

OF week 智能电网半月观察

2012.02.16-2012.02.29

目 录

目 录.....	1
【解析发达国家智能电网路线图】	2
【跨国输配电设备企业未来发展前瞻】	5
【中外企业逐鹿电动汽车充电设备市场】	11
【中国未来电动汽车充电设施模式评析】	14
【新能源汽车蓬勃发展动力电池迎来黄金发展时机】	31
【智能电网的网络通信架构及关键技术】	37
【基于物联网的智能家居控制系统解决方案】	44
【四网融合之 PLC 技术在智能电表中的应用】	47

解析发达国家智能电网路线图

编者按：很多发达国家都在制定各自的智能电网路线图，但由于各国电网的实际情况和未来目标不同，其智能电网路线图亦有差异。我国智能电网在试点与实践方面走在前面，但在立法、税收与保障政策等方面尚有不足，他国经验值得借鉴。

随着欧美等主要发达国家对能源供应安全、应对气候变化等重大问题关注度的不断提升，以及在金融危机下对新技术产业带动作用的期待，智能电网已成为世界范围内的研究热点和关注重点。为了抢占未来经济和科技领域发展的制高点，发达国家普遍加快了与智能电网相关的新能源、新材料、信息技术、节能环保等高新技术产业和新兴产业的发展。电网智能化已成为世界电网发展的新趋势。

发达国家对智能电网的研究，尤其是前期研究的起步相对较早。目前，美国、欧洲的主要发达国家以及亚洲的日、韩等国都已初步形成或正在抓紧研究与各自国情相适应的智能电网发展战略目标、发展路线图以及政策措施，试点工程建设和技术标准制定等实践工作也正在紧锣密鼓地进行中。

动因与战略

世界各国对智能电网的理解已形成了一些共识，包括能够促进电网与用户的互动，提高能源利用效率，实现清洁能源方便接入与退出，提高电网安全稳定性，确保安全、可靠、优质的电力供应等。虽然世界各国电网智能化发展目标趋同，但智能电网发展侧重点各有不同。

解决能源安全与环保问题、应对气候变化是发达国家发展智能电网的最主要动因。大力发展清洁能源和电气化交通是各发达国家实现能源独立、保证能源安全以及保护环境、应对气候变暖的重要途径。智能电网能够对电力系统的各利益相关方进行集成和优化协调，是促进清洁能源、电气化交通加快发展的重要基础和前提。

抢占产业制高点、创造新的经济增长点与就业岗位，是发达国家发展智能电网的经济动因。美国的高尔文电力行动计划有关研究指出，推广智能电网技术能够创造众多新经济增长点，如按照 2020 年分布式电源占总装机容量的 10% 估算，大规模应用分布式发电和储能技术将在 2020 年之前为美国带来每年 100 亿美元的经济增长。据荷兰跨国咨询机构 KEMA 预测，2009 年至 2012 年，智能电网项目将在美国国内直接创造约 28 万个工作岗位。

由于各国经济社会发展阶段、电网发展现状、资源分布等情况不同，不同地区和国家在智能电网发展基础与技术侧重也有所区别。从本国资源分布和需求入手，以经济发展和电力发展的实际状况为基础，是当前各国开展智能电网建设的基本原则。

美国的电力行业面临着电力设施老化、可靠性差、管理模式多样以及环境保护制约等问题，世界恐怖活动和“8·14美加大停电”事故使电网安全问题备受关注。金融危机爆发后，美国新任政府希望以智能电网改造和建设推动经济复苏。改造电网基础设施、提升电网智能化水平、提高电网运行的安全可靠、降低电网损耗，是美国智能电网建设的基本目标。在发展思路，美国更注重商业模式的创新和用户服务的提升，通过技术创新占领智能电网技术制高点，促进新能源产业发展。

欧洲的情况则不同，各国电力需求趋于饱和，其能源政策强调对环境的保护和可再生能源发电的发展，欧洲国家更关注可持续、经济、安全、优质的电力供应。欧洲智能电网的构想采用集中式发电和分散式发电相结合的思路，吸纳了可再生能源、需求响应、需求侧管理和储能技术，特别强调分布式能源和可再生能源的充分利用，同时保持大范围的电力传输和能量平衡，注重跨越欧洲的电网国际互联。例如，丹麦因其矿藏少，而风力充足，风电装机容量比居世界第一位，所以丹麦将建设智能电网的关键放在利用储能技术解决风电间歇性上，用电动汽车的电池来存储多余的风电，有需要时电池再将电力回输到电网中。意大利的国土面积和人口大致相当于我国一个中等省份，能源比较短缺，电力峰谷差不断拉大，因此他们发展智能电网的重点是推进智能电网计量项目，结合分时电价，削减高峰负荷，节省基础设施投资，提高服务水平。

日本电网是世界上技术最先进的电网之一，电网结构坚强，安全可靠水平高。但日本主要围绕大规模开发太阳能等新能源、同时确保电网系统稳定这一目标构建智能电网，强调节能与优质服务，注重用智能电网实现各种能源的兼容优化利用。日本电网经过多年的建设和改造，已经具备了一定的智能化水平，设备已达到世界一流水平。今后日本智能电网的发展将更偏重于提高资源利用率、降低电网损耗、提高供电服务质量以及开发储能技术、电动汽车技术等高科技产业，进一步提高电网的先进性、环保性和高效性。

政策与模式

智能电网已成为未来世界电网发展的必然趋势。美、欧、日、韩等各国智能电网发展的动因及发展重点各有差异，推动智能电网建设的进程和模式也各具特点。总结和借鉴优秀经验有益于探索和构建适合我国及地区特色的坚强智能电网发展模式，最大限度发挥坚强智能电网的社会经济效益。

依靠政府主导推动力，发挥全社会综合效益。

智能电网从理念上升为实践，并最大限度地发挥综合效益，离不开政府主导的推动力，这也成为各国政府的共识。一方面，发展智能电网，现有的管理体制、价格机制、定价方式、投融资机制都要进行调整，电力、通信、信息等行业要进行融合，电源、电网、客户三者必须形成协调发展的共同目标。智能电网涉及电力行业整体变革，

需要其他各行业、机构的相互协同、步伐一致，统一标准，确立模式，这都需要政府给予激励政策和适当的资金支持。另一方面，智能电网建设所创造的价值和效益并非仅仅依附于电网本身，智能电网将现代信息技术、通信技术等融入传统电网，从而构筑起一个开放、多元、互动、高效的能源供给和服务平台，使清洁能源更易于集约化开发和利用，能源供应更趋于绿色、低碳，供电可靠性更高，电动汽车等绿色交通出行得以推广，用户应用智能家电改变生活方式等。智能电网已成为区域发展的重要一环，将带来经济、社会、环境多方效益，而这些综合效益的发挥在前期还有赖于政府全方位的引导和支持。

通过立法推动智能电网建设。

2007年12月，美国国会通过“能源独立与安全法案”(EISA2007)，其中第13号法令名为智能电网法令，具有里程碑的意义。它首先用法律的形式确立了智能电网的国策地位，并就提交国会的定期报告、组织形式、技术研究、开发和示范工程建设、配套资金支持、协调工作框架、各州的职责、私有线路法案影响的研究以及智能电网对于安全性的贡献研究等问题进行了详细和明确的规定。表明美国政府正式开始从国家层面统筹智能电网的发展。

欧盟于2009年9月3日起正式实施能源管理系列条例，标志着欧盟在推进智能网络的发展进程中又迈出了重要的一步。此次发布的2项规章和3项法规旨在促成欧盟境内统一的能源市场体系的建立、加强对消费者的保护措施。其中，作为法规重点的电力及天然气管理规章中均规定，成员国必须确保智能计量管理系统的有效实施，以便消费者能够积极地参与其中并发挥作用。

配套制定激励和保障政策。

为了推动智能电网发展，各国纷纷出台激励政策。例如在财政激励政策方面，根据美国2009年2月颁布的“复苏与再投资法案”，美国能源部将在今后两三年间为电力传输部门提供总额110亿美元的经费资助，其中45亿美元将用于能源部推动智能电网发展，65亿美元将提供给BPA电力局和WAPA电力局用于加强电网基础设施，以满足可再生能源并网需求。美国能源部还于2009年启动了34亿美元的项目资助计划和615亿美元的示范工程计划。奥巴马总统于2009年10月底公布了项目资助计划的所有获选项目，共有100个机构获得政府资助，带动的私有部门投资将超过47亿美元。

德国政府由环境、自然保护和核安全部(BMU)和德国经济和技术部(BMWI)联合启动了“E-Energy”示范工程项目竞赛，由政府提供部分资金资助，来吸引电力公司和其他相关行业参与，总项目投资达到14亿欧元，其中德国政府将投入6000万欧元。

日本的产业经济省METI已经启动了智能电网示范工程项目。九州电力公司和冲绳电力公司将在10个独立岛屿上建设微网示范项目，预算为90亿日元，政府将承担三

分之二的投资。东京电力公司和关西电力公司启动了智能电表示范项目，2009年投入约10亿日元，其中METI提供了8亿日元的补贴。

在保障政策方面，2009年7月，美国联邦能源管制委员会(FERC)发布了智能电网政策声明，其中提出了针对电力公司投资智能电网的“临时电价政策”。该政策允许美国的电力公司通过提高一定的电价水平以部分回收其在智能电网发展方面的投资。2009年12月17日，FERC第一次根据“临时电价政策”批准了美国太平洋燃气和电力公司提高电价以回收智能电网方面投资的申请。

关注各利益相关方诉求，凝聚行业合力。

电力系统作为至关重要的公共基础设施，智能电网建设必然是一个复杂的系统工程，需要在政府的主导下，形成各利益相关方合作共赢、合力共建的格局，才能在社会公共资源占用最低的情况下发挥基础设施的最大社会综合效益。

主要发达国家在智能电网推进过程中，注重分析各个利益相关方的权益和定位，以更全面准确地把握各方期望和需求，从而建立有效的沟通协作机制，形成相互信任、合力共建的局面。目前，美欧、日韩等国均在政府引导下成立了智能电网利益相关方联盟组织，成为凝聚各方力量的有效载体。在一些发达国家，政府的主导作用明显，通过立法明确智能电网发展的战略定位，制定财政补贴和激励政策，在电价机制方面给予合理倾斜。与政府相呼应，众多国外相关企业及研究咨询机构也积极研究自身定位，超前布局，加大投入，开展理论研究、设备研制、标准制定、试点建设以及市场拓展，成为发展智能电网的重要推动力。

超前谋划，注重前瞻性战略研究。

国外发达国家非常重视超前开展前瞻性战略规划研究，突出体现在它们往往会通过制定清晰的战略远景来描述期望达到的目标状态，以争取得民众和各利益相关方的支持，进而指导后续战略实施路线制定与具体实施。例如美国就是通过能源部组织多个行业的专家开展专题研讨会，最终形成战略远景和路线图，得到相关行业和公众的认可和支撑，起到良好的引导作用。

跨国输配电设备企业未来发展前瞻

“中国输配电设备制造业将面临智能化、融合化、成套化和海外化四大趋势。未来五年，中国智能电网将进入全面建设阶段，并驱动一次设备领先企业积极与二次设备领导企业合作，打破分割的行业格局，形成明确的一二次设备融合特点。同时，我

国输配电行业面临从单机向组合、成套设备供应升级的趋势，未来 EPC 需求也将有所提升。而随着行业市场容量的饱和与产能过剩的压力引导，中国输配电设备制造企业发展海外市场势在必行。”在罗兰贝格刚刚发布的《思与行特刊：全球与中国输配电设备制造行业趋势》（以下称《报告》）中做了这样的表述。

未来五年，对于全球和中国的输配电设备市场而言，都是关键的五年，根据罗兰贝格的预测，在全球市场增长放缓的同时，中国仍然能够保持高于全球平均增速的增长，对于至今无论在中国市场还是在全球市场尚不具备竞争优势的中国企业来说，未来五年，机遇与挑战并存。

中国企业应加速渗透海外市场

受电网建设相对电源建设滞后的影响，在国家积极投资电网建设政策的作用下，2005~2009 年是中国输配电行业的高速发展期，市场规模年均复合增长率超过 20%。2010 年，由于设备价格的大幅下降，导致工程建设成本下降，设备集中招标规模减小（2009 年设备招标数量同比下降约 20%），导致中国输配电市场规模略有下降。

中国输配电行业近年来增长快速，未来 5 年内处于黄金时期、发展潜力巨大，2015 年规模将接近 3200 亿元，达到历史高点。但随着滞后的电网建设部分逐渐被弥补、行业规模基数逐渐庞大，增长速度逐步放缓，2015 到 2020 年市场达到顶峰后逐渐萎缩，市场规模年均复合增长率为-0.3%。就细分市场来看，输配电设备三大细分目标客户市场中，电源客户市场占比将持续下降，而工业客户将在未来占据更重要的地位。

我国电力投资将逐年回落，未来 10 年投资需求不旺，电网投资仍将在 2015 年前保持较快增长，2015 年后回落，工业客户需求仍将随制造业保持高速增长，将成为输配电行业未来重要支柱。

《报告》认为，从一二次设备结构分析，随着智能电网建设的开展，数字化、智能化投资将提升二次设备和系统的需求，二次设备和系统占比显著增加，预计 2015 年二次设备和系统的投资占比将达 12%。

从细分产品结构分析，中压开关市场增长将高于行业平均增速，未来市场规模占比将稳步提高。

中压开关的增长主要得益于电力投资强力推动电源、电网领域的中压开关需求旺盛；铁路、高速公路建设投资稳定增长；新能源行业增长。但中压开关未来发展仍存在一定压力，中压开关壁垒较低，中小企业过多，整合难度极高，行业无序竞争将持续压低价格。

从各区域市场分析，三华地区在全国电网占比超过 60%，未来仍将是我国最主要的目标市场。

一二次设备融合趋势明显，一次设备企业积极与二次设备企业合作，打破分割的行业格局，快速抢占一二次融合带来的市场机遇。2010 年 6 月，中国西电与国电南京自动化股份有限公司合资组建江苏西电南自智能电力设备有限公司；2011 年 6 月，特变电工与北京四方继保自动化股份有限公司合资组建四方特变电工智能电气有限公司，在 2011 年 7 月的国家电网第三批智能变压器招标中，四方特变的变压器智能组件设备中标率达到 80%。

我国输配电设备企业目前业务模式仍以单一产品为主，但输配电行业面临从单机向组合、成套设备供应升级的趋势，未来 EPC 需求也将有所提升，领先企业通过收购、合资和研发，纷纷加强成套设备供应能力。

2011 年，特变电工相继通过合资与收购，快速进入成套设备空白领域，除了与四方股份的合资外，还收购中发超高压，进入高压、特高压、超高压 GIS 设备领域，从而拥有开关类设备制造能力。目前，特变电工已形成覆盖一次（高压、中压）、二次设备、线缆的成套能力，可参与电站成套设备招标。作为国内较早拥有交直流输配电一次设备成套供应能力的中国西电，也在通过西高院等内部研发机构，加强对成套设备系统的整合、设计能力。

