



全国耕地质量调查

NATIONAL SOIL QUALITY SURVEY AND ASSESSMENT

耕地地力调查与 质量评价

全国农业技术推广服务中心 编著

 中国农业出版社

耕地地力调查与质量评价

全国农业技术推广服务中心 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

耕地地力调查与质量评价 / 全国农业技术推广服务中心编著. —北京: 中国农业出版社, 2005. 8

ISBN 7-109-10223-8

I. 耕... II. 全... III. ①耕地—土地资源—资源调查—中国②耕地—土地资源—经济评价—中国
IV. F323. 211

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 103538 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 王海兴

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 22.25

字数: 550 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 50.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编 委 会

主 编 辛景树 田有国 任 意
副 主 编 彭世琪 贾文竹 李 涛 朱 恩
杨德芬 苏云辉

参编人员 (按姓氏笔画顺序排列)

万广华	马 兵	王晋民	王绪奎
冯洪恩	曲 华	朱海平	危长宽
汤建东	孙育强	吴琼泽	沈秋光
张月平	张国进	张炳宁	林碧珊
郑海春	单英杰	孟晓民	郜翻身
段庆钟	徐志平	徐 茂	徐 辉
殷广德	黄功标	黄顺坚	黄铁平
黄 健	蒋庆功	鲁明星	窦晓黎

审 稿 栗铁申

序

土壤是人们赖以生存和发展的最根本的物质基础，是农业生产最基本的物质源泉。耕地是土地的精华，是人类获取粮食及其他农产品不可替代的生产资料。当今世界，耕地与人口、耕地与环境、耕地与食物安全、耕地合理利用与管理等已为各国政要特别关注和科学家们潜心研究的重大课题。随着我国农业进入新世纪、新阶段，“良田、良种、良法”已成为发展我国“优质、高产、高效、生态、安全”农业的重要保障，其中“良田”则是基础之保障。

新中国成立以来，我国曾分别于 1958—1960 年和 1979—1984 年开展过两次土壤普查工作。其丰硕成果，在全国农业区划、农业综合开发、中低产田改良、科学施肥等方面得到了广泛应用，为高标准基本农田建设、农业结构调整、农业科学研究、新型肥料研发等方面提供了科学依据。在此后的 20 多年里，我国农村经营管理体制、耕作制度、种植结构、品种布局、施肥水平、农药使用等均发生了巨大变化，耕地质量和土壤肥力状况亦随之发生了较大变化。

为了全面摸清我国耕地质量状况，为新阶段食物安全与农村经济稳定发展、耕地质量建设与农业可持续发展及农业结构调整、无公害农产品生产和科学合理施肥等提供科学依据，农业部于 2002 年启动了全国耕地地力调查与质量评价工作。根据“试点启动、区域调查、全面开展”的总体思路，初步完成了 14 个省（自治区、直辖市）60 个县的耕地地力调查与质量评价

及资料汇总工作，取得了显著成效，积累了有益经验。为进一步规范全国耕地地力调查与质量评价工作，确保调查分析数据的科学性、系统性和准确性，实现项目目标，全国农业技术推广服务中心组织有关专家在前三年工作的基础上，编写了《耕地地力调查与质量评价》一书。该书内容翔实，结构科学，全面系统地介绍了耕地地力调查与质量评价的原理、技术与方法，以及相关的标准，是近年来我国土壤与肥料学科难得的一部专业著作。该书既适用于作为农业科研、教学和技术推广人员的工具书籍，也适用于作为农业行政和技术管理人员的参考书籍。我相信，她的出版一定会为新阶段我国耕地质量建设和农业的可持续发展发挥重要的作用，作出应有的贡献。

夏炎泽

2005年10月

前 言

在财政部的支持下，农业部于 2002 年启动了全国耕地地力调查与质量评价项目。该项目旨在摸清我国耕地养分及微量元素状况、耕地生产能力及地力因素分布特征、土壤环境质量状况、土壤退化和障碍因素等，建立起全国耕地质量评价及监控管理系统，为科学施肥技术推广应用、耕地质量评价、农用地适宜性评价等提供科技支撑，为我国粮食安全、农业结构调整、优质农产品生产、农业可持续发展提供决策依据。按照“试点启动、区域性调查、全面开展”的项目总体思路，已经完成了项目的基础性准备，并在环太湖、珠江三角洲、华北地区等高效种植区和农产品出口基地及东北粮食主产区的 14 个省（自治区、直辖市）60 个县完成了耕地地力调查与质量评价工作。

