

水稻协调施肥技术



农业实用新技术
丛书

江西科学技术出版社

农业实用新技术丛书

水稻协调施肥技术

范业成 陶其骧 编写

江西科学技术出版社

水稻协调施肥技术

范业成 陶其骧 编写

江西科学技术出版社出版

(南昌市五象路)

江西省新华书店发行 南昌市印刷九厂印刷

787×1092 1/32 印张 1.375 插页1 字数3.2万

1986年 第1版 1986年 第1次印刷

印数1—3,710

统一书号: 16449 定价: 0.26 元

前 言

随着农业生产水平的提高和化肥施用量的增加，科学而经济地施用肥料，已成为发展农业和提高经济效益的重要因素。我国作物施肥长期凭经验施肥或看苗施肥，结果往往导致用量过多、过少或过迟，缺乏针对性、合理性。不能使化肥发挥最好的增产效果。

水稻协调施肥，就是根据稻田理化性状，水稻需肥规律，参照多年田间试验资料和群众高产施肥经验，经过测试、计算、分析，找出不同田块预计水稻产量的施肥量和配比的施肥技术。大量的试验和实践证明，这一施肥技术，既能提高肥料利用率，充分发挥肥效，节省能源；又能促进水稻高产稳产，持续增产；还能减少环境污染，改善农副产品质量；有效地克服偏施、滥施、乱施肥料的弊病，把计划施肥和科学施肥紧密结合起来，是当前水稻生产中增产节支的资料一条好路子。

为了使这一技术更好地转化为生产力，我们将一些试验资料和经验加以整理，编写了这本书。书中内容结合实际，讲求实效，文字浅显精炼，通俗易懂，适于江西或其他稻区农户、农业科技人员参考。

由于水平有限，谬误之处望不吝指正。

——编 者

目 录

一、水稻协调施肥的基本原理和知识	(1)
(一)协调施肥是施肥技术上的一项新改进	(1)
1.为什么要测土施肥	(1)
2.测土施肥家族里的成员——协调施肥	(1)
3.协调施肥与习惯施肥初步比较	(2)
(二)协调施肥原理依据及条件	(6)
1.简单原理	(6)
2.主要依据及特点	(7)
(三)协调施肥应具备的常识	(8)
1.稻田供肥状况	(8)
2.肥料结构	(9)
3.化肥肥效现状	(10)
二、水稻协调施肥有关参数的确定	(11)
(一)不同产量水平下生产100斤稻谷所需吸收 的养分量	(11)
(二)主要化肥养分含量及利用率；有机肥氮素 含量及利用率	(11)
(三)稻田当季土壤供氮量	(15)
(四)有机氮与无机氮施用比例	(15)
(五)稻田磷钾养分丰缺指标	(16)
(六)氮磷钾肥施用比例	(17)
(七)估算氮肥用量公式	(71)
三、水稻协调施肥的具体方法	(17)

(一)土壤养分测试.....	(17)
1.土壤样品的采集与处理.....	(17)
(1)土壤样品的采集.....	(18)
(2)土壤样品的处理.....	(19)
2.土壤养分测试方法.....	(19)
(1)常规测试法.....	(20)
①土壤全氮测定.....	(20)
②土壤速效磷的测定.....	(22)
③土壤速效钾的测定.....	(24)
(2)简易速测法.....	(27)
土壤有机质速测.....	(27)
(二)具体计算步骤.....	(29)
(三)举例计算.....	(30)
1.早稻 3 例.....	(30)
2.二晚 2 例.....	(32)
3.一季晚稻 1 例.....	(33)
(四)肥料施用方法.....	(34)
四、几种稻田养分鉴别法在协调施肥中的应用.....	(35)
(一)土壤缺磷简易诊断法——油菜幼苗诊断法.....	(35)
1.具体方法.....	(35)
2.诊断分级.....	(37)
(二)用前季实产估算稻田当季供氮量.....	(37)
1.理由.....	(37)
2.经验数据及估算.....	(38)
(三)大田简易试验法.....	(88)
1.大田简易试验法的优点.....	(38)
2.方法.....	(38)
3.注意的问题.....	(39)

