

基于限制类型与空间异质性的耕地 质量监测样点布设

马 燕,陈 英,路 正
(甘肃农业大学资源与环境学院,甘肃 兰州 730070)

摘 要:以武山县为例,探讨县域尺度的耕地质量监测样点布设方法,选择影响耕地质量的 4 个主要因素,计算其限制系数,并按照限制系数的高低划分 6 个耕地限制类型;采用半变异函数分析国家自然等指数的变异特征并结合耕地限制类型分区得到监测样点 44 个;通过克里格法验证表明所布设样点准确、可靠,满足监测需求。该研究方法很大程度上提高了监测样点的代表性和准确性,为耕地质量监测的管理和实施工作提供了参考。

关键词:土地利用;监测布点;半变异函数;耕地限制类型;优化布局

中图分类号:F301.21 文献标志码:A

Layout sampling for cultivated land monitoring based on restricted types and spatial heterogeneity

MA Yan, CHEN Ying, LU Zheng
(College of Resources and Environment, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: The quantity and quality of cultivated land plays an important role in ensuring food security and maintaining social stability, monitoring the existing cultivated land quality change has a strategic significance for cultivated land resource security. The samples establishment method of cultivated land monitoring in a county scale was explored with a example of Wushan County. Choosing four main factors affecting the quality of cultivated land and limit coefficients were calculated, cultivated land was divided into 6 limit types according to the high-low scale of limit coefficients; semi-variogram function was used to analyze the variability of national natural grade index and 44 monitoring samples were found based on farmland limit types division. Kriging method validation showed that the samples laid accurate and reliable to meet the monitoring requirements. This method greatly improved the representativeness and accuracy of the samples, and provides a reference for farmland quality monitoring management and implementation.

Keywords: land use; monitoring sites; semivariogram function; cultivated land type; optimal layout

为了全面掌握耕地质量的动态变化,实现耕地资源“数量和质量并重”,需要开展耕地质量等别监测工作^[1-2]。耕地质量等别监测样点的布设是耕地质量等别监测的重要一环,科学、合理的监测样点能够有效地反映耕地质量的变化情况。目前专家学者在耕地质量监测领域已做了大量研究,主要集中在耕地质量评定、耕地质量监测、耕地质量监测体系的构建等。其中监测样点的优化配置是关键。专家学者在监测样点布设方面也做了大量的研究。吴克宁、张蚌蚌等^[3-4]将国家标准样地与耕地质量动态监测相结合,对基于标准样地国家级汇总的耕地质量监测点的选取进行了初步探讨;马建辉、王佳宁等^[5-6]在农用地分等的基础上提出了耕地质量等别监测的方法;胡晓涛、吴学敏、汤赛等^[7-9]采用地统计学的变异函数分析耕地质量变异情况,依据变异分析结果布设监测点;马建辉等^[10]进一步将变异函数和等别类型结合起来探讨耕地质量监测样点布设方法;孙亚彬、余述琼等^[11-12]从因素组合角度提出了耕地质量监测的布点的方法。专家学者从不同角度研究监测样点布设问题,但主要集中在东部地区,

收稿日期:2016-08-03 修回日期:2016-10-28
基金项目:国家自然科学基金(7163003);甘肃农业大学青年导师基金(GAU-QNDS-201201)
作者简介:马 燕(1990—),女,河南许昌人,硕士研究生,主要研究方向为土地资产。E-mail:1605109961@qq.com。
通信作者:陈 英(1969—),男,甘肃武威人,副教授,主要从事土地资产研究。E-mail:cheny@gsau.edu.cn。

关于西部黄土高原区监测样点的布设的研究基本没有,而监测样点布设的现实可操作性和实践性并没有显现出来。如何使样点布设过程流程化、简单化,提高其在现实中的可操作性是实现耕地质量等别监测的核心。本文以耕地质量等别成果为基础,以甘肃省武山县为例,运用“自然等别-主导因素”理论模型从耕地质量的限制系数出发来划定耕地限制类型,结合半变异函数分析耕地质量的空间变异特征,以此为基础对监测样点进行预布设并优化,以期实现监测样点的代表性、覆盖对象的全面性和科学性,保证监测样点的优化布设和现实可操作性。

