

doi:10.3969/j.issn.1007-3701.2020.03.006

广西贵港市大安镇土地质量地球化学评价

姜 华, 雷天赐, 鲍 波, 徐宏林, 李梦茹

JIANG Hua, LEI Tian-Ci, BAO Bo, XU Hong-Lin, LI Meng-Ru

(中国地质调查局武汉地质调查中心(中南地质科技创新中心), 武汉 430205)

(Wuhan Center, China Geological Survey(Central South China Innovation Center for Geosciences), Wuhan 430205, Hubei, China)

摘要:以广西壮族自治区贵港市平南县大安镇为研究区,基于调查数据,参照土地质量地球化学评价规范对大安镇土地质量进行地球化学评价,并对土地资源开发利用提出建议。结果表明:大安镇土壤质量较好,优质土壤占总面积的16.23%,良好土壤占总面积的37.56%,中等土壤占总面积的39.43%;土壤养分质量一般,综合等级以中等为主,受磷和钾元素缺乏控制;土壤环境质量总体较好,无风险土壤占全区总面积的87.82%;风险较高土壤仅占0.06%。富硒土壤面积较大,占全区总面积的64.23%,其中富硒优先保护区面积占全区总面积的44.33%,建议当地政府对该地区进行保护,以保证绿色富硒土壤的可持续利用;优质保护区面积占总面积的43.50%,这些土地可以种植农作物,但需要加强保护措施,防止土壤被污染。上述结论可为研究区耕地分等定级、基本农田划定和农业生产活动提供地球化学依据。

关键词:土地质量;地球化学评价;土地资源;开发利用建议;广西贵港大安镇

中图分类号:P69;S153.6

文献标识码:A

文章编号:1007-3701(2020)03-0254-09

Jiang H, Lei T C, Bao B, Xu H L and Li M R. Geochemical Evaluation of Land Quality in Daan Town, Guigang City, Guangxi. *South China Geology*, 2020, 36(3):254-262.

Abstract: The land quality of Daan Town was geochemically evaluated with reference to the land quality geochemical evaluation norms based on survey data, and we proposed some suggestions for the development and utilization of land resources taking Daan Town, Pingnan County, Guigang City, Guangxi Autonomous Region as the research area. The results show that the soil quality in Daan Town is good, with high-quality soil accounting for 16.23% of the total area and good soil accounting for 37.56% of the total area, while medium soil accounting for 39.43% of the total area. The soil nutrient quality is in average, and the comprehensive grade is mainly medium controlled by the lack of phosphorus and potassium; and the quality of the soil environment is generally good, with risk-free soils accounting for 87.82% of the total area; while high-risk soils accounting for only 0.06%. The area of selenium-enriched soil is relatively large, accounting for 64.23% of the total area of the region, of which the area of priority selenium-enriched conservation area accounts for 44.33% of the total area of the region, and it is recommended that the local government protect the area to ensure the sustainability of green selenium-enriched soil Utilization; the area of high-quality protected areas accounts for 43.50% of the total area, and these lands can grow crops but protection measures need to be strengthened to prevent soil pollution. The above con-

收稿日期:2020-7-29;修回日期:2020-8-10;责任编辑:庞迎春

基金项目:中国地质调查局项目“广西崇左东部及桂东南重要农业区土地质量地球化学调查”(DD20160327-01),“宜昌市资源环境承载力调查评价”(DD20190315)联合资助

第一作者:姜华(1991—),女,硕士,助理工程师,主要从事土地质量评价相关研究工作,E-mail:jianghualj@163.com

clusions can provide a geochemical basis for the classification and grading of cultivated land in the study area, basic farmland delineation and agricultural production activities.

Key words: land quality; geochemical evaluation; land resources; development and utilization suggestions; Daan Town,Guigang,Guangxi

土地是珍贵的自然资源,是农业最基本的生产要素,合理开发利用土地资源,发挥有限土地的最大生产潜力,对土地可持续利用具有重要现实意义 [1-5]。土地的健康质量直接影响动植物和人类健康,土地质量评价是土地资源合理与持续利用、保证粮食安全生产的需要 [6]。1:5 万土地质量地球化学调查评价以农用地土壤为核心,以生态地球化学理论为指导 [7-9],以土地合理利用为目标,依据土壤有益、有害元素及理化性质等地球化学指标,及其对土地基本功能的影响程度,进行土地质量级别评定,从而确定土地的价值 [10-12]。广西贵港大安镇地势平坦,耕地分布广泛,适宜开展 1:5 万土地质量地球化学调查评价工作。本文以调查数据为基础,以第二次全国土地调查的土地利用现状图斑为评价单元,对大安镇土壤养分和环境元素进行了评价,以期为当地土地资源规划利用、生态科学管护及种植结构调整等提供科学依据。

