

黑龙江省海伦市长发镇土地质量地球化学评价及开发建议

刘国栋^{1,2}, 杨 泽^{1,2}, 戴慧敏^{1,2}, 张一鹤^{1,2}, 肖红叶^{1,2}, 陈 江^{1,2}

1. 中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034;

2. 中国地质调查局 黑土地演化与生态效应重点实验室, 辽宁 沈阳 110034

摘 要: 基于海伦市长发镇 1:1 万土地质量地球化学调查获得的土壤重金属元素和养分元素数据, 参照土壤环境质量标准 (GB15618—2018) 和土地质量地球化学评价规范 (DZ/T0295—2016), 采用单指标评价法对研究区土壤养分和土壤环境质量进行评价, 并在此基础上, 将两者叠加分析, 对研究区进行土地质量地球化学综合判定。结果表明: 研究区内土壤养分以丰富及较丰富为主, 分别占长发镇总面积的 37.49% 和 62.22%, 区内缺乏 B、Mo; 研究区 99.94% 的土地为无风险 (一等), 0.06% 的土地为风险可控 (二等), 风险可控土地主要受 Cd 及 Hg 元素的影响; 土地质量地球化学综合评价结果显示, 研究区以一等 (优质) 土地为主, 占评价区总面积的 99.66%; 研究发现长发镇富 Se 土地资源面积 19.25 km², 土壤中 Se 含量为 0.4×10^{-6} ~ 1.4×10^{-6} , 平均值为 0.44×10^{-6} ; 长发镇符合绿色食品产地的耕地面积 138.44 km², 占调查区耕地面积的 99.84%, 其中绿色富 Se、绿色食品产地分别为 18.53 km² 和 119.91 km²。

关键词: 土壤养分; 土壤重金属; 地球化学等级; 海伦市; 黑龙江省

开放科学标志码 (OSID):



DOI: 10.13686/j.cnki.dzyzy.2020.06.005

GEOCHEMICAL EVALUATION OF LAND QUALITY AND DEVELOPMENT SUGGESTION OF LAND IN HAILUN CITY, HEILONGJIANG PROVINCE

LIU Guo-dong^{1,2}, YANG Ze^{1,2}, DAI Hui-min^{1,2}, ZHANG Yi-he^{1,2}, XIAO Hong-ye^{1,2}, CHEN Jiang^{1,2}

1. Shenyang Center of China Geological Survey, Shenyang 110034, China;

2. Key Laboratory of Black Land Evolution and Ecological Effects, CGS, Shenyang 110034, China

Abstract: Based on the data of soil heavy metals and nutrients obtained from the 1:10 000 land quality geochemical survey in Changfa Town of Hailun City, referring to the *Soil Environmental Quality Standard* (GB15618—2018) and *Code for Land Quality Geochemical Evaluation* (DZ/T0295—2016), the authors use single index evaluation method to evaluate the soil nutrients and environment quality in the study area, on this basis, making a superposition analysis of the two to determine the comprehensive geochemical grades of land quality. The results show that the soil nutrients are mainly rich and relatively rich, accounting for 37.49% and 62.22% of the total area respectively, lack of B and Mo; 99.94% of the land is risk-free (first grade) and 0.06% is risk-controllable (second grade) which is mainly affected by Cd and Hg. The comprehensive geochemical evaluation results of land quality indicate that the study area is

收稿日期: 2020-08-24; 修回日期: 2020-09-11. 编辑: 李兰英.

基金项目: 中国地质调查局项目“东北黑土地 1:25 万土地质量地球化学调查”(编号 121201007000161312).

作者简介: 刘国栋(1983—), 男, 高级工程师, 主要从事生态地球化学研究及土地质量地球化学调查工作, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区黄河大街 280 号, E-mail: 9760677@qq.com

通信作者: 杨泽(1981—), 男, 高级工程师, 主要从事生态地球化学调查与研究, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区黄河大街 280 号, E-mail: 61421078@qq.com

dominated by first-grade (fine) land, accounting for 99.66% of the total evaluation area. The Se-rich land area in Changfa Town is 19.25 km², with the soil Se content of 0.4×10^{-6} – 1.4×10^{-6} , averagely 0.44×10^{-6} . The cultivated land of 138.44 km², conforming to green food production area, occupies 99.84% of the survey area, among which the green Se-rich and green food production areas cover 18.53 km² and 119.91 km² respectively.

Key words: soil nutrient; soil heavy metal; geochemical grade; Hailun City; Heilongjiang Province

0 引言

土地质量地球化学评价是依据影响土地质量的营养有益元素、有毒有害元素等地球化学指标,及其对土地基本功能的影响程度而进行的土地质量地球化学等级评定^[1],是以土壤地球化学调查为主,同时开展大气、灌溉水和农作物地球化学调查,以生态地球化学理论为指导,以科学量化土地质量、实现动态管理和成果数据的查询及利用为目的的一项综合评价工程^[2]。中国地质调查局于 1999 年开始实施多目标区域地球化学调查计划,又称农业地质调查计划或土地质量地球化学调查计划。该计划实施 20 年来,在支撑服务农业发展、土壤环境污染防控、土地资源管理、国家重大立法、帮助贫困地区实施精准扶贫等方面做出了重大贡献^[3-4],显著拓展了地质工作服务链。国内有学者^[5-10]利用多目标区域地球化学调查成果资料,分别对吉林省德惠-农安地区、盘锦市、山东省黄河下游流域、辽河中下游平原、崇义县、福建寿宁开展土地质量地球化学评价工作,为土地资源科学管理、合理利用提供了重要依据,也为土地规划提供了更加翔实的基础资料^[11]。

2016~2018 年,中国地质调查局沈阳地质调查中心承担了“东北黑土地 1:25 万土地质量地球化学调查”项目,目标是查明东北黑土地耕地集中分布区土壤地球化学分布分配特征、土地质量状况,查清重点地区特色优质耕地资源分布,查明东北黑土地退化的规模、强度、成因和生态风险,为提升耕地质量、贫困地区经济社会发展及黑土地保护服务^[12]。本文依据该项目实施的海伦市长发镇 1:1 万土地质量地球化学调查工作内容获得表层土壤 28 项元素测试数据,按照相关标准评价养分及健康元素丰缺状况、土壤环境清洁程度,并划分土地质量等级,提出了特色农业发展规划建议,为长发镇永久基本农田的科学划定,优势、特色农产品基地建设选区提供了科学依据。

