

世界农药工业

化学工业部科学技术情报研究所

一九八〇年九月

目 录

一、概况	(1)
(一) 发展农药工业的背景	(1)
1. 人类对粮食的巨大需求是发展农药工业的前提	(1)
2. 作物保护是最有效的增产措施	(2)
(1) 病、虫、草害是农业生产的大敌	(2)
(2) 化学农药是战胜害物的有力武器	(4)
3. 化学农药在公共卫生事业中发挥重大作用	(5)
4. 使用化学农药的节能效果显著	(7)
(二) 三大类农药产品的现状	(10)
1. 除草剂	(10)
2. 杀虫剂	(26)
3. 杀菌剂	(35)
(三) 国外农药的生产和销售现状	(42)
1. 生产与消费概况	(42)
2. 主要农药生产国及公司的生产销售概况	(50)
(四) 以提高安全性为中心的农药研究开发及技术水平	(57)
1. 化学农药的残留污染问题不容忽视	(57)
2. 普遍重视残留污染调查	(59)
3. 加强农药生产、使用和研究开发的管理	(61)
4. 以提高安全性为中心的新药研究开发	(64)
5. 毒性试验和残留分析的新进展	(71)
6. 正确看待对化学农药的限制措施	(74)
(五) 生产技术水平	(76)
1. 中间体生产技术	(76)
2. 多能车间——原药合成工艺的新水平	(81)
3. “三废”治理技术	(83)
4. 减少污染、克服抗性——当代农药加工技术的目标	(83)
二、大吨位品种介绍	(85)
(一) 除草剂	(85)
1. 阿特拉津	(85)
2. 杀草丹	(87)
3. 苏达灭	(88)
4. 敌草隆	(88)
5. 2,4-滴	(89)
6. 2,4,5-涕	(90)

7. 甲肿一钠与甲肿钠	(92)
8. 草枯醚	(93)
9. 氟乐灵	(94)
10. 拉索	(95)
11. 百草枯	(96)
12. 新燕灵	(98)
13. 燕麦敌	(99)
14. 草甘膦	(100)
15. 苯达松	(101)
(二) 杀虫剂	(102)
1. 杀螟松	(102)
2. 甲基一六〇五	(103)
3. 一六〇五	(104)
4. 马拉松	(106)
5. 乐果	(107)
6. 久效磷	(108)
7. 二嗪农	(110)
8. 西维因	(111)
9. 呋喃丹	(112)
10. 涕灭威	(113)
11. 六六六	(114)
12. 滴滴涕	(115)
13. 狄氏剂	(116)
(三) 杀菌剂	(117)
1. 代森锌	(117)
2. 代森锰	(118)
3. 福美双	(119)
4. 克菌丹	(120)
5. 灭菌丹	(121)
6. 甲基托布津	(122)
7. 异稻瘟净	(123)
8. 百菌清	(124)
9. 萎锈灵	(125)
三、国外农药新品种简介	(127)
四、世界农药公司索引 (英文)	(139)
五、附录	(184)
I. 日本农药残留允许限度	(184)
II. 西欧共同市场制定的农药残留量最新标准	(186)
参考文献	(187)

世界农药工业

一、概况

(一) 发展农药工业的背景

人类同大自然的搏斗一天也没有停止过。人类同农业害物的斗争甚至可以上溯到遥远的古代。但是，在漫长的岁月里，科学文化不发达，劳动生产力水平低下，人们对常常蔓延成灾的病、虫、草害所能采取的只是诸如驱赶、捕捉、拔除或焚烧之类的效率极低的，在现在看来近乎原始的手段，除此之外，就只有充满迷信和宗教色彩的对“神灵”的祈怜和祷告了。瑞士曾于1335年公布食虫鸟类保护法，这也许是人类为消灭害虫而保护天敌的第一个法律措施。据说英国远在十三世纪已开始采用wijnruit浸出液防除跳蚤和虱子，这恐怕是国外提取天然物质中的某些成份用来除虫的最早记载。十九世纪末期，施药喷雾器已在欧洲流行，二硫化碳（1854、法国）、巴黎绿（1867、美国）、砷酸铅（1892、美国）等无机化合物登上农药舞台。继二十世纪三十年代末期，发现了滴滴涕的优良杀虫活性之后，1942年又发现六六六的巨大杀虫效力。与无机农药相比，这些有机化合物药效高、用量少、成本低、生产工艺也不算太复杂，很快在世界范围内获得大规模应用和推广。有机合成农药的出现，使世界农药工业的面貌为之一新，从此开创了化学农药蓬勃发展的新时期。

自那时以来短短的四十年时间里，虽然经历了包括环境保护方面的指责和随之而来的严格的法律措施的限制，以及世界性通货膨胀的巨大冲击等严峻的考验，农药工业还是取得了惊人的发展。现在，化学农药的品种已发展到千种以上，制剂则以万计，全世界经营农药的企业已达650家以上，世界农药产品的销售已达97亿美元（1979）。

