，电机类型与其性能
- 参数、电池类型与其性能参数、控制方式的选择、电池数量的选择等都是首先要确定的。
- 1 电机功率的选择

主要部件选型

- 电机功率的选择将对电动汽车的动力性和经济性有着重要的影响。对于纯电动汽车用电机，在选择电机的功率时还要考虑以下几个因素：
- a、最高车速。电机的功率必须能满足电动汽车最高车速的功率要求，以保证汽车在良好路面和空载情况下，能获得较高的行驶速度。
- b、加速性能。电机的功率越大，则电动汽车的后备功率就越多，从而其加速性能越好。但过多的后备功率又会增加纯电动汽车不必要的能量消耗。
- c、由于汽车的行驶工况较为复杂，需要电机具有一定的过载能力，即能承受较大的过载电流，能发出高于额定转矩2倍以上的转矩。**3-5倍**

主要部件选型

● 2 电机、电池电压的选择

- 在选择了电机和电池的类型后，就要确定电机的额定电压和电池的电压。在电机功率一定的情况下，电压越高，电流越低，线路功率损失就越小，电池以小电流放电时，可获得较大的容量。但电压过高，又影响电子元器件的性能和安全。

主要部件选型

● 3 电池容量选择

- 众所周知，目前影响电动汽车商品化和实用化进程的关键因素是电动汽车的续驶里程和电池的使用性能(包括电池的充电时间、安全性、价格和使用寿命等)。在选择电池的容量时，既要满足汽车的续驶里程的设计要求，又要考虑整车的空间结构和底盘承载能力。因为选择电池容量过大，电池组所贮存的电能越多，续驶里程相应延长，但电池组的重量增加，整车的整备质量增加，导致行驶阻力也增加，反过来又影响纯电动汽车的续驶里程。

主要部件选型

- 4传动系的传动比的选择
- 汽车在行驶过程中，通过一定的传动比来满足不同行驶工况的需要。传动比起到减速增矩的作用。尽管电机一般都具有较宽的调速范围，但在纯电动汽车的设计过程中要选择合理的传动比，一方面满足不同工况要求，另一方面使得电机在不同工况运转时，尽量处于高效率范围内，以获得较高的转化效率，减小功率损失。

电机及其控制器

- 电动机的基本要求
- 电机的驱动曲线图分析
- 常用电机
- 常用控制结构和控制方法

电动汽车用电机的基本要求

- 采用大功率的电动机来驱动电动汽车与采用小功率的电动机相比，具有电阻小、效率高、比能耗低、动力性能好等优点。在确定电动汽车所采用的电动机时，其性能必须充分满足电动汽车不同行驶工况的要求。因此其性能要求有：
 - 1、要有较大的起动转矩来保证电动汽车的良好起动和加速性能；爬坡、频繁启/停的要求，通常电机的过载系数应达3~4。
 - 2、要有较宽的恒功率范围，保证电动汽车具有高速行驶的能力，电动机的过载系数应达到2-3倍；

电动汽车用的电动机的基本要求

- 3、要有较大范围的调速功能，在低速时具有较大的转矩，在高速时具有高功率，能够根据驾驶员对加速踏板的控制，随即地调整电动汽车的行驶速度和相应的驱动力；
- 4、具有良好的效率特性,在较宽的转速/转矩范围内,获得最优的效率,提高一次充电后的持续行驶里程,一般要求在典型的驾驶循环区,获得85%~93%的效率。
- 5、再生制动时的能量回收率高。
- 6电动机的外形尺寸要求尽可能小，质量尽可能轻；
- 7电动机的可靠性好，耐温和耐潮性能强，能够在较恶劣的环境下长期工作，运行时噪音低，维修方便。
- 8 价格低

供应特性场还受到以下三个极限条件的限制：

(1) 车辆最高车速或驱动系统最高转速的极限；

(2) 第二个极限是由驱动系统的任务决定的，即任一车速下所能提供的最大功率 P_{\max} 。理想情况下， $P_{\max} = \text{常数}$ 。由于

$$P_i = F_i \cdot u$$

可见，在该极限条件下，牵引力与车速之间为双曲线函数关系，这一双曲线被称为“理想牵引力双曲线”；

(3) 第三个极限条件是由附着条件确定的，

由以上三个极限条件就可把供应特性场圈划出来，供应特性场内的每一点都是应该能够到达的。图 是车辆驱动系统理想供应特性场。本文的研究对象是电动汽车的电机驱动系统，不考虑制动的情况，因此只考虑特性场的第一象限。

