

烟 剂 硫

1. 硫磺烟剂之配製及某些理化性状之观测

屠 豫 欽

植保系植保专业

引 言

1958年10月間，关于如何在高度密植的麦田中使用藥剂防治病虫害的問題即已提出。尤其是关于小麦条锈病的藥剂防治問題最为突出。因为除了航空噴藥以外，目前所有的各种防锈藥剂在高度密植的麦田中几乎是无法使用的。

根据苏联的汽車废气霧化机(AAT)的原理〔1〕，〔2〕，并且考虑到我院已仿制AAT初步成功，当时我們曾經想利用AAT来发射含硫的油霧剂以防治锈病。但由于当时工作重心已轉向其它方面，此項研究工作未能进行。

1959年2月，我們提出了两个方案：（一）利用AAT来发射硫磺烟霧剂；（二）利用黑火藥来发射硫磺烟剂。

用AAT发射硫磺烟霧剂的尝试，最初是噴射硫磺的矿油（我們用的是柴油）溶液。由于硫磺在矿油中的溶解度只有8—10%左右，而适宜的助溶剂尚未找到，未繼續进行試驗。但后来用AAT直接发射熔融硫磺，使成为烟霧的尝试，获得了成功。方法是在AAT噴管上加接一个硫磺熔融器（由我院普凱同志設計）。生成的烟霧微粒細度在2—40微米左右，粒度較大，而且在叶片背面沉落能力較差。

利用拖拉机或汽車发射烟霧的办法，目前在國內还有相当的局限性。因此我們比較注意于烟剂硫的研究。

关于利用黑火藥作发烟剂制造烟剂硫的尝试，是经过了数十次試驗以后获得成功的。由于此种硫磺烟剂的配制原料在各地农村中均可就地解决，而且使用时不需要專門器械，因此我們认为它基本上符合土洋結合以土为主的藥剂使用方針。

烟剂硫的生物試驗及大田使用技术，正在研究中。

本文之目的，在于論述硫磺烟剂之記制方法及其物理化学性質。

一、前人对硫磺制剂的研究情况

到目前为止，硫磺乃以下列各种形式而被广泛使用着：〔3〕

- (1) 硫磺粉剂（昇华硫、磨制硫、石灰硫磺粉剂）
- (2) 可湿性硫磺
- (3) 石灰硫磺合剂
- (4) 有机硫化合物（如代森制剂）
- (5) 胶态硫（水溶胶）。

其中以胶态硫的效力为最高，硫磺粉剂的效力最低。

我国历年来使用最普遍的是石灰硫磺合剂以及硫磺粉剂。可湿性硫磺以及有机硫化合物近年来开始应用。最近，中国农业科学院植保所在1958年试制胶态硫成功。已有几个地方进行工厂生产，而且室内测定的性能比进口货（日本）为佳〔4〕。关于使用胶体磨（秒磨机）的胶态硫制造研究也正在进行中。

但所有上述各种硫磺制剂在使用上均有以下各种缺点：

第一、在通常喷雾喷粉器械的性能下，这些硫磺制剂一般仅能达到叶片的正面，而不能达到叶片之反面。

第二、在高度密植的麦田中，药剂只能喷布到植株的顶部叶片上而不能下达到中部和基部叶片。例如陕西省整屋县今年四月份使用“安2”型飞机喷布 $7^{\circ}-9^{\circ}$ 的石灰硫磺合剂，也只能达到第二个叶片，第三个叶片上已极少。

第三、必须使用具有相当效率的器械。目前除了利用飞机以外，其它器械的效率都嫌低。在三、四月间进入麦地也已相当困难，特别是密植田。目前，器械供应不足也是一个问题。

就陕西地区而言，塬上地区缺水是一个严重问题。除了硫磺粉剂以外，其它制剂使用时都需要大量的水。这是实际问题，不能不加以考虑。

以气溶胶形式而使用的烟剂硫，就完全避免了上述三大缺点。

根据国内外文献，关于硫磺的烟雾态使用还没有什么成功的经验，也没有一篇研究报告。在一般农药教科书中，也没有硫磺烟雾剂的叙述。因此，在进行本专题研究时未能找到可资参考的直接资料。本报告中所提出的各项论点和实验方法必须继续深入探讨，就很显然了。

