

# 论害虫综合治理 (IPM) 中的容忍哲学

谢道同

(广西科学院 生物研究室)

## 摘 要

“容忍哲学”是IPM理论最具特色的基本概念,是害虫防治策略上的重大观念更新。从“消灭哲学”到“容忍哲学”的转变,是害虫防治策略上质的飞跃,是几千年害虫防治实践的历史必然;是生态学观点应用于害虫防治的必然;并且有着深刻的科学背景。“容忍哲学”的基本含义可以概括为:害虫综合治理是生态系统功能的一种整合作用。容忍无损大局;容忍有利于自然控制因子发挥作用;容忍有利于保护环境;容忍并不完全排斥消灭。

## 一、容忍哲学——害虫防治策略的重大观念更新

1967年,联合国粮农组织(FAO)在罗马召开的“有害生物综合防治”(Integrated Pest Control)专家讨论会上,提出了“有害生物综合治理”(Integrated Pest Management)的概念,并定义为:“综合治理是有害生物的一种管理系统,按有害生物的种群动态及其有关环境,尽可能协调地利用适当的技术和方法,使有害生物的种群数量保持在经济危害水平之下。”这就是说,有害生物的种群数量,只要保持在经济危害水平之下,就是可以容忍的。IPM并不要求彻底消灭害虫,而是着眼于害虫的数量控制,使之达不到经济为害的程度,保留残余的害虫,无害甚至有益。这显然是符合生态学原理的。IPM理论摒弃了原有的害虫防治以“彻底消灭”为目标的消灭哲学(Philosophy of eradication),代之以允许有一定数量害虫存在的容忍哲学(Philosophy of containment)。可见,容忍哲学是害虫综合治理理论最具特色的基本概念,是害虫防治策略上的重大观念更新,是害虫防治学上影响深远的一大战略转变,它促使人们对原有的以“彻底消灭”为目标的防治体系进行深刻的反思和改造。

害虫防治理论,从消灭哲学到容忍哲学的转变,是害虫防治策略上质的飞跃。这一转变,是几千年害虫防治实践的历史必然;是生态学观点应用于害虫防治的必然;并且有着深刻的科学背景。

1. 害虫防治实践的历史必然:从人类早期的害虫防治到本世纪五、六十年代长期大量使用化学农药引起的“农药综合症”(Pesticide Syndrome)的几千年时间里,无论是简单工具的捉、拍、捏、烧杀和诱杀,还是农业技术措施、抗虫品种的选择;是天敌的保护和利

\* 本文承蒙尤其敬教授提示、审阅、修改,谨此致谢。

本文于1987年10月19日收到

用,还是有毒植物和矿物的利用;是综合防治,还是化学防治,其基本指导思想都是立足于“消灭”害虫的。我国古代讲的“免虫”(即今抗虫)品种的选择和许多忌避方法,虽然并不直接消灭害虫,但那不是不想消灭,而是受当时科学技术的局限,不得已而为之的。1600多年前,我国害虫防治居世界领先地位,从黄蚁防治柑桔害虫和鸟、瓢虫、蚜虫相互关系的观察中,已认识了食物网和种群自然控制的反馈机制,但对害虫的存在,并无容忍之意,仍然是要“消灭”。19世纪以后,害虫防治的五个主要措施:生物防治、机械和物理防治、农业防治,包括抗性品种、化学防治、遗传防治稳定的建立起来,到本世纪初,桑德森(E. D. Sanderson)把当时通用的第一代农药根据其杀虫作用分成胃毒剂、触杀剂、熏蒸剂、忌避剂,杀虫效果比过去高得多,但并不十分有效。人们只能忍受害虫造成的某种程度的损害;对有些害虫,人们只能“忌避”,但这种容忍,仍然是在“彻底消灭”目标下的被动的容忍。本世纪40年代以后,有机氯、有机磷等各种有机杀虫剂相继问世。这些农药高效、广谱、击倒能力强,杀虫效果显著,风行一时,人们一下子以为千百年来梦寐以求的彻底消灭害虫的理想可以实现了,原先各种防治方法取长补短的综合应用变成了依赖化学防治。可是事与愿违,大量施用这些农药,对农业增产虽然起了重要作用,但害虫仍未能被彻底消灭,相反,产生了越来越严重的“农药综合症”,即有害生物的抗药性相继出现,尤其使人们沮丧的是最有希望彻底消灭的家蝇,却第一个对DDT产生了抗性。时至今日(1980, FAO),世界上已有432种害虫对农药产生了不同程度的抗性;其次是造成残毒为害,污染人类生存的环境;三是改变了生物生态体系,原来的生态平衡受到破坏,天敌的大量杀伤,不但导致靶子害虫再增猖獗,并使原来的次要害虫上升为主要害虫,杀虫药剂用得越多,害虫问题就越严重,形成恶性循环。害虫防治实践的历史使人们醒悟到:化学防治目前虽然还必须应用,但不可以也不允许再照以前那样应用。历史的教训使人们不得不冷静下来,重新考虑“彻底消灭害虫”是否现实,是否明智,因为在我们面前的不是孤立的害虫,而是错综复杂的整个生态系统,因此必须在目标上作出根本改变。

