



中国科协学科发展研究系列报告  
中国科学技术协会 / 主编

2016—2017

# 水土保持与荒漠化防治 学科发展报告

中国水土保持学会 | 编著

REPORT ON ADVANCES IN  
SOIL AND WATER CONSERVATION & DESERTIFICATION COMBATING



中国科协学科发展研究系列报告  
中国科学技术协会 主编

2016—2017

# 水土保持与荒漠化防治 学科发展报告

中国水土保持学会 | 编著

REPORT ON ADVANCES IN  
SOIL AND WATER CONSERVATION & DESERTIFICATION COMBATING

中国科学技术出版社  
· 北京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

2016—2017 水土保持与荒漠化防治学科发展报告 / 中国科学技术协会主编; 中国水土保持学会编著. —北京: 中国科学技术出版社, 2018.3

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-7936-9

I. ① 2… II. ① 中… ② 中… III. ① 水土保持—学科发展—研究报告—中国—2016—2017 ② 沙漠化—防治—学科发展—研究报告—中国—2016—2017 IV. ① S157 ② P942.073

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 041988 号

---

策划编辑	吕建华 许 慧
责任编辑	韩 颖
装帧设计	中文天地
责任校对	杨京华
责任印制	马宇晨

---

出 版	中国科学技术出版社
发 行	中国科学技术出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街16号
邮 编	100081
发行电话	010-62173865
传 真	010-62179148
网 址	<a href="http://www.cspbooks.com.cn">http://www.cspbooks.com.cn</a>

---

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	280千字
印 张	11.25
版 次	2018年3月第1版
印 次	2018年3月第1次印刷
印 刷	北京盛通印刷股份有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-7936-9 / S · 717
定 价	58.00元

---

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)



# 2016—2017

## 水土保持与荒漠化防治 学科发展报告

首席科学家 王玉杰

专 家 组 (按姓氏笔画排序)

丁国栋 于明含 马 超 王 平 王 彬  
王云琦 方若矜 左长清 田 贇 史常青  
冯 薇 刘 震 刘小康 关颖慧 杨文涛  
李 莹 张 艳 张会兰 张守红 张志强  
张洪江 周金星 赵媛媛 高广磊 程金花  
赖宗锐



党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央把科技创新摆在国家发展全局的核心位置，高度重视科技事业发展，我国科技事业取得举世瞩目的成就，科技创新水平加速迈向国际第一方阵。我国科技创新正在由跟跑为主转向更多领域并跑、领跑，成为全球瞩目的创新创业热土，新时代新征程对科技创新的战略需求前所未有。掌握学科发展态势和规律，明确学科发展的重点领域和方向，进一步优化科技资源分配，培育具有竞争新优势的战略支点和突破口，筹划学科布局，对我国创新体系建设具有重要意义。

2016年，中国科协组织了化学、昆虫学、心理学等30个全国学会，分别就其学科或领域的发展现状、国内外发展趋势、最新动态等进行了系统梳理，编写了30卷《学科发展报告（2016—2017）》，以及1卷《学科发展报告综合卷（2016—2017）》。从本次出版的学科发展报告可以看出，近两年来我国学科发展取得了长足的进步：我国在量子通信、天文学、超级计算机等领域处于并跑甚至领跑态势，生命科学、脑科学、物理学、数学、先进核能等诸多学科领域研究取得了丰硕成果，面向深海、深地、深空、深蓝领域的重大研究以“顶天立地”之态服务国家重大需求，医学、农业、计算机、电子信息、材料等诸多学科领域也取得长足的进步。

在这些喜人成绩的背后，仍然存在一些制约科技发展的问題，如学科发展前瞻性不强，学科在区域、机构、学科之间发展不平衡，学科平台建设重复、缺少统筹规划与监管，科技创新仍然面临体制机制障碍，学术和人才评价体系不够完善等。因此，迫切需要破除体制机制障碍、突出重大需求和问题导向、完善学科发展布局、加强人才队伍建设，以推动学科持续良性发展。