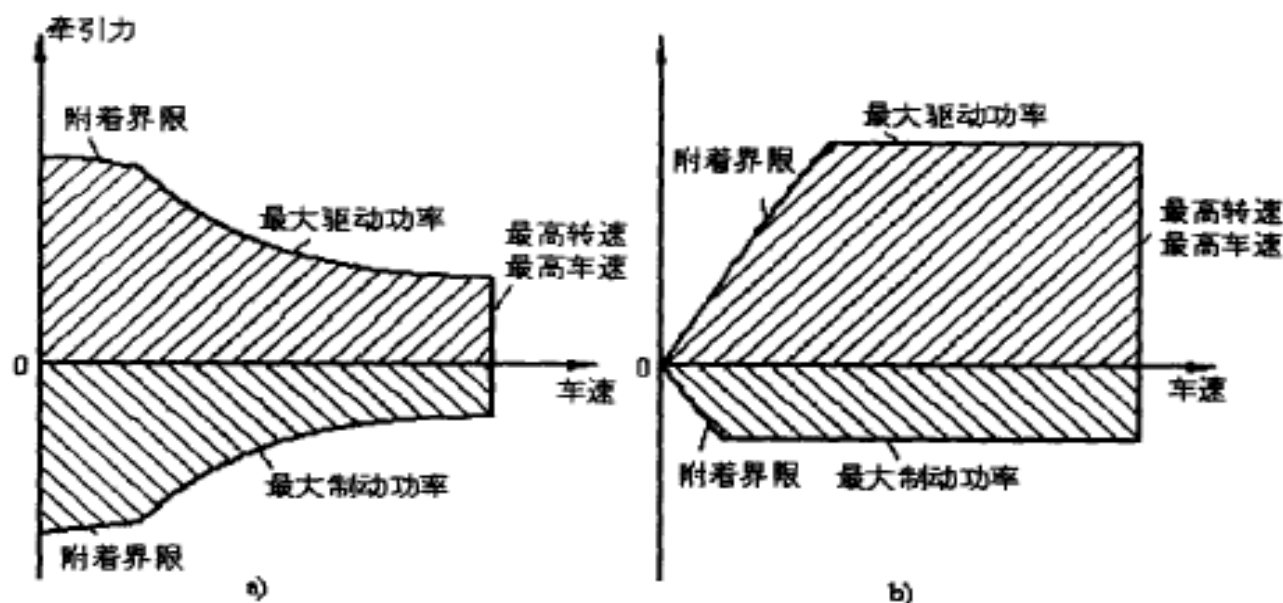
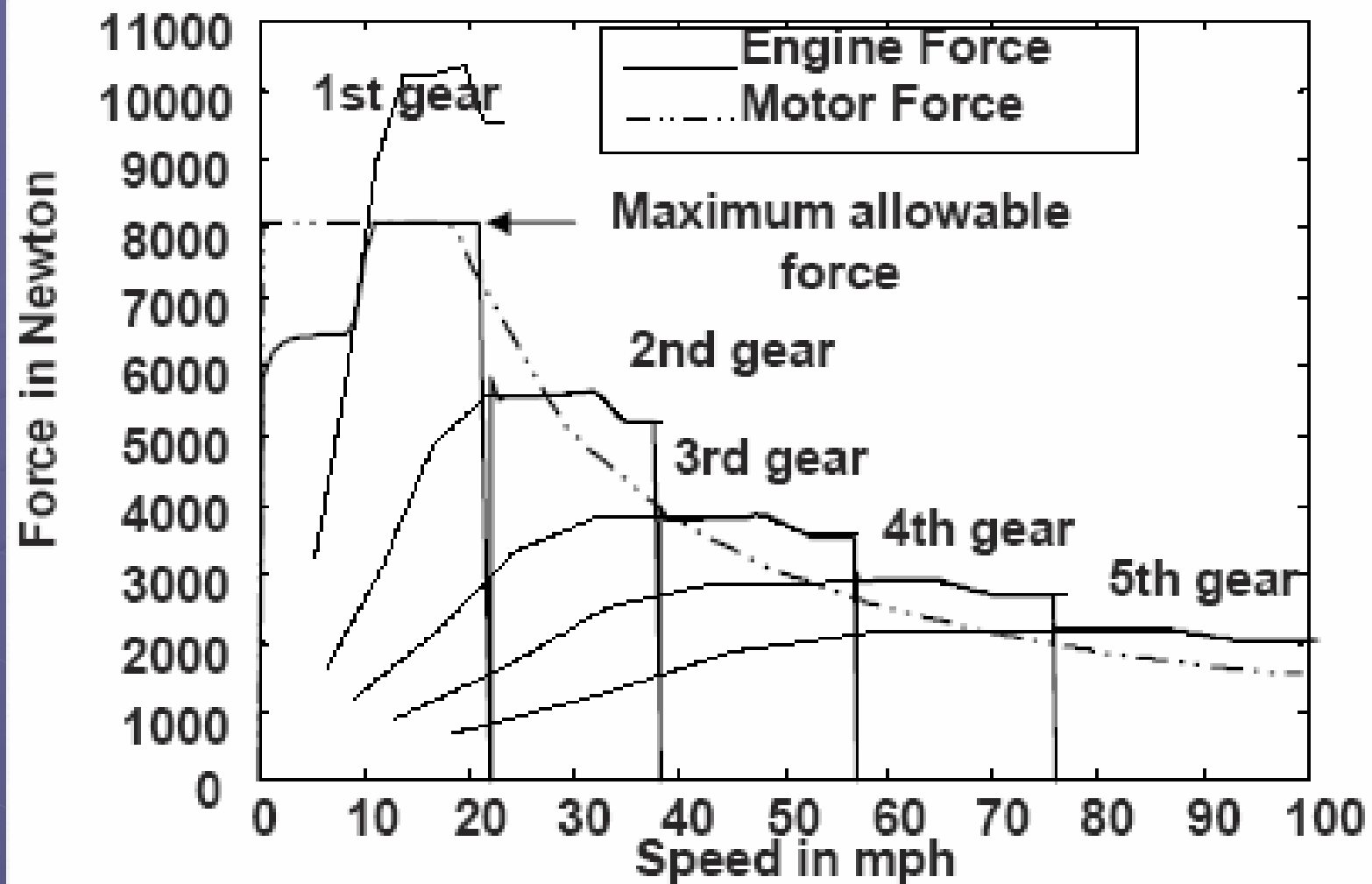
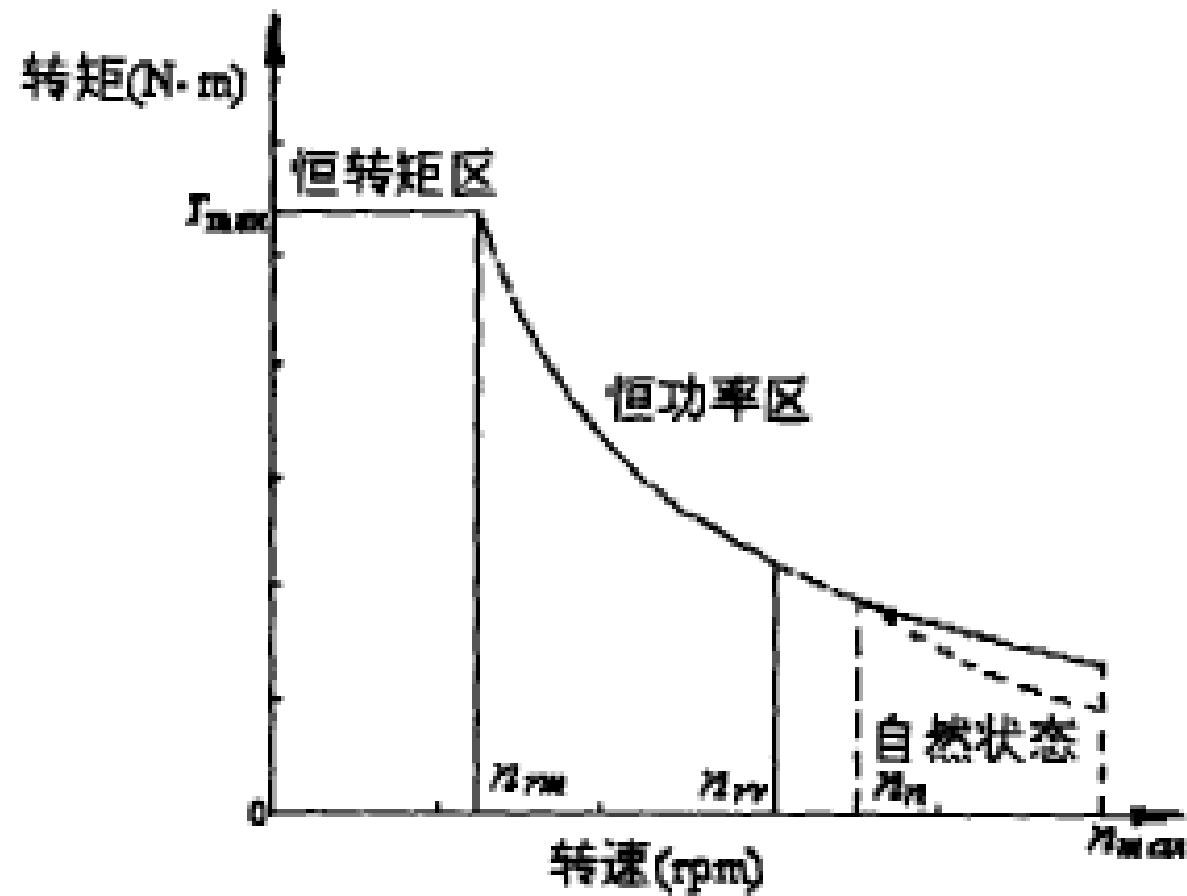


