

## 安徽南陵地区土壤养分丰缺状况研究

吴正, 梁红霞, 陈富荣, 李明辉, 李杨, 刘超 (安徽省地质调查院(安徽省地质科学研究所), 安徽合肥 230001)

**摘要** 以安徽南陵地区土壤大量养分元素为主要研究对象, 通过对区内土壤样品的采集与测试, 统计分析土壤氮、碱解氮、磷、有效磷、氧化钾、速效钾等的含量特征, 并对其分布特征加以研究, 最终开展研究区土壤养分地球化学综合等级评价。结果表明, 土壤氮和碱解氮在研究区内以丰富为主, 且两者相关性较好, 相关系数高达 0.85, 可能与土地利用类型有关; 磷及有效磷在区内主要表现为较缺乏-缺乏, 两者相关性较差, 可能与磷在土壤中的存在形式及人为活动有关; 氧化钾在区内分布主要表现为较丰富-中等-较缺乏 3 种, 呈正态分布, 孤峰河两侧分布差异明显, 速效钾在区内零星分布, 特征不明显; 区内土壤养分地球化学综合评价结果以三级(中等)土壤为主, 占研究区总面积的 58.45%。

**关键词** 土壤大量养分元素; 含量特征; 分布特征; 地球化学; 安徽南陵地区

**中图分类号** S 158; X 825 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)22-0092-05

**doi:** 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.22.021



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on Soil Nutrient Abundance and Deficiency in Nanling Area of Anhui Province

WU Zheng, LIANG Hong-xia, CHEN Fu-rong et al (Geological Survey of Anhui Province (Anhui Institute of Geological Sciences), Hefei, Anhui 230001)

**Abstract** Taking a large number of soil nutrient elements in Nanling area of Anhui Province as the main research object, through the collection and testing of soil samples in the area, the content characteristics of soil nitrogen, alkali-hydrolyzable nitrogen, phosphorus, available phosphorus, potassium oxide and available potassium were statistically analyzed, and the distribution characteristics were studied, and the comprehensive grade evaluation of soil nutrients and geochemistry in the study area was finally carried out. The results showed that soil nitrogen and alkali-hydrolyzable nitrogen were mainly abundant in the study area, and the correlation between the two was good, the correlation coefficient was as high as 0.85, which might be related to the type of land use. Phosphorus and available phosphorus in the region were mainly relatively deficient-deficient, and the correlation between the two was poor, which might be related to the form of phosphorus in the soil and human activities. The distribution of potassium oxide in the area was mainly characterized by richer-medium-less three species, showing a normal distribution. The distribution of the two sides of the Gufeng River was obviously different, and the available potassium was scattered in the area, and the characteristics were not obvious. The comprehensive evaluation results of soil nutrients and geochemistry in the area were dominated by tertiary (medium) soils, accounting for 58.45% of the total area of the study area.

**Key words** Soil macronutrient elements; Content characteristics; Distribution characteristics; Geochemistry; Nanling area, Anhui

土壤是农作物生长的载体, 土壤养分的丰缺状况直接影响着土壤质量及其农作物的产量与品质<sup>[1-2]</sup>。适宜的土壤环境、充足的土壤养分是保证农作物优质、高产、稳产的重要条件<sup>[3-4]</sup>。随着科学化进程的迅猛发展, 土地的利用程度不断提高, 必然导致土壤养分发生较大变化<sup>[5-6]</sup>。该研究通过采集安徽南陵地区土壤样品, 统计分析土壤氮、碱解氮、磷、有效磷、氧化钾、速效钾等的含量特征及分布特征, 并最终开展土壤养分地球化学综合等级评价<sup>[7-8]</sup>, 为该地区的土地利用提供了科学依据<sup>[9]</sup>。

## 1 材料与方

**1.1 研究区概况** 研究区位于安徽省东南部, 地处经济发达的长江三角洲地带, 交通位置便捷, 行政区划涉及许镇镇、籍山镇、弋江镇、家发镇等 8 个乡镇(图 1)。区内四季分明, 气候温和, 光照充足, 雨量充沛, 属典型的北亚热带湿润性季风气候区<sup>[10]</sup>。区内河湖交织, 相互串通, 港汊密布, 水体流向多变。

