



北京市教委促进人才培养综合改革项目资助出版  
项目号：0089 1465 730 301

# 安全科学知识图谱

导论

李杰 著



Introduction to Knowledge Map of  
Safety Science



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从安全科学知识产出与分布、合作规模与网络、主题演化与比较、研究前沿与知识基础以及期刊聚类与知识流动 5 个方面对安全科学的文献图谱进行了初步的绘制,为读者全面展示了当前安全科学的基本图谱,为读者提供一种对安全科学的全新认识。特别地,本书在附录部分提供了当前国内与科学计量和图谱分析有关的博士论文和专著列表,为读者提供了进行此方面研究和学习的知识基础。

本书可作为安全科学与工程专业的本、专科及研究生的教材或参考书,也可作为安全科学研究人员和科学计量学研究生的参考用书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

安全科学知识图谱导论/李杰著. —北京: 化学工业出版社, 2015. 4  
ISBN 978-7-122-23247-2

I. ①安… II. ①李… III. ①安全科学-图谱  
IV. ①X-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 043731 号

责任编辑: 杜进祥  
责任校对: 王素芹

文字编辑: 林 媛  
装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 17½ 字数 328 千字 2015 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

# 序 一

安全科学文献是安全科学工作者在长期的不断实践中逐渐积累的安全科学成果，是保证安全科学持续发展的智力资源。经过安全科学数十年的发展，安全科学学术论文、书籍、专利以及研究报告等研究成果已经初具规模。其中，安全科学的学术论文作为安全科学研究成果的主要形式之一，在安全科学的研究中具有重要的意义。一方面，对过去安全科学文献的学习有助于更好地传承、吸收和利用以往的研究成果；另一方面，在已经积累的文献中还蕴含着大量的潜在信息，这些信息显然可以通过一定的形式产生关联从而产生新的信息。由此，对大量的安全科学文献进行分析是非常有必要和有价值的。

文献计量学以科学文献为研究对象，通过量化的方法发掘科学文献潜在的文献信息而被广泛应用于科技评价、国家科技发展以及相关行业热点或前沿的研究。随着计算机和数据处理技术的不断发展，文献计量学与数据挖掘、数据可视化技术实现了有效的结合。在此基础上逐渐发展起名为“科学知识图谱”的研究热潮。《安全科学知识图谱导论》便是众多学科知识图谱研究工作的一部分。该著作选取了安全科学方面的期刊，对安全科学的文献从产出与分布、合作网络与规模、主题演化与比较、研究前沿与知识基础以及期刊聚类与知识流动 5 个大方面，从宏观的角度对安全科学知识图谱进行研究。该书以一种全新的视角对相关安全问题进行了系统的论述。这项研究反映了在日常的安全科学研究中我们不仅仅要关注所谓的“事件或事故”，也要更多地研究以往海量的安全科学成果并有效地指导安全科学研究。

当然，由于安全科学学科本身的复杂性，该研究还存在一些需要和值得进一步进行研究和分析的部分。比如，在今后的安全科学文献研究中，还可以结合其他形式的文献，如专利、标准以及书籍等。又比如，可以分专题对安全科学进行文献研究，探测国内外安全科学研究的热点和前沿，有效地为我国安全科学发展战略提供借鉴。总之，《安全科学知识图谱导论》作为文献图谱理论与方法在安全科学研究中的首次实践，从得到的结果来看，值得进一步研究和推广。

**冯长根**

北京理工大学教授、博士生导师

中国科学技术协会副主席

2014年12月18日

## 序 二

无论是过去还是现在，形形色色的安全问题不胜枚举，从泰坦尼克的处女航，到切尔诺贝利的核反应堆，从飓风卡特里娜带来的大面积破坏，到对走出非洲的埃博拉给全球所带来的谈虎色变的威胁。我们日常生活中对安全问题的注意往往是在安全出现问题以后。更为普遍的是，即使我们认识到了潜在的安全隐患，但是在行动上却迟迟难以兑现，甚至不清楚如何着手。从认识到行动之间往往不是一小步之隔，而是需要从本质和全局迈出一大步。

