

# 南方水稻土的合理施肥和理论依据

鲁如坤

(中国科学院南京土壤研究所)

## 一、合理施肥的目的和任务

### (一)合理施肥的第一个目的是提高肥效

提高肥效就是用同样多的肥料增产更多的粮食。通常表示肥料肥效的高低，有两种方法：一是用每斤肥料(或每斤有效成份)所能增产的粮食(或其他产品)的斤数表示，以及用相对增产%表示。这种方法比较简便，一般不需要进行化验分析，但缺点是难于直接判断某一施肥方法是否已经充分发挥了肥料的最大增产作用。所以有时要用第二种方法，即肥料利用率。所谓肥料利用率是指当季作物从肥料中吸收的养分占所施肥料中该养分总量的%。这种方法的优点在于可以直接判断这种肥料用这种施肥方法可以发挥这种肥料最高肥效(100%)的百分之几；但缺点是需要对产品和肥料的养分含量进行分析。这对还没有相应化验设备的单位难于应用。以上两种肥效高低的表示方法，都可以帮助我们在试验不同施肥方法时，比较它们的优劣。

目前我国南方水稻土地区，化肥的利用率，根据各地的试验资料看，一般在以下的范围：氮肥的利用率在30—60%；磷肥的利用率在10—25%；钾肥的利用率在40—70%。

从以上数字可以知道我们在合理施肥，提高肥料利用率方面有着很大的潜力。比如磷肥的利用率只有10—25%，也就是说我们每施100斤磷肥，能被当季作物利用的只有10—25斤，其余75—90斤肥料在当季并没有起到增产作用。以氮肥来说，当季能利用的也不过30—60%，如果我们能注意合理施肥，把氮磷肥的利用率在现有基础上提高10%，从全国来说，在氮肥方面那就相当于增加了150个小氮肥厂生产的肥料；在磷肥方面就相当于增加了我国平均一个省的全年磷肥产量。可见合理施肥在提高肥效方面有着很大的经济意义。

把肥料利用率在现有基础上进一步显著提高有没有可能呢？这不仅是可能的，而且并不太困难。比如研究结果表明，只要注意氮磷配合，就可以把磷肥利用率由13.8%提高到30%。也有试验表明只要注意“集中”的原则并和有机肥配合，就可以把磷肥利用率提高1—2倍。氮肥方面的资料表明只要注意碳铵深施，利用率就可以从28%提高到54%。在合理用肥方面广大贫下中农有丰富的经验，我们只要虚心向贫下中农学习，总结他们的宝贵经验，就可以显著提高肥料利用率。由此可见，合理施肥的第一个任务提高肥效，不

仅是一个十分迫切的任务，而且有着巨大的潜力。与此同时，我们也应根据土壤、作物、肥料的特点，在总结群众经验的基础上，创造更多更好的合理施肥方法。

## （二）合理施肥的第二个目的是要减少肥料养分的损失

肥料中养分损失的可能途径有如下三项，即挥发、淋失和固定。

1. **挥发** 这有两种情况，一是肥料本身是挥发性的，如氨水和碳铵，这些肥料在常温下可以自己变成气体跑掉。另一种是肥料本身并不挥发，但由于施用方法不合理，在土壤中容易变成挥发性的气体损失掉，这对于一切氮肥都可能存在这个问题。对于磷肥和钾肥一般不存在养分挥发损失的问题。

2. **淋失** 是指养分随土壤中的下渗水流淋洗掉。养分的淋失主要是氮肥和钾肥，除去极端情况下，磷肥一般不存在淋失的问题。氮钾养分的淋失，对于南方水田来说，主要和养分的形态，土壤的砂粘和结构有关，还和土壤中的一些矿物类型有关。

3. **固定** 所谓养分固定是指养分由有效状态转化成迟效(或无效)状态的过程。由于养分的固定，尽管土壤中养分的绝对数量并没有减少，但能供给作物的有效养分数量却减少了，因而降低了肥效。这也是需要在合理施肥中注意防止的。养分固定的问题，对于氮、磷、钾肥都存在，但通常影响肥效最大的是磷肥的固定。

