

爆炸在农业中的应用

中国科学院力学研究所爆炸深耕组

1958年以来,我国广大地区农民群众将“爆炸松土”原理应用于农业,特别在深耕方面进行了大量的试验研究,取得了很大成绩。1960年1月在济南召开的专题会议上,大家都认为,它将对农业生产起重大的作用,可以使人们从繁重的体力劳动中解放出来,为农业技术革命开辟一条新的途径。目前,它可以解决农业上劳力及机械不足的问题;将来,即使在实现了高度机械化以后,对于许多深根系经济作物,如棉花、烟草,以及薯类等,特殊的地理和交通不便地区如丘陵、梯田的耕种,某些果园的特殊要求以及荒地开发、改良土壤等方面,都可以辅助机耕的不足,继续发挥其作用。会议还认为,爆炸法具有下列主要的优点:(1)不受深度、地形的限制。从爆炸技术上来讲,要求多深就能炸多深,而且可以满足炸地平坦、土壤疏松等要求;(2)节省劳动力。与人工深翻比较,效率提高十几倍甚至几十倍。如临汝县每亩地以六个工就可以完成爆炸深翻六尺的任务,而人翻则需要334个工。对于粘性大的土壤,如深翻3尺,每亩需130~140个工,而用爆炸法只需11~13个工;(3)速度快。炸药、雷管可在工厂中定型生产,也可利用农闲时间进行制备,缩短深耕所需时间,这样就可抢季节,不误农时,特别是在东北、内蒙等地,秋翻期短,应用此法就有可能在短期内完成深翻任务;(4)爆炸产生的高温所造成的熏土作用可以促使深层土壤的熟化,增加肥力;同时,还可以消除地下害虫和提高蓄水保墒的能力。此外,成本问题在初期曾经被认为是爆炸法在我国农村普遍应用的重要障碍,但是由于群众的创造,就地取材,以土法自制黑火药、土炸药、土雷管等,已经在实践中解决了成本高的问题。

会议指出,目前的试验研究工作宜选择工作需要,条件又适合的地区,边试验,边研究,边推广。

爆炸深耕的几个技术问题

爆炸深耕的方法有“土”有“洋”。“土”法是利用羣

众自制的黑火药、土炸药,以火捻、撞针或土雷管引爆。在人民公社中大多采用这种方法。“洋”法是利用硝酸炸药,并以普通矿用雷管起爆。这种爆炸效果很好,但成本较高。目前在具体应用上有下列三种方法。

(1)用少量的黑火药,以火捻引爆。仅要求土壤受到震松而不致抛起,地面在爆炸时仅产生微小的隆起,这样保证了土层不乱。

(2)用足够的黑火药,以火捻或土雷管(也有的用撞针)起爆。控制一定的药量可在抛土不太高的情况下,使土抛起,这样松动范围增大而土层也不致打乱,可以满足深耕的要求。

(3)用硝酸炸药或土制炸药而以雷管起爆。由于炸药的爆速较高,威力较大,控制适当的炸药量,可以在抛土不太高的情况下(抛土2~3公尺),在较大的范围内进行松土,翻耕彻底,效果良好。

中国科学院力学研究所的研究工作是紧密联系着生产实际进行的,其主要内容有:(1)关于炸药、火药和雷管的试验与制造,目的是要找到可用土法生产、性能良好、制备容易、原料充足的炸药、火药和雷管;(2)结合由于爆炸所引起的土壤物理化学性质的改变,从理论上分析爆炸对土壤的破坏作用,爆炸效果,并结合试验田的观察,从农业观点确定爆炸深耕的全面功效;(3)在爆炸技术方面,通过不同土质的爆炸试验,研究进一步提高爆炸效果的途径,探求适合于松动爆破的药量计算公式,根据炸地的要求及经济成本分析确定药孔合理间距的范围、布置方案和起爆程序,找出降低成本的因素,从而进一步完善爆炸技术。

