

ELECTRICITY MARKET,
OPERATION AND REGULATION: US PRACTICE

美国电力市场 运行与监管实例分析

谢开 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

ELECTRICITY MARKET,
OPERATION AND REGULATION: US PRACTICE

美国电力市场 运行与监管实例分析

谢开 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书系统总结分析了过去 20 年美国电力市场运行实践的理论依据、政策法规、历史背景、内在逻辑和实践效果。全书包括 12 章,从物理网络、监管网络、市场网络和信息网络等维度对输电市场、趸售电力市场、零售电力市场、需求响应、市场监管、可再生能源激励等电力市场主要内容进行了深入分析,并通过大量翔实的数据和具体案例剖析其经验和教训。同时,对新能源并网、智能电网、储能技术、信息物理融合系统等新技术对电力市场的挑战和美国电力市场未来发展趋势做出了预测分析。

本书全景式地展现了美国电力市场建设历程,可以为每位有兴趣的读者提供电力市场的感性认识;也希望能够使读者获得中国电力市场及对应信息/自动化系统规划、设计、建设方面的借鉴和参考。

图书在版编目(CIP)数据

美国电力市场运行与监管实例分析/谢开编著. —北京:中国电力出版社, 2017.3
ISBN 978-7-5198-0313-1

I. ①美… II. ①谢… III. ①电力市场—市场运行—研究—美国②电力市场—市场监管—研究—美国 IV. ①F471.266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 012953 号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街 19 号(邮政编码 100005)

网 址:<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:刘 薇 安 鸿(010-63412625)

责任校对:常燕昆

装帧设计:于 音 左 铭

责任印制:邹树群

印 刷:三河市万龙印装有限公司

版 次:2017 年 3 月第一版

印 次:2017 年 3 月北京第一次印刷

开 本:710 毫米×1000 毫米 16 开本

印 张:19.25

字 数:368 千字

印 数:0001—1500 册

定 价:98.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

电力系统由传统的监管特许经营体制转变为发电竞争和用户选择的电力市场要经过一系列的制度与规则的改变，本书特点是详细介绍了美国建设并不断改进电力市场的实际经验，借鉴这些宝贵的经验可以使中国电力市场建设行稳致远。

本书作者谢开从 1994 年开始做电力市场课题，在国内完成了硕士论文，到英国完成了博士论文，又在美国从事多年电力市场运行系统的研发，亲历了美国电力市场建设过程；2003 年回国后，长期从事电网运行管理工作。本书的编写反映了作者 20 多年来理论和实践的积累，而且作者有机会被长期派驻美国，与美国电力政策制定者和相关的专家研讨，掌握每个重要文件出台的背景、解决的问题和取得的实践经验。

我在书中看到了美国在电力市场建设道路上主要的创新和实践经验：

(1) 制度创新。1996 年联邦能源监管委员会 (FERC) 发布 888 号令，1999 年发布 2000 号令，总结了联合调度的长期运行经验，逐步奠定了一体化市场模式的制度基础。这一模式将电力市场与电网运行紧密结合，在保证电网安全运行的前提下实现电力市场交易的充分竞争与选择，通过科学的制度创新成功地减少了电力市场建设过程中的反复。

(2) 监管创新。全书 12 章中用 4 章详细介绍监管问题，包括监管网络的构成（机构及其职责）、监管的核心（价格）、监管网络新发展（可再生能源的激励）、电力市场监管；由价格监管提升到市场监管。强有力的监管措施和规则保证了电力市场建设顺利和运营安全。

(3) 金融创新。在电力市场的建设过程中，遇到电力系统专家从技术上难以解决的问题时，经济专家结合电力系统特点提出的金融（无形的手）解决方案往往让人眼前一亮，例如：用金融输电权解决复杂的阻塞管理问题；用虚拟投标

增加日前和实时市场流动性；备用容量的不同品质的价值体现；用容量拍卖解决长期发电/电网发展投资问题等。

（4）技术创新。1996 年 FERC 的 889 号令提出建立开放的实时信息系统（OASIS），为电力市场参与者提供透明的信息，创造了实现电力供应侧公平竞争和用电侧自由选择的基本条件；起源于经济调度的电力交易的核心工具——安全约束机组组合（SCUC）等软件在计算规模和应用频度上达到了一个新的高度；而深入到每个用户的互联互动的信息和自动化系统更为可再生能源发电、微电网、负荷响应、零售市场等方面的新技术发展铺平了道路。本书也表明市场机制提供的灵活性是解决可再生能源波动性的钥匙，是高比例可再生能源并网运行的关键。

