

电动汽车：加速驶入产业化的前夜

——解读“十二五”电动汽车科技发展专项规划

○ 欧阳明高



欧阳明高

欧阳明高，1982年毕业于中南大学，1993年在丹麦技术大学获工学博士学位。1995年6月由清华大学机械工程博士后流动站出站。现任清华大学教授、博士生导师，汽车安全与节能国家重点实验室主任，“十一五”863<节能与新能源汽车>重大项目专家组组长，中国内燃机学会副理事长。主要研究领域为节能与新能源汽车。研究工作包括：内燃动力系统与控制；混合动力系统与控制；电池动力系统与控制；汽车能源动力系统分析。

进入2012年，在全球汽车工业飞速发展的同时，高油耗、环境污染等不可避免的问题摆在了决策者面前，全球汽车产业变革迫在眉睫。目前，我国电动汽车领域企业进入了真正的产品化和产业化的研发阶段，学校也开始进入深层次的技术研究，政府也在制定政策方面进一步加大力度，所以我国电动汽车正在进入产业化的前夜，由研发向真正的产业化过渡。

“十二五”电动汽车自主创新是中国汽车工业打好技术“翻身仗”，实现科技跨越的重大决战。此次呼之欲出的电动汽车“十二五”科技发展的专项规划正是站在这一全新的发展高度上进行的考量和布局，规划将科技创新引领与战略性新兴产业培育相结合，致力于制定国家电动汽车科技发展战略。规划从“产业升级”“技术转型”和“科技跨越”三大战略需求出发，凝练出“科技支撑”、“创新引领”与“前瞻部署”三大科技创新目标，确定“三横三纵三大平台”战略重点与任务，提出“产业链”“价值链”和“技术链”的“三纵三链”研发组织模式与机制，建立科技创新联盟，共同构成了“矩阵式战略规划布局”。

明晰产业发展“三大需求” 凝练科技规划“三大定位”

只有看清技术发展方向和市场需求前景才能做出准确的判断与合理的规划，在规划制定之初，我们首先对美、日、欧等世界主要发达地区政府战略取向和国际汽车产业技术发展动向进行了全面总结。综合分析各种预测结果表明，放眼国际市场，到2015年各类电动汽车（包括混合动力）约占乘用车市场的8%左右（其中纯电驱动约1%左右，全球总量约80万辆左右）；至2020年各类电动汽车（包括混合动力）约占乘用车市场的20%左右（其中纯电驱动约8%左右，全球总量约800万左右）。电动汽车发展已达成全球战略共识——面向低碳目标的乘用车技术与规模商业化。

而国内近年来电动汽车发展最新动向受到我国政府和最高领导层的高度重视，电动汽车的发展已成为国家战略决策和重大需求。规划中明确指出，在未来一段时期，我国电动汽车产业的发展存在“三大需求”。

图片来源: CFP



目前我国有25个新能源汽车示范推广试点城市,有效促进了我国节能与新能源汽车技术和产业发展

图片来源: CFP



2012年1月31日,国内规模最大的电动汽车充换电站——北京高安电站通过专家组验收,目前已进入试运营阶段

面向产业升级需求：产品研发 支撑发展

首先从汽车行业节能减排趋势看,发展电动汽车是汽车技术进步与产业升级的必然选择,因此产业升级方面的需求为基本需求。

我国已成为全球最大的汽车生产和消费国,面临节能减排的重大挑战。各种预测表明,2015年我国汽车保有量将超过1.5亿辆左右。随着汽车保有量的快速增长,道路交通消耗的燃料量也将持续上升,进而导致石油消费进入快速

增长时期,石油对外依存度不断攀升。按目前发展趋势,我国2020年车用燃油消费量将超过3亿吨,石油对外依存度超过70%。必须实行更加严格的车辆燃料经济性限值标准。

根据国家发改委《节能与新能源汽车技术政策》研究结果,我国2020年乘用车燃油经济性达到国际同期水平,平均油耗应降至5升/百公里以内。

对于中高级别轿车,如果完全使用汽油机,从技术经济综合评价看,这一指标是很难跨越的门槛,采用混合动力为代表的重大汽车节能技术势在必行。同时以混合动力技术为龙头还可以带动传统汽车节能减排技术的综合集成与全面进步。

