

新型肥料 及其应用技术

XINXING FEILIAO JI QI YINGYONG JISHU

崔德杰 杜志勇 主编



化学工业出版社

新型肥料 及其应用技术

崔德杰 杜志勇 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书详细介绍了缓/控释肥料、尿素改性类肥料、水溶性肥料、微生物肥料、功能性肥料和其他新型肥料的概念、特点、分类及科学的施用技术，使读者在了解基本知识的基础上能够学会运用科学原理指导新型肥料的应用，以增强新型肥料应用的科学性、实效性和安全性。同时，抓住新型肥料“新”的特点和与传统肥料相比的优势及其在应用过程中注意的问题这一难点来总结其应用技术，力争使读者能将相应技术学得会、用得上、推得好，最终实现新型肥料应用技术领域的节本增效、高效环保、安全优质。本书理论联系实际，具有很强的指导性与可操作性。

本书适用于农业肥料科技推广部门、肥料生产企业、设备制造及相关营销企业负责人、大专院校学生、科研技术人员及农资经销商及农业生产者等阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

新型肥料及其应用技术/崔德杰，杜志勇主编.

北京：化学工业出版社，2016.9

ISBN 978-7-122-27775-6

I. ①新… II. ①崔…②杜… III. ①施肥-基本知识

IV. ①S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 181597 号

责任编辑：刘 军

文字编辑：陈 雨

责任校对：边 涛

装帧设计：关 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 17¼ 彩插 2 字数 333 千字 2017 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：58.00 元

版权所有 违者必究

本书编写人员名单

主编

崔德杰 杜志勇

副主编

曾路生 金圣爱 刘庆花 马秀珍

编写人员

(按姓名汉语拼音排序)

崔德杰 代庆海 杜志勇 金圣爱 刘庆花
马秀珍 宋祥云 曾路生 赵伟杰

前言

肥料投入约占农业生产全部物资投入的一半。综观国内外研究发现,20世纪粮食单产的 $1/2$ 、总产的 $1/3$ 来自化肥的贡献。但是由于化肥自身存在的某些缺陷以及不合理施用,给环境带来了不同程度的污染。世界上每年氮肥消费量约为9000万吨,中国约为2000万吨,通过气态、淋洗和径流等各种途径离开农田损失的数量分别达3500万吨和900万吨。地下水和饮用水硝酸盐含量超标,江河湖泊富营养化,温室气体的增加,农产品硝酸盐污染等都与施用化肥不当有关。

随着人口的增长,人类对粮食和农产品需求量增多,对农产品安全和生态环境质量提出更高的要求,新型肥料产业发展对我国这样一个人口大国,不仅是肥料产业升级进步的必然要求,也是农业生产沿着高产、优质、低耗和高效的方向发展及粮食安全的重要保证。新型肥料并不一定“新”,也不一定具有“高科技”的特征,而是在新形势下对传统肥料的提升。凡是克服或弥补了传统肥料的不足,具有更高肥效、更好的经济效益、环境效益、社会效益的肥料都统称为新型肥料。新型肥料有别于传统的、常规的肥料,表现在功能拓展或功效提高、肥料形态更新、新型材料的应用、肥料运用方式的转变或更新等方面,能够直接或间接地为作物提供必需的营养成分;调节土壤酸碱度、改良土壤结构、改善土壤理化性质、生物化学性质;调节或改善作物的生长机制;改善肥料品质和性质或能提高肥料的利用率。

近十年来,随着控制化肥用量的环境立法在世界各国越来越受重视,世界普通化肥用量出现负增长,但是新型缓/控释肥料消费量每年以高于5%的速度增长。近二十年来,日、美等国聚合物包膜控制释放肥料的消费量年平均增长速度为常规肥料的10倍以上。世界各国都在投巨资发展新型肥料,抢占新型肥料研究的制高点。新型肥料研究一直是国际农业高技术领域竞争的重要领域,作为新开发的产品,它的发展态势迅速,应用前景相当广泛。目前,市场上存着多种新型肥料,主要有缓/控释肥料、尿素改性类肥料、水溶性肥料、微生物肥料、功能性肥料和其他新型肥料。纵观世界各国肥料使用现状,当前仍以常规肥料占绝大多数。新型肥料只是在某些特殊作物、特殊土壤上或者在其他的具体条件下进行应用。今后肥料工作的重点仍然在提高科学施肥水平、完善施肥技术、推广平

