贵州荔波县耕地土壤质量地球化学等级划分及其分布特征

张 涛,吴昭阳,周文龙

(贵州省有色金属和核工业地质勘查局地质矿产勘查院,贵州 贵阳 550005)

[摘 要]荔波县开展 1:50000 耕地采样分析后,在 Arcgis 平台以耕地赋值图斑为评价单元,运用地球化学元素等级划分标准,对荔波县耕地土壤质量地球化学进行评价。由耕地土壤养分综合等级、耕地土壤环境综合等级,形成耕地土壤质量地球化学综合等级。结果表明:优质耕地土壤面积为 2.93 万亩占 9.49%;良好耕地土壤面积为 4.11 万亩占 13.29%;中等耕地土壤面积为 22.27 万亩占 72.11%;差等耕地土壤面积为 0.25 万亩占 0.81%。评价区耕地土壤质量地球化学等级以中等级良好级别为主,26.38 万亩,占比达 85.40%。其中朝阳镇、佳荣镇、茂兰镇、小七孔镇耕地土壤质量主要以中等以上为主。

[关键词]荔波县;耕地;土壤质量;等级划分;分布特征

[中图分类号]P652;S159 [文献标识码]A [文章编号]1000-5943(2020)-04-0463-08

1 引言

贵州是全国首个以县为单元,率先完成 1:5万比例尺的耕地质量地球化学调查评价。是为了摸清全省耕地质量“家底”,为发展贵州农产品、特色高效农业、乡村振兴等提供科技支撑(周琦,2020)。

耕地是土地资源的重要组成部分,是为人类生存发展直接提供养育功能的土地,也是保证粮食安全最重要的战略资源之一(姚远 等,2012)。随着土壤退化、土壤侵蚀、土壤污染等问题的日益凸显,土壤质量评价成为当前耕地质量评价的热点,研究目的转为提高食品安全、保护生态环境和促进人体健康(魏洪斌 等,2015)。耕地质量地球化学评价实用性很强,可以广泛应用于耕地分等定级、基本农田划定、土地整治和农业生产中(鲍丽然 等,2018)。

2017—2020 年在全省范围内分两批开展 1:50000 耕地质量地球化学工作,荔波县是第二批开展调查评价工作。借助 Arcgis 平台下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,以耕地图斑为单元,运用地球化学元素等级划分标准,完成耕地质量地球化学评价。

2 评价区概况

荔波县位于贵州省黔南布依族苗族自治州,地理坐标东经:107°37′～108°18′,北纬:25°7′～25°9′。荔波县属于中亚热带季风湿润气候区、降水充沛,全县国土面积 2 431.80 km^2,其中参与评价耕地面积约 190.26 km^2(旱地面积约 75.94 km^2,水田面积约 114.32 km^2),园地面积约 10.13 km^2,裸地面积约 3.19 km^2,,废弃工矿用地面积约 2.31 km^2。其中小七孔景区、中国南方喀斯特世界自然遗产地、荔波樟江源头水源涵养林自然保护区、荔波兰顶山自然保护区四块自然保护区没有参加本次评价。

3 野外样品采集及分析测试

荔波县耕地土壤表层样以 1:5万点位图及奥

[收稿日期]2020-03-20 [修回日期]2020-05-15

[基金项目] 黔耕调 2017-03、黔色耕调 2017-03-33 项目资助。

[作者简介]张涛(1992—),男,贵州开阳人,工程师,长期从事地质矿产调查与评价工作。

维地图浏览器,避开施肥期、农药喷洒期、避开污染地段、垃圾堆放点、远离主干公路 50 m 以上、选择合理耕地位置由 5 个子样混合组成一样品。混合原始重量大于 1 000 g、有效态样品大于 1 500 g。样品自然风干、粉碎、过 10 目尼龙筛后送样测试,共采集表土样 2368 件。样品测试是由自然资源部昆明矿产资源监督检测中心按照《生态地球化学评价样品分析技术要求》(DD2005-03)(中国地质调查局,2005),《地质矿产实验室测试质量管理规范》(DZ/T0130-2006)(中华人民共和国国土资源部,2006),《多目标区域地球化学调查规范(1∶250000)》(DZ/T0258-2014)(中华人民共和国国土资源部,2014)执行。各元素测试方法及检出限见表 1。

