

OFweek 智能电网半月观察

2012.08.01-2012.08.15

目 录

目 录.....	1
【远析印度大停电 近忧中国特高压】	2
【获政策支持 微电网普及推广待解】	5
【“全国一张网” 智能电网、特高压是帮凶】	11
【“掠夺式” 扩张 施耐德中国并购真相解读】	16
【充电站未来盈利堪比印钞 四巨头争相介入】	20
【微电网在中国的发展仍处于起始阶段】	22
【面向智能电网 IP 化的分组传送网（PTN）建设】	23
【微网并网控制策略的研究】	31

远析印度大停电 近忧中国特高压

从印度当地时间7月30日2时40分开始，印度北部包括首都新德里在内的9个邦发生大面积停电，逾3.7亿人受到影响。此次印度大停电的深层次原因，据权威专家分析，由于印度的北部、东北部由交流电网连接，整个事故由“一点”扩散到印度半个国度。而近日国家电网却发布了这样的信息：为了认真汲取印度大停电的教训，以特高压电网建设为契机，促进全国“一张网”的形成。根据国家电网的规划，在“十二五”期间形成“三纵三横”的特高压交流骨干网架，以及11项特高压直流输电工程，预计耗费资金5000亿元。

但是，以目前的交流同步联网技术，贸然实行全国“一张网”，很显然就是在步印度大停电的后尘，一旦大联网的某个环节出了问题，东北、华北、华东大面积停电是不可避免的。“首先，国家电网有这样的想法，就证明他们并没有搞清楚印度大停电的真正原因是什么。其次，贸然上马特高压在国内的争议是非常大的，尽管近年来由于利益的驱使，反对的声音已经越来越小，但特高压不容盲目上马。最后，印度大停电更加证明了电网应该拆分，必须输配分离，竞价上网。”一位参与电力体制改革的专家表示。

印度大停电真实原因是什么？

印度是联邦制国家，印度电力行业由中央和邦双重管理，邦电力局负责运行邦发电厂和邦内独立发电公司，国家电网公司掌管中央输电基础设施，负责运行中央管理的发电厂和大型独立发电公司，配电部分由邦电力局和私营供电公司负责。印度电网由北部、南部、东部、西部及东北部5个大区电网组成，北部和东北部电网交流同步互联，南部电网通过直流线路或直流背靠背与其他大区电网互联，并计划于2014年形成全国联网。

很明显，印度停电最严重，并且出现了二次停电的地区正是交流同步互联的北部和东北部电网，而南部由于未与其他地区电网交流而幸免。“从近一百多年的发展来看，全世界的电网技术事实上没有太大的提高，尤其是交流技术。我们通常所说的交流电网的最大特点就是，整个电力系统从发电到输电再到配电、用电每个环节，再加上发电机组、电网这些所有的东西都按照一个旋转频率来工作，这个频率在中国是50赫兹，这个特点就反映出交流电网是必须同频率的，也就是我们通常所说的同步电网。而如果两个电网是独立的，没有联系的，那么称作异步电网。”一位毕业于清华大学电机系并长期从事电力体制改革的专家表示。

据该专家分析，在交流电网的覆盖范围内，所有的发电环节和包括发电机组、电网在内的设备都会受到很强的连锁反应，也就是说一旦某个环节出现问题，整个事故

就是发散型的，就像多米诺骨牌效应一样，这用行话说，就叫做电网的动态稳定的破坏，这也就是印度大停电在技术上的根本原因。

印度历史上经历过多次大范围停电，印度作家拉玛昌德拉·古哈曾回忆，早在上个世纪 80 年代，他的家乡也是印度主要都市加尔各答以频频停电而臭名远扬。每天停电 8~10 小时是家常便饭。晚上，气温高达 38 摄氏度，空气湿度达 90%，但电扇因停电而成了摆设。并且印度停电的表面原因堪称千奇百怪，7 月 29 日，一只小猫跳进德里电力站触电死亡，引发火灾并造成德里东部地区长达 24 小时的停电，大范围的交流联网带来的后果由此可见。

交流同步电网在中国必不可行

在电力体制改革十年之际，国家电网又再次明确提出全国联网。而这个概念就来自特高压的建设。进入 2005 年以后，国家电网正式着手启动对特高压电网的建设，并规划“十二五”期间形成“三纵三横一环”的特高压电网网架，从而形成东北、西北、南方电网通过直流与华北、华东和华中的“三华”特高压同步电网主网架实现异步连接，最终实现国家电网的西电东送、南北互供、全国联网。

但国内反对特高压的呼声从来没有停止过，多次上书国务院，强烈反对特高压建设的资深电力改革专家、电监会信息中心统计分析处处长杨名舟说：“印度正是因为全国交流电网出了事儿，我们国家还要跟着后面走？还要义无反顾地朝着事故的方向走？特高压分交流和直流，印度目前的情况就反映了交流的问题是非常大的，尤其是现在国家电网要搞的‘三华联网’，把三大地区的电网全部联合起来。一旦出事，这个问题是非常严重的。这就好比目前我们国家有几大军区，全国联网就相当于把所有的军区和军分区都撤掉，只设立一个中央总部，这可行吗？一旦有外国入侵，或者局部战争，一个总部能搞定吗？这肯定不行。”

以此来看，全国联网势必不可行，根据电力行业的资深专家蒙定中、王仲鸿的观点，在全世界，解决大范围停电灾害的办法都是分层分区。分层即电压等级分层，也就是 500 千伏、220 千伏、110 千伏分开运行，在连接上不能互串。若让 500 千伏和 220 千伏在连接上互串，那么就会出现非常薄弱的环节和很强势的环节，就非常容易出问题。分区即同步电网的范围必须隔开，比如华北电网和东北电网分开，采用异步电网的格局，也就是说如果华北电网出了问题，也就是一个范围内，传导不到其他区域。但如果把华北电网和东北电网在最高电压等级上连接起来，变为同步电网，一旦出现大事故，这种连锁反应就很容易被传导，东北电网和华北电网就会互相拖垮，出现全国范围内的灾害。

也就是说，如果全国的电网都用特高压连接起来，那么如果一出现动态稳定问题，就容易造成全国的停电。“印度六亿人停电什么意思？不可能是供六亿人同时使用的

发电机组都出现故障了吧？可能吗？会有如此大范围的停电，就是因为交流同步电网的特性。这对我们是非常大的警告。”上述专家表示。

特高压，已不是科学的博弈，而是利益的博弈

既然交流同步电网的劣势如此之明显，为何还要大面积地上马特高压交流电网？由国家能源局牵头制定的《“十二五”电网发展专项规划》是业界翘首等待的政策指导性文件，也是为特高压的发展定性、定时间、定量的关键性文件。但这份文件长时间的酝酿，居然连基本内容都尚未敲定。

“可能常人都想象不到这个文件的出台有多艰难。之前以国家电网为首的赞成特高压的一方和以一批电力专家为首的反对特高压的一方是势均力敌的，但随着国家电网对特高压项目的一步步推进，即使是在新华社，在很多主流媒体上，反对的声音都越来越小，这大家是可以看得见的。是这些科学家，这些官员突然认识到特高压的好处了吗？当然不是，而是巨大的利益诱惑使他们违背了作为科学家的底线。正如这份文件的讨论一样，刚开始很多人反对，但多讨论几次，就有很多人的口风开始变了，开始支持特高压了，这些人在这么短的时间里不可能是通过科学实验得出的结论吧？所以，到了最后，敢公开反对特高压的也就剩下蒙定中、王仲鸿这些已经年过七旬、八旬，已经无欲无求的老专家，或是个别能够坚守住自己身为科学家的良心的科学工作者。”一位不愿具名的国家能源局相关人士表示。

关于特高压的各路观点

特高压交流试验示范工程顺利投产，标志着我国在大容量、远距离、高效率的特高压输电核心技术和重大装备研制方面实现了重大突破，创造了输变电工程建设、设备研发等方面的新历史，可以说，在国家电网公司的坚强领导下，有这样一支由众多专家和科研、建设人员构成的队伍，特高压建设必将不断迎取新的胜利。

——中科院院士周孝信

如果建全国的交流特高压联网，中国将走上比美国现有超高压交流联网更不安全的道路，后果将非常严重。交流特高压已被国外数个先行运行和试验的国家证明在安全性和经济性上都不可行，中国为什么要重蹈覆辙？

——电力行业资深专家蒙定中

世界电网已有的实践告诉我们，我国到2020年可以扩建原有的超高压电网完成电力供应，没有必要新建特高压电网。特高压不仅耗资巨大，而且导致原有网架利用率下降而带来的浪费。我国六大网间的可调互济功率是约3%的误差级小数，可以就近在

网间建设较经济的超高压或直流联络线完成，中国已经建成了多个网间的联络输电线，可不必舍近求远、重复建造特高压网。

——清华大学电机系教授王仲鸿

特高压连在国外都没有成功的经验，所以咱们的建设步伐不能太快。国网想投 5000 亿只是他们主观的想法，最后建不建，什么时候建，还得国家来批，就算要批也可以一条条慢慢批，用实践的经验来证明我们在特高压的路上要不要继续往下走。

——著名能源经济学家林伯强

获政策支持 微电网普及推广待解

国家能源局 8 月 8 日透露，《可再生能源发展“十二五”规划》已经发布。“十二五”时期可再生能源将进入更大规模发展的新阶段。国家能源局已经制定了《可再生能源发展“十二五”规划》和水电、风电、太阳能、生物质能四个专题规划。明确提出了可再生能源发展将坚持市场机制与政策扶持相结合、集中开发与分散利用相结合、规模开发与产业升级相结合、国内发展与国际合作相结合的原则。

在中国，随着可再生能源比重不断加大，微电网被寄予厚望，然而现实是，国内的分布式能源尚处于起步阶段，微电网发展步履维艰。一方认为它是解决能源并网的捷径，一方则认为它会对大电网造成冲击。随着能源装机的增多，微电网争议日渐升温。

从乐观的角度来说，目前很多微电网公司已经建成了或正在建许多微电网示范工程。比如，中国国家能源局 (NEA) 计划在十二五计划中建造 30 个微电网项目。另外，中国国家能源局将在不久的将来发布有关分散式发电和微电网的标准和相关规章制度，这有助于提升和推广微电网的理念。在中国，微电网被看做是缓冲可再生能源发电对大电网产生影响的一种途径。

从消极的角度来看，报告警告称该新兴市场已经陷入中国独特政策的束缚之中。挑战之一是中国国家电网公司的反对。“微电网成为中国电网行业中的敏感话题”，报告中写到，“一位来自国家电网的人士表示，微电网一方面会增加电力网络的不稳定性，另一方面分布式发电将减少电力公司的电力销售量，从而进一步影响国家电网的盈利”。

发展微电网的重要意义

微电网可以提高电力系统的安全性和可靠性，有利于电力系统抗灾能力建设。目前，我国电力工业发展已进入大电网、高电压、长距离、大容量阶段，六大区域电网已实现互联，网架结构日益复杂。实现区域间的交流互联，理论上可以发挥区域间事故支持和备用作用，实现电力资源的优化配置。但是大范围交流同步电网存在大区间的低频振荡和不稳定性，其动态稳定事故难以控制，造成大面积停电的可能性大。

另一方面，厂网分开后，市场利益主体多元化，厂网矛盾增多，厂网协调难度加大，特别是对电网设备的安全管理不到位，对电力系统安全稳定运行构成了威胁。与常规的集中供电电站相比，微电网可以和现有电力系统结合形成一个高效灵活的新系统，具有以下优势：无需建设配电站，可避免或延缓则增加输配电成本，没有或很低的输配电损耗，可降低终端用户的费用；小型化，对建设所要求不高，不占用输电走廊，施工周期短，高效性灵活，能够迅速应付短期激增的电力需求，供电可靠性高，同时还可以降低对环境的污染等。

