



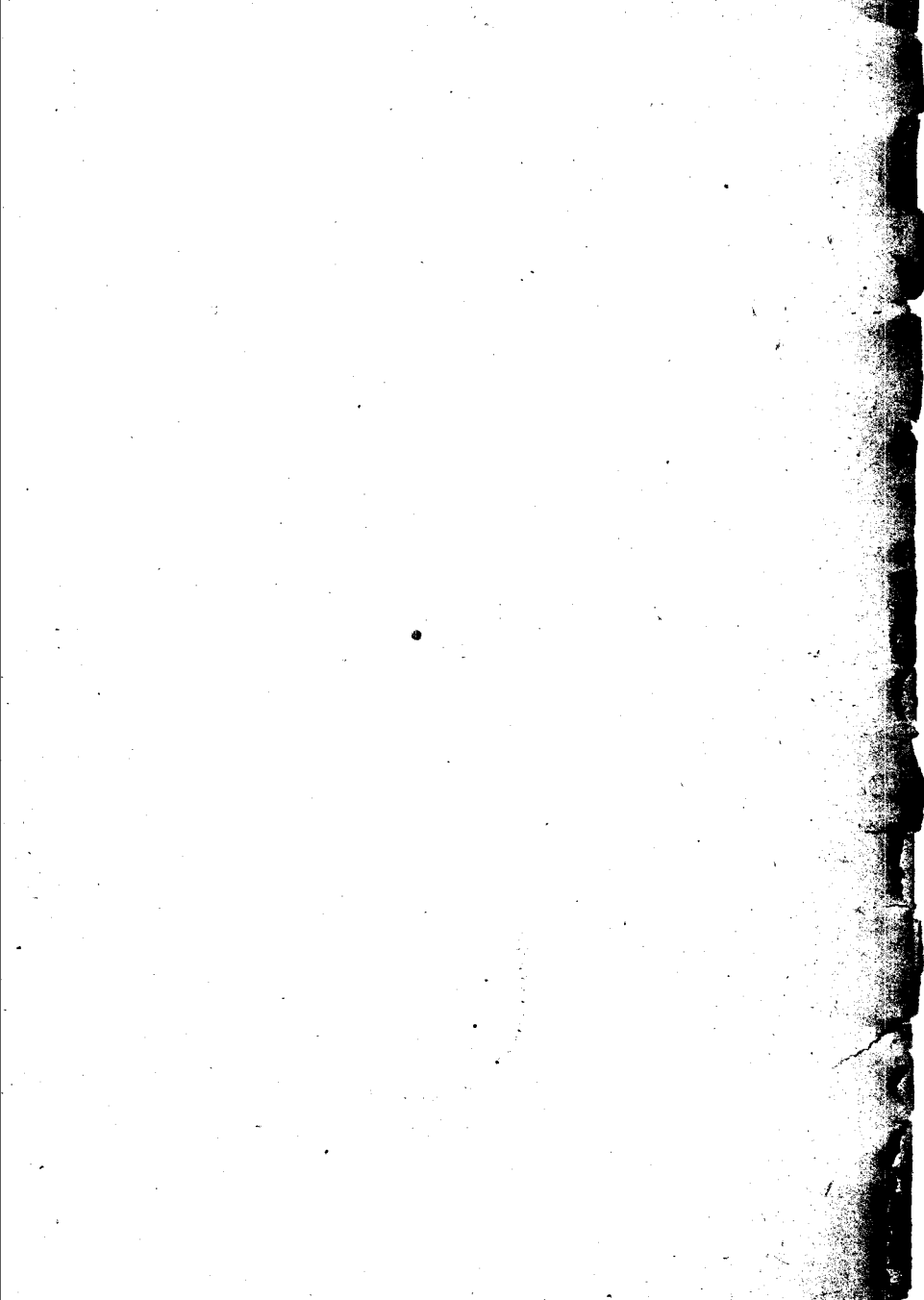
农业害虫的化学防治

黄 瑞 綸

科学普及出版社

农业害虫的化学防治

黃 瑞 綸



目 次

一	农业害虫的化学防治在农业增产中的重要性	5
二	防治农业害虫化学药剂的种类	8
三	要选择适当的药剂	10
四	药剂的使用方法和灭虫效果	20
五	药剂的展着性能	31
六	杀虫药剂与其他农业药剂的混合使用	33
七	药剂与害虫、植物三者的相互关系	35
八	药剂对于人畜的毒害	39
九	新的有机合成药剂是怎样创造的	45
十	几个问题	48
十一	农业害虫化学防治方法的新进展	50