为了规范工作，确保调查分析数据的可靠，使耕地地力调查与质量评价工作达到预期的目的，全国农业技术推广服务中心在前三年工作的基础上，组织有关专家编写了此书。全书共分三篇：第一篇总论。介绍了耕地地力调查与质量评价的项目背景、耕地调查涉及的基本概念、我国耕地资源存在的问题及国内外耕地评价的研究进展、对工作的重点和技术要点进行了阐述，并扼要的介绍了调查与质量评价工作的技术流程。第二篇耕地地力调查与质量评价技术。系统地、对耕地地力调查与质量评价的每一个技术环节进行了详细的介绍，具体包括前期准备、调查与样品采集、分析测试与实验室质量控制、耕地地力评价的原理与方法、耕地土壤环境质量评价的标准与方法、县

域耕地资源管理信息系统的建立、基于 GIS 的全国耕地资源管理信息系统、成果报告编制要求等内容。第三篇检测方法。参考了有关标准和技术规范，详细介绍了耕地地力调查与质量评价工作涉及的各个项目的检测方法。

本书在编写过程中得到了农业部财务司、农业部种植业管理司领导的大力支持，全国农业技术推广服务中心主任夏敬源博士在百忙之中审阅此书，并欣然作序。全国农业技术推广服务中心栗铁申副主任对本书进行了审核，并提出了宝贵的修改意见。在此表示衷心的感谢。农业部微生物肥料质量监督检验测试中心李俊研究员、湖北省土壤肥料工作站王忠良推广研究员、安徽省土壤肥料总站张一凡高级农艺师，还为本书提供了有关资料，在此一并表示感谢！

因时间仓促，水平有限，书中不足甚至错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2005 年 10 月

目 录

序 前言

第一篇 总 论

第一章 绪论	3
第一节 引	3
第二节 基本概念	4
第三节 耕地评价的研究进展	6
第四节 我国耕地资源的现状与问题	10
第二章 耕地地力调查与质量评价技术概论	15
第一节 耕地地力调查与质量评价技术重点内容说明	15
第二节 耕地地力调查与质量评价技术流程	20

第二篇 耕地地力调查与质量评价技术

第一章 前期准备	31
第一节 组建机构	31
第二节 准备相关物资	32
第三节 前期技术储备	33
第四节 资料收集与整理	34
第二章 调查与样品采集	36
第一节 调查点编号规则	36
第二节 调查内容及说明	37
第三节 布点方法	57
第四节 样品采集	59
第三章 分析测试与质量控制	62
第一节 样品处理	62
第二节 大、中、微量元素测试	76
第三节 耕地环境质量检测	87
第四节 实验室检测质量控制	110
第五节 检测技术发展动态	115

第四章 耕地地力评价的原理与方法	145
第一节 基本原理	145
第二节 耕地地力评价方法	146
第五章 耕地土壤环境质量评价的标准与方法	170
第一节 土壤环境质量评价标准	170
第二节 土壤环境质量评价	175
第三节 应用实例	177
第六章 耕地资源管理信息系统的建立	180
第一节 县域耕地资源管理信息系统总体设计	180
第二节 耕地资源数据库系统标准	182
第三节 属性数据库建立	183
第四节 空间数据库建立	188
第五节 县域耕地资源管理信息系统建立与应用	200
第六节 基于 GIS 的全国耕地资源管理信息系统	217
第七章 成果报告的编写要求	227
第一节 县级工作报告(提纲)	227
第二节 县级技术报告(提纲)	227
第三节 专题报告(提纲)	230

第三篇 检测方法

第一章 耕地地力调查土样的检测方法	233
第一节 土壤 pH 的测定	233
第二节 土壤有机质的测定	235
第三节 土壤全氮的测定	238
第四节 石灰性土壤有效磷的测定	240
第五节 酸性土壤有效磷的测定	243
第六节 土壤速效钾的测定	245
第七节 土壤缓效钾的测定	246
第八节 土壤有效铜、锌、铁、锰的测定	247
第九节 土壤有效钼的测定	249
第十节 土壤水溶性硼的测定	252
第十一节 土壤有效硫的测定	254
第十二节 土壤有效硅的测定	256
第十三节 交换性钙和镁的测定	259
第二章 耕地环境质量调查土样的检测方法	262
第一节 土壤质量 铅、镉的测定	262
第二节 土壤质量 总汞的测定	265

