

几种土壤属性制图方法的稳定性与影响因素分析

齐力¹, 赵彦锋*, 巫振富, 张路伟

(郑州大学 水利与环境学院, 自然资源与生态环境研究所, 郑州 450001)

摘要: 本文以土壤 CEC 和土壤全氮为研究对象, 在河南省黄河以北 6 个地市选取 870 个样点, 并随机均分为两个数据集, 进行了制图对比分析; 同时研究了 Kriging 法、IDW 法和以点代面法制图结果的稳定性及其与精度的关系, 以及影响因素。结果表明: 采用实测数据与预测数据的交叉验证并不能用来衡量制图结果的稳定性, 验证精度高低并不表示采用不同数据集制图结果可能会重现的概率; 而且采用不同的方式进行精度检验, 结论也会有所不同。采用不同抽样集合制图, Kriging 法和 IDW 的结果较稳定, 两者较接近, 其相对误差 > 0.3 的区域均不超过 20%, 且相对差异度高值区的空间分布格局相对分散; 而以点代面法制图结果不稳定, 相对误差 > 0.3 的区域达到 54.21%, 且差异度较高的图斑相对集中, 呈大片状分布。制图结果稳定性受到实测数据分布特征和局部地区土壤的高度变异性的影响, 其中 Kriging 方法制图结果的不稳定性受样点分布格局的影响较另两种方法要大, 而 IDW 法和以点代面法受实测数据自身变异性影响更明显。

关键词: 稳定性; 精度; Kriging; IDW; 以点代面法

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2012.00305

1 引言

Kriging 法、IDW (反距离权重插值) 法和以点代面法是较为常用, 且操作比较方便的几种土壤属性制图方法。IDW 法和 Kriging 方法属于空间连续内插方法, 且要求数据空间分布尽量均匀^[1-4], Kriging 方法还要求使用者具有基本的地统计学知识, 对用户的要求较高。全国耕地地力评价指南对以点代面法进行定义, 即以多边形单元图为制图基础, 用制图单元内所有点的平均值作为单元值, 如果某一单元内没有采样点, 则该单元的值用与该单元相邻的同类型单元的值代替; 如果没有同类型单元相邻, 则用与之相邻的所有单元的平均值代替^[5]。以点代面法对数据的分布和数量要求比 IDW 法和 Kriging 法要低, 且计算更便捷, 甚至在生产实践中比 IDW 法和 Kriging 法有更广泛的应用, 如在农业部测土配方施肥项目中广泛应用的耕地资源管理信息系统中, 土壤属性图的制作就采用

以点代面法。

对于上述几种方法, 特别是 IDW 法和 Kriging 法的精度问题, 已有较多的文献报道^[6-10]。但已有的研究案例多是用预测值和实测值交叉验证或用验证数据集验证, 主要用均方根误差来表述^[11-15]。这存在两个方面的不足:

(1) 均方根误差只能反映误差的统计特征, 却不能表征误差分布的空间特征。

(2) 只是反映了一次抽样的精度, 却难以说明再进行一次随机抽样结果的重现性, 即不能度量结果的稳定性。

显然, 不同抽样方案制图结果的稳定性研究需要较多的样本数量, 会增加研究成本, 所以, 此类研究较少。但在生产实践中结果的稳定性具有重要意义, 更能表征制图效果的科学性和实用价值。当前利用 GIS 技术, 制图速度很快, 但制图结果是一次抽样的随机表现还是具有较强代表性的稳定成果? 验证精度的高低是否也代表着制图结果稳定

收稿日期: 2012-02-21; 修回日期: 2012-05-03.

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(40801080)资助。

作者简介: 齐力(1986-), 女, 汉族, 重庆市铜梁县人, 硕士研究生, 主要研究方向: 土地资源管理与 GIS 应用。

E-mail: wish1005@163.com

* 通信作者: 赵彦锋(1977-), 男, 汉, 河南洛阳人, 副教授, 主要从事土壤资源和环境地学研究。

E-mail: yfzhao@zzu.edu.cn

性的好坏?