二、硫磺烟剂之配方设计

在设计硫磺烟剂配方时，注意到材料的来源问题以及操作上的简而易行。

因为我们希望硫磺烟剂能够被一般农民群众所掌握而不需要专门技术人员的指导，

烟剂的配方，通常必须包括三个成份：有效成份、氧化剂、发热剂。

目前各地所用的氧化剂（配制六六六烟剂）多系氯酸钾，而发热剂多用蔗糖、乌洛托品〔5、6〕等。但氯酸钾供应较困难，成本也较高。而使用蔗糖作发热剂则几乎是不合理的。

我们一开始便决定用黑火药作发烟剂。因为：第一、黑火药的原料最容易解决，各地农村可以做到就地取材；第二、成本较低；第三、不致于和食品工业发生矛盾；第四、黑火药在我国有最悠久的历史，人民群众对于黑火药的制造和使用是家喻户晓的，对于黑火药的重要原料——火硝的制造技术也非常熟悉。

但是我们也考虑了黑火药的爆炸性问题。黑火药的爆速在所有的炸药中是最低的（每秒400公尺），然而400米/秒的爆速对于发烟来说也是太大了，而且是危险的。

我们根据以下两点原理来降低黑火药的爆速：

（一）黑火药的硝炭比率为4.6~5:1。如果适当地降低硝炭比率，可以降低爆速，使混合物不爆炸而只进行快速的燃烧。

（二）增加硫磺的比率可以显著地降低爆速。黑火药中硫磺的含量是10~12%。含量超过30%时，混合物便不能爆炸。在硫磺烟剂中刚好硫磺是有效成份，这是一个巧合。

经过多次的试验，认为硝炭比率降低到3:1时比较合适。硫磺的含量在55%左右比较好。如果硫磺含量超过60%则不能顺利地引发。在数十次的试验中，我们还发现爆速可以引用一种缓速剂来有效地加以控制。为了保证发烟剂有足够的发热量，我们在硝炭比率为3:1的基础上引入了少量的缓速剂。此种缓速剂在农村中也极易获得。

关于用硝酸铵代替部分火硝的试验，也取得了成功。硝酸铵是常用的化学肥料之一，价格远较火硝为便宜（约为火硝价格之十分之一）。此外，硝酸铵分解后所产生的气体远较任何其它炸药为多，居第一位。我们希望这一特性将有利于发烟。

但是由于硝酸铵对起始冲能的感度极低，故用硝酸铵完全代替火硝的企图未能成功。而用硝酸铵和火硝的混合物时，烟剂的发烟性能得到良好的改进和提高，价格也

降低 $\frac{1}{3}$ 左右。

根据上述原理原则，我们制成了以下两类烟剂：

表一、 两类硫磺烟剂的组份及配合比例

烟剂类型 组成份	A-042		A-048		
	组成份细度	组成份含量	组成份细度	组成份含量	
硫磺粉	40 目筛	57.14%	}	40 目筛	53.33%
火硝	60 //	28.57%		60 //	20.00%
硝酸铵	—	—			13.33%
木炭粉	100 //	9.52%		100 //	13.33%
缓速剂	20 //	4.76%		—	—

此外，我们也制成了硫磺和六六六以及DDT的混合烟剂，以便兼治病虫害。
(见表二)

表二、 硫磺和有机氯复方烟剂之组份及配合比例

烟剂类型 组成份	RS-042		DS-042	
	组份细度	含量%	组份细度	含量%
硫磺粉	40 目筛	28.57	40 目筛	28.57
丙体六六六	40 //	28.57	—	—
DDT 原粉	—	—	40 目筛	28.57
发烟剂*	全部通过20目	42.85	全部通过20目	42.85

* 发烟剂组份：火硝3份、木炭粉1份、缓速剂0.5份

所有以上各种烟剂，发烟性能均良好。

烟剂之发烟是在发烟罐中进行的。发烟罐可以用竹筒、瓦罐、小花盆或泥盆做成。根据我们多次试验，以泥筒或小花盆为最好。因为这类器皿蓄热能力大，故烟剂发烟速度较快，硫磺成烟率高（残硫率低）。

发烟罐的尺寸如下较为适宜：

高15—20 Cm.

