

# 陕西省临渭区耕地养分丰缺状况及氮磷比例研究

马文勇, 常庆瑞

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 在陕西省临渭区共化验分析土样 4 108 个, 测定了土样的碱解氮、有效磷和速效钾含量, 采用域法识别特异值并进行最优克里格插值, 得到临渭区耕地养分含量基本情况。根据临渭区 2007—2008 年的小麦、玉米和棉花的田间肥效试验资料, 制定出相应的土壤养分丰缺指标。结果表明, 该区土壤碱解氮含量基本可以满足作物的生长需要, 仅有 0.09% 耕地不能满足小麦生长需要, 0.86% 不能满足玉米和棉花的生长需要, 但整体水平仍较低; 有效磷含量水平低, 尤其是下吉镇中部、官道乡东部、孝义镇北部、丰原镇西北部和东南部及阳郭镇西部; 速效钾含量对小麦、玉米不存在缺乏问题; 对棉花来说, 阳郭镇的西部和北部稍显不足。该区土壤氮磷比值平均为 4:1, 比例严重失调。因此, 对临渭区的耕地应做到合理增施氮肥、磷肥, 以产定磷, 以磷定氮, 保证作物的良好生长。

**关键词:** 陕西省临渭区; 土壤养分; 丰缺度; 养分配比

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)01-0106-05

中图分类号: S158.3

## Abundance Index of Soil Nutrients and Ratio of Available Nitrogen to Available Phosphorus in Linwei District of Shaanxi Province

MA Wen-yong, CHANG Qing-ru

(College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The present situation of soil nutrients [include available nitrogen (AN), available phosphorus (AP) and available kalium (AK)] in Linwei District was investigated by analyzing soil samples collected from 4 108 sampling sites and using domain method to identify the outliers and optimal Kriging interpolation. Meanwhile, the nutrient abundance index for wheat, corn and cotton was determined by the experimental data from 2007 to 2008. Results indicated that the demand of crop growth for AN was nearly satisfied, except that only 0.09% of cropland showed AN deficiency for the wheat and 0.86% of cropland, for corn and cotton. The content of AP was relatively low, especially in the middle of Xiaji Town, the east of Guandao Town, the north of Xiaoyi Town, the northwest and southeast of Fengyuan Town and the west of Yangguo Town. The demand of wheat and corn for AK was fulfilled but that of cotton was unsatisfied, especially in the west and north of Yangguo Town. The mean ratio of AN to AP was 4:1, representing an imbalance state. Therefore, it is necessary to increase the amounts of AN and AP through applying AP by specific yield and applying AN by the applied AP.

**Keywords:** Linwei District of Shaanxi Province; soil nutrient; abundance index; nutrient ratio

我国农业部门在 20 世纪 80 年代完成的全国第 2 次土壤普查成果为农业生产做出了重要贡献。但时隔 20 a 余, 随着农业耕作制度的改变, 轮作方式的变化, 作物及品种的更新以及水土流失, 土壤改良, 施用化肥和农药等对土壤的影响, 很多地区土壤的养分和质量已发生了较大变化。本次县域耕地地力调查与质量评价所测定的养分指标齐全, 分析准确, 可以很好地反映当前土壤的养分和质量的基本现状, 为配

方施肥、优化农业生产布局以及农业区划等方面提供重要的参考价值。

临渭区地处渭河流域, 地形平坦, 灌溉发达, 盛产小麦、棉花、玉米等, 已成为国家和陕西省重要的粮棉油生产基地<sup>[1]</sup>。对该地区进行土壤养分的丰缺度分析至关重要, 只有解决了这个问题, 才能根据不同作物的需求, 结合当地实际情况, 提高耕地化肥利用效率, 使各种营养元素的供应均衡合理, 改善田间管理, 减少过

收稿日期: 2012-02-15

修回日期: 2012-03-23

资助项目: 国家重点基础研究发展计划“973”项目“区域水土流失过程与趋势分析”(2007CB407203)

作者简介: 马文勇(1988—), 男(汉族), 山东省新泰市人, 在读硕士, 研究方向为遥感模型与信息处理。E-mail: mawenyong2162@126.com。

通信作者: 常庆瑞(1959—), 男(汉族), 陕西省子洲县人, 教授, 博导, 主要从事资源环境与 3S 技术研究。E-mail: changqr@nwsuaf.edu.cn。