微电网可以促进可再生能源分布式发电的并网，有利于可再生能源在我国的发展。处于电力系统管理边缘的大量分布式电源并网有可能造成电力系统不可控、不安全和不稳定，从而影响电网运行和电力市场交易，所以分布式发电面临许多技术障碍和质疑。微电网可以充分发挥分布式发电的优势，消除分布式发电对电网的冲击和负面影响，是一种全新的概念，使用系统的方法解决分布式发电并网带来的问题。通过将地域相近的一种微电源、储能装置与负荷结合起来进行协调控制，微电网对配电网表现为“电网友好型”的单个可控集合，可以与大电网进行能量交换，在大电网发生故障时可以独立运行。

微电网可以提高供电可靠性和电能质量，有利于提高电网企业的服务水平。微电网可以根据终端用户的需求提供差异化的电能，根据微电网用户对电力供给的不同需求将负荷分类，形成金字塔形的负荷结构。负荷分级的思想体现了微电网个性化供电的特点，微电网的应用有利于电网企业向不同终端用户提供不同的电能质量及供电可靠性。

微电网可以延缓电网投资，降低网损，有利于建设节约型社会。传统的供电方式是由集中式大型发电厂发出的电能，经过电力系统的远距离、多级变送为用户供电的方式，即“就地消费”，因此能够有效减少对集中式大型发电厂电力生产的依赖以及远距离电能传输、多级变送的损耗，从而延缓电网投资，降低网损。

微电网可以扶贫，有利于社会主义新农村建设。微电网能够比较有效地解决我国西部地区目前常规供电所面临的输电距离远、功率小、线损大、建设变电站费用昂贵的问题，为我国边远及常规电网难以覆盖的地区的电力供应提供有力支持。

微电网争议

事实上，微电网在业内是一个敏感话题。一名来自国网系统的人士透露，微电网的发展一方面会对大电网造成不稳定，另一方面分布式发电发自自用，大电网的售电量就会减少，影响到国网的利益。据其介绍，目前国网对微电网的态度是“加强管理”。

一些微电网企业人士担心，未来国家电网会在并网问题上卡住微电网的脖子，“现在国家电网表面上是不推动微电网发展，暗地里正在加紧研究，未来如果必须要发展微电网，国网希望由他们自己来做”。

在国网能源研究院智能电网研究所所长张义斌看来。就中国目前的发展状况，微电网只有在那些大电网鞭长莫及的偏远地区具有存在价值，微电网未来的发展空间非常有限，存在的必要性并不太大，产业化更是提不上日程。

“微电网是分布式电源发展到一定阶段的产物，利用微电网技术去管理一些需要协同运行的微型分布式电源。国内与国外不同，住宅以居民楼居多，留给光伏等分布式发电的空间非常有限，未来节能减排主要还是要靠规模化的可再生能源开发利用。微电网需要具有一定专业水平运维人员，这在居民家中或小型社区中的可操作性差，这也是英国微电网没有真正发展起来的重要原因。同时，微电网在成本上也无法与现在的电网竞争”张义斌说。

张义斌认为，国内‘微电网’概念不断地“泛化”，很多时候将一些典型的配电网或者供电网络等同为微电网。国外研究微电网的电压等级基本是以 400 伏为主，直接发出来就能用。而国内所谓的“微电网”很多是用传统的电网技术，各种电压等级都有，和传统配用电技术没有区别，根本不需要微电网技术来支撑。“现在一些人借微电网之名，发展以高成本分布式发电为主要电源，再辅以高成本储能的小型配电网，即使不考虑其应承担的各类电价交叉补贴、基金附加以及大电网的系统备用费用，其供电成本也不具备可持续发展能力。”

在张义斌看来，并网难的症结不在国网。“微电网技术运行等方面没有明确的国家标准，上网电价等关键政策尚不明确，国家电网找不到政策依据合法合规接入；同时，分布式电源直接并网或者以微电网的形式接入大电网，会对电网安全和可靠供电造成不利影响。国网作为一个责任央企，在这件事上，它也无所适从。”

提高分布式能源利用率

微电网是一种新型的网络结构，是一组微电源、负荷、储能系统和控制装置构成的系统单元。微电网中的电源多为容量较小的分布式电源，即含有电力电子接口的小型机组，包括微型燃气轮机、燃料电池、光伏电池、小型风力发电机组以及超级电容、飞轮及蓄电池等储能装置，它们接在用户侧，具有成本低、电压低及污染低等特点。开发和延伸微电网能够促进分布式电源与可再生能源的大规模接入，实现对负荷多种

能源形式的高可靠供给，是实现主动式配电网的一种有效的方式，使传统电网向智能电网过渡。

从技术发展来看，微电网技术已经成为未来分布式发电供能系统集成技术的核心，是分布式发电大规模工业化应用的关键。而只有将分布式发电供能系统以微电网的形式接入大电网，才能最大限度发挥分布式发电系统的效能。

分布式电源数量巨大且难以调度，电源的不同归属也无法保证电网调度指令能够被快速、准确、有效地执行。微电网技术可以实现中低压层面上分布式电源的灵活、高效应用，解决分布式电源并网运行问题。而解决配电系统中大规模可再生能源有效接入问题，正是我国智能配电系统面临的主要任务之一。

应用微电网技术，未来配电网运行调度人员不再直接面向各种分布式电源，而是通过微电网实施对分布式电源的有效管理，这样既降低了分布式电源对配电系统安全运行的影响，又有助于实现分布式电源的“即插即用”，同时可以最大限度利用可再生能源和清洁能源。

微电网应用起来十分灵活，其规模可以从数千瓦直至几十兆瓦，大到厂矿企业、医院学校，小到一座建筑都可以发展微电网。它既十分适宜于对偏远地区如乡村、牧区、山区的供电，也是商业区和居民区供电的有效选择。基于多种能源形式的微电网可以为用户提供相对稳定的电能、热能和冷能，许多工业企业、饭店、休闲中心、医院、大学校区、机场、公共部门建筑、写字楼、购物商城等都有潜在发展的可能和需求。

微电网有助于提高分布式可再生能源的利用率。将分布式发电供能系统以微电网的形式接入大电网并网运行，能够将原来分散的分布式电源进行整合，进而提高配电网对可再生能源发电的接纳能力，实现大量分布式电源的接入，减少化石资源的消耗量和温室气体排放。

此外，在灾难性事件发生导致大电网瓦解的情况下，微电网可以保证对重要负荷的连续供电，并有助于大电网快速恢复供电，提高供电可靠性；微电网系统还可以有效解决我国边远地区（海岛、偏远地区等）的用电难问题，利用当地的可再生分布式能源建成独立微电网系统，不仅能够大大降低供电成本，而且能够实现对微电网内部负荷的长期、可靠供电。

智能电网的高效补充

微电网是智能电网的有机组成部分，是对智能电网的有力补充。目前，世界上通行的微电网发电主要依靠太阳能光伏发电、风能发电、生物质能发电、燃料电池发电及地热、潮汐能、波浪能、温差能和盐盐能发电等。

与传统集中式能源系统相比，微电网具有许多优势，如微电网接近负荷，线损显著减少，建设投资和运行费用较省；分布式能源具备发电、供热、制冷等多种服务功能，可实现更高的能源综合利用效率；发展微电网有利于各类可再生能源（太阳能发电、风力发电、生物质发电等）的利用，减少了排放总量、征地、电力线路走廊用地和高压输电线的电磁污染，缓解了环保压力；微电网可以解决部分调峰和备用问题，做到与季节性和地域性的电力需求变化相适应，使得电力系统的经济性和安全性达到最佳平衡；微电网可以提高供电可靠性、供电质量和电网的安全性；发展微电网技术可形成和谐多元化的电网络局。

值得注意的是，微电网的最大优势是提高了电力系统面临突发灾难时的抗灾能力。大电网中超大型电站与微电网中分散微型电站的结合，可以减少电力输送距离、降低输电线路的投资和电力系统的运营成本，确保电力系统的运行更安全和更经济。

目前，我国微电网主要分为城市片区微电网和偏远地区微电网。

城市片区微电网一般按照居民小区、宾馆、医院、商场及办公楼等建设，正常情况下主要通过大电网供电。大电网故障时，将城市片区微电网断开，进入孤岛运行模式，用以保证所接重要负荷的供电可靠性和电能质量。一般接在 10kV 中压配网，容量为数百千瓦至 10MW 等级。

偏远地区微电网主要指农村微电网和企业微电网。目前，在农村、草原等偏远地区，供电困难，居民无法用电。解决的方案是不延伸电力系统，以较低的成本利用当地可再生能源供电。企业微电网一般接在 10kV 及以上中压配网，容量在数百千瓦至 10MW。企业微电网一般分布在城市郊区，如石化、钢铁等大型企业，利用传统电源满足企业内部的用电需求。

自从我国开始注重新能源的发展，促进光伏、风能等新兴产业的政策不断出台，“光明计划”、“金太阳计划”等各种计划陆续施行。无论是新农村建设，还是在城市供电网路中，微型电网正扮演一个越来越重要的角色，并成为中国可持续发展中电网的一个重要方向。

近年来频发的“电荒”现象，导致部分省市拉闸限电，企业遭受严重损失，尤其是能耗较大的企业，遭遇限电措施更加频繁。为应对“电荒”局势下的限电措施，许多企业应自备电源，但企业采用柴油发电机发电，发电成本高昂，经济效益大打折扣。

在面临巨大电力缺口的背景下，发展微电网成为工商企业提高经济效益的有效途径。而发展农村微电网不仅是解决无电地区的可行方案，也是众多可再生能源丰富的偏远地区提高经济效益的有效方案。

普及推广 难题待解

事实上，业内对微电网存在的问题并不讳言。微电网与大电网之间的快速隔离、并网状态与孤网状态的无缝切换，以及微电网内部稳定控制是微电网面临的三大核心问题。

首先是微电网的控制问题。微电网灵活的运行方式与高质量的供电服务，离不开完善的稳定与控制系统。控制问题也正是微电网研究中的一个难点问题。其中一个基本的技术难点在于微电网中的微电源数目太多，很难要求一个中心控制点对整个系统做出快速反应并进行相应控制，往往一旦系统中某一控制元件故障或软件出错，就可能导致整个系统瘫痪。因此，微电网控制应该做到能够基于本地信息对电网中的事件做出自主反应，例如，对于电压跌落、故障、停电等，发电机应当利用本地信息自动转到独立运行方式，而不是像传统方式中由电网调度统一协调。

具体来讲，微电网控制应当保证任何微电源的接入不对系统造成影响，自主选择运行点，平滑地与电网并列、分离，对有功、无功进行独立控制，具有校正电压跌落和系统不平衡的能力。

其次，微电网的保护是关键，也是难点。微电网具有潮流的双向流通性，因此，微电网的保护问题与传统保护有着极大不同，且微电网在并网运行与独立运行两种工况下，短路电流大小不同且差异很大。因此，如何在独立和并网两种运行工况下均能对微电网内部故障做出响应以及在并网情况下快速感知大电网故障，同时保证保护的选择性、快速性、灵敏性与可靠性，是微电网保护的关键，也是微电网保护的难点。

微电网的接入标准也是人们较为普遍关注的问题。为保障微电网的可靠并网和电网的安全稳定运行，2012年，中国电力科学院作为主要起草单位，已经组织开展微电网接入标准的起草工作。

此外，从发展微电网的经济性考量，微电网的经济性是微电网吸引用户并能在电力系统中得以推广的关键所在。在经济运行方面，微电网虽然可以从大电网的调度原则、电能交易、资源配置原则等方面借鉴众多经验，但微电网本身的许多独特之处也使得其经济运行问题带有自身特点。随着微电网研究的深入与成熟，微电网经济效益的不确定性必将成为阻碍其发展的重要因素。

不仅如此，在当下的电力体制下，微电网还被指面临合法性的尴尬。有专家认为，微电网的运行模式与现行电力法相悖，只有拥有电力管理部门颁发的“供电许可证”的企业才能成为合法的供电主体。