衡施肥理念上，常规肥料在今后相当长的时间内仍将是肥料应用的主流，新型肥料的研制、生产与推广需要稳步发展，不断完善。

本书将尽可能地从生产实际入手，针对生产实践中出现的肥料应用问题，尤其是新型肥料问题，进行深入浅出的描述，重点和特色在于剖析新型肥料应用中问题的实质，以及提供解决问题的策略、建议和措施。将新型肥料的概念、分类、特点等基础知识与植物营养和科学施肥的基本原理相结合，使读者在了解基本知识的基础上能够学会运用科学原理指导新型肥料的应用，以增强新型肥料应用的科学性、实效性和安全性。

本书第一章、第六章和第七章由杜志勇编写，第二章由曾路生编写，第三章由金圣爱编写，第四章由刘庆花编写，第五章由宋祥云编写，代庆海、马秀珍、赵伟杰也参加了其中部分章节编写工作。全书由崔德杰、杜志勇统稿。

由于作者水平有限，不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2016年6月

目 录

第一章 缓/控释肥料 / 001

第一节 缓/控释肥料概述	002
一、缓/控释肥料概念	007
二、缓/控释肥料类型	008
三、施用缓/控释肥料的好处	010
四、施用缓/控释肥料的原则	010
五、施用缓/控释肥料的注意事项	011
六、缓释型氮肥安全施用方法	011
七、缓释肥料的鉴别及购买	013
第二节 聚合物包膜肥料	014
一、聚合物包膜肥料简介	014
二、聚合物包膜材料	014
三、聚合物包膜肥料的特征	018
四、聚合物包膜肥料核芯的选择	021
五、聚合物包膜肥料包膜材料的筛选	021
六、聚合物包膜材料的可降解技术	022
七、聚合物包膜肥料的养分释放类型	022
八、聚合物包膜肥料的应用特点	024
九、聚合物包膜肥料的应用实例	025
第三节 硫包衣肥料	027
一、物理包被法肥料简介	027
二、硫包衣核芯肥料选择	029
三、硫包衣肥料的优缺点	030
四、硫包衣肥料的选购与施用	030
第四节 包裹型肥料	032
一、包裹型肥料简介	032
二、包裹材料的选择	033
三、包裹肥料的优缺点	035

四、包裹肥料的选购与施用	035
第五节 缓释肥料产品趋势分析	037
一、缓释肥料产品市场的发展趋势	037
二、缓释肥料产品技术的发展趋势	040

第二章 尿素改性类肥料 / 043

第一节 概述	044
一、新型肥料的概念与分类	044
二、我国增效肥料的分类	046
三、新型尿素的种类与特点	046
四、新型尿素的施用方法	047
五、目前我国尿素应用中存在的主要问题	048
六、发展尿素改性类肥料的意义	049
七、我国传统上提高肥料利用率的主要方法	050
第二节 尿素改性类肥料	051
一、改性尿素的概念与突出特点	051
二、尿素改性类肥料的增效原理及其效益	053
三、尿素改性类肥料的主要类型	054
四、改性尿素在不同作物上的应用效果	056
五、我国尿素改性技术开展的研究	057
第三节 脲醛类肥料	058
一、脲醛类肥料的概念	058
二、生产脲醛类肥料的主要原料	059
三、脲醛类肥料的优点与缺点	059
四、脲醛类肥料的选择和施用方法	061
五、脲醛缓释肥的主要特点	061
六、生产脲甲醛复合肥料的方法	062
七、脲甲醛复合肥在生产上的施用效果	063
第四节 稳定性尿素	064
一、稳定性尿素的概念	064
二、尿素中添加脲酶抑制剂的作用	064
三、主要原料及抑制机理	065
四、稳定性尿素的优点与缺点	067
五、稳定性尿素的选择和施用方法	068

