

常用化肥施用技术

山东省土壤肥料研究所编

农业出版社

常用化肥施用技术

山东省土壤肥料研究所编

农业出版社

常用化肥施用技术

山东省土壤肥料研究所编

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行

农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 1.625 印张 33 千字

1975 年 9 月第 1 版 1975 年 9 月北京第 1 次印刷

印数 1—200,000 册

统一书号 16144·1720 定价 0.14 元

毛主席语录

深挖洞，广积粮，不称霸。

农业学大寨

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。

目 录

一、作物生长需要的养分	2
二、氮肥	4
(一) 氮对作物营养的作用	4
(二) 氮肥的种类和形态	5
(三) 常用氮肥的性质和用法	8
硫酸铵 氨水 碳酸氢铵 硝酸铵 氯化铵 尿素 石灰氮	
三、磷肥	24
(一) 磷对作物营养的作用	24
(二) 磷肥的种类和形态	25
(三) 常用磷肥的性质和用法	26
过磷酸钙 钙镁磷肥 磷矿粉肥	
四、钾肥	32
(一) 钾对作物营养的作用	32
(二) 钾肥的形态	33
(三) 常用钾肥的性质和用法	34
硫酸钾 氯化钾 窑灰钾肥	
五、主要作物施用化肥技术	36
(一) 水稻	36
(二) 冬小麦	39
(三) 玉米	40
(四) 棉花	41
(五) 油菜	43

“肥”是农业“八字宪法”的一项重要内容。广辟肥源，合理用肥，是作物高产稳产的重要措施。我国肥料的来源主要靠农家有机肥料，如养猪积肥，堆肥，沤肥，积存人粪尿和牲畜粪肥，种植绿肥等。有机肥料来源广，能自筹自积，节约农业生产投资。有机肥料不仅含有作物需要的多种养分，而且含有大量的有机质。多施有机肥料，能增强土壤的保水保肥能力，使土壤疏松软绵，不易板结，通气性好，调节地温，有利于作物根系的发育。因此，增施有机肥料是改良低产田和建设高产稳产农田的一项重要条件。

除有机肥料外，化学肥料也是一个重要的肥源。化学肥料是用煤、焦炭、空气、水或矿石等作原料，在工厂里经过化学方法或机械加工制成的。无产阶级文化大革命以来，我国化肥工业贯彻大、中、小并举，两条腿走路的方针，化肥产量增加很快，对农业增产起了很大作用。化肥的特点是含营养成分高，一般要比有机肥高几倍到十几倍，而且肥效较快，容易被作物吸收利用。运输和施用化肥也比较方便，可节省劳力。但是，化肥不含有机质，而且养分比较单一，单靠施用化肥，不能培肥土壤。因此，必须多积农家肥料，在增施有机肥料的基础上，配合施用化肥，才能使土地越种越肥，产量不断提高。

一、作物生长需要的养分

肥料是植物的粮食。施肥的主要作用是供给作物生长所需要的养分。作物有了充足的养分，才能长得好，长得快，为人们提供更多的经济产品。作物需要哪些养分呢？从作物体的组成来看，鲜嫩的作物体内有百分之八十左右是水分，剩下的是干物质。组成干物质的化学元素有几十种，其中主要的有十五种，即：碳、氧、氢、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、锰、硼、铜、锌、钼。它们都是作物生长不可缺少的养分，对作物的生长发育有着不同的作用。

碳、氧、氢 是构成作物体有机物质，如纤维素、淀粉、蛋白质、糖、脂肪、有机酸、维生素等的主要成分。

氮、磷、硫 是作物细胞里蛋白质的组成成分，对作物细胞的增长和分裂起着重要作用。

钾、钙、镁 对作物体中有机物质和养分的合成、转化与运输，起着重要的作用。

铁、锰、硼、铜、锌、钼 对作物体中酶的形成有密切关系，对调节作物的新陈代谢有重要的作用。

作物需要的十五种主要营养元素，以碳、氧、氢三种需要量最大，共占作物干重的95%左右。碳、氧、氢三种元素的来源是空气和水。作物靠叶片从空气中吸收二氧化碳，靠根部从土壤中吸收水分，就能获得充分的碳、氧和氢。

其次作物需要量较大的是氮、磷、钾、钙、镁、硫几种，共占作物体干重的4.5%左右。这些元素要靠作物从土壤中吸收，

土壤里如果缺乏这些元素，就会影响作物的生长。一般土壤里比较缺乏的是氮、磷、钾三种元素，作物常常由于缺氮、缺磷或缺钾而生长发育不好。施用含氮、含磷或含钾的肥料，可以满足作物生长的需要，促进高产。所以，通常把氮、磷、钾叫做“肥料三要素”。

