

A photograph of a rice paddy field. The foreground is dominated by tall, vibrant green rice stalks. In the middle ground, a group of ducks is wading through the shallow water. In the lower right corner, several fluffy ducklings are visible, some standing and some in the water. The background shows more ducks and the continuation of the rice field under a bright sky.

# 2011中国 水稻生态农业报告

——华南稻作区篇

GREENPEACE 绿色和平

greenpeace.cn



## 编写组成员

章家恩 梁开明 李逸勉 叶延琼

华南农业大学农学院

# 目 录

1 中国华南稻作生产概况	1
1.1 华南稻作区的生态环境概况	1
1.2 本区域水稻种植面积与产量状况	2
1.3 本区域水稻生产结构与种植制度	5
1.4 本区域水稻生产中农药的使用状况	5
2 华南稻作区近年来的主要病虫草害发生状况	7
2.1 华南稻作区的水稻病害发生状况	7
2.2 华南稻作区的水稻虫害发生状况	9
2.3 华南稻作区的其他生物性灾害发生状况	12
3 华南地区现行的水稻病虫害防控方法	14
3.1 农业防治	15
3.2 化学防治	15
3.3 物理防治	16
3.4 生物或生态防治	16
3.5 水稻主要病虫害的常用的防控技术与方法	16
3.6 水稻病虫害几种防控方法的效果评价	19
4 华南地区水稻病虫害的生态综合防控技术及案例	20
4.1 鸭稻共作技术	20
4.2 “菜-稻-菜”技术	23
4.3 稻田养鱼技术	24
4.4 莲藕套种晚稻生态栽培技术	26
4.5 水稻“三控”施肥技术	27
5 华南地区水稻病虫害防控存在的问题与对策	28
5.1 存在问题	28
5.2 对策措施	30
主要参考文献	32

# 2011中国水稻生态农业报告

## ——华南稻作区篇

华南地区包括广东、广西、海南、港澳地区，以及福建的部分地区，位于我国大陆的东南沿海<sup>[1]</sup>。本区北界是南亚热带与中亚热带的分界线，丰富的光热气候资源和水分资源，使之成为中国热带亚热带农业最重要最适宜的生产地区之一，也是水稻特别是双季稻的最重要产区之一。本文所指的华南地区主要包括广东、广西、海南、福建四省。

## 1 中国华南稻作生产概况

### 1.1 华南稻作区的生态环境概况

#### 1.1.1 地形地貌环境

华南地区山多平原少，海域广阔，海岸线长，港湾岛屿多。地貌起伏大，丘陵山地广布，平原狭小。全区山地丘陵约占总面积的4/5强，且500m以下的丘陵分布最为广泛。由于山地多，也限制了农耕的发展。地势北高南低，有利于海洋水汽和南方暖气流往北输送，促进了夏秋季高温多雨的生态环境。本区岩溶地貌分布十分广泛，其中以广西最为集中，其石灰岩面积占全区总面积的51.8%。其余大部分地区皆为平缓起伏的丘陵，因受流水侵蚀，已成破碎地形，其间夹有许多大小不等的盆地，为本区内陆农业的中心地区。

珠江三角洲和潮汕平原是本区最大的两个沿海冲积平原。珠江三角洲，面积约11000km<sup>2</sup>，主要由西江、北江、东江及绥江、潭江、增江、流溪河带来的淤泥在海湾内堆积复合而成。潮汕平原是本区第二大平原，它包括韩江三角洲的榕江、练江平原，面积约1200km<sup>2</sup>。其它较重要的沿海平原还有漳州平原、阳江平原、鉴江平原、合浦平原等。它们都是本区主要的农业地带<sup>[1]</sup>。

华南地区的稻田主要分布在沿海平原和山间盆地，部分还分布于坡地梯田上。稻作土壤多发育于地带性的赤红壤、红壤和黄壤，土壤较为肥沃。

### 1.1.2 气候环境及其变化趋势

华南地区光热资源丰富。以气温高，热量丰富，雨量充沛，夏长冬暖，夏湿冬干为特色。本区年日照时数，除北部山区外，均在1500h以上，南部沿海在1800~2000h以上，海南岛除五指山外，均在2000~2500h之间。年平均气温多在17~23℃之间，南海诸岛达25℃以上。本区是全国年平均气温最高的地区。全区绝大部分地区夏季长达5个月以上，多则长约10个月，最少也有3个月。7月份绝大部分地区平均气温均在27~29℃之间；1月份平均温度，除北部（如建阳、坪石、桂林等地）降至10℃以下外，其余各地均在10℃以上，可以说是没有真正意义上的冬天。南部地区全年绝少霜雪和寒害，北部地区偶有霜雪不多。绝大部分地区全年生长季都在300天以上，沿海一带农作物全年均可生长，喜温作物可安全越冬，对农业生产非常有利。本区大部分地区的年降雨量均在1500mm以上，局部地区超过2000mm。本区雨期虽然较长，但干湿季节分明，一般是4~10月为雨季，11~次年3月为干季。雨季的雨量约占全年降雨量的70%~80%以上。早期常发生在春夏之交和秋末冬初，特别是早秧栽苗移栽期间，往往会出现干旱现象。由于受地形影响，雨量分布的地区差异明显。本区还常受台风热带气旋的侵袭，年平均有二三次，多时四五次<sup>[1]</sup>。

随着社会经济的发展以及全球变暖趋势的加剧，华南地区气候呈现出一些变化特征。李勇等基于华南地区1961—2007年66个气象台站的地面观测资料，对华南地区全年及温度生长期内热量、光照和水分的时空变化特征进行了分析。其结果表明：1961—2007年，华南地区年均气温以 $0.20^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 的趋势上升，温度生长期内积温的气候倾向率 [平均为 $98^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}\cdot(10\text{a})^{-1}$ ] 由北向南递增；1981—2007年， $6200\sim 7500^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 和 $7500\sim 8000^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 积温带面积分别较1961—1980年增加了 $1.5\times 10^4$ 和 $4.7\times 10^4\text{km}^2$ 。华南地区全年和温度生长期日照时数分别以 $-57$ 、 $-38\text{h}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 的速率递减；与1961—1980年相比，1981—2007年全年和温度生长期内 $\geq 1800\text{h}$ 日照时数的区域面积均呈减少趋势。全年和温度生长期降水量均呈略微增加趋势，但不同地区的增减幅度明显不同。全年湿润指数的平均气候倾向率为 $0.01\cdot(10\text{a})^{-1}$ ，70%站点的年湿润指数呈上升趋势；与1961—1980年相比，1981—2007年温度生长期内湿润指数增加了0.02，53%站点的气候倾向率为正值。综上所述，华南地区气候变化总体表现为暖湿趋势，这将对该地区作物种植制度、作物产量和农业结构等产生一定影响<sup>[2]</sup>。气候变暖将使华南地区的农业气候热量资源变得更丰富、作物生长期延长以及生长季的热量增加，进而使现有的农业气候带和种植熟制界线向北、向高海拔推移，有利于农业生产多样性的发展，可有效提高耕地的复种指数。气候变暖不仅使农业生产所需的活动积温增加，还可能引起风速、相对湿度、水汽压等其他与农业生产有关的气象因素的变化，气温升高可能造成局部地区干旱，甚至引发不同程度的旱灾和夏季高温，对农业生产造成减产或影响农产品质量；气候变暖导致农作物病虫害的地理范围扩大，增大防治难度，如随着 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温界限的北移，原本受热量限制的病虫害可能逐渐向较高纬度扩散。

## 1.2 本区域水稻种植面积与产量状况

华南地区属于双季稻稻作区，该地区还可分为两个稻作亚区：闽粤桂平原丘陵双季稻亚区、琼雷台地

平原双季稻多熟亚区。该区大部属于我国的晚三熟和热三熟区域，农业生产水平相对较高。珠江三角洲、潮汕平原，以及厦、漳、泉一带是我国双季稻高产地区。近年来，水稻占该区域作物总播种面积的比例有所下降，但仍处于绝对优势地位<sup>[2]</sup>。

华南四省是我国主要的水稻种植区。以2009年为例，其种植面积为29626.9km<sup>2</sup>，占全国17.76%，接近1/6。其水稻总产量达19510.3万t，占全国的14.69%，接近1/7。平均产量为每亩约363kg，尚低于全国平均产量（表1）<sup>[3]</sup>。

表1 华南四省2009年的稻谷生产情况

稻谷	播种面积/ km <sup>2</sup>	总产量/万t	每公顷产量/kg
广东	1953.7	1058.1	5399
广西	2125.0	1145.9	5392
海南	317.7	145.9	4593
福建	864.6	515.3	5960
四省合计	5261.0	2865.2	5446
全国总量	29626.9	19510.3	6585
占全国的百分比/%	17.76	14.69	82.70

资料来源：中国农业统计年鉴<sup>[3]</sup>

从近10多年水稻种植情况的变化来看，华南地区水稻种植面积有一个持续下降的趋势。1999年，华南四省的水稻种植面积为6710.5km<sup>2</sup>，到了2009年，其种植面积降为5261km<sup>2</sup>，减少了21.6%。同期，全国水稻种植面积大约减少了5.2%。可见，华南地区水稻种植面积的递减幅度远高于全国平均水平（图1）。这可能主要与华南地区农业结构调整（如改为种植经济作物，获取更多的经济效益）、部分稻田的弃耕撂荒以及城市化和工业化发展占用耕地等有关。

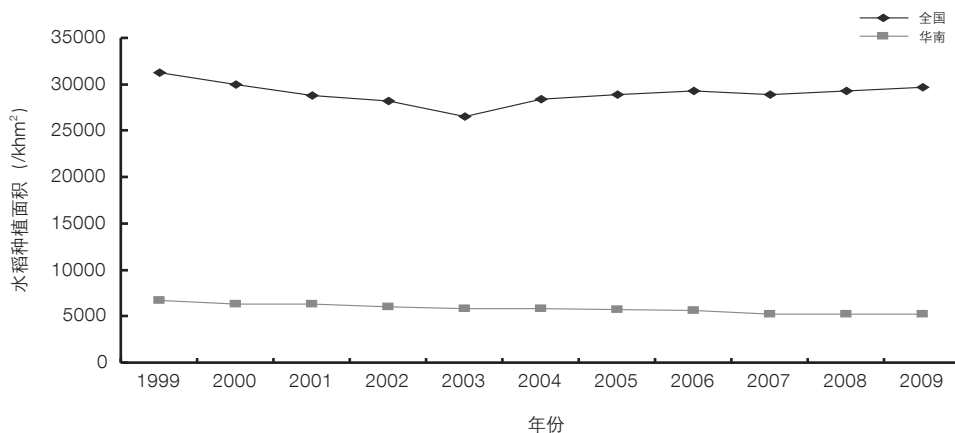


图1 华南地区和全国水稻种植面积的年际变化

从总产量的年际变化来看，其数值小幅度地持续下降。1999年，华南四省的水稻总产量为3781.5万t，到了2009年，其总产量降为2865.2万t，减少了24.2%。同期，全国水稻总产量约减少了1.7%（图2）。从平均产量来看，2009年与1999年相比，华南地区大约减少了3.4%，全国的水稻平均产量反而稳中有升，即增加了约3.8%（图3）。华南地区水稻平均产量的下降可能与其优质稻品种、粗放管理等有关。华南地区水稻总产量的减少主要和其种植面积和单产的双重下降有关。

