

第 1 章

电力自由化和技术课题

1.1 电力自由化的原因和供给形态的变迁

1.1.1 电力自由化的原因

传统的电力、煤气、自来水、电信、电话、铁路等产业都是公益性的,属于政府管制。虽然取决于产业的种类,但大部分的这种产业受过很大的管制,比如进入市场、价格、事业、业务、保安等方面。电力事业受公共管制的原因:一是容易形成完全垄断的情况;二是电力是日常生活、企业活动中不可缺少的;三是设备投资的费用甚大,公司的风险比较大;四是政府需要确保能源,等等。为何容易形成完全垄断的情况?供给相应市场所需能源的时候,由单一公司提供电力比多数公司承担费用小,所以政府让唯一的公司供给能源。

在市场供应者只有一个公司的时候,有发生垄断的弊病,比如那个公司可以自由自在地左右价格,所以除了进入市场的方面以外,政府必须管制价格。但是,由于管制方面费用的增加,以及管制的目的和手段不合适而招致了损失,所以有人指出了管制的缺点,便开始了关于管制的讨论。

20 世纪 70 年代以后,美国、英国、日本等发达国家在电气通信、运输、金融、铁路等多种产业上放宽管制(deregulation)。如果放宽进入市场的管制和价格方面的管制,新公司和既存公司间的价格将会发生竞争。引入竞争,促进竞争后才可以期待提供多样的服务,降低价格水平,让费用系统向多样化演变,促进技术创新——这样的想法越来越被人们接受了。

这样的情况下,在许多产业放宽管制,自由化应运而生,以前被完全垄断的公共事业方面也开始引用了竞争原理。在欧美,1970 年以后开始了放宽管制。在美国,卡特时期关于陆路运输、航空、电气通信方面的管制放宽了。里根时期,管制的放宽进一步扩大,煤气、电力方面的竞赛也开始了。在英国撒切尔执政时期,国营公司开始向民营化演变,同时开始了关于石油、陆路运输、电气通信、煤气、电力方面的竞赛。

在日本,20 世纪 80 年代以后,为了活跃经济,开始放宽管制。例如,1985 年日本电信电话公司成了民营企业,开始了竞争。1987 年,日本航空成为了民营企业,还有日本政府分割了日本国有铁道后,让它成为民营企业。1995 年,煤气、电力产业的竞赛开始了。在这样的国家进行放宽管制的背景下,国际经济潮流发生了变化,比如技术革新、需求的多样化、国际经济的成熟化、国际化,等等(见图 1.1)。

在 20 世纪 70 年代后开始的放宽公益产业管制的潮流中,一个特殊的事件是,理所当然应完全垄断的网络型产业,也开始了竞争。其中电力产业放宽管制,促进自由化的原因可列举如下。

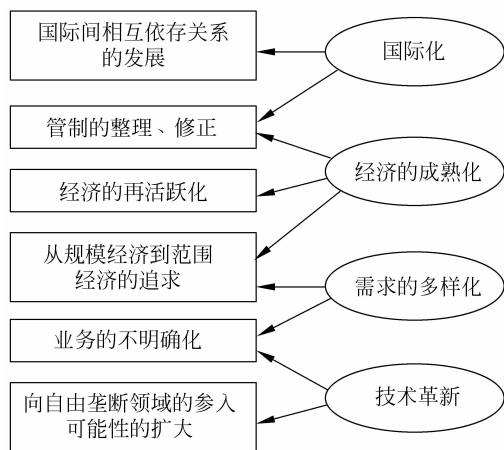


图 1.1 管制缓和推进的因果关系(来自文献[6])

(1) 分布式电源的普及：因为技术革新，分布式电源进入一个以前被垄断的市场已成为可能。由于小规模发电能与大规模发电相抗衡的技术及相应的制度得到建立，在发电方面结束了垄断的局面，就是在电力方面推进放宽管制的主要因素之一。

(2) 不同能源间的竞争：除了电力，煤气和石油产业的供给，特别是围绕热需求的各种能源产业间的竞争更加激烈。

(3) 航空、煤气产业放宽管制成功后，大家认识到垄断发电、输电、配电会降低企业的效率，不利于激发企业的积极性、降低费用及服务多样化，导入竞争后才能解决这样的问题。

(4) 欧盟、北美成功进行了广域电力运营，认识到让几个电力公司竞争可以促进效率化。

除此之外，在东京范围的电力供需紧张状况以及电费比国外高的状况也是日本放宽电力公司的管制的理由。还有，英国的撒切尔政权、美国的共和党政权促进了削减公益管制，导入市场原理，小政府的志向越来越强了。这也是促进自由化的一个不可忽视的理由。

在日本，9个(1978年后冲绳电力加入后成为10个)电力公司垄断每个地域的供给，《电气事业法》详细地规定进入电力市场和决定费用。这就是“二战”后的日本电力体制。原来日本政府认为电力产业和别的产业不一样，具备特殊的技术条件——自然垄断性(natural monopoly)。电力在日常生活及产业活动中不可缺少，而且电力一定需要规模大的设备及巨大的不可回收成本，经营上的风险也比较大。同时，日本政府需要确保发电燃料等的能源，为了避免双重投资及不必要的竞争，认为政府的规定是有必要的。

但是，技术进步后，有人提出管制电力产业需要巨大的费用，效率不高。在大家注意到了越来越大的管制费后认为，管制的目的和手段不合适，是导致损失等低效率的原因。

1.1.2 电力自由化的潮流和供给形态

无论公司的形态是国营、公营还是私营，以前世界上的电力供给体制都是以输电和配电一贯性为中心的。公司的活动都是公益事业，被法律批准在一定的地域垄断供应电力。但另一方面，供应对电力需求者也是义务，电力的价格以及进入电力市场都由政府管制。20世纪70年代后期，发达国家开始电力公司的民营化，放宽电力公司的管制，引入竞争机制。

在美国,1978年公益事业规制政策法(Public Utilities Regulatory Policies Act, PURPA)生效后,被称为 QF(qualifying facilities)的非电气商被准许进入电气市场,电力市场也开始引入竞争机制。以后,QF 和被称为 IPP(independent power producer)的独立系发电商供给的市场份额扩大了,1992年能源政策法(EP Act)成立后,使可以自在地进入电力市场。但是,电力公司掌握着接入输电线的权利,所以批发电力市场的自由化还没有形成。因此,1996年,联邦能源规制委员会(Federal Energy Regulatory Commission,FERC)制定了《关于开放输电线和不能回收的投资费用的最终规则》(Order No. 888)和“关于公开输电线的资讯和运营输电线的最终规则”(Order No. 889),所有的电气商应该对所有的发电商(包括 IPP)开放输电线,计算出公正的输电费用,批发电力市场的自由化便开始了。

原来英国为了保护国内的煤炭产业,促使消费价格高的国产煤炭,重视煤炭火力发电。但是 20 世纪 70 年代后期,“二战”后建设的发电所都陈旧了,需要重建。标榜小政府的撒切尔推进了民营化,所以 1990 年,英国政府分割英格兰及威尔士的国家电力公司,对发电、输电、配电公司进行分离,引入竞争。此后,在北欧、新西兰等世界各国开始了电力市场的自由化。

美国创设了有竞争的批发电力市场,英国达成电力市场的完全自由化,欧洲联盟(EU)统一自由的发电市场。这些都影响了日本的电力体制。1995 年 2 月,日本政府制定了改正电气事业法,取消了进入电气事业的管制,导入了关于供应电源的投标制度。其结果是投标价格比上限价格下降了 20%~40%,得到很高的评价。电气事业审议会为了进一步推进效率化,开始准备供电自由化,即竞争的引入,2000 年 3 月 21 日,开始了供电的部分自由化。

