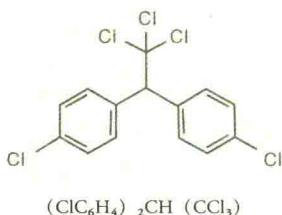


SILENT SPRING



1962年本书出版后，
推动了DDT等化学杀虫剂的限制使用，
直接促进现代环境保护运动的发展，
改变了公众对环境问题的认识。

春天寂静的

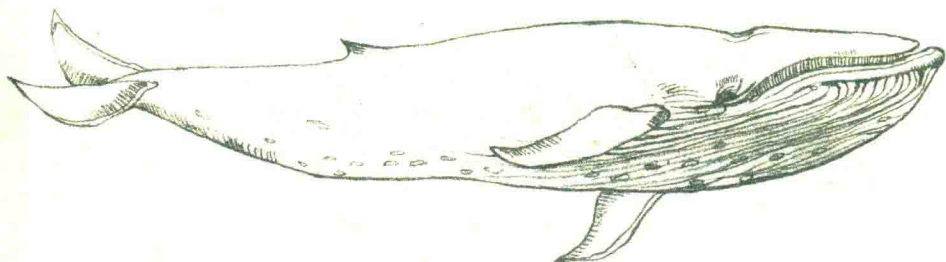


Rachel Carson

〔美〕蕾切尔·卡森 著

马绍博 译

DDT was first synthesized by a German chemist in 1874, but its properties as an insecticide were not discovered until 1939. The discoverer, Paul Müller of Switzerland, won the Nobel Prize.



“Silent Spring planted the seeds of a new activism
that has grown into one of the great popular forces of all time.”

天津出版传媒集团

天津人民出版社

SILENT SPRING

春 寂
天 静
的



Rachel Carson

〔美〕蕾切尔·卡森 著

马绍博 译

天津出版传媒集团

天津人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

寂静的春天 / (美) 蕾切尔·卡森著; 马绍博译
-- 天津: 天津人民出版社, 2017.12 (2018.4重印)
ISBN 978-7-201-12690-6

I. ①寂… II. ①蕾… ②马… III. ①环境保护-普及读物 IV. ①X-49
中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第288877号

寂静的春天

JIJING DE CHUNTIAN

出 版	天津人民出版社
出 版 人	黄 沛
地 址	天津市和平区西康路35号康岳大厦
邮 政 编 码	300051
邮 购 电 话	022-23332469
网 址	http://www.tjrmcbs.com
电 子 信 箱	tjrmcbs@126.com

责 任 编 辑	温欣欣
产 品 经 理	殷梦奇
装 帧 设 计	王 雪

制 版 印 刷	北京旭丰源印刷技术有限公司
经 销	新华书店
发 行	果麦文化传媒股份有限公司
开 本	880×1230 毫米 1/32
印 张	7.75
印 数	9,001-14,000
字 数	193千字
版 次 印 次	2017年12月第1版 2018年4月第2次印刷
定 价	42.00元

版权所有 侵权必究

图书如出现印装质量问题, 请致电联系调换 (021-64386496)

目录 / Contents

第一章 明日寓言	001
第二章 忍受的义务	003
第三章 死神的炼金术	011
第四章 地表水与地下水	030
第五章 土壤王国	041
第六章 地球的绿色外衣	049
第七章 无谓的浩劫	067
第八章 没有鸟鸣的地方	080
第九章 一潭死水	103
第十章 天穹降下死亡之雨	122

第十一章	超乎波吉亚家族的想象	137
第十二章	人类付出的代价	147
第十三章	透过一扇狭小的窗子	156
第十四章	患癌率：四分之一	171
第十五章	自然的报复	191
第十六章	雪崩前夕的轰鸣	205
第十七章	另一条路	217
译后记		236

第一章

明日寓言

美国中部曾有一座小镇，一眼望去，镇上所有生命都与周围的环境和谐共生。小镇四周是一大片繁茂的农场，阡陌分明，宛若棋盘，田地里庄稼茂盛，山坡上果木成林。每到春季，怒放的白色花朵覆盖青翠的原野，如流云一般摇曳生姿；秋日里，橡树、枫树和桦树的斑斓亮色透出茂密的松林，如火光一样灿烂。那时常有狐狸在山间嗥叫，野鹿半隐在秋季的晨雾中，静悄悄地穿过田野。

