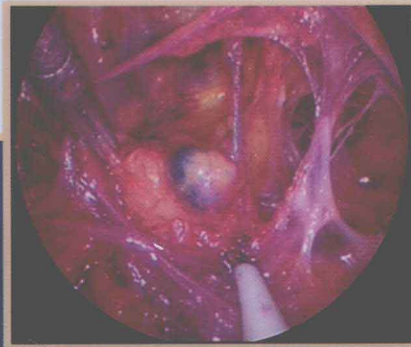


乳腺疾病腔镜治疗

Endoscopic Surgery for Breast Diseases

■ 主编 姜军 ■



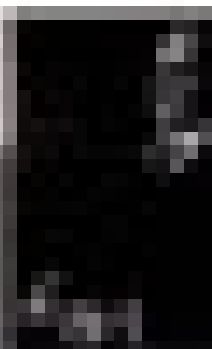
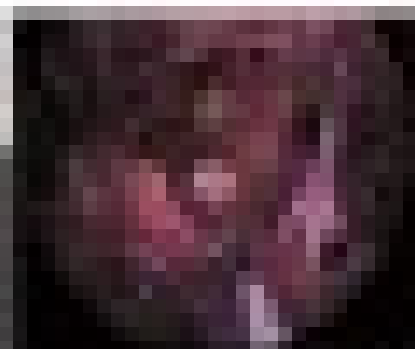
人民卫生出版社

PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

乳腺疾病腔镜治疗

Endoscopic Surgery for Breast Diseases

■ 乳腺 ■ 乳腺 ■



人民卫生出版社

人民卫生出版社

乳腺疾病腔镜治疗

Endoscopic Surgery for Breast Diseases

主 编 姜 军

编 者

姜 军	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
杨新华	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
骆成玉	首都医科大学附属复兴医院普通外科
陶国才	第三军医大学西南医院手术麻醉科
张 毅	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
陈显春	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
范林军	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
贺青卿	济南军区总医院甲状腺乳腺外科
郭美琴	山西医科大学第二附属医院乳腺科
张 帆	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
陈 莉	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
周 艳	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
梁 燕	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
唐 鹏	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
齐晓伟	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
石 英	第三军医大学西南医院手术麻醉科
程 鸿	北京军区北戴河疗养院医务部
柴 凡	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心
李世超	第三军医大学西南医院乳腺疾病中心

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

乳腺疾病腔镜治疗/姜军主编. —北京: 人民卫生出版社, 2012. 3

ISBN 978-7-117-15301-0

I. ①乳… II. ①姜… III. ①乳房疾病-胸腔镜检-治疗学 IV. ①R655.805

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 269491 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

乳腺疾病腔镜治疗

主 编: 姜 军

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22

字 数: 535 千字

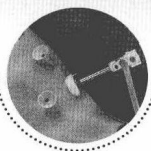
版 次: 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-15301-0/R·15302

定 价: 108.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

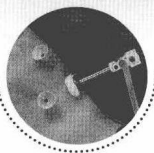


主 编 简 介

姜军,教授、主任医师、博士研究生导师,中国人民解放军第三军医大学西南医院乳腺疾病中心主任。兼任中华医学会外科学分会内分泌外科学组副组长、中华医学会肿瘤学分会乳腺癌学组副组长、中国抗癌协会乳腺癌专业委员会常委、全军普通外科专业委员会副主任委员、全军内分泌乳腺外科学组组长。《NCCN 乳腺癌临床实践指南(中国版)》、中华人民共和国卫生行业标准《乳腺癌诊断治疗标准》专家组成员,《中华医学百科全书——普通外科学卷》编委,“中华医学奖”和国家自然科学基金评审专家。担任《中华乳腺病杂志(电子版)》主编、编辑部主任,美国《Annals of Surgery》(中文版)、《中华外科杂志》、《中国实用外科杂志》等20余个专业杂志副主编、常务编委、编委等职务。



先后承担3项国际多中心临床研究、1项科技部重点课题、2项科技部“十一五”支撑计划课题、4项国家自然科学基金课题和重庆市科技攻关重点项目等20余项课题。参编出版专著20余部,以第一作者和通讯作者在国外SCI期刊发表论文20余篇,在国内统计源期刊发表论文300余篇。乳腺疾病相关基础与临床研究成果先后获得军队医疗成果一、二等奖和重庆市科技进步一等奖,2010年荣获“十一五”军队医学科技重大成果奖。2010年荣获我国乳腺癌研究个人荣誉奖“金显宅乳腺癌研究纪念奖”。