中国传统输配电设备生产行业将出现明显的产能过剩，发展海外市场势在必行。

就国内企业而言，由于较早布局海外市场，且企业自身竞争优势明显，特变电工海外收入与占比持续增长，已成为重要增长支柱。1997 年，特变电工成立出口公司，2000 年在美国、俄罗斯、印度等国开设多家办事处，2009 年在美国注册分公司，2011 年建设印度研发、生产基地，目前，特变电工已建成覆盖全球的海外销售网络布局，海外市场销售经历代理模式、销售办事处模式和建海外生产基地不同阶段，销售覆盖全球 60 多个国家，建设形成 24 个海外销售办事处。

中国西电集团已从传统的贸易型海外拓展，向布局海外生产基地升级。西电国际通过海外的子公司与办事处维护当地市场，2008 年与埃及电力能源部所属 EEHC 公司控股的 EGMGAC 成立合资企业，拓展埃及、非洲及中东市场；2011 年与印尼 CCM 公司建立合资公司，覆盖 印尼及东南亚国家市场。

根据罗兰贝格对全球输配电设备制造企业的研究认为，对中国领先的输配电设备企业而言，应顺应全球行业并购整合的大潮，积极通过投资与并购，一方面加强对产品线的整合，并积极培养一二次设备融合与成套设备供应能力，以增强全线产品竞争能力；另一方面则应通过海外的投资、合资和并购，优化生产基地与销售网络的布局，

加快对海外市场的渗透，改变单纯的贸易型海外拓展模式，以增强中国输配电企业在全 球市场的竞争力与话语权。

智能电网是建设重点

智能电网是未来十年电网建设的重点，《报告》预计，2020 年其相关的设备、系 统投入将接近 515 亿美元；到 2020 年，全球智能电网建设项目的投资将超过 500 亿美 元，其中约 60%的投资在发电和电网侧，40%的投资在配电侧，电网侧，产品投入主要 是智能自动化系统和电力电子设备。

从全球市场来看，各国在智能电网方面都有一些试点和计划：美国投资 70 亿美元 支持智能电网发展战略；澳大利亚投资 3.6 亿美元支持智能电网发展；欧盟多个国家 政府制定了普及智能电表的计划；韩国电力公司投资 6500 万美元在济州岛南部进行智 能电网试点项目，计划 2030 年建成全国范围的智能电网；印度能源部拨款约 4400 万 美元支持智能电网相关试点项目；巴西政府拨款 2 亿美元支持智能电网相关项目。

中国的智能电网已经进入全面建设阶段，“十二五”期间，智能化投资预计约 2860 亿元，投资的重点在于输变电设备状态检测系统、智能变电站和控制系统、配电自动 化、用电信息采集，以及相配套的智能调度和通信系统。

三大巨头主导全球市场

2009 年全球经济下滑，整体输配电市场受挫，输电环节维持建设，配电环节投资 放缓。2010 年，经济逐步走出萧条，民用、工业及商业用电量开始回升。

在亚洲、中东、非洲和拉美的带动下，全球输配电设备制造行业保持了快速的发 展，罗兰贝格预计，到 2011 年全球市场容量将超过 1200 亿美元，而未来 5 年仍将以 4%的速度稳步增长，到 2015 年全球市场容量将达到 1540 亿美元。

虽然全球输配电制造行业将保持快速的发展，但是与 2009 年以前的投资期相比整 体增长还是有所放缓，但是《报告》指出，未来仍然存在一些市场机遇：新兴市场电 力需求增长、电网基础建设；发达地区老化设备更新；新能源并网；跨国、跨地区长 距离输电。而且，相对于输电设备，《报告》认为，配电设备增速将 2 倍快于输电 设备。“配电设备的增长主要是来自于新兴市场的城市化、工业化进程，还有就是 节能环保的需要，配电环节是节能很重要的环节，智能电网更多的是配电环节的智能 电网，包括用户端，配电端，可视化、节能、互动，都是在配电环节完成，都会带来 配电市场的增长。”罗兰贝格执行总监夷萍在接受记者采访时表示。

虽然一次设备是输配电市场最主要组成部分，约占整体输配电市场 60%，但是智能电网的兴起以及发展中国家配电网建设的快速增长将带动二次设备市场未来五年实现约 23% 的增长。

《报告》分析认为，从区域市场来看，西欧、北美、东南亚输配电市场总量较大，增速较平缓，而印度、非洲等增速较高，市场吸引力大。

美国的输配电设备市场占北美整体市场的近 70%，未来的主要增长来源于新能源、智能电网建设和旧设备更新。美国的电网网架强，但二次设备弱，设备陈旧老化，70% 的输电线路和变压器都运行了 25 年以上，60% 的断路器运行近 30 年，50% 的配电柱也有 30~50 年之久了。从 2010 年的销售数据来看，美国的输配电市场主要由 ABB、西门子和阿尔斯通占据，在高压输电产品领域和输配电系统，三家公司占有超过 50% 的市场份额，在中压产品领域，三家公司占据了 37% 的市场份额。

远东及东南亚地区市场规模较可观，未来将保持稳定增长，部分新兴市场会有较快增长，《报告》预计，到 2015 年，日本和韩国的年度输配电设备投资规模将占整体的 50%，印度尼西亚将成为年度投资规模增长最快的市场，增长率为 8%，马来西亚增速也比较快（5.4%）。三大巨头在这些市场的优势依然十分明显，三家的市场份额共计 40%。

就整个中亚市场而言，印度总量较大且发展迅速，《报告》预计，到 2015 年，印度的输配电设备年度投资规模将比 2009 年增长 10.3%。印度市场的竞争格局与其他市场稍有不同，虽然 ABB、阿尔斯通等在高压产品方面领先，但本土企业在中低压产品方面占据绝对优势。从 2011 年的销售数据来看，三大巨头占有了超过 40% 的市场份额，印度本土企业占据了 20% 的市场份额，包括奥地利 EMCO、俄罗斯、中国等输配电设备供应商占据了 35% 的市场份额。

从非洲市场来看，各国总量规模较小，《报告》预计，到 2015 年，南非、埃及、突尼斯、尼日利亚、阿尔及利亚、摩洛哥输配电设备年度投资规模将占整个非洲市场的 80%，尼日利亚是增长最快的市场，增长率为 10.1%。2009 年的销售数据显示，ABB 的市场份额为 16%，西门子为 14%，阿尔斯通为 10%，当地厂商以及俄罗斯、德国、中国等国的供应商占据了 60% 的市场份额。

提供全线产品是企业发展趋势

欧洲的电力体系发展程度高，基础设施完善，大部分输配电项目的需求是提高老系统的效率和可靠性等，大规模项目主要是跨国电力设施连接。欧洲的大多数客户内部有丰富的技术与工程资源及经验来自行实施项目，成本比 EPC 模式低，而且客户通常有特殊的技术与设计需求，外部总承包商难以达到具体标准，法国、比利时、意大

利、东欧等都偏向自行实施项目或者分包项目，而英国、德国、荷兰等国则偏向于 EPC 模式。

在北美市场，北美的客户有足够能力与经验自己负责项目，但可能在新能源及智能电网等新技术方面较弱，而且有一些提升老系统的项目，比较偏向于 EPC 模式。

发展中国家电力需求增长快速、基础电力设施建设需求极高，有很多大规模的建设项目。大部分国家缺乏关键技术、设备、项目经验等，因此需要依赖总承包商来负责设计、采购、建设管理等工作。中东和南亚国家普遍采用 EPC 模式，在非洲，国际机构提供资金的项目更多采用 EPC 模式，为了控制成本，本地企业提供资金的项目更多是自行实施或分包。

从行业态势来看，全线产品供应商通常较单一产品供应商规模明显更大，在全球化扩张发展中具备更为明显的优势。

2010 年输配电设备产品提供商销售数据显示，ABB、西门子为全球性全线产品提供商，阿尔斯通和施耐德电气为全线中低压产品提供商，中电装备、西电集团、现代、三菱、东芝等为地区性的全线产品提供商，而特变电工、天威保变、霍华德工业公司、沃基沙电、库柏工业公司等为地区性的变压器产品提供商。

为了成为全球性全线产品提供商，三大巨头均采用了兼并收购的方式来进入和渗透新兴市场，丰富产品线，进一步巩固国际领先地位。

2010~2011 年，ABB 完成了 6 起并购，其收购 Ventyx 以进入智能电网市场；收购 Baldor 以进入美国和节能市场；收购 Lorentzen 以进入行业方案解决市场；收购 Mincom 以进入矿业自动化市场；收购 Transfor 以进入巴西市场，收购 Epyon 以增加电动汽车产品，同时还在印度设立了分公司，来渗透印度市场。

施耐德电气完成了 8 起并购，收购 ArevaDistribution 丰富中压配电产品线；收购 Cimac 进入中东市场；收购 Zicom 进入印度市场；收购 Samara50%的股权打入俄罗斯市场，同时施耐德电气还在印度组建了合资公司。

西门子与能源、输配电相关的并购案有 3 起，为了工业测距产品，收购了 SCADAgroup；为了数据中心冷却产品收购了 Uniflair；为了楼宇自动化产品，收购了 Vizelia 和 D5X。

一直以来，较大的研发投入和技术创新是三大巨头占据竞争优势的主要根基。

为了使研发资金发挥更大效用，同时也为了关注节能环保、智能电网等新兴技术和应用，三大巨头都成立了风险投资基金。

2010年，ABB成立了技术投资公司，与其内部事业部和研发中心合作，针对已掌握知识产权的技术型产品、应用公司，每年评审1000个项目，并与领先风投基金共同投资5~6个项目，单笔投资规模100万至2000万美元。2010年投资了近6000万欧元，项目涉及智能电网通讯，电力公司计算机安全，风电场效率，波浪发电，电动汽车充电等。

2010年，阿尔斯通和施耐德电气共同创立AsterCapital，双方投资共7000万欧元，其中施耐德电气出资4000万欧元，阿尔斯通出资3000万欧元。AsterCapital继承了施耐德电气风险投资团队从2000年开始积累的丰富经验，该团队管理第一支基金并成功投资了北美和欧洲超过20家公司。AsterCapital已投的项目包括薄膜热电节能、半导体技术、太阳能发电、超级电容等。“通过设立企业风险基金，灵活投资适合战略发展方向的新产品、新业务，有效丰富了经营组合和产品组合。”夷萍表示。

中外企业逐鹿电动汽车充电设备市场

近日，全球规模最大、服务能力最强的电动汽车充换电站——北京高安屯电动汽车充换电站完成内部验收，即将投入运营。据北京电力公司公开信息显示，该站共设置了4条换电流线、1条配送线，安装充电机1044台，同时具备乘用车、电动大巴车的电池更换条件，服务范围可覆盖北京市的朝阳、通州、顺义等区县。

专家表示，发展新能源汽车已成为我国即将出炉的汽车行业“十二五”规划中的战略重点。为满足电动汽车的产业化发展需求，“十二五”期间，相关部门将重点加大充电基础设施的科技创新力度，加快基础设施建设，有效支撑充放电成套技术和设备的市场应用和产业化，国内电动汽车充电设备市场规模将得到进一步提升。与此同时，面对规模巨大的电动汽车充放电设备市场，国内外相关企业或提早布局，或多行并举积极行动，一场逐鹿电动汽车充放电设备市场的争夺正在上演。

市场潜力数百亿

专家表示，充电设施接口的统一和充电站分布的密度成为电动汽车实现充电便捷的两大关键。此前，国家标准委、科技部、工业和信息化部、国家能源局等4部委联合推出电动汽车充电的4项标准，该标准将于今年3月1日起开始实施。此次发布的包括《电动汽车传导充电用连接装置第2部分：交流充电接口》、《电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议》在内的4项标准，被认为是电动汽车领域的基础性法规。

新能源汽车商业模式研究领域资深专家谢子聪表示，标准统一可以把整车和基础设施统一起来，避免基础设施多样化和重复建设。有了标准，我国就可能形成“牵全球电动汽车产业牛耳”的优势。对此，业内普遍认为，充电标准的确立标志着我国电动汽车充电装置接口混乱的局面即将告终，并有望推动充电站等基础设施产业的加速发展。

据了解，在充电站建设过程中，相关充放电设备及材料的投入占总成本的 30%-60%。以北京高安屯电动汽车充换电站所需设备为例，电动汽车充换电站一台充电机的价格在 6000 元左右，一台干式变压器 40 万元，一套电池更换设备的机器人系统需要 100 万元，监控系统购买及维护费用在 100 万-500 万元。此外，其他的变电与配电设备、高频开关直流电源成套装置、蓄电池柜、配电室及整个充换电站网络运营中心管理软件等设备总投入高达上千万元。

目前，仅北京地区就已建成航天桥、延庆、熊猫环岛等 12 座充换电站，充电桩 274 个。根据规划，到 2015 年底，北京市将建成由 6 座大型集中充电站、250 座充换电站、210 座小型配送站组成的电动汽车充换电三级服务网络。专家表示，若以建设充电站与充换电站的保守成本 1000 万元与 5000 万元计算，仅北京地区的充换电站设备市场将会产生至少 100 亿元的市场。

清华大学汽车安全与节能国家重点实验室主任欧阳明高表示，“十二五”期间，国家“十城千辆”节能与新能源汽车示范城市有 25 个，按照这样的推广规模，到 2015 年，全国将建成 2000 个包括整车充电和电池更换模式在内的两类充电站及 40 万个充电桩。虽然欧阳明高强调，这只是在大规模商业示范阶段的科技规划，并非产业规划。但相关专家表示，“十二五”期间，国内电动汽车充电设备市场达到几百亿元的规模只是最保守的估计。

国内企业竞风流

中国战略能源发展研究中心副主任董天凯表示，充电设施市场的博弈才刚刚开始，巨大的“蛋糕”已经成形。中国电力企业联合会公布的数据显示，截至 2011 年年底，中国已建成投运营 243 座充换电站、13283 台交流充电桩，国家电网和南方电网是目前中国电动汽车充换电装置最主要的投资建设企业。比亚迪总裁王传福认为，如果电动汽车充电站也像中石油和中石化的加油站一样多，中国一定是纯电动汽车的天下。

近年来，国家电网、南方电网、中海油、中石化等电力行业、石化行业巨头们深刻“体会”国家大力发展新能源汽车特别是纯电动汽车，以期实现民族汽车产业“弯道超车”的梦想，纷纷抢滩电动车充电设施市场。

据了解，早在 2010 年 8 月，国务院国资委就组织召开了中央企业电动车产业联盟成立大会，该联盟分别由整车制造、电池、充电及服务领域的 16 家央企组成。而充电

与服务领域则有国家电网、中国普天、中石油、中石化、南方电网以及中国保利集团公司牵头。旋即，电动汽车充电设施布局博弈开始在全国上演。

2011年，国家电网已建成充电桩1.3万个；2015年前，将建成运行充换电站2351座、充电桩22万个；2020年，充电站规模达到10000座，配合充电桩的普及形成完善的充电网络，主要设备投资达到180亿元，充电桩总投资125亿元。国家电网已提出将把电动汽车作为发展智能电网的重要组成部分，并制定了电动汽车能源供给模式和运营模式方案。

