

## 前言

副总统 阿尔·戈尔

作为一位被选出来的政府官员，给《寂静的春天》作序有一种自卑的感觉，因为它是一座丰碑，它为思想的力量比政治家的力量更强大提供了无可辩驳的证据。1962年，当《寂静的春天》第一次出版时，公众政策中还没有“环境”这一款项。在一些城市，尤其是洛杉矶，烟雾已经成为一些事件的起因，虽然表面上看起来还没有对公众的健康构成太大的威胁。

资源保护——环境主义的前身——在1960年民主党和共和党两党的辩论中就涉及到了，但只是目前才在有关国家公园和自然资源的法律条文中大量出现。过去，除了在一些很难看到的科技期刊中，事实上没有关于DDT及其他杀虫剂和化学药品的正在增长的、看不见的危险性的讨论。《寂静的春天》犹如旷野中的一声呐喊，用它深切的感受、全面的研究和雄辩的论点改变了历史的进程。如果没有这本书，环境运动也许会被延误很长时间，或者现在还没有开始。

本书的作者是一位研究鱼类和野生资源的海洋生物学家，所以，你就不必为本书和它的作者受到从环境污染中获利的人的抵制而感到吃惊。大多数化工公司企图禁止《寂静的春天》的发行。当它的片段在《纽约人》中出现时，马上有一群人指责书的作者卡逊是歇斯底里的、极端的。即使现在，当向那些以环境为代价获取经济利益的人问起此类问题时，你依然能够听见这种谩骂（在1992年的竞选中我被贴上了“臭氧人”的标签，当然，起这个名字不是为了赞扬，而我，则把它作为荣誉的象征，我晓得提出这些问题永远会激发凶猛的——有时是愚蠢的——反抗）。当这本书开始广为传颂时，反抗的力量曾是很可怕的。

对蕾切尔·卡逊的攻击绝对比得上当年出版《物种起源》时对达尔文的攻击。况且，卡逊是一位妇女，很多冷嘲热讽直接指向了她的性别，把她称作“歇斯底里的”。《时代》杂志甚至还指责她“煽情”。她彼当做“大自然的女祭司”而摒弃了，她作为科学家的荣誉也被攻击，而对手们资助了那些预料会否定她的研究工作的宣传品。那完全是一场激烈的、有财政保障的反击战，不是对一位政治候选人，而是针对一本书和它的作者。

卡逊在论战中具有两个决定性的力量：尊重事实和非凡的个人勇气。她反复地推敲过《寂静的春天》中的每一段话。现实已经证明，她的警言是言简意赅的。她的勇气、她的远见卓识，已经远远超过了她要动摇那些牢固的、获利颇丰的产业的意愿。当写作《寂静的春天》的时候，她强忍着切除乳房的痛苦，同时还接受着放射治疗。书出版两年后，她逝世于乳腺癌。具有讽刺意味的是，新的研究有力地证明了这一疾病与有毒化学品的暴露有着必然联系。从某种意义上说，卡逊确实是在为她的生命而写作。

在她的著作中，她还反对科学革命早期遗留下来的陈腐观念。人（当然是指人类中的男性）是万物的中心和主宰者，科学史就是男人的统治史——最终，达到了一个近乎绝对的状态。当一位妇女敢于向传统挑战的时候，它的杰出护卫者之一罗伯特·怀特·史蒂文斯语气傲慢、离奇有如地球扁平

理论那样地回答说：“争论的关键主要在于卡逊坚持自然的平衡是人类生存的主要力量。然而，当代化学家、生物学家和科学家坚信人类正稳稳地控制着大自然。”

正是今日眼光所看出的这种世界观的荒谬性，表明了许多年前卡逊的观点多么地具有革命性。来自获利的企业集团的谴责是可以估计到的，但是甚至美国医学协会也站在了化工公司一边。而且，发现 DDT 的杀虫性的人还获得了诺贝尔奖。

但《寂静的春天》不可能被窒息。虽然它提出的问题不能马上解决，但这本书本身受到了人民大众的热烈欢迎和广泛支持。顺便提及一下，卡逊已经靠以前的两本畅销书得到了经济上的自立和公众的信誉，它们是《我们周围的海》和《海的边缘》。如果《寂静的春天》早十年出版，它定会很寂静，在这十年中，美国人对环境问题有了心理准备，听说或注意到过书中提到的信息。从某种意义上说，这位妇女是与这场运动一起到来的。

最后，政府和民众都卷入了这场运动——不仅仅是看过这本书的人，还包括看过报纸和电视的人。当《寂静的春天》的销售量超过了 50 万册时，CBS 为它制作了一个长达一小时的节目，甚至当两大出资人停止赞助后电视网还继续广播宣传。

肯尼迪总统曾在国会上讨论了这本书，并指定了一个专门调查小组调查它的观点。

这个专门调查小组的调查结果是对一些企业和官僚的熟视无睹的起诉，卡逊的关于杀虫剂潜在危险的警告被确认。不久以后，国会开始重视起来，成立了第一个农业环境组织。

《寂静的春天》播下了新行动主义的种子，并且已经深深植根于广大人民群众中。

1964 年春天，蕾切尔·卡逊逝世后，一切都很清楚了，她的声音永远不会寂静。她惊醒的不但是我们国家，甚至是整个世界。《寂静的春天》的出版应该恰当地被看成是现代环境运动的肇始。

《寂静的春天》对我个人的影响是相当大的，它是在母亲的建议下在家里读的几本书之一，并且我们在饭桌旁进行讨论。姐姐和我都不喜欢把任何书拿到饭桌旁，但《寂静的春天》例外。我们的讨论是愉快的，留下了生动的记忆。事实上，蕾切尔·卡逊是促使我意识到环境的重要性并且投身到环境运动中去的原因之一。她的榜样激励着我，使我写了《濒临失衡的地球》，它是被哈顿·米夫林公司出版的，当然不是偶然的。

这个公司在卡逊的整个论战过程中都支持了她，也因此得了一个好名声，出版了许多关于我们的世界所面临的环境危险的好书。她的照片和那些政治领导人——那些总统们和总理们的照片一块悬挂在我办公室的墙上。它已经在那里许多年了，它属于那里。卡逊对我的影响与他们一样，甚至超过他们，超过他们的总和！

作为一位科学家和理想主义者，卡逊又是个孤独的听众，官场的人们常常难以如此。

当她接到一封来自马萨诸塞州的杜可斯波里的一个名叫奥尔加·哈金丝的妇女的关于 DDT 杀死鸟类的信时，她就构思出了《寂静的春天》。现在，因为卡逊的努力而禁止了 DDT，一些与她有着特殊关系的鸟类，如鹰和移居的猎鹰，不再处于绝迹的边缘。因为她的著作，人类，至少是数不清的人，

保住了性命。

无疑，《寂静的春天》的影响可以与《汤姆叔叔的小屋》媲美。两本珍贵的书都改变了我们的社会。当然，它们也有很大的区别。哈丽特·贝切尔；斯托把人们熟知的。

公众争论的焦点写成了小说；她给国家利益和大众关怀注入更多人性的成分。她描绘的奴隶的形象感动了民族的良知。林肯在南北战争处于高潮时会见了她，对她说：“您就是启始整个事件的小女士。”相反，蕾切尔·卡逊警告了一个任何人都很难看见的危险，她试图把环境问题提上国家的议事日程，而不是为已经存在的问题提供证据。从这种意义上说，她的呐喊就更难能可贵。具有讽刺意味的是，她于 1963 年在国会作证时，参议员阿伯拉罕·李比克夫（Abraham Ribicof）欢迎她时令人不安地模仿林肯恰好一个世纪以前的话说：“卡逊小姐，你就是启始这一切的女士。”

两本书的另一个区别在于，《寂静的春天》与现实持续不断地相关联。奴隶制可以，也确实在几年内终结了，尽管还要花一个世纪或更多时间去处理它带来的后果。但是，如果奴隶制可以依靠笔端的斗争而废除，化学污染却不能。尽管卡逊的论辞铿锵有力，尽管美国采取了禁止 DDT 的行动，环境危机却不是变好，而是越来越糟。或许灾难增长的速率减缓了，但这本身就是一种令人不安的牵挂。自《寂静的春天》出版以来，仅农场用的农药就加倍到每年 11 亿吨，危险的化学药品的生产增长了 400%。我们自己禁止使用了一些农药，但我们仍然生产，然后出口到其他国家。这不仅使我们陷入一种以出卖自己不愿意接受的公害并从中获利的状态，而且也反映出了在对科学无国界观念的理解上的原则性错误——毒杀任何一个地方的食物链最终会导致所有的食物链中毒。

卡逊的很少的几次演讲的最后一次是在全美园林俱乐部（Garden Club of America）作的。她承认，事情在变好之前会变得更糟：“问题很多，却没有容易的解决办法。”但她还警告说，我们等待的时间越长，我们要面对的危险就越多：“我们正遭受着暴露的化学药品的全面污染。动物实验已经证明它们极具毒性，很多情况下它们的效果还会积累。这种侵害在出生时或出生前就开始了。如果不改变我们的方法，这种侵害会贯穿整个生命历程，没有人知道结果会怎样，因为我们未曾有过这样的经历。”自从她下了这些断言，我们已经悲哀地经历了许多，癌症和其他与农药有关的疾病的发生率猛增。

难办的是我们并非什么都没做过，我们已经做了一些重要的事情，可是我们所做的却远远不够。

环境保护署（Environmental Protection Agency）于 1970 年成立了，这在很大程度上是由于蕾切尔·卡逊所唤起的意识和关怀。杀虫剂管制和食品安全调查机构（Food Safety Inspection Service）都从农业部移到了新的机构，而农业部自然只是想了解谷物上喷洒农药的好处，而不是危险。从 1962 年，国会就号召确立杀虫剂的检验。注册和资料的标准，不是一次，而是三番五次，但大部分标准都被忽视、推迟和废弃了。

例如，克林顿-戈尔政府接政时，使农场工作者免受杀虫剂毒害的标准还没有确定，尽管环保署在 70 年代初就开始“运作”了，像 DDT 那样的广谱杀虫剂已经被毒性更大的窄谱杀虫剂替代了，但它们并未经过全面的检测，具有相当的或更大的危险性。

杀虫剂工业中的大部分强硬派人士都成功地推迟了《寂静的春天》中所呼吁的保护性措施的施行。令人吃惊的是，这些年来，国会依然宠爱这些工业。规范杀虫剂。杀菌剂和灭鼠剂的法规的标准比食品和医药的法律宽松得多，国会故意让它们难以实施。在制定杀虫剂的安全标准时，政府不仅考虑它们的毒性，还考虑它们所带来的经济效益。

这纯粹是自掘陷阱。农业产量的增加（也可以通过其他办法来提高），是以癌症、神经病等的潜在增长为代价的。况且，把具有危险性的杀虫剂从市场上彻底清除还需 5 至 10 年时间。新型杀虫剂，即使毒性很强，如果效果比现有的稍好一点，也会得到允许。

依我看，这很像是一种“低谷呆久了，反有上升之感”的心理平衡了。现有的体制是浮士德式的交易——牺牲长远利益，获得近期利益。可以证明，这种近期利益是相当短的。许多杀虫剂不能使所有的害虫全部灭绝。也许开始时能，但害虫通过基因突变而逐渐适应了，那么，这些化学药品也就失去了作用。更何况，我们重点研究的是杀虫剂对成虫的作用，而不是幼虫，而成虫对化学药品是特别脆弱的。科学家们总是分立地检测它们的作用，而不是把它们结合起来，而这正是我们的田野。牧场和河流中潜在的巨大的危险。重要的是，我们继承的是这样的系统：法律与漏洞共存、执行与推迟同在，并在表面上牵强地掩盖全方位的政策性失败。

蕾切尔·卡逊告诉我们，杀虫剂的过分利用与基本价值不协调。最坏的是它们制造了她所说的“死亡之河”，最好的情况是它们引起相对较长期的、缓慢的危害。然而，真实的结局是《寂静的春天》出版后 22 年，法律、法规和政治体制都没有足够的反应。

因为卡逊不仅熟知环境，也深黯政界的分歧，她已经预料到了失败的原因。几乎在没有人讨论金钱与势力两大污染时，她即在园林俱乐部讲演时指出：“优势……给了那些阻止修改法律的人。”在预测政治体制改革所引发的争论时，她谴责减低竞选开支税（本届政府正在寻求废除）并指出这种减税“意味着（举个特殊的例子）化工工业可以在捐款上讨价以反对未来的管制。……追求无法律约束的工业界正从它们的努力中获利”。

简言之，她大胆地断定，杀虫剂问题会因为政治问题而永远存在；清除污染最重要的是澄清政治。

一种努力的持续几年的失败可以解释另外一种失败，结果会同它们不可接受一样不可否定。1992 年，我们国家共用了 22 亿磅杀虫剂，这等于人均 8 磅。我们已经知道许多杀虫剂是有致癌性的，其他则可以毒杀昆虫的神经和免疫系统，这对人也是可能的。虽然我们已不再有卡逊所描述的日用化学品的值得怀疑的好处——“我们可以用一种蜡刨光地板，它可以杀死上面的虫子”，现在有超过 90 万个农场和 6900 个万家庭在使用杀虫剂。

1988 年，环保署报告说 32 个州的地表水已经被 74 种不同的农业化学药品污染了，其中包括除莠剂阿特拉津（A-trazine），而它被认为是人类的潜在的致癌物。密西西比河流域的农田每年要喷洒 7000 万吨农药，而 150 万磅流入供 2000 万人饮用的水中。阿特拉津并没有在市政的水处理过程中提取出来。春天来临的时候，水中的阿特拉津量会经常超过饮用水的安全标准。1993 年，整个密西西比河流 25% 的水都是这样。

由于其他原因，DDT 和 PCBs 在美国真正被禁用了。但作为化学物之近亲的模仿雌性激素的杀虫剂又大量出现了，而且还在增加。来自苏格兰、密

执安、德国和其他地区的研究报告表明它们可以导致生育能力的下降。引发睾丸癌和肺癌及生殖器官畸形等。仅在美国，在此种激素类杀虫剂泛滥的 20 年来，睾丸癌的发生率已经增长了 50%。这个数据就意味着，由于某种尚未弄清的原因，世界范围内的精子数已下降了 50%。

有的文献认为这些化学药品也影响了野生动物的再生能力。三位研究人员研究了《环境健康服务协会杂志》(Journal of the Institute of Environmental Health Services) 中的数据后得出这样的结论：“现在很多野生动物的数量处于危险的边缘。”大多数这类问题都是动物和人类的再生系统发生巨大的无法预知的变化的征兆，但现有的有关危险性评估的法律并没有考虑到杀虫剂的潜在有害影响，新政府建议进行这种检测。

这些化学药品的护卫者无疑会做出传统的回答：以人为研究对象的实验并未显示出化学药品与疾病有直接联系，巧合不等于因果关系（虽然一些巧合要求做出谨慎的，而不是鲁莽的决定），而在动物身上做的实验并不总是绝对地、必然地等效于人体实验。

这些回答令我们想起了卡逊当年所遭受到的来自于化学工业和大学科学家对其工作的回应。她预料到这种回答，在《寂静的春天》中她这样写道，“少吃一点半真半假的镇静药。我们迫切地需要给这些错误的断言和文过饰非画上句号。”

在 80 年代，尤其是詹姆斯·瓦特 (James Watt) 掌管内政部、安·戈萨奇 (Ann Gorsuch) 掌管环保署的时候，对环境的无知达到了顶峰，毒害环境几乎被认为是强硬派经济实用主义的标志。在戈萨奇的环保署，例如综合病虫治理 (IPM) 例如化学药品的替代，就确实地被宣布为异端。环保署禁止出版有关它的东西，综合病虫治理方法的证明书被宣布为非法。

克林顿-戈尔政府一开始就有不同的观点，我们决心扭转杀虫剂污染的历史潮流。政府采取了三项硬性措施：更严格的标准、减少使用、大部分用生物制剂代替。

显而易见，合理使用杀虫剂不得不平衡危险与利益的关系，同时也要考虑经济因素，但我们也不得不把特殊利益的法码排除在标准。平衡之外，标准必须是明确的、严格的，检查必须彻底、真实。长时间以来，我们对孩子规定的对农药残余物的忍耐水平超过了他们应有水平的几百倍。怎样计算经济效益才能为之辩护呢？我们必须检查化学药品对孩子的影响，而不仅仅是成人。同时，我们不得不检验一定范围化学品的不同组合。我们必须检查，不仅为了减少恐惧，也为了减少我们不得不恐惧的东西。

如果农药不必需或在特定条件下不起作用，那么请不要冒昧使用。效益应该是真正的，不是可能的、暂时的或投机的。

总之，我们必须把精力集中在生物制剂上，这也许是工业界和政治辩护士所敌视的。

在《寂静的春天》中，卡逊提到了“真正的了不起的可以替代化学药品控制昆虫的替代品”。今天，这些替代品很广泛，尽管受到了大多的官员的冷眼和制造商的抵制。为什么我们不致力于推广无毒物呢？

最后，我们必须在杀虫剂生产和农业集团与公众健康团体之间建立一座文化互解的桥梁。两个团体中的人来自不同的环境，上不同的大学，有不同的观点，只要他们充满怀疑和敌视，而不彼此正视，我们就会发现改变一个其产品和利润以污染为代价的体制是很艰难的。我们能够结束这种体制的

有效方法是缩小文化界限，让农业附属机构鼓励替代化学药品。另一种方式是进行对话，让我们提供食品和保护我们健康的两个集团彼此协商。

克林顿-戈尔政府的处理杀虫剂的政策有很多缔造者。其中最重要的可能是一位妇女。

她 1952 年从政府机关中退休了，这样她就可以全身心投入写作，而不仅是在周末或晚上。

但在精神上，蕾切尔·卡逊出席了本届政府的每一次环境会议。我们也许还没有做到她所期待的一切，但我们毕竟正在她所指明的方向前行。

1992 年，一个杰出美国人的组织推选《寂静的春天》为近 50 年来最具有影响的书。

这些年来，贯穿着所有政治争论，这本书一直是对自我满足情绪的理性批评。它告诫我们，关注环境不仅是工业界和政府的事情，也是民众的分内之事。把我们的民主放在保护地球一边。渐渐地，甚至当政府不管的时候，消费者也会反对环境污染。降低食品中的农药量目前正成为一种销售方式，正像它成为一种道德上的命令一样。政府必须行动起来，人民也要当机立断。我坚信，人民群众将不会再允许政府无所作为，或者做错事。

蕾切尔·卡逊的影响力已经超过了《寂静的春天》中所关心的那些事情。她把我们带回如下在现代文明中丧失到了令人震惊的地步的基本观念：人类与自然环境的相互融合。本书犹如一道闪电，第一次使我们时代可加辩论的最重要的事情显现出来。在《寂静的春天》的最后几页，卡逊用罗伯特·福罗斯特的著名诗句为我们描述了“很少有人走过的道路”。一些人已经上路，但很少人像卡逊那样将世界领上这条路。她的作为、她揭示的真理、她唤醒的科学和研究，不仅是对限制使用杀虫剂的有力论争，也是对个体所能做出的不凡之举的有力证明。

## 一 明天的寓言

从前，在美国中部有一个城镇，这里的一切生物看来与其周围环境生活得很和谐。

这个城镇座落在像棋盘般排列整齐的繁荣的农场中央，其周围是庄稼地，小山下果园成林。春天，繁花象白色的云朵点缀在绿色的原野上；秋天，透过松林的屏风，橡树、枫树和白桦闪射出火焰般的彩色光辉，狐狸在小山上叫着，小鹿静悄悄地穿过了笼罩着秋天晨雾的原野。

沿着小路生长的月桂树、荚蒾和赤杨树、以及巨大的羊齿植物和野花在一年的大部分时间里都使旅行者感到目悦神怡。即使在冬天，道路两旁也是美丽的地方，那儿有无数小鸟飞来，在出露于雪层之上的浆果和干草的穗头上啄食。郊外事实上正以其鸟类的丰富多彩而驰名，当迁徙的候鸟在整个春天和秋天蜂涌而至的时候，人们都长途跋涉地来这里观看它们。另有些人来小溪边捕鱼，这些洁净又清凉的小溪从山中流出，形成了绿荫掩映的生活着鱒鱼的池塘。野外一直是这个样子，直到许多年前的有一天，第一批居民来到这儿建房舍、挖井筑仓，情况才发生了变化。

从那时起，一个奇怪的阴影遮盖了这个地区，一切都开始变化。一些不祥的预兆降临到村落里：神秘莫测的疾病袭击了成群的小鸡；牛羊病倒和死亡。到处是死神的幽灵。

农夫们述说着他们家庭的多病。城里的医生也愈来愈为他们病人中出现的新病感到困惑莫解。不仅在成人中，而且在孩子中出现了一些突然的、不可解释的死亡现象，这些孩子在玩耍时突然倒下了，并在几小时内死去。

一种奇怪的寂静笼罩了这个地方。比如说，鸟儿都到哪儿去了呢？许多人谈论着它们，感到迷惑和不安。园后鸟儿寻食的地方冷落了。在一些地方仅能见到的几只鸟儿也气息奄奄，它们战慄得很厉害，飞不起来。这是一个没有声息的春天。这儿的清晨曾经荡漾着乌鸦、鸚鸟、鸽子、椋鸟、鹁鹑的合唱以及其他鸟鸣的音浪；而现在一切声音都没有了，只有一片寂静覆盖着营田野、树林和沼地。

农场里堕的母鸡在孵窝，但却没有小鸡破壳而出。农夫们抱怨着他们无法再养猪了——新生的猪仔很小，小猪病后也只能活几天。苹果树花要开了，但在花丛中并没有蜜蜂嗡嗡飞来，所以苹果花没有得到授粉，也不会有果实。

曾经一度是多么引人的小路两旁，现在排列着仿佛火灾劫后的、焦黄的、枯萎的植物。被生命抛弃了的这些地方也是寂静一片。甚至小溪也失去了生命；钓鱼的人不再来访问它，因为所有的鱼已死亡。

在屋沿下的雨水管中，在房顶的瓦片之间，一种白色的粉粒还在露出稍许斑痕。在几星期之前，这些白色粉粒象雪花一样降落到屋顶、草坪、田地和小河上。

不是魔法，也不是敌人的活动使这个受损害的世界的生命无法复生，而是人们自己使自己受害。

上述的这个城镇是虚设的，但在美国和世界其他地方都可以容易地找到上千个这种城镇的翻版。我知道并没有一个村庄经受过如我所描述的全部灾祸；但其中每一种灾难实际上已在某些地方发生，并且确实有许多村庄已经蒙受了大量的不幸。在人们的忽视中，一个狰狞的幽灵已向我们袭来，这个想象中的悲剧可能会很容易地变成一个我们大家都将知道的活生生的现实。

是什么东西使得美国无以数计的城镇的春天之音沉寂下来了呢？这本书试探着给予解答。

## 二 忍耐的义务

地球上生命的历史一直是生物及其周围环境相互作用的历史。可以说在很大程度上，地球上植物和动物的自然形态和习性都是由环境塑造成的。就地球时间的整个阶段而言，生命改造环境的反作用实际上一直是相对微小的。仅仅在出现了生命新种——人类之后，生命才具有了改造其周围大自然的异常能力。

在过去的四分之一世纪里，这种力量还没有增长到产生骚扰的程度，

但它已导致一定的变化。在人对环境的所有袭击中最令人震惊的是空气、土地、河流以及大海受到了危险的、甚至致命物质的污染。这种污染在很大程度上是难以恢复的，它不仅进入了生命赖以生存的世界，而且也进入了生物组织内，这一罪恶的环链在很大程度上是无法改变的。在当前这种环境的普遍污染中，在改变大自然及其生命本性的过程中，化学药品起着有害的作用，它们至少可以与放射性危害相提并论。在核爆炸中所释放出的锶 90，会随着雨水和漂尘争先恐后地降落到地面，居住在土壤里，进入其上生长的草、谷物或小麦里，并不断进入到人类的骨头里，它将一直保留在那儿，直到完全衰亡。同样地，被撒向农田、森林、花园里的化学药品也长期地存在于土壤里，同时进入生物的组织中，并在一个引起中毒和死亡的环链中不断传递迁移。有时它们随着地下水流神秘地转移，等到它们再度显现出来时，它们会在空气和太阳光的作用下结合成为新的形式，这种新物质可以杀伤植物和家畜，使那些曾经长期饮用井水的人们受到不知不觉的伤害。正如阿伯特·斯切维泽所说：“人们恰恰很难辨认自己创造出的魔鬼。”

为了产生现在居住于地球上的生命已用去了千百万年，在这个时间里，不断发展、进化和演变着的生命与其周围环境达到了一个协调和平衡的状态。在有着严格构成和支配生命的环境中，包含着对生命有害和有益的元素。一些岩石放射出危险的射线，甚至在所有生命从中获取能量的太阳光中也包含着具有伤害能力的短波射线。生命要调整它原有的平衡所需要的时间不是以年计而是以千年计。时间是根本的因素；但是现今的世界变化之速已来不及调整。

新情况产生的速度和变化之快已反映出人们激烈而轻率的步伐胜过了大自然的从容步态。放射性已远远在地球上还没有任何生命以前已经存在于岩石放射性本底、宇宙射线爆炸和太阳紫外线中了；现存的放射性是人们于倾原子时的人工创造。生命在本身调整中所遭遇的化学物质再也远远不仅是从岩石里冲刷出来的和由江河带到大海去的钙、硅、铜以及其他的无机物了，它们是人们发达的头脑在实验室里所创造的人工合成物，而这些东西在自然界是没有对应物的。

在大自然的天平上调整这些化学物质是需要时间的；它不仅需要一个人的终生，而且需要许多代的时间。即使借助于某些奇迹使这种调整成为可能也是无济于事的，因为新的化学物质象涓涓溪流不断地从我们实验室里涌出，单是在美国，每一年几乎有五百种化学合成物在实际应用上找到它们的出路。这些化学物品的形状变幻不定，而且它们的复杂性是不可轻易掌握的——人和动物的身体每年都要千方面计去适应五百种这样的化学物质，而这些化学物质完全都是生物未曾经验过的。

这些化学物质中有许多应用于人对自然的战争中，从十九世纪四十年代中期以来，二百多种基本的化学物品被创造出来用于杀死昆虫、野草、啮齿动物和其他一些用现代俗语称之为“害虫”的生物。这些化学物品是以几千种不同的商品名称出售的。

这些喷雾器、药粉和喷撒药水现在几乎已普遍地被农场、果园、森林和家庭所采用，这些没有选择性的化学药品具有杀死每一种“好的”和“坏的”昆虫的力量，它们使得鸟儿的歌唱和鱼儿在河水里的欢跃静息下来，使树叶披上一层致命的薄膜，并长期滞留在土壤里——造成这一切的原来的目的可能仅仅是为了少数杂草和昆虫。谁能相信在地球表面上撒放有毒的烟幕

弹怎么可能不给所有生命带来危害呢？它们不应该叫做“杀虫剂”，而应称为“杀生剂”。

使用药品的整个过程看来好象是一个没有尽头的螺旋形的上升运动。自从 DDT 可以被公众应用以来，随着更多的有毒物质的不断发明，一种不断升级的过程就开始了。这是由于根据达尔文适者生存原理这一伟大发现，昆虫可以向高级进化以获得对所使用的特定杀虫剂的抗药性，兹后，人们不得不再发明一种致死的药品，昆虫再适座，于是再发明一种新的更毒的药。这种情况的发生同样也是由于后面所描述的这一原因，害虫常常进行“报复”，或者再度复活，经过喷撒药粉后，数目反而比以前更多。这样，化学药品之战永远也不会取胜，而所有的生命在这场强大的交叉火力中都被射中。

与人类被核战争所毁灭的可能性同时存在，还有一个中心问题那就是人类整个环境已由难以置信的潜伏的有害物质所污染，这些有害物质积蓄在植物和动物的组织里，甚至进入到生殖细胞里，以致于破坏或者改变了决定未来形态的遗传物质。

一些自称为我们人类未来的设计师们高兴地预期总有一天能随心设计改变人类细胞原生质，但是现在我们出于疏忽大意就可以轻易做到这一点，因为许多化学药物，如放射性一样可以导致基因的变化。诸如选择一种杀虫药这样一些表面看来微不足道的小事竟能决定了人们的未来，想想这一点，真是对人类极大的讽刺。

这一切都冒险做过了——为的是什么呢？将来的历史学家可能为我们在权衡利弊时所表现的低下判断力而感到无比惊奇。有理性的人们想方设法控制一些不想要的物种，怎能采取这种方法既污染整个环境、又对他们自己造成疾病和死亡威胁呢？然而，这正是我们所做过的。此外，我们之所以这样做，是因为我们检查出原因也没有用。我们听说杀虫剂的广泛大量使用对维持农场生产是需要的。然而我们真正的问题不正是“生产过剩”吗？我们的农场不再考虑改变亩产量的措施，并且付给农夫钱而不让他们去生产，我们的农场生产出这样令人目眩的谷物过剩，使得美国的纳税人在 1962 年一年中付出了比十亿美元还多的钱作为整个过剩粮食仓库的维修费用。农业部的一个支局企图减少生产，而其它州则如同在一九五八年所做的那样：“通常可以相信，在土地银行的规定下，谷物亩数的减少将刺激对化学药品使用的兴趣以在还留有庄稼的土地上取得最高的产量。”若是这样，对我们所担忧的情况又有何补益呢？

这一切并不是说就没有害虫问题和没有控制的必要了。我是在说，控制工作一定要立足于现实，而不是立足于神化般的设想，并且使用的方法必须是不要将我们随着昆虫一同毁掉。

试图解决这个问题但随之而带来一系列灾难，这是我们文明生活方式的伴随物。在人类出现很久以前，昆虫居住于地球——这是一群非常多种多样和和谐的生物。在自从人类出现后的这段时间里，五十多万种昆虫中的一小部分以两种主要的方式与人类的幸福发生了冲突：一是与人类争夺食物，一是成为人类疾病的传播者。

传播疾病的昆虫在人们居住拥挤的地方变成一个重要问题，特别是在卫生状况差的情况下，象在自然灾害期间，或者是遇到战争，或者是在非常贫困和遭受损失的情况下，于是对一些昆虫进行控制就变得很为必要。这是一个我们不久将要看到的严肃事实，大量的化学药物的控制方法仅仅取得了

有限的胜利，但它却给企图改善这种状况带来了更大威胁。

在农业的原始时期，农夫很少遇到昆虫问题。这些问题的发生是随着农业的发展而产生的——大面积土地精耕细作一种谷物。这样的种植方法为某些昆虫的数量的猛烈增加提供了有利条件。单一的农作物的耕种并不符合自然发展规律，这种农业是工程师想象中的农业。大自然赋与大地景色以多种多样性，然而人们却热心于简化它。这样人们毁掉了自然界的格局和平衡，原来自然界有了这种格局和平衡才能保持一定限度的生物种类。一个重要的自然格局是对每一种类生物的栖息地的适宜面积的限制。很明显，一种食麦昆虫在专种麦子的农田里比在麦子和这种昆虫所不适应的其它谷物掺杂混种的农田里繁殖起来要快得多。

同样的事情也发生于其他情况下。在一代或更久以前，在美国的大城镇的街道两旁排列着高大的榆树。而现在，他们满怀希望所建设起的美丽景色受到了完全毁灭的威胁，因为一种由甲虫带来的疾病扫荡了榆树，如果掺杂混种使榆树与其他树种共存，那么甲虫繁殖和蔓延的可能性必然受到限制。

现代昆虫问题中的另一个因素是必须对地质历史和人类历史的背景进行考察：数千种不同种类的生物从它们原来生长的地方向新的区域蔓延入侵。英国的生态学家查理·爱登在他最近的著作《侵入生态学》一书中对这个世界性的迁徙进行了研究和生动地描述。在几百万年以前的白垩纪时期，泛滥的大海切断了许多大陆之间的陆桥，使生物发现它们自己已被限制在如同爱登所悦的“巨大的、独立的自然保留地”中。在那儿它们与同类的其他伙伴隔绝，它们发展出许多新的种属。大约在一千五百万年以前，当这些陆块被重新连通的时候；这些物种开始迁移到新的地区——这个运动现在仍在进行中，而且正在得到人们的大力帮助。

植物的进口是当代昆虫种类传播的主要原因，因为动物几乎是永恒地随同植物一同迁移的，检疫只是一个比较新的但不完全有效的措施。单美国植物引进局就从世界各地引入了几乎 20 万种植物。在美国将近 90 种植物的昆虫敌人是意外地从国外进口带过来的，而且大部分就仿佛徒步旅行时常搭乘别人汽车的人一样乘植物而来。

在其故乡数目不断下降的这一天然敌人，在新的地区中，由于缺乏对它们的防治手段，一种入侵的植物或动物可能蓬勃发展起来。这样，我们最讨厌的昆虫是被传入的种类，这不是偶然的。

这些入侵，不管是天然发生的，还是仰仗人类帮忙而发生的，都好象是在无休止地进行。检疫和巨大的化学药物运动仅仅是买取时间的非常昂贵的方法。我们面临的情况，正如爱登博士所说的：“为了生和死，不仅仅需要寻找镇压这种植物或那种动物的技术方法；代之的是，我们需要关于动物繁殖和它们与其周围环境关系的基本知识；这样做将可以促使建立稳定的平衡，并且封锁住虫灾爆发的力量和新的入侵。”

许多必需的知识现在是可以应用的，但是我们并未应用。我们在大学里培养生态学家，甚至在我们政府的机关里雇用他们，但是，我们很少听取他们的建议。我们任致死的化学药剂象下雨似地喷撒，仿佛别无他法，事实上，倒有许多办法可行，只要提供机会，我们的才智可以很快发现更多的办法。

我们是否已陷入一个迫使我们接受低劣、有害的命运而失去意志和判

断如何是好能力的迷惘之中？这种想法，用生态学家波·斯帕特的话来说，就是：“理想化的生活象仅把头露出水面的鱼一样，在它自己环境恶化的容许程度上缓慢前进……为什么我们要容忍带毒的食物？为什么我们要容忍一个家庭建在枯燥的环境中？为什么我们要容忍与不完全是我们敌人的东西去打仗？为什么我们一面怀着对防止精神错乱关心，而一面又容忍马达的噪音？谁愿意生活在一个仅仅不是十分悲惨的世界上呢？”

但是，一个这样的世界正在向我们逼近。建立一个无化学毒物、无虫害的世界的十字军运动看来已在许多专家和大部分所谓环境保护办事处那里焕发起巨大的热情。在每一方面来看，存在着证据说明那些正从事喷撒药物的工作显示出一种残忍的力量。康莱尤卡特的昆虫学家尼勒·特诺说过：“进行调解工作的昆虫学家们的职务好象是起诉人、法官、陪审、估税员、收款员和司法官在执行任务。”对农药最恶劣的滥用不管在州还是在联邦的代理处内都在毫无阻拦地进行。

我的意见并不是化学杀虫剂根本不能使用。我所争论的是我们把有毒的和生物有效力的化学药品不加区分地、大量地、完全地交到人们手中，而对它潜在的危害却全然不知。我们促使大量的人去和这些毒物接触，而没有征得他们的同意甚至经常不使他们知道。如果说民权条例没有提到一个公民有权保证免受由私人或公共机关散播致死毒药的危险的话，那确实只是因为我们的先辈由于受限于他们的智慧和预见能力而无法想象到这类问题。

我进一步要强调的是：我们已经允许这些化学药物使用，然而却很少或完全没有对它们在土壤、水、野生物和人类自己身上的效果进行调查。我们的后代未必乐意宽恕我们在精心保护负担着全部生命的自然界的完美方面所表现的过失。

对自然界受威胁的了解至今仍很有限。现在是这样一个专家的时代，这些专家们只眼盯着他自己的问题，而不清楚套看这个小问题的大问题是否偏狭。现在又是一个工业统治的时代，在工业中，不惜代价去赚钱的权利难得受到谴责。当公众由于面临着一些应用杀虫剂造成的有害后果的明显证据而提出抗议时，一半真情的小小镇定丸就会使人满足。我们急需结束这些伪善的保证和包在令人厌恶的事实外面的糖外衣。被要求去承担由昆虫管理人员所预测的危险的是民众。民众应该决定究竟是希望在现在道路上继续干下去呢，还是等拥有足够的事实时再去做。金·路斯坦德说：“忍耐的义务给我们知道的权利。”

### 三 死神的特效药

现在每个人从胎儿未出生直到死亡，都必定要和危险的化学药品接触，这个现象在世界历史上还是第一次出现的。合成杀虫剂使用才不到二十年，就已经传遍动物界及非动物界，到处皆是。我们从大部分重要水系甚至地层下肉狼难见的地下水潜流中部已测到了这些药物。早在十数年前施用过化学药物的土壤里仍有余毒残存。它们普遍地侵入鱼类、鸟类、爬行类以及家畜和野生动物的躯体内，并潜存下来。科学家进行动物实验，也觉得要找个未受污染的实验物，是不大可能的。

在荒僻的山地湖泊的鱼类体内，在泥土中蠕行钻洞的蚯蚓体内，在鸟蛋里面都发现了这些药物；并且住人类本身中也发现了；现在这些药物贮存于绝大多数人体内，而无论其年龄之长短。它们还出现在母亲的奶水里，而且可能出现在未出世的婴儿的细胞组织里。

这些现象之所以会产生，是由于生产具有杀虫性能的人造合成化学药物的工业突然兴起，飞速发展。这种工业是第二次世界大战的产儿。在化学战发展的过程中；人们发现了一些实验室造出的药物消灭昆虫有效。这一发现并非偶然：昆虫，作为人类死亡的“替罪羊”，一向是被广泛地用来试验化学药物的。

这种结果已汇成了一股看来仿佛源源不断的合成杀虫剂的溪流。作为人造产物——在实验室里巧妙地操作分子群，代换原子，改变它们的排列而产生——它们大大不同于战前的比较简单的无机物杀虫剂。以前的药物源于天然生成的矿物质和植物生成物——即砷、铜、铝、锰、锌及其它元素的化合物；除虫菊来自干菊花、尼古丁硫酸盐来自烟草的某些同属，鱼藤酮来自东印度群岛的豆科植物。

这些新的合成杀虫剂的巨大生物学效能不同于他种药物。它们具有巨大的药力：不仅能毒害生物，而且能进入体内最要害的生理过程中，并常常使这些生理过程产生致命的恶变。这样一来，正如我们将会看到的情况一样，它们毁坏了的正好是保护身体免于受害的酶：它们障阻了躯体借以获得能量的氧化作用过程；它们阻滞了各部器官发挥正常的作用；还会在一定的细胞内产生缓慢且不可逆的变化，而这种变化就导致了恶性发展之结果。

然而，年年却都有杀伤力更强的新化学药物研制成功，并各有新的用途，这样就使得与这些物质的接触实际上已遍及全世界了。在美国，合成杀虫剂的生产从一九四十年的一亿二千四百二十五万九千磅猛增至一九六〇年的六亿三千七百六十六万六千磅，比原来增加了五倍多。这些产品的批发总价值大大超过了二亿五千万美元。但是从这种工业的计划及其远景看来，这一巨量的生产才仅仅是个开始。

因此，一本《杀虫药辑录》对我们大家来说是息息相关的了。如果我们要和这些药物亲密地生活在一起——吃的、喝的都有它们，连我们的骨髓里也吸收进了此类药物——那我们最好了解一下它们的性质和药力吧。

尽管第二次世界大战标志着杀虫剂由无机化学药物逐渐转为碳分子的奇观世界，但仍有几种旧原料继续使用。其中主要是砷——它仍然是多种除草剂、杀虫剂的基本成份。

砷是一种高毒性无机物质，它在各种金属矿中含量很高，而在火山内、海洋内、泉水内含量都很小。砷与人的关系是多种多样的并有历史性的。由于许多砷的化合物无味，故早在波尔基亚家族时代之前一直到当今，它一直是被作为最通用的杀人剂。砷第一个被肯定为基本致癌物。这是将近两世纪之前由一位英国医师从烟囱的烟灰里作出了鉴定，它与癌有关。长时期来使全人类陷入慢性砷中毒流行病也是有记载的。砷污染了的环境已在马、牛、羊、猪、鹿、鱼、蜂这些动物中间造成疾病和死亡，尽管有这样的记录，砷的喷雾剂、粉剂还是广泛地使用着。在美国南部用砷喷雾剂的产棉乡里，作为一种专业的养蜂业几乎破产。长期使用砷粉剂的农民一直受着慢性砷中毒的折磨；牲畜也因人们使用含砷的田禾喷剂和除草剂而受到毒害。从兰莓(越桔之一种)地里飘来的砷粉剂散落在邻近的农场里，染污了溪水，致命地毒

害了蜜蜂、奶牛，并使人类染上疾病。一位环境癌病方面的权威人士，全国防癌协会的 W.C.惠帕博士说：“……在处理含砷物方面，要想采取比我国近年来的实际做法——完全漠视公众的健康状况——还更加漠视的态度，那简直是是不可能的了。凡是看到过砷杀虫剂撒粉器、喷雾器怎样工作的人，一定会对那种马马虎虎地施用毒性物质深有所感，久久难忘。”

现代的杀虫剂致死性更强。其中大多数自然地属于两大类化学药物中的一类。DDT 所代表的其中一类就是著称的“氯化烃”；另一类由有机磷杀虫剂构成，是由略为熟悉的马拉硫磷和对硫磷(1605)所代表的。它们都有一个共同点，如上所述，它们以碳原子为主要成分而构成——碳原子也是生命世界必不可少的“积木”——这样就被划为“有机物”了。为要了解它们，我们必须弄明白它们是由何物造成的，以及它们是怎样(这尽管与一切生物的基础化学相联系着)把自己转化到使它们成为致死剂的变体上去的。

这个基本元素——碳，是这样一种元素，它的原子有几乎是无限的能力：能彼此相互组合成链状、环状及各种别的构形；还能与他种物质的分子联结起来。的确如此，各类生物——从细菌到蓝色的大鲸；有着其难以置信的多样性，也主要是由于碳的这种能力。如同脂肪、碳水化合物、酶、维生素的分子一样，复杂的蛋白质分子正是以碳原子为基础的。同样；数量众多的非生物也如此；因为碳未必就是生命的象征。

某些有机化合物仅仅是碳与氢的化合物。这些化合物中最简单的就是甲烷，或曰沼气，它是在自然界由浸于水中的有机物质的细菌分解而形成的。甲烷若以适当的比例与空气混合，就变成了煤矿内可怕的“瓦斯气”。它有美观的简单结构：由一个碳原子——已依附着四个氢原子——组成。科学家们已发现可以取掉一个或全部的氢原子，而以其他元素来代替。例如，以一个氯原子来取代一个氢原子，我们便制出了氯代甲烷。

除去三个氢原子并用氯来取代，我们便得到麻醉剂氯仿(三氯甲烷)以氯原子取代所有的氢原子，结果得到的是四氯化碳——我们所熟悉的洗涤液。

用最简单的术语来讲，环绕着基本的甲烷分子的反复变化，说明了究竟什么是氯化烃。可是，这一说明对于烃的化学世界之真正复杂性，或对于有机化学家赖以造出无穷变幻的物质之操作仅给予微小的暗示。因为，它可不用只有一个碳原子的简单甲烷分子，而借助由许多碳原子组成的烃分子进行工作，它们排列成环状或链状(带有侧链或者支链)，而紧附着这些侧、支链的又是这样的化学键：不仅仅是简单的氢原子或氯原子，还会是多种多样的原子团。只要外观上有点轻微变化，本物质的整个特性也就随之改变了；例如不仅碳原子上附着的什么元素至为重要，而且连附着的位置也是十分重要的。这样的精妙操作已经制成了一组具有真正非凡力量的毒剂。

DDT(双氯苯基三氯乙烷之简称)是 1874 年首先由一位德国化学家合成的，但它作为一种杀虫剂的特性是直到 1939 年才发现的。紧接着 DDT 又被赞誉为根绝由害虫传染之疾病的、以及帮农民在一夜之间就可战胜田禾虫害的手段。其发现者，瑞士的保罗·穆勒曾获诺贝尔奖金。

现在 DDT 是这样普通地使用着，在多数人心目中这种合成物倒象一种无害的家常用物。

也许，DDT 的无害性的神话是以这样的事实为依据的：它的起先的用法之一，是在战时喷撒粉剂于成千上万的士兵、难民、俘虏身上，以灭虱子。

人们普遍地这样认为：既然这么多人与 DDT 极亲密地打过交道，而并未遭受直接的危害，这种药物必定是无害的了。这一可以理解的误会是基于这种事实而产生的——与别的氯化烃药物不同——呈粉状的 DDT 不是那么容易地通过皮肤被吸收的。DDT 溶于油之后，如其往常一样，肯定是有毒的。

如果吞咽了下去，它就通过消化道慢慢地被吸收了；还会通过肺部被吸收。它一旦进入人体内，就大量地贮存在富于脂肪质的器官内(因 DDT 本身是脂溶性的)，如肾上腺、睾丸、甲状腺。相当多的一部分留存在肝、肾及包裹着肠子的肥大的、保护性的肠系膜的脂肪里。

DDT 的这种贮存过程是从它的可理解的最小吸入量开始的(它以残毒存在于多数食物中)，一直达到相当高的贮量水平时方告停止。这些含脂的贮存所充任着生物学放大器的作用，以致于小到餐食的千万分之一的摄入量，可在体内积累到约百万分之 10—15 的含量，增加了一百余倍。此类供作参考的话，对化学家或药物学家来说是多么平平常常，但却是我们多数人所不熟悉的。百万分之一，听起来象是非常小的数量——也确是这样；但是，这样的物质效力却如此之大，以其微小药量就能引起体内的巨大变化。在动物实验中，发现百万分之三的药量能阻止心肌里一个主要的酶的活动；仅百万分之五就引起了肝细胞的坏死和瓦解；仅百万分之二点五的与 DDT 极接近的药物狄氏剂和氯丹也有同样的效果。

这确实并不令人惊诧。在正常人体化学中就存在着这种小原因引起严重后果的情况。

比如，小到一克的万分之二的这样少量的碘就可造成健康与疾病之差别。由于这些小量的杀虫剂可以点滴地贮存起来，但只能缓慢地排泄出去，所以肝脏与别的器官的慢性中毒及退化病变这一威胁是非常真切地存在着。

人体内可以贮存多少 DDT，科学家们尚无一致意见。食品与药物部的药物学主任阿诺德·李赫曼博士说：“既没有这样一个最低标准——低于它 DDT 就不再被吸收了，也没有这样一个最高标准——超过它吸收和储存就告终止了。”另一方面，美国公共卫生处的威兰德·海斯博士却力辩道：在每个人体内，会达到一个平衡点，超于此量的 DDT 就被排泄了出来。就实际目的性而言，这两个谁为正确并不是特别重要的。对 DDT 在人类中的贮存已作了详细调查，我们知道一般常人的贮量是潜在地有害的。据种种研究结果来看，从受毒(不可避免的饮食方面的除外)的个人，平均贮量为百万分之五点三到百万分之七点四；农业工人为百万分之十七点一；而杀虫药工厂的工人竟高达百万分之六百四十八；可见已证实了的贮量范围是相当宽广的；并且，尤为要害的是这里最小的数据也是在可能开始损害肝脏及别的器官或组织的标准之上的。

DDT 及其同类的药剂的最险恶的特性之一是它们通过食物这一链条上的所有环节由一机体传至另一机体的方式。例如，在苜蓿地里撒了 DDT 粉剂；而后用这样的苜蓿作为鸡食饲料；鸡所生的蛋就含有 DDT 了。或者以干草为例，它含有百万分之七至八的 DDT 残余，可能用来喂养奶牛；牛奶里的 DDT 含量就会达到大约百万分之三，而在此牛奶制成的奶油里，DDT 含量就会增达百分之六十五。DDT 通过这样一个转移进程，本来含量极少，后来经过浓缩，逐渐增高。食品与药物部不允许州际商业装运的牛奶含有杀虫剂残毒，但当今的农民发觉很难给奶牛弄到未受污染的草料。毒质还可能由母亲传至子女身上。杀虫剂残余已被粮药部的科学家们从人奶的取样试验中找了出

来。这就意味着人奶哺育的婴孩，除他体内已集聚起来的毒性药物以外，还在接收着少量的却是经常性的补给。然而，这决非该婴儿的第一次遇到中毒之险——有充分的理由相信，当他还在宫体内的讨候就已经开始了。在实验动物体内，氯化烃药物自由跑穿过胎盘这一关卡。胎盘历来是母体内使胚胎与有害物质隔离的防护罩。虽然婴儿这样吸收的药量通常不大，却并非不重要，因为婴孩对于毒性比成人要敏感得多。这种情况还意味着：今天，一般人几乎肯定地是以他第一次贮存此——与日俱增的药物重负而开始其生命的(从此以后就要求他的身体将此重担支撑下去了)。

所有这些事实——有害药物的贮存甚至是低标准的贮存，随之而来的积聚；以及各种程度的肝脏受损(正常饮食中也会轻易出现)的发生——使得粮药部的科学家们早在 1950 年就宣布“很可能一直低估了 DDT 的潜在危险性”。医学史上还没有出现过这种类似的情况。终究其启果会怎么样，也还无人知晓。

氯丹——另一种氯化烃，具有 DDT 所有这些令人讨厌的属性，还要加上几样它自身独特的属性。它的残毒能长久地存在在油里、在食物中，或在可能敷用它的东西之表面。

它利用一切可采用的门路进入人体；可通过肌肤被吸收，可作为喷雾或者粉屑被吸入；当然如果将它的残余吞食了下去，就从消化道吸收了。如同一切别种氯化烃一样；氯丹的沉积物日积月累在体内积聚起来。一种食物含有百万分之二点五少量的氯丹，最终会导致实验动物脂肪内的氯丹贮量增至百万分之七十五。

象李赫曼博士这么有经验的药物学家，曾在 1950 年这样描述过氯丹：“这是杀虫剂中毒性最强的药物之一，任何人摸了它都会中毒。”郊区居民并没有把这一警告放在心上，他们竟毫无顾忌地随意将氯丹渗入治理草坪的粉剂中。当时这郊区居民并没有马上发病，看来问题不大，但是毒素可长期潜存在人体内，过数月或数年以后才毫无规律地表现出来，到那时就不大可能查出患病的起因了。但有时，死神也会很快地袭来。有一位受害者，偶而把一种 25% 的工业溶液洒到皮肤上，四十分钟内显出了中毒症状，未能来得及医药救护就死去了。这种中毒症是不可能提前发觉通知医务人员及时抢救的。

七氯是氯丹的成分之一，作为一种独立的科技术语通行于市。它具有在脂肪里贮存的特殊能力。如果食物中的含量小到仅千万分之一，在体内就会出现含量已可计的七氯了。它还有一种稀奇的本事，能起变化而成为一种化学性质不同的物质——称作环氧七氯。它在土壤里，及植物、动物的组织里都会起这种变化。对鸟类的试验表明由这一变化结果而来的环氧，比原来的药物毒性更强，而原来的药物之毒性已是氯丹的四倍。

远在 1930 年代中期，发现了一种特殊的烃——氯化萘，它会使受职业性药物危害的人患上肝炎病，也会患稀有的且几乎是无法医治之肝症。它们已引起了电业工人患病与死亡；而且最近以来，在农业方面它们被认为是引起牛畜所患的一种神秘的往往致命的病症的根源。鉴于前例，与这组烃有裙带关系的三种杀虫剂都属于所有烃类药物中最剧毒者之列是无足为怪的了。这些杀虫药就是狄氏剂(氧桥氯甲桥萘)、艾氏剂(氯甲桥萘)以及安德萘。

狄氏剂(为纪念一位德国化学家狄尔斯而命名的)，当把它吞食下去时，其毒性约相当于 DDT 的五倍，但当其溶液通过皮肤吸收之后，毒性就相当于

DDT 的四十倍了。它因使受害者发病快，并对神经系统有可怕的作用——使患者发生惊厥——而恶名远扬。这样中毒的人恢复得非常缓慢，足以表明其绵延的慢性药效。至于对其它的氯化烃，这些长期的药效严重损坏肝脏。狄氏剂残毒持续期漫长并有杀虫功用因此就把它当作目前应用最广的杀虫剂之一，而不考虑其后果——施用后随之发生的对野生动物可怕的毁灭。在对鹤鹑和野鸡作试验时，证明了它的毒性约力 DDT 的四十至五十倍。

狄氏剂怎样在体内进行贮存或分布，或者怎样排泄出去，我们这方面的知识有很大的空白点：因为科学家们发明杀虫药方面的创造才能早就超过了有关这些毒物如何伤害活的肌体的生物学知识。然而，有各种征象表明这些毒物长期贮存在人类体内——这儿，沉积物犹如一座正安眠的火山那样蛰伏着，单等身体汲取脂肪积蓄到生理重压时期，才骤然迸发起来。我们所真正懂得的许多东西，都是通过“世界卫生组织”开展的抗疟运动的艰辛经历中才学到的。一当疟疾防治工作中用狄氏剂取代了 DDT（因疟蚊已对 DDT 有了抗药性），喷药人员中的中毒病例就开始出现了。病症的发作是剧烈的——从半数乃至全部（不同的工作程序，中毒病状各异）受害的人发生痉挛，且数人死亡。有些人自最后一次中毒以后过四个月才发生了惊厥。

艾氏剂是有点神秘的一种物质，因为尽管它作为一种独立的实体而存在着，它与狄氏剂却有着至交关系。当你把胡萝卜从一块用艾氏剂处理过的苗圃里拔出以后，发现它们含有狄氏剂的残毒。这种变化发生在活的机体组织内，也发生在土壤里。这种炼丹朱式的转化已导致了许多错误的报道，因为如果一个化学师知道已经施用了艾氏剂而要来化验它是否还存在时，他将会受骗，而认为全部的艾氏剂余毒已经被驱除了。而余毒还在，不过它们是狄氏剂，这需要不同的试验罢了。

象狄氏剂一样，艾氏剂也是极其有毒的。它引起肝脏和肾脏里退化的病变。若用阿司匹灵药片那样大小的剂量，就足以杀死四百多只鹤鹑。人类中毒的许多病例是留有记录的，其中大多数与工业管理有关。

艾氏剂同本组杀虫剂的多数药物一样，给未来投下一层威胁的阴影——不孕症之阴影。给野鸡喂食少得很的剂量，不足以毒死它们，尽管如此，却只生了很少的几个蛋；而且由这几个蛋孵出的幼雏很快就死去了。此种影响并不局限于飞禽。遭艾氏剂之毒害的老鼠，受孕率减少了，且其幼鼠也是病态的，活不久的。处理过的母狗所产的小崽三天内就死了。新一代总是这样或看那样地因其亲体的中毒而遭难。没人知道是否也将在人类中看到同样的影响，可是这一药物业已由飞机喷撒，遍及城郊地区和田野了。

安德萘是所有氯化烃药物中毒性最强的。虽然化学性能与狄氏剂有相当的密切关系，但其分子结构稍加曲变就使得它的毒性相当于狄氏剂的五倍。安德萘使得 DDT——此组所有杀虫剂的鼻祖——相形之下看来几乎是无害的了。它的毒性对于哺乳动物是 DDT 时十五倍；对于鱼类是 DDT 的二十倍；而对于一些鸟类，则大约是其三百倍。

在使用安德萘的十年期间，它已毒杀过巨量的鱼类，毒死了误入喷了药的果园的牛畜，毒染了井水，从而至少有一个州卫生部严厉警告说，粗率地使用安德萘正在危害着人的生命。

在一起最为悲惨的安德萘中毒事件中，没有什么明显的疏忽之处；曾尽了一番努力做些表面上认为妥贴的预防措施。有一位满周岁的美国小孩，父母带他到委内瑞拉居住下来。在他们所搬入的房子里发现有蟑螂，几天后

就用含有安德萘的药剂喷打了一次。

在一天上午九点左右开始打药之前，这个婴孩连同小小的家犬都被带到屋外。喷药之后将地板也进行了擦洗。在下午的时候婴孩及小狗又回到了房里。过了一个钟头左右小狗发生了呕吐、惊厥而后死去了。就在当天晚上十点，这个婴孩也发生了呕吐，惊厥并且失去了知觉。自那次生命攸关地与安德萘的接触之后，这一正常健壮的孩子变得差不多象个木头人一样——看，看不见；听，听不见；动辄就发作肌肉痉挛；显然他完全与周围环境隔绝了。在纽约一家医院里治疗数月，也未能转变这种状况或者带来好转的希望。

负责护理的医师报告说：“会不会出现任何有益程度之康复，这是极难预料的事。”

第二大类杀虫剂——烷基和有机磷酸盐，属世界上最毒药物之列。伴随其使用而来的首要的、最明显的危险是，使得施用喷雾药剂的人，或者偶尔跟随风飘扬的药雾、跟覆盖有这种药剂的植物、或跟已被抛掉的容器稍有接触的人急性地中毒。在佛罗里达州，两个小孩发现了一只空袋子，就用它来修补了一下秋千，其后不久两个孩子都死去了，他们的三个小伙伴也得病了。这个袋子曾用来装过一种杀虫药，叫做对硫磷(1605)——一种有机磷酸酯；试验证实了死亡正是对硫磷中毒所致。另外有一次，威斯康星州的两个小孩(堂兄弟俩)，一个是在院子里玩耍，当时他的父亲正在给马铃薯喷射对硫磷药剂，药雾从毗连的田地里飘来，另一个跟着他父亲嬉戏地跑进谷仓，又把手在喷雾器具的喷嘴上了一会儿，也中毒了，两个孩子就在同一天晚上死去。

这些杀虫药的来历有看某种讽刺意义。虽然一些药物本身——磷酸的有机酯——已经闻名多年，而它们的杀虫特性却一直保留到二十世纪三十年代晚期才被一位德国化学家格哈德·施雷德尔发现了。德国政府差不多当即就认可这些同类药物的价值：人类对人类自己的战争中新的、毁灭性的武器；而且有关研制这些药物的工作被宣布为秘密。

有些药物就成了致命的神经错乱性毒气；还有些有亲密的同属结构之药物，成为杀虫剂。

有机磷杀虫剂以一种奇特的方式对活的机体起作用。它们有毁坏酶类的本事——这些酶在体内起着必要的功能作用。此类杀虫剂的目标是神经系统，而不管其受害者是只昆虫或是个热血动物。正常情况之下，一个神经脉冲借助叫做乙酰胆碱的“化学传导物”一条条神经地传过去；乙酰胆碱是一种履行必要的功能作用然后就消失了的物质。真的如此，这种物质的生存是这样的迅忽，连医学研究人员(没有特殊处置办法的话)也不能够在人体毁掉它之前取样作试验。这种传导物质的短促性是身体的正常机能所必需的。

如果这种乙酰胆碱当一次神经脉冲一通过，不立即被毁掉，脉冲就继续沿一根根神经掠过，而此时这种物质就以空前更加强化的方式尽力发挥其作用，使整个身体的运动变得不协调起来：很快就发生了震颤、肌肉痉挛、凉厥以至死亡。

这种偶发性已由身体作了应付之准备。一种叫胆碱酯酶的保护性酶，每当身体不再需要那传导物质时，就随即消灭它。借此种手段求得了一精确的调节办法，身体也从未积聚达危险含量的乙酰胆碱。可是，与有机磷杀虫剂一接触，保护酶就被破坏了。且当这种酶的含量被减少之时，传导物质的

含量就积聚起来。在这一作用上，有机磷化合物同生物碱毒物蝇蕈碱(发现于一种有毒的蘑菇——蝇蕈里面)相类似。

频频地受药物危害会降低胆碱脂酶的含量标准，直降到一个人已濒临急性中毒之边缘的时候，从这一边缘上外加一次十分轻微的危害，即可将他推下中毒之深渊。鉴于此因，认为对喷药操作人员及其他经常蒙受中毒之险的人做定期的血液检查是很重要的。

对硫磷是用途最广的有机磷酸酯之一。它也是药性最强、最危险的药物之一。与它一接触，蜜蜂就变得“狂乱地骚动、好战起来”，作出疯狂似的揩挠动作，半小时之内就近乎死亡了。有位化学家，企图以尽可能直接的手段获悉对人类产生剧毒的剂量，他就吞服了极微的药量，约等于 0.00424 两。紧接着如此迅疾地发生了瘫痪，以致他连事先预备在手边的解毒剂也未来及够着；他就这样死去了。据说，在芬兰对硫磷现在是人们最中意的自杀药物。近年关，加里福尼亚州有报道称每年平均发生二百多宗意外的对硫磷中毒事故。在世界许多地方，对硫磷造成的死亡率是令人震惊的：1958 年在印度有一百起致命的病例，叙利亚有六十七起；在日本，每年平均有三百三十六人中毒致死。

可是，七百万磅左右的对硫磷如今被施用到美国的农田或菜园里——由手工操作的喷雾器、电动鼓风机、洒粉机、还有飞机来播施。照一位医学权威的说法，仅在加里福尼亚的农场里所用的药量，就能“给五至十倍的全世界人口提供以致命的剂量。”

我们在少数情况下也可免遭这一药物的毒害，其中有一个原因就是 对硫磷及其他的本类药物分解得相当快。故与氯化烃相比较，它们在庄稼上的残毒是相对短命的。然而，它们持续的时间已足以带来从只是严重中毒以至于致命的各样危害。在加里福尼亚的里弗赛德，采摘柑桔的三十人中有十一人得了重病，除一人外都不得不住院治疗，他们的症状是典型的对硫磷中毒。桔林是在大约两周半之前曾用对硫磷喷射过的；这些残毒已持续了十六至十九天之久。弄得采桔人沦入干呕、半瞎、半昏迷之痛苦中。而这无论怎么说也并非其持续时日的纪录。早在一个月之前喷过的桔林里也发生了类似 的事故，而且以标准剂量处理过六个月之后，柑桔的果皮里还发现有本药的残毒。

