

# Research on the Promotion of Industrial Competitiveness of Equipment Manufacturing Industry in Liaoning Province Based on Synergy Innovation

Haifeng Li, Longchang Fu

School of Economics and Management, Dalian Jiaotong University, Dalian Liaoning  
Email: 1477997436@qq.com

Received: Feb. 4<sup>th</sup>, 2018; accepted: Feb. 19<sup>th</sup>, 2018; published: Feb. 26<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

The research on the development of Liaoning's economic pillar industry and equipment manufacturing industry is an important issue that is related to the extension of its pillar industries. Especially in the critical period of the current economic development in Liaoning, it is of great significance to study how to further promote the development of the equipment manufacturing industry in our province through synergetic innovation so as to enhance the competitiveness of the industry to better serve Liaoning's economic and social development. The research idea of this paper is to use the synergetic degree of complex system to determine the synergetic degree of the subsystems such as production, study and research in this province based on the relevant economic statistics. On the basis of quantitative data analysis, this paper summarizes the existing problems in Liaoning equipment manufacturing industry during the process of collaborative innovation. And on this basis, according to the characteristics of the equipment manufacturing industry, corresponding countermeasures about optimization of cooperative innovation mechanism and proposals for action measures are put forward in an attempt to provide reference for the consolidation and promotion of the overall competitiveness of the equipment manufacturing industry in the province.

## Keywords

Synergy Innovation, Liaoning, Equipment Manufacturing, Competitiveness

---

# 基于协同创新的辽宁省装备制造业产业竞争力提升研究

李海峰, 付龙昌

大连交通大学经济管理学院, 辽宁 大连  
Email: 1477997436@qq.com

收稿日期: 2018年2月4日; 录用日期: 2018年2月19日; 发布日期: 2018年2月26日

## 摘要

对辽宁经济支柱产业—装备制造业的发展研究是关系到其支柱产业优势延存的重要课题。特别是在当下辽宁经济发展受困的关键时期, 研究如何通过协同创新进一步促进本省装备制造业的发展, 增强这一产业的竞争力, 从而更好地服务于辽宁经济社会建设具有深刻的研究意义。本文的研究思路就是在撷取相关经济统计数据的基础之上, 运用复合系统协同度模型对本省装备制造业的产学研等子系统进行协同度测定。在进行定量数据分析的基础上归纳辽宁装备制造业在协同创新过程中所存在的问题。并以此为依据, 结合装备制造业产业特点, 从协同创新机制优化和行动举措建议两方面提出相应对策。以求为本省装备制造业整体竞争力的巩固及提升提供参考。

## 关键词

协同创新, 辽宁, 装备制造业, 竞争力

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

装备制造业是一个国家工业崛起的标志。辽宁, 作为我国装备制造产业最重要的省份之一, 承担着特殊的发展使命。在 2014 年机械工业信息研究院发布的中国装备制造业区域竞争力评价报告之中, 辽宁的装备制造业实力居于全国第六位。位列江苏、山东、广东、浙江、河南五省市之后[1]。辽宁装备制造业的发展取得长足的进步。与此同时, 所存在的问题也不容忽视。主要表现在投入的资源利用效率较低; 核心技术储量欠缺, 行业发展受制于外等。研究如何通过协同创新来解决这一系列问题, 以确保创新驱动发展战略的实施, 并提升辽宁省装备制造业产业竞争力, 进而助推辽宁经济的发展深是具有研究价值。

## 2. 协同创新理论简介及理论模型构建

### (一) 协同创新理论简介

自上世纪 70 年代末开始, 信息化浪潮席卷全球, 行业间的联系日益密切。这一时期, 科技技术高度融合。一个显著的特征便是创新成果的取得不再建立在单一学科的基础之上, 也不是由单个主体完成的智创行为, 而是变成了多主体、众要素参与的集智活动。

我国的协同创新研究始于 20 世纪 90 年代。1992 年国家经贸委、教育部和中科院联合组织实施的“产学研联合开发工程”被认为是国内研究协同创新的开端[2]。自此之后, 众多学者虽从经济学、管理学等不同的专业视角对此进行研究, 各有千秋。至今也未能就协同创新的概念达成共识。