## （三）合理施肥的第三个目的是降低成本，增产增收

降低肥料成本除和“提高肥效”、“减少损失”直接有关以外，还应注意以下几个问题：

1. **必须十分重视积制有机肥料** 有机肥料是我国肥料的主体，有机肥料大多是可以就地取材，废物利用，因而成本低廉。比如养猪积肥。每头猪一年可积纯猪粪尿4000—5000斤，其中所含的氮、磷、钾就分别相当于80斤碳铵、70斤过磷酸钙和60斤硫酸钾。一个生产队30户，每户平均养二头，那每年猪粪尿就有24万斤，相当于氮、磷、钾化肥13000斤。有机肥中不仅有氮、磷、钾，而且还有大量有机物，有机肥料有很多优点是化学肥料所不具备的，这是一项十分重要的价廉物美的肥料来源，必须引起足够的重视。

2. **要注意肥料的分配** 在一个生产队的范围内，如能注意肥料的分配，因田块施肥，就可以使同样多的肥料得到更大的增产。比如当肥料数量暂时不足的情况下，有机肥料和磷、钾肥要掌握“瘦田先施”的原则，磷钾肥还要掌握“不缺不施”的原则，化学氮肥在双季稻地区，应掌握“瞻前顾后”重点考虑后季稻。这是因为在肥料数量有限的情况下，瘦田先施可以使同样多的肥料增产更多的粮食。“不缺不施”是在确知某一田块缺磷钾后再施磷钾肥，以避免盲目性，节约肥料。这方面可以应用“土壤与植株营养诊断”方法。化学氮肥要瞻前顾后重点考虑后季稻，这是因为在多数情况下有机肥的基础早稻比后季稻好，化学氮肥多考虑后季稻可以起平衡增产的作用。这些都是指在肥料来源暂时受到一定限制的情况下，可以采用的经济用肥的办法。

## 二、与合理施肥有关的一些土壤性质

合理施肥应该同时考虑土壤、作物和肥料的特点，这样才能使施肥建立在合理和科学的基础上。下面仅把与合理施肥有关的几个主要土壤特点说明一下，关于作物和肥料的

某些特点将在谈到施肥时再说，当然，下面没有谈到的另外一些土壤性质，并不是说和施肥无关。

### (一) 土壤的一些共同特点

**1. 土壤是带电的** 土壤中有很多小于0.001毫米的胶体颗粒，还有很多有机的胶体颗粒，它们都是带电的。土壤中的这些胶体成份，有的带负电，有的带正电，有的在不同条件下，有时带正电，有时带负电。但土壤作为一个整体来说，由于带负电的胶体物质占优势，所以可以认为土壤是带负电的。不同的土壤所带的负电多少不同，一般说，南方的水稻土带的负电比北方水稻土少一些。

土壤带负电这个性质和土壤肥力有重大关系。由于我们施入的氮、钾化肥大部分是以带阳电的离子存在的，这样根据正负电相吸引的道理，这些养分离子就可以被土壤吸引而保蓄起来。如果没有这种土壤的保蓄能力，那我们施入的肥料将大量地随水流失，土壤的这种保蓄方式并不降低养分的有效性。土壤的这种保蓄养分的能力是很大的，以南方水稻土来说，如果按硫酸铵来计算，每亩土壤可以保蓄相当于2500—5000斤硫铵的氮素免遭淋失。可见土壤的这种带电性，具有十分重要的意义。

**2. 土壤是“活”的** 所谓土壤是“活”的，是指土壤中充满着具有生命活动的生物。土壤中不仅有各种动物，而且更重要的是含有大量眼睛看不见的微生物。这些微生物的数量很大，每一克肥沃土壤中可以高达3—30亿个。而且它们起着十分重要的多方面的作用。

