

基于 SNA 方法的航空产业集群结构分析
——以天津滨海新区航空产业集群为例

李艳华,高世伟

(中国民航大学经济与管理学院,天津 300300)

摘要: 社会网络分析方法(SNA)被引入到产业集群研究后,对于弥补当前产业集群研究在网络结构和网络特性研究的缺陷发挥了重要作用。截止 2012 年 5 月,天津滨海新区已有注册航空企业 35 家,航空产业集群初具规模。采用社会网络分析理论及 UCINET 软件,首次对快速发展、全球关注的天津航空产业进行了集群网络结构分析,包括网络密度、网络距离、中心度、凝聚子群等的分析,对天津航空产业可持续发展具有重要意义。

关键词: SNA;天津;航空产业;集群网络结构

中图分类号: F560.6;V2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-5590(2014)08-0059-06

Clusters structural analysis of Tianjin aviation industry
based on social network analysis

LI Yan-hua, GAO Shi-wei

(Economics and Management College, CAUC, Tianjin 300300, China)

Abstract: Social network analysis(SNA) plays an important role in industrial cluster research of network structure after being introduced to the industry cluster research. By the end of 2011, Tianjin Binhai New District has registered thirty-five aviation enterprises. Based on the social network analysis theory and UCINET software, Tianjin aviation industry cluster network structure is analyzed for the first time, including network density, network distance, center degree, and condensed subgroup analysis. The research is important for Tianjin aviation industry's sustainable development.

Key words: SNA;Tianjin;aviation industry;cluster network structure

自 2006 年空客 A320 总装线入驻天津滨海新区(以下简称滨海新区)以来,中航直升机、“彩虹”无人机两家国内龙头企业,西飞机翼、古德里奇等空客配套企业,以及泰雷兹、豪士卡等众多国际航空知名航空企业都纷纷落户滨海新区,滨海新区航空产业发展迅速,集群初具规模。以空客总装线为龙头企业,西飞机翼、古德里奇等 8 家空客配套企业以及泰雷兹、豪士卡等多家国际航空知名企业共 35 家企业先后注册入驻,天津滨海新区已经成为民用航空工业国际合作的新基地,已经有超过 100 家的航空企业来考察访问。在龙头项目强有力带动下,天津市航空产业实现了突破式发展,成为中国航空产业的新生力量,并在世界航空产业中占有重要地位。

2012 年,空客天津总装线突破了交付 100 架空客 A320 系列飞机的纪录,总装线生产能力也已达

到每月总装 4 架飞机的水平。预计到 2015 年,航空航天产业实现工业总产值达到 1 000 亿元左右产业规模,进入全国前 3 位,发展速度如表 1、图 1 所示。

表 1 天津航空产业迅速发展

Tab.1 Development of Tianjin aviation industry

年月	发展状况
2006 年 6 月	国家发改委宣布空客 320 项目落户滨海新区
2007 年 3 月	空客 A320 总装线正式开工
2008 年 9 月	首架空客 A320 飞机正式投产组装
2009 年 2 月	中航工业集团与天津市人民政府共同组建中航直升机基地项目
2009 年 5 月	首架津产 A320 飞机起飞
2010 年 4 月	特种飞行器生产基地项目开工,津产“彩虹”系列无人机在此诞生
2012 年 5 月	集群式发展,35 家以上企业集聚滨海新区

然而与成熟的航空产业集群相比,滨海新区航空

中空客 A320、中航直和彩虹无人机为中心的,这 3 家企业是集群的核心结点,与其他相关企业有着广泛的联系,是集群的锚企业^[3]。其次,从整体上看,滨海新区航空产业集群网络的联系性不强,网络结构等仍然需要进一步的完善,比如齐迈工业、豪士卡等企业的网络联系较为单一,企业交流合作不够,这对整个集群的发展起到一定的滞后作用。再次,集群中本土企业与外国企业建立联系的只有中远、西飞、天津航空和银河航空,中外企业联系少,不利于知识扩散。

