

碳酸氢铵施用技术

李庆荣 赵秀春 编著
张秀英 魏铁麒



黑龙江科学技术出版社

前 言

碳酸氢铵又名重碳酸铵，简称碳铵，是我国五十年代后期发展起来的一个氮肥品种。目前，它已成为我国农业生产上使用的主要氮肥品种之一，占全国氮肥总产量的一半以上，对增加我国粮食和其他农产品产量，起着重要作用。

全国各地很多试验资料和生产实践证明，只要施用方法得当，碳酸氢铵的增产效果与等氮量的其他氮肥相同。碳酸氢铵入土后，不仅对土壤、粮食作物没有任何危害，而且对烟草、甜菜等经济作物以及蔬菜作物，同样具有增产和提高品质的作用。但是在生产实践中，由于不了解碳酸氢铵的性质，没有按照应有的施肥方法操作，有时发生烧子、烧苗以及增产效果不显著等现象，因而影响了它的商品声誉，甚至一度造成了某些地区性的滞销。

为了使广大农村种植业的专业户、重点户及农民技术员、社队干部了解碳酸氢铵的性质，掌握其生产、施用和保管技术，我们编写了这本书。本书主要介绍了碳酸氢铵的理化性质，入土后的变化过程，对农作物的营养作用和增产效果，并介绍了8种粮食作物、9种经济作物以及17种蔬菜的具体施用技术。书中引用了黑龙江省农业科学院、上海市农业科学院、吉林省农业科学院等单位的科研资料，特此致谢！

由于水平有限，书中可能有错漏，恳请批评指正。

目 录

一、碳酸氢铵的合成与性质·····	(1)
(一) 碳酸氢铵的合成·····	(1)
(二) 碳酸氢铵的性质·····	(4)
(三) 碳酸氢铵在土壤中的转化移动·····	(8)
二、碳酸氢铵的增产作用·····	(15)
(一) 碳酸氢铵对各种作物都有增产效果·····	(15)
(二) 碳酸氢铵施入各种土壤都有增产效果·····	(15)
(三) 碳酸氢铵作基肥施用增产显著·····	(16)
(四) 碳酸氢铵作种肥与追肥也能增产·····	(17)
(五) 碳酸氢铵与磷肥配合施用增产显著·····	(18)
(六) 碳酸氢铵粒肥比粉状肥增产·····	(18)
(七) 碳酸氢铵与等氮量的其他氮肥肥效相同·····	(19)
三、碳酸氢铵的施用技术·····	(21)
(一) 碳酸氢铵的氮素营养作用·····	(21)
(二) 碳酸氢铵作基肥、种肥、 追肥的施用技术·····	(25)
(三) 粮食作物施用碳酸氢铵的技术·····	(26)
(四) 经济作物施用碳酸氢铵的技术·····	(40)
(五) 蔬菜施用碳酸氢铵的技术·····	(50)

附 录

1. 碳酸氢铵贮存及保管注意事项·····	(59)
2. 碳酸氢铵含水量分析·····	(59)

一、碳酸氢铵的合成与性质

(一) 碳酸氢铵的合成

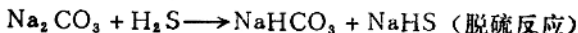
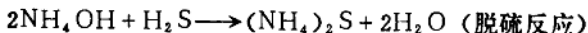
碳酸氢铵由氮(N)、氢(H)、碳(C)、氧(O)四种元素组成。制造碳酸氢铵所用的原料有氨(NH₃)、二氧化碳(CO₂)和水(H₂O)。碳酸氢铵的生产过程，主要是氨的制造和氨的碳化两个过程，其生产流程如下：

1. 造气

将焦炭或无烟煤（又称白煤）放入煤气发生炉内，分别通入空气和水蒸汽，使它们同赤热的煤层发生反应，制成以一氧化碳、氮、氢为主要成分和二氧化碳、甲烷为次要成分的原料气——半水煤气。

