



2011中国 水稻生态农业报告 ——华中稻作区篇

GREENPEACE 绿色和平

greenpeace.cn

编写组成员

湖南农业大学

邹冬生 博士/教授、生态学博士生导师（主笔定稿）

高志强 博士/教授

江西农业大学

潘小华 博士/教授、农学博士生导师

长江大学

田小海 博士/教授

湖南省农业厅植保站

郑和斌 硕士/科长

目 录

1 中国华中稻作区（湖南、湖北、江西）概况·····	1
1.1 水稻种植面积与产量·····	1
1.2 水稻生长特点·····	2
2 华中稻作区水稻主要病虫害概述·····	3
2.1 江西省水稻主要病虫害发生成灾特点·····	3
2.2 湖南省水稻主要病虫害发生成灾特点·····	5
2.3 湖北省水稻主要病虫害发生成灾特点·····	9
3 华中稻作区化学农药使用情况及影响·····	10
3.1 化学农药使用概况·····	10
3.2 水稻生产中农药使用造成的环境影响·····	13
4 中国华中稻作区水稻病虫害绿色防控技术使用效果分析·····	14
4.1 翻耕灌深水灭蛹技术·····	14
4.2 二化螟性诱剂技术·····	15
4.3 灯光诱杀技术·····	16
4.4 稻鸭共育控虫技术·····	17
4.5 稻鱼共育控害技术·····	18
4.6 稻螟赤眼蜂控害技术·····	19
4.7 生物农药优先使用技术·····	20
5 中国华中稻作区水稻病虫害绿色防控技术集成模式·····	21
5.1 湖南生态稻作病虫害绿色防控技术模式·····	21
5.2 湖南优质稻有机生产病虫害绿色防控技术模式·····	23
5.3 江西生态稻作病虫害绿色防控技术模式·····	23
5.4 湖北生态稻作病虫害绿色防控技术模式·····	25
6 总结·····	26
6.1 绿色防控是中国华中稻作区水稻产业再造辉煌的关键·····	26
6.2 水稻病虫害绿色防控技术推广存在的问题·····	26
6.3 大力发展水稻绿色防控技术的几点建议·····	27
主要参考资料·····	28

2011中国水稻生态农业报告

——华中稻作区篇

根据中国水稻生态区划，华中稻作区为湿润单、双季稻作区，位于淮河、秦岭以南，南岭以北。包括江苏、安徽省的中、南部，河南、陕西省的南缘，四川省东半部，浙江、湖南、湖北、江西诸省及上海市的全部，广东省和广西壮族自治区北部，福建省的中、北部。其稻田约占中国稻田面积的65.5%，稻谷产量约占中国稻谷总产的66%，均居全国首位^[1]。本研究以华中稻作核心区湖南省、湖北省和江西省为样地，在剖析该区域水稻生产概况，尤其是水稻主要病虫害分布的基础上，重点对水稻生产过程中农药使用状况和水稻病虫害绿色防控技术应用现状进行了调研分析，进而提出了华中稻作区水稻生态农业发展的对策。

1 中国华中稻作区（湖南、湖北、江西）概况

1.1 水稻种植面积与产量

根据相关部门统计^[2、3、4]和部分实地调研分析^[19、20、21]，近5年(2006—2010)江西、湖北、湖南三省水稻年播种面积共计在953.84万~1014.25万 hm^2 ，平均328.75万 hm^2 ；年稻谷总产6123.63万~6463.84万t；年均总产2100.10万t；单产6.07~6.76t/ hm^2 ，平均6.42t/ hm^2 。将三省水稻年播种面积、稻谷总产和单产统计结果分别列于图1。图1指出，三省中水稻年播种面积湖南省最大（近五年平均为447.25万 hm^2 ，变幅为431.84万~458.76万 hm^2 ），江西省其次（近五年平均为325.83万 hm^2 ，变幅为319.63万~331.84万 hm^2 ），湖北省最少（近五年平均为213.18万 hm^2 ，变幅为202.37万~223.65万 hm^2 ）；年稻谷总产排序也是湖南省最高（近五年平均为2812.31万t，变幅为2768.71万~2834.09万t），江西省其次（近五年平均为1848.28万t，变幅为1806.40万~1905.90万t），湖北省最低（近五年平均为1639.73万t，变幅为1548.52万~1723.85万t）。然而从水稻单产来看，则以湖北省最高（近五年平均为6.89t/ hm^2 ，变幅为6.85~7.12t/ hm^2 ），湖南省其次（近五年平均为6.71t/ hm^2 ，变幅为5.78~7.25t/ hm^2 ），江西省最低（近五年平均为5.67t/ hm^2 ，变幅为5.58~5.81t/ hm^2 ）。另据测算，华中地区早稻、中稻和晚稻的理论产量分别可达到10.75~11.75t/ hm^2 、19.50~21.00t/ hm^2 和15.37~16.87t/ hm^2 。也就是说，江西、湖南、湖北三省水稻平均理论产量可达15.21~16.54t/ hm^2 ，而三省实际水稻最高产量只有6.89t/ hm^2 （湖北省），因此三省水稻生产仍有较大的增产潜力。

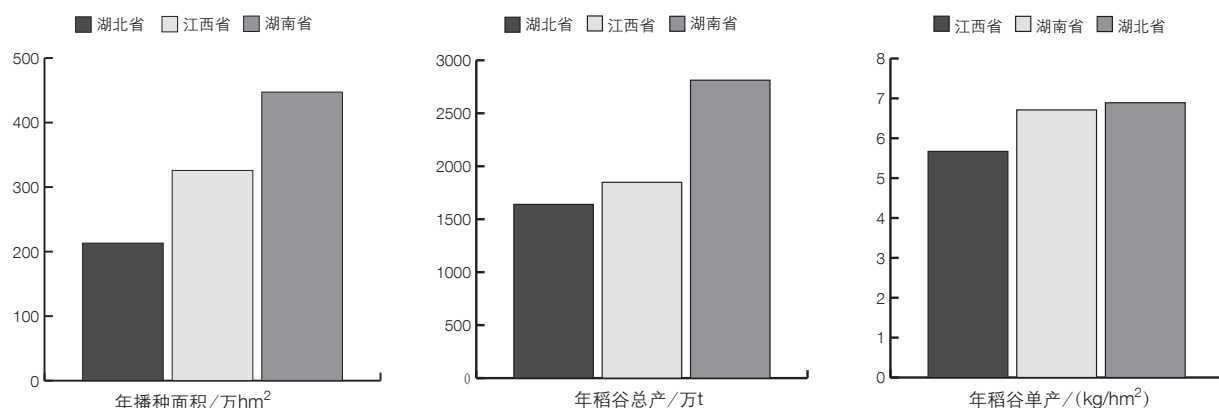


图1 江西、湖北、湖南三省水稻播种面积和产量比较

1.2 水稻生长特点

调查统计结果表明，三省均属于典型的单、双季水稻混作区^[5、6、7]。目前湖北省以单季稻为主，江西省和湖南省则以早、晚双季稻为主（见表1）。三省主要种植制度有“早稻—晚稻—冬闲”、“早稻—晚稻—油菜”、“早稻—晚稻—蔬菜”、“一季稻—油菜”、“一季稻—小麦”、“一季稻—蔬菜”、“西瓜—一季稻”和“蔬菜—一季稻”；主栽水稻品种（组合）多为杂交稻组合和优质常规稻品种。因地处中亚热带和北亚热带湿润季风气候，温暖湿润，四季分明，三省早稻均不同程度地存在“倒春寒”、“春旱”、“春涝”和“高温逼熟”危害，晚稻不同程度地存在“夏旱”、“夏涝”和“寒露风”危害。同时，由于种植制度和主栽品种（组合）相对单一，水稻生长过程中又常遇低温阴雨或高温高湿条件，加上肥水管理习惯的不合理性，使三省水稻生长过程中病虫害危害十分严重。

表1 江西、湖南、湖北三省稻作制比较

省份 \ 类型	早稻		一季稻		晚稻	
	播种面积 / 万hm ²	所全年比率 / %	播种面积 / 万hm ²	所全年比率 / %	播种面积 / 万hm ²	所全年比率 / %
江西省	138.59	42.53	40.06	12.29	147.19	45.17
湖南省	174.96	39.23	79.23	17.76	191.85	43.01
湖北省	41.66	19.58	128.35	60.33	42.73	20.08

注：表中数据为近三年平均值。

2 华中稻作区水稻主要病虫害概述

根据相关部门统计资料表明，江西、湖南、湖北三省水稻生产中普遍存在并常发生成灾的病虫害主要有：稻飞虱、稻纵卷叶螟、二化螟、纹枯病、稻瘟病和稻曲病。由于气候条件、生产条件、种植方式和管理水平的差异性，这些水稻病虫害在三省之间的发生、成灾状态有所不同，但其发生诱因和成灾规律基本相似^[5、6、7]。

2.1 江西省水稻主要病虫害发生成灾特点^[6]

江西省水稻生产中虫害重于病害，其中虫害以稻飞虱危害程度最为严重，稻纵卷叶螟和二化螟次之；病害以纹枯病危害程度重，稻瘟病、稻曲病和黑条矮缩病次之。江西省2010年稻飞虱危害全省实际损失稻谷82154t，稻纵卷叶螟危害造成实际损失56250t，二化螟危害造成实际损失487820t，纹枯病危害造成实际损失66308t，稻瘟病危害造成实际损失18493t，稻曲病危害造成实际损失14650t，黑条矮缩病危害造成实际损失10427t。近年来，江西省水稻纹枯病、二化螟基本发生平稳，大螟危害有逐年加重的趋势，稻瘟病、稻纵卷叶螟和稻飞虱的发生随年际间气候条件变化有一定的波动，稻蝗、稻蓟马和白叶枯病基本得到控制，稻曲病和黑条矮缩病已由原来的次要病害逐渐上升为主要病害（见表2）。

表2 江西省水稻生产主要病虫害发生情况

稻作类别	病虫害名称	发生概率 / %	成灾面积 / 万hm ²	受灾田减产程度 / %
早稻	稻瘟病	15	0.2	35
	纹枯病	75	20	15
	二化螟	60	10	10
	稻飞虱	70	0.4	7
	稻纵卷叶螟	40	0.3	10
中稻	稻瘟病	30	5	30
	纹枯病	90	15	18
	黑条矮缩病	1.5	1.2	15
	稻曲病	15	5	7
	稻纵卷叶螟	90	20	10
	稻飞虱	98	30	16
	二化螟	75	15	5
晚稻	纹枯病	98	45	15
	稻瘟病	12	5	18
	黑条矮缩病	3	2	20
	稻曲病	6	1	7
	稻纵卷叶螟	80	32	20
	稻飞虱	98	50	30
	二化螟	70	20	6

水稻纹枯病：从秧苗期至穗期均可发生，以抽穗前后为盛，主要危害叶梢、叶片，严重时可侵入茎秆并蔓延至穗部。叶鞘发病先在近水面处出现水渍状暗绿色小点，病斑逐渐扩大呈椭圆形或云形状，条件适宜时，病斑边缘暗褐色，中央灰绿色，扩展速度快。叶片发病严重时，可导致稻株不能正常抽穗，甚至蔓延至穗部，造成秕谷增加，粒重下降，并造成倒伏或整株枯死。

稻瘟病：在水稻各个生育期均可发生，部位不同分为苗瘟、叶瘟、节瘟、穗颈瘟和谷粒瘟。苗瘟多由种子带菌引起，三叶期前发生，多变黄褐色枯死。叶瘟在秧苗及成株的叶片上都可发生，初期现针头大小的褐色斑点，很快扩大，严重时远望发病田块如火烧过似的；病斑有急性型、慢性型、褐点型和白点型四种类型。急性型病斑不规则，由针头大小至近似绿豆大小，大的病斑两头稍尖，水渍状，暗绿色，背面密生灰绿色霉，急性型病斑的出现是稻瘟病流行的预兆。慢性型病斑梭形，外围黄色、内部褐色、中心灰白色，天气潮湿时，病斑边缘或背面也常有灰绿色的霉。穗稻瘟发生在穗颈和穗轴或小枝梗上，初期出现小的淡褐色病斑，边缘有水渍状的褪绿现象。以后病部向上、下扩展，长的可达2~3cm，颜色加深，最后变黑枯死或折断，造成瘪谷甚至白穗。

稻曲病：主要在水稻抽穗扬花期感病，病菌危害穗上部分谷粒。病菌在颖壳内生长，开始时受侵害谷粒颖壳稍张开，露出淡黄绿色块状物，以后逐渐膨大，最后将全部颖壳包裹起来，形成“稻曲”。同时，色泽转变为墨绿色或橄榄色，其后表面龟裂，散布墨绿色粉末状的厚壁孢子。一般每穗有病粒1~5粒，严重的可达20~30粒。