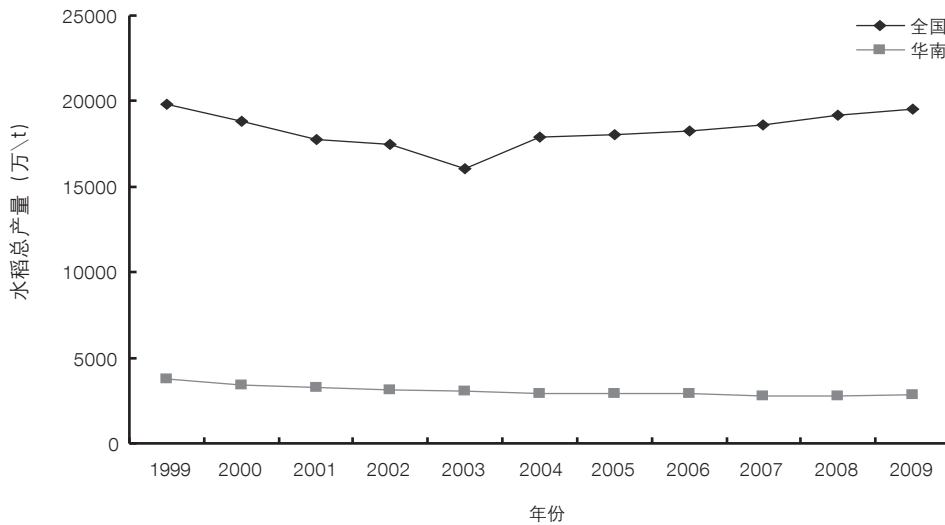


图2 华南地区和全国水稻总产量的年际变化

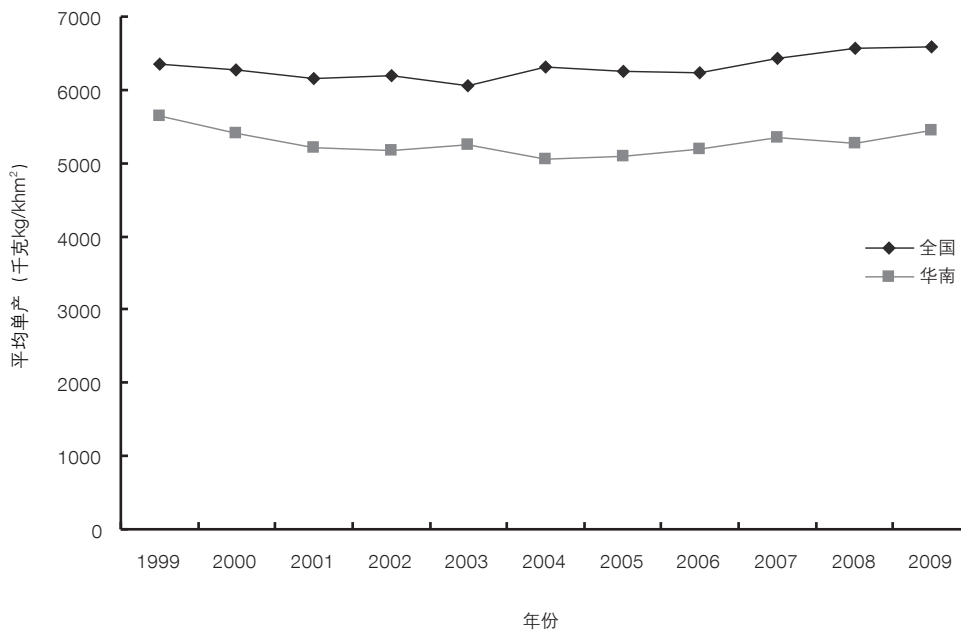


图3 华南地区和全国水稻平均产量的年际变化



### 1.3 本区域水稻生产结构与种植制度

华南稻区的种植制度是以双季籼稻为主的一年多熟制，实行与甘蔗、花生、薯类、豆类等作物当年或隔年的水旱轮作。部分地区热带气候特征明显，实行双季稻与甘薯、大豆等旱作物轮作。稻作复种指数较高。具体而言，华南稻区一般以双季稻为基础，复种各类旱作物，形成一年两熟或一年多熟制，其主要形式一般包括：（1）双季稻—冬作类型，如稻—稻—蔬菜、稻—稻—马铃薯、稻—稻—甜玉米、稻—稻—豆类、稻—稻—绿肥、稻—稻—油菜、稻—稻—麦类等；（2）单季稻—二季旱作类型，如菜—稻—菜、稻—菜—菜、烟—稻—菜、麦—稻—薯类、麦—稻—豆类、麦—稻—玉米等<sup>[4]</sup>。需要说明的是，麦—稻—薯类、麦—稻—豆类、麦—稻—玉米等这类以“麦稻轮作”的模式在华南地区的种植面积已较小，这些模式可能在粤北、桂北和福建省的一些地区还可见到。另外，由于水稻生产的经济效益相对较低，双季稻连作再轮作其他旱作物的种植模式在不断减小；一季稻和其他多季经济作物轮作的生产模式在逐渐增多。

从华南地区双季稻种植结构来看，早稻种植面积与晚稻种植面积基本相当，双季稻的种植结构相对稳定。从2009年的统计数据来看，该地区早稻的总产量和平均单产均分别要高于晚稻的相应指标（表2）。

表2 华南四省2009年的稻谷生产结构

稻谷	播种面积/ km <sup>2</sup>		总产量/万t		每公顷产量/kg	
	早稻	晚稻	早稻	晚稻	早稻	晚稻
广东	944.9	1014.8	519.4	538.7	5497	5309
广西	988.8	991.0	553.3	507.9	5596	5125
海南	137.3	180.5	69.9	76.0	5094	4212
福建	213.7	205.2	125.5	113.7	5874	5539
四省合计	2284.7	2391.5	1268.1	1236.3	5550	5170

资料来源：中国农业统计年鉴<sup>[3]</sup>

### 1.4 本区域水稻生产中农药的使用状况

#### 1.4.1 本区水稻生产中农药使用量和变化趋势

农用化学品的高投入是华南地区农业生产的一个重要特征。以2009年的统计数据为例，华南地区农业生产中农药使用总量为270554t，占全国的15.83%（约1/7~1/6），占较高比重（表3）。从1999—2009年

华南地区农药使用量的变化来看，基本上呈现出一个持续大幅增长的趋势（图4）。

表3 华南四省2009年农药的使用量

	广东	广西	海南	福建	合计	占全国的百分比 / %
农药 / t	103716	62182	46812	57844	270554	15.83

资料来源：中国农业统计年鉴<sup>[3]</sup>

1999年，华南地区农药使用总量约为19.7万t，到2009年增加到约27.1万t，增幅达37.3%。综合上面的分析可知，华南地区农业种植面积在减小，（水稻）总产量和单产都在下降，但使用总量在上升，说明了本地区单位面积农用地上农药的投入强度大，利用率低，农药流失或残留严重，结果势必造成严重的环境污染。

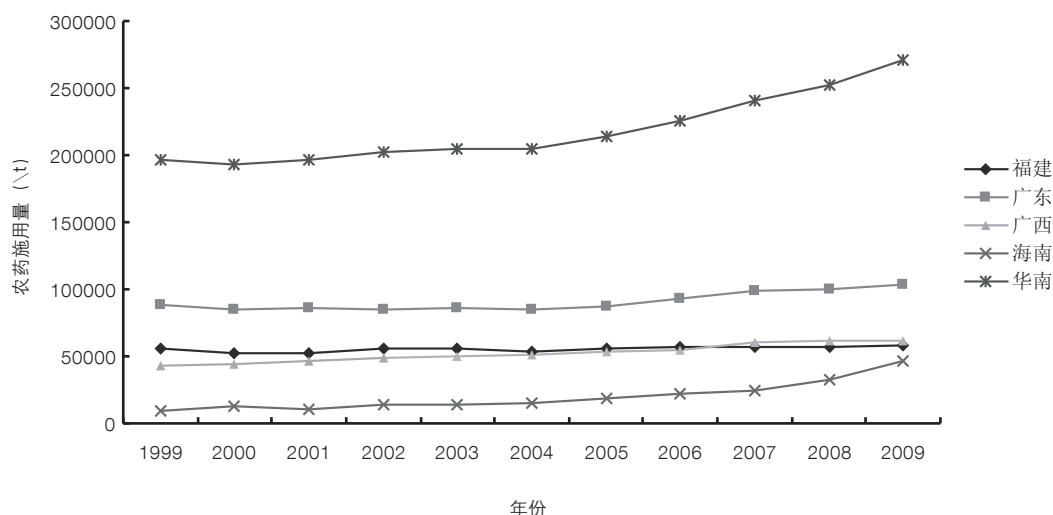


图4 华南地区农药施用量的年际变化

#### 1.4.2 农药使用对本区环境的影响

在水稻种植方面，农药的投入强度很高。华南水稻种植区两季水稻一年推荐的农药施用总量为15kg/hm<sup>2</sup><sup>[5]</sup>，而有关资料表明，广东省自1991年以来单位面积的化学农药施用量均超出该值的2倍以上，但利用率不到30%。2000年广东省农药施用总量分别比1990年增加81%，从施用面积上看，农药的施用面积分别10.0%；而单位耕地面积平均农药施用量比1990年增加了1.25倍，远高于发达国家和全国水平<sup>[6]. [7]</sup>。2004年广东省基本农田质量检查报告，全省已污染耕地面积达到5184.03hm<sup>2</sup>，潜在污染面积2.39万hm<sup>2</sup>，

部分城市已有50%的耕地遭受镉、砷、汞等有毒重金属农药等有机物的污染。2002—2004年广东省仁化地区稻米农药残留状况调查结果显示有机磷农药检出率和超标率分别为14.8%和3.7%<sup>[9]</sup>。福建省各地单位耕地面积农药使用量随年代增加，特别是东南部沿海地区增幅很大，20世纪80年代全省单位耕地面积农药使用量为27.28kg/hm<sup>2</sup>，90年代增加到38.72kg/hm<sup>2</sup>，近年达到47.02kg/hm<sup>2</sup>，比80年代增加40%以上，目前单位耕地面积农药使用量地市平均为34.17~68.33kg/hm<sup>2</sup>，福建省农药使用量均高出全国平均水平2倍多。据统计，近年福建约有33万hm<sup>2</sup>农田由于过量使用农用化学品而受到污染<sup>[9]</sup>。广西农药使用量呈逐年上升，尤其是2003—2005年农作物病虫害严重发生为害，严重农业安全生产，防治病虫害大量使用化学农药，导致农药污染和农产品农药残留超标，严重威胁着农产品质量安全。2002—2005年间的调查数据表明，广西农药使用量在全国各省中处于中上水平，在西部十二省区排名前列。

化学农药的过量和不合理施用，已成为农业生态环境不断恶化的主要原因之一。而且大量农药的施用及利用率不高，造成农药的流失和残留，最终导致农业与农村生态环境的水体、土壤、大气、作物的污染，并由食物链富集作用最终进入人体，危害人体健康。另一方面，农药的不合理使用增强了病虫害的抗药性，并导致水稻病虫天敌的削弱甚至灭绝，最终使农田生态系统更加脆弱，自我调节能力下降。目前农药不合理使用是造成农业生态安全、环境安全、生物安全、食品安全等问题的重要原因之一。

## 2 华南稻作区近年来的主要病虫草害发生状况

华南地区温暖多雨，生态环境优越，生物多样性高，同时，该地区也十分适宜病虫害的滋生与暴发，生物灾害十分严重。下面分别对水稻生产中造成的病害、虫害以及其他生物性灾害的发生状况加以介绍。

### 2.1 华南稻作区的水稻病害发生状况

近年来，在华南地区危害水稻的病害主要有稻瘟病、纹枯病、白叶枯病、黑条矮缩病和稻曲病等。

#### (1) 稻瘟病发生概况

华南地区是稻瘟病的常年病区和重病区，具有点多面广、发病品种多、为害重的特点，部分感病品种呈偏重流行态势，老病区和感病品种普遍发病。在海南，通常进入腊熟期的水稻穗颈瘟重，病茎率一般为20%，严重田块高达92%。广东、广西局部老病区感病品种叶瘟发生较重，一般病叶率2%~6%，高的20%~30%，个别感病品种田块病叶率达77.3%~100%。

广东省稻瘟病每年发生面积在23.3万~40万hm<sup>2</sup>次左右，在历史病区和感病品种上大暴发、常发生。据广东省水稻产业调研报告，2006年稻瘟病发生面积30万hm<sup>2</sup>，占全省水稻种植面积的14.7%<sup>[10]</sup>。

广西全区总体发生一般为中等局部中等偏重发生，近年发生面积在56.7万hm<sup>2</sup>次左右，约占水稻种植面积的1/4多。其发生特点是：（1）以历史病区 and 种植感病品种的稻区，特别是桂东北、桂东南及沿海地区局部稻田发生较重。（2）个别感病的优质稻、常规稻发病后，往往易造成“落窝”，产量损失较大。（3）发生面积大、为害严重。（4）桂西和桂西南山区局部稻区在恶劣气候影响下发生为害严重，常在局部造成毁灭性灾害<sup>[11]</sup>。

海南省近年来稻瘟病的发生面积为0.67万~2万hm<sup>2</sup>次，平均叶发病率为2%~15%，高的达20%以上，中部稻区历史病田发生较重。

在福建省，近年来由于种植的水稻品种抗稻瘟病衰退或不抗病，发病率有逐年加重的趋势。2004年福建省稻瘟病发生面积8.67万hm<sup>2</sup>，比2003年增加41.2%，发生程度和为害造成的损失都比上年重<sup>[12]</sup>，根据福建省农业厅2008年各地的调查，全省单季稻稻瘟病发生面积1.51万hm<sup>2</sup>，双季晚稻稻瘟病发生0.52万hm<sup>2</sup>，双晚叶瘟平均病叶率4.34%，高的达25%，其中感病品种种植面积约占13.11%。

## （2）纹枯病发生概况

纹枯病近年在全国的发病面积约486.7万hm<sup>2</sup>。在华南稻区偏重流行、局部大流行，发病面积比例已超过50%以上，大多数种植水稻的省（自治区），水稻纹枯病的发生面积和为害损失数量在年度间上下波动的幅度很小。

从华南各省的情况来看，1999—2008年广东全省纹枯病的平均发生面积在129.6万hm<sup>2</sup>次左右<sup>[13]</sup>。广西近年总体发生程度为4（5）级，年发生面积约133.3万hm<sup>2</sup>次，主要发生区域在除桂北、桂西南的北部以外的全区大部稻区，其中桂东北、桂东南高产稻区发生偏重。根据福建省情资料库的历史记录表明：福建省20世纪50年代纹枯病发生轻，60年代稍重，70年代发病面积逐年增加，病害逐渐偏重，80年代大流行频率高，从1981—1990年的10年间，1982年、1984年、1987年、1988年、1989年、1990年均属重发年份，其中1988年发病面积达55.2万hm<sup>2</sup>，近年来也有加重趋势<sup>[14]</sup>。根据海南省植保站提供的数据表明，海南省纹枯病近年属中等发生，局部较重。其中2009年病害偏重，全省发生面积约3.33万hm<sup>2</sup>次，其中受淹田块发病率达50%以上。

## （3）白叶枯病发生概况

水稻白叶枯病菌主要通过水孔或伤口入侵，故在台风登陆频繁的华南主要稻区，受害尤为严重，常造成大面积水稻欠收。华南地区是水稻白叶枯病的重要发生地区。特别是在广东和福建的大部分地区以及广西和海南的沿海地区是白叶枯病的主要病区，在华南的其他地区是白叶枯病的零星病区。

但随着抗白叶枯病水稻品种的推广，在广东，白叶枯病发病面积从1986年16.75万hm<sup>2</sup>降至1995年4.09万hm<sup>2</sup>，据1999~2008年统计，全省白叶枯病的年平均发生面积约为4.50万hm<sup>2</sup>[13]。在海南，白叶枯病在各地均有发生，同样由于抗病品种的推广应用，近年来其危害得到减缓。2009年海南全省早稻发生面积1.71万hm<sup>2</sup>，晚稻发生面积较高，约2.68万hm<sup>2</sup>次，一般叶发病率10%~20%，严重的达50%以上。在广西，20世纪70年代是稻白叶枯病发生的危害高峰，年发生面积约10万hm<sup>2</sup>次，1978年高达13.27万hm<sup>2</sup>次，此后由于抗病杂交稻种植面积的增加，白叶枯病的年发生面积也在逐渐下降，危害程度也渐轻，据不完全统计，1976—1980、1981—1985、1986—1990、1991—1995年，广西稻白叶枯病年平均发生面积分别为10.63万、5.50万、3.94万和2.30万hm<sup>2</sup>次[15]。在福建，50~60年代，白叶枯病主要在闽东南沿海平原的部分稻区发生为害；70年代，病区扩展到闽西北内陆的溪河沿岸一带，为害逐渐加重。1975年、1980年、1981年、1985年在局部地区大流行，其中1985年全省水稻发病面积达4.69多万hm<sup>2</sup>次。以后，在常发区淘汰了部分感病品种，病害明显下降[16]。