2. 脱硫和变换

半水煤气中含有的一氧化碳、二氧化碳、硫化氢会使合成氨用的催化剂失去活性。为此，必须用稀氨水或碳酸钠等脱硫剂把半水煤气中的硫化氢等物质除去，并用变换催化剂使一氧化碳和水蒸汽作用变成二氧化碳和氢气。反应式为：

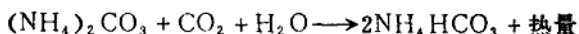
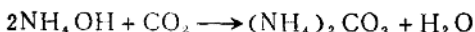


经过上述反应，所得到的气体称为变换气，主要含有氮、

氢和二氧化碳，

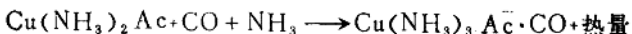
3. 碳化

将变换气压缩并送入碳化塔，用浓氨水吸收变换气中的二氧化碳，就得到碳酸铵溶液，再进一步与二氧化碳作用，就生成碳酸氢铵结晶，经过分离、干燥、包装等步骤后，即得到成品。反应式为：

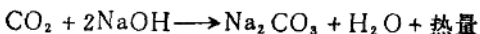


4. 精制

原料气经过清除二氧化碳后，其中仍含有0.3—4%的一氧化碳，0.1—2%的二氧化碳，0.1%的氧气和微量硫化氢，经过进一步脱除才能获得精炼气，然后合成氨。精制方法多采用铜氨洗涤法，即用醋酸亚铜溶液中的醋酸亚铜络二氨与原料气中的一氧化碳作用，生成一氧化碳醋酸亚铜络三氨。反应式为：

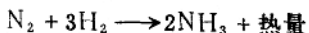


铜氨液在吸收一氧化碳的同时，还可以除去气体中的二氧化碳、氧气和硫化氢。如果经过铜氨液洗涤后，原料气中的二氧化碳含量仍然偏高，一般可采用碱液（常用氢氧化钠溶液）继续脱除二氧化碳。反应式为：



5. 氨的合成

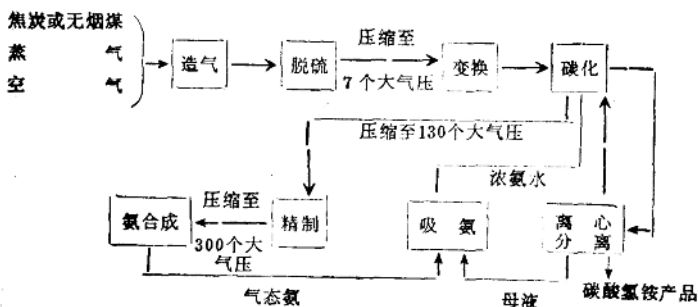
经过精制的1:3的氮氢混合气（又称精炼气），可以用来进行氨的合成。反应式为：



这个正反应的进行，是个体积减小的放热反应。增大压

力，降低温度，不断地补充新鲜原料气和将生成的氨从反应物中分离出去，都可以使反应的平衡向生成氨的方向移动。因此，氨的合成反应往往是在比较高的压力条件下进行的。根据采用的压力不同，合成氨的方法一般可分为低压法（150个大气压以下）、中压法（200—350个大气压）和高压法（700—1000个大气压）三种。我国合成氨多采用中压法。实践证明，这是一个比较经济的方法。有些小型合成氨厂，由于采用的是低压法，为了加快反应速度，必须用催化剂。目前生产上使用的催化剂，需要将温度控制在470—520℃之间，才有较高的活性。

氨的合成反应在合成塔内进行。将经过精制的精炼气，用氢氮气体压缩机压缩到300个大气压送入合成塔。自合成塔出来的气体经过冷凝，又同新补充的氮氢混合气汇合，经过进一步冷凝分离出液氨，重新进入合成塔，循环使用。分离出的氨，用氨罐贮存，然后可以用水吸收制造成浓氨水，送至碳化塔制造碳酸氢铵。它的生产流程如下图所示：



