

耕地质量地球化学综合等级划分研究

——以贵阳市南明区为例

孔令博, 吴 杰, 李发跃

(贵州省煤田地质局水源队, 贵州 贵阳 550000)

[摘 要] 本文根据贵阳市南明区耕地质量地球化学调查评价结果, 对南明区耕地质量地球化学进行综合等级划分研究。研究区行政面积 209.34 km², 耕地调查评价面积为 38.82 km², 调查评价区主要为南明区的永乐乡和小碧乡大部分区域, 云关乡有少部分。耕地质量地球化学综合等级划分结果表明, 南明区地球化学等级为一等的优质耕地面积为 0.82 万亩, 所占比例为 14.13%, 二等良好耕地面积为 1.06 万亩, 所占比例为 18.14%, 三等耕地面积为 3.93 万亩, 所占比例为 67.55%, 四等耕地面积为 0.01 万亩, 所占比例为 0.17%, 五等耕地面积占比为 0%。全区耕地质量以中等以上为主, 其中优质的耕地主要分布在小碧乡境内的小碧村、甘庄村和大地村, 其次是在永乐乡水塘村、干井坡村和永乐村区域附近; 耕地质量差等及以下等级的耕地占比极少。南明区属于一个城乡结合的县区, 人多地少。农业部门可根据研究成果结合本地特色农作物进行农业种植发展规划, 调整和优化农业种植结构, 趋利避害、科学合理地利利用耕地助力绿色经济的发展。

[关键词] 耕地质量; 地球化学; 综合等级; 南明区

[中图分类号] P652; S159.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2020)-04-0430-09

土地是人类生存和社会经济稳定发展的重要基础资源, 耕地是土地资源的重要组成部分, 摸清耕地质量“家底”, 深入研究耕地质量状态, 全面掌握耕地质量现状, 对于实现耕地资源的科学合理利用和绿色生态农业的可持续发展具有重要指导意义(郑昭佩等, 2003; 刘占峰等, 2006; 于成广等, 2012; 孔鹏飞等, 2020; 王小洪等, 2020)。

耕地质量是土壤物理、化学、生物以及大气沉降物、水环境等综合因素共同作用的结果(黄勇等, 2009; 汪媛媛等, 2011; 张连金等, 2016; 单承恒等, 2019)。对耕地质量地球化学综合等级进行划分研究具有较强实用性, 可靠的研究结果可以广泛应用于不同地区耕地土壤地球化学质量档案的建立, 可用于耕地质量的科学量化、基本农田

划定、土壤治理与开发保护中(李强等, 2012; 鲍丽然等, 2018)。

本文根据南明区耕地质量地球化学调查评价成果, 在土壤质量地球化学综合等级基础上, 叠加大气干湿沉降物环境地球化学综合等级、灌溉水环境地球化学综合等级, 进行耕地质量综合等级的研究。在综合考虑与耕地利用有关的多种因素影响共同作用下, 划分出南明区不同质量等级的耕地空间分布及占比情况, 一定程度上摸清了南明区耕地质量现状。其研究结论为南明区特色耕地资源的开发与管护、耕地质量的动态监测、耕地的污染防治、现代山地特色高效农业的发展提供了科学的技术理论依据。同时, 该成果也为助力脱贫攻坚和实施乡村振兴战略提供基础保障(周琦, 2020)。

[收稿日期] 2020-04-26 **[修回日期]** 2020-09-20

[基金项目] 贵州省耕地质量地球化学调查评价。

[作者简介] 孔令博(1994—), 男, 学士学位, 助理工程师, 从事水文地质工作。E-mail: 614210907@qq.com。

2.2 评价指标

本次耕地质量地球化学评价的土壤养分等级评价测试指标有有机质、N、P、K、B、Mn、Mo、Cu、Zn、Se、Ge、Co、V、I、F 全量和碱解氮、速效磷、速效钾、有效硼、有效钼、有效锌共 21 项;土壤环境等级评价的测试指标有 Cd、Hg、As、Pb、Cr、Cu、Ni、Zn、Mn、Co、V、Se、Tl、Mo、六六六、滴滴涕共 16 项;大气干湿沉降物环境地球化学测试指标由干沉降物得到 As、Cd、Cr、Hg、Pb 以及湿沉降物得到 As、B、Cd、Ge、Hg、Pb、Zn、Se、Cr⁶⁺、F⁻ 和 pH 值共 16 项;灌溉水环境地球化学测试指标有 As、B、Cd、Ge、Hg、Pb、Se、Zn、Cr⁶⁺、F⁻ 和 pH 值共 11 项。

