

我国核电技术创新中的政企协调度实证分析

李玉琼,付小龙¹

(南华大学 经济管理与法学学院,湖南 衡阳 421001)

[摘要] 为探究我国核电技术创新中政府和企业的协调情况,文章基于协同学理论和复杂系统理论,从核电技术创新的特点出发,将核电技术创新系统解构为政府子系统和企业子系统,采用2007年—2017年相关数据,运用协调度测度模型对政府子系统有序度、企业子系统有序度和政企协调度进行测度和分析。研究结果显示:我国核电技术创新中政企协调度随时间呈现“N”型变化趋势,且协调度均值较低;政府子系统有序度和企业子系统有序度表现为“双螺旋”协调演进;制约政府子系统有序度和企业子系统有序度提升的关键因素分别为税收优惠力度和企业R&D强度。

[关键词] 核电技术创新; 政企协调; 协调度

[中图分类号] F204;F223 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-0755(2019)02-0001-06

核电技术创新是我国由核电大国迈向核电强国的关键。审视世界核电技术创新的发展路径,如美国西屋 AP1000、法国法玛通 EPR1750 和俄罗斯原子能 VVER1000 等,均可看到政府在核电技术创新上所作的努力^[1-2]。特别是日本福岛核事故后,世界各国对核电安全进行重新审视^[3],美国和法国明确表示,在确保核安全的前提下不会放弃发展核能建设;部分国家采取弃核政策,如德国和瑞士;我国在进行核电安全审查后,更是加大核电技术的研发投入,提出“安全、高效”发展核电的方针^[4]。而近期,据世界核协会(WNA)《核电经济性和项目重组》报告,核电经济性问题逐渐突显,成为核电发展的“软肋”,引发业界的“头疼”,依靠核电技术创新来提升核电的安全性和经济性成为专家们的一致意见。在国家创新驱动战略实施下,我国核电技术创新成果不断涌现,如 CAP1400、华龙一号等,但我国部分核电技术尚未完全摆脱国外技术的依赖^[5],且技术引进的“天花板”效应也已经逐步显现。《2018 能源工作指导意见》强调要加大科技政策支持力度来攻关核电自主核心技术;2018 年 6 月中俄两国签订 36 亿美元合同,从俄罗斯引进 4 台 VVER-1200 型三代核电机组;2018 年 11 月美国更是对中国下达核出口禁令,以期实现“技术封锁”。因此,对核电技术创新中的政企协调度进行研究具

有十分重要的现实意义。

我国核电技术属于军民两用技术,具有政府主导性,其创新过程离不开政府和企业之间的动态协调发展。从核电技术创新的特征来看,核电技术创新是一个复杂的动态系统,具有技术复杂性、投资大、研发周期长和风险大等特点,核电企业作为技术创新的主体,单靠自身技术能力和资源无法实现技术创新的突破,又容易因“无利可图”而放弃技术创新^[6],政府给予企业资金支持和税收优惠等政策,在一定程度上可以弥补企业自身创新能力不足和鼓励企业进行持续的技术创新^[7]。然而,政府和企业 在协调发展过程中,主要存在两方面问题:一方面,政府更多关注的是核电技术创新长期目标的实现,企业则更注重核电技术创新的短期经济利益;另一方面,政府给予的补助虽能降低核电企业技术创新的风险、激发技术创新活力,但也容易“挤出”企业自身的技术创新投入,甚至阻碍企业的创新活动^[8-9]。此外,从热堆—快堆—聚变堆“三步走”方针来看,我国正着力于超高温气冷堆、超临界水冷堆、钠冷快堆和熔盐堆等第四代核电技术的研究,距离实现聚变堆仍有相当长的路要走^[10],因而,核电技术创新进程中政府和企业需保持长期的良性互动。

理论界对核电技术创新的研究较少,国外学者

[收稿日期] 2019-03-04

[基金项目] 国家自然科学基金项目“产业创新链协同创新机理、演进与绩效提升研究”资助(编号:71373113);湖南省社会科学基金项目“开放创新范式下我国产业链创新能力集成演化路径研究”资助(编号:17JD73)