一 农业害虫的化学防治在农业增产中的重要性

自古以来，虫害即为伤害农作物的重要灾害之一。飞蝗成灾时，可将大面积生长的作物吃成光秆，造成无收；棉田里蚜虫和紅蜘蛛发生严重时，能使棉花的收获量减低 50% 以上；地下害虫（如蝼蛄、蛴螬、金針虫等）造成作物缺苗 20—30%，都是极平常的事；果树或蔬菜上的虫害，不但使产量减少，而且可以使每个果子或菜叶上都带有虫眼、虫斑或虫粪，大大地降低了质量。其他由于害虫造成农作物减产的例子不胜枚举。

我国农民在很久以前就有和害虫作斗争的经验，并且创造了很多宝贵的有效防治方法。用含砒的药剂^①防治害虫大约已经有九百多年的历史。明朝崇禎十年（1637 年）宋应星所著的《天工开物》对于制炼砒霜已有详细的科学记载，对当时农民用砒霜拌种防治病虫害，作毒餌驅除田中的鼠害，有以下的叙述：“此物生人食过分厘立死，然每岁千万金錢速售不滞者，以晋地菽麦必用拌种，且驅田中黃鼠害。宁紹郡稻田必用蘸秧根，則丰收也，不然，火药与染銅需用能几何哉。”利用藜芦^②洗治羊疥虫始自后魏时代（公元 500—530 年），后来在 1748 年才见有欧美的国家用藜芦防治害虫的记载。魚藤根是一种較好的杀虫药剂，是我国在馬來亞侨居的菜农首先創用的。以上都有記

① 化学元素砒，俗称为砒，砒霜即三氧化二砷。

② 藜芦是一种野生的植物。

載可查,也是世界各國所公認的事實。其他如用苦樹皮、魚公藤、開羊花等植物防治害虫在我國歷史已久,無法查明起始的年代。

以上所舉的例子都是利用藥物(不管是植物性的,如魚藤、雷公藤之類,或者是礦物性的,如砒霜或硫磺)來防治害虫。藥物或藥劑都是化學藥品,凡是利用化學藥品防治害虫的措施,都應該叫做化學防治方法。

當然,在農業上防治虫害的方法不僅只是用化學藥品。我們常把害虫的防治方法分為四類,除化學防治方法以外尚有:

(一)機械方法,如用人工撲打蝗蝻、焚燒玉米秆或稻根防治螟虫、刮樹皮消滅在樹上越冬的害虫之類。

(二)農業技術方法,如實行輪作、改變耕作制度、深耕翻土,造成使害虫不適于生活的环境,而達到消滅或減少害虫的目的。

(三)生物方法,如培養害虫的天敵——吃害虫的益虫,或使害虫發生迅速傳播病害的病菌等。用四種方法綜合防除收效最大。而在目前,可以肯定,化學方法最為重要,在農業生產中起着重大的作用。只有利用化學方法才可能對於害虫收到及時歼滅性的防治效果。

早在1900年前後,各農業先進的國家已很重視利用藥劑防治害虫了,當時所推重的只不過是幾種無機藥劑^①,如含砒的砒酸鉛、砒酸鈣、巴黎綠,含氟的氟化鈉、氟矽酸鈉之類。這些藥劑雖然可以有效地殺死咀嚼口器的害虫,在當時農業生產上起了極大作用,但它們有不可克服的缺點——使用不恰當便會傷害了作物,並對很多種類的刺吸口器的害虫無效。1920年前後,用魚藤根和煙草等植物性的原料制成的藥劑非常興時。這一類