对于在田野、果园、葡萄园里施用有机磷杀虫剂的全体工人所造成的极度危险，已使得使用这些药物的一些州里设立起许多实验室——这里医师们可以进行诊断，也有医疗方面的济助。甚至连医生们自己也会处在某些危险之中，除非在处理中毒患者时戴上橡皮手套。洗衣妇洗濯患者的衣物也同样会有危险——这些衣物上可能吸附有足以伤害她的对硫磷。

马拉硫磷是另一种有机磷酸酯，差不多与 DDT 一样为公众所熟悉；它被园艺工广泛地应用着，还普遍地用于家户灭虫、喷射蚊虫方面，以及对昆虫进行总歼灭，如：佛罗里达州的一些社区用来喷打近百万英亩的土地，以消灭一种地中海果蝇。马拉硫磷被认为是此类药物中毒性最小的了；许多人也就臆断他们可以随意使用且无伤害之忧了。商业广告也在鼓励这种令人宽慰的态度。

声称马拉硫磷的“安全性”是基于相当危险的依据的，尽管直到这种药物已应用数年之后(往往有这种事)才发现了一点。马拉硫磷之“安全”仅是因为哺乳动物之肝脏——具有非凡保护力的器官——使得它挥对地无害

罢了。其解毒作用是由肝脏的一种酶来完成的。然而，如果有什么东西毁坏了这样的酶或者干扰了它的活动，那么，遭马拉硫磷危害的人就要承受毒素的全力侵袭了。

对我们大家来说不幸的一点是，发生这种事的机会是屡见不鲜的。好儿午前，有一组粮药部的科学家们发现：当把马拉硫磷与某种别的有机磷酸酯同时施用，严重的中毒现象就产生了——直到所预言的严重毒性的五十倍；这一预言是以两种药物的毒性加在一起为根据的。换言之，当这两种药物混合起来时，每一种化合物的致死剂量之1%，就可产生致命的效果。

这一发现导致了对其他化合作用的试验。现在已知，通过混合的作用，毒性增大或“强化”了，许许多多对磷酸酯杀虫剂是非常危险的。毒性的强化看来发生在一种化合物毁坏了司管解除另一化合物之毒性的肝脏酶的时候。两种化合物双管齐下是没有必要的。中毒之险不仅对这周可能喷打一种虫药而下周另喷一种的人存在；而且对喷雾药品的用户也是存在的。一般的凉菜碗里会很容易地出现两种磷酸酯杀虫剂的混合；这在法定的许可限量之内的残毒会发生交互的作用。

化学药物这种危险的相互作用的全部内容目前知道的尚少，可是这些令人惊扰的新发现总是经常性地从科学实验室里涌出。其中之一就是这一发现：一种磷酸酯的毒性可由第二种药剂（它不一定是杀虫剂）来增强。比如，用一种增塑剂可能要比另一种杀虫剂产生更强烈的作用，而使马拉硫磷变得更加危险。同样，这又是因为它抑制了肝脏酶的功用——而正常情况下这种酶能把杀虫剂之“毒牙”拔除。

在正常的人类环境中，别的化学制品怎么样呢？特别是医药物又如何呢？关于这方面所做的仅仅是个开始；但是已经知道某些有机磷酸酯（对硫磷和马拉硫磷）能增强某些用作肌肉松弛剂的医药之毒性，而有几种别的磷酸酯（还是包括马拉硫磷）显著地增长了巴比妥酸盐的安眠时间。

希腊神话中的女玉米荻，因一敌手夺去了她丈夫贾逊的爱情而大怒，就赠予新娘子一件具有魔力的长袍。新娘穿着这件长袍立遭暴死。这个间接致死法现在在称为“内吸杀虫剂”的药物中找到了它的对应物。这些是拥有着非凡特质的化工药物，这些特质被用来将植物或动物转变为一种米荻长袍式的东西——使它们居然成了有毒的了。这样做，其目的是：杀死那些可能与它们接触的昆虫，特别是当它们吮吸植物之汁液或动物之血液时。

内吸杀虫剂（特指将药剂吸入动植物全身的组织里而使昆虫等外界接触物中毒者——译注）世界是一个难想象的奇异世界，它超出了格林兄弟的想象力——或许与查理·亚当斯的漫画世界极为近乎同类。它是个这样的世界，在这里童话中富于魅力的森林已变成了有毒的森林——这儿昆虫嘴嚼一片树叶或吮吸一株植物的津液就注定要死亡。它是这样一个世界、在这里跳蚤叮咬了狗，就会死去，因为狗的血液已被变为有毒的了；这里昆虫会死于它从未触犯过的植物所散发出来的水汽；这里蜜蜂会将有毒的花蜜带回至蜂房里，结果也必然酿出有毒的蜂蜜来。

昆虫学家的关于内部自生杀虫剂的梦幻终于得以证实了，这是在实用昆虫学领域的工人们觉察到，他们从大自然那儿能够领会到一点暗示：他们发现在含有硒酸钠的土壤里生长的麦子，曾免遭蚜虫及红蜘蛛的侵袭。硒，一种自然生成的元素，在世界许多地方的岩石及土壤里均有小量的发现，这样就成了第一种内吸杀虫剂。

使得一种杀虫剂成为全身毒性(内吸)药物的是这样一种能力——它能渗透到一棵植物或一个动物的全部组织内并使之有毒。这一属性为氯化烃类的某些药物和有机磷类的其他一些药物所具有；这些药物大部分是用人工合成法产生出来的，也有由一定的自然生成物所产生的。然而，在实际应用中多数内吸杀虫药物是从有机磷类提取出来的，因为这样处理残毒的问题就有点不那么尖锐了。

内吸杀虫药还以别的迂回方式发生效用。此药若施用于种子——或者浸泡或与碳混合而涂盖一层，它们就把其效用扩展到下列植物的后代体内，且长出对蚜虫及其他吮吸类昆虫有毒的幼苗来。一些蔬菜如豌豆、菜豆、甜菜有时就是这样受到保护的。外面复有一层内吸杀虫剂的棉籽已在加里福尼亚州使用一段时间了；在这个州，1959年曾有二十五个农场工人在圣柔昆峡谷植棉时突然发病，由于用手拿着处理过的种子口袋所致。

在英格兰，曾有人想知道当蜜蜂从内吸药剂处理过的植物上采了花蜜之后会发生什么样的情况。对此，曾在以一种叫做八甲磷的药物处理过的地区作了调查。尽管那些植物是在其花还未成形以前喷过药的，而后来生成的花蜜内却含有此种毒质。结果呢，如可以预测到的一样，这些蜂所酿之蜜也是八甲磷染污了的。

动物的内吸毒剂的使用主要地集中在控制牛蛆方面。牛蛆是牲畜的一种破坏性寄生虫。为了在宿主的血液及组织里造成杀虫功效而又不致引起危及生命的毒性，必须十分小心才行。这个平衡关系是很微妙的，政府的兽医先生们业已发现：频繁的小剂量用药也能逐渐耗尽一个动物体内的保护性酶胆碱脂酶的供应；因此，若无预先告诫的话，多加一点儿很微的剂量，便将引起中毒。

许多强有力的迹象表明，与我们的日常生活更为密切的新天地正在开辟出来。现在，你可以给你的狗吃上一粒丸药，据称此药将使得它的血被有毒而除去身上的跳蚤。在对牛畜的处理中所发现的危险情况也大概会出现在对狗的处理中。到目前，看来尚未有人提出过这样的建议——做人的内吸杀虫试验；它将使得我们(体内的毒性)能致死蚊子；也许这就是下一步的工作了。

至此，这一章里我们一直在研讨对昆虫之战所使用的致死药物。而我们同时进行的杂草之战又怎样呢？

要求得一种速效、容易的方法——以灭除不需要的草木——之愿望便导致产生了一大群不断增加着的化学药物，它们通称为除莠剂，或以不太正式的说法，叫做除草药。

关于这些药物是怎样使用及怎样误用的记述，将在第六章里讲到；而这里同我们有关的问题是，这些除草剂是否是毒药，以及它们的使用是否促成了对环境的毒染。

关于除草剂仅仅对草木植物有毒、故对动物的生命不构成什么威胁的传说，已得到广泛的传播，可惜这并非真实。这些除草剂包罗了种类繁多的化工药物，它们除对植物有效外，对动物组织也起作用。这些药物在对于有机体的作用上差异甚大。有些是一般性的毒药；有些是新陈代谢的特效刺激剂，会引起体温致命地升高；有的药物(单独地或与别种药物一起)招致恶性肿瘤；有些则伤害生物种属的遗传质、引起基因(遗传因子)的变种。这样看来，除草剂如同杀虫剂一样，包括着一些十分危险的药物；粗心地使用这些药物

——以为它们是“安全的”，就可能招致灾难性的后果。

尽管出自实验室内的川流不息的新药物竞相争先，而含砷化合物仍然大肆使用看，既用作杀虫剂(如前所述)，也用作除草剂，这里它们通常以亚砷酸钠的化学形式出现。

它们的应用史是不能令人安然于怀的。作为路旁使用的喷雾剂，它们已使不知多少个农民失去了奶牛，还杀死了无数个野生动物；作为湖泊、水库的水中除草剂，它们已使公共水域不宜饮用，甚至也不宜于游泳了；作为施到马铃薯田里以毁掉藤蔓的喷雾药剂，它们已使得人类和非人类付出了生命的代价。

在英格兰，上述后一种用途约在 1951 年有了发展，这是由于缺少硫酸的结果；以前是用硫酸来烧掉土豆蔓的。农业部曾认为有必要对进入喷过含砷剂的农田之危险予以警告，可是这种警告牛畜是听不懂的，(野兽及鸟类也听不懂——我们必须这样假定。)有关牛畜的含砷喷剂中毒的报道单调地经常性地传来。当通过饮用砷染污了的水，死神也来到一位农妇头上的时候，一家主要的英国化学公司(在 1959 年)停止了生产含砷喷雾剂，而且回收了已在商贩手中的所供给的药物。此后不久，农业部宣布：因为对人和牛畜的高度危险性，在亚砷酸盐的使用方面将予以限制。在 1961 年，澳大利亚政府也宣布了类似的禁令。然而，在美国却没有这种禁令来阻止这些毒物的使用。

某些“二硝基”化合物也被用作除草剂。它们被定为美国现用的这一类型的最危险的物质之一。二硝基酚是一种强烈的代谢兴奋剂。鉴于此种原因，它曾一度被用作减轻体重的药物，可是减重的剂量与需要起中毒或药杀作用的剂量之间的界限却是细微的——竟如此之细微，以致在这种减重药物最后停用之前已使几位病人死亡，还有许多人遭受了永久性的伤害。

有一种同属的药物——五氯苯酚，有时称为“五氯酚”，也是既用作杀虫剂，也用作除草剂的，它常常被喷撒在铁路沿线及荒芜地区。五氯酚对于从细菌到人类这样多种多样的有机体的毒性是极强的。像二硝基药物一样，它干扰着(往往是致命地干扰)体内的能源，以致于受害的机体近乎(简直是)在烧毁自己。它的可怖的毒性在加利福尼亚州卫生局最近报告的致命惨祸中得到了具体说明。有一位油槽汽车司机，把柴油与五氯苯酚混合在一起，配制一种棉花落叶剂。当他正从油桶内汲出此浓缩药物之际，桶栓意外地倾落了回去。他就赤手伸了进去把桶栓复至原位。尽管他当即就洗净了手，还是得了急病，次日就死去了。

一些除草剂——诸如亚砷酸钠或者酚类药物——的后果大都昭然易见，而另外一些除草剂的效用却是格外地隐伏为善的。例如，当今著名的红莓(一种蔓越桔)除草药氨基三唑，被定为相对的轻毒性药物。但是归根结蒂它的引起甲状腺恶性肿瘤的趋向，对于野生动物，恐怕也对人类都可能是大有深长意味的。

除草剂中还有一些药物划归为“致变物”，或曰能够改变基因——司遗传之物质——的作用剂。辐射造成遗传性影响，使得我们大大吃了一惊；那么，对于我们在周围环境中广为散播的化学药物的同样作用，我们又怎么能掉以轻心呢？

#### 四 地表水和地下水

在我们所有的自然资源中，水已变得异常珍贵，绝大部分地球表面为无边的大海所覆盖，然而，在这汪洋大海之中我们却感到缺水。看来很矛盾，岂不知地球上丰富本源的绝大部分由于含有大量海盐而不宜用于农业、工业及人类消耗，世界上这样多的人口正在体验或将面临淡水严重不足的威胁。人类忘记了自己的起源，又无视维持生存最起码的需要，这样水和其他资源也就一同变成了人类漠然不顾的受难者。

由杀虫剂所造成的水污染问题作为人类整个环境污染的一部分是能够被理解的。进入我们水系的污染物来源很多：有从反应堆、实验室和医院排出的放射性废物；有原子核爆炸的散落物；有从城镇排出的家庭废物；还有从工厂排出的化学废物等。现在，一种新的散落物也加入了这一污染物的行列，这就是使用于农田、果园、森林和原野里的化学喷撒物。在这个惊人的污染物大杂烩中，有许多化学药物再现并超越了放射性的危害效果，因为往这些化学药物之间还存在着一些险恶的、很少为人所知的内部相互作用以及毒效的转换和迭加。

自从化学家们开始制造自然界从未存在过的物质以来，水净化的问题也变得复杂起来了：对水的使用者来说，危险正在不断增加。正如我们所知道的，这些合成化学药物的大量生产始于本世纪四十年代。现在这种生产增加，以致使大量的化学污染物每天排入国内河流。当它们和家庭废物以及其他废物充分混合流入同一水体时，这些化学药物用污水净化厂通常使用的分析方法有时候根本化验不出来。大多数的化学药物非常稳定，采用通常的处理过程无法使其分解。更为甚者是它们常常不能被辨认出来。在河流里，真正不可思议的是各种污染物相互化合而产生了新物质，卫生工程师只能失望地将这种新化合物的产生归因于“开玩笑”。马萨诸塞州工艺学院的卢佛·爱拉森教授在议会委员会前作证时认为预知这些化学药物的混合效果或识别由此产生的新有机物目前是不可能的。爱拉森教授说：“我们还没有开始认识那是些什么东西。它们对人会有什么影响，我们也不知道。”

控制昆虫、啮齿类动物或杂草的各种化学药物的使用现正日益助长这些有机污染物的产生。其中有些有意地用于水体以消灭植物、昆虫幼虫或杂鱼。有些有机污染物来自森林，在森林中喷药可以保护一个州的二、三百英亩土地免受虫灾，这种喷撒物或直接降落在河流里，或通过茂密的树木华盖滴落在森林底层，在那儿，它们加入了缓慢运动着的渗流水而开始其流向大海的漫长流程。这些污染物的大部分可能是几百万磅农药的水溶性残毒，这些农药原本是用于控制昆虫和啮齿类的，但借助于雨水，它们离开了地面而变成世界水体运动的一部分。

在我们的河流里，甚至在公共用水的地方，我们到处都可看到这些化学药物引人注目的形迹。例如，在实验室里，用从潘斯拉玛亚一个果园区取来的饮用水样在鱼身上作试验，由于水里含有很多杀虫剂，所以仅仅在四个小时之内，所有作实验的鱼都死了。

灌溉过棉田的溪水即使在通过一个净化工厂之后，对鱼来说仍然是致命的，在阿拉巴马州田纳西河的十五条支流里，由于来自田野的水流曾接触过氯化烃毒物而使河里的鱼全部死亡。其中两条支流是供给城市用水的水源。在使用杀虫剂的一个星期之后，放在河流下游的铁笼里的金鱼每天都有

悬浮而死的，这足以证明水依然是有毒的。

这种污染在绝大部分情况下是无形的和觉察不到的，只有当成百成千的鱼死亡时，才使人得知情况；然而在更多的情况下这种污染根本就没有被发现。保护水的纯洁性的化学家们至今尚未对这些有机污染物进行过定期检测，也没有办法去清除它们。不管发现与否，杀虫剂确实客观存在着。杀虫剂当然随同地面上广泛使用的其他药物一起，进入国内许多河流，几乎是进入国内所有主要河系。

假若谁对杀虫剂已造成我们水体普遍污染还有怀疑的话，他应该读读1960年由美国渔业及野生物服务处印发的一篇小报告。这个服务处已经进行了研究，想发现鱼是否会像热血动物那样在其组织中贮存杀虫剂。第一批样品是从西部森林地区取回的，在这些地方为了控制云杉树蛆虫而大面积地喷撒了 DDT。正如所料，所有的鱼都含有 DDT。后来当调查者们对距离最近的一个喷药区约三十里的一个遥远的小河湾进行对比调查时，得到了一个真正有意思的发现。这个河湾是在采第一批样品处的上游，并且中间间隔着一个高瀑布。据了解这个地方并没有喷过药，然而这里的鱼仍含有 DDT。这些化学药物是通过埋藏在地下的流水而达到遥远的河湾呢？还是像飘尘似的在空中飘流而降落在在这个河湾的表面呢？在另一次对比调查中，在一个产卵区的鱼体组织里仍然发现有 DDT，而该地的水来自一个深井。同样，那里也没有撒药。污染的唯一可能途径看来与地下水有关。

在整个水污染的问题中，再没有什么能比地下水大面积污染的威胁更使人感到不安。

在水里增加杀虫剂而不想危及水的纯净，这在任何地方都是不可能的。造物主很难封闭和隔绝地下水域；而且她也从未在地球水的供给分配上这样做过。降落在地面的雨水通过土壤、岩石里的细孔及裂隙不断往下渗透，越来越深。直到最后达到岩石的所有细孔里都充满了水的这样一个地带，此地带是一个从山脚下起始、到山谷底沉没的黑暗的地下海洋。地下水总是在运动着，有时候速度很慢，一年也不超过五十英尺；有时候速度比较快，每天几乎流过十分之一英里。它通过看不见的水线在漫游着，直到最后在某处地面以泉水形式出露，或者可能被引到一口井里。但是大部分情况下它归入小溪或河流。

除直接落入河流的雨水和地表流水外，所有现在地球表面流动的水有一个时期都曾经是地下水。所以从一个非常真实和惊人的观点来看，地下水的污染也就是世界水体的污染。

由科罗拉多州某制造工厂排出的有毒化学药物必定通过了黑暗的地下海流向好几里远的农田区，在那儿毒化了井水，使人和牲畜病倒，使庄稼毁坏——这是许多同类情况的第一个典型事件。简略地说，它的经过是这样的：1943年位于丹佛附近的一个化学兵团的落矾山军需工厂开始生产军用物资，这个军工厂的设备在八年以后租借给一个私人石油公司生产杀虫剂。甚至还未来得及改变工序，离奇的报告就开始传来。距离工厂几里地的农民开始报告牲畜中发生无法诊断的疾病：他们抱怨这么大面积的庄稼被毁坏了，树叶变黄了，植物也长不入、并且许多庄稼已完全死亡。另外还有一些与人的疾病有关的报告。

灌溉这些农场的水是从很浅的井水里抽出来的，当对这些井水化验时（1959年在由许多州和联邦管理处参加的一次研究中），发现里面含有化学

药物的成分。在落矶山军工厂投产期间所排出的氯化物、氯酸盐、磷酸盐、氟化物和砷流进了池塘里。很明显，在军工厂和农场之间的地下水已经被污染了，并且地下水花费了七至八年的时间带着毒物在地下漫游了大约二里的路程而达到最近的一个农场。这种渗透在继续扩展，并进一步污染了尚未查清的范围。调查者们没有任何办法去消除这种污染或阻止它们继续向前发展。

所有这一切已够糟糕的了，但是最令人感到惊奇和在整个事件中最有意义的是，在军工厂的池塘和一些井水里发现了可以杀死杂草的 2.4-D。当然它的发现足以说明为什么用这种水灌溉农田后会造成庄稼的死亡。但是令人奇怪的事情是，这个兵工厂从未在任何工序中生产过这种 2.4-D。

经过长期认真的研究，化学家们得出结论：2.4-D 是在开阔的池塘里自发合成的。没有人类化学家起任何作用，它是由兵工厂排出的其他物质在空气、水和阳光的作用下合成的。这个池塘已变成了生产一种新药物的化学实验室，这种化学药物致命地损害了它所接触到的植物的生命。

科罗拉多农场及其庄稼受害的故事具有普遍的重要意义。除了在科罗拉多，在化学污染通往公共用水的任何地方，是否都可能存在类似情况呢？在各处的湖和小河里，在空气和阳光催化剂的作用下，还有什么危险的物质可以由标记着“无害”的化学药物所产生呢？

说实在的，水的化学污染的最惊人方面是这样的事实，即在河流、湖泊或水库里，或是在你吃饭桌子上的一杯水里都混入了化学家在实验室里没有责任想到要合成的化学药物。这种自由混合在一起的化学物之间相互作用的可能性给美国公共卫生服务处的官员们带来了巨大的骚动，他们对这么一个相当广泛存在的、从比较无毒的化学药物可以形成有毒物质的情况表示害怕。这种情况可以存在于两个或者更多的化学物之间，也可以存在于化学物与不断增长其数量的放射性废物之间。在游离射线的撞击之下，通过一个不仅可以预言而且可以控制的途径来改变化学药物的性质并使原子重新排列是很容易实现的。

当然，不仅仅是地下水被污染了，而且地表流动的水，如小溪、河流、灌溉农田的水也都被污染了。看来，设立在加利福尼亚州提尔湖和南克拉玛斯湖的国家野生物保护区为此提供了一个令人不安的例证。这些保护区是正好跨越奥来根边界的北克拉玛斯湖生物保护区体系的一部分。可能由于共同分享用水，保护区内一切都相互联系着，并都受这样一个事实的影响，即这些保护区像一些小鸟一样被广阔的农田所包围，这些农田原先都是水鸟作为乐园的沼泽地和水面，后来经过排水渠和小河疏干才改造成农田。

围绕着生物保护区的这些农田现在由北克拉玛斯湖的水来灌溉。这些水从它们所浇灌过的农田里集合起来后，又被抽进了提尔湖，再从那儿流到南克拉玛斯湖。因此设立在这两个水域的野生物保护区的所有的水都代表着农业土地排出的水。记住这一情况对了解当前所发生的事情是很重要的。

1960 年夏天，这些保护区的工作人员在提尔湖和南克拉玛斯湖捡到了成百只已经死了的或奄奄一息的鸟。其中大部分是以鱼为食的种类：苍鹭、鹅鸕和鸥。经过分析，发现它们含有与毒剂 DDD 和 DDE 同类的杀虫剂残毒。湖里的鱼也发现含有杀虫剂，浮游生物也是一样。保护区的管理人认为水流往返灌溉经过大量喷药的农田把这些杀虫剂残毒带入保护区，因此保护区河水里的杀虫剂残毒现正日益增多。

水质严重毒化排除了企图恢复水质的努力，这种努力本来是应该取得成果的，每个要去打鸭的猎人，每个对成群的水禽像飘浮的带子一样飞过夜空时的景色和声音喜爱的人本应都能感觉到这种成果的。这些特别的生物保护区在保护西方水禽方面占据着关键的地位。它们处在一个漏斗状的细脖子的焦点上，而所有的迁徙路线，如像所知道的太平洋飞行路线都在这儿聚集。当迁徙期到来的时候，这些生物保护区接受成百万只由哈德逊湾东部白令海岸鸟儿栖息地飞出的鸭和鹅；在秋天，全部水鸟的四分之三飞向东方，进入太平洋沿岸的国家。在夏天，生物保护区为水禽，特别是为两种濒临绝灭的鸟类——红头鸭和红鸭提供了栖息地。如果这些保护区的湖和水塘被严重污染，那么远地水禽的毁灭将是无法制止的。

水也应该被考虑加入到它所支持的生命环链中去，这个环链从浮游生物的像尘土一样微小的绿色细胞开始，通过很小的水蚤进入噬食浮游生物的鱼体，而鱼又被其它的鱼、鸟、貂、浣熊所吃掉，这是一个从生命到生命的无穷的物质循环过程。我们知道水中生命必需的矿物质也是如此从食物链的一环进入另一环的。我们能够设想由我们引入水里的毒物将不参加这样的自然循环吗？

答案可以在加利福尼亚州清水湖的惊人历史中找到。清水湖位于富兰塞斯库疗养院北面九十哩的山区，并一直以鱼钓而闻名。清水湖这个名字并不符实，由于黑色的软泥覆盖了整个湖的浅底，实际上它是很混浊的。对于渔夫和居住在沿岸的居民来说，不幸的是湖水为一种很小的蚋虫提供了一个理想的繁殖地。虽然与蚊子有密切关系，但这种蚋虫与成虫不同，它们不是吸血虫而且大概完全不吃东西。但是居住在蚋虫繁生地的人们由于虫子巨大的数量而感到烦恼。控制蚋虫的努力曾经进行过。但大多都失败了，直到本世纪四十年代末期当氯化烃杀虫剂成为新的武器时才成功。为发动新的进攻所选择的化学药物是和 DDT 有密切联系的 DDD，这对鱼的生命威胁显然要轻一些。

1949 年所采用的新控制措施是经过仔细计划的，并且很少有人估计到有什么恶果发生。这个湖被查勘过，它的容积也测定了，并且所用的杀虫剂是以一比七千万(1/70X10<sup>6</sup>)这样的比例来高度稀释于水的。蚋虫的控制起初是成功的，但到了 1954 年不得不再重复一遍这种处理，这次用的浓度比例是一比五千万(1/50X10<sup>6</sup>)，蚋虫的消灭当时认为是成功的。

随后冬季的几个月中出现了其它生命受影响的第一个信号：湖上的西方鸕鷀开始死亡，而且很快得到报告说一百多只已经死了。在清水湖的西方鸕鷀是一种营巢的鸟，由于受湖里丰富多采的鱼类所吸引，它也是一个冬季来访者。在美国和加拿大西部的浅湖中建立起漂流住所的鸕鷀是一种具有美丽外貌和习性优雅的鸟。它被你做“天鸭鸕鷀”是因为当它在水中荡起微微涟漪划过湖面时，它的身体低低浮出水面，而白色的颈和黑亮的头高高仰起。新孵出的小鸟附着浅褐色的软毛，仅仅在几个小时之内它们就跳进了水里，还乘在它们爸爸妈妈的背上，舒舒服服地躺在双亲的翅膀羽毛之中。

1957 年对恢复了原有数量的蚋虫又进行了第三次袭击，结果是更多的鸕鷀死掉了。

如同在 1954 年所验证的一样，在对死鸟的化验中没有能发现传染病的证据。但是，当有人想到应分析一下鸕鷀的脂肪组织时，才发现鸟体内有含量达百万分之一千六百的 DDD 大量富集。

DDD 应用到水里的最大浓度是百万分之零点零二 ( $0.02 \times 10^{-6}$ )，为什么化学药物能在鸕鷀身上达到这样高的含量？当然，这些鸟是以鱼为食的。当对清水湖的鱼也进行化验时，这样一个画面就展开了：毒物被最小的生物吞食后得到浓缩，又传递给大一些的捕食生物。浮游生物的组织中发现含有百万分之五浓度的杀虫剂(最大浓度达到水体本身的 25 倍)；以水生植物为食的鱼含有百万分之四十到三百的杀虫剂；食肉类的鱼蓄集的量最大。一种褐色的鳟鱼含有令人吃惊的浓度：百万分之二千五百。这是民间传说中的“杰克小屋”故事的重演，在这个序列中，大的肉食动物吃了小的肉食动物，小的肉食动物又吃掉草食动物，草食动物再吃浮游生物，浮游生物摄取了水中的毒物。

以后甚至发现了更离奇的现象。在最后一次使用化学药物后的短短时间内，就在水中再找不到 DDD 的痕迹了。不过毒物并没有真正离开这个湖，它只不过是进入了湖中生物的组织里。在化学药物停用后的第二十三个月时，浮游生物体内仍含有百万分之五点三这样高浓度的 DDD。在将近两年的期间内，浮游植物不断地开花和凋谢，虽然毒物在水里已不存在了，但是它不知什么缘故却依然在浮游植物中一代一代地传下去。这种毒物还同样存在于湖中动物体内。在化学药物停止使用一年之后，所有的鱼、鸟和青蛙仍检查出含有 DDD。发现肉里所含 DDD 的总数已超过了原来水体浓度的许多倍。在这些有生命的带毒者中有在最后一次使用 DDD 九个月以后孵化出的鱼、鸕鷀和加利福尼亚海鸥，它们已积蓄了浓度超过百万分之二千的毒物。与此同时，营巢的鸕鷀鸟群从第一次使用杀虫剂时的一千多对到 1960 年时已减少到大约三十对。而这三十对看来营巢也是白费劲，因为自从最后一次使用 DDD 之后就再没有发现过小鸕鷀出现在湖面上。

这样看来整个致毒的环链是以很微小的植物为基础的，这些植物始终是原始的浓缩者。这个食物链的终点在哪儿？对这些事件的过程还不了解的人们可能已备好钓鱼的用具，从清水湖的水里捕到了一串鱼，然后带回家用油煎做晚饭吃。DDD 一次很大的用量或多次的用量会对人产生什么作用呢？

虽然加利福尼亚州公共健康局宣布检查结果无害，但是 1959 年该局还是命令停止在该湖里使用 DDD。由这种化学药物具有巨大生物学效能的科学证据看来，这一行动只是最低限度安全措施。DDD 的生理影响在杀虫剂中可能是独一无二的，因为它毁坏肾上腺的一部分，毁坏了众所周知的肾脏附近的外部皮层上分泌荷尔蒙激素的细胞。从 1948 年就知道的这种毁坏性影响首先只是在狗身上得出实验结果而使人相信，因为这种影响在像猴子、老鼠、或兔子等实验动物身上还不能显露出来。DDD 在狗身上所产生的症状与发生在人的身上的爱德逊病的情况非常相似，这一情况看来是有参考价值的，最近医学研究已经揭示出 DDD 对人的肾上腺有很强的抑制作用。它的这种对细胞的毁坏能力现正在在床上应用于处理一种很少见的肾上腺激增的癌症。

清水湖的情况向公众提出了一个面临的现实问题：为了控制昆虫，使用对生理过程具有如此剧烈影响的物质，特别是这种控制措施致使化学药物直接进入水体，这样做是否有效而可取的呢？只许使用低浓度杀虫剂这一规定并没有多大意义，它在湖体自然生物链中爆发性的递增已足以说明。现在，往往解决了一个明显的小问题，而随之产生了另一个更为疑难的大问题。这种情况很多，并越来越多。清水湖就是这样一个典型。

蚊虫问题解决了，对受蚊虫困扰的人固然有利，岂不知给所有从湖里

捕鱼用水的人带来的危险却更加严重，还难以查明缘由。

这是一个惊人的事实，无顾忌地将毒物引进水库正在变成一个十分平常的行动。其目的常常是为了增进水对人们的娱乐作用，甚至考虑到花些钱必须把水处理得使其适合于饮用的目的。某地区的运动员想在一个水库里“发展”渔业，他们说服了政府当局，把大量的毒物倾到在水库里以杀死那些不中意的鱼，然后由适合运动员口味的鱼孵出取而代之。这个过程具有一种奇怪的、仿佛爱丽丝在仙境中那样的性质。水库原先是作为一个公共用水源而建立的，然而附近的乡镇可能还没有对运动员的这个计划来得及商量，就不得不既要去饮用含有残毒的水，又要付出税金去处理水使之消毒，而这种处理决非易事。

既然地下水和地表水都已被杀虫剂和其它化学药物所污染，那么就存在着一种危险，即不仅有毒物而且还有致癌物质也正在进入公共用水。国家癌症研究所的 W·C·惠帕教授已经警告说：“由使用已被污染的饮水而引起的致癌危险性，在可预见的未来将引人注目地增长。”并且实际上于五十年代初在荷兰进行的一项研究已经为污染的水将会引起癌症危险这一观点提供了证据。以河水为饮水的城市比那些用像井水这样不易受污染影响的水源的城市癌症死亡率要高一些。已明确确定在人体内致癌的环境物质——砷曾经两次被卷入历史性的事件中，在这两次事件中饮用已污染的水都引起了大面积癌症的发生。一例的砷是来自开采矿山的矿渣堆，另一例的砷来自天然含有高含量砷的岩石。

大量使用含砷杀虫剂可以使上述情况很容易地再度发生。在这些地区的土壤也变得有毒了。带着一部分砷的雨水进入小溪、河流和水库，同样也进入了无边无际的地下水的海洋。

在这儿，我们再一次被提醒，在自然界没有任何孤立存在的东西。为了更清楚地了解我们世界的污染是怎样正在发生着，我们现在必须看一看地球的另一基本资源——土壤。

## 五 土壤的王国

像补丁一样覆盖着大陆的土壤薄层控制着我们人类和大地上各种动物的生存。如我们所知，若没有土壤，陆地植物不能生长；而没有植物，动物就无法生活。

如果说我们的以农业为基础的生活依然依赖于土壤的话，那么同样真实的是，土壤也依赖于生命；土壤本身的起源及其所保持的天然特性都与活的动、植物有亲密的关系。

因为，土壤在一定程度上是生命的创造物，它产生于很久以前生物与非生物之间的奇异互相作用。当火山爆发出炽热的岩流时，当奔腾于陆地光秃秃的岩石上的水流磨损了甚至最坚硬的花岗岩时，当冰霜严寒劈裂和破碎了岩石时，原始的成土物质就开始得到聚集。然后，生物开始了它们奇迹般的创造，一点一点地使这些无生气的物质变成了土壤。

岩石的第一个覆盖物——地衣利用它们的酸性分泌物促进了岩石的风

化作用，从而为其它生命造就了栖息的地方。藓类在原始土壤的微小空隙中坚持生长，这种土壤是借助于地衣的碎屑、微小昆虫的外壳和起源于大海的一系列动物的碎片所组成。

生命创造了土壤，而异常丰富多彩的生命物质也生存于土壤之中；否则，土壤就会成为一种死亡和贫瘠的东西了。正是由于土壤中无数有机体的存在和活动，才使土壤能给大地披上绿色的外衣。

土壤置身于无休止的循环之中，这使它总是处于持续变化的状态。当岩石遭受风化时，当有机物质腐烂时，当氮及其他气体随雨水从天而降时，新物质就不断被引进土壤中来。同时，另外有一些物质被从土壤中取走了，它们是被生物因暂时需用而借走的。

微妙的、非常重要的化学变化不断地发生在这样一个过程中，在此过程中，来自空气和水中的元素被转换为宜于植物利用的形式。在所有这些变化中，活的有机体总是积极的参与者。

没有哪些研究能比探知生存于黑暗的土壤王国中生物的巨大数量问题更为令人迷惑，同时也更易于被忽视的了。关于土壤有机体之间彼此制约的情况以及土壤有机体与地下环境、地上环境相制约的情况我们也还只知道一点点。

土壤中最小的有机体可能也是最重要的有机体，是那些肉眼看不见的细菌和丝状真菌。它们有着庞大的天文学似的统计数字，一茶匙的表层土可以含有亿万个细菌。纵然这些细菌形体细微，但在在一英亩肥沃土壤的一英尺厚的表土中，其细菌总重量可以达到一千磅之多。长得像长线似的放线菌其数目比细菌稍微少一些，然而因为它们形体较大，所以它们在一定数量土壤中的总重量仍和细菌差不多。被称之为藻类的微小绿色细胞体组成了土壤的极微小的植物生命。

细菌、真菌和藻类是使动、植物腐烂的主要原因，它们将动植物的残体还原为组成它们的无机质。假若没有这些微小的生物，像碳、氮这些化学元素通过土壤、空气以及生物组织的巨人循环运动是无法进行的。例如，若没有固氮细菌，虽然植物被含氮的空气“海洋”所包围，但它们仍将难以得到氮素。其他有机体产生了二氧化碳，并形成碳酸而促进了岩石的分解。土壤中还有其他的微生物在促成着多种多样的氧化和还原反应，通过这些反应使铁、锰和硫这样一些矿物质发生转移，并变成植物可吸收的状态。

另外，以惊人数量存在的还有微小的螨类和被称为跃尾虫的没有翅膀的原始昆虫。

尽管它们很小，却在除掉枯枝败叶和促使森林地面碎屑慢慢转化为土壤的过程中起着重要的作用。其中一些小生物在完成它们任务中所具有的特征几乎是难以令人置信的。例如，有几种螨类甚至能够在掉下的枞树针叶里开始其生活，隐蔽在那儿，并消化掉针叶的内部组织。当螨虫完成了它们的演化阶段后，针叶就只留下一个空外壳了。在对付大量的落叶植物的枯枝败叶方面真正的令人惊异的工作是属于土壤里和森林地面上的一些小昆虫。它们浸软和消化了树叶，并促使分解的物质与表层土壤混合在一起。

除过这一大群非常微小但却不停地艰苦劳动着的生物外，当然还有许多较大的生物，土壤中的生命包括有从细菌到哺乳动物的全部生物。其中一些是黑暗地层中的永久居民，一些则在地下洞穴里冬眠或渡过它们生命循环中的一定阶段，还有一些只在它们的洞穴和上面世界之间自由来去。总而言

之，土壤里这些居民活动的结果使土壤中充满了空气，并促进了水份在整个植物生长层的疏排和渗透。

在土壤里所有大个的居住者中，可能再没有比蚯蚓更为重要的了。四分之三世纪以前，查理斯·达尔文发表了题为《蠕虫活动对作物肥土的形成以及蠕虫习性观察》一书。

在这本书里，达尔文使全世界第一次了解到蚯蚓作为一种地质营力在运输土壤方面的基本作用——在我们面前展现了这样一幅图画：地表岩石正逐渐地按由蚯蚓从地下搬出的肥沃土壤所覆盖，在最良好的地区内每年被搬运的土壤量可达每英亩许多吨重。与此同时，含在叶子和草中的大量有机物质(六个月中一平方米土地上产生 20 磅之多)被拖入土穴，并和土壤相混合。达尔文的计算表明，蚯蚓的苦役可以一寸一寸地加厚土壤层，并能在十年期间使原来的土层加厚一半。然而这并不是它们所做的一切；它们的洞穴使土壤充满空气，使土壤保持良好的排水条件，并促进植物的根系发展。蚯蚓的存在增加了土壤细菌的消化作用，并减少了土壤的腐败。有机体通过蚯蚓的消化管道而被分解，土壤借助于其排泄物变得更加肥沃。

然而。这个土壤综合体是由一个交织的生命之网所组成，在这儿一事物与另一事物通过某些方式相联系——生物依赖于土壤，而反过来只有当这个生命综合体繁荣兴旺时，土壤才能成为地球上一个生气勃勃的部分。

在这里，对我们有关的这样一个问题一直未引起足够重视：无论是作为“消毒剂”直接被施入土壤，无论是由雨水带来（当雨水透过森林、果园和农田上茂密的枝叶时已受到致命的污染），总之，当有毒的化学药物披带进土壤居住者的世界时，那么对这些数量巨大、极为有益的土壤生物来说，将会有什么情况发生呢？例如，假设我们能够应用一种广谱杀虫剂来杀死穴居的损害庄稼的害虫幼体，难道我们有理由假设它同时不杀死那些有本领分解有机质的“好”虫子吗？或者，我们能够使用一种非专属性的杀菌剂而不伤害另一些以有益共生形式存在于许多树的根部并帮助树木从土壤中吸收养分的菌类吗？

土壤生态学这样一个极为重要的科研项目显然在很大程度上甚至已被科学家们所忽视，而管理人员几乎完全不理睬这一问题，对昆虫的化学控制看来一直是在这样一个假定的基础上进行的，即土壤真能忍受任何人任何数量毒物的欺侮而不进行反抗。土壤世界的天然本性已经无人问津了。

通过已进行的少量研究，一幅关于杀虫剂对土壤影响的画面正在慢慢展开。这些研究结果并非总是一致的，这并不奇怪，因为土壤类型变化如此之大，以致于在一种类型土壤中导致毁坏的因素在另一种土壤中可能是无害的。轻质沙土就比腐植土受损害远为严重。化学药剂的联合应用看来比单独使用危害大。且不谈这些结果的差异，有关化学药物危害的充分可靠的证据正在逐步积累，并在这方面引起许多科学家的不安。

在一些情况下，与生命世界休戚相关的一些化学转化过程已受到影响。将大气氮转化为可供植物利用形态的硝化作用就是一个例子。除莠剂 2,4-D 可以使硝化作用受到暂时中断。最近在佛佛罗里达的几次实验中，高丙体六六六、七氯和 BHC（六氯联苯）施入土壤仅两星期之后，就减弱了土壤的硝化作用：六六六和 DDT 在施用后的一年中都保持着严重的有害作用。在其他的实验中，六六六、艾氏剂、高丙林六六六、七氯和 DDD 全都妨碍了固氮细菌形成豆科植物必需的根部结瘤。在菌类和更高级植物根系之间那种奇妙

而又有益的关系已破严重地破坏了。

自然界达到其深远目的是依赖于生物数量间巧妙的平衡，但问题是有时这种巧妙的平衡被破坏了。当土壤中一些种类的生物由于使用杀虫剂而减少时，土壤中另一些种类的生物就出现爆发性的增长，从而搅乱了摄食关系。这样的变化能够很容易地变更土壤的新陈代谢活动，并影响到它的生产力。这些变化也意味着使从前受压抑的潜在有害生物从它们的自然控制力下得以逃脱，并上升到为害的地位。

在考虑土壤中杀虫剂时必须记住的一个非常重要的事情是它们非以月计而是以年计地盘据在土壤中。艾氏剂在四年以后仍被发现，一部分为微量残留，更多部分转化为狄氏剂。在使用毒杀芬杀死白蚁十年以后，大量的毒杀芬仍保留在沙土中。六六六在土壤中至少能存在十一年时间；七氯或更毒的衍生化学物至少存在九年。在使用氯丹十二年后仍发现原来重量的百分之十五残留于土壤中。

看来对杀虫剂多年的有节制使用仍会使其数量在土壤中增长到惊人的程度。由于氯化烃是顽固的和经久不变的，所以每次的施用都累积到了原来就持有的数量上。如果喷药是在反复进行的话，那么关于“一英亩地使用一磅 DDT 是无害的”老说法就是一句空话。

在马铃薯地的土壤中发现含 DDT 为每英亩 15 磅，谷物地土壤中为 19 磅。在一片被研究过的蔓越桔沼泽地中每亩含有 DDT 34.5 磅。取自苹果园里的土壤看来达到了污染的最高峰；在这儿，DDT 积累的速率与历年使用量亦步亦趋地增长着。甚至在一个季节里，由于果园里喷撒了四次或更多次 DDT，DDT 的残毒就可以达到每英亩 30—50 磅的高峰。假若连续喷撒多年，那么在树棵之间的区域每英亩会含有 DDT 26—60 磅，树下的土中则高达 113 磅。

砷提供了一个土壤确实能持久中毒的著名事例。虽然从四十年代中期以来，砷作为一种用于烟草植物的喷撒剂已大部分为人造的有机合成杀虫剂所替代，但是由美国出产的烟草所做的香烟中的砷含量在 1932—1952 年间仍增长了 300% 以上。最近的研究已揭示出增加量为 600%。砷毒物学权威 H·S·赛特利博士说，虽然有机杀虫剂已大量地代替了砷，但是烟草植物仍继续汲取砷，这是因为栽种烟草的土壤现已完全被一种量大、不太溶解的毒物——砷酸铅的残留物所浸透。这种砷酸铅将持续地释放出可溶态的砷。根据赛特利博士所说，种植烟草的很大比例的土地的土壤已遭受“迭加的和几乎永久性的中毒”。生长在未曾使用过砷杀虫剂的麦德特拉那州东部的烟草已显示出砷含量没有如此增高的现象。

这样，我们就面临着第二个问题。我们不仅需要关心在土壤里发生了什么事，而且还要努力知道有多少杀虫剂从污染了的土壤被吸收到植物组织内。这在很大程度上取决于土壤、农作物的类型以及自然条件和杀虫剂的浓度。含有较多有机物的土壤比其他土壤释放的毒物量少一些。胡萝卜比其比当地土壤中还高。将来，在冲植某些粮食作物之前，必需要对土壤中的杀虫剂进行分析，否则，即使没有被喷过药的谷物也可能从土壤里汲取足够多的杀虫剂而使其不宜于供应市场。

这种污染方面的问题没完没了，就连一个儿童食品厂的厂长也一直不愿意去买喷过有毒杀虫剂的水果和蔬菜。令人最恼火的化学药物是六六六，植物的根和块茎吸收了它以后，就带上一种霉臭的品味和气味。加里福尼亚

州土地上的甜薯两年前曾使用过六六六，现因含有六六六的残毒不得不丢掉。

有一年，一个公司在凯奥利那州南部签订合同要买它的全部甜薯，后来发现大面积土地被污染时，该公司被迫在公开市场上重新去购买甜薯，这一次经济损失很大。几年后，在许多州生长的多种水果和蔬菜也不得不抛弃。最令人烦恼的一些问题与花生有关。

在南部的一些州里，花生常常与棉花轮作，而棉花地广泛施用六六六。其后生长在这种土壤上的花生就吸收了相当大量的杀虫剂。实际上，仅有一点点六六六就可嗅到它那无法瞒人的霉臭味。化学药物渗进了果核里而且无法除去。处理过程根本没有除去霉臭味，有时反而加强了它。对一位决心排除六六六残毒的经营者来说，他所能采用的唯一办法就是丢掉所有的用化学药物处理过的或生长在被化学药物污染的土壤上的农产品。

有时威胁针对着农作物本身——只要土壤中有杀虫剂的污染存在，这种威胁就始终存在。一些杀虫剂对像豆子、小麦、大麦、裸麦这些敏感的植物会产生影响，妨碍其根系发育，并抑制种子发芽。华盛顿和爱德华的酒花栽培者们的经验就是一例。在 1955 年春天，许多酒花栽培者承担了一个大规模计划去控制草莓根部的象鼻虫，这些象鼻虫的幼虫在草莓根部已经变得特别多。在农业专家及杀虫剂制造商的建议下，他们选择了七氯作为控制的药剂。在使用七氯后的一年期间，在用过药的园地里的葡萄树都枯萎了，并死掉了。在没有用七氯处理过的田地里没有发生什么意外，作物受损害的界限就在用药和未用药的田地交界的地方。于是花了很多钱又在山坡上重新种上了作物，但在第二年发现新长出的根仍然死了，四年以后的土壤中依然保留有七氯，而科学家无法预测土壤的毒阵到底将持续多长时间，也提不出任何方法去改善这种状况。直迟至 1959 年 3 月联邦农业局才发现它自己在这个土壤处理问题上宣布七氯可对酿酒植畅施用的错误立场，并为时已晚地收回了这一表态。而与此同时，酒花的栽培者们则只好寻求在这场官司中能得到些什么赔偿。

杀虫剂在继续使用着，确实顽固的残毒继续在土壤中积累起来，这一点几乎是无疑的：我们正在向着烦恼前进。这是 1960 年在恩尔卡思大学集会的一群专家在讨论土壤生态学时的一致意见。这些专家总结了使用像化学药物和放射性“如此有效的、但却为人了解甚少的工具”时所带来的危害：“在人类方面所采取的一些不当处置可能引起土壤生产力毁灭的结果，而节肢动物却能安然无恙。”

## 六 地球的绿色斗篷

水、土壤和由植物构成的大地的绿色斗篷组成了支持着地球上动物生存的世界；纵然现代人很少记起这个事实，即假若没有能够利用太阳能生产出人类生存所必需的基本食物的植物的话，人类将无法生存。我们对待植物的态度是异常狭隘的。如果我们看到一种植物具有某种直接用途，我们就种植它。如果出于某种原因我们认为一种植物的存在不合心意或者没有必要，我们就可以立刻判它死刑。除了各种对人及牲畜有毒的或排挤农作物的植物

外，许多植物之所以注定要毁灭仅仅是由于我们狭隘地认为这些植物不过是偶然在一个错误的时间，长在一个错误的地方而已。还有许多植物正好与一些要除掉的植物生长在一起，因之也就随之而被毁掉了。

地植物是生命之网的一部分，在这个网中，植物和大地之间，一些植物与另一些植物之间，植物和动物之间存在着密切的、重要的联系。有时，我们只有破坏这些关系而别无他法，但是我们应该谨慎一些，要充分了解我们的所作所为在时间和空间上产生的远期后果。但当前灭草剂销路兴隆，使用广泛，要求杀死植物的化学药物大量生产，灭草剂行业突然兴旺，它们当然是不会特有谨慎态度的。

我们未曾料到的、对风景破坏惨重的事件很多。这里仅举一例，那是发生在西部鼠尾草地带，在那儿正在进行着毁掉鼠尾草改为牧场的大型工程。如果从历史观点和风景意义来理解一个事业，也应当是这样。因为这儿的自然景色是许多创造了这一景色的各种力量相互作用的动人画面。它展现在我们面前就如同一本打开的书，我们可以从中读到为什么大地是现在这个样子，为什么我们应该保持它的完整性。然而现在，书本打开在那儿，却没有人去读。

几百万年以前，这片生长鼠尾草的土地是西部高原和高原上山脉的低坡地带，是一片由落矶山系巨大隆起所产生的土地。这是一个气候异常恶劣的地方：在漫长的冬天，当大风雪从山上扑来，平原上是深深的积雪；夏天的时候，由于缺少雨水，一片炎热，干旱在深深地威胁着土壤，干燥的风吹走了叶子和茎干中的水分。

作为一个正在演化的景观，在这一大风呼啸的高原上移殖植物是需要一长期试验与失败的过程。一种植物接着一种植物生长都失败了。最后，一类兼备了生存所需要的全部特性的植物发展起来了。鼠尾草，长得很矮，是一种灌木，能够在山坡和平原上生长，它能借助于灰色的小叶子保持住水分而抵住小偷一样的风。这不是偶然的，而是自然选择的长期结果，于是西部大平原变成了生长鼠尾草的土地。

动物生命和植物一道发展起来，同时与土地的迫切需要一致。恰好，在这时，有两种动物象鼠尾草那样非常圆满地被调整到它们的栖息地。一种是哺乳动物——敏捷优美的尖角羚羊；另一种是鸟——鼠尾草松鸡，这是路易士和克拉克地区的平原鸡。

鼠尾草和松鸡看来是相互依赖的。鸟类的自然生存期和鼠尾草的生长期是一致的；当鼠尾草地衰落下未时，松鸡的数目也相应地减少了。鼠尾草为平原上这些鸟的生存提供了一切。山脚下长得低矮的鼠尾草遮蔽着鸟巢及幼鸟，茂密的草丛是鸟儿游荡和停歇的地方，在任何时候，鼠尾草为松鸡提供了主要的食物。这还是一个有来有往的关系。

这个明显的依存关系还表现在由于松鸡帮助松散了鼠尾草下边及周围的土壤，清除了在鼠尾草丛庇护下生长的其它杂草。

羚羊也使它们的生活适应于鼠尾草。它们是这个平原上最主要的动物，当冬天第一次大雪降临时，那些在山间渡夏的羚羊都向较低的地方转移。在那儿，鼠尾草为羚羊提供了食物以便它们渡过冬天。在那些所有其它植物部落下叶子的地方、只有鼠尾草保持常青；保持着它那缠绕在浓密的灌木茎梗上的灰绿色叶子，这些叶子是苦味的，散发着芬芳香气，含有丰富的蛋白质和脂肪，还有动物需要的无机物。虽然大雪堆积，但鼠尾草的顶端仍然露在

外面，羚羊可以用它尖利、挠动的蹄子得到它。这时，靠鼠尾草为食的松鸡在光秃秃的、被风吹刮的突出地面上发现了这些草，也就跟随着羚羊到它们刮开积雪的地方来觅食。

其它的生命也在寻找鼠尾草。黑尾鹿经常靠它过活。鼠尾草可以说是那些冬季食草牲畜生存的保证。绵羊在许多冬季牧场上放牧，那里几乎只有高大的鼠尾草丛生长着。

鼠尾草是一种比紫苜蓿含有更高能量价值的植物，在一年的一半时间内，它都是绵羊的主要饲料。

因此，严寒的高原，紫色的鼠尾草残体，粗野而迅捷的羚羊以及松鸡，这一切就是一个完美平衡的自然系统。真的是吗？恐怕在那些人们力图改变自然存在方式的地区，“是”应改为“不是”，而这样的地区现已很多，并且日益增多。在发展的名义下，土地管理局已着手去满足放牧者得到更多草地的贪婪要求。由此，他们策划着造成一种除掉鼠尾草的草地。于是，在一块自然条件适合于与鼠尾草混杂或在鼠尾草遮掩下长草的土地上，现在正计划除掉鼠尾草，以造成一种单纯的草地。看来很少有人去问，这片草地在这一区域是不是一个稳定的和人们期望的结局。当然，大自然自己的回答并非如此。在这一雨水稀少的地区，年降雨量不足以支持一个好的地皮草场；但它却对在鼠尾草掩护下多年生的羽茅属植物比较有利。

然而，根除鼠尾草的计划已经进行了多年了。一些政府机关对此活动很为积极；工业部门也满怀热情地增加和鼓励这一事业，因为这一事业不仅为草种，而且为大型整套的收割、耕作及播种机器创造了广阔的市场。最新增加的武器是化学喷撒药剂的应用。

现在每年都对几百万英亩的鼠尾草土地喷撒药物。

后果是什么呢？排除鼠尾草和播种牧草的最终效果在很大程度上只能靠推测。对于土地特性具有长期经验的人们说，牧草在鼠尾草之间以及在鼠尾草下面生长的情况可能比一旦失去保持水分的鼠尾草后单独存在时的情况要好一些。

这个计划只顾达到了其眼前的目的，但结果显然是整个紧密联系着的生命结构就被撕裂了。羚羊和松鸡将随同鼠尾草一起绝迹。鹿儿也将受到迫害；由于依赖土地的野生生物的毁灭，土地也将变得更加贫瘠。甚至于有意饲养的牲畜也将遭难；夏天的青草不够多，绵羊在缺少鼠尾草、耐寒灌木和其它野生植物的平原上，在冬季风雪中只好挨饿。

这些是首要的、明显的影响。第二步的影响则与对付自然界的那杆喷药枪有关：喷药也毁坏了目标之外的大量植物。司法官威廉·道格拉斯在他最近的著作“我的旷野：东部的肯塔基”中叙述了在怀渥明州的布类吉国家森林中由美国森林服务公司所造成的一个生态破坏的惊人例子。屈从于想得到更多草地的牧人的压力，一万多亩鼠尾草土地被公司喷了药，鼠尾草按预想方案被杀死了。然而，对于那沿着弯弯曲曲的小河、穿过原野的垂柳树，它那绿色、充满活力的柳丝也遭到同样命运。麋一直生活在这些柳树丛中，柳树对于麋正如鼠尾草对于羚羊一样。海狸也一直生活在那儿，它们以柳树为食。

它们伐倒柳树，造成一个跨过小河的牢固水堤。通过海狸的劳动，造成了一个小湖。山溪中的鱒鱼很少有比六英寸长的，然而在这样的湖里，它们长得肥大，许多已达到5磅重。

水鸟也被吸引到湖区。仅仅由于柳树及依靠柳树为生的海狸的存在，这里已成为引人入胜的钓鱼和打猎的娱乐地区。

但是，由于森林公司所制定的“改良”措施，柳树也遭到鼠尾草的下场，被同样的、不分青红皂白的喷药所杀死。当 1959 年道格拉斯访问了这个地区的时候，这一年正在喷药，他异常惊骇地看到枯萎垂死的柳树，“巨大的不可相信的创伤。”麋将会怎么样呢？海狸以及它所创造的小天地又怎样呢？一年以后他重新返回这里以了解风景毁坏的结果。

麋和海狸都逃走了。那个重要的水闸也由于缺少精巧的建筑师的照料而无踪影了，湖水已经枯竭，没有一条大点儿的鱒鱼自下来，没有什么东西能够生存在这个被遗弃的小河湾里，这个小河穿过光秃秃的、炎热的、没有留下树荫的土地。这个生命世界已被破坏。

除了四百多万英亩的牧场每年被喷药外，其它类型的大片地区为了控制野草，同样在直接或间接地接受化学药物的处理。例如，一个比整个新英格兰还大的区域(五千万英亩)正置于公用事业公司经营之下，为了“控制灌木”大部分土地正在接受例行处理。在美国西南部估计有七千五百万英亩的豆科植物的土地需要用一些方法处理，化学喷药是最积极推行的办法。一个还不太清楚、但面积很大的生产木材的土地目前正在进行空中喷药，其目的是为从喷药的针叶树中“清除”杂木。在 1949 年以后的十年期间，用灭草剂对农业土地的处理翻了一番，1959 年已达到五千三百万英亩。现在已被处理的私人草地、花园和高尔夫球场的总面积必将达到一个惊人的数字。

化学灭草剂是一种华丽的新型玩具。它们以一种惊人的方式在发挥效用；在那些使用者的面前，它们显示出征服自然的眼花缭乱的力量，但是其长远的、不大明显的效果就很容易被当作是一种悲观主义者的无根据想象而被漠视。“农业工程师”愉快地讲述着在将犁头改成喷雾器世界中的“化学耕种”问题。成千个村镇的父老们乐于倾听那些化学药物推销商和热心承包商的话，他们将扫荡路过丛林以换取报酬，叫卖声比割草是便宜的。也许，它将以整齐的几排数字出现在官方的文件中，然而真正付出的代价不能仅以美元计，而是要以我们不久将要考虑到的许多同样不可避免的损失来计算。以对风景及与风景有关的各种利益的无限损失来计算，如用美元来计算最后结果，化学药物的批发广告应当被看作是很昂贵的。

例如，被遍布大地的每一个商会所推崇的这一商品在假日游客心目中的信誉如何呢？由于一度美丽的路边原野被化学药物的喷撒而毁坏，抗议的呼声正在日益增长，这种喷药把由羊齿植物、野花点缀着花朵、浆果的天然灌木所构成的美丽景色变成了一种棕色、枯萎的旷野。一个新英格兰妇女生气地给报社投稿写道：“我们正在沿着我们的道路两旁制造一种肮脏的深褐色的气息奄奄的混乱。”“但这种状况不是游览者所期望的，我们为这儿的美丽景色作广告花了所有的钱。”

1960 年夏天，从许多州来的保护主义者集中在平静的缅因岛来目睹由国家阿托邦(Audubon)协会的主持人 M.T. 滨哈姆给该协会的赠品。那天的讨论中心是保护自然景色以及

由从微生物到人类一系列联系所组成的错综复杂的生命之网。但是来访此岛屿的旅行者们背后谈论的都是对沿路的破坏表示极其气愤。

以前，沿着在四季长青的森林中穿过的道路走路始终是件愉快的事，道路两旁是杨梅、香甜的羊齿植物、赤杨和越橘。现在只有一片深褐色的荒

荒芜景象。一个保护派成员写下了他在八月份游览缅因岛的情景：“我来到这  
里，为缅因原野的毁坏而生气。前几年这儿的公路邻接着野花和动人的灌木，  
而现在只有一英里又一英里的死去的植物的残痕……作为一个经济上的考  
虑，试问缅因州能够承受由于旅行者对这种景色丧失信誉而带来的损失  
吗？”

在全国范围内以治理路旁灌木丛为名正进行着一项无意识的破坏。缅  
因原野仅仅是一个例子，它所受破坏特别惨重，使我们中间那些深爱该地区  
美丽景色的人异常痛心。

康涅狄格果树园里的植物学家宣称对美丽的原生灌木及野花的破坏已  
达到了“路旁原野危机”的程度。杜鹃花、月桂树、紫越橘、越橘、荚蒾、  
山茱萸、杨梅、羊齿植物、低灌木、冬浆果、苦樱桃以及野李子，在化学药  
物的火力网中正奄奄一息。曾给大地带来迷人魅力及美丽景色的雏菊、苏珊、  
安女王花带、秋麒麟草以及秋紫菀也枯萎了。

农药的喷撒不仅计划不周，而且如此滥用。在新英格兰南部的一个城  
镇里，一个承包商完成了他的工作后，在他的桶里还剩有一些化学药粉。他  
就沿着这片不曾允许喷药的路旁林地放出了化学药物。结果使这个乡镇失去  
了它秋天路旁美丽的天蓝色和金黄色，这儿的紫菀和秋麒麟草显示出的景色  
本来是很值得人们远游来此看一看。在另一个新英格兰的城镇，一个承包商  
由于缺乏对去路的知识而违反了对城镇喷药的州立规定，他对路边植物的喷  
药高度达到八英尺，从而超过了规定的四英尺最大限度，因此留下了一条宽  
阔的、被破坏的、深褐色的痕迹。在马萨诸塞州乡镇的官员们从一个热心的  
农药推销商手中购买了灭草剂，而不知道里面含有砷。喷药之后道路两旁所  
发生的结果之一是，砷中毒引起十二头母牛死亡。