第三节	土壤质量	总砷的测定	268
第四节	土壤质量	总铬的测定	271
第五节	土壤质量	铜、锌的测定	274
第六节	土壤质量	六六六和滴滴涕的测定	277
第三章 耕地环境质量调查水样的检测方法			284
第一节	水质	硝酸盐氮的测定	284
第二节	水质	pH 的测定	288
第三节	水质	矿化度的测定	292
第四节	水质	总磷的测定	294
第五节	水质	总汞的测定	297
第六节	水质	铜、锌、铅、镉的测定	304
第七节	水质	总砷的测定	310
第八节	水质	六价铬的测定	314
第九节	水质	镍的测定	317
第十节	水质	化学需氧量的测定	319
第十一节	水质	总氰化物的测定	323
第十二节	水质	氟化物的测定	329
第十三节	水质	硫化物的测定	333
第十四节	水质	悬浮物的测定	338
主要参考文献			340

第一篇

总论



第一章 绪论

第二章 耕地地力调查与质量评价
技术概论

第一章 绪 论

第一节 引

中国是一个古老的农耕国家,根据考古发掘资料,我国农耕历史可以追溯到六七千年前的史前时代,西安东郊灞桥半坡村出土的仰韶文化遗址,发现了一个加盖的罐里盛满了谷子,证明五六千年前黄河流域已有了最早的旱地农业。1993年浙江余姚县河姆渡旧址(距今七八千年),出土了人工栽培的水稻和大量翻耕农田的工具,这是最早的长江流域水田开发的例证。随着社会的发展和人口的增长,农业生产活动规模逐渐扩大,逐步形成了我国以种植粮食作物为主体的种植业农耕模式。这种农业生产模式,耕地成为最基本、最重要的资源和条件。农业生产,以致整个社会经济发展,主要都是以耕地的开发利用为前提。

目前,我国用不到10%的世界耕地养活了20%以上的世界人口。然而耕地资源的形势并不乐观,耕地资源数量逐年减少,农田耕作层变浅、土壤养分失衡、耕地土壤水土流失、土壤沙化、土壤次生盐渍化、土壤酸化、土壤污染等耕地土壤质量退化问题日趋严重,要保障我国粮食安全,促进农业发展,增加农民收入,必须加强对耕地这一重要基础资源的保护。

我国政府历来高度重视耕地的开发利用和保护问题。早在二十世纪六七十年代就以基本农田建设为中心进行了水利建设和土壤培肥。改革开放以来,人口多、耕地少的国情一直是邓小平建设有中国特色社会主义理论的基本出发点,保护耕地也成了该理论的重要组成部分。1986年以来又陆续颁布实施了《中华人民共和国土地管理法》、《基本农田保护条例》等一系列法律法规。目前我国耕地保护形势之严峻,引起了国家领导人的极大关注,一再强调:“保护耕地是事关社会主义建设全局的大事”,“保护耕地就是保护我们的生命线”。党的十六届三中全会通过的《关于完善社会主义市场经济体制若干重大问题的决定》指出:“实行最严格的耕地保护制度,保证国家粮食安全。”这些都集中反映了中央对耕地保护问题的高度重视。新修订的土地管理法规定了“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地是我国的基本国策”,“国家实行土地用途管制制度”。在2005年的《中共中央国务院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》(中共中央国务院1号文件)中,明确指出“中央和省级财政要较大幅度增加农业综合开发投入,新增资金主要安排在粮食主产区,集中用于中低产田改造,建设高标准基本农田”,要“搞好‘沃土工程’建设,增加投入,加大土壤肥力调查和监测工作力度,尽快建立全国耕地质量动态监测和预警系统,为农民科学种田提供指导和服务”。中国对耕地保护的重视,可以说是古今中外绝无仅有。

新中国成立以来,我国开展过两次土壤普查工作。土壤普查的丰硕成果,在全国农业区划、农业综合开发、中低产田改良和科学施肥方面,得到了广泛地应用,为高标准基本农田建设,提供了科学依据。改革开放以来,我国的耕地质量和土壤肥力状况等也发生了重大的变化。进入 21 世纪,我国农业全面走向世界新的历史时期,开展一次耕地地力调查和质量评价是十分重要和紧迫的一项基础性工作。

从 2002 年开始,在财政部的大力支持下,耕地地力调查与质量评价项目开始了前期工作准备和技术试点,并于 2002 年至 2004 年在按照“试点启动、区域性调查、全面开展”的步骤,在环太湖流域、珠江三角洲、华北地区等高效种植区和农产品出口基地及东北黑土退化严重的地区进行了耕地地力、土壤环境及农户施肥情况的调查与质量评价,并结合各地实际进行了土壤适宜性评价,提出了粮食安全保障和农业结构调整措施;进行了土壤环境质量评价,提出了土壤污染防治对策、修复方法和无公害农产品管理措施;进行了我国耕地土壤退化和土壤障碍因素现状分析,提出土肥水资源合理配置和改良利用建议与措施;进行了我国耕地土壤养分及微量元素状况分析,提出耕地土壤养分评价及科学施肥指标体系。为在全国范围内逐步建立以地理信息系统(GIS)为载体的中央、省、县三级耕地地力、土壤环境数据库和管理信息系统、耕地地力与土壤环境动态监测体系、全国耕地质量预警系统奠定了坚实的基础。

