

中信汽车·车闻天下（第 34 期）

——新能源汽车专题之二 LEAF Vs. VOLT

中信证券研究部 汽车行业研究组

李春波

电话：010-60838203

邮件：lcb@citics.com

执业证书编号：S1010510120010

许英博

电话：010-60838704

邮件：xuyb@citics.com

执业证书编号：S1010510120041

联系人：高嵩

电话：010-60838822

邮件：gs@citics.com

联系人：陈俊斌

电话：010-60836703

邮件：chenjb@citics.com

本期引言：

近年来，由于能源问题、环境问题的突出和电池技术的进步，新能源汽车在世界范围内的热度骤升，2010 年新能源汽车的关注度达到空前的高度。虽然 2011 年有所降温，但国内外主要整车厂商仍在加速推进各自的新能源路线，从事新能源汽车产业链的公司数量快速增长，同时各国政府仍在推出相应的补贴和扶植政策。我国的节能与新能源汽车产业规划也有望于近期推出，投资者和产业界对新能源汽车的关注度将再度升温。

本期我们将比较目前世界上两款主流纯电动和增程式混合动力车型的参数和市场表现，为大家理解新能源汽车及其需求提供参考。

如有疑问欢迎交流。如果您对我们的栏目有特别的期望或者要求，欢迎提出意见和建议。



资料来源：Google 图片

目 录

LEAF 和 VOLT 比较	1
日产 LEAF	1
雪佛兰 VOLT.....	5
销量对比.....	8
结论	9

插图目录

图 1: LEAF 外观	1
图 2: LEAF 内饰	1
图 3: LEAF 的主要特征	2
图 4: LEAF 的安全性设计 1	3
图 5: LEAF 的安全性设计 2	3
图 6: LEAF 的 EV-IT 功能	4
图 7: LEAF 电池尖晶石构造和层状构造的充电放电示意图.....	4
图 8: LEAF 驱动电机结构图	5
图 9: VOLT 外观.....	5
图 10: VOLT 内饰.....	5
图 11: VOLT 的核心零部件布局	6
图 12: VOLT 动力及传动系统布局	6
图 13: VOLT 主要驱动系统结构	7
图 14: 驱动力的传送路径	7
图 15: 高速运行时的能量传递路线.....	8
图 16: VOLT 的电池各单元之间配备了冷却水通路	8
图 17: LEAF 与 VOLT 美上市以来的月度销量比较	9
图 18: 美国汽油零售均价逐步上涨.....	9
图 19: 动力提升的同时，传统汽车经济性持续提升.....	9
图 20: 美国 HEV 车型数量逐步增长	10
图 21: 尽管车型数量增长，但美国 HEV 销量持续下滑.....	10

表格目录

表 1: LEAF 和 VOLT 比较	1
---------------------------	---

LEAF 和 VOLT 比较

LEAF 和 VOLT 两款新能源车具有一定的相似性，即都采用电能作为直接驱动汽车前行的动力，较普通的混合动力车型节油率更高，也更符合新能源汽车中长期发展方向。两款车型在工作模式上还有较大的区别，LEAF 采用纯电动模式，而 VOLT 则采用增程式方式，在电池电力不足时可由发动机为电池充电。

表 1：LEAF 和 VOLT 比较

	雪佛兰 VOLT	日产 LEAF
类别	增程式混合动力车	纯电动车
驱动方式	电 + 汽油等燃料充电增程	电
上市时间（美国）	2010 年 12 月	2010 年 12 月
外形参数（长 x 宽 x 高，毫米）	4404*1798*1430	4445*1770*1550
轴距（毫米）	2685	2700
电机功率（千瓦）	111	80
电机扭矩（牛·米）	368	280
电池组容量（千瓦时）	16	24
电池正极材料	锰酸锂	锰酸锂
电池制造商	AESC（NEC）	LG
0-100 公里/小时（秒）	8.5	11.5
最高时速（公里/小时）	160	140
充电时间	120V 电源：8 小时 240V 电源：3 小时	50kw 直流电：0.5 小时 220V 电源：8 小时
续航里程	电动：40-80 公里 汽油：570 公里	161 公里
电池组质保	8 年或 100000 英里	8 年或 100000 英里
美国价格（美元）	40280	32780
美国税费优惠后价格（美元）	40280-7500=32780	32780-7500=25280
美国租赁方案	首付 2500\$ \$350/月*36 个月	首付 1999\$ \$349/月*36 个月
预计进口中国时间	原定 2011 年底，从目前的进度看估计 2012 年	估计 2012 年，东风日产早已经做好量产 LEAF 聆风的准备，仍在等待政策