量施肥所造成的浪费和对环境的不良影响,提高作物产量和品质,从而达到增产增收节支的目的<sup>[2-5]</sup>。

因此,本研究在临渭区耕地地力调查与质量评价研究基础之上,通过利用项目调查与分析成果,针对不同作物,确定出土壤养分的丰缺状况,为该区配方施肥和提高农业生产提供科学理论依据,同时也对保护土壤环境与农产品安全生产具有重要的现实意义。

## 1 材料与方 法

### 1.1 研究区概况

临渭区地处陕西省关中东部,地理坐标为北纬 $34^{\circ}15'—34^{\circ}45'$ ,东经 $109^{\circ}23'—109^{\circ}45'$ ,东邻华县、大荔县,西连富平县、西安市临潼区,南靠西安市蓝田区,北接蒲城县。南北长 60 km,东西宽 14~32 km,总面积 1 248.09 km<sup>2</sup>。海拔在 340~2 430 m,南北高差 2 090 m,区内总地势南高北低,呈阶梯状分布,由北向南依次分为渭河平原、黄土台塬、沟壑丘陵和秦岭山地 4 大地貌类型,其中平原面积占 66% 以上。该区属于暖温带半干旱大陆季风气候区,全年气候特点是:冷、暖、干、湿,四季分明,冬夏较长,春秋较短,日照充足,水热同季,气温、降水年际变化大,旱涝霜雹灾害多。春季升温快,多风;夏季高温酷暑,多伏旱;秋季降温快,多阴雨;冬季寒冷干燥,雨雪偏少。由于境内地貌特点,气候南北差异大。该区土质良好,耕作层深厚,光照充足,气候温和,适宜农业(特别是种植业)生产,粮食作物以小麦、玉米为主,经济作物以棉花为主。

### 1.2 土壤采样与处理分析

对临渭区 1:5 万土地利用现状图进行矢量化,提取耕地作为工作底图确定取样点位,结合地形图,到实地确定采样地块,若图上标注点位在当地不具典型性,通过实地调查与走访,另选典型点位,并在底图上标明准确位置(采样点分布情况见图 1)。取样点位确定后,利用 GPS 定位仪确定经纬度,并与取样地块的农户和当地技术人员进行座谈,按取样点调查表格要求,详细填写农户、样田面积、种植制度、近 3 a 的平均产量、作物品种、生产管理和投入产出等内容。为避免施肥的影响,取样时期确定在作物收获前后,用不锈钢土钻等工具采样,每一土样选取有代表性的田块,采用“S”法均匀随机采取 15 个点混匀后用四分法留取 1 kg 土样装袋以备分析。小麦、玉米、棉花取样深度均为 0—20 cm 土层。其中土壤碱解氮采用碱解扩散法测定,有效磷采用碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法测定,速效钾采用乙酸铵浸提—火焰光度法测定。

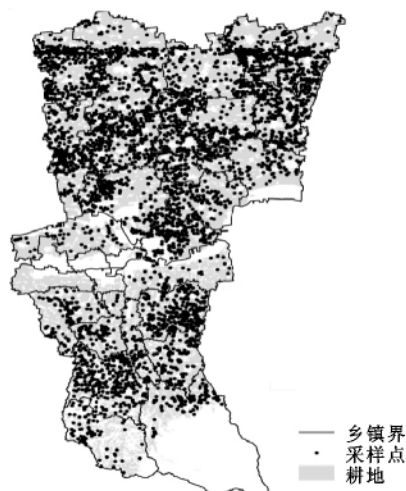


图 1 临渭区采样点分布

### 1.3 最优插值法的选择

由于特异值的存在会造成变量连续表面的中断,使得实验半方差函数发生畸变,甚至会掩盖变量固有的空间结构特征<sup>[6-8]</sup>,因此插值前需要先剔除特异值。临渭区共有采样点 4 108 个,数量上较多,因此采用域法识别特异值<sup>[9]</sup>,即用样点的平均值加减 3 倍的标准差来判断,在此区间以外的值分别用正常最大、最小值来代替,部分特别异常的点也可以直接删除。删除异常值后碱解氮剩余 4 082 个,有效磷剩余 4 085 个,速效钾剩余 4 075 个。