虽然定义各有不同, 但可归纳出一般特征。即有多个参与主体, 且各个主体在资源、能力等方面形成优势互补; 强调最终目标的达成; 各参与主体的行动均围绕着共同目标的实现而展开[3]。由此可见, 协同创新是一种新型的创新组织形式, 强调的是多主体众要素的有机协作[4]。

## (二) 协同度模型的构建

由协同学知, 系统在相变点处的内部变量可分为快、慢弛豫变量两类, 慢弛豫变量是决定系统相变进程的根本变量, 即系统的序参量。系统由无序走向有序的机理关键在于系统内部序参量之间的协同作用[5]。即系统与系统构成要素在动态发展之中保持一致的程度。它影响着整体系统的特征与输出水平的高低, 协调度正是反映这种协同作用的度量。

为了准确测定各参与主体间的协调度。本文借助复合系统协调度模型[6], 构建协同创新评价指标。通过对子系统的有序度进行测定, 在此基础上进行数据合成。最终实现对辽宁装备制造业协同创新协同水平的判定。

首先, 设定一个复合系统  $S$  由  $m$  个子系统构成。即有  $S = f(S_1 \cdots S_m)$ , 而  $S_j$  为  $S$  的第  $j$  个子系统,  $j \in [1, 2, 3]$ , 在本文中分别代表产业子系统、研创子系统和政府子系统。在复合系统之中, 三者互为影响。而在子系统  $S_j$  中, 序参量  $e_{ij}$  作为刻画各子系统内部协同度高低的度量指标, 取值为  $e_{j1}, e_{j2}, \dots, e_{jn}$ 。并有  $\beta_{ij}$  与  $\alpha_{ij}$  分别为  $e_{ij}$  取值的下限和上限。定义下式为子系统  $S_j$  序参量分量  $e_{ij}$  的系统有序度, 即有:

$$u_j(e_{ij}) = \begin{cases} \frac{e_{ij} - \beta_{ij}}{\alpha_{ij} - \beta_{ij}} & j = (1, m); \\ \frac{\alpha_{ij} - e_{ij}}{\alpha_{ij} - \beta_{ij}} & i \in (k_1 + 1, n); \end{cases} \quad (1)$$

且当  $e_{ij}$  取值越大时,  $u_j(e_{ij})$  的数值越大, 代表着  $e_{ij}$  对子系统的“贡献”越大。因此, 可以在此测定序参量变量  $e_i$  有序度  $u_j(e_{ij})$  的集成对于  $S_j$  有序度的总体贡献。

除此之外, 还应该注意子系统的整体效应不但受各序参量数值的大小的影响, 各序参量之间的组合方式也会对子系统的产生影响[6]。为简捷起见, 本文采用几何平均法进行集成, 以此来测定组合方式对于子系统的影响。于此便有:

$$u_j(e_j) = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m u_j(e_{ij})} \quad (2)$$

$U_j(e_j)$  为序参量变量  $e_j$  的系统有序度。由上述公式可以看出,  $u_j(e_j)$  的数值越大, 则  $e_j$  对系统有序的作用越大, 系统的有序的程度也就越好。

然而, 假定在初始时点  $t_0$  时子系统  $S_j$  参量有序度为  $U_j^0(e_j)$ , 而当系统运行至  $t_1$  时, 子系统  $S_j$  的参量有序度顺势变为  $U_j^1(e_j)$ ;  $j \in (1 \cdots m)$ 。则有在  $t_1 - t_0$  时段内, 复合系统  $S$  的协同度为:

$$C = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n [u_j^1(e_i) - u_j^0(e_i)]} \quad (3)$$

在上述公式之中,  $u_j^1(e_i) - u_j^0(e_i)$  代表着子系统  $S_j$  的序参量在  $t_1 - t_0$  时段内有序度的变化。而由数理计算的结果来看, 复合系统  $S$  的协同度取值范围为  $[-1, 1]$ ,  $C$  的取值越大, 则代表着系统有序度越高。而仅有在  $u_j^1(e_i) - u_j^0(e_i)$  大于零时, 才有各个子系统之间的发展是协调的。否则, 则意味着子系统之间未处在较好的协同状态。