1 技术理论与方法

耕地质量监测样点要能反映耕地质量的变化情况,应具有代表性、覆盖对象全面性和科学性等特点。而以往的研究多从单方面出发,如基于因素组合的方法“以点带面”反映耕地质量变化,但关于布设样点的数量有很大的主观性;基于地统计学原理的方法则更注重定量的研究,采用严格的数学模型来选取监测样点,忽略了农用地分等因素对耕地质量变化的影响。同时,以往的研究更多是从宏观方面进行研究,并不能适用于西部地形复杂区域,不具有全面的推广性和实践性。本文拟以耕地质量限制类型反映耕地质量影响因素的相似性及其所代表的均质区域,以地统计学的半变异函数反映耕地质量的空间差异性及其变异距离,两者相结合综合考虑以确保每个监测样点的布设都具有代表性,科学性,同时以武山县为例进行实证研究以证明此方法的可行性和实践性。

1.1 “自然等别-主导因素”理论模型

耕地限制类型是由耕地的限制因素决定的,当计算耕地等别采用的是因素法时,分等指标分值的大小决定着耕地等别的高低和质量的限制程度。本文采用耕地等别提升潜力指数和限制系数(公式(1)~(4))来表达耕地质量的限制程度,依据的是“自然等别-主导因素”理论模型。将计算得到的各项指标的限制系数按照“最大限制因素+限制系数大于0.4的限制因素”进行全因素排列组合,其中最大限制因素即是分类因素,最后相同组合类型的地块组成的区域即是均质区域。

$$F_k = R_k - r_k \tag{1}$$

$$X_k = 1 - r_k/R_k \tag{2}$$

$$r_k = \frac{\sum_{j=1}^j w_{jk} \times f_{jk} \times \alpha_j \times \beta_j}{100} \tag{3}$$

$$R_k = \frac{\sum_{j=1}^j 100 \times f_{jk} \times \alpha_j \times \beta_j}{100} \tag{4}$$

式中, k 表示某个分等指标; F_k 表示等别提升潜力指数; X_k 表示等别限制系数; r_k 表示对自然等指数的实际贡献值; R_k 表示对自然等指数的最大贡献值; w_{jk} 表示某种指定作物的分值; f_{jk} 表示某种指定作物的分值; α_j 表示某种指定作物的权重(权重的选取以《农用地质量分等规程》^[13]中的研究区所在地的耕地评价因素及权重来确定); β_j 表示某种指定作物的产量比系数。

耕地限制类型采用“最大限制因素+限制系数大于0.4的限制因素”的组合形式来表达,最大限制因素即是首要限制因素,小于最大限制因素大于0.4的限制因素即为次要限制因素。

1.2 地统计学

耕地质量的变化并不是随机的,它具有一定的规律性,同时决定耕地质量等别的影响因素也带有一定的地域性。而正是这一特性使得区域化变量在耕地质量研究中起了很好的促进作用^[14]。通过对区域化变量的研究来分析耕地质量的空间异质性,进而进行样点布设,主要运用的方法是地统计学方法中的半变异函数和 Kriging 分析。

在地统计学中,对于样点的采集和分析所选用的工具是变异函数。变异函数的定义为:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{a=1}^{N(h)} [Z(\mu_a) - Z(\mu_a + h)]^2$$

式中, $\gamma(h)$ 为变异函数; h 为样点间隔距离; $N(h)$ 为距离相隔矢量 h 的点的对数; $Z(\mu_a)$ 和 $Z(\mu_a + h)$ 分别为区域化变量 $Z(\mu)$ 在 μ_a 和 $\mu_a + h$ 处的观测值。

观察半变异函数曲线图,根据经验可以判断出其符合某种函数模型,如常用的球状模型、高斯模型、指数模型及线性模型等。然后以区域化变量的大量观察值进行拟合,得出相对应函数模型的参数。根据函数模型所反映的空间分布变异特征,可以进行空间抽样样点布设,所得出的样点数量最少。