[作者简介] 李玉琼(1968-),女,湖南衡阳人,南华大学经济管理与法学学院教授,博士。

¹ 南华大学经济管理与法学学院硕士研究生。

主要集中于某种具体技术的创新,而国内专家则更多从战略角度论述核电技术创新的重要性,强调借鉴国外经验来发展我国核电技术^[11]。现阶段,我国学者逐步转焦于核电技术创新所需的专业人才^[12]、专利保护^[13]、技术政策^[14]和技术演变^[15]等方面的研究,总体而言,现有学者对核电技术创新的研究大多数停留在定性分析上,缺乏复杂系统的全面思考,且对核电技术创新进程中政府和企业是否协调发展缺乏深入分析。

因此,本文基于协同学理论和复杂系统理论,将核电技术创新系统解构为政府子系统和企业子系统,并构建协调度测度模型对核电技术创新系统的政府子系统有序度、企业子系统有序度和政企协调度进行测度和分析,以探寻核电技术创新进程中政府和企业之间的协调程度并提出科学的政策建议。

一 协调度测度模型构建与测量指标选取

(一)协调度测度模型构建

系统协调度是指在发展演变过程中其子系统之间或系统要素之间彼此协调一致的程度。本文参考孟庆松等^[16]的复合系统协调度模型进行研究,该模型科学性、普适性和可操作性得到学术界的认可和证实^[17-18]。

基于核电技术创新政府主导性的特点,本文将核电技术创新系统解构为政府子系统 S_1 和企业子系统 S_2 ,即 $S=f(S_1, S_2)$,其中核电技术创新系统的子系统可用 S_j 表示, $j \in [1, 2]$,假设子系统 S_j 在发展演变过程中的序参量为 $e_j=(e_{j1}, e_{j2}, \dots, e_{jn})$, $\beta_{ji} \leq e_{ji} \leq \alpha_{ji}$,其中, $i=1, 2, \dots, n$, α_{ji} 、 β_{ji} 为系统稳定临界点上序参量分量 e_{ji} 的上限和下限, α_{ji} 、 β_{ji} 的值根据现实情况而定。

定义1:假定 $e_{j1}, e_{j2}, \dots, e_{jk}$ 均为正向指标,若其值越大,则系统有序度越高;假定 $e_{jk+1}, e_{jk+2}, \dots, e_{jn}$ 为逆向指标,若其值越大,则系统的有序度越低。故而子系统 S_j 的序参量分量 e_{ji} 的系统有序度公式可表示如下:

$$\mu_j(e_{ji}) = \begin{cases} \frac{e_{ji} - \beta_{ji}}{\alpha_{ji} - \beta_{ji}}, & i \in [1, k] \\ \frac{\alpha_{ji} - e_{ji}}{\alpha_{ji} - \beta_{ji}}, & i \in [k+1, n] \end{cases} \quad (1)$$

由公式(1)可知, $\mu_j(e_{ji}) \in [0, 1]$,若 $\mu_j(e_{ji})$ 取值越大,则表示序参量分量 e_{ji} 对该系统有序度的“贡献”就越大。

定义2:子系统 S_j 的序参量有序度 $\mu_j(e_j)$ 可由子系统序参量分量有序度通过“集成”而获得,本文

采取线性加权求和法进行集成,如公式(2)所示

$$\mu_j(e_j) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \mu_j(e_{ji}), \lambda_i \geq 0, \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (2)$$

由公式(2)可知, $\mu_j(e_j) \in [0, 1]$,若 $\mu_j(e_j)$ 取值越大,则表示 e_j 对子系统 S_j 有序度的“贡献”越大,也即是该子系统 S_j 的有序度越高;反之该子系统 S_j 的有序度就越低。其中, λ_i 为权重系数,表示 e_{ji} 在保持核电技术创新系统有序运行过程中的相对重要性。