① 無機藥劑也叫作礦物性的藥劑,一般是指不含碳元素的化合物。

的药剂的确有它们的特点：它们对于作物和人畜都非常安全，可以有效地防治一般的刺吸口器的害虫，对于咀嚼口器的害虫也可以收到良好的防治效果，但是它们的生产成本较高，不能广泛地在大田作物上使用。

自 1945 年起，用化学方法防治害虫的情况大大地改变了。这时出现了用化学方法合成的有机药剂^①滴滴涕、六六六。这些药剂的特点是杀虫效力大，使用范围广，可以杀死多种多类的害虫，并对于植物和人畜安全。它们是化学工业的产品，可以廉价而大量地生产。从此以后，对许多以前无法防治的害虫也有了办法。随着滴滴涕和六六六的出现又发现了多种有特效的合成有机药剂，所以我们常说，滴滴涕和六六六的发现是划时代的——从使用杀虫效力低的无机药剂、生产成本高的植物性药剂而到使用大量工业生产、效力强大的有机合成药剂的时代。

继滴滴涕、六六六和其类似的药剂之后，自 1950 年始，又有一类新型的有机合成药剂，开始受到广大农民的欢迎，目前在农业生产上起着重要的作用。这一类药剂的杀虫效力特别强大，可以防治有机合成药剂所不能有效地防治的害虫，它们统称为有机磷杀虫药剂，我们现在推行的敌百虫、乐果、1605 和 1059 就属于有机磷一类的杀虫药剂。到目前为止，我们已经能生产多种多样的药剂了，如果能合理地利用，几乎可以有效地防治任何种类的害虫。

虽然我们有着悠久的使用药剂的历史，但是我国在解放前，农民极少使用药剂防治虫害。当时我们没有工业生产的药剂，比较新的药剂只是依靠着国外进口，为量非常有限。自从解放以后，由于党和政府重视这项工作，1952 年起，已先后生产了

① 有机药剂一般是指含碳元素的化合物。

几种重要的有机合成药剂，在农业增产上起了巨大的作用。

有史以来，蝗虫在我国经常造成巨大的灾害，古代曾设有专门治蝗官吏，可见为害严重的程度。解放以后，政府重视治蝗的工作，最初因为缺乏药剂，采取的办法是发动群众集体扑打。后来，一方面利用人工扑打，同时使用一部分农药。最近几年以来，已经是使用飞机撒布治蝗药剂，不再发动人工扑打，基本控制了蝗虫的发生，不致再成灾害。

在我国广大植棉地区上，早期为害棉田的棉蚜和棉红蜘蛛常常能使棉花减产到一半左右。最近几年以来，凡是用药剂作好早期棉虫防治工作的地区都挽回了巨大的损失。

在大面积上防治严重为害小麦的吸浆虫和金针虫，严重为害水稻的螟虫，严重为害玉米的玉米螟等等，也使用了有效的药剂，收到良好效果。

至于用药剂防治果树或蔬菜上的害虫所起的效果就更为突出了。苹果、梨、桃、柑桔之类的果树上的害虫，如果掌握情况，合理地使用药剂加以防除，不但可以提高产量，而且由于虫果率的减少，大大地提高了果品的等级。城市附近栽培的蔬菜，因为用药剂防治害虫所获的利益更是特别地显著。

二 防治农业害虫化学药剂的种类

防治农业害虫的化学药剂可以分成无机药剂、植物性药剂和有机合成药剂三大类，古代所采用的药剂是属于无机和植物性的。

无机药剂 常用的无机杀虫药剂有硫磺、石灰硫磺合剂(主要的成分是多硫化钙)、氟化钠、氟矽酸钠、砒酸钙、砒酸铅、亚砒酸钠、巴黎绿(亚砒酸和铜的化合物)等等。这些药剂的使用前后

已經有將近百年的历史了。虽然无机药剂有一定的缺点，可是一直到现在，各国仍在大量的使用着。

无机药剂的优点是原料丰富、生产容易、成本低廉。缺点是对植物的毒害很强，当一种药剂噴布在植物上，有时因为用量太大、药剂质量不好或气候的变化，影响了植物的生长并形成伤害，如落叶、落果、部分叶子燒焦、穿孔、果斑或枯枝，甚至于整个植株枯死，造成对植物的药害。

