



学科发展战略研究报告

安全科学与工程学科 发展战略研究报告

▶ (2015~2030)

国家自然科学基金委员会
工程与材料科学部



科学出版社

学科发展战略研究报告

**安全科学与工程学科
发展战略研究报告
(2015~2030)**

国家自然科学基金委员会
工程与材料科学部

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是国家自然科学基金项目“安全科学与工程学科发展战略研究”(项目批准号: 51444002)的研究成果,也是我国安全学科经过多年发展、在国务院学位委员 2011 年颁布的《学位授予和人才培养学科目录》中成为一级学科后该学科的首个学科发展战略研究报告。

全书分为两篇十一章,分别论述了安全科学与工程学科整体及其下设的五个二级学科方向安全科学、安全技术、安全系统工程、安全与应急管理、职业安全健康的战略地位、发展规律和态势、发展现状和发展布局、发展目标及其实现途径、优先发展战略以及政策措施。书中还给出了安全科学与工程学科的定义、理论基础、研究方法、学科结构等基础理论问题及重点发展方向等。

本书是国家自然科学基金委员会“十三五”发展战略研究系列报告的组成部分。经过本学科数十位老中青科学家历时近两年的研究、讨论和反复修改完成,它将是安全科学与工程学科“十三五”期间乃至 2030 年前遴选优先资助领域的重要参考依据,可供高等院校、科研院所科研人员开展基础研究参考。

图书在版编目(CIP)数据

安全科学与工程学科发展战略研究报告. 2015—2030/国家自然科学基金委员会工程与材料科学部编. —北京: 科学出版社, 2016

ISBN 978-7-03-050291-9

I. ①安… II. ①国… III. ①安全科学-学科发展-发展战略-研究报告-中国-2015-2030 ②安全工程-学科发展-发展战略-研究报告-中国-2015-2030 IV. ①X9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 258028 号

责任编辑: 吴凡洁 冯晓利 刘翠娜/责任校对: 桂伟利

责任印制: 张 伟/封面设计: 王 浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京东华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年12月第一版 开本: 720×1000 B5

2016年12月第一次印刷 印张: 23 1/2

字数: 456 000

定价: 150.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《安全科学与工程学科发展战略研究报告(2015~2030)》

编著委员会

组织委员会:

组 长: 范维澄 袁 亮

副组长: 朱旺喜 张来斌 何学秋

成员(按所在章次排序): 范维澄 袁 亮 朱旺喜 张来斌 何学秋
李 军 张俊文 傅 贵 申世飞 张和平 吴 超 李树刚
金龙哲 宋守信 李 涛

评审组(按审阅时间排序): 吴宗之 刘 剑 吴 强 刘泽功 张卫东
周心权 王德明 胡千庭 施式亮

撰写组:

第一篇

第一章: 傅 贵 张和平 申世飞 周福宝 帅 健 孙金华
王喜世 王青松

第二章: 张江石 傅 贵 张和平 申世飞

第三章: 樊运晓 傅 贵 张和平 申世飞

第四章: 谭 波 傅 贵 张和平 申世飞

第五章: 帅 健 傅 贵 张和平 申世飞

第六章: 佟瑞鹏 傅 贵 张和平 申世飞

第二篇

第七章: 吴 超 林柏泉 罗新荣 文 虎 颜 焯 翁文国
陈长坤 张和平 谢 宏

第八章: 李树刚 邓 军 赵耀江 周福宝 梁 伟 蒋军成

林海飞 成连华 李 贝 赵鹏翔

第九章：金龙哲 张 麟 许开立 郭晓宏 刘 建 胡瑾秋
陈文璞 朱建芳

第十章：宋守信 张 力 栗继祖 翁文国 司 鹤 汪 彤
潘显钟 胡 鸿 王 茜 周 睿 代宝乾 陈明利
张 毅 段晓红 刘耀龙 袁朋伟 刘效广 王 琳
瞿皎姣

第十一章：李 涛 缪 庆 王忠旭 王焕强 李 霜 俞文兰
胡伟江 陶 雪 姚 琨 张 斌 朱晓俊 唐仕川
李 斌

综合组：

傅 贵 申世飞 张和平 周福宝 帅 健 樊运晓
张江石 佟瑞鹏 姜 伟 张 琥

序

党的十八届五中全会提出，到 2020 年我国将全面建成小康社会，国内生产总值和城乡居民人均收入比 2010 年翻一番。建设与发展靠创新，习近平总书记在 2016 年 5 月召开的全国科技创新大会上特别指出，“科技创新的战略导向十分重要，必须抓准，以此带动科技难题的突破。”创新能力源自基础研究。国家自然科学基金作为支持基础研究的主渠道，必然对发展基础研究、带动创新，将国家建成小康社会的战略目标起到关键作用。安全科学与工程学科在国务院学位委员会、教育部 2011 年 3 月颁布的《学位授予和人才培养学科目录》中升级为一级学科，这在安全科学史上是具有里程碑意义的大事，做好其发展战略规划，有序发展其基础研究，对于保证国家经济建设的顺利进行、实现我国经济社会发展的战略目标意义重大。

安全科学与工程学科，在国际上属于公共安全或者公共健康领域，其中发展成熟、研究集中的部分是职业安全与健康。自 20 世纪 70 年代起，该学科由各行业安全技术向超越行业技术、系统的管理体系发展，科学研究、学科发展也随之变得综合起来。在我国，该学科对应的本科教育起源于 50 年代部分高等学校设置的劳动安全、劳动卫生专业，后来于 1984 年发展成为安全工程专业，其对应的研究生教育起源于 80 年代地质勘探、矿业、石油学科中的安全技术与工程学，2011 年发展成为安全科学与工程一级学科，也超越了行业及行业技术。目前，全国有 160 多所高等院校设有安全工程本科专业，有近 30 个博士、50 多个硕士点及 60 个工程硕士学位点培养安全科学与工程专业的研究生，该学科的专业教师和专业科研人员众多，且几乎每个省都有安全专业科研机构，正在形成世界上最大的安全专业学术队伍，对世界安全科学的贡献越来越大。据不完全统计，自 2013 年以来我国对世界安全科学的学术贡献量已经居世界第二位，仅次于美国，发展迅速。但是也应该看到，我国单个安全科研机构的学术贡献在国际上还未处于前沿地位，学术贡献量大但水平还需要进一步提高，在国际上起引领作用的学术高点还没有形成。

此外，由于我国工业化起步比较晚，基础设施薄弱，安全业绩还远未达理想。虽然事故起数、事故导致的死亡人数保持持续下降状态，大部分地区和重点行业领域安全状况基本稳定，但安全生产形势依然严峻而复杂，和世界发达国家相比，我国不但事故总量较大，重特大事故也时有发生，安全生产体制、机制、法制仍需科学指导下继续完善。不能忽视的是，安全科学与工程学科在我国发展时间

短，基础研究深度有限，知识体系还处在发展之中，不但很多事故致因机理还需要进一步认识，知识传承、国民安全教育也需要大力开展，大幅提高人们的安全知识、意识水平，改善行为方式，提高事故预防能力也十分必要。

基于上述，国家自然科学基金委员会启动了安全科学与工程学科发展战略研究，旨在为安全科学与工程学科的基础研究建立长期的战略规划，力争对本学科今后 10~15 年的科学研究尤其是基础研究起指导作用。这项研究对明确学科发展现状与未来，发挥我国科学基金的支持作用，有序发展安全科学研究，占领世界科学高点，更加有效地解决安全领域存在的各类科学问题，保持国民经济持续、稳定、健康发展，保证人民安康，使劳动者体面的工作有着特殊的重要意义。