表 1 元素分析方法与检出限

Table 1 Element analysis method and detection limit

元素	分析方法	检出限(mg/kg)
As	原子荧光法(AFS)	0.5
Cd	等离子体质谱法(ICP-MS)	0.02
Cr	等离子体发射光谱法(ICP-OES)	3
Cu	等离子体质谱法(ICP-MS)	1
Hg	原子荧光法(AFS)	5
N	蒸馏法(VOL)	20%
Ni	等离子体质谱法(ICP-MS)	1.5
P	等离子体发射光谱法(ICP-OES)	8%
Pb	等离子体质谱法(ICP-MS)	2
Zn	等离子体质谱法(ICP-MS)	4
K2O	等离子体发射光谱法(ICP-OES)	0.05%

4 耕地土壤质量地球化学评价

耕地土壤质量是指耕作土壤本身的优劣状态,是耕地质量的基础,包括土壤肥力质量、土壤环境质量(陈印军 等,2011)。本次评价是依据《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T0295-2016)(中华人民共和国国土资源部,2016),借助 Arcgis 平台下土地质量地球化学调查与评价数据管理与维护(应用)子系统对全县耕地图斑单位进行分区编码、图斑插值、数据合并、图斑赋值,最后运用地球化学指标等级分级标准进行评价。任明强等研究认为(任明强 等,2020)从耕地质量地球化学调查评价成果应用调研结果来看,评价结果符合各地区耕地土壤实际情况,说明贵州耕地质量地球化学调查评价工作的方法技术是适当的。

4.1 耕地土壤养分地球化学综合评价

土壤养分是土壤的基本属性,受成土母质、气候、土地利用方式与覆盖变化、耕作及施肥方式、栽培历史等自然和人为因素的影响(周星 等,2015)。土壤养分含量的高低直接影响作物的生长发育及产量与品质。所以农业生产上通常以土壤耕层养分含量作为衡量土壤肥力高低的主要依据(高雪 等,2013)。氮、磷和钾是耕地土壤养分是土壤肥力最重要的组成部分,更是作物高产稳产最基本的物质基础(李洁,2013)。本次评价先对氮、磷、钾土壤养分元素进行评价,各指标等级划分标准见表 2,评价结果见表 3。

在氮、磷、钾土壤单元素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:进行土壤养分地球化学综合等级划分见表 4。

$$f_{养综} = \sum_{i=1}^{n} K_i f_i$$

式中:$f_{养综}$—壤氮、磷、钾评价总得分 $1 \leqslant f$ 养综 $\leqslant 5$;

k_i—氮、磷、钾权重系数,分别为 0.4,0.3 和 0.3;

f_i—土壤氮、磷、钾的单元素等级得分,评价结果为五等、四等、三等、二等、一等所对应的 f_i 分别为 1、2、3、4、5 分。

表 2 土壤养分氮、磷、钾等级划分标准

Table 2 Classification standard of N, P and K in soil nutrients of Libo county

指 标	一等/丰富	二等/较丰富	三等/中等	四等/较缺乏	五等/缺乏
氮	>2	1.5-2	1-1.5	0.75-1	≤0.75
磷	>1	0.8-1	0.6-0.8	0.4-0.6	≤0.4
钾	>25	20-25	15-20	10-15	≤10

表 3　荔波县土壤氮、磷、钾地球化学等级评价结果表(单位:亩)

Table 3　Geochemical grade evaluation results of soil N,P and K in Libo (Unit: Mu)

元素	一等/丰富	二等/较丰富	三等/中等	四等/较缺乏	五等/缺乏	合　计
N	160 490.00	122 380.24	22 818.45	1 001.54	2 154.94	308 845.17
P	2 517.10	7 419.69	63 206.98	183 850.81	51 850.59	308 845.17
K	869.52	10 891.96	51 051.12	60 621.99	185 410.57	308 845.17

表 4　土壤养分地球化学综合等级划分表

Table 4　Comprehensive classification of soil nutrient geochemistry in Libo county

等级	一等	二等	三等	四等	五等
$f_{养综}$	≥4.5	4.5～3.5	3.5～2.5	2.5～1.5	<1.5
含义	丰富	较丰富	中等	较缺乏	缺乏

根据全县氮、磷、钾元素等级结果评价出全县耕地土壤养分综合等级。全县耕地土壤养分综合等级以中等以上等级为主:面积为 255 795.53 亩,占 82.68%;较丰富以上级面积为 63 765.65 亩,占 20.64%。

