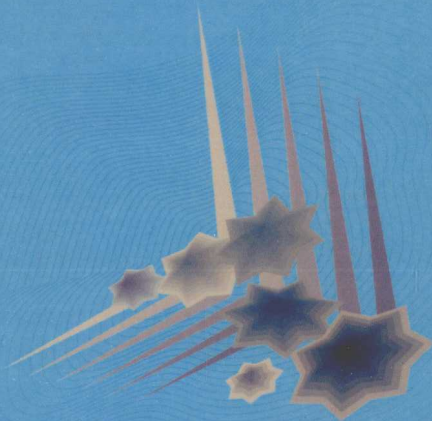


耕地地力评价 指南

(第二版)

全国农业技术推广服务中心 编著



中国农业科学技术出版社

耕地地力评价指南

(第二版)

全国农业技术推广服务中心 编著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

耕地地力评价指南 (第二版) / 全国农业技术推广服务中心编著.
北京: 中国农业科学技术出版社, 2009. 7
ISBN 978 - 7 - 80233 - 943 - 9

I. 耕… II. 全… III. 耕作土壤 - 土壤肥力 - 评价 - 指南
IV. S159 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 110864 号

责任编辑 鲁卫泉
责任校对 贾晓红

出版发行 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010) 82109704 (发行部) (010) 82106636 (编辑室)
(010) 82109703 (读者服务部)
传 真 (010) 82106636
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 北京科信印刷厂
开 本 880 mm × 1230 mm 1/32
印 张 8.875
字 数 260 千字
版 次 2009 年 7 月第 2 版 2009 年 7 月第 1 次印刷
定 价 35.00 元

—— 版权所有 · 翻印必究 ——

前 言

测土配方施肥财政补贴项目在全国范围的实施，产生了大量的田间调查、农户调查、土壤和植物样品分析测试和田间试验的观测记载数据。对这些数据的质量进行控制、建立标准化的数据库和信息管理系统，是保证测土配方施肥项目成功的关键所在，也是保存测土配方施肥数据资料使其持久发挥作用的关键所在。充分利用这些数据和县域耕地资源管理信息系统，并结合全国第二次土壤普查以来的历史资料，开展耕地地力评价，是测土配方施肥工作的重要组成部分。

为了做好这项工作，按照《测土配方施肥技术规范（试行）修订稿》的要求，全国农业技术推广服务中心在2002年以来耕地地力调查与质量评价工作的基础上，组织有关专家编写了《耕地地力评价指南》一书，分别阐明了测土配方施肥财政补贴项目与耕地地力评价工作之间的关系、详细介绍了以第二次土壤普查历史资料为主要内容的数据资料的收集和整理、测土配方施肥数据的采集和管理、空间数据库的建立、属性数据库的建立与数据提取、数据质量控制以及县域耕地资源管理信息系统的建立与应用等方法与程序，并举例说明耕地地力评价原理、方法和技术路线等，还就耕地地力评价成果报告的编写、区域成果汇总和全国汇总设计提出了初步的设想和建议。为了读者使用方便，在书后还收录了基于不同软件工具的专题图件数字化基本方法介绍、空间插值方法与以点代面评价单元赋值方法介绍等。

本书是在《耕地地力评价指南》基础上修订再版的，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，在此表示衷心感谢。

因时间仓促，水平有限，书中不足乃至差错在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2008 年 10 月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 耕地地力评价技术准备	(1)
第二节 几个重要概念的区别与联系	(3)
第三节 耕地地力评价主要技术流程及重点技术内容	(7)
第四节 土壤分类系统的整理方法	(12)
第五节 数据质量控制方法	(15)
第二章 资料的收集和整理	(25)
第一节 资料收集与整理的流程	(25)
第二节 图件资料的收集	(27)
第三节 数据及文本资料的收集	(29)
第四节 资料整理	(31)
第三章 数据库的建立	(35)
第一节 属性数据库的建立	(35)
第二节 空间数据库的建立	(55)
第四章 耕地地力评价方法与程序	(72)
第一节 基本原理	(72)
第二节 耕地地力评价方法与程序	(73)
第五章 县域耕地资源管理信息系统的建立与应用	(106)
第一节 概述	(106)
第二节 CLRMIS 的安装与运行	(110)
第三节 CLRMIS 的建立	(119)
第四节 CLRMIS 系统的应用	(124)
第六章 耕地地力评价成果报告的编写要求	(151)
第一节 技术报告	(151)