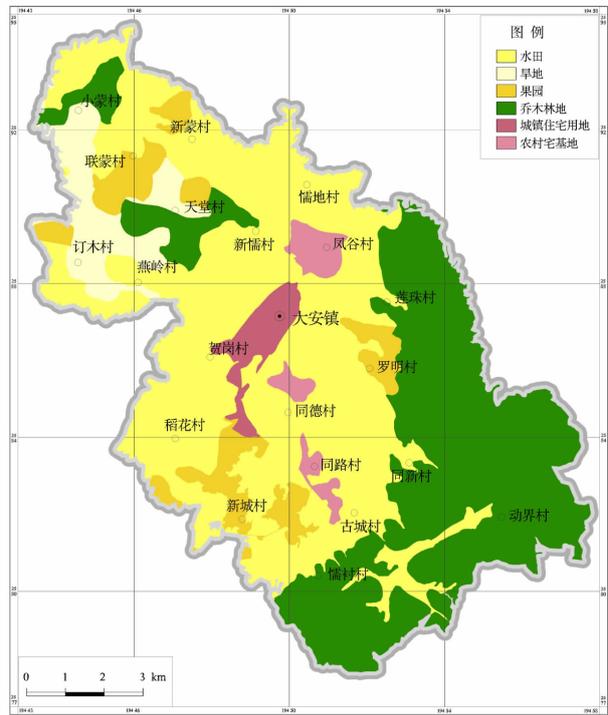


图1 大安镇土地利用现状图
Fig. 1 Land use status in Daan Town

1 研究区概况

大安镇地理位置为北纬 23°23'、东经 110°30', 位于广西壮族自治区贵港市平南县东南部,处于广西最大平原浔江平原东部,容武公路、南梧二级公路纵横其中,属亚热带季风气候。全镇地势南高北低,北部大部分为浔江平原,南部有少量丘陵和低山。

大安镇域内出露主要地层为奥陶系黄隘组、泥盆系莲花山组、第四系,火成岩主要为中粗粒褐帘角闪正长花岗岩。黄隘组出露面积为 17.63 km²,主要岩性为灰绿色页岩夹长石石英砂岩,局部夹钙质页岩、泥灰岩或白云岩;莲花山组出露面积为 3.71 km²,主要岩性为紫红色、灰白色厚层状砾岩、含砾砂岩、杂砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩;第四系面积为 81.52 km²,主要为砂砾层、砾石层、砂土、亚粘土。主要土壤类型为赤红壤和水稻土。主要土地利用类型为水田、旱地、果园、乔木林地和建设用地(图 1),面积分别为 58.21、7.01、8.81、41.46、5.93 km²。

2 工作方法

2.1 样品采集与处理

土壤样品采用网格加图斑的原则布设,网格布设用于保障样品空间上相对均匀,图斑布设用于保障土壤样品点主要分布在农用地 [13],兼顾地块形状、大小等进行调整,采样密度为 8 点/km²。采样深度为 0-20 cm,采样时避开垃圾堆、公路、铁路等污染源。

将采集的土壤样品自然风干,过 10 目尼龙筛,搅拌均匀,用四分法取样装袋。

2.2 样品分析

土壤样品送湖北省地质实验测试中心(国土资源部武汉矿产资源监督检测中心)进行测试分析,各元素的分析方法、检出限见表 1。采用国家一级标准物质 GSS 系列和 GBW 系列,控制土壤样品分

表1 土壤样品元素分析及检出限

Table 1 Analysis methods and detection limits of soil samples

元素	分析方法	检出限(mg/kg)
N	容量法(VOL)	15
P	X 荧光光谱法(XRF)	5
K ₂ O	X 荧光光谱法(XRF)	0.03*
Se	原子荧光光谱法(AFS)	0.01
As	原子荧光光谱法(AFS)	0.2
Cd	等离子体质谱法(ICP-MS)	0.02
Cr	X 荧光光谱法(XRF)	1.5
Cu	等离子体质谱法(ICP-MS)	0.1
Hg	原子荧光光谱法(AFS)	0.0005
Ni	等离子体光量计法(ICP-OES)	0.2
Pb	等离子体质谱法(ICP-MS)	0.2
Zn	等离子体质谱法(ICP-MS)	1
pH	离子选择性电极法(ISE)	0.01*

注:K₂O单位为%,pH无量纲.