水稻黑条矮缩病：是由灰飞虱为传播介体昆虫的一种病毒病，表现为分蘖增加，叶片短阔、僵直，叶色深绿，叶背的叶脉和茎秆上初现蜡白色，后变褐色的短条瘤状隆起，不抽穗或穗小，结实不良。苗期发病心叶生长缓慢，叶片短宽、僵直、浓绿，叶脉有不规则蜡白色瘤状突起，后变黑褐色，根短小，植株矮小，不抽穗，常提早枯死；分蘖期发病新生分蘖先显症，主茎和早期分蘖尚能抽出短小病穗，但病穗缩藏于叶鞘内；拔节期发病剑叶短阔，穗颈短缩，结实率低，叶背和茎秆上有短条状瘤突。

水稻二化螟：是江西水稻上的常发性害虫，以老熟幼虫在稻茬、稻草和其他寄主植物的根茬、茎秆中越冬。一年发生三到四代，成虫白天潜伏在植株下部，晚上出来活动，有趋光性和喜在嫩绿植株上产卵的习性。在水稻分蘖前，卵块多产在叶片正面的中上部；圆秆拔节后，则多在近水面的叶鞘上产卵。初孵出的蚁螟大部分沿稻叶向下爬行或吐丝下垂，从心叶、叶鞘缝隙或叶鞘外蛀孔侵入，先群集在叶鞘内取食内壁组织，秧苗小时则小股分散为害，受害叶鞘2~3天后变色，7~8天后枯黄，此时称为枯鞘期。叶鞘枯死后，叶片亦随之枯萎，发生倒伏，飘浮在水面上。枯鞘是二化螟为害的最初症状，这时幼虫尚未侵入稻茎，是查枯鞘和防治的有利时机。幼虫发育至2龄后，开始蛀食稻茎，再形成枯心、枯孕穗、白穗和虫伤株。如食料不足，则分散转株为害。在天气干燥缺水、稻株生长受阻时，幼虫转移频繁，为害加重。

稻纵卷叶螟：是为害水稻的一种迁飞性害虫，成虫喜群集在生长嫩绿、荫蔽、湿度大的稻田或生长茂密的草丛间，夜间活动，对金属卤素灯趋性较强。喜在插秧密度大、植株嫩绿的田块产卵，以倒2~3叶为最多。幼虫先在心叶及附近取食，2龄后开始吐丝，把叶片纵卷成筒状虫苞，在内部啃食叶肉，只剩下虫苞外表的一层表皮，形成白色条斑；幼虫一生能结苞4~5个，如遇阴雨或惊扰时，转苞次数增加，危害加重。水稻受害后千粒重降低，空瘪率增加，生育期推迟，一般减产二至三成，严重的可达五成以上，大发生时稻田一片枯白，甚至颗粒无收。

稻飞虱：包括褐飞虱、白背飞虱和灰飞虱。其中以褐飞虱和白背飞虱为主，是为害水稻的迁飞性害虫。以成、若虫群集于稻丛基部，刺吸茎叶组织汁液。虫量大受害重时引起稻株瘫痪倒伏，俗称“冒穿”，导致严重减产或失收。产卵时刺伤稻株茎叶组织，形成大量伤口，促使水分由刺伤点向外散失。同时，破坏输导组织，加重水稻的受害程度。

2.2 湖南省水稻主要病虫害发生成灾特点^[7]

湖南省水稻主要病虫害包括“三虫四病”即二化螟、稻纵卷叶螟、稻飞虱和纹枯病、稻瘟病、稻曲病、南方水稻黑条矮缩病，2010年水稻病虫害发生面积2253.33万hm²次，防治面积3100万hm²次。湖南省近几年水稻病虫害的发生发展情形呈现以下几个特点：其一是发生面积逐年增大，由2005年2133万hm²次到2010年2267万hm²次（见图2）；其二是发生种类增多，由上世纪末的“三虫二病”，增加至目前的“三虫四病”；其三是危害损失大，每年经大力防治后，水稻由于病虫害造成产量损失仍近70万t，占全省水稻产量的2.8%。具体如下。

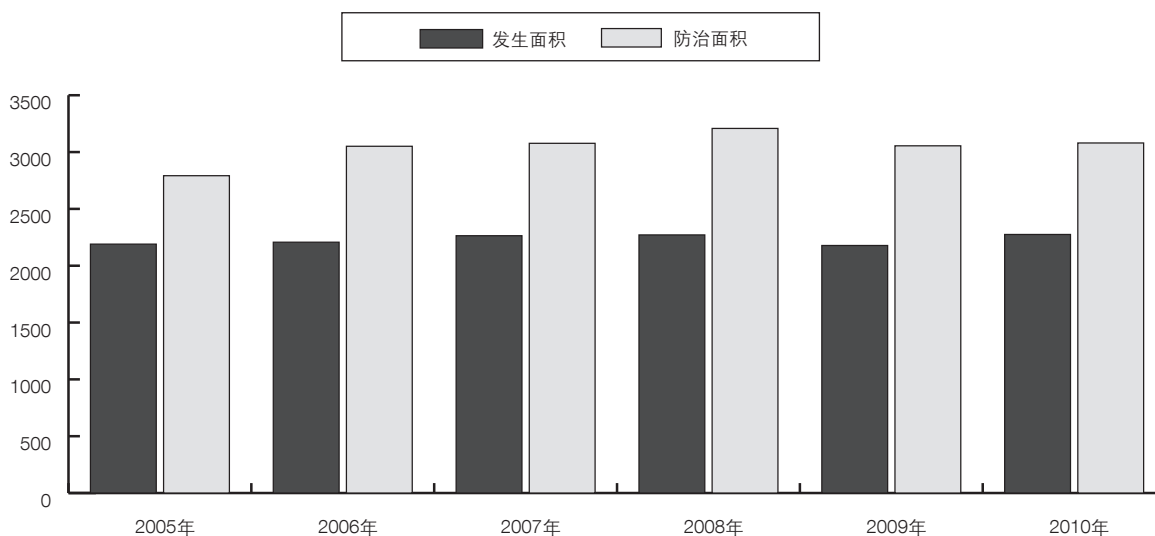


图2 湖南省2005年至2010年水稻病虫害发生与防治情况（单位：万hm²次）

稻飞虱：稻飞虱是水稻“两迁害虫”之一，湖南省主要以白背飞虱和褐飞虱为主，7月底之前以白背飞虱占多数，以后以褐飞虱为主。一般年份，稻飞虱发生四代，对早稻、中稻、晚稻都带来较大危害，尤以对中、晚稻更甚。2005年至2010年稻飞虱发生面积分别为578.2万hm²次、624.3万hm²次、588.2万hm²次、559.9万hm²次、575.5万hm²次、606.7万hm²，发生程度以2005年至2007年重，其他年份稍轻（见图3）。

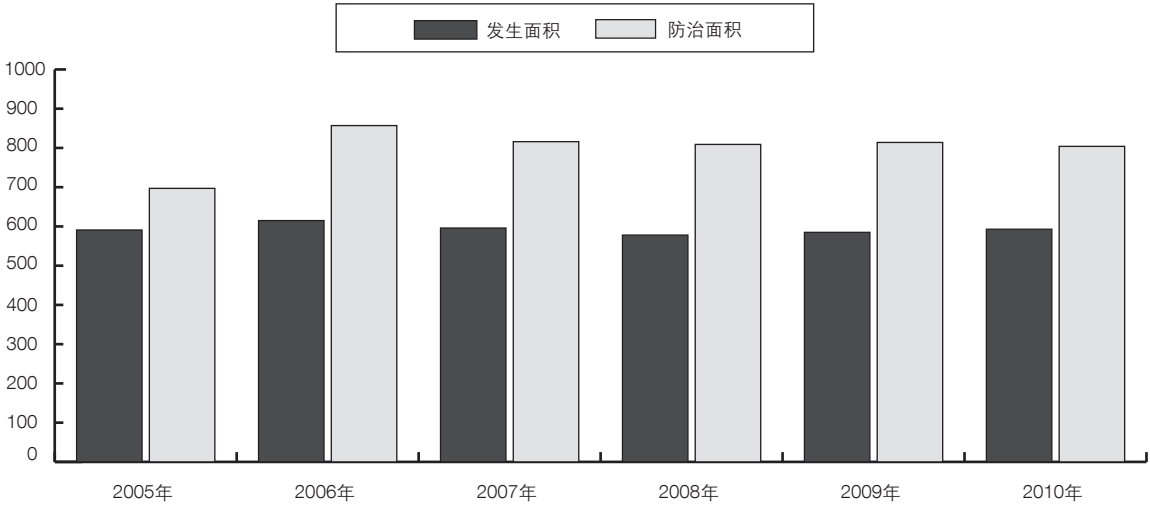


图3 湖南省2005年至2010年水稻稻飞虱发生与防治面积（单位：万hm²次）

稻纵卷叶螟：稻纵卷叶螟是水稻“两迁害虫”之一，危害湖南省水稻有四个代次，且各代重叠现象较为普遍。该虫啃食剑叶，影响水稻光合作用，直接影响水稻产量。2005年至2010年稻纵卷叶螟发生面积分别为490.5万hm²次、514.7万hm²次、577.3万hm²次、642.2万hm²次、520.0万hm²次、542.3万hm²次，发生程度以2005年至2007年最重，年年达到重发生水平，2008年至今发生程度一般为普遍偏重发生、局部大发生（见图4）。

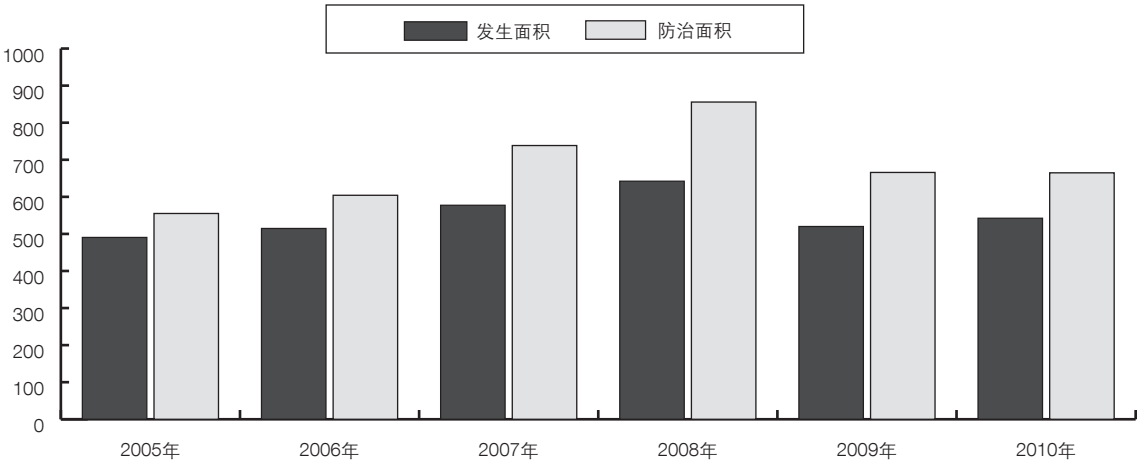


图4 湖南省2005年至2010年水稻稻纵卷叶螟发生与防治面积（单位：万hm²次）

二化螟：二化螟是湖南省一种典型的钻柱性害虫，以老熟幼虫在稻茬、稻草和其他寄主植物的根桩、茎秆中越冬。一般在湖南南部地区发生四代或三代半，在北部和西部地区发生三代。2005年至2010年发生面积依次为429.5万hm²次、418.4万hm²次、388.9万hm²次、369.0万hm²次、358.6万hm²次、356.1万hm²次。近几年来，二化螟在湖南省发生面积逐年减少，发生程度也不太重，但是从今年第一代二化螟发生情况来看，部分地方二化螟已达重发生水平，危害程度也有所加重(见图5)。