植物性药剂 植物性药剂是指用有毒的植物制成的杀虫药剂。最早使用植物性药剂的方法非常简单，将有毒的部分磨成粉，撒布在作物上，或者将磨成的粉調水噴撒在作物上。例如雷公藤的根皮、苦树的根皮、魚藤的根、除虫菊的花、豆薯的种子、烟草的叶子等等。这样的使用方法不太方便，而且植物所含的杀虫有效成分不稳定，难以掌握正确的用量，少用則无效，多用則浪费。后来用化学方法提出有效成分，再行加工而成使用比較方便、品质固定的成品。最近常見到的植物性杀虫剂的加工品有魚藤精乳剂、除虫菊乳剂、硫酸烟碱等。魚藤精乳剂是用自魚藤根提出的魚藤精加工而成乳剂，一般的魚藤精乳剂含有魚藤精2.5%。除虫菊乳剂是用自除虫菊花提出的除虫菊素加工而成乳剂。硫酸烟碱是用自烟厂残余的烟草渣子提出为烟碱（即尼古丁），用硫酸吸收而制成的。商品硫酸烟碱常保証含有烟碱在40%以上。植物性杀虫剂所含的杀虫有效成分都是自然界存在的有机化合物。

自从农业生产大跃进以来，杀虫剂的品种和产量已大大增加，但比起增长得更快的需要来，还差得很远。我国地大物博，各地都有不少的野生植物可作杀虫剂用，效果虽不及合成药剂，但也可以起一些防治害虫的作用，应该按照国家所制訂的“三就”——就地取材、就地加工、就地使用的方針，加以利用。

有机合成药剂 有机合成药剂是用化学方法合成的有机化合物，它們都含有碳元素。目前，我們最常用的合成有机药剂有两类：一类都含有氯元素，如滴滴涕、六六六、毒杀芬、七氯、艾氏剂、狄氏剂等等，統称有机氯杀虫剂。另一类含有磷元素，如敌百虫、乐果、1605、1059、甲基 1605、甲基 1059、甲拌磷^①等等，統称为有机磷杀虫剂。目前各国大量使用的有机氯杀虫剂和有机磷杀虫剂至少有五、六十种，而加工品至少有几百种之多。据估計，目前商品有机合成杀虫剂至少已有二百多种，加工品有几千种。

三 要选择适当的药剂

胃毒和触杀药剂 害虫的种类繁多，习性各有不同，必須选用不同类型的药剂才能作到有效的防除。根据害虫取食的情况，我們常把主要的农业害虫分成两大类：一类是咀嚼口器的，蝗虫、菜青虫、烏壳虫、粘虫等等都是咀嚼口器的害虫，它們是用嘴吃植物的某一部分作为食料，主要的是叶子，也有吃果实、花或枝干木质的。第二类是刺吸口器的，它們的嘴像一个注射器的針头，可以刺入植物的叶子或果皮，吸取植物組織的汁液为食料，最常見的刺吸口器的害虫有蚜虫、紅蜘蛛、介壳虫等等。

我們最常用的防治这两类害虫的药剂也有两种：一种是胃毒药剂，另一种是触杀药剂。

胃毒药剂是指那些噴布到植物叶子上或果实上的药剂，咀嚼口器的害虫在吃叶子或果实时，就把药剂一同吃到腸胃里，經過腸胃的消化、吸收，因而中毒死亡。若将这些药剂噴到害虫

① 甲拌磷也叫作西梅脫或 3911。

体上，害虫是不致中毒的。刺吸口器的害虫是以吸取植物組織汁液为食料的，它們吃不到植物表面上的胃毒药剂，当然也不会中毒死亡。因此，胃毒药剂只可以用来防治咀嚼口器的害虫；对于刺吸口器的害虫完全无效。