如上所述,1978 年成立的公益事业规则政策法让 QF 进入电力市场,开创了美国的电力自由化。然后加利福尼亚州把竞争积极导入了电力市场,1994 年 4 月,指示重新组成电力事业,1996 年,制定了零销电力自由化的法律。1998 年 3 月 31 日,电力联营体市场,调整供求的电力交易所(power exchange, PX),运用及监视系统设备的独立系统运行商(independent system operator, ISO)开业,同时加州实施了零销电力自由化,所有的用户能选择不同的供电商(电力的全面自由化)。加州采用的电力制度被称为包括联营体市场和零销自由化的制度混合型供给系统,它明确分离了 ISO 和 PX 的机能。

在英国,1989 年颁布了《电气法》,1990 年 4 月英国政府把国营电力公司分成 3 个发电公司和 1 个输电公司,达成了电力市场的民营化。电气法实施后,联营体市场制度成立了,电力公司能像在商品市场中一样买卖电力。达成民营化后,规制电气事业的电气会议被废除,成立了政府控制的独立性很强的电气事业规制局。2001 年 3 月,英国政府创造了零销电力的完全自由化的环境,重新建立了电力交易的结构。

近几年,在美国独立发电商(independent power producer, IPP)多了起来,开放输电线的趋势也越来越强。在欧洲,EU 合并后,EU 组织了单一的电力市场,开始接受第三方进入(third party access, TPA)。许多发展中国家也进行了电气事业的民营化和自由化。在 21 世纪,重新组成电气事业可以说是全世界的潮流(见图 1.2)。

在世界范围内,电力事业的供应体制正在从发输配电一贯制的独立供应体制向发输配电部门及供应部分的分离供应体制过渡。这些分离供应体制因为具有输配电网的公平入网,供应事业的自由化以及能确保公正的竞争的优点而被采用。特别是对输配电事业来说,从经济的观点容易独占。因此,为了能公平地利用输配电设备,促成适当的设备构成,排除其独占的弊害,趋向于实施托送费率及托送义务的公共管制,以及将发电部门从电力供应事

业中分离开来(即组织上的分离及机能上的分离,见图 1.3)。

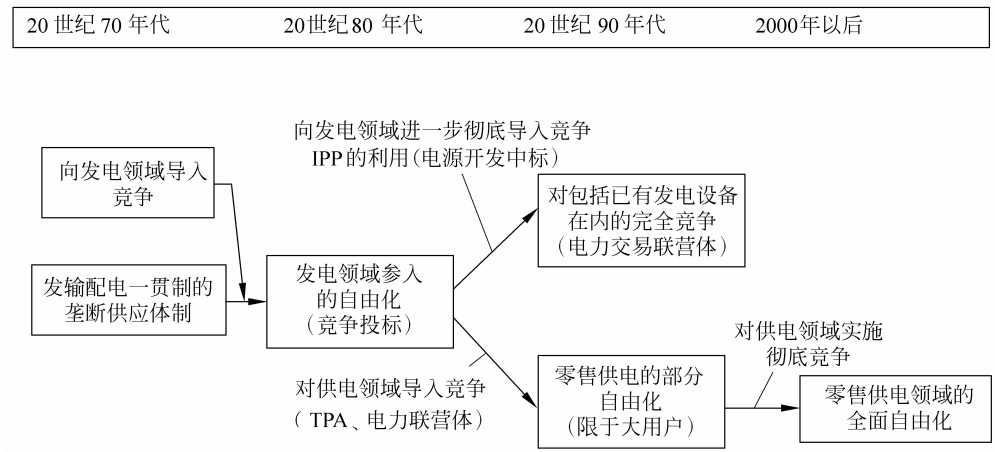


图 1.2 在电力事业中导入竞争原理的趋势

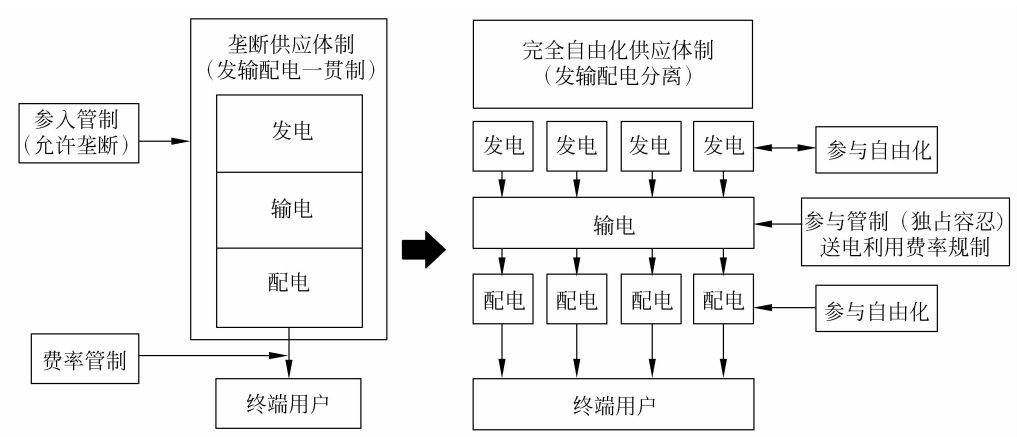


图 1.3 伴随电力自由化的供应体制的变化

以下结合电力自由化的进展,论述迄今为止各国采用的电力供给形态及其变化。接着,作为电力自由化进步的例子,介绍美国、英国、北欧各国及欧盟的电力市场设想。

1.1.3 根据资本形态进行电力供给事业体系的分类

按照资本形态,电力供应商大致分为三类,即国营、公营及私营。

1. 国营

国营公司是国家拥有的企业。在日本由政府全额出资的公司称为公社。在此从严格的意义上讲并不完全由国家所有的公司也称为国营。那些不是股份有限公司的形式,而是由国家直接经营的公司,例如,法国电力公司(EdF)、意大利电力公司(ENFL)等属于国营公司。

2. 公营

公营公司是州、市等地方政府拥有的公司。对大规模的电源开发来说,需要大量资金,还与电源开发和国家的能源政策有密切的关系,所以发电公司一般来说都是国营的。配电系统和行政区划的规模大体一样,所以配电公司中公营的比较多。

3. 私营

私营公司基本上是由个人资本组成的,但是有的公司也带有公共资金。例如,在英国私营化的 National Power 公司、Power Gen 公司,60%的股份出售给了民间,剩余的 40%股份则由政府拥有。

现在,许多国营电力公司为了导入竞争作准备,开始股份公司化、民营化。另一方面,很多的公营及私营电力公司为了抵御放宽管制的损失,加强市场支配力,进行合并的趋势也越来越大。

1.1.4 垂直统合型、水平分割型电力供给事业系统

我们还可以把发输电、配电商按一贯管理体制、分工体制加以分类。

1. 垂直统合型电力供给事业系统

在这样的体制下,同样的电力供应商在一贯管理体制下发输电、配电。该体制还可以大致划分为以下两类。

(1) 为了提高效率,政府合并许多规模比较小的电力事业单位,建立国营公司,统一管理电气事业,向政府专业体制过渡。

(2) 在可以估计有很多需求的大城市,公营事业单位供应该地区的所有需求,兼营该地区的供热事业,达到很有效率的事业运营。

2. 水平分割型电力供给事业系统

水平分割和竞争没有直接关系,意味着发输电、配电商是不同的分工体制。最近,随着竞争机制的导入,为了明确显示使用率,不准部门间的相互串通,水平分割发输电、配电部门,让它们独立成为公司的国家越来越多。还有像欧盟指令那样,采用分离会计处理方式的 国家。