第二节 专题报告	(156)
第三节 工作报告	(157)
附录一 基于 ArcGIS 的图件数字化方法简介	(159)
附录二 基于 MapGIS 的图件数字化方法简介	(164)
附录三 主要空间插值方法介绍	(171)
附录四 耕地资源管理单元赋值方法介绍	(178)
附录五 CLRMIS 系统功能介绍	(182)
参考文献	(272)

第一章 概 述

利用全国测土配方施肥财政补贴项目产生的大量数据，开展耕地地力评价，是测土配方施肥财政补贴项目的具体要求。《2006 年全国测土配方施肥工作方案》明确要求，“近年来已经开展耕地地力调查的省份，要结合测土配方施肥项目进行耕地地力评价，尚未开展耕地地力调查工作的省份，要按照耕地地力调查技术规程要求，抓紧开展有关评价技术培训，选择有条件的县开展耕地地力评价试点工作”。《2006 年测土配方施肥补贴项目实施方案》也规定，“续建项目县的主要任务是：……建立规范的测土配方施肥数据库和县域土壤资源空间数据库、属性数据库，对县域耕地地力状况进行评价”。测土配方施肥技术推广和耕地地力评价，在工作目标、工作内容、组织形式、技术路线、成果表达方式等方面都有一定差别，把这两项工作进行结合，主要是因为当前我国耕地质量问题突出。摸清我国耕地土壤的地力状况、肥力状况、养分状况、土壤退化状况和耕地综合生产能力的状况，对提高农业综合生产能力，实现农业增效、农民增收，促进农业的可持续发展都非常重要。在财力有限和以有限的财力优先支持测土配方施肥的前提下，如何利用原有相关项目的工作成果，保证测土配方施肥的调查数据、分析测试数据和田间试验数据的质量，如何对这些数据进行有效管理，如何利用这些数据对项目县的耕地地力状况进行评价等，都是土壤肥料行政管理部门需要思考的重要问题，也是目前全国土壤肥料技术推广事业蓬勃发展的实践的要求。

第一节 耕地地力评价技术准备

要把这两项工作有机地结合起来，利用测土配方施肥的数据进行

耕地地力评价，从技术角度讲是比较复杂的一件事。要做好这项工作就必须做好专业技术知识、资料和技术、人员培训等方面的准备。做好这些准备，有赖于分区域分层次组织大量的有效的技术培训，有些技术工作还可能调动各方面的力量，需要与大专院校和科研单位合作等方式来解决。这些属于工作内容的范畴，本书略过；对有关技术和方法问题，下面分别就三个方面的准备作初步阐述，具体论述和技术内容在相关章节详述。

首先，要做一些基本的专业技术知识的准备工作，也就是要对土地、耕地、土壤、耕地地力、土壤养分、土壤肥力等概念要有非常清楚的区分。只有这样才能在思想上非常清楚：我们要讨论的对象是什么？正在讨论的是什么？工作任务或目标是什么？这些基本的概念实际上是做好耕地地力评价的重要基础。只有思想上清楚了，对技术路线的理解才能深刻，贯彻才能认真与彻底。在下面的章节里专门对那些容易混淆、长期以来大部分人没有特别注意、对工作目标的实现又有重大影响的概念进行一个对比和梳理。

