

农作物营养诊断

译文集

科学技术文献出版社

农作物营养诊断译文集

(限国内发行)

编辑者: 中国科学技术情报研究所

出版者: 科学技术文献出版社

印刷者: 中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{16}$ 6印张 150千字

统一书号, 16176.6 定价, 0.40元

1976年10月出版

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

以农业为基础、工业为主导

农业学大寨

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业、干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

前 言

遵照伟大领袖和导师毛主席关于“独立自主，自力更生”和“洋为中用”的教导，为配合当前全国**农业学大寨**，全党动手大办农业为普及大寨县而奋斗的需要，本刊编辑部编译了这本《农作物营养诊断译文集》仅供参考。主要内容包括：关于农作物营养诊断问题，氮的特殊作用，不同作物的施肥要求，玉米、水稻、小麦、棉花、甜菜、油菜、蔬菜等的营养诊断，农作物主要营养元素与氮肥分类，土壤试验方法与仪器，以及国外关于微量元素肥料、微生物肥料和气肥的研究情况等。

科学施肥是实行科学种田，贯彻落实农业“八字宪法”极为重要的一环。查明作物生长过程中需要养分的关键时期、数量及其相互关系，找出高产施肥的指标，及时调整作物急需的营养元素，从而进行经济合理的施肥，保证作物实现稳产高产。因此，必须对作物与土壤进行科学诊断。

农作物营养诊断是当前世界上许多国家农业科学研究和实践的重点项目。它同农业标准化有着密不可分的关系。特别是关于作物高产施肥指标的综合评定，土壤试验方法和仪器标准，作物组织汁液化学诊断的比色标准，以及肥料分类等问题，本身就是标准化工作内容。作物营养诊断与农业标准化相辅相成。这两项工作开展得好，不但能达到相互促进的效果，而且对**农业学大寨**，普及大寨县，实行科学种田，贯彻落实农业“八字宪法”都会作出重要贡献。

本译文集在编译过程中，蒙中国农林科学院科技情报研究所提供有关稿件，给予了大力支持和帮助，特此表示感谢。由于编译仓促，本译文集存在很大局限性，有待今后工作中弥补。错漏之处，请予批评指正。

《 标准化译丛 》编辑部

目 录

关于作物营养诊断问题.....	(1)
应用土壤营养诊断进行施肥.....	(6)
玉米需肥的诊断.....	(9)
氮的特殊作用.....	(11)
不同作物的施肥要求.....	(19)
水稻深层追肥的原理与诊断.....	(21)
水稻的硫营养.....	(36)
冬小麦的矿质营养诊断.....	(39)
灌溉春小麦的营养诊断.....	(45)
小麦对氮的需要量.....	(49)
甜菜与氮素.....	(50)
棉花灌溉时期的诊断指标.....	(35)
提高棉花产量的途径.....	(35)
土壤试验方法与仪器.....	(52)
农作物的16种主要营养元素.....	(59)
氮肥分类.....	(61)
作物对土壤缺钙的敏感性.....	(63)
氮肥增效剂(提高氮肥利用率的有效手段).....	(68)
施肥过多对作物的影响.....	(69)
冬油菜的施肥.....	(70)
土壤环境和施肥不当对蔬菜的影响.....	(71)
关于黄瓜施用液体肥料的问题.....	(77)
二氧化碳在蔬菜栽培中的施用方法和效果.....	(79)
国外微量元素肥料、微生物肥料和气肥研究简况.....	(82)
有机肥料中的氮、磷、钾含量.....	(62)
酸性土壤对作物的危害.....	(8)
氮肥对牧草的影响.....	(67)
合理施肥与增产的关系.....	(86)
名词浅释: 作物营养与养料.....	(60)
附录	
作物营养诊断.....	(89)
液氮的物理性能.....	(91)
单位换算.....	(5)

关于作物营养诊断问题

在土壤中已有多少营养元素？

在土壤中已有多少特定的作物营养元素，有可能对来年的作物有利？在推荐正确数量的肥料之前，必须进行测定。这将取决于土壤类型、气候条件、不同的作物与耕种实践。

下述几种方法有助于测定土壤供给的残余营养。但是，没有任何一种方法可以单独地得出完整的概念。关于施肥率的判断，将根据对几种情况的研究。

结合土壤试验和以往对特定土壤的了解，施于土壤中的石灰、磷与钾，通常是易于测定的，而土壤中氮含量的测定则较困难。

有助于测定土壤供氮的因素是：（1）对特定土壤的了解；（2）不同播种与栽培实践；（3）不同的缺陷症兆；（4）土壤试验；（5）作物组织试验；（6）在不同作物田间的比较试验带。

从这些方面收集尽可能多的资料，将有助于确定在土壤中已有多少氮素会对来年作物有利。这种资料为确定必须加多少氮素提供了一个基准。

施给玉米的氮素对燕麦的残余效果

施给玉米的氮素 磅(0.9072市斤)/英亩(6.07029市亩)	燕 麦 蒲式耳/英亩
0	28.9
100	35.6
200	46.9
300	58.1
每英亩燕麦也接受200磅3—12—12（含氮3%，磷12%，钾12%的肥料）	
根据美国密苏里试验站研究报告	