近年来，中国科协组织所属全国学会发挥各自优势，聚集全国高质量学术资源和优秀人才队伍，持续开展学科发展研究。从2006年开始，通过每两年对不同的学科（领域）分批次地开展学科发展研究，形成了具有重要学术价值和持久学术影响力的《中国科协学科发展研究系列报告》。截至2015年，中国科协已经先后组织110个全国学会，开展了220次学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告220卷，有600余位中国科学院和中国工程院院士、约2万位专家学者参与学科发展研讨，8000余位专家执笔撰写学科发展报告，通过对学科整体发展态势、学术影响、国际合作、人才队伍建设、成果与动态等方面最新进展的梳理和分析，以及子学科领域国内外研究进展、子学科发展趋势与展望等的综述，提出了学科发展趋势和发展策略。因涉及学科众多、内容丰富、信息权威，不仅吸引了国内外科学界的广泛关注，更得到了国家有关决策部门的高度重视，为国家规划科技创新战略布局、制定学科发展路线图提供了重要参考。

十余年来，中国科协学科发展研究及发布已形成规模和特色，逐步形成了稳定的研究、编撰和服务管理团队。2016—2017学科发展报告凝聚了2000位专家的潜心研究成果。在此我衷心感谢各相关学会的大力支持！衷心感谢各学科专家的积极参与！衷心感谢编写组、出版社、秘书处等全体人员的努力与付出！同时希望中国科协及其所属全国学会进一步加强学科发展研究，建立我国学科发展研究支撑体系，为我国科技创新提供有效的决策依据与智力支持！

当今全球科技环境正处于发展、变革和调整的关键时期，科学技术事业从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会使命，科学家也从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会责任。我们要准确把握世界科技发展新趋势，树立创新自信，把握世界新一轮科技革命和产业变革大势，深入实施创新驱动发展战略，不断增强经济创新力和竞争力，加快建设创新型国家，为实现中华民族伟大复兴的中国梦提供强有力的科技支撑，为建成全面小康社会和创新型国家做出更大的贡献，交出一份无愧于新时代新使命、无愧于党和广大科技工作者的合格答卷！



2018年3月



党的十八大报告把生态文明建设提到前所未有的战略高度，将建设生态文明纳入中国特色社会主义事业“五位一体”总体布局。水土保持与荒漠化防治是生态文明建设的重要内容，是全面建成小康社会的基础工程，中国水土保持学会有必要担负起建设生态文明的历史重任，充分发挥水土保持与荒漠化防治学科在生态文明建设中的重要作用。自20世纪50年代，在以关君蔚院士为代表的全体水保人的共同努力下，水土保持与荒漠化防治学科服务国家发展重大需求，在流域治理、林业生态工程、水土保持工程和荒漠化防治等领域做出了重大和突出的贡献。在建设生态文明和美丽中国的新时代背景下，水土保持与荒漠化防治学科如何继承和发扬学科优势、继续为国家生态环境建设事业服务是学科面临的重大机遇和挑战。

“十三五”开局之年，中国水土保持学会调动各方资源，梳理学科知识体系，形成了以综合报告和专题报告两部分为主要内容的《2016—2017水土保持与荒漠化防治学科发展报告》。综合报告总结了国内外水土保持与荒漠化防治学科的历史、发展现状及存在问题，从科学研究进展、学科队伍建设和社会服务三个方面归纳学科现状，并依据水土保持与荒漠化防治学科优势和特色，展望未来发展趋势。专题报告涵盖土壤侵蚀、流域治理、岩溶石漠化、山地灾害防治、林业生态工程五个专题方向，在总结国内外相关理论研究进程和最新进展的基础上，从不同时空尺度介绍了3S、示踪原子、次生监测、生物治理、工程治理、防护林体系、防护林模式优化、模型模拟等集监测、模拟、防治为一体的综合技术体系，并归纳了各学科方向的重大应用成果。中国水土保持学会根据中国科学技术协会文件要求，制定本报告框架。报告文献来源于公开发表的本学科领域国内外重点学术期刊文章，

重要国际、国内学术会议文章及专利，引用遵循“严格引证”原则。

为保证报告的严谨性、系统性、完整性以及同行业的认可程度，学会于2016年6月20日成立了“水土保持与荒漠化防治学科发展研究课题组”，由中国水土保持学会秘书长王玉杰教授任首席科学家，同时成立了一个综合报告专家组和五个专题组，确定了首席专家组全面指导、专题分支主任委员责任制相结合的责任制度。在此，学会诚挚地向参与本报告研究工作的专家、学者表示深深的谢意，同时，也向为本书出版付出辛勤劳动的工作人员表示感谢！