研究区位于江南隆起带和下扬子拗陷带 2 个Ⅲ级构造单元的结合部位, 跨太平拗褶带、江南过渡带、江南前陆反向褶冲带 3 个Ⅳ级构造单元, 构造变动极为发育<sup>[11]</sup>。成土母质以河流冲积物母质为主, 红色碎屑岩类风化物母质和晚更新

世黄土母质次之<sup>[12]</sup>。土壤类型主要为水稻土, 其次分布红壤、紫色土、潮土等<sup>[13]</sup>。

**1.2 样品采集** 土壤样品平均采样密度为 10.3 个点/km<sup>2</sup>, 采样单元按全国第二次土地调查图斑进行布设, 根据 1 km<sup>2</sup> 范围内二调图斑多少不同, 样品数有所不同, 在考虑样品代表性的同时兼顾均匀性与合理性, 最大限度控制调查单元, 均匀采集 0~20 cm 的土壤柱<sup>[14]</sup>。

全区共完成 1:5 万土壤测量面积 550 km<sup>2</sup>, 采集表层土壤样品 5 803 件(含重复样 125 件), 布置土壤垂向剖面 47 条, 采集剖面土壤样品 233 件, 采集农作物及根系土样品 151 件。

**1.3 样品分析** 样品分析测试工作由安徽省地质实验研究所承担。以中国地质调查局地质调查技术标准《多目标区域地球化学调查规范(1:250 000)》为依据, 结合《生态地球化学评价样品分析外部检查质量控制暂行规定》和《生态地球化学评价样品分析技术要求补充规定》等相关技术标准, 选择使用 X 射线荧光光谱法(XRF)测定 MgO、SiO<sub>2</sub>、P、K<sub>2</sub>O、CaO、V、Cr、Mn、Co、Ni、Cu、Pb、Zn, 电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)测定 Mo、Cd, 发射光谱法(ES)、原子荧光光谱法(AFS)、离子选择性电极法(ISE)测定 As、Hg、B、Se、Corg、N、pH<sup>[15-16]</sup>。主要测试方法如表 1 所示。

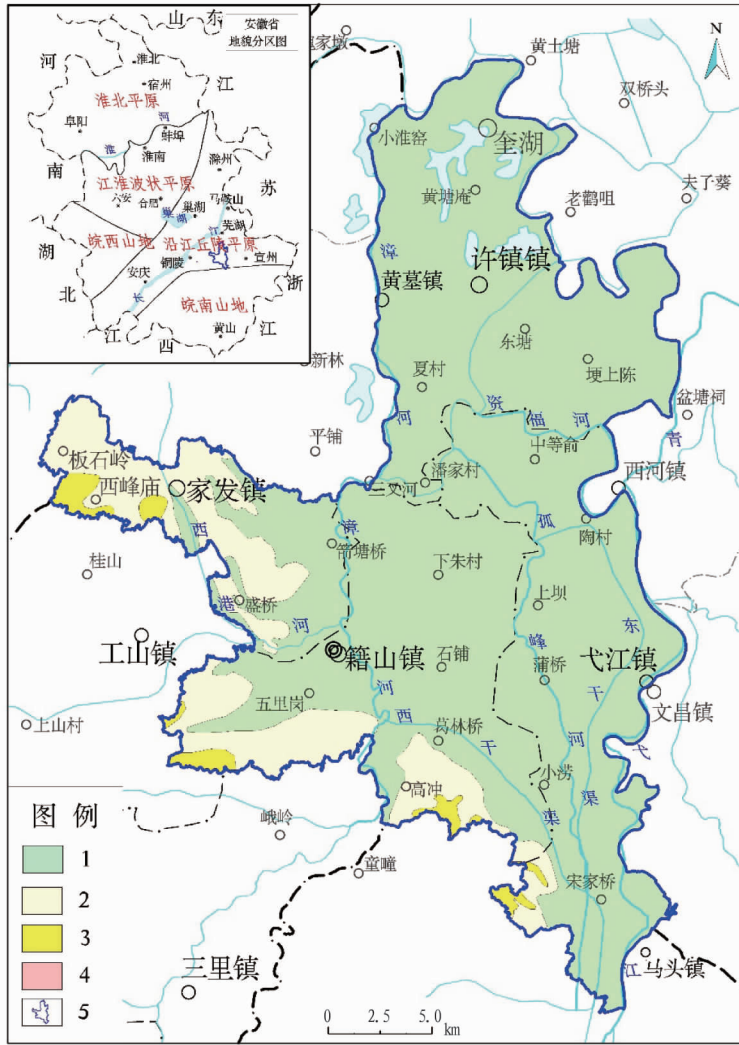
**1.4 质量评价** 若样品分析测试方法水平、重复样分析质量水平、样品分析准确度、报出率水平均符合《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T 02595—2015)、《多目标区域地球化学调