土壤条件，不同的播种与栽培实践

土壤条件

组织较轻的土壤（砂多粘土少）被认为含氮很少。同样，缺残留氮素将出现在有机质较低的土壤。大面积积水的土壤，会被认为缺氮，因其脱氮作用消失。过度的碱性土壤也是如此。水量过多，排水良好的土壤，由于冲溶的结果，土壤中氮素也比较少。

在一定的条件下，土壤中会含有可估计的残留氮量，但往往以对作物无用的形式存在。当未分解的有机质含量高，土壤太酸，太凉或有其他因素时，氮化过程减退，便会发生这种情况。

不同的播种与栽培实践

头年栽过豆科植物的地方，土壤中残留较多的氮素。来自豆科植物的氮素，大部份将保留在豆株犁倒的地方，而不是收割作饲料，或豆科植物被吃掉的地方。

土壤里常常出现上年贮存的大量氮素。产生这种情况，是因为作物的施肥率太高；或者是因为干旱限制了作物生长，因而氮素贮存。这种贮存作用在使用液氮（Anhydrous Ammonia）时特别显著。例如，施肥量大的作物所贮存的氮素，常常适合于在下一年使小量谷物丰产。

某些操作也会降低残留氮素。其中包括，栽培过密；上年缺乏适当施肥；酸性土壤缺乏中和；碱性土壤缺乏溢灌；以及土壤盐碱浓度高等。

缺陷症状

当作物缺乏某些营养元素时，便显示一定的症状。例如氮，对于大多数作物，这些症状包括：衰弱、生长细长，开花结果不足，以及淡绿色叶变黄。某些作物变黄（萎黄病）均匀地扩散全部叶面。其他作物沿着中主脉从叶尖向下扩展。因为继续断氮，叶变褐色终于死亡。作物上最老的叶（最接近地面）最先反映出来。

作物症状

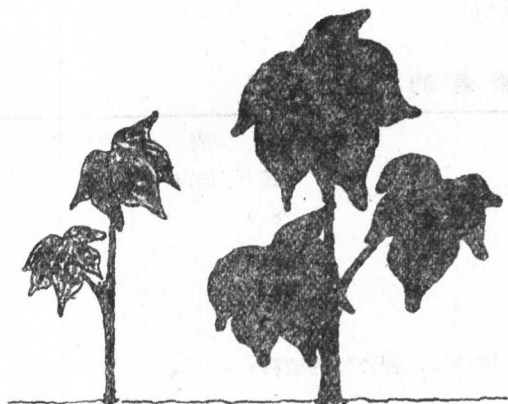


图1 缺氮

氮素适当

缺磷、钾和其他营养，每一种在作物上产生某些反常现象（图形）。应研究这些现象，以便于识别。描述不同作物的不同缺陷症状的书和图册是容易买到的。

缺陷症状并不是出现症状的作物所需肥料的一种可靠的指南。因为大多数病害在这时已经发生了。不应允许病害发展。一旦出现，这是一种肯定的迹象，表明土壤需要施以为来作物正常生长所需营养的肥料。在某些情况下，迅速施肥可克服目前作物的部份缺陷病害。

营养缺乏，常常不是大到足以造成可见的症状，但也会降低一些产量和质量。这是通常

叫的“潜伏性饥饿”，必须用其他方法明显地检测出来。

土壤试验

土壤试验包括采用田间的代表性混合试样的化学分析。如果采样准确，并结合有关土壤的其他资料，土壤试验是所需肥料与施肥比例的重要指南。

土壤试验的几种资料，对于农民和肥料商都是有用的。美国许多州的农业学院提供一种收适当报酬的标准分析服务。在没有州服务或更方便服务的大多数地区，有进行土壤分析的商业性实验室。

有几个公司出售田间土壤快速分析箱，方便且易于使用，在细节上只需稍加注意，如果

在这些箱中的化学药品是新配制的，方法是现成的，将不费力地提出在高中低范围内的有效营养量。但不能得出如州商业性实验室那样精确的分析数据。

土壤试验测定石灰、磷、钾含量，其准确度高。因此，许多农民和液氮推销商认为，土壤试验是在测定必须对氮起作用，并当作液氮施用的这些营养的量方面的一种主要辅助手段。

另一方面，土壤中的有效氮素用土壤试验方法测定是很困难的。土壤中的大部分残留氮素，作为有机物质的一部分同无用的形态结合在一起。许多变化的因素，诸如土壤水分与强度，在生长季节能影响氮素在何时有多少成为对作物有用的。土壤试验不可能预报这些因素出现的可能性与影响。

美国若干州把有效氮素试验作为他们土壤分析的一部份。一些实验室试图测定在假定的普通条件下将变为有效的氮量。这方面，可以通过样品中有机物质质量的测定，和在季节中分

解释放出多少氮的评定来达到。其他的试验，系用在田间可能发生的那种模拟条件来处理土壤，然后测定有效氮素。已经做过氮素试验的这些州，他们已为施肥提供了好的建议。这些建议也是建立在对影响氮素有效性因素的了解的基础上的。另一方面，这些州不认为根据其氮素数据也可以提供好的肥料建议。