图 驱动系统理想的供应特性场

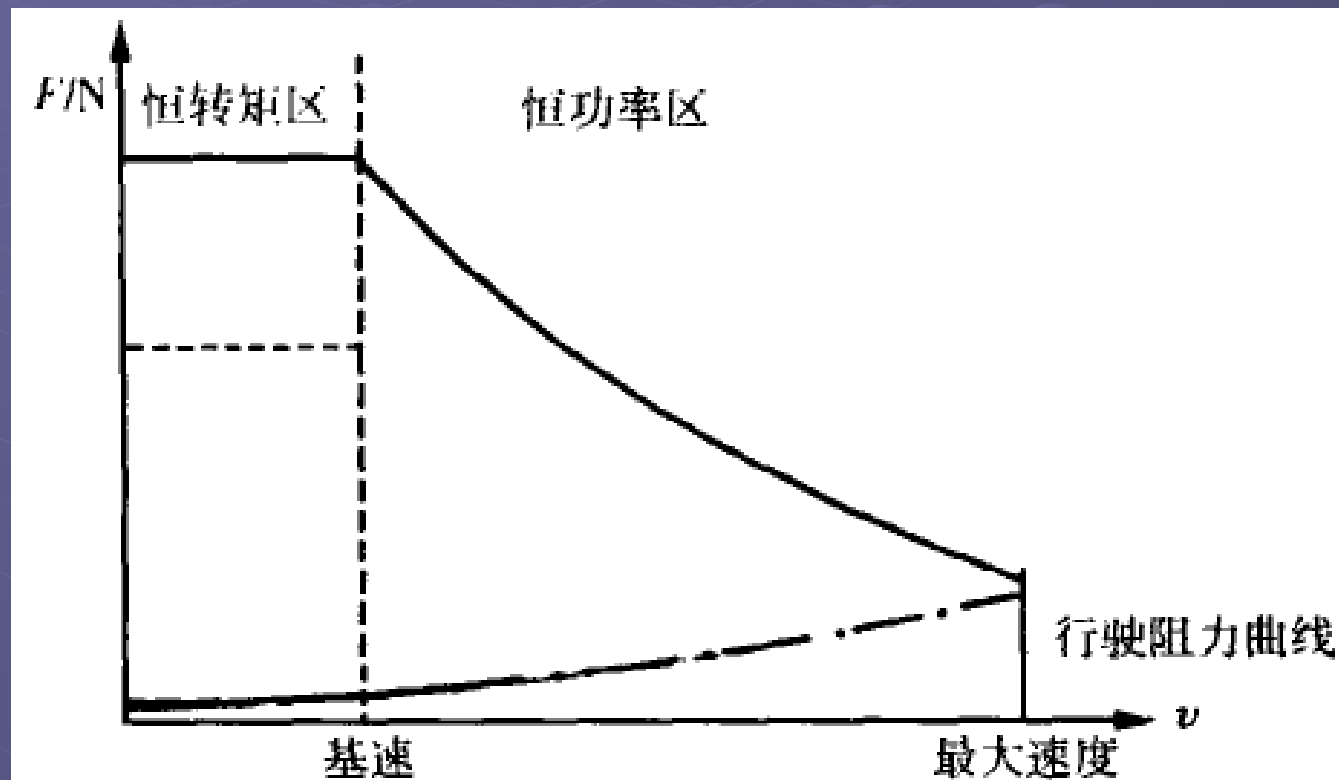


Typical Vehicle Drive Characteristics



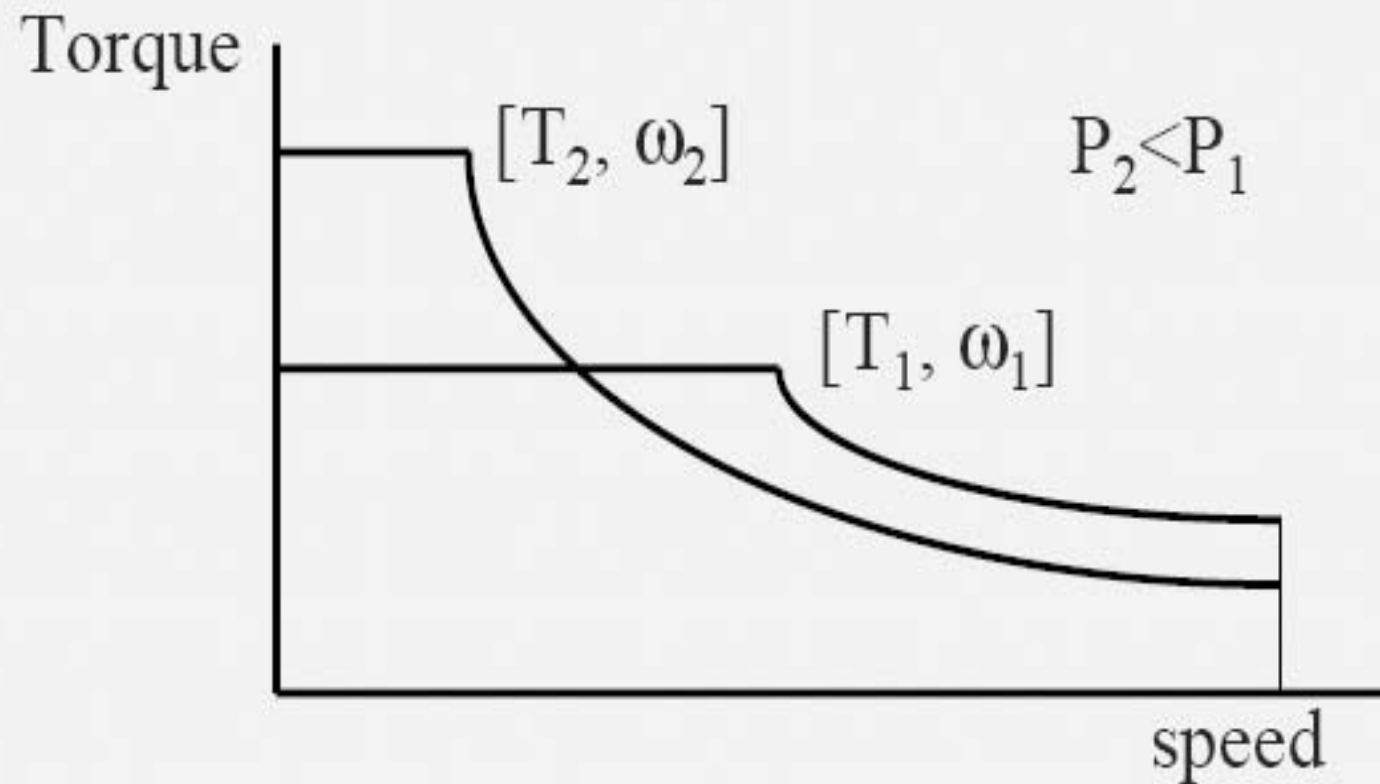
电动汽车驱动电机的典型转速—力矩曲线

电动车驱动力与行驶阻力平衡图

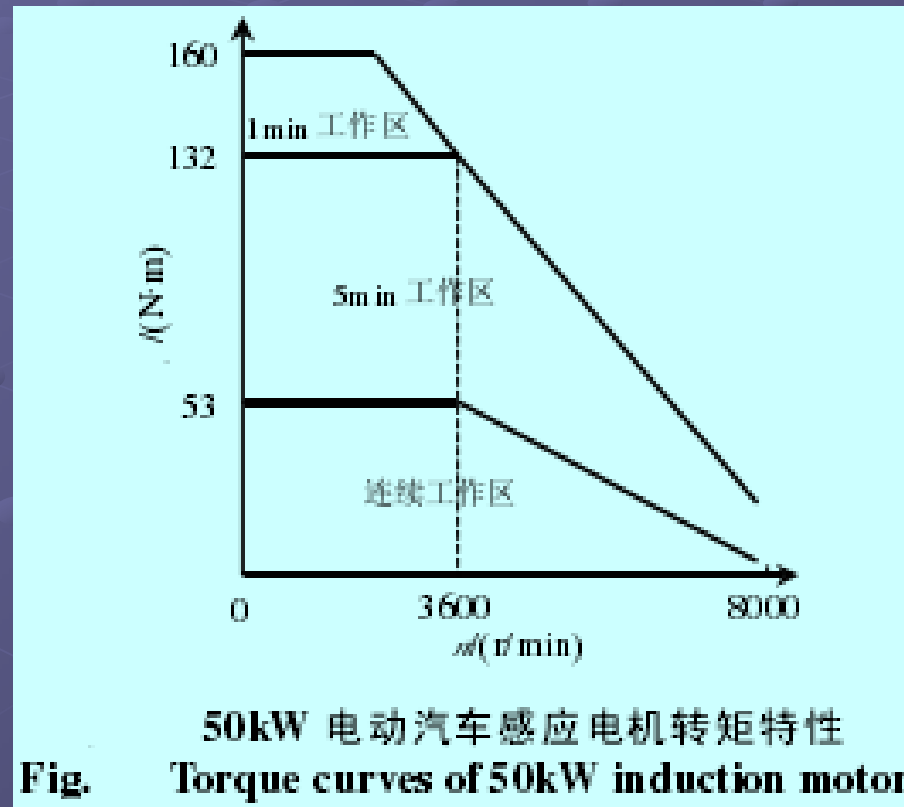


