

六六六 基本知识

陈耕陶

科学普及出版社



六六六基本知識

陈 耕 陶

科学普及出版社

一九六四年·北京

本书提要

六六六是一种常用的杀虫药剂，它的主要优点是：杀虫效率特别高，能防治多种害虫；对人畜比较安全；对农作物的药害比较轻微，并能刺激某些农作物生长；保管和使用方便；生产成本低，国家能够大量供应。因此，几年来，应用得极为广泛。

这本小册子，共分六章，头两章简单介绍了六六六的特性，说明六六六能毒杀多种害虫和毒力非常强烈的基本道理，以及六六六毒效的局限性；第三章说明六六六对农作物的影响，阐明在有效防治虫害的要求下，能够兼具刺激农作物生长的作用并分析了发生药害的原因；第四章说明六六六对人畜的毒力和毒理，以及应用六六六的技术，阐明如何加工与喷撒防治卫生害虫和家畜害的范围；最后两章介绍了使用六六六以发挥它的最高药效和避免对农作物及人畜的伤害。

这本书可供广大农业技术干部、供销合作社干部和农村知识青年学习、参考。

六六六基本知识

陈耕陶

※

科学普及出版社出版

(北京市西便门外柳条巷)

北京市书刊出版业营业登记证出字第 112 号

北京市通县印刷厂印刷 新华书店发行

※

开本 787×1092 1/32 印张 2 册 字数 43,000

1963 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 1964 年 8 月第 2 次印刷

印数 7,140—12,760

总号 017 统一书号 16051·046

定价 (2) 0.50 元

目 次

前 言	1
六六六是怎样制造的？为什么叫六六六？什么是丙体六六六？	
六六六有些什么特性	4
六六六是怎样制造的	4
为什么叫六六六？什么是丙体六六六	6
六六六有些什么特性	8
六六六是怎样毒杀昆虫的	11
六六六怎样进入虫体	11
六六六怎样在虫体内起作用，而使它死亡	16
六六六对农作物有些什么影响？六六六在防治农业害虫方面	
应用的原则	19
对农作物有什么影响？	20
农产品沾染六六六药味的原因。有什么办法改善	24
对农作物造成药害的原因	25
六六六对人类及家畜有些什么影响？六六六在防治卫生害虫	
及家畜害虫方面的应用	27
六六六对人畜的毒力	27
对家畜的保护。如何应用六六六防治家畜害虫	30
对人类的保护。如何应用六六六防治卫生害虫	32
各种六六六成药的加工制造原理	36
为什么要加工制造	36
粉剂的加工制造	37
可湿性六六六的加工制造	43
油剂的加工制造	45
乳剂的加工制造	47
烟剂和雾剂的加工制造	53
六六六药剂的撒布和撒布后的变化	55
拌种和毒谷、毒餌的撒布	56
喷粉撒布及撒布后药剂的变化	59
六六六液剂的调制、撒布及撒布后的变化	61

前 言

六六六是一种常用的有机杀虫药剂，它的主要优点是：

第一，杀虫效率高 只要有昆虫体重的百万分之5—30的药量进入虫体，就能使昆虫致死，并且同时具备胃毒、接触及薰蒸等三种毒杀作用，能防治多种害虫。

第二，对人畜比较安全 六六六的毒力，对昆虫虽然很剧烈，对人畜却比较轻微，只要适当注意，就可以避免人畜中毒。不象矿物性药剂（如信石、砒酸鈣、氟矽酸鈉等）那样，对人畜的毒力是和对昆虫的毒力差不多大小的，所以应用的时候，极容易造成人畜中毒甚至伤亡事故。

第三，对农作物的药害比较轻 一般常用的防治虫害的药量（例如拌种用的6%粉剂，每10斤种子，用药4钱；防治棉蚜，每亩用0.5%粉剂4斤等），对小麦、棉花等农作物是不会发生药害的。不但没有害处，还能刺激这些作物生长。只是对有些敏感的作物，例如瓜类、菸叶等，施用时要特别小心，否则容易发生药害。

