

动力电池 —

电动汽车及电动汽车用动力电池

一. 前言

1.1 动力电池简介

1.2 动力电池的现状与发展趋势

1.3 电动汽车简介

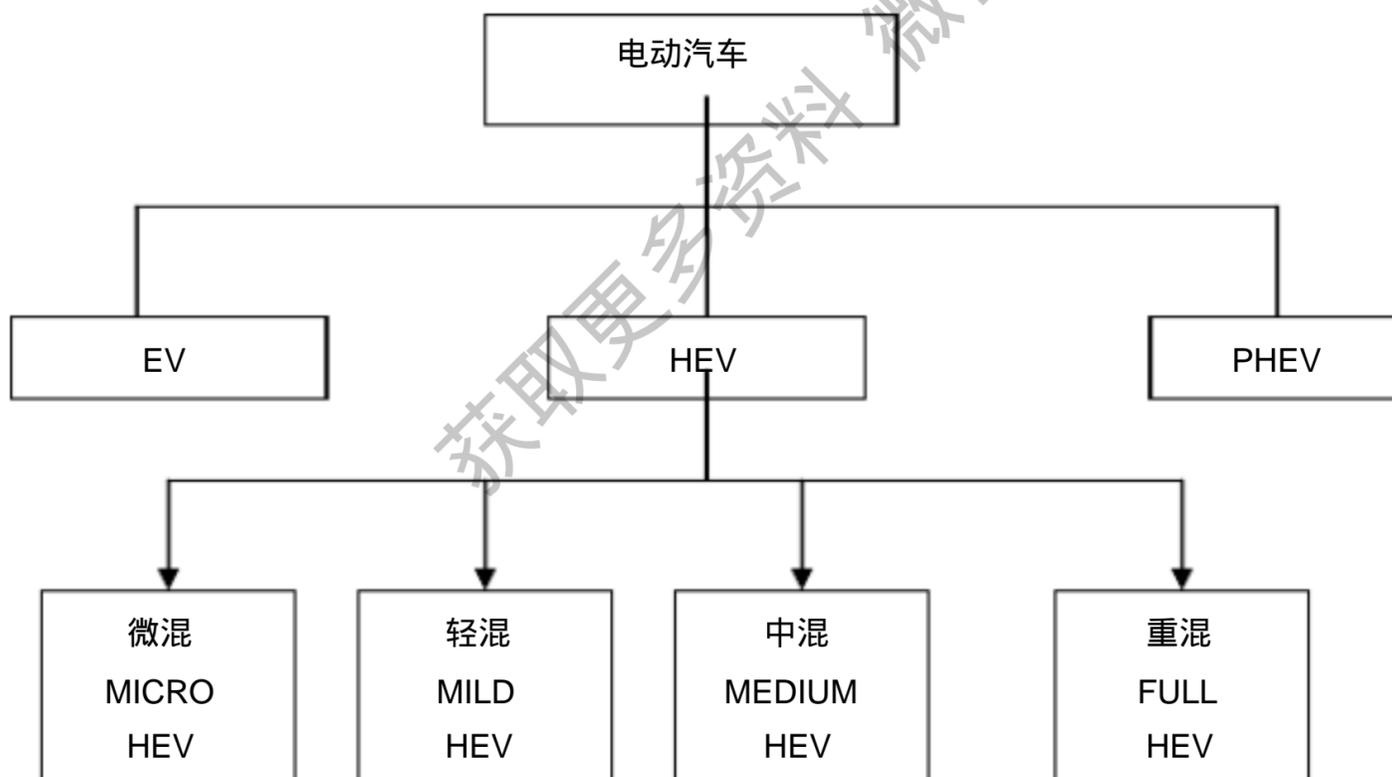
1.3.1 背景

随着世界石油资源的日益枯竭及其对于环境所造成的污染，汽车的动力源将不得不逐步摆脱石油资源的束缚而采用一些新的能源取代，这直接推动着汽车业的一次重大技术革命。其中，以动力蓄电池为主要或辅助动力源的混合动力（HEV）或纯电动汽车（EV）是主要发展方向之一（另外的发展方向是太阳能电池，燃料电池等）。

1.3.2 汽车基本结构介绍

所谓汽车，其基本含义是能自动行驶的车，是与牲畜力相对应。其基本原理是发动机（提供动力）将其他形式的能量通过连杆转化成动能，驱动汽车行使，并由转向装置，制动装置等各部分共同构成了汽车。这是无论那一个品牌的汽车所据有的共同特征。就汽车的动力问题历史上曾利用蒸汽机，汽油发动机为其动力源，但当代汽车多是以柴油发动机为动力源。如 1.3.1 所述，随着石油短缺及二氧化碳污染加剧，寻找新型能源迫在眉睫。如今，用于汽车动力源的能源有太阳能，乙醇，氢燃料电池及锂电池。

1.3.3 电动汽车分类



注：EV: Electric Vehicle

HEV: Hybrid-Electric Vehicle

PHEV: Plug in Hybrid-Electric Vehicle

EV是纯电动汽车，动力电源是电池，所用的电池可以是锂离子电池，也可以是铅酸电池或镍氢电池等，只需要用电动机，不需要用内燃机；

HEV是混合动力汽车，也叫油电混合式动力汽车，电池一般用于启动和加速，汽油用于正常行驶，所用的动力电池一般是高功率电池，可以是锂离子动力电池、高功率镍氢动力电池，也可以超级电容器，所有电池容量一般在 10Ah(安时)左右，在正常使用过程中一般不用于充电，主要靠刹车回收能量；

PHEV就叫插电式混合动力汽车，电池容量在 30~60Ah，一般靠电池的能量可以行驶 50~80 公里左右，其余靠汽油做动力行驶，对电池要求要兼顾容量型（EV）和功率型（HEV）两者，其充电可以采用家庭用的电源进行充电，电流一般小于 10 A，充电时间比较长，也可以用大电流充电，充电时间在 10 分钟到 30 分钟左右，充电电流比较大，需要专门的充电设施。

1.3.3.1 HEV 及其分类

混合动力汽车有多种，我们所说的混合动力汽车多是指汽车使用汽油驱动和电力驱动两种驱动方式，其关键是混合动力系统，它的性能直接关系到混合动力汽车整车性能。

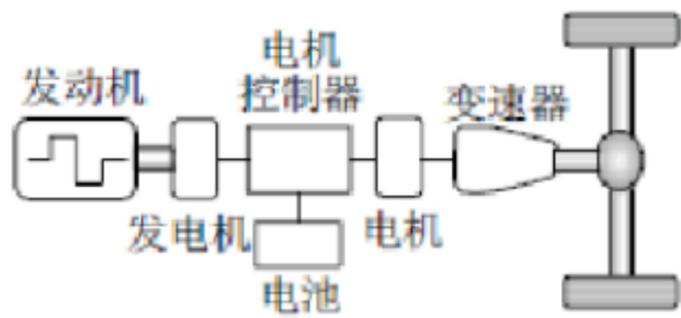
图 7: HEV 工作原理



1.3.3.1 按电动机和发动机的连接方式分类

根据混合动力驱动的联结方式分混合动力系统总成分为并联，串联和混联三种方式。

串联：



(a) 串联型

(a) Series style

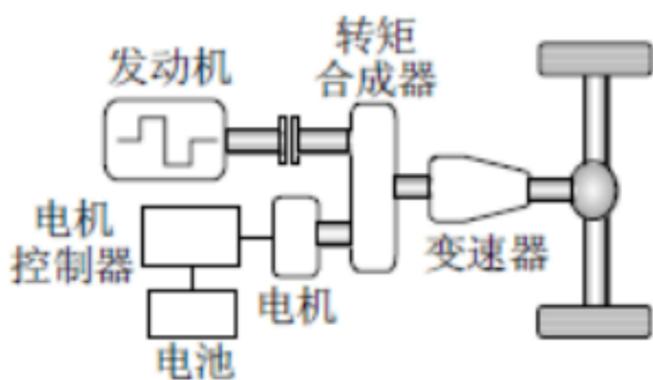
如上图所示，串联式动力系统基本结构是由发动机（汽油机）、发电机和电动机三个主要部分组成，它们之间用串联方式组成 SHEV 动力单元系统，发动机（汽油机）驱动发电机发电，电能通过控制器输送到电池或电动机，由电动机通过变速机构驱动汽车。