碳酸氢铵生产流程示意图

(二) 碳酸氢铵的性质

碳酸氢铵是一种白色的单斜晶粉状化合物。分子式为 NH_4HCO_3 ，分子量为79.1，真比重为1.71，假比重为0.75。纯品碳酸氢铵含氮量为17.7%，含氢21.5%，含二氧化碳55.7%，化合水为22.8%。碳酸氢铵肥料的工业产品中含有3—7%的水分，氮的含量为16—17%。主要性质如下：

1. 易溶于水

碳酸氢铵易溶于水，其溶解度随着温度升高而增加。温度为0℃时，每百克水溶解碳酸氢铵11.9克，当温度为20.9℃时，溶解21.6克，温度提高到45℃时，溶解40.2克。正因为碳酸氢铵易溶于水，因而肥效快，是提高三类苗的理想氮肥品种。

2. 易分解

碳酸氢铵在没有施入土壤以前，极易分解，常造成氮素大量损失。影响碳酸氢铵分解的因素有湿度、温度、肥料本身的含水量和粒度等。

(1) 空气中的湿度对碳酸氢铵分解的影响：干燥的碳酸氢铵在常温常压下是稳定的。但在潮湿的空气中，它吸收水分，会加快分解速度。因此，在包装上要密封袋口，最好采取双包装机械缝口，以免进入空气或破损。在贮存或运输过程中，严格防止受潮。

(2) 气温对碳酸氢铵分解的影响：碳酸氢铵的分解受气温的影响很大，尤其在夏季损失较多，约占全年损失量的50%，冬季损失较少，只占全年损失量的10%。

(3) 碳酸氢铵本身的水分含量对其分解速度的影响：碳酸氢铵分解过程分三个阶段。第一个阶段，肥料表面形成液相

层，这是固相向液相溶解的过程；第二阶段为水分蒸发过程；第三阶段为干盐的分解过程。由此可见，碳酸氢铵的水分含量在分解过程中是一个重要因素。碳酸氢铵分解速度，随其水分含量的增加而加快。含水分20%的碳酸氢铵，2天后几乎分解完了；含水4.1%的碳酸氢铵，7天才分解完；而含水0.2%的，10天后仍未分解完。可见，降低碳酸氢铵产品水分含量，是防止分解，减少氮素损失的重要条件。

(4) 碳酸氢铵粒度大小对其分解的影响：实践证明，颗粒大小不同，分解速度也不同。大粒径的碳酸氢铵，要比小粒径的分解速度慢得多。因此，采用碳酸氢铵压粒或改进碳化工工艺，增大碳酸氢铵结晶粒度，是降低分解速度的一种有效方法。

3. 易被土壤吸附

碳酸氢铵一经施入土壤，即在土壤溶液中进行解离生成铵离子和碳酸根离子，即 $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^-$ 或 $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 。土壤胶体颗粒对进入其中的正、负离子及分子等，具有吸附能力。土壤对某一化肥品种的吸附特性，反映着这一化肥的农业化学特性。不同氮肥被土壤吸附的绝对值不同。但碳酸氢铵在任何土壤中都是最易被土壤吸附的一种氮肥。这一优良特性是其他氮肥所不及的（表1）。

表1 不同土壤对不同氮肥的吸附

氮肥 品种	红 壤 (浙 江) pH 5.1 粘粒13%		青 紫 泥 (上 海) pH 7.3 粘粒33%		夹 沙 泥 (上 海) pH 8.5 粘粒14%		潮 土 (北 京) pH 7.8 粘粒11%	
	吸附%	相对%	吸附%	相对%	吸附%	相对%	吸附%	相对%
碳铵	62.4	100	65.9	100	52.6	100	57.2	100
硫铵	45.6	73	61.5	93	48.2	92	54.0	94
氯化铵	40.1	64	46.1	70	45.9	87	51.4	89
硝酸铵	36.4	58	49.4	75	41.3	79	33.1	58
尿素	5.3	8.5	5.3	8.0	6.0	11	6.3	11