#### (4) 黑条矮缩病发生概况

水稻黑条矮缩病在华南地区的海南、广西以及湖南与云南等局部稻区田间发病频率较高，累计发生面积4万hm<sup>2</sup>次，病株率一般0.2%~2.1%。近年来又发现水稻黑条矮缩病毒(Riceblack-streaked dwarf virus, RBSDV)的一个新株系或变种—南方水稻黑条矮缩病毒(Southern rice black streaked dwarf virus, SRBSDV)，该病害是由迁飞性害虫白背飞虱为主要介体传播的恶性水稻病毒。该病害在2001年在广东省阳西县晚稻上首次发现，2008年由华南农业大学周国辉教授等人将其命名为南方水稻黑条矮缩病。发现之初该病害发病面积较小，仅3~5hm<sup>2</sup>水稻受害。几年内，该病害在华南各省的稻区先后发生，虽然大部分田块病株率低1%，未造成明显的产量损失，但各省都有部分地区少数发病的田块病株率均超过30%，且每年均发现一些田块因该病而失收。到2009年，该病害在广东、海南，以及华中地区的湖南及江西等部分稻区暴发成灾，据不完全统计，受害面积30万hm<sup>2</sup>以上，其中失收面积超过6500hm<sup>2</sup>[17]。根据各省农业部门统计，2009年广西全省南方水稻黑条矮缩病累计发生面积1.8万hm<sup>2</sup>。而2010年，该病害在广西全区累计发生面积达6.27万hm<sup>2</sup>。2009年福建全省南方水稻黑条矮缩病发病面积约0.67万hm<sup>2</sup>，平均病丛率约3.4%。2009年海南昌江黎族自治县有3500hm<sup>2</sup>水稻不同程度受到南方水稻黑条矮缩病侵袭，其中2000hm<sup>2</sup>水稻失收。广东省早稻南方水稻黑条矮缩病偏轻发生，中稻偏重发生，晚稻中等发生，局部偏重发生，发生区域主要在粤西、粤北及粤东部分稻区。2010年广东省植保总站农作物病虫测报站发布的信息显示：南方水稻黑条矮缩病在2009年发生面积约1.3万hm<sup>2</sup>，2010年发生面积达6万hm<sup>2</sup>。而2011年该病害在全省发生面积达到了13.1万hm<sup>2</sup>，其中早稻2.7万hm<sup>2</sup>，中稻1万hm<sup>2</sup>，晚稻9.38万hm<sup>2</sup>，为害面积较2010年有明显增加[18]。

## 2.2 华南稻作区的水稻虫害发生状况

危害华南地区水稻生长的虫害很多，如稻飞虱、稻苞虫、稻纵卷叶螟、三化螟、二化螟和大螟、叶蝉

## (1) 稻飞虱发生概况

稻飞虱（主要包括褐飞虱和白背飞虱）属热带迁飞性害虫，是目前影响我国水稻稳产、高产的主要虫害之一，2001年全国发生面积达593.3万hm<sup>2</sup>次。受降水偏多和温度适宜等气候条件影响，在华南稻区偏重发生，特别是白背飞虱在整个华南地区属重发区，褐飞虱在广东、海南的沿海地区以及福建的大部属于重发生区，且其危害程度逐年上升。2005年稻飞虱在南方稻区大发生，发生面积达0.23亿hm<sup>2</sup>次，其中，严重发生面积506.7万hm<sup>2</sup>次<sup>[19]</sup>。

在广东，稻飞虱自20世纪70年代前期开始逐渐上升为主要害虫。70年代中后期，全省年平均发生面积82.8万hm<sup>2</sup>；80年代年平均发生面积上升为96.5万hm<sup>2</sup>，在特大发生的1983年，全省稻飞虱的发生面积达158.9万hm<sup>2</sup>，造成稻谷损失达13.9万吨<sup>[20]</sup>。另据统计，1999—2008年全省稻飞虱的平均发生面积达到了136.5万hm<sup>2</sup>，其中2008年稻飞虱的发生面积高达211.4万hm<sup>2</sup><sup>[13]</sup>。

在广西，稻飞虱也是头号水稻害虫，近年其发生程度均达4（5）级，广西大部分稻区普遍发生，年发生面积133.3万hm<sup>2</sup>次左右，约占水稻种植面积的65%，为害损失严重，经防治后每年仍造成稻谷损失约5万t。近年其发生特点：（1）发生代数多，发生面积大，为害时期长，早、晚稻受害严重，广西以桂东北、桂东南及桂中大部地区发生严重，一般都达到中等偏重至大发生程度。（2）发生期偏早，一般偏早7~10天左右。（3）受气候的影响较大。

在福建，自20世纪70年代以后，稻飞虱大发生的频次显著增加，共有4年（1970、1972、1975、1977年），80年代以来危害愈趋严重。据统计1981—2005年，年发生面积40万hm<sup>2</sup>以上的有10年，以1983、1987、1988、1990及2006年为特大发生年，1982、1989、1991、1995、1998、2005年为大发生年<sup>[21]</sup>。在海南，稻飞虱基本上每年都有发生，海南双季稻种植模式为稻飞虱提供了充足的食料，常年高温高湿的气候条件有利于稻飞虱的生存繁殖和越冬。每年8月前后的热带气旋使稻飞虱从外省或邻国传入海南省的几率大大增加。因此，本地虫源的传播与扩散成为海南稻飞虱发生的基本因素，外地虫源的迁入与扩散成为稻飞虱在海南发生的促进因素。2006年晚稻稻飞虱的大暴发就是很好的例证。当年8月中下旬，海南晚稻正处分蘖期，稻飞虱发生面积2.67万hm<sup>2</sup>，主要发生在万宁、琼海、定安、海口、文昌等地，世代重叠严重，虫口密度普遍在防治指标以上，一般每100丛为500~1000头，高者达3000~4000头，有些田块虫口密度甚至高达15000~20000头<sup>[22]</sup>。

## (2) 稻纵卷叶螟发生概况

近年来稻纵卷叶螟全国发生面积超过400万hm<sup>2</sup>次，在华南稻区大部分地区属重发生区，局部地区属轻发生区。2003—2005年偏重发生，其中，2003年在华南北部稻区严重发生，为历史上发生最重的一年，表

现为迁入期早，迁入峰次多、迁入量大、盛蛾期长<sup>[23]</sup>。2011年国家农技中心测报处提供的数据表明：华南稻区亩蛾量为200~600头，局部超过7万头。田间幼虫密度上升较快，华南南部稻区亩幼虫量一般1500~5000头，局部高达8万头。其中，海南幼虫量3000~15000头，是2010年同期的4倍，环比增加100%，卷叶率约为4%。

在广东，近十多年来，稻纵卷叶螟一般年份发生面积160万hm<sup>2</sup>次左右，重发生年份发生230万hm<sup>2</sup>次左右<sup>[13]</sup>。在广东稻区，稻纵卷叶螟的主害代是第3代和第6代，对水稻生产为害严重。其次是第2代和第5代，在个别年份对早插稻造成一定的为害。第3代主要在5月下旬至6月上旬早稻幼穗分化期发生为害，第6代主要在9月上、中旬晚稻幼穗分化期发生为害。2009年稻纵卷叶螟主害代在全国大多数稻区为中等或中等以下发生程度。广东稻区第2代至第5代为中等偏轻至中等发生程度，主害代第6代在全省大范围特大发生，发生面积高达100万hm<sup>2</sup><sup>[24]</sup>。

在广西，稻纵卷叶螟年发生6~8代，是广西发生面积最大的虫害之一。近年来该虫在广西的发生呈现迁入期早、峰次多、蛾量大、发生范围广、面积大、程度重等特点。发生程度为3（4~5）级，发生面积超过100万hm<sup>2</sup>次，发生面积超过种植面积的40%，大发生年份可达80%以上。其虫害发生的主要区域为桂东北、桂东南及桂中大部稻区，发生面积和造成的实际损失逐年上升，2004年发生程度达4（5）级，发生面积及实际损失分别达113.9万hm<sup>2</sup>、4.5万t；2007年，受气候、种植制度、天敌等因素的综合影响，当年发生面积超过146.7万hm<sup>2</sup>次，为近些年的偏重发生年，尤其是在桂北南部、桂东南部和沿海稻区持续上升为害<sup>[25]</sup>。

在海南，稻纵卷叶螟自20世纪70年代以来上升为水稻三大害虫之一，海南省陵水县一年发生10~11代。根据2009年的统计数据可知，全省发生面积1.87万hm<sup>2</sup>，防治面积1.47万hm<sup>2</sup>。主要发生在海南西部，田间虫量为500~1000头/亩，较高的4300头/亩，一般卷叶率5%~10%、严重的达30%以上<sup>[26]</sup>。

在福建，稻纵卷叶螟在1970年以前只在局部地区的晚稻上间歇发生危害，随着品种的更换，水肥管理条件的改善，在双季晚稻和中晚稻上同时发生为害，并上升为水稻主要害虫。80年代初连续4年全省性大发生，1980-1983年发生面积在29.6万~55.3万hm<sup>2</sup>次，其他年份均属中等或中等偏轻发生<sup>[27]</sup>。从2000年以后，除了2000年偏重发生，发生面积达22.73万hm<sup>2</sup>次外，其余年份发生面积在17.42万~19.49万hm<sup>2</sup>次<sup>[28]</sup>。

### (3) 稻螟虫发生概况

水稻螟虫俗称钻心虫，其中普遍发生较严重的主要是二化螟和三化螟，还有大螟、稻苞虫等。二化螟除为害水稻外还为害玉米、小麦等禾本科作物，三化螟为单食性害虫，只为害水稻。在华南的大部分地区，特别是广东、广西、福建的大部属于三化螟的重发生区，海南和雷州半岛是三化螟的轻发生区；二化

螟主要在华南北部稻区偏重发生，在其他大部分地区均为轻发生区。

在广东，由于水稻品种、耕作制度和方式发生了较大变化，引发水稻螟虫（三化螟、二化螟、台湾稻螟、大螟等）区域间差异大，给防治工作带来了困难。广东省2011年对有代表性的螟虫发生区和主产区进行了一次抽查（抽查了21个县（区），每县（区）随机抽查300头以上稻螟），鉴定结果表明：三化螟是广东省水稻螟虫的优势种群，占种群数量的80%以上。自1999—2008年以来，全省三化螟的年平均发生面积约76.3hm<sup>2</sup>，年均粮食损失约2.72万t<sup>[13]</sup>。

在广西，三化螟近年发生程度为3（4~5）级，主要发生区域为桂东北、桂中及桂南大部稻区，年发生面积超过73.3万hm<sup>2</sup>次，占种植面积的1/3。实际损失1万~2万t。近年来其发生为害特点：（1）域性发生明显，主要发生区域是桂东北南部、桂中以及桂西南稻区。（2）桂东北南部、桂中地区的发生回升较快，并且平稳增长。（3）发生量多，成虫盛发期长，为害较重。（4）防治特效农药品种较少。二化螟不是广西水稻主要害虫，近年来发生程度为1（2）级，发生的主要区域为桂北（主要是桂林市）的早稻—中稻—晚稻混栽区，发生面积7.33万hm<sup>2</sup>次左右。近年二化螟在桂北、桂西右江河谷稻区发生上升明显<sup>[29]</sup>。

在海南，三化螟属中等偏重发生，近年全省发生面积约2.7万~4万hm<sup>2</sup>次。一般枯心率3%~8%，西部、北部稻区偏重发生，第三代三化螟一般危害率3%~15%，危害严重的田块白穗率高达80%以上。

在福建，螟虫是水稻的重要害虫之一，在20世纪50~70年代水稻螟虫一般以三化螟、二化螟和大螟。其中闽南以三化螟为主，闽中闽北以二化螟为主；70年代三化螟发生重于二化螟。常年三化螟发生面积地33.3万~53.3万hm<sup>2</sup>次之间，是历史上发生最为严重的时期，这一时期二化螟发生面积存10万~16.7万hm<sup>2</sup>次之间；80年代后期，因种植业结构调整、耕作制度改变、品种的更换、种植业结构调整以及防治措施的发展和气候的变化等，稻螟的种类产生明显变化<sup>[30]</sup>。近年来，二化螟在全省范围普遍严重发生，其数量及为害程度远超过了三化螟。据初步统计，全省二化螟发生面积达30万hm<sup>2</sup>次以上，其发生量有逐年加重的趋势，发生范围由山区向半山区，从闽西北向闽东南沿海发展趋势。常年发生属于中等偏重<sup>[31]</sup>。

## 2.3 华南稻作区的其他生物性灾害发生状况

在水稻生产过程中，除了上述提及的病虫害之外，华南稻区还经常遭受到草害、鼠害和螺害的威胁。

### （1）稻田草害发生状况

据有关调查研究发现，在华南地区，稗草、光头稗、异型莎草、四叶萍、矮慈姑和鸭舌草分布最广，这些均属全国范围分布的杂草。在琼雷台地平原双季稻多熟亚区，除了含上述全国范围分布的杂草外，还



