

养分资源综合管理理论与实践丛书

# 测土配方 施肥技术要览

CETUPEIFANGSHIFEIJISHUYAOLAN

张福锁 主编



中国农业大学出版社

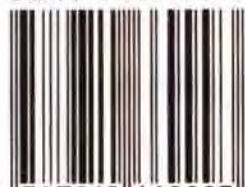
责任编辑：孙 勇

封面设计：郑 川

# 测土配方 施肥技术要览

CETUPEFANGSHIFEISHUYAOLAN

ISBN 7-81066-999-0



9 787810 669993 >

定价：30.00 元

养分资源综合管理理论与实践丛书

# 测土配方施肥技术要览

张福锁 主编

中国农业大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

测土配方施肥技术要览/张福锁主编. —北京:中国农业大学出版社,2006.1  
ISBN 7-31066-999-0

I. 测… II. 张… III. ①土壤肥力—测定法 ②施肥—配方 IV. ①S158.2  
②S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 013842 号

书 名 测土配方施肥技术要览

作 者 张福锁 主编

---

策划编辑	高欣 宋俊果	责任编辑	孙勇
封面设计	郑川	责任校对	陈莹 王晓凤
出版发行	中国农业大学出版社		
社 址	北京市海淀区圆明园西路2号	邮政编码	100094
电 话	发行部 010-62731190,2620 编辑部 010-62732617,2618	读者服务部	010-62732336
网 址	<a href="http://www.cau.edu.cn/caup">http://www.cau.edu.cn/caup</a>	出版部	010-62733440
经 销	新华书店	E-mail	caup @ public. bta. net. cn
印 刷	北京鑫丰华彩印有限公司		
版 次	2006年1月第1版 2006年1月第1次印刷		
规 格	787×980 16开本 21印张 388千字		
印 数	1~3 050		
定 价	30.00元		

---

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 张福锁

副主编 江荣风 陈新平 贾良良

编 写 者 (以姓氏笔画为序)

马文奇	王方浩	王激清	冯 固	申建波
江荣风	刘全清	危常州	宋建兰	张宏彦
张朝春	张福锁	陈 清	陈新平	苏德纯
贾良良	高 彧	崔建宇	崔振岭	雷宝坤
鲁剑巍	樊 惠			

# 序 言

粮食安全关系人民福祉、国家富强和社会稳定。施肥作为粮食增产的主要手段,在保障国家粮食安全中占据非常重要的地位。大量的研究表明,化肥在粮食增产中的贡献率高达 40%~50%。在我国人口众多、耕地等资源严重不足的条件下,通过施肥等技术实现作物高产和水土资源替代战略,对我国农业的可持续发展具有特殊的重要意义。长期以来我国在肥料施用方面存在着许多突出问题,例如重视化肥、偏施氮肥,不少地方盲目和过量施肥,造成肥料利用率低,生产成本高,环境代价大,农田土壤质量和农产品品质受到影响。

针对以上问题,中共中央在 2005 年一号文件中明确提出,要努力培肥地力,推广测土配方施肥技术,提高土地综合生产能力。中央领导也多次强调,要指导和帮助农民合理施用化肥,切实解决农业和农村面源污染问题。

为贯彻落实中央一号文件和中央领导的批示精神,2005 年开始,农业部把科学施肥工作作为一项紧迫任务摆上重要议事日程,组织实施了测土配方施肥行动。作为农业科技入户工程的重要内容,通过春季和秋季行动,大力推广测土配方施肥技术,最大限度地发挥肥料的增产效益,对促进粮食生产的恢复性增长起到重要作用。同时通过增加作物产量提高土壤中有机物质的归还量,培肥地力,协调土壤养分,改善耕地质量,提高农田综合生产能力。此外,测土配方施肥既是保护生态环境、实现资源高效利用的有效途径,也是促进广大农民优化化肥投入,减少化肥浪费、降低化肥需求、在一定程度上抑制化肥价格的过快增长,节本增效和增产增收的重要手段,对建设资源节约型和环境友好型社会有重要意义。