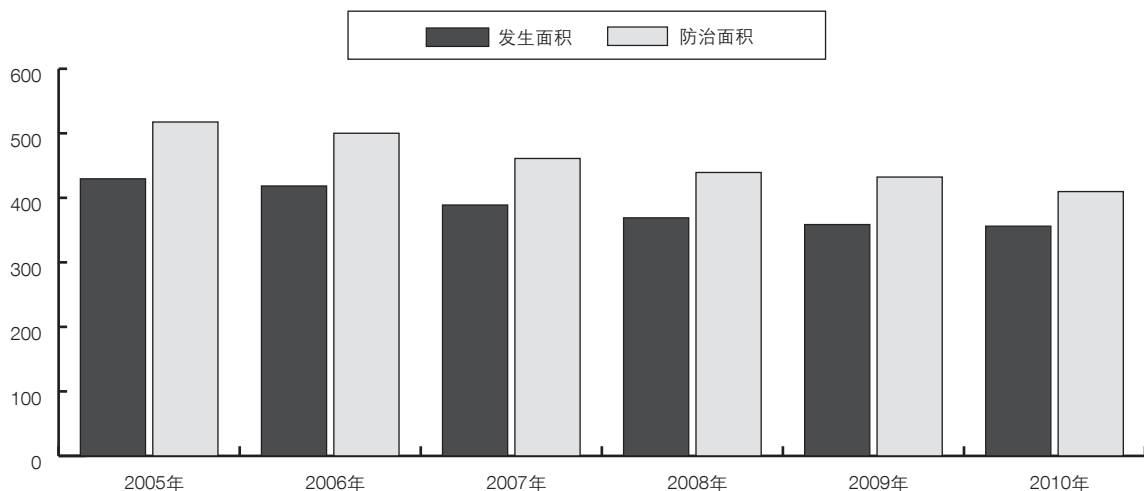


图5 湖南省2005年至2010年水稻二化螟发生与防治面积（单位：万hm²次）

纹枯病：纹枯病一直以来就是水稻上主要病害，从秧苗期至穗期均可发生，以抽穗前后为盛，主要危害叶梢、叶片、茎秆并蔓延至穗部。纹枯病对早、中、晚稻均可产生严重危害，在湖南省各个稻区每年都是大发生，尤其随超级杂交稻的推广，该病危害程度有加重趋势。2005年至2010年发生面积分别为345.3万hm²次、352.3万hm²次、359.1万hm²次、364.6万hm²次、369.5万hm²次、366.0万hm²次(见图6)。

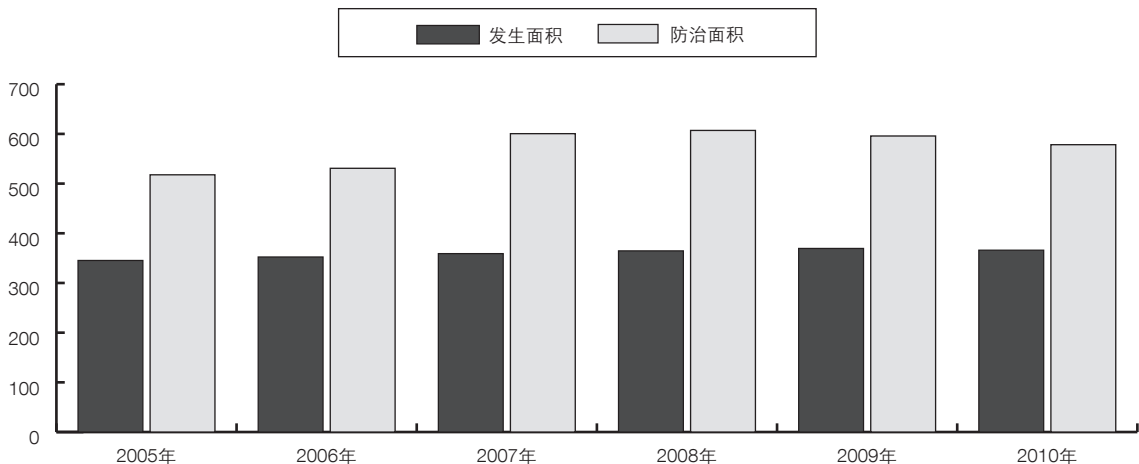


图6 湖南省2005年至2010年水稻纹枯病发生与防治面积（单位：万hm²次）

稻瘟病：在早、中、晚稻各个生育时期均可发生，依据发生时期不同可分为苗瘟、叶瘟、穗瘟。稻瘟病仅在湖南省部分地区如湘西自治州、怀化、邵阳等丘陵山区的老病区、感病品种上发生，发生重的田块绝收。2005年至2010年发生面积分别为39.8万hm²次、37.1万hm²次、29.2万hm²次、32.8万hm²次、35.3万hm²次、32.1万hm²次，发病呈现出一种稳定状态(见图7)。

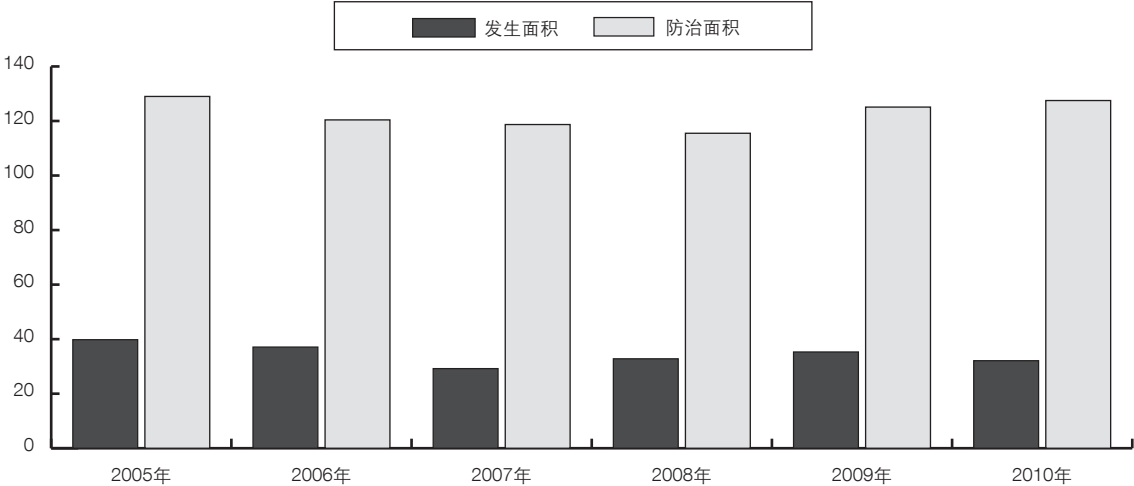


图7 湖南省2005年至2010年水稻稻瘟病发生与防治面积（单位：万hm²次）

稻曲病：稻曲病俗称“丰产病”，湖南早稻少见，中、晚稻普遍发生较重。水稻发病不仅造成产量损失，而且病菌中所含的真菌毒素严重影响稻谷质量，危害人畜安全。随着杂交稻、优质稻的大面积推广及适宜气候条件的影响，稻曲病这些年来发生较重，也由次要病害上升为主要病害。2005年至2010年发生面积分别为47.7万hm²次、53.3万hm²次、68.9万hm²次、75.1万hm²次、47.5万hm²次、40.8万hm²次(图8)。

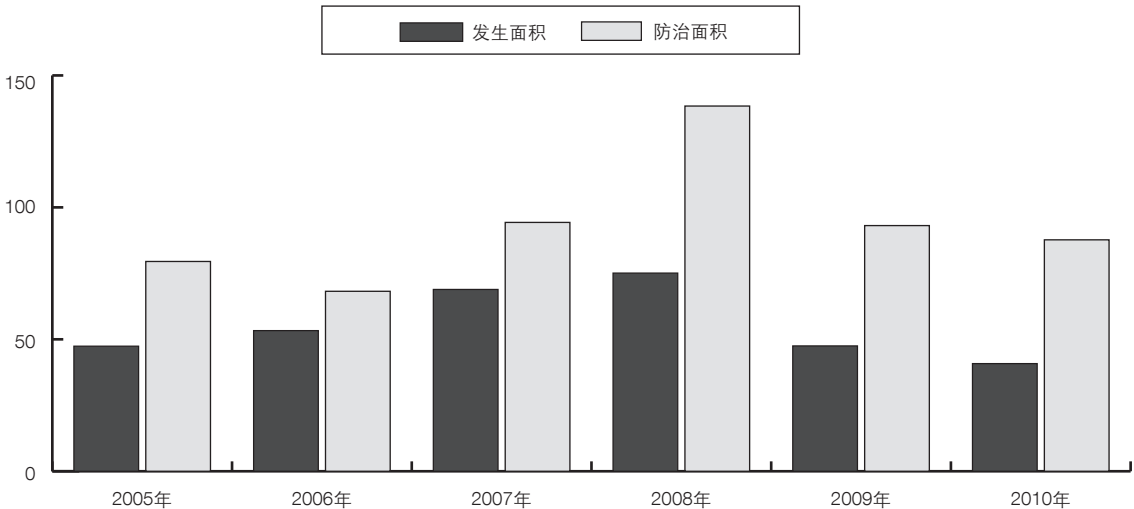


图8 湖南省2005年至2010年水稻稻曲病发生与防治面积（单位：万hm²次）

南方水稻黑条矮缩病：南方水稻黑条矮缩病是近几年来在南方稻区发生的一种病毒性病害，该病主要由白背飞虱传播，水稻在秧苗期感病，基本绝收，在分蘖期感病，产量损失达到30%以上。南方水稻黑条矮缩病扩展速度快，产量损失大，防治难度大。2008年该病在湖南省零星发生，2009年发生面积上升为11.7万hm²次，产量损失接近5万t；2010年发生面积上升为63.0万hm²次，产量损失达到25万t。

2.3 湖北省水稻主要病虫害发生成灾特点^[5, 22, 23]

湖北省水稻虫害主要有飞虱类（褐飞虱、白背飞虱、灰飞虱）、钻蛀类（大螟、二化螟）、卷叶类（稻纵卷叶螟、稻苞虫、直纹稻弄蝶）、稻蓟马、中华稻蝗等；主要病害有纹枯病、稻曲病、稻瘟病、白叶枯病、水稻细条病等；2010年该省水稻病虫害发生面积为二化螟200万hm²次，三化螟53.33万hm²次，稻飞虱、稻纵卷叶螟约266.67万hm²次，稻蓟马约66.67万hm²次，稻秆蝇约6.67万hm²次，稻瘟病约20万hm²，水稻纹枯病约166.67万hm²，稻曲病及穗期综合症约80万hm²，水稻白叶枯病约5.33万hm²。从总体上讲，近5年来湖北省水稻生产中虫害重于病害。其中，虫害以稻飞虱危害程度最为严重，二化螟、稻纵卷叶螟次之，三化螟、大螟、稻蓟马、稻秆蝇、稻瘿蚊时有发生；病害以纹枯病危害程度重，以稻曲病和稻粒黑粉病为主的穗期综合症已由原来的次要病害逐渐上升为主要病害，水稻白叶枯病、水稻细菌性基腐病、苗期病害的立枯病、绵腐病、稻苗瘟以及恶苗病等时有发生，水稻南方黑条矮缩病作为近年出现的新病害来势凶猛。具体来讲：

稻飞虱：稻飞虱是湖北省水稻生产中常年发生面积大，危害最为严重的虫害。一般以第三～第五代稻飞虱危害为主，近年发生面积在160.3万～180万hm²；从区域上讲，鄂东、江汉平原和鄂北危害较重；从水稻类型上看，一季中稻和双季晚稻危害较。

二化螟：二化螟在湖北省的发生与危害时序是，一代二化螟主要危害双季早稻和一季中稻秧田，二代二化螟主要危害一季中稻和双季晚稻秧田，三代二化螟主要危害危害晚稻。近年湖北省二化螟危害有加重趋势，发生面积在146.7万～173.3万hm²，其中以鄂东和江汉平原单、双季稻混栽稻作区二化螟危害最为严重。

稻纵卷叶螟：稻纵卷叶螟在湖北省的发生与危害时序是，二代稻纵卷叶螟主要危害双季早稻，三代稻纵卷叶螟主要危害一季中稻，四代稻纵卷叶螟主要危害双季晚稻。近年湖北省稻纵卷叶螟危害也有加重趋势，发生面积在133.3万～160万hm²，其中以鄂东、江汉平原大部 and 鄂北部分地区危害较重。

纹枯病：纹枯病是湖北省水稻生产中多年来发生面积大、危害最为严重的主要病害，它对双季早稻、双季晚稻和一季中稻均可产生严重危害。近年湖北省纹枯病发生面积在133.3万～166.6万hm²，其中双季早稻受危害的程度相对于一季中稻和双季晚稻明显较重。

穗期综合症：以稻曲病和稻粒黑粉为主的穗期综合症一旦发生，不仅造成水稻产量损失，而且还因病菌中所含的真菌毒素严重影响稻谷质量，危害人畜安全。目前湖北省穗期综合症有加重趋势，已成为危害水稻的第二大病害。近年发生面积在66.7万~80万hm²，其中一季中稻和双季晚稻，尤其是一季中稻受灾最严重。

