

OFweek 智能电网半月观察

2012.05.01-2012.05.15

目 录

目 录.....	1
【新能源汽车行业：储能电池、充电设备投资分析】.....	2
【国家电网充换电站“遍地开花”战略碰壁 无奈收缩】.....	8
【ABB 如何在逆境中发掘商业价值】.....	11
【谁将拥有智能电网新的历史制高点】.....	15
【智能电网重大科技产业化工程“十二五”专项规划（全文）】.....	23
【国家电网与通信进入“蜜月磨合期”】.....	36
【数百名学生遭华锐风电“闪电”解约 反映风电行业当前困境】.....	38
【智能电网的智能自动电压控制技术】.....	42

新能源汽车行业：储能电池、充电设备投资分析

在十二五乃至较长一段时期内，大力发展新能源汽车特别是电动汽车，对于降低我国原油进口依存度和环境保护都将至关重要。作为七大新兴战略产业之一的新能源汽车的全面推进，必定衍生出许多新的上下游行业，也必将拉动其上下游行业的建设速度，从而带来巨大的投资机会。

其实，在二级市场上，新能源汽车已经不是新鲜概念，其早在 2010 年便被市场反复持续炒作，并成为近年来二级市场上最容易聚集人气的热门板块之一。而《发展规划》无疑就像一把车钥匙，它的适时出台将启动产业提速的主引擎，从而成为新能源汽车板块再度崛起的引爆点。我们认为投资标的应该寻找产业龙头、兼具业绩保障的公司；从时间来看，基础设施必将优先受益；从业绩保障来看，我们认为应寻找零部件和关键材料。

为了能使投资者更容易分享到即将到来的盛宴，我们将整个新能源汽车产业链进行了梳理，并整理出了动力电池—充电设备这一脉络清晰的投资主线。其中，动力电池是新能源汽车的核心部分。

动力电池：与锂同行

锂离子电池纯电驱动被确定为新能源汽车发展路线；另外，铅酸电池行业整合力度今年将进一步加大，加速了锂电替代铅酸。新能源汽车的核心是动力电池，而动力电池的主流是锂电池，《规划》的出台无疑为锂电新能源板块打开了巨大市场空间。

锂电池一统江湖

电池，是一种能将化学能或辐射能直接转变成电能的直流电压源。电池被大量应用于手表、手电筒、遥控器、手机、数码相机、笔记本电脑、电动自行车和电动汽车等移动设备。另外，电池还被用于应急电源、UPS 和储能电站等储能设备。

电池的种类很多，按照工作原理，一般分为一次电池和二次电池。一次电池，是指只能放电不能充电的电池，包括干性电池、碱性电池、锂亚电池、锂锰电池、锂电池和氧化银电池等。二次电池可以多次充放电，包括铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池、锂离子电池、钒液流电池、钠硫电池等。

产品性能决定了产品替代的大趋势。电池的性能指标包括工作电压、能量密度、循环寿命、工作温度、自放电率和环境污染程度等。一般而言，电池的工作电压越高越好；能量密度越大越好；循环寿命越长越好；工作温度范围越宽越好；自放电率越小越好；环境污染越小越好。

一次电池的替代趋势。一次电池的替代过程表现为，干性电池被碱性电池替代，碱性电池又被锂一次电池替代。在一次电池中，锂亚电池的电压和能量密度最高，工作温度范围最宽。锂锰电池性能良好，工艺简单，是消费电子产品中使用较多的锂一次电池。锂铁电池的大电流放电性能最高，多作为动力电池使用。

锂一次电池主要包括锂亚电池、锂锰电池、锂硫电池和锂铁电池等。高能锂一次电池具有能量高，寿命长，使用温度范围广的优点，锂亚电池是目前商业化电池产品中比能量最高的品种，其实际比能量为常见的锂离子二次电池的 3 倍左右。

锂一次电池成本逐渐降低，应用范围越来越广。锂亚电池和锂锰电池最初主要用于军事国防。20 世纪 80 年代以来，随着电池成本的降低，安全性的提升，以及节能降耗、安全环保理念的普及和信息化的不断发展，锂亚电池和锂锰电池已经广泛业内关于各类电表、水表、气表等智能表计，在汽车胎压监测系统（TPMS）、烟雾报警器和射频识别（RFID）、卫星定位装置（GPS）等领域也得到较快的应用推广。

2011 年全球锂一次电池市场规模约为 14.5 亿美元，主要由锂亚电池和锂锰电池构成，其中，锂亚电池约占 30%，锂锰电池约占 50%，其余为锂硫、锂铁电池等。

锂铁电池发展空间远超锂亚电池和锂锰电池。锂铁电池自 2009 年开始大规模进入我国，目前正处于高速发展阶段。相对于进口产品，国内产品具有低成本的优势，南孚电池和鹏辉电池公司生产的锂铁电池畅销市场。锂铁电池是终端消费产品，其客户群是全球 70 亿人。其应用领域非常广泛，覆盖了各种便携式电子设备。未来，锂铁电池大范围取代碱性电池和碳性电池，国内将形成一个上百亿元的巨大市场，远超锂亚电池和锂锰电池市场规模。

二次电池的替代趋势。二次电池的替代过程表现为性能落后的铅酸电池先被镍镉电池替代，然后污染严重的镍镉电池又被镍氢电池替代，目前是锂离子电池加速替代镍氢电池和铅酸电池。

1991 年，日本索尼公司采用碳材料做负电极、锂钴氧化物做正电极和含锂盐的有机溶剂为电解液，开发出锂离子电池，革新了消费电子产品的面貌。目前锂离子电池有液态锂离子电池和聚合物锂离子电池两种，代表未来发展方向的绿色环保电池之一。

锂离子电池是一种充电电池，它主要依靠锂离子在正极和负极之间移动来工作。

锂离子电池具有显著的性能优势，已经被广泛应用于手机、笔记本电脑、数码相机等消费电子产品，市场需求 2012 年增速约为 20%。电动自行车市场对锂离子电池的需求快速增长，2012 年预计增幅 50%-100%。电动汽车市场今年对锂电的需求增长在 50% 以上，行业处于产业化初期，对锂离子电池的需求还没有爆发，在行业产业化后可能出现几何级数增长。储能设备市场今年对锂电的需求增幅在 30% 以上。

锂电池整体产业链往中国大陆转移

正极材料：磷酸铁锂和多元材料正在转移。正极材料包括钴酸锂、锰酸锂、磷酸铁锂和多元材料等，在很大程度上决定了电池的容量、充放电倍率、安全等性能。

钴酸锂是最早商用化的锂电正极材料，也是最早转移到国内的正极材料。国内钴酸锂厂家具有非常成熟的技术，产品除了满足国内需求外，还大量出口到韩国和日本。

锰酸锂已经比较充分地转移到国内。锰酸锂的合成技术相对简单，在国内企业中，中信国安、杉杉股份等厂家有成熟的技术，并很早地就实现批量销售，满足了国内需求。在高端锰酸锂方面，日本厂商技术较为领先，国内企业还有较大差距。

磷酸铁锂正快速转移到国内。磷酸铁锂起源于美国，核心技术主要掌握在美国和加拿大企业手中，Valence 和 Phostech 是全球领先的磷酸铁锂生产商。从 08 年开始，国内迅速建立起一批磷酸铁锂厂家，并且 Valence 也在中国投资建厂生产磷酸铁锂。

多元材料也已经开始转移到国内。一方面，消费电子产品功能提升，对电池的容量有更大的需求；另一方面，消费电子产品轻薄化使得电池的体积空间越来越小。由于这两个原因，锂离子电池的能量密度需要越做越高，这要求正极材料的能量密度不断提升。传统的钴酸锂材料已经满足不了性能需求。能量密度更高的多元材料目前市场需求迅速增长。近几年来，杉杉股份、北大先行、天骄科技、深圳振华等企业实现了多元材料的批量销售。

负极材料：钛酸锂和硬炭开始转移。负极材料主要包括天然石墨、人造石墨、中间相石墨、钛酸锂、硬炭和硅基负极等，对锂离子电池的能量密度、循环寿命等性能有较大影响。

天然石墨是最早实现商业化的负极材料，国内企业已经掌握了成熟的技术，并且产品大量出口。中国宝安旗下贝特瑞公司是国内最大的负极材料生产商，其国内市场占有率超过一半，近 80% 的厂家在使用贝特瑞的天然石墨负极。

人造石墨较早地转移到国内，但更核心的技术仍然为日本厂商垄断。杉杉股份旗下上海杉杉是国内人造石墨市场份额最大的生产商，其产品在内业口碑良好，负极材料市场份额位居国内第二。

钛酸锂具有优秀的大倍率充放电性能，是动力电池负极材料最佳选择之一，日本厂商实现了商业化，国内厂商仍有较大差距。

硬炭和硅基负极等其它负极材料尚未完全实现商业化，国内外厂家都在加紧研发。

隔离膜：四十多家内资企业在建设生产线。隔离膜依然是锂电产业链技术门槛最高的环节。日本旭化成、东燃化学和美国 Celgard 公司是隔离膜市场三大垄断巨头，全球市场份额各占约 20%。

目前 80%的隔离膜依靠进口，进口替代空间大。目前，国内主要有星源材质、金辉高科和新乡格瑞恩等厂家拥有规模化的隔离膜生产线，产品多用于中低端锂离子电池。高端隔离膜和动力电池隔离膜几乎全部依靠进口。

隔离膜行业正在迅速转移到国内，我们预测两年后将有大批量的国产隔离膜推上市场。上市公司中已经介入隔离膜领域有佛塑科技、沧州明珠、云天化、九九久、南洋科技、大东南等。另外有超过三十家非上市公司也已经开始建设隔离膜生产线。

电解液中国份额扩大，六氟磷酸锂国产化加速。日本地震改变了电解液市场版图，中国电解液生产商的市场份额从 10 年的 16% 上升到 11 年的 38%。其中，国泰华荣的市场份额上升很快。日本地震加快了产业转移，电解液产业从日本转移到中国大陆是大势所趋。

六氟磷酸锂环节仍然被日本厂家垄断。其中，森田化学、关东电化和 SUTERAKEMIFA 这三家企业的全球市场份额总和超过 70%。

中国在六氟磷酸锂的批量生产技术上取得了突破，估计几年后有可能实现全部国产化。天津金牛、多氟多和九九久实现了六氟磷酸锂批量生产。另外，江苏国泰、广州天赐和汕头金光也在进行六氟磷酸锂的研发和试生产。

千亿储能电池市场 锂电受益最丰

电动自行车锂电化将创造百亿市场。新能源汽车是未来的发展方向，对锂电池将有爆发性的需求增长。但由于技术和价格因素制约，其产业化时间尚不明确。同时，市场对电动自行车用锂电池的需求关注较少。按照每辆纯电动汽车 20KWh、电动自行车 0.36KWh 的能量需求估算，一辆电动汽车的锂电需求是后者的 56 倍。然而，我国电动自行车保有量已达 1.35 亿辆，锂电自行车仅占 0.32%。2010 年锂电自行车销售 40.2 万辆，年均复合增长率 60% 以上。铅酸电池整治、电动自行车行业标准限制，以及锂电价格持续下降，正在加速锂电电动自行车时代的到来。

储能电池市场千亿金矿，锂电受益最丰。风电、光伏等绿色能源电力正在逐步改善传统的电网结构，为构建绿色智能的现代化电网提供能源。储能作为智能电网兼容绿色可再生能源的重要环节，不可或缺。电动汽车作为我国汽车工业转型的重要支撑产业，正引领持续的投资热潮。而作为其核心动力的储能电池技术，亟待破发。

在中国市场，国内相继有普能、融科、中兴派能等新兴储能企业介入储能相关技术领域，并在储能技术国产化自主研发领域取得了一定成绩；同时有英利、中环光伏、金风等越来越多的传统新能源企业进入储能各个技术领域；更有中广核、华电、神华、国电等能源巨头开始进行储能的技术方向考察；另外，ABB、GE、施耐德等海外资本也已经进入或正在寻求时机进入中国储能市场。

锂电池产业链投资机会

动力电池发展面临三大问题：价格、性能和配套设施。目前动力型锂电池价格较高，如果按照目前的补贴政策，至2015年为止国家财政需拿出约200亿元，这并不现实，因此锂电池价格下降是必然趋势。这要求整个锂电池产业降低成本，车载锂电池的成本目标是向消费类产品用锂电池看齐，目前消费类产品用锂电池成本约为2万日元/kWh，这也是日本车企2020年的远景目标，成本下降还可以帮助锂电池打开容量更大的储能市场；性能方面，动力电池需综合考虑各方面因素，包括安全性、能量密度、功率密度、电池循环寿命、低温性能等，其中安全性能应放在首位，根据对综合性能考量产生了对锂电池正负极材料的不同选择，但目前并没有统一的技术路线。配套设施包括电池管理系统、电动车充电站及充电桩等。

锂电池产业链投资机会：成本领先、进口替代、占矿为王。短期来看，受《规划》出台影响锂电池厂商可能会纷纷扩产或者复产，但长期来看任何新能源的普及都必须以终端产品价格的快速下降为前提，因此锂电池价格下降是必然的，成本领先的电池厂商将在竞争中胜出；进口替代意味着较高的技术壁垒，因此将带给相关公司更高的毛利率，锂电池进口替代的主要领域包括高端锂电池、隔膜、电解质六氟磷酸锂、BMS系统芯片等。由于下游市场将逐渐爆发，锂矿石价格将长期走高，上游锂矿资源类公司或将成为最大受益者。

充电与换电：各有千秋

新能源汽车实现产业化最基础的前提是充电问题如何解决。充电技术上，既要做到快速高效，又要顾及一味追求快充会影响电池的使用寿命；供给上，要考虑到城市内充电站和充电桩的数量能否保证需求。目前国内在充电问题上有两个悬而未决的问题：（1）供电模式的选择悬而未决。建设充电站为主还是电池租赁公司为主，还有待进一步确定。（2）充换电站的建设由谁主导悬而未决。目前在充换电站的建设主导方分成电网系和石化系两派，二者皆有各自优势。

充电站+电池租赁公司=布局充换电一体站

充电桩、充电柜（也称快速充电桩）扮演不同角色。2009年12月南方电网在深圳的首批充电站和充电桩投入使用，两个充电站分别是大运中心站和和谐站，充电站内共配路9个充电柜，可同时满足18辆车同时充电，同时启动的还有134个充电桩。其

中，充电桩、充电柜（也称快速充电桩）扮演不同角色。充电桩的技术含量较低，安路在停车站和小区，方便市民夜间充电，国内有超过 20 个生产商，由于造价低廉、毛利率水平较低，售价在 2 万以内。但充电柜截然不同，充电柜安路在充电站，类似加油站中的加油桩，对不同的车型/电池提供快/中/慢速充电，其技术难度要比充电桩高很多，售价在 20 万以上。由于充电柜需要先将交流整合成直流再以高功率输出，需要专门的馈线、整流器、变压器。此外，车载 BMS 还要将电池信息传递给充电柜，充电柜再以此设定电压电流，因此充电柜要保证宽电压和宽电流。国内目前能生产符合标的充电柜的厂商，仅有奥特迅、许继电气、国电南瑞、珠海泰坦和烟台玉麟，由于需求缺口大，技术含量高毛利率水平高。

