

# 媒介生物控制面临的挑战与媒介生物 可持续控制策略

刘起勇

【关键词】 病媒生物; 可持续控制

**Challenge to vector control and sustainable vector management strategy** LIU Qi-yong. State Key Laboratory for Infectious Diseases Prevention and Control, China CDC Key Laboratory of Surveillance and Early-warning on Infectious Disease Department of Vector Biology and Control, National Institute for Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China

Corresponding author: LIU Qi-yong, Email: liuqiuyong@icdc.cn

This work was supported by grants from the Major National Science and Technology Projects of China (No. 2008ZX10004-010), Key Programs for Science and Technology Development of China (No. 2002BA906A62) and National Science and Technology Support Project of China (No. 2006BAK04A11).

【Key words】 Vector; Sustainable vector management

病媒生物控制是一个全球性的问题,在世界重大疾病预防控制中占据重要地位,是对病媒生物性传染病,特别是对尚无有效疫苗控制的病媒生物性传染病一个非常重要的防控手段<sup>[1]</sup>,也是预防绝大多数媒介生物性疾病如疟疾等病原体传播的主要措施<sup>[2]</sup>。尽管目前许多病媒生物性传染病在一些地区得到了有效控制,但人类与病媒生物及其相关传染病之间的斗争却无丝毫减弱之势<sup>[3]</sup>。受当前一些自然因素(如全球气候变化、部分地区生态环境恶化、自然灾害频发、新发与再发虫媒传染病增多)、社会因素(全球化与城市化进程加快、媒介生物恐怖)和病媒生物监控技术(如抗药性增加与可替代药物减少)等因素的影响,许多病媒生物分布及习性发生一定程度的改变,世界范围内媒介生物性传染病流行区域不断扩大、流行频度不断增强、新的病种不断增多,这些现象都对有效的病媒生物防控构成了严峻挑战,不容忽视。为有效应对面临的各种挑战,适应社会不断增长的需求,提高病媒生物防控水平,“可持续控制”(sustainable vector management)理念应运而生。为此本文将围绕该内容进行论述。

## 一、当前病媒生物及相关传染病控制领域面临的主要问题与挑战

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.01.001

基金项目: 国家科技重大专项(2008ZX10004-010); 国家科技攻关项目(2002BA906A62); 国家科技支撑计划(2006BAK04A11)

作者单位: 102206 北京, 中国疾病预防控制中心传染病预防控制所媒介生物控制室 传染病预防控制国家重点实验室 传染病监测预警中国疾病预防控制中心重点实验室

通信作者: 刘起勇, Email: liuqiuyong@icdc.cn

## 1. 自然因素:

(1) 全球气候变化与部分地区生态环境恶化: 全球气候变化对公共卫生与社会产生深远影响, 是各国共同面临的重大挑战<sup>[4-8]</sup>。气候变化过程中, 温度、降雨量、湿度及其他气象因子可以通过影响节肢动物媒介繁殖、发育、行为与种群动态来显著地改变人类的病媒生物性传染病。气候变化可以影响媒介生物体内病原体的毒力与致病力, 也影响到许多媒介生物性传染病宿主的种群动态与活动范围<sup>[9,10]</sup>, 并由此影响病媒生物性传染病的传播, 导致蚊媒传染病<sup>[11-15]</sup>、蜱媒传染病<sup>[16-19]</sup>以及其他媒介生物性疾病分布范围改变<sup>[20,21]</sup>。气候变暖引起了热带病分布范围的不断扩大<sup>[7,22,23]</sup>。当然气候变化对媒介生物性传染病发病率的影响还取决于当地非气象因素(如生态学及流行病学)<sup>[24]</sup>。在欧洲, 专家呼吁采取一致行动积极应对气候变化引起的公共卫生问题<sup>[5]</sup>; 在北美, 全球气候变化影响了当地的动物传染病、媒介与病原体及其生态习性<sup>[25]</sup>; 在非洲, 媒介生物传染病的分布与患病率可能是气候变化最显著的影响<sup>[26]</sup>。气候变化导致近年来欧洲出现蓝舌病<sup>[27]</sup>; 在其他一些地区, 气候变化产生了同样作用<sup>[6,8,28-31]</sup>。在一系列病媒生物性传染病中<sup>[32]</sup>, 以疟疾传播受气候变化影响为著<sup>[9,33,34]</sup>。疟疾流行与气温、降雨量、湿度等环境因素密切相关, 其中气温和降雨量对中间宿主——按蚊繁殖及体内疟原虫发育产生影响, 降雨量和湿度则影响按蚊的孳生。高琪等<sup>[35]</sup>提出导致我国中部地区疟疾流行的主要因素为全球气候变暖。

由于全球气候变化及贸易交通发展,登革热已成为世界上分布最广、发病人数最多、危害最大的虫媒传染病之一<sup>[36]</sup>。全球气候变化最终改变了许多病媒生物性传染病的分布格局,并在原有分布区域内流行强度增强,一些传统的病媒生物性传染病再度肆虐,被认为是导致新发传染病出现的最主要因素之一<sup>[4,6,10,11,20,32,37-39]</sup>。因此,应对气候变化,实现可持续发展,是一项紧迫而又长期的任务。

由于农业用地扩增、兴修水利、森林砍伐、野外工程及生态旅游建设等活动,造成全球部分地区生态环境失衡,打破了病原体-媒介-宿主间固有的生态平衡,在适宜的环境条件下,病媒生物种群易发生迅速扩增或被动扩散,加大了人类感染媒介生物传染病病原体的概率,具有重要的流行病学意义<sup>[40]</sup>。我国曾多次发生过由于垦荒、兴修水利、筑路而引起的肾综合征出血热流行<sup>[41]</sup>。美国莱姆病的发生就是最初与人们到再生林区度假,接触蜱机会增多而造成感染发病有关<sup>[42]</sup>。人类制造的各种垃圾、废物也可加剧环境的恶化,造成病媒生物性传染病流行。更值得关注的是,环境改变与气候变化的双重作用,往往会使病媒生物性传染病流行范围发生跳跃式变化,从而在远离原分布区的地区出现,使相关预防和预警增加了难度。因此,某种宏观的变化可能会对微生物的微观生态学产生影响,从而诱导新病原的出现或寻找新的宿主,造成人类新的灾难。