有圆叶节节菜、水龙、日照飘拂草、千金子和尖瓣花等。主要杂草群落为水龙+圆叶节节菜+异型莎草、四叶萍+圆叶节节菜+水龙等。其中千金子的危害面积仅次于稗草和异型莎草，达到28%；而该区的“代表性”杂草尖瓣花的危害面积很小，仅为2%。在闽粤桂平原丘陵双季稻亚区，该区除了含上述全国范围分布的杂草外，萤蔺普遍发生。广西南部稻田主要杂草还有日照飘拂草。在冬闲田，常见连片生长的江南灯心草、牛毛毡和双穗雀稗，这类多年生杂草地下茎或匍匐茎繁殖力极强，田埂边有一年四季生长的假稻，可蔓延至稻田中。广西东北部还有水莎草、圆叶节节菜，局部地区有胜红蓟和水龙。闽东南滨海围垦稻田主要杂草还有阿穆尔莎草，平原稻田和丘陵山垄田还有节节菜，其中丘陵小垄田还有沼针蔺和水葱等。闽西北还有水竹叶、碎米莎草、沼针蔺、水葱、谷精草和眼子菜等。闽东北还有严重的发生双穗雀稗和空心莲子草，它们在滨海围垦田和洋面田的发生频度分别达63%和62%<sup>[32],[33]</sup>。

在华南地区，多年生杂草危害可能加剧。由于耕作制度的改变，冬闲面积迅速扩大，传统的耕作制度春花作物或绿肥一稻一稻已被冬闲一双季稻，甚至是冬闲一单季稻所代替。多年生杂草的匍匐繁殖茎或地下繁殖茎避免了冬种机械的、化学的或生物化学的损伤，处于自然保护状态，更有利于这类杂草来年在稻田里生长和蔓延。化学防除上也有很大的局限性，大多数杀稗除草剂不能有效控制多年生杂草，杀稗剂连续多年使用，多年生杂草群落必将替代一年生的稗草群落，如矮慈姑在许多稻区的发生频度均达100%。双穗雀稗在过去精耕细作中，田埂经多茬铲除，人工清除的效果很好。然而，近几年随着人工除草减少，这一恶性杂草不但在田边蔓延而且窜生到田中央，其茎节节生根，构成对水稻的激烈竞争。另外，千金子呈蔓延趋势<sup>[33]</sup>。

## (2) 稻田鼠害发生状况

华南等鼠害严重地区的水稻、玉米、小麦、豆类等作物一般减产5%~10%，重者达30%以上，部分农田甚至毁种或绝收。据有关调查研究，华南稻区的害鼠主要有黄毛鼠(*Rattus rattoides*)、板齿鼠(*Bandicota indica*)、小家鼠(*Mus musculus*)、褐家鼠(*Rattus norvegicu*)、黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)。无论是纯稻区还是稻果菜混合种植区，第一、第二和第三优势鼠种相同，分别是黄毛鼠、小家鼠和板齿鼠<sup>[34]</sup> (表4)。

表4 华南稻区主要害鼠构成调查

稻区	黄毛鼠	板齿鼠	小家鼠	褐家鼠	黄胸鼠
稻果菜混合区	46.39	12.65	37.95	2.41	0.60
纯稻区	50.94	11.32	35.85	1.26	0.63

有关调查研究表明，在华南地区（如广东省），危害水稻的重要害鼠是黄毛鼠和板齿鼠，它们具有聚集危害的特点；造成水稻损失最严重的时期是幼穗形成至齐穗期；黄毛鼠聚集早熟稻田危害时，多在稻田田面活动与危害，少在田埂上活动；板齿鼠聚集在适宜其栖息的稻田危害（表5）。

表5 水稻不同生育期的鼠害情况 (2000–2003) [34]

调查时间 (月- 日)	生育期	受害株数	受害比率 (%)
04-25	分蘖期	0	0
05-05	分蘖末期	0.7	0.15
05-15	幼穗分化期	14.0	3.09
05-25	幼穗形成期	52.3	11.53
06-04	孕穗期	195.7	43.13
06-14	破口抽穗期	101.7	22.42
06-24	齐穗期	54.0	11.90
07-04	黄熟期	23.3	5.14
07-14	完熟期	12.0	2.64
合 计		453.7	100

### (3) 稻田螺害发生状况

福寿螺 (*Pomacea canaliculata*)，又名大瓶螺、苹果螺，两栖淡水贝类软体生物，属于热带和亚热带种，原产于南美洲亚马逊河流域。1980年作为一种水生经济动物引入我国台湾。1981年，福寿螺也同样被作为一种食物首先引入我国广东。由于盲目引进和管理不善，目前福寿螺已在我国南方许多省份的稻田暴发成灾<sup>[35]</sup>。

目前，在我国北纬30°以南的省份均有福寿螺的发生报道。据农业部的最新调查，福寿螺目前已侵入我国广东、广西、海南、福建等13个省区的246个县（市），发生危害面积42.7多万hm<sup>2</sup>。华南地区是最先引进福寿螺和气候最适宜其生长扩散的地区，根据现有文献资料和报道的不完全统计，在广东，其危害大约为33.6万hm<sup>2</sup>，广西约30万hm<sup>2</sup>。近年来，在华南四省，其危害面积估计在66.67万hm<sup>2</sup>以上。

## 3 华南地区现行的水稻病虫害防控方法

目前，在华南地区，对水稻重大病虫害的防治大致采用以下几大类方法：（1）农业防治；（2）化学防治；（3）物理防治；（4）生物或生态防治。下面分别对这几类方法及其效果进行介绍与评价<sup>[36].[37].[38]</sup>。

## 3.1 农业防治

选用抗病虫害良种；搞好种子消毒；人工摘除秧田螟虫卵块；收割后及时销毁带病稻草，或堆放在远离稻田的地方，或沤制成完全腐熟的堆肥，并适时犁耙田；深水泡田；打捞浪渣，集中烧毁或深埋，清除稻田菌核，压低病虫害源基数。

深耕灌水灭蛹控螟技术。利用螟虫化蛹期抗逆性弱的特点，在春季越冬代螟虫化蛹期统一翻耕冬闲田、绿肥田，灌深水浸沤，浸没稻桩7~10d，可杀死70%~80%的螟蛹，有效降低虫源基数。冬种田在收获后及时耕沤，也有一定灭螟效果。双季稻连作田早稻收割后及时翻耕灌水淹没稻桩，可杀死90%以上的螟虫。

搞好健身栽培。提倡早育秧、抛秧或直播等新型栽培技术，培育无病虫害壮秧；合理调整耕作制度和水稻品种布局，减少“桥梁田”，使水稻受害危险期避过螟虫发生为害期；适施N肥，增施P、K肥，多施有机肥，增强水稻的抗病性，以减轻稻瘟病、纹枯病、稻飞虱等病虫害为害，配施适量硅元素，增强稻株的抗性，忌偏施、迟施氮肥，以免禾苗过于贪青；浅水插秧，寸水回青，薄水分蘖，够苗晒田，抽穗扬花时回浅水灌溉，后期“干-干-湿-湿”管理，成熟期不宜过早断水。

## 3.2 化学防治

(1) 秧苗期：注意防治“烂秧”，对发生苗瘟的秧田，一经发现立即施药防治；注意施药挑治三化螟。

(2) 分蘖期：及时用药控制叶瘟急性型病斑和发病中心，遏制稻纹枯病扩展，防止三化螟为害造成枯梢或枯心苗。稻飞虱、稻纵卷叶螟该时段达防治指标时需进行挑治。

(3) 拔节孕穗期：采取一药多治、病虫兼治，一举多得的做法，注意达标适时用药。

(4) 破口抽穗期至黄熟期：主要防治稻穗瘟、稻飞虱、三化螟等。对常发病区的感病品种田、偏施迟施氮肥生长嫩绿田、历年重病田及前期发生过叶瘟的田块，在10%稻株处于破口期时即施药防治；稻飞虱应在若虫达500头/百丛时施药剂防治，同时注意施药防治纹枯病，防止后期“穿顶”。

对口防治药剂的选择：对稻瘟病选用丰登、三环唑、稻瘟灵等；对纹枯病选用井冈霉素、纹枯净等；对稻飞虱选用吡虫啉（大功臣、蚜虱净）、噻嗪酮（扑虱灵）等；对三化螟和稻纵卷叶螟选用氯虫苯甲酰胺、氟虫双酰胺、氟啶脲、稻丰散、阿维菌素；对水稻细菌性条斑病选用叶青双、消菌灵、菌毒清、三氯异氰尿酸等。

### 3.3 物理防治

利用成虫的趋光性，在稻田周围设置频振式诱虫灯诱杀害虫，可降低稻飞虱、稻纵卷叶螟、三化螟和稻瘿蚊等害虫的数量，减少危害，从而减少农药用量，减少农药对环境污染，保护生态平衡。据调查研究，每2~3.33hm<sup>2</sup>稻田安装一盏频振式杀虫灯，杀虫灯底部距地面1.5m，于害虫成虫发生期天黑后开灯，天亮后关灯，可诱杀二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟、稻飞虱、稻黑蜻等多种害虫。

### 3.4 生物或生态防治

主要做法有：（1）采用苏云金杆菌（Bt）防治二化螟和稻纵卷叶螟技术。于二化螟、稻纵卷叶螟卵孵化盛期采用Bt防治，有良好的防治效果，尤其是水稻生长前期，使用Bt可有效保护稻田天敌，维持稻田生态平衡。注意Bt对蚕高毒，临近桑园的稻田慎用。（2）采用井冈·蜡质芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌防治稻瘟病技术。在叶（苗）瘟出现急性病斑或发病中心、破口抽穗期遇阴雨天气时，采用井冈·蜡质芽孢杆菌或枯草芽孢杆菌均匀喷雾，齐穗后再喷一次，对稻瘟病有良好的预防和防治效果，不污染环境，对水稻安全。（3）采用井冈·蜡质芽孢杆菌防治稻曲病技术。于水稻孕穗期破口抽穗前7~10d，施用井冈·蜡质芽孢杆菌，可有效预防稻曲病，并兼治纹枯病。（4）采用昆虫性信息素诱杀二化螟技术。在二化螟越冬代和主害代始蛾期开始，田间设置二化螟性信息素，每亩放一个诱捕器，内置诱芯一个，每代更换一次诱芯，诱捕器高出水稻植株顶端30cm。集中连片使用，可诱杀二化螟成虫，降低田间落卵量和种群数量<sup>[37]</sup>。

加强对稻田有益生物如蜘蛛、草蛉、赤眼蜂、青蛙、蟾蜍等的保护与利用。在田埂、路边种植芝麻、大豆等显花植物或在收割期有意识地堆放草把等措施，以便为天敌提供栖息场所，保护利用蜘蛛、寄生蜂、瓢虫、草蛉、青蛙等天敌。同时，可释放赤眼蜂防治二化螟和稻纵卷叶螟<sup>[37]</sup>。

通过稻田养鸭、养鱼、养蟹、养蛙等种养结合的办法，在一定程度上控制稻田的稻飞虱、三化螟、稻瘿蚊、叶蝉，以及稻田福寿螺和杂草等的发生和为害。

### 3.5 水稻主要病虫害的常用的防控技术与方法

在华南稻区，通常以稻瘟病、纹枯病、稻曲病、南方水稻黑条矮缩病、稻飞虱、稻纵卷叶螟、三化螟、福寿螺为主要防控对象<sup>[35],[38]</sup>。常用的相关防控技术见表9。

表9 水稻主要病虫害的常用防控技术

主要病虫害名称		常用的防控技术要点
稻瘟病	苗瘟	(1) 种子消毒。1%的石灰水浸种；强氯精消毒。(2) 药剂防治。可用40%“富士1号”80g/亩防治1次或用25%使百克乳油60g/亩。
	叶瘟	一旦出现叶瘟发病中心，及时用4%春雷霉素40g/亩或40%稻瘟灵80g/亩喷1到2次。
	穗颈瘟	在大胎破口期和齐穗期各施一次药，亩用75%三环唑40g或40%稻瘟灵80g。
纹枯病	<p>(1) 打捞菌核，减少菌源。纹枯病的田间菌核是次年发病的主要侵染源，一般在灌水整田时，用畚箕捞去浮在下风头水面上的浪渣。(2) 抓好以肥水管理为中心的栽培防病，肥料应注意稳施氮、磷，增施钾、锌肥。以施足基肥、保证穗肥为原则，水稻生长中期不宜施氮肥提苗。灌水要贯彻“前浅、中晒、后湿润”的原则。(3) 药剂防治以预防为主，在发病初期用“春雨一号”+5%井冈霉素水剂每亩150ml，或30%捷标24g/亩喷雾。喷雾时要保证用水量，喷到稻株中、基部。(4) 碘络酮可湿性粉剂，每亩用50~70g，兑水60kg均匀喷雾到稻茎基部，此药对水稻纹枯病有特效。用药时，应掌握在水稻纹枯病始病期喷施。</p>	
稻曲病	<p>(1) 选用抗病早熟的品种。加强栽培管理，适期施肥，避免偏施和迟施氮肥。(2) 用50%多菌灵可湿性粉剂500倍液浸种12h。(3) 选用对口农药，预防稻曲病的用药适期为晚稻破口前的6d左右。可选用的农药有亩用5%井冈霉素400ml、或50%多菌灵可湿性粉剂100g，兑水60kg喷雾。20%瘟曲克敌120g兑水喷雾都很有效。药液重点喷在植株上部。也可用30%DT杀菌剂100~150g，在水稻孕穗后期和破口初期各喷一次，效果良好。</p>	
水稻黑条矮缩病	<p>采取“抓秧田保大田，抓前期保后期”的“治虫防病”策略，做好单季稻和双季晚稻秧田和本田初期稻飞虱的防治。重点抓好药剂拌种或浸种及带药移栽，秧田和本田初期带毒白背飞虱迁入时，选用速效和持效药剂并配合抗病毒剂防治。华南稻区，可适当调整栽插期，使水稻感病敏感期避开白背飞虱迁入期。秧田应远离感病早稻田和玉米田，采用防虫网或无纺布覆盖保护或集中保护育秧，弃用感病秧苗。常发区增加移栽密度，预留备用秧苗。田间发现感病植株及时拔除或踩入泥中，减少本地毒源，并从健丛(株)上掰蘖补苗，重病田应及时翻耕改种。</p>	