我们的决策和行动常常取决于我们对风险的评估甚至知觉，而这些又都受到各种信息、噪声和不确定性的影响。比如，权威医学期刊《柳叶刀》曾经在 1998 年发表过一篇后来被撤销的论文，其中提到 MMR 混合疫苗或许会导致自闭症。这一潜在的风险引起了英格兰很多父母的担心从而不让孩子们接受 MMR 混合疫苗。英国政府甚至检测到了当时 MMR 发病率增加的趋势。最近的例子是由一例又一例埃博拉所引起的恐慌，有的医院由于害怕感染埃博拉甚至决定不能重复使用价格昂贵的血液分析仪器。20 世纪 80 年代以生命的代价从 Therac-25 的一连串事故换来的对安全性的教训成为软件工程研究诞生的原因之一。

以上的例子仅仅说明安全和风险与我们的生活工作有着千丝万缕的联系。安全科学则是专门研究形形色色安全问题的一个科学分支。一方面，由于安全问题源于许许多多不同的领域和专业，安全科学注定会包括许多不同的研究方向和目标。另一方面，安全科学有必要研究各式各样安全问题中的普遍性和基本原理及研究方法。那么这样一个学科到底包括哪些研究重点？

它的发展又经历了哪些变化？它的发展前景又会如何？

对于经验丰富的安全科学专家学者来说，他们对这些问题很可能已经有自己的答案和独特的观点。从另外一个角度来说，任何个人的观点都难免具有倾向性。人们发现专家往往更不容易接纳新概念。他们的长处有可能也是他们的短处。

对于初次涉猎安全科学的人们来说，这些问题尤其重要。对于一个陌生的研究领域，我们要花多少精力、时间和宝贵的资源来弄清楚这些宏观上的问题？对初学者来说，安全科学的核心问题是什么？安全科学的学科结构和动态如何？从哪里可以找到这个领域里最活跃的专家？等等，这些问题都具有实际意义，可以影响他们下一个学习计划，以致投身于安全科学的发展。

李杰在本书对这些问题从不同的角度，用不同的方法提供了一系列既丰富直观而又严谨细致的答案。这本书不仅适于初学者，也适于安全科学本领域的专家，因为本书的范围包括了对国内外安全科学文献的广谱分析，从核心期刊、研究机构、专家、学者，到关键词和关键文献以及他们之间的各种联系。

本书采用的方法是非常独特的。它巧妙地运用了一系列科学图谱工具把安全科学的核心文献做了一个细致的扫描。近年来科学图谱研究的普及，尤其是越来越多的科学图谱工具，大大降低了科学图谱应用的门槛，也使越来越多的人认识到和体验到科学图谱的潜力和优势。即便在这种条件下，使用现有的科学图谱工具也并非易如反掌，手到擒来。各个科学图谱工具在设计和风格上各显神通，更重要的是他们各自都有自己最关心的问题，因而各自具有不同的侧重，不同的钢往往会用在不同的刀刃上。这一方面丰富了科学图谱的整体功能，大家有了更多更广的选择空间。然而，另一方面也大大增加了学习使用不同工具的难度。

李杰在本书详细地展示了如何巧妙地运用一组最常用的科学图谱工具，

通过对中外相关文献的分析来了解安全科学的各个方面。这组工具主要包括加菲尔德的 HistCite、印地安纳大学的 SCI2、荷兰莱顿大学的 VOSViewer 和我的 CiteSpace。除了这组科学图谱工具之外，本书的分析中还用到了通用网络可视化软件 Pajek 和 Gephi。有时为了全面地回答一个问题，分析中往往要借助两三个工具的功能来实现。这为读者展示了灵活运用现有工具的潜力。所以本书所适用的第三类读者是那些对科学图谱感兴趣并希望实际操作的学者和学生。