资料来源：GM, Nissan, ADFC, 中信证券研究部

注：下文部分内容来源于“技术在线”网站

日产 LEAF

图 1：LEAF 外观



资料来源：万车网

图 2：LEAF 内饰



资料来源：万车网

LEAF 由日产追滨工厂（神奈川县）的第一生产线生产。由于初期规划产量只有 5 万辆/年，还不足以准备专用生产线，因此与制造“JUKE”、“CUBE”和“NOTE”等 B 平台车型共线。目前生产一辆 LEAF 只需 1 分钟，每生产 5~6 辆汽油车生产 1 辆 LEAF。

LEAF 是以畅销的 5 门（掀背）款“家用车”为基础设计的紧凑车型，设计初期便定位为批量生产的纯电动车。用 220V 电源充电时间大约为 8 小时，充电一次的可持续行驶距离在 JC08 模式下为 200km（USLA4 模式下为 160km）。根据日产官方的数据，LEAF 使用的锰酸锂电池组 10 年行驶距离 10 万 km 以内无需更换。LEAF 已于 2010 年 12 月在日本和美国上市，并于 2011 年初开始在欧洲部分地区销售，2012 年有望引入东风日产国产化。

图 3：LEAF 的主要特征



资料来源：技术在线

技术特色

底盘和空间设计方面的主要特点

- 充电口设计在车身体前方。
- 采用 EV 专用底盘。电池组配置于车身中央的地板下方，形成低重心的同时，使重心接近车辆中心，提高了操纵安全性。电池模块（由 4 块电池单元构成）更多地配置在了前座和后座正下方，而在后座乘客脚下配置得较少，不会让乘客感到不便。
- 驱动电机和逆变器配备在“发动机舱”内，采用前置前驱方式，扩大了车内空间。无发动机排气管使后排地板完全平滑。
- DC-DC 转换器、充电器及加热器等众多部件也都位于“发动机舱”内，这样可获得尽可能大的车内空间和后备箱容量。

行驶性能

LEAF 具有超越同级别发动机汽车的高行驶性能。由于采用电机驱动，在转速几乎为零的状态即可产生最大扭矩（280Nm），接近 3.0 升自然吸气发动机的最高扭矩水平，起动加速性出色。然而由于电机的最大转速为 9800rpm，因此 LEAF 最高时速为 145km/h，不适于在德国高速公路等无限速道路上超高速行驶。

LEAF 的操纵稳定性也较出色。由于沉重的电池组配备在车身中央的地板下方，重心较传统汽油车更低，且电池组的重心接近于车辆重心，因此绕偏摆轴旋转的惯性力矩较小。再加上以毫秒为单位的电机达扭矩高速控制，转弯时的操纵稳定性显著提升。

由于电动车的先天优势，LEAF 的静音性能优异。因为没有装备发动机，LEAF 不会产生发动机的噪音、振动以及排气管噪音，而且车身刚性也比传统汽车有所提高。

安全性能

LEAF 非常注重安全性能。电池组放置于车身中央的地板下面有助于对外部的机械性、热性及电气性进行防范，将外界环境对电池组的影响及发生碰撞时的损伤控制在最小限度。根据日产汽车进行的碰撞试验，在正面 56km/h 时速、后面 80km/h 时速碰撞时，电池组未受损伤。