析准确度;每一分析批中以密码形式插入四个一级标准物质,按每个标准物质计算测定值与监控样标准值的对数偏差,然后计算四个监控样的对数标准偏差,用以衡量样品分析的精密密度;所有样品分析的准确度和精密密度均符合质量要求,分析结果合格。

3 评价指标及方法

本次评价以《土地质量地球化学评价规范》^[14]为依据,基于 Mapgis 软件成图。当 1 个图斑中有 2 个以上实测数据时,采用平均值对评价单元赋值,当图斑中没有实测数据时,采用反距离权重插值法

进行赋值。

3.1 评价指标

评价指标包括土壤养分和土壤环境元素,土壤养分指标包括氮、磷、钾、硒,土壤环境指标包括酸碱度、砷、镉、铬、铜、汞、镍、铅、锌。

3.2 土壤养分地球化学评价

参照《土地质量地球化学评价规范》规定,划分了土壤氮、磷、钾全量等级,等级划分标准见表 2;土壤硒等级划分标准见表 3,将等级为“高”和“过剩”的土壤划分为富硒土壤。

土壤养分地球化学综合等级的划分是在氮、磷、钾土壤单指标养分地球化学等级划分基础上,按

表2 土壤氮、磷、钾全量等级划分标准值(g/kg)

Table 2 Classification standard values of soil nitrogen, phosphorus, potassium

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	>2	1.5-2	1-1.5	0.75-1	≤0.75
全磷	>1	0.8-1	0.6-0.8	0.4-0.6	≤0.4
全钾	>25	20-25	15-20	10-15	≤10

表3 土壤硒等级划分标准值(mg/kg)

Table 3 Classification standard values of soil selenium

等级	缺乏	边缘	适量	高	过剩
硒	≤0.125	0.12-0.175	0.175-0.40	0.40-3.0	>3.0

照式(1)计算土壤养分地球化学综合得分 $f_{\text{养综}}$ 。

$$f_{\text{养综}} = \sum_{i=1}^n k_i f_i \quad (1)$$

式(1)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 分别为土壤氮、磷、钾的单元素等级得分。单指标评价结果 5 等、4 等、3 等、2 等、1 等所对应的 f_i 得分分别为 1、2、3、4、5 分(表 4)。

3.3 土壤环境地球化学评价

土壤环境地球化学评价选用酸碱度、砷、镉、

铬、铅、汞、镍、铜、锌作为评价指标。

《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》^[15]中规定了农用地土壤污染风险筛选值和管制值, 砷、镉、铬、汞、铅元素既有筛选值又有管制值, 铜、镍、锌元素仅有风险筛选值; 筛选值按照水田、果园和其他土地利用类型划定了不同的阈值, 本次评价采用最严格风险筛选值(表 5)。根据土壤单项污染指数界限值, 进行单指标土壤环境地球化学等级划分, 如表 6, 铜、镍、锌仅划分出无风险和风险可控两个等级。

表4 土壤养分地球化学综合等级划分表

Table 4 Geochemical comprehensive grade of soil nutrient

等级	一等	二等	三等	四等	五等
$f_{\text{养综}}$	≥ 4.5	4.5-3.5	3.5-2.5	2.5-1.5	< 1.5

表5 风险筛选值与管制值划分标准(mg/kg)

Table 5 Classification standard of risk screening values and intervention values

元素		pH 值			
		$\text{pH} \leq 5.5$	$5.5 < \text{pH} \leq 6.5$	$6.5 < \text{pH} \leq 7.5$	$\text{pH} > 7.5$
砷	筛选值	30	30	25	20
	管制值	200	150	120	100
镉	筛选值	0.3	0.3	0.3	0.6
	管制值	1.5	2.0	3.0	4.0
铬	筛选值	150	150	200	250
	管制值	800	850	1000	1300
铜	筛选值	50	50	100	100
	管制值			--	
汞	筛选值	0.5	0.5	0.6	1.0
	管制值	2.0	2.5	4.0	6.0
镍	筛选值	60	70	100	190
	管制值			--	
铅	筛选值	70	90	120	170
	管制值	400	500	700	1000
锌	筛选值	200	200	250	300
	管制值			--	

表6 土壤环境地球化学等级划分界限

Table 6 Classification standard of geochemical grade of soil environment

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	$C_i \leq S_i$	$S_i \leq C_i \leq G_i$	$C_i > G_i$

注: C_i 为土壤中 i 指标的实测浓度, S_i 为筛选值, G_i 为管制值。

在单指标土壤环境地球化学等级划分基础上,每个评价单元的土壤环境地球化学综合等级等同于单指标划分出的环境等级最差的等级。如砷、镉、铬、铜、汞、铅、镍和锌划分出的环境地球化学等级分别为三等、二等、一等、二等、二等、一等、二等和一等时,该综合等级为三等。