**基金项目** 中国地质调查局地质调查专项(12120115049601)。

**作者简介** 吴正(1988—), 男, 安徽安庆人, 工程师, 硕士, 从事勘查地球化学、生态地球化学等研究。

**收稿日期** 2021-08-02

查规范(1:250 000)》(DZ/T 0258—2014)、《生态地球化学评价样品分析技术要求(试行)》(DD 2005—03)的质量要求, 则满足生态地球化学调查的需要<sup>[17-18]</sup>。



注:1.平原;2.岗地;3.丘陵;4.低山;5.研究区范围

Note: 1.Plain;2.Upland;3.Hill;4.Low mountain;5.Research area

图 1 研究区地貌景观

Fig.1 Geomorphic landscape of the study area

表 1 土壤样品分析测试方法

Table 1 Analysis and test methods of soil samples

| 序号<br>No. | 样品<br>Sample                      | 样品处理方法<br>Sample processing method | 测定方法<br>Determination method | 测试指标<br>Test index  |
|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|---|
| 1         | 5.0 g 样品                          | 粉末压饼法                              | X 射线荧光光谱法(XRF)               | MgO、SiO <sub>2</sub> 、P、K <sub>2</sub> O、CaO、V、Cr、Mn、Co、Ni、Cu、Pb、Zn |
| 2         | 0.050 0 g 样品<br>硝酸、盐酸、氢氟酸、高氯酸四酸溶样 | 定容后直接测定                            | 电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)          | Mo、Cd   |
| 3         | 0.500 0 g 样品、<br>王水溶样             | KBH <sub>4</sub> 还原、氢化法            | 原子荧光光谱法(AFS)                 | As、Hg   |
| 4         | 0.100 0 g 样品                      | 垂直对电极摄谱法                           | 发射光谱法(ES)                    | B   |
| 5         | 0.200 0 g 样品、硝酸、高氯酸分解             | 盐酸提取,KBH <sub>4</sub> 还原、氢化法       | 原子荧光光谱法(AFS)                 | Se  |
| 6         | 0.500 0 g 样品<br>硫酸分解              | 重铬酸钾氧化                             | 硫酸亚铁铵容量法(VOL)                | Corg  |
| 7         | 1.000 0 g 样品                      | 硫酸分解-加浓碱蒸馏                         | 凯氏氮蒸馏酸碱滴定容量法(VOL)            | N   |
| 8         | 10.0 g 样品水浸取                      | 直接测定                               | 离子选择性电极法(ISE)                | pH  |

2 结果与分析

2.1 土壤养分含量统计分析 对研究区内土壤氮、碱解氮、

磷、有效磷、氧化钾、速效钾等养分含量进行统计,按照全量与有效量等级划分标准(表 2),对其进行比较分析(图 2)。

从图2可以看出,氮在研究区内主要以丰富-较丰富为主,约占研究区总面积的75.01%;碱解氮在研究区主要以丰富为主,约占研究区总面积的75.62%;磷在研究区内以较缺乏-缺乏为主,约占研究区总面积的80.89%;有效磷以较缺乏-

缺乏为主,约占研究区总面积的70.96%;氧化钾在区内主要表现为较丰富、中等和较缺乏3种,且呈正态分布,约占研究区总面积的88.16%;速效钾主要以中等-较缺乏为主,约占研究区总面积的84.57%。

表2 土壤养分指标全量与有效量等级划分标准<sup>[19]</sup>

Table 2 Classification standard of total and effective soil nutrient indexes

| 等级<br>Grade             | 氮<br>Nitrogen<br>mg/kg | 碱解氮<br>Alkaline nitrogen<br>mg/kg | 磷<br>Phosphorus<br>mg/kg | 有效磷<br>Available<br>phosphorus//mg/kg | 氧化钾<br>Potassium<br>oxide//g/kg | 速效钾<br>Available<br>potassium//mg/kg |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 丰富 Abundant             | >2 000                 | >150                              | >1 000                   | >40                                   | >30                             | >200                                 |
| 较丰富 Relatively abundant | >1 500~2 000           | >120~150                          | >800~1 000               | >20~40                                | >24~30                          | >150~200                             |
| 中等 Medium               | >1 000~1 500           | >90~120                           | >600~800                 | >10~20                                | >18~24                          | >100~150                             |
| 较缺乏 Relatively lacking  | >750~1 000             | >60~90                            | >400~600                 | >5~10                                 | >12~18                          | >50~100                              |
| 缺乏 Lack                 | ≤750                   | ≤60                               | ≤400                     | ≤5                                    | ≤12                             | ≤50                                  |

