

# 中国稻区蜘蛛群落结构和功能的研究

 湖南师范大学出版社

目 录 第一篇 总论 稻区蜘蛛群落结构与功能 第一章 稻田蜘蛛群落结构 第二章 稻田蜘蛛群落结构与生态因子关系 第三章 周边生态因子对稻田蜘蛛群落的影响 第四章 稻田蜘蛛群落的重建 第五章 稻田蜘蛛群落的功能 第六章 稻田蜘蛛群落与功能研究的应用前景 参考文献 索引 后记 目录 第一篇 总论 稻区蜘蛛群落结构与功能 第一章 稻田蜘蛛群落结构 第二章 稻田蜘蛛群落结构与生态因子关系 第三章 周边生态因子对稻田蜘蛛群落的影响 第四章 稻田蜘蛛群落的重建 第五章 稻田蜘蛛群落的功能 第六章 稻田蜘蛛群落与功能研究的应用前景 参考文献 索引 后记

### 图书在版编目 (CIP) 数据

中国稻区蜘蛛群落结构和功能的研究 / 王洪全主编—长沙:  
湖南师范大学出版社, 2006. 8

ISBN 7-81081-635-7

I. 中... II. 王... III. 蜘蛛目—应用—稻区—虫害—  
生物防治 IV. S435.112

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 089341 号

---

### 中国稻区蜘蛛群落结构和功能的研究

◇主 编: 王洪全

◇责任编辑: 莫 华 刘 金

◇责任校对: 李东屏

◇出版发行: 湖南师范大学出版社

地址/长沙市岳麓山 邮编/410081

电话/0731.8853867 8872751 传真/0731.8872636

◇经销: 湖南省新华书店

◇印刷: 长沙市鸿发印刷厂

---

◇开本: 787 × 1092 1/16

◇印张: 19

◇插页: 4

◇字数: 510 千字

◇版次: 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

◇印数: 1—1000 册

◇书号: ISBN 7-81081-635-7/S·001

◇定价: 38.00 元

---

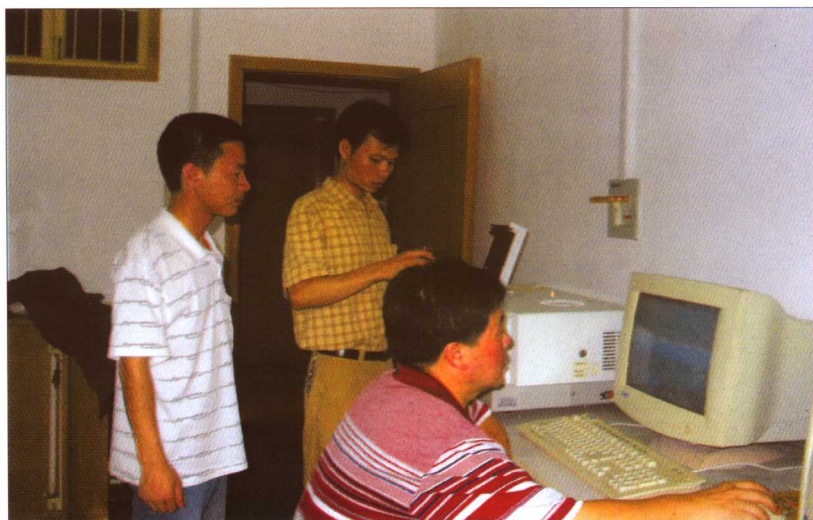
国家自然科学基金重点项目

批准号：39830040

湖南师范大学出版基金资助



△ 稻区蜘蛛群落结构和功能研究学术讨论会合影（湖南）



△ 稻田生态食物链营养关系量化测试步骤之一（湖南）



△ 运用吸虫器调查田间蜘蛛群落结构 (广东)



△ 稻田多种天敌控制稻虫的综合效应考察 (江苏)

祝稻区蜘蛛群落结构和功能的研究的出版

研究提高以蜘蛛治虫的技术和理论

建立生态控制水稻病虫害的新途径

邱式邦二〇五年

## 前 言

经济的可持续发展和环境保护是当前国际上极为重视的两大课题。水稻是我国主要粮食作物,稻区是我国主要农业人口赖以生存的空间,害虫是影响水稻生产的关键因素之一,常年因虫害造成的损失达总产量的15%,约68亿公斤粮食,影响我国农业经济可持续发展。人们为治虫保丰收,长期单纯依靠化学农药,杀伤了大量害虫的天敌,农药残毒日积月累,严重破坏了水稻的生态环境,污染了水源与空气,威胁人畜健康。

稻田蜘蛛是稻虫的最主要的捕食性天敌,其种类之多,数量之大,是生态调控水稻害虫发生发展的主要生物因素。我国稻田蜘蛛生态与利用研究在上世纪70年代才开始,仅有三十余年历史。虽在农田蜘蛛分类、生态、生物学及保护利用多方面进行过研究,取得了良好效益,得到了国内外专家肯定与好评。但由于是新生事物,研究人员较少,而我国幅员辽阔,水稻种植面广,从理论和实践方面看,中国稻田蜘蛛利用的研究工作还很不系统、不全面,特别是稻田蜘蛛群落结构和稻田蜘蛛捕虫能力的量化问题,缺乏系统调查和深入测试研究,以致对稻田蜘蛛在防治稻虫中的作用无法确切评价,直接影响稻田蜘蛛等天敌的保护利用。为此,湖南师范大学与中山大学、扬州大学合作,向国家自然科学基金委提出了申请,并获得了同行评审专家赞同,最后获国家自然科学基金委批准。