世界农药工业四十年来的巨大发展决不是偶然的。日益增长的世界人口对粮食和其它农产品的越来越多的需求，是促使农药工业不断发展的前提。化学农药提供的有效的作物保护是增加农业生产的关键措施。化学农药也是公共卫生事业中必不可少的锐利武器。使用化学农药，还可以得到可观的能量收益，这在节能时代的今天更具有现实的经济意义。

1. 人类对粮食的巨大需求是发展农药工业的前提

1800年，全世界9亿人口，1900年15亿，100年间只增长了6亿人口（图1①）。随着科学技术的发展和人类生活条件的改善，二十世纪的人口增长率大大高于上一世纪。到1975年为止的75年间，人口激增25亿，总数突破40亿大关。据联合国估计，到2000年，世界人口还将继续猛增到65亿左右。面对这一现实，必须有相应的粮食生产的增长。表1显示出世界人口和粮食的增长速度在不同地区之间各不相同。图1②③为发达国家和发展中国家人口增长情况。在发达国家，低人口增长率和高农业生产水平使得越来越多的粮食用于饲养牲畜，从而为人提供更多的动物蛋白，达到多样化的目的。对这些地区来说，发展粮食生产可以进

表 1 1952—1972世界人口和粮食增长率(%, 每年)

年代	地区	人口增长率	粮食增长率
1952—1962	全世界	2.0	3.1
	发达地区	1.3	3.1
	发展中地区	2.4	3.1
1962—1972	全世界	1.9	2.7
	发达地区	1.0	2.7
	发展中地区	2.4	2.7

一步改善收益, 提高生活水平。而发展中国家在今后相当长的时期中, 却首先要和饥饿、营养不良、疾病和贫困作斗争。以印度为例, 其耕地面积虽占全国面积一半左右, 但其整个国土面积还不到世界陆地面积的 2.5%, 却要占世界人口 15% 的人提供口粮。据估计, 到本世纪末, 印度人口将再增加一倍。可见, 迅速提高粮食产量在人口增长率较高和粮食生产水平低下的发展中国家和地区显得多么紧迫和重要。

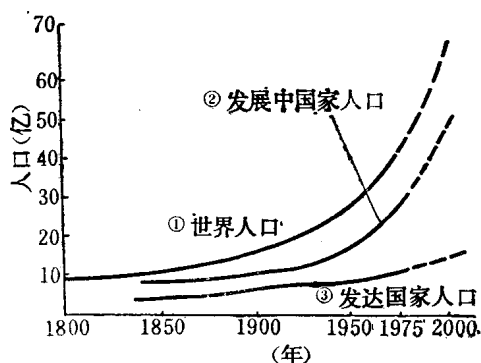


图 1 世界人口增长趋势

土壤、培育良种、加强田间管理、扩大耕地面积等等。但是, 如果不进行有效的作物保护, 即使采取了上述措施, 也不会得到更多的收获。这是因为, 除地理气候等自然条件外, 造成减产的主要原因是危害作物生长的病害、虫害、草害等。就世界范围说来, 虽已广泛应用化学农药, 但远未满足消灭害物之需, 作物损失情况仍然相当严重。

据西德拜耳公司调查, 世界 1976 年农业损失率达 30~35%, 价值 1,230 亿美元。其中虫害损失 13.8%、病害损失 11.6%、草害损失 9.5%。这与十年前的调查结果基本一致 (表 2、表 3)。由于用药种类、数量和施药技术水平不同、各地自然条件的差异等原因, 各地区作物损失比率十分悬殊。如欧洲、日本等发达地区, 每年农作物损失约 25%, 而亚洲地区则高达 43%。表 4 列出日本未全部使用农药时水稻受病、虫危害损失率。据统计, 美国每年造成的损失分别为: 虫害 13%、病害 10%、草害 9%、线虫害 1%, 合计 33%, 价值 140~150 亿美元。1970 年, 美国大力推广杂交玉米, 因玉米小斑病, 南部各州损失 50%, 价值 10 亿美元。有人认为, 不及时防治农业害物, 将有相当于总产量一半的农产品被病、虫、草害所吞噬。仅就虫害中的螨类而言, 对作物造成的经济损失估计每年约为 1 亿英镑, 其中水果一项每年就达 20 万吨。还有人估计, 全世界多达三分之一的粮食在贮存期间毁于虫害。由于缺乏作物保护用品, 广大不发达国家和地区的损失之大更是令人怵目惊心 (表 5)。据联合国统计, 亚非及拉丁美洲国家在棉花栽培上若不用杀虫剂, 棉花可因虫害损失产量 50%。印度仅虫害一

2. 作物保护是最有效的增产措施

(1) 病、虫、草害是农业生产的大敌

要增加粮食产量, 可以从关系作物生产的各个方面入手, 如兴修水力、增施肥料、改良

表 2 1965年世界各地农作物受害损失率 (%)