前 言

以腹腔镜技术为代表的微创外科是 20 世纪末期外科学理论和技术的重大发展,第一次彻底改变了外科手术的方法,使外科手术从直视下的单纯手工操作改变为在电视屏幕下使用器械的间接操作。腔镜手术以其微创优势明显改善外科疾病的临床治疗面貌和效果。乳腺疾病腔镜手术是在微创外科理论的指导下,借鉴成熟的腹腔镜技术开始进行临床探索而于近十余年来发展起来的新技术。乳腺是实质性器官,在实质性器官中开展腔镜手术需要特殊的技术;乳腺疾病有其自身的特点和规律,有独特的困难和问题。因此,乳腺腔镜技术是有别于腹腔镜手术的特殊技术,它整合了腹腔镜、乳腺外科和整形外科技术,改变了传统的按解剖层次手术的习惯,建立了无腔隙部位腔镜手术的关键技术。经过十余年的探索和临床实践,腔镜手术在乳腺外科发展了新的手术理念,改变了传统的手术方式和程序,突出了创新手术的特点,解决了部分常规手术难以克服的难题,具有良好的治疗效果和突出的美容效果。

乳腺腔镜手术发展之初得到很多专家的支持,也受到各种质疑。我们在患者的需求中获得发展的动力,把鼓励作为前进的鞭策,从批评和质疑中寻找差距和改进的目标。国内外广大学者的批评、鼓励和帮助促进了该项技术的快速发展。我国的外科工作者相继进行了乳腺腔镜手术相关关键技术的研究和手术安全性评价研究,开展了系列乳腺腔镜手术,并取得了良好的治疗效果。在中华医学会外科学分会内分泌外科学组的组织、指导和支持下,经反复讨论、修改,在第四届全国内分泌外科大会上通过了《乳腺腔镜手术技术操作指南》(2008 版),对在我国开展乳腺腔镜手术起到了积极的推动作用。现在乳腺疾病腔镜手术治疗在理论上有较大发展,技术已经趋向成熟,开展和使用该项技术的医院超过百家。

为了推进该项技术的普及和更广泛的应用,作为教育部继续教育项目,我们已经举办了多期全国乳腺微创外科学习班和学术研讨会。对该项技术感兴趣的医生希望我们能够编写一部系统的教学讲义;同时,乳腺腔镜手术具有什么理论意义,产生了哪些临床价值也需要进行深入总结。在这样的背景下,三年前开始筹划编撰此书。在这一过程中,乳腺腔镜手术不断有新的思想和技术产生并发展,我们也在学习、总结和发展中进步。文稿经过数次修改,最终形成了本书的轮廓。本书第一次系统总结了乳腺疾病腔镜手术的理论、基本技术和应用范围。全书共计 20 章。第 1 章至第 8 章概括介绍了乳腺腔镜手术的发展历史以及应用解剖、麻醉、器械设备、基本操作技术、安全性和并发症防治等开展乳腺腔镜手术需要面对

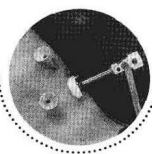
的共性问题,包括作者对开展乳腺腔镜手术的相关理论和技术对乳腺外科影响的思考。第9章至19章详细阐述了4类11种乳腺腔镜手术的具体手术操作技术,包括腔镜乳腺癌腋窝前哨淋巴结活检术、腋窝淋巴结清扫术、内乳淋巴链切除术、乳房皮下腺体切除术、乳腺癌改良根治术、乳房重建术、隆乳材料取出术等,并阐述了作者对各种乳腺腔镜手术的理解、经验和曾遇到的问题。第20章介绍了乳腺腔镜手术围手术期的护理要点。书中大量采用了我们在外科实践中搜集的手术过程关键步骤的图片,希望尽量做到图文并茂,使得本书具有较强的可读性和实用性。相信这本书对于推动乳腺外科的发展将起到积极的作用。

乳腺腔镜手术开展的时间尚短,理论上尚需要进一步研究和探索,技术上也需要更加完善和规范,适用范围仍存在不同意见,临床疗效需要更多的对照研究和长期随访明确,需要深入研究患者的心理康复状态、社会效益和经济学评价。以上种种均需进一步研究和完善,推广应用仍任重道远。因此,本书在尽量保持全书章节编排统一的前提下,保留了章节作者对乳腺腔镜手术的不同理解和个人经验描述,可谓仁者见仁、智者见智,有利于持不同见解者开展学术争鸣。同时本书也难免存在不足甚至错误,恳请广大读者批评指正。