尽管微电网技术还不够成熟，更为关键的是发展也缺乏国家层面统一标准规划，政策的不确定性是微电网未来发展的最大障碍。目前，在国家政策层面，包括微电网接入、规划设计、建设运行和设备制造等环节，都缺乏相应的国家层面的技术标准与管理规范。更重要的是，关于微电网建设、运营模式，政府相关政策尚不清晰。

微电网作为未来智能电网发展的重要一环，其形成与发展绝不是对传统集中式、大规模电网的革命与挑战，而是实现未来智能电网实现高效、环保、优质供电的一个重要手段，是对大电网的有益补充，更是实现“十二五”智能电网规划的重要而不可或缺的一环。

“全国一张网” 智能电网、特高压是帮凶

针对7月30、31日印度发生的大停电事件，7月31日下午，国家电网公司立即召开党组（扩大）会议，专题研究这一事件，分析当前电网安全形势，强调要始终坚持安全第一，认真汲取教训，保障国家电网安全稳定运行和电力可靠供应。国网总经理刘振亚强调，坚强智能电网是安全生产和反事故斗争的物质基础；实行电网统一规划、统一建设、统一管理、统一调度，坚持输配一体化、电网调度一体化、城乡电网一体化，有利于保障安全。

对于特高压电网，国家电网其力推进全国一张网，意在“釜底抽薪”，从技术上真正削弱区域电网公司的主体地位，以达到维护电网垄断体制的目的。

特高压交流电网一旦形成，全国一张网即宣告形成，垄断在技术上即形成屏障，区域电网的500千伏网架必须解列，成为配电网，区域电网公司即被架空，区域电网公司的体制模式和区域电力市场即失去依托，则从体制上、技术上彻底堵死了区域电网公司的发展之路，其大一统垄断体制将不可动摇。

全国联网络局形成

特高压为骨干，各级电网为经络，一张坚强有力的大电网联起九州大地。随着用电负荷的增长和电力系统规模的持续扩大，积极推进全国联网，在全国范围内优化配置电力资源，成为电力工业发展的内在需要。2011年12月9日，青藏联网工程提前一年建成并投入试运行，标志着我国内地电网全面互联，大电网结构也更加坚强，资源优化配置功能更加明显。

在加强和完善各省区主网架结构的同时，我国加快了区域间输电通道建设，跨区输电能力持续增强。截至2010年年底，跨区输电能力达4020万千瓦，比2005年增长了2.3倍；全年跨区交易电量1492亿千瓦时，比2005年增长了85.9%。

随着西部大开发战略号角的吹响，西部地区成为了电网建设的重要高地。党的十六大以来，750千伏电网在西北地区由“独苗”到主网架全面升级，特别是新疆，从2007年220千伏主网联起天山南北到2010年进入“750俱乐部”，电网建设实现了跨

越式发展。如今，随着新疆—西北主网联网 750 千伏第二通道工程开工建设，西北五省将更紧密地联接在一起。

目前，国家电网已成为世界上电压等级最高、系统规模最大、资源配置能力最强的交直流混合电网，电网功能、形态和结构正在发生深刻变革。以特高压为代表的电网已经不仅仅是电能输送的载体，更重要的是，成为了现代能源综合运输体系的重要组成部分。

变革未有穷期，发展任重道远。国家电网公司总经理、党组书记刘振亚指出，未来我国电网发展需要在科学规划的基础上，以解决特高压和配电网“两头薄弱”问题为重点，加快发展特高压骨干电网，统筹各级电网发展，完善城市和农村电网，形成网架结构合理、资源配置能力强大的坚强智能电网。随着“三华”特高压同步电网“三纵三横”送电格局形成，届时，电网将成为集电力输送、资源配置、信息传输、网络服务等功能于一体的社会公共服务平台。

区域电网全部被架空

对于国家电网这个庞大繁杂的企业来说，建立现代企业制度已经迫在眉睫。而目前国家电网建立现代企业制度的核心则是实施“三集五大”体系建设。

根据国家电网的解释，“三集”是将人、财、物的管理权力向本部收拢、集中；“五大”是大运行、大检修、大营销、大建设、大规划。“说白了，就是权力向电网总部集中。”国家电网上述人士称。

而电网权力集中的重要一步，则是从去年开始分拆旗下区域电网。

继 2011 年 5 月开始，国家电网就已经同时在西北电网、华中电网、华东电网、东北电网四大区域电网实施了以资产下放、职权上收为核心的全面调整。

华北电网的人事和财务职能的上收方案于 2012 年 1 月公布，华北电网将被分拆为国家电网华北分部和冀北电力公司两部分。

“一直以来五大区域电网公司对省级电网的直接管理从来没有实现过，因为从 2005 年以来，国家电网即对省级电网实施垂直管理，但是现在直接将区域电网的资产拆分，事实上违背了电改的初衷。”上述华中电监局人士表示。

设立区域电网公司，是 5 号文的要点之一。当时的改革有意通过相应过渡性安排，鼓励区域电网做大做强，并在可能的情况下进行股份化改造，将省级电力公司改组为分公司或子公司，以促进效率比较和竞争。

在 2011 年国家电网对区域电网公司的资产大转移中，重点是将各区域公司的主要资产——各超高压公司按属地化原则划转至各网省公司，但后被叫停，而改为上交水电等经营性资产。

一位区域电网知情人士表示，此次五大区域电网的输变电资产均要求上交，其中一家区域电网涉及部分即有 200 亿。其他的资产如水电厂等，“上次改革时已经上交了”，例如东北区域公司的丰满水电厂，华东的新安江水电厂，还有区域公司参与投资的抽水蓄能电站等。

“5 号文件对中国电力市场的设计是以区域电网为发展方向，这是从安全和管理角度考虑，现在区域电网的牌子还在，但功能已经丧失，特别是一旦特高压交流形成全国一张网，意味着省与省之间的 500 千伏网架必须解列，成为配电网，这等于回到了国家电网大一统的状态。”中国能源网首席信息官韩晓平说。

与输变电等资产上交国家电网同步，五大区域电网下属的信通公司、规划评审中心也将被下划到省(市)级公司。各区域电网公司下属的信通公司主要负责区域信息系统、通信系统建设和维护，规划评审中心主要为区域电网公司的规划和调度服务。据获悉，华东电网已接到文件，原华东电网所属的规划评审中心、信通公司建制划转上海市电力公司管理。

“在上次开始的改革中，本来以为纵便是输变电资产上交，但还有一个调度职能，但现在连调度职能都上交了，区域电网已完全被架空。”一位业内专家感慨。

特高压成垄断护身符

虽然国家电网权力集中的改革受到了行业质疑，但中国能源网首席信息官韩晓平认为，对于国家电网来说，这是建立现代企业制度，未来形成多元化投资和法人管理机制的重要一步。

不过韩晓平认为，随着中央对电力体制改革的逐渐推进，输配分开是打破电网垄断电力市场所必须采取的措施，但国家电网力推的这种特高压技术手段，将在事实上强化其在电力购销上的双重垄断。

特高压和智能电网是近几年国家电网大力推行打造的大电网技术，而国家电网逐渐推进的管理体制改革除了迫于中央的压力，也是为了适应大电网发展的需要。

不过目前看来，因为特高压大电网同时符合了国家电网和地方政府的利益，对于减缓电力供应紧张矛盾，减轻煤炭运输压力具有较大意义，目前在全国推广的势头已经不可抑制。

上述国家电网人士同时表示，目前国家电网正在与多个地方政府联合向国家发改委报批，争取更多的特高压工程能够纳入国家“十二五”电网专项规划。

韩晓平认为，随着国家电网逐步建立起现代企业制度，发改委和电监会在推进电力体制改革和电价改革的同时，应为国家电网引入多元化投资者，形成法人管理机制，以防止垄断。

智能电网 让垄断更彻底

在国家电网的蓝图中，未来投资上万亿的智能电网将解决电荒问题和可再生能源接入问题，但智能电网可能给国家电网带来的绝对垄断地位同样不容小觑。

5月24日，据国家电网公司相关人士在科博会“能源战略高层论坛”上透露，在整个“十二五”期间，国家在电网智能化建设方面的资金投入预计将达到2860亿元。截至目前，国家电网公司已经累计安排287项试点项目，其中建成投产的项目达到243项，投资约750亿元。与此同时，有消息称，如此庞大的成本所打造出的绝对垄断的智能电网是否足以保障我国电力安全？

智能电网的建造充满争议的主要原因是成本过于庞大，造成了电网绝对垄断以及是否足够安全。迄今为止，只有中国在建造特高压项目。

2002年，我国电力体制改革方案形成了电网垄断，国家电网和南方电网已控制了近100%的国内输配电市场。其中国家电网负责了中国约80%的电力供应，南方电网则负责6个省份约20%的电力供应。

按照我国电力体制改革方案，厂网分开后，将进一步改变电网企业独家购买电力的格局。但目前看来，智能电网只是在进一步增强国家电网一家独大的局势。

与此同时，国家电网还凭借其市场垄断地位持续并购行业内相关电力设备制造企业。中国两大电力设备上市公司平高和许继集团已经相继被注入中国国家电网旗下的中国电力技术装备有限公司（以下简称中电装备），而中电装备则通过并购以及大举投资，不断扩大其行业地位。

业内不断诟病国家电网垄断，呼吁其改革，国家电网也在2月份宣布将对旗下中国电科院、国网电科院、中电装备进行重组整合。目前有消息称，国家电网改革已经进入高层讨论阶段。

“其内部怎么改是一个方面，更重要的还是输配分开，以及按照电力体制改革最初的设计，改变电网企业独家购买电力的格局。”社科院宏观所一专家指出。

而国家发改委能源研究所副所长李俊峰则认为，发展智能电网是一个重要的技术突破口，但是它不能代表一切，电网也需要一些分布式的能源，这是一个补充。

大联网存争议

造成本次印度停电的原因是多方面的，包括电网设施维护不足、发电装机容量不足、煤炭供应不足等等，而不仅仅是电网管理模式。

Batra 对于此次电网事故的原因表态相对谨慎，表示印度电监会已经通知事故调查小组尽快向其提交调查报告。但是基本可以确定 7 月 30 日凌晨北部电网崩溃起始于 Agra 附近 400kV 变电站跳闸。对于 7 月 31 日电网崩溃事故，其表示东北部电网通过东部电网一起向北部电网送电，北部电网当日发生电压震荡传导给相连接的东部电网和东北部电网，导致三网一块跳闸。

而这三个区域电网之所以会在同时瘫痪，在于北部、东北部、东部及西部电网已经通过交流线路实现了同步联网，未与其交流联网的南部未受波及。西部电网通过 7 月 30 启动一座水力发电站而避免了被其他区域电网拖垮。

印度和中国有许多的相似之处，比如国土面积大、经济社会发展不平衡、资源富集地区远离用电负荷中心等等。印度电网由北部、南部、西部、东部及东北部 5 大区电网组成。为了增加电网运行稳定性，自 2000 年以来印度政府努力实现全国同步联网，这一目标计划在 2014 年实现。

如果类似的事件发生在全国联网后的印度，则存在两种可能。一种是其西部和南部电网给予其它区域电网足够的支撑，帮助其挺过最困难的阶段，避免大停电发生。另一种可能则是没能支撑住其它区域的电网，五个区域电网同时崩溃。

