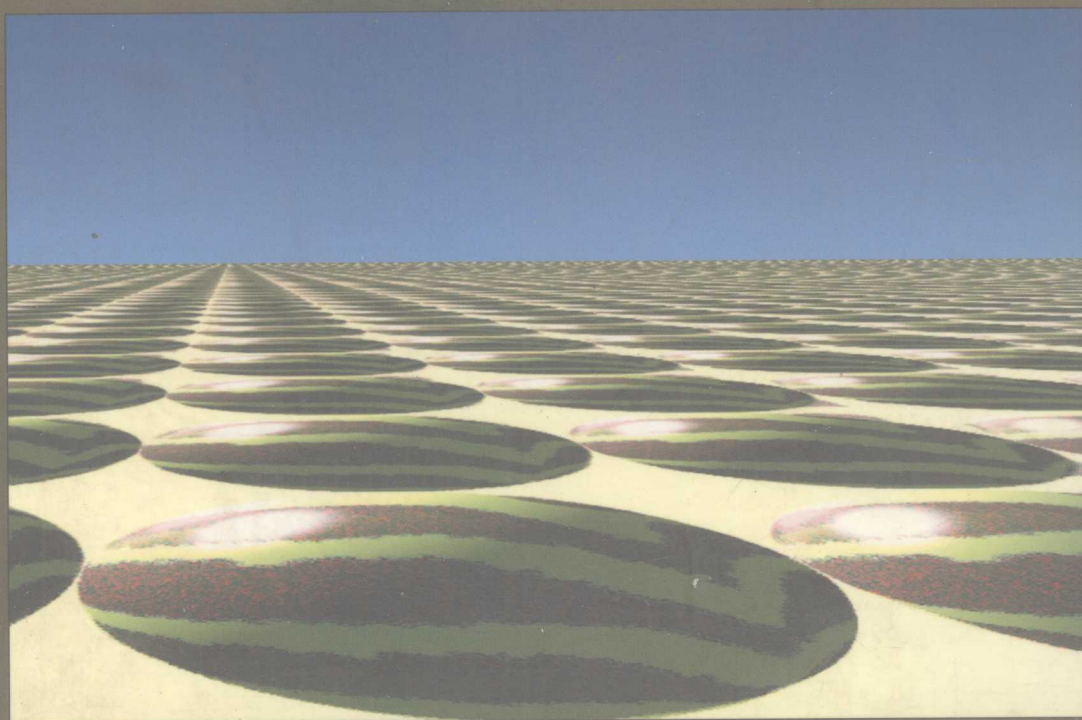

Soil Fertility and Fertilizers

土壤肥力 与肥料

[美]S.L.蒂斯代尔 W.L.纳尔逊 [加]J.D.毕滕 著

金继运 刘荣乐等 译



中国农业科技出版社

土壤肥力与肥料

[美]S. L. 蒂斯代尔 W. L. 纳尔逊 [加]J. D. 毕滕
金继运 刘荣乐 等译

中国农业科技出版社

(京)新登字 061 号

图书在版编目(CIP)数据

土壤肥力与肥料=Soil Fertility and Fertilizers/金继运,
刘荣乐等译. —北京:中国农业科技出版社,1998. 2

ISBN 7-80119-277-X

I. 土…

Ⅰ. ①金… ②刘…

Ⅲ. ①土壤肥力学 ②土壤学-肥料学

Ⅳ. S158

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 15062 号

责任编辑	冯志杰 庄思全 梁鸣早
责任校对	李 刚
出版发行	中国农业科技出版社 地 址:北京海淀区白石桥路 30 号 邮 编:100081 电 话:(010)62173607,68919711 传 真:(010)62189014
经 销	新华书店北京发行所
印 刷	北京印刷学院印刷厂
开 本	880×1230 1/16 印张:43
印 数	1—1000 册 字数:1230 千字
版 本	1998 年 2 月第 1 版 1998 年 2 月第 1 次印刷
定 价	120.00 元