第四，保管方便 六六六在包装、运输、贮藏等过程中，只要加以注意，就不会引起人畜中毒事故。且六六六相当稳定，只要保管得当，就不会分解失效。不象鱼藤、菸叶、除虫菊等，容易分解失效。

第五，生产成本低，有大量生产的条件 制造六六六的主要原料——苯和氯，是我国重工业的副产品，价格比较低，并且能大量供应；制造技术也比较简单，所以生产成本

很低。

六六六从1945—1946年間开始应用以来，发展的速度是惊人的。我国从1949年开始研究，1951年試制成功，开始生产，十几年来，已大量发展；在农业方面，已被用来防治 100 多种害虫；在卫生方面，也已大量应用于防疫工作。六六六对防治仓库害虫，特别是貯粮害虫，也应用得很广泛。其他如在防治家畜害虫、森林害虫等方面，六六六的应用，也在逐渐增多。由此可知，六六六在保证农业增产、改善环境卫生等方面，是起了一定作用的。目前，植物保护工作正在深入开展，各方面对六六六药剂的要求，更为殷切，今后更大规模的发展，是可以料想得到的。

十几年来，我們的广大农民群众、农业工作者、商业工作者以及药厂的职工同志，不論在有关施用方面、經營管理方面或生产方面，都积累了很多宝贵的經驗。并且其中有不少是富有首創精神的。在国外，也有很多关于六六六的研究报告，尤其是放射性同位素的应用，比較全面地闡明了六六六对昆虫的作用过程和对农作物及人畜的影响过程。

以国内外已有的資料作基础，我們已有可能从单纯描述現象的研究，跃进一步，发展到深入分析現象，概括科学規律的阶段了。这样做，对六六六今后的发展和应用，是会有很大的帮助的。

显然这本小册子，是不能完成“总结过去經驗，提高到理論水平，反过来指导实践”这样一个任务的，只希望它能成为向这个方向走的一个开端，作为供給广大农药工作者和广大农业技术干部在实践中的参考。希望讀者多加批評、指正，以督促著者把它进一步提高。

这本小册子，共分六章，第一章簡要介紹六六六的物理化

学特性。想写得使缺乏化学基础知識的讀者，也能比較容易理解。第二章討論六六六对昆虫的作用，想闡明六六六能毒杀多种害虫和毒力又非常强烈的基本原因。同时也闡明六六六毒效的局限性，以免发生六六六能防治所有害虫的誤解。第三章討論六六六对农作物的影响，闡明在有效防除虫害的要求下，对作物能兼具刺激生长作用或避免发生药害的条件，作为六六六在防治农业害虫上的理論依据。第四章討論六六六对人畜的影响，闡明六六六对人畜的毒力和毒理^①，作为适当采取保卫人畜安全措施的理論依据。并根据六六六对人畜的毒性，討論六六六用来防治卫生害虫和家畜害虫的范围。第五和第六两章，是討論应用六六六的技术，闡明如何进行加工与噴撒，以发挥六六六的最高药效，并避免对农作物和人畜的损伤。

各章內所引用的具体材料，目的在于說明問題，所以数量不多，而且也沒有經過严格的选择。其中国內材料方面，原华北农业科学研究所的材料，占的比重大一些。在国际資料方面，从勃郎的《昆虫的化学防治》一书中的来源多些。

① 毒理 毒力只問某种葯物对毒杀某种生物的效果有多大。毒理則还要研究毒杀作用的基本原因。包括生物接触葯物的道路，葯物如何引起生物的生理上的及生物化学上的变化和生物对葯物的消极的及积极的反应等的研究。