3 综合等级划分方法

本次耕地质量地球化学综合等级划分依据《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T0295-2016)划分土壤养分地球化学等级、土壤环境地球化学等级、大气干湿沉降物环境地球化学等级、灌溉水环境地球化学等级,形成耕地质量地球化学综合等级。

4 综合等级划分结果

4.1 土壤质量地球化学综合等级划分

4.1.1 土壤养分地球化学等级评价

南明区土壤养分地球综合等级的评价是参照在 N、P、K 土壤单指标养分地球化学等级划分基础上将 N、P、K 权重系数分别定为 0.4、0.4 和 0.2,按照《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T0295-2016)中的公式 $f_{\text{养综}} = \sum_{i=1}^n K_i f_i$ 进行计算,划分为(一等)丰富、(二等)较丰富、(三等)中等、(四等)较缺乏和(五等)缺乏 5 个等级。

南明区土壤养分含量主要以二等较丰富为主,三等次之,四等面积分布极少,土壤养分含量为三等和二等的占到全区参与评价面积的 95.05%,不同等级面积及占评价区面积比例(见表 1)。

南明区土壤养分综合丰缺状态在地域分布特征为:一等的土壤在全区分布较少,主要集中在石塘村和羊角村;二等为占比最大的一个区域,

表 1 南明区耕地土壤养分地球化学综合等级评价表

(单位:万亩、%)

Table 1 Comprehensive grade evaluation of cultivated soil nutrient geochemistry in Nanming district

等级(丰缺状态)	面积(万亩)	占参评总面积比例(%)
一等(丰富)	0.18	3.03
二等(较丰富)	3.49	60.00
三等(中等)	2.04	35.05
四等(较缺乏)	0.1	1.75
五等(缺乏)	0.01	0.17

在全区均有分布;三等主要分布在中部二堡村到南部大地村;四等分布于黄泥哨村;五等主要分布于黄泥哨村东部,大地村有少量分布(见图 2)。

4.1.2 土壤环境地球化学等级评价

依据《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T0295-2016),选取土壤中的酸碱度及 As、Cd、Cr、Hg、Ni、Pb、Cu、Zn 对耕地土壤环境质量的影响程度进行评价,在单元素及指标土壤环境地球化学等级划分基础上,以单指标分出的环境等级最差的等级作为每个评价单元的土壤环境地球化学综合等级。

结果表明,南明区耕地土壤环境总体良好,安全利用类土壤占比最大,占到全区的 65.91%;其次是优先保护类土壤,占比为 34.09%;南明区没有严格管控类耕地。不同土壤环境地球化学等级面积及占评价区面积比例(见表 2)。

表 2 南明区耕地土壤环境地球化学综合等级评价表

(单位:万亩、%)

Table 2 Comprehensive grade evaluation of cultivated soil environmental geochemistry in Nanming district

等级	面积(万亩)	占参评总面积比例(%)
优先保护类	1.98	34.09
安全利用类	3.84	69.51
严格管控类	0	0

优先保护类土壤主要集中在小碧乡黄泥哨村周围和甘庄村到大地村一带;安全利用类土壤主要集中分布在永乐乡柏杨村与水塘村区域内,其他村也有;评价区内没有严格管控类耕地,等级分布情况(见图 3)。