姜 军

第三军医大学西南医院

2011年9月



目 录

第一章	概论	1
第二章	乳腺腔镜技术的发展历史	16
第三章	乳腺腔镜手术的应用解剖	29
第四章	乳腺腔镜手术的麻醉	52
第五章	乳腺腔镜外科手术设备与器械	74
第六章	乳腺腔镜手术的特点和基本技术	95
第七章	乳腺腔镜手术安全性评价	104
第八章	乳腺腔镜手术并发症与防治	110
第九章	乳腺癌腔镜腋窝前哨淋巴结活检术	122
第十章	乳腺癌腔镜腋窝淋巴结清扫术	154
第十一章	乳腺癌腔镜内乳淋巴结切除术	175
第十二章	腔镜乳房皮下腺体切除术	185
第十三章	腔镜辅助小切口乳腺癌改良根治术	206
第十四章	全腔镜乳腺癌改良根治术	219
第十五章	腔镜辅助自体组织乳房重建术	242
第十六章	腔镜辅助假体植入乳房整形术	263
第十七章	腔镜隆乳材料取出术	282
第十八章	全腔镜背阔肌皮瓣转移乳房重建术	302
第十九章	腔镜带蒂大网膜乳腺成形术	312
第二十章	乳腺腔镜手术护理	326
附录	乳腺疾病腔镜手术技术操作指南(2008 版)	335

测土配方施肥的基本原理与方法

第一节 测土配方施肥的意义与作用

一、测土配方施肥的基本概念

测土配方施肥是以土壤测试和肥料田间试验为基础，根据作物的需肥规律、土壤供肥性能和肥料效应，在合理施用有机肥料的基础上，提出氮、磷、钾及中、微量元素的施用数量、施肥时期和施肥方法。通俗地讲就是在农业科技人员的指导下科学施用配方肥料。测土配方施肥技术的核心是调节和解决作物需肥与土壤供肥之间的矛盾，有针对性地补充作物所需的营养元素，作物缺什么元素补什么元素，需要多少补多少，实现各种养分的平衡供应，满足作物的需要，达到提高肥料利用率和减少肥料用量，提高作物产量，改善作物品质，节支增收的目的。

二、测土配方施肥的重要性和紧迫性

（一）测土配方施肥是贯彻中央文件精神、推进科技兴农的需要

农业部把开展测土配方施肥作为践行“三个代表”重要思想、贯彻落实科学发展观、维护农民切身利益的具体体现。2005年，中共中央《关于进一步加强农村工作提高农业综合生产能力若干政策的意见》（中发【2005】1号文）提出要“推广测土配方施肥，推行有机肥综合利用与无害化处理，引导农民多施农家肥，增加土壤有机质”。国务院印发的《关于做好建设节约型社会近期重点工作的通知》（国发【2005】21号文）将“推广节肥、节药技术，提高化肥、农药利用率”作为加强资源综合利用的重要措施。在2005年“两会”期间，胡锦涛总书记和温家宝总理强调要指导和帮助农民合理施用化肥、农药，切实解决农业和农村面源污染问题。温家宝总理批示：“大力推广科学施肥技术，指导农民科学、经济、合理施肥，既可以节约开支，降低成本，提高耕地产

出率；又有利于改良土壤，保护地力和环境，是发展高产、优质、高效农业，增加农民收入的一条重要途径，应当作为农业科技革命的一项重要措施来抓”。温家宝总理在视察河北农村时再次强调指出测土配方施肥是农业和农村工作的一个亮点。回良玉副总理对农业部作出批示：“测土配方施肥是农业节本增效，提高耕地产出率，促进可持续发展的一项关键技术。特别是在当前农资价格持续上涨的情况下，农业部启动春季行动，对促进农民增产增收具有重要作用。望加强领导，认真组织实施，有关部门要给予支持。”2005年为了贯彻落实中央一号文件精神 and 中央领导同志的重要批示精神，农业部先后发出了《农业部关于开展测土配方施肥春季行动的紧急通知》（农农发【2005】8号）与《农业部关于印发测土配方施肥秋季行动方案的通知》（农农发【2005】16号）要求在全国范围内开展测土配方施肥春季与秋季行动。2006年，北京市委、市政府高度重视测土配方施肥工作，将该项工作列入市委、市政府的折子工程。北京市农委、市农业局联合召开了测土配方施肥工作会议，根据《农业部办公厅、财政部办公厅关于下达2006年测土配方施肥补贴项目实施方案的通知》（农办财【2006】11号）精神和《全国测土配方施肥项目规划》、全国测土配方施肥视频会议的有关要求，结合北京都市型现代农业发展和社会主义新农村建设的需要，紧紧围绕发展安全、高效农业和循环经济的主题，制定了《北京市测土配方施肥五年规划》与《2006年北京市测土配方施肥行动方案》，在北京市启动了测土配方施肥补贴项目。