其次，要做一些技术准备工作。最重要的有两件事情，一是要对第二次土壤普查的成果资料进行收集整理并建立数字化的空间数据库和属性数据库。全国测土配方施肥工作将产生海量的数据，但完全利用这些数据，还是不能完全满足耕地地力评价工作的需要。比如，要获得土壤立地条件、剖面构型和其他土壤物理性状，由于这次测土配方施肥没有要求挖剖面（事实上，也没有必要），这些数据只能从第二次土壤普查数据资料的整理中来。所以，本书在以后的章节里对资料的收集整理建库设计了专门的内容。二是要对第二次土壤普查分类系统进行梳理和比对、建立县级与省级分类系统的对照表、省级与全国系统的对照表。全国在各省的工作基础上对国家标准《中国土壤分类与代码》（GB/T 17296—2000）进行修订。建立全国、省（或区域）、县的土壤肥料资源信息管理平台、耕地质量监测预警体系或任何全国性的与土壤肥料专业有关的系统，都需要能够上下连通的、共识的、可以互检的全国土壤分类系统。而由于种种原因，全国第二次土壤普查形成的分类系统的建立，特别是在土种水平上是从下向上

的,是单向的,没有反馈修正,这样带来的直接问题是存在大量的同名异土和同土异名现象。所以,要对测土配方施肥数据进行有效管理、要开展耕地地力评价、要建立耕地资源管理信息系统,就必须对土壤分类系统进行修订。关于土壤分类系统修订的方法与程序、注意事项等,将在下面有关章节中通过例子来加以说明。

最后,要做好人员准备。测土配方施肥和耕地地力评价工作中都应用了大量的新技术和新手段,比如野外调查用的手持 GPS 仪、建立数据库涉及的数据库软件和 GIS 平台软件、耕地地力评价涉及的模糊评价理论、空间数据库建立的方法如土壤专业图件的扫描数字化等,都是基层土壤肥料技术推广部门相对比较欠缺的知识。有关知识会尽量在有关章节中加以重点说明,有的内容在本书的附录中加以收录,篇幅太长、体系太庞大的有关内容则列出相关的参考书目,为有兴趣的读者提供方便。

第二节 几个重要概念的区别与联系

本节将对几个重要的与耕地地力评价相关的概念进行阐述和比较,目的在于建立清晰的概念体系,明确耕地地力评价的内涵与外延,指导工作顺利开展并取得应有的成效。

一、土地、土壤、耕地

土地(Land)是指地球陆地表层影响土地生产潜力与环境管理的所有要素,它不仅包括土壤,还包括地形、气候、地表和地下水文、植被、动物和微生物区系以及人类活动等。土地质量是指土地的状态和条件(土壤、水及生物特性),及其满足人类需求(农林业生产,自然保护以及环境管理)的程度。土地质量评价主要应用于土地资源管理与利用决策。土地质量评价的概念有多种表述,如联合国粮农组织于1976年在《土地评价纲要》一书中是:当土地作为特定的用途时,对土地的特性进行估价的过程;1981年D. Dent, A. Yong在《土壤调查和土地评价》一书中将其定义为估计土地作为各种用

途的潜力的过程；中国科学院地理所于1981年在“关于土地质量评价的几个问题”一文中的定义是：土地质量评价的实质是从农、林、牧业生产条件的需要出发，全面衡量土地本身的条件和特性，从而科学地评定各类土地对农林牧业利用的适宜与否及适宜程度。以上土地质量评价概念的表述表明，各种定义都是以一定的土地用途为前提的土地性能的评价。因此，土地质量评价就是土地在一定的用途条件下，评定土地质量高低的过程。

土壤（Soil）是指具有一定的肥力、能够生长植物的那一部分疏松表层；土壤是由矿物质、有机质、空气和水分四部分组成的。简单地说，土壤分为耕型、非耕型。耕型土壤就是指耕地土壤。土壤资源（Soil resource）这一概念不仅包括土壤内在质量，还包括了土壤作为一种生产资源的数量。在土壤尚未充分利用时，人们更多地着眼于得到新的土壤资源，所以我国过去开展了大量的土壤资源清查和评价研究，目前我国可供开垦的土壤资源已经非常有限，而现存的土壤资源由于不合理的管理利用正遭受破坏，所以土壤学的研究重点已经转移到保持土壤质量，促进土壤资源的可持续利用上来。土壤是土地的一部分，所以土壤质量也是土地质量的一个子集，土地质量评价方法可以应用于土壤质量评价。