这是一项应用基础理论研究,旨在以稻田蜘蛛群落结构与功能两大主题为研究中心,运用分类学、生物学、生态学、免疫学、化学、地理学、气象学等学科的原理与方法,采用先进的研究技术与手段,进行全面设计,较深入系统地研究全国不同稻区的稻田蜘蛛的群落结构与周围环境之间的异同、蜘蛛的多样性与季节消长动态、蜘蛛优势种生物学与生态学特点以及蜘蛛与稻虫种群消长相关性等。蜘蛛与稻虫在食物链中的营养关系方面,着重探索量化新的定量测定技术,如通过运用荧光标记物在稻田生态系统食物链中的传递测试分析,探索食物链中营养物质能量流动的定量分析法;利用酶联免疫吸附法(ELISA)定性测定与蜘蛛捕食功能相结合,进行量化分析;在多种天敌与多种稻虫共存系统中,利用增减天敌与害虫的方法作出天敌对被捕稻虫量化分析。从而查明稻田生态系统中物质和能量转移的基本规律,揭示蜘蛛目动物群落在稻田生态系统中制约稻虫发生发展的机理与作用,从保护蜘蛛入手合理制订害虫防治指标,建立新的生态调控水稻病虫防治模式,正确利用蜘蛛群落控虫功能的理论与实践,达到减少化学农药用量,使稻田生态系统向良性循环方向发展。

本项目自1999年1月开始,至2002年12月结题,2003年3月通过了国家自然科学基金委专家组结题验收,2003年3月至2006年3月为基金委对重点项目追踪管理期,2006年8月出此书。本书是重点项目研究结果的简要介绍与汇报。研究结果解决了四大难题:解决了各稻田蜘蛛群落结构所获数据的科学性和可比性问题;创新了荧光示踪研究方法,解决了当前国内外生态学家所关注的生态系统食物链营养关系量化问题;引用GIS信息系统技术,作出既客观又直观的中国稻田蜘蛛地理分布与区划;建立了旨在减少或消除化学农药污染源的水稻病虫防治新模式,并进行了大田试验。如期完成了任务,达到了预期目标。

国家自然科学基金重点项目专家验收组综合意见：王洪全主持的国家自然科学基金重点项目“稻区蜘蛛群落结构和功能的研究”（39330040），首先研究了稻田蜘蛛群落结构，在全国典型稻区设立了 117 个样点，统一调查取样方法，保证了调查数据的正确性和可比性，为“以蛛治虫”提供了依据。在此基础上，进一步研究了稻田蜘蛛群落的功能，建立了“食物链传递标记物定量分析法”，解决了稻田生态系统中营养关系的量化问题。此外，还借用 GIS 信息系统技术，直观和客观地描述了中国稻田蜘蛛的地理分布与区划，为我国蜘蛛深入研究奠定了基础。通过研究，建立了保护蜘蛛生态环境、减少化学农药污染、控制水稻病虫害的综合治理模式。以该模式为基础，结合实际情况，在全国四个稻区，共计 2620 亩稻田进行了大田建模试验，试验区化学农药使用量多数下降 50% 以上，个别地区下降达 90%，开辟了生态调控水稻病虫害的新途径。

验收组组长意见：该项研究历时 4 年，先后参加科研工作者共计 48 人，稻田蜘蛛群落结构和功能的研究有一定的特色，为开发应用“以蛛治虫”提供了理论依据，积累了有益的资料和数据，对生产实践有指导意义。该研究建立的有效研究方法对其它农林生态系统的研究有重要参考价值。结题时已出版专著 1 部，发表论文 42 篇，申请专利 1 项，尚有 3 本专著和 10 篇论文待发表。培养博士生 5 名，硕士生 11 名。该项目较好地完成了原计划的内容，达到预定的研究目标。

生命科学部意见：该项目对稻田蜘蛛类群进行了系统研究，尤其是虫—蜘蛛食物链的关系方面，取得有重要价值的研究成果。

本书分总论与各论两篇，第一篇为总论，是稻区蜘蛛群落结构和功能研究成果的结题报告；第二篇为各论，是参加本重点项目研究人员发表的 50 余篇论文的编排归类，概括了本重点项目的研究结果与成绩。

本项目研究工作能顺利完成，这与国家自然科学基金委、湖南师范大学、中山大学、扬州大学及其有关院所的领导大力支持，国内有关专家的支持与帮助分不开，如著名生物防治专家、中国科学院院士、中国农业科学院研究员邱式邦教授一直给予本项研究十分重视和关心，并为本书出版亲笔题词以示祝贺；中国科学院院士河北大学印象初和宋大祥教授、北京农林科学院张芝利教授、浙江师范大学赵铁桥教授、陕西师范大学郑哲民教授、湖北大学赵敬钊教授等大力支持与帮助；湖南师范大学尹长民教授、湖南农业大学陈常铭教授的顾问与指导，湖南师范大学出版基金委员会给予了出版基金资助。在此一并深致谢忱！

编委会

2006 年 8 月

## 目 录

## 第一篇 总 论

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 稻区蜘蛛群落结构和功能 ..... | (1) |
|-------------------|-----|