（二）测土配方施肥是实现农业发展方式转变，粮食增产、农业增效与农民增收的需要

《中共中央关于推进农村改革发展若干重大问题的决定》中明确提出，发展现代农业必须按照高产、优质、高效、生态、安全的要求，加快转变农业发展方式，提高土地产出率、资源利用率、劳动生产率，增强农业抗风险能力、国际竞争能力、可持续发展能力。最近几年随着农业产业结构的调整，越来越多的农民转移到高附加值的设施经济作物及名优特农产品的种植上来，各地政府也在加紧推进地方优势农产品的产业发展，以高投入高收益为目标，重视肥料农药的投入，结果带来了生产成本过高、资源浪费严重以及生态环境污染等问题，这些都对转变农业发展方式提出了新的课题。目前，我国农业基础仍然薄弱，北京作为国际型大都市，土地资源十分宝贵，农村人均耕地面积仅为1.4亩（1亩等于 667m^2 ，全书同）。有限的土地不仅要提供充足的粮食蔬菜和

瓜果等农副产品，还要保证城乡居民生活用地和城市建设用地，土壤资源严重短缺。实践证明，测土配方施肥是当前农业生产中最直接、最广泛、最有效的节本增收措施，可有效减轻农民劳动强度，节约劳动成本，尤其在能源供应偏紧、化肥价格居高不下的情况下，大力推广测土配方施肥对农民节本增收意义更加重大。因此，必须充分发挥测土配方施肥的技术支撑作用，把测土配方施肥作为今后促进粮食增产、农业增效、农民增收的一项基础性、公益性、长期性的战略举措，一如既往地坚持下去。

（三）测土配方施肥是保护生态环境，促进农业可持续发展的需要

北京市化肥投入量近些年始终保持着高速增长，2005年氮磷钾纯养分的用量达到14万吨，约合每亩33.3kg，远高于全国平均水平，占生产总投入的50%~60%，其中，纯氮用量达到8.4万吨。据调查，北京市瓜菜类化肥年投入量占北京市化肥总投入量的43%，每年菜田土壤淋洗的氮素约为433吨，平均每亩淋洗0.56kg，可使4330万立方米的地下水超标10mg/L。磷素施入土壤后易被固定，在2个月内就有2/3变成不可吸收的状态，而且作物对磷的当季利用率很低，一般只有5%~15%，加上后期效率不超过25%，约有大于75%的磷素滞留在土壤中，每季磷（ P_2O_5 ）在土壤的积累量可达每亩15.5kg，有些设施菜田耕层土壤的磷（ P_2O_5 ）含量可达300~500mg/kg。由于氮、磷素在耕层的积累，对土体、地下水、河湖等环境存在着潜在的危害。采用测土配方施肥技术，可优化肥料施用结构、减少不合理肥料用量，降低环境污染、提高耕地基础地力，从而有效地缓解能源供需的矛盾，促进农业的可持续发展。

三、测土配方施肥的意义与作用

我国是一个人口众多而耕地后备资源相对不足的国家，农业增产依赖于单产的提高，肥料的施用对作物单产的提高起着重要的促进作用。长期以来我国农村盲目施肥现象严重，不仅造成农业生产成本增加，而且带来严重的环境污染，威胁农产品质量安全，影响农业产量进一步提高。随着“优质、高产、高效、生态、安全”农业的发展，转变施肥观念、实行科学施肥，成为今后的一项长期性任务。推广测土配方施肥技术，对于提高农作物单产，改善农作物品质，降低生产成本，保证农作物稳定增产、农业增效、农民持续增收具有现实的意义和作用，对于提高肥料利用率、减少肥料浪费，保护农业生态环境、保证农产品质量安全、实现农业可持续发展具有深远的历史意义。