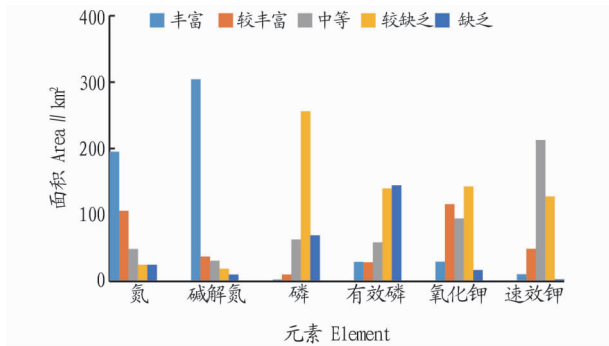


图2 研究区内土壤养分指标全量与有效量对比

Fig.2 Comparison of total and effective soil nutrient indexes in the study area

## 2.2 土壤养分含量的分布特征

**2.2.1 氮与碱解氮的分布特征。**从图3可以看出,区内氮含量丰富,为352~3 585 mg/kg,平均含量1 942 mg/kg,主要分布在南陵县以南及青弋江沿岸,许镇镇平均含量最高,家发镇最低。在弋山镇青弋江沿岸、家发镇和籍山镇基岩分布区为低背景-低值,其他地区多背景-高值,尤以孤峰河、资福河和许镇镇漳河沿岸为高值。

从图4可以看出,区内碱解氮以丰富土壤分布,丰富-较丰富土壤占研究区总面积的84.97%;中等-缺乏土壤主要沿青弋江沿岸分布,在南陵县以南地区也分布有缺乏土壤。

各类土壤中氮含量由高到低依次为潴育型水稻土(2 080 mg/kg)>潜育水稻土(2 028 mg/kg)>侧漂型水稻土(1 795 mg/kg)>石灰土(1 516 mg/kg)>紫色土(1 490 mg/kg)>黄棕壤(1 270 mg/kg)>粗骨土(1 199 mg/kg)>红壤(1 157 mg/kg)>潮土(873 mg/kg)。

对区内氮含量与碱解氮含量进行相关性分析,结果发现(图5),区内土壤氮与碱解氮之间有极高的相关性,相关系数高达0.85。土壤氮和碱解氮较缺乏-缺乏主要位于青弋江沿岸附近及南陵县的西南侧(以岗地、丘陵为主),可能主要与土地利用类型有关。

