

北京昆虫学会论文集



1996 年 3 月 5 日

目 录

大会报告

- 可持续发展:中国的必然选择 孙小礼(1)
可持续的植物保护造福全人类 张芝利(5)

基础学科组

- 昆虫视觉的研究及其应用 吴卫国等(7)
利用卷蛾(鳞翅目)的翅脉图像进行种类鉴定研究 刘友樵等(11)
螽斯听觉神经元的结构与功能 沈钧贤(12)
分子生物学技术在昆虫学研究中的应用——种群遗传结构与种下演化
..... 陈晓峰(14)
全球气候变化:昆虫生态学研究面临的新问题 吴坤君(15)
节肢动物—农业环境质量生物学评价的重要参数 胡敦孝(17)
地理信息系统及相关技术在害虫种群宏观管理中的应用 翟连荣(18)

农虫学组

- 我国亚洲玉米螟研究进展 王振营等(20)
以农业措施为主的温室白粉虱持续治理技术研究 朱国仁等(21)

林虫果虫学组

- 柳卷叶叶蜂生物学特性及形态描述 周淑芷等(22)
锤角叶蜂科两新种(膜翅目 锤角叶蜂科) 黄孝运等(22)
中国珍稀昆虫图鉴 陈树椿(23)
中国瘤胸蛱蝶属的研究蛱蝶目:异蛱蝶科) 陈树椿等(23)
中国刺蛱蝶属的研究蛱蝶目:蛱蝶科) 陈树椿等(24)
广西异蛱蝶科一新属新种蛱蝶目:异蛱蝶科) 陈树椿等(24)
马尾松林昆虫群落对松毛虫抑制作用的研究 李天生等(24)
不同油松林对赤(油)松毛虫自然控制能力的研究 李镇宇等(25)
油松毛虫成虫迁飞能源物质的分析 车锡冰等(26)

新疆杨在不同结构林分中对光肩星天牛的抗虫效应	周章义(26)
诱饵树(糖槭)对防护林光肩星天牛诱集作用研究的初报	骆有庆等(27)
十种农药防治光肩星天牛的药效分析	梁成杰等(27)
光肩星天牛成虫预测预报及种群数量变动规律研究	高瑞桐等(27)
祥云新松叶蜂预测预报系统	张 真等(28)
祥云新松叶蜂种群测报模型分析	王鸿斌等(29)
复合微生物杀虫剂与森林害虫持续控制	张永安等(29)
苹果园植物多样化与害虫的防治	严毓骅(30)

城市昆虫学组

资源昆虫产业和发展趋向	杨冠煌(30)
药用昆虫及其发展前景	樊 瑛(31)
食用昆虫的研究和利用	张 峰等(33)
观赏昆虫与园林建设	刘思孔(34)
无农药污染防治园林植物病虫害试验和推广	杨志华(35)
无公害农药“速杀威”在天坛公园的试验及应用	刘育俭等(35)
关于北京地区白蚁防治工作的报告	张淑惠(36)
黑菌虫(<i>Alphitobius diaperinus</i>)的应用研究	梁成杰等(37)

生防学组

天敌资源持续利用与开发,调控害虫种群密度的技术	严毓骅(37)
双刺益蝽生物学特性的研究	姚德富等(38)
迈向二十一世纪的无公害生物农药产业	陈建锋等(39)
人造卵赤眼蜂工厂化生产与应用	吴钜文(40)

农药学组

瓜—棉蚜(<i>Aphis gossypii</i>)抗药性的毒理学和生物化学	高希武(41)
棉铃虫抗药性的毒理学和生物化学	高希武等(43)
棉叶螨主导抗性机制的研究	陈年春等(45)
3.2%苦参碱氯氰菊酯乳油(田卫士)——一种新型无公害杀虫剂	钱益新等(45)
四个地区棉铃虫羧酸酯和多功能氧化酶活力比较	芮昌辉等(47)

检疫学组

- 旅客携带动植物及其产品传带危险性害虫严重性分析 王懿君(48)
- 首都机场灯下昆虫种类初报 武国栋等(48)
- 从丰台货运口岸截获的害虫看木包装检疫的重要性 张秀生(48)
- 国外传入的森林危险性病虫害情况及趋势分析 王淑英(48)
- 我国森林植物检疫值得注意的几种昆虫 李镇宇等(48)
- 引进苜蓿切叶蜂的虫害检疫 陈合明(49)
- 警惕引进天敌时传入危险性害虫 陈洪俊(49)
- 关于害虫检疫抽样检验技术的商榷 徐国淦(49)
- 中国马铃薯甲虫发生现状和研究进展 张润志(49)
- 熏灭净(硫酰氟)的应用技术研究 徐国淦(49)

养蜂学组

- 促进我国蜂业持续发展的基本对策 许正鼎(50)
- 人类、蜜蜂与环境 杨冠煌(50)
- 蜜蜂病毒研究进展 冯 峰(51)
- 苜蓿切叶蜂为苜蓿授粉的增产效果 陈合明等(51)
- 银杞王乳的研制与药效学研究 李盛东等(53)

医学昆虫学组

- 奋斗呐对白纹伊蚊幼虫蛋白、蛋白酶和羧酸酯酶的影响 李凤舞(54)
- 北京市蟑螂危害现状及防治对策 曾晓芃(55)
- 全国城市蚊虫防治工作的现状和展望 王美秀(55)
- 全国城市蝇类防治工作的现状和展望 叶宗茂(55)
- 全国第四届医学昆虫学术讨论会情况简介 李承毅(55)

古昆虫学组

- 中生代晚期直翅目哈格鸣螽科一新属 王文利等(55)
- 中国东北晚侏罗蜴蛉(长翅目)化石研究 任 东(57)
- 中国古生代晚期昆虫群的建立与演化序列 洪友崇(57)
- 中国静态窄长蚜虫新属种 *Tenuilongiaphis stata* gen. et sp. nov.
..... 张广学等(59)