4.1.3 土壤质量地球化学综合等级

根据土壤质量地球化学综合等级含义,将南明区土壤养分地球化学综合等级和土壤环境地球

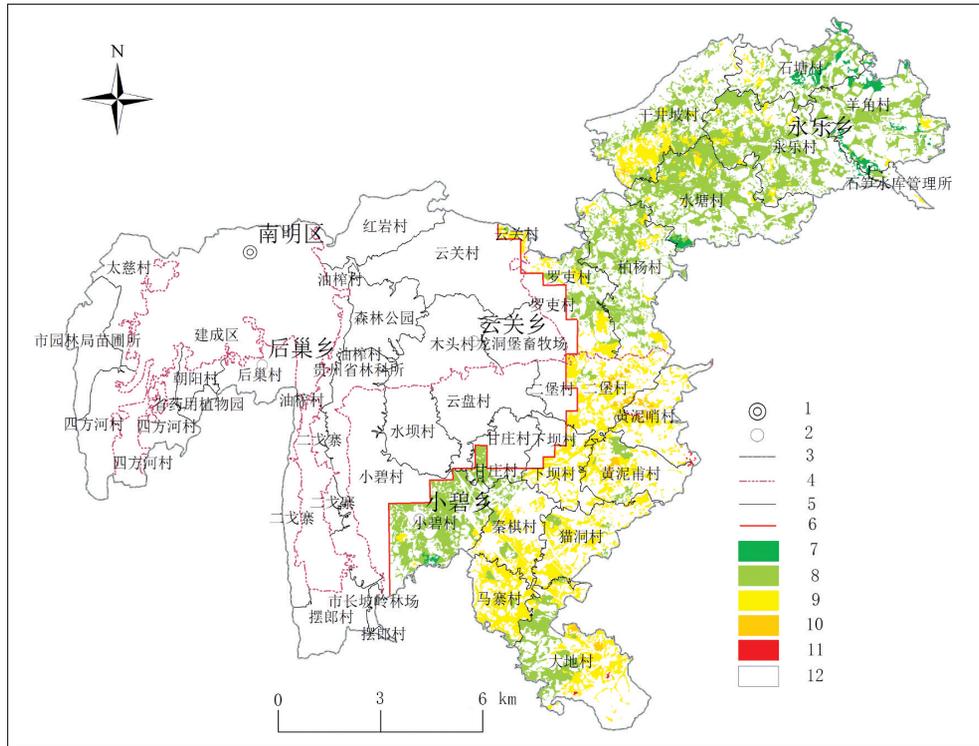


图2 南明区耕地土壤养分地球化学综合等级图

Comprehensive grade of cultivated soil nutrient geochemistry in Nanning district

1—县区位置及名称;2—乡镇位置及名称;3—县区界线;4—乡镇界线;5—行政村界线;6—非评价区界线;7—一等(丰富);8—二等(较丰富);9—三等(中等);10—四等(较缺乏);11—五等(缺乏);12—非评价耕地