<p>稻飞虱</p>	<p>(1) 选育推广抗虫丰产品种，如杂交稻Y两优302等。(2) 加强田间肥水管理，防止后期贪青徒长，适当烤田，降低田间湿度。(3) 防治稻飞虱要采用综合治理的方法，首先是要加强栽培管理，不要偏施氮肥，抓好露晒田减少田间阴蔽度和湿度，控制稻飞虱的繁殖力和繁殖速度，为提高后期防治效果打下基础。(4) 无水田块，亩用80%敌敌畏300ml，拌干湿细砂(土) 15~20kg，于晴天中午12时至14时撒施。(5) 药剂防治：在若虫孵化高峰至2~3龄若虫发生盛期，平均每丛虫口密度达到10~15只以上时开始用药，亩用25%噻嗪酮60g或暴雷100ml喷雾。注意要抢晴施药。保证施药后有4h无雨。</p>
<p>螟虫</p>	<p>(1) 科学肥水管理，注意氮、磷、钾的合理配施，增施有机肥料，实行浅水。勤灌，适时晒田，保证水稻健壮农业生长。(2) 消灭越冬虫源：通过耕翻种植或浅旋耕灭茬，减少稻桩残留量，清理稻草，铲除田边、沟边的茭白、杂草，以减少虫源，破坏螟虫越冬场所，降低螟虫越冬成活率。(3) 淹水灭蛹：因二化螟初孵虫危害水稻叶鞘，因此迟熟冬作田、草子留种田，在化蛹期淹水3.5~6.5cm，可将大部分蛹淹死。或在第一、第二代幼虫老熟期放干田水，让幼虫钻入根际化蛹，化蛹期淹深水3d，可将大部分蛹淹死，杀虫效果达90%以上。(4) 药剂防治：最好能在低龄幼虫期用药，可用40%杀虫双水剂200g/亩或1.8%阿维菌素150ml/亩兑水喷雾。也可用5%锐劲特悬浮剂每亩30~40ml，兑水40~50L喷雾，药效期可长达20~30d。</p>
<p>稻纵卷叶螟</p>	<p>(1) 选用抗虫品种。(2) 增施钾肥，提高水稻植株硬度。(3) 物理防治措施：使用杀虫灯诱蛾灭螟蛾，减少虫源基数。(4) 药剂防治：在幼虫1~2龄期用药最好，3.0%阿维菌素100毫升/亩或40%杀虫双150克/亩兑水喷雾。施药时间，在1天内以傍晚及早晨露水未干效果较好，晚间施药效果更好，阴天和细雨天全天均好。</p>
<p>福寿螺</p>	<p>(1) 在水稻移栽前1~2d或移栽后当天，可选择使用70%百螺杀可湿性粉剂、6%密达杀螺颗粒剂、45%三苯醋锡可湿性粉剂或50%四聚可湿性粉剂，防效可达90%以上；或在水稻插秧前2~3d，均匀撒施茶籽饼、茶麸等。(2) 实行水旱轮作、非水稻季节耕作、免耕等技术，或移栽秧龄较大的秧苗，水稻移栽期保持低水位。(3) 人工采卵拾螺；在出水口加网或加高田埂；冬修水利，清理沟渠，铲除杂草。(4) 在稻田中放养鸭子、甲鱼等，进行生物或生态防治。</p>

### 3.6 水稻病虫害几种防控方法的效果评价

化学防治是植物保护最常用的方法，它具有防治效果好、收效快、使用方便、受季节性限制较小、适宜于大面积使用等优点。但长期大量施用农药会带来系列的生态环境问题和食物安全问题。大量农药会长期残留于土壤中，同时进入生物组织，并在食物链中不断传递富集，对稻田害虫及其捕食性天敌、寄生性天敌、土壤生物、水生生物等非靶生物均有一定程度的影响，如甲胺磷防治水稻螟虫时，会杀死大量的捕食性稻田蜘蛛、寄生蜂、黑肩绿盲蝽等有益昆虫；又如鸟类等也会因喷洒农药、土壤中的农药残留以及食物中的农药摄取受到伤害，像猫头鹰这类猛禽也会因体内杀虫剂的富集，导致其产下的卵壳脆而易碎，致使其后代数量减少。化学农药使用的后果之一就是导致稻田生物多样性的下降，稻田生态系统对病虫害的自我防御与调控能力低下。同时，长期使用同一农药，水稻病虫害会产生一定抗药性，致使原有农药失效，结果必然导致农药开发成本和水稻生产成本的上升。化学农药使用与人类健康直接相关的后果就是农产品的质量安全问题，这是当前普遍关注的问题。尽管如此，大多数农民为了追求直接的防控效果和短期的经济效益，并且大多图生产方便，还是喜欢使用化学防控方法。

农业防治 (Agricultural control) 也称栽培防治 (Cultural control)，是指结合作物栽培操作有意识地开展病虫害防治。农业防治是寓病虫害防治于作物栽培管理之中，具有生产成本低、且对生态环境和农产品无毒副作用和持续效果强等优点，但农业防治只能作为病虫害综合防治中的基础或补充措施。同其他大田作物相比，水稻栽培过程中农事操作较多，需要较多的田间人工管理，且要求生产者具备一定的技术水平，因此，在当前农村青壮年劳动力大量流入城市打工，农村劳动力不足以及农业从业人员素质下降的情况下，推行农业防治存在一定的难度。目前，由于农业比较效益低等等方面的原因，许多地区在水稻生产过程中水肥与病虫害管理等农事操作简单粗放，不愿意投入人工，甚至出现稻田撂荒现象，不利于农业防治技术的实施。

物理防治主要是指应用各种物理因子如光、电、温、湿度和机械设备来防治害虫的方法。防治水稻虫害比较有效的物理方法就是大面积推广应用频振式杀虫灯。频振式杀虫灯是根据害虫的趋光性，用光源20W的黑光灯，波长为3650Å，灯四周加高压电网，能有效诱杀水稻二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟、稻飞虱。物理防治方法具有省工、省力、环保等优点，但物理机械防治需要花费较多的劳力或巨大的费用，有些方法对天敌也有影响。而且，物理防治方法也通常只是一种辅助的防治手段，较难产生很好防效而取代其他的防控技术，因此，在很多稻区，通常是政府投入在稻区集中安装频振式杀虫灯进行物理防控，农民较少自愿采用这种防控方式，而且，有很多地区频振式灯设备年久失修，“形同虚设”。

生物与生态防治是利用某些生物或生物代谢产物来控制有害生物群体的增殖，以达到压低甚至消灭有害生物的目的。生物防治的内容是很丰富的，它包括以虫治虫、微生物治虫、蛛螨治虫、鸟兽治虫、微生物治病、以虫治草、微生物治草等。生物防治的特点是对人、畜安全，对环境污染极少，有时对某些有害生物可以达到长期抑制的作用，而且天敌生物资源丰富，便于利用，但生物防治效果不一定快速有效，而

且成本不一定低廉。如目前已开发应用的植物源农药和微生物农药等，通常市场价格比一般的化学农药产品贵，且效果也不一定好，另外，某些生物防治技术在使用时也比较繁琐费时，因此，这种防控技术也很难被农民真正接受和利用。例如，目前，在田埂、路边种植芝麻、大豆等显花植物，或直接在田间释放赤眼蜂，或通过稻田养鸭、养鱼、养蟹等复合种养技术进行水稻病虫害防治的现象并不普遍。据不完全统计，我国生物防治措施只占病虫害防治总面积的10%~15%。目前我国应用于生产的捕食性天敌昆虫主要有瓢虫、草蛉、捕食蛾、蚂蚁等，利用的寄生性天敌昆虫主要有赤眼蜂、平腹小蜂、金小蜂等。

## 4 华南地区水稻病虫害的生态综合防控技术及案例

随着华南地区社会经济的快速发展，以及人们生活水平的不断提高，对健康安全食品的需求日益增加。水稻作为本地区的大宗粮食作物，其生态栽培和有机生产技术也正日益受到关注和欢迎。这里介绍几种在华南地区正在试验开发和大规模示范推广的以水稻病虫害综合防控为目标的系列生态技术与模式。

### 4.1 鸭稻共作技术

“鸭稻共作”生态农业模式是根据生态学原理，巧妙运用动物和植物之间的共生互利关系，充分利用空间生态位和时间生态位以及鸭子的生物学特性（如杂食性、水性和野性），并运用现代生态农业技术措施，通过围网将鸭子圈养在稻田里，让鸭子与水稻“全天候”同生共长，使鸭子代替人工为水稻“防病、治虫、施肥、中耕、除草”等，最终达到以鸭子捕食害虫代替农药、以鸭子踩食杂草代替除草剂、以鸭子粪便作为有机肥料代替化肥的目的。从而构建一个互惠互利、资源充分利用的环境友好型农业生态系统。

#### 4.1.1 操作规程

通常在水稻移栽（栽秧或抛秧）后7d左右（即水稻返青后），将5~7日龄的小鸭放入四周已围网的稻田中。一般每3~5亩稻田作为一个围网单元，平均每亩放鸭15~20只左右。小鸭入田后，让鸭子每天“全天候”地与水稻同生共长，鸭子在稻田中可捕虫、吃草、中耕土壤以及改善稻田生态环境，促进水稻生长。等水稻抽穗时将鸭子赶出稻田，此时，鸭子和水稻大约“共作”了60d。在鸭稻共作期间，稻田应保持5~10cm左右深的淹水状态。若在稻田整地时施足有机基肥，则可减免化肥的施用或不施用化肥；整个水稻生长过程不施化学农药。其他田间管理措施同水稻常规栽培方法。

鸭稻共作生产模式主要过程分为四个阶段：育秧与育雏鸭阶段、秧苗移栽与放鸭下田阶段、鸭稻共作阶段、赶鸭上田与水稻完熟收获阶段。

(1) 育秧与育（鸭）雏阶段：此阶段大约15~30d左右，主要为前期的准备工作，包括选种育种、鸭苗



孵化或直接订购、育雏鸭以及小鸭的训水锻炼、整地、施基肥等。生产基地多选择空气洁净、水源清洁充足、土壤肥沃、田块平整连片、排灌方便、污染少、田埂完整（高35cm以上）的稻田。在品种选择方面，对水稻而言，应选择高抗、优质、高产的水稻品种；对鸭子而言，应选择野生性能与杂食性强以及抗病能力高，体型不宜过大（通常成熟重量为1.5~2.5kg）的鸭子。基肥采用鸡粪或猪粪，其施用量根据稻田基础肥力的高低而定。

(2) 秧苗移栽与放鸭下田阶段：此阶段大约7~10d左右，主要工作包括秧苗移栽、田间围网、放鸭下田等。秧苗移栽多采用抛秧方式，一般要求保证基本苗8万株/亩左右。在抛秧后开始围网。采用塑料编织网或胶织网，通常围网的高度为60~100cm左右。通常每3~5亩为一个围网单元。同时，在田块的适当位置搭建鸭群栖息棚和避雨棚。将小鸭（5~7日龄左右为宜）大约在插秧后7~10d即水稻返青后放入已围网的稻田中，平均每亩放鸭15~20只左右。

(3) 鸭稻共作阶段：该阶段大约50~60d，主要工作是田间水分管理、鸭子饲喂以及水稻病虫害状况观察与田间巡视等。在小鸭下田初期，田间水深保持3~5cm深左右，之后随鸭子长大而加深。鸭子饲喂标准需考虑鸭子大小和稻田中的虫草食源情况，采用每天早晚各投喂一次，以半饱为宜。投喂时往杂草多的地方投饲料。经常查看水稻分蘖、拔节、株高以及病虫害发生、田埂是否漏水等情况。当病虫害暴发严重时，可采取相应的辅助控制措施。同时，经常巡视鸭群生长情况（如鸭群数量、鸭子生病或受伤等情况）以及围网是否有破损和穿洞、鸭子逃逸等情况。

(4) 赶鸭上田与水稻完熟收获阶段：该阶段大约35d，主要工作包括后期田间水分管理、间歇性晒田、水稻病虫害状况查看、收割等。查看水稻抽穗灌浆情况，待稻穗下垂前需将鸭群赶出稻田。鸭群赶出稻田后第二天，把田水排放干净，之后隔天灌、排水，直到收获前10d停止灌水，进行晒田、干田。在该期间，根据病虫害发生情况需采取相应的辅助控制措施。鸭子赶上田后可将鸭子围养育肥上市，也可将鸭子放养在池塘或沟渠中。另外，等水稻收割完后，还可将鸭群重新赶回稻田觅食水稻落穗和杂草。

#### 4.1.2 对病虫草害的防控效果

经过各地多年的实践研究发现，鸭稻共作生态模式在现行单一常规种稻的基础上引入了鸭子，由于鸭子的存在与活动，使得整个生态系统活跃起来。鸭子在水稻生产过程中承担了多种多样的直接或间接的功能和任务，综合效果明显。概括来讲，鸭稻共作生态模式中鸭子对水稻生长主要有除草、除虫、施肥、中耕浑水、刺激生长、防病等6大功效。下面主要介绍国内一些专家有关鸭稻共作对水稻病虫草害防控效果的研究结果。