第二节 基本概念

一、耕地

与耕地有关的英文词有 Arable land、Farmland 和 Cultivated land。Arable land 意为耕地,是指种植短期作物的土地,供割草或放牧的短期性草场,供应菜市场的菜园和自用菜园所用的土地及温室,以及休耕或闲置不超过五年的土地。Farmland 包括种植农作物的土地、牧地、果园等农业用地,是农场范围的总称。Cultivated land 所包括的土地范围又有两部分,Tilled land 和 Grass land。Till land 包括种植农作物的土地、果园、花卉、葡萄园等用地,而 Grass land 就是指牧草地。国际环境与发展研究所和世界资源研究所在《世界资源》中,把耕地的概念解释为:“包括暂时种植和常年种植作物的土地、暂时草地、商品菜园、家庭菜园、暂时休闲耕地,还包括种植诸如可可、咖啡、橡胶、果树和葡萄等这些在每次收获以后不需要重新种植的土地,不包括用来种植为获取薪材的土地”。

在国内,一般对耕地的理解是:“耕地是一种特定的土地,是人类活动的产物,是人类开垦之后,用于种植农作物并经常进行耕耘的土地”。这里所指的农作物,主要是一年生作物,包括粮食作物、经济作物和其他作物中的蔬菜瓜果类、绿肥和饲料作物,不包括多年生的果树、牧草等植物。但是,随着农业生产活动的日益复杂和耕作技术的日益先进,农作物的种植出现了各种各样的形式:有粮果间作、立体种植、稻鱼混合种养等,从而使耕地这一概念的界限出现了模糊。为了克服耕地概念的不确定性问题,在实际应用中,我国的一些生产管理部门已经规定了不同的耕地概念,如全国农业区划委员会和原国家土地管理局在 1984 年制定的《土地利用现状调查技术规程》中把耕地确定为:“种植农

作物的土地,包括:新开荒地、休闲地、轮歇地、草田轮作地;以种植农作物为主的间有零星果树、桑树或其他树木的土地;耕种三年以上的滩涂和海涂;南方宽小于1m和北方宽小于2m的沟、渠、路和田埂”。《辞海》(经济分册)则把耕地解释为:“经过开垦用以种植农作物并经常耕耘的土地,包括种植农作物的土地、休闲地、新开荒地和抛荒未满三年的土地”。

二、土壤肥力

关于土壤肥力(Soil fertility)人们很早就进行了许多研究,至今没有一个比较统一的认识。历史上曾有腐殖质学说;李比西的矿质营养学说;威廉士的团粒结构学说等,都是从土壤的物理肥力、化学肥力等方面对土壤肥力进行的不同的描述。最近,在国际上有人提出土壤生物肥力的概念,认为生物过程对土壤的物理、化学特性起到良好的促进和维持作用,所以将土壤生物肥力定义为生活在土壤中的微生物、动物、植物根系等有机体为植物生长发育所需营养提供的贡献。但目前其对植物生长的作用只能通过间接的测定。

我国比较广泛承认的土壤肥力是指土壤水、肥、气、热四个因素同时供给作物生活需要的能力,也就是说土壤供应和协调作物生长所需的营养和环境因素的能力。土壤的这种供水供肥的特性或能力,经常在变化,而且往往是供求不平衡,还由于它是作物利用光能的物质基础,只有满足了作物对土壤因素的需要,作物才能充分利用其他因素,提高光能的利用率,获得作物高产。农业生产上土壤因素的问题较多,而且也可能通过人为措施加以调节和控制,所以提高土壤肥力往往成为作物持续增产的关键,土壤肥力的评价也以作物产量为主要依据。

三、耕地基础地力

耕地基础地力(Soil fundamental fertility)是指在一特定区域内的特定的土壤类型上,立足于耕地自身素质,针对地力建设与土壤改良目标,确定的地力要素的总和。它是一个反映耕地内在的、基本素质的地力要素所构成的基础地力的概念。也就是由耕地土壤的地形、地貌条件、成土母质特征、农田基础设施及培肥水平、土壤理化性状等综合构成的耕地生产力。

