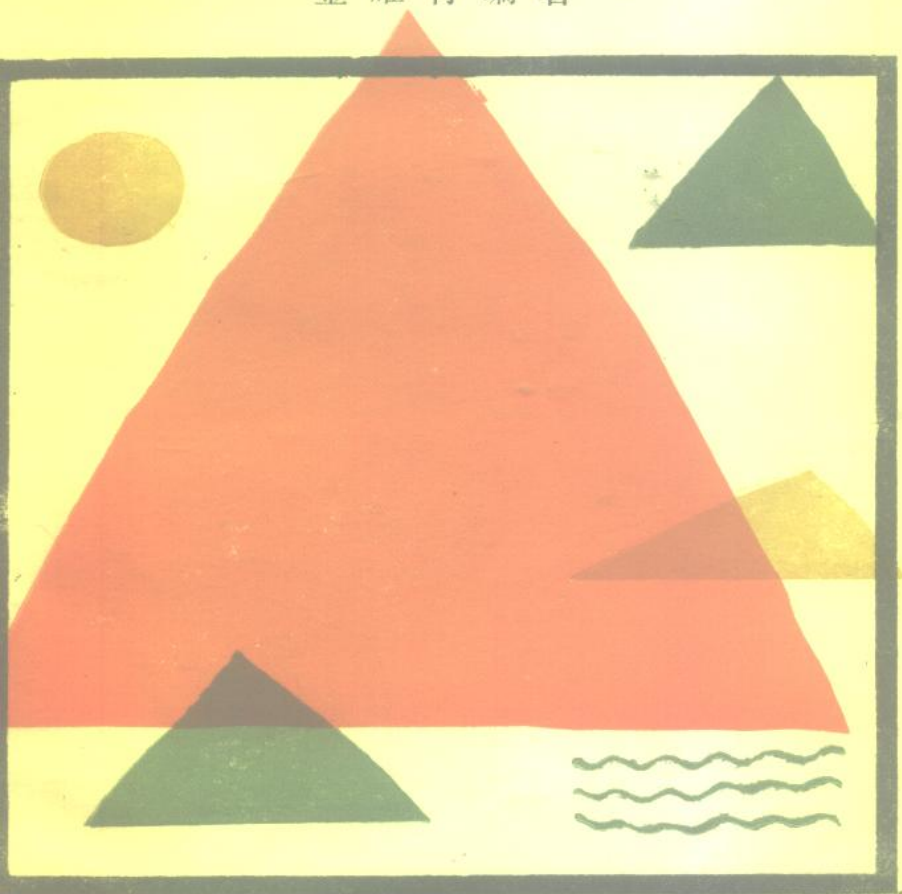


中国土壤学会科普工作委员会主编

土壤肥料知识丛书

计 量 施 肥

金 耀 青 编 著



中国土壤学会科普工作委员会主编

土壤肥料知识丛书

计 量 施 肥

金耀青 编著

农 业 出 版 社

土壤肥料知识丛书编委会

主 编 沈祥培 严昶升 张俊民
编 委 (以姓氏笔划为序)

李仁霖 张俊民 严昶升 沈祥培
金耀青 林蒲田 侯传庆

中国土壤学会科普工作委员会主编

土壤肥料知识丛书

计 量 施 肥

金耀青 编著

责任编辑 田桂山

农业出版社出版 (北京朝阳区枣营路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 32 开本 4.75 印张 91 千字

1989 年 7 月第 1 版 1989 年 7 月北京第 1 次印刷

印数 1—1,640 册 定价 2.05 元

ISBN 7-109-01109-7/S·805

出 版 说 明

土壤是农业的基础，肥料是植物的粮食。培肥地力，施好肥料，对农业稳定增产起着很大作用。人们日益认识到，即或有了优良品种，如果没有良好的、适宜的土壤条件作保障，种子的优良品性也难以发挥。土壤肥料在农业生产上的重要地位，自古以来就受到远见卓识的人士和广大土地经营者们的高度重视；近年来，国内外在土壤肥料科学方面又有了很多新的进展，在我国农村改革、农业生产蓬勃发展的的大好形势下，每个农户都成为农业生产的生产者和经营者，迫切需要科学技术作指导，出现了前所未有的学科学、用科学的热潮。为了适应广泛的社会需要，中国土壤学会科普工作委员会于1984年长沙会议上决定组织编写这套《土壤肥料知识丛书》，它迅即得到各有关单位和专家的支持和落实。