可持续发展:中国的必然选择

孙小礼

(北京大学哲学系科学技术与社会发展研究中心,北京,100871)

自18世纪工业革命以来,人类认识自然和改造自然的能力大大加强,社会经济发展获得了空前的速度和规模,创造了日益丰富的物质财富,促进了人类文明的发达和繁荣。但是,人类过度地消耗了自然资源,严重地污染了自然环境,破坏了自然界的生态平衡,从而损害了人类赖以生存的地球。现在,人类正面临着一系列全球性的资源和环境问题,不但给当前的人类发展造成困难,而且对子孙后代的生存构成威胁。寻求怎样的发展道路才能摆脱这种困境?这是今天全世界人民共同关注的热点和焦点问题,甚至是列为榜首的世界性问题。

可持续发展,正是为了使人类走出这种困境,使子孙后代能够正常生存和发展而提出的一种新的发展战略思想。1987年,联合国环境发展世界委员会在其报告《我们共同的未来》中,明确地提出了可持续发展(或简称为可持续发展)的概念:可持续发展是这样的发展,它满足当代的需要,而不损害后代满足他们需求的能力。

可持续发展,这一新概念的酝酿和形成经历了相当长的过程,是人类实践和科学技术高度发展的产物,是人类以沉痛的代价换取来的认识成果。在20世纪五十年代以前,人们以为,地球上的资源是无限的,地球为人类提供的生存环境是只受自然规律支配的。以后,人们才逐渐觉察到,人类活动之庞大和强烈,已给地球造成了不可忽视的影响。资源减少、生态恶化等严重后果正在危害着地球和人类自身。人类再也不能只是利用自然、改造自然,还必须保护自然。必须精心地爱护和治理地球——养育人类、造福人类的地球。

可持续发展的概念和理论在不断地探讨和发展之中。现在人们已对1987年的上述提法作了重要补充:可持续发展不仅要追求代际公正,即当代人的发展不应损害下代人的利益,而且还要追求代内公正,即一部分人的发展不应损害另一部分人的利益。

1992年6月在巴西的里约热内卢举行的“联合国环境与发展大会”是有史以来规模最大的一次国际会议,183个国家和70个国际组织的代表参加了会议,其中有102位国家元首或政府首脑到会。李鹏总理率中国代表团出席了会议。可持续发展是会议的中心议题,大会通过了《关于环境与发展里约热内卢宣言》,制定了《21世纪议程》。这些文件的发表,说明可持续发展已成为全世界绝大多数国家政府首脑的共识。《21世纪议程》是一个把可持续发展思想付诸实践的全球性行动纲领,目的要改革人类社会现有的生产方式和消费方式,使之与地球的有限承受力相适应。

中国的国情决定了中国必须走可持续发展的道路。中国的可持续发展是全球可持续发展事业的一个重要组成部分。

中国是一个人口大国,到1995年2月15日,中国人口已达12亿,占世界总人口的22%。中国也是一个资源大国,所谓“地大物博”,然而按人口平均则是“地不大物不博”了。

中国的水资源居世界第6位,但人均淡水拥有量只是世界人均占有值的四分之一。在

全国五百七十多个城市中,现在已有三百多个城市缺水,并有包括北京在内的四十来个城市严重缺水。

中国的国土面积居世界第3位,仅次于俄罗斯和加拿大。然而人均土地拥有量则是世界人均拥有量的四分之一。目前人均耕地只有1.3亩,有的地区已下降到0.7亩以下,即在联合国规定的人均耕地警戒线0.795亩以下。中国又是世界上水土流失最严重的国家之一。到1992年,据遥感普查,我国水土流失面积为367万平方公里,占国土面积的38.2%,每年流失的土壤量达50亿吨,约占全世界每年流失量的五分之一。中国还是沙漠化严重的国家之一。沙漠和沙漠化面积已达153万平方公里,占国土总面积的15.9%。现在沙漠化面积正以每年两千平方公里的速度蔓延。

中国是一个贫林国家。森林的人均拥有量不足世界人均占有值的六分之一。森林覆盖率的高低是当今世界衡量一个国家的生态环境质量和文明程度的重要标志。一个国家要有较明显的整体生态功能,它的森林覆盖率必须达到30%以上,而且分布要均匀。现在中国的森林覆盖率只有13.92%,分布又极不均匀,几乎有四分之三的森林资源集中在东北和西南。

生物多样性在我国也受到严重破坏。据统计,近50年来,约有200种高等植物灭绝。现在约有4600种高等植物和400种野生动物处于濒危状态。

随着我国经济的快速发展,对资源能源的需求迅速增长。石油的后备资源不足,可采储量不能保证2000年时的建设需要。煤的缺口也很大。在45种重要矿产中,已有11种不能满足需求。铁、锰、铬、铝等现在已经有赖于进口。然而在能源短缺的情况下,浪费还很严重,我国的能源利用率平均只有30%。

我国的环境状况更是不容乐观。工业“三废”(废气、废液、废物)的排放量在增长。大气、江湖污染严重,农田被三废污染的面积已达1000万公顷。渔业资源也在衰退。环境污染还危及我国人民的健康,据1993年统计,恶性肿瘤是城市居民的首位死亡原因,农村居民的第二位死亡原因,其中又以肺癌死亡率最高。呼吸系统疾病是农村居民的首位死亡原因。这些情况都与环境直接有关。虽然经过环境治理,局部有所改善,但总体还在恶化。

建国以来,我国经济的高速增长也付出了消耗资源和牺牲环境的代价。这样的经济增长模式在未来的发展中是难以继续的,必须加以改变。

1992年联合国环境与发展大会之会,中国政府迅速编制了《中国21世纪议程》,并于1994年3月25日在国务院常务会议上讨论通过,表明中国要走可持续发展道路的决心。这一议程是中国21世纪的人口、环境与发展白皮书,是中国迈向21世纪的发展蓝图,也是中国对国际社会的庄严承诺。