2 实证分析

2.1 研究区概况与数据来源

2.1.1 研究区概况 武山县隶属甘肃省天水市,位于甘肃省东南部,东连甘谷,南靠岷县、礼县,西接漳县,北临陇西、通渭二县,地处秦岭山地北坡西段与陇中黄土高原西南边缘复合地带,海拔在 1 365 ~

3 120 m 之间,属温带大陆性半湿润季风气候。地势西高东低,南高北低,均向河谷川区倾斜。城区为渭河河谷平原,南山为中低丘陵。县域东西宽 57.5 km,南北长 59.5 km,总面积 2 011 km²。截止到 2014 年末,武山县耕地面积共 740.13 km²,其中水浇地 56.88 km²,旱地 683.25 km²。

2.1.2 数据来源 搜集 2013 年和 2014 年武山县耕地质量等别更新成果、土地利用现状变更调查数据库等矢量数据,结合农用地分等规程及成果,选择耕地质量分等因素作为影响耕地质量高低的主要因素,将国家自然等指数作为耕地质量监测布设样点的依据。

2.2 耕地限制类型的确定

2.2.1 限制因素选取及计算 根据《农用地分等规程》^[13],天水市武山县所在一级区为黄土高原区,二级区为宁南陇中青东黄土丘陵区,耕作制度为一年

一熟,标准耕作制度为冬小麦,农用地分等所采用的指标共有 12 个,分别为:有效土层厚度、表层土壤质地、剖面构型、盐渍化程度、土壤有机质含量、土壤 pH 值、障碍层距地表深度、排水条件、地形坡度、灌溉保证率、地表岩石露头度和灌溉水源。

由 2014 年武山县耕地质量等别更新数据库可知,武山县范围内耕地的剖面构型、土壤酸碱度、排水条件、灌溉水源等影响农用地分等的各个因素指标数值一致,全县范围内并无大的变化,不能反映县域范围内的区域差异,因此,本文只考虑地形坡度、有效土层厚度、灌溉保证率、土壤有机质含量四个指标。

结合武山县实际情况,计算各项分等因素的自然等提等潜力指数及限制系数。根据公式(1)~(4),可以得到武山县地形坡度、有效土层厚度、灌溉保证率和土壤有机质含量的自然等提等潜力指数及限制系数,如表 1。

表 1 自然等提等潜力指数及限制系数

Table 1 Improvement potential index table and limit coefficients for natural level

图斑编号 Figure spot number	地形坡度 The terrain slope				有效土层厚度 Effective thickness of soil layer				灌溉保证率 Irrigation assurance				土壤有机质含量 Soil organic matter content			
	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>F</i>	<i>X</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>F</i>	<i>X</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>F</i>	<i>X</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	<i>F</i>	<i>X</i>
21	496.31	297.79	198.52	0.40	496	496	0	0.00	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40
22	496.31	496.31	0.00	0.00	496	496	0	0.00	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40
23	496.31	397.05	99.26	0.20	496	496	0	0.00	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	102.94	44.12	0.30
24	496.31	397.05	99.26	0.20	496	496	0	0.00	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40
25	496.31	397.05	99.26	0.20	496	347	149	0.30	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40
27	496.31	297.79	198.52	0.40	496	496	0	0.00	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40
28	496.31	297.79	198.52	0.40	496	347	149	0.30	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40
29	496.31	297.79	198.52	0.40	496	446	50	0.10	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40
30	496.31	297.79	198.52	0.40	496	496	0	0.00	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40
31	496.31	397.05	99.26	0.20	496	496	0	0.00	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40
32	496.31	148.89	347.42	0.70	496	496	0	0.00	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40
33	496.31	446.68	49.63	0.10	496	496	0	0.00	330.88	165.44	165.44	0.50	147.06	88.24	58.82	0.40

注:*R* 为对自然等指数的理论最大贡献值;*r* 为实际贡献值;*F* 为自然等提等潜力指数;*X* 为等别限制系数。
Note: *R* represents the theoretical maximum contribution value of the index level; *r* represents the actual contribution value; *F* on behalf of the improvement potential index for natural leve; *X* represents the grades limit coefficient.