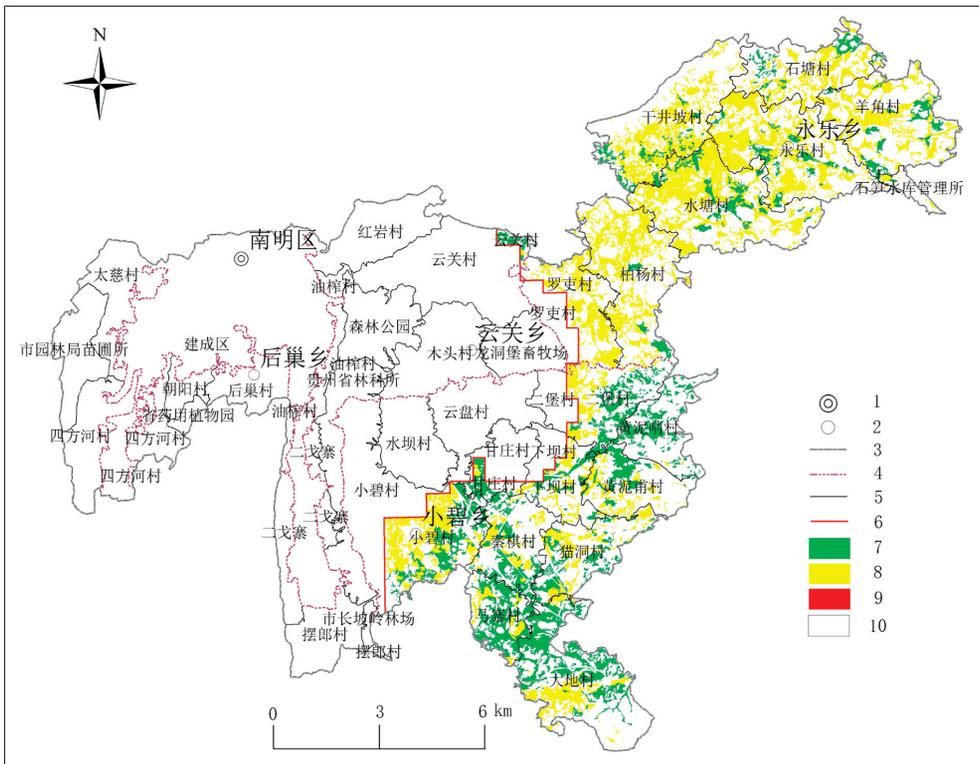


图3 南明区耕地土壤环境地球化学综合等级图

Fig. 3 Comprehensive grade of cultivated soil environmental geochemistry in Nanning district

1—县区位置及名称;2—乡镇位置及名称;3—县区界线;4—乡镇界线;5—行政村界线;6—非评价区界线;7—优先保护类;8—安全利用类;9—严格管控类;10—非评价耕地

表4 南明区大气干湿沉降物年沉降通量统计表

Table 4 Annual deposition flux statistics of atmospheric deposition fallout in Nanming district

项目	沉淀物金属离子物量				
	Cr $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$	Cd $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$	Pb $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$	As $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$	Hg $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$
最大值	2.343 9	0.404 2	7.838 8	0.439 1	0.014 4
最小值	0.274 7	0.053 2	1.067 7	0.188 7	0.006 0
平均值	1.472 9	0.213 0	4.456 1	0.335 1	0.009 9
标准差	1.150 7	0.031 5	11.462 0	0.017 0	0.000 02

注:Cr元素湿沉降含量未解出,在此只按照干沉降含量计算;大气干湿沉降物的桶底面积为 0.0908 m^2 ,a为1年。

大气干湿沉降物环境地球化学等级划分指标为Cd和Hg的年通量密度,通过对Cd和Hg的年沉降通量均值与《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T 0295-2016)规定的标准值进行对比。其结果表明南明区Cd和Hg单项指标环境地球化学等级均为一等。在“大气干湿沉降物单指标环境

地球化学等级划分基础上,由每个评价单元的大气干湿沉降物环境地球化学等级等同于单指标划分出的环境地球化学等级最差的等别”的原则可知,南明区大气干湿沉降物环境地球化学综合等级为一等,影响不大,单个点评价结果分布于永乐乡和小碧乡(见图5)。

