



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

现代农业高新技术成果丛书

中国保护性耕作制

Conservation Farming System in China

高旺盛 主编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

现代农业高新技术成果丛书

中国保护性耕作制

Conservation Farming System in China

高旺盛 主编

中国农业大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书内容包括保护性耕作理论与进展篇、共性技术篇和区域模式篇3部分。理论与进展篇系统介绍了保护性耕作及保护性耕作制的概念、原理及国内外的研究现状与发展趋势;共性技术篇重点介绍了保护性耕作制的土壤耕作、秸秆管理、地表覆盖、病虫草害防治、配套机械、稳产高产栽培及节能减排等关键技术,系统阐述了各项关键技术的作用机理及效应;区域模式篇从技术形成的背景出发,系统介绍了各区域模式的技术特点、技术规程及效益和适用范围,涵盖了我国东北平原、华北平原、西北绿洲、西北黄土高原、农牧交错带、长江中下游及西南地区等。

图书在版编目(CIP)数据

中国保护性耕作制/高旺盛主编. —北京:中国农业大学出版社,2011.3

ISBN 978-7-5655-0258-3

I. ①中… II. ①高… III. ①资源保护-土壤耕作-耕作制度-研究-中国 IV. ①S344

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 055854 号

书 名 中国保护性耕作制

作 者 高旺盛 主编

策划编辑 孙 勇

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

电 话 发行部 010-62731190,2620

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2011年3月第1版 2011年3月第1次印刷

规 格 787×1092 16开本 29.75印张 730千字

定 价 108.00元

责任编辑 孙 勇

责任校对 王晓凤 陈 莹

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

现代农业高新技术成果丛书

编审指导委员会

主 任 石元春

副主任 傅泽田 刘 艳

委 员 (按姓氏拼音排序)

高旺盛 李 宁 刘庆昌 束怀瑞

佟建明 汪懋华 吴常信 武维华

主 编 高旺盛

副 主 编 张海林 陈源泉 柴 强

编 写 者 (以姓氏笔画为序)

于爱忠	马春梅	王学春	王俊英	孔凡磊	文宏达
王丽宏	冯丽肖	宁堂原	朱普平	任图生	刘玉华
刘武仁	刘景辉	汤文光	汤永禄	汤海涛	许 强
孙国峰	芮雯奕	杜 雄	李少昆	李立军	李向东
李延奇	李汝莘	李 军	李玲玲	李 琳	李朝苏
李瑞平	李增嘉	杨光立	杨祁峰	杨悦乾	肖小平
吴宏亮	何雄奎	妥德宝	沈明星	宋振伟	宋慧欣
张卫建	张仁陟	张立峰	张西群	张岳芳	张海林
张德健	迟淑筠	陈 阜	陈素英	陈留根	陈源泉
周春江	林世友	罗 洋	罗珠珠	郑金玉	郑建初
郑洪兵	赵沛义	胡春胜	胡跃高	秦红灵	柴 强
高旺盛	郭 嘉	黄凤球	黄 钢	黄高宝	龚振平
盛 婧	康建宏	章秀福	隋 鹏	董文旭	程国彦
曾昭海	谢瑞芝	路战远	韩 宾	韩惠芳	窦铁岭
蔡立群					

顾 问 刘巽浩 朱文珊 王立祥 李春林

出版说明

瞄准世界农业科技前沿,围绕我国农业发展需求,努力突破关键核心技术,提升我国农业科研实力,加快现代农业发展,是胡锦涛总书记在 2009 年五四青年节视察中国农业大学时向广大农业科技工作者提出的要求。党和国家一贯高度重视农业领域科技创新和基础理论研究,特别是 863 计划和 973 计划实施以来,农业科技投入大幅增长。国家科技支撑计划、863 计划和 973 计划等主体科技计划向农业领域倾斜,极大地促进了农业科技创新发展和现代农业科技进步。

中国农业大学出版社以 973 计划、863 计划和科技支撑计划中农业领域重大研究项目成果为主体,以服务我国农业产业提升的重大需求为目标,在“国家重大出版工程”项目基础上,筛选确定了农业生物技术、良种培育、丰产栽培、疫病防治、防灾减灾、农业资源利用和农业信息化等领域 50 个重大科技创新成果,作为“现代农业高新技术成果丛书”项目申报了 2009 年度国家出版基金项目,经国家出版基金管理委员会审批立项。