1957年当涅特弗镇用化学灭草剂喷撒路过田野时，在康涅狄格林园自  
然保护区的树木受到了严重伤害，即使没有直接喷药的大树也受到了影响。  
虽然这正是春天生长的季节，橡树的叶子却开始卷曲并变为深褐色，然后新  
芽开始长出来，并且长得异常快，使树木显出凄惨的景色。两个季节以后，  
这些网上大一些的枝干都死了，其它的都没有了树叶，变了形，所有树令人  
伤心的样子还在保持着。我很清楚地知道在道路所及的地方，大自然用赤杨、  
荚蒾、羊齿植物和杜松装饰了道路两旁，随着季节的变化，这儿有时是鲜艳  
的花朵，有时是秋天里宝石串似的累累硕果。这条道路并没有繁忙的交通运  
输任务需要负担，那儿几乎没有灌木可能妨碍司机视线的突然转弯和交叉  
口。但是喷药人接管了这条路，使这条路变成了人们不愿留恋的地方，对于  
一个忧虑着贫瘠、可怕的世界的人的心灵来说，是一个需要忍耐的景象，而  
这一世界是我们让我们的技术造成的。但是各处的权威不知为什么缘故总  
迟疑不决。由于某种意外的疏忽，在严格安排的喷药地区中间留下了一些美  
丽的绿洲——正是这些绿洲使得道路被毁坏的绝大部分相比之下更难以令人  
容忍。在这些绿洲、在到处都是火焰般的百合花中，有着飘动的白色的三叶  
草和彩云般的紫野碗豆花，面对这些景色，我们精神为之振奋。

这样的植物只有在那些出售和使用化学药物的人眼里才是“野草”。在  
一个现已定期举行的控制野草会议的一期会讯中，我曾看到一篇关于灭草剂  
哲学的离奇议论。那个作者坚持认为杀死有益植物“就是因为它们和坏的植  
物长在一起”。那些抱怨路旁野花遭到伤害的人启发了这位作者，使他想起  
历史上的反对活体解剖论者，他说“对于这些反对活体解剖论者，如果根据

他们的观点来进行判断，那么一只迷路的狗的生命将比孩子们的生存更为神圣不可侵犯。”

对于这篇高论的作者，我们中间许多人确实怀疑他犯了一些严重歪曲原意之罪，因为我们喜爱野碗豆、三叶草和百合花的精致、短暂的美丽，但这一景色现在已仿佛被大火烧焦，灌木已成了赤褐色，很容易折断，以前曾高高抬着它那骄傲的花絮的羊齿植物，现在已枯萎地搭拉下来。我们看来是虚弱得可悲，因为我们竟能容忍这样糟糕的景象，灭绝野草并不使我们高兴，我们对人类又一次这样地征服了这个混乱的自然界并不觉得欢欣鼓舞。

司法官道格拉斯谈到他参加了一个联邦农民的会议，与会者讨论了本章前面所说过的居民们对鼠尾草喷药计划的抗议。这些与会者认为一位老太太因为野花将被毁坏而反对这个计划是个很大的笑话。这位文雅、聪明的律师问道：“就如同牧人寻找一片草地，或者伐木者寻求一棵树木的权利不可剥夺一样，难道寻找一株萼草或卷丹就不是她的权利吗？”“我们继承的旷野的美学价值就如同我们继承我们山中的铜、金矿脉和我们山区森林一样多。”

当然，在保存我们的原野植物的希望中，还有更多的东西超过了美学方面的考虑。

在大自然的组合中，天然植物有其重要作用。乡间沿路的树篱和块状的原野为鸟类提供了寻食、隐蔽和孵养的地方，为许多幼小动物提供了栖息地。单在东部的许多州里，有七十多种灌木和有蔓植物是典型的生长在路旁的植物种类，其中有 65 种是野生生物的重要食物。

这样的植物也是野蜂和其它授粉昆虫的栖息地。人们现在更感到需要这些天然授粉者。然而农夫本身很不认识这些野蜂的价值，并常常采取各种措施，这些措施使野蜂不能再为他服务。一些农作物和许多野生植物都是部分地或全部地依赖于天然授粉昆虫的帮助。几百种野蜂参与了农作物的授粉过程——仅光顾紫苜蓿花的蜂就有 100 种。若没有自由的授粉作用，在未耕耘的土地上的绝大部分保持土壤和增肥土壤的植物必定要绝灭，从而给整个区域的生态带来深远的影响。森林和牧场中的许多野草、灌木和树木都依靠天然昆虫进行繁殖；假若没有这些植物。许多野生动物及牧场牲畜就没有多少东西可吃。

现在，清洁的耕作方法和化学药物对树篱笆和野草的毁灭正在消灭这些授粉昆虫最后的避难所，并正在切断联结生命与生命之间的线索。

这些昆虫，就我们所知，对我们的农业和田野是如此重要，它们理应从我们这儿得到一些较好的报偿，而不应对它们栖息地随意破坏。蜜蜂和野蜂主要依靠象秋麒麟草、芥菜和蒲公英这样一些“野草”提供的花粉来作为幼蜂的食料。在紫苜蓿开花之前，野碗豆为蜜蜂供给了基本的春天饲料，使其顺利渡过这个春荒季节，以便为紫苜蓿花授粉做好准备。秋天，它们依靠秋麒麟草贮备过冬，在这个季节里，再没有其它食物可得了。

由于大自然本身所具有的精确而巧妙的定时能力，一种野蜂的出现正好发生在柳树开花的那一天。并不缺乏能够理解这些情况的人，但是这些人并不是那些用化学药水大规模地浸透了整个大地景观的人。

被想象为懂得固有栖息地对保护野生生物的价值的人现在在什么地方呢？他们中间那么多的人都在把灭草剂说成是不会伤害野生生物的，认为灭草剂的毒性比杀虫剂要小一些！

这就是说，无害即可用。然而当灭草剂降落在森林和田野，降落在沼泽和牧场的时候，它们给野生生物栖息地带来了显著变化，甚至是永久性的毁灭。从长远来看，毁掉了野生生物的住地和食物——也许比直接杀死它们还更糟糕。这种全力以赴地对道路两旁及路标界区的化学袭击，其讽刺性是双重的。经验已清楚表明，企图实现的目标是不易达到的。漫用灭草剂并不能持久地控制路旁的丛林，而且这种喷撒不得不年年重复进行。更有讽刺意味的是：我们坚持这样做，而全然不顾已有完全可靠的选择性喷药方法，此方法能够长期控制植物生长，而不必再在大多数植物中反复喷药。

控制沿着道路及路标界的丛林的目的，并不是要把地面上青草以外的所有东西都清除掉，说得更恰当一点，这是为了除去那些最后会长得很高的植物，以避免其阻挡驾驶员的视线或干扰路标区的线路。一般说来，这指的是乔木。大多数灌木部长得很矮而无危险性，当然，羊齿草与野花也是如此。

选择性喷药是弗兰克·爱哥尔博士发明的，当时他在美国自然历史博物馆任路标区控制丛林推荐委员会的指导者。基于这样一种事实，即大多数灌木区系能够坚决抵住乔木的侵入，选择性喷撒就可利用这一自然界固有的安定性。相比较而言，草原很容易被树苗所侵占。选择性喷撒的目的不是为了在道路两旁和路标区生产青草，而是为了通过直接处理以清除那些高大乔木植物，而保留其它所有植物。对于那些抵抗性很强的植物，用一种可行的追补处理方法就足够了，此后灌木就保持这种控制效果，而树木不能复生。

在控制植物方面再好、最廉价的方法不是化学药物，而是其它植物。

这个方法现已一直在美国东部的研究区中试验。结果表明，一旦经过适当处理后，一个区域就会变得稳定起来，至少 20 年不需要再喷撒药物。这种喷撒经常是由步行的人们背着喷雾器来完成的，而且对喷雾器严加控制。有时候压缩泵和喷药器械可以架在卡车的底盘上，但是从不进行地毯式的喷撒。仅仅是直接对树木进行处理，还对那些必须清除的特别高的灌木进行处理。这样，环境的完整性就被保存下来了。具有巨大价值的野生生物栖息地完整无损，并且灌木、羊齿植物和野花所显示出的美丽景色也未受损害。

到处都曾采用通过选择性喷药来安排植物的方法。大体来说，根深蒂固的习惯难以消除，而地毯式的喷撒又继续复活，它从纳税人那儿每年勒取沉重代价，并且使生命的生态之网蒙受损害。可以肯定的说，地毯式喷撒之所以复活仅仅是因为上述事实不为人知。只要当纳税人认识到对城镇道路喷药的账单应该是一代送来一次，而不是一年一次的时候，纳税人肯定会起来要求对方法进行改变。

选择性喷撒优越性有很多，其中有一点就是它渗透到土地中的化学药物总量减到最少。不再漫撒药物，而是集中使用到树木根部。这样，对野生生物的潜在危害就保持到最低程度。

最广泛使用的除草剂是 2,4-D、2,4,5-T 以及有关的化合物。这些灭草剂是否确实有毒，现在还正在争论之中。用 2,4-D 喷撒草坪，被药水把身上搞湿了的人，有时会患严重的神经炎，甚至瘫痪。虽然此类的事件并不经常发生，但是医药当局已对使用这些化合物发出警告。更隐蔽一些的其它危险，可能也潜藏于 2,4-D 的使用中。实验已经证明这些药物破坏细胞内呼吸的基本生理过程，并仿效 X-射线能破坏染色体。最近的一些研究工作表明，比那些致死药物毒性水平低得多的一些灭草剂会对鸟类的繁殖产生不良的影响。

且不说任何直接的毒性影响，由于某些灭虫剂的使用而出现了一些奇怪的间接后果。

已经发现一些动物，不论是野生食草动物还是家畜，有时很奇怪地被吸引到一种曾被喷撒过药物的植物上，即使这种植物并非它们的天然食料。假若一直使用一种象砒那样毒性很强的灭草剂，这种想要除去植物的强烈愿望必然会造成损失重大的后果。如果某些植物本身恰好有毒或者长有荆棘和芒刺，那么毒性较小的灭草剂也会引起致死的结果。

例如：牧场上有毒的野草在喷药后突然变得对牲畜具有吸引力了，家畜就因满足这种不正常的食欲而死去。兽医药物文献中记满了这样的例子：猪吃了喷过药的瞿麦草，羊吃了喷过药的药草而引起严重疾病。开花时蜜蜂在喷过药的芥菜上采蜜就会中毒。野樱桃的叶子毒性很大，一旦它的叶簇被 2.4 - D 喷撒后，野樱桃对牛就具有致命的吸引力。很明显，喷药过后(或割下来后)的植物的凋谢使其具有吸引力。豕草提供了另一个例子，家畜一般不吃这种草，除非在缺少饲料的冬天和早春才被迫去吃它。然而，在这种草的叶丛被 2.4 - D 喷撒后，动物就很愿意吃。

这种奇怪现象的出现是由于化学药物给植物本身的新陈代谢带来了变化。糖的含量暂时有明显增加，这就使得植物对许多动物具有更大的吸引力。

2.4 - D 另外一个奇怪的效能对牲畜、野生生物，同样明显地对人都具有重大的反应。

大约十年前做过的一些实验表明，谷类及甜菜用这种化学药物处理后，其硝酸盐含量即急骤增高。在高粱、向日葵、蜘蛛草，羊腿草、猪草以及伤心草里，可能有同样的效果。

这里的许多草，牛本来是不愿吃的，但当经过 2.4 - D 处理后，牛吃起来却津津有味。

根据一些农业专家的追查，一定数量的死牛与喷药的野草有关。危险全在于硝酸盐的增长上，这种增长由于反刍动物所特有的生理过程立刻会引起严重的问题。大多数这样的动物具有特别复杂的消化系统——其胃分为四个腔室。纤维素的消化是在微生物(瘤胃细菌)的作用下在一个胃室里完成。当动物吃了硝酸盐含量异常高的植物后，瘤胃中的微生物便对硝酸盐作用，使其变成毒性很强的亚硝酸盐。于是引起一系列事件的致命环节发生了：亚硝酸盐作用于血色素，使其成为一种巧克力褐色的物质，氧在该物质中被禁锢起来，不能参与呼吸过程，因此，氧就不能由肺转入机体组织中。由于缺氧症，即氧气不足，死亡即在几小时内发生。对于放牧在用 2.4 - D 处理过的某些草地上的家畜伤亡的各种各样的报告终于得到了一种合乎逻辑的解释。这一危险同样存在于属于反刍类的野生动物中，如：鹿、羚羊、绵羊和山羊。

虽然其它种种的因素(如：异常干燥的气候)能够引起硝酸盐含量的增加，但是对 2.4 - D 滥卖与滥用的后果再也不能漠然不顾了。这种状况曾引起威斯康星州大学农业实验站的极大关注，证实了在 1957 年提出的警告：“被 2.4 - D 杀死的植物中可能含有大量的硝酸盐。”如同危及动物一样，这一危险已延伸到人类，这一危险有助于解释最近连续不断发生的“粮库死亡”的奇怪现象。当含有大量硝酸盐的谷类、燕麦或高粱入库后，它们放出有毒的一氧化碳气体，这对于进入粮库的任何人都可产生致命的危险。只要吸几口这样的气体便可引起一种扩散性的化学肺炎。在由米里苏达州医学院所研

究的一系列这样的病例中，除一人外，全部死亡。

“我们在自然界里散步，就仿佛大象在摆满磁器的小房子里散步一样。”所以清楚地了解这一切的一位荷兰科学家 C.J. 贝尔金这样总结了我们对灭草剂的使用。贝尔金博士说：“我的意见是误认为要除去的野草太多了，而我们并不知道长在庄稼中的那些草是全部都有害呢，还是有一部分是有益的。”

提出这一问题是很难得的：野草和土壤之间的关系究竟是什么？纵使从我们狭隘的切身利益观点来看，也许此关系是件有益的事。正如我们已看到的，土壤与在其中、其上生活的生物之间存在着一种彼此依赖、互为补益的关系。大概，野草从土壤中获取一些东西，野草也可能给予土壤一些东西。

最近，荷兰一个城市的花园提供了一个实际的例子。玫瑰花生长得很不好。土壤样品显示出已被很小的线虫严重侵害。荷兰植物保护公司的科学家并没有推荐化学喷药或土壤处理；而是建议把金盏草种在玫瑰花中间。这种金盏草，讲究修辞的人无疑地认为它在任何玫瑰花坛中部是一种野草，但从它的根部可分泌出一种能杀死土壤中线虫的分泌物。这一建议被接受了；一些花坛上种植了金盏草；另外一些不种金盏草以作为对比。

结果是很明显的。在金盏草的帮助下，玫瑰长得很繁茂，但在不种金盏草的花坛上，玫瑰却呈现病态而且枯萎了。现在许多地方都用金盏草来消灭线虫。

在这一点上，也许还有我们尚很不了解的其他一些植物正在起着对土壤有益的作用，可是我们过去残忍地将它们根除。现在通常被斥之为“野草”的自然植物群落的一种非常有用的作用是可以作为土壤状况的指示剂。当然，这种有用的作用在一直使用化学灭草剂的地方已丧失了。

那些在喷药问题上寻找答案的人们也在关注一件具有重大科学意义的事情——需要保留一些自然植物群落。我们需要这些植物群落作为一个标准，与之对照就可以测量出由于我们自身活动所带来的变化。我们需要它们作为自然的栖息地，在这些栖息地中，昆虫的原始数量和其它生物可以被保留下来，这些情况将在第十六章中叙述到。对杀虫剂的抗药性的增长正在改变着昆虫，也许还有其他生物的遗传因素。一位科学家甚至已提出建议：在这些昆虫的遗传性质被进一步改变之前，应当修建一些特别种类的“动物园”，以保留昆虫、螨类及同类的生物。

有些专家曾提出警告说，由于灭草剂使用日益增加，在植物中引起了影响重大而难以捉摸的变化。用以清除阔叶植物的化学药物 2·4 - D 使得草类在已平息了的竞争中又繁茂起来——现在这些草类中的一些草本身已变成了“杂草”。于是，在控制杂草上又出现了新问题，并又产生了一个向另外方向转化的循环。这种奇怪的情况在最近一期关于农作物问题的杂志上被供认：“由于广泛使用 2·4 - D 去控制阔叶杂草，野草已增长为对谷类与大豆产量的一种威胁。”

豕草——枯草热病受害者的病原——提供了一个有趣的例子，控制自然的努力有时候象澳洲土人的飞去来一样，投出去后又飞还原地。为控制水草，沿道路两旁排出了几千加仑的化学药物。然而不幸的事实是，地毯式喷撒的结果使豕草更多了，一点也没有减少。豕草是一年生植物，它的种子生长每年需要一定的开阔土地。因此我们消除这种植物最好的办法是继续促使浓密的灌木、羊齿植物和其它多年生植物的生长。经常性的喷药消灭了这

种保护性植物，并创造了开旷的、荒芜的区域——豕草迅速地长满了这个区域。此外，大气中药粉含量可能与路过的水草无关，而可能与城市地块上、以及休耕地上的豕草有关。

山查子草化学灭草剂的兴旺上市是不合理的方法却大受欢迎的一个例子。有一种比年年用化学药物除去山查子草的更廉价而效果更好的方法。这种方法就是使它与另外一种牧草竞争，而这一竞争使山查子草无法残存。山查子草只能生长在一种不茂盛的草坪上，这是山查子草的特性，而不是由于本身的疾病。通过提供一块肥沃土壤并使其他的青草很好长起来，这会创造一个环境，在此环境中山查子草长不起来，因为它每年的发芽都需要开阔的空间。

且不谈下达基本的状况，苗圃人员听了农药生产商的意见，而郊区居民又听了苗圃人员的意见，于是郊区居民每年都在把真正惊人数量的山查子草灭草剂不断喷撒在草坪上。

商标名字上看不出这些农药的特征，但在它们的配制中包括着象汞、砷和氯丹这样有毒物质。随着农药的出售和应用，在草坪上留下了极大量的这类化学药物。例如：一种药品的使用者按照指数，他将在一英亩地中使用 60 磅氯丹产品。如果他们使用另外一些可用的产品，那么他们将在一英亩地中用 175 磅的砷。我们将在第八章看到，鸟类死亡的数量正在使人苦恼。这些草坪究竟对人类毒害如何现在还不得而知。

一直对道旁和路标界植物进行选择性的喷药试验的成功提供了一个希望，即用相当正确的生态方法可以实现对农场、森林和牧场的其它植物的控制规划；此种方法的目的并不是为了消灭某个特别种类的植物，而是要把植物作为一个活的群落而加以管理。

其它一些稳固的成绩说明了什么是能够做得到的。在制止那些不需要的植物方面，生态控制方法取得了一些最惊人的成就。大自然本身已遇到了一些现在正使我们感到困扰的问题，但大自然通常是以它自己的办法成功地解决了这些问题。对于一个有足够的知识去观察自然和想征服自然的人来说，他也将会经常得到成功的酬谢。

在控制不理想的植物方面的一个突出例子是在加利福尼亚州对克拉玛斯草的控制。

虽然克拉玛斯草，即山羊草是一种欧洲土产，它在那儿被叫做“圣约翰草”，它跟随着人向西方迁移，第一次在美国发现是 1793 年，在靠近宾夕法尼亚州兰喀斯忒的地方。到 1900 年，这种草扩展到了加利福尼亚州的克拉玛斯河附近，于是这种草就得到了一个地方的名字。1929 年，它占领了几乎十万英亩的牧地，而到了 1952 年，它已侵犯了约二百五十万英亩。克拉玛斯草非常不同于象鼠尾草这样的当地植物，它在这个区域中没有自己的生态位置，也没有动物和其它植物需要它。相反，它在哪儿出现，哪儿的牲畜吃了这种有毒的草就会变成“满身疥癣，嘴里生疮，不景气”的样子。土地的价值因此而衰落下去，因为克拉玛斯草被认为是折价的。

在欧洲，克拉玛斯草，即圣约翰草，从来不会造成什么问题，因为与这种植物一道，出现了多种昆虫，这些昆虫如此大量地吃这种草，以致于这种草的生长被严格地限制了。

尤其是在法国南部的两种甲虫，长得象碗豆那么大，有着金属光泽，它们使自己全部的生存十分适应于这种草的存在，它们完全靠这种草作为食

料，并得以繁殖。

1944 年第一批装载这些甲虫的货物运到了美国，这是一个具有历史意义的事件，因为这北美是利用食草昆虫来控制植物的第一次尝试。到了 1948 年，这两种甲虫都很好地繁殖起来了，因而不需要进一步再进口了。传播它们的办法是，把甲虫从原来的繁殖地收集起来，然后再把它们以每年一百万的比例散布下去。先在很小的区域内完成了甲虫的散布的只要克拉玛斯草一枯萎，甲虫就马上继续前进，并且非常准确地自居新场地。

于是，当甲虫削弱了克拉玛斯草后，那些一直被排挤的、人们所希望的牧场植物就得以复兴。

1959 年完成的一个十年考察说明对克拉玛斯草的控制已使其减少到原量的百分之一，“取得了比热心者的希望还要更好的效果”。这一象征性的甲虫大量繁殖是无害的，实际上他需要维持甲虫的数量以对付将来克拉玛斯草的增长。

另外一个非常成功而且经济的控制野草的例子可能是在澳大利亚看到的。殖民者曾经有过一种将植物或动物带进一个新国家的风习。一个名叫阿休·飞利浦的船长在大约 1787 年将许多种类的仙人掌带进了澳大利亚，企图用它们培养可作染料的胭脂红虫。一些仙人掌从果园里面漏出来，直到 1925 年发现近 20 种仙人掌已变成野生的了。由于在这个区域里没有天然控制这些植物的因素，它们就广阔地蔓延开来，最后占了几乎六千万英亩的土地。至少这块土地的一半都非常浓密地被覆盖住了，变成无用的了。

1920 年澳大利亚昆虫学家被派到北美和南美去研究这些仙人掌天然产地的昆虫天敌。

经过对一些种类的昆虫进行试用后，一种阿根廷的蛾于 1930 年在澳大利亚产了 30 亿个卵。

十年以后，最后一批长满浓密的仙人掌也死掉了，原先不能居住的地区又重新可以居住和放牧了。整个过程花费的钱是每亩不到一个辨士。相对比，早年所用那些不能令人满意的化学控制办法却在每英亩地上的花费为 10 英磅。

这两个例子都说明了密切研究吃植物的昆虫的作用，可以达到对许多不理想的植物的非常有效的控制。虽然这些昆虫可能对所有牧畜业者是易于选择的，并且它们高度专一的摄食习性能够很容易为人类产生利益；可是牧场管理科学却一直对此种可能性根本未予考虑。

## 七 不必要的大破坏

当人类向着他所宣告的征服大自然的目标前进时，他已写下了一部令人痛心的破坏大自然的记录，这种破坏不仅仅直接危害了人们所居住的大地，而且也危害了与人类共享大自然的其它生命。最近几世纪的历史有其暗淡的一节——在西部平原对野牛的屠杀；猎商对海鸟的惨害；为了得到白鹭羽毛几乎把白鹭全部扑灭。在诸如此类的情况下，现在我们正在增加一个新的内容和一种新型的破坏——由于化学杀虫剂不加区别地向大地喷撒，致使

鸟类、哺乳动物、鱼类，事实上使各种类型的野生物直接受害。

按照当前正在指导我们命运的这种哲学，似乎没有什么东西可以妨碍人们对喷雾器的使用。在人们扑灭昆虫的战役中的附带被害者是无足轻重的；如果驹鸟、野鸡、浣熊、猫，甚至牲畜恰好与要被消灭的昆虫住在同一地点，而被杀虫毒药水所害，那么，不应该有人为此提出抗议。

那些希望对野生物遭受损失的问题作出公正判断的居民们今天正处于一种不知如何是好的境地。外界有两种意见，以保护分子和许多研究野生物的生物学家为一方，他们断言：喷撒杀虫剂所造成的损失一直是严重的，有时甚至带来灾难重重。但以控制机关为另一方则企图断然否认喷撒杀虫剂会造成什么损失，或者认为即使有些损失也无关紧要。我们应该接受哪种观点呢？

证据的确凿性是最重要的。现场的野生物专家当然最有资格发现和解释野生物的损失。而专门研究昆虫的昆虫学家却看不清这一问题，他们思想上并不期望看到他们的控制计划所造成的不好影响一面。甚而，那些在州和联邦政府中从事控制的人，当然还有那些化学药物的制造者——他们坚决否认由生物学家所报道的事实，他们宣称仅看到对野生物很轻微的伤害。就象有关圣经故事中的牧师和利未人一样，他们由于彼此关系不善，因而老死不相往来。即使我们善意地把他们的这种否认解释为由于他们对专家和与此有利害关系的人漠不关心，但这也决不意味着我们必须承认他们言之有据。

形成我们自己见解的最好方法是查阅一些主要的控制计划，并向那些熟悉野生物生活方式以及对使用化学药物没有偏见的见证人请教，当毒药水像雨一样从天空进入到野生物界后究竟发生了些什么情况。对于养鸟人，对于为自己花园里的鸟儿感到欢乐的郊外居民、猎人、渔夫，或对那些荒野地区探险者来说，对一个地区的野生物造成破坏的任何因素(即使在一年中)都必将剥夺他们享受欢乐的合法权利。这是一个正当的观点。

正如有时所发生的情况那样，虽然一些鸟类、哺乳动物和鱼类在一次喷药之后仍能重新发展起来，但真正巨大的危害已经造成。

不过。这样的重新发展并非那么容易。喷药一般都是反复进行的。在这种喷药中很难会留下漏洞以便野生物得到恢复的机会。通常喷药的结果是毒化了环境，这是一个致死的陷阱，在这个陷阱中不仅仅原来的生物死去了，而且那些移居进来的也遭到同样的下场。喷撒的面积愈大，危险性就愈严重。因为安全的绿洲已不复存在了。现在，在纳入控制昆虫计划的一个十年中，几千英亩甚至几百万英亩土地作为一个单位被喷了药；在这十年中，私人及团体喷药，越来越积极，关于美国野生物破坏和死亡的记录已累积成堆。让我们来检查一下这些计划，并看看已经发生了些什么情况吧。

1959年的秋天，密执安州的东南部，包括底特律郊区的两万七千多英亩的土地接受了空中的艾氏剂(一种最危险的氯化烃)药粉的高剂量喷撒。此计划是由密执安州的农业部和美国国家农业部联合进行的；它所宣称的目的是为了控制日本甲虫。

并没有显示出有多大必要必须采取这个激烈、危险的行动。相反，一位在该州最闻名、最有学识的博物学家 W.P.尼凯尔表示了不同意见，当他在密执安州南部的很长时间里，他每年夏天都花很多时间在田野里度过，他宣布：“二十多年来，以我自己的直接经验看，在底特律城存在的日本甲虫为数不多。随着时间的推移，甲虫的数量并未表现出任何明显的增长。除了在

政府设在底特律的捕虫器中我曾看到过很少几只日本甲虫外，我在天然环境中仅看到了一只日本甲虫……任何事情都是这样秘密地进行着，以致于使我一点儿也得不到关于昆虫数目增加的情报。”

来自该州机关的官方消息只是宣布这种甲虫已“出现”在进行空中袭击的指定区域。

尽管缺少正当理由，但由于该州提供人力并监督执行情况，由于联邦政府提供设备和补充人员，由于乡镇愿为杀虫剂付款，这个计划还是开展起来了。

日本甲虫是一种意外进口到美国来的昆虫，它于 1916 年发现于新泽西州，当时在靠近里维顿的一个苗圃中发现了几只带有金属绿色的发亮甲虫。这些甲虫最初未能被辨认出来，后来才认出它们是日本主岛上的普通居住者。很明显，这些甲虫是在 1912 年限制条例宣布之前通过苗圃定货进口而被带进美国的。

日本甲虫从它最初进入的地点逐渐地发展到了密西西比河东部的许多州，这些地方的温度和降雨条件均对甲虫适宜。甲虫越过原先的分布界线向外扩展的运动每年都在发生。在甲虫定居时间最长的东部地区，一直在努力实行自然控制。凡是实行了自然控制的地方，正如许多记录所证实的那样，甲虫已被控制在一个较低的数量内。

尽管东部地区有对甲虫合理控制的这一记载，但目前处于甲虫分布边缘的中西部各州却已掀起了一场攻击，这场攻击足以消灭最厉害的敌人，而不只是消灭普通的害虫；由于使用了最危险的化学药物，原想消灭甲虫，但结果使大批人群、家畜和所有野生动物中毒。这些消灭日本甲虫的计划已引起了动物生命大量遇害，使人震惊，并且使人类面临无法否认的危险。在控制甲虫的名义下，密执安州、肯塔基州、衣阿华州、印第安纳州、伊利诺斯州以及密苏里州的许多地区都被浸染在化学药物的喷撒之中。

密执安州的喷撒是第一批大规模从空中对日本甲虫进行袭击的一个地方。选用艾氏剂(它是所有化学药物中毒性最强的一种)并非因为它对控制日本甲虫有独特的作用，而只是为了省钱——艾氏剂是可用化合物中最便宜的一种。一方面州的官方发行出版物上承认艾氏剂是一种“毒物”，另一方面它又暗示在人口稠密的地区使用这种药剂将不会给人类带来危害。(对于“我应该采取什么样的预防措施？”这一问题的官方回答是：“对于你，没有什么关系。”)对于喷撒效果，联邦航空公司的一位官员说过的话以后曾被引用在一个当地的出版物中：“这是一种安全的操作。”底特律一位园林及娱乐部门的代表进一步保证说：“这种药粉对于人是无害的，也不会使植物和兽类受害。”人们完全可以想象到，没有一个官方人员查阅过美国公共卫生调查所、鱼类及野生动物调查所所发表的很有用的报告，也没有查阅关于艾氏剂剧毒性的资料。

密执安州消灭害虫的法律允许州可以不通知或不必要取得土地所有者的同意，而进行不分青红皂白的喷药，根据这一法律，低空飞机开始飞临底特律区域。城市当局以及联邦航空公司马上被居民们担忧的呼声所包围。由于在一个小时内就收到了近 800 个质问，警察请求广播电台、电视台和报纸根据底特律的新闻报道“告诉观众。他们现在看到的是怎么回事，并通知他们这一切是安全的。”联邦航空公司的安全员向公众保证：“这些飞机是被很仔细地监督着”，并且“低飞是经过批准的”。为了减少公众的惧怕，这位安全

员又作了一个多少有点错误的努力，他进一步解释说：这些飞机有一些紧急阀门，它们可以使飞机随时倾倒入全部负载。谢天谢地，总算没这样干。但是，当这些飞机执行任务时，杀虫剂的药粒便一视同仁地落在了甲虫和人的身上，“无害的”毒物象下雨一样地降落到正在买东西或去上班的人的身上，降落在从学校回家吃午饭的孩子的身上。

家庭妇女从门廊和人行道上扫走了被称为“看上去象雪一样”的小颗粒。正如以后密执安州的阿托邦学会所指出的：“艾氏剂和粘土混成的白色小药粒(并不比一个针尖大)成百万地进入到屋顶的天花板空隙里、屋沿的水槽中以及树皮和小树枝的裂缝中……当下雪和下雨时，每个水坑都变成了一洼可以致死的药水。”

在撒过药粉后的几天时间内，底特律阿托邦学会就开始收到了关于鸟类的呼吁。据阿托邦学会的秘书安·鲍尔斯谈，“人们关心喷药后果的第一个迹象是我在星期天早上接到一个妇女的电话。她报告说当她从教堂回家时，看到了大量已死的和快要死去的鸟。

那里是星期四喷的药。她说，在这个区域根本没有了飞着的鸟儿。最后，她在她家后院发现了一只死鸟，邻居也发现了死的田鼠。”那天鲍尔斯先生收到的所有电话都报告说“大量的鸟死了，而看不到活的鸟……一直都在饲养野马的人们说，根本没有鸟儿可养了。”捡起的那些垂死的鸟儿的情况显然是典型的杀虫剂中毒症状：战慄，失去了飞翔能力，瘫痪，惊厥。

立刻受到影响的生物并非鸟类一种。一个地方上的兽医报告说，他的办公室里挤满了求医者，这些人带着突然病倒的狗和猫。看来那些小心翼翼整理着自己皮毛和舐着爪子的猫是受害最重的。它们病症的表现是严重的腹泻、呕吐和惊厥。兽医对这些求医者所能提出的唯一劝告是；在没有必要情况下不要让动物外出，假若动物出去了，应赶快把它爪子洗干净。(但是氯化烃从水果或蔬菜里都是洗不掉的，所以这种措施提供的保护很有限。)

尽管城镇卫生委员坚持认为，这些鸟儿必定是被“一些其他的喷撒药物”杀害的，尽管他们坚持认为随着艾氏剂的施用而引起的喉咙发炎和胸部刺激也一定是由于“其他原因”，但当地卫生部门却收到了川流不息的控诉。一位杰出的底特律内科大夫被请去为四位病人看病，他们在观看飞机撒药时接触了杀虫药，而后一小时就病了。这些病人有着同样的症状：恶心，呕吐，发冷，发烧，异常疲劳，还咳嗽。

在许多其他村镇所反复采用的这一底特律经验一直是作为一种用化学药物来消灭日本甲虫的手段。在伊利诺斯州的兰岛捡到了几百只死鸟和奄奄一息的鸟儿。从收集鸟儿的人那儿得来的数据表明这里面分之八十的鸣禽已经牺牲。1959 年对伊利诺斯州的召里特的三千多英亩土地用七氯进行了处理。根据一个地方运动员俱乐部的报告来看，凡在撒过药的地方的鸟儿“实际上已被消灭光了”。同样也发现大量死去的兔子、麝香鼠、袋鼠和鱼，甚至当地一个学校将收集被杀虫剂毒死的鸟儿作为一项科学活动。

可能再没有一个城镇比伊利·诺斯州东部的舍尔敦和艾若考斯镇附近地区为了造就一个没有甲虫的世界而遭遇更惨的了。1954 年，美国农业部和伊利诺斯州农业部沿着甲虫侵入伊利诺斯州的路线，开展了广场扑灭日本甲虫的运动，他们满怀希望，并且的确有保证通过广泛的喷药来消灭入侵的甲虫。在第一次“扑灭运动”进行的那一年，狄氏剂从空中被喷撒到 1400 英亩的土地上。另外的 2600 英亩土地在 1955 年也以同样的方法被处理，这

一任务的完成被认为是圆满的。然后，越来越多的地方请求使用化学处理，到 1961 年末已有 131,000 英亩的土地已喷撒了化学药物。即使在执行计划的第一年，就有野生物及家禽遭受了严重毒害。化学处理在继续进行着，但是它既没有同美国鱼类及野生物调查所商量，也未同伊利诺斯州狩猎管理科商量。（然而在 1960 年春天，联邦农业部的官员们在国会委员会前反对需要事前商议的议案。他们委婉地宣布，该议案是不必要的，因为合作与商议是“经常的”。这些官员根本不管那些地方的合作无法达到“华盛顿水平”。同样听到他们清楚地宣称不愿与州立渔猎部商量。）

虽然用于进行化学控制的资金来源不断而来，然而那些希望测定化学控制对野生物所带来危害的伊利诺斯州自然历史调查所的生物学家们都不得不在几乎没有资金的情况下进行工作。1954 年用于雇用野外助手的资金只不过 1100 美元，而在 1955 年没有提供专款。尽管有这些使工作瘫痪的困难，但生物学家们还是综合了一些事实，这些事实集中地描画出了一幅野生物被空前毁坏的景象——只要计划一开始付诸实施，这种毁坏就立刻变得明显起来。

吃昆虫的鸟类的中毒情况的发生不仅取决于所使用的毒药，而且也取决于使用毒药的方式。在萨尔顿早期执行计划期间，狄氏剂的使用是按照每英亩三磅的比例喷撒。为了了解狄氏剂对鸟类的影响，人们只需要记住在实验室里对鹌鹑所做的实验，狄氏剂的毒性已证明为 DDT 的 50 倍。因此在萨尔顿土地上所喷撒的狄氏剂大约相当于每英亩 150 磅的 DDT！而这仅是最小值，因为在进行喷撒药物时，沿着农田的边沿和角落都有重复喷撒的现象。

当化学药物渗入土壤后，中毒甲虫的幼蛆爬到地面上，它们在地面上停留一段时后就死去了，这对于吃昆虫的鸟儿是很有吸引力的。在撒药后两个星期内，已死去的和将死的各种类型的昆虫是大量的。很容易想到鸟类在数量上所受到的影响。褐色长尾鲨鸟、燕八哥、野百灵鸟、白头翁和雉实际上部被消灭了。根据生物学家的报告，知更鸟“几乎绝灭了”。在一场细雨过后，可以看到许多死去的蚯蚓；可能知更鸟就吃了这些有毒的蚯蚓。同样对于其它的鸟类来说，曾经是有益的降雨由于在毒物的邪恶力量作用下，进入了鸟类生活，因而也变成为一种毁灭性的药剂了。曾看到在喷药几天后，在雨水坑里喝过水和洗过澡的鸟儿都无可避免地死去了。活下来的鸟儿都表现出不景气的样子。虽然在用药物处理过的地方发现了几个鸟窝，有几个鸟蛋，但是没有一只小鸟。

在哺乳动物中，田鼠实际上已绝灭；发现它们的残体呈现出中毒暴死的特征。在用药物处理过的地方发现了死的麝香鼠，在田野里发现了死兔子。狐鼠在城镇里是比较常见的动物，但在喷撒药物后，它也不见了。

对甲虫发动战争以后，在萨尔顿地区的任何农场中若有一只猫留存下来，真是件稀罕事。在喷撒药物后的一个季度里，农场里百分之九十的猫都变成了狄氏剂的牺牲品。

本来这些是可以预见到的，因为在其他地方关于这些毒物已有沉痛的记载。猫对于所有的杀虫剂都非常敏感，看来对狄氏剂尤其敏感。在爪哇西部由世界卫生组织所进行的抗疟过程中，报道出许多猫死了。在爪哇的中部有那么多猫被杀死，以至于一只猫的价格增加到两倍以上。同样的，在委内瑞拉喷撒药物时，世界卫生组织得到报告说猫已减少到成为一种稀有动物的状况了。

在萨尔顿，不仅野生物，而且连家禽都在扑灭昆虫的运动中被杀死了。对于几群羊和牛所做的观察表明它们已经中毒和死亡，这也同样威胁着牲畜。自然历史调查所的报告描述了这些事件之一：羊群横穿过一条砂砾路，从一个于5月6日被撒过狄氏剂的田野被赶到另一片未撒药的、长着一种优良野生牧草的小牧场上。很显然，一些喷撒药粉越过了道路而飘到了牧场上，因为那个羊群几乎马上就表现出中毒的症状……它们对食物失去兴趣，表现出极度不安，它们沿着牧场篱笆转着转着，显然想找路出去……它们不肯被赶，它们几乎不停地叫着，站在那儿，耷拉着头；最后，它们还是被带出了牧场……，它们极想喝水。在穿过牧场的水溪中发现了两只死羊，留下的羊多次被赶出那条水溪，有几只羊不得不用力把它们从水里拉出来。三只羊最终死了；那些留下来的羊恢复了全部外貌。

这就是1955年年底的状况。虽然化学战争连续进行了多年，然而研究工作资金的细流已完全干涸了。进行野生物与昆虫杀虫剂关系研究所需的钱被包括在一个年度预算里；这个年度预算是由自然历史调查所提交给伊利诺斯州立法机关的，但是这笔预算一定在第一项目中已被排除了。直到1960年才发现钱不知怎样支付给了一个野外工作助手——他一个人干了需要四个人才能完成的工作。

当生物学家于1955年重新开始一度中断的研究时，野生物遭受损失的荒芜画面几乎没有什么变化。这时所用的化学药物已变为毒性更强的艾氏剂，鹤鹑实验表明，艾氏剂的毒性为DDT的100-300倍。到1960年，栖居在这个区域中的每种野生哺乳动物都遭受到了损失。鸟儿的情况更糟糕了。在多拿温这个小城镇里，知更鸟已经绝迹，白头翁、燕八哥、长尾鲨鸟也遭遇同样下场。在别处，上述这些鸟和其他许多鸟都大大减少。打野鸡的猎人强烈地感到了这一甲虫战役的后果。在用药粉处理过的土地上，鸟窝的数目减少了几乎百分之五十，一窝中孵出的小鸟数目也减少了。前几年这些地方是打野鸡的好地方，现在由于一无所获，实际上已无人问津了。

尽管在扑灭日本甲虫的名义下发生了大破坏，尽管在伊诺卡斯城八年多时间内对十万多英亩土地进行了化学处理，其结果看来仅仅是暂时平定了这种昆虫，日本甲虫还在继续向西移动。可能永远不会知道这个没有效果的计划收取费用的整个范围，因为由伊利诺斯州的生物学家所测定的结果仅是一个最小值。假若给研究计划提供充足的资金，而又允许全面报道的话，那么所揭露出来的破坏情况就会更加骇人。但是在执行计划的八年时间内，为生物学野外研究所提供的资金仅有6000美元。与此同时，联邦政府为控制工作花费了近735,000美元，并且州立政府还追加了几千美元。因此，全部研究费用仅是用于化学喷撒计划费用的一个零头——百分之一。

中西部的喷药计划一直是在一种紧迫恐慌的情绪中进行的，就好象甲虫的蔓延引起了一种极端危险的局面，为击退甲虫可以不择手段。这当然不符合实际情况，而且，如果这些忍受着化学药物侵害的村镇熟知日本甲虫在美国的早期历史的话，他们就肯定不会默许这样干。

东部各州的运气好，它们在人工合成杀虫剂发明之前就遭到了甲虫的入侵，它们不仅避免了虫灾，而且采用了对其他生物没有危害的手段控制住日本甲虫。在东部没有任何地方象底特律和萨尔顿那样撒药。在东部所采用的有效方法包含着发挥自然控制作用，这些自然控制作用具有永久和环境安全的多重优越性。

在甲虫进入美国的最初十多年时间内，甲虫由于失去了在它的故乡约束它增长的限制因素而迅速地发展起来。但是到了 1945 年，在甲虫蔓延所及的大部分区域，它已变成一种不大重要的害虫了。这主要是由于从远东进口而来的寄生虫和使甲虫机体致命的疾病作用的结果。

在 1920 到 1933 年间，在对日本甲虫的出生地进行了广泛辛勤调查后，从东方国家进口了 34 种捕食性昆虫和寄生性昆虫，希望建立对日本甲虫的天然控制。其中有五种已在美国东部定居。最有效和分布最广的是来自朝鲜和中国的一种寄生性黄蜂。当一只雌蜂在土壤中发现一个甲虫幼蛆时，对幼蛆注射使其瘫痪的液体，同时将一个卵产在蛆的表皮下面。蜂卵孵成了幼虫，这个幼虫就以麻痹了的甲虫幼蛆为食，并且把它吃光。在大约 25 年期间，此种蜂群按照州与联邦机构的联合计划被引进到东部 14 个州。黄蜂在这个区域已广泛地定居下来，并且由于它们在控制甲虫方面起到了重要作用，所以普遍为昆虫学家们所信任。

一种细菌性疾病发挥了更为重要的作用，这种疾病影响到甲虫科，而日本甲虫就属于此科——金龟子科。这是一种非常特殊的细菌——它不侵害其它类型的昆虫，对于蚯蚓、温血动物和植物均无害。这种疾病的孢子存在于土壤中。当孢子被觅食的甲虫幼蛆吞食后，它们就会在幼蛆的血液里惊人地繁殖起来，致使虫蛆变成变态白色，因此俗称为“牛奶病”。

1933 年在新泽西发现了牛奶病，到 1938 年这种病已蔓延到日本甲虫繁殖的领地。在 1939 年，为促使该病更快地传播，开始执行一个控制计划。还没有能发现一种人工方法来增加这种致病细菌生长速度，然而却找到了一种满意的代替办法；将被细菌感染的虫蛆磨碎、干燥，并与白土混合起来。按标准，一克土内应含有一亿个孢子。在 1939 年—1953 年期间，东部 14 个州大约 94000 英亩土地按照联邦与州的合作计划进行了处理；联邦的其他区域也进行了处理；另外一些人们不熟知的、广阔的地区也被私人组织或者个人进行了处理。到了 1945 年，牛奶病孢子已在康涅狄格、纽约、新泽西、特拉华和马里兰州的甲虫中大流行了。在一些实验区域中，受感染的虫蛆高达 94%。这一扩散工作作为一个政府事业于 1953 年中止了，它作为一项生产被一个私人实验室所承担，这个私人实验室继续供给个人、公园俱乐部、居民协会以及其他需要控制甲虫的人。

曾经实行此计划的东部各区域现已靠对甲虫的高度自然控制而高枕无忧了。这种细菌能在土壤中存活好多年，因此，这种细菌由于效力的增加和继续被自然作用所传播，它们已按预期目的永久地在这儿站住了脚跟。

然而，为什么在东部给人留下深刻印象的这些经验不能在目前正狂热地对甲虫进行化学之战的伊利诺斯和其他中西部各州试行呢？有人告诉我们，用牛奶病孢子进行接种“太昂贵”了，然而在四十年代东部 14 个州并没有人发现这一点。而且，这一“太昂贵”的评价是根据什么计算方法而得到的呢？显然不是根据如同萨尔顿的喷撒计划所造成的那种全面毁灭的真正代价估计的。这个评价同样未考虑这一事实——用孢子接种仅需一次就行，第一次费用也是唯一的费用。

也有人告诉我们，牛奶病孢子不能在甲虫分布较少的区域使用，因为只有土壤中已经有大量甲虫幼蛆存在的地方，牛奶病孢子才能定居。像对那些支持喷药的声明一样，对这种说法也值得打个问号。已发现引起牛奶病的细菌至少可以对 40 种其他种类甲虫起作用。这些甲虫分布很广泛，即使

在日本甲虫数量很少或完全不存在的地方，该细菌也完全可能传播甲虫疾病。而且，由于孢子在土壤中有长期生存的能力，它们甚至可以在虫蛆完全不存在的条件下继续存在，等待时机发展，如同在目前甲虫蔓延的边缘地区那样。

那些不计代价而希望立即取到结果的人将毫无疑问地继续使用化学药物来消灭甲虫。

同样有一些人倾心于那些名牌商品，他们愿意反复操作和花钱，以便化学药物控制昆虫的工作长存。

另一方面，那些愿意等待一、两个季度而获得一个完满结果的人将转向牛奶病；他们将会得到一个对甲虫的彻底控制，但这个控制将不会随时间流逝而失效。

一个广泛的研究计划正在伊利诺斯州伯奥利亚的美国农业部实验室中进行，该计划的目的是想找出一种人工培养牛奶病细菌的方法。这将大大降低它的造价，并将促进它更广泛地使用。经过数年工作，现在已有一些成果报道。当这个“突破”完全实现时，可能一些理智和远景将使我们能更好地对付日本甲虫，这些甲虫在它们极端猖獗时一直是中西部化学控制计划的恶梦。

像伊利诺斯州东部喷撒农药这样的事情提出了一个不仅是科学上的，而且也是道义上的问题。这个问题即是，任何文明是否能够对生命发动一场无情的战争而不毁掉自己，同时也不失却文明的应有尊严。

这些杀虫剂不具有选择性的毒效，即它们不能专一地杀死那种我们希望除去的一个特定种类昆虫。每种杀虫剂之所以被使用只是基于一个很简单的原因，即它是一种致死毒物。因此它就毒害了所有与之接触的生命：一些家庭驯养的可爱的猫、农民的耕牛、田野里的兔子和高空飞翔的云雀。这些生物对人是没有任何害处的。实际上，正是由于这些生物及其伙伴们的存在，才使得人类生活更为丰富多彩。然而人们却用突然的和令人毛骨悚然的死亡来酬谢它们。在萨尔顿的科学观察者们描述了一个垂死的百灵鸟的症状：“它侧躺着，显然已失去肌肉的协调能力，也不能飞动或站立，但它不停地拍打着它的翅膀，并紧紧收缩起它的爪子。它张着嘴，吃力地呼吸着。”更为可怜的是快要死去的田鼠默默无言的景况，它“表现出了快要死的特征，背已经弯下了，握紧的前爪抽缩在胸前……它的头和脖子往外伸着，它的嘴里常含有脏东西，使人们想像到这个奄奄一息的小动物曾经怎样地啃着地面。”

由于竟能默认对活生生的生命采取这样使其受害的行动，作为人类，我们中间有哪一个不曾降低我们作人的身份呢？

## 八 再也没有鸟儿歌唱

现在美国，越来越多的地方已没有鸟儿飞来报春；清晨早起，原来到处可以听到鸟儿的美妙歌声，而现在却只是异常寂静。鸟儿的歌声突然沉寂了，鸟儿给予我们这个世界的色彩、美丽和乐趣也因某些地方尚未感受其作用而被忽视，以至现在鸟儿悄然绝迹。

一位家庭妇女在绝望中从伊利诺斯州的赫斯台尔城写信给美国自然历

史博物馆鸟类名誉馆长(世界知名鸟类学者)罗伯特·库什曼·马菲：“我们村子里、好几年来一直在给榆树喷药。(这封信写于 1958 年)当六年前我们才搬到这儿时，这儿鸟儿多极了，于是我就干起了饲养工作。在整个冬天里，北美红雀、山雀、绵毛鸟和五十雀川流不息地飞过这里；而到了夏天，红雀和山雀又带着小鸟飞回来了。

在喷了几年 DDT 以后，这个城几乎没有知更鸟和燕八哥了；在我的饲鸟架上已有两年时间看不到山雀了，今年红雀也不见了；邻居那儿留下筑巢的鸟看来仅有一对鸽子，可能还有一窝猫声鸟。

孩子们在学校里学习已知道联邦法律是保护鸟类免受捕杀的，那么我就不大好向孩子们再说鸟儿是被害死的。它们还会回来吗？孩子仍问道，而我却无言以答。榆树正在死去，鸟儿也在死去。是否正在采取措施呢？能够采取些什么措施呢？我能做些什么呢？”

在联邦政府开始执行扑灭火蚁的庞大喷撒计划之后的一年里，一位阿拉巴马州的妇女写道：“我们这个地方大半个世纪以来一直是鸟儿的真正圣地。去年十月，我们都注意到这儿的鸟儿比以前多了。然而，突然地，在八月的第二个星期里，所有鸟儿都不见了。我习惯于每天早早起来喂养我心爱的已有一个小马驹的母马，但是听不到一点儿鸟儿的声息。这种情景是凄凉和令人不安的。人们对我们美好的世界做了些什么？最后，一直到五个月以后，才有一种蓝色的椋鸟和鸚鵡出现了。”

在这位妇女所提到的那个秋天里，我们又收到了一些其他同样阴沉的报告，这些报告来自密西西比州、路易斯安娜州及阿拉巴马州边远南部。由国家阿托邦学会和美国渔业及野生动物服务处出版的季刊《野外纪事》记录说在这个国家出现了一些没有任何鸟类的可怕的空白点，这种现象是触目惊心的。《野外纪事》是由一些有经验的观察家们所写的报告编纂而成，这些观察家们在特定地区的野外调查中花费了多年时间，并对这些地区的正常鸟类生活具有无比卓绝的丰富知识。一位观察家报告说，那年秋天，当他在密西西比州南部开车行驶时，在很长的路程内根本看不到鸟儿。”另外一位在倍顿·路杰的观察家报告说：她所布放的饲料放在那儿，“几个星期始终没有鸟儿来动过”；她院子里的灌木到那时候已该抽条了，但树枝上却仍浆果累累。另外一份报告说，他的窗口“从前常常是由四十或五十只红雀和大群其他各种鸟儿组成一种撒点花样的图画，然而现在很难得看到一、两只鸟儿出现。”西弗吉尼亚大学教授莫尔斯·布鲁克斯——阿巴拉契亚地区的鸟类权威，他报告说“西弗吉尼亚鸟类数量的减少是令人难以置信的”。

这里有一个故事可以作为鸟儿悲惨命运的象征——这种命运已经征服了一些种类，并且威胁着所有的鸟儿。这个故事就是众所周知的知更鸟的故事。对于千百万美国人来说，第一只知更鸟的出现意味着冬天的河流已经解冻。知更鸟的到来做为一项消息报道在报纸上，并且在吃饭时大家热切相告。随着候鸟的逐渐来临，森林开始绿意葱茏，成千的人们在清晨倾听着知更鸟黎明合唱的第一支曲子。然而现在，一切都变了，甚至连鸟儿的返回也不认为是理所当然的事情了。

知更鸟，的确还有其他很多鸟儿的生存看来和美国榆树休戚相关。从大西洋岸到洛矶山脉，这种榆树是上千城镇历史的组成部分，它以庄严的绿色拱道装扮了街道、村舍和校园。现在这种榆树已经患病，这种病蔓延到所有榆树生长的区域，这种病是如此严重，以致于专家们供认竭尽全力救治榆

树最后将是徒劳无益的。失去榆树是可悲的，但是假若在抢救榆树的徒劳努力中我们把我们绝大部分的鸟儿扔进了覆灭的黑暗中，那将是加倍的悲惨。而这正是威胁我们的东西。

所谓的荷兰榆树病大约是在 1930 年从欧洲进口镶板工业用的榆木节时被引进美国的。

这种病是一种菌病；这种菌侵入到树木的输水导管中，其孢子通过树汁的流动而扩散开来，并且由于具有毒分泌物及阻塞作用而致使树枝枯萎，使榆树死亡。该病是由榆树皮甲虫从生病的树传播到健康的树上的。由这种昆虫在已死去的树皮所开凿的渠道后来被入侵的菌孢所污染，这种菌孢又粘贴在甲虫身上，并被甲虫带到它飞到的所有地方。

控制这种榆树病的努力始终在很大程度上要靠对昆虫传播者的控制。于是在美国榆树集中的地区——美国中西部和新英格兰州，一个个村庄地进行广泛喷药已变成了一项日常工作。

这种喷药对鸟类生命，特别是对知更鸟意味着什么呢？对该问题第一次作出清晰回答的是乔治·渥朗斯——密执安州大学的教授和他的一个研究生约翰·迈纳。当迈纳先生于 1954 年开始作博士论文时，他选择了一个关于知更鸟种群的研究题目。这完全是一个巧合，因为在那时还没有人怀疑知更鸟是处在危险之中。但是，正当他开展这项研究时，事情发生了，这件事改变了他要研究的课题的性质，并剥夺了他的研究对象。

对荷兰榆树病的喷药于 1954 年在大学校园的一个小范围内开始。第二年，校园的喷药扩大了，把东兰星城（该大学所在地）包括在内，并且在当地计划中不仅对吉卜赛蛾而且连蚊子也都这样进行喷药控制了。化学药雨已经增多到倾盆而下的地步了。

在 1954 年——首次少量喷撒的第一年，看来一切都很妥当。第二年春天，迁徙的知更鸟像往常一样开始返回校园。就像汤姆林逊的散文《失去的树林》中的野风信子一样，当它们在它们熟悉的地方重新出现时，它们并没有“料到有什么不幸”。但是，很快就看出来显然有些现象不对头了。在校园里开始出现了已经死去的和垂危的知更鸟。在鸟儿过去经常啄食和群集栖息的地方几乎看不到鸟儿了。几乎没有鸟儿筑建新窝，也几乎没有幼鸟出现。在以后的几个春天里，这一情况单调地重复出现。喷药区域已变成一个致命的陷阱，这个陷阱只要一周时间就可将一批迁徙而来的知更鸟消灭。然后，新来的鸟儿再掉进陷阱里，不断增加着注定要死的鸟儿的数字；这些必定要死的鸟可以在校园里看到，它们也都在死亡前的挣扎中战栗着。

渥朗斯教授说：“校园对于大多数想在春天找到住处的知更鸟来说，已成了它们的坟地。”然而为什么呢？起初，他怀疑是由于神经系统的一些疾病，但是很快就明显地看出了“尽管那些使用杀虫剂的人们保证说他们的喷药对‘鸟类无害’，但那些知更鸟确实死于杀虫剂中毒，知更鸟表现出人们熟知的失去平衡的症状，紧接着战栗、惊厥以至死亡。”

有些事实说明知更鸟的中毒并非由于直接与杀虫剂接触，而是由于吃蚯蚓间接所致。

校园里的蚯蚓偶然地被用来喂养一个研究项目中使用的蜈蚣，于是所有的蜈蚣很快都死去了。养在实验室笼子里的一条蛇在吃了这种蚯蚓之后就猛烈地颤抖起来。然而蚯蚓是知更鸟春天的主要食物。

在劫难逃的知更鸟的死亡之谜很快由位于尤巴那的伊利诺斯州自然历

史考察所罗·巴克博士找到了答案。巴克的著作在 1958 年发表，他找到了此事件错综复杂的循环关系——知更鸟的命运由于蚯蚓的作用而与榆树发生了联系。榆树在春天被喷撒了药(通常按每 50 英尺一棵树用 2 - 5 磅 DDT 的比例进行喷药，相当于每一英亩榆树茂密的地区 23 磅的 DDT)。经常在七月份又喷一次，浓度为前次之半。强力的喷药器对准最高大树木的上上下下喷出一条有毒的水龙，它不仅直接杀死了要消灭的树皮甲虫，而且杀死了其他昆虫，包括授粉的昆虫和捕食其他昆虫的蜘蛛及甲虫。毒物在树叶和树皮上形成了一层粘而牢的薄膜，雨水也冲不走它。秋天，树叶落下地，堆积成潮湿的一层，并开始了变为土壤一部分的缓慢过程。在此过程中它们得到了蚯蚓的援助，蚯蚓吃掉了叶子的碎屑，因为榆树叶子是它们喜爱吃的食物之一。在吃掉叶子的同时，蚯蚓同样吞下了杀虫剂，并在它们体内得到积累和浓缩。巴克博士发现了 DDT 在蚯蚓的消化道、血管、神经和体壁中的沉积物。毫无疑问，一些蚯蚓抵抗不住毒剂而死去了，而其他活下来的蚯蚓变成了毒物的“生物放大器”。春天，当知更鸟飞来时，在此循环中的另一个环节就产生了。只要十一只大蚯蚓就可以转送给知更鸟一份 DDT 的致死剂量。而十一只蚯蚓对一只鸟儿来说只是它一天食量的很小一部分，一只鸟儿几分钟就可以吃掉 10 - 12 只蚯蚓。

并不是所有的知更鸟都食入了致死的剂量，但是另外一种后果肯定与不可避免的中毒一样也可以导致该鸟种的灭绝。不孕的阴影笼罩着所有鸟儿，并且其潜在威胁已延伸到了所有的生物。每年春天，在密执安州立大学的整个 185 英亩大的校园里，现在只能发现二、三十只知更鸟；与之相比，喷药前在这儿粗略估计有 370 只鸟。在 1954 年由迈纳所观察的每一个知更鸟窝都孵出了幼鸟。到了 1957 年 6 月底，如果没有喷药的话，至少应该有 370 只(成鸟数量的正常替代者)幼鸟在校园里寻食，然而迈纳现在仅仅发现了一只知更鸟。一年后，渥里斯教授报告说：“在(1958 年)春天和夏天里，我在校园任何地方都未看到一个已长毛的知更鸟，并且，从未听说有谁看见过一只知更鸟。”

当然没有幼鸟出生的部分原因是由于在鸟巢过程完成之前，一对知更鸟中的一只或者两只就已经死了。但是渥里斯拥有引人注目的记录，这些记录指出了一些更不祥的情况——鸟儿的生殖能力实际上已遭破坏。例如，他记录到“知更鸟和其他鸟类造窝而没有下蛋，其他的蛋也孵不出小鸟来。我们记录到一只知更鸟，它有信心地伏窝 21 天，但却孵不出小鸟来。而正常的伏窝时间为 13 天……。我们的分析结果发现在伏窝的鸟儿的睾丸和卵巢中含有高浓度的 DDT。”渥里斯于 1960 年将此情况告诉了国会：“十只雄鸟的睾丸含有百万分之三十 - 一百零九的 DDT，在两只雌鸟的卵巢的卵滤泡中含有百万分之一百五十一——二百一十一的 DDT。”

紧接着对其他区域的研究也开始发现情况是同样的令人担忧。威斯康星大学的尤素福·赫克教授和他的学生们在对喷撒区和未喷撒区进行仔细比较研究后，报告说：知更鸟的死亡率至少是 86 - 88%。在密执安州百花山旁的鹤溪科学研究所曾努力估计鸟类由于榆树喷药而遭受损失的程度，它于 1956 年要求把所有被认为死于 DDT 中毒的鸟儿都送到研究所进行化验分析。这一要求得到了一个完全意外的反应：在几个星期之内，研究所里长期不用的仪器被运转到最大工作量，以致于其他的样品不得不拒绝接受。1959 年，仅一个村镇就报告或交来了一千只中毒的鸟儿。虽然知更鸟是主要的受害者

(一个妇女打电话向研究所报告说当她打电话的时候已有 12 只知更鸟在她的草坪上躺着死去了)，包括 63 种其他种类的鸟儿也被在研究所进行了测试。知更鸟仅是与榆树喷药有关的破坏性的连锁反应中的一部分，而榆树喷药计划又仅仅是各种各样以毒药覆盖大地的喷撒计划中的一个。约 90 多种鸟儿都蒙受严重伤亡，其中包括那些对于郊外居民和大自然业余爱好者来说都是最熟悉的鸟儿。在一些喷过药的城镇里，筑巢鸟儿的数量一般说来减少了 90% 之多。正如我们将要看到的，各种各样的鸟儿都受到了影响——地面上吃食的鸟，树梢上寻食的鸟，树皮上寻食的鸟以及猛禽。

完全有理由推想所有主要以蚯蚓和其他土壤生物为食的鸟儿和哺乳动物都和知更鸟的命运一样地受到了威胁。约有 45 种鸟儿都以蚯蚓为食。山鹑是其中一种，这种鸟儿一直在近来受到了七氯严重喷撒的南方过冬。现在在山鹑身上得出了两点重要发现。在新布朗韦克孵育场中，幼鸟数量明显地减少了，而已长成的鸟儿经过分析表明含有大量 DDT 和七氯残毒。

已经有令人不安的记录报道，20 多种地面寻食鸟儿已大量死亡。这些鸟儿的食物——蠕虫、蚁、蛆虫或其他土壤生物已经有毒了。其中包括有三种画眉——橄榄背鸟、鹁鸟和蜂

雀，它们的歌声在鸟儿中是最优美动听的了。还有那些轻轻掠过森林地带的繁茂灌木并带着沙沙的响声在落叶里寻食吃的麻雀，会歌唱的麻雀和白颌鸟，这些鸟也都成了对榆树喷药的受害者。