3 华中稻作区化学农药使用情况及影响

3.1 化学农药使用概况

根据相关部门统计结果，结合实证分析，目前江西、湖南、湖北三省生产实践中，水稻病虫害防治仍以使用农药为主。

湖南省2011年，全省农药（水稻约占70%）需求量预计为1.565万t（折合成100%纯度，以下同）。其中，杀虫杀螨剂0.797万t，占50.00%；杀菌剂0.293万t，占19.00%；除草剂0.463万t，占29.58%。商品量需求在千吨以上的品种有敌敌畏、水胺硫磷、三唑磷、毒死蜱、杀虫双、噻嗪酮、阿维菌素、百草枯、草甘膦等10个产品；与2010年相比较，农药需求量稍有降低，但除草剂需求量有很大程度增加。从农药使用结构上看，杀虫双、水胺硫磷、三唑磷等一批防效低、毒性中等的农药仍在大面积的使用。害虫对农药的抗性在不断增加，2010年监测数据表明，湖南大部分地区二化螟种群对杀虫单、三唑磷已普遍产生中水平至极高水平抗性，对毒死蜱的抗性也达到了中抗水平（21.2倍）。由于水稻直播的存在，除草剂用量增大，除草剂药害现象越来越频繁，而湖南省乃至全国对除草剂药害技术研究不深，可供实际应用技术不多、不全，除草剂药害问题日益凸显。此外，农民乱用、滥用农药，打保险药等现象比较普遍，造成农药使用过量，据有关部门统计，湖南省单位面积耕地的农药使用量为28.4kg/hm²，高出全国化学农药的平均使用量近1倍，其利用率不足30%^[7]。

江西省（以宜春市调研结果为例）水稻生产中使用过的农药产品135个，农药有效成份68种，其中除草剂14种、杀虫剂32种、杀菌剂18种、植物生产调节剂2种，杀鼠剂2种。稻田农药的使用以杀虫剂和除草剂为主，两者比例占到78%。这些农药产品当中，具有水稻登记的为112个，占82.96%；未在水稻上登记但在其他作物上登记的为18个，占17.04%。水稻生产中使用的农药仍以化学农药为主，比例占85.19%。而生物农药极少，主要有阿维菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、球孢白僵菌、苏云金杆菌、枯草芽孢杆菌、农用链霉素、多抗霉素、井冈霉素、春雷霉素、井冈·蜡芽菌等，在所调查农药中所占比例为8.89%。此外，化学与生物复配农药占5.92%。调查结果还显示，水稻生产所用农药中传统剂型如乳油、可湿性粉剂比例依然偏高，两者之和所占比例为53%。但随着近年来农药生产技术的不断提高，水剂等新剂型农药的稳定性也逐步提升，加之这类农药以水为溶剂，对环境污染小，在农田中的使用也越来越多。据此次调查结果显示，水剂、微乳剂、水分散粒剂、悬浮剂所占比例分别为11%、8%、12%和14%。另根据江西省调查所得的68种农药中，全省使用普遍的农药共有28种（表3），包括除草剂6种、杀虫剂14种和杀菌剂8种，其中高残留农药——毒死蜱、丙溴磷和水胺硫磷与三唑磷复配制剂等仍在广泛应用^[6]。

表3 江西省水稻生产普遍使用的农药

种类	农药名称	类型	标准用药量 / (g/hm ²)	实际用药量 / (g/hm ²)	防治对象
除 草 剂	22%苄乙	可湿性粉剂	82.5	82.5	一年生及多年生杂草
	35%丁·苄	可湿性粉剂	151.25~157.5	157.5~183.75	一年生及多年生杂草
	20%吡嘧·二氯	可湿性粉剂	210~270	210	一年生及多年生杂草
	50%二氯喹啉酸	可湿性粉剂	187.5~225	187.5~225	稗草
	10%氰氟草酯	乳油	60~90	90~135	千金子及稗草
	30%丙草胺	乳油	360	450	一年生及多年生杂草
杀 虫 剂	20%阿维·三唑磷	乳油	300	300~450	二化螟
	40%水胺·三唑磷	乳油	600	600~720	二化螟
	20%氯虫苯甲酰胺	乳油	30	30	二化螟、卷叶螟
	10%氟·毒	乳油	30~60	60	卷叶螟
	40%丙溴磷	乳油	600	600	卷叶螟
	40%毒死蜱	乳油	480	600	卷叶螟、稻飞虱
	25%噻嗪酮	可湿性粉剂	93.75~112.5	93.25~187.5	稻飞虱
	50%烯啶虫胺	颗粒	37.5	37.5~70	稻飞虱
	90%敌百虫	晶体	675	675~1080	卷叶螟
	10%醚菊酯	乳油	60~75	60~75	稻飞虱
	8000IU/ul苏云金杆菌	微乳剂	4500(制剂)	7500(制剂)	二化螟、卷叶螟
	1.8%阿维菌素	乳油	16.2	27	卷叶螟
	18%杀虫双	水剂	540	1080	二化螟、卷叶螟
	25%吡蚜酮	悬浮剂	75~112.5	112.5~187.5	稻飞虱
杀 菌 剂	75%三环唑	可湿性粉剂	225~337.5	337.5~450	稻瘟病
	40%稻瘟灵	乳油	480~600	480~600	稻瘟病
	2%春雷霉素	可湿性粉剂	15	15~30	稻瘟病
	5%井冈霉素	水剂	75	150~187.5	纹枯病
	12.5%井冈·蜡芽	水剂	187.5	187.5~375	纹枯病
	30%苯甲·丙环唑	乳油	45	45~90	纹枯病、稻曲病
	2%宁南霉素	水剂	30	30	南方水稻黑条矮缩病
	25%咪鲜胺	乳油	187.5	187.5~375	稻瘟病、恶苗病

注：标准用药量和实际用药量均按单位面积农药有效成份使用量计算。

湖北省水稻生产过程中对主要病虫害的防治仍然是以农药防治为主体。该省2010年农药投入与上年相比有升有降，但农药投入正在发生三大转变：其一是农药投入由大宗常规型品种向质量安全型品种转变；其二是农药使用由低成本、低投入向高成本、高投入转变；其三是化学除草剂与植物生长调节剂投入比上年全面下降。将湖北省2010年农药销售情况调查结果分别列于表4和图9。从表4列出的农药投入量看，湖北省2010年的水稻杀虫剂销售量比上年度减少0.24%，除草剂销售量比上年度下降2.95%，植物生长调节剂销售比上年度下降10.29%，但杀菌剂销售量却比上年度增加5.48%。从图9列出的农药投入比例讲，湖北省2010年杀虫剂是农药投入的主体，占总销售量的58%，除草剂销售量居第2位，占28%，杀菌剂占总量的10%~11%，植物生长调节剂占总量的2%左右。此外，调查结果还表明，湖北省水稻生产中平均每年每公顷稻田农药使用约45瓶（约22.5 kg/hm²），明显超过推荐水平^[5、8、9]。

表4 湖北省2010年水稻生产主要农药投入量

农药种类	销售量 (kg)		
	2009年	2010年	增减/ %
杀虫剂	4007	3911	-0.24
杀菌剂	1205	1271	5.48
除草剂	4877	4733	-2.95
调节剂	515	462	-10.29

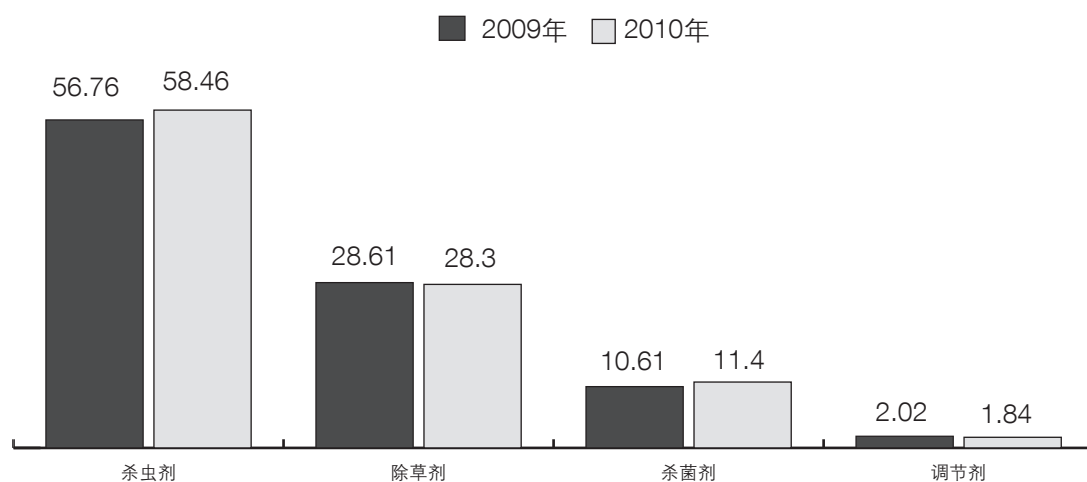


图9 湖北省2010年与2009年水稻农药投入结构比较

3.2 水稻生产中农药使用造成的环境影响

目前关于江西、湖南和湖北三省水稻生产中农药使用造成的环境影响研究，大多是定性描述，定量研究不多。从所收集到的文献看，20世纪八九十年代的定量研究相对较多。

湖南省水稻生产中农药使用造成的环境影响：调研结果表明^[10]，湖南省在1991—1994年期间农药施用量为 $18.92 \sim 21.41 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ，超过同期全国平均水平 $107.66\% \sim 142.02\%$ 。并指出过量的人工合成农药进入农田生态系统后，一方面通过各种迁移运动进入水体和作物吸收而残留于作物中，恶化了水质和粮食品质；另一方面增强了水稻各种病虫害的抗药性能，给该区的粮食生产带来了严重的环境安全隐患^[10]。肖顺勇等指出^[11]，2004年湖南省农药使用量为10.95t，每公顷施农药高达25.52kg，其中高毒、高残留农药占38%。根据我们对湖南省使用农药的利用率调查结果表明，喷施的农药若是粉剂，仅有10%左右的药剂附着在植物体上；若是液体，也仅有20%左右附着在植物体上；只有1%~4%接触到目标害虫，其余40%~60%降落到地面，5%~30%的药剂飘游于空中。也就是说，大量使用农药，虽然控制了病虫害，但是对土壤、地表水、地下水和农产品造成污染^[11]。对湘江长沙段地表水有机氯、有机磷农药的残留状况抽查结果指出^[12]，从断面总量上看，C断面农药总量高于其他断面，这是由于湘江沿岸A断面至C断面区间大部分属于农业区域，农药残留相对较高；而D、E断面区间多为城市生活用水区域，对农药残留有所稀释。同一调查结果还表明，湘江长沙段有机农药主要以杀虫剂为主，而且这些杀虫剂均是毒性强，富集性、残留性高的有机氯农药类，它们可以通过生物富集和食物链作用对人类造成农药公害^[12]。此外，刘蔼成等对湖南省2001—2008年急性农药中毒发病情况和农药中毒品种分布情况进行了统计分析，结果指出^[12]，2001—2008年期间，湖南省14个市(州)共报告急性农村农药中毒患者2910例，死亡443例；报告发病数逐年上升，其中生产性中毒占26.22%，病死率2.49%，非生产性中毒73.78%，病死率19.74%；湖南省报告发生急性农村农药中毒的农药品种以杀虫剂为主，共报告2582例，占88.73%，病死率16.15%；生产性中毒的农药品种病死率以除草剂居高11.11%，非生产性中毒的农药品种病死率以杀虫剂居高21.17%^[13]。

江西省水稻生产中农药使用造成的环境影响：调研结果表明^[10]，湖南省在1991—1994年期间单位面积农药施用量为 $14.62 \sim 16.46 (\text{kg}/\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ，超过同期全国平均水平 $59.65\% \sim 92.23\%$ ^[11]。对江西省农业生产农药污染状况调查结果指出^[14]，江西省水稻生产中施用高毒农药的比例还有50%~60%，主要是甲胺磷、氧化乐果、甲基1605等，其中杀虫双、甲胺磷的用量已分别明显超过《GB4285-89》的最高用药量 $3750 \text{ ml}/\text{hm}^2$ 和 $750 \text{ ml}/\text{hm}^2$ ，有些地方甚至超过2~3倍；调查结果还表明，江西省100%的农民使用除草剂，但农民使用除草剂对土壤残留污染和对地下水污染尚无认识，使用时没有选择性，如甲磺隆在土壤中的残留污染，乙草胺对地下水可能的污染，只有不足10%的农民听说过这些知识^[14]。李鹏等指出^[15]，在江西省，尽管政府积极开展病、虫、鼠、草害的综合防治，但大多数农民农药安全使用技术单一，喷药方法单一，宁可花钱买药也不愿花力加水，仍然是淋雨式喷雾，农药损失大，对环境污染严重^[15]。对江西省鄱

阳湖有机氯农药污染研究结果指出^[16]，江西五大入湖河流沉积物样品中能检测到绝大部分有机氯农药，其中DDT类含量最高，达1.94ng/g；其次是HCH类，其含量最大值为0.95ng/g；HCB类检测值最低^[16]。