1 研究区概况

研究区位于国家级深度贫困县海伦市中部,小兴安岭西麓丘陵向松嫩平原的过渡地带,总面积 158 km²(图 1),地势从南向北由漫川漫岗向低河阶地过渡,海拔高度为 208~224 m。区内属温带大陆性季风气候,无霜期近 120 d,日照时数 2 600~2 800 h,有效积温 2 200~2 400 ℃,年降水量 500~600 mm,暖季水、光、热同期。以水稻、大豆、玉米种植为主,土壤类型以黑土为主。

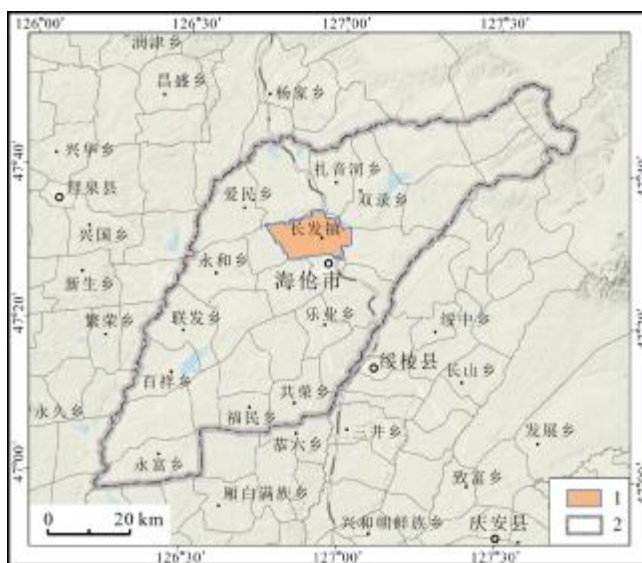


图 1 研究区位置图

Fig. 1 Location map of the study area

1—调查区(survey area); 2—海伦市辖区(Hailun municipal district)

2 样品采集与分析测试

本次土壤样品采集网度为 200 m × 250 m,基本采样密度为 20 点/km²,土壤样品采集对象主要为农田,为确保样品具有代表性,采集点避开了新近搬运的堆积土、垃圾土、水土流失严重的地段、局部低洼地、高岗地和田埂等处,确保样品具有代表性。采样以 GPS 定位点为中心,向两边各辐射 30 m 确定 2 个副样点,

3 点等份组合成 1 个混合样, 3 点的采样部位、深度及质量均保持一致。土壤样品采集操作过程如下: 采样人员到达采样点后, 首先去除地表上的杂物(如树枝、树叶或石块等), 然后用铁锹垂直地面挖一个 20 cm 深的土坑, 将铁锹平放于坑底, 选择坑壁垂直且光滑的面, 用竹铲自上而下均匀刻槽, 槽规格约为: 宽 5 cm, 厚 5 cm, 深 20 cm。为防止土壤样品间的相互污染, 采样时对水田土壤样品均用塑料袋装好进行隔离处理。每日采样结束后, 对所采集的样品及时进行晾晒处理, 从而确保了土壤样品的可靠性。

土壤样品通过室内自然风干后, 按 20 目过筛加工处理, 加工时按对角线折叠法拌匀, 袋装 500 g 样品送交分析测试单位, 其余样品均装袋作副样保存。分析测试由具有中国地质调查局多目标地球化学调查样品分析测试资质的辽宁省地质矿产研究院有限责任公司完成。主要测试项目为有机质、N、P、K、B、Mn、Zn、Cu、Se、Mo、碱解氮、速效磷、速效钾、pH、As、Cd、Cr、Hg、Pb、Ni、Co、V、Ca、Mg、S、Fe、Si、Al 等 28 项指标, 其测试方法及检出限见表 1。

表 1 土壤元素及指标分析方法检出限

Table 1 Detection limits of analysis methods for soil element indexes

元素	方法检出限	分析方法	元素	方法检出限	分析方法
As	0.5	AFS	TFe ₂ O ₃	0.01	ICP-OES
Hg	0.0003	AFS	Mn	0.3	ICP-OES
Cd	0.02	ICP-MS	B	1	AES
Cr	1.8	XRF	Mo	0.06	ICP-MS
Cu	0.9	XRF	Co	0.6	ICP-OES
Pb	1	XRF	V	1	ICP-OES
Zn	0.6	XRF	Se	0.01	AFS
Ni	0.8	XRF	Al ₂ O ₃	0.02	ICP-OES
N	19	VOL	SiO ₂	0.05	XRF
P	6	XRF	C _{org}	0.03	VOL
K ₂ O	0.02	XRF	pH	0.1	ISE
CaO	0.02	ICP-OES	碱解氮	1.25	VOL
MgO	0.02	ICP-OES	速效磷	0.25	ICP-AES
S	26	VOL	速效钾	1.25	ICP-AES

计量单位: 氧化物为%, 其他为 10⁻⁶。

土地质量地球化学评价采用中国地质调查局发展研究中心开发的土地质量地球化学调查与评价数据管理与维护(应用)子系统软件, 所有原始有效数据均参与评价。

3 评价标准与方法

3.1 土壤养分等级划分

本次研究土壤养分选择了 N、P、K、有机质、S、Mn、Cu、Zn、P、Mo、Se 等 14 种有益元素作为评价指标, 并依据《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T0295—2016)^[13]将土壤中养分元素含量划分为 5 个等级: 一等(丰富)、二等(较丰富)、三等(中等)、四等(较缺乏)、五等(缺乏)(表 2)。