鉴于此,本文采用河南省第二次土壤普查成果,收集豫北 6 个地市共 870 个典型样点,以土壤 CEC 和土壤全氮(TN)为例,对普通 Kriging 方法、IDW 方法、以点代面方法土壤制图的稳定性进行研究,以为土壤制图实践中方法的选择和结果的评价提供理论支持。

2 研究区数据源与分析方法

(1)本文以河南省黄河以北地区为研究区,该区除西部边缘是太行山山区及山前平原外,广大地区属于黄河、海河冲积平原,地形平坦,光温充足,是河南省重要的农业生产区。研究区包括安阳、濮阳、鹤壁、焦作、新乡、济源 6 个地市,共 32 个县。以各县

土壤志为基础资料,选取该区域第二次土壤普查时期 870 个典型点的土壤养分指标(CEC 和全氮)作为研究数据(样点分布如图 1 所示)。其中,CEC 作为空间变异具有明显结构性特征的土壤属性代表,全氮则是空间变异随机性较强的土壤属性代表。

(2)将 870 个点随机分为两部分,A 数据集和 B 数据集,各包含 435 个土壤样点,比较应用 A、B 数据集条件下 Kriging 插值、IDW 插值和以点代面法制图结果的差别程度(全氮数据不满足地统计学条件,只进行 IDW 插值和以点代面法制图),其中,以点代面法以 1:5 万土壤类型图为基础,计算单元为土壤图斑。为了避免随机抽样的偶然性对于预测精度与预测结果稳定性的影响,进行 3 次随机抽样作比较分析(图 1 仅表现第一次随机抽样 A、B 数据集分布)。

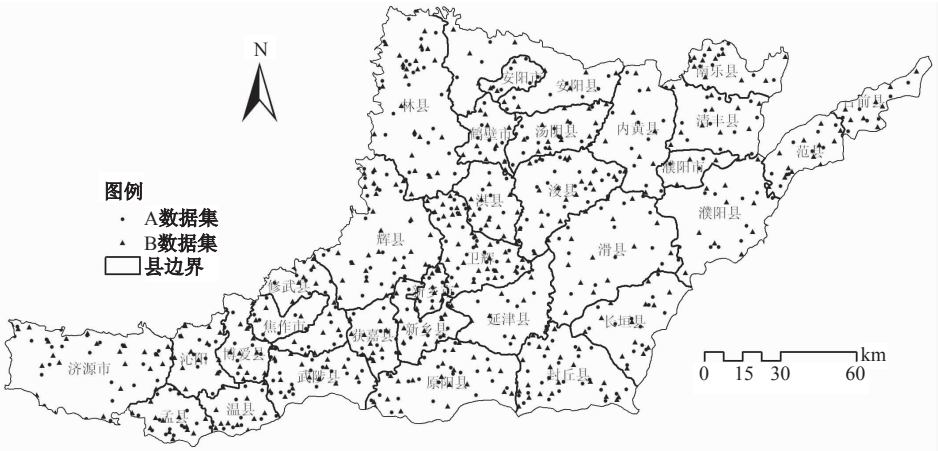


图 1 样点分布图

Fig. 1 Distribution of the sampling sites

样点定位方法:由于全国第二次土壤普查数据的土壤样点位置信息仅为文字描述,缺乏经纬度等定位信息,因此,需要对样点进行空间定位。本研究主要是根据样点位置的详细描述,加上村级的行政区划图、土地利用现状图和土壤图,结合 Google Earth 影像人机交互地确定其空间位置。

稳定性判断方法:运用 Kriging 法、IDW 法和以点代面法,分别对 A、B 数据集中土壤养分进行插值制图,用栅格图减法对同一种方法下 A、B 数据集的制图结果进行相减求差值,再除以 A 数据集的制图结果,得到 A、B 数据集插值结果的连续相对差异度。为定量分析差异度,按照: ≤ 0.1 、 $0.1 \sim 0.2$ 、 $0.2 \sim 0.3$ 、 > 0.3 的标准将连续相对差异度重分类为 4 个等级,差异度等级越小则表示 A、B 数据集插

值结果之间的差异性越小,反之则越大。

精度评价方法:本文同样采用 A、B 数据集交互验证对方制图结果来判断制图精度,不同的是本研究在求得预测值与真实值的相对误差以后,同样按照: ≤ 0.1 、 $0.1 \sim 0.2$ 、 $0.2 \sim 0.3$ 、 > 0.3 的标准对各数据集样点值进行分级,判断各等级所包含的样点数。