(一) 测土配方施肥是提高化肥利用率、建立作物施肥指标体系的主要途径

目前,我国每年化肥利用率很低,平均仅为30%,氮肥的利用率一般为30%~50%,磷肥的利用率一般为10%~15%,钾肥的利用率一般为40%~70%。导致化肥利用率偏低的原因很多,但施肥量和施肥比例不合理,是其中的主要因素。通过开展测土配方施肥,可建立作物施肥指标体系,合理地确定施肥量和各营养元素比例,有效提高化肥利用率。

(二) 测土配方施肥是确保我国粮食安全的重大战略举措

我国是世界上人口最多的发展中国家,粮食安全关系国家的长治久安,任何时候都麻痹不得、大意不得、放松不得,必须常抓不懈。在人增地减趋势难以逆转的形势下,保障粮食安全必须依靠科技进步,走提高单产的路子。长期实践证明,合理施肥对提高单产有着其他任何措施不可替代的作用。长期研究结果表明,肥料对粮食增产的贡献率一般在40%以上。据全国测土配方施肥补贴项目连续6年实施调查结果显示,通过测土配方施肥,项目区与传统施肥区相比,小麦、玉米等粮食作物亩均增产6%~10%,充分展示了测土配方施肥在提高粮食单产中的重要作用。根据《国家粮食安全中长期规划纲要》,我国粮食自给率要稳定在95%以上,测土配方施肥技术的推广是重要技术支撑,为此,必须把测土配方施肥继续作为今后促进粮食生产稳定发展、保障国家粮食安全和农产品有效供给的战略性举措,长期坚持下去。

(三) 测土配方施肥是转变农业发展方式的重要内容

发展现代农业必须按照高产、优质、高效、生态、安全的要求,加快转变农业发展方式,提高土地产出率、资源利用率、劳动生产率,增强农业抗风险能力、国际竞争能力、可持续发展能力。长期以来,我国农业发展方式是“高投入、高产出、低效益”。目前,尽管我国用占世界9%的耕地养活了占世界22%的人口,满足了国内日益增长的粮食等农产品需求,却消费了占世界1/3的化肥。生产成本过高和资源浪费较大是不争的事实。因此,改进耕地、肥料等资源利用方式是转变农业发展方式不可或缺的重要方面,是加快发展中国特色农业现代化的内在要求。近六年来,通过测土配方施肥补贴试点,项目区肥料利用率提高3~5个百分点,全国累计减少不合理施肥160万吨(折纯),相当于节约原油210万吨或天然气2.2亿立方米。实践证明,大力推广测土配方

施肥技术，可以节约开支，降低成本，培肥地力，提高耕地产出率，是发展高产、优质、高效农业的重要途径，应当作为农业科技革命的一条重要措施来抓。

（四）测土配方施肥是建设农业生态文明的客观要求

20 世纪 70 年代以来，我国在肥料施用上逐步以有机肥为主转变为以化肥为主，目前，已成为世界第一大化肥消费国。2007 年全国化肥施用总量达到 5 000 多万吨，占世界化肥消费总量的 30.2%，由于先进实用的科学施肥技术未得到应有的推广应用，化肥利用率长期徘徊在 30% 左右，与先进发达国家相比差距很大。大量化肥通过挥发进入大气、通过渗透流入地下或进入江河，造成局部地区水体富营养化。此外，畜禽养殖废弃物等有机肥资源处置不当，利用率低，也造成资源浪费和环境污染。通过测土配方施肥补贴项目实施，项目区农民施肥观念逐渐转变，氮、磷、钾施用比例趋于合理。实践表明，测土配方施肥对减少肥料用量、提高化肥利用率，减轻环境污染、促进节能减排具有重要的现实意义。

（五）测土配方施肥是促进农业增效农民增收的有效途径

农业是安天下、稳民心的战略产业，同时，也是效益比较低的弱质产业。《中共中央关于推进农村改革发展若干重大问题的决定》指出：农业基础仍然薄弱，最需要加强；农村发展仍然滞后，最需要扶持；农民增收仍然困难，最需要加快。测土配方施肥是当前农业生产中最直接、最广泛、最有效的节本增收措施。全国测土配方施肥补贴项目实施结果证明，通过实施测土配方施肥，粮食作物平均每亩节本增收 25~35 元；经济作物每亩节本增收 50~80 元。应该进一步加大推广力度，扩大测土配方施肥覆盖面，指导农民科学、经济、合理施肥，使这一节本增效的有效措施长期惠泽广大农民群众。

