

# The Risk Assessment of the Economic Interests of the Arctic and the Political Power Game Based on the Cloud Model

Mengqian Yang<sup>1</sup> Shanshan Ge<sup>1</sup> Ren Zhang<sup>1,2</sup> Zhe Wang<sup>1</sup> Deliang Jiang<sup>1</sup>

1. Institute of Meteorology and Ocean of PLA University of Science And Technology, Nanjing 211101,

2. Collaborative Innovation Center on Forecast and Evaluation of Meteorological Disasters, Nanjing  
University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China

## 基于云模型的北极经济利益争端与政治势力博 弈风险评估

杨孟倩<sup>1</sup> 葛珊珊<sup>1</sup> 张韧<sup>1,2</sup> 王哲<sup>1</sup> 姜德良<sup>1</sup>

1. 解放军理工大学 气象海洋学院, 江苏 南京 211101, 中国

2. 南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心, 江苏 南京 210044, 中国

### Abstract

As a result of climate warming, the ice and snow of the Arctic melt, which makes the possibility of the opening of the Arctic waterway increases, the Arctic region of energy exploitation's difficulty reduce, and the strategic position of the arctic improve. Because of the natural geographical advantages, the Arctic countries hope to get a more interest in political, economic, cultural, military and other aspects. Based may existing in the Arctic the Arctic countries, economic, political and other aspects of the dispute, by hierarchical analysis method and cloud model method in the Arctic economic conflicts of interest and political power game of risk assessment, analyze the Arctic National Security in the Arctic poses a potential risk. This article try to provide some suggestions for the development of China's Arctic strategy.

**Key words:** Climate warming, Economic benefit, Political power, Cloud model, Risk assessment, The Arctic

### 摘要

气候变暖致使北极冰雪融化, 从而使得北极航道的开通可能性增大, 北极地区能源

的开采难度降低, 北极的战略地位因此提高。北极国家由于天然的地理优势, 皆希望在政治、经济、文化、军事等各个方面获得各自更高层次的权益。本文立足北极国家在北极可能存在的经济、政治等方面的争端, 通过层次分析法和云模型的方法对北极地区的经济利益争端与政治势力博弈产生的风险进行评估, 分析北极国家对北极地区的安全造成了潜在的风险。为我国的北极战略制定提供建议。

**关键词:** 气候变暖, 经济利益, 政治势力, 云模型, 风险评估, 北极

### 1 引言

全球气候变暖致使北极冰盖融化, 这已是既定的事实。通过 IPCC 第五次报告(2013)<sup>[1]</sup>的进一步预测, 气候将继续变暖, 冰盖将继续融化。这也预示着北极航道开通和能源开采的可能性将继续提高, 北极的战略地位将进一步提升。

北极地区的航道开通将通过改变全球航运格局来间接改变全球经济格局, 方瑞祥<sup>[2]</sup>指出西北航道的开通将会产生“辐射效应”, 并与西伯利亚沿岸的北方通道, 形成“大西—太平洋轴心航线”, 而且北冰洋航道一

旦贯通,世界贸易也将因此受到极其重大的

影响。同时这个值自身也是个随机值,也可以用其概率分布函数描述。因此,云将模糊性和随机性有机地结合起来了。

云模型一般用期望  $Ex$ 、熵  $En$ 、超熵  $He$  等 3 个数字特征来表征一个概念,用  $C(Ex, En, He)$  表示。其中,期望  $Ex$  是云滴在论域空间上分布的期望,为该定性概念语言值量化的最典型样本。熵  $En$  由该语言值的模糊性和随机性共同决定,为该定性概念语言值的不确定性度量。超熵  $He$  为熵的不确定性度量,即熵的熵,由  $En$  的模糊性和随机性共同决定。

## 2 风险评估方法

李德毅院士结合概率论和模糊数学理论提出的云模型能有效地建立定性概念与定量概念之间的映射关系,可以实现定性概念与定量之间的不确定性转化,成功提取定性表达的有效信息,获取定量数据的范围和分布规律<sup>[6]</sup>。

