

混合动力

汽车构造、原理与检修

HUNHE DONGLI

QICHE GOUZAQ, YUANLI YU JIANXIU

主编◎赵振宁



混合动力汽车构造、原理与检修

主 编 赵振宁
主 审 李春明

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书共分 13 章,第一章绪论叙述混合动力系统省油原因和国内外混合动力汽车的发展;第二章叙述混合动力技术的类型和具体结构;第三章叙述混合动力汽车高压安全技术;第四章叙述混合动力汽车的发动机技术;第五章叙述电机驱动系统的原理与检修;第六章叙述电机驱动系统传感器的原理与检修;第七章叙述 DC/DC 转换器的结构、工作原理与检修;第八章叙述变速驱动桥电控系统的检修;第九章讲解线控制动系统的工作原理和检修;第十章讲解电动汽车空调系统;第十一章讲解丰田普锐斯混合动力系统的检修;第十二章讲解奥迪 Q5 混合动力汽车的元件、结构和功能;第十三章介绍大众混合动力汽车的元件、结构和功能。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

混合动力汽车构造、原理与检修/赵振宁主编. —北京:北京理工大学出版社, 2015. 2
ISBN 978 - 7 - 5682 - 0074 - 5

I. ①混… II. ①赵… III. ①混合动力汽车 - 构造 ②混合动力汽车 - 车辆修理
IV. ①U469. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 040967 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
82562903 (教材售后服务热线)
68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 15.5

字 数 / 362 千字

版 次 / 2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷

定 价 / 47.00 元

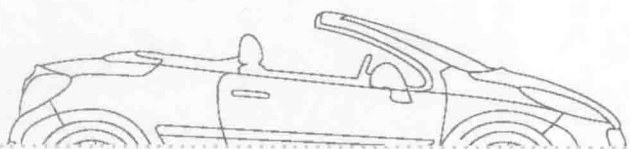
责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 封 雪

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前言

P R E F A C E

混合动力汽车是集机电领域多学科新技术于一体的产品。如果说汽车发动机电控化是汽车的第一次技术革命,那混合动力技术可以称为汽车的第二次技术革命,这场革命必将引起汽车产业结构的调整,具体在汽车研发、汽车生产和汽车售后服务三方面会发生很大的变化。

为了使教学内容跟上售后服务的步伐,我们编写了这本书。本书可作为“新能源汽车技术”“汽车检测与维修”和“汽车电子”专业的专业教材,也可供从事本专业工作的工程开发和售后维修技术人员作参考。

学习本教材要以《汽车发动机构造、原理与检修》(上、下册)、《汽车底盘构造、原理与检修》(上、下册)、《汽车电气构造、原理与检修》(上、下册)、《电工学和电子学》、《电力电子变换技术》为基础。

本书共分13章,第一章绪论叙述混合动力系统省油原因和国内外混合动力汽车的发展情况;第二章叙述混合动力技术的类型和具体结构;第三章介绍混合动力汽车高压安全技术;第四章讲解混合动力汽车发动机技术;第五章讲解电机驱动系统的原理与检修;第六章讲解电机驱动系统传感器的原理与检修;第七章讲解DC/DC转换器的原理与检修;第八章讲解变速驱动桥电控系统的原理与检修;第九章讲解汽车线控制动系统的原理与检修;第十章讲解混合动力汽车空调系统;第十一章讲解普锐斯混合动力汽车检修;第十二章讲解奥迪Q5混合动力汽车技术;第十三章介绍大众混合动力汽车技术。

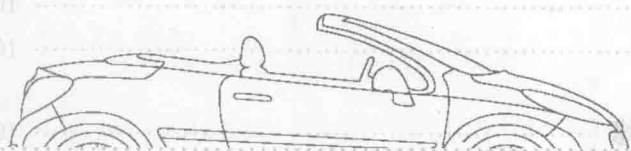
本书由赵振宁老师编写,由李春明主审,在此对他的工作深表感谢。

电动汽车科学技术的飞速发展导致各车厂电动汽车技术设计差异很大,技术含量不尽相同,加之作者的有限水平及本书的有限篇幅,难免会有错漏之处,希望读者不吝指正,作者也会尽量把最新、最准的电动汽车技术展现在读者面前。

未经作者同意,严禁复制和摘抄任何内容。

赵振宁

2014年10月



目 录

CONTENTS

第一章 绪 论	1
第一节 混合动力汽车的定义和分类	1
第二节 混合动力汽车为什么节能和环保	6
第三节 国外主要国家混合动力汽车技术路线研究	9
第四节 中国混合动力轿车的发展	22
第二章 混合动力汽车技术	29
第一节 怠速起停技术	29
第二节 “微混”混合动力汽车技术	30
第三节 重混合度混合动力汽车	41
第三章 混合动力汽车高压安全	52
第一节 民用电 TN 网络原理	52
第二节 混合动力汽车高压安全操作注意事项	55
第三节 高压安全的保护电路	57
第四章 混合动力汽车发动机技术	60
第一节 阿特金森发动机原理	60
第二节 混合动力汽车功率控制	65
第五章 电机驱动系统原理与检修	70
第一节 电动汽车电机“电动”原理	70
第二节 电机的“斩波发电”原理	77
第三节 变频器简介	81
第四节 电机变频器电路检修	83
第五节 电机和变频器冷却系统	95