2.生态学观点应用于害虫防治的必然:害虫综合治理并不是单以害虫本身为对象,而是着眼于害虫赖以生存的整个生态系统。生态学原理认为,在一个生态系统中,生物越是多样,相互关系越复杂,就越能维持相对稳定和平衡。在一个不受人们干扰的原生生态系统中,各种动植物之间存在着捕食、竞争、寄生、共生等相互制约的联系,维持着各自种群数量上的平衡,任何一个种都不大容易增多,也不容易很快灭绝。而在人工的农业生态系统中,同一性、统一性(如品种、播期、收期、栽培管理等)取代了多样性和差异性,生物种类简单,相互关系远不如原生生态系统复杂,某些环境和条件的改变很容易引起某一物种的大量增加或减少。根据这个原理,IPM理论认为可以通过各种措施和方法来达到这样一种平衡,即害虫不大量发生,其造成的损失在允许的经济损失水平(E.I.L.)以下,而无须彻底消灭。例如,利用抗虫品种使作物免虫;保护和利用天敌以发挥自然控制因子的作用;在害虫猖獗期间,合理地进行化学防治;用农业技术措施改造农田环境,使其不利于害虫生存,等等,进行这样的生态设计,建立一个新的良性的平衡系统,把害虫种群控制在经济阈值(E.T)之下。

生态学观点还认为,“害虫”的概念是人为的、相对的。昆虫原来就是自然界能流、物流循环的一个环节,在生态系统中有其一定的位置和作用,只是人类的经济活动才人为的区分了所谓“害虫”和“益虫”。从食物链和食物网的观点来看,害虫也有其有益的一面。生态学认为世界上的各种动物和植物都有它的用途,都是一种资源,都不宜彻底消灭,维持生物

种的多样性和稳定性,对生态平衡是至关重要的,有些基因是有用的,可以加以利用。为了抑制害虫有害的一面,利用其有利的一面,只需造就一个新的平衡系统,而无须将其彻底消灭。

3. 容忍哲学的科学背景:当代自然科学的前沿科学群——系统论、信息论、控制论(即所谓S.I.C.科学)从根本上改变了传统科学的体制、职能和组织形式。在科学整体化的潮流冲击下,害虫防治学象其他传统科学一样也经历着一场深刻的改造与变革。

系统论认为,客观世界本来就是一个多层次多因素多过程的大系统。所谓系统,是指相互依赖的若干事物结合成的具有特定功能的有机整体。系统的研究方法强调综合分析,克服了近代机械唯物主义单纯分析,只研究个体、局部和各个侧面而撇开整体的联系的毛病。系统的研究方法基本原则是整体性原则、最优化原则、模型化原则。生态系统是指在某一特定景观的地域或水域的一定空间范围内,所有的生物与非生物的环境要素通过物质循环和能量流动,相互作用、相互依存的一个动态系统。整体论是生态观的核心。系统理论和系统分析方法使害虫防治学进入了一个全新的境界,在害虫防治工作中逐渐树立了系统思想和采用了系统科学技术。