表 2 土壤养分分级标准

Table 2 Grading standards of soil nutrients

指标	一等 (丰富)	二等 (较丰富)	三等 (中等)	四等 (较缺乏)	五等 (缺乏)
全氮/10 ⁻³	>2	>1.5~2	>1~1.5	>0.75~1	≤0.75
全磷/10 ⁻³	>1	>0.8~1	>0.6~0.8	>0.4~0.6	≤0.4
全钾/10 ⁻³	>25	>20~25	>15~20	>10~15	≤10
有机质/10 ⁻³	>40	>30~40	>20~30	>10~20	≤10
氧化钙/%	>5.54	>2.68~5.54	>1.16~2.68	>0.42~1.16	≤0.42
氧化镁/%	>2.15	>1.70~2.15	>1.20~1.70	>0.70~1.20	≤0.70
氧化铁/%	>5.30	>4.60~5.30	>4.15~4.60	>3.40~4.15	≤3.40
锆/10 ⁻⁶	>1.5	>1.4~1.5	>1.3~1.4	>1.2~1.3	≤1.2
硼/10 ⁻⁶	>65	>55~65	>45~55	>30~45	≤30
钼/10 ⁻⁶	>0.85	>0.65~0.85	>0.55~0.65	>0.45~0.55	≤0.45
锰/10 ⁻⁶	>700	>600~700	>500~600	>375~500	≤375
硫/10 ⁻⁶	>343	>270~343	>219~270	>172~219	≤172
铜/10 ⁻⁶	>29	>24~29	>21~24	>16~21	≤16
锌/10 ⁻⁶	>84	>71~84	>62~71	>50~62	≤50
碱解氮/10 ⁻⁶	>150	>120~150	>90~120	>60~90	≤60
速效磷/10 ⁻⁶	>40	>20~40	>10~20	>5~10	≤5
速效钾/10 ⁻⁶	>200	>150~200	>100~150	>50~100	≤50

土壤养分综合划分在 N、P、K 土壤单指标养分地球化学等级划分基础上, 按照公式(1)计算土壤养分地球化学综合得分 $f_{\text{养综}}$:

$$f_{\text{养综}} = \sum_{i=1}^n f_i k_i \tag{1}$$

式中： $f_{\text{养综}}$ 为土壤氮磷钾评价总得分， $1 \leq f_{\text{养综}} \leq 5$ ； k_i 为氮、磷、钾权重系数，分别为 0.4、0.4 和 0.2； f_i 为土壤氮磷钾的单元素等级得分，单指标评价结果为五、四、三、二、一等时所对应的 f_i 得分分别为 1、2、3、4、5 分。

3.2 土壤环境等级划分

针对土壤中重金属元素进行土壤环境质量分级评价，单一元素应按照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618—2018)^[14]主要考虑土壤 pH 条件(表 3、4)。当土壤中重金属元素含量等于或者低于规定的风险筛选值时(表 5)，认为农用地土壤污染风险低，属于一等(无风险)土地；高于规定的风险筛选值且等于或低于规定的风险管控值时，认为该耕地存在食用农产品不符合质量安全标准等土壤污染风险，属于二等(风险可控)土地；当土壤中重金属含量高于规定的风险管制值时，认为该地块产出食用农产品不符合质量安全标准等，属于三等(风险较高)土地。

表 3 农用地土壤污染风险筛选值

Table 3 Risk screening values for soil contamination of agricultural land

污染物项目		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
Cd	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
Hg	水田	0.5	0.5	0.6	1
	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
As	水田	30	30	25	20
	其他	40	40	30	25
Pb	水田	80	100	140	240
	其他	70	90	120	170
Cr	水田	250	250	300	350
	其他	150	150	200	250
Cu	水田	150	150	200	200
	其他	50	50	100	100
Ni		60	70	100	190
Zn		200	200	250	300

表 4 农用地土壤污染风险管控值

Table 4 Risk intervention values for soil contamination of agricultural land

污染物项目	pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
Cd	1.5	2.0	3.0	4.0
Hg	2.0	2.5	4.0	6.0
As	200	150	120	100
Pb	400	500	700	1000
Cr	800	850	1000	1300

表 5 重金属单元素等级划分标准

Table 5 Grading standards for single element of heavy metals

土壤环境地球化学等级	一等	二等	三等
污染风险	无风险	风险可控	风险较高
划分方法	$C_i \leq S_i$	$S_i < C_i \leq G_i$	$C_i > G_i$
颜色			

C_i : 土壤中某一重金属元素的实测浓度； S_i : 某一重金属元素筛选值(GB 15618—2018)； G_i : 某一重金属元素管控值。据文献[14]。

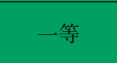
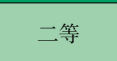
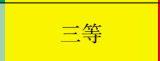
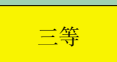
土壤环境地球化学综合等级仍采用“一票否决”的原则，每个评价单元的土壤环境地球化学综合等级等同于参与评价的所有重金属元素中最差的某一重金属元素等级。

3.3 土地质量地球化学等级综合评价

土壤质量地球化学综合等级由评价单元的土壤养分地球化学综合等级与土壤环境地球化学综合等级叠加产生，本次评价结果按表 6 进行叠加得分。

表 6 土地质量地球化学综合等级划分规则

Table 6 Dividing rules for comprehensive geochemical grades of land quality

土壤质量地球化学综合等级	土壤环境地球化学综合等级			
	一等: 无风险 二等: 风险可控 三等: 风险较高			
土壤养分地球化学综合等级	一等: 丰富			
	二等: 较丰富			
	三等: 中等			
	四等: 较缺乏			
	五等: 缺乏			

4 土壤地球化学等级评价结果

4.1 土壤养分地球化学等级评价结果

受“施肥越多,产量越高”等观念的影响,我国农民为了获取作物高产量,不合理和盲目过量施肥现象相当普遍. 2002 年的联合国粮农组织(FAO)统计数据显示,当年中国水稻的化学氮肥消费量已经超过 180 kg/hm²,远远高于世界平均氮肥用量 100 kg/hm² 的水平^[15]. 因此,了解表层土壤营养元素的地球化学含量特征,客观评价土壤养分丰缺现状,正确定位土壤的肥力水平,对于提出合理的施肥建议,减少不必要的肥力资源浪费十分必要.