地 区	损 失 原 因			损 失 率
	虫 害	病 害	草 害	
北美,中美	9.4	11.3	8.0	28.7
南 美	10	15.2	7.8	33.0
欧 洲	5.1	13.1	6.8	25.0
非 洲	13.0	12.9	15.7	41.6
亚 洲	20.7	11.3	11.3	43.3
大洋洲	7.0	12.6	8.3	27.9
苏联、中国	10.5	9.1	10.1	29.7
平 均	12.3	11.8	9.7	33.8

表 3 1965年调查世界各种作物受害平均损失率 (%)

作物	损失率	作物	损失率	作物	损失率
甘 蔗	55.0	玉 米	34.8	大 麦	27.1
水 稻	46.4	棉 花	33.9	橡 胶	25.0
可 可	45.9	马铃薯	32.3	甜 菜	24.5
咖 啡	44.4	茶 叶	32.2	小 麦	23.9
花 生	40.4	烟 草	30.8	柑 桔	21.6
高 粱	38.0	大 豆	29.1	蛇 麻	21.6
油橄榄	37.1	椰 子	28.6		
葡 萄	36.7	蔬 菜	27.7		

表 4 未全部使用农药情况下, 水稻受病虫害危害损失率
(不包括草害)

稻瘟病	9.4%
纹枯病	1.6%
二化螟	6.2%
叶蝉飞虱	7.1%
其它病虫害	2.5%
合 计	26.8%

项, 估计每年损失农业总产量的18%, 价值500万卢比。据报道, 稻瘟病及其它水稻病害, 现已波及60多个国家。1976年, 世界主要粮食作物水稻的损失估计超过2,000亿斤——这足以养活4亿人口……

表 5 1973年亚、非、拉美农业平均损失估计 (%)

拉丁美洲		非 洲		亚 洲	
玉米	40	花生	33	水稻	30
水稻	25	棉花	23	谷物	32
小粒谷物	21	可可	51	蔬菜	47
棉花	33	咖啡	32	棉花	24
甘蔗	26	香蕉	36	水果	39
咖啡	40	蔬菜	61		
香蕉	29	水果	64		
蔬菜	44	棕榈油	19		
水果	42				
豆类	46				

农业害物名目繁多，可以说是五花八门，千奇百怪。据美国统计，危害作物的害草、真菌、害虫、害鼠等就有4500多种。这些害物年复一年地把人类艰苦耕耘的成果化为乌有，它们是造成世界很多地区农产品匮乏的祸首之一。如果能有效地保护作物不受侵害，将是增加生产的关键措施。人类要更加富足地繁衍生息，以农业为主的广大发展中国家人民要摆脱饥饿和贫困，就必须向罪恶的农业害物宣战。

(2) 化学农药是战胜害物的有力武器

作为现代科学技术的产物，化学农药在人类同农业害物的斗争中大显身手的事例不胜枚举。

1953年，稻瘟病和稻螟虫蔓延日本，水稻产量降到2600公斤/公顷，比1952年减产21%。翌年进口西力生(Ceresan)和对硫磷(Parathion)，用飞机进行叶面喷洒，获立竿见影之效。是年水稻较灾年增产47%。自1957年起，日本水稻亩产连年超过美国，1963年达到5200公斤/公顷。为了纪念除害灭病的丰功伟绩，日本分别为这两种农药树立了纪念碑。

化学农药防治农业害物的效果是空前显著的。这还可以通过农药消费量与收益改善之间的关系来说明：美国农户的农药花费在1964—1974年的十年间增加了4倍多，总产和亩产都有了不同程度的增长(表6)。据报道，美国1965—1975年十年间，农药总消费量每年增长6%。在农业生产过程中，美国农户每使用1美元的农药，可以获得4美元左右的收益，即1:4。1975年，美国平均每一农业劳动力生产粮食达到174,675市斤，该年的农药消费额为24亿美元。美国每公顷棉花需要的劳动日1954年为300个，1974年已减少到50个。其中重要的因素之一是化学农药代替了除草、扑虫等重复再三的笨重劳动。现在，美国已成为世界最大的农药生产国和最大的农药消费国。美国农业劳动者只占全国劳动力的4.2%，但现在一个美国农业工人生产的粮食除可供养自己外，还能养活59人(而在10年前为42人，20年前为15人)。1976年，美国农产品输出额为230亿美元，约相当同年能源输入总额340亿美元的68%，可见美国农业对国民经济影响之大。可以断言，美国农业越来越大的生产力是与越来越多地使用化肥、农药、良种及现代化的机器设备密切相关的。

英国1954—1974年间平均每年用农药204万英镑，增产价值为2685万英镑。目前英国农

表 6 美国农户农药花费与产量变化

年	农药花费 (亿美元)	总产量 (亿市斤)	亩产 (市斤)
1964	4.27	3.668	327
1974	17.32	4.841	353

药费用与收益之比已达1:5。苏联宣称由于化学农药的应用, 每年增收谷物1700万吨, 1971—1975年间, 平均每年农药费用13亿卢布, 增加收益57亿卢布, 其药费与收益之比为1:4.5。除草剂的应用则表现出更为明显的增益效果: 加拿大在1,000万公顷耕地上施用化学除草剂, 耗资800万美元, 获得增加收益5,880万美元的经济效果, 费用与收益之比高达1:7。单位面积用药量与产量之间的正相关性则更为直接地说明化学农药的增产效果 (图2、表7)。图3是

