

基于 GIS 的测土配方施肥管理模型研究

——以宣城市广德县邱村镇邱村为例

李贤胜¹, 杨平¹, 卢祖瑶², 聂文芳¹, 黄芳², 朱帮忠²

(1 宣城市农业技术推广中心, 安徽宣城 242000; 2 广德县农业技术推广中心, 安徽广德 242200)

On Management Model of Soil Test and Formula Fertilization

——A Case Study in Qiu Village, Guangde County of Xuancheng City

LI Xian-sheng¹, YANG Ping¹, LU Zu-yao², NIE Wen-fang¹, HUANG Fang², ZHU Bang-zhong²

(1 Agro-Tech Extension and Service Center of Xuancheng, Xuancheng, Anhui 242000, China;

2 Agro-Tech Extension and Service Center of of Guangde, Guangde, Anhui 242200, China)

摘要: 以宣城市广德县邱村镇邱村为例, 依据其农业生产实际情况, 通过对研究区域农户的生产管理调查, 对生产管理条件相对一致的农户合并成农田承包组作为施肥管理单元, 应用 3S 技术研究同一土种土壤 pH 值及养分的空间变异, 并进行施肥推荐, 旨在充分发挥土壤潜力, 提高肥料利用率, 为精准测土配方施肥探索有效的发展模式。

关键词: 管理模型; 测土配方施肥; GIS

中图分类号: S159.2

测土配方施肥技术是使肥料在农业生产中的正面作用最大化, 而负面效应最小化的最佳途径, 也是现阶段建立科学施肥体系的核心技术。近年来我们政府高度重视这一工作, 2005 年中央一号文件明确提出了“搞好沃土工程, 推广测土配方施肥”。但我国农业生产管理目前主要以农户为单位, 地块面积小, 农业生产, 特别是粮食生产的效益较低, 以农户地块为单位的测土配方施肥由于成本高而难以推广应用, 而以大区域或大面积混合样品的测定结果进行施肥推荐时, 推荐量可能不能适合整个区域的所有地点, 产生推荐施肥偏差。本研究根据宣城市农业生产实际情况, 应用 3S 技术研究同一土种土壤 pH 值及养分的空间变异, 并进行施肥推荐, 旨在充分发挥土壤潜力, 提高肥料利用率, 为精准测土配方施肥探索有效的发展模式。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

试验区面积 49 万 m², 位于宣城市广德县邱村镇

邱村, 地势平坦, 土壤类型为沙泥田, 轮作制度为水稻-油菜, 本研究着重于油菜的测土配方施肥。

1.2 土样采集方法^[1]

在试验区内, 采用 60 m 或 120 m 网格布点形式, 以 GPS 定位, 在每个点周围 3 m 半径的范围内, 用土钻均匀采集 15 个耕层土样混匀形成最终的土样, 风干备用。

1.3 分析项目与方法

有机质测定采用重铬酸钾容量法-外加热法; 土壤全 N 测定采用半微量开氏法; 速效 P 测定采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 法; 速效 K 测定采用 NH₄OAC 浸提-火焰光度法, 具体分析方法详见参考文献[2]。

1.4 数据处理平台:

GIS 平台为美国 ESRI 公司的 ArcGis9.0, 数据处理平台为微软公司的 Microsoft Excel 以及 Microsoft Access。

2 结果与分析

2.1 测土配方施肥管理区概念与步骤^[3]

研究区域实行家庭联产承包责任制，农业生产规模小，地块面积较小，有的仅 $0.05 \sim 0.1 \text{ hm}^2$ 。若以该面积为测土配方施肥推荐单元，会导致单位面积测土配方施肥费用的大幅度提高，从而难以推广。

而当以较大面积作为测土施肥推荐单元时，由于土壤的空间变异性，得出的施肥推荐量可能不适合所有地点，造成推荐施肥偏差。所以有必要在研究区域建立测土配方施肥管理区，其建立步骤见图2。