政府或者发电公司拥有输发电部门,让输发电部门和发电部门分离,维持输电部门的垄断,把竞争只引入发电部门,这样的例子也可以算水平分割型电力供给事业。此时,他们让配电部门将配电运行部门和供应部门分开,垄断配电运用部门,开放供给部门。进行电气事业体制的水平分割是由导入竞争的程度及国家的能源政策来决定的。

1.1.5 导入竞争后的电力供给形态的变迁

电力供给形态可以大致划分为独占供给形态,发电市场自由型供给形态,开放输电线形态和完全自由供给形态。下面说明以上四种形态的市场结构及电力供给的特征。

1. 独占供给形态(monopoly model)

采用独占供给的国家的电力供应商是拥有发输电、配电设备,发输配电集中的经营这样的垄断企业(图 1.4)。他们垄断着向一定的地域供给电力。在这样的体制下,别的公司新规参入有严格的管制,像独立发电厂商(IPP)那样的也不能进入。发电部门、供给部门都没有竞争,但是,有时候他们也从管制的批发电力供应商购买一部分电力作为供应电力。

尽管有私营、国营等经营形态的区别,但 1995 年以前日本、法国、意大利的电力公司都属于以上所述的形态。在公共企业管制政策法(PURPA)下,非电力供应商(QF)进入发电市场以前的美国也属于此类。但是,拥有可再生能源发电设备、热电联产设备的公司不要营业许可,还有买下自家发电的剩余电力的时候法律保护避免低于成本,发电自由化的基础已经巩固了。但是,批发电力供应商的交易往往基于法律所规定的义务。

2. 自由化发电市场下的供给形态(purchasing agency)

如图 1.5 所示,在这种供应形态下,对于输配电部门允许既存的发电商对系统设备的独占和利用,另一方面则撤销发电部门的独占,形成可以让新规参入者自由进入市场的供应体制。既存的发电商一方面拥有供应区域内的输配电设备,向终端用户供应电力;另一方面则可以对所需的供应能力,将其中的一部分从管制放松(撤销)而新规参入市场的 IPP 等其他发电商中通过购电进行调节。

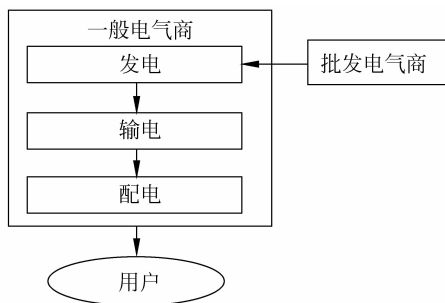


图 1.4 垄断供应体制的结构

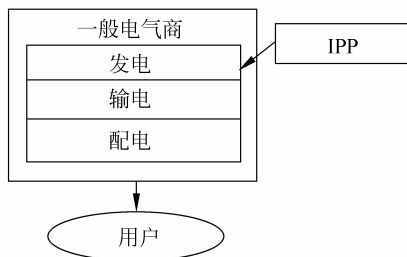


图 1.5 发电市场自由化体制的结构

在此发电部门的一部分导入竞争机制,而电力公司所有的既存的发电设备本身并不成为竞争投标的对象。在这种情况下,既存的发电商并不自己建设新的发电站,而是以 IPP 等其他的发电商为对象进行竞争投标。在签约之前,发电商将电源规模、类型、所需发电容量和其他条件提示给投标者(IPP 等)。所投标的各发电项目按其价格高低的顺序进行排列,在达到其所需发电量时则宣布中标结束。所中标的各项目中提示价格最高的价格作为其共同的买收价格(价格优先顺序),用这种方式来决定缔结需求供给契约的中标者。

这种方式是竞争导入最初所采取的方式。其意义与其说在于向发电部门导入竞争机制,还不如说是新规发电设备的选择,在导入中引入竞争机制,通过竞争来筹措新规发电设备。

3. 开放输电线型或者批发托送供给形态(open access or wholesale competition)

这样的供给形态是,不但发电部门,输电线也实行自由化,是一种更进一步的竞争体制

(图 1.6)。拥有输电线的电力公司有义务向第三方提供输电服务,即发电商需要向配电商支付其使用输电系统的费用。此时,拥有输电线的电力供应商为了公开公正的费用,将被禁止与别的部门串通,让它们独立或者分离会计。

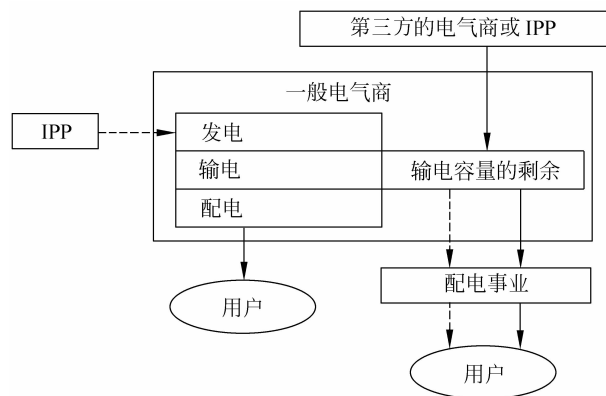


图 1.6 输电线开放型或批发托送型供应体制的结构

但是,这种形态的意图是促进批发电力市场内部的竞争,不是促进获得顾客的竞争。总之,电力公司不能向最终用户托送,应该向一定的输配电商托送,用户不能选择供给电力的公司。批发托送(wholesale wheeling)的买方是电力供应商。但是零售托送(retail wheeling)的买方是用户。扩大批发托送,充实竞争条件后,这样的供给形态接近导入了零售托送⁴。1992年,能源法(EPA Act)成立后的美国的电力体制可以作为这种形态的代表。

4. 完全竞争型供给形态(Complete Competition or Retail Wheeling)

在这种供给形态下,各部门的垂直统合被分离(unbundling),向电网的接续被开放,允许向终端用户零售托送电力,从发电部门到与终端用户相关的供应部门的彻底的竞争原理得以导入。现在的美国加州便是这种形态。1990年以后的英国等也采用这种模式,有时也称其为英国式的供应体制(图 1.7)。

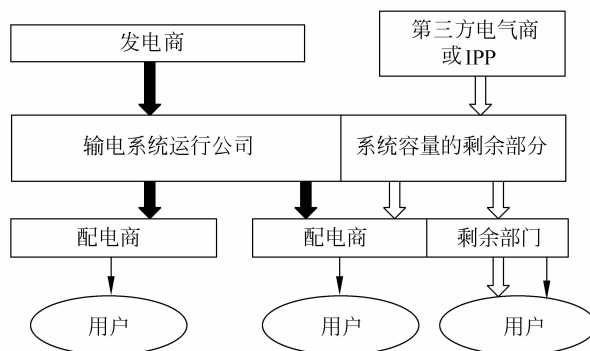


图 1.7 完全竞争型的供给形态的结构

在这种完全竞争型的电力市场下,公司按照每天的需求状态,向发电商按照优先顺序发出指令供给电力,决定批发价格、销售价格后向配电商销售电力。这个形态下的配电商也是

开放的,也有零售托送的义务。所以需求者可以从 IPP 直接买电力,也可以向其他地方的配电商买电力。

发电和配电市场是完全开放的。如果输电部门也完全开放,容易招致重复投资,经济上没有效率,所以输电部门是完全垄断的。这个体制也存在问题,即发输配电部门的公司可以为了回收发电部门的资本,优先投入自己的发电设备。还有,分配原价的时候,他们也可以向输电部门分配更多的固定费用、间接费用,降低发电成本,上涨送配电的成本,造成有利于自己的发电部门的条件,妨碍 IPP 等进入。所以,这个体制下,电力公司的各部门被禁止串通,输电部门和配电部门、系统运用部门和供给部门应该独立,或者实行会计分开。