1995年9月28日,江泽民主席在党的十四届五中全会闭幕时的讲话中指出:“在现代化建设中,必须把实现可持续发展作为一个重大战略。要把控制人口、节约资源、保护环境放到重要位置,使人口增长与社会生产力的发展相适应,使经济建设与资源、环境相协调,实现良性循环。”他还说:“必须切实保护资源和环境,不仅要安排好当前发展,还要为子孙后代着想,决不能吃祖宗饭,断子孙路,走浪费资源和先污染、后治理的路子。”

李鹏总理在1995年9月25日所作的《关于制定国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标建议的说明》中指出:“尽管我国是发展中国家,受到客观条件的限制,资

源和环境问题不可能一下子解决得很好,但在现阶段就必须给予足够重视。要按照《中国21世纪议程》的要求,努力做到合理开发和利用资源,大力推广和运用节能、节材、节水、降耗技术,坚决执行保护资源、保护环境的法律法规。‘九五’计划和15年远景目标,一定要体现可持续发展的方针,这是造福当代、泽及子孙的大事。在保护资源和环境的问题上,大家一定要把眼光放得更远些。”

可持续发展是极其复杂、极其艰难的伟大事业。要使社会系统和自然系统相协调,特别是人口、资源、环境三者相协调,需要对一系列的重大问题不断地进行研究,不断地探索和寻求对策。

(一)人口问题。对中国来说,人口问题的重要性就在于,这是为推进中国的现代化准备良好的人力资源条件。

一方面,必须继续推行计划生育,控制人口增长。目前我国人口年均自然增长率仍高达千分之十四,每年新增人口1400万左右,两年的新增人口就超过加拿大的总人口,对资源、环境将造成越来越大的压力,是我国经济发展的严重制约因素。必须把人口增长率逐步降下来,到2000年和2010年分别把人口控制在13亿以内和14亿以内,这一近期的奋斗目标,是实现我国可持续发展的一个重要条件。

另一方面,还必须大力推行优生优育,逐步提高人口质量。据1987年全国抽样调查,有18.1%的家庭有残疾人,全国各类残疾人总数达5000万之多,占全国人口的4.9%。1990年统计,全国文盲、半文盲人数达到了1.8亿,农村就业人口中,文盲、半文盲占36%。人口素质不高,同样是经济发展的严重制约因素。这种情况必须加以改变。

(二)资源问题。资源的紧缺对于人均资源拥有量位居世界后列的中国来说,是十分紧迫的严重问题。1)需要大致摸清各种资源的家底,亦即进行资源的调查和估算。2)资源态势分析。根据经济和社会的发展情况,研究各类资源的供需现状、消长变化及未来趋势,进行超前性预测分析,论证对社会经济进一步增长的资源保证程度。3)资源的合理利用。要坚持利用与节约并重的原则。要研究怎样进行综合利用、循环利用、深度开发利用,以及提高资源利用率。4)资源的保护和管理。要研究以资源的勘探、开发到利用的各个环节怎样与资源保护相结合,怎样进行合理有效的科学管理,以尽可能减少和避免对资源的浪费和破坏,达到资源可持续使用的目的。5)开发对资源的清洁使用技术,对可再生能源特别是太阳能、风能、地热能、生物能等清洁能源的充分利用。6)努力寻找和开发新能源,特别是清洁能源。

(三)环境问题。联合国环境规划署制定和签署了一系列环境保护公约。中国要履行国际义务,还要治理和保护国内环境。要把环境意识、环境因素、环境价值渗透到经济建设和社会发展的各个领域中去。

城市是人口集中、工业集中、也是污染集中的地方。而工业是最大的环境污染源。在我国,城市工业的三废排放量占全国总排放量的百分之五十以上。要改善和提高城市生态环境的质量,必须改革工业生产方式,建立可持续工业,大力推行“清洁工艺”和“清洁生产”,又称“绿色工艺”和“绿色生产”。还必须改变人们的生活方式特别是消费方式,以减少城市污染。应抓紧对“四害”(污水、废气、废渣、噪声)进行综合防治。

企业是现代社会的一种基本组成单位,是环境问题的主要制造者,也应该是解决环境

问题的主要承担者。1994年7月在北京召开了首届绿色科技企业论坛会议,发表了“中国企业绿色宣言”,声明将根据可持续发展战略的需要,逐步调整企业的发展战略,提高对环境和资源的保护意识,自觉地把环境、资源价值纳入到生产核算体系中去,作为制定企业决策和衡量企业效益的重要依据。企业要逐步采用绿色技术,在生产和流通的全过程中逐步采用绿色技术,在生产和流通的全过程中逐步降低直至消除污染排放,实现企业的绿色增长。积极开发绿色产品,引导绿色消费,培育绿色市场。

建立可持续农业,是世界农业现代化的新趋向。在我国,已提出了资源节约型高产高效农业的目标和有关的指导原则。怎样把可持续农业这种战略思想贯穿到农业生产的方方面面,需要在选择和培养优良品种、保持和提高土壤肥力、防止水土流失、科学种植等各个环节中研究和开发无公害的农业技术,保护农业生态环境,节约农业资源。

总之,要实现可持续发展这一空前巨大而又复杂的社会工程,需要政治、经济、法律、科技、文化、教育、道德等等诸多社会力量的协同配合,需要社会各层各界的男女老少共同参与,使社会公民人人有责。为此,需要向全民进行可持续发展的教育,以提高坚持可持续发展的自觉性。