（六）测土配方施肥是缓解化肥资源供需矛盾的客观需要

目前，我国已成为世界最大的化肥生产和消费国，2007 年我国化肥生产总量 5 696 万吨，每年因生产氮肥需消耗标准煤约 1 亿吨，消耗的天然气占全国总量的 1/3。我国磷矿品位低，开采难度大，现有 21.11 亿吨资源也只能延续到 2022 年左右；钾矿资源有限，可开采资源少，现有经济储量可开采 66 年左右。在这种化肥资源与能源供应偏紧，而化肥需求总量呈刚性增长的情况下，当务之急就是通过测土配方施肥，实行经济、科学、环保施肥，减少不合理的化肥用量，减缓化

肥需求过快增长的势头，减轻国家化肥资源与能源供给能力。

总之，测土配方施肥不同于一般的“项目”或“工程”，是一项长期性、规范性、科学性、示范性和应用性很强的农业科学技术，是直接关系到农作物稳定增产、农民收入稳步增加、生态环境不断改善的一项“日常性”工作。有效全面地实施测土配方施肥能够达到 5 个方面的目标。

1. 增产目标

即通过测土配方施肥措施使作物单产水平在原有基础上有所提高，在当前生产条件下，能最大限度地发挥作物的增产潜能。

2. 优质目标

即通过测土配方施肥均衡作物营养，使作物在农产品质量上得到改善。

3. 高效目标

即做到合理施肥、养分配比平衡、分配科学，提高肥料利用率，降低生产成本，增加施肥效益。

4. 生态目标

即通过测土配方施肥，减少肥料的挥发、流失等浪费，减轻对地下水硝酸盐的积累和面源污染，从而保护农业生态环境。

5. 改土目标

即通过有机肥和化肥的配合施用，实现耕地养分的投入产出平衡，在逐年提高单产的同时，使土壤肥力得到不断提高，达到培肥土壤、提高耕地综合生产能力的目标。

第二节 测土配方施肥的基本原理

测土配方施肥是以养分归还（补偿）学说、最小养分律、同等重要律、不可代替律、肥料效应报酬递减律和因子综合作用律等理论为依据，以确定不同养分的施肥总量和配比为主要内容。为了充分发挥肥料的增产效益，施肥必须与选用良种、肥水管理、种植密度、耕作制度和气候变化等影响肥效的诸因素结合，形成一套完整的施肥技术体系。

测土配方施肥的基本原理有 3 个方面的基本内涵。

“测土”：摸清土壤的养分状况，掌握土壤的供肥性能。

“配方”：根据土壤缺什么元素，确定补充什么元素，其核心是根据土壤、作物状况和产量要求，确定施用肥料的配方、品种和数量。

“施肥”：按照上述配方，合理安排基肥和追肥比例，规定施用时间和方法，以发挥肥料的最大增产作用。

一、养分归还（补偿）学说

土壤虽然是个巨大的“养分库”，但不能把它看做是取之不尽、用之不竭的，每年种植农作物带走了大量的土壤养分，作物产量的形成有40%~80%的养分来自土壤。为保证土壤有足够的养分供应容量和强度，保持土壤养分的输出与输入间的平衡，必须通过施肥这一措施把作物吸收的养分“归还”土壤，确保土壤肥力。

二、最小养分律（水桶定律）

作物生长发育需要吸收各种养分，但严重影响作物生长，限制作物产量的是土壤中那种相对含量最小的养分因素，也就是最缺的那种养分（最小养分）。如果忽视这个最小养分，即使继续增加其他养分，作物产量也难以再提高。只有增加最小养分的量，产量才能相应提高。经济合理的施肥方案，是将作物所缺的各种养分同时按作物所需比例相应提高，作物才会高产。

三、同等重要律

对农作物来讲，不论大量元素或微量元素，都是同样重要缺一不可的，即缺少某一种微量元素，尽管它的需要量很少，仍会影响某种生理功能而导致减产。如玉米缺锌导致植株矮小而出现花白苗，水稻苗期缺锌造成僵苗，棉花缺硼使得结蕾而不花。微量元素与大量元素同等重要，不能因为需要量少而忽略。

四、不可代替律

作物需要的各营养元素，在作物内都有一定功效，相互之间不能替代。如缺磷不能用氮代替，缺钾不能用氮、磷配合代替。缺少什么营养元素，就必须施用含有该元素的肥料进行补充。

