

基于层次分析法的科技安全影响因素研究

何培蕾^{1,2*}, 张锐^{1*}, 董佳乐¹, 张鑫^{1#}

¹成都信息工程大学物流学院, 四川 成都

²昆明理工大学信息工程与自动化学院, 云南 昆明

收稿日期: 2022年1月19日; 录用日期: 2022年2月16日; 发布日期: 2022年2月24日

摘要

通过对已有文献进行归纳分析, 梳理出影响我国科技安全的因素, 即科技环境和科技实力两大类, 具体包括国际政治、技术封锁、科技体制、行业水平、科研经费和创新能力、科技人才、科技成果、科技基础。基于层次分析法, 利用yaahp工具计算出各因素的权重排序, 最终得出创新能力是影响科技安全的最主要因素, 科技环境的影响次于科技实力。

关键词

科技安全, 影响因素, 层次分析法

Research on Influencing Factors of Science and Technology Security Based on Analytic Hierarchy Process

Peilei He^{1,2*}, Rui Zhang^{1*}, Jiale Dong¹, Xin Zhang^{1#}

¹School of Logistics, Chengdu University of Information Engineering, Chengdu Sichuan

²School of Information Engineering and Automation, Kunming University of Science and Technology, Kunming Yunnan

Received: Jan. 19th, 2022; accepted: Feb. 16th, 2022; published: Feb. 24th, 2022

Abstract

Through summarizing and analyzing the existing literature, the factors affecting the safety of science and technology in China are sorted out, namely, scientific and technological environment

*第一作者。

#通讯作者。

and strength, including international politics, technology blockade, science and technology system, industry level, scientific research funds and innovation ability, scientific and technological personnel, achievements and foundation. Based on analytic hierarchy process, using the yaahp tool to calculate the weight of each factor. Ultimately, it is concluded that the innovation ability is the most important factor affecting the safety of science and technology, and the influence of science and technology environment is second to the strength of science and technology.

Keywords

Technology Security, Influencing Factors, Analytic Hierarchy Process

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

如今, 科技发展与日俱新, 但科技安全领域所存在的发展不平衡、规则还需健全以及秩序不太合理等问题, 使摩擦在不同国家和地区间不断产生, 例如“孟晚舟”事件、“滴滴出行”APP 违法违规收集使用个人信息以及促使敏感数据跨境流动事件、华为和中兴被列入美国实体清单事件等, 使得科技安全问题引起人们高度重视。因此, 准确认识影响科技安全的因素对改善科技安全相关问题具有重要的现实意义。

故本文在梳理相关文献的基础上, 采用层次分析法(Analytic Hierarchy Process)探索影响科技安全的主要因素, 为加强科技安全领域风险防范、提升科技安全体系构建能力、构建科技安全保障体系等工作提供参考。

2. 文献综述

科技安全一直备受国内外关注, 就影响科技安全的因素方面, 诸多学者从多角度对其进行了探究。科技安全管理设施建设发展滞后, 阻碍关键设备和系统的国产化, 不能满足科技安全的可持续发展要求[1]。我国科技安全所面对的主要挑战是西方发达国家对技术的封锁和遏制[2]。我国人才使用短视行为较为普遍, 尤其在高科技人才引进方面, 流失的顶尖人才数量居世界第一[3]。在维护国家利益方面, 良好的科技工作运行机制提供了相应科技支撑, 且它对提升科技实力也有所帮助; 知识产权的自主权是科技安全的风险来源之一[4]。林聪榕(2007)等认为, 科技安全的影响因素不仅包含科技实力、科技体制、科技法规、科研基础设施、社会环境、国际局势, 还包括在助力经济社会可持续发展与提升综合国力方面, 科技是否发挥了充分的作用[5]。民营企业进入国防科技工业、参与装备科研生产存在着法律法规等诸多困难[6]。刁联旺(2016)等构建出科技安全评价指标体系, 涉及到科技实力安全、科技人才安全和科技环境安全, 并在此基础上做了定量分析, 结果表明需实行多项有效措施对处于临界安全状态的科技安全进行相关维护[7]。孙德梅(2017)等梳理出了包括科技体制、科技活动、政策法规、科技环境、科技实力和安全管理在内的 6 个对科技安全有影响的因素, 经过分析, 最终得出科技实力直接影响了我国科技安全, 科技体制、科技环境以及科技政策法规则有间接的影响作用[8]。唐月(2019)通过实证分析和假设检验的方法, 得出科技实力、科技环境、科技法规、自主创新能力和科技人才管理都对国防科技工业科技安全有正向影响[9]。李铎(2016)对国家科技安全能力的 4 个主因素和 13 个子因素进行了假设分析和验证, 得出科技安全制度的完善性、科技创新能力的强弱性、科技安全工作的运行性, 以及科技安全系统的协调性这四个因素都明显影响了国家科技安全能力[10]。