3 土壤属性制图稳定性与影响因素分析

3.1 土壤属性的描述性统计和变异函数特征
以第一次随机抽样为例(表 1)说明,CEC 符合对数正态分布,全氮呈非正态分布。CEC 和全氮的

变异系数分别为 54.28%、62.1%。通常认为变异系数(CV)≤10%时为弱变异性,10%≤CV≤100%时为中等变异性,CV≥100%时为强变异性^[16],根据这一划分,本研究中 CEC 和全氮均呈中等变异性。第二次与第三次随机抽样亦表现出与之相一致的统计特征。从数据统计上看,435 个点的 A、B 数据集与总数据集的均值、标准差、变异系数均非常相近,可见,435 个点与 870 个点在该区域对于 CEC、全氮的描述性统计特征具有同等的代表性。

图 2(以第一次随机抽样的变异函数图为例)则

表 1 土壤属性数据描述性统计特征

Tab. 1 Statistical characteristics of soil properties

属性 Properties	样点数(个) Number of samples	均值 Mean	最小值 Min	最大值 Max	标准差 Std. Deviation	分布类型 Distribution type	变异系数 CV(%) Var. coefficient
全氮(g·kg ⁻¹) TN	870	0.763	0.097	4.262	0.474	非正态	62.10
TN_A	435	0.775	0.118	4.262	0.502	非正态	64.77
TN_B	435	0.750	0.097	3.299	0.444	非正态	59.14
CEC(cmol·kg ⁻¹)	870	12.855	2.237	58.536	6.977	对数正态	54.28
CEC_A	435	12.900	2.237	48.122	6.954	对数正态	53.91
CEC_B	435	12.810	2.280	58.536	7.008	对数正态	54.71

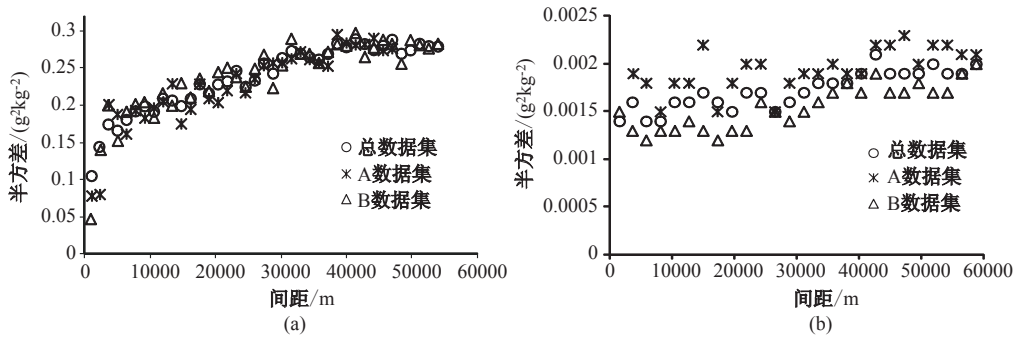


图 2 A、B 数据集和总数据集 CEC(a)和 TN(b)半方差函数图
Fig. 2 Semivariogram of CEC (a) and TN (b) of the three datasets

表 2 变异函数理论模型参数

Tab. 2 Parameters of the variogram model

随机抽样 Sampling	数据集 Dataset	模型 Model	变程 Range(m)	块金方差 Nugget	结构方差 Part Sill	块金系数 C ₀ /(C ₀ +C)(%)	残差 RSS	决定系数 R ²
第一次	总数据集	指数	9 690	0.062	0.211	22.84	0.004	0.849
	A 数据集	指数	59 160	0.108	0.298	26.68	0.016	0.829
	B 数据集	指数	36 600	0.094	0.279	25.21	0.015	0.842
第二次	A 数据集	指数	71 610	0.083	0.188	30.44	0.029	0.822
	B 数据集	指数	69 900	0.0757	0.1852	29.01	0.017	0.835
第三次	A 数据集	指数	88 200	0.078	0.1822	29.98	0.012	0.834
	B 数据集	指数	31 020	0.0788	0.2118	27.12	0.027	0.826