同样，哺乳动物也很容易直接或间接地被卷入这一连锁反应中。蚯蚓是浣熊各种食物中较重要的一种，并且袋鼠在春天和秋天也常以蚯蚓为食。象地鼠和鼯鼠这样的地下打洞者也捕食一些蚯蚓，然后，可能再把毒物传递给象叫泉和仓房鼠这样的猛禽。在威斯康星州，春天的暴雨过后冻到了几只死去的叫泉，可能它们是由于吃了蚯蚓中毒而死的。曾发现一些鹰和猫头鹰处于惊厥状态——其中有长角猫头鹰、叫泉、红肩鹰、食雀鹰、沼地鹰。它们可能是由于吃了那些在其肝和其他器官中积累了杀虫剂的鸟类和老鼠而引起的二次中毒致死的。

受害的鸟类不仅是那些在地面上捕食的鸟儿，或捕食这些由于榆树叶子被喷药而遭受危险的鸟儿的猛禽。那些森林地区的精灵们——红冠和金冠的鹪鹩，很小的捕蚊者和许多在春天成群地飞边树林闪耀出绚丽生命活力的鸣禽等，所有在枝头从树叶中搜寻昆虫为食的鸟儿都已经从大量喷药的地区消失了。1956 年暮春时节，由于推迟了喷药时间，所以喷药时恰好遇上大群鸣禽的迁徙高潮。几乎所有飞到该地区的鸣禽都被大批杀死了。

在威斯康星州的白鱼湾，在正常年景中，至少能看到一千只迁徙的山桃喉鸟，而在对榆树喷药后的 1958 年，观察者们只看到了两只鸟。随着其他村镇鸟儿死亡情况的不断传来，这个名单逐渐变长了，被喷药杀害的鸣禽中有一些鸟儿使所有看到的人们都迷恋不舍：黑白鸟，金翅雀，木兰鸟和五月蓬鸟，在正月的森林中啼声迴荡的烘鸟，翅膀上闪着火焰般色彩的黑焦鸟，栗色鸟，加拿大鸟和黑喉绿鸟。这些在枝头寻食的鸟儿要么由于吃了有毒昆虫而直接受到影响，要么，由于缺少食物间接受到影响。

食物的损失也沉重地打击着徘徊在天空的燕子，它们象青鱼奋力捕捉大海中的浮游生物一样地在拼命搜寻空中昆虫。一位威斯康星州的博物学家报告说：“燕子已遭到了严重伤害。每个人都在抱怨着与四、五年前相比现在的燕子太少了。仅在四年之前，我们头顶的天空中曾满是燕子飞舞，现在

我们已难得看到它们了……这可能是由于喷药使昆虫缺少，或使昆虫含毒两方面原因造成的。”述及其他鸟类，这位观察家这样写道：“另外一种明显的损失是鹁。到处都很难看到蝇虎，但是幼小而强壮的普通鹁却再也看不到了。今年春天我看到一个，去年春天也仅看到了一个。威斯康星州的其他捕鸟人也有同样抱怨。我过去曾养了五、六对北美红雀鸟，而现在一只也没有了。鹁鹁、知更鸟、猫声鸟和叫泉每年都在我们花园里筑窝。而现在一只也没有了。夏天的清晨已没有了鸟儿的歌声。只剩下害鸟、鸽子、燕八哥和英格兰燕子。这是极其悲惨的，使我无法忍受。”

在秋天对榆树进行定期喷药使毒物进入树皮的每个小缝隙中，这大概是下述鸟类数量急骤减少的原因，这些鸟儿是山雀、五十雀、花雀、啄木鸟和褐啄木鸟。在 1957 和 1958 年间的那个冬天，华莱斯教授多年来第一次发现在他家的饲鸟处看不到山雀和五十雀了。他后来从所发现的三只五十雀上总结出一个显示出因果关系、令人痛心的事实：一只五十雀正在榆树上啄食，另一只因患 DDT 特有的中毒症就要死去，第二只已经死了。后来检查出在死去的五十雀的组织里含有百万分之二百二十六的 DDT。

向昆虫喷药后，所有这些鸟儿的吃食习惯不仅仅使它们本身特别容易受害，而且在经济方面及其他不太明显的方面造成的损失却是极其惨重的。例如，白胸脯的五十雀和褐啄木鸟的夏季食物就包括有大量对树亦有害的昆虫的卵、幼虫和成虫。山雀四分之三的食物是动物性的，包括有处于各个生长阶段的多种昆虫。山雀的觅食方式在描写北美鸟类的不朽著作《生命历史》中有所记述：“当一群山雀飞到树上时，每一只鸟儿都仔细地在树皮、细枝和树干上搜寻着，以找到一点儿食物(蜘蛛卵、茧或其它冬眠的昆虫)。”

许多科学研究已经证实了在各种情况下鸟类对昆虫控制所起的决定性作用。啄木鸟是对恩格曼针枞树甲虫的主要控制者，它使这种甲虫的数量由 55% 降到 2%，并对苹果园里的鳕蛾起重要控制作用。山雀和其他冬天留下的鸟儿可以保护果园使其免受尺蠖之类的危害。

但是大自然所发生的这一切已不可能在现今这个由化学药物所浸透的世界里再发生了，在这个世界里喷药不仅杀死了昆虫，而且杀死了它们的主要敌人——鸟类。如同往常所发生的一样，后来当昆虫的数量重新恢复时，已再没有鸟类制止昆虫数量的增长了。

如米渥克公共博物馆的鸟类馆长 O.J. 克洛米在米渥克日报上写道：“昆虫的最大敌人是另外一些捕食性的昆虫、鸟类和一些小哺乳动物，但是 DDT 却是不加区别地杀害了一切，其中包括大自然本身的卫兵和警察……在进步的名义下，难道我们自己要变成我们穷凶极恶地控制昆虫的受害者吗？这种控制只能得到暂时的安逸，后来还是要失败的。到那时我们再用什么方法控制新的害虫呢？榆树被毁灭，大自然的卫兵鸟由于中毒而死尽。

到那时这些害虫就要蛀食留下来的树种。”

克洛米先生报告说，自从威斯康星州开始喷药以来的几年中报告鸟儿已死和垂死的电话和信件一直与日俱增。这些质问告诉我们在喷过药的地区鸟儿都快要死尽了。

美国中西部的大部分研究中心的鸟类学家和观察家都同意克洛米所取得的经验，加密执安州鹤溪研究所、伊里诺斯州的自然历史调查所和威斯康星大学。对几乎所有正在进行喷药的地区的报纸的读者来信栏投上一瞥，都会清楚地看出这样一个事实：居民们不仅对此已有认识并感到义愤，而且他

们比那些命令喷药的官员们对喷药的危害和不合理性有更深刻的理解。一位米涅克的妇女写道：“我真担心我们后院许多美丽的鸟儿都要死去的日子现在就要到来了。”“这个经验是令人感到可怜而又可悲的……而且，令人失望和愤怒的是，因为它显然没有达到这场屠杀所企望达到的目的……从长远观点来看，你难道能够在不保住鸟儿的情况下而保住树木吗？在大自然的有机体中，它们不是相互依存的吗？难道不可以不去破坏大自然而帮助大自然恢复平衡吗？”

在其他的信中说出了这样一个观点：榆树虽然是威严高大的树木，但它并不是印度的“神牛”，不能以此作为旨在毁灭所有其他形式生命的无休止的征战的理由。威斯康星州的另一位妇女写道：“我一直很喜欢我们的榆树，它象标板一样屹立在田野上，然而我们还有许多其他种类的树……我们也必须去拯救我们的鸟儿。谁能够想像一个失去了知更鸟歌声的春天该是多么阴郁和寂寞呢？”

我们是要鸟儿呢？还是要榆树？在一般人看来，二者择其一，非此即彼似乎是一件十分简单的事情。但实际上，问题并不那么简单。化学药物控制方面的讽刺话多极了，用其中一句来说，那就是假若我们在现今长驱直入的道路继续走下去的话，我们最后很可能既无鸟儿也无榆树。化学喷药正在杀死鸟儿，但却无法拯救榆树。希望喷雾器能拯救榆树的幻想是一种引人误入歧途的危险鬼火，它正在使一个又一个的村镇陷入巨大开支的泥沼中，而得不到持久的效果。康涅狄格州的格林威治有规律地喷撒了十年农药。

然而一个干旱年头带来了特别有利于甲虫繁殖的条件，榆树的死亡率上升了十倍。在伊利诺斯州俄本那城——伊利诺斯州大学所在地，荷兰榆树病最早出现于1951年。1953年进行了化学药物的喷撒。到1959年，尽管喷撒已进行了六年时间，但学校校园仍失去了86%的榆树，其中一半是荷兰榆树病的牺牲品。

在俄亥俄州托来多城，同样情况促使林业部的管理人J.A.斯维尼对喷药采取了一种现实主义的态度。那儿从1953年开始喷撒，持续到1959年。斯维尼先生注意到在喷药以后棉枫鳞癣的大规模蔓延情况要严重了，而这种喷药以前始终是被“书本和权威们”所推荐的。他决定亲自去检查对荷兰榆树病喷药的结果。他的发现使他自己大吃一惊。

他发现在托来多城能控制处理的区域仅仅是那些我们采取果断措施移开有病的树或种树的地区，而我们依靠化学喷药的地方，榆树病却未能控制。而在美国，那些没有进行过任何处理的地方，榆树病并没有像该城蔓延得如此迅速。这一情况表明化学药物的喷撒毁灭了榆树病的所有天然的敌人。

“我们正在放弃对荷兰榆树病的喷药。这样就便我和那些支持美国农业部主张的人发生了争执，但是我手上有事实，我将使他们陷入为难的境地。”

很难理解为什么这些中西部的城镇（这些城镇仅仅是在最近才出现了榆树疾病）竟这样不加思索地参与了野心勃勃而又昂贵的喷药计划，而不向对此问题早有认识的地区作些调查。例如：纽约州对控制荷兰榆树病当然是具有很长时期的经验。大约早在1930年带病的榆木就是由纽约港进入美国的，这种疾病也就随之传入。纽约州至今还保存着一份令人难忘的有关制止和扑灭这种疾病的记载。然而，这种控制并没有依赖于药物喷撒。

事实上，该州的农业增设业务项目并没有推荐喷药作为一种村镇的控制方法。

那么，纽约州怎样取得了这样好的成绩呢？从为保护榆树而斗争的早期年代直到今天，该州一直依靠严格的防卫措施，即迅速转移和毁掉所有得病的或受感染的树木。开始时的一些结果令人失望，不过这是由于开头并没有认识到不仅要把有病的树毁掉，而且应把甲虫有可能产下卵的所有榆树都全部毁掉。受感染的榆树被砍下并作为木柴贮放起来，只要在开春前不烧掉它，它里面就会产生许多带菌的甲虫。从冬眠中醒过来并在四月末和五月寻食的成熟甲虫可以传播荷兰榆树病。纽约州的昆虫学家们根据经验而知道什么样的甲虫产了卵的木材对于传播疾病具有真正重要意义。通过把这些危险的木材集中起来，就有可能不仅得到好的效果，而且使防卫计划的费用保持在较低的限度内。

到 1950 年，纽约市的荷兰榆树病的发病率降低到该城 55,000 棵榆树的 0.2%。1942 年，威斯切斯特郡发动了一场防卫运动。在其后的 14 年里，榆树的平均损失量每年仅是 0.2%。

有着 185,000 棵榆树的布法洛城由于开展防卫工作，最近年来损失总数仅达 0.3%，得到了控制这种疾病的卓越记录。换言之，这样的损失速度，布法洛城的榆树全部损失将需 300 年。

在西西里马东部的西拉库斯发生的情况特别令人难忘。那儿在 1957 年之前一直没有有效的计划付诸实行。在 1951 年——1956 年期间西拉库斯丧失了将近 3000 棵榆树。当时，在纽约州林学院的 H.C.米列的指导下进行了一场大力清除所有得病的榆树和吃榆树甲虫的一切可能来源的运动。损失的速度现在每年已降到了 1%。

在控制荷兰榆树病方面，纽约州的专家们强调了预防方法的经济性。纽约州农学院的 J.G.玛瑟席说：“在绝大部分情况下实际的花费是很节约的。”“作为一种防止财产损失和人身受害的预防措施，如果情况是一个死去的或受伤害的树枝，最终就不得不将这个树枝除去。如果是一堆劈柴，那就应在春天到来之前将它们用掉，树皮可以剥去，或将这些木头贮存在干燥的地方。对于正在死去或已经死去的榆树来说，为了防止荷兰榆树病的传播而迅速除去有病榆树所花费的钱并不比以后要花费的钱多，因为在大城市地区大部分死去的树最后都是要除去的。”

倘若采取了有理有智的措施，防治荷兰榆树病并不是完全没有希望的。一旦荷兰榆树病在一个群落中稳定下来，它就不能被现在已知的任何手段扑灭，只有采取防护的办法来将它们遏制在一定范围，而不应采用那些既无效果又导致鸟类生命悲惨毁灭的方法。

在森林发生学的领域中还存在着其他的可能性，在此领域里，实验提供了一个发展一种杂种榆树来抵抗荷兰榆树病的希望。欧洲榆树抵抗力很强，在华盛顿哥伦比亚区已种植了许多这样的树。即使在城市榆树绝大部分都受到疾病影响时，在这些欧洲榆树中并未发现荷兰榆树病。在那些正在失去大量榆树的村镇中急需通过一个紧急育林计划来移植树木。这一点是重要的，尽管这些计划可能已考虑到把抵抗力强的欧洲榆树包括在内了，但这些计划更应侧重于建立树种的多样性，这样，将来的流行病就不能夺去一个城镇的所有树木了。一个健康的植物或动物群落的关键正如英国生态学家查理·爱尔登所说的是在于“保持多样性”。现在所发生的一切在很大程度上是由于在过去几代中使生物单纯化的结果。某至于在一代之前，还没有人知道在大片土地上种植单一一种类的树木可以招来灾难。于是所有城镇都排列着

用榆树美化的街道和公园；今天榆树死了，鸟儿也死了。

像知更鸟一样，另外一种美国鸟看来也将濒临绝灭，它就是国家的象征——鹰。在过去的十年中，鹰的数量惊人地减少了。事实表明，在鹰的生活环境中有一些因素在起作用，这些作用实际上已经摧毁了鹰的繁殖能力。到底是什么因素，现在还无法确切地知道，但是有一些证据表明杀虫剂罪责难逃。

在北美被研究得最彻底的鹰曾是那些沿佛罗里达西海岸从达姆帕到福特海岸线上筑巢的鹰。有一位从温尼派格退休的银行家查理·布罗勃在1939—1949年期间，由于标记了1000多只小秃鹰而在鸟类学方面荣获盛名。（在这之前的全部鸟类标记历史中只有166只鹰作过标记。）布罗勃先生在鹰离开它们窝之前的冬天几个月里给幼鹰作了标记。以后重新发现的带标记的鸟儿表明了这些在佛罗里达出生的鹰沿海岸线向北飞入加拿大，远至爱德华王子岛；然而从前一直认为这些鹰是不迁徙的。秋天，它们又返回南方，在宾夕法尼亚州东部的霍克山顶这样一个有利的地形处对它们的迁徙活动进行了观察。

在布罗勃先生标记鹰的最初几年里，他在他所选择作为研究对象的这段海岸带上经常在一年时间内发现125个有鸟的鸟窝。每年被标记的小鹰数约为150只。在1947年小鹰的出生数开始下降。一些鸟窝里不再有蛋，其他一些有蛋的窝里却没有小鸟孵出来。在1952—1957年间，近乎80%的窝已没有小鸟孵出了。在这段时间的最后一年里，仅有43个鸟窝还有鸟住。其中7个窝里孵出了幼鸟（8只小鹰）；23个窝里有蛋，但孵不出小鹰来；13个窝只不过作为大鹰觅食的歇脚地，而没有蛋。1958年，布罗勃先生沿海岸长途跋涉100英里后才发现了一只小鹰，并给它作了标记。在1957年时还可以在43个巢里看到大鹰。

这时已难得看见了，他仅在10个巢里看到有大鹰。

虽然布罗勃先生1959年的去世终止了这个有价值的连续系统观察，但由佛罗里达州阿托邦学会，还有新泽西州和宾夕法尼亚州所写的报告证实了这一趋势，这种趋势很可能迫使我们不得不去重新寻找一种新的国家象征。莫瑞斯·布朗（霍克山禁猎区馆长）的报声特别引人注目。霍克山是宾夕法尼亚州东南部的一个美丽如画的山脊区，在那儿，阿巴拉契亚山的最东部山脊形成了阻挡西风吹向沿海平原的最后一道屏障。碰到山脉的风偏斜向上吹去，所以在秋天的许多日子里，这儿持续上升的气流使阔翅鹰和鹞鹰不需要花费气力就可以青云直上，使它们在向南方的迁徙中一天可以飞过许多路程。在霍克山区，山脊都汇聚在这里，而岭中的航道也是一样在这里汇聚。其结果是鸟儿们从广阔的区域通过这一交通繁忙的狭窄通道飞向北方。

莫瑞斯·布朗作为禁猎区的管理人员在他二十多年的时间里，他所观察到并实际记录下来的鹰比任何一个美国人都多。秃鹰迁徙的高潮是在八月底和九月初。这些鹰被认为是在北方度过夏天后返回家乡的佛罗里达鹰。（深秋和初冬时，还有一些大鹰飞过这里，飞向一个未知的过冬地方，它们被认为是属于另一个北方种的。）在设立禁猎地区的最初几年里，从1935年—1939年，被观察到的鹰中有40%是一岁大的，这很容易从它们一样的暗色羽毛上认出来。但在最近几年中，这些未成熟的鸟儿已变得罕见了。在1955年—1959年间，这些幼鹰仅占鹰总数的20%；而在1957年一年中，每32只成年鹰里仅有一只幼鹰。

霍克山的观察结果与其他地方的发现是一致的。一个同样的报告来自伊利诺斯州自然资源协会的一位官员爱登·福克斯。可能在北方筑巢的鹰沿着密西西比河和伊秘诺斯河过冬。福克斯先生 1958 年报告说最近统计了 59 个鹰中仅有一只幼鹰。从世界上唯一的鹰禁猎区——撒斯魁汉那河的蒙特·约翰逊马上出现了该种类正在灭绝的同样征候。

这个岛虽然仅在康诺云格坝上游区 8 英里，离兰卡斯特郡海岸大约半英里的地方；但它仍保留着它原始的洪荒状态。从 1934 年开始，兰卡斯特的一个鸟类学家兼禁猎区的管理人荷伯特·H·伯克教授就一直对这儿的一个鹰巢进行了观察。在 1935 年到 1947 年期间，伏窝的情况是规律的，并且都是成功的。从 1947 年起，虽然成年的鹰占了窝，并且下了蛋，但却没有幼鹰出生。

在蒙特·约翰逊岛上的情况与佛罗里达一样，流行着同样的问题——一些成年鸟栖息在窝里，生下了一些蛋，但却几乎没有幼鸟会出现。要寻找一个原因的话，看来只有一种原因可以符合所有的事实，即鸟儿的生殖能力由于某种环境因素而降低，以致于现在每年几乎没有新的幼鸟产生来传种接代了。

由美国鱼类及野生物服务处的著名的詹姆斯·大卫博士所进行的多种实验显示出在其他鸟类中确有同样的情况正在人为地产生着。大卫博士所进行的一系列杀虫剂对野鸡和鹌鹑影响效果的经典试验确证了这样一个事实，即在 DDT 或类似化学药物对鸟类双亲尚未造成明显毒害之前，已可能严重影响它们的生殖力了。鸟类受影响的途径可能不同，但最终结果总是一样。例如，在喂食期间将 DDT 加入鹌鹑的食物中，鹌鹑仍然活着，甚至还正常地生了许多蛋；但是几乎没有蛋能孵出幼鸟来。大卫博士说：“许多胚胎在孕育的早期阶段发育得很正常，但在孵化阶段却死去了。”这些孵化的胚胎中有一半以上是在五天之内死掉的。在用野鸡和鹌鹑共同作为研究对象的实验中，假若在全年中都用含有杀虫剂的食物来饲养它们，则野鸡和鹌鹑不管怎样也生不出蛋来。加利福尼亚大学的罗伯特·路德博士和查理·捷那雷博士报告了同样的发现。当野鸡吃了带狄氏剂的食物时，“蛋的产量显著地减少了，小鸡的生存也很困难。”根据这些作者所谈，由于狄氏剂在蛋黄中贮存，由于狄氏剂在孵卵期和孵出之后被逐渐同化而给幼鸟带来了缓慢的，但却是致死的影响。

这一看法得到了华莱士博士和一个毕业学生 R·F·伯那德的最新研究结果的有力支持，他们在密执安州立大学校园里的知更鸟身上发现了高含量的 DDT。他们在所检验的所有雄性知更鸟的睾丸里，在正在发育的蛋囊里，在雌鸟的卵巢里，在已发育好但尚未生出的蛋里，在输卵管里，在从被遗弃的窝里取出的尚未孵出的蛋里，在从这些蛋内的胚胎里，在刚刚孵出但已死了的雏鸟里都发现了这种毒物。

这些重要的研究证实了这样一个事实，即一旦使生物脱离与杀虫剂初期接触，杀虫剂的毒性也能影响下一代。在蛋和给与发育中的胚胎以营养的蛋黄里的毒物贮存是致死的真正原因，这也足以解释了为什么大卫看到那么多鸟儿死在蛋中或是孵出后几天内就死去了。

当将这些研究实验应用到鹰上时遇到了几乎无法克服的困难，然而野外研究正在佛罗里达州、新泽西州和其他一些希望能够对发生在这么多鹰中的明显不孕症找出一个确切原因的地方进行。这样，根据情况判断来看，原

因指向了杀虫剂。在鱼很多的地方，鱼在鹰所吃的食物中占很大的比例(在阿拉斯加约占 65%；在切沙皮克湾地区约占 52%)。

毫无疑问，由布罗勒先生长期研究的那些鹰绝大多数都是食鱼的。从 1945 年以来，这个特定的沿海地区一直遭受着溶于柴油的 DDT 的反复喷撒。这种空中喷药的主要目标是盐沼中的蚊子，这种蚊子生长在沼泽地和沿海地区，这些地方正是鹰猎食的典型地区。大量的鱼和蟹被杀死了。实验室从它们的组织里分析出含百万分之四十六高浓度的 DDT。就像清水湖中的鸕鷀一样(鸕鷀由于吃湖里的鱼而使体内杀虫剂积累到很高浓度)，这些鹰当然也在它们体内组织中贮存了 DDT。同样，如同那些鸕鷀一样，野鸡、鹌鹑和知更鸟也都越来越不能生育幼鸟来保持它们种类的繁衍了。

从全世界传来了关于鸟儿在我们现今世界中面临危险的共鸣。这些报告在细节上有所不同，但中心内容都是写继农药使用之后野生物死亡这一主题。例如，在法国用含砷的除草剂处理葡萄树残枝之后，几百只小鸟和鸕鷀死去了；或是在曾经一度以鸟类众多而闻名的比利时，由于对农场喷撒药而使鸕鷀遭了殃。

在英国，主要的问题看来有些特殊，它是和日益增长的在播种前用杀虫剂处理种子的做法相联系的。种子处理并不是新鲜事，但在早期，主要使用的药物是杀菌剂。一直没有发现对鸟儿有什么影响。然而到 1956 年，用一种双重目的的处理方法代替了老办法，杀菌剂、狄氏剂、艾氏剂或七氯都被加进来以对付土壤昆虫。于是情况变得糟糕了。

1960 年春天，关于鸟类死亡的报告象洪水一样涌到了英国管理野生生物的当局，其中包括英国鸟类联合公司、皇家鸟类保护学会和猎鸟协会。一位诺福克的农夫写道：“这个地方像一个战场，管理人员发现了无数的尸体，其中包括许多小鸟——鸕鷀、绿莺雀、红雀、篱雀、还有家雀……野生生命的毁灭是十分可怜的。”一位猎场管理人写道：“我的松鸡已被用药处理过的谷物给消灭掉了，一种野鸡和其他鸟类，几百只鸟儿全被杀死了……对我这个终生的猎场看守人来说，这真是一件令人痛心的事情。看到许多对松鸡在一起死去是十分可悲的。”

在一份联合报告里，英国鸟类联合公司和皇家鸟类保护学会描述了 67 例鸟儿被害的情况——这一数字远远不是 1960 年春天死亡鸟儿的完全统计数。在此 67 例中，59 例是由于吃了用药处理过的种子，8 例由于毒药喷撒所致。

第二年出现了一个使用毒剂的新高潮。众议院接到报告说在诺福克一片地区中有 600 只鸟儿死去，并且在北易赛克斯一个农场中死了 100 只野鸡。很快就明显地看出了与 1960 年相比有更多的县郡已被卷进来了。(1960 年是 23 郡，1961 年是 34 郡。)以农业为主的林克兰舍郡看来受害最重，已报告有 10,000 只鸟儿死去。然而，从北部的安格斯到南部的康沃尔，从西部的安哥拉斯到东部的诺福克，毁灭的阴影席卷了整个英格兰农业区。

在 1961 年春天，对问题的关注已达到了这样一个高峰，竟使众议院的一个特别委员会开始对该问题进行调查，他们要求农夫、土地所有人、农业部代表以及各种与野生命有关的政府和非政府机构出庭作证。

一位目击者说：“鸽子突然从天上掉下来死去了。”另一位人报告说：“你可以在伦敦市外开车行驶一、二百英里而看不到一只茶隼。”自然保护局的官员们作证：“在本世纪或在我所知道的任何时期中从来没有发生过相

类似的情况，这是发生在这个地区最大的一次对野生物和野鸟的危害。”

对这些死鸟进行化学分析的实验设备极为不足，在这片农村里仅有两个化学家能够进行这种分析（一位是政府的化学家，另一位在皇家鸟类保护学会工作）。目击者描述了焚烧鸟儿尸体的熊熊篝火的情景。然而仍努力地收集了鸟儿的尸体去进行检验，分析结果表明，除一只外，所有鸟儿都含有农药的残毒。（这唯一的例外是一只沙鹁鸟，这是一种不吃种子的鸟。）

可能由于间接吃了有毒的老鼠或鸟儿，狐狸也与鸟儿一起受到了影响。被兔子困扰的英国非常需要狐狸来捕食兔子。但是在 1959 年 11 月到 1960 年的 4 月期间，至少有 1300 只狐狸死了。在那些捕雀鹰、茶隼及其他被捕食的鸟儿实际上消失的县郡里，狐狸的死亡是最严重的，这种情况表明毒物是通过食物链传播的，毒物从吃种子的动物传到长毛和长羽的食肉动物体内。气息奄奄的狐狸在惊厥而死之前总是神智迷糊两眼半瞎地兜着圈子乱晃荡。其动作就是那种氯化烃杀虫剂中毒动物的样子。

所听到的这一切使该委员会确信这种对野生生命的威胁“非常严重”；因此它就奉告众议院要“农业部长和苏格兰州秘书应该采取措施保证立即禁止使用含有狄氏剂、艾氏剂、七氯或相当有毒的化学物质来处理种子。”该委员会同时也推荐了许多控制方法以保证化学药物在拿到市场出售之前都要经过充分的野外和实验室试验。值得强调的是，这是所有地方在杀虫剂研究上的一个很大的空白点。用普通实验动物——老鼠、狗、豚鼠所进行的生产性实验并不包括野生种类，一般不用鸟儿，也不用鱼；并且这些试验是在人为控制条件下进行的。当把这些试验结果应用在野外的野生物身上时决不是万无一失的。

英国决不是由于处理种子而出现鸟类保护问题的唯一国家。在我们美国这儿，在加利福尼亚及南方长水稻的区域，这个问题一直极为令人烦恼。多少年以来，加利福尼亚种植水稻的人们一直用 DDT 来处理种子，以对付那些有时损害稻秧的蝌蚪虾和羌螂甲虫。

加利福尼亚的猎人们过去常为他们辉煌的猎绩而欢欣鼓舞，因为在稻田里常常集中着大量的水鸟和野鸡。但是在过去的十年中，关于鸟儿损失的报告，特别是关于野鸡、鸭子和燕八哥死亡的报告不断地从种植水稻的县郡那里传来。“野鸡病”已成了人人皆知的现象，根据一位观察家报道：“这种鸟儿到处找水喝，但它们变瘫痪了，并发现它们在水沟旁和稻田梗上颤抖着。”这种“鸟病”发生在稻田下种的春天。所使用的 DDT 浓度是已达到足以杀死成年野鸡量的许多倍。

几年过去了，更毒的杀虫剂发明出来了，它们更加重了由于处理种子所造成的灾害。

艾氏剂对野鸡来说其毒性相当于 DDT 的 100 倍，现在它已被广泛地用于拌种。在得克萨斯州东部水稻种植地区，这种做法已严重减少了褐黄色的树鸭、（一种沿墨西哥湾海岸分布的茶色、象鹅一样的野鸭）的数量。确实，有理由认为，那些已使燕八哥数量减少的水稻种植者们现在正使用杀虫剂去努力毁灭那些生活在产稻地区的一些鸟类。

“扑灭”那些可能使我们感到烦恼或不中意的生物的杀戒一开，鸟儿们就愈来愈多地发现它们已不再是毒剂的附带受害者而成为毒剂的直接杀害目标了。在空中喷撒象对硫磷这样致死性毒物的趋势在日益增长，其目的是为了“控制”农夫不喜欢的鸟儿的集中。鱼类和野生物服务处已感到它有必要

对这一趋势表示严重的关注，它指出“用以进行区域处理的对硫磷已对人类、家畜和野生物构成了致命的危害。”例如，在印第安州南部，一群农夫在 1959 年夏天一同去聘请一架喷药飞机来河岸地区喷撒对硫磷。这一地区是在庄稼地附近觅食的几千只燕八哥的如意栖息地。这个问题本来是可以稍微改变一下农田操作就能轻易解决的——只要改换一种芒长的麦种使鸟儿不再能接近它们就可以了，但是那些农夫们却始终相信毒物的杀伤本领，所以他们让那些撒药飞机来执行使鸟儿死亡的使命。

其结果可能使这些农夫们心满意足了，因为在死亡清单上已包括有约 65,000 只红翅八哥和燕八哥。至于其他那些未注意到的、未报道的野生物死亡情况如何，就无人知晓了。对硫磷不只是对燕八哥才有效，它是一种普遍的毒药，那些可能来到这个河岸地区漫游的野兔、浣熊或袋鼠，也许它们根本就没有侵害这些农夫的庄稼地，但它们却被法官和陪审委员会判处了死刑，这些法官们既不知道这些动物的存在。也不关心它们死活。

而人类又怎么样呢？在加利福尼亚喷撒了这种对硫磷的果园里，与一个月前喷过药的叶丛接触的工人们病倒了，并且病情严重，只是由于精心的医护，他们才得以死里逃生。印第安州是否也有一些喜欢穿过森林和田野进行漫游、甚至到河滨去探险的孩子们呢？如果有，那么有谁在守护着这些有毒的区域来制止那些为了寻找纯洁的大自然而可能误入的孩子们呢？有谁在警惕地守望着以告诉那些无辜的游人们他们打算进入的这些田地都是致命的呢？——这些田地里的蔬菜都已蒙上了一层致死的药膜。然而，没有任何人来干涉这些农夫，他们冒着如此令人担心的危险，发动了一场对付燕八哥的不必要的战争。

在所有这些情况中，人们都回避了去认真考虑这样一个问题：是谁作了这个决定，它使得这些致毒的连锁反应运动起来，就象将一块石子投进了平静的水塘，这个决定使不断扩大的死亡的波纹扩散开去？是谁在天平的一个盘中放了一些可能被某些甲虫吃掉的树叶，而在天平的另一个盘中放入的是可怜的成堆杂色羽毛——在杀虫毒剂无选择的大棒下牺牲的鸟儿的无生命遗物？是谁对千百万不曾与之商量过的人民作出决定——是谁有权力作出决定，认为一个无昆虫的世界是至高无上的，甚至尽管这样一个世界由于飞鸟搭拉的翅膀而变得黯然无光？这个决定是一个被暂时委以权力的独裁主义者的决定；他是在对千百万人的忽视中作出这一决定的，对这千面万人来说，大自然的美丽和秩序仍然还具有一种意义，这种意义是深刻的和必不可少的。

## 九 死亡的河流

从大西洋绿色海水的深处，有许多小路通向海岸；它们是鱼类巡游的小路，尽管这些小路看不见，也摸不着，但它们是由来自陆地河流的水体的流动所造成的。几千年来，鲑鱼已熟悉了这些由淡水形成的水线；并能沿着这些淡水线返回河流；每条鲑鱼都要回到它们曾度过生命最初阶段的那些小支流里去。1953 年的夏秋季节，一种在新布兰兹维克被称为“米拉米奇”

的河鲑从它们遥远的大西洋觅食地区回来了，并进入了它们的故乡河流。在这种鲑鱼所到达的地方，有许多由绿荫掩映的溪流组成的河网，鲑鱼在秋天里将卵产在河床的砂砾上，在这些河床上流过的溪水轻柔而又清凉。这个地方由云杉、凤仙、拇树和松树构成了一个巨大的针叶林区，这样的地方为鲑鱼提供了合适的产卵地，使它们得以繁衍。

这种情况从很久远的年代一直到现在都是按照这个样子在不断重复着；在美国北部的一个出产最好的鲑鱼的、名叫米拉米奇的河流中，情况就一直如此。但到了 1953 年，这一情况被破坏了。

在秋冬季节。大个的、带有硬壳的鲑鱼卵就产在满是砂砾的浅槽中，这些浅槽是母鱼在河底挖好的。在寒冷的冬天，鱼卵发育缓慢，按照它们的规矩，只有当春天将林中小溪完全融化时，小鱼才孵化出来。起初，它们藏身于河底的石子中间，小鱼只有半英寸长。它们不吃东西，只靠一个大蛋白囊过活。直到这个蛋白囊被吸收完了，小鱼才开始到溪流中去找小昆虫吃。

1954 年春天，新的小鱼孵出来了，米拉米奇河中既有一、两岁的鲑鱼，也有刚孵出的幼鱼。这些小鱼有着用小棒和鲜艳红色斑点装饰着的灿烂外衣，它们搜寻着、贪婪地吃看着在溪水中的各种各样的奇怪昆虫。

当夏天来临时，这一切情况开始发生变化。米拉米奇河西北部流域在上一年中被纳入到一个宏大的喷药计划之中。加拿大政府实行这个计划已一年了，其目的是为了拯救森林免受云杉蚜虫之害，这种蚜虫是一种侵害多种常绿树木的本地昆虫。在加拿大东部，这种昆虫看来约每隔 35 年就要大发展一次。在五十年代初期已看出这种蚜虫的数量正在形成一个高峰。为了打击它们，开始喷洒 DDT；起初在一个小范围内喷洒，到 1953 年时突然扩大了范围。为了努力挽救作为纸浆和造纸工业原料的凤仙树，不再象从前那样地只在几千英亩森林中喷药了，而是改向几百万英亩森林喷洒。

于是，1954 年 6 月，喷药飞机光顾了米拉米奇西北部的林区；药水的白色烟雾在天空中勾画出了飞行的交错航迹。每一英亩喷洒半磅溶解在油中的 DDT，药水在凤仙森林中渗落，其中有一些最后到达地面并进入溪流。飞行员们只关心交给他们的任务，并未尽量避开河流喷洒或在飞过河流时关上喷药枪管；但实际上这些喷洒物甚至在很微弱的气流中也可随之飘浮很远，所以即使飞行员注意这样做了，其结果也未必会好多少。

喷洒刚一结束，就出现了一些不容置疑的坏迹象。两天之内就在河流沿岸发现了已死的和垂死的鱼，其中包括许多幼鲑鱼。鱈鱼也出现在死鱼中间。道路两旁和树林中的鸟儿也正在死去。河流中的一切生物都沉寂了。在喷洒之前，河流里一直拥有丰富多彩的水生生物，它们构成了鲑鱼和鱈鱼的食物。这些水生生物中有飞螭的幼虫，它们居住在一个用粘液胶结起来的、由树叶、草梗和砂砾组成的松散而又舒适的保护体中。河流中还有在涡流中紧贴着岩石的飞石虫蛹；还有分布在沟底石头边或溪流由陡峭的斜石上落下来的地方的黑飞虫幼蠕。但是现在小河中的昆虫都已被 DDT 杀死了，再没有什么东西可供幼鲑去吃了。

在这样一个死亡和毁灭的环境中，幼鲑本身难以期望幸免，并且无法幸免。到了八月；没有一条幼鲑再在它们春天逗留过的河床砂砾上浮现出来。孵出后一年或更长时间的稍大一些的小鲑鱼只受到轻微的打击。在飞机光临过的小河中，1953 年孵出的鲑鱼只有六分之一留下来；而 1952 年孵出的鲑鱼几乎全部入海，留下的数量更少。

由于加拿大渔业研究会从 1950 年一直从事米拉米奇西北部的鲑鱼研究，这全部事实才为世人得知。这个学会每年都对生存于这条河流中的鱼进行一次查户口。生物学家记录了当时河流中可产卵的成年鱼数量、各种年龄组的幼鱼数量、鲑鱼和其他居住在此河中的鱼类的正常数量。正因为有了这一喷药前情况的完整记录，才使人们能够无比精确地测定喷药后所造成的损失。

这一考察不仅查清幼鱼受损的情况，而且还调查出这条河流本身的严重变化。反复的喷药已彻底改变了河流的环境，作为鲑鱼和鳟鱼食料的水生昆虫已被杀死。要使这些昆虫之中的大多数再大量繁殖以充分供给正常数量鲑鱼的食用，甚至在单独的一次喷药之后也需花费很长时间，这个时间不是以月计，而是以年计。

象蚊蚋、黑飞虫这样的小品种昆虫恢复起来较快，它们是仅几个月的最小鲑鱼苗的最佳食料。不过对两、三龄的鲑鱼赖以食的大点儿的水生昆虫来说，则不可能这么快得到恢复，这些昆虫是蜚蠊、硬壳虫和五月金龟子的幼体。甚至在 DDT 进入河流一年之后，除了偶然出现的小硬壳虫外，觅食的幼鲑仍很难找到别的更多的东西。为了努力增加这种天然食料，加拿大人已试图将蜚蠊幼虫和其他昆虫移殖到米拉米奇这片贫瘠的区域中来。但很明显，这种迁移仍无法避免再次喷药造成的危害。

树蚜虫不但数量并未象预料的那样减少下去，其抵抗力反而更顽强；从 1955 年到 1957 年在新布兰兹维克和魁伯克各处多次喷药，有些地区被喷洒了三次之多。到 1957 年已有将近 1500 万英亩的土地受到了喷洒。然而当喷洒暂时停下来时，蚜虫就急骤繁殖起来导致 1960 年和 1961 年的那种骤增。确实，没有什么地方的人认为化学喷洒作为控制蚜虫的权宜之计（以挽救树木免于由于多年连续落叶而死亡）是多余的；因而随着不断地喷药，其副作用也不断地被人们感觉到了。为了使其对鱼类的危害减小到最低限度，加拿大林业局已下令将 DDT 的施放量由从前的每英亩 0.5 磅降低到 0.25 磅，以求符合渔业研究会推荐的标准。（在美国，每英亩施用标准和最高致死量仍未改变。）在对喷药效果观察了几年之后，加拿大人看到了一个正反效果兼备的复杂情况；不过在规定继续喷洒之后，某些情况给从事于鲑渔业的人没有带来什么安慰。

一个很不寻常的综合事件将米拉米奇西北部从预计向毁灭发展的进程中拯救出来，已往引人注目的事情已不再占据问题的中心了。知道在这儿发生了什么事和发生的原因是重要的。

如我们所知，1954 年米拉米奇这一支流流域内大量喷洒了药；此后，除了一个狭窄地带在 1956 年再度喷药外，这个流域再未喷洒过药。1954 年秋天，一场热带风暴干预了米拉米奇鲑鱼的命运。艾德纳飓风——这一猛烈的风暴到达了它北上路线的终点，给新英格兰和加拿大海岸带来了倾盆大雨。由此所发生的洪流与河流淡水远奔入海，因而招引来了异常多的鲑鱼。其结果，在鲑鱼的产卵地——河流的砂砾河床上就得到了异常大量的鱼卵。于 1955 年春天在米拉米奇西北部孵出的幼鲑鱼发现这儿的状况对它们的生存很理想：当 DDT 杀死河中全部昆虫一年之后，最小的昆虫——蚊蚋和黑飞虫已恢复其数量，它们是幼鲑的正常食料。这一年出生的幼鲑不仅发现有大量食物，而且发现几乎没有什么竞争者，这是由于稍大一些的鲑鱼已于 1954 年被喷药杀死。因此 1955 年的幼鲑长得特别快，而且数量也多得出奇。它

们很快地完成了在河流中的生长阶段，并早早入了海。

1959年它们中的许多又返回河流，并给故乡的溪流生产出大量的幼鲑。

米拉米奇西北部幼蛙之所以增加，相对来说还算是一个好情况，这仅仅是因为这儿只喷了一年药的缘故。多年反复喷药的后果已在该流域的其他河流中清楚地显示出来了，那儿鲑鱼的数量惊人地减少了。

在所有经过喷药的河流里，各种大小的幼鲑都很少。生物学家报告说，最年幼的鲑鱼“实际上已被彻底消灭”。在米拉米奇西南全部地区都在1956年和1957年喷了药，1959年孵出的小鱼数量在十年中降低到最低点。渔夫们纷纷议论着洄游卑美中最小的幼蛙在急骤减少。在米拉米奇江口的采集样品处，1959年幼蛙数量仅相当于从前的四分之一。

1959年整个米拉米奇流域的产量仅为60万条两、三龄的幼鲑(这是正迁移入海的年轻鲑鱼)。

此数量比前三年的产量减少了三分之一。

面对这一基本情况，新布兰兹维克的鲑鱼业的未来只能指望将来发明一种代替DDT的东西撒向森林。

加拿大东部的情况没有什么特殊，唯一与众不同的就是其喷药的森林面积大，已采集到的第一手资料多。缅甸州也有它的云杉和凤仙森林，有它控制森林昆虫的问题。缅甸也有鲑鱼洄游的问题，虽然已仅是过去大量洄游的一个残余了。不过，河流受工业污染和木材淤塞，因此河里的残余鲑鱼依靠生物学家和保护主义者的工作是难以保证它们能活下去的。虽然一直试验着将喷药作为一种武器来对付无处不有的蚜虫，但受影响的范围已相对比较小了，甚至不再包括鲑鱼产卵的重要河流了。不过，缅甸州内陆渔猎部在一个区域河鱼中所观察到的情况也许是一个未来的先兆。

该部报告：在1958年喷洒药物以后，在大考达德河中立刻发现了大量濒死的鲤鱼。

这些鱼表现出DDT中毒的典型症状，它们古怪地游动着，露出水面喘气，战慄和痉挛。在喷药后的头五天里，就在两个河段的鱼网里收集到668条死鲤鱼。在小考达德河、卡利河、阿德河和布勒克河中也有大量的鲑鱼和鲤鱼中毒而死。经常看到虚弱、濒死的鱼消极地顺流而下。有时，在喷药之后一周，仍发现瞎眼和垂死的鲑鱼随水漂下。

[DDT可以使鱼眼变瞎的事实已为许多研究工作所报道。一个在北凡卡渥对喷药进行观察的生物学家于1957年报告说，原来很凶猛的鲑鱼现在可以用手在河流中轻而易举地抓到，这些鱼行动滞呆，也不逃跑。经调查，它们的眼睛上已蒙土了一层不透明的白膜，这使它们的视力减弱或完全丧失。由加拿大渔业部进行的实验表明，几乎所有的鱼(银鲑)实际上并不会被低浓度的DDT(百万分之三)杀死，但是会出现眼水晶体不透明的盲目症状。]

凡是有大森林的地方，控制昆虫的现代方法都威胁着树荫下鱼类栖息的溪流。在美国，一个鱼类毁灭的最著名例子发生在1955年，它是在黄石国家公园及其附近施用农药的结果。那年秋天，在黄石河中发现了大量的死鱼，使钓鱼爱好者和蒙塔那渔猎管理处大为震惊。约90英里的河流受到影响，在300公尺的一段岸边就统计到600条死鱼，其电包括褐鲟、白鱼和鲤鱼。作为鲑鱼天然饵料的河流昆虫已没有了。

林业服务处宣布他们规定的每一英亩施放一磅DDT为“安全标准”。然而喷药的实际后果使人确信这一标准是远远不够安全的。1956年开始了一

项协作研究，由蒙塔那渔猎局及两个联邦办事处——鱼类和野生物服务处、森林服务处——共同参加。这一年在蒙塔那喷药 90 万英亩，1957 年又处理了 80 万英亩。因此生物学家们不用发愁找不到他们的研究场所了。

鱼死的状况一直呈现出一种特征时景象：森林中弥漫着 DDT 的气味，水面上漂着油膜，河流两岸是死去的鳟鱼。对所有的鱼，不论死活都作了分析，它们的组织中部蓄积着 DDT。如在加拿大东部，喷药的最严重后果是有机食料的急骤减少。在许多被研究的地区内，水生昆虫和其他河底动物种群已减少到正常数量的十分之一。鳟鱼生存迫切需要的水生昆虫一旦遭到毁灭后，待要恢复其数量则需很长时间。即使在喷药后的第二个夏天，也只有很少量的水生昆虫出现；在一个从前有着十分丰富底栖动物的河流里几乎看不到任何东西。在这种河段里，鱼捕获量减少了 80%。

鱼当然不会马上就死；事实上，延缓死亡比立即死亡更加严重。正如蒙塔那生物学家们所发现的，由于延缓死亡发生在捕鱼季节之后，鱼的死亡情况可能得不到报道。在所研究的河流中产卵鱼的大量死亡发生在秋天，其中包括褐鳟、河鳟和白鱼。这并不奇怪，因为对生物来说——不论是鱼还是人，在其生理高潮期，它们要积蓄脂肪作为能量来源。由此可知贮存于脂肪组织中的 DDT 是具有使鱼致死的充分作用。

因此，十分清楚，以每英亩一磅 DDT 的比例进行喷药构成了对林间河流中鱼类的严重威胁。但更糟糕的是，控制蚜虫的目的一直未能达到，而许多土地却登记要继续喷药。

蒙塔那渔猎局对进一步喷药提出了强烈反对，它表示不愿为了这些喷药计划而危害渔猎资源，这些计划的必要性和成绩是令人怀疑的。该局宣布，无论如何它都要与森林服务处联合起来以“确定尽量减少副作用的途径”。不过，这样一个合作确实能在拯救鱼类方面取得成功吗？在这一问题上，不列颠哥伦比亚的一个经验对此有所论及。在那儿，黑头蚜虫的大量繁殖已猖獗多年。森林管理处担心另一次季节性的树叶脱落将可能造成大量树木的死亡，于是决定于 1957 年执行蚜虫控制计划。与渔猎局商量的多次，但渔猎局管理处更关心鲑鱼的迴游问题。森林生物司已同意修改这一喷药计划，采用各种可能办法消除其影响，以减少对鱼类的危险。

虽然采取了这些预防措施，虽然已有事实显示出了真正效果，但最后，四条河流中的鲑鱼几乎百分之百地被杀死了。

在其中一条河里，四万条迴游的成年银鲑鱼中的年轻者几乎全部被消灭了。几千条年轻的钢头鳟鱼和其他鳟鱼的命运也是如此。银鲑鱼有着三年生活循环史，而参加迴游的鱼几乎全都是一个年龄组的。象其他类属的鲑鱼一样，银鲑有着很强的迴归本能，使它们能回到自己出生的河流。不同河里的鲑鱼不会互相窜乱。这也就是说只有在精心的管理部门能通过人工繁殖和其他办法来恢复这一大量产鱼的重要迴游后，鲑鱼才能每隔三年迴游入河。

有一些办法可以解决既保护森林又保护鱼类的问题。假若我们听任我们的河流都变成死亡的河流，那将是屈从于绝望和失败主义。我们必须更广泛地利用现在已知的、可代替的方法，并且必须动员我们的智慧和资源去发展新方法。在记载中有一些例子，天然寄生性生物征服了蚜虫，其控制效果比喷撒药物要好。需要把这一自然控制方法应用到最广泛的范围。可以利用低毒农药，或更好的办法是引进微生物，这些微生物将在蚜虫中引起疾病，而不影响整个森林生物的结构。我们将在后面看到这些可替代的方法是什么。

么，以及它们要求什么条件。现在我们应该认识到对森林昆虫的喷洒化学药物既不是唯一的办法，也不是最好的办法。

给鱼类带来威胁的杀虫剂可分三类。如上所知，一种是与喷药林区个别问题有关的杀虫剂，它们已影响到北部森林中迴游河流中的鱼，这几乎完全是 DDT 的作用结果。另一种是大量的、可蔓延和可扩散的杀虫剂，它们影响到许多不同种类的鱼，如鲈、翻车鱼、美国翻车鱼、鲤鱼等，这些鱼居住在美国各地的各种水体中，甚至在流动水体中，这类杀虫剂包括了几乎全部在农业上现在使用的杀虫药，但其中只有如异狄氏剂、毒杀芬、狄氏剂、七氯等主要罪魁祸首能够较易被检验出来。还有另外一个问题现在必须充分考虑到，即我们能够合乎逻辑地想象到未来将发生什么事情，也为揭露这些事实的研究工作刚刚才开始去做，这些事是与盐化沼泽、海湾和河口中的鱼类有关。

随着新型有机杀虫剂的广泛使用，鱼类世界遭到严重摧残是不可避免的。鱼类对氯化烃异常敏感，而近代的杀虫剂大部分是由氯化烃组成的。当几百万吨化学毒剂被施放到大地表面时，有些毒物将会以各种方式进入陆地和海洋间无休止的水循环之中。

有关鱼类被悲惨毒杀的报告现已变得如此普遍，以致于美国公共卫生调查所不得不派出专人到各州去收集这种报告以作为水污染的指标。

这是一个关系到广大人民的问题。将近二千五百万美国人把鱼看作是主要的娱乐资源，另外至少有一千五百万人是不经常的钓鱼爱好者。这些人每年在执照、滑车、小船、帐篷装备、汽油和住处上要花费 30 亿美元。另外一些使人们失去运动场地的问题也同样影响到大量经济利益。以渔业为生的人们把鱼看作一种重要的食物来源，他们代表着一种更重要的利益。内陆和沿海渔民(包括海上捕鱼者)每年至少捕获 30 亿磅鱼。然而正如我们所看到的，杀虫剂对小溪、池塘、江河和海湾的污染已给业余的和专业的捕鱼活动带来了威胁。

到处都可以看到由于向农作物喷药水或药粉而造成鱼类毁灭的例子。如在加利福尼亚州，由于试图用狄氏剂控制一种稻叶害虫而损失了近六万条可供捕捞的鱼，其中主要是蓝鲸鱼和其他的翻车鱼。在路易士安那州，由于在甘蔗田中施用了异狄氏剂、在 1961 年一年中就发生了二十多起大型鱼死亡的事例。在宾夕法尼亚州，为了消灭果园中的老鼠，鱼也被异狄氏剂大批杀死了。在西部高原用氯丹控制草跳蚤的结果是使许多溪鱼死亡。

也许再没有哪一计划象在美国南部执行的一个农业计划了，他们为了控制一种火蚁而在几百万英亩土地上广泛地喷洒了农药。主要使用的农药是七氯，它对鱼类的毒性稍弱于 DDT。狄氏剂是另一种可毒死火蚁的药品，它具有对所有水生生物强烈有害的坏名声。

仅仅异狄氏剂和毒杀芬就已给鱼类造成很大危险了。

在对火蚁分布区进行控制的每个地方，不论是使用七氯还是狄氏剂，都报告说给水生生物带来了灾难性影响。只要摘录出不多的几句话就可以得知这些由专门研究危害的生物学家们写出的报告的气味：得克萨斯州报告说“为了努力保护运河，水生生物损失惨重”，“在所有处理过的水域中都出现了死鱼”，“鱼死亡严重，并且持续了三个多星期”；阿拉巴马州报告说“在喷药后的不几天内，大部分成年鱼都被杀死了(在维尔克斯县)”，“在临时性水体和小支流中的鱼类已全部灭绝”。

在路易斯安那州，农场主抱怨着农场池塘中的损失。在一条运河上，仅在不到四分之一英里的距离内就发现了 500 条以上的死鱼，它们漂浮在水面或躺在河岸边。在另一个教区里死了 150 条翻车鱼，占原有数量的四分之一。五种其他鱼类完全被消灭了。

在佛罗里达州，在取自喷药地区池塘中的鱼体内含有七氯残毒和一种次生的化学物质——氧化七氯。这些鱼中包括有翻车鱼和鲈鱼；当然，翻车鱼和鲈鱼都是钓鱼人喜爱的鱼类，并且这两种鱼也经常出现在餐桌上。而这些鱼内含的这些化学物质被食品与药物管理处认为属于那种在人类食入短短几分钟内就会造成很大危险的物质。

好多地区都报告说鱼、青蛙和其他水中生物被杀死了，因此美国鱼类学家和爬行类学家协会（这是一个专门研究鱼、爬虫和两栖动物的很有权威的科学组织）于 1958 年通过了一项决议，它呼吁农业部及其在各州的办事处“在不可挽回的损害造成之前，应中止七氯、狄氏剂及此类毒剂的区域性喷洒”。该协会呼吁要注意生活在美国东南部的种类繁多的鱼类和其他生物，其中包括那些世界其他地方未曾出现过的种类。该协会警告说：“这些动物中有许多种类只生活在一些很小的区域内，因而会迅速地被彻底消灭。”

用于消灭棉花昆虫的杀虫剂也沉重地打击了南部各州的鱼类。1950 年夏季阿拉巴马州北部产棉区遭灾。在这一年之前，为了控制象鼻虫，一直在十分有节制地使用着有机杀虫剂。但由于一连几个冬天都很暖和，于是在 1950 年出现了大量的象鼻虫；因此，约有 80 - 95% 的农夫在本地掮客商的鼓动下转向求助于杀虫剂。这些农夫最普遍使用的化学药物是毒杀芬，这是一种对鱼类有最强烈杀伤力的药物。

这一年夏天的雨水丰沛而又集中。雨水将这些化学药物冲进了河里；而农夫为克服这一情况就更多地向田地里撒药。在这一年中，平均每英亩农田得到了 63 磅毒杀芬。有些农夫竟在一英亩地里施用 200 磅之多的药量；有一个农夫过份热情地在一英亩地里施了四分之一吨以上的杀虫剂。

其结果是容易预见到的。在流入惠勒水库之前，富林特河在阿拉巴马州农作地区流经了 50 英里，在富林特河中所发生的情况在这一地区是比较典型的。8 月 1 日，倾盆大雨降落到富林河流域。这些雨水通过细流、小河和滚滚洪流由土地上倾注到河流里。富林特河水上涨了 6 英寸。次日清晨，看到除了雨水之外还有许多别的东西出现在河中。鱼在附近水面上盲目地兜着圈子浮游；有时一条鱼会自己从水里向岸边跳。可以很容易地捕捉到它们。一个农夫捡了许多鱼，并把它们放进了泉水补给的水池中。在那儿，在清洁的水中，一些鱼苏醒过来了。而在河流中，死鱼终日地顺水漂浮而下。但这一次鱼死仅仅是以后更多鱼死的序曲，因为以后每次下雨都会冲洗更多的杀虫剂进入河流，从而杀死更多的鱼。8 月 10 日降雨在整个河流中造成了严重后果，鱼几乎都被杀死了。直至 8 月 15 日再次下雨把毒物冲大河里时，也就几乎没有剩下的鱼再次做为牺牲品了。不过，关于这种化学物质造成死亡的证据是通过将实验金鱼笼放入河流后才得到的：金鱼在一天内全都死了。

在富林特河中遭受浩劫的鱼类包括有大量的白刺盖太阳鱼，这是钓鱼者们喜爱的鱼类。而在富林特河水流入的惠勒湾里也发现了大量死去的鲈鱼和翻车鱼。这些水体中所有的杂鱼——鲤、野牛鱼、鼓鱼、砂囊鲈和鳊鱼等也都被消灭了。没有任何鱼表现出害病的症状，它们只表现出死亡时的反常

运动和在鳃上出现了奇怪的深葡萄酒的颜色。

在农场温暖的圈起鱼水塘附近使用杀虫剂时，塘里的鱼很可能发生伤亡。正如许多例子所说明的，毒物是随着雨水和径流由周围土地中带到河里来的。有时，这些鱼塘不仅仅由于径流带来污染，而且当给农田喷药的飞行员飞边鱼塘上空而忘记关上喷洒器时，这些鱼塘就直截了当地接收了毒物。情况甚至不需要这么复杂，在农业正常使用农药的情况下也会使鱼类得到大量化学药物，其数量已远远超过使其致死的数量。换言之，即使大量减少用药经费也很难改变这种致命的情况，因为每英亩 0.1 磅以上的使用量对鱼塘来说一般就认为是有害的了。这种毒剂一旦引入池塘就很难消除。一个池塘为了除掉不中意的银色小鱼而曾使用了 DDT 处理，这个池塘在反复的排水和流动中保存下了这些毒物，由于这些毒物后来蓄积起来，杀死了 94% 的翻车鱼。很显然，这些化学毒物是储存在池塘底部淤泥中的。

很明显，现在的情况并不比这些新式杀虫剂刚刚付诸使用时的情况好多少。俄克拉荷马州野生物保护部于 1961 年宣称，有关农场鱼塘和小湖中鱼类损失的报告一直是至少每周报来一次，现在越报越多。向农作物施用杀虫剂后马上下一场暴雨，这样毒素就被冲进了池塘里。——这种带来损失的情况在俄克拉荷马州由于多年来反复出现，人们已习以为常了。

在世界有些地方，塘鱼为人们提供了必不可少的食物。在这些地方，由于未考虑到对鱼类的影响而使用了杀虫剂，于是立刻就发生了问题！例如，在罗得西亚，浓度仅为百万分之零点零四的 DDT 杀死了浅水中的一种重要的食用鱼——卡菲鲷的幼鱼。其他许多杀虫剂甚至剂量更小也能致死。这些鱼所生活的浅水环境正是蚊子滋生的好地方。要消灭蚊子而同时还保护中非地区食用鱼的问题显然始终未得到妥善解决。

在菲律宾、中国、越南、泰国、印度尼西亚和印度养殖的牛奶鱼面临着同样的问题。

这种鱼被养殖在这些国家海岸带的浅水池塘中。这种鱼的幼鱼群会突然地出现在沿岸海水中（没有人知道它们是从什么地方来的），它们被捞起来，放入蓄养池，它们就在池里长大。对于东南亚和印度几百万吃大米的人口来说，这种鱼作为一种动物蛋白来源是非常重要的，因此太平洋科学代表大会已建议进行一次国际努力来寻找这一至今尚无人知道的产卵地，以求在广大地区发展这种鱼的养殖事业。但是，喷洒杀虫剂已给现有的蓄养池造成了严重损失。在菲律宾，为消灭蚊子而进行的区域性喷药已使鱼塘主人们付出了昂贵的代价。在一个养有 120,000 条牛奶鱼的池塘里，在喷药飞机光顾这儿之后，死了一半以上的鱼，虽然养鱼者竭尽全力用水流来稀释塘水也无济于事。

1961 年，在奥斯汀，得克萨斯州下游的科罗里达河中发生了近年来最大的一次鱼类死亡事件。元月 15 日，是一个星期日，在黎明后不久，突然有死鱼出现在新唐湖和该湖下游约 5 英里范围内的河面上。在这一天之前，没有人发现这个现象。星期一，下游 50 英里报告说鱼死了。这时情况已很清楚，原来是某些毒性物质正顺着河流向下扩散。到元月 21 日，在 100 英里下游靠近莱·格兰吉的地方鱼也被毒死了。而在一个星期之后，这些化学毒物在奥斯汀下游 200 英里处又发挥了它们杀伤的威力。在元月的最后一个星期里，关闭了内海岸河道的水闸，以避免使有毒的河水进入玛塔高达海湾，并借此将它们转送到墨西哥湾中。

奥斯汀的调查者们在当时闻到了与杀虫剂氯丹和毒杀芬有关的气味。这种气味在一条下水沟的污水里尤其强烈。这个下水沟过去一直由于排放工业废物而造成事故；当得克萨斯州渔猎协会的官员从湖泊顺着河流找上来时，他们注意到一种好象是六氯苯的气味，这种气味从一个化学工厂的一条支线飘散到很远的地方。这个工厂主要生产 DDT、六氯苯、氯丹和毒杀芬，同时还生产少量其他杀虫剂。该工厂管理人员近来让大量杀虫药粉被冲洗到下水沟中；更为甚者，他承认对杀虫剂的溢流和残毒的这种处理在过去十年中一直是作为常规措施实施的。

在进一步的研究中，渔业官员发现其他工厂的雨水和日常生活用水也可能携带杀虫剂进入下水沟。然而，作为这一连锁反应的最后一环的一个事实是这样发现的，即在河湖的水质变得对鱼类致命的几天之前，整个排水系统已经流过了几百万加仑的水，这些水在加压的情况下冲洗了排水系统。这一水流毫无疑问地已将砾石、砂和瓦块沉积物中贮存的杀虫剂冲洗出来了，然后将它们带进湖中，进一步带到河里；在河流里，化学毒物后来又再度显现出来。

