

朝鲜核行为预测：变化无常 还是有章可循*

曹 玮 刘 倩 刘子夜

【内容提要】 学界普遍默认朝鲜对外政策难以预测，因此大量研究始终停留在“事后”诠释的水平，缺乏预判性、前瞻性研究。作者挑战了这一成见，建立了关于朝鲜核试验和导弹试验行为的短期预测模型。通过以 2006~2018 年朝鲜媒体国际新闻报道为数据集，以每月的数据作为一个数据样本构建最优特征集，应用朴素贝叶斯方法，建立了朝鲜核行为的预测模型。经过测试，模型对朝鲜历史行为的“预测”整体准确率超过 80%。预测效果良好，且模型具有稳健性。根据统计结果建立的预测朝鲜核行为的预警指标体系，可以从长期、中期和短期三个时段实时监测朝鲜核动向。为解决报道搜集相对滞后的问题，运用 SARIMA 时间序列分析方法，模拟补全出未来六个月的特征集数值，估算数据在统计上具备可信性，预测准确率高。研究发现，朝鲜核行为远非外界印象中那样无章可循，事实上，朝鲜在相当长时间段内的核行为呈现出高度稳定的模式化倾向。即使像朝鲜这样信息极度封闭的国家，采用适当方法仍然可以对其行为做出较准确的预测。这种建模方法能够为发展关于国家行为预测的一般方法提供启发。

【关键词】 朝核问题；核试验；贝叶斯方法；预测方法；对外政策研究

【作者简介】 曹玮，国际关系学院国际政治系副教授；刘倩，国际关系学院国际经济系讲师（北京 邮编：100091）；刘子夜，清华大学国际关系学系博士研究生（北京 邮编：100084）。

【DOI】 10.14093/j.cnki.cn10-1132/d.2019.01.003

【中图分类号】 D815.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2095-574X (2019) 01-0060-29

* 作者感谢《国际安全研究》两位匿名审稿人的审稿意见，文责自负。

2018 年 3 月，朝鲜最高领导人金正恩向访朝的韩国总统特使郑义溶明确表达了朝鲜愿意弃核的意愿。^① 6 月 12 日，金正恩与美国总统特朗普在新加坡举行两国历史上首次首脑会晤，金正恩重申愿意实现“朝鲜半岛完全无核化”的承诺。^② 然而，就在很多人据此以为朝鲜无核化进程迎来重大突破时，朝核问题又生波折。7 月 8 日，在美国国务卿蓬佩奥访问朝鲜并就朝鲜弃核问题进行了两天会谈后，朝鲜外务省明确表示，反对蓬佩奥争取获得朝方具体承诺以兑现朝鲜最高领导人金正恩的“朝鲜半岛无核化”诺言的做法，谴责美方“单方面提出了强盗性要求”。^③ 另据一份 6 月底的报道，近几个月朝鲜在多个秘密地点反而增加了其核武器燃料的生产活动。^④ 这些负面信号的出现，不仅给刚刚出现曙光的朝鲜无核化前景蒙上了一层阴影，而且再一次加深了外界对朝鲜行为反复无常、难以预测的印象。

事实上，朝鲜在无核化等重大问题上言行不一、出尔反尔的现象在历史上曾多次出现。2005 年六方会谈各方发表“9·19”共同声明，朝鲜明确承诺放弃一切核武器及现有核计划。^⑤ 国际社会因此普遍认为该声明将带来朝核问题的最终解决。然而仅仅一年之后，2006 年 10 月 9 日，朝鲜进行了第一次核试验。2007 年，六方会谈通过“2·13”共同文件，根据该文件，朝鲜于 2008 年 6 月 27 日炸毁了宁边地区核设施的冷却塔，^⑥ 此举被广泛视为朝鲜向无核化目标迈进的一次实质性举动。但时隔不到一年，2009 年 5 月 25 日，朝鲜进行了第二次核试验。正是由于朝鲜政策所表现出来的这种反复无常的特征，再加上获取朝鲜内部信息上的困难，使得不少学者认为，对朝鲜对外行为的预测既不可能也不可。行。^⑦

① 《韩国访朝首席特使：朝方明确表达半岛无核化意愿》，新华网，2018 年 3 月 6 日，http://www.xinhuanet.com/world/2018-03/06/c_1122497096.htm。

② 《朝美领导人签署联合声明，确定半岛无核和平目标》，新华网，2018 年 6 月 12 日，http://www.xinhuanet.com/world/2018-06/12/c_1122975688.htm。

③ 《蓬佩奥访问未能弥合美朝鸿沟，朝方指责美“强盗性”要求》，参考消息网，2018 年 7 月 9 日，<http://www.cankaoxiaoxi.com/world/20180709/2289612.shtml>。

④ Courtney Kube, Ken Dilanian and Carol E. Lee, “North Korea Has Increased Nuclear Production at Secret Sites, Say U.S. Officials,” *NBC News*, June 30, 2018, <https://www.nbcnews.com/news/north-korea/north-korea-has-increased-nuclear-production-secret-sites-say-u-n887926>。

⑤ 《第四轮六方会谈共同声明》全文，新华网，2005 年 9 月 19 日，http://news.ifeng.com/world/1/200806/0627_1393_622135.shtml。

⑥ 《朝鲜今日炸毁宁边核设施冷却塔 邀媒体实况转播》，中国网，2008 年 6 月 27 日，http://www.china.com.cn/news/txt/2008-06/27/content_15895022.htm。

⑦ Lee Byoung-Ho, “Irrational Mentality of the Kim Jong-il Regime,” *Korea Focus*, Vol. 13, No. 2, 2005, pp. 9-11; Hwee Rhak Park, “The Self-entrapment of Rationality in Dealing with North Korea,” *The Korean Journal of Defense Analysis*, Vol. 20, No. 4, 2008, pp. 353-365; Mel Gurtov, “Why North Korea is so Crazy,” *Time*, May 11, 2009, <http://content.time.com/time/magazine/article/0,9171,1894793,00.html>。

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

本文的目的是对这一传统观念提出挑战。我们将运用贝叶斯方法，以朝鲜在核武器领域的行为为例，展示朝鲜行为的可预测性，并提供一种预测朝鲜行为的可行方法。具体而言，我们将以 2006 年朝鲜第一次核试验至 2018 年朝鲜官方媒体所有关于其核行为的新闻报道为分析文本，^① 基于现有对朝研究的成果建立分析特征集，并运用相关性分析和 Probit 回归获得最优特征集合，在此基础上建立关于朝鲜核行为的朴素贝叶斯预测模型。经过测试，该模型对朝鲜核行为的预测整体准确率达到 81.94%，且模型具有稳健性。

之所以以朝鲜核行为为例，首先，朝核问题是过去十余年朝鲜引发地区安全局势紧张的根源。相比较于其他领域，朝鲜在核领域的行为的负外部性更显著，准确预测朝鲜在这一领域的行为更具现实紧迫性。其次，朝鲜在核政策上的反复无常表现得最为突出，相应地，朝鲜在这一领域的行为也相对最难以预测。如果能够比较准确地预测朝鲜的核行为，那么朝鲜在其他领域的行为同样具有可预测性。之所以选择贝叶斯方法，是因为目前学界对朝鲜核行为的具体成因尚未完全取得共识，因此难以从因果关系的角度进行预测。而贝叶斯方法的一个优点就是它的预测机制纯粹基于经验归纳，而不要求预测指标和预测对象之间必须存在因果关系。^② 本文选择 2006 年至 2018 年为统计时段，是因为这一时期朝鲜核行为最为密集，有足够多的数据点可供观察。

为解决朝鲜相关数据发布滞后的问题，本文引入 SARIMA 时间序列分析方法，对可获得的最新特征集数据未来六个月的特征集数据进行计算模拟。结果显示，模拟数据在统计上具备可信性。目前，采集到的真实数据截至 2018 年 2 月。根据模拟数据，2018 年 4 月到 9 月六个月的预测结果与真实结果完全吻合，模拟数据的准确率为 100%。该模拟方法使上述预测模型的实用性得以极大增强。

本文主要有三方面的贡献：一是挑战了朝鲜行为不可预测这一普遍接受的成见。文章的统计结果证明，朝鲜看似随意无章的对外行为其实是有规律可循的，这将为朝鲜外交研究界超越“事后”诠释性研究，做出更多预判性、前瞻性研究提供重要的方法支撑。而加强对朝鲜核行为的预判和前瞻是相关各国在与朝鲜的互动中化被

^① 2006 年至 2018 年朝鲜官方媒体新闻报道数据来源于韩国统一部网站：<https://www.unikorea.go.kr/books/monthly/northkorea/>。在本文中，发展核武器的行为（如核试验）和发展核投送能力的行为（如导弹试射），统称为“核行为”。

^② 这意味着，尽管通过这一方法我们会得到一系列用于预测朝鲜核行为的指标，但这些指标与朝鲜核行为之间并不一定存在因果关系。不过，是否存在因果关系，并不妨碍这些指标的预测功能。燕子低飞是预测下雨的有用指标，但燕子低飞与下雨之间并不存在因果关系。

动为主动的重要前提；二是展示了预测朝鲜对外行为的一种可行的宏观思路；三是提供了一种能够较准确预测朝鲜短期核行为的具体统计模型。

全文分为四个部分。第一部分以现有研究为依据，梳理与朝鲜核行为有关的各种因素，为第二部分构建贝叶斯预测模型所需的特征集做好准备。第二部分对朝鲜核行为以及建模所需的特征指标做出操作化界定，建立特征集，并对量化所得数据进行预处理。第三部分建立朴素贝叶斯预测模型，使用 matlab 程序计算得出朴素贝叶斯估计的结果。然后根据估计结果和回归结果，构建朝鲜核行为的预警指标体系，运用预测模型对朝鲜历史上的核行为进行预测以检验模型的准确率，并对模型的稳健性进行检验。再运用 SARIMA 时间序列分析，模拟出未来六个月的数据，以解决数据获得滞后的问题。第四部分是结论。

一 朝鲜核行为的相关因素

建立贝叶斯模型的第一步是构建针对行为体的特征集，而组成特征集的特征向量就是那些与行为体行为可能有关的因素。为此，本部分将对与朝鲜核行为相关的各种因素进行梳理。根据学界对朝鲜核行为相关因素的探讨，可将其划分为两大类：一类是与朝鲜发展核武器相关的动机性因素，另一类是与朝鲜核武器发展速度相关的进程性因素。

（一）动机性因素

根据学界的现有研究，朝鲜发展核武器可能涉及以下五种动机。

1. 国家安全

拥核自卫历来是朝鲜政府的官方立场。对于朝鲜来说，自卫有两层含义：一是维护国家安全，二是维持政权安全。正如朝鲜官员所说，“朝鲜最想要的是一个正式的安全保证，它不仅要解除美国先发制人的攻击威胁，而且要承诺尊重朝鲜的主权，放弃经常宣称的政权更迭目标。”^① 2018年3月6日，韩国特使团首席特使郑义溶结束对朝鲜访问，在介绍访朝成果时说，朝方明确表示，只要消除对朝军事威胁，保障朝鲜体制安全，朝鲜没有理由拥核。^② 很多学者认同朝鲜发展核武器是为

^① Selig S. Harrison, "The North Korean Conundrum," *Nation*, Vol. 278, No. 22, 2004, p. 29.