**2.2.2 磷与有效磷的分布特征。**区内磷以较缺乏为主,含量为114~2 337 mg/kg,平均含量518 mg/kg,弋江镇土壤全磷平均含量最高,籍山镇最低。较缺乏土壤主要呈面积性分布

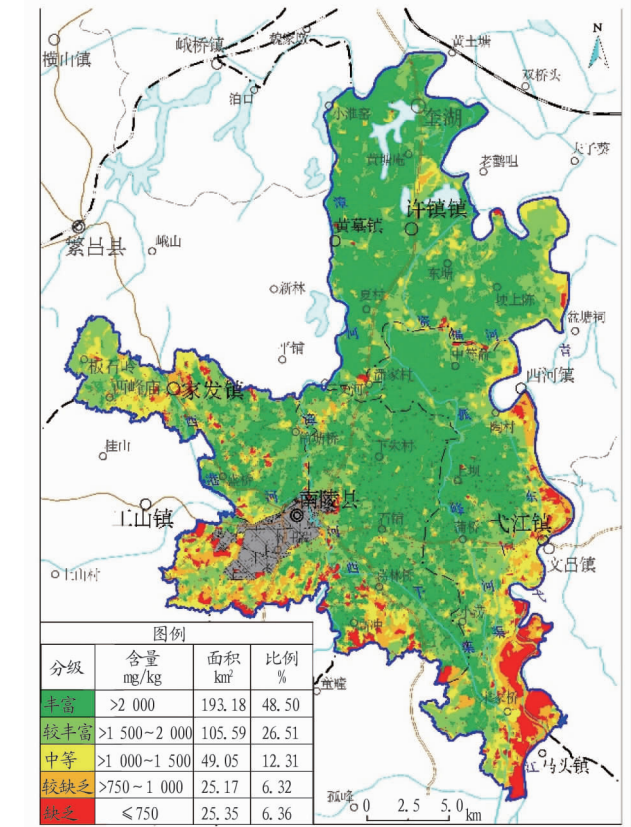


图3 土壤氮丰缺分级

Fig.3 Classification of soil nitrogen abundance and deficiency

于区内平原一带,缺乏土壤分布于南陵县南部低山丘陵地带。磷的分布与土壤耕作状况相关,在农田区多低背景-高背景,圩区、资福河、孤峰河、青弋江等河流沿岸多高背景-高值,在红色碎屑岩及酸性岩类风化物母质分布区多低背景-低值分布。

土壤有效磷缺乏较为严重,区内有70.97%的土壤有效磷含量在10 mg/kg以下,其中低于5 mg/kg的缺乏土壤面积36.05%;较丰富-丰富土壤分布面积较少,仅占研究区总面积的14.40%,主要分布在青弋江沿岸。