1.2 英国电力自由化的动向

1.2.1 电气事业的民营化和完全竞争供给形态

英国改革电力制度,通过改组电气事业,进行民营化,分割垂直同合法送配电部门的国营电力公司,导入了电力联营体(pool)制度,开放了发电和售电市场。英国改革的电力制度是按照竞争原理进行自由化的典型,被称为英国型或者电力联营体型。

1990 年,撒切尔和保守党作为国营企业的效率化、民营化的一环,把国营中央发电局(Central Electricity Generating Board, CEGB)分为三个发电公司(National Power, NP; Power Gen, PG; Nuclear Electric, NE)和一个输电公司(National Grid Company, NGC),使 12 个地区的配电局成为民营的配电商,让他们保存从前的供给地区。保守党认为原子力发电公司的民营化的负担过重,保留了 NE 的国营形态,把除了 NE 以外的公司都变成了私营公司(见图 1.8)。

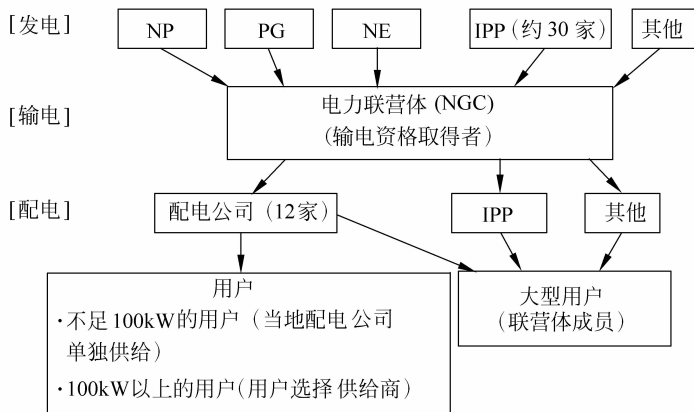


图 1.8 民营化后英国的电力供应体制

进行民营化的目的是:改善经济,减轻官方的债务,减轻公司对政府的干涉,谋求复兴经济。进行民营化的另一个理由是:撒切尔以建立“小政府”为指向,指出国营企业的低效率(比如过高的电费)。国营公司的改革只要有议会的决定便能达到,还有当时的能源自给率达到了 100%,没有短缺供给能源的问题。

民营化后,发电市场都开放了,规定必须在输电公司(NGC)运营的电力交易市场交易

所发的电力。电力联营体(pool)制度建立了。

新体制建立后,成立了电气事业规制局(Office of Electricity Regulation, OFFER)。OFFER 是按照 1986 年制定的电气事业法,在政府控制下的独立的机关。OFFER 对于发电商、供电商等所有的电力供应商有发给许可证的权限,还有按照许可证的内容监督他们的义务。表 1.1 中的各种许可证的目的,是促进竞争,维持公司的可靠性,保护用户的利益。所有的许可证中写着持有该证的人应该遵守的规定。

表 1.1 电力市场中许可证的种类

许可证的种类	内 容
发电许可证	运行 50 000kW 及以上的发电设备容量的发电时所必需(NP 公司、PG 公司等 12 家配电公司已持有)
输电许可证	在进行输电业务时必需(NG 公司已持有)
一般供电许可证	在供电区域内经营批发供电业务及配电业务的事业单位(12 家配电公司已持有)
第 2 类供电许可证	在一般供电许可证以外进行批发供电事业时必需(12 家配电公司, NP、PG 等已取得)

(来源:海外的电气事业,电力新报社,1996)

对于许可垄断的输电、售电公司,不用原价规制,代之以在电价上管制。在这个制度下,(RPI-X)为上限(RPI 是该年的零售物价上涨率,X 是受监管产业的生产率上升率),该范围内,电力供应商可以决定价格。对于售电工作,进行了分阶段的自由化,1998 年 4 月,售电市场完全开放了。

1.2.2 制定电力联营体市场和交易电力的步骤

在电力联营体市场的交易有 8 个步骤(表 1.2)。

(1) 交易前一天:交易前一天,发电商出示投标的内容。这些内容是,按照时间序列的发电功率、起动费、发电成本(价格)、运行特性和运行约束条件。在没有约束条件的供给计划(U-schedule)的条件下,计算供给发电量、投标价格。每 0.5h,计算供给发电量。供给发电量是估计的需求量加上备用。计算投标价格时,按照发电商提供的投标数据,每 0.5h,算出相对发电机组的功率值的发电成本。最后,按照每 0.5h 需要的供给发电力和发电机组的投标价格,按低的投标价格顺序选择交易当日被运行的机组(优先顺序法)。用优先顺序法决定供给电力量时,可以无视输电管制,只要考虑机组的特性。还有,决定供给电力量时,反映输电管制、发电机组的特性,在交易当日系统运行者使用的“运行用的供电计划”(Operational Schedule)也被制订。

U-schedule 下被选择的发电机组中,以最高的发电价格为系统边际价格(system marginal price, SMP)。重负载时间(table A period)和轻负载时间(table B period)计算发电价格的方法不一样。轻负载时间中只用微增费用;重负载时间中,除了计算微增费用以外,还要考虑回收发电机组的起动费的发电价格。选择 SMP 的时候,有运转管制以及指定了功率的发电机组除外。

然后,用电力不足概率法(loss of load probability, LOLP)和负荷不足价值损失(value of lost load, VOLL),按时间带计算(capacity element, CE)。短期而言,需求窘迫时 CE 能抑制需要,增加供给。长期而言,CE 可以促使向发电设备投资。

表 1.2 英国完全竞争型联营体市场的交易过程

	电力交易过程	业务内容和计算项目
交易的前一天	[1] 需求预想	- 在交易前一天的上午 10 点之前进行隔日的需求预想计算(以 30min 为间隔)。 - 考虑到以前的实际数据、天气预报以及其他可能影响需求变化的因素(社会活动)进行预测
	[2] 发电商提供投标数据	在交易前一天的上午 10 点之前提出各机组的投标数据。(可能是发电量、起动费和发电成本等)
	[3] 生成无约束时的供电计划 (U-schedule) (生成运行中供电计划)	- 计算出必需的供应发电量(+所需备用容量),按投标价格由低至高的顺序选择发电机组。 - 在生成 U-schedule 时,利用称之为 GOAL 的供电计划生成专用程序。 - 同时生成反映了输电约束、各发电机组详细特性的供电计划,供系统运行者在交易当天使用
	[4] 计算 SMP(系统边际价格)	在无约束的供电计划中,以最高的发电价格为系统的边际价格,此时事先从 SMP 的选择对象中排除有运行约束或者输出功率为指定的发电机
	[5] 计算 CE(capacity element)	- 根据 LOLP(loss of load probability,供应量小于预想需求的概率)和 VOLL(value of lost load,用户为了避免停电所愿意支付的价格)计算出 CE。$CE = LOLP \times (VOLL - SMP)$。 - 从短期来看可以抑制需求紧迫时的需求量,增加供电能力,从长期来看可以激励对发电设备的投资
	[6] 决定 PPP	决定交易当天各时间段发电商通过电力联营体供应电力时的价格 PPP (pool purchase price)。 $PPP = SMP + CE = SMP + LOLP \times (VOLL - SMP)$ $= (1 - LOLP) \times SMP + LOLP \times VOLL$
交易当天	[7] 生成交易当天的供电修正无约束供电计划	- 按照运行用供电计划进行发电机组的供电。 - 生成修改后无约束供电计划(revised U-schedule)
交易后	[8] 计算 uplift 和决定 PSP	- uplift: 在因为输电约束而对输出进行调整时,相当于供电计划和运行实际的误差部分的补偿费用。除此之外,还包括频率控制和无功功率补偿等辅助服务(ancillary service)的费用。 - 求得联营体电力销售价格 PSP。 $PSP(\text{pool selling price}) = PPP + \text{uplift}$