一、水稻协调施肥的基本原理和知识

(一)协调施肥是施肥技术上的一项新改进

1、为什么要协调施肥：合理施用肥料，充分发挥肥料的增产作用，是科学种田中的一项重要任务。水稻协调施肥技术中主要内容是测土施肥。土是作物生长的基础，肥是作物的粮食。过去施肥仅是凭经验施肥，不了解土壤中究竟有什么养分，有多少，一季作物能利用多少，势必造成盲目施肥。施少了，土壤的生产潜力未能充分发挥，不能高产；施多了，将导致“肥害”，随着施肥量的增高，这种矛盾更为突出。这就必须测定与计算一个与产量相适应的总施肥量，这是合理施肥的先决条件。只有首先搞清楚土壤中的养分及数量，然后根据作物产量需要施用氮、磷、钾或其他养料元素的数量，再按不同肥料、作物种类进行合理施肥，才能得到满意的效果。协调施肥就是解决总施肥量及合理配比的主要方法。

2、协调施肥家族里的成员——测土施肥：协调施肥的内容很多，其中主要的有三方面：

(1)以不同肥料种类为基础的合理施肥，使各类不同肥料均能发挥其最大的增产效果；

(2)以不同作物的不同营养要求及其品种与地区间的差异为根据的合理施肥，使各类作物均能满足其营养需要；

(3)以不同土壤性质与肥力为依据的合理施肥，使肥料

用量因土壤肥力的差异而不同，方可避免多施或少施。

“测土施肥”的内容乃是上述中的第三方面。就是经过盆栽与大田试验，根据土壤测试值和作物需要养料量，有预见地向农民建议与作物产量**相**适应的最适施肥量。对氮、磷、钾及其他养料的总需要量一旦被科学地推定，则养料之间的合理配比也就自然而然地出来了，即用较低肥料投资，获得较好增产效果。

“测土施肥”较成熟而应用较多的方法主要有：土壤肥力分级法（高、中、低）、临界水平法、图解法、指标产量法、数学模式法（二次方程、平方根、米氏方程等），而目前应用较广的是指标产量法。本书介绍的方法是参照指标产量法的原理，根据用地与养地相结合的原则，采取有机肥与化肥相协调、氮磷钾相协调的定量施肥新技术。

3、协调施肥与习惯施肥的初步比较：从综合1984年全省42个早稻小区试验及大面积示范资料，反映出协调施肥主要功效是：

（1）增产显著：如42个小区试验，协调施肥平均亩产839.1斤，比习惯施肥亩产753.5斤增稻谷82.5斤，增产率10.96%（表1）。千亩以上对比示范，协调施肥平均亩产821.8斤，比习惯施肥平均亩产708.3斤增产112.9斤，增产率15.94%（表2）。增产主要原因是提高了施肥效果，有利于早稻系统供需平衡，促进产品品质改善。据早稻抽样测定，由于协调施肥，平衡施用有机与无机肥，以及氮磷钾养分，因而促进光合作用，有利于碳水化合物形成，达到增穗、增粒、增重的效果。从遂川县良种场试验材料（表3）可以看到这一趋势，并能使稻谷中总蛋白质含量提高23.5%。总氨基酸含量提高20%，其中赖氨酸含量提高15%（表4）。

表 1 协调施肥与习惯施肥产量及经济效益比较

产 量 水 平	协 调 施 肥 (1)				习 惯 施 肥 (2)				(1)与(2)相比					
	产 量 (斤)	比 对 照 稻谷(斤)	增加 价值(元)	肥料投资 (元)	亩 收 纯 益	谷/元	产 量 (斤)	比 对 照 稻谷(斤)	增加 价值(元)	肥料投资 (元)	亩收 纯益	谷/元	增减 稻谷	肥料投资 (+ -)
800斤以上 (n = 30)	912.2 ±89.9	312.1± 140.4	35.89	13.89 ±4.06	22.49	23.29	817.2± 122.9	220.1± 144.4	25.31	12.87 ±3.21	12.44	17.10	92.0	+0.96
700 - 800斤 (n = 4)	749.3 ±37.5	254.8± 105.6	29.29	12.55 ±3.68	16.74	20.30	665 ± 42.79	170.5± 102.6	19.61	9.45 ±5.38	10.16	18.04	84.3	+3.1
700斤以下 (n = 8)	616.9 ±45.7	191.3± 111.9	21.99	10.49 ±2.47	11.50	18.23	559 ± 73.3	133.3± 32.2	15.33	11.83 ±5.3	3.50	11.27	58.0	-1.34
小 计 (n = 42)	839.1	283.7	32.6	12.8	19.38	22.16	753.5	201.1	23.14	12.35	10.79	16.29	82.5	+0.45