3.2 制图稳定性判断及其与精度检验分析

对土壤 CEC 和土壤全氮制图结果的差异进行了统计(表 3),结果表明 Kriging 法和 IDW 法分别应用 A、B 数据集的制图结果差异度较小,而以点代面法差异度较大。Kriging 方法制图结果差异度的变异系数相对较小,而 IDW 法和以点代面法制图结果差异度变异系数较大。统计不同差异度所占面积可知(表 4),以第一次随机抽样为例,对于土壤

CEC,Kriging 法和 IDW 法相对差异度 ≤ 0.2 的区域分别占研究区总面积的 63.20%和 65.79%,以点代面法为 32.86%;前两者相对差异度 >0.3 的区域分别占总面积的 19.03%和 18.19%,后者为 54.21%。第二次与第三次随机抽样亦呈现类似规律。这说明 Kriging 和 IDW 法插值结果稳定性相当,且均显著高于以点代面法。土壤全氮的研究结论与土壤 CEC 基本一致。

表 3 A、B 数据集制图结果连续相对差异度统计特征
Tab. 3 Statistical characteristics of continuous relative difference between A and B dataset in map-making

随机抽样	属性	方法	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数(%)
Sampling	Properties	Method	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Var. coefficient
第一次	CEC	Kriging	0	1.851	0.188	0.164	87.23
		IDW	0	5.457	0.175	0.225	128.57
		以点代面	0	7.165	0.462	0.673	145.67
	TN	IDW	0	5.321	0.185	0.192	103.78
		以点代面	0	6.937	0.445	0.523	117.52
第二次	CEC	Kriging	0	1.176	0.186	0.158	84.95
		IDW	0	5.509	0.188	0.239	127.13
		以点代面	0	6.777	0.445	0.596	133.93
	TN	IDW	0	5.206	0.193	0.200	103.63
		以点代面	0	6.459	0.560	0.681	121.61
第三次	CEC	Kriging	0	1.458	0.177	0.143	80.79
		IDW	0	5.044	0.220	0.262	119.09
		以点代面	0	7.165	0.506	0.721	142.49
	TN	IDW	0	5.523	0.217	0.236	108.76
		以点代面	0	7.150	0.514	0.596	115.95

表 4 A、B 数据集制图结果差异等级分布面积(%)
Tab. 4 Area proportion (%) of map-making difference levels between A and B dataset

随机抽样	差异等级	CEC			TN	
		Kriging	IDW	以点代面	IDW	以点代面
第一次	≤ 0.1	34.96	36.48	20.30	37.59	10.48
	0.1~0.2	28.24	29.31	12.44	27.32	14.02
	0.2~0.3	17.77	16.02	13.04	16.07	14.79
	>0.3	19.03	18.19	54.21	19.02	60.72
第二次	≤ 0.1	35.51	37.98	22.75	37.16	18.13
	0.1~0.2	27.95	29.67	14.63	27.05	15.16
	0.2~0.3	17.34	16.10	12.05	16.38	10.12
	>0.3	19.20	16.25	50.56	19.41	56.59
第三次	≤ 0.1	36.91	37.25	17.38	32.89	12.45
	0.1~0.2	30.20	30.55	17.06	26.84	19.27
	0.2~0.3	18.07	16.00	15.58	19.14	10.40
	>0.3	14.82	16.20	49.98	21.13	57.88

A、B 数据集样点交互验证制图结果(表 5)表明,Kriging 方法和 IDW 法精度接近,不同抽样方案下,它们的精度相对大小有变化,以点代面法相关系数明显较 Kriging 法和 IDW 法低,但 3 种方法精度检验均表现为极显著相关,所以 Kriging、IDW 和以点代面的预测都是有效的。从验证数据与预测数据的相关系数看,IDW 法的精度较 Kriging 方法略显不稳定,以点代面法精度检验的稳定性最差。3 次抽样形成 6 个数据集进行交互验证的相关系数变幅分别是 Kriging 法为 0.512—0.579,IDW 法为 0.49—0.587,以点代面法为 0.305—0.445;变异系数分别为 4.17%、6.86%和 16.79%。按相对误差级别统计(表 6、表 7),Kriging 法、IDW 法在较低误差级别内分布的点数仅略多于以点代面法,3 种方法精度检验结果较接近;同一制图方法下不