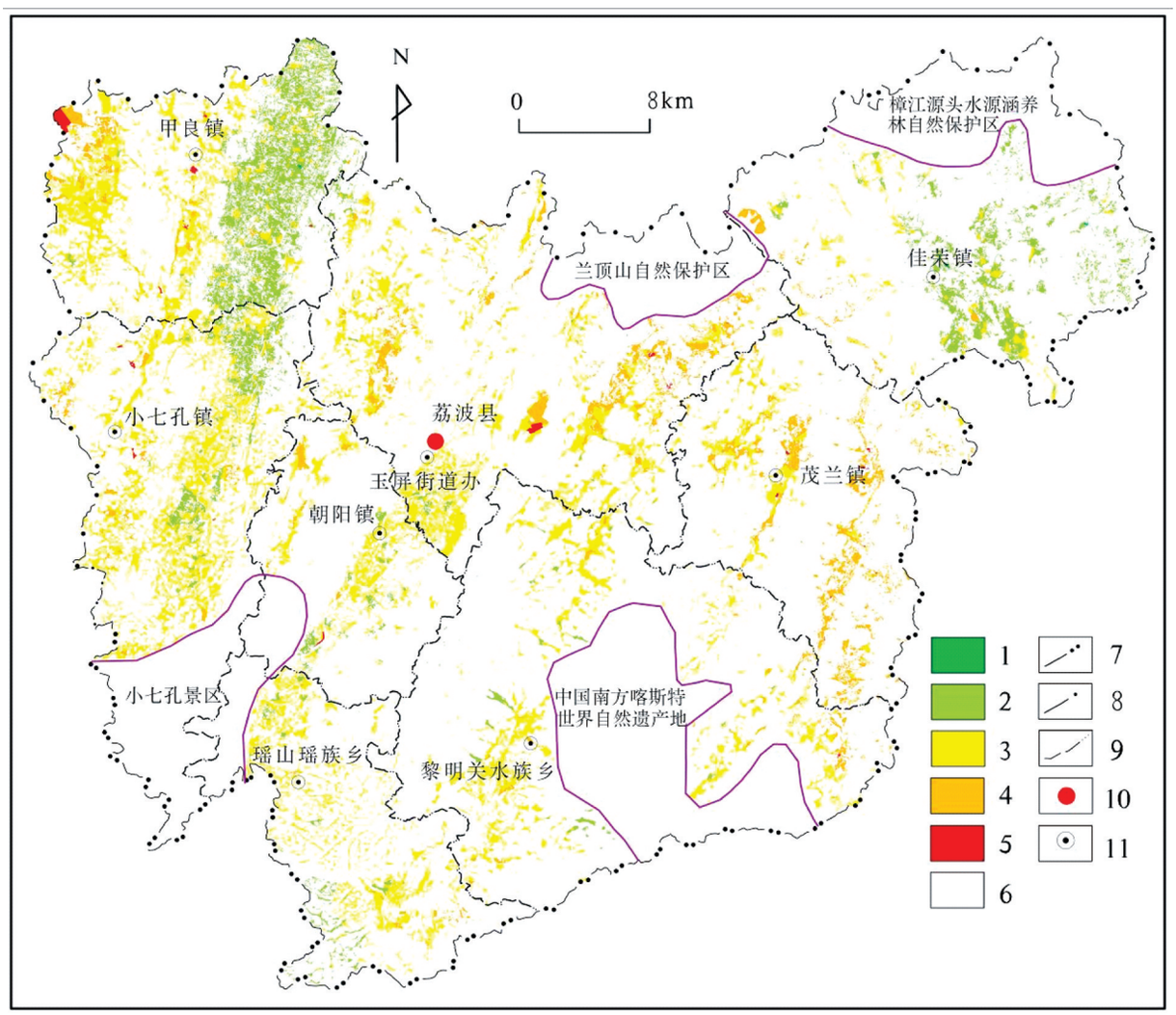

图 1　荔波县土壤养分综合等级评价图

Fig. 1　Comprehensive evaluation of soil nutrients in Libo

1—丰富;2—较丰富;3—中等;4—较缺乏;5—缺乏;6—非耕地;7—省界;8—县界;9—乡镇界线;10—县城驻地;11—乡镇驻地

表 5 荔波县各乡镇土壤养分综合等级评价结果表(单位:亩)

Table 5 Evaluation results of soil nutrient comprehensive grade in towns of Libo(Unit: Mu)