印度当地媒体报道称，印度电力部门已有声音显示，避免发生大停电的长期措施之一是使电网间更加独立，但尚未确定是地区间的独立，还是如铁路、医院等重要民用设施的独立。

国家电网公司发展目标之一，是通过建设交流特高压输电线路，把其管辖内各区域电网改造成同步电网，建设“三纵三横一环网”，实现华北、华东、华中交流特高压“三华联网”。

近年来，包括原电力部生产司高级工程师蒙定中在内的数位专家多次指出，通过交流特高压实现全国同步联网将存在大停电的风险。

一种观点认为，因 30 多年来中国电力部门贯彻《电力系统安全稳定导则》，按‘分区’原则将电网分六个大区，各区范围不大，区之间主要用直流连接，使任一区故障

都不会波及邻区。”但“三华联网”是将三个大区合成一个特大区，一旦发生失稳事故必波及全区。但这一观点也有争议。

原清华大学机电系教授王仲鸿则指出，交流特高压联网经济性不好、增加发生大范围停电的概率。

“掠夺式”扩张 施耐德中国并购真相解读

编者按：施耐德在中国结交的合作伙伴均为行业中的最优企业，然而其在中国的扩张却也引发了业界对“外资侵略”的不断争议。

近两个月来，施耐德电气中国区总裁朱海的日子想必不大好过。

这位北大图书馆管理专业出身、擅长媒体公关的 CEO 曾署名撰文称：“在 2011 年，公司制定了未来三年内扩大区域覆盖的城市发展计划，将重点放在中西部地区。我们的目标是，从现在覆盖 104 个城市扩大到覆盖全中国近 300 个城市。”

如此广阔前景能否达成尚未可知，然而其笔下“如何与中国本地合作伙伴进行合作”的“挑战”似乎一语成谶——持续了两个多月的雷士风波仍未现出止息的迹象，而针对施耐德乃是“操纵雷士的幕后黑手”的质疑也丝毫未减。

更为值得关注的是，在其首个西南部生产销售基地重庆，施耐德的“中西部战略”触了个霉头，也让其在开拓多年的中国并购之路上绊了一跤。

“掠夺式”发迹史

施耐德电气自 1979 年改革开放之初便已进入中国市场，纵观其多年来苦心铺就的并购之路，不难看出其欲控制国内优质企业的野心与图谋。早期与之合作的上海两家电器厂便是在施耐德的步步紧逼之下由盛转衰，最终落入施耐德的掌控。

1995 年，施耐德来到上海寻找合作伙伴，并于次年与上海机床电器厂签订合资协议，双方以 6:4 的比例出资设立上海施耐德工业控制有限公司。

上海机床电器厂早在 1931 年便已创立，1956 年公私合营时，兼并了附近的两家机床电器厂，整合成为当时上海机电一局旗下上海电器股份有限公司的下属企业。

1995年前后正是上海机床电器厂最为风光之时：年产值近亿，每年毛利率在20%以上，工人1400多名，并已成为全国机床电器的龙头企业。

作为合资方，上海机床电器厂拿出了最好的设备、厂房和500多名骨干以及手中最新的生产技术进入合资公司，然而却被施耐德要求不得再生产和销售其核心产品交流接触器和中间继电器，这几乎是掐断了工厂的命脉。

1997年，合资公司亏损，施耐德要求继续增资。而上海机床电器厂因合资支出过多，盈利每况愈下，已无力按比追加股份；于是施耐德单方面追加投资，实现80%控股。

施耐德与上海人民电器厂的合作也使用了同样的手法。双方以6:4的比例出资设立上海施耐德配电电器有限公司，上海人民电器厂出资购买土地、建设厂房并提供技术和管理人员，施耐德负责提供软技术和产品。同样，按照协议，上海人民电器厂不能生产与合资厂有竞争关系的产品、不能开发同类产品，最终也没能逃过客户流失、市场萎缩、盈利下滑的命运。

无奈之下，上海电器股份有限公司只好丢卒保车、忍痛割爱，于1999年无偿出让上海机床电器厂20%的股份给施耐德，换回上海人民电器厂生产新产品的权利。

这一举措挽救了上海人民电器厂，然而机床电器厂却再没有走出困境。除了在合资过程中出让了过多的权利外，市场上外资产品和民营低端产品的双重挤压也让它难有喘息之机，最终于2006年被来自新兴电器产业基地乐清市柳市镇的黄旭春以332万元接手，结束了这家老厂半个世纪的国有历史。

在2005年召开的中国机械工业联合会上，一位专家针对几起失败的外资并购案分析道：“中国企业在把股份卖给外资公司后，对方通常就把它变成一个亏损的企业，在你熬不下去的时候，合资企业就变成了外国独资企业。”

这种“合资—亏损—增资—控制”的路数似已成为外资谋求控制中国企业的惯用手法。如德国最大的轴承企业FAG公司与中国具有顶尖技术实力和影响力的西北轴承股份有限公司的合作即是一例。

双方于2001年合资成立宁夏西北富安捷铁路轴承有限公司，中方占股49%，并提供土地、厂房、精良设备以及自主设计的图纸和铁道部授予的铁路轴承生产资质等资源；德方持有51%的股份，约定投入现金和生产技术。

然而此后合资公司经营不善，第二年便亏损1200余万元，2003年继续亏损1400余万元。连年亏损之下，西北轴承已无力追加投资，FAG便出资2850万元人民币买下了其余49%的股份，合资公司转而成为德国独资。此后不久，在FAG的推动下，公司产品迅速进入国际市场，生产技术也得到提升，业绩颇为可观。

垄断渠道、市场

在中国改革开放初期特殊境遇下，迅速积累家底儿的施耐德，在中国投资逐渐更为技巧化，隐性垄断渠道、市场，成为其主要目标。

目前，中国市场对于施耐德而言，已经成为仅次于北美的第二大市场。去年5月，施耐德将亚太区总部迁至北京，又于7月在武汉组建了区域总部，此外在重庆、西安等区域市场的布局也日渐展开，这与中国的中部崛起、西部开发以及新能源发电项目进驻中西部等政策步调一致，以谋其利。

2011年7月，施耐德收购雷士照明9.2%的股权、成为公司第三大股东后，双方又于9月13日在北京正式启动合作战略，雷士授予施耐德及其关联方进入、共享及使用公司的销售网络，合作期限为10年。这为施耐德在中国推广、销售其产品提供了极大的便利。

今年3月，施耐德还将吴长江等几位自然人在万州出资设立的重庆恩林电器有限公司整体收入囊中，用于建设西南地区的生产基地。业内人士分析，施耐德通过上述合作，开辟了一条快速切入市场的捷径，实现了销售渠道和生产基地的双丰收。

吴长江曾表示，施耐德当初主动邀约合作，主要是看中雷士照明的渠道优势，希望通过雷士近3000家渠道门店进一步深入国内市场。

施耐德电气中国区副总裁王洁也曾表示，参股雷士，正是为了快速深入增长迅速的中国二三四级市场，“中国的二三四级市场有着更大的拓展空间，而在一线城市我们将继续打造差异化的品牌(加多宝、凉茶品牌，品牌之争)形象和产品布局”。

2011年6月，在“一线城市”北京，施耐德签署了对利德华福电气技术有限公司的收购协议。利德华福是中国快速增长的中压变频器市场上的领导企业，从事中压变频器的开发、生产和销售业务，拥有覆盖30个省级行政区的150名销售代表和100名工程师的销售、服务网络，年增长率超过20%。

广发证券的研究报告指出，施耐德收购利德华福主要看好其所具备的生产制造优势、成本控制优势以及海外市场的拓展能力。此次收购将增强施耐德在中压变频器领域的技术优势，并在占有全球中压变频器市场约40%份额的中国市场上建立强势地位，特别是在诸如水泥、采矿、冶金和电力等领域的终端市场上。

渠道与市场是外资在中国所寻求的核心要素。2005年，法国罗格朗集团以14.57亿元的高价收购TCL国际电工，正是为了谋求其覆盖全国市场的渠道资源以及在国内开关插座领域高达12%的市场份额。

中国式难题

不过，广发证券的研究报告同时对利德华福在国内的后续发展持谨慎态度：施耐德恐难将其领先的电子电力技术转移到利德华福身上，而且不排除会出现原核心骨干在一定幅度上流失的风险。

这也是中国企业在与外资合作的过程中遭遇的通病。外资意在利用中方企业的生产能力、吸收其市场和渠道价值，却很少对企业提供技术支持，对其同类产品的生产也多有限制，最终严重影响到企业的生存与发展。

当初施耐德选择与德力西合作，就是要借助后者进入柳市这一占据全国低压电器市场 55% 份额的生产销售基地，一方面可以将生产成本大大降低，另一方面又能收获其分散在全国各地的经销网络。

2006 年，双方按照 1:1 的比例等额出资设立德力西电气有限公司，施耐德许诺提供技术和研发力量，德力西提供厂房、工人；生产的产品为德力西集团原有 34 个品类中产量最高的 6 类产品。

尽管双方约定，合资公司的产品进入市场后以德力西的品牌进行营销，但这 6 类产品被严格限制出口，只允许在施耐德的授权下，通过其分销网络进行销售。业内人士分析，这意味着德力西最有竞争优势的产品失去了开发海外市场的权利。

在双方的合作协议中，还设定了周密的技术保护条款，德力西能否借助与施耐德的合资提高自主研发实力，情形并不乐观。

当年上海电气股份有限公司拿出两家电器厂与施耐德合作，也是希望有机会引进技术、出口创汇，这是所有国内企业与外资进行联合的初衷。然而外资对国内企业的压制和蚕食，不仅让中方的良好愿望落空，其自主品牌甚至某一类产品的生产和研发能力也面临着丧失的危险。这样的例子屡见不鲜。

1996 年 4 月，法国赛博集团与上海电熨斗厂以 6:4 的比例出资组建上海赛博电器有限公司。法方利用控股权，让上海电熨斗厂成了自己的加工车间，同时利用中方积累多年的销售渠道，使旗下的“特福”、“好运达”等熨斗品牌低成本打入本地商场，致使上海电熨斗厂原有的“红心”品牌被挤压到低端市场。

中方董事曾要求引进或开发新产品，但被法方拒绝；再加上中法双方在经营思路、管理方式上颇有差异，董事会冲突不断，三年之内公司累计亏损 3000 万元。最后中方被迫撤出，法方于 1999 年全面接手合资公司。而一度在全国占有 47.4% 市场份额的红心牌电熨斗从此销声匿迹。

2004年，德国博世公司与中国最大的柴油燃油喷射系统厂商无锡威孚集团有限公司合资成立博世汽车柴油系统股份有限公司，由德方控制60%的股权。合资公司主要生产欧III（国际尾气排放测试标准）及以上级别的电子控制柴油喷射系统，而威孚集团按照法方要求，只能生产欧II以下的产品，进而被束缚在了低端产品线上。而此前，威孚集团曾在国内油泵油嘴市场上占据近50%的份额，是德国博世最大的竞争对手之一。

外资并购仿佛一场险象环生的游戏，双方之间的博弈或仍有待规则的完善和遵守。

充电站未来盈利堪比印钞 四巨头争相介入

日前，从国家电网内部人士处获悉，今年国家电网将在2011年已建站点基础上，进一步加大电动车充电站网络建设力度，首先在环渤海地区和长三角地区建成能够实现城际互联的充换电服务网络，以确立其在新能源汽车充电服务方面的龙头地位。

之前，南方电网、中国石化、中国石油这三家央企，也先后表态积极投入新能源汽车充电站建设，相比较而言，国家电网目前是这场团体赛中最卖力的选手。

充电站盈利堪比印钞

充换电设施是电动汽车产业的重要环节。常言说，兵马未动，粮草先行。充换电设施特别是充电站建设，就相当于新能源汽车的粮草。充换电设施为电动汽车提供电能供给，与电动汽车间属于上下游关系，高效完善的充电服务是电动汽车推广应用的必备条件。充电站网络不先建起来，电动车就无法正常上路。就像航空运输离不开超强的机场建设一样，电动汽车普及应用需要有相对超前的充换电设施，建设统一的充换电服务网络，为电动汽车用户提供标准一致的充换电服务，以满足电动汽车用户跨城际、跨区域的自由行驶要求，促进电动汽车的推广应用。

根据国家对新能源汽车的规划要求，到2020年，中国新能源汽车的比例将占全部汽车的1/2，约为6500万辆，市场之大，可见一斑。而作为配套设施，充电站的建设是新能源汽车推广的绝对基础，有人大胆预测未来充电站的盈利速度堪比印钞机，因此，各大能源巨头这两年纷纷上马充电站项目。