湖北省水稻生产中农药使用造成的环境影响：对湖北省丹江口库区农药使用现状调查结果指出^[17]，农户使用过的农药品种有近200个，主要有杀虫剂、杀菌剂、除草剂三大类，分别占总数的63.1%、15.7%、21.2%。杀虫剂是当前农户使用种类和数量最多的一类农药，而杀虫剂中以中、高毒农药分别占杀虫剂总数的41.8%、46.6%；2008年当地农户的农药使用量为17.13kg/hm²，最高使用量达209.8 kg/hm²，按行政区划分，湖北平均使用量达20.44kg/hm²，比河南平均使用量高近7kg/hm²这表明湖北农民农药使用普遍超标，部分农户有严重过量使用甚至滥用的现象^[17]。

4 中国华中稻作区水稻病虫害绿色防控技术使用效果分析

根据中国农业部病虫绿色防控意见^[18]，结合当地实际情况看，目前江西、湖南、湖北三省在水稻病虫害绿色防控方面所开展的工作，从思路、方法、内容来讲，整体上呈现出大同小异。相对而言，湖南省工作力度较大、进展较好。目前三省主要试验、示范、推广的水稻病虫害绿色防控技术，主要有以下几项。

4.1 翻耕灌深水灭蛹技术^[7、24、25、26、28]

主要做法：在3~4月越冬代二化螟羽化前深翻耕稻田并结合灌7~10cm深水，持续时间5~7天，通过深水制造不利于蛹发育的条件，以减少第一代二化螟越冬基数，减轻第一代螟虫危害程度。

防控效果：通过调查，各示范区越冬代螟虫基数减少45%~72.1%，平均60.5%，一代幼虫药前发生量可以减少51.11%~60.2%，保苗效果43.5%~56.1%。据湖南沅陵县调查统计，深水灭蛹区螟虫越冬基数每亩为320头，而非应用区则为1150头，深水灭蛹对第一代二化螟越冬基数杀蛹效果达72.1%，一代幼虫药前发生量与非应用区相比减少58%，保苗效果在55%以上。图10列出了湖南省不同区域水稻生产中采用翻耕灌深水灭蛹技术的效果分析结果。从图10中看出，湖南省不同区域水稻生产中采用翻耕灌深水灭蛹技术，使一代二化螟虫口减退率平均达到50%左右，变幅为38.9%~71.5%。可见翻耕灌深水灭蛹技术使用效果十分明显。

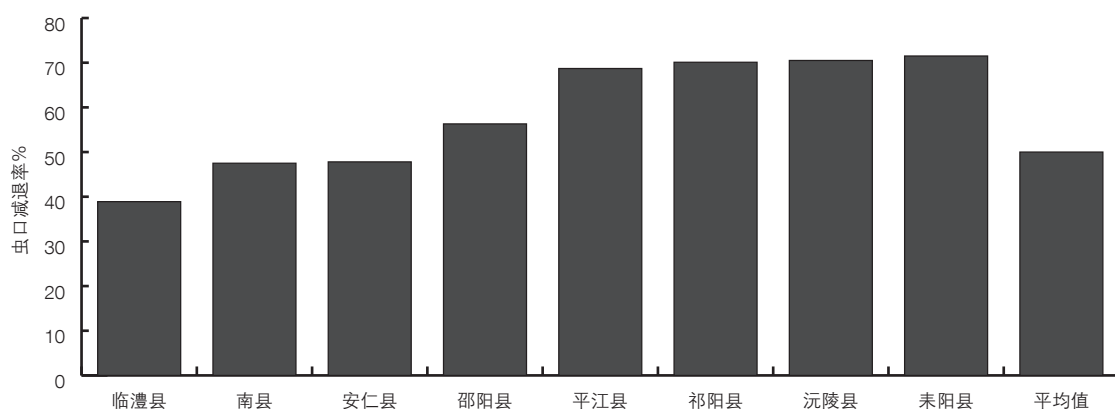


图10 水稻生产中翻耕灌深水灭蛹控制一代二化螟效果(湖南)

农药减量：由于该技术能有效降低越冬代螟虫基数，一般可减少一次二化螟防治用药。对于没有实施该项技术的稻田，此次地方植保部门推荐防治二化螟的用药为20%阿维·三唑磷（或40%水胺·三唑磷），其标准用药量为300（或600）g/hm²，而农民实际用药量往往比推荐用药高2%~30%。据此可推算出翻耕灌深水灭蛹技术示范区，比非示范常规推荐用药区减少20%阿维·三唑磷用药量300g/hm²（农药有效成份计算，下同）或减少40%水胺·三唑磷用药量600g/hm²；比非示范农民自用区减少20%阿维·三唑磷用药量360~390g/hm²或减少40%水胺·三唑磷用药量720~780g/hm²。

应用评价：深水灭蛹技术是一项非常适合当前农村轻型栽培的控螟技术，其操作简单，不需额外增加投入，杀虫效果较好。该项技术适合大面积集中连片使用，统一操作效果更好。因此，在如何发动、指导示范区农民广泛开展这一措施、改变传统的秧苗移栽前才翻耕的习惯是该项技术应用的难点。鉴于此，做得好的县市区如湖南省南县就在示范区认真开展此项技术。其做法是在翻耕灌深水灭蛹技术措施的宣传发动上采取了非常好的措施，他们明确了5个植保干部分别包干示范区的7个村，于4月上旬下到105个组、620户农家，广泛宣传深水灭蛹的效果，这种挨家挨户、一传十、十传百的做法促成了该项技术被示范区农民广泛接受，并带动了周边乡镇该项技术的实施。

4.2 二化螟性诱剂技术^[7、29、30]

主要做法：在二化螟羽化始期开始放置装有二化螟性诱剂的诱盆器，蛾末期收回。原则上每公顷以放置15个诱盆器为佳，但实际操作中各地一般以每公顷放置18~19个。也就是两个诱捕器之间距离为28m左右，摆放采用“井字型”方式；在与非性诱剂结合的田块摆放密度大一些，两个诱捕器之间的距离以15m为宜，即通常所说的“外密内疏”方式。采用水盆诱捕器的，诱芯与水面的距离不超过1cm，诱芯隔水面越高，诱虫效果越差。诱芯隔稻株的距离以10cm为最佳，实际田间操作一般都有30~50cm。

防治效果：绝大部分示范基点县反映二化螟性诱剂实际控螟效果好，在中等程度发生年份，单用二化螟性诱剂就可完全控制二化螟危害。各地调查数据显示，一代二化螟发蛾高峰期，发蛾密度大的地区每个诱捕器每晚可诱蛾20只左右，高的达54只。湖南省平江、邵阳示范区统计结果指出，平均每个诱捕器在一代二化螟蛾发生期间，每晚诱蛾分别为2.35只、2.4只，全代可诱蛾100多只。湖南省平江县在全县一代二化螟化学防治前调查，示范区平均枯鞘株率仅为0.83%，不需用药防治。湖南省临澧县调查，示范区一代二化螟引起的枯鞘株率也只有1.89%，在防治指标以下，而对照区枯鞘率已达7.85%，超过防治指标一倍；没有用药情况下示范区定案调查，一代二化螟平均枯心率为0.25%，而农民自防田在已经用药一次情况下枯心率仍达0.8%。二化螟常年发生严重的湖南省邵阳县，对一代二化螟危害情况进行定案调查，性诱剂示范区枯心株率为1.2%，而对照不防治区枯心株率为9.3%，两者相比的性诱剂校正防效为87.1%，基本达到化学农药防治水平。

农药减量：二化螟性诱剂对第二代、三代二化螟防效与第一代基本相当，且第二代发生危害时间一般与稻纵卷叶螟发生危害时间吻合，防治稻纵卷叶螟的同时对螟虫起到了兼治作用。因此，性诱剂区二化螟不需再用药防治。根据湖南省湘阴县白泥湖乡里湖村双季稻区示范结果表明，二化螟性诱剂应用示范区与常规用药区相比，早稻减少农药5%氟虫腈悬浮剂22.5g/hm²，晚稻减少农药3%甲维盐微乳剂9.0g/hm²和90%杀虫单可溶性粉剂540.0g/hm²。

应用评价：从多年多点试验效果来看，二化螟性诱剂是一种控制螟虫危害的好方法，且有防效稳定可靠、对环境安全、技术操作简单等优点。根据湖南省实际情况，该技术在控防一代二化螟、三代二化螟上具有很好的可操作性。一代二化螟、三代二化螟是湖南省螟虫的主要危害代，需采取化防措施加以治理，而性诱剂不管是从成本控制、防效还是从人为操作层面上都不失为一种控螟的好方法。如用二化螟性诱剂控制第一代二化螟，性诱剂成本加诱捕器（可多年重复使用）成本和人工费用一亩大概需16元，而用药防治成本也需要15~20元，两者相当。当然，今年也有个别示范区反映二化螟性诱剂诱蛾效果不是很好，究其原因主要有三：其一是放置时间不妥，在发蛾末期才摆放诱捕装置，错过了蛾高峰期；其二是放置方法不妥，诱芯隔水面距离太高，没有安排专人负责加水；其三是放置密度不妥。为此，2011年初，湖南省农业厅植保站就已下发实施方案，规定两个诱芯之间的距离里围是28m，外围是15m。多数示范区按此方案实施，但有个别示范区随意加大摆放密度，每公顷放置45~60个，诱芯之间距离短的只有几米远。这样不仅不会增加诱虫效率，还会因诱芯放置太多相互干扰降低诱蛾效果，降低控制螟害作用。

4.3 灯光诱杀技术^[7、24、25、27、30]

主要做法：一般在4月下旬开灯，每日开灯时间为晚上7点至第二日晨6点，定时清扫虫灰。

防治效果：各示范区反映灯光诱杀对二化螟、稻飞虱诱杀效果、防治效果较好，对稻纵卷叶螟效果稍

差。如南县4月26日至5月17日单盏灯累计诱杀二化螟1576只，平均每日化螟引起的枯鞘株率只有1.1%，而非示范区用药防治田却为4%，灯控区飞虱虫量百丛210头，防治效果为46.4%。祁阳县调查数据显示，灯控对稻纵卷叶螟的防效为31%，比对二化螟、稻飞虱防治效果要差（见表5）。

表5 频振式杀虫灯诱杀水稻主要害虫效果

地点	一代二化螟枯鞘株率 / %			稻飞虱百丛虫量 / 只			稻纵卷叶螟亩幼虫量 / 条		
	处理	对照	对比±%	处理	对照	对比±%	处理	对照	对比±%
祁阳县	0.62	1.29	-52.7	560	1091	-48.6	6950	9440	-26.3
沅陵县	1.3	3.1	-58.1	185	245	-24.5	12450	18700	-33.4
临澧县	--	--	--	572	1522	-62.4	3017	3570	-15.5

注：处理为示范区，对照为非示范区；示范区一代二化螟未进行化学防治

农药减量：由于灯光诱杀对二化螟、稻飞虱诱杀效果好，生产中安放灯光诱杀器后，不需要再打防治二化螟和稻飞虱的农药。根据湖南省湘阴县白泥湖乡里湖村双季稻区示范结果表明，灯光诱杀应用示范区与常规用药区相比，早稻减少农药5%氟虫腈悬浮剂22.5g/hm²，晚稻减少农药3%甲维盐微乳剂9.0g/hm²和90%杀虫单可溶性粉剂540.0g/hm²。

应用评价：灯光诱杀技术是一项比较成熟的控制害虫技术，近几年来在江西、湖南、湖北三省推广应用面积均较大，具有对多种害虫如二化螟、稻飞虱、稻纵卷叶螟、稻叶蝉控制作用。但灯光诱杀也有一定局限性，主要表现在四个方面：其一是一次性投入较大，安装一盏标准的频振式杀虫灯，成本要2500元，若以40盏计就需10万元，这对于广大种植规模小的农户而言就是一个矛盾；二是管理难以到位，装灯后还需时定人定时开光灯、清扫虫灰、收取用电费等事项，这对当前广大农村实际情况而言又是一个矛盾；其三是频振式杀虫灯不仅对害虫有诱杀作用，同时对天敌也有杀灭作用，在保益上具有其局限性；其四是单一用灯光诱杀技术还不能完全控制害虫危害，须与其他技术集成才能有效控制虫害。

4.4 稻鸭共育控虫技术^[7、31、32、33、34、35]

主要做法：首先是田间饲养设施准备，即在田的四周用三指尼龙网围成网高60cm的防逃圈，在田的一角按10只鸭一个平方米的大小折算建一个有顶鸭舍，并于田间开挖35cm宽、30cm深的丰产沟若干条；其次是放鸭时间，即在水稻抛秧15天，移栽12天后，按每公顷230只左右的密度，将孵出20天，体重约100克以上的幼鸭放入大田，成年鸭应适当降低密度并推迟2~3天下田；第三是适当轮流放牧，即同一片稻田不宜多次重复放牧，适当休闲几天再放；第四是适时收鸭，即在水稻乳熟期收鸭，以防鸭吃稻穗。