比如，没有微生物的活动，有机肥料就不能腐烂，有机肥中的养分就不能释放出来，有机肥也就不能发挥肥料的作用。又比如，土壤中有着大量的微生物，能把空气中的氮气转变为氮肥，这种作用称为固氮作用。豆科作物的根瘤菌就是其中一个显著的例子，它们在一亩紫云英田里可以在一季中制造相当于碳铵90—120斤的氮素肥料。据统计，全世界每年由土壤中的各种固氮微生物所固定的氮素在一亿吨左右，而世界上目前工厂生产的氮肥（氮肥工厂也是通过化学固氮作用生产氮肥的）还不到微生物固氮的一半。由此可以想见微生物在土壤肥力方面的巨大作用。微生物固氮的方法比我们今天最先进的氮肥厂所用的方法还要先进得多，它既不要高温，也不要高压，也不要那么复杂的设备，所以现在有人在研究微生物的固氮方法并应用于工业生产，如果一旦搞清楚了，那我们现在的氮肥工业就会大变样，高温高压都不要，就能生产出更多更便宜的氮肥。

**3. 土壤是作物养料的贮藏库和供应站** “万物土中生”，即使在施肥条件下，作物一季所需要的养分，大部分仍然是靠土壤供应的。比如水稻所需的氮素，土壤供给的占60—80%，肥料供给的只占20—40%。所以土壤是作物养料的最重要的来源。

我国南方水稻土中，土壤本身的氮磷钾含量大体的范围是：

氮：0.06—0.14% 这相当于每亩含氮(N) 180—420斤；

磷：0.04—0.1% 这相当于每亩含磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 120—300斤；

钾：1—2% 这相当于每亩含钾(K<sub>2</sub>O) 3000—6000斤。

种水稻，年产1000斤稻谷，大概需要氮20斤左右，磷10斤左右，钾25斤左右。如果土壤中的氮、磷、钾都能供作物利用的话，那么不需施肥，氮够用9—21年，磷够用12—30年，钾够用120—240年。

但是，很遗憾，土壤中的氮、磷、钾绝大部分都是不能为当季作物利用的（称为迟效养

分),为当季作物能利用的(称有效养分)大概只占土壤中养分总量的百分之几到百分之几。尽管如此,土壤中的养分总量毕竟是养分的物质基础,从长远看,它们可以逐渐地转化为作物可以利用的状态,而且人们也可以采取措施来加速这一转化过程。因此我们说土壤为作物养分提供了巨大的物质基础,是养分的贮藏库。其中的有效部分(包括土壤原有的,和以施肥方式加入的)在人为因素的调节下,可以源源不断地把养分供给作物。所以土壤又是养分的供应站。

## (二)南方水稻土的一些不同于其他土壤的特殊性质

自然界不存在天然的水稻土,水稻土是在人类种植水稻以后形成的,是劳动人民改造自然的产物,所以水稻土都是在其他旱地土壤的基础上发育起来的。因此水稻土就必然带有它前身土壤的某些特点。

南方水稻土的前身,大体上有两大类型,一是在红、黄壤基础上生成的,二是在一些河、湖冲积、沉积物上生成的。后一种情况,在不少地区由于河流的冲积物也受红壤黄壤的重大影响,所以在这些地区,即使在冲积物上发育的水稻土,它的性质也或多或少受红、黄壤性质的影响。

我们知道红、黄壤是在热带和亚热带条件下生成的,在这种条件下红壤黄壤的基本特点就是大量的铁铝积累,而盐基性物质(如钙、镁等)却大量淋失。因此,在红壤基础上生成的水稻土的第一个特点就是含铁铝多,含盐基成份少。南方水稻土的第二个特点是长期淹水。长期淹水虽然是一切水稻土的特征,但对于南方水稻土来说,由于大面积的双季甚至三季水稻连作,其淹水时间一般比较长。淹水可以引起土壤性质的一系列剧烈变化,这些变化和合理施肥密切相关。

**物理性质方面** 由于土壤淹水,土壤中的空气(包括氧气)迅速被排除,一般在灌水后6—10小时,土壤中的氧气基本上接近于零,于是土壤处于缺氧状态。但是在土壤最表面约0.5—1厘米深处,仍含有一定数量的氧气,这是来自水中的氧和一些水生植物光合作用所产生的氧。这就使整个水稻土分为两个基本的层次,在最表层,含氧较多称为氧化层,在这一层以下一直到犁底层含氧极少,土壤处于还原状态,所以称为还原层。