2.2.2 限制类型的划分 根据求得的自然等提等潜力指数值及限制系数值,对武山县的地形坡度、有效土层厚度、灌溉保证率和土壤有机质含量四个主要因素进行全因素排列组合。当等别限制系数小于等于 0.4 时,其为非次要限制系数,因此在进行因素排列组合时将小于等于 0.4 的限制系数等于 0.4 不作为主导因素进行考虑,仅对大于 0.4 的限制系数进行排列组合。限制性类型选取以主要限制因素和次要限制因素共同决定,按照限制系数的高低来决

定主要和次要因素,其组合类型如表 2 所示。
根据表 2 数据可知,第Ⅰ种限制类型:地形坡度-土层厚度-灌溉保证率-有机质,地形坡度的限制系数最高,为主导限制因素,有效土层厚度、灌溉保证率为次要限制因素,要预防暴雨引起的水土流失,此类型是武山县自然等提等限制性最高的耕地,但所占比列并不高。第Ⅱ种限制类型:地形坡度-灌溉保证率-土层厚度-有机质,地形坡度依旧为主导限制因素,但次要限制因素为灌溉保证率。第

Ⅲ种限制类型:地形坡度 – 有机质 – 灌溉保证率 – 土层厚度,在四个限制因素中最主要的限制因素便是地形坡度,其它限制因素对自然等提升的影响相对较小。第Ⅳ种限制类型:土层厚度 – 灌溉保证率 – 有机质 – 地形坡度,土层厚度为主导限制因素,灌溉保证率为次要限制因素。第Ⅴ种限制类型:灌溉

保证率 – 土层厚度 – 有机质 – 地形坡度,其主导限制因素为灌溉保证率,其它限制因素基本一致,灌溉条件如得不到解决易引发土地的逐步干旱。第Ⅵ种限制类型中,各限制因素一致,相对其它组合类型限制性较低。

表 2 国家自然等限制系数组合类型
Table 2 Type of combinations of “the limit coefficients of national natural grade”

组合类型 Combination type	地形坡度等别限制系数 Limit coefficient of Terrain slope	土层厚度等别限制系数 Limit coefficient of soil layer thickness	灌溉保证率等别限制系数 Limit coefficient of Irrigation guarantee rate	有机质等别限制系数 Limit coefficient of organic matter	图斑个数 Figure spot number
I	0.70	0.60	0.50	0.40	50
II	0.70	0.40	0.50	0.40	2902
III	0.70	0.40	0.40	0.40	165
IV	0.40	0.60	0.50	0.40	80
V	0.40	0.40	0.50	0.40	6298
VI	0.40	0.4	0.40	0.40	2499

2.3 监测样点布控

2.3.1 数据分析 在本研究中,根据武山县 2014 年农用地分等成果,选用耕地的国家自然等指数作为反映耕地质量的指标值,使用 SPSS 软件对武山县

耕地国家自然等指数数据集进行分析,剔除异常值后,武山县耕地国家自然等指数符合正态分布(表 3)。

表 3 样本数据的描述性统计分析结果
Table 3 Descriptive statistical analysis of the samples

地区 Region	极大值 Maximum	极小值 Minimum	均值 Mean	中值 Median	标准差 Standard deviation	偏度 Skewness	峰度 Kurtosis	变异系数 Coefficient of variation
武山县 Wushan County	1480	840	1006.18	976	95.03	2.295	5.64	0.09

通过地统计学方法分析耕地质量国家自然等指数空间变异性特征,主要运用球状模型、高斯模型和指数模型等模型拟合研究对象的区域化变量,同时生成拟合的半变异函数曲线,在此借助 ArcGIS 软件生成拟合半变异函数曲线拟合图。图 1 为国家自然等指数的拟合半变异函数曲线。

