

# 耕地地力评价可持续研究发展方向探讨<sup>①</sup>

吴鹏飞<sup>1,2</sup>, 孙先明<sup>3</sup>, 龚素华<sup>4</sup>, 刘洪斌<sup>1,2\*</sup>

(1 西南大学资源环境学院, 重庆 400716; 2 重庆市数字农业高校重点实验室, 重庆 400716;

3 四川省合江县农业局, 四川合江 646200; 4 重庆市黔江区土壤肥料工作站, 重庆黔江 409000)

**摘要:** 结合参与耕地地力评价的实际经验和众多研究成果, 综合西南山地丘陵农业区的特点, 分析了该项研究实际操作中的难度及原因, 探讨了当前该项研究工作的不足, 提出以下可持续研究发展方向: 首先, 可以在参评指标的选择和指标体系建设的过程中, 以气候和地势为依据, 将研究大区分为几个地力评价亚区, 分亚区确定评价指标和权重。水田旱地交错分布区的地力评价工作, 尤以西南地区为甚, 基于水田旱地实际地块的地力水平及其权重的差异性, 建议最好能够分开进行评价。再者, 可以注重评价单元赋值的过程中插值方法的选择, 可在对采集数据全局认识的基础上, 再选择合适的点面赋值方法。此外, 在地力评价工作过程中, 注意每一细节的完成, 因为这些细节的处理结果将直接影响到农业生产和结构化调整。

**关键词:** 丘陵山地区; 耕地地力评价; 评价指标; 权重系数; 可持续研究

**中图分类号:** S158.2

耕地地力是指在特定气候区域, 以地形地貌、成土母质、土壤理化性状、农田基础设施和培肥水平等要素综合构成的耕地生产能力<sup>[1]</sup>。耕地地力评价涉及面广, 其研究目的主要是对土壤提供能力高低的判定<sup>[2]</sup>。在当前人口压力越来越大、耕地面积锐减、耕地质量逐年下降的情况下, 建立耕地地力定量评价模型, 客观而准确地评价耕地地力, 进一步提高耕地生产力水平, 合理利用和科学管理土地资源, 促进我国人口、资源、环境与社会经济的持续、稳定和协调发展具有重要的理论和实践意义<sup>[3-4]</sup>。此外, 开展耕地地力研究工作还可为我国土壤肥料信息系统和精准农业体系的建立提供信息储备, 实现全球土壤信息交流与共享奠定基础<sup>[5]</sup>。

自 2002 年启动耕地地力调查和质量评价工作以来, 随着工作的深入开展, 评价过程中潜藏的问题逐渐呈现, 结合笔者参与地力评价经验和诸多业已成文的参考资料, 深入剖析了耕地地力评价在理论和实践中的不足与缺陷, 并提出了相应的深入研究的发展方向, 希望能为该项研究的深入开展和可持续发展提供参考, 以期更好地服务于实际。

## 1 地力评价理论环节的不足和优化方向

### 1.1 评价指标的选取及指标权重的确定

1.1.1 评价指标的选取 地力评价的首要环节就是选择评价因素, 评价因素选取的方法则是重中之重。现行农业部推荐采用的耕地地力评价法——层次分析(AHP)/模糊评价法就隶属参数评价法<sup>[3]</sup>, 该研究法开展评价之初的重要工作就是确定通过采用什么样的方法选择合适的评价指标(因素)。耕地地力评价是项涉及面广、综合性强的研究工作, 由于现实中的影响因素有很多, 评价因素的选取遵循主导因素原则、差异性原则、稳定性原则、敏感性原则<sup>[5-6]</sup>。

早在 2000 年, 农业部就组织专家根据我国气候和地貌特征, 建立了一个全国共用的地力评价指标体系, 该体系中包含有气候、立地条件、剖面性状、耕层理化性状、土壤养分状况、障碍因素、土壤管理 7 类共 64 项指标<sup>[7]</sup>。在实际工作中发现, 有些指标在理论上具有代表性, 能反映耕地利用的状态或水平, 但却难以量化, 如区域耕地的种植制度、政策等描述性指标等; 且各评价因素因子等级之间并没有一条明确的界限<sup>[8]</sup>。显然, 评价因子对耕地地力的影响程度是一个模糊性概念问题, 因此, 耕地地力评价中可以采用模糊数学的理论和方法进行描述, 为各参评因素因子建立相应的隶属度函数, 以隶属度来刻画土地生产力的状态值<sup>[9]</sup>。但也有研究发现, 主成分分析法可将错综复杂的众多因素归结为少数几个线性组合的综合因