3.4 土壤质量地球化学综合评价

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。参照表7,划分各个评价单元土壤质量地球化学综合等级。

一等为优质:土壤环境无风险,土壤养分丰富至较丰富;二等为良好:土壤环境无风险,土壤养分中等;三等为中等:土壤环境风险可控,土壤养分丰富至较缺乏或土壤环境无风险,土壤养分较缺乏;四等为差等:土壤环境无风险或风险可控,土壤养分缺乏;五等为劣等:土壤环境风险较高,土壤养分丰富至缺乏。

表7 土壤质量地球化学综合等级的图示与含义

Table 7 Diagram and meaning of geochemical comprehensive grade of soil quality

土壤质量地球化学综合等		土壤环境地球化学综合等		
		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	一等:丰富	一等	三等	五等
	二等:较丰富	一等	三等	五等
	三等:中等	二等	三等	五等
	四等:较缺乏	三等	三等	五等
	五等:缺乏	四等	四等	五等

4 结果与讨论

4.1 土壤养分地球化学等级

4.1.1 土壤养分地球化学综合等级

土壤养分元素地球化学等级划分结果见图2,土壤氮养分丰富,丰富和较丰富土壤面积占全区总面积的52.71%,中等土壤面积占全区总面积的34.71%,较缺乏和缺乏土壤面积仅占全区总面积的12.57%。土壤磷养分中等,丰富和较丰富土壤面积占全区总面积的31.19%,中等土壤面积占全区总面积的33.51%,较缺乏和缺乏土壤面积占全区总面积的35.30%。土壤钾养分缺乏,较缺乏和缺乏土壤面积均占全区总面积的75%以上,丰富和较丰富土壤仅占全区总面积的5%左右。

土壤养分地球化学综合等级评价结果见图3,大安镇土壤养分质量一般。丰富土壤面积为3.94 km²,较丰富土壤面积为26.33 km²,共占全区总面积的24.10%,集中分布于儒地村、新儒村、贺岗村一带;

中等土壤面积为62.09 km²,占全区总面积的49.43%;较缺乏土壤面积为27.22 km²,缺乏土壤面积仅为6.04 km²,共占全区总面积的26.48%,主要分布于小蒙村、儒衬村、莲珠村和罗明村一带。