根据图 1 可知,武山县的耕地国家自然等指数

的半变异函数较符合球状模型。其半变异函数拟合参数如表 4 所示。

分析半变异函数拟合曲线可知,武山县耕地质量的最大相关距离 a 为 15.45 km,即在 0 ~ 15.45 km 范围内,随着监测点间距的增大武山县耕地质量空间变异逐渐增大,空间相关性逐渐减小,但增至 15.45 km 时,空间相关性基本消失。

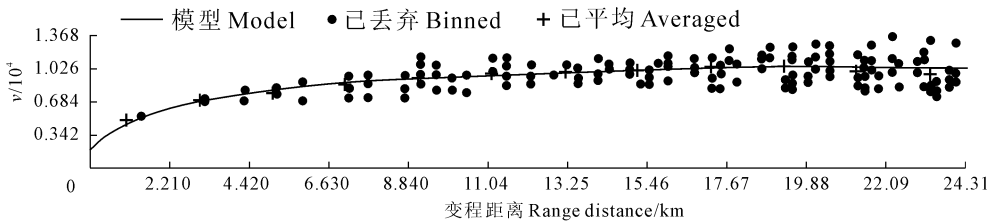


图 1 半变异函数拟合曲线图
Fig.1 The fitting graph of semi-variogram function

表 4 半变异函数参数
Table 4 Semi-variogram fitting parameters

地区 Region	块金值(C_0) Nugget	基台值($C_0 + C$) Sill	$C_0/(C_0 + C)$	变程(a)/km Range
武山县 Wushan County	1690.17	8793.11	0.1922	15.45

同时由于 $C_0/(C_0 + C)$ 的比值小于 25%, 说明耕地质量与空间变化存在着较强的关联度, 也表明耕地的质量受随机的影响相对较小, 并显示出一定的规律性。普通克里金预测图见图 2 所示。

利用普通克里金的预测功能, 对整个研究区域的国家自然等指数数据进行趋势预测, 预测其的空间变异情况。如图 2 所示, 自然等指数大概呈现由南北低向中部偏北地区升高的条带状分布。

2.3.2 监测样点的布设 县级是农用地分等单元应用的最基层单位, 因此耕地质量监测的精度应能反映县域内耕地的质量变化, 监测点间距不宜大于变异函数的变程, 最好是在变程的 1/4 至 1/2 之间。

本研究按照以最大相关距离的 3/8 为半径的任意圆内有监测点且数量最少的原则, 在武山县按长 5.6 km, 宽 5.6 km, 口字型的方法进行监测点预布设, 此后将没有集中在集中连片的耕地图斑上的监测样点优化到相对集中的图斑上, 将偏离图斑的监测样点优化到相近图斑上, 最后得出武山县耕地质量监测点 44 个。监测点位置如图 3 所示。

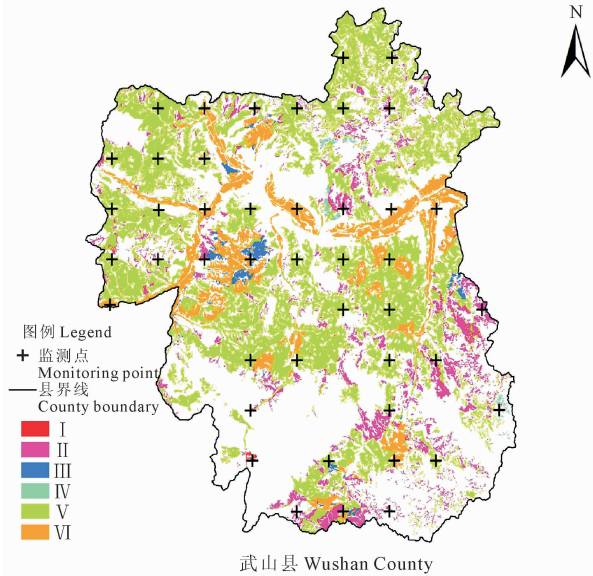


图 3 耕地限制类型监测样点布设位置
Fig.3 Locating for monitoring samples of the cultivated limit type