六、稳定性肥料田间试验示范	069
七、稳定性尿素在生产上的施用效果	071
八、含抑制剂新型复合肥料带来的效益	072
九、稳定性肥料及其特点	073
十、我国稳定性肥料主要生产厂家及行业标准	074
十一、稳定性肥料在使用过程中需注意的问题	076
十二、稳定性肥料产业及技术发展趋势与自律合作	077
十三、稳定性肥料使肥料产业发展更健康	080
十四、“零增长”对稳定性肥料的促进作用	082
第五节 增值尿素	084
一、增值尿素的定义	085
二、尿素增值技术及其迫切性	085
三、尿素增值的主要技术	086
四、生产增值尿素的主要原料	089
五、增值尿素的增效机理及其特点	090
六、增值尿素主要类型与施用问题	091
七、增值尿素增产效果与发展现状	093
八、发展增值尿素需进一步做好的工作	094
九、聚合氨基酸增效肥料的类型与发展状况	096
十、肥料增效剂的作用与增值肥料的发展	097
十一、不同种类氮肥的施用方法	099
十二、新型肥料的发展方向	100
十三、提高肥料利用率需要进一步做好的工作	101

第三章 水溶性肥料 / 103

第一节 水溶性肥料概述	104
一、水溶性肥料定义	104
二、水溶性肥料的特征	108
三、水溶性肥料的类型	110
四、水溶性肥料品种的选择	120
五、水溶性肥料的鉴别	121
六、水溶性肥料的贮存	122
第二节 叶面肥料	122
一、叶面肥料定义	122

二、叶面肥料的优点与缺点	125
三、叶面肥料的选择和施用	127
第三节 灌溉肥料	132
一、灌溉肥料定义	132
二、灌溉肥料的优点与缺点	133
三、灌溉肥料的选择和施用	135
四、灌溉施肥或水肥一体化系统的组成	139
五、注肥施肥方法	141
六、灌溉施肥或水肥一体化系统的维护	146
第四节 液体肥料	149
一、液体肥料定义	149
二、液体肥料的优点与缺点	156
三、液体肥料的选择和施用	157

第四章 微生物肥料 / 159

第一节 微生物肥料概述	160
一、微生物肥料的定义	161
二、微生物肥料的主要作用	161
三、微生物肥料的种类	162
第二节 复合微生物菌肥	167
一、复合微生物菌肥定义和类型	167
二、复合微生物菌肥的优点	168
三、复合微生物菌肥的选择和施用	169
第三节 功能微生物菌肥	170
一、功能微生物菌肥定义	170
二、功能微生物菌肥类型	170
第四节 生物有机肥料	176
一、生物有机肥料的定义	176
二、生物有机肥料的优点	176
三、生物有机肥料的施用	177
第五节 微生物肥料使用方法和注意事项	177
一、选购微生物肥料的注意事项	178
二、使用微生物肥料的注意事项	178