中国农科院茶叶研究所对我国7个茶园土进行测定的结果表明,土壤对碳酸氢铵的吸附率为12.9—23.9%,平均为17.64%;对硫酸铵的吸附率为5.7—7.8%,平均为6.45%;氯化铵为3.4—6.2%,平均为4.75%;对尿素的吸附率更低,只有0.9—1.7%,平均为1.53%。

不同化肥品种施入土壤后的电离特性不同。尿素是有机分子,须在尿酶作用下水解出 NH_4^+ 后,才能大量被土粒吸附,因而土壤对它的吸附较少。碳酸氢铵、硫酸铵、氯化铵等铵态氮肥,被土壤的吸附之所以不同,主要与每种氮肥电离后的正负离子特性有关。因为吸附铵的土粒通常都带负电荷,即可以把土粒看成是一个“巨大”的带电性较弱的负离子。当不同的铵态氮肥在土壤中电离后,共同产生的阳离子(NH_4^+)是被吸附的对象。不同的阴离子及土粒对 NH_4^+ 都有电性引力。因而凡是酸根强,电离度大,即阴离子负电性强的氮肥,由其电离出的 NH_4^+ 被土粒吸附的就少。除尿素以外,硝酸铵、氯化铵、硫酸铵、

碳酸氢铵的相应酸，在20℃时 HNO_3 、 HCl 、 H_2SO_4 、 H_2CO_3 的电离度分别为92%、92%、61%、 4.45×10^{-7} （20℃时 H_2CO_3 表现的电离常数），因而与相应酸根结合的铵（ NH_4^+ ）被土壤的吸附量，是按阴离子由弱到强的排列。其顺序是 $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$ 。

碳酸氢铵易被土壤吸附这一农业化学性质，具体表现为碳酸氢铵一经施入土中，就不易继续挥发损失氮素。它的这一个农业化学性质，有利于延长和提高碳酸氢铵肥效。

4. 不易淋失

氮肥施入土壤后的淋失量受土壤类型（主要是粘粒含量，酸碱反应等）的影响很大。在同一种土壤中的淋失，主要因氮肥品种而异。碳酸氢铵的淋失量最少，只有硫酸铵和氯化铵的1/3左右（表2）。

表2 不同氮肥在不同土壤中的淋失(%)

氮肥	红 壤		青 紫 泥		潮 土	
	淋 失	相 对	淋 失	相 对	淋 失	相 对
碳铵	12.6	100	5.32	100	4.92	100
硫铵	40.8	324	7.60	143	13.6	276
氯铵	47.4	376	20.9	393	14.8	300
尿素	82.8	657	76.7	1442	94.6	1918

5. 易挥发损失

氮素肥料施入土壤后，均有挥发损失。不论在酸性、中性、还是微碱性土壤中，施入尿素、硫酸铵、碳酸氢铵三种氮肥，都能测到氨（ NH_3 ）的挥发损失。损失量的多少，主要受土壤性质（土壤酸度）、施肥量的高低，以及肥料入土深度等影响。特别是入土深浅是影响氮挥发的主要因素。在生

产实践中，只要把碳酸氢铵施入12—15厘米的土层中，施后马上覆土盖严，就可以防止氨的挥发损失。

(三) 碳酸氢铵在土壤中的转化移动

1. 碳酸氢铵的水解

碳酸氢铵是易溶解性物质（在室温下，100克水中能溶解10克以上的物质，叫易溶性物质；少于1克的，叫难溶性物质；少于0.01克的，叫不溶性物质。）。碳酸氢铵施入土中遇到土壤水分时，它的单个分子与水分子作用，便渐渐离开固体表面，加上扩散作用而逐步分布到更广泛的范围。碳酸氢铵分子所以能脱离固体表面，一方面是由于他们本身的振动，另一方面是由于土壤水分的吸引。所以碳酸氢铵施入土壤中，就会使土壤溶液发生明显的变化。以耕层土壤平均含水量为20%计算，每亩地的耕层土壤水分为5—6万斤。在亩施碳酸氢铵50—60斤的情况下，土壤水便成为0.1%左右的碳酸氢铵溶液。特别是施肥点周围，其浓度可达1%以上，甚至是碳酸氢铵的饱和溶液。所以就连土壤的固体成分也会受到其浸渍作用。首先是PH的变化，同时某些难溶性盐类的溶解度也会发生变化。更深刻的变化是碳酸氢铵和土壤水之间发生某些化学作用。所以不能把碳酸氢铵的施肥看作是碳酸氢铵和土壤或碳酸氢铵和土壤水的机械混合。