耕地基础地力的一般最直接、最简单的回答,就是指耕地的农业生产能力。因此,在习惯上人们往往把这两者等同起来。特别是在生产实践中,就直接将耕地表现为农业生产能力的粮食单位面积产量水平,作为度量地力的尺度。高产田、中产田、低产田的划分方法就是最明显、最常见的例子。但是当我们深入分析构成农业产量的诸多因素,就会发现,产量水平并不能直接等同地力。一些构成农业产量的因素,例如作物品种的优劣,栽培技术,施肥管理水平,异常自然灾害等因素,都在产量构成中占相当比重。这些都是来自耕地外部的技术经济投入条件和偶然因素,不是耕地自身的属性,随意性很大,是随时间、地点、条件不同而变化的极不稳定的因素。对这些问题的研究应属于农艺学、栽培学研究的领域,不是耕地基础地力研究的直接对象。

在《中国耕地的基础地力与土壤改良》一书中,以反映耕地内在的、基本素质的地力要素构成了耕地基础地力的概念,即指在一特定区域内的特定的土壤类型上,立足于耕地

自身素质, 针对地力建设与土壤改良目标, 确定的地力要素的总和。在农业部组织的全国耕地地力调查与质量评价项目的技术规程中, 将耕地基础地力定义为在当前管理水平下, 由土壤本身特性、自然背景条件和基础设施水平等要素综合构成的耕地生产能力。根据耕地基础地力的概念、研究范围的界定, 构成耕地基础地力的要素主要有三个组成部分, 分别为: 立地条件、土壤条件和农田基础设施及培肥水平。立地条件是与耕地基础地力直接相关的地形、地貌及成土母质特征, 地形、地貌涉及中地形部位与微地貌单元, 成土母质则为第四纪风化壳的物质组成、岩性与堆积状况; 土壤条件包括剖面与土体构型、耕作层土壤的理化性状及特殊土壤的理化性状指标; 农田基础设施条件及培肥水平主要包括田间水利工程、水土保持工程、田园化及植被生态建设、土壤培肥水平等。以上各要素并不是互相孤立地存在, 它们之间既有区别又相互影响。如土壤所处的地形条件直接影响土体厚度、水分状况等; 而成土母质颗粒的粗细直接决定土壤机械组成(质地), 成土母质的矿物组成直接决定土壤的磷、钾及中量与微量元素的含量及组成, 同时还决定土壤的酸碱度和交换量, 直接影响土壤肥力; 农田基础设施更是直接解决土壤的干旱、渍涝、盐碱等障碍因素; 坡地改梯地, 平整土地, 增厚土层, 加深耕层, 能改善耕地的基本素质, 提高基础地力, 增加抗御自然灾害的能力。

四、耕地质量

国际国内未见关于耕地质量的成形的大家认可的定义。国际上与此相关的有土壤质量(Soil quality)。土壤质量被定义为“特定类型土壤在自然或农业生态系统边界内保持动植物生产力, 保持或改善大气和水的质量以及支持人类健康和居住的能力”。简单地说, 土壤质量就是“土壤实现其功能的能力”。

土壤质量的定义确定了土壤的三项基本功能: 土壤生产力, 即土壤提高植物和生物生产力的能力(Maintenance of Productivity); 环境质量, 即土壤降低环境污染物和病菌损害的能力(Prevention of off-site and on-site pollution); 动植物健康, 即土壤质量影响动植物和人类健康的能力(Habitat provision)。这三项功能也被称为土壤肥力质量, 土壤环境质量和土壤健康质量。

在《全国耕地地力调查与质量评价技术规程》中, 将耕地质量定义为耕地满足作物生长和清洁生产的程度, 包括耕地地力和土壤环境质量两个方面的内容。在全国耕地地力调查与质量评价工作中将土壤环境质量界定在土壤污染与水质污染两个方面。

第三节 耕地评价的研究进展

人们越来越重视耕地质量调查与评价是因为耕地质量状况对整个社会的可持续发展具有非常重要的意义, 而且耕地评价是生态、环境、经济、社会可持续发展评价的重要基础。所以, 近年来, 对耕地质量评价的研究越来越深入, 耕地质量评价的服务领域也越来越广泛, 具体包括调查和评价耕地质量的现状, 确定存在障碍的生产区域, 预测粮食产量, 为耕地的合理开发利用服务; 理解耕地质量变化的机理, 预测农业结构调整、耕地利用方式的改变或采用新的土壤管理措施对土壤可能产生的影响以及随之带来的风险; 评价