第六章 电机驱动系统传感器原理与检修	98
第一节 电机解角传感器	98
第二节 霍尔电流传感器	102
第三节 电机温度传感器	104
第七章 DC/DC 转换器原理与检修	107
第一节 升压 DC/DC 和降压 DC/DC	107
第二节 DC/DC 转换器检修	109
第八章 变速驱动桥电控系统原理与检修	116
第一节 线控换挡变速驱动桥控制	116
第二节 变速驱动桥系统数据流	122
第九章 汽车线控制动系统原理与检修	123
第一节 普锐斯混合动力汽车线控制动系统组成	123
第二节 普锐斯线控制动系统的工作原理	128
第三节 普锐斯线控制动系统的车身稳定控制	133
第四节 普锐斯线控制动系统数据流	137
第十章 混合动力汽车空调系统	141
第一节 电动空调压缩机工作原理	141
第二节 普锐斯空调系统	143
第十一章 普锐斯混合动力汽车检修	150
第一节 汽车主要零部件名称和位置	150
第二节 高压上电系统检修	159
第三节 12 V 充电系统检修	163
第四节 蓄电池 ECU 供电系统检修	166
第五节 蓄电池管理系统检修	170
第六节 蓄电池 ECU 动态数据流	176
第十二章 奥迪 Q5 混合动力汽车技术	179
第一节 奥迪 Q5 混合动力汽车简介	179
第二节 奥迪 Q5 混合动力汽车发动机	180
第三节 奥迪 Q5 混合动力转向和制动系统	186
第四节 奥迪 Q5 混合动力电气系统	188

第五节	奥迪 Q5 混合动力电动机	196
第六节	奥迪 Q5 混合动力汽车空调	199
第七节	奥迪 Q5 混合动力汽车高压系统	201
第八节	奥迪 Q5 混合动力显示和操纵单元	209
第九节	售后服务和车间设备	214
第十三章	大众混合动力汽车技术	219
第一节	大众途锐混合动力系统简介	219
第二节	途锐混合动力汽车动力机械装置	224
第三节	途锐混合动力汽车 12 V 电源系统	229
第四节	途锐混合动力汽车电动空调	230
第五节	途锐混合动力汽车第二冷却系统	232
第六节	自动离合器和电动真空泵	234
第七节	途锐混合动力电路和修理工具	235
参考文献		239

第一章

绪论

第一节 混合动力汽车的定义和分类

一、混合动力汽车的定义

“hybrid”译为混合，车尾部标有 hybrid 字样的汽车称为混合动力汽车，混合动力汽车是个大的概念，范围较广，由于实用的混合动力汽车是由内燃机和电动机两种动力混合作为输出，因此称为油电混合动力汽车，本书的“混合动力汽车”特指油电混合动力汽车。

从能量源来看，“油”可以代表汽油、柴油，甚至是天然气，“电”是以蓄电池、电容、储能飞轮三种形式储能，但三者储存的能量都是由内燃机带动的发电机发出的，即此时“电也是油”。

从动力机械看，“内燃机”将化学能转为机械能，机械能一部分直接输出至车轮，一部分通过发电机发出电能，储存在上述三者之中，在需要的时候电能再输出给一个电动机，电动机可以以纯电动机工况行驶、发动机和电动机同时工作的混合工况行驶和纯发动机工况行驶，释放三者之中储存的电能。然后发动机在适当的时候通过发电机发电给三种储能装置，再在适当的时候以纯电动机工况或混合工况行驶，释放储能装置中储存的电能，而这里的关键问题是什么是“适当”，这个问题在丰田普锐斯汽车工作原理中讲解。

这里的“电动/发电机”是指以电动机工况为主，以发电机工况为辅。而“发电/电动机”是指以发电机工况为主，以电动机工况为辅。

[完成任务] 混合动力中的 H 是什么的缩写？_____。

二、油电混合动力汽车的分类

1. 按串并联分类

传统的混合动力电动汽车分为串联式和并联式两种。近年来出现了一种同时具有串并联特征的混合动力电动汽车，因而其分类延伸为三种：串联式、并联式和混联式，2000 年混合动力电动汽车的类型进一步延伸增加了复合式电动汽车，至今共有四种。