六六六是怎样制造的？为什么叫 六六六？什么是丙体六六六？ 六六六有些什么特性

六六六是怎样制造的

制造六六六的主要原料是苯和氯气，两者都是我国重工业的副产品。氯是一种淡绿色的气体，毒性很强，可以制造漂白粉，我们嗅到的漂白粉的气味，实际上就是氯的气味。在化学工厂中，应用食盐电解，可以制造烧碱；同时生产出一种气体，这就是副产品氯气。苯是一种白色液体，和汽油的性质相似，容易燃烧爆炸。在钢铁厂中的炼焦部，应用烟煤干馏焦炭时，蒸馏出来的液体副产物，叫作煤焦油。从煤焦油中，可以提炼出苯来。我国的工业发展很快，苯和氯的生产，也就增加得很快，这就给大规模生产六六六创造了有利的条件。

六六六的制造过程，是比较简单的。在日光或人工光照（日光灯或水银灯）下，将气态的氯，以一定的速度通到液态的苯内，就可以生成六六六。这种产品叫作六六六原粉。按照理论计算，生产100斤六六六原粉，需要原料苯27斤，氯73斤。但在实际生产中，要损耗一部分原料，所以苯和氯的实际用量还要多些。其生产程序如图1所示。

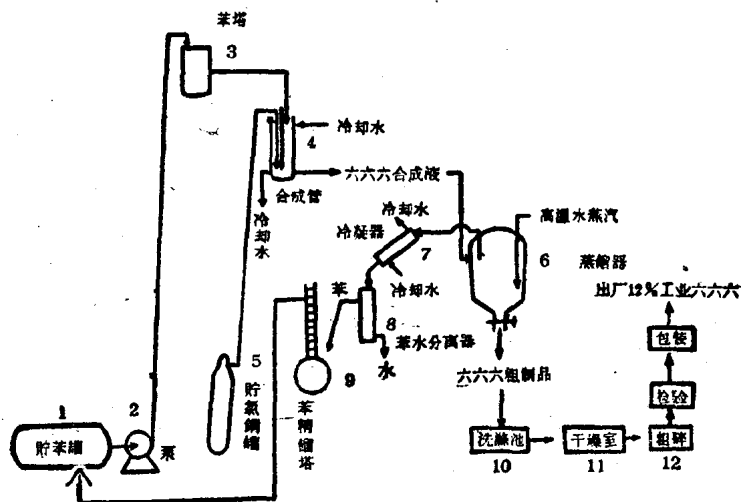


图 1 12%工业六六六制造程序示意图

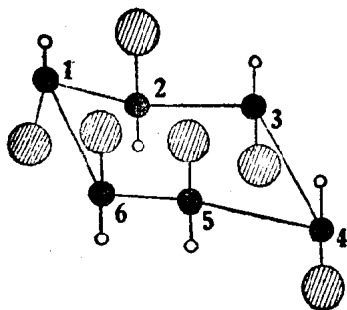
炼焦厂用烟煤作原料，提炼成焦炭，得副产物煤焦油，煤焦油再经精炼后，其中一种产品为工业纯苯。运送到六六六制造厂的贮苯罐(1)。贮苯罐用钢板焊制，一般容量为2吨到10吨，因为苯容易燃烧，所以把贮苯罐埋在地下，在生产时用泵(2)将苯从贮苯罐提升到苯塔(3)内。苯塔的高度，离地面约40—50尺。烧碱制造厂用食盐作原料，制造出烧碱和氯，氯经冷却和压缩后制成液体氯，装入贮氯钢罐(5)再运送到六六六制造厂。贮氯钢罐能耐相当高的压力。在钢罐内的液体氯，挥发性很强，只要把钢罐小孔打开，就能气化，靠它自己的压力，将氯输入合成管(4)内。合成管是玻璃制成的，直径6—8寸，高4—5尺。合成管中央，有一支直径2寸、高4—5尺的玻璃管，其中装日光灯1支，以供合成六六六时必需的光照。制造时先从苯塔灌注苯，约灌注合成管全部容量的2/3时，就打开贮氯钢罐的小孔，在合成管的底部通入氯。合成管的温度，应保持在40—50°C，但合成六六六时，要放出热量，所以要用冷水冲浇合成管的外壁。每支合成管每天24小时，约可生产六六六200市斤，一个年产10,000吨六六六的工厂，约需这样的合成管300—350支。全部布置在厂房的三层楼上。当六六六在合成管的浓度到达25—30%时，六六六就会开始结晶出来，就有可能堵塞合成管、输氯管、输苯管和合成液输送管等管路，影响正常生产的顺序进行。所以在合成液浓度到达25—30%时，就把它输送到安装在二层楼的蒸馏器(6)内。蒸馏器是铁制的，但内壁用铅皮，以防止腐蚀(六六六合成液内有一定数量的盐酸，对