^② 陆睿、耿学鹏：《韩国访朝首席特使：朝方明确表达半岛无核化意愿》，新华社，2018年3月6日，http://www.xinhuanet.com/world/2018-03/06/c_1122497096.htm。

了保卫本国的国家安全。^①

很多学者都强调发展核武器对朝鲜国家安全的重要意义。沃尔特·克莱门斯（Walter Clemens）认为，朝鲜早在 20 世纪 50 年代就有了发展核武器的想法，^② 这其中最重要的动机是要“建设一支核威慑力量，因为朝鲜怀疑危机时刻苏联和中国对其支持的可靠性。”^③ 汉斯·舍特勒（Hans Schattle）认为，对朝鲜来说，核武器计划“既是王牌，也是保险政策。它将强化朝鲜作为半岛终极和必要的捍卫者去对抗美国侵略者的能力”。^④ 安德鲁·麦克（Andrew Mack）同样认为，朝鲜把核武器看作“必须以几乎所有的代价来维持的一项至关重要的战略资产”，以此防御美国或韩国的进攻。^⑤ 于尔根·克莱纳（Juergen Kleiner）认为，“如果美国不向朝鲜做出安全上的保证，与朝鲜领导层达成协议是不现实的。”^⑥ 安东尼·迪费利博（Anthony Difilippo）认为，朝鲜之所以在 2006 年进行核导试验，是由于朝鲜确信“主权受到了来自美国的严重威胁，包括先发制人的核打击以及来自美国盟友的韩国和日本的安全威胁”^⑦。

2. 政权安全和政权合法性

也有学者强调了朝鲜用核武器维护政权安全和政权合法性的目的。丹尼·罗伊（Denny Roy）认为，对朝鲜来说，政权安全始终高于国家安全，朝鲜“几十年来把政权安全放在优先位置，甚至不惜以牺牲国家安全为代价。”^⑧ 丹尼斯·罗斯

① Selig S. Harrison, *Korean Endgame: A Strategy for Reunification and US Disengagement*, Princeton: Princeton University Press, 2002; Paul French, *North Korea: The Paranoid Peninsula*, London: Zed Books, 2005; James E. Hoare and Susan Pares, *North Korea in the 21st Century: An Interpretive Guide*, Folkestone, UK: Global Oriental, 2005; Michael J. Mazarr, “The Long Road to Pyongyang,” *Foreign Affairs*, Vol. 86, No. 5, 2007, pp. 75-94; Charles K. Armstrong, “North Korea Takes on the world,” *Current History*, Vol. 106, No. 701, 2007, pp. 263-267.

② Walter C. Clemens, Jr., “North Korea’s Quest for Nuclear Weapons: New Historical Evidence,” *Journal of East Asian Studies*, Vol. 10, No. 1, 2010, p. 148.

③ Walter C. Clemens, Jr., “North Korea’s Quest for Nuclear Weapons: New Historical Evidence,” *Journal of East Asian Studies*, Vol. 10, No. 1, 2010, p. 128.

④ Hans Schattle, “Toward an Incremental Pathway to Peace on the Korean Peninsula,” *Asia Pacific Issues*, No. 134, 2017, p. 3.

⑤ Andrew Mack, “A Nuclear North Korea: The Choices are Narrowing,” *World Policy Journal*, Vol. 11, No. 2, 1994, pp. 27-28.

⑥ Juergen Kleiner, “The Bush Administration and the Nuclear Challenges by North Korea,” *Diplomacy and Statecraft*, Vol. 16, No. 2, 2005, p. 222.

⑦ Anthony Difilippo, “Steady State: The North Korean Nuclear Issue from Bush to Obama,” *Asian Affairs: An American Review*, Vol. 41, No. 2, 2014, p. 58.

⑧ Denny Roy, “Misunderstanding North Korea,” *Asia Pacific Issues*, No. 133, 2017, p. 2.

(Dennis Ross) 认为,“金正恩不太可能接受有关朝鲜无核化的会谈。对他来说,核武器是政权生存的保证。”^① 美国国家情报委员会主任詹姆斯·克拉珀 (James Clapper) 在美国参议院军事委员会作证时表示,金正恩似乎比他的父亲金正日更相信核武器是“生存的关键”。^②

关于核武器对朝鲜政权合法性的意义,丹尼·罗伊认为,“朝鲜进入拥核国家俱乐部,对于一个几十年来未能兑现其让平壤特权居民以外的其他朝鲜人民实现繁荣的承诺的政府来说,是一个罕见的成功。”^③ 马克·菲茨帕特里克 (Mark Fitzpatrick) 认为,“朝鲜的统治精英们认为,战略武器对于维护他们的权威至关重要……大爆炸武器是政权唯一可以夸耀的武器。”^④ 本杰明·哈比 (Benjamin Habib) 认为,朝鲜拥核的动机之一就是核武器牢固确立“先军政治”地位,使国内意识形态合法化,“核力量增强了金氏政权的合法性,使其成为‘强大而繁荣的国家’的保证人”。^⑤ 汉斯·舍特勒也认同核武器计划对确保朝鲜政权国内合法性的重要意义。^⑥

3. 朝鲜半岛统一与和平

本杰明·哈比认为,朝鲜发展核武器的动机之一是为了统一朝鲜半岛。朝鲜的核能力“可能会在朝鲜的进攻性战争计划中发挥重要作用。朝鲜的战争战略仍然是以武力统一朝鲜为基础的。”^⑦ 温迪·谢尔曼 (Wendy Sherman) 和埃文斯·里维尔 (Evans Revere) 也认为,“朝鲜的领导者一直认为,核武器将确保朝鲜与美国的军事力量相抗衡,从而使得朝鲜能够按照自己的意愿统一朝鲜半岛”。^⑧

① Dennis Ross, “On North Korea, China Holds the Keys,” *U. S. News - The Report*, August 25, 2017, p. 13.

② Tony Capaccio and Sangwon Yoon, “Kim Won’t Talk on N. Korea’s Nuclear Arms, DIA Chief Says,” *Bloomberg*, April 19, 2013, <http://www.bloomberg.com/news/2013-04-18/north-korea-demands-u-s-removenuclear-arms-before-any-dialogue.html>.

③ Denny Roy, “Misunderstanding North Korea,” *Asia Pacific Issues*, No. 133, 2017, p. 3.

④ Mark Fitzpatrick, “North Korea: Is Regime Change the Answer?” *Survival*, Vol. 55, No.3, 2013, p. 8.

⑤ Benjamin Habib, “North Korea’s Nuclear Weapons Programme and the Maintenance of the Songun System,” *The Pacific Review*, Vol. 24, No. 1, 2011, p. 60.

⑥ Hans Schattle, “Toward an Incremental Pathway to Peace on the Korean Peninsula,” *Asia Pacific Issues*, No.134, 2017, p. 2.

⑦ Benjamin Habib, “North Korea’s Nuclear Weapons Programme and the Maintenance of the Songun System,” *The Pacific Review*, Vol. 24, No. 1, 2011, p. 47.

⑧ Wendy Sherman and Evans Revere, “Why We’ve Fallen Short and Why That’s No Longer An Option,” *Time*, Vol. 189, No. 12, 2017, p. 42.

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

与学者所推断的朝鲜发展核武器是为了武力统一半岛不同的是，朝鲜政府多次强调拥核的目的是为了维护朝鲜半岛的和平。例如在 2006 年的第一次核试验时，朝鲜发表官方声明称，“强大的自力更生防御能力”将“有助于维护朝鲜半岛及其周边地区的和平与稳定”。^①

4. 经济援助

有学者认为，获得经济援助是朝鲜拥核的可能动机之一。韩钟宇(Jongwoo Han)认为，“朝鲜拥核的最主要的目的就是获得安全和获取经济援助”。^② 哈比认为，“朝鲜需要从国际社会获得援助以堵住经济漏洞，核能力给朝鲜提供了讨价还价的筹码”。^③ 但也有学者不认同这种观点。例如，罗伊认为，“朝鲜不太可能用核武器来与民主国家交换更多的贸易机会。”^④ 谢尔曼和里维尔认为，“朝鲜政权显然更希望拥有核武器，而不是任何的诱惑(inducement)。”^⑤ 菲茨帕特里克也认为，“朝鲜将不会用核武器来交换任何的经济或政治好处。”^⑥ 麦克同样认为，朝鲜“并不把核武器计划当做谈判的‘筹码’”。^⑦

5. 国家威望

提升国家威望、赢得国际尊重是朝鲜拥核的又一可能动机。安德鲁·麦克认为，朝鲜拥核的动机之一是“核武器将保证朝鲜在地区层面被视为一个重要的参与者”。^⑧ 哈比认为，提高朝鲜在国际舞台上的外交地位是朝鲜拥核的动机之一。^⑨ 舍特勒认

① “Text of North Korea Announcement,” *New York Times*, October 9, 2006, p. 6.

② Jongwoo Han, “North Korea’s Diplomacy to Engage the United States,” *Australian Journal of International Affairs*, Vol. 63, No. 1, 2009, p. 108.

③ Benjamin Habib, “North Korea’s Nuclear Weapons Programme and the Maintenance of the Songun System,” *The Pacific Review*, Vol. 24, No. 1, 2011, pp. 52, 60.

④ Denny Roy, “Misunderstanding North Korea,” *Asia Pacific Issues*, No. 133, 2017, p.1.

⑤ Wendy Sherman and Evans Revere, “Why We’ve Fallen Short and Why That’s No Longer An Option,” *Time*, Vol. 189, No. 12, 2017, p. 42.

⑥ Mark Fitzpatrick, “North Korea: Is Regime Change the Answer?” *Survival*, Vol. 55, No. 3, 2013, p. 8.

⑦ Andrew Mack, “A Nuclear North Korea: The Choices are Narrowing,” *World Policy Journal*, Vol. 11, No. 2, 1994, p. 27.

⑧ Andrew Mack, “A Nuclear North Korea: The Choices are Narrowing,” *World Policy Journal*, Vol. 11, No. 2, 1994, p. 27.

⑨ Benjamin Habib, “North Korea’s Nuclear Weapons Programme and the Maintenance of the Songun System,” *The Pacific Review*, Vol. 24, No. 1, 2011, p. 47.

为,“朝鲜的核武器计划能使朝鲜政权在世界政治中发挥更大的作用。”^① 权恩达(Eundak Kwon)在2005年对美国夏威夷民众所做的一项民意调查显示,受访者认为朝鲜发展核武器的首要动机是为提升国家的威望(prestige),其次是国家自卫(self-defense)。^② 丹尼尔·平克斯顿(Daniel Pinkston)认为,朝鲜认为“核武器带来了尊重和声望”。^③ 雅克·海曼斯(Jacques Hymans)分析指出,不管是对朝和谈派还是强硬派都认同,朝鲜意图利用核武器来赢得国际社会的尊重。^④

此外,雅克·海曼斯还从领导人观念的角度研究了朝鲜的核动机。他认为,朝鲜领导人的国家认同观念是對抗性的民族主义(oppositional nationalist)。“对抗”会产生恐惧,进而产生了对安全的渴望。“民族主义”会产生骄傲,进而产生对自主、权力的渴望,对威望的追求。而核武器同时满足了这两方面的需要。^⑤ 对抗性民族主义的实质就是对国家安全的渴望和对国际声望的追求,不过这里的安全诉求不只是防范美国,而是防范包括除朝鲜半岛国家之外的所有国家。^⑥

(二) 进程性因素

除了动机性因素外,其他一些因素与朝鲜发展核武器的进程有关。学界认为,某些因素有可能加速朝鲜发展核武器的进程,另外一些因素有可能延缓这一进程。进程性因素可划分为以下四类:

1. 美国的作用

在许多学者看来,美国是影响朝鲜外交政策最重要的外部因素。莱昂·西加尔(Leon Sigal)认为,“朝鲜迫切要求与美国建立正常关系的坚定决心,不仅体现在其外交行动上,也体现在近期鼓励两国民间交往上。”^⑦ 李钟奭(Jong-seok Lee)

^① Hans Schattle, "Toward an Incremental Pathway to Peace on the Korean Peninsula," *Asia Pacific Issues*, No. 134, 2017, p. 2.