(1) 串联式。

串联式混合动力电动汽车也称为“增程式”电动汽车。如图 1-1 所示为串联式混合动力汽车基本结构和简化结构示意图，串联就是与车轮直接机械连接的仅是电机。串联式混合

动力汽车的工作方式就是用传统发动机直接通过发电机为电池充电，然后完全由电动机提供动力驱动的汽车。其目的在于使发动机长时间保持在最佳工作状态，从而达到减排效果。具体说发动机输出的机械能首先通过发电机转化为电能，转化后的电能一部分用来给蓄电池充电，另一部分经由电动机和传动装置驱动车轮。和燃油车相比，它是一种发动机辅助型的电动车，主要是为了增加车辆的行驶里程。由于在发动机和发电机之间的机械连接装置中没有离合器，因而它有一定的灵活性。尽管其传动结构简单，但它需要三个驱动装置：发动机、发电机和电动机。如果串联混合型电动车在设计时考虑爬长坡，为提供最大功率，三个驱动装置的尺寸就会较大，如果用作短途运行，如当通勤车用或只是用于购物，相应的发动机发电机装置应采用低功率的。这种形式的好处是发动机可以不受行驶状态的影响，一直处于最佳工作状态，对于改善排放大有好处，但转换效率偏低。丰田曾经将这种串联形式应用在考斯特上，并进行了批量生产。

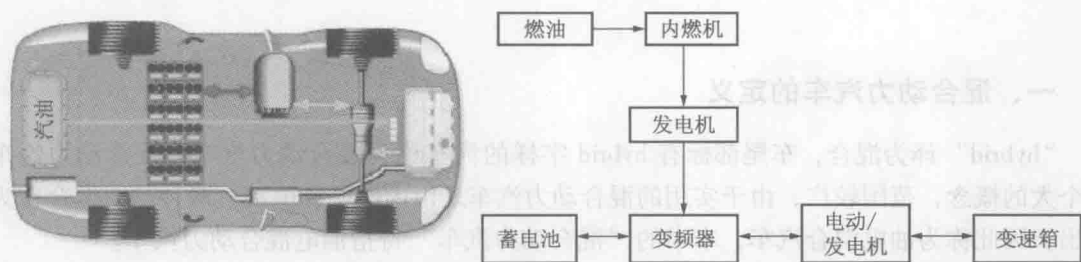


图 1-1 串联式混合动力汽车基本结构和简化结构示意图

串联结构特点如下：

- ① 车载电能源环节的混合。
- ② 单一的动力生成装置。
- ③ 发动机转速解耦。
- ④ 结构简单，布置方便。
- ⑤ 控制策略简单。
- ⑥ 效率低，造价高。

串联混合动力车辆其驱动系间的联合是车载电能源环节的联合。

【完成任务】请上网查找什么叫解耦：_____。

(2) 并联式。

如图 1-2 所示为并联式混合动力汽车示意图和简化结构，所谓并联式混合动力，就是说电动机和发动机并行排布，动力可以由两者单独提供或是共同提供。在并联混合动力系统

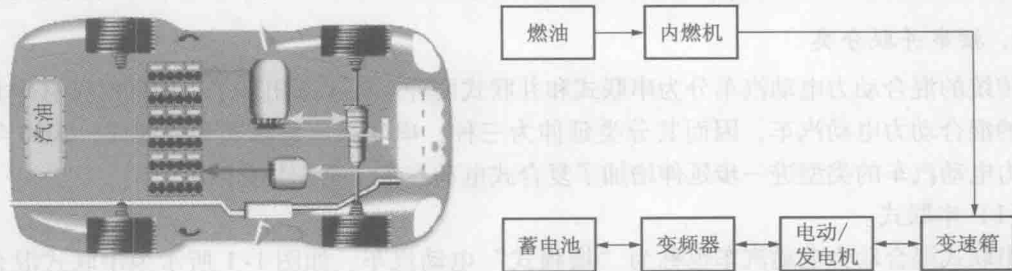


图 1-2 并联式混合动力汽车示意图和简化结构

中,电动机同时也是发电机,其作用是让发动机尽量靠近最有效率状态,从而达到节油的效果。并联混合动力汽车受电动机和电池能力的限制,仍然要以发动机为主要动力,但由于保留了常规汽车的动力传递形式,效率更高。

具体来说,与串联式混合动力电动汽车不同的是,并联式混合动力电动汽车采用发动机和电动机两套独立的驱动系统驱动车轮。发动机和电动机通常通过不同的离合器来驱动车轮,可以采用发动机单独驱动、电力单独驱动或者发动机和发电机混合驱动三种工作模式。从概念上讲,它是电力辅助型的燃油车,目的是降低排放和燃油消耗。当发动机提供的功率大于驱动电动车所需的功率或者再生制动时,电动机工作在发电机状态,将多余的能量充入电池。与串联式混合动力电动汽车相比,它只需两个驱动装置——发动机和电动机,而且在蓄电池放完电之前,如果要得到相同的性能,并联式混合动力电动汽车的发动机和电动机的体积比串联式的小。即使在长途行驶时,发动机的功率也可以达到最大,而电动机的功率只需发出一半即可。