为什么叫六六六？什么是丙体六六六

六六六和所有的化学物质一样，具有一定的结构，其结构的最小单位，化学上称为“分子”，分子是很微小的，一市两六六六，就有六百万亿亿个分子（60,000,000,000,000,000,000,000）；如果我们可能将六六六分子紧紧地排成一条直线，那末一千万个分子，还不到一寸长。六六六的分子虽然如此微小，但它们的结构却很复杂；每个六六六的分子，都由三种更小的粒子组成。每种各为六个，这种微小的粒子，在化学上叫做“原子”。六六六是由三种原子，就是碳原子（化学上用符号C来表示）、氢原子（用符号H）和氯原子（用符号Cl）所组成的。每种各六个，所以称作六六六。

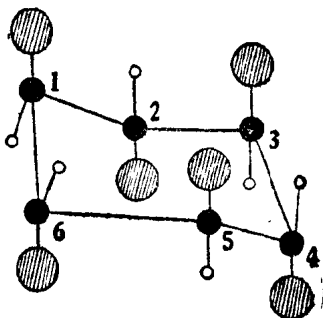
这十八个原子是怎样结合起来的呢？六个碳原子互相连成一个六角形的环，在每个碳原子上，连结一个氢原子和一个氯原子。要是氢原子接到碳原子上面的话，氯原子就得接到它的下面。氯原子接到上面的话，氢原子就在下面。因此，六个氢原子和六个氯原子，接到六个碳原子的部位有不同的排列法，

铁的腐蚀性很强，但铅能抵抗这种腐蚀作用）。蒸馏器容量约1吨。1吨六六六合成液只有250—300公斤（500—600市斤）六六六，所以每蒸馏一次，可生产六六六500—600市斤，一个年产10,000吨六六六的工厂，约需这样的蒸馏器30—50个。六六六合成液放入蒸馏器后，用高温水蒸汽加温。合成液中有70—75%是没有起作用的苯，加温后即气化，并和一小部分水蒸汽，由蒸馏器的上部管路送到冷凝器（7）内。在冷凝器中，由于冷水的冷却作用，苯的气体和水蒸汽凝聚为苯和水，流入苯水分离器（8），利用苯轻水重的性质，在上端的导管放出苯，下端的导管放出水。由六六六合成液内收回的这种苯，其中含有一定数量的杂质，再经过苯精馏塔（9）提炼成工业纯苯后，流回貯苯罐，以备再用。苯蒸出后，留在蒸馏器内的是六六六，大部分的水蒸汽，就在蒸馏器内凝聚成水。乘蒸馏器内温度还很高，六六六还没有完全硬化时，把六六六和水，从蒸馏器的下端开口处放入洗涤池（10）。用清水冲洗后，送入干燥室（11）烘干，转到粗碎室（12）初步粉碎。由检验室抽取样品，检查产品质量，产品合乎规格时，再由车间包装后出厂。产品不合规格时，作为次品另行处理。洗涤、干燥、粗碎和包装，都布置在一层楼，较为方便