中华农业科教基金资助图书

中华农业科教基金会简介

中华农业科教基金会经中国人民银行批准，民政部注册登记，于1995年12月20日成立。基金会得到国家科委、中国人民银行、民政部、农业部等部委的大力支持；得到国内外企业界、知名人士的积极响应。基金会归口农业部管理，接受中国人民银行和民政部监督。

中华农业科教基金会的宗旨是：通过广泛吸收国内外和社会各方面的资金，用以支持中国农业科教事业，补充国家主渠道对农业科技的投入，以加快实施“科教兴农”战略。

中华农业科教基金会的任务是：发展农业科教事业，推动农业科技进步，提高农业劳动者素质，促进中国农业发展和农村经济繁荣。基金会资助农业基础研究、应用研究、试验示范、成果推广和农业科教前沿重大课题的研究；资助有突出贡献和有发展潜力的中青年农业科技人才；资助优秀农业科技著作的出版；奖励在中国农业科教事业中做出重要贡献的个人。

中华农业科教基金会将根据政府制订的农村经济发展规划，定期公布资助方向。资助项目的遴选实行“公开申请，专家评审，民主公正，择优资助”原则。基金会建立严格的筹资、管理和使用制度，公正、合理、规范、科学、有效地使用农业科教基金，向捐赠者公开收支账目，接受监督。

中华农业科教基金会热忱欢迎国内外企业、社团、各界人士向本基金会捐赠资金，本基金会可根据捐赠者的意愿，设立名人基金、专项基金等。



Soil Fertility and Fertilizers

(Fourth Edition)

Samuel L. Tisdale Werner L. Nelson James D. Beaton

Authorized translation from the English language edition by Macmillan Publishing Company.

Copyright © 1985 by the Macmillan Company, a division of Macmillan, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission in writing from the publisher.

本书的中文版根据麦克米兰出版公司出版的英文版授权翻译出版。
本书英文版由麦克米兰公司子公司麦克米兰出版公司 1985 年出版。
版权所有。未经出版者书面许可,不得以电子、机械、摄影、录音、
信息存储系统等任何形式或方式复制或发行本书的任何部分。

《土壤肥力与肥料》译校人员名单

(以姓氏笔画为序)

马晋辉	王有田	王泽良	白新学
刘荣乐	李秀云	李书田	吴大炘
吴荣贵	张乃风	肖运来	林葆
金继运	侯保平	曹恭	夏荣基
高广领	高道华	梁鸣早	程诚
程明芳	薛泰麟		

出版说明

由美国学者Samuel L. Tisdale, Werner L. Nelson和加拿大学者James D. Beaton合著, 麦克米兰出版公司 (Macmillan Publishing Company) 出版的《土壤肥力与肥料》(Soil Fertility and Fertilizers) 一书, 自1956年问世以来已再版数次, 颇受读者欢迎, 被美国、加拿大等国家广泛用作大学生和研究生的教科书或教学参考书。经麦克米兰出版公司授权及作者同意, 农业部科学技术与质量标准司、加拿大钾磷研究所 (PPI/PPIC) 组织有关人员将该书第四版译成中文, 现由我社出版, 以飨读者。

该书共17章, 内容包括植物必需营养元素, 土壤与植物的基本关系, 土壤营养, 各种营养元素及其肥料产品的生产、施用, 土壤肥力评价, 施肥原理, 耕作制度与土壤管理, 植物养分施用的经济学, 肥料利用效率, 植物养分的交互作用等, 对土壤肥力与肥料的有关问题做了全面详细的讨论, 内容丰富, 资料翔实, 不仅学术价值高, 而且实用性强, 可供土壤肥料和作物生产专业及相关领域的科研与教学人员参考使用。

值得说明的是, 原著的计量单位使用不统一, 除国际单位制 (SI) 单位外, 还有英制单位和厘米·克·秒制单位等等。为了避免换算带来的不便, 在编辑出版过程中未将非国际单位制单位换算为国际单位制单位。此外, 参考文献采用扫描录入, 故保留了原来的著录形式。为方便读者, 我们在中译本中列出了原著中使用的非SI单位与SI单位的换算表, 以供读者查阅。