土壤淹水所引起的物理性质变化,还有土壤透水性变小,土壤对于机械的阻力变小,耕作较容易;土壤颜色变暗,对热的吸收较好等等。

**化学性质方面** 由于土壤分为氧化层和还原层,因此,在氧化层中主要进行氧化作用,还原状态的养分离子不能在氧化层稳定存在,而在还原层中主要进行还原作用,氧化状态的养分离子不稳定。水稻土中进行着氧化还原作用,其实每个走过田边的人,都看到过。比如淹水后土壤中的还原作用,在有新鲜有机物质(如施入的有机肥等)存在时,特别旺盛。当你走过翻耕过紫云英的田里时,你可以看到在水的表面漂浮一层红棕色的油状物,或者在田面无水层时,在脚印的凹处有很多红棕色的铁锈状物质,这就是淹水后土壤中进行强烈氧化还原作用的结果。这些红棕色的物质是土壤中的铁经过一系列氧化还原作用又重新生成的三价铁,因为土壤在淹水后,其中的三价铁先还原为二价铁,当这些可溶性的二价铁溶解在水中和空气接触或者在脚印凹处接触到空气后,重新氧化为三价铁。

**生物性质方面** 土壤在淹水后,主要的变化是那些需要氧气才能生活的微生物(称作好气微生物)大量减少,而那些可以在缺氧条件下生活的微生物(称作嫌气微生物)大量繁

殖。由于微生物类型的变化,使土壤中有机肥料的分解主要是嫌气分解,也就是在缺氧条件下的分解。由于有机肥在嫌气条件下不能彻底分解,所以常常产生一些分解的中间产物,如有机酸之类。当这些有机酸大量积累时,会对作物产生毒害,翻压绿肥过多时,稻苗迟发、黑根等现象常常是由于这些中间产物的不良作用所致。但由于有机物的嫌气分解较慢,也有利于有机质积累,这就是为什么在同类型的土壤中,水田有机质高于旱地的原因。

### 三、化肥的合理施肥原则

上面我们简单谈了合理施肥应该考虑的土壤性质,下面谈谈不同化肥的施用原则:

#### (一) 氮 肥

我们所用的氮肥,基本上有两大类型,一类称为铵态氮肥(简写为 $\text{NH}_4^{\text{-N}}$ ),包括碳铵、硫铵以及尿素、氨水等等。另一类叫硝态氮肥(简写为 $\text{NO}_3^{\text{-N}}$ ),包括硝铵、硝酸钙等等。让我们首先看看 $\text{NH}_4^{\text{-N}}$ 施到土壤中的变化,根据这些变化我们就可以知道合理施肥应该掌握那些原则了。

一切 $\text{NH}_4^{\text{-N}}$ 肥都含有或者经过转化后含有 $\text{NH}_4^+$ (铵离子)。这种离子是带正电的,土壤是带负电的,所以一切 $\text{NH}_4^{\text{-N}}$ 肥在施入土壤后,就可以被土壤的负电所吸引,从而避免或大大减少了淋失的可能性。但是在南方水稻土的情况下,略有不同,由于土壤中铁含量高,在淹水后又形成大量的二价铁离子,这些离子也是带正电的,在这种情况下,多少也影响土壤对 $\text{NH}_4^+$ 的吸收。因此,在渗漏大的水稻土中,仍然要注意防止 $\text{NH}_4^+$ 的淋失。

$\text{NH}_4^+$ 是一种还原状态的离子,从前面谈到的土壤特点,我们可以知道这种 $\text{NH}_4^+$ 只有在水稻土的还原层才是稳定的。如果我们把 $\text{NH}_4^{\text{-N}}$ 肥撒施在土壤表面,也就是施在水稻土的氧化层,这种还原态的 $\text{NH}_4^+$ 就不能稳定存在,它就要进行氧化作用变成 $\text{NO}_3^-$ (硝酸离子),这种作用称作硝化作用。当 $\text{NH}_4^+$ 氧化为 $\text{NO}_3^-$ 后,因为 $\text{NO}_3^-$ 是带负电的,它是不能被土壤吸收的,于是就很容易随下渗水流淋失,结果使肥效降低。没有被淋失的一部分 $\text{NO}_3^-$ ,也要随水下移到还原层,而这种氧化态的 $\text{NO}_3^-$ 在还原层却是不稳定,要被还原:



这种 $\text{NO}_3^-$ 被还原的作用,由于方向和硝化作用相反,所以称作“反硝化作用”。从上式的反应看, $\text{NO}_3^-$ 被还原最后生成氮气,这种氮气不仅不能为作物利用,而因为是气体状态,在水田里也不能存在,于是宝贵的氮肥就跑到空气中去损失了。据测定, $\text{NO}_3^-$ 的淋失和反硝化作用,有时可达到20—50%,这就造成氮肥的大量损失。

至于硝态氮肥在水田里的变化,它们和 $\text{NH}_4^{\text{-N}}$ 肥一旦转化为 $\text{NO}_3^-$ 后的变化是一样的,主要是会淋失和进行反硝化作用。

从以上讲到的内容,在南方水稻土上如何合理施用氮肥就大体有了基本的了解。为了清楚起见,下面把在南方水稻土上合理施用氮肥的几个基本原则分列如下:

1. 在氮肥品种选择方面 显然,在水稻土上最好不用硝态氮肥。生产实践也证明,硝态氮肥在水田上效果远远低于铵态氮肥。拿硝铵来说,它在水田上的肥效只有硫铵的50—70%。而在旱地上,硝态氮肥却不比硫铵差,有时还要好一些。这说明水田里 $\text{NO}_3^-$ —N

肥差并不是肥料本身的有效性不同，而是由于易于淋失和反硝化作用所造成的。如果只有硝态氮肥的情况下，要掌握不作基肥，应作追肥，而且要“少吃多餐”，即每次追肥用量要小些，但追肥次数要多些。

至于其他铵态氮肥品种，从理论上说，都是适用于水稻的，据一些试验资料表明，不同氮肥品种的相对肥效（以硫酸铵作标准，为100%）如下：硫酸铵100%；氯铵97—100%；尿素92—100%；碳铵60—80%；硝铵57—70%。这里尿素所以有时肥效低些，可能是尿素本身是中性分子，不易为土壤吸附（或吸附很弱），所以开初也有淋失的可能性，一旦尿素在土壤中转化为碳酸铵后，就可以被土壤吸附了。因此在施用尿素时要避免在尿素转化前的淋失。碳铵肥效通常较低，主要是因为它本身可以挥发损失，所以只要防止碳铵的挥发损失，其肥效应和其他铵态氮肥相近。

2. 挥发性NH<sub>4</sub>—N肥的施用 除去和其他铵态氮肥有同样应注意的问题外，最主要的是防止在施用过程中的挥发损失（同时也要注意防止在运输过程中的挥发损失）。通常比较有效的办法是：（1）尽量不要表土撒施而要深施（旱作注意盖土）。各地都创造了不少碳铵和氨水的深施器械，可以试用。如无适当器械，可将碳铵先和适量腐熟有机肥拌和，在田中无水层的情况下，用塞施的方法施在根区，效果也很好。在不得已情况下，只能撒施时，施后立即耘田。或者在作面肥时，施后立即用手扶拖拉机碎土。（2）把碳铵制成粒肥或球肥深施入土。目前这些办法已在不少地区推广，效果很好，但要注意施入深度不必过深，以免影响双季稻早发的要求。（3）氨水挑到田间施用时，要加盖。（4）挥发性氮肥表施作追肥时，注意防止烧苗。施碳铵时田中应保持薄水层（一寸左右），施后立即耘田。氨水要兑水100—200倍，使含氮量在0.5%左右，或者在稀释后先用一张叶片浸在稀氨水中几分钟，看看苗不变黄才能施用。施用时要选一天中气温低的时间如早晨（露水干后）或傍晚以及阴天施用，最好不要在有风时施用。