五、报酬递减律

从一定土地上所得的报酬，随着向该土地投入的劳动和资本量的增大而有所增加，但达到一定水平后，随着投入的单位劳动和资本量的增加，报酬的增加却在逐步减少。当施肥量超过适量时，作物产量与施肥

量之间的关系就不再是曲线模式，而呈抛物线模式了，单位施肥量的增产会呈递减趋势。

六、因子综合作用律

作物产量高低是由影响作物生长发育诸因子综合作用的结果，但其中必有一个起主导作用的限制因子，产量在一定程度上受该限制因子的制约，可用函数式来表达作物产量与环境因子的关系：

$$Y=f(N、W、T、G、L)$$

式中：Y——农作物产量；f——函数的符号；N——养分；W——水分；T——温度；G——CO₂ 浓度；L——光照。

为了充分发挥肥料的增产作用和提高肥料的经济效益，一方面，施肥措施必须与其他农业技术措施密切配合，发挥生产体系的综合功能；另一方面，各种养分之间的配合作用，也是提高肥效不可忽视的问题。

第三节 测土配方施肥的基本原则

一、氮、磷、钾相配合

氮、磷、钾相配合是测土配方施肥的重要内容。随着产量的不断提高，在土壤高强度消耗养分的情况下，必须强调氮、磷、钾相互配合，并补充必要的微量元素，才能获得高产稳产。

二、有机与无机相结合

实施测土配方施肥必须以有机肥料为基础。增施有机肥料可以增加土壤有机质含量，改善土壤理化性状，提高土壤保水保肥能力，增强土壤微生物的活性，促进化肥利用率的提高。因此，必须坚持多种形式的有机肥料投入，才能够培肥地力，实现农业可持续发展。

三、大量、中量、微量元素配合

各种营养元素的配合是配方施肥的重要内容，随着产量的不断提高，在耕地高度集约利用的情况下，必须进一步强调氮、磷、钾肥的相互配合，并补充必要的中量、微量元素，才能获得高产稳产。

四、用地与养地相结合，投入与产出平衡

要使作物-土壤-肥料形成物质和能量的良性循环，必须坚持用养结合，投入产出相平衡。破坏或消耗了土壤肥力，就意味着降低了农业再生产的能力。

第四节 测土配方施肥的基本方法

一、基于田块的肥料配方设计

基于田块的肥料配方设计首先确定氮、磷、钾养分的用量，然后确定相应的肥料组合，通过提供配方肥料或发放配肥通知单，指导农民使用。肥料用量的确定方法主要包括土壤与植物测试推荐施肥方法、肥料效应函数法、土壤养分丰缺指标法和养分平衡法。

1. 土壤与植物测试推荐施肥方法

该技术综合了目标产量法、养分丰缺指标法和作物营养诊断法的优点。对于大田作物，在综合考虑有机肥、作物秸秆应用和管理措施的基础上，根据氮、磷、钾和中、微量元素养分不同特征，采取不同的养分优化调控与管理策略。其中，氮肥推荐根据土壤供氮状况和作物需氮量，进行实时动态监测和精确调控。包括基肥和追肥的调控；磷、钾肥通过土壤测试和养分平衡进行监控；中、微量元素采用因缺补缺的矫正施肥策略。该技术包括氮素实时监控、磷钾养分恒量监控和中、微量元素养分矫正施肥技术。

(1) 氮素实时监控施肥技术

根据不同土壤、不同作物、不同目标产量确定作物需氮量，以需氮量的 30%~60% 作为基肥用量。具体基肥比例根据土壤全氮含量，同时参照当地丰缺指标来确定。一般在全氮含量偏低时，采用需氮量的 50%~60% 作为基肥；在全氮含量居中时，采用需氮量的 40%~50% 作为基肥；在全氮含量偏高时，采用需氮量的 30%~40% 作为基肥。30%~60% 基肥比例可根据上述方法确定，并通过“3414”田间试验进行校验，建立当地不同作物的施肥指标体系。有条件的地区可在播种前对 0~20cm 土壤无机氮（或硝态氮）进行监测，调节基肥用量。

$$\text{基肥用量 (kg/亩)} = \frac{(\text{目标产量需氮量} - \text{土壤无机氮}) \times (30\% \sim 60\%)}{\text{肥料中养分含量} \times \text{肥料当季利用率}}$$