中国农业科技出版社

1998年1月

译者前言

《土壤肥力与肥料》是一部国际土壤与肥料学界颇有影响的学术著作。自1956年问世以来，美国、加拿大等国家广泛采用该书作为大学和研究生院的教科书或教学参考书，并已再版数次。译者征得原著者和原出版商同意，将此书第四版译成中文，奉献给广大读者。

本书第四版在第三版的基础上，系统总结了本领域的新进展，对各章的内容进行了较大范围的更新，对各营养元素在土壤中的存在形态、发生的化学过程以及植物营养元素的有效性的影响因素等进行了更详尽的论述。此外，还补充了施肥经济学、土壤肥力评价及土壤养分管理方面的最新进展，增加了植物养分管理与其它农艺措施间的交互作用及其在作物高产系统中的作用等重要内容，使该书更具系统性、先进性和实用性。本书可供本专业和相关领域的教学和科研人员参考使用。

本书的翻译出版工作是中国—加拿大政府间合作项目：中(国)—加(拿大)合作农学发展第三期项目的组成部分。在翻译出版过程中得到了农业部科学技术与质量标准司、中国农业科学院土壤肥料研究所、加拿大国际开发署(CIDA)和加拿大钾磷研究所(PPI/PPIC)的大力支持，加拿大钾磷研究所(PPI/PPIC)和加拿大钾肥公司(Canpotex)还提供了资助。

参加本书翻译和校订工作的人员有：张乃凤、李秀云、吴大炘、林葆、夏荣基、马晋辉、王有田、王泽良、白新学、刘荣乐、李书田、吴荣贵、肖运来、金继运、梁鸣早、高广领、高道华、侯保平、曹恭、程诚、程明芳、薛泰麟等。为了便于读者查阅，原书的索引由刘荣乐和曹恭译出。全部译文由金继运和刘荣乐通校。由于译者英文水平和专业知识所限，误译之处在所难免，敬请读者指正。

在本书的翻译出版过程中，得到了于学诚先生、李家康研究员、Sam Portch博士和王家骧博士的支持和帮助，在此一并表示感谢。

金继运

1997年4月10日

序

《土壤肥力与肥料》第四版与其前三版一样，目的是向大学和研究生院就读农业领域的高年级和低年级学生传授土壤肥力和肥料制造及施用的基本原理。与第一版一样，本书对于那些已完成土壤初级课程的学生极有价值，也适用于那些在无机化学和作物科学方面基础较好的学生。

第四版章节次序的变动较小，但对若干章的主题内容进行了重新组织。在参考大量文献的基础上，对论述的内容进行了广泛的更新。采用的资料取自美国和加拿大的众多地区以及世界其他地区，因而更加广泛。

第四版更加重视各种养分元素在土壤中的发生、存在形态、行为以及影响养分有效性及植物吸收的因素。对影响养分需求和作物反应的植物因素也给予了更多的注意。

第四版的第七章全部用于论述钾。对于硫的讨论更加深入，并与钙和镁一起构成第八章。这一版还拓宽了涉及的微量元素养分范围，将有益元素氯、钠、硅、硒和钡归于微量元素的范畴。对论及商品肥料的资料进行了重新组织，并压缩为单独的一章（第十章）。

第十一章为“土壤酸度与施用石灰”，强调了铝在土壤酸度变化中的作用，吸收了冷冻湿润地区和美国温暖湿润地区土壤施用石灰方面的最新思想与进展。

第十二章至第十六章论述了土壤肥力评价、施肥、施肥经济学及土壤管理方面的最新进展。在第十二章“土壤肥力评价”中，增加了对临界养分范围、养分比例、综合诊断与推荐系统（DRIS）的讨论。

第十四章“耕作制度与土壤管理”，论述了保护耕作方面的近期进展和土壤管理上的其他问题并讨论了在土壤肥力管理方面新进展。此外，对讨论动物粪肥、污水和污泥的性质及利用的内容做了更新和修订。本章增加了对作物管理中遥感应用的讨论。