现在通用的耕地（Arable land）定义出自全国农业区划委员会和原国家土地管理局制定的《土地利用现状调查技术规程》（以下简称《规程》）。《规程》将土地分为8个一级类，包括：“耕地、园地、林地、牧草地、城镇村及工矿用地、交通过地、水域和未利用土地。其中，耕地指种植农作物的土地，包括新开荒地、休闲地、轮歇地、旱田轮作地；以种植农作物为主，间有零星果树、桑树或其他树木的土地；耕种3年以上的滩涂和海涂。”《规程》还将耕地分为5个二级类：灌溉水田、望天田、水浇地、旱地、菜地。国土资源部正在制定新的国家标准，对土地利用类型及耕地的二级分类进行重新划分。

本书所说的耕地，就是指包括了果园在内的种植农作物的土地；所说的土壤是耕地土壤，比如说土壤退化严重，实际上是在说耕地土壤退化严重。也就是说，一定意义上耕地和土壤是可以互换的。

二、土壤肥力、土壤生产力、耕地地力

关于土壤肥力 (Soil fertility) 人们很早就进行了许多研究, 历史上曾有腐殖质学说, 李比西的矿质营养学说, 威廉斯的团粒结构学说等, 至今没有一个比较统一的认识。最近国际上有人提出土壤生物肥力的概念, 但其测定比较困难, 而且昂贵, 也没有通用的标准。

在我国, 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长需要的能力, 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, 作物才能充分利用环境因素, 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, 而且需要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。

近年来, 有人单纯以有机质含量的高低来评价土壤肥力的高低, 更有人将开垦后的耕地和利用多年的土壤的有机质含量进行对比, 以此证明地力下降, 这种看法是不全面的。因为荒地开垦后土壤有机质开始活化, 有利于作物的生长发育, 表现出有机质下降是正常的现象。

土壤生产力 (Soil productivity) 是经济学中概念。同一种类型土壤或同一水平土壤肥力的土壤, 作物的生产能力不一定相同。这里有一个人们怎样充分利用土壤肥力和栽培技术水平的问题。因此, 土壤生产力是土壤在一定利用方式下土壤所表现出土壤生产能力和土壤肥力水平发挥的大小; 是在一定经济和技术条件下, 以其生产的物质的产量和质量表现的土壤品质。所以土壤生产力是在土壤肥力基础上包含了土壤管理因素的综合概念。土壤生产力是土壤质量的核心部分, 它主要包括了土壤保持生物生产力的能力。但是高质量的土壤不仅能够支持粮食和作物的生产, 还应该能保持自然生态系统的稳定和改善空气和水的质量。

耕地地力是土地工作者或农业生产工作者对土地好坏提出的一个概念。地力好，作物生长得好，产量高；地力差，作物生长不好，产量低。评价地力最直接的标准，应该是土壤肥力状况，而衡量土壤肥力数量指标是土壤有机质含量多少、土壤养分含量高低和一些土壤物理性状指标，但在实际工作中主要还是用产量指标来衡量。王蓉芳等提出耕地的基础地力（Soil fundamental fertility）的概念，与土壤质量、土壤健康、土壤肥力、土壤生产力等有广泛而深刻的联系，但同时又有明显的区别。它是指在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概念。

本书中，耕地地力的概念就是指耕地的基础地力，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。耕地地力评价时，其评价因素的确定也是这几个方面。

三、土壤质量、土壤健康、耕地质量

土壤质量（Soil quality）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”。土壤质量最初的含义在美国主要是土壤潜在侵蚀和土壤养分状况，在欧洲主要关注环境质量，后来这一概念的意义得到扩展，包括了土壤研究中的其他许多领域，如盐碱化、板结、酸化和生物活性下降等。