根据统计表(表 5)可知监测样点基本上覆盖了所在区域的所有耕地质量限制系数组合类型, 且监测点覆盖的各组合类型所占耕地面积的比例非常接近, 说明所布设的监测点具有一定的典型性和代表性。

表 5 耕地质量监测点覆盖限制类型情况
Table 5 The limit type covered by the cultivated land quality monitoring samples

组合类型 Combination type	面积/hm ² Area	面积比例/% Area percentage	监测点/个 Monitoring points	监测点比例/% Monitoring samples percentage
I	103	0.14	1	2
II	8155	11.01	8	18
III	1093	1.48	2	5
IV	307	0.41	1	2
V	51252	69.21	25	57
VI	13142	17.75	7	16

2.4 结果检验

样点布设的合理与否, 可根据样点观测值用 Kriging 插值方法进行检验。通过克里格法, 可以对样点的形状、大小、所在区域位置进行分析的基础上, 对即将评估的样点开展最优估计研究。

在 ArcGIS 中, 提取研究区域布设的监测样点耕地国家自然等指数, 对其进行探索性分析检验其是

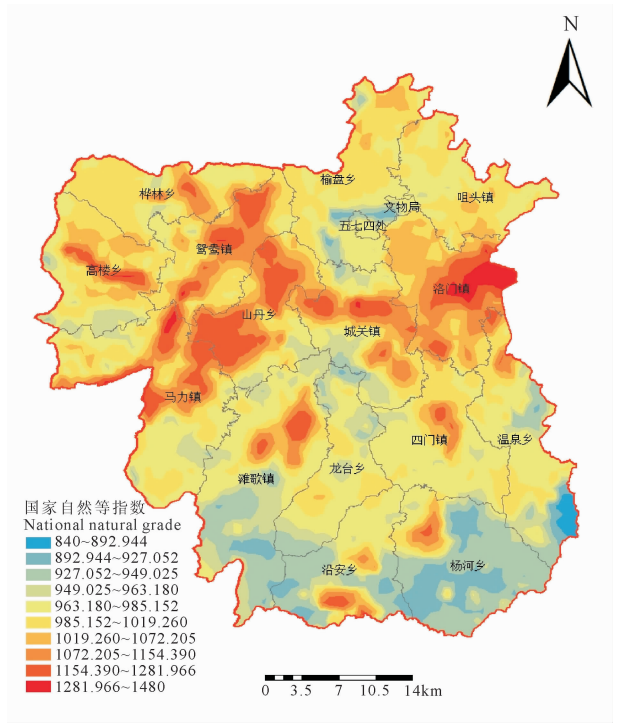


图 2 自然等指数空间变异
Fig.2 The spatial variability of national natural grade

否符合正态分布,其结果为近似服从正态分布,可以直接利用监测样点对全区域进行克里格差值检验。当标准平均值最接近 0,均方根预测误差最小,平均标准误差与均方根预测误差最接近,标准均方根预测误差最接近 1 时,此种模型最优。武山县监测样点克里格插值结果的预测误差各项统计量见表 6。

表 6 预测误差统计量
Table 6 The prediction error statistics

研究区 Research area	M	RMS	ASE	MS	RMSS
武山县 Wushan County	2.02	319.33	325.5	0.006	0.98

注:M 为平均误差;RMS 为均方根预测误差;ASE 为平均标准误差;MS 为标准平均值;RMSS 为标准均方根预测误差。

Note: M represents mean; RMS represents root - mean - square; ASE represents average standard error; MS represents mean standardized; RMSS represents root - mean - square standardized.