换电池模式最为理想，也最不现实。换电池模式依赖于电池租赁公司的运营，车主可以在任何时间仅花快充的时间达到慢充的效果，因此集合了选择充电桩慢速充电和充电柜快速充电的全部优点，被认为是最理想的充电模式。重要的是，租赁公司利用夜间充电，同样能达到协助电网供电上的削峰填谷但是换电池在短期内最为不现实。最直观的就是普通电池基本在百斤以上，若是客车还要成倍增长，如果全部依赖人工换电是不现实的。比较现实的障碍是，考虑到国内锂电池厂商众多，各自优势不同造成的不同材料、不同容量，经过排列组合造成电池种类过多，在没有形成较为统一的行业标准之前是不可能实现的。即便行业标准大大降低了电池种类，电池租赁公司也需要很大的资金作为前期投入，而且电池维护成本高，易损坏报废，运营风险较高，若前期没有政府高补贴作为过渡，就估计很难有企业愿意涉水这个行业，但目前很多公司，例如佛山照明已开始关注这个行业。

短期充电站+充电桩，待换电池条件成熟，实现充换电一体式站。综合来看，短期内解决新能源汽车充电问题仍以布点充电站为主，其中站内充电柜为主，慢速充电桩为辅。并在条件适合的停车场和小区尽量增设充电桩作为补充。待换电池模式条件成熟，再整合进系统。具体运作模式上，可以自行建立换电池网点，也可以依附于充电站设立网点，最终形成理想中的充换电一体式站。

充配电设备商受益于充换电站建设新能源汽车充换电设施是新能源汽车发展的基础条件，国家电网规划十二五期间充换电设施投资将超 600 亿，市场空间巨大。此次新能源汽车规划确定以纯电动汽车为主要战略方向，未来新能源汽车将采用全充电形式，因此新能源汽车充换电站是新能源汽车发展的基础条件。充换电站网络的形成更有利于推进新能源汽车的发展。根据国家电网的规划，十二五期间将新建充电桩 54 万个，充换电站 2900 座，预计总投资超过 600 亿元，充换电设施市场空间巨大。新能源汽车规划也将促进充换电设施建设加快。

充换电站建设拉动充配电设备需求。充换电站建设除了征地成本和建设施工成本之外，核心硬件主要包括充电设备、配电设备、辅助管理系统。主要包括充电柜、充电桩、变压器、继电器、配电柜、电缆、有源滤波器、电能监控系统等。其中最具备

投资价值的是充电柜、充电桩、有源滤波器（针对谐波污染）、电能控制系统。原因是：（1）它们是较为特殊的电力设备，且行业竞争较小，毛利率较高；（2）未来充电站的大规模建设会对其整体需求形成强劲拉动，因此相关企业会优先受益。此外，尽管变压器、继电器、配电柜、电缆的需求会有所增加，但对相关企业而言，行业竞争较为充分，且充换电站的需求只是其中较小一个方面，对整体需求的拉动作用有限。

充电柜市场容量非常大。由于慢速充电桩造价低，且主要是针对停车场和小区，因此充电站的建设最主要的投资对象是直流充电柜。按照国网十二五规划将在 2015 年底建成 2351 座充换电站计算，同时假设每个充电站需要 5 个充电柜（根据深圳大运中心站 6 个充电柜、和谐站 3 个充电柜），每个充电柜采购成本 22 万元计算，刨除已经建成的 24 座充换电站，预计 2327 座充电站将拉动 25.6 亿元的充电柜市场，复合增长率高达 150.4%。若考虑南网的充电站建设需求和石化系改装的需求，充电柜的市场规模将远不止这些数字。

以奥特迅为例，其相关产品毛利在 40% 左右，这在电力设备行业的公司里是算是非常高的（一般变压器、电缆的毛利率最高在 20% 左右）。随着日后行业壁垒降低，这一现象将有所改变。国内相关公司还有许继电气、珠海泰坦和烟台玉麟。

国家电网充换电站“遍地开花”战略碰壁 无奈收缩

近日，有国家电网内部人士对我们透露，未来国家电网在充电站建设方面，不再寻求“遍地开花”的战略规划，会将“是否拥有新能源汽车市场及成熟商业模式”作为在当地建站的前提条件。

同时，深圳奥特迅电力设备股份有限公司营销处相关人士告诉我们，自年初以来，很少见到国家电网发布充换电站建设招投标信息。对于这一现象，我们从中国政府采购平台信息处获得了证实。据该信息处工作人员介绍，去年国家电网平均每月至少发布 3 次充换电站招投标信息，今年市场显得很“清净”。

多方消息显示，国家电网的充电站（桩）建设似乎有了“紧缩迹象”。然而，当我们致电华东电网有限公司、山东鲁能智能技术有限公司等国家电网下属企业时，对方多以“不知详情”回避。

曾经“意气风发”

“今年的市场很冷清，与往年的火热市场相比，业界很难适应。”上述奥特迅相关负责人不无感慨地对记者表示，“以前我们每月都出差参加好几次国家电网的招投标，今年到现在才出去两三趟。与去年相比，现在的境况真是天壤之别啊！”

我们从公开信息了解到，自从2009年初国家出台《十城千辆节能与新能源汽车示范推广应用工程》政策后，吸引了众多整车、电池、电机、稀土企业加入该领域。其中，国家电网利用原有网络优势，在全国掀起充换电站建设浪潮，走在了南方电网、中海油、中石油、中石化等企业的前面。

据国家电网总经理刘振亚在2011年初的工作会议上介绍，国家电网顺利完成了2010年初既定目标，工程覆盖了全国26个城市，其中建设标准化充换电站87座、充电机5179台、充电桩7031根。当年，便使得中国成为世界上电动汽车充电装置最多的国家。

有了2010年业绩基础，国家电网去年的进展可谓“突飞猛进”。据了解，截至2011年底，国家电网与经营区域内所有273个省（市）政府签订了电动汽车充换电设施建设战略合作协议，已建成243座充换电站、13283根交流充电桩，同时与国内外26家电动汽车及科研机构建立战略合作关系。

“在中国的新能源汽车市场，任何企业都不敢小觑国家电网的实力，其占据着中国80%以上充换电站市场。”据熟悉国家电网的某电池企业负责人透露，特别是电池企业，均唯国家电网“马首是瞻”。

为何电池企业会有如此表现呢？

上述奥特迅负责人对我们道出了玄机：“目前新能源汽车还处于示范过程，距离真正成熟的市场商业化还有很多路要走，电池企业真正将产品销售给整车厂的很少，主要客户便是国家电网，用于换电。而基建及设备供应中标者基本是许继电气、国电南瑞、东源电器、长征电气、科陆电子等原有电力系统内企业。”

既然国家电网拥有如此大手笔，缘何又出现本文开始提到的“战略收缩”呢？

收缩实属无奈

几乎就在国家电网相关人士向我们透露“充电站建设不再遍地开花”的同时，4月18日，国务院总理温家宝签发了《节能与新能源汽车产业发展规划（2012~2020年）》（以下简称《规划》）。内容指出，“当前重点普及非插电式混合动力汽车、节能内燃机汽车，推进纯电动汽车、插电式混合动力汽车产业化。”

参与上述《规划》起草编制工作的中国汽车工业协会助理秘书长叶盛基在接受媒体采访时表示，《规划》出台的最大意义在于统一了各部委汽车技术发展路线，那就是混合动力市场阶段不可逾越。

国家“863计划”节能与新能源汽车重大项目监理咨询专家组组长王秉刚表示，我国新能源汽车刚刚步入导入期，距离完全市场化，还需相当长的路程。

而我们在刚刚结束的北京车展上也发现，新能源车数量有 88 辆，其中纯电动车的数量为 30 辆左右，混合动力车则多达 42 辆。有分析人士指出，此次车展更多地显示了车企及消费者对于混合动力的喜好。

一时间，市场表现似乎表明，纯电动车的步伐遇到了阻力，而混合动力正在“反攻”。如果是这样，那此前国家电网大规模建设的充电装置是否会遭遇闲置呢？

“目前国内已建完毕的充换电站有 50% 处于闲置状态。”有相关人士向我们表示，因为无车可充，大多数场所及设备处于闲置状态。为了证实上述情况，记者暗访了几个已建的充换电站，结果令人“大吃一惊”。

我们致电了耗资 2700 万建设的山东临沂沂南县向阳电动汽车充换电站。据工作人员介绍，自去年 4 月 5 日建成以来，除领导视察外，基本处于闲置状态，其办公楼后面的大面积充换电大棚也停满了职工们的私家车。由于长期见不到纯电动汽车进来充电，地面也处于长期无人打扫状态。该站负责人韩磊曾接受媒体采访时表示，最大的问题还是没有汽车过来充电。

同样的情况也存在于广州市。据了解，目前广州市共有三个电动汽车充电站，除了位于亚运城内的充换电站外，目前其他两处充换电站均已闲置。据管理其中一处闲置充换电站的亚运城物业管理公司内部人士介绍，该充电站目前处于闲置状态，主要是市面上难见纯电动轿车及纯电动公交。

去年 4 月投资 1500 万元建成的扬州经济技术开发区电动汽车充电站，规划设计可同时为 17 辆车提供快、慢两种方式充电，但目前全扬州市仅有 6 辆新能源公交车在运营。

覆水难收

但是，中航证券资深汽车分析师却认为，尽管目前充换电站使用率偏低，或许是因为国家电网建设的步伐有点快，但是国家电网采取了积极的先导性工作，为未来的纯电动汽车进入市场做了很多铺垫。

有站无车的现状，刘振亚似乎也察觉到了，而国家电网在充换电站建设方面越来越“务实”。

我们了解到，刘振亚在近期的国家电网内部工作会议上表示，“未来在充电站建设方面，不再寻求‘遍地开花’的战略规划，而会将‘是否具备商业化及成熟运营模式’作为建站的前提条件。”

其同时强调，2012年将优化电动汽车电池的充换电服务运营模式，推进重点城市、长三角和环渤海区域的电动汽车充换电服务网络建设。

我们从国家电网了解到，今年国家电网计划建设196座充换电站和1945根交流充电桩，具体到建设地点，会侧重于推行“十城千辆”计划以及拥有私人购车补贴的城市，或者有其他新能源购车优惠的城市进行选择。

“国家电网将以支撑国家节能与新能源汽车示范推广应用工程为重点，优先保障试点城市建设智能充换电服务网络。”据国电南瑞营销部人士介绍，未来充电桩的建设会与建设部、城市管理部门相联系，优先在社区、办公停车场所建设。充电桩以慢充为主，大型的充换电站更多的是以换电为主，类似于加油站。

对于遗留下来的大量闲置充换电站，上述人士坦言，这个只有期待纯电动汽车市场化尽早到来了，若是贸然改变其用途，改装及重建又需要耗资上亿元资金。

ABB 如何在逆境中发掘商业价值

欧洲很多大型企业正面临金融危机以来的最低谷。然而，有两家公司的股价却早早开始回升，它们是历来注重创新的ABB和西门子。以ABB为例，该公司去年取得了创纪录的业绩，订单额首次突破400亿美元，增长18%，销售额增长15%。最近在北京接受采访时，ABB（中国）有限公司董事长兼总裁方秦（Claudio Facchin）详细介绍了公司对创新等很多与公司战略发展相关的问题的看法。

意大利籍的方秦是ABB这家百年老店“从士兵培养起来的领袖”之一。他言谈认真、严谨，对数字及相关解读的把握很准确。中国眼下有很多难题，比如独特的地理和资源分布带来的长距离能源输送的挑战、日益提升的人力成本、从国内市场走上海外发展道路，等等。有意思的是，我们发现ABB似乎带着一种反向思维。他们凭借强大的创新能力，反过来从以上困难中发掘出了新的商业机会，某种程度上揭示了这家公司能够逆势成长、百年长青的秘密。

此次采访开始不久，方秦就提到了苹果公司，提到了 iPad 及其代表的“颠覆性创新”。无独有偶，ABB 集团 CEO 昊坤（Joseph Hogan）最近也对媒体讲述了自己公司的创新能力，并表示 ABB “现在制造出的机器人灵敏到可以轻轻捡起一只鸡蛋，而不把它打碎”。我们知道，自动化业务是 ABB 的基石之一，而且它在此领域技术超前。据报道，公司研发的机器人，能借助精密的人造视觉系统感知到零件的形状和位置，并且在流水线上将这些零件组装成复杂的机器。正是类似的创新准备，让 ABB 能迅速抓住那些逆境中的机会。

这首先体现在中国“正在消失的人口红利”问题上。举例而言，今天人力资源成本的上升，已经开始严重困扰在中国的跨国公司。但是，当一些公司被迫开始采取裁员这种断臂求生的手段时，我们注意到去年 ABB 中国公司反而增加了 2,000 多名员工，超过了近 10 年以来每年平均增加的人数——1,300 人。“现在，公司在华有 2,000 多名研发和设计人员，并且 ABB 中国全部员工 99% 都是中国人。”方秦说。那么，这其中的奥妙在哪里？

方秦对这个问题的回答显示，关键的一点在于，ABB 自身研发的方向之一，就是拥有更好的新技术，并提高劳动生产率，从而成功抵消一部分劳动生产力的成本上涨的影响。比如，ABB 自身的工厂就在实践各种自动化技术。公司正在利用过去为欧洲各国开发的自动化解决方案为自身的流程服务。当这些技术手段运用成熟并且得到验证以后，它们就可以同样运用到中国这样的发展中市场。

通过观察我们发现，ABB 自动化业务 2011 年之所以能够获得 20% 以上的增长，背后一个很明显的推动力是中国当地的制造业客户。“比如各大汽车制造商，它们正在纷纷进入这个领域，因为它们必须依靠提升生产效率来弥补劳动力成本提高而造成的损失。”方秦说。从数字上看，去年，ABB 中国的两大业务（电力和自动化）都取得了非常好的增长，但其中自动化业务的增长更为显著，订单额增长 23%，销售额增长了 30%。

所以，当别的公司遇到人力成本的困难时，对 ABB 来说，却等来了难得的机遇。“顾纯元博士的销售团队卖出了大量的机器人，因为它们并不只是简单地替换了人力，而是提升了流程中的生产力，提升了质量、产量。”中国当前的人力成本上升是一种自然出现的挑战，任何成熟市场都经历过这样的过程。由于产业转型，中国正进化成一个更为成熟的市场。“中国正在寻找正确的平衡点，不是不需要劳动力，而是找到正确的技术和合适的生产力来匹配这些劳动力”方秦分析说。

方秦提到的顾纯元博士，是刚刚上任的 ABB 离散自动化与运动控制业务部北亚区及中国的负责人。从自动化的角度，顾纯元对这家百年公司的成功战略进行了进一步的解读，说明了对创新的不断追求是技术革新的必由之路。他指出，早在 40 多年前，ABB 就开始制造工业机器人。当时，传统液压技术已不太适用，也不能规模化生产。在

上世纪 70 年代初的时候，市场对工业机器人的需求已经存在，并需要提高其生产率和柔性，可惜当时这方面的技术也不成熟。而微处理器（也就是当时的自动化控制技术）在这个时候的问世，最终给机器人的发展带来了巨大的变化。正是由于 ABB 准备在先，它才能最终迅速抓住了这个机会。