由于水平及时间有限，报告对本学科中重大问题探讨的广度和深度有待进一步提高，不足之处，敬请读者批评指正。

中国水土保持学会

2017年12月





序 / 韩启德

前言 / 中国水土保持学会

## 综合报告

水土保持与荒漠化防治学科发展报告 / 003

一、引言 / 003

二、学科发展现状 / 004

三、国内外研究进展 / 015

四、发展展望 / 030

参考文献 / 033

## 专题报告

土壤侵蚀 / 039

流域治理 / 057

岩溶石漠化 / 080

山地灾害防治 / 110

林业生态工程 / 134

# ABSTRACTS

## **Comprehensive Report**

Advances in Soil and Water Conservation & Desertification

Combating / 155

## **Reports on Special Topics**

Advances in Soil Erosion / 158

Advances in Watershed Governance / 159

Advances in Karst Rocky Desertification / 161

Advances in Mountain Hazards Mitigation / 163

Advances in Forestry Ecological Engineering / 165

索引 / 166



# 综合报告



# 水土保持与荒漠化防治 学科发展报告

## 一、引言

水土资源和生态环境是人类繁衍生息的根基，是社会发 展进步过程中不可替代的物质基础和条件。实现水土保持的可持续利用和生态环境的可持续维护，是经济社会可持续发展的客观要求。严重的水土流失导致资源破坏、生态环境恶化，加剧自然灾害和贫困，危机国土和国家生态安全，严重制约经济社会的可持续发展。水土资源和生态环境作为可持续发展不可替代的基础性资源和重要的先决条件，是我国实施可持续发展战略急需破解的两大制约因素。水土保持与人类生存和发展有着十分密切的联系。水土保持所具有的“防灾减灾，保护和培育资源，恢复、调节与改善生态，推动经济发展，促进社会进步”等功能，使其在促进生态、经济与社会的可持续发展中具有独特优势和重要地位。搞好水土保持、防治水土流失是保护和合理利用水土资源、维护和改善生态环境不可或缺的有效手段，是可持续发展的重要保证。

水土保持与荒漠化防治学科（以下称水保学科）是一门多学科综合和交叉性学科，研究领域主要包括水土流失机理与过程调控、防护林体系空间配置与林分结构优化、荒漠化发生过程及防治技术、开发建设项目生态环境保护与工程绿化技术等。我国的水保学科发展起始较早，始于 1958 年。1981 年，国家批准建立了全国第一个水土保持硕士点；1984 年，建立了全国第一个水土保持博士点；1989 年，水土保持与荒漠化防治学科被原国家教委确定为第一批国家级重点学科；2001 年，水土保持与荒漠化防治学科被教育部确定为国家级重点建设学科。

“十二五”期间，国家在水土保持立法、预防和治理等方面采取了一系列措施，在全国范围内开展了主要以小流域为单元、山水田林路统一规划的小流域综合治理工作，为加

快推进生态文明建设和经济社会可持续发展提供了有力保障。2015年10月,国务院批复了《全国水土保持规划(2015—2030年)》,系统分析了我国水土流失防治现状和趋势,提出了全国水土保持区划、国家级水土流失重点防治区和全国水土保持工作的总体布局和主要任务,水土保持监测工作扎实推进,水土保持机构能力稳步提升,全国水土流失预警指标被纳入国家生态安全指标体系,新增水土流失治理面积纳入国家绿色发展指标体系,已作为国家生态文明建设评价考核的重要依据。尤其是党的十九大报告中提出了许多进行生态文明建设的举措,如“实施流域环境和近岸海域综合治理”“完成生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线划定工作”以及“健全耕地、草原、森林、河流、湖泊休养生息制度”等,都是在现有水保政策以及生态环境治理基础上的新的提升和具体化。报告中“统筹山水林田湖草系统治理”的说法,更是凸显了水土保持工作在生态文明建设中的重要地位。

