

中国智能电网战略“坚强”崛起

中国能源供给及能源消费结构的不平衡催生智能电网的发展。智能电网是指一个可以把数以百万计的传感器连接到一个先进的通信和数据采集系统的庞大且完整的电力系统。智能电网的建设将成为今后三十年拉动中国经济发展的基础建设。与传统电网相比，智能电网在发电、输电、配电及用电四大环节中都具有明显的优势。智能电网也是新能源和智能城市发展的必要条件。

一、中国高强度建设智能电网

中国能源供给及能源消费结构的不平衡催生智能电网的发展。中国能源结构以煤炭资源为主，煤炭资源保有储量的 76% 分布在山西、内蒙古、陕西、新疆等北部和西部地区。而能源消费需求主要集中在经济较为发达的中东部地区。随着中国能源开发西移和北移的速度加快，大型煤炭能源基地与能源消费地之间的输送距离越来越远，能源输送的规模越来越大。要满足未来持续增长的电力需求，从根本上解决煤电运力紧张的问题，需要发展智能电网，实施电力的大规模、远距离、高效率输送。

2009~2020 年国家电网总投资 3.45 万亿元，其中智能化投资 3841 亿元，占电网总投资的 11.1%，未来 10 年将建成坚强智能电网。2009~2010 年为规划试点阶段，重点开展坚强智能电网发展规划工作，制定技术和管理标准，开展关键技术研发、设备研制及各环节的试点工作。2011~2015 年为全面建设阶段，加快建设华北、华东、华中“三华”特高压同步电网。初步形成智能电网运行控制和互动服务体系，关键技术和装备实现重大突破和广泛应用。2016~2020 年为引领提升阶段，全面建成统一的坚强智能电网，技术和装备全面达到国际先进水平。

中国国家电网公司目前正在推进“一特四大”的电网发展战略。以大型能源基地为依托，建设由 1000 千伏交流和 ±800 千伏直流构成的特高压电网，形成电力“高速公路”。促进大煤电、大水电、大核电、大型可再生能源基地的集约化开发，在全国范围内实现资源优化配置。同时，将以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展的坚强电网为基础，发展以信息化、数字化、自动化、互动化为特征的自主创新、国际领先的坚强智能电网。