国家出版基金是我国继自然科学基金、哲学社会科学基金之后设立的第三大基金项目。国家出版基金由国家设立、国家主导,资助体现国家意志、传承中华文明、促进文化繁荣、提高文化软实力的国家级重大项目;受助项目应能够发挥示范引导作用,为国家、为当代、为子孙后代创造先进文化;受助项目应能够成为站在时代前沿、弘扬民族文化、体现国家水准、传之久远的国家级精品力作。

为确保“现代农业高新技术成果丛书”编写出版质量,在教育部、农业部和中国农业大学的指导和支持下,成立了以石元春院士为主任的编审指导委员会;出版社成立了以社长为组长的项目协调组并专门设立了项目运行管理办公室。

“现代农业高新技术成果丛书”始于“十一五”,跨入“十二五”,是中国农业大学出版社“十二五”开局的献礼之作,她的立项和出版标志着我社学术出版进入了一个新的高度,各项工作迈上了新的台阶。出版社将以此为新的起点,为我国现代农业的发展,为出版文化事业的繁荣做出新的更大贡献。

前言

我国的农业素以精耕细作闻名于世界,上下 5 000 多年的农耕文明使我国人民在土壤耕作管理上积累了丰富的经验和技術,其中镇压、旋耕、砂田、垄耕等具有保护水土特点的传统保护性耕作技术起始于中国,历史久远,延续至今。20 世纪 30 年代,美国等国家发生了举世震惊的“黑风暴”,人们开始反思传统的以机械翻耕为主的做法,催生了保护水土为目标的现代保护性耕作技术的发展。随着机械装备的完善、广谱除草剂的应用,以机械化留茬、少免耕为主要特征的现代保护性耕作逐步在美国、加拿大等国家推广应用,其保水、保土、培肥地力等独特效应受到普遍重视,成为 21 世纪以来备受推崇的可持续农业技术之一。随着我国现代农业的发展,省工、省力、轻简、环境友好型技术越来越受到欢迎和重视,“中央一号”文件连续多年将保护性耕作技术列为重要的可持续技术加以推广。

与国外保护性耕作相比,我国发展保护性耕作具有其特殊性。第一,粮食安全及环境友好仍是我国保护性耕作的重要目标;第二,我国多元化的种植制度使我国保护性耕作技术模式多样、类型复杂;第三,耕地规模小,南方部分地区机械化水平低,保护性耕作机械小型化;第四,作物产量高,秸秆量大,保护性耕作秸秆处理技术难度较大;第五,保护性耕作与轮作轮耕密切结合,重在体系技术。早在 20 世纪 70 年代由北京农业大学等科研机构在国内率先系统地开展少免耕等保护性耕作的理论与技术研究。中国耕作制度研究会于 1991 年在北京组织并召开了全国首次少免耕与覆盖技术会议。90 年代以来由我国农机部门主导,在北方地区开展了保护性耕作农机与配套技术示范推广。“十五”、“十一五”期间由中国农业大学主持承担的保护性耕作技术项目,在我国的东北平原、华北平原、农牧交错风沙区以及南方长江流域开展了技术攻关和示范推广,在保护性耕作的土壤耕作、农田覆盖、稳产丰产技术等关键技术和机理研究上取得了明显的进展,初步建立了适合不同区域气候、土壤及种植制度特点的新型保护性耕作技术体系,为大面积应用保护性耕作技术提供了示范样板和技术支撑,取得了显著的经济、生态和社会效益。

《中国保护性耕作制》一书主要是基于“十五”国家科技攻关计划“粮食丰产科技工程”项目“粮食主产区保护性耕作制与关键技术研究”专题、“十一五”国家科技支撑计划重点项目“保护

性耕作技术体系研究与示范”、国家自然科学基金“秸秆还田对土壤—作物—环境系统的影响效应研究等”、农业部专项“重点地区农作物秸秆还田模式与关键技术研究”等研究项目中的成果,经过进一步梳理而成。

本书由中国农业大学牵头,联合中国农业科学院、中国科学院、东北农业大学、西北农林科技大学、甘肃农业大学、内蒙古农业大学、河北农业大学、山东农业大学、宁夏大学、吉林省农业科学院、江苏省农业科学院、湖南省土壤肥料研究所、四川省农业科学院等单位的科研人员共同编写而成;部分引用的成果在各章节进行了标注,在此一并表示感谢!全书由高旺盛、张海林、陈源泉、柴强统稿。