第十七章“高产农业中植物养分的交互作用”是新增加的一章，集中讨论了植物养分与其他作物管理投入间存在的众多交互作用，并强调这些交互作用在现代高产农业系统中的影响。

同第三版一样，在每一章的最后附有小结和讨论题。

本书中使用的投入—产出数据主要是为了说明问题。世界农业处于一个由众多因素决定的动态画面之中，农产品价格也已发生了很大变化。虽然植物与其环境间的自然关系是不随价格变化而变的，但决定某一项具体措施是否经济可行时，必须把价格与作物反应的数据同时加以考虑。

自1965年以来，世界粮食和纤维的需求急剧增长，并且在整个70年代居高不下。尽

管 80 年代初这种需求有所缓解，但预计至少到本世纪末，这种需求仍会大幅度增长。随着对粮食和纤维需求的扩大，化肥的生产和消费也会相应增加。

1972—1984 年，对于氨这种化学氮肥基本原料的生产，在能源的获得和成本上发生过大动荡。在 70 年代后期，生产氨的成本如此之高以至于似乎需要寻找替代方法为植物生长提供氮素。在这些替代方法中，较为常见的有施用污水、污泥和动物粪肥以及种植豆科作物等，这些措施在几年前并未引起人们的注意。

80 年代初期能源供给增加，肥料成本在许多地区大幅度下降。但由于粮食价格低，世界农产品需求萎缩，因而提高作物生产各环节（包括施肥）的效率便愈来愈受到关注。结果，人们则强烈需要通过采用高效作物生产系统获得高产。效率的提高可通过利用成本低廉或无需成本的已有技术来实现。利用肥料施用和其他作物生产投入之间存在的大量正交互作用，是经济不景气时期农业企业求得生存最有前景的途径。

讨论影响农产品价格和能源供应的因素已超出了本书的范围，但理解本书中提出的土壤肥力和植物生长原理，对于在生产成本高或农产品价格低以及世界需求有限时解决农民遇到的生产问题是十分有益的。为了在变化着的农业价格环境中成功地运用投入—产出经济学原理，理解植物生长及其影响因素（包括土壤肥力间的关系）是必要的。这就是本书撰写时所考虑的一个主题思想。

我们由衷地感谢北美及世界其他地区的同行们，我们在撰写过程中参考并引用了他们的著作。本书引用的许多图表是由原文作者提供的。这些作者之多，难以一一列出，在此对他们表示真诚的感谢。对 V. V. Rendig、M. E. Sumner 和 G. E. Wilcox 三位博士审校本修订版时所付出的辛勤劳动以及对 A. S. R. Juo 和 G. Uehara 两位博士在审校部分章节中所给予的帮助也表示衷心的感谢。

特别感谢以下学术和出版团体慷慨准许复制图表。它们是：美国农学会、美国化学会、学术出版社(Academic Press, Inc.)、英国土壤学会、加拿大植物与土壤学会、The David McKay 出版社、The Williams & Wilkins 出版公司、John Wiley & Sons 出版公司、美国土壤学会、钾磷研究所、硫研究所、Rheinhold 出版公司、Marcel Dekker 出版公司和 Martinus Nijhoff 出版公司。

最后，对 Doris Beaton 夫人在打印和整理书稿上给予的帮助和 J. C. Blyth 先生及 Jeanette Nelson 夫人对书稿给予的帮助表示感谢，并对 Allyne Tisdale 夫人在制作索引中给予的帮助以及 Don Hare 和 Andrea Hare 提供参考材料表示诚挚的谢忱。