因此, 该模型可以实现复合系统  $S$  相对于基期的各子系统间协同度的考察。

## 3. 协同创新复合系统协同度的实证研究

在上文的理论简介及模型建立的基础上, 本节将结合相关经济数据对辽宁省装备制造业的协同创新协同度进行测定。

## 1、数据来源

本文所选数据(见表 1)摘自《辽宁科技统计年鉴》、《辽宁统计年鉴》。在此基础上,为了消除量纲对计算结果的影响,对所取数据进行标准化处理。标准化结果如表 2 所示。

为确保本文研究的科学性,结合上文复合系统协同模型原理,而将辽宁装备制造业协同创新系统划分为三个子系统——产业子系统、研创子系统以及政府子系统。在各子系统划分的基础上,遵从可测性、代表性和可得性等原则,为各个子系统依次确定主营业务收入、总利润、R&D 内部经费支出等七个度量指标。

## 2、序参量有序度的确定以及系统协同度的确定

将表 2 的数据代入公式(1)之中,得到产业子系统  $S_1$ 、研创子系统  $S_2$ 、政府子系统  $S_3$  序参量有序度,为方便起见,本文将三个子系统的序参量的有序度合并在一表之中。如表 3 所示。

然后,将表 3 数据代入公式(2),得到各子系统的有序度(见表 4)。将 2012 年设定为  $t_0$ ,并将各子系统有序度数据代入公式(3),得出辽宁装备制造业产学研协同创新系统的协同度 C 值,具体数值如表 4 所示。图 1 则是通过折线图而将表 4 的数据信息进行更为直观显示。

**Table 1.** The raw data of industrial enterprises of equipment manufacturing industry in Liaoning province

**表 1.** 辽宁省规模以上装备制造业工业企业的原始数据

	产业子系统 $S_1$		研创子系统 $S_2$			政府子系统 $S_3$	
	主营业务收入 (亿元) $e_{11}$	总利润 (亿元) $e_{12}$	R&D 内部经费 支出(万元) $e_{21}$	R&D 人员 合计(人) $e_{22}$	R&D 人员全时 当量合计(人年) $e_{23}$	政府支持的研究 活动金额(万元) $e_{31}$	税收扣减及 免除额(万元) $e_{32}$
2012	9546.71	678.22	1,541,960	42,089	26,013	269,186	148,647
2013	15,043.38	930.62	1,573,362	48,627	29,358	283,961	150,806
2014	16,072.19	1016.86	1,599,936	52,253	31,457	258,812	154,715
2015	15,554.42	937.76	1,677,902	56,936	33,795	227,212	144,188

**Table 2.** Standardization of order parameters

**表 2.** 序参量标准化

	产业子系统 $S_1$		研创子系统 $S_2$			政府子系统 $S_3$	
	$e_{11}$	$e_{12}$	$e_{21}$	$e_{22}$	$e_{23}$	$e_{31}$	$e_{32}$
2012	-1.715	-1.671	-1.119	-1.454	-1.448	0.451	-0.248
2013	0.376	0.312	-0.495	-0.249	-0.279	1.161	0.320
2014	0.768	0.989	0.033	0.420	0.455	-0.047	1.348
2015	0.571	0.368	1.582	1.283	1.272	-1.564	-1.421

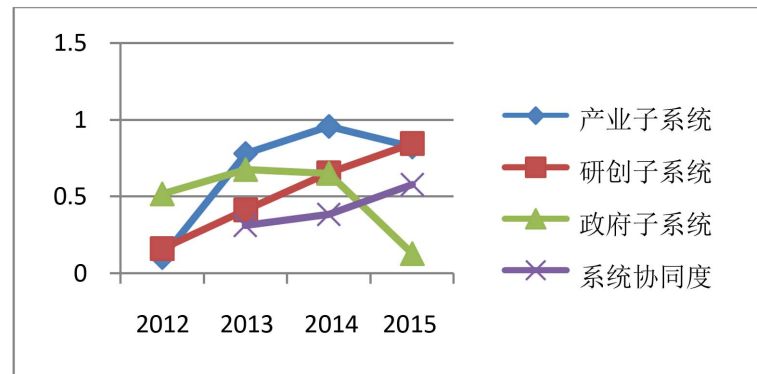
**Table 3.** Industry subsystem  $S_1$ , research and innovation subsystem  $S_2$ , government subsystem  $S_3$  order parameter order degree