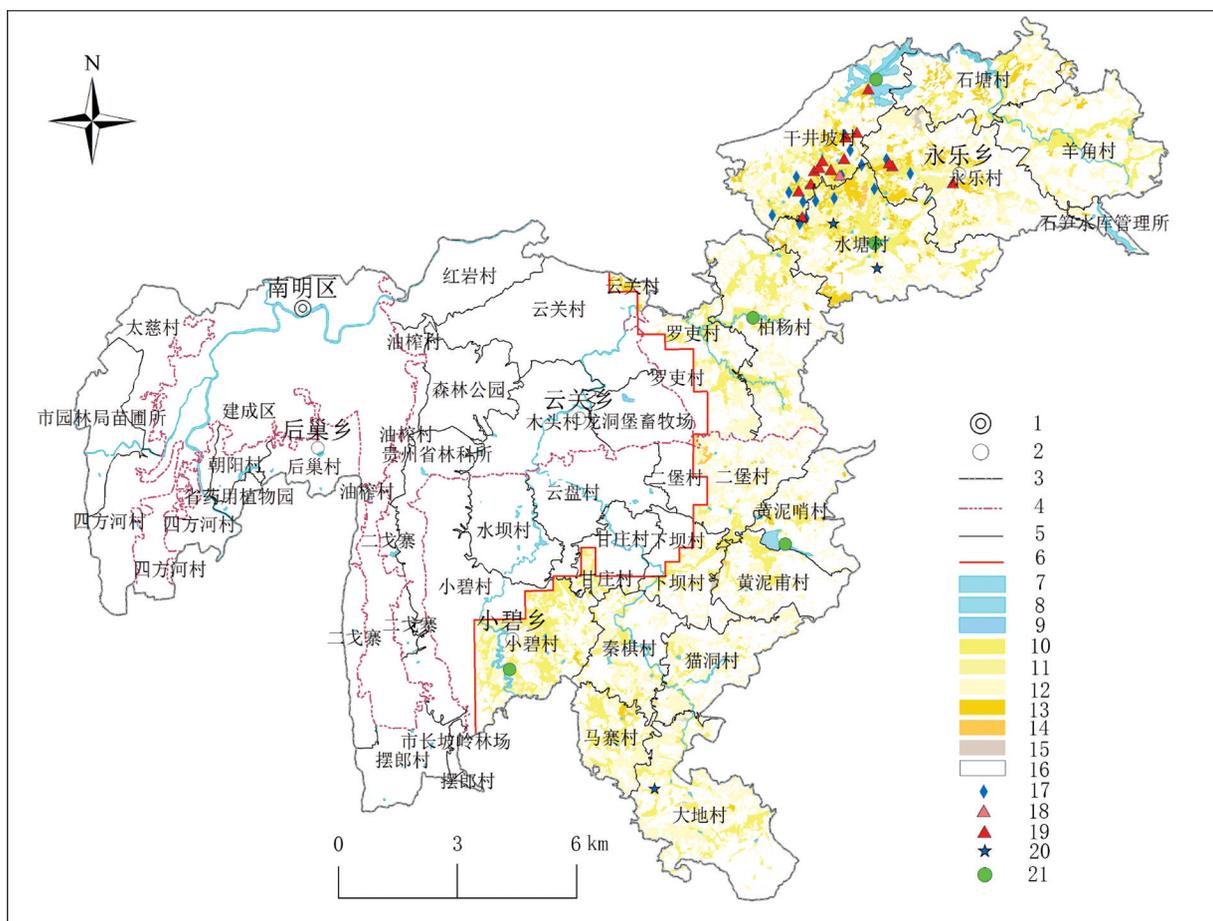


图5 南明区灌溉水、大气干湿沉降物地球化学评价等级图

Fig. 5 Comprehensive grade evaluation of irrigation water and atmospheric deposition fallout in Nanming district

1—县区位置及名称;2—乡镇位置及名称;3—县区界线;4—乡镇界线;5—行政村界线;6—非评价区界线;7—河流水面;8—水库水面;9—坑塘水面;10—水田;11—水浇地;12—旱地;13—果园;14—茶园;15—裸地;16—非评价耕地;17—桃子未超标;18—苦瓜轻度超标;19—苦瓜重度超标;20—大气干湿沉降物一等;21—灌溉水一等

4.3 灌溉水环境地球化学综合等级

以《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)为评价标准,对评价区内所采集的五件灌溉水样品进行化验分析,得出 As、B、Cd、Ge、Hg、Pb、Se、Zn、Cr⁶⁺、F⁻和 pH 值等单项指标的含量均值。对每个指标进行等级划分评价,其结果表明南明区 11 项单指标环境地球化学等级均为一等(见表 5)。

表 5 南明区灌溉水各元素含量等级划分表
Table 5 Grade division of each element of irrigation water in Nanming district

元素指标	含量 (mg/L)	等级	灌溉水环境地球化学综合等级
As	0.00078	一等	一等
B	0.02000	一等	
Cd	0.00005	一等	
Hg	0.00005	一等	
Ge	0.00010	暂不作评价	
Pb	0.00015	一等	
Se	0.00020	一等	
Zn	0.01813	一等	
Cr ⁶⁺	0.00500	一等	
F ⁻	0.17000	一等	
pH	7.84000	一等	

注:Ge 在《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)中无相应元素含量标准值,所以灌溉水中锗(Ge)元素含量暂不作评价。