安全科学与工程学科是以生产、生活中发生的各类事故为研究对象、以预防这类事故为研究目的的综合科学。其研究对象涉及食品安全、信息安全、社会安保、设备安全、国家安全、生产安全、消防安全、交通安全、自然灾害造成损失、市场秩序、社会稳定等各类意外事件，也涉及这些事件应急处置过程中发生的意外事件，对象繁多；其研究的组织涉及家庭、社区、机关团体、公司企业等各种类型，组织多样；其研究方法涉及自然科学、社会科学、系统科学等各类科学方法，丰富多彩；其研究内容涉及上述事件的发生原因、演化规律，还涉及防控对策，内容很广。因此，研究过程组织了 70 多位来自各安全领域的顶级科学家参与工作。经过近两年的细致工作，现已完成。呈现给社会和科学界的这部战略研究著作，虽是该学科历史上的第一次，但参与的科学家来源范围广，征求意见充分，研究过程组织有序。我有理由相信，这部著作一定会对促进该学科的快速、有序发展起积极作用。谨向这些付出辛劳的科学家表示衷心的感谢和敬意。

当然，科学在发展，政治与经济环境在改变，像其他学科一样，安全科学与工程学科的发展战略研究也不会一蹴而就，持续研究依然必要，当前这项战略研究结果也存在缺点和不足，诚挚欢迎各界读者给予批评指正。

国家自然科学基金委员会副主任
中国科学院院士

2016 年 10 月

前 言

安全科学与工程学科的发展始于安全学科的建立。1980年2月，国务院颁布《中华人民共和国学位条例》，开始实行学位制度。1982年国务院学位办公室公布我国第一个《人才培养与学位授予专业目录》，并于1983年、1990年、1997年和2011年进行了四次修改完善，在此过程中，安全学科的名称在该目录中多次发生变化。1982年，安全学科的名称是“安全技术与工程学”，为二级学科，列在一级学科“地质勘探、矿业、石油”之下；1983年，取消了原二级学科“安全技术与工程学”，只在一级学科“地质勘探、矿业、石油”下列出二级学科“采矿工程（含安全技术）”；1990年，二级学科名称改为“安全技术及工程”，列在一级学科“地质勘探、矿业、石油”之下；1997年，“安全技术及工程”的名称没有变化，但一级学科的名称改为“矿业工程”；2011年，在国务院颁布的《学位授予与人才培养学科目录》中，安全学科升级为一级学科，名称是“安全科学与工程”。至此，安全学科经过30多年最终成为一级学科。

安全学科成为一级学科，不仅是学科名称和学科地位的变化，更从本质上反映了国家工业化水平和社会文明程度的提高。从安全学科的发展过程中可以看出，本学科是从某些特殊行业或领域（如石油、矿业等）的安全生产实践中发展起来的，所以，以往的安全学科仅为行业安全生产或生产安全提供技术支撑。但随着经济和社会的发展，安全的内涵和外延比历史上任何时候都要丰富，时空领域比历史上任何时候都要宽广，内外因素比历史上任何时候都要复杂。安全学科除了要满足传统的行业安全的需求，还必须同时为更广泛的公共安全领域提供科学支撑，成为公共安全的骨干支撑学科。

安全学科涵盖内容多、涉及范围广，是一门研究事故或灾难预防和应对的学科，涉及自然灾害、事故灾难、公共卫生、社会安全及国家安全等各行业、各领域。

安全学科成为一级学科后，国务院安全科学与工程学科评议组开始研究其二级学科的设置。2013年，国务院学位委员会第六届学科评议组组织编写《学位授予和人才培养一级学科简介》，其中，安全科学与工程一级学科设置了五个二级学科方向，分别是安全科学、安全技术、安全系统工程、安全与应急管理和职业安全健康，但对安全科学与工程学科的研究对象、研究目的、学科定义、基本规律、与其他学科的交叉与分界关系等学科基本问题和二级学科设置的理论根据未做充分阐述，对需要重点发展的研究领域也未予以研究。