除了快速增长的人力成本，中国面临的另一个巨大挑战也是 ABB 所拥有的核心竞争力所在：高压直流输电技术。早在 60 年前，ABB 开始研发此技术，并且是高压直流输电技术的创造者。虽然起步很早，但只是到了最近 10~15 年，这一技术的市场才开始大规模形成。直流输电技术的重要性体现在很多方面。比如，要把欧洲北海海上风电场的电力输入到德国大陆，就必须使用轻型高压直流输电技术。直到今天，ABB 仍在进行相关技术的改善和研发，更好地解决将海上风场的电力传输到大陆的问题。

与此相关的还有一项“颠覆性技术”——ABB 柔性交流输电技术。它增加了对电网的控制能力，不仅可以在新线路上应用，也可以用于现有线路上。在欧洲，建新输电线路非常困难，利用柔性交流输电技术可以提升现有电网的运行能力。此类颠覆性技术在未来还会有很多，直流技术在数据中心的应用就是其中一种。

类似的技术，到了中国面临的挑战完全不同。电力的损失，在人口密集地区进行短距离输送的情况下几乎可以忽略。比如，在欧洲，电站距离城市和工业用户相对较近，而在中国，情况完全不同。三峡这样的水电站，作为巨大的电力源头，往往与最终用户相隔数千公里。由于这种独特的地域和能源分布，中国的电网建设具有独特的难度。ABB 和西门子是全球电力传输领域领先的公司。据报道，这两家欧洲公司一直在提升传输效率方面互相竞赛。它们都投入了大量的人力财力，研究最适合长距离传输的直流特高压技术，以应对中国的特殊需求。因此，这背后隐藏着巨大的商业机会。

方秦指出，中国开发的电网完全可以成为其他国家的样板，因为在此过程中做了非常长远的规划。倘若不是背后有几十年的计划，任何国家也不可能随意组建一个直流或交流的特高压电网。“此外，中国的电力设施不断地提升（特高压）技术的边界，从 50 万伏、75 万伏，到 100 万伏，这是个独一无二的接受挑战过程。”方秦指出。

“无论何时，当你进入一个新技术领域，你都必须准备好面对风险和挑战。这也是中国和国家电网公司正在面对的。”方秦说。他提到的风险，意味着有可能实验会失败。对于其中的挑战，方秦虽然没有细说，但我们可以注意到，中国在实验特高压电网时曾经遇到过大量的反对意见。一方面，很多专家提出远距离输电产生的能耗损失大约在 15%~18%，远远大于输煤；另一方面，由于中国西部缺水，在当地建立的火电厂只能采用空冷技术，不能采用水冷技术，而前者自身就会导致能耗损失继续变大。此外，还有人从电网经营竞争和垄断的角度提出了更为尖锐的批评和预测。

但是，坚持发展到今天，我们看到了一些与预计相反的变化。首先，由于 ABB 等公司的持续研发投入，这项技术还在进步，传输效率不断提升。它参与建设的糯扎渡

—江门特高压直流输电项目，节省的电力能满足 80 万人的年用电需求。此外，一个有意思的发现是，ABB 最近在印度获得一个高达 9 亿美元的特高压直流输电项目订单。该技术与中国同类项目所采用的技术完全一致。2010 年 7 月，由 ABB 设计建造的向家坝—上海特高压直流线路输电损耗已控制在 7% 以下。

在方秦看来，这是因为公司在中国从事了很多这方面的业务，投入了很多研发力量，取得了非常好的技术经验，所以 ABB 集团才有可能跟印度分享这些经验，为打入这个在地理和人口分布上与中国有很多共性的发展中市场起到了关键作用。方秦认为，这就是一种颠覆性技术的力量。

此外，ABB 还获得了海底高压直流线路、海上天然气和德国海上风电线路项目订单。很多类似的项目都与可再生能源有关。它们明显代表了未来的方向，对于渴望大幅削减碳排放的国家来说意义重大。他还指出，直流技术在数据中心的应用也是 ABB 的颠覆性创新技术之一，目前已经应用在瑞士的数据中心项目上。所以，在各个不同市场磨练出来的各种生机勃勃的技术，使 ABB 有更强的能力来反哺各个市场。因此，从这个角度看，公司在中国的独特市场环境中获得的锻炼，不是简单用收入就可以衡量的。这也是类似跨国公司不断在中国投入研发、投入技术成果的动力所在。在 ABB 看来，中国市场必须面对的极端环境，正好是研发新的技术和服务的机会。直流特高压技术的“重生”，就是一个市场催生新服务的非常好的例证。

更进一步观察，智能电网在欧洲、美国和中国等地的发展也有不同的路径。方秦认为，中国智能电网的发展战略非常清晰。其很有价值的一个特点，是没有将其囿于电力分配的概念之下，而是为其加上了电力传输的要求。他认为，那些地域宽广、有长距离输电需求的国家都可以借鉴。目前，巴西和印度就是很好的例子。据他透露，甚至连中东国家沙特阿拉伯在某种程度上也有类似的要求。而一旦到了大型城市，电力就必须以智能方式来分配。

这让我们想起 ABB 中国去年与国电南自的合作，共同建立南京 SAC 自动化有限公司。合资后，两家公司的相关业务合并，从规模上位列第二位。“我们和国电南自共同发展的技术，可以通过最智能的方式给消费者提供电力。”方秦说。“过去，电力接入到你家中，直到你插上插头，电能才被使用。而现在，智能电网要实现的是，只有当你产生需求的那一刻，电力才会接入；没有需求时，则分配给别人。”

方秦提到，与国电南自互补的技术合作，让合资公司未来可以不光针对中国市场，还可以打入海外市场。

这里牵涉的另一个问题，是中国的很多公司正在面对“走出去”的挑战。方秦认为，很多需要在一个陌生市场开发新项目的中国公司，都需要来自 ABB 的产品和技术。道理很简单：这些市场对 ABB 这样的跨国公司的技术都非常熟悉，而这可以让中国公司的技术方案变得非常容易接受。如果是纯粹的新产品和技术，那么面对的难度将完

全不同。这里，方秦提到的是跨国公司的一种深度优势。对于大量企业渴望走出去的国家来说，这是一种不言自明的吸引力。

ABB 如何培养未来的 CEO

方秦于 2010 年 1 月开始就任 ABB（中国）公司董事长兼总裁、ABB 集团高级副总裁的职务。他是意大利籍，从 1995 年担任 ABB 意大利公司区域经理开始，至担任 ABB 集团业务单元负责人，在不同业务部门至少干过 8 个不同职位。

方秦成长的历程，也揭示了 ABB 是如何有效地发现并培养未来 CEO 的。这家公司业务遍布全球 100 多个国家，同时也是一家技术型公司，内部培养相比较是更可靠的人才发展战略。

以方秦为例，他加入 ABB 后，在不同地区和不同业务部门工作过。在 ABB 意大利公司工作的 6 年间，换了多个工作岗位，在生产、业务、服务等方面的各个环节积累了大量经验。在总部工作的 5 年间，他有机会面对来自全球各层面的不同业务和不同文化的挑战。

在他看来，现在在中国的职位是最有挑战性的一个。“中国正处在一个转型期，从一个发展中国家进入一个成熟市场。这其中的独特挑战，会使整个经历更有趣，而我感觉没有一个更好地地方可以让我获得类似的经验。”

其实，有这种收获的并非方秦一人。他的前任柯睿思也有这种历程，ABB 公司的很多其他人同样如此。轮岗已成可 ABB 培养领军人才的一个基本机制。公司的高管也是“多国部队”。这个非常国际化的领导层，通过这种方式让那些“未来的 CEO”接受跨国轮训，培养全球视野，使他们的职业能力快速提升，个人能力得到全面发展。

谁将拥有智能电网新的历史制高点

历史学家柯林伍德说：“一切历史都是思想史”；另外一个学派的历史学家克罗齐则强调：“一切历史都是当代史。”集合这两个学派观点，也就是说任何历史研究都离不开两项主题：思想性和现实性。这对于研究智能电网发展的历史而言，找寻它的思想进化的架构和实践的变迁线路也是至关重要的。

从 2009 年以来的能源体系智能化的发展简史来看，它的架构设计经历了不断升级。第一个架构是 2009 年推动的以电力网为基础的智能电网阶段，2011 年 10 月国际电工委员墨尔本会议中议定将这个层级水平的结构确定为一个阶段，或者说是 1.0 版本；

第二个架构就是 2009 年以来有效推进的智能能源网变革阶段，墨尔本会议也确定了以多种能源网络智能化为基础的体系作为新的创新高度，或者说是 2.0 架构；第三个架构主要是指 2011 年 5 月我提出的超级智能网架构阶段，英文是 Inter grid，这应该是 3.0 版本。在这个阶段，能源网络和信息网络将实现整体融合，从用能终端到能源网络将发生高级变迁，能源产业将成为全球增长的核心源泉之一，对此，我们也可以称谓为第三互联网。

目前来看，高端的智慧就是要将智能电网、智能能源网和超级智能网整合为一个复杂性的生态系统，分级发展，相得益彰，较高级别对低一级结构具有系统兼容性和优越性，如同 word2010、word2007、word2003 三个版本可以集合并存，但是，高一级版本对低级版本则采用了不断兼容、蛙跳升级的技术路线。这个新的业态体系将逐步推动世界能源结构演变为一个生命系统，其方向如下：第一它将实现匹敌生产侧甚至超过生产侧规模的需方、产需方（产消者）的主力资源和管理革命；第二它将推动能源体系转变为生态系统，我们必须以可持续的增长手段组织全球的能量系统；第三它将形成新的世界技术革命的制高点，催生跨产业的智能工业基因的诞生，实现产业泛化的互操作性。也正是基于此，smart electrical grid，即智能电网的价值才会真正最大化。

为此，本文集中讨论 2009 年以来能源体系智能化的变迁线路和历史制高点，这个高点也将是定义我们这个时代文明爆发的能力和性质！

1. 能级智能变迁的创新基础：关于智能电网

2009 年 1 月 20 日，美国总统奥巴马就职时宣布了推进智能电网的发展计划，这使得智能电网从电力行业的变革演化为社会变迁、思想能力竞赛和产业革命的集合体，电动车、储能、智能终端、人工光合作用制造能源等各种新的技术集群获得正统创新地位；各种新的环保经济的产业政策、社会增长需求、生产者和消费者互动的历史变革都聚焦在电力行业这个狭窄的甬道上，智能电网正在成为承载和包容世界期冀最多的前沿产业。在此期间，国际学术界一直尝试如何界定能源体系智能化在科技创新、经济增长和社会生活的真实位置，以开发一个智能化能源体系大爆炸、大增长的创新时代。

2009 年 5 月 15 日，中国电力企业联合会主持召开了具有广泛代表性的第一次中国智能电网战略发展研讨会，国家能源局综合司、国家电监会研究室、国家电网、南方电网、五大发电集团（编注：中国华能集团公司、中国大唐集团公司、中国华电集团公司、中国国电集团公司、中国电力投资集团公司）、电力工程顾问公司、中国科学院、中国国际经济交流中心、清华大学等机构均有代表出席了会议并发言，会议由中电联有关领导主持会议，笔者应邀发表了三万多字的中国智能互动电网发展战略报告并做了主题演讲，这个报告提出智能互动电网的基本定义、体系架构原则、流程要素、

发展战略和制高点。在智能电网领域内，这个时期中外基本上拥有共同的发展目标，大体处于同一起跑线，中国积极参与了全球范围内智能电网思想的建造，其中，关于发展智能能源网、实现分布式能源管理现代化，上述报告都有明确论要。时值今日，智能电网已经成为一个流行的社会文明概念，与这些曾经的中国电力行业蕴蓄的变革激情不可分离！它也说明智能电网需要整个产业界手拉手前进。

借此，我们可以再次表达一下对智能电网历史使命的理解：第一，它要求全球范围内电力管理放松管制，包容创新型增长，电力体系将从传统的业态情景转变为复杂化的社会生态系统；第二，它将推动电力产业从各国工业化、城市化、消费社会发展的主力军转变为拉动社会增长的前沿市场和推动经济结构升级的试验床，对中国而言，还需要建立与中央和地方关系改革模式对称的产业创新业态；第三，它需要构建一个保障需方（企业用户、居民用户）平等参与、甚至是以需方为主、产方和需方智能互动的新型产业体系，这个体系类似今天的互联网、移动通讯的社会定位；第四，它是互操作性的产业融合变革，能量网络、信息网络、社会网络和其他新型产业网络将实现更加高端的智能配置和提高人类的智慧能力；第五，它将创造多螺旋生态化的新型能源管理变迁；第六，它将推动传统能源标准和流程体系的颠覆和新体系的再生，为世界展现公平机遇。

我想在未来一二十年内，智能电网将成为与历史上互联网同等重要的文明变迁，电力行业也将从基础设施管理和能源公用事业的服务产业转变为经济增长的主战场，中国电力系统智能化发展应该是选择复杂组织、智能融合、生态进化、放松产业限制、国际通行的道路。

与此同时，自2009年2月份开始，国际机构、美国和欧洲国家业界力量也开始了从智能电网的流程和标准方面开始建造智能电网的体系，著名的体系设计战略行动包括：NIST美国国家标准技术研究机构、EPRI美国电力科学院等提出的智能电网战略发展路线图和重要标准；IEEE美国电力电气工程师协会提出的P2030标准；GridWise国际智能电网联盟的架构设计；SGIP智能电网互操作委员会推进的互操作性架构设计以及德国标准化学会和德国电力电气工程师协会DKE制定的有关标准等等。与此同时，IEC的SG3团队，即：国际电工委员会标准委员会智能电网战略工作组，以及IEC的研究集合，例如TC8、TC57、TC64、TC65、TC82、TC88也从能源自动化、低压安装、太阳能、风能等不同方面推进了智能电网的标准设计。这些标准和流程研究，具有普遍性，我们应该积极吸取其精华。中国要成为能源强国，不是要在智能电网的一个项目、甚至行业个别创新方面获得领先地位，而是要在架构、流程、标准方面建构国际通用的语义、语法和通用的体系，这对智能电网的制造业而言，尤为重要。而且，中国发展智能电网不能只强调特殊性，更要强调产业互操作性和社会普遍性，中国电力市场是堂堂正正的产业，应与全世界共同创新。

2010年6月国际电工委员会标准委员会智能电网战略工作组，即 IEC SG3 提出了智能电网标准的路线图报告，这个报告提出了智能电网发展的方向是要解决电力流动会从单一方向（从集中式发电通过输电网及配电网到用户）变成双向流通，而且，电力系统的运行方式将从分层式由上而下的方式转化为分散式控制。同时，这个报告也界定了推动智能电网市场发展的六项推动力，即：更大体量的能源需求；可再生能源使用的不断增长；经济与社会的可持续性增长；有竞争力的能源价格；能源供应的安全性；陈旧的基础设备的更新和劳动力水平的提高。据此，2009年 IEC SG3 智能电网报告提出了五个核心框架和四个前沿架构组成的体系，以及十二项具体应用。其中，五个核心框架包括：