注：氮素单价0.57元/斤，钙镁磷肥0.06元/斤，氯化钾0.17元/斤，紫云英千斤成本单价1.4元，牛栏粪千斤成本2.0元，稻谷单价0.115元/斤。

表 2 协调施肥与习惯施肥产量比较 (早稻)

地点	面 积 (亩)	代表 田块 的 点	处 理	平均亩产 (斤)	对 比		备 注
					增 产 (斤)	%	
新余	666	19	协调施肥	690.0	173.0	33.5	未设习惯施肥, 对照田用83年早稻产量进行对比
			习惯施肥	517.0			
遂川	63.3	9	协调施肥	833.2	108.7	15.0	
			习惯施肥	724.5			
莲塘	10.9	2	协调施肥	873.0	169	24.0	
			习惯施肥	704.0			
贵溪	75	3	协调施肥	805.0	78	10.7	比83年早稻亩增205斤
			习惯施肥	729.0			
温州	200.6	11	协调施肥	865.6	86.6	11.1	
			习惯施肥	779.0			
临川	40.25	14	协调施肥	850.2	63.3	7.94	
			习惯施肥	796.9			
合计	1054.45	58	协调施肥	821.2	112.9		
			习惯施肥	708.3		15.94	

(2)经济效益高: 据42个小区试验对比统计(表1), 协调施肥比习惯施肥每亩肥料投资只增加0.45元, 可增产稻谷82.5斤。协调施肥平均投资1元可净增稻谷22.16斤, 净增值为0.87元。协调施肥比习惯施肥可提高经济效益36%。

表 3 协调施肥试验经济性状比较 (遂川)

处理 \ 项目	株(厘米) 高	穗(厘米) 长	每丛 穗数	每效 丛有穗	成 穗率(%)	每粒 穗数	每粒 穗实数	结 实率(%)	千(克) 粒重	实亩 际产(斤)
不施肥	72.2	15.7	14.8	11.8	79.7	64.6	52.7	81.6	26.00	630
常规法	78.6	16.2	19.6	14.2	72.4	67.2	53.1	79.0	25.75	751
协调法	80.8	16.9	20.6	15.4	74.8	70.9	55.0	77.6	26.25	839

表 4 协调施肥对稻谷品质影响

处理 \ 项目	总蛋白质 含量(%)	总氨基酸 含量(%)	其中：赖氨酸 含量(%)
不施肥	5.56	4.25	0.21
常规法	6.93	5.34	0.25
协调法	8.56	6.34	0.28

1984年分析(莲塘)

(二)协调施肥原理依据及条件

1、简单原理：根据每亩水稻产量指标计算，需要养料量(即需养料量)减去土壤分析测得实际供给作物的养料量，与有机肥提供实际养分量所得之差除以肥料利用率，即得出需补充的肥料量。其主要优点除应用土壤有效养料量外，还应用作物(计划产量)的需养料量，以产定肥后，可以合理分配施肥量，通过施肥，提高土壤供肥强度，满足水稻对养分最需要时期的数量，并调节土壤养分平衡供应。确定需补

充的肥料量是一个十分复杂的问题，因为要考虑作物种类及计划产量水平，土壤类型及供肥能力，肥料品种及利用率，气候因素以及经济因素等影响。而最可靠方法是在总结群众施肥经验的基础上，进行作物施肥量的试验，通过多年的试验，找出产量与施肥量的相互关系，作为科学施肥和经济施肥的依据。但是，上述与确定施肥量有关的各种因素都随各地具体条件而变化的，因此，试验需测定的基础数据，虽然国内外均有，但只能作参考，仍需具体试验测出，才可以防止误差。