目前，安全科学与工程学科在国家自然科学基金委员会主要归口在工程与材料科学部的工程一处（冶金与矿业）进行项目管理，管理科学、地学科学、医学科学等相关科学部，也资助部分安全学科的相关项目。

国际上尚未对安全学科进行统一学科归类。在高等人才培养方面，分列于应用科学、管理学、法学、医学等学科之中；在学术研究方面，主要研究各行业的安全、健康、环境、质量、安保等相关事故预防与应对的手段与策略。

综上所述，我国尚未对安全科学与工程学科的基本科学问题、基本规律、学科设置、与其他学科边界关系、科学基金项目的归口管理、未来 5~10 年的重点发展方向等一系列问题进行系统研究。因此，国家自然科学基金委员会工程与材料科学部专门立项，研究安全科学与工程学科的发展战略，系统规划学科的中、长期发展，这对学科的发展和我国公共安全科技水平的提高具有十分重要的现实意义。

本书以国务院安全科学与工程学科评议组确定的五个二级学科为主线，成立以范维澄院士、袁亮院士为组长，以朱旺喜研究员、张来斌教授、何学秋教授为副组长的安全学科发展战略研究项目组，下设综合组（组长傅贵教授、申世飞教授、张和平教授）、安全科学组（组长吴超教授）、安全技术组（组长李树刚教授）、安全系统工程组（组长金龙哲教授）、安全与应急管理组（组长宋守信教授）、职业安全健康组（组长李涛研究员），分别研究五个二级学科的发展战略、撰写研究报告，最后汇总形成整个安全科学与工程一级学科的发展战略研究报告，共有来自全国高校和科研机构的 70 多位专家参加撰稿（名单分列在每章最后）。吴宗之研究员、刘剑教授、吴强教授审阅了本书的部分内容。报告最后由项目组长、副组长定稿。此外，刘泽功教授、张卫东教授等专家及中国矿业大学（北京）的多位学者也参加了部分研究工作。周心权教授、王德明教授、胡千庭研究员、施式亮教授对全稿进行了审阅，并提出了宝贵的建议和意见，在此表示衷心的感谢。国家自然科学基金委员会工程与材料科学部朱旺喜研究员曾数次莅会指导，项目组一并致以衷心的感谢。

本次学科战略规划研究历时一年半，但由于该学科在我国的发展历程较短，学术界对安全科学与工程的认识仍处于百家争鸣、百花齐放的阶段，在诸多问题上尚未达成共识和形成定论。同时，全书作者众多，观点也会有差异，缺点和不足之处在所难免，恳请各界专家学者提出宝贵意见和建议，以指导未来的持续研究及学科战略规划的完善工作。

作者

2016年2月

目 录

序
前言

第一篇 学科总体发展战略

第一章 战略地位	3
第一节 学科定义和特点	3
第二节 学科结构	4
第三节 学科发展战略需求	5
第二章 发展规律和发展态势	8
第一节 学科特点及其与其他学科的交叉关系	8
第二节 基础科学问题	8
第三章 发展现状与发展布局	11
第一节 安全科学与工程学科发展现状	11
第二节 安全科学与工程学科发展布局	15
第四章 发展目标与实现途径	19
第一节 总体目标	19
第二节 标志性成果	20
第三节 实现途径	22
第五章 优先发展领域	24
第一节 中长期（2030年）发展优先领域	24
第二节 “十三五”规划（2020年）优先领域	28
本章主要参考文献	29
第六章 政策措施	30
第一节 学科目录调整	30
第二节 人才队伍建设	30
第三节 经费投入保障	31
第四节 宣传贯彻活动	31
第五节 过程监督管理	32
第六节 国际合作	32