对土壤中磷与有效磷进行相关性分析,结果发现(图6),区内磷与有效磷相关趋势不明显,可能受到土壤中磷的

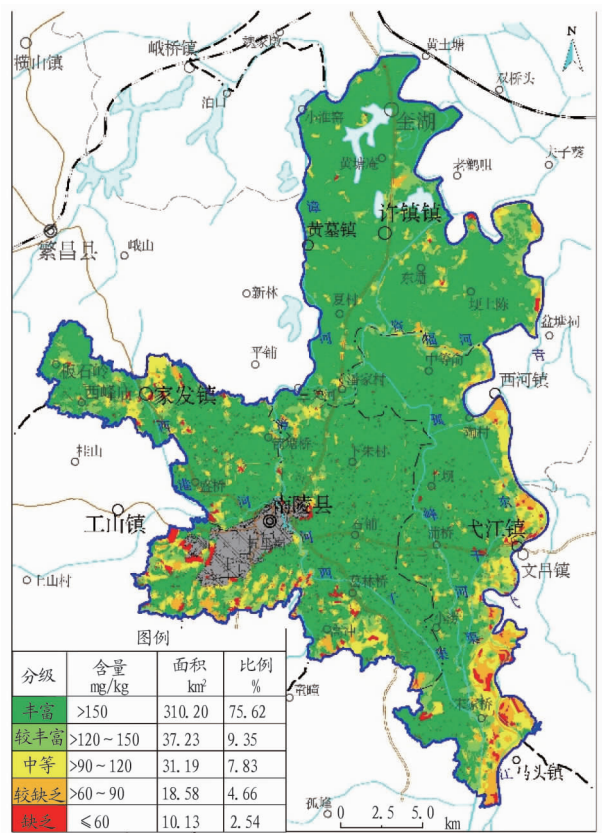


图4 土壤碱解氮丰缺分级

Fig.4 Classification map of soil available nitrogen abundance and deficiency

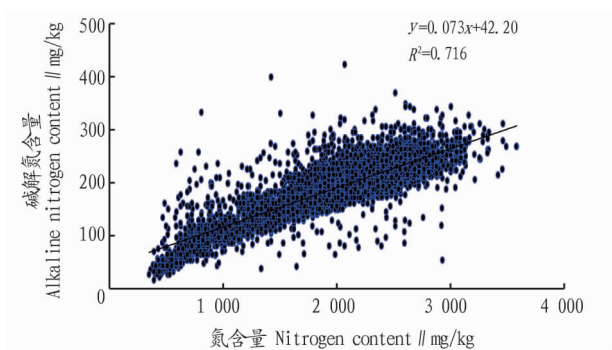


图5 土壤氮和碱解氮之间的相关性

Fig.5 Correlation between soil nitrogen and available nitrogen

存在形态的影响,同时,人为活动也会不同程度地改变土壤中的磷含量等。

2.2.3 氧化钾与速效钾的分布特征。从图7可以看出,区内土壤氧化钾含量为6.6~73.4 g/kg,平均含量20.7 g/kg,弋江镇土壤氧化钾平均含量最高,籍山镇最低,在弋江镇、许镇镇资福河周边为高背景-高值,许镇镇中部地区为背景-低背景,红色碎屑岩类风化物母质分布区域氧化钾含量亦呈低背景-低值含量分布,在家发镇西酸性岩类风化物母质分布区为高值含量分布。土壤氧化钾丰缺分布特征明显,以孤峰河为界,以西地区分布较缺乏-缺乏土壤,两者分布面积占研究区总面积的39.94%;而孤峰河以东则分布较丰富-丰富土壤,两者分布面积144.8 km<sup>2</sup>,占研究区总面积的36.35%。

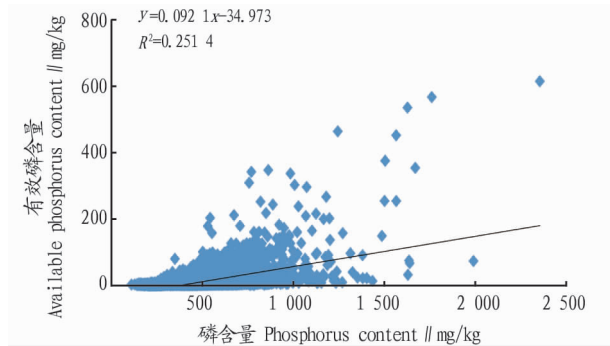


图6 土壤磷和有效磷之间的相关性

Fig.6 Correlation between soil phosphorus and available phosphorus

从图8可以看出,土壤速效钾含量适中,含量在100~150 mg/kg的土壤面积210.55 km<sup>2</sup>,占研究区总面积的52.86%;较丰富-丰富土壤分布较为零散,分布特征不明显。

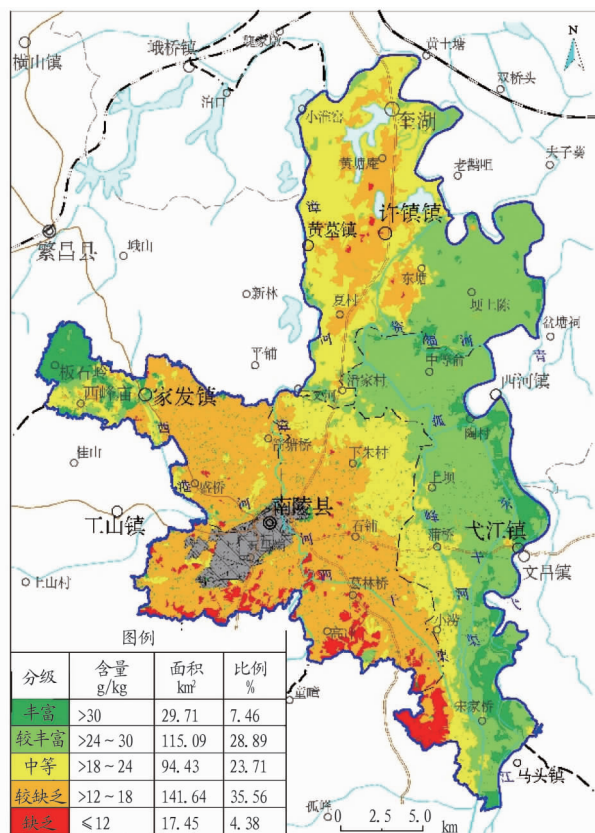


图7 土壤氧化钾丰缺分级

Fig.7 Classification of soil potassium oxide abundance and deficiency

2.3 土壤养分地球化学综合等级评价 依据《土地质量地球化学调查规范》(DZ/T 0295—2016),对研究区耕地土壤养分地球化学综合等级进行评价<sup>[20-21]</sup>,结果发现(图9),区内土壤养分地球化学以三级(中等)土壤为主,占研究区总面积的58.45%;一级土壤分布极少,仅占研究区总面积的0.11%;二级(较丰富)土壤分布面积93.25 km<sup>2</sup>,占研究区总面积的23.41%,二级土壤主要分布于埂上陈-中等俞-蒲桥一带。从单元素丰缺分级评价看,二级土壤主要源于氮和氧化钾,而四级(较缺乏)和五级(缺乏)土壤则主要受到氧化钾和磷