当这大量的致命毒物顺流而下到科罗里达时，它们给它带去了死亡。这个湖下游 140 英里距离内的鱼几乎都被杀死了，后来人们曾用大围网去努力发现是否会有什么鱼侥幸生存留下来，但他们一无所获。发现了 27 种死鱼，每一英里河上总计有死鱼 1000 磅。有一种运河猫鱼是这条河里的一种主要捕捞对象，还有蓝色的和扁头的猫鱼、鳅、四种翻车鱼、小银鱼、缘鱼、石滚鱼、大嘴鲈、鲑鱼、吸盘鱼、黄鳝、雀鳝、鲤鱼、河吸盘鲤、砂囊鲈和水牛鱼都在死鱼之列。其中有一些是这条河中的长者，许多扁头猫鱼重量超过 25 磅，根据它们个头大小知道它们年龄必定很大了，据报告，被当地沿河居民捡到的有重达 60 磅的，而且根据正式记录，一种巨大的蓝猫鱼可重达 84 磅。该州渔猎协会预言：即使不再发生进一步的污染，要改变这条河里鱼类的数量也许要花多年时间。一些在它们天然区域中仅存的品种可能永远也不会再恢复了，而其他鱼类也只有靠州里养殖活动的广泛增加才有可能恢复。

奥斯汀鱼类的这一场大灾难现在已经被人们知道了，但可以肯定事情并未完结，这一有毒的河水在向下游流了 200 英里之后仍具有杀死鱼的能力。若这一极其危险的毒流被允许放入玛塔高达海湾，它们就会影响那里的牡蛎产地和捕虾场；所以将这整个有毒的洪流转引到了开阔的墨西哥湾水体中。但在那儿它们的影响如何呢？也许还有从其他河流来

的、带着同样致命的污染物的洪流吧？

当前我们对这些问题的回答大部分还得凭猜测；不过，对江口、盐沼、海湾和其他沿海水中农药的污染作用愈加关心。这些地区不仅有污染了的河水流入，而且，尤为常见的是为消灭蚊子及其它昆虫而直接喷洒农药。

没有什么地方能比佛罗里达州东海岸的印第安河沿岸乡村更加生动地证实了农药对盐沼、河口和所有宁静海湾中生命的影响了。1955 年青天，那里的圣鲁斯郡有 2000 英亩盐沼被用狄氏剂处理，其目的是试图消灭沙蝇幼虫，用药量为每英亩一磅有效成份。对水生生物的影响真是一场大灾难。来自州卫生部昆虫研究中心的科学家们视察了这次喷药后造成的残杀现场，他们报告说鱼类的死亡是“真正彻底的”。海岸上到处乱堆着死鱼。从天空中可以看到鲨鱼游过来吞食着水中垂死无助的鱼儿。没有一种鱼类得以幸

免。

死鱼中有鲮、锯盖鱼、银鲈、食蚊鱼。

“在除印第安河沿岸而外的整个沼泽区中所有直接被杀死的鱼至少有 20—30 吨，或约 1,175,000 条，至少有 30 种。”(调查队 R·W·哈林顿和 W·L·彼得令梅叶等报告)“软体动物看来未受狄氏剂伤害。本地区的甲壳类实际上已完全被消灭。水生蟹种群彻底毁灭；提琴手蟹除了在明显漏掉喷药的沼泽小地块中暂时地活着外，也全部被杀死了。”

“较大型的捕捞鱼和食用鱼迅速地死了……蟹在腐烂的鱼体上爬行和吞食，而第二天它们也都死了。蜗牛不断地、狼吞虎咽地吃着鱼的尸体，两周之后，就没有一点儿死鱼残体遗留下来了。”

这样一幅阴沉的图画是后来由 H·R·米尔斯博士在佛罗里达对岸的塔姆帕湾进行观察后描述出来的，国家阿杜邦学会在那儿建立了一个包括威士忌据点在内的海鸟禁猎区。

在当地卫生权威们发动了一场驱赶盐沼地蚊子的战役之后，这一禁猎区具有讽刺意味地变成了一个荒凉的栖息地，鱼和蟹又一次成了主要的牺牲品。提琴手蟹是一种小巧、雅致的甲壳动物，当它们成群地在泥地或沙地上爬过时，宛如正在放牧的牛群。它们现已无法抵御撒药人的袭击了。在这一年的夏、秋季节里进行了大量喷药(有些地方喷了 16 次之多)之后，提琴手蟹的状况曾由米尔斯博士进行了统计：“这一次，提琴手蟹的进一步减少已变得很明显了。在这一天(10 月 12 日)的季节和气候条件下，这儿本应有 100,000 只提琴手蟹群居，然而在海滨实际上只见到不足 100 只，而且都是死的和有病的，它们颤抖着，抽动着，沉重地、勉勉强强地爬行；然而在邻赶的未喷药的地区中的提琴手蟹仍然很多。”

这个有提琴手蟹存在的地方是这种生物栖居世界的生态学中不可缺少的一个地方。

对许多动物来说，它们是一种重要的食物来源。海岸浣熊吃它们，象铃舌秧鸡、海岸鸟这样一些居住在沼泽地中的鸟和一些来访的候鸟也吃它们。在新泽西州的一个喷洒了 DDT 的盐化沼泽中，笑鹅的正常数量在几周内减少了 85%，推测其原因可能是由于喷药之后使这些鸟再也找不到充足的食物了。这些沼泽提琴手蟹还有其他方面的重要性，它们通过它们到处挖洞的活动而使沼泽泥地得到清理和充气。它们也给渔人提供了大量饵料。

提琴手蟹并不是潮汐沼泽和河口中唯一遭受农药威胁的生物，有些对人更为重要的其他生物也受到危害。切撒皮克湾和大西洋海岸其他地区中有名的蓝蟹就是一个例子。

这些蟹对杀虫剂极为敏感，在潮汐沼泽、小海湾、沟渠和池塘中的喷药杀死了那里的大部分蓝蟹。不仅当地的蟹死了，而且从其他海洋来到撒药地区的蟹也都中毒死亡。有时中毒作用是间接发生的，如在印第安河畔的沼泽地中，那儿的蟹象清道夫一样地处理了死鱼，然而它们本身也很快中毒死去了。人们还不太了解大红虾受危害的情况；然而它们与蓝蟹一样属于节足动物的同一族，它们具有本质上相同的生理特征，因而推测可能会遭到同样影响。对直接具有人类食物经济重要性的蟹和其他甲壳类来说可能出现同样的情况。

近岸水体——海湾、海峡、河口、潮汐沼泽——构成了一个极为重要的生态单元。

这些水体对许多鱼类、软体动物、甲壳类来说如此关系密切和不可缺少，以致于当这些水体不再适宜于生物居住时，这些海味就从我们的餐桌上消失了。

甚至在那些广泛地生活在海岸水体的鱼类中，有许多都依赖于受到保护的近岸区域来作为养育幼鱼的场所。幼小的大鱸白鱼大量地存在于所有桉树成行的河流及运河的迷宫之中，这些河流在佛罗里达州西岸三分之一的低地中蜿蜒环绕。在大西洋海岸，海鱒、叫鱼、石首鱼和鼓鱼在岛和“堤岸”间的海湾砂底浅滩上产卵，这条堤岸象一条保护性键带横列在纽约南岸大部分地区的外围。这些幼鱼孵出后被潮水带着通过这个海湾，在这些海湾和海峡(卡里图克海峡、帕勒恰海峡、波桂海峡和其他许多海峡)中，幼鱼发现了大量食物，并迅速长大。若没有这些温暖的、受到保护的、食料丰富的水体养育区，各种鱼类种群的保存是不可能的。然而我们却正在容忍让农药通过河流和直接向海边沼地喷洒而进入海水。而这些鱼在幼年阶段比成年阶段更容易化学中毒。

另外，小虾在幼年时期依存于近海岸的觅食区。丰富而又广泛巡游的虾类是沿南大西洋和墨西哥湾各州所有渔民的主要捕捞对象。虽然它们在海中产卵，但幼虾却游入河口和海湾，这种几周龄的小虾将经历形体连续的蜕皮和变化。从5-6月份到秋天，它们停留在那儿，在水底碎屑上觅食。在它们近岸生活的整个期间，小虾的安全和捕虾业的利益都全仰仗于河口的适宜条件。

农药的出现是否对捕虾人和市场供应是一个威胁呢？由商业捕渔局最近所做的实验室试验可能会提供答案：发现刚刚过了幼年期的、具有商业意义的小虾对杀虫剂的抗药性非常低——其抗药性是用十亿分之几来衡量的，而不是通常使用的百万分之几的标准。

例如在实验中，当狄氏剂浓度为十亿分之十五时，即有一半的小虾被杀死。其他的化学药物甚至更毒。异狄氏剂始终是最致命的农药之一，它对小虾的半致死量仅为十亿分之零点五。

这种威胁对牡蛎和蛤更是加倍严重，这些动物的幼体同样是十分脆弱的。这些贝壳栖居在海湾、海峡的底部，栖居在从新英格兰到得克萨斯的潮汐河流中及太平洋沿岸的庇护区。虽然成年的贝壳定居不再迁移，但它们把它们的卵子散布到海水中。在海水中，在几周时间内幼体就可以自由运动了。在夏天的日子里，一个拖在船后的细跟拖网可以收集到这种极为细小、象玻璃一样脆弱的牡蛎和蛤的幼体，与它们一同打捞起来的还有许多组成浮游生物的漂流植物和动物。这些牡蛎和蛤的幼体并不比一粒灰尘大，这些透明的幼体在水面上游泳，吃微小的浮游植物；如果这些细微的海洋植物衰败了，这些幼小的贝壳就要饿死。而农药能有效地杀死大多数浮游生物。通常用于草坪、耕地、路边，甚至用于岸边沼泽的除草剂只要有十亿分之几的浓度，即可成为这些构成软体贝壳幼虫食物的浮游植物的强烈毒剂。

这种娇弱的幼体被各种极微量的常用杀虫剂杀死了。即使它们暴露于不足致死的浓度情况下最终也会引起死亡，因为它们的生长速度不可避免地将受到阻滞，这必将延长幼贝在致毒的浮游生物环境中生活的时间，这样就减少了它们发育成为成鱼的机会。

对于成年软体动物来说，看来至少对某些农药直接中毒的危险要少得多。但这也不一定是保险的。牡蛎和蛤可以在其消化器官及其他组织中蓄

集这些毒素。人们吃各种贝壳时一般都是把它们全部吃下去，有时还吃生的。商业捕鱼局的菲利浦·巴特勒博士曾提出了一个不吉祥的比喻，在这个比喻中我们可能发现我们本身已处于一种类似知更鸟的同样处境。巴特勒博士提醒我们说，这些知更鸟并不是由于受到 DDT 的直接喷洒而去世的，它们死亡是由于它们吃了已在其组织中蓄积了农药的蚯蚓。

消灭昆虫使用农药的直接作用是明显的；它造成一些河流和池塘中成千上万的鱼类或甲壳类突然死亡。虽然这种事故是悲惨的、令人吃惊的，但间接到达江湾、河口的农药所带来的那些看不见的、人们还不知道的和无法测量的影响却可能最终具有更强大的毁灭性。这全部情况涉及到一些问题，而这些问题至今还没得出圆满的答案。我们知道，从农场和森林中出来的洪流中含有农药，这些农药现正通过许多、也许是所有的河流被带入海洋。但我们却不知道这些农药的全部总量是多少；而且一旦它们汇入海洋，我们当前还没有任何可靠的方法在高度稀释的状况下去测出它们。虽然我们知道这些化学物质在迁移的漫长时间里肯定发生了变化，但我们却无法知道最终的变化产物究竟比原来毒物的毒性更强，还是更弱。另外一个几乎未被探查过的领域是化学物质之间的相互作用问题，考虑到当毒物进入海洋之后，那儿有很多的无机物质与之混合和转化，这个问题就变得更为急迫。所有这些问题急需得到正确回答，只有广泛的研究才能提供这些答案，然而用于这一目的的基金却少得可怜。

内陆和海洋的渔业是一项关系到大量人民收入和福利的非常重要的资源。这些资源现已受到进入我们水体的化学物质的严重威胁，这一情况已毋庸置疑了。如果我们能把每年花在试制愈来愈毒的喷撒剂上的钱的零头转用在上述建议的研究工作上，我们就能够发现使用较少危险性物质的办法，并从我们的河流中将毒物清除出去。什么时候公众将充分认清这些事实而去要求采取这一行动呢？

## 十 自天而降的灾难

在农田和森林上空喷药最初是小范围的，然而这种从空中撒药的范围一直在不断扩大，并且喷药量不断增加。这种喷药已变成了一种正如一个英国生态学家最近所称呼的——撒向地球表面的“骇人死雨”。我们对于这些毒物的态度已略有改变。如果这些毒药一旦装入标有死亡危险标记的容器里，我们间或使用也要倍加小心，知道只施用于那些要被杀死的对象，而不应让毒药碰到其它任何东西。但是，由于新的有机杀虫剂的增多，又由于第二次世界大战后大量飞机过剩，所有使用毒药的注意事项都被人们抛在脑后了。虽然现今的毒药的危险性超过了以往用过的任何毒药，但是现在的使用方法惊人。人们把含毒农药一古脑儿从天空中漫无目标地喷撒下来。在那些已经喷过药的地区，不仅是那些要消灭的昆虫和植物知道了这个毒物的厉害，而且其它生物——人类和非人类也都尝到了这个毒药的滋味。喷药不仅在森林和耕地上进行，而且乡镇和城市也无可幸免。

现在有相当多的人对从空中向几百万英亩土地喷撒有毒化学药剂怀有不安，而在 1950 年后期所进行的两次大规模喷药运动更大大地加重了人们

的怀疑。这些喷药运动的目的是为了消除东北各州的吉卜赛蛾和美国南部的红螨。这两种昆虫都不是当地土生土长的，但是它们在这个国家已存在了许多年，并没有造成灾害非要我们采取无情措施对付之。然而，在一个只要结果好而可不择手段的思想指导下(这个思想长期以来指导着我们农业部的害虫控制科)，突然对它们采取了断然行动。

消灭吉卜赛蛾的这一行动计划反映出，当用轻率的大规模的喷药代替了局部的和有节制的控制时，将会造成多么巨大的损害。这个消灭红螨计划是一个在过份夸大了消灭虫害的必要性后而采取行动的明显例证。在没有具备对于消灭害虫所需毒物剂量的科学知识的情况下，人们就鲁莽地采取了行动。其结果是，这两个计划没有一个达到预期目的。

这种原生长在欧洲的吉卜赛蛾，在美国生存已将近一百年了。一位法国科学家罗伯特·察乌罗特在马萨诸塞州的迈德费德设立他的实验室。1869年，他正试验使这种蛾与蚕蛾杂交。有一天偶然让几只蛾从他的实验室里飞走了。这种蛾一点一点地发展遍及新英格兰。使得这种蛾得以扩展的主要原因是风；这种蛾在幼虫(或毛虫)阶段是非常轻的，它能够乘风飞得很快很远。另一个原因是带有大量蛾卵的植物的转运，这种蛾借助于这种形式得以过冬存在。每年春天，这种蛾的幼虫都有几个星期时间在损害橡树和其它硬木的树丛，现在在新英格兰所有各州中部有这种蛾出现，在新泽西州也不时发现。这种蛾是1911年由于进口荷兰云杉而被带入的。在密执安州也同样发现这种蛾，不过进入该州的途径尚未查清。1938年，新英格兰的飓风把这种蛾带到了宾夕法尼亚州和纽约州，不过艾底朗达克地区生长着不吸引蛾子的树可以阻止蛾子西行。

把这种蛾限制在美国东北部的任务已经借助于多种方法完成了。在这种蛾进入这个大陆后的将近一百年中，一直担心它是否会侵犯南阿拍拉契山区大面积的硬木森林，但这种担心并未成为现实。13种寄生虫和捕食性生物由国外进口，并且成功地定居于新英格兰地区。农业部本身很信任这些舶来品，这些舶来品可靠地减少了吉卜赛蛾爆发的频率和危害性。用这种天然控制方法，再加上检疫手段和局部喷药，已取得了如同农业部在1955年所描述的成果：“害虫的分布和危害已被明显抑制”。

在宣布了上述情况之后仅仅只有一年，农业部的植物害虫控制处又开始了一项新的计划。这项计划在宣称要彻底、“扑灭”吉卜赛蛾的口号下，在一年中对几百万英亩的土地进行了地毯式的喷药。(“扑灭”的含义是在害虫分布的区域中彻底、完全地消灭和根除这一种类。)然而，这一计划接连不断地失败了；这使得农业部发现他们不得不第二次、第三次地向人们宣讲需要去“扑灭”同一地区的同一害虫。

农业部的消灭吉卜赛蛾的化学战争开始时决心很大。1956年，在宾夕法尼亚、新泽西、密执安、纽约州的近乎一百万英亩的土地上喷了药。在喷药区，人们纷纷抱怨说药品危害严重。随着大面积喷药的方式开始固定下来，保护派们变得更加不安。当计划宣布要在1957年对三百万英亩土地进行喷药时，保护派变得更加激忿。州和联邦的农业官员以其特有的耸肩来摆脱那些被他们认为是无足轻重的个别抱怨。

长岛区被包括在1957年的灭蛾喷药区中，它主要包括有大量人口的城镇和郊区，还有一些被盐化沼泽所包围着的海岸区。长岛的那沙郡是纽约州中、纽约南边的一个人口密度最大的郡。“害虫在纽约市区中蔓延的威胁”

一直是被作为一种重要的借口来证明这一喷药计划是正当的，但这一点看起来糊涂透顶。吉卜赛蛾是一种森林昆虫，当然不会生存在城市里，它们不可能生活在草地、耕地、花园和沼泽中。然而，1957年由美国农业部和纽约州农业和商业部所雇用的飞机“把预先规定的油性 DDT 均匀地喷洒下来。

DDT 被喷到了菜地、制酪场、鱼塘和盐沼中。当它们撒到了郊外街区时，这些药水打湿了一个家庭妇女的衣裳；在轰轰隆隆作响的飞机到达之前，她正在竭尽全力把她的花园覆盖起来。这些杀虫剂也被喷撒到了正在玩耍的孩子和火车站乘客的身上。在赛特克特，一匹很好的赛跑马由于喝了田野里的一条被飞机喷过药的小沟中的水，十小时之后就死去了。汽车被油类混合物喷得斑斑点点，花和灌木枯萎了。鸟、鱼、蟹和有用的益虫都被杀死了。

一群长岛居民在世界有名的鸟类学家罗伯特·库什曼·墨菲的率领下曾经上诉法院，企图阻止 1957 年的喷药。在他们的最初要求被法院驳回之后，这些来抗议的居民不得不忍受原定的 DDT 喷撒。不过以后，他们仍坚持努力去争取对喷药的长期禁令，然而由于这一次喷药已经进行，法院只能认为这一申诉“有待讨论”。这个案件一直送到最高法院，但最高法院拒绝接受申诉。律师威廉·道格拉斯对法院不肯重审这一案件的决定表示强烈反对，他认为“由许多专家和官员所提出的关于 DDT 的危险性警告，说明了这一案件对民众的重要性”。

由长岛居民所提出的诉讼至少使民众注意到了不断增长的大量使用杀虫药的趋势，注意到了昆虫控制管理处漠然不顾居民个人神圣财产权利的权势和倾向。

在对吉卜赛蛾喷撒的过程中：牛奶和农产品的污染作为一个不幸的意外来到了许多人的面前。在纽约州，北外斯切斯特郡的华伦牧场的 200 英亩土地上所发生的事情已足以说明这种污染。华伦夫人曾特别要求农业部官员不要向她的土地喷药；但是在向森林喷药时，避开牧场是不可能的。她曾提出用土地来阻止吉卜赛蛾，并且用点状喷撒来阻止蛾虫的蔓延。尽管人们向她保证，药不会喷到牧场上、但她的土地仍有两次被直接喷了药，而且还有两次遭到飘夹的药物的影响。取自华伦牧场的纯种噶立斯母牛的牛奶样品表明，在喷药 48 小时之后牛奶就含有 14% 的 DDT。从母牛吃草的田野上取来的饲料样品当然也被污染了。尽管这个郡的卫生局接到了通知，但是并没有指示牛奶不能上市。这一情况是顾客缺乏保护的一个典型事例，很不幸，这种情况太普遍了。尽管食品和药物管理处要求牛奶中不能有点滴杀虫剂的成分，但这种限制不仅没有被严格执行，而且只对州际之间交换的货物才加以应用？州和郡的官员在没有压力的情况下，是可以遵照联邦政府规定的农药标准；但如果本地区的法令和联邦规定不一致，那么他们就很少这样去做了。

菜园种植者也同样遭难，一些蔬菜的叶子是这样枯焦，并带有斑点，看来无法上市。

蔬菜含有大量残毒，一个豌豆样品，在克那尔大学农业实验站分析出 DDT 含量达到百万分之十四至二十，而最高容许值是百万分之七。因此，种植者们或是不得不忍受巨大经济损失，或是明白他们自己处于贩卖超标残毒的产品状况中。他们中间一些人研究和收集了损失情况。

随着 DDT 在空中喷撒的增多，到法院上诉的人数也大大增加了。在这些申诉中，有纽约州某些区域的养蜂人所提的申诉。甚至在 1957 年喷药之前，养蜂人就已经受到了在果园中使用 DDT 所带来的严重危险。一位养蜂人

痛苦地说：“直到 1953 年，我一直把美国农业部和农业学院所提出的每一件事都认为是天经地义的。”但是在那年五月，这个人损失了 800 个蜂群。在这个州大面积撒药之后，损失是如此广泛和严重，以至于另外 14 个养蜂人也参加了他对该州的控告，他们已经损失了 25 万美元。另一位养蜂人，他的 400 群蜂在 1957 年的喷药中成了一个附带的目标，他报告说，在林区，蜜蜂的野外工作力量（为蜂巢中外出采集花蜜和花粉的工蜂）已经被百分之百杀死，而在喷药较轻的农场地已有 5% 的工蜂死亡。他写到：“在五月份走到院子里，却听不到蜜蜂的嗡嗡声，这是一件令人十分懊丧的事情。”

这些控制吉卜赛蛾的计划打上了许多不负责任的行动的标记。由于给喷药飞机付款不是根据它喷撒的亩数，而是根据喷药量，所以飞行员就没有必要去努力节约农药，于是许多土地被喷药不止一次，而是许多次。至少在有一种情况下，与之签订空中喷药合同的对象是一个外州的商业单位，这个单位的地址不在本地区，所以它不同意州里官员所提出关于登记的法律要求来负法律责任。在这样一种非常微妙的情况下，在苹果园和养蜂业中遭受直接经济损失的居民们会发现他们不知该去控告谁。

在 1957 年灾难性的喷药之后，很快缩小了这个行动计划，并发表了一个含糊声明说要对过去工作进行“评价”和对农药进行检查。1957 年喷药面积是 350 万英亩，1958 年减少到 50 万英亩，1959、1960、1961 年又减少到 10 万英亩。在此期间，控制害虫处定然会得知来自长岛的令人忿懑的消息，古卜赛蛾又在那儿大量出现了。这一昂贵的喷药行动使得农业部大大地失去了公众的信任和良好愿望——这一行动原想永远清除吉卜赛蛾，然而实际上却什么事也没有做到。

不久，农业部的植物害虫控制人员似乎已经暂时地忘记了吉卜赛蛾的事，因为他们又忙于在南方开始一个更加野心勃勃的计划。“扑灭”这个词仍然是很容易地从农业部的油印机上印出来的；这一次散发的印刷品答应人们要扑灭红螨。

红螨，是一种从其红刺而命名的昆虫。看来，它是通过阿拉巴马州的莫拜尔港由南美洲进入美国的。在第一次世界大战以后，很快在阿拉巴马州发现了这种昆虫。到了 1928 年，它就蔓延到了莫拜尔港的郊区、以后，它继续入侵、现在它们已进入了南部的大多数州中。

自从红螨到达美国以来的四十多年中，看来它们一直很少引起注意？仅仅是因为这些红螨建立了巨大的窝巢，形如高达一英尺多的土丘，才使它们在其为数最多的州里被看作是一种讨厌的昆虫。这些窝巢妨碍农机操作。但是，只有两个州把这种昆虫列为最重要的 20 种害虫之一，并且把它们列在清单末尾。看来不论是官方或者私人的关注都不曾感到这种红螨是对农作物和牲畜的威胁。随着具有广泛毒力的化学药物的发展，官方对于红螨的态度发生了一个突然的变化。在 1957 年，美国农业部发起了一个在其历史上最为引人注目的大规模行动。这种红螨突然变成了一个政府宣传品、电影和激动人心的故事的联合猛烈攻击的目标，政府宣传品把这种昆虫描绘成南方农业的掠夺者和杀害鸟类、牲畜和人的凶手。

一个大规模的行动宣布开始了；在这个行动中，联邦政府与受害的州合作要在南方九个州内最终处理二千万英亩的土地。1958 年，当扑灭红螨的计划正在进行的时候，一家商业杂志高头地报道说：“在由美国农业部所执行的大规模灭虫计划不断增加的情况下，美国的农药制造商们似乎开辟了

一条生意兴旺的道路。”

从来都没有什么计划象这次的喷药计划这样实际上被每一个人彻底而又据理地咒骂过，当然除了那些在这次“生意兴旺”中发财致富的人。这是一个缺乏想象力、执行得很糟糕的、十分有害的进行大规模控制昆虫实验的突出例证。它是一个非常花钱、给生命带来毁灭、并使公众对农业部丧失信任的一个实验，然而不可理解的是仍把所有基金投入了这一计划。

后来不被人们所信任的那些主张最初却赢得国会对这一计划的支持。红螨被描绘成为一种对南方农业的严重威胁，说它们毁坏庄稼和野生物；它们侵害了在地面上筑巢的幼鸟。它的刺也被说成会给人类健康造成严重威胁。

这些论点听起来怎么样呢？由那些想捞外快的官方证人所做出的声明与农业部的重要出版物中的那些内容并不一致。1957年，在专门报道控制侵犯农作物和牲畜的昆虫的“杀虫剂介绍通报”上并没有很多地提及红螨——这真是一个令人吃惊的“遗漏”；如果农业部相信它自己的出版物的话，甚至在1952年的农业部百科全书年报(该年刊全部登载昆虫内容)的50万字的此书中仅有很小一段述及红螨。

农业部未正式行文的意见认为红螨毁坏庄稼并伤害牲畜。阿拉巴马州在对付这种昆虫方面有最切身的体会，其农业实验站进行了仔细研究，所持意见与农业部相反。据阿拉巴马州科学家谈，红螨“对庄稼的危害是很少有的”。美国昆虫学会1961年的主任、阿拉巴马州工艺研究所的昆虫学家F.S.阿兰特博士说，他们系“在过去五年中从未收到过任何有关螨虫危害植物的报告……也从未观察到对牲畜的危害。”一直在野外和实验室中对螨虫进行观察的那些人们说，红螨主要是吃其它各种昆虫，而这些昆虫的大多数被认为是对人不利的。观察到了红螨能够从棉花上寻食绵子象鼻虫的幼虫，并且红螨的筑巢活动在使土壤疏松和通气方面起着好的作用。阿拉巴马的这些研究已被密西西比州立大学考察所证实。

这些研究工作远比农业部的证据更有说服力。而农业部的这些证据，显而易见，要么就是根据对农民的口头访问得到的，而这些农民很容易把一种螨和另外一种螨相混淆；要么就是根据陈旧的研究资料。某些昆虫学家相信，这种螨的嗜食习惯由于它们数量的日益增多已经发生改变，所以在几十年前所进行的观察现在已没有什么价值了。

这种关于螨虫构成对健康与生命威胁的论点被迫将要做重大修正。农业部拍摄了一个宣传电影(为了争取对其灭虫计划的支持)，在这部电影中，围绕着红螨的刺制造了一些恐怖镜头。当然这种刺是很讨厌的，人们被再三提醒要避免被这种刺刺伤，正象一个人通常要躲开黄蜂或蜜蜂的刺一样。偶然也可能在比较敏感的人的身上出现严重反应，而且医学文献也记载过一个人可能是由于中了红螨的毒液而死亡，虽然这一点尚未得到证实。据人口统计办公室报告，仅在1959年，由于受到蜜蜂和黄蜂蜇刺而死去的人数为33名，然而看来却没有一个人会提出要“扑灭”这些昆虫。更进一步，当地的证据是最令人信服的，虽然红螨居住在阿拉巴马州已达40年，并且大量集中于此地，阿拉巴马州卫生官员声称：“本州从来没有得到报告说一个人由于被外来的红螨叮咬而死亡。”并且他们认为由红螨叮咬所引起的病例是属于“偶发性的”。在草坪和游戏场上的红螨巢丘可能使在那儿儿童容易遇刺，不过，这很难成为一种借口给几百万英亩的土地加上毒药。这种情况只要对

这些巢丘进行处理就很容易得到解决。

对于猎鸟的危害同样也是在缺乏证据的情况下武断而定的。对此问题最有发言权的一个人当然是阿拉巴马州奥波恩野生动物研究单位的领导人 M.F. 贝克博士，他在这个地区已经具有多年工作经验。不过贝克博士的观点完全与农业部的论点相反，他宣布说：“在阿拉巴马南部和佛罗里达西北部，我们可以猎到很多鸟，北美鹌的种群与大量的迁入的红螯并存。阿拉巴马南部存在这种红螯已有近 40 年的历史，然而猎物的数量一直是稳定的，并且有实质性的增长。当然，假如这种迁入的红螯对野生动物是一种严重威胁的话，这些情况根本不可能出现。”

作为用杀虫剂消除红螯的后果之一，野生物终究发生了什么情况呢？这完全是另外一回事了。被使用的药物是狄氏剂和七氯，它们都是相对比较新的药。人们在现场应用这两种药的经验甚少，没有一个人知道当在大范围使用时，它们将对野生鸟类、鱼类、或哺乳动物产生什么影响。然而，已知这两种毒物的毒性都超过 DDT 许多倍。DDT 已经使用了大约十年的时间，即使以每一英亩一磅的比例使用 DDT，也会杀死一些鸟类和许多鱼；而狄氏剂和七氯的剂量用得更多——在大多数情况下，每一英亩用到二磅，如果要將白边甲虫也控制住的话，每英亩要用到三磅狄氏剂。依它们对鸟力的效应而言，每一英亩所规定使用的七氯相当于 20 磅 DDT，而狄氏剂相当于 120 磅的 DDT。

紧急抗议由该州的大多数自然保护部门、国家自然保护局、生态学家、甚至一些昆虫学家提出来了，他们向当时农业部部长叶兹拉·本森呼吁，要求推迟这个计划，至少等到做完一些研究以确定七氯和狄氏剂对野生及家养动物的影响作用和确立控制红螯所需的最低剂量之后。这些抗议被置之不顾，而那个撒药计划于 1958 年开始执行。在第一年中有 100 万英亩的土地被处理了。这一点是很清楚的，任何研究工作在这种情况下只具有亡羊补牢的性质了。

当这个计划在进行的过程中，各种事实开始在州、联邦的野生物局和一些大学的生物学家的研究工作中被逐渐积累起来，据这些研究工作证明在有些喷药地区喷药后所造成的损失将扩大使野生动物彻底毁灭。家禽、牲畜和家庭动物也都被杀死了。农业部以“夸大”和易使人“误解”为借口，将一切遭受损失的证据都一笔抹杀。然而，事实还在继续积累。在得克萨斯州汉地郡有一个例子，袋鼠、犷狻类、大量的浣熊在农业施用农药之后，实际上已经消失了。甚至在用药后的第二个秋天里，这些东西仍然是寥寥无几。在这个地区所发现的很少几只浣熊的组织中都带有这种农药的残毒。

在用药的地区，所发现的死鸟已经吞食了用于消灭红螯的毒药，通过对它们的组织进行化学分析，已很清楚地证实上述事实。（唯一残留下来一定数量的鸟类是家雀，其它地区也有证据说明这种鸟可能相对具有抗药性）在 1959 年喷过药的阿拉巴马州的一个开阔地上，有一半的鸟类被杀死了，那些生活在地面上或多年生低植被中的鸟类百分之百死亡。甚至在喷药一年以后，仍然没有任何鸣禽，大片的鸟类筑巢地区变得静悄悄，春天再没有鸟儿来临。在得克萨斯州，发现了死在窝边的燕八哥、黑喉鹑和百灵鸟，许多鸟窝已被废弃。当死鸟的样品由得克萨斯、路易斯安娜、阿拉巴马、佐治亚和佛罗里达州被送到鱼类和野生物服务处进行分析的时候，发现 90% 的样品都含有狄氏剂和一种七氯的残毒，总量超过巨万分之一。

冬天在路易斯安娜的北方觅食的野鹬，现在在它们体内已带有对付红区的毒物的污染。这个污染的来源是很清楚的，野鹬大量地吃蚯蚓，它们用细长的嘴在土中寻找蚯蚓。

在路易斯安娜施药后的 6 - 10 月中发现有残留的蚯蚓，它们组织中含有百万分之 20 的七氯，一年之后它们还含有百万分之 10 以上。野鹬的间接中毒致死的后果现在已经在幼鸟和成年鸟比例的明显变化中看出来，这一明显的变化在处理红螯后的那一季节中就首次被观察到了。

使南方的狩猎者们最为不安的是与北美鹬有关的一些消息。这种在地面上筑巢、觅食的鸟儿在喷药区已全部被消灭了。例如，在阿拉巴马州，野生物联合研究中心从事了一项初步的调查，在 3600 英亩已被喷药处理过的土地上调查了鹬的数量，共有 13 群、121 只鹬分布于这个区域。在喷药后的两个星期，只能见到死去的鹬。所有的样品被送到鱼类和野生物服务处去进行分析，结果发现它们所含农药的总数量足以引起它们死亡。在阿拉巴马州发生的这一情况在得克萨斯州再次重演，该州用七氯处理了 2500 英亩的土地从而失去了他们所有的鹬。百分之九十的鸣禽也随着北美鹬死去了，化学分析又一次化验出了在死鸟的组织中存在着七氯。

除鹬外，野火鸡也由于实行了扑灭红螯的计划而急骤地减少了。在阿拉巴马州维尔克斯郡的一个区域中，在使用七氯之前虽然发现有 80 只火鸡，但在施药后的那个夏天却一只也没有发现，除了一堆堆未孵出的蛋和一只死去的幼禽外，一只火鸡也没有发现。

野火鸡可能遭遇的命运和它们家养的同类一样，在用化学药品处理过的区域中的农场火鸡也很少生出小鸡，很少有蛋孵出，几乎没有幼鸟存活。这种情况在邻近未经处理过的区域中没有发生。

绝不是唯独这些火鸡才有这样的命运。在美国最有名和受人尊敬的野生物学家之一，克拉兰斯·克台姆博士召集了一些其土地被喷药处理过的农民，他们除了谈到“所有树林小鸟”看来在土地经过喷药之后都已经消失外，大部分农民都报告说他们损失了牲口、家禽和家庭动物。克台姆博士报道说：有一个人“对喷药人员十分生气，他说他的母牛已被毒药杀死，他只好埋葬或用其它方法处理这 19 头死牛，另外他还知道另外还有 3 或 4 头母牛也死于这次药物处理。仅仅由于出生后吃了牛奶，小牛犊也死了。”

被克台姆博士所访问过的这些人都感到困惑不解，在他们的土地被药物处理后的几个月中究竟发生了什么事情。一个妇女告诉博士说“在她周围土地撒了药之后，她放出一些母鸡”，由于一些她不知道的原因几乎没有小鸡孵出和活下来。另外一个农民“是养猪的，在散布了毒药以后的整整九个月中，他没有小猪可喂。小猪仔或者生下就是死的，或者生下后很快死去。”一个同样的报告是另外一个农民提供的，他说 37 胎小猪本应有 250 头之多的小猪，但只有 31 头活下来了。这个人自从他的土地被毒化之后也完全不能再养鸡了。

农业部始终坚持否认牲畜损失与扑灭红螯的计划有关。然而佐治亚州贝恩桥的一位曾被召集去处理许多受影响动物的兽医 O·L·波特维特博士总结了如下原因，他认为引起死亡是由于杀虫剂。在消灭红螯的药物施用之后的两星期到几个月期间内，耕牛、山羊、马、鸡、鸟儿和其它野生物可以遭受到通常是致命的神经系统疾病。它只影响那些已经与被污染的食物或水接触过的动物，而圈养的动物没有受到影响。这种情况仅仅是在处理红螯的地区

才看到了。对这些疾病的实验室试验也驳斥了农业部的意见。由波特维特博士与其他兽医所观察的症状在权威著作中被描绘成是由狄氏剂或七氯所引起的中毒。

波特维特博士又描述了头两个月的小牛犊出现七氯中毒的有趣病例。这个动物经过了彻底的实验室研究。一个有意义的发现是在它的脂肪里发现了百万分之 79 的七氯。但是这件事发生在施用七氯五个月以后。这个小牛犊是直接吃草中得到七氯呢？还是间接从它的母亲奶中得到或甚至在它出生之前就有了七氯？波特维特问道：“如果七氯来自牛奶，那么为什么不采取特别措施来保护我们的饮用当地牛奶的儿童呢？”

波特维特博士的报告提出了一个关于牛奶污染的重大问题，包括在消灭红螨计划之内的区域主要是田野和庄稼地。那么，在这些土地上的乳牛又怎么样呢？在撒药的田野上，青草不可避免地带有某种形式的七氯残毒，如果这些残毒被母牛吃进去，那么它们必将在牛奶中出现。早在执行红螨控制计划之前，已于 1955 年通过实验证实七氯这种毒物可以直接转入牛奶。后来又报道了有关狄氏剂的同样实验，狄氏剂也是在红螨控制计划中使用的一种毒物。

农业部的年刊现在也将七氯和狄氏剂列入了那些化学药物之列，这些化学药物会使草料变得不再适宜于喂养奶场动物或肉食动物。然而农业部门的害虫控制处仍然在大力推行那些将七氯和狄氏剂散布到南方很多草地区域去的计划。有谁在保护消费者以便他们看到在牛奶中不再出现狄氏剂和七氯的残毒呢？美国农业部会毫不犹豫地回答说它已经劝告农民将他们的乳牛赶出喷药后的牧场 30 — 90 天。考虑到许多农场都很小，而控制计划又这样的大规模——许多化学药物是用飞机来喷撒的——所以很难使人相信农业部的劝告将会被人们遵守或接受。从残毒稳定性的观点来看，这个规定的期限也是不够的。

虽然食品与药物管理处对在牛奶中出现的任何农药残毒都皱眉头；但它在这种情况下，却权限有限。在属于红螨控制计划范围内的大多数州里，牛奶业衰退了，它的产品不能运到外州去卖，联邦灭虫计划造成了危及牛奶供应的问题，而如何防止这一问题却留给了各州自己去解决。在 1959 年寄给阿拉巴马、路易斯安娜和得克萨斯州卫生官员和其它有关官员的调查材料揭示出没有进行过实验研究，甚至完全不知道牛奶究竟是否已被杀虫剂所污染。

同时，与其说在那个控制红螨计划开始执行之后，不如说在其执行之前、已开展了对七氯特殊性质的一些研究。也许，应该这样说更为准确，甚至在发现由联邦政府的灭虫行动带来危害之前的一些年中，已有人查阅了当时已经出版了的研究成果，并且企图改变这一控制计划的实行。这是一个事实，七氯在动植物的组织或土壤中经过一个短时期之后，就变成了一种更加有毒的环氧化物的形式，这一环氧化物通常被认为是由于风化作用而产生的氧化物。在食品与药物管理处发现用百万分之三十的七氯喂养的雌鼠仅在两星期之后就可在体内蓄积百万分之一百六十五的毒性更强的环氧化物，自从 1952 年以来就已经知道了能会发生这种转化。

上述农药转化的事实在 1959 年只有生物学文献有所记述，但还不十分清楚。当时食品与药物管理处采取行动禁止食物含有任何七氯及其环氧化物的残毒。这一禁令至少暂时给那个控制计划泼了冷水；尽管农业部仍在继续

强行索取控制红螨的年经费，但地方农业管理人已变得日益不愿劝说农民去使用化学农药，因为这些农药可能使他们的谷物变成在法律上不能出卖的东西。

简言之，农业部不对所使用的化学物质的既有知识进行最起码的调查，而盲目去执行它的计划；即使进行了调查，它也将所发现的事实置之不顾。企图发现化学药物能达到灭虫目的而需要的最低含量的初步研究一定是失败了。在大剂量地使用药物达三年之后，突然在 1959 年减少了施用七氯的比例量，从一英亩 2 磅减少到了 1.25 磅，以后又减少到每英亩 0.5 磅，在三到六个月期间的两次喷撒中施用量为 0.25 磅。农业部的一位官员把这一变化描述为“一个有进取性的方法的修正计划”，这种修正说明了小剂量地使用还是有效的。假若这种报告早在扑灭害虫计划发起之前就为人们知晓的话，那么，就有可能避免很大数量的损失，并且纳税人也能节约相当大一批钱。1959 年，农业部可能试图消除对该计划日益增长的不满；因此主动提出对得克萨斯州的土地所有者免费供应这些化学药物，而这些土地所有者应签字承认不要联邦、州及地方政府对所造成的损失负责。就在同年，阿拉巴马州对于化学药物所造成的损失感到惊慌和生气，因此对进一步执行此计划的基金拒绝使用。一位官员对于整个计划进行了特征性的描述：“这是一个愚蠢、草率、失策的行动，是一个对于其他公共和私人的职责实行霸道的十分明显的例子。”尽管缺少州里的资金，联邦政府的钱却不断地流入阿拉巴马州，并且 1961 年立法部又被说服拨出了一小笔经费。同时，路易斯安娜州的农民们对于此计划的签订表现了日益增长的不满，这是十分明显的，因为对付红螨的化学药物的使用会引起危害甘蔗的昆虫大量繁殖。归根结底，这个计划明显地一无所获，这种可悲状况已由农业实验站、路易斯安娜州大学昆虫系主任 L.D. 纽塞姆教授在 1962 年春天作了简明的总结：“一直由州和联邦代办处所指导的‘扑灭’外来红螨的计划是彻底失败的，在路易斯安娜州，现在虫害蔓延的地区比控制计划开始之前更大了。”

看来，一种倾向于采取更为深思熟虑、更为稳妥办法的趋势已经开始。据报道“佛罗里达州现在的红螨比控制计划开始时更多。”佛罗里达州通告说，它已拒绝采纳任何有关大规模扑灭红螨计划的意见，而准备改用集中小区域控制的办法。

有效的、少花钱的小区域控制办法多年来已为人们所熟知。红螨具有巢丘栖居特性，而对个别巢丘的化学药物处理是一件简单的事。这种处理，每英亩约花 1 美元。在那些巢丘很多而又准备实行机械化的地方，一个耕作者可以首先耙平土地，然后直接向巢丘施放农药，这种办法已由密西西比农业实验站发展出来了。这种办法可以控制 90 — 95% 的红螨，每英亩只花 2.3 美元。相比来看，农业部的那个大规模控制计划每英亩要花 3.5 美元——农业部的计划是所有办法中花钱最多、危害最大、而收效最小的一顶计划。

## 十一 超过了波尔基业家族的梦想

我们世界的污染不仅仅是一个大规模撒药的问题。对于我们大多数人

来说，这种大规模喷药与我们日复一日、年复一年所遭受的那些无数小规模毒剂暴露相比，其严重性确实相对就显得不那么重要了。就象滴水穿石一样，人类和危险药物从生到死地持续接触最终可能被证明会造成严重危害。不管每一次暴露是多么轻微，但这种反复的暴露有助于化学药物在我们体内蓄积，并且导致累积性中毒。可能没有人能够避免同这种正在日益蔓延的污染相接触，除非他生活在幻想的、完全与世隔绝的境况之中。由于受到花言巧语和隐讳的劝说者的欺骗，普通居民很少觉察到他们正在用这些剧毒的物质把他们自己包围起来，他们确实可能根本没有意识到他们正在使用这样的物质。

广泛使用毒物的时代已经如此彻底地到来了，以致于任何一个人可以在商店里随便买到此某些医药品的致死能力强得多的化学物质，而不会有什么人向他提出什么问题；但如果他要去买那些带点儿毒性的医药，却可能被要求在药房的毒物登记本上签个字。

对任何超级市场的调查都足以吓倒那些最大胆的顾客，倘若他对要他购买的化学药物具有最起码的知识的话。

如果在杀虫剂商店的上面挂起一个画有骷髅和交叉的大腿骨的死亡标记的话，那么顾客进入商店时至少会心怀对致死物质的通常敬畏之意。在这样的商店里一排排的杀虫剂象其它商品一样地舒适、顺眼地陈列着，它们伴随着商店走廊另一边的泡菜和橄榄陈列，并与洗澡、洗衣用的肥皂紧挨在一起。装在玻璃容器中的化学药物是放在一个儿童的手很容易摸到的地方。如果这些玻璃容器被儿童或粗心的人摔在地板上，那么周围的任何人都可能溅上这些药物，而这些药物曾导致那些喷撒过它的人身体得病。这种危险性当然会随着买主直接进到他的家里。例如，在一个盛有 DDT 防霉物质的罐子上很精致地印着一个警告，说明它是高压填充的，如果受热或遇见明火，它就可能爆裂。一种有多种用途(包括在厨房中使用)的普通家用杀虫剂是氯丹。然而食品和药品管理处的一位主要药物学家已经宣称：在氯丹喷撒过的房子里面居住的危险性是“很大的”。其它一些家用杀虫剂中含有毒性更强的狄氏剂。

在厨房中使用这种毒剂既很方便也很吸引人。厨房的架子纸，无论是白色的或者其它人们所喜爱的颜色的，可以都用杀虫剂浸透，不仅在一面，而且在两个而上。制造商们向我们提供了一个自己动手消灭臭虫的小册子。一个人可以向着小房间、偏僻的地方和护壁板上最不易达到的角落和裂缝中象按电钮那么方便地喷撒狄氏剂的烟雾。

如果我们被蚊子、沙蚤或其它对人类有害的昆虫所困扰，我们就可以选择许许多多种洗涤剂、擦脸油和喷撒剂用在衣服和皮肤上，尽管我们已被告诫说这些物质中有一些能够溶解于清漆、油漆和人工合成物，但我们仍然幻想这些化学物质不能透过人类的皮肤。为了保证我们任何时候都能击败各种昆虫，纽约一家高级商店推销一种杀虫剂袖珍散装包，它既适用于国库，也适用于海滨和高尔夫球场，也适用于渔具。

我们可以用药蜡涂打地板，以保证杀死任何在地板上活动的昆虫。我们可以悬挂一条浸透了高丙体六六六的布条在我们的壁橱和外衣口袋里，或把这些布条放在我们写字台的抽屉里，这样就可以使我们有半年时间不必担心蠹蛾为患。当推销这些药品时，并没有同时说明高丙体六六六是危险的。这种商号推销也没有搞出一个电子学设备来消除高丙体六六六的气味，我们

被告知这种药物是安全的、没有味道的。然而这件事的真情是，美国医学协会认为高丙体六六六雾化器是一种非常危险的东西，所以医学协会开展了一个广泛的运动，在其杂志上抵制使用高丙体六六六雾化器。

农业部在“家庭与花园通讯”中劝说我们采用油溶性的 DDT、狄氏剂、氯丹、或各种其它的蠹虫毒剂去喷撒我们的衣服。如果由于过量喷撒而在被喷物体上留下杀虫剂的白色沉淀物的话，农业部说，这是可以一刷就掉的。但是它却忘了告诫我们要注意在什么地方去刷和怎样去刷。所有这些情况导致了这样一个结果，即甚至当我们晚上去睡觉时还要与杀虫剂相伴随——我们要盖一条浸染着狄氏剂的防蠹毛毯。

现在园艺是紧密地和高级毒剂联系在一起了。每一个五金店、花园用具商店和超级市场都为园艺工作中可能出现的各种需要而提供出来成排的杀虫剂。那些尚未广泛使用这众多的致死喷撒物和药粉的 A 只是由于他们手脚太慢，因为几乎每一种报纸上的花园专栏和大多数花园杂志都认为使用这些药物是理所当然的。

甚至是急性致死的有机磷杀虫剂也广泛地被应用于草地和观赏植物，以致于佛罗里达州卫生部在 1960 年发现它必须禁止任何人在居民区对杀虫剂进行商业性应用，除非他首先征得同意并符合既定要求。在这一规定实施之前，由于对硫磷中毒引起的死亡已有多起。

虽然已经采取了一点行动去警告那些正在接触极为危险的药物的花园主人和房主。

然而，正源源不断出现的一些新的器械使得草坪和花园中使用毒剂变得更为容易了，这就增加了花园主人与毒物接触的机会。例如，一个人可以搞到一种瓶型附件安装在花园水管上，当人给草坪浇水时，借助于这种装置，如此剧毒的农药，如氯丹和狄氏剂就随水散流出去。这样一种装置不仅对使用水管的人是一个危险，而且对公众也是一个威胁。

“纽约时报”发现它必须在它的花园专栏中对上述做法发出一个警告，即如果不安装一个特殊的保护性装置的话，毒药就会由于倒虹吸作用而进入供水管网。考虑到这种装置正在大量地被使用之中，考虑到很少有人发出上面这样的警告，那么，面对我们的公共用水为什么会被污染的问题，难道我们还需要感到惊奇吗？

作为一个在花园主人身上可能发生什么问题的例子，我们来看一看一个医生的病例。

这个医生是一个热情的业余园艺爱好者。开始时，他在他的灌木丛和草坪上每周有规律地使用 DDT，后来又用马拉硫磷，有时，他用手撒药，有时借助于水管上的那种附件直接把药加入水管中。当他这样做的时候，他的皮肤和衣服经常被药水浸湿。这种情况持续了约一年之后，他忽然病倒了，并且住了院。对他的脂肪活组织样品的检查表明，已有百万分之二十三的 DDT 积累。出现了广泛的神经损伤，给他看病的医生认为这种损伤是永久性的。随着时间的推移，他体重减轻，感到极度疲劳，患了特殊的肌肉无力症，这是一种典型的马拉硫磷中毒。所有这些长期作用已严重到足以使得这位园艺爱好者无法再从事他的活动。

除了一度是无害的花园喷水龙头之外，机动割草机为适应施放杀虫剂而装置了某种附件，当主人在他的草地上进行收割时，这种附加装置就放出白色蒸汽般的烟雾。这样，农药的分散度很好的微粒就加进了具有潜在危

险的汽油废气中，可能那些不抱怀疑的郊区居民已经这样去喷撒农药了，因而在他自己的土地上空加重了空气的污染，其污染程度之高是很少有城市能赶到的。

还有一点要谈到，即关于用毒剂整饰花园和在家庭里使用杀虫剂的时髦风尚的危害；印在商标上的警告占地方很小，也不显眼，以致干几乎没有人费心去读它或遵守它。一个工业商号现在正在调查究竟有多少人认真对待这种警告。它的调查表明，在使用杀虫剂时，有不到 15%的人甚至不知道容器上的警告。

现在，郊区居民已习惯于只要让酸苹果草长大，而不惜付出任何代价。

里面装有可用于清除草坪上人们不喜欢的野草的农药的袋子已经几乎变成了一种象征。这些除草农药往往在一个很漂亮的名义下出售，这个名字从来不会使人们猜想到它的实质和本性。要想知道这些袋子里装的是氯丹还是狄氏剂，人们必须仔细地去读那印在袋子上面一个很不显眼的地方上的小巧的印记。那些与处理和使用这些农药有关的技术资料，如果它们涉及到危害真情的话，人们就很难在任何五金店或花园用品商店里得到它们。相反，得到的资料却是那种典型的说明书，描绘了一个幸福家庭的景象：父亲和儿子微笑着正准备去向草坪喷撒农药，小孩子们和一只狗正在草地上打滚。我们食物中的农药残毒问题是一个被热烈争论的问题。这些残毒的存在不是被工业贬低为无所谓的问题，就是被断然否认。同时，现在存在着一种强烈的倾向，即要把所有坚持要求使其食物避免受到杀虫毒剂污染的大都给扣上“盲从者”的帽子。在所有这些争论的迷雾中，真情实况究竟是什么呢？

有一点已从医学上确认，即作为一种常识我们可以知道，在 DDT 时代(约 1942 年)来临之前，曾经生活过的那些人们在其身体组织中不含微量的 DDT 和其它同类物质。如第三章所述，在 1954 年到 1956 年从普通人群中所采集的人体脂肪样品中平均含有百万分之五点三 - 七点四的 DDT。存在一些证据说明从那时以后，平均含量水平一直持续上升到一个较高的数值。当然，对那些由于职业和其它特殊原因而暴露于杀虫剂的个别人，其积蓄量就更高了。

在处于不为人们所觉察的严重遭受杀虫剂污染的普通人群中，可以假设所有贮存于脂肪中的 DDT 是通过食物进入人体的。为了验证这一假设，由美国公共卫生服务处组成一个科学小分队去采集饭馆和大学食堂的膳食。发现每一种膳食样品中都含有 DDT。由此，调查者们有充分理由得出结论：“几乎不存在可使人们信赖的、完全不含 DDT 的食物”。

象这样被污染的食物，其数量是非常多的。在一项公共卫生服务处的独立研究中，监狱膳食分析结果揭示出炖干果含百万分之六十九点六 DDT、面包含 100.9 DDT 等这样的问题！

在一般家庭的食物中，肉和任何由动物脂肪制成的食品都含有氯化烃的大量残毒。

这是因为这类化学物质可以溶解于脂肪。在水果和蔬菜中的残毒看来要少一些，这是由于冲洗起了一点作用，最好的方法是摘掉和抛弃象莴苣、白菜这样的蔬菜的所有外层叶子，削掉水果皮，并且不要再去利用果皮或者是无论什么样的外壳。烹调并不能消除残毒。

牛奶是由食品和药物管理条例规定不允许含有农药残毒的少数食品之一。然而事实上，无论什么时候进行抽样核查时，残毒都会检出。在奶油和

其它大规模生产的奶酪制品中残毒量是最大的。在 1960 年对这类产品的 461 个样品进行了化验，表明三分之一含有残毒。食品与药物管理处把这种状况描述为“远远不是鼓舞人心的”。

一个人要想发现不含 DDT 和有关化学药物的食物，看来他必须到一个遥远的，原始的土地上去，还要放弃现代文明的舒适生活才行。这样的土地也许会至少存在于遥远的阿拉斯加北极海岸的边缘地带吧，但一个人甚至在那儿也会看到正逼近而来的那种污染的阴影。当科学家对该地区爱斯基摩人的当地食物进行调查时，发现这种食物不含杀虫剂。

鲜鱼和干鱼；从海狸、白鲸、美洲驯鹿、麋、北极熊、海象身上所取得的脂肪、油或肉；蔓越桔、鲑浆果和野大黄，所有这一切都完全未被污染。这儿仅有一个例外——来自喜望角的两只白猫头鹰含有少量的 DDT，可能它们是在迁徙过程中得到 DDT 的。

当对一些爱斯基摩人本身的脂肪样品进行抽样分析时，发现了少量 DDT 残毒(百万分之零 - 一点九)。原因是很清楚的。这些脂肪样品是从那些离开其祖居地到昂克里吉的美国公共健康服务处医院去作手术的人身上取来的。在这儿流行着文明的生活方式。就象在大多数人口稠密的城市的食物中含有许多 DDT 一样，在这所医院的食物中也发现含有同样多的 DDT。就当他们在文明世界逗留的期间，这些爱斯基摩人已被打上了农药污染的印记。

由于对农作物普遍地喷撒了这些毒水和毒粉，因而一个必然的事实是，在我们所吃的每一顿饭里都含有氯化烃。假若农夫细心地遵守标签上的说明，那么使用农药所产生的残毒不会超过食品与药物管理处所规定的标准。暂且先不考虑这些残毒标准究竟是否如他们所说的那样“安全”，一个众所周知的事实是，农民们经常地在临近收获期的时候使用超过规定剂量的农药，并且想在那儿用就在那儿用；另一方面，这也说明人们都不屑去看那些小巧的说明标记。

甚至连制造农药的工业部门也认为农民经常滥用杀虫剂，需要进行教育。农用工业的一家主要商业杂志最近声称：“看来许多使用者不懂得如果使用农药超过了所推荐的剂量，他们就会失去耐药性。另外，农民可以一时兴起的随意在许多农作物上使用杀虫剂。”

在食品与药物管理处的卷宗中所记载的这种越轨行为已达到一个令人不安的数量。

有一些例子说明了对于指示的漠视态度：一位种莴苣的农民，他在临近莴苣收获时不是施用一种，而同时施用了八种不同的杀虫剂。一位运货者在芹菜上使用了剧毒的对硫磷，其剂量相当于最大容许值的五倍。尽管在莴苣上不允许带有残毒，种植者们仍使用了在所有氯化烃中最毒的异狄氏剂。菠菜也在它收获前的一周中被喷撒了 DDT。

也有偶然和意外污染的情况。大量装在粗麻布袋中的绿咖啡也被污染了，因为当它们在船上运输时，这只船上也同时装有一些杀虫药货物。存在仓库里的包装食物遭受到 DDT、高丙体六六六和其它杀虫剂多次空中喷撒处理，这些杀虫剂可以进入被包装的食物中，而且达到一定的数量。这些食物在仓库中存放的时间越长，污染的危险就越大。

“难道政府就不保护我们免于遭受这些危害吗？”对这样一个问题的回答是：“能力有限。”在保护消费者免遭杀虫剂危害的活动中，食品与药物管理处由于两个原因而大受限制。第一个原因是该管理处只有权过问在州际进

行贸易运输的食品；它完全无权管辖在一个州内部种植和买卖的食物，不管其中有多少违法乱纪的事。第二个原因是一个明摆着的事实，即在这个管理处的办事员为数甚少，他们不足六百个人！却要从事十分繁杂的工作，根据食品与药物管理处的一位官员谈，仅仅只有极少量的州际贸易的农产品（远小于百分之一）能够利用现有设备进行抽样检查，这样取得的统计结果是有漏洞的。至于在一个州内生产和销售的食物，情况就更糟了，因为大多数州在这方面根本没有完整的法律规定。

由食品与药物管理处所规定的污染最大容许限度（称为“容许值”）有明显的缺陷。

在这种使用农药的盛行风气下，这一规定仅仅是一纸空文，它反而造成了一种完全不真实的印象，即安全限制已经确定并且正在坚持下去。至于说到人们允许毒剂的毛毛雨撒到食物上其安全性如何，有许多人根据充分的理由辩论认为没有一种毒剂是安全的或是人们想要加在食物上的。为确定容许值标准，食品与药物管理处重新审查了这些毒剂对实验动物的试验结果，然后确定了一个污染的最大容许值，这个值远小于引起实验动物出现中毒症状的需要量。这一系列被用来确保安全的容许值，是与大量重要的事实相违背的。一个生活在受控制的、高度人为化的环境中的实验动物，食以一定量的特定农药，其情况与接触农药的人是有很大区别的。人所接触的农药不仅种类多，而且大部分是未知的、无法测量的和不可控制的。即使一个人的午餐色拉的莴苣菜中含有百万分之七的 DDT 是“安全的”，那么在这顿饭中，人还吃其它食物，在每一种其它食物中都含有一定量的不超过标准的残毒；另外正如我们已经知道的，通过食物摄入的杀虫剂仅仅是人的全部摄入量的一部分，并且可能是很少的一部分。这种多种渠道而来的化学药物的叠加就构成了一个不可测量的总摄入量。因此，讨论在任何单独一种食物中残毒量的“安全性”是毫无意义的。

另外还有一些问题。有时这些容许值是在违背食品与药物管理处的科学家所做出的正确判断的情况下被确定下来的。这些科学判断将在本书后文中引证。或者这些容许值的确定是以有关化学药物的不充分的知识为根据的。在对实际情况有了更多的了解之后，这种容许值后来就不再被重视，甚至被弃而不用，不过那已是公众遭受这些化学药物明显危害许多月或许多年之后的事了。曾给七氯定了一个容许值，后来又不得不把这个容许值取消了。在一种化学物质被登记使用之前，由于没有野外实用分析方法，因而，寻找残毒的检查终归失败了。这一困难极大地阻止了对蔓越桔业氨基噻唑的残毒检查工作。

对于某种普遍应用于种子处理的灭菌剂也同样缺少分析方法。如果在种植季节结束时这些种子仍未被用到地里的话，它们就可能被用来作为人们的食物。

然而事实上，确定容许值将意味着允许供给公众的食物受到有毒化学物质污染，这样做可以使农民和农产品加工者因降低成本和获得好处而高兴，然而却不利于消费者，消费者必须增加纳税以支持警察局去查证落实他们是否会得到致死的剂量。不过要干这件查证工作可能要付出超过任何立法官工资的钱，以用于了解农药的现用量与毒性的情况。其结果，倒霉的消费者付出了税钱，而仍然在摄入不受人们注意的那些毒物。