其工作过程是 当汽车处于小负荷状态时由电池驱动电动机驱动车轮，大负荷时由发动机带动发电机发电驱动电动机（我觉得此时也可以由发动机和电池共同带动电动机）。当车辆处于启动、加速、爬坡工况时，发动机、电动机组和电池组共同向电动机提供电能；当电动车处于低速、滑行、怠速的工况时，则由电池组驱动电动机（我认为若此时电池电量低，则由发电机一方面为电动机提供电能，另一方面同时也为电池组充电，这样就是多余的能量储存起来避免了能量的浪费），当电池组缺电时则由发动机-发电机组向电池组充电。

优点：串联式结构适用于城市内频繁起步和低速运行工况，可以将发动机调整在最佳工况点附近稳定运转，通过调整电池和电动机的输出来达到调整车速的目的。使发动机避免了怠速和低速运转的工况，从而提高了发动机的效率，减少了废气排放。奇瑞的 A5 混合动力车就是采用了串联的形式。

缺点是能量几经转换，机械效率较低，驱动电机功率大。

并联



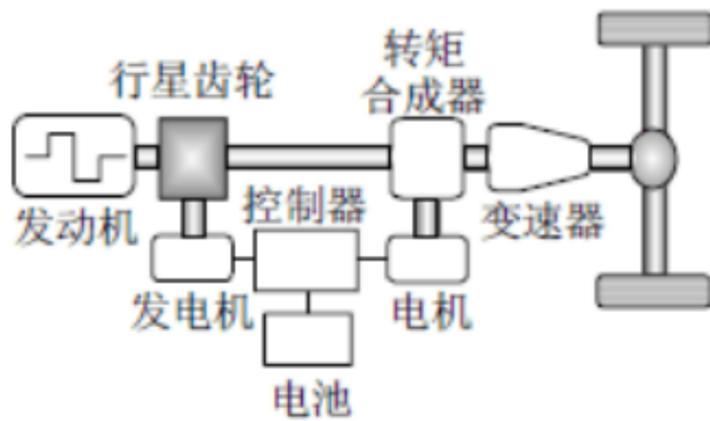
(b) 并联型

(b) Parallel style

如上图所示，并联式动力系统由发动机（汽油机）和电动机并列共同驱动汽车，但该方式是以发动机（汽油机）为主要动力源，不能关闭。发动机（汽油机）与电动机分属两套系统，可以分别独立地向汽车传动系提供动力，在不同的路面上既可以共同驱动又可以单独驱动。当汽车加速爬坡发动机燃油消耗较大时，电动机和发动机能够同时向传动机构提供动力，一旦汽车车速达到巡航速度，汽车将仅仅依靠发动机维持该速度。电动机既可以作电动机又可以作发电机使用，又称优点是在不同的路况下，发动机都能保持在最佳或较佳的工作状态，从而降低油耗。

缺点是若超过了电池的行驶里程，则比普通汽车更增加了电池的负担，毫无优势。本田的 Accord 和 Civic 采用的是并联式联结方式。

混并联



(c) 混联型

(c) Series-Parallel style

如上图所示，混联式装置包含了串联式和并联式的特点，。动力系统包括发动机、发电机和电动机，根据助力装置不同，它又分为发动机为主和电机为主两种，在低速时只靠电动马达驱动行驶，速度提高时发动机和电动马达相配合驱动的混联方式。启动和低速时是只靠电动马达驱动行驶，当速度提高时，由发动机和电动马达共同高效地分担动力，这种方式需要动力分担装置和发电机等，因此结构复杂。该结构的优点是控制方便，具有较理想的综合性能，发动机和发电机都可以采取比较小的功率。缺点是结构比较复杂，要求高，成本高。丰田的 Prius 属于以电机为主的形式。

表 2: 各式结构的混合动力汽车特点

	控制系统	电池	能量传递效率	环境污染	适用车型
串联式	只用电动马达驱动行驶	容量大，增加了电池和汽车重量以及成本	存在能量转换损失，降低能量利用率	排放小	城市公交车
并联式	以发动机为主动力，电动马达作为辅助动力	总量较小，对蓄电池峰值功率要求较低	中间环节少，能量效率高	排放较大，噪声大	小轿车，如本田思域
混联式	在低速时只靠电动马达驱动行驶，速度提高时发动机和电动马达相配合驱动	对电池依赖小，不需要外置充电系统	高	介于串、并联之间	小轿车，如丰田 Prius

1.3.3.2 对电能的依赖程度分类

从对电能的依赖程度即混合度（电机功率比内燃机功率）来分，混合动力可分为微混合动力（弱混），轻混合动力，中度混合动力，重度混合动力（也称全混合动力，强混合动力等）四种。

一. 是微混合动力系统，代表的车型是 PSA 的混合动力版 C3 和丰田的混合动力版 Vitz。这种混合动力系统在传统内燃机上的启动电机（一般为 12V）上加装了皮带驱动启动电机（也

就是常说的 Belt-alternator Starter Generator, 简称 BSG 系统)。该电机为发电启动 (Stop-Start) 一体式电动机, 电机不直接参与驱动, 而是用来控制发动机的快速启动和停止即启动时, 将发动机迅速提高到较高的转速; 减速、刹车时停止发动机, 从而取消了发动机的怠速, 降低了油耗和排放。而电动机亦可透过再生制动把动力储起。从严格意义上来讲, 这种微混合动力系统的汽车不属于真正的混合动力汽车, 因为它的电机并没有为汽车行驶提供持续的动力。在微混合动力系统里, 电机的电压通常有两种: 12v 和 42v。其中 42v 主要用于柴油混合动力系统。通常节油 10% 以下。

表 3: 各式混合程度对应的节油率不同

	驱动技术	电机功率	节油率	代表车型
弱混合	BSG 皮带传送启动/发电技术	10KW	20%以下	奇瑞 A5-BSG
中度混合	ISG 内置曲轴启动/发电技术	15KW	20%~40%	别克君越 EcoHybrid
强混合	—	50KW	40%以上	丰田 Prius

二.是轻混合动力系统, 代表车型是通用的混合动力皮卡车。该混合动力系统采用了集成启动电机(也就是常说的 Integrated Starter Generator, 简称 ISG 系统)。与微混合动力系统相比, 轻混合动力系统除了能够实现用发电机控制发动机的启动和停止, 还能够实现: (1) 在减速和制动工况下, 对部分能量进行吸收; (2) 在行驶过程中, 发动机等速运转, 发动机产生的能量可以在车轮的驱动需求和发电机的充电需求之间进行调节。轻混合动力系统的混合度一般在 20% 以下。

三.是中混合动力系统。本田旗下混合动力的 Insight, Accord 和 Civic 都属于这种系统。该混合动力系统同样采用了 ISG 系统。与轻度混合动力系统不同, 中混合动力系统采用的是高压电机。另外, 中混合动力系统还增加了一个功能: 在汽车处于加速或者大负荷工况时, 电动机能够辅助驱动车轮, 从而补充发动机本身动力输出的不足, 从而更好的提高整车的性能。这种系统的混合程度较高, 可以达到 30% 左右, 目前技术已经成熟, 应用广泛。例如别克君越 EcoHybrid (电机 15KW), 通常节油 20% 左右。

四.是完全混合动力系统。丰田的 Prius 和未来的 Estima 属于完全混合动力系统。该系统采用了 272-650v 的高压启动电机, 混合程度更高。与中混合动力系统相比, 完全混合动力系统的混合度可以达到甚至超过 50%。技术的发展将使得完全混合动力系统逐渐成为混合动力技术的主要发展方向。强混合动力代表产品为 TOYOTA PRIUS (电机 50KW), 可节油 40%。

以上各种不同的混合方式, 都能在一定程度上降低成本和排放。各大汽车厂商在过去的十几年, 通过不断的研发投入, 试验总结, 商业应用, 形成了各自的混合动力技术之路, 而在市场上的表现也是各具特色。

1.3.3.2. PHEV- 插电式混合动力汽车

外接充电式混合动力汽车是最新的一代混合动力汽车类型, 近年来受到各国政府、汽车企业和研究机构的普遍关注, 国内外专家认为, PHEV 有望在几年后得到广泛的推广使用。