表 7 世界各地平均每亩用药量与粮食产量的比较

地区或国家	农药使用量 (克/亩)	粮食产量 (斤/亩)
日 本	460	730
欧 洲	125	458
美 国	100	346
拉丁美洲	15	262
澳 洲	13	210
印 度	10	110
非 洲	8	162

日本1925—1975年灾害情况、用药量及水稻产量的变化情况, 可以明显地看出使用化学农药实行作物保护的增产效果。图4所示为以1900年定作100%的发达国家劳动生产率增长情况。结合发达国家技术发展水平的背景材料, 可以推断出劳动生产率得到提高的主要原因: 近四十年来, 主要是使用化学肥料和化学农药的结果, 尤其是化学农药对提高劳动生产率的巨大作用正在日益突出。因此, 各国不断扩大农药的生产和消费。国外农药总销售额近年已有成倍增长, 从1971年的24亿美元, 1975年的55亿美元, 1978年的87亿美元跃升到1979年的97亿美元。预计1984年将达111亿美元以上。

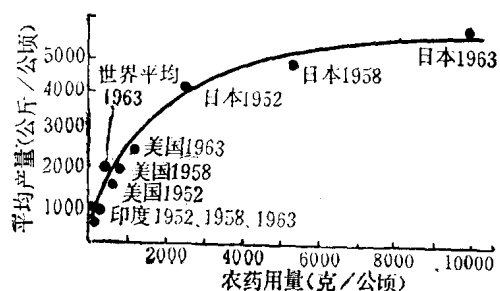


图 2 日、美、印三国三年单位面积产量与用药量的关系

3. 化学农药在公共卫生事业中发挥重大作用

化学农药造福人类远非仅作物保护而已, 它们还被用于消灭蚊、蝇、老鼠等害物。在保障人类健康的公共卫生事业中, 化学农药同样是身手不凡。

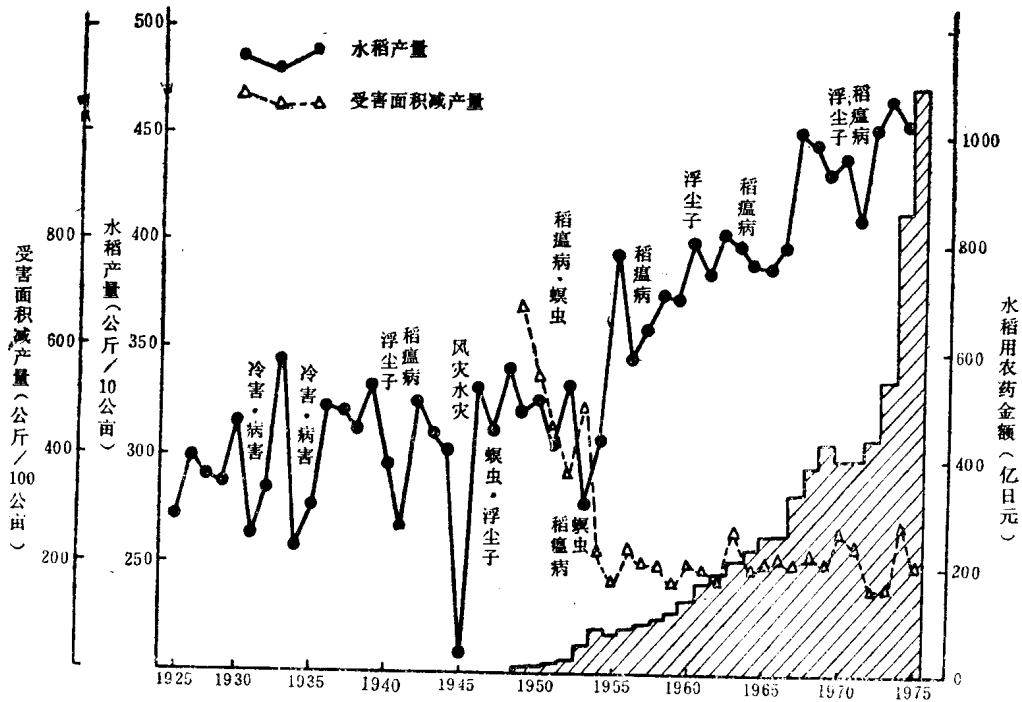


图 3 1925—1950年日本水稻产量、病虫害造成的减产量及使用农药金额的变化

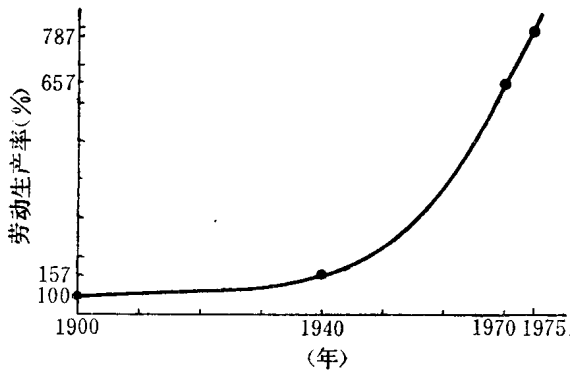


图 4 发达国家劳动生产率的变化

疟疾是世界上流行范围很广、死亡率很高的传染病之一，蚊子则是疟疾等多种疾病得以传播的媒介。联合国世界卫生组织1980年1月公布的统计数字表明，目前非洲在5岁以前死于疟疾的儿童就有100万之多，此外的疟疾患者还有1亿人。现在世界上仍然有39个国家受到疟疾的严重威胁。联合国从1955年开始组织世界性扑灭疟蚊的运动，到1969年为止，平均每年使用滴滴涕1.5亿磅，已使500万人免于死亡，7亿多人脱离病害。滴滴涕是一种残

留毒性高的有机氯农药，包括美国在内的很多国家已经禁用，但却因其经济、有效而继续用于消灭蚊子。现在美国仍每年生产约1万吨滴滴涕，就是应联合国世界卫生组织的要求，为灭蚊之需而生产的。

老鼠与人类相比为邻，几乎人迹所至，便有老鼠出没。它们糟踏粮食、传播疾病、咬毁衣物家具，破坏堤坝农田。它们是肮脏污秽的象征。历史上曾有过14世纪欧洲鼠疫流行，2千5百万人死于“黑色瘟疫”的记载。目前，老鼠是世界上数量最多的哺乳动物，联合国世界卫生组织估计有40多亿只——几乎相当世界人口总和！意大利一刊物估计，仅该国目前就有10亿只之多。印度尼西亚鼠患每年毁坏良田成千上万公顷。印度农村有一种体形硕大的老鼠，