1. 炸药、火药和雷管

黑火药的原料是硝(主要成分是硝酸钾或硝酸钠)、硫磺和木炭。硝是氧化剂,适当地增加其含量可提高黑火药的燃烧速度;硫磺的作用,一是木炭和硝的粘合剂,二是木炭的引燃剂;木炭是可燃物质。原料的掺合比例与原料的纯度有关,一般为硝酸钾75%、硫磺10%、木炭15%。在缺硝缺硫地区,群众已创

造了无硝火药和无硫火药。为了节省火药用量，河南临汝创造了“以砂填药”、“以石灰填药”的方法。

炸药制造，现在大多以硝酸铵为原料。在硝酸铵中掺入可燃剂而成的土硝铵炸药，已经很有成效的在实际中应用。目前各地采用的可燃剂有木粉（锯末）、沥青、硫磺、食盐、麦壳和牛粪等，效果都很好。应特别提到的是以牛粪作为掺料，不仅它在农村中容易得到，而且不花钱。

黑火药的引爆可以采用火捻或导火线，操作简单易行，材料来源广，但有一定危险性，而且在大面积上的应用时，这种方法就显得太慢，效率不高，因此需要考虑在可能条件下采用雷管起爆。目前用来起爆黑火药的纸壳土雷管成本极低（每支不到1分），引爆药为氯酸钾及雄黄，利用牛皮纸、电阻丝（铁丝或康铜丝均可）和纱包线等制成，方法简单，农村中已经可以自己生产。硝铵炸药，目前需用及矿用雷管起爆，价格高，而且不能大量供应爆炸深耕的需要。

2. 爆炸深耕实验结果的分析

为了解决采用爆炸来松动土壤是否能满足农作物的生长要求，会不会破坏土壤结构和产生其它不良影响而影响增产等问题，除了进行试验田种植和长期观察后外，还需要在理论上对爆炸结果进行全面的分析，作出结论。这方面的工作主要是通过针对不同土质的炸地试验，在炸前、炸后进行土壤物理化学性质、微生物的变化情况等测定和分析来进行的。

所有的试验都表明，土壤经过爆炸以后，显著的疏松了，尤以表土的变化最大。一般容重由1.6~1.7克/厘米³降低到1.3克/厘米³左右；土壤孔隙率由40~50%增至50~60%；而人工深翻后，土壤容重一般为1.2~1.5克/厘米³，土壤孔隙率为50~55%。可以看出，爆炸深耕与人翻土壤疏松程度基本一致。但爆破时由于小土块和屑粒细土抛离地面较高，落下较慢，在上部出现15~20厘米的细土层，给整地、播种和幼苗生长创造了良好的条件；20~50厘米深处小土块较多；50厘米深度以下，大土块增加，空隙过大，容易造成陷落和雨后塌坑的现象，则对耕种不利，这可用炸后浇水使土壤塌实以后再行播种的办法来补救。对于不同性质的土壤，炸后土块大小各有差异。粘性小的土壤（砂壤、壤土、轻粘土）一般炸成小块和碎块，直径在2厘米以下；而粘性大的土壤则炸成大块，直径有达15厘米的。此外，分布情况也不同。粘性小的土壤碎块在表面，大块在底层，块的大小相差不大，符合农作物深耕的要求；粘性大的土壤，在炮孔周围一定范围内（半径20~40厘米），无论表层还是

底层，绝大部分是大块，在这个范围以外则都是小块；且在炮孔附近，由于土壤受爆炸气体的直接作用，使接近药室的土壤受到很大的压缩，形成压实层（厚度约5~8厘米）。这些现象对播种和作物的生长可能产生不良的影响。

经过多次的试验证明，采用正三角形药包布置，在适宜的药包间距下以排炸方式进行炸地，较采用齐炸更能保证地表平坦，土壤疏松，土层基本不乱。

试验结果表明，土壤经过爆破后，速效性氮、磷、钾的含量均有增加，但其增加量不仅与炸药有关，也和燃烧过程是否完全，产生气体是否消失有着密切的关系。一般黑火药（硝酸钾为主要原料）在土中进行深炸后，速效性氮增加约10倍，速效性磷增加约5倍，速效性钾增加约40倍，这对底层土壤的熟化作用是很有利的，浅炸时，钾增加约3倍多，氨态氮也有很大增加。根据分析结果，肥力的增加一方面是由于爆炸后产生的大量高温气体所造成的熏土作用，而使迟效性养分转化为速效性养分；另一方面是炸药爆炸后有56%左右的固体生成物（钾、氮化合物）留在土中，因而使肥力增加。