IEC/TR62357-电力自动化标准框架和 SOA 服务导向架构

IEC61850-变电站自动化等

IEC61970-能量管理体系-CIM（通用信息模型）和 GID（通用接口定义）的定义

IEC61968-配电管理系统-CIM（通用信息模型）和 CIS（组建接口标准）的定义

IEC62351-安全性

这四个前沿框架包括：

先进的测量基础设施（例如，IEC62051-62059，IEC/TR61334）

分布式能源（例如，IEC61850-7-410，-420）

电动车（EV 例如，IEC61851）

非传统标准化主题领域，如市场和服务体系等。

上述报告还特别强调了智能电网技术发展的目的是要推动电网从一个传统的产业系统，转变成为一个柔性、操作更加积极灵活、有生命力的复杂系统。实现这个希冀，我认为至少需要具有互操作性、流程多维性和组元生态性三个条件。显然，以电力系统为基础的智能体系就具有天然的缺陷，从组元要素而言，它强调了单个行业的同类能量交换，而忽视了多个行业的类间交换；从结构而言，它强调了组织的复杂性，而忽视了多种能源网络和用能终端的分级整合；从功能而言，它强调了规则一致性，而忽视了不同能源网络操作的生态型。

这里，如果我们将智能电网的水平定格为恒星，向下的从属体系包括行星，而向上的层级包括星系、星云等结构；如果我们将智能电网定格为细胞组织，向下的从属

体系包括分子，而向上的层级包括有机体、群体等结构。这里造就了一个智能电网发展的十字路口，它可以选择向下的层级发展，例如：国家电网提出了智能电网的特殊业态类型：坚强的智能电网，也可以选择向更高的层级发展，这就是从整个能源系统、产业和社会系统角度发展智能能源网、超级智能网。百川归大海、九九可归一，无论智能电网向上和向下的层级发展，它们的基因都是相通的，体系内部具有天然的兼容性和整合条件，坚强的智能电网和发展智能能源网之间也是相互贯通的。2012年3月28日上海市电力公司与上海市城市建设投资开发总公司在上海浦东签署了《保障城市运营安全、共建协作联动机制战略合作协议》，确立了上海将实现居民水表、电表联合抄收，城市高速公路建设将与高压输配电网建设形成联动机制，而且，上海广电系统介入这个体系会使之更加优化有为。但是，从能源变革的大局看，后者正在成为国际创新的制高点。作为世界能源消费的主要国家，中国不可能逃避这个高点，挑战和拥有这个高点是中国产业智慧能力的证明。

2. 能级智能变迁的高端阶梯：关于智能能源网

就某种意义而言，能源体系的架构包括流程和标准两个部分，流程反应了能源架构的本体性，标准反映了能源架构的认识，然而，这些将不同能源设施组件联系起来的模型、协议和系统网络既有创新，也有妥协。在流程设计上，美国 NIST 和 IEC 提出了智能电网流程的七要素，即：生产、输送、分配、市场、运营、服务、用户。国家电网先期也提出了发电、输电、变电、配电、用电和调度六个智能电网环节的观点，理论上解释国网公司应该选择了智能电网流程重组的渐进化路线，它的成绩是第一位的，但是，在流程创新的升级版中应重点突出市场和用户的创新地位。目前，焕发需方的力量和第三方能源管理正在成为世界智能电网的前沿主题，中国应该成为建构世界电工流程主流架构的国家，而且，国网、南网公司都具备这个能力。2009年我们提出了智能能源网流程的十要素，与美国 NIST 的七要素模型相比我们增加了三个要素，即：不同能量网架间的优化互动、远期能源价格管理和监管、碳权利的管理。这两个流程的体系区别就是维度不同，我们主张在更高端体系的分层中实现能源系统智能化，否则，智能电网的价值是难以最大化的。现实中，七巧板属于二维演化，而积木属于三维变换，它们的维度不一样，演化体系也不一样，三维模型可以为我们提供更多的机遇，同样，推进能源体系全面智能化也能够为我们带来更大的舞台。

2010年8月5日，国际电工委员会智能电网工作委员会德国专家组召集人、国际电工委员会智能电网标准主起草人 Guenther 认为，“武建东教授确立了（智能能源网学说）十个要素流程模型和优先发展的八个重要领域，这些都是非常精彩和有远见的提议。”借此，我简单介绍一下根特先生，2009年4月29-30日在法国巴黎召开国际电工委员会标准委员会智能电网工作组的第1次工作会议之际，Eckardt Guenther 即向 SG3 提交了“IEC Standardization Smart Grid”报告，这个报告以后成为 IEC SG3 智能电网报告的主要框架。嗣后，在2009年11月28-29日在美国丹佛召开的 SG3 工作组第2次会议中进行了全面完善。2009年他将提交 IEC SG3 的智能电网标准的报告

转给了我们参考，希望中国积极参加国际标准的顶层设计，这个报告以后我也转交给了多个国家和地方政府机构设计智能电网架构时借鉴和参考。

2010年9月15日，笔者应邀在德国电力电气工程师协会 DKE 发表智能能源网架构演说，双方取得了以推动多种能源网智能化架构的共识。在9月16日晚上与 Guenther 等先生讨论中，双方都认为加强智能能源网的标准建设刻不容缓，这也是智能电网发展的必然趋势，德方邀请我们共同向国际电工委员会提出设立这个项目专门委员会的提议，限于体制和程序，我们难以做出快捷国际行动。同年10月13日 DKE 向 IEC 提出设立智能能源架构专业委员会动议，这也是第一个向 IEC 提出的有关建议案，这里应该有中德专家合作之力。就中国参加能源系统的国际标准的讨论和设计工作，我曾向中国工程院杜祥琬副院长汇报提起，这位令人尊敬的能源学部院士也力主在我们国家实力不断增强的情况下，应该积极参与能源体系智能化的创新研究和标准设计。2010年9月21日我出席2010全球智能电网论坛，再次推广智能能源架构观点，获得国际智能电网联盟圭特·巴特尔主席及与会者的广泛支持，巴特尔主席也为推动这个架构发挥了积极的国际影响力。2011年10月在国际电工委员会墨尔本会议上最终确立了以发展多种能源网智能化为基础的新的攻关主题，它标志着世界电工史上进入了能源系统全面智能化阶段。

我们提出的智能能源网的学说包括四大系统、五个技术通道、八个子网络、十要素流程模型等。从广义而言，智能能源是指将现实资源转变为更高效率、更智能配置、更加清洁和更加安全的体系结构、互动能力和运营模式。从狭义而言，智能能源网建设包括智能油气网、智能电网、智能水务网、智能热力网、智能建筑、智能交通、智能工业管理和智能交互架构管理八大行业网络，以上八个网络和终端系统的互动又将产生巨大的能源效益。智能能源网将推动所有能源设施从孤立设施、专业系统、行业网络整合为网络化能源生态集群，形成人、机、网、市场四位一体的格局，全球能源结构将实现前所未有的巨大转型的机遇。

在中国业界积极开展智能能源网和智能电网两种架构研究之际，2009年11月国家能源局发展规划司将智能能源网列入国家“十二五”能源规划研究，中国成为了世界上第一个将此列为国家规划的国家。我担任这个课题组长，在本课题总顾问、全国政协经济委员会副主任郑新立教授直接领导下，经向有关领导方面积极反映情况，推动了中共十七届五中全会通过的《关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议》第二十条确定了“推进大中小城市交通、通信、供电、供排水等基础设施一体化建设和网络化发展”的改革目标，这实际上第一次确立了我国能源体系智能化的总体方向和基本坐标。新立主任为这项课题从大纲编制、审核、推广、提案、试点等各方面都倾注了心血，对于这项研究，中国国际经济交流中心及领导也给予了非常大的支持。

值得注意的是，在 2011 年 IEC 墨尔本会议上，IEC SG3 主席 Richard Schomberg 也表示，智能电网的标准体系应该涵括人类生活所涉及的各种能源，包括，分享并综合利用来自不同能源基础设施的信息资源；促成不同基础设施之间的协同效应。笔者将主要报告都转给 Richard 主席参考，他对我们的研究一直给予积极支持和赞誉。

实际上，智能能源网已经成为中国以更加智慧措施解决能源结构转变的思大出路。例如：在常州市委范燕青书记和中国经济体制改革研究会宋晓梧会长、陈鸿昌支持下，我们与常州市编制了《常州智能能源网发展模式和实施方案》，明确提出：“常州市政府制定了第一个以发展智能能源网为主发展的清洁能源建设时间表和路线图。即：至 2015 年，通过集成建设智能能源网，提高全市能源利用效率 20% 以上，累计节能合计 1924 万吨标准煤；实现全市能源结构转变，清洁能源利用占比达 36.65%。”常州市“初步确立以城市为中心的能源网络的一体化建设和网络化发展的实践模式，实现从传统能源管理到智能能源管理的整体转型；增强城市可持续发展能力”。“十二五”期间，常州将以占全国 1% 的 GDP，实现占全国节能总量 2.8% 的节能新突破。受中国科学院白春礼院长委托，阴和俊副院长在听取我们与常州市政府领导工作汇报时，对这项研究结果表示振奋和支持！

根据中国工业化和城镇化进程的规模和速度，笔者预计，到 2015 年，中国一次能源消费总量需要 45 亿吨标准煤左右；2020 年，中国一次能源消费总量需要 56 亿吨标准煤左右，这个总量已经超出了中国对国际社会污染减排承诺的底线，迫切需要中国节能战略从分散化、项目型、强制性、孤岛性的发展模式转型为体系性、网络化、积极性、互动型的创新战略，这种新型的能源组织模式的理想架构就是全面建设智能能源网。倘若中国以常州智能能源改革方案为基点参考水平，全面推进智能能源网建设，2015 年中国大约可节省 4 亿吨以上总量的标准煤；到 2020 年，大约可节省 7 亿吨左右标准煤。因此，发展智能能源建设是建立面向 21 世纪领先的能源体系和新型能源管理组织的战略通道，它的历史作用就是逆转中国现有的城市化、工业化高耗能、高污染、续后治理的进程，掌握到中国经济持续增长的战略技巧和智慧能力，有效推动中国在处于城镇化和居民消费上升阶段，而能以较低的能源消费增长支持经济可持续的稳步发展。

智能能源建设是世界上最具有竞争力的经济，没有这种增长，就不能说中国成为了一个有世界历史主导能力的大国！

3. 能级智能变迁的制高点：关于超级智能网，或者第三互联网

从智能电网到智能能源网，既需要我们通过分层结构把握能源系统的制高点，也需要通过分工界定能源网络的融合潜力。据此，我们可以发现世界上大凡有生产活动和人类生活的地方，一般存在着能源和通讯两项基本设施和服务，人类也建造了两个通行的生存支持体系，即：通信网和能源系统。关于通信网：人类已经建造的通讯网

络包括电话网络、电报网络、无线网络、电脑互联网络、广播电视网，甚至可以延伸到太空互联网。它的主要代表和最高成就是互联网，这个网络基本上是一个虚拟网，主要实现的是信息服务，通过互联网我们实现了从 RFID 标签到卫星系统的服务整合。关于能源网络：根据人类和其他生物的需求，世界上自然生成并人工建造了工业化能量流动复合系统，这个系统维持自然运转、社会生存和它们的良性互动。它包括孤岛性、分散化、专业化的不同能源设施。主要代表就是电力网、油气网、水务网和建筑、交通、工业设施、民用生活的各种用能终端。这个网络基本上是一个实体网，主要实现人、机械和网络的复合运转，它的模型优化需求和数据结构贯通的复杂度超过我们已知的任何通信网，这个高难度还不包括 70 亿以上的世界人口与全球 40 亿千瓦电力装机容量的复杂互动。

就二者比较而言，有能源设施的地方不一定设立了通讯系统，但是，有通讯网络的地方一定可以建造能源设施，能源网络是一个较互联网规模更大的体系；能源网是较互联网技术水平更高的实体服务系统。现代互联网的通用性和互操作性都存在着天然缺陷，这个缺陷决定了以 IPv4 为主的互联网是一个跛脚的网络，据其规制，无法高效支撑兼容包括能源网在内的实体性多网融合；无法建造与自然、人类社会相对应的网络镜像，也意味着倘若要实现能源网和互联网的统一，就必须实现从虚拟网到支撑实体网络的服务转变，建造更大的产业舞台。

为此，笔者提出世界可以组构三个互连网络（INTER NETWORK）：第一个是 IPv4 互联网；第二个是 IPv6 互联网；第三个应该是超级智能网，我们也可以将第三个网络称为第三互联网。世界可以选择一致性的语法（协议）、一致性的语义（模型）、一致性网络、一致性的基元，例如：建基于 IP 地址等共同工业基因手段，解决这种建基于分组数据基础之上的多个网络互联的通道，实现三者高端整合，实现所有子系统通信的集成和调和。这就需要我们推动能源网从孤岛性、专业性的低效运转中升级为生态集群性运转，实现能源系统设施的可观察性、优化控制性和高端互操作性，而且人类可以此为基础，建造更加高端的超级网络，实现更加综合性的网络创新。

建构超级智能网，需要实现架构创新，它至少包括十个方面，限于篇幅，择要介绍。其一、它将构造一个以需方为主、生产者 and 消费者智能互动、第三方参与的能源体系，实现以用户为中心的免费、低费的码址资源的海量配置和服务模式，现有的用户将自然成为超级智能网的基础组元；其二、它建造符合国际能源网络需求的域名管理机制，设立新的根服务服务器管理机制，我认为可以先期市场化推动设立城市、工厂等管理单元为主的能源根服务器运行模式，这将使得根服务器管理成为超过云计算的新兴产业，它们与现有互联网之间具有互通机制。赛门铁克就是根服务器管理的商业领先公司，它附属的 VeriSign 公司目前就管理着世界 13 台根服务器中的 2 台（A 与 J），它们主责顶级域名中的 .com 和 .net 运转。当然，我也在与中国有关城市和工厂讨论设计能源根服务器的具体实施方案。其三、借鉴互联网底层协议的经验和教训，构建第三互联网领先的底层协议，应该将相关互联网的系统结构设计从七层简化为三

层。其四、构建超级智能网的操作系统，并在可能情况之下，提供免费且可持续升级的操作系统，这意味所有能源网络的设施组件都将逐步实现智能化，新型路由器、能源芯片等将广有用武之地，目前的能源系统没有公用的操作系统，这在世界上也是空白。其五、构建新型的能源终端系统，房屋最终将发展成为电脑化产品，这几乎是工业革命以来最大的建筑革命，其他用能终端也将实现网络化。以智能电表而论，我在2011年深圳高交会的论坛会上讲过，根据国际电工委员会 TC57 架构目前智能电表设施组元包括：智能电子装置、继电器、电表、开关、电流互感器、电压互感器。设计这些组元体系之时，没有考虑到它与能源表计的软件操作系统的兼容，这就意味着目前已装的智能电表相当一部分属于试错型运用，要考虑到淘汰或者升级成本。在超级智能网时代，客户表计系统既应该包括硬件，也应该包括软件。其六、建立复杂化、螺旋型能源网络创新流程。