(2)自然灾害:目前日益频发的自然灾害对病媒生物控制产生一定的压力<sup>[43-45]</sup>。如1976年我国“唐山大地震”震后一些地区粪便蝇类平均密度达400~500只/m<sup>2</sup>,垃圾堆平均每小时孳生蝇蛆3.4万只/m<sup>2</sup>。当洪涝成灾时<sup>[46]</sup>,灾民被迫迁居到高处的临时安置点生活,由于人群居住密度大,周围积水,粪便、垃圾以及死牲畜不能及时掩埋,蚊、蝇密度常大幅度上升,增加了媒介传染病发生的机会;与此同时,由于鼠类迁移,在未淹的临时安置点鼠密度可短期急剧上升,又增加了鼠类传播疾病的机会<sup>[47]</sup>,如1991年6月安徽省遭受特大洪灾期间,黑线姬鼠密度大幅上升,造成非流行季节肾综合征出血热暴发。但也有研究认为洪灾发生后灾区肾综合征出血热发病人数低于非灾区<sup>[48]</sup>。研究发现,洪水可加重疟疾高发区的疫情<sup>[49]</sup>。而旱灾造成河流与湖沼中残留的小水洼反而成为蚊类的良好孳生场所。由于缺水,造成了一些不卫生的条件,有利于蝇类的孳生与繁衍。因此,旱灾造成原有的动物和植物发生变化,可能会引起如流行性乙型脑炎(乙脑)、疟疾、登革热

和鼠疫等虫媒传染病的暴发和流行。2006年重庆市大旱,甲、乙类传染病年发病率比2005年上升了3.86%,其中乙脑发病率上升最高<sup>[50]</sup>。陈化新<sup>[51]</sup>对1999年主要旱灾地区肾综合征出血热流行形势分析,认为干旱发生后由于野外无水和食物可寻,鼠向居民区迁移。致使室内鼠密度增高,有利于汉坦病毒在鼠间传播,易引起人间疫情暴发。

(3)新发和再发虫媒传染病<sup>[52-54]</sup>:新发虫媒传染病是新发传染病的重要组成。如蜱传病毒病<sup>[55]</sup>、无形体病、埃立克体病、莱姆病<sup>[18]</sup>、东方斑点热、西尼罗热、埃博拉出血热、委内瑞拉出血热、人单核细胞埃利希体病、汉坦病毒肺综合征等<sup>[55-58]</sup>。当前全球虫媒传染病的三大流行趋势是:新的病种不断被发现,流行地域不断扩展,流行频率不断增强<sup>[54,58]</sup>。据WHO报道,自1993年以来在美国31个州均有汉坦病毒肺综合征病例报告<sup>[59]</sup>。通过蜱叮咬传播的莱姆病目前已在世界五大洲70多个国家有病例报告<sup>[60]</sup>。我国自1986年在东北首次发现莱姆病后,现已经证实有19个省(市、区)存在自然疫源地,29个省(市、区)存在感染<sup>[54]</sup>。1998年,登革热曾伴随“厄尔尼诺现象”席卷东南亚和南美洲。近年来疫情明显回升,全球约有25亿人受到威胁<sup>[61,62]</sup>。西尼罗热自1999年首次在美国暴发以来,连年在美国流行,且流行规模越来越大,目前扩展到美国所有的州,每年有8000多病例出现,死亡几百人,并正在向中美和南美洲国家蔓延<sup>[54]</sup>。委内瑞拉出血热自1989年9月首先发生于委内瑞拉以来,至今约有200万例患者<sup>[59]</sup>。因此,新发虫媒传染病将是21世纪人类所面临最大的威胁与挑战之一,已成为全球重要的公共卫生问题<sup>[63-65]</sup>。面对全球气候变化,新发虫媒传染病有随时暴发的可能,必须保持高度重视。

## 2. 社会因素:

(1)全球化:全球化(globalization)意味着在政治、社会、文化和经济领域,传统的国与国、地区与地区间的界限正在逐渐被打破。当今世界,全球化已经成为不可阻挡的潮流,但它同样是一把“双刃剑”。全球化过程中,快捷的交通极大地便利了国家与地区间的经贸、科技与文化交流,但同样带来了病媒生物及其相关传染病借助便捷交通工具而快速传播蔓延<sup>[66-68]</sup>。WHO专家委员会指出:“由于快速航空器的发展,国与国、地区与地区间媒介生物借助交通运输经口岸传播疾病越来越多,越来越快。近年来发展起来的集装箱也成为医学媒介生物的运输工具<sup>[69]</sup>。”传染病的传播无国界,虫媒传染病远距离

传播的情况越来越常见<sup>[16]</sup>。一些重要的病媒生物扩散到全球适宜的区域,造成一些地方性传染病的扩散,致使大量的易感人群患病,给预防控制工作带来极大地挑战。历史上,鼠疫曾经海陆贸易造成3次世界大流行<sup>[70]</sup>。1930年携带疟原虫的冈比亚按蚊从非洲传入巴西引发疟疾流行,继而引发南美洲疟疾大流行。据WHO报道,1973—1983年欧洲机场常驻工作人员发生19名疟疾病例(均无外出史),传染源主要是由入境飞机带入按蚊而感染(欧洲当地无疟疾)。1985年白纹伊蚊从日本传入美国德克萨斯州后迅速扩散,至1992年扩散到20多个州,在接下来的20余年中,白纹伊蚊已扩散到美洲、欧洲、非洲,成为全球重要的公共卫生问题。1999年夏季西尼罗河病毒(WNV)可能通过飞机传播至美国纽约市,到2001年已有149人感染致病,其中18人死亡,而到2002年末已有33 873人感染,其中246人死亡。与美国临近的或有紧密联系的48个国家中有41个出现WNV感染病例报告<sup>[71]</sup>。目前,全世界已有疟疾、血吸虫病、锥虫病<sup>[72,73]</sup>、利什曼病、丝虫病、盘尾丝虫病、登革热、黄热病和鼠疫等不再局限于农村地区发生,而由于现代交通的快速、旅游业的发展、国际贸易的交往以及各种类型的移民活动,使这些疾病传入到许多发达国家和发展中国家新兴城市中心。全球化进程同样对我国病媒生物的防控工作构成严峻挑战,我国曾多次在交通工具中检出各种病媒生物<sup>[74,75]</sup>。全球化进程中,流动人口是病媒生物传染病爆发性流行的高危人群,由于经常在不同的地区间流动,架起了传染病流行的桥梁。在亚洲一些国家,登革热的高感染率与城市人口增长带来的开放式储水罐增多有关。全球市场的形成加剧了国际经济竞争,可能使得部分国家削减用于公共卫生项目的支出,特别是媒介生物性传染病防治方面的经费,导致这些国家在应付媒介生物传染病方面经费不足,最终导致媒介生物传染病的暴发与流行。

(2)城市化:城市化(urbanization)是指由农业为主的传统乡村社会向以工业和服务业为主的现代城市社会逐渐转变的历史过程。自20世纪50年代以来,世界经历了快速的城市化进程,一方面给人类的发展提供了广阔的空间并促进经济和社会发展;另一方面也给人类健康带来许多负面影响<sup>[76]</sup>。老城区改造与新城区扩建、人口数量增长与流动人口剧增<sup>[77]</sup>、生活习惯和房屋结构改变等问题,势必会引起城市病媒生物原有栖息环境的改变<sup>[78]</sup>,造成密度增加,最终引起虫媒传染病发病率上升。既往认为