Traction

- Extended speed constant power operation minimizes power requirement of the propulsion system.



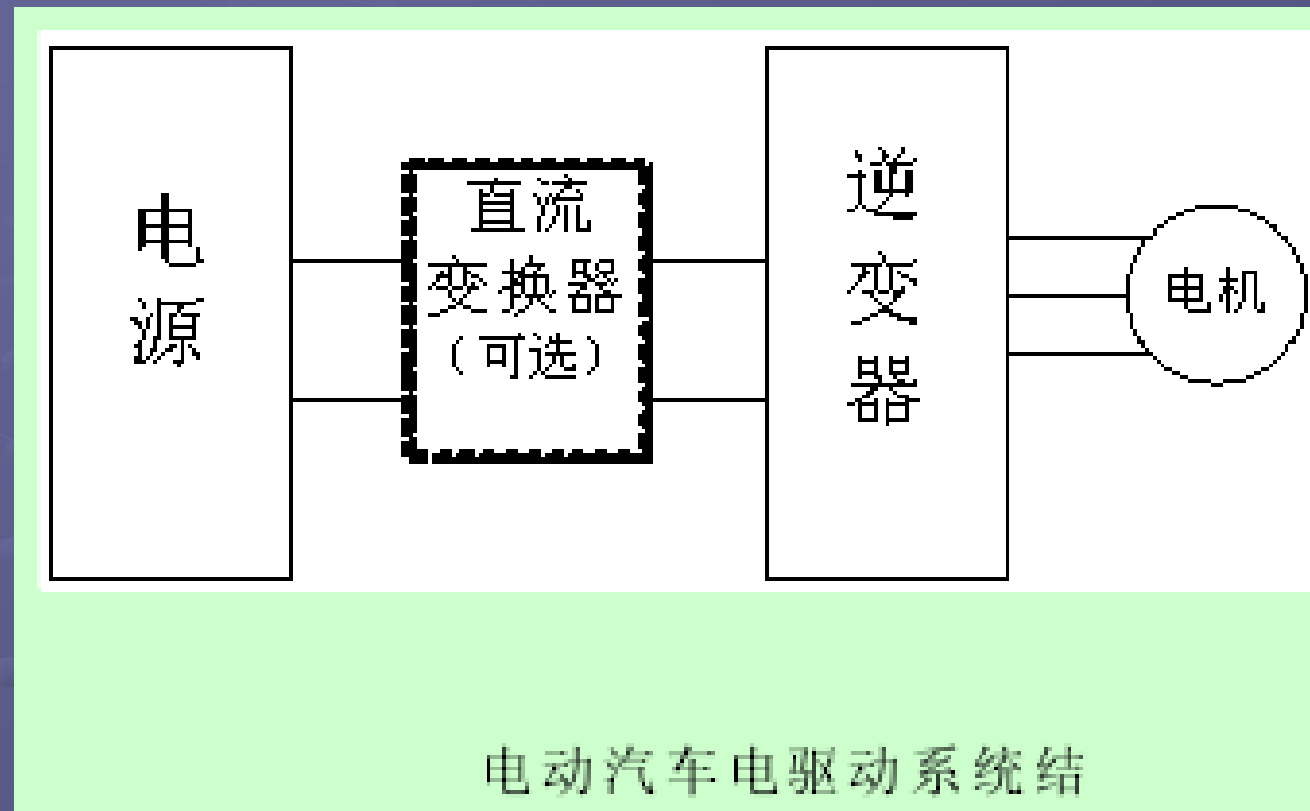
- 1994年美国通用汽车公司向重庆电机厂订购电动汽车用50kW交流感应电机时，提出的电机必须满足的转矩特性图