2.2.2 网络密度分析

社会网络分析中的整体网络密度(Density)表示各个行动者之间联系的紧密程度,密度越大,表明网络行动者之间的关系越密切。联系紧密的整体网络不仅为其中个体提供各种资源,同时也成为限制其中个体的重要力量。计算公式为

Density=L/[N(N-1)]

其中:L 为网络中线(联系)的个数,N 表示网络中点的个数。密度为介于 0 和 1 之间的值,密度越大说明个体之间的联系越紧密,组织的凝聚力越高。

选用网络密度这一指标来衡量滨海新区航空产业集群的联系紧密程度,结果显示,滨海新区航空产业集群的网络密度为 0.1724,结果偏小。根据越接近于 0,越缺乏相互联系的规律,说明滨海新区航空产业集群内企业之间缺乏相互联系,企业的联系频度和强度较弱,合作交流有待加强。

2.2.3 网络距离分析

在整体网络中,两点之间的距离是图论意义上的距离,即二者之间在图论或矩阵意义上最短途的长度^[4]。如果两个点之间有线连结,则两点之间有路径存在,而网络距离所代表的含义是指路径中包含几条线,即通过多少的中介主体到达目标主体。

网络距离越大,主体之间信息传播耗费时间越长,资源整合效率也越低。反之,网络距离越小,信息与知识的传播消耗时间越短,资源整合效率越高,从而更有利于集群的发展^[5]。

社会网络分析中,网络距离这一指标可以用来表示集群中不同个体之间取得联系的难易程度,通过运行 UCINET 软件,结果如表 3 所示。

企业联系包括纵向联系和水平联系。从产业链纵向看,龙头企业空客 A320 总装与国外相关配套企业泰雷兹、英德拉、豪士卡、FTG、古德里奇等联系紧密,信息传播与沟通较为容易。而中国本土龙头企业中航直和彩虹无人机与航空配套企业泰雷兹、英德拉、豪士卡、斯耐尔森,维修企业古德里奇、卓达宇航以及齐

表 3 滨海新区航空产业集群企业的网络距离(部分)

Tab.3 Partial network distance of aviation industry cluster enterprises in Binhai New District

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1 A320 总装	0	3	3	1	1	2	1	3	1	3	
2 中航直	3	0	2	2	4	4	4	1	3	1	
3 无人机	3	2	0	2	4	4	4	1	3	1	
4 西飞	1	2	2	0	2	2	2	2	2	2	
5 泰雷兹	1	4	4	2	0	1	2	4	2	4	
6 英德拉	2	4	4	2	1	0	3	4	2	4	
7 豪士卡	1	4	4	2	2	3	0	4	2	4	
8 105 厂	3	1	1	2	4	4	4	0	3	2	
9 FTG	1	3	3	2	2	2	2	3	0	3	
10 冠联	3	1	1	2	4	4	4	2	3	0	
.....											

迈工业、STTS、维斯等航空服务类企业“距离”较远,联系较弱。其次,从水平联系上看,同类型企业之间,如国外的泰雷兹、英德拉、豪士卡、FTG、米德复合材料、斯耐尔森,存在较强的直接或间接联系;本土企业西飞、105 厂、冠联之间的联系也较为紧密。而外国企业与本土同类企业的联系则以间接联系为主,通过较远的网络距离才能到达,相互之间的合作交流机会较少。

总之,无论从纵向还是水平看,滨海新区航空产业集群的企业间联系都有待加强,而且显示出明显的地域特点,即外国企业之间联系较多、本土企业之间的也联系较多,而二者之间的“距离”较远,联系相对不足,联系的有效性亟待提高。

2.2.4 中心度分析

社会网络分析中,中心度可以用来表示某一个体在社群中处于怎样的中心地位,它可以分为点度中心度、中间中心度和接近中心度 3 种。其中,点度中心度测量的是某一主体所拥有的权力的大小;中间中心度测量的是行动者对资源的控制程度,度数越高其控制能力就越强,在网络中的地位也就越重要^[6];而接近中心度测量的是某一个体不受他人控制的程度。