面向技术转型需求：规模示范 产业引领

其次是我国汽车工业技术转型的需求。从国家战略性新兴产业看,发展电动汽车是我国汽车工业技术转型和培育战略性新兴产业的历史机遇。

电力可以作为我国车用主体替代能源,当电动汽车大规模应用后,电动汽车可以在电网负荷低谷时段进行常规充电,对电网起到“填谷”作用,提高发电设备的综合利用率,起到节能减排的效果。同时,电动汽车具有显著节能减排效果,以电能作为车辆主体能源载体可大幅降低交通领域二氧化碳排放。

而从我国国情和特色优势来看,发展电气化程度高的电动汽车是培育我国战略性新兴产业的重大历史机遇,我国具有电动汽车相关材料资源优势,且具有多元化的市场优势以及基础设施建设优势。

据工信部《电动汽车产业发展战略研究》相关调查结果显示,在10个大中型城市3400名被访者中,接近70%的普通消费者可以接受一次充电行驶里程100~160公里的小型纯电动汽车。清华大学对北京市乘用车出行特征的调查结果表明,75%的车辆日出行里程在50公里以内,插电式电动汽车具有广阔市场前景。因此,规划紧密围绕市场需求,有针对性地进行技术研发、示范与市场推广。

面向科技跨越需求：前瞻部署 创新突破

再次从国际新一轮低碳科技竞争角度看，“十二五”电动汽车自主创新是中国汽车工业打好技术“翻身仗”，实现科技跨越的重大决战，因此，科技跨越的需求尤显突出。

我国在电动汽车高端技术方面总体上还不具备竞争优势。电池、电机、电控关键零部件技术基础仍显薄弱；燃料电池基础材料技术与国外仍有差距，同时燃料电池发动机在工程集成技术方面与国际先进水平差距明显，高端技术尚待进一步突破。国际新一轮低碳科技竞争压力越来越大。

总的来看，我国电动汽车研发起步不晚，发展不慢，但由于基础不牢、投入不足，差距仍在，中高端技术竞争压力越来越大。面对决战关头，亟需加大攻坚力度，推动我国汽车工业从投资驱动向创新驱动迅速转型，抢占技术制高点，培育电动汽车为代表的新能源汽车战略性新兴产业，确保我国汽车工业可持续发展。

融合“三横三纵三大平台” 确定中远期“三大任务”

此次规划在坚持“三纵三横”的研发与产业布局下，更加突出电池、电机、电控“三横”关键技术，并配套研发“技术标准、基础设施、测试评价”三大基础技术平台。

此次规划融合了“三横三纵三大平台”，确定了混合动力、纯电驱动、燃料电池三大产业化研发近中远期重点任务。从培育战略性新兴产业的角度看，发展电气化程度比较高、具有较强纯电驱动功能的电动汽车（EV/PHEV/FCV）是新能源汽车的发展方向 and 重中之重。为此，要把电动汽车发展战略从企业战略和行业战略层面上升到国家战略的高度，在坚持节能与新能源汽车“过渡与转型”并行互动、共同发展的总体原则指导下，规划电动汽车技术发展战略。

技术平台“一体化”

为应对电动汽车技术多元化和车型多样化问

我国在电动汽车高端技术方面总体上还不具备竞争优势。电池、电机、电控关键零部件技术基础仍显薄弱；燃料电池基础材料技术与国外仍有差距，同时燃料电池发动机在工程集成技术方面与国际先进水平差距明显，高端技术尚待进一步突破。

题，要紧紧抓住电池、电机、电控三大共性关键技术。“十二五”期间将以关键零部件模块化为基础，推进动力总成模块化，促进动力系统平台化，实现电动汽车技术平台“一体化”。