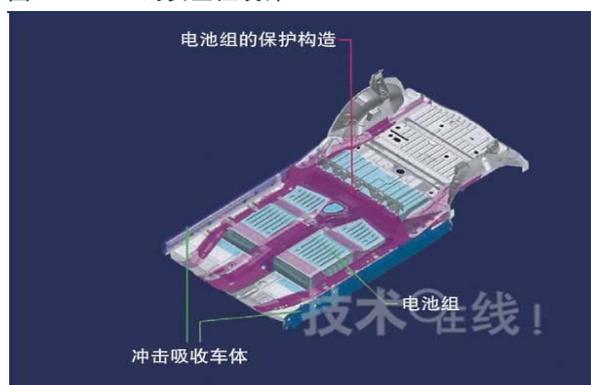
为了防止触电，高电压部件被封闭到保护壳中并进行了绝缘。在碰撞发生时，系统会自动切断高电压。此外，保护壳与车身通过电线相连，形成等电位，即使保护壳损坏后乘客刚好接触到保护壳和车身，也不会触电。

图 4：LEAF 的安全性设计 1



资料来源：技术在线

图 5：LEAF 的安全性设计 2



资料来源：技术在线

IT 技术应用

LEAF 相比传统汽车更多地使用了 IT 技术。LEAF 导入了专用的信息通信系统“EV-IT”，可接入日产车载信息服务“CARWINGS”的数据中心来获取汽车信息或操纵车辆。

为了解决对于用户对电池电量问题的担忧，LEAF 可在行驶中显示当前的电池余量能够行驶多远距离（显示能够到达的区域地图），在电池余量不足时可显示附近可充电的地点及其设施信息。除了会根据过去的充电履历保存充电点信息之外，还会通过 CARWINGS 进行自动更新，使用户住宅周边的充电点信息总是保持最新状态。

图6: LEAF 的 EV-IT 功能



资料来源: 技术在线

EV-IT 的功能

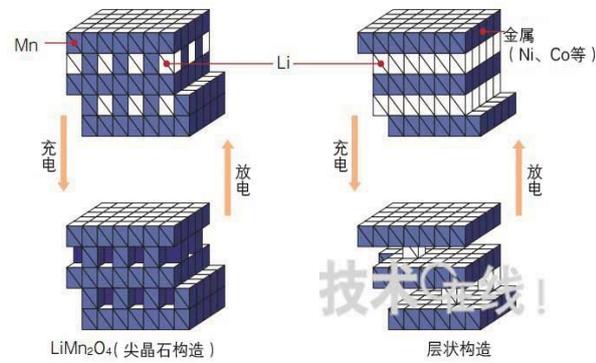
(a) 为在导航仪屏幕上的“零排放菜单”。通过该功能可搜索充电站或确认预计到达地 (b)。

CARWINGS 的服务还可通过个人电脑、智能电话及手机查看电池的状态，在家中或办公室即可进行开始或停止充电的控制。而且该服务还可远程操纵空调，在充电状态下，可于出发前将车内温度调整到最佳程度，这样便可在开始行驶后降低空调的负荷，从而延长可以行驶的距离。另外 LEAF 还配备有可在任意时间充电的定时充电功能，可利用便宜的深夜电力来充电。

电池

日产的锂离子充电电池的特点是采用了锰 (Mn) 类正极 (锰酸锂, LiMn_2O_4) 和层压构造。LEAF 配备的锂离子充电电池以 4 个层压型电池单元为 1 组制造模块，通过嵌入 48 个这样的模块形成电池组。

图7: LEAF 电池尖晶石构造和层状构造的充电放电示意图



资料来源: 技术在线

电机

LEAF 使用的是永磁同步电机，是一款在转子内部插入多个强磁力钕铁硼 (Nd-Fe-B) 类烧结磁铁的 IPM (Interior Permanent Magnet, 内嵌永久磁铁式) 电机，能量密度较高。

图 8: LEAF 驱动电机结构图



资料来源: 技术在线

LEAF 装备的是效率出色的 EV 专用 IPM 电机。该电机最大输出功率为 80kW（对应转速区间为 2730~9800rpm），最大扭矩为 280Nm（对应转速区间为 0~2730rpm）。为实现轻量化电机采用了铝合金机壳。为了放大扭矩，电机与减速比约为 8 的减速器连接。