这一丛书为中级科普读物，读者对象主要是各级农业技术干部、农业院校师生，以及具有初中以上文化的农业行政干部和一代新农民。其内容着重介绍土壤肥料近年在科学研究和技术革新方面的新成就，既阐明其理论知识，又讲究实用技术，做到图文并茂，数据可靠，表述准确，文字通顺。

各分册的编著者都是该专业的专家，他们具有较深的造诣和丰富的实践经验。正是由于他们的积极努力，辛勤劳动，

同时又得到有关各方面的大力支持和帮助，本丛书才得以同广大读者见面。值此，我们首先向编著者和多方热心支持者表示深切感谢。自然，本丛书也难免有疏漏以致错误之处，更请读者不吝指正。

中国土壤学会科普工作委员会

前 言

计量——人们日常劳动和生活中时时刻刻遇到的问题之一。量体裁衣，看图下料，按方配药等等，讲的就是计量。少则不够，多则浪费，甚至造成危害，因此万事都要讲个“准”字。农业生产中肥料的施用也不例外，而且特别重要。

肥料在农业生产中的增产作用是不言而喻的。据联合国粮农组织（FAO）以及各国专家估计，现时粮谷总增产量中，30—60%应归功于化肥的施用。中国农业科学院土壤肥料研究所张夫道等统计了我国解放后三十年来农作物总产量与化肥施用量后指出，我国粮棉总产水平与氮、磷、钾化肥施用水平呈极显著正相关。发展化肥工业，增加化肥的施用量，是我国今后发展农业生产的重要手段之一。

进入80年代以来，我国仅就化肥一项，每年投入农田的成品已达7500多万吨，平均亩施成品化肥50公斤左右。谁都知道，化肥是化学工业中数量最多的产品，耗资耗能极巨。化肥又必须通过亿万农民施入田间，故其数量之多，影响之大，为农业生产中任何物质所不及。但是，我们不能不看到，由于缺乏计量概念，施肥大多凭借经验，或是盲目加大用量，或是不注意肥料之间的配合，浪费现象是很普遍的，有的地

区或农户几乎达惊人的地步。从各地报道中知道，个别农户对水稻一次亩追碳酸氢铵115公斤；有的亩施磷酸二铵125公斤；还有的农户一次亩施微量元素肥料硫酸锌20公斤等等屡见不鲜。不仅达不到增肥增产目的，反而造成肥害。如果讲究施肥的科学计量，不仅节约了肥料，还可使土地发挥最大的增产潜力。据原农牧渔业部统计，1984年全国推广配方施肥的面积达3.7亿亩，经济效益约35亿元。国家增加了财富，千百万农户提高了经济收入。由此看来，施肥中讲究科学计量是利国利民的大事。

简单地说，计量施肥就是要回答：“欲得多少粮棉油，该施多少氮磷钾。”当然也包括其它农作物和肥料在内。计量施肥看起来似乎很容易，其实是当前农业科学乃至生物科学中最复杂的难题之一。因为，面对多种多样的农作物，面对肥力千变万化的农田土壤，又面对着变幻难测的环境因子，给农作物准确地计量施肥确使大多数科学家感到棘手。千百年来，无数劳动农民都在探索这个奥秘。因受科学发展水平所限，缺乏指导计量施肥的理论基础和研究手段，过去的施肥也只能停留在经验阶段。再者，古代农业生产水平很低，投入农田的肥量和产出的农产品量极其有限，农作物和农田土壤都处在“营养饥饿”状态，谈不上计量施肥。就以我国解放初来说，16亿亩农田年总产粮谷1600亿公斤，亩产粮谷仅约100公斤。当时的化肥平均亩用量仅仅几百克。农作物和农田土壤几乎是饥不择食，无从计量。而今，现代科学已为计量施肥提供了理论根据和手段，特别是农业化学、生物数学和电子计算机技术介入农业，使肥料的施用

由定性水平发展到了定量水平；由理论研究转化为服务于农业生产实践的一门知识技能。从客观需要来说，在高产优质的前提下，施肥又要讲究经济效益，施肥法的难度就越来越大，实非以往经验所能解决。而施肥法中，除采用合理的施用时期和具体施用方法之外，最主要的是在决定施肥量方面力求准确计量。