由于地统计插值方法不但能够量化已知点之间的空间自相关性,而且能够解释说明采样点在预测区域范围内的空间分布情况<sup>[10-12]</sup>。故本文采用的是普通克里格插值方法,它的要求是数据要符合正态分布。经过地统计模块的 Histogram 和 Normal QQ-Plot 的数据检测,临渭区养分中碱解氮与速效钾均符合正态分布,有效磷在经过 Box—Cox(0.5)变换后也符合正态分布。在比较了 5 种插值模型后,所得最优插值方法如下:碱解氮采用的是 Exponential 模型,有效磷采用的是 Stable 模型,速效钾采用的是 Exponential 模型。

## 2 结果与分析

### 2.1 描述性统计分析

从基本统计学特征分析(表 1),临渭区耕地土壤碱解氮平均含量 78.53 mg/kg,有效磷平均含量 20.11 mg/kg,速效钾平均含量 175.02 mg/kg。与陕西省第 2 次土壤普查时期养分数据<sup>[13]</sup>相比,土壤碱解氮、有效磷分别增幅 56.99%,200.15%,速效钾略有下降,降幅为 7.05%,这同临渭区农民近年注重肥料的施用情况相符。就变异系数来看,以土壤有效

磷的变异系数最大,为 52%,分析其原因,除了可能与该地区不同部位的土壤类型、地形地貌特征有关外,也与磷在土壤中的化学行为及施磷肥状况有关,因施入土壤中的磷移动较小,当季利用率低等使土壤中磷的残留较多,导致土壤中磷分布不均匀<sup>[14]</sup>。土壤碱解氮次之,变异系数为 32%,土壤速效钾最小,为 15%。

各土壤速效养分含量最大值和最小值差异明显,表明临渭区耕地土壤速效养分存在本底差异,盲目地平均施肥,将会造成低养分区养分继续不足和高养分区养分过剩,降低了生态效益和经济效益。

表 1 耕地土壤养分描述性统计 mg/kg

土壤养分	最大值	最小值	中值	平均值	标准差	变异系数
碱解氮	155.00	14.00	78.00	78.53	25.33	0.32
有效磷	54.10	0.80	18.30	20.11	10.55	0.52
速效钾	258.00	104.00	174.00	175.02	25.53	0.15

## 2.2 土壤养分丰缺指标的确定

本研究在灞桥区耕地地力调查与质量评价研究基础之上,利用项目调查与分析成果,针对主要粮食作物小麦、玉米和棉花,采用“3414”最优回归设计方案,确定出各作物土壤速效养分的丰缺指标(表 2)。具体做法为,在 Excel 中以基础土样速效养分测定值为横坐标,以其对应作物地块的相对产量为纵坐标,绘制散点图,以“对数”类型获得相对产量与对应土壤速效养分测试值之间的数字关系式,绘制趋势线,划分小麦、玉米和棉花种植土壤养分丰缺指标<sup>[15]</sup>。

表 2 小麦、玉米、棉花土壤养分丰缺等级 mg/kg

作物	养分	极丰	丰富	适量	缺乏	极缺
小麦	碱解氮	>100	85~100	55~85	40~55	<40
	有效磷	>35	25~35	15~25	8~15	<8
	速效钾	>200	175~200	140~175	100~140	<100
玉米	碱解氮	>110	90~110	60~90	45~60	<45
	有效磷	>30	25~30	15~25	8~15	<8
	速效钾	>220	190~220	140~190	100~140	<100
棉花	碱解氮	>110	90~110	60~90	30~60	<30
	有效磷	>40	30~40	15~30	8~15	<8
	速效钾	>220	190~220	150~190	100~150	<100

由表 2 可知,玉米和棉花对碱解氮的需求情况要高于小麦;棉花对有效磷的需求较高,小麦次之,玉米较低;玉米和棉花对速效磷的要求也高于小麦。总体来说,棉花对大量养分的需求是最高的,小麦是最低的,玉米则介于二者之间。

## 2.3 不同作物土壤养分丰缺状况

如图 2 所示,对碱解氮来讲,临渭区有 72 416.68 hm<sup>2</sup> 的耕地可以满足小麦的生长需要,71 858.15 hm<sup>2</sup> 的耕地可以满足玉米和棉花的生长需要;有 66.87 hm<sup>2</sup> 的耕地不能满足小麦的生长需要,约占总耕地面积的 0.09%,625.4 hm<sup>2</sup> 的耕地不能满足玉米和棉花的生长需要,约占总耕地面积的 0.86%。