结论

实际上，能源网络与信息网络、生产者和消费者复杂化重组的新型智能网使综合性的创新技术在能源领域全面投入应用并由此推动新的产业革命成为可能，而且这种新的能源体系的创新水平将决定全球产业革命的性质和作用，把能源需求转变为开放性的社会增长机遇；借电力产业之船从传统的产业此岸跨越向创新的社会彼岸，这使得能源体系的智能变迁将深刻影响世界的生产方式、生活方式，而且将成为人类思想革命的前沿和环保经济增长的核心，这也是能源系统智能化革命的意义。（作者为中国国际经济交流中心智能能源网研究组组长、中国科学院科学时报社首席能源专家）

智能电网重大科技产业化工程“十二五”专项规划（全文）

智能电网是实施新的能源战略和优化能源资源配置的重要平台，涵盖发电、输电、变电、配电、用电和调度各环节，广泛利用先进的信息和材料等技术，实现清洁能源的大规模接入与利用，提高能源利用效率，确保安全、可靠、优质的电力供应。实施智能电网重大科技产业化工程，对于调整我国能源结构、节能减排、应对气候变化具有重大意义。

实施智能电网技术研发和示范工程，加快推进智能电网相关产业发展，是服从国家战略、落实科学发展观的重要举措，对于转变经济发展方式、促进产业结构优化升级、加快信息化与工业化融合，具有重要的现实意义。根据国家战略要求和我国经济社会发展需要，为落实《中国应对气候变化国家方案》和《关于发挥科技支撑作用、促进经济平稳较快发展的意见》，培育战略性高技术产业，特制定本《智能电网重大科技产业化工程“十二五”专项规划》。

一、形势与需求

世界范围内智能电网的建设进程已经全面启动，许多国家都确立了智能电网建设目标、行动路线及投资计划，同时结合各自地区的监管机制、电网基础设施现状和社会发展情况，有针对性地拟定了不同的智能电网战略。美国的智能电网计划致力于在基础设施老化背景下，建设安全、可靠的现代化电网，并提高用电侧效率、降低用电成本；欧盟的超级智能电网计划以分布式电源和可再生能源的大规模利用为主要目标，同时注重能源效率的改善和提高，欧洲各国结合各自的科技优势和电力发展特点，开展了各具特色的智能电网研究和试点项目，英法德等国家着重发展泛欧洲电网互联，意大利着重发展智能表计及互动化的配电网，而丹麦则着重发展风力发电及其控制技术；加拿大由于其分省管理的电力体制，目前暂无全国性的智能电网计划，由国家自然资源署进行全国智能电网建设工作的协调，重点放在如何提升电网对大规模可再生能源的接入能力和传输能力；日本智能电网的核心是建设与太阳能发电大规模推广开发相适应的电网，解决国土面积狭小、能源资源短缺与社会经济发展的矛盾；韩国的智能电网研究重点放在智能绿色城市建设上，目前已经在济州岛建设综合性的智能城市示范工程；澳大利亚智能电网建设的目标是发展可再生能源和提高能量利用效率，主要工作集中在智能表计的实施及其相关的需求侧管理方面。

综合世界各地建设智能电网的进程来看，智能电网的关注热点包括：（1）大规模可再生能源发电的接入技术及其与大规模储能联合运行技术；（2）大电网互联、远距离输电及其相关控制技术；（3）配电自动化和微网；（4）用户侧的智能表计及需求响应技术。

我国也高度关注智能电网。胡锦涛总书记 2010 年 6 月 7 日在两院院士大会上的讲话中，提出要重点推动的科技发展方向的第一项就是“大力发展能源资源开发利用科学技术”，而“构建覆盖城乡的智能、高效、可靠的电网体系”是其核心内容。温家宝总理 2010 年 3 月 5 日在第十一届全国人民代表大会第三次会议上所做的政府工作报告中明确提出要“大力开发低碳技术，推广高效节能技术，积极发展新能源和可再生能源，加强智能电网建设”。2011 年 3 月发布的《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》提出的“十二五”期间电力行业转型升级、提高产业核心竞争力的总体任务是“适应大规模跨区输电和新能源发电并网的要求，加快现代电网体系建设，进一步扩大西电东送规模，完善区域主干电网，发展特高压等大容量、高效率、远距离先进输电技术，依托信息、控制和储能等先进技术，推进智能电网建设，切实加强城乡电网建设与改造，增强电网优化配置电力能力和供电可靠性。”科技部于 2009 年 11 月 24 日发布的《关于加快我国智能电网技术发展的报告》中提出了明确的目标和任务。国家电网公司于 2009 年 5 月发布了“坚强智能电网”愿景及建设路线图，中国南方电网有限责任公司在 2010 年 7 月提出“建设一个覆盖城乡的智能、高效、可靠的绿色电网”。

总结我国能源和电力发展现状，面临两个基本现实：一是能源资源贫乏，难以支撑现在的社会经济发展模式，而且能源资源与用电需求地理分布上极不均衡；二是气候变化催生的低碳社会经济发展模式对电力系统发展的压力迫在眉睫。为适应能源需求和气候变化的压力，各种新能源和可再生能源发电的发展目标是作为传统火力发电的替代电源而非补充电源，而集约化的发展模式带来的并网技术难题远远超越了世界上的其他国家和地区。

建设智能电网，充分发挥电网在资源优化配置、服务国民经济发展中的作用，对我国经济社会全面、协调、可持续发展具有十分重要的战略意义。建设智能电网也是电网领域的一次重大技术革命，是本轮能源技术变革的重要内容，在研究先进输变电技术的基础上，依靠现代先进通信技术、信息技术、设备制造技术，在发电、输变电、配用电以及电网运行控制等各个环节实现全面的技术跨越，在不断提升电网输配电能力的基础上，通过现代先进技术的高度融合，大规模开发和利用新能源和可再生能源、全面提高大电网运行控制的智能化水平，提高电网输电及供电能力、抵御重大故障及自然灾害的能力，提升供电服务能力和水平，实现我国电网的跨越式发展。

建设智能电网有助于解决以下的能源与电力的战略需求：

一是电网支撑大范围优化资源配置能力亟待提高。我国能源资源与用电需求地理分布上极不均衡，决定了我国必须走远距离、大规模输电和全国范围优化能源资源配置的道路。大规模、集中式的水电、煤电、风电、太阳能、核电等能源基地开发，需要电网进一步提升资源配置能力。

二是现有电力系统难以适应清洁能源跨越式发展。我国风资源丰富地区主要集中在东北、华北、西北等区域，这些地区大多负荷水平较低、调峰能力有限，大规模风电就地利用困难，需要远距离大容量输送，在大区以至全国范围内实现电量消纳。同时，我国风电和太阳能发电存在分散接入和规模开发两种形式，大规模接入对电网的规划、调度、运行及安全保障技术提出了新的挑战。

三是大电网安全稳定运行面临巨大压力。我国电网安全稳定运行面临的压力主要来自如下几个方面：其一是电力工业规模迅速扩大，目前我国电网已成为世界上电压等级最高、规模最大的电网之一，2010年底总装机容量位居世界第二，并且仍处于持续、快速增长阶段。其二是电网结构日趋复杂，形成了全国联网的交直流互联大电网。其三是自然灾害频发，冰灾、地震、台风等极端灾害对电网的安全造成了极大的威胁。

四是用户多元化需求对现有电网提出新的挑战。智能配用电环节要满足分布式电源接入、电动汽车充放电、电网与用户双向互动的需求。亟需突破大规模分布式电源接入配电网的关键支撑技术。电动汽车发展已进入产业化发展期，电动汽车充放电技术亟需突破。智能城市和智能家居的发展，开辟了灵活互动的电能利用新模式，迫切需要建立开放的智能用电平台。

五是能源供应结构还需完善，能源利用效率需要进一步提升。当前及未来相当长的时间内，我国能源供应结构中，煤炭一直会占据绝对优势的地位。这种以煤为主的能源结构，使我国在大气污染排放方面成为世界的主要关注对象。此外，随着我国经济的高速发展，对能源的需求还将迅速增加。在这种情况下，推动节能减排、提高能源利用效率将是服务“两型”社会建设，促进经济社会可持续发展的必然趋势。

六是电网发展对关键技术和装备提出更高要求。提高设备运行的安全性及经济性，节约维护费用，需要以智能化的输变电设备为基础，实现设备全寿命周期管理，提高输变电资产的利用效率。提高电网运行的安全性和稳定性，需通过智能化的输变电设备与电网间的有效信息互动，为电网运行状态的动态调节提供有力支撑。同时，电工制造行业及相关产业自主创新和产业升级，需要靠提升输变电设备的智能化水平来推动，以提升科技创新能力和国家竞争能力。

发展智能电网是我国发展大规模间歇可再生能源的重要途径，对发展新能源战略性新兴产业具有重大的支撑作用。智能电网具有很强的辐射能力和拉动作用，可带动相关产业发展与升级。为支持智能电网发展，需要对以下产业进行布局：（1）清洁能源发电，智能电网建设将大幅度提高电网接纳间歇性清洁能源发电能力，是清洁能源发电进一步快速发展的前提；（2）清洁能源发电设备制造，如风力发电、太阳能发电等；（3）新材料产业，如光电转换材料、储能材料、绝缘材料、超导材料、纳米材料等；（4）电网设备制造产业，如新型电力电子器件、变压器等；（5）信息通信、仪器仪表、传感、软件等；（6）新能源汽车产业。此外，智能电网还涉及家电等消费类电子产业。

二、发展思路和原则

“十二五”是电网科技发展的关键时期，必须坚持战略性、前瞻性原则，针对支撑我国智能电网建设的关键技术，集中力量、重点突破，加强高新技术原始创新，超前部署未来电网发展的前沿技术，为“十三五”及未来电力技术发展打下基础。同时，坚持有所为、有所不为的原则，从当前我国建设智能电网的紧迫需求出发，着力突破重大关键、共性技术，支撑电网的持续协调发展。

“十二五”电网科技研发的重点方向选择必须按照“反映国家需求，体现国家目标，凝练重点方向，立足自主创新，实现整体突破”的原则，以建设智能、高效、可靠的电网为基本出发点，以实现智能应用为重要内容，针对新能源及可再生能源发电接入、输变电、配用电等各个环节，充分发挥信息通信技术的优势和潜能，通过大电网智能调度与控制技术实现对电网的协调控制，不断提升电网的输配能力和综合社会经济效益。同时，还要紧跟世界技术发展前沿，针对世界各国电网科技制高点的关键领域，开展电网前沿技术研究，为我国未来电网实现长期可持续发展的又好又快发展提供技术积累和储备。

智能电网专项规划的总体思路是：结合我国国情、满足国家需求、依靠自主创新、以企业为主体、加强产学研合作、攻克关键技术、形成标准体系、完成示范工程、实施推广应用，加快智能电网产业链和具有国际竞争力企业的形成，取得国际技术优势地位，推动国际标准化工作，促进清洁能源发展，为国家在应对全球气候变化等国际事务中赢得更大主动权和影响力。

三、发展目标

总体目标是突破大规模间歇式新能源电源并网与储能、智能配用电、大电网智能调度与控制、智能装备等智能电网核心关键技术，形成具有自主知识产权的智能电网技术体系和标准体系，建立较为完善的智能电网产业链，基本建成以信息化、自动化、互动化为特征的智能电网，推动我国电网从传统电网向高效、经济、清洁、互动的现代电网的升级和跨越。示范工程和产业培育方面，建成 20~30 项智能电网技术专项示范工程和 3~5 项智能电网综合示范工程，建设 5~10 个智能电网示范城市、50 个智能电网示范园区，并通过投资和技术辐射带动能源、交通、制造、材料、信息、传感、控制等产业的技术创新和发展，培育战略性新兴产业，带动相关产业发展，打造一批具有国际竞争力的科技型企业。建设一批拥有自主知识产权和知名品牌、核心竞争力强、主业突出、行业领先的大企业（集团）。

2010 年已经先期启动了先进能源技术领域“智能电网关键技术研发（一期）”863 重大项目，目前已经完成了智能电网关键技术研究计划的制定，全面启动了关键技术及装备的研发和工程化试点工作。到 2015 年，在智能电网关键技术和装备上实现重大突破和工业应用，形成具有自主知识产权的智能电网技术体系和标准体系；突破可再生能源发电大规模接入的关键技术，实现可再生能源规模化并网发电的友好接入及互动运行；积极发展储能技术，提高电网对间歇性电源的接纳能力，解决大规模间歇性电源接入电网的技术和经济可行性问题；完成智能输变电示范工程在部分重点城市推广应用，对其用户的供电可靠度达到每年每户停电小于 2 小时；基本建成智能调度技术支持系统和安全、规范、全覆盖的信息支撑网络；选择适当的地域建设 3~5 项智能电网集成综合示范工程；形成较为完善的智能电网产业链，打造一批具有国际竞争力的高新技术企业。到 2020 年，关键的智能电网技术和装备达到

国际领先水平，重点解决电网合理布局，高效输配，优化调度，增强保障度，有效降低经济成本等问题；建成符合我国国情的智能电网，使电网的资源配置能力、安全水平、运行效率大幅提升，电网对于各类大型能源基地，特别是集中或分散式清洁能源接入和送出的适应性，以及电网满足用户多样化、个性化、互动化供电服务需求的能力显著提高；全面满足消纳大规模风电、光电的技术需求，为培养新的绿色支柱能源提供畅通的电力传输通道，城市用户的供电可靠度达到每年每户停电小于 1 小时。

四、重点任务

（一）大规模间歇式新能源并网技术

风电机组/光伏组件随风速或辐照强度的出力特性、出力波动特性与概率分布；风电场、光伏电站集群出力的时空分布和出力特性；风电场、光伏电站集群控制系统；大型风电基地或大型光伏发电基地的集群控制平台系统示范工程。

大规模间歇式能源发电实时监测技术、出力特性及其对调度计划的影响；大规模间歇式能源发电日前与日内调度策略与模型；省级、区域、国家级范围内逐级间歇式能源消纳的框架体系；多时空尺度间歇式能源发电协调调度策略模型及系统示范工程。

大型风电场接入的柔性直流输电系统分析与建模技术；柔性直流输电系统数字物理混合仿真平台；交/直流混合接入的控制方法；柔性直流输电系统故障分析与保护策略；输电工程关键技术及样机；核心装备研制与示范工程。

间歇式电源基础数据、模型及参数辨识技术；间歇式电源与电网的协调规划技术；间歇式电源并网全过程仿真分析技术；间歇式电源接入电网安全性、可靠性、经济性分析评估理论和方法。

适应高渗透率间隙性电源接入电网的综合规划方法；提高区域电网接纳间歇性电源能力的关键技术；时空互补的区域电网间歇性电源优化调度方法和协调控制策略；风、光、储、水等多种电源多点接入互补运行技术；含高渗透率间歇性电源的区域电网防灾技术、应急机制、数字仿真平台和示范应用。

区域性高密度、多接入点光伏系统并网及其与配电网协调关键技术，重点研究屋顶、建筑幕墙与光伏一体化技术，并探索并网运营的商业模式；功率可调节光伏系统与储能系统稳定控制技术、区域性高密度、多接入点光伏系统的电能质量综合调节技术、新型孤岛检测与保护技术、能量管理技术；不同储能系统的高效智能化双向变流器、新型集中与分散孤岛检测装置、分散计量测控系统和中央测控系统等关键设备。