本书全景式地展现了美国电力市场建设历程，深入总结分析了市场设计和运行中的关键问题，可以为每位有兴趣的读者提供电力市场的感性认识；如果能在 中国电力市场及对应的信息/自动化系统规划、设计、建设中得到参考和应用，将会是本书的最大价值。

于尔铿

2016 年 9 月 12 日

“他山之石，可以攻玉”，当前中国正着力推进新一轮电力市场改革，需要借鉴世界其他国家电力市场建设运行实践的成果。中美两国同为幅员辽阔的大国，电网规模巨大，资源分布不均衡，电力市场建设既面临相似的挑战，又各自面临复杂的不同国情。美国电力市场化运行从 1996 年的 888/889 号令算起，迄今已 20 年，期间积累的经验和教训，是值得中国电力工作者深入研究的“他山之石”。

借鉴的前提是准确全面的理解，不仅要“知其然”，更要“知其所以然”。对成功经验，总结其遵循的普遍规律；对失败教训，分析其受到的约束条件，探究我们是否有条件可以做得更好。作者早年曾参与美国电力市场实践，之后由于工作关系与美国电力界又有较长时间近距离接触，切身体会到理解美国电力工业体制有“一多一少”两个障碍：

“一多”是政策法规和术语多，建立全局观比较难。美国电力工业体制演变的过程中出台了大量法律和监管政策，相互关联又不断修正和发展。由于美国目前的混合电力体制，不同时期引入的术语仍然在不同场景下使用，即使在美国电力界也常常引起混淆，对外界来说就更容易产生“盲人摸象”的问题。建立市场的过程是困难曲折的，在美国能源政策的历史上，也不乏政策效果不佳甚至事与愿违的案例，例如美国早期的过网交易模式，本意是减少市场改革的难度，却对后来集中趸售市场的建立造成了困扰甚至阻碍；标准市场设计这样最优化的市场方案，却未达到政策设计的初衷；加州最初的市场设计本意是讨好各利益相关方，却因违背了电力市场的一些基本原则，最终导致了加州能源危机。所以，弄清楚这些问题有特殊的借鉴意义。

“一少”是从电力系统运行角度总结分析美国市场经验的材料少，理解其具体运作机制比较难。电力实时平衡等运行特性使电力市场有别于普通商品市场，因此电力市场设计的核心是认识电力系统的关键工程特性，建立与这些特性一致的价格和激励机制，促进系统效率的提升。美国 20 年电力改革一个最主要的经验是电力市场与电网运行的紧密结合，这些宝贵经验往往体现在市场规则之中。但是美国电网运行管理体制复杂，各种市场具体规则众多，不同市场之间又差异很大，从浩如烟海的细节中总结出普遍做法和一般性规律十分不易。此外系统性和

介绍美国电力市场的著作往往由经济学家和法律专家撰写，而缺少了我们迫切需要了解的电系统运行人员的观点。

针对这两个障碍，本书试图对美国电力市场运行的理论和政策依据、历史背景、内在逻辑和实践效果做全面的梳理和分析，并通过对实际运行数据和具体案例的剖析来加深理解。作者也希望能够提供一个中国电网运行人员对美国电力市场的观察心得，采用运行人员所熟悉的语言和视角来阐述美国电力市场。这部分内容包括 1~2 章和 6~9 章，以第 6、7 章为核心。

市场经济的历史是探索市场与政府关系的历史，就电力而言，美国电力政策一直在市场竞争和政府监管之间寻找平衡。监管的理论与实践是美国电力工业的重要经验，走过了一条从传统基于成本的价格监管—基于边际费用的激励监管—电力市场竞争监管的轨迹，监管实践一直伴随着电力市场的发展，可以说不了解电力监管就不能真正理解电力市场。当前美国电力政策目标是绿色低碳、提高效率 and 用户参与，原有的监管模式已无法适应，其激励指向甚至与政策目标相悖，客观上要求新的监管模式发育成长。本书对传统电力监管和市场环境下的电力监管的讨论包括第 3~5 章和第 10 章。