美国农用氮协会建议将石灰、磷、钾的土壤试验作为测定这些元素需要量方面的一种主要辅助手段。该协会建议把容易进行氮素试验的那些地方作为土壤必需元素的一种有价值的补充资料的来源。郡代理商可以在本地区提供关于试验方法方面的意见。

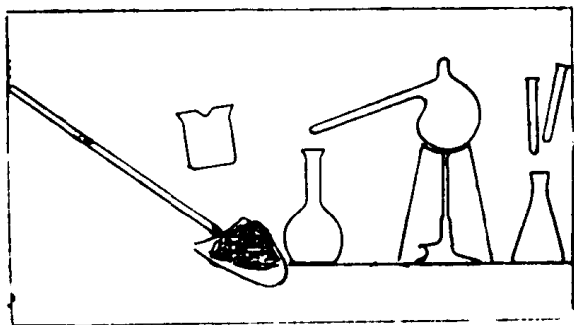


图2 土壤试验仪器

如何取土壤分析试样？

土壤试样通常是由农民从田间采集，送到农业推广服务中心、商业实验室或液氮推销商（如果为其顾主提供这种服务的话）。

提供适当的分析结果，必须按以下建议的规定以准确的方法采样。这些方法系采用国家作物营养协会（NPKI）的标准。

及早取样。试样应事先充分采集，供分析、交货、施肥时使用。但是，不应在土壤淹水时采样。

取得资料表和土壤试样容器。资料表给出说明书，并为拟定一项好建议提供所需的进一步资料。土壤试样容器是设计来供送到试验室装试样的纸板盒或袋。试样容器可以郡代理商、商业性实验室或液氮推销商处买到。即使没有，一品脱（0.56升）大小的冰淇淋纸盒或制冰机纸盒也可用。

进入田间分别农作取样。作物生长明显不同的地区，土壤的状态，诸如色泽与组织，或过去管理上的不同（加石灰中和、施厩肥、施化肥、耕作等）应分别取样。在大多数地区，一个完全的综合试样应从类似的每5至10英亩田地上取得。但是，如果40英亩以上土壤是均匀的，则可取一个综合性代表试样。

从每一地区取综合试样。割去一层地表，从每5至10英亩以上田间的5至20个点上，从

地表到大约 6 吋深或一犁的深度取土壤试样。如果某些作物与土壤可以要求取较深的试样，试验室可以要求从 3 呎以下两个不同的深度取样。

勿在异常地区取样。取样时，要避开这些地区：死犁沟、闭垄、梯田沟槽、防风林带、防雪栅栏、旧栅栏路线、沼泽地、靠近石灰岩公路地区、造林地区、牲畜生活区、靠近坡地与底部间的边界，以及上季施底肥的地方。否则，会取得异常的土壤。

取同样大小的样品。使每一个综合试样近似于同样的长度与直径。

可使用螺旋土钻、铲、泥刀或土壤管等适当的采样工具，以取得满意的试样。

从岱片中心切取土壤条带。如果用铲，首先掘一犁深的 V 形孔，从孔的一边切取一个 $1/2$ 吋厚的土壤岱片。然后，从铲的每一边剥开一薄薄的土壤条带，放进干净的桶中。

在干净的桶中混合均匀。从同一地区采来的每个试样都同其他试样完全混合。取出大约半品脱试验用土壤。记录剩下的土壤。已种作物的田里，在行距间取样。

填写资料表。尽可能充分地填写，因此土壤试验室可给出一个详细的报告。

试样数量。坚持记录，如果可能，画一张试样从那些田间采集的地图或草图。反复核对在纸板箱上与资料表上试样的数量，看是否标志准确。

作物组织试验

作物组织的化学分析，在测定特定作物必需的氮、磷、钾时，可以是一种有价值的辅助手段。这种试验，也叫做叶片分析，是相当新的方法，试验证明是值得推广的。

在这种试验中，当作物还是新鲜时，把某些组分收集起来加以分析。根据作物不同，选择的组分可以是主茎、茎秆、叶柄，在某些情况下或是叶片。通常，所试验的组织是从作物的成熟部位选择，因为这些部位显示营养缺乏比幼小部位来得快。

不同作物的某些固定试样，采集条件必须符合要求。这些条件包括：采集时间，组织位置与年代，以及采自个别田间的试样与间隔。采样的方法要快而容易。

美国几个州的农业学院现履行组织试验服务。大多数商业性农业实验室进行这种试验。这些机构已推荐关于采用的正确方法。

田间组织试验用快速试验箱是很适合的。事实上，大多数的田间土壤试验箱可用于此目的。田间试验箱虽不如实验室分析的那样精确，但是它们将提供关于作物营养状况的好线索。

应当注意到，组织试验并不提供关于需要多少甚么营养的完整答案，也不指出土壤中无效的营养。但是，它们将指出距采样最近时作物是否已经得到充分的特定营养。

美国西部糖甜菜播种者已采用叶片分析作为氮素施肥指南，获得很大成效。其他大多数作物的试验方法与标准已经有或正在制订。采用作物组织试验，结合土壤试验，以及个别田间条件的知识，在决定正确的肥料规划方面可能是一个极大的辅助。