##### (1) 对水稻虫害的防控效果。

戴志明等调查发现，在整个本田期内，共作区没有虫害，但常规稻区则有粘虫、稻飞虱和后期的蝗虫

发生<sup>[39]</sup>。金千瑜等研究认为，稻鸭共作对稻飞虱和叶蝉有明显的捕食作用，但对稻纵卷叶螟和螟虫的防治效果较差，达不到化学防除效果<sup>[40]</sup>。在江苏延陵基地的试验<sup>[41]、[42]</sup>也显示，稻鸭共作对稻飞虱的防除效果达到79.9%，但对稻纵卷叶螟仅为23.8%，水稻生长前期螟虫为害造成的“枯心塘”不到常规栽培田的30%，但后期为害严重，形成大量“白穗”，白穗率高达9.3%~18.35%。杨治平等对稻田稻飞虱的消长动态研究后指出，放鸭田稻飞虱虫量始终控制在防治指标范围附近，不象常规稻区的虫量波动大，要依靠施药来“压峰”，而短翅型成虫量和个体产卵量均比常规稻区低，可明显减轻下代虫害的发生程度<sup>[43]</sup>。熊国远<sup>[44]</sup>、朱凤姑<sup>[45]</sup>、林章荣<sup>[46]</sup>等的研究则认为，稻鸭共作除对稻飞虱和叶蝉有显著的防治效果外，对螟虫、稻纵卷叶螟、稻螟蛉都有较好的控制作用，虫口数量均没有超过药剂防治指标。童泽霞<sup>[47]</sup>进一步指出稻鸭共作对稻蝗虫、稻弄蝶、粘虫等也有明显的防效，但对稻蜡象没有防控作用，尤其在水稻生长后期。从全国各地的研究结果来看，稻鸭共作对稻飞虱和叶蝉的控制作用显著，在水稻生长期可取代相应杀虫剂的使用，但对稻纵卷叶螟、螟虫和其它害虫的防治效果不一，有待进一步开展研究。

### (2) 对水稻病害的防治效应

鸭子在田间来回跑动，啄食部分菌核菌丝，减少了稻丛的菌源，并且通过除草、清理基部的病残叶片和减少无效分蘖等功能，提高田间通风透光能力，降低田间湿度，恶化了病菌的生长环境，加上鸭子的物理刺激作用，稻株生长健壮，抗病力增强，不利于病菌的侵染和传播。童泽霞的调查显示，在分蘖期和孕穗期，放鸭区的纹枯病病蔸率下降3.9%和9.1%，病株率则下降1.8%和5.3%，防治效果极其显著<sup>[47]</sup>。刘小燕等研究表明，稻鸭共作可使纹枯病病蔸率、病株率、病情指数减少56.0%、57.74%和26.46%，比常规稻区分别下降9.0%、15.25%和0.95%，基本上可以控制纹枯病的危害，并且鸭龄大的防治效果更好<sup>[48]</sup>。王成豹<sup>[49]</sup>、禹盛苗<sup>[50]</sup>等的研究结论也证实了放鸭区纹枯病比常规稻区危害减轻。戴志明等的试验进一步指出田间放鸭能使稻瘟病、白叶枯病得到有效控制，发病率在1%~2%之间，危害指数为2~3级，相比之下，常规稻区的发病率则高达79.8%，危害指数4级<sup>[39]</sup>。但也有报道指出稻鸭共作对稻瘟病没有防控作用，放鸭区的稻瘟病危害重于常规稻区<sup>[51]</sup>。对水稻其它病害如黄萎病、条纹叶枯病、矮缩病等目前所开展的研究极少，亟待加强。

### (3) 对稻田杂草的防治效应

杨华松等调查显示，放鸭区内除部分稗草和牛毛草外其它杂草均被鸭子食完，而常规稻区则有牛毛草、鸭跖草、眼子菜、野慈菇等多种杂草。马国强等研究也表明，共作区只有极少量的稗草发生，杂草的控制率在99.4%以上<sup>[41]</sup>。刘小燕等对稻田杂草的发生规律做了深入研究，发现稻鸭共作对杂草的控制效果达98.5%~99.3%，比施用化学除草剂的效果高6.9%~16.1%，无论杂草株数或鲜重均低于常规稻区，不但对稻田常见的杂草有较高的防除效果，而且对一些化学除草剂难以防除的杂草如双穗雀稗、旱莲草、四叶葎、鸭舌草、稗草等也表现出良好的防除效果，能有效解决化学除草带来的杂草群落演替的恶性循环问题<sup>[52]</sup>。朱凤姑等调查也显示，放鸭区的除草效果无论在前期（放鸭20d）或后期（放鸭40d）都明显优于化学除草田，前期的平均防除效果在88.0%以上，而后期更高达97.3%，并且化学除草田的稗草、莎草、矮慈菇、空心莲子草等恶性杂草较多，表明以鸭除草完全可以取得化学除草剂的效果<sup>[45]</sup>。禹盛苗等进一步指

出稻鸭共作后期的除草效果优于前期是因为随鸭子生长，其取食杂草的数量增多，且对杂草的踩踏作用增强<sup>[50]</sup>。

### 4.1.3 推广应用情况

鸭稻共作技术在广东、广西、福建等许多地区进行推广应用。其中在广东，经过10多年的试验示范，并通过“公司+科研单位+基地”、“公司+科研单位+农户+基地”、“公司+科研单位+基地+酒店”、“公司+科研单位+基地+消费者会员”、“NGO组织+科研单位+村委会+农户”等多种产学研合作模式，已在新会、珠海、东莞、中山、惠东、台山、梅州、雷州、云浮、怀集、从化、清远、韶关等地建立了不同规模的鸭稻共作技术生产示范基地，累计建立示范推广基地面积10多万亩，通过这些示范基地的示范带动作用，又带动了千家万户的鸭稻共作生产。

## 4.2 “菜—稻—菜”技术

以一季中晚稻栽培为核心技术配套的“菜—稻—菜”轮作高效耕作制度是由广东省农业科学院的专家于2001年率先提出，并于2004年开始组织研究与示范推广的一项新的稻菜田耕作制度。这种模式技术是针对广东等经济发达地区因蔬菜等高效益作物的种植面积迅速扩展而水稻种植面积锐减和长期传统连作蔬菜等耕作制度存在的一些不科学不合理的问题，为解决当前如何稳定粮食生产面积和协调好菜田用地与养地两大突出问题而提出来的<sup>[53]</sup>。

### 4.2.1 技术特点

“菜—稻—菜”轮作技术能发挥不同作物间对光温水资源利用时段差的优势与养分利用的互补作用，能较好地实现水稻与蔬菜周年生产共同减少种植成本投入，实现稻菜田生产的“三高农业”（高产、高质量、高效益）的有机统一和“三个效益”（社会效益、经济效益、生态效益）的高度统一。

“菜—稻—菜”水旱轮作制度又称为“123种植模式”，是为了便于概括与表述“菜—稻—菜”轮作高效耕作制度的科学技术内涵和实质的简称。所谓“123种植模式”是指“一个中心，两个结合，三季轮作种植”。

(1) 一个中心：即以提高稻菜田种植效益为中心。改变传统的水稻种植季节与观念束缚，为以实现稻田效益最大化为目标安排水稻种植季节的理念；改变传统的长年蔬菜（或经济作物）种植的田块为在高温阶段（5~9月）调整增加种植一季中晚稻，把最有利于种植高效作物的时段——即传统种植双季稻的早稻生长前中期和晚稻生长后期的时段腾出来，优先安排种植高效作物（根据不同菜农种植季节需要，从9月下旬到次年4月种植蔬菜等经济作物），实现稻菜田种植综合效益最大化。

(2) 两个结合：即充分发挥稻菜轮作种植的两大作用，实现社会效益（粮食安全）与经济效益相结合、用地与养地相结合。改变传统稻田单纯种植水稻或菜田单纯种植经济作物的种植制度，采取稻菜轮作的水旱轮作制，科学合理地安排粮食作物与经济作物种植结构，充分利用不同作物间对光温水气候资源利用时段差的优势和土壤养分利用与生态环境影响的互补作用提高稻菜田的综合生产能力和效益，促进农业可持续发展。

(3) 三季轮作种植：即实现一年三季多元作物结构轮作种植的耕作制度和种植模式。如根据自己掌握种植技术与市场需要，可采用“蔬菜—中晚稻—蔬菜（或萝卜等）”、“蔬菜—中晚稻—马铃薯”、“蔬菜—中晚稻—甜玉米”、“甜玉米—中晚稻—马铃薯”等模式，充分发挥珠三角地区乃至广东及华南大部分地区的气候资源优势，凸显广东及经济发达区农业产业特色和耕作制度特色，为广东及经济发达地区稳定和增加粮食生产面积，提供粮食安全储备技术，增加复种指数，提高土地利用率，提高稻菜田综合生产能力与效益，实现农业可持续发展等方面提供一条有效途径。

#### 4.2.2 技术特点

近年来，广东省农业科学院通过组织水稻耕作、栽培、育种、生理、植保、蔬菜、旱作、土肥等多专业、多学科间的合作研究，并结合多个基点进行“菜—稻—菜”轮作高效耕作制度（123种植模式）试验示范与推广，取得了良好成效。从2004年—2008年间，分别在佛山南海区、东莞市、增城市、广州番禺区、深圳龙岗区、惠州博罗县、江门市、汕头市、雷州市等地组织示范推广，建立了15000亩的核心示范片，带动了20多万亩的新的稻菜轮作高效耕作制度实施，取得良好的示范推广效果。一季中晚稻品种采用黄华占，一般亩产400~450kg，高产田的亩产达550~600kg。一季中晚稻后作种植蔬菜，其后作蔬菜（菜心、矮脚白菜等）表现为：一是产量增加、质量提高。蔬菜普遍同比产量提高8%左右，且质量有所提高，后作菜心粗壮、油青翠绿、富有光泽，白菜表现为叶厚、叶柄壮、叶色靛；二是病虫害较少。同往年同季对比，吊丝虫、跳甲等虫害较少，用药量减少20%左右，且易种好管；三是施肥效果好。施肥量与往年相同，但施肥后生长快，肥效长，长相好。

### 4.3 稻田养鱼技术

稻田养鱼是利用稻田的多水生态环境，辅以人为的措施，把水稻种植业和水产养殖业结合起来，采用合理的技术措施，充分发挥稻鱼之间的互惠关系，形成田面种稻、水体养鱼、鱼粪肥田的共生互利生态系统，达到水稻增产、鱼类增收的目的。稻鱼结合，有利于改善农田生态系统的结构与功能。稻田养鱼是我国传统农业生产的精华和世界农业文化遗产，目前我国很多地区还在继续使用。在华南稻区也不例外，而且稻田养鱼的形式多种多样，如“稻—灯—鱼”模式、“稻—灯—鱼—菇”模式、“垄稻免耕—灯—鱼”模式、稻田浅水直接养鱼模式、稻鱼轮作模式等。

### 4.3.1 “稻—灯—鱼—菇”生态农业模式及其效益

“稻—灯—鱼—菇”生态农业模式是种植水稻（超级稻）的稻田上安装诱虫灯，物理防治水稻害虫；稻田放养禾花鱼，待超级稻收割和禾花鱼上市，再在稻田栽培食用菌，最后菌渣、废料全部还田，这样可减少化肥和农药的用量。该模式在传统的稻田养鱼的基础上，通过安装诱虫灯，可减少成虫发生数量和施药次数，每亩可节支10元以上。诱虫灯的作用是可减少稻飞虱、叶蝉、斜纹夜蛾等害虫的成虫发生量，减少喷药次数，诱杀的害虫又可作为田鱼的优质生物饵料，故可达到无公害栽培及节约成本的目的。

2007年，在广西全州县绍水镇食用菌种植户已发展到8967户，占农户总户数的66%，栽培面积已达220万m<sup>2</sup>，销售最高价格10元/kg，每亩蘑菇收入在1.5万元以上，其效益是水稻的10倍，同年按照新农村建设与市、县农业部门的要求，在绍水镇豆家底村建立了14hm<sup>2</sup>“稻—灯—鱼—菇”高效生态循环农业栽培模式，每亩产值达2万元，与单独栽培食用菌效益又有了明显提高。可见，采用“稻—灯—鱼—菇”是一种具有高效、生态、循环农业栽培模式，其经济效益十分可观<sup>[54]</sup>。

### 4.3.2 “垄稻免耕—灯—鱼”模式及其效益

选择水源好、保水性好、面积在500m<sup>2</sup>以上的稻田，加固加高田埂，田埂高度为30~40cm。每块田设进出水口各一个，宽30cm左右，并做好栏鱼栅，以防鱼逃走。在进水口附近挖一个6~10m<sup>2</sup>的鱼坑，深50cm左右。初次起垄时，在早稻抛秧前5d左右，施好基肥，犁耙整平，待泥浆沉实，田水自然落干后，按照120cm开厢，垄面宽90cm，沟宽30cm，沟深20~25cm，同时按宽35~40cm，深25~30cm开好四周边沟和田间“十”字沟。冬水田起垄时间还要适当提前。待垄面泥浆进一步沉实后，抛秧前一天还要再次清理垄沟，以保证垄厢的质量。当年晚造和第二、第三年都沿用原垄厢，实行免耕栽培，只将垄沟中的淤泥清理，覆盖在垄厢上即可，大大降低了劳动强度，节约了耕田成本。早稻在抛秧5~7d立苗返青后即可放养，也可在抛秧25d左右够苗晒田后放养。在早稻田放养时，一般用越冬鱼苗与夏花鱼苗搭配放养。每公顷放养6~8cm长的越冬鱼苗4500~5250尾，3~4cm长的夏花鱼苗15000尾左右。在早稻收割前一周可将80g以上的鲤鱼捕捞上市，小的鲤鱼则留在垄沟中或迁移到鱼坑中，用作晚稻鱼苗继续放养。到晚稻收割时，一般可全部捕捞上市。同时，在稻田中，按每50亩安装一盏频振式杀虫灯，并合理安置，尽可能将灯安装在鱼坑或养鱼的田中，以便能直接用虫喂鱼。在水肥管理方面，垄厢面上实行干湿交替灌溉。施肥采取“有机肥为主，化肥为辅，大部分作基肥，少量作追肥”的施肥原则，以满足稻鱼共育的需要。在病虫害控制方面，由于使用频振式杀虫灯和放养禾花鱼，稻田的虫害得到控制。据调查表明，频振式杀虫灯对钻心虫枯心率的防效为65.2%，对卷叶虫的防效为33.9%，对稻飞虱的防效为40.6%。但遇到为害严重的病虫害，必须靠施用农药来控制。施用的农药可选择对鱼毒性小的高效农药，喷药时要加深稻田水层，如发现鱼类有中毒反应，必须立即加注新水，排去有毒田水，避免鱼类中毒死亡。晚稻杀虫还可通过将鱼苗寄养在鱼坑中来错开杀虫时间。