长发镇土壤养分单指标分等统计结果见表 7. 土壤全氮、有机质、碱解氮、速效磷、S、Mn 主要以丰富(一等)为主,全氮、碱解氮及有机质丰富面积占比均达 97%以上,S、Mn 丰富面积分别占总面积的 66.39%、58.10%. 全钾及速效钾以二等为主,分别占长发镇总

面积的 88.37%、69.70%,速效磷丰富(一等)的土地面积占总面积 79.07%,而全磷一等土地仅占总面积的 37.71%,说明长发镇土壤中磷主要以速效磷的形式存在,这可能受农业施肥的影响. 氧化镁、氧化钙主要以中等(三等)为主,分别占长发镇土地总面积的 92.82%、98.08%. 区内硼、钼缺乏,其中硼以较缺乏为主,较缺乏(四等)面积占 89.13%,钼以较缺乏及缺乏为主,分别占总面积的 54.21%、25.11%. B、Mo 是植物体内必须的微量元素,缺 B 时,花药和花丝萎缩,花粉发育不良,会出现“华而不实”现象^[16];缺 Mo 会影响 N 代谢和豆科植物固氮,植物表现为:植株矮小、生长缓慢,叶片失绿,且有大小不一的黄色或橙色斑点^[17]. 因此建议,对研究区内的 B、Mo 缺乏区适量施加 B、Mo 肥,以提高农作物质量及产量. 土壤养分综合指数显示(图 2),长发镇土地一至五等所占面积分别为 59.26、98.34、0.31、0.02、0.12 km²,以丰富(一等)及

表 7 土壤养分单指标评价结果统计
Table 7 Results of soil nutrient single index evaluation

成分	丰富(一等)		较丰富(二等)		中等(三等)		较缺乏(四等)		缺乏(五等)	
	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比
全氮	153.51	97.13	4.01	2.54	0.38	0.24	0.03	0.02	0.12	0.07
全磷	59.59	37.71	97.05	61.41	1.14	0.72	0.15	0.10	0.12	0.07
全钾	—	—	139.67	88.37	18.27	11.56	—	—	0.12	0.07
有机质	154.66	97.85	2.62	1.66	0.52	0.33	0.13	0.08	0.13	0.08
碱解氮	157.93	99.93	--	—	—	—	—	—	0.12	0.07
速效磷	124.97	79.07	31.67	20.04	1.29	0.82	—	—	0.12	0.07
速效钾	28.41	17.98	110.16	69.70	19.15	12.12	0.21	0.13	0.12	0.08
氧化钙	0.08	0.05	0.35	0.22	155.01	98.08	2.50	1.58	0.12	0.07
氧化镁	—	—	—	—	146.70	92.82	11.24	7.11	0.12	0.07
氧化铁	4.63	2.93	107.50	68.02	45.22	28.61	0.58	0.37	0.13	0.08
硫	104.93	66.39	51.01	32.28	1.78	1.13	0.20	0.13	0.13	0.08
锰	91.82	58.10	58.81	37.21	6.62	4.19	0.68	0.43	0.12	0.07
硼	—	—	0.27	0.17	10.78	6.82	140.87	89.13	6.12	3.87
钼	2.81	1.78	8.88	5.62	21.00	13.28	85.68	54.21	39.69	25.11
硒	19.25	12.18	138.21	87.45	0.44	0.28	0.15	0.09	—	—
养分综合	59.26	37.49	98.34	62.22	0.31	0.20	0.02	0.01	0.12	0.07

面积单位:km².

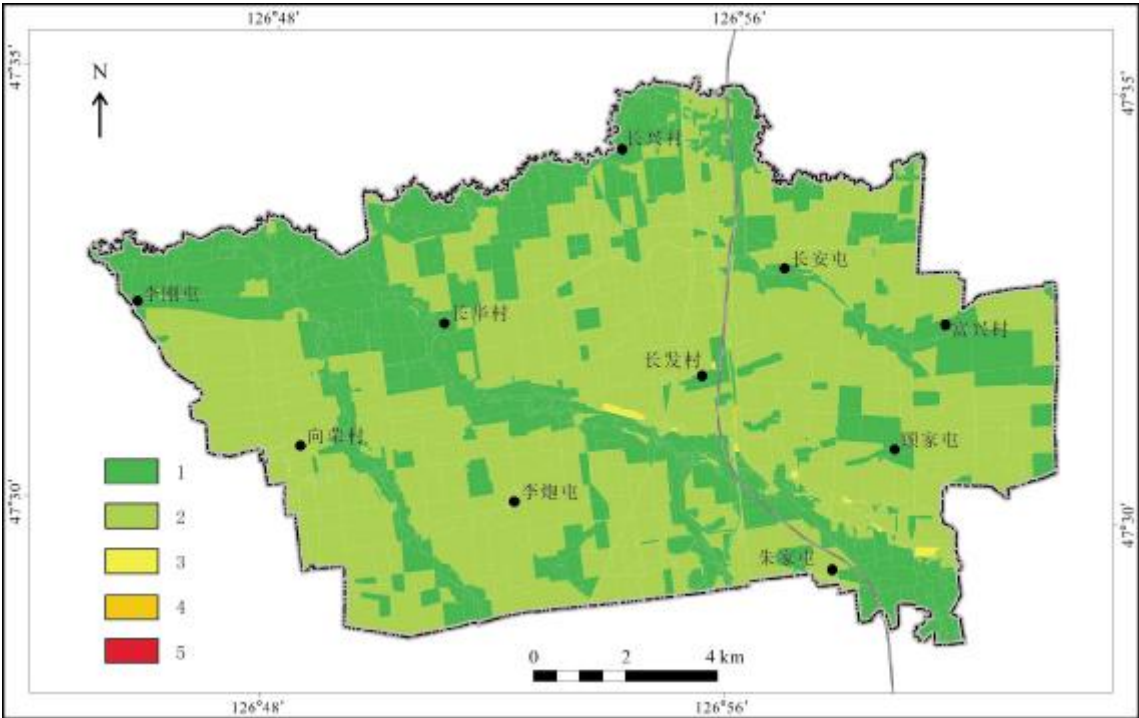


图 2 长发镇土壤养分综合等级评价图

Fig. 2 Comprehensive grade evaluation of soil nutrients in Changfa Town

1— 一等(丰富)(first-grade: rich); 2—二等(较丰富)(second-grade: relatively rich); 3—三等(中等)(third-grade: medium); 4—四等(较缺乏)(fourth-grade: relatively deficient); 5—五等(缺乏)(fifth-grade: deficient)