2、主要依据及特点：理论依据有，矿质营养和归还学说，养分不能代替，养分平衡吸收和最小养分律，水稻的自然需肥规律。所谓养分同等重要和不可代替，就是不同的营养元素在作物体内含量虽然差异很大，多的达作物体干重百分之几十，少的只有十万分之几或百万分之几，但是，它们对作物生长发育都是不可缺少的。它们各自所起的作用也不能相互代替。例如硼在作物体内含量一般只有0.002%，但是如果缺少，有的作物因此造成烂心，有的作物就不能正常授粉和结实。所以硼与大量元素一样，对作物生长发育十分重要和不可缺少。另外，各种营养元素各有各的作用，如磷素供应不足，多施氮肥并不能代替，这个道理对指导协调施肥有重要意义。在施肥前一定要了解在某一地区、某一田块，什么营养元素丰富，什么营养元素缺乏。从作物营养角度看，产量提高往往受某种供给不足的营养元素的制约。因此，补充某种比较缺乏的营养元素，可以大幅度提高产量。这就是施肥所要解决的主要矛盾。所谓“最小养分律”就是产量的高低受数量最少的养分所决定，在一定程度上，产量随这种养分的增减而变化。根据以上理论，应用我省多年试

验资料，参照国内外测土施肥经验，制定一种数学模式的施肥技术。具有如下特点：

(1) 考虑到增肥改土，采取有机肥与化肥相配合的施肥结构；

(2) 各项参数来自当地，切合实际易推广；

(3) 以氮定磷增钾，协调土壤养分平衡；

(4) 用最适宜的产量指标作为计算施肥量的基础。

3、当前推广协调施肥条件业已具备。第一，江西省第二次土壤普查，各地都掌握了一大批数据；第二，各县相继建立了化验室，有一定化验基础；第三，江西省化肥网点及普查成果基点累积了试验资料和经验；第四，研究单位及有关县先行一步，研究了具体方法，选定了有关指标，并取得了初步经验，只要相互协作，一定能使水稻协调施肥在江西省推广开来。

(三) 协调施肥应具备的常识

制定水稻协调施肥方案时，必须对稻田供肥状况、肥源及肥效等情况有一个初步了解。

1、稻田供肥状况：土壤供肥能力决定于土壤养分贮量和有效程度。综合各地分析资料，江西省稻田有机质含量为0.66—5.5%，全氮量0.04—0.32%，磷酸0.05—0.21%，氧化钾0.6—3.0%。从土壤有效养分看，水解氮约占全氮5—12%，而能为水稻直接利用氨态氮，一般含量不到全氮的1%。土壤有效磷含量2—36ppm，不同土壤之间差异很大，其中有70%面积的稻田速效磷含量(P_2O_5)小于10ppm。土壤速效钾(K_2O)含量为26—250ppm，其中有将近一半稻田速效钾含量小于60ppm，土壤大部呈微酸性。有效

硫含量为3.1—31.5ppm (平均14.1ppm), 缺硫土壤大多分布在白砂泥田、锈水田、青泥田、冷浆田、砂泥田、红砂泥田及淋溶强烈冲积性的稻田里。有效硅(SiO_2)含量2.04—65.5毫克/100克土, 低于临界值10.5毫克/100克土的占50%左右(样品数156), 其中以花岗岩、红砂岩、冷浸田、冲积性水稻田为供硅能力偏低的土壤。土壤有效硼平均含量0.15ppm(痕迹—0.75)(样品数2211), 低于缺硼临界值占98.45%。有效铝(样品数436)平均含量0.107ppm(痕迹—6.57), 低于缺铝临界值占82.75%。有效锌(样品数2027)平均含量1—2ppm(0.1—11.8), 低于缺锌临界值占22.3%。有效锰(样品数1728)平均含量30.42ppm(1—300)。有效铁(样品数1713)平均含量78.55ppm(1—500)。有效铜(样品数1713)平均含量2.11ppm(0.1—28.15)。总的来说, 江西省稻田普遍缺氮; 大部分缺磷、缺硼、缺铝; 相当部分缺钾; 部分缺硫、缺钙、缺硅、缺锌。这就限制了水稻产量的提高。