电机的冷却采用水冷方式，以保持在 60℃ 以下为标准。当电机内部即将达到使磁铁的磁力下降（退磁）的温度时，会通过降低输出功率来防止温度上升超过 60℃。

雪佛兰 VOLT

图 9: VOLT 外观



资料来源: 太平洋汽车网

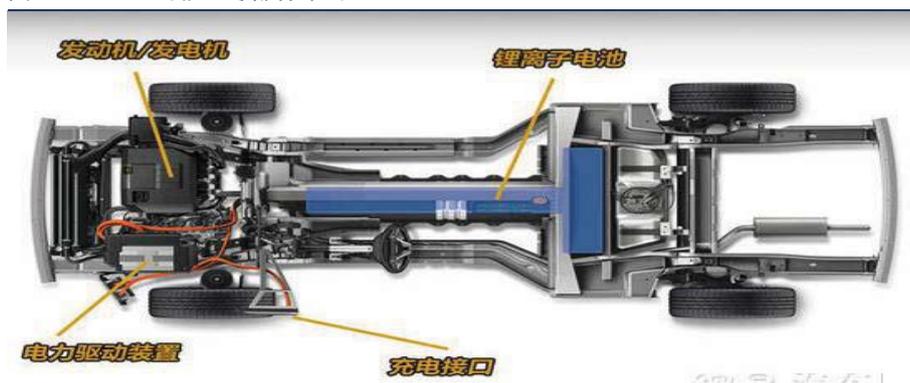
图 10: VOLT 内饰



资料来源: 汽车之家

雪佛兰 VOLT 是全球首款增程型电动车，采用了增程型电力驱动方式，最大扭矩 368 牛米、最高功率 111 千瓦、最高时速可达 160 公里/小时。当行驶里程在 40~80 公里时，VOLT 能够完全依靠车载的 16 千瓦时锂离子电池所储备的电量来驱动车辆，实现零油耗和零排放。当车载电池电量消耗至某一限值（视行驶状态和路况而定）时，车载发动发电机将自动启动进行发电，为其继续提供电能实现额外续驶能力（即增程），使其最大总行驶里程达到 570 公里。

图 11: VOLT 的核心零部件布局



资料来源: 网易汽车

技术特色

外形和布局

VOLT 为长 4498×宽 1788×高 1430mm、轴距为 2685mm 的 4 座车型。与丰田“普锐斯”相比，长和宽分别增加了 38mm 和 43mm，轴距和高分别减少了 15mm 和 60mm。该车配备了 2 个电机、1 个行星齿轮和 3 个离合器，具有使用电动汽车（EV）行驶模式和使用发动机的行驶模式各 2 种。

动力传动系统的布局如下图所示，在发动机舱中配备了排量 1.4L 的直列 4 缸发动机和电机单元。锂离子充电电池以 T 字型安装在中央通道和后座下方。

图 12: VOLT 动力及传动系统布局



资料来源: 技术在线

工作模式与动力传输

VOLT 发动机的最高转速较低，仅为 4800rpm，最高输出功率也只有 63kW。而在电机单元中，驱动电机的最高输出功率为 111kW，兼做发电机的电机为 55kW。

VOLT 在电池充电状态（SOC）降至 30%之前都可作为 EV 行驶。不过在部分行驶模式下，会更早启动发动机。VOLT 可选择“Normal（普通）”、“Sport（运动）”、“Mountain（山路）”以及“Low Shift”4 种行驶模式。Sport 是提高了车辆响应性的模式，Mountain 是为爬坡等而增加充电电池充电量的模式，而 Low Shift 是提高再生时发电量的模式。在正常驾驶状态下，SOC 不低于 30%即会启动发动机，但在 Mountain 模式下，当 SOC 为 40%左右时就会启动发动机。

发动机、电机以及离合器的配置如下图所示，左端的驱动电机内侧配备有行星齿轮机构，发动机上则装有发电机兼电动机。在两个电机之间安装了两组离合器。动力从输出轴中输出，然后传向差动器，用以驱动前轮。