较丰富(二等)为主,分别占长发镇总面积的 37.49%、62.22%, 三、四、五等分别占比为 0.20%、0.01%及 0.07%,说明长发镇土地肥沃,非常适合农作物生长。

4.2 土壤环境地球化学等级评价结果

研究区 As、Zn、Cd、Cr、Cu、Ni、Hg 及 Pb 的土壤重金属单项污染指标环境质量分等结果表明(表 8):符合一等(无风险)土壤环境质量标准的土地面积占 99%以上,其中 As、Cu、Zn、Cr、Ni 及达到一等土壤环境质量标准的土地面积占 100%,二等(风险可控)的土地主要受 Cd 及 Hg 元素的影响,面积分布极小,对于农业生产的影响微乎其微。三等(风险较高)的土地面积在研究区内没有分布。采用最大限制原则对研究区土壤环境质量进行综合评价,结果表明:研究区面积 157.96 km²、占比 99.94%的土地为无风险(一等),面积 0.09 km²的风险可控(二等)土地占 0.06%,风险较高(三等)没有分布(图 3)。综上可见,研究区土壤重金属单指标评价及综合评价均反映研究区土壤环境质量状况极好,这种优质的土地资源将为该地区大力发展绿色农业奠定资源基础。

表 8 土壤重金属单指标评价结果统计
Table 8 Single index evaluation results of soil heavy metals

元素	一等(无风险)		二等(风险可控)	
	面积/km ²	百分比	面积/km ²	百分比
As	158.05	100	—	—
Hg	158.00	99.97	0.05	0.03
Cd	158.01	99.98	0.04	0.02
Cr	158.05	100	—	—
Cu	158.05	100	—	—
Pb	158.05	100	—	—
Zn	158.05	100	—	—
Ni	158.05	100	—	—
环境综合	157.96	99.94	0.09	0.06

4.3 土地质量地球化学综合分等

土壤养分地球化学综合等级与土壤环境地球化学综合等级叠加最终形成土地质量地球化学综合等级。结果(图 4)表明:研究区土壤一等(优质)面积为

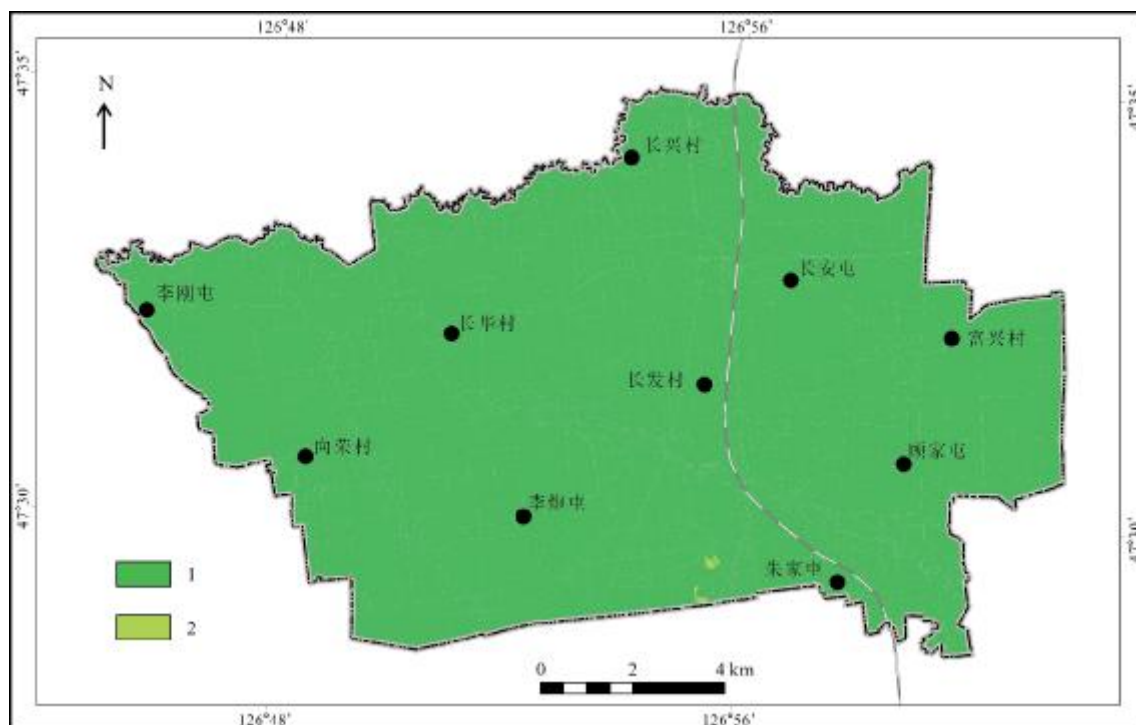


图 3 长发镇土壤环境综合等级评价图

Fig. 3 Comprehensive grade evaluation of soil environment in Changfa Town

1—无风险(risk-free); 2—风险可控(risk controllable)