第五章 功能性肥料 / 183

第一节 功能性肥料概述 184

 一、什么是功能性肥料 184

 二、功能性肥料的优点 184

 三、功能性肥料的类型 185

第二节 保水型肥料 188

 一、什么是保水型肥料 188

 二、保水型肥料的优缺点 188

 三、保水型肥料的选择和施用 188

第三节 有益元素肥料 189

 一、什么是有益元素肥料 189

 二、有益元素肥料的优缺点 189

 三、有益元素肥料选择和施用 195

第四节 药肥 200

 一、什么是药肥 200

 二、药肥的优点与缺点 200

 三、药肥选择和施用 201

第五节 改善土壤结构的肥料 201

 一、改善土壤结构 201

 二、改善土壤结构肥料的优点 202

 三、如何施用土壤结构肥料 202

第六节 促生型肥料 203

 一、促生型肥料 203

 二、促生型肥料特点 204

第七节 腐植酸肥料 205

 一、什么是腐植酸和腐植酸肥料 205

 二、腐植酸类肥料资源及其特性 205

 三、腐植酸肥料应用效果 207

 四、施用说明及注意事项 207

第六章 其他新型肥料 / 209

第一节 氨基酸类肥料 210

 一、氨基酸原料资源 210

 二、复合氨基酸的生产方法 210

三、氨基酸在作物生长中的作用	210
四、氨基酸肥料及功能	210
第二节 腐植酸类肥料	211
一、腐植酸的元素组成	212
二、腐植酸的理化性质	212
三、腐植酸在农业上的应用	213
四、腐植酸肥料的生产技术	215
五、常用的腐植酸肥料	217
第三节 海藻肥	224
一、海藻肥概述	224
二、海藻肥应用情况	224
三、海藻肥主要特点	224
四、海藻肥主要功效	225
第四节 甲壳素肥料	226
一、概述	226
二、作用机理	226
三、产品特点	227
四、简易识别要点	229
五、注意事项	230
第五节 微生物复合缓释肥	230
一、概述	230
二、分类	231
第六节 纳米碳肥	233
第七节 黄腐酸生物肥	234
第八节 二氧化碳气肥	234
一、研究与应用概况	234
二、CO ₂ 气肥的生产原理及技术	240
三、CO ₂ 气肥的施用技术	243

第七章 新型肥料应用中的问题 / 247

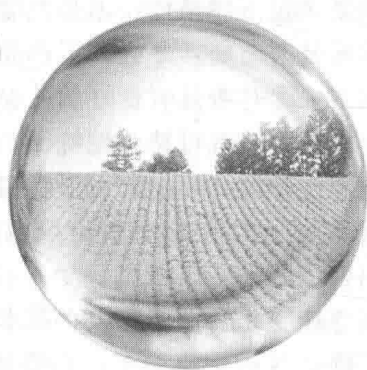
一、液体肥料如何鉴别与选购	248
二、几种新型肥料的施用方法	248
三、肥料施用应该避免的问题	249
四、肥料相克的防治措施	249

五、施用沼气肥料应注意的几个问题	250
六、腐植酸肥料与土壤病害	251
七、如何合理保管肥料	252
八、购买肥料要注意广告陷阱	252
九、无公害农产品生产选择肥料	254
十、肥料能否防治农作物病虫害	254
十一、远离肥害，肥料施用“禁忌”	255
十二、果园施用新型肥料的问与答	259
十三、新型肥料推广应用应注意的问题	260

参考文献 / 263

第一章

缓/控释肥料



第一节 缓/控释肥料概述

缓/控释肥料这个词，在许多年前还是个新鲜的事物，而如今已经像“测土配方施肥”一样家喻户晓。缓/控释肥料是一种具有理想情怀的肥料，为什么这么说呢？因为作物生长和人一样，小的时候需要的养分少，青年期需要的多，后期需要的少但不能缺，而我们施肥习惯要么一次给足，要么后期没有。而缓释肥料却能将肥料中的养分在作物生长的不同时期，缓慢释放出来，让作物整个生长期持续得到养分供应，前期有量，中期给足，后期不缺，实现了提高产量和减少污染两大目标，这也是近几年缓/控释肥料在全国大面积施用的重要原因。

中国植物营养与肥料学会新型肥料专业委员会副主任沈兵认为，新型肥料的界定是为了与传统化肥相区别，把改型化肥、含微生物菌剂的有机肥、添加功能制剂的有机或无机复混肥称为新型肥料。因此将其定义为：以能提供植物矿质养分的物质为基础，通过物理、化学或生物转化作用，使其土壤和作物的营养功能得到增强的肥料称为新型肥料。其主要功效是提高养分利用效率和改善养分利用条件。这一含义已经超出了传统肥料的范畴，是肥料家族中不断出现的新成员、新类型、新品种，其内涵是动态发展的，是肥料产业创新发展的原动力。