比较试验带

田间比较试验带是帮助测定在将来需要使用多少氮素的另外一种方法。这些试验带可能由麦行组成，当肥料施于休耕地时，左边无氮。在没有施用氮肥的田间，试验带可由已施氮的一个或多个麦行组成。

这样的试验带，不仅为将来施肥提供一种指南，也为比较产量提供一种好方法。这种试验带让农民测定其所付出的肥料投资究竟如何。在这个意义上，认为试验带对农场管理者和销售者都是有用的。不同应用范围的几种试验带已经拟定，将来施肥的正确数量的进一步指南已经获得。在某些条件下，根据试验带的结果，对当年作物显然足以供正确应用。

试验带应确定在总的土壤条件类似的田间。非正常的地区应当避免。试验带应至少有由施肥机形成的行宽，并且标明将来识别的标志。角落处应立标桩，需加识别符号。

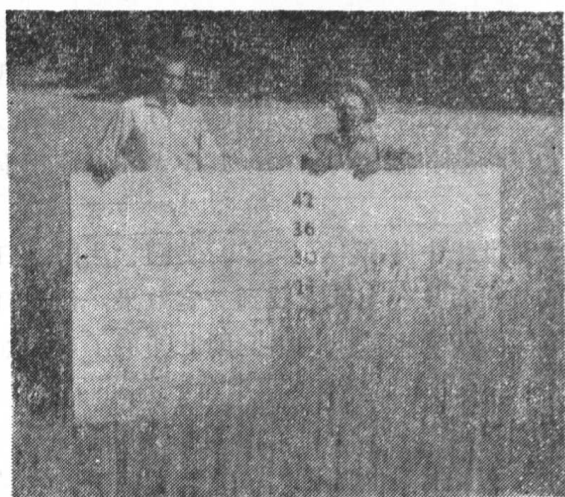


图3 在这个旱地大麦田里，试验带证明施液氮的好处

在土壤类似的地区设置比较试验带

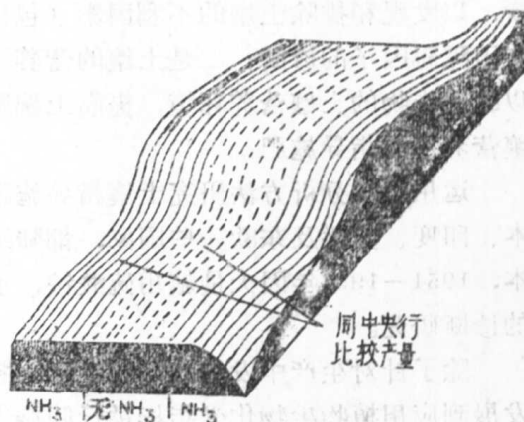


图4 试验带设置在土壤类似的体构田间。试验带应有几行宽。

自然，试验带的产量必须分别收割与测定，以获得充分的比较。在收割时期虽化一点时间和精力，但是获得的资料是值得的。在施肥与未施肥部份，大量的产量差别在田间常常是看不出来的。

很多农民已经发现，从比较试验带每1/100英亩的收获，同田间的其他部份是适于供比较的。这相当于一个131英尺的40英寸行，或一个145英尺的36英寸行。选择供比较的行，应是离几行采取一种不同的处理。

从不同部份收割的作物的实验室分析更深入了一步。于是，揭示诸如蛋白质、水分、糖百分率、纤维长度或凡是有关作物的质量因素。由于使用液氮，在质量上提高所带来的利益，也正如提高产量所带来的利益那样大。正如土壤试验和组织试验一样，化学分析可以由农业学院或私营实验室进行。

美国农用氮协会建议，在农民许可的情况下，无论什么时候施肥时，比较试验带应在左边。比较试验带为有利的农场管理规划获得资料方面的价值大大超过了常规的价值。

单 位 换 算

1 磅 = 0.9072市斤；

1 吋 = 0.0762市尺；

1 英亩 = 6.07029市亩；

1 蒲式耳 = 8 (美) 加仑 = 6.66144 (英) 加仑 = 0.1022立方市尺；

磅/(美)加仑 = 1.2007磅/英加仑 = 0.004329磅/吋² = 119.8公斤/米³或克/升。

应用土壤营养诊断进行施肥

应用化学分析方法研究土壤，又称土壤的化学诊断。可分为两类：一是土壤的障碍诊断，以发现和排除土壤的不利因素（包括化学的和物理的因素在内）为目的，如盐碱地或低产田障碍因子的诊断；二是土壤的营养诊断，主要是通过化学分析研究土壤养分变化规律，以改善作物的土壤营养环境，提高土壤肥力和满足作物营养需要为目的，其中尤其是应用土壤营养诊断指导施肥。

运用化学分析方法研究土壤指导施肥，早在十九世纪中叶就开始了。美国、法国、日本、印度、苏联及东欧一些国家，都陆续进行了某些研究并在生产上收到一定效果。例如日本，1954—1956年因大量施用硫酸铵，水稻“秋落”面积急剧扩大，他们因此开展了秋落地的诊断研究。