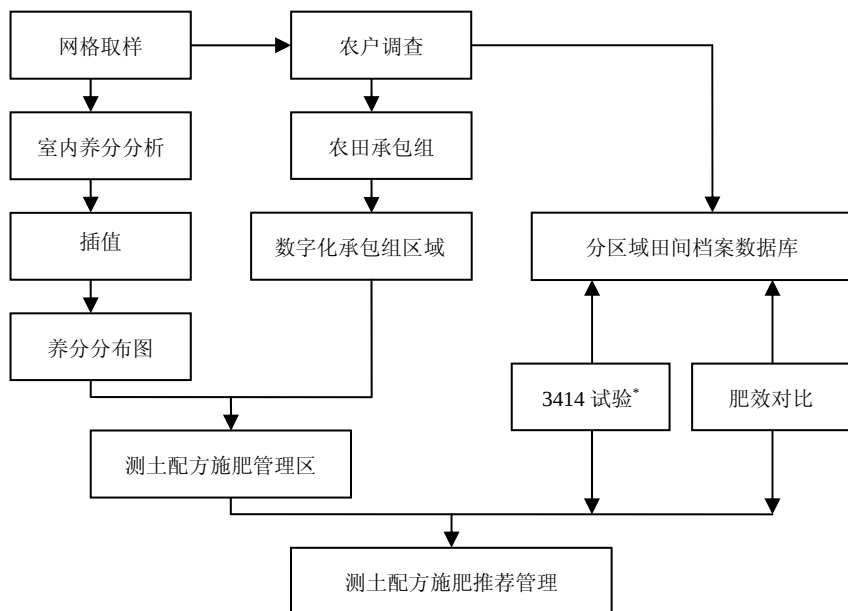


图1 土壤养分管理概念模型（*3414：3个重复，4个水平，14个处理）

（1）选择土壤特性相对均匀的地区，最好是属于同一土种，依据第二次土壤普查成果。

（2）对研究区域农户的生产管理进行调查，对生产管理条件（如施肥类型、施肥量、作物品种等）相对一致的农户合并成农田承包组，本研究划分了7个农田承包组（图2a）。

（3）生成土壤养分分布图。在对土壤养分的调查中，采样点的数量是有限的，而评价中需要得到每个点上的养分数据，所以非测量点上的值只能通过插值得到，插值的方法各式各样，有逆距离权重插值法、多项式插值法、克吕格插值法等^[4]，本研究应用逆距离权重插值法得到试验区土壤pH、有机质、全N、速效P、速效K田间分布图（图2b、2c、2d、2e、2f）。从图中可以看出，研究区域土壤上述性质存在明显的差异。

（4）建立测土配方施肥管理区。将土壤pH图和养分分布图和承包组区域图进行叠加，形成测土配方施肥管理区。为了便于推荐施肥，在一个管理单元内，只能有一种施肥量，但由于土壤养分的空间变异性，一个管理单元内一般含有多种养分分级，需要进行必要的归类，具体归类方法有：①面积优先法：即在一

个管理单元内，用面积最大的某一类养分的值代表单元的养分值。②加权平均法：即在一个管理单元内，用面积做权重，对养分进行加权平均，用平均值代表该单元的养分值。③最高产量法：对一个施肥量稍高而不影响产量的元素，可用该管理单元中最低的一个级别养分代表该单元的养分。④最小施肥量法：以管理单元内最高养分含量代表该单元的养分进行施肥推荐。本研究根据所划分的7个承包组划分7个管理区，再将管理区边界图与养分分布图叠加，用面积优先法对土壤养分进行整理，得到不同承包组养分的分级图（图3）。

2.2 测土配方施肥管理区推荐施肥

在测土配方工作中，田间试验扮演着极为重要的角色。通过在当地条件下的田间试验和土壤测试，将土壤测试值、土壤供肥能力、作物产量、施肥水平建立关系，以作物相对产量为依据，按照土壤测试值将土壤供肥能力划分若干等级，根据田间试验结果制定土壤测试值和施肥量的检索表，进行推荐施肥。本研究在管理区养分等级的基础上，根据“3414”试验和肥效对比试验，提出油菜产量水平在 2700 kg/hm^2 推荐施肥建议，见表1。