定义3:假设给定某一段时间序列数据,其初始时刻为 t_0 ,则政府子系统有序度可用 $\mu_1^0(e_1)$ 来表示,而企业子系统有序度则可用 $\mu_2^0(e_2)$ 来表示。假定在核电技术创新系统发展演变过程中的另一时刻为 t_1 ,则政府子系统有序度为 $\mu_1^1(e_1)$,企业子系统有序度为 $\mu_2^1(e_2)$,由此可以得出,由政府子系统和企业子系统构成的核电技术创新系统的政企协调度公式如(3)所示:

$$\Delta C = \Gamma(*) \times \frac{\sqrt{|\mu_1^1(e_1) - \mu_1^0(e_1)| \times |\mu_2^1(e_2) - \mu_2^0(e_2)|}}{\Gamma(*) = \begin{cases} 1, \mu_1^1(e_1) - \mu_1^0(e_1) \geq 0 \\ \text{且 } \mu_2^1(e_2) - \mu_2^0(e_2) \geq 0 \\ -1, \text{其他} \end{cases} \quad (3)$$

由公式(3)可知,核电技术创新系统的演化路径可显示为一组时间序列的动态演变过程,通过政府子系统有序度和企业子系统有序度的相对变化来分析核电技术创新系统中的政企协调状态。其中, $\Delta C \in [-1, 1]$,若其取值越大,则说明核电技术创新系统中的政企协调程度越高,反之该系统中政企协调程度越低。而参数 $\Gamma(*)$ 可用于判断政府子系统和企业子系统的协调方向,若 $\Gamma(*) = 1$,则表示政府子系统和企业子系统的相互影响是正向的,即核电技术创新系统中的政府和企业处于协调演进状态;若 $\Gamma(*) = -1$ 时,则表示政府子系统和企业子系统的相互影响是负向的,即核电技术创新系统中政府和企业处于非协调演进状态。此外,假如其中一个子系统有序度提高幅度较大,另一个子系统有序度提高幅度较小,虽然此时核电技术创新系统政企协调度为正,但其数值却显示为很小值,则说明该系统不能处于很好的协调状态。综上可知,系统协调度测度模型是一个相对于考察基期而言的协调演化模型,可用以检验系统现实运行状态和演变趋势。

(二)测量指标选取

本文参考 Cappelen^[19]、陈劲^[20]、田翠香^[21]、贾明琪^[22]、于玉林^[23]、郑春美^[24]等文献,收集整理出

技术创新中政府和企业协调作用的影响因素,主要有政府补助、税收优惠力度、企业所得税、企业 R&D 强度、开发支出、净利润和知识产权。鉴于核电技术创新的政府主导性,政府在《核电中长期发展规划(2005—2020)》中明确指出到 2020 年我国预计达到的核电装机总容量,且能源局也在《电力发展“十三五”规划(2016—2020)》中对“十三五”期间全国核电投产量、开工量和装机总量有明确规划,这凸显出核电发电量是政府调整能源产业结构的现实目标,因而,本文在上述参考文献的基础上,增加核电发电占比测量指标,按照投入产出分析,将政府补助(S_{11})、税收优惠力度(S_{12})、企业所得税(S_{13})和核电发电占比(S_{14})作为政府子系统的测量指标,将企业 R&D 强度(S_{21})、开发支出(S_{22})、净利润(S_{23})和知识产权(S_{24})作为企业子系统的测量指标。其中,政府补助、企业所得税、开发支出和净利润数据直接从企业年报中获取,税收优惠力度用企业的递延所得税与当期所得税费用的比值计算,核电发电占比用核电发电量与总发电量比值计算,企业 R&D 强度用企业 R&D 经费支出与主营业务收入的比值计算,知识产权用企业无形资产中的专利权、非专利权和商标权之和计算^[23]。