病媒生物传播的热带病主要与贫困的农村紧密相关。然而,当今社会这类疾病也频发于人口密集的城市,其中对城市居民影响最广、危害最大的是疟疾<sup>[79]</sup>和登革热。城市地区热带病发病率升高与人口密度增高、贫困增加、住房拥挤、卫生条件差、供水不安全、污水和排水系统短缺、土壤废物处理不当以及人类行为习惯不良<sup>[80,81]</sup>等因素密切相关。据估计,20世纪90年代,全球有18亿人缺乏合理的粪便处理系统,这不仅会污染饮用水源,而且有利于病媒生物孳生。城市垃圾堆为鼠类、有害昆虫提供了食物、栖息和繁殖的场所<sup>[82]</sup>。“城中村”是中国现代化和城市化过程中特有的普遍现象。由于房屋和人口密集,人口流动性大,空气对流不充分,垃圾遍地,污水横流,蚊蝇孳生快,易造成疟疾等寄生虫病传播流行<sup>[80,83]</sup>。又如苏州市城区城市化发展对蜚蠊群落结构和数量有较大影响<sup>[84]</sup>。

(3)媒介生物恐怖:由于病媒生物极易成为生物恐怖的载体,媒介生物恐怖的防控是必须面对的一个新话题<sup>[85-87]</sup>。目前,世界上可能用于生物武器媒介生物主要有传播疾病的节肢动物、鼠类及其他媒介生物。携带的主要病毒有25种,细菌13种,其中危险性和传染性最强的仍然是鼠疫<sup>[88,89]</sup>、天花和炭疽。众所周知,媒介生物武器在军事方面应用较多。20世纪美国共发生恐怖事件151起,其中生物恐怖事件33起<sup>[90]</sup>。进入21世纪,“9·11”事件后通过白色粉末邮件引起的炭疽恐怖事件,使人们更加清醒地认识到当前可用作武器的生物、传播媒介及运载工具等可能更难应对,造成的影响范围更大、危害时间更长、致病力及传染性更强,最终造成的伤害更大<sup>[85]</sup>。

### 3. 媒介生物监控技术:

(1)抗药性与可用药物:虽然化学防制在病媒生物防控中仍起着非常重要的作用,但是病媒生物抗药性与化学杀虫剂的环境污染问题已成为亟待解决的全球性问题<sup>[91,92]</sup>。世界范围内多种虫媒病的流行,如疟疾、登革热、黄热病、鼠疫等再度猖獗及莱姆病等新病的出现,与虫媒的抗药性有直接关系<sup>[93]</sup>。WHO将抗药性作为媒介生物控制中的一个专题,由各国专家组成委员会,从全球范围来研究、解决病媒生物的抗药性问题<sup>[94]</sup>。由于化学杀虫剂的不合理使用<sup>[91]</sup>,导致病媒生物对各种化学杀虫剂产生程度不等的抗性,结果造成施药量增大而防制效果反而降低,最终导致短期内有效控制病媒生物及其相关传染病成为泡影。随着有机合成杀虫剂的出现,尤其

是 DDT 在疟疾防治中推广应用,疟原虫出现对杀虫剂抗性,而且抗性种群发展很快。美国加利福尼亚州家蝇抗 DDT 的剂量倍数逐年增加,1948 年为 96 倍,1949 年为 436 倍,1950 年为 1290 倍,1951 年达到 1800 倍。因有机氯杀虫剂在自然界中难分解、有生物富集和转移现象而被包括我国在内的大多数国家禁用或限用。随着有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯类杀虫剂相继问世,病媒生物对其抗性也随之产生。在拟除虫菊酯问世不久,便在丹麦发现了对于吡菊酯有 105 倍抗性的家蝇,随后芬兰、瑞典、荷兰、西德、瑞士等也有此类报道<sup>[95]</sup>。过去人们认为生物防治中无抗性,但事实并非如此。病媒生物对生物杀虫剂如球形芽孢杆菌(*Bacillus phaericus*)和苏云金芽孢杆菌(*Bacillus thuringiensis*)H14(Bti)也产生抗性<sup>[91,96]</sup>。在实验室中,致倦库蚊对寄生食物蚊罗素虫也可产生抗性<sup>[91]</sup>。此外,目前用于病媒生物防治可替代的化学药物较少,这对病媒生物有效的防治构成严峻的挑战。新药的发现、临床试验、登记注册和批准生产等过程,因其涉及毒理、环保、交互抗性及多重抗性的复杂性而变得越来越困难。我国卫生杀虫剂研发力量薄弱,小厂家占较大比例,生产和质量控制能力弱,产品数量少<sup>[97]</sup>。因此,如何克服或延缓病媒生物抗药性的产生和延长杀虫剂的有效使用寿命,研发可替代的新的杀虫剂,已成为目前各类病媒生物化学防治所面临的最主要难题<sup>[93]</sup>。

(2)单一技术的缺陷与综合治理的误区:病媒生物防治中,各种单一技术由于其固有的缺陷使得其大面积使用受到一定的限制。环境防治虽然是病媒生物防治的治本措施,但起效慢。物理防治方法虽然操作简单,污染较少,但是大面积使用成本高,范围有限,长期效果差。化学防治虽然在病媒生物防治中起着主导作用,但媒介生物的抗药性与化学杀虫剂环境污染问题变得越来越严重。生物防治作为安全、无污染的新型杀虫剂虽存在着极大的发展潜力,但是其成本较高且在一定情况下也可产生抗性<sup>[98]</sup>。例如,苏云金芽孢杆菌与球形芽孢杆菌制剂杀虫范围窄,有效成分易降解<sup>[99]</sup>。在长期连续的选择性压力下,致倦库蚊和尖音库蚊分别对球形芽孢杆菌产生 35~150 000 倍和 10~25 000 倍的抗性和交叉抗性,严重影响其应用<sup>[100]</sup>。虽然转基因蚊的研究已取得重大进展,但引进有价值的转基因蚊进入野外种群与释放所涉及的政治与伦理问题是当前需要解决的主要问题<sup>[101]</sup>。在病媒生物防治中,虽然综合治理强调治本,把环境治理放在首位,强调防治

措施及方法的系统组合。但在实际操作中,容易出现一种误区即无条件的综合,过分追求综合而不考虑单一的防治方法是否可用、不考虑本地的经济承受能力、不考虑控制的可持续性、不考虑防治方法操作的可行性,最终导致过度复杂化,给执行过程带来极大困难。