一般的无机药剂都是以胃毒为主导作用的，如砒酸鉛、砒酸鈣、氟砒酸鈉等等，用这些药剂来防治吃植物的叶子或果实的害虫大多是有用的，但是对于刺吸口器的害虫完全无效。

大多数的触杀药剂也兼有强烈或較弱的胃毒作用，尤其是像最近出現的有机合成药剂，有些触杀药剂的作用很快，害虫一經接触就会中毒死亡，很难表现出它的胃毒作用。触杀药剂應該是噴布在带有害虫的植物上。当噴药时，药剂接触到虫体，滲入組織，随即使害虫中毒死亡。当害虫在粘附有触杀药剂的表面上爬行，接触到药剂，也可以中毒死亡。只有触杀作用而完全无胃毒作用的药剂，最突出的典型是除虫菊花所含的杀虫有效成分——除虫菊素，或人工合成的类似除虫菊素的化合物。我們常用的触杀药剂像魚藤根、滴滴涕、1605 等等都有一定的胃毒作用，但我們主要的还是利用它們的触杀作用。六六六和另外許多种合成的有机化合物像狄氏剂、艾氏剂等等的触杀和胃毒两种作用都强，所以这一类药剂的用途非常广泛。

有些触杀药剂的杀虫作用非常快，当药剂一經接触到害虫，随即发生作用使害虫麻痹昏迷不能轉动，最后以至死亡。除虫菊、1605 等都是作用迅速的触杀药剂。另有些触杀药剂作用很慢，害虫接触以后可能在几小时或一两天以后才会死亡。滴滴涕、魚藤等就是作用比較緩慢的触杀药剂。

当触杀药剂一經接触到害虫，几分钟之內（一般以 10 分钟为标准）就麻痹昏迷不能轉动，这种性能叫做“击倒性能”，害虫昏迷的百分数叫作“击倒率”。一部分被击倒的害虫經過一个时

間(一般以 24 小时为标准)又会甦醒复活,一部分中毒死亡。被杀死的百分数叫作“死亡率”。除虫菊对害虫的击倒性强,見效最快,但昏迷的害虫中可能只有一半死亡。滴滴涕的击倒效能差,害虫有时接触了滴滴涕,当时或不表現麻痹現象,但可能在数小时以后才会死亡。在实际观察药剂的杀虫效力时,不能忽略这个重要的現象。

怎样使用胃毒药剂 胃毒药剂不仅可以噴布在害虫喜欢吃的植物上,也可以和害虫喜欢吃的食料拌合起来,引誘害虫去吃而达到毒杀的目的。这种用药剂的方法叫做施用“毒餌”。例如防治蝗蝻(未成飞蝗的蝗虫)、螻蛄、地老虎等,将拌上药剂的毒餌撒布在害虫出現的地区,是非常省事而且經濟有效的办法。目前大量使用的餌料有麸皮、谷子、白薯干、馬粪之类,使用的药剂以六六六为主。最近即将大量供应适用于拌制毒餌的药剂有七氯、氯丹等,药效都是很好的。用砒霜拌制毒餌,毒杀螻蛄在华北已有多年使用的历史。但砒霜对人畜是非常剧烈的胃毒剂,常因为保管或使用不当造成人畜中毒事故,且砒霜毒杀害虫的药效并不太好,因而这一办法在短期内将被淘汰。还有用蛋白质的水解物质(一种带有特殊香味的分解蛋白质的产品)拌合上一些有机磷的胃毒剂,噴布在果树上,可以引誘果蝇一类的害虫去吃而收到很好的防治效果。

有些專門吃种子或种苗的地下害虫,像为害麦子和杂粮的金針虫在我国北方是很严重的,有时造成大量的缺苗。連上面所提到的蝗蝻、螻蛄、地老虎等都是在地面上或地下面活动的,統称为地下害虫。为了保护播下的种子不被害虫吃掉,常常用药剂拌种,使每顆种子的表面都粘附着一些药剂,这种药剂最好是有胃毒和触杀两种作用,同时所用的有效剂量必須对种子无害,六六六是符合于以上条件的。当金針虫一接触到带有六