直径9—10 Cm.

一次能装烟剂500—600克。

罐内烟剂之装填如图1所示。烟剂装填高度约为罐深之四分之三。轻轻拍实后，在中央部份插入引芯一枚。引芯配合比和发烟剂之配合比相同。用硝纸捲成纸

烟状圆筒，即可插入烟剂中心。引芯之用量为烟剂之0.5~1.0%。

最后，在烟剂表面上加盖一层厚1.5~2.0cm的乾砂。砂子的作用是隔绝空气，防止高热的硫磺蒸气因与空气接触而起焰燃烧。

烟剂引发后，再加上罐盖（用黄泥压成，中间留一个1~1.5cm直径的圆孔以便出烟）。

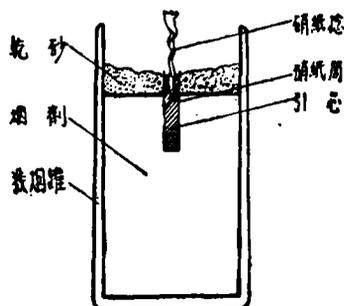


圖1. 發烟罐之剖面(示烟剂裝填情况)

三、硫磺烟剂某些理化性状之观察

(一) 发烟时间

硫磺烟剂之发烟时间，因为发烟罐质料不同以及一次烟剂装填量不同而有显著差异。在发烟罐质料方面，以泥罐及小花盆为最好，竹筒次之，纸筒发烟较慢且易起火，金属筒发烟最慢。

在一次装填量为150克的情况下，用小花盆（内口径7.5cm，底内径5.0cm，深8.5cm）放烟的结果，各种烟剂的发烟时间如下：

A—042	硫磺烟剂	6分35秒
A—042—50	硫磺烟剂	3分13秒
rs—042	复方烟剂	3分10秒
rs—048	复方烟剂	2分30秒
Ds—042	复方烟剂	1分33秒

其中A—042—50硫磺烟剂是A—042烟剂之改良，即把硫磺含量降低为50%。目的是为了提提高发烟速度。

当烟剂装填量增大到600克时，A—042烟剂在花盆中的发烟时间为10~11分钟。而当装填量为17克时，发烟时间为3分7秒。可见，单位剂量的烟剂之发烟时间和烟剂之一次装填量成为反相关。这是由于烟堆之比表面积不同所致。烟堆之比表面积越大，发烟时间越长。

(二) 燃失率及残硫率

燃失率是烟剂发烟后所失去的重量和烟剂原重量之比。燃失率测定方法：把预先称好的一定量的烟剂(W)装入发烟罐中，再称出总重(W₁)。发烟结束后，

再称总重 (W_2) 则燃失率为 $\frac{W_1 - W_2}{W} \times 100$ 。

残硫率是烟剂燃渣中游离硫磺含量与原烟剂中硫磺总含量之比值。测定方法如下(容量法):把残渣磨细,通过60号筛目。用四分法取出样品后,在烧瓶中用过量的亚硫酸钠溶液(25%)煮沸回流2小时。冷却过滤后,加37%浓度的甲醛液,振荡后,用80%的醋酸中和,乃以0.1N碘液滴定之〔7、8〕。

