

通过第一个项目的完成,除了获得航天部科技进步奖二等奖外,还培养了1名博士生(该生现为西北工业大学教授、博士生导师、C/C复合材料研究所的副所长李贺军)、2名硕士生,并在国外学术刊物发表论文2篇、国际会议论文2篇、国内学术刊物发表论文10篇。通过第2个项目的完成,除申报航天工业部科技进步奖二等奖外还培养了1名博士生(该生现为哈工大副教授胡连喜)、2名硕士生,并在国外学术刊物发表论文1篇、国际会议论文1篇、国内学术刊物发表论文8篇。通过第3个项目的完成,除获得黑龙江省教委科技进步奖二等奖外,还培养着1名博士研究生(孙家宽)、3名硕士生,并已发表学术论文6篇。通过第4个项目正在培养1名博士生(杜之民)。可喜的是通过完成这些项目,研究生的实验方法、设计能力、阅读与消化外文资料的能力、数据分析能力、计算机应用能力、检测仪器的操作能力、创造思维的能力等,都有了质的提高,为他

们走上工作岗位后进行创造性、开拓性的工作打下了坚实的基础。

(5) 深谋才能致远

科学是无止境的。在一个新的学科方向上,只要下工夫,永不满足于现状,抓住事物发展的本质规律,待进一步开拓研究的问题就会不断涌现,研究者不失时机地捕捉到它,较为准确的设计新的项目,并为难点、创新点准确定位,持续发展的前景就会展现在眼前,路子也会越走越宽。在这个领域里,对含有外加粒子的固-液金属在力的作用下,产生塑性变形的行为和组织变化规律,尚待进一步深入研究;二次塑性加工成形机制及对制件质量影响的规律,也有待深入研究。科学是无止境的,随着研究的不断深入和拓宽,新的领域和研究内容会不断地出现,科学就是这样在不断地攻克新的科学问题中得到发展。

KNOWLEDGE OF BEING SUCCESSIVELY SUPPORTED BY NSFC

Luo Shoujing Huo Wencan He Shaoyuan

(Harbin Polytechnical University, Harbin 150006)

·基金纵横·

探索我国电力市场的新理论与新方法

黄斐梨

(国家自然科学基金委员会工程与材料科学部,北京 100083)

1 我国电力市场理论与方法的研究特点与进展

我国电力市场相关的研究从起步时间上看较西方要晚近十年,但很具中国特色。80年代,我国电力奇缺,电力的生产与经营是纯粹的卖方市场。在这种背景下,属理论方法探索型的电价课题研究,不可能从电力部门获得资助与支持。上海工业大学言

茂松教授1988年在国家自然科学基金的资助下,开展了“电价理论的价值分析方法”的研究。在基础研究经费匮乏的年代,数额不多的科学基金为言教授的电力市场理论与方法研究提供了必要的支持。随后言教授又分别获得上海市电力局和华东电管局的支持进行相关的工程实践研究。对上海市峰谷电价的研究,推动了上海市自1990年开始在大用户中安装多费率电表,实行三时段计费的峰谷电价系统工

本文于1998年12月7日收到。

程。上述理论性基金课题和工程性地方课题的研究成果以软科学组的第一名获1993年度上海市科技进步奖二等奖;专著“电能价值当量分析与分时电价预测”已于1998年由中国电力出版社正式出版。1995年言教授对华东系统规划电价的预测研究成果再次作为软科学组的第一名获上海市科技进步奖二等奖。1996年他还获得光华科技基金奖,在紧密结合上海与华东实际开展电价理论与方法研究的同时,言教授多次在国际学术会议和学术杂志上发表论文。

国际上90年代电力工业重构是以政府解除对电力工业的管制、电网的开放使用、纵向(发、输、配电)和横向(公司与公司)的解捆进而建立有限电力市场为主要特征的。由于处在不同的发展阶段,发达国家与发展中国家电力工业重构原因有很大不同:前者的主要目的是引进竞争机制,为近于停滞与饱和的电力工业注入新的活力;后者则主要为吸引资金改变电力长期短缺的局面以适应社会经济的快速发展。大量资金的投入必将反映到电力市场的定价与机制中,从而形成发展中国家电力市场一系列问题与特点。我国电力工业重构带来的投资多元化这一结果与我国经济体制全面转轨大形势的碰撞,对我国电力工业向市场化发展提出了更紧迫的要求,也提供了有利的契机。