本书的另一个特色是对基本概念与重要公式的介绍和实际解读融汇于一系列对安全科学从文献的各个角度所作的分析。

最后，我认为本书实际上还适用于另外一类读者，即管理、监督、统筹等宏观决策部门。对安全问题的深入了解应该作为宏观系统设计、实施和运行的一个重要的组成部分。

**陈超美**

美国德雷塞尔大学教授、博士生导师

Drexel-DLUT 知识可视化与科学发现联合研究所(美方)所长

大连理工大学长江学者讲座教授

2014 年 11 月 16 日



## 前 言

1990年9月24日至26日在联邦德国科隆市召开了第一届世界安全科学大会,接着1991年5月国际 *Journal of Occupational Accidents* 更名为 *Safety Science*, 同年1月我国《中国安全科学学报》创立等一系列安全科学里程碑的事件,标志着安全科学在学术上正式开始被专门关注。近年来,安全科学作为新兴的综合性、交叉性学科得到了快速的发展,但有关安全科学的基础性问题仍然讨论不断。关于安全科学是什么?安全科学的研究对象是什么?以及安全科学基本规律是什么?这些问题一直是全世界安全科学学术界广泛关注的话题,直至今日学术界对此仍然没有达成比较统一的见解。继1977年美国西弗吉尼亚大学 Oakly, Gerald Wayne 的博士论文《安全科学与技术领域的若干概念讨论》<sup>①</sup>以来,1981年联邦德国学者库尔曼出版专著《安全科学导论》<sup>②</sup>对安全科学从人-机-环境-法制以及社会层面进行了全面的介绍,1983年日本学者井上威恭《最新安全科学》<sup>③</sup>从安全系统工程角度对安全科学进行了介绍。在此期间,我国安全科学开创者刘潜先生将安全科学由传统的系统安全认识发展到了安全系统认识。

---

① Gerald Wayne Oakley. Major Concepts in the Field of Safety Science and Technology. Ann Arbor, West Virginia University, 1977.

② Kuhlmann, Albert. Einführung in die Sicherheitswissenschaft [M]. Wiesbaden: Vieweg Köln, Verlag TÜV Rheinland, 1981. <http://www.zvab.com/displayBookDetails.do?itemId=238665101&b=1> [库尔曼(Kuhlmann, A.)著.安全科学导论.赵云胜等译.武汉:中国地质大学出版社,1991].

③ 井上威恭. 新しい安全の科学. 中央労働災害防止協会, 1983. <http://books.google.com/books/about/%E6%96%B0%E3%81%97%E3%81%84%E5%AE%89%E5%85%A8%E3%81%AE%E7%A7%91%E5%AD%A6.html? id=-4s-PwAACAAJ>.