考虑到砂子能冷凝一部份硫磺,而这一部份硫磺按严格的意义来说,是不能计算到残硫中去的。因此分别测定了砂中以及残渣中的残硫率。

测定的结果如表三表四及表五所示。

表三、 残渣及盖砂中残剩硫磺量

烟剂类型	砂子中凝結的硫磺			残渣中残剩的硫磺		
	盖砂重(克)	游离S率%	游离S量(克)	残渣重(克)	游离S率%	游离S量(克)
A-042	74.0	8.84	6.542	58.0	11.68	6.774
A-042-50	104.5	5.59	5.840	59.0	9.34	5.510
RS-042	89.7	7.98	7.149	62.3	13.64	8.498
RS-048	—	—	—	42.0*	5.20*	2.184*
DS-042	107.0	1.87	2.000	62.0	3.53	2.189

* 本样品是盖砂与残渣混合在一起测定的。

表四、 各类型烟剂中之残硫率及硫磺成烟率

烟剂类型	含硫率%	含硫量(克)*	盖砂中残硫率%	残渣中残硫率%	总残硫率%	硫磺成烟率%
A-042	56.05	84.08	7.78	8.05	15.83	84.17
A-042-50	47.43	71.59	8.15	7.69	15.84	84.16
RS-042	29.16	43.74	16.34	19.42	35.76	64.24
RS-048	21.20	40.80	—	5.35	5.35	94.65
DS-042	28.74	43.11	4.63	5.07	9.70	90.30

* 含硫量是以一次装填量150.0克计算的。

表五、各类型烟剂之燃失率

烟剂类型	一次装填量(克)	总重量(克)	发烟后总重量(克)	失重(克)	燃失率(%)
A-042	150.0	526.5	436.5	90.0	60.00
A-042-50	150.0	514.0	404.5	109.5	69.66
RS-042	150.0	539.5	451.5	88.0	58.66
RS-048	150.0	505.0	397.0	108.0	72.00
DS-042	150.0	500.0	423.5	76.5	51.00

在rs-042、rs-048、Ds-042各烟剂中有机氯化物之残剩率及成烟率未能进行顺利的测定。因为在硫磺存在的情况下，DDT及六六六之硫氰酸氨容量法定量测定受到了很大干扰。比色定量测定也不能进行。

室内生物试验的结果指出，rs-042及rs-048中的六六六在发烟后并无显著的分解破坏迹象。

(三) 烟粒细度及分布密度

本项观察是在室内进行的。密室的容积为68.7M³。

根据大田中烟弥漫的情况来看，一般烟高度在1.5M左右。因此每亩地的烟空间按999M³计算。在决定密室内放烟量时就参考了这个数字。

每次密室内放烟的烟剂用量是17.5克（相当于每亩放烟半市斤）。

室温是25°~26°C，相对湿度为70~80%。

用三块一组的载玻璃片从三个方向来接受硫磺烟粒：

垂直玻璃片——接受水平方向撞击的烟粒

水平玻璃片——包括两块：一块接受自上而下垂直方向撞击的烟粒，另一块接受自下而上垂直方向撞击的烟粒。

室内一次放置5~10组这样的载玻璃片。从放烟开始起，受烟4小时后即取出作镜检。每一玻璃片上随机取5个视野。根据视野面积计算烟粒密度，并用测微尺测量烟粒之最大最小直径。

A. 烟粒密度 每一视野之面积为 $1.77 \times 10^{-4} \text{Cm}^2$ 。三个方向烟粒密度如下：

正面的烟粒密度为平均每平方公分334万粒，

反面的烟粒密度为平均每平方公分247万粒，

侧面的烟粒密度为平均每平方公分250万粒。

受烟8小时后取出的载玻璃片上,烟粒密度增加了。但同时也伴随一种现象:有许多硫磺圆珠状烟粒晶化而形成八面型的硫磺结晶。

B. 烟粒细度

正面——最大4—5微米,一般为1—2微米,最小可辨的烟粒为0.5微米。

侧面——最大4—5微米,一般为0.5—1微米。

反面——微粒细度极为均匀,一般均在0.5微米以下,没有超过0.5微米的大颗粒。

上述烟粒细度是比较理想的。和胶态硫(水溶胶)的细度相比,有过之无不及。我们用同法测定了中国农业科学院植保所制的胶态硫,结果:一般微粒细度为1—2微米,最小的微粒为0.5微米,而有相当多的4微米以上的微粒,最大微粒直径达到26微米。此外,胶态硫在水中仍有显著的微粒团聚现象。特别在药滴边缘,由于微粒聚集而造成硫磺颗粒的过度集中。