表 6 耕地质量地球化学等级统计

Table 6 Statistics of cultivated land quality geochemical grade

图示	R:G:B	含义	面积 (万亩)	面积比例 (%)
11	0:176:80	土壤质量地球化学综合等级为一等(优质)等; 大气环境、灌溉水环境地球化学等级均为一等。	0.82	14.13
11	146:208:80	土壤质量地球化学综合等级为二等(良好)等; 大气环境、灌溉水环境地球化学等级均为一等。	1.06	18.14
11	255:255:0	土壤质量地球化学综合等级为三等(中等); 大气环境、灌溉水环境地球化学等级均为一等。	3.93	67.55
11	255:192:0	土壤质量地球化学综合等级为四等(差等); 大气环境、灌溉水环境地球化学等级均为一等。	0.01	0.17
11	255:0:0	土壤质量地球化学综合等级为五等(劣等); 大气环境、灌溉水环境地球化学等级均为一等。	0.00	0.00

风险或风险可忽略,土壤养分中等;三等为中等,表明土壤环境无风险或风险可忽略,土壤养分较缺乏或土壤环境风险可控,土壤养分丰富至较缺乏;四等为差等,表明土壤环境无风险或风险可忽

根据“每个评价单元的灌溉水环境地球化学等级等同于单指标划分出的环境地球化学等级最差的等别”划分进行综合评价,南明区灌溉水环境地球化学综合等级为一等,灌溉水单点分布于南明区小碧乡的黄泥哨村和小碧村,永乐乡的水塘村、干井坡村和柏杨村(见图 5)。

4.4 耕地质量地球化学综合等级划分

根据《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T0295-2016)要求,在土壤质量地球化学综合等级基础上,叠加大气干湿沉降物环境地球化学综合等级、灌溉水环境地球化学综合等级,形成耕地质量地球化学等级。

南明区由于大气沉降物、灌溉水采集样本点相对较少地球化学等级划分均为一等,因此本次耕地质量地球化学综合等级划分不采用在单元上用数字表示大气环境地球化学综合等级与灌溉水环境地球化学综合等级的方法,只用文字与表格进行大气环境地球化学综合等级、灌溉水环境地球化学综合等级的统计与描述,对结果进行统计(见表 6)。

根据以上耕地质量综合评价及等级划分方法,可以得到南明区耕地质量综合等级评价划分图(见图 6)。图中不同等级具有不同含义,一等为优质,表明土壤环境无风险或风险可忽略,土壤养分丰富至较丰富;二等为良好,表明土壤环境无