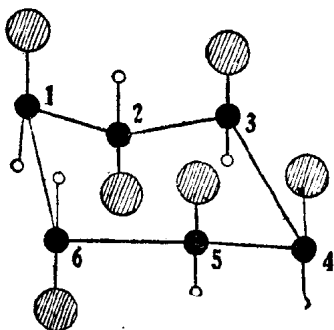
甲体六六六

1, 3, 4, 碳原子上的氯原子向下;
2, 5, 6, 向上



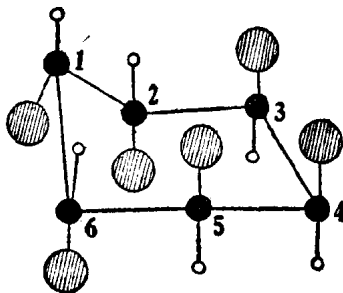
乙体六六六

1, 3, 5, 向上;
2, 4, 6, 向下



丙体六六六

1, 3, 4, 5, 向上;
2, 6, 向下



丁体六六六

1, 2, 6, 向下;
3, 4, 5, 向上

图 2 各种六六六异构体的结构模型示意图

○代表氢原子; ●代表碳原子; ●代表氯原子

联接各原子的直线代表化学键, 这是由于原子之间的亲和力, 因彼此相互吸引而成的。为了使各种原子在空间的位置更容易看清楚, 图中各种原子之间的距离, 故意加长了, 实际上各种原子是互相靠得很近的

造成了成分相同但是空間結構不同，因而性能也不同的六六六，这在化学上称作“同质异构体”(见图2所示)。六六六的同质异构体，理論上可能有16种，但到现在为止，只发现了5种，叫作甲体、乙体、丙体、丁体和戊体六六六。六六六原粉中的組成比例約为：

甲体六六六	5%
乙体六六六	65%
丙体六六六	12%
丁体六六六	8%
戊体六六六	1%
其他杂质	9%

但是組成比例，并不是恒定不变的。生产中的各种条件不同时，各种异构体的比例是会变更的。具有强大杀虫效力的只有丙体六六六。其他各种异构体，杀虫效力都很低。因此，如何掌握生产条件，增加丙体六六六的含量，是提高六六六原粉质量的关键性問題。

因为杀虫效力特别强的，只有丙体六六六，所以各种六六六药剂的浓度，都以丙体六六六的含量来計算的。例如12%六六六原粉，是指明原粉內含有12%丙体六六六、6%可湿性六六六、3%六六六乳剂或0.5%六六六粉剂，也都指的是丙体六六六含量，分別为6%、3%或0.5%。

六六六有些什么特性

1. 六六六原粉是一种白色結晶体，但因制造过程中，产生了少量的杂质，所以带有黄色、棕色或褐色。这些杂质一般說来，对杀虫效力是没有什么影响的。可湿性六六六和各种粉剂六六六等之所以有白色、灰色、棕色等不同深浅的色泽，是因

为六六六原粉中，加入了不同种类的辅助剂，如填充料及湿润剂（详见第五章）所造成的。这些色泽和杀虫效力也是没有什么关系的。

2. 六六六具有特殊的气味，是六六六内的杂质所造成的。当六六六提纯以后，例如纯丙体六六六，是没有药味的。因此，从药味的浓厚程度来推断杀虫效力，是不可靠的。

3. 六六六的化学性比较稳定。六六六原粉不易分解，甚至放在日光底下晒或用高温、热水、浓酸来煮，也不致引起严重的分解，但在碱性溶液内煮，则易分解。在分解时，每个六六六分子，放出三个氢原子和三个氯原子，形成一个三氯化苯分子和三个氯化氢分子。分解的程度，要看碱性的强弱。在化学性质上，酸性和碱性是两种相对的性质，等量的酸度和碱度可互相中和而呈中性。表明碱度、中性或酸度时，通常用具体的数字，叫做酸碱度。7.0表示中性，7.0以下表示酸性，数字愈小则酸性愈强；7.0以上表示碱性，数字愈大则碱性愈强。所以六六六在7.0以下是非常稳定的，7.0以上时才渐渐开始分解。但在碱性很弱温度不高（20—30°C）时，依旧不会分解。所以，用弱碱性的棉油皂（酸碱度7.0到9.0）或草木灰和六六六混合起来，不煮到相当高的温度是不会使六六六分解的。但当酸碱度超过9.0时，即使温度低，也会分解。