在广西灌阳县，2002年示范面积只有50亩，2003年推广到300hm<sup>2</sup>，2004年达到660hm<sup>2</sup>。经测产验收

结果表明，示范田每公顷加权平均年产稻谷13794kg，比对照平作免耕抛秧增产稻谷231kg，新增345.0元；年均产禾花鱼576kg，产值6912.0元，扣除鱼苗、饲料、杀虫灯、电费、节约除草剂和农药成本，示范田每公顷比对照田年均增收6559.5元。同时，该技术减轻了劳动强度，促进了农村劳动力的转移，使水稻生产朝着生态、安全的方向发展<sup>[56]</sup>。

## 4.4 莲藕套种晚稻生态栽培技术

稻田养鱼是利用稻田的多水生态环境，辅以人为的措施，把水稻种植业和水产养殖业结合起来，采用合理的技术措施，充分发挥稻鱼之间的互惠关系，形成田面种稻、水体养鱼、鱼粪肥田的共生互利生态系统，达到水稻增产、鱼类增收的目的。稻鱼结合，有利于改善农田生态系统的结构与功能。稻田养鱼是我国传统农业生产的精华和世界农业文化遗产，目前我国很多地区还在继续使用。在华南稻区也不例外，而且稻田养鱼的形式多种多样，如“稻—灯—鱼”模式、“稻—灯—鱼—菇”模式、“垄稻免耕—灯—鱼”模式、稻田浅水直接养鱼模式、稻鱼轮作模式等。

### 4.4.1 技术流程

该模式的大致操作流程为：选择土质疏松、肥沃、富含有机质、耕作层深、排灌方便的藕田，宜选择早中熟品种的莲藕，这样可以在莲藕成熟时套种晚稻。莲藕种植时间在3月底至4月上旬，过早种植，温度偏低，低于15℃容易使藕种腐烂；过迟种植，生长期不足，影响产量和晚稻。在种植莲藕时，要求藕种完整、新鲜、无伤口、无病害、藕大芽旺。种植密度视土壤肥力、基肥量、栽培形式和季节的不同而定。一般土壤肥力好、基肥充足的田块宜稀，反则宜密。种植方法有单支和双支种植，单支行株距为1.5m×1m。双支的行株距为1.5m×2m。以浅水种植为宜。种植时田间约有3~5cm浅水。排藕种时，各株间以三角形的对空间排放为好。斜植，藕头入土深10~15cm，后把节梢翘在水面。藕种与地面倾斜度约20°~30°，芽头向田中间方向，四周边行离田埂1.5m。这样有利于利用光照，提高土温，促使莲藕在田中生长均匀，避免地下茎窜到田埂。一般每亩用种200~300kg。

在晚稻品种上也同样选用中熟品种，不宜选用迟熟品种，以确保稳产增产。要选在8月上旬（即立秋节）前移栽到藕田上，确保在寒露风来前抽完穗。由于莲藕叶在8月份还没有完全枯黄，但此时莲藕已成熟，所以在抛秧时，先把部分老叶、病叶、枯黄叶摘除，以利透风透光、便于抛秧后早生快发。抛秧时先排开水，抛秧后二至三天再灌入浅水，以增加土温，促进禾苗快速生长。莲藕田因肥力较高，抛秧应比一般田稀些，确保稳产丰收。

### 4.4.2 示范推广效果

近年来，广西农业技术推广总站将稻藕套种栽培新技术在南宁、柳州、贵港等莲藕主产区进行全面推

广，实现了种一亩地产生两亩地的巨大效益。全区20万亩的藕田在套种晚稻后，每年可增加2亿斤稻谷。过去纯种一亩莲藕，亩产2500kg左右，收入在4000~5000元，实行“莲藕套种水稻”，一亩可以多增收稻谷350~500kg，增值700~1000元，实现粮经双丰收，从而提高了经济效益。同时，在禾苗生长前期，由于莲藕叶还没有完全干枯，不利于晚稻虫害的发生，所以藕田套种晚稻的病虫防治一般在中后期进行，主要防治对象有三化螟、稻飞虱、叶蝉以及纹枯病、稻瘟病等。因此，这种技术模式可以减少农药的使用。

## 4.5 水稻“三控”施肥技术

水稻“三控”施肥技术是针对水稻生产中化肥和农药过量施用、肥料利用率低、种稻效益差和环境污染重等突出问题，由广东省农业科学院水稻研究所和国际水稻研究所（IRRI）合作研制的新型高效安全施肥及配套技术体系。其主要内容是控肥、控苗、控病虫，简称“三控”。“控肥”就是控制总施氮量和基肥施氮量，提高氮肥利用率，减少环境污染；“控苗”就是控制无效分蘖和最高苗数，提高成穗率和群体质量，实现高产稳产；“控病虫”就是优化群体结构，控制病虫害的发生，减少农药用量，提升稻米的安全性。

### 4.5.1 操作规程

(1) 选用良种，培育壮秧。选择株型和通透性好、抗病性较强的高产、优质良种。杂交稻和常规稻均可。一般杂交稻每亩用种1~1.25kg，常规稻每亩用种2kg左右。育秧方式可采用水育秧、旱育秧或塑料软盘育秧等。播种前晒种、精选种子，进行种子处理，然后浸种催芽。采用稀播匀播，播种后踏谷，早稻播种后盖膜保温。每亩秧田施用三元复合肥（含氮量15%以上）25kg作基肥，2叶1心期每亩施尿素3kg和氯化钾3kg作断奶肥，插秧前3~4d每亩施尿素5~10kg作送嫁肥。

(2) 合理密植，插足基本苗。适龄移栽。早稻秧龄25~30d，晚稻秧龄15~20d。根据育秧方式不同，可采用人工插秧、抛秧、机插或铲秧插秧等方式。栽插规格19.98cm×16.65cm或19.98cm×19.98cm，或抛秧50盘（434孔秧盘）或40盘（561孔秧盘），每亩栽插或抛植1.8万穴左右，杂交稻每穴1~2苗，每亩基本苗达到3万条；常规稻每穴3~4苗，每亩基本苗达到6万条。有条件的地方，推荐采用宽行窄株或宽窄行插植方式，改善群体通透性。

(3) 优化施肥。首先，根据目标产量和地力产量（即不施氮的空白区产量）的差异确定施氮量。以地力产量为基础，一般每增产100kg稻谷施纯氮5kg左右。目标产量是根据品种、土壤肥力、气候条件及栽培管理水平确定，一般不超过当地高产纪录的80%~90%。地力产量可通过田间试验确定，也可通过调查估计。在总施氮量确定后，即可按照基肥占40%、分蘖肥占20%、穗肥占30%、粒肥占5%~10%的比例，确定各阶段的施肥量。磷钾肥的施用量，也可以根据目标产量和地力产量确定。在地力产量的基础上，没增产100kg稻谷需增施磷肥（以P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>计）2~3kg，增施钾肥（K<sub>2</sub>O计）4~5kg。在缺乏地力产量资料的情况

下，也可按N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O=1: (0.2~0.4): (0.8~1)的比例确定磷钾施用量。在有稻草还田的情况下，钾肥施用量可适当减小。磷肥全部作基肥，钾肥一半作基肥或分蘖肥施用，另一半作穗肥施用。如果施用复合肥，各时期施肥量以氮肥为基准折算，余下部分用单质肥补足。

(4) 合理管水。插秧后保持浅水层，促进早回春、早分蘖，当全田苗数达到目标有效穗数80%左右时开始晒田，此后保持水层至抽穗。抽穗后保持田间干干湿湿，养根保叶，收割前7d左右断水，不要断水过早。

(5) 防治病虫害。以防为主，按照病虫测报及时防治病虫害。秧田期注意防治稻飞虱、叶蝉、稻蓟马、稻瘟病等，插秧前3d左右喷送嫁药。插秧后注意防治稻瘟病、纹枯病、稻飞虱、三化螟和稻纵卷叶螟等，插秧后40~50d后防治纹枯病一次。破口抽穗期防治稻瘟病、纹枯病、稻纵卷叶螟等，后期注意防治稻飞虱。采用“三控”施肥技术的病虫害一般较少，可酌情减少施药。

#### 4.5.2 主要特点

与传统稻作技术相比，“三控”施肥技术的最大特点是氮肥后移，前期的基肥和分蘖肥施氮量减少，而中、后期的穗肥和粒肥施氮量大幅增加。在传统稻作技术中，基肥和分蘖肥施氮量占总施氮量的80%以上，穗肥和粒肥占20%以下，而在“三控”施肥技术中，基肥和分蘖肥所占比例一般在60%左右，而穗肥和粒肥占40%左右。氮肥后移有效减少了无效分蘖，并提高了氮肥利用率。

#### 4.5.3 应用效果

水稻“三控”施肥技术2008年入选广东省农业主推技术，2009年入选广东省粮油高产创建重点技术和超级稻示范配套技术。近年来在广东、江西等地示范推广应用表明，该技术具有三大优势：一是高产稳产，增产增收。一般增产5%~10%，且抗倒性增强，稳产性好。每亩增收节支100元以上。二是省肥省药，安全环保，一般节省氮肥20%左右，氮肥利用率提高10个百分点，环境污染减轻。纹枯病、稻纵卷叶螟和稻飞虱等病虫害减少，可少打农药。三是操作简便，适用性广。只要按照技术规程去做，就可获得稳定的增产增收效果，不同品种、不同土壤和气候条件下均可应用，效果稳定，深受广大农户的欢迎<sup>[53]</sup>。

## 5 华南地区水稻病虫害防控存在的问题与对策

### 5.1 存在问题

#### 5.1.1 农民对水稻病虫害防控的认识不足与知识缺乏

根据有关调查，农民对水稻病虫害发生规律及其防控的科学知识十分有限，大多数稻农认为，一旦水



稻出现病虫害就必须喷药，而较少能够运用农业防治、物理防治、生物防治等技术对水稻病虫害进行预防和控制。而且部分农户在水稻病虫害防治中存在“五重五轻”认识误区，即“重虫害防治，轻病害防治”、“重后期防治，轻前期防治”、“重药剂防治，轻综合防治”、“重防治日期，轻防治药种”、“重药量，轻水量”。这些认识与知识不足问题使得稻农在防治病虫害时十分盲目，生产管理粗放，防控效果不佳<sup>[56]</sup>。据广东省水稻产业调研报告，2006年稻瘟病发生面积30万hm<sup>2</sup>，占全省水稻种植面积的14.7%<sup>[10]</sup>。

### 5.1.2 种粮效益低，农民对粮食生产和生态技术应用的积极性不高

由于水稻等粮食作物生产的比较效益低，加之农户经营的土地面积有限（通常小而分散），农民对种粮的积极性不高，许多农村青壮年劳动力到城镇打工挣钱，对农业生产收入的依赖性较低，种粮的目的主要是为自己提供一定的口粮，或者不荒地，因此，农民对水稻生产投入的时间、精力、资金、科技不够，田间管理粗放，农业生产科技含量低，且对新品种和新技术（特别是环境友好型的生态技术）不敏感，需求性不强，对水稻病虫害防控新技术应用的积极性不高。

### 5.1.3 作物种植结构调整和栽培技术变化而凸显的病虫害新问题

随着当今农业结构调整的推进，原来以单一病虫或单一作物为单元的病虫害综合防治技术已不适应新的生产条件。而且，稻米市场需求多元化，使在同一生态区内多种稻作方式并存，水稻品种结构从高产、多抗向优质、多样、专用方向发展。以往农业防治所针对的品种对象出现变化，使防治措施和技术均已不适应当前和今后的生产需要；而优质、丰产、多抗水稻品种的选育也相对滞后。一些优质、专用而抗性相对较差的品种的应用，已引起稻瘟病、稻飞虱、白叶枯病等病虫害发生频繁、危害加重，并诱导病原菌、害虫生理小种和生物型变异，使水稻主要病虫害治理面临着新的问题和挑战。同时，早育(秧)、稀植、抛秧、直播、免耕、再生(稻)等省工省力、节本增效的轻型栽培技术大面积推广应用，已引起水稻主要病虫害种类的变化，如立枯病、红腹根蚜、蝼蛄等是早育秧特有的病虫害种类，与水育秧完全不同；恶苗病等病虫害旱秧田显著重于水秧田。更为重要的是，在当前稻米消费市场追求绿色稻米甚至有机稻米的形势下，现有以控害保产为目标的水稻病虫害防治技术，已经不能满足今后控制病虫害、生产健康安全稻米、保护生态环境等多重需要<sup>[57]</sup>。

### 5.1.4 对水稻病虫害真正有效的生态防控技术缺乏

尽管目前在我国，通过试验研究开发了多种多样的水稻病虫害的生态防控技术，如上述提及的稻田养鸭技术、稻田养鱼技术、稻田间套种技术等，但真正有效的、过硬的且能够大部分或完全替代化学防治的关键技术、技术体系或技术集成并不多，而且有些生态技术所涉及的生产环节多，管理用工和生产成本的投入也不见得低，防控效果和经济效益也不一定高，这些也是当前农产品市场准入制度尚不健全以及质量

安全监管尚不到位的情况下，许多生态农业技术不能大面积推广应用的重要原因之一。许多农民通常追求短期效益，图生产简单方便，认为水稻病虫害的化学防治方法见效快，这也是化学农药大有市场的重要原因。