近几年来，我国各地的专业研究单位和基层科技人员在计量施肥方面进行了卓有成效的基础研究和示范推广工作，到目前为止，计量施肥面积已达5—6亿亩，计量施肥对象也不局限于粮谷作物，还向果树等经济作物方面发展，施肥讲究计量已成为我国农业生产实践中一项重要的实用技术。假如说80年代以前我国仍靠经验施肥的话，那么现在已进入了计量施肥时代。

目前我国各地所推行的计量施肥的方法名称很多，诸如测土施肥、配方施肥、诊断施肥、平衡施肥、按需配肥和定量施肥等等。据统计有50—60种之多，可归纳成八大系列或类型。这些方法的出现都是研究者根据所采用方法的特点所取的名称，就其目的而言都是想告诉农户该施多少肥料，使肥料施用上计量化。若从现行许多计量施肥方法中，按其原理和成熟程度而言，基本上分属测土施肥法、肥料效应函数法和农作物营养诊断法三大系统或学派。测土施肥法以土壤化学原理为其基础；肥料效应函数法则以田间试验和生物统计学原理为基础；而营养诊断法则是以农作物营养化学为主发展起来的施肥技术。应予以注意的是各学科或技术在实践中通过互相渗透或“假接”而得到发展，抑或引进新的理论

和方法而形成一种另有其特点的方法，当今我国各地蓬勃四起的计量施肥法就是上述趋势的必然结果。何况我国的土壤类型复杂，气候条件不一，农作物及其栽培方式更是多得难以胜数，加之计量施肥研制单位的技术水平层次有别，出现几十种方法更是不足为奇的。例如，经典的测土施肥法结合肥料效应函数决定其定量化的水平。又如养分平衡法中土壤供肥量参数是以无肥区农作物产量来推算，而引入测土施肥法中有效养分测定值乘一系数后直接算出供肥量，虽属经验值，但能使养分平衡法迅速用之于我国生产实践。再如广东省的“氮调”施肥技术是融合了测土施肥与水稻植株营养诊断技术发展成的节肥高产施肥法，等等不一而足。我们认为，不论是经典法或是经验法，只要有详实的基础研究，所得参数或经验式经施肥实践检验可行，均可供各地效仿。

本书以“计量施肥”命名，并不出于笔者独出心裁，而是将现行施肥诸法以一统称。今择国内各地较为成熟者，或单独成章或章中成节加以介绍，以供基层人员参考。由于水平所限，谬误和遗漏难免，希读者指正。

目 录

第一章 养分平衡法计量施肥	1
一、农作物需肥量	3
二、土壤供肥量	6
三、肥料利用率	8
(一) 施肥量对肥料利用率的影响	11
(二) 土壤肥力对肥料利用率的影响	13
(三) 土壤水分对肥料利用率的影响	13
四、肥料中有效养分的含量	15
五、计划产量指标	16
(一) 以地定产	17
(二) 以水定产	23
(三) 以土壤有机质含量定产	25
六、确定施肥量	28
七、关于其它肥料的施用量问题	32
八、平衡法计量施肥的应用范围	34
第二章 土壤肥力指标法计量施肥	38
一、土壤有效养分存在的主要形态及其浸提剂	41
(一) 土壤有效氮测定目标及其浸提剂	41

(二) 土壤有效磷测定目标及其浸提剂	42
(三) 土壤有效钾测定目标及其浸提剂	45
二、土壤有效养分量与农作物产量效应的相关研究	47
(一) 生物法	47
(二) 同位素A值法	48
三、确定土壤肥力指标——校验研究	49
(一) 确定土壤肥力指标的步骤	49
(二) 确定土壤肥力指标的实例	51
(三) 土壤肥力指标和测定值分级的实质及其特点	56
四、根据肥料效应函数确定合理的施肥量	59
(一) 肥料效应函数模式的选择	61
(二) 单因子肥料田间试验及其一元二次回归式	61
(三) 复因子肥料田间试验及其相应的回归式	63
第三章 土壤有效养分系数法计量施肥	72
一、将肥料利用率概念引入土壤有效养分	73
二、土壤有效养分系数测定步骤	76
(一) 设置田间试验	76
(二) 测定土壤有效养分	76
(三) 确定土壤有效养分系数	76
(四) 进行回归统计	76
(五) 编制土壤有效养分系数换算表	81
三、土壤养分系数法计量施肥实例	84
四、对土壤有效养分系数法的评价	85
(一) 绝对值与相对值问题	86
(二) 关于土壤有效养分“利用率”问题	86
(三) 土壤有效养分系数不恒值是	87
(四) 加强基础研究工作	87