^② Eundak Kwon, "Perceptions toward North Korea's Nuclear Weapons Program: Findings from a Public Opinion Survey," *East Asia*, Vol. 23, No. 4, 2006, p. 72.

^③ Charlie Campbell, "Kim's Last Laugh," *Time*, Vol. 188, No. 12, 2016, p. 31.

^④ Jacques E. C. Hymans, "North Korea's Nuclear Neurosis," *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 63, No.3, 2007, pp. 45-46.

^⑤ Jacques E. C. Hymans, "Assessing North Korean Nuclear Intentions and Capacities: A New Approach," *Journal of East Asian Studies*, Vol. 8, No. 2, 2008, pp. 259, 263, 278.

^⑥ 海曼斯认为,朝鲜领导人的对抗性是针对朝鲜半岛之外的所有国家,包括美国、中国和俄罗斯等,只将韩国视为自己人。参见 Jacques E. C. Hymans, "Assessing North Korean Nuclear Intentions and Capacities: A New Approach," *Journal of East Asian Studies*, Vol. 8, No. 2, 2008, p. 266.

^⑦ Leon Sigal, "The Lessons of North Korea's Test," *Current History*, Vol. 105, No. 694, 2006, p. 363.

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

认为，“朝鲜试图与最后一个超级大国美国建立一种新的关系，以确保朝鲜的生存和经济复苏。”^① 韩钟宇认为，“朝鲜进行核赌注是为了得到美国方面的关注，以启动双边会谈，最终实现与美关系正常化”。^② 朝鲜甚至要“摆脱不正常的联盟，与新的老大哥美国合作”。^③ 康明思（Bruce Cumings）认为，“朝鲜领导人显然希望美国军队留在朝鲜半岛，以应对不断变化的国际力量关系，特别是强大的日本和中国”。^④ 蒂莫西·里奇（Timothy Rich）的统计研究也显示，与六方会谈的其他几国相比，朝核问题在更大程度上受到美国的影响。^⑤

美国对朝核问题的重要影响可能源于朝鲜始终把美国视为其最大的安全威胁。^⑥ 2002年10月，朝鲜外交部副部长姜锡柱（Gang Seok-Ju）对访问朝鲜的时任美国助理国务卿詹姆斯·凯利（James Kelly）称，“朝鲜面临来自美国的敌对政策和核威胁。朝鲜不仅拥有核武器，而且有着更强大的武器用来自卫。”^⑦ 安德鲁·麦克认为，“核武器将向朝鲜提供一种抵消美国核威胁的威慑”，“从平壤的角度来看，许多美韩的行动和声明似乎确实具有威胁性”。^⑧ 贝内特·拉姆伯格（Bennett Ramberg）认为，“美国在朝鲜战争中威胁使用核武器以及1962年的古巴导弹危机，使朝鲜获得了拥核的动力。”^⑨ 崔钟建（Jong Kun Choi）认为，“朝鲜相信，在面临

① 이종석, 『현대 북한의 이해』, 서울:역사비평사, 2000년, 357-358 쪽.

② Jongwoo Han, “North Korea’s Diplomacy to Engage the United States,” *Australian Journal of International Affairs*, Vol. 63, No. 1, 2009, p. 105.

③ Jongwoo Han, “North Korea’s Diplomacy to Engage the United States,” *Australian Journal of International Affairs*, Vol. 63, No. 1, 2009, p. 108.

④ Bruce Cumings, *Korea’s Place in the Sun: A Modern History*, New York: W. W. Norton, 2005, p. 502.

⑤ Timothy S. Rich, “Deciphering North Korea’s Nuclear Rhetoric: An Automated Content Analysis of KCNA News,” *Asian Affairs: An American Review*, Vol. 39, No. 2, 2012, pp. 73-89.

⑥ 当然，有学者也持略为不同的看法，认为朝鲜所认为的威胁包括了朝鲜半岛以外的所有国家。参见 Jacques E. C. Hymans, “Assessing North Korean Nuclear Intentions and Capacities: A New Approach,” *Journal of East Asian Studies*, Vol. 8, No. 2, 2008, pp. 259-292; Jacques E. C. Hymans, “North Korea’s Nuclear Neurosis,” *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 63, No. 3, 2007, pp. 44-49; Jacques E. C. Hymans, *The Psychology of Nuclear Proliferation: Identity, Emotions, and Foreign Policy*, Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

⑦ Young C. Kim, “North Korea’s Strange Quest for Nuclear Weapons,” *Problems of Post-Communism*, Vol. 50, No. 2, 2003, p. 6.

⑧ Andrew Mack, “A Nuclear North Korea: The Choices are Narrowing,” *World Policy Journal*, Vol. 11, No. 2, 1994, pp. 27-28.

⑨ Bennett Ramberg, “Living with Nuclear North Korea,” *Survival*, Vol. 51, No. 4, 2009, p. 14.

美国威胁的情况下，核武器是唯一的安全保障。”^① 格林·福特（Glyn Ford）认为，“朝鲜的核计划是过去 25 年美英冒险主义的直接结果。西方对伊拉克、利比亚和叙利亚的干预，给朝鲜心理带来了极大的震撼。”^②

2. 韩国的作用

韩国对朝鲜核进程的影响也不容忽视。学者普遍认为，当朝韩之间的竞争关系加剧，尤其是当双方军事力量对比发生不利于朝鲜的倾斜时，将加速朝鲜拥核的进程。麦克认为，“上世纪 70 年代韩国试图发展核武器，这给朝鲜的核计划提供了早期动力。”^③ 克莱门斯认为，冷战期间促使朝鲜试图发展核武器的原因之一就是“朝鲜要与韩国在军事和威望上进行竞争”。^④ 车维德（Victor Cha）和康灿雄（David Kang）认为，“20 世纪 90 年代，朝鲜失去了冷战时期的两个保护国，经历了经济和环境危机，还远远落后于韩国。”“只有当平衡开始转向不利于朝鲜时，朝鲜才开始寻求核武器计划。”^⑤ 宋永先（Young Sun Song）也认为，20 世纪 90 年代初，“朝鲜在常规部队上的优势，似乎被韩国良好的经济基础和改善了军事力量所抵消”，从而促使朝鲜积极发展核武器。^⑥ 丹尼·罗伊认为，“朝鲜担心被韩国吸收掉并遭受来自美国的攻击……核导计划则是弥补弱勢的另一种形式”。^⑦

不过，有学者对朝鲜如何定位韩国持与上述看法不同的意见。雅克·海曼斯认为朝鲜领导人并不“把韩国当做主要竞争者”，“将国家不只限定在朝鲜领土，而是整个朝鲜半岛”，“韩国政权只是帝国主义继续殖民统治的遮板”。^⑧ 海曼斯指出，金日成在 1972 年秘密向韩国提出联合研制核武器就是不将韩国视为对手

① Jong Kun Choi, “The Perils of Strategic Patience with North Korea,” *The Washington Quarterly*, Vol. 38, No. 4, 2015, p. 66.

② Glyn Ford, “What Drives North Korea’s Nuclear Quest-Brinkmanship in the Asia-Pacific,” *New Statesman*, Vol. 146, No. 5383, 2017, p. 13.

③ Andrew Mack, “A Nuclear North Korea: The Choices are Narrowing,” *World Policy Journal*, Vol. 11, No. 2, 1994, p. 27.

④ Walter C. Clemens Jr., “North Korea’s Quest for Nuclear Weapons: New Historical Evidence,” *Journal of East Asian Studies*, Vol. 10, No. 1, 2010, p. 128.

⑤ Victor D. Cha and David C. Kang, *Nuclear North Korea: A Debate on Engagement Strategies*, New York: Columbia University Press, 2003, p. 45.

⑥ Young Sun Song, “North Korea’s Nuclear Issue,” *Journal of Northeast Asian Studies*, Vol. 10, No. 3, 1991, p. 63.

⑦ Denny Roy, “Misunderstanding North Korea,” *Asia Pacific Issues*, No. 133, 2017, p. 3.

⑧ Jacques E. C. Hymans, “Assessing North Korean Nuclear Intentions and Capacities: A New Approach,” *Journal of East Asian Studies*, Vol. 8, No. 2, 2008, p. 268.

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

的最好例证。^①

3. 中国的作用

中国对朝鲜核行为进程的影响，学界的观点并不统一。一派观点认为，中国在朝核问题的解决上能够发挥重要的作用。中国不仅是六方会谈的东道国，而且对朝鲜具有很强的影响力。^② 托马斯·普兰特（Thomas Plant）和本·洛德（Ben Rhode）认为，“朝鲜的生存非常依赖于中国方面的善意。”^③ 罗斯认为，“如果说朝核问题还可以用外交途径来解决，中国必须要发挥影响力，中国握有应对朝鲜威胁最重要的筹码。”^④ 查理·坎贝尔（Charlie Campbell）认为，“越来越明显的是，一个可能能够阻止这种情况（朝鲜成为核国家）发生的国家——中国，朝鲜唯一的盟友，并没有采取必要的强硬措施。”^⑤ 里奇的统计研究显示，中国在朝鲜核问题上仅是次于美国的次要角色（peripheral player）。^⑥

值得注意的是，较多的韩国学者认同中国在朝核问题解决上的重要作用，^⑦ 赞赏 2003 年中国切断对朝输油管道后的效果。^⑧ 例如，朱承浩（Seung-Ho Joo）和郭泰焕（Tae-Hwan Kwak）认为，“毫无疑问，中国在朝鲜问题上的强硬立场促使朝鲜重返六方会谈。”^⑨

另一派观点则认为，中国对朝鲜的影响力被高估了。冷战时期的案例表明，朝

① Jacques E. C. Hymans, “Assessing North Korean Nuclear Intentions and Capacities: A New Approach,” *Journal of East Asian Studies*, Vol. 8, No. 2, 2008, p. 47.

② Glyn Ford, “What Drives North Korea’s Nuclear Quest-Brinkmanship in the Asia-Pacific,” *New Statesman*, Vol. 146, No. 5383, 2017, p. 14.

③ Thomas Plant and Ben Rhode, “China, North Korea and the Spread of Nuclear Weapons,” *Survival*, Vol. 55, No. 2, 2013, p. 63.

④ Dennis Ross, “On North Korea, China Holds the Keys,” *U. S. News - The Report*, August 25, 2017, p. 13.

⑤ Charlie Campbell, “Kim’s Last Laugh,” *Time*, Vol. 188, No. 12, 2016, p. 30.

⑥ Timothy S. Rich, “Deciphering North Korea’s Nuclear Rhetoric: An Automated Content Analysis of KCNA News,” *Asian Affairs: An American Review*, Vol. 39, No. 2, 2012, p. 86.