①基金项目: 西南大学研究生创新基金项目(KY2009021)资助。

\* 通讯作者(lwhb2000@163.com)

作者简介: 吴鹏飞(1986—), 男, 安徽桐城人, 硕士研究生, 主要研究方向为土壤环境与数字农业。E-mail: wpfddup@163.com

素，在起到降维作用的同时还可舍去重叠的信息，便于做出较为直观的分析判断<sup>[10]</sup>。

不同地区可以根据当地的自然条件及田间试验结果，因地制宜地选择评价因子。而由于自然条件及人为耕作习惯的差异，基于参评因子的评价结果差异显著，所以参评因子的正确选择相当重要，应尽量减少社会因素的空间差异和人为因素对耕地地力评价的影响；确定因子方法的改进和新筛选方法的探索则是地力评价工作新的研究方向，有待于进一步研究。

**1.1.2 评价指标权重系数的确定** 耕地是农业生产最基本的资源，为了确切了解我国耕地资源现状，制定合理的耕地生产措施，提高耕地资源的利用效率，采用科学量化的指标评价耕地地力具有重要意义。目前农业部耕地地力评价推荐方法就采用特尔斐法（Delphi）结合层次分析法（AHP）确定各指标权重。有研究认为，该种定性和定量结合的方法，既可有效克服主观经验确定分级指数的不确定性，又能准确地反映耕地的地力等级差异<sup>[5]</sup>；也有研究认为，该法仅能一定程度上减少主观人为因素的影响和干扰，但实际上由于个体认识或者专业知识背景的差异，不同的专家对特定指标的认知差异很大<sup>[11]</sup>，因此往往导致评价指标权重系数的主观性太强。

影响耕地地力的因素非常多，并且有些评价因素之间以及与耕地地力的关系也是非线性的，因此，定量评价的关键是考虑各种评价因素对综合指标的非线性综合贡献，找到统一的数学模型来正确反映这种复杂的关系，而传统的评价方法尚不能精确地描述这种非线性关系<sup>[12]</sup>。因此，引入模糊综合评价中的隶属度函数来描述这种限制，根据作物性质做出各土壤因素对作物生长限制的隶属度函数。有实践证明，土壤因素对作物生长的限制不是台阶式的，它们的作用是渐变的，从而隶属函数和隶属度的模糊分类也具有一定局限性；也有研究认为，模糊综合评级法存在明显的缺点，如取小取大的运算法使许多有用的信息丢失，评价因素越多，丢失信息越多，可导致误判的可能性增大<sup>[13]</sup>。

王瑞燕等<sup>[3]</sup>在研究传统地力评价法的基础上，尝试建立耕地地力的 ANN-产量定量模型，采用相对隶属度对各评价指标进行描述，以实现产量为目标输出标准，经神经网络训练得到评价模型；该法与传统的评价法相比，模型不仅能反映耕地地力评价的非线性特征，而且评价过程中不需要确定权重，消除了传统方法确定权重时人为因素的影响，增加了评价结果的客观性。Duan 等<sup>[11]</sup>在研究我国东北黑土区的耕地地力

时，对传统的生产力指数（PI）模型进行修订，引入土层和土壤有机质等参数后得到修订生产力指数（MPI）模型，实验发现该模型和当地粮食产量有很好的线性关系，能较好地模拟出该地区的耕地地力情况。吴克宁等<sup>[14]</sup>将耕地基尼系数引用到区域耕地质量空间差异分析当中，用洛伦兹曲线和基尼系数来描述区域内耕地差异程度，具有很好的一致性，这就为研究区域耕地质量差异状况提供了一个参考指标。灰色关联度法，是基于土壤生产力同各参评项目在时间序列曲线之间的相似相异程度来衡量其相关度大小的量化方法，它对被分析对象样本量的多少和数据规律性没有过高要求，故袁秀杰等<sup>[6]</sup>认为权重的确定采用灰色关联法和层次分析法相结合的方法，可以减少数据误差和人为因素的影响。