本书可以作为广大保护性耕作研究人员、技术推广人员、科技管理人员及使用保护性耕作技术的农民等的参考书籍,也可为相关领域研究人员提供借鉴。我国保护性耕作的研究还比较短,部分结论还需要进一步验证,希望本书的出版对我国保护性耕作制的研究与推广起到积极的推动作用。

受编者水平的限制,书中错误和不足在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2010年6月

目 录

上篇 理论与进展

第1章 保护性耕作制概念及其演变	3
1.1 保护性耕作技术的产生	3
1.2 保护性耕作技术的概念以及内涵与外延	4
1.3 保护性耕作制及其意义	6
1.4 保护性耕作制的技术原理	9
第2章 国内外保护性耕作技术发展	17
2.1 国际保护性耕作技术发展	17
2.2 国内保护性耕作技术发展	25
2.3 中国特色保护性耕作技术体系建设前景	29

中篇 共性技术

第3章 保护性耕作制的土壤耕作技术	37
3.1 华北保护性土壤耕作技术	37
3.2 东北保护性土壤耕作技术	43
3.3 南方稻田保护性土壤耕作技术	49
3.4 西北少免耕土壤耕作技术	56
3.5 土壤轮耕技术	61
第4章 保护性耕作制的秸秆还田技术	70
4.1 秸秆还田技术概述	70
4.2 秸秆还田技术和效应研究进展	76
第5章 保护性耕作制的绿色覆盖技术	88
5.1 农田绿色覆盖技术应用进展	88

5.2	农田绿色覆盖技术应用基础理论研究	91
5.3	农田绿色覆盖技术发展趋势与前景	106
第6章	保护性耕作制的产量效应与栽培管理技术	108
6.1	主要生态区保护性耕作技术的产量效应	108
6.2	典型生态区保护性耕作产量限制因素与栽培管理技术	114
第7章	保护性耕作制的机械化技术	140
7.1	东北地区机械化保护性耕作技术研究	140
7.2	华北地区机械化保护性耕作技术研究	145
7.3	农牧交错区保护性耕作制的机械化技术	152
7.4	长江下游机械化保护性耕作技术研究	157
7.5	西南地区机械化保护性耕作技术研究	159
第8章	保护性耕作制的病虫草害防治技术	164
8.1	保护性耕作条件下的草害发生规律	164
8.2	保护性耕作条件下的病害发生规律	178
8.3	保护性耕作条件下的虫害发生特点	181
8.4	保护性耕作病虫草害综合防治策略	183
第9章	保护性耕作制的固碳减排技术	186
9.1	农田温室气体排放及增碳减排技术研究进展	186
9.2	保护性耕作的温室气体减排技术特点与原理	193
9.3	保护性耕作的固碳减排潜力	197
9.4	保护性耕作减排技术应用前景及政策建议	204
第10章	保护性耕作制的生态经济评估技术	209
10.1	我国对保护性耕作技术的评价研究进展	209
10.2	保护性耕作共性关键技术界定评价指标与技术特征量化分析	212
10.3	保护性耕作的生态服务价值评估	224
10.4	保护性耕作制综合评价指标体系与方法	232

下篇 区域模式

第11章	东北平原保护性耕作模式	243
11.1	原垄留茬播种结合苗期深松少耕技术模式	244
11.2	垄向区田技术模式	250
11.3	玉米宽窄行留高茬交替休闲种植技术	256
11.4	玉米留高茬行间直播技术	259
11.5	玉米灭高茬整地技术	260
11.6	玉米留茬垄侧种植技术	262
11.7	国营农场耕作技术模式	263
第12章	华北平原保护性耕作模式	267
12.1	夏玉米免耕覆盖种植模式	268
12.2	小麦少耕覆盖种植模式	272