⑦ 박진, “북핵 문제 해결 위한 중국의 역할-중국의 대북제재와 북한 정권의 선택”, 『국정감사 정책자료집』, 2006, p. 17; 박병광, “북한 2 차 핵실험과 중국의 대응: 요약”, 국가안보전략연구소, 2009, p. 1; 우수근, “북한 핵 관련, 중국을 설득하려면”, 미래전략연구원, 2009, p. 1; 이태환, “북한 핵실험에 대한 중국의 입장과 전략”, 세종연구소, 『정세와 정책』, 특집호, 2006, pp. 1-3.

⑧ 이기현, “북한의 3 차 핵실험과 중국의 대북정책 변화 가능성”, 통일연구원, 2013, p. 4.

⑨ Yong-Sup Han, “The Six-Party Talks and Security Cooperation in Northeast Asia,” in Seung-Ho Joo and Tae-Hwan Kwak, eds., *North Korea’s Second Nuclear Crisis and Northeast Asian Security*, Burlington and Aldershot: Ashgate Publishing, 2007, p. 198.

鲜并不信任包括中国、苏联在内的盟友。“尽管朝鲜可能偶尔会看到盟友的有用性，但从根本上说，它不相信朝鲜在世界上有任何朋友”。^①“对朝鲜来说，中国和苏联都不是真正的盟友”。^②

4. 日本的作用

日本是朝核问题的利益攸关国。尽管学界很少讨论日本的作用，但里奇的研究显示，日本在朝鲜核问题上具有一定的影响力。^③考虑到日本既是美国的盟友，也是六方会谈的参与国，同时地理上与朝鲜毗邻，因此也将日本的作用纳入进程性因素。

二 数据和指标

本文的基本研究思路是，基于对历史数据信息的分析，运用朴素贝叶斯方法，构建一个用以预测近期（未来一个月）朝鲜核行为的模型。在本部分中，我们将对预测对象以及建模所需的特征指标做出操作化界定，并对所得数据进行预处理，为第三部分的建模做好准备。

（一）对预测对象的操作化

本文所构建模型的预测对象是朝鲜未来一个月的核行为。依据核行为对外界威胁程度的不同，我们将朝鲜核行为（设为 C ）划分为三类，分别是无核行为（ C_1 ）、有一定威胁程度的核行为（ C_2 ）和高威胁程度的核行为（ C_3 ）。这三类核行为对应的威胁指数分别设为 0，0~14， ≥ 15 。

威胁是一种主观感知。朝鲜的某种核行为具有多大程度的威胁，取决于国际社会对该行为的主观感知和反应。目前，国际社会对朝鲜核行为做出的最具公信力的反应就是联合国安理会的相关决议。截至 2018 年 3 月，安理会共通过 11 份涉朝决议案。其中，有 6 份决议是对朝鲜进行核试验做出的反应，^④ 2 份是对朝鲜进行洲

① Jacques E. C. Hymans, “Assessing North Korean Nuclear Intentions and Capacities: A New Approach,” *Journal of East Asian Studies*, Vol. 8, No. 2, 2008, p. 266.

② 최명해, “중국의 대북 정책: 변화와 지속”, 제주평화연구원, 『정책포럼』, 제 22 호, 2010, p. 4.

③ Timothy S. Rich, “Deciphering North Korea’s Nuclear Rhetoric: An Automated Content Analysis of KCNA News,” *Asian Affairs: An American Review*, Vol. 39, No. 2, 2012, p. 86.

④ 分别是联合国安理会 1718 号决议、1874 号决议、2094 号决议、2270 号决议、2321 号决议和 2375 号决议。

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

际弹道导弹试射做出的反应，^① 3份是对朝鲜进行远程弹道导弹或远程运载卫星试射做出的反应，^② 1份是对朝鲜进行的15枚中短程导弹和潜射弹道导弹试射做出的反应。^③ 朝鲜还有一些核行为并未引发安理会的决议，但这些核行为仍然存在对外部世界的潜在威胁。在某些时段，朝鲜没有实施核行为，在这些时段中朝鲜核行为的威胁自然为0。由此我们可以把上述三类朝鲜核行为分别对应下述三种情况：第一种是引发了安理会决议的核行为，对应 C_3 ；第二种是无核行为，对应 C_1 ；第三种是未引发安理会决议的核行为，对应 C_2 。

根据现有历史纪录，朝鲜进行一次核试验、试射一枚远程或洲际弹道导弹、试射15枚中短程弹道导弹或潜射导弹，均能引发一次安理会决议。因此，本文对 C_3 类核行为设定了一个量化换算公式：15枚中短程弹道导弹或潜射导弹=1枚远程或洲际弹道导弹=1次核试验（威胁指数均记为15）。根据上述公式，任何一个月的朝鲜核行为，均可折算得出相应的威胁指数，并由此划归为具体的类别。^④

（二）数据集

本文用以构建贝叶斯预测模型的数据集是从韩国统一部网站获取的2006年1月至2018年2月的朝鲜媒体国际新闻报道资料集。该资料集是韩国统一部按月整理的朝鲜主要官方媒体的朝鲜语原文报道。^⑤ 外界能够获得的朝鲜官方信息十分有限，韩国统一部网站整理发布的朝鲜官方媒体报道是为数不多的能够公开获取的较

① 分别是联合国安理会2371号决议和2397号决议。

② 分别是联合国安理会1695号决议、2087号决议和2270号决议。其中，2270号决议同时包含了针对朝鲜核试验的内容。

③ 是联合国安理会2356号决议。上述决议内容分别参见：联合国安理会1695号决议：<http://www.un.org/zh/sc/documents/resolutions/06/s1695.htm>；1718号决议：<http://www.un.org/zh/sc/documents/resolutions/06/s1718.htm>；1874号决议：<http://www.un.org/zh/sc/documents/resolutions/09/s1874.htm>；2087号决议：[http://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2087%20\(2013\)](http://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2087%20(2013))；2094号决议：[http://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2094\(2013\)](http://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2094(2013))；2270号决议：[http://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2270\(2016\)](http://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2270(2016))；2321号决议：[https://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2321\(2016\)](https://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2321(2016))；2356号决议：[https://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2356\(2017\)](https://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2356(2017))；2371号决议：[https://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2371\(2017\)](https://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2371(2017))；2375号决议：[https://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2375\(2017\)](https://www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=S/RES/2375(2017))。

④ 例如，某月朝鲜进行了9枚中短程弹道导弹或潜射导弹，则该月朝鲜核行为威胁指数为 $9 \times (15 \div 15) = 9$ ，根据该指数，该月朝鲜核行为属于 C_2 类。又如，某月朝鲜进行了5枚中短程弹道导弹或潜射导弹，同时又进行了1枚远程导弹或洲际弹道导弹，则该月朝鲜核行为威胁指数为 $5 \times (15 \div 15) = 9$ 。根据该指数，该月朝鲜核行为属于 C_3 类。

⑤ 这些媒体包括：朝鲜中央通讯社（조선중앙통신사）、朝鲜中央广播电台（조선중앙방송）、劳动新闻（노동신문）、平壤广播电台（평양방송）等。

长时间段的信息。本文选择以这些朝鲜媒体每个月的报道作为一个数据样本，将 2006 年 1 月至 2017 年 2 月的数据作为训练数据，用朴素贝叶斯方法预测 2017 年 3 月至 2018 年 3 月的核威胁指数。

朝鲜每月的国际新闻报道包括两部分：一是针对韩国的报道，二是针对除韩国以外的其他国家的报道。因此，每月数据包括了对韩数据和对外数据两部分。这种两分法不是韩国统一部特意做出的，而是直接沿用了朝鲜媒体的做法。例如，朝中社就将其国际报道明确划分为朝鲜关系（북남관계）和对外关系（대외관계）两类。^① 这种两分法也印证了前述雅克·海曼斯有关朝鲜将韩国视为一体、与半岛外国家相对抗的判断。由此看来，韩国与其他国家对朝鲜核行为的影响机制可能存在差别，朝鲜媒体对韩报道和对外报道中能够预测朝鲜核行为的特征指标也可能不同。因此接下来有必要分别针对数据集中的对韩数据和对外数据，构建两组特征集。

（三）特征集

构建特征集主要根据可能对结果产生影响的因素，确定典型的代表性指标，并剔除不相关的冗余指标。依据第一部分对朝鲜核行为相关因素的梳理，以下构建两组特征集，分别用于对对韩报道和对外报道数据的分析。^②

1. 对韩报道的特征集

根据第二部分的梳理，对韩报道的特征集可划分为三组变量。第一组变量是朝韩间的竞争关系。由上文可知，在影响朝鲜核进程的因素中，多数学者认为朝韩之间的竞争关系会影响朝鲜拥核的进程。这组变量包括五个指标：指标 1：韩国对朝鲜的刺激，相关特征词包括：훈련/연습（演习）、주한미군（驻韩美军）、항공모함/항모（航母）、제재（制裁）、인권（人权）等；指标 2：朝鲜对刺激的负面认知，包含的特征词有：도전（挑战）、도발（挑衅）、위협（威胁）、공갈（恐吓）、고립（孤立）等；指标 3：朝鲜对刺激的强硬性应对，包含的特征词有：초강경（超强硬）、저지（抵制）、섬멸（歼灭）、대가（代价）、보복（报复）等；指标 4：朝鲜对刺激的外交应对，包含的特征词有 비난（批评）、규탄（谴责）、배격（反对）等。

① 朝中社网址：www.kcna.kp。

② 需要指出的是，现有关于朝鲜核行为因素的研究没有包括朝鲜核技术发展水平这个纯技术性因素，朝鲜媒体的报道文本也没有包括与该因素有关的内容。笔者意识到并完全承认核技术发展水平对朝鲜核行为的影响，但由于缺乏系统性数据，因此所建模型未能包含与该因素有关的指标。不过，本文的首要目的是验证朝鲜核行为的可预测性，排除技术性因素的建模无疑是对朝鲜核行为可预测性的一个“苛刻”的检验。如果未包含技术性因素的模型已经有较高的预测准确度，那么如果包含了技术性因素，准确性无疑会更高。

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

指标 5：朝鲜对韩国政府的负面认知，特征词包括：보수（保守）、괴뢰（傀儡）、졸개（走卒）、사대（事大）等。

第二组变量是朝鲜拥核目标。根据前文的梳理，朝鲜拥核的可能目的主要包括实现国家安全、政权合法性、国家尊严、经济援助、实现半岛统一与和平五个方面。具体包括四个指标：指标 6：朝鲜自主性、尊严性国家目标。这一指标与朝鲜拥核的前三个动机相契合，涉及朝鲜自身的政治安全。包含的特征词有：자주（自主）、생존권（生存权）、존엄（尊严）、영상（形象）、선군（先军）、자위（自卫）、안전（安全）等。指标 7：朝鲜半岛统一和民族和解目标。这一指标与拥核的第五个动机相关，包含的特征词有：통일（统一）、평화（和平）、민족공조（民族共助）、민족대단결（民族大团结）、화해（和解）等。指标 8：朝韩间的政治对话交流，包含的特征词有：접촉（接触）、회담（会谈）、방문（访问）、교류（交流）、공동선언（共同宣言）等。指标 9：朝韩间的经济和人道主义互动。这一指标与拥核的第四个动机有关。包含的特征词有：개성（开城）、금강산（金刚山）、이산가족（离散家属）等。