作者认为电力市场是物理网络、市场网络和监管网络相互作用和影响而构成的一个有机整体，本书在结构上反映了作者这一认识。近年来通信信息、可再生能源和智能电网技术不断发展，在原有三张网络上又叠加了信息网络，并与其他能源网络更紧密联系，推动以电力为核心的现代能源互联网隐然成形。第 11 章讨论了智能电网关键技术与电力市场的关系，第 12 章总结了 21 世纪美国电力市场四张网络的主要发展趋势。

本书的着眼点在电力市场实践，对电力市场理论不做全面阐述，因此需要读者对电力系统运行和电力市场的理论有基本了解。著名物理学家霍金曾说：书中每写一个公式，就会失去一半读者。作者也希望尽量减少公式的使用，以简明的语言让更多的读者可以理解美国电力市场运行机制。对于涉及的理论，本书提供了注释，供读者进一步参考。

本书的内容得益于与很多美国专家学者的讨论，电力市场运行实践方面感谢 PJM 公司前总裁菲利普·哈里斯（Philip Harris）先生及特里·波士顿（Terry Boston）先生、现任总裁安迪·奥特（Andy Ott）先生、阿兰·斯蒂文（Alan Stenven）先生和童建中博士，NYISO 副总裁潮兴勇（Henry Chao）博士；电力市场运行系统方面感谢 ABB 公司阿瑟·科恩（Art Cohen）博士、陈一浪（Yilang Chen）博士和爱德华·罗（Edward Lo）博士，阿尔斯通公司孙一鹤（David Sun）博士和马兴旺先生；能源政策方面感谢剑桥能源丹尼尔·耶金（Denial Yergin）博士，落基山研究院卢安武（Amory Lovins）先生；对监管机构的认识得益于与美国联邦监管委员会前主席乔·威灵霍夫（Jon Wellinghoff）先生，华盛顿州公用事业与交

通监管委员会菲利普·琼斯（Philip Jones）先生，纽约州公用事业监管委员会奥黛丽·兹伯曼（Audrey Zibelman）主席，美国能源部前助理部长朱健荣（Robert Gee）先生的讨论；电力市场理论方面感谢加州大学伯克利分校吴复立（Felix Wu）教授，威斯康星大学麦迪逊分校费尔南多·阿尔瓦拉多（Fernando Alvarado）教授；可再生能源税务补贴方面感谢摩根大通公司宋如彪（Rubiao Song）博士，摩根斯坦利公司瑞·斯皮茨里（Ray Spitzley）先生；与 Lazard 公司乔治·比利斯克（George Bilicic）副总裁和史带公司钮小鹏（Rick Niu）总裁的交流增进了我对美国政治经济环境的了解。

于尔铿教授审阅了全书并为本书作序，在此向于教授表示诚挚的敬意。David Sun（孙一鹤）博士、刘永奇、张晶同志和朱治中博士提出了很多有价值的修改意见，朱博士还为本书的出版提供了诸多帮助，胡紫巍博士做了大量编辑工作，齐亮、吕昕同志协助搜集了部分素材，在此一并表示感谢。

本书的写作全部利用业余时间完成，断断续续写了有三年多，限于作者能力和时间，书中一定还存在疏漏与不足之处。但可以承诺的是书中的每一句话都经过了作者认真的思考，正如加西亚·马尔克斯所说：“如果有一刹那，上帝忘记了我是一只布偶并赋予我片刻生命，我可能不会说出我心中的一切所想，但我必定会思考我所说的一切。”诚恳希望得到各位读者的指正。

谢 开

2016 年 9 月于北京

序
前言

1	竞争与监管——美国电力工业主导模式演变	1
1.1	早期的电力发展与自由竞争	1
1.2	垄断兼并与监管模式形成	2
1.3	监管模式失效和市场竞争再引入	5
1.4	电网开放与趸售电力市场形成	8
1.5	加州电力危机与美加大停电	12
1.6	美国电力工业现状与混合模式	16
1.7	美国能源战略与电力行业发展趋势	19
2	物理网络——电力系统运行	24
2.1	电力系统规模	24
2.2	电网可靠性	27
2.3	控制区与电力平衡	30
2.4	电网运行	31
2.5	电力规划	35
2.6	信息交换	38
2.7	输电项目开发	39
2.8	联邦电力营销局(PMA)	40
2.9	配电网可靠性	41
3	美国电力监管体系	43
3.1	电力监管的六个阶段	43
3.2	联邦和州监管职能的划分	45