12.3	小麦免耕覆盖种植模式	276
12.4	小麦玉米一年两熟少耕与深松轮耕模式	281
第13章	农牧交错带保护性耕作模式	290
13.1	农牧交错带半干旱风沙区保护性耕作技术	291
13.2	内蒙古阴山北麓农牧交错带保护性耕作技术	295
13.3	砂田耕作法	299
第14章	黄土高原丘陵区保护性耕作模式	311
14.1	黄土高原丘陵区免耕秸秆覆盖技术模式	312
14.2	玉米双垄沟全膜覆盖冬闲期立茬少耕栽培技术	315
14.3	坡耕地带状种植周年覆盖水土保持型保护性耕作技术模式	320
14.4	黄土高原丘陵区马铃薯保护性耕作技术模式	325
第15章	黄土高原旱塬区保护性耕作模式	332
15.1	秸秆还田覆盖保护性耕作技术模式	332
15.2	地膜覆盖保护性耕作技术模式	344
15.3	全程微型聚水两元覆盖技术	349
15.4	果园保护性耕作技术模式	355
第16章	干旱绿洲区保护性耕作模式	365
16.1	干旱绿洲区冬小麦保护性耕作模式	365
16.2	干旱绿洲区春小麦固定道耕作秸秆覆盖保护性耕作模式	375
第17章	西南地区保护性耕作模式	386
17.1	麦稻双免耕秸秆还田技术模式	386
17.2	麦稻轮作田机械化保护性耕作技术模式	394
17.3	西南旱地保护性耕作技术模式	402
第18章	长江中游保护性耕作技术模式	410
18.1	春马铃薯稻草覆盖免耕—双季稻高产栽培技术	411
18.2	稻田免耕直播油菜—双季稻高产栽培技术	415
18.3	免耕种植黑麦草—双季稻保护性耕作高产栽培技术	418
18.4	双季稻“双免”栽培保护性耕作高产栽培技术	421
第19章	长江下游保护性耕作模式	427
19.1	稻麦两熟周年全程机械化保护性耕作技术	427
19.2	油菜覆草免耕拓行摆栽保护性耕作技术	432
19.3	黑麦草免耕套种保护性耕作技术	435
第20章	京郊生态圈保护性耕作模式	438
20.1	京郊治裸防尘农田覆盖技术模式	438
20.2	京郊冬小麦防尘保护性耕作栽培技术模式	444
20.3	京郊春玉米保护性耕作技术模式	450

Contents

Part I Principle and Research Progress of Conservation Farming System

Chapter 1	Concept and Evolution of Conservation Farming System	3
1.1	Origin of conservation tillage	3
1.2	Conception of conservation tillage	4
1.3	Significance of conservation farming system	6
1.4	Principles of conservation farming system	9
Chapter 2	Development of Conservation Tillage	17
2.1	Worldwide development of conservation tillage	17
2.2	Advances of conservation tillage in China	25
2.3	Outlook of conservation tillage in China	29

Part II Key Technologies of Conservation Farming System

Chapter 3	Soil Tillage Technology for Conservation Farming System	37
3.1	Conservation tillage system in North China	37
3.2	Conservation tillage system in Northeast China	43
3.3	Conservation tillage system for paddy field in South China	49
3.4	Reduced tillage and no-tillage system in Northwest China	56
3.5	Rotational tillage system	61
Chapter 4	Crop Residue Management for Conservation Farming System	70
4.1	Overview of crop residue management	70
4.2	Research progresses in crop residue management and its significance	76
Chapter 5	Cover Crops for Conservation Farming System	88
5.1	Advances in cover crop management	88