小路两旁长满月桂、荚蒾、赤杨，还有巨大的蕨草和各种野花，在一年的泰半时光中都让旅人赏心悦目。哪怕寒冬降临，路边也有怡人的风景，众鸟翔集于此，啄食从雪下冒出头的浆果和枯草的穗。这片乡野一向是观赏飞鸟的著名所在，春秋两季候鸟迁徙之际，花羽遮天蔽日，引得人们从千里之外赶来观赏。还有一些人来溪边垂钓，清冽的溪水从山涧流出，在绿荫遮蔽处汇聚成潭，潭中成群的鳟鱼游动。这儿一直如此美丽，直到多年前小镇迎来第一批拓荒者，他们在此筑屋凿井、修建谷仓。

随后，一种令万物凋萎的疫病突然蔓延开来，改变了一切。整个镇子像被施了恶咒，死亡的阴影无处不在：鸡、牛、羊染上了不知名的恶疾，成群成群地倒毙。农人纷纷议论着家人的病况，当地医生被前所未见的奇怪症状搞得不知所措。不仅成年人会毫无缘故地猝死，就连孩子也可能在打闹嬉戏的时候突然发

病，几小时之后便会夭亡。

小镇陷入一片怪异的死寂。鸟儿怎么都不来了？人们谈起这件事都觉得困惑不安。后院给鸟儿喂食的地方冷冷清清，就算零星看到几只小鸟，也都奄奄一息，浑身痉挛，再也无法飞翔。这是一个静默无声的春天。从前那些日子，小镇的黎明回荡着知更鸟、猫鹊、鸽子、松鸦、鸬鹚的大合唱和其他鸟儿的和声，可如今再也没有鸣禽百啭，山野林泽间只余一片寂静。

农场的母鸡仍在孵蛋，但没有小鸡破壳而出。农民抱怨说再也无法养猪了，因为刚生下的猪崽个头太小，根本活不了几天。园内的苹果树开了满枝繁花，可是少了在花间穿梭的蜜蜂。而花儿没有经过授粉，自然也就结不出果子。

昔日游人寻芳的小径如今只余下灰褐色的枯枝败叶，像被野火焚烧过一般。生物纷纷离去，留下一片死寂。连溪流也了无生气，鱼儿已经全部死亡，钓客也不再光临。

檐下的水沟里和屋顶的瓦片间还残留着一块块白斑，是某种白色细粉留下的痕迹。几周前，这种粉末像雪花一样从天而降，飘洒到房顶、草地、田野和溪流中。

从来就没有什么巫术或者敌人的破坏行动，人们不过是自食其果，在这片千疮百孔的土地上扼杀了新生命的复生。

虽然这个小镇只是一个虚构的所在，但在美国和全球各地都能轻而易举地找出千万个类似的地方。我知道，并没有哪一个村镇曾经同时遭受过上文描述的全部不幸，但每一种灾祸都可以在现实中找到前车之鉴，而且不少村镇蒙受的灾祸不止一种。一个恐怖的幽灵正悄悄浮现，而我们茫然无知。这幅想象中的惨景极有可能成为我们都将面对的严峻未来。

是什么扼杀了美国无数小镇的春日之声？本书将尽力给出一个解答。

忍受的义务

地球的生命演进史就是一部生物与其生存环境互相作用的历史。自然环境在很大程度上塑造了动植物的形态与习性，而从地球漫长的年岁来看，后者对前者的反作用微不足道。只有在人类出现之后，尤其是在20世纪，才终于有一个物种掌握了改变自然界的伟力。

过去25年间，这种力量不仅增强到了令人忧心的地步，而且性质也有了翻天覆地的变化。人类给环境造成了种种破坏，其中最令人担忧的是危险物质乃至有毒物质对空气、土壤、河流与海洋的污染。环境经此污染，大多不可恢复，而且还会对生物生存环境乃至生物组织产生不可逆转的负面影响。在如今这个污染物遍地的环境中，化学物质是一种常常被忽视的危险因素，它与放射性物质一样能够改变大自然以及生命体的性质。核爆炸释放到空气中的铯90元素或随降雨落下，或以放射性微尘的形态随风飘落，渗入泥土，被地上的野草、玉米、麦子吸收，最后逐渐沉积于人体骨骼中，附着一生。同样，在农田、森林、果园里喷洒的化学物质也会长期残留于土壤中，随后进入有机生物体内并在食物链上逐级传播，造成一连串中毒和死亡。这些化学物质也可能随地下潜流悄悄传递，直到有朝一日露出地表，在空气和阳光的作用下发生化学反应，生成令植物凋萎、牲畜患病的新物质，还会让那些惯于直接饮用洁净并