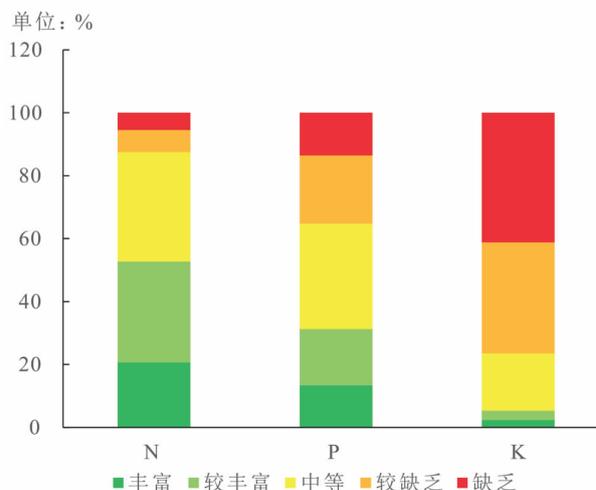


图2 大安镇土壤养分单元素等级面积占比图

Fig. 2 The proportion of soil nutrient elements grade area in Daan Town

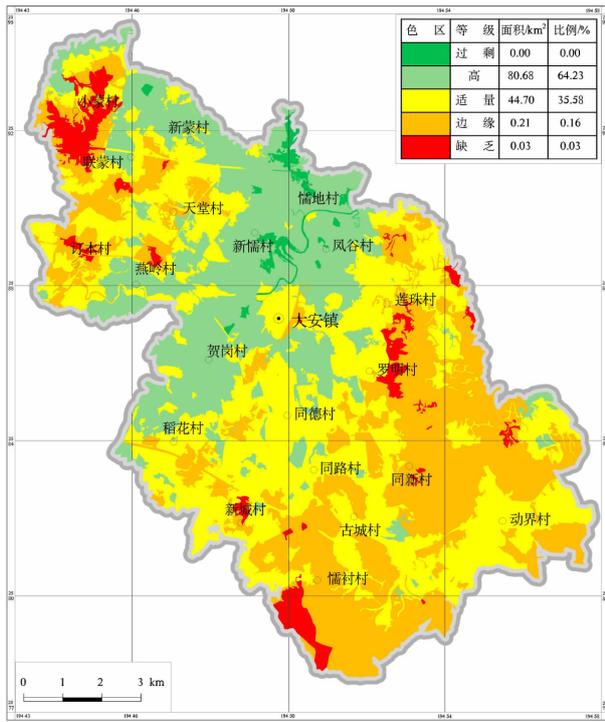


图3 大安镇土壤养分综合等级评价图

Fig. 3 Geochemical comprehensive grade of soil nutrient in Daan Town

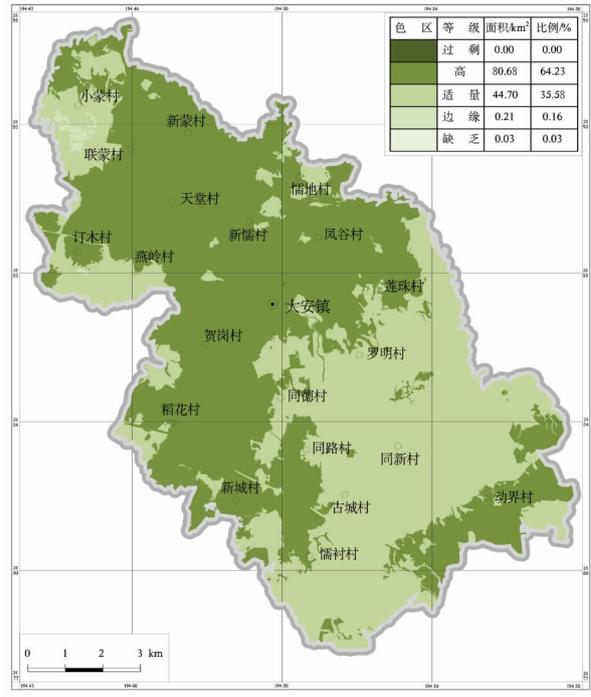


图4 大安镇土壤硒元素地球化学等级图

Fig. 4 Geochemical grade of soil selenium in Daan Town

4.1.2 土壤硒元素地球化学等级

土壤硒元素等级评价结果如图 4 所示,大安镇富硒土壤面积较大。富硒土壤面积为 80.68 km²,占全区总面积的 64.23%,在大安镇中部的的新蒙村、天堂村、贺岗村及稻花村一带均有分布,此处主要为第四系冲洪积物,以水田为主;硒等级为适量的土壤面积为 44.70 km²,占全区总面积的 35.58%,主要

在大安镇东南部同新村、古城村一带分布;硒等级为边缘和缺乏的土壤极少,仅占全区总面积的 0.19%,在区内零星分布(图 4)。

4.2 土壤环境地球化学等级

土壤环境单元素地球化学等级划分结果见图 5,大安镇土壤较清洁,污染较小。除镉外,其它元素无风险区比例均在 97%以上,砷、镉、铬、铜、汞、镍、

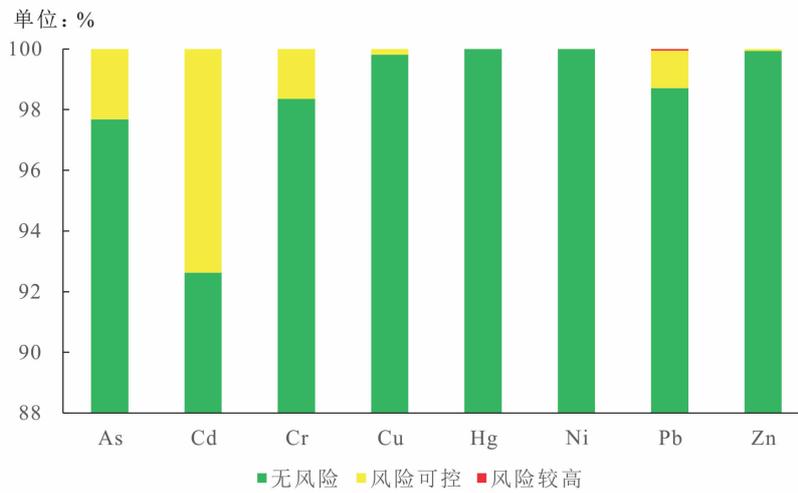


图5 大安镇土壤环境单元素等级面积占比图

Fig. 5 The proportion of soil environmental elements grade area in Daan Town

铅、锌元素清洁区占总面积的比例分别为 97.68%、92.62%、98.35%、99.81%、100.00%、100.00%、98.71%、99.93%，除铅元素外砷、镉、铬、铜、汞、镍、锌各元素均不存在风险较高区，但都有不同范围的风险可控区，其中，镉元素风险可控区面积相对较大，占 7.38%，主要分布于新儒村附近，主要为第四系冲洪积物，以水田为主；铅元素则存在 0.06% 的风险较高区，点状分布于订木村的西南部。