早在2010年，南方电网就已将“智能电网建设、西电东送可持续发展、助推电动汽车发展”等作为今后重点工作内容，并加快和各地方政府合作的步伐。目前，南方电网已经与广东、广西、贵州等省和自治区政府签订了电动汽车充电设施合作框架协议，并在深圳、广州、南宁、昆明等地建设充电站10座，充电桩350个。

此外，除中石油表示暂不涉足电动汽车充电站建设外，中海油、中石化亦纷纷计划将利用现有面积较大的加油、加气站，改建加油、充电综合服务站，积极部署电动汽车充电站建设。早在2009年7月，中国普天与中海油两大央企就共同注册成立了普天海油新能源动力有限公司，该公司定位为“中国电动汽车动力电池能源供给专业运营商”。2010年2月，中石化北京石油分公司与北京首科集团共同投资5000万元，成立北京中石化首科新能源科技有限公司。按照设想，首科新能源将利用中石化已有的终端网络，将部分加油站改建成加油充电综合服务站，以保障北京市纯电动汽车的规模化应用。中石化北京石油公司副总经理王文表示，“十二五”期间，中石化将在全国新建和改造275个加油充电综合服务站。

外资企业积极行动

2011年岁末，西门子对外宣称获得来自上海的140座电动汽车智能充电设施的订单。专家表示，在新能源汽车终端产业链上，外资企业起步较早，在一些核心零部件方面拥有技术及专利优势。国内相关产业发展较晚，很多技术和专利无法逾越，只有采购核心零部件进行组装。目前，国内在充换电设备核心元器件、断路器、芯片均无法摆脱ABB、西门子、施耐德等外资企业的束缚，这也成为外资企业欲染指中国电动汽车充电设备市场的优势所在。

2011年12月，以色列Better Place公司与南方电网签订有关“在南方五省大规模推行充换电站建设”的协议。根据该协议，Better Place在南方五省推广换电模式解决方案同时开始参与南方电网服务区域内的电动汽车及基础设施项目的建设。此外，Better Place还与奇瑞等汽车公司签订合作协议，为其提供换电技术支持。这是截至目前，外资企业进军中国电动汽车充电站设备市场最大举动之一。

成立于 1890 年的美国艾默生电气公司则通过大力发展经销商在中国推广其“艾默生”品牌大型充电机、充电模块及电力电源配件。

与除西门子、Better Place 及艾默生的“正面突进”不同，美国陶氏、日本森田等企业则选择了一条“迂回”路线。据了解，目前，美国陶氏与珠海银通公司在锂离子电池材料方面已展开合作，前者向后者提供关键技术及材料，间接进入中国充换电站储能电池市场。作为全球生产锂离子电池电解质材料的巨头，日本森田化学工业在 2003 年进入中国市场后，先后成立生产无水氟化氢（HF）的“浙江森美化工有限公司”和生产六氟磷酸锂（LiPF₆）的“森田化工（张家港）有限公司”两家公司，通过向中国最大的电解液厂商国泰华荣供应电解质进入中国新能源汽车电池充换电站及整车应用环节。

中国未来电动汽车充电设施模式评析

随着媒体对电动汽车铺天盖地的报导，中国的电动汽车市场似乎就要开始腾飞—绝大多数主流汽车厂商都在积极地开发电动车型，政府也提供了强有力的政策与财政支持。但是，电动汽车市场能很快起步吗？这将取决于诸多因素，其中的一个关键就是充电基础设施的建设。

大部分电动汽车可以依赖位于家庭或工作地点附近的慢充桩来满足充电需要，已是公认的事实。然而，电动汽车市场的蓬勃发展取决于便捷的快速解决方案，目前有两个选项，更换电池与快速充电。汽车厂商、电池制造商、电网、服务商与消费者均存在不同的偏好与利益所在。两个选项间的博弈将对未来中国电动汽车产业的发展造成重大影响。很多中国本地汽车厂商支持更换电池，因为这让他们可以无需深入地理解电池集成技术而迅速向市场投放廉价电动汽车。为了保护自身的经营效率与经济利益，中国两家电网公司也已成为了电池更换模式的有力推动者。

早期的电动汽车购买者也有可能被其低廉的购车价格所吸引，并无需考虑锂电池的潜在的寿命问题。

因此，电池更换更有可能成为中国快速服务的主导模式。面临这样的发展趋势，所有的市场参与者必须重新调整他们的电动汽车及配套的充电战略。国际汽车厂商尤其需要做出抉择，在中国沿用其全球电动汽车发展战略，还是针对中国市场采取相应的特殊对待。服务商需要思考怎样才能有效控制电池技术发展不稳定风险同时提供最佳顾客体验，创新的商业模式将是其中的关键。

政府政策需要保证必须的充电基础设施到位，同时在服务领域推动开放的市场竞争。对于一个尚无可借鉴的发达国家成熟商业模式的新兴市场，开放的心态尤其重要。

电动汽车在中国的发展

电动汽车市场在中国正在发展之中，但是对于很多人而言还不够迅速。这个产业的跃进似乎动力不足，它会真的实现吗？

中国政府出于降低石油依赖性与尾气排放的目的，为电动汽车提供了强有力的财务激励与补助计划，并已制定了成为全球领先的电动汽车与电池开发国与制造国的目标，电动汽车也位列七大战略新兴产业之中。中国各方正在为电动汽车全力以赴：汽车厂商们已经收到了国家补助，而国有电网企业与石油公司也被敦促尽快建立充电设施网络。

汽车厂商目前已进行了诸多研发与生产工作，相关科技也在进步之中。无论是国外还是国内的主流汽车厂商，都准备在未来几年内发布新纯电动或插入式混合动力车型。

在强有力的政府补助之外，另一个促成此蓬勃趋势的重要因素是持续的电池技术进步。电池能量密度在 2011 年底预计达到 150 Wh/kg，到 2020 年则将提高到 500Wh/kg，同时成本将从现在的 750 美元/kWh 降到 150 美元/kWh。这将使汽车厂商们能够有力地迅速降低纯电动汽车与插入式混合动力汽车的价格，提高市场接受度。

2011 年 7 月发布的科技部关于电动车“十二五”专项规划，确立了“十二五”期间以小型乘用车为主的纯电动车技术路线，并设立了 2015 年电动车保有量达到 100 万辆的目标。科尔尼预测在中国，电动汽车的销量将在未来两到三年内攀升，电动汽车累计总销量到 2015 年预计将达 85 万台，到 2020 年则约 500 万台。大部分电动汽车将用于私家第二辆用车以及商务用车。

所有的趋势都已明朗，但目前仍有一个主要的障碍需要克服：建立充电设施。

即将起步的充电基本设施市场

科尔尼的调查显示尽管大部分人可以依赖慢充设施，但快速公共充电设施的部署，是打破电动汽车接纳障碍的关键，如图 1 所示。不同类型的充电设施必须按需协调布局，方能有效促进电动汽车市场的发展。在政府政策推动与长期市场机会的激励下，国有电网企业与石油公司已经展开行动。截止 2010 年底，中国约有 76 座快速充电/更换电池站与超过 6500 个充电桩在运营中。

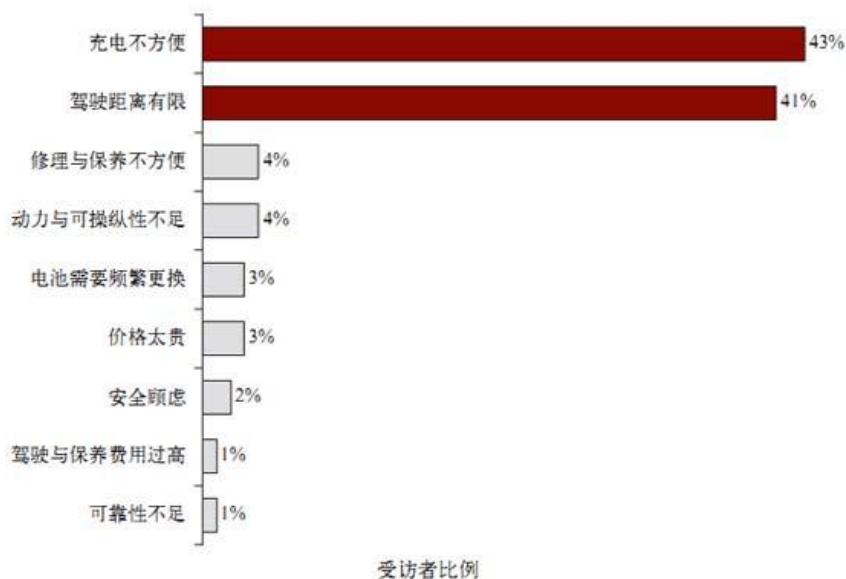


图1 深圳与广州两地电动汽车购买的主要障碍

-国家电网是目前充电设施市场的领导者。经过多年的讨论，国家电网制定了“换电为主、插充为辅、集中充电、统一配送”的运营模式。预计到2020年，国家电网计划建立10075座电池更换站，总投资323亿元人民币，以及500000个充电桩，总投资125亿元人民币。

-南方电网亦已开始行动，在深圳、广州、南宁与昆明等地建设了约十个充电站与350个充电桩。南方电网曾主推快速充电站，然而在2011年初改变策略，与Better Place公司签约在所服务区域内建立电池更换站。该合约协定在2011年内于广州建立电池更换站与体验中心，并将共同为建立一合资公司而努力。该合资公司将成为Better Place在中国市场的切入点。

凭借已有的加油站网络，石油公司也在积极地寻求进入此市场。

-中国石化北京分公司已经与首科集团建立了合资公司北京中石化首科新能源科技有限公司。此合资公司将致力于改造已有的加油站，集成充电服务。中石化同样考虑在未来开展电池更换业务。总的来说，中石化的目标是建立集成的加油与充电服务站。

-此外，中海油对天津力神电池公司投资50亿元人民币，并在深圳与杭州建设了合资充电站。

然而，由于潜在利益的冲突，石油公司的努力往往受到电网公司的牵制。

慢速充电网络：共识达成

电动汽车几乎每天都需要充电。因此，最简单的方式就是在对车主方便的地点部署充电设施，如家庭车库、公共停车场、工作地点停车场等。

科尔尼的调查显示，一个典型的消费者可以凭借附近的充电桩满足日常需要，如图 2 所示。这被包括汽车厂商、电池制造商、服务商、电网与消费者在内的各方认可。

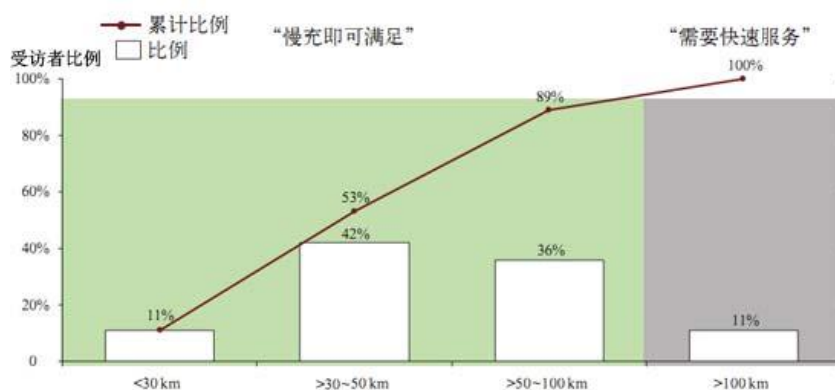


图2 深圳与广州的日常交通距离

为拥有私家车库的电动车主提供个人充电桩具有实际意义。对于私人或固定停车位的电动车主，应积极规划位于居民区及工作单位附近的公共慢充设施。由于中国大部分电动车主将集中居住于城市的小区中，这部分的规划尤其重要。

科尔尼预测中国慢速充电桩总数到 2020 年预计达到 470 万个，年均复合增长率 103%，如图 3 所示。

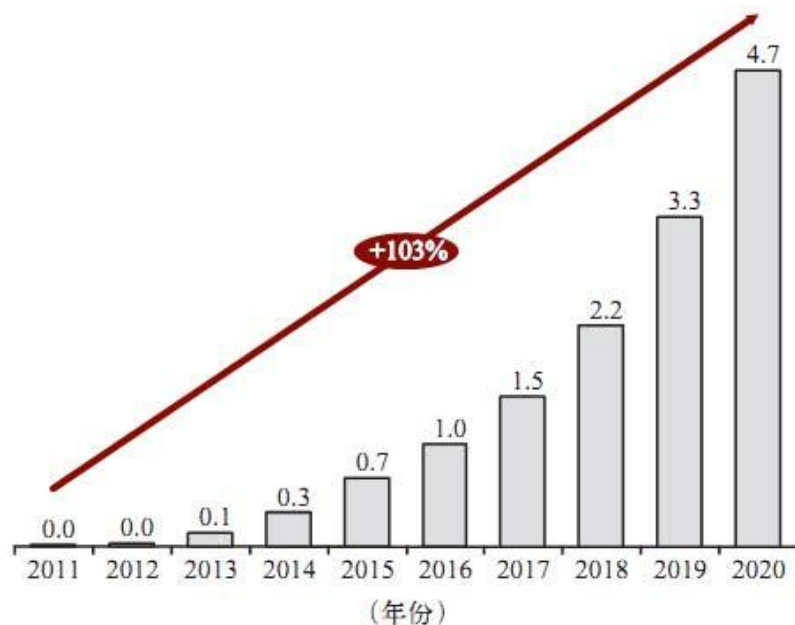


图3 中国慢速充电桩增长预测 (单位: 万个)

剩下的问题是谁将会建设并运营这些设施。科尔尼认为电网公司是最适合担当建设的主体。根据《中华人民共和国电力法》，只有电网公司被允许售电，如果此法规不被调整，其他服务商的介入将受到很大阻碍。由于慢速充电桩的大量建设可能需要对附近的配电设施进行扩容，没有电网公司的积极配合，难以实施。

充电桩需要在小区、停车场、商业中心等地方建设，因此电网公司也必须同上述地点的物业管理部门或产权所有者合作，共同运营这些慢速充电桩。物业管理者、业主或地方政府可以为充电设施留划特定区域，协助日常保养维修，并相应地分享收入。

每个慢速充电桩目前耗费约 8000 元人民币，可在约四到八小时内充满一部电动车。以在深圳已实施的规则为例，电网公司可为充电服务按商业用电费率计费，逐次收费。考虑公用充电桩的收入情况，如图 4，假设电网的电价成本是零售价格的 85%，用户充电时段分布为在夜间低谷时段为 30%，日常高峰时段为 70%，并且慢充桩的整体利用率逐年提高，则其平均年收入情况如图 5 所示，总成本回收可在六至八年内完成。