六六的种子便会中毒死亡，保护种苗的效果是非常好的。

在有机氯杀虫剂中，除六六六以外，如七氯、艾氏剂、狄氏剂等都是防治地下害虫的好药剂。后三种药剂防治为害蔬菜地下根、莖的种蝇蛆也非常有效。

最近在华北蝼蛄为害严重的地区使用了有机磷剂拌种（小麦、玉米等），收到了良好的效果。使用的药剂有1605、甲拌磷等。

怎样使用触杀药剂 触杀药剂的种类很多，使用的方法也极广。夏天植物生长的时间也正是害虫最活跃的时期，咀嚼口器的害虫就是在这个时期吃植物的叶子、果实或莖。刺吸口器的害虫也在这个时期大量地繁殖，吸食植物叶子的汁液。触杀药剂最好是直接喷在这些害虫的身上，可以即时收到效果。但是在喷药时，大部分的药剂是喷在害虫活动的植物上了。害虫如果在这时活动，可以在身上多粘着一些药剂，毒杀的效果可以更快一些。喷在植物表面上的药剂（叶面或果面上）仍能维持一个时期的触杀效力，新来的害虫在这种带有触杀药剂的植物表面上就接触了药剂。这种维持长时期的防治害虫的效力叫做残留效用，简称为“残效”。胃毒药剂都应该有长期的残效，触杀药剂虽然一經接触到虫体就会发生作用，但最好也有残效。残效是药剂本身的化学特性，以后将再作讨论。

有些刺吸口器的害虫像介壳虫或红蜘蛛，另外还有多种咀嚼口器的害虫，作茧越冬，在冬天仍然蟠据在树木的枝干上。这些越冬的害虫大多是带着一层厚蜡，或者隐藏在树皮的皴缝或茧里，因此，必须用比较强烈的触杀药剂才能杀死。可以在冬季树木休眠时期，用比较强烈的触杀药剂如5%的石油乳剂或葱油乳剂，5度的石灰硫磺合剂等。防治柑桔树上的介壳虫有时还用有强烈腐蚀性的松脂合剂。但这些冬季用的烈性触杀

药剂，决不能用在植物生长的时期，因为它们接触到叶子或果子即会引起严重的药害。

触杀药剂的用法不像胃毒药剂那样受限制，不一定要和害虫喜欢吃的食料结合起来才能发生作用。触杀药剂有多种多样的使用方法。例如把触杀药剂喷射在空间就可杀灭正在空间飞行的害虫，施用到土壤里可以防治在土壤里活动的害虫和保护种子或种苗。也可以用药剂拌种。这种用药的方法是随着近代出现的有机合成药剂六六六、滴滴涕之类而发展出来的。

触杀药剂还有许多使用的方法：有些药剂可以和能燃烧的物质混合燃烧成烟，害虫接触到这种有毒的烟也可以被杀死。有些害虫在土壤里孵化后爬到树上吃树叶子，防治这一类的害虫，可以在树干的周围用触杀药剂涂抹成一个宽约二、三寸的“毒环”，当害虫向树上部爬行，经过毒环，接触到药剂，就随时中毒死亡。

熏蒸药剂 有些为害粮食的害虫在粮食收获入仓以后嚼触粮食或蛀入粮食颗粒的内部，在粮堆或粮袋深处活动，如米象、麦蛾、谷盗之类。这一类的害虫不能用胃毒剂或一般的触杀药剂去防除，因为一般的胃毒或触杀药剂对于人畜都或多或少有毒，用来拌合粮食势必将会危害到人的健康。所以粮食仓里的害虫必须采用另一类的药剂防治。

熏蒸药剂一定要在平常的气温之下才容易熏发成气体。这种对害虫有毒的气体，渗透力非常强大，有渗入到任何空隙“无孔不入”的能力。因此，也必须在密闭的仓库里使用。当被熏蒸过的仓库，经过打开窗户通风以后，残留的毒气也就随着气流挥发掉了。熏蒸的结果是消灭了为害粮食（包括面粉或种子）的害虫，而在粮食中并无残留的药剂，不影响质量，也不影响发芽率。