20 世纪 80 年代,我国土肥科技工作者根据全国第二次土壤普查的结果,分土类、分作物开展了主要作物测土配方施肥参数的研究,建立了适合当时生产条件的作物施肥技术体系。但是,20 多年来,随着我国社会经济的快速发展,作物品种与栽培技术、土壤状况和生产条件等都发生极大变化,原有的参数和资料已经不能适应目前测土配方施肥的要求。同时,全国土肥工作人员在无国家大项目支持的情况下一直没有机会更新知识、创新技术。因此,目前在全国范围内大面积开展测土配方施肥工作既是全国土肥行业有幸服务于国家经济建设大局、也是本行业得以快速发展的难得机遇,更是对土肥队伍的严峻挑战。

面对这一现实,我们组织了有关人员,总结了近年来我们与农业部及全国有关单位合作开展的主要作物推荐施肥技术、特别是农业部“948”重大引进项目“养分资源综合管理技术引进与中国技术体系的建立和应用(2003-Z53)”等研究成果,结合对国内外有关进展的综述,编写了这本参考书,重点对测土配方施肥工作的各个技术环节进行了讨论。编者认为,测土配方施肥技术是养分资源综合管理的一个重要组成部分。随着我国社会经济的快速发展和人民生活水平的不断提高,养分资源综合管理必将成为协调作物高产、资源高效和生态环境保护目标的理论指导和技术手段。本书也体现了这种思想,希望能够对我国目前正在实施的测土配方施肥工作起到一定的指导作用。

参加本书写作的主要人员有:陈清(第十章)、陈新平(第六、七、十二章)、崔建宇(第五章)、崔振岭(第七、十二章)、樊惠(第十章)、冯固(第九章)、高彧(第八章)、贾良良(第二、七章)、江荣凤(第二、三、五章)、雷宝坤(第十章)、鲁剑巍(第九章)、马文奇(第十三、十四、十五章)、申建波(第八章)、苏德纯(第一、四章)、王方浩(第十四、十五章)、王激清(第十五章)、危常州(第九章)、张朝春(第三章)、张宏彦(第十一章),刘全清参与并仔细修改了第三篇有关作物体系的六章内容。中国农业大学资源与环境学院植物营养学科的许多老师和研究生参加了有关资料的搜集和学术讨论,毛达如先生不辞辛苦审阅了有关章节,李晓林教授为本书的策划和组织做了大量工作,并提出了许多建设性意见,项小菊在文稿的整理和打印工作中给予了很多帮助,在此一并表示衷心地感谢。由于时间仓促,错误与不足之处在所难免,望读者批评指正。

最后,感谢农业部引进国际先进技术项目的资助。

张福锁

2005年12月

# 目 录

## 第一篇 测土配方施肥概述

第一章 我国测土配方施肥的回顾与评价	3
第二章 国外测土施肥技术的发展与应用	11
第三章 国内外 Mehlich 3 土壤测试方法研究进展	27

## 第二篇 土壤测试

第四章 土壤样品的采集与制备	47
第一节 土壤样品的采集	47
第二节 土壤样品的制备和保存	53
第五章 测土配方施肥实验室测试方法	56
第一节 基于常规分析方法的土壤养分测试	57
第二节 基于 Mehlich 3 方法的土壤有效养分的测试	63
第三节 测土配方施肥其他测试	71
第四节 测土配方施肥实验室的分析质量控制	84

## 第三篇 测土配方施肥与推荐施肥体系的建立

第六章 通过田间试验建立测土配方施肥技术指标体系	93
第一节 建立测土施肥指标体系的基本流程	93
第二节 利用“3414”试验建立测土配方施肥指标体系	97
第七章 小麦、玉米测土配方施肥试验技术	111
第一节 大田作物土壤、植株测试推荐施肥技术简介	111
第二节 冬小麦-夏玉米测试推荐施肥技术	115
第三节 小麦、玉米测土配方施肥试验技术	123
第八章 水稻测土配方施肥试验技术	132
第九章 棉花测土配方施肥试验技术	145
第一节 棉花施肥的原则与测土配方施肥的基本方法	145