同土壤属性的精度也大体一致。对比分析表 6、表 7 发现,用同一次随机抽样区分的 A、B 数据集进行制图,Kriging 法两次制图结果的相对误差分布基本一致,而 IDW 法和以点代面法两次制图结果的相对误差分布产生的差异相对较大。上述分析说明,无论从交叉验证的精度判断,还是从空间制图

表 5 交互检验预测精度

Tab. 5 Cross-validation of the predicted precision

随机抽样	指标	方法	A 数据集样点检验		B 数据集样点检验	
			B 数据集制图结果		A 数据集制图结果	
			RMSE	R	RMSE	R
第一次	CEC	Kriging	5.666	0.579**	5.832	0.563**
		IDW	5.771	0.576**	6.050	0.532**
		以点代面	8.143	0.322**	7.194	0.429**
	TN	IDW	0.044	0.516**	0.040	0.515**
		以点代面	0.059	0.406**	0.058	0.333**
第二次	CEC	Kriging	6.01	0.538**	5.782	0.543**
		IDW	5.458	0.587**	5.614	0.545**
		以点代面	7.327	0.412**	7.263	0.323**
	TN	IDW	0.035	0.706**	0.030	0.761**
		以点代面	0.057	0.360**	0.053	0.309**
第三次	CEC	Kriging	5.382	0.547**	5.535	0.512**
		IDW	5.803	0.512**	6.667	0.49**
		以点代面	7.842	0.305**	7.366	0.445**
	TN	IDW	0.041	0.492**	0.044	0.488**
		以点代面	0.063	0.343**	0.057	0.326**

注: ** 极显著相关, $P<0.01$

表 6 交互验证后 A 数据集相对误差各等级分布样点数

Tab. 6 Sampling sites at different relative error levels of the A dataset after cross-validation

随机抽样	指标	方法	≤0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	>0.3
第一次	CEC	Kriging	91	81	69	194
		IDW	87	90	79	179
		以点代面	73	68	60	234
	TN	IDW	94	89	75	177
		以点代面	67	62	61	245
第二次	CEC	Kriging	83	90	61	201
		IDW	81	93	84	177
		以点代面	76	59	59	241
	TN	IDW	90	101	58	186
		以点代面	76	69	53	237
第三次	CEC	Kriging	87	89	59	200
		IDW	79	96	69	191
		以点代面	83	65	48	239
	TN	IDW	99	96	66	174
		以点代面	58	69	51	257

结果的相对差别来看,Kriging 法的结果更稳定,但并不表示其任意一次抽样制图结果的精度都最高。

表 7 交互验证后 B 数据集相对误差各等级分布样点数

Tab. 7 Sampling sites at different relative error levels of the B dataset after cross-validation

随机抽样	指标	方法	≤0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	>0.3
第一次	CEC	Kriging	89	76	70	200
		IDW	96	78	64	197
		以点代面	75	65	53	242
	TN	IDW	87	97	64	187
		以点代面	73	77	51	233
第二次	CEC	Kriging	81	75	73	206
		IDW	99	79	71	186
		以点代面	66	66	55	248
	TN	IDW	91	93	72	179
		以点代面	76	57	71	231
第三次	CEC	Kriging	87	79	67	202
		IDW	91	80	69	195
		以点代面	71	71	57	236
	TN	IDW	94	89	65	187
		以点代面	73	72	68	222

以上分析表明制图结果的稳定性与精度判断既有联系,又有所区别,而且用不同方法、不同抽样检验插值精度,其结论有所出入,用单次精度检验难以全面反映插值方法的优劣。从地理学的角度理解,制图追求的是空间格局的正确率和重现性,单纯采用验证数据集验证及对误差大小的简单统计,并不一定能全面反映制图效果,甚至会带来误解。