二 实证分析

(一) 研究样本

鉴于研究对象的典型性和数据的可获得性考虑,本文选取中国核工业集团(下称“中核”)为研究样本,选取理由如下:(1)中核是我国从事核电技术

创新三大“巨头”之一(中核、中广核和国电投),拥有坚实的核电技术创新实力,在我国核电技术创新进程中占有重要地位;(2)从我国最早的秦山核电站到完全知识产权的“华龙一号”,中核参与和见证了我国核电技术“引进、消化吸收再创新到自主创新”的全过程;(3)由于研究所需的时间序列数据跨度大,中广核和国电投的部分数据较难收集全面。为了能更好地反映我国核电技术创新中政企协调度变动情况,本文将时间序列数据的考察基期定在 2007 年,理由是我国第 1 批投建的核电站于 2007 年 8 月全部完工并投入商运,而在 2007 年 11 月我国又发布《核电中长期规划(2005—2020)》,标志着我国进入全面发展核电的阶段。相关数据来源于 2007 年—2017 年中核集团企业年报和 2007 年—2017 年全国电力工业统计。

(二) 模型求解

首先,为消除由不同纲量引起指标间的相互干扰,对原始数据进行标准化处理,标准化处理基本原理如下:

$$X'_{ij} = \frac{(X_{ij} - \bar{X}_j)}{S_j} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n)$$

其中, X'_{ij} 为标准化数据, $\bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}$ 为变量 j 的均值, S_j 为变量 j 的标准差,其计算公式为: $S_j =$

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}。$$

本文运用 SPSS18.0 统计软件对测量指标数据进行标准化处理,处理结果见表 1。

表 1 测量指标的标准化值

年份	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{21}	S_{22}	S_{23}	S_{24}
2007	-1.3868	-2.6706	-0.8673	-0.6266	-1.8052	-1.1218	-1.6043	-0.7170
2008	-0.4778	0.0783	-1.2212	-0.5143	-1.8253	-1.1000	-0.9298	-0.3168
2009	-0.3282	0.2303	-0.8008	-0.6533	-0.6173	-1.0126	-0.7500	-0.8198
2010	-0.2851	0.9183	-0.5172	-0.8358	0.1847	-0.9446	-0.5848	-0.9239
2011	0.0308	0.2858	0.1775	-0.7339	0.6219	-0.6578	-0.3558	-0.5959
2012	0.2724	0.7674	-0.7084	-0.5604	0.6563	-0.1749	-0.0959	0.0897
2013	1.5546	0.7941	-0.2719	-0.4199	1.0254	0.7197	0.0796	0.2986
2014	0.5587	0.4644	0.2770	-0.0553	0.9479	1.0901	0.2229	0.0724
2015	0.7894	0.0660	0.8183	0.8101	0.3372	0.9982	1.1176	0.2690
2016	1.0444	-0.5306	0.9889	1.5855	0.2540	1.2015	1.3809	-0.0630
2017	-1.7725	-0.4033	2.1251	2.0038	0.2205	1.0022	1.5196	2.7067

其次,借鉴 Diakoulaki 的 CRITIC 法原理计算各子系统测量指标权重(限于文章篇幅,CRITIC 法原

理公式不再赘述),运用 SPSS18.0 对子系统测量指标进行相关性分析,得出子系统中各测量指标的相

关系数和标准差,再将所得数据代入 CRITIC 法原理公式,最终计算出子系统各测量指标的权重值,结果见表 2。

表 2 子系统测量指标的权重值

指标	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{21}	S_{22}	S_{23}	S_{24}
权重 ω	0.262	0.276	0.222	0.240	0.330	0.183	0.179	0.308

考虑到核电技术创新现实情况中政府补助越小,政府子系统有序度越高,无形资产中知识产权资产值越小,表明企业创新成果转化能力越强,企业子系统有序度越高,因而本文将政府补助、知识产权视为逆向指标,把税收优惠力度、企业所得税、核电发电占比、企业 R&D 强度、开发支出和净利润视为正向指标,同时,参考刘志迎等^[25],将政府子系统和企业子系统的序参量上限、下限值分别取 2007 年—2017 年标准化数据中的最大值上浮 10%、最小值下浮 10%,对表 1 中标准化后的数据进行定义(1)和定义(2)运算,即归一化处理,最终计算出政府子系统有序度和企业子系统有序度,见表 3。