3.3	联邦能源监管机构	47
3.4	州公用事业监管机构	51
3.5	联邦电力监管重要法律法规	55
3.6	公营电力公司运行与监管	63
4	监管的核心——电价的制定与调整	68
4.1	监管定价的目标	68
4.2	不同业务间的成本分摊	69
4.3	确定电力公司收入要求	70
4.4	各类消费者的成本分摊	75
4.5	各类消费者的价格设计	76
4.6	电价调节机制	79
4.7	传统监管的缺陷与修正	81
4.8	排放成本的监管	84
5	监管网络新发展——可再生能源激励政策	87
5.1	国家层面可再生能源激励政策	87
5.2	各州可再生能源主要支持政策	89
5.3	美国风电的发展	93
5.4	美国太阳能光伏行业的发展	96
5.5	加州可再生能源发展实例分析	100
6	电力市场的基础——输电网开放	103
6.1	输电网开放	103
6.2	市场模式	106
6.3	交易制度	110
6.4	输电定价	114
6.5	输电服务费	115
6.6	可用输电容量 (ATC) 与分配	119
6.7	辅助服务收费	121
6.8	电网扩展费	124
7	市场网络的核心——一体化交易模式	128
7.1	能量市场概述	130

7.2	节点边际电价 (LMP)	133
7.3	金融输电权 (FTR)	141
7.4	发电计划与日前市场	148
7.5	实时市场	153
7.6	调频与备用市场	157
7.7	长期容量充裕性与容量市场	162
7.8	市场外调度及上抬费用	168
8	零售市场	174
8.1	电力零售市场基本情况	174
8.2	电力零售市场竞争	178
8.3	零售价格的构成	181
8.4	电力零售竞争实施的效果	184
8.5	零售准入关键问题	190
8.6	零售市场中的几对关键关系	192
9	趸售与零售市场的联动——需求响应	195
9.1	需求响应的发展	195
9.2	需求响应的分类	197
9.3	可靠性需求响应	199
9.4	经济需求响应	201
9.5	零售侧 (不可调度) 需求响应	204
9.6	需求响应实施要素	207
9.7	需求响应的效果	210
9.8	需求响应的趋势——价格响应负荷	214
10	电力市场监管	219
10.1	ISO 治理结构和决策机制	219
10.2	市场监管部门设置和职责	223
10.3	市场力的判定与消除	224
10.4	ISO 市场运行绩效评价	228
10.5	ISO 系统运行指标	237
10.6	ISO 组织有效性评价	239
10.7	FERC 电力市场监管与执法	239

11 新技术的挑战——智能电网与电力市场 244

11.1 美国智能电网的发展 244

11.2 需求响应促进可再生能源并网 251

11.3 可再生能源参与电力市场 257

11.4 储能技术与电力市场 263

11.5 微电网与电力市场 270

12 美国电力市场五大发展趋势 276

12.1 电力市场规模扩大 276

12.2 监管电力公司演化新的商业模式 278

12.3 电网运行灵活性需要与之适应的市场设计 282

12.4 电力市场需要更强大的优化引擎 285

12.5 信息物理融合推动能源互联网发展 289

参考文献 293

竞争与监管—— 美国电力工业主导模式演变

没有竞争意味着没有发明。

——爱迪生

美国电力工业主导模式经历了自由竞争、监管特许经营、电网开放和集中式市场竞争等几个阶段，本章回顾其历史演变过程，分析各个时期的特点及其内在发展逻辑，对重要政策、事件背景及其影响做一综述性分析，可视为后续章节的导读。

1.1 早期的电力发展与自由竞争

拉长历史的视野，电力工业的初期是充满竞争的。1882年9月4日，爱迪生在纽约曼哈顿的珍珠街发电厂投运，点亮了包括JP摩根办公室在内的400盏电灯，标志着美国现代电力工业的起点，从后来的历史发展来看，这一重要历史事件具有多方面的象征意义。