科学技术工作者对于可持续发展有着特殊重要的责任和作用,他们是可持续发展的先知先觉者,可持续发展理论的研究者和传播者,又是可持续发展能力的建设者和创新者,表现为推动可持续发展的骨干力量。在可持续发展的能力建设,科技能力居于关键性的地位。发展高水平的绿色科技,是实现可持续发展的必不可少的条件。1994年5月李政道、周光召两位教授发起和主持了有近百位学者参加的“21世纪中国的环境与发展”研讨会,会上提出建立可持续发展的十大技术体系:资源节约化、能源清洁化、废物资源化、环境无害化、城市生态化、生态农业、乡镇企业改造、区域环境恢复与重建、大型自然工程评估和环保产业的高新技术体系。1995年中国科学院已选定十个地区,开展区域可持续发展研究。

中国是一个经济基础比较薄弱的发展中国家,当前面临发展经济、摆脱穷困和保护资源环境、创造可持续发展基础的双重艰巨任务。但我们有决心和信心,努力探索出适合中国国情的可持续发展模式,使中国在21世纪逐步步入可持续发展社会。

(本文已在北京日报正式发表)

可持续发展的植物保护造福全人类

张芝利

(北京市农林科学院植保环保所, 北京 2449 信箱, 100081)

1995年7月2—7日在荷兰海牙召开了第13届国际植保大会。大会的主题是“可持续发展的植物保护造福全人类”(Sustainable Crop Protection for the Benefit of All)。大会开幕式主题报告“从保护作物到保护农业生产体系”(From Protecting Crops to Protecting Agricultural Production Systems)和大会的专题研讨会“制订(植物保护)政策是造福全人类必不可少的大事”(Policy Making, a Must for the Benefit of All)以及有关的报告,从各个不同的角度来阐明本届大会的主题,对于指导各国的植物保护工作有着广泛的深远的战略意义。本人有幸参加本届大会,现将会议主要内容简述如下,供大家参考。

进入九十年代,面对二十一世纪,人类面临着环境和资源问题的严重挑战。越来越多的国家和人民已经认识到传统发展战略的局限性,接受了“可持续发展”的思想。从资源和环境的角度看,是在如何保证和进一步改善生态良性循环的前提下,寻求满足当代人和下一代人需求的发展途径。

农业从传统农业向现代农业转变过程中,也已逐步或正在接受“可持续发展”的观念。世界各国都在探索可持续发展农业的新途径。建立可持续发展农业的目的在于:一是持续地增加产量,并确保食物安全;二是持续地提高农民收益,消除贫困;三是持续地、合理地利用资源,保护和改善环境,在满足当代人生存需要的同时,又不致于破坏后代人赖以生存的资源基础和环境条件。实施“可持续发展农业”已成为世界各国的共识。

可持续发展农业是一个复杂的系统工程,植物保护是其中的一个重要方面。因而,植物保护的观念正面临着挑战。

海牙大会报告人认为,应把过去植物保护的局限性,扩展到保护农业生产系统。这意味着不仅仅针对直接危害作物生产的病虫草鼠等有害生物,还要考虑土壤、栽培等农艺学科,以及社会经济学科,要考虑IPM(Integrated Pest Management)和INM(Integrated Nutrient Management)的结合。从大的时空观念来看,不仅仅局限于个别的地块和某个生长季节,而要考虑整个栖息环境以及流域的治理和保护,要把农民的土地作为大的景观的一部分来考虑。从规模化发展意识看,为了促进土地的可持续利用,要运用生态学和社会经济学的知识和技术。保护生产系统要考虑综合土地利用的不同要求(农业生产、风景旅游、自然保护等),同时要促进农民、决策者和公众的参与。然而,遗憾的是,农业科学在世界各国没有受到应有的重视,农业科学专业的学生在数量和质量上均在持续下降,这与人类面临的挑战是极不相适应的。可持续发展的植物保护需要掌握全面知识和技能的大量优秀人才。

大会有关报告指出,随着科学技术的进步和人们对环境的要求,导致人们加强了对植保工作的立法和管理行动。多年来,在代表农民利益的农民协会和立法管理部门之间,在环境保护工作者和化学农药工业之间在不断的争论。这种争论是件好事,如果任何一方保

持沉默,就不能前进。大会有关报告预测,争论的时期即将结束,争论各方将在可持续发展的统一认识下达成共识。在植物保护工作管理方面,新的标准正在一些发达国家和地区建立,特别是作为可持续的植物保护技术立体的生物防治和综合防治技术在很多国家和地区迅速发展,取得了成效,做出了样板。本届大会有关报告认为,高新技术在植保上的应用也已临近突破的边缘,预计在第14届国际植保大会上将显示光明的前景。

本届大会与以往各届大会的显著不同点是化学农药公司的参与和支持下降,只有氰胺公司展示了多种新的产品和举办了专题报告讨论会。与会代表也关注到全世界大的著名化学农药公司数量正在减少,但令人欣慰的是现存的或合并后新成立的化学农药公司在继续寻求高效低毒低残留高选择性的新农药,并符合更加严格的登记标准。有些化学农药已改变了过去化学农药的含义,对于目标的有害生物不再是“毒物”(poison),而仅仅是增强了作物对有害生物的抗性,而达到控制有害生物危害的目的。

本届大会另一显著特点是推销生物防治技术和产品的公司明显增加,使人们看到了生物防治产业化的现实与前景,反映了大会主题深入植保界人心,展示了生物防治无限光明的发展前景。

本届大会还特别关注到妇女在植物保护中的作用和问题,设立了有关妇女问题的专题论坛,参加者踊跃。报告人指出在越来越多的国家中,妇女成为农业生产的主力军。而在植物保护过程中,化学农药不仅危害到妇女本身,而且危害正在哺养的儿童以及下一代儿童。由此也提出了发展非化学防治技术的重要性和迫切性。