中心度是社会网络分析中的一个重要指标,它用来衡量某一企业在整个集群网络中地位的重要程度。通过 UCINET 软件,运行可得到点度中心度、中间中心度和接近中心度的结果如表 4~表 6 所示。

从分析结果可以看出,空客 A320 总装线的点度中心度、中间中心度和接近中心度均为最高,表明空客 A320 在滨海新区航空产业集群中拥有举足轻重的地位。作为锚企业,空客 A320 同集群内的航空产业存有大量联系,对整个集群起着重要的协调和促进作用,它可以通过合作交流来控制集群中的其他企业,

表 4 滨海新区航空产业集群企业的点度中心度分析(前 10 位企业)

Tab.4 Point degree centrality analysis of aviation industry cluster in Binhai New District (top 10 companies)

企业名称	点度中心度	相对点度中心度	权重
空客 A320 总装	14.000	41.176	0.068
空客夹具	12.000	35.294	0.058
古德里奇	11.000	32.353	0.053
米德材料	11.000	32.353	0.053
卓达宇航	10.000	29.412	0.049
翔宇维修	9.000	26.471	0.044
泰雷兹	9.000	26.471	0.044
航新航空	9.000	26.471	0.044
天津航空	9.000	26.471	0.044
海特维修	8.000	23.529	0.039

表 5 滨海新区航空产业集群企业的中间中心度分析结果
(前 10 位企业)

Tab.5 Betweenness degree centrality analysis of aviation industry cluster in Binhai New District (top 10 companies)

企业名称	中间中心度	相对中间中心度
空客 A320 总装	309.709	27.603
天津航空	212.645	18.952
空客夹具	157.632	14.048
翔宇维修	98.080	8.742
航新航空	98.080	8.742
海特维修	91.632	8.166
西飞	89.871	8.010
中远	85.552	7.625
银河航空	79.358	7.073
空客交付	65.333	5.823

表 6 滨海新区航空产业集群企业的接近中心度分析结果
(前 10 位企业)

Tab.6 Closeness degree centrality analysis of aviation industry cluster in Binhai New District (top 10 companies)

企业名称	内接近中心度	外接处中心度
空客 A320 总装	36.957	37.363
空客夹具	35.417	35.417
天津航空	35.417	35.789
米德材料	33.663	33.663
银河航空	32.075	32.075
西飞	32.075	32.075
古德里奇	31.776	31.776
海特维修	31.776	31.776
FTG	31.481	31.481
卓达宇航	31.481	31.481

而自身并不受其他企业的控制。但值得注意的是,本土龙头企业中航直和彩虹无人机的中心度很低,说明其企业间的联系性较弱,集群内相关配套企业的数量和能力还未到位。从可持续发展的角度亟待加

强配套。

同时,古德里奇、米德材料、卓达宇航、海特维修等国外相关配套、服务企业也均位于前列,这表明国外航空相关企业在集群中的交往能力较强,影响力较大。而中国本土企业仅有天津航空、西飞、中远等入围,表明中国本土企业在集群中的带动、协调能力较弱,控制能力有待加强。

2.2.5 滨海新区航空产业集群的凝聚子群分析

凝聚子群分析是社会网络分析的重要方法,对了解整个网络结构具有重要意义。它将子群从整个网络中分离出来,能了解子群对整体网络的影响。根据不同的计算方法,凝聚子群存在着不同类型的定义和分析方法,包括派系、n-派系、n-宗派、k-丛及凝聚子群密度等。本研究利用 UCINET 凝聚子群分析找出滨海新区航空产业集群中具有较高凝聚力的子群,进行聚类和非聚类分析,结果如图 3 所示。

分析结果显示,滨海新区航空产业集群内企业也存在明显的地域性集聚现象。国外航空企业空客 A320、空客夹具、泰雷兹、英德拉、豪士卡、古德里奇、卓达宇航等有明显的“抱团”现象,且子群的凝聚力相对较高。此外,中国本土相关企业中航直(无人机)、西飞、105 厂、翔宇航空维修等也有凝聚现象。但是本土航空企业与外国航空企业间的凝聚力较弱、联系性不强。