第四章 土壤饱和吸附法计量施肥	88
一、土壤吸附等温曲线法	90
(一) “标准浓度”与“标准需磷量”	90
(二) 土壤对磷吸附等温线与最大吸附量	91
(三) 以土壤的 $x_{0.5}$ 值推算磷肥施用量	98
二、土壤的磷酸吸收系数法	97
(一) 土壤磷酸吸收系数的测定	97
(二) 物理性粘粒含量对土壤磷酸吸收系数的影响	98
(三) 关于磷肥计量施用的建议	99
(四) 关于磷酸吸收系数的讨论	100
第五章 作物营养诊断结合测土的计量施肥	102
一、“氮调”法计量施肥基本模式	105
(一) 土壤供氮指标	105
(二) 掌握合宜的测试时期和次数	108
(三) 土壤铵态氮供应量预测	108
(四) 水稻含氮率快速测定法	110
(五) 水稻植株鲜重测定法	110
(六) 化学氮肥有效率	111
二、“氮调”法测定举例	112
三、“氮调”法效益及增产机理	113
四、水稻“氮调”法评价	115
第六章 有机肥料的计量施用	117
一、土壤有机质培肥指标	119
二、土壤有机质矿化率	121
三、有机物料的腐殖化系数	126
四、根茬有机物料残留量	131
五、有机肥(物)料计量施用的简易算式	134

第一章 养分平衡法计量施肥

养分平衡法是一个最基本的和最重要的概念，根据农作物需肥量与土壤供肥量之差来计算实现计划产量的施肥量。由农作物需肥量、土壤供肥量、肥料利用率、肥料中有效养分含量和计划产量指标等五大参数构成的平衡法计量施肥公式，可告诉人们该施多少肥料。

众所周知，在施肥条件下农作物吸收的养分来自土壤和肥料。养分平衡法就是根据农作物需肥量与土壤供肥量之差来计算实现计划产量的施肥量。道理简明易懂，可用图1—1表示。“平衡”之意就在于土壤供应的养分满足不了农作物的需要，要用肥料补足。譬如，我们计划亩产粮谷500公斤，而某一农田只能供应农作物300公斤产量需要的养分，那么200公斤产量所需要的养分必须通过施肥来解决。施肥量不足，达不到预期目标；施肥量过多，就会造成浪费，甚至因肥害而减产。因为养分平衡法采用计划产量需肥量减去土壤供肥量得出施肥量的计算方法，故本法亦称“差减法”，有的人也称此为“差值法”或“差数法”。

养分平衡法计量施肥原理是著名的土壤化学家曲劳（Truog）于1960年在第七届国际土壤学会上首次提出的，后为司坦福（Stanford）所发展并试用于生产实践。若用

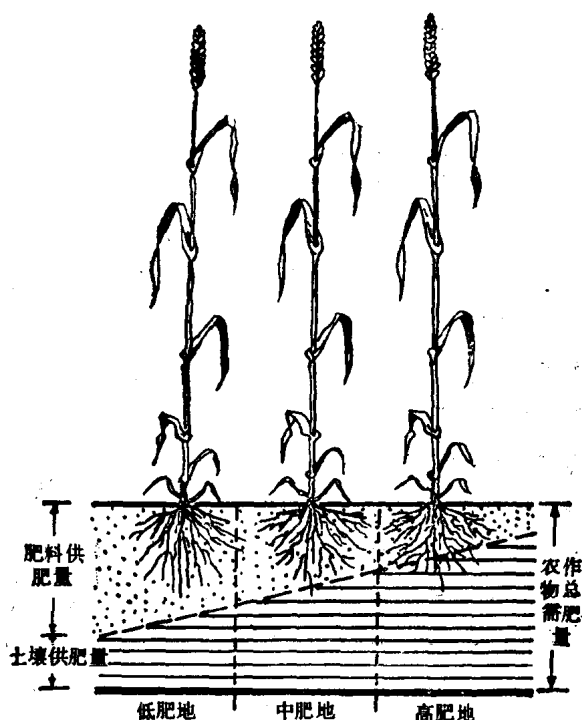


图 1-1 养分平衡法计量施肥示意图

算式表达，即是

$$\text{某养分元素的合理用量} = \frac{\text{一季作物的总吸收量} - \text{土壤供应量}}{\text{肥料中养分的当季利用率}}$$