表 3 政府子系统有序度与企业子系统有序度

年份	政府子系统有序度	企业子系统有序度
2007	0.292	0.322
2008	0.406	0.326
2009	0.421	0.508
2010	0.469	0.614
2011	0.452	0.667
2012	0.428	0.666
2013	0.375	0.762
2014	0.484	0.805
2015	0.539	0.766
2016	0.549	0.811
2017	0.860	0.587
平均值	0.479	0.621

最后,将表 3 中子系统有序度结果代入公式(3)中,得出核电技术创新系统政企协调度,结果见表 4。

表 4 核电技术创新系统政企协调度

年份	2008	2009	2010	2011	2012
协调度	0.023	0.170	0.250	0.258	0.238
年份	2013	2014	2015	2016	2017
协调度	0.210	0.335	0.364	0.390	0.426

为了更好地分析核电技术创新中政府子系统有序度、企业子系统有序度和政企协调度的变化趋势,运用 excel 将表 4 和表 5 中数据绘制图 1。

(三) 结果分析

根据上述协调度测度模型运算结果,分别对政府子系统有序度、企业子系统有序度和政企协调度进行分析。

1. 政府子系统有序度。2007 年—2017 年核电技术创新中政府子系统有序度的平均值为 0.479,其中政府子系统有序度最高的年份为 2017 年,达 0.860,而 2007 年的政府子系统有序度最低,其值为 0.292。根据公式(2)可知,影响政府子系统有序度变化的最主要原因在于税收优惠力度($\omega=0.276$),其次是政府补助($\omega=0.262$)。从变化趋势来看,政府子系统有序度呈现出先上升、再降低、再上升的“N”型变化趋势,其中在 2011 年—2013 年期间政府子系统有序度出现持续下降,这可能是受 2011 年福岛核事故的影响;而在各年政府子系统有序度的变化中上升幅度最大值出现在 2017 年,上升幅度为 0.311,这可能与政府在 2017 年连续出台《2017 能源工作指导意见》《“十三五”核工业发展规划》《保障核电安全消纳暂行办法》《中华人民共和国核安全法》等政策密切相关。

2. 企业子系统有序度。2007 年—2017 年核电技术创新中企业子系统有序度的平均值为 0.621,其中企业子系统有序度最高的年份为 2016 年,达 0.811,而 2007 年的企业子系统有序度最低,其值为 0.322。根据公式 2 可知,影响企业子系统有序度变化的最主要原因在于企业 R&D 强度($\omega=0.330$),其次是知识产权($\omega=0.308$)。从变化趋势来看,2007 年—2011 年企业子系统呈逐年上升趋势,而 2012 年—2017 年企业子系统有序度呈波浪式上升趋势,其中企业子系统有序度下降幅度最大值出现在 2017 年,下降幅度达 0.224,这可能是受电力市场竞争的影响,核电企业“首堆必拖”、投资“大出血”等经济性问题在 2017 年凸显成为核电业界最头疼的问题。