据统计, 法国城镇居民 80% 以上日均驾车里程少于 50km, 在美国, 汽车驾驶者也有 60% 以上日均行驶里程少于 50km, 80% 以上日均行驶里程少于 90km。PHEV 特别适合于一周有 5 天仅驾车用于上下班, 行驶里程 50 ~ 90km 之间的工薪族使用。PHEV 是在混合动力汽车上增加了纯电动行驶工况, 并且加大了动力电池容量, 使 PHEV 采用纯电动工况可行驶 50 ~ 90km, 超过这一里程, 即必须启动内燃机, 采用混合驱动模式。所以 PHEV 的电池容量一般达 5 ~ 10kW·h, 约是纯电动汽车电池容量的 30 ~ 50%, 是一般混合动力汽车电池容量的 3 ~ 5 倍, 可以说它是介于混合动力汽车与纯电动汽车之间的一种过渡性产品。PHEV 由于更多的依赖动力电池驱动汽车, 因此它的燃油经济性进一步提高, 二氧化碳和氮氧化物排放更少。由于动力电池容量的加大, 每辆车的售价至少比一般 HEV 高 2000 美元。

随着蓄电池容量的加大，汽车价格将上升，但是燃油消耗和尾气排放则下降。因此可以认为，电动汽车是以使用和损耗蓄电池为代价来换取节油、减排的效果，动力电池性 / 价比的大幅提升将是电动汽车能否迅速推广使用的关键所在。

我认为，PHEV 是在并联式基础上改进的，与并联式的区别仅在于其能在没有发电机的情况下单独靠电池提供动力。

二.相关国家标准

2.1 混合动力汽车的标准

补《国家混合动力汽车标准》已经明确十月 一日正式实施

2.2 混合动力汽车电池的标准

2.3. 纯电动汽车电池的标准

三.相关厂家 HEV及 EV的相关性能及数据

1. 比亚迪 (BYD)

(I) 比亚迪 HEV整体性能

比亚迪于 2008 年初在底特律车展上首次展出其自主研发的 HEV— F6DM，并接连推出 F3DM，已开始推向市场，售价 15-18 万左右。F6DM与 F3DM均在排量 1.0L 的汽油发动机上配套使用输出功率为 50kW的马达以及输出功率为 20kW的发电机。电池容量为 19.8kWh，只凭借电池的功率可行驶 100km，可使用家用电源充电， 9 个小时即可充满。

F3DM如下图所示：在纯电动模式下的续航里程可达到 100 公里，最高时速可达 160 公里 / 小时，普通家用电源下 9 小时就能够充满，专业充电站 10 分钟能够充电 50%，售价 15 万左右。



F3DM 的动力蓄电池种类，是比亚迪自己生产的磷酸铁钴锂电池，型号 FADM07309，电池组标称电压 330V，容量 45Ah。电池单体标称电压 :3.3V，由 100 块串联而成，整体电池重 300Kg。（能行驶 100 公里么，电池容量仅仅 45AH, 我认为不能！F3DM 标称的百公里耗电是 16 度，50 公里等速的续航里程为 100 公里，这仅仅是理想状态下的最佳表现。首先，电池组的电压是 330V，容量 45 安小时，即使不考虑内阻的损耗，保护电池放电到 20% 发电机自动启动，最大的蓄电量，也不到 15 度。）

F6DM如下图所示：配备了最大功率为 50kW 排量 1.0L 的直列 4 缸发动机，功率为 75kW 的马达和容量为 20kWh的锂离子充电电池。可以仅靠电池和马达驱动，也就是可以实现 EV 行驶，每充电一次可行驶 100km，之后可以作为混合动力车行驶 330km，行驶时的 CO 排量非常少，仅 70g/km。利用 240V 的家庭电源，9 小时可充满。快速充电时 10 分钟就可以充 50%。锂电池正极材料采用了热稳定性出色的磷酸铁。电流容量为 60Ah，可以保证充电 2000 次。该公司公布的数据显示，电池容量为 20kWh的电池重 200kg，单位重量的能源密度为 100Wh/kg。锂电池配置在中央烟道和车架内，行李箱中只需配备有插电用充电器以及

充电电池的电源管理系统即可。车身的外形尺寸为 4858 × 1821 × 1465mm, 车体重量为 1800kg。F6DM车上共使用了 100 块铁电池, 充满电续驶里程可达 430 公里 (电动模式 100 公里 + 混合动力模式 330 公里), 最高时速可达 160 公里 / 每小时, 该车价格为 18 万元左右。



(II) 比亚迪 HEV动力电池性能

据介绍, 比亚迪公司的“铁动力”其实就是磷酸铁锂电池, 这种电池每块电压为 3.3 伏, 电流 60 安时, 电池充电循环次数可达 2000 次以上, 电池的持续里程寿命可大于 60 万公里。锂铁电池最大的问题就是成本较高, 广泛应用起来还有一定难度, 不过从比亚迪的计划来看, 这几年的发展重心应该是降低“铁动力”的成本, 提高其市场化可能。

(III) 比亚迪 EV整体性能

比亚迪董事长王传福表示 HEV只是一个过渡阶段, 真正的汽车革命是纯电动汽车 EV, 在 EV的研发上, 其着手于 E6 和 F3E 两款, 如下图示。



E6 是比亚迪精心打造的一款纯电动车型。他的动力电池和启动电池均采用比亚迪自主生产的铁电池, 该电池慢充为 220V 民用电源; 快充为 3C 充电, 15 分钟左右可充满电池 80%, 充电一次续驶里程可以超过 300 公里, 百公里加速时间在 10 秒以内, 最高车速可达 160km/h 以上。

在节能方面, E6 百公里能耗为 20 度电左右, 只相当于燃油车 1/3 至 1/4 的消费价格。在安全上,

车上搭载的铁电池经过高温、高压、撞击等试验测试，安全性能非常好，绝不会爆炸；车身结构采用前后贯通式纵梁，具有良好的碰撞安全性能；动力方面，它的加速时间在 10 秒以内，最高车速可达 160Km/h 以上，动力性能强劲。考虑到社会环境和配套设施，e6 将在一、两年后才会正式推出。预计售价会在 15 万元以内。



F3E 共匹配了 96 块 3.3V 铁电池，安装位置在车身底盘部分，排列方式为纵向 24 块、横向 4 排，通过相关固定带的捆绑和金属外壳的保护实现与车辆的安装。

F3e 技术参数表

1.累计续航里程 300km、0 - 100KM/H 加速时间 13.5S

2.尺寸参数：

车长 (mm) 4533 车宽 (mm) 1705 车高 (mm) 1490 轴距 (mm) 2600

3.质量参数：

整备质量 (kg) 1530kg 承载质量 (kg) 375kg

4.性能参数：

最高车速 (km/h) 150 最大爬坡度 30% 0 - 100KM 加速时间 (S) 13.5 续航里程 (km) 300 百公里耗电 (度) 12

5.动力电池：

类型 铁电池 额定容量 (AH) 120 工作电压 (V) 310 动力电池组质量 (kg) 350

F3e 身上装载的电动机也由比亚迪自己研发而来，最高转速被调校到 6700 转，与之匹配的为一台固定速比的类似于 CVT 的自动变速箱，驱动形式为前置前驱。

F3e 全车设计有两个充电接口，分别位于内燃机燃油加注口位置和隐藏于前格栅比亚迪标识内部。前者必需要在厂家制定的充电站进行充电作业，而后者则可以使用 220V 10A 的日常充电插座即可完成充电。

充满电续驶里程超过 350 公里，最高时速为 140~ 150KM/H，一次充满电时间为 1.5 小时。还具有成本低、无污染、无噪音、易于回收，安全性能好等优势。

前期比亚迪将在北京、上海、深圳、广州四地建立专业充电站，为了提升充电便利性厂家预设，在停车场等公共服务地区建立采用 IC 卡计费的充电系统。提到充电，可能多数人会问及电池的寿命。铁电池可以循环充、放电 2000 次，每次充电时间在 10 分钟左右即可达到 70% 的充电量。如果按照 300km 的续航里程来算，折合行驶里程应为 60 万 km，即使以出租车的使用强度，使用周期应在 5 年左右。那么由此引申的一个疑问，随着累计的使用、电池频繁充放电导致的电解液稀释，他的寿命是否也会受到影响？百公里