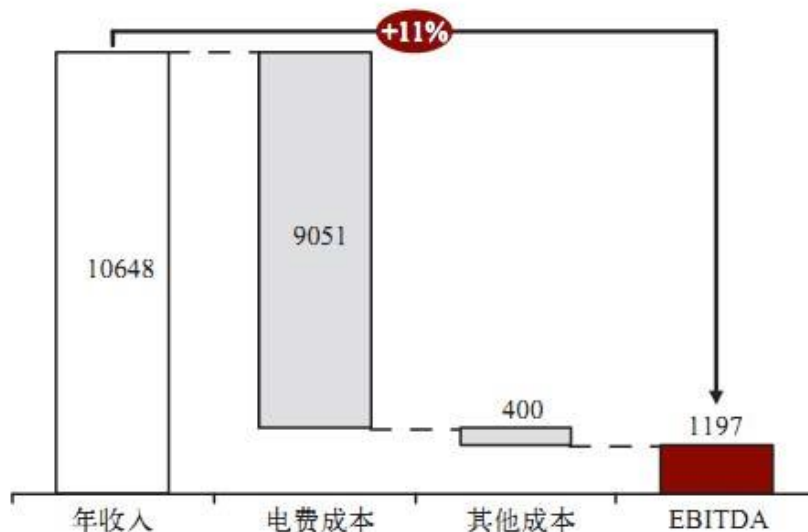


图4 单个慢充电桩年收入分析 (单位: 元人民币)

快速充电与电池更换的取舍：硝烟正起

快速服务网络代表了一个竞争更为激烈的市场，它是大多数争论的焦点与阵地争夺的所在。

尽管消费者购买电动汽车的主要意图是日常交通，但是每个车主都希望能够不时地在周末到郊外远游，或者探望距离较远的亲朋。即便有些车主并不需要这样的长途旅行，他们仍然会担心因为不能及时充电而搁浅，这就是所谓的“距离焦虑”。因此，快速公共充电网络对于电动汽车的发展至关重要。

参照中国汽油加油站的数量，与电动汽车的潜在市场渗透情况，科尔尼预计到 2020 年中国全境将有约 15000 个快速服务站，包括快速充电站与电池更换站，年均复合增长率为 72%，如图 5 所示。

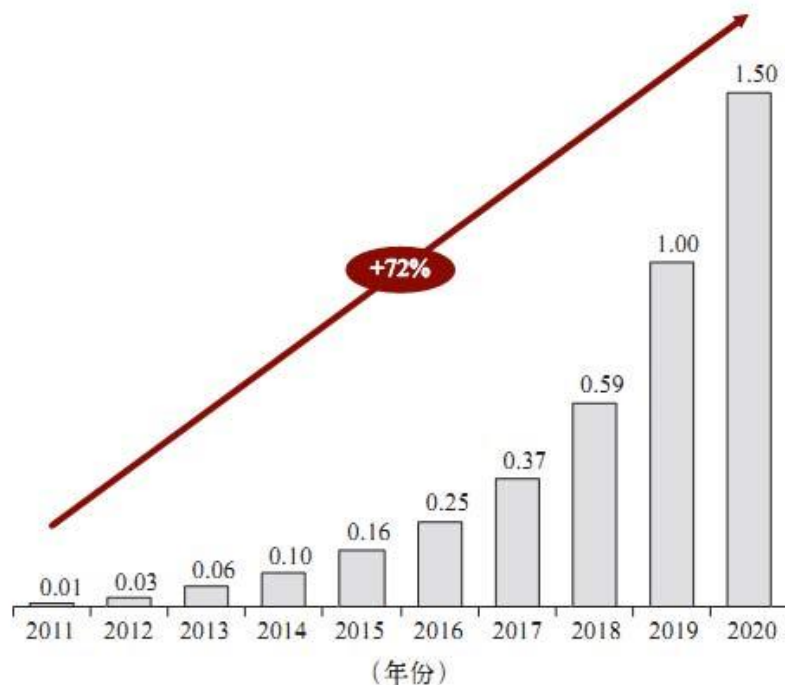


图5 中国快速服务站增长预测 (单位: 万个)

A. 两个选择: 快速充电与电池更换

快速服务可以由快速充电或电池更换来完成。快速充电同慢速充电相比, 使用了更高的电压与更大的电流, 可在不到半个小时内完成电池 80% 的充电。电池更换则是运用了一个精密的自动系统, 用已充满的电池在五分钟内迅速替换耗尽的电池, 并在后台进行使用后电池的冷却与充电的工作。

快速充电是更为传统的选项, 并较容易被消费者所理解, 因为它采用了和传统加油站非常类似的商业模式。在计费方式上可采用按次计费或使用服务包两种方式。其成功的关键包括建立统一的插口标准和电池与电网之间的通讯协议。然而, 若不进行有效温度管理, 快速充电可以对电池造成极大伤害, 降低电池寿命。

相比之下电池更换则是更为迅速的解决方案, 可以在 5 分钟内完成。考虑到电池的重量和技术特性, 电池更换对方法和工作人员的专业性要求较高。它采用基于电池租赁的更为复杂的商业模式: 服务商购买并拥有电池, 并凭借这些电池提供更换服务, 消费者在购买裸车时并不购买任何电池。消费者可以基于每月里程选购服务包, 按月付费。其成功的关键在于统一不同车型之间的电池标准。因此, 这个市场必须由电池制造商、汽车厂商与服务提供商共同推动。

两个商业模式都已经在世界上的不同市场进行试点应用。Better Place 公司正在丹麦和以色列进行电池更换的试点项目。与此同时，Coulomb Technologies 正在美国建立快速充电设施网络。

这两种模式将形成完全不同的商业模式，对于整个电动汽车产业影响深远。两者最后的博弈结果还存在巨大的不确定因素，但是已有一些进展：相关协商已在进行，不同战略已被设计，而相应的政府游说活动也在开展中。

中国电动汽车公用快速服务设施的未来到底将走向何方？要回答这个问题，我们必须对电动汽车充电生态系统进行分析，并理解各个关键角色的战略意图。

B. 利益的大博弈：各方偏好如何

企业和消费者都有他们自身的利益所在，并通过一系列市场活动或游说活动来捍卫利益。若要对电动汽车充电设施的未来进行预测，我们必须了解他们的立足点所在。电动汽车充电设施的价值链涵盖了电池制造商、电动汽车制造商、电网公司、充电服务商与消费者等不同角色，如图 6。



图6 充电设施市场上的关键角色

1. 电动汽车厂商与电池制造商



图7 不同汽车厂商的定位

汽车厂商与电池制造商在快速充电与电池更换上有所分歧。他们的选择主要取决于自身的技术水平以及他们的总体战略(成本驱动还是性能驱动)。

大部分国际汽车厂商支持快速充电。他们坚信拥有动力系统技术是核心竞争力的体现,并能够保证他们在市场中的定价能力。这些汽车厂商希望推出尽可能多的差异性产品,确保最高利润。他们通常同电池制造商或集成商密切合作。一个例子是宝马同 SBLimotive(三星与博世的合资公司)合作,运用分布式的电池重量平衡技术提供卓越的驾驶性能。类似的合作也见诸于福特同马格纳公司和 LG 化学, GM 同 Compact Power(LG)以及丰田同松下(电动汽车能源)之间。这些汽车厂商致力于纵向整合来充分发挥电池制造商的技术与产能。通过这种策略,他们可以确保其技术竞争力,并能够尽快发布配有独家电池技术的车型。

全球厂商中的特例是以成为全球电动汽车领导者为目标的雷诺-日产,它正在对冲赌注——其发布的日产 Leaf 具备快速充电能力,而雷诺 Fluence 则使用了 Better Place 的电池更换技术。

相反,低成本汽车厂商,尤其是缺乏自主技术能力的中国厂商,对电池更换更感兴趣。电池更换可以使他们继续实现成本优势,并避免电池集成技术匮乏的障碍。这部分厂商寄希望于随着技术进步带来电池价格下降,这将可以使他们继续进行他们所擅长的事:生产便宜的汽车。他们的竞争优势不在于性能,而是成本。他们是电动车市场商品化的驱动者。他们推动电池的标准化并善用他们的成本优势,同时追求规模效应。

大部分中国厂商都已开始在电池更换领域起步:

- 低价大众车型领跑者奇瑞与 Better Place 签约合作,将共同研发应用电池更换的电动车型。

- 江淮汽车推动电池租赁业务并坚持“新能源汽车的价格不应高于传统能源汽车”。

- 北汽控股与 Johnson-Saft 公司合作,研制可进行电池更换的电动汽车和插入式混合动力汽车车型。

- 广汽集团与南方电网合作开发可更换电池的车型。

- 上汽集团与 A123 与 2009 年 12 月合资成立了 ATBS 公司,出资比例为 51%-49%。A123 是 Better Place 的战略伙伴,并已经为上汽的荣威电动汽车系列提供电池。

中国厂商中的一个特例是比亚迪。作为一个领先的中国电池制造商与汽车厂商,比亚迪决定要通过整合的策略来推动其电动汽车发展,支持快速充电。

2. 电网

电网公司，即国家电网与南方电网，在充电设施产业中扮演关键角色，为充电设施与电池更换站等提供电能。

电动汽车充电设施，尤其是快速充电站的引入，将对电网性能产生影响。大规模电动汽车随意充电产生的负荷将对电网产生冲击，甚至影响电网的正常运作。此外，电动汽车的充电往往伴随着直流与交流间的转换，将产生大量谐波，并由此直接影响电网与客户端的电能质量。因此，快速充电站的部署必将对城市配网的结构与模式都造成重要影响，其发展必须要全部容纳到电网规划和城市规划之中。

然而，快速充电对整个电网带来的影响不应过分夸大。同样以深圳为例，到2020年，电网的峰值将达到21000兆瓦，而快速充电设施在利用率100%的情况下将增加570兆瓦，仅增加3%，如图8所示。

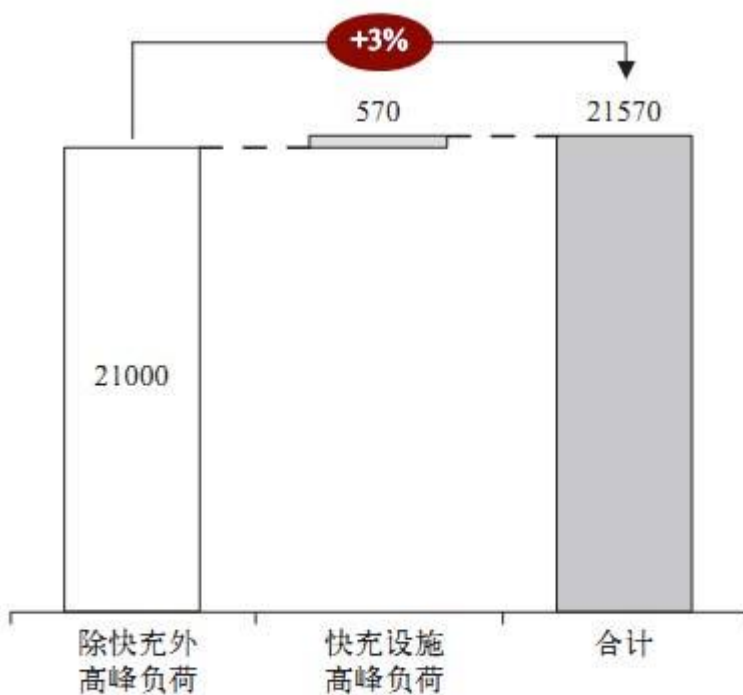


图8 2020年深圳快速充电带来的峰值负荷变化预测（单位：兆瓦）

同电池更换相比，快速充电带来的另一个问题是部分配网有可能必须升级。一个典型的具有十个快充点的充电站需要 1500 千瓦的变压器能力，连带必要的冗余、备用变压器以及相关的网络升级将需要大量投资。假设每个快充站的电网升级费用大概在 100 万元人民币左右(基于国家电网和南方电网的报告)，到 2015 年累计相关电网建设成本将达到 150 亿元人民币;但同国家电网与南方电网在十二五(2011-2015)期间的三万亿人民币的投资计划总额相比，这项成本并不是很高。

相对应地，电池更换站则可以在夜间对电池充电，从而起到为电网平谷，提高电网效率的作用。

在未来，随着能量存储技术的发展，大量的库存电池可在高峰时段向电网回馈能量，从而变相削峰。除此之外，包括核能、水能、太阳能与风能在内的大量新能源并不可控，因此需要预先进行能量存储与调峰。由于它们不稳定，若直接上网将带来安全隐患。然而，如果电池更换站可以被改造成能量存储中心，以新能源为电池充电，则可在推动电动汽车行业发展的同时造福新能源。

由此可见，对于电网而言，电池更换是更有利的选择。这也是国家电网和南方电网在试点过快充站后，在 2011 年决定以电池更换为未来方向的原因之一。

3. 充电服务商

充电服务商可以是电网公司、石油公司，也可以是其他的第三方，像 Better Place。服务商拥有充电基础设施并提供充电服务。电网作为服务商的优势在于对电网资源的控制和充裕的资金，但弱势在于对服务汽车行业缺乏经验。石油公司恰恰相反，如中石化便在全国拥有超过三万个加油站。

a) 商业模式

在快速充电模式下，服务商的运作模式与传统加油站十分相似，主要按次收费，即消费者前来充电并付费;或者可以提供打包服务，类似于移动通讯商的服务包。

电池更换模式下则更为复杂。基本上服务商购买电池而消费者不购买，服务商依照里程收取服务费。更换下的电池可以在低谷时段在更换站或集中地点充电。

Better Place 在以色列的案例是目前已有的电池更换模式的很好的参考：

Better Place 在以色列

以色列同丹麦一样，是电池更换技术的先行者。Better Place 在当地已经发布了针对出租车、企业用车与个人消费者的不同方案。九个电池更换站正在建设中，在全国总计将建成 50 个更换站。对于个人消费者而言，他们具有两种不同的订购服务包：

- 全包服务包：一次性为电动汽车和三年全包服务支付 157500 谢克尔，约合 47785 美元
- 月订购包：基于每月包含的行驶里程共有四种不同的方式

里程 (km)	20000	23000	26000	30000
每月价格 (谢克尔)	1090	1300	1470	1600
每月价格 (美元)	317	378	427	465

这些订购包中包括：年度里程额度（月订购包中月均化）、家用充电设施、服务站进行的保养与充电服务、无限制的电池更换服务、Better Place 公共充电站的免费使用、全年无休的客户服务与道路救援、含 GPS 的司机支持系统、电池控制功能、旅行计划系统以及与客户服务中心的时时连接等。

全包服务包仅适用于雷诺 Fluence ZE 车型。该车型不含电池的裸车价格是 122900 谢克尔，合 35727 美元。Better Place 和雷诺希望能够在以色列提供这些服务，使以色列人民可以驾驶电动汽车。

必须指出的是，两种商业模式对于服务商而言成本大不相同。

快速充电站的前期成本相对较低，仅需建立快充站并安装快充机（约 35 万元一台，平均每个站需 10 台左右）。电池更换站则前期成本较高，因为该种服务商必须一次性为所有使用其服务站的用户购买电池、配备额外电池并还有投入服务站本身的建设成本（大约 350 万元）。

进一步分析两种模型的财务情况：

-假设一天的服务高峰次数有 3 次，每次持续 1 小时，高峰客流占全天的 50%

-一个典型的电池更换站可以每 3-5 分钟更换一个电池，而一个拥有六台充电机的充电站中一辆车可在三十分钟内充电至 80%（无需充满），则每天一个换电站和快充站都可以服务 72 车次