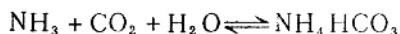
碳酸氢铵在土壤中的溶解速度，主要和土壤水分含量、碳酸氢铵施用量和施用位置有关，土壤水分含量越高，碳酸氢铵的溶解速度越快；碳酸氢铵的施用量越多，溶解的时间越长；施肥位置越集中，溶解速度越慢。等量的碳酸氢铵撒施比条施溶解得快，条施比条施溶解得快。在北方5—6月份的干旱条

件下，土壤表层水分含量常常很低，所以碳酸氢铵施在土壤表层的，溶解往往需要很长时间，这样扩散的范围也就受到限制。

碳酸氢铵在土壤水中的扩散，可按两种方式进行。或者碳酸氢铵分子从施肥点渗到周围的水分中去，或者水分子从四面八方渗入到施肥点中的碳酸氢铵晶体中来，直到全部溶解为止。这两种方式是同时进行，结果也都一样，即碳酸氢铵的水化过程。（水分子是个偶极体，即一端带正电荷，另一端带负电荷。土壤水以负极转向碳酸氢铵的阳离子，而以正极转向碳酸氢铵的阴离子，这个过程叫碳酸氢铵的水化过程）。土壤水的偶极体，渐渐地穿进碳酸氢铵固体之中，使碳酸氢铵晶体解体，游离于水分当中。所以，施用碳酸氢铵，必须充分考虑土壤水分含量高低及其运动情况。同时，土壤性质和土壤质地，也直接影响着碳酸氢铵在土壤中的运动方式。

碳酸氢铵被土壤水溶解的过程，也是碳酸氢铵在水中解离的过程。由于碳酸氢铵是弱酸和弱碱形成的盐类，其阴离子和阳离子间的结合力很弱。碳酸氢铵经过溶解过程形成的各种离子或分子之间的引力很小，结构比较松散。碳酸氢铵在土壤水中经过解离，不仅其本身发生了变化，而且作为溶剂的土壤水的氢离子浓度和氢氧离子浓度也会发生明显的变化。这时候在土壤水中就会出现多种多样的离子和分子。其中有碳酸根离子（ CO_3^{2-} ）、重碳酸根离子（ HCO_3^- ）、二氧化碳分子（ CO_2 ）、铵离子（ NH_4^+ ）、氨分子（ NH_3 ）、氢氧离子（ OH^- ）、水分子（ H_2O ）等。这些离子和分子，有的被土壤胶体表面吸附；有的和土壤矿物结合发生沉淀；也有的成为气态从溶液系统中逸出飞散。可见，碳酸氢铵在溶解过程中的变化是很深刻的。其中氨分子（ NH_3 ）和二氧化碳分子（ CO_2 ）就是最容易

从溶液系统中逸出飞散的成分。氨分子和二氧化碳分子的生成就是碳酸氢铵生产过程的逆反应（如下式）。



在氨浓度越大，温度越高，土壤溶液碱性越强，肥料距地表越近的条件下，氨分子越容易从土壤溶液中逸出。因此，施用碳酸氢铵时，必须充分考虑这些条件。

2. 碳酸氢铵在土壤中的硝化作用

碳酸氢铵施入土壤后，铵态氮由于硝化细菌的作用，将铵态氮的一部分或大部分氧化成硝酸称为硝化作用。

已经得到证明，硝化作用的总过程是 $\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NO}_2^- \longrightarrow \text{NO}_3^-$ 。影响土壤硝化作用的条件有：