**表 3.** 产业子系统  $S_1$ 、研创子系统  $S_2$ 、政府子系统  $S_3$  序参量有序度

年份	$u_1(e_{11})$	$u_1(e_{12})$	$u_1(e_{21})$	$u_2(e_{21})$	$u_2(e_{22})$	$u_2(e_{23})$	$u_2(e_{31})$	$u_3(e_{31})$	$u_3(e_{32})$	$u_3(e_{33})$
2012	0.095	0.110	0.102	0.220	0.136	0.138	0.161	0.613	0.438	0.518
2013	0.792	0.771	0.781	0.376	0.438	0.430	0.414	0.790	0.580	0.677
2014	0.922	0.996	0.958	0.747	0.605	0.614	0.652	0.488	0.871	0.652
2015	0.860	0.789	0.824	0.895	0.821	0.818	0.844	0.109	0.145	0.128

**Table 4.** The order degree of each subsystem and the synergism of the composite system  
**表 4.** 各个子系统的有序度以及复合系统的协同度

年份	2012	2013	2014	2015
子系统 1 (产)	0.102	0.781	0.958	0.824
子系统 2 (研)	0.161	0.414	0.652	0.844
子系统 3 (政)	0.518	0.677	0.652	0.128
系统协同度		0.311	0.384	0.577



**Figure 1.** Collaborative innovation system of equipment manufacturing in Liaoning province

**图 1.** 辽宁省装备制造业协调创新系统协同度

如图 1 所示,从 2013 到 2015 年辽宁省装备制造业协同创新的协同度总体是上升的。但协同度较低。即便是协同度水平最高的 2015 年,也仅为 0.577。这也印证了辽宁整体协同创新水平不高这一事实—2015 年,辽宁区域创新能力综合指标的排名位居全国第 15 位[7]。

从各子系统的角度来看,三个子系统表现各有差异。研创子系统的协同度一直处于稳步上升态势,且在 2015 年达到峰值。这表明,研创子系统是有效的;产业子系统的协同度即便在急剧上升后又有一小幅回落,但也维持在较高水平。特别是在 2014 年,到达最高值。这也间接说明:这一时期,辽宁装备制造业协同创新过程中,产业子系统的效用发挥较为充分;而相较于前二者而言,政府子系统的表现则欠佳。其协同水平于 2015 年出现暴跌。这一现象在表 4 的相关数据之中同样有所体现,政府的科研资助资金以及税收扣减优惠金额都在 2015 年达到近四年最低。政府子系统滞后性较为严重,辽宁装备制造业协同创新的短板效应相对明显。

#### 4. 辽宁装备制造业协同创新存在的问题

在上文分析的基础上,可将辽宁装备制造业在协同创新方面存在的问题归纳如下:

**创新活动中政府作用的发挥不充分。**政府子系统有序度较为低下。现阶段辽宁装备制造业协同创新在资金支持包括科研活动专项资金的预算、税收扣减及免除方面的力度有所收缩,这对于本省装备制造业的影响较大。除此之外,在信贷及奖惩之间的政策导向作用不甚明显。政府在资源配置、信息平台搭建及研产间的对接服务也有待提升。

**参与主体的积极性遇阻受挫。**协同创新的核心问题是风险分担与利益分配的问题。协同创新是多个主体围绕同一目标的达成而联系起来的,但同一目标对于不同主体的激发效用各不相同,并很难达成一致。且每一主体同时有多个目标达成的需要。此外,如何处理风险与收益二者之间的关系,也会影响到



主体参与的稳定性。而协同创仍是一种创新活动, 存有一定的经济风险。这也严重挫伤主体的参与积极性。

**研创与产业间存在着一定的脱节。**研创系统的资源投入逐年递增, 但产业子系统并未同步增长。就目前而言, 协同创新的在辽宁装备制造业中的应用缺乏市场导向而出现研产相脱节。一个较为突出的表现是每年的科技成果很多, 但真正转化并产生经济效益的却较为有限。这一方面造成创新资源的浪费; 另一方面也加强了企业对创新风险的认知, 反过来也压制企业参与的积极性。