### 2.1 云模型定义

定义<sup>[6]</sup>: 设  $U$  为精确数值的定量论域,  $C$  是  $U$  上的定性概念,若定量值  $x \in U$ ,且  $x$  是定性概念  $C$  的一次随机实现,  $X$  对  $C$  的确定度  $\mu(x) \in [0,1]$  是具有稳定倾向性的随机数

$$\mu: U \rightarrow [0,1], \forall x \in U, x \rightarrow \mu(x) \quad (1)$$

则  $x$  在论域  $U$  上的分布称为云,每一个  $x$  称为一个云滴,表示为  $drop(x, \mu(x))$ 。

论域  $U$  既可以是一维或者多维的。对于任意一个定量值  $x \in U$ ,  $x$  到区间  $[0, 1]$  属于“一对多”的映射,  $x$  对定性概念  $C$  的确定度不是一个固定的数值,而是一个概率分布。确定度类似于模糊集合的隶属度,反映了模

影响。

模糊性,同时这个值自身也是个随机值,也可以用其概率分布函数描述。因此,云将模糊性和随机性有机地结合起来了。

云模型一般用期望  $Ex$ 、熵  $En$ 、超熵  $He$  等 3 个数字特征来表征一个概念,用  $C(Ex, En, He)$  表示。其中,期望  $Ex$  是云滴在论域空间上分布的期望,为该定性概念语言值量化的最典型样本。熵  $En$  由该语言值的模糊性和随机性共同决定,为该定性概念语言值的不确定性度量。超熵  $He$  为熵的不确定性度量,即熵的熵,由  $En$  的模糊性和随机性共同决定。

### 2.2 综合云特征值计算

综合风险云,简称综合云,是虚拟云的一种。综合云可对若干个基云进行合并,综合成一个更广义的语言值,更适用于相关性更强的指标之间的融合,且合并后的云的覆盖范围更广泛<sup>[7]</sup>。本文中,运用层次分析法二级指标权重,运用综合云得到了综合云的数字特征。

$$\begin{cases} E_x = \frac{E_{x_1}W_1 + E_{x_2}W_2 + \dots + E_{x_n}W_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n} \\ E_n = \frac{\frac{W_1^2}{W_1^2 + W_2^2 + \dots + W_n^2} * E_{n_1} + \dots + \frac{W_n^2}{W_1^2 + W_2^2 + \dots + W_n^2} * E_{n_n}}{\frac{W_1^2}{W_1^2 + W_2^2 + \dots + W_n^2} + \dots + \frac{W_n^2}{W_1^2 + W_2^2 + \dots + W_n^2}} \\ H_e = \frac{W_1^2}{W_1^2 + W_2^2 + \dots + W_n^2} * H_{e_1} + \dots + \frac{W_n^2}{W_1^2 + W_2^2 + \dots + W_n^2} * H_{e_n} \end{cases} \quad (2)$$

由此得到云模型的主要覆盖范围  $(E_x - 3E_n, E_x + 3E_n)$ , 根据评语集的云模型表达数字特征确定综合风险的风险级别<sup>[6]</sup>。

### 2.3 正向云发生器

在云模型中,定性概念与定量数值之间的转换是通过云发生器来实现的<sup>[6]</sup>。云发生器分为正向云发生器和逆向云发生器,正向云发生器实现从定性概念到定量数值的映射。因自然现象、社会现象中遇见的随机现象基本服从正态分布,故目前使用较多的云模型是正态云模型<sup>[8]</sup>。正向正态云发生器根据输入的数字特征  $(Ex, En, He)$  及生成的云滴个数  $n$ , 输出  $n$  个云滴及云滴的确定度,如图 1 所示:

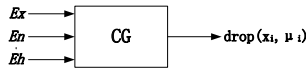


图 1.正向正态云发生器

2.4 云模型转换

根据本文得到的指标资料特点,将风险程度分为: {极低, 较低, 中等, 较高, 极高}, 各级的中间值集合为{0, 1/5, 2/5, 3/5, 4/5, 1}, 而云的期望是最能代表性