土壤环境地球化学综合等级评价结果如图 6 所示，大安市土壤环境地球化学质量较好，以无风险为主。无风险土壤面积为 106.72 km²，占全区总面积的 87.82%；风险可控土壤面积为 14.72 km²，占全区总面积的 12.11%，主要分布于儒地村、新儒村、儒衬村附近；风险较高土壤面积为 0.08 km²，占全区总面积的 0.06%，分布在订木村西南部。从单元素环境等级评价分析可知，影响大安市土壤环境质量的主要元素为镉、铅。

4.3 土壤质量地球化学综合等级

土壤质量地球化学综合等级评价结果见图 7。大安市土壤质量较好，优质土壤面积为 19.72 km²，占全区总面积的 16.23%，主要分布于儒地村、风谷村、贺岗村一带；良好土壤面积为 45.64 km²，占全

区总面积的 37.56%，在区内大面积分布；中等土壤面积为 47.91 km²，占全区总面积的 39.43%，主要分布于莲珠村、同新村、儒衬村附近；差等和劣等土壤面积为 8.25 km²，占全区总面积的 6.79%，主要分布于小蒙村、莲珠村、罗明村附近。从空间分布上看，与土壤养分综合等级分布特征相似，土壤质量等级主要受控于养分丰缺。

4.4 土地资源开发利用建议

依据土壤富硒程度的不同综合考虑土壤中重金属的含量，将土地划分为 5 个等级。富硒优先保护区：土壤富硒，各重金属元素含量均不超过风险筛选值；优质保护区：土壤达不到富硒水平，各重金属元素含量均不超过风险筛选值；富硒可利用区：土壤富硒，某种重金属元素含量超过风险筛选值，但低于管制值；可利用安全区：土壤达不到富硒水平，某种重金属元素含量超过风险筛选值，但低于管制值；严格管控区：土壤中重金属元素含量超过农用地土壤污染风险管制值，不管其土壤是否富硒。根据以上划分准则，对大安市土地资源开发利用提出建议，结果见图 8，开发利用建议主要分为三类，可利用安全区和严格管控区极少。