乡 镇	一等/丰富	二等/较丰富	三等/中等	四等/较缺乏	五等/缺乏	合 计
朝阳镇	0	2 041.82	12 178.08	1 371.18	91.43	15 682.52
佳荣镇	93.39	18 591.55	6 673.94	2 246.65	6.12	27 611.66
甲良镇	40.96	28 497.1	35 485.53	6 542.72	1 558.67	72 124.98
黎明关水族乡	0	10 049.53	59 325.48	6 148.46	165.44	75 688.91
茂兰镇	0	0	11 383.63	19 618.92	170.59	31 173.14
小七孔镇	0	448.86	10 226.7	455.4	0	11 130.96
瑶山瑶族乡	0	2 623.76	18 456.91	898.58	0	21 979.24
玉屏街道办	0	1 378.67	38 299.59	13 259.99	515.49	53 453.75
合 计	134.36	63 631.29	192 029.9	50 541.9	2 507.74	308 845.2

从图 1、表 2 看出:全县土壤养分综合以中等以上等级为主,其中较丰富级别以上主要分布在甲良镇、佳荣镇及小七孔镇,中等级别广泛分布于全县范围,较缺乏级别主要分布于茂兰镇、玉屏街道办,缺乏级别在甲良镇、玉屏街道办少量分布。

4.2 土壤环境地球化学综合评价

土壤环境质量作为土壤质量的重要组成部分,是表征土壤容纳、吸收和降解各种环境污染的能力(吕晓男 等,2007)。土壤环境质量的优劣直接影响着农产品质量,进而影响着人类的生活和发展,土壤环境质量评价是保证农产品产地安全的基础工作(李润林 等,2011)。土壤重金属污染具有潜在性、隐蔽性、长期性和不可逆性,使得土壤重金属在污染初期不易被注意,一旦达到污染水平就难以消除和修复治理(谢忠雷 等,2018)。大多数重金属在土壤中相对稳定,但是大量的重金属进入土壤后,就很难在生物物质循环和能量交换过程中分解,更难从土壤中迁出,逐渐对土壤的理化性质、土壤生物特性和微生物群落结构产生明显不良影响,进而影响土壤生态结构和功能的稳定(王祖伟 等,2002)。

根据《土壤环境质量农用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)(生态环境部,2018),在 pH 酸碱度分级的基础上分别对环境镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌元素进行评价。本文只研究优先保护类、安全利用类。由表 3 可见:环境元素主要以优先保护类为主。

由图 2、表 4 看:佳荣镇、朝阳镇、甲良镇和茂兰镇优先保护类占比最大,安全利用类在佳荣镇、甲良镇、黎明关水族乡、茂兰镇、小七孔镇和玉屏街道办事处占比均较大,其中小七孔镇占该乡镇耕地面积的 94.42%,面积 10 509.94 亩。

4.3 耕地土壤质量地球化学综合评价

将耕地土壤养分地球化学综合等级与耕地土壤环境地球化学综合等级综合参照表 6 叠加,得到耕地土壤地球化学综合等级(图 3)。

表 6 荔波县土壤环境地球化学评价结果表(单位:亩)

Table 6 Soil environmental geochemical evaluation results in Libo(Unit: Mu)

元 素	Ⅰ类/优先保护	Ⅱ类/安全利用	合 计
As	305 229.67	3 615.50	308 845.17
Cd	101 234.76	194 383.81	295 618.57
Cr	307 503.71	1 341.46	308 845.17
Hg	304 676.89	4 143.25	308 820.14
Ni	308 594.44	250.73	308 845.17
Pb	308 528.88	316.29	308 845.17
Zn	307 305.51	1 539.66	308 845.17
Cu	305 486.76	3 358.41	308 845.17

根据环境元素等级结果评价出全县土壤环境综合等级,以安全利用等级为主:其中优先保护等级占 32.42%,为 100 118.92 亩;安全利用级别占 63.29%,共计 195 474.61 亩。