因为六六六的化学性比较稳定，所以只要适当注意保管，在贮藏期间，是不会引起严重失效的。

4. 六六六不能溶解在水中，所以叫做拒水性物质；白糖、食盐等物质，能溶解在水中，叫做亲水性物质。但六六六能溶解在汽油、煤油、松节油等油类中，所以又叫做亲油性物质；而白糖、食盐等则不能溶于油类中，叫做拒油性物质。六六六的亲油性和拒水性，是和它的杀虫效力不可分离的。原来一般

昆虫的身体，外边围着的一层表皮，是蜡质和几丁质^①所组成的，这些也是亲油而拒水性的物质，所以六六六很容易和蜡质、几丁质混合起来，比较容易地通过昆虫的表皮，渗透到虫体内，而达到毒杀昆虫的目的。

可湿性六六六能够和水混和，搅成水悬浮液^②的原因，是加工配制过程中，在六六六原粉内，加入了一种湿润剂，它一方面具有亲水性，另一方面又具有亲油性；通过湿润剂，六六六细粉才能和水混和起来。

5. 六六六有气化作用，在常温下气化很慢，温度愈高，气化愈强。如将六六六放在日光下，气化也较快。气化时，六六六并不分解，因此，六六六可用作薰蒸剂，可以通过昆虫的气孔熏死它。但另一方面，因为六六六具有气化作用，使用之后，逐渐气化，所以六六六有效杀虫时间不很长。滴滴涕与六六六比较，具有较长的有效时间，主要是因为滴滴涕不易气化的原故。

① 几丁质 是昆虫在蛋白质及碳水化合物代谢过程中的一种产物，分泌到它的表皮细胞上，即在其上形成一薄层软膜。几丁质的功能，是防止昆虫体内水分的挥发，使它避免干死。

② 水悬浮液 一种固体物质，象六六六、滴滴涕等，是不能溶解在水中的。这种固体物，假使放入水中，会沉到水底下去。但如果把它研磨得很细，再加一些湿润剂，那末这些固体细粒，就可以悬浮在水中。农药厂把六六六或滴滴涕制成可湿性粉剂，目的即在于在施用时代配制这种水悬浮液。

六六六是怎样毒杀昆虫的

杀虫药剂，須兼具两个特性，才能对昆虫起有效的毒杀作用，

1. 能接触到昆虫的躯体并能迅速地渗透到虫体内部；
2. 当药剂到达虫体内部时，能破坏昆虫的主要生理作用的正常秩序，或破坏昆虫的主要組織。

因此，要說明六六六对昆虫的毒杀作用，須分成两个問題，

1. 六六六怎样进入虫体；
2. 六六六怎样在虫体内起作用，而使它死亡？

六六六怎样进入虫体

六六六进入虫体，有三条道路：就是通过消化器官、体壁的表皮和呼吸器官（图3）。

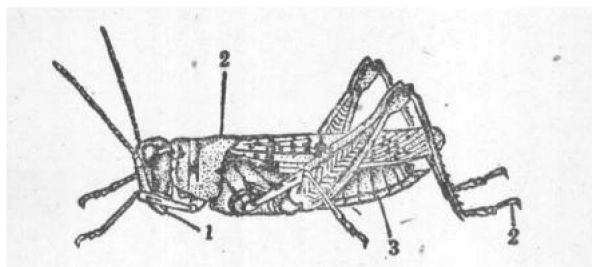


图3 六六六进入虫体的路线示意图

1, 六六六毒餌或毒谷經昆虫的口腔吞食，进入虫体；2, 六六六（粉剂、可湿性粉剂或乳剂）直接撒布到虫体表面或昆虫爬行在撒了六六六的叶片上时，药剂接触到脚部的表面，不論直接撒到虫体表面，或爬行时脚部接触，均通过昆虫的几丁质表皮，进入体内；3, 在温度较高时，各种六六六药剂在空气中气化，气化的六六六可从气孔通入昆虫体内