略,土壤养分缺乏或土壤环境风险可控,土壤养分缺乏;五等为劣等,表明土壤环境风险较大,土壤养分丰富至缺乏(任明强等,2020)。

由图可知,南明区耕地质量优劣情况,全区耕

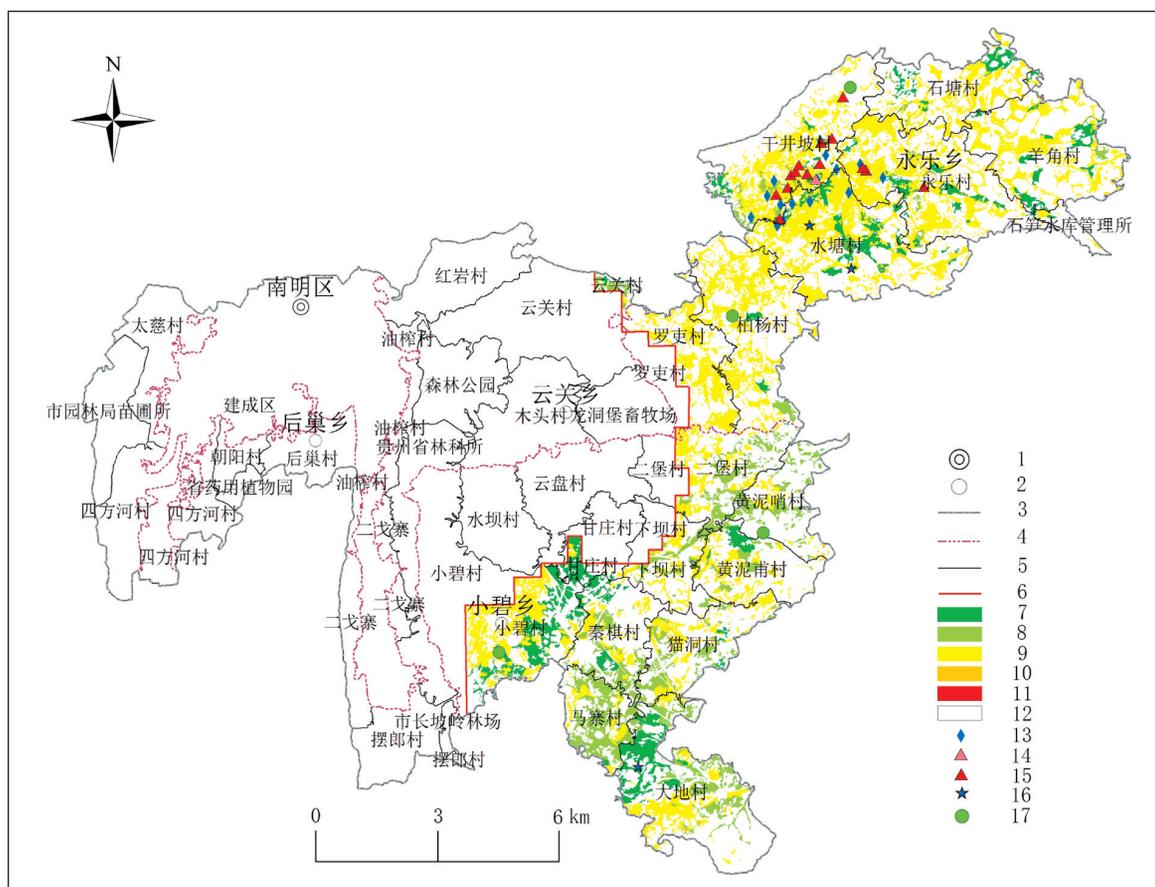


图6 南明区耕地质量地球化学等级图

Fig. 6 Geochemical grade of cultivated land quality in Nanming district

1—县区位置及名称;2—乡镇位置及名称;3—县区界线;4—乡镇界线;5—行政村界线;6—非评价区界线;7—一等(优质);8—二等(良好);9—三等(中等);10—四等(差等);11—五等(劣等);12—非评价耕地;13—桃子未超标;14—苦瓜轻度超标;15—苦瓜重度超标;16—大气干湿降水一等;17—灌溉水一等

地质量以中等以上等级为主。其中优质的耕地主要分布在小碧乡境内的小碧村、甘庄村和大地村,其次是在永乐乡水塘村、干井坡村和永乐村区域附近;耕地质量差等及以下的耕地占比极少。

4.5 耕地质量地球化学评价等级划分影响因素分析

南明区灌溉水地球化学评价结果较好,均为一等,故对耕地质量地球化学等级的划分影响单一,大气干湿沉降物样品地球化学评价结果较好,均为一等,故对耕地质量地球化学等级的划分影响单一。因此,对耕地质量地球化学等级划分产生主要影响的就是土壤养分及环境综合等级,其中土壤养分综合评价结果显示,其综合评价中,四等以下评价等级仅占南明区面积的1.92%,对耕地综合评价等级划分中差等及劣等的确定影响不大。土壤环境综合评价结果中,没有三等严格管控类耕地,而耕地质量最终评价等级划分中,劣等级所占比例为

零,因此,土壤环境综合评价对耕地质量等级划分有控制性影响。而土壤环境综合采用环境元素单指标质量等级最差等,故环境单元元素评价等级的结果对耕地质量地球化学等级划分影响明显。

5 结论

(1)由于南明区灌溉水地球环境等级和大气干湿沉降地球环境化等级划分均为一等,对耕地质量地球化学等级的划分影响单一。

(2)南明区地球化学等级为一等的优质耕地面积为0.82万亩,所占比例为14.13%,二等良好耕地面积为1.06万亩,所占比例为18.14%;三等耕地面积为3.93万亩,所占比例为67.55%,四等耕地面积为0.01万亩,所占比例为0.17%,五等耕地面积占比为0%。全区耕地质量以中等及以上为主,其中优质的耕地主要分布在小碧乡境内的小碧村、甘庄村和大地村,其次是在永乐乡水塘

村、干井坡村和永乐村区域附近;耕地质量差等及以下等级的耕地占比极少。

(3)南明区属于一个城乡结合的县区,人多地少。农业部门可根据研究成果结合本地方特色农作物进行农业种植发展规划,调整和优化农业种植结构,趋利避害、科学合理地利用耕地助力绿色经济的可持续发展。

[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]. 地球与环境, 46(1): 96-105.