大会确信传统的植物保护理论和实践,将会和现代发展的植物保护理论和实践逐渐磨合到统一,崭新的可持续的植物保护理论和实践体系将会建立。

综上所述,与会者围绕本届大会主题,取得共识,认识到可持续的植物保护既考虑到防治对象和被保护对象,也考虑到整个农业生产体系,考虑到环境保护和资源的再利用;既考虑到当时当地病虫害,也考虑到未来及更大空间的病虫害;既考虑到植物保护学科本身,也考虑到相关学科在可持续发展系统中的联系;既考虑到当代的人类和环境,也考虑到下一代人类和环境。因而,建立可持续的植物保护体系,对植保工作者提出了更高的要求。任务是艰巨的,但前途是光明的。

由于本人英语和理论水平所限,理解和表达有错误之处,恳请大家批评指正。

昆虫视觉的研究及其应用

吴卫国 吴梅英

(中国科学院生物物理研究所, 北京, 100101)

在科学技术高度发展, 现代化工业极为发达的今天, 作为现代社会的三大资源之一的“信息”, 其价值已经超过物质和能量资源, 成为人类社会生产力快速发展的必要条件, 同时, 一个高速有效的信息处理系统在工业、农业、国防和科学技术等领域发挥了越来越大的作用。以微电子学和电子计算机为基础的一个完整的现代化信息系统, 由信息的采集与存储、处理与提取、传输与交换三大部分组成。尽管多功能、超大规模集成电路的出现, 使信息系统逐渐走向微型化, 并在一定程度上降低了功耗, 提高了速度和可靠性, 但是, 无论在体积、功耗、速度、可靠性以及寿命、自动化和自补偿程度等方面都无法与自然界亿万年进化的产物——动物的脑相提并论, 于是, 人工智能工程师们便转向借鉴神经生物学的研究成果, 希望通过模拟动物脑的功能及其机理研制出新一代的人工智能器件和智能机。

在亿万年的进化过程中, 许多不能适应环境变化的动物种群被逐渐消亡, 现存动物种类的 75% 以上是昆虫, 而且都不同程度地发展了它们各自的生存绝技, 有些技能甚至连号称万物之灵的人类也会自叹不如。比如螳螂, 它匍匐在植物的花茎上, 当有小虫飞过, 它能在 0.05 秒内一跃而起, 吞下飞行中的小虫, 在这 0.05 秒内, 它需要准确地测出虫的大小, 飞行方向和速度。要达到这种检测速度和精度, 从目前的微电子和自动化技术是难以实现的, 而小小的昆虫却靠它的一对大复眼和颈部的一个本体感受器轻而易举地实现了。动物脑的信息有 90% 以上来自于眼睛, 尽管昆虫复眼及脑结构比较简单, 神经元的数量为一万到几十万个, 是人脑的 106 分之一, 但昆虫的复眼却和人及哺乳动物的透镜眼有相同的基本功能, 包括脑的高级功能——学习和记忆功能, 有些甚至是人和哺乳动物透镜眼所不及的。例如昆虫复眼能感知偏振光、紫外线、对运动目标特别敏感等等。因而, 昆虫复眼视觉信息加工的研究引起了国内外科学家, 特别是人工智能方面科学家的高度重视。

一、昆虫复眼具有独特的结构和奇异功能

1. 昆虫复眼本身是一个精巧的定向导航控制系统。昆虫(特别是雄性家蝇)具有快速与准确的处理视觉信息的能力, 它能实时计算出前面飞行方向速度, 能实时处理图像信息, 及时作出反应, 以便跟踪和拦截雌蝇和目标。

2. 昆虫复眼具有一个多孔径光学系统。比如蜻蜓复眼由近 2000 个子系统组成。到目前为止, 所有人类发明的光学器件, 甚至人类目前尚不能制造的一些光学器件都能在昆虫复眼的光学系统各种组合中找到对应结构。所以, 这种多孔径的具有智能特征的视觉系统, 能加深我们对多孔径光学原理的理解和应用, 对促使传统光学微型化、阵列化、集成化和网络化; 使之与电子技术相应匹配, 可实现光学系统智能化。

3. 昆虫复眼能检测目标——背景相对运动。许多昆虫能在复杂的背景中检测、跟踪与背景有相对运动的目标。当背景和目标具有相同的质地时, 目标没有明显的边界和轮廓,

如果两者无相对运动,昆虫不能发现淹没在背景中的目标,而当目标与背景之间有相对运动时,昆虫具有发现和跟踪目标的能力。

4. 昆虫复眼是一个高度平行的信息加工系统。昆虫复眼从外周网膜到各级神经节都具有平行加工的能力,它是一个高度平行密集分布状的、互相连接、具有自适应、自组织以及容错能力的超级计算网络。这与目前基于冯诺依曼理论的计算机有本质的不同,这种计算网络适合于模式识别、联想和推理方面的运算,这正是目前基于冯诺依曼理论的计算机所无能为力的。对于包括脑在内的视觉系统信息加工体系、算法及神经网络研究,将为实时信息处理以及新一代具有平行分布特点的智能计算机提供原理。可以预测,以脑结构与功能为原型将产生新一代计算机,美国贝尔实验室在1975年专门成立了大脑研究室。

5. 许多昆虫(特别是蜜蜂)具有出色的学习和记忆能力。研究已经表明,蜜蜂经过一次或多次奖赏训练后,能够学会分辨物体的气味、颜色、模式以及时间表等。进一步研究证实,蜜蜂复眼的蘑菇体负责这种功能。如果把该机理用于工程模型,可使该模型具有学习、记忆和识别能力。

二、昆虫视觉的研究成果已在工程技术上得到应用

在国际上,许多关于昆虫复眼视觉信息加工研究成果已在国防上和工程技术领域内得到应用。

1. 偏振光导航仪。根据蜜蜂复眼对偏振光敏感的视细胞结构,在单个小眼中相邻地排列着偏振方向稍有差别偏振片。如图1a所示,模型是由8块小三角形的检偏振片组成,若把这种“人工蜂眼”向天空望去,随着太阳位置的改变明暗图案发生变化,由此即可知光的偏振方向。如图1b所示,研制的偏振光导航仪早已在航海事业中使用。