王瑞燕等<sup>[3]</sup>、Duan 等<sup>[11]</sup>、吴克宁等<sup>[14]</sup>、袁秀杰等<sup>[6]</sup>在研究中，对耕地地力评价的研究方法进行了有益探索，在这些评价模型中不需要确定各因素权重，从而有效地避免了专家打分确定权重由人为因素干扰带来的弊端，提高了评价结果的准确性和客观性。这些研究建立的评价模型为耕地地力量化评价探索了一些新的途径，丰富了耕地地力评价方法，结果也可以为现行层次分析-模糊评价法的评价结果进行检验和参照；但是这些有益的尝试尚未为大多数评价所采用，需进一步研究和证实。

## 1.2 评价单元赋值方法的选择

土壤系统是一个复杂的灰色系统，为了保证评价结果的客观合理，对耕地地力综合定量评价需要选择土壤的各种属性指标（通常包括物理化学和生物指标），并通过这些指标的不同取值组合获得耕地地力的实际状况<sup>[7]</sup>。耕地地力评价全程量化是该项研究的终极目标，实践中尽量多采用定量评价，对可量化的评价因子按其数值参与计算；对非数量化的定性因子量化处理，确定其相应的指数，并建立评价数据库，然后利用计算机进行运算和处理，以避免人为随意性因素的影响<sup>[9]</sup>。基于当前的层次分析-模糊评价法，则需要将所有参评指标的量化值赋值到每一评价单元，从而就根据各指标量化的难易，将指标体系中的各项指标划分为定量和定性两类：其中，定量指标就是指借助于特殊的实验仪器分析化验得到的土壤属性，包括常见的土壤化学养分含量，部分物理和生物学性状指标等；定性指标，是指可直接通过器官感知的，且可借以粗略估计土壤状况变化情况的指标，但这些描述性的语言很难被量化。

**1.2.1 定量指标赋值方法选择** 耕地地力评价中

所涉及的定量指标多指土壤养分含量等理化性状指标。实际工作中,到研究区的每一处采样和测量是非常困难的,通常是将采集的有限样本点数据按照一定的方法扩展开来,给其他未知点合理分配预测值;以土壤养分属性数据为例,介绍定量指标赋值方法的选择。

土壤养分状况是反映土壤理化性状的重要因素,是进行耕地地力评价必不可少的因素。由于采样点数量的限制,不能满足获取研究区每个点位上养分数据的要求,所以非采样点的养分数据多通过地统计学中的插值方法获取。常见的插值方法有普通克里格、泛克里格、回归克里格、反距离加权、径向基函数、全局多项式、局部多项式等<sup>[8-12, 15-18]</sup>,但在这些方法中尚不存在一种对所有研究区都最佳的插值方法,换言之,不同研究区进行插值分析时所用的最优插值方法很难统一。

克里格插值法,是基于半变异函数理论及结构分析对未知样点的区域化变量取值进行线性无偏最优估计的一种方法<sup>[9-10]</sup>,采用该方法首先要求数据服从正态分布,非正态分布会使变异函数产生比例效应,比例效应的存在会使实验变异函数产生畸变,抬高基台值和块金值,增大估计误差<sup>[11]</sup>;此外,克里格插值结果的精度还依赖于采样点的空间相关程度,当空间自相关性很弱时,意味着这种方法不合适<sup>[8]</sup>。赵永存等<sup>[16]</sup>在研究土壤有机碳空间分布时发现:地统计学方法中,由于地形复杂地区土壤属性存在的不平稳性,结合克里格方法和辅助数据进行土壤属性空间分布预测的回归克里格法,可以在一定程度上减小普通克里格的局限性,获取详细、精确性较高的结果。刘莎等<sup>[17]</sup>研究认为采用普通克里格法预测水稻土有机碳密度的估值范围较为集中,其空间分布特征具有明显的平滑效应。

插值方法的选择(或预测精度问题),对于不同的区域、不同的具体指标而言所选择的插值方法应是迥异的,建议实际中应具体问题具体分析,以参数误差较小为准则进行选取插值方法。以普通克里格法为例,选择插值方法主要是看样点数据空间相关性的强弱<sup>[8]</sup>。也正是由于插值方法的不确定性可能导致插值结果的多变性和生产潜力等级的不确定性,时至今日仍没有一个确定的方法和规范,对开展后续测土配方施肥工作中的精确施肥增加了一些不确定性;插值方法的统一和规范也是今后地力评价研究的重点之一,只有克服了插值结果的多变性,才能更好地评价实际中的耕地地力水平和实现不同区域耕地地力的衔接。