防治效果：多区域示范结果表明，稻鸭共育对二化螟、稻飞虱、稻纵卷叶螟有一定地控制效果，对二化螟防治效果一般为65%，对稻飞虱是40%，对稻纵卷叶螟是41%。但湖南省农科院在宁乡县回龙铺镇试验结果表明：稻田内种稻养鸭结合田埂种大豆的稻田种养模式，能明显减少水稻褐飞虱、白背飞虱的发生量，其对褐飞虱、白背飞虱的防治效果优于化学防治；同时，该模式还能减少稻田二化螟、稻纵卷叶螟、纹枯病和杂草的发生，但其对稻田二化螟、稻纵卷叶螟、纹枯病和杂草发生的防治效果低于化学防治。

农药减量：由于稻鸭共育技术对水稻主要病虫害具有综合防治效果，但又不能完全替代农药防治。根据湖南省农科院在宁乡县回龙铺镇试验结果折算，稻鸭共育技术晚稻示范区比推荐农药防治区减少一次防治飞虱和纹枯病的用药，即相当于减少5%井冈霉素75~80g/hm²和3%甲维盐微乳剂9.0~10.0g/hm²。

应用评价：稻鸭共育控虫技术是一项传统地有害生物治理技术，一般要与其他技术配套使用才能有效控制害虫为害。且该项技术的运用能有效降低稻田中杂草生物量，一定量地减轻纹枯病发生为害程度。但是，稻鸭共育技术有其一定的应用局限性：其一是投资成本较高，由于鸭子有群集习性，要用栏网分片隔开，以免鸭子群集踩死禾苗，而栏网、鸭棚费用较高（每公顷约需3000元，明显要高于化防费用）；其二是控制时间不长，稻鸭共育控虫时间约40天，而秧苗移栽后的前10天及孕穗期后的水稻生长期均不适宜放鸭。

4.5 稻鱼共育控害技术^[7、36、37]

主要做法：选择田面平整、田埂高（或加高）50cm、宽40cm且保水性好的稻田，于插秧7~10天禾苗转青后，在稻田内挖出“十”字沟（“井”字沟）和周边沟，一般沟宽40cm、深30cm，做到沟与沟相连；随后，按每公顷稻田投放平均尾重50g的鲤鱼种4500~6000尾，同时也可搭配5~10%的草鱼或鲫鱼养，鱼种下田前要用3%的盐水浸泡15~20分钟；鱼饲料以菜枯饼粒和碎米糠为主，日投量视鱼的大小、季节和气温而定，一般日投量为鱼体重的2%~3%左右为宜；一般养鱼稻田不打农药，若出现水稻病虫害达到防治指标确需打药时，只能选用生物农药，并要求在晴天太阳出来晒干稻叶露水后打药；打药前还要将稻田水灌满，尽量让鱼入沟。

防治效果：根据湖北农学院在湖北潜江市试验区调查结果表明，稻田养鱼苗能显著降低稻苞虫、稻螟虫、稻飞虱虫口基数，尤其是在稻田养鱼结合养鸭的处理中，能有效防治稻苞虫、稻螟虫、稻飞虱、白叶枯病和稻瘟病（见表6）。江西省万载县双季稻田养鱼示范区调查结果也指出，稻田养鱼能有效降低稻螟虫、稻飞虱、稻象甲的基数，从而使双季早稻田螟虫危害率和危害株率，分别比非示范区下降59.3%和56.1%；双季晚稻田稻飞虱丛虫量比非示范区下降96.8%。

表6 稻田养鱼防治水稻病虫害效果

防治方式	喷药次 / (次/生)	稻苞虫 / (头/m ²)	稻飞虱 / (头/m ²)	稻螟虫 / (头/m ²)	白叶枯病 / %	稻瘟病 (穗%)
农民自防	4	0.3	31.7	0.3	10.1	7.7
稻田养鱼	0	0.5	46.9	0.3	4.1	2.6
稻田养鱼鸭	0	0	9.8	0	2.1	1.7

农药减量：综合多地试验与应用结果，以常规化学防治效果为参照，稻田养鱼防治水稻虫害的农药替代效果大约为61%~100%。若以上述湖北潜江试验区试验结果估算，稻田养鱼，尤其是实行稻田养鱼结合养鸭，其防治水稻病虫害的农药替代效果可达100%。

应用评价：稻田养鱼在江西、湖南和湖北三省均具有很长的历史，目前三省稻田养鱼面积约为总稻田面积的6%~10%，其中湖南省2009年稻田养鱼面积达到8.97万hm²。由于稻田养鱼能有效减少水稻病虫害发生或危害，一般很少用农药防治水稻病虫害，即使在需要用农药防治水稻病虫害时，大多采用生物农药。因此，大力推广稻田养鱼可显著降低农药使用次数和使用量，尤其是严格控制了化学农药的使用。然而，并不是所有稻田都能开展稻田养鱼，因为稻田养鱼不仅要求稻田平整，而且要求田埂有一定高度、田埂和犁底层保水性能好，水源洁净充足且排灌方便。

4.6 稻螟赤眼蜂控害技术^[7、38、39]

主要做法：在每年的5月中旬和8月中下旬，等到稻田二化螟、稻纵卷叶螟的发蛾高峰期来到的前3天，将附有赤眼蜂蜂卵的卵卡挂在田间（按每公顷稻田放蜂15万只计算），卡上罩个纸杯，防止雨淋；约3天后，幼蜂孵化出来，并迅速在稻田里寻找螟虫卵，将蜂卵产在螟卵上，通过吸收螟卵的营养，再次孵出下一代赤眼蜂，而螟卵由于营养被夺走，其繁衍过程被切断，以达到生物防治螟虫危害目的。

防治效果：根据湖南省耒阳市试验区调查结果表明，稻螟赤眼蜂能有效防治稻纵卷叶螟危害，其平均虫口减退率和保叶效果分别达到72.22%和80.4%（见表7）。然而，湖南省邵阳县试验区的调查结果则是稻螟赤眼蜂本身孵化率为65%，对二化螟卵寄生率为60%、对稻纵卷叶螟卵寄生率为64%。湖南省水稻所研究表明，赤眼蜂防治水稻虫害的效果与赤眼蜂品种选择适宜与否关系密切。他们通过对本地品种收集与外地引进稻螟赤眼蜂的比较研究，筛选出适合湖南双季稻稻区应用的台湾螟赤眼蜂和长沙稻螟赤眼蜂2个品种，并于2008—2010年期间开展大田释放试验。结果表明，这2个品种的赤眼蜂防治二化螟和稻纵卷叶螟的效果与常规化学防治相当，甚至略优于化学防控。

表7 赤眼蜂防治稻纵卷叶螟效果（湖南耒阳市，2010年）

稻田类别	卷叶率 /%	平均幼虫 / (千条/hm ²)	虫口减退率 /%	校正虫口减退率 /%	保叶效果 /%
不防治稻田	15.63	405	-38.46	0	0
常规防治稻田	3.75	92	59.80	71.0	76.0
放螟黄赤眼蜂稻田	4.88	74	58.75	70.2	68.7
放稻螟赤眼蜂稻田	3.06	67	72.22	79.9	80.4

农药减量：综合多地试验与应用结果，以常规化学防治效果为参照，赤眼蜂防治二化螟和稻纵卷叶螟的农药替代效果大约为55%~110%。因此，借助当地农药防治二化螟和稻纵卷叶螟的农药使用量，即可估算出用赤眼蜂防治二化螟和稻纵卷叶螟能减少20%氯虫苯甲酰胺农药使用量为16.5~33.0g/hm²，或减少18%杀虫双水剂农药使用量为594~1188g/hm²。

应用评价：根据多区域试验结果统计分析，目前稻螟赤眼蜂控害技术的关键稻螟赤眼蜂本身孵化率和稻螟赤眼蜂释放密度能否有保障。一般而言，稻螟赤眼蜂本身孵化率和稻螟赤眼蜂释放密度越大，寄生率越高、防治效果真好；反之则不然。目前大多数情况下，稻螟赤眼蜂对二化螟和稻纵卷叶螟的卵寄生率为50%~70%，与理论寄生率（90%以上）还有一定的差距。可见在目前技术水平，单用释放赤眼蜂不能完全有效地控制二化螟和稻纵卷叶螟的危害，但作为辅助控虫方法，以降低田间靶标害虫的发生密度还是有效的。

4.7 生物农药优先使用技术^[5、26、40、41、42]

主要做法：在优先采用农业的、生物的、物理的防治技术控害的前提下，按“四项基本原则”推行科学合理的农药防治。首先是坚持严格遵守达标施药原则，即按照各省农业厅制定的水稻重大病虫害防治技术方案和绿色防控技术示范方案，只有在水稻重大病虫害达到防治指标时才开始用药防治；其次是坚持严禁使用高毒、高残留农药并尽可能使用高效、低毒、低残留农药或产品原则，即优先采用生物农药如井冈霉素、井冈·蜡芽、枯草芽孢杆菌、核型多角体病毒、鱼藤酮、苏云金芽孢杆菌（Bt）等控害，大面积推广应用高效低毒农药品种如氯虫苯甲酰胺、吡蚜酮、戊唑醇、苯醚甲环唑·丙环唑、龙克菌、甲维盐、阿维菌素等防治重大病虫害，轮换、交替用药，延缓害虫抗药性；第三是坚持严格遵守农药安全间隔期标准原则，即对防治水稻病虫害的任一农药品种，都严格按照农药使用标准，安全间隔期内不用药，确保农产品农药残留不超标；第四是坚持注重施药技术提高原则，即通过在示范区开展病虫害专业化统防统治、应用先进施药器械、分厢施药和避免高温和强光照下施药等措施，提高施药技术，确保药效的充分发挥。

防治效果：2010年在江西省万载县茭湖镇楼下村基地示范面积300亩，稻田种植有机水稻已有近10年的历史。稻田于4月12日翻耕后灌深水沅田，10天后再次翻耕移栽。种子用中康菌素浸种，移栽前3天喷施苏云金杆菌和春雷霉素作超级送嫁药。水稻分蘖前按每亩12只鸭子标准放鸭，田边搭棚供鸭晚上栖息。同时，按标准投放螟虫性引诱剂、赤眼蜂，按标准挂杀虫灯、黄色诱虫粘板。根据田间病情，分别施用井冈霉素、灭瘟素和农用链霉素防治水稻纹枯病、稻瘟病和细菌条斑病；根据田间虫情，分别施用苏云金杆菌、印楝素和苦参碱（或皂素烟碱）防治水稻螟虫、稻纵卷叶螟和稻飞虱。与空白对照比较，纹枯病控制率达75.16%~94.27%，叶瘟病控制率达50.54%~72.67%，穗瘟病控制率达76.66%~87.42%；对二化螟防效为77.62%~85.68%，对稻纵卷叶螟防效为85.44%~96.36%，对稻飞虱防效均在70%以上，稻田蜘蛛等天敌增加34.5%~46.8%。稻谷产量与常规化防区持平，每亩增加经济效益100元左右，生态环境大为改善。

5 中国华中稻作区水稻病虫害绿色防控技术集成模式

为了进一步发挥上述单项水稻病虫害绿色防控技术效果，以实现水稻生产全程、广谱式病虫害绿色防控，近年来，水稻病虫害绿色防控单项技术集成，在中国各稻作区日益受到重视。目前江西、湖南、湖北三省根据多年的水稻病虫害绿色防控试验研究与示范应用结果，先后集成出了多种水稻病虫害绿色防控技术模式，并在大面积生产中示范应用获得成功。

5.1 湖南生态稻作病虫害绿色防控技术模式^[7、43、44、45]

湖南生态稻作病虫害绿色防控技术模式，是根据湖南省水稻病虫害发生、成灾规律，从生态系统的高度，将作用平台、作用时期、作用机制不同的水稻病虫害农业防治技术、物理防治技术、生态诱控技术和科学合理用药技术等单项技术集成一体的技术模式。该技术模式由4大技术环节组成。其一是农业防治环节，即选用抗性（病）品种、合理管好水肥、翻耕灌深水灭蛹；其二是理化诱控环节，即用杀虫灯诱杀和性引诱剂诱杀；其三是生物防治环节，即用稻螟赤眼蜂、稻鸭共育控虫和田垄种豆护益控害；其四是科学用药环节，即达到防治指标时才能用药，并要求不要用高毒、高残留农药，不能突破水稻生产安全间隔期用药，不能打保险药。