图 13: VOLT 主要驱动系统结构



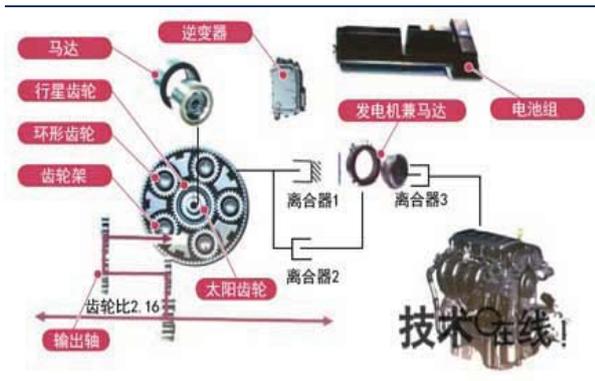
资料来源: 技术在线

驱动单元的构造:

由最高输出功率 111kW 的电机、55kW 的发电机兼电动机、行星齿轮以及离合器等组成。

驱动力的传送路径如下图所示。电机的驱动力进入太阳齿轮，齿轮架与输出轴相连。环形齿轮的前端备有离合器和发电机兼电动机。

图 14: 驱动力的传送路径



资料来源: 技术在线

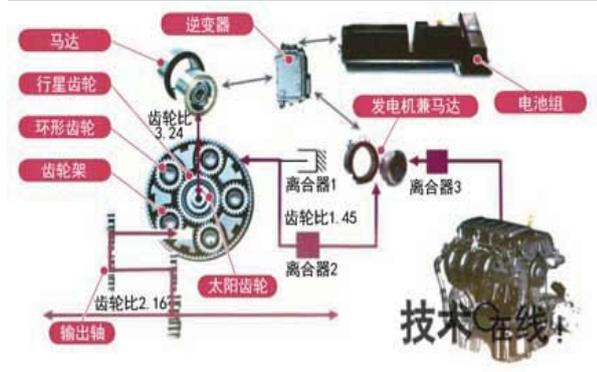
驱动力的传送路径:

通过电机旋转太阳齿轮，从齿轮架上获取输出轴的驱动力。离合器 1 用于固定环形齿轮，离合器 2 用于连接发电机兼电动机。离合器 3 将发动机和发电机兼电动机连接。

EV 行驶时具有两种模式，第 1 种是紧固离合器 1，固定环形齿轮，把电机的动力从太阳齿轮直接传输到齿轮架上。速度提高后，松开离合器 1，紧固离合器 2。由于离合器 2 是将发电机兼电动机的转动传向行星齿轮，因此驱动力是驱动电机和发电机兼电动机的总和。

在 SOC 下降时 VOLT 会启动发动机，变成增程型 PHEV 行驶。低速行驶时，通过紧固离合器 1 和离合器 3，形成与串联混合（Series Hybrid）相同的驱动模式。利用发动机转动发电机兼电动机仅用于发电，驱动电机通过其产生的电力行驶。当速度更高时，发动机的输出功率将传输到行星齿轮机构上，作为行驶能量的一部分使用。此时，如下图所示，通过离合器 3 连接发动机和发电机兼电动机，通过离合器 2 将上述动力传输到环形齿轮上。这时发动机除驱动外还要用于发电，并通过产生的电力驱动电机。

图 15: 高速运行时的能量传递路线



资料来源: 技术在线

启动发动机进行高速行驶时:

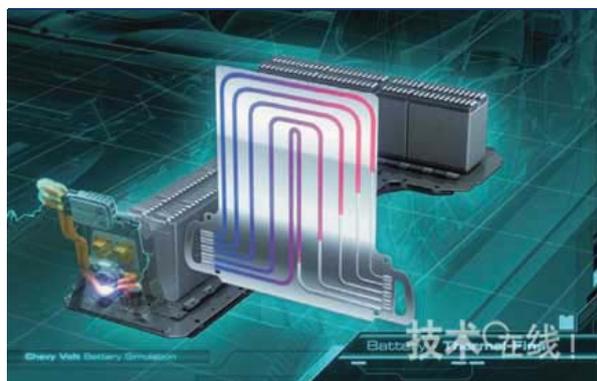
通过离合器 3 连接发动机和发电机兼电动机, 通过离合器 2 将动力传向环形齿轮。由于驱动电机不旋转时无法提供驱动力, 因此通过发动机进行充电, 利用该电力驱动电机。