并联结构特点如下:

- ①机械动力的混合。
- ②两个或两个以上动力生成装置。
- ③每个动力系统都有独立的车载能源。
- ④动力系统效率高。

并联混合动力驱动系之间的联合是车辆动力传递系统环节的联合,通过对不同的动力生成装置输出的动能的联合或耦合,满足车辆行驶要求。

(3) 混联式。

如图 1-3 所示为混联式混合动力汽车示意图和简化结构,混联式也称功率分流式,混联形式顾名思义就是结合了并联和串联两种形式。其在并联的基础上,将发电机和电动机分离开,这样电动机在运转过程中也能进行充电,使车辆能以串联和并联两种形式工作。目前的混合动力汽车基本属于这种模式。具体说:混联式混合动力电动汽车在结构上综合了串联式和并联式的特点,与串联式相比,它增加了机械动力的传递路线;与并联式相比,它增加了电能的传输路线。尽管混联式混合动力电动汽车同时具有串联式和并联式的优点,但其结构复杂,成本高,不过,随着控制技术和制造技术的发展,现代混合动力电动汽车更倾向于选择这种结构。

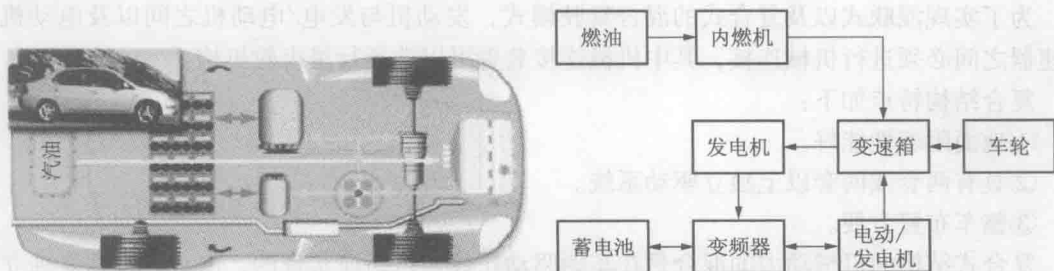


图 1-3 混联式混合动力汽车示意图和简化结构

功率分流式混联结构特点如下:

- ①转速与转矩混合耦合方式。

②发动机转速解耦，工作平稳。

③实现 ECVT（电控无级变速器）功能，结构紧凑。

为优化驱动系统的综合效率和充分发挥车辆的节能、低排放潜力，在实际应用中，混合动力车辆驱动系统并非单纯是简单的串联式结构或并联式结构，而是由串联式结构和并联式结构复合组成的串并联综合式结构，即所谓的混联式结构。并联式与混联式是如今混合动力车的主流。

开关式混联结构特点如下：

①转矩耦合方式。

②工况适应性强。

③节能潜力大。

④技术难度小。

【完成任务】请上网查找什么叫耦合：

(4) 复合式。

如图 1-4 所示为复合式混合动力汽车简化结构图，复合式混合动力电动汽车结构更复杂，难以把它归于上述三种中的一种。其结构似乎与混联式混合型电动车相似，因为它们都有起发电机和电动机作用的电机，二者的主要区别在于复合型中的电动机允许功率流双向流动，而混联式混合型中的发电机只允许功率流单向流动。双向流动的功率流可以有更多的运行模式，这对于采用三个驱动动力装置的混联式混合动力电动汽车而言是不可能达到的。复合式混合动力电动汽车同样具有结构复杂、成本高的缺点，不过，现在有些新型的混合动力电动汽车也采用这种双轴驱动的综合式系统。

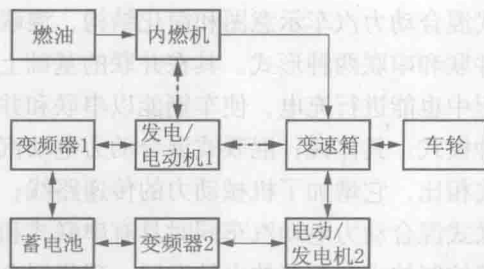


图 1-4 复合式混合动力汽车简化结构图（两粗箭头只能有 1 个）

为了实现混联式以及复合式的混合驾驶模式，发动机与发电/电动机之间以及电动机与变速器之间必须进行机械连接，其中机械连接装置可以选择行星齿轮机构。

复合结构特点如下：

①地面附着性能好。

②具有两套或两套以上独立驱动系统。

③整车布置方便。

复合式结构的机械动力的混合是在车辆驱动轮处通过路面实现的，由于具有两套独立的驱动系统直接驱动车辆，因此在充分利用地面附着力方面具有优势，通过合理的控制，可大大改善车辆的动力性能。