湖南省沅陵县2010年按此种模式技术，在筲箕湾镇实施了5000亩生态稻作病虫害绿色防控示范，取得了较明显的综合效益，尤其是经济效益与生态效益突出。具体表现在三个方面：首先是减少了病虫害防治用药次数、节省用工成本，示范区与非示范区相比，中稻每公顷平均少用药防治30次，加权每公顷平均节省用工成本225元；其次是减少用药量，节省农药成本（据测算，水稻示范区比非示范区每公顷节省农药成本270元）；第三是综合防控技术效果好，多挽回了病虫害损失，增加了稻谷产值（见表8）。总体而言，示范区与非示范区相比，采用该项模式技术每公顷中稻增收节支额可达1950元。

表8 水稻“三田”病虫害危害情况及产量（沅陵县，2010年）

“三田” 名称	类型田	病虫害	病虫害危害程度指标				
			病株率 / %	枯心 株率 / %	卷叶率%	百丛虫量 / 头	产量 / (kg/mu)
绿色防控 示范田	中稻	稻瘟病	0	/	/	/	585
		纹枯病	2.7	/	/	/	
		稻曲病	0.45	/	/	/	
		二化螟	/	1.3	/	/	
		稻纵卷叶螟	/	/	3.68		
		稻飞虱				177	
农民 自防田	中稻	稻瘟病	0				523
		纹枯病	7.8				
		稻曲病	1.2				
		二化螟		3.1			
		稻纵卷叶螟			5.40		
		稻飞虱				670	
不防治田	中稻	稻瘟病	0				315
		纹枯病	47.8				
		稻曲病	1.75				
		二化螟		8.5			
		稻纵卷叶螟			19.5		
		稻飞虱				5750	

此外，通过病虫害绿色防控技术的示范，不仅减少了化学农药的使用量和农产品农药残留，而且确保了农产品数量安全与质量安全。据湖南省农产品质量检验检测中心11月至12月对湖南全省稻谷农残例行抽样检查，结果表明，水稻病虫害绿色防控示范区稻谷样品农残检测合格率为100%。不仅如此，通过开展绿色防控，还有力地保护了天敌，生态环境得到了进一步改善，生态效益明显。调查显示，绿色防控示范区稻田蜘蛛、黑肩绿盲蝽、青蛙等天敌数量比非示范区要高1.2倍，稻田生物多样性指数提高。

5.2 湖南优质稻有机生产病虫害绿色防控技术模式^[7、46]

湖南优质稻有机生产病虫害绿色防控技术模式，由湖南省农业科学院水稻所集成。该项技术模式由五个技术环节构成。其一是释放赤眼蜂：分别在水稻分蘖盛期、破口期放赤眼蜂防治三化螟、稻纵卷叶螟，每次每亩放2万头；其二是鸭稻共作：放小型家鸭下田吃虫子，以减少或除去基部的害虫如稻飞虱、地下害虫等，一般在抛(插)秧后第10天放第1批小型家鸭，插(抛)秧30天换放第2批小型家鸭，每次每亩放10只；其三是设置杀虫灯：实施杀虫灯诱杀害虫，插(抛)秧20天设置20瓦佳多频振式杀虫灯，诱杀三化螟、稻纵卷叶螟、稻飞虱、稻叶蝉等害虫的成虫，降低田间虫口密度；其四是喷施生物农药：分别在水稻分蘖盛期和破口期，每亩用绿宝EM液剂150ml，或苏云金杆菌0.15g，或纹霉清1包对水50kg喷施1次，防治稻瘟病、纹枯病、稻纵卷叶螟、稻飞虱等；其五是种草保护天敌，以虫治虫：在抛(插)秧之前，于稻田四周及田埂撒播种植臭草，为害虫天敌提供生存环境，利用天敌控制稻田害虫密度。

湖南盛湘米业于2009年至2011年在湖南宁乡夏泽铺镇，实施了1000亩有机稻作病虫害绿色防控标准化操作示范，他们在水稻病虫害防控上的做法是：培育沁香一号壮秧苗、移栽前半个月深水灭蛹、频振式杀虫灯诱杀、二化螟性诱剂诱杀、稻螟赤眼蜂控制稻纵卷叶螟、稻鸭共育控虫、科学合理用药技术（放宽防治指标，尽可能不用农药，如一定需用药防治时，就用井冈霉素治纹枯病、用鱼藤酮防治稻飞虱和稻纵卷叶螟）。由于该公司产品严格按照有机稻生产操作规程进行，加之宣传到位，示范区1000亩有机稻米在2010年世博会上热销，平均售价达到每公斤20元，经济效益非常突出。

5.3 江西生态稻作病虫害绿色防控技术模式^[6、47、48、49、50]

江西生态稻作病虫害绿色防控模式技术与湖南生态稻作病虫害绿色防控模式技术相比，两者的技术路线基本相同，但部分技术环节，尤其是其中的技术措施各有特色。江西生态稻作病虫害绿色防控模式技术的具体做法如下。

首先是稻田耕沤灭螟（稻田在4月10日以前全部翻耕放深水7天，有效地杀灭了越冬代的二化螟虫蛹）；其次是选用抗性良种（早稻、晚稻都选用抗性较好的品种，有效地抗御了稻瘟病、稻飞虱等病虫害的高发生、高危害）；第三是稻种消毒处理（早、晚二季实行了稻种药液浸种消毒处理，有效地预防了恶苗病、稻瘟病等病原菌的初次侵染源，减轻和减缓了大田病虫害的发生）；第四是秧田“超级送嫁药”（在秧苗移（抛）栽前3d全面喷施一次“超级送嫁药”）；第五是稻鸭共育治虫治草（早、晚稻苗期80%田块采取了鸭子放养，有效地控制和消灭了稻田中的病虫害和杂草）；第六是性引诱剂诱杀害虫（安装性引诱剂诱捕器诱杀二化螟、卷叶螟成虫，从6月中下旬至9月下旬结束，每20~30天更换一次诱芯）；第七是香根草诱杀害虫（田间栽种香根草，以有效地诱杀水稻螟虫）；第八是灯光诱杀害虫（安装了杀虫灯以有效诱杀螟虫、卷叶螟、稻飞虱等害虫的成虫，减少了危害源）；第九是科学用药（根据不同病虫害及发生程度，

正确选用高效低毒低残留的对路化学农药，优先选用同效生物农药，并保护利用天敌治虫）；第十是专业化防治（由专业化的组织负责防治工作的实施）。该项模式技术在江西省宜春市奉新、上高、宜丰、铜鼓、万载等县示范应用，结果表明：示范区较非示范区早稻病虫害防治减少1次，一代二化螟枯心率、二代稻纵卷叶螟卷叶率、稻瘟病病叶率、稻瘟病病穗率和纹枯病病丛率分别下降43.86%、94.44%、55.00%、72.00%和67.77%，同时用药成本减少22.98%，稻谷增产17.98%（见表9所示）；晚稻病虫害防治减少1次，二代二化螟枯心率、三代二化螟白穗率、三及四代稻纵卷叶螟卷叶率、稻飞虱穗期枯稿穿顶面积发生率和纹枯病病丛率分别下降25.71%、26.16%、57.11%、100%和48.13%，同时用药成本减少19.71%，稻谷增产10.50%（见表10）。因此，通过节本增产，示范区双季早稻和晚稻分别实现增效2562（元/hm²）和1715（元/hm²），效果十分明显。

表9 江西宜春市生态稻作病虫害绿色防控模式技术应用效果（双季早稻组）

组别	防治次数	二化螟枯心%	卷叶螟卷叶%	稻叶瘟病叶%	稻穗瘟病穗%	纹枯病病丛%	稻谷产量 (kg/hm ²)	用药成本 (元/hm ²)
示范区	3	0.32	0.25	2.52	0.05	0.70	7875	502.5
非示范区	4	0.57	4.49	5.60	0.18	2.17	6675	652.5
与示范区相比 / %	-25.00	-43.86	-94.44	-55.00	-72.00	-67.77	+17.98	-22.98

注：二化螟枯心%为一代二化螟危害，卷叶螟卷叶%为二代稻纵卷叶螟危害

表10 江西宜春市生态稻作病虫害绿色防控模式技术应用效果（双季晚稻组）

组别	防治次数	二化螟枯心%	二化螟白穗%	卷叶螟卷叶%	稻飞虱危害%	纹枯病病丛%	稻谷产量 / (kg/hm ²)	用药成本 / (元/hm ²)
示范区	4	0.25	0.01	0.97	0	0.57	7575	717
非示范区	5	0.33	0.01	2.26	0.12	1.09	6855	893
与示范区相比 / %	-20.00	-25.71	-26.16	-57.11	-100	-48.13	+10.50	-19.71

注：二化螟枯心%为二代二化螟危害，二化螟白穗%为三代二化螟危害，卷叶螟卷叶%为三、四代稻纵卷叶螟危害。

5.4 湖北生态稻作病虫害绿色防控技术模式^[5、51、52]

湖北生态稻作病虫害绿色防控技术模式，由湖北省松滋市农业部门集成。该项技术模式由五个技术环节构成，其一是安装频振灯诱杀：每2.67~4hm²稻田安一盏频振灯，以控制二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟和稻飞虱等害虫的发生基数；其二是应用微生物制剂：以Bt制剂防治二化螟、三化螟等鳞翅目害虫，用枯草芽孢杆菌防治稻瘟病；其三是应用抗生素制剂：用井冈霉素防治纹枯病、稻曲病，春雷霉素防治稻瘟病，多抗霉素防治纹枯病；其四是实行稻鸭共育：以水田为基础，种稻为中心，家鸭野养为特点，形成保护利用天敌与减少害虫基数联动机制；其五是生态调控：通过增加抗性品种的多样性防治稻瘟病，在冬季对稻田实行深翻冬凌，冬后对冬闲稻田灌深水灭蛹，以控制二化螟越冬虫量。该项技术模式仅在湖北省松滋市示范推广面积已达1.5万hm²，占该市常年水稻种植面积的30%以上。通过对绿色防控示范区与非示范区的现场调查结果表明，频振灯诱虫控害，不仅显著控制了二化螟、稻纵卷叶螟和稻飞虱危害，而且能有效保护了天敌，同时可平均减少农药使用2.5次、1亩用药成本平均下降34.2%，即大幅降低防治成本（见表11所示）。

表11 湖北省松滋市生态稻作病虫害绿色防控模式技术应用效果（中稻组）

组别	中稻区均 防治次数	二化螟螟 害率 / %	卷叶螟白 叶率 / %	稻飞虱 头/百蔸	蜘蛛头 /百蔸	用药成本 / (元/hm ²)
示范区	4.2	0.1	0.2	220	570	60.9
非示范区	6.7	0.7	4.1	1200	120	92.6
与示范区 相比 / %	-37.31	-58.71	-95.12	-81.67	+78.95	-34.23

2011年湖北省在监利、京山、公安和当阳四县（市）建立水稻绿色防控技术示范区，推广生态稻作病虫害绿色防控技术模式。规定项目区根据当地水稻种植情况、栽培技术措施，结合水稻重大病虫害发生，重点集成示范水稻病虫害农业防治技术（推广抗病品种，及时翻耕犁耙减轻病虫源基数，科学水肥管理）、诱杀技术（每3.3hm²安装一盏频振灯，并选用专用性诱剂诱杀螟虫和纵卷叶螟）和生物防治技术（使用Bt防治螟虫和纵卷叶螟、噻嗪酮防治稻飞虱、宁南霉素防治病毒病、枯草芽孢杆菌防治稻瘟病、井冈霉素防治纹枯病）；同时，要求项目区水稻绿色防控技术应用覆盖面积达30%，水稻病虫害为害损失控制在5%以下，化学农药使用量减少30%，农药残留控制在国家允许水平之内。目前项目进展顺利。

6 总结

6.1 绿色防控是中国华中稻作区水稻产业再造辉煌的关键

中国华中稻作区稻田面积约占中国稻田面积的65.5%，稻谷产量约占中国稻谷总产的66%，两者均居全国首位。因此该区域水稻生产在中国具有举足轻重的作用，为中国粮食安全作出了重大贡献。然而，随着水稻种植结构、种植制度和种植环境的新变化，近年来该区域水稻病虫害发生面积和危害程度日益扩大，为确保水稻产量，农民不得不加大化学农药的使用频度和使用量，致使稻米农药残留和环境农药污染日益加重，甚至严重威胁着区域水稻产业的持续发展。绿色防控技术是从农田生态系统整体出发，以农业防治为基础，积极保护利用自然天敌，恶化病虫的生存条件，提高农作物抗虫能力，在必要时合理的使用化学农药，将病虫危害损失降到最低限度的生态农业技术。根据我们的上述调研结果表明，通过优化集成推广应用绿色防控技术，可使大面积水稻生产的化学农药使用量减少30%以上，水稻病虫害损失率控制在5%以下，农药残留控制在允许水平之内，甚至被消除，并实现水稻病虫害可持续控制^[43、50、52]。可以说，水稻病虫害绿色防控技术的优化集成推广应用已成为中国华中稻作区水稻产业再造辉煌的关键。