水土保持是绿色发展的基石,是我国生态文明建设的重要组成部分。水保事业“功在当代、利在千秋”,在未来10~20年的时间内,我国将基本建成与经济社会发展相适应的水土流失综合防治体系,基本实现预防保护,重点防治地区的水土流失得到有效治理,生态进一步趋向好转。重点防治东北黑土区、北方风沙区、北方土石山区、西北黄土高原区、南方红壤区、西南紫色土区、西南岩溶区、青藏高原区8个区域。大力加强预防保护,扎实推进综合治理,全面提升监测与信息化水平,精心打造示范区建设,全力构建与生态文明建设要求相适应的制度机制,推进“山水林田湖草”系统治理。

本报告按照中国科协编制的学科发展报告规范,从学科的发展历史、现状、存在的问题、进展情况、人才培养和与社会服务的紧密性方面进行了系统整理,从土壤侵蚀、岩溶石漠化、山地灾害防治、林业生态工程等方面对近年水土保持与荒漠化防治的理论主要进展、技术研究和重大应用成果进行了梳理和述评,力求反映水保事业的总体进展和先进成果。

## 二、学科发展现状

### (一) 水土保持研究和学科发展历史

#### 1. 水土保持科学研究发展历史

以水土保持基础理论研究为基础,随着水土保持监测技术、土壤侵蚀模拟以及计算机、遥感技术的发展,采用土壤侵蚀预报模型为防治水土流失和保护、改良、利用水土资源提供科学依据,是水土流失规律研究的重要内容。

国外对土壤侵蚀预报模型的研究可以认为是从1877年德国土壤学家Ewald Wollny进行量化的土壤侵蚀统计模型研究开始,到1965年W.Wischmeier和D.Smith在对美国东部地区30个州1万多个径流小区近30年的观测资料进行系统分析的基础上提出的美国

通用土壤流失方程 (universal soil loss equation, USLE), 再到 1997 年根据细沟间侵蚀和细沟侵蚀的原理及泥沙输移动力机制建立的修正通用土壤流失预报方程 (revised universal soil loss equation, RUSLE)。USLE 形式简单、使用方便, 但该模型所使用的数据主要来自美国洛基山脉以东地区, 仅适用于平缓坡地, 使其推广应用受到限制。另外, 由于该模型只是一个经验模型, 缺乏对侵蚀过程及其机理的深入剖析, 如仅考虑了降雨侵蚀力因子, 而不考虑与侵蚀密切相关的径流因子, 坡长与降雨、坡度与降雨等有关因子的交互作用也被忽略。RUSLE 的结构与 USLE 相同, 但对各因子的含义和算法做了必要修正, 同时引入了土壤侵蚀过程的概念, 如考虑了土壤分离过程等。与 USLE 相比, RUSLE 所使用的数据更广、资料的需求量也有较大提高, 同时增强了模型的灵活性, 可用于不同系统的模拟。从 1985 年开始, 美国农业部投入大量的人力物力进行水蚀预报模型的研究即 WEPP (water erosion prediction project) 模型。WEPP 模型是新一代水蚀预报技术开发的计算机土壤侵蚀模型, 是基于物理过程模型开发的计算机模型, 可以模拟侵蚀过程、描述侵蚀的动态变化、估算土壤侵蚀时空分布, 是指导水土保持措施优化配置、水土资源保护与持续利用的有效工具。在完善开发 WEPP 模型的同时, 美国农业部农业研究局和自然资源保护局共同研究开发了浅沟侵蚀预报模型 (ephemeral gully erosion model, EGEM), 可用于预报单条浅沟的平均土壤侵蚀量。随着土壤侵蚀理论模型的应用, 土壤侵蚀机理研究仍在继续。80 年代后, 欧洲的 EUROSEM、LISEM、澳大利亚的 GUEST 等土壤侵蚀理论模型相继问世。