2.2.6 滨海新区航空产业集群的关联度分析

对于一个网络中的某个点来说,如果去掉与之相连的一些点,那么该点就可能达不到其他点,也就没有了关联度。而如果连接两个点之间的路径有多条,那么这两个点就具有高度的关联度。通常,关联度分析主要用于研究行动者之间的独立性或者脆弱性,即离开了某些点整体网络是否会陷入瘫痪^[7]。

对滨海新区航空产业集群进行关联度分析,可以体现出集群中某一些企业的重要性,因为一旦排除它们,整个集群会陷入瘫痪。

通过对滨海新区航空产业的集群网络进行分析,可以计算滨海新区航空产业集群的关联度(此时可达矩阵的密度等于关联度)为 0.94,这表明滨海新区航空产业集群具有极高的关联性。但是,如果在关系矩阵去掉 3 家空客企业(空客 A320 总装线、空客工装夹具、空客交付中心)后,再应用 UCINET 对关系矩阵进行计算,则得到的关联度降到 0.70,集群的关联度受到明显影响。这也进一步证明了滨海新区航空产业集群是一个以空客公司为核心的网络,离开了这个点,企业间的联系就会明显减弱。

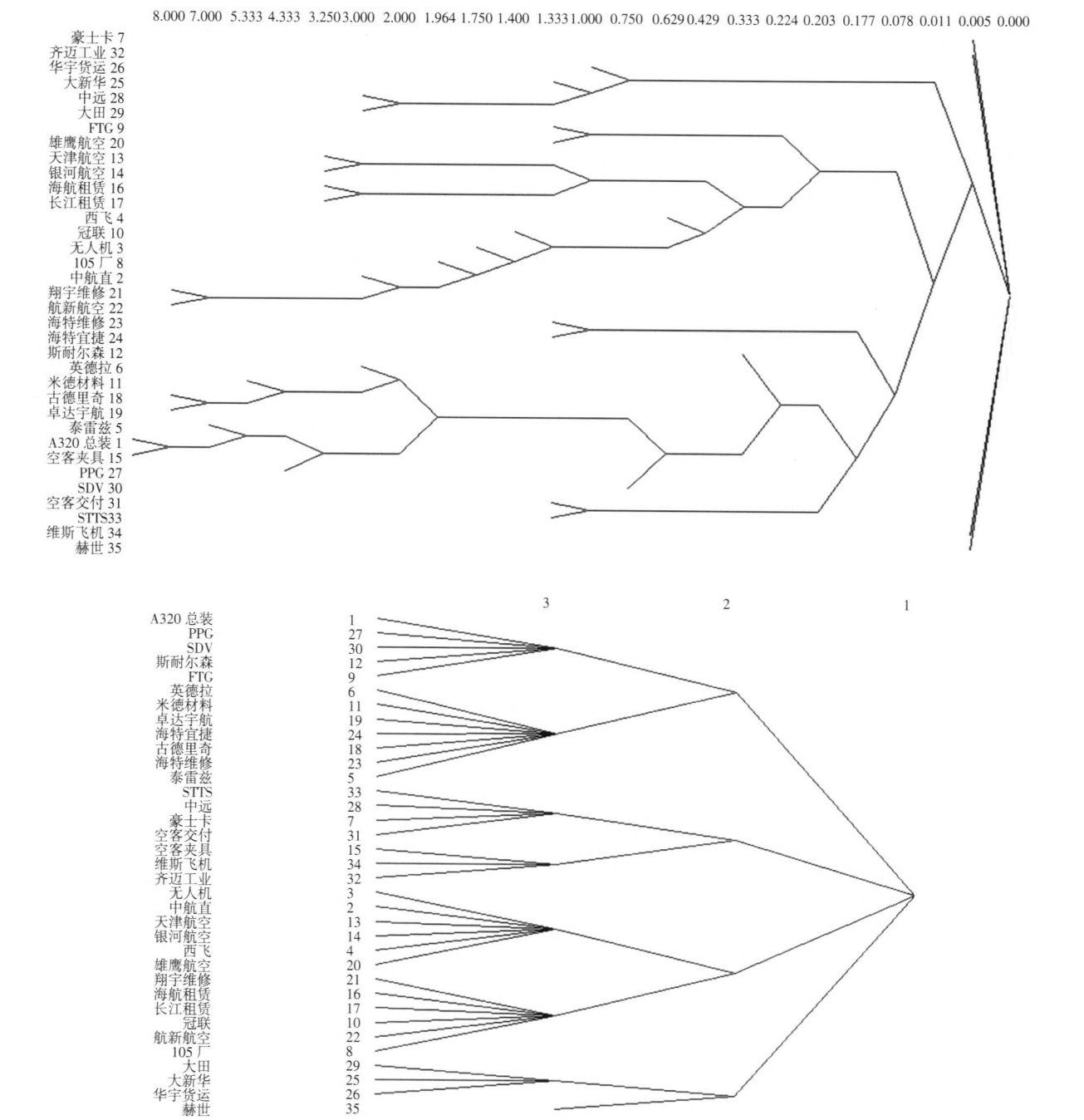


图 3 滨海新区航空产业集群聚类(上)和非聚类分析结果

Fig.3 Clustering (upper) and non-clustering analyses of aviation industry cluster in Binhai New District

3 结语

通过上述对滨海新区航空产业集群各指标的对比分析,可得滨海新区航空产业集群结构的 4 方面需要改进优化。

1)对外源性配套企业的控制亟待加强

实证结果显示,滨海新区航空产业集群的网络密度仅为 0.172 4,本土龙头企业中航直和彩虹无人机中