综上所述, 各研究成果中, 不同影响因素对科技安全的影响程度各有差异, 给予了本文一定的启发和借鉴。基于以上文献的梳理结果, 本文将影响科技安全的因素归纳为两大部分: 科技环境和科技实力, 科技环境分为国际政治、技术封锁、科技体制、行业水平和科研经费, 科技实力分为创新能力、科技人才、科技成果和科技基础。

3. 研究思路

本文通过问卷调查法进行数据收集, 利用 yaahp 工具在 AHP 方法的原理下对数据进行处理和分析, 将主要研究工作分为三部分, 依次为数据准备、数据分析和讨论, 如图 1 所示。首先梳理相关文献归纳出影响科技安全的因素, 并依此建立科技安全指标体系, 利用 yaahp 工具制作问卷并发布, 之后对回收数据进行一致性检验和修正。同时, 本文基于各专家各方面水平的差异, 对专家的权重进行设置。将准备好的数据导入 yaahp 工具, 采用 AHP 中的群决策方法进行数据计算和分析, 得出各影响因素权重的排序。最后对数据分析结果进行解读, 得出结论。

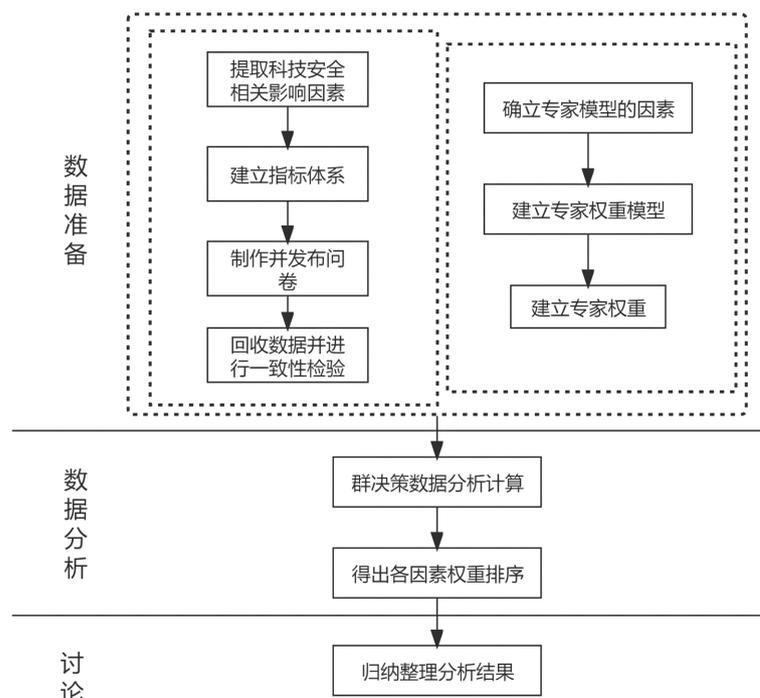


Figure 1. Research ideas

图 1. 研究思路

4. 分析过程

4.1. 指标体系

利用 yaahp 工具, 将归纳出的科技安全影响因素按照层级结构, 构建出指标体系的层次模型, 如图 2 所示。

4.2. 专家权重

在群决策中, 鉴于个人知识、能力与经验等有所不同, 导致由专家所完成的判断矩阵的真实度以及可信度有着一定差异, 因而各位专家的判断对最终判断具有不同的贡献度, 即各专家具有不同的权重[11]。