水的人不知不觉地受到伤害。阿尔伯特·施韦泽¹曾经说过：“人类甚至辨认不出自己创造的魔鬼。”

地球走过了数亿年光阴，才终于孕育出了生命——从洪荒之际开始的漫长的发展演变产生了多元化的生命形态，最终让生命适应了环境并达到一种平衡。环境细致地塑造和影响着生命，同时具备着孕育生命和毁灭生命的两极化因素：某些岩石会产生危险的辐射；即使是万物汲取能量的阳光之中也包含着有害的短波辐射。生命在以千年为单位计算的岁月中不断调整，最终达到了一种平衡——时间是演化的重要因素，但在现代世界的演变中，我们最缺乏的恰恰就是时间。

现代人类轻率而鲁莽的行为打乱了自然演变的审慎节奏，迅速催生了各种全新的环境条件。如今，辐射不仅来自那些在地球尚无生命之际就已存在的物质，例如放射性岩石、汹涌来袭的宇宙射线或阳光中的紫外线，它更是一种人为产物，是人类随意分裂原子的后果。地球生命目前被迫适应的化学物质也不再是钙、硅、铜等被河流从山岩中冲刷入海的矿物质，而是人类发挥创造力合成的物质，它们纯然诞生于实验室里，在自然环境中从来不曾存在。

生命需要经过自然演化尺度上的漫长光阴才能适应这些化学物质，这不是在个体生命跨度之内能够完成的过程，至少需要几代人的时光。即便这种奇迹能够发生，也依然于事无补，因为人类会从实验室里源源不绝地推出新的化学品。仅在美国每年就有近500种新开发的化学品投入使用，这是一个相当骇人的数字，人们很难理解这意味着什么，又会带来怎样的后果——人和动物的躯体每年需要设法适应500种全新的化学物质，这是地球生命从古至今从未体验过的挑战。

1. 阿尔伯特·施韦泽（Albert Schweitzer, 1875-1965）：生于德国，20世纪伟大的哲学家、神学家、医生、人道主义者，提出了“敬畏生命”的伦理学思想。1952年获得诺贝尔和平奖。（如无特别说明，本书注释均为译者注。）

这些化学品中已有很多种被用于人类征服自然的战争。20世纪40年代中期至今，为了杀灭昆虫、杂草、小型啮齿类动物以及被现代人斥为“害虫”的生物，人类已研发出了200多种基础化学品，目前正冠以几千种不同的品牌名称在市场上售卖。

非选择性（non-selective）农药¹喷雾剂、粉尘和气溶胶目前被广泛应用于农场、园林和住宅区当中，将一切昆虫屠杀殆尽——无论是害虫还是益虫；不再有鸟鸣于树、鱼跃于溪，绿叶蒙上一层致命的药膜，毒物残留在泥土中久久无法分解，而人们的初衷也许只是为了消灭区区两三种杂草或昆虫。难道有谁会一厢情愿地认为，向地球表面大量倾泻毒药不会影响到生物的生存环境？这些物质根本就不该称为“杀虫剂”，应该叫“杀生剂”才对。

喷洒农药的整个过程似乎陷入了一个恶性循环的怪圈。自从DDT²投入民用后，农药开发的规模就不断升级，我们必须不断研发出毒性更猛烈的化学物质，才能保证斗争的成果。这是因为某种农药施放后，昆虫就会进化出对它免疫的“超级品种”——达尔文所谓的“适者生存”就是这个意思，所以必须再开发一种更致命的农药对付它，如此循环下去，农药的毒性就会越来越高。此外还有一个原因：喷过农药后的一段时间内，害虫数量通常会成倍增加，呈现“反扑”的态势（后文会继续介绍这个问题）。因此人类永远打不赢这场化学战争，而且还

1. “非选择性农药”与“选择性农药”的概念是相对的，后者表示在一定剂量范围内对一定类型或种属的生物有毒性，而对一定类型或种属的生物无毒性或毒性很低的农药。因此，非选择性农药就表示对一切病、虫、草害均可能有防治效果的广谱性农药，甚至可能是灭生性药物。

2. DDT（Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane），也即滴滴涕，学名是“双对氯苯基三氯乙烷”。纯DDT为白色晶体，不溶于水，可溶于煤油制成乳剂，对人类毒性较低。DDT曾是全球最著名的抗疟武器，但在20世纪60年代之后，科学家发现这种物质不易降解，而且会在动物脂肪中累积，对鱼类和鸟类的生存繁殖威胁尤其严重。《寂静的春天》出版之后，公众才广泛了解到DDT的危害，世界各国也一度立法禁用DDT。2002年，世界卫生组织宣布重新启用DDT控制蚊虫以及虫媒疾病。