由此可见,临渭区的耕地碱解氮含量水平基本能够满足 3 大作物的生长需要。没有含量极度缺乏的地区。在含量缺乏的区域中,小麦主要集中在交斜镇的西北部、阳郭镇的南部,玉米和棉花除上述区域外,在大王乡的南部也有一小部分。

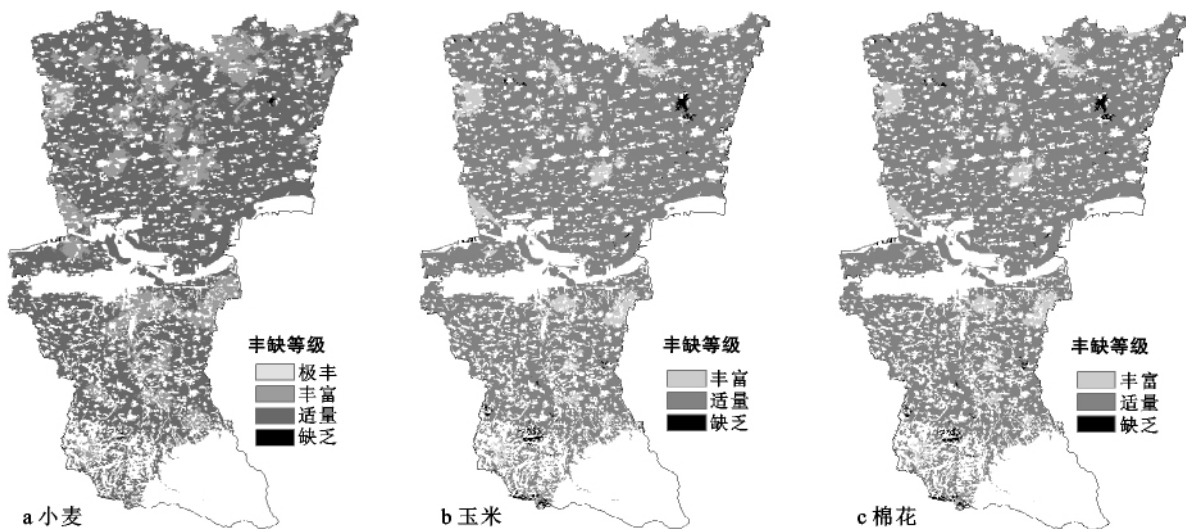


图 2 临渭区各作物碱解氮丰缺状况

如图 3 所示,对有效磷来讲,临渭区有 68 258.86 hm<sup>2</sup> 的耕地可以满足小麦、玉米和棉花的生长需要;有 4 224.69 hm<sup>2</sup> 的耕地不能满足它们的需要,占总耕地面积的 5.83%。