将六六六撒布在叶片上或其他昆虫喜吃的食物上，或者把六六六配成毒餌、毒谷撒布在昆虫出入的去处，昆虫吞食了这些东西后，就把六六六也吞食到腸胃里去。六六六在昆虫的腸胃內，是不会被分解的，并且很容易被腸壁吸收进去，由它的血液循环，把六六六运输到全身各部，到达神經系統而起中毒作用（见图 4 所示）。凡是通过消化器官来达到毒杀昆虫的作用，叫作“胃毒作用”；有这种作用的药剂，叫做“胃毒剂”。用六六六配制成的毒餌或毒谷，就是一种“胃毒剂”。“胃毒剂”需要具备三个条件，它的杀虫效力才会很高，这就是：

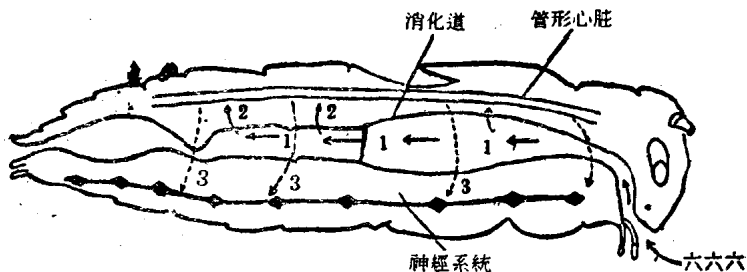


图 4 六六六中毒路线示意图之一 通过食道
1, 示六六六毒餌或毒谷进入昆虫的消化道; 2, 示由消化道吸收到循环系統; 3, 示循环系統传布到全身及神經系統, 在神經系統引起中毒

1. 昆虫爱吃;
2. 在昆虫腸胃內, 不会分解失效;
3. 能被腸壁吸收进去。

后两个条件，是药剂本身的特性，很难加以改变。第一个条件在施用时可以改变的。例如在調制六六六毒餌、毒谷时，餌料的选择，調制的方法等，对昆虫是否爱吃，有很大的关系。又例如在早春季节中，昆虫的食物很貧乏，撒布的毒

餌，它就願意吞食；在夏、秋季节中，昆虫的食物很丰富，毒餌的效果就不会大。

将六六六直接噴射到虫体上，或者噴射到作物的叶片上及室内的墙壁上，当昆虫停留在这些地方时，通过它的脚部的接触，粘上六六六，六六六就从昆虫的表皮，渗透到虫体内，而起毒杀作用。凡是通过表皮来达到毒杀昆虫的作用(图5)，叫作“触杀作用”；具有这种作用的药剂，叫作“触杀剂”。可湿性六六六、六六六乳剂，以及各种六六六粉剂，都是“触杀剂”。

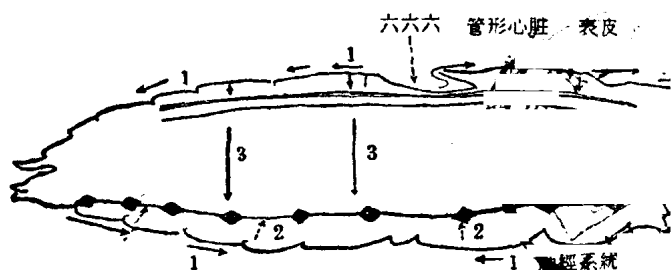


图5 六六六中毒路线示意图之二 通过表皮系统

- 1, 示几丁质表皮部分接触到六六六后，很快传布到全身表皮；
- 2, 示由表皮直接传布到神经系统，引起中毒；
- 3, 示由表皮传布到循环系统，由循环系统传布到神经系统引起中毒。所以通过表皮中毒，比从消化系统进入虫体要快些

六六六很容易溶解在蜡质内，和几丁质的附着力也很强，而蜡质和几丁质是昆虫表皮的主要成分，因此六六六就非常容易通过表皮进入虫体，比通过消化器官还要容易。所以，利用触杀作用所需的致死剂量，要比胃毒作用所需的剂量低些。这种特性，一般的矿物性药剂如信石、砒酸鈣或氟砒酸鈉是不具备的。

近年来药剂撒布器械如噴粉器、噴霧器等技术的进步，能将少量的药物，均匀地撒布到广大的面积上，使昆虫可能活动