为体现参评者对不同指标的重视程度, 避免所设权重与属性的实际重要程度相差较大, 本文选择主观赋权法, 基于 AHP 方法原理, 利用 yaahp 工具构建专家评价层次模型, 针对知识、能力和经验三个方面对专家进行评价, 计算出各专家的权重值(保留小数点后两位), 如下表 1 所示。

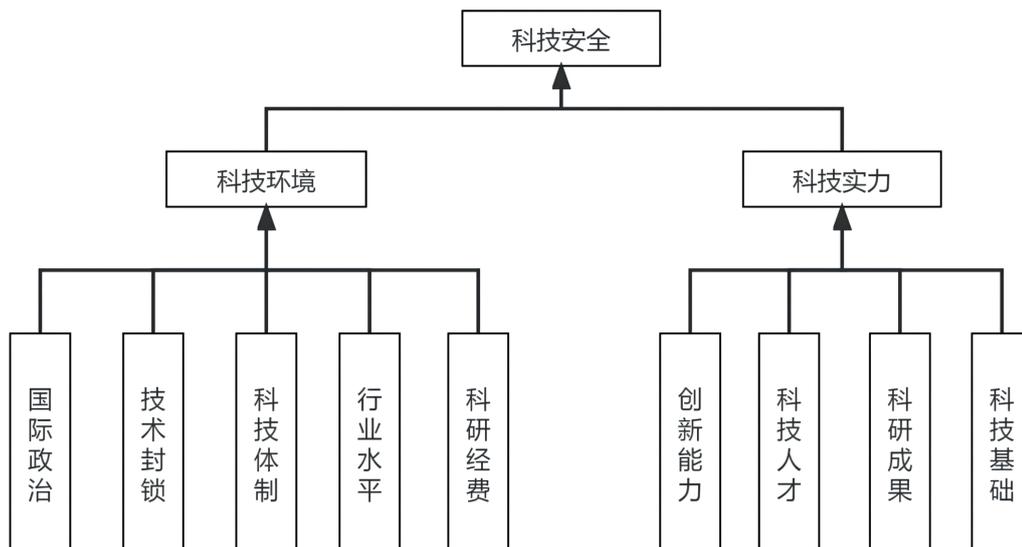


Figure 2. Hierarchical model of science and technology security impact factors
图 2. 科技安全影响因素层次模型

Table 1. Expert weight
表 1. 专家权重

	专家一	专家二	专家三	专家四	专家五
权重	0.38	0.31	0.15	0.08	0.08

4.3. 数据收集

为明确各因素间的重要程度, 本文采用九级标度(如表 2 所示)将问卷的作答设置为量表形式。选定 5 位熟悉科技安全这一主题的专家发布问卷并回收数据, 再从 yaahp 工具导入数据生成判断矩阵, 并进行一致性检验。通常, 一致性比率 CR (consistent ratio) 小于 0.1 时, 则代表该问卷的回收数据通过了一致性检验, 数据保持逻辑一致。

Table 2. Nine-level scale
表 2. 九级标度

标度	重要等级
1	两因素相比, 同等重要
3	两因素相比, 前者稍微重要
5	两因素相比, 前者明显重要
7	两因素相比, 前者强烈重要
9	两因素相比, 前者极端重要
2,4,6,8	上述两相邻判断的中值

表3以专家一关于科技环境判断矩阵为例进行展示,其中 $CR = 0.0255 < 0.10$ 通过一致性检验,该数据逻辑一致,可用。

Table 3. Expert I—technology environment judgment matrix

表 3. 专家一——科技环境判断矩阵

科技环境	国际政治	技术封锁	科技体制	行业水平	科研经费	CR
国际政治	1	4	3	3	1	0.0255 < 0.10
技术封锁	1/4	1	1/2	1/2	1/3	
科技体制	1/3	2	1	2	1/3	
行业水平	1/3	2	1/2	1	1/3	
科研经费	1	3	3	3	1	

4.4. 数据分析

将回收的5位专家数据导入yaahp软件,构造群决策判断矩阵并进行一致性检,在所有数据均通过一致性检验的基础上,基于表1的专家权重结果,对生成的判断矩阵采用加权几何平均法,利用yaahp工具计算得出各影响因素的权重排序结果(保留小数点后四位)。科技环境和科技实力两个高层级因素的权重分别为0.2297和0.7703,如表4所示,科技实力因素所占权重明显高于科技环境。