第三组变量是核导武器。该组变量虽然不是影响朝鲜核行为的因素，但与核挑衅行为直接相关，是潜在的预警朝鲜核行为的重要指标。具体包括两个指标：指标 10：核导力量，包含的特征词有：핵무기（核武器）、핵탄두（核弹头）、미사일/미싸일（导弹）、원자탄（原子弹）、위성（卫星）、로켓/로켓（火箭）等。指标 11：无核化，包含的特征词有：비핵화（无核化）、핵포기（弃核）等。

2. 对外报道的特征集

参照对韩报道的特征集，对外报道的特征集可划分为四组变量。第一组变量是国际社会对朝鲜的刺激。这组变量包括四个指标，分别是：指标 12：国际社会对朝鲜的刺激；指标 13：朝鲜对刺激的负面认知；指标 14：朝鲜对国际社会的强硬性应对；指标 15：朝鲜对国际社会的外交应对。各指标包含的特征词与指标 1~4 包含的特征词大体相同。

第二组变量是朝核问题的利益攸关方。根据前述梳理，影响朝核问题的最重要国家是美国，朝鲜将美国视为最大的安全威胁。其次是中国和日本。中国对朝鲜具有较大的影响力，而日本与朝鲜在历史问题、慰安妇问题、教科书等问题上都存在纷争。此外，对朝鲜而言，联合国也是重要的参与方。朝鲜认为联合国为美国所控制，被美国用来非法践踏他国的主权和其他合法权益。这组变量包括四个指标，分别是：指标 16：美国，包含的特征词有：미제（美帝）、패권（霸权）、강권（强

权)、열강(列强)等; 指标 17: 中国, 特征词为중국(中国); 指标 18: 日本, 包含的特征词有독도(独岛)、과거사(过去史)、교과서(教科书)、위안부/성노예(慰安妇)等; 指标 19: 联合国, 包含的特征词有유엔(联合国)、국제법(国际法)等。

第三组变量是朝鲜拥核目标。朝鲜对国际社会的诉求最主要的是政治安全目标。该组变量包括两个指标, 分别是: 指标 20: 朝鲜自主性国家目标, 特征词与指标 6 的特征词相同; 指标 21: 朝鲜与国际社会的互动交流, 包含的特征词有: 회담(会谈)、방문(访问)、방북(访朝)等。

第四组变量与对韩报道特征集的第三组变量相同, 是核导武器, 包括两个指标, 分别是: 指标 22: 核导力量; 指标 23: 无核化。两个指标的特征词分别与指标 11 和指标 12 的特征词相同。

综上, 我们一共得到 11 个分析对韩报道的特征指标和 12 个分析对外报道的特征指标。^① 这 23 个指标在各月的值为各指标在当月朝鲜媒体报道中出现的频率, 即各指标所有特征词在当月朝鲜媒体报道中出现的总次数与当月朝鲜媒体报道文字的总词数的比值(变量的统计描述情况请参见附表 1^②)。

(四) 指标的独立性检验

运用朴素贝叶斯方法构建预测模型, 须满足各特征指标彼此相互独立这一前提条件。本文对 23 个指标进行相关性分析。分析结果如附表 2 相关矩阵所示, 各指标之间均满足“类条件独立”的要求。

(五) 指标的初筛

由于这 23 个指标并不一定都有很好的预测能力, 因此还需对其进行初步筛选, 以使随后构建的贝叶斯模型更加精简和准确。考虑到核威胁指数中, 无核行为(C_1)和有一定威胁程度核行为(C_2)数据相对较少, 同时被解释变量为离散数据, 回归精度有限, 所以初筛后保留对朝鲜核行为的显著性在 30% 及以下水平的指标, 剔除其余指标。此过程中保留相对丰富的指标, 也有助于提高贝叶斯预测的准确率。其中, 在 10% 及以下水平上显著的指标可视为对朝鲜核行为威胁指数非常有解释力; 在 10%~30% 水平上显著的指标可视为比较有解释力。

由于朝鲜发布新闻报道发生在前, 所预测的朝鲜核行为发生在后, 两者之间必然存在时间上的滞后性, 因此这里假设各指标在滞后一期、滞后两期、滞后三期均

① 由于篇幅所限, “各指标及其对应的特征词”读者可向作者索取。

② 本文附表 1~5 可向责任编辑索取。责任编辑电子邮箱: croton1985@163.com。

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

有可能对朝鲜核行为产生影响。由于本文是用当月已知的新闻信息预测朝鲜下一个月的核行为，因此滞后一期的含义是前一月[即($t-1$)月]的特征指标对该月(t 月)的核行为有提示预警作用；滞后两期、滞后三期同理。将各指标的滞后一期、两期和三期都作为解释变量纳入 Probit 回归模型，被解释变量为核威胁指数。2006 年 1 月至 2017 年 9 月数据的回归分析结果如附表 3 所示。剔除不显著的指标后，待纳入朴素贝叶斯分类模型的指标如表 1 所示。

表 1 纳入朴素贝叶斯分类模型的特征指标

	特征指标
($t-1$)期	指标 1、4、6、8、9、10、11、16、17、18、19、20、21、22
($t-2$)期	指标 2、5、6、7、8、9、11、13、15、17、19、23
($t-3$)期	指标 1、2、4、9、10、16、17、19、20、21、22、23

三 建模与预测

本部分将根据朴素贝叶斯分类法构建朝鲜核行为的预测模型。首先将 Probit 回归结果中具有显著性的特征指标纳入模型，计算出朴素贝叶斯估计结果。然后根据朴素贝叶斯估计结果和 Probit 回归结果，构建朝鲜核行为的预警指标体系，并分析统计结果的实际意义。最后用朴素贝叶斯模型对历史上的朝鲜核行为进行预测，检验模型的预测效果，并对模型进行稳健性检验。

(一) 朴素贝叶斯预测模型

运用朴素贝叶斯分类方法，设朝鲜核行为预测模型如下：

$$P(C_m|f(x_1, x_2, \dots, x_n)) = \frac{P(f(x_1, x_2, \dots, x_n)|C_m)P(C_m)}{P(f(x_1, x_2, \dots, x_n))} \quad (m = 1, 2, 3)$$

等式左侧是待计算的后验概率，即在($t-3$)月、($t-2$)月、($t-1$)月中朝鲜媒体国际新闻中出现某一指标组合时， t 月朝鲜实施特定威胁程度核行为的概率。其中， C_m 是类别集合，共有三个取值： C_1 是无核行为，核威胁指数为 0； C_2 是有一定威胁程度的核行为，核威胁指数范围为 1~14； C_3 是高威胁程度核行为，核威胁指数范围为 ≥ 15 。其中最大概率值对应的类别就是朝鲜在 t 月的核行为类别。 x_1, x_2, \dots, x_n 是各指标的取值组合，取值为连续值属性。在等式右侧的分子中， $P(f(x_1, x_2, \dots, x_n)|C_m)$ 是朝鲜采取类别为 C_m ($m=1, 2, 3$) 的核行为时出现上述指标组合的概率。 $P(C_m)$ 是朝鲜采取类别为 C_m ($m=1, 2, 3$) 的核行为的先验概率。等式

右侧的分母是上述指标组合在所有测试样本中出现的概率。

从公式可见，要想得到后验概率，需要确定先验概率 $P(C_m)$ ，也就是三类核行为出现的概率。在贝叶斯预测中，类的先验概率有两种设定方法：第一种方法是设定为等概率。等概率的含义是认为朝鲜核行为落在三类中的概率相等，即 $P(C_1) = P(C_2) = P(C_3) = 0.333$ ；第二种方法是根据训练样本由 $P(C_i) = s_i/s$ 求得实际的先验概率。在本文中，我们在求解模型时采用第二种方法设定先验概率，根据计算， $P(C_1) = 0.7451$ ， $P(C_2) = 0.1811$ ， $P(C_3) = 0.0850$ ；在对模型进行稳健性检验时，采用第一种方法计算先验概率。

现在将实际先验概率值和 Probit 回归后显著的指标纳入预测模型，用 matlab 软件计算得到朴素贝叶斯估计结果，即各指标指向不同核行为类别的分布平均值和分布标准差，如附表 4 所示。

（二）预警指标体系

根据附表 4 朴素贝叶斯估计结果所示，可建立有关朝鲜核行为的预警指标体系。^① 建立预警指标体系的意义在于，当在不同时间段观察到相应指标的数值达到特定水平时，可以有效提示我们近期朝鲜核行为最有可能落到哪个威胁指数区间。预警指标体系包括长期预警指标、中期预警指标和近期预警指标三组指标体系。

表 2 朝鲜核行为的预警指标体系

长期预警指标	中期预警指标	短期预警指标
美国	朝鲜对国际社会提及无核化	朝鲜对韩国提及核导力量
朝鲜对国际社会提及自主性国家目标	朝鲜对国际社会的外交批评	朝韩间经济和人道主义互动
朝鲜对韩国提及核导力量	联合国	联合国
联合国	朝鲜对韩国刺激的负面认知	朝韩间政治对话交流
朝鲜与国际社会的互动交流	朝鲜对韩国政府的负面认知	韩国对朝鲜的刺激
		朝鲜与国际社会的互动交流
		朝鲜对国际社会提及核导力量

注：各指标按对被解释变量的作用程度由大到小排列。

1. 长期预警指标

长期预警指标是指在 $(t - 3)$ 月出现的、能有效预测 t 月朝鲜核行为威胁指数可

^① 这里仅将 Probit 回归中在 10% 及以下水平上显著的指标纳入预警指标体系。

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

能落到哪个核行为类别的指标。长期预警指标由于预警期长，通过对这些指标数值变动的观测，能够更主动、更从容地应对朝鲜未来三个月可能采取的核行为。该期共有五个预警指标：指标 10（朝鲜对韩国提及核导力量）、指标 16（美国）、指标 19（联合国）、指标 20（朝鲜对国际社会提及自主性国家目标）、指标 21（朝鲜与国际社会的互动交流）。

对照附表 4，如果上述指标在 $(t-3)$ 月的值越接近三类核行为中某类核行为的分布平均值，则 t 月朝鲜核行为的威胁指数越有可能落在该类行为所在区间。不妨以指标 10“朝鲜对韩国提及核导力量”为例：如附表 4 所示，该指标在 $(t-3)$ 月的值越接近 0.0035，则 t 月朝鲜核行为的威胁指数越有可能落在“无核行为”区间；越接近 0.0031，则 t 月越有可能落在“有一定威胁程度”区间；越接近 0.0014，则 t 月越有可能落在“高威胁程度”区间。其他预警指标同理。

观察附表 3 中各指标的 Probit 回归系数可知，这五个长期预警指标对 t 期朝鲜核行为威胁指数的作用程度存在差异。因为各指标表示对应词汇的出现频率，无量纲，回归系数的大小直接意味着各指标出现频率对被解释变量的作用程度的大小，由高到低分别是指标 16、指标 20、指标 10、指标 19、指标 21。其中，指标 16（美国）对三个月后朝鲜核行为的预警能力最大。

2. 中期预警指标

中期预警指标是指在 $(t-2)$ 月出现的、能有效预测 t 月朝鲜核行为威胁指数可能落到哪个核行为类别的指标。根据附表 2，该期五个预警指标按对被解释变量作用程度由大到小依次是指标 23（朝鲜对国际社会提及无核化）、指标 15（朝鲜对国际社会的外交应对）、指标 19（联合国）、指标 2（朝鲜对韩国刺激的负面认知）、指标 5（朝鲜对韩国政府的负面认知）。