C. 烟粒形态

显微镜下所观察到的硫磺烟粒,均为圆球形、色棕红、透明。这些圆球形微粒经用二硫化炭处理以后,即转变为硫磺的单斜晶体和八面体。但这种转变只有当烟粒密度极大时才出现。在所述放烟浓度下,二硫化炭不容易使圆球状硫磺微粒转变为晶态硫,只有少部份可能发生这种转变。

胶态硫(水溶胶)在显微镜下也呈圆球状,透明、色棕红、但极浅。

在空气中(室温)搁置数日以后,圆球状微粒有一部分晶化,多半成为八面体结晶。但极细的微粒则往往晶化而成针状结晶(烟剂硫及胶态硫均有此现象)。

D. 发烟罐中的温升

烟剂引发后,发烟罐中的温度即迅速上升。但温升范围未进行测定。硫磺的沸点为444°C。据此可以推测,发烟罐中的温升上限至少在444°C以上。A—042烟剂的温升大概要比A—042—50烟剂之温升为低,因为后者发烟时间比前者缩短几乎一半。A—042—50烟剂发烟时,罐中混合物呈橘红色,这可能表明发烟罐中的温度至少在500°C以上。

根据资料,黑火药之爆炸温度为457°C〔9〕。

硫磺烟剂的防病效力应该不受温度的影响,因为硫磺在隔绝氧气的条件下,温度的变动仅能改变硫磺的物态,而不致改变它的化学性质。根据一些最新的见解,认为硫磺在黑火药中只是木炭和硝石两者的粘合剂〔10〕。

至于444°C以上的高温对于有机氯有无不良影响，正在进行化学分析的试验。但生物试验表明，rs—042及rs—048烟剂中的六六六之杀虫效力并无显著的减退。例如，在68.7M³的密室内施放rs—042烟剂14.5克（用的是六六六原粉而非丙体六六六。相当于每亩施用六六六原粉60克左右）。在受烟四小时后，棉盲蝽象便全部死亡，而梧桐木虱及棉蚜之成若虫则全部中毒。中毒的昆虫在无烟室中经过24小时后，梧桐木虱死亡率为70%。而经过48小时后，梧桐木虱死亡率为100%，棉蚜死亡率为83.08%。

四、烟剂硫抑菌作用之观察

利用室内放烟进行了烟剂硫的抑制锈病菌孢子发芽的试验。供试生物为小麦条锈病（碧蚂一号）以及小麦叶锈病（50K）的夏孢子。试验中并以300倍的胶态硫以及石灰硫磺合剂（25°Bé母液用蒸馏水稀释50倍）作了对比。

在载药玻璃片干燥的情况下，撒布孢子粉。经过4小时以后，再喷布蒸馏水。然后在湿箱中萌发。

所用的条锈病菌孢子已不新鲜，对照的发芽率较低。

试验结果见表六、表七。

表六、 药剂对小麦（50K）叶锈病菌孢子的抑菌作用⁽³⁾

处 理	药 剂 浓 度		孢子萌发情况 ⁽²⁾			抑 菌 效 率%
			总孢子数	发芽孢子数	发 芽 率%	
A-042-50 硫磺烟剂	0.3克/M ³ ⁽¹⁾	正	696	3	0.43	99.23
		反	515	85	16.51	72.54
		侧	591	1	0.17	99.71
胶 态 硫	稀 释 300 倍		157	5	3.18	94.71
石 硫 合 剂	0.60Bé		171	0	0	100
对 照	—		567	341	60.14	—