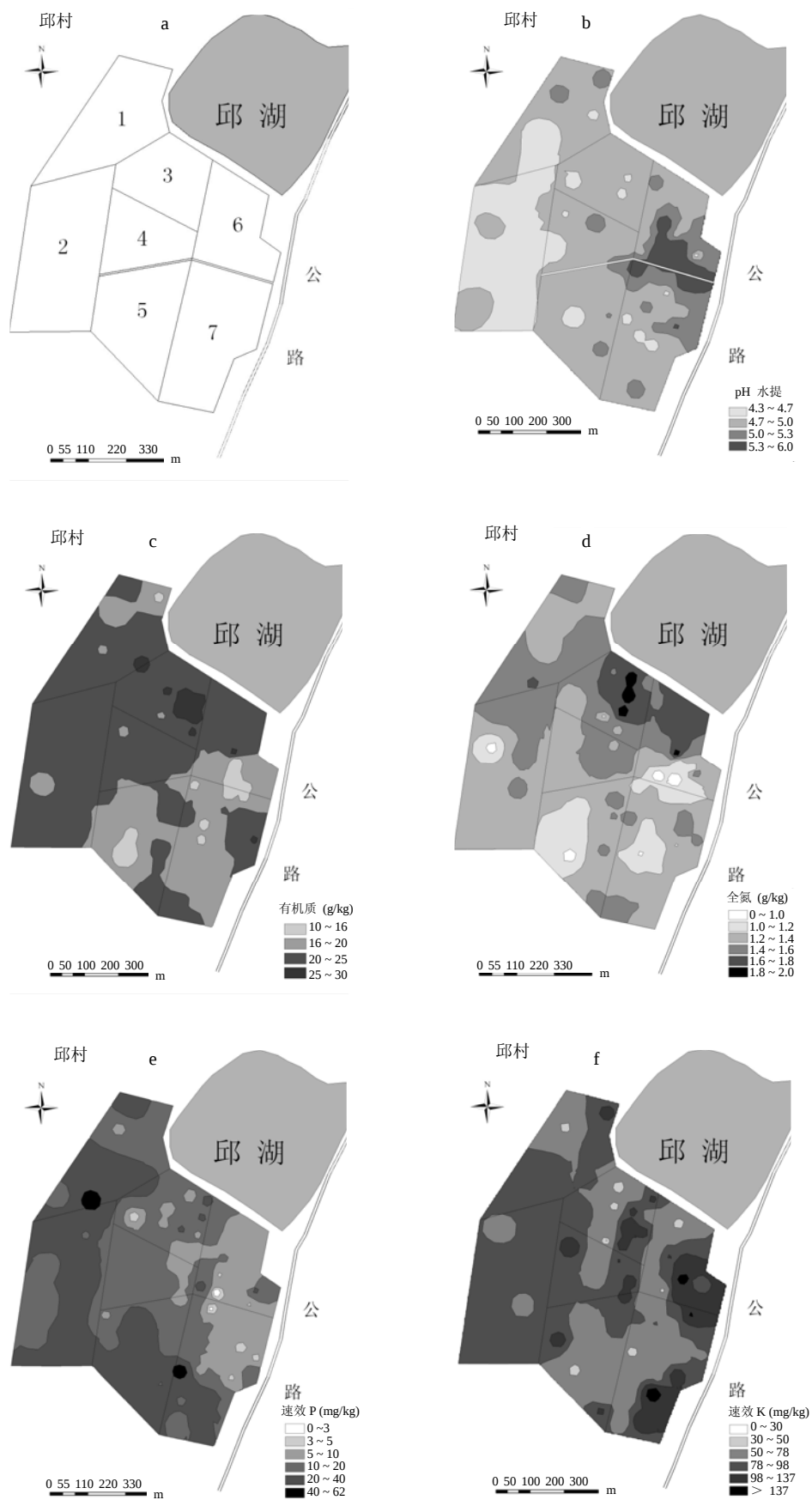


图 2 邱村试验区地块与土壤性质田间分布图

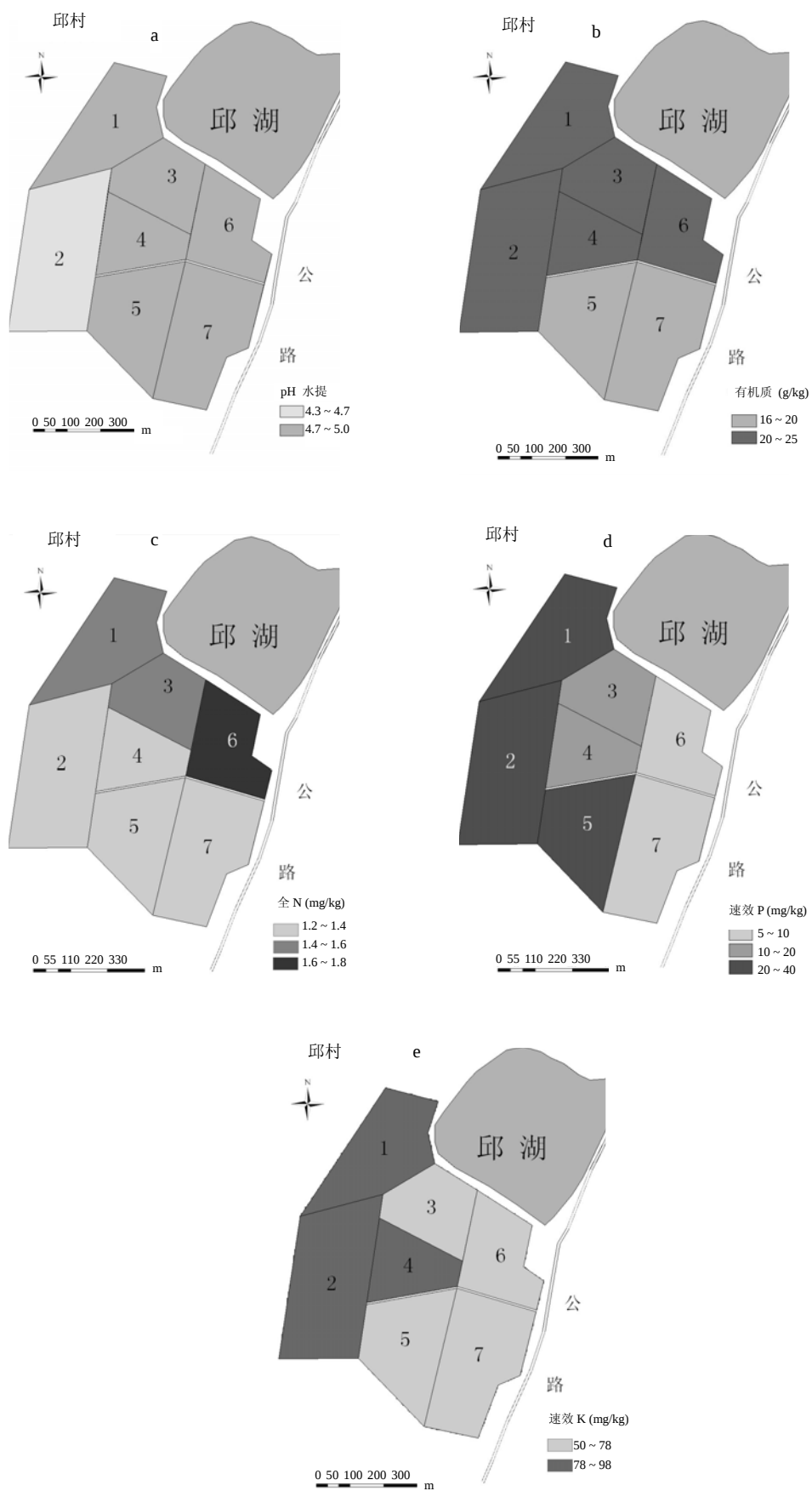


图 3 邱村试验区不同承包组养分的分级图

表 1 施肥建议表

地块	面积 (m ²)	土壤 pH 值及养分含量					建议施肥量 (kg/hm ²)
		pH 水提	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	有效 P (mg/kg)	速效 K (mg/kg)	
1	74560	4.7 ~ 5.0	20 ~ 25	1.4 ~ 1.6	20 ~ 40	78 ~ 98	N 202.5 P ₂ O ₅ 93.0 K ₂ O 117.0
2	106910	4.3 ~ 4.7	20 ~ 25	1.2 ~ 1.4	20 ~ 40	78 ~ 98	N 213.0 P ₂ O ₅ 93.0 K ₂ O 117.0
3	50080	4.7 ~ 5.0	20 ~ 25	1.4 ~ 1.6	10 ~ 20	50 ~ 78	N 202.5 P ₂ O ₅ 112.5 K ₂ O 127.5
4	43740	4.7 ~ 5.0	20 ~ 25	1.2 ~ 1.4	10 ~ 20	78 ~ 98	N 213.0 P ₂ O ₅ 112.5 K ₂ O 117.0