6.2 水稻病虫害绿色防控技术推广存在的问题

目前华中稻作区水稻病虫害绿色防控技术试验示范成效显著，部分还获得十分理想的结果。然而，从大面积推广应用的层面讲，尚有以下难题需要及时解决。

第一是现有绿色防控技术需要进一步规范完善：我们的调研结果表明，目前华中稻作区试验示范的水稻病虫害绿色防控技术缺乏相对成型的技术规范，致使各地在示范过程中获得的效果存在明显的偏差。为此，需要从技术使用前提、核心技术参数、关键技术环节等方面进行规范和完善。

第二是可供集成的水稻病虫害绿色防控单项技术不多：根据我们的调研结果，目前华中稻作区试验示范相对成熟的水稻病虫害绿色防控单项技术只有翻耕灌深水灭蛹技术、二化螟性诱剂技术、灯光诱杀技术、稻鸭共育控虫技术、稻鱼共育控虫技术、稻螟赤眼蜂控害技术和生物农药优先使用技术等，显然满足不了该区域大面积集成应用的需求，特别是针对水稻主要病害的绿色防控单项技术太少。为此，需要加大水稻病虫害绿色防控单项技术及其集成接口技术的研发。

第三是水稻绿色防控技术推广方式需要创新：任何一种水稻绿色防控技术，实质上都是一个生态系统工程。在目前生产单元仍以农户为主的华中稻作区，由于多方面的原因，水稻绿色防控技术难以深入农户应用，这也是目前水稻绿色防控技术推广应用效果不稳定的关键原因之一。为此，创新水稻绿色防控技术

推广方式显得尤其重要。我们认为，产业化动作、规模化实施、专业化服务是水稻绿色防控技术推广应用方式创新的节点和方向。

第四是水稻病虫害绿色防控的思想认识不足：当前，无论是各级政府的领导，还是广大农民群众，对绿色防控的重要意义在思想上认识是不足的。从政府的层面来讲，大多认为绿色防控只是一项水稻病虫害防治技术，上升不到议事日程；从广大农民的层面来讲，大多认为绿色防控操作复杂、投入大、不增产或增产效果不明显，因此没搞头；加上现阶段的绿色防控技术的推广应用，大多数靠政府和项目投资来支撑的，农民没有自己主动投资意愿。

第五是水稻绿色防控技术应用积极性提升：虽然水稻绿色防控技术应用，事关国家粮食安全、食品安全和农村环境安全，但由于地方政府和农民只关心种植水稻的产量和直接经济效益，而在目前技术、政策和市场层面上水稻绿色防控技术应用并没有明显的优势。因此，普遍存在，特别是农民使用水稻绿色防控技术的积极性不高。为此，从技术、政策和市场多个方面合力提升使用水稻绿色防控技术的积极性。

6.3 大力发展水稻绿色防控技术的几点建议

针对上述水稻病虫害绿色防控技术推广应用面临的难题，结合我们多年从事生态农业研究与推广的体会，我们建议从以下几个方面推动水稻病虫害绿色防控技术的大力发展。

首先是加大宣传力度提高思想认识：在政府主导办好示范样板基础上，通过示范的辐射作用、典型的带动作用、媒体的宣传作用和舆论的引导作用，提高全社会对水稻病虫害绿色防控的技术认知度、应用意义的理解度，进而形成政府大力支持、部门联合推动、企业服务参与、农民积极响应的良好局面。

其次是出台优惠政策调动积极因素：各级政府要从事关国家粮食安全、食品安全和农村环境安全的高度，尽快出台水稻病虫害绿色防控的技术推广应用的引导政策和扶持政策，包括将绿色防控技术推广应用纳入相关部门政绩考核，扶持相关企业、专业合作组织和水稻种植大户从事绿色防控技术推广应用，实行以稻谷农药残留为限制指标的稻谷市场准入政策、国家优质优价政策和生态补偿政策等等。

第三是强化水稻病虫害绿色防控技术研发与推广：市级以上政府科技和农业部门要预算出专门经费，还可鼓励相关国际基金和组织，立项资助病虫监测体系的完善，新型绿色防控技术的研发，已有绿色防控技术的优化集成与规范化推广应用，以及农民使用绿色防控技术的技能培训，最终建立起完善的农作物病虫绿色防控的长效机制。

主要参考资料

- [1] 生命经纬. 中国水稻生态区划. <http://old.biovip.com/content/20051017/39043.htm>
- [2] 湖南省农业厅. 湖南农业统计资料2006—2010 (内部资料)
- [3] 江西省农业厅. 江西农业统计资料2006—2010 (内部资料)
- [4] 湖北省农业厅. 湖北农业统计资料2006—2010 (内部资料)
- [5] 田小海. 湖北省水稻生态农业技术报告 (内部资料), 2011: 1-8.
- [6] 潘小华. 江西省水稻生态农业技术报告 (内部资料), 2011: 1-16.
- [7] 胡和斌. 湖南省水稻生态农业技术报告 (内部资料), 2011: 1-12.
- [8] 胡兴启. 湖北农药投入现状与市场趋势. 农药市场信息, 2010, (5): 18-19.
- [9] 胡兴启. 2010年湖北省农药投入状况分析. 中国植保导刊, 2011, (5): 42-44.
- [10] 李勇, 靳伟, 安琼, 徐瑞薇. 我国东南丘陵区化肥和农药污染状况分析. 农村生态环境, 1998, 14 (1): 24-30.
- [11] 肖顺勇, 唐建初, 刘钦云, 黄新, 蒲莉芳, 吴耀龙. 湖南省农业面源污染分析及其防治对策. 农业质量标准, 2006, (5): 23-25.
- [12] 王燕, 梁逸曾, 许雄飞. 湘江长沙段有机农药残留状况分析. 化学工程师, 2010, (7): 31-33.
- [13] 刘蔼成, 李祈. 湖南省2001—2008年急性农村农药中毒情况分析. 实用预防医学, 2009, 16(4): 1049-1051.
- [14] 李祖章, 刘光荣, 袁福生. 江西省农业生产中化肥农药污染的状况及防治策略. 江西农业学报, 2004, 16(1): 49~54.
- [15] 李鹏, 何建平, 李云生. 江西农药安全使用管理工作的现状及对策. 江西农业学报, 2008, 20(2): 151-152.
- [16] 钟恢明. 鄱阳湖有机氯农药污染研究及环境风险评估. 南昌大学硕士论文, 2009: 38-42.
- [17] 付静尘, 韩烈保. 丹江口库区农药使用现状分析. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2010, 36(3): 317-320.
- [18] 农业部办公厅. 《关于推进农作物病虫害绿色防控的意见》, 农办农[2011]54号.
- [19] 黎用朝, 刘三雄, 曾翔, 黄志才, 吴云天, 方宝华, 闵军. 湖南水稻生产概况、发展趋势及对策探讨. 湖南农业科学, 2008, (2): 129-133.
- [20] 邓鹏飞, 叶清, 冯敏玉, 周顺亮, 肖金香. 江西省粮食生产能力影响因素分析及对策研究. 农业经济与管理, 2010, (3): 82-89.
- [21] 费震江, 董华林, 武晓智, 魏磊, 周鹏. 湖北省水稻生产发展策略及科技需求分析. 湖北农业科学, 2010, 49(12): 3224-3226.

- [22] 湖北省植物保护总站, 病虫测报站. 2010年湖北省下半年农作物病虫害发生趋势. 湖北植保, 2010, (4): 5-6.
- [23] 许红, 李红, 陈昌东. 2011年湖北省主要农作物病虫害发生趋势预报. 湖北植保, 2011, (2): 4-6.
- [24] 邹乾仕, 刘荣坪. AA级水稻病虫害防控技术集成与优化应用效果初报. 江西植保, 2010, (4): 179-180.
- [25] 胡德辉, 吴易雄, 李族成, 黄秋成. 水稻病虫绿色防控技术的实践与探讨. 湖南农业科学, 2011, (3): 35-36.
- [26] 曾宜杰, 杨美秀, 徐善忠, 韦赵海. 水稻病虫绿色防控示范的做法和效果. 中国植保导刊, 2009, (6): 20-21.
- [27] 黄志农, 文吉辉, 徐志德, 张宗泽. 稻田养鸭与杀虫灯对水稻三大害虫的防控效果. 湖南农业科学, 2009, (11): 61-65.
- [28] 全国农业技术推广服务中心. 2011年水稻重大病虫害防治技术方案. 种业导刊, 2011, (4): 8-9.
- [29] 黄志农, 徐志德, 文吉辉, 张宗泽. 二化螟性诱剂在水稻生产中的应用及诱控效果研究. 湖南农业科学, 2009, (10): 64-69.
- [30] 邹剑明, 黄志农, 张宗泽, 石年珍, 文吉辉. 3种二化螟防控措施的效果及效益分析. 现代农业科技, 2009, (19): 159-161.
- [31] 黄璜. 稻鸭生态种养技术. 致富窗, 2011, (4): 23-24.
- [32] 李健, 赵朝辉, 袁丽, 张经伦. 无公害稻鸭共育丰产技术. 湖北植保, 2008, (1): 36-37.
- [33] 彭兆普, 马明勇, 易光辉, 秦贵泉. 稻鸭豆种养模式对稻田主要病虫草害的影响. 湖科学, 2010, (21): 65-68.
- [34] 沈建凯, 黄璜, 傅志强, 张亚, 陈灿. 规模化稻鸭生态种养对稻田杂草群落组成及物性的影响. 中国生态农业学报, 2010, 18(1): 123-128.
- [35] 邹剑明, 黄志农, 文吉辉, 徐志德. 稻鸭生态种养技术对水稻主要害虫及天敌的影响. 江西农业学报, 2010, 22(7): 81-83.
- [36] 敖礼林. 稻鱼生态种养双增效技术. 科学种养, 2009, (1): 51-52.
- [37] 周羽英, 张是. 稻田立体高效养鱼关键技术. 江西饲料, 2011, (3): 36.
- [38] 刘洋, 张玉烛. 水稻绿色生产之生物防治技术. 湖南农业, 2011, (5): 17.
- [39] 陈洪凡, 黄寿山, 张玉烛, 曾翔, 黄泽辉. 稻螟赤眼蜂对二化螟和台湾稻螟的控制潜能评价. 应用生态学报, 2010, 21(3): 743-748.
- [40] 董智荣, 胡兴启, 宋家咏等. 生物农药主导品种防控中稻病虫的探讨. 湖北植保, 2011, (1): 7-38.
- [41] 金·刚, 但汉曙. 赤壁市水稻病虫害防治技术对比试验. 湖北植保, 2010, (1): 44-45.
- [42] 林先松, 柯贤文, 朱彩云. 水稻主要病虫害防治技术试验初报. 湖北植保, 2010, (2): 39-40.
- [43] 刘铁桥, 唐春生. 水稻重大病虫害绿色防控技术的探讨和实践. 农家之友, 2009, (2): 33-36.
- [44] 张玉烛, 朱国奇, 黄志农. 绿色稻米生产技术操作规范(上). 湖南农业, 2011, (8): 14.

- [45] 吴滔滔. 创新防治服务模式实现绿色防控目标. 中国农技推广, 2011, 27(1): 11-12.
- [46] 朱国奇, 张玉烛, 曾翔, 王致能. 高档优质稻有机栽培技术研究. 湖南农业科学, 2009, (7): 22-24.
- [47] 钟昭萍, 李春, 刘圣全, 钟建辉. 绿色稻米生产技术集成试验研究. 江西农业学报, 2007, 19(7): 27-30.
- [48] 姚英娟, 曾小军, 舒平等. 有机水稻病虫害防控措施研究进展. 江西农业学报, 2010, (10): 28-30.
- [49] 高敏, 杨羽. 瑞金市水稻病虫害发生规律与绿色防控技术. 新农村, 2010, (11): 84-84.
- [50] 张迁西, 毕甫成, 邹乾仕, 刘俊, 夏芳. 水稻病虫害绿色防控技术集成应用示范效果初报. 江西植保, 2009, 32(4): 186-187.
- [51] 杨继云. 松滋市水稻绿色防控技术特点与区域适用性研究. 湖北植保, 2010, (5): 7-9.
- [52] 肖长惜, 罗汉刚, 张求东, 许艳云. 2011湖北省农作物病虫害绿色防控示范工作方案. 湖北植保, 2011, (3): 34-36.

GREENPEACE 绿色和平

联络我们：

北京市东城区新中街68号聚龙花园7号楼聚龙商务楼3层 100027

电话：86-10-65546931 传真：86-10-65546932

www.greenpeace.cn