## 第二篇 各 论

|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| 第一章 稻田蜘蛛群落结构 .....                     | (21)  |
| 第一节 中国稻田蜘蛛群落结构 .....                   | (21)  |
| 第二节 不同稻作区蜘蛛群落组成与分布比较 .....             | (37)  |
| 第三节 基于 GIS 的稻田蜘蛛混合种群发生分析 .....         | (41)  |
| 第四节 中国稻田狼蛛亚群落结构及多样性 .....              | (43)  |
| 第五节 海南稻田蜘蛛群落的结构和动态 .....               | (49)  |
| 第六节 广东双季稻区杂草地和稻田中捕食性节肢动物的群落动态 .....    | (51)  |
| 第七节 早稻田蜘蛛群落结构及优势种分析 .....              | (56)  |
| 第二章 稻田蜘蛛群落结构与生态因子关系 .....              | (60)  |
| 第一节 中国稻田蜘蛛优势种及其成因 .....                | (60)  |
| 第二节 几种化学农药对稻田优势种蜘蛛的杀伤力 .....           | (69)  |
| 第三节 综合防治田和化学农药防治田稻田蜘蛛群落优势类群相异性比较 ..... | (73)  |
| 第四节 低剂量农药对稻田蜘蛛控虫力的影响 .....             | (75)  |
| 第五节 拟水狼蛛幼蛛饥饿耐受性 .....                  | (81)  |
| 第六节 湖南稻田蜘蛛群落生态特点及控虫作用 .....            | (84)  |
| 第三章 周边生态因子对稻田蜘蛛群落的影响 .....             | (87)  |
| 第一节 花生田蜘蛛群落 .....                      | (87)  |
| 第二节 四川不同生态环境稻田蜘蛛群落多样性及其影响因子 .....      | (91)  |
| 第三节 非稻田生态环境褐飞虱卵寄生蜂群落动态 .....           | (96)  |
| 第四节 稻田生态系统中杂草地捕食性节肢动物群落 .....          | (101) |
| 第四章 稻田蜘蛛群落的重建 .....                    | (106) |
| 第一节 群落重建的概念及特征 .....                   | (106) |
| 第二节 群落重建的分析与调控 .....                   | (111) |
| 第三节 群落重建与天敌保护利用 .....                  | (115) |
| 第四节 稻田蜘蛛群落优势种群的重建 .....                | (119) |
| 第五节 稻田稻飞虱卵寄生蜂群落的重建和维持 .....            | (125) |
| 第六节 稻田蜘蛛群落的重建及与其种库的相关性 .....           | (131) |

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| <b>第五章 稻田蜘蛛控虫作用</b>                 | (136) |
| 第一节 稻田蜘蛛群落结构及营养关系                   | (136) |
| 第二节 用 ELISA 方法检测稻田捕食者对摇蚊的捕食作用       | (141) |
| 第三节 田间蜘蛛集团对飞虱的每日捕食量与室内、盆栽水稻的捕食作用    | (146) |
| 第四节 稻田多种蜘蛛对褐飞虱捕食量的数学模型及关联度          | (152) |
| 第五节 稻田蜘蛛优势种对飞虱与叶蝉控制力                | (156) |
| 第六节 特征根回归法在稻田捕食性天敌捕食量分析中的应用         | (159) |
| 第七节 四斑锯螯蛛在稻田捕食性天敌中的作用与地位            | (162) |
| <b>第六章 稻田蜘蛛控虫功能量化研究</b>             | (165) |
| 第一节 稀土元素铈荧光示踪法在食物链上的定量研究简介          | (165) |
| 第二节 水稻不同生育期对荧光物——铈的吸收运行             | (166) |
| 第三节 荧光物示踪检测主要稻虫对水稻的危害程度             | (171) |
| 第四节 水稻—褐飞虱—拟水狼蛛食物链的定量测试             | (174) |
| 第五节 水稻—白背飞虱—拟水狼蛛食物链中生物量流动的定量测试      | (179) |
| 第六节 荧光物示踪法定量测定水稻—叶蝉—蜘蛛食物链的营养关系      | (184) |
| 第七节 早稻不同生育期水稻—白背飞虱—拟水狼蛛食物链的能流动态     | (187) |
| <b>第七章 稻田蜘蛛物种丰富度、生态位及空间分布</b>       | (194) |
| 第一节 长沙地区稻田蜘蛛优势种和目标害虫生态位             | (194) |
| 第二节 稻田蜘蛛混合种群空间分布的动态                 | (198) |
| 第三节 早稻田蜘蛛和目标害虫空间分布动态                | (200) |
| 第四节 稻田蜘蛛生态位变化及杀虫剂对捕食功能的影响           | (204) |
| 第五节 稻田蜘蛛群落物种丰富度的动态                  | (209) |
| 第六节 闽粤琼稻田蜘蛛的优势度                     | (212) |
| <b>第八章 与稻田蜘蛛相关的其他研究</b>             | (216) |
| 第一节 稻田生态系统中捕食性天敌节肢动物种类调查            | (216) |
| 第二节 稻田飞虱卵寄生蜂群落结构和动态                 | (223) |
| 第三节 三种类型稻田节肢动物群落、动物亚群落、内禀增长率与链节数的关系 | (227) |
| 第四节 不同类型防治田稻田蜘蛛群落物种组成优势类群演替         | (234) |
| 第五节 南美螺对三种农药的耐受力                    | (238) |
| 第六节 综合防治区和非综合防治区稻田生态环境中褐飞虱卵寄生蜂群落的比较 | (241) |
| <b>第九章 稻田蜘蛛群落结构与功能研究的应用与前景</b>      | (245) |
| 第一节 稻田蜘蛛群落结构和功能研究的进展与应用前景           | (245) |
| 第二节 稻—蛛—螺种养生态调控复合模式的综合效益            | (249) |
| 第三节 稻田生物灾害生态调控的综合效益                 | (252) |
| 第四节 长沙望城县早稻田蜘蛛群落结构及动态               | (257) |
| 第五节 长沙地区稻田蜘蛛对飞虱、叶蝉种群数量影响            | (262) |
| <b>参考文献</b>                         | (266) |
| <b>学名索引</b>                         | (280) |
| <b>后记</b>                           | (300) |