产业链横跨“三网”

在这场抢滩大战中，国家电网虽然是后来者，却后来居上。2011年6月1日，国家发改委等四部委联合出台了私人购买新能源汽车补贴细则，为企业投建充电站的热

情再添一把火。细则出台第二天，国家电网下属的上海电力公司就宣布在浦江映象苑智能小区建国内首个居民社区电动汽车充电点，而北京电力公司也在同一时期发布消息称，首个电动汽车充电站将在航天桥建成。

2011年6月，国家电网投资兴建的国内最大规模电动汽车充电站在山东临沂正式建设落成，能同时满足45辆汽车充电，国家电网当年打算在这里建成9座充电站和500个交流充电桩。根据规划，国家电网公司将于2015年建成1700座公共充电站和300万个交流充电桩。国家电网外联部主任尹积军表示，结合我国电动汽车充换电需求的分布特征，国网将首先在环渤海和长三角地区建设充换电服务网络。他透露，国网按照“十二五”我国电动汽车保有量可能达到50万、80万和100万辆三种情境，已编制了相应的电动汽车智能充换电服务网络发展规划。

现实中，即插即用型充电方式最受欢迎，但这也会带来不少问题。“如果几百辆电动车都在上午10点用电高峰时同时充电，其耗电量不亚于在城市里新建一家钢铁厂，对电网的冲击可谓雪上加霜。”一位长期关注电动汽车投资的私募基金合伙人说，如果充电站大规模出现在公共场所，国家电网还需进行相关的输配电网络及电网调度更新。

目前，国网的智能充换电服务网络既支持充电也支持换电方式，现阶段以电池更换为主。这个充换电服务网络将依托电网的资源，通过智能电网、物联网和交通网的“三网”技术融合，实施网络化、信息化和自动化的“三化”管理。

充电站建设产业链

充电站主要建设者——国家电网 南方电网 中国石化 中国石油

充电站建设受益者：

第一受益者——设备提供商：充电机、充电桩、滤波装置、监控设备（行业壁垒较高）

相关上市公司：

充电桩：国电南瑞、思源电气、许继电气、奥特迅、动力源、中恒电气、上海普天

滤波装置：森源电器、荣信股份、思源电气、科陆电子

监控设备：国电南瑞、国电南自、许继电器、科陆电子

第二受益者——配电设备生产商：变压器、高低压保护设备、低压开关配电设备（门槛较低，竞争激烈，涉及上市公司较多）

相关上市公司：国电南瑞、许继电气、宝光股份、百利电气、深圳惠程等

第三受益者——管理辅助设备生产者：电池及其管理系统、电池储存架、管理辅助设备（在三大领域中该部分整体占比较小）

相关上市公司：国电南瑞、许继电气、荣信股份、森源电气、奥特迅、思源电气、国电南自

微电网在中国的发展仍处于起始阶段

每当一项技术在北美的开发应用进展缓慢时，支持者们经常会指望它在中国获得快速发展。然而从一家中国市场研究咨询公司的一份智能电网技术研究报告来看，支持者们指望中国快速发展微电网的话，他们将会很失望。

“在中国，很多人对微电网寄予厚望”，分析师 Lihui Xu 和 Jochen Alleyne 在他们最新的研究报告中表示，“但是，现实是微电网的发展并不顺利，因为中国的分布式发电仍然处于起始阶段”。

从乐观的角度来说，目前很多微电网公司已经建成了或正在建许多微电网示范工程。比如，中国国家能源局(NEA)计划在十二五计划中建造 30 个微电网项目。另外，中国国家能源局将在不久的将来发布有关分散式发电和微电网的标准和相关规章制度，这有助于提升和推广微电网的理念。在中国，微电网被看做是缓冲可再生能源发电对大电网产生影响的一种途径。

从消极的角度来看，报告警告称该新兴市场已经陷入中国独特政策的束缚之中。挑战之一是中国国家电网公司的反对。“微电网成为中国电网行业中的敏感话题”，报告中写到，“一位来自国家电网的人士表示，微电网一方面会增加电力网络的不稳定性，另一方面分布式发电将减少电力公司的电力销售量，从而进一步影响国家电网的盈利”。

国家电网能源研究院主任日前表示，微电网的价值仅存在于大型电网无法达到的边远地区。

尽管如此，人们仍然继续加快微电网的试验和研究。目前多数的研究主要是集中在以下三个技术层面：

- 1) 与现有电网的快速隔离；
- 2) 实现并网模式和分离模式之间的无缝转换；
- 3) 微电网内部稳定性的控制。

OFweek 智能电网 Ankong 译

面向智能电网 IP 化的分组传送网（PTN）建设

作为智能电网“中枢神经”的通信网建设将面临 IP 化的挑战，本文将着重论述电力传输网从 MSTP 向 PTN 的平滑演进，从而实现智能电网建设中基于分组业务为主的多业务承载。

1. 智能电网背景

2009 年 5 月 21 日，国家电网公司首次向社会公布了“智能电网”的发展计划，并初步披露了其三阶段建设时间表，并将于 2020 年全面建成统一的“坚强智能电网”。



图 1 国家电网三阶段推进智能电网建设

智能电网就是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，利用先进的通信、信息和控制技术，构建以信息化、自动化、互动化为特征的统一坚强智能化电网。涵盖所有电压等级，由发电、输电、变电、配电、用电、调度等环节有机组成。整个建设中，“统一”是前提，“坚强”是基础，“智能”是关键。最终实现“电力流、信息流、业务流”的高度一体化融合，具有坚强可靠、经济高效、清洁环保、透明开放和友好互动内涵的现代电网[4]。图 2 为国家电网智能电网内涵。



图 2 国家电网智能电网内涵

2. 电力网络通信系统的现状与智能电网需求分析

电力通信作为行业性的专用通信网，是随电力系统的发展需要而逐步形成和发展的。它主要用来缓解公网发展缓慢而造成的通信能力不足并填补公网难以满足一些电力部门特殊通信需求的矛盾，以保证电力专业化生产正常高效地进行。

当前，电力通信网是由光纤、微波及卫星电路构成主干线，各支路充分利用电力线载波、特种光缆等电力系统特有的通信方式，并采用明线、电缆、无线等多种通信手段及程控交换机、调度总机等设备组成的多用户、多功能的综合通信网。

从智能电网的通信支撑需求来看，电力传送网需求的主要特征是：

2.1 越来越高的宽带业务要求

要求电力通信不仅包括传统的业务，如：自动号、行政电话、调度电话、远动数据、热线电话、计算机 MIS 业务、数据、图象等，还需要各种多媒体宽带业务，如：高速上网、视频点播、专用数据网等等，所有这些宽带业务对通信网的带宽的要求也越来越大。

2.2 越来越高的调度网络传输要求

传统电力通信系统主要用于电力系统内部的信息交换，窄带和独立通信的 TDM 技术限制了网络的发展。作为基础平台，网络是电力系统信息技术应用的关键因素，并且已经成为电力系统信息化的主要组成部份。大多数电力生产信息、管理信息及调度信息均可通过电力通信及调度网络传输。并且，理想的网络基础设施不仅可以给电力生产和管理提供优势，而且可以为电力行业通过互联网业务来增加收入提供商机。因此，电力行业需要良好的通信网络。

2.3 严格的多业务 QoS 能力要求

电力通信的业务可划分为关键运行业务和事务管理业务两大类。关键运行业务包括远动信号、数据采集与监视控制系统、能量管理系统、继电保护信号和调度电话等，事务管理业务包括行政电话、会议电话和会议电视、管理信息数据等。不同的电力通信业务，要求也不同。关键运行业务信息量不大。但对通信的实时性、准确性和可靠性要求很高；事务管理性业务则是业务种类多、变化快、通信流量大。

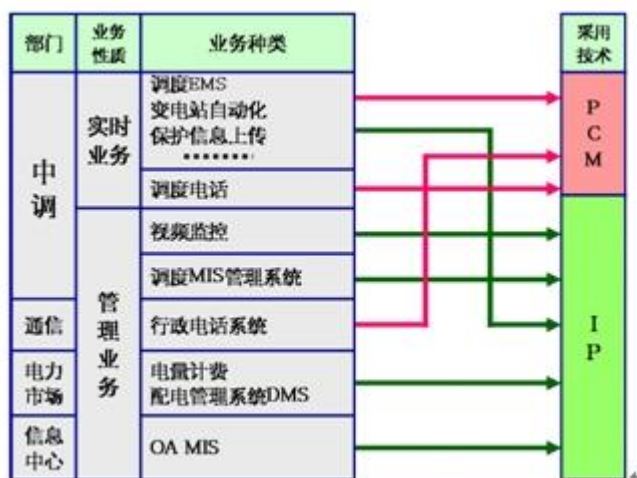


图 3 电力业务分类及相关采用技术

所以，面向坚强智能电网的电力传输网络一方面需要继承传统 SDH/MSTP 传输网络的电信级传输能力，另一方面也要具备电力业务日益 IP 化、宽带化的发展趋势。目前，智能电网在接入侧正在进行配网自动化、基于 EPON 的远程抄表以及电力智能小区建设，电力综合传送网需要面向电力智能化、IP 化的传输网络建设。

3. 电力城域传送网的优化与演进

3.1 从 MSTP 到 PTN 的演进

作为传送技术与数据通信技术融合（某种意义上的妥协），MSTP 传送技术及设备在传送网向分组传送（交换）方向前进了一步。MSTP 中通过使用 GFP 封装、VC 虚级联、LCAS（链路容量调整）等关键技术，对新业务提供延伸的接口。引入 MSTP 以后，对于现有的 IP 城域网和 ATM 网，MSTP 可以为其提供接入和汇聚，扩大以太网业务与 ATM 业务的覆盖范围，确保各网络协调发展和相互配合，因而 MSTP 上通过数据接口功能的增加，实现了对现有数据业务的有效补充，保护了现有投资。

但是 MSTP 传送技术及设备也碰到一些制约因素（障碍）。首先，利用 MSTP 实现各类业务网在汇聚层和接入层的合网建设，必然会带来如何进行网络和业务管理等问题，因此在引入 MSTP 的同时，还要注意适当重组业务流程和网络管理流程，以适应业务综合和网络融合的趋势。其次是 MSTP 处理颗粒（接口速度）的不匹配：MSTP 以 2Mbit/s 速率及其虚级链来转送以太网业务，就如同拿一把尺子来称苹果的重量一样不太合适。事实上，MSTP 的内核是通过 VC-12 或者 VC-4 的交叉粒度来完成以太网的分组传送的。面向群路侧的处理对象是 VC-4，不清楚也不能适应 VC-4 内包的传送。对于以太网而言，包长是变化的，流量是突发的。传统的 SDH 传送网对于基于分组化的业务和新的业务提供方式，存在着诸如业务指派处理复杂，带宽效率低，成本高，网络扩展性差等缺点。由于 MSTP 交换平台的核心结构为交叉式电路方式的时隙交换，所以 MSTP 不能有效利用分组业务的统计复用特性。

针对以上 IP 化演进需求，各大公司和相关科研机构，分别展开了很多的研究，并提出了各种解决方案。作为最终结果，PTN 是业界经过多年的讨论后逐步得到认可的下一代传送平台，如图所示。