(1) 土壤通气性：硝化细菌是好气性细菌，所以土壤通气性是一个重要因素。一般在通气好的旱田和水田土表面的氧化层中，硝化作用都能进行。试验证明，旱田比水田更有利于硝化作用的进行。

(2) 土壤水分：旱田以最大持水量的50—60%为最适。小于30%时，严重受阻。硝化细菌不耐干燥，怕干风和干热。土壤水分对硝化速度的影响大于温度的影响。试验证明，在土壤水分适宜的条件下，即使温度比较低，硝化作用依然可以进行。

(3) 土壤酸碱度：硝化作用最适宜的PH为7左右。在强酸性土壤中，硝化作用不能进行，这与活性铝的毒害有关。当土壤的PH值在5—8范围内，对硝化作用的影响不大。当PH在8以上时，由于硝酸细菌对碱性反应比较敏感，因此会出现亚硝酸的积累。所以只有在微酸性和中性条件下，最适合硝酸细菌活动。

(4) 土壤温度：硝化作用最适宜的温度，因土壤的地带而

异,一般在25—30℃之间。寒冷地区土壤的适宜温度要低些,热带地区土壤的适宜温度要高些。当土壤温度在5℃以下时,硝化作用非常缓慢,其硝化速率只相当于25℃时的1—10%。10℃、15℃、20℃的硝化率相应为25℃的20%、50%、80%。

(5) 溶液中离子浓度:硝化细菌对溶液中铵离子(NH_4^+)、硝酸根离子(NO_3^-)或其他各种离子的浓度极为敏感。盐分总浓度为1,000PPM。 NH_4^+ 或 NO_3^- 的浓度在100PPM左右的范围时,硝化作用进行得快,高于上述浓度硝化速度减缓。特别是盐类总浓度达到4,000PPM和 NH_4^+ 或 NO_3^- 浓度达到400PPM以上时,硝化作用受到显著抑制。

此外,粘土矿物的种类、数量、盐基饱和度等以及硝化细菌的数量,都能直接影响硝化作用的强度和速度。

3. 硝态氮的反硝化作用

碳酸氢铵在土壤中生成的硝酸(NO_3^-)或亚硝酸(NO_2^-),被还原成氧化氮(NO)、氧化亚氮(N_2O)或分子态氮(N_2)等气体而挥发掉,这种现象称为反硝化作用,又叫脱氮作用。在嫌气条件下,反硝化细菌利用 NO_3^- 的氧来作生活的能源。 NO_3^- 脱氧后变成 NO_2^- ,最后还原成 NO 、 N_2O 或 N_2 而挥发。影响反硝化的条件主要有:

(1) 土壤酸碱度:反硝化细菌最适宜的PH范围是7—8。土壤PH值强烈地影响反硝化作用过程的速度。在PH为4时,反硝化作用是很慢的,随着PH的提高而加快,当PH为7—8时,反硝化作用的速度可达到高峰。酸性和强碱性土壤(PH>10)都对反硝化有抑制作用,这是由于强酸强碱对反硝化细菌的活动具有强烈的抑制作用。

(2) 土壤水分和氧的供应:反硝化作用必须在嫌气条件下进行,在土壤孔隙度不变的情况下,水分和氧气的多少成反相

关。因此，一般土壤最大持水量达到65%时开始发生反硝化作用；当最大持水量达到80%时，反硝化作用骤增；100%时达到最大值。溶解于水的氧达到0.2PPM以上时，则抑制反硝化作用。当稻田进行烤田时，也能降低反硝化作用。即使在淹水条件下，由于水稻叶子气孔输入到根系的氧或随水分下渗而带入的溶解氧，也能抑制土壤中的反硝化作用。在旱田条件下，虽说通气条件好，但也会出现局部的嫌气状态而产生反硝化作用。