第二节	确定棉花总施肥量和不同化肥配比关系的“3414”试验方案以及土壤养分临界指标体系的建立	148
第三节	棉花测土配方施肥的其他方法	154
第十章	蔬菜测土配方施肥试验技术	159
第一节	蔬菜作物的试验设计	159
第二节	数据收集及有关项目测定方法	179
第三节	蔬菜水肥一体化管理	183
第十一章	果树测土配方施肥试验技术与应用	190
第一节	果树测土配方施肥的原理与特点	190
第二节	果树测土配方施肥研究试验的内容、方法及应用	193
第十二章	县级区域土壤养分分区与区域配肥	214
第一节	制作区域土壤养分图和区域配肥的基本流程	214
第二节	县级区域土壤养分分区与区域配肥实例分析	220
<b>第四篇 测土配方施肥技术的总结、评估与队伍建设</b>		
第十三章	测土配方施肥中农户调查数据的获取与分析	235
第一节	调查农户选择的方法和获取数据的方法	235
第二节	田间基本情况调查	238
第三节	调查数据的统计与利用	239
第十四章	测土配方施肥的人才培养和技术培训	251
第一节	人才培养的一般方式	251
第二节	技术培训	252
第三节	技术实践对人才的培养	257
第四节	小结	260
第十五章	测土配方施肥项目效果的评估	262
附录		270
附录 1	测土配方施肥工作附表和附图	270
附录 2	部分测土配方施肥著作及简介	305
附录 3	部分国内外测土配方施肥网站	310
附录 4	中国农业大学农业推广硕士研究生培养方案(农业资源利用领域专业学位,2005)	314
参考文献		319

# 第一篇

## 测土配方施肥概述



# 第一章 我国测土配方施肥的 回顾与评价

测土配方施肥是以土壤测试和肥料田间试验为基础,根据作物对土壤养分的需求规律、土壤养分的供应能力和肥料效应,在合理施用有机肥料的基础上,提出氮、磷、钾及中、微量元素肥料的施用数量、施用时期和施用方法的一套施肥技术体系。配方施肥的方法可分为三大类,即测土施肥法、肥料效应函数法和作物营养诊断法。其中测土施肥法是重点强调以测定土壤有效养分含量为依据,在播前确定施用肥料的种类和一个与产量相适应的经济合理施肥量的方法。我国测土施肥的研究与推广工作先后经历了几个不同的发展阶段,其中 20 世纪 70 年代末到 80 初期是快速发展时期,这一时期的测土施肥研究与推广在我国农业生产中发挥了重要作用;到了 20 世纪 90 年代后发展相对较慢,下面以测土配方施肥方法为主线,对我国测土配方施肥的研究与应用做一简要回顾。

## 一、对过去 20 多年我国测土配方施肥工作的简单回顾

测土是最直接了解土壤养分状况的手段。早在 1930—1940 年间,张乃凤等人就对我国 14 个省 68 个点进行了地力测定,这可以说是我国最早的测土施肥研究工作。20 世纪 50 年代到 70 年代中期,我国科技工作者对土壤田间速测指导施肥的技术进行了研究和推广应用,当时的技术体系注重用简单的土壤速测方法在田间进行土壤快速测试并用于指导施肥,由于精确度不高,速测结果也只能简单地分出土壤肥力的高低。

全国范围内的大规模测土施肥研究与推广应用是在 20 世纪 70 年代末随第二次全国土壤普查开始的。当时我国第二次土壤普查野外工作基本结束,土壤肥料科学工作者开始研究普查成果的应用,他们结合土壤有效养分测定结果开展了大量肥料田间试验,在合理施肥方面取得了突破性进展。当时的农业部土壤普查办公室组织了有 16 个省、市、自治区参加的“土壤养分丰缺指标研究”协作组。1983 年农牧渔业部农业局在广东湛江召开了 14 省、市土肥专家会议,对配方施肥的可行性进行了论证。1986 年又在山东召开了全国配方施肥技术经验交流会,制定了

配方施肥工作要点用于指导全国配方施肥工作。其后农业部在全国组织开展了大规模的配方施肥技术推广工作,主要针对粮食、油料和棉花等作物,在 20 多个省、市开展了配方施肥技术推广与示范。由于当时正在进行第二次全国土壤普查,土壤普查的土壤测试结果可以直接用来指导施肥,推广起来比较容易,全国推广的面积也比较大。这个阶段对众多土壤测试方法的筛选和校验研究为我国后来的各种测土配方施肥工作打下了基础。1986—1990 年“七五”国家重点科技攻关项目“大面积经济施肥和土壤培肥技术研究”在中国农业科学院土肥所山东禹城、隋县、原北京农业大学河北曲周、中科院土壤所河南封丘、安徽宿县 5 个试验点分别建立了小麦、玉米、水稻、棉花 10 种施肥模型和计算机施肥系统。这个国内首次最大规模的国家级施肥系统研究项目,应用边际分析法开展了计算机施肥。项目一直延续到“八五”、“九五”和“十五”,对我国数量化科学施肥发挥了重大的作用。1992 年农业部组织了 UNDP 平衡施肥项目,在毛达如、李仁岗的建议下,中、外双方专家同意“3414”试验设计方案。这期间,原化工部成立了农化服务办公室,在不同地区复合肥料厂试点建立了 100 余个农化服务中心,由化肥企业开展测土配方施肥,配制各种通用型和专用型复混肥料为农民服务。总之,在 20 世纪末我国初步建立了适合我国农业状况和特点的土壤测试推荐施肥体系。