原有的害虫防治学是一个封闭式的研究体制,其研究的对象往往是单一的害虫或寄主,一般只静止地、孤立地考虑害虫和寄主、害虫和天敌、害虫和药剂的关系。害虫防治往往是按照防治历一事先安排好的日程时间表进行喷药,似乎没有必要考虑农药对害虫以外的东西有什么影响。而系统论的观点认为,害虫防治必须从生态系统的总体观点出发。事实上,自然系统、社会系统、科学技术系统是互相融合互相渗透的。害虫只不过是系统中的一个个子系统或者是一个元。防治害虫必须着眼于整个生态系统的治理,必须从多学科的角度进行探究,而不仅仅是杀死害虫本身。原有的封闭式研究体制已经无法这样认识、解释和解决其中的许多重要问题。今天的IPM是一种开放式的研究体制,它是建立在整体性、系统性和综合性基础上的;并且,随着被治理的生态系统的变动而变动。它具有复杂的知识—信息系统和建议的规则系统(Recommendation algorithm),并更多的利用计算机对作物、害虫和环境进行模拟模式,从而提出最佳的防治策略和治理措施。这个开放式的研究体制追求的是生态系统的动态平衡。按系统论的观点,所谓生态平衡,指的是生态系统内的种内、种间、生物与环境之间的功能协调,并表现于整体的整合作用(Integration),即局部的差异之间的相互补偿,表现出整体的稳定。而绝不是着意杀死全部害虫。

与原有的封闭式研究体制相对应的思维方式是线性因果关系的方式,思维空间仅仅是二维。主要是以“害虫为中心”,而不是以“系统为中心”。因此,把“害虫”与“益虫”的界线绝对化,在防治时,有虫必杀,杀虫必光,也就是所谓“治早、治小、治了”。这样的思维方式把害虫防治工作的视野局限在一个点一条线或一个侧面上,头痛医头、脚痛医脚的治标。这是“彻底消灭论”的思维根源。系统学的理论,则彻底改变了世界的科学图景和科学工作者的思维方式,使人们从点、线思维转为系统思维,思维空间从二维移向多维,使害虫防治以“害虫为中心”转向以“系统为中心”,人们必须去认识、解释被治理的生态系统的多要素、多结构、多机制、多过程、多信息、多因果和多功能。这就大大拓宽了害虫防治的视野和科学领域。防治作用不再仅考虑杀虫效果,还要考虑经济效益、生态效益、社会效益—即整个系统的功能;不再偏重于治标,而着眼于治本,从根本上控制害虫的发生。

## 二、容忍哲学的基本含义

害虫综合治理中容忍哲学的基本含义可以概括为：害虫防治是生态系统功能的一种整合作用。害虫综合治理中的容忍哲学，是建立在生态学基础上，根植于系统论、信息论、控制论的一种全新的科学策略。容忍无损大局；容忍有利于自然控制因子发挥作用；容忍有利于保护环境；容忍并不完全排斥消灭。

1. 容忍无损大局：IPM最基本的目的就是制定一个合理的经济阈限（即防治指标），把害虫种群数量控制在这一阈限以下，使其为害所造成的损失在允许的经济水平之下。因此，在这个前提下，残留少量害虫是无损大局的。例如，陈常铭等（1984）详细探究了稻纵卷叶螟的经济阈值，认为在早稻二九青上每10丛禾有虫8,1087头以下，就是无损大局可以容忍的。姜淮章（1979）提出了一个棉红铃虫经济阈值的计算模式：

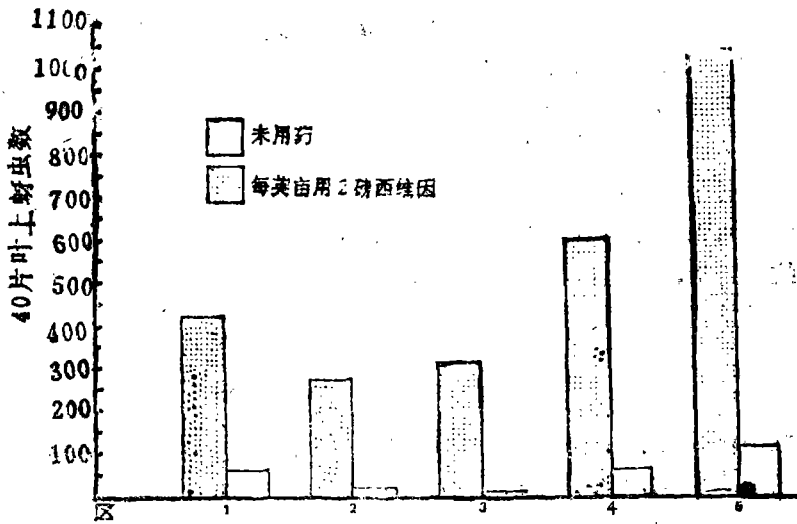
$$\text{经济阈值} = \frac{\text{防治费用} \times \text{转换调节因子（以1计）}}{\text{防治效果} \times \text{产量} \times \text{单位虫量的损失率} \times \text{产品价格} \times \text{害虫生存率}}$$