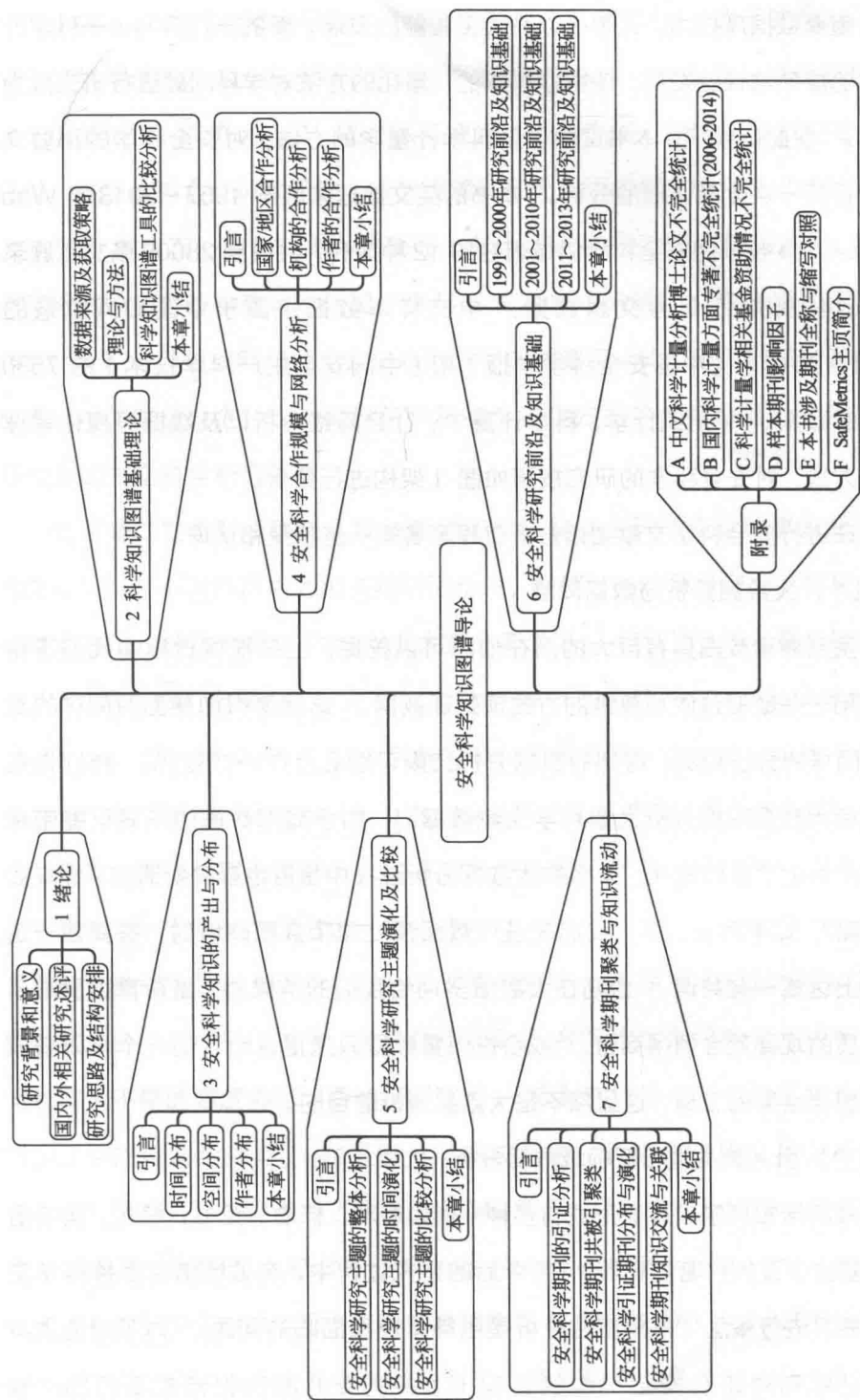


图 1 本书基本架构

随着数据库技术、计算机以及人工智能的发展，新的一门学科——科学计量学的成熟与快速发展，使得以科学的、量化的方法对学科问题进行研究成为可能。在此背景下，本书试图借助科学计量学的方法，对安全科学的重要文献进行第一次全面详细的分析。本书的英文数据来源于 1957~2013 年 Web of Science 收录的安全科学领域著名的 12 种期刊，共得到 28009 条文献题录数据，422662 条参考文献数据。中文样本数据来源于中国知网收录的 1991~2013 年《中国安全科学学报》和《中国安全生产科学技术》的 7530 条文献数据。采用统计学、科学计量学、社会网络分析以及数据可视化等理论和方法，对安全科学的研究按照如图 1 架构进行分析。

在进行安全科学文献图谱分析过程笔者有一些感受和认识。

### (1) 大数据分析 with 数据降维

虽然海量数据具有巨大的潜在信息可供挖掘，但在挖掘过程中我们不得不采用一些数据过滤和降维的方式预处理数据。这就使得即使面对同样的数据，同样的分析目的，得到的数据分析结果可能会存在一些变化。特别是在当前使用社会网络分析大量科学文献数据时，由于局部数据的不同可能带来网络结构的显著性变化，那么在大数据分析过程中是否也存在所谓的“蝴蝶效应”呢？如果存在，那么我们在进行数据预处理和数据降维时，需要在一定程度上达成一些共识。否则在大数据呈现给我们的结果时，是否真正反映了其本质的规律就会值得商榷。或者说海量数据只是提供给我们一个可以获取自己想要结果的工具，这显然不是大数据分析的目的。

### (2) 引入新类型和新领域数据分析

众所周知科学成果的形式有多种，例如专利、标准、图书、报刊、网络信息、基金以及软件著作权等。在今后的研究过程中，有效地结合多种科学文献形式，进行多层次多角度的分析是亟待解决和面临的问题。为了避免太多的专业期刊对研究安全科学的影响（太多的专业期刊将带来更多的“噪

声”），本书在期刊选择上尽量避开了安全行业主题的期刊。鉴于安全科学的综合学科属性以及安全科学研究的不断细化和深入，行业安全科学研究的话题 [ 涉及火灾、煤矿、化工、电力以及交通（公路交通、铁路以及航空等）等领域，并且还包含了风险管理、应急管理以及灾害预防等主题 ] 也已经具有较大规模。笔者下一步将在本书的基础上有计划地对行业安全研究的热点和前沿问题进一步进行研究，为我国安全科学发展战略的制定提供借鉴和依据。特别地，在当前互联网和社交媒体不断发展的背景下，如何有效地结合互联网以及科学文献信息进行安全科学研究和安全科学方面的公众态度的分析是一个全新的安全科学研究领域。

为了帮助安全科学研究人员快速学习和了解安全科学文献计量方面的基本知识，以及有效地应用到相关科研活动中，在每章小结部分专门就相关软件的使用方法和经验做成了 PPT 供大家免费学习。特别地，笔者策划设计了安全科学文献计量英文主页（<http://www.safemetrics.risk-technologies.com>，详见附录 F）。在今后条件允许的情况下，预计在每年的 7 月发布安全科学最新的科学文献分析报告，供全球安全科学工作者免费获取。