我国坡面土壤流失预报模型的研究包括经验模型和理论模型。1953 年, 刘善建根据 10 年的径流侵蚀小区资料, 首次提出了计算年度坡面侵蚀量的公式。早期的土壤侵蚀定量研究侧重于野外径流小区的试验研究, 观测相同下垫面条件下不同降雨的侵蚀, 或者相同降雨条件下不同下垫面的侵蚀。后来逐渐发展到室内试验研究, 利用人工降雨开展单因素侵蚀相关研究, 如降水、坡长、坡度、坡向、植被、土质等单要素与侵蚀的关系, 并建立了不同形式的土壤侵蚀预报方程。60 年代以后, 土壤侵蚀定量研究主要集中在雨滴溅蚀、坡面单因素侵蚀动能及侵蚀产沙方面。70 年代以后, 美国通用土壤流失方程 (USLE) 对我国土壤侵蚀统计模型的研究产生了深远影响, 我国开始注重土壤侵蚀的定量研究, 研究了降雨特征、雨滴动能、溅蚀及降雨径流侵蚀力、植被盖度、微地形态因素与侵蚀量的关系, 并取得一些有较大意义的成果。近年来, 计算机技术的发展和核示踪技术的应用为土壤侵蚀的定量研究开创了空前的研究气氛和新领域, 并取得了一大批成果。此外, 还进行了小流域产沙量、洪水流量的估算和预报尝试。

与国外相比, 我国土壤侵蚀理论模型的研究仍处在初期阶段, 模型结构比较简单, 模型思路基本都是借鉴国外经验发展起来的。1981 年, 牟金泽、孟庆枚根据黄土丘陵沟壑区径流小区观测资料, 建立了黄土丘陵区流域土壤侵蚀模型, 为我国土壤侵蚀理论模型的建立作了一定尝试。谢树楠等人从泥沙运动学的基本原理出发, 建立了坡面侵蚀量与

雨强、坡长、坡度、径流系数和泥沙中数粒径间的函数关系，并用黄河中游三个中等流域（裴加沟、韭园沟、偏关河）的侵蚀实测数据对模型进行了精度检验。汤立群根据黄土地区侵蚀产沙的垂直分带性规律，将流域划分为三个典型的地貌单元，分别进行水沙、泥沙输移及沉积演算；该模型充分借鉴了国外已有理论模型的思路和结构，模型结构简单明了、考虑因素较为单一，又充分考虑了黄土地区土壤侵蚀的垂直分带性规律，是目前国内较为理想的土壤侵蚀理论模型。蔡强国在充分考虑黄土丘陵沟壑区侵蚀垂直分带性的基础上，将流域土壤侵蚀模型划分为坡面、沟坡和沟道三个相互联系、相互影响的子模型。在坡面子模型中考虑了地表结皮、坡度、植被覆盖、耕作等因素对坡面径流和侵蚀泥沙的影响；在沟坡子模型中，对径流侵蚀、洞穴侵蚀、沟壁重力侵蚀和泻溜侵蚀进行了不同处理，建立了各自的定量模拟方程；而沟道子模型则根据实测的流域水沙资料，通过多元回归分析及数值优化方法建立了相应的预报模型，可以较为理想地模拟次降雨引起的土壤侵蚀过程。目前，我国学者已构建了适合坡面、流域、区域侵蚀特点的土壤侵蚀模型。在前人研究基础上，刘宝元、蔡国强等依据分布在不同类型区径流小区长期的观测资料和大量人工降雨模拟实验数据，构建了适合我国的坡面土壤侵蚀模型（chinese soil loss equation, CSLE）。在坡面模型研究基础上，依据小流域定位观测和模拟实验数据，修订了洪峰流量公式，构建了适合中国小流域分布的土壤侵蚀模型。结合坡面和小流域模型研究，在分析区域土壤侵蚀过程的基础上，集成了产沙、汇沙研究成果，建立了基于GIS的区域土壤侵蚀模型。该模型在地形因子尺度转换和多尺度模型集成方面取得了明显突破，被主管部门指定用于国家水利普查。