**1.2.2 定性指标赋值方法的选择** 对于种植制度、

成土母质、耕层质地、土体厚度、灌溉保证率等定性评价因子,很多情况下其重要性甚至超过定量的理化性状指标。由于没有相应的专题图,也缺少一定点位数的量化指标值,因此,很难能通过 GIS 软件中的空间分析功能直接提取该指标值;有研究认为,耕地地力评价指标体系中种植制度、成土母质、耕层质地、土体厚度、灌溉保证率等在空间上一定范围内存在相对的一致性<sup>[18]</sup>;而采样中土壤调查样点分布较为均匀,且密度较大,这些指标在调查中均予以认真详细的调查和填写,所以说在一定的采样密度下,每个采样点附近的评价单元该项指标数值可以用该样点的值代替,即以点代面来实现评价单元中该指标值的提取。

在广阔的西南丘陵山地农业区,由于地形的约束,其耕地的灌溉条件十分有限,水分的多少逐渐凸现为这一地区农业发展的关键;纵使某些地区投入大量人力、物力进行土地整理或农田水利工程,但获益缓慢;且多数坡耕地很难进行灌溉保证率的估算。作为西南稻作区,水分(灌溉)条件入选地理评价体系则成为必然,但因这些区域农田水利水文资料的缺失和收集难度,很难确保灌溉保证率这一指标的客观准确性。地形湿度指数,最早定义为  $a/\tan\beta$ ,即单位等高线长度上的汇水面积( $a$ )除以地形梯度( $\tan\beta$ ),其目的是建立一个定量指数来模拟流域水文对地形的响应<sup>[19]</sup>;解河海和黄国如<sup>[20]</sup>研究地形湿度指数认为,该指标可以定量反映土壤蓄水和排水的综合状况,在流域尺度上的土壤研究中具有重要意义,且适宜研究起伏度较大的区域。而且在该项指标获取的过程中能在一定程度上避免主观性,且增加该项指标获取的可行性,故建议在丘陵山地地区的耕地地力评价指标体系中采用地形湿度指数替代灌溉保证率,但这一合理性仍需进一步研究和证实。

综上所述,建议在评价因素筛选、权重确定、评价标准、等级确定等评价过程中,尽量采用量化的数学模型,在此基础上则可充分运用人工智能和专家知识,对评价的中间过程和评价结果进行必要的定性调整,定量与定性相结合,从而保证了评价结果的准确合理。此外,基于参评指标获取的可行性和可操作性,可选择直观的且获取较易、便于量化的指标替换现行的指标。

### 1.3 现行耕地地力评价模式的不足

目前业已在全国开展的耕地地力评价工作中,虽然大多数地区考虑了平原区与丘陵区的指标差异,但却忽视了水田和旱地肥力水平上的差异性,实际工作中仍多采用水旱统一的评价方法,即将研究区域的耕地

资源（水田、旱地）统一评价指标、统一各指标权重，统一参与评价的方法<sup>[21-23]</sup>。或许在平原区这一表现还是不是很明显，在成片的平原区有着相同的土壤类型、种植和作物施肥模式，土壤地力的确存在某种程度的相似，也没水旱分开评价的必要，该耕地统一模式评价能较为真实地反映出研究区的土壤肥力状况；但若研究区为我国西南丘陵山地农业区，水旱分布模式发生明显改变，该种水田旱地统一评价的模式则显不妥<sup>[18]</sup>。

为了充分地利用有限的耕地资源，聪敏勤劳的西南人民依山伴水修筑了颇具西南特色的梯田和坡耕地。由于地形地貌的起伏变化所引起各种自然条件的分配极为不均，从而导致水田旱地交错分布，也影响了耕地的基本农田水利建设及其他管理措施的实施；有研究表明，以村镇为中心，距中心越近，施肥越多，耕作精细、熟化程度高；而距中心愈远，施肥越少，耕作粗放，熟化程度低<sup>[24]</sup>。水稻土大部分不直接发育于岩石风化物上，而是人为控制下起源于各种自然和农业土以及冲积物上，而且发育速度较快；因此，水稻土发育的起源土壤可以视为其母质；且这种母质的影响在水稻土发育的初期阶段比较明显，随着土壤的熟化程度的提高，母质的影响逐渐减弱。所以在实际的评价过程中，成土母质的权重应因土地利用类型而异，水田地力评价时，该项指标的权重应比旱地的小。刘永文等<sup>[25]</sup>在开展丘陵山地农业区的地力评价研究时，将水田和旱地分别进行地力评价，并对其评价结果及空间分布进行分析，研究发现水田旱地的耕地地力存在显著的差异性。也有研究者认为丘陵山地区的耕作制度是多种多样的，水田和旱地的种植制度差异很大，如水田多为一年一熟，而旱地则为一年两熟或三熟<sup>[18]</sup>。