铁、锰、硼、铜、锌、钼六种元素，作物需要的数量很少，占作物体干重的万分之几或百万分之几，叫做微量元素。作物需要微量元素的数量虽少，但缺乏时也会影响生长。如土壤缺硼会使油菜发生萎缩不实症，缺锌会使果树发生小叶病，缺铁常造成果树的黄叶，缺钼会影响豆科作物的生育，因此，在缺乏微量元素的土壤上施用含微量元素的肥料也是必要的。

作物体中主要营养元素的含量（概数）

营 养 元 素		占作物体干重%	来 源
碳	C	45.0	空气和水
氧	O	43.0	
氢	H	6.5	
氮	N	2.0	从土壤中吸收，豆科作物能利用空气中的氮
钾	K	1.5	
钙	Ca	0.6	
磷	P	0.5	
硫	S	0.5	
镁	Mg	0.3	从土壤中吸收
锰	Mn	0.05	
铁	Fe	0.02	
锌	Zn	0.01	
硼	B	0.005	
铜	Cu	0.001	
钼	Mo	0.0001	
总 计		99.9861	

各种营养元素在作物体中的含量和作用，使我们得到如下几个概念：1.作物要从土壤中吸收相当数量的养分，需要增施有机肥料和化学肥料来增加土壤中的养分，供给作物生长发育的需要，促进高产。2.各种营养元素对作物生长发育有着不同的作用，不能相互代替；如果作物严重缺乏某一种养分，其他养分即使十分丰富，作物也长不好，而且还会发生某些生理病害。3.不同作物在不同的环境条件下吸收各种养分的数量不同，但大致有一个比例，如果比例严重失调，作物就长不好；通过合理施肥，能使土壤中氮、磷、钾等各种养分均衡供应作物，促进作物生长健壮，获得高产。

二、氮 肥

(一) 氮对作物营养的作用

作物干物质中含氮素2%左右。氮素对作物生长发育的主要作用有以下两方面：

1.促进作物体内叶绿素的形成，增强光合作用的能力。施用氮肥可以看到作物的叶子由黄转绿。叶子变绿是由于叶绿素的增加。叶绿素是由碳、氢、氧、氮、镁五种元素组成的($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$)，氮和镁两种元素需要从土壤中吸收。作物吸收到适量的氮素，就能促进叶绿素的形成。叶绿素能把从空气和水里吸收来的碳、氢、氧三种元素，在阳光照射下，加工成作物所需要的有机物质——醣类。醣类再经过转化和合成作用生成纤维、淀粉、脂肪、蛋白质等物质。作物靠叶绿素把养

分元素合成有机物质的过程，就是光合作用。施用氮肥，增加作物的氮素营养，对增强光合作用有重要的作用。

2. 促进作物体蛋白质的形成，加速作物的生长发育。作物体是由无数细胞组成的。细胞进行生命活动的重要物质是原生质。原生质的主要成分是蛋白质。蛋白质由碳、氧、氢、氮和少量的磷、硫组成，其中氮素含量在16%左右，氮素是蛋白质的主要成分。缺少氮素，会影响蛋白质的形成，作物细胞的生长和分裂就减慢，作物各部分器官都长得慢，长得小。增加作物的氮素营养，就为作物形成蛋白质提供了重要原料，增强作物细胞的生长和分裂，作物的茎叶就长得快，长得茂盛，种子和果实的产量就高。

作物缺乏氮素，很容易从作物的长相上看起来。叶子的颜色由绿变为黄绿，下部的老叶提早枯黄；叶片窄小，新叶出得慢，叶数少；茎秆矮小，分枝或分蘖少；根少而细短；籽实不饱满，结粒少，过早成熟，产量减低。增加适当的氮肥能促进作物各部分器官生长繁茂，提高产量。但是氮肥过多，作物吸收了过多的氮素，会引起茎叶徒长，茎秆柔软，容易倒伏，并易引起病虫害和延迟成熟期，造成减产。因此，要根据不同的土壤，不同的作物品种和生长情况来确定氮肥的适宜施用数量和施用时期。