低于上述经济阈限的红铃虫种群密度，就被认为是可以容忍的。又如美国北卡罗来纳烟草上的烟芽夜蛾（*Heliothis virescens*）只取食尚未展开的烟芽，是烟草前期的害虫，一过7月半烟芽已出齐，这时烟芽夜蛾不管存在多少，对烟草都不会造成显著的为害，它的存在也是可以容忍的，不必要再喷药防治。

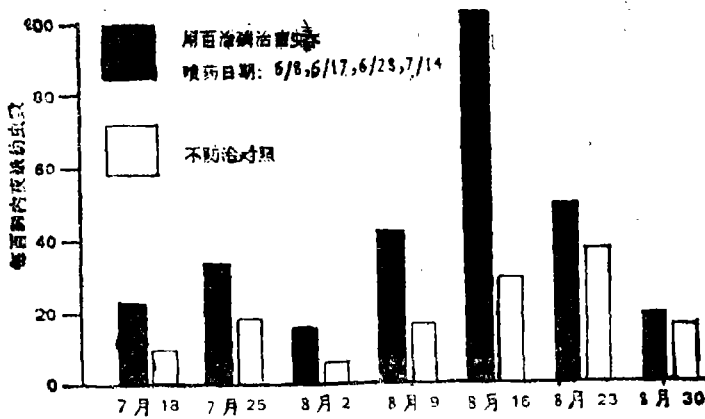
但我们所谈的容忍决不是任意纵容。容忍是有限度的。凡超过经济阈值以上的虫口密度都是不可容忍的，都必须及时采取IPM措施予以控制。经济阈值也不是固定不变的，是随着地区、季节、作物种类、市场价格的变化而变动的。因此，制定合理的经济阈值是实施容忍哲学必不可少的基础工作。

2. 容忍有利于自然控制因子发挥作用：容忍哲学的策略是建立在生态系统是一个自然调节系统的生态学基础上的，它通过自然调节系统功能的充分发挥来维持系统的平衡和稳定，达到控制害虫的目的，而不希望人的活动对自然调节系统的功能产生破坏性的影响。多年来由于大量施用杀虫药剂杀死了许多天敌，一些害虫由于失去了这种天然的控制，结果发生更严重，还有些昆虫本来不为害或偶而为害，也由于失去了天敌的控制而成为严重的害虫。而容忍哲学容许少量害虫的存在，作为天敌的寄主与食物，有利天敌的生存和繁殖，从而对害虫发挥自然控制因子的作用。少量害虫的存在有利于食物链和食物网络结构的复杂性，维持了生态系统的稳定性。因此，从这个意义上说，不防治就是防治，容忍是为了不容忍。例如美国北卡罗来纳州对烟草桃蚜的防治，为了增进天敌的作用，杀虫剂的使用已大为削减，使刺锤角蜂（*Jalysus spinosus*）、胡蜂和一种寄生蜂（*Campoletis herdisticus*）发挥了应有的作用，无需施药即控制了蚜害。而在大量施用西维因的烟田，桃蚜则表现为再增猖獗（图一）。又如美国圣华金河谷为了防治棉盲蝽（*Lygus hesperus*）在6月8日至7月14日之间连续四次喷施百治磷，使天敌大量被杀伤，造成原来次要害虫的粉纹夜蛾（*Trichoplusia ni*）上升为主要害虫，药后一月，喷药区虫口密度是不喷药区的3倍（图二）。

3. 容忍有利于保护环境：弗林特和范德博希（M.L. Flint & R. van den Bosch 1981）认为，“农药的定义就是毒药”。为“彻底消灭害虫”而长期大量地施用、滥用农药，无异于在我们生存的环境里不停地倾注毒药，造成农副产品、水产品及环境的污染。现在，人类生活的所有领域，包括土壤、水域、空气、动植物，都有了农药的吸附和残留。我们不妨