复合结构车辆拥有一台发动机和两台电机。发动机和电机 1 安装于前桥上。电机 2 则安装于后桥上。这种方案适用于四轮驱动车辆。发动机和电机 1 通过行星齿轮组连接至车辆变

速箱。同样,在这种情况下,各动力源输出的动力并不全部传递给车轮。后桥上的电机2会在需要时起动。由于这样的设计,高压蓄电池通常安装在车辆前、后桥之间。

2. 按照混合度分类

目前,按照混合度的分类说法也比较流行。按照我国汽车行业标准中对混合动力汽车的分类和定义,按电机峰值功率占发动机功率百分比多少分为微混、轻混、中混、重混四种。

(1) 微混。

“微混”也称“起停”(Start-Stop)式,一般情况下电动机的峰值功率和发动机的额定功率比小于等于5%的为微混合动力,在交通拥堵的城市,节油率可达5%~10%。微混合动力车型的电机基本不具备驱动车辆的功能,一般是用作迅速起动发动机,实现Start/Stop功能,例如Smart fortwo mhd就属于这种类型。其优点是汽车结构改变很小,成本增加很少,易于实现,有可能成为乘用车的标准设置;主要缺点是当停车需要空调时,空调不起作用。推广“起停式”结构,需要提高公众的节能意识,学术界有人认为“起停式”算不上混合动力系统。

(2) 轻混。

电动机的峰值功率和发动机的额定功率比在5%~15%的为轻度混合动力。在这种类型中,发动机依然是主要动力,电动机不能单独驱动车辆,只是在爬坡或加速时辅助驱动,平时主要使用发动机动力,电池电机在汽车加速爬坡时提供辅助动力,同时具有制动能量回收和“起停”功能;发动机排量可减少10%~20%,节油率可为10%~15%;技术难度相对较低,成本增加不是很多。别克君越Eco-Hybrid属于这种轻混类型。

轻混合动力汽车的特性:车辆停止时,关闭发动机。起步和加速时电动机起辅助发动机作用。减速/制动时,发动机依据传统电控发动机系统控制而执行断油模式,并将获得的再生制动能量充入蓄电池。其有技术结构较简单、成本低、应用广泛的优势。

(3) 中混。

电动机的峰值功率和发动机的额定功率比在15%~40%的为中度混合动力。

(4) 重混。

电动机的峰值功率和发动机的额定功率比在40%以上的为重混合动力。这两类车型可由电动机或发动机单独驱动,丰田普锐斯就属此类。重混合动力汽车的电动机和发动机可以独立或联合驱动车辆,低速起步、倒车和低速行驶时可以纯电动驱动,同时具有制动能量回收和“起停”功能;电动机的功率约为发动机功率的50%,节油率为30%~50%;技术难度较大,成本增加多。典型的重混动力汽车是丰田普锐斯(Prius)。

【完成任务】混合度的定义是_____。

按混合度分类,微混的混合度为:_____ ;轻混的混合度为:_____ ;
中混的混合度为:_____ ;重混的混合度为:_____ 。

3. 按能否外接电源进行充电分类

按能否外接电源进行充电,混合动力汽车分为混合动力汽车(Hybrid Electric Vehicle, HEV)和插电式混合动力汽车(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV)(图1-5)两种。

插电式混合动力系统是根据欧美驾车习惯而来,能外接电源充电更有利于节能减排。国外研究机构根据资料统计得出结论,法国城镇居民80%以上日均驾里程少于50 km,美国

汽车驾驶者也有 60% 以上日均行驶里程少于 50 km, 80% 以上日均行驶里程少于 90 km。因此, 在车辆上安装一套巨大的电池组, 使其电量足以撑过这一历程, 就可以在大部分日常行驶中达到零排放。

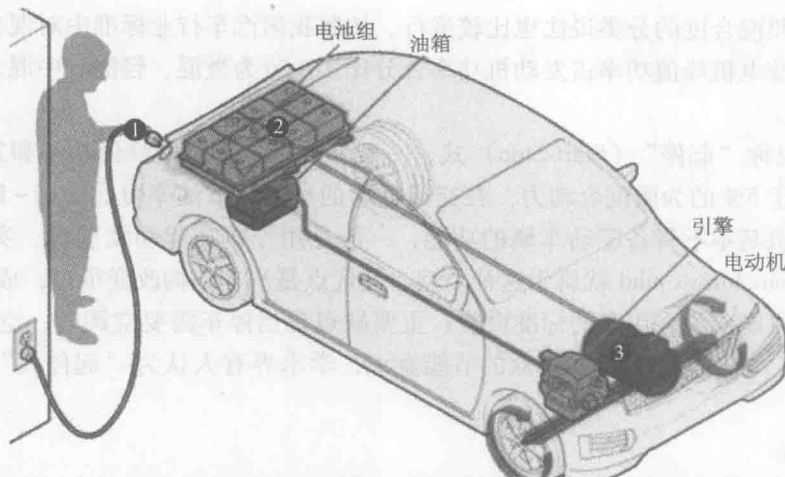


图 1-5 插电式混合动力示意图

1—充电插头; 2—蓄电池组; 3—电动机

插电式混合动力的特征是由电能单独驱动, 并配备一个大容量的可外部充电的蓄电池组, 显著的特性是可通过外部工业 380 V 或家庭 220 V 电源进行充电。插电式混合动力汽车电机的功率接近发动机, 可实现较长距离的纯电动行驶, 电池容量依纯电动行驶里程来选定, 电池成本增加很多, 节油率在不计电能时最大可达到 100%。