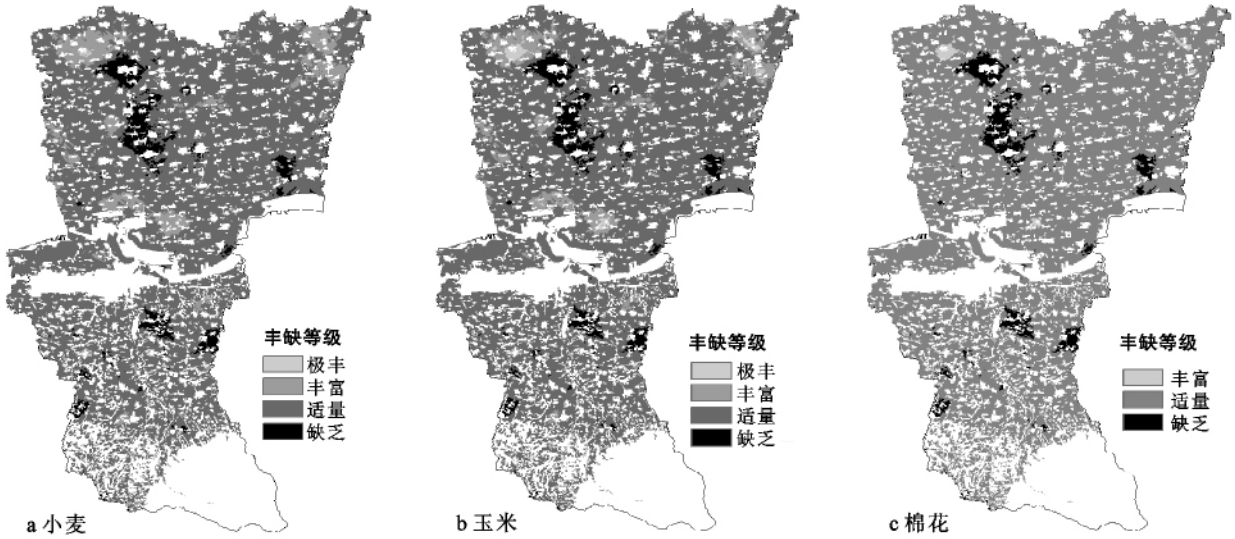


图 3 临渭区各作物有效磷丰缺状况

由此可见,临渭区的耕地有效磷含量水平较低,有相当一部分不能满足作物的生长需要,有些地方甚至快处于极缺状态。这部分主要集中在下吉镇中部、官道乡东部、孝义镇北部、丰原镇西北部和东南部及阳郭镇西部。

如图 4 所示,对速效钾来讲,临渭区有 72 474.10 hm<sup>2</sup> 的耕地可以满足小麦和玉米的生长需要,有

71 814.06 hm<sup>2</sup> 的耕地可以满足棉花的生长需要;仅有 9.45 hm<sup>2</sup> 的耕地不能满足小麦和玉米的生长需要,约占总耕地面积的 0.01%,有 669.49 hm<sup>2</sup> 的耕地不能满足棉花的生长需要,占总耕地面积的 0.92%。由此可见,临渭区的耕地速效钾含量水平对小麦和玉米来说基本不缺,对棉花仅有一小部分存在缺乏情况,主要集中在阳郭镇的西部和北部。

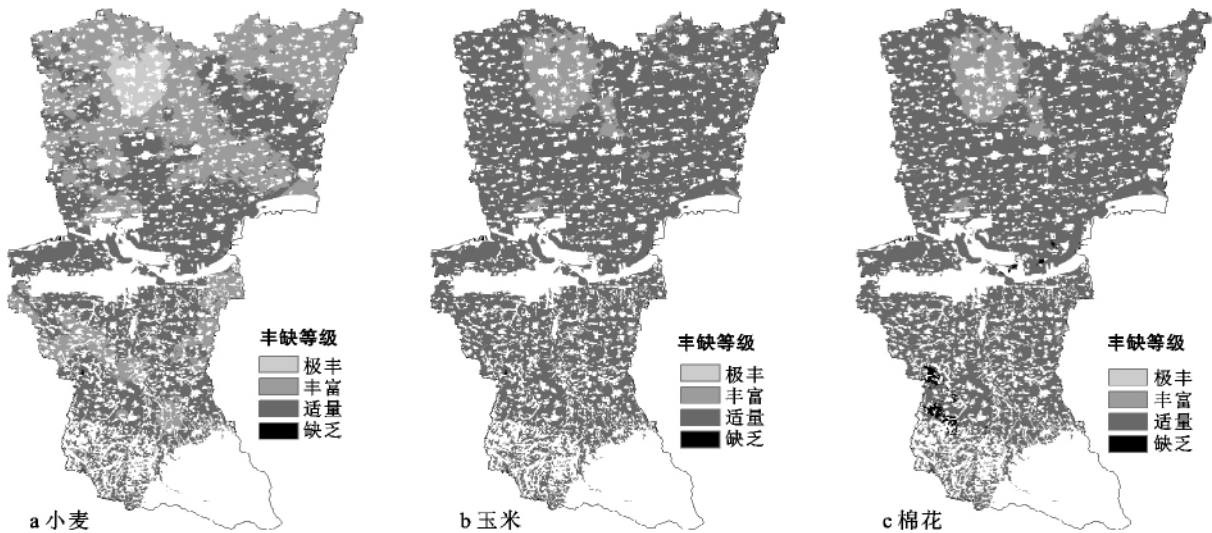


图 4 临渭区各作物速效钾丰缺状况

### 2.4 土壤氮磷比值分析

临渭区农作物适宜的氮磷比值是 2 : 1~3 : 1<sup>[16]</sup>。经过对插值后的碱解氮和有效磷进行 Divide 运算,得出临渭区当前氮磷比介于 2.02~9.59,平均值为 4,比例严重失调,达到 92.86%(表 3)。比例适

中的区域主要集中在该区的西北部官底镇、东北部的官路镇和交斜镇、中部的辛市镇和龙背乡及南部的阳郭镇和崇凝镇,造成这种后果的直接原因是长期施用氮素化肥和种植作物单一化。