## 二、测土配方施肥推荐方法的发展

### (一)土壤养分丰缺指标法

土壤养分丰缺指标法是经典的测土施肥方法。其具体做法是利用土壤普查的土壤养分测试资料和已有的田间试验成果,结合农民的经验按土壤肥力分成若干等级,根据各种养分丰缺等级确定适宜的肥料种类并估算出施用量。此方法的核心是测土,即通过对土壤养分的测定和校验研究结果,判定相应地块各种养分的丰缺程度并提出施肥建议,同时用建立在相关-校验基础上的测土施肥参数和指标指导施肥实践。此方法的优点是简单易行、快速、廉价并具有针对性,可服务到每一地块,提出的施肥种类和用量接近当地群众的经验值,农民也容易接受。

测试方法的选择和指标的确定是技术的核心。我国当时应用较成熟的土壤有效氮、磷、钾测试方法分别为:土壤有效氮为碱解扩散法,土壤有效磷分别为 Olsen 法、Bray 1 法;土壤速效钾为乙酸铵提取的交换性钾。由黄德明、王蓉芳、周鸣铮等在 1987 年主持完成的全国主要土类有效养分丰缺指标研究结果是应用这种方法的案例。此研究结果中提出的我国主要土壤类型各种有效养分的具体丰缺指标在国内应用也最为广泛。其缺点:①土壤碱解氮(扩散法)与植物的相关性不高,用

以指导科学施肥有一定的差距；②土壤有效养分丰缺指标值因测定方法不同而异，不同区域和不同作物也会有很大差别，致使提出的施肥量推荐值较多地依赖于经验（因条件所限，缺乏大量田间校验试验），很难做到准确和定量化，也不具备宏观调控功能；③我国土壤类型众多，种植体系复杂多样，尽管当时对全国主要土类养分丰缺指标进行了研究，但田间试验数量与众多土壤类型相比显得不足，建立的针对具体地区、具体种植体系和作物的土壤养分丰缺指标体系技术覆盖面不够广泛，使其进一步的推广应用受到了限制。

尽管如此，土壤养分丰缺指标法由于其应用简便而可靠仍是国内外测土施肥的重要方法。到目前为止，我国绝大部分地方仍在应用此方法和当时提出的指标体系。然而，我国土壤肥力水平与20多年前相比已发生了很大变化，很多土壤肥力指标已不适应现在的土壤肥力状况，土壤有效氮的评价也有了更好的方法，因此，对此方法进行完善非常必要。

## （二）以“养分平衡法”为基础的测土施肥方法研究与应用

Truog-Stanford的养分平衡计量施肥法早在20世纪60年代就引进我国。这种方法虽然为国内外学术界所公认，但由于养分平衡计算公式中的“土壤供肥量”要通过相同条件的田间不施肥区的作物产量推算，对“经验”仍然有较大的倾向性，而土壤肥料科学工作者又不可能在短期内做大量的田间试验来获得此参数，致使此方法始终未得到广泛应用。直到20世纪70年代初，上海化工研究院从文献中引入了“土壤有效养分校正系数”，又叫雷氏（Ramonorthy 1965，印度）目标产量施肥法，用校正后的土壤养分测定值代替田间试验结果推算土壤供肥量，这一化繁为简的方法才使养分平衡法在我国长江以南部分地区的配方施肥中得到推广和应用。

养分平衡法的基本原理是依据养分平衡公式：

$$\text{施肥量} = (\text{作物吸收养分量} - \text{土壤养分供应量}) / \text{肥料利用率}$$

这种方法的优点是概念清楚，容易理解、掌握和推广。其缺点是：①由于土壤有效养分测定值是一个相对值，它与作物养分吸收量之间不是完全的直线关系，而是对数曲线关系，因此，用一个恒定的比例常数来校正土壤测试值，其合理性值得商榷；②肥料利用率变化较大，不同作物、不同肥力水平、不同施肥量、不同水分管理条件等等因素都会影响肥料利用率，因此，设定一个地区统一的肥料利用率值也是不合理的；③作物养分吸收量要用作物目标产量和作物养分含量来计算，而作物目标产量估算没有客观的指标和方法，一般根据前3年产量的平均值来估算，当没