#### 4. 病媒生物管理:

(1)立法及规范不健全:WHO 已颁布的《国际卫生条例(2005)》和《媒介综合管理全球战略框架(2005)》是各国病媒生物综合治理的原则。我国现在有 4 部法律与病媒生物控制和管理相关,即《中华人民共和国国境卫生检疫法》(2007 年)、《中华人民共和国传染病防治法》(2004 年修订)、《中华人民共和国突发事件应对法》(2007 年)和《中华人民共和国食品卫生法》,《突发公共卫生事件应急反应条例》、《爱国卫生运动条例》也是当前病媒生物控制工作的法律依据。《全国疾病预防控制机构工作规范》对病媒生物控制工作也作相关规定。但是,目前病媒生物管理工作面临的一个问题是立法及规范尚不健全。因此,要提高病媒生物防治效果,应当顺应我国依法治国的客观要求,从依法行政角度对爱国卫生工作进行立法,从法律上界定部门、社区、单位和个人的责任和义务,明确政府经济投入的方向和额度,设定监督和处罚等事项,规范病媒生物防治工作<sup>[102]</sup>。

(2)缺乏控制规划:目前针对病媒生物管理工作缺乏相关的控制规划,应针对疾病预防控制机构病媒生物防治部门建设(如设立功能实验室、办公室等)、学科建设、人员及设备配备、工作经费、关键技术等制定中、长期规划。

(3)机构及网络不健全:疾病预防控制、卫生监督部门要设立相应的病媒生物控制机构,设立功能实验室、办公室,配备足够的人员、设备等。所有县级以上疾病预防控制中心应设立媒介生物控制科,县级疾病预防控制中心必须配备病媒生物控制人员。目前,病媒生物防治应该建立 4 个体系:病媒生物监测预警体系、病媒生物控制体系、宣传干预网络体系和卫生监督执法体系<sup>[103]</sup>。

(4)人力资源匮乏:虽然目前我国从事病媒生物防治的技术人员数量与业务水平均有提高,但仍有大量专业人才流失和技术储备严重不足。应该在国家、省、市、县 4 级卫生行政部门、疾病预防控制机构、医疗机构、卫生监督执法机构内部强化人员队伍建设,组建稳定的媒介生物防治专业技术队伍,通过培训和演练等方式,加强现场应急处置队伍建

设<sup>[104]</sup>,有计划、有步骤进行专业机构人员培训(专项培训、继续教育、学位教育)和有害生物防制(PCO)机构从业人员培训。同时加强国内、国际交流与合作,使专业技术人员明确当地媒介生物性传染病暴发和流行的风险。

(5)部门间协调不够:由于认识水平等问题,相关部门对于病媒生物防制工作的重视程度还不够,导致各部门协调配合较差,极不利于病媒生物有效防控。防控工作应在政府的统一领导下,卫生、农业、水利、林业、财政、公安、民航、工商、交通、城建、教育以及新闻媒体等部门密切配合,全面落实媒介生物防治各项措施。此外,应充分调动全社会力量积极参与病媒生物防制事业,如学会、协会、机关、团体、企事业单位、办事处、居委会、村民委员会以及社会大众等<sup>[103]</sup>。

## 二、病媒生物可持续控制策略

1. 病媒生物可持续控制策略的提出与内涵:由于自然、社会及控制技术等原因,均对病媒生物控制工作形成了挑战,并提出更新、更高的要求,为此中国疾病预防控制中心刘起勇等学者从经济、生态、社会三方面综合考虑,提出了“病媒生物可持续控制策略”<sup>[97,105]</sup>。其中“可持续控制”作为一个新的理念在病媒生物控制领域应运而生。病媒生物可持续控制策略是基于可持续控制的理念,开展及时、有效的媒介生物监测,对媒介生物及相关疾病做出切实的风险评估和控制规划,综合、有序地选择环境控制技术和措施,始终实施监测指导下的媒介生物控制和管理,将媒介生物长期控制在不足为害的水平。

2. 病媒生物可持续控制策略的支持系统与原则:媒介生物可持续控制策略的支持系统包括可持续的监控技术、可持续管理措施、可持续的人力资源、可持续的财政支持4个组成模块。病媒生物种群数量可持续控制应当按照媒介生物综合治理的原则,以信息管理为基础,以新技术为支撑,以持续发展为方向,依据生态学的原理和经济学的原则,选取最优的技术组配方案,有效控制病媒生物种群数量,以获得最大的经济效益、生态效益和社会效益。这个原则指出病媒生物可持续控制目标是获得经济、生态和社会三大效益的最佳组合,而不是其中一种效益的最高值。

### 3. 媒介生物综合治理与可持续控制的关系:

(1)媒介生物综合治理的概念、特点与原则:目前世界范围内病媒生物的防治已趋向于媒介生物综合治理(integrated vector management)<sup>[106-113]</sup>。20世

纪40年代,得益有良好杀虫生物活性的DDT出现,应用初期确实起到了虫害控制的目的。但过分的依赖化学防治导致了靶有害生物抗性增加,甚至出现“超级种群”,且化学药品对非靶标生物及天敌的杀灭以及所造成的环境污染问题,直接或间接对人、禽畜产生伤害,最终导致了新一轮有害生物的卷土重来。基于以上一系列问题,1967年联合国粮农组织专家们对有害生物综合治理定义为:“综合治理是一种有害生物管理系统。它按照有害生物的种群动态及与之有关的环境关系,尽可能协调运用一切适当的技术和方法,使有害生物种群保持在经济危害水平之下。”由于综合治理的思想也适用于媒介生物防治,WHO有关专家委员会对媒介生物综合治理定义为:“应用各种适当的技术和管理方法,以经济核算的方式,取得有效的媒介控制。综合治理不仅仅是两种或几种防治方法或手段的简单合并使用,也不是片面地反对使用化学杀虫剂,它是强调目标害虫的防治与环境的统一;强调治本,把环境治理放在首位;同时强调防治措施及方法的系统组合,并以控制种群数量为一般防治目的<sup>[114]</sup>。”因此,综合治理是以环境治理为基础,化学防治为主要手段,因时因地采用相应的有效措施。病媒生物综合治理的特点是:所采用的方法是根据影响当地媒介生物生物学、疾病传播和发病情况等因素而制定的;应用多种措施,产生相加作用或协同作用;鼓励卫生系统和其他与媒介生物控制有关的公立、私立部门合作;当地社区和业主的积极参与;公共卫生条例和立法的框架<sup>[115]</sup>。病媒生物综合治理原则是:以生态系统为管理单位合理调整系统内部各组成部分的相互关系;允许有害生物在一定的低密度水平存在;允许利用自然控制因素;任何措施都可能产生预料不到的或令人不满意的后果;文化防治包括法规、政府组织、社区参与和健康教育4个方面,是综合防治不可忽视的重要部分。

(2)媒介生物可持续控制与综合治理的关系:媒介生物可持续控制策略立足的高度是可持续控制策略与控制规划,综合考虑包括可持续的组织机构、设备设施、技术储备、人力资源等能力建设层面的内容,以简单易行、行之有效、获取方便、环境友好和符合成本效益原则为前提,以媒介生物综合治理为原则。媒介生物综合治理仅仅是可持续控制策略的一个方面,是在可持续控制策略实施过程中一个核心的组成部分。媒介生物综合治理主要强调的是多种方法相结合,任何措施都可能产生预料不到的或令