2、肥料结构: 据江西省农科院综合各地材料, 1978年—1980年全省三年平均总肥源, 按氮磷钾有效养分计算, 约为113.363万吨, 其中化肥占27.48%, 有机肥占60.55%, 绿肥占11.97%。平均每亩施用有效养分59.63斤, 比全国1980年平均亩施40.6斤多19.03斤, 主要是有机肥和绿肥占优势。如以各种养分分别计算, 氮素——化肥占36.36%, 有机肥占50.09%, 绿肥占13.55%; 磷素——化肥占48.22%, 有机肥占50.2%, 绿肥占6.58%; 钾素——化肥占3.74%, 有机肥占82.7%, 绿肥占13.56%。按复种指数计算, 全省每季作物亩施氮素15.89斤(化肥5.76斤, 有机肥7.93斤, 绿肥2.2斤), 磷素7.79斤(化肥3.37斤, 有机

肥3.91斤,绿肥0.51斤),钾素11.11斤(化肥0.41斤,有机肥9.2斤,绿肥1.5斤),有机氮、无机氮比例1:0.59。近年来随着农业生产发展,江西省肥料结构、供应量也在不断发生变化。据省统计局资料换算,1983年全省化肥施用量达46.9万吨(有效成分)其中氮素35.1万吨,磷素7.2万吨,钾素3.5万吨,复合肥1.1万吨,施用比例下降为1:0.21:0.107。因此,要把江西省有限的肥料用好,必须采取以无机肥促有机肥,有机肥与化肥结合,要特别注意氮肥的合理性、磷肥的有效性、钾肥的针对性,不断地提高化肥利用率,促进农业增产。

3、化肥肥效现状:近年各地普遍反映化肥肥效有所下降,这种说法比较笼统。从江西省化肥网多点试验看,有以下趋势:氮肥肥效大于钾肥,钾肥肥效大于磷肥,氮肥的肥效虽有下降,但不同肥力水平反映不一,而且受用量影响较大。磷肥效果是早稻好于晚稻;钾肥的效果在稻田已日益明显,在晚稻上施用好于早稻,并大于磷肥。硼、钼、锌、硫、硅等微肥,针对性对粮、棉、油、果树等多种作物施用,亦有较明显的效果。化肥肥效据全省1981—1983年2221个小区87个田间试验,在亩施氮素8—24斤早稻田,每斤氮素平均增产稻谷9.61斤,二晚增产7.15斤。不同肥力水平田块施氮效果不同,氮肥投放中低产田比高产田提高肥效50%至一倍。在施用氮肥基础上增施五氧化二磷5—10斤,平均每斤五氧化二磷使早稻增产稻谷5.3斤,晚稻增产1.19斤。在氮磷基础上增施钾肥,每斤氧化钾在早稻增产稻谷4.17斤,二晚增产4.97斤。水稻氮磷钾适宜用量和配比,氮素一般为11—15斤,磷素为3.4—5.3斤,钾素为10—12斤,氮磷钾配比为1:0.3—0.56:0.65。这样,一般可获得较好的经济效果。

二、水稻协调施肥有关参数的确定

水稻化肥的适宜用量的确定，主要根据本地区多年多点的化肥用量的田间试验取得的数据，但也可以根据为达到一定产量时水稻需肥量以及土壤供肥量，当季施用有机肥供应状况和化肥利用率，从而对化肥的施用量作出估算。这种估算方法有助于化肥用量的田间试验结果在不同条件下推广应用。

现据多年多点田间试验的参数整理如下（表5、表6、表7、表8）：

（一）不同产量水平下生产100斤稻谷所需吸收的养分量

表5 生产100斤稻谷需吸收养分数

水 稻	产量水平 (斤/亩)	N斤/100斤	P ₂ O ₅ 斤/100斤	K ₂ O斤/100斤
	800	2.1	0.85	2.2
	600—700	1.8	1.0	2.1
	500	1.6	1.0	1.7

（二）主要化肥养分含量及利用率，有机肥氮素含量及利用率

肥料利用率是指当季作物从所施肥料中吸收养分占肥料