第二篇 分学科发展报告

第七章 安全科学	35
第一节 学科的战略地位	35
第二节 学科的发展规律和发展态势	43
第三节 学科的发展现状与发展布局	54
第四节 学科的发展目标及其实现途径	75
第五节 优先发展领域	82
第六节 政策措施	91
本章主要参考文献	94
第八章 安全技术	97
第一节 安全技术学科的战略地位	97
第二节 安全技术学科的发展规律和发展态势	103
第三节 安全技术学科的发展现状与发展布局	111
第四节 安全技术学科的发展目标及其实现途径	117
第五节 优先发展领域	121
第六节 政策措施	126
本章主要参考文献	128
第九章 安全系统工程	130
第一节 战略地位	130
第二节 “全景”式学科地貌图	146
第三节 学科优先发展方向	163
第四节 政策措施	165
第十章 安全与应急管理	169
第一节 战略地位	169
第二节 发展规律和发展态势	176
第三节 发展现状与发展布局	191
第四节 发展目标及其实现途径	223
第五节 优先发展领域	230
第六节 政策措施	243
本章主要参考文献	246
第十一章 职业安全健康	253
第一节 战略地位	253
第二节 发展规律和发展态势	272
第三节 发展现状与发展布局	288

第四节 发展目标及其实现途径	307
第五节 优先发展领域	323
第六节 政策措施	344
本章主要参考文献	356

第一篇 学科总体发展战略

第一章 战略地位

第一节 学科定义和特点

一、学科定义

安全科学与工程学科是研究人类生产及生活过程中事故或灾难的发生机理和规律，及其预防与应对的科学体系。研究对象为工业生产、自然环境、社会生活等领域的各种事故或灾难。研究内容主要包括事故或灾难的孕育、发生、发展的原因和规律，预防、控制与应急等原理和方法，后果及其影响分析、防控方法策略等。

二、理论基础

安全科学与工程学科是一门综合性学科，以理、工为基础，与人文社科、管理、法律等多学科交叉融合的学科，涉及人类生产和生活的各个方面，并与理论科学、技术科学和应用科学产生交叉，并以这些学科为理论基础，如物理学、化学、地球科学、计算机科学、工程学、毒理学、心理学、经济与管理学等。随着现代安全科学理论与工程技术的不断发展，目前已形成了较为完备的安全科学与工程学科理论体系，主要包括安全科学学、安全技术学、安全系统学、安全心理学、安全人机学、安全法学、安全经济学、安全管理学、安全教育学等。

三、研究方法

安全科学与工程学科的理论体系是在认识与解决人类生产及生活过程中事故、灾难等安全问题的过程中逐步形成的，因此，自然科学和社会科学的通用研究方法亦适用于该学科，且须考虑人为因素。同时，安全科学与工程学科也具有其自身特点的研究方法，主要包括：

(1) 基于公共安全科技“三角形”理论模型的系统工程方法。安全科学与工程是公共安全的骨干支撑学科，涉及自然灾害、事故灾难、公共卫生、社会安全等多个领域。在科学研究和规划中，逐步形成了公共安全科技“三角形”理论模型，按照突发事件、承灾载体、应急管理三条主线及其相互作用，分别研究突发事件的孕育、发生、发展到突变的演化规律及其产生的能量、物质和信息等风险作用的类型、强度及时空特性；研究承灾载体在突发事件作用下和自身演化过程

中的状态及其变化，可能产生的本体和（或）功能破坏，及其可能发生的次生、衍生事件；研究应急管理即在上述过程中如何施加人为干预，从而预防或减少突发事件的发生并弱化其作用。增强承灾载体的抵御能力，阻断次生事件的链生，减少损失。避免由于应急不当可能造成的突发事件的再生、承灾载体的破坏及代价过度。

（2）大数据挖掘。安全科学与工程学科是人类在与事故、灾难的斗争过程中产生、发展并不断完善的。因此，通过大数据挖掘分析，可全面、深化认识事故、灾难的发生机理及其发展规律，从而为科学预测事故、灾难的发生及其发展趋势，以及制定应急预案和其他安全管理等工作提供支撑。