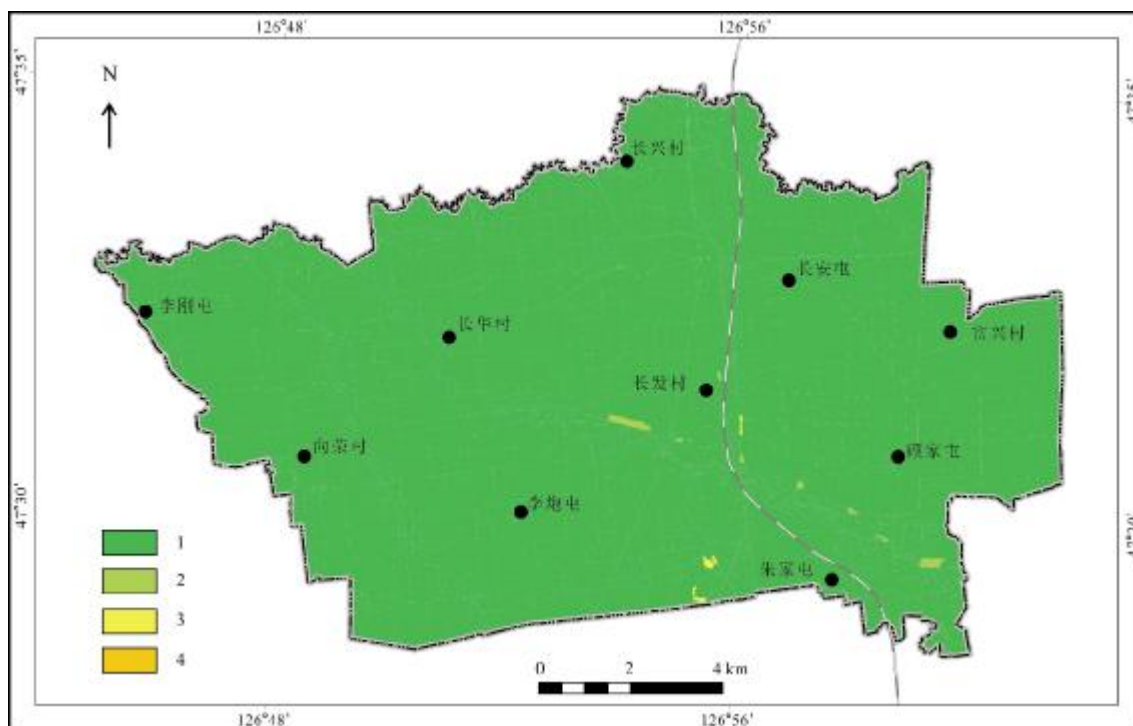


图 4 长发镇土地质量地球化学综合等级评价图

Fig. 4 Comprehensive geochemical evaluation of land quality in Changfa Town

1—一等(优质)(first-grade: fine); 2—二等(良好)(second-grade: good); 3—三等(中等)(third-grade: medium); 4—四等(差等)(fourth-grade: poor)

157.51 km²,二等(良好)、三等(中等)、四等(差等)、五等(劣等)分别为 0.31、0.11、0.12、0 km². 一至四等土壤占比分别为 99.66%、0.20%、0.07%、0.07%, 以一等土地为主,表明该地区土壤环境清洁,土壤养分丰富,是一块绿色、肥沃的农牧业生产基地.

4.4 特色土地资源分布状况

4.4.1 富硒土地资源

Se 是人体和动物必需的微量元素,能提高人体抗癌、抗衰老能力和动物机体免疫力. 国内外学者^[18-20]研究表明,Se 可以治疗和预防克山病. 富 Se 土壤已成为我国最为宝贵的土地资源,具有广阔的开发应用前景^[21]. 本次研究发现了富 Se 土地资源面积 19.25 km²,土壤中 Se 含量在 0.4×10^{-6} ~ 1.4×10^{-6} 之间,平均值为 0.44×10^{-6} ,占研究区总面积的 12.18%(图 5). 主要分布在向荣村(4.94 km²)、长华村(4.05 km²)、长兴村(2.29 km²)、长建村(2.22 km²)、向新村(1.66 km²)、富兴村(1.23 km²)、长庆村(0.77 km²). 这些珍贵的富 Se 土地是该地区发展现代特色农业的重要资源基础. 其中长华村根据本次调查成果,对该村富 Se 土地进行了利用及开发,成功打造天然富 Se 水稻种植基地 1.7 km²,

进而实现改变传统农业发展方式,提高农业综合生产能力,达到提高农民收入的目的. 研究区内 Se 元素含量适中地块(138.11 km²)分布最为广泛,占研究区总面积的 87.38%. 富 Se 地块(19.36 km²)占比为 12.25%. 低 Se (0.44 km²)及缺 Se (0.15 km²)地区占比为0.37%. 以上说明研究区属足硒地区. 研究区无 Se 过剩地块.

4.4.2 绿色食品产地

调查区符合绿色食品产地的耕地面积 138.44 km²,占调查区耕地面积的 99.84%,其中绿色富 Se、绿色食品产地分别为 18.53 km² 和 119.91 km² (图 6). 绿色富 Se 食品产地分布集中连片,主要分布在长华村、长发村,以大豆及水稻为主. 绿色食品产地分布也相对集中,主要分布于长兴村、长安屯、顾家屯南部. 因此,在长发镇开发天然绿色富 Se 优质水稻、大豆基地具有得天独厚的土地资源条件. 除去调查区绿色食品产地,符合无公害食品产地环境条件的耕地面积 0.22 km²,占调查区耕地面积的 0.16%.