以上研究表明,总体上对研究区域耕地质量的估计与实际的偏差较小,插值结果精确。说明以武山县 2014 年农用地分等成果为基础,选择耕地的国家自然等指数为数据进行变异函数的球状模型的拟合,计算得到的监测样点的空间相关性距离,确定的覆盖区域内各限制因素组合类型的监测样点个数与位置具有代表性和准确性。

3 讨论与结论

1) 本文通过对武山县耕地自然质量的影响因素进行研究,按照各限制系数的高低从而确定了地形坡度 - 土层厚度 - 灌溉保证率 - 有机质、地形坡度 - 灌溉保证率 - 土层厚度 - 有机质、地形坡度 - 有机质 - 灌溉保证率 - 土层厚度、土层厚度 - 灌溉保证率 - 有机质 - 地形坡度、灌溉保证率 - 土层厚度 - 有机质 - 地形坡度、有机质 - 地形坡度 - 土层厚度 - 灌溉保证率 6 个耕地限制类型分区。

2) 基于地统计学的半变异函数分析国家自然等指数,并结合耕地限制类型分区共得到监测样点 44 个,基本覆盖了武山县所有耕地等别类型。所布设的采样点具有一定的代表性和典型性,同时也具有较高的准确性。

3) 本文提出的方法对限制耕地质量的因素作了较详细说明,明确了不同区域耕地质量监测的目标,能够满足县级耕地质量监测的精度要求,同时在

划分限制分区的基础上结合半变异函数计算的变程来布设样点,定性 with 定量相结合,使布设的样点能很好的反映耕地的综合质量,监测结果更具有针对性,更精确,不仅为西部黄土高原区县域尺度内耕地质量等别监测样点布设提供理论参考,而且在实际应用中具有可行性,为今后耕地质量监测提供新思路。

监测样点的布设是一个不断创新、不断修正的过程,由于耕地质量的时空变异是多重尺度上的土地利用、地形地貌、土壤和人类活动等多因子综合作用的结果,空间上的变异性可以根据各种理论模型结合实际通过采样来确定,但是时间上的变化需要长期采集监测数据并对监测数据进行反馈和分析来确定。要实现监测样点的最优布局,需要未来对监测数据的长期分析来不断修正理论模型。

参 考 文 献:

[1] 王 倩,尚月敏,冯 锐,等.基于半变异函数的耕地质量等别监测点布设分析——以四川省中江县和北京市大兴区为例[J].中国土地科学,2012,26(8):80-86.

[2] 祝锦霞,徐保根,章琳云.基于半方差函数与等别的耕地质量监测样点优化布设方法[J].农业工程学报,2015,31(19):254-261.

[3] 吴克宁,焦雪瑾,梁思源,等.基于标准样地国家级汇总的耕地质量动态监测构架研究[J].农业工程学报,2008,24(10):74-79.

[4] 张蚌蚌,孔祥斌,相 慧,等.中国西部区国家标准样地分布特征及代表性[J].农业工程学报,2014,30(7):227-235.

[5] 马建辉,吴克宁,赵华甫,等.基于农用地分等的耕地质量动态监测体系研究[J].中国农业资源与区划,2013,34(5):133-139.

[6] 王佳宁,孔祥斌,张青璞,等.基于农用地的县级耕地质量等级监测指标选取方法——以内蒙古达拉特旗为例[J].中国农业大学学报,2015,20(3):175-187.

[7] 胡晓涛,吴克宁,马建辉,等.北京市大兴区耕地质量等级监测控制点布设[J].资源科学,2012,34(10):1891-1897.

[8] 吴学敏.武穴市耕地质量监控样点布设研究[D].武汉:华中师范大学,2015.

[9] 汤 赛.县域耕地质量等级监测样点布设及优化方法研究[D].北京:中国农业大学,2014.

[10] 孙亚彬,吴克宁,胡晓涛,等.基于潜力指数组合的耕地质量等级监测布点方法[J].农业工程学报,2013,29(4):245-254.

[11] 余述琼,张蚌蚌,相 慧,等.基于因素组合的耕地质量等级监测样点布控方法[J].农业工程学报,2014,30(24):288-297.

[12] 韩振坤.基于地统计学的县域耕地质量监测样点布局研究公安县为例[D].武汉:华中师范大学,2014.

[13] 中华人民共和国国土资源部.农用地质量分等规程(GB/T 28407-2012)[S].北京:中国标准出版社,2012.

[14] 相 慧,孔祥斌,陈培雄,等.县域耕地质量等别监测样点布控研究——以内蒙古自治区达拉特旗为例[J].资源科学,2014,36(6):1203-1210.