在本书写作过程中得到了来自多方面的帮助和指导，感谢首都经济贸易大学安全与环境工程学院各位老师对本书的支持和帮助，感谢我的博士生导师郭晓宏教授一直以来在学术方面的支持和帮助。在撰写本书过程中，郭老师始终从各个方面予以指导、支持以及帮助。在写作过程中郭老师的严谨治学和诲人不倦的态度将影响着我不断努力。感谢在留德一年中导师萨沙在科研生活中的帮助和指导。在留德一年的过程中，萨沙教授从论文的写作规范、一般要求方面对我进行了认真、耐心的指导，并力所能及地提供了良好的学术环境和科研氛围。感谢首任 Safety Science 主编 Andrew Hale 教授以及首任《中国安全科学学报》主编刘潜教授在本书写作过程中给予的安全科学专业方面的指导，与两位安全科学前辈的交流得到的感动大于得到的知识。

感谢科学计量学领域学者德雷塞尔大学陈超美教授、中国科学技术信息研究所武夷山研究员等在科学计量专业方面的指导和帮助。此外，还更要感谢首都经济贸易大学姜亢教授、北京理工大学冯长根教授、清华大学申世飞教授、台湾中华大学李开伟教授对本书的审读和推荐。感谢首都经济贸易大学宫双华教授、郭建中教授、吴少平教授以及谢中朋老师在学术上的支持和指导，感谢隗合佳、德国斯图加特大学李慧杰博士及甄雷、首都经济贸易大学李方正博士、武汉大学吕鹏辉博士在相关学术研究中的帮助。感谢化学工业出版社为本书的出版所做的努力。感谢家人在自己求学路上一如既往的支持和鼓励。感谢求学道路上一一直关心、帮助和鼓励的所有人。

笔者深知个人学识有限，本书对文献图谱的结果更多的在“是什么”（What）的层次，而对“为什么”（Why）的分析还欠缺。笔者诚挚地希望本书所得结果能对安全科学学者有所启发，起到抛砖引玉的作用。最后，书稿中难免会出现一些不妥之处，希望读者能够多提意见以便在今后的研究中加以修正，电子邮箱 lijie\_jerry@126.com，个人博客：<http://blog.sciencenet.cn/u/jerrycueb>。

**李杰**

**2014年10月于德国斯图加特**

## 术语缩写列表

缩写	全称	中文对照
BCA	Bibliographic Coupling Analysis	文献耦合分析
BCAA	Bibliographic Coupling Analysis of Authors	作者的文献耦合
BCAD	Bibliographic Coupling Analysis of Documents	论文的文献耦合
BCAJ	Bibliographic Coupling Analysis of Journals (sources)	期刊的文献耦合
BCAO	Bibliographic Coupling Analysis of Organizations	机构的文献耦合
CAA	Co-Author Analysis	作者共现分析
CAAA	Co-Author Analysis between Authors	作者合作分析
CAAC	Co-Author Analysis between Countries/Territories	国家合作分析
CAAO	Co-Author Analysis between Organizations	机构合作分析
CCA	Co-Citation Analysis	引文分析
CCAA	Co-Citation Analysis between Authors	作者的共引分析
CCAD	Co-Citation Analysis between Documents	文献的共引分析
CCAJ	Co-Citation Analysis between Journals	期刊的共引分析
CWA	Co-Words Analysis	共词分析
DL	Direct Linkage	DL 模型
JCR	Journal Citation Reports	期刊引证报告
WoS	Web of Science	科学引文数据库
SCI	Science Citation Index Expanded	科学引文索引
SSCI	Social Sciences Citation Index	社会科学引文索引
CSSCI	Chinese Social Sciences Citation Index	中国社会科学引文索引
CSCD	Chinese Science Citation Database	中国科学引文
CNKI	China National Knowledge Infrastructure	中国知网
SNA	Social Network Analysis	社会网络分析
TLCS	Total Local Citation Score	本地被引次数
TGCS	Total Global Citation Score	WoS 中总被引次数