到1882年底，爱迪生公司拥有了500个客户，为10 000多盏灯泡供电。在纽约取得的成功，鼓励了爱迪生将专利权牌照发放给更多公司开展供电业务。1884年底，在宾州、麻省、俄亥俄出现了20多家电灯公司，1887年使用爱迪生专利的电力公司达到62家。

爱迪生相信自由竞争，他的名言“没有竞争意味着没有发明”，至今被科技创业者奉为圭臬。在19世纪末工业电气化的进程中，电力竞争的确非常激烈。发明家们争相试验更好的灯泡和发电机，律师们在法庭上竞争着专利权，银行家们在新技术中看到了巨大的商机。同时燃气公司也在竭尽全力应对新兴的电力工业对其原有垄断地位的挑战。

后人铭记了爱迪生作为发明家的一面，却忽略了爱迪生的企业家精神，他与



华尔街的密切关系是他极大的竞争优势。当其他竞争者需要竭力向投资者证明其发明可以带来可观的经济回报时，爱迪生仅以他对电力系统的构想就成功从华尔街获得了超过 50 万美元的投资，开创了电力行业企业家精神、发明家技术创新、银行家投资的“三位一体”发展模式。

电力发展早期最激烈的竞争体现在交直流之争，也是企业家与发明家结合的另一个有趣的例子。爱迪生的供电系统使用的是低压直流，世界上第一条输电线路也是使用直流电压（2400V，1882 年于德国），但是当时的直流输电技术输送距离短的缺点很快就限制了当时电力的发展。发明家特斯拉（Nikola Tesla）早期曾为爱迪生工作，并提出了交流电的设想，但被爱迪生否决。之后特斯拉离开爱迪生创立了自己的公司，开发了完整的交流系统技术，但一直苦于资金短缺，直到 1888 年乔治·威斯汀豪斯（George Westinghouse）投资 100 万美元购买特斯拉专利，才赢得了转机。随着 1896 年特斯拉的交流输电技术成功将尼亚加拉大瀑布的水电输送到纽约，交流输电技术取得了全面的优势。美国第一条交流输电线路电压等级为 4000V，从俄勒冈市到波特兰市，约 21km。交流电发明后输电线路的电压等级提高很快，输电距离也大幅提升。1896 年，建成位于尼亚加拉瀑布的 10kV 输电线路；1897 年，建成位于犹他州的 44kV 输电线路；1901 年，建成位于加州的 60kV 输电线路；1908 年，建成位于密歇根的 110kV 输电线路；第一条 220kV 输电线路出现于 1923 年；第一条 345kV 输电线路建于 1954 年；第一条 500kV 输电线路于 1964 年投产；第一条 765kV 输电线路 1969 年投入运行。随着输电线路电压等级的提升，发电机组的单机容量和电力负荷也迅速增长。

由于高压长距离输电、大容量机组的出现，规模集中的大电力公司成为可能，使得英萨尔（Samuel Insull）创立的监管电力垄断经营模式登上历史舞台并主导电力工业发展近百年。

1.2 垄断兼并与监管模式形成

早期的电力市场竞争百舸争流，产生了大量规模分散的电力公司，在电力的发源地之一芝加哥市，1892 年就存在 40 多家电力公司。当时交通电气化发展很快，电力牵引街车占负荷比例很大，电力牵引公司拥有自己的发电设施为电力牵引街车供电，其电力需求高峰在早晨和傍晚，另外一些电力公司的负荷主要为照明负荷，其需求主要在夜间。由于负荷单一、规模较小，各公司机组负荷率普遍较低，导致电价很高，因此当时的电力应用普遍被认为是一种高档的奢侈消费。

时任芝加哥爱迪生电力公司总经理的英萨尔，看到了电网联合运行和集中发电的巨大效率优势。他首先停运了一些为街灯供电的独立小机组，拥有了较大的夜间负荷需求，同时通过与电力牵引公司协商，使其同意从爱迪生电力公司买电