根据试验田观察，爆炸对生物虽有一定影响，但不会因此引起生物的全部死亡。同时爆炸后土壤疏松，微生物的活动及繁殖能力增强，有利作物的生长。

我们还对爆炸深耕与人工深翻的试验田进行了观察和对比。北京一个农场试验站的玉米试验田，一块是施肥的，一块不施肥，在同样深度下对人翻与爆炸深耕的效果进行了对比。结果表明，在不施肥情况下，爆炸地的作物长得较好，估计是肥力增加的结果；在施肥的情况下，二者相差不多，可能是因为肥力增加差别不大。在施肥5,000斤时，爆炸地亩产462斤，人翻地亩产448斤；施肥50,000斤时，爆炸地亩产528斤，人翻地亩产553斤，差别不大。对西红柿进行的观察表明，爆炸地的比人翻地的长得肥壮高大。

各地许多农村人民公社也进行了类似的观察和对比。例如，浙江平湖一块一亩四分砂质土的棉花试验田，分三种情况进行试验，采用同样品种，同样施肥和同样管理，得出三种不同的结果。第一类采用爆炸深耕，深度4~4.5尺，平均亩产籽棉2134斤；第二类也采用爆炸深耕，但深度为3尺，平均亩产籽棉1400斤；第三类使用深耕工具翻耕2尺，亩产801斤。河南临汝一块小麦田爆炸深耕3尺，亩产达2,005斤。所有这些增产实例，都说明了爆炸深耕不仅不会对作物生长带来不好的影响，而且还因为增加了肥力作用，对农作物的增产提供了良好的条件。

如上所述，通过爆炸前后对土壤物理、化学性质以及生物情况的比较和试验田观察的结果，表明爆炸深耕的效果和人力深耕基本上一致，而且有增加肥力的作用。这说明爆炸松土可以满足农田深耕的要求。

3. 药量与松动范围的关系

(1) 松动药包的药量计算：

我们曾对几种典型土壤进行了药包试验，从试验结果来分析各个爆炸作用参数之间的关系，并和一般的抛掷爆破药包计算的经验公式进行了比较。由于确定松动爆破各作用参数之间的关系与抛掷爆破基本相同，因而有可能在一定条件下，将抛掷爆破药包计算的公式应用于松动爆破药包计算中来。

药包计算公式可写为

$$Q = Kf(n)W^3$$

式中 Q ——每个药包的药量， K ——炸药单位消耗指数， n ——松动爆破作用指数， W ——最小抵抗线。

附图是根据试验结果和经验公式得出的 $f(n)$ 函数曲线。由图看到，函数 $f(n) = 0.4 + 0.6n^3$ 和试验结果是符合的。因此在实际计算药量时，采用 M. M. 鲍列斯科夫公式，即

$$Q = KW^3(0.4 + 0.6n^3)$$

还是比较恰当的。

应当指出，在实际使用时，应先进行单个药包试验，在满足抛土不高，符合地表平坦、土层不乱、粉碎均匀的要求下，找出适宜的用药量。

(2) 药包埋置深度及药包间距的合理选择：

为了提高炸地质量，需要在一定的药包埋置深度下，选择适宜的药包间距，从而使得炸地不仅达到表面平坦，底部均匀以及深度上的要求，而且在粉碎颗粒、孔隙率等方面也收到最好的效果。