如何解决呢？首先是取缔氯化烃、有机磷组和其它强毒性的化学物质

的容许值。这一建议将会马上遭到反对，因为它将加在农民身上一个不可容忍的负担。不过象现在这样所要求的，如果能在各种各样的水果和蔬菜上按百万分之七的 DDT、或百万分之一的对硫磷、或百万分之零点一的狄氏剂的要求使用农药，以便它们只留下合乎容许值的毒量，那么为什么不可以更加当心地完全防止任何残毒的出现呢？事实上，现在对一些化学药物正是这样要求的，例如用于某些农作物的七氯、异狄氏剂、狄氏剂等。假若对上述农药可以实现这一点，为什么对所有的农药不可以都这样要求呢？但是这不是一个彻底和最终的解决办法。一个纸面上的容许值是没有价值的。当前，如我们所知，州际运输的食物有 99%以上都在没有检查的情况下溜过去了。因此还迫切需要建立一个警惕性高、积极主动的食品与药物管理处，扩大检查人员的队伍。然而，这样一种制度——先有意地毒化了我们的食物，然后又对这一结果施加司法管理——使人不能不想起路易士·卡罗尔的“白衣骑士”，这个白衣骑士想出“一个计划去把一个络腮胡子染成绿色，然后再让他不离手地使用一把巨大的扇子，于是这些络腮胡子就不会再被人看见了”。最终的回答是少用一些有毒化学物质，这样做就会使滥用这些化学物质所引起的公众危害迅速减少。现在已存在着这样一些化学物质：如涂虫菊酯、鱼藤酮、鱼尼汀和其它来自植物体的化学药物。除虫菊酯的人工合成代用品最近也已经被发展出来了，这样，如果我们使用除虫菊酯，就不会感到不够用。向公众宣传教育所出售的chemical 物质的性质是极为需要的。一般买主都会被各种可用的杀虫剂、灭菌剂和除虫剂的庞杂阵势搞得完全手足无措，没有办法得知哪些是致死的，哪些是比较安全的。

此外，为了促使这些农药变成危险性较小的农业杀虫剂，我们应该勤奋地探索非化学方法的可能性。现在正在加利福尼亚进行实验，研究对一定类型昆虫具有高度专一性的一种细菌所引起的昆虫疾病在农业上的应用。这种方法的扩大实验目前正在进行。现在存在着极大的其它可能性使用不在食物中留下残毒的方法来对昆虫进行有效的控制。

(请阅第十七章)从任何人之常情的标准来看，在这些新方法大规模地代替了老方法之前，我们将不可能从这种不可容忍的情况中得到任何安慰。从目前情况来看，我们所处的地位比波尔基亚的客人们好不了多少。

## 十二 人类的代价

化学药物的生产起始于工业革命时代，这个生产高潮现在已在我们的环境中涌起，随之，一个激烈的变化已作为最严重的公共健康问题而出现。在这种公共健康问题出现之前，仅仅在昨天，人类还生活在对天花、霍乱和鼠疫等天灾的担惊受怕之中，这些天灾曾经一度横扫了各民族。现在我们主要关心的已不再是那些曾一度在全世界引起疾病的生物；卫生保健、更优越的生活条件和新式药物已经使我们在很大程度上控制住了传染性疾病。今天我们所关心的是一种潜伏在我们环境中的完全不同类型的灾害——这一灾害是在我们现代的生活方式发展起来之后由我们自己引入人类世界的。

环境健康的一系列新问题的产生原因是多方面的——一是由于各种形

式的辐射，二是由于化学药物在源源不断地生产出来，杀虫剂仅是其中的一部分。现在这些化学药物正向着我们所生活的世界蔓延开来，它们直接或间接地、单个或联合地毒害着我们。这些化学药物的出现给我们投下了一个长长的阴影，这一阴影并非吉祥，因为它是无定形的和朦胧的；这一阴影令人担忧，因为简直不可能去预测人的整个一生接触这些人类未曾经验过的化学和物理作用物的后果。

美国公共健康服务处的大卫·普莱士博士说：“我们大家在生活中部经常提心吊胆怕某些原因可能恶化我们的环境，从而使人类变成一种被淘汰的生物而与恐龙为伍。”有人认为我们的命运也许在明显危害症状出现之前的二十年或更早一些时间中就已经被决定了。这一个看法使有前面那些想法的人变得更为不安。

杀虫剂与环境疾病分布的相关性表现在什么地方呢？我们已经看到它们现已污染了土壤、水和食物，它们具有使得河中无鱼、林中无鸟的能力。人是大自然的一部分，尽管他很不愿意承认这一点。现在这一污染已彻底地遍布于我们整个世界，难道人类能够逃脱污染吗？

我们知道，如果一个人与这些化学药物单独接触，只要摄入的总剂量达到一定限度，他就会急性中毒的。不过这不是主要问题。农民、喷药人、航空员和其他接触一定量的杀虫剂的人员的突然发病或死亡是令人痛心的，更是不应该发生的。无形污染我们世界的农药，被人少量吞食后所造成的危害是有潜伏期的，因此为全体居民着想，我们必须对这一问题倍加重视，研究解决。

负责公共健康的官员们已指出：化学药物对生物的影响是可以长期积累的，并且对一个人的危害取决于他一生所获得的摄入总剂量。正因如此，这种危险很容易被人忽视。

人们一惯轻视那些看来可能给我们未来带来危害的事物。一位聪明的医生莱因·达宝斯博士说：“人们平常只对症状明显的疾病极为重视。正因如此，人类一些最坏的敌人就会从从容容地乘隙而入。”

这一问题对我们每个人来说，正如同对密执安州的知更鸟或对米拉琪的鲑鱼一样，是一个互相联系、互相依赖的生态学问题。我们毒杀了一条河流上的可厌的飞虫，于是鲑鱼就逐渐衰弱和死亡。我们毒死了湖中的蚊蚋，于是这些毒物就在食物链中由一环进入另一环，湖滨的鸟儿们很快就变成了毒物的牺牲品。我们向榆树喷了药，于是在随后而来临的那个春天里就再也听不到知更鸟的歌声了，这不是因为我们直接向知更鸟喷了药，而是因为这种毒物通过我们现在已熟知的榆树叶——蚯蚓——知更鸟一步步地得以转移。上述这些事故是记录在案的、可以观察到的，它们是我们周围可见世界的一部分。

它们反映出了生命或死亡的联系之网，科学家们把它们作为生态学研究。

不过，在我们身体内部也存在着一个生态学的世界。在这一可见的世界中，一些细微的病原产生了严重的后果；然而，平常似乎不易看出这种后果与那些病原之间的联系，因为病原出现在身体的部位离最初出现损伤的地方很远。有关当前医学研究动态的一个近期总结说：“在一个小部位上的变化，甚至在一个分子上的变化都可能影响到整个系统，并在那些看来似乎无关的器官和组织中引起变化。”对一个关心人类身体神秘而又奇妙功能的人

来说，他会发觉原因和后果之间很少能够简单、容易地表现出联系来。它们可能在空间和时间上部完全脱节。为了发现发病与死亡的原因，要依靠将许多看来似乎孤立的、相互无关的事实耐心地联系在一起，这些事实是通过在广阔的、相互无关的许多领域中进行非常大量的研究工作而取得的。

我们习惯于找寻那些明显的、直接的影响，而不研究其它方面。除非这一影响以一种无法否认的明显形式急骤地出现，否则我们总要否认危害的存在。由于没有适当的方法去发现危害的起源，因而，甚至连研究人员也受罪。缺少充分精密的方法去在症状出现之前发现危害，这是医学中尚未解决的一个大问题。

有人会反驳说：“不过，我已经多次将狄氏剂喷撒到草地上，而我从来没有象世界卫生组织的喷药人那样发生过惊厥，所以狄氏剂对我没有伤害。”事情并不是那么简单。

一个处理这类药物的人，毫无疑问地会使毒物在他身体内积累起来，虽然并没有发生突然的和引人注目的症状。正如我们所知，氯化烃在人体的贮存是通过极小的摄入量而逐渐积累起来的，这些毒性物质进入到身体的所有含脂肪的组织中。只要脂肪在人体中积存起来，毒物就会很快进驻。一个新西兰的医学杂志最近提供了一个例子：一个正在接受肥胖症治疗的人突然出现中毒症状；通过检查，发现他的脂肪中含有积累的狄氏剂，而这些狄氏剂在他减轻重量的过程中已发生了代谢转化。同样的情况也可以发生在由于疾病而失重的人身上。

另一方面，毒物积累的影响也可能是不明显的。几年之前，美国医学学会杂志对能够贮存在脂肪组织中的杀虫剂的危害发出强烈警告。这个杂志指出那些在组织中有积累性的药品和化学物质比起那些不具有积累倾向的物质更加需要小心对待。我们被警告说，脂肪组织不仅仅是一个贮存脂肪的地方(脂肪占身体重量约 18%)，而且还有许多重要的功能，积累的毒物可能干扰了这些功能；况且，脂肪非常广泛地分布在全身的器官和组织中，甚至是细胞膜的组成部分。因而，记住这一点也是很重要的，脂溶性杀虫剂可以贮存到个体细胞中，它们在那儿能够扰乱氧化和能量产生的极为活跃的和人体必需的功能。

这一问题的重要性在下一章再谈。

关于氯化烃杀虫剂最值得注意的事实之一是它们对肝脏的影响。在人体所有器官中，肝脏是最不寻常的。从它的功能的广泛性和必不可少性来看，肝脏的作用是无可匹比的。

肝脏控制着许多要害的机体活动，因此即使它稍受危害也极可能引起严重后果。它不仅产生胆汁去消化脂肪，而且它具有重要的位置和特殊的循环渠道，这些渠道都聚集到肝脏中来，这样，肝就能够直接得到来自消化道的血液，它由此而深刻地参与了所有主要食物的新陈代谢。它以胆糖的形式来贮存糖份，而以葡萄糖的形式释放出严格定量的糖份，以此保持血糖的正常水平。它制造了身体中的蛋白质，其中包括一些十分重要的、与血液凝结有关的血浆组分。肝脏在血浆中保存着胆甾醇的固有水平，当雄性激素和雌性激素超过正常水平时，肝脏就会起钝化激素的作用。肝脏是许多维生素的贮存地，反过来一些维生素也有助于肝脏保持自己的正常功能。

如果缺少一个正常起作用的肝脏，那么人体就会被解除武装——无法防御不断侵入身体的各种各样毒物，其中一些毒物是正常新陈代谢的副产

品，肝脏能够迅速、有效地去掉这些毒物中的氮元素，从而使这些毒物转为无毒。但是那些外来的异常毒物也可能被肝脏解毒。“无害的”杀虫剂马拉硫磷和甲氧基氯的毒性小于它们的亲族，这仅仅是因为肝脏酶可以处理它们，通过这一处理，它们的分子结构发生了改变，因而它们致毒能力也被削弱了。用同样的方式，肝脏处理了我们所摄入的大部分有毒物质。

我们的抵抗外来毒物和本体毒物的这一防线现在已被削弱，并且正在瓦解之中。一个受到杀虫剂危害的肝脏不仅再不能保护我们免受毒害，而且它的整个多方面的作用都可能被损害。这一后果不仅影响深远，而且由于这种后果变化多端和它们不会立即显示出来，使人们很难看出引起这些后果的真正原因。

由于现在几乎遍地使用导致肝脏中毒的杀虫剂，去观察肝炎的急骤上升是很有趣的。

肝炎的上升开始于本世纪五十年代、并一直持续地波浪式上升。据说肝硬化也在增加。

虽然证明原因甲产生结果乙是件明显困难的事——在人类中证明这件事比在实验动物中证明更困难，但一般简单地认为肝脏疾病增长率与肝脏毒物在环境中的增长之间是不直接相关。究竟氯化烃是不是主要原因，在当前我们接触这些毒剂的情况下，这个问题看来是很难弄清楚的。因为这些毒剂已被证明具有毒害肝脏的能力，据推测还能减低肝脏对疾病的抵抗力。

氯化烃和有机磷酸盐，这两种主要的杀虫剂都直接影响神经系统，虽然作用方式有所区别，这一点已经通过大量的动物实验和对人类的观察搞清楚了。DDT 作为首先广泛使用的一种新型有机杀虫剂，它的作用主要是影响人的中枢神经系统；小脑和高级运动神经外鞘被认为是主要受影响的区域。根据一本标准的毒物学教科书记载，诸如刺痛感、发热、搔痒，还有发抖，甚至惊厥等感觉都可能由于接触了足够量的 DDT 而出现。

我们对 DDT 引起的急性中毒症状的第一次认识是由几位英国研究者所提供的，他们为了解 DDT 的作用后果，有意地让自己暴露于 DDT 中。两个英国皇家海军生理实验室的科学家通过与覆盖着水溶性涂料墙壁的直接接触让皮肤吸收 DDT，这些涂料含有 2% 的 DDT。这些 DDT 是附在一层薄薄的油膜中涂上去的。DDT 对神经系统的直接影响在他们关于他们症状的口头叙述中是很清楚的：“困倦、疲劳和四肢疼痛是很真实的事情，精神状态也极为烦恼……易受刺激，讨厌任何工作，当遇到最简单的思考课题时，感到脑子不够用，这些痛苦交织在一起常常是相当巨大的。”

另外一位曾在自己皮肤上涂抹 DDT 丙酮溶液的英国实验者报告说，他感到四肢沉重和疼痛，肌肉无力，而且有“明显的神经性紧张痉挛”。他休息了一个假期，身体有所好转；但当他回到工作岗位后，他的状况又恶化了。而后，他在床上病倒了三星期并受到持久的四肢疼痛、失眠、神经紧张和极度忧虑感觉的折磨。当战慄动摇他全身的时候，这种战慄使表现出的全部症状看来与鸟类受 DDT 中毒的景象十分相似。这位实验者 10 周未能工作，在一年年底，当他的病例被在一个英国医学杂志上报道出来时，他还未完全复原。（除了这一证据，一些在自愿者身上进行 DDT 实验的美国研究者不得不应付受实验者们关于头痛和“明显的属于神经起因”的“每处骨头都疼”的诉苦。）

现在接受实验者们有许多病例记录，在这些记录中，病情的症状和整

个发病过程都指示出杀虫剂是发病原因。这些典型的患者都曾经在某种杀虫剂中暴露过，在采取了将所有的杀虫剂从环境中消除掉等处理措施之后，病状就会消失。更加意味深长的是，只要再和这些罪恶的化学物质相接触，病情又会复发。作为对一种疾病进行医学治疗的根据，这种证据已足够了。这种证据完全能起到警告作用，使我们认识到明明知道有危险而偏要冒着危险去把环境浸透于杀虫剂之中，我们的冒险行动是愚蠢的。

为什么所有处理和使用杀虫剂的人没有表现出一种相同的症状呢？造成这种情况的原因是个体敏感性问题。有一些证据表明，妇女比男人更敏感，年轻人比成年人更敏感，那些经常在室内坐着不动的人比那些过着露天劳动或艰难生活的人更为敏感。除这些差别之外，还有一些客观存在的差别，尽管它们是没有规律的。是什么原因使得一个人对于尘或花粉呈变态反应，或者对某一种毒物敏感，或者对某一种传染病容易感染，其答案是一个医学上至今还没有解决的奥秘。然而这一问题客观存在着，并影响着大量的人群。一个医生估计，他们病人中的 1/3 或更多的人表现出一些过敏症状，并且这种人的数量还正在增长着。不幸的是，过敏性在人体中可以突然地、急促地使抗过敏性发展起来。

事实上，一些医学人员相信，断续地暴露于化学药物中可以产生正是这样的敏感性。如果这是真实的，加么它就可以解释，为什么在遭受职业性持续暴露的人身上进行的一些研究几乎没有发现什么中毒的迹象。由于持续的与这些化学药物接触，这些人们产生了抗过敏性，这正如一个变态反应学者通过给病人反复地用小剂量注射致敏药物，而使他的病人产生抗过敏性一样。

人与在严格控制下生长的实验动物不一样，人从来不会一直只暴露在一种化学药物之中，这个现实情况使研究杀虫剂致毒的全部问题变得极为麻烦，难以解决。在几种主要的杀虫剂之间，在杀虫剂和其他化学物质之间，存在着能够产生重大影响的相互作用。

另外，当杀虫剂进入土壤、水或人体血液之后，这些化学物质不会保持孤立状态；它们在那儿发生了神秘的、不可见的变化，借助于这些变化，一种杀虫剂可以改变另一种杀虫剂的危害能力。

甚至在两种主要的杀虫剂之间也存在着相互作用，而通常人们认为它们都是在完全独立地起作用的。如果人体事先曾暴露于伤害肝脏的氯化烃的话，对神经保护酶——胆碱酯酶起作用的有机磷类毒物的能力可能变得更强大。这是因为当肝功能被破坏以后，胆碱酯酶的水平降低到正常值以下；那时，这一外加的受抑制的有机磷作用将可能强大到足以促使严重症状出现。而且如我们所知，成对的有机磷彼此间的相互作用甚至可以使它们的毒性增长百倍。或者，有机磷可以与各种医药、人工合成物质、食物添加剂相互作用——对当前提供给我们世界的无穷无尽的人造物质，谁还能再说什么呢？一种推测具有无毒性质的化学物质的作用可以在另一种化学物质的作用下而急骤发生变化；一个最好的例子是 DDT 的一个被称为甲基氯氧化物的近亲，（实际上，甲基氯氧化物并不象人们通常所说的那样没有毒性，最近对实验动物的研究证明它对子宫有直接作用，并对一些很有用的粘液性激素有阻碍作用——这再一次提醒我们：这些化学物质具有极大的生物学影响。其他研究工作表明，甲基氯氧化物对肾脏有致毒能力。）由于当单独摄入甲基氯氧化物时，它不会大量蓄积于体内，所以我们说甲基氯氧化物是一种安全的化

学物质。不过？这样说未必符合实际。如果肝脏已被其它原因损害，甲基氯氧化物就会蓄积在人体内高达其正常含量的 100 倍，那时它将与 DDT 的作用一样对神经系统具有长期持续的影响。然而，引起这一肝脏损害的后果可能很轻微，因此很容易被人忽视。它也可以是一个平常情况的结果——使用另一种杀虫剂，使用一种含四氯化碳的洗涤液，或服用一种被称之为镇静药的东西，这些东西大部分(不是全部)是氯化烃类，并且具有损伤肝脏的能力。

对神经系统损害并不只局限于急性中毒作用；它也可以受到暴露后的后遗影响。与甲基氯氧化物和其他化学物质有关的对大脑和神经的长期后遗损害已经有过报道。狄氏剂除了它的急性作用结果外，还有长期的后遗影响，诸如“健忘、失眠、作恶梦、直至颠狂。”根据医学发现，六氯联苯大量地积蓄在大脑和重要的肝组织中，而且可以诱发“对神经系统的神秘的长期后遗作用”。甚而，六氯苯这种化学物质大量地被用于汽化器，这种设备能源源不断地将挥发性杀虫剂的蒸汽倾入家舍、办公室和饭店。

通常认为只具有急性的、较激烈表现的有机磷，也具有对神经组织产生后遗性物理损害的能力，而且与近代发现相符，它可以引起神经错乱。各种各样后遗的麻痹症随着这种或那种杀虫剂的使用而出现了。约在本世纪三十年代禁酒时代里，在美国发生的一件奇事已经预兆着将要发生的事情。这件奇事的发生不是由于杀虫剂，而是由于一种在化学上属于与有机磷杀虫剂同类的物质。在那期间，一些医用物质被当作酒的代用品，以避开禁酒法律。这些物质之一是牙买加薑。由于“药用酒精之类”产品昂贵，于是分装商想出一主意用牙买加薑作为代用品。他们干得如此巧妙，以致于他们的假货通过了一定的化学检验，并且骗过了政府的化学家。为了给他们的不法薑水增加必要的强烈气味，他们又加入了一种叫作三原甲基磷的化学物质。这种化学物质如同马拉硫磷及其同类一样，能破坏保护性的胆碱酯酶。饮用这种分装商的产品后果是大约一万五千人因腿肌肉麻痹而成了持久性的跛子，现在称这种病状为“薑瘫”。随着这种麻痹症还出现两种症状，神经鞘的损伤和脊骨索状组织的原有触角的细胞变性。

大约 20 年之后，其他各种各样的有机磷作为杀虫剂付诸使用了，正如我们所看到的，很快就出现了使人回想起“薑瘫”这个历史插曲的新病例。一个病例是个德国温室工人，他在使用马拉硫磷之后不时出现中毒症状，在他经历了这些温和的中毒症状几个月之后，便出现了麻痹症。然后，有一群来自三个化学工厂的工人由于暴露于有机磷类的其他杀虫剂而出现了严重中毒。他们经过治疗得到了恢复，不过十天以后其中二人出现了腿部肌肉萎缩。这个症状在其中一个人身上持续了 10 个月；而另一个年青女化学家遭遇更惨，她不仅两腿瘫痪，而且也影响到手和臂。两年之后，当她的病例被报道在一个医学杂志上时，她仍不能工作。

应对这些病例负责任的那些杀虫剂已从市场上取消了，不过目前还在使用着的一些杀虫剂可能具有同样的伤害能力。为花园工人喜爱的马拉硫磷在小鸡的实验中已导致严重的肌萎缩。这个症状(正如“薑瘫”一样)是由坐骨神经鞘和脊骨神经鞘损伤所引起的。

由于有机磷酸盐中毒所造成的这些后果，如果它们没有引起死亡的话，它们也会是进一步恶化的一个前奏。由这些侵害神经系统的严重危害来看，这些杀虫剂最终必然会与精神疾病联系起来。最近，麦尔保大学和麦尔保亨利王子医院的研究人员已发现了这种联系，他们报道了 16 个精神病例。

所有这些病例都有着长期暴露于有机磷杀虫剂的病史。其中三名是核查喷药效果的科学家；大名在温室工作过；五名是农场工人。他们的症状变化包括从记忆衰退到早发痴呆和郁闷反应。在这些人长期使用的农药象飞旋镖一样最后又打到了他们自己身体上，而在击倒他们之前，他们都有正常的体检记录。

据我们所知，与此类似的情况在各种医药文献中报道得很多，有的与氯化烃有关，有的与有机磷有关。错乱、幻觉、健忘、狂躁——这就是为了暂时的消灭一些昆虫所付出的沉重代价；只要我们坚持使用那些直接摧残我们神经系统的化学药物，我们就将继续被迫付出这一代价。

### 十三 通过一扇狭小的窗户

生物学家乔治·渥特曾经把他从事的一项极为专门化的研究课题——“眼睛的视觉色素”比作是“一扇狭小的窗户，一个人离这扇小窗户比较远，他就只能看见窗外一点亮光。但当他向窗户走近些时，他所看到的窗外景象就越来越多；直到最后，当他贴近窗户时，他能够透过这个狭小的窗户看到整个宇宙。”

这就是说，我们应该把我们研究工作的焦点先放在人体的个别细胞上，再放在细胞内部的细微结构上，最后再放在这些机构内部的基础反应上——只有当我们这样做的时候，我们才能够领悟到偶然将外部化学物质引入我们体内环境所带来的严重长远影响。

医学研究仅仅在最近才注意到对个体细胞在产生能量过程中的功能研究，这种能量是生命存在所办不可少的。人体内能量产生的非凡机制不仅仅对健康是个根本问题，对整个生命也是如此。它的重要性甚至胜过了最重要的器官，因为没有正常的和有效的产生能量的氧化作用功能，身体中的任何机能都不能发挥作用。然而许多用于消除昆虫、啮齿动物和野草的化学药物都具有这样的特性：它们可以直接打击氧化作用，并且破坏这一系统奇妙的功能。

使我们对细胞氧化作用能有现在这个认识的研究工作是全部生物学和生物化学中最令人难忘的成就之一。在这一工作上取得成就的人员名册中包括着许多诺贝尔奖金获得者。在四分之一世纪的时间内，它凭靠着一些成为它的奠基石的更早期工作，一直在一步一步地不断前进着。现在，几乎在所有的细节方面都还有待深入。仅仅在最近十年内，全部研究工作才形成了一个整体，这才使生物氧化作用变成了生物学家普通知识中的一部分。然而更重要的一个事实是，在 1950 年之前，具有基本训练的医学人员，甚至没有机会去实际体会这一生物氧化作用破坏所引起的变化和危害的深刻重要性。

能量的产生并不是由任何专门化了的某一器官来完成的，而是由身体的所有细胞来完成的。一个活的细胞就像火焰一样，通过燃烧燃料去产生生命所必需的能量。这一比喻的诗意虽好，但精确性不足，因为细胞仅仅是在产生人体维持正常体温所需适当热量的条件下完成它的“燃烧”的。于是，千千万万个这样温和地燃烧着的小小火焰产生出了生命所需的能量。化学家

尤金·拉宾诺维奇说：如果这些小火焰都停止了燃烧，那么“心脏再不能跳动、植物再不能抵抗重力向上长，变形虫不再游泳，再没有感觉能通过神经奔跑，再没有思想能在人的大脑中闪现。”在细胞中，物质转化为能量是一个川流不息的过程，是自然界更新循环之一，真像一个轮子不停地转动着。以葡萄糖形式存在的糖燃料一粒儿一粒儿地、一个分子一个分子地填进了这个轮子，在循环的过程中，这些燃料分子就经历了分解和一系列细微的化学变化。这些变化很有规律地一环扣一环地进行着，每一环节都由一种具有专业化功能的酶支配和控制着，这种酶只干这一件事，其它什么都不管。在每一环节中部有能量产生和废物(二氧化碳和水)排出，经过变化了的燃料分子又被输送到下一阶段。当这一转动的轮子转够一圈时，燃料分子耗尽而进入一种新状态，在这种状态中，它随时可与新进入的分子结合起来并重新开始这个循环。

这一过程是生命世界的奇迹之一。在这一过程中，细胞就像一个化学工厂一样进行生产活动。这真是一个奇迹，所有发挥作用的部分都是极小的，细胞本身几乎都十分微小，只有借助于显微镜才能看到。更为甚者，氧化作用的大部分过程是在一个很小的空间内完成的，即在细胞内部被称为线粒体的极小颗粒内完成的。虽然人们知道这种线粒体已有 60 年之久，然而它们过去、一直被看成是起着未知的、可能不重要作用的细胞内的组分而被忽视。仅仅在本世纪五十年代，对它们的研究才变成了一个激动人心而富有成果的科学领域；它们突然开始引起了巨大的注意，单单在这一课题内，五年期间就出现了 1000 篇文章。

人类揭示了线粒体的奥秘，又一次表现出其卓越的创造才能和顽强的毅力。试想这样一种极小的微粒，即使通过一个放大 300 倍的显微镜，也难以看到；但现在居然有这样一种技术，用这种技术能将上述微粒与其它组分分离，并单独取出它，并对它的组分进行分析，还能确定这些组分的高度复杂的功能。这简直是难以想象的。现在多亏有了电子显微镜，生物化学家技术提高，这项工作终于完成了。

现在已知，线粒体是一个极小的多种酶的包裹体，也是一种包括着对氧化循环所必需的所有酶的可变组合体，这些酶精确地和有序地被安排在线粒体的壁和间隔上。线粒体是一个“动力房”，大部分的能量产生的作用发生在这个动力房中。当氧化作用的第一步和最初几步在细胞浆中完成之后，燃料分子就被引入线粒体。氧化作用就在这儿，得以完成；大量的能量也就在这儿被释放出来。

如果在线粒体中氧化作用的无休止转动的轮子不是为了这一极为重要的目的而转动的话，它就失去其全部意义了。在氧化循环每一阶段中所产生的能量通常被生物化学家称之为 ATP(三磷酸腺酐)，这是一个包括有三组磷酸盐的分子。ATP 之所以能提供能量方面的作用是由于 ATP 能够将它的一组磷酸盐转换为另一种物质，在这一过程中电子来回传递随之产生了键能。这样，在一个肌肉细胞里，当一组末端的磷酸盐被输送到收缩肌时，收缩所需的能量就产生出来了。所以产生了另外一种循环——一种循环中的循环，即 ATP 的一个分子放出一组磷酸盐仅保存二组，变成了二磷酸盐分子 ADP；但是当这个轮子更进一步转动时，另外一个磷酸盐组又会被结合进来，于是强有力的 ATP 又得以恢复。这就如同我们所使用的蓄电池一样，ATP 代表充电的电池，ADP 代表放电的电池。

ATP 是万物皆有的能量传递者，从微生物到人，在所有的生物体内都发现有 ATP，它为肌肉细胞提供机械能，为神经细胞提供电能。精液细胞、准备进入急剧活动状态的受精卵(这种活动将使受精卵发展成为一只青蛙、一只鸟或一个婴儿)、能够产生激素的细胞等，所有这一切都是由 ATP 提供能量的。ATP 的少部分能量用在了线粒体内部，而大部分能量立即被释放到细胞中，为细胞的其他各种活动提供能量。在某些细胞中，线粒体的位置很有利于它们功能的发挥，因为它们的位置能够使得能量精确地传送到需要它的各个地方。在肌肉细胞中，它们成群地环绕在收缩肌纤维周围；在神经细胞中，它们被发现位于与其它细胞的邻接处为兴奋脉冲的传递提供能量；在精子细胞中，它们集中在推进尾与头部连结的地方。

给 ATP — ADP 电池充电的过程，就是氧化作用中的偶合过程：在这个电池中 ADP 和自由态的磷酸盐组又被结合成为 ATP，这一个紧密的结合就是人们所叫作的偶合磷酸化作用。

如果这一结合变为非偶合性的，这就意味着失去了可用来供给的能量，这时，呼吸还在进行，然而却没有能量产生，细胞变成了一个空转马达，发热而不产生功能。那时肌肉就不能收缩了；脉冲也不能够沿着神经通道奔跑了；那时精子也不能运动到它的目的地了；受精卵也不能将它的复杂分化和它煞费苦心的作品完成。非偶合化的结果可能对从胚胎到人的所有的有机体都是一个真正的灾难，有时它可能导致组织，甚至整个有机体的死亡。

非偶合化是怎样发生的呢？放射性是一个偶合作用的破坏者。有些人认为曾暴露于放射线中的细胞的死亡就是由于偶合作用破坏造成的。不幸的是，大量的化学物质也具有这种阻断产生能量的氧化作用的能力，而杀虫剂和除草剂都是这类化学物质的典型代表。据我们所知，苯酚对新陈代谢具有强烈作用，它所引起的体温升高具有潜在性的致命危险；这种情况是由非偶合作用的结果——“空转马达”所引起的。二硝基苯酚和五氯苯酚是这类被广泛用作除草剂的化学物质的例子。在除草剂中，另外一个偶合作用的破坏者是 2,4-D。在氯化烃类中，DDT 是一个已被证实的偶合作用破坏者，如果进一步研究的话，将可能在这类物质中发现另外的破坏者。

不过非偶合作用并不是扑灭体内千百万个细胞的小火焰的唯一原因。我们已经知道，氧化作用的每一步都是在一种特定的酶的支配和促进下进行的。当这些酶中的任何酶——甚至是单独的一种酶被破坏或被削弱时，细胞中的氧化循环就要停止。不管哪种酶受到影响，其后果都是一样。处在循环中的氧化过程正象是一只转动的轮子，如果我们将一个铁棍插入这个轮子的辐条中间，不管我们具体插在那两根辐条之间，所造成的结果都是一样。同样的原因，如果我们破坏了在这一循环中任何一点上起作用的一种酶，氧化作用就要停息了。那时就再没有能量产生出来，其最终结果与非偶合作用非常相似。

许多通常用作杀虫剂的化学物质就是这种破坏氧化作用转轮的铁棍子。DDT、甲氧氯、马拉硫磷、吩噻嗪和各种各样的二硝基化合物都属于那些能妨碍与氧化作用循环有关的一种或多种酶的杀虫剂，正大量使用着。它们就这样作为一种潜在作用而出现了。它们能够阻止能量产生的整个过程，并剥夺细胞中的可用氧。这一危害会带来大量灾害性的后果，在这儿只能提及其中很小的一部分。

实验人员仅仅依靠系统地抑制氧供应，他们就能将正常细胞转化成为

癌细胞，我们将在下一章看到这部分内容。从正在发育的胚胎的动物实验中可以看出剥夺细胞中的氧所造成的其它激烈后果的一些线索。由于缺氧，组织生长和器官发育的那些有规律的过程就被破坏了；畸形和其它变态随之发生。如果人类的胚胎发生缺氧，它就会发育成先天畸形。

存在着一些迹象说明这类灾难的增加现在正为人们所注意，虽然没有人期望发现其全部原因。作为那个时期更加不愉快的凶兆之一是，人口统计办公室于 1961 年发起了一项全国出生儿畸形填表调查，调查表上附带着一个说明，说明这个统计结果提供了必要的事实来阐明先天畸形的发生范围和产生它们的环境。这方面的一些研究毫无疑问大部分要涉及到测定放射性影响，不过也不应忽视许多化学药物可与放射性产生同样的影响。

人口统计办公室冷酷地预料到，将会在未来的孩子们身上出现的一些缺陷和畸形几乎肯定是由那些渗入我们外部世界和体内世界的化学药物所造成。

情况很可能是，关于生殖作用衰退的一些症状也是与生物氧化作用的紊乱联系在一起的，并且与极重要的 ATP 储存的耗尽有关。甚至在受精之前，卵子就需要大量地被供给 ATP，以准备好去作出那种巨大的努力和付出巨大的能量消耗，一旦精子进入卵子和受精作用发生后，就必须消耗大量的能量。精子细胞是否能够到达和进入卵子将取决于本身的 ATP 供应，这些 ATP 产生于集中在精子颈部的线粒体中。一旦受精过程完成，细胞的分裂就开始了，以 ATP 形式供给的能量将在很大程度上决定着胚胎的发育是否能继续进行直到完成。胚胎学家研究了一些他们最容易得到的材料——青蛙、和海胆的受精卵，发现如果 ATP 的含量减少到一定的极限值之下，这些卵子即停止分裂，并很快死亡。

从胚胎学实验室到苹果树之间并非没有联系，在这些苹果树上的知更鸟窝里保存着它的蓝绿色的全部鸟蛋，不过这些蛋冰凉地躺在那儿，生命之火闪烁了几天之后现在已经熄灭了。另外在高高的佛罗里达松树顶部，那儿有一大堆整齐安放的树枝和木棍，在这个窝里盛着三个大的白色的蛋，这些蛋也是冰凉而无生命的。为什么知更鸟和鹰不去孵蛋呢？这些鸟蛋是否也像那些实验室中的青蛙卵一样仅仅由于缺少普通的能量传递物——ATP 分子而停止发育了呢？ATP 缺乏的原因是不是由于下述原因造成的呢？在亲鸟体内和那些蛋中已经贮存了一定量的农药，足以使供给能量所依赖的氧化作用的小轮停止转动。

不必再去猜测杀虫剂是否已在鸟蛋中积累了，很明显，检查这些鸟蛋比观察哺乳动物的卵细胞要容易一些，不管这些鸟蛋是在实验室条件下还是在野外得到的，只要在鸟蛋中检查出这些农药，就能够发现 DDT 和其它烃类有大量积累，并且浓度很大。在加利福尼亚州进行实验的鸭蛋中含有百万分之三百四十九的 DDT。在密执安州，从死于 DDT 中毒的知更鸟输卵管中取出的蛋内含 DDT 的浓度超过百万分之二百。由于老知更鸟中毒死亡而遗留在鸟窝中的无人关心的蛋中也含有 DDT。遭到邻近农场使用的艾氏剂中毒的小鸡也将这些化学物质传给了它们的蛋，以母鸡进行实验，喂以 DDT，下出来的蛋含有百万分之六十五之多的 DDT。

当我们知道了 DDT 和其它的(也许是所有的)氯化烃通过钝化一种特定的酶或通过破坏产生能量的偶合作用而能够中断产生能量的循环时，我们很难想像，任何一个含有大量残毒的鸟蛋怎么能够完成其发育的复杂过程：细

胞的无限多次分裂、组织和器官的精心构成、合成最关键的物质以最后形成一个活生生的生命。所有这一切都需要大量的能量——即需要由靠着新陈代谢循环的不断进行而产生 ATP 的线粒体小囊。

没有理由去假定这些灾难性事件仅仅局限于鸟类，ATP 是能量的普遍传递者，产生 ATP 的新陈代谢循环无论是在鸟类或在细菌体内，无论是在人体或老鼠体内，它都有着同一效果。因此杀虫剂在任何生物的胚胎细胞中积累的事实将同样有害于我们，它意味着对人类也有相当的影响。

这些化学药物进入了产生胚胎细胞的组织中也意味着同样进入了胚胎细胞本身。

在人工控制条件下的雉、老鼠和豚鼠中，在为消灭榆树病害而喷撒过药的区域的知更鸟中，在活跃在为消灭扒针树花蕾蠕虫而撒过药的西部森林中的鹿体内，在各种鸟和哺乳动物的生殖器官中都已发现了杀虫剂的积累。在一只知更鸟中，DDT 在睾丸中的含量高于体内其他任何部分；雉也在其睾丸中积累了大量的 DDT，超过百万分之一千五百。

在实验的哺乳动物中，可能作为这种 DDT 在生殖器官中积累的后果之一是观察到了睾丸的萎缩。在甲氧氯中最露过的小老鼠，其睾丸异乎寻常的小。当一个小公鸡被饲以 DDT 时，其睾丸只有正常大小的 18%，依靠睾丸激素而发育的鸡冠和垂肉只有正常大小的三分之一。

精子本身也会受到 ATP 缺少的明显影响。实验表明，雄性的精子的活动能力由于食入二硝基苯酚而衰退，因为它破坏能量偶合机制，并不可避免地带来能量供应减小。其它已研究过的化学物质也发现有同样作用。这些对人类可能带来影响的迹象可以在古时候的医学报告中、或在精子产生的衰减中、或在喷撒 DDT 的农业航空喷雾器中都被看到了。

对于作为一个整体的人类来说，比个体生命更加无限宝贵的财富是我们先天所具有的遗传物质，这是我们联系过去和未来的纽带。通过漫长的进化时期的演变，我们的基因不仅把我们人类造就成现在这个样子，而且将凶吉未来掌握在它们微小的形体之内。

然而在当前，人为因素所引起的危害已成为我们时代的一种威胁，“这是对人类文明的最后的和最大的危险”。

化学药物和放射作用又一次表现出了它们严格的而又不可避免的相似。

放射性袭击使得活体细胞遭受到各种伤害，它的正常分裂能力可能被破坏，它的染色体结构可能被改变，或者带有遗传物质的基因可能经历被称之为“突变”的突然变化，这种突变将使细胞在其后代中产生新的特征。如果细胞是极为敏感的，那么这些细胞可能即刻被杀死；否则，这种细胞会在多年时间过去以后最终变成恶性细胞。

这些放射性作用的危害结果在用大量被称为似放射性或似放射作用化学物质所进行的实验研究中已被再现。许多被用作农药、除草剂或杀虫剂的化学物质都属于这一类物质，它们具有破坏染色体的能力，干扰正常的细胞分裂，或者引起细胞突变。这些对遗传物质的伤害能够导致暴露于农药的个体生物患病，也可以以其作用影响后代。

仅仅在几十年之前，还没有人知道放射性的这些作用，也没有人知道这些化学物质的作用；在那些日子里，原子还未曾被分离出来，可以摹仿放射作用的化学物质几乎还没有从化学家的试管里孕育出来。然而到了 1927

年，得克萨斯大学动物学教授 H·J·穆勒博士发现将一个有机体暴露于 X - 射线中，它就能在以后的几代中发生突变。随着穆勒的这一发现，一个科学和医学知识的新领域就被打开了。穆勒以后由于他的成就而获得了医学诺贝尔奖金。后来，这个世界很快就与那种引起纠纷的灰色降尘打交道了，在这个世界上，即使不是一个科学家现在也知道放射性的潜在危害了。

尽管很少有人注意，在四十年代初还有一个随之而来的发现。在爱丁堡大学，卡路特·奥伯契和威廉·罗伯逊在芥子气的研究中，发现这种化学物质造成了染色体的永久性变态，这种变态与放射性所造成的变态无法区别。用果蝇来作实验(穆勒也曾用这种生物进行他的 X 射线影响的早期研究)，芥子气也引起了这种果蝇的突变。这样，第一种化学致变物就被发现了。

现在与芥子气具有同样致变作用时化学物质已有了一个很长的名单，这些化学物已知能改变动物和植物的遗传物质。为了了解化学物质为何能够改变遗传过程，我们必须首先了解当生命处于活的细胞阶段时的基础演变。如果身体要生长，如果生命的源流要一代一代地传下去的话，那么组成体内组织和器官的细胞就必须具有不断增殖的能力。

这种作用是借助于细胞的有丝分裂或核分化过程来完成的。在一个即将分裂的细胞中，具有重要性的变化首先发生在细胞核内，最后扩展到整个细胞。在细胞核内，染色体发生了奇妙地移动和分裂，以便本身排列成为老的式样，这种老的式样可以将遗传的决定因素——基因传递给子代细胞。通过这种方式，每一个新的细胞都将含有一整套染色体，而所有的遗传信息密码就编排在染色体中。借助于这种方式，生物的种属的完整性就被保留下来了；借助于这种方式，龙生龙，凤生凤，老鼠儿子会打洞。

一种特殊类型的细胞分裂发生在胚胎细胞的形成过程中。因为对一定种类的生物来说其染色体数目是一个常数，所以结合形成一个新个体的卵子和精子只能带着一半数目的染色体进入新的结合体中。这一过程借助于染色体行为的变化极为精确地得以完成，这一染色体变化发生于产生新细胞的分裂作用过程中。在这时，染色体自身并不分裂，而是由每对染色体中分离出的一个染色体完整地进入每一个子体细胞。

整个生命发展的关键就被揭示于一个细胞中。细胞分裂的过程对于地球上所有的生命来说都是一样的；无论是人还是变形虫，无论是巨大的水杉还是极小的酵母细胞，如果没有了这种细胞分裂作用，便都不再能够存在了。因而，任何妨害细胞有丝分裂的因素都对有机体的兴旺发展及其后代是一个严重威胁。

“诸如象有丝分裂这样一些细胞组织的主要特征已存在了五亿年之久，也许近于十亿年，”乔治·盖劳德·西蒙森和他的同事彼谭德莱、蒂范尼在他们的内容广博的名为《生命》的一书中写道：“从这个意义上来看，生命世界虽然肯定是虚弱和复杂的，但是它在时间上已是难以置信的经久——甚至比山脉还要经久。这种经久性完全是依靠着几乎难以置信的精确性——遗传信息带着这种精确性由一代复现着一代。”

不过在这千百万年全部过程中，这种“难以置信的精确性”从未遭受过像二十世纪中期由人造放射性、人造及人类散布的化学物质所带来的如此直接和巨大的威胁的打击。

一个卓越的澳大利亚医生、诺贝尔奖金获得者麦克华伦·勃乃特先生

认为上述情况是我们时代的“最有意义的医学特征之一，作为越来越有效的治病手段的、但生命却未曾经验过的化学药物的生产的一个副产品，是使保护人体内部器官免受改变因素危害的整个屏障作用已经越来越频繁地被突破。”

人类染色体的研究还处于早期阶段，所以只是在最近才有可能去研究环境因素对染色体的作用。直到 1956 年由于新的技术的出现才使得精确确定人类细胞中染色体的数目——46 个成为可能，并且使如此细致地观察它们成为可能，这种观察可以使整个染色体或部分染色体的存在与否被检查出来。由环境中某些因素而引起的遗传危害的整个概念相对是比较新的，并且除了遗传学家之外，它很少能够被人们所理解，所以这些遗传学家的意见难得被人们所采纳。以各种形式出现的放射性危害现在已经令人信服地被充分理解了，——虽然有时在一些意外的场合下还被否认。穆勒博士常常感到惋惜的是“不仅有这样多的政府部门的政策制定者，而且有这么多的医学专业人员拒绝接受遗传原则”。

化学物质可以起到与放射性同样作用的这一事实在几乎没有被公众所知晓，同样也没有被大部分医学工作者和科学工作者所了解。由于这种原因，一般所应用的化学物质(更确切来说是实验室中的化学物质)的作用至今尚未得到评价，但对于这些作用作出评价是极为重要的。

在对这种潜在危险作出估计方面，麦克华伦先生并不是孤立的。一位英国杰出的权威皮特·亚历山大博士曾说过：“与放射性有类似作用的化学物质可以代表着比放射性更大的危险。”穆勒博士根据几十年来在基因方面的杰出研究所提出的远景警告说：各种化学物质(包括以农药为代表的那些物质)“能够提高突变的频率像由放射性引起的一样多……在人们暴露于不寻常的化物质的现代情况下，我们的基因遭受这样的致变物的影响已达到了相当程度，然而我们至今对这个程度几乎还一无所知。”

对化学致变物问题的普遍忽视也许是由于这样一个事实，即最初发现化学致变物仅仅是出于学术上的兴趣。氮芥子气始终没有从空中喷撒向整个人群；它的使用是被掌握在实验生物学家或生理学家的手中，他们将它用于癌症治疗。(用这种方法治疗染色体破坏的病人的例子已于最近被报道)但是杀虫剂和除草剂已经在与大量人群密切接触了。

只要对该问题稍加注意，就可以收集到一定数量有关农药的专门资料，这些资料显示出这些农药以多种方式妨害着细胞的重要过程——从微小的染色体损伤到基因突变；并且带来导致最后恶变灾难的后果。

几代暴露于 DDT 的蚊子已转变成为一种被称为雄雌同体的奇怪生物——它是半雄半雌的。

被多种苯酚处理过的植物的染色体遭到了严重毁坏，基因发生变化，出现大量的突变和“不可逆的遗传改变”。当遭受苯酚作用后，突变在遗传实验学的经典材料——果蝇身上也发生了；这些果蝇发生了如此危险的突变，就如同它们被暴露于一种普通的除草剂或尿烷中一样，达到了致死的程度。尿烷属于被称为氨基甲酸酯的那类化学物质，从这类化学物质中正在涌现出日益增多的杀虫剂和其他农用化学物质。有两种氨基甲酸酯已被实际用于防止储藏中的马铃薯发芽，——确切来说是因为它们中断了细胞的分裂作用，这一点已被证实。其中之一的马来酰肼估计是一种强大的致变物。

经六氯联苯(BHC)或高丙体六六六处理过的植物会变得奇形怪状，在它

们的根部带有像肿瘤一样的块状突起物。它们的细胞的体积变大了，这是由于染色体数目的倍增而肿大起来的。这种染色体的倍增现象在未来的细胞分裂中将一直继续进行下去，直到细胞的分裂由于体积过大而不得不停止时为止。

除草剂 2·4 - D 也能在经受处理的植物中产生肿块，使染色体变短、变厚，并聚积在一起。细胞的分裂被严重地阻滞了。这种总影响被认为与 X - 射线所产生的影响十分相似。

这不过只是一点点说明，还可以引证更多的情况。至今还没有开展旨在检验农药这种致变作用的广泛研究。上述被引证的事实都是细胞生理学或遗传学研究的副产品，直接针对这个问题进行研究已是迫不及待的了。

一些愿意承认环境放射性对人体存在潜在影响的科学家却在怀疑致变性化学物质是否同样也具有这种作用。他们引证了大量有关放射性侵入机体能力的事实，然而却怀疑化学物质能否达到胚胎细胞。我们又再一次被这样一个事实所阻拦，即对这一人体内的问题，我们几乎没有多少直接的证据。然而，在鸟类和哺乳动物的生殖器官和胚胎细胞中发现有大量 DDT 积累的现象是一个有力的证据，至少说明氯化烃不仅广泛地分布于生物体内，而且已与遗传物质相接触。宾夕法尼亚州立大学的 D·E·戴维斯教授最近已发现，能够阻止细胞分裂和有限地用于癌症治疗的烈性化学物质也能引起鸟类的不孕。即使达不到致死的水平，这种化学药物也能够中止生殖器官中的细胞分裂。大卫教授已经成功地进行了野外实验。然而，很明显，几乎没有什么理由能使人们希望和相信各种生物生殖器官能够避免环境中各种各样化学物质的侵害。

最近在染色体变态领域中所取得的医学发现是非常令人感兴趣的和意义深远的。在 1959 年，一些英国和法国的研究小组发现他们各自独立进行的研究得出了一个共同的结论，即一些人类疾病的发生是由于正常染色体数目遭到破坏。在这些人所研究的某些疾病和变态中，染色体的数目与正常值不一致。这一情况解释了为什么现在已经知道所有典型的蒙吉型畸形病人都有一个多余的染色体。有时这个多余的染色体是附着在另外的染色体上，所以染色体数目仍保持正常的 46 个。然而一般的规律是，这一个多余的染色体独立存在，从而使染色体的数字达到 47 个。这些病人缺陷发生的原始原因肯定来自前一代。

看来，对于患有慢性白血球增多症的某些病人(不管是美国的还是英国的)来说，起作用的是另外一种机制。在一些血液细胞中已经发现了同样的染色体变态。这个变态包括着染色体的部分残缺。在这些病人的皮肤细胞中，染色体数目是正常的。这个结果表明，染色体的残缺并不是发生在形成了这些生物体的胚胎细胞中，而是仅仅出现在某些特定的细胞中，(在这个例子中，最先遭害的是血液细胞)这个危害是在生物体本身的生活过程中发生的。一个染色体的残缺可能会使它们丧失指挥正常行为的“指令”功能。

自从打开这个新领域之后，与染色体破坏有关的身体发生缺陷的种类和数量以一个惊人速度在迅速增长，至今已超出医学研究的范畴。仅知有一种叫做克兰弗特病的并发症是与一种性染色体的倍增有关。产生此病的生物是雄性的，不过，因为它带有两个 X 染色体(染色体变成 XXY 型，而不是正常的雄性染色体 XY 型)，它就变得有些不正常了。身高极高和精神缺陷通常与在这种情况下所发生的不孕症相伴随。相反，仅仅得到一个性染色体(即

XO 型，而不是 XX 型或 XY 型)的生物体实际上是雌性的，不过缺少许多第二副性征。

这种情况常伴随着各种生理的(而且有时还有精神的)缺陷而出现，当然其原因是 X 染色体带有各种特征的基因。这就是所谓的反转并发症。在这些病被揭晓之前，这些情况已早在医学文献中有描述了。

在关于染色体变态的，课题上的、大量研究工作已由许多国家的工作者所完成。由哥劳斯·伯托博士所领导的一个威斯康星州大学的研究组一直在研究各种先天性变态，这些先天性变态通常包括着智力发育迟缓，看来，这是由于一个染色体的部分倍增而引起的，仿佛是在一个胚胎细胞形成的时候，一个染色体被打碎了，而其碎片未能适当地重新分配。赵种不幸可能会干扰胎儿的正常发育。

根据现有知识，一个完全多余的人体染色体的出现通常是致命的，它能阻止胎儿的生存。在这种情况下已知只有三种方式可以使胎儿继续生存，蒙古型畸形病当然是其中之一；另外，一个多余的附加染色体碎片的存在虽然会造成严重伤害，但不一定是致命的，根据威斯康星州研究者的看法，这种情况可以很好地解释至今尚未被查清的一些病例的本质原因，在这些病例中，一个儿童带着复合的缺陷出生，这些缺陷通常包括着智力发育迟缓。

到目前为止，科学家一直都是在关心与疾病和缺陷发育有关的染色体变态的鉴定工作，而不怎么深究其原因，这是研究工作的一个新课题。假定认为在细胞分裂过程中引起染色体古怪行为的染色体损伤应该由某个单独的因素来负责，这种想法是不妥的。然而，我们难道能够无视这样一个现实吗？——我们现在正使化学物质充满我们的环境，这些化学物质有能力直接打击染色体，并以精确的方式影响染色体，造成上述情况。为了得到一个不生芽的土豆或一个没有蚊子的院落，难道我们付出这样的代价不是过高了吗？

如果我们愿意的话，我们是能够减少对我们基因天性的这种威胁的；这种基因经过了约 20 亿年的活原生质的进化和选择之后，方才进入我们身体，这种基因仅在目前暂时属于我们，以后我们必将把它传给后代。我们现在竟不能保护基因的完整性。虽然化学物质的制造者们根据法律要求检验了他们产品的毒性，但是，法律却没有要求他们去检验这些化学物质对基因的确切影响，所以他们实际上也没有这样去做。

## 十四 每四个中有一个

生物反抗癌症的斗争由来已久，其起源因日久天长已经无法为人所知。不过最初的病因肯定是来自自然环境。在自然环境中，无论有何种生物居住，地球总是受到太阳、风暴和地球古代自然界所带来的各种或好或坏的影响。这个环境中的一些因素制造了灾难，面对这些灾难，生命要么就适应，要么就被淘汰。阳光中的紫外线可以造成恶性病变。从某些岩石中放出的射线也能如此，从土壤或岩石中淋溶出来的砷也能污染食物或饮水。

还在生命出现之前，环境中就已存在着这些敌对的因素；然而生命出现了，并且在经过几百万年时间之后，它已数量大增，种类繁多起来了。经

过了那个属于大自然的、具有宽裕时间的时代，生命达到了与破坏力量相适应的状态；选择性地淘汰了那些适应能力差的生命，而只让那些最具有抵御能力的种类活下来了。这些自然致癌因子现在仍然是产生恶性病变的一种因素，然而它们现在已为数极少，并且对它们那种古老的作用方式，生命从一开始就已经习惯了。

随着人类的出现，情况发生了变化，因为人类不同于其他所有形式的生命，他能够创造产生癌症的物质，这些物质在医学术语上被称为致癌物。许多世纪以来，一些人造致癌物已成为环境的一部分。包含有芳烃的烟尘就是一例。随着工业时代的来临，我们世界已变成了一个一直在不断加速变化的地方。自然环境正被人为环境迅速取代，而这个人为环境是由许多新的化学和物理因素所组成的，其中许多因素具有引起生物学变化的强大能力。人们至今还不能保护自己免受这些由人类自身活动所创造出的致癌物的危害，这是由于人类的生物学遗传性进化缓慢，所以它适应新的情况也很缓慢。其结果是，这些强大的致癌物就能够很容易地击破人体脆弱的防线。

癌症由来已久，但是我们对于癌症的起因的认识一直是很迟缓、很不成熟的。在将近两个世纪之前，伦敦的一个医生首先发现外部的或环境的因素可能引起恶性病变。1775年，波斯渥尔·波特先生宣称，在扫烟囱人中普遍出现的阴囊癌肯定是与积累在他们体内的煤烟有关。他当时还不能够提供出我们今天所要求的那种“证据”，但是近代研究方法现在已将这种致死的化学物质从煤烟中分离出来了，并且证明了他的意见是正确的。

波特发现在人类环境中某些化学物质通过多次皮肤接触、呼吸或饮食能引起癌症。

在其发现后的一个多世纪时间内，这方面的认识并没有多少新的进展。确实，人们早已注意到在康涅尔和威尔士的铜冶炼厂、锡铸造厂里的暴露于砷蒸汽的工人们中间流行着皮肤癌。人们认识到，在赛克索尼的钴矿和波西米亚的乔其尔塞尔铀矿中的工人们患去一种肺部疾病，后来诊断是癌症。然而，这些都是矿区的现象；但在工业本身大规模生产之后，这些产物就侵入到了环境中几乎每一个生命体中。

在十九世纪最后的25年中开始对起源于工业时代的恶性病变有所认识。大约当巴士德正发现微生物是许多传染病病因的时候，另外一些人却正在揭示癌症的化学病因——在撒克逊的新兴褐煤工业和苏格兰页岩工业的工人中间的皮肤癌与其它癌症的发生都是由于职业性地暴露于柏油和沥青。近十九世纪末，已有六种工业致癌物为人所知，二十世纪创造出了无数新的致癌化学物质，并且使广大群众与它们密切接触。在波特研究工作之后的不到两个世纪期间内，环境状况已发生了广泛变化。危险化学物质接触已不仅限于职业性的暴露；这些化学物质已进入了每个人生活的环境中——甚至包括孩子和至今尚未出生者。因而，现在我们看到这种恶性病在急骤增多是毫不值得奇怪的。

这种恶性病增多本身并不仅仅是一种主观想象。1959年7月的人口统计办公室月报报道了包括淋巴和造血组织恶变在内的恶性肿瘤的增长情况，1958年的死亡率为15%，而1900年仅为4%。根据这类疾病的目前发病率来判断，美国癌症协会预计现在活着的美国人有四千五百万个最终要得上癌症。这也就是说每三个家庭中有两人要遭受恶性病的打击。

至于孩子中间出现的这种情况更令人深感不安。25年前，在孩子中出

现癌症被认为是医学上罕见的事。而今天，死于癌症的美国学龄儿童比死于其他任何疾病的数目都多。

情况已变得非常严重，因而波士顿建立了美国第一所治疗儿童癌症的医院。在 1 - 14 岁年龄孩子的死亡总数中有 12% 是由癌症引起的。大量的恶性肿瘤在临床上发现于 5 岁以下的儿童中。然而更加可怕的事是，这种恶性肿瘤在现有已出生或待产的婴儿中大量急骤增多。美国癌症研究所的 W.C. 惠帕博士是一位最早的环境癌症权威，他指出，先天性癌症和婴儿癌症可能与母亲在怀孕期间暴露于致癌因素有关，这些致癌因素进入胎盘，并且作用于迅速发育的胎儿组织。实验证明，愈是年幼动物遭受致癌因素作用，就愈容易得癌。佛罗里达大学的弗兰西斯·雷博士警告说：“由于化学物质混入到食物中，我们可能正在今天的孩子们中引起癌症……我们难以想像在一、两代时间内将会出现什么样的后果。”

在这儿，与我们有关的一个问题是，在我们试图控制自然时所使用的化学物质中，究竟哪些对癌症的发生起着直接或间接的作用。依靠由动物实验得出的结论：我们将看到五种，也可能是六种农药必将肯定被评价为致癌物。如果我们再把那些被某些医生认为会引起人类白血球增多症的化学物质加上去，这一致癌物名单就会大大加长了。在这儿，结论是根据情况推测的，既然我们不能在人体上做试验，结论也只能是如些；但这个结论仍然是令人难忘的。当我们把那些对活体组织或细胞具有间接致癌作用的那些化学物质也包括在内时，那么就会有更多一些的农药加入到这个清单中去。

与癌有关最早使用的农药之一是砷，它以砷酸钠形式作为一种除草剂出现。在人体与动物中，癌与砷的关系由来已久。据惠帕博士在他的“职业性肿瘤”一书中说，有关暴露于砷的后果的一个奇怪的例子是一篇有关此题目的专论。位于西里西亚的雷钦斯坦城，在几乎一千年的时期内，一直是个开采金、银矿的地方，并且几百年来一直也在开采砷矿。几世纪以来，含砷废料堆积在矿井附近，山中流水经过时冲走了废料中所含的砷。地下水也被污染了，砷因而进入了饮用水中。在几个世纪中，当地的许多居民染上一种疾病，后来称之为“雷钦斯坦病”，它是慢性砷作用，能引起肝、皮肤、消化和神经系统紊乱。恶性肿瘤经常与这病同时发生。现在，雷钦斯坦病只具有历史意义了。

因为二十五年以前已改用新水源，砷大部分已从水中清除掉了。同样，在阿根廷的考多巴省，由于来自含砷岩层的饮水已被污染，由此出现了一种引起砷皮肤癌的慢性砷中毒的地方病。

通过长期使用含砷杀虫剂来创造一种与富钦斯坦和考多巴相似的情况并不是件难事。

在美国西北部的种植烟草地区和许多果园地区，以及在东部种植越橘的地区，那儿浸透了砷的土壤都很容易导致供水的污染。

一个受砷污染的环境不仅影响到人，而且同样影响到动物。1936 年，一个很有趣的报告来自德国。在撒克逊的弗雷贝格附近，银和铅的冶炼厂向空气中排放出含砷气体，含砷气体飘向周围农村，并降落在植物上。根据惠帕博士报道，马、母牛、山芋和小猪，它们当然都是以这些植物为食料的，它们都表现出毛发脱落和皮肤增厚。栖息在附近森林中的鹿有时也出现不正常的色素斑点和癌前期的脓肿。一个脓肿就是一个癌的明显的病变。不管是家饲的动物还是野生的动物都受到“砷肠炎、胃溃疡和肝硬变”的影响。

放牧在冶炼厂附近的绵羊出现了鼻窦癌；当它们死去时，在它的大脑、肝和肿瘤中化验出了砷。在这个地区，同样也有“大量昆虫死亡，特别是蜜蜂。下雨以后，雨水冲下了树叶上的含砷尘埃，并把它们一直带进小溪和池塘中，大量的鱼也死掉了。”

属于新型有机农药组的一种致癌物就是一种广泛用于对付螨和扁虱的化学物质。这个农药的历史充分证明尽管法律尽量给民众以保护，但为控制这种中毒情况而提出的法律诉讼进行得太慢，因而在判决前，民众却要多年暴露于一种已知的致癌物之中。从另一个观点来看，这个经过是很有意思的。它证明了今天要求民众接受的，今天看来是“安全得很”，到明天就可能变得危险至极。

1955年，当这种化学物质被引进的时候，制造商就搞出了一个容许值，此容许值允许在用药的粮食作物中出现少量残毒。根据法律的要求，他已在实验动物身上用此化学物质作了试验，并且提交了他的实验结果。然而，食品与药物管理处的科学家们认为这些试验正好显示出这种化学物质可能具有致癌倾向，因此，该处的委员提出了一个“零允许值”，即在跨越州际运输的食物中，在法律上不允许出现任何残毒。不过，制造商有权上诉，因此这一案子被委员会重新审查。这个委员会作出了一个拆衷决定：一方面确定容许值为百万分之一，另一方面让产品在市场上销售两年，在这段时间内进一步作实验以确定这种化学物质是否真是致癌物。

虽然该委员会没有这样说，但它的决定意味着民众必得扮演豚鼠的角色，和实验室的狗、老鼠一同去试验受怀疑的致癌物。不过动物实验很快就得出了结论，两年之后，就查清了这种杀螨剂确实是一个致癌物，其残毒还污染着销售给民众的食物。甚至在这一情况下，1957年，食品与药物管理处仍不能立即废除这个已知致癌物的残毒容许值。

第二年，进行各种法律程序又化了一年时间。最后，在1958年12月，食品与药物管理处委员会在1955年所提出的零允许值才开始生效。

这些绝不是仅有的致癌物。在实验室内对动物进行的试验中，DDT产生出了可疑的肝肿瘤。曾经报道过这些肿瘤发现的食品与药物管理处的科学家们现在没有把握对这些肿瘤进行分类，不过感到“把它们看作是一种低级的肝细胞癌肿是合理的。”惠帕博士现在给了DDT一个明确的评价——“化学致癌物”。