每只每天可吞食粮食 1 市斤——简直与一个人的食量相等！一只鼠及其后代每年可繁殖达数千只，它们的破坏性是可想而知的。据说这种老鼠近年已在城市出现。美国一家公司估计，全世界鼠害造成的损失(包括粮食)每年至少达 10 亿美元。如果把这些钱折合成稻米，可供 6 千万人吃一年！意大利刊物报道说，该国动力系统全部事故的 30% 是家鼠咬断电缆所致。各国都希望有效控制鼠害。如印度尼西亚为保护农田，拟订出通过有计划地放养鼠的天敌——蛇——的办法来扑鼠。当前，最有效的办法之一是用拌有化学杀鼠剂的毒饵诱杀老鼠，此外还有针对老鼠生活习性，在其活动路径上设置扑杀器械以及触杀性药剂等。1978 年日本登记的杀鼠剂有 97 种。今后可望有更多更有效的杀鼠药剂出现。

4. 使用化学农药的节能效果显著

七十年代的“石油危机”，以通货膨胀、能源费用上涨为特征，猛烈冲击了整个世界的工业生产，至今余波未平。目前仍看不出迅速恢复稳定的能源价格的任何迹象。但是，世界上许多农药生产厂商认为，现在正是进一步发展农药工业的极好机会。这是因为，应用农药恰恰具有节能的特点。

农药工业虽不可避免地受到能源费用上涨的影响，但是它在各国能量总消耗中所占比例很小。例如，美国和英国用于农业生产的能量分别只占全国总能量消耗的 2.2% 和 2.6%，而用于农药的能量只占农业能量输入的 1.6% 和 0.9%，由此推算，农药在整个国家能量消耗中所占比例还不超过 0.04% (表 8)。表 9 为一些主要农药品种生产过程中投入的总能量。与原药生产相比，加工制剂生产过程中耗能则要少得多，一般每吨有效成分只耗 20—50 亿焦耳的能量。

表 8 农业生产中各种能量的输入 (单位 10^{15} 焦耳)

	农 业 能 量 输 入			
	美国 (1970)		英国 (1972)	
直接耗用燃料	686	44%	83.7	35%
化 肥	370	24%	91.2	38%
农 药	24	1.6%	2.1	0.9%
机 械	303	20%	30.2	13%
灌溉运输等	160	10%	29.8	13%

尽管农药的能量输入在各国总能耗中所占比例很小，在评价其利弊时，主要应根据使用农药的收益情况来衡量。关于这一点，前面已有部分介绍。这里，我们再从收获作物的能量增益来比较。

据报道，每消耗 1 千卡能量生产的除草剂用于小麦种植，从所收获的小麦中可以得到 38.7~143.3 千卡能量；用于种植玉米，则可以获得 48 千卡以上的能量。另据报道，除草剂用于棉花种植，可节约能耗 40%。除此之外，还有很多方法，都可以说明施用化学农药的能量增益是显著的。譬如还有一种与此近似的比较方法：假设每公顷农田使用 1 公斤典型农药（指药效适中、有代表性的农药），按平均能量消耗换算为 2.63 亿焦耳的能（包括药械耗能）；根据收获的作物所含能量，可以推算出需要多少作物重量才能抵偿使用 1 公斤农药所耗用的能量（表 10）。以小麦为例，世界上小麦单位面产量高的国家如墨西哥、西德、英国和法国，