当速度超过 70 英里 (112km/h) 时, 利用上述模式行驶的话, 驱动电机的转速会增加, 导致电机的损耗增大。因此, 可提高发动机转速并减少驱动电机的转速, 从而提高效率。

电池

VOLT 配备的锂离子充电电池来自韩国 LG 化学, 容量为 16kWh。与 LEAF 相似, VOLT 的电池亦为层压型, 且在并排的各个单元之间配备了冷却水通路。冷却水从车辆的前方流向后方, 低温时为温水, 高温时为冷水, 由此可一直将电池温度保持在最佳水平。由此实现了电池的保修期与车身相同的 8 年/16 万 km。

图 16: VOLT 的电池各单元之间配备了冷却水通路



资料来源: 技术在线

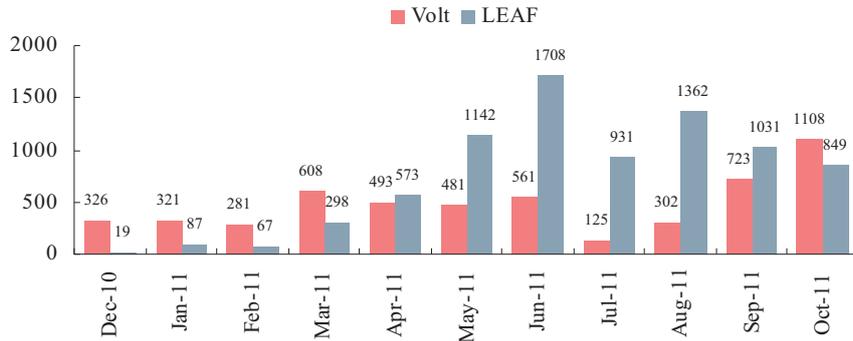
在单元之间插入冷却水通路:

在相邻的层压型电池之间具有冷却水通路。水由车辆前方流向后方, 低温时为温水, 高温时为冷水。

销量对比

在美国上市近一年以来, LEAF 和 VOLT 的销量已经维持在 1000 辆左右的水平, 低于此前的预期。其中 LEAF 曾在 6 月达到最高 1708 辆的单月最大销量, VOLT 于 10 月达到 849 辆的最大销量, 当月超过 LEAF 重新夺回销量冠军。

图 17: LEAF 与 VOLT 美上市以来的月度销量比较



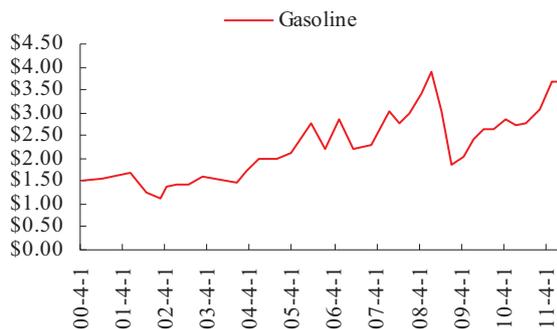
资料来源: ADFC, 中信证券研究部

结论

尽管美国政府对 LEAF 和 VOLT 都给予 7500 美元的税费优惠, 分别相当于两款车型指导价 的 23% 和 19%, 但其销量仍徘徊于 1000 辆上下, 体现出消费者短期对纯电动汽车的认可度仍较低。我们认为, 原因主要包括如下方面:

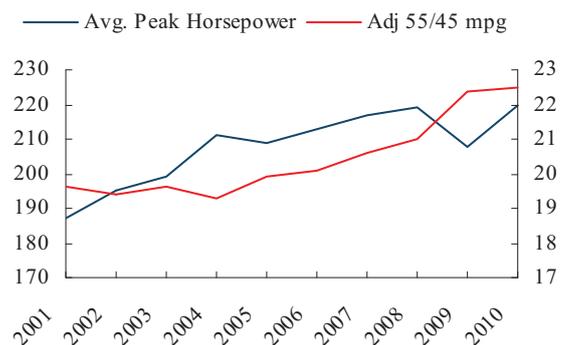
- 尽管美国油价 10 年来上涨显著, 但目前绝对价格仍处于发达国家低端 (平均价格折合人民币 6.2 元/升)。2000 年以来, 美国汽车大功率化的趋势仍在持续, 而传统汽车燃油经济性不断提升, 不利于电动车的加速普及。
- 尽管政府对电动车给予较高的补贴, 但按照美国的车价水平, 扣除补贴后的价格仍较高, 现阶段性价比不高。
- 尽管私家车库可以进行慢速充电, 但公共充电设施仍明显不足, 使用过程中的便捷性偏低。
- 对锂动力电池等新技术信任度不高导致部分消费者仍在等待。

图 18: 美国汽油零售均价逐步上涨



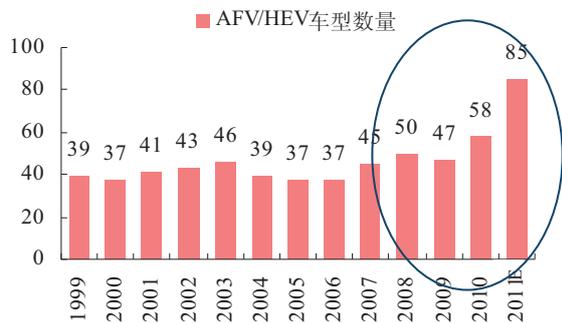
资料来源: ADFC, 中信证券研究部

图 19: 动力提升的同时, 传统汽车经济性持续提升



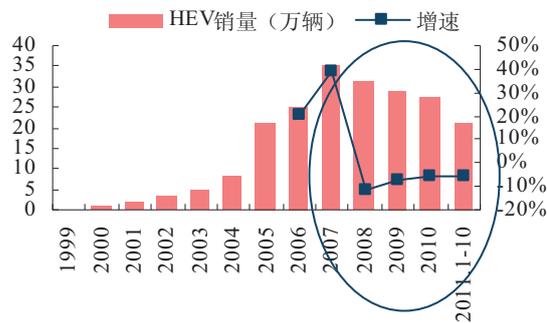
资料来源: ADFC, 中信证券研究部

图 20: 美国 HEV 车型数量逐步增长



资料来源: HybridCars, 中信证券研究部

图 21: 尽管车型数量增长, 但美国 HEV 销量持续下滑



资料来源: ADFC, HybridCars, 中信证券研究部

我国仍处于汽车普及期, 市场并不成熟, 相比美国在私家车库、家庭汽车数量、环保意识等方面具有明显的劣势, 此外同样面临电池容量、寿命和价格较高的问题。预计我国纯电动和插电式混合动力乘用车的普及仍需至少 3-5 年的时间。

分析师声明 Analyst Certification

主要负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此声明：(i) 本研究报告所表述的任何观点均精准地反映了上述每位分析师个人对标的证券和发行人的看法；(ii) 该分析师所得报酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来均不会直接或间接地与研究报告所表述的具体建议或观点相联系。The analysts primarily responsible for the preparation of all or part of the research report contained herein hereby certify that: (i) the views expressed in this research report accurately reflect the personal views of each such analyst about the subject securities and issuers; and (ii) no part of the analyst's compensation was, is, or will be directly or indirectly, related to the specific recommendations or views expressed in this research report.