# 目 录

## 第 1 章 绪论

1

- 1.1 研究背景和意义 ..... 1
  - 1.1.1 研究背景 ..... 1
  - 1.1.2 研究目的和意义 ..... 7
- 1.2 国内外相关研究述评 ..... 7
  - 1.2.1 安全科学研究现状 ..... 7
  - 1.2.2 科学计量系统性应用述评 ..... 14
- 1.3 研究思路及结构安排 ..... 20
  - 1.3.1 研究思路 ..... 20
  - 1.3.2 结构安排 ..... 20

## 第 2 章 科学知识图谱基础理论

23

- 2.1 数据来源及获取策略 ..... 23
  - 2.1.1 数据来源 ..... 23
  - 2.1.2 数据获取方法 ..... 24
- 2.2 理论与方法 ..... 33
  - 2.2.1 科学文献计量概述 ..... 33
  - 2.2.2 主要分析方法概述 ..... 40
- 2.3 科学知识图谱工具的比较分析 ..... 49
- 2.4 本章小结 ..... 53

## 第 3 章 安全科学知识的产出与分布

54

- 3.1 引言 ..... 54
- 3.2 时间分布 ..... 58
  - 3.2.1 国外数据样本时间分布 ..... 58

3.2.2 国内数据样本时间分布 .....	61
3.3 空间分布 .....	61
3.3.1 国家/地区的产出与分布 .....	61
3.3.2 机构论文的产出与分布 .....	66
3.4 作者分布 .....	73
3.4.1 国外作者产出与分布 .....	73
3.4.2 国内作者产出与分布 .....	80
3.5 本章小结 .....	85

## **第4章 安全科学合作规模与网络分析**

**87**

4.1 引言 .....	87
4.2 国家/地区合作分析 .....	93
4.2.1 国家/地区合作规模分析 .....	93
4.2.2 国家/地区合作网络分析 .....	95
4.3 机构的合作分析 .....	99
4.3.1 机构合作规模分析 .....	99
4.3.2 机构合作网络分析 .....	100
4.4 作者的合作分析 .....	107
4.4.1 作者的合作规模分析 .....	107
4.4.2 作者的合作网络分析 .....	109
4.5 本章小结 .....	116

## **第5章 安全科学研究主题演化及比较**

**118**

5.1 引言 .....	118
5.2 安全科学研究主题的整体分析 .....	119
5.3 安全科学研究主题的时间演化 .....	124
5.3.1 1969~1990年安全科学主题分析 .....	124
5.3.2 1991~2000年安全科学主题分析 .....	126
5.3.3 2001~2010年安全科学主题分析 .....	129
5.3.4 2011~2013年安全科学主题分析 .....	131
5.3.5 安全科学研究主题演进分析总结 .....	133
5.4 安全科学研究主题的比较分析 .....	138



5.4.1	中国国际与国内论文主题比较 .....	138
5.4.2	欧美的安全科学研究主题比较 .....	141
5.4.3	安全科学关联主题分析与比较 .....	145
5.4.4	安全期刊主题可视化比较研究 .....	149
5.5	本章小结 .....	162

## 第6章 安全科学研究前沿及知识基础

164

6.1	引言 .....	164
6.2	1991~2000年研究前沿及知识基础 .....	170
6.2.1	1991~2000年研究前沿分析 .....	170
6.2.2	1991~2000年知识基础分析 .....	184
6.3	2001~2010年研究前沿及知识基础 .....	187
6.3.1	2001~2010年研究前沿分析 .....	187
6.3.2	2001~2010年知识基础分析 .....	200
6.4	2011~2013年研究前沿及知识基础 .....	203
6.4.1	2011~2013年研究前沿分析 .....	203
6.4.2	2011~2013年知识基础分析 .....	212
6.5	本章小结 .....	214

## 第7章 安全科学期刊聚类与知识流动

217

7.1	引言 .....	217
7.2	安全科学期刊的引证分析 .....	218
7.3	安全科学期刊共被引聚类 .....	220
7.3.1	安全科学期刊整体共被引分析 .....	220
7.3.2	安全科学期刊共被引的时序分析 .....	226
7.4	安全科学引证期刊分布与演化 .....	228
7.4.1	安全科学期刊引证分布分析基础 .....	228
7.4.2	安全科学期刊引证的整体分布 .....	232
7.4.3	安全科学引证期刊的时序分析 .....	238
7.5	安全科学期刊知识交流与关联 .....	240
7.5.1	安全科学期刊知识交流研究基础 .....	240
7.5.2	安全科学期刊的知识交流与相关性 .....	241