-在电池更换模式中，假设每车配备一个电池，同时还要在站内配备备用电池（每日服务车次的 1.5~2 倍）；耗尽的电池在站内或集中的地点慢速充电，以延长电池寿命，同时利用低谷时段的便宜电价。电池成本每个约 10 万元，寿命五年（总可充电次数约 1500）。

-基于 Better Place 的实践，每个电池更换站本身耗费 350 万元，并可持续 15 年。

-在快速充电中，假设每台快充机，35 万元并可持续 15 年。

在这些假设下，我们可以得到两种服务商的年均成本如图 9 所示。

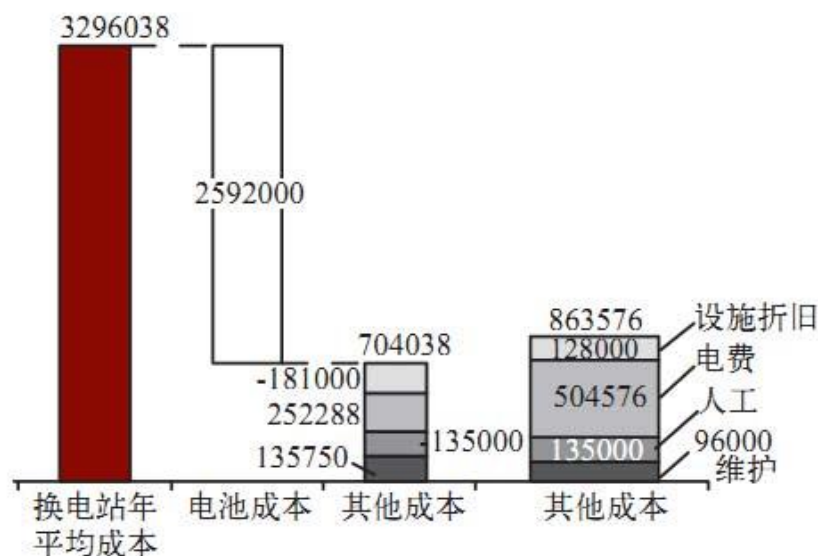


图9 年均成本比较 (单位: 元人民币)

由于高电池成本, 电池更换站的成本高达快速充电站的四倍左右; 但是若除去电池成本, 其他成本因电费低廉而比快速充电站低 18%。

收入方面电池更换站更为可观。例如在深圳, 快速充电被政府部门规定仅能用商业用电费率收费, 以刺激电动汽车购买。大部分快速充电站服务商并无定价能力, 因此投资回报率偏低。

而电池更换因被视为一种租赁业务, 利润空间要大得多。以 Better Place 的在以色列的收费作为参考, 电池更换站的毛利率可达 30%~40%。

不过在中国, 为了支持电动汽车市场的发展, 这一比例在早期可能要低得多。

b) 可能的风险

选择从事电池更换业务的服务商在高昂的投资成本之外, 还需考虑一系列高风险:

首先, 随着科技发展电池贬值将带来重大不利影响。锂离子电池的价格预计由于科技进步和规模效益将大幅下降。科尔尼预计其价格到 2020 年将从目前的 750 美元每千瓦时下降到 150 美元/kWh。其次, 电池寿命有可能比厂商所保证的短得多。根据有关规定, 电动汽车的电池必须可充放电逾三千次。然而, 试验证明大部分市场在售的电池连 500 次都达不到, 这将大大地降低电池的经济性。

除此之外，频繁的更换电池有可能带来安全隐患，在最糟糕的情况下可引发事故。

快速充电对于服务商而言，风险则要低得多。

4. 消费者

对消费者而言，电池更换与快速充电的价格存在一定差别。

以比亚迪纯电动车 E6 为例，电池更换模式下总拥有成本(5 年)为 310374 元人民币，快速充电模式下为 293025 元人民币，其中已经考虑了政府补贴因素。一个有趣的现象是，电池更换模式下 E6 的成本结构和它的同档汽油车 M6 十分接近，如图 10。

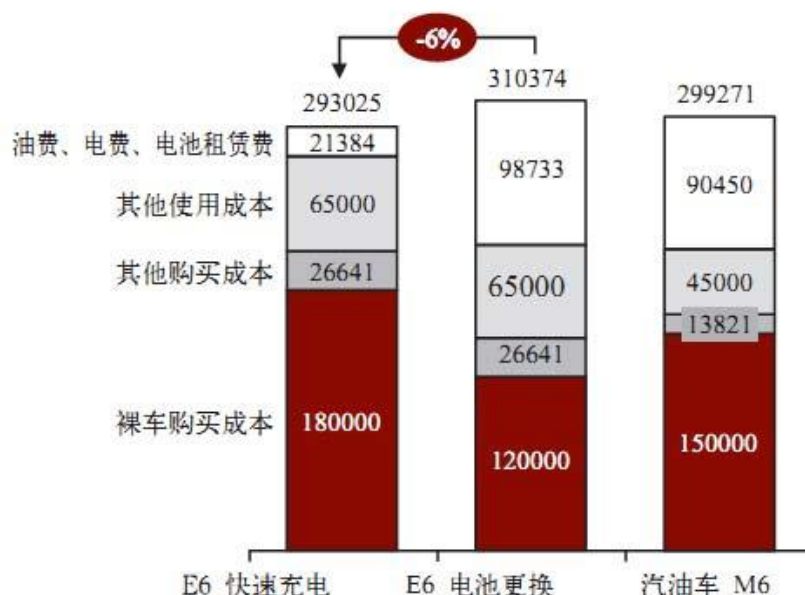


图10 消费者总拥有成本比较（单位：元人民币）

消费者的观点和习惯也必须被考虑。快速充电对他们而言更加传统而熟悉：为自己使用的服务按次收费，并拥有自己车辆的所有部分。电池更换则需要对消费者进行大量的引导。不过，对于消费者而言，电池更换更加便捷，因为它可以在短短 3-5 分钟内被完成，而快速充电则需要 30 分钟；此外，消费者在此模式下无需为电池寿命问题担忧。

中国充电设施的未来

A. 三种场景




放眼未来(5-10年)，中国充电设施市场有可能走向三种不同的场景：

-电池更换的胜利：电池更换成为主流，而快速充电则主要服务于高性能电动汽车的细分市场

-快速充电的胜利：快速充电占领了大部分市场，而电池更换主要为公共交通领域的出租车和客车服务

-平分市场：两种模式在市场中各有斩获

中国充电设施市场的三种场景

场景	发生可能性	主要原因
场景一：电池更换的胜利		<ul style="list-style-type: none"> 强有力的电网企业将会投资并成为主要的服务商 中国电池与汽车厂商大部分支持电池更换服务，以利用成本优势
场景二：快速充电的胜利		<ul style="list-style-type: none"> 外国厂商将积极争取快速充电，他们的能力与技术令人无法抗拒，即便是在中国（政府可有力控制的出租车和客车除外） 消费者更偏好于较为传统的商业模式
场景三：平分市场		<ul style="list-style-type: none"> 中国电网企业、汽车厂商和电池制造商会根据电池更换模式创造商业模式 外国汽车厂商会联手坚持快速充电 消费者可自行选择

从目前情况来看，电池更换在中国已经赢得先机，“电池更换的胜利”出现的可能性最大。电网公司、部分汽车厂商，技术提供者(如 Better Place)之间的合作已经建立，它们将联手设立电池更换站的标准，并将在主要的高速公路上建设电池更换站。其他汽车厂商可能会被迫接受电池更换。在电池制造领域，大者为王。电动汽车将变成廉价的主流交通工具。部分国际汽车厂商会选择继续聚焦于快速充电服务；然而，快速充电服务网络的缺失会对其造成很大限制，他们的消费者将大部分依赖于家庭充电设施。

然而，如果本地汽车厂商技术及市场开发失败，“快速充电的胜利”也有可能到来，由国际汽车厂商及比亚迪推动。通过他们的技术进步和市场营销策略，大部分潜在电动车购买者可以被有效吸引并迫使电网公司予以配合。电池更换将会聚焦于公用出租车和客车的特殊需求市场。

在“平分市场”这种场景中，快速服务市场将面向所有竞争者。电池更换与快速充电共存，每种模式服务于不同的市场细分。

尽管我们并不能排除场景二和场景三的可能，场景一变为现实的可能性最大。电网公司的垄断力量与本地汽车厂商的先天优势将起到决定的作用。

B. 对不同企业的影响

1. 汽车厂商与电池制造商

对于本地汽车厂商与电池制造商而言，必须迅速与电网、服务商以及技术开发商合作，迅速积累电动汽车电池更换的经验。可靠性、安全性与低成本是主要目标。

许多国际汽车厂商需要重新为中国市场评估战略。中国市场应该沿用其全球战略，还是应该有专门的战略呢？

出租车很有可能成为接受电动汽车的第一个细分市场。在出租车领域目前占有优势的厂商，如大众，需要及早做好准备。

电池制造商关键要研发适用于电池更换模式的电池。有可能需要重新考虑其针对高性能的研究，是否可以专注于电池芯的生产而将特殊的电池组设计留给小型创新导向的公司？

2. 电网

作为智能电网方案中的一部分，电网需预先规划的电网升级，以积极推动电动汽车产业的发展；电网要充分评析充电设施对高峰负荷的影响，对配网进行现代化。

电网公司应当说服政府将电动汽车基础设施的成本涵盖到整体成本结构中，并说服政府部门因此提升电价。以广东省为例，2012 到 2020 年预计充电设施及电网升级的总建设成本约为 24 亿元人民币，期间社会用电总量约为 56,000 亿度，则提高 0.0005 元人民币每度可达到收支平衡，如图 11 所示。

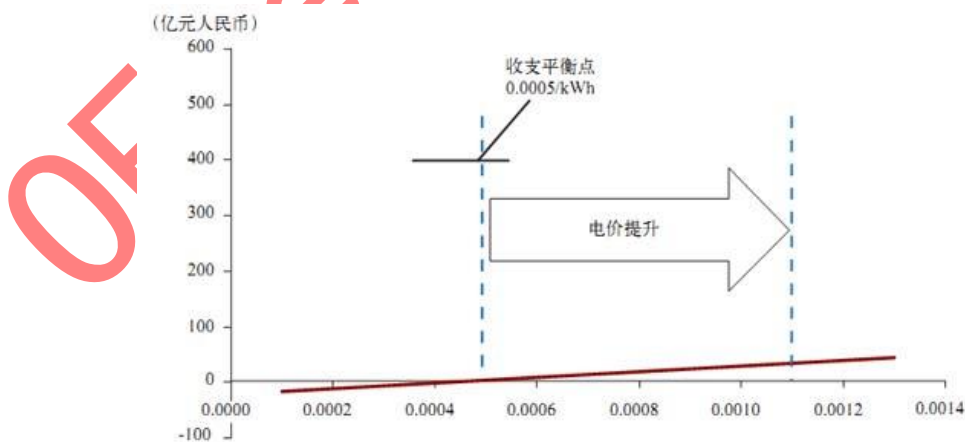


图11 2020年广东省电网充电设施投资回报与电价提升

3. 服务商

充换电服务商应与汽车厂商、电池制造商与技术开发商等共同设定充换电设施标准。

充换电服务商需游说政府来推动市场竞争，避免电网企业因先天优势而垄断市场。石油公司应该全面利用其已有加油站网络，并对基础设施进行升级。其在中心城市的原有加油站将成为同其他企业合作的最主要资产。

在卓有成效的商业模式还在试验之中的时候，创新的手段和开放的思想态度对成功而言至关重要。应借力于如 RFID 等最新科技来提供独特的客户体验，这将形成有力的竞争优势。

服务商应当在商业模式与客户服务改善方面多下功夫。举例而言，为了缩减购买电池的成本并避免电池寿命风险，服务商可考虑与电池制造商形成战略合作。同购买电池相比，向电池制造商租赁电池是更可取的方法，这将大大降低前期成本。

服务商还可以与汽车厂商合作，考虑设立以预定价的电动汽车保证回购计划，来催化电动汽车市场的腾飞。

C. 政府政策

在中国，政府推介与财政支持对一个产业的成功非常重要。中国政府第一要务是建立起竞争性的电动汽车产业，它可以为汽车行业乃至整体经济升级提供重要推力。充换电设施的发展，应以支持这一目标为根本出发点。

政府需要开展一系列行动或讨论：

首先，需召集产业中的关键企业共同制定标准。没有全国统一的电池更换或快速充电标准，电动汽车产业无法迅速发展。

其次，充电设施商业利益的争夺不应掣肘电动汽车行业的整体发展。政府推行的政策应创造一个能够促进自由竞争的开放环境。不同的商业模式需要经过市场的检验，不应采取严格的市场控制措施或强烈倾向于国有企业。

尽管电网企业有义务对配网进行升级，他们不应独占电动汽车充换电服务市场。电网公司可以有充换电服务业务，但应准备能最终使之独立运营。

新能源汽车蓬勃发展动力电池迎来黄金发展时机

在全球性资源紧缺与环境恶化的背景下，新能源汽车由于其能源清洁、无污染排放等优势从概念走向产业蓬勃发展起来，作为新能源汽车核心环节的动力电池也迎来了较好的发展机遇。目前来说，技术最为成熟的镍氢电池已经在混合动力车中得到广泛应用，但为了实现更长远和根本意义上的节能减排效力，混合动力车向纯电动车发展已成为必然趋势。

为了满足纯电动车的要求，镍氢电池将被性能更好的锂离子电池所替代。ChinaVenture 投中集团分析认为，中国动力电池企业应不断加强技术创新，努力提高国产锂电池产品的品质及安全性能，使锂电池在新能源汽车领域广泛应用，提升相应的市场份额。同时，在整个锂电池产业链中，技术领先、产品偏向高端、规模优势明显的锂电池材料企业也有较好的投资空间。

新能源汽车蓬勃发展动力电池迎来利好

面对全球范围日益严峻的能源形势和环保压力，世界各国在战略上越来越重视能源安全和环境保护，新能源汽车由于其能源清洁、无污染排放等优势从概念走向产业蓬勃发展起来。新能源汽车包括混合动力汽车（HEV）、插电式混合动力汽车（PHEV）和纯电动汽车（EV）。动力电池作为新能源汽车的动力来源，是其最核心、利润最丰厚的环节，可以说动力电池的性能和成本直接决定了新能源汽车的发展路线。因此，随着新能源汽车的发展，动力电池也迎来了较好的投资机会。动力电池主要可以分为铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池和锂电池，各类电池优缺点见表 1 所示。

动力电池主要分类		
类型	优点	缺点
铅酸电池	原材料丰富、成本低、耐用、技术成熟	比能量低、低温性能差、寿命短、质量重、污染环境
镍镉电池	比能量和使用寿命比铅酸电池好	镉是有毒的重金属
镍氢电池	安全、耐用、比能量较高、高低温性能好	成本较高、自放电率高
锂离子电池	高比能量、高温性能好、无记忆性、自放电率低、寿命长	成本高、安全性低
投中集团研究部，2012.02		