2. 多孔径光学系统装置。科学家根据昆虫复眼多孔径光学系统的结构特点,设计了一种半球型多孔径光学系统装置(图2)。该装置是由多孔径光学系统、前置放大系统和探测系统组成。由于该装置视场大,容易搜索到目标,所以国外已在一些重要武器系统中使用,例如,大型红外望远镜,装在预警卫星上。如果进一步提高该装置的灵敏度、分辨率和作用距离,可以用在雷达系统、舰艇的搜索和跟踪系统及宇宙空间的监测等。

3. 空对地速度计。科学家在测量甲虫视动反应的基础上,提出了运动知觉模型,这个模型的本质是相关运算,由于目标运动,空间位置不同的感觉器的信号有位相的差别,因此,对不同感受器输出的信号经过相关运算,可以测量出目标的运动速度和方向。该运动知觉模型已用在飞机上来测量飞机和地面的相对速度(图3)。

4. 侧抑制网络模型。生活在水中的某些昆虫,其复眼的每个小眼对其他的小眼都可以产生抑制作用,而且这种抑制作用在小眼间是相互的。当一个小眼(A或B)分别单独受到光时,各自都具有一定频率的脉冲发放,而当小眼A和B同时受到光照时,二者的脉冲发放频率同时都变低了。这是由于二者相互受到对方抑制作用的原因。进一步研究邻近多个小眼之间的抑制作用时,发现相互都存在着抑制作用。小眼延伸出的神经纤维之间,有许多侧向神经联系,形成了神经网络,这就是侧抑制的神经基础,通过侧向抑制神经联系实现的抑制作用,称为侧抑制作用。由于侧抑制作用的存在,能够使眼睛将所接收到的光学信息进行加工,以便增强边缘反差,突出轮廓,使图像看起来更加清晰,保证了昆虫在

昏暗水中能够准确捕食,有效地逃避敌害。

在电生理研究的基础上,对侧抑制作用进行了定量分析,提出了侧抑制作用的数学模型,针对不同的应用目的,对数学模型可以采取不同的简化处理,从而得到不同的电子模型,侧抑制网络的电子模型可以用在各种摄影系统和图像探测系统,以便增强图像边缘反差和突出轮廓。

三、昆虫复眼视觉信息加工研究的应用前景更加广阔

国际上由于工程技术的迅速发展,许多难以克服的问题也相继出现,促使了不同部门,不同领域的科学家共同参加研究有关昆虫复眼视觉信息加工的机理,进一步揭示昆虫复眼的独特结构和奇异功能,把有关研究成果应用于军事领域和工程技术上,这必将显示更加诱人的前景。

1. 运动机器人的视觉导航装置。1992年,由法国神经生物学和自动控制专家根据家蝇精确定向导航机理共同设计、模拟和研制了运动机器人的视觉导航装置。该装置的视动系统由五个亚系统(或层)组成。从外周向内依次为:光学层、光感受器层、初级运动检测器层、抗碰撞层以及驱动发动机和控制发动机层。光学和光感受器层利用100多个微型透镜和相应数量的光电二极管组成,取样 360° 方位角。视动系统位于在装置的顶部,重约1公斤,装置的底部有三个同步驱动车轮,总重约10公斤。视动系统能正确判断它与周环境目标物的方向、位置和距离,实时进行定向导航。目前该装置仅在陆地上使用,能在随机分布的森林地带和有障碍物的环境中顺利穿行,不至于碰到障碍物(图4.5.)。

2. 仿昆虫复眼寻的末制导装置。1980年,美国佛罗里达大学和美国英格林空军基地将昆虫复眼信息加工原理用于空对空导弹的制导研究。1985年,他们的研究工作又得到美国海军的支持。根据家蝇精确定向导航原理,现已成功地研制了工程模型。仿昆虫复眼寻的末制导导引头具有以下特点:

- (1)体积小、焦距短、重量轻、大视场、非机械扫描,容易降温。
- (2)多通道操作,通道之间可以交叉修正及一些相关效应。
- (3)采用被动方式制导,工作波段为 $1\mu-14\mu$,既可以滤掉太阳的光谱辐射,又可以充分利用敌人导弹的红外辐射能量,因此可以全天候工作。
- (4)该装置采用昆虫视觉跟踪制导的原理,因此具有较强的跟踪和搜索能力。
- (5)该系统是凝视红外系统,不含有任何机械扫描元件。
- (6)本系统电路设计利用复眼的侧抑制和信息平行加工原理,因此具有很高的抗干扰能力和实时处理信息的能力。
- (7)对目标具有自适应能力。
- (8)具有高度的容错能力。

3. 昆虫化的机器人。美国已经专门建立了制造微型化的机器人公司,该公司帮助计算机科学家实现昆虫化机器人。他们认为,从事机器人研究的科学家、工程师以前走错了路,试图建造象人那样的机器人,用计算机当大脑,眼睛是电子视觉系统,手和脚全由计算机协调,结果耗资巨大,研制出的机器人却智能很低,只能干些焊接汽车之类的简单而重复性很强的活。昆虫化机器人造价低廉,能承担某些特殊任务,而且活动自如。

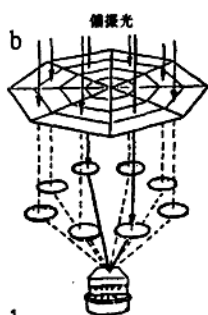
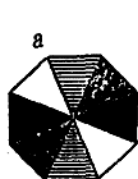