图一：北卡罗来纳烟草桃蚜的再增殖  
(Flint & van den Bosch, 1981)



图二：百治磷防治盲蚜使次要害虫粉纹夜蛾上升  
(Van den Bosch, 1971)

以广西为例回顾一下以“彻底消灭害虫”为目标大量施用农药给环境带来的惊人后果。据广西农科院卢植新(1983)报道：广西1954年使用农药77.2吨，1964年4613吨，1974年44183吨，1981年52687吨。1983年使用农药量是50年代中期的682.5倍，60年代中期的11.4倍。平均每亩用药量由1954年的0.03公斤到1981年的1.36公斤，增加了44.3倍。在使用过的20多个农药品种中，有机氯占72.38%。卢植新等1979年以来对桂林、南宁、柳州等地蔬菜抽样检查：有机氯农药的超标率达15.18~16.10%，个别菜区高达25.4%；通常被认为是高效低毒的有机磷农药超标率也达8.11~12.54%，个别菜区高达22.22%。我区人体脂肪有机氯农药残留均值为8.2578~8.6075ppm，检出率为100%；人乳汁有机氯农药残留均值为6.1630~8.7085ppm，检出率为100%。南宁初生婴儿每日从母乳中摄入666量超过世界卫生组织(WHO)规定量(0.01毫克/公斤)的1.3倍。以上事例可以看出，杀虫药剂在环境中的持久性、传播和转移、积聚和浓缩及其对动、植物、土壤、人类的毒性，对人类生存的环境

是一个多么严重的威胁。

容忍哲学允许少量害虫存在, 提倡更多地用非化学方法, 抛弃了原有的按防治历施药的陈旧做法, 因而大大减少杀虫药剂的使用剂量和施用次数; 即使在必须使用杀虫药剂时, 也讲究合理用药, 注意选用对人畜、天敌无害的种类, 这就保护了环境, 保证了人畜的安全与健康。

4. 容忍哲学并不完全排斥消灭哲学: 在某些特殊情况下, 例如在小面积、小范围内新引入的检疫害虫, 可以也应当用杀虫剂一举将其完全消灭; 对于一些影响人畜健康和安宁的害虫, 如蚤、蚊、蝇等, 其经济阈值是零, 即那怕留下一个, 也能造成超过允许损失水平的为害, 因此, 它不能与人共存, 必须彻底消灭。

### 参 考 文 献

- [1] M.L. 弗林特、R. 范德博希: 害虫综合治理导论 (曹骥、赵修复译) 科学出版社, 1985。
- [2] 张宗炳: 害虫综合治理, 上海科技出版社, 1986。
- [3] 卢植新: 全国杀虫剂学术讨论会情况汇报 (油印本), 1983。
- [4] 广西农科院农药组: 广西农药污染现状 (油印本), 1983。
- [5] 卢植新: 我区蔬菜生产中的农药残留问题及解决途径 (油印本), 1986。
- [6] 曹赤阳等: 红铃虫为害棉铃的损失分析和经济阈值的探讨, 植物保护学报13(1), 1986。
- [7] 陈常铭等: 稻纵卷叶螟经济阈值的研究, 生态学报4(2), 1984。

# A DISCUSSION ON THE TOLERANT PHILOSOPHY IN INTEGRATED PEST MANAGEMENT

Xie Dao tong

(*Laboratory of Biology, Guangxi Academy of Sciences*)

## ABSTRACT

Tolerant philosophy is the most distinctive basic concept in the theory of IMP. It is a major renewal of senses in pest Insect Control. With a profound background of science, this change from eradivative philosophy to tolerant philosophy is a qualitative leap in controlling pest insect, is the inevitability in the practice of controlling pest insect for thousands of years and is the inevitability of ecological idea applying in controlling pest insect. The basic implication of tolerant philosophy can be summarized as follows: IPM is an integrative effect of ecosystems function. Tolerance does not matter much of the whole situation but beneficial for natural controlling factors to play their role and beneficial for protecting the environment. Tolerance does not mean the complete exclusion of eradication.