5.2	Research progress on principles of cover crop management	91
5.3	Trends and outlook of cover crop management	106
Chapter 6	Crop Management and Yield Responses under Conservation Farming System	108
6.1	Yield responses to conservation tillage in major ecological region	108
6.2	Yield-limiting factors and crop management under conservation tillage in major ecological region	114
Chapter 7	Mechanization of Conservation Farming System	140
7.1	Mechanized conservation tillage in Northeast China	140
7.2	Mechanized conservation tillage in North China	145
7.3	Mechanized conservation tillage in the Agro-pastoral Ecotone	152
7.4	Mechanized conservation tillage in the lower reaches of Yangtze river region	157
7.5	Mechanized conservation tillage in Southwest China	159
Chapter 8	Disease, Pest and Weeds Control for Conservation Farming System	164
8.1	Weed species and populations under conservation tillage	164
8.2	Plant diseases under conservation tillage	178
8.3	Pest species and populations under conservation tillage	181
8.4	Integrated disease, pest, and weed management under conservation tillage	183
Chapter 9	Carbon Sequestration and Mitigation of Conservation Farming System	186
9.1	Research progresses on agricultural greenhouse gas emission and Carbon sequestration and mitigation	186
9.2	Greenhouse gas emission and mitigation under conservation tillage	193
9.3	Carbon sequestration and mitigation potential under conservation tillage	197
9.4	Application and recommendations for greenhouse gas emission and mitigation under conservation tillage	204
Chapter 10	Eco-economy Evaluation of Conservation Farming System	209
10.1	Research progresses in evaluating conservation tillage in China	209
10.2	Evaluation criteria and quantitative analysis of conservation tillage system	212
10.3	Eco-service evaluation of conservation tillage system	224
10.4	Integrated evaluation method and criteria for conservation farming system	232
 Part III Regional Modes of Conservation Farming System		
Chapter 11	Conservation Tillage System in the Northeast China Plain	243
11.1	Planting maize directly into stubble on ridge coupled with subsoiling at seedling stage	244

11.2	Cropping at separated plot with ridge tillage	250
11.3	Paired-row planting maize into tall stubbles coupled with alternative fallowing	256
11.4	Direct planting maize into inter-rows of tall stubbles	259
11.5	Soil preparation for maize seeding under tall stubbles	260
11.6	Planting maize on ridge sides	262
11.7	Tillage practices in large-scale state farms	263
Chapter 12	Conservation Tillage System in the North China Plain	267
12.1	No-tillage and crop residue management for summer maize	268
12.2	Reduced tillage and crop residue management for winter wheat	272
12.3	No-tillage and crop residue management for winter wheat	276
12.4	Rotation of reduced tillage and sub-soiling for winter wheat-maize cropping system	281
Chapter 13	Conservation Tillage System in the Agro-pastoral Ecotone	290
13.1	Conservation tillage in semiarid sandy areas of the agro-pastoral ecotone ...	291
13.2	Conservation tillage in the northern piedmont of Yin Mountain of Inner Mongolia	295
13.3	Conservation tillage with gravel-sand mulching	299
Chapter 14	Conservation Tillage System in the Loess Hilly Region	311
14.1	No tillage and crop residue management in the Loess hilly region	312
14.2	Minimum tillage with plastic film mulching in double furrows for maize and stubble in winter fallow	315
14.3	Soil and water conservation in slope field with strip planting and year-around mulching	320
14.4	Conservation tillage for potato in Loess hilly region	325
Chapter 15	Conservation Tillage System in Rainfed Areas of the Loess Plateau	332
15.1	Conservation tillage with straw mulching	332
15.2	Conservation tillage with plastic film mulching	344
15.3	Micro-scale water harvesting and double mulching system	349
15.3	Conservation tillage for orchard farming	355
Chapter 16	Conservation Tillage System in the Arid Oasis Area	365
16.1	Conservation tillage for winter wheat in the arid oasis area	365
16.2	Conservation tillage with controlled traffic and straw mulching for spring wheat	375
Chapter 17	Conservation Tillage System in Southwest China	386
17.1	No-tillage and crop residue management for wheat-rice cropping system	386
17.2	Mechanized conservation tillage for wheat-rice cropping system	394
17.3	Conservation tillage in dryland areas of Southwest China	402

Chapter 18	Conservation Tillage System in the Middle Reaches of the	
	Yangtze River Region	410
18.1	No-tillage potato management for potato-rice-rice system	411
18.2	No-tillage rapeseed management for rapeseed-rice-rice system	415
18.3	No-tillage ryegrass management for ryegrass-rice-rice system	418
18.4	No tillage crop management for double rice cropping system	421
Chapter 19	Conservation Tillage System in the Lower Reaches of the	
	Yangtze River Region	427
19.1	Mechanized conservation tillage for rice-wheat cropping system	427
19.2	Transplanting and seeding by hand for rapeseed under no-tillage with mulching	432
19.3	No-tillage for intercropping ryegrass	435
Chapter 20	Conservation Tillage System for Ecosystem Service in Beijing Region	438
20.1	Mulching system for land cover and dust control	438
20.2	Conservation tillage for dust control of winter wheat	444
20.3	Conservation tillage for spring maize in Beijing suburb	450

上 篇

理论与进展