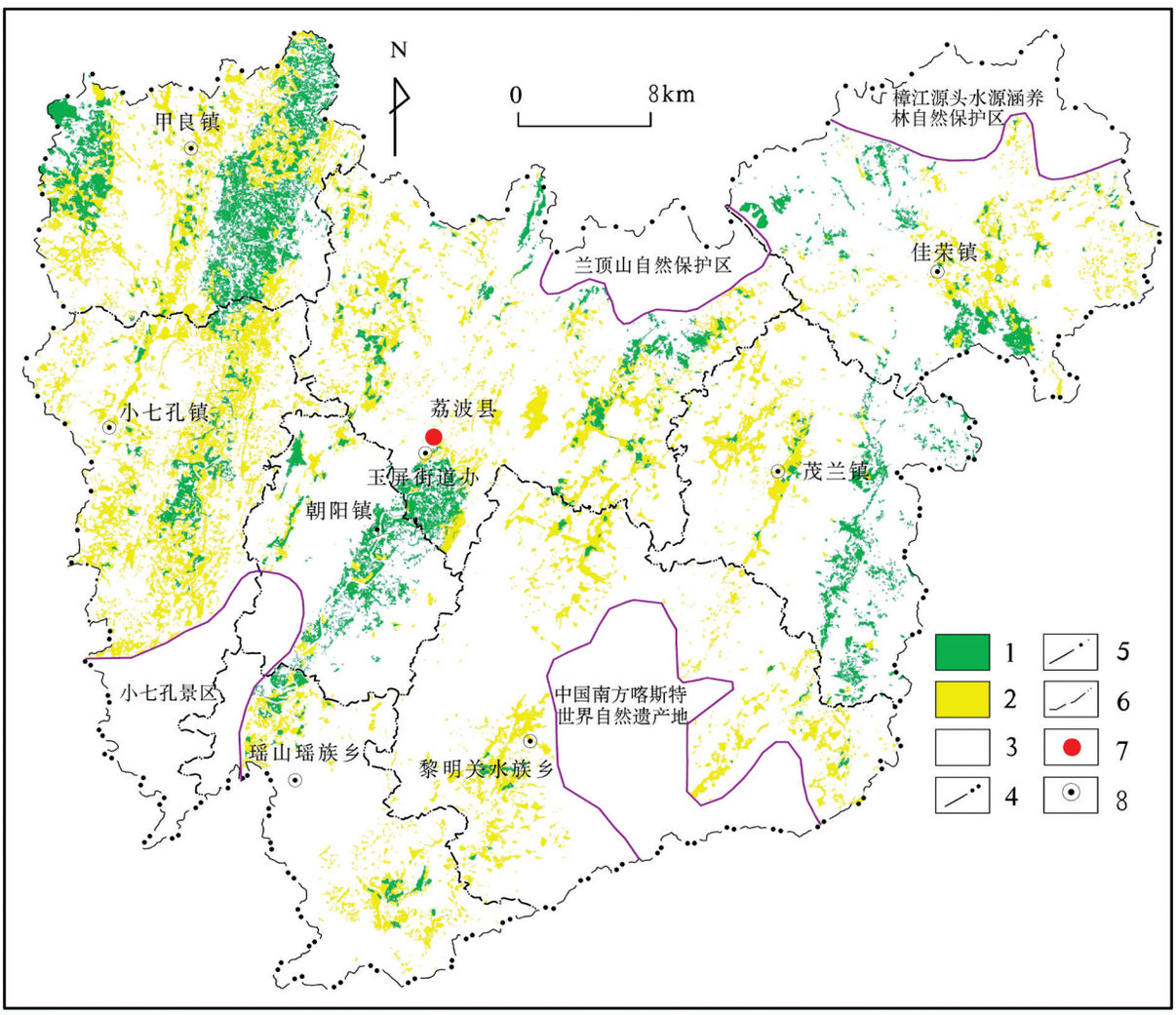

图 2　荔波县土壤环境综合等级评价图

Fig. 2　Comprehensive grading assessment of soil environment in Libo

1—优先保护;2—安全利用; 3—非耕地;4—省界;5—县界;6—乡镇界线;7—县城驻地;8—乡镇驻地

表 7　荔波县各乡镇优先保护类和安全利用类耕地统计表(单位:亩)

Table 7　Evaluation results of soil environment comprehensive grade in villages and towns of Libo (Unit: Mu)

乡　镇	Ⅰ类/优先保护	Ⅱ类/安全利用	合　计
朝阳镇	11 368.76	4 313.76	15 682.52
佳荣镇	12 577.18	14 966.02	27 543.2
甲良镇	35 514.73	36 403.92	71 918.65
黎明关水族乡	7 386.03	63 554.23	70 940.26
茂兰镇	13 825.58	17 026.31	30 851.89
小七孔镇	446.01	10 509.94	10 955.95
瑶山瑶族乡	3 464.16	11 634.02	15 098.18
玉屏街道办	15 536.48	37 066.42	52 602.9
合 计	100 118.92	195 474.61	295 593.5

表 8 耕地土壤质量地球化学综合等级

Table 8 Comprehensive grade of soil quality geochemistry of cultivated land

指标	优先保护类	安全利用类
丰富	一等优质	三等中等
较丰富	一等优质	三等中等
中等	二等良好	三等中等
较缺乏	三等中等	三等中等
缺乏	四等差等	四等差等