# 第一篇 总论

## 稻区蜘蛛群落结构和功能

### 第一节 摘要

经济的可持续发展和保护生态环境仍是当前国际研究的两大主题。水稻是我国主要粮食作物,杂交水稻问世,大大提高了水稻的产量,为解决我国人民温饱问题作出了巨大贡献,但“吃好”问题没有解决,“吃好”是质量问题。当前稻谷质量问题主要是化学农药的污染,至今农村许多地方水稻病虫的化学农药防治费,每年每亩仍达 50~60 元,相当于 50kg 净谷价值。广大人们不仅长期食用被污染的大米,而且长期生存在被污染的农业生态环境之中,人体健康受到严重威胁。

我国稻田蜘蛛利用研究已有 30 余年历史,在蜘蛛资源、区系分类、生态分布与保护利用研究等方面,积累了大批标本与数据;在生态、经济、社会三方面取得了显著效益。为此,联合国粮农组织曾于 1988、1989 年两次来中国举行国际水稻病虫综合治理学术讨论与现场参观访问会议,并对中国稻田蜘蛛利用研究给予很高评价。由于科研经费紧张,以往调查研究是零星的,是在不同年月、不同地区、不同水稻生育期和不同调查方法条件下进行的,所获数据是历年零星积累,其科学性、可靠性和可比性均不理想,影响对问题分析的说服力。蜘蛛捕食功能与控虫效应只能定性测试,无法量化,影响了各种稻虫对水稻危害程度、各种蜘蛛及其它捕食性天敌对各种稻虫具体控制作用的客观评价,以致出现“保蛛治虫效果难道都是蜘蛛的功劳”之疑问。

考虑到稻田蜘蛛确是一类十分重要的害虫天敌,而且我们在稻田蜘蛛利用方面有较好的研究工作积累。而且保护蜘蛛也就保护了其他天敌,可以发挥各类天敌联合控制稻虫的作用。为此,我们提出了以利用自然界生物防治稻虫为主体的“稻田蜘蛛群落结构和功能研究”应用基础理论课题,建议国家自然科学基金委将此立为资助重点项目,希望在原有基础上进行系统的深入研究,以达到逐步消除化学农药污染的目的。

本项目主要研究了五大内容:稻田蜘蛛群落结构(包括稻田生物群落结构、蜘蛛优势种成因、蛛虫相关性等);稻田蜘蛛群落功能(包括研究方法改进与创新、稻田生态营养关系的定性定量测试、核算蜘蛛群落控虫功能);运用 GIS 信息系统技术作出中国稻田蜘蛛地理分布与区

划;建立“保护蜘蛛生态调控水稻病虫的综合治理”新模式,指导大田实践;以新的总体模式为基础,结合试验区实际情况,进行大田建模试验。

研究结果,解决了四个难题:一是改进研究方法,全国设点,统一设计、组织专业技术人员,同年同水稻生育期分片调查考察,解决了各稻区蜘蛛群落结构所获数据的科学性与可比性问题;二是创新了荧光示踪研究方法,解决了稻田生态系统营养关系量化难题,获得了“国家专利”和“日内瓦国际专利技术成果博览会”金奖;三是引用 GIS 信息系统技术,作出了既客观又直观的中国稻田蜘蛛地理分布与区划;四是建立了旨在减少或消除化学农药污染源的水稻病虫防治新模式,并进行了大田试验,效果良好,化学农药用量在原化学防治基础上下降 50% ~ 90%。实现了三大目标:奠定了中国稻田蜘蛛防治稻虫利用价值及其区划的理论基础;创建的“食物链传递标记物定量分析法”,解决了生态学上长期悬而未决的营养关系量化问题,为剖析保蛛治虫机理创造了条件;建立了“保护蜘蛛生态调控水稻病虫的协调治理”新模式,用以指导大田建模式试验,证明这是水稻病虫防治应走之路。抓住了稻田蜘蛛群落结构与功能两个核心问题。达到了一个目的:降低化学农药 50% 以上,为进一步减少或消除化学农药污染源提供了科学依据,开辟了切实可行的生态调控水稻病虫新途径。

## 第二节 研究计划要点及执行情况概述

### 2.1 计划要点(原计划)

#### 2.1.1 主要研究内容

##### (1) 稻田蜘蛛群落结构

稻田生物群落的组成(主要稻虫、稻病、杂草、捕食性与寄生性昆虫、中性昆虫);稻田蜘蛛群落结构(稻田蜘蛛优势种及其成因、稻田蜘蛛群落与主要害虫的相互关系——季节消长、多样性、发生量、丰富度、空间分布与生态位等);稻田生物群落季节消长及影响消长的主要因子;稻田蜘蛛群落重建与种库的关系。

(2) 蜘蛛群落对主要稻虫控制效能的定性与定量研究(应用荧光标记法或同位素示踪法)或酶联免疫吸附法(ELISA)定性、定量分析稻田生态系统中生物群落内营养关系;定量分析稻田生态系统中各营养层的能量转化率;多种天敌与多种害虫共存系统中多种天敌联合控制害虫的综合效应;综合分析蜘蛛群落对稻虫制约及可持续控虫能力。