除了针对生产中发生的问题进行诊断外，在施肥方面由测定营养元素含量的直接诊断，发展到应用植物生物化学指标进行间接诊断，例如对水稻通过测其天门冬酰胺和淀粉的含量进行营养诊断。近年来，国外土壤诊断技术发展较快。特别是自动化分析仪器的应用，给诊断研究及其应用创造了有利条件。据英国报道，土壤氮素含量的测定应用自动化仪器，每小时可测40个样品。

美国于本世纪二十年代就开始研究土壤和植物的营养诊断技术。三十年代，开始在州试验站上运用。四十年代各州都有“诊断”研究实验室，并进行州际协作，按不同土壤类型和植物种类分别研究。在实际应用上也较广泛，由经济作物发展到饲料作物的营养诊断，由测定一般元素发展到测定微量元素，由土壤和植物速测发展到全量分析，由主要依据形态观察发展到应用彩色照相进行诊断。五十年代诊断方法的改进是，由运用数量概念发展到能量概念。六十年代发明各种自动化分析仪器，已广泛应用在土壤诊断研究上。

在农业生产实践中，土壤营养诊断的重要用途之一是指导施肥。即通过测定不同类型土壤的某些营养元素含量，作为分配不同种类肥料和确定施肥定额的根据。

土壤含有的营养元素种类相当多，测定土壤中全部营养元素是非常繁杂的。实际上，只需测定植物最需要的及在土壤中最感缺乏的几种主要营养元素就可以了。众所周知，研究土壤养分重大课题之一，是研究土壤氮素平衡问题，因而这一研究亦成为土壤营养诊断的重要内容。

农田土壤含有的氮素形态，主要为有机态含氮化合物，占土壤全氮量的98%以上，而无机态氮仅1—2%。无机态氮是由有机态氮经矿质化过程而形成的，它主要有铵态氮和硝态氮两种形态，是土壤中的速效氮，可供植物直接吸收利用。但铵态氮在土壤中不是静止不变的，它除了被植物吸收及通过其他途径损失外，还能进行硝化作用转化成硝态氮。硝态氮虽然可供植物直接吸收利用，但它在土壤中变化过程也非常复杂。例如大家知道，防止土壤氮素损失在农业生产上具有特别重要的意义，而土壤氮素损失以硝态氮损失占的比重最大。硝态氮在土壤中除了易被淋失，还有若干其他损失途径。

据研究，土壤中硝酸盐还原作用（反硝化作用）所造成的氮素损失约占土壤全部氮素损

失的10—80%。在各种土壤微生物中，约有80%的土壤微生物具备硝酸还原能力。这种由微生物参与使硝态氮还原造成损失的主要途径，是硝态氮经反硝化作用形成气态的氮分子而挥发散失（ $\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2 \uparrow$ ）。

硝态氮是有效氮形态之一，同时它在土壤中变化复杂，而农田在一定条件下常有大量硝态氮累积。正因如此，美国在进行土壤营养诊断时，选择测定土壤硝态氮含量作为指导施用氮肥的重要依据。

美国某些洲借助土壤营养诊断进行施肥时，还注意到当地自然条件如土壤气候、施肥情况和作物种类品种的不同，采取的具体方法略有差异。例如，在北达科他州，为农田制定无机氮肥施用定额时，要求事先测定表土以下60厘米土层内硝态氮含量，并要考虑作物播种前农田土壤的含水量、预测作物生育期内天然降水量、作物计划产量以及栽培作物生物学特性诸因素。一般每年都要采土进行土壤硝态氮含量的测定。或者按以下估计，轮作地前作收获后，土壤硝态氮含量为3.7—3.9公斤/公顷；休闲地为10—11公斤/公顷。据称，当按照作物需要的全部氮量计算氮肥施用量时，可以从中扣除60厘米土层内已含有的硝态氮量。即所施用的氮肥含氮量加上土壤硝态氮数量，应等于作物需要的全部氮量。

在南达科他州，为农田确定氮肥施用量时，要求考虑两个因素：土壤有机质含量和60厘米土层内硝态氮含量。如果该土层内硝态氮含量低于44.8公斤/公顷时，对禾谷类作物要求增施氮肥22.4公斤/公顷；如果该土层内硝态氮含量在46—90公斤/公顷范围，而通常氮肥施用量在91—134.4公斤/公顷水平，则要求施肥量减少22.4公斤/公顷；若60厘米土层内硝态氮含量超过134.4公斤/公顷，则无须再施氮肥。

在内布拉斯加州，确定农田施肥定额时，要求计算表土以下183厘米土层内硝态氮含量。因为，这样深的土层仍是植物根系可以达到的，在此层内的硝态氮仍是可供植物吸收。但供测土样系采自60厘米土层。据称，一般60%的硝态氮存在于60厘米土层之内。其余的硝态氮自60厘米以下每加深30.5厘米，大约占10%。在183厘米土层内硝态氮正常含量为113—168公斤/公顷。若高于此指标，施肥量应减少；若低于此指标，施肥量则需增加。据称，每施氮肥9—13.5公斤约相当于183厘米土层内硝态氮含量22.5公斤。（见表1）