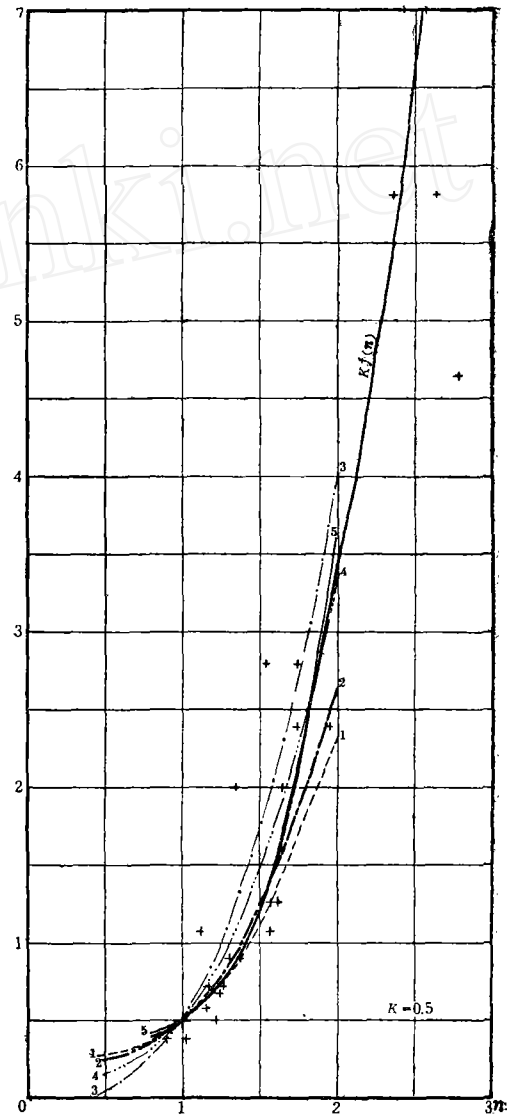
药包的埋置深度由需要的松动深度决定。由于相邻药包有一定间距，各个药包形成一定的松动范围，因而炸后松土的底部要产生凹凸不平的现象。历次试验结果表明，在采用适宜的间距时，一般深度（指相当于 75% 面积所达到的松土深度）接近药包埋置深度。

药包间距的确定，对炸地质量有重要的影响。间距不适当，将造成底部严重的凹凸不平现象，不能满足农业耕作的要求；同时间距的大小在很大程度上决定雷管的数量，因而直接影响爆炸深耕的经济成本。从间距和炸后一般深度、底部均匀情况以及经济成本的关系，结合实际经验，合理间距可近似地采用 $L = 2W$ 计算；其中 W 为药包埋置深度。

(3) 药包布置形式及起爆方式：

目前采用过的药包布置有正三角形、正方形。正

$\frac{Q}{W^3}$ 千克/立方公尺



当 $Q = KW^3f(n)$ 时的 $Kf(n)$ 曲线图 土壤：轻壤土

—— 按实验值作成的 $\frac{Q}{W^3} - n$ 实验曲线；

1 --- 按经验公式 $f(n) = 0.5 + 0.5n^3$ 作成的经验曲线；

2 - - - 按经验公式 $f(n) = 0.4 + 0.6n^3$ 作成的经验曲线；

3 - - - 按经验公式 $f(n) = n^3$ 作成的经验曲线；

4 - - - 按经验公式 $f(n) = 0.2 + 0.8n^3$ 作成的经验曲线；

5 —— 按经验公式 $f(n) = 3.4n^3 - 8.4n^2 + 7.6n - 1.6$ 作成的经验曲线。

方形与正三角形相比,正方形的炸后底部松土均匀程度较差,由于未能松动而造成“遺漏”的地方比较多;正三角形药包布置,由于利用了药包爆炸作用范围沿各个方向相同的特点,更能达到普遍松动的要求,使不能松动的区域尽量减少,故目前采用此法较多。

起爆方式主要有单炸、齐炸和排炸。目前农村中以火捻引爆黑火药时,大多采用单炸,唯工效低。对于齐炸,由于药包的共同作用,地面凹凸不平,形成土堆,且土层搅乱严重。排炸可以利用前一排药包爆炸所造成的自由面,有利于提高爆炸效果,連續排爆还可在很短時間內完成整片土地的耕作。