属于氨基甲酸酯类的两种除草剂IPC和CIPC已被发现它们起着引起老鼠皮肤肿瘤的作用，其中一些肿瘤是恶性的。恶性病变似乎是由这些化学物质引起的，后来又可能受外界盛行的其他种类的化学物质作用，才促使病变全部形成。

除草剂氨基三唑在实验动物身上已引起了甲状腺癌。1959年，这种化学物质被许多种植蔓越橘的人所滥用，于是在上市的一些浆果中出现了残毒。食品与药物管理处没收了被污染的桔子而引起了争论，人们纷纷控诉，甚至连许多医学与药物管理处所提出的科学事实清楚地表明了氨基三唑对实验鼠类的致癌特性。当这些动物用含百万分之一这种物质的饮水饲养时（即每一万匙水中加入一匙此化学物质），它们于第68个星期即开始出现甲状腺肿瘤。两年之后，在被检查的老鼠中有一半以上都出现了这种肿瘤，据诊断是各种良性与恶性肿瘤。这些肿瘤也可在更低的给药水平上出现——事实上，不曾发现有哪种低水平不会引起肿瘤。当然，没有人知道氨基三唑达到

何种水平时对人会成为一种致癌物，但是，正如哈瓦德大学的医科教授大卫·鲁茨顿博士指出的，看来应当存在这样一个标准水平，这一水平看来不起眼，但却与人利害攸关。

到目前为止，还没有充分的时间去弄清楚新的氯化烃杀虫剂和现代除草剂的全部影响。大多数恶性病变发展得很缓慢，需要经过受害者一生中相当长一段时间之后才能表现出临床症状。在本世纪二十年代早期，那些在钟表表面涂发光料的妇女们由于口唇接触毛刷而吞入了少量的镭；其中一些妇女在十五年或较长时间过去之后，得了骨癌。在十五至三十年或更长一段的时期中，由于职业性与化学致癌物接触而发生的一些癌才得以表现出来。

与这些工业性地暴露于各种致癌物相比，人在 DDT 中的首次暴露日期大约是 1942 年(当时 DDT 用于军事人员)和 1945 年(用于市民)，直到五十年代早期，各种各样的化学农药才付诸应用。这些化学物质已经播下了各种恶变的种籽，而这些种籽的成熟期正在到来。

对大多数恶性病变来说，潜伏期很长是一个普遍现象，然而，这儿存在着一个现在已为人知的例外。这个例外是白血球增多症。在原子弹爆炸之后仅仅三年，广岛的幸存者就开始出现白血球增多症，当前没有理由认为还会有比这更短的潜伏期存在。也许迟早会发现其它类型的癌症有相对更短的潜伏期，但在目前，白血球增多症看来是癌症发展极为缓慢的一般规律的一个例外。

在这一农药盛行的现代时期中，白血病的发病率一直在稳步上升。从国家人口统计办公室得来的数字清楚地表明血液的恶性病变疾病在急骤增长。1960 年，仅白血病一项就有 12,290 个受难者。死于所有类型的血液和淋巴恶性肿瘤的在 1950 年有 16,690 人，而在 1960 年猛增到 25,400 人。其死亡率由 1950 年的 11.1/10 万增长到 1960 年的 14.1/10 万。这种增长情况不仅在美国，其他所有国家的已登记的各种年龄的白血病死亡数都在以每年 4 - 5% 的比例在增长。这意味着什么呢？现在人们是否正日益地被暴露于某种或某些对我们环境来说是陌生的致毒因素之中呢？

许多象梅约诊所这样世界有名的机构已确诊患血液器官这些疾病的受害者已有几百人。在梅约诊所的血液科工作的马尔克姆·哈格莱维斯及其同事报道说，这些病人毫无例外地都曾暴露于各种有毒化学物质，其中包括喷撒含有 DDT、氯丹、苯、高丙体六六六和石油蒸馏物的药剂。

哈格莱维斯博士相信：与使用各种各样有毒物质有关的环境疾病一直在增长，“尤其在最近十年中”。他根据他广博的临床经验相信“患有血液不良和淋巴疾病的绝大多数病人都有一个曾暴露于包括看现今大部分农药的各种烃类的引人注目的经历。一份仔细的病历记录几乎肯定会显示出这一关系。”这位专家现在拥有大量的、根据每个病人详细记录的病历，他注意到这些病例中有白血病、发育不良性贫血、霍金斯病及其他血液和造血组织的紊乱。他报告说：“他们全都曾在这些环境致癌因素中充分地暴露过。”

这些病历说明些什么呢？其中有一份是一个厌恶蜘蛛的家庭妇女的病例。八月中旬，她带着含 DDT 和石油蒸馏物的空中喷撒剂进入她的地下室。她彻底地喷撒了地下室。在楼梯下，在水果柜内，在所有围绕着天花板和橡子的被保护的地方她都喷了药。当她喷撒完的时候，她开始感到十分不舒服，感到恶心、非常烦躁和神经紧张。在以后几天内，她感到好一些了；然而，很明显，她没有想到她得病的原因；九月，她又重复了整个过程：她又去喷

了两次药，当她喷撒时，她病了，后来又暂时地恢复了健康。当她第三次向空中喷药之后，新的症状出现了：发烧、关节疼痛和一些不适，一条腿得了急性静脉炎。经哈格莱维斯博士检查后，她被发现得了急性白血病。在第二个月里她就死去了。

哈格莱维斯博士的另一个病人是一个专业人员，他在一所被蟑螂侵扰的古老建筑物里办公。由于这些昆虫使他感到纷扰，他就自己动手采取了控制办法。他花了大半个星期天的时间去喷撒地下室和所有间隔地区。喷撒物是浓度为 25%的、含在甲基萘的溶液中从悬浮态存在的 DDT。他不一会儿一就开始显出皮下出血和吐血。他进入诊所的时候还在大出血。对他血液的研究表明，这是一个被称为发育不良性贫血的骨髓机能严重衰弱。

在以后的五个半月里，他除了其他治疗外，共接受了 59 次输血，他局部地恢复了健康，但大约九年之后，他得了致病的白血病。

在病历中涉及到农药的地方，那些最显眼的化学物质是 DDT、高丙体六六六、六氯苯、硝基苯酚、普通的治蠹晶体对位二氯苯、氯丹，当然还有溶解这些药物的溶剂。正如一个医生所强调的，单纯地暴露于一个单一化学物质的情况如其说是个普通情况，还不如说是个特殊情况；因为这些商业产品通常都是含有多种化学物质的综合体，将这些化学物质制成悬浊液所用的石油分馏物中也夹杂有一些杂质。含有芳香族和不饱和烃的溶剂本身就可能是引起造血器官损害的主要因素。从实践的观点来看(而不是从医学观点来看)，这一差别是并不重要的，因为这些石油溶剂毕竟是最普通的喷药操作中不可缺少的一部分。

在美国和其他国家的医学文献中记载着许多有意义的病例，这些病例支持着哈格莱维斯博士坚信这些化学物质与白血病及其他血液病之间存在因果关系。这些病例包括着各种日常生活中的人们：如被自己喷药设备或飞机喷撒的药物毒害的农民，一个在自己书房里喷药灭蚁后仍留在房中学习的学院学生，一个在自己家里安装了一个携带式高丙体六六六喷雾器的妇女，一个在喷过氯丹和毒杀芬的棉花地里工作的工人等。这些病历，在它们专门医学术语的半遮掩之下隐藏着许多如下的人间悲剧，如在捷克斯洛伐克的两个表兄弟，这两个孩子住在同一城镇，并且总是在一起工作和玩耍。他们最后所从事的、也是最致命的一项工作是在一个联合农场里卸运成袋的杀虫剂(六氯联苯)。八个月之后，其中一个孩子病倒了，得了白血病，九天以后死去。就在这时，他的兄弟开始感到疲劳和发烧。三个月内，他的症状变得更加严重。最后他也住院了，诊断再次表明是急性白血病，而且再一次证明了这一病必然导致致命的结果。

另一个瑞典农民的病例奇怪地使人回想起金枪鱼渔船“福龙号”上的日本渔良洼山的情况。正象洼山一样，这个瑞典农民一直是个健康的人，他在陆地上苦心营生就象洼山靠海洋为生一样。从天空飘散下来的毒物给他们每人带来了一份死刑判决书。前者是致毒的放射性微尘，后者是化学粉尘。这个农民用含有 DDT 和六氯苯的药粉处理了大约 60 英亩土地。当他工作时，阵阵清风把药粉的烟雾吹得在他四周飘旋。在当天晚上，他感到异常困倦，并在以后的几天中他一直感到虚弱无力，同时背疼、腿疼、还感到发冷。

他被迫去上床休息，路德医务所的报告说：“他的情况日益恶化，5 月 19 日(喷药后一周)他要求住院治疗。”他发高烧，并且血液计数结果不正常。他被转送大路德医务所，并于患病两个半月之后在那儿死去。尸检结果发现

他的骨髓已完全萎缩了。

如同细胞分裂这样一个非常重要的正常运动过程竟然能够被改变，这种现象是反常的，并具有破坏性，当前已成为一个大问题；引起了无数科学家的重视，花掉的钱也不知有多少。在一个细胞内究竟发生了什么变化，使得细胞有规律的增长变成了不可控制的癌瘤胡乱增生？

如果将来得出答案的话，这些答案一定是多样的。正象癌症本身呈现出多种形态一样，因其病源、发展过程和控制其生长或转归的因素的不同，其出现形式也就各不相同；所以癌症必定会有相应的多种多样的病因存在。其中损害细胞的也许仅仅只是少数最基本的几种。在世界各地，广泛开展的研究有时完全不是作为一个癌症专业研究来进行的。

在研究过程中，我们看到了朦胧的曙光，这曙光总有一天会把这个问题照亮。

我们又一次发现，仅仅对细胞及其染色体这些构成生命的最小单位进行观察，我们就能得到戳穿这些神秘之雾所必需的更多的资料。在这儿，在这个微观世界中，我们必须寻找那些用某种方式变更了细胞的奇妙作用机制并使其脱离正常状态的各种因素。

有关癌细胞起源的、令人难忘的一个理论是由一位德国生物化学家奥特·瓦勃格教授提出来的，他在马克斯·普朗克细胞生理研究所工作。瓦勃格将他整个一生都献给了细胞内氧化作用复杂过程的研究。由于他进行了广泛的基础研究，他对正常细胞如何变成癌细胞这一问题作出了一个引人重视的、清晰的解释。

瓦勃格相信，无论放射性致癌物还是化学致癌物，都是通过破坏正常细胞的呼吸作用而剥夺了细胞的能量。这一作用可以由经常、重复给与小剂量暴露而造成。这种影响一旦造成，就不可恢复了。那些在这种呼吸作用致毒剂的冲击下未被直接杀死的细胞将竭力去补偿已失去的能量。它们不再能继续进行那种产生大量 ATP 的、非凡而有效的循环了，于是它们就返回到一种原始的、效率极差的通过发酵作用进行呼吸的方式。借助于发酵作用而维持生存的斗争经常会继续一段很长时间。这种发酵呼吸方式通过以后细胞分裂而传递下去，所以全部后来产生的细胞全都具有这种非正常的呼吸方式了。一个细胞一旦失去了它正常的呼吸作用，它就不可能再复得这种作用——在一年、一代、甚至许多代时间内都不能再得到这种作用。但是，在这种为恢复失去的能量而进行的激烈斗争中，这些存活下来的细胞开始一点儿一点儿地利用新产生的发酵作用来补偿能量。这就是达尔文的生存斗争，在这种斗争中只有最适宜的、适应性最强的生命体才能生存下去。最后，这些细胞达到了这样一种状态，在这种状态中发酵作用能够产生象呼吸作用一样多的能量。在这种状态中，可以说癌细胞已被从正常身体细胞中创造出来了。

瓦勃格的理论阐明了其他方面许多令人迷惑的事情。大多数癌症的长潜伏期就是细胞无限大量分裂所需要的时间，在这段时间里，由于呼吸作用开始被破坏，发酵作用就逐渐增长起来。发酵作用要发展到占统治地位需要一定时间，由于在不同生物中发酵作用速度不同，因而在不同生物中所需时间也有变化：在鼠体内这个时间较短，所以癌在鼠身上很快出现；在人身上这一时间较长(甚至几十年)，所以在人身上癌性病变的发展是十分缓慢的。

瓦勃格的理论也解释了为什么在某些情况下反复摄入小剂量致癌物比单独一次大剂量摄入更为危险。一次大剂量中毒可以立即杀死细胞，然而小

剂量却容许一些细胞存活下来，虽然这些存活细胞已处于一种受威胁的状态。这些存活细胞以后可以发展成为癌细胞。这就是为什么对致癌物来说不存在一个“安全”剂量的原因。

在瓦勃格的理论中，我们也能找到对另外一个不可理解的事实解释——同一个因素既能治疗癌症，也能引起癌症。众所周知，放射性就是这样，它既能杀死癌细胞，也能引起癌症。目前被用于抗癌的许多化学药物也确是如此。为什么？因为这两类因素都损害呼吸作用。癌细胞的呼吸作用本来已经受到过损害，所以再加上一些危害，它就死了。而正常细胞的呼吸作用是第一次遭到损害，所以它不会被杀死，而是开始走上了一条最终可能导致癌变的道路。

1953年，另外一些研究者仅仅借助于在一个较长时期中中断断续续地停止给正常细胞供氧，就能将它们转变为癌细胞，这时，瓦勃格的思想就得到了证实。1961年，他的思想又一次得到证明，这一次不是用人工培养的组织，而是用活体动物的实验来证明的。

放射性示踪物质被注射入患癌的老鼠体内，然后精心地测定了老鼠的呼吸作用，发现发酵作用的速度明显地高于正常状况，与瓦勃格的预料正好相符。用瓦勃格所创立的标准来进行测定，大部分农药都达到了最厉害的致癌物的标准。正如我们在前几章中已经看到的，许多氯化烃、苯酚和一些除草剂都妨碍细胞中的氧化作用与能量产生作用。因此，它们可以创造出一些休眠癌细胞，在这种细胞中，一个不可逆转的癌变将会长期处于休眠状态而无法被发现，以致于最后当它的病因已被人长期遗忘、甚至不再被人怀疑的时候，这些细胞才以一个明显的癌症的形式出现在光天化日之下。

通向癌症的另一条道路可能是由染色体引起的。在这个领域内许多卓越的研究人员都带着疑虑的眼光看待危害染色体、干扰细胞分裂或引起突变的所有因素。在这些人的眼光中，任何突变都是一种潜在的致癌原因。虽然关于突变的争论常常涉及到可能在未来的几代中才能发现其影响的胚胎细胞的突变问题，但是身体细胞也同样存在着突变。

根据癌起源于突变的理论，一个细胞在放射性或化学药物的作用下，也许可以发生突变，这个突变使得细胞摆脱了维护细胞正常分裂的机体控制作用，因而，这个细胞就可能以一种狂野的和不规律的形式而增殖起来。由于新细胞是这种分裂的产物，所以它们具有同样不受机体控制的能力，于是在足够长的时间中，这些细胞积累起来就形成了癌瘤。

其他研究者们指出了一个事实，即癌组织中的染色体是不稳定的，它们容易破裂或者受到损害；染色体的数量也是不正常的，甚至在一个细胞中会出现两套染色体。

首次对由染色体变态发展为真实癌变的全过程进行研究的研究者是阿尔伯特·莱万和J.J.倍塞尔，他们在纽约的斯朗——凯特林癌症研究所工作。当考虑到恶性病变和染色体的破坏究竟谁先谁后的时候，这些研究者毫不犹豫地：“染色体的异常变化发生在恶性病变之前。”可能，他们推测，在最初的染色体破坏和因此而造成的染色体不稳定性出现之后，需要有一段很长的时间让灾难和错误贯彻到许多代细胞中去（这就是恶性病变的很长潜伏期），这段长时间使突变最终被集中积累起来，并使细胞摆脱控制而开始不规则的增生，这个增生就是癌。

欧几维德·温吉是染色体稳定性理论的早期倡导者之一，他感到染色

体的倍增现象特别有意义。通过反复观察已知六氯苯及其同类高丙体六六六能引起实验植物细胞中染色体的倍增，而且这些化学物质与许多有可靠诊断证明的致命贫血症病例都有牵连，那么这两种情况之间是否有内在联系呢？在许多种农药中究竟是哪些农药干扰了细胞分裂、破坏了染色体并引起突变的呢？

很容易看出来为什么白血病应该是一种由于暴露于放射性或与放射性有相似作用的化学物质而引起的最普通疾病。物理或化学致变因子打击的主要目标是那些分裂作用特别旺盛的细胞。这包括了许多组织，不过最重要的是那些从事制造血液的组织。骨髓是人一生的红血球的主要制造者，它每秒钟向人体血液中放出将近一千万个新的红血球细胞。白血球以一种易变的、但仍然是巨大的速度形成于淋巴腺和一些骨髓细胞中。

某些化学物质使我们又想起了放射性产物锶 90，这些化学物质对骨髓具有特殊的亲合性。苯是杀虫药溶剂中的通常组份，它进驻骨髓，并可以沉积在那儿长达二十个月之久。多年以来，在医学文献中苯本身已被确认是白血病的一个病因。

迅速生长的儿童身体组织也能提供一种最适宜于癌变细胞发展的条件。麦克华伦·勃尼特先生指出，不仅白血病在全世界范围内正在增长，而且它已在 3 - 4 岁年龄组中变得极为普通了，而这个年龄的儿童并没有表现出其他疾病高发，据这位权威谈：“这种在 3 - 4 岁年龄之间所出现的白血病发病峰值除了用这些儿童在出生前后暴露于致变的刺激物来解释外，很难再找到其他解释了。”

另一种已知可引起癌症的致变物是尿脞。当怀孕的老鼠经这种化学物质处理后，不仅母鼠出现了肺癌，而且幼鼠也同样出现肺癌。在这一实验中，幼鼠暴露于尿脞的唯一可能机会是在出生前，这证明此化学物质必定通过了胎盘。正如惠帕博士曾警告过的，在暴露于尿脞及其有关化学物质的人群中，有可能由于出生前暴露于化学物质而在婴儿中引起肿瘤。

象氨基甲酸酯这样的尿脞在化学上与除草剂 IPC 和 CIPC 有关。不顾癌症专家们的警告，氨基甲酸酯已被广泛使用，不仅用作杀虫剂、除草剂、灭菌剂，而且还用在增塑剂、医药、衣料和绝缘材料等各种产品中。

通向癌症的道路也可能是间接的。有些物质一般来说不是致癌物，但它可以妨碍身体某些部分的正常功能，并由此引起恶性病变。有一些癌症可作为重要的例子，特别是生殖系统的癌症，它们的出现与性激素平衡被破坏有一定联系；在某些情况下，这些性激素的破坏反过来又引起一些后果，这些后果影响了肝脏保持这些激素正常水平的能力。

氯化烃正好是这种类型的因素，因为所有氯化烃对肝脏在一定程度上都是有利的，所以它能够招致这种间接的致癌作用。

当然，性激素在体内是可以正常存在的，并且起着一种与各种生殖器官有关的、必不可少的、刺激生长的作用。然而，身体具有一种长期建立起来的保护作用来消除激素的多余积累，肝脏起着一种保持雄、雌性激素之间平衡的作用(不管是哪种性别都产生雄性激素和雌性激素，虽然数量比例不同)，肝脏可以阻止任何一种激素的过多积累。然而，如果肝脏受到疾病或化学物质危害，或如果维生素 B 供应不足，肝脏的上述功能就会被破坏。在这种状况下，雌性激素就会达到一个异常高的水平。

后果如何呢？至少在动物方面有大量的实验证据。其中一例如下，洛

克菲勒医学研究所的一个研究人员发现，由于疾病而使肝脏受损的兔子表现出子宫肿瘤的高发病率，研究人员认为子宫肿瘤高发的形成是因为肝脏已不能再抑制血液中的雌性激素，以致于“最后这些肿瘤演化到癌变的水平”。对小白鼠、大白鼠、豚鼠和猴子的广泛实验表明，长期服入雌性激素只需小剂量已能引起生殖器官组织的变化，“从良性蔓延变化到明显的恶性病变”。通过服入雌性激素，欧洲大鼠也诱发出肾脏肿瘤。

虽然在这个问题上存在着不同的医学观点，但大量证据支持这样一种观点，即同样的影响也会发生在人的组织中。穆斯格尔大学维多利亚皇家医院的研究人员发现他们所研究过的 150 例子宫癌中有三分之二提供了证据，证明体内雌性激素含量水平异常的高。

后来又有 20 个病例，其中 90%都具有高活动性的雌性激素。

虽然用所有现代医学的实验手段也检查不出肝脏有什么损害，但这个人仍可能已得了足以干扰消除雌性激素的肝损害。氯化烃很容易引起这种情况，如我们所知，氯化烃摄入量很低就引起了肝细胞的变化，它们也同样引起维生素 B 的损失。这一情况极为重要，因为其他环节的证据表明这种维生素具有抵制癌症的保护作用。

以后的 C·P·洛兹(他一度担任斯朗-凯特林癌症研究所的指导者)发现，暴露于一种非常强烈的化学致癌物的实验动物，如果喂给他们酵母——一种天然维生素 B 的丰富来源，它们就不会出现癌症。这种维生素的缺乏也被发现与口腔癌，可能还有消化道其他部分的癌相伴随。这一情况不仅在美国观察到了，而且在瑞典和芬兰遥远的北部地区也发现了，这些地方的日常食物通常缺少维生素。容易得早期肝癌的人群，例如非洲斑图部落，他们典型地遭受着营养缺乏。男性胸癌在非洲一些地方也占优势，此情况与肝病相营养不良有关。在战后，希腊的男性胸癌的增多是饥饿时期的一个普通伴随物。

简言之，关于农药在癌症中的间接作用的讨论是由于已证实它们具有损害肝脏和减少维生素 B 供给的能力，这就导致了体内自生的雌性激素的增多，也就是说由身体本身产生了这些物质。现在还有大量各种的人工合成雌性激素正在加入到我们环境中来，我们正日益严重地暴露在这些物质之中——它们存在于化妆品中、医药中、食物中和职业性暴露中。这种联合的影响是一件值得极为关注的事情。

人类暴露于致癌化学物质(包括农药)中是难以控制的，并且也是多种多样的。一个人可以通过许多不同的暴露途径摄入同一种化学物质。砷就是一个例子。它存在于许多具有不同形式的环境之中：作为空气污染物存在，作为水的污染物存在，作为食物残毒存在，作为医药存在，作为化妆品存在，作为木料防腐剂存在，或是作为油漆和墨水中的染料存在等。十分可能的是，这些暴露方式中没有哪一种能单独使人类陷入恶性病变。

——但是任何单独的一种假定的“安全剂量”都可能压翻已经负载了许多其他种“安全剂量”的天平。

另外，人类的恶性病变也可以由二、三种不同致癌物的共同作用所造成，因而存在着一个它们作用的综合影响。例如，一个暴露于 DDT 的人几乎同时也暴露于烃类之中，而这些烃类是作为溶剂、颜料展开剂、减速剂、干洗剂和麻醉剂而被广泛使用着。DDT 的“安全剂量”在这种情况下又有什么意义呢？

上述情况由于这样一个事实而变得更加复杂化，即一种化学物质可以

作用于另一种化学物质而改变其作用效果。癌症有时需要两种化学物质互相影响才能发生，其中一种化学物质先使细胞或组织变得敏感，然后在另一种化学物质或促进因素的作用下细胞或组织才发生真正的癌变。这样，除草剂 IPC 和 CIPC 就在皮肤癌的发生中起了带头者的作用，它播下了癌变的种子，而当另外一些东西(也许是普通的洗涤剂)进入人体作用时，癌变就会在人体中发生。

更进一步说，在物理因素与化学因素之间也可能存在着相互作用。白血病的发生过程可能分为两个阶段，恶性病变的开始是由 X 射线引起的，而摄入的化学物质(如尿脞)则起了促进的作用。人群在各种来源的放射性中暴露的日益增加，再加上各种化学物质与人体的大量接触，这一切给现代世界提出了一个严峻的新问题。

放射性物质对供水的污染提出了另外一个问题。由于水中常包含着许多化学物质，那些成为水的污染物的放射性物质可以通过游离射线的撞击作用而活跃地改变水中这些化学物质的性质，使这些物质的原子以不可预测的方式重新排列组合而创造出新的化学物质来。

洗涤剂是一个特别普遍的污染物，现在成了一个公共供水中的麻烦问题，全美国的水污染专家们都在关心着它，但还没有实际可行的办法来处理掉它。现在人们几乎还不知道有什么洗涤剂是致癌物，但洗涤剂可能通过一种间接的方式促进癌变，它们作用于消化道内壁，使机体组织发生变化，以使这些组织更容易吸收危险的化学物质，从而加重了化学物质的影响。不过，谁能预见和控制这种作用呢？在这错综变幻的万花筒中，致癌物，除了“零剂量”还有什么剂量是“安全”的呢？

我们容忍致癌因素在环境中存在，我们就要对它可能产生的危险负责。这一危险已经被当前发生的情况清楚地描绘出来了。1961 年春天在许多联邦的、州的和私人的鱼类产卵地，在虹鳟鱼中出现了一种肝癌流行病。在美国西部和东部地区的鳟鱼都受到了影响；超过三龄的鳟鱼实际上百分之百地得了癌症。之所以能得知这一发现，是由于全国癌症研究所环境癌症科和鱼类与野生物服务处已事先在报告所有鱼类的肿瘤方面达成了一个协定，这样做的目的是为了能够由水质污染发出对人类癌症危险的早期警告。

尽管研究工作至今还在寻找在如此广阔地区发生这种流行病的确切原因，但最好的证据莫过于指出在事先准备好的鱼类产卵地的饵料中已存在着问题。这些饵料含有令人难以置信的各种化学添加物和医药，它们都混入了基本食料之中。

这个鳟鱼的事件从许多方面来看都有重要意义，但是最重要的一点是，它作为一个例子说明了当一个强烈的致癌物被引入环境时，将会发生什么事情。惠帕博士把这一流行病看作是一个前车之鉴，它警告人们必须把极大的注意力放在对数量巨大、种类繁多的环境致癌物的控制上面。他说：“如果不采取这样的预防措施，那么在鳟鱼身上表现出来的这场灾难必将会与日俱增地在人类的未来出现。”

由于发现我们正生活在一个如一位研究者所你的“致癌物的汪洋大海之中”，这当然令人沮丧，并很容易使人产生绝望和失败的反应。一个普遍的反应是：“这难道不是一个毫无希望的情况吗？”“难道没有可能从我们世界上去尝试消除这些致癌因素吗？最好不要再浪费时间去进行试验了，干脆把我们全部力量用于去发现治疗癌症的良药，这样不更好吗？”

这一问题被提给了惠帕博士，他在癌症研究方面的多年卓越工作使得他的意见受人尊敬，他对这一问题深思熟虑了很长时间，他基于他一生的研究和经验进行判断，并作出了一个全面的回答。惠帕博士认为，我们今天因癌症而造成的形势与十九世纪最后几年人类面临传染病时的形势非常相似。病原生物与许多疾病间的病因关系已被巴斯德和卡介的辉煌研究工作所确立。医学界人士、甚至一般公众在当时都逐渐醒悟到人类环境已被大量的、能够引起疾病的微生物所占据，正如今天致癌物蔓延到我们周围一样。大多数的传染疾病现在已被置于适当的控制之下了，而且有些实际上已被消灭了。这一辉煌的医学成就是靠两面夹攻而实现的，——既强调了预防，又强调了治疗。且不管“神奇药丸”和“起死灵药”在外行人头脑中占有多么突出的地位，实际情况是，在抵抗传染病的战争中，真正具有决定性意义的大部分战役是由消灭环境中病原生物的措施组成的。一百多年前的伦敦霍乱大爆发是一个历史例证。一位名叫约翰·斯诺的伦敦医生把发病情况绘成了地图，他发现所有病例都发源于一个地区，这个地区的所有居民都从波罗德街上的同一个泵井里取水用。作为一个迅速、果断的预防医学行动，斯诺博士更换了那个泵井的把柄。该流行病由此就被控制住了——不是通过用一种药丸去杀死(当时尚未人知的)引起霍乱的微生物，而是把它们排除于人类环境之外。甚至从治疗手段来看也是这样，减少传染病的病灶比治疗病人更能取得成效。现在结核病已相对比较稀少的原因主要是与这样一个事实有关，即一般人现在很少有机会去和结核病菌相接触。

今天我们发现我们的世界充满了致癌因素。将我们全部力量或大部分力量集中到治疗办法(甚至想能找到一种治愈癌的“良药”的这种攻克癌症的战斗，根据惠帕博士的见解将是要失败的，因为这种作法没有考虑到环境是致癌因素的最大的储存地，环境中的这些致癌因素继续危害新的牺牲者的速度将会超过至今还无从捉摸的“良药”能够制止癌症的速度。

以预防为主来与癌症斗争是一种常识性的办法，但为什么我们在采取这种办法的时候却总是这样迟缓呢？可能“是因为治疗癌症病人的目标比起预防癌症来更加激动人心，更加实在，更加引人注目和更加值得报酬吧，”惠帕博士这样说。然而，在癌症形成之前去预防癌症“确实是更为人道”，而且可能“比治疗癌症要有效得多”。惠帕博士几乎无法忍受这样一种满怀希望的想法，这种想法要求得到一种我们能在每天早上早饭前服用的神奇药丸，以保护我们免于癌症。公众之所以相信癌症能够这样被治住，其部分原因是出于一种误会，即误认为虽然癌症是一种神秘的疾病，它是一种由单一原因引起的单一疾病，因而也满怀希望能有一种单一的治疗办法治好它。当然，这和人们已知的真理相去很远。环境癌症正好是由十分复杂的多种化学因素和物理因素所引起的，所以恶性病变本身就表现为多种不同的、在生物学上独立的形式。

这样一种期望已久的“突破”，假使有一天实现了，也不可能指望它是一种能治疗所有类型恶性病变的万灵药。虽然这种对“良药”的寻找还会作为一种治疗手段继续下去，以挽救和治疗那些已经得上癌症的受难者；但是宣扬只要有个锦囊妙计，问题就将会立刻解决的希望是对人类的一个损害。这个问题的解决将会一步一步慢慢到来。正当我们将几百万元倾倒入研究工作中时，正当我们把我们的全部希望寄予发现医治已患癌症病人方法的大规模计划的时候，甚至当我们寻求治疗措施的时候，我们却可能忽视了进行预

防的可贵机会。

征服癌症的工作决不是毫无希望的。从一个重要的方面来看，现在的前景比十九世纪末控制传染病时的情况更加鼓舞人心。当时世界上充满了致病细菌，正像今天世界上充满了致癌物一样。不过，当时的人们并不曾把病菌散布到环境中去，人们当时只是无意识地传播了这些病菌。与之相反，现代人们自己把绝大部分致癌物散布到环境中去，如果他们希望的话，他们就能够消除许多致癌物。在我们世界上，致癌的化学因素已经通过两种途径建立了自己的掩护防线：第一，具有讽刺意味的是，由于人们追求更好的、更轻松的生活方式；第二，因为制造和贩卖这样的化学物质已经变成我们的经济 and 生活方式中一个可接受的部分。

要想让所有化学致癌物现在或将来能够全部从现代世界上消灭掉，这可能是不现实的。但是，相当大比例的化学致癌物决不是生活的必需品。随着这些致癌物的被消除，它们加给生命的总负荷量将会大大减轻，同时，每四个人中将会有一个人发生癌症的威胁至少也会显著缓和下来。最顽强的努力应当用到消除这些致癌物上面去。它们现在正污染着我们的食物、我们的供水和我们的空气，并且这些致癌物是以最危险的接触方式——微量的、一年又一年反复进行暴露的方式出现的。

在进行癌症研究的最优秀的人们中间，有许多人与惠帕博士有共同的信念，他们都相信通过顽强地努力去查明环境致癌因素，并顽强地去消除或减少它们的冲击影响，恶性病变是可以有效被征服的。为了医治那些已患潜在癌症或明显癌症的人们，寻找治疗方法的努力当然必须继续进行下去。但是，对于那些尚未患癌症的人们，当然还有对那些尚未出生的后代，进行预防已是迫在眉睫的事。

## 十五 大自然在反抗

我们冒着极大的危险竭力把大自然改造得适合我们心意，但却未能达到目的！这确实是一个令人痛心的讽刺。然而看来这就是我们的实际情况。虽然很少有人提及，但人人都可以看到的真情实况是，大自然不是这样容易被塑造的，而且昆虫也能找到窍门巧妙地避开我们用化学药物对它们的打击。

荷兰生物学家 C.J.波里捷说：“昆虫世界是大自然中最惊人的现象。对昆虫世界来说，没有什么事情是不可能的；通常看来最不可能发生的事情也会在昆虫世界里出现。

一个深入研究昆虫世界的奥秘的人，他将会为不断发生的奇妙现象惊叹不已。他知道在这里任何事情都可能发生，完全不可能的事情也会经常出现”。

这种“不可能的事情”现在正在两个广阔的领域内发生。通过遗传选择，昆虫正在发生应变以抵抗化学药物，这一问题将在下一章进行讨论。不过现在我们就谈到的一个更为广泛的问题是，我们使用化学物质的大举进攻正在削弱环境本身所固有的、阻止昆虫发展的天然防线。每当我们把这些

防线击破一次，就有一大群昆虫涌现出来。

报告从世界各地传来，它们很清楚地揭示了一个情况，即我们正处于一个非常严重的困境之中。在彻底地用化学物质对昆虫进行了十几年控制之后，昆虫学家们发现那些被他们认为已在几年前解决了的问题又回过头来折磨他们了。而且还出现了新的问题，只要出现一种哪怕数量很不显眼的昆虫，它们也一定会迅速增长到严重成灾的程度。由于昆虫的天赋本领，化学控制已搬起石头砸了自己的脚，由于设计和使用化学控制时未曾考虑到复杂的生物系统，化学控制方法已被盲目地投入了反对生物系统的战斗。人们可以预测化学物质对付少数个别种类昆虫的效果，但却无法预测化学物质袭击整个生物群落的后果。

现今在一些地方，无视大自然的平衡成了一种流行的作法；自然平衡在比较早期的、比较简单的世界上是一种占优势的状态，现在这一平衡状态已被彻底地打乱了，也许我们已不再想到这种状态的存在了。一些人觉得自然平衡问题只不过是人们的随意臆测，但是如果把这种想法作为行动的指南将是十分危险的。今天的自然平衡不同于冰河时期的自然平衡，但是这种平衡还存在着：这是一个将各种生命联系起来的复杂、精密、高度统一的系统，再也不能对它漠然不顾了，它所面临的状况好象一个正坐在悬崖边沿而又盲目蔑视重力定律的人一样危险。自然平衡并不是一个静止固定的状态；它是一种活动的、永远变化的、不断调整的状态。人，也是这个平衡中的一部分。有时这一平衡对人有利；有时它会变得对人不利，当这一平衡受人本身的活动影响过于频繁时，它总是变得对人不利。

现代，人们在制定控制昆虫的计划时忽视了两个重要事实。第一是，对昆虫真正有效的控制是由自然界完成的，而不是人类。昆虫的繁殖数量受到限制是由于存在一种被生态学家们称为环境防御作用的东西，这种作用从第一个生命出现以来就一直存在着。

可利用的食物数量、气候和天气情况、竞争生物或捕食性生物的存在，这一切都是极为重要的。昆虫学家罗伯特·麦特卡夫说：“防止昆虫破坏我们世界安宁的最重大的一个因素是昆虫在它们内部进行的自相惨杀的战斗。”然而，现在大部分化学药物被用来杀死一切昆虫，无论是我们的朋友还是我们的敌人都一律格杀无论。

第二个被忽视的事实是，一旦环境的防御作用被削弱了，某些昆虫的真正具有爆炸性的繁殖能力就会复生。许多种生物的繁殖能力几乎超出了我们的想象力，尽管我们现在和过去也曾有过省悟的瞬间。从学生时代起我就记得一个奇迹：在一个装着干草和水的简单混合物的罐子里，只要再加进去几滴取自含有原生动物的成熟培养液中的物质，这个奇迹就会被做出来。在几天之内，这个罐子中就会出现一群旋转着的、向前移动的小生命——亿万个数不清的鞋子形状的微小动物草履虫。每一个小得象一颗灰尘，它们全都在这个温度适宜、食物丰富、没有敌人的临时天堂里不受约束地繁殖着。这种景象使我一会儿想起了使得海边岩石变白的藤壶已近在眼前，一会儿又使我想起了是一大群水母正在游过的景象，它们一里一里地移动着，它们那看来无休止颤动着的鬼影般的形体象海水一样的虚无飘渺。

当鳕鱼迁移经过冬季的海洋去它们的产卵地时，我们看到了大自然的控制作用是怎样创造奇迹的。在产卵地上，每个雌鳕产下几百万个卵。如果所有鳕鱼的卵都存活下来变成小鱼的话，这海洋就会肯定变成鳕鱼的固体团

块了。一般来说，每一对鳕鱼产生几百万之多的幼鱼，只有当这么多的幼鱼都完全存活下来发展成成鱼去顶替它们双亲的情况下，它们才会给自然界带来干扰。

生物学家们常持有的一种假想：如果发生了一场不可思议的大灾难，自然界的抑制作用都丧失了，而有一个单独种类的生物却全部生存繁殖起来，那时将会发生什么事情。

一个世纪之前，托马斯·修克思勒曾计算过一个单独的雌蚜虫(它具有不要配偶就能繁殖的稀奇能力)在一年时间中所能繁殖的蚜虫的总量相当于美国人口总重量的四分之一。失常的大自然自己所造成的可怕结果曾被动物种群的研究者们所见识。畜牧业者们消灭山狗的热潮已造成了田鼠成灾的结果，而以前，山狗是田鼠的控制者。在这方面，经常重演的那个关于亚利桑那的凯白勃鹿的故事是另外一个例子。有一个时期，这种鹿与其环境处于一种平衡状态。一定数量的食肉兽——狼、美洲豹和山狗——限制着鹿的数量不超过它们的食物供给量。后来，人们为了“保存”这些鹿而发起一个运动去杀掉鹿的敌人——食肉兽。于是，食肉兽消逝了，鹿惊人地增多起来，这个地区很快就没有足够的草料供它们吃了。由于它们采食树叶，树木上没有叶子的地方也愈来愈高了，这时许多鹿因饥饿而死亡，其死亡数量超过了以前被食肉兽杀死的数量。另外，整个环境也被这种鹿为寻找食物所进行的不顾一切的努力而破坏了。

田野和森林中捕食性的昆虫起着与凯白勃地区的狼和山狗同样的作用。杀死了它们，被捕食的昆虫的种群就会汹涌澎湃地发展起来。

没有一个人知道在地球上究竟有多少种昆虫，因为还有很多的昆虫尚未被人们认识。

不过，已经记录在案的昆虫已超过七十万种。这意味着，根据种类的数量来看，地球上的动物有 70 — 80%是昆虫。这些昆虫的绝大多数都在被自然力量控制着，而不是靠人的任何干涉。如果情况真是这样，那么就值得怀疑任何巨大数量的化学药物(或任何其它方法)怎么能压制住昆虫的种群数量。

糟糕的是，往往在这种天然保护作用丧失之前，我们总是很少知晓这种由昆虫的天然敌人所提供的保护作用。我们中间的许多人生活在世界上，却对这个世界视而不见，查觉不到它的美丽、它的奇妙和正生存在我们周围的各种生物的奇怪的、有时是令人震惊的强大能力。这就是人们对捕食昆虫和寄生生物的活动能力几乎一无所知的原因。也许我们曾看到过在花园灌木上的一种具有凶恶外貌的奇特昆虫，并且朦胧地意识到去祈求这种螳螂来消除其他昆虫。然而，只有当我们夜间去花园散步，并且用手电筒瞥见到处都有螳螂向着它的捕获物悄悄爬行的时候，我们才会理解我们所看到一切；到那时，我们会理解由这种凶手和受害者所演出的这幕戏剧的含义；到那时，我们会开始感觉到大自然借以控制自己的那种残忍的压迫力量的含义。

捕食者——那些杀害和削弱其他昆虫的昆虫——是种类繁多的。其中有些是敏捷的，快速得就象燕子在空中捕捉猎物一样。还有些一面沿着树枝费力地爬行，一面摘取和狼吞虎咽那些不移动的象蚜虫这样的昆虫。黄蚂蚁捕获这些蚜虫，并且用它的汁液去喂养幼蚁。泥瓦匠黄蜂在屋檐下建造了柱状泥窝，并且用昆虫充积在窝中，黄蜂幼虫将来以这些昆虫为食。这些房屋的守护者黄蜂飞舞在正在吃料的牛群的上空，它们消灭了使牛群受罪的吸血

蝇。大声嗡嗡叫的食蚜蝇，人们经常把它错认为蜜蜂，它们把卵产在蚜虫滋蔓的植物叶子上；而后孵出的幼虫能消灭大量的蚜虫。瓢虫，又叫“花大姐”，也是一个最有效的蚜虫、介壳虫和其他吃植物的昆虫的消灭者。毫不夸张地讲，一个瓢虫可消耗几百个蚜虫以燃起自己小小的能量之火，瓢虫需要这些能量去生产一群卵。

习性更加奇特的是寄生性昆虫。寄生昆虫并不立即杀死它们的宿主，它们用各种适当的办法去利用受害者作为它们自己孩子的营养物。它们把卵产在它们的俘虏的幼虫或卵内，这样，它们自己将来孵出的幼虫就可以靠消耗宿主而得到食物。一些寄生昆虫把它们的卵用粘液粘贴在毛虫身上；在孵化过程中，出生的寄生幼虫就钻入到宿主的皮肤里面。其他一些寄生昆虫靠着一种天生伪装的本能把它们的卵产在树叶上，这样吃嫩叶的毛虫就会不幸地把它们吃进肚去。在田野上，在树篱笆中，在花园里，在森林中，捕食性昆虫和寄生性昆虫都在工作着。在一个池塘上空，蜻蜓飞掠着，阳光照射在它们的翅膀上发出了火焰般的光彩。它们的祖先曾经是在生活着巨大爬行类的沼泽中过日子的。

今天，它们仍象古时候一样，用锐利的目光在空中捕捉蚊子，用它那形成一个篮子状的几条腿兜捕蚊子。在水下，蜻蜓的幼蛹(又叫“小妖精”)捕捉水生阶段的蚊子和其它昆虫。在那儿，在一片树叶前面有一只不易查觉的草蜻蛉，它带着绿纱的翅膀和金色的眼睛，害羞得躲躲闪闪。它是一种曾在二叠纪生活过的古代种类的后裔。草蜻蛉的成虫主要吃植物花蜜和蚜虫的蜜汁，并且时时把它的卵都产在一个长茎的柄根，把卵和一片叶子连在一起。从这些卵中生出了它的孩子——一种被称为“蚜狮”的奇怪的、直竖着的幼虫，它们靠捕食蚜虫、介壳虫或小动物为生，它们捕捉这些小虫子，并把它们的体液吸干。在草蜻蛉循环不已的生命作出白色丝茧以度过其蛹期之前，每个草蜻蛉都能消灭几百个蚜虫。

许多蜂和蝇也有同样的能力，它们完全依靠寄生作用来消灭其他昆虫的卵及幼虫而生存。一些寄生卵极小的蜂类，由于它们的巨大数量和它们巨大的活动能力，它们制止了许多危害庄稼的昆虫的大量繁殖。

所有这些小小的生命都在工作着——在晴天时，在下雨时，在白天，在夜晚，甚至当隆冬严寒使生命之火被扑灭得只留下灰烬的讨候，这些小生命仍一直在不间断地工作着。不过在冬天时，这种生气勃勃的力量仅仅是在冒着烟，它等待着当春天唤醒昆虫世界的时候，它才再重新闪耀出巨大活力。在这期间，在雪花的白色绒毯下面，在被严寒冻硬了的土壤下面，在树皮的缝隙中，在隐蔽的洞穴里，寄生昆虫和捕食性昆虫都找到了地方使自己躲藏起来以度过这个寒冷的季节。

螳螂的卵安全地贮放在一个被它妈妈粘在灌木枝条上的薄羊皮纸样的小小匣子里，它的妈妈曾生活在已经逝去的整个夏天里。

一个在一些楼阁的被人遗忘的角落里营造自己栖身之地的雌胡蜂在其身体内带有大量的卵，这些卵将形成未来的整个蜂群。这一个单独生活的雄蜂在春天时着手做一个小小的纸窝，在每个巢孔中产卵，并且小心地养育起一支小小的工蜂队伍。借助于工蜂的帮助，她得以扩大她的巢，并且发展她的蜂群。在整个夏天炎热的日子里，工蜂都在不停地找吃的，它这样，由于存在看这样的昆虫生活特点和我们所需要的天然特性，所有这一切都一直是我们在保持自然平衡使之倾倒在对我们有利一面的斗争中的同盟军。但是，

现在我们却把我们的炮口转向了我们的朋友。一个可怕的危险是，我们已经粗心地轻视了它们在保护我们免受黑潮般的敌人的威胁方面的价值，没有它们的帮助，这些敌人就会猖獗起来危害我们。杀虫剂逐年数量增大，种类繁多，毁坏力加强；随之，环境防御能力的全面持续降低正在日益明显地变成无情的现实。随着时间的流逝，我们可以预料昆虫的骚扰会逐渐更加严重，有的种类传染疾病，还有的种类毁坏农作物，其种类之多将超出我们已知的范围。

“然而，这不过只是纯理论性的结论吧？”你会问：“这种情况肯定不会真正发生——无论如何，在我这一辈子将不会发生。”但是，它正在发生着，就在这儿，就在现在。科学期刊已经记载下了在 1958 年约 50 例自然平衡的严重错乱。每一年都有更多的例子发现。对这一问题进行的一次近期回顾，参考了 215 篇报告和讨论，它们都是谈由于农药所引起的昆虫种群平衡灾害性失常。

有时喷撒化学药物后，那些本来想通过喷药来加以控制的昆虫反而惊人地增多起来。

如安大略的黑蝇在喷药后，其数量比喷药前增加了 16 倍。另外，在英格兰，随着喷撒一种有机磷化学农药而出现了白菜蚜虫的严重爆发——这是一种没有见过类似记载的大爆发。

在另外几次喷药中，虽然有理由认为它们在对付要控制的那中昆虫方面是有效的，但它们却使得整个盛放灾害的潘多拉盒子被打开了，盒子中的害虫以前从来没有多到足以引起这么大的麻烦。例如，当 DDT 和其他杀虫剂将蜘蛛螨的敌人杀死之后，这种蜘蛛螨已实际变成一种遍布全世界的害虫了。蜘蛛螨不是一个昆虫种，它是一类有着几乎看不出来的八条腿的生物，与蜘蛛、蝎子和扁虱属于一类。它有一个适应于刺入和吮吸的口器和摄食使世界变绿的叶绿素的胃口。它把它的细小、尖锐的口器刺入叶子和常绿针叶的外层细胞，并且抽吸叶绿素。这种害虫的缓慢蔓延使得树木和灌木林染上了象椒盐那样黑白相间的杂色点；由于带着沉重的蜘蛛螨群体，叶簇转黄而陨落。

几年前，在美国西部一些国家森林区曾经发生过这样的事情，当时(1956 年)美国森林服务处对约 885,000 英亩的森林地喷撒了 DDT。原来的意图是想消灭针叶树的蓓蕾蠕虫，然而那年夏天却发现产生了一个比蓓蕾蠕虫危害更糟糕的问题。从空中对这个森林进行了观察，可以见到巨大面积的森林枯萎了，那儿的雄伟的道格拉斯枞树正在变成褐色，它们的针叶也掉落了。在海伦娜国立森林区和大带山的西坡上，还有在蒙塔那和沿埃达荷的其他区域中，那儿的森林看起来就好象已被烧焦一样。很明显，1957 年的这一夏天带来了历史上最严重和最惊人的蜘蛛螨的蔓延。几乎所有被喷过药的土地都受到了虫害的影响。没有什么地方比这儿受灾更明显了。护林人回顾历史、他们想起了另外几次蜘蛛螨造成的天灾，但都不象这次如此给人印象深刻。1929 年前在黄石公园中的麦迪逊河沿岸，1949 年在佛罗里达州，还有 1956 年在新墨西哥，都曾发生过类似的麻烦。每一次害虫的爆发都是跟随在用杀虫剂喷撒森林之后而来的。(1929 年的那次喷药是在 DDT 时代之前，当时使用的是砷酸铅。)

为什么蜘蛛螨会因使用杀虫剂而变得更加兴旺？除了蜘蛛螨相对地对杀虫剂不敏感这一明显的事实而外，看来还有两个其他的原因。在自然界，

蜘蛛螨的繁殖受到了许多种捕食性昆虫的制约，如瓢虫、一种五倍子蜂、食肉螨类和一些掠食性臭虫，所有这些虫子都对杀虫剂极为敏感。第三个原因必须到蜘蛛螨群体内部的数量压力上去寻找。一个不构成灾害的螨群体是一个稠密的、定居下来的集团，它们拥挤在一个躲避敌人的保护带中。在喷药之后，这个群体就解散了，这时螨虫虽未被化学药物杀死，但却受了刺激，它们溃散开，去寻找它们能以安身的地方。当发生这种情况时，螨虫就发现了有比在从前的集团中能得多得多的空间和食物。螨虫的敌人死掉了，螨虫没有必要再去花费它们的能量去维持那神秘的保护带了。它们就集中能量进行大量繁殖。它们的产卵量能增加三倍，这是不寻常的，——这一切都是得济于杀虫剂的效果。

在一个有名的苹果种植区维多利亚的山南边山谷中，当 DDT 开始代替砷酸铅时，一大群被叫做红带叶蝉的小昆虫就发展起来，变成了种植者们的一种灾难。它的危害过去从来没有这样严重过；这种小强盗索取的买路钱很快就增长到要人们付出 50% 的谷物；另外，在这个地区，而且在美国东部和中西部的大部分地区，随着 DDT 使用量的增加它很快变成了苹果树最有破坏性的害虫。

这一情况饱含讽刺。四十年代后期在诺瓦·斯克梯亚苹果园中，鱗蛾(引起“多虫苹果”)的最严重蔓延出现在这个反复喷药的果园里。而在未曾喷药的果园里，这种蛾并不曾多到足以造成真正的麻烦。

积极喷药在苏丹东部得到了一个同样不满意的报应，那儿的棉花种植者对 DDT 有一个痛苦的经验。在盖斯三角洲的大约 60,000 英亩棉田一直是靠灌溉生长的。当 DDT 的早期试验得到明显良好结果的时候，喷药就加强了。但这就是以后麻烦的开始。棉桃蠕虫是棉花的最有破坏性的敌人之一。但是，棉田愈喷药，棉桃蠕虫出现得就愈多。与喷过药的棉田相比，未喷药的棉田的棉桃和成熟的棉朵所遭受的危害较小，而且在两次喷药的田地里棉籽的产量明显地下降了。虽然一些吃叶子的昆虫被消灭了，但任何可能由此而得到的利益也全部被棉桃蠕虫的危害抵消了。最后，棉田种植者才不愉快地恍然大悟，如果他们不给自己找麻烦，不去花钱喷药的话，他们的棉田本来是可以得到更高的产量的。在比属刚果和乌干达，大量使用 DDT 对付咖啡灌木害虫的后果几乎是一场“大灾大难”。

害虫本身几乎完全没有受到 DDT 的影响，而它的捕食者都对 DDT 异常敏感。在美国，由于喷药扰乱了昆虫世界的群体动力学，农民们田里的害虫愈来愈猖狂。最近所执行的两个大规模喷药计划正好取得了这样的后果。一个是美国南部的捕灭红蚁计划，另一个是为了消灭中西部的日本甲虫。(见第 10 章和第 7 章)

当 1957 年在路易斯安娜州的农田里大规模使用七氯后，其结果使甘蔗的一种最凶恶的敌人——甘蔗穿孔虫得到解放。在七氯处理过后不久，穿孔虫的危害就急骤增长起来了。旨在消灭红蚁的七氯却把穿孔虫的天敌们杀掉了。甘蔗如此严重地被毁坏，以致于农民们都要去控告路易斯安娜州，因为该州没有对这种可能发生的后果提前发出警告。

伊利诺斯州的农民也得到一次同样的惨痛教训。为了控制日本甲虫，在狄氏剂的破坏性喷液已在伊利诺斯州东部的农田施用之后，农民们发现谷物穿孔虫在处理过的地区大量地增长起来。事实上，在施药地区谷物所生长的田野里所存在的这种昆虫的破坏性幼虫的数量相当于其他地区的两倍以

上。那些农民们可能还不知道所发生的事情的生物学原理，不过他们并不需要科学家来告诉他们他们已经买了个高价货。他们在企图摆脱一种昆虫的尝试中已为自己带来了另一个危害严重得多的虫灾。根据农业部预计，日本甲虫在美国所造成的全部损失总计约为每年 1000 万美元，而由谷物穿孔虫所造成的损失可达 8500 万美元。

值得注意的是，人们过去一直是在很大程度上依靠着自然力量来控制谷物穿孔虫的。

在这种昆虫于 1917 年被意外地从欧洲引入之后的两年中，美国政府就开始执行一个收集和进口这种害虫的寄生生物的得力计划。从那时起，24 种以谷物穿孔虫为宿主的寄生生物以一个可观的代价由欧洲和东方引入美国。其中，有 5 种被认为具有独立控制穿孔虫的价值。无需多说，所有这些工作所取得的成果现在已受到了损害，因为这些进口的谷物穿孔虫的天敌已被喷药杀死了。

如果有人怀疑这一点，请考虑加利福尼亚州柑桔丛树的情况。在加利福尼亚，十九世纪八十年代出现了一个生物控制的、世界最著名和最成功的例子。1872 年，一种以桔树树汁为食料的介壳虫出现在加利福尼亚，并且在随后的十五年中发展成了一种有如此巨大危害的虫灾，以致于许多果园的水果收成丧失殆尽。年轻的柑桔业受到了这一灾害的威胁。当时许多农民丢弃并拔掉了他们的果树。后来，由澳大利亚进口了一种以介壳虫为宿主的寄生昆虫，这是一种被称为维达里亚的小瓢虫。在首批瓢虫货物到达后才过了两年，在加利福尼亚所有长桔树地方的介壳虫已完全置于控制之下。从那时以来，一个人在桔树丛中找几天也不会再找到一个介壳虫了。

然而到了二十世纪四十年代，这些柑桔种植者开始试用具有魔力的新式化学物质来对付其他昆虫。由于使用了 DDT 和其他随后而来的更为有毒的化学药物，在加利福尼亚许多地方的小瓢虫群体便被扫地出门了，虽然政府过去为进口这些瓢虫曾花费了近 5000 美元。这些瓢虫的活动为果农每年挽回几百万美元，但是由于一次欠考虑的行动就把这一收益一笔勾销了。介壳虫的侵扰迅速卷土重来，其灾害超过了五十年来所见过的任何一次。

在里沃赛德的柑桔试验站工作的保尔·迪白克博士说：“这可能标志着一个时代的结束。”现在，控制介壳虫的工作已变得极为复杂化了。小瓢虫只有通过反复放养和极其小心地安排喷药计划才能够尽量减少它们与杀虫剂的接触而存留下来。且不管柑桔种植者们怎么干，他们总要多多少少对附近土地的主人们发点慈悲，因为杀虫剂的飘散可能给邻居带来严重灾害。

所有这些例子谈的都是侵害农作物的昆虫，而带来疾病的那些昆虫又怎么样呢？这方面已经有了不少警告。一个例子是在南太平洋的尼桑岛上，在第二次世界大战期间，那儿一直在大量地进行喷药，不过在战争快结束的时候喷药就停止了。很快，人群传染疟疾的蚊子重新入侵该岛，当时所有捕食蚊子的昆虫都已被杀死了，而新的群体还没来得及发展起来，因此蚊子的大量爆发是极易想见的。马歇尔·莱尔德描述了这一情景，他把化学控制比做一个踏车；一旦我们踏上，因为害怕后果我们就不能停下来。世界上部分疾病可能以一种很独特的方式与喷药发生关系。有理由认为，象蜗牛这样的软体动物看来几乎不受杀虫剂的影响。这一现象已被多次观察到。在佛罗里达州东部对盐化沼泽喷药所造成的、通常的大量生物死亡中，唯有水蜗牛幸免。这种景象如同人们所描述的是一幅可怖的图画——它很象是由超现实

主义画家的刷子创作出来的那种东西。在死鱼和气意奄奄的螃蟹身体中间，水蜗牛在一边爬动着，一边吞食着那些被致命毒雨害死的被难者。

然而，这一切有什么重要意义呢？这一现象之所以重要，是因为许多蜗牛可以作为许多寄生性蠕虫的宿主，这些寄生虫在它们的生活循环中，一部分时间要在软体动物中度过，一部分时间要在人体中度过。血吸虫病就是一个例子，当人们在喝水或在被感染的水中洗澡时，它可以透过皮肤进入人体，引起人的严重疾病。血吸虫是靠蜗螺宿主而进入水体的。这种疾病尤其广泛地分布在亚洲和非洲地区。在有血吸虫的地方，助长蜗螺大量繁殖的昆虫控制办法似乎总导致严重的后果。

当然，人类并不是蜗螺所引起的疾病的唯一受害者。牛、绵羊、山羊、鹿、麋、兔和其他各种温血动物中的肝病都可以由肝吸虫引起，这些肝吸虫的生活史有一段是在淡水蜗螺中度过的。受到这些蠕虫传染的动物肝脏不适宜再作为人类食物，而且照例要被没收。这种损失每年要浪费美国牧牛人大约 350 万美元。任何引起蜗螺数量增长的活动都会明显地使这一问题变得更加严重。

在过去的十年中，这些问题已投下了一个长长的暗影，然而我们对它们的认识却一直十分缓慢。大多数有能力去钻研生物控制方法并协助付诸实践的人却一直过份忙于在实行化学控制的更富有刺激性的小天地中操劳。1960 年报道，在美国仅有 2% 的经济昆虫学家在从事生物控制的现场工作，其余 98% 的主要人员都被受聘去研究化学杀虫剂。

情况为什么会这样？一些主要的化学公司正在把金钱倾倒在大学里以支持在杀虫剂方面的研究工作。这种情况产生了吸引研究生的奖学金和有吸引力的职位。而在另一方面，生物控制研究却从来没有人捐助过——原因很简单，生物控制不可能许诺给任何人那样一种在化学工业中出现的运气。生物控制的研究工作都留给了州和联邦的职员们，在这些地方的工资要少得多了。

这种状况也解释了这样一个不那么神秘的事实，即某些杰出的昆虫学家正在领头为化学控制辩护。对这些人中某些人的背景进行了调查，披露出他们的全部研究计划都是由化学工业资助的。他们的专业威望、有时甚至他们的工作本身都要依靠着化学控制方法的永世长存。毫不夸张地说，难道我们能期待他们去咬那只给他们喂食物的手吗？

在为化学物质成为控制昆虫的基本方法的普遍欢呼声中，偶尔有少量研究报告被少数昆虫学家提出，这些昆虫学家没有无视这一事实，即他们既不是化学家，也不是工程师，他们是生物学家。

英国的 F·H·吉克勃声称：“许多被你为经济昆虫学家的人的活动可能会使人们认为，他们这样干是由于他们相信拯救世界就要靠喷雾器的喷头……他们相信，当他们制造出了害虫再起、昆虫抗药性或哺乳动物中毒的问题之后，化学家将会再发明出另外一种药物来治理。现在人们还认识不到最终只有生物学家才能为根治害虫问题提出答案”。

诺瓦·斯克梯雅的 A·D·毕凯特写道：“经济昆虫学家必须要意识到，他们是在和活的东西打交道……，他们的工作必须要比对杀虫剂进行简单试验或对强破坏性化学物质进行测定更为复杂一些。”毕凯特博士本人是创立控制昆虫合理方法的研究领域中的一位先驱者，这种方法充分利用了各种捕食性和寄生性昆虫。

毕凯特博士大约在 35 年前，在诺瓦·斯克梯雅的安那波里斯山谷的苹果园中开始了他的研究工作，这个地方一度是加拿大果树最集中的地区。在那时候，人们相信杀虫剂(当时只有无机化学药物)是能够解决昆虫控制问题的，人们相信唯一要做的事是向水果种植者们介绍如何遵照所推荐的办法使用。然而，这一美好的憧憬却未能实现。不知为什么，昆虫仍在活动。于是，又投入了新的化学物质，更好的喷药设备也被发明出来了，并且对喷药的热情也在增长，但是昆虫问题并未得到任何好转。后来，人们又说 DDT 能够“驱散”鳕蛾爆发的“恶梦”；实际上，由于使用 DDT 却引起了一场史无前例的螨虫灾害。

毕凯特博士说：“我们只不过是从小危机进入另一场危机，用一个问题换来了另一问题”。

然而，在这一方面，毕凯特博士和他的同事们闯出了一条新的道路，他们抛弃了其他昆虫学家还在遵循的那条老路；在那条老路上，昆虫学家们还在继续跟在不断变得愈来愈毒的化学物质的鬼火的屁股后面跑。毕凯特博士及其同事们认识到他们在自然界有一个强有力的盟友，他们设计了一个规划，这个规划最大限度地利用了自然控制作用，并把杀虫剂的使用压缩到了最小限度。必须使用杀虫剂时，也将其剂量减低到最小量，使其足以控制害虫而不致于给有益的种类造成不可避免的伤害。计划内容中也包括选择适当的撒药时机。例如，如果在苹果树的花朵转为粉红色之前，而不是在这一时刻之后去喷撒尼古丁硫酸盐，那么一种有重要作用的捕食性昆虫就会保存下来，可能这是因为在苹果花转为粉红色之前它还在卵中未孵出。