表 1 动力电池主要分类

近年来，随着新能源汽车产业的发展，作为其产业链核心环节的动力电池也引起了VC/PE资本的关注，根据ChinaVenture投中集团旗下金融数据产品CVSource统计显示，2007-2011年我国动力电池行业披露私募融资案例为48起，融资金额5.8亿美元，平均单笔融资金额为1210.5万美元。其中，2010年总融资金额达2.1亿美元，占近五年动力电池行业私募融资总规模的36.2%，无论是案例披露数量还是融资金额均达历史最高水平(见图1、表2)。

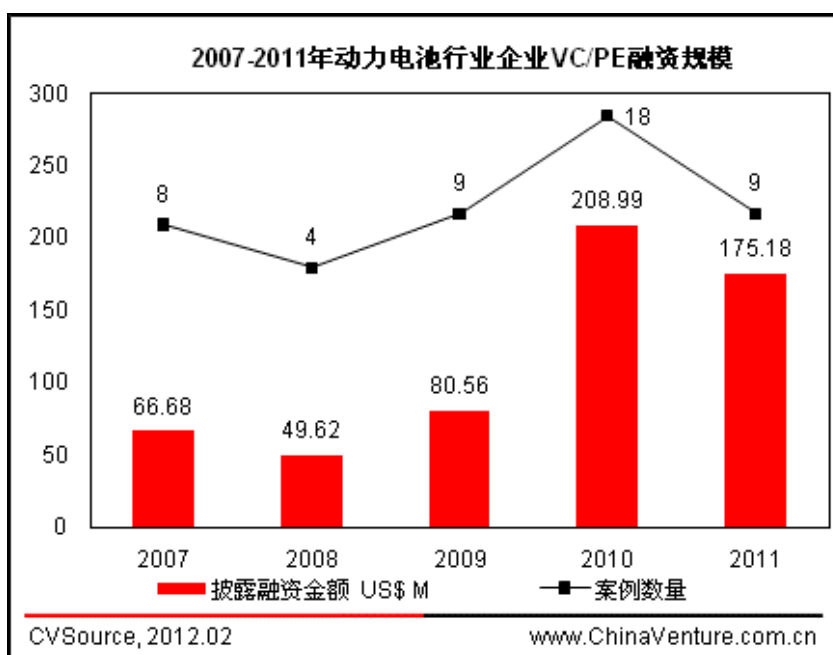


图1 2007-2011年动力电池行业企业VC/PE融资规模

企业名称	细分领域	融资时间	融资金额 US\$ M	投资机构
超威动力	铅酸电池	2010-03-05	41.06	弘毅投资
骆驼股份	铅酸电池 锂电池	2010-01-19	24.57	奇力资本
中航锂电	锂电池	2010-07-05	22.7	天津裕丰
金辉高科光电	锂电池隔膜	2011-12-02	6.58	中科招商
翔丰华科技	锂电池 负极材料	2010-11-01	5.91	点石创投
德朗能电池	锂电池	2009-12-17	5.85	奥迈资本
圣阳股份	铅酸电池 锂电池	2009-09-08	5.05	山东高新投
环宇赛尔新能源	锂电池 镍氢电池 镍镉电池 铅酸电池	2010-08-31	4.3	欧瑞
中投新能源	锂电池	2011-04-15	3.88	大雄风创投 华颐创投 吉成创投
圣阳股份	铅酸电池 锂电池	2010-05-26	3.52	天堂硅谷
CVSource, 2012.02		www.ChinaVenture.com.cn		

表 22007-2011 年动力电池行业企业 VC/PE 融资规模 TOP10

资本市场方面，根据 ChinaVenture 投中集团旗下金融数据产品 CVSource 统计，2007 年至今，共有 10 家动力电池行业企业在全中国资本市场实现 IPO，累计融资金额达 13.72 亿美元（见表 3）。回报方面，2007 年至今动力电池行业 IPO 平均账面退出回报为 6.8 倍（见表 4）。

2007-2011年动力电池行业企业IPO融资规模

企业名称	代码	上市时间	细分领域	融资金额
比亚迪	002594.SZ	2011-06-30	镍镉电池 锂电池	14.22亿元
骆驼股份	601311.SH	2011-06-02	铅酸电池 锂电池	15.44亿元
圣阳股份	002580.SZ	2011-05-06	铅酸电池 锂电池	4.85亿元
欣旺达	300207.SZ	2011-04-21	锂电池	8.77亿元
理士国际	00842.HK	2010-11-16	铅酸电池	17.83亿港元
超威动力	00951.HK	2010-07-07	铅酸电池	5.45亿港元
南都电源	300068.SZ	2010-04-21	铅酸电池	20.46亿元
亿纬锂能	300014.SZ	2009-10-30	锂电池	3.9亿元
豪鹏国际	HPJ.NASDAQ	2008-06-19	镍氢电池 锂电池	170.63万美元
天能动力	00819.HK	2007-06-11	铅酸电池 镍氢电池 锂电池	5.76亿港元

CVSource, 2012.02 www.ChinaVenture.com.cn

表 3 2007-2011 年动力电池行业企业 IPO 融资规模

2007-2011年动力电池行业企业IPO退出回报率

企业名称	代码	退出时间	细分领域	退出机构	退出回报率
骆驼股份	601311.SH	2011-06-02	铅酸电池 锂电池	智诚海威 信诺泰创投 松禾资本 奇力资本	3.96
圣阳股份	002580.SZ	2011-05-06	铅酸电池 锂电池	山东高新投 天堂硅谷	5.24
欣旺达	300207.SZ	2011-04-21	锂电池	首创成长	12.37
超威动力	00951.HK	2010-07-08	铅酸电池	弘毅投资	0.03
南都电源	300068.SZ	2010-04-21	铅酸电池	华颐创投	16.7
亿纬锂能	300014.SZ	2009-10-30	锂电池	达晨财信 招商科技	5.07
天能动力	00819.HK	2007-06-11	铅酸电池 镍氢电池 锂电池	新世界策略投资 普凯投资	4.53

CVSource, 2012.02 www.ChinaVenture.com.cn

表 4 2007-2011 年动力电池行业企业 IPO 退出回报率

铅酸、镍镉电池空间有限镍氢电池将被替代

铅酸电池具有技术成熟、成本低、安全可靠的优点，是目前唯一被大批量生产和应用的动力电池，普遍应用于电动自行车和大客车。但铅酸电池质量重、寿命短、比能量和使用寿命方面均不理想，且铅金属污染环境，因此逐步被其它高能蓄电池所取代已是大势所趋。此前，铅酸电池行业由于准入门槛较低、许可审查不严格等原因，众多企业蜂拥而上，造成大量低水平重复建设，整个行业呈现出散、乱、差的局面。据统计，现有的 3000 多家铅酸电池企业中有近 9 成不达标，环保部将于近期启动对铅酸电池行业的专项环保核查行动，在行业整体洗牌后，随着产业集中度的提高和产业技术的升级，留存下的大企业有望从中受益，有助于行业的整体发展。

镍镉电池的比能量约为铅酸电池的 1.5 倍，且有质量轻、使用寿命长的优点，但金属镉有巨毒，严重污染环境，因此已基本退出动力电池市场的竞争。综上所述，铅酸电池和镍镉电池在新能源汽车中应用空间有限。

镍氢电池是镍镉电池的改进，具有比能量高、高低温性能好、安全耐用并且无环境污染等优点，在混合动力汽车电池中占绝对主导地位。从产业周期来看，镍氢电池已经进入成熟期，形成了规模化生产，作为汽车动力电池的生产技术已基本成熟。但是镍氢电池续航能力不足、自放电率较高等缺陷加之其技术提升和成本降低的空间有限，使镍氢电池只能作为过渡产品。此外，为了实现更长远和根本意义上的节能减排效力，混合动力汽车需不断提高电动化程度，向纯电动车发展成为必然，而镍氢电池无法达到这一趋势要求。因此，长期来看随着锂离子电池技术的不断成熟、成本的不断降低，镍氢电池将被性能更好的锂离子电池所替代。

锂电池将成明日之星技术壁垒亟待突破

相对于铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池等动力电池，锂电池具有比能量高、循环寿命长、自放电率小、无记忆效应和绿色环保等突出优势。近年来，国内锂电池产业经过不断的发展与积累已经形成一条较为完整的产业链，包括上游的锂矿资源、中游的锂电池材料（正极材料、负极材料、电解液、隔离膜等）以及下游的电池生产（见表 5）。

产业链环节	产品	上市公司
上游矿产资源	碳酸锂	西藏矿业 (000762.SZ)、 中信国安 (000839.SZ)
中游电池材料	正、负极材料	杉杉股份 (600884.SH)、 中国宝安 (000012.SZ)
	电解液	江苏国泰 (002091.SZ)、 新宙邦 (300037.SZ)
	隔离膜	佛塑股份 (000973.SZ)
下游电池生产	电池	比亚迪 (002594.SZ)、 亿纬锂能 (300014.SZ)
投中集团研究部, 2012.02		

表 5 锂电池产业链主要上市公司

正极材料约占锂离子电池成本的 30-40%，是影响电池性能最主要的因素。从当前市场正极材料应用情况来看，包括钴酸锂、锰酸锂、镍钴锰酸锂三元复合材料和磷酸铁锂。目前，国内正极材料仍以钴酸锂为主，但由于其成本高、安全性能较差等缺点，预计未来占比会有所下降，逐渐被其它三种材料所替代。特别是磷酸铁锂，在安全性、使用寿命、成本等方面优势明显，是最有前途的正极材料，将成为未来的主流技术。

负极材料以石墨、固体碳粒为主，与正极材料相比，负极材料占锂电池成本比重较低，仅为 10%左右。负极材料种类少，产品同质化程度相对较高，经过二十多年的发展，供给市场已经高度集中，行业内胜出的企业主要靠规模。目前国内负极材料技术已经比较成熟，市场竞争格局基本稳定，因此投资空间相对有限。

电解液由高纯度的有机溶剂、电解质锂盐（六氟磷酸锂）和必要的添加剂组成，充斥在正负极和隔膜间的空隙来传导离子。电解液是锂离子电池获得高电压、高比能等优点的保证，是锂离子电池必需的关键材料。电解液生产最重要的原材料就是六氟磷酸锂，合成难度很大，其成本约占电解液整体成本的 50%，毛利率超过 60%。由于技术门槛较高，六氟磷酸锂长期被日本企业垄断，但随着国内企业在六氟磷酸锂技术上面的突破以及生产规模的扩大，有较强研发能力的企业有较好的投资机会。

隔膜是将正负极材料分开的隔层，表面有很多小孔，它的重要功能是隔离正负极并阻止电子穿过，同时能够允许离子的通过，从而完成在充放电过程中锂离子在正负极之间的快速传输。此外，隔膜还具有“保护电阻”的作用，当发生短路时，隔膜可以关闭小孔使离子不能通过从而阻断电池中的电化学反应。因此，性能优异的隔膜对提高电池的综合性能具有重要的作用。在锂电池的成本中，隔膜仅占 10%左右，但毛利率却高达 70%，是锂电池产业链中盈利能力最强、技术门槛最高的环节。

目前，隔离膜市场基本被旭化成、东燃化学和 Celgard 三大巨头垄断，国产隔离膜产品多用于中低端锂离子电池，高端隔离膜几乎全部依赖进口。随着新能源汽车市场的发展，锂电池隔离膜的需求将大幅提升，国产隔离膜有望实现大规模产业化生产，进口替代空间较大。

目前，新能源汽车发展的瓶颈在于售价过高及充电站等相关配套设施有待完善，面对新能源汽车售价过高，财政部、科技部、工业和信息化部和国家发展改革委发布的《关于开展私人购买新能源汽车补贴试点的通知》明确规定插电式混合动力车最高补助 5 万元/辆；纯电动车最高补助 6 万元/辆。政策补贴和资金扶持固然重要，但是新能源汽车要想规模化发展，成本的下降仍是重要因素。在新能源汽车的成本中，动力电池是核心环节，降低动力电池成本取决于锂电池材料成本的下降以及电池生产的规模效应，因此加强技术创新，提高产品性价比是未来动力电池发展的方向。此前，ChinaVenture 投中集团就动力电池行业的投资价值对行业投资人的调研中，投资人也表示动力电池的成本控制和技术路线是未来发展的关键所在。

ChinaVenture 投中集团分析认为，在全球性资源紧缺与环境恶化的背景下，新能源汽车由于其能源清洁、无污染排放等优势从概念走向产业蓬勃发展起来，作为新能源汽车核心环节的动力电池也迎来了较好的发展机遇。目前来说，技术最为成熟的镍氢电池已经在混合动力车中得到广泛应用，但为了实现更长远和根本意义上的节能减排效力，混合动力车向纯电动车发展已成为必然趋势。为了满足纯电动车的要求，镍氢电池将被性能更好的锂离子电池所替代。因此，中国企业应不断加强技术创新，努力提高国产锂电池产品的品质及安全性能，使锂电池在新能源汽车领域广泛应用，提升相应的市场份额。同时，在整个锂电池产业链中，技术领先、产品偏向高端、规模优势明显的锂电池材料企业也有较好的投资空间。

智能电网的网络通信架构及关键技术

1. 引言

建设信息化、自动化、互动化为特征的坚强智能电网 (Smart Grid, SG) 要求健壮的网络通信支撑平台，分布式状态可感知能力、先进的电表计量基础设施 (AMI) 以及实时的需求响应等功能，这些都对现有的网络平台提出了更高的要求。智能电网的网络通信平台为电力行业的生产运行、输电、配电、市场业务等多个领域提供服务，需求的多样性决定了其构成的复杂性，智能电网的网络支撑体系将是一个融合了多种网络技术的综合平台，有多种网络成分构成，既需要骨干网，又需要接入网和多种驻地网，既依赖于企业专网，也离不开公共的因特网，在技术上，将融合成熟的 TCP/IP、

MPLS、工业以太网和新型的无线传感器网络和物联网，涉及多种网络协议。因此，有必要对智能电网的网络通信架构进行研究，明确不同应用领域的关键网络技术。

2. 智能电网的框架与概念参考模型

中国的智能电网建设提出了以特高压电网为骨干网架，以坚强智能电网为基础，以通信信息平台为支撑，以智能控制为手段，包含电力系统的发电、输电、变电、配电、用电和调度各个环节的发展路线，强调各个领域电力流、信息流和业务流的融合，因此，智能电网的框架中各个关键领域的沟通，必然是由网络通信为桥梁实现的。

2009年9月，美国国家标准与技术研究所（NIST）提出了关于智能电网互操作标准的框架与路线图，明确了推进标准化工作的8个优先发展领域：广域网状态可感知、需求响应、电能存储、电力交通、网络安全、网络通信、先进的计量基础设施和配网管理。其中，有三个领域与网络技术直接相关。

网络安全（CyberSecurity）：为保证电子信息系统的保密性、完整性和可用性采取的措施，是保护和管理智能电网中的电能、信息和通信设施必须的。

网络通信（NetworkCommunication）：要求针对智能电网各个关键领域的应用和操作器的网络通信需求，实施和维护合适的安全和访问控制手段。该领域覆盖电力专网和公共网络。