心度位于 10 名以后,控制能力明显低于空客 A320 总装线。从整体结构上看,滨海新区航空产业集群与发达国家成熟的航空产业集群相差甚远。滨海新区航空产业集群明显缺乏企业间联系,企业之间的联系频度和强度较弱;其次,滨海新区航空产业集群内本土锚企业对资源控制能力明显很弱,尤其是对外源性配套企业的控制亟待加强。

2)积极争取本土化供应

从集群关系图可看出,滨海新区航空产业集群中

与空客 A320 建立直接供应关系的仅西飞、古德里奇、FTG、卓达宇航、米德材料等 8 家企业,其他企业均为间接联系,且“距离”较长、供应关系薄弱。而空客 A320 作为大型制造企业,滨海新区集群内有限的配套企业根本无法满足需要,显然空客的大量零部件供应还是依赖于集群之外,包括中国其他地区或者欧洲本地。

3) 增强航空产业在天津的根植性发展

对滨海新区航空产业集群的凝聚子群分析显示,国外航空企业空客 A320、空客夹具、泰雷兹、英德拉、豪士卡、古德里奇、卓达宇航等存在明显的“抱团”现象,且子群的凝聚力相对较高。中国本土相关企业中航直(无人机)、西飞、105 厂、翔宇航空维修等也有凝聚现象,但凝聚力较弱。

由此可见,滨海新区航空产业集群中外源性航空企业的本地化程度较低,外国航空企业并没有融入到中国本土企业当中,而只是简单地嵌入集群,单一地为空客 A320 提供产品,其根植程度有待加强。

4) 加强本土化的中航直升机项目意义重大

对滨海新区航空产业集群的关联度分析显示,当前滨海新区航空产业集群的关联度(此时可达矩阵的密度等于关联度)为 0.94,这表明滨海新区航空产业集群的关联性(或者说可达性)较高。但是当去掉 3 家空客企业(空客 A320 总装线、空客工装夹具、空客交付中心)后,集群的关联度下降到 0.70。说明目前滨