##### (3) 中国稻田蜘蛛地理分布与区划

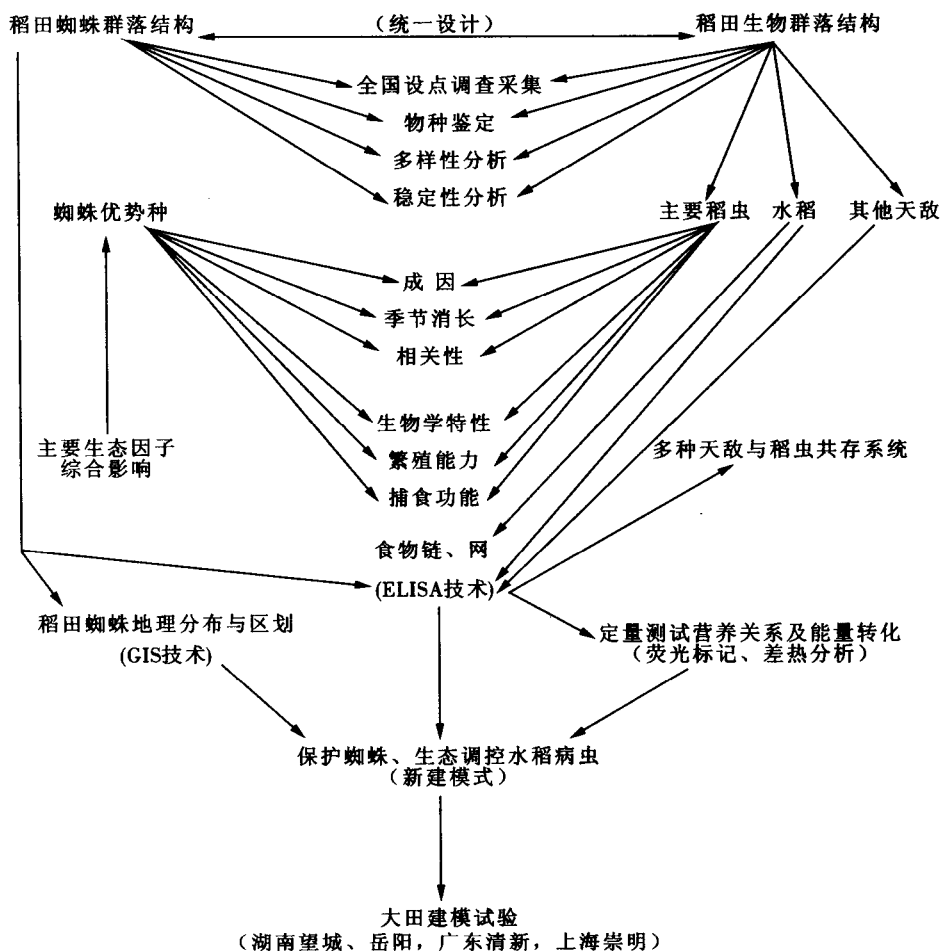
##### (4) 建立“保护蜘蛛,生态调控水稻病虫的综合治理”新模式

##### (5) 新模式的大田建模试验

#### 2.1.2 主要研究方法

按中国水稻所主编的《中国水稻种植区划》所分 6 稻作区 16 稻作亚区进行设计。全国设主点 3 个,副点 114 个。主点系统调查考察,副点同年同水稻生育期间,组织专业人员,统一要求,分别进行一次性调查采集,全面获取所需标本与原始素材。群落功能——采用先进设计方法和精密仪器测试分析,对稻虫综合控制效应采用工业控制论取样思想设计。对蜘蛛控虫功能评价采用 ELISA 法与功能反应相结合。定量分析采用探索新方法与精密仪器测试,如:食物链营养关系定量分析新方法采用日本岛津荧光分光光度计 RP-5301PC;能流定量分析采用瑞士 Mettler

Teledo 差热扫描分析仪 DSC821/100。地理区划——采用 GIS 地理信息系统技术进行分析、统计与制图。水稻病虫综合治理新模式建立——综合群落结构、功能和地理区划研究结果，建立总体和系列的理论性模式。大田建模试验——因地制宜，在长江中下游和珠江流域设试验基地 3~4 个，检验理论性治虫模式在实践中的可行性和有效性。采用如下技术路线：



### 2.1.3 关键科学问题

- (1) 查明不同稻区蜘蛛群落结构特点，作出全国地理分布与区划；
- (2) 定性、定量研究稻田生态系统物种间营养关系与能量流动规律；
- (3) 建立切实可行、行之有效的水稻病虫防治新模式。

### 2.1.4 预期达到目标

(1) 稻田蜘蛛群落结构研究结果，奠定中国稻田蜘蛛利用价值与地理区划的理论基础，编写出符合客观实际的中国稻田蜘蛛地理区划图集；

- (2) 明确蜘蛛在稻田生态系的物质与能量转移过程中地位与功能，揭示制约稻虫的机理；
- (3) 建立保护蜘蛛生态调控水稻病虫新模式，将化学农药用量减少 50% 以上。

### 2.1.5 预期取得研究结果

发表论文 30~40 篇，撰写专著两部，培养研究生 8~12 名，提供中国稻田蜘蛛地理区划、

科研照片、摄像各一套，试验小区农药减少 50%。

## 2.2 实际执行情况概述

本项目自 1999 年 1 月开始，2002 年 12 月结束，历时四年。在国家自然科学基金委与各合作单位党政领导下，经过 48 位参加工作的科技人员共同努力，如期完成了项目研究计划书规定的五大研究内容，解决了项目中 4 个关键科学问题，实现了 3 项预期目标，抓住了两个研究核心，达到了一个目的。