电机及其控制技术

- 纯电动汽车是利用电动机将电能转化为机械能来实现驱动的。
- 电机的种类多、用途广、功率覆盖面非常大。
- 车辆行驶的路面工况较复杂，所以作为电动汽车用的电动机的功率必须要适应这种复杂工况的要求。
- 对于不同的电机，采用的控制理论不同，其控制方法也各异。

控制结构图



直流电机—标准斩波驱动系

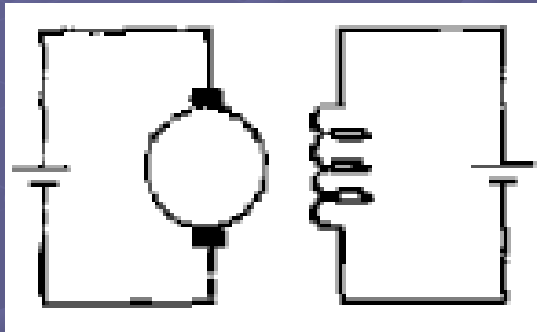
- 直流电机结构简单，技术成熟，具有交流电动机所不可比拟的优良电磁转矩控制特性，直到20世纪80年代中期，仍是国内外电动汽车用电机的主要研发对象。
- 但是，直流电动机价格高、体积和质量，因此在电动汽车上的应用受到了限制。

2.2.3 直流电机

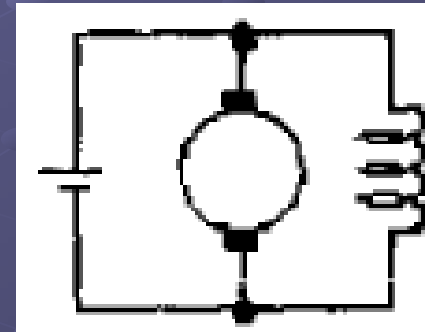
● 分类

- ◇ 永磁直流电机
- ◇ 励磁绕组直流电机

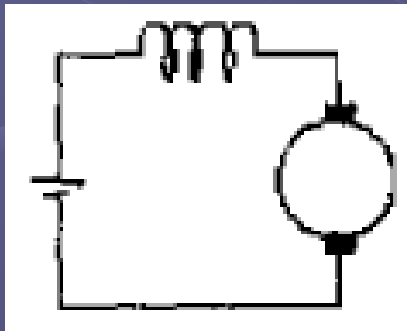
它励



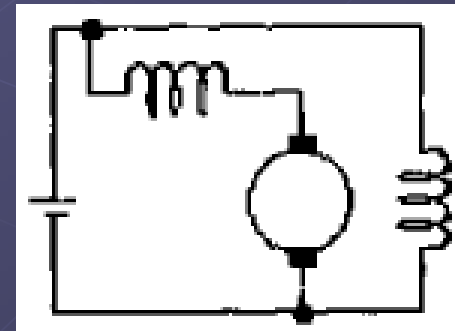
并励



串励
(多用于
电动车)



复励



2.2.3 直流电机

● 优点

具有优良的电磁转矩控制特性，控制装置简单、价廉。

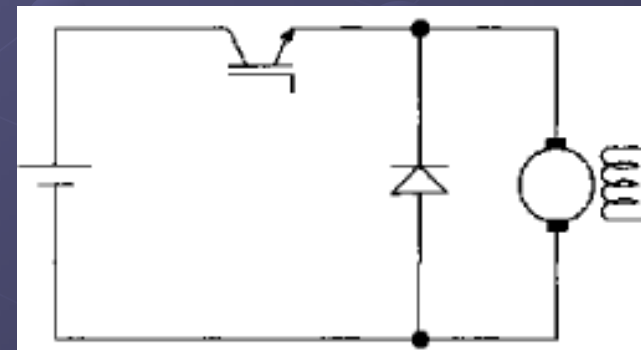
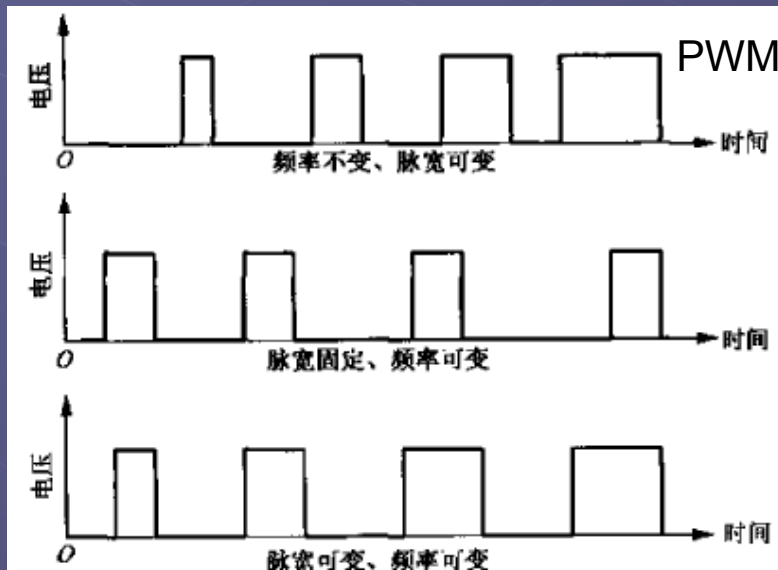
● 缺点

效率较低、质量大、体积大、可靠性低(有换向器和电刷)。

● 控制系统

斩波器是在直流电源与直流电机之间的一个周期性的通断开关装置。

直流斩
波器控
制下的
输出电
压



一象限
直流斩
波控制

2.2.4 感应电机

● 分类

- ◇ 绕线式感应电机
- ◇ 鼠笼式感应电机：多用于电动车

● 优点

效率高、结构简单、坚实可靠、免维护、体积小、重量轻、易于冷却(可直接向定子和转子喷油)、寿命长、能有效的实现再生制动等。

● 控制方法

脉冲宽度调节(PWM); 变频变压调节(VFVV); 矢量控制调节(VC); 直接转矩控制(DSC)

2.2.5 永磁电机

- 优点

高质量比功率，高效率等。

- 缺点

控制系统复杂，成本高，功率范围较小等。

永磁同步电机驱动系

- 永磁无刷电动机可以分为由方波驱动在无刷直流电动机系统((BLDCM)和由正弦波驱动在无刷直流电动机系统(PMSM)，其中以永磁同步电机应用最为广泛目前，由日本研制的电动汽车主要采用这种电机。如丰田的**Prius**混合动力汽车。它们都具有较高的功率密度，其控制方式与感应电机基本相同，因此在电动汽车上得到了广泛的应用，是当前电动汽车专用电动机的研发热点。
- **BLDCM**系统不需要绝对位置传感器，一般采用霍尔元件或增量式码盘。**PMSM**系统需要绝对式码盘或旋转变压器等转子位置传感器，这类电机具有较高的能量密度和效率，其体积小、惯性小、响应快，非常适用于电动汽车的驱动系统，有极好的应用前景。