二、智能电网的优势

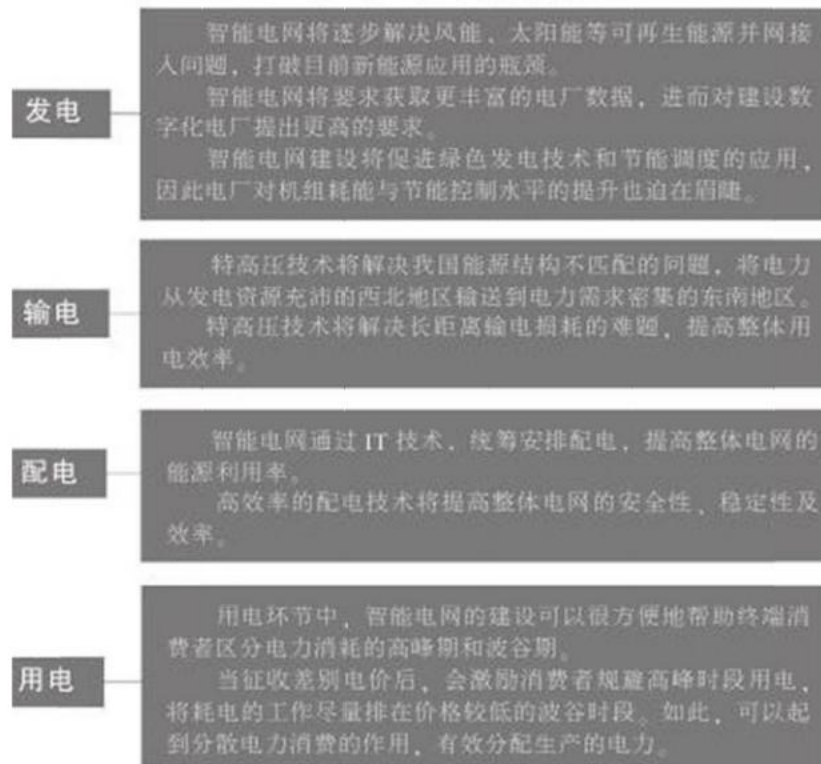
智能电网与传统电网的比较

智能电网改变传统电网单向输送的模式，每一个终端用户都成为电网上活跃的结点，形成一个整体的智能化高效率的电网。智能电网是电力网和信息技术的融合，利用现在使用的电力网，结合了现代信息技术。通过密布各个环节的传感器，实现电网与用户的互动，将用户的需求及时反映到电网的动作中。智能电网将利用分散式计算系统来提供实时分析，其目的是在不断降低成本和提高效率的同时，提高整个电网的可靠性及可用性。消费者可有效利用电力供需系统，达到节省电力资源的目的。

智能电网在发电、输电、配电及用电四大主要环节中都解决了传统电网难以解决的难题。发电侧智能电网将解决电厂生产电力并接入电网传输环节的难题。输电环节中，智能电网的特高压技术可以解决电力长距离运输的难题。配电环节中智能电网将统筹优化电力配送，提高整体电网的效率。用电环节智能电网将改变用户用电习惯，实现智能化家庭。

智能电网的建设可以带来巨大的社会效益。智能电网具有强大的兼容功能，有利于促进清洁能源的开发利用，优化电源结构，减少温室气体排放。智能电网有利于推动电动汽车等产业发展，增加终端电能消费，实现减排效益。智能电网将提高中国电网大范围配置能源资源的能力，优化能源输送方式，提高能源供应的能力和灵活性（详见图 1）。

图 1：智能电网各环节作用图解



智能电网与新能源的发展是中国能源产业的必由之路。煤炭在中国一次能源消费中占比高达 70%，远高于 29%的世界平均水平。中国政府承诺，为应对气候变化，到 2020 年中国单位 GDP 二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%。在当前日益严峻的环保和减排压力下，加快发展水电、核电、风电、太阳能等清洁能源，改变以煤为主的能源结构已成中国当务之急。

中国新能源的发展主要瓶颈为入网难及输送线路长。中国规划到 2020 年在甘肃、新疆、河北、吉林、内蒙古、江苏 6 个省区建成 7 个千万千瓦级风电基地，仅这 7 个基地总装机容量就将达到 1.26 亿千瓦。瓶颈在于，风电、太阳能等新能源发电的间歇性、随机性、可调度性低的特点，大规模接入后对电网运行会产生较大的影响，需加大调峰电源建设。因为风力属于不可控的能源，时有时无，时大时小，而要把风电变为稳定的电源，就需要对它进行调峰。调峰能力不足一直是中国电力系统长期存在的问题，而新能源大规模开发进一步增加了调峰难度。另一方面，中国风电资源集中于西北地区，与集中在东部的电力市场逆向分布，需解决远距离大规模输送问题。

智能电网的建设将成为推动新能源发展的唯一途径。智能电网能够最大限度地将新能源的发电量吸纳、送出，并保证接入后电网的安全运行和调度。智能电网的超高压输电线路建设能够最大限度的减少长距离电力输送的损耗。智能电网的智能调度将更为合理的配送电力，大大提高用电效率。

三、智能电网发展的国际比较

美国将智能电网的发展作为拉动未来美国经济的重要支柱之一。美国总统奥巴马发布的《经济复苏计划》中提出，总计投资 110 亿美元，建设可安装各种控制设备的新一代智能电网。美国已开始向部分家庭安装带有通讯功能的智能电表（SmartMeter）。智能电表以家庭为单位，随时监测电力消费和管理，更加有效地实现输电和供电。政府将对企业及地方团体

实施的 100 个项目给予财政援助，计划 2013 年前在 2600 万个家庭安装智能电表，相当于 2009 年的三倍。美国国家标准技术研究所于 2009 年 9 月公布了智能电网标准化框架 1.0 版本，为智能电网的正式建设进行了诸多准备。