Table 4. Science and technology security judgment matrix and weight results

表 4. 科技安全判断矩阵及权重结果

科技安全	科技环境	科技实力	Wi(权重)	CR
科技环境	1	0.2982	0.2297	0 < 0.10
科技实力	3.3533	1	0.7703	

科技环境中的子影响因素权重结果如表5所示。其中,科研经费权重为0.2921,在科技环境的五个子因素当中排第一,其次为科技体制(0.2883)和行业水平(0.1589)。技术封锁因素在这五个子因素中的权重最低,为0.1173。五位专家对科技环境中子因素评价的一致性比率为0.0225,小于0.1,通过了一致性检验,表明整体的评价结果是可以被接受的。

Table 5. Science and technology environment judgment matrix and weight results

表 5. 科技环境判断矩阵及权重结果

科技环境	国际政治	技术封锁	科技体制	行业水平	科研经费	Wi	CR
国际政治	1	1.2259	0.594	0.8143	0.4913	0.1434	0.0225 < 0.10
技术封锁	0.8158	1	0.3776	0.6579	0.5164	0.1173	
科技体制	1.6834	2.6483	1	2.7539	0.6587	0.2883	
行业水平	1.228	1.52	0.3631	1	0.6587	0.1589	
科研经费	2.0355	1.9364	1.5181	1.5181	1	0.2921	

科技实力包含的四个子因素的权重排序结果如表6所示。其中,创新能力所占权重最高,为0.3307,其次为科技人才,为0.3217,二者相差小于0.01,说明创新能力在科技实力中是影响科技安全的较为重要的因素,而科技人才的重要性在一定程度上和创新能力相当。科技基础和科技成果所占权重较低。科

技实力中子因素评价的一致性比率为 0.0027, 通过了一致性检验。

Table 6. Science and technology strength judgment matrix and weight results
表 6. 科技实力判断矩阵及权重结果

科技实力	创新能力	科技人才	科技成果	科技基础	Wi	CR
创新能力	1	1.0919	2.9242	1.2875	0.3307	0.0027 < 0.10
科技人才	0.9159	1	2.6633	1.5181	0.3217	
科技成果	0.342	0.3755	1	0.5489	0.1194	
科技基础	0.7767	0.6587	1.822	1	0.2282	

将以上结果按照科技环境和科技实力的权重占比和层级结构, 再次进行计算, 得出最终综合权重排序结果, 如图 3 所示。其中权重占比位居前三的因素依次是: 创新能力、科技人才和科技基础, 且这三个因素均为科技实力因素的子因素。权重最小的是技术封锁, 其值为 0.027。整体来看, 前三个子因素的权重值均大幅大于后面子因素, 表明该三个子因素对科技安全的影响较其他子因素来说更重要。

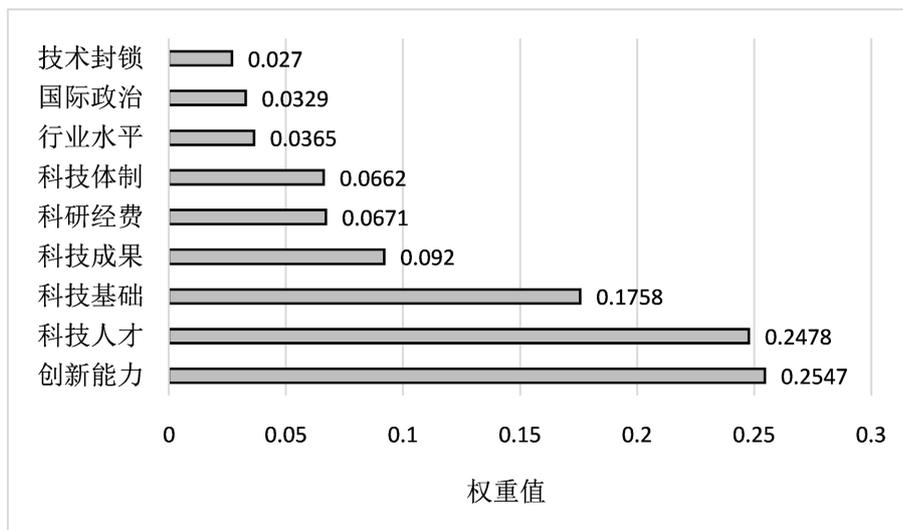


Figure 3. Comprehensive weight results
图 3. 综合权重结果

5. 讨论

基于以上分析, 本文得出以下结论:

1) 在本文所列影响因素中, 创新能力这一因素对科技安全的影响最大。这也与我国大力鼓励科技创新的政策相符合。江泽民同志曾谈道“创新是一个民族进步的灵魂, 是一个国家兴旺发达的不竭动力”。21 世纪以来, 我国积极实施创新驱动发展战略, 国家相继颁布系列政策来支持各行各业创新事业的发展。因此, 维护我国科技安全, 需着重培养创新能力。

2) 对科技安全的影响较重要的前三个因素分别是: 创新能力、科技人才和科技基础, 且这三个因素所占权重与其他因素之间差距较大。同时, 此三者之间有着一定的内在联系: 科技基础是科技发展前进的铺垫, 科技发展需要人才的推动, 拥有创新能力的科技人才是我国科技发展事业中最宝贵的资源财富。

3) 在各因素权重排序中, 位居前三的子因素都属于科技实力方面, 科技环境的子因素权重排序较靠

后。故比起科技环境, 科技实力对科技安全的影响更大。我国立于新的发展方位上, 要以更高的目标、更长远的眼光, 对提升科技实力进行深远谋划和系统部署, 用科技实力捍卫科技安全。同时, 科技环境作为提升科技实力的客观基础条件, 也不容忽视。

4) 所列各因素中, 权重占比最小的是技术封锁。我国当前正着力于扩大科研自主权, 致力于培养壮大一批科技领军企业。技术封锁因素的占比也体现了我国对于独立自主走自己的科研道路的态度十分乐观并且抱有极大的信心。

综上所述, 要提高科技安全水平, 需大力提升科技创新能力、引入优质科技人才、夯实科技基础, 同时, 也需创造良好的科技环境, 比如增加科研经费、完善科技法规体制、提高整体行业水平等, 来为我国科技实力的提升保驾护航。

本文通过问卷调查, 回收专家对各个因素的评价数据, 采用了 AHP 层次分析法进行分析和权重计算, 得出以上结论。但仍存在一些不足, 例如打分专家的人数较少、指标选取的角度较为单一等。以后的研究可针对这些不足进行改进, 在多专家评分的基础上, 选取更细化的指标进行分析和探索。

基金项目

成都信息工程大学大学生创新创业训练校级项目“科技安全影响因素研究——以四川省为例”(202010621321)。

参考文献

- [1] 石彪, 刘海波. 构建开放、协调、可持续的科技安全文化[J]. 科学与社会, 2017, 7(2): 27-34.
- [2] 潘正祥, 杨迎会. 全球化时代科技安全和我国面临的挑战[J]. 未来与发展, 2007(1): 2-6.
- [3] 张家年, 马费成. 国家科技安全情报体系及建设[J]. 情报学报, 2016, 35(5): 483-491.
- [4] 谭冉. 箭在弦上, 如何打好科技安全保卫战? [J]. 经济, 2017(19): 50-54.
- [5] 林聪榕, 李自力. 关于科技安全问题的理论思考[J]. 科技管理研究, 2007(12): 68-70.
- [6] 陈一博. 关于民营企业进入国防科技工业的思考[J]. 国防技术基础, 2006(4): 20-23.
- [7] 刁联旺, 王珩. 国家科技安全评价及其统计分析[C]//中国指挥与控制学会. 第四届中国指挥控制大会论文集. 北京: 电子工业出版社, 2016: 559-563.
- [8] 孙德梅, 吴丰, 陈伟. 我国科技安全影响因素实证分析[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(22): 107-114.
- [9] 唐月. 国防科技工业科技安全影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2019.
- [10] 李铎. 基于 SEM 的国家科技安全能力影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2016.
- [11] 蒋文能. 群组决策中专家权重确定的思路和方法[J]. 统计与决策, 2013(2): 24-28.