概念的值,正好对应各级中心值。在此基础上按照云定义对风险度论域进行均匀划分。论域的划分情况及相应的云的数字特征如下表所示,在威胁度论域,令  $k=5$ 。

表 1 论域的划分情况及相应的云的数字特征

	W1	Wi,i=2,3...,k-1	Wk
论域划分	$[0, \frac{1}{2(k-1)}]$	$[\frac{2(i-1)-1}{2(k-1)}, \frac{2(i-1)+1}{2(k-1)}]$	$[\frac{2k-1}{2(k-1)}, 1]$
Ex	0	$\frac{i-1}{k-1}$	1
En	$\frac{1}{6(k-1)}$	$\frac{1}{6(k-1)}$	$\frac{1}{6(k-1)}$
He	$\frac{1}{60(k-1)}$	$\frac{1}{60(k-1)}$	$\frac{1}{60(k-1)}$

3 仿真实验

3.1 指标体系建立

随着北极国际地位的提高,北极问题已经上升到新的层面,世界各国蠢蠢欲动,试图在北极获得最大的权益,这其中以北极国家尤甚。北极各国依据本国的实力和需要在北极获得权益,各自制定了北极战略,这场区域战略博弈正式拉开帷幕。依据相关国家北极战略,各国北极战略着重强调经济,政治,军事和立法政策等方面<sup>[9]</sup>。本文立足北极国家经济利益和政治势力,试图从这两个方面的争端博弈入手,对北极国家对北极造成的风险进行评估。在这里需要指出的是,由于北极经济利益争端和政治势力博弈风险皆属于人文环境风险,多为定性化描述,只能通过一定的方法将其转换为定量表述,从而得出风险数值进行定性化分析。

根据前人所做的工作和历史资料显示,影响经济利益争端的主要有两方面,一个是北极自身所能提供的经济利益,一个是北极国家依赖北极所获得的经济利益。对于北极来说,北极所展示出来的经济利益主要体现在航道和能源两个方面,同样,这也是北极

国家对于北极依赖的两方面。北极政治势力的博弈风险主要体现硬性的法律明文规定和北极国家日常所体现出对于北极的政策出台上<sup>[9]</sup>,有关北极政策的出台体现一个国家对北极问题的态度,直接关系到这个国家对北极问题的处理上。综上分析可得出北极经济利益争端与政治势力博弈风险指标建立过程如图 2。

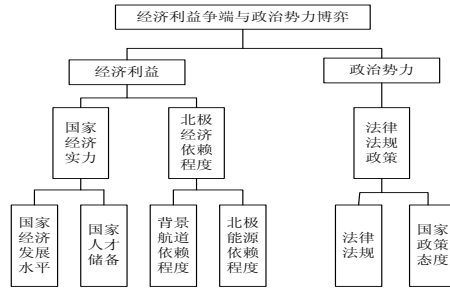


图 2. 北极经济利益争端和政治势力博弈风险指标建立

分析可知,北极经济利益争端和政治势力博弈风险指标体系 and 数据来源如表 2 所示。

## Risk Analysis and Crisis Response in Big Data Era (RAC-16)

表 2 北极经济利益争端和政治势力博弈风险指标

目标层 A	一级指标层 B	二级指标层 C	指标定义	数据来源
北极地区战略博弈风险评估 A	国家实力 B1	经济发展水平 C1	国民生产总值排名	2015 年 IMF 资料
		国家人才储备 C2	国家受高等教育程度排名	EDUCATIONAL ATTAINMENT OF THE POPULATION AGED 25 YEARS AND OLDER / LATEST YEAR AVAILABLE
	北极经济依赖程度 B2	资源依赖程度 C3	国家能源进出口总量的对比	世界经济年鉴
		航道依存程度 C4	国家进出口海运占总进出口运输量的比重	世界经济年鉴
	法律法规政策 B3	国内北极法律 C5	法律建设数量及强度	权威文献和资料及权威的法律专著
		国家政策出台与态度 C6	政策统计及政策导向	权威文献和资料及权威的法律政策专著