在堪萨斯州，每年对0—60厘米土层有效氮（铵态氮和硝态氮）进行测定。若发现土壤

有效氮含量低，则相应地施足氮肥；若土壤有效氮含量中等，相应地氮肥施用量减少三分之一；若有效氮含量较高，则氮肥施用量

**表1 玉米或高粱产量为87.8公担/公顷
情况下土壤硝态氮含量与氮肥施用
量的关系**

（美国内布拉斯加州）

183厘米土层内硝态氮含量 (公斤/公顷)	无机氮肥施用量 (公斤/公顷)
0—56	235.2
57.1—112	212.8
113.1—168	190.4
169.1—224	156.8
225.1—280	123.2
281.1—336	89.6
336以上	56.0

表2 氮肥施用时期对牧草产量的影响

春季积温℃ (每昼夜日 平均温度积 数)	施用氮素100公斤/公顷牧草增产量	
	干草(公担/公顷)	%
185℃	17.5	77
208℃	20.6	91
248℃	22.6	100
301℃	21.3	94
351℃	19.5	86

可减少三分之二；若某田块土壤含氮量过剩，则不要再施肥。

西德有人试验，根据春季积温（每昼夜日平均温度累积数）确定牧草追肥时期。据称，当春季积温达到 248°C 时进行追施氮肥，牧草产量最高。（见表2）实际上，温度变化与土壤中硝态氮变化有直接关系。例如随着春季气温回升，土壤硝化细菌活动逐渐旺盛，土壤中硝态氮含量将逐步提高。因此，根据积温指导施肥与根据土壤营养诊断进行施肥，这两者结合运用，可能效果更好。

酸性土壤对作物的危害

〔美国《作物与土壤》1975年27卷9期23页报道〕酸性土壤会引起许多奇怪症状：小麦像即将枯萎；大麦田像忘记耕耘，多施除草剂仍然杂草丛生；许多作物不能生长。宾夕法尼亚土壤学家埃金认为，这都是由于土壤缺乏石灰造成的。他说，石灰在农业中的重要性就象拖拉机的轮胎一样。

石灰能使肥料充分为植物所利用。据明尼苏达大学研究人员报道说，当把氮施于强酸性土壤（pH等于5）中时，只有35%氮被植物所利用；pH增加到6时，作物能利用89%氮；pH增加到7时，几乎全部被植物利用。磷也是如此。当土壤pH为5时，只有34%磷被植物利用；pH为6时，则达52%；pH为7时，达到100%。土壤pH为5时，作物利用所施钾的24%；pH增到6或7时，几乎全部钾为作物所利用。

土壤和水分含盐量简易测定法

〔美国《作物与土壤》1975年28卷2期22页报道〕土壤和水分中含盐多常常会使作物死亡。一般的土壤调查包括取土样和成本高的实验室分析。农业研究局土壤学家使用了一种四探针技术能迅速测绘出土壤内含盐浓度高、中、低区域。

所需电阻率装置成本较低，轻便易于使用。电阻率装置是一个装有四个不锈钢电极（探针）的地球物理接地电阻仪，四个电极排在一条直线上，间距相等。两个外边的电极是电流电极，两个里边的电极是电位电极。

把电极插入土壤表面1—1.5吋深。电流通过电极之间的土壤，而后电阻测数转换为导电率。所测的盐浓度的深度相当于电极之间的距离。用四探针测定的一块土壤的导电率与饱和抽取测定的导电率之同存在线形关系。

在干旱地区，研究人员已使用四探针技术定位和鉴定含盐地下水位浅的地区，潜在的渗盐地区和致密而渗透慢的亚表土，这些都是必须避免或纠正的问题。

玉米需肥的诊断

如果你发现如彩色图所示关于玉米的令人烦恼迹象，在本年内要采取更多的生产变革已经为时过晚。

尽管如此，每一个玉米种植者应当承认这些迹象，应当在生长季节检查几次自己的田地。当玉米幼小时养分缺乏，常常可追施肥料加以纠正。喷撒肥料，有助于控制玉米螟或其他害虫。在任何情况下，对本年作物生长情况有充分的了解，将有可能对来年作物有一个较好的安排。

缺 氮

在作物生长的早期阶段，氮素缺乏不是那么容易发现。当作物已经过了膝盖高的阶段以后，几种症状才会出现。如果幼小作物在同健康的深绿色作物对比呈现淡黄绿色外观，则表示缺氮。这种情况常常可以追肥加以改变。特别是玉米氮素试验人员也可以帮助判断。

当作物已经达到膝盖高的阶段时，每天每英亩（6.07029市亩）约需3磅（2.7216市斤）氮素（即每天每市亩约需0.446市斤氮素）。这个阶段，一般玉米田中的氮素已耗尽。其症状是下部叶尖发黄，逐渐扩展到叶的中部主脉及作物上部叶片。这时，玉米已经达到过了追肥阶段的高度，但是至少可为来年作物的施肥作出相应的安排。

缺 磷

当作物还很幼小时，常常出现缺磷，症状是叶出现红紫色斑纹。磷素也控制茎的大小和抽穗。微弱细长的茎，或不结子，或子粒很小。卷曲的穗是缺磷的一种症状。

缺 钾

缺钾表现为靠近地面的叶边缘呈红褐色。其他的症状是可以从茎部纵向切片显示出来的茎节暗褐色色变。在穗的大小方面，缺钾不一定会有缺磷或缺氮那么大的后果——尖端不长子粒，且穗小多皮壳。