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。

土壤健康 (Soil health) 是与土壤质量非常接近的一个概念, 在许多人看来, 这两者是通用的, 但是也有一些研究者认为它们之间存在一些差别。使用这两个不同的名词也反映了人们的不同认识。土壤质量 (Soil quality) 是土壤的内在属性, 可以称作土壤内在质量 (Soil inherent quality), 它是由土壤的发生过程决定的, 每个土壤具有其自然的运行能力, 这一内在属性可以由一系列反映土壤执行特定功能的全部潜力的参数确定; 土壤健康 (Soil health) 是指土壤的健康状况, 可以称作土壤动态质量 (Soil dynamic quality), 它假定土壤在合适的管理措施下可以发挥其最大潜力, 此时具有最好的土壤质量, 否则具有差的土壤质量, 在这种情况下, 土壤质量评价需要测量指标的当前状态并与已知状态比较。在垦殖时期, 人们重视土壤的内在质量, 当土壤资源已经开发之后, 人们开始重视保持土壤的动态质量。另外, 科学家们更喜欢使用土壤质量, 农民们较多的采用土壤健康。

土壤质量的研究最初集中于生产食物和纤维的农业土壤, 这时候就称之为耕地质量 (Arable land quality)。后来, 土壤质量的概念扩展到了牧场土壤和森林土壤, 以后又包含了受工业、军事、建筑和采矿影响的土壤, 城市土壤以及使用污泥、固体废弃物的农业用地。这就是为什么国际上没有专门的耕地质量的定义的原因。因此, 如果我们在谈论的土壤质量主要是农业生产用地的质量问题时, 土壤质量和耕地质量可以互用。在本书中, 耕地质量就是土壤质量。

第三节 耕地地力评价主要技术流程及 重点技术内容

一、耕地地力评价的主要技术流程

如前所述, 耕地地力有许多不同的内涵和外延, 即使对同一个特定的定义, 耕地地力评价也有不同的方法。本书采用的评价流程也是国内外相关项目和研究中应用较多、相对比较成熟的方法, 更是立足

于笔者目前的资料和数据的现状，又立足利用现有先进的计算机软硬件技术和工具，经过近年来耕地地力调查与质量评价项目检验过的一套可行的技术方法和工作方法。

其简要技术流程如下：

第一步：利用 3S 技术，收集整理所有相关历史数据资料和测土配方施肥数据资料，采用多种方法和技术手段，以县为单位建立耕地资源基础数据库。

第二步：从国家和省级耕地地力评价指标体系中，在省级专家技术组的主持下，吸收县级专家参加，结合各地实际，选择本县的耕地地力评价指标。一般来说，一个县有 8~12 个评价指标就可以了。

第三步：利用数字化的标准的县级土壤图和土地利用现状图，确定评价单元。评价单元不宜过细过多，要进行综合取舍和其他技术处理。一般一个中等规模（60 万亩）土壤类型不太复杂的县可以划分 1 500 个左右评价单元。

第四步：建立县域耕地资源管理信息系统。全国将统一提供系统平台软件，各地只需要按照统一要求，将第二次土壤普查及相关的图件资料和数据资料数字化，建立规范的数据库，并将空间数据库和属性数据库建立连接，用统一提供的平台软件进行管理。

第五步：这一步实际上有 3 个方面的内容，即对每个评价单元进行赋值、标准化和计算每个因素的权重。不同性质的数据，赋值的方法不同，本书中都有介绍。数据标准化本书推荐使用并举例介绍的是利用隶属函数法，并采用层次分析法确定每个因素的权重。

第六步：进行综合评价并纳入到国家耕地地力等级体系中去。

二、耕地地力评价重点技术内容

耕地地力评价流程中每一步都有丰富的内容、操作上具体的要求与注意事项。本书在以后的相关章节中都做了尽可能详尽的介绍。但总体上，对主要技术内容还需要进行简要说明。

（一）耕地地力评价的数据基础

如前所述，耕地地力评价数据来源于第二次土壤普查历史数据和

近年来各种土壤监测、肥效试验等数据,以及测土配方施肥野外调查、农户调查、土壤样品测试和田间试验数据。测土配方施肥属性数据有专门的录入、分析和管理软件,历史数据也有专门的收集整理规范或数据字典,依据这些规范和软件建立相应的空间数据库和属性数据库。县域耕地资源管理信息系统提供强大的对这些数据库的管理工具(县域系统的建立与应用等见第五章,其主要功能介绍见附录5)。县域耕地资源管理信息系统集成各种本地化的知识库和模型库,就可以依据这一系统平台,开展数据的各种应用。耕地地力评价就是这些利用之一。所以,数据的收集整理建库和县域耕地资源管理信息系统的建立是耕地地力评价必不可少的基础工作。