3. 短期预警指标

短期预警指标指在 $(t-1)$ 月出现的、能有效预测 t 月朝鲜核行为威胁指数可能落到哪个核行为类别的指标。根据附表 2，该期 7 个预警指标按对被解释变量作用程度由大到小依次是指标 10（朝鲜对韩国提及核导力量）、指标 9（朝韩间的经济和人道主义互动）、指标 19（联合国）、指标 8（朝韩间的政治对话交流）、指标 1（韩国对朝鲜的刺激）、指标 21（朝鲜与国际社会的互动交流）、指标 22（朝鲜对国际社会提及核导力量）。

观察上述预警指标体系可以发现，原先一些相对不太为人们所关注的指标其实在预测朝鲜核行为方面扮演着重要角色。例如指标 19（联合国），这是目前预警体

系中唯一一个在三期都有预警作用的指标。现有对朝核问题的分析往往将重点放在美国、韩国等相关国家，但本文的研究却提示，朝鲜对联合国作用的认知与朝鲜核行为之间存在不可忽视的重要关联。这暗示朝鲜发展核武器的目标指向的可能是整个国际社会，而非某个单独国家。这也在一定程度上呼应了雅克·海斯曼有关朝鲜领导人对抗性民族主义国家认同观的观点。^①

（三）统计结果分析

从附表 4 所示的朴素贝叶斯估计结果和附表 3 所示的 Probit 回归结果可以看出，各特征指标对朝鲜核行为的影响比预期的复杂。在全部 23 个特征指标中，有 3 个指标在 3 个滞后期都对随后的朝鲜核行为威胁程度没有影响（显著性水平均大于 30%），它们是指标 3（朝鲜对韩国刺激的强硬性应对）、指标 12（国际社会对朝鲜的刺激）和指标 14（朝鲜对国际社会的强硬应对）。换言之，不管朝鲜在前三个月如何声称要报复韩国，要求韩国对挑衅付出代价，都不会显著影响下一个月的朝鲜核行为。同时，不管国际社会如何通过制裁、军演以及人权等问题刺激朝鲜，也不管朝鲜如何声称要坚定地回应国际社会的刺激，同样不会影响下一个月的朝鲜核行为。这印证了朝鲜发展核武器是一个既定的、长久性的计划。这与迈克尔·玛扎（Michael Mazarr）等学者有关朝鲜拥核是固有信念的观点相吻合。^② 朝鲜对来自韩国和国际社会的刺激所表现出的语言上的强硬可能是一种应激性反应，目的是为了凝聚国内共识，证明走拥核道路的正确性。

另外有 7 个指标在各滞后期对朝鲜核行为威胁指数尽管有可能存在一定的影响，但由于其显著性仍然较低（在 10%~30% 之间），因此本文的模型剔除了这些指标，它们是指标 4（朝鲜对韩国刺激的外交应对）、指标 6（朝鲜对韩提及自主性的、尊严性的国家目标）、指标 7（朝鲜对韩提及半岛统一、民族和解目标）、指标 11（朝鲜对韩提及无核化）、指标 13（朝鲜对国际社会刺激的负面认知）、指标 17（中国）、指标 18（日本）。换言之，朝鲜在针对韩国的新闻报道中频繁提到对韩刺激的强硬性外交应对，提及国家自主性目标、半岛统一目标、无核化都几乎不会显著影响其自身的核行为；中国和日本因素对朝鲜的核行为也缺乏显著影响；朝鲜如何认知国际社会施加的刺激也不会对其核行为产生影响。

^① 参见 Jacques E. C. Hymans, "Assessing North Korean Nuclear Intentions and Capacities: A New Approach," *Journal of East Asian Studies*, Vol. 8, No. 2, 2008, pp. 259-292.

^② 参见 Michael J. Mazarr, *North Korea and the Bomb: A Case Study in Nonproliferation*, New York: St. Martin's Press, 1995, p. 17; Walter C. Clemens Jr., "North Korea's Quest for Nuclear Weapons: New Historical Evidence," *Journal of East Asian Studies*, Vol. 10, No. 1, 2010, p. 129.

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

在剩余的 13 个对朝鲜核行为存在影响的特征指标中，只有一个指标 [指标 19 (联合国)] 在滞后一期、滞后两期和滞后三期都显著 (在 10% 的置信水平)，且都呈现显著的正相关关系。换言之，在 $(t-1)$ 月、 $(t-2)$ 月、 $(t-3)$ 月，朝鲜媒体提及联合国频率的升高，都将意味着 t 月朝鲜核行为威胁程度将升高。

除此之外的其余 12 个指标，尽管总体上都对朝鲜核行为产生了一定的影响，但在不同滞后期的显著性和影响方向都不尽相同。不过，不同滞后期系数的显著程度存在差异。我们以某指标在三个滞后期中显著程度最高 (10% 及以下) 的那一期的系数的正负方向作为该指标的总效应。以这个标准，这 12 个指标可以划分为两类。第一类是符合通常观念的指标，共有五个，分别是：

指标 8 (朝韩间的政治对话交流) 滞后一期系数为负且显著性最高；滞后两期系数为负；滞后三期不显著。说明 $(t-1)$ 月朝韩间的对话交流越频繁，则朝鲜在 t 月实施核行为的可能性越小； $(t-2)$ 月该指标有微弱的负效应； $(t-3)$ 月没有影响。总效应为负效应，说明朝鲜的确在一定程度上重视朝韩间的政治对话，为此愿意在一定程度上延缓拥核的进程。

指标 15 (朝鲜对国际社会的外交应对) 滞后两期系数为负且显著；滞后一期和滞后三期不显著。说明 $(t-2)$ 月朝鲜越通过外交的方式应对国际社会的刺激， t 月朝鲜实施核行为的可能性就越小。总效应为负效应，表明朝鲜对国际社会释放的外交缓和信号可能是真实的意图表达。

指标 20 (朝鲜对国际社会提及自主性国家目标) 滞后一期系数为正；滞后三期系数为正且显著性最高；滞后两期不显著。说明 $(t-3)$ 月朝鲜越向国际社会宣传其政治安全目标， t 月其实施核行为的可能性越大； $(t-1)$ 月该指标也有微弱的正效应； $(t-2)$ 月没有影响。总效应为正效应，说明朝鲜拥核的动机有可能在一定程度上源于国际无政府状态带来的不安全感。

指标 21 (朝鲜与国际社会的互动交流) 滞后一期系数为负且显著；滞后三期系数为负且显著；滞后两期不显著。说明 $(t-3)$ 月、 $(t-1)$ 月朝鲜越强调与国际社会的互动交流， t 月其实施核行为的可能性就越小；前两月没有影响。总效应为负效应。这说明朝鲜的确在一定程度上重视与国际社会的互动交流，为此愿意在一定程度上延缓拥核的进程。

指标 23 (朝鲜对国际社会提及无核化) 滞后两期系数为负且显著；滞后三期系数为负；滞后一期不显著。说明朝鲜 $(t-2)$ 月越对国际社会提及无核化， t 月其实施核行为的可能性就越小； $(t-3)$ 月该指标也有一个微弱的负效应； $(t-1)$ 月没有

影响。总体效应为负效应，说明朝鲜向国际社会释放“无核化”信息具有一定的真实性。

第二类是与通常观念不完全相符的指标，共有 7 个，分别是：指标 1（韩国对朝鲜的刺激）滞后一期系数为负且显著性最高；滞后三期系数为正但显著性较低；滞后两期不显著。这说明：当 $(t-1)$ 月发现指标 1 值增大时， t 月朝鲜核行为的威胁程度反而会降低；指标 1 在 $(t-3)$ 月会对 t 月朝鲜核行为产生微弱的正效应；在 $(t-2)$ 月则没有影响。总体负效应大于正效应，表明韩国对朝鲜的刺激越强烈，朝鲜在短时期内实施核行为的概率越低。

指标 2（朝鲜对韩国刺激的负面认知）滞后两期系数为负，数值较大且显著；滞后三期系数为负，数值较小；滞后一期不显著。这说明： $(t-2)$ 月朝鲜对韩国刺激的负面认知越强烈， t 月朝鲜实施核行为的威胁程度反而越低； $(t-3)$ 月这一指标也有一个微弱的负效应； $(t-1)$ 月则没有影响。指标 2 总体为负效应，这与指标 1 相一致，表明如果朝鲜认为来自韩国的刺激是严重挑衅的话，反而能够延缓其核行为的进程。换言之，韩国对朝鲜的威慑是否成功在一定程度上取决于朝鲜所认知的韩国刺激的威胁程度是否足够高。

指标 5（朝鲜对韩国政府的负面认知）滞后两期系数为负，且非常显著；滞后一期和滞后三期都不显著。说明 $(t-2)$ 月朝鲜对韩国政府的认知越负面， t 月朝鲜实施核行为的威胁程度反而越低。总体效应为负效应，这一点也与通常观点相反。这表明韩国保守党政府执政或者韩国政府趋向强硬会对朝鲜拥核具有一定的抑制作用。指标 1、2 和 5 的结果与沃尔特·克莱门斯等的有关朝鲜要与韩国在军事和威望上竞争的观点正好相反。^①

指标 9（朝鲜间的经济和人道主义互动）滞后一期系数为正且显著性最高；滞后两期和滞后三期系数为负，但显著性较低。说明 $(t-1)$ 月朝韩间有关经济和人道主义互动越频繁， t 月朝鲜实施核行为的威胁程度越高；而在 $(t-2)$ 月和 $(t-3)$ 月“朝韩间经济和人道主义互动”存在微弱的负效应。总体正效应大于负效应，这与通常观念相反。滞后一期出现明显的正效应，表明很可能朝鲜寻求经济援助是假，以开展经济人文互动为掩护，拖延时间发展核武力量是真。

^① 参见 Walter C. Clemens Jr., “North Korea’s Quest for Nuclear Weapons: New Historical Evidence,” *Journal of East Asian Studies*, Vol. 10, No. 1, 2010, p. 128; Victor D. Cha and David C. Kang, *Nuclear North Korea: A Debate on Engagement Strategies*, New York: Columbia University Press, 2003, p. 45; Young Sun Song, “North Korea’s Nuclear Issue,” *Journal of Northeast Asian Studies*, Vol. 10, No. 3, 1991, p. 63; Denny Roy, “Misunderstanding North Korea,” *Asia Pacific Issues*, No. 133, 2017, p. 3.