2.2.6 开关磁阻电机

● 优点

- ◇ 高起动转矩、低起动电流
- ◇ 高效率、低损耗
- ◇ 电机结构简单，适应于高速运转，成本低
- ◇ 电机功率电路简单
- ◇ 可靠性好
- ◇ 良好的适应性

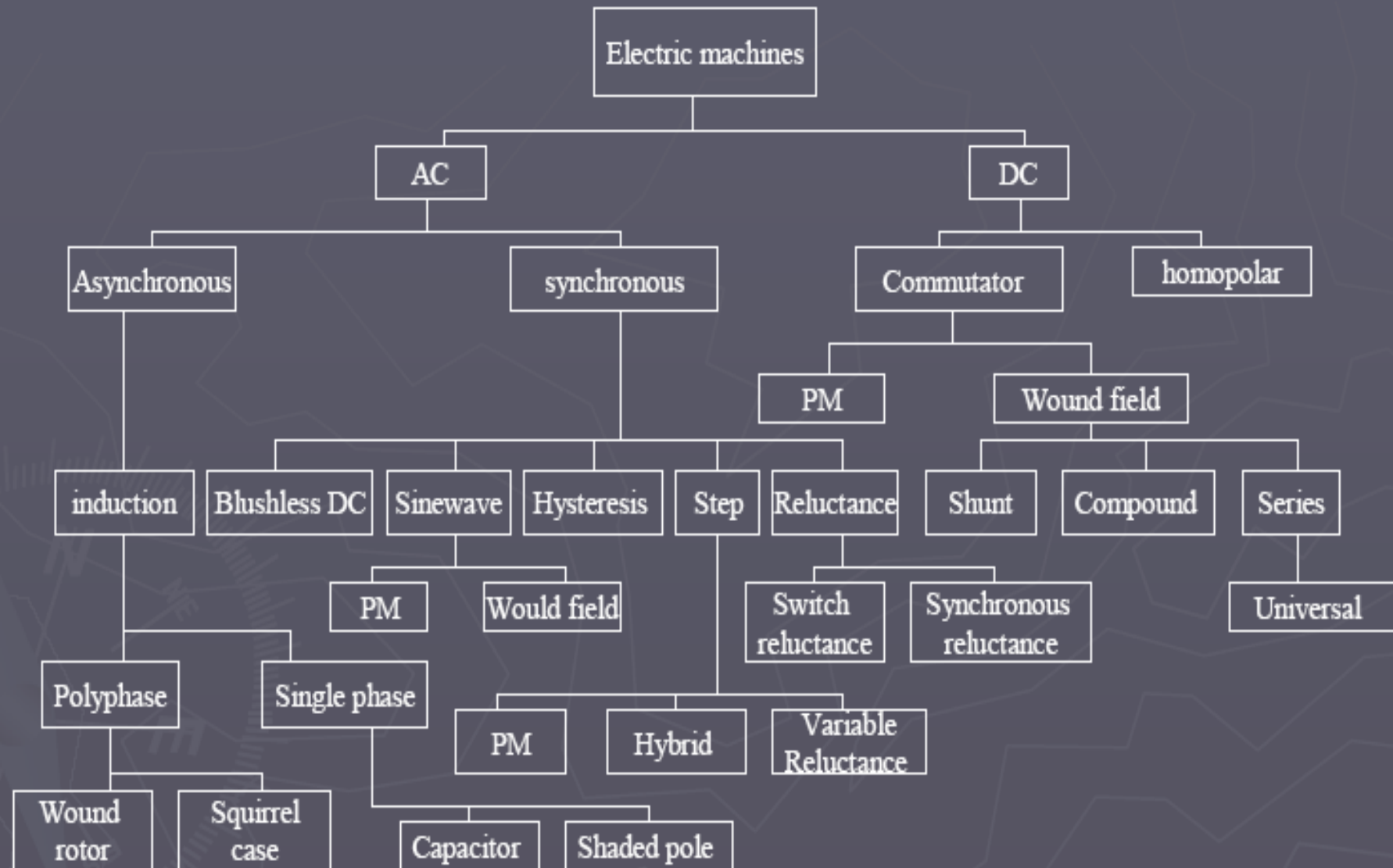
● 缺点

控制系统复杂，输出转矩波动较大，振动大、噪声大等。

汽车专用电机驱动

- 目前汽车专用电机驱动系主要有三大驱动系直流电机驱动系、永磁同步电机驱动系、交流感应电机驱动系。

•Electric machines and drives



电机及驱动系统比较

	直流电机 (DM)	异步电机 (IM)	永磁无刷电机 (PMBLM)	开关磁阻电机 (SRM)
优点	控制简单, 只用电压控制, 不需要检测磁极位置, 小容量系统造价低	结构简单, 造价低廉, 可高速运行, 调速范围大, 转动惯量小, 维护简单。技术成熟	体积小, 重量轻, 功率密度大, 低速输出转矩大, 效率高, 维护简单	结构简单, 牢固。效率高, 启动转矩大, 价格低, 免维护
缺点	有整流电刷, 结构复杂, 不适合高速、大转矩运行, 效率低, 环境适应性差, 维护难, 容量增大, 造价大幅增加且制动困难	控制复杂, 容量小时效率降低, 制动困难	高速运行较复杂,, 需检测转子磁极位置, 永磁体有退磁问题, 造价较高	噪音大, 输出转矩脉动大

表 现代电动汽车驱动电动机的基本性能比较

项 目	直流电动机	感应电动机	永磁无刷直流电动机	开关磁阻电动机
功率密度	低	中	高	较高
峰值效率/%	85~89	90~95	95~97	<90
负荷效率/%	80~87	90~92	85~97	78~86
转速范围/(r/min)	4 000~8 000	12 000~15 000	4 000~10 000	>15 000
可靠性	一般	好	优秀	好
结构的坚固性	差	好	一般	优秀
电机的外形尺寸	大	中	小	小
电动机的质量	重	中	轻	轻
电动机成本/(美元/kW)	10	8~10	10~15	8~10
控制操作性能	最好	好	好	好
控制器成本	低	高	高	一般