的电量消耗又是多少？行驶中是否会有噪音产生？对此官方称：“之所以给出 2000 次的充放电数量，是在综合了以上情况下给出的保守数值。F3e 的百公里电量消耗为 12 度，在行驶过程中在车内基本感受不到噪音，只有在发动机盖开启的状态下，可以隐约听见电动机的工作声音以及随之产生的震动”。如果以现在的居民用电的电费计算，F3e 的百公里燃料消耗费用在 6 元钱左右，这相当于 1L97 号高清汽油的价格，如果按照以上 60 万 KM 的使用里程寿命计算，那么 F3e 的终生燃料消耗费用仅为 36000 元，这相当于一台百公里油耗 5L 经济型轿车 1/4 的费用

2. 宝马

德国宝马在 2008 年洛杉矶车展（ Los Angeles Auto Show 2008 ， 08 年 11 月 21 ~ 30 日面向公众开放）上公开了小型车“ MINI ”的电动汽车“ MINI E ”。

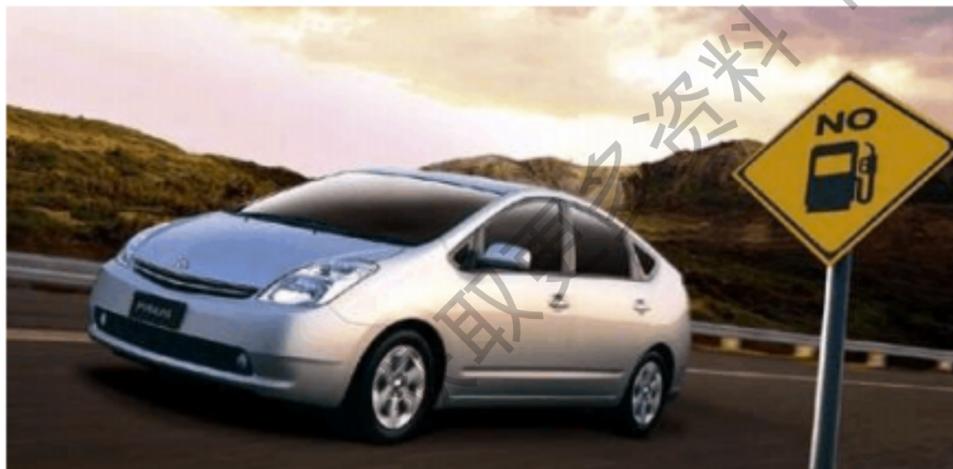
（穿插一点宝马 MINI 车型的介绍）MINI 由英国 BMC 汽车公司设计并于 1959 年秋天问世，是一款经济型轿车，车身只有 3.9 米长，车轮才 25.4 厘米，技术落后的铁质发动机的功率又比别的汽车小得多，但是从 1962 年起，Mini 不断参加各种汽车比赛，多次获得了冠军，赛车手认为该车具有令人难以置信的良好操纵性和路面附着能力。

1994 年德国宝马（BMW）集团接手 Mini，对它进行了各方面的改良，并于 2008 推出了纯电动型 MINI E。

宝马在第 63 届法兰克福车展展出插电式电动车 Vision Efficient Dynamics 0-100km/h 的加速时间为 4.8 秒，完全充电状态下，可以连续行驶里程为 50km。

3. 丰田

丰田普锐斯 Prius 如下图示：



该车于 1997 年 10 月底问世，是世界上最早实现批量生产的混合动力汽车。2005 年 12 月 15 日正式我国上市的新款普锐斯 Prius，是第二代普锐斯 Prius，它装备了新一代丰田混合动力系统 THS II。THS II 的主要总成全部由丰田汽车公司自主开发。属于混合动力结构，所用电池是镍氢电池组（如下图示），



由 28 个 6.9V 镍氢单体电池组成的，电压为 274V ，在升压器的作用下电压可以提升至 500V ，更高的电压有利于提高效率。它同时装有汽油发动机和电动机两套系统。启动、加速和上坡时两套系统同时出力；刹车时能量逆向存入蓄电池；平稳行驶时，由蓄电池驱使电动机单独出力，不再烧油。算总账，混合动力车可以节省一半汽油，尾气污染自然也减少一半。现一汽丰田 国产 PRIUS 已下线。

君越

4. 奇瑞

推出代号为 BSG/ISG 的混合动力样车，并准备于 2006 年底批量生产。奇瑞 A5 的 ISG 车混合动力系统由 “ 1.3L 汽油机 + 5 速手动变速器 + 10kW 电机 + 144V 镍氢电池 组成，电机采用永磁同步电机并带有电机控制系统、逆变器以及 DC/DC 转换器。发动机采用奇瑞公司开发的双可变正时气门技术 (Double VVT)，并通过通过 Double VVT 技术以实现 Miller 循环，大幅改善了整车燃油经济性，并显著降低排放。测试数据显示，与同排量车相比，BSG/A5 轿车的城市工况可提升 10%-15% 左右，二氧化碳的排放量减少 12% 左右；ISG/A5 轿车的城市工况可提升 25%-30% ，二氧化碳的排放量减少 12% 左右。

奇瑞 A5 ISG 混合动力系统采用燃油发动机、电力发动机互补工作模式。发动机和电机扭矩进行叠加方式进行动力混合，发动机与电机和变速器相并联，按照不同的行驶工况要求，发动机的扭矩与电机的扭矩在变速器前进行多种形式的复合以实现最优的驱动效率。在起步或低速行驶时，车辆仅依靠电力驱动，此时汽油发动机关闭，车辆的燃油消耗量为零；当车辆行驶速度升高（一般达 40km/h 以上）或者需要急加速时，汽油发动机启动并开始输出动力；在车辆制动时，混合动力系统能将动能转化为电能，并储存在蓄电池中以备下次低速行驶时使用。

5. 通用



6. 本田
insight



思域



本田雅阁 3.0 Hybrid
Accord 和 Civic

7. 福特



福特 Edge 插电式燃料电池混合动力车是世界上第一辆可通过家用电源为电池组充电，并使用氢燃料电池混合动力的概念车。它使用了车载氢燃料电池发电机和锂离子蓄电池相结合的动力系统。该系统将传统燃料电池的尺寸、重量、成本和复杂性减少了 50%以上，还有望使燃料电池组的寿命翻一番之多。

Edge 混合动力车是由一辆 336 伏的锂离子电池组提供全时动力的概念轿车，在标准的家用电源插口 (110V 或 220 V 交流电) 就可以通过车载充电器为电池组充电，这一举措使得 Edge 成为了一款真正的插电式混合动力车。而当一次充满电后，该车会自动优先以储存的电力行驶 40 公里，当电池组的电能消耗到 40% 以后，氢燃料电池开始自动给电池组充电。氢燃料电池是通过一个 350 巴的氢气罐，供应 4.5 公斤的可用氢来转化成电能给电池组充电。现在如果一次充满电并加满 4.5 公斤的氢后，Edge 混合动力车可连续行驶 362.25 公里，同时实现真正的零排放。

此外，这辆氢燃料电池与电池组驱动的混合动力车已经可以达到 136.85 公里/小时的行进速度，而且其燃料消耗量非常低，不过对于每天行驶 [里程 \(图库 论坛\)](#) 较长的驾车者来说，燃料消耗可能要略大一些，因为随着燃料电池运行时间的增加，氢的消耗量也会越大。当然，像 Edge 这种概念车要想真正付诸实用，还需要克服许多道屏障。首先是燃料电池车的造价仍十分昂贵，单车的成本都要过百万美元，仅电池组成本就要数万美元；另外，虽然氢燃料电池车的行驶是没有污染，但在提取制造氢的过程中却依旧可能存在污染；还有，氢的运输存储条件都十分苛刻，要创建加氢站等基础设施需要巨大资金支持，这些都需要政府和企业的通力合作才能达成。

福特翼虎 Hybrid

8. 奔驰

奔驰在第 63 届法兰克福车展上亮相 Vision S500 插电式电动车，完全充电状态下，可以连续行驶里程为 30km 将在本月即 2009/10 月推出。采用锂离子电池。

9. 上海大众

高尔夫 TwinDrive 每行驶 100 公里，仅需耗费 8 度的电力与 2.5 公升的燃油。而电动马达与引擎亦可提供高达 130Kw 的最大动力输出，让高尔夫 TwinDrive 保有充沛的加速性能。整体而言，面对油价持续走扬的环境，大众这项持续到 2012 年的 PHEV 研发计划，将为下一阶段的环保节能车增加新的选择。