Samuel L. Tisdale

Werner L. Nelson

James D. Beaton

目 录

译者前言

序

绪论 世界肥料的发展.....	(1)
第一章 土壤肥力的历史与现状	(5)
第一节 古代的有关记载	(5)
第二节 19 世纪以前对土壤肥力的认识	(8)
第三节 19 世纪取得的进步	(9)
第四节 美国土壤肥力研究的发展	(11)
第五节 21 世纪展望	(14)
参考文献	
第二章 植物生长及其影响因素	(17)
第一节 植物生长的影响因素	(17)
第二节 植物生长的描述	(38)
小 结	(46)
讨论题	(46)
参考文献	
第三章 植物必需的营养元素	(51)
第一节 植物营养元素的必需性及必需元素	(51)
第二节 植物所需营养元素的生理功能	(52)
小 结	(77)
讨论题	(77)
参考文献	
第四章 土壤与植物的基本关系	(81)
第一节 阳离子交换	(81)
第二节 阴离子交换	(84)
第三节 接触交换和根系阳离子交换	(85)
第四节 离子由土壤向根系的移动	(85)
第五节 植物对离子的吸收	(88)
小 结	(90)
讨论题	(91)
参考文献	

第五章 土壤氮和氮肥	(95)
第一节 根瘤菌和其他共生细菌的固氮作用	(95)
第二节 土壤微生物固氮和来自大气的氮	(99)
第三节 土壤氮的形态.....	(101)
第四节 土壤氮的转化.....	(102)
第五节 土壤中离子态氮的吸持.....	(113)
第六节 氮的气态损失.....	(117)
第七节 亚硝态氮涉及的化学反应.....	(122)
第八节 氨的挥发和植物交换的氨.....	(125)
第九节 氮肥的种类.....	(127)
第十节 源于氨的氮肥.....	(127)
第十一节 硝酸盐肥料.....	(145)
第十二节 缓效氮化合物及其他氮肥.....	(146)
第十三节 氮肥的酸碱性及氮肥肥效.....	(152)
小 结	(153)
讨论题	(154)
参考文献	
第六章 土壤磷和磷肥	(163)
第一节 土壤含磷量.....	(163)
第二节 土壤磷的形态.....	(164)
第三节 影响土壤磷固持的因素.....	(176)
第四节 磷 肥.....	(183)
第五节 磷肥的种类.....	(185)
第六节 磷细菌制剂的应用.....	(191)
第七节 磷在土壤中的行为.....	(192)
第八节 影响磷肥肥效的其他因素.....	(198)
第九节 各种磷肥的肥料价值比较.....	(200)
小 结	(202)
讨论题	(203)
参考文献	
第七章 土壤钾和钾肥	(213)
第一节 土壤钾含量及来源.....	(213)
第二节 土壤钾的形态与钾的植物吸收.....	(213)
第三节 钾的固定.....	(221)
第四节 影响钾对植物有效性的土壤因素.....	(224)
第五节 影响钾有效性的植物因素.....	(232)
第六节 施钾位置.....	(238)
第七节 钾的淋溶损失.....	(238)
第八节 含钾肥料.....	(239)

第九节 各种含钾肥料的农用价值·····	(242)
小 结 ·····	(242)
讨论题 ·····	(243)
参考文献	
第八章 土壤和肥料中的硫、钙、镁 ·····	(251)
第一节 硫·····	(251)
第二节 钙·····	(282)
第三节 镁·····	(288)
小 结 ·····	(292)
讨论题 ·····	(293)
参考文献	
第九章 微量元素及其他有益元素 ·····	(301)
第一节 微量养分阳离子之间的一般关系·····	(301)
第二节 硼·····	(302)
第三节 钴·····	(308)
第四节 铜·····	(310)
第五节 铁·····	(315)
第六节 锰·····	(321)
第七节 钼·····	(326)
第八节 锌·····	(330)
第九节 钠·····	(338)
第十节 氯·····	(340)
第十一节 硅·····	(343)
第十二节 硒·····	(345)
第十三节 螯合物·····	(349)
小 结 ·····	(349)
讨论题 ·····	(351)
参考文献	
第十章 肥料生产的基本原理·····	(359)
第一节 氮肥·····	(359)
第二节 磷肥·····	(364)
第三节 钾肥·····	(376)
第四节 混合肥料·····	(383)
第五节 肥料-农药混合物 ·····	(408)
第六节 肥料管理和法规·····	(409)
第七节 推荐肥料品级和比例的一致性·····	(412)
小 结 ·····	(412)
讨论题 ·····	(414)
参考文献	