5 长发镇土地开发建议

发展无公害农产品、绿色食品、有机食品,申请农

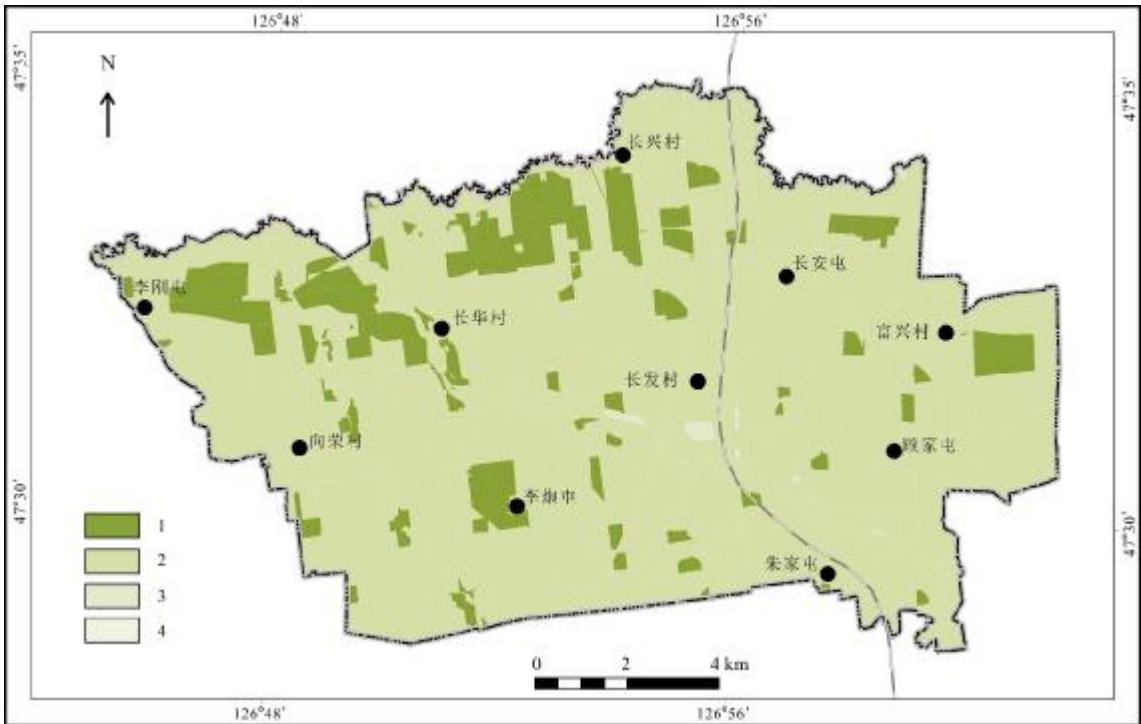


图 5 长发镇土壤硒元素等级评价图

Fig. 5 Evaluation of soil Se grades in Changfa Town

1—富硒(Se-rich); 2—足硒(Se-sufficient); 3—低硒(low-Se); 4—硒缺乏(Se-deficient)

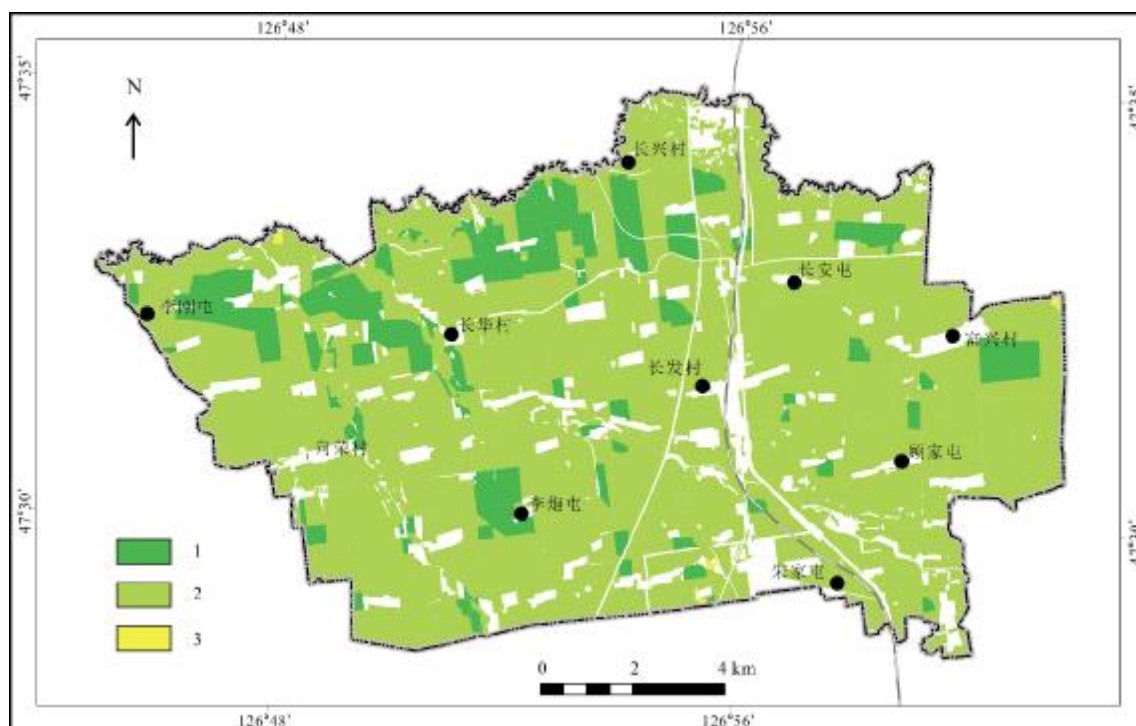


图6 长发镇绿色及无公害耕地资源分布图

Fig. 6 Distribution of green and pollution-free cultivated land resources in Changfa Town

1—绿色富硒食品产地 (production place of green Se-rich food); 2—绿色食品产地 (production place of green food); 3—无公害食品产地 (production place of pollution-free food)

产品地理标志(三品一标)是提高农产品质量、提升农产品价格、促进特色农产品产业形成的重要途径。根据《绿色食品产地环境质量》(NY/T 391—2013)^[22]、《无公害农产品种植业产地环境条件》(NY/T 5010—2016)^[23]标准中的相关要求,本次调查圈定了一批可直接用于开发绿色富 Se 食品、富 Se 无公害农产品或申请农产品地理标志的特色耕地资源。建议地方政府充分利用调查成果,尽快开发特色农产品,帮助贫困区农民脱贫。建议在长华村、长发村建设天然绿色富硒水稻、大豆生产基地,在长兴村、长安屯、顾家屯建设绿色食品生产基地,提高当地的农产品品质,进而切实增加农民收入。

6 结论

1)研究区内土壤养分总体水平较好,全氮、全磷、全钾、有机质、S、Mn、氧化铁以丰富—较丰富为主,氧化钙、氧化镁以三等适中为主。土壤养分综合指数显示,长发镇土地以丰富(一等)及较丰富(二等)为主,分别占长发镇总面积的 37.49%、62.22%。研究区缺乏