近年来，在玉米生长地区的一些土壤里，缺乏痕量元素或微量元素，已经成为一个问题。铜元素的严重缺乏，表现在幼小作物上部叶尖干燥，最嫩叶卷曲发干。玉米生长参差不齐，有些植株生长正常，而其他植株则非常矮小，连同雄花也只有12到18吋（9.10—13.66市寸）高。这可能是缺乏锌元素的迹象。

在施肥充足的作物密植田里，空茎与空穗是硼元素缺乏的迹象。如果这种情况出现，大约每英亩（6.07029市亩）应施10磅（9.0920市斤）硼砂（即每市亩约需1.5市斤硼砂）。可以在第一、二次中耕时离玉米至少8吋（约6市寸）处追肥。

酸性土壤将严重地影响作物对养分的吸收，即使施肥充足也会出现缺陷症状。酸性土壤也可能造成根下部色变和溃烂，特别是当支撑根从第三或第四节抛出时，更是如此。自然，

土壤试验是检查土壤酸度（可以撒石灰来纠正）最简单的方法。石灰是土壤中钙的来源，含白云石的石灰石也是镁的来源。

在检查出现令人烦恼的玉米地时，彻底地检查是个好办法。首先，观察地里总的状态，并同正常健康的田地里的状态相比较。然后，各处拔一些植株，并仔细比较叶、茎和根。在生长季节晚期，观察穗生长情况。用所示图例比较发现结果。特别观察由于太靠近作物耕作而造成的削伤根。砍茎观察玉米螟或病害。

在收获时，从采摘机处检查玉米穗。特别是观察不饱满的穗和短而卷曲的穗，以及空茎。这些现象表示玉米严重缺肥。

当缺肥现象出现，特别注意作物的主要养分元素的缺乏，表明土壤中养分已被耗尽。一个善于核算的农民决不容许作物养分储存消耗得如此过度。

即使这些养分严重耗尽的土壤，也可以追施适当的肥料与石灰加以恢复，并将产量提高到有利的水平。

病斑与虫害问题，可以通过喷或撒加以控制。

根据土壤试验，适当施肥并结合其他好的管理措施，将把玉米收益提高到一个新高度。

玉米增产的新途径

照射到玉米田的太阳能只有不到0.5%为玉米植株所利用而转变为玉米籽粒。如果玉米植株利用的太阳能增加到一倍到两倍，产量会大幅度增长。

一株玉米即使生长在水分适当的肥沃土壤中，并且防治了杂草与害虫，在植物内部还有四种生理过程可能限制玉米产量：（1）光合作用——由二氧化碳、水和太阳能产生糖；（2）运输作用——糖由叶子通过整株植物向正在发育的玉米籽粒转移；（3）糖转移到正在发育的玉米籽粒中；（4）在玉米籽粒的淀粉生产中糖的利用。这四种生理过程的任何一种均能控制淀粉的总产量，即玉米产量。例如，一株植物可能光合作用非常有效，但是如果光合作用产生的糖不能有效地运输或转变成淀粉，则有效的光合作用将不能使产量增加。（摘译自美国“作物与土壤”1975年28卷1期13页）

（上接第88页）

放22.7斤二氧化碳，增产30%。

试验表明，植物对施放二氧化碳的利用率取决于日光照射强度，强光下为33%，中强光下为23%，弱光下为7%。而风速、气温和相对湿度影响不大。

各种植物对二氧化碳浓度增加反应是不相同的，玉米和禾本科植物对二氧化碳浓度增加反应很迅速，但浓度太高反而减慢。有些作物在座果时施放二氧化碳可以多结果。而玉米开花期施放二氧化碳可使结籽数量增加。

提高大豆叶子周围二氧化碳浓度，使之达到800—1,200ppm，则可以提高大豆固氮量。在施放二氧化碳一周内所固定的氮，比未施放二氧化碳大豆的整个生长期所固定的氮还要多。因此，也就使大豆的产量约增加一倍，其中约有80%以上的氮来自固氮作用，而20%以下来自土壤中的氮。

氮的特殊作用

注：在此所列大部份作用，将适用于土壤中的铵（ NH_4^{++} ）离子，无论其来源于液氮或某些其他氮肥料。

在任何土壤中会产生许多化学条件，影响作为农作物生长环境的土壤适应性。根据这些化学条件可以测定土壤的物理条件——到底是紧密、坚实或松散、易碎。它们可以改变土壤贮存或释放作物养分。当一种作物遭病害或虫害时，它们可以改变土壤。它们可以通过直接的化学作用，有利或有害于农作物。

当施氮或其他肥料时，以改变现有的化学条件并建立其他的化学条件。因此，氮肥的合理使用，要求对所引起的主要化学作用有一个总的了解。

土壤怎样保持氮和其他作物养分

土壤是一种多孔的，呼吸的物质。通过它，水份和气体连续不断地运动。如果不是因为粘土和有机质的保持能力，很多被溶解的作物养分元素会随同水份和气体的变化，很快地从土壤中流失。