富硒优先保护区面积达到 53.86 km²，占全区

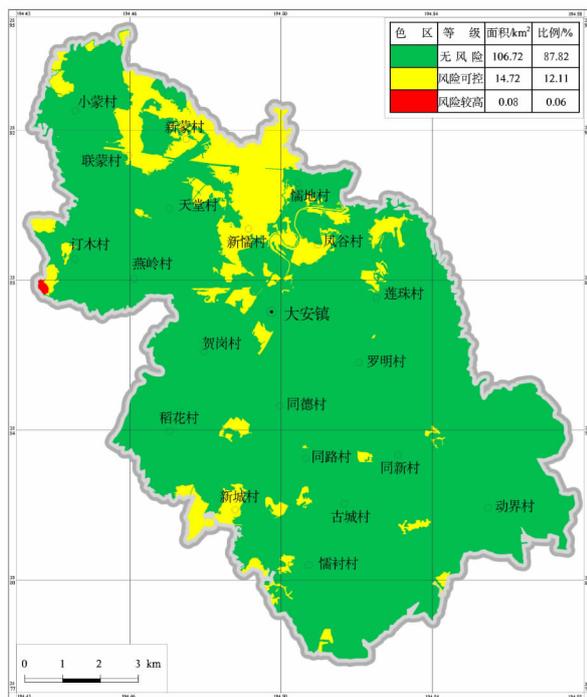


图6 大安市土壤环境综合等级评价图

Fig. 6 Geochemical comprehensive grade of soil environment in Daan Town

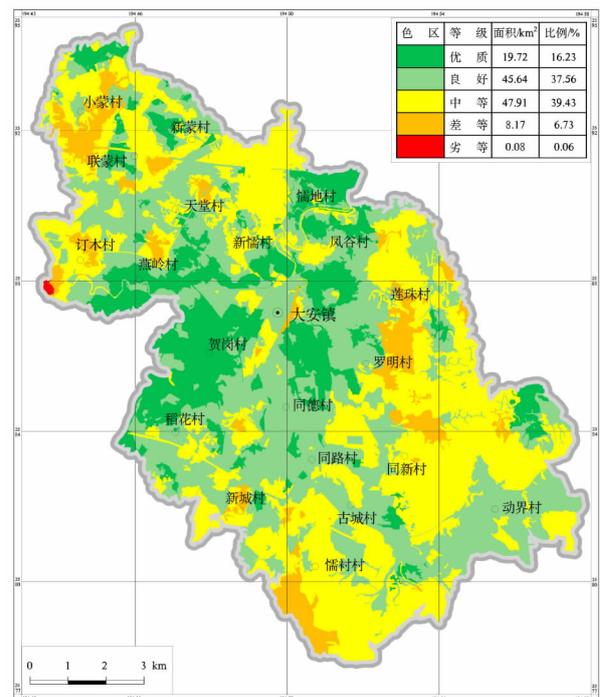


图7 大安市土壤质量综合等级评价图

Fig. 7 Geochemical comprehensive grade of soil quality in Daan Town

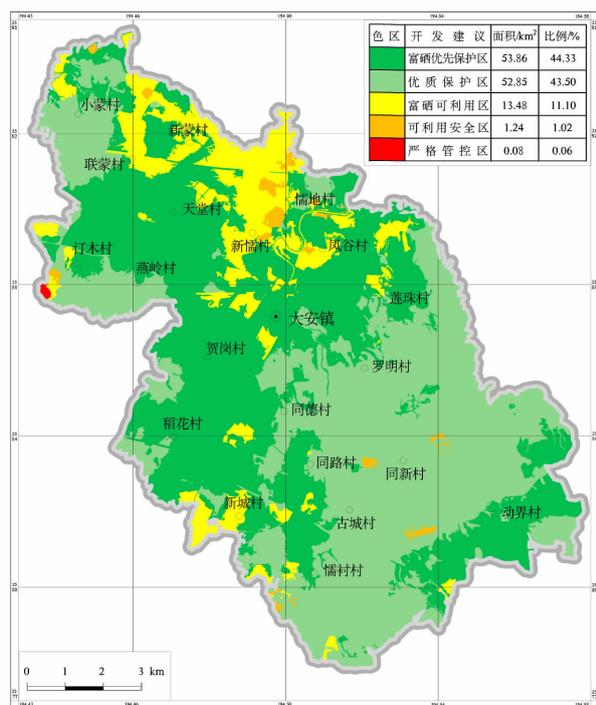


图8 大安镇土地资源开发利用建议图

Fig. 8 Suggestions for land resources development and utilization in Daan Town

总面积的 44.33%，主要集中在大安镇中北部及动界村周边，其它地区零散分布，土壤中的 Se 元素的平均含量达到 0.6 mg/kg，且土壤中的重金属元素均不超标，建议当地政府可以在该区域大力发展富硒绿色农产品种植及相关产业，或将其划分为永久基本农田进行保护，以保证绿色富硒土壤的可持续利用。

优质保护区面积达到 52.85 km²，占全区总面积的 43.50%，主要集中在大安镇中东部的古城村、同新村一带，及小蒙村周边。这些土地可以种植农作物，但需要加强保护措施，防止土壤被污染。

富硒可利用区面积为 13.48 km²，占全区总面积的 11.10%，占比较小，主要集中分布在儒地村西部、新儒村北部，该区域土壤虽然富硒，但存在一定的安全隐患，建议当地政府在在该区域发展绿色富硒农产品时，需查明作物中重金属元素与土壤中的对应关系，调整种植结构，合理施用肥料，从而减少农作物中重金属元素超标的风险。

5 结论

(1)大安镇土壤养分质量一般，丰富与较丰富

土壤占全区总面积的 24.10%，中等土壤占全区总面积的 49.43%，较缺乏与缺乏土壤占全区总面积的 26.48%。

(2)大安镇土壤环境地球化学质量较好，无风险土壤占全区总面积的 87.82%，风险可控土壤占全区总面积的 12.11%，风险较高土壤仅占全区总面积的 0.06%。

(3)大安镇土壤质量较好，优质土壤占全区总面积的 16.23%，良好土壤占全区总面积的 37.56%，中等土壤占全区总面积的 39.43%，差等和劣等土壤占全区总面积的 6.79%。

(4)大安镇富硒土壤面积较大，占全区总面积的 64.23%，其中富硒优先保护区面积占全区总面积的 44.33%，主要集中在大安镇中北部，建议当地政府对该地区进行保护，以保证绿色富硒土壤的可持续利用。优质保护区面积占总面积的 43.50%，主要集中在大安镇中东部，这些土地可以种植农作物，但需要加强保护措施，防止土壤被污染。