为街车供电，从而得到了早晨和傍晚负荷需求。通过承诺以较低的电力价格售电，得到了大工厂和办公楼的供电合同，获得白天的负荷需求。因此芝加哥爱迪生公司建设的集中式发电厂可以以较高的负荷率全天运行，降低了运行成本和电价。同时为了巩固公司的竞争优势，英萨尔成功说服了芝加哥市政当局，授权芝加哥爱迪生电力公司为电力牵引街车的唯一供电商。以低电价为市场营销手段，以集中式发电为技术手段，并通过并购小电力公司和获取上游煤矿、铁路负荷需求的方式，进一步降低了电价，爱迪生电力公司逐步取得了市场垄断地位。为了创建自己的“电力帝国”，英萨尔采用了一种公司创新形式——控股公司，这种公司以金字塔结构控制其他多家公司的股权，实现以较小的资本对巨额资产的控制，从而获得更大的利润。1912年，美国32个州有英萨尔控股公司的电力公司，客户超过400万，所提供电量为全国用电量的1/8。

随着兼并的加剧，电力控股公司规模不断扩大。1922~1927年，有1600多家私营电力公司被兼并。20世纪20年代中期包括英萨尔控股公司在内的16家电力控股公司控制了85%的美国电力工业。这些电力托拉斯^①具有操纵股市和电价的能力，使得公众对托拉斯反映强烈，也引起了改革派政治家的警觉，他们认为电力这样重要的商品应该由公众拥有而不是私营企业掌握。很多城市政府运用他们低成本融资的能力，通过免税基金等方式买断当地电力公司，将他们变成公营电力公司。在20世纪初期，市政公营电力公司数目增长的速度是私营公司的两倍，市政公营电力公司从1896年不足400个增长到1908年的1250个，即使之前那些并不想公营电力资产的地方政府，也倾向于对私营电力公司施加更大的制约。

英萨尔再一次走在了别人的前面，他认为电力具有自然垄断特性，对电力行业监管是不可避免的趋势，电力公司可借此换取排他性的特许经营权，即对其垄断经营的认可。当大部分电力公司的高层管理者们强烈反对政府介入电力行业时，英萨尔与其他一些改革派政治家呼吁由州政府监管电力，理由包括可以避免市政官员在项目审批中的腐败行为，形成统一的会计标准，并可以用最低的价格为用户供电。

英萨尔推动监管电力模式还有一个没有公开说出来的理由，即与一个政府监管机构打交道好过与上百个城市市政委员打交道。同时这种政府监管下的垄断经营模式，可以使电力公司获得稳定的投资回报，从而容易赢得投资。至今电力资产特别是监管输电资产，仍因其稳定的回报率在资本市场中受到稳健投资者的青睐。统计数据说明1907年美国电力投资比1902年翻了一倍，到1912年又翻了一倍。20世纪20年代美国在电力工业的投资超过了美国铁路在其发展最迅速时的投资。

① 托拉斯：资本主义垄断组织形式之一，由许多生产同类商品或在生产上有密切关系的企业合并组成。最大企业的资本家操纵领导权，其他企业主成了按股分红的股东。



1907年威斯康星州通过了第一部电力公司监管法律,授权成立州公用事业监管委员会。州监管机构负责设定本州的电力零售价格和控制电力公司收益,其目的是在授予电力公司垄断经营权后,保护电力用户不受垄断价格的伤害,自监管机构成立之日起,价格监管就是电力监管模式的核心内容(将在第4章中详述)。州监管电力模式的确立使电力工业从无序竞争过渡到了政府监管下的垄断经营阶段。从全社会最优的角度看,减少了输配电网的重复投资,也使集中式的大电厂可以发挥规模经济效应。

1929~1933年美国经历了“大萧条”时期。由于英萨尔电力发展模式需要持续不断的扩大生产规模以降低生产成本、降低电价和扩大用户数,这样的扩张需要巨大的资金投入。由于高负债,当“大萧条”到来时,英萨尔的“电力帝国”轰然倒塌,给投资人造成巨大损失,英萨尔也成为“大萧条”的替罪羊和资本主义制度罪恶的代表人物,公众强烈要求加强对垄断电力公司控股行为的监管^[1]。

1933年当选为美国总统的民主党人罗斯福实施新政,史称“罗斯福新政”。由政府推动电力消费是新政的重要内容,也标志着美国政府经济政策的重大变化。新政之前,美国政府将不干涉私营企业的自由竞争作为经济政策基石,而新政奉行凯恩斯主义经济学,相信政府既要保障国家经济稳定,也要在经济发展中扮演积极角色。通过促进电力发展拉动经济增长是新政的一项重要内容。