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

指标 10（朝鲜对韩提及核导力量）滞后一期系数为正，滞后三期系数为负，这两期系数显著性都很高；滞后两期不显著。说明 $(t-1)$ 月朝鲜越对韩国提及核导能力， t 月朝鲜实施核行为的可能性越大；而 $(t-3)$ 月朝鲜越对韩国提及核导能力， t 月朝鲜实施核行为的可能性反而越小； $(t-2)$ 月没有影响。该指标在 $(t-1)$ 月的影响方向符合通常观念，但在 $(t-3)$ 月的影响方向与通常观念不吻合。

指标 16（美国）滞后一期系数为正但显著性较低；滞后三期系数为负，显著性最高；滞后两期不显著。说明 $(t-3)$ 月朝鲜越提及美国， t 月实施核行为的可能性就越小； $(t-1)$ 月该指标有一个微弱的正效应； $(t-2)$ 月该指标没有影响。总体呈现负效应。这与通常观念相反，提示美国因素有可能对朝鲜的核行为起到了一定的威慑作用，朝鲜在拥核的过程中很关注美国的反应。

指标 22（朝鲜对国际社会提及核导力量）滞后一期系数为负且显著；滞后三期系数为负；滞后两期不显著。说明 $(t-1)$ 月朝鲜越对国际社会提及核导力量， t 月其实施核行为的可能性就越小； $(t-3)$ 月该指标也有微弱的负效用； $(t-2)$ 月没有影响。总体效应为负效应，这与通常观念相反。对比该指标与指标 10 可以看到，朝鲜对国际社会提及核导力量，完全是一种战术恐吓或者虚张声势。但朝鲜对韩国提及核导力量，与朝鲜核行为的关系则较为复杂，既有恐吓的成分，是对 $(t-3)$ 月的朝鲜核行为而言的，也有表达真实意图的成分，是对 $(t-1)$ 月的朝鲜核行为而言的。

上述结果为我们更深刻地理解朝核问题提供了一些有益的启示：

第一，朝鲜发展核力量的动机与朝鲜在无政府状态下的不安全感关系密切。现有关于朝鲜拥核动机的文献，大都认为或者暗示朝鲜发展核武器是为了针对某个或某几个具体的国家。但本文的估计结果和回归结果显示，朝鲜面向韩国的报道中提及半岛统一与民族和解目标的频率、面向韩国的报道中提及自主性与尊严性国家目标的频率都与核行为无关，中国因素、日本因素对朝鲜的核行为也同样没有影响。但同时，当朝鲜官方媒体对国际社会频繁提及国家的自主性目标时以及当朝鲜官方媒体频繁提及作为国际社会代表的联合国时，其接下来的核行为概率会上升。这提示我们，朝鲜拥核的动机或许并非直接针对某个具体国家，而是作为一个小国在无政府状态下希望减少自身不安全感的一种固有愿望。

第二，美韩对朝鲜的强硬政策有可能对朝鲜核行为起到抑制作用。统计结果显示，韩国对朝鲜的刺激越大，朝鲜越是负面地认知来自韩国的刺激，朝鲜对韩国时任政府的负面评价越高以及越负面地认知美国，其实施核行为的概率都会降低。这

在一定程度上证明,美国和韩国在朝核问题上的强硬政策对朝鲜发展核力量发挥了威慑作用。但考虑到朝鲜拥核的动机源于其安全感的缺乏,因此美韩的威慑只能延缓其拥核的进程,不可能彻底消除朝鲜拥核的意愿。这与朝鲜已成为事实上的核国家的情况是一致的。

第三,韩国与国际社会释放的缓和信号有可能延缓朝鲜拥核的进程。统计结果显示,朝鲜与国际社会的互动交流、朝韩间的政治对话交流越频繁,接下来朝鲜实施核行为的可能性就越小。这一趋势可与上述第一点相互印证,即朝鲜发展核武器的重要原因是国际社会无政府状态带给其的不安全感,而与国际社会的互动交流、与韩国的政治对话有可能会降低朝鲜的不安全感,由此延缓其发展核武器的急迫性。

第四,朝鲜向国际社会传递的“无核化”意图信号是真实的。关于朝鲜在核武器问题上的意图,朝鲜往往同时向外界(对韩国和对国际社会)传递两种含义截然相反的信号,一种是“无核化”,另一种是“发展核导力量”。当这两种意图信号混杂在一起时,外界往往会对朝鲜的真实意图倍感迷惑。那么,究竟哪种信号更能反映朝鲜的真实意图呢?上述研究结果显示,在总共四种情况中:朝鲜向韩国提及“无核化”的频率,不影响未来的朝鲜核行为(指标 11 显著性较低);朝鲜向韩国提及“发展核导力量”的频率,与未来不同时段朝鲜核行为发生概率的相关关系在方向上刚好相反(滞后一期系数为正,滞后三期系数为负);朝鲜向国际社会提及“发展核导力量”越频繁,其在未来实施核行为的概率反而越小;只有朝鲜向国际社会提及的“无核化”时,其信号是真实的,即朝鲜向国际社会提及“无核化”的频率越高,朝鲜在近期无意于核导试验的意图就越真实。

第五,朝鲜向国际社会传递的“外交应对”这种策略信号是真实的。面对外界(韩国和国际社会)的刺激,朝鲜有两种截然相反的应对策略,一种是外交应对(非武力,较温和),另一种是强硬应对(可能使用武力)。当朝鲜同时释放这两种策略信号时,外界往往会对朝鲜真正想要采取何种应对策略倍感迷惑。研究结果显示,指标 3(朝鲜对韩国刺激的强硬性应对)、指标 14(朝鲜对国际社会的强硬应对)的显著性水平均大于 30%,指标 4(朝鲜对韩国刺激的外交应对)的显著性水平大于 10%,这意味着,无论朝鲜对韩国声称其采取何种应对策略,无论朝鲜对国际社会如何声称其将采取强硬措施,均不显著影响朝鲜未来的核行为。只有指标 15(朝鲜对国际社会的外交应对)的总体效应为负效应且显著性水平低于 10%,表明朝鲜对国际社会释放的外交缓和信号是其真实的策略意图表达。

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

（四）朴素贝叶斯预测结果

根据附表 4 所示的朴素贝叶斯估计结果，我们首先运用 Matlab 软件对 2017 年 3 月到 2018 年 3 月的测试数据进行预测，结果如表 3 所示。在先验概率为实际概率的情况下，基于朴素贝叶斯的学习结果，2017 年 3 月，朝鲜核行为威胁指数落在低威胁程度区间的概率为 0.0000，落在中等威胁程度区间的概率为 1.0000，落在高威胁程度区间的概率为 0.0000。落在中等威胁程度区间的概率最大，因此模型对 2017 年 3 月朝鲜核行为的预测结果是中等威胁程度的核行为，这一结果与真实数据吻合。其余 12 个月同理。在这 13 个月中，有 6 个月（2017 年 6 月、7 月、9 月、11 月、12 月和 2018 年 1 月）的预测结果与实际情况不吻合，测试数据的整体准确率为 53.85%。然后，将 2006 年 4 月至 2018 年 3 月全部 144 个月的数据纳入模型进行预测，结果显示，模型对总体数据的预测准确数为 118 个月，准确率为 81.94%（具体结果参见附表 5）。

表 3 对测试数据的朴素贝叶斯预测结果

	真实数据		朴素贝叶斯预测结果（概率）		
	核行为威胁指数	分类	C_1	C_2	C_3
2017 年 3 月	5	C_2	0.0000	1.0000	0.0000
2017 年 4 月	3	C_2	0.0000	0.9999	0.0001
2017 年 5 月	3	C_2	0.0000	1.0000	0.0000
2017 年 6 月	0	C_1	0.0000	<i>1.0000</i>	0.0000
2017 年 7 月	30	C_3	0.0001	<i>0.9976</i>	0.0024
2017 年 8 月	4	C_2	0.0000	1.0000	0.0000
2017 年 9 月	16	C_3	0.0000	<i>0.9984</i>	0.0016
2017 年 10 月	0	C_1	0.4848	0.2917	0.2235
2017 年 11 月	15	C_3	0.0672	<i>0.9318</i>	0.0011
2017 年 12 月	0	C_1	0.0989	0.2817	<i>0.6194</i>
2018 年 1 月	0	C_1	0.4441	<i>0.5557</i>	0.0002
2018 年 2 月	0	C_1	0.9895	0.0105	0.0000
2018 年 3 月	0	C_1	0.9500	0.0454	0.0046

注：1. 以朝鲜实施各类核行为的实际先验概率作为先验概率。2. 斜体数值为与真实数据不符的预测数据。

观察附表 5 可以发现，在全部 144 个月中，2007 年 11 月至 2012 年 11 月，模型的预测准确率为 100%，而在 2015 年 6 月至 2015 年 11 月以及 2017 年 6 月至 12

月(测试数据的时间段)这两个时间段的错误预测情况较为集中。这提示,有可能受某种未知因素的影响,朝鲜核行为存在两种模式之间的切换。在这两个错误预测集中的时段中,前一个时段内朝鲜没有任何的核行为,后一个时段却连续几月进行高威胁程度的核行为。究竟是什么原因导致了这两个时期朝鲜核行为迥异于其他大部分时段的行为,目前还不明晰。但模型集中出错的两个时间段,恰恰也是学界对朝鲜核导行为判断出现巨大偏差的时期。2013年朝鲜进行第三次核试后,从2014年2月到2015年5月,朝鲜几乎连月试射弹道导弹,总计数目为32枚,占自2006年1月至2018年9月总发射数目的近30%。^①从2015年6月至12月,朝鲜便停止了核导试射,直到2016年1月突然进行了第四次核试验。第二个时间段的情况恰恰相反。基于过往朝鲜核试时间和核能力的推算,朝鲜在2016年进行两次核试验之后,学界普遍预测2017年朝鲜将暂停核导活动。但2017年4月至5月朝鲜集中试射弹道导弹,原因或许与此时期韩国朴槿惠下台,韩国正处于政治混乱期相关。但接下来7月、8月、9月和11月,朝鲜连续试射火星14和火星15洲际弹道导弹与进行第六次核试验,更是让国际社会措手不及。虽然目前尚不明晰原因是什么,但毫无疑问这是研究朝鲜核行为的两个非常重要的时期,值得深入研究。由于目前的数据量不足够多,我们只能通过朴素贝叶斯模型做出一种行为模式。随着以后收集的数据量的增多,可在此基础上构建起更多的朝鲜核行为模式。

总体而言,本文构建的预测模型对全时间段内的朝鲜核行为的预测准确率超过80%,表明本文构建的特征集基本捕捉到了影响朝鲜核行为的最主要因素,预测结果具有一定的现实参考意义。

(五) 稳健性检验

为进一步检验预测模型的可靠性,我们还需对其进行稳健性检验。这里使用等概率作为先验概率进行朴素贝叶斯估计。结果显示,等概率先验概率的朴素贝叶斯估计结果与实际概率先验概率的结果一致,对总体数据的预测准确率与前述结果相同,仍为81.94%。^②表明模型的预测具备稳健性。

(六) 朝鲜实际数据发布滞后的解决办法

如前所述,韩国统一部收集并发布的朝鲜媒体报道数据具有一定的时间滞后性(一般会滞后5~6个月),这使得模型在仅依赖现有数据的情况下,很难对当前时

^① 作者根据联合国安理会的专家报告、安理会决议、安理会媒体声明等自行整理,自2006年1月至2018年9月,朝鲜共计发射109枚弹道导弹。

^② 由于篇幅所限,数据结果可向作者索取。

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

间点之后的尚未发生的朝鲜核行为做出预测，这极大地限制了该模型的实用性。为解决这一问题，我们尝试在已有数据的基础上对全部 23 个指标进行 SARIMA（季节性差分自回归滑动平均模型）时间序列分析，模拟未来 6 个月的特征集数据。具体来说，现有的真实数据截止到 2018 年 2 月，我们通过 SARIMA 分析，模拟了从 2018 年 3 月到 2018 年 8 月这 6 个月的 23 组指标数据。接着，将模拟出的数据代入上文构建好的朴素贝叶斯估计模型，预测这一时间段的核威胁指数。然后，将预测结果与实际结果进行对比，检验 SARIMA 模拟数据的可靠性。