表 9 一些主要农药品种的能量总输入 (单位: 亿焦耳*/吨)

品种名称	石脑油	燃料油	天然气	焦炭	电	蒸气	总计
2甲4氯	533	126	120		275	223	1300
敌草隆	923	52	631		856	283	2700
阿特拉津	432	144	688		372	247	1900
氟乐灵	564	79	128		577	161	1500
百草枯	761	40	684		1416	1693	4600
2,4-滴	390	90			230	160	850
2,4,5-涕	430	20	230		420	250	1350
草灭平	920	50	290		440		1700
地乐酚	490	110	90		30	80	800
敌稗	620	30	40		640	510	2200
毒草安	1070	140	290		840	560	2900
麦草畏	690	40	730		960	530	2950
草甘膦	330	10	930		2270	1000	4540
百草枯	700	10	650		1000	1640	400
福美铁			420	30	130	230	610
代森锰	270	90	230	80	250	70	990
克菌丹	380		140		520	110	1150
甲基一六〇五	370	20	240	60	730	180	1600
毒杀芬	30	10	190		320	30	580
呋喃丹	1370	440	630	10	1270	820	4540
西维因	110	10	480	260	540	130	1530

* 焦耳与卡均为热量单位, 1卡等于4.184焦耳。

表 10 几种作物所含可利用的能量

作物	状态	所含能量 (百万焦耳/公斤)	抵偿/2.63亿焦耳 能量的作物重量 (kg)
小麦	未加工	14.95	17.6
大麦	未加工	13.10	18.0
马铃薯	生	3.18	83.7
甜菜	未加工	2.64	99.6
豌豆	熟	2.05	128.2
蚕豆	熟	2.89	91.0

1976年每公顷平均产量都在3750公斤以上, 低的如印度、澳大利亚为1350公斤左右。表中的17.6公斤分别相当于高产量和低产量的0.47%和1.30%, 也就是说, 只须增加这样低的百分

表 11 传统耕作和免耕法消耗能量对比

操作项目		所需燃料 (升/公顷)	所需能量 (亿焦耳/公顷)	总能量
传统耕作	犁地	22.5	7.5	22.6
	中耕	22.5	7.5	
	轻耙	5.6	1.9	
	条播	11.2	3.8	
	轻耙	5.6	1.9	
免耕法	喷施	1.7	0.6	10.2
	条播	11.2	3.8	
	耙	5.6	1.9	
			3.9*	

* 百草枯 (0.48kg/公顷=0.75磅/英亩)

数, 就可以抵偿施用农药所耗费的能量。即使象豌豆那样含有可利用能量较低的作物, 也因其典型产量3,000公斤/公顷而只须增产 4.3%, 即可抵偿施用农药所耗能量。但实际上, 因施用农药而增产的比率要大得多。据统计, 通常施药挽回的作物损失, 至少相当于全部收获量的7.5%, 所以, 从能量的增益效果来看, 应用农药是很合算的。

我们还可以从免耕法节能这个角度来看一看使用化学农药的好处。

免耕法是国外农业针对传统耕作制度的一项改革。顾名思义, 免耕法意味着不耕地 (或尽量少耕地), 这本身就是一项节能措施, 因为据估计, 传统的耕作方式每英亩翻动的土壤约1,000吨, 显然, 耕地这个物理过程需要消耗大量的能。免耕法包括使用除草剂如百草枯, 以代替繁重的或耗能的除草耕作。表11为传统耕作和免耕法消耗能量对比, 免耕法消耗的能量总计只有传统耕作法的 45% 左右。由于耕作次数的减少, 总能耗的减少是必然的。玉米栽培的例子也可以说明 (表12)。另据报道, 在种植玉米时, 如不使用物理耕作方法, 只用

表 12 栽培玉米的能耗

	每公顷消费的能量 (换算成柴油、以升计算)			备注
	总量	耕作播种	农药	
一般耕作法	787	38	10	玉米收获量
免耕法	761	9	13	11.2千升/公顷

除草剂和杀虫剂栽培, 能量可节约9~39%。表13是林区除草作业中化学除草与机械除草所耗能量的对比, 每公顷造林面积每年可节约19.4亿焦耳的能量, 相当于13加仑柴油。这一计算若用于森林面积很小的英国(3030万亩=202公顷), 以使用化学除草剂的造林面积只占全国森林面积的 1% 计算, 每年可节约的能量就相当于柴油26万加仑。另据统计, 造林时化学除草与人工除草相比, 能量消耗为28:100, 此外, 化学除草还可以大量节约昂贵的人力。表14