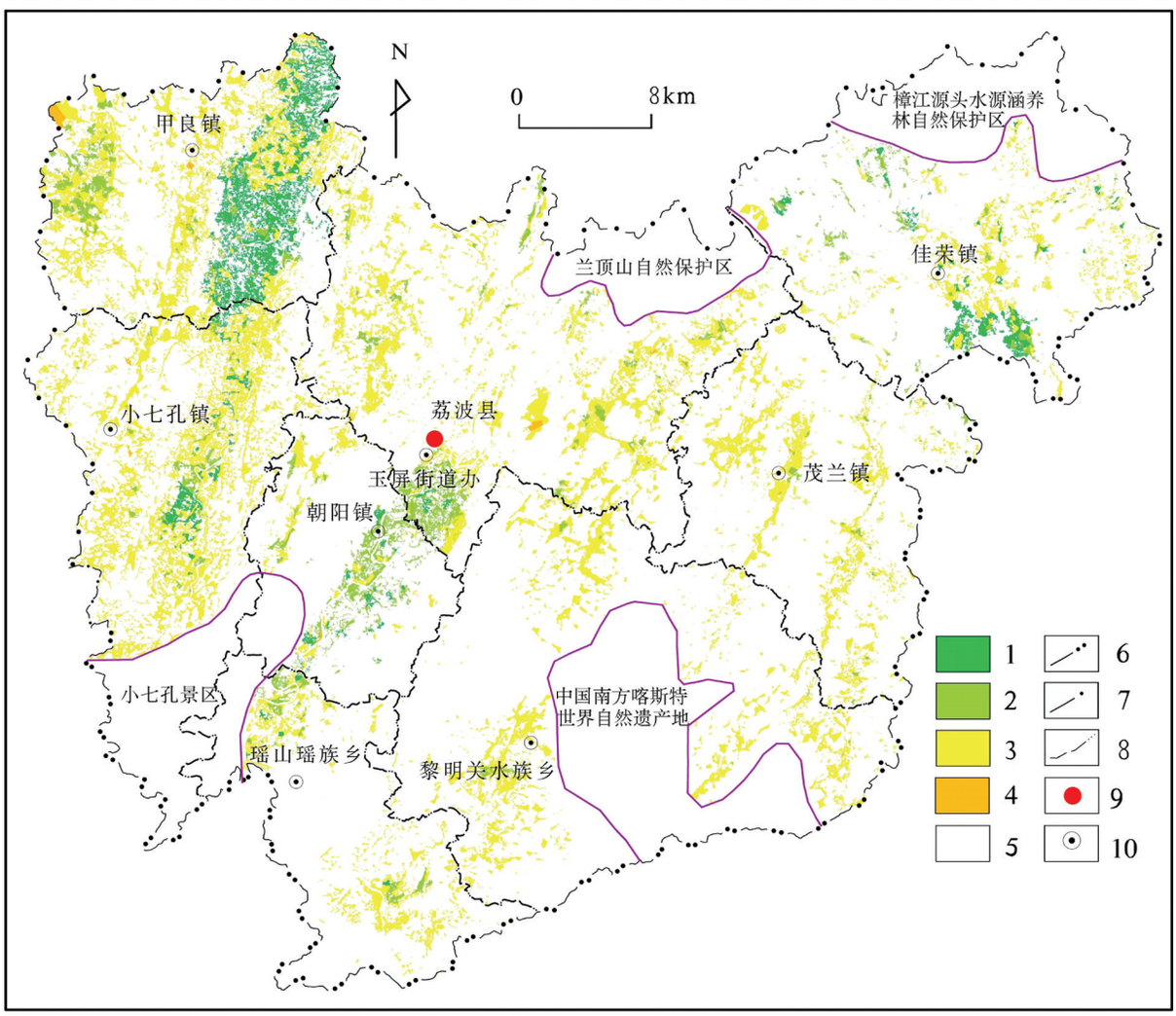

图 3 荔波县土壤质量综合等级评价图

Fig. 3 Comprehensive grade evaluation map of soil quality in Libo

1—优质;2—良好;3—中等;4—差等; 5—非耕地;6—省界;7—县界;8—乡镇界线;9—县城驻地;10—乡镇驻地

表 9 荔波县各乡镇土壤质量综合等级评价结果表(单位:亩)

Table 9 Soil quality comprehensive grade evaluation results in Libo (Unit: Mu)