3. 施用铵态氮肥应防止硝化和反硝化作用 铵态氮肥必须施在还原层，这是一个既简单又有效的办法，施后立即耘田就可达到施在还原层的目的。当然采用其他前面讲到的深施法也可以，这里要注意的是，对于非挥发性铵态氮肥只要施入还原层即可，因此在深度上不一定要求和挥发性氮肥一样。

4. 氮素化肥的追肥时期 这要根据作物品种特性，土壤肥瘦，基肥多少以及气候条件来确定。在一般情况下，对于双季稻一般进行一次追肥。为了达到早发的要求，要求追肥要早（插秧后7—10天内），但也要根据具体情况。下面简单介绍一下水稻氮素营养的某些特点，以便于根据具体情况，灵活掌握。

水稻一生中有两个氮素容易不足的危险期，有两个氮素容易过多的危险期，因此，在氮素追肥上应保证缺氮危险期不缺，过多危险期不多。两个缺氮的危险期是：（1）有效分蘖期，这时水稻需要丰富的氮素满足分蘖的要求。如果氮素不足，影响一亩地中有效的穗数。（2）从幼穗分化到孕穗初期，这一段时间如果氮素不足，则可减少每穗实粒数。上述两种情况，都会造成减产。两个氮素过多的危险期是：（1）分蘖盛期，如氮素过多，易早衰，倒伏，病虫严重。（2）出穗期前后，此时水稻一般不再吸收更多的氮素，如氮过多，反而容易造成病虫为害。因此，水稻氮素追肥的基本原则是：（1）有效分蘖期要保证丰富的氮素供应，要“轰”得起来。（2）分蘖盛期要“控”，要“稳”得住。（3）穗形成期要看苗施肥，保证穗大粒多。（4）粒肥要早施，中后期一般不施。

## (二) 磷 肥

1. 南方水稻土中磷的形态和转化 在前面谈到红壤的特点时提到红壤一是铁铝含量高，二是盐基(钙镁等)成份少。根据这一特点我们就可以知道在南方水稻土中磷酸钙是很少的，而磷酸铁铝将会很多。事实也大体如此，不过有两点不同：一是磷酸铝从化学上说，在南方的条件下不如磷酸铁稳定，生成的磷酸铝将向磷酸铁转化，所以南方水稻土中磷酸铝含量也不多；另一点是由于南方水稻土中含有大量游离的氧化铁，于是相当一部分磷酸铁被这种氧化铁的胶膜所包裹，这种形态的磷称为“闭蓄态磷”。

南方水稻土中不同形态的磷的含量大致如下：

磷酸铁盐约占无机磷总量的15—26%

磷酸铝盐约占0.3—5.7%

磷酸钙盐约占1.5—16%

闭蓄态磷约占52—83%

据研究，水稻从土壤取得的磷，主要是靠磷酸铁供应的。

前面提到南方水稻的基本特点之一是长期淹水，淹水所造成的化学特点之一是还原作用强烈。由此我们可以想到，磷酸铁在淹水之后必然受到这种强烈的还原作用的影响，使磷酸高铁变为磷酸亚铁，这一作用，对土壤磷素的供应水平有很好的作用，因为这一转化可使土壤磷的有效性提高。不仅如此，在淹水后，水解作用，土壤中二氧化碳的增加等都可使土壤淹水后磷的有效性提高，在一定情况下甚至可使闭蓄态磷的铁膜消失转化成有效状态。因此淹水可使土壤中的磷有效性增加。反过来，在水稻收获时田面落干后，却可以使土壤磷的有效性重新降低。

水稻土中的磷都是和铁、铝、钙等结合的，它们的绝大部分都是以固体状态存在，所以，磷(和氮钾不同)在土壤中运动很弱。因此掌握磷肥合理施用的基本依据是：(1) 磷的有效性在淹水和落干时不同；(2) 磷在土壤中的运动很弱。