在联营市场,对交易当天的发电量所支付的价格,即所谓联营体支付价格(pool purchase price,PPP),是指根据预想的需求以及交易前一天由发电商之间的竞争投标,按照 SMP 和 CE 之和来决定的(表 1.2)。所以可以说 PPP 是在交易前一天,考虑了预想需求是否会超过供应能力的两种情形的概率的预测价格(期望值)。

(2) 交易当日: NGC 系统的运行者,按照运转设备提供供电计划,根据需要变动对发电机组发出指令,考虑运转上的制约。如果发电机组的投标资料有变更,交易当日也可以接受,并随时反映到供电计划中。但是,向发电商支付费用时,一定要按照发电机组的运转变更和实际的运转情况计算,另外,按照这些变更修改 U-schedule。

(3) 交易后: 交易当日,由于输电线管制运用的价格较高的发电机组的运用费和设想

需要的误差,发电机组的供电计划和实际的运转结果(operational outturn)的误差所产生的补偿成本,都作为上扬费(uplift),在交易后结算。还有,为了稳定频率和电压,发电机组提供的辅助服务费,发电机组出示的功率可能值中,没编入 U-schedule 的发电可能容量的费用也包括在 uplift 之内。按照 uplift 和 PPP,在交易后,决定供给商从电力联营体购买电力的价格——电力联营体购买价格(pool selling price,PSP)。计算 uplift 时使用重负载时间发电价格计算,输电损耗费按供给商的购买电力量按比例负担。

1.2.3 电力联营体市场中的电力交易的构造

决定电价时,电力联营体市场中的构造如下(图 1.9)。

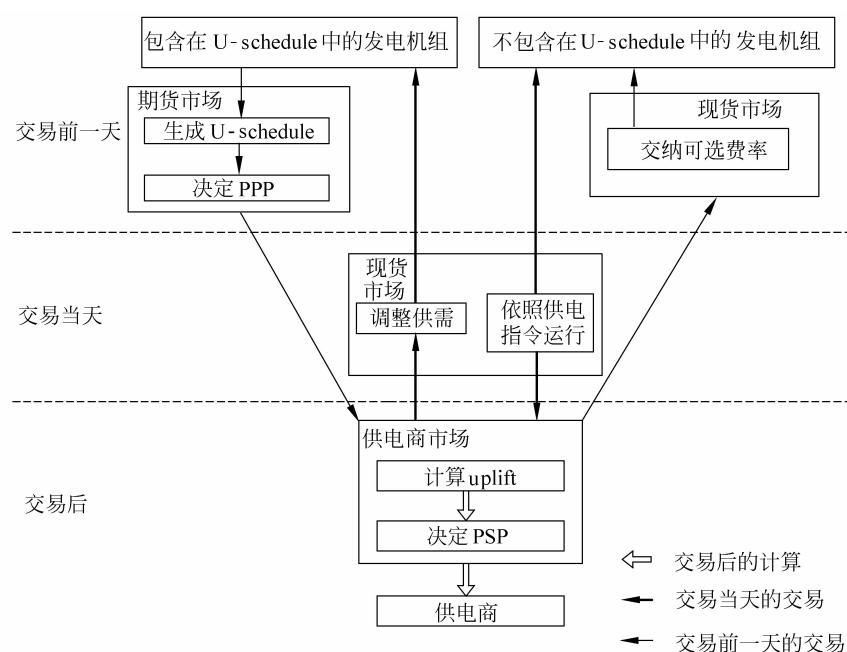


图 1.9 英国电力交易联营体市场的构造

1. 期货市场(forward market)

交易的前一天,在用 PPP 签订销售电力的合同的交易,发电商和供给商间的交易可以认为是期货交易。总之,用 U-schedule 下决定的价格(PPP),其向电力联营体供给 U-schedule 下决定的发电电力量。在电力联营体交易的电力的大部分是交易的前一天,在期货市场中成交的。

2. 期权市场(option market)

在实际中有时会发生这样的情况,即由于输电约束的影响,必须对已经编入 U-schedule 的发电机组输电功率进行限制,而启动一些未编入 U-schedule 的高成本的发电机组。考虑到这种情况,在交易前一天,对那些备用性质的发电机组,或者是运行中的发电机组的剩余容量部分签订一种合同,旨在使这类发电机组或剩余容量有义务为对付交易当天的意外或

者由于输电约束使供电指令发生变化,使之处于待机状况。一旦需要,对这些未编入 U-schedule 的发电机组的发电可能容量部分(unscheduled availability)交付其相应的期权费率(一种行使供电指令的权利的相应的费率),当这些发电机组实际上接受了给电指令时,可以按机组表示价格($>PPP$)领取支付的费用。另外,对发电商所支付的相当于 unscheduled availability 的期权费率,反映了交易当天该发电机组实际上所接收到的供电指令的期望值(类似于 CE 的计算)。该期权费率和高成本的发电机组的运行费用作为一种追加费率来进行计算。

3. 现货市场(spot market)

现货市场用于调整交易前一天生成的供电计划和交易当天的运行实际之差,按时刻交易其所需的电量,特别是对那些编入了 U-schedule 的发电机组,已经在交易前一天通过期货市场以价格 PPP 成交的交易量,由于交易当天的输电线约束,这部分交易量(发电量)未能实现。此时联营体需向该发电商按照其发电机组的提示价格($<PPP$)清算期交易。此外,由于输电约束对一部分发电机组限制其发电量所产生的损失部分,也作为一种追加费率加以处理。

4. 供给商市场

从电力联营体购入电力的供应商市场中,在整个电力联营体市场按 PSP 价格进行电力交易。

1.2.4 导入竞争后对电力事业的影响

民营化和导入竞争的成果被给予各种各样的评价。例如,把民营化后的英国电费(1996 年)跟民营化以前的(1990 年)比较一下,一般用户的名义值提高 20%,实际值降低 5%,工商企业用户的名义值提高 23%,实际值降低 3%。对用户来说,实际电费降低了。所以,有人称赞电力事业的民营化,但是,把英国电费的变化跟其他欧盟各国作比较,德国、丹麦、冰岛的电费也降低了,名义值也降低了。按照汇价,购买力平价,英国电费的相对地位没有很大的变化。

民营化后电费的名义值未降低的理由之一是:导入竞争后的发电市场价格(电力联营体的价格)的大幅度上涨。从 1994 年 4 月到 1996 年 8 月,加重平均售电价格(PSP),名义值上涨 5.7%,实际值上涨 2.7%。市场价格的上涨越来越严重了,其中 CE 的上涨率最大。有人认为电力联营体价格上涨的原因是两个规模很大的发电公司(NP 和 PG)行使了市场支配力。电气事业规制局打算降低它们的市场支配力。但它们的市场占有率依然达到 76%。为了促进英国电力联营体的成功,一定要分析支配电力市场的原因,并想出应付的办法。

1.2.5 走向完全自由化及今后的动向

自从 1990 年的电力民营化以后,导入了电力联营体,在发电商和供电商之间依照电力联营体的规则进行电力交易。从 1998 年 4 月 1 日开始,同区域(英格兰、威尔士)的所有终

端用户都可以自由选择该区域的供电商,实现了完全自由化。

在1990年的民营化开始便逐步地导入了这种供电商之间的竞争。在民营化的开始阶段,限定那些峰值需求超过1000kW的用户才能选择供电商,1994年将限制的规模下降到100kW。当时,对同区域的批发供电部门来说,以峰值需求100kW为分界,形成了供电商之间的竞争市场(100kW以上的大型用户)以及当地的配电公司的垄断市场(100kW以下)两种体制。1998年所有的用户都可以选择供电商,实现了全面自由化,各区域的配电公司的垄断市场(100kW以下的用户)也随之消失。