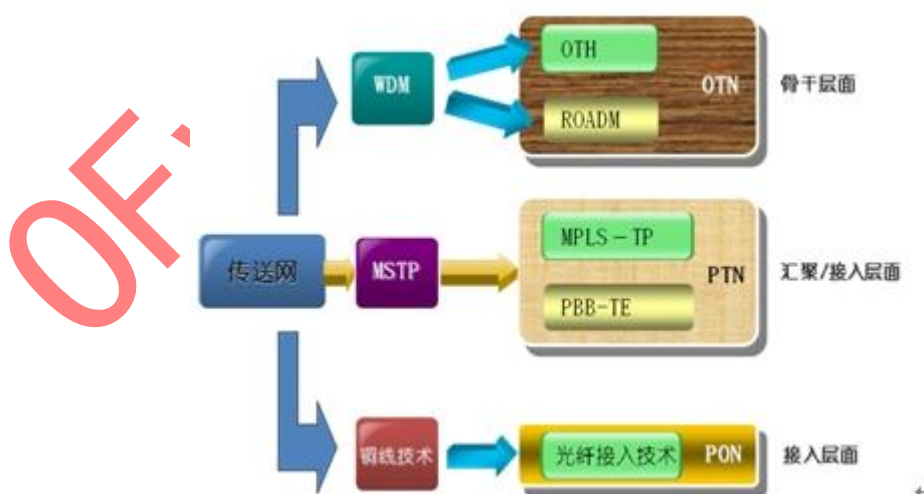


图 4 电力城域传送网演进路线

作为一种主流的 PTN 技术方案，ITU-T 在 IETF 的 MPLS 基础上，取其面向连接的子集，结合了传统 SDH 传输网络的 OAM 和保护等方面的特点，提出了 T-MPLS 的概念，并且完成了 G.8110、G.8110.1、Y.1711、Y1720 等建议，逐步对 T-MPLS 的数据平面、OAM 和保护等功能进行标准化。此后，IETF 与 ITU-T 成立了联合工作组，又在二者以前的工作基础上进行 MPLS-TP 的标准化定义工作。基于 T-MPLS/MPLS-TP 网络来实现端到端的伪线连接可以统一承载包括 TDM、ATM、以太等多种业务，并且实现统一的业务管理和区分的 QoS 保障；同时又很好的实现了传送网络带宽资源的动态共享分配，极大的提高了链路带宽的利用率；T-MPLS/MPLS-TP 网络还提供了有效的网络管理、维护和保护方案。

3.2 基于 PTN 的电信级以太网

基于 T-MPLS/MPLS-TP PTN 技术构建电力城域专网，能够真正实现电信级以太网 (CE) 定义的所有分组传送特征，包括：

- 业务隔离：真正实现专网间二层隔离，保证数据的安全性。
- 带宽保证：得到所付费用相应的保证带宽。
- 业务保护：继承 SDH 网络电信级理念，倒换时间保证小于 50ms。
- 高效率：实现二层共享，同一个大客户所租用的带宽可以给集团内各分支机构共享。集团内部仍可以划分 VLAN。并可以基于 VLAN 设置多生成树，提高分组业务带宽利用率。
- 与 MPLS VPN 结合，提供城域和广域专网的有机结合；
- 面向分组传送，提高数据处理能力。

3.3 PTN 是 MSTP 网络升级的合理选择

全球范围内大部分现有的光传输网已经到了升级换代的时候，正在开始大规模的产品换代。PTN 继承了 MSTP 的电信级传输精髓，能够实现所有 MSTP 网络的业务传送功能。作为下一代电信级多业务传送平台，PTN 具备面向分组化传送优化的扩展能力，具备更高的时钟同步能力，具备更高的绿色环保能力：

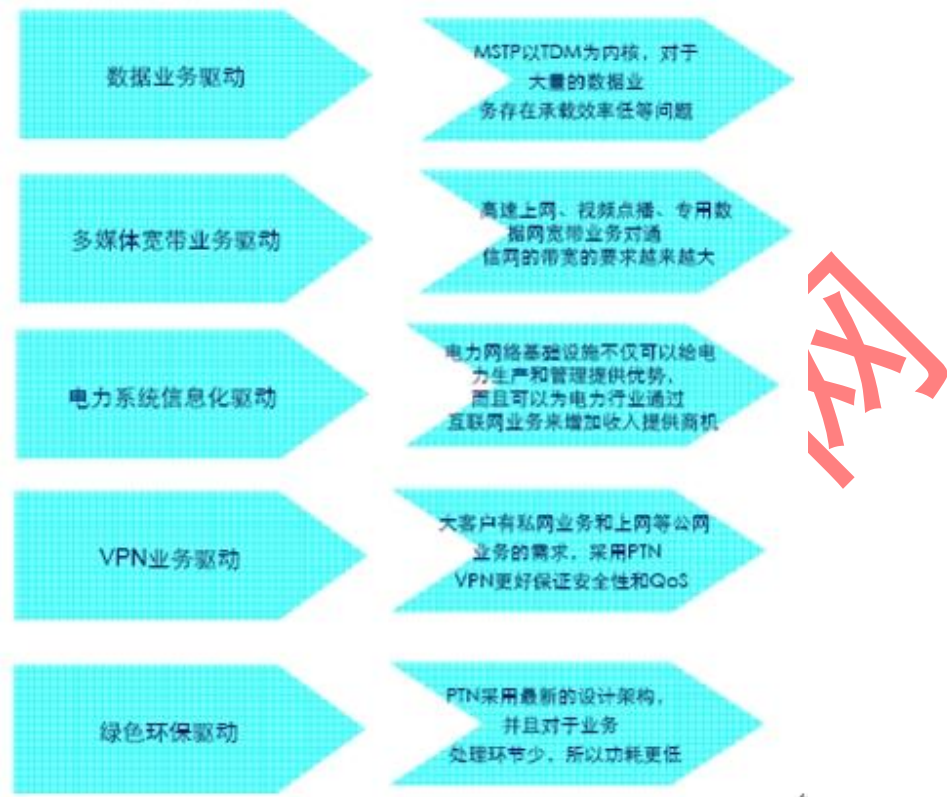


图 5 电力采用 PTN 建设的驱动力

因此，无论从电力系统面向智能电网的业务传送需求演进来看，还是从城域网技术面向 IP 化的演进来看，电力传送网络从 MSTP 向 PTN 演进都是必然的选择。需要指出的是，电力传输网的建设应该是一个平滑演进的过程：目前 MSTP 技术应用非常普及，所以作为一个新技术的 PTN 还将在一段时间内和 MSTP 共存发展，PTN 在初期可以作为 MSTP 互补应用来引入市场，发挥其分组业务的天然承载，支持时间同步等特点更好满足未来业务的需求，及时引入并布局 PTN，直至 PTN 演进为电力城域传输建设的主要建设方案。

4. 电力传输对 PTN 网络的要求

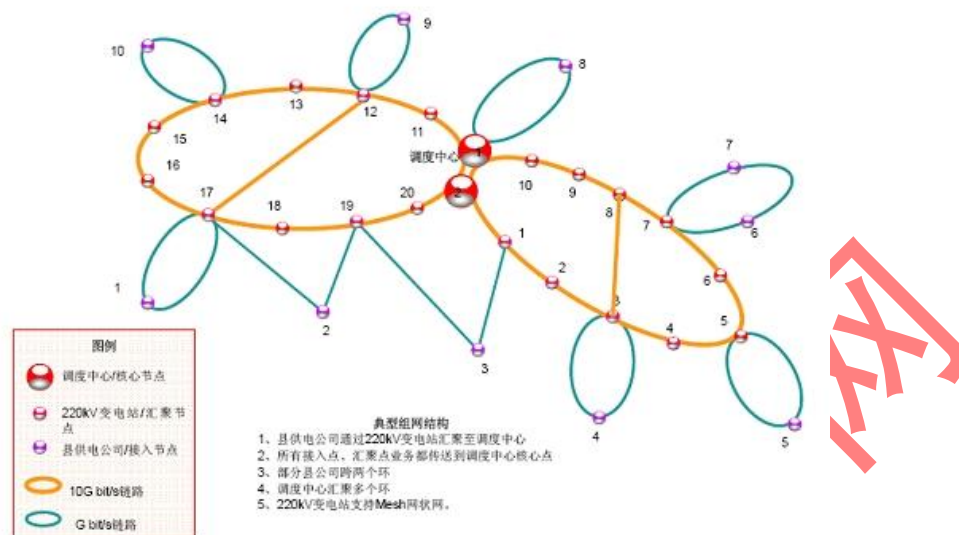


图6 电力城域传送网典型组网图

以上是一个典型的基于PTN的电力传输网架构。与SDH网络模型类似，整个网络按照调度所-变电站-供电所分为核心层-汇聚层-接入层。根据电力系统综合业务承载需求，要求建设的PTN网络应支持TDM、ATM、以太等多种业务的综合承载，实现变电站、调度所、配电所、电力营业厅、智能抄表、电力智能大厦、电力智能小区等多种业务的接入；业务在网络中应采用通道/PW、路径/LSP的方式传送，以保证网络流量可规划，保证业务QoS、时延、抖动等指标。随着业务规模的扩大，路径、通道数量在不断增加，网络应保证所有的路径/通道保护倒换时间小于50ms，同时要求PTN网络应能实现频率、时间同步功能，满足基站同步需求。最后，从网络管理角度，电力PTN网络应采用电信级网管TMN实现图形界面方式管理，提高运维效率，降低运维技术门槛，网管应实现网络拓扑、业务端到端配置/查询、端到端路径/通道的告警和性能监控/管理。

具体地，调度所的传送设备业务能力要求包括：

- PTN设备的交换容量应满足电力系统传输工程和建设要求；
- PTN设备的包转发率在最小帧长（64B）时根据设备交换容量满足电力系统传输工程和建设要求；
- PTN设备应支持很强的组网能力，支持各种拓扑组网能力：支持环形、环带链、环相交、环相切、MESH组网能力；
- PTN设备应支持10GE、GE规模组网能力。

变电站设备业务能力要求包括：

- PTN 设备的交换容量应满足电力系统传输工程 and 建设要求；
- PTN 设备应支持很强的组网能力，支持各种拓扑组网能力：支持环形、环带链、环相交、环相切、MESH 组网能力；
- PTN 设备应支持 10GE、GE 规模组网能力；
- PTN 设备应支持 E1 落地能力；
- PTN 设备应支持电源、交叉、主控、时钟单元 1+1 热备份，满足设备可靠性要求。

供电所设备业务能力要求包括：

- PTN 设备的交换容量应满足电力系统传输工程 and 建设要求；
- PTN 设备应支持很强的组网能力，支持各种拓扑组网能力：支持环形、环带链、环相交、环相切、MESH 组网能力；
- PTN 设备应支持 GE 组网能力；
- PTN 设备板卡应该采用热插拔方式，包括主/子板卡、电源、风扇；
- PTN 设备应支持 FE 业务，应支持 E1 业务，应支持不同业务处理板混插，提高插槽的通用性和灵活性等等。

5. UT 斯达康电力 PTN 解决方案

在传输技术的发展过程中，UT 斯达康作为最早涉足 PTN 系统产品市场化的宽带和传输解决方案专家，对传输网络建设有着深刻的理解，并凭借专业的解决方案规划设计能力，在系列化产品支撑基础上推出了全面的电力传输解决方案，实现了语音、数据、视频、CATV、基站等多业务承载。UT 斯达康的 PTN 在全球得到了广泛应用。

针对智能电网 IP 化趋势，UT 斯达康在全面考虑业务多样、安全可靠、灵活组网、管理维护、成本控制等诸多因素前提下，为电力量身打造了基于 PTN 技术的电力分组传送解决方案，实现了电力传送由 SDH、MSTP 向 PTN 技术的融合演进。NetRing TN 系列设备提供对电力以太网业务、E1 业务、STM-1 TDM 与 ATM 业务的统一承载，实现高性价比的面向智能电网 IP 化的分组传送网。在整个解决方案中，TN703/TN705 可用于电

力城域传送网的接入层，TN705/TN725 可用于电力城域传送网的汇聚层，TN725/TN735 可用于电力城域传送网的核心层。

UT 斯达康 TN 系列 PTN 设备早于 2009 年在山东的德州电力、枣庄电力得到了规模应用，近万端 PTN 设备的现网运行经验将有助于电力城域网建设演进，根植于中国的 UT 斯达康非常希望能在智能电网建设中贡献自己的一份绵薄之力。