第十一章 土壤酸度与施用石灰	(419)
第一节 什么是酸度?	(419)
第二节 土壤酸度	(421)
第三节 土壤缓冲体系	(427)
第四节 土壤活性酸度和潜在酸度的测定	(428)
第五节 作物生长的适宜土壤 pH 值	(431)
第六节 石灰物质	(432)
第七节 评价农用石灰的快速方法	(438)
第八节 石灰物质的选用	(439)
第九节 农业中施用石灰的效应	(440)
第十节 石灰物质的施用	(444)
第十一节 影响选用施石灰方案的因素	(448)
小 结	(449)
讨论题	(450)
参考文献	
第十二章 土壤肥力评价	(455)
第一节 土壤肥力评价的方法	(455)
第二节 植物养分缺乏症	(456)
第三节 潜在饥饿	(457)
第四节 季节效应	(458)
第五节 植株分析	(459)
第六节 生物测定	(470)
第七节 土壤测试	(473)
第八节 土壤测试的总结	(491)
小 结	(492)
讨论题	(493)
参考文献	
第十三章 施肥的依据和原则	(497)
第一节 作物特性	(497)
第二节 土壤特性及施肥位置	(507)
第三节 肥料的运移	(511)
第四节 盐指数	(512)
第五节 氮、磷、钾的施用原则	(513)
第六节 施肥时间	(523)
第七节 轮作中的施肥	(527)
第八节 后 效	(529)
第九节 微量元素的施用	(530)
第十节 底土层养分的利用	(532)
第十一节 液体肥料的施用	(534)

小 结	(536)
讨论题	(538)
参考文献	
第十四章 耕作制度与土壤管理	(545)
第一节 产量趋势.....	(545)
第二节 耕作和土壤管理的目标.....	(548)
第三节 土壤有机质.....	(548)
第四节 轮作中的豆科作物.....	(554)
第五节 轮作与连作.....	(556)
第六节 耕作制度的其他肥力效应.....	(558)
第七节 轮作对土壤和水分流失的影响.....	(560)
第八节 冬季复被作物.....	(561)
第九节 牲畜粪肥.....	(563)
第十节 污 水.....	(567)
第十一节 耕 作.....	(571)
第十二节 遥 感.....	(576)
第十三节 产量潜力.....	(577)
小 结	(580)
讨论题	(581)
参考文献	
第十五章 植物养分施用的经济学	(587)
第一节 肥料与其他农业投入的价格比较.....	(587)
第二节 最高产量研究与最高经济产量.....	(588)
第三节 产量水平与单位生产成本.....	(590)
第四节 单位投资收益或单位面积利润.....	(593)
第五节 最盈利的植物养分用量是多少?	(596)
第六节 养分的价格.....	(599)
第七节 石灰与氮、磷、钾的效益比较.....	(601)
第八节 粪肥及植物养分对土地价值的影响.....	(602)
第九节 最大利润产量的额外收益.....	(602)
小 结	(605)
讨论题	(606)
参考文献	
第十六章 肥料与水的有效利用	(609)
第一节 土壤含水量与养分吸收.....	(610)
第二节 养分与水分的相互关系及水分的损失.....	(613)
第三节 植物养分对需水量的影响.....	(615)
第四节 施肥与根系吸水.....	(619)
第五节 蓄水及施肥建议.....	(621)

第六节 干湿季节的肥力效应.....	(622)
第七节 充分利用好年景.....	(623)
小 结	(624)
讨论题	(625)
参考文献	
第十七章 高产农业中植物养分的交互作用	(629)
第一节 交互作用的重要性.....	(629)
第二节 建立最高产量系统.....	(637)
小 结	(638)
讨论题	(639)
参考文献	
附 录 本书原著中的非 SI 单位制单位与 SI 单位或其他法定单位的换算	(641)
索 引.....	(643)