### 2.2.1 实际执行情况详见下图

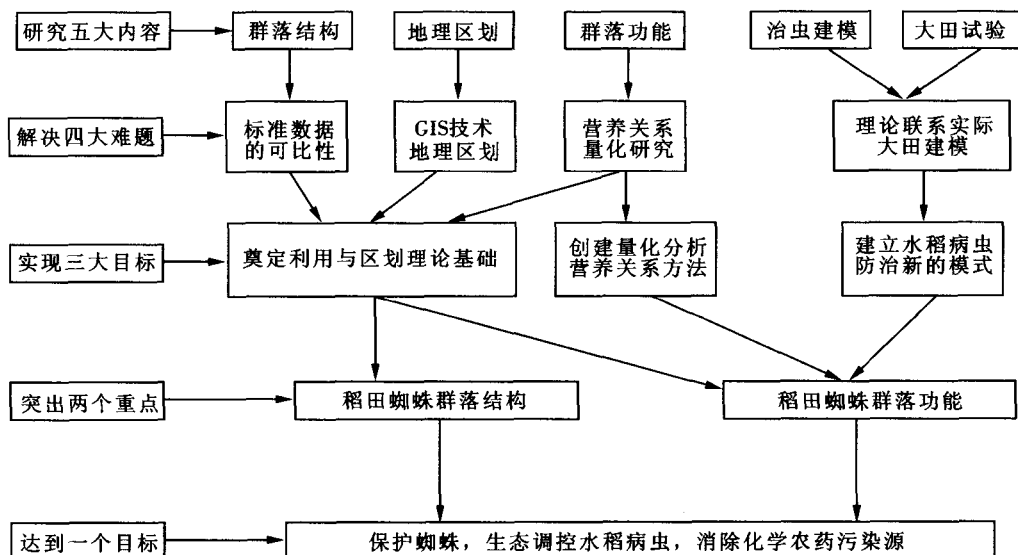


图 1 中国稻区蜘蛛群落结构和功能研究完成概况

2.2.2 取得了预期研究结果 按原计划要求发表论文 30~40 篇（实际已发表论文 54 篇，其中国家一级学报与国家级论文集 15 篇，《蛛形学报》10 篇，其余为二级、高校学报）；专著两部（实际 2001 已出版一部《群落重建与水稻害虫生物防治》，2006 年出版《中国稻区蜘蛛群落结构和功能研究》），中国稻田蜘蛛地理分布与区划图谱一部已完成初稿，中国稻田蜘蛛研究与利用专著正在拟稿，预期结题后可出版专著 3 部；培养研究生 8~12 名（实际培养研究生 16 名，其中博士生 5 名，硕士生 11 名）；获得“食物链传递标记物定量分析法”专利 1 项；建立“保护蜘蛛生态调控综合治理水稻病虫害新模式”（实际建立了“保护蜘蛛，生态调控水稻病虫害的协调治理新模式，”提出了总体模式和系列模式）；摄制科研照片和录相带各一盒（实际已拍摄有关科研照片胶卷 10 余卷，数码相机照相 200 余张；科研活动、田间试验摄相 6 盒，待进一步整理）；新模式大田试验的化学农药用量减少 50% 以上（实际上已达到目标），在湖南的望城县、岳阳市，广东的清新县和上海的崇明县四地，根据“保护蜘蛛生态调控水稻病虫害的协调治理”总模式进行了实践性建模式试验，面积达 2000 余亩，化学农药用量极大多数减少 50% 以上，个别减少 32%，一般稻田减少 80~90%。原计划制幻灯片一套，现以多媒体软件与光盘取代。

### 第三节 研究工作主要进展和主要成果

本项目为应用基础研究课题，主要进展体现在以下四个方面：

#### 3.1 研究方法的改进与创新

##### 3.1.1 改进方法，取得大批的可比性数据

中国稻区蜘蛛群落结构与生物群落结构研究涉及面广，工作量大。以往几十年，由于调查采集的年份不同、季节不同、水稻生育期不同，缺少统一计划要求，大量数据无法分析比较。本项目作了改进，将全国划分为六个片，调查取样统一设计，于同年同水稻生育期间，分头进行考察，保证了数据的正确性和可比性，大大提高了分析问题的说服力。

##### 3.1.2 创新了量化研究方法，获得专利一项

不断探索新方法、新思路，如荧光示踪定量分析生态系统食物链营养关系研究技术的突破，就是在放射性同位素进行量化研究不安全、成本高的基础上提出来的。采用稀土元素荧光物标记示踪，以百万分之一精密度荧光分光光度计进行测试，安全可靠，成本低廉。

#### 3.2 基础理论性研究进展

3.2.1 稻田蜘蛛群落结构研究，奠定了中国稻田蜘蛛利用价值和地理区划的理论基础，实现了第一个目标。

稻田蜘蛛利用价值与地理区划是稻田蜘蛛资源开发利用的重要依据，没有足够的科学理论依据，很难作出反映客观实际的利用价值与地理区划专题地图。奠定的利用价值与地理区划理论基础是：

(1) 查明各稻区稻田蜘蛛群落结构组成成分是地理区划的首要依据

通过计划调查与补点，全国稻区所设 117 个县市样点，共获稻田蜘蛛 165 种，隶属 21 科 83 属，但不同稻区的蜘蛛科、属、种和优势种的组成有异同，如华南广东稻区样点有蜘蛛 30 种，而东北黑龙江仅 8 种，异同程度的大小常是地理区划首先考察的重要标志。又如湖南师范大学 1973 ~ 1998 年调查累计，共有稻田蜘蛛 22 科 108 属 375 种，与 1999 年相比，科数目相近，种数则相差很大（见图 2）。1973 ~ 1998 年调查累计科属、种数高于 1999 年调查统计数，主要原因在