5	71340	4.7 ~ 5.0	16 ~ 20	1.2 ~ 1.4	20 ~ 40	50 ~ 78	N 213.0 P ₂ O ₅ 93.0 K ₂ O 127.5
6	54940	4.7 ~ 5.0	20 ~ 25	1.6 ~ 1.8	5 ~ 10	50 ~ 78	N 190.5 P ₂ O ₅ 127.5 K ₂ O 127.5
7	88040	4.7 ~ 5.0	16 ~ 20	1.2 ~ 1.4	5 ~ 10	50 ~ 78	N 213.0 P ₂ O ₅ 127.5 K ₂ O 127.5

从表 1 可以看出,当采用大田平均推荐施肥时(地块 2: N 213.0 P₂O₅ 93.0 K₂O 117.0),由于采点测定结果的平均或采点样品混合测定,掩盖了土壤空间变异性,使得推荐的施肥方式或某种肥料过多,或某种肥料不足。如地块 6 和地块 7,其速效P含量和速效K含量明显偏低,分别仅约为地块 2 的 35% 和 62%,大田平均推荐施肥方式存在P、K肥不足的问题;而对于地块 1 和地块 6,其全N含量明显较高,分别约为地块 2 的 1.2 和 1.3 倍,大田平均推荐施肥方式存在N肥过量的问题。而分区管理可较充分地考虑土壤的空间变异性,使肥料以合适的用量施到需要的地方,提高了肥料效益,同时也为精准农业在我国实施做出初步尝试。

3 结论