（二）氮肥的种类和形态

在自然界中，氮素可以单独存在，也常和别的元素化合形成氮的化合物。单独存在的氮素是一种气体，空气里的氮气约

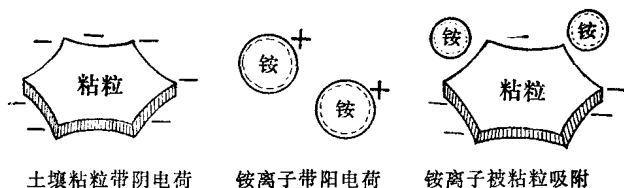
占78%。气体状态的氮素叫做游离态氮(N_2)，在自然界中虽然数量很大，但是一般作物却不能吸收利用。只有豆科作物通过根部的根瘤能利用游离态氮。非豆科作物只能从土壤中吸收氮的化合物。为了把空气中的游离态氮转变成可被作物吸收的氮的化合物，就要用化学的方法，把空气中的氮素，在高温和高压下，和氢气按一比三的比例混合，通过催化剂的作用，化合成氨(NH_3)——氮的化合物。化肥厂制造化肥，首先是合成氨，再进一步加工成氮肥。如把氨溶解在水里就成为氨水；氨和硫酸化合可制成硫酸铵；氨和二氧化碳与水反应可制成碳酸氢铵；氨和食盐、二氧化碳与水化合，可制成氯化铵和碳酸氢钠；在高压下氨和二氧化碳反应可合成尿素。氨还可以经过氧化制成硝酸，硝酸再和氨反应制成硝酸铵。

根据氮素在氮肥中的形态不同，氮肥可分为三类。

1. 铵态氮肥：铵态氮肥中的氮素，是以铵的形态存在，如硫酸铵 $[(NH_4)_2SO_4]$ 、碳酸氢铵(NH_4HCO_3)、氨水(NH_4OH)、氯化铵(NH_4Cl)等。铵态氮肥有以下几个特性：

(1) 铵态氮肥都容易溶解于水。溶解后，形成铵离子和其他离子（铵离子的化学符号是 NH_4^+ ，右上角的正号表示铵离子带一个阳电荷）。铵离子能被作物根部直接吸收，作物吸收了铵离子，就取得了氮素养分。

(2) 铵态氮肥在土壤中溶解后生成的铵离子，能被土壤吸附(图一)。因为铵离子带阳电荷，土壤中的粘土粒子和一些有机物质(腐植质)都带阴电荷，带阴电荷的粘粒就能吸附带阳电荷的铵离子。所以铵态氮肥能在土壤中保留，不经过转化就不易被水冲洗流失。



图一 土壤粘粒能吸附铵离子

(3) 铵态氮肥在土壤中形成的铵离子，经过土壤微生物（硝化细菌）的作用，能转化成硝态氮。这种转化叫做硝化作用。硝化作用的强度和土壤通气条件、温度以及酸碱度有关。即：土壤通气良好，有利于硝化细菌的繁殖，土壤中缺氧，硝化细菌不能繁殖，硝化作用停止；土壤温度在 25°C 左右时，最利于硝化作用的进行，土壤温度在 5°C 以下时，硝化作用就停止；土壤酸碱度呈中性、微酸性或微碱性，硝化作用都能进行，土壤酸碱度呈强酸性（pH值5以下）硝化细菌不能繁殖，硝化作用也就停止。铵态氮肥经过硝化作用生成的硝态氮，同样也能被作物吸收，氮肥的肥效并不降低，但在水田容易造成氮素损失。

(4) 铵态氮肥遇到碱性物质，如石灰、草木灰等，会造成氮素的挥发损失。因为铵里面的氢元素和碱性物质结合，铵就变成了氨(NH_3)。这个氨是一种气体，能很快挥发掉，氨挥发了，氮肥也就损失了氮素。因此要避免铵态氮肥和碱性物质混合。

2. 硝态氮肥：硝态氮肥中的氮素，以硝酸根离子(NO_3^-)的形态存在，如硝酸钙 $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ 、硝酸钾(KNO_3)、硝酸铵(NH_4NO_3)、硫硝酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3]$ 、硝酸铵钙($\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$)等。后三种是既含硝态氮也含铵态氮的氮肥。硝态氮肥有以下几个特点：

(1) 硝态氮肥都容易溶解于水，溶解后形成硝酸根离子(NO_3^-)，能被作物根系直接吸收，使作物获得氮素养分。

(2) 硝态氮肥在土壤中溶解后，随着水分的移动而移动。由于硝酸根离子带的是阴电荷，不能被带阴电荷的粘土粒子吸附，所以硝态氮在水田中容易随水流失，降低硝态氮肥的肥效，施用时要注意。