表 4 邹突变点检验结果

	邹突变点检验的 F 统计量	P 值
指标 1	0.071646	0.9309
指标 2	0.272780	0.7616
指标 3	0.701317	0.4975
指标 4	0.545188	0.5809
指标 5	2.039412	0.1337
指标 6	0.363969	0.6955
指标 7	1.342685	0.2642
指标 8	2.461332	0.0887
指标 9	0.620411	0.5391
指标 10	0.013673	0.9864
指标 11	0.316326	0.7293
指标 12	0.161868	0.8507
指标 13	1.218855	0.2985
指标 14	2.466620	0.0883
指标 15	2.193875	0.1150
指标 16	0.075684	0.9271
指标 17	0.056726	0.9449
指标 18	0.071724	0.1314
指标 19	2.690127	0.0711
指标 20	1.272826	0.2830
指标 21	0.708653	0.4939
指标 22	0.368221	0.6926
指标 23	0.977926	0.3785

表 5 对模拟数据的朴素贝叶斯预测结果

	真实数据		朴素贝叶斯预测结果（概率）		
	核行为威胁指数	分类	C_1	C_2	C_3
2018 年 4 月	0	C_1	0.8007	0.1993	0.0000
2018 年 5 月	0	C_1	0.8666	0.1334	0.0000
2018 年 6 月	0	C_1	0.9187	0.0778	0.0035
2018 年 7 月	0	C_1	0.9985	0.0000	0.0015
2018 年 8 月	0	C_1	1.0000	0.0000	0.0000
2018 年 9 月	0	C_1	1.0000	0.0000	0.0000

注：以朝鲜实施各类核行为的实际先验概率作为先验概率。

为检验模拟数据是否具有统计上的可信性，我们对 2018 年 3 月至 8 月这 6 个月的 23 组指标数据进行了邹突变点检验（Chow Breakpoint Test）。结果如表 4 所示，所有指标数据均在 5% 的置信水平上通过了该检验，说明模拟数据与原特征集数据具有相同的统计特征，模拟预测的结果可信。根据模拟数据得到的预测结果如表 5 所示，2018 年 4 月至 2018 年 9 月这 6 个月的预测结果与真实结果完全一致，模拟数据的准确率为 100%。这说明使用 SARIMA 方法对未来的特征集数据进行模拟，进而使用基于模拟数据的贝叶斯估计对朝鲜核行为进行预测具备可行性和有效性。未来在实际数据获取相对滞后的情况下，可考虑运用该方法对朝鲜核行为进行实时预测。

将模拟数据与测试数据的结果合在一起（2017 年 3 月至 2018 年 9 月），模型预测的准确率上升到 70%；将模拟数据与全部实际数据合在一起，模型总体预测准确率（2006 年 4 月至 2018 年 9 月）上升到 82.67%。随着数据量的增加，预测准确率在相应上升，这也再次印证了朴素贝叶斯模型在预测朝鲜核行为上的有效性。

四 结论

作为世界上信息最封闭的国家，朝鲜的决策程序和决策依据至今仍是难以从外部加以观察的“黑箱”，外界能够观察到的只是其看似变化无常的对外政策和行为，因此在很长时间内，学界普遍默认朝鲜对外政策难以预测，因此大量研究始终停留在“事后”诠释的水平。缺乏预判性、前瞻性研究，很可能是导致相关国家在朝核问题上屡屡陷入被动的一个重要原因。本文挑战了这一成见，以 2006 年至 2018 年每月朝鲜官方媒体国际新闻报道为数据集，运用朴素贝叶斯方法建立了朝鲜核行为的短期预测模

朝鲜核行为预测：变化无常还是有章可循

型。运用该预测模型，可根据前三个月的数据对未来一月朝鲜核行为进行预测。结果显示，本文建立的朴素贝叶斯预测模型的整体准确率超过 80%，预测效果稳健。本文的研究显示，朝鲜的对外行为完全有可能通过公开信息实现科学预测。

本文的建模过程提供了一种构建朝鲜对外行为预测模型的一般性思路，这种思路的核心内容就是利用贝叶斯方法，从已发生的事件中找到使预测结果发生概率最大化的条件。这种建模思路的基本步骤是：首先，根据现有专业研究成果，梳理对朝鲜某类行为相关因素的讨论。其次，根据上述梳理，确定有可能与朝鲜该类行为存在关联的特征指标，并根据可公开获取的朝鲜官方媒体报道，拟定报道文字中能够反映这些指标的特征词。然后，对这些指标的独立性做出检验，如果各指标满足相互独立的要求，则采用朴素贝叶斯方法，如果不满足，则采用贝叶斯网络或半朴素贝叶斯方法。然后，通过回归分析对所有特征指标进行初筛，剔除对预测结果关联不显著的特征指标。最后，利用筛选后得到的显著指标和各类行为的先验概率，计算得出贝叶斯预测模型。通过预测模型来测定未来一个月朝鲜的核威胁程度。此外，为有效解决朝鲜媒体报道数据搜集的滞后性问题，本文还在已有数据基础上对全部 23 个指标进行 SARIMA 时间序列分析，模拟未来 6 个月的指标数据。补全后的序列不仅通过邹突变点检验，而且模拟出的数据预测准确率为 100%。这证明，SARIMA 时间序列方法模拟数据具备可信性和高准确度。

从整体检验结果看，本文的模型预测仍然存在一定的误差。一个可能的原因是某些有可能影响朝鲜核行为的因素未纳入考察范围，比如前文提及的朝鲜核技术本身的发展水平。另一个可能的原因是数据中固有的噪声问题。由于政治学中尚没有有效地平滑数据的方法，^① 这也会在一定程度上影响了模型的准确度。为了克服这些因素的负面影响，进一步提高预测的准确率，应该加强对朝鲜核行为的理论研究，力求更全面地掌握与朝鲜核行为存在关联的所有因素，进一步丰富特征集；同时将贝叶斯预测方法与大数据技术紧密结合，扩大数据来源和样本量，以弥补噪声导致的误差。笔者相信，随着计算社会科学方法和技术的不断提高，我们对朝鲜乃至任何国家对外政策的研究都将更加前瞻化和科学化。

【来稿日期：2018-09-08】

【修回日期：2018-12-02】

【责任编辑：谢 磊】

^① 初始文本、文本统计过程中存在难以避免的误差，比如朝鲜故意通过新闻媒体释放烟雾弹，等等。

Sino-US relations and the course of world peace and stability. Constructing a Sino-US nuclear strategic stability framework is the cornerstone for achieving Sino-US strategic stability. The traditional strategic stability theory, which is mainly based on the hostile relationship between the two major symmetric camps led by the United States and the Soviet Union respectively, can hardly offer theoretical explanation and practical guidance for the stability of Sino-US nuclear strategy under the background of asymmetry and dynamic power shift. Therefore, from the perspective of asymmetric strategic balance, ensuring China's second-strike capability should be at the core of the Sino-US nuclear strategic stability framework. At the institutional level, both sides should establish relevant mechanisms by strengthening communication, consultation and negotiation, build consensus and fulfill legal commitments via agreements and treaties in order to construct a political framework that stabilizes Sino-US nuclear strategic dynamics. At the structural level, it is not necessary for China to seek nuclear forces equivalent to those of the United States. The key to Sino-US nuclear strategic stability lies in the overall consideration of military utility and political effects, the formulation of an integrated nuclear deterrence strategy, which includes enhancing the combat capability of China's nuclear forces, strengthening the determination to carry out deterrence operations and facilitating information transmission regarding nuclear deterrence so that China can be well equipped with the capacity to launch a nuclear counterattack against and cause unbearable losses to the United States.

[Keywords] Sino-US relations, power transition, strategic stability, nuclear strategic stability

[Authors] ZOU Zhibo, Senior Fellow, Deputy Director of Institute of World Economics and Politics, Chinese Academy of Social Science; LIU Wei, Assistant Research Fellow, Institute of World Economics and Politics, Chinese Academy of Social Science (Beijing, 100732).

60 **Capricious or Rule-based? Naive Bayesian Model and the Prediction of North Korea's Nuclear Behavior**

CAO Wei, LIU Qian and LIU Ziyue

[Abstract] It is generally believed in academia that North Korea's foreign policy is difficult to predict. Accordingly, a significant amount of research on its foreign policy has been subject to ex post facto interpretations without any predictability. This paper intends to challenge this preconception and thus establish a short-term prediction model for North Korea's nuclear and missile tests. By using international news reports from North Korean media from 2006 to 2018 as a dataset and monthly data as the data sample and by creating an optimal feature set and applying the naive Bayesian method, a prediction model for North Korea's nuclear behavior is able to be constructed. The model's prediction tests show that the overall accuracy exceeds 80%. With the desirable prediction effects, the model is proved to have robust performance. Based on the statistical results, an early-warning index system for predicting North Korea's nuclear behavior can be established to conduct real-time monitoring on North Korea's nuclear trends on a short-term, medium-term or long-term basis. In order to solve the problem of relative lag in the collection of news reports, this paper attempts to adopt the SARIMA time series analysis to

simulate the feature set data of the next six months. The estimated data are statistically credible and the prediction accuracy is relatively high. The findings are that North Korea's nuclear behavior is far from being unpredictable as perceived by the outside. In fact, North Korea's nuclear behavior exhibits a highly stable tendency of patternization over a fairly long period. This paper tries to prove that when appropriate methods are adopted, even for such information-closed countries as DPRK, relatively accurate predictions of state behavior will work out. This modeling approach can shed light on developing general approaches to the predictions of state behavior.

[Keywords] North Korea's nuclear issue, nuclear test, Bayesian method, prediction approach, foreign policy research

[Authors] CAO Wei, Associate Professor, Department of International Politics, University of International Relations; LIU Qian, Lecturer, Department of International Economics, University of International Relations (Beijing, 100091); LIU Ziyue, Ph.D. Candidate, Department of International Relations, Tsinghua University (Beijing, 100084).

89 **Internal Armed Conflicts in an Extraterritorial Context: A Strategic Interaction Perspective**

YANG Chenbo

[Abstract] Anti-government armed forces crossing national borders to carry out resistance operations pose a tremendous threat to regional security. The externalization of internal conflicts has become a hot topic among researches in the field of international security. With regard to the extraterritorial context of internal armed conflicts, this paper aims to analyze the strategic interaction pattern among the target state, the insurgents and the host state by establishing a game theory model. The extraterritorial context of internal conflicts can sabotage both domestic stability of the target state and regional security. The game theory model developed by this paper tries to illustrate conflict risks in an extraterritorial context by focusing on strategic moves of the target state, the host state and the insurgents. When information asymmetry exists between the insurgents and the host state, strategic interactions will lead to several possible scenarios in regard to situations of armed conflicts and the bilateral relationship between the target state and the host state. The model tries to delineate possible conditions for different conflict dynamics. It is generally argued that the conditional factors include 1) the capacity of the host state to exert influence on insurgents' behavior, 2) the ability of the target state to prevent the insurgents from receiving support from the host state, and 3) the extent of interdependence between the target state and the host state. The fact that the externalization of internal conflicts are interwoven with state-to-state hostility poses extra challenges for peacekeeping operations and the mediation efforts exerted by regional security mechanisms. Relevant states as well as international security institutions are supposed to discern the particular strategic context of each conflict, which contributes to the creation of long-term peacekeeping programmes.

[Keywords] civil conflict, insurgent funding, insurgents' border transgression, coercion, strategic interactions

[Author] YANG Chenbo, Assistant Professor, School of Social Sciences, Shenzhen University (Shenzhen, 518060).