有前几年产量数据或种植体系不同时就会遇到困难。由于此方法有多项参数是估算或校正来的,土壤养分校正系数因不同土壤、不同作物也不相同,因而使此方法的精确度受到影响。有不少学者针对各地区特点对此方法中校正系数做了更为深入的研究,在不少地方都有成功推广应用的案例,但并没有形成全国范围内的应用推广模式。

### (三)“土壤临界值”配方施肥法的研究与应用

土壤临界值法是一类测土施肥方法的统称,是土壤养分丰缺指标法在不同层次上的延伸方法。其代表方法有以下几种:

#### 1. 磷肥临界值法

基本原理是以土壤加入的不同浓度水溶性磷与土壤吸附平衡后测定的土壤有效磷的比值作为土壤磷肥指标值来推荐磷肥用量。其特点是施肥量值考虑了不同土壤对水溶性磷肥的吸附固定能力。与之相类似的还有土壤吸附等温线法、土壤磷吸收系数法等。

#### 2. 土壤速效氮临界值法

此方法是在作物生长的关键时期测定作物根层土壤的  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,用多年试验资料中作物某一产量水平相应时期的土壤  $\text{NO}_3\text{-N}$  值减去测定值的差值作为氮肥施肥推荐量。此方法测定的土壤  $\text{NO}_3\text{-N}$  是一个绝对值,不需要校正。

#### 3. 土壤微量元素丰缺临界值法

作物对微量元素的敏感性差异较大,缺乏与丰富之间的范围又较窄,因此在土壤微量元素丰缺判定和推荐施肥中用得最为普遍的是一个土壤微量元素的丰缺临界值。测试值高于此临界值则土壤不需要施微量元素。

不少学者在我国小区域范围内对土壤氮、磷临界值法做了许多研究与实践,取得了不少有价值的结果,但基本上都是小范围内的研究与探索,由于方法地域性很强,也没有能在全中国进行大范围的推广与应用。

### (四)肥料效应函数法和作物营养诊断法

肥料效应函数法是以田间多点肥料试验为基础,求得产量与施肥量之间的肥料效应方程,根据效应方程和边际分析法计算最佳施肥量。20世纪80年代中后期,原北京农业大学和中国农科院土肥所等单位研究的肥料效应函数法曾经在我国北方的黄淮海地区做了较大面积的推广应用。原北京农业大学毛达如、陈伦寿、曹一平、王兴仁等在河北曲周县、内蒙古赤峰、北京昌平和顺义做了全面深入的研究,也在中、德 CIAD 项目中与 H·马斯纳尔教授合作提出了“电超滤(EUF 仪)-

连续流动分析(CFA)-电算机(Computer)联用的 E. C. C. 施肥系统”、多点动态聚类施肥系统、正交多项式趋势系数施肥系统、土壤模糊评判施肥系统等 5 种施肥模型和施肥系统;同时把土壤测试值引入施肥模型,解决了肥料效应方程在相同土壤肥力水平地区的应用问题并在华北相应地区进行了推广,取得了较好的效果。此方法是以田间试验为基础而不是测定土壤,虽然计算出的施肥量精确度高、反馈性好,但缺点是需要预先做大量复杂的田间试验、大量的室内测定和复杂的数据统计计算才能求出肥料效应方程,而求出的方程也仅适合做田间试验的这些地区,使其大而积推广应用受到限制。

作物营养诊断法的核心则是通过测试植物的营养状况以指导施肥。我国 20 世纪 80 年代到 90 年代先后研究应用过的作物营养诊断方法有植物组织全量分析测定法、植物组织速测法、DRIS 法和果树叶分析法等。作物组织的测定结果可以更直接反映当时的作物营养状况,但诊断指标也受气候、品种和作物生长的其他条件影响;植物组织全量分析方法相对较繁琐;DRIS 法中不同营养元素的比例有较大的主观性而国内外很少应用;组织速测法因测定方法准确度和精确度较低而大而积的推广应用也受到限制。作物营养诊断法中国内外应用较成功的是果树叶分析法。