微网的规划设计理论、方法、综合性能评价指标体系、规划设计支持系统、运行控制技术；微网动态模拟实验平台和微网中央运行管理系统；具有多种能源综合利用的微网示范工程。

大容量储能与间歇式电源发电出力互补机制，储能系统与间歇式电源容量配置技术及优化方法；储能电站提高间歇式电源接入能力应用控制与能量管理技术；储能电站的多点布局方法及广域协调优化控制技术。

多种类型新能源发电集中综合消纳在规划、分析、调度运行、继电保护、安稳控制、防灾应急等领域的关键技术。考虑到我国风光资源丰富区域的电网结构薄弱的特

点，发展电源电网综合规划方法，提出时空互补的优化调度方法和协调控制策略，研究高可靠性继电保护与安全稳定协调控制系统，发展防灾技术和应急机制。

不同类型系统故障引起的大型风电场群连锁故障现象，抑制大型风电场群发生连锁故障技术方案，大型风电场群参与系统稳定控制的技术方案，包含系统级的大型风电场群故障穿越综合解决方案及其在大型风电基地上的示范应用。

风电机组、光伏发电系统先进控制技术；新能源发电设备监测与信息化技术；新能源电站的智能协调控制技术与协调控制系统。

含风光储的分布式发电接入配电网控制保护及可靠供电技术、信息化技术；含风光储分布式发电接入配电网的电能质量问题；包含风光储的分布式发电接入配电网示范工程。

综合利用多种技术手段，突破小水电群大规模接入电网的技术瓶颈，减少其对电网安全稳定运行的影响。研究提高小水电群接入消纳能力的电网优化方法和柔性交流、柔性直流输电技术，小水电发电能力预测技术，小水电监测与仿真平台集成技术，小水电与大中型水电站群系统多时空协调控制方法，小水电与风电、火电系统多时空协调控制，提高小水电群接入消纳能力的区域稳定控制理论、控制方法和控制系统。

间歇式能源发电出力的概率分布规律并建立相应的模型，间歇式能源网源协调控制技术，间歇式能源发电系统故障穿越技术，间歇式能源发电系统电气故障诊断及自愈技术。

“风电+抽蓄”的运营模式。设计风电抽蓄联合运行模式，建立包括联合优化模型、联合仿真、安全校核、模拟交易等在内的支撑系统，形成完整的风电抽蓄联合运行管理系统框架。

间歇式电源功率波动特性及其对电网的影响；广域有功功率及频率控制、分层分级无功功率及电压控制技术，电力系统动态稳定性分析及控制技术；机组-场群-电网分级分散协同控制技术；严重故障下新能源电力系统故障演化机理及安全防御策略，考虑交直流外送等方式下的间歇式电源紧急控制、输电系统紧急控制以及其他安控措施的协调控制技术。

含大规模间歇式电源的交直流互联大电网的协调优化运行技术，广域协调阻尼控制技术，状态监测与信息集成技术，实时风险评估技术，智能优化调度和安全防御技术。

（二）支撑电动汽车发展的电网技术

电动汽车电池更换站运行特性，更换站作为分布式储能单元接入电网的关键技术和控制策略；电池梯次利用的筛选原则、成组方法和系统方案；更换站多用途变流装置；更换站与储能站一体化监控系统；更换站与储能站一体化示范工程。

电动汽车充电需求特性和规模化电动汽车充电对电网的影响；电动汽车有序充电控制管理系统；电动汽车有序充电试验系统。

电动汽车与电网互动的控制策略和关键技术；电动汽车智能充放电电机、智能车载终端和电动汽车与电网互动协调控制系统；电动汽车与电网互动实验验证系统；电动汽车充放电设施检验检测技术。

电动汽车新型充放电技术；电动汽车智能充放电控制策略及检测技术；充电设施与电网互动运行的关键技术。

规模化电动汽车电池更换技术、计量计费、资产管理技术；充电设施运营的商业模式；基于物联网的智能充换电服务网络的运营管理系统建设方案。

（三）大规模储能系统

基于锂电池储能装置的大容量化技术，包括电池成组动态均衡、电池组模块化、基于电池组模块的储能规模放大、电池系统管理监控及保护等技术；电池储能系统模块化集成技术，包括大功率储能装置及储能规模化集成设计方法、大容量储能系统的监控及保护技术、储能系统冗余及扩容方法、储能电站监控平台。

多类型储能系统的协调控制技术；多类型储能系统容量配置、优化选择准则以及优化协调控制理论体系；基于多类型储能系统的应用工程示范。

单体钠硫电池产品化和规模制备自动化中的关键问题以及集成应用中的核心技术，先进的钠硫电池产业化制备技术，MW级钠硫电池储能电站的集成应用技术。

MW以上级液流电池储能关键技术，5MW/10MWh全钒液流储能电池系统在风力发电中的应用示范，国际领先、自主知识产权的液流电池产业化技术平台。

锂离子电池的模块化成组技术；电池储能系统热量管理技术、状态监控及均衡技术、储能电池检测和评价技术；模块化储能变流技术，及各种不同型式的储能材料与功率变换器的配合原则；基于变流器模块的电池储能规模化系统集成技术，及储能系统电站化技术。

储能系统的特性检测技术；储能系统的应用依据和评估规范；储能系统并网性能评价技术，涵盖电力储能系统的研究、制造、测试、设计、安装、验收、运行、检修和回收全过程的技术标准和应用规范。

（四）智能配用电技术

智能配电网自愈控制框架、模型、模式和技术支撑体系；含分布式电源/微网/储能装置的配电网系统分析、仿真与试验技术；考虑安全性、可靠性、经济性和电能质量的智能配电网评估指标体系；含分布式电源/微网/储能装置的配电网在线风险评估及安全预警方法、故障定位、网络重构、灾害预案和黑启动技术；智能配电单元统一支撑平台技术；智能配电网自愈控制保护设备和自愈控制系统；智能配电网自愈控制示范工程。

灵活互动的智能用电技术体系架构；智能用电高级量测体系标准、系统及终端技术；用户用电环境（特别是城市微气象）与用电模式的相互影响，不同条件下的负荷特性以及对用电交互终端、家庭用电控制设备的影响；智能用电双向互动运行模式及支撑技术。

智能配用电示范园区规划优化和供电模式优化方法。配电一次设备与智能配电终端的融合与集成技术；配电自动化系统与智能用电信息支撑平台及智能配电网自愈控制系统的集成技术；用电信息采集系统与高级量测系统、智能用电互动平台的集成技术；智能用电小区用户能效管理系统与智能家居的集成技术；智能楼宇自动化系统与建筑用电管理系统的集成技术；分布式储能系统优化配置方法和运行控制技术；提高配电网接纳间歇式电源能力的分布式储能系统优化配置方法和运行控制技术，分布式储能系统参与配电网负荷管理的优化调度方法，配电网分布式储能系统的综合能量管理技术；智能配用电示范园区。

主动配电网的网络结构及其信息控制策略，主动配电网对间歇式能源的多级分层消纳模式，主动配电网与间歇式能源的协调控制技术。

智能配电网下新型保护、量测的原理和算法；智能配用电高性能通信网技术；智能配电网广域测量、自适应保护及重合闸等关键技术；开发智能配电网新型量测、通信、保护成套设备，智能配电网新型量测、通信、保护成套设备的产业化。

智能配电网的优化调度模式、优化调度技术，面向分布式电源、配电网以及多样性负荷的优化调度方法；包括优化调度系统以及新能源管控设备等关键装备；智能配电网运行状态的安全、可靠、经济、优质等指标评价技术。

钢铁企业等大型工业企业电网的智能配用电集成技术。配电自动化系统与智能用电信息支撑平台及智能配电网自愈控制系统的集成技术；用电信息采集系统与高级量

测系统、智能用电互动平台的集成技术；分布式储能系统优化配置方法和运行控制技术。

适于岛屿、油田群的能源高效利用的智能配网集成技术，包括信息支撑平台、自愈控制、用电信息采集、高级量测、用电互动、能效管理、储能系统优化配置和运行控制，建设配网综合示范工程。

高效自治微网群的规划设计及评价体系，稳态运行与多维能量管理技术，多空间尺度微网群自治运行控制器样机，统一调度平台软件，多空间尺度高效自治微网群的示范应用。

孤岛型微电网的频率稳定机理与负荷-频率控制方法，孤岛型微电网的电压稳定机理与动态电压稳定控制方法，大规模可再生能源接入孤岛型微电网的技术，孤岛型微电网系统的示范工程建设及现场运行测试与实证性研究。

（五）大电网智能运行与控制

电网智能调度一体化支撑关键技术；大电网运行状态感知、整体建模、风险评估与故障诊断技术；多级多维协调的节能优化调度关键技术等。

在线安全分析并行计算平台的协调优化调度技术，复杂形态下在线安全稳定运行综合安全指标、评价方法和实现架构；大电源集中外送系统阻尼控制技术，次同步谐振/次同步振荡的在线监测分析预警及阻尼控制技术；基于广域信息的大电网交直流智能协调控制和紧急控制技术。

（六）智能输变电技术与装备

传感器接口及植入技术，电子式互感器（EVT/ECT）的集成设计技术，智能开关设备的技术标准体系及智能化实施方案；具备测量、控制、监测、计量、保护等功能的智能组件技术及其与智能开关设备的有机集成技术；适用于气体介质的压力与微水、高抗振性能的位移、红外定位温度、声学、局部放电信号等传感器及接口技术，各类传感器的可靠性设计技术和检验标准；开关设备运行、控制和可靠性等状态的智能评测和预报技术，智能开关设备与调控系统的信息互动技术，开关设备的程序化和选相合闸控制技术。

高压设备基于 RFID、GPS 及状态传感器的一体化识别、定位、跟踪和监控的智能监测模型，输变电设备智能测量体系下的全景状态信息模型；具有数据存储能力、计算能力、联网能力、信息交换和自治协同能力的一体化智能监测装置；基于 IEC 标准的全站设备状态信息通讯模型和接口体系构架，输变电设备状态信息和自动化信息的集成关键技术，标准化全站设备状态采集和集成设备关键技术；输变电高压设备智能

监测与诊断技术，输变电区域内多站的分层分布式状态监测、采集和一体化数据集成、存储、分析应用系统。

（七）电网信息与通信技术

智能配用电信息及通信体系与建模方法；智能配用电系统海量信息处理技术；智能配用电信息集成架构及互操作技术；复杂配用电系统统一数据采集技术；智能配用电业务信息集成与交互技术；智能配用电信息安全技术；智能配用电高性能通信网技术等。

电力通信网络技术体制的安全机理与属性；通信安全对智能电网安全稳定运行的影响；保障智能电网各个环节的通信安全技术与组网模式；广域电网实时通信业务可靠传输技术、支持多重故障恢复的通信网自愈与重构技术；电力通信网络的安全监测及防卫防护技术；电力通信网络安全性能优化技术；电力通信网络安全评价体系；智能电网通信网络综合管理与网络智能分析技术，电力通信网综合仿真与测试平台，电力通信智能化网络管理示范工程。

实用的新型电力参量传感器，以及多参量感知集成的无线传感器网络技术、多测点多参量的光纤传感网络技术；多种传感装置的融合技术；电力传感网综合信息接入与传输平台技术；电力物联网编码技术、海量数据存储、过滤、挖掘和信息聚合技术；新一代高性能电力线载波（宽带/窄带）关键通信技术；电力新型特种光缆及试点工程，新型特种光缆设计、制造、试验、施工、运维等配套支撑技术及基本技术框架，新型特种光缆的应用模式和技术方案；智能电网统一通信的应用模式、部署方式和网络架构，统一通信在支撑调度、应急、用电管理等各环节的应用和解决方案。

智能电网统一信息模型及信息化总体框架；电网海量信息的存储结构、索引技术、混合压缩技术、数据并发处理、磁盘缓存管理、虚拟化存储和安全可靠存储机制等信息存储技术；基于计算机集群系统的并行数据库统一视图和接口、并行查优、海量负载平衡和海量并行数据的备份和恢复技术；海量实时数据与非实时数据的整合检索和利用技术；云计算在海量数据处理中的应用技术；海量实时数据库管理系统；高效存储及实时处理智能信息服务平台示范工程。

电网可视信息的模式识别、图形分析、虚拟现实等技术，可视化支撑技术架构；智能监控系统架构，计算机视觉感知方法、智能行为识别与处理算法等关键技术；智能电网双向互动的信息服务平台技术，桌面终端、移动终端、互动大屏幕等多信息展现渠道；智能电网双向互动的信息服务平台示范工程。

（八）柔性输变电技术与装备

静止同步串联补偿器、统一潮流控制器的关键技术，包括主电路拓扑、仿真分析技术、关键组件的设计制造技术、控制保护技术、试验测试技术，开发工业装置并示范应用；利用柔性交流输电设备的潮流控制和灵活调度技术。

高性能、低成本、安装运维方便的高压大容量新型固态短路限流器，包括新型固态限流装置分析建模与仿真技术、固态限流器主电路设计技术、固态限流器的控制与保护策略，工程化的高压大容量新型固态限流装置研制。

面向输电系统应用的高温超导限流器的核心关键技术，包括超导限流装置的限流机理、主电路拓扑、建模和仿真分析、优化设计方法、控制策略、保护系统、试验测试技术，220kV 高温超导限流器示范装置研制。

高压直流输电系统用高压直流断路器分断原理理论分析、模型与仿真、直流断路器总体方案、成套电气与结构、关键零部件、系统集成化、成套试验方法、SF6 断路器电弧特性等，15kV 级直流断路器样机研制及示范工程。

高压输电系统用高压直流陆上和海底电缆的绝缘结构型式、机械和电学特性、绝缘、结构和导电材料选择、成型工艺、相关测试和试验方法、可靠性试验，±320kV 级陆上和海底电缆的研制及相关试验测试。

直流输电系统中的直流电流和电压测量方法和技术，直流输电系统直流电流和电压测试系统方法和技术路线，直流输电系统测量装置计量和标定方法，高电位直流电流和直流电压测试系统，全光直流电流互感器和全学直流电压互感器，满足特高压直流输电和柔性直流输电需求的样机及相关试验、认证和示范应用。

换流器拓扑结构和主回路优化、多端柔性直流供电系统分析、计算和仿真；多端直流供电系统与交流供电系统的相互影响和运行方式，研究多端直流供电系统的控制保护系统架构、电压、潮流和电能质量控制方法；紧凑型、模块化换流站设备及其控制保护系统，它们在城市供电中的示范应用。

直流配电网拓扑结构、基本模型、控制保护方案，直流配网仿真模型和技术，直流配电网设计技术，直流配电网换流站关键装备，直流配电网经济安全指标体系和评估方法，考虑各类分布式电源接入和电动汽车充换电设备与电网互动情况下的直流配电网建设和优化运行方案，直流配电网管理和控制系统，直流配电网示范工程及相关技术、装置和系统的有效验证。