人不满意的后果;而媒介生物可持续控制更加注重可持续性,更加注重当前所采取的方法对今后媒介控制的影响。如果单纯使用一种方法可以达到较好防治效果,就不主张采取多种控制方法相综合,毕竟媒介控制不仅是着眼现在,更应该考虑未来。媒介生物综合治理是落实媒介生物的可持续控制策略的具体体现。

当前,病媒生物学科迎来前所未有的机遇,也面临着严峻的挑战。因此,为有效应对当前全球病媒生物控制领域面临的一些问题及挑战,应当抓住机遇,迎接挑战,积极推行病媒生物及相关传染病的可持续控制策略,对媒介生物进行综合治理,全面推动病媒生物控制行业的可持续发展,为人类健康做贡献。

### 参 考 文 献

- [1] Zeng XP. Standardization status and countermeasures of vector biology control in China. *Chin J Vector Bio Control*, 2004, 15(5):391-394. (in Chinese)  
曾晓芃. 我国病媒生物控制标准化现状及发展对策. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2004, 15(5):391-394.
- [2] Lambrechts L, Knox TB, Wong J, et al. Shifting priorities in vector biology to improve control of vector-borne disease. *Trop Med Int Health*, 2009, 14(12):1505-1514.
- [3] Wang CX. Review on medical biology and control in 50 years in China. *Chin J Vector Bio Control*, 2006, 17(1):5-7. (in Chinese)  
汪诚信. 我国医学生物学及控制文献50年回顾. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2006, 17(1):5-7.
- [4] Epstein PR. Climate change and emerging infectious diseases. *Microbes Infect*, 2001, 3(9):747-754.
- [5] Semenza JC, Menne B. Climate change and infectious diseases in Europe. *Lancet Infect Dis*, 2009, 9(6):365-375.
- [6] Greer A, Ng V, Fisman D. Climate change and infectious diseases in North America: the road ahead. *CMAJ*, 2008, 178(6):715-722.
- [7] Cerda LJ, Valdivia CG, Valenzuela BM, et al. Climate change and infectious diseases. A novel epidemiological scenario. *Rev Chilena Infectol*, 2008, 25(6):447-452.
- [8] Schwaiger K, Bauer J. Epidemiology of emerging and resurging vector-borne diseases with special attention to climate change in Germany (review). *Berl Munch Tierarztl Wochenschr*, 2009, 122(5-6):141-160.
- [9] Martens WJ. Climate change and malaria: exploring the risks. *Med War*, 1995, 11(4):202-213.
- [10] Ostfeld RS. Climate change and the distribution and intensity of infectious diseases. *Ecology*, 2009, 90(4):903-905.
- [11] Reiter P. Climate change and mosquito-borne disease. *Environ Health Perspect*, 2001, 109 Suppl 1: S141-161.
- [12] Rydzanicz K, Kiewra D, Lonc E. Changes in range of mosquito-borne diseases affected by global climatic fluctuations. *Wiad Parazytol*, 2006, 52(2):73-83.
- [13] Reiter P. Climate change and mosquito-borne disease: knowing the horse before hitching the cart. *Rev Sci Tech*, 2008, 27(2):383-398.
- [14] Benitez MA. Climate change could affect mosquito-borne diseases in Asia. *Lancet*, 2009, 373(9669):1070.
- [15] Becker N. Influence of climate change on mosquito development and mosquito-borne diseases in Europe. *Parasitol Res*, 2008, 103 Suppl 1: S19-28.
- [16] Gray JS, Dautel H, Estrada-Pena A, et al. Effects of climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe. *Interdiscip Perspect Infect Dis*, 2009, 2009:593232.
- [17] Ogden NH, Maarouf A, Barker IK, et al. Climate change and the potential for range expansion of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada. *Int J Parasitol*, 2006, 36(1):63-70.
- [18] Gilbert L. Altitudinal patterns of tick and host abundance: a potential role for climate change in regulating tick-borne diseases? *Oecologia*, 2010, 162(1):217-225.
- [19] Sumilo D, Asokliene L, Bormane A, et al. Climate change cannot explain the upsurge of tick-borne encephalitis in the Baltics. *PLoS One*, 2007, 2(6):e500.
- [20] Martin V, Chevalier V, Ceccato P, et al. The impact of climate change on the epidemiology and control of rift valley fever. *Rev Sci Tech*, 2008, 27(2):413-426.
- [21] Curto de Casas SI, Carcavallo RU. Climate change and vector-borne diseases distribution. *Soc Sci Med*, 1995, 40(11):1437-1440.
- [22] Frimmel S, Hemmer CJ, Lobermann M, et al. Climate change and global warming towards the global spread of tropical infectious diseases? *Climate Change and Global Warming*. *Pharm Unserer Zeit*, 2009, 38(6):492-499.
- [23] Rosenthal J. Climate change and the geographic distribution of infectious diseases. *Ecohealth*, 2009, 6(4):489-495.
- [24] Gage KL, Burkot TR, Eisen RJ. Climate and vector borne diseases. *Am J Prev Med*, 2008, 35(5):436-450.
- [25] Pinto J, Bonacic C, Hamilton-West C, et al. Climate change and animal diseases in South America. *Rev Sci Tech*, 2008, 27(2):599-613.
- [26] van den Bossche P, Coetzer JA. Climate change and animal health in Africa. *Rev Sci Tech*, 2008, 27(2):551-562.
- [27] Purse BV, Mellor PS, Rogers DJ, et al. Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. *Nat Rev Microbiol*, 2005, 3(2):171-181.
- [28] Lopez-Velez R, Molina Moreno R. Climate change in Spain and risk of infectious and parasitic diseases transmitted by arthropods and rodents. *Rev Esp Salud Publica*, 2005, 79(2):177-190.
- [29] Evengard B, Sauerborn R. Climate change influences infectious diseases both in the Arctic and the tropics: joining the dots. *Glob Health Action*, 2009, 11:2.
- [30] Rahamat-Langendoen JC, van Vliet JA, Reusken CB. Climate change influences the incidence of arthropod-borne diseases in the Netherlands. *Ned Tijdschr Geneesk*, 2008, 152(15):863-868.
- [31] Platonov AE, Fedorova MV, Karan LS, et al. Epidemiology of West Nile infection in Volgograd, Russia, in relation to climate change and mosquito (Diptera: Culicidae) bionomics. *Parasitol Res*, 2008, 103 Suppl 1: S45-53.
- [32] Zhang Y, Bi P, Hiller JE. Climate change and the transmission of vector-borne diseases: a review. *Asia Pac J Public Health*, 2008, 20(1):64-76.
- [33] Huang QZ, Shao XX, Zhou GP. The impact of global warming on infectious diseases. *Med Ani Pre*, 2000, 16(2):110-112. (in Chinese)  
黄清臻, 邵新玺, 周广平. 气候变暖对传染病的影响. *医学动物防制*, 2000, 16(2):110-112.
- [34] Reiter P. Global warming and malaria: knowing the horse before hitching the cart. *Malar J*, 2008, 7 Suppl 1: S3.
- [35] Gao Q, Shang LY, Gu ZC. Current malaria situation in central parts in China. *Chin J Parasit Dis Con*, 2002, 4:193-194. (in Chinese)  
高琪, 尚乐园, 顾政诚. 我国中部地区目前的疟疾形势. *中国寄生虫病防治杂志* 2002, 4:193-194.
- [36] Tapia-Conyer R, Mendez-Galvan JF, Gallardo-Rincon H. The growing burden of dengue in Latin America. *J Clin Virol*, 2009, 46 Suppl 2: S3-6.
- [37] Valentiner-Branth P, Glismann SO, Molbak K. Infectious diseases and climate change. *Ugeskr Laeger*, 2009, 171(44):3178-3181.
- [38] Randolph SE. Perspectives on climate change impacts on infectious diseases. *Ecology*, 2009, 90(4):927-931.
- [39] Queyriaux B. Greenhouse effect and climate warming: what impact do these have on vector-borne infectious disease? *Med Trop (Mars)*, 2007, 67(1):16-17.
- [40] Luo CW, Liu QY. The epidemic factors analysis of natural focus diseases and their counter measures. *Chin J Vector Bio Control*, 2007, 18(4):293-297. (in Chinese)  
罗成旺, 刘起勇. 自然疫源性疾病流行因素分析及对策. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2007, 18(4):293-297.