但是,数据库或县域耕地资源管理信息系统中的数据不一定要全部用于耕地地力评价。耕地地力评价是一种应用性评价,必须与各地的气候、土壤、种植制度和管理水平相结合,评价指标的选择必须是本地化的,数据的利用也是本地化的,不可能有全部统一的规定。比如,按照测土配方施肥财政补贴项目的相关要求,一个中等程度的县,三年内可能至少要有8 000个土壤样点的分析测试和调查数据,建立标准化的规范的数据库,纳入县域耕地资源管理信息系统进行有效管理是必须做到的。但并不是所有的数据都要全部应用于耕地地力评价,要选取那些对地形地貌、土壤类型、利用方式与利用强度有很强的代表性、典型的土壤样点的数据参与耕地地力评价,这样做主要是为了减少评价时数据处理的工作量。

(二) 数据标准化

现代土壤调查技术和测土配方施肥技术、分析测试技术等都采用了计算机技术,数据库的建立、数据的有效管理、数据的利用和数据成果的表达式都依赖于数据的规范化、标准化。根据科学性、系统性、包容性和可扩充性的原则,对历史数据的整理、数字化与建库、测土配方施肥数据的录入与建库管理等所有环节的数据都做了标准化的规定。对耕地资源数据库系统提出了统一的标准,基础属性数据和调查数据由国家制定统一的数据采集模板,制定统一的基础数据编码规则,包括行业体系编码、行政区划编码、空间数据库图斑、图层编

码、土壤分类编码和调查表分类编码等，这些数据标准尽可能地应用了国家标准或行业标准。

（三）确定评价单元的方法

耕地地力评价单元是由耕地构成因素组成的综合体。确定评价单元的方法有几种，一种是以土壤图为基础，这是源于美国土地生产潜力分类体系，将农业生产影响一致的土壤类型归并在一起成为一个评价单元；二是以土地利用现状图为基础确定评价单元；三是采用网格法确定评价单元。上述方法各有利弊。无论室内规划还是实地工作，需要评价的地块都能够落实到实际的位置，因此，本书建议采用土壤图、土地利用图叠加的方法确定评价单元。有条件的地方还可以把基本农田保护块图也进行叠加。这种方法的优点是考虑全面，综合性强。经过多种图件叠加形成的评价单元，同一评价单元内土壤类型相同、土地利用类型相同，这样使评价结果容易落实到实际的田间，便于对耕地地力做出评价，便于耕地利用与管理。

（四）耕地地力评价因素和评价指标

耕地地力评价实质是对地形、土壤等自然要素对当地主要农作物生长限制程度的强弱的评价。耕地地力评价因素包括气候因素、地形因素、土壤因素、植被、水文及水文地质和社会经济因素，每一因素又可划分为不同因子。耕地地力指标可以归类为物理性指标、化学性指标和生物性指标。本书除了对土壤质地、土体构型、障碍层的有无、有机质和各种营养元素的含量、pH 值、盐分状况等各种土壤本身的物理化学指标考虑较多外，对微地形和耕地管理和农田基础设施也给予了充分的重视。

各地在选择评价因素时，要结合实际，依据以下原则进行：选取的因子对耕地生产力有较大的影响；选取的因子在评价区域内的变异较大，便于划分等级；同时必须注意因子的稳定性和对当前生产密切相关的因素。例如，一般认为，地形、成土母质等最为稳定，土壤因素中土层厚度、土壤质地、土体构型比较稳定，这些都是可以选择的因素。我国农田基础建设水平对耕地地力影响很大，例如，修建农田灌溉水源和输水工程，使耕地旱涝保收，相应地提高了耕地生产能