欧盟拟定建超级电网宏伟计划。2009 年初，欧盟有关圆桌会议进一步明确要依靠智能电网技术将北海和大西洋的海上风电、欧洲南部和北非的太阳能融入欧洲电网。该智能电网将实现可再生能源大规模集成的跳跃式发展。以英法德为代表的欧洲北海国家今年 1 月正式推出了联手打造可再生能源超级电网的宏伟计划。该工程将把苏格兰和比利时以及丹麦的风力发电、德国的太阳能电池板与挪威的水力发电站连成一片。德国、法国、比利时、荷兰、卢森堡、丹麦、瑞典、爱尔兰和英国希望制定新一轮规划，在未来 10 年内建立一套横贯欧洲大陆的高压直流电网。

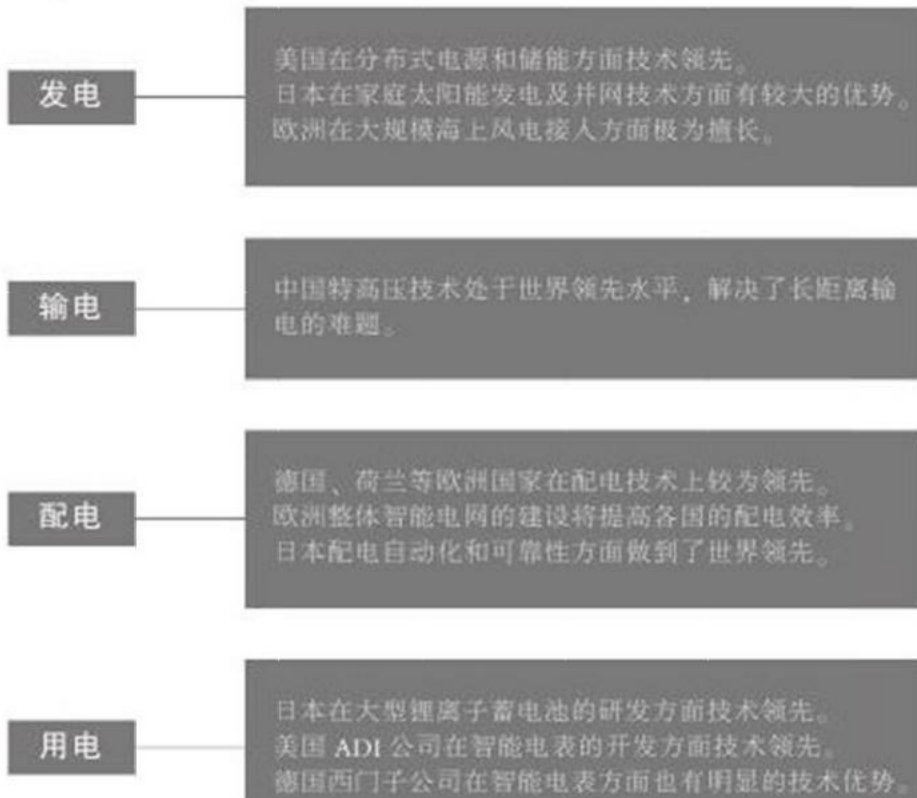
到 2030 年，欧洲需要为电网升级改造投入约 5000 亿欧元，其中智能电网的比重最高。英国目标是 2020 年在全国所有 2600 万个家庭安装智能电表。智能电表可适应风力发电等可再生能源的用电需求。英国监管机构 Ofgem 于 2009 年 8 月宣布了新的智能电网建设计划，将在 5 年内投资 5 亿英镑建设 4 个“智能城市”。法国 2009 年秋天也发布了将再生能源纳入智能电网的计划，并开始征集相关企业参与。

德国制定了“E—Energy”计划，总投资 1 亿 4 千万欧元，2009 年至 2012 年 4 年时间内，在全国 6 个地点进行智能电网实证实验。德国西门子、SAP 及瑞士 ABB 等大企业均参与了这一计划。西门子公司预测 2014 年智能电网年度市场规模将达 300 亿欧元，并计划抢占 20% 市场份额，每年确保 60 亿欧元订单。意大利已有一大半的传统电表更换为智能电表。丹麦电力的近 20% 来自风力发电，已开发出世界上最智能的电网。