- [41] Wu XK. Epidemiological advance in hemorrhagic fever with renal syndrome in recent years in China. *Chin J Epidemiol*, 2003, 24: 413-415. (in Chinese)  
吴系科. 近年中国肾综合征出血热流行病学研究进展. *中华流行病学杂志*, 2003, 24: 413-415.
- [42] Zhang SC, Sun L. The epidemic factors analysis of infectious disease. *Med Indust Informat*, 2006, 3: 111-113. (in Chinese)  
张速成, 孙良. 影响传染病流行的因素探讨. *医药产业资讯*, 2006, 3: 111-113.
- [43] Bissell RA. Delayed-impact infectious disease after a natural disaster. *J Emerg Med*, 1983, 1(1): 59-66.
- [44] Ramirez M, Peek-Asa C. Epidemiology of traumatic injuries from earthquakes. *Epidemiol Rev*, 2005, 27: 47-55.
- [45] Lichtenberger P, Miskin IN, Dickinson G, et al. Infection control in field hospitals after a natural disaster: lessons learned after the 2010 earthquake in Haiti. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2010, 31(9): 951-957.
- [46] Ahern M, Kovats RS, Wilkinson P, et al. Global health impacts of floods: epidemiologic evidence. *Epidemiol Rev*, 2005, 27: 36-46.
- [47] Deng XR, Yuan YH, He CR. Vector control during flood. *Med Ani Pre*, 2006, 22(9): 657-659. (in Chinese)  
邓小如, 袁元华, 何春荣. 洪灾期间媒介生物的控制. *医学动物防制*, 2006, 22(9): 657-659.
- [48] Chen HX, Li QL. The effect of hemorrhagic fever with renal caused by flood and water logging in China. *Chin J Public Health*, 1999, 15(7): 666-667. (in Chinese)  
陈化新, 李全乐. 中国历次洪涝灾害对肾综合征出血热流行的影响. *中国公共卫生*, 1999, 15(7): 666-667.
- [49] Wen L, Xu DZ, Wang SQ, et al. Epidemic of malaria in Hainan province and modeling malaria incidence with meteorological parameters. *Chin J Dis Control Prev*, 2003, 7(6): 520-524. (in Chinese)  
温亮, 徐德忠, 王善青, 等. 海南省疟疾发病情况及利用气象因子进行发病率拟合的研究. *疾病控制杂志*, 2003, 7(6): 520-524.
- [50] Long J, Yi J, Li Q, et al. Impact of extreme climate event on incidence of communicable disease in Chongqing. *Dis Surveil*, 2009, 24(8): 606-608. (in Chinese)  
龙江, 易娟, 李勤, 等. 极端气候事件对重庆市传染病流行影响. *疾病监测*, 2009, 24(8): 606-608.
- [51] Chen HX. The impact and control measures of flood and drought disasters on hemorrhagic fever with renal syndrome. *Chin J Public Health*, 1999, 15(7): 665. (in Chinese)  
陈化新. 洪涝和干旱灾害对肾综合征出血热流行影响和防治措施建议. *中国公共卫生*, 1999, 15(7): 665.
- [52] Do PH, Caumes E, Bricaire F. Emerging and re-emerging infectious diseases—a challenge for public health. *Praxis (Bern 1994)*, 2000, 89(4): 125-132.
- [53] Morens DM, Folkers GK, Fauci AS. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. *Nature*, 2004, 430(6996): 242-249.
- [54] Bao FK, Liu AH, Cheng CX. The epidemic trend, causative analysis and control strategies of emerging vector-borne diseases. *Chin Trop Med*, 2009, 9(3): 559-563. (in Chinese)  
宝福凯, 柳爱华, 程传贤. 新发虫媒传染病流行趋势、因果分析和对策. *中国热带医学*, 2009, 9(3): 559-563.
- [55] Walker DH. Tick-transmitted infectious diseases in the United States. *Annu Rev Public Health*, 1998, 19: 237-269.
- [56] Parola P, Paddock CD, Raoult D. Tick-borne rickettsioses around the world: emerging diseases challenging old concepts. *Clin Microbiol Rev*, 2005, 18(4): 719-756.
- [57] Blancou J, Chomel BB, Belotto A, et al. Emerging or re-emerging bacterial zoonoses: factors of emergence, surveillance and control. *Vet Res*, 2005, 36(3): 507-522.
- [58] Gratz NG. Emerging and resurging vector-borne diseases. *Annu Rev Entomol*, 1999, 44: 51-75.
- [59] Pan XZ. Emerging infectious diseases. Beijing: People's Medical Publishing House, 2004: 1-144. (in Chinese)  
潘孝彰. 新发传染病. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 1-144.
- [60] Huang WJ. The review and suggestion on the emerging and re-emerging vector-borne infectious diseases and the control of vectors of public health importance. *Port Health Control*, 2005, 11(4): 32-34. (in Chinese)  