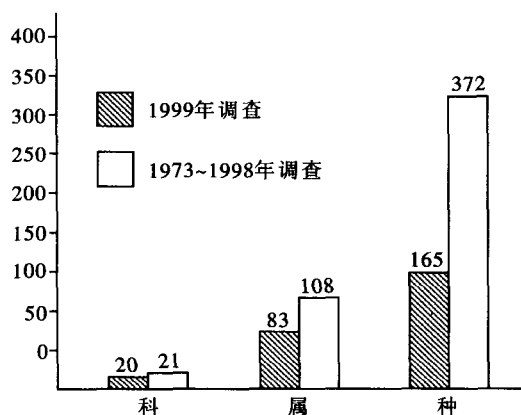


图2 稻田蜘蛛九群落基本结构

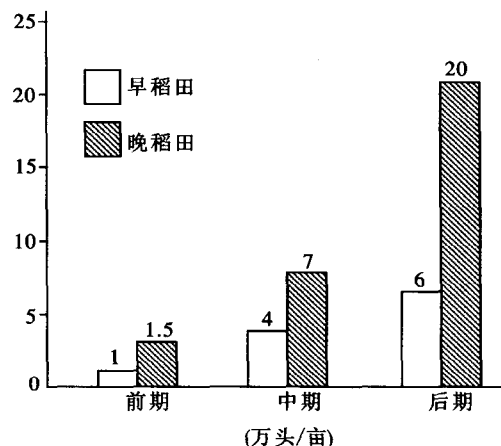


图3 早晚稻田蜘蛛田间发生状况

于累计的调查数据收集面广,历时长。但真正反映田间实际情况的应是1999年的统计数。就一年而论,晚稻田蜘蛛发生量远远大于早稻田(详见图3)。

#### (2) 查明稻田蜘蛛优势种,是确定当地稻田蜘蛛资源的物质基础

优势种(该蛛占当地稻田蜘蛛总发生量10%以上者列为优势种)在全国有26种,优势种蜘蛛主要种群发生量多少,是有无保护利用价值的物质基础。因各稻区样点的优势种群数量与种群发生量是不一样的,故各地区利用价值大小亦有差别,如北纬 $35.5^{\circ}$ 以北,各样点蜘蛛物种数在11种以下,以南则在23种以上,最高可达43种。优势种拟水狼蛛是全国分布很广的种群之一,调查117个样点中,在90个样点有分布,但不同点的田间发生量相差很大:东北与华北环渤海湾无发生,西北地区发生在百丛禾15头左右,南方稻区最高可达298头。又据中山大学课题组报道,从1998年至1999年,对稻田生态系统,包括稻田生境和3类非稻田生境——田埂、杂草地和花生地的系统采样调查,共采集到385种(类)节肢动物。其中115种为捕食性(肉食性)天敌,包括81种捕食性蜘蛛(隶属于15个科、44个属)和34种捕食性昆虫(隶属于11个科、28个属)。捕食性天敌物种所占比例为29.87%(图4)。害虫只占11.43%。

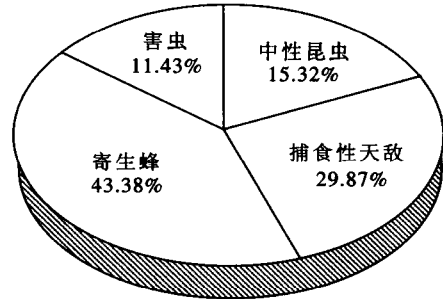


图4 稻田生态系统各类节肢动物物种数百分比

在115种捕食性天敌中,稻田与非稻田生境有48个共有种,八斑鞘腹蛛、食虫沟瘤蛛、类水狼蛛是稻田生境与非稻田生境所共有的三种优势捕食性天敌种。在稻田生境与非稻田生境中的优势种和丰盛种的数量及种类随着季节的不同而发生变化。

#### (3) 掌握蜘蛛生物学特性是判断其控虫价值的重要依据

蜘蛛全肉食性,性凶猛,八眼近视,专捕活虫,食量大,耐饥饿,繁殖力强。只要保证其隐蔽物、食物与水源,即能生存发展。寿命亦较一般害虫长。上述这些生物学特性,正是生物防治所要求的优良性能,蜘蛛发生量愈大,对相关害虫的控制作用愈强。

#### (4) 查明稻田生物主要亚群落结构,与稻田蜘蛛地理区划的客观性有紧密内在联系

亚生物群落即所谓生物各类群,它们与稻田蜘蛛生活在一起,彼此有着千丝万缕的联系,各自成为食物链中的某一个环节,互为条件,相互制约。如水稻、杂草、稻虫、稻病、寄生性昆虫、捕食性昆虫、中性昆虫、蜘蛛等,都是稻田生物群落的各亚群落,它们彼此之间互为条件消长。例如稻虫是一个生物类群,能在全中国不同稻区成灾的有24种,但对某一个稻区来说,在同一年成灾的主要害虫只有2~4种。不同稻区有相似的种与不相似的种,这就决定蜘蛛发生的相似性和差别(见表1)。同样,全国稻田主要杂草有36种,稻病有18种,但各稻区发生情况也有相似与不相似处。如果将某一稻区关系密切的节肢动物进行剖析,可进一步看到稻田害虫受到自然界其他多种生物控制作用。如广东四会县、中山大学对稻田节肢动物群落进行了详细调查采集,鉴定得节肢动物385种,其中稻田蜘蛛81种,占节肢动物总数20%;捕食性昆虫34种,占9.1%;寄生性昆虫167种,占43.38%;稻虫44种,占11.43%;中性昆虫59种,占15.32%;天敌与害虫发生种数约为7:1,即7个天敌对付一个稻虫,天敌对稻虫控制作用可想而知。又如湖南师范大学研究蜘蛛控制飞虱功能,小型蜘蛛体长2~3mm,每头日捕食飞虱2~3龄若虫3头;中型蜘蛛体长4~6mm,日捕飞虱4~7头;大型蜘蛛体长7~12mm,日捕飞虱8~9头,在