韩国已经开展智能电网示范城市。韩国知识经济部决定在 2009~2012 年间，投入 2547 亿韩元推进智能电网技术的商用化。计划至 2030 年投资 27.5 万亿韩元用于智能电网建设，其中政府和企业各投资 2.7 万亿韩元和 24.8 万亿韩元。至 2011 年在示范城市建设 200 个电动汽车充电站，至 2030 年在机关、大型超市、停车场和加油站设立 2.7 万个电动汽车充电站。美国 OSI 软件公司将与韩国 SAP 公司合作，在韩国济州岛开展一个 1.91 亿美元的智能电网试点项目。该项目将采用各种智能电表、家用显示器、电动车充电基础设施和其他设备的原型，以实现其成为世界上第一个“综合式”智能电网试验平台的目标。LG 电子、绿猫钢铁厂 (POSCO)、现代重工、SK 电信等大型企业一同参与此项目的测试。

日本东京电力和关西电力等电力公司开始投资构建第二代智能电网 (SmartGrid)，其目标：为所有家庭安装智能电表 (SmartMeter) 外，加强送变电设施及蓄电装置建设。日本智能电表主要功能除测量每个家庭电力消费情况外，还可随时掌握太阳能发电量等信息。东京电力 2010 年起主要面向家庭安装 2000 万部，关西电力 2010 年 3 月底前在 40 万个家庭安装，并计划更换 1200 万部。预计 2020 年前日本智能电表需求量约 5000 万部，每部成本近 2 万日元，共计约 1 万亿日元 (详见图 2)。

图 2：世界主要国家智能电网技术优势图解



四、中国智能电网发展战略建议

可参照高铁发展战略

中国智能电网发展和高铁的发展对于中国宏观经济的战略意义极为相似，将成为支撑中国未来三十年发展的基础建设。

中国智能电网的发展可以参考高铁发展的战略模式（详见表 1）。高铁的发展战略非常成功，已经通过引进技术、实现自我研发、到成功的技术输出阶段，中国成为引领高铁技术的世界强国。智能电网整体技术的发展处于初期阶段，特高压线路建设刚刚启动，但其阶段性的发展战略也呈现出和高铁极为类似的发展模式。今后智能电网其他模块的发展也完全可以借鉴高铁发展的战略模式（详见表 2）。

智能电网初期建设可以采取分地区试点，成熟后以点连面的方式大规模推进。根据中国国情，东西部地区发展极不平衡，智能电网的建设可以分别在发达地区和不发达地区挑选典型地区进行试点。一二三线城市、农村地区、人群密集地区等不同地区有各自的用电特点和突出需要解决的问题。示范区做成功后，将其成功经验推广到相同情况地区。最后，以点连面，完成整体智能电网的建设。

智能电网标准之战将决定最后的赢家

智能电网的标准之战将成为各国争抢技术先机的关键。互联网、3G、智能电网技术发展的共同特点是，技术本身的开发很重要，但更为重要的是将已开发的技术推广为业界标准，这样才能成为市场的领跑者。技术标准的推广有着极强的网络效应，由于技术研发部门各不相同，各个国家推行的技术之间很可能不具有兼容性，谁能够率先成为标准就会成为今后市场的主导。技术一旦推广为标准，由于网络效应，将会有越来越多的公司加入。

美国经过互联网和 3G 的发展累计了丰富的“标准战”经验，已经开始智能电网标准中

抢占先机。美国标准与技术研究院（NIST）提出将分三个阶段建立智能电网标准。在 2009 年 9 月，美国商务部长骆家辉在 GridWeek 大会上宣布了 NIST 在第一阶段的最新进展报告。该报告选取了近 80 项现有标准，用于指导和支撑当前智能电网发展，明确了 14 个需要优先研究和解决的方面，并特别分析了信息安全方面的标准。

美国 GE 公司发起了电动汽车插头标准制定工作，并得到业内其他公司的积极响应和支持。其设计的标准插头有 5 个触头，可以支持最高 240 伏电压和 70 安培电流，还能够支持电力载波通信。