今后要逐步做到科学施肥,以土壤养分为依据,

以产定肥,以氮定磷,氮磷配合,把氮磷比控制在 2:1~3:1。

表 3 土壤氮磷比分段面积统计

氮磷比	<3	3~4	4~5	5~6	>6
面积/hm <sup>2</sup>	5 175.70	35 359.82	24 201.87	6 308.65	1 437.52
比例/%	7.14	48.78	33.39	8.70	1.98

### 3 结论

(1) 临渭区土壤碱解氮含量基本可以满足作物的生长需要,但整体水平仍较低,部分地区仍低于作物的生长需求水平;有效磷含量水平低,相当一部分地区远远不能满足小麦、玉米和棉花的生长需求;速效钾含量对小麦、玉米基本不存在缺乏问题,对棉花来说,阳郭镇的西部和北部稍显不足,总体来说钾肥含量处于较高水平。该区氮磷比平均值为 4:1,呈现严重失调状态。

(2) 对于临渭区的耕地,应合理增施有机肥,这样既可以全面补充养分元素,又可以改善土壤结构,从而提高土壤保肥和供肥能力;氮肥方面,在缺乏地区可以增施尿素和碳酸氢氨;磷肥方面,可以增施普通过磷酸钙来增加磷的含量。最好对特定作物有针对性的增施复混肥料。红四方复合肥和金钥匙小麦配方肥可以当作小麦专用肥,金钥匙玉米配方肥和金钥匙棉花配方肥可以用来给玉米和棉花追肥。另外,应建立合理的轮作套种制度,以进一步提高土壤氮磷水平,保证作物的良好生长。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 邢玎. 临渭区农业经济效益研究[D]. 陕西 杨凌:西北农林科技大学, 2008.
- [2] 孙波,赵其国,阎国年. 低丘红壤肥力的时空变异[J]. 土壤学报, 2002, 39(2):190-198.
- [3] Stark C H E, Condrón L M, Stewart A, et al. Small-scale spatial variability of selected soil biological properties[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2004, 36(4): 601-608.
- [4] 张淑娟,何勇,方慧. 基于 GPS 和 GIS 的田间土壤特性空间变异性的研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(2):39-44.
- [5] 胡克林,李保国,林启美,等. 农田土壤养分的空间变异性特征[J]. 农业工程学报, 1999, 15(3):33-38.
- [6] 张朝生,章申,何建邦. 长江水系沉积物重金属含量空间分布特征研究:地统计学方法[J]. 地理学报, 1997, 52(2):185-192.
- [7] 郭旭东,傅伯杰,马克明,等. 河北省遵化平原土壤养分的时空变异特征:变异函数和 Kriging 插值分析[J]. 地理学报, 2000, 55(5):555-556.
- [8] 王绍强,朱松丽,周成虎. 中国土壤土层厚度的空间变异特征[J]. 地理研究, 2001, 20(2):161-169.
- [9] 张敏,贺鹏飞,陈伟强. 基于 GIS 和地统计学的土壤养分空间变异分析[J]. 东北农业大学学报, 2010, 41(3):53-58.
- [10] Yanai J, Mishima A, Furakawa S, et al. Spatial variability of organic matter dynamics in the semi-arid croplands of northern Kazakhstan[J]. *Soil Science Plant Nutrient*, 2005, 51(2):261-269.
- [11] 马媛,塔西甫拉提·特依拜,贡璐,等. 新疆阜康土壤微量元素的空间变异分析[J]. 兰州大学学报:自然科学版, 2007, 43(2):15-19.
- [12] 高义民,同延安,胡正义,等. 黄土区村级农田土壤养分空间变异特征研究[J]. 土壤通报, 2006, 37(1):1-6.
- [13] 临渭区农业区划委员会. 临渭区农业资源调查和农业区划报告集[M]. 西安:三秦出版社, 1996.
- [14] 崔潇潇,高原,吕贻忠. 北京市大兴区土壤肥力的空间变异[J]. 农业工程学报, 2010, 26(9):327-333.
- [15] 付莹莹,同延安,赵佐平,等. 陕西关中灌区夏玉米土壤养分丰缺及推荐施肥指标体系的建立[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(1):99-93.
- [16] 渭南志编纂委员会. 渭南志[M]. 西安:三秦出版社, 1987.