电力定价(包括发电上网电价和输电服务电价)是电力市场正常运行和发展的杠杆。电价的确定应符合电能生产、消费的价值规律,具备以下3个基本功能:(1)正确反映生产成本以维持简单再生产;(2)具有筹资和投资功能以扩大再生产,满足用户发展的需要;(3)电价作为经济学信号,具有调节电能生产、消费与交换的功能,在宏观和微观两个方面引导供求平衡以利于更有效地利用电力资源。我国在过去的短期内已投入了巨额资金发展电力生产能力,今后相当长的一段时期中仍面临着进一步扩大电力生产能力的艰巨任务。因此,通过电价处理好大容量成本的回收与容量发展资金的筹集问题,对我国电力市场的健康形成至关重要。

在发电上网电价方面,发达国家由于发电容量已趋饱和,为体现不鼓励盲目投资建厂,在其发电上网价格的构成中反映发电系统边际容量价值部分所占比例很小。而处于容量大发展阶段的发展中国家的发电上网电价中,应对容量固定成本和电量可变成本进行综合优化;对有限的现存容量资源重新评估其影子价格并进入电价;同时考虑系统的电量边

际成本和容量边际成本;考虑经济学的有效性、收益分配的公平性以及操作上的透明性等。项目组在研究中,引入了随机生产模拟技术和可靠性指标控制。采用积累量法作随机生产模拟方法以适应多变的电力市场环境;将随机生产模拟与一维搜索寻优交替进行并同时引入可靠性水平控制;导出了随机情况下容量边际成本的解析表达式,从而构造了完整、精细的随机型电能价值当量分析方法。

在输电定价方面,输电网具有天然的垄断性和明显的规模经济特性。作为发电厂商和用户之间的电力交易市场,合理的输电定价有利于建立规范的、公平的市场运作机制,也有利于电力市场的健康发展。输电定价应兼顾3方面,即有效性(包含充分的经济学信息,有效地引导安全经济供电,以充分利用发、输电资源,并体现成员间的公平性)、合理性(充分计入电网运营成本,以保证其自身的运营与发展)、可行性(方法简明,输入输出数据有限,结果可核查,以利于电力市场的公平与公开)。

我国由于长期电力短缺而执行以发电为中心的发展体制与政策,造成输电网发展滞后、容量不足、结构不合理。在电力市场环境下面临输电网的开放经营,必须考虑满足输电网自身改造与发展的需要。因此发达国家的输电定价方法同样不适用于我国,必须加以改造。项目组提出一种新的网嵌入的边际成本输电定价方法,集会计学的收支平衡与经济学的资源优化于一体,通过两步建模来实现。它的做法是:在目标函数中嵌入输电线的过路费率以计入对应线路固定成本的年费用,而最终的输电费率仍由该模型的边际成本决定。这样既保持了边际成本定价方法的价格引导机制,又有利于年支出的回收和发展资金的筹集。在计算上,通过潮流计算的分布系数法把问题转化为简明、高效的线性规划问题,有利于电力市场中的公平与公开。研究结果表明,所提方法在引导最经济供电的同时,有利于电网运营的收支平衡和发展资金的筹集,有利于发、输电的协调发展,为我国的输电网在电力市场环境下的运营与发展提供了更为合理、有效和可行的定价模型和方法。

项目组经过10年努力所取得的以上研究成果在理论观点上仍是一家之言,所提方法还有待于更多的实践检验,改进与充实完善。毋庸置疑,这是我国电价理论与方法研究的第一批最深入的理论成果,也是国际上关于发展中国家电力市场研究中较有新意和特色的。它将对我国电力市场理论与方法