先进的计量基础设施（AdvancedMeteringInfrastructure, AMI）：能够提供双向通信，既能为多个功能系统所使用，也能使授权的第三方与用户设备和系统交换信息，AMI系统能为用户提供透明的实时电价感知功能，也能帮助供电方实现必要的减负目标。

为了有助于智能电网的规划，最终建立一个能够互操作的网络集合，NIST提出了智能电网的概念参考模型，将智能电网划分为7个领域，这7个领域是：用户、电力市场、电力市场的运行和操作人员、供电、运行、输电和配电。其中，供电部门为终端用户提供供电服务；用户不仅是电力系统的终端用户，也能够参与发电、输电和管理电能的使用，主要分为三类：居民用户、商业用户、工业用户；大容量发电单位既能发电也可储电。这7个领域覆盖电力行业的各个环节，每个领域和子领域中的执行单元（软件、硬件设备和系统）通常需要通过网络与其他域的执行单元进行交互。因此，网络平台在智能电网中起着关键的支撑作用，它用于连通智能电网各个领域。图1为智能电网的概念图参考图，该图只是一个概念参考模型，并不是实际的系统结构图，因此，虽然图中网络连接的7个域跨越不同的安全区，但并没有指明网络隔离元素。

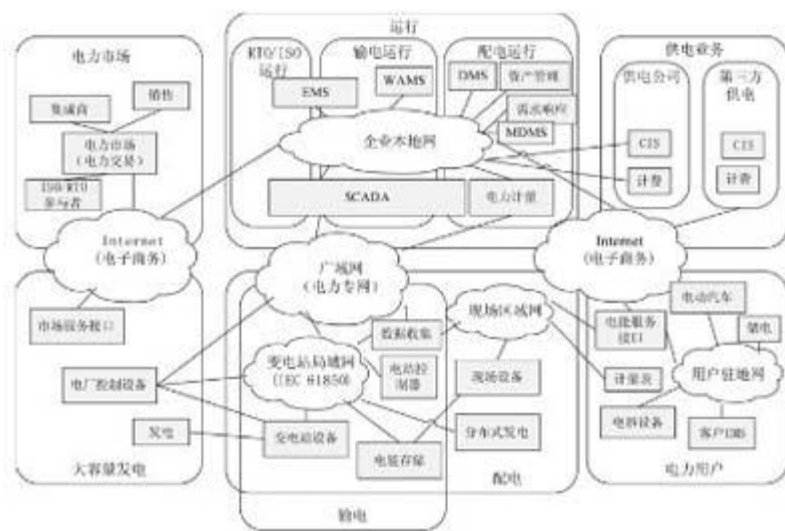


图 1 智能电网的概念参考模型

3. 智能电网的网络技术架构

需求，结合当前网络技术和应用现状，对智能电网的网络技术体系进行了梳理。智能电网是复杂系统的互联，这也决定了其网络支撑平台是多种网络技术的集成，在网络结构上具有复杂性，在网络技术上具有多样性，在安全管理、端到端的一致性等方面具有挑战性。智能电网的不同域因为业务需求的不同，对底层网络通信的要求也有不同，因此，迫切需要从智能电网不同领域的网络与通信需求出发，对各种网络技术进行分析和定位。

表 1 智能电网的网络技术架构

网络成分	可采用的网络技术	应用说明
广域网(WAN)	IP, DWDM	提供电力数据网(骨干网), 因特网的互联和路由等功能
	MPLS, MPLS VPN	骨干网中提供标识交换, 标识不同业务的流量
接入网(AN)	ATM	保护原有投资技术, 已逐渐退出应用
	SDH	为接入局域网、广域网提供物理通道
	MSTP	可用于 LAN(以太网)接入局域网
	GPRS	以无线方式接入广域网
企业本地网(LAN)	PON	无源光网络, 提供光纤接入方式
	IEEE 802.3, 802.1d, 802.1q	电力企业的 Intranet
现场区域网(FAN)	RS-485, PROFIBUS 等传统的现场总线	电厂、变电站等生产控制领域
	工业以太网(802.3, 802.1d, 802.1q)	电厂、变电站等生产控制领域 IED 设备互连
	N-PLC, B-PLC/3PLC(窄带- 宽带电力线载波通信)	用于计量、仪表数据采集等数据的传输
	无线传感器网络(802.15.x)	管、配电、用电侧的数据采集、监测和监控
用户驻地网及家庭网络(HAN)	物联网、RFID	设备巡检中标签数据的采集
	PON/EPON/FTTH	智能化住宅小区, 提供家庭用户的光纤接入
	N-PLC, B-PLC/3PLC	提供驻地网及用户家庭网络接入, 远程抄表, 因特网接入
	无线局域网 802.11	用户驻地网家庭网络接入, 远程抄表
	无线传感器网络(802.15.x)	用于 HAN 中智能家居、家电控制

表 1 针对智能电网各领域

4. 承载电力系统多业务平台的骨干网技术

电力数据网络和电力信息网络是电力行业的专用骨干网，它是智能电网的信息高速公路，承载主要数据流量，为保证信息流和业务流畅通无阻，首先必须建设一个健壮的（Robust）电力骨干数据网络，坚强智能电网对电力数据网的要求主要集中在两个方面：一是对安全提出了更高的要求，电力骨干网网络成分广域网（WAN）IP、DWDM 智能电网的网络技术架构应用说明提供电力数据网（骨干网）、因特网的网络互联和路由等功能骨干网中提供标记交换，隔离不同业务的流量保护原有投资技术，已逐渐退出应用为接入城域网、广域网提供物理通道可用于 LAN（以太网）接入城域网以无线方式接入广域网无源光网络，提供光纤接入方式电力企业的 Intranet 电厂、变电站等生产控制领域电厂、变电站等生产控制领域 IED 设备互连用于计量、仪表数据采集等数据的传输、配电、用电侧的数据采集、监测和监控设备巡检中标签数据的采集智能化住宅小区，提供家庭用户的光纤接入提供驻地网及用户家庭网络接入，远程抄表、因特网接入用户驻地网或家庭网络接入，远程抄表用于 HAN 中智能家居，家电控制可采用的网络技术 MPLS、MPLSVPNATMSDHMSTPGRSPONIEEE802.3、802.1d、802.1qRS-485、PROFIBUS 等传统的现场总线工业以太网（802.3、802.1d、802.1q）N-PLC、B-PLC/BPL（窄带、宽带电力线载波通信）无线传感器网络（802.15.x）物联网、RFIDPON/EPON/FTTH 接入网（AN）企业本地网（LAN）现场区域网（FAN）用户驻地网及家庭网络（HAN）N-PLC、B-PLC/BPL 无线局域网 802.11 无线传感器网络（802.15.x）骨干网在安全性建设方面一直比较重视，安全性是另一个专题，本文不打算在这方面展开讨论；二是对网络的可靠性、可用性和服务质量（QoS）保证提出了更高的要求。

目前，电力骨干网络中主要采用 MPLS 技术，电力行业采用 MPLS 有以下考虑：

（1）利用 MPLSVPN 对不同业务之间进行逻辑隔离，通过为不同的业务系统划分虚拟专用网，有效隔离不同业务，保证业务的安全和可靠运行。

（2）简化中间结点：主要的分类和标记功能由边缘结点承担。网络中心只需要按标记转发。

（3）针对不同业务需求提供服务质量保证，MPLS 本身不是一种 QoS 体制，但在 MPLS 框架中实现 IP 层的 QoS 机制。通过将区分服务（DiffServ）的逐跳转发行为（PHB）与 MPLS 的标签绑定，MPLS 域中路由器依据 MPLS 标签转发 IP 包，实现 QoS 策略。为了适应智能电网更多实时性的互动流量的增长，本文主要强调骨干网两个方面技术的深化应用：一是 VPN 的部属策略；另一个是流量工程的规划。

（4）细化 VPN 部属策略，以提供细分的业务隔离和对关键业务提供 QoS 保证随着智能电网应用流量在种类和数量上的增长，必须对在同一骨干网络上运行的不同业务系统和不同业务单位提供细化的隔离手段，可采用三层 VPN 对骨干网络中承载的不同业务系统进行隔离，采用二层 VPN 技术对通过骨干网连接的不同业务单位进行隔离。

MPLS 可提供二层和三层的 VPN 技术，以太网最新的桥接协议（PBB）也可为广域网提供二层的隔离 VLAN。

这里以电力调度数据网络为例，根据不同业务的实时性需求给出了一个粗粒度的 VPN 划分：

1) 实时业务 VPN：主要包括传输频度在秒级的数据，远动信息、如：网络 RTU、AGC/MGC、水调自动化、EMS 系统之间交换的用于网络分析的实时数据、电力市场实时数据等。

2) 准实时业务 VPN：如无功电压管理系统、地调网供负荷计划数据、地方小火电发电计划数据和错峰预警信号等数据、电度量计费系统。

3) 非实时业务 VPN：继电保护及故障录波信号、调度生产运行报表等。调度数据网作为生产类网络，不允许承载对外的公网访问流量，因此，不设置缺省业务流量，信息数据网可以设缺省业务流量。

4) 部属流量工程，优化网络全局的抗拥塞和抗故障能力流量工程（TE）能够解决负载不均衡出现的拥塞问题，方法是使网络流量同网络拓扑相互匹配，从而提高网络资源的利用率，传统 IP 网络一旦为一个 IP 包选择了一条路径，则不管这条链路是否拥塞，IP 包都会沿着这条路径传送，MPLS 流量工程可以控制 IP 包在网络中所走过的路径，这样可以避免传统路由协议的盲目行为，在建立路径时，就考虑流量的合理分布，实现网络资源的合理利用。TE 弹性属性决定在链路故障或结点失效时采取的策略。

当流量传输路径上发生故障时，需要解决以下几个基本问题：故障检测、故障通知、链路复原与业务恢复。如果流量主干流经的路径发生了故障，那么可以为它们指定许多恢复策略，下面给出的是一些可行的策略：

1) 在结点之间配置有多条平行的路径，根据某种控制策略，发生故障时，使得在一条 LSP 失败后，其上的流量转移到其它的 LSP 上。

2) 将流量主干重新路由到具有充足资源的路径上。如果没有所需的路径的话，则不进行重新路由。

3) 考虑各种资源约束参数，将流量重新路由到任意一条可用路径上。骨干数据网可采用类似第一种策略，即沿袭路径备份的策略，可以配置两条 LSP，一条处于激活状态，另外一条处于备份状态，一旦主 LSP 出现故障，业务立刻导向备份的 LSP，直到主 LSP 从故障中恢复，业务再从备份的 LSP 切回到主 LSP。同时，要求网络具有重路由的机制，以备需要时启动，MPLS 网络的 RSVP-TE 和 CR-LDP 均支持重路由机制。

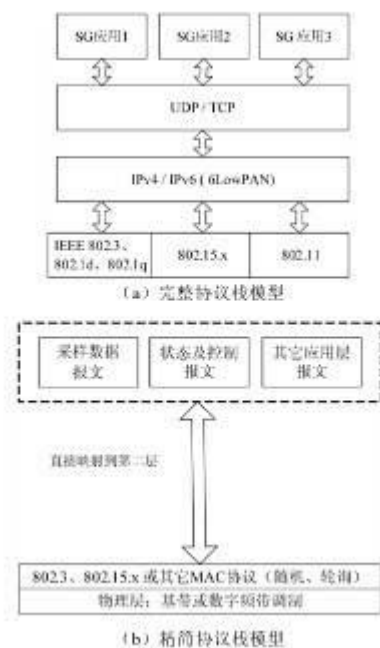
5 . 分布式传感器网络

分布式传感器网络在智能电网中是大有用武之地的，它可以解决从电力系统远程监测、状态感知、远程控制，到用户侧的实时计量和智能家居交互。分布式的传感器网络涵盖较为宽泛的网络技术，但共同之处是设备基于嵌入式平台，计算资源有限，要求低能耗，数据量不大，在不易布线的环境下需要无线传输等。目前流行的 TCP/IP 是为了计算机之间共享资源而提出的，而传感器网络则是面向监控的，在工业网络中引入流行的 TCP/IP 和以太网技术，是为了从其开放性、高带宽、低成本、建设和运维的简易性和扩展的灵活性等优点中获益。但同时也引入了过多的协议开销、分组交换的不稳定性，以及开放所带来的安全隐患。特别是，在面向数据采集和控制的智能传感器应用中，层层嵌套的协议首部在数据单元中所占比重过大，例如：常用的 TCP-IP-以太网协议装，带来额外 $20+20+18=58$ 字节的协议首部，相对所发送的状态数据、控制数据等比重过大，此外，层层协议处理也带来额外的处理延时，这对于计算资源有限、低带宽、低能耗的传感器网络来说是不可忽略的。

本文从网络通信协议栈的角度出发，把用于智能电网的智能结点分为两类：

(1) 需要端到端 IP 连接的设备：如变电站中的一些提供核心服务的 IED、智能家居中的家庭网关等。这类智能结点通常作为 IP 网络中可访问的常规结点，需要完整的 TCP/IP 协议栈，但可以采用轻量级的 IP 协议。

(2) 无需端到端 IP 传输的：如变电站中的现场层用于数据采集和控制的 IED 设备，智能家居中的被控设备结点等。这些结点通常只对本地提供访问，因此 MAC 层的寻址和接入控制功能就够用了，可采用精简的协议栈，将应用层直接映射到数据链路层，如图 2 (b)。



后者的典型应用如 IEC61850 中定义的具有低延时要求（1~4ms）的变电站事件通用对象 GOOSE 报文。（a）完整协议栈模型（b）精简协议栈模型图 2 智能节点的协议栈在完整协议栈中，建议 IP 层选用 IPv6 协议，以利用其带来的丰富的地址资源、自动编址能力、硬件地址到 IP 地址的自动转换和简化的协议首部处理等优点。可以在嵌入式平台上采用简化的 IPv6 方案 6LowPAN（IPv6overLowPowerWPAN），这是针对无线传感器网络、无线个人区域网络（WPAN）的 IPv6 优化方案。已有 27 家公司发起了针对智能对象联网的 IP 标准协作组织 IPSO（TheIPforSmartObjectalliance），目前已有 45 个成员，包括 Cisco、SAP、SUN、Bosch、Intel 等，该组织所提出的 IPv6 协议栈？IPv6 可以和主流厂商的协议栈互操作，轻量级的代码只需要 11.5kB 的内存。6 结论高性能和高安全可靠的网络通信体系是智能电网的关键支撑平台，为了应对智能电网的挑战，必须增强网络端到端的健壮性，本文针对这个需求，梳理了适用的网络技术体系，体系覆盖了从网络核心和网络边缘的技术及其标准，文中所提出的骨干网业务隔离和流量工程的部署策略，以及智能传感节点协议栈的实现模式，对智能电网通信平台的建设具有一定的参考价值，在实践中，也还需要围绕具体的应用来选择实现方案并在具体实施中细化。