### 5.1.5 以“统防统治”为目标的区域性水稻病虫害防控体系不健全

水稻病虫害的防控是一项区域层面上的系统工程，单家独户进行病虫害治理是不能从根本上解决问题的，因此，必须采取“统防统治”的区域性防控目标<sup>[58]</sup>。统防统治是指在一定区域内“统一防治时间、统一防治药种、统一防治方法、统一防治人员”的合作防治，是专业化防治的基本组织形式。近年的水稻病虫害防治实践证明，统防统治是克服千家万户分散防治中存在的一系列问题，真正实现高效化、无害化、科学化防治的根本途径，也是现代农业发展的必然要求。目前，在华南稻区，“统防统治”的比例并不高，其主要原因有以下几个方面：单家独户生产与自主经营模式、区域农业生产结构的多元化、农业技术推广力量薄弱、病虫害测报服务以及专业化病虫害防控服务组织缺乏。

## 5.2 对策措施

### 5.2.1 加大宣传、示范与培训力度，提高稻农与农技人员的科学防治水平

由于水稻病虫害防治的最终操作者是各家各户的农民，农户对病虫害防治的重视程度和科学防治方法的掌握程度直接关系到最终的防治结果。因此，做好对农户和农技人员防治技术的宣传培训及科学施药方法的示范，是全面提高水稻病虫害防治效果的关键环节。对此，一要在每次病虫害防治时，充分利用电视、广播、报纸等媒体进行宣传，讲清楚防治对象、防治日期、防治药种、防治方法、注意事项等；二要广泛开设农民田间学校，在病虫害防治的关键时期，农技人员要以田间学校为平台，辅导农民进行田间调查，掌握病虫害发生情况，通过培训农民，推广和实施综合治理技术措施；三要进一步完善农技推广体系，设立水稻病虫害防治示范户，在每个自然村选择1户或几户接受能力强、有一定群众基础的农户或农技人员，作为培训和指导的对象，通过他们的实际防治操作示范，把科学的防治技术与方法辐射到千家万户<sup>[58]</sup>。

### 5.2.2 狠抓病虫害测报工作，强化水稻病虫害信息服务

准确的病虫害灾情监测和预报，是实现科学防治病虫害的基础和前提。因此，加强农作物病虫害发生动态监测，提高病虫害灾情预报的准确性，建立宏观与微观相结合的病虫害灾情动态、防治决策等信息传输网络和信息管理系统，通过电视、广播、计算机终端显示、农技服务台讲座、发送手机短信、张贴情报或其它方式，实现直接指导农民进行病虫害防治等，是当前国内外农作物病虫害防治技术研究和应用发展的一个重要方面。同时，在病虫害发生防治关键时期，安排农技人员或专家，开展“两查两定”工作，深入田间进行技术指导。

### 5.2.3 加大带有前瞻性和环境友好性的病虫害防控技术的研究

针对当前粮食安全生产的迫切需要，以及农业结构调整过程中多元化栽培和新型栽培技术的应用等而凸显的病虫害新问题，开展带前瞻性的相关病虫害发生危害和防治技术等方面的研究，包括与早育(秧)、稀植、抛秧、直播、免耕、再生(稻)等轻型栽培技术配套的病虫害综合防控技术、与水稻节水栽培和旱稻栽培技术相关的病虫害防治技术、病虫害的生物与生态防控的关键技术与技术体系集成与相关的技术储备、物理防治关键技术、输入性水稻病虫害灭治技术、以无公害稻米、绿色稻米和有机稻米生产为目标的病虫害综合防控技术(IPM技术)等，加强生物防治技术研究和微生物农药、植物源农药、植物外源抗性诱导制剂、天敌昆虫等无公害植保新产品的研制和开发。

### 5.2.4 构建以水稻为主的区域性重要病虫害可持续防控体系

把传统的水稻病虫害综合防治上升为区域治理，涉及的对象从过去只针对水稻病虫害，扩大到水稻前、后茬作物和水稻生长期非稻田生境中的生物多样性等，并结合不同稻区耕作栽培制度、农业经济发展水平、病虫害主要种类、发生危害特点等实际，构建与其相适应、以水稻为主的区域性重要病虫害可持续治理技术体系与快速应急体系。同时，加大统防统治的组织力度，提高水稻病虫害专业化防治水平。相关工作包括几个方面：一是农技部门要根据村级经济扶农力度与水稻生产实际，指导建立不同形式、因地制宜的统防统治队伍；二是建立较大面积的水稻统防统治示范方，做好典型示范工作；三是加强对主要操作人员进行防治技术的培训与指导，提高其专业化防治水平<sup>[59]</sup>。

### 5.2.5 制定优惠政策，建立水稻安全生产的激励机制

水稻生产是相对弱势产业，但具有基础地位。因此，必须加以大力扶持，即首先需要制定一系列的优惠政策，如鼓励农民使用生态农业技术的引导激励政策、统防统治的产业化组织政策、农作物病虫害测报的扶持政策、基层农业技术推广体系的扶持政策、水稻重大病虫害的防控体系与应急体系建设的扶持政策、绿色健康大米生产的生态补偿政策等。同时，加大资金投入力度，加大水稻生态农业技术的科学研究方面的投入，以及水稻重大病虫害统防统治体系、基层农业技术推广体系、病虫害测报与防控信息服务体系、农产品质量安全检测体系建设的基础投入。只有这样，才能实现水稻重要病虫害可持续防控的长效机制，才能保证水稻的安全生产。

## 主要参考文献

- [1] 程璐主编. 中国经济地理. 上海: 华东师范大学出版社, 1998.
- [2] 李勇, 杨晓光, 王文峰, 等. 气候变化背景下中国农业气候资源变化——华南地区农业气候资源时空变化特征. 应用生态学报, 2010, 21(10): 2605-2614.
- [3] 中国农业年鉴编委会. 中国农业统计年鉴. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [4] 汤圣祥, 江云珠, 张本敦, 等. 中国稻区的生物多样性. 生物多样性, 1999, 7(1): 73-78.
- [5] 李勇, 靳伟, 安琼, 等. 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): 24-23.
- [6] 林玉锁, 龚瑞忠, 朱忠林, 等. 农药与生态环境保护. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [7] 崔玉停, 李季, 勒乐山. 化肥与生态环境保护. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [8] 邓礼明, 杨小明, 梁春穗, 等. 仁化县2000~2004年农产品中金属污染物和农药残留监测. 中华医学实践杂志, 2006, 5(12): 1321-1324.
- [9] 钱乐祥, 朱鹤健. 福建土地退化灾害研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.
- [10] 张景欣, 杨祁云, 王慧, 等. 航恢七号空间诱变变异株系的稻瘟病抗性研究. 核农学报, 2010, 24(3): 425-429.
- [11] 刘亚利, 王传之, 张明环, 等. 广西稻瘟病和纹枯病的发生与综合防治. 中国生物防治, 2008, 24(增刊): 147-149.
- [12] 王伟新. 福建省2004年稻瘟病发生原因及防治对策. 福建农业科技, 2005, 2: 40-41.
- [13] 广东统计局. 广东农业统计年鉴1999—2010. 广州: 广东统计出版社, 1999—2010.
- [14] 福建省情资料库<http://www.fjsq.gov.cn/ShowText.asp?ToBook=166&index=84&>.
- [15] 恢鸿, 黄副新, 陈永惠. 广西杂交稻区试组合的抗白叶枯病鉴定. 植物保护学报, 1998, 25(2): 187-188.
- [16] 福建省情资料库.<http://www.fjsq.gov.cn/ShowText.asp?ToBook=166&index=84&>
- [17] 刘万才, 刘宇, 郭荣. 南方水稻黑条矮缩病发生现状及防控对策. 中国植保导刊, 2010, 30(3): 17-18.
- [18] 中国农资网.<http://www.ampcn.com/news/detail/67946.asp>.
- [19] 朱恩林, 杨普云. 2005年全国农作物病虫害防治概况及2006年展望. 中国植保导刊, 2006, 4: 9-10.
- [20] 郑森强, 梁建茵. 厄尔尼诺事件对广东省稻飞虱大发生的影响. 植保技术与推广, 1998, 18(6): 3-4.

- [21] 杨凯, 陈惠, 陈彬彬. 福建省晚稻稻飞虱气象等级的监测预警. 中国农学通报, 2009, 25(20): 245-248.
- [22] 肖彤斌, 吴凤芝, 芮凯, 等. 稻飞虱在海南省的发生特点及防治措施. 广东农业科学, 2008(4): 42-43.
- [23] 王艳青. 近年来中国水稻病虫害发生及趋势分析. 中国农学通报, 2006, 22 (2): 343-347
- [24] 陈玉托. 广东省2009年第6代稻纵卷叶螟暴发原因调查分析. 中国植保导刊, 2010, 4: 18-23.
- [25] 刘建文, 谢茂昌, 兰雪琼, 等. 2007年广西稻纵卷叶螟发生特点及成灾原因浅析. 广西植保, 2007, 20 (增刊): 88-91.
- [26] 中国农资网. <http://www.ampcn.com/news/detail/52421.asp>.
- [27] 黄书针. 福建省历来农作物病虫害鼠草害的发生与防治概况. 福建稻麦科技, 1997, 15(2): 1-10.
- [28] 孔丽萍, 关瑞峰, 朱先国. 福建省稻纵卷叶螟的发生特点与预测预报. 福建农业科技, 2004(5): 25-27.
- [29] 广西植物保护网. <http://www.gxzb.com/html/2009-4/200920094301116132339.html>.
- [30] 刘浩官, 陈元洪, 罗克昌, 等. 福建水稻病虫害综合防治. 福建省农科院学报, 1996(3): 20-25.
- [31] 关瑞峰, 孔丽萍, 潘初沂, 等. 福建省水稻螟虫越冬特点及原因分析, 福建农业科技, 2008(5): 49-51.
- [32] 魏武, 张丹琳, 王锐, 等. 珠三角地区稻田周边杂草的群落分析. 中山大学学报 (自然科学版), 2009, 48(3): 89-92.
- [33] 余柳青, 郎国良, 吴林福, 等. 中国双季稻田杂草区系和防除对策. 杂草科学, 1995(4): 1-3.
- [34] 杨见亮, 黄秀清, 冯志勇, 等. 稻田鼠害发生特点及防治对策研究. 广东农业科学, 2005, (5): 54-56.
- [35] 章家恩, 方丽. 关于我国农田福寿螺生物入侵需要加以研究的生态学问题. 中国生态农业学报, 2008, 16(6): 1585-1589.
- [36] 黄开航. 浅析水稻病虫害的防治. 吉林农业, 2010(11): 89-90.
- [37] 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.
- [38] 杨一帆. 常见的水稻病虫害及其防治措施. 吉林农业, 2011, (8): 78.
- [39] 戴志明, 杨华松, 张曦, 等. 云南稻-鸭共生模式效益的研究与综合评价(三). 中国农学通报, 2004, 20(4): 265-267, 273.
- [40] 金千瑜, 禹盛苗, 欧阳由男, 等. 中国稻-鸭农作系统发展概况与稻鸭共育技术研究//赵振祥主编. 第四届亚洲稻鸭共作研讨会论文集. 镇江: 镇江市科技局, 2004: 1-6.
- [41] 马国强, 庄雅津, 周铭成. 稻鸭共作无公害水稻生产技术初探. 农业装备技术, 2002 (2): 20-21.
- [42] 朱克明, 沈晓昆, 谢桐洲, 等. 稻鸭共作技术试验初报. 安徽农业科学, 2001, 29(2): 262-264.

- [43] 杨治平, 刘小燕, 黄璜, 等. 稻田养鸭对稻飞虱的控制作用. 湖南农业大学学报, 2004, 30(2): 103-106.
- [44] 熊国远, 朱秀柏, 陈周前, 等. 稻鸭共生技术示范推广报告. 当代畜牧, 2003(10): 4-6.
- [45] 朱凤姑, 丰庆生, 诸葛梓. 稻鸭生态结构对稻田有害生物群落的控制作用. 浙江农业学报, 2004, 16(1): 37-41.
- [46] 林章荣, 晋焯忠. 稻田放鸭防治虫害的初步研究. 中国生物防治, 2002, 18(2): 94-95.
- [47] 童泽霞, 黄璜, 李平, 等. 水稻优质高效增产栽培模式—高档优质稻搭配稻田养鸭试验. 作物研究, 2003, 17(4): 192-193.
- [48] 刘小燕, 杨治平, 黄璜, 等. 湿地稻—鸭复合系统中田间杂草的变化规律. 湖南农业大学学报, 2004, 30(3): 292-294.
- [49] 王成豹, 马成武, 陈海星. 稻鸭共作生产有机稻的效果. 浙江农业科学, 2003(4): 194-196.
- [50] 禹盛苗, 金千瑜, 欧阳由男, 等. 稻鸭共育对稻田杂草和病虫害的生物防治效应. 中国生物防治, 2004, 20(2): 99-102.
- [51] 童泽霞. 稻田养鸭与稻田生物种群的关系初探. 中国稻米, 2002(1): 33-34.
- [52] 刘小燕, 杨治平, 黄璜, 等. 湿地稻—鸭复合系统中田间杂草的变化规律. 湖南农业大学学报, 2004, 30(3): 292-294.
- [53] 王建武主编. 珠江三角洲农田典型循环农业模式与技术. 北京: 中国环境科学出版社, 2010, 15-122.
- [54] 庾志勇. “稻—灯—鱼—菇”高效生态循环农业栽培模式与经济效益分析. 广西园艺, 2008, 19(6): 23.
- [55] 陈爱平. “垄稻、免耕、灯、鱼”生态模式技术操作要点. 广西农业科学, 2005, 36(5): 489-490.
- [56] 吴建明. 水稻病虫害防治中存在的突出问题及防止对策. 上海农业科技, 2008(4): 107-108.
- [57] 何忠全, 张志涛, 陈志谊. 我国水稻病虫害防治技术研究现状及发展策略. 西南农业学报, 2004, 17(1): 110-114.
- [58] 陈金涛. 提高水稻病虫害防治效果的主要技术措施. 安徽农学通报, 2008, 14(16): 76-77.
- [59] 许焕明. 水稻重大病虫害综合防治技术的探讨和实践. 广西植保, 2011, 24(2): 26-28.



## 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](http://www.greenpeace.cn)