一般性声明

此报告并非针对或意图发送给或为任何就送发、发布、可得到或使用此报告而使中信证券股份有限公司及其附属机构（以下统称“中信证券”）违反当地的法律或法规或可致使中信证券受制于相关法律或法规的任何地区、国家或其它管辖区域的公民或居民。除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属中信证券。未经中信证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有于此报告中使用的商标、服务标识及标记均为中信证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，只有收件人才能使用。本报告所载的信息、材料或分析工具只提供给阁下作参考之用，不是或不应被视为出售、购买或认购证券或其它金融工具的要约或要约邀请。中信证券也不因收件人收到本报告而视其为中信证券的客户。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被中信证券认为可靠，但中信证券不保证其准确性或完整性。除法律或规则规定必须承担的责任外，中信证券不对因使用此报告的材料而引致的损失负任何责任。收件人不应单纯依靠此报告而取代个人的独立判断。本报告所指的证券或金融工具的价格、价值及收入可跌可升。以往的表现不应作为日后表现的显示及担保。本报告所载的资料、意见及推测反映中信证券于最初发布此报告日期当日的判断，可在不发出通知的情形下做出更改，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与中信证券其它业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。本报告不构成私人咨询建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。收件人应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。

中信证券利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域，以及部门间之信息流动。撰写本报告的分析师的薪酬由研究部门管理层和公司高级管理层全权决定。分析师的薪酬不是基于中信证券投行收入而定，但是，分析师的薪酬可能与投行整体收入有关，其中包括投行、销售与交易业务。

在法律许可的情况下，中信证券的一位或多位董事、高级职员和/或员工(包括参与准备或发行此报告的人)可能(1)与此报告所提到的任何公司建立或保持顾问、投资银行或证券服务关系，(2)已经向此报告所提到的公司提供了大量的建议或投资服务。在法律许可的情况下，中信证券的一位或多位董事、高级职员和/或员工可能担任此报告所提到的公司的董事。在法律许可的情况下，中信证券可能参与或投资此报告所提到的公司的金融交易，向有关公司提供或获取服务，及/或持有其证券或期权或进行证券或期权交易。

若中信证券以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构客户应联系该机构以交易本报告中提及的证券或要求获悉更详细信息。本报告不构成中信证券向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议，中信证券的董事、高级职员和员工亦不为前述金融机构之客户因使用本报告或报告载明的内容引起的直接或连带损失承担任何责任。

中信证券股份有限公司及其附属及联营公司 2011 版权所有。保留一切权利。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，中信证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。

评级说明

	评级	说明
1. 投资建议的比较标准 投资评级分为股票评级和行业评级。 以报告发布后的 6 个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的中信标普 300 指数的涨跌幅为基准；	买入	相对中标 300 指数涨幅 20%以上；
	增持	相对中标 300 指数涨幅介于 5%~20%之间；
	持有	相对中标 300 指数涨幅介于-10%~5%之间；
	卖出	相对中标 300 指数跌幅 10%以上；
2. 投资建议的评级标准 报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的中信标普 300 指数的涨跌幅；	强于大市	相对中标 300 指数涨幅 10%以上；
	中性	相对中标 300 指数涨幅介于-10%~10%之间；
	弱于大市	相对中标 300 指数跌幅 10%以上

	北京	上海	深圳	中信证券国际有限公司
地址:	北京市朝阳区亮马桥路 48 号中信证券大厦 (100125)	上海浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 22 楼 (200122)	深圳市福田区中心三路 8 号中信证券大厦 (518048)	香港中环添美道 1 号中信大厦 26 楼

Foreign Broker-Dealer Disclosures for Distributing to the U.S. 就向美国地区送发研究报告而做的外国经纪商-交易商声明

This report has been produced in its entirety by CITIC Securities Limited Company (“CITIC Securities”, regulated by the China Securities Regulatory Commission. Securities Business License Number: Z20374000). This report is being distributed in the United States by CITIC Securities pursuant to Rule 15a-6(a) (2) under the U.S. Securities Exchange Act of 1934 exclusively to “major U.S. institutional investors” as defined in Rule 15a-6 and the SEC no-action letters thereunder. 本报告由中信证券股份有限公司(简称“中信证券”，受中国证监会监管，经营证券业务许可证编号：Z20374000)制作。按照《1934 年美国证券交易法案》下的 15a-6(a) (2) 规则，在美国本报告由中信证券仅向 15a-6 规则及其下《美国证券交易委员会无异议函》所定义的“主要美国机构投资者”发送。