这种保持能力来自粘土和有机粒子广阔表面上的大量电化负电荷。

在土壤中每一个氮分子获得一个正电荷，让它同这些负电荷之一结合。于是，氮成为粘土或有机物质的一个化学成分。

钙、钾、镁，和其他作物养分元素，当溶解于水时，也有正电荷。这些电荷同样可以同粘土和有机物质结合。事实上，钙、镁离子（分解的原子）有两个正电荷，每一个电荷能同两个粒子分别结合，并将它们凝聚在一起。

某些作物营养有负电荷，由于电荷排斥，它们将不同粘土和有机物质的负电荷结合。这些电荷会通过水分从土壤中丧失。但是，在某些土壤条件下，某些电荷，例如磷素，会作为缓溶性或不溶性化合物的组分而保持住。

其他元素或化合物，可以带负电荷或完全无电荷的气体形态存在于土壤中。这些元素会散失到空气中，氮能以如氧化二氮或纯氮气的形态存在。

盐基交换作用

具有正电荷的盐基——氮、钾、镁、钠及其他元素——不是无限期地保持附属于粘土或有机物质。的确，在土壤中的盐基同附属于粘土和有机物质的盐基之间，有一个连续的离子交换作用。这叫做盐基交换作用。因为作物吸收溶解在水中环绕作物根部的营养元素是合乎理想的。

某些盐基将在粘土——有机物质同土壤水分之间往复交换。其他的盐基会被氮这样更活泼的盐基猛力推开。当其在土壤水分中时，盐基“自由漂浮”，在那里它们可以接触到带电负荷的作物根部。它也许被根吸收，如果水分透过土壤活动，它也会被淋失掉。

好的农业土壤具有保持或固定盐基的强大能力。粘土粒子是形成土壤的最不耐久的矿物粒子。由于这个原因，它们有极大的总表面积。比如一叠扑克，当其叠在一起时，外表面积大约25平方英吋，但将25张扑克分开，就有将近 1,000 英吋的表面积。同样，就微观来讲，粘土矿物质具有支承大量负电荷的广阔总表面积的板状结构。在土壤机能中的有机物质很象粘土。

能保持在粘土或有机物质上的任何特定土壤的盐基量，叫做它的“交换能力”。自然，这种能力不同于土壤中粘土与有机物质的量。因此，一种肥沃土壤或粘土将比砂质土壤具有较大的能力。尽管粘土含量相等，有机物质高的土壤将比有机物质低的具有较大的能力。在干旱的美国西部地区，土壤有机物质通常较低，大多数氮被粘土保持住。在其他土壤有机物质高的地区，大部份氮被有机物质保持。

土 壤 组 织	粘土百分率	每英亩粘土 吨数*
肥沃砂土	5%	50吨
砂质沃土	10%	100吨
肥沃土	15%	150吨
淤泥肥沃土	20%	200吨
淤泥粘土肥沃土	30%	300吨
粘土肥沃土	35%	350吨
粘 土	45%	450吨

* 根据矿物质土壤，取 $6\frac{2}{3}$ 吋土层，每英亩重两百万磅。

一定的土壤能保持多少氮？通过研究不同土壤有多少种粘土，我们能得到一个这方面最好的概念。不同组织土壤的粘土大致平均含量是：

从这个表可以看出，甚至肥沃砂土，在耕作层含有大约50吨粘土，有充分的粘土吸收并保持每英亩 200 磅或更多的液氮施肥量。假设在施肥时，土壤水分适于作物生长。自然，这不包括能有等于或大于粘土能力的有机物质。

其他因素也将影响土壤的交换能力。土壤的酸度或碱度，所含盐基的数量和类型，某些其他化学成分以及土壤中粘土的类型，都直接影响土壤的能力。例如，三种具有不同交换能力的普通类型粘土在土壤中已稍有发现。这些是：胶岭石具有最高的能力，伊利石具有中等能力，以及高岭石具有最低的能力。然而，大多数好的农业土壤具有适当的交换能力，以牢固地保持用于任何正常作物施肥中的氮。在某些地区用于特产作物的几乎纯砂质土壤，则属例外。

质量作用加强了液氮的能力

直接施液氮的一个好处，在公认的质量作用化学定律中是很明显的。该定律在效果方面说，假如其他因素相等，一种化学作用，最大的质量将胜过其他质量较小的。与此相一致，直接施液氮的盐基交换性能，大于作为肥料盐类的一个组分所施氮的性能。液氮是施于土壤夹层中的纯氮。

另一方面，肥料盐类包含氮，也必须包含在盐基交换过程中稀释它们的作用的其他组分。此外，当溶解在土壤水分中时，其他组分是酸性负电荷，而且倾向于中和肥料中氮的作用。最后，肥料盐类通常是撒在整个土壤表面，以进一步扩展它们的活性。

液氮影响土壤反应

液氮是最活泼的碱性氮素肥料。在施液氮的地方，土壤的碱性明显地提高。在液氮离开施肥管并向氮区域扩散的地方，碱性是最高的。它起因于暂时阻止溶解在土壤水分中氮的直接碱性，和氮脱离土壤粒子的盐基元素。