(3) 硝态氮肥在土壤缺氧的环境下，经过土壤里反硝化细菌的作用，硝态氮肥即转化成游离态氮，就是变成氮气从土壤中逸失。这种变化叫做反硝化作用。稻田施用硝态氮肥，常因反硝化作用而降低肥效。

(4) 硝态氮肥吸收空气中水分的能力较强，就是说这类化肥的“吸湿性”比较大。在贮存时要注意防潮。此外，硝态氮肥有帮助燃烧的作用，在运输和贮存时，要注意防止起火和爆炸。

3. 酰胺态氮肥：氮素以酰胺(NH_2)的形态存在，如尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 。酰胺态氮肥在水中溶解后，不形成离子，不能被作物根系直接吸收，在土壤中转化成为铵态氮或硝态氮后，才能被作物吸收。但是作物的叶子能直接吸收尿素的水溶液，作为氮素养分的来源。此外，还有一种氮肥叫石灰氮(CaCN_2)，在土壤中经过水解，首先转化成尿素，也算是酰胺态氮肥。

(三) 常用氮肥的性质和用法

硫 酸 铵

性质 硫酸铵是我国施用最早的一种化学肥料，一般是白

色柱状结晶，也有粉末状的。工业副产品硫酸铵中含少量杂质，常带各种颜色，有灰白、黄棕、浅绿等色，但颜色对质量没有影响。硫酸铵含氮 20—21%，游离酸含量不超过 0.3%。硫酸铵易溶于水（20℃ 时，100 斤水能溶解 75 斤硫酸铵），吸湿性小，便于贮存，但在空气潮湿的季节，也常常吸湿结块。结块时，可打碎后再施用。

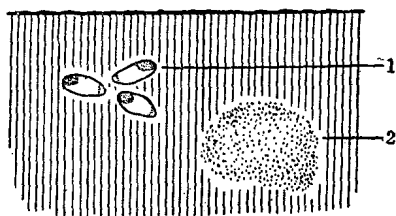
施用方法和肥效 硫酸铵中的氮素，全部是铵态氮，容易被作物吸收，肥效迅速，施用以后 3—4 天就能见到叶色转绿，其增产效果与施用技术有关。施用时应注意以下几个问题：

1. 土壤水分状况对硫酸铵肥效的影响很大。施用硫酸铵后，应及时灌水，或在下雨前施用，才能更好地发挥肥效。

2. 硫酸铵中仅含氮素养分，土壤中如果缺乏速效磷（可供作物直接吸收的磷素，即水溶性或枸溶性磷）或其他养分元素，单施硫酸铵的增产作用就不大。速效磷缺乏的低产土壤，应注意增施堆厩肥，或配合磷素化肥，增加土壤中的磷素和其他养分含量，才能提高硫酸铵的肥效。

3. 硫酸铵宜作追肥和种肥。在水浇地和稻田，结合灌水作追肥效果最好。在作物需肥的关键时期（如小麦返青、拔节期，水稻分蘖和幼穗分化期，玉米拔节、抽雄花前，棉花现蕾、开花期），分期追施，可使较少的化肥发挥较大的作用。追肥时，要注意不使肥料沾在作物茎叶上，以免烧伤作物。旱地用硫酸铵作种肥，效果较好。种肥最好施在种子的下方或侧下方，和种子有 1—2 厘米的距离（图二）。条播作物，可先用耢把肥料耩入行间，或开沟施肥，然后播种。点播作物，可结合挖穴施肥，点播种子。也可把硫酸铵与腐熟的有机肥料同时施入播种

沟（穴）中。种肥用量，一般每亩5—10斤，小粒种子种肥用量要少些。硫酸铵作种肥，比其他氮肥对种子发芽的影响要小。但应注意不能用湿的种子和硫酸铵混拌，以免影响种子发芽。



图二 种肥的位置

1. 种子 2. 化肥

4. 硫酸铵中的氮素是铵态氮，在土壤中能被土壤粘粒吸附，流失性不大。但铵态氮经过土壤微生物的硝化作用，转变成硝态氮，容易随水移动，水浇地如能注意合理用水，避免大水漫灌，氮素被水冲洗流失的问题不大。在稻田施用，应采用深施或追肥结合耘田的办法，防止硝化作用，减少流失。

5. 硫酸铵在土壤中分解成铵和硫酸根两部分，铵被作物吸收后，剩下了硫酸根，在酸性土壤连续施用硫酸铵，会增加土壤酸度，所以把硫酸铵叫做生理酸性肥料。土壤酸度增加，对作物生长不利，酸性土壤连续施用硫酸铵要配合施用石灰，以中和土壤酸度。北方绝大部分土壤是石灰性土壤，施用硫酸铵不会增加土壤酸度。