在基础部件模块方面，动力电池、电机、电子控制单元等关键部件的模块化具有战略意义，有利于规模化生产和应用。而在车用动力总成方面，以动力电池等关键零部件模块为基础，进一步提升系统集成层次，可发展出各种新型动力总成。另外各种小插件、小配件的问题，也将在这个平台上得以解决。

车型开发“两头挤”

从全球研发与应用实践经验看，中高级别以上轿车的纯电驱动平台技术尚不成熟，应当继续研究探索，并作为科技跨越的重点研究内容。与此同时，对于电动汽车科技发展，应当充分发挥我国技术特色、产业化优势和市场潜力，在城市公共用车和私人小型轿车上优先发展“纯电驱动”电动汽车。形成“两头挤”发展格局，启动大规模市场。然后滚动发展，逐步挤占中高档燃油轿车这一市场空间。这种发展格局也是此次规划的一大亮点。

“两头挤”的一头是城市公共用车领域，包括公交车、大中型客车、出租车、公务车、环卫车等。城市公共车辆的工况特点比较适合电动汽车在现阶段的应用。首先是这些车辆行驶范围固定、日出行里程稳定、环保效益显著；其次是作为公益事业，实施国家补贴的受益面广泛，并且也相对比较容易实行；另外还由于对电池容量需求较大的特点，可以有效带动我国新型动力电池的技术进步与成本降低；

同时，这类电动汽车发展还可以带动城市电动汽车基础设施建设。

“两头挤”的另一头，也是最具战略意义的是小型电动汽车。燃油汽车小型化和电动汽车小型化是全球主流趋势，中国最具技术特色、产业优势和市场潜力。

“两头挤”的产业化推进战略的核心思路是，优先发展小型电动汽车和纯电动公共服务车辆，同时兼顾混合动力技术发展，形成过渡与转型结合的并行互动发展模式。这样滚动发展，将逐渐形成下一代纯电驱动汽车的技术优势。

产业化推进“三步走”

电动汽车产业化初期，面临诸多制约因素，发展难以一步到位，因此，此次规划中电动汽车产业化推进拟按照“三步走”的产业化推进战略，结合不同阶段的技术进步程度和市场需求状况，把握节奏，分步实施。

第一阶段：2008年~2010年，在大中城市公共服务领域开展新能源汽车示范。2008年开始的奥运示范项目，已经实现595辆电动汽车规模化示范运行，2009年启动的“十城千辆”大规模示范推广工程，到2010年年底，电动汽车示范推广规模已达万辆级。

第二阶段：2010年~2015年，实现混合动力

汽车产业化；开展以小型电动汽车（EV/PHEV）为代表的纯电驱动汽车大规模示范与商业化；实现燃料电池汽车在公共服务领域小规模示范考核；攻克深度机电耦合、新型电机驱动技术等前沿技术，研发以燃料电池汽车为代表的下一代纯电驱动动力系统平台。

第三阶段：2015年~2020年，继续推进纯电动汽车大规模产业化，并开始启动下一代纯电驱动汽车产业化进程。在此阶段，以下一代动力电池技术路线为主导，开启下一代动力电池大规模产业化。总结各种商业模式探索经验，确立电动汽车主导商业模式，并完善原有基础设施网络，扩大充电网络覆盖范围，提高车网融合程度。

组织科技创新“三大联盟” 力争实现电动汽车三大突破

确定了发展的重点目标与推进步骤之后，接下来的事情，就是实质性地建立产业创新联盟，汇集优势资源，推动电动汽车走向产业化。

在各国政府的支持下，电动汽车产业所涉及的汽车企业、关键零部件企业、能源运营商，以及高校和科研院所等合作日趋紧密，新的合作和竞争格局正在加速形成。此次规划中，探索了三种全新的组织机制。在这三种机制下成立三类联盟，目标和承担任务各有不同，旨在以这种创新的组织机制加速驱动中国电动汽车产业化步伐的同时带动技术水平的整体发展。