的进一步深入研究起促进作用,而且已引起了国内外的兴趣,在国内电力工业界和国际相关学术界产生了不可忽视的影响。

在国际上,英国电气与电子工程师协会(IEE)1998年7月底在澳大利亚召开关于电力市场的专门学术会议,言茂松教授应会议组委会邀请就发展中国的电力市场理论与方法向大会作了专门报告,并担任分会主席。法国国家电力公司(EDF)的研究开发部(R&D)派代表团在1998年10月19日访问了上海大学(前身为上海工业大学),与言教授领导的研究组签订了合作研究的意向协议,并主动提出将此意向协议纳入不久前由法国国家电力公司与我国科技部间签订的合作协议中。

2 21世纪我国电力工业面临的形势与电力系统学科的基础研究

21世纪初将是我国经济建设与发展的关键时期,改革也将更加深入。我国经济体制改革的一个重要特征便是打破行业垄断,例如电信业长期由一家垄断的局面近年来已开始被打破。在我国经济体制全面改革的大潮中,旧的电力工业的管理体制、电价现状等已暴露出严重问题。这些问题如不解决,将会阻碍电力生产力的持续、健康发展。因此,电力工业由百年的垄断走向市场化是历史的必然。下一世纪,我国电力工业的管理体制将迎来划时代的变革,而且这一变革与目前的国际潮流是一致的。这是事关电力工业发展全局的挑战,对有关领域的专家则是难得的机遇。

面对这个巨大的挑战,进一步开展与电力市场有关的研究已十分紧迫。基础研究的成果,不但可为下世纪我国电力工业管理体制的变革提供理论与方法储备,同时对更合理地配置能源资源,提高能源的资源利用率,促进电力工业与社会、经济、环境的协调发展都具有重要意义。

发展中国家电力市场理论与方法的研究,也为

传统的电工学科,特别是电力系统学科的发展,提供了一个巨大的空间。

电力市场的应用基础研究,有非常丰富的内容。而且发展中国家初级电力市场,由于存在一些非规范、非理想、非理性、非自然等因素,因而比发达国家更复杂。结合这些特点进行研究,寻找解决问题的理论依据与可行方法,就可获得创新的成果,并可望建立相应的学科新方向、新体系。已有的边际成本电价理论要进一步拓展,包括期货定价的风险建模、调频与备用二级发电市场问题、考虑组合系统可靠性的输电定价问题、以及发电上网定价和输电服务定价之间的快速分解与协调方法等。其次,关于发展中国家初级电力市场泛化问题的研究,主要是由于市场成员或(和)市场环境非对抗性原因造成市场偏离规范和理想化的系统“鞍点”时,研究鞍点邻域的系统特性。包括吸引子的存在与度量等系统测度理论,应用这些理论工具研究因信息不全、不可靠以及多行为主体等实际因素导致的泛化问题,包括算法和运作系统的鲁棒性(robustness)问题。第三,关于发展中国家初级电力市场异化问题的研究,主要是由于市场成员或(和)市场环境对抗性原因造成市场严重偏离系统“鞍点”时,研究该鞍点广域的系统特性。包括异化的测度与判据理论。应用这些理论工具研究投机与勾结行为的异化问题,研究政府不适宜的直接干预的异化问题,以及研究算法、运作系统的安定性问题等。

当前,为了落实可持续发展的战略目标,国家已将能源列为基础研究的重点领域之一。我们希望在制定面向2010年能源领域重大基础研究规划时,充分考虑我国在培育电力市场方面的重大需求及我们已具有的优势与研究基础,对我国的电力市场新理论、新方法的研究作出部署,并组织好队伍,使这个领域的理论研究更加深入和系统。为21世纪我国电力工业的改革与建设提供理论与方法的成果准备。

RESEARCHES IN NEW THEORIES AND NEW METHODS OF ELECTRIC POWER MARKET FOR CHINA

Huang Peili

(Dept. of Engineering and Material Sciences, NSFC, Beijing 100083)

Key words electricity power market, theory of pricing, China