(1) 将农田按村民承包组或按地势走向划分成土壤养分管理单元,进行推荐施肥,克服了单个地块因面积小、分布散而难以推广的困难,也节省了单位面积上推荐施肥的费用。

(2) 利用 3S 技术软件确定土壤养分管理单元的养分等级,结合“3414”试验和肥效对比试验,提出目

标产量下的推荐施肥量,即避免了土壤养分空间变异性所造成的施肥推荐偏差,也符合农民实际生产状况,因此具有较高的指导意义。

(3) 土壤养分管理单元的划分应结合实际需要决定,该模式主要适用于村级区域的施肥推荐,可以村民承包组划分,而若用于较大区域(如县级)测土配方施肥推荐,则需要将土壤类型、土地利用现状、行政区划三者进行叠加分析,确定土壤养分管理单元,同时要做好对应的“3414”试验和肥效对比试验,确保推荐施肥的准确性和实际价值。

参考文献:

- [1] 白由路,梁鸣早,杨俐苹. 基于 Arc/Info 的土壤养分分图制作技术. 精准农业与土壤养分管理. 北京:中国大地出版社, 2001: 128-138
- [2] 史瑞和. 土壤农化分析. 2 版. 北京: 农业出版社, 1994
- [3] 白由路,金继运,杨俐苹,梁鸣早. 基于 GIS 的土壤养分分区管理模型研究. 中国农业科学, 2001, 34 (1): 46-50
- [4] 朱求安,张万昌,余钧辉. 基于 GIS 的空间插值方法研究. 江西师范大学学报(自然科学版), 2004, 28(2): 183-187