1. 英国电力完全自由化所存在的问题

英国的电力完全自由化实施以后,所存在的问题也随之呈现出来。首先,完全自由化市场的特点可以归纳如下。

(1) 自由化以后,电力交易继续通过电力联营体市场,以每天30min为单位,按照联营体价格在发电商和供电商之间进行。

(2) 为了适应自由化的要求,将所有现存的仪表系统更换成能按30min计算电量并进行数据传送的仪表系统事实上是不可能的。(但从1998年4月1日以后,超过100kW的用户有义务设置30min间隔的仪表。)

(3) 现在,对那些垄断着100kW以下市场的当地配电公司的供电部门,与竞争部门的其他供电商同样公平对待。

现在同区域的电力交易一方面保持着每30min的联营体系统的电力交易的原有框架,另一面着手对还没有设置30min间隔仪表的用户使用电量的量测(数据加工)和相应的联营体决算方式更变所需要的系统开发的准备。但是由于系统开发的准备大幅度延迟,不能赶上当初预计的1998年4月1日的完全自由化的日程。管制当局也不得不考虑“完全自由化的分阶段导入”,根据系统开发的进展情况,做出相应的让步。

2. 新运行体系

在完全自由化的环境下,发电商和供电商间的电力联营体体制保存下来,供电商的运行体系发生了变化。其特点是,用仿形处理数据,以及考虑了与既存的联营体决算系统相连接的两阶段的结算,而使得从终端用户的数据到决定交易电量的供电商的数据的处理流程也得到修正。

(1) 适用仿形 在英国所有的2200万户家庭设置0.5h仪表从经济上是不可能的。因此,按照用户的情况、使用电力的情况、负载率,设置8种(6个工商用,2个住宅用)模式,按照这8种模式采用仿形每0.5h的方法。根据每0.5h的仿形算定的电量,暂定算出供电商的交易电力量。用需求模式,用户可以不负担将旧的仪表换成0.5h的仪表时所需的费用了。

(2) 分阶段决算系统 供电商在量测数据和根据数据加工推测出来的数据混同在一起的状况下,临时进行初期结算(initial settlement)。当得到实际的仪表数据后,再进行与初期决算的差额调整(reconciliation)。

3. 小规模电源对配电系统联网的影响

最近,在英国,由于再生能源计划,以煤气为燃料的热电联产计划的开展和小规模发电

效率的提高,使得技术发展迅速,和配电系统(132kV 以下)连接的小规模电源(embedded generators)的开发增大了。1998 年自由化以后,对小规模电源的规制得到大的缓和,可以估计小规模电源在电力联营体外交易将越来越多。小规模电源的发展可以避免发电公司增强系统设备,避免输配电上的损耗,还具有提供峰值电源、无功电源等优点;另一方面,会使得运行系统复杂化,短路容量增大。今后,面对完全自由化,对于小规模电源造成的利益和问题的议论会更激烈。

在电力联营体市场,导入了一种在发电商和供电商之间进行差额合同(contract for difference,CFD)的制度。这种 CFD 制度可以调整预先在两者之间所定的价格和实际价格的差额,达到由于联营体价格变动的套期保值的效果。实际上,在电力联营体市场所交易的电量几乎 90%是按 CFD 进行的,所以有人指出联营体的价格决定方法背离了经济原理。

所以,OFFER 根据劳动党的意图,1997 年 11 月以后,开始改革电力联营体制度,1998 年 7 月 29 日,向政府提出了“关于新电力交易制度的最后报告书(proposal)”,发表了代替电力联营体制度的新供给电力体制的计划。

导入了 8 年的电力联营体制度获得一定的评价,比如,排除国营公司带有的低效率性。但是,太复杂的价格决定过程使新的公司不容易进入市场,发电设备是否能保证长期供给电力不太准确,电力联营体上的价格和发电成本偏离,CFD 合同的流通性太低,电力联营体市场和煤气市场间常有干涉,等等,由于种种弊端,引起了对该制度的新的修正。

OFFER 提出的交易制度有三个市场,期货市场(forward and future market)、短期合同市场(short term bilateral market)和需求调整市场(balancing market)(图 1.10)。在期货市场,发电商和供电商签订多年的合同。在短期合同市场,到即将交易电力之前(按照 OFFER 的发表,4h 前),交易合同的不足部分。按照这两个市场的交易,每 0.5h 的指定供电计划成立。在平衡市场,发电、供电商,系统运行商(NGC)交易合同容量和设想需要量的差异。由独立于输电商的承担中间商任务的管理市场人承担中介来完成交易。和从前不一样,三个市场都是开放的,所有的公司都可以进入。原来 OFFER 打算 2000 年 4 月进行从电力联营体制度向这个新电力交易制度的过渡,但是因为要开发计算机程序设备,修改法律、许可证的条件、合同等许多的准备工作,使得实施延期至 2001 年 3 月。

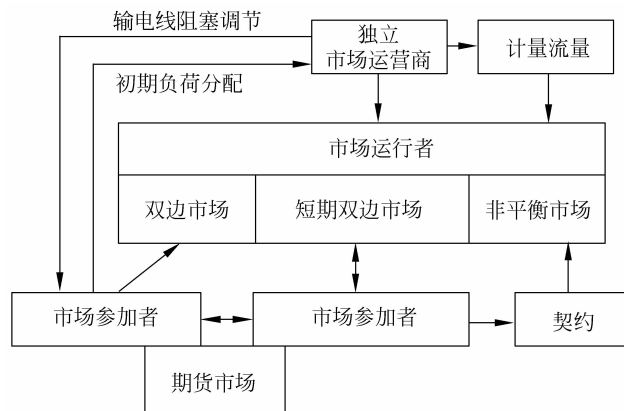


图 1.10 根据 OFFER 的新的电力供应体制的提案

1.3 美国电力自由化的情况

1.3.1 美国电力自由化的过程

1. 发电市场的竞争化

1978年,公益事业规管制策法(Public Utility Regulation Policies Act,PURPA)成立后,发电市场的竞争开始了。根据PURPA,电力公司应该从被称为合格发电设施(qualifying facility,QF)的小规模发电商、热电联产设施买入剩余电力。使用可再生能源的小规模发电设施(80 000kW以下)、热电联产设施中,美国联邦能源监管委员会(Federal Energy Regulatory Commission,FERC)认定QF,规定让电力供应商必须从QF购入电力回避成本(avoided cost)。回避成本是指:如果不是从QF购入电力,而是自己发电或者从QF以外的电源买入电力时发生的每kW·h的微增成本。自此以后,有QF资格的小规模发电设备、热电联产设备进入了市场,除了电力商以外的发电设备增加了。

2. 输电线的公共运输化

有人指出,为了活跃批发电力市场,批发发电商应该和电力公司所拥有的输电线连接,用托送选择配电商。IPP、QF等发电商,公营配电商则认为,为了把竞争引入发电部门,FERC应该对拥有输电线的电力供应商缓和托送的条件。但是,私营的综合发输供电商以供电可靠性和费用负担为借口一直反对。1992年成立的美国政府按照能源政策法(EP Act),为了促进批发电力市场的竞争,开放输电线,促进托送自由化加强了FERC的托送命令权限。自此以后,IPP得到发展,1995年,IPP占发电量的11%。

3. 输电线的无差别开放

FERC认为,用户要分别一个一个申请后才实现托送是不够的,不能充分实现输电线的无差别利用。为了输电线的开放和促进批发电力市场内的竞争,1995年3月,发表了关于开放输电线利用的规划方案,让规制委员会、学术界、产业界讨论。经过一年的讨论后,1996年4月,FERC令全国的电力供应商开放所有的输电线(transmission open access),有关的《关于开放输电线和不能回收投资费的最终规则》(Order No. 888),《关于公开输电线路的情报和运用输电线的最终规则》(Order No. 889)自即日起生效。