黄勇,杨忠芳. 2009. 土壤质量评价国外研究进展[J]. 地质通报, 28(1): 130-136.

孔鹏飞,刘志臣,郭宇,等. 2020. 土贵州遵义汇川区耕地质量地球化学特征及对土地整治工作的意义[J]. 贵州地质, 37(3): 273-274.

刘占峰,傅伯杰,刘国华,等. 2006. 土壤质量与土壤质量指标及其评价[J]. 生态学报, 26(3): 901-909.

李强,严金明,赵焯. 2011. 耕地健康也需诊断[J]. 中国土地, (11): 37-39.

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): 230-231.

单承恒,王政,史长浩. 2019. 基于综合等级划分方法的土地质量地球化学评价——以吉林省乌拉街镇为[J]. 吉林大学学报(地球科学报), 49(3): 817-829.

汪媛媛,杨忠芳,余涛. 2011. 土壤质量评价研究进展[J]. 安徽农业科学, 39(36): 22617-22622.

王小洪,张钟华,王华斌,等. 2020. 贵州省七星关区耕地质量地球化学评价成果及意义[J]. 贵州地质, 37(3): 251-252.

于成广,杨忠芳,杨晓波,等. 2012. 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, 26(5): 873-878.

郑昭佩,刘作新. 2003. 土壤质量及其评价[J]. 应用生态学报, 14(1): 131-134.

张连金,赖光辉,孙长忠,等. 2016. 北京九龙山土壤质量综合评价[J]. 森林与环境学报, 36(1): 22-29.

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局中国国家标准化管理委员会. 2005. 田灌溉水质标准(GB5084-2005)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1-5.

中国地质调查局. 多目标区域生态地球化学调查规范(1:250000)(DZ/T 0258-2014)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014: 3-7.

中华人民共和国国土资源部. 土地质量地球化学评价规范(DZ/T0295-2016)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 5-29.

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): 225-226.

Study on Geochemical Comprehensive Classification of Cultivated Land Quality

—— Taking Naming District of Guiyang City as an Example

KONG Ling-bo, WU Jie, LI Fa-yue

(Water Source Exploration Team, Guizhou Bureau of Coal Geological Exploration, Guiyang 550000, Guizhou, China)

[Abstract] Based on the results of the survey and evaluation of cultivated land quality geochemistry in Nanming District, Guiyang, it studied the comprehensive classification of cultivated land quality geochemistry in Nanming District. The results show that the level of nanming geochemical for first-class quality of cultivated land area of 8 200 mu, the proportion is 14.13%, the second good cultivated land area of 10 500 mu, the proportion is 18.14%, the third class of cultivated land area of 39 300 mu, the proportion is 67.55%, four etc. The cultivated land area of 100 mu, the proportion is 0.17%, such as five geochemical arable land for proportion is zero. The administrative area of the whole district is 209.34 km², and the cultivated land area is 38.82 km², mainly covering most areas of Yongle township and Xiaobi township, and a small part of Yunguan township. According to the comprehensive classification of cultivated land geochemical quality, the cultivated land geochemical quality in Nanming district is mainly above the medium level, and the superior cultivated land is mainly distributed in Xiaobi township, followed by Shuitang village and Ganjingpo village in Yongle township. Nanming District belongs to a county district which combines urban and rural areas, with more people and less land. According to the research results, the agricultural departments can combine the types of local characteristic crops and the development plan of agricultural planting, so as to make the best use of cultivated land and avoid disadvantages.

[Key Words] Cultivated land quality; Geochemistry; Comprehensive grade; Nanming district