越来越多的研究表明，在丘陵山地农业区实施耕地统一评价模式是不合时宜的。结合笔者的研究认为，该区的地力评价研究应从评价方法或是评价模式上着手，充分考虑水田和旱地实际肥力水平及耕作模式的差异，予以分开评价然后对结果归并。诚然，这方面的研究尚处于起步阶段，期望开展更多的有关丘陵山地水田旱地交错分布区地力状况的研究。

## 2 实际操作的复杂性及操作误差控制

整个评价过程涉及的环节比较繁多，而且前后工作衔接紧密，前期数据的收集工作就直接影响后期的分析处理精度和进度。有研究表明：由于前期基层农业技术组织及其工作的不当弱化，全国范围内，基层

专业技术力量差异较大，某种程度上影响到测土配方施肥工作的开展和后效<sup>[2]</sup>。因此，结合笔者参与的实际情况，以西南山地农业区的地力评价工作为例，从数据开始收集的阶段到最后成果汇总阶段，逐一强调需要注意的多个操作环节，以期为后续的地力评价工作提供借鉴。

### 2.1 外业采样和调查

野外土壤样品采集过程需注意的几个关键步骤。

(1) 布点设计和采样点控制。在实际的操作过程中，因山地农业区幅员面积较大、采样量较多，导致工作量太大、采样成本高、费时较长等现实问题。从而怎样合理确定采样点位和采样点布局则是重中之重，结合实际的地形因素具体采样需要因地制宜，应在采样前设计好样点点位，具体原则遵从“均匀布点、局部加测”，野外采样时直接对应样点的坐标取样，避免主观选点影响数据的真实性。

(2) GPS 定位仪的使用。有测量就存在不确定性，对于测量不确定性一般而言主要是由观测者、仪器以及观测条件等因素引起的，所以在测量过程中要尽量减少这些不确定性。除了应加强基层采样的业务水平、了解简单的地理测量知识、熟悉仪器的操作规范，还应注意 GPS 采样中获取的坐标数据导出，在传统的野外数据的采集和编辑一直是耗时且为容易出错的工作，有些地方在采集后一旦回到室内，就将野外采集的坐标等精确数据手工输入地理信息系统数据库，但这样的结果是录入的数据不够准确，故建议采用 GPS 定位仪中数据自动导出系统，以排除人为读取数据的精度误差，一定程度上减少信息的失真率。

另外就是一些调查数据的记录和采集。具有特殊地形地貌的西南丘陵农业区，在水旱交错分布的格局下，不同种植制度得以发展和延续，常见的种植制度有“一年两熟（麦-玉、麦-稻、油-稻、稻-稻）、一年三熟（麦-玉-苕、麦-玉-薯）、一年一熟（水稻、玉米、小麦）等”；在地力评价中，不同种植制度很大程度上影响了地块的粮食单产，故应纳入地力评价的参评指标体系中；而实际工作中这一定性指标的确定和量化又是一道难题，例如，某一田块可以种植一季中稻，也可种植两熟（油-稻），显然这两种种植制度所获得的产量是迥异的，因此所确定的种植制度主观性判定引起的地块生产潜力的巨大差异也是不容忽视的。故建议实际操作中咨询当地农户地块采用的多年常规种植模式，农民虽不能清楚阐述哪种模式最佳，但某地块种植模式的选择则是经过多年的实践经验得到的，应理解为该地块的最优种植模式。

## 2.2 室内分析和数据处理

**2.2.1 土壤分类系统的整理** 第二次土壤普查汇编资料中的土壤分类与现行中国土壤系统分类具有较大差异,有些土种名称尚不能完全与现行土壤系统分类体系一一对应,故耕地地力评价的另一项重要工作就是对第二次土壤普查数据的挽救性发掘和整理;在各级测土配方施肥数据库构建过程中,应注重该项工作的进行,仔细比照第二次普查时的资料与现行的系统分类系统进行归并。土壤学前辈龚子同先生曾说过:“土壤分类是土壤信息载体、标准化的基础、农业技术转轨的依据,是土壤科学交流的媒介,也是土壤科学水平的体现”。只有做好土壤分类的衔接工作,才能使我国土壤地力研究工作更好地和国际接轨,更好地服务于实际。