毕凯特博士特意仔细挑选那些对寄生昆虫和捕食性昆虫危害极小的化学药物。他说：“如果我们在把 DDT、对硫磷、氯丹和其他新杀虫剂作为日常控制措施使用时，能够按照我们过去使用无机化学药物时所采用的方式去干，那么对生物控制感兴趣的昆虫学家们也就不会有那么大意见了。”他主要依靠“尔叶尼亚”(由一种热带植物的地下茎演化而来的一个名字)、尼古丁硫酸盐和砷酸铅，而不用那些强毒性的广谱杀虫剂，在某些情况下使用非常低浓度的 DDT 和马拉硫磷(每 100 加仑中 1 或 2 盎司——而过去常用 100 加仑中 1 或 2 磅的浓度)。虽然这两种杀虫剂是当代杀虫剂中毒性最低的，但毕凯特博士仍希望进一步的研究能用更安全、选择性更好的物质来取代它们。

他们的那个规划进行得怎么样呢？在诺瓦·斯克梯雅，遵照毕凯特博士修订的喷药计划的果园种植者们和使用强毒性化学药物的种植者一样，正在生产出大量的头等水果，另外，他们获得上述成绩其实际花费却是较少的。在诺瓦·斯克梯雅苹果园中，用于杀虫剂的经费只相当于其他大多数苹果冲植区经费总数的 10—20%。

比得到这些辉煌成果更为重要的一个事实是，即由诺瓦·斯克梯雅昆虫学家们所执行的这个修改过的喷药计划是不会破坏大自然的平衡的。整个情况正在向着由加拿大昆虫学家 G.C.尤里特十年前所提出的那个哲学观点的方向顺利前进，他曾说：“我们必须改变我们的哲学观点，放弃我们认为人类优越的态度，我们应当承认我们能够在大自然实际情况的启发下发现一些限制生物种群的设想和方法，这些设想和方法要比我们自己搞出来的更为经济合理”。

## 十六 崩溃声隆隆

如果达尔文今天还活着，他一定会为昆虫世界在适者生存理论上所表现出的令人印象深刻的验证感到高兴和惊讶。在大力推行的化学喷撒的重压之下，昆虫种群中的弱者都被消灭掉了。现在，在许多地区和许多种类中，只有健壮的和适应能力强的昆虫才在反控制中活了下来。

近半个世纪以前，华盛顿州立大学的昆虫学教授 A.L.麦兰德问了一个现在看来纯粹是修辞学上的问题：“昆虫是否能够逐渐变得对喷药有抵抗力？”如果当时给麦兰德的回答看来是不清楚或太慢的话，那只是因为他的问题提出得太快了——他在 1914 年提出他的问题，而不是在四十年之后。在 DDT 时代之前，当时使用无机化学药物的规模在今天看起来是极为谨慎的，但已到处都引起了那些经过喷药后存活下来的昆虫的应变。麦兰德本人也陷入桑·古斯介壳虫的困扰之中，他曾花费了几年时间用喷撒硫化石灰称心如意地控制住了这种虫子；然而后来，在华盛顿的克拉克斯顿地区这种昆虫变得很倔强——它们比在万那契和雅吉玛山谷果园中时更难被杀死。

突然地，在美国其他地区的这种介壳虫似乎都有了同样一个主意：在果园种植者们勤勉地、大方地喷撒硫化石灰的情况下，它们都不愿意再死去了。美国中西部地区的几千英亩优良果园已被现在这种对喷药无动于衷的昆虫毁灭了。

然而，在加利福尼亚，一个长期为人们所推崇的方法——用帆布帐篷将树罩起来，并用氢氰酸蒸汽熏这些树——在某些区域开始产生令人失望的结果，这一问题被提到加利福尼亚柑桔试验站去研究，这一研究开始于 1915 年左右，并持续进行了四分之一世纪。

虽然砷酸铅成功地对付鱗蛾已达四十年之久，但在本世纪二十年代这种蛾仍变成了一种有办法抵抗药物的昆虫。

不过，只有在 DDT 和它的各种同类出现之后才将世界引入了真正的抗药性时代。任何一个人只要有点儿最简单昆虫知识或动物种群动力学知识，是不应对下述事实感到惊奇的，即大约在很少的几年中，一个令人不快的危险问题已经清楚地显现出来了。虽然人们慢慢地都知道昆虫具有对抗化学物质的能力，但看来目前只有那些与带病昆虫打交道的人们才觉悟到这一情况的严重性；虽然现实的困难是以这种似是而非的理论为依据，但大部分农业工作者还在高兴地希望发展新型的和毒性愈来愈强的化学药物。

人们为了认识昆虫抗药性现象曾付出了许多时间，但昆虫抗药性本身的产生却远远不要那么多时间。在 1945 年以前，仅知大约有十几种昆虫对 DDT 出现以前的某些杀虫剂逐渐产生了抗性。随着新的有机化学物质及其广泛应用的新方法的出现，抗药性开始急骤发展，于 1960 年达到了有 137 种昆虫已具有抗药性。没有一个人相信事情就到此为止了。

在这个课题上现在已出版了不下 1000 篇技术报告。世界卫生组织在世界各地约 300 名科学家的赞助下，宣布“抗药性现在是对抗定向控制计划的一个最重要问题”。一个著名的英国动物种群研究者卡尔斯·艾尔通博士曾说过：“我们正在听到一个可能发展成为巨大崩溃的早期隆隆声”。

抗药性发展得如此之迅速，以致于有时在一个庆贺某些化学药物对一种昆虫控制成功的报告墨迹未干的时候，又不得不再发出另外一个修正报告了。例如在南非，牧人长期为蓝扁虱所困扰，单在一个大牧场中每年就有600头牛因此玩去。多年来，这种扁虱已对砷喷剂产生了抗性。然后，又试用了六六六，在一个很短的期间内一切看来都很令人满意。早在1949年发出的报告声称，抗砷的扁虱能够很容易地被这种新化学物质控制住。但第二年，一个宣布昆虫抗药性又向前发展的悲哀通告不得不出版了。这一情况激起一个作家在1950年的《皮革商业回顾》中评论道：“象这样一些通过科学交流悄悄泄露出来的、只在对外书刊中占一个小小位置的新闻是完全有资格在报纸上登出一个同新原子弹消息一样大的标题的，如果这件事的重要意义完全为人们所了解的话”。

虽然昆虫抗性是一个与农业和林业有关的事，但在公共健康领域中也引起了极为严重的不安。各种昆虫和人类许多疾病之间的关系是一个古老的问题。阿诺菲来斯蚊可以把疟疾的单个细胞注射进入的血液中。其他一种蚊子可以传播黄热病。还有另外一些蚊子传染脑炎。家蝇并不叮人，然而却可以通过接触使痢疾杆菌沾污人类的食物，并且在世界许多地方起着传播眼疾的重要作用。疾病及其昆虫携带者(即带菌者)的名单中包括有传染斑疹伤寒的虱子，传播鼠疫的鼠蚤，传染非洲嗜睡病的萃萃蝇，传染各种发烧的扁虱，等等。

这些都是我们必将遇到的重要问题。任何一个负责任的人都不会认为可以不理睬这些虫媒疾病。现在我们面临一个问题：用正在使这一问题恶化的方法来解决这一问题究竟是否聪明，是否是负责的呢？我们的世界已经听到过许多通过控制昆虫传染者来战胜疾病的胜利消息，但是我们的世界几乎没有听到这个消息的另外一面——失败的一面，这个短命的胜利现在有力地支持着这样一种情况，即我们的敌人昆虫由于我们的努力实际上已经变得更加厉害了。甚至更糟糕的是，我们可能已毁坏了我们自己的作战手段。

一个杰出的加拿大昆虫学家 A.W.A. 布朗博士受聘于世界卫生组织去进行一个关于昆虫抗性问题的广泛调查。在1958年出版的总结专题论文中，布朗博士这样写道：“在向公共健康计划中引入强毒性人造杀虫剂之后还不到十年，主要的技术问题已表现为昆虫对这些曾用来控制它们的杀虫剂的抗性的发展。”在他已发表的专论中，世界卫生组织警告说：“现正在进行的对由节足动物引起的如霍乱、斑疹伤寒、鼠疫这样一些疾病的劲头十足的进攻已经面临着一个严重退却的危险，除非这一新问题能够迅速被人们所解决”。

这一倒退的程度如何？具有抗药性昆虫的名单现在实际上已包括了全部具有医学意义的各种昆虫。黑蝇、沙蝇和萃萃蝇看来还没有对化学物质产生抗药性。另一方面，家蝇和衣虱的抗药性现已发展到了全球的范围。征服疟疾的计划由于蚊子的抗性而遇到困难。鼠疫的主要传播者东方鼠蚤最近已表现出对 DDT 的抗性，这是一个最严重的进展。每个大陆和大多数岛屿都正在报告当地有许多种昆虫有了抗药性。

也许可以说，首次在医学上应用现代杀虫剂是在1943年的意大利，当时盟军政府用 DDT 粉剂撒在大批的人身上，成功地消灭了斑疹伤寒。跟着，两年之后，为控制疟蚊进行了广泛的残留喷撒。仅在一年以后，一个麻烦的迹象就出现了，家蝇和蚊子开始对喷撒的药物表现出有了抗药性。1948年，一种新型化学物质——氯丹作为 DDT 的增补剂而被试用。这一次，有效的控

制保持了两年；不过到 1950 年 8 月，对氯丹具有抗性的蚊子也出现了，到了年底，所有家蝇如同蚊子一样看来都对氯丹有了抗性。新的化学药物一被投入使用，抗药性马上就发展起来了。近 1951 年底时，DDT、甲氧七氯、氯丹、七氯和六六六都已列入了失效的化学药物质的名单之中。同时，苍蝇却变得“多得出奇”。

在二十世纪四十年代后期，同样一连串事件在撒丁岛循环重演。在丹马克，含有 DDT 的药品于 1944 年首次被使用；到了 1947 年，对苍蝇的控制在许多地方已告失败。在埃及一些地区，到 1948 年时，苍蝇已对 DDT 产生了抗性；用 BHC 取而代之，不过有效期也不过一年。一个埃及村庄突出地反映出了这一问题。1950 年，杀虫剂有效地控制住了苍蝇，而在同一年中，初期的死亡率就下降了将近 50%。次年，苍蝇对 DDT 和氯丹已有抗药性，苍蝇的数量又恢复到原来的水平，死亡率也随之下降到了原先的水平。在美国，在 1948 年时田纳西河谷的苍蝇已对 DDT 有了抗药性。其他地区也随之出现此情况。用狄氏剂来恢复控制的努力毫无成效，因为在一些地方，仅仅在两个月之内，苍蝇就获得了对这种药物的顽强抗性。在普遍使用了有效的氯化烃类之后，控制物又转向了有机磷类；不过在这儿，抗药性的故事又再次重演。专家们现在的结论是“杀虫剂技术已不能解决家蝇控制问题，必须重新依靠一般的卫生措施”。

在那不列斯对虱的控制是 DDT 最早的、最出名的成效之一。在而后的几年中，与它在意大利的成功相比美的是 1945 - 1946 年间的冬天在日本和朝鲜成功地消灭危害约二百万人口的虱。1948 年西班牙防治斑疹伤寒流行病失败，通过这次失败，我们知道往后工作困难重重。尽管这次实践失败，但有成效的室内实验仍使昆虫学家们相信虱未必会产生抗药性；但 1950 - 1951 年间冬天在朝鲜发生的事件使他们大吃一惊。当 DDT 粉剂在一批朝鲜士兵身上使用后，结果很不寻常虱反而更加猖獗了。当把虱收集来进行试验时，发现 5% 的 DDT 粉剂不能引起它们的自然死亡率的增加。由东京游民、依塔巴舍收容所，叙利亚、约旦和埃及东部的难民营中收集来的虱子也得出了同样的试验结果，这些结果确定了 DDT 对控制虱和斑疹伤寒的无效。到了 1957 年，对 DDT 有抗药性的虱的所在国家的名单已扩展到包括伊朗、土耳其、埃塞俄比亚、西非、南非、秘鲁、智利、法国、南斯拉夫、阿富汗，乌干达、墨西哥和坦噶尼喀。在意大利最初出现的那种狂喜看来已真的暗淡下来了。

对 DDT 产生抗性的第一种疟蚊是希腊的萨氏按蚊。1946 年开始强烈的喷撒，并得到了最初的成功；然而到了 1949 年，观察者们注意到大批成年蚊子停息在道路桥梁的下面，而不呆在已经喷过药的房间和马厩里。蚊子在外面停息的地方很快地扩展到了洞穴、外屋、阴沟里和桔树的叶丛和树干上。很明显，成年蚊子已经变得对 DDT 有足够的耐药性，它们能够从喷过药的建筑物逃脱出来并在露天下休息和恢复。几个月之后，它们能够留在房子中了，人们在房子中发现它们停歇在喷过药的墙壁上。

这是一个现在已出现的极严重情况的前兆。疟蚊对杀虫剂的抗性增长极快，这一抗性发展完全是由旨在消灭疟疾的房屋喷药计划本身的彻底性所创造出来的。在 1956 年，只有 5 种疟蚊表现出抗药性；而在 1960 年初其数量已由 5 种增加到了 28 种！其中包括在非洲西部、中美、印度尼西亚和东欧地区的非常危险的疟疾传播者。

在传播其他疾病的蚊子中，这一情况也正在重演。一种携带着与橡皮病这样一些疾病有关的寄生虫的热带蚊子在世界许多地方已变得具有很强的抗药性。在美国一些地区，传播西方马疫脑炎的蚊子已经产生了抗药性。一个更为严重的问题与黄热病的传播者有关，在几个世纪中这种病都是世界上的一大灾难。这种蚊子的抗药性的发展已出现在东南亚，而现在已是加勒比海地区的普通现象。

来自世界许多地方的报告表现了昆虫产生抗药性对疟疾和其他疾病的影响。在特利尼代德，1954年的黄热病大爆发就是跟随在对病源蚊子进行控制因蚊子产生抗性而失败之后发生的。在印度尼西亚和伊朗，疟疾又活跃起来。在希腊、尼日利亚和利比亚，蚊子继续躲藏下来，并继续传播疟原虫。

通过控制苍蝇在佐治亚州所取得的腹泻病的发病减少的成绩已在一年时间中付诸东流了。在埃及，通过暂时地控制苍蝇所得到的急性结合膜炎的病情降低，在1950年以后也不复存在了。

有一件事对人类健康来说并不太严重，但从经济价值来衡量却很令人头痛，那就是佛罗里达的盐化沼泽地蚊子也表现出有了抗药性。虽然这些蚊子不传染疾病，但它们成群地出来吸人血，从而使佛罗里达海岸边的广大区域成了无人居住区，直到控制——一个很难的而且是暂时性的控制实行之后，这一情况才有所改变；但是，这一成效很快就又消失了。

普通家蚊到处都正在产生着抗药性，这一事实应当使现在许多正定期进行大规模喷药的村庄停息下来。在意大利、以色列、日本、法国和包括加利福尼亚；俄亥俄、新泽西和马萨诸塞州等美国部分地区，这种蚊子现在已对厉害的杀虫剂产生了抗性，在这些杀虫剂中应用最广泛的是 DDT。

扁虱又是一个问题。木扁虱是脑脊髓炎的传播者，它最近已产生了抗药性，褐色狗虱抵抗化学药物毒力的能力已经完全、广泛地固定下来了。这一情况对人类、对狗都是一个问题。这种褐色狗虱是一个亚热带品种，当它出现在象新泽西州这样的大北方时，它必须生活在一个水室外温度暖和得多的建筑物里过冬。美国自然历史博物馆的 J·C·派利斯特于 1959 年夏天报告说：他的展览部曾接到许多来自西部中心公园邻居住家的电话，派利斯特先生说：“整所房屋常常传染上幼扁虱，并且很难除掉它们。一只狗会在中心公园偶然染上扁虱，然后这些扁虱产卵，并在房屋里孵化出来。看来它们对 DDT、氯丹或其他我们现在使用的大部分药物都有免疫力。过去在纽约市出现扁虱是很不寻常的事，而现在它们已布满了这个城市和长岛，布满了西彻斯特，并蔓延到了康涅狄格。在最近五、六年中，这一情况使我们特别注意”。

遍布于北美许多地区的德国蜂螂已对氯丹产生了抗药性，氯丹一度是灭虫者们的得意武器，但现在他们只好改用有机磷了。然而，当前由于昆虫对这些杀虫剂逐渐产生抗性，这献给灭虫者们提出了一个问题：下一步怎么办？

由于昆虫抗药性的不断提高，防治虫媒疾病的工作人员现在不得不用一种杀虫剂代替另一种杀虫剂来应付他们所面临的问题。不过，如果没有化学家们创造发明来供应新物质的话，这种办法是不能无限地继续下去的。布朗博士曾指出：我们正行驶在“一个单行道”上，没有人知道这条路有多长；如果在我们到达死亡的终点之前还没有控制住带病昆虫的话，我们的处境确实就很悬了。

对早期无机化学药物具有抗性的农业昆虫的名单上有十几种，现在应

再加上另外一大群，这些昆虫都是对 DDT、BHC、六氯联苯、毒杀芬、狄氏剂、艾氏剂，甚至包括人们曾寄予重望的磷具有的抗性。1960 年，毁坏庄稼的昆虫具有抗性的已达 65 种。

农业昆虫对 DDT 产生抗性的第一批例子出现在美国是在 1951 年，大约在首次使用 DDT 六年之后。最难以控制的情况也许是与鱈蛾有关，这种鱈蛾实际上在全世界苹果种植地区现在已对 DDT 产生了抗性。白菜昆虫中的抗药性正在成为又一个严重问题。马铃薯昆虫正在逃脱美国许多地区的化学控制。六种棉花昆虫、形形色色的吃稻木虫、水果蛾、叶蝗虫、毛虫、螨、蚜虫、铁线虫等许多其他虫子现在都对农民喷撒化学药物毫不在乎了。

化学工业部门现在不愿面对抗药性这一不愉快的事实，这也许可以理解的。甚至到了 1959 年，已经有 100 种主要昆虫对化学药物有明显抗性。这时，一家农业化学的主要刊物还在问昆虫的抗药性“是真的，还是想象出来的”。然而，当化学工业部门满怀希望地把面孔转过去时，这个昆虫抗药性问题并未简单地消失，它也给化学工业提出了一些不愉快的经济事实。一个事实是用化学物质进行昆虫控制的费用正在不断增长。由于一种在今天看来可能是十分有前景的杀虫化学物质到了明天可能就会惨然失效，所以事先去大量贮备杀虫药剂已失去意义了。当这些昆虫用抗性再一次证明了人类用暴力手段对待自然是无效的时候，用于支持和推广杀虫剂的大量财政投资可能就会取消了。当然，迅速发展的技术会为杀虫剂发明出新的用途和新的使用方法，但看来，人们总会发现昆虫继续安然无恙。

达尔文本人可能不会发现一个比抗性产生过程更好的说明自然选择的例子了。出生于一个原始种群的许多昆虫在身体结构、活动和生理学上会有很大的差异，而只有“顽强的”昆虫才能抵抗住化学药物的药方而活下来。

喷药杀死了弱者，一只有那些具有某些能使它们逃脱毒害的天生特性的昆虫才存留下来。它们繁殖出的新一代将借助于简单的遗传性而在其先天抵抗力中具备了天生的“顽强性”。这一情况必不可免地产生了这样一种结果，即用烈性化学药物进行强化喷撒只能使原先打算解决的问题更加糟糕。几代之后，一个单独由顽强的具有抗性的种类所组成的昆虫群体就代替了一个原先由强者和弱者共同组成的混合种群。

昆虫借以抵抗化学物质的方法可能是在不断变化的，并且现在还完全不为人们所了解。有人认为一些不受化学喷药影响的昆虫是由于有利的身体构造，然而，看来在这方面几乎没有什么实际的证据。然而，一些昆虫种类所具备的免疫性从布利吉博士所做的那些观察中已清楚表现出来了，他报告说在丹麦的佛毕泉害虫控制研究所中观察到大量苍蝇“在屋子里的 DDT 中嬉戏，就象从前的男巫在烧红的炭块上欢跳一样”。

从世界其他地方都传来了类似的报告。在马来亚的瓜拉鲁木婆，蚊子第一次在非喷药中心区出现了对 DDT 的抗性。当抗药性产生以后，可以在堆存的 DDT 表面发现停歇着的蚊子，用手电筒可在近处很清楚地看见它们。另外，在台湾南部的一个兵营里所发现的具有抗性的臭虫样品当时身上就带有 DDT 的粉末。在实验室，将这些臭虫包到一块盛满了 DDT 的布里去，它们生活了一个月之久；它们产了卵；并且生出来的小臭虫还长大、长胖了。

虽然如此，但昆虫的抗药性并不一定要依赖于身体的特别构造。对 DDT 有抗性的苍蝇具有一种酶，这种酶可使苍蝇将 DDT 降解为毒性较小的化学物质 DDE。这种酶只产生在那些具有 DDT 抗性遗传因素的苍蝇身上。当然，这

种抗性因素是世袭相传的。至于苍蝇和其他昆虫如何对有机磷类化学物质产生解毒作用，这一问题现在还不大清楚。

一些活动习性也可以使昆虫避免与化学药物接触。许多工作人员注意到具有抗药性的苍蝇喜欢停歇在未喷药的地面上，而不喜欢停在喷过药的墙壁上。具有抗性的家蝇可能有稳定飞行习性，总是停落在同一个地点，这样就大大减少了与残留毒物接触的次数。

有一些疟蚊具有一种习性可以尽量少在 DDT 中的暴露，这样实际上即可免于中毒；在喷药的刺激下，它们飞离营棚，而在外面得以存活。

通常，昆虫产生抗性需二到三年时间，虽然偶然有时只要一个季度或甚至更少的时间也会产生抗性。在另外一个极端情况下，也可能需要六年之久。一种昆虫在一年中繁殖的代数是很重要的，是根据种类和气候的不同而有所增减。例如，加拿大苍蝇比美国南部的苍蝇抗药性发展得慢一些，因为美国南部有漫长、炎热的夏天适宜于昆虫高速度繁殖。

有时人们会问一个满怀希望的问题：“如果昆虫都能变得对化学毒物具有抗性，人类为什么不能也变得有抗性呢？”从理论上讲，人类也是可能的；然而产生这种抗性的过程需要几百年，甚至几千年，那么现在活着的人们就不必对人类的抗性寄予什么希望。

抗药性不是一种在个体生物中产生的东西。如果一个人生下时就具有一些特性使他能比其他人更不中毒的话，那么他就更容易活下来并且生子育孙。因而，抗性是一种在一个群体中、经过许多代时间才能产生的东西。人类群体的繁殖速度大约来说为每一世纪三代，而昆虫产生新一代却只需几天或几星期。

“昆虫给我们造成一定的损害，我们是多少忍受点呢，还是连续用尽各种方法消灭以求暂时免于受害呢？我看，在某些情况下，前者要比后者明智得多。”这是布里吉博士在荷兰任植物保护服务处指导者时提出的忠告：“从实践中得出的忠告是‘尽可能少喷药’，而不是‘尽量多喷药’……施加给害虫种群的喷药压力始终应当是尽可能的减少”。

不幸的是，这样的看法并未在美国相应的农业服务处中占上风。农业部专门论述昆虫问题的 1952 年年鉴承认了昆虫正在产生抗性这一事实，不过它又说：“为了充分控制昆虫，仍需要更频繁、更大量地使用杀虫剂。”农业部并没有讲如果那些未曾试用过的化学药物不仅能消灭世界上的昆虫，而且能够消灭世界上的一切生命，那么将会发生什么事情。不过到了 1959 年，也就是仅仅在这一忠告再次提出的十年之后，一个康涅狄格州的昆虫学家在《农业和食物化学杂志》中谈到了最后一种可用的新药品至少已对一、两种害虫使用过了。

布里吉博士说：“更加清楚不过的是，我们正走上一条危险之路。……我们不得不准备在其他控制方面去开展大力研究，这些新方法必将是生物学的，而不是化学的。我们的意图是打算尽可能小心地把自然变化过程引导到我们响往的方向上，而不是去使用暴力……”。

“我们需要一个更加高度理智的方针和一个更远大的眼光，而这正是我在许多研究者身上未看到的。生命是一个超越了我们理解能力的奇迹，甚至在我们不得不与它进行斗争的时候，我们仍需尊重它……依赖杀虫剂这样的武器来消灭昆虫足以证明我们知识缺乏，能力不足，不能控制自然变化过程，因此使用暴力也无济于事。在这里，科学上需要的是谦虚谨慎，没有任何理

由可以引以自满”。

## 十七 另外的道路

现在，我们正站在两条道路的交叉口上。但是这两条道路完全不一样，更与人们所熟悉的罗伯特·福罗斯特的诗歌中的道路迥然不同。我们长期来一直行驶的这条道路使人容易错认为是一条舒适的、平坦的、超级公路，我们能在上面高速前进。实际上，在这条路的终点却有灾难在等待着。这条路的另一个叉路——一条“很少有人走边的”叉路——为我们提供了最后唯一的机会让我们保住我们的地球。

归根结底，要靠我们自己做出选择。如果在经历了长期忍受之后我们终于已坚信我们有“知道的权利”，如果我们由于认识提高而已断定我们正被要求去从事一个愚蠢而又吓人的冒险，那么有人叫我们用有毒的化学物质填满我们的世界，我们应该永远不再听取这些人的劝告；我们应当环顾四周，并且发现还有什么道路可使我们通行。

确实，需要有十分多种多样的变通办法来代替化学物质对昆虫的控制。在这些办法中，一些已经付诸应用并且取得了辉煌的成绩，另外一些正处于实验室试验的阶段，此外还有一些只不过作为一个设想存在于富于想象力的科学家的头脑之中，在等待时机投入试验。所有这些办法都有一个共同之处：它们都是生物学的解决办法。这些办法对昆虫进行控制是基于对话的有机体及其所依赖的整个生命世界结构的理解。在生物学广袤的领域中各种有代表性的专家——昆虫学家、病理学家、遗传学家、生理学家、生物化学家、生态学家——都正在将他们的知识和他们创造性灵感贡献给一个新兴科学——生物控制。

生物学家约翰·霍普金斯说：“任何一门科学都好象是一条河流。它有着朦胧的、默默无闻的开端；有时在平静地流淌，有时湍流急奔；它既有涸竭的时候，也有涨水的时候。借助于许多研究者的辛勤劳动，或是当其他思想的溪流给它带来补给时，它就获得了前进的势头，它被逐渐发展起来的概念和归纳不断加深和加宽”。

从生物控制科学的现代情况来看，它的发展正与约翰·霍普金斯的说法相符合。在美国，生物控制学于一个世纪之前就在朦胧中开始了，那时是为了首次尝试去控制已判明成为农民烦恼的天然有害昆虫，这种努力过去有时进展缓慢，或者完全停顿下来；但它不时地在突出成就的推动之下得到加速和前进的势头。当从事应用昆虫学工作的人们被二十世纪四十年代的新式杀虫剂的洋洋大观搞得眼花缭乱时，他们就丢弃了一切生物学方法，并把自己的双脚放在了“化学控制的踏车”上；这时候，生物控制科学的河流就处于干涸的时期，于是，为争取使世界免受昆虫之害的目标就渐渐远去了。现在，当由于不经心和随心所欲地使用化学药物已给我们自己造成了比对昆虫更大的威胁时，生物控制科学的河流由于得到新思想源泉的接济才又重新流淌起来。

一些最使人着迷的新方法是这样一些方法，它们力求将一种昆虫的力

量转用来与昆虫自己作对，——利用昆虫生命力的趋向去消灭它自己。这些成就中最令人赞叹的是那种“雄性绝育”技术，这种技术是由美国农业部昆虫研究所的负责人爱德华·克尼普林博士及其合作者们发展出来的。

约在二十五年以前，克尼普林博士由于提出了一种控制昆虫的独特方法而使他的同事们大吃一惊。他提出一个理论：如果有可能使很大数量的昆虫不育，并把它们释放出去，使这些不育的雄性昆虫在特定情况下去与正常的野生雄性昆虫竞争取胜，那么，通过反复地释放不育雄虫，就可能产生无法孵出的卵，于是这个种群就绝灭了。

对这个建议，官僚主义无动于衷，科学家们怀疑，但克尼普林博士坚持着这一想法。

在将此想法付诸试验之前，有待解决的一个主要问题是需要发现一种使昆虫不育的实际可行的办法。从理论上讲，昆虫由于X射线照射而可能不育的事实从1916年就已为人知了，当时一位名叫G.A. 兰厄的昆虫学家曾报道了有关烟草甲虫的这种不育现象。二十年代末，荷曼·穆勒在X射线引起昆虫突变方面的开创性工作打开了一个全新的思想境界；到了本世纪中叶，许多研究人员都报道了至少有十几种昆虫在X射线或伽玛射线作用下出现不育现象。

不过，这些都是室内实验，离实际应用还距离遥远。约在1950年，克尼普林博士开始作出极大努力将昆虫的不育性变成一种武器来消灭美国南部家畜的主要害虫——螺丝蝇。这种蝇是将卵产在所有流血受伤动物的外露伤口上的。孵出的幼虫是一种寄生虫，靠宿主的肉体为食。一头成熟的小公牛可以因严重感染，10天内死去，在美国因此而损失的牲畜估计每年达4000万美元。估计野生动物的损失是困难的，不过它肯定也是极大的。得克萨斯州某些区域鹿的稀少就是归因于这种螺丝蝇。这是一种热带或亚热带昆虫，栖息于南美、中美和墨西哥，在美国它们通常局限在西南部。然而，约在1933年，它们意外地进入了佛罗里达州，那儿的气候允许它们活过冬天和建立种群。它们甚而推进到阿拉巴马州南部和佐治亚州，于是东南部各州的家畜业很快就受到每年高达2000万美元的损失。

有关螺丝蝇的生物学的大量情报资料已在那几年中被得克萨斯州农业部的科学家们收集起来了。1954年，在佛罗里达岛上进行了一些预备性现场实验之后，克尼普林博士准备去进行更大范围的试验以验证他的理论。为此，与荷兰政府达成协议，克尼普林到了加勒比海中的一个与大陆至少相隔50海里之遥的库拉索岛上。

1954年8月开始实验，在佛罗里达州的一个农业部实验室中进行培养和经过不育处理的螺丝蝇被空运到库拉索岛，并在那儿以每星期400平方英里的速度由飞机撒放出去。产在实验公羊身上的卵群数量几乎是马上就开始减少了，就象它们增多时一样快。仅仅在这种撒虫行动开始之后的七个星期内，所有产下的卵都变成不育性的了。很快就再也找不到不管是不能生育的或正常的卵群了。螺丝蝇确实已从库拉索岛上被根除了。

这个库拉索岛美名远扬的成功试验激发了佛罗里达州牲畜养育者们的愿望，他们也想利用这种技术来使他们免受螺丝蝇的灾害。虽然在佛罗里达州困难相对比较大——其面积为小小的库拉索岛的300倍；1957年，美国农业部和佛罗里达州联合为扑灭螺丝蝇的行动提供了基金。这个计划包括着在一个专门建造的“苍蝇工厂”中每周生产大约5000万个螺丝蝇，包括着

利用二十架轻型飞机按预定的航线飞行，每天飞五到六个小时，每架飞机带1000个纸盒，每个纸盒里盛放200到400个用X光照射过的螺丝蝇。

1957 - 1958年间的冬天很冷，严寒笼罩着佛罗里达州北部，这对开始此项计划是个意想不到的良机，因为此时螺丝蝇的种群减少了，并且局限在一个小区域中。当时曾考虑需用17个月时间来完成此项计划，要用人工养育35亿只螺丝蝇，将不能生育的飞蝇要撒遍佛罗里达州及佐治亚和阿拉巴马地区。由螺丝蝇引起的动物伤口传染最后一次可能是发生在1959年1月。在这以后的几个星期中，螺丝蝇中了圈套。其后，再没有发现螺丝蝇的踪迹。消灭螺丝蝇的任务已在美国东南部完成了——这是科学创造力价值的光辉明证，另外还靠着严密的基础研究、毅力和决心。

现在，在密西西比设立的一个隔离屏障正在努力阻止螺丝蝇从西南部卷上重来；在西南部，螺丝蝇已被牢固地圈禁起来了。在那儿，扑灭螺丝蝇的计划将会是十分艰难的，因为那儿面积辽阔，并且又有从墨西哥重新侵入的可能性。虽然情况如此，但事关重大，并且看来农业部的想法是为了至少将螺丝蝇的数量保持在一个足够低的水平上，打算很快在得克萨斯州和西南部螺丝蝇猖獗的其他地区试行某些计划。

征讨螺丝蝇的辉煌胜利激发起将这种方法应用于其他昆虫的巨大兴趣。当然，并非所有昆虫都是这种技术的合适对象，这种技术在很大程度上要依靠昆虫生活史的详情细节、种群密度和对放射性的反应。

英国人已进行了试验，希望这种方法能用于消灭罗得西亚的萃萃蝇。这种昆虫蔓延了非洲三分之一的土地，给人类健康带来威胁，并妨碍了在450万平方英里树木茂密的草地上牲畜的饲养。萃萃蝇的习性很不同于那些螺丝蝇，虽然萃萃蝇能在放射性作用下变得不能生育、但要应用这种方法还要首先解决一些技术性困难。

英国人已就大量的各种昆虫对放射性的感受性进行了试验。美国科学家已在夏威夷的室内试验并在遥远的罗塔岛野外试验中对西瓜蝇和东方及地中海果蝇作出了一些令人欢欣鼓舞的初步成果。对谷物穿孔虫和甘蔗穿孔虫也都进行了试验。存在着一种可能性，即具有医学重要性的昆虫也可能通过不育作用而得到控制。一位智利科学家已经指出，传播疟疾的蚊子逃过了杀虫剂的处理仍在他的国家存在着，这时只有撒放不育的雄蚊才能提供消灭这种蚊子的毁灭性打击。

用放射性实现不育的明显困难已迫使人们去研究一种能达到同样结果的其他较容易的方法，现在已出现了一个对化学不育剂感兴趣的高潮。

在佛罗里达州奥兰德的农业部实验室里工作的科学家现在正采用将化学药物混入食物的方法，在实验室和一些野外实验中使家蝇不育。1961年在佛罗里达的吉斯岛的试验中，家蝇的群体仅仅只用了五周时间就被消灭了。虽然从邻近岛屿飞来的家蝇后来又在本地再次繁殖起来，但作为一个先导性的试验，这个试验还是成功的。农业部对这种方法的前景的激动是很容易被理解的。如我们所看到的，在第一个地方，家蝇现在实际上已变得不受杀虫剂控制了。毫无疑问需要一种控制昆虫的全新方法。用放射性来制造不育昆虫的问题之一是，这不仅需要人工培养昆虫，而且必须要撒放比野外昆虫数量更多的不育雄虫才行。这一点对螺丝蝇可以做到，因为它实际上并不是一种数量很庞大的昆虫。然而，对象蝇来说，放出比原有家蝇数量的两倍还要多的蝇子可能会遭到激烈反对，虽然这一家蝇数量的增多仅仅是暂时性

的。与之相反，一种化学不育剂可以与昆虫饵料混合在一起，再被引进到家蝇的自然环境中去；吃了这种药的昆虫就会变得不能生育，最后、这种不育的家蝇占了优势，这种昆虫将通过产卵而不再存在。

做化学物质不育效果的实验要比做化学毒性的实验困难得多。要评价一种化学物质得用 30 天——虽然可以同时进行许多实验。在 1958 年 4 月和 1961 年 12 月之间，在奥兰德实验室对几百种化学物质的可能的不育效果进行了筛选。看来农业部很高兴地在这中间已发现了少量有苗头的化学物质。

现在，农业部的其他实验室也正在继续研究这一问题，进行化学物质消灭马房苍蝇、蚊子、棉子象鼻虫和各种果蝇的试验。所有这些目前都还处于实验阶段，不过在自从开始研究化学不育剂以来的短短几年中，这一工作已取得了很大进展。在理论上，它具有许多吸引人的特性。克尼普林博士指出，有效的化学昆虫不育剂“可能会很轻易地凌驾于最好的现有杀虫剂之上”。请想象这一情况，一个有一百万只昆虫的群体每过一代就增加五倍。如果一种杀虫剂可以杀死每一代昆虫的 90%，那么第三代以后还留有 125,000 个昆虫。与之相比，一种引起 90 多昆虫不育的化学物质在第三代只可能留下 125 个昆虫。

这个方法也有一个不利的方面，化学不育剂中也包括了一些极为烈性的化学物质。

但幸好，至少在这些早期阶段中，大部分研究化学不育剂的人看来都很留心于去发现安全的药物和安全的使用方法。虽然如此，但是到处都听到有人要求从空中喷撒这些导致不育的化学药物，——例如，要求给被吉卜赛蛾幼虫嚼咬的叶子去喷上一层这样的药。

在没有对这种做法的危险后果预先进行透彻研究就试图去干这样的事那是极不负责任的。

如果在我们的头脑中不时时记着化学不育剂的潜在危害的话，我们很快就会发现我们所遇到的困难与烦恼要比现在杀虫剂所造成的更大更多。

目前正进行试验的不育剂一般可分为两类；这两类在其作用方式方面都是极为有趣的。第一类密切与细胞的生活过程或新陈代谢有关，即它们的性质与细胞或组织所需要的物质是极其相似的，以致有机体“错认”它们为真的代谢物，并在自己的正常生长过程中努力去结合它们。不过，这种相似性在一些细节上就不对头了，于是使细胞过程就停顿了。这种化学物质被称为抗代谢物。

第二类包括那些作用于染色体的化学物质，它们可能对基因化学物质起作用并引起染色体的分裂。这一类化学不育剂是烃化剂，它是极为厉害的化学物质，能够导致细胞强烈破坏，危害染色体，并造成突变。伦敦的彻斯特·彼蒂研究所的皮特·亚历山大博士的观点是，“任何对昆虫不育产生效力的烃化剂也会是一种致变物或致癌物。”亚历山大博士感到象这样的化学物质在昆虫控制方面的任何应用都将是“极可非议”的。于是，人们希望现在的这些实验将不是为了直接将这些特殊的化学药物付诸实用，而是由此引导出其他一些发现，这些发现将是安全的，同时在它作用的昆虫靶子上具有高度的专一性。

在当前研究中还有一些很有意义的路子，即利用昆虫本身的生活特征来创造消灭昆虫的武器。昆虫自己能产生各种各样的毒液、引诱剂和驱斥剂。这些分泌物的化学本质是什么呢？我们能否将它们作为有选择性的杀虫剂来

使用呢？考涅尔大学和其他地方的科学家们正在试图发现这些问题的答案，他们正在研究许多昆虫保护自己免遭捕食动物袭击所凭借的防护机制，并正在努力解决昆虫分泌物的化学结构。另有一些科学家正在从事被称为“青春激素”的研究，这是一种很有效力的物质，它能阻止昆虫幼虫在生长到一定阶段之前发生突变。

也许，在开拓昆虫分泌物领域中最立即有用的结果是发明了引诱剂，或叫吸引剂。

在这儿，大自然又一次指出了前进的道路。吉卜赛蛾是一个特别引人入胜的例子。这类雌蛾由于身体太重而飞不起来，她生活在地面上或近地面的地方，她只能在低矮的植物之间扑动翅膀或者爬上树干。相反，雄蛾则很善于飞翔，它可以在由雌蛾体内一种特殊腺体释放出的气味吸引之下从很远的距离之外飞来。昆虫学家们利用这一现象已很多年了，他们辛辛苦苦地从雌蛾体内提取了这种性引诱剂。当时它被用于在沿着昆虫分布地区边沿地带进行昆虫数量的调查时诱捕雄蛾。不过，这是一种花费极大的办法。且不管在东北各州大量公布的虫害蔓延情况如何，实际上，并没有足够多的吉卜赛蛾来供人们制取这种物质，于是还不得不从欧洲进口手工来来的雌蛹，有时每只蛹高达半美元的价钱。然而，在努力多年之后，农业部的化学家们最近成功地分离出了这种性引诱剂，这是一个巨大的突破。随着这一发现而来的是成功地从海狐油组分中制备出了一种十分相似的合成物质，这种物质不仅骗过了雄蛾，而且它和天然的性引诱剂具有差不多同样的引诱能力。在捕虫器中放置一毫克(1/1000 克)这么一点点此种物质就足以成为一个有效的诱饵。

这一切远远超出了科学研究的意义，因为这种新的、经济的“吉卜赛蛾诱饵”不仅可能会应用在昆虫调查工作中，而且又可应用于昆虫控制工作。一些可能具有更强引诱能力的物质现在正在试验之中。在这种可能被叫做心理战实验的工作中，这种引诱剂是被做成微粒状物质，并用飞机散布。这样做的目的是为了迷惑雄蛾，从而改变它的正常行为，在这种具有引诱力的气味纷扰之下，雄蛾就本法找到能导向雌蛾的真正气味的踪迹。对昆虫这种袭击正在开展进一步的实验，其目的是欺骗雄蛾，让它去努力与一个假的雌蛾结成配偶。在实验室中，雄性吉卜赛蛾已经企图与木片的、虫形物的和其他小的、无生命的物体交配，只要这些物体适合于灌入吉卜赛蛾引诱剂就行。利用昆虫的求偶本能使其不能繁殖的办法实际上可用来减少被试验的种群的残留？这真是一个很有趣的可能性。

吉卜赛蛾诱药是一种人工合成的昆虫性引诱剂，不过可能很快会有其他的出现。现在正在对一定数量的农业昆虫受人工仿制的引诱剂的影响情况进行研究。在海森蝇和烟草鹿角虫的研究中已取得了令人鼓舞的结果。

现在人们正在试着用引诱剂和毒物的混合物去治理一些种类的昆虫。政府科学家曾经发明了一种被称为甲基丁子香酚的引诱剂，并发现它对东方果蝇和西瓜蝇是所向无敌的。在日本南部 450 英里的波宁岛上的试验中，这种引诱剂被与一种毒物结合起来。将许多小片纤维板浸透这两种化学物质，然后由空中散布到整个岛群上去引诱和杀死那些雄性的飞蝇。这一“扑灭雄性”计划开始于 1960 年；一年之后，农业部估算有 99%以上的飞蝇被消灭了。象在这儿应用的这一方法看来已压倒了杀虫剂的老调宣传而显示出了自己的优越性。在这种方法中所用的有机磷毒物只局限存在于纤维板块上，这

种纤维板块是不可能被其它野生物吃进去的；况且它的残留物会很快消逝，因而不会对土壤和水造成潜在的污染。

不过，并不是昆虫世界中的全部通讯联系都是借助于产生吸引或排斥效果的气味来实现的。声音也可以成为报警或吸引的手段。由飞行中的蝙蝠所发出的连续不断的超声波（就象一个雷达系统一样地引导它穿过黑暗）可被某些蛾听到，从而使它们能够免于被捕捉。寄生蝇飞临的振翅声对锯齿蝇的幼虫是一个警告，使它们聚集起来进行自卫。另一方面，在树木上生长的昆虫所发出的声音能使它们的寄生物发现它们；同样，对于雄蚊子来说，雌蚊子的振翅声就象海妖的歌声一样动听。

如果真是这样，那么是什么东西使得昆虫具有这种对声音分辨和作出反应的能力？这一研究虽然还处于实验阶段，但已是很有趣的了，通过播放雌蚊飞行声音的录音而在引诱雄蚊方面得到了初步成功，雄蚊被引诱到了一个充电的电网上被杀死。在加拿大进行试验用突然爆发的超声波的驱赶效果来对付谷物穿孔虫和夜盗蛾。研究动物声音的两个权威，夏威夷大学的修伯特·弗令斯和马波尔·弗令斯教授相信，只要能发现一把适当的钥匙来打开现有的关于昆虫声音的产生与接收的大量知识宝库，就可以建立起用声音来影响昆虫行为的野外方法。他们两人因他们的发现而闻名于世，他们发现燕八哥在听到它们的一个同类的惊叫声的录音时，便惊慌地飞散了；也许在这一事实中存在一些可能应用于昆虫的重要道理。这种可能性对于熟悉工业的老手来说看来是完全可以实现的，因为至少有一家主要的电子公司正准备为进行昆虫实验提供一个实验室。

声音也被作为一个直接有毁灭力的因素在进行试验。在一个实验池塘中，超声波将会杀死所有蚊子的幼虫；然而它也同样杀死了其他水生有机体。在另一个实验中，绿头大苍蝇、麦蠕虫和黄热病蚊子在几秒钟内可以被由空气产生的超声波杀死。所有这些实验都只是向着一个控制昆虫的全新概念迈进的第一步，电子学的奇迹有一天会使这些方法变成现实。

对付昆虫的新的生物控制方法并不只是与电子学、伽玛射线和其他人类发明智慧的产物有关的事情。这样的方法中有一些已是源远流长，这些方法的根据是认为昆虫象人一样是要害病的。象古时候的鼠疫对人一样，细菌的传染也能毁灭昆虫的种群；在病毒发作的时候，昆虫的群落就患病和死亡。在亚里斯多德时代以前，人们就知道在昆虫中也有疾病发生；蚕病曾出现在中世纪的诗文中；并且通过对蚕的这种昆虫疾病的研究使巴斯德第一次发现了传染性疾病的原理。

昆虫不仅受到病毒和细菌的侵扰，而且也受到真菌、原生动物、极微的蠕虫和其他肉眼不可见的微小生命世界中的小生物的危害，这些微小生命全面地援助着人类，因为这些微生物不仅包括着致病的有机体，并且也包括有那些能使垃圾消除、使土壤肥沃、并参与象发酵和消化这样的无数生物学过程的有机体。为什么它们不能在控制昆虫方面助我们一臂之力呢？

第一个设想这样利用微生物的人是十九世纪的一个动物学家伊里·梅契尼柯夫。在十九世纪的后几十年和二十世纪前年期的整个期间内，关于微生物控制的想法在慢慢地形成。向一种昆虫的环境中引入一种疾病而使这种昆虫可以得到控制的第一个证据是在二十世纪三十年代后期出现的，当时在日本甲虫中发现并利用了牛奶病，牛奶病是一种属于杆菌类的孢子所引起的。正如我在第七章中已指出过的，在美国东部已在长期利用这一细菌控制的经

典例子。

现在，人们把很大希望寄托在另一种细菌——萨林吉亚杆菌的试验上，这种细菌最初在 1911 年被发现于德国萨林吉亚省，在那儿人们发现它引起了粉蛾幼虫的致命败血症。

这种细菌的强烈杀伤作用是借助于中毒，而不是发病。在这种细菌的生长旺盛的枝芽中，随同孢子一同形成了一种对某些昆虫，特别对象蛾一样的蝶类的幼虫具有很强毒性的蛋白质的特别晶体。幼虫吃了带有这种毒物和草叶之后，不久就发生麻痹，停止吃食，并很快死亡。从实用的目的来看，立即制止吃食当然是有利的，因为只要将病菌体施用在地里，庄稼的受害马上就停止了。含有萨林吉亚杆菌孢子的混合物现在正由英国一些公司使用各种商标名称被生产出来。在一些国家正在进行野外试验：在德国和法国用于对付白菜蝴蝶幼虫，在南斯拉夫对付秋天的织品蠕虫，在苏联对付帐篷毛虫。在巴拿马，试验开始于 1961 年，这种细菌杀虫剂可能会解决香蕉种植者所面临的一些严重问题。在那儿，根穿孔虫是香蕉树的一大害虫，因为它破坏了香蕉树的根部，使香蕉树很容易被风吹倒。狄氏剂一直是有效地对付穿孔虫的唯一化学药物，不过现在它已引起了灾难的连锁反应。穿孔虫现在正在复兴。狄氏剂也消灭了一些重要的捕食性昆虫，并且因此引起了卷叶蛾的增多，这是一种很小的、身体坚硬的蛾，它的幼虫把香蕉表面啃坏。人们有理由希望这种新的细菌杀虫剂将同时会把卷叶蛾和穿孔虫都消灭掉，而又不扰乱自然控制作用。

在加拿大和美国东部森林中，细菌杀虫剂可能是对诸如蓓蕾蠕虫和吉卜赛蛾等这类森林昆虫问题的一个重要解决办法。1960 年，这两个国家都开始用商品化了的萨林吉亚杆菌制品进行野外试验。一些初步结果使人受到了鼓舞。例如，在渥蒙特，细菌控制的最终结果与用 DDT 所取得的结果是一样的好。现在，主要的技术问题是发明一种溶液，它能将细菌的孢子粘到常绿树的针叶上。对农作物来说不存在这个问题——即使是药粉也可使用；尤其在加利福尼亚，细菌杀虫剂已经被尝试着应用于各种各样的蔬菜上。

同时，另外一个也许不那么引人注意的工作是围绕病毒开展的一些研究。在加利福尼亚的长着幼小紫花苜蓿的原野上，漫山遍野都正在喷撒一种物质，这种物质在消灭紫花苜蓿毛虫方面与任何杀虫剂一样地具有致死能力，这种物质是一种取自毛虫体内的病毒溶液，这些毛虫是曾经由于感染这种极毒的疾病而死亡的。只要有 5 只患病的毛虫就能为处理一英亩的紫花苜蓿提供足够用的病毒。在加拿大有些森林中，一种对松树锯齿蝇有效的病毒在昆虫控制方面已取得了显著的效果，现已用来代替杀虫剂。

捷克斯洛伐克的科学家们正在试验用原生动物来对付织品蠕虫和其他虫灾；在美国，一种寄生性的原生动物已被发现用来降低谷物穿孔虫的产卵能力。

有一些说法认为微生物杀虫剂可能会给其他形式生命带来危险的细菌战争。但实际情况并非如此。与化学药物相比，昆虫病菌除了对其要作用的对象外，对其他所有生物都是无害的。爱德华·斯登豪斯博士是一位杰出的昆虫病理学权威，他强调指出：“无论是在实验室中，还是在自然界中，从来没有得到过经过证实的能真正引起脊椎动物传染病的昆虫病菌方面的记录。”昆虫病菌具有如此的专一性，以致于它们只对一小部分昆虫，有时只对一种昆虫才有传染能力。正如斯登豪斯博士指出的，昆虫疾病在自然界的

爆发，始终是被局限在昆虫之中，它既不影响宿主植物，也不影响吃了昆虫的动物。

昆虫有许多天敌——不仅有许多种类的微生物，而且还有其他昆虫。第一个控制昆虫的生物学办法，即一种昆虫可以借助于刺激其敌人的发展而得到控制，总的来说应归功于 1800 年的艾拉斯姆斯·达尔文。可能因为用一种昆虫治另一种昆虫，一般说来这是生物控制法的第一个经过实际用过的办法，所以人们可能广泛而又错误地认为它就是替代化学药物的唯一措施。

在美国，将生物控制作为常规方法开始于 1888 年，当时阿伯特·柯耶贝尔(他是现在正日益增多的昆虫学家开拓者队伍中的第一个成员)去澳大利亚寻找绒毛状叶枕介壳虫的天敌，这种介壳虫使加利福尼亚的柑橘业面临着毁灭的威胁。如我们在第十五章中已看到的，这项任务已获得壮丽的成功，在 20 世纪中，全世界在搜寻天敌以用于控制那些自己闯到我国海岸边的昆虫。总计约有 100 种重要的捕食性和寄生性昆虫被确定下来了。除了由柯耶贝尔带进的维多利亚甲虫外，其他的昆虫进口也都很成功。一种由日本进口的黄蜂已完全有把握地控制住了一种侵害东部苹果园的昆虫。带斑点的紫花苜蓿蚜虫的一些天敌是由中东意外进口的，加利福尼亚紫花苜蓿业得以拯救应归功于它们。就如同细腰黑蜂对日本甲虫的控制一样，吉卜赛蛾的捕食者和寄生者们也起到了很好的控制作用。

对介壳虫和水蜡虫的生物学控制预计将为加利福尼亚州每年挽回几百万美元——确实，该州昆虫学家的领导人之一波尔·迪伯奇博士做了估计，加利福尼亚州在生物学控制工作中投资 400 万美元，而已得到了 10,000 万美元的回报。

通过引进昆虫的天敌而成功地实现了对严重虫灾的生物学控制的例子已在遍布全世界大约 40 个国家中出现。这种控制方法比化学方法具有明显的优越性：它比较便宜，是永久性的，并且不会留下残毒。但生物学控制还一直缺乏支持。在建立正规的生物学控制计划方面，加利福尼亚在各州中间实际上是孤立无伴的，许多州甚至还没有一位昆虫学家致力于生物控制研究。也许，对于取得支持来说，用昆虫敌人来实行生物控制的工作始终还缺乏一种科学上的严密性——几乎还没有在生物控制中对被捕食的昆虫种类受影响情况进行严格研究，并且一直没有精确地进行散布天敌的工作，而这种精确性可能决定着成败。

捕食性昆虫和被捕食昆虫都不会单独存在，它们只能作为巨大生命之网的一部分而存在，对这一切都需要进行考虑。也许在森林中有最多的使用既成的生物控制方法的机会。现代农业的农田都高度人工化了，与想象中的自然状态大不相同。不过，森林是一个不同的世界，它更接近于自然环境。在那儿，人类的介入最少，干扰最小，大自然可以按本来的面目发展，建立起美妙而又错综复杂的抑制和平衡系统，这种系统保护森林免遭昆虫过分危害。

在美国，我们的森林种植人看来已在考虑主要通过引进捕食性昆虫和寄生性昆虫来进行生物控制。加拿大人已有一个比较开阔的眼光，而一些欧洲人却走得更远，他们发展“森林卫生学”已达到了令人惊异的程度。鸟、蚂蚁、森林蜘蛛和土壤细菌都同树木一样是森林的一部分，欧洲育林人在这种观点下，他们栽种新森林时，务必也引入这些保护性的因素。第一步是先招鸟。在加强森林管理的现时代中，老的空心树不存在了，啄木鸟和其

他在树上营巢的鸟从而失去了它们的住处。这一缺陷将用巢箱来弥补，它吸引鸟儿们返回森林。其他还有专门为猫头鹰、蝙蝠设计的巢箱，这些巢箱使鸟儿得以度过黑夜，而在白昼这些小鸟儿们就能进行捕虫的工作。

不过，这仅仅只是开始。在欧洲森林中最吸引人的一些控制工作是利用一种森林红蚁作为一个进攻性的捕食昆虫，——这个种类很可惜没有在北美出现。约在二十五年以前，乌兹柏格大学的卡尔·高兹华特教授发展了一种培养这种红蚁的方法，并建立了红蚁群体。在他的指导下，一万多个红蚁群体已被放置在德意志联邦共和国的九十个试验地区中。高兹华特教授的方法已被意大利和其他国家所采用，他们建立了蚂蚁农场，以供给林区散布蚁群用。例如，在阿平宁山区已建起几万个鸟窝来保护再生林区。德国穆林的林业官汉斯·鲁波绍芬博士说：“在你的森林中，你可以看到在有鸟类保护、蚂蚁保护、还有一些蝙蝠和猫头鹰共同体的那些地方，生物学的平衡已被显著地改善了。”他相信，单一地引进一种捕食昆虫或寄生昆虫其作用效果要小于引入树林的一整套“天然伙伴”。

穆林的森林中新的蚁群被用铁丝网保护起来以免受啄木鸟的打劫。用这种办法，啄木鸟（它在试验地区 10 年中已增加了 400%）就不再能大量危害那些蚁群，啄木鸟只好通过从树木上啄食有害的毛虫而偿还它们曾造成的损失。照料这些蚁群（同样还有鸟巢箱）的大量工作是由当地学校的 10—14 岁孩子组成的少年组织来承担的。花费是极低廉的；而好处则是永久性地保护了这些森林。

在鲁波绍芬博士工作中另一个极为有趣的方面是他对蜘蛛的利用，在这一方面他是一个开路先锋。虽然现在已有大量的关于蜘蛛分类学和自然史方面的文献，但它们都是片断的、支离破碎的，并且完全不涉及它们作为生物学控制因素所具有的价值。在已知的 22,000 种蜘蛛中，760 种是在德国土生土长的（约 2000 种在美国土生土长）。有二十九族蜘蛛居住在德国森林中。

对育林人来说，关于蜘蛛的最重要的事实是它们织造的网的种类，造车轮状网的蜘蛛是最重要的，因为它们中间一些所织的网有着如此细密的网孔，以致能捕捉任何飞虫。

一个十字蛛的大网（直径达 16 英寸）在其网丝上约有 120,000 个粘性网结。一个蜘蛛在它生存的 18 个月中可平均消灭 2000 个昆虫。一个在生物学上健全的森林每平方米土地上应有 50 到 150 个蜘蛛。在那些蜘蛛数量较少的地方，可以通过收集和散布装有蜘蛛卵的袋状子囊来弥补。鲁波绍芬博士说：“三个蜂蛛（美国也有这种蜘蛛）子囊可产生出一千个蜘蛛，它们共能捕捉 200,000 个飞虫。”他说，在春天出现的小巧、纤细的幼轮网蛛特别重要，“当它们同时吐丝时，这些丝就在树木的枝头上形成了一个网盖，这个网盖保护枝头的嫩芽不受飞虫危害。”当这些蜘蛛蜕皮和长大时，这个网也变大了。

加拿大生物学家们也曾采取了十分相似的研究路线，虽然两地实际情况有些差异，如北美的森林不是人工种植的，而在更大程度上是自然状态的；另外，在对森林保护方面能起作用的昆虫种类也多少有些不同。在加拿大，人们比较重视小型哺乳动物，它们在控制某些昆虫方面具有惊人的能力，尤其对那些生活在森林底部松软土壤中的昆虫。

在这些昆虫中有一种叫做锯齿蝇，人们这样称呼它，是由于这种雌蝇

长着一个锯齿状的产卵器，它用这个产卵器剖开常绿树的针叶，并把它的卵产下去。幼虫孵出后就落到地面上，并在落叶松沼泽的泥炭层中或在针枞树、松树下面的枯枝败叶中成茧。在森林地面以下的土地中充满了由小型哺乳动物开掘的隧道和通路，形成了一个蜂巢状的世界，这些小动物中有白脚鼠、鼯鼠和各种地鼠。在这些小小的打洞者中，贪吃的地鼠能发现和吃掉大量的锯齿蝇蛹。它们吃蛹时，把一只前脚放在茧上，先咬破一个头，它们显示出一种能识别茧是空的还是实的特别本领。这些地鼠的贪婪胃口是惊人的。一个鼯鼠一天只能吃掉 200 个蛹，而一个只靠吃这种蛹为生的地鼠则每天能吃掉 800 个以上。从室内实验结果看，这样能够消灭 75 — 98% 的锯齿蝇蛹。

下述情况是不足为怪的：纽芬兰岛当地没有地鼠，所以遭受到锯齿蝇的危害；他们热切盼望能得到一些这样能起作用的小型哺乳动物，于是在 1958 年他们引进了一种假面地鼠(这是一种最有效的锯齿蝇捕食者)进行试验。加拿大官方于 1962 年宣布说这一试验已经成功。这种地鼠正在当地繁殖起来，并已遍及该岛；在离释放点 10 英里之远的地方都已发现了一些带有标记的地鼠。

育林人想力求永久保存并加强森林中的天然关系，现在已有一整套装备可供他使用。

在森林中，用化学药物来控制害虫的方法充其量也只能算是个权宜之计，它并不能真正解决问题，它们甚至会杀死森林小溪中的鱼，给昆虫带来灾难，破坏天然控制作用，并且把我们费九牛二虎之力引进的那些自然控制因素毁灭掉。鲁波绍芬博士说：由于使用了这种粗暴手段，“森林中生命的协同互济关系就变得完全失调了，而且寄生虫灾害反复出现的间隔时间也愈来愈短……因而，我们不得不结束这些违背自然规律的粗暴作法，这种粗暴作法现已被强加到留给我们的、至关重要的、几乎是最后的自然生存空间之中”。

我们必须与其他生物共同分享我们的地球，为了解决这个问题，我们发明了许多新的、富于想象力和创造性的方法；随着这一形势的发展，一个要反复提及的话题是：我们是在与生命——活的群体、它们经受的所有压力和反压力、它们的兴盛与衰败——打交道。只有认真地对待生命的这种力量，并小心翼翼地设法将这种力量引导到对人类有益的轨道上来，我们才能希望在昆虫群落和我们本身之间形成一种合理的协调。

当前使用毒剂这一流行作法的失败使人们考虑到了一些最基本的问题。就象远古穴居人所使用的棍棒一样，化学药物的烟幕弹作为一种低级的武器已被掷出来杀害生命组织了——这种生命组织一方面看来是纤弱和易毁坏的，但另一方面它又具有惊人的坚韧性和恢复能力，另外它还具有一种以预料不到的方式进行反抗的秉性。生命的这些异常能力一直被使用化学药物的人们所轻视，他们面对着被他们瞎胡摆弄的这种巨大生命力量，却不曾把那种“高度理智的方针”和人道精神纳入到他们的任务中一去。

“控制自然”这个词是一个妄自尊大的想象产物，是当生物学和哲学还处于低级幼稚阶段时的产物，当时人们设想中的“控制自然”就是要大自然为人们的方便有利而存在。应用昆虫学上的这些概念和作法在很大程度上应归咎于科学上的蒙昧。这样一门如此原始的科学却已经被用最现代化、最可怕的化学武器武装起来了；这些武器在被用来对付昆虫之余，已转过来威胁着我们整个的大地了，这真是我们的巨大不幸。