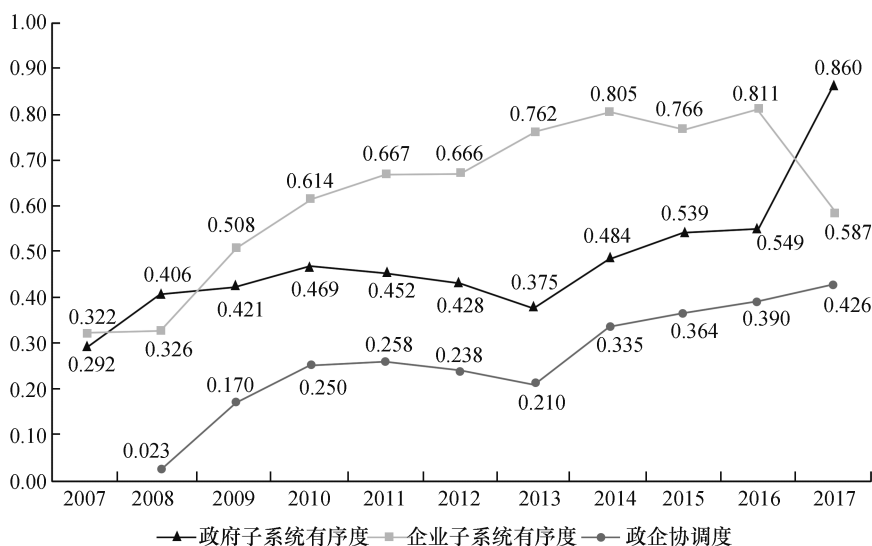


图1 政府子系统有序度、企业子系统有序度和政企协调度

3. 政企协调度。我国核电技术创新中政企协调度处于0.023到0.426之间,总体协调程度并不高(平均值为0.266),这主要是因为我国核电技术创新系统中存在“木桶效应”,即子系统有序度中存在“短板”,在一定程度上影响了政企协调度的水平。由图1可知,在2009年到2016年期间制约政企协调度的“短板”主要是政府子系统有序度,而在2017年“短板”则转变为企业子系统有序度,这体现出政府子系统和企业子系统之间的双螺旋演进发展。从变化趋势来看,政企协调度呈现出先上升、再降低、再上升的“N”型变化趋势,其转折点分别出现在2010年末和2013年末,这可能与以下几件核电大事件密切相关,第一,2011年3月日本福岛出现核事故,国务院常务会议做出抓紧编制核安全规划,调整完善核电发展中长期规划,核安全规划批准前,暂停审批核电项目包括开展前期工作的项目等重大决策;第二,2014年3月国务院总理李克强在两会政府工作报告中,提出“开工一批核电”,标志着核电建设项目重启。

三 结论与政策建议

本文通过构建协调度测度模型,对2007年—2017年的核电技术创新中政企协调度进行测度。研究表明:

(1)我国核电技术创新中政企协调度随时间呈现“N”型变化趋势,且协调度均值较低;(2)政府子系统有序度和企业子系统有序度表现为“双螺旋”协调演进;(3)制约政府子系统有序度和企业子系

统有序度提升的关键因素分别为税收优惠力度和企业R&D强度。

基于上述实证分析,本文提出如下政策建议:

(一)完善政策激励制度

核电技术创新的高风险性需要政府的政策激励,政府不仅需对创新主体进行奖励、对创新成果进行保护、对企业给予政策上的优惠,更需重视对核电专业技术人才、企业决策者和核电技术创新活动参与人的创新激励,通过科学合理的政策激励机制可以激发核电企业的创新活力,提高企业自身的研发投入。

(二)完善知识产权保护

知识产权保护是提升核电企业核心竞争力的关键,通过加强设计研发阶段的知识产权保护工作,能促使已掌握核电关键技术的企业更好地参与国际核电市场的竞争,同时强化技术创新成果转化过程的保护,推动创新成果商品化,激发企业研发的活力。

(三)加快核电产业技术创新平台建设

通过建立一个开放、共享的核电技术创新平台,来搭建起政府和企业动态互动的桥梁,同时有效整合政策信息、创新资源和要素等,以创新资源共享的方式吸引更多专业人员参与到技术创新,进而有效推动核电技术自主创新能力的提升。

[参考文献]

- [1] 景继强,栾洪卫.世界核电发展历程与中国核电发展之路[J].东北电力技术,2008,29(2):48-52.
- [2] 辛文.俄罗斯批准新的联邦专项计划斥资43亿美元发展核电技术[J].国外核新闻,2010(2):2.