因此，界定新型肥料需要满足下述条件：①是否能够提高传统化肥性能、功能和效率；②肥料的理化性质是否改变，并提高了产品的商品性；③生产工艺水平是否处于国际国内领先水平；④是否具有良好的社会、经济和环境效益；⑤是否应用最新科学技术成果；⑥是否具有可持续性特征，对土壤不会造成污染。只有满足上述条件的肥料或功能性物质，才能称得上新型肥料的“新”字。

2016年中国化肥工业绿色产业化年会总裁论坛指出，开发新型肥料，突出肥料卖点，是肥料企业走出困境的唯一出路。

近两年，肥料行业呈现急速变化，创新乏力，需求疲软，产能过剩，市场竞争激烈，行业整体利润率下降，亏损企业增多，一些化肥生产企业被淘汰出局，企业并购、重组案例增多，大型、综合性、跨行业、跨地区的企业集团不断涌现，这标志着肥料行业正逐渐步入发展成熟期，面临结构调整，单打独斗的运行模式将成为过去时。

农业部农技推广中心提出，要树立“增产施肥、经济施肥、环保施肥”理念，大力开展耕地质量保护与提升，增加有机肥资源利用，减少不合理化肥投入，加强宣传培训和肥料使用管理，走高产高效、优质环保、可持续发展之路，促进粮食增产、农民增收和生态环境安全。

实现化肥行业绿色产业化，可以走精、调、改、替这四条技术路径：一是推

进精准施肥。根据不同区域土壤条件、作物产量潜力和养分综合管理要求，合理制订各区域、作物单位面积施肥限量标准。二是调整化肥使用结构。优化氮、磷、钾配比，促进大量元素与中微量元素配合。适应现代农业发展需要，引导肥料产品优化升级，大力推广高效新型肥料。三是改进施肥方式。大力推广测土配方施肥，提高农民科学施肥意识和技能。研发推广适用施肥设备，改表施、撒施为机械深施、水肥一体化、叶面喷施等方式。四是有机肥替代化肥。通过合理利用有机养分资源，用有机肥替代部分化肥，实现有机无机相结合。提升耕地基础地力，用耕地内在养分替代外来化肥养分投入。

新型肥料是未来发展的方向。新型肥料由于本身的优势，能够直接或间接地为作物提供必需的营养成分，改善肥料品质和性质或能提高肥料的利用率，深受行业的追捧，也已经获得了国家认可，未来发展可期可盼。

自2004年以来，历年中央一号文件均以“三农”为主题，有力地促进了农村经济和农业生产的发展。尽管过去十年我国粮食产量实现十连增，但农产品供需矛盾，耕地、水资源污染、食品安全等问题也接踵而至，农业发展的可持续性面临挑战。为实现农业现代化，确保主要农产品生产稳定发展，打造高效生态的现代农业体系迫在眉睫。“发展生态友好型农业，构建新型农业经营体系”已成为农业发展的重点。在农业土壤污染上，化肥是主要的污染源。与此同时，随着我国对食品安全的日益关注，消费者对健康食品的追求以及对现代化高效低能耗农业的要求，使得新型化肥快速发展成为一种必然。

分析人士指出，中国以占世界9%的耕地消耗了世界1/3的化肥，单位面积用量是世界平均水平的3.7倍，而每千克养分所增产的粮食却不及世界的1/2，且肥料的消费仍呈上升趋势。每年有超过50亿吨的有机废弃物不能很好利用，环境与生态压力很大。所以，依靠技术加强新型肥料的研发与推广，是保障粮食安全、提高肥料利用率、减低环境风险的重要途径。为适应中国农业由传统加速向现代转化，一批大中型企业将在新型肥料研制中承担重任。