大众在第 63 届法兰克福车展展出小型电动车 E-Up，计划 2013 年上市，其装配一台电动机，同时配有一组 228kg 的锂离子电池组，0-100km/h 的加速时间为 11.3 秒，完全充电状态下，可以连续行驶里程为 112.7km。

10. 东风

东风自主研发的混合动力公交车下线，东风汽车公司已推出 HEB14-1 混合动力大客车、燃料电池电动客车、HUST 串联混合动力客车，以及富康 988 混合动力轿车、CEV-95 电动轿车概念车等 7 个产品。

11. 长安

CM9 样车问世 ,并准备于 2008 量产

12. 华普

海尚 305 样车问世 ,计划在 2008 年实现量产

虽然目前，一汽、上汽、广汽、长安、东风等汽车集团都已有混合动力车型项目。但由于成本问题，加上政府扶植力度远不如美国等发达国家，汽车厂商谁也不敢贸然投入批量生产，混合动力车型目前只是雷声大，雨点微乎其微。

一汽 自主研发的混合动力公交车下线

一汽集团公司利用自身的汽车生产优势，大力开发混合动力汽车并准备在长春建设具有国际意义的“绿色汽车”研发生产基地。

英国、意大利、瑞士

1999 年，丰田公司的“PRIUS混合动力轿车在日本销售达 3 万多辆，至 2004 年，该款混合动力轿车在全世界的累计销量以达到 12 万辆。2012 年，丰田公司将在它生产的所有车辆上安装油电混合动力发动机以增加汽车的燃油经济性并降低废气排放。

13. 长城

长城汽车公司日前推出欧拉、[精灵](#) ([图库](#) [论坛](#)) 纯电动车、[哈弗](#) ([图库](#) [论坛](#)) 混合动力车、3 款概念车，准备参加即将举办的北京车展。

据介绍，长城欧拉 (GWKULLA) 完全由电机驱动，单次充电可行驶 140 公里，时速达 65 公里，每百公里运行费用不到 10 元。

长城精灵纯电动车是在长城精灵轿车的基础上设计开发的，其动力系统为 50Kw 的永磁直流无刷电机，时速可达 130 公里。电池采用先进的锂离子电池，10 分钟可充电 70%，续驶 [里程](#) ([图库](#) [论坛](#)) 可达 180 公里。如下图：据说售价才不到两万。





哈弗混合动力车是最新开发的新能源车，排量为 2.4L，时速可达 160 公里，满足欧 IV 排放。它继承了哈弗 CUV这一成功产品的全部优势，并匹配 4G69S4N混合动力发动机，采用六速自动变速箱，搭载了带传动的启动 / 停止系统。这一系统可以实现怠速停机功能，在城市工况下可实现节油 15%以上。（注：并不是真正的混合动力，电能不能起到驱动作用，和吉瑞的 HEV相似）。如下图：



我认为，长城的混合动力车不值得关注，因为其给出的信息很模糊，炒作而已。

14. 中国哈飞汽车集团 -EV 柯达汽车

美国加州柯达汽车公司宣布，将从 2010 年秋起在美国销售中国哈飞汽车集团（年产能力为 20 万辆）生产的 EV 柯达汽车，可以在高速路行驶，由天津力神天津力神提供磷酸铁锂电池组。（力神年产能力 2 万电池组）。电池组容量 34 千瓦时，电池组被包裹在一个钢性容器种可以 1500 次完全充放电 220 伏下，6h 可以充满，充电 2h 可以行驶 64 公里。

15. 斯巴鲁

16. 日产

17. 克莱斯勒

18. 三菱

19. 雷诺

雷诺携带 4 款电动概念车亮相第 63 届法兰克福车展，承诺此 4 款车将在 3 年之内量产。

五.相关厂家电动汽车电池的性能及参数

1. 万向

如图：



模块电压	66.6V
模块容量	40AH
电池材料及种类	IMP
模块尺寸	160*490*340

所以，应该为 $66.6/3.7 = 18 \sim 19$ 块单体电池串联组成。

2. 神州巨电

单体电池容量	30-500AH
--------	----------

标称电压	3.7V
使用温度	-30-70
寿命	1000 次

自述：从上面数字可以看出神州巨电的单体电池容量很大，可以减少或免除电池并联，从而提高电池组电芯的一致性，该电池应用于 EV，列车等。

3. 佳贝思

佳贝思电池及配套车辆略表

车型 Vehicle Type	配用电机电压 Mached Motor Votage	电机功率 Motor Power	电池容量 Battery Capacity	形式里程 Range	最高速度 Max speed	电池节数 Battery Qty	充电器规格 Charger Type
电动中巴 Electric Van	288V	45K	300AH	300KM	90KM/H	90	288V100A
	320V	50K	300AH	350KM	100KM/H	100	320V100A

车型 Vehicle Type	配用电机电压 Mached Motor Votage	电机功率 Motor Power	电池容量 Battery Capacity	形式里程 Range	最高速度 Max speed	电池节数 Battery Qty	充电器规格 Charger Type
电 动 大 巴 Electric Bus	345V	120K	300*2AH	300KM	100KW/H	110	345V200A
	500V	120K	400*2AH	400KM	100KW/H	156	500V300A

车型 Vehicle Type	配用电机电压 Mached Motor Votage	电机功率 Motor Power	电池容量 Battery Capacity	形式里程 Range	最高速度 Max speed	电池节数 Battery Qty	充电器规格 Charger Type
混 合 动 力 车 HEV	96V	30W	40AH	40KM	130KW/H	32	96V15A
	320V	50W	60AH	100KM	150KW/H	100	320V30A

车型 Vehicle Type	配用电机电压 Mached Motor Votage	电机功率 Motor Power	电池容量 Battery Capacity	形式里程 Range	最高速度 Max speed	电池节数 Battery Qty	充电器规格 Charger Type
电动轿车 EV	144V	17K	90AH	200KM	85KW/H	45	144V30A
	320V	40K	160AH	400KM	120KW/H	100	320V50A

自述：由以上数据可以看出整体上大巴比中巴配用的电机电压要高，但不同的大巴或中巴其自身的电机电压也比较大。从电机功率上来大巴要远大于中巴，因此其所需要的电池容量大巴要大的多（因为我认为汽车需要电池的容量由其电机的功率和形式里程决定，有公式电池容量 = 电机功率 * 行使里程，应为能量利用率，这个公式是我猜得）。可以看出，HEV 的整体电压要低于 EV 的整体电压，但电机功率要高，我认为从 HEV 和 EV 的自身特点来看，HEV 由于有另一种动力，因此电池只是其辅助设备，为了降低成本，达到最佳使用效果，而配置较小容量的电池组。另外，从以上数据可以看出，充电器的电压是与电机电压相一致的。电流还不知道有谁来确定。

4. 北大先行

北大先行磷酸亚铁锂动力电池组（正极材料 LFP-020）				
容量 规格	55AH	120AH	180AH	200AH
最大放电倍率	2C	2C	2C	2C

最大充电倍率	1.5C	1.5C	1.5C	1.5C
重量 (Kg)	2.1	4.3	5.4	5.6
电压范围	2.0-3.65V			
标称电压	3.2V			
使用温度范围	-20 -60			
电池组循环寿命	2000 次			
检测标准	通过 QC/T 743-2006 国家标准			
应用	大巴等			

北大先行磷酸亚铁锂动力电池组集成系统	
397V/360Ah	120Ah 3 并 124 串
384V/200Ah	50Ah 并 120 串
384V/120Ah	20Ah6 并 120 串
144V/100Ah	50Ah2 并 45 串

北大先行磷酸亚铁锂动力电池组集成系统特征值		
工作电压 V	充电	3.65
	放电	2.5
重量能量密度	90Wh/g	
体积能量密度	160 Wh/l	
最大充电电流	1C	
最大放电电流	恒流	< 1C
	脉冲	< 3C
标准充放电电流	0.5C	
循环寿命	> 1500 次	
适用温度	充电	0 -50
	放电	-20 -50

车型	电压	电池数	组合	容量	材料
奥运大巴	397V	372 个	124 串 120Ah3 并	360 Ah	铁
环卫车	384V	480 个	120 串 50Ah4 并	360 Ah	
双源无轨客车	384V	720 个	120 串 20Ah6 并	360 Ah	