6. 总结

作为承载电网关键运行业务、事物管理业务以及面向未来智能化演进的数据业务等智能电网整体架构的基础和核心之一，电力城域传送网的建设正在成为整个智能电网建设工作的一个重点。需要特别指出的是，从网络和业务演示来看，在调度中心到各变电站、各变电站到供电所必定会存在较大的城域汇聚层，更适合采用基于 PTN 的下一代城域传送网来实现智能电网业务的承载，以实现电网通信系统建设与智能电网的同步发展，为智能电网的安全、稳定、经济运行提供面向未来的通信基础平台。

微网并网控制策略的研究

微网(MG)作为智能电网重要组成部分，目前在控制方面还存在一些问题，特别是微网的解列和并网控制。针对并网过程对微网和主电网电能质量的影响，通过研究电网中的频率和功率特性关系，对微网并网过程中的功率流动进行了详细的分析。最后使用电力系统仿真软件 PSCAD/EMTDC 对并网过程进行了仿真，通过比较最佳并网时刻前后的不同并网过程，分析了其频率和功率变化的不同。研究表明，微网和主电网电压相对相位的不同对并网过程的电能质量有很大的影响。

0 引言

随着我国对智能电网研究和规划的正式启动，作为智能电网基础部分的分布式电源(Distributed Generation, DG)越来越受到人们的关注。DG 主要包括微汽轮机、风能、太阳能、燃料电池、生物质能等。其一般和负载一起组成微网，作为一个可控单元接入主电网。在并网运行时，微网通过公共连接点和主电网连接，当主电网发生故障或者电能质量问题时，微网迅速与主电网断开，独立向内部负载供电，当故障解除、主电网恢复正常后，微网可以再次和主电网并网运行。为了保证在并网过程中微网和主电网的电压和频率等电能质量指标符合国家标准，并网过程一定要采取合理有效的控制策略，保证并网过程的顺利安全进行。

本研究中只考虑并网后电网向微网注入功率，而微网向电网注入功率的控制在今后的研究中进一步深入探讨。通过 PSCAD /EMTDC 仿真，重点研究并网过程的电压和频率波动，提出安全有效的并网控制方法。

1 典型微网结构

典型微网结构如图 1 所示，主要由分布式电源、储能系统、负载和保护装置组成一个低压电网 (low voltage, LV)，通过变压器和主电网的中压电网 (medium voltage, MV) 连接，当主电网中发生重大电能质量问题时，微网控制中心 (MicroGrid Control Center, MGCC) 控制微网进入孤岛模式运行，保护微网内部敏感和重要设备。微网的并网是一个复杂的控制过程，在闭合之前需要对一些电能质量指标进行检查，只有这些指标满足同步并网要求，才能合上开关接入主电网。

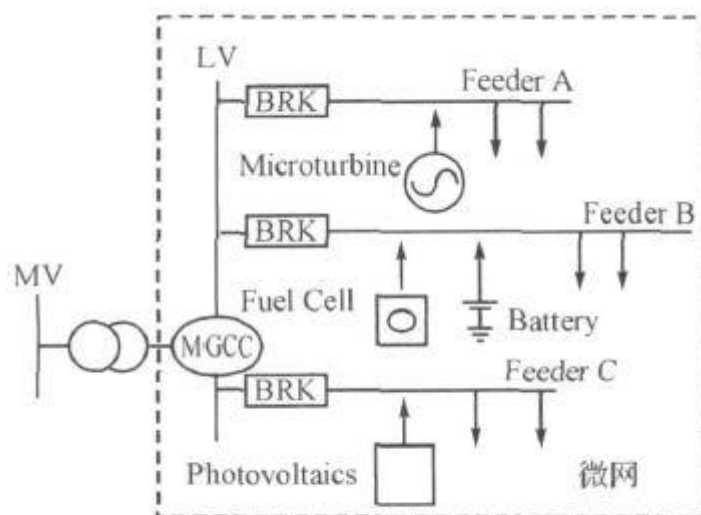


图 1 典型微网结构

2 并网后的功率流动

在电力系统中，当功率出现不平衡或者频率发生变化时，频率和功率的调整是由负荷和电源两者的调节效应来完成。系统中的频率和有功功率间的关系为：

$$f = - K_s P = - K_s (P_0 - P_1) \quad (1)$$

式中 K_s 系统的频率调节特性； P 系统有功功率的变化； P_0 、 P_1 不同频率下对应的功率； f 系统频率的变化。

在孤岛模式下，DG 提供了微网内部负载所需的所有功率。并网后 DG 产生功率的多少由微网控制中心的指令决定，微网所需功率的缺额部分再由电网注入。

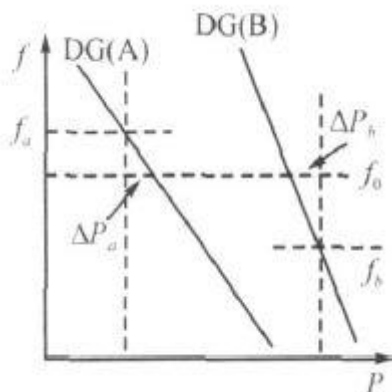


图 2 孤岛系统的频率-功率特性图

两个孤岛系统的频率-功率特性图如图 2 所示。在连接之前，DG (A)、DG (B) 分别以不同频率独立向各自负载供电，DG (A) 的频率为 f_a ，DG (B) 的频率为 f_b ，连接后成为含有两个 DG 的孤岛。在分开运行时 A 比 B 的频率要高，当它们并网连接后只能在同一个频率 f_0 下运行。从图 2 可以看出，此时 A 由于频率下降增加了 ΔP_a 的功率输出，B 由于频率上升减少了 ΔP_b 的功率输出，而整个网络的负载没有变化，所以 ΔP_a 等于 ΔP_b ，并网后功率从 A 流向了 B。同样，如果并网前 DG (A) 的频率低于 DG (B)，连接以后功率从 B 流向了 A。这说明并网后功率会从并网前频率高的流向频率低的，所以要使并网以后功率从电网流向微网，必须保证并网前电网频率要稍高于微网频率。

上面这种情况在实际应用中也是很有可能遇到的，当发生重大事故后，所有 DG 都将和微网分离，在微网重新启动时，DG 将依次接入微网。

3 同步并网控制策略

一般来说，并网前两个独立运行的系统，其运行频率很难调整到完全相同。并网前电网电压和微网电压分别为 U_g 和 U_m ，电压幅值 $U_g=U_m$ ，频率 $f_g \neq f_m$ 。假设并网后功率从电网注入微网，根据并网后功率流动的分析， f_m 要稍低于 f_g ，可得开关两侧的电压差 U_s 为：

$$U_s = U_g \sin(X_{gt} + U_g) - U_m \sin(X_{mt} + U_m) \quad (2)$$

其中， $X_g = 2P/f_g$ ， $X_m = 2P/f_m$ 。

式(2)可变换为:

$$U_s = 2U_g \sin \frac{(X_g - X_m)t + U_g - U_m}{2} \cos \frac{(X_g + X_m)t + U_g + U_m}{2} \quad (3)$$

令:

$$U_k = 2U_g \sin \frac{(X_g - X_m)t + U_g - U_m}{2} = 2U_g \sin (D/2 + B/2) \quad (4)$$

式中 D) 滑差角频率, $D=X_g-X_m$; B) 初相位差, $B=U_g-U_m$ 。

则式(3)可表示为:

$$U_s = U_k \cos \left[\frac{(X_g + X_m)t + (U_g + U_m)}{2} \right] \quad (5)$$

由于 U_k 是一个大小波动的值, U_s 是以 $2U_g$ 为最大值的脉动电压。

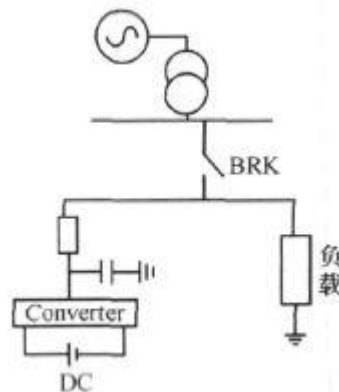
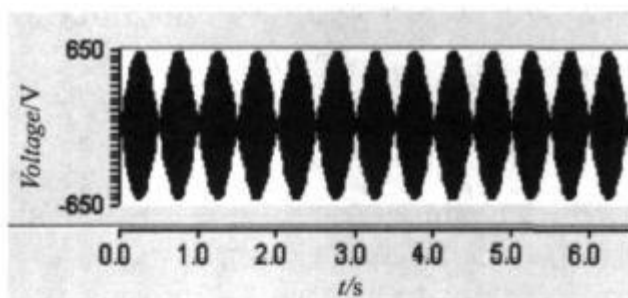


图3 微网仿真模型图

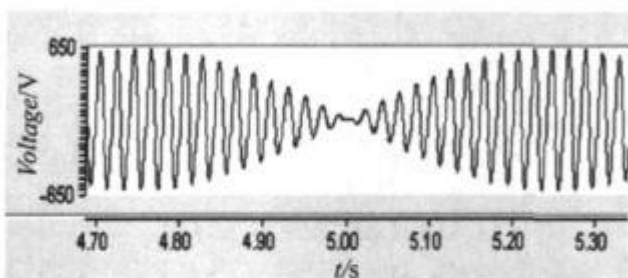
微网仿真模型图如图3所示,微网含有一个DG和负载,以直流电源通过逆变器产生交流电来模拟DG,微网通过并网开关和主电网连接。假设并网前电网电压为 $E\#g$,

微网电压为 E_m ，根据上面功率流动的分析，要使并网后功率从电网流向微网，并网前电网频率要稍高于微网频率，即 E_g 的频率稍高于 E_m 的频率。同时根据上面对电压差的分析得出式 (5)，可知并网开关两侧的电压差是脉动电压，仿真结果如图 4(a) 所示。在 5.0s 时刻的局部放大图如图 4(b) 所示，从图中可以看出，5.0s 是最合适的闭合开关时刻(这样的时刻是周期性出现的)，开关两侧的电压差最小，闭合过程产生的瞬间电流也很小，安全性能比较高。

电压 E_g 和 E_m 的对比图如图 5 所示(点划线是电网电压 E_g ，实线是微网电压 E_m)。综合图 4 和图 5 可以发现在 5.0s 是并网的最佳时刻，但是在实际应用中恰好在 5.0s 这个时刻闭合开关的可能性很小，往往都是这点的前后合上开关。仔细观察图 5 可以发现在 5.0s 前后是两种不同的情况，5.0s 之前是 E_m 超前于 E_g ，即 E_m 的相位超前 E_g ，5.0s 之后则是相反的情况， E_g 超前于 E_m 。下面重点分析这一不同点对并网过程的影响。

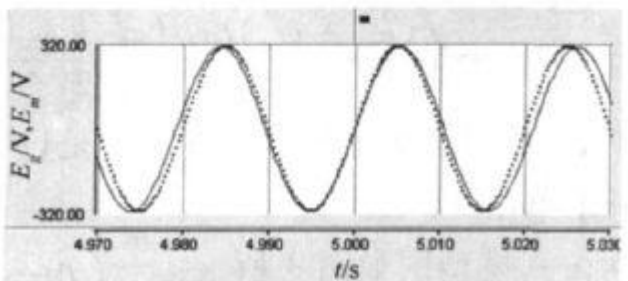


(a) 并网开关两侧电压差值结果



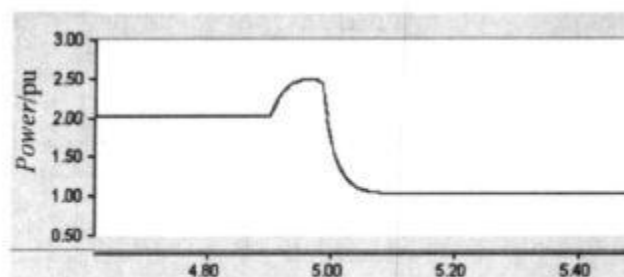
(b) 5.0 s时刻的局部放大图

图4 开关两侧电压差

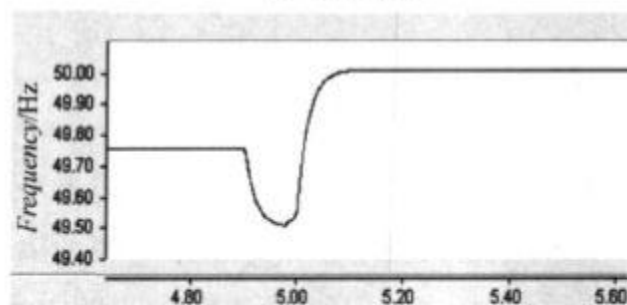
图5 \dot{E}_i 和 \dot{E}_m 对比图

微网的总负载是 2.0 pu，在孤岛模式下由 DG 提供了全部的功率，而并网后要求 DG 的输出功率是 1.0 pu。首先在 5.0 s 之前闭合开关，在这个时间段 E_m 超前于 E_g ，就是说频率低的电压相位超前于频率高的电压，同时保证开关两侧的电压差尽量小。在并网过程中 DG 的输出功率和频率的变化如图 6 所示。