比亚迪 F3 DM 和雪佛兰 VOLT, 以及长春一汽新能源汽车公司下线并投入市场的奔腾 B50 插电式混合动力轿车都属于这种类型。

【完成任务】按能否外接电源进行充电, 混合动力汽车分为混合动力 HEV () 和插电式混合动力 PHEV () 两种。

第二节 混合动力汽车为什么节能和环保

从汽车的发展来看, 纯电动汽车 (这里指高速电动汽车) 是未来发展的终极方向 (但并不是要全部代替燃油车, 至少在燃油完全枯竭前)。但目前电动汽车成本高、充电时间长和续驶里程偏短等仍阻碍着电动汽车产业的快速发展, 因此从节能和环保两大主题出发的混合动力汽车发展起来。

从技术上讲, 混合动力汽车的纯电动工况就是纯电动汽车, 混合动力汽车在内涵上就包括了纯电动汽车, 区别是混合动力汽车原则上不需要充电, 纯电动汽车必须要充电。

如图 1-6 所示为目前最好的电控发动机系统控制下的机械外特性曲线形状, 除了发动机的升功率 (接近 75 kW/L) 大大提升外, 同时发动机在 1 800 r/min 至 5 000 r/min 时都能输出最高扭矩 280 N·m, 这说明汽车在不同车速都有极好的加速超车能力, 这是涡轮增压和

可变配气相位技术的功劳。图中 1 800 r/min 以下时的扭矩特性不适合汽车起步需要大扭矩的要求。

在图 1-6 中若将发动机高于 1 800 r/min 以后扭矩的两段曲线保留，低于 1 800 r/min 的第一段曲线删去，则就非常适合汽车驱动了，但这是内燃机在控制上不能做到的。

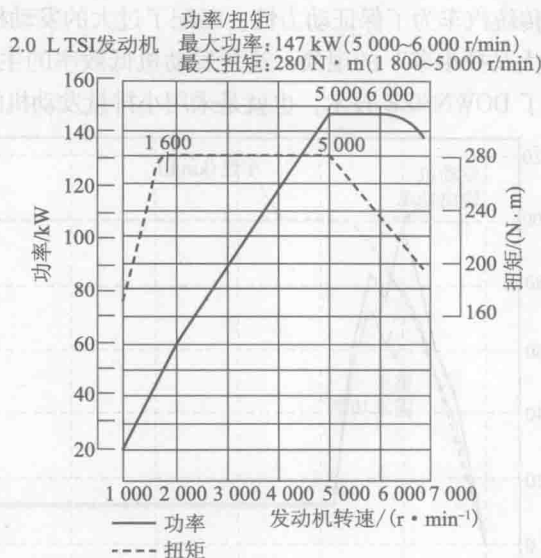


图 1-6 目前最好的电控发动机系统控制下的机械特性曲线形状

【完成任务】在图 1-6 中两条曲线是如何画出来的？

扭矩和功率曲线哪个要先画出来？

如图 1-7 所示为电机在变频器控制下的机械特性曲线，可以看出电动机的机械特性为图 1-6 的后两段曲线，曲线图中，低速时扭矩先大后小，同时电动机最高转速时的扭矩也不是很低，可以看出电动机的机械特性比发动机更适合驱动汽车。