### 3.2 指标权重确定

根据层次分析法<sup>[11]</sup>的定义,计算风险指标的权重的步骤如下:

- (1) 建立层次结构;
- (2) 构造两两比较的判断矩阵;

(3) 针对某一个标准,计算各备选元素的权重。

经过以上步骤得出北极经济利益争端与政治势力博弈风险指标的权重如下:

表 3 北极经济利益争端与政治势力博弈风险一级指标权重

指标	B1	B2	B3
权重	0.258	0.637	0.105

表 4 北极经济利益争端与政治势力博弈风险一级指标权重和评语

C	W	评语
C1	0.2064	越高风险越大
C2	0.0516	越低风险越大
C3	0.2123	越高风险越大
C4	0.4247	越高风险越大
C5	0.0263	越高风险越大
C6	0.0787	越高风险越大

### 3.3 云模型转换

根据收集的相关资料,结合上文建立的

指标体系,给出北极八个国家的二级指标评语,如下表所示:

表 5 北极八国对北极区域稳定开发的风险指标评语

评价对象	俄罗斯	加拿大	美国	挪威	丹麦	芬兰	瑞典	冰岛
国民生产总值 C1	极高	极高	极高	极高	极高	极高	极高	较低
国民素质 C2	中等	中等	较低	较低	较低	较低	较低	较低
北极进口能源依赖程度 C3	中等	较低	较高	较高	极高	极高	较高	极高
航道依存程度 C4	较低	极高	极高	较低	较高	较低	较低	极高
国内北极法律及政策建设完善程度 C5	极高	较高	中等	中等	较低	较低	较低	极低
国家态度和乎程度 C6	较低	较低	中等	较低	中等	中等	中等	极高

根据上表中的指标评语,得到评语集的云模型数字特征,按权重对云重心进行修订后,

运用虚拟云模型对指标值进行综合,得到北极八国对北极地区的综合风险云模型数字

特征值如下表 6 所示, 北极八国对北极地区 战略博弈风险云模型评估结果如图 3 所示。

表 6 北极八国对北极区域稳定开发的综合风险云模型数字特征

	俄罗斯	加拿大	美国	挪威	丹麦	芬兰	瑞典	冰岛
Ex	0.4905	0.7494	0.8557	0.5175	0.4579	0.4274	0.4969	0.2696
En	1/24	1/24	1/24	1/24	1/24	1/24	1/24	1/24
Hn	1/240	1/240	1/240	1/240	1/240	1/240	1/240	1/240

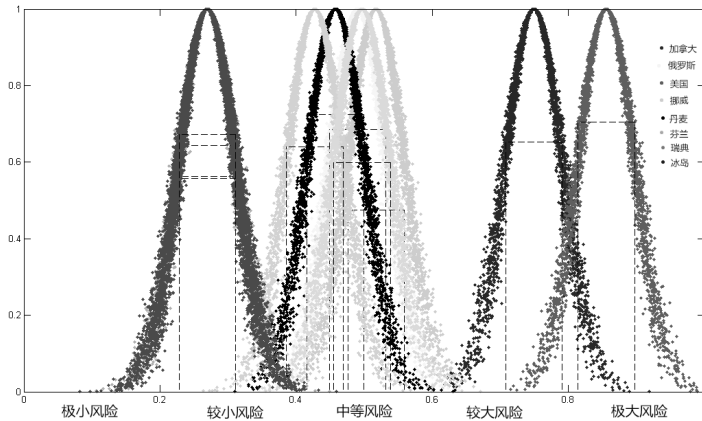


图 3 北极地区经济利益争端与政治势力博弈风险云模型

由图 3 可知, 北极经济利益争端和政治势力博弈风险排序为美国> 加拿大>挪威>瑞典>俄罗斯>丹麦>芬兰>冰岛。具体分析如下:

(1) 就国家能力和经济实力大小来讲, 美国和俄罗斯远远超过了其他国家, 一方面, 俄罗斯同美国一样是世界强国, 也是世界上唯一可以与美国抗衡的国家, 所以理论上其与美国势均力敌, 而另一方面, 俄罗斯尽管目前对于北极态度强硬, 但是由于北极尚未开发, 俄罗斯自身的能源和陆上交通都很发达, 所以俄罗斯目前对北极的依赖尚不明显。而美国尽管在对外一直宣称北极应该和平开发, 尤其对于航道的开发, 出于自身经济利益的考量和军事力量部署的考虑, 美国一直坚持航道国际化, 因此就这点来说美国更加依赖北极。

(2) 加拿大、挪威和瑞典, 尤其加拿大本身在北极有大片的内水, 西北航道又与其紧邻, 对于北极一直虎视眈眈, 与美国等号召将西北航道划归为国际航道的国家

形成对立, 因此其风险紧跟美国之后也属于较大风险。

(3) 而挪威和瑞典以及俄罗斯在对于北极经济利益的依赖方面相较于前两个国家则处于中等风险。丹麦的风险程度基本落于较小风险和中等风险之间, 更接近于中等风险, 这与其强盛的军力有很大关系; 芬兰介于较小风险和中等风险之间, 稍偏于中等风险, 芬兰尽管在国力水平及军事储备上有一定优势, 但是其毕竟是小国。

(4) 冰岛的风险程度落于较小风险和极小风险之间, 稍微侧重于较小风险, 这与冰岛本身有关, 尽管冰岛国土和海岸线皆在北极, 但是对于冰岛来说作用并不大, 但是又不是完全无风险, 因为冰岛本身就依赖北极, 其生产生活活动皆在北极进行, 对北极有很强的依赖性。

#### 4 结语

本文运用层次分析法和云模型, 综合北极八国的国力、经济依赖、政策态度三个因

## Risk Analysis and Crisis Response in Big Data Era (RAC-16)

素,分析了北极八国由于北极巨大的经济潜力,从而对北极所造成的潜在风险,目的是探讨北极地区区域风险的大趋势。北极是世界的北极,但一旦有利益的驱动之后,各个国家对于北极所采取措施的方向就会直接影响到北极将来开发的趋势,甚至是全人类的和平。就目前各国相继出台的有关北极的战略政策来看,推崇北极私有化和北极航道私有化的国家不在少数,因此作为发展中的近北极国家,我们应该尽早的做出反应,在这场“北极大战”中维护我们国家的权益。

### 参考文献

- [1] IPCC. Climate Change 2013, the Physical Scientific Basis[M/OL]. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2013.
- [2] 方瑞祥. 气候变暖下的“西北航道”航线选择. 科技教育—海运实务.2010年08, 63.
- [3] 张侠,屠景芳,郭培清,孙凯,凌晓良. 北极航线的海运经济潜力评估及其对我国经济发展的战略意义. 中国软科学增刊(下).
- [4] Y.F. Li, Z.F. Zhou. Research on Model for Evaluating Risks of Venture Capital Projects. Journal of Risk Analysis and Crisis Response, 2011, 1(2): 142-148.
- [5] J.Y. Yin, H.Y. Gao, W. Pei. A Study on Food Safety Risk Analysis under the Condition of Traditional Agriculture. Journal of Risk Analysis and Crisis Response, 2011, 1(2): 118-125.
- [6] 李德毅,杜鹄. 不确定性人工智能[M]. 北京:国防工业出版社, 2005: 143-158, 178-185, 325-335.
- [7] 李国锋. 空间数据挖掘技术研究[D]. 西安电子科技大学, 2005.
- [8] 李德毅,刘常昱. 论正态云模型的普适性. 中国工程科学, 2004,6(8):28-34.
- [9] 陆俊元. 北极地缘政治与中国应对[M]. 时事出版社. 2010年: 131—291
- [10] 李振福. 北极航线问题的国际协调机制研究[M].清华大学出版社. 2015年1月:110—112;
- [11] 史培军,王静爱,方修琦,叶瑜等. 综合风险防范—长江三角洲地区综合自然灾害风险评估与制图.科学出版社. 2014年6月: 126—144
- [12] Saaty T L. What is the analytic hierarchy process. Springer Berlin Heidelberg,1988