会把地球上的所有生命都置于这片惨烈的火力网之下。

由此可见，当今世界面临的核心威胁，不仅在于足以灭亡人类的核战争，更在于人类一手炮制出了遗患无穷的化学毒物，对整个自然环境造成了严重伤害。这些有毒物质在动植物组织中不断累积，甚至能够穿透生殖细胞，彻底摧毁或改变决定人类种群未来的遗传物质。

一些渴望塑造人类未来的遗传学家总是盼望着一个新时代，那时人类可以自行修改人类生殖质的成分。但如今人类已经可以毫不费力地达到这个目的，因为很多化学物质像辐射一样会导致基因突变。人类可能在看似微不足道的选择（比如选择哪种杀虫剂）之中就决定了自己的未来命运，这可真是一种讽刺。

人类已经赌上了一切——可是，这究竟是为了什么？未来的历史学家一定会为我们如今本末倒置的行为惊异不已。身为万物之灵长，人类怎么会只为了防治区区几种不想要的生物就彻底污染整个自然环境，不惜将患病和死亡的风险加诸自身？智慧的人类怎么会做出这种蠢行？

但这就是现状。我们自取其咎，行为背后的原因根本经不起推敲。人们早就听说大规模使用杀虫剂是保证土地亩产量的必要条件——可是美国眼下面临的问题难道不是生产过剩？尽管我们已经在削减耕地面积、补贴农场主，让他们不要生产，但现有的农场还是余粮惊人，以至于仅在1962年当年，美国政府耗费了逾10亿美元税款贮存多余的粮食。而且因为美国农业部内部分歧不断，这种情况并没有好转——农业部某个下属机构试图降低产量，而另一个下属机构则像1958年那样再度表态：

1. 生殖质（Germplasm）是卵子生成过程中形成的一种特殊的细胞质成分，分布在卵子或胚胎的一定部位，含有这种成分的细胞将发育为动植物的原始生殖细胞，再由它产生出两性的生殖母细胞（如初级精母细胞、初级卵母细胞、孢子母细胞等）。

一般认为，《土地银行法案》中规定削减耕地面积的条款会刺激农户更积极地使用化学农药，从而尽可能地让已有耕地获得最高产量。

以上这些叙述并不是在否认害虫肆虐的问题，或者否认害虫防治的必要。而是说防控要根据实际情况来进行，不能以杜撰出来的威胁为依据。而且采用的防控手段也不能让人类与昆虫玉石俱焚。

害虫防治可能成为一个遗患无穷的问题，它伴随现代化的生活方式而产生，我们在寻求解决方案的过程中已经造成了一连串灾难。早在人类诞生之前，昆虫就是地球上的居民，演化出了千奇百怪的种类，具有惊人的适应能力。人类出现后，50多万种昆虫中的一小部分渐渐与人类的福祉发生了冲突，主要分为两类：食物的竞争者以及传染病的媒介。

在人类群居之处，致病昆虫的危害不可小视，尤其在卫生条件不佳的时期（如战争期间或天灾之后）或极端贫困的地区，因此害虫防治成了必不可少的措施。但下文很快就会讲到一个令人警醒的事实：大规模使用化学品防治害虫是得不偿失的行为——成果非常有限，而且很有可能导致环境的恶化。

原始农业时期的虫害并不猖獗，昆虫泛滥成灾的问题是农业集中化之后才产生的——在大片田地中单一种植某种农作物的耕作制度为害虫数量的爆发性增长提供了有利条件。单一种植法无法利用自然的便利法则，它只是农业工程专家空想出来的耕作方式。大自然本来描绘了一幅丰富多彩的图景，而人类热衷于把它简化，因此也就摒弃了制约物种数量、保持生态平衡的天然机制，其中一项重要的自然制约机制就是为每个物种都分配了面积有限的栖息地。因此，显而易见，食麦为生的昆虫在一片纯麦田中的繁殖速度必定会比混种了其他（不适合该种昆虫生存的）作物的田地里快得多。

以此类推，树木害虫泛滥的原因也是一样。一两代人之前，美国多数地区的城镇都在道路两边栽种了高大雄伟的榆树，他们满怀希望地创造出来的美丽景致如今却濒临毁灭——一种由甲虫传播的病害席卷了榆树林。但假如榆树与其他树种混生的话，这种甲虫大量繁殖的概率本应很低。