3.3 稳定性的空间分布特征与影响因素

对于土壤 CEC, A、B 数据集的 Kriging 法和 IDW 法制图结果差异度分布格局较为类似,均以相对差异度≤0.3 的图斑为主(图 3),但 IDW 法图斑比 Kriging 法破碎;以点代面法相对差异度>0.3 的图斑在空间分布上表现突出,且集中呈大片状分布。从制图结果差异度空间分布格局来看,3 种制图方法的稳定性从大到小依次为: Kriging 法>IDW 法>以点代面法。同一种方法,全氮和 CEC 制图结果差异度在局部位置,差异度相对大小有明显差异,如济源东南角及孟县区域;因为二者制图采用了同一样点集,只是属性项不同,这种差异应该是具体属性的空间变异特征不一致引起的,与样点布局无关。

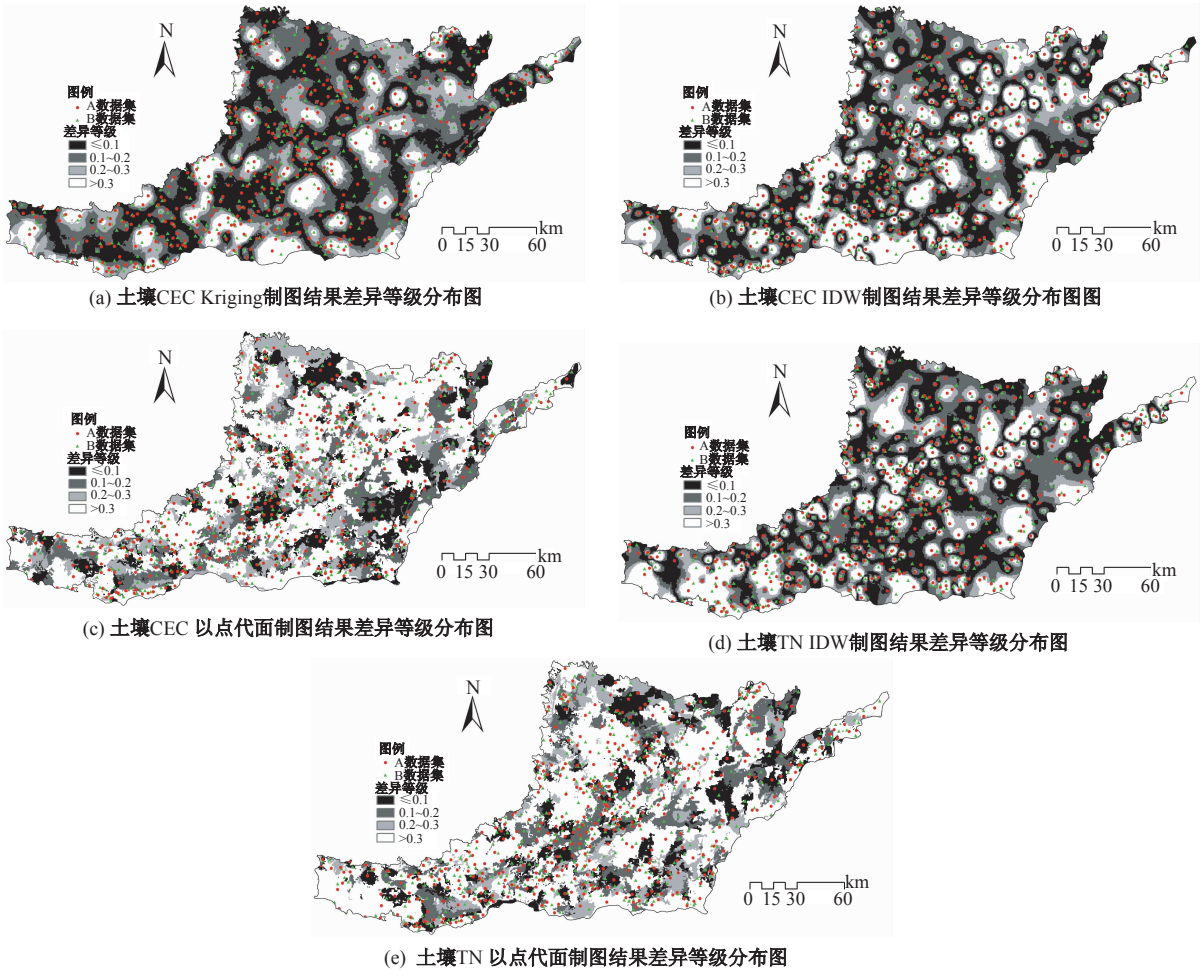


图 3 土壤属性制图结果差异等级分布图

Fig. 3 Distribution of differences levels in soil property map-making results by different mapping methods