(3) 土壤的温度：温度对反硝化速率有一定的影响。在温度不超过50℃的范围内，随温度升高，脱氮作用增强。超过50℃时，温度升高脱氮强弱不变。70℃时，停止脱氮反应。

在实际生产条件下，除了生物脱氮外，还有化学反应导致氮素气化损失的问题。一方面是由于 NO_2^- 本身的不稳定，特别是在酸性土中容易变成氮气；另一方面是 NH_4^+ 与 NO_2^- 相互反应而产生氮气，这是氮以气态损失的主要化学原因。

4. 碳酸氢铵在土壤中的移动和扩散

试验表明，碳酸氢铵施用后在土壤中扩散范围大，移动速度快。5月25日施肥，经过4天后，施于15厘米深的，从施肥点向上扩散14厘米，向下移动2厘米；施6厘米深的，向上扩散至地表，向下移动6—8厘米。水平移动范围也较大，条施的水平移动距离为3—8厘米，穴施的移动半径为5—7厘米。深施于地表下15厘米的碳酸氢铵，一个半月后，由于硝化作用，使大部分 $\text{NH}_4\text{—N}$ （铵态氮）转变为 $\text{NO}_3\text{—N}$ （硝酸态氮）。说明碳酸氢铵深施，可防止氮的挥发损失。

夏季施用碳酸氢铵，由于地温高，浅施于地表下2厘米的，在施肥后第二天，地表就有大量的挥发性氨、扩散直径为20—28厘米。将碳酸氢铵穴施6厘米深的，地表扩散直径为9

厘米。当施用深度达到10厘米时，基本上能防止氮挥发。说明碳酸氢铵做追肥时，浅施或撒施于地表都会造成氮的大量挥发损失。

5. 碳酸氢铵入土后数量和形态的变化

碳酸氢铵施用的深度不同，土壤中速效氮（铵态氮与硝态氮）含量也不同。黑龙江省农科院土肥所试验，春施碳酸氢铵，施用一个月后，深施15厘米的速效氮含量为施入时的72.5%，减少27.5%；浅施6厘米的速效氮含量为施肥当时的67.8%，减少32.2%。施于6厘米的，比施于15厘米的多损失4.7%。

夏季追施的碳酸氢铵，土壤中的速效氮和全氮都是随着时间的延长而减少，而且前期比后期损失数量大，施肥深度不同，差异明显。施肥后一个月测定，施于6厘米深的，速效氮含量减少了12.8%；施于2厘米深的，竟减少58.9%。施肥3个月后，施于6厘米深的，速效氮含量基本不再减少；而施于2厘米深的，速效氮损失了90%。这一变化与全氮减少的数量完全一致，碳酸氢铵施于6厘米深的，全氮减少了75%；施于2厘米深的，减少了81.2%。因此，夏季高温高湿情况下，追肥部位浅，使大量的氮素挥发损失，是造成碳酸氢铵增产效果不高的主要原因。

6. 碳酸氢铵对土壤酸碱度的影响

黑龙江省农业科学院土肥所试验证明，在pH为7.2的中性黑土上，施碳酸氢铵后，土壤呈碱性；pH值为8.2—8.3，随着施肥时间的延长，逐渐变为酸性，最后酸性又稍有减弱。PH值的变化与铵态氮和硝态氮的含量关系极为密切。土壤中铵态氮含量高时，pH升高；土壤中硝态氮含量高时，pH值降低。当每百克土铵态氮含量为58.67毫克，硝态氮为0.30毫克

时，pH值是8.2；当每百克土铵态氮含量为22.62毫克，硝态氮为20.13毫克时，pH是7.2；当铵态氮为14.65毫克，硝态氮20.16毫克时，pH为5.6。

由于施肥深度不同，土壤中速效氮变化的形态不同，pH值也就随之变化。深施15厘米的，pH值的变化幅度大（8.2—5.6）；浅施6厘米的，pH值的变化幅度小（8.2—6.1）；浅施2厘米的，pH值的变化幅度更小（8.3—7.0）。