### 2. 磷肥合理施用原则

(1) 在水旱轮作条件下掌握“旱重水轻”的原则：所谓“旱重水轻”就是在一个轮作周期中，磷肥要重点用在旱作。原因有下列三点 ① 在水旱轮作中，施在旱作上的磷肥，对下季水稻后效大。在旱作收获后仍然残留在土壤里的75—90%的磷肥，在种水稻淹水的影响下有效性提高，对水稻仍有较好的肥效(称为后效)。② 施在水稻上的磷由于下一季种旱作田要落干，所以残留在土壤中的磷对后作(旱作)后效一般较小。③ 由于土壤的淹水情况和旱作、水稻不同的生理特点，水稻和旱作对磷的需要是不同的，在同一块田中不同作物对磷肥效果的大小，一般有如下次序：

冬季绿肥作物(包括豆科以及油菜、肥田萝卜等) > 一般旱地豆科作物 > 大麦、小麦 > 早稻 > 晚稻。

因此，在南方绿肥双季稻轮作的情况下，应该对绿肥施足磷肥，早稻可减少用量，晚稻看情况适当补充就行了。这当然是对一般情况说的，如果是新垦红壤，磷素极其缺乏，对晚稻也应重视磷肥的施用。

(2) 磷肥要集中施用：由于磷在土壤中很难移动，而作物要能够吸收到所施磷肥必须使根系和肥料接触。因此，磷肥要尽量施在根系密集的地方。同时在集中施用的情况

下，局部土壤得到的肥料比撒施时高得多，这不仅有利于保持较高的水溶性磷的浓度，而且也有利于克服磷的固定作用。通常采用的磷的集中施用方法，如蘸秧根、塞秧蔸以及早作的拌种、条施、穴施都是既简便又有效的办法。

(3) 磷肥要和有机肥料配合：南方的红壤以及水稻土，由于铁铝含量高，所以固定磷的能力很强，把磷肥和腐熟良好的有机肥混合后再施到田里，由于在磷肥的颗粒周围包裹了一层有机肥料，这一层有机肥料可以有效地减少土壤对磷肥的固定，从而提高磷肥的肥效。一般可以一斤磷肥和3—5斤腐熟良好的有机肥拌和施用。

(4) 要注意氮磷配合：在同时缺乏氮磷的土壤上(南方水稻土大部分如此)，要注意氮磷配合施用。因为在缺氮的情况下，磷肥由于受到氮素不足的限制，肥效是不能充分发挥的，甚至即使在缺磷时，磷肥也可能效果不大。另一方面，氮磷配合也有利于氮肥肥效的发挥。当氮磷配合时，增产效果要大于氮肥、磷肥单独施用的效果的总和。磷肥可以和化学氮肥配合，也可以和绿肥、人粪尿等有机氮肥配合，都能收到良好效果。

(5) 磷肥要作基肥施用：强调磷肥用作基肥，有以下几点原因：①水稻生长早期的分蘖和根系的发育都需要丰富的磷素。早期磷素的良好供应对后期生长有良好的作用，而早期磷素不足，虽后期追补，有时也不一定能完全消除所造成的不良影响。②作物在生长后期，由于根系不断发展，主要靠土壤磷的供应，加上水稻淹水后，土壤本身磷的有效性不断提高。所以前期磷素的供应更重要一些。③在生长后期追施磷肥，由于此时根系已经向下伸展，追施的磷肥比较难于运动到根系密集的深度。④根系早期一般利用磷的能力弱，对土壤磷利用较困难。因此，磷肥作基肥效果一般都比作追肥好，在不得已的情况下作追肥施用时，也要尽可能采取措施使磷肥和根系接触。

### (三) 钾 肥

近年来，我国钾肥工作有了很大的发展，各地都陆续开展了少工作。但和氮、磷比起来，目前资料还有待进一步积累。

1. 不同品种钾肥的肥效 我国常用的钾肥品种有氯化钾、硫酸钾、窑灰钾肥、钾钙肥等等。在等钾量的基础上，不同钾肥大体上有相近的肥效。但由于副成份以及伴随离子的不同，在不同情况下肥效略有差异。如在缺硅(Si)的南方水稻土，窑灰钾肥比化学钾肥稍好些。在还原性强的深脚水稻土中，硫酸钾比氯化钾差些。在配合有机绿肥的情况下，钾钙肥兼有钾肥和石灰的双重作用。对某些作物，如烟草、茶叶不宜施用氯化钾。在盐土上也最好不用氯化钾。