(1) 0.3克是烟剂总量，实含硫磺0.15克。如以成烟率84.16%计算，则空间硫磺浓度不到0.12克/M³。

(2) 每一处理三个重复，每一玻璃片取五个视野而平均之。

(3) 在湿箱中萌发七小时的结果。

表七、藥剂对小麦(碧蚂一号)条锈病菌孢子的抑菌作用⁽¹⁾

处 理	藥 剂 浓 度	孢子萌发情况			抑 菌 效 率%	
		总孢子数	发芽孢子数	发 芽 率%		
A—042—50 硫 磺 烟 剂	0.25克/M ³	正	1.164	11	0.94	95.39
		反	408	20	4.92	75.89
		侧	237	4	1.69	91.71
胶 态 硫	稀 释 300 倍	353	6	1.70	91.87	
石 硫 合 剂	0.6 ² Bé	388	0	0	100	
对 照	—	877	179	20.41	—	

(1) 在湿箱中萌发28小时的结果。

上述结果表明, 烟剂硫之抑菌作用和胶态硫及石硫合剂相比, 不相上下。但是由于烟剂硫之微粒能在各个方面沉落到植物体上, 因此, 实际效果显然要比后二者为优。

此外, 为了确证烟剂硫对于植物之安全程度, 在放烟室内布置了棉苗及麦苗。经过四次放烟(A—042烟剂, 每次17.5克)后, 植株仍无发生药害之迹象。

还在一个1立方米的熏蒸櫃中施放A—042烟剂10克, 即比前述剂量(0.25—0.3克/M³)增大30倍左右。结果供试小麦(碧蚂一号)并无任何药害迹象。

据此, 我们认为烟剂硫在大田使用上是安全的。但是在放烟过程中应防止烟剂起焰燃烧, 否则, 离发烟罐较近的麦苗叶子会发生乾缩现象, 这是由于二氧化硫的作用所致。如果起焰时, 应立即撒入乾土或乾砂压灭之。在一次装载量不超过一公斤的情况下, 是不容易起焰的。

五、結 論

1. 在降低硝炭比率并引用一种缓速剂的条件下, 可以利用黑火药作为发烟剂而制成硫磺烟剂。已制成的硫磺烟剂已有A—042、A—048两种类型。

2. 利用黑火药作发烟剂也可以制成硫磺与有机氯的复方烟剂。已制成的复方烟剂有rs—042以及Ds—042两种。但关于有机氯在这两类复方烟剂中的稳定性, 尚须作进一步的分析。

3. 烟剂硫之微粒细度可达到1—2微米。由于这种高度分散性, 烟剂硫可以在受烟物体之各个方向上沉落, 因而可能大大提高硫磺的防治效果。

4. 硫磺烟剂在引发后的化学反应，尚待深入研究。

5. 在每立方米施放A—042—50烟剂0.25~0.3克的浓度下，烟剂硫的室内抑菌作用已很好。在此放烟量下，小麦及棉花的幼苗均不致发生药害。

六、烟剂硫之实际应用可能性

烟剂硫能否在生产实际上应用？我們有以下几个意见：

(1) 在果园、森林、温室中使用烟剂硫来防治锈病、白粉病、某些褐斑病、红蜘蛛之类的病虫害，是肯定可以代替石灰硫磺合剂的。因为在果园及森林中放烟，我国已经有经验。但是必须准确地掌握气象气候，特别是各个不同地区的小气候。一般来说，在园林中放烟必须在树冠表面出现气温逆增的时候，亦即在太阳出山以前一小时左右或太阳落山半小时以后。因为只有在这种情况下烟云才能滞留在树冠层。

(2) 在大田中使用烟剂，目前还缺乏经验。但是肯定地可以用于大田。我們曾经在陕西省兴平县武功地区的北阳村、杜家寨、夏前沟、窑安以及学校农场等地进行了多次大面积放烟，结果均因风速超过2米秒而未能收到积极效果。此外，武功地区的风向在傍晚时刻变动较大，也是放烟未获成功的重要因素之一。