5. 塞恩斯 4567

混合动力汽车用锂离子电池

塞恩斯混合动力汽车锂离子单体电池特征值		
	型号	
	CBP24100	CBP4807
公称电压	25.6V	51.2V
公称容量	100Ah	7.0Ah

尺寸		315mm*162mm*610mm	157mm*93mm*332mm
重量		40Kg	6.5 Kg
能量密度		70Wh/ Kg	60 Wh/ Kg
充电	充电电压	28.8V	57.6V
	最大持续电流	300A	70A
	最大电流 (30s)	600A	100A
	最大电流 (10s)	900A	150A
放电	最大持续电流	600A	70A
	最大电流 (30s)	750A	150A
	最大电流 (10s)	1000A	200A
	终止电压	20.0V	40.0V(2.0V/cell)
温度范围	充电	0-40	0-40
	放电	-20-60	-20-60
	贮存	-40-70	-40-70
冷却系统		有	有

塞恩斯混合动力汽车锂离子电池模块		
项目	CBP24100	CBP4800
模块电压	25.6V	51.2V
模块容量	100Ah	7.0Ah
最大放电电流	600A	200A
最大充电电流	300A	150A
系统电压	512V	336V
系统容量	100Ah	7.0Ah
串联模块数	21	7

插电式纯电动车用锂离子电池

插电式纯电动车用锂离子单体电池			
项目		型号	
		CBE24300	CBE24150
公称电压		25.6V	25.6V
公称容量		300Ah	150 Ah
尺寸		700mm*242mm*330mm 554mm*301mm*330mm	315mm*162mm*610mm
重量		75kg	40kg
能量密度		100wh/kg	100wh/kg
充电	充电电压	28.8V	28.8V
	最大持续电流	300A	150A
放电	最大持续电流	300A	150A
	最大电流 (10S)	900A	450A
	截止电压	20.0V	20.0V
使用温度	充电温度	0-40	0-40
	放电温度	-20-60	-20-60

							A H													
长安	杰勋 SC6442H	中混	ISG	13KW/	42	镍氢 电池	6		144											
	志翔 SC7155A4	中混	ISG	13KW	42	镍氢 电池	6		144											
	参数由混合方式决定与车型无关	中混	ISG	18KW/1		磷酸 铁锂	1		144											
				44V			1													
		强混		30KW/2			1		288											
		PH EV		30KW/2			2		288											
EV			40KW/3		3		336													
						3														
奇瑞	参数由混合方式决定与车型无关	HE V	ISG	10KW/1	88	金属 氢化 物 镍蓄 电池	5. 5		151				-40 — 55				45kg	840*360 *104		
		PH EV		70/95kw (额定和 峰 值)/336 V	280	锂电 池	6 0		336				-40 — 55			270kg	2108*10 64*239			
		微 型 EV		29/40(额 定和峰 值)/336 V	145	锂电 池	4 0		336				-40 — 55			160kg	690*530 *180/ 800*430 *180			
		中 级 EV		40/58(额 定和峰) /336V	184		6 0		336				-40 — 55			270kg	2108*10 64*239			

六. 电动汽车动力锂离子电池组组合

总的说来, 电动汽车动力锂离子电池系统是由电池组和电池管理系统两部分组成。

(一) 电池组

电池组是由若干个单体电池经过串并联组合而成, 串联用于增大电池组的电压, 并联用于增大电池组容量, 多数厂家采用先串后并, 也有部分厂家采用先并后串。

(二) 电池组管理系统

电池控制系统的作用是 控制电压 控制电流 控制温度

CAN 总线接口:

电池管理系统通过 CAN 总线接口与电动车主控制器进行通信, 可以传输电池管理系统的所有监控数

据，包括总电流，单体最高电压，单体最低电压，最高温度，最低温度，SOC，总电压等数据。电动车主控制器依据电池管理系统传输的数据，对整车的控制进行实时调整，达到对动力电池更加合理的使用效果，延长动力电池的使用寿命。

(三)电池组管理系统厂家及其产品特点

深圳安泰佳有限公司 电话：86 0755 83276424 13760417696（有介绍）

哈尔滨冠拓电源设备有限公司 电话：0451-57831599-809 E-mail:jason_chn@163.com（有介绍）

3. 宁波雷天、万向、BYD 可以生产 BMS。

4. 深圳市力通威电子科技有限公司 电话 0755-81489971-809 联系：刘工

5. 我熟悉电动汽车 bms 的开发和厂家，电话 1331816379

七.电动汽车用动力电池充电器

八.

1.为什么 HEV 大电流放电 微型 EV 小电流放电

九. 电机，发动机能量转化问题

电动机的几个常用参数

输入功率 P_1 ：电动机从电源吸取的有用功率。

输出功率 P_2 ：电动机转轴上输出的机械功率。在额定负载下，轴功率就是输出功率；输出功率与负载有关，负载是零时，输出功率是零，负载越接近额定功率，输出功率就越接近输入功率。

电动机效率：输出功率与输入功率的比值。效率高，运行经济，但是电动机的成本高。异步电动机的在额定电压下，其效率值达到 72-92%。

额定功率 P_e ：电动机能够连续输出的最大功率，在额定负载下，额定功率 = 铭牌功率 = 轴功率

最大功率 P 与额定功率的关系

电动机的几个常用参数

最大功率 P 与额定功率的关系

扭矩：发动机的扭矩，俗称“转劲”是一种转动力，控制着汽车的爬坡能力和加速能力。扭矩单位是牛顿·米，其受转速的影响，只有在一定转速的情况下才能达到最大扭矩，而这个转速一般是其中低速。

发动机功率：发动机单位时间内所做的功叫做这发动机的功率。发动机功率决定汽车的速度，最大功率时，汽车的速度最大。当排量一定时，其发动机功率越大越好，即速度高，但是若排量不要求，功率越大，则油耗越大，排量越大。

发动机功率与速度的量化关系

十.做动力电池的公司及科研单位

比亚迪，比克，雷天，中科院化学所，大连物化所，厦门大学，复旦大学
国内主要锂动力电池及材料厂家

比亚迪（1211.HK）

已正式推出搭载其自主研发的磷酸铁锂动力电池的比亚迪 F3DM双模汽车。是目前国内唯一掌握车用磷酸铁锂电池组规模化生产技术的企业，在世界上处于领先地位。

中信国安（000839）

中信国安盟固利是目前国内最大的锂电池正极材料钴酸锂和锰酸锂的生产厂家，同时也是国内唯一大规模生产动力锂离子二次电池的厂家。

深圳比克（CBAK.Nasdaq）

比克是全球产量最大的锂离子电池芯制造商之一，全资子公司比克国际（天津）有限公司从事磷酸铁锂动力电池芯的研发、生产。2008年年末，其“电动汽车用磷酸铁锂动力电池产业化”项目被国家科技部列入国家863计划重点项目。2008年10月，比克天津生产基地建成第一条磷酸铁锂动力电池芯生产线，并开始进行试生产。

天津力神电池股份有限公司（非上市）

“十一五”863计划中承接“电动汽车高性能锂离子动力蓄电池系统研制”课题。

江苏国泰（002091）

主要控股子公司国泰华荣化工新材料有限公司主要生产锂电池电解液和硅烷偶联剂，锂电池电解液国内市场占有率第一，超过30%。

中国宝安（000009）

国内最大的锂电池负极材料生产商，同时涉足各种锂电正极材料。

杉杉股份（600884）

全国规模最大的锂电池综合材料供应商，国内电解液市场占有率第二，负极材料（石墨）市场占有率第一。锰酸锂年产能500吨。唯一一家掌握了磷酸铁锂生产技术的A股上市公司。

西藏矿业（000762）

拥有国内最优质的含锂盐湖资源，目前碳酸锂产能5000吨/年。

中信国安 (000839)

中信国安盟固利目前是国内最大的锂电池正极材料钴酸锂和锰酸锂的生产厂家。锰酸锂产能 3000 吨。

法拉电子 (600563)

是中国第一、世界第三大的薄膜电容器生产厂家，涉及电力驱动。法拉电子自 2003 年开始关注和研发混合动力车用薄膜电容产品，并于 2005 年开始和部分国内汽车企业联合开发。

佛塑股份 (000973)

在锂电池隔离膜有一定市场地位。

天津斯特兰能源科技有限公司 (非上市)