由 A 数据集在不同制图结果差异等级内的分布特征(表 8)可知,对于 Kriging 方法,大部分实测样点包含在制图结果差异度较小的区域,差异度较大区域分布样点较少;对于 IDW 法和以点代面法,制图结果差异较大区域包含的实测数据量并不明显低于差异较小区域,甚至制图结果差异度 >0.3 区域分布了更多的样点。B 数据集的分布特征与此类似,不再赘述。由此说明 Kriging 制图结果的稳定性受样点分布的影响更大,而 IDW 法则受数据自身数值变异的影响更大,以点代面法尤其如此。

将 A、B 数据集样点叠加在制图结果差异等级图上(图 3),对于 Kriging 法和 IDW 法制图结果,有小部分区域即使没有样点分布,其制图结果的差异度仍然很小,比如研究区西南角济源市中部有小面积区域就呈现这种现象;还有部分区域分布的样点数较密集,但该区域的 A、B 数据集制图结果差异性却较大。说明土壤属性自身的空间变异性及对

模型的适应程度也是重要影响因素:有些区域土壤属性变异小,A、B 数据集在该区域选取的采样点不同但它们取值变异小,对结果影响小。反之,另有一些区域 A、B 数据集选取样点不同,对该区制图结果影响较大。以点代面法结果差异度与样点分布的规律性不明显,大部分地区无论分布多少样点,其差异性均较大;部分区域样点分布稀疏甚至无样点分布,其差异性反而较小。

4 结论

传统的精度检验,一般采用实测数据与预测数据的交叉验证,并不能用来衡量制图结果的稳定性,验证精度高低并不表示采用不同数据集制图结果可能会重现的概率;而且采用不同的方式进行精度检验,结论也会有所不同。采用不同抽样集合进行制图,Kriging法和IDW的结果较稳定,且稳定

表 8 A 数据集落在制图结果各差异等级中的样点数
Tab. 8 Sampling sites belonging to various difference levels
of map-making results of the A dataset

随机抽样	指标	方法	≤0.1	0.3—0.2	0.2—0.3	>0.3
第一次	CEC	Kriging	155	129	73	78
		IDW	90	87	82	176
		以点代面	79	61	51	244
	TN	IDW	96	91	71	177
		以点代面	57	73	55	250
第二次	CEC	Kriging	153	122	75	85
		IDW	89	87	81	178
		以点代面	82	59	57	237
	TN	IDW	104	80	70	181
		以点代面	63	68	51	253
第三次	CEC	Kriging	156	113	84	82
		IDW	79	80	62	214
		以点代面	79	63	61	232
	TN	IDW	103	93	67	172
		以点代面	60	66	51	258

性接近,其相对差异度的高值区相对分散;而以点代面法制图结果不稳定,差异度较高的图斑相对集中,呈大片状分布。制图结果稳定性受到实测数据分布特征和局部地区土壤的高度变异性的影响,其中,Kriging 方法制图结果的不稳定性受样点分布格局的影响更大;后两种方法,尤其是以点代面法受实测数据自身变异性影响更明显。该结果提示,土壤调查制图应强调样点布局的空间均衡性,即便对于空间相关性较强的土壤属性制图,样点分布对制图结果也产生明显影响。而对于空间变异性较大的土壤属性,更要考虑数据高度随机性的影响,在局部变异较大地区应增加采样密度,以保证制图结果反映地理规律。

参考文献:

[1] Price DT, M cKenney DW, Nalder IA, *et al.* A comparison of two statistical methods for spatial interpolation of Canadian monthly mean climate data[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2000, (101): 81 - 94.
[2] Goovaerts P. Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall[J]. Journal of Hydrology, 2000, 228: 113 - 129.
[3] Narushige Shiode, Shino Shiode. Street-level spatial in-

terpolation using network-based IDW and ordinary kriging[J]. Transactions in GIS, 2011, 15(4): 457 - 477.
[4] 徐丽华,谢德体,李兵. 距离倒数和克里克方法在土壤养分制图中的比较研究[J]. 农机化研究, 2011(11): 57 - 61.
[5] 全国农业技术推广服务中心. 耕地地力评价指南[M]. 北京:中国农业科学技术出版社, 2006.
[6] Newlands N K, Davidson A, Howard A, *et al.* Validation and inter-comparison of three methodologies for interpolating daily precipitation and temperature across Canada [J]. Environmetrics, 2010, 22(2): 205 - 223.
[7] 赵彦锋,孙志英,陈杰. Kriging 插值和序贯高斯条件模拟算法的对比分析[J]. 地球信息科学学报, 2010, 12(6): 768 - 772.
[8] 彭彬,周艳莲,高苹,等. 气温插值中不同空间插值方法的适用性分析——以江苏省为例[J]. 地球信息科学学报, 2011, 13(4): 539 - 547.
[9] 江厚龙,刘国顺,杨夏孟,等. 精准农业中不同取样间距下 Kriging 插值精度对比研究[J]. 土壤通报, 2011, 42(4): 879 - 886.
[10] 王彬武,周卫军,马苏. 耕地土壤速效钾含量的空间预测方法研究[J]. 地理与地理信息科学, 2011, 27(5): 91 - 94.
[11] Pang Su, Li Ting-xuan, Wang Yong-dong, *et al.* Spatial interpolation and sample size optimization for soil copper (Cu) investigation in cropland soil at county scale using cokriging[J]. Agricultural Sciences in China, 2009, 8(11): 1369 - 1377.
[12] 宋丽琼,田原,邬伦,等. 日降水量的空间插值方法与应用对比分析——以深圳市为例[J]. 地球信息科学学报, 2008, 10(5): 567 - 571.
[13] 孙义祥,吴传洲,朱克保,等. 插值方法与样点数对县域土壤有效磷空间变异特征评价的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(3): 673 - 678.
[14] 廖凯华,徐绍辉,程桂福,等. 土壤 CEC 的影响因子及 Cokriging 空间插值分析——以青岛市大沽河流域为例[J]. 土壤学报, 2010, 47(1): 26 - 31.
[15] 郭军玲,吴士文,金辉,等. 农田土壤微量元素含量的空间变异特征和影响因素[J]. 水土保持学报, 2010, 24(1): 145 - 149.
[16] 秦静,孔祥斌,姜广辉,等. 北京典型边缘区 20 年来土壤有机质的时空变异特征[J]. 农业工程学报, 2008, 24(3): 124 - 130.

Analysis and Comparison in Stabilities and Related Influence Factors for
Several Common Methods Used in Soil Property Mapping

QI Li¹, ZHAO Yanfeng¹, WU Zhenfu¹ and ZHANG Luwei¹

(School of Environment and Water conservancy, Institute of Natural Resource and Eco-Environment,
Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Total 870 soil samples were collected from the north of Henan Province over a 27 955 km² area. Two subgroups with 435 samples were respectively used in soil property map-making, i. e. the content of exchangeable cations (CEC) and the total nitrogen (TN). The difference of map-making results between two subgroups was calculated. The stability among Kriging method, inverse distance weight method (IDW) and polygon value represented by point value method (PRP) were compared and its' influencing factors were discussed. The results showed that: (i) RMSE(Root Mean Square Error)and R (correlation coefficient) between measured data and predicted data could not represent the stability of map-making, namely, the returning probability of the spatial pattern of soil properties. And the result was differential in precision validation when using different ways. (ii) The stability of Kriging and IDW were significantly superior to the PRP. The area with relative difference lower than 0.3 didn't achieved 20% of the total area in Kriging and IDW mapping methods, but it achieved 51.57% in PRP mapping method. The area with a high difference level was scattered in the difference map when using the former two methods, but it was centralized and showed by big polygons when using PRP. (iii) The stability of soil property map-making results was disturbed by both sample distribution and high variability of soils in local area. Sample distribution was much important in keeping stability in Kriging method than that in IDW and PRP methods. In the two latter ways high variability among data values showed much impressive effects.

Key words: stability; precision; Kriging; IDW; PRP