**科研立项与资助缺乏统筹规划。**现有创新活动的开展多是由企业全盘操刀, “引智借智”的协同作用未得到充分体现。科研机构与企业之间“两张皮”式的分化现象也较为突出; 科研院所在自身管理体制下侧重于考核项目申报数目和额度, 导致共性技术研发重复开展, 造成资源浪费[8]。导致创新驱动发展投入大、见效慢。

### 5. 辽宁装备制造产业协同创新能力提升策略

辽宁装备制造企业众多且实力强劲, 相关科研院所数量众多[9]。这也为协同创新促进辽宁装备制造业的发展提供了条件。因此, 推动辽宁装备制造业的协同创新水平是提升与巩固其竞争力的可行举措。而协同创新水平的提高可以从创新机制优化以及具体实施策略两个方面来实现。

#### (一) 协同创新机制优化

通过创新机制的重构可以从深层次解决当下辽宁装备制造业协同创新发展过程中存在的问题, 进而更好地进行创新发展(图 2)。

##### 1、新型机制设计下各参与主体的功能分析

**政府及相关机构。**政府机构作为协同创新的参与者, 负责市场秩序的维护以及发展的助推。是一个功能综合体, 具有执法、监督、协调等多项职能的跨部门联合体。它拥有一个完备的政策工具箱来服务于协同创新。

**中介服务平台。**社会中介服务平台包括第三方科研成果检测评定机构、融资机构、技术交易市场等。中介服务平台可作用于协同创新活动的各个阶段, 是连接需求双方的纽带, 以实现信息的交流与资源的交互。旨在更好的服务于协同创新的开展。

**行业中间组织。**行业中间组织是连接企业与政府的桥梁。组织内的成员企业可在此实现信息交互及技术协作, 并在其领导下实现自律性管理。在协同创新中, 由企业成员提出的技术需求, 在行业中间组织处汇总评定后并由其代表企业向政府进行申报, 以便获得政府风险资金的资助与政策支持。同时, 更好地汇集本行业不同企业的技术创新需求, 进而实现企业与科研院所的匹配。

**政府风险资金。**风险资本是市场经济的活化剂。它可以优化资源配置, 更好地激发主体协同创新活力。政府风险资金不同于市场上其他风险投资资金, 而具有非完全趋利性的特点。其可以有效地弥补因

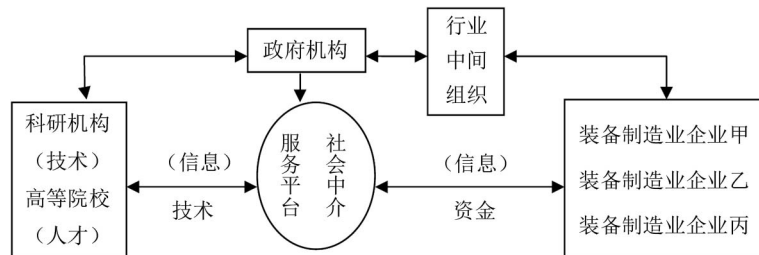


Figure 2. Collaborative innovation mechanism of equipment manufacturing industry under industrial alliance

图 2. 装备制造业在产业联盟下的协同创新机制

市场风险资本固有的逐利性而产生的资本需求“洼地”。弥补市场失灵, 从而促进本产业均衡、可持续性发展。

## 2、新型机制设计的效果预期

**创新资源效能得到更好的发挥。**创新资源具有稀缺性。协同创新优化机制可以更好发挥创新资源效用。这一设计一来可有效减少因重复研究、无序创新而导致的资源浪费, 实现创新资源的优化配置; 二来则有助于本省本产业的整体市场竞争力的提升。

**科技创新成果转化率得以提高。**这一机制下对于创新项目的推动是以企业为主体、市场为导向, 是自下而上地发起的。这是一种由需求到研发的拉动设计, 企业对于市场的把握也更为准确和敏捷, 其所提出的技术需求更贴近于市场, 转化率较高, 所进行的研究也多具有市场价值。这也使得关于创新成果的价值检测活动大为减少, 节省检测费用[10]。

**政府的引领与扶持作用得以加强。**一来, 政府的风险资金在协同创新活动中起到牵引带动作用。为协同创新活动的顺利开展提供有力的资金支持。二则, 受资助企业在科研成果实现价值转化后, 可将所产生的收益按照一定比例归还, 视作政府的风险投资溢价。以壮大政府的风险资金规模, 有利于政府进一步扩大资助力度和范围。