2. 钾肥的施用时期 从多数试验结果看，钾肥作基肥一般较好。但是，对于漏水较大的水稻土，也可以分两次施用，一半作基肥，一半作追肥，但追肥仍以早施为好。对于水稻来说，钾素追肥最好不要迟于抽穗前25—30天，因为幼穗形成期缺钾，对产量影响较大。在高产田施用较多氮肥时，一半钾肥最好在分蘖盛期施用。

3. 钾肥的用量 在考虑钾肥用量时，要把有机肥中钾的因素考虑进去，因为有机肥中，特别是秸秆物质，含钾较高而所含钾的肥效大体接近化学钾。根据一些试验资料看，如以  $K_2O$  作标准，一般每亩用量在5—10斤为宜，这大约相当于10—20斤化学钾肥。

4. 注意和氮、磷配合 从我国南方水稻土来说，首先是氮普遍较缺，其次是磷，再次是钾。尽管少数地区不完全如此。所以只有在氮磷基础上，钾肥才能更好地发挥其增产

效果。例如，在同一块田上，在低产的条件下，钾可能增产效果不大，但当其他条件（包括肥料条件）跟上时，愈高产，钾的需要性愈大。这也说明在氮磷基础上施钾的重要性。

5. 施用方法 在旱作上一般认为钾肥集中施用好，对于水稻，撒施和集中施用都可以。由于在同一块田上，晚稻效果往往比早稻更大，故应重点用在晚稻上。

我国是以有机肥为主的施肥制度，因此，必须重视有机肥的合理施用以及有机无机肥的配合，这里只谈到化肥的合理施用。至于化学肥料氮、磷、钾相互配合、相互促进的问题，在这里尚未谈到，这是要请读者注意的。

## 改革小麦盖粪的旧习惯 建立新的施肥体系

陕西省农林学校农学专业组

在全党动员，大办农业，为普及大寨县而奋斗的大好形势下，肥料工作也必须适应加速发展社会主义大农业和大幅度、持续增产的要求。实践证明，小麦等作物获得高产的重要前提是饱施底肥和深翻，但在陕西关中西部地区有机肥料的施用至今仍以浮粪（盖粪、冬苦、腊肥或追肥）为主。关于盖粪的必要性历来就有不同的认识。考虑到小麦约占总耕地面积的一半以上，常年积肥、施肥所用的劳力也占总劳力的一半以上，因此，明确盖粪的利弊和它在整个施肥体系中的位置和作用，实现合理施肥，不仅对当季小麦增产，而且对稳产、高产基本农田的建设也有重大作用。

据了解，改浮粪为底粪的主要困难在于：（1）有的认为，为了保暖防冻，必须盖粪。（2）粪肥不足。（3）秋收夏种时间紧，有粪也上不进去。其中实现改浮粪为底粪的关键在于盖粪的保暖防冻作用究竟如何，如果不是非盖不可，另外两个困难才有必要创造条件加以解决。为此根据1961—1965年的试验观测结果，结合近年的生产实践，提出一些粗浅看法供参考。

### 一、关于小麦盖粪作用的分析

1. 盖粪的保暖防冻作用问题 有的试验报告指出，施“蒙头粪”约可提高地温0.6—3.0°C。但据本试验连续五年、累计25天、共约两千次的实测结果，并未得到证实。试验一致表明，5及15厘米深处的地温，盖粪与不盖并无明显差别。按照大田施肥水平，每亩盖施土粪以四方计，理论上的平均厚度约为六毫米。因此想用很薄的一层土粪来保住地温是有困难的。

通常认为马粪是热性肥料，适于覆盖用。但据测定，盖施腐熟马粪后，在多数情况下，即或中午时的地面温度较不盖处理的略高0.3—1.5°C，但因有机质层不与下面土壤密接，热量不易传导至下层，以至5及15厘米深处的温度反而略低于不盖处理（0.2—0.7°C）。清晨，由于覆盖的保温作用，热量不易散发，因而5及15厘米处地温略高0.1—0.6°C，但日平均温度仍基本相同。因此，用有机肥覆盖耕地，只是减少地温的日较差，而