乡 镇	一等/优质	二等/良好	三等/中等	四等/差等	合 计
朝阳镇	1 441. 62	8 464. 52	5 684. 94	91. 43	15 682. 51
佳荣镇	6 347. 68	4 919. 98	16 269. 42	6. 12	27 543. 2
甲良镇	18 252. 91	9 941. 03	42 166. 03	1 558. 67	71 918. 64
黎明关水族乡	2 496. 67	3 384. 87	64 893. 28	165. 44	70 940. 26
茂兰镇	0. 00	2 018. 88	28 662. 43	170. 59	30 851. 9

续表

乡　镇	一等/优质	二等/良好	三等/中等	四等/差等	合　计
小七孔镇	227.98	191.61	10 536.36	0.00	10 955.95
瑶山瑶族乡	378.18	2 670.63	12 049.37	0.00	15 098.18
玉屏街道办	178.50	9 467.77	42 441.13	515.49	52 602.89
合　计	29 323.54	41 059.29	222 702.96	2 507.74	295 593.5

叠加之后土壤质量等级结果统计如表 5,图 3。其中:优质土壤面积为 2.93 万亩,占 9.49%,主要分布于甲良镇东部及佳荣镇;良好土壤面积为 4.11 万亩,占 13.29%,主要分布于甲良镇、朝阳镇及玉屏街道办;中等土壤面积为 22.27 万亩,占 72.11%,全县范围广泛分布;差等土壤面积为 0.25 万亩,占 0.81%,仅甲良镇少量分布。

5　结论与讨论

(1)全县耕地土壤养分综合等级整体一般,中等等级耕地占 62.18%,全县范围广泛分布;较丰富以上等级耕地占 20.64%,主要分布于甲良镇东部及佳荣镇。P、K 元素在全县范围主要以较缺乏、缺乏为主。结合全县地层岩性分析:P 元素在泥页岩、碳质页岩以缺乏为主,在灰岩,砂岩以较缺乏、中等为主,K 元素在灰岩中以缺乏为主,在砾岩、砂岩、页岩、板岩以中等以上为主。结合土地利用类型分析:全县以水田和石灰土为主要类型,水田因长期渍水淋溶,还原有毒物多,土温低,养分释放慢,速效养分供给能力差,因而磷、钾缺乏;石灰土因钙质含量过高而降低了磷、钾。莫光员等研究认为(莫光员等;2020)耕地表层土壤营养元素与贫化主要受成土母岩的影响。

(2)全县耕地土壤环境综合等级较好,先保护类占 32.42%,主要分布于甲良镇、朝阳镇、玉屏街道办中部、茂兰镇东部及佳荣镇南部—西部;安全利用类占 63.29%,全县广泛分布;严格管控类占 4.29%,主要分布于瑶山瑶族乡南部一带,主要是由耕地中 Cd 元素超标引起,其主要成土目岩为灰岩,因而 Cd 超标原因,主要考虑人类活动导致。比如:生活垃圾、不合理施肥、不合理使用农药等。

(3)全县耕地土壤质量较好,中等耕地占 72.11%,全县广泛分布。优质和良好耕地主要分布于甲良镇东部、小七孔镇中部、朝阳镇中部、玉屏街道办中部及佳荣镇,劣等主要分布于瑶山瑶族乡南部、黎明关水族乡中部零散分布。影响耕地土壤质量的主要原因是耕地土壤养分综合及耕地土壤环境综合,主要为 N、P、K、As、Cr、Cd、Hg、Ni、Pb、Zn、Cu 元素含量评价后决定。影响元素含量与成土母岩、地形地貌(如坡地、平地、沟槽等)、土地利用类型、施肥、人类活动等密切相关。

[参考文献]

鲍丽然,李瑜,贾中民,等. 2018. 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]. 土壤通报,46(1):96-105.

陈印军,肖碧林,方琳,等. 2011. 中国耕地质量状况分析[J]. 中国农业科学,44(17):3557-3564.

高雪,陈海燕,童倩倩. 2013. 贵州耕地耕层土壤养分状况评价[J]. 贵州农业科学,41(12):87-91.

吕晓男,孟赐福,麻万诸. 2007. 重金属与土壤环境质量及食物安全问题研究[J]. 中国生态农业学报,15(2):198-200.

李润林,姚艳敏,唐鹏钦. 2011. 农产品产地土壤环境质量评价研究进展[J]. 中国农学通报,27(6):296-300.

李洁. 2014. 贵州安顺地区耕地土壤养分调查分析[J]. 西南农业学报,27(5):205-2054.