海新区航空产业集群还是过于依赖空客 A320 的集聚效应,而这种依赖的后果是如果核心企业“漂移”,容易使得集群陷入“瘫痪”的境地。因此,中直公司在天津滨海新区建设中国直升机总部基地、研发基地、产品总成基地和客户服务支持基地,使空降的空客 A320 项目所引致的航空产业根植、可持续发展,对于天津乃至中国航空产业发展具有重要战略意义。

参考文献:

- [1] 覃学键,李翠白. 虚拟学习社区的社会网络分析研究[J]. 现代教育技术,2009,19(2):26-29.
- [2] 李二玲, 李小建. 基于社会网络分析方法的产业集群研究——以河南省虞城县南庄村钢卷尺产业集群为例[J]. 人文地理,2007,22(6):10-15,128.
- [3] AJAY AGRAWAL, IAIN COCKBURN. The anchor tenant hypothesis: Exploring the role of large, local, R&D-intensive firms in regional innovation[J]. International Journal of Industrial Organization,2003,21(9):1227-1253.
- [4] 刘 军. 整体网络分析讲义——UCINET 软件实用指南[M]. 上海:格致出版社,2009:191.
- [5] 郭 莹. 基于网络视角的陕西航空产业集群发展研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2010.
- [6] 赖文华,叶新东. 虚拟学习社区中知识共享的社会网络分析[J]. 现代教育技术,2010,20(10):97-101.
- [7] 黄 伟. 社会网络分析视角下的虚拟学习社群研究[J]. 电化教育研究,2011(12):53-57,68.

(责任编辑:党亚茹)

(上接第 51 页)

系分类过于粗糙的缺陷、提高了分类近似精度,又弥补了先验概率容差关系分类的不足。

5 结语

本文分别分析了基于容差关系和先验概率容差关系的粗糙集模型,并针对先验概率容差关系模型在处理未知属性时只参考已知纵向信息而对横向信息运用不足的缺陷,提出一种改进的先验概率容差关系,并在此基础上建立了相应的粗集扩充模型。新模型与容差关系模型相比提高了对象间的相似程度和分类精度,同时又克服了先验概率容差关系模型在分类上的缺陷。通过实例演算,进一步验证了改进的先验概率容差关系的优点。一般在信息系统数据量较大、属性间存在明显关联关系且未知属性值所占比重较小时,用这种模型进行数据处理和分析是可行且具有优势的。下一步应在本文提出的改进先验概率容差关系的基础上,进一步研究不完备系统中属性约简和

规则抽取算法,为实际应用系统开发奠定理论基础。

参考文献:

- [1] PAWLAK Z. Rough set[J]. International Journal of Computer and Information Science,1984,11:341-356.
- [2] GRZYMALA-BUSSE J W, FU M. A Comparison of Several Approaches to Missing Attribute Values in Data Mining[C]//Proc Computing. Berlin: Springer-Verlag,2000:378-385.
- [3] KRYSZKIEWICZ M. Rough set approach to incomplete information system[J]. Information Sciences,1998,112:39-49.
- [4] STEFANOWSKI J, TSOUKIAS A. On the Extension of Rough Sets under Incomplete Information[C]//Proc of the 7th Int'l Workshop on New Directions in Rough Sets, Data Mining, and Granular-Soft Computing. Berlin: Springer-Verlag,1999:73-81.
- [5] 王国胤. Rough 集理论在不完备信息系统中的扩充[J]. 计算机研究与发展,2002,39(10):1238-1243.
- [6] 瞿彬彬,卢炎生. 基于限制非对称相似关系模型的规则获取算法研究[J]. 小型微型计算机系统,2007,28(7):1221-1224.
- [7] 朱颢东,周 姝,钟 勇. 不完备信息系统粗集扩展模型[J]. 湖南科技大学学报(自然科学版),2009,24(3):73-77.

(责任编辑:杨媛媛)

引用本文格式: [李艳华, 高世伟, LI Yan-hua, GAO Shi-wei](#) [基于SNA方法的航空产业集群结构分析——以天津滨海新区航空产业集群为例](#)[期刊论文]-[中国民航大学学报](#) 2014(4)