通过这几次大面积放烟，我們得到几个认识：

1. 在日出前半小时或日落后一小时以后放烟，烟云能够贴地形成烟幕。烟幕高度在1.5米左右，并且能浸入麦丛。
2. 放烟时风速最好在1米秒左右，可以形成滞留烟云。否则吹送较远，必须增加烟剂用量。这一点在大面积放烟时可以特别注意利用。
3. 大田放烟时面积不宜小，而宜大。

关于烟剂在农业病虫害防治方面的应用，国内尚无经验可循。有待于各地植物化学保护工作者积极实践，累积经验。我們已经成立了一个研究小组，从事这方面的研究。我們相信一定可以取得积极的成果。

参 考 文 献

- [1] А. М. Никифорова, Аэрозоли их Применения для борьбы с вредителями зернопродуктов и Паразитами сельскохозяйственных животных
- [2] Г. И. коротких, Аэрозоли и их применение в сельском хозяйстве.
- [3] 黃瑞綸, 杀虫药剂学, PP. 78—90,

- 〔4〕中国农业科学院植物保护研究所，内部资料，
- 〔5〕黄瑞纶，赵善观，方中达，植物化学保护，
- 〔6〕中国林业科学研究所，南京医药卫生研究所，等，内部资料，
- 〔7〕H. E. Morris et al. Quantitative Determination of Elemental Sulfur in Aromatic Hydrocarbons, Ind. Eng. Chem. (anal. ed.) 20 (11): 1037—39, 1948

- 〔8〕 江苏省工业廳工业研究所, 新农藥多硫化鋇的制造, P,17
 〔9〕 Encyclopedia of chemical Technology vol.6. pp.61~62.
 〔10〕 B.A.阿索諾夫, 炸藥的性質工艺 p.19.



照片1. “A-042”硫磺烟剂的紙筒包装
发烟罐装填情况及罐盖形状.



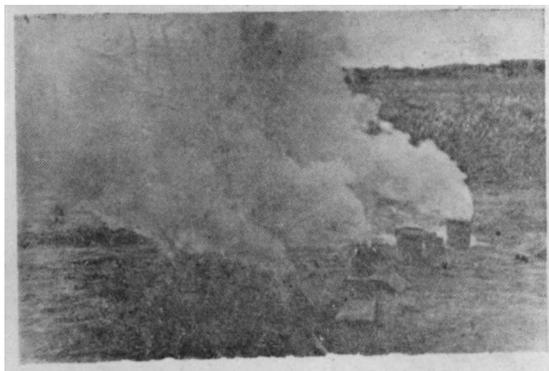
照片2. 用小花盆作发烟罐时的烟剂
装填情况及罐盖形状.



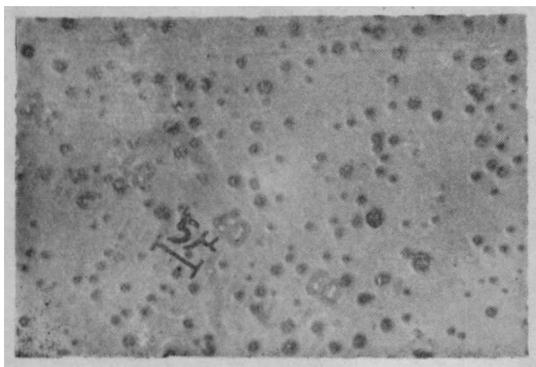
照片3. 用火柴引发前的瞬間.



照片4. 各发烟罐开始发烟.各罐依次为
1—A-042. 2—rs-042. 3—D
s-042. 4—rs-C46. 5—A-C42-
50.



照片5. 发烟到第2分钟时(第三罐Ds—
C42已发烟終了).



照片6. 在戴玻片(正面)上沉落的硫磺烟
粒之显微摄影放大1,280倍。