黄文金. 对新发与再发媒介传播疾病及其控制的回顾与建议. *口岸卫生控制*, 2005, 11(4): 32-34.
- [61] Ligon BL. Dengue fever and dengue hemorrhagic fever: a review of the history, transmission, treatment, and prevention. *Semin Pediatr Infect Dis*, 2005, 16(1): 60-65.
- [62] Strobel M, Lamaury I. Dengue fever: a review. *Rev Med Interne*, 2001, 22(7): 638-647.
- [63] Sutherst RW. Global change and human vulnerability to vector-borne diseases. *Clin Microbiol Rev*, 2004, 17(1): 136-173.
- [64] Sutherst RW. The vulnerability of animal and human health to parasites under global change. *Int J Parasitol*, 2001, 31(9): 933-948.
- [65] Patz JA, Reisen WK. Immunology, climate change and vector-borne diseases. *Trends Immunol*, 2001, 22(4): 171-172.
- [66] Smith KF, Sax DF, Gaines SD, et al. Globalization of human infectious disease. *Ecology*, 2007, 88(8): 1903-1910.
- [67] Tatem AJ, Hay SI, Rogers DJ. Global traffic and disease vector dispersal. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2006, 103(16): 6242-6247.
- [68] Franco-Paredes C, Bottazzi ME, Hotez PJ. The unfinished public health agenda of chagas disease in the era of globalization. *PLoS Negl Trop Dis*, 2009, 3(7): e470.
- [69] Lv ZP, Pan DG. Vector control and international transport travel. *Chin J Frontier Health*, 2002, 25 Suppl: 94-95. (in Chinese)  
吕志平, 潘德观. 医学生物媒介控制与国际交通旅行. *中国国境卫生检疫杂志*, 2002, 25 增刊: 94-95.
- [70] Catanach J. The "globalization" of disease? India and the plague. *J World Hist*, 2001, 12(1): 131-153.
- [71] Yang ZD. Global environment and human health. *Chin Hydropow Med*, 2010, 3: 164-167. (in Chinese)  
杨振东. 全球环境变化与人类健康. *中国水电医学*, 2010, 3: 164-167.
- [72] Dias JC. Globalization, inequity and Chagas disease. *Cad Saude Publica*, 2007, 23 Suppl 1: S13-22.
- [73] Briceno-Leon R. Chagas disease and globalization of the Amazon. *Cad Saude Publica*, 2007, 23 Suppl 1: S33-40.
- [74] Zhu RY, Xu RQ, Leng PE. Cockroach control in transport. *Chin J Hyg Insect Equip*, 2007, 13(2): 88-93. (in Chinese)  
朱仁义, 徐仁权, 冷培恩. 交通工具上的蟑螂防治. *中华卫生杀虫药械*, 2007, 13(2): 88-93.
- [75] Wang DQ. Vector damage and control measures in airplane. *Chin J Frontier Health*, 2001, 24(2): 92-93. (in Chinese)  
王德强. 飞机传播媒介生物的危害与控制措施. *中国国境卫生检疫杂志*, 2001, 24(2): 92-93.
- [76] Xuan ZL, Fu H. Urbanization and health city. *Chin J Public Health*, 2003, 19(2): 236-238. (in Chinese)  
玄泽亮, 傅华. 城市化与健康城市. *中国公共卫生*, 2003, 19(2): 236-238.
- [77] Courtin F, Sidibe I, Rouamba J, et al. Population growth and global warming: impacts on tsetse and trypanosomes in West Africa. *Parasite*, 2009, 16(1): 3-10.
- [78] Chinery WA. Impact of rapid urbanization on mosquitoes and their disease transmission potential in Accra and Tema, Ghana. *Afr J Med Med Sci*, 1995, 24(2): 179-188.
- [79] Hay SI, Guerra CA, Tatem AJ, et al. Urbanization, malaria transmission and disease burden in Africa. *Nat Rev Microbiol*, 2005, 3(1): 81-90.
- [80] Knudsen AB, Slooff R. Vector-borne disease problems in rapid urbanization: new approaches to vector control. *Bull WHO*, 1992, 70(1): 1-6.
- [81] Zhang P, Atkinson PM. Modelling the effect of urbanization on the transmission of an infectious disease. *Math Biosci*, 2008, 211(1): 166-185.
- [82] Huang ZP. Rapid urbanization and vector-borne diseases. *Environment*, 1994(3): 9-10. (in Chinese)  
黄治平. 高速城市化与虫媒传染病. *环境*, 1994(3): 9-10.
- [83] Wang D. Population Health in village-in-the-city: the problem we should not ignore during urbanization in our country. *Med Philos*, 2007, 28(2): 31-33. (in Chinese)  
王冬. 城中村人群健康: 城市化进程中不可忽视的问题. *医学与*