参考文献：

- [1] 贾黎黎,李婷婷,朱鑫,赵艺. 广东省阳江-茂名地区1:25万土地质量地球化学评估 [J]. 华南地质与矿产, 2017, 33(1): 88-93.
- [2] 王立胜,汪媛媛,余涛,杨忠芳,白荣杰. 土地质量地球化学评估与绿色产能评价研究:以吉林大安市为例[J]. 现代地质, 2012, 26(5): 879-885.
- [3] 鲍丽然,李瑜,贾中民,严明书,邓海. 耕地质量地球化学评价及应用研究—以重庆市荣昌区为例 [J]. 地球与环境, 2018, 46(1): 96-105.
- [4] 陶春军,周天健,李朋飞,罗娇,张笑蓉. 安徽省岳西县来榜地区土地质量地球化学评价[J]. 华东地质, 2020, 41(1): 62-69.
- [5] 刘孟合,胡俊良,王磊,张鲲,程顺波,崔森,彭三国,王宇,薛蛟. 广西钟山县珊瑚矿周边及下游地区农作物重金属污染调查评价 [J]. 华南地质与矿产, 2020, 36(2): 169-176.
- [6] 杨忠芳,刘斯文. 对土壤重金属污染说“不”[J]. 国土资源科普与文化, 2015, (1): 17-22.
- [7] 武春林,王瑞廷,丁坤,韩玲. 中国土壤质量地球化学调查与评价的研究现状和进展 [J]. 西北地质, 2018, 51(3): 240-252.
- [8] 王磊. 对广西土地质量地球化学评价工作的思考 [J]. 南方国土资源, 2018, (11): 44-47.
- [9] Yang Z F, Yu T, Hou Q Y, Xia X Q, Feng H Y, Huang

- C L, Wang L S, Lv Y Y, Zhang M. Geochemical evaluation of land quality in China and its applications [J]. Journal of Geochemical Exploration, 2014, 139: 122-135.
- [10] 张妍, 盛奇, 潘涵香, 谢玉洁. 河南商丘地区土地质量地球化学评价[J]. 矿产勘查, 2018, 9(7): 1460-1466.
- [11] 刘国栋, 崔玉军, 刘立芬, 王恩宝. 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.
- [12] 刘冰权, 周梵, 尹国胜, 冯昌和. 江西丰城董家一尚庄地区土地质量地球化学评估方法[J]. 地质学报, 2017, 41(1): 148-153.
- [13] 李括, 彭敏, 赵传冬, 杨柯, 周亚龙, 刘飞, 唐世琪, 杨帆, 韩伟, 杨峥, 成晓梦, 夏学齐, 关涛, 骆检兰, 成杭新. 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.
- [14] 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: 地质出版社, 2016: 1-52.
- [15] 生态环境部国家市场监督管理总局. GB 15618-2018 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准 (试行)[S]. 北京: 中国环境出版社, 2019: 1-4.

《华南地质》参考文献著录格式

本刊按引用文献在正文中出现的先后顺序连续编码,以阿拉伯数字排序,并用方括号标注。引用格式举例:“花岗岩成矿问题研究近年来取得了不少进展^[1, 23-27]。”“高山和金振民^[4]最早将“拆沉作用”的概念引入国内。”“原始地幔数据引自文献^[26]。”

文后参考文献著录格式如下:

1 普通图书

[序号] (顶格,下同) 作者(全部列出).书名[M].版次(第1版不写).出版地:出版者,出版年:起止页码.例如:

- [1] 史明魁,傅必勤,靳西祥,周雪昌.湘中铋矿[M].长沙:湖南科学技术出版社,1993:56-67.

2 普通图书、会议论文集等中析出的文献

[序号] 作者(全部列出).题名[文献类型标识]//原文献编者(全部列出).原文献题名.版次(第1版不写).出版地:出版者,出版年:起止页码.例如:

- [1] 陈丕基,万晓樵,曹流,等.中国陆相白垩系富饶阶研究进展[M]/王泽九,黄枝高.中国主要断代地层建阶研究报告(2001-2005).北京:地质出版社,2008:65-73.

3 连续出版物中析出的文献

[序号] 论文作者(全部列出).题名[J].连续出版物名,出版年,卷号(期号):起止页码.例如:

- [1] 李献华.扬子地块南苑四堡群 Sm-Nd 同位素体

系及其地壳演化意义[J].地质科学,1996,31(3): 218-228.

4 学位论文

[序号]作者.题名[D].保存单位论文类型,年份.例如:

- [1] 刘锐.华夏地块前海西期地壳深熔作用[D].武汉:中国地质大学(武汉),2009: 65-69.

5 参考文献类型及其标识

文献类型	类型标识
普通图书	M
会议论文集	C
报纸文章	N
期刊文章	J
学位论文	D
报 告	R
汇 编	G
档 案	B
标 准	S
专 利	P
参考工具	K
其 他	Z