表 13 在森林中化学除草与机械除草所耗能量对比

	机 械 除 草	化 学 除 草
每天处理面积	2.6公顷	13.0公顷
每天 8 小时拖拉机耗能	34.8亿焦耳	34.8亿焦耳
每公顷耗能	13.4亿焦耳	2.7亿焦耳
使用2,4,5-涕除草剂耗能 (3.5公斤/公顷=3.1磅/英亩)		4.7亿焦耳/公顷
二次机械除草总耗能量	26.8亿焦耳/公顷	
一次化学除草总耗能量		7.4亿焦耳/公顷
使用化学除草剂每年每公顷可节能		19.4亿焦耳/公顷 (=13加仑柴油/公顷)

表 14 使用各种除草剂的节能比率

除 草 剂 名 称	节能比率 (%)
2甲4氯 (MCPA)	28
氟乐灵 (trifluralin)	41
阿特拉津 (atrazine)	48
敌草隆 (diuron)	21

为与物理耕作法相比使用几种除草剂可能收到的节能效果的比率。

鉴于化学农药的上述特点，农药工业在世界经济中不断巩固和发展。世界农药工业的前途极其广阔，这是肯定无疑的。

(二) 三大类农药产品的现状

目前，实际应用的农药原药品种有 500 多个，但已注册的原药品种已达1500种以上，制剂产品则有 4 万种之多。如此众多的农药产品，可以有多种不同的分类方法，如按用途、化学结构、作用方式、残留水平等，视具体分类要求而异。最为常见的分类方法是按用途分类，可以分为：除草剂、杀虫剂、杀菌剂、杀鼠剂、杀线虫剂、土壤熏蒸剂、落叶剂、干燥剂、植物生长调节剂、外激素、引诱剂……等。下面，概括介绍除草剂、杀虫剂、杀菌剂三大类主要农药产品的现状。

1. 除草剂

四十年代初发现2,4-滴的杀草活性以后，相当长一段时间中，除草剂并不是最重要的农药产品之一。但是，各种选择性除草剂产品（包括2,4-滴、2甲4氯、敌稗）和速效除草剂（杀草快、百草枯等）发展起来之后，除草剂的发展越来越快。除草剂的作用机理尚未完全搞清，目前普遍认为其杀草活性是其有效成份对植物生长过程的干扰破坏或对植物光合作用

干扰的结果。如高效、内吸、非选择性除草剂草甘膦被认为由于干扰植物体内苯丙氨酸的生物合成而使植物致死。其它可能的各种作用机制尚在进一步的研究之中。化学除草剂不但能节省人力，而且增产和节能效果也很显著。即使在化学农药的残留污染问题引起社会舆论极大关注的情况下，除草剂以其施用期通常距收获期较远、易于分解因而很少残留的特点，继续得到发展，并跃升为化学农药的第一大类产品。1979年世界除草剂消费额占农药消费总额的40%以上。随着各国农业机械化程度的提高，对除草剂的需要量越来越大。近年来，国外除草剂的发展速度远较杀虫剂杀菌剂为快，1979年世界除草剂消费额39.25亿美元，比前一年增长13%。

除草剂的品种情况

据报道，现在世界上已获实际应用的除草剂品种数目超过260种，它们按照化学结构可分成约20种类型（表15）。其中最主要的品种分属六节杂环化合物（包括三嗪类）、脲和硫脲衍生物、氨基甲酸衍生物和二硫代氨基甲酸衍生物、芳氧基烷属羧酸及其衍生物以及羧酸酰胺和酰替苯胺类化合物。与过去的品种分布相比较，数目增长较大的品种依次为：羧酸酰胺和酰替苯胺、酚及其醚、2,6-二硝基苯胺、氨基甲酸和硫代胺基甲酸衍生物、脲的衍生物、有机磷化合物和杂环化合物。按消费额计算，三嗪类占第一位（表45）。

表 15 目前除草剂的商品品种

化合物类别	使用品种数
脂肪族羧酸及其盐	6
芳氧基烷属羧酸及其衍生物	27
芳香族羧酸及其衍生物	18
羧酸酰胺和酰替苯胺	23
醛、酮和醌类	7
酚及其醚	15
2,6-二硝基苯胺衍生物	14
氨基甲酸、硫代和二硫代氨基甲酸衍生物	31
脲和硫脲衍生物	33
吡啶衍生物	5
五节杂环化合物	12
六节杂环化合物（除三嗪外）	25
对称和非对称三嗪	33
砷化合物	5
有机磷化合物	9
无机化合物	2
总 计	265

目前的主要问题和发展趋势

长期连续使用单一品种或同类产品，会出现非对象杂草耐药性增强和因竞争者被控制而

变得更加猖獗的情况；某些杂草尚无有效防除的药物；因用量迅速增加，某些长残效除草剂在人类食物中的残留量，特别是某些经生物代谢研究证明有可能致畸、致癌的除草剂的残留问题已引起注意。

目前国外除草剂发展很快，新品种之多，在各类农药中首屈一指。制剂的发展中混合制剂逐渐增多（日本1978年94种），有利于提高药效，扩大杀草谱，节约用药量和农业经费；防治方法上，化学除草与生物除草、机械除草和栽培管理相结合的综合防治方法被认为是最有效的措施。