熏蒸药剂在平常温度之下有的是瓶装的液体，像我国最近用量最大的粮食熏蒸剂氯化苦，如果把这种液体倒在仓库里，最好是倒在悬挂的草帘上，扩散液体的面积，使随即在空气中挥发成气体。有的熏蒸剂在平常气温之下就是气体，这种熏蒸剂必须经压缩储藏在耐压力的钢桶之内（像常见的氧气桶），使用时将装有熏蒸剂的钢桶通一个管子到仓库里，打开活阀，放出一定量的熏蒸剂就可达到消灭害虫的目的。这样用的熏蒸剂最常见到的就是氰氢酸气。另外还有利用两种药剂当时在仓库里混合，发生化学反应而产生熏蒸用的气体，如将氰化钠或氰化钾和硫酸混合便会产生氰氢酸气，氰化钙和水或酸混合也会产生氰氢酸气。

熏蒸剂不但可以在仓库里用，也可在不透气的帆布或橡胶布的帐幕里使用。室外堆积的粮食或者是袋装的粮食，盖上帐幕即可进行熏蒸。这种帐幕熏蒸还可以用来熏蒸果树上的害虫。以往柑桔树上的介壳虫就常用这种方法防治。

熏蒸剂的气体对于人都是有毒的，因此，在进行熏蒸时必须带有防毒面具。有些熏蒸剂像氯化苦在空气里有一点点就可以使人流泪、咳嗽，这种叫做“有警戒性的毒气”。工作的人一感觉到这种情况，应该立即迅速离开现场，避免中毒。有些毒气是无臭的，人感觉不出空气里混有这种毒气，呼吸多了不知不觉地就已经中了毒。这一类叫作“无警戒性的毒气”，我们常用的无警戒性的毒气有氰氢酸和溴甲烷。使用这一类的熏蒸剂更需特别小心。

以上所举出的熏蒸剂的例子，都是熏蒸仓库最常用的药剂，它们对于人畜都有剧毒，也曾经当作过战争用的毒气，没有使用经验的人是不能随便乱用的。

有些固体化合物如磷化铝或氰化钙，能吸收空气中的水蒸

气而分解成毒气。利用这种特性，将磷化铝制成药片，将氰化钙制成小颗粒，如果与粮食混合，前者将吸收粮食中的水蒸气而产生磷化氢，后者则产生氰氢酸，二者都能达到熏蒸毒杀害虫的效果。这种使用药剂的方法比用毒气直接熏蒸要方便得多了。

还有些熏蒸药剂在平常气温之下是固体的，最常见到的就是萘丸（即卫生球）。萘是钢铁厂炼焦的副产品，它对于害虫有熏蒸毒杀作用。萘不是因为有臭味而使害虫走避，而是因为它有毒。萘蒸发的缓慢，人们不觉到它有毒。因为萘有臭的气味，粮食一旦感染了萘气味便很难去除，所以不能用来熏蒸或保护粮食。只用它来保护毛织品。另外有种常用的固体熏蒸剂叫二氯苯。二氯苯很像萘，但它的熏蒸杀虫作用比萘强的多，缺点也是有一种特别的气味（有点像杏仁）。用二氯苯熏蒸的粮食，气味可以维持很久，如将熏蒸过的粮食喂鸡，鸡肉都有气味，不但如此，连鸡下的蛋也有气味。所以二氯苯也只能用来保护种子粮或毛织品。

有许多种地下害虫像葡萄根瘤蚜、马铃薯或花生上的线虫，用一般的防治地下害虫的药剂如六六六、滴滴涕之类防治是无效的。这一类的地下害虫必须用熏蒸剂才能消灭。防治葡萄根瘤蚜常用的熏蒸剂有四氯化碳、二氯乙烯等。防治线虫的熏蒸剂有二溴乙烯、“滴滴涕混合剂”等。氯化苦、溴甲烷也是极有效的杀线虫剂。

内吸药剂 内吸药剂是一类新发现的杀虫药剂。当内吸药剂接触到植物的任何部位，如根、茎、叶等，随即被植物吸收到组织的内部，随着植物的体液在植物体内传导运输，遍及植物的整体。内吸药剂在植物体内的存在并不影响植物的生长，但是当某些害虫侵害到这种有防御能力的植物时害虫即中毒死亡，