1.3.2 公布 FERC Order No. 888 和 No. 889 促进电力自由化

1. 关于开放输电线和不能回收投资费的最终规则(Order No. 888)

为了降低电费,确保电力供给的可靠性,实现公平的输电服务,本规则规定所有的拥有或者运用输电线的电力供应商实行与自己的电力交易无差别的输电服务,对第三方开放。

用户变更契约售电时,会出现不能回收的投资。输电线开放后,用户可以回收这部分的投资了。但是,对公开这个规则以前(1994年7月11日前)的合同才可以适用,另外,对废

弃以前的批发供给合同的用户才可以适用,明确规定不能回收的投资可以作为脱离费加以征收。附带 Order. 888 形式的输电费用规则(proforma open access transmission tariff)规定对所有的输电利用者公平提供各种各样的输电服务、地点间服务(point-to-point transmission service)、输电网服务(network integration transmission service)。系统运用辅助服务(ancillary service)也在 Order. 888 中做了详细的规定(表 1.3)。

表 1.3 美国的输电服务及辅助服务

服务分类	服务 分 类	服 务 内 容
输电服务	地点间输电服务	一般情况下的输电服务(短期、长期服务)
		非一般情况下的输电服务
	网络输电服务	
辅助服务	组 1 (输电线提供者是唯一的提供者)	机组起停调整、系统控制及调度
		电压、无功功率控制服务
	组 2 (输电线提供者以外可以提供的服务)	供需平衡调整、频率控制服务
		功率偏差调整服务
		热备用容量服务
		旋转备用容量服务

2. 关于公开输电线的情况和运用输电线的最终规则(Order No. 889)

这个规则被称为 OASIS(open access same-time information system),是关于输电系统实时情况网络运行的规则。为了活跃接连输电,作为系统运行规则补充 Order No. 888 的文件,做了以下规定。

- (1) 输电线拥有者对第三方无差别提供交易电力必需的系统情报(输电线公开情报系统的构成)。
- (2) 输电线拥有者将交易电力系统运用业务与系统运行业务完全独立开来,保证情报公开的公正性。

1.3.3 通过设立 ISO 进行电气事业改组

FERC 的最终规则健全了批发电力市场的基础,然而,为了运行带有竞争的电力市场,还存在着电力交易太复杂、系统可靠性降低和市场支配力等问题。在电力市场,一定需要独立于所有的市场者参加的组织(independent system operator,ISO),让它掌握复杂的电力交易,实现公正的竞争。最终规则(Orden No. 888)里也有设置 ISO 的导则。ISO 一如既往运行电力系统、需求业务,还要调整市场参加者的交易,通过公开输电线情报公开系统(OASIS),公开其输电系统的情况。

虽然最终规则没有规定必须设置 ISO,但是,中部大西洋地域协议会(MAAC)管辖地域(PJM)、纽约州(NYPP)、新英格兰六州(NEPOOL)、加利福尼亚州、得克萨斯电力信赖度协议会管辖地域(ERCOT)、太平洋北西部地域(Indego)、威斯康星州和中西部地域

(Midwest)8 个地域都在计划设置 ISO。下面,以在美国电费最高的加州实施的电力交易制度为例,说明 ISO 的特征。

1.3.4 加州混合电力交易形态

现在加州准备构筑如图 1.11 所示的电力交易模式。为了确保 Order No. 888 所定义的输电线利用的公平性,有意识地将 ISO、PX(power exchange, 电力交易所)、SC(scheduling coordinator, 机组调度安排)的功能分开。

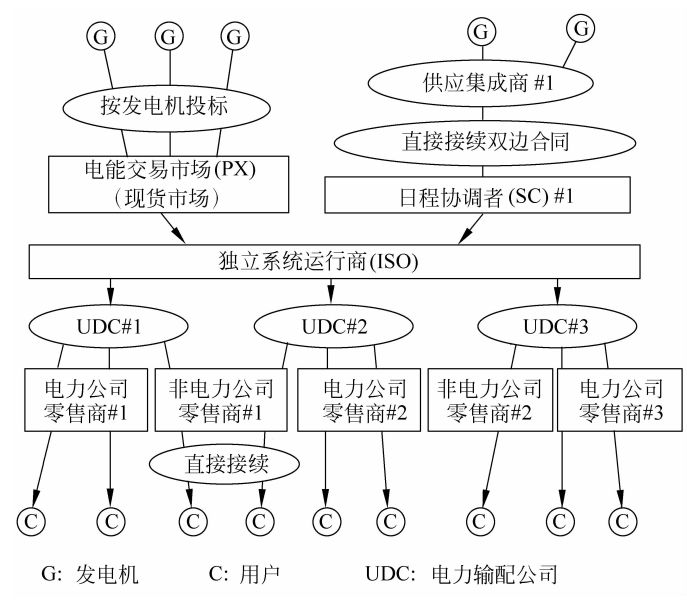


图 1.11 加州电力交易的构成

1. ISO 的功能

为了对所有输电线利用者提供公平的输电服务,确保加州全域的输电系统的可靠性,采取了如下具体措施。

- (1) 提供输电系统的情报: 用 OASIS 的情报网,提供关于地域内的需求分布、输电制约、输电线接续费率和辅助服务等系统情报。
- (2) 制定供电计划: 综合 PX 和 SC 提供的需求计划,制订地域内的短期供电计划。
- (3) 系统运行控制: 为了维持可靠性、需求平衡,通过在线运行控制系统。
- (4) 电力交易的结算: 进行输电者利用的电力交易的结算及费用回收。

此外,ISO 的供电计划是,按照电力交易的特征,以交易的前一天(day ahead)和交易的一个小时前(hour ahead)的两个期货市场基本数据而生成。

2. PX 的功能

为了运行日间现货市场,设定每 0.5h 或者 1h 的电力交易需求平衡,决定其现货市场价格。举例如下:



- (1) 发电投标：接受和用户不直接交易的发电商的投标。
- (2) 需求投标：在 PX 运营的短期现货市场买入电力的买电商按时间、地点出示希望需求量和上限价格。
- (3) 投标决定：提前编入原子能发电、QF 等必须买入的电力，用最低的费用，按时间保持需求平衡，来决定投标价格。在这里制定的需求计划向 ISO 提出，然后 ISO 制订供电计划。
- (4) 决定市场价格：以 ISO 制定的供电计划中微增发电费用(边际费用)最高的发电单元为边际机组，按照这个发电机组的价格，考虑输电损耗后，决定向发电商支付的金额。
- (5) 结算业务：对于发电商和买电商，处理电力交易计划和实际的差异。

3. SC 的功能

SC 是在卖方和买方之间的电力交易中考虑了输电损失并确保需求平衡的调整机构。利用输电线的经济主体(发电商、IPP 及用户)必须参加其中一个 SC(也可以自己充当 SC)。SC 即是代表“一个或者多个发电商”，“一个或者多个终端用户”，“一个或者多个组的发电商及终端用户”的电力交易中介者，起着参加制定 ISO 的供电计划的重要作用。经营现货市场的 PX 也可以看做代表“不特定多数的发电商及其用户”的一个 SC。另外，为了协助 ISO 制定出供电计划，PX 及 SC 有义务制定出一个考虑了输电损失的满足供需平衡的供电计划。

美国所有州采用像加州一样的混合电力交易形态，在所有的州可以实现无差别托送。但是，售电的情况各州不一样。阐明积极导入竞争的观点的加州，1994 年 4 月，接受 CPUC (California Public Utility Commission)提案的重组电力事业指令后，1996 年，准许所有的用户可以选择供电商。1998 年 3 月 31 日，像电力联营体那样调整需求平衡的电力交易所 (PX)，运用、监视系统设备的独立系统运行机构成立了。总之，加州采用联营体电力市场，开放输电线接续，成立了混合电力供给制度，ISO 和 PX 的机能也分开了。