6. 硫酸铵可以和过磷酸钙混合施用，不能和草木灰、石灰等碱性肥料混合，以免氮素挥发损失。

硫酸铵的施用量，应根据土壤、作物种类和品种等条件决定。一般作物在施用有机肥料的基础上，每亩用量30—40斤，每斤肥料的增产效益最大。棉花、蔬菜、果树类施用量可多一些。对耐肥的品种也可以适当多施。

各地试验和生产实践证明，每亩施用硫酸铵 30—40 斤，一般每斤肥料能增产水稻 3—5 斤，小麦 2—4 斤，玉米 4—6 斤，籽棉 1.5—2.5 斤，油菜籽 1 斤左右。

氨 水

性质 氨水也叫氢氧化铵。小型氨水厂制造的氨水，是由合成氨溶解到水里制成的。制造氨水比制造固体氮肥投资少，节约原料，价格便宜。因此，施用氨水可以降低农业生产成本。

氨水含氮 15—17%，肥效迅速，在土壤中不残留有害物质，属弱碱性肥料，施用后不会使土壤碱性增加，常年施用对土壤没有不良影响。施用氨水还能杀死一部分地下害虫，如地老虎、蛴螬及稻田中的蚂蝗等。氨水中的氮素，是以气体氨的分子状态溶解于水中，所以很不稳定，氨气很容易从氨水中挥发出来，温度越高，挥发越多。氨水有一股刺鼻的臭味，就是挥发出来的氨气。氨的挥发，会造成氨水氮素损失，降低肥效。氨水有较强的腐蚀性，能腐蚀容器。由于氨水有挥发性和腐蚀性，在贮存、运输和施用时，必须注意防止和减少挥发损失，以提高肥效。

氨水的贮运 为了防止氨水对容器的腐蚀和贮运时挥发，贮窖和容器须用耐腐蚀的材料建造，并注意密封。氨水对铜的腐蚀性最大，不能用铜器贮运氨水，也不能用铜制造容器的阀门开关。氨水对铁也有腐蚀性，不宜用铁器长期贮存。石头、水泥、陶器等材料受氨水的腐蚀性小，橡胶管囊不受氨水腐蚀。短期少量贮存氨水时，可用缸、罐、坛等陶器贮存，并注意将

容器密封，放在阴凉的地方。有的地方用缸贮存氨水，表面上废机油，再用塑料薄膜紧扎缸口，可防止氨的挥发。长期大量贮存氨水，可用水泥、砖和石块砌成氨水贮窖，一般每窖能存氨水1万—2万斤。氨水贮窖有地上式、半地上式和地下式三种。地下贮窖能在冬季长期贮存氨水，在寒冷地区更适用。运输氨水最好用橡皮管囊，也可用木箱、铁桶运输，木箱和铁桶内壁须涂沥青，以防腐蚀。近途运输氨水可用废硫酸坛子拉运，坛口用木塞塞紧后再用泥封闭，以防氨的挥发。

施用方法和肥效 氨水的增产效果和施用方法有密切关系，在施用时应尽量减少氨的挥发。施用氨水的原则是一不离土，二不离水。不离土，就是要深施盖土。因为土壤粘粒能吸附氨水中的氨，把氨水深施到土里再盖严，就能防止氨的挥发。不离水，就是兑水灌施。因为氨水的原液浓度比较大，浓度越大，氨的挥发性就越强，如果把氨水兑到灌溉水里，随水灌施，就可以把氨水的浓度降低几千倍，挥发损失就很小了。

(1) 氨水深施：氨水可用作基肥深施或追肥深施。方法是：结合整地、中耕，用氨水施肥器施在地面2—3寸以下，砂质土或水分不足的地，适当深一些，深施后仍须严密覆土，以免施肥部位土壤“漏风”而引起挥发。旱地深施氨水也可以兑水5—10倍，以降低氨水浓度。近年来，群众创制了很多不同类型的氨水施肥器，简要介绍如下：

① 镰刀式氨水钩(图三)：山东烟台地区创制，由开沟器、钩柄、塑料管和氨水桶组成。开沟器象一把镰刀，施肥时把开沟器按入土中，边走边拉，氨水由氨水箱经过塑料管和开沟器流入土中。这种工具造价便宜，使用方便，适合于密植小麦的追