- 哲学, 2007, 28(2): 31-33.
- [84] Ma ZH, Chen LL, Zhang H, et al. Studies on the effects of urbanization on the cockroaches communities and the control countermeasures in Suzhou. *Chin J Vector Bio Control*, 2006, 17(5): 373-376. (in Chinese)  
马桢红, 陈立凌, 张宏, 等. 城市化发展对蜚蠊群落结构的影响及其防制对策研究. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2006, 17(5): 373-376.
- [85] Wang LY, Zhao Z. Vector's role in bioterrorism and prevention strategies. *Chin J Vector Bio Control*, 2004, 15(3): 238-240. (in Chinese)  
王鲁豫, 赵璋. 媒介生物在生物恐怖中的作用及防范策略. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2004, 15(3): 238-240.
- [86] Sun J. Vector control measures in respond to emergency public health issue. *Chin J Hyg Insect Equip*, 2005, 11(1): 2-7. (in Chinese)  
孙俊. 应对突发公共卫生事件的媒介生物防治措施. *中华卫生杀虫药械*, 2005, 11(1): 2-7.
- [87] Huang JS. Epidemiological characteristics of bio-terrorism related disease. *Chin J Prev Med*, 2004, 38(2): 78-80. (in Chinese)  
黄建始. 与生物恐怖有关疾病的流行病学特征. *中华预防医学杂志*, 2004, 38(2): 78-80.
- [88] Dai JF, Guan XH. Bio-terrorism and the strategy of prevention and control on plague in China. *Chin J Social Med*, 2008, 25(3): 189-191. (in Chinese)  
戴继舫, 官旭华. 生物恐怖与我国鼠疫的防控策略. *中国医学杂志*, 2008, 25(3): 189-191.
- [89] Koirala J. Plague: disease, management, and recognition of act of terrorism. *Infect Dis Clin North Am*, 2006, 20(2): 273-287, viii.
- [90] Huang QZ, Shao XX. Vector biology and biological warfare agents. *Chin J Hyg Insect Equip*, 2004, 10(4): 208-211. (in Chinese)  
黄清臻, 邵新玺. 媒介生物与生物战剂. *中华卫生杀虫药械*, 2004, 10(4): 208-211.
- [91] Lu BL. Consideration on mosquitoes chemical control. *Chin J Hyg Insect Equip*, 2002, 8(1): 3-5. (in Chinese)  
陆宝麟. 媒介蚊虫化学防治的思考. *中华卫生杀虫药械*, 2002, 8(1): 3-5.
- [92] Meng FX, Liu XS, Ren DS, et al. Study on the method of contact insecticide effective bioassay you fleas and it's application. *Chin J Vector Bio Control*, 2007, 18(5): 357-359. (in Chinese)  
孟凤霞, 刘小闪, 任东升, 等. 蚤类对杀虫剂敏感性测定方法的研究与应用. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2007, 18(5): 357-359.
- [93] Cheng JX, Jin XD, Li XL. Current status on insecticide of vector and control. *Chin J Vector Bio Control*, 2003, 14(2): 148-149. (in Chinese)  
程璟侠, 金晓弟, 李晓玲. 医学昆虫的抗药性现状及其防治. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2003, 14(2): 148-149.
- [94] Zhou H. Review on chemical control of the vector control. *Chin J Frontier Health*, 2001, 24(2): 88-92. (in Chinese)  
周辉. 试述媒介生物控制中的化学防治. *中国国境卫生检疫杂志*, 2001, 24(2): 88-92.
- [95] Gong KY, Gao JY. Status of insecticide resistance of five housefly from 1985 to 1988. *Med Ani Pre*, 1989, 5(2): 9. (in Chinese)  
龚坤元, 高锦亚. 1985-1988 年家蝇对五种杀虫剂的抗药性现状. *医学动物防制*, 1989, 5(2): 9.
- [96] Lu BL. Recent research on mosquitoes control. *Chin J Vector Bio Control*, 1993, 4(1): 18. (in Chinese)  
陆宝麟. 蚊虫防治研究进展. *中国媒介生物学及控制杂志*, 1993, 4(1): 18.
- [97] Liu QY, Meng FX, Lu L, et al. To explore sustainable vector control in China. *Chin J Vector Bio Control*, 2006, 17(4): 261-264. (in Chinese)  
刘起勇, 孟凤霞, 鲁亮, 等. 探索中国病媒生物可持续控制之路. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2006, 17(4): 261-264.
- [98] Li J, Wu GH, Zhang YK. Biology control of vector. *Chin J Biol Control*, 2000, 16(1): 35-37. (in Chinese)  
李洁, 吴光华, 张应阔. 卫生害虫的生物防治. *中国生物防治*, 2000, 16(1): 35-37.
- [99] Zhong PS. Recent advance on non-chemical pest prevention and control. *Acta Huizhou University (NAT. SCI.)*, 2005, 25(6): 34-41. (in Chinese)  
钟平生. 卫生害虫的非化学防治研究进展. *惠州学院学报(自然科学版)*, 2005, 25(6): 34-41.
- [100] Xiong WH, Hu XM, Yuan ZM. Application of *Bacillus sphaericus* in mosquito and vector control. *Chin J Vector Bio Control*, 2010, 21(1): 1-4. (in Chinese)  
熊武辉, 胡晓敏, 袁志明. 球形芽孢杆菌在病媒蚊虫控制中的应用. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2010, 21(1): 1-4.
- [101] Zheng XL, Chen XG, Wang CM. Recent research on transgenic mosquito. *Chin J Parasit Dis Control*, 2005, 18(4): 307-310. (in Chinese)  
郑学礼, 陈晓光, 王春梅. 转基因蚊研究进展. *中国寄生虫病防治杂志*, 2005, 18(4): 307-310.
- [102] Jin JH. Study on strategy and the path to vector control. *Chin J Hyg Insect Equip*, 2008, 14(3): 229-230. (in Chinese)  
金建华. 病媒生物防治的工作策略和路径研究. *中华卫生杀虫药械*, 2008, 14(3): 229-230.
- [103] Hou YF. Opportunity, challenge and strategy of vector and vector-borne diseases. *Med Ani Pre*, 2005, 21(3): 168-170. (in Chinese)  
侯雨卡. 病媒生物及媒介生物性疾病预防工作的机遇、挑战及策略. *医学动物防制*, 2005, 21(3): 168-170.
- [104] Liu QY, Meng FX, Fan JC. Vector surveillance and control in emergencies in China. *Chin J Vector Bio Control*, 2011, 22(1): 1-4. (in Chinese)  
刘起勇, 孟凤霞, 樊景春. 中国重要病媒生物应急监测与控制. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2011, 22(1): 1-4.
- [105] Huo XB, Zhang SS, Liu QY, et al. Sustainable control strategy research on vector population. *Chin J Hyg Insect Equip*, 2005, 11(2): 85-87. (in Chinese)  
霍新北, 张世水, 刘起勇, 等. 病媒生物种群数量可持续控制策略研究. *中华卫生杀虫药械*, 2005, 11(2): 85-87.
- [106] van den Berg H, von Hildebrand A, Raganathan V, et al. Reducing vector-borne disease by empowering farmers in integrated vector management. *Bull WHO*, 2007, 85(7): 561-566.
- [107] Matthews GA, Dobson HM, Nkot PB, et al. Preliminary examination of integrated vector management in a tropical rainforest area of Cameroon. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 2009, 103(11): 1098-1104.
- [108] Ramaiah KD, Das PK, Arunachalam N, et al. Observations on population density of *Culex quinquefasciatus* and transmission indices of *Baneroftian filariasis* during and after Integrated Vector Management strategy. *J Commun Dis*, 1992, 24(3): 173-184.
- [109] Chanda E, Masaniga F, Coleman M, et al. Integrated vector management: the Zambian experience. *Malar J*, 2008, 7: 164.
- [110] Boyce KW, Brown DA. Integrated vector management guidelines for adult mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc*, 2003, 19(4): 448-451.
- [111] Beier JC, Keating J, Githure JI, et al. Integrated vector management for malaria control. *Malar J*, 2008, 7 Suppl 1: S4.
- [112] van den Berg H, Takken W. A framework for decision-making in integrated vector management to prevent disease. *Trop Med Int Health*, 2007, 12(10): 1230-1238.
- [113] Keiser J, Maltese MF, Erlanger TE, et al. Effect of irrigated rice agriculture on Japanese encephalitis, including challenges and opportunities for integrated vector management. *Acta Trop*, 2005, 95(1): 40-57.
- [114] Jiang ZK, Wu GH, Ding LY, et al. General situation of major insect-borne disease and control and prevention strategy. *Chin J Hyg Insect Equip*, 2008, 14(6): 440-444. (in Chinese)  
姜志宽, 吴光华, 丁凌云, 等. 主要虫媒病的流行概况与媒介防控策略的探讨. *中华卫生杀虫药械*, 2008, 14(6): 440-444.
- [115] WHO. Global strategy framework for comprehensive vector control. *Chin J Vector Bio Control*, 2006, 17(2): I-III. (in Chinese)  
世界卫生组织. 媒介生物综合治理全球策略框架. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2006, 17(2): I-III.

(收稿日期: 2011-11-01)

(本文编辑: 张林东)