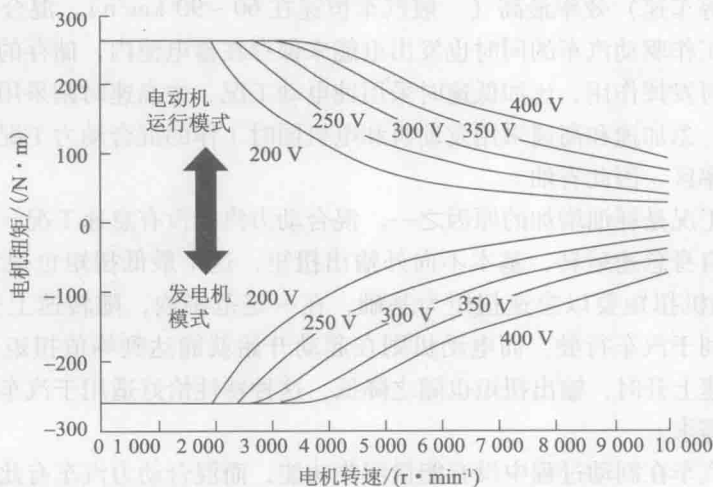


图 1-7 电机在变频器控制下的机械特性曲线

[完成任务] 请在图 1-6 中找出适合驱动汽车的两段扭矩特性曲线。

现在开始回答混合动力汽车为什么省油和环保的问题。

第一，一般传统汽车为保证其加速和爬坡性能，发动机的最大功率选定为车辆以 100 km/h 在平路上行驶时需求功率的 10 倍，或者是在 6% 坡度上以 100 km/h 行驶时需求功率的 3~4 倍。如图 1-8 所示，可以看出传统汽车为了保证动力性，匹配了过大的发动机，导致发动机大部分时间以低负荷工作，出现“大马拉小车”的现象，这是发动机低效率的主要原因之一。为了节油，混合动力汽车发动机采用了 DOWNSIZE 技术，也就是采用小排量发动机的技术。

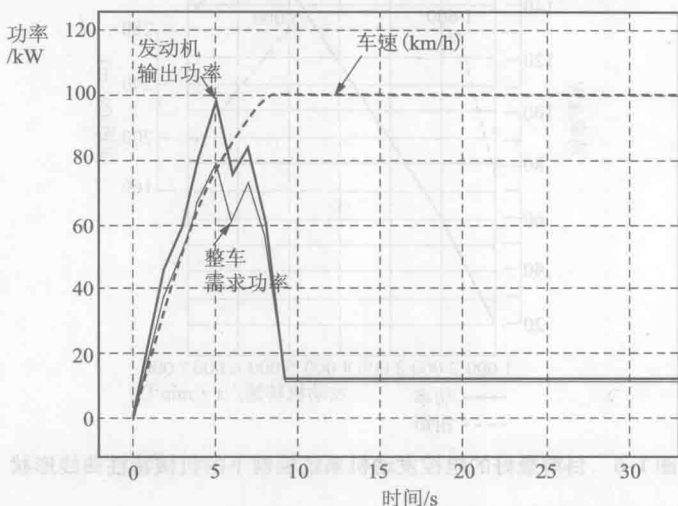


图 1-8 汽车一般行驶需求功率和保证加速时的最大功率

第二，为适应驱动的需要，发动机工作是变工况工作，所以效率覆盖从低效率到高效率的整个范围，但平均效率仍然很低，电动机和发动机混合驱动可以提高发动机效率。原因是发动机的效率虽很低，但永磁发电/电动机的发电和电动效率都在 95% 左右，感应电动机效率也在 80% 以上。发动机在怠速、低转速和高转速时效率低，而发动机在中等转速时（相对也是汽车的中等车速）效率最高（一般汽车恒速在 60~90 km/h）。混合动力汽车利用发动机在高效率区工作驱动汽车的同时也发出电能来保存在蓄电池内，储存的能量会在发动机进入低效率区域时发挥作用，比如低速时采用纯电动工况，中高速时则采用发动机工作发电的混合动力工况，急加速和高速采用发动机和电机同时工作的混合动力工况。这样发动机基本都工作在高效率区，因此省油。

第三，怠速工况是耗油增加的原因之一。混合动力汽车没有怠速工况，以前发动机需要产生扭矩以维持自身怠速运转，基本不向外输出扭矩，这个最低扭矩也很大（从图 1-7 可知）。其次，发动机扭矩要以怠速扭矩为基础，在一定范围内，随转速上升其输出扭矩上升，这种特性不利于汽车行驶。而电动机则在起动开始就能达到峰值扭矩，根本不需要怠速。当电动机转速上升时，输出扭矩也随之降低，这种特性恰好适用于汽车低速大扭矩、高速小扭矩的动力需求。

第四，传统汽车在制动过程中没有能量回收功能，而混合动力汽车有此功能。

结论是混合动力汽车省油，而省油就会环保。

第三节 国外主要国家混合动力汽车技术路线研究

一、各国混合动力车型数量及类型统计

如图 1-9 所示为截至 2010 年世界主要国家（地区）混合动力车型统计图，从图中可以看出，各个地区的混合动力车型构成都不相同。每个主机厂会根据其国家政策和自身的优势开发出独特的混合动力结构和技术。其中，真正意义上实现量产的车型还主要集中在美国和日本的汽车制造商中。