B、Mo,建议对研究区适量的施加 B、Mo 肥料。

2)研究区 As、Cu、Zn、Cr、Ni 及达到一等土壤环境质量的土地面积占 100%。二等(风险可控)的土地主要受 Cd 及 Hg 元素的影响,面积分布极小,对于农业生产的影响微乎其微。综合评价显示:研究区 99.94%的土地为无风险(一等),风险可控(二等)土地占 0.06%,风险较高(三等)没有分布,说明研究区土壤环境质量状况极好。

3)从土地质量地球化学综合评价结果显示:研究区以一等(优质)土地为主,一等土地占评价区总面积的 99.66%,表明该地区土壤环境清洁,土壤养分丰富,是一块绿色、肥沃的农牧业生产基地。

4)本次研究发现富 Se 土地资源面积 19.25 km²,土壤中 Se 含量为 0.4×10^{-6} ~ 1.4×10^{-6} ,平均值为 0.44×10^{-6} ,占研究区总面积的 12.18%。调查发现,长发镇符合绿色食品产地的耕地面积 138.436 km²,占调查区耕地面积的 99.84%,其中绿色富 Se、绿色食品产地分别为 18.53 km² 和 119.906 km²。建议地方政府充分利用调查成果,尽快开发特色农产品,帮助贫困区农民脱贫。

参考文献:

- [1]王加恩,胡艳华,宋明义,等. 土地质量地球化学评估与农用地分等成果整合方法——以浙江省嘉善县为例[J]. 广东土地科学,2012,11(2):25-31.
- [2]中华人民共和国国土资源部. DZ/T 0295—2016 土地质量地球化学评价规范[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [3]刘国栋,崔玉军,刘立芬,等. 土地质量地球化学评价方法研究与应用:以黑龙江省宏胜镇为例[J]. 现代地质,2017,31(1):167-176.
- [4]李括,彭敏,赵传冬,等. 全国土地质量地球化学调查二十年[J]. 地学前缘,2019,26(6):128-158.
- [5]孙淑梅,张连志,闫冬. 吉林省德惠-农安地区土地质量地球化学评估[J]. 现代地质,2008,22(6):998-1002.
- [6]于成广,杨忠芳,杨晓波,等. 土地质量地球化学评估方法研究与应用:以盘锦市为例[J]. 现代地质,2012,26(5):873-878,909.
- [7]王增辉,王存龙,赵西强,等. 山东省黄河下游流域土地质量地球化学评估及方法研究[J]. 物探与化探,2013,37(4):743-748.
- [8]任家强,汪景宽,杨晓波,等. 辽河中下游平原土地质量地球化学评价及空间分布研究[J]. 沈阳农业大学学报,2011,42(2):208-211.
- [9]邹勇军,黄懿,李昌龙,等. 崇义县上堡梯田土地质量地球化学评估及开发建议[J]. 中国煤炭地质,2019,31(1):70-75.
- [10]王文俊. 福建省寿宁县 1:25 万土地质量地球化学评估[J]. 中国地质,2014,41(2):665-674.
- [11]刘希瑶. 土地质量地球化学评估在土地规划和管理中的作用[J]. 地质与资源,2012,21(6):557-562.
- [12]戴慧敏,赵君,刘国栋,等. 东北黑土地质量调查成果[J]. 地质与资源,2020,29(3):299.
- [13]中华人民共和国国土资源部. DZ/T 0295—2016 土地质量地球化学评价规范[S]. 北京:中国标准出版社,2016:26-27.
- [14]生态环境部,国家市场监督管理总局. GB15618—2018 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [15]张福锁,崔振岭,王激清,等. 中国土壤和植物养分管理现状与改进策略[J]. 植物学通报,2007,24(6):687-694.
- [16]蔡庆生. 植物生理学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2014:121-122.
- [17]周健民,沈仁芳. 土壤学大辞典[M]. 北京:科学出版社,2013:452-453.
- [18]Kolachi N F, Kazi T G, Wadhwa S K, et al. Evaluation of selenium in biological sample of arsenic exposed female skin lesions and skin cancer patients with related to non-exposed skin cancer patients[J]. Science of the Total Environment, 2011,409(17):3092-3097.
- [19]谭见安,朱文郁,李日邦,等. 克山病与环境硒等生命元素的关系[J]. 中国地方病学杂志,1991,10(5):269-274.
- [20]吴正奇,刘建林. 硒的生理保健功能和富硒食品的相关标准[J]. 中国食物与营养,2005(5):43-46.
- [21]杨忠芳,余涛,侯青叶,等. 海南岛农田土壤 Se 的地球化学特征[J]. 现代地质,2012,26(5):837-849.
- [22]中华人民共和国农业部. 绿色食品产地环境质量[S]. 北京:中国农业出版社,2014.
- [23]中华人民共和国农业部. 无公害农产品种植业产地环境条件[S]. 北京:中国农业出版社,2016.

(上接第 524 页/Continued from Page 524)

- [81]Perucci P. Enzyme activity and microbial biomass in a field soil amended with municipal refuse[J]. Biology and Fertility of Soils, 1992,14(1):54-60.
- [82]Doran J W, Zeiss M R. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality[J]. Applied Soil Ecology, 2000,15(1):3-11.
- [83]Ditzler C A, Tugel A J. Soil quality field tools: Experiences of USDA-NRCS soil quality institute[J]. Agronomy Journal, 2002,94(1):33-38.
- [84]Pankhurst C E. Soil biota: Management in sustainable farming systems [M]. Melbourne: CSIRO Press, 1993:107-124.
- [85]Roper M M, Gupta V. Management-practices and soil biota [J]. Australian Journal of Soil Research, 1995,33(2):321-339.
- [86]Yeates G W, Orchard V A, Speir T W, et al. Impact of pasture contamination by copper, chromium, arsenic timber preservative on soil biological activity[J]. Biology and Fertility of Soils, 1994,18(3):200-208.