目前我国新型化肥正处于发展阶段，仍有很大上升空间。相关数据显示，目前全国从事各类新型肥料生产的企业已超过2000家，占全国肥料生产企业总数1/4。新型肥料产业资产规模约为500亿元，新型肥料产业的总产值每年约为164亿元，产品正在向着高效、增值、多功能、生态环保的方向发展。随着新型化肥的逐渐升温，越来越多的企业将进入该行业，分享巨大的市场。

水溶肥发展良好，已成新型肥料发展主导趋势。在第十七届中国国际农用化学品及植保展览会（CAC）暨第七届中国国际新型肥料展览会上，展出的产品主要是水溶肥料、增效肥料、缓/控释肥料、土壤调理产品。其中水溶肥产品占半壁江山，已成为我国新型肥料发展的主导趋势。

在目前形式下，企业通过转型升级，竞争力获得提升，产品在国际市场上的竞争力有所增强。中国化肥产业处于转型升级关键时期，面对如此局面，很多企

业瞄准全球市场。2015 年全国出口继续保持较高增长态势。主要原因有两点，一是去年全年出口采用统一关税；二是国内化肥产量在不断增加，企业加大了出口力度。

目前，中国的肥料出口已不是以最基础的原料产品为主，中国的肥料品牌也逐渐被外国客商所认可。颗粒水溶肥在国际市场却是空白，而它深受东南亚客商的喜爱。我们要打破中国制造在外国人心中廉价的概念，由中国制造到中国创造。

国家非常重视“一带一路”进出口贸易的发展，沿线国家对于我国的种子、化肥、农机等行业有强烈的需求。2015 年对“一带一路”沿线国家出口化肥，销售额 6732 亿美元，同比增长 28.2%，市场潜力巨大。

新型肥料应该是以提供营养、提高作物产量、改善农产品品质、保护耕地土壤生态环境、实现节本增效为最终目的，重点研究能增强抗逆性、提高肥料利用率、有利于农作物健康生长、增强土壤自净能力的产品。但目前我国的新型肥料市场只能用“品种繁多，优劣参半”来形容。

目前，我国的肥料市场除常规单质氮磷钾、复混（复合）肥料、掺混肥料、有机肥料、有机无机复混肥料、水溶肥料、微生物肥料外，各种新型肥料纷纷登场，如微生物肥料、缓/控释肥料、增值肥料等。除了品种繁多，原料也更广泛，如复混类肥料中除含氮、磷、钾外，还添加各种微量元素、氨基酸、腐植酸、增效剂；有机肥料类可以是各种人畜粪尿、农作物秸秆、各种饼粕、酒糟、中药渣等。然而，新型肥料的品种和原料的纷杂也造成了肥料市场价格持续走低，质量合格率低，肥效不尽如人意，肥害纠纷屡发。

肥料行业存在的问题，主要表现在以下九个方面。

1. 产能过剩，同质化严重

以全国尿素为例，2015 年产能 9000 万吨（不包括进出口和工业用），全国耕地面积 18 亿亩，按平均复种指数 200% 计算，每亩可供尿素 25kg。市场上还有碳铵、硫铵等其他氮肥，还要加上磷钾肥、有机肥、有机无机复混肥料和各种水溶肥料，每年还要进口钾肥。种种因素造成尿素价格持续走低，土壤酸化、板结等现象严重。对任何一个肥料产品，相关法律和标准强制规定必须标注真实的养分名称和含量，不得标注标准规定以外的成分，更不得标注根本不存在的养分来误导消费。

2. 闭门造车，创新错位

只考虑效益，不考虑农业生产需求。如城市垃圾制作的肥料有重金属污染；药肥如不解决化学反应问题，会导致作物中毒；全营养和同步营养只是理论成立（在组织培养、盆栽试验、设施栽培实验室中实现）；富硒肥料中的硒可抑制癌症，但吸收多了就会中毒；纳米是长度单位而不是营养等。