时至今日，我们必须在地理变迁和人类历史沿革的大背景下审视害虫肆虐的原因——千万种彼此不同的物种从原生栖息地逐渐侵入新领地，这种迁徙造成了害虫泛滥的局面。英国生态学家查理斯·埃尔顿（Charles Elton）在近年出版的一部著作《入侵生态学》（*The Ecology of Invasions*）中研究了全球范围内的物种迁徙过程，并描绘出了具体的迁徙线路。几千万年前的白垩纪时期，洪涛汹涌的大洋在大陆间分割出了许多“陆桥”，陆地上的生物被限制在埃尔顿所谓的“彼此分隔的巨型自然保护区”当中，与同类隔绝开来，逐渐演化出了很多新品种。1500万年前，一些大块的陆地又彼此连接起来，这些物种开始向新领地进发——这个过程一直持续至今仍然没有停歇，而且人类还在推波助澜。

植物进口是促进现代社会物种传播的主要因素，因为引入植物也难免带来一些附着其上的动物，虽然人类别出心裁地设计了检验检疫的举措，但这一行为实施较晚，而且并不完全有效。仅仅美国植物引种局这一个机构就从世界各地引进了20万种植物及变种，目前美国主要的植物害虫已经超过180种，近一半是无意输入的，其中的绝大多数都是附着在植物上被带进了美国。

新领地没有原生栖息地的自然天敌来限制种群数量，因此入侵动植物得以大量繁殖。我们已经发现美国为害最猖獗的一些昆虫都是外来物种，这一现象并不是偶然。

无论是自然发生的还是伴随人类活动而产生的入侵行为都很可能永久持续下去。检疫也好，大规模施放化学品也好，都只是以昂贵的代价来推迟入侵的时间而已。正如埃尔顿博士所说，我们面临的“生死攸关的需求，并不只是寻找新的

技术手段来抑制各种动植物的繁殖为害”，而是了解生物繁殖以及环境影响的基本知识，从而“取得一种平衡态，以缓解虫灾爆发和新物种入侵的危害”。

很多必要的知识已经摆在面前，但人们弃而不用。高校辛辛苦苦培养出了生态学专家，甚至政府机构也雇佣了这些专家，但我们很少听从他们的意见。我们大肆倾泻着化学农药构成的死亡之雨，好像这就是唯一的方法。但其实很多替代方法都是现成的，而且只要给我们机会的话，以人类的聪明才智完全可以迅速找到更多的出路。

我们是不是在别人的蛊惑之下，觉得这种低级有害的方法无可避免，从而丧失了追求卓越的意志和远见？生物学家保罗·谢泼德（Paul Shepard）生动地描绘了这种心态：“认为生命的常态就是面临灭顶之灾，环境恶化的底线就应该近在咫尺……我们为什么要忍受能让自己慢性中毒的食物，忍受乏味无趣的居住环境，忍受一群仅仅算不上是敌人的朋友，忍受马上就要把人逼疯的发动机的轰鸣？谁愿意生存在一个仅仅是‘没那么’致命的世界当中？”

然而这样的世界正在步步逼近。用化学农药征服大自然，创造一个寸草不生、昆虫销声匿迹的世界，似乎正是大多数专家和所谓“防控部门”的狂热渴望。从任何一个角度来看，那些负责喷洒杀虫剂和农药的人都在滥用权力。康涅狄格州的一名昆虫学家尼利·特纳（Neely Turner）说过：“监管喷药行为的昆虫学家……既是公诉人，又是法官和陪审团，又是计税与征税的官员，又是强制执行自己签发的法令的警长。”无论是州级还是国家级机构都对那些公然滥用农药的行为置若罔闻。

我并不主张从今以后要彻底废除化学杀虫剂。但我认为，我们不该继续把有毒化学品和有生物活性的化学品不加辨别地交到民众手里，他们完全不了解这些物质可能造成怎样的危害。我们强迫大量民众接触这些毒药，但并没有征得他们同意，有些人甚至毫不知情。如果说，《权利法案》确实没有明文规定公民有权

免于接触由个人或政府施放的致命毒药，那只是因为我们的先辈丝毫预料不到今天会产生这样的问题，不管他们多么睿智而充满远见。

而且，我们根本没有调查化学品对土壤、水体、野生动物乃至人类自身有何影响，就匆匆忙忙把化学农药喷洒了出去。大自然承载着万物的生存，可是我们已经打破了自然环境的和谐与整体性，后世子孙大概不会宽恕我们如此草率的行为。