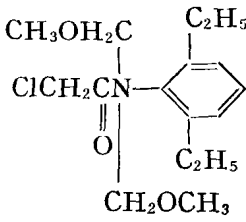
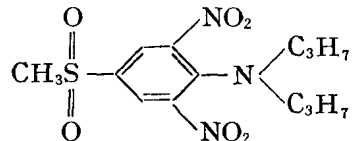
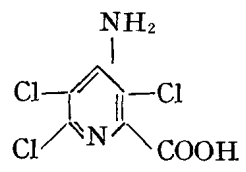
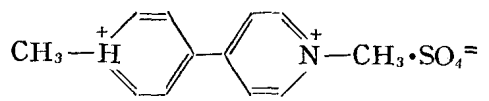
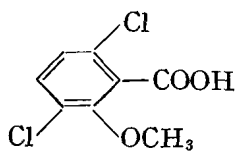
主要国家的消费与生产

美国是世界上除草剂消费量最大的国家，1975年美国农药消费额24亿美元，其中除草剂14.5亿美元。1978年美国除草剂消费额达17亿美元，占当年世界总消费量的47%。美国除草剂用于玉米和大豆的比率最大，1978年分别达6.58亿美元和5.49亿美元，两项合计占全部除草剂消费的70%，因此，除草剂在美国农药市场上居支配地位。据报道，美国除草剂品种有130种左右，以均三嗪类为主，其次为氟乐灵类，氯乙酰胺类和2,4-滴等。表16为美国生产的主要除草剂品种。

表 16 美国主要的除草剂

名 称	有效成分（结构式）	用 途
阿特拉津	<chem>CCNc1nc(Cl)[nH]c1N(C)C</chem>	玉米地芽前除草剂
氟乐灵	<chem>CC(C)N(c1cc(C(F)(F)F)cc([N+](=O)[O-])c1[N+](=O)[O-])C(C)C</chem>	棉花、大豆地芽前除草剂
草灭平	<chem>NC1=CC=C(Cl)C(=O)O1</chem>	大豆地芽前除草剂
2,4-滴	<chem>COC(=O)Oc1cc(Cl)cc(Cl)c1</chem>	玉米、小麦地芽后除草剂

续表

名 称	有效成分 (结构式)	用 途
草毒死	$\text{ClCH}_2\text{CN}(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2)_2$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	大豆地芽前除草剂
杂草锁		大豆地芽前除草剂
磺乐灵		棉花、大豆地芽前除草剂
毒莠定		灌木及路旁除草剂
百草枯		棉花、马铃薯脱叶剂
麦叶畏		小粒粮食作物地芽后除草剂

苏联是以旱田作物为主的国家，应用除草剂以伏草隆和氟乐灵类为主。其除草剂单位面积消费量和产量见表64、65。苏联除草剂在农药产量中所占比率已由1970年占34%上升到1975年的38%。

西德除草剂原药生产1977年占本国原药产量的1/3 (表61)，1977年除草剂原药的销售量比1976年增长13.2% (表62)，出口量增长12% (表63)。西德的除草剂以激素类 (2,4-滴) 为主，其次为均三嗪类和取代脲类。七十年代西德创制出10种除草剂新品种 (表17)。

英国是重要的农药生产国家之一。英国的Shell公司和ICI公司已跻身于世界最大五家农药公司之列。在除草剂方面，英国以创制2甲4氯、百草枯等品种著称于世，近年来在推广“免耕法”方面十分引人注目。英国各大类农药中，除草剂的销售额最高，占农药总销售额的67% (表18)。近年英国境内野燕麦等主要草害已基本消灭或得到有效控制。表19为英国历年除草剂创制开发过程。英国新除草剂简介如表20。

表 17 西德七十年代创制的除草剂新品种

产品名称	结构式	毒性 (经口 LD ₅₀) 和 主要用途	生产或开发公司及投入市场时间
Tantizon (Isomethiozin)		大白鼠 >10,000, 麦田除草剂	Bayer, 1976
赛克津 Sencor (Metribuzin)		♂ 大白鼠 2,000, ♀ 大白鼠 2,345, 马铃薯、番茄等作物除草	Bayer, 1971
Hoe 23408 (Haclon)		狗 1,600, ♂ 大白鼠 580, ♀ 大白鼠 560, 内吸兼触杀性除草剂, 芽后用于谷类、麦、水稻, 对棉花有药害	Höchst, 1976年临时注册, 1977年小批销售
异丙隆 Alon Hoe 16410		大白鼠 1,826 ~2,417, 冬季芽前处理, 春秋芽后处理, 防除看麦娘等杂草	Höchst, 1976
Hoe 22870		棉田用除草剂	Höchst, 1976年临时注册
Nosprasil Hoe 2997 (Chinonamid)		♂ 大白鼠 >11,500, ♀ 大白鼠 11,700, 除藻剂, 防治花房、稻田的藻类	Höchst, 1972
利谷隆 Aflon Linuron		大白鼠 1,500 ~4,000, 选择性除草剂	Höchst