国内最大的磷酸铁锂电池正极材料生产商，主要供货给比亚迪。

湖南瑞翔新材料有限公司 (非上市)

公司专门从事锂电池正极材料的研究、开发、生产和销售，锰酸锂和磷酸铁锂的正极材料均有研发，其中“十一五” 863 计划中承接“动力型锂离子电池正极材料锰酸锂的研制、开发”课题。

中国电子科技集团公司第十八研究所 (非上市)

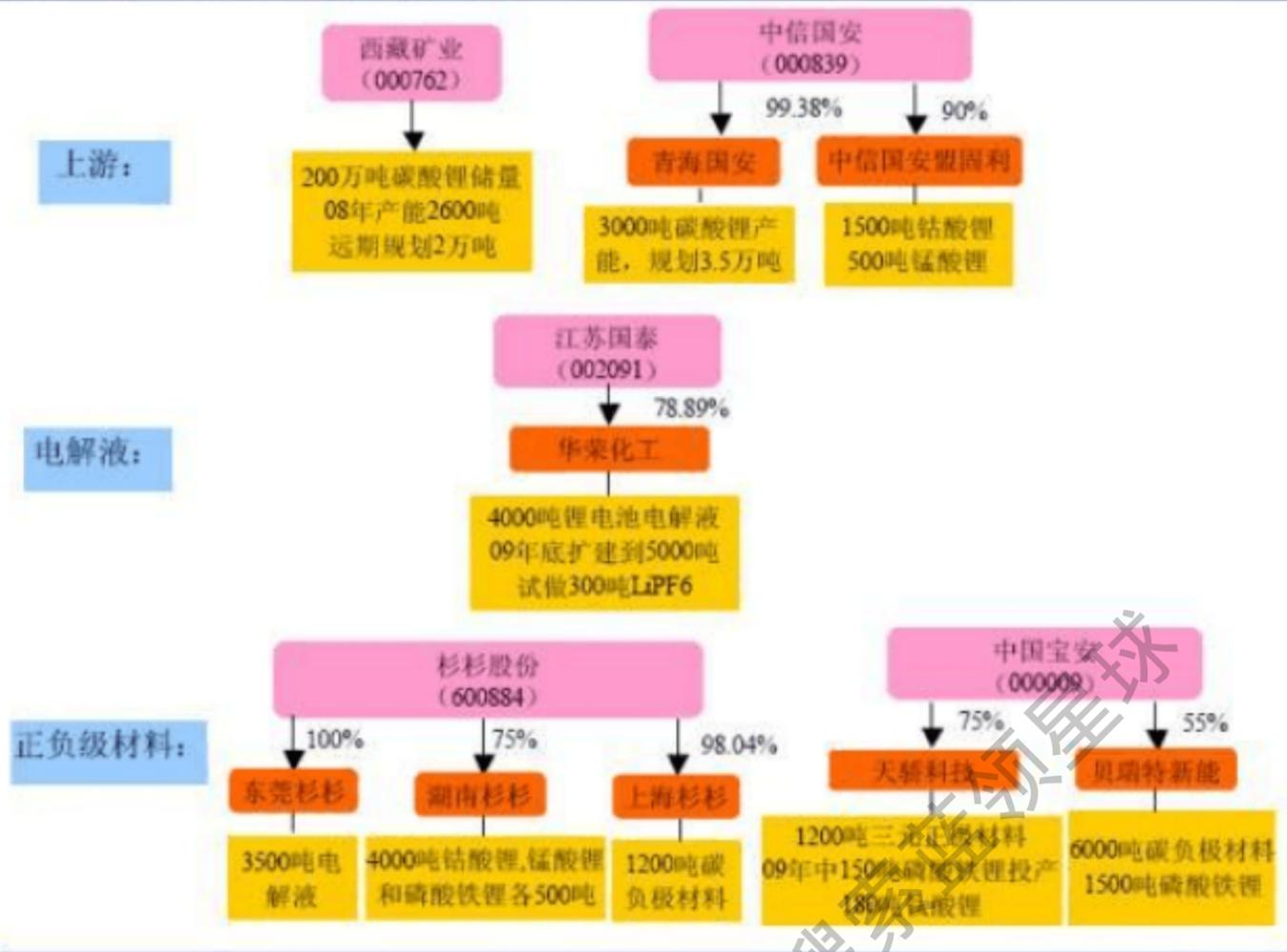
我国成立最早的化学与物理电源研究所，承接“十一五” 863 计划中“动力锂离子电池正负极材料的研制”课题，间接参股天津电动汽车生产基地主体的天津清源电动车有限责任公司。

国内电池厂商中，产业化做得最好的当属比亚迪、天津力神、深圳比克和被日本 TDK 全资收购的东莞新能源 (ATL)。上市公司中与锂电池相关的包括中信盟固利、广州国光、咸阳偏转集团下属的咸阳威力克能源、万向钱潮大股东万向集团。我们认为广州国光所研发的聚合物锂电池代表着锂电池的发展方向，我们密切关注广州国光的研发进展。