土壤侵蚀理论模型的建立在很大程度上依赖于对土壤侵蚀过程和机理的了解，近年来我国学者也开展了大量相关研究，在坡面水流动力特征、细沟侵蚀及其临界水动力条件、坡面挟沙能力等方面取得了部分研究成果，然而我国在该领域的研究仍然比较滞后，研究成果缺乏系统性，因此，我国土壤侵蚀理论模型的发展有待于更多土壤侵蚀机理方面研究工作的深入开展。我国正在逐步建设主要水蚀区土壤侵蚀过程观测与基础数据库，已构建了全国土壤侵蚀环境基础数据库框架和水土保持数据共享平台，编绘了《中国土壤侵蚀地图集》。目前，在机理研究方面进行了坡面水沙二相流侵蚀动力学过程研究，区别于清水动力学方程，坡面水沙二相流侵蚀动力学过程描述方程能够较好地模拟黄土区坡面侵蚀产沙过程及侵蚀量；并基于地统计学和GIS技术解析了全国及不同水蚀类型区的降雨侵蚀力时空演变与分布特征，进行水蚀区坡面水土流失阻控理论的研究；以及进行流域系统侵蚀产沙传递与坝控流域数值模拟等水土保持机理研究内容。

## 2. 水土保持学科发展历史

在欧洲“文艺复兴”后，阿尔卑斯山区森林的破坏导致山洪泥石流灾害严重，因此，1884年在奥地利维也纳农业大学林学系建立起荒溪治理学科。明治维新后，日本曾向欧洲学习，建立起森林理水砂防工学，并成为农林、水利等高等院校必修课程。在美洲，美



国成立后肆意开垦西部各州土地，导致1934年爆发了举世震惊的黑尘暴。

到了现代，以黄河流域为首的水土流失问题被我国老一代科学家所重视。建国初期，在学习苏联的热潮中，正值“斯大林改造大自然计划”问世，其理论依据是在继承BB杜库恰也夫、PA柯斯特切夫和BP威廉士成就基础上建立起来的。我国翻译了《森林改良土壤学》《水利改良土壤学》和《农林改良土壤学》，并试讲了1年。随后，迎来苏联专家普列奥布拉仁斯基教授为师资进修班和研究生主讲森林改良土壤学，并延聘1年，期间由东北林区经西北黄土高原直到东南沿海等现地考察和研究。1945年，少数农林院校开设了土壤侵蚀防治方面的课程。1952年，成立北京林业大学（林学院）并开设水土保持课程。

我国的水土保持与荒漠化防治学科始建于1958年，由周恩来总理提议、国务院批准创建。北京林业大学是国内建立该学科最早的院校，学科奠基人关君蔚院士编写了新中国第一部“水土保持学”，确定了水土保持的知识体系框架、名词术语。之后在教学体系、课程建设和教材建设中均引领着国内同行前行。1980年，成立我国第一个水土保持系，全国共有5所相关院校。1984年，由国家教委批准了水土保持学科，1989年被评为国家重点学科。

1992年，我国成立了国内第一个水土保持学院，之后在全国发展至10所水土保持专业院校。至此，随着新中国的发展和基于人类可持续发展的需要，我国的“水土保持”从一门可有可无的选修课逐步发展成为重点专业课、水土保持专业、水土保持系、水土保持重点学科、水土保持重点开放实验室，直到现在的水土保持学院，整体上取得了长足的发展。

1994年国家高等院校专业调整后，将“水土保持与荒漠化防治”确定为国家重点学科，包含水土保持与荒漠化防治两个方面的内容，是一个覆盖全部陆地国土的完整的应用基础学科。水土保持与荒漠化防治学科也是多学科结合的交叉性学科，属农学门类中的环境生态类专业，是我国目前仅有的三个环境生态类专业之一，与国家环境建设、生态安全和国土资源保护密切相关。2013年，由教育部高等学校自然保护与环境生态类专业教学指导委员会制定《高等学校水土保持与荒漠化防治本科专业教学质量国家标准》，进一步规范了专业设置，形成了鲜明的专业特色。

## （二）现状

### 1. 国外水土保持学科发展现状

由于世界各国的科技、文化发展水平不均衡以及水土流失危害特点存在差异，各国建立了具有本国特点的水土保持与荒漠化防治研究领域的科研单位和高等学校（表1）。美国普渡大学、北卡罗莱纳州立大学、依阿华州立大学、加利福尼亚大学柏克利分校等均设有与水土保持相关的学科，主攻领域为土壤侵蚀和流域管理。在欧洲，德国的慕尼黑黑大学、哥廷根大学和奥地利维也纳农业大学的荒漠治理学科是中欧地区的代表性学科，专长