基于物联网的智能家居控制系统解决方案

家作为人们最重要的一个生活场所，在人们的生活中起着无可替代的作用，在外辛劳一天，回到家中，舒适、美观的家庭环境能给人们放松绷紧一天的神经，带来愉悦的心情。

当今社会，人们的生活水平日益提高，需求和品位也随之提高；人们在追求时尚的同时也最求个性的张扬。现今，大屏幕的电视已经没有那么稀奇，豪华的装修已经遍布城市，精美工艺品也不是那么特别吸引人的眼球。

人们越来越关注豪华的装修和精美的工艺品时，似乎还缺少了一些创意。有没有想过国外科幻片中那些智能化的家庭设备，也能在您的家中出现，轻按一个按钮就可以控制多个设备的智能运行。智能家居控制系统就能让电视里的画面出现在你我身边。我们的目标就是让家庭智能化，让智能艺术化，让艺术节能化，让节能普及化。

一、实施背景

近年来，随着“80后”和中产阶级逐渐成为置业的主力军，大户型住房逐年走俏，成为房地产市场的主要房型。大户型住房的装修不同于普通家装。通常大户型的房主非常注意提升自己的生活品质和生命质量，有着装备智能家居的消费需求，为自己营造安全、舒适、清新、便利的生活环境。

有鉴于此，南京物联传感有限公司推出基于物联网的智能家居，是以住宅为平台，兼备建筑、网络通信、信息家电、设备自动化，集系统、结构、服务、管理、控制为一体的高效、舒适、安全、便利、环保的居住环境。智能家居包含智能照明、电动窗帘、背景音乐、安防报警、楼宇对讲、远程控制等方面。

本文根据“三室一厅”的房型，设计了一套大户型智能家居的装修配备要求，本智能家居工程主要包括以下系统组成：1、智能安防系统 2、智能照明系统 3、电动窗帘系统 4、背景音乐系统 5、家电控制系统。

二、设计思想

本方案基于物联网的智能家居控制系统，对住宅内的家用电器、照明灯光进行智能控制，并实现家庭安全防范，并结合其他系统为住户提供一个温馨舒适、安全节能、先进高尚的家居环境，让住户充分享受到现代科技给生活带来的方便与精彩。

三、各个区域设计

1) 房间

在房间里可以对房间的照明进行场景控制

电动窗帘的控制、空调的控制、

AV 设备的控制能联网，实现远程监控房间内的各种灯具、电器状态

2) 楼道

在楼道里可以实现有人开灯、无人关灯控制

可根据自然光的强弱自动调节灯光，光线时强不开灯

可设置开关灯时间做到定时开关灯

3) 客厅

在客厅里可以对房间的照明进行场景控制，音乐观赏灯控制

电动窗帘的控制、空调的控制、AV 设备的控制

能联网，实现远程监控房间内的各种灯具、电器状态

四、智能家居系统设计

(一) 智能安防系统：

安装在室内外各处的红外探测器、红外对射、门磁为您的家庭构建了第二道防线。当有人非法逾越时，则立即发出警报同时将报警信号传送到您的电话和手机上，您可以通过远程监控系统随时了解家中的情况并决定如何处理。

当您匆忙离家不小心忘记关闭燃气、燃气发生泄漏或易燃物产生烟雾时，传感器感知情况后，报警系统立即发出警报，自动以信息的方式告知你，以便做出最快反应。

当家中老人突感身体不适或发生其他紧急情况时，按动紧急开关随即发出警报并将信息传给救助者，大大提高了反应和救助速度。

(二) 智能照明系统：

室内照明主要由日光灯、吊灯、壁灯、射灯和落地台灯等组成，除日光灯外，所有其它灯均可作亮度调节，以满足不同的需要。

客厅和起居室具有多种灯光模式组合，使环境光线更为舒适，同时亦可作较多的变化，以适应不同的情况，例如在客人探访、聚会畅谈时可能需要较明亮的灯光，而在欣赏古典音乐或轻音乐时，柔和的灯光会显得较为写意；而要把客厅变为家庭影院观看精彩影片时，灯光便需要调得更为暗淡。

所有的灯光都由高科技的轻触式电子开关控制，只需要轻触一个按钮便可产生一种预先设定的照明效果，用起来不但非常方便，同时亦为您的家居生活增添更多姿彩。

(三) 电动窗帘系统：

本系统可以使用墙壁开关控制窗帘开合，并且可以使窗帘停留在轨道任意位置。同时，可以让用户在床上休息时利用遥控器或其它的控制方式来对窗帘进行控制，也可以配合家庭智能终端对窗帘进行定时控制，使得家庭装修的更具智能个性化。

(四) 背景音乐系统：

家庭背景音乐，简单地说，就是在居室的任何一间房里，包括厨房、卫生间和阳台，均安装背景音乐线，通过多个音源，可以让每个房间都听到美妙的背景音乐。如果有的房间不想听可以独立控制这间房的开关，还可调节音量大小及享受自己的 MP3。如果家长在客厅放音乐，不想影响在卧室休息的小孩，可以通过控制器直接将卧室的音乐关上，这样别的房间就不会受到干扰，不会影响到家人的学习或休息。

(五) 家电控制系统：

目前大部分的家庭电器都通过电源插座获得交流电能的供应。然而普通的插座并未能提供一个有效的供给控制，即使每个插座都附有一个开关，但要在出门前将所有的电器关掉亦实属不易，结果就有洗衣机、风扇、音响电器漏电而造成火灾的悲剧。

五、系统特点

1、安全可靠

通过中控电脑可对房子内各个区域的灯光、电动窗等设备进行集中监视和控制，出现故障时可立即通知管理人员，提前做好故障的处理准备，能更有效地避免意外发生。

2、时尚个性

可按照客户要求，配合家居装饰，设置灯光控制方式，凸显用户的时尚和个性的张扬，实现用户的独特需求。

3、节能减耗

可利用定时装置和传感装置控制系统，做到只在合适的时候提供照明及空调，可根据环境的光线自动调节照明的亮度，借此可以实现节能省耗，真正实现当今流行的“低碳生活”概念。

4、管理轻松

可通过操作面板、电脑、手机、IPOD、遥控器等登录网络进行对照明、门锁、窗帘的控制；可随时了解家中的各种照明及家用电器的状态，可以根据实际需要，只需轻触一个按键实现对电器、电灯的开关和调节。

5、维护方便

该智能系统特有的零功耗、光电隔离使得系统较其他同类产品更加安全稳定，同时系统采用集中式模块化的安装维护方式，局部控制元件故障不影响模块的正常运行，局部的模块问题不影响整个系统的运行。可轻松扩展或拆卸相应的模块使得对系统的日常维护变得轻松方便。

本系统可为所有的灯光电器提供一个有效的控制手段，例如您可以在出门前(或睡前)按一个按钮关掉所有灯光电器，而在回家入门(或早晨起床)后按另一个按钮便可恢复之前的供电，非常简单。还可以对诸如空调、电视、窗帘等具备红外接口的家电采用红外模块进行智能控制。

四网融合之 PLC 技术在智能电表中的应用

智能电表是多年来人们致力于用于实现远程抄读电量和电能的智能化设备，也是构成远程自动抄表(AMR)系统的基本单元，而由智能电表组成的自动抄表系统是实现智能电网的重要一步。

智能电表系统可以使电力供应商在提高服务质量的同时降低管理成本，从而帮助公共事业服务提供者和政府降低电源损耗、优化能源消耗、管理对宝贵能源的需求，并让用户有机会充分利用各种用电计划(如分时电价)来节省开支和享受多种便利。完

善的智能电表系统将极大地方便人们的日常生活，同时提高电力能源的有效分配和利用，在建设“节能节约型”社会及“节能减排”的过程中产生巨大的商机和社会效益。

智能电表的实现使用了以下几种主要技术：电力线载波通信(PLC)技术、专用通信线路(如RS485总线技术等)以及无线通信技术等。目前电力线载波通信技术是AMR的主流技术，因此智能电表的发展和推广将与电力线载波通信技术的发展有着紧密的关系。

电力线载波通信系统是以电力传输线作为传输载波信号的媒介，这看起来似乎是一种便于实施并推广的方案，但是电力传输线不是理想的载波信号传输媒介。电力线对载波信号有很大的衰减，同时电力线上有很多用电装置产生的干扰，其干扰的总功率可能远远超过载波信号的功率，有时高达数百倍，因此在电力线上建立可靠的通信系统非常具有挑战意义。如果没有良好的系统设计，往往会导致通信完全失败或仅能以极低的数据传输率进行通信。



图为 基于 PLC 技术智能电表系统功能

早期的电力线载波通信技术多以分立元件和通用的集成电路芯片实现。由于当时硬件资源有限，不能利用先进数字信号处理技术来产生复杂的载波信号以及处理接收到的载波信号，更不用说在电力线上组成大规模的通信网络了，所以早期的载波通信系统多仅能实现“点对点”的简单通信以及小规模的系统。

随着集成电路技术的发展，先进的电力载波技术逐渐采用专用的集成电路芯片来实现，并且从简单的专用芯片发展到具有内嵌多个CPU内核的多功能系统级芯片(SoC)。

先进的载波通信芯片具有强大的计算处理能力，使得大规模通信网络的实现及管理成为可能。

尽管实现通信技术的硬件条件及资源逐渐改善，但是由于电力线通信的特殊性，特别是中国的电力线状况的特殊性，如果没有一个好的设计(包括数字信号处理算法以及网络系统管理等)，电力线载波通信还是难以保证其性能的可靠，以及大规模的推广应用。

这在十多年来中国电力线载波通信的发展历史中有所体现。以前有的技术方案低估了电力线载波通信的困难，事先未经过大量的研究分析和计算机模拟及现场实验就投入使用，还有一些技术方案则照搬用于无线通信的技术方案或者某些在国外电力线上有效的电力线通信方案。

经过这十多年来的摸索以及经验教训的积累，越来越多的业内人士逐渐达成了以下几点共识：国外电力线上的有效技术在中国未必完全适用；在无线通信领域中有效的技术，未必能适用于电力线通信；一个有生命力的电力载波通信技术方案必须引入网络通信的要素。

以上的前两点告诉我们不能机械地照搬不同区域和不同领域的技术或方案，第三点预示了电力载波通信技术发展的方向并提示我们没有网络功能的技术方案是很难大规模推广并具竞争力。今后，电力线载波技术将进一步提高集成度并降低成本，同时还会向多功能综合网络系统的方向发展，控制响应速度或通信速度将进一步得到提高，而分布式处理模式将大大加快这一进程。

此外，随着各种电力线载波通信的应用的加速发展，电力线资源的共享将成为一个突出的问题，因此一种有生命力的载波通信技术与系统方案，必须还能解决与各种电力线载波通信的应用系统共享通信媒介的问题。

瑞斯康微电子(深圳)有限公司是诸多致力于推广电力载波通信应用的公司之一。作为一个电力载波通信专用芯片的设计公司，瑞斯康微电子有限公司始终视其芯片和系统的使用客户的利益为第一。这个宗旨一直贯穿于整个芯片及系统的研发过程中，并延伸到芯片应用参考电路及系统的设计集成和测试、乃至批量生产和现场安装中，同时还为客户考虑了今后系统的维护和升级。目前瑞斯康微电子有限公司已是中国国家电网智能电表系统建设的主要电力载波芯片供应商之一。

在芯片设计前期，瑞斯康微电子有限公司做了广泛的研究，借鉴了各种用于其它通信领域(如移动通信、卫星通信等)的技术利弊，充分考虑到电力线的特殊性，特别是中国电网的特殊性，结合各种先进数字信号处理技术并尽可能利用内嵌微处理器的运算能力，在抗干扰方面进行了努力，经过大量的计算机模拟分析后，最后确定比较全面的最优实现方案。

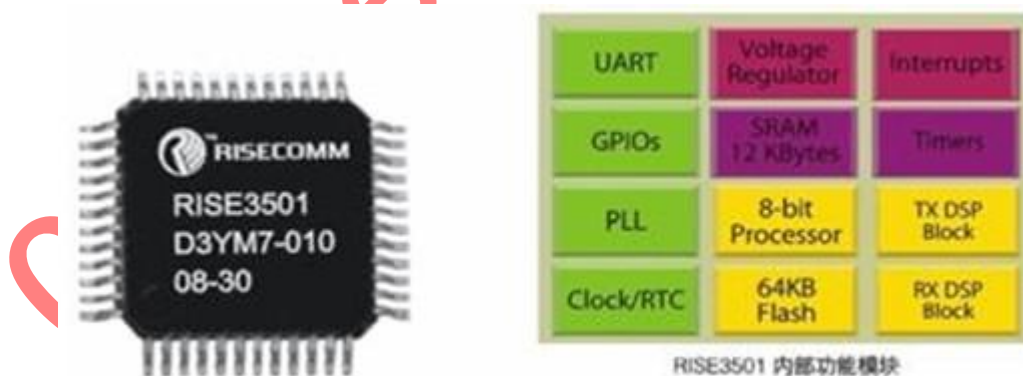
在接下来的芯片设计过程中则充分发挥其前端和后端设计能力，结合合作伙伴的芯片封装和制造能力，完成了 RISE3000 系列芯片的设计与定型。

瑞斯康微电子公司在通信协议的实现和完善上投入了大量的人力和物力，使此通信协议不仅与国际标准协议兼容，还针对中国电力网的特殊需求，加入了路由控制层等。这使得每一个通信终端除完成它本身的通信功能外，还可为整个网络提供通常必须由专用的路由终端来完成的服务。

瑞斯康微电子公司的载波通信芯片除了给使用用户提供透明的网络通信通道，还为用户提供了可用于各种应用的硬件资源，包括供用户专用的内嵌微处理器、串口通信接口、足够的输入输出控制端口以及多路外部中断信号端口等。使用这些资源，用户可编写自己的应用程序，可传送数据至上位机，还可直接控制某些物理开关量或者读取外界状态量等等。

RISE3000 系列芯片是专用于智能控制网络的系列 SoC，它们能利用电力线作为通信媒介，将电力线上的用电设备联成控制网络。RISE3000 系列的设计符合 EIA_709.1，EIA-709.2 和 EN50065-1 等国际标准，同时增加了自动路由协议层，并以其性能优越的物理层设计及完善的网络通信协议，保证了可靠的网络通信性能。

以 RISE3501 电力线载波芯片为例(见图)，它内部集成了载波通信的调制解调模块，其物理层通信速率达 5.5Kbps，并且内嵌一个高速 8 位 CPU，内置 12KB-SRAM 内存和 64KB-FLASH 闪存。此外，该器件还拥有 8 个软件可配置 GPIO 口、8 个可配置复用输入输出端口以及 3 个 16 位定时器等，具有可编程 BPSK 调制载波频点和可编程脉宽调制 (PWM) 输出等功能。



图为 RISE3501 电力线载波芯片内部功能模块

随着城市现代化进程的发展，电网智能化的趋势日益显著。除了智能电表以外，电力线载波通信技术在智能楼宇、智能家居、城市路灯智能照明等领域的应用越来越广泛，作用也越来越重要。

瑞斯康微电子公司将一如既往，进一步加强与各行各业的企业和专家们的合作，继续为电力线载波通信技术在智能电表中的应用以及智能电表的进一步的推广和普及贡献它的一份力量。

OFweek 智能电网