日本已经开始抢占用电市场中的技术先机，正在试图将其扩为世界标准。日本东京电力公司、富士集团以及三菱公司联合制定了电动汽车接入电网标准，为电动汽车接入电网打下了良好基础。日本在大型锂离子蓄电池的研发方面技术领先，正在联合美国，将其技术推广为国际标准。

中国已经开始在早期着手制定智能电网的标准，在特高压标准战中已经取得阶段性胜利。

国家电网公司已发布特高压交流国家标准 16 项（修订 1 项）、行业标准 1 项、企业标准 73 项。中国特高压交流试验示范工程获得“国家重大工程标准化示范”称号；率先建立了特高压直流技术标准体系，发布特高压直流技术行业标准 8 项、企业标准 62 项。国际电工委员会成立了“直流电压 100 千伏以上高压直流输电”新技术委员会，并将秘书处设在中国。

中国的巨大市场将使得其在智能电网标准战役中取得优势，从而引领智能电网的发展。对比 3G 的标准之战，中国由于具有极大的市场容量，一旦制定国内标准，将对国际市场产生巨大的影响。智能电网的建设主力是国家电网等央企，在整个中国市场中具有决定性的影响力，通过市场的助力，可以很轻易地制定自己的标准。

表 1：智能电网与高速铁路对中国经济的影响对比

	智能电网	高速铁路
大国技术	智能电网成为中国、美国未来 30 年拉动经济发展的主要支柱，欧洲、韩国、日本也在加速发展相关技术。	30 年以来，全世界走在这一技术前沿的国家只有法国、日本和德国，“高铁外交”成为中国新名片。
拉动投资和经济	智能电网的建成将全面推动新能源的建设和智能城市的发展，是推动未来经济发展的重要基础建设。	300 公里以上高速铁路，除了铁路基建，通信信号、牵引供电、客车制造等多方面都要配合提升，经济溢出效应明显。
带动产业链	智能电网的发展不仅拉动了自身产业链的发展，对通信、IT、新能源的发展都有极大的促进。	将会带动铁路建筑、运输、车辆制造、水配、机械、电气设备、钢铁等行业的发展。
节能环保	智能电网的建成，将大大提升能源的利用效率，降低对煤炭、天然气等能源的依赖，促进太阳能、风能等可再生能源的利用。	研究表明，中国公路的平均能耗是铁路的 5-10 倍，美国的这一研究数字是 3 倍。 铁路与航空相比，成本优势也很明显，武广高铁的人均能耗仅为飞机的 1/40。
改变生活方式	智能电网的建设使得智能城市 and 智能家庭的生活模式成为可能，人们的生活习惯将被彻底改变。	高速铁路开通后将带来“同城效应”，在一线城市工作，在房价和生活成本较低的二、三线城市居住的生活模式将成为可能。

表 2: 智能电网特高压技术发展策略表

时间	特征	代表事件
第一阶段: 2003~2006 年	以技术引进为基础, 通过国产化比率等政策限制, 和国际巨头合作。	过去 6 年来, ABB 在华投资年均 1 亿美元左右。 法国阿海法选择与瑞特电气合资的形式, 快速扩张其在中国的市场份额。 西门子等多家国际巨头也采取和本土企业合作的形式, 抢占特高压市场。
第二阶段: 2005~ 2010 年	技术积累, 实现自主研发, 技术达到世界顶级水平。	三峡左岸机组国际采购, 以及三峡直流输电工程建设, 中国制造企业实现引进技术、联合设计、合作制造、消化吸收, 大大提高了国内电力设备制造业的水平, 实现了跨越式发展。 2009 年 1 月 6 日 22 时, 备受关注的中国第一个特高压输电工程: 晋东南—南阳—荆门 1000 千伏特高压交流试验示范工程正式投入运行。 这个世界上运行电压最高、输送能力最大、代表最高技术水平的特高压交流输电工程标志着中国在特高压输电核心技术和设备国产化上取得重大突破。
第三阶段: 2010~	技术出口	2010 年, 中国企业成功获得印度国家电网公司超过 1 亿美元的特高压输电设备采购合同, 首次向国外批量出口特高压输电高端产品。