### (五)土壤、植株快速测试优化推荐施肥技术

土壤、植株快速测试优化推荐施肥技术作为养分资源综合管理技术的一个重要部分是在 20 世纪 90 年代由中国农业大学经过多年的研究而建立起来的。这一方法在引进美国、德国的土壤和植株快速测试技术的基础上,针对华北平原主要作物体系进行了研究,根据氮、磷、钾养分资源特征的不同,提出了“同步作物根系吸收与土壤供应的氮肥实时监控-磷、钾肥恒量监控-微量元素因缺补施”的技术体系。在氮肥的总量控制上,土壤、植株快速测试优化推荐施肥技术摒弃了传统的二次型模型,引入了更能表征目前生产中作物对肥料反应的“线性加平台模型”(或两条相交的直线模型)或“二次型加平台”模型,不仅拟合程度较好,而且可以在产量不减的前提下有效地减少氮肥用量,提高氮肥的经济效益。这种方法在兼顾作物高产的前提下考虑了施肥的后效和对环境的影响,代表了近期我国测土施肥的水平。

目前,土壤、植株快速测试优化推荐施肥技术已经在冬小麦/夏玉米轮作、春玉米、水旱轮作和蔬菜等多种作物体系中得到应用并取得了很好的效果,在保证高产的前提下大大降低了氮肥施用量,得到了示范区农民的认可。

### 三、过去 20 多年的测土配方施肥经验与存在的问题

从 20 世纪 80 年代到 90 年代末我国测土配方施肥的研究与推广应用中可以看出,我国测土配方施肥方法先后经历了由简到繁,由粗放到精确的发展过程。测土施肥在我国农业生产中发挥了重要作用,特别是养分丰缺指标法在我国进行了大范围的推广应用。测土施肥方法不是越精确越好,而是要考虑其推广应用的可行性。养分丰缺指标法能在我国进行大范围的推广应用就是因为有我国第二次土壤普查中土壤测试资料作基础,肥料效应方程法推广受到限制就是因为方法和计算太复杂、技术要求太高,在相应的计算机软件包出版后这个问题才能简化。从我国几十年的测土施肥的研究与发展中我们可以看出,一项测土施肥技术能否成功推广应用,首先要看它是否适合当时的农业生产需求,同时技术既要简单易行还要达到一定的要求,否则将难以大而积推广应用。

20 世纪 80 年代到 20 世纪末的近 20 年,是我国国民经济发展最为快速的时期,各方面的发展都很迅速。这一时期,人民生活水平的提高促使农业在 20 世纪的最后几年里发生了迅速的转变,首先表现为农业结构从单纯的粮食生产转向粮食和蔬菜、果树等经济作物并重,其中尤其以蔬菜和果树的快速发展而引人注目;其次则表现为农民肥料投入量的迅速提高,这一方面促进了土壤有机质的增长和土壤肥力的提高,另一方面也由于过量施肥造成了局部地区,尤其是东部经济发达地区地下水的硝酸盐超标和部分湖泊的水体富营养化;第三,陕西关中地区发现了埋藏在土壤深层中古代城镇有机物矿化形成的硝酸盐肥水,大量的肥水井在农业上被开发利用。这期间,由于没有全国性的项目支持,我国很多基层农业技术人员的水准没有能及时跟上时代发展的步伐,还停留在“第二次土壤普查”时的水平上;而种植体系的改变、作物品种的改进和土壤肥力的变化,已经使原来建立的土壤养分诊断指标和临界值不能适应当前“测土配方施肥”工作的需要,基层农业科技工作者迫切需要补充新的知识和技能。

近些年,农业科技工作者对农业生产中的过量施肥问题、环境污染问题等进行了探索并初步建立了一些适应新形势下农业生产特点的测土施肥模式。中国农业大学先后从美国、德国引进了土壤、植株快速测试优化施肥方法,建立了以播前土壤剖而无机氮含量作为氮肥基肥用量推荐依据,以生长期植物组织硝酸盐含量作为氮肥追肥用量依据的土壤、植株测试优化施肥方法和磷、钾肥恒量监控施肥技术,同时在华北地区做了较大范围的研究与推广应用;然而,全国目前尚未形成针对各个作物体系、充分考虑当地作物品种特性和区域土壤及环境因素的推荐施肥技术体系。