（九）智能电网集成综合示范

在一个相对独立的地域范围，建立一个涵盖发电、输电、配电、用电、储能的智能电网综合集成示范工程，实现智能电网多个领域技术的综合测试、实验和示范，并

研究智能电网的可行商业运营模式，形成对未来智能电网形态的整体展示，体现低碳、高效、兼容接入、互动灵活的特点。

智能电网集成综合示范的技术领域包括：

大规模接入间歇式能源并网技术；

与电动汽车充电设施协调运行电网技术；

大规模储能系统；

高密度多点分布式供能系统；

智能配用电系统；

用户与电网的互动技术；

智能电网信息及通信技术。

五、保障措施

我国智能电网科技行动既需要关键技术的攻关和突破，又需要示范工程的落实和建设，是一项复杂的系统工程，涉及政策、资金、科技、人才、管理等方面，需要在政府的组织领导下，协调各方面力量共同推进。

加强组织领导，完善管理机制。建立多部门的协调机制，加强各部门之间、电网与发电企业之间、电网与电力用户之间、国际与国内之间的联动和协调；设立总体专家组，加强科技行动的顶层设计；结合国家清洁能源发展战略和规划的实施，统筹部署智能电网的技术研发和示范应用。

加强技术合作和集成创新，努力营造有利于自主创新的智能电网技术研究开发环境。由国家电网公司和中国南方电网有限责任公司牵头，组织有关设备制造企业、高等学校、科研机构，建立智能电网产业技术创新战略联盟。同时，在有基础的高等院校、科研机构、企业建立国家重点实验室和工程中心，在有条件的地区布局产业化基地。加强与国家重大科技专项和相关科技计划的结合，充分集成现有的创新成果和资源；集成国内优势科研力量，加强与国家重点工程建设的衔接，依托国家重大工程和清洁能源基地开发，开展智能电网的示范建设。

充分发挥国家高新技术产业开发区、国家级高新技术产业化基地的作用，加快成果产业化，推动创新型产业集群建设工程，围绕本专项确定的主要目标，合理选择技术路径和产业路线，采取有效措施，促进产业集群的形成和创新发展。

国家电网与通信进入“蜜月磨合期”

一场围绕电力系统的能源革命正在开展，这就是智能电网。

2009年5月，国家电网公司正式发布了“坚强智能电网”发展战略。2010年的全国两会上，智能电网建设明确为我国的基本发展战略。

但是到目前为止智能电网并没有明确统一的定义。中国科学院院士、中国电科院名誉院长周孝信提出：发展迅速的信息通信和控制技术与传统的输配电网络相结合，就构成了未来新型智能电网的雏形。

智能电网的通信诉求

在刚刚结束的“2012中国智能电网建设国际论坛”上，与会专家的讨论围绕着一个核心话题：能源革命。国网能源研究院副院长胡兆光指出：“智能电网之所以成为全球热潮，主要在于它可以节能、减排。”

业内专家总结智能电网的节能减排主要为三个方面：一是帮助可再生能源接入传统电网中；二是帮助降低能源消耗，提高能源利用效率；三是保障大电网更加安全、可靠。

但是这三点功效，必须依赖一张稳定、灵活的通信网络来实现。

周孝信表示：“将西部的可再生能源接入到传统电网中存在很大难度，因为可再生能源具有间歇性和不稳定性，这要求我们的电网具备分析型调度功能，即能根据负荷变化进行能源管理，又可以根据可再生能源电力的变化额进行能源管理。”需要指出的是：调度任务隶属于国家电网公司调度处，该部门的职责就是部署、管理、应用国家电网在全国的通信网络，比如调度平面、信息采集平面。新能源的接入需要更智能、灵活的调度网络。

其次，在节省能源消耗方面，通信网络可以帮助国家电网更详细地统计各点用电信息、以及用电信息的变化曲线，进而实现合理分配；在保障电网安全、可靠性方面，通过通信网络采集各点发电、输电、变电、用电信息，可以准确分析出存在的故障点，

以及潜在故障点，并迅速实现自愈。瑞斯康达企业网事业部副总经理吴东锋向我们举例介绍：“我国高压输电线路很容易受到积雪压力威胁，据此我们可以根据压力信息采集分析潜在威胁点，进而下达信息指令，给予该点是融冰电能，解除危机。”

吴东锋指出：“发电、输电、变电、用电每个环节都需要有与其匹配其使用的网络建设模型，只有建立使用统一的通信网络才能更好地、规模地推广和应用智能电网。”

电网的通信缘

有市场自然催生产业。如何将通信技术更好地应用到电力系统，成为目前各通信企业的推广重点。

其实，国家电网很早就已经开始组建通信专网。当然，这张网络最初只是用于核心环节的信息采集。

早在上世纪 80 年代，国家电网就在当时的高压线路中开始架设 ADSS 光缆，这可以理解光缆产业在电力系统的延伸，随后出现的 OPGW、OPPC 也是此产业链中的一员。

在 2000 年之后，国家电网开始大规模敷设 OPGW、OPPC 光缆，组建通信网络。通光集团、中天科技、亨通光电凭借自身努力开始在该市场崛起，并逐步打破国际垄断，成为国内市场主流供应商。

当然，此通信网络必然辅之以通信设备方能显其功效，比如：PDH/SDH、工业级以太网交换机、2.5G 传输设备等，近 2~3 年也部署了少量 PTN/OTN，10G 传输设备。但由于该网络只用于内部信息采集，而且传统电网信息采集系统并不完善，所以传输设备需求量较小，市场竞争并不明显，相对于运营商市场来说，电信网络市场并不起眼。

但随着智能电网的提出，国家电网对通信的需求逐步提升。以一个中小城市为例，电力用户有 10 万户左右，配电、变电所约 1000 个，开闭所、环网柜以及柱上开关等约有 100 个，需要采集的信息点达到 10 万个之多。构建低成本、广覆盖的城市配电网信息通信网络是国家电网必须考虑的问题。

借市场机遇，通信厂商开始规模登陆电力系统。其中最引人注目的就是 PFTTH(电力光纤入户)。2009 年，国内第一根 OPLC(电力光纤)面世，通过该线缆可以做到电线、光缆同时入户。经过一系列的实验验证，2011 年国家电网开始在全国各省市大规模开展电力光纤入户工程试点，旨在实现用电信息采集，取代现在的人工抄表项目。据统计，去年 OPLC 需求超过 3 亿，亨通、通光、烽火在此市场受益颇丰。同时受益的还有如华为、中兴、烽火等 PON 系统厂商。

由于看到 OPLC 的“多功能性”，2011 年 6 月，中国电信与国家电网公司签订关于光纤入户工程的协议，通过 PFTTH，双方各取所需：中国电信实现 FTTH，国家电网公司完成电力部署，同时做到用电信息采集。所有人都已经看到，国家电网的通信潜力巨大。

电网的通信劫

然而“打天下易、守天下难”，对于国家电网来说，也许建设一张通信网络不难，但是如何管理这张网络却实非易事。

“一直以来，电力部门对于通信系统并不重视。长期积弱导致国家电网缺乏必须的通信技术储备。”一位厂商专家向记者透露，“国家电网很多通信人员都缺少必须的通信知识，短期内很难接纳目前的主流通信技术。”

一位国家电网调度处的负责人对此也有同感，他透露：“2011 年，某厂商跟我们在珠海合作了 LTE 项目进行信息采集、在山东省干应用了 OTN 设备，这两种技术确实给我们带来了很大优势。然而，这两种在运营商还处于试点或者刚商用阶段的技术，对于我们来说可能会难以驾驭，也难以推广。”

此外，国家电网也缺乏统一的通信标准，互通也是最大的问题。这往往导致信息采集系统的集中器和采集器必须使用同一厂商的设备，甚至有些集中器无法采集信息，很大程度上限制了信息采集的推广和应用。

同时，智能电网对于通信安全程度的要求要高于运营商，目前还急需建立通信安全架构体系，以保证智能电网安全有序的建设和运行。

上述厂商专家向我们介绍：“通信网络的不完善反映了国家电网通信机制体系的落后与粗放，这急需引起国家电网的重视。”

数百名学生遭华锐风电“闪电”解约 反映风电行业当前困境

5 月初，800 多名学生，遭遇了被签约雇主解约的“戏弄”，而突然弃他们于不顾的雇主，是号称风电行业龙头的华锐风电。

2012 年 5 月 9 日讯 昨日（8 日），网上流传着一份特殊的“解约”邮件。发邮件的是 2011 年 1 月 13 日刚刚上市的华锐风电，而收到邮件的则是众多去年底刚和公司签订“三方协议”的 2012 届应届毕业生。

而邮件的内容更是令人不安。华锐风电称“由于公司内部战略方向有所调整，对相应招聘部门工作和应届毕业生的招聘数量进行了重新规划，招聘计划有所减少。公司人力资源部门与相关部门沟通后，向你提出解约，根据三方协议规定，公司一次性支付解约金人民币 2000 元。”

800 多名学生被签约雇主解约

据媒体报道，这 800 多名学生去年 9 月就已与华锐风电签订就业协议，但在 5 月初突然接到解约通知，称公司要裁员，要做体制改变，原来的招聘计划要变更，这导致原本已经不愁工作的数百位学生不得不因此再次忙于找工作。

据此次被解约的学生表示，此前听到公司传言要裁员，一共有三批，这事是第一批。而另一位同样被解约的学生则表示，据他了解，接到解约通知的应届生有 600 多人。

华锐风电媒体部门负责人王文对此表示，此次解约的应届生为 350 人，全国 843 人的招聘计划同后来的实际招聘结果有差异，具体数字掌握在人力资源部门。但他对公司解约的原因避而不答。

华锐风电 2012 年的校园招聘从 2011 年 9 月开始启动，9 月 19 日分别在哈尔滨工业大学、兰州理工大学、西北工业大学举办了第一批校园招聘宣讲会，并于一个月内先后在 35 所高校进行宣讲，涉及了包括北京、哈尔滨、西安、兰州、深圳、沈阳等近 20 个城市。应届毕业生们与华锐风电“签三方”的时间基本集中在去年 9 月和 10 月。

华锐的变卦给一门心思准备就业的毕业生带来了沉重的打击。“最关键的是他耗了我们 10 个月，现在 5 月份我们根本没机会找工作了”，“校招已经没了，只能走社招，社招我们没有工作经验，也就是说他把我们应届毕业生都给毁了。”签约华锐风电市场部的毕业生高旺说

一位同被解约的毕业生发帖直斥华锐风电的不负责任，“你对得起全国这将近 1000 的毕业生吗？你知道在这些背后存在怎样的心酸事情吗？你知道为了培养我们这一代我们的父母付出过多大努力吗？你们也都是有父母的，扪心自问你们良心能好受吗。工作室学生毕业后的希望，你们就这么轻易的毁了这么多人的梦想。”

涉嫌私自更改三方协议

据华电方面称，将对毕业生采取善后措施，提供推荐信帮助他们找工作，并向每位学生支付 2000 元违约金。

但这 2000 元的违约金却大有来历。但据毕业生小韩称，他在签署三方协议时并未获知有关违约金的约定及具体金额；他将三方协议交给华锐风电去盖章，取回后发现，协议末端被盖上了一个条款章：“双方任何一方违约，须赔偿对方经济损失 2000 元。”

“以这种方式被加入三方协议的 2000 元违约金，其实带有强迫性质。我们是拿回协议时才知道的。”小韩说，“而且公司电话通知我解约时，还曾劝我主动提出解约。这样他们就不用支付违约金了。”

据其他毕业生反映，华锐曾单方面电话告知，公司要裁员，如果请毕业生自己向公司提出违约，不收违约金，并在三天就能把相关程序办好，返还三方协议，如果等公司提出违约就要等到 5 月 10 号之后“名单”确定下来。“既然做了裁员的决定，那就痛痛快快地给我们违约金，给我们一个准话呗！也让我们能够开始找新的单位，可是你就是抓住我们应届毕业生求职心切的心态，用这种下三滥的手段来减小你们的违约开支”。

全行业陷困境

华锐风电解约事件反映了风电行业当前的困境。

虽然王文对公司解约的原因避而不答，但华锐风电的财报显示，公司的经营状况面临严重问题。继去年四季度净亏损 1.25 亿元之后，该公司今年一季度净利润仅 5676 万，同比下降 88%。

整个风电行业也不景气。国家能源局日前发布消息称，“十二五”第二批风电项目拟核准 1492 万千瓦，另外安排分散式接入风电项目 83.7 万千瓦、风电并网示范项目 100 万千瓦，三类项目总计 1676 万千瓦，比去年 8 月发布的“十二五”第一批风电规划核准的 2883 万千瓦减少近半。

我们通过数据推算得出，截至去年底，累计近 1000 万千瓦风电装机尚未通过主管部门核准，1700 万千瓦装机则被闲置，没有投入发电。

自去年起，就陆续有风机企业缩小规模，裁员应对。今年，全球最大的风机制造商维塔斯也宣布大幅裁员。

“风电企业面临的形势比去年还要艰难，且短期内看不到改善的迹象。”北京一名风电行业人士对我们称。

华锐风电此前发展迅猛，但业界认为，可能正因为发展得太快，所以库存量很大。

上述业内人士对我们称，市场状况虽然严峻，但不能简单说过剩。不过，由于早期装机量增长过快，电网建设没跟上，遇到相关部门加强监管，核准装机量大幅调低，企业确实受到很大冲击。

国内其他几家较大风电企业的人士在接受我们采访时，均表示目前不会裁员，并对行业前景持谨慎乐观态度。

上述业内人士则对本报称，风电建设和电网建设需要协同，在可预见的未来，不可能有前几年那样速度的增长了。

附华锐风电解约信件：

你好！在校园招聘期间，你参加公司严格的笔试，并通过招聘部门面试官严格筛选和考核，与公司签订三方协议。

但由于公司内部战略方向有所调整，对相应招聘部门工作以及对应届毕业生的招聘数量进行了重新规划，招聘计划有所减少，公司人力资源部与相关部门沟通后，向你提出解约，根据三方协议规定，公司一次性支付解约金人民币贰仟元。

具体办理流程为：

向相关应届毕业生提出解约-出具解约协议书-应届毕业生签字并提供身份证及银行卡复印件-公司内部报批-出具解约函及返还三方协议-财务支付解约金。

办理时间：

从接到同学办理解约所有材料之日起(填写完整及签字的解约协议书扫描件、银行卡复印件，身份证复印件)，于三个工作日之内寄出解约函和三方协议，15个工作日内支付解约金。

公司如果有新的招聘计划，我们将优先考虑你，你的简历将进入我们的人才库，感谢你的关注。

注：

1. 解约协议书请亲笔签字后扫描件反馈至
campus@sinovelwind.com">campus@sinovelwind.com

2. 银行卡请尽量提供光大银行（601818），银行卡复印件如不清晰将不能正常汇款，请在复印件上注明银行卡号并签字确认。

3. 请提供开户行名称，例如：中国工商银行（601398）北京分行四环北路支行。
4. 为不影响你的再次就业，请尽快办理。请与 2012 年 5 月 9 日 12:00 前将所需资料返回。