**2.2.2 评价单元的获取及选定** 利用 GIS 软件,参照地力评价操作指南<sup>[5]</sup>,结合土壤图、行政区划图和土地利用现状图三者进行叠加分析,生成的土地类型图作为基本评价单元图。土地类型是土壤类型和土地类型的综合体,以其作为土地评价单元具有客观性和综合性,它既克服了土地利用类型在性质上的不均一性,又克服了土壤类型在地域边界上的不一致性;同时,该综合评价单元又有利于我国土地评价研究工作与国际接轨,实现信息共享。

丘陵山地区,因自然高低起伏的地形地貌特征决定了该区域内耕地地块具有零散、水田旱地交错分布的特点,正是这些地块分布的特点决定了叠加分析后生成的评价单元斑块极其分散、单元面积较小。若按照农业部《地力评价操作指南》中推荐的评价单元大小,则很难选取合适的评价单元,故应结合实际情况,选择合适的地块大小阈值。

**2.2.3 建库及成果展现** 在耕地地力评价的野外调查与室内评价的各个环节中,从野外调查、图件数字化、评价单元的确定、评价单元的数据获取、数据的处理和标准化、数据库的建立和耕地资源管理信息系统的建立、成果的表达等,都有“3S”技术的应用。在这些高新技术使用的过程中,一方面表现在操作软件的复杂性所导致评价结果的不确定性。如纸质图件的数字化过程中,对矢量化软件操作的熟练程度及线条中线判断的准确性等人为操作的不确定性,和对一些专业基本知识认识的不足所导致的不确定性;此外,就是由于操作人员对有关地图数据尺度和测量值精度判读的不确定性,比例尺决定了地图上最小区域的显示和识别,虽然耕地资源数据库看起来与比例尺无关,但大部分的 GIS 数据是来自于地图,因而地图的比例

尺决定了 GIS 数据的最小映射单元,地图尺度的判读增加了 GIS 数据的不确定性<sup>[26]</sup>。另一方面表现为评价过程涉及基本图件的质量控制和养分理化指标的获取精度问题。由于基础图件比例尺的差异增加了一些制图误差,地力评价过程中还涉及到 GIS 分析功能在其他领域中的运用精度问题,简言之,即精度控制问题。

## 3 讨论

自 2002 年地力评价工作在全国多个省市试点以来,成功经验不断累积,但随着项目的逐级深入和实际工作的开展,地力评价中存在的评价方法、指标体系的通用性、可比性、区域差异性问题也逐渐被提出。

受气候、地形地貌、成土母质等多种因素的影响,不同地区、不同地貌、不同母质发育的土壤,其耕地地力差异较大,各项指标对耕地总地力的贡献份额在不同地区差异也十分明显,从而增加了即使是同一气候大区制定一个统一地力评价指标体系的难度<sup>[7]</sup>。由于耕地地力概念的不统一、内涵上的不确定性、评价目的的偏重不同以及各地自然和社会经济条件差异,耕地地力及空间变异评价和配方指定两个环节尚缺乏统一标准,也导致即使在省域内也难统一评价方法和指标<sup>[2]</sup>。参与地力评价指标的选取一方面是要遵照农业部的要求,另一方面还要结合自身实际选取适宜指标,这也就决定了实际地力评价指标选取工作的复杂性和主观性。实际操作过程中选取的指标仅通过专家经验来选取,选取指标的权重是通过专家打分法来实现,而聘请专家的经验及个人的专业背景是迥异的,从而对某些指标的认识是有局限的,所以选取的指标人为操作性太强,不利于某一地区生产潜力的客观评价。

另外,由于不同研究区采用不同的指标体系,导致评价出来的结果与其他研究区的结果可比性及衔接的难度。如袁秀杰等<sup>[6]</sup>研究认为,因不同地区间自然和经济社会条件的差异选择不同的地力评价指标体系进行评价导致地区间地力评价结果的可比性不强。一方面地力评价首要任务是服务于农业生产,所产生的效益应该是显而易见的,怎么控制实际生产中施肥量、选用施肥方法等都是值得研究的。另一方面,若要整合大区(省级或气候大区)的耕地资源,评价实际地力情况则需以共同的标准将不同小区的评价结果整合,换言之,使不同县域耕地地力评价的结果具有可比性。现实中若采用两套截然不同的指标体系,评价结果也难有可比性,造成同一地区评价结果同质不同