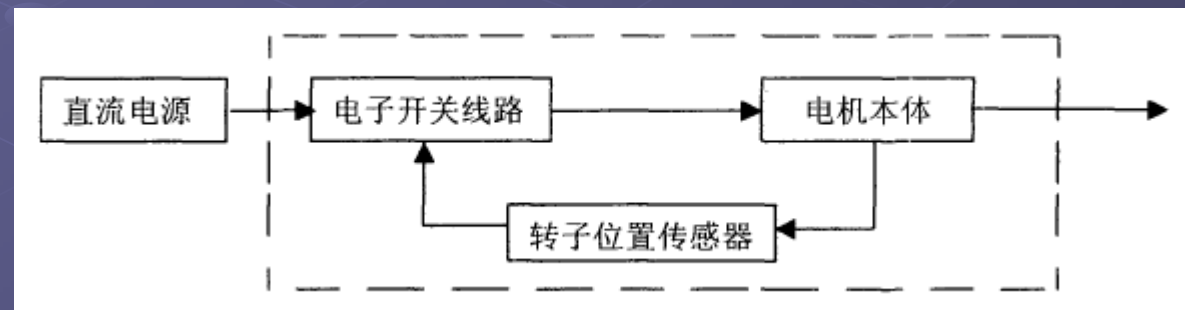
2.2.7 各种电机的比较

● 驱动电机的基本性能比较

项目	直流电机	感应电机	永磁电机	开关磁阻电机
比功率	低	中	高	较高
峰值效率(%)	85~89	94~95	95~97	90
负荷效率(%)	80~87	90~92	85~97	78~86
功率因数(%)	-	82~85	90~93	60~65
恒功率区	-	1:5	1:2.25	1:3
转速范围(r/min)	4000~6000	12000~15000	4000~10000	可>15000
可靠性	一般	好	优良	好
结构的坚固性	差	好	一般	优良
电机外廓	大	中	小	小
电机质量	大	中	小	小
电机成本 (\$/kW)	10	8~12	10~15	6~10
控制操作性能	最好	好	好	好
控制器成本	低	高	高	一般

无刷直流电机系统框图

- 根据控制信号的不同，永磁同步电机可以分为两种。一种是基于方波驱动的永磁同步电机，又称为无刷直流电机，简称为BLDCM;一种是基于正弦波驱动的永磁同步电机，简称为PMSM



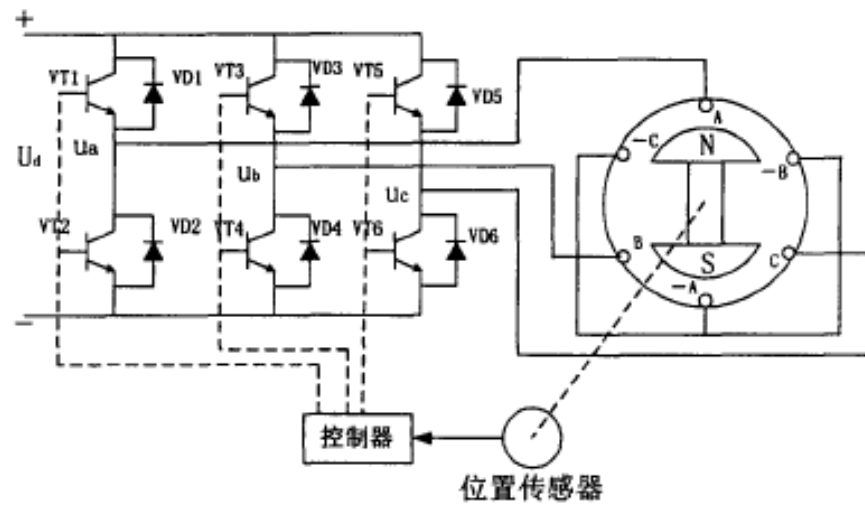


图 1-1、无刷直流电机原理框图

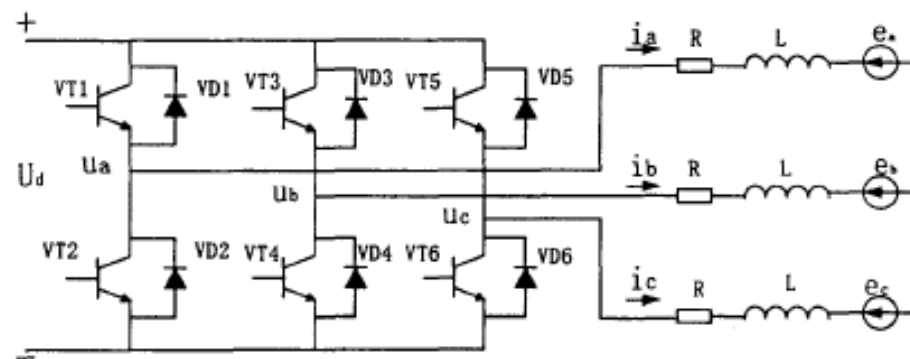
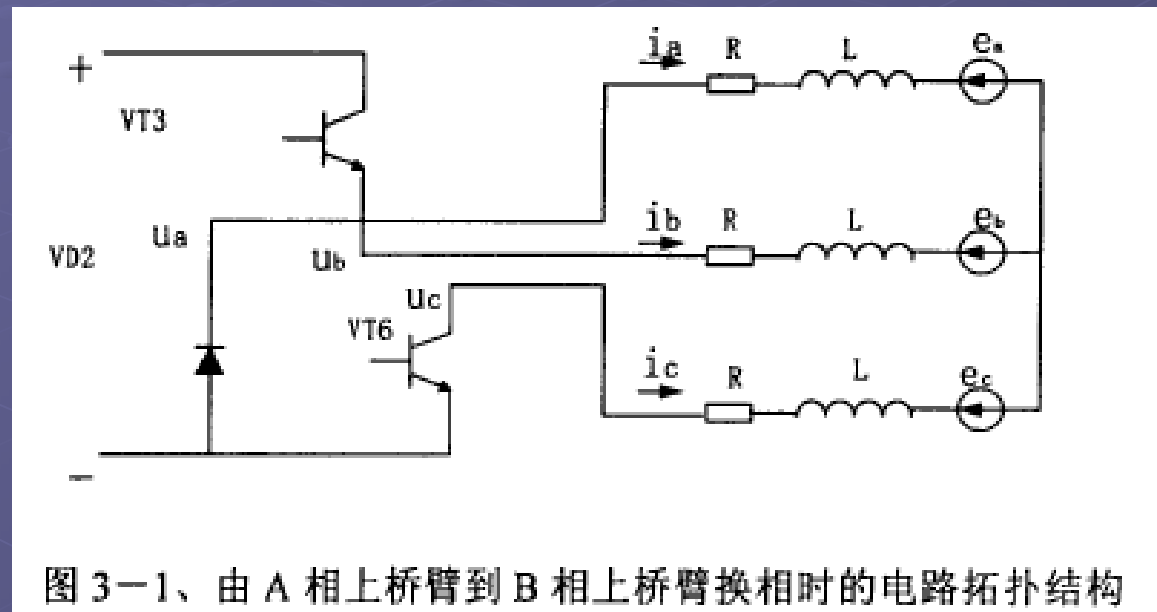