华锐风电科技(集团)股份有限公司

智能电网的智能自动电压控制技术

1. 智能电网

近几年在世界范围内兴起的智能电网，是指用先进的通信、信息、网络、传感器、分布式电源、分布式计算技术等一切可以为我们的先进技术和传统的电网技术相结合，使电网具有一种思维、分析、判断、决策、控制的功能，无论在什么情形下，电网都能自动快速准确的进行自控，因而电网就能更安全、稳定、高质、高效，更人性化的运行，能够自如的应对 21 世纪来自各方面的挑战，这就是智能电网，也称为绿色电网，可持续发展的电网，社会各方面都能受益的电网。智能电网应该涵盖电网的发、输、变、配、用电各个环节，涵盖各级电压的电网。

2. 智能自动电压控制

电网有三大控制系统，安全稳定控制系统、自动发电控制系统(Automatic Generation Control-AGC)和自动电压控制系统(Automatic Voltage Control-AVC)。因此按照智能电网的标准建设的 AVC，是智能 AVC(Smart AVC)，是智能电网的重要内容之一。SmartAVC 把我国独有的经济压差(ΔU_J)无功潮流计算技术与先进无功动态补偿装置相结合组成 Smart ASVC。ASVC 是无功就地平衡补偿、电压波形对称补偿与谐波补偿一体化装置。Smart AVC 是使电网无功电压控制的全过程达到智能化的过程。

2.1 Smart AVC 的目标

- (1) 实现电网安全稳定运行，降低电压崩溃事故大规模停电风险；
- (2) 提高电能的电压质量，全网全方位电压合格率统计达到 95%以上；
- (3) 提高输电效率，最大限度的降低线路损失，全网线损率达到 5.5%，年节约线损电量 700 亿 kWh；

(4) 提高用户的用电的效率、可靠性;

(5) 提高供电设备利用率 10%~15%;

(6) 实现绿色电网, 年减少工业粉尘及二氧化硫、二氧化氮、二氧化碳等气体排放量 2 亿吨左右, 节约电网无功补偿投资 300 亿元。

2.2 Smart AVC 的特征

(1) 无功优化。

无功实时就地平衡特征。即组成电网的发电厂、输电线路、变电站与用户等 4 个元件的发电厂、变电站与用户各自做到无功实时就地平衡, 输电线路的过剩无功在本线两侧等量补偿。

(2) 柔性控制。

变电站与用户均使用先进无功动态补偿装置进行无功实时平衡与电压正弦波形控制。

(3) 高质量、高效率。

电压质量与线路损失率同时抵达最佳状态。电能质量、供电电压偏差及波形同时高质量。

(4) 先进的预防机制。

实时无功平衡机制。 ΔU 无功潮流提高了全网平均电压水平, 提高了电压稳定储备系数; 消除了局部低电压运行发生电压崩溃的隐患。

(5) 自适应功能。

分布式计算功能。就地计算结果达到全网无功优化要求, 且不受通道或电网发生故障等影响, 结果适应于任何变化了的运行方式需要的功能。

(6) 自愈功能。

电网电压水平降低时, 无功负荷自动减少的功能是电网具有自愈功能, 但是仅凭这点自愈功能还不足以保护电网不发生电压崩溃。自愈功能实际上就是电网具备的

自动实现无功实时就地平衡的能力。自愈功能是自适应计算功能加先进无功动态补偿装置的调节能力。

(7) 人性化互动。

发电厂与电网之间，变电站与电网之间，电网分层之间，和谐互动，相互制约，相互促进。

(8) 市场化。

发电厂上网电价、变电站下网电价、供电公司销售电能实施电压质量差别电价。

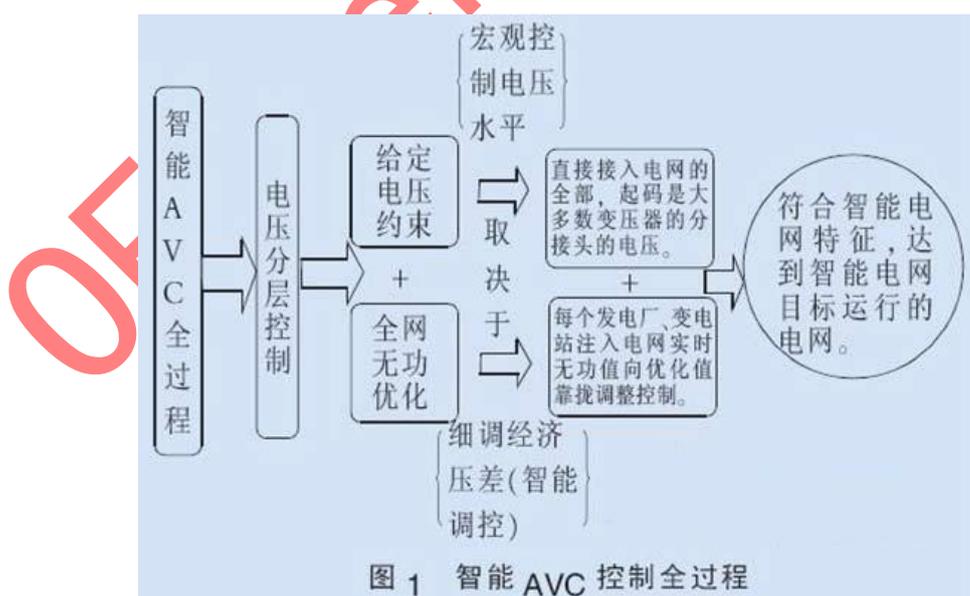
3. Smart AVC 过程

3.1 按电压分层控制

Smart AVC，实施按电压分层控制原则，即 1000(750)、500(330)、220、110(66)、35、10、0.4kV 分层控制。

各级调度各管一层。管好下级电网及发电厂注入本级电网的无功值为优化值；照此实施电压质量差别电价政策。智能 AVC 控制全程见图 1。

计算网络：例如 220kV 计算电网，包括从 500kV 变压器的 220kV 母线开始的 220kV 网络，加上接入 220kV 网络 220kV 变压器；以此类推。



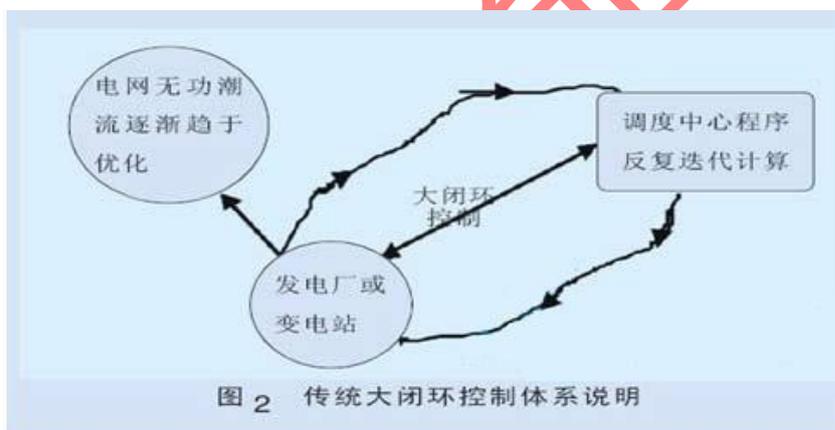
3.2 宏观电压水平控制

电网的电压水平取决于直接接入电网的全部，起码是大多数变压器的使用变比。对已经正常运行的电网来说，基本上不存在什么问题。我国电网由于无功补偿布局不科学，无功长距离、大功率从高压电网向低压电网输送，从发电厂向需求侧输送，因而从高压电网到低压电网，从发电厂到需求侧，变压器的标么变比呈减小趋势。随着电网无功优化调控过程的展开，变压器的标么变比的差别会趋于减小。电网无功优化过程中的调控过程主要无功就地平衡的控制。

3.3 智能化控制过程

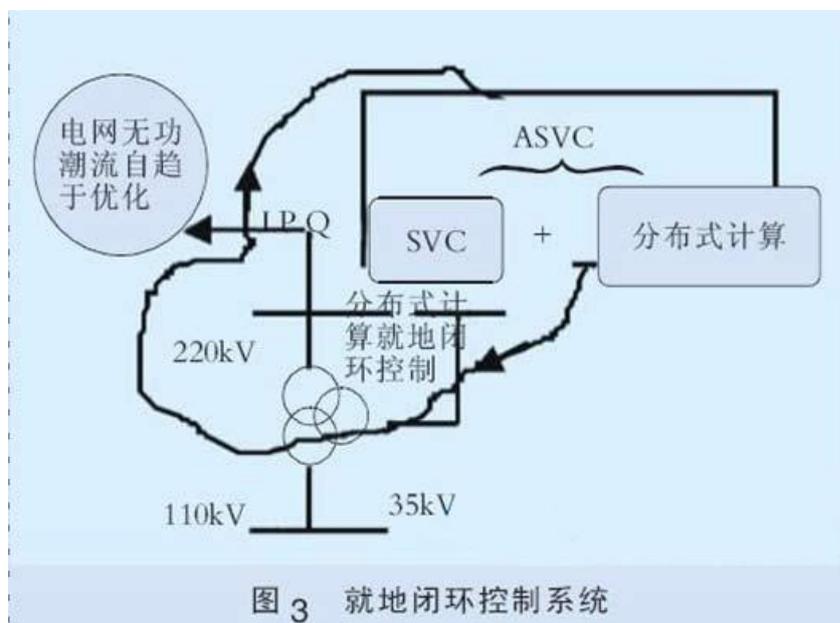
3.3.1 传统的大闭环控制

图 2 是在控制端(调度中心)与执行端(现场)之间形成的大闭环控制体系示意图。依赖通道传送实时数据，控制端进行状态估计、优化计算与发布指令的大闭环控制体系。



3.3.2 智能化控制

分布式就地计算与控制体系。安装在变电站的 ASVC 或发电厂的微机励磁控制器，加分布式无功补偿计算模块，构成 Smart AVC。SCADA 从现场采集实时计算需要的数据，计算注入电网要求的实时无功优化目标值，与实时无功值进行比较，得出偏差调控量，ASVC 进行偏差纠正调控，只要每一个场站不断的进行这种闭环调控，调控一次，电网迭代一次，电网中的无功潮流就会逐步自趋优化。这种跟踪电网负荷不断变化调控的闭环控制过程显示了 SmartAVC 智能控制功能，体现出 Smart AVC 的一切特征。图 3 示出了就地分布式的闭环控制过程，不受通道限制，不依赖状态估计，不受调度中心是否具备计算条件限制，显示了它的自适应能力与自愈功能。



电网发生故障情况后，运行电压自动恢复到安全控制线以上的能力叫自愈能力。自愈能力实际上就是在所有功率突增的线路两侧都能快速科学的增加补偿无功容量的能力，科学的计算显示了自适应能力。例如美加“8·14”大停电，在开始的62min内，有5条线路相继开断，且先后的相继开断过程愈来愈快，加上发生了通道故障，已经不再可能经过正常的控制程序进行无功补偿，只能通过分布式计算与就地闭环紧急控制体系，阻止停电范围的扩大。

4. 人性化互动与市场化

人性化互动与市场化是智能电网的重要特征之一。体现在发电厂与电网之间，变电站与电网之间，电网分层之间，电网与用户之间，和谐互动，相互制约，相互促进，走向市场化，多方共建智能电网的愿望。特征是公平、公开、公正，电价质量透明。用户按电价选择用电时间，电能质量按质论价。目的是相互促进无功功率实时就地平衡，共同打造智能电网，共享无功就地平衡效益。

4.1 供电公司与用户

实施实时功率因数考核办法。例如，分功率因数电能表抄录的总电量及不同功率因数分段的有功电量分别为 $A, A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ ，不同功率因数分段所对应的电费调整率相应分别为 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ ，则可得出对应的调整电费与总电费为 $W=k[A+(A_1\lambda_1+A_2\lambda_2+A_3\lambda_3+\dots+A_n\lambda_n)]$ 。

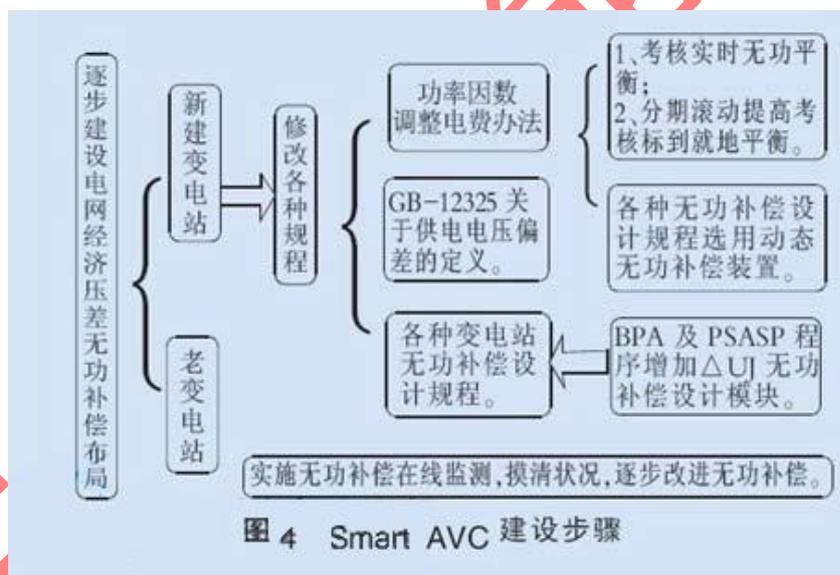
实施电压质量差别电价，按质论价。如果电压质量差别电价电能表抄录的有功电量与不合格的有功电量分别为 A，A1，它对应的电价分别为 λ ， λ_2 ，则可得出总电费为 $W = \lambda A + \lambda_1 A_1$ 。

4.2 电网调度与发电厂或供电公司

为了保证电网中电能量的正常交易，电网调度与发电厂或供电公司之间实施以给定电压约束下的注入电网的实时无功值合格与否的电量差别电价。但是，判定电能的供电电压偏差质量是否合格的量值不是单纯的电压有效值，而是电压有效值约束下的实时无功值合格。调度局对发电厂或变电站的上(下)网合格电量按质付费。

5. 实现步骤

根据我国电网电容器无功补偿布局倒置等实际情况，实施 Smart AVC 有 2 个重点，一个是建设电网 ΔU 无功补偿布局，图 4 示出 Smart AVC 建设步骤。另一个是逐步推行动态跟踪无功补偿装置。



6. 先进无功动态补偿装置

采用无功动态补偿装置建设 Smart AVC 是人类适应大电网与智能电网发展的自适应能力的体现。停步不前的采用电容器组的电网，不具备预防电压事故的预防机制、自适应与自愈能力，应对不了 21 世纪来自各方面的挑战，建设不好智能电网。ASVC 就是无功就地补偿、对称补偿与谐波补偿的一体化装置。ASVC 发展很快，基于 TCR 的 SVC、基于 MCR 的 SVC、SVG，技术经济指标很好，仅计及电网降损一项指标，4~5 年就可收回成本。

7. 结束语

Smart AVC 是智能电网的重要组成部分，全新概念，内涵丰富，需要以科学发展观为指导进行建设，需要发、供、用三方、以及学术界与工业界的共同努力，与时俱进的改革过时的法规政策与行业规程，自主创新的 Smart AVC 必将在中国建成。各行各业，助力推进我国智能电网的建设，以应对 21 世纪的各种挑战。

OFweek 智能电网