东莞新能源科技有限公司 ATL

目前正在研发的是电动汽车电池，为深圳提供公交车动力电池

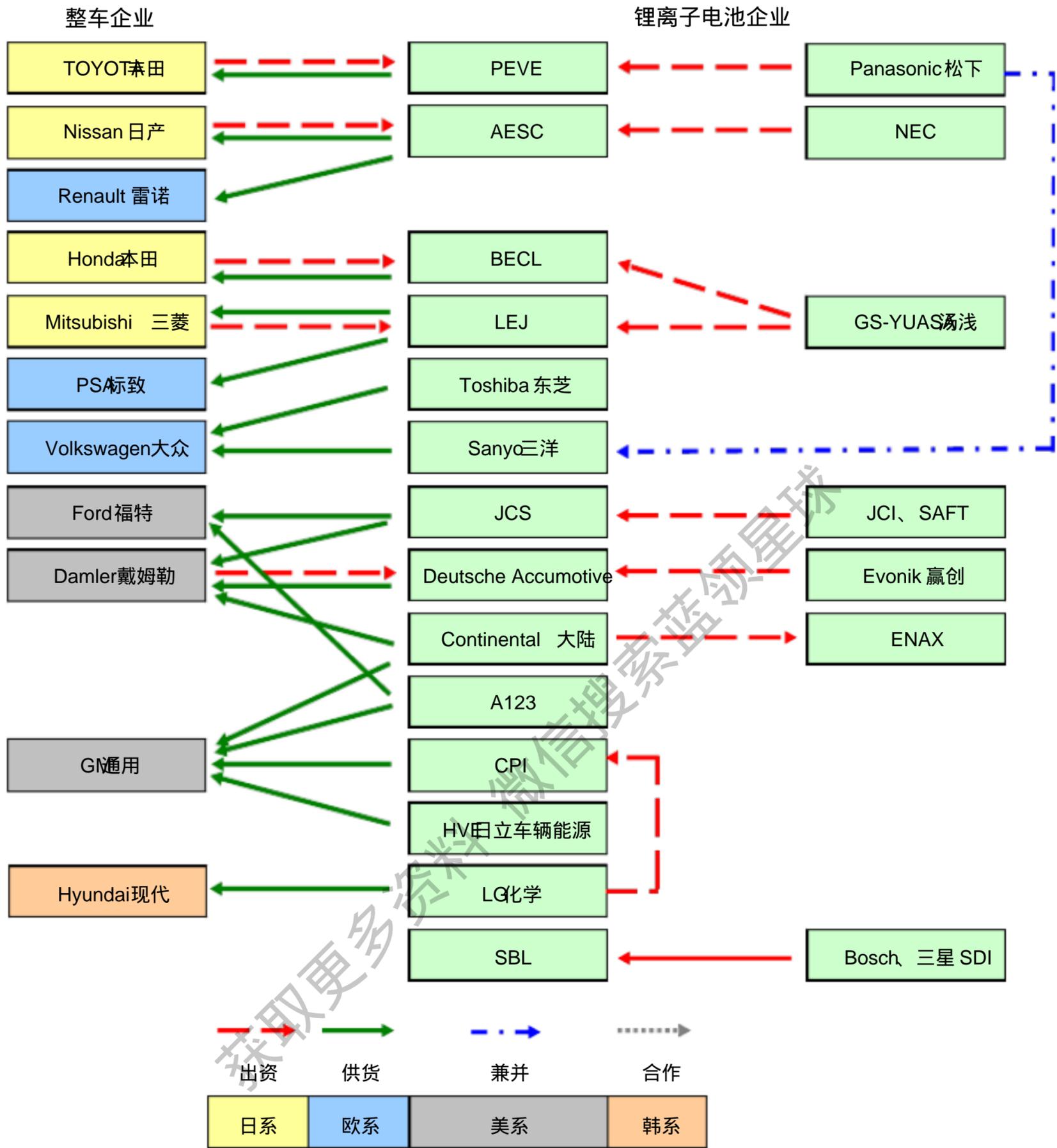
图 41: 锂电产业链相关上市公司



资料来源: 申万研究

动力电池关系网

获取更多资料 微信搜公众号: 动力电池关系网



图表 61：世界上主要动力电池供应商

国别	公司	技术流派	下游客户
日本	三洋电机	镍氢电池、锂离子电池	大众、福特
日本	松下电动车能源公司	镍氢电池、锂离子电池	丰田、本田
日本	日立	镍氢电池、锂离子电池	伊顿
日本	英耐时公司	镍氢电池、锂离子电池	本田
日本	NEC Lamilion Energy	镍氢电池、锂离子电池	-
日本	Litecel	镍氢电池、锂离子电池	三菱汽车
日德合资	Degussa Enax	镍氢电池、锂离子电池	-
美国	伊顿公司	镍氢电池、锂离子电池	肯沃斯卡车公司等
美国	简法动力公司	镍氢电池、锂离子电池	通用、克莱斯勒
美国	Johnson Controls	镍氢电池、锂离子电池	通用、克莱斯勒
美法合资	JCS	镍氢电池、锂离子电池	福特
德国	大陆集团	镍氢电池、锂离子电池	戴姆勒
法国	萨夫特(SAFT) 公司	镍氢电池、锂离子电池	标致-雪铁龙、雷诺
韩国	LG 化学	镍氢电池、锂离子电池	通用
中国	比亚迪	磷酸铁锂电池	比亚迪

影响锂离子电池产业发展的因素

1、 有利因素

(1) “十一五”期间，中央政府将在锂离子电池研制方面投资 6000 万元，同时要求承担项目的公司按照 10 倍比例投入配套资金，这样，总的投资将达到 6 亿元。而“十五”期间，在锂电池研发上的国拨经费只有 800 万元，加上地方的配套经费，大约只有 1600 万元。

(2) 信息产业部等 7 部委出台的《电子信息产品污染控制管理办法》于 2007 年 3 月 1 日实施，同时，国家发改委等部门将出台《废旧家用电器回收管理办法》，政策将对废旧电器，包括电池的回收进行规范，由于铅、汞、镉等有毒有害物质在电池领域大量使用，电池行业的发展将受到极大影响。这对锂离子电池产业的发展来说是利好。

(3) 2006 年 9 月 14 日，国家财政部等五部委联合印发了《关于调整部分商品出口退税率和增补加工贸易禁止类商品目录的通知》。根据《通知》规定，铅酸蓄电池、氧化汞电池的出口退税政策被取消；而早在 2004 年，电池的出口退税率便开始逐年下调，并将逐步全面取消退税。目前铅酸蓄电池、氧化汞和镉镍电池已被列入加工贸易禁止类目录，对列入此目录的商品进口一律征收进口关税和进口环节税。而国家对锂离子电池出口退税从 13% 上调至 17%。

(4) 根据市场研究机构 IIT 于 2007 年 3 月发表的报告指出，除笔记本电脑及手机等传统主要应用外，电动工具、其它消费性电子产品、轻型电动车与电动汽车等新应用，已为锂离子电池注入高度成长的动力，并将成为 2016 年锂离子电池总产值挑战 100 亿美元的主要推手。

(5) 各国的动力锂电池发展取得了很大进步，正极材料主要是磷酸铁锂和锰酸锂，在容量、安全性、循环寿命等多方面都已经完全能适应动力设备的要求，在电动自行车、混合动力车、纯电动车、电动船、UPS 电源以及其他一些储能装置上已经开始应用，最近几年将会大批量的应用。

2、不利因素

(1) 目前锂离子电池发展的瓶颈是其安全性能和汽车动力电池的管理系统：安全性能方面，由于锂离子动力电池具有能量密度大、工作温度高、工作环境恶劣等方面的原因，加上以人为本的安全理念，因此，用户对电池的安全性提出了非常高的要求。汽车动力电池的管理系统方面，由于汽车动力电池的工作电压是 12V 或 24V，而单个动力锂离子电池的工作电压是 3.7V，因此必须由多个电池串联而提高电压，但由于电池难以做到完全均一的充放电，因此导致串联的多个电池组内的单个电池会出现充放电不平衡的状况，电池会出现充电不足和过放电现象，而这种状况会导致电池性能的急剧恶化，最终导致整组电池无法正常工作，甚至报废，从而大大影响电池的使用寿命和可靠性能。

(2) 目前锂电池使用的隔膜基本靠进口，如果实现国产化则可大大降低制造成本，目前国内仅有个别企业突破了隔膜制造技术，开始批量生产，但还不能完全替代进口隔膜。

(3) 扩大锂电池的生产规模化，提升自动化水平，降低成本，这些需要资金的大量介入，另外还需要配套的充电站设施的大量先期投入，提供方便电动车应用的大环境，国内目前在配套设施方面比较落后，从而影响了锂电池动力汽车在国内的使用

图表 5：全球主要汽车制造商混合动力和电动车车型对照

	车型	动力	使用电池最大行使里程	上市时间
丰田	普锐斯	混合动力	30+	1997
	2010 普锐斯	太阳能	N/A	2010
	雷克萨斯HS250h	混合动力	30+	2009
	Toyota IQ	锂电池	80+	2012
通用	VOLT	锂电池 + 乙醇	100+	2010
	克莱斯勒 200C	混合动力	64+	未定
本田	思域	混合动力	30+	2007
	Insight*	混合动力	N/A	2009
Benz	S400 BlueHybrid	混合动力	N/A	未定
	BlueZERO (概念)	锂电池 + 燃料电池	N/A	未定
BMW	7 系列	混合动力	N/A	N/A
标志	Hymotion4	混合动力	N/A	2009
	Prologue	混合动力	N/A	2009
雷诺	Ondelios (概念)	混合动力	N/A	未定
道奇	Circuit EV跑车 (概念)	混合动力	240+	未定
比亚迪	F3DM	混合动力	100+	2008
	F6DM	混合动力	100+	2009
	E3	锂电池	400+	2010

资料来源：第一上海整理 (*：本田的 Insight，曾经在 1998 年上市，但因销售不佳退市，现在本田将重新推出)

电池厂家

电池厂商	股东厂商	正极材料	负极材料	电解质	客户与合作者
三洋电机	三洋	锰酸锂/镍钴锰三元	碳系	液态	大众, 福特, 本田
PEVE	丰田, 松下	镍钴锰三元	碳系	液态	丰田, 三菱
ABSC	日产, NEC	锰酸锂系	碳系	液态	日产, 雷诺
GS 汤浅	汤浅	镍钴锰三元	碳系	液态	本田, 三菱
东芝	东芝	锰酸锂系	钛酸锂	液态	大众
HVE	日立, 神户电机	锰酸锂/镍钴锰三元	碳系	液态	通用
CompactPower	LG 化学	锰酸锂系	碳系	凝胶聚合物	通用, 现代
SB LiMotive	三星, 博世	锰酸锂系	碳系	液态	宝马, 戴姆勒
JCS-SAFT	江森自控, SAFT	镍系(镍钴铝)	碳系	液态	通用, 福特, 戴姆勒, 宝马
A123 Systems	GE, MIT 等	磷酸铁锂	碳系	液态	戴姆勒, 通用
EnerDel	Ener1	锰酸锂系	钛酸锂	液态	Think Nordic
AltairNano		锰酸锂系	钛酸锂	液态	Phoenix
比亚迪	比亚迪	磷酸铁锂	碳系	液态	
盟固利	中信国安	锰酸锂系	碳系	液态	京华, 中通
Deutsche Accumotive	戴姆勒, 赢创	镍钴锰三元	碳系	液态	戴姆勒
SK能源	SK能源	锰酸锂/三元	碳系	凝胶聚合物	

获取更多资料 微信搜索蓝领星球