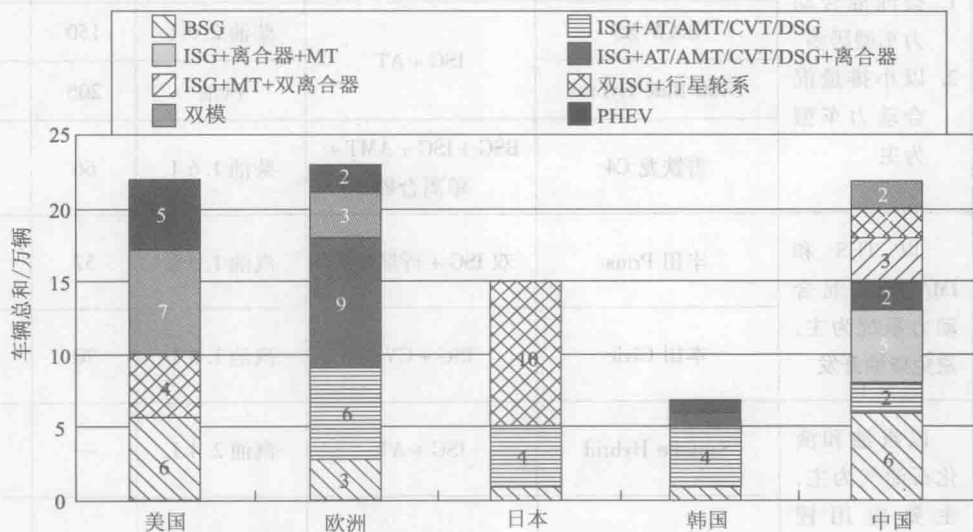


图 1-9 截至 2010 年世界主要国家（地区）混合动力车型统计图

从图 1-10 所示截至 2010 年全球混合动力汽车的燃料和发动机排量比例可以看出全部车型中汽油混合动力车型占有所有车型的 76%，占主要地位，并且这些柴油混合动力车型绝大多数来自欧洲，同时 1.5 L 左右和 2.6 L 以上排量的发动机在整体中所占的比例较高，大排量混合动力主要集中在美国。在汽车发展过程中我国仍然要继续向这些汽车发达国家学习。

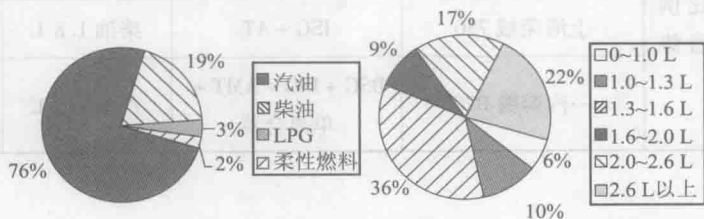


图 1-10 截至 2010 年全球混合动力汽车的燃料和发动机排量比例

二、各国（地区）混合动力发展趋势汇总

各国（地区）混合动力发展趋势汇总见表 1-1。

表 1-1 各国混合动力发展趋势汇总

国家 (地区)	发展趋势	代表车型	混合动力结构	发动机类型	发动机功率/kW	电动机功率/kW
美国	1. 以汽油混合动力为主 2. 以大排量汽车为主	君越 Eco-Hybrid	BSG	汽油 2.4 L	123	3
		福特 Escape SUV	双 ISG + 行星轮系	汽油 2.3 L	97	70
		凯迪拉克 Escalade	双模	汽油 6.0 L	248	—
		通用 VOLT	PHEV (串联式)	柔性燃料 1.0 L	—	—
欧洲	1. 柴油混合动力车型居多 2. 以小排量混合动力车型为主	雪铁龙 C2、雪铁龙 C3	BSG	汽油 1.4 L	—	—
		BMW X5	ISG + AT	柴油 2.0 L	150	15
		S400 Blue Hybrid		汽油	205	15
		雪铁龙 C4	BSG + ISG + AMT + 单离合器	柴油 1.6 L	66	23
日本	以 THS 和 IMA 汽油混合动力系统为主，避免柴油开发	丰田 Prius	双 ISG + 行星轮系	汽油 1.5 L	57	50
		本田 Civic	ISG + CVT	汽油 1.3 L	70	15
韩国	以汽油和液化石油气为主，主要应用锂电池	SantaFe Hybrid	ISG + AT	汽油 2.4 L	—	30
		Soul Hybrid	ISG + AT	LPG 1.6 L	—	—
中国	1. 汽油混合动力为主 2. BSG、中混、强混的比例相等，趋势不明显	比亚迪 F6DM	双模	汽油 1.0 L	50	50
		奇瑞 A3	ISG + MT + 双离合器	柴油 1.3 L	60	10
		长安杰勋	ISG + MT + 单离合器	汽油 1.5 L	75	15
		上海荣威 750	ISG + AT	柴油 1.8 L	118	28
		一汽奔腾 B70	BSG + ISG + AMT + 单离合器	汽油 1.5 L	67	20

三、美国

如图 1-11 所示为美国三大汽车厂家的混合动力汽车研发统计表，表 1-2 为通用混合动力汽车研发统计表，表 1-3 为福特混合动力汽车研发统计表，表 1-4 为克莱斯勒混合动力汽车研发统计表。