这个新系统确立后，发电商和用户都可以用互联网，通过 ISO，预约利用输电线了。现在最大的三家公司(PG&E、SCE、SDG&E)向 PX 批发所有的发电电力，它们售电的时候，从 PX 或者电力公司的配电事业部买入电力。在新的系统中地域配电公司可以选择从 PX 或者 SC(scheduling coordinator)买入。SC 代表参加批发市场的批发商，总结需求和供给的情况，向 ISO 提出保持供需平衡的供电计划。ISO 按照供电计划，确认有没有输电线的阻塞、辅助服务的分担、评价系统可靠性基准后，根据需要修改供电计划，制订最终供电计划，实施当日的实时给电运行。

PX 按照最终供电计划，计算出市场决算价格，在市场参加者之间进行结算。电力公司可以征收不能回收费用作为竞争过渡费(competition transition charge, CTC)。

批发电力市场开放后，由于世界上的放宽管制的潮流以及技术的进步使得小规模发电所的效益得到提高，煤气价格下降，地域间的电费差距加大，这些都导致了对电力市场的自由化向零售部门发展。有的州对售电部门的开放进展很快，预计今后有必要再全国调整对电力改组的认识。现在所有的州在讨论引入托送，因为各州的电费不一样，托送的普及情况也不一样，电费较高的州积极引入托送。1998 年 6 月，12 个州成立了再次编成电力市场的法律，6 个州的公益事业委员会已经实施了这一法律。有人认为，今后，有可能全美国的 2500 多个电力公司由于放宽管制合并，成为几个 MW 级的供电商。

1.3.5 传输输电系统

最终规则 Order No. 889 规定,为了向输电线利用者提供输电网的运行情况,输电线应该设立 OASIS 或者参加别的公司运用的 OASIS。

输电服务都通过 OASIS,确保电力市场的公平性,通过利用情报网络和计算机系统建立电力供给系统。OASIS 所公开的情报如下:

- (1) 输电线上可以利用的输电能力(available and total transmission capability);
- (2) 价格、条件等关于输电服务的情报(transmission service offering offering and price);
- (3) 输电费率、辅助服务的情报(ancillary service offering and price);
- (4) 服务申请和答应(transmission service requests and responses);
- (5) 输电服务的日程(transmission schedule information);
- (6) 发电、输电设备的运用情况。

利用输电线者接入 OASIS,取得交易电力上需要的情报,申请希望的服务。也可以知道利用输电线可否、输电服务的情况。该系统作为 OASIS 的第一阶段,现在需求者可以用互联网预约输电线的利用情况。

1.4 欧盟(EU)的电力自由化

1.4.1 EU 电力市场自由化的原因

EU 作为合并市场的一环,20 世纪 80 年代后期,以实现域内能源单一市场为目标,试行

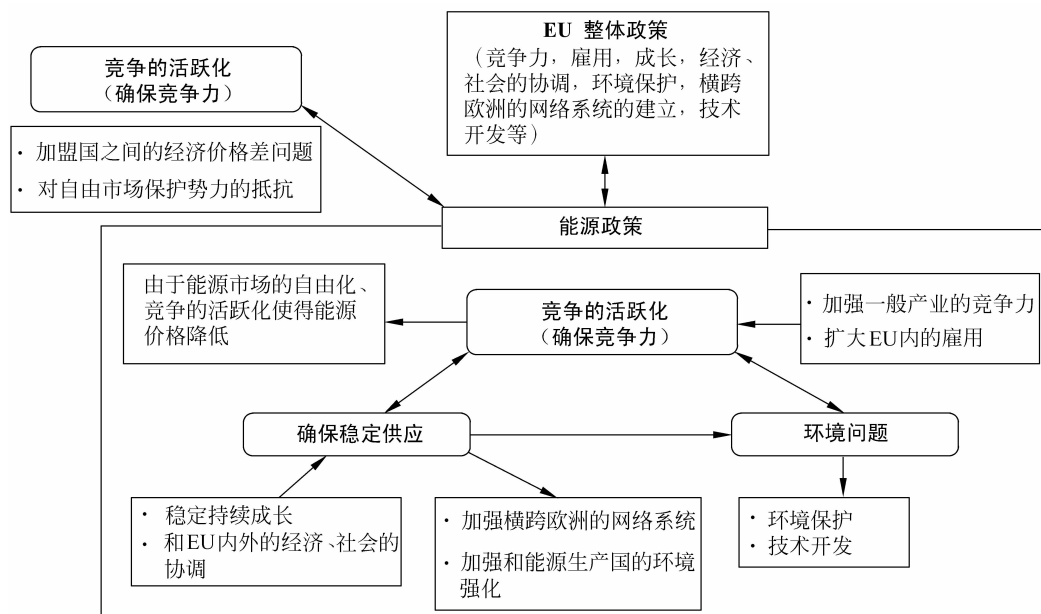


图 1.12 EU 能源政策的实施

了各种各样的法律(图 1.12)。受 90 年代的英国、北欧电力改革的影响,1990 年初下了托送命令,并制定了价格透明化指令,1992 年为了在售电部门引入竞争,提出了第三方系统接入制度案(Third Party Access, TPA)。那时,加盟 EU 的国家激烈地讨论批发电力、零售电力的自由化,输电网的开放(表 1.4)。英国和北欧推动了售电部门的自由化。垂直统一型发输配电的国营公司的法国、意大利主张只要发电部门的自由化,拒绝了售电部门的开放,然后建议了单一购买者制度(Single Buyer System, SBS),各国的利害相反,议论纠纷难以统一。但是,考虑到作为 EU 市场统一的一环,电力市场的结合是不可缺的,最终各国以相互妥协解决纠纷,1997 年 2 月,放宽 EU 电力市场管制指令(其正式名称为《关于域内电力市场通用规则的 EU 大臣理事会指令》)生效了。以后,加盟 EU 的国家必须在两年内把这个指令作为国内法律。

表 1.4 EU 电力市场管制放松的由来和今后的开展

年 份	管制放松的内容
1987 年	EU 委员会发表域内能源单一市场的构想
1992 年	EU 委员会提出第三方接续(TPA)指令案
1993 年	EU 委员会提出 TPA 修改案
1994 年	法国提出单一购买者制度(SBS)提案作为其对抗方案
1995 年 6 月	EU 大臣理事会作出结论,将 SBS 进行部分修改后,便可与 TPA 同时存在
1995 年 10 月	议长国西班牙提出 TPA 修正的指示提案
1996 年 2 月	议长国意大利提出再修正方案
1996 年 6 月	EU 大臣理事会基本通过上述提案
1996 年 12 月	EU 议会无修正地采纳了大臣理事会的同意方案。EU 大臣理事会最终采用上述指令案
1997 年 2 月	EU 指令生效 以下是市场开放的日程表: 年间 EU 内占 22.5%以上且 4000 万 kW·h 以上的用户开放自由市场。但是国内法指定 2 年的宽限期
1999 年	宽限期结束。法律生效
2000 年	自由化对象扩大到 2000 万 kW·h(占 EU 的 28.5%)
2003 年	自由化对象扩大到 900 万 kW·h(占 EU 的 32%)
2006 年	再讨论是否扩大自由化对象

1.4.2 EU 委员会关于电力市场自由化的提案

如前所述,英国的电力改革大胆地开放售电市场,影响了整个 EU 的电气事业的改组和放宽管制。

1991 年,EU 对关于公益事业的电力、煤气市场的开放提出了如下建议。

- (1) 结束发电、输电、售电和煤气管道的垄断状态。
- (2) 对垂直一体化的电力供应商进行分离。比如,进行电力公司的发输配电部门管理