經驗証明,現有各种药包布置及起爆方式中,以布置正三角形药包进行連續排炸的效果最好。

从上述分析,可以說明爆炸深耕这一項新技术是一种有效的松土方法,但离普遍推广应用还有一定距离;在理論、技术、实际經驗、长期后效观察以及应用条件等方面,都还存在若干問題需要进一步研究解决。这些問題大致可归納为:硝酸铵炸药和矿用雷管在数量上还不能滿足大量推广的需求;应用土雷管起爆硝酸铵炸药还存在問題;对于粘重土壤,炸后土块较大,松动效果较差;还不可能在深耕的同时,解决分层施肥的問題;由于爆炸波的作用所产生的压缩层,对根系的发育可能产生不良的影响;打孔工具还需要繼續改进等等,这些問題均需力学以及有各方面的科学技术工作者进一步研究解决。

爆炸在农业其它方面的应用

1. 荒地开发

对于土质坚硬或蒿草丛生的荒地垦区,采用人力、畜力难解决耕作問題;目前机械还不能大量滿足需要,且机械又受到地形、交通、坡度等限制。在这种情况下爆破就能发挥更显著的作用。过去认为不能开发的石头地、土层薄的土地,也可以用爆破开垦,这将大大加速开荒任务的完成,对农垦事业具有很大的意义。

2. 挖植穴及果园深耕

某些植物有很大的根系,要求植穴較深较大,松动范围較寬,这就化费大量的劳动力。采用爆炸来挖植穴就完全可滿足上述要求。由于爆炸将炮孔周围的土壤疏松,大大的增加了土壤孔隙率及养分含量,提高了透水性能,更好的滿足了“高产速生”的要求。此外对于特殊坚硬土壤地区的植树、造林,必要时也可以采用爆破挖植穴的方法。果园深耕(如葡萄园)一般需要較大的深度,爆炸就可以发挥它的作用。

3. 多年生作物的地下中耕

某些多年生作物,在生长中根系向四周延伸,为了要扩大营养范围,除了植穴加大外,还应当在一一定的时期将根系周围的土壤进行翻松,一般称为地下中耕(或称深耕),目的是使这种作物的根系能更多的吸收水分和养分,助长发育。利用爆炸使土壤松动,不仅能滿足中耕要求,而且不造成裸地,不破坏土壤植被,也不致伤及根系。

4. 冻土深翻

我国北方,特别是内蒙、东北等地,一般在十月月上旬就开始冰冻,冻土厚度有的达2米左右,因此要在冻土后进行翻或机耕是一項很艰巨的工作。如果采用爆炸进行冻土深翻,可能会节省大量的劳动力,并在短期內完成深耕任务。这种方法对地广人稀的地区更具有现实意义。

5. 水土保持

我国許多河流的上游地区都存在着严重的水土流失問題,需要用修筑梯田、挖魚鳞坑、山間塘沟筑坝等方法保持水土。爆炸方法可以帮助进行这些作业。

6. 改良土壤

我国某些地区已开始利用爆炸进行改良土壤。对于盐碱地,由于爆炸破坏了土壤中的毛细管作用,因此制止了盐分的上升,而松土中的盐分也可用灌溉或雨水予以冲洗。

爆炸在农业上的应用,还不只上述几种。如在兴修水利方面,用爆炸筑坝、开挖渠道、打井以及加速高山冰雪融化,在开荒中用爆炸拔除树根等。

* * *

爆炸深耕是一項綜合性技术,它涉及很多方面,其中包括农业、土壤、机械、力学、爆炸技术、爆炸器材等。经过一年多来广大羣众的实验研究,爆炸深耕已經在我国各地生根开花。这是党的总路綫和大跃进的又一胜利,也是我国劳动人民发扬敢想敢干的共产主义风格,大搞技术革新的碩果。

可以肯定,随着农业生产和技术革命与革新运动的发展,爆炸在农业中将得到更广泛的应用,将成为农业生产中的一个有力的輔助工具。

对于目前存在的一些器材和技术問題,必須繼續大力开展研究,进一步发展这一新技术的研究、推广和应用。为此,必須在党的领导下,繼續紧密結合生产,理論联系实际,坚持羣众路綫的工作方法,更好地貫徹党的科学为工农业生产服务的方針,土法上馬,土洋結合,使爆破在农业中的应用沿着正确的道路繼續得到更快的发展,为社会主义建設发挥更大的作用。