从图 6(a) 可以看到，在并网过程中有一段向上的功率输出波动，然后又迅速回到正常水平。因为在并网前后整个系统的总负载没有变化，对微网来说，那些额外产生的功率流向了并网后的主电网。从图 6(b) 中可见，并网过程中有一段频率突然下降，短时间内产生了激烈的波动。



(a) 功率变化



(b) 频率变化

图 6 \dot{E}_g 落后 \dot{E}_m 时 DG 功率和频率

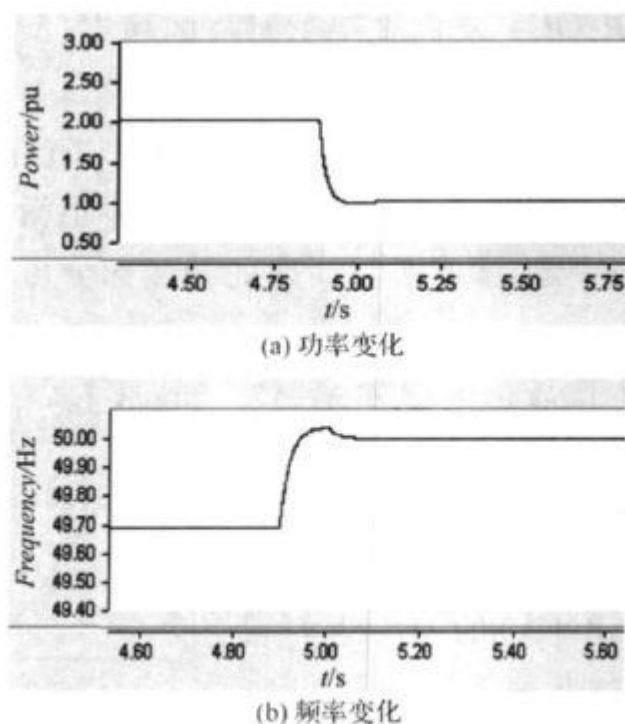


图7 E_g 领先 E_m 时 DG 功率和频率

5. 0s 之后闭合开关的情况如图 7 所示，电压差比较小的时候并网，频率高的 E_g 超前于频率低的 E_m ，从图 7(a) 可以明显地发现功率从 2.0 pu 变化到 1.0 pu，没有较大的波动，过渡比较平稳。在图 7(b) 中，频率的过渡同样也是比较平滑。因此如图 7 所示的情况才是最佳的并网过程，频率和功率波动都比较小，而且由于是在电压差比较小的时刻闭合并网开关，开关中产生的瞬时电流也比较小，整个过程中电能质量得到了有效的保证。

4 结束语

本研究通过对含有一个 DG 的微网并网过程仿真，研究了并网过程中频率和电压波动变化，着重分析了在并网前开关两侧电压相对相位超前和落后的两种不同情况，提出了微网并网的最佳控制策略：

- (1) 并网时开关两侧的电压差必须很小，理想状态为零；
- (2) 电网频率必须稍高于微网频率；
- (3) 并网时刻电网电压必须超前于微网电压。

并网后微网向主电网注入功率的情况在以后进一步进行研究。

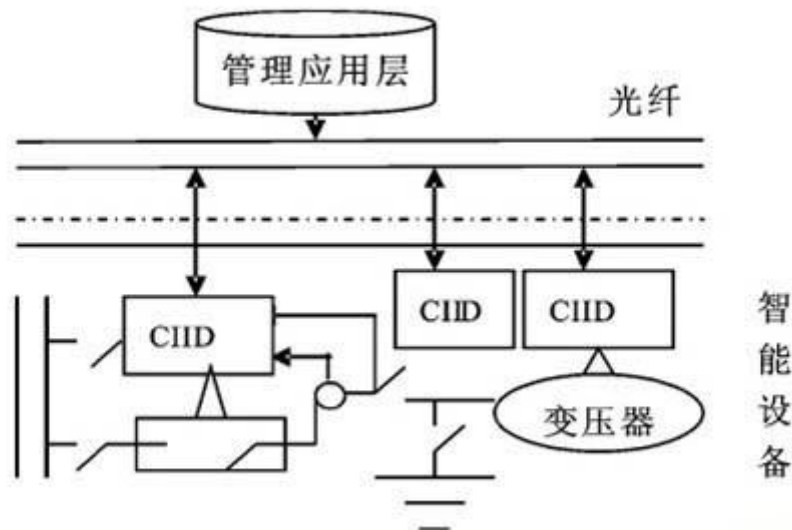


图1 综合集成的智能化变电站的架构

在该架构中，变电站中每个控制和监视设备都需要从过程输入数据，然后输出控制命令到过程。而CIID是核心，它将控制、保护、测量等功能集成在这个通用的平台上，通过通用的硬件和软件采集各功能需要的数据和状态量，实现数据共享。CIID主要有以下几个模块：

1) 智能化现场测控模块，它接受全网统一的同步时钟信号，实现对一次设备的模拟量、开关量与状态量的同步采集，也接受运行控制模块、继电保护模块等的控制命令，实现对一次设备操作的控制与执行。

2) 继电保护模块，它可以直接从智能化现场测控装置获取所需信息，以最短的时间做出反应，并且在任何情况下其保护功能都不被闭锁，因此它是优先级别最高的模块。

3) 通信模块，通过标准化的接口与变电站层和其它的CIID通讯交互。

五、智能化变电站的关键技术

智能化变电站通过全景广域实时信息统一同步采集，实现变电站自协调区域控制保护，支撑各级电网的安全稳定运行和各类高级应用；智能化变电站设备信息和运行维护策略与电力调度实现全面互动，实现基于状态监测的设备全寿命周期综合优化管理；变电站主要设备实现智能化，为坚强实体电网提供坚实的设备基础。为实现以上

功能，本文认为智能化变电站应当实现设备融合、功能整合、结构简洁、信息共享、通讯可靠、控制灵活、接口规范、扩展便捷、安装模块化、站网一体化等特点，应包括以下技术内容：

1、智能化变电站技术体系、技术标准及技术规范研究。在对智能电网的国内外现状、技术体系、实施进程及发展趋势进行跟踪、分析和评估的基础上，依据《中国智能电网体系研究报告》，研究智能变电站与数字变电站的差异，给出智能变电站的内涵、外延和应用范围；研究智能变电站内各种设备和系统的物理特性、运行逻辑及其输入输出的形式、介质，抽象出物理和信息模型，并基于统一的建模方法实现自描述；开展对智能电网发展基础体系、技术支撑体系、智能应用体系、标准规范体系、运维体系及技术价值体系的研究。

2、智能化一、二次设备智能化集成技术研究。涉及变压器、开关设备、输配电线路及其配套设备、以及新型柔性电气设备(装置)等电力系统中各种一次设备与控制、保护、状态诊断等相关二次设备的智能化集成技术。这些一次设备实现智能化集成后，实体电网将是一个由各种对内(面向自身)具备完善控制、保护、诊断等功能，对外(面向整个系统)具有数字化、标准(规范)化信息接口并发挥不同功能作用的智能体的有机组合，这些智能体能够在智能化电网控制决策系统的协调控制下，既相对独立又友好合作，共同完成智能电网的运行目标。

3、智能化变电站全景信息采集及统一建模技术研究。主要指智能化变电站基础信息的数字化、标准(规范)化、一体化实现及相关技术研究，实现广域信息同步实时采集，统一模型，统一时标，统一规范，统一接口，统一语义，为实现智能电网能量流、信息流、业务流一体化奠定基础。智能化信息采集系统与装置研究，利用基于同步综合数据采集同时适用于传统变电站和数字化变电站的新型测控模式，实现各类信息的一体化采集，包括与智能变电站有关的电源(含可再生能源)、负荷、线路、微电网的全景信息采集。此外还包括标准信息模型及交换技术研究，信息存储与管理技术研究，信息分析和应用集成技术研究，信息安全关键技术与装备研究，智能化变电站同步时钟推广应用研究等。

4、智能化变电站系统和设备系统模型的自动重构技术研究。研究变电站自动化系统中智能装置的自我描述和规范；研究基于以太网的智能装置的即插即用技术；研究变电站自动化监控系统对智能装置的识别技术、自动建模技术；研究当智能装置模型发生变化时的系统自适应和系统模型重构技术；研究自动化系统对智能装置的模型进行校验，对智能装置的功能及其模块进行测试、检查的交互技术；研究当变电站运行方式发生变化时，智能测控和保护装置在线自动重构运行模型的方法，后台系统自动修改智能装置的功能配置和参数整定的技术；研究自动化系统在智能装置故障时对故障节点的快速定位、切除和模型自适应技术。

5、基于电力电子的智能化柔性电力设备的研发及其应用技术的研究，包括不同柔性电力设备的拓扑结构研究，数学模型研究，功能特性及其对电网影响仿真与试验研究，以及自身控制与相互间协调控制策略研究等。目前已在电力系统中获得不同程度应用的智能化柔性电力设备主要包括晶闸管控制串联补偿器(TCSC)、静止无功补偿器(SVC)、静止同步补偿器(STATCOM)、有源滤波器(APF)等，它们在改善电力系统控制性能、提高系统电压稳定性与电能质量等运行品质方面发挥了重要作用；处于研发或不同程度试验中的柔性电力设备还有静止无功发生器(SVG)、固态限流器(SSFCL)、统一潮流控制器(UPFC)、静止同步串联补偿器(SSSC)、晶闸管控制移相器(TCPST)等，这些设备投运后，必将进一步改善、提高电力系统的控制性能、运行稳定性、电能质量等运行品质。随着智能电网建设的步伐的推进，必将研发出更多不同功能的柔性电力设备并在电力系统中获得应用。

6、间歇性分布式电源接入技术的研究。风能、太阳能等清洁能源，具有如下特点：储量丰富地区大多较为偏远；能量不够集中，相对分散；受气象变化及生物活动的影响，能量波动明显，用于发电，则出力呈现间歇性波动特性等。因此，清洁能源可再生并网发电(称为间歇性电源)直接接入电网，将对电力系统运行的安全性、稳定性、可靠性以及电能质量等方面造成冲击和影响，对电力系统的备用容量提出更高要求。另外，间歇性电源发电装置需按峰值功率设计投资，在能量波动大的情况下，装机容量的可利用率低。如何解决能量波动问题，是间歇性电源发展和利用面临的主要挑战。智能化变电站作为间歇性电源并入智能电网的接口，必须考虑并发展对应的柔性并网技术，实现对间歇性电源的功率预测、实时监控、灵活控制，以减轻间歇性电源对电网冲击和影响。

7、智能化变电站广域协同控制保护技术研究。研究基于变电站统一数据平台的广域协同控制保护的原理、实现方式、同步时间源技术、高速高精度测量技术、等间隔采样下的电气量计算技术、数据建模及交换技术、广域网时间传递技术、智能多代理系统、智能设备之间数据标准交换技术等。