**企业进行研发的积极性得到激发。**企业参与创新活动的收缩主要缘于机会损失。而新机制下的企业研发积极性的提高则缘于以下几点: 首先, 政府所管理的风险投资基金的参与和企业联盟下资源集约式创新之风险共担机制设计, 使得企业协同创新的风险大为降低; 其次, 政府通过自身职能, 在保密协议有效期内对知识产权的法律保护, 对企业参与的积极性也尤为重要。

## (二) 协同创新具体发展策略

**1、建立以企业为主导的联合协同创新模式。**企业是具有一定的逐利性。持续并长效的经营是其目标, 因而其行为在一定程度上受经济利益所驱动。而以企业为主导的协同创新模式的建立可使得协同创新的研究更具针对性, 可减少研产相脱节现象的发生。

**2、加强共性技术、基础技术和关键技术的研究。**装备制造业具有技术关联性高的特点, 这一特点使得加强本产业共性技术研究成为可能。其可避免企业因各自重复研究而造成的资源浪费; 共性技术的研究成功, 在不同企业具体应用的过程中, 可有进一步创新与改进的可能。达到“一点突破, 多向开花”的效果。

**3、加强行业中间组织建设。**作为一个中间组织, 在成员企业利益诉求、成员内部合作交流、政府监管意见解读与传达方面具有明显优势。加强中间组织的建设, 对于统筹本行业发展具有重要意义。特别是在现下改革深化的阶段, 加强行业中间组织的建设有利于政府职能向“放管服”的转变。最终形成政府指导中间组织、中间组织对成员企业的自律性管理模式。

**4、加大政府主导下的风险资金投入力度。**政府主导下的风险资金在参与协同创新活动的目的上有别于市场风险资金。它是对企业科研资金的补充与风险分担的安排。对于激促与鼓励企业参与协同创新、弥补市场失灵等方面发挥着难以替代的作用。

**5、加大知识产权保护力度。**知识产权的保护是对科技工作者脑力劳动成果的保护。也是对企业协同创新参与积极性的保护。加强知识产权的保护对于企业、科研机构参与协同创新而言具有重要意义。而保护一方面是立法, 另一方面则是执法。二者相辅相成, 不可分割。

## 6. 总结

装备制造业作为辽宁经济发展的四大支柱性产业之一[11], 对于辽宁省经济发展的影响不容小觑, 理应受到足够的重视。只有协同创新才能保证优势产业的竞争力的持续巩固与提升, 才能更好地促进本省经济的发展, 才能更好地服务于本省经济社会的建设。

## 参考文献 (References)

- [1] 2014 年中国装备制造业区域竞争力分析报告[R]. 机械工业信息研究院, 2016.
- [2] 何郁冰. 产学研协同创新的理论模式[J]. 科学学研究, 2012, 30(2): 165-174.
- [3] 陈劲, 阳银娟. 协同创新的理论基础与内涵[J]. 科学学研究, 2012, 30(2): 161-164.
- [4] 鲁若愚. 企业大学合作创新的机理研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 清华大学, 2002.
- [5] 孟庆松, 韩文秀, 金锐. 科技—经济系统协调模型研究[J]. 天津师大学报(自然科学版), 1998(4): 8-12.
- [6] 孟庆松, 韩文秀. 复合系统协调度模型研究[J]. 天津大学学报, 2000, 33(4): 444-446.
- [7] 中国区域创新能力评价报告[R]. 2015.
- [8] 曾华国. 媒体的扩张[M]. 广州: 南方日报出版社, 2004.
- [9] 吉海涛. 辽宁高端装备制造业协同创新发展研究[J]. 长春工业大学学报(社会科学版), 2014, 26(5): 33-36.
- [10] 梁昕诺, 袁春妹. 德国制造缘何“高大上”? 访德国机械设备制造业联合会北京代表处副总经理温斌[J]. 纺织机械, 2015(5): 54-57.
- [11] 童华. 破解东北发展困境, 李克强点题“东北装备” [N]. 第一财经日报, 2014.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7311, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [mm@hanspub.org](mailto:mm@hanspub.org)