图 1-2、无刷直流电机等效电路图



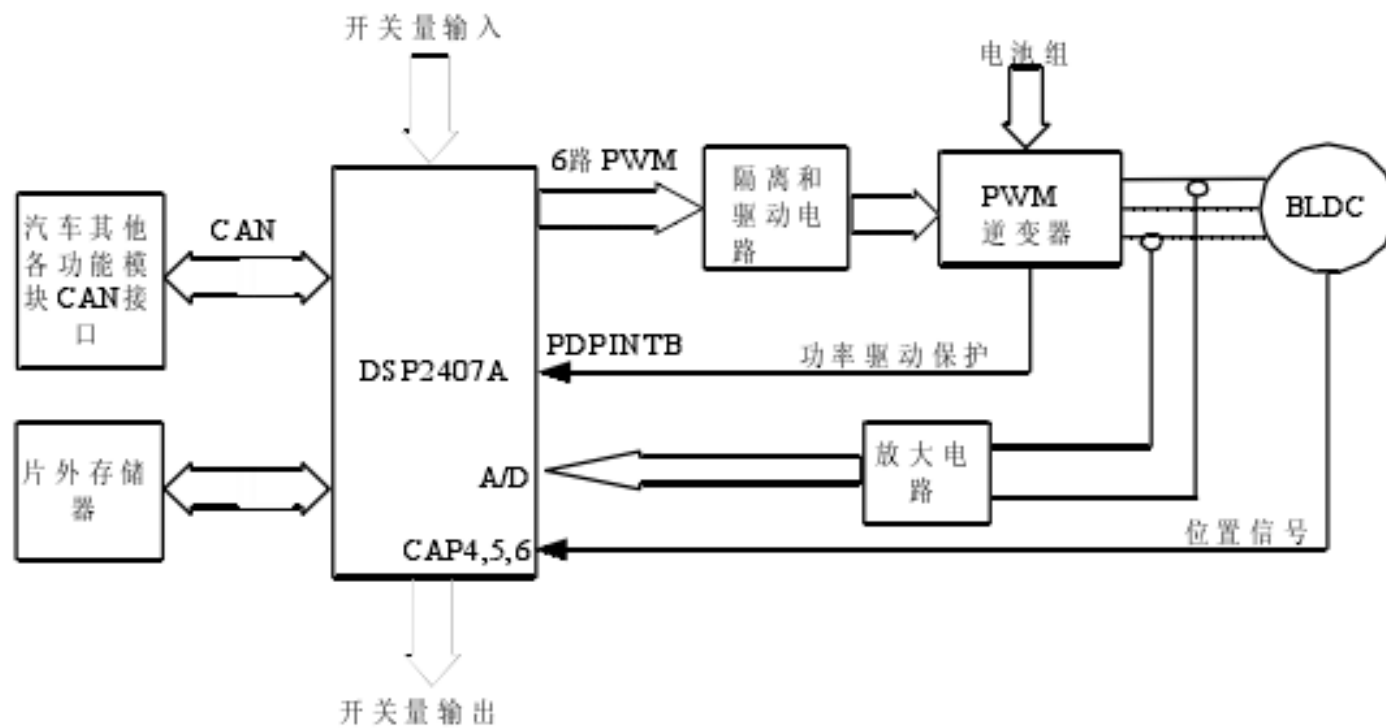


图 3.1 电机控制系统硬件结构图

Fig 3.1 Motor control system hardware framework

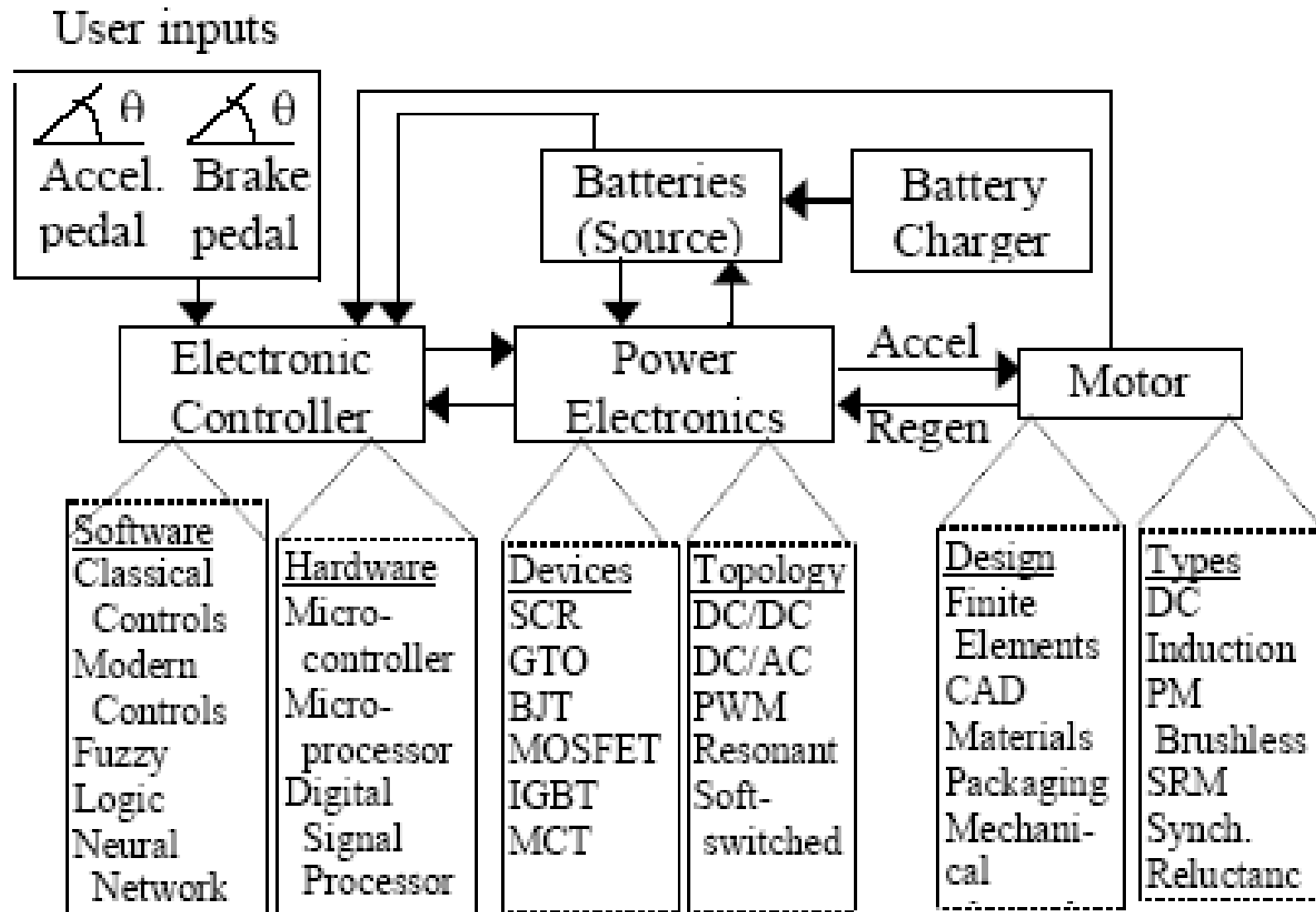


Figure 1. Major electrical components of an electric vehicle system.

作业

- 1: 比较各种驱动电机的性能优缺点。