等的现象,给耕地的利用管理和保护工作带来不便。张海涛等<sup>[5]</sup>研究认为在以往的评价中,根据实际需要采用土壤性质或环境因素与作物产量的关系来表示耕地地力的关系,很少有统一的标准。

综上,相对于单一地貌的评价指标因素,统一指标体系中评价因素更多,影响程度更为复杂。诚然,若是一味地追求全面指标体系,则会徒增实际操作的难度和费用。此外,由于不同区域间自然和社会经济因素的巨大差异,难以形成适用于各地区的统一评价体系。目前中国不同行政等级和区域间的耕地地力主要是通过产量指标进行归纳和比较的,因为管理水平近似条件下的作物实际产量是耕地地力等级的直观反映。因此,有研究者采用归纳法、因素限制法进行综合评级,然后按不同耕地类型区进行综合评比,根据生产力水平(粮食单产)划分等级档次,纳入统一的地力等级系统<sup>[8]</sup>。也有研究者在分析多年的年平均产量调查数据的基础上,将产量数据与地力综合指数进行相关分析,建立回归方程,再根据其对应的相关关系,将用自然要素评价的耕地地力等级分别归并入以概念型产量表示的全国地力等级体系中<sup>[15]</sup>。选择科学合理的评价指标和方法合理地反映出耕地的实际地力水平,直接关系到评价结果的科学性和准确性,因此,怎么选择通用可行的评价方法则是地力评价工作人员亟待解决的关键问题之一,同样,若是分亚区进行地力评价后所得的评价结果应通过一致的衔接和归并方法予以统一,以方便不同区域耕地地力水平差异的比较。

#### 4 结论

综上所述,在确定参评指标或指标体系建设的过过程中,以研究大区的气候和地形地貌等主导因素为总依据,将研究大区分为几个地力评价亚区,分区确定评价指标和权重。水田旱地交错分布区的地力评价工作,尤以西南地区为甚,基于水田旱地实际地力水平及其影响权重的差异性,最好能够分开进行评价。在评价单元赋值的过程中注意方法的选择,首先从整体上应对研究区内的样品数据有一正确的判断,然后确定点面赋值方法。在地力评价工作的开展过程中,注意每一细节的完成,以全身心的投入换取争取最大的精度保证,以科学合理的实际结果指导农业生产和结构化调整。

#### 参考文献:

[1] 刘勤. GIS 支持下北方旱区耕地地力的评价研究—以山西寿阳

县为例(硕士学位论文). 北京: 中国农业科学院, 2007

- [2] 王良杰, 赵玉国, 郭敏, 张甘霖. 基于 GIS 与模糊数学的县级耕地地力质量评价研究. 土壤, 2010, 42(1): 131-135
- [3] 王瑞燕, 赵庚星, 陈丽丽. 基于 ANN-产量的耕地地力定量评价模型及其应用. 农业工程学报, 2008, 24(1): 113-118
- [4] 顾志权, 邵学新, 钱卫飞, 黄春祥, 陆建华, 李意志, 黄标, 张洪雁. 江苏省张家港市耕地地力定量化评价及其意义. 土壤学报, 2007, 44(2): 354-359
- [5] 张海涛, 周勇, 汪善勤, 唐红华, 柳洪, 雷新美, 王德华. 利用 GIS 和 RS 资料及层次分析法综合评价江汉平原后湖地区耕地自然地力. 农业工程学报, 2003, 19(2): 219-223
- [6] 袁秀杰, 赵庚星, 朱雪欣. 平原和丘陵区耕地地力评价及其指标体系衔接研究. 农业工程学报, 2008, 24(7): 65-71
- [7] 田有国. 基于 GIS 的全国耕地质量评价方法及应用(博士学位论文). 武汉: 华中农业大学, 2003
- [8] 徐丹. 县域耕地地力评价理论与方法研究—以河南开封县为例(硕士学位论文). 郑州: 河南农业大学, 2009
- [9] 唐秀美. 基于 GIS 的县域耕地地力分析及测土配方施肥技术研究—以山东省广饶县为例(硕士学位论文). 泰安: 山东农业大学, 2008
- [10] 曹阿翔. 固镇县耕地地力评价两种方法的比较研究(硕士学位论文). 合肥: 安徽农业大学, 2009
- [11] Duan XW, Xie Y, Feng YJ, Yin SQ. Study on the method of soil productivity assessment in black soil region of Northeast, China. *Agricultural Sciences in China*, 2009, 8(4): 472-481
- [12] 杜红悦, 李京. 土地适宜性评价方法研究与系统实现—以攀枝花为例. 资源科学, 2001, 23(5): 41-45
- [13] 鲁明星, 贺立源, 吴礼树. 我国耕地地力评价研究进展. 生态环境, 2006, 15(4): 866-871
- [14] 吴克宁, 曹志宏, 梁流涛, 赵珂, 韩春建. 基于基尼系数的耕地质量差异程度分析—以广东省南方稻田耕地地力评价结果为例. 资源科学, 2007, 29(3): 165-169
- [15] 朱健菲. 基于 GIS 的农安县耕地地力评价系统的研究(硕士学位论文). 长春: 吉林大学, 2008
- [16] 赵永存, 史学正, 于东升, 赵彦锋, 孙维侠, 王洪杰. 不同方法预测河北省土壤有机碳密度空间分布特征的研究. 土壤学报, 2005, 42(3): 379-385
- [17] 刘莎, 任红艳, 史学正, 潘剑君, 王洪杰. 水稻土有机碳密度的空间预测分析—以浙江省长兴县为例. 地球信息科学学报, 2010, 12(2): 180-185
- [18] 樊燕. 梁平县耕地地力评价研究(硕士学位论文). 重庆: 西南大学, 2008
- [19] 孔凡哲, 芮孝芳. TOPMODEL 中地形指数计算方法的讨论. 水科学进展, 2003, 14(1): 41-45