- [3] 邹树梁, 邹 旸. 日本福岛第一核电站核事故对中国核电发展的影响与启示[J]. 南华大学学报(社会科学版), 2011, 12(2): 1-5.
- [4] 王炳华. 在确保安全的基础上高效发展核电[J]. 求是, 2011(6): 30-32.
- [5] 龚江洪. 中国核电技术设备出口面临的问题及升级策略[J]. 对外经贸实务, 2017(8): 48-51.
- [6] 黄 栋, 刘雪姣. 我国核电技术创新及模式分析[J]. 科技管理研究, 2014(23): 14-20.
- [7] 刘向阳. 我国核电技术发展现状及存在的问题[J]. 电器工业, 2010(6): 59-66.
- [8] CZARNITZKI D, HUSSINGER K. The Link between R & D Subsidies, R & D Spending and Technological Performance[J]. Social Science Electronic Publishing, 2004(2): 4-56.
- [9] WALLSTEN S J. The Effects of Government-Industry R & D Programs on Private R & D: The Case of the Small Business Innovation Research Program[J]. Rand Journal of Economics, 2000, 31(1): 82-100.
- [10] 苏 翌. 中国核能科技“三步走”发展战略的思考[J]. 科技导报, 2016, 34(15): 33-41.
- [11] 孟凡生. 我国核电技术发展与创新能力的探析[J]. 科技管理研究, 2008, 28(12): 4-5.
- [12] 何 健. 核电产业发展对我国未来核电专业人才培养规模的影响研究[J]. 中国大学教学, 2017(4): 56-59.
- [13] 蒋佳妮, 王 灿, 翟欢欢. 中国核电技术专利国际竞争力研究[J]. 中国科技论坛, 2017, 5(6): 92-100.
- [14] 温鸿钧. 我国核能发展技术政策的历史演变和启示[J]. 中国核工业, 2006(3): 21-23.
- [15] 曾建新, 王铁骊. 基于技术轨道结构理论的核电堆型技术演变与我国的选择[J]. 中国软科学, 2012(3): 31-40.
- [16] 孟庆松, 韩文秀. 复合系统协调度模型研究[J]. 天津大学学报(自然科学与工程技术版), 2000, 33(4): 444-446.
- [17] 吴 笑, 魏奇锋, 顾 新. 协同创新的协同度测度研究[J]. 软科学, 2015(7): 45-50.
- [18] 刘升学, 刘甜甜. 湖南省区域经济协同发展研究[J]. 南华大学学报(社会科学版), 2018, 19(5): 64-71.
- [19] CAPPELEN, RAKNERUD A, RYBALKO M. The effects of R&D tax credits on patenting and innovations[J]. Research Policy, 2012, 41(2): 334-345.
- [20] 陈 劲, 陈钰芬. 企业技术创新绩效评价指标体系研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2006, 27(3): 86-91.
- [21] 田翠香, 臧冲冲. 政府补助影响企业技术创新研究综述[J]. 会计之友, 2017(23): 96-99.
- [22] 贾明琪, 邹 燕, 郝丽娜. 研发支出资本化对企业技术创新影响的实证研究[J]. 科技进步与对策, 2010(6): 141-143.
- [23] 于玉林. 宏观视角下无形资产的创新与发展研究[J]. 会计与经济研究, 2016(2): 67-84.
- [24] 郑春美, 李 佩. 政府补助与税收优惠对企业创新绩效的影响——基于创业板高新技术企业的实证研究[J]. 科技进步与对策, 2015(16): 83-87.
- [25] 刘志迎, 谭 敏. 纵向视角下中国技术转移系统演变的协同度研究——基于复合系统协同度模型的测度[J]. 科学学研究, 2012, 30(4): 534-542.

An Empirical Analysis of the Degree of Coordination Between Government and Enterprise in the Technological Innovation of Nuclear Power in China

LI Yu-qiong, FU Xiao-long

(University of South China, Hengyang 421001, China)

Abstract: In order to explore the coordination between government and enterprises in nuclear power technology innovation in China, from the cooperative theory and complex system theory, this paper deconstructs the nuclear power technology innovation system into government subsystem and enterprise subsystem, based on the characteristics of nuclear power technology innovation. By using the relevant data from 2007 to 2017, this paper measures and analyzes the order degree of government subsystem, enterprise subsystem and coordination degree of government and enterprise by using the coordination degree measure model. The results show that: (1) in China's nuclear power technology innovation, the degree of coordination between government and enterprise shows a trend of "N" change with time, and the mean value of coordination degree is low; (2) the orderly degree of government subsystem and enterprise subsystem is the coordinated evolution of "double helix"; (3) the key factors restricting the improvement of the order degree of government subsystem and enterprise subsystem are the intensity of tax preference and the intensity of R & D of enterprise, respectively.

Key words: nuclear power technology innovation; government and enterprise coordination; coordination degree