1935年联邦政府颁布了具有重要意义的《公用事业控股公司法》(Public Utilities Holding Company Act, PUHCA)和《联邦电力法(第二部分)》(Federal Power Act, FPA),标志着现代电力监管模式的正式确立。《公用事业控股公司法》主要目的是为了限制电力托拉斯滥用市场垄断地位,主要措施是要求拥有10%以上公用事业公司股权的控股公司必须在证券交易委员会(Securities and Exchange Commission, SEC)登记。证券交易委员会有权审查公司治理和经营结构,并且在必要时要求该公司进行结构简化和整合,从而避免股东权利的滥用。事实上,新法案将英萨尔式控股公司复杂的组织架构从电力行业中清除,仅允许在地理上临近且具有一体化发展特征的公用事业发展中采用控股公司。

《联邦电力法(第二部分)》授权联邦政府更多介入电力行业,改变了州政府是电力唯一监管主体的局面,形成联邦和州两级电力监管格局,对电力行业进行全面监管。关于监管机构的功能和职责划分将在第3章中详述。总而言之,州政府监管州内电力销售和电价,联邦政府监管跨州输电和电力趸售业务。大电力公司的发展推动了区域电网互联和电量交易,1927年美国宾夕法尼亚州、马里兰州、新泽西州的互联电网实施联合调度,签署了第一份电力联营协议,成立了联合调度机构PJM(Pennsylvania—New Jersey—Maryland)。联邦监管机构负责设定跨州的趸售电力交易价格并监管电力托拉斯的行为,确保电力的普遍服务属性。



由于负荷密度低、输电成本高，私营电力公司不愿意把电网延伸至农村地区，1936 年，罗斯福签署了《农村电气化法》。农村电气化管理局（Rural Electric Administration, REA）于 1935 年成立，该机构为农村合作组织提供修建输电线路的贷款。同时，成立联邦电力营销局（Power Marketing Administration, PMA），这些机构管理联邦政府建立的大型水电站，并优先向农村合作组织供电。这些措施大大促进了美国的农村电气化水平，使美国农村的生活发生了改变。

联邦和州的电力监管采用的都是传统定价模式，其方法将在第 4 章中详述。粗略来讲，就是依据电力公司的申报成本和监管资产规模，考虑市场合理的资产回报率，确保销售电价公平、合理、无歧视，同时电力公司也能获得合理的投资回报。

1935~1965 年，传统的监管定价方式产生了良好的效果。发电机组单机容量不断增加、输电电压等级不断提高、电网规模也不断扩大，垂直一体化的私营电力公司规模经济效益持续改善。发电和负荷稳定高速增长，负荷增长率平均值为 7%，10 年增长一倍。技术进步促进了生产率的提高，使这一时期的电力平均生产成本持续下降或基本保持稳定，电价保持平稳下降的态势。州监管委员会基本上每次定价都是降价，公开听证会上很少听到争议。电力公司因业务的拓展和利润的增加志得意满，投资人因稳定的收益而心满意足，电力用户为电价平稳下降、供电可靠性提高感到高兴（居民电价从 1945 年到 1965 年下降了 34%）^①，立法者和监管者也因电力监管没有产生政治争议而满意。这 30 年的发展是多赢的时期，这一阶段也被称为美国电力发展的“黄金时代”。

电力网络自然垄断特性决定的规模经济效应、进步主义政治家对垄断资本的警惕、美国“大萧条”后罗斯福新政向凯恩斯主义转变的政治氛围，三者的共同作用使得电力监管模式最终成型。值得一提的是英萨尔的结局，1938 年英萨尔在穷困潦倒中去世，去世时身无分文，留给后世的遗产只有他创立的监管电力垄断经营模式。从正反两个方面来看，英萨尔都推动了电力监管模式的形成，而他的结局也隐含着电力监管模式的内在危机。

1.3 监管模式失效和市场竞争再引入

传统电力监管模式正常运作的机理是依赖于正反馈，即技术进步使得规模经济效应仍有增长的潜力，使成本下降、价格走低，用户用电量增长，电力公司规模扩大，成本进一步降低。核心是规模的增长必须能够使成本下降，规模经济效应增长的潜力持续得到释放，一旦维持规模经济效应的技术进步缓慢，增长潜力

^① 资料来源：FERC. Energy Premier, 2015. <http://www.ferc.gov>.