- [20] 解河海, 黄国如. 地形指数若干计算方法探讨. 河海大学学报 (自然科学版), 2006, 34(1): 46-50
- [21] 黄健, 李会民, 张惠琳, 马兵, 孙宇新, 张国恩, 朱健菲. 基于 GIS 的吉林省县级耕地地力评价与评价指标体系的研究—以九台市为例. 土壤通报, 2007, 38(3): 422-426
- [22] 程晋南, 赵庚星, 张子雪, 王静. 基于 GIS 的小尺度耕地质量综合评价研究—以山东省丁庄镇为例. 自然资源学报, 2009, 24(3): 536-544
- [23] 李贤胜, 叶军华, 杨平, 卢祖瑶, 聂文芳. 基于 GIS 的广德县耕地地力定量评价. 土壤, 2009, 41(3): 490-494
- [24] 李继明. 我国现行农用地评价体系比较研究. 地域研究与开发, 2009, 28(3): 87-91
- [25] 刘永文, 樊燕, 刘洪斌. 丘陵山地耕地地力评价研究. 中国农学通报, 2009, 25(18): 420-425
- [26] 胡圣武, 王新洲, 陶本藻, 李长春. GIS 不确定性的基本理论及需解决的问题. 测绘科学, 2007, 32(2): 15-19

## On Sustainable Research of Cultivated Land Productivity Assessment

WU Peng-fei<sup>1,2</sup>, SUN Xian-ming<sup>3</sup>, GONG Su-hua<sup>4</sup>, LIU Hong-bin<sup>1,2</sup>

(1 School of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China; 2 Chongqing Key Laboratory of Digital Agriculture, Chongqing 400716, China; 3 Hejiang Agricultural Bureau of Sichuan Province, Hejiang, Sichuan 646200, China; 4 Qianjiang Station of Soil and Fertilizer, Qianjiang, Chongqing 409000, China)

**Abstract:** Based on research advances, practical experiences and the characters of southwest China mountain agricultural region, this paper analyzed the difficulties and their causes in cultivated land productivity assessment, discussed the deficiencies in the current assessments, and put forward some further sustainable research issues. Firstly the whole study region should be divided into several sub-zones according to the disparities in climates and terrains, and then established the corresponding assessment indexes and their weights. For the regions interlaced with paddy fields and drylands, especially for southwest China, paddy fields and drylands should be assessed separately due to the obvious differences in their productivities and factor weights. Furthermore, the choice should be stressed for the interpolating methods for each assessment unit, it could be done on the bases of generally correct understanding about the collected data. Besides, all links in the assessment process should be noticed, for they could immediately and remarkably influence the assessment results and agricultural production and pattern reconstruction.

**Key words:** Mountain area, Soil productivity assessment, Assessment factors, Weighted coefficient, Sustainable research