此范围内，飞虱不会泛滥成灾。

(5) 查明稻田蜘蛛群落与主要稻虫的相关性，是明确各稻区蜘蛛群落在当地害虫防治中的地位 and 作用的重要依据

某种主要蜘蛛与某稻虫相关性越显著，蜘蛛对该虫的控制力越强。相关性主要表现如下：一是蜘蛛的个体发生数量与目标害虫季节消长密切相关，有明显相互制约关系；二是蜘蛛多样性指数随目标害虫发生频率增加而增加，只有到达一定程度时才会剧减；三是蜘蛛的丰富度大小直接影响害虫丰富度；四是蛛虫时间、空间分布型与害虫对时空资源的利用有密切关系；五是蛛虫空间生态位宽度随蛛虫数量变动而增减，数量越大，蛛虫相关性越强。以上的几方面表现常因种类、季节、日时段等变化而变化，了解这些变化对了解蜘蛛主要捕食对象与采用何种技术保护蜘蛛有密切关系。常见的稻虫二十余种，能在同一年份同一地点发生成灾的有 2~4 种（见表 1）。同时与害虫有关的是田间杂草，常见的稻田杂草有三十余种（见表 2）。

表 1 水稻种植区主要稻虫

| 稻虫名称<br>(中文) | 学名 (拉丁文)                        | I |   |   | II |   |   | III |   |   | IV |   | V |   | VI |   |   |
|--------------|---------------------------------|---|---|---|----|---|---|-----|---|---|----|---|---|---|----|---|---|
|              |                                 | 1 | 2 | 3 | 1  | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 | 1  | 2 | 1 | 2 | 1  | 2 | 3 |
| 褐飞虱          | <i>Niaparvata lugens</i>        | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ |   | ✓  | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  |   | ✓ |
| 白背飞虱         | <i>Sogatella furcifera</i>      | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  | ✓ | ✓ | ✓   |   |   | ✓  |   |   |   |    | ✓ | ✓ |
| 灰飞虱          | <i>Delphacodes stratellus</i>   |   |   |   | ✓  | ✓ |   |     |   |   | ✓  |   |   |   | ✓  | ✓ | ✓ |
| 稻纵卷叶螟        | <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> | ✓ |   | ✓ | ✓  |   | ✓ |     |   |   | ✓  | ✓ |   | ✓ |    |   | ✓ |
| 黑尾叶蝉         | <i>Nephotettix bipunctatus</i>  | ✓ |   | ✓ | ✓  | ✓ | ✓ |     |   |   |    | ✓ | ✓ | ✓ |    |   | ✓ |
| 三化螟          | <i>Iryporyza incertulas</i>     | ✓ |   | ✓ | ✓  | ✓ | ✓ | ✓   | ✓ |   |    | ✓ |   |   |    |   |   |
| 二化螟          | <i>Chilo suppressalis</i>       | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  | ✓ | ✓ | ✓   |   |   |    | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  | ✓ |   |
| 大螟           | <i>Sesamia inferens</i>         |   |   |   | ✓  |   | ✓ | ✓   | ✓ |   | ✓  |   | ✓ | ✓ |    |   | ✓ |
| 稻苞虫          | <i>Panara guttata</i>           |   |   |   | ✓  | ✓ | ✓ | ✓   |   |   |    | ✓ |   |   |    |   |   |
| 稻蓟马          | <i>Thrips oryzae</i>            |   | ✓ |   | ✓  |   | ✓ | ✓   |   |   | ✓  | ✓ |   |   |    |   |   |
| 稻螟蛉          | <i>Naranga aemescens</i>        |   |   |   | ✓  |   | ✓ |     |   |   | ✓  |   |   |   |    |   |   |
| 粘虫           | <i>Mythimna separata</i>        | ✓ |   |   |    |   | ✓ |     | ✓ |   |    | ✓ |   |   |    |   |   |
| 稻眼蝶          | <i>Mycalesis gotoma</i>         |   |   |   | ✓  |   | ✓ |     |   |   |    |   |   |   |    |   |   |
| 稻绿蝽          | <i>Nezara viridala</i>          |   |   |   | ✓  |   | ✓ |     |   |   |    |   | ✓ |   |    |   |   |
| 针缘蝽          | <i>Cletus punctiger</i>         |   |   |   | ✓  |   | ✓ | ✓   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |
| 稻象甲          | <i>Echinocnemus sguqmeus</i>    |   |   |   |    |   | ✓ | ✓   |   |   | ✓  | ✓ |   |   |    |   |   |
| 稻负泥虫         | <i>Cema oryzae</i>              |   |   |   |    | ✓ | ✓ | ✓   |   |   |    | ✓ | ✓ | ✓ |    |   |   |
| 稻蝗           | <i>Oxya chinensis</i>           | ✓ |   |   |    |   | ✓ | ✓   |   |   |    |   | ✓ | ✓ |    |   |   |
| 南方蝼蛄         | <i>Gryllotalpa africana</i>     | ✓ |   |   |    |   | ✓ | ✓   |   |   | ✓  |   |   |   |    |   |   |
| 北方蝼蛄         | <i>Gryllotalpa unispina</i>     |   |   |   |    |   |   |     |   |   |    | ✓ |   |   |    |   |   |
| 稻瘿蚊          | <i>Orseolia oryzae</i>          | ✓ | ✓ |   |    |   | ✓ | ✓   | ✓ |   | ✓  |   |   |   |    |   |   |
| 稻秆潜蝇         | <i>Chlorops oryzae</i>          |   | ✓ |   | ✓  | ✓ |   |     |   |   |    |   |   |   |    |   |   |
| 稻小潜叶蝇        | <i>Hydrellia griseola</i>       |   |   |   |    | ✓ |   |     |   |   | ✓  | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  | ✓ | ✓ |