（3）高精度数值模拟。事故、灾难通常具有巨大的破坏性和危险性，直接威胁人的生命、财产安全，甚至危害自然环境、社会安全等。因此，通过高精度数值模拟研究，既可再现事故、灾难过程，又可节约研究成本等，其将是全方位、深层次研究事故、灾难的机理和规律必不可少的研究手段之一。

（4）大尺度物理模拟。事故、灾难的致灾机理及其发展规律通常受多种因素及复杂工况条件的影响。因此，通过大尺度物理模拟研究，可获取真三维、高相似比的模拟结果，既可丰富对相关事故、灾难认识的实验数据，又可对相关的高精度数值模拟结果进行验证，其将是该学科推荐的主要研究手段之一。

（5）工程验证试验。事故、灾难的发生、发展，及其防治技术或方法的作用机制等，通常受多种、复杂机制和工况条件等的影响，难以通过缩尺度实验模型进行模拟验证。因此，在条件许可的情况下，通过工程验证试验对相关防治技术或方法进行有效性验证等，将是该学科研究必将坚持的手段之一。

第二节 学科结构

该学科针对研究对象的侧重点不同，主要设置安全科学、安全技术、安全系统工程、安全与应急管理、职业安全健康五个二级学科方向。

一、安全科学

安全科学学科是研究人类生产及生活过程中事故、灾难的孕育、发生机理及其发展规律的科学体系，其隶属于安全科学与工程学科。研究对象为工业生产、自然环境、社会生活等领域的各种事故、灾难。研究内容主要包括事故、灾难的孕育、发生机理和发展规律等。

二、安全技术

安全技术学科是研究人类生产及生活过程中事故、灾难的防治技术和方法的

科学体系，其隶属于安全科学与工程学科。研究对象为工业生产、自然环境、社会生活等领域的各种事故、灾难。研究内容主要包括事故、灾难的预防、控制、应急等技术原理和方法，以及防控方法的优化等。

三、安全系统工程

安全系统工程学科隶属于安全科学与工程学科，其主要运用系统论的观点和方法，结合工程学原理及有关专业知识来研究生产安全管理和系统工程。其研究内容主要包括危险的识别、分析与事故预测；分析构成安全系统各单元间的关系和相互影响，协调各单元之间的关系，取得系统安全的最佳设计等。

四、安全与应急管理

安全与应急管理学科隶属于安全科学与工程学科，其主要应用科学、技术、规划与管理等手段，研究突发事件的事前预防、事发应对、事中处置和事后恢复过程中，必要的应对机制和应采取的必要措施。该学科研究内容主要包括安全决策理论与方法、安全风险评估与预警、应急救援与恢复重建、安全心理与行为等。

五、职业安全健康

职业安全健康方向主要研究各行业工作人员的生理、心理受到的损害原因及其预防对策，目的在于保护工作人员的健康不受危害因素伤害。该学科主要包括安全健康毒理学、卫生工程学、职业病（伤害）统计学、职业安全健康管理等。

第三节 学科发展战略需求

一、学科自身发展的需求

安全科学与工程学科虽然是一门新兴的综合性交叉学科，但我国在事故、灾难致灾机理、发展规律及其防治等方面的研究随着国家科技水平的提高越来越得到重视和发展。我国开设“安全科学与工程”类本科专业的高校已有 160 多所，全国有硕士点 52 个、博士点 27 个，每年招收本科生、硕士生、博士生分别约为 6000 名、1200 名和 220 名，高层次专业化人才队伍已具规模。特别是近年来，我国在一些典型行业事故、灾难的发生、发展规律和致灾机理等方面的研究取得了较为系统深入的研究成果。如在煤矿、建筑等行业火灾、爆炸等事故防治方面的研究，处于国际先进或领先水平，并引领若干研究方向。但是，作为一门新兴的综合性交叉学科，其涉及众多行业和研究方向，知识体系极具复杂多元性特征，因而仍面临不同行业或方向之间的发展不均衡、学科体系仍不够系统完善、人才