任明强,冷洋洋,周尔春,等. 2020. 贵州 1∶5万耕地质量地球化学调查评价方法技术 [J]. 贵州地质,37(3)227-232.

莫光员,李丕鹏,袁盛博,等. 2020. 贵州安龙县耕地表层土壤营养元素地球化学特征 [J]. 贵州地质,37(3)396-403.

生态环境部. 2018. GB15618-2018 土壤环境质量农用土壤污染风险管控标准(试行)[S]. 北京:中国标准出版社.

王祖伟,徐利森,张文具. 2002. 土壤微量元素与人类活动的对应关系[J]. 土壤通报,33(4):303-305.

魏洪斌. 2015. 基于土地整治的耕地质量评价与提升研究[D]. 北京:中国地质大学.

谢忠雷,王筱涵,李娜,等. 2018. 吉林省耕地土壤重金属污染研究现状及展望[J]. 吉林农业大学学报,40(4):457-462.

姚远,李效顺,曲福田,等. 2012. 中国经济增长与耕地资源变化计量分析[J]. 农业工程学报,28(14):209-215.

中国地质调查局. 2005. DD2005-03 生态地球化学评价样品分析技术要求[S]. 北京:中国标准出版社.

中华人民共和国国土资源部. 2006. DZ/T0130-2006 地质矿产实验室测试质量管理规范[S]. 北京:中国标准出版社.

中华人民共和国国土资源部. 2014. DZ/T0258-2014 多目标区域地球化学调查规范(1∶250000) [S]. 北京:中国标准出版社.

周星,彭毅,吴绍军,等. 2015. 剑阁县植烟土壤养分的空间变异研究[J]. 水土保持研究,22(1):85-89.

周琦,王砚耕,陈旭晖. 2020. 贵州耕地质量地球化学调查评价工程成果及其意义(代序)[J]. 贵州地质,37(3)225-232.

中华人民共和国国土资源部. 2016. DZ /T0295-2016 土地质量地球化学评价规范[S]. 北京:中国标准出版社.

Geochemical Classification and Distribution Characteristics of Cultivated Soil Quality in Libo, Guizhou

ZHANG Tao, WU Zhao-yang, ZHOU Wen-long

(*Exploration Institute of Geology, Guizhou Bureau of Exporation for Nonferrous Metals Resources and Nuclear Industry, Guiyang* 550005, *Guizhou, China*)

[**Abstract**] After 1∶50000 cultivated land sampling and analysis in Libo, On the platform of ArcGIS, the soil quality geochemistry of cultivated land inLibo county was evaluated by using the geochemical element classification standard, taking the cultivated land assignment map as the evaluation unit. The comprehensive grade of soil quality and geochemistry is formed by the comprehensive grade of soil nutrients and soil environment.The results show that: The high-quality cultivated soil area is 29 300 mu, accounting for 9.49%, the good cultivated soil area is 41 100 mu, accounting for 13.29%, the medium cultivated soil area is 222 700 mu, accounting for 72.11%, the poor cultivated soil area is 25 000 mu, accounting for 0.81%, the inferior cultivated soil area is 13 300 mu, accounting for 4.29%. The geochemical grade of cultivated soil quality in the evaluation area is mainly good grade, 263 800 mu, accounting for 85.40%. The cultivated land quality of Chaoyang, Jiarong, Maolan and xiaoqikong is mainly above medium level. The inferior cultivated land in the county is mainly distributed in the south of Yaoshan Yao nationality township and the middle of Limingguan Shui nationality.

[**Key Words**] Libo; Cultivated Land; Soil Quality; Gradation; Distribution Characteristics

---

(上接第 446 页)

second land survey map spots of Guizhou Province as the evaluation units, which are based on the maintenance (application) subsystem platform of Arcgis 10.2 and geochemical survey and evaluation data and cover from cultivated lands, garden lands to naked lands, etc, its area 12.43 km^2, involving cultivated land areas 7.07 km^2. A total of 82 samples of various media were collected in the studying area. The sampling density of topsoil was 9.05 spots per square kilometer of cultivated land. According to the element geochemical composition and content in cultivated soil, it evaluate and divide soil nutrients of cultivated land, and whose comprehensive grades of Geochemistry. It was found that the cultivated land rich in selenium and germanium was 7 430 mu and 6 000 mu respectively.

[**Key Words**] Yunyan district; Soil quality: Nutrient synthesis; Chemical evaluation; Selenium-rich and germanium-rich cultivated land