式中：一季作物的总吸收量 = 生物学产量 × 某养分在植株中平均含量；土壤供应量由不施该养分时农作物产量推算；肥料中养分的当季利用率是根据田间试验结果计算而得。

这就是著名的司坦福算式。经过二、三十年的实践，证实该法可用于生产实践，并为现时世界各国所公认。60年代

中期，司坦福算式始见于我国有关教科书和资料中，近几年来被我国广大肥料工作者应用。

若要真正做到准确计量施肥，必须掌握农作物需肥量、土壤供肥量、肥料利用率、肥料中有效养分含量和计划产量指标等五大参数，这是平衡法计量施肥的基础。事实表明，五大参数缺一不可。

一、农作物需肥量

农作物从种子到种子的一世代间，需要吸收一定的养分量，以构成自体完整的组织。通过对正常成熟的农作物全株养分的化学分析，就可获得这种数据。表 1-1 中所列的是常见农作物百公斤经济产量所吸收的氮 (N)、磷 (P_2O_5)、钾 (K_2O) 量，单位是公斤。为了用好这些数据，有必要说明以下几点：

1. “百公斤经济产量所需养分量”是指形成百公斤农产品时该作物必需吸收的养分量。应当指出，这些养分包括了百公斤产品及相应的茎叶所需的养分在内。例如，百公斤稻谷需 N 2.1—2.4 公斤，如果谷草比为 1:1，则此量包括了百公斤稻谷 + 百公斤稻草中的需氮总量。

2. 按理说，养分全量应包括地上和地下部分的养分总量，但是表 1-1 中除块根、块茎作物外，大多是地上部分的养分总量，没有包括根系在内的养分量。大多数的学者认为，根茬物质残留于土层中，年年季季参与养分循环，对平衡法来说可以不计，经分析测定可知，根系部分所占整株的养分

表 1-1 不同作物吸收氮、磷、钾养分的大致数量

作物	收获物	形成 100 公斤经济产量所吸收的养分数量 (公斤)		
		氮(N)	磷(P_2O_5)	钾(K_2O)
水稻	籽粒	2.10—2.40	0.90—1.30	2.10—3.30
小麦	籽粒	3.00	1.25	2.50
春小麦	籽粒	3.00	1.00	2.50
大麦	籽粒	2.70	0.90	2.20
荞麦	籽粒	3.30	1.60	4.30
玉米	籽粒	2.57	0.86	2.14
谷子	籽粒	2.50	1.25	1.75
高粱	籽粒	2.60	1.30	3.00
甘薯	鲜块根	0.35	0.18	0.55
马铃薯	鲜块茎	0.50	0.20	1.06
大豆	豆粒	7.20	1.80	4.00
豌豆	豆粒	3.09	0.86	2.86
花生	荚果	6.80	1.30	3.80
棉花	籽棉	5.00	1.80	4.00
油菜	菜籽	5.80	2.50	4.30
芝麻	籽粒	8.23	2.07	4.41
烟草	鲜叶	4.10	0.70	1.16
大麻	纤维	8.00	2.30	5.00
甜菜	块根	0.40	0.15	0.60
甘蔗	茎	0.19	0.07	0.30
亚麻	麻茎	0.97	0.50	1.36
黄瓜	果实	0.40	0.35	0.55
架豆	果实	0.81	0.23	0.60
茄子	果实	0.30	0.10	0.40
番茄	果实	0.45	0.50	0.50
胡萝卜	块根	0.31	0.10	0.50
萝卜	块根	0.60	0.31	0.50
卷心菜	叶球	0.41	0.05	0.38
洋葱	葱头	0.27	0.12	0.23
芹菜	全株	0.16	0.08	0.42
菠菜	全株	0.36	0.18	0.52