图 1

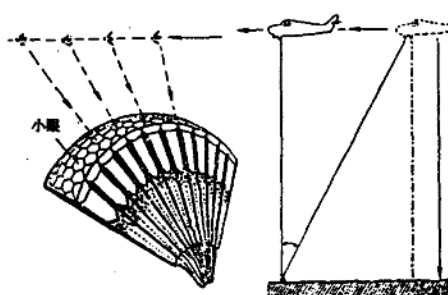


图 3

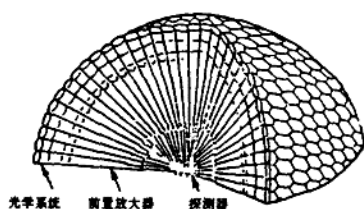


图 2

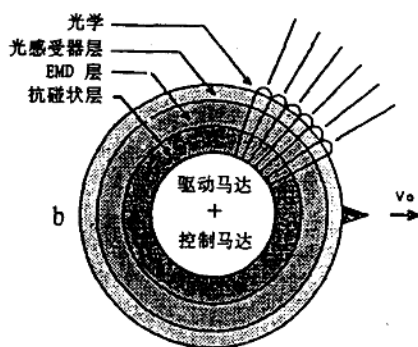
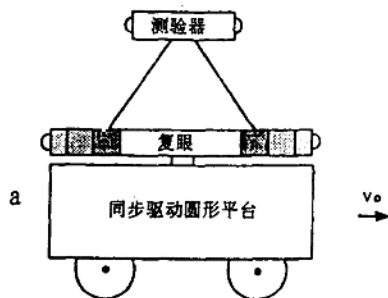


图 4

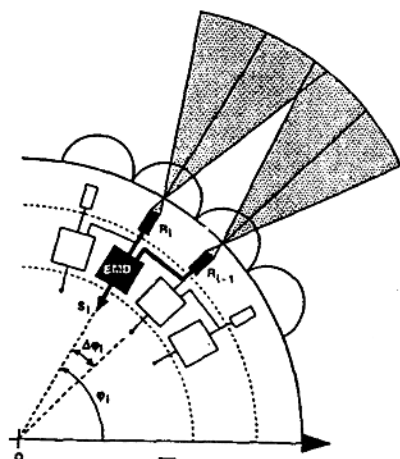


图 5

图 4. a. 运动机器人的视觉导航装置纵剖面. b. 运动机器人视动系统结构纵剖面. V_0 示速度. 图 5. 基于运动视差的避免碰撞原理. R_i, R_{i-1} 为两个相邻的光感受器. EMD_i 为初级运动检测器, $\Delta\phi_i$ 为小眼间角, ϕ_i 为 EMD 的极角, S_i 为 EMD_i 的输出信号, O 为交点.

利用卷蛾(鳞翅目)的翅脉图像 进行种类鉴定研究

刘友楠

刘景东

(中国科学院动物研究所)

(日本模拟、数字计算机公司)

几百年来,无数昆虫分类学家为识别昆虫种类,做出了巨大贡献,积累了宝贵资料。可是由于昆虫种类多、结构复杂,就连分类学家也必需付出多年时间和精力才能真正掌握它们。如果能把专家们的宝贵资料加以非常简化的分类程序,使更多人在很短的时间里就能掌握它们,那该多好。而今,计算机能以每秒几百万次的速度闻名于世。若能利用昆虫某方面特征来发挥它的这一无与伦比的优势,想必是一条可行之路。

许多书中对昆虫的翅和翅脉都有了比较详尽的记述。特别在鳞翅目里很普遍在应用着,不过只是注意到脉与脉是否分离、同出一点、共柄、并接或愈合等一眼就能看出区别的形态特征为止。那么翅脉里会不会还有可能蕴藏着一些微小的、肉眼难以分辨的种间特征呢?于是我们利用卷蛾科种类开展了以下的观察试验研究。

(1)用翅脉做为特征的稳定性观察:取一种卷蛾同一个体和不同个体的左右翅脉进行相互对比,发现它们之间并没有什么区别。而取两种不同卷蛾的翅脉进行对比则区别就很大。雌雄异型的种类翅脉的差异也大。假定输入误差为1,那么根据计算图像输入变异为 $1+0.5$,个体变异为 $18+10$ 、种间变异为 $217+98$ 。有了这个肯定的前题,就为利用翅脉图像进行卷蛾种类鉴定打下了基础。

(2)根据卷蛾前翅翅脉电脑图像,确立了一套利用翅脉图像计测来鉴定卷蛾种类的方法。这个方法主要分为三个步骤:先从翅脉选出它在中室和翅缘上的22个交点来,然后进行编号。中室上的交点基本是奇数,翅缘上是偶数,从而创立了利用奇数、偶数点来求坐标的“二中心法”。解决了坐标的问题。其次,在输入翅脉图像时,又发明了共同的翅脉模式。借助模式来把从摄像机输入的翅脉交点逐一加以修正,从而达到了输入22个翅脉交点的目的。被称之为“模式修正法”。最后一步,根据不同种间的“异似度”,把从摄像机新输入进来的翅脉和已有的翅脉逐一进行对比,然后排列出一个异似度从小到大的顺序来。最小的那一个,就是你所要鉴定的种类。这个方法叫做“异似度排序法”。初步模拟试验50种卷蛾结果,名列第一的准确率高达98.2%,名列第二、第三的准确率为1.8%。

(3)为了保证100%的准确率,本系统还拟将已知种的成虫形态图、雌、雄性外生殖器解剖图以及文字描述,包括形态、生活习性、寄主、分布等等都输入在内。这些资料可以随时提取,配合鉴定,借以达到鉴定的准确无误,保证万无一失。

螽螂听觉神经元的结构与功能

沈钧贤

(中国科学院生物物理研究所, 北京, 100101)

声音是动物(包括人类)交流信息的主要方式之一。信息活动是脑功能的核心。因此, 研究动物声通信行为的神经机理, 及其分子、细胞基础, 是神经科学研究领域中一项具有重要科学意义的基础课题。