人们对这种威胁的性质仍然所知甚少。这是一个专家当道的时代，这些人出于无知或偏狭，总是只盯着自己的专业领域，看不到背后反映出的整体问题。这也是一个工业化生产的时代，只要产品能赚钱，无论付出什么代价都不会有人质疑。公众看到了杀虫剂所致的灾难性后果而提出抗议，却只能收获一些半真半假的安慰。我们需要戳穿虚伪的承诺，剥去那层糖衣，正视难以下咽的苦果。承担害虫防控风险的群体是人民大众，所以只有大众才有权决定自己是否还要沿着眼下这条路走下去，而做决定的前提是完全掌握事实。所以，用法国生物学家让·罗斯丹（Jean Rostand）的话来说：“忍受的义务赋予我们知情权。”

死神的炼金术

这是人类历史前所未见的景象：每个人从孕育之初直至死亡，在整个生命历程中都不得不接触各种各样危险的化学物质。人工合成化学品的使用尚不足20年，但分布范围已经遍及全球，渗透了一切有生命和无生命的环境。人们已经从大多数主干水系甚至地下水源中发现了它们的踪迹。这些化学品施放了一二十年之后还会残留于土壤当中，而且会广泛贮存在鱼类、鸟类、爬行类动物、大型牲畜以及野生动物的体内，做动物实验的科学家发现不受污染的受试对象几乎无处可寻。这些物质无处不在——深山的湖泊里、土壤中的蚯蚓体内、在鸟类产下的卵中甚至人体内。没错，这些化学物质现在广泛贮存于人体之中，无论男女老幼都不能幸免。在孕期女性的乳汁中也已检测到了这些物质，它们很可能也存在于人类的胚胎组织当中。

这种景象之所以会存在，是因为合成化学杀虫剂产业横空出世并获得了蓬勃发展。这个产业诞生于第二次世界大战，当时一些化学武器研发机构发现，某些实验室合成的化学品对昆虫有致死作用。这个发现并非偶然，因为昆虫就是最常用来检验化学药物对人类致死能力的受试生物。

从此，人类开始无休无止地合成各种杀虫剂——研究人员可以操纵分子、合成原子、改变物质的结构，所以“制造”杀虫剂的概念与第二次世界大战前相比

已经截然不同。这些杀虫剂从自然界中的矿物质和植物产品中衍生而来——包括砷、铜、锰、锌等矿物质的化合物，从干菊花中提取的除虫菊素（Pyrethrum）类物质，从烟草属植物中提取的硫酸烟精（Nicotine sulphate）类物质，从原生于东印度地区的豆科植物中提取的鱼藤酮（Rotenone）类物质。

而这些合成杀虫剂的特点在于极高的生物活性¹。说它们遗患无穷，是因为它们不仅能毒死昆虫，还能介入人体最关键的代谢过程，损伤人体组织乃至引发死亡。本书后文将会介绍这些合成杀虫剂如何杀灭生物体内的保护性酶类、阻碍细胞中为生物体供能的氧化反应、妨碍各种器官的正常运作，甚至导致细胞发生缓慢而不可逆转的改变，诱发恶性肿瘤。

但每一年人类都会再度研发出无数种更为致命的新型化学物质，并将其投入实际使用，接触有毒物质已成为全世界人们的生活常态。美国合成杀虫剂的产量从1947年的不到6万吨迅速飙升到1960年的近30万吨，增长了近5倍，总价值已超过2.5亿美元。但化工产业认为这样庞大的数字不过是一个开端，他们还希望生产，也正在生产更多的毒物。

所以，每个人都有必要详细了解有关杀虫剂的一切。如果我们真打算与这些化学品亲密接触——让它们掺入日常饮食、沉积于骨髓之中，那么我们最好首先弄清这些物质有什么特性、它的威力几何。

尽管第二次世界大战标志着杀虫剂产业走出了无机化学品的范畴，迈入了碳分子构成的神奇时代，但有几种传统杀虫剂还在使用当中。主要是砷类物质，它仍然是各类除草剂和杀虫剂的基本成分。砷是一种高毒矿物质元素，广泛存在于各种金属矿的原石当中，在火山、海洋和泉水中也有微量存在。砷与人类有着极

1. 生物活性（Biological potency）是生物化学或医学领域的概念，用于衡量某种物质引起细胞正常机理发生改变的能力。