以产业链为纽带 纵向整合产业化研发

首先是探索以产业链为纽带的研发组织机制，建立整车整机厂牵头，纵向整合零部件的产业技术创新联盟，组织承担产业化研发重点任务。尽管混合动力汽车在结构上与传统汽车有一定区别，但由于技术上对传统汽车的继承性，所以在产业组织模式上可沿用传统汽车产业研发组织模式即以产业链为纽带，建立整车整机厂牵头——纵向整合零部件企业的产业技术联盟，由整车整机厂负责整车与系统开发、生产，并纵向



图片来源：CFP

2011年12月14日，美国密西根州，在密西根州汽车组装厂中的福特汽车。福特公司表示，预计其电动汽车产量到2013年将会翻三番，达到10万辆

组织零部件企业进行零部件研发与生产，最终面向用户进行销售和售后服务。

以价值链为纽带 探索商业化示范

其次，探索以价值链为纽带的研发组织机制，建立“能源供应商—汽车厂商—电池厂商”跨产业技术创新联盟，组织承担面向大规模商业化示范需求的重点任务。

纯电动汽车技术具有跨产业、跨行业的特点，其产业化推进发展不仅依赖于传统汽车生产配套相关企业，还与电池厂商、电网、第三方运营商等密切相关。电动汽车新兴战略性新兴产业融合汽车整车厂、动力电池企业、能源企业、网络运营商企业等。其产业组织模式将各个环节综合整合，以实现电动汽车的商业价值为核心，进行组织研发。

因此，传统汽车的产业组织模式并不完全适用于纯电动汽车。要探索以实现商业价值为核心、以价值链为纽带的跨行业资源整合的新型研发与商业模式。

以技术链为纽带 整合前瞻性研究

再次，探索以技术链为纽带的研发组织机制，建立产学研结合并以国家研究基地为骨干的前沿技术创新联盟，组织承担前瞻研究重点任务。

下一代纯电驱动技术核心是技术突破、示范考核和战略储备，其整个研发技术链涉及化学、材料等多项基础学科技术，具有更广泛的跨学科、跨产业特色。不能按照传统汽车产业研发模式或纯电动汽车的以实现商业价值为核心的组织模式。应以技术链为纽带，全面整合技术链条各个领域的相关技术环节，纵向整合平台技术、零部件技术和共性基础技术等，横向整合整车的不同平台技术、同平台下的不同零部件，以及同一零部件下的共性基础技术。

因此，规划建议建立以国家研究基地为骨干的前沿技术创新联盟（国家已经建立了30几个汽车相关国家研究基地，分布在各大企业、高校和研究机构），实施技术联合开发、突破高端纯电驱动技术。

另外规划中还提出，将再扩大示范规模。在



图片来源：CFP

2012年1月13日，7辆基于萨博整车技术平台的北汽纯电动轿车Q60FB，在北京两会期间开了两会会场外，让参加北京两会的代表委员参观试驾，也展示北京国企在响应政府号召大力发展新能源汽车、建设绿色北京方面取得的成绩

做好现有25个城市公共服务领域节能与新能源汽车示范推广试点的基础上，将示范城市扩大到30个以上。同时组织做好6个城市的私人购买节能与新能源汽车补贴试点。

值得一提的是，新规划当中纳入了开展数据采集分析。在“十城千辆”示范工程实施中，将逐步建立起一个全方位的电动汽车运行数据采集平台，全面收集示范运行车辆及基础设施的总体工况数据、运行数据、用户数据等；同时，对一些典型车队进行全程运行测试与跟踪分析，定期记录运行数据，维修保养的时间与费用，车辆运行过程中的重要事件等。分析研究采集数据，为产品技术改进、基础设施布局优化提供依据。监控电动汽车、基础设施的示范运行状况，验证各总成零部件及整车的性能。

希望在“十二五”电动汽车科技发展专项规划的推动下，通过五年刻苦攻关，力争在核心零部件关键技术、整车系统集成技术和技术支撑平台与示范考核的集成创新等三方面实现重大突破，为实现我国电动汽车产业化尤其是纯电驱动汽车销量达到国内汽车总销量的1%左右的重要门槛，提供全方位科技支撑。✎

（本文原载《科技日报》2012年1月30日第一版，本刊略作删改）