具有听觉功能的动物只有脊椎动物与部分昆虫。它们面临相同的听觉任务: who(判断发声者); What(辨知语言或叫声的含义)和 Where(检测声源的方位)。直翅目昆虫具有良好的听觉辨识与定位能力。由于其中枢神经系统(10^5 个细胞)比脊椎动物的(10^{10})简单, 因此, 研究动物声通信的神经机理常以昆虫作“模式”。

据 Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology (1985) 第六卷第九章第 542 页介绍, 八十年代初国际上开始研究昆虫声行为神经机理。但螽螂听觉神经元的形态结构了解很少, 螽螂 Ω 神经元的结构与电生特征均不清楚; 螽螂与蝗虫对低频声信息的编码与加工尚无报道。

近年来, 在国家自然科学基金资助下, 我们采用单细胞电生理记录与标记技术, 就昆虫声通信的神经机理进行了开创性研究。主要研究内容包括:

1) 螽螂趋声行为的基本特征; 2) 与低频声信息编码与加工有关的神经结构及功能; 3) 听觉神经元的结构, 对声信息的编码、传递与加工; 4) 声源方位检测的机制。

若干重要发现与理论创新, 反映在国际、国内发表的约四十篇论文之中。

一、螽螂趋声行为的主要特征, 鸣声参数及发声机制

以同地共生的短翅鸣螽和硕螽为对象, 首次证实雌螽对同种雄虫的鸣声有良好的趋声性, 较好的种声识别和声源方位判别能力; 对趋声特征作了定量描述。发现: (1) 只有同种雄虫的鸣声才能诱发趋声行为; (2) 趋声运动速度比非趋声行走快 10—15 倍; (3) 趋声运动具有明显的朝向优势和定位精度。

用先进技术分析了螽螂的鸣声特征与发声机制, 揭示了鸣螽和硕螽鸣声在频谱宽度、主频带、时间模式参数等方面的明显差别。

二、螽螂初期听觉神经元的频率选择性及其轴突分布结构

螽螂“耳”(鼓膜器)的结构早有描述, 但其初级听觉神经元是否具有频率选择性, 其轴突末梢分布有何特点不大清楚。

我们发现螽螂有四类初级听觉神经元, 最佳反应频率分别为 7, 12, 15 和 18 kHz, 最低反应阈值均在 23—26 dB SPL 之间; 它们的调谐曲线有明显的带通滤波特性, 与种声频谱主峰相对应。这表明初级听觉神经元有一定程度的频率选择性。它们的轴突末梢在前胸神经节内分布(听神经丛), 各占据不同部位, 与最佳反应频率大小有关, 显示了

“tonotopic”功能结构。

三、螽斯听觉中间神经元的结构及功能

用胞内电生理记录和荧光染料标记相结合的方法,系统地揭示了鸣螽前胸神经节中的三类七种中间神经元(Ω 神经元、上行神经元 AN1-3,与 T 形神经元 TN1-3)的解剖结构与投射;对它们的声反应特征进行了详细研究,包括各类神经元特有的放电模式,最佳反应频率,最低阈值,反应阈值-频率关系曲线,声强编码,及时间参数的编码方式等。

四、螽斯方向听觉机制的新假说

获得声源方向信息有三种不同机制:身体衍射所导致的双耳间声强差(IID),声音到达双耳的时间差(ITD)及利用对方向敏感的接收器。

以听觉神经元反应阈值的方位差(DTD)为指标,逐个测定了螽斯初级和中间听觉神经元的方向灵敏度,DTD 分别在 3-32dB SPL 之间,与声音频率有关,也随神经元类型而异。有些听觉神经元的全周或半周方向灵敏度曲线呈心脏形。两横神经参数(每次声刺激所诱发的锋电位数和反应潜伏期变化)均与声源的方位象有关,可作为螽斯听觉系统判断声源方位的提示。

提出了螽斯方向听觉外周机制假说:螽斯的声管系统是高度进化的助听声学结构,其声压增益值在 2-35dB 之间,与声音频率有关。声孔对同侧听觉神经元的方向灵敏度影响很大,堵塞声孔,其方向灵敏度基本上消失,但对对侧听觉神经元的影响很小;经鼓膜器的裂隙进入的声能量很少,对方向听觉的影响也很小。因此,声管系统的功能可认为是螽斯方向听觉的外周机制。

五、螽斯、飞蝗尾铗-巨中间神经元系统的结构与功能

低频声可诱发螽斯和飞蝗的逃避行为。螽斯靠尾铗器官接收低频声,声信息经编码后传递给尾铗-巨中间神经元系统。我们揭示了该系统由七对巨中间神经元组成,每个巨中间神经元在末腹神经节中的结构,及其在胸神经节和前脑背外区的投射;揭示了单根尾铗传入神经的轴突末梢分布;阐明了尾铗感觉神经及每个巨中间神经元对低频声的反应特征,包括独特的放电模式、最佳反应频率、最低阈值、反应阈值-频率关系曲线、及低频声强度信息的编码等。

同时,在细胞水平上揭示了飞蝗对低频声敏感的尾铗-巨中间神经元系统的结构与功能。飞蝗仅有四对中间神经元,各有不同的放电模式、最佳反应频率、最低阈值、反应阈值-频率关系曲线,频率编码与声强特征曲线也已测定。

基础研究与应用展望

一. 构筑昆虫听觉信息加工的神经网络,尤其是脑中听觉神经元的结构与功能,以阐明声行为的神经机理;通过鸣声主要参数的分析和模拟行为实验,将为开发“声诱杀”新技术提供重要依据;

二. 探索听觉神经元之间联系的突触机制,尤其是不同递质与调质对信息加工的影响,以了解声行为的分子、细胞基础,对于捕杀害虫、保护益虫有应用前景。