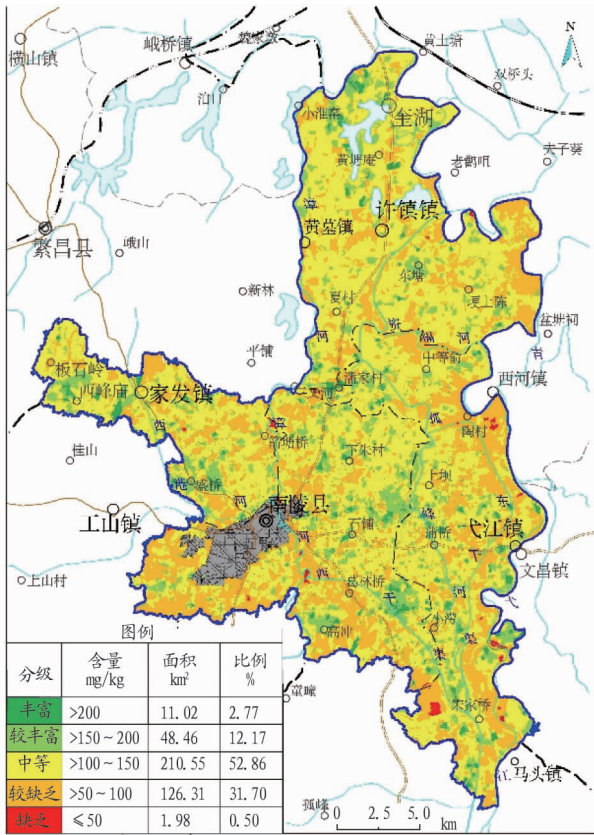


图8 土壤速效钾丰缺分级

Fig.8 Classification of available potassium in soil

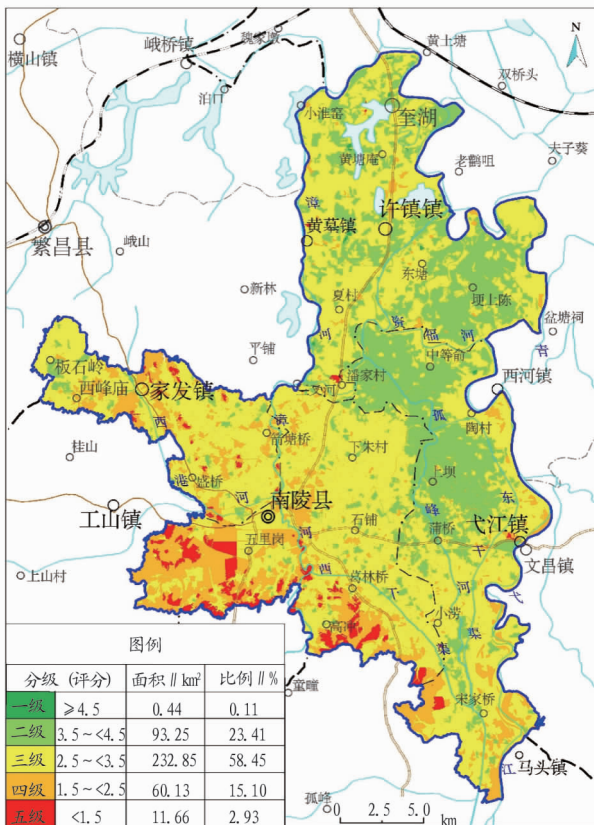


图9 土壤养分地球化学综合等级

Fig.9 Comprehensive level map of soil nutrient geochemistry

的共同影响<sup>[22-23]</sup>。

### 3 结论

(1)土壤氮和碱解氮在研究区内以丰富为主,且两者相关性较好,相关系数高达0.85,可能与土地利用类型有关。

(2)磷及有效磷在区内主要表现为较缺乏-缺乏,两者相关性较差,可能与磷在土壤中的存在形式及人为活动有关。

(3)氧化钾在区内分布主要表现为较丰富-中等-较缺乏3种,呈正态分布,孤峰河两侧分布差异明显;速效钾在区内零星分布,特征不明显。

(4)区内土壤养分地球化学综合评价结果以三级(中等)土壤为主,占研究区总面积的58.45%。

### 参考文献

- [1] 蒙勇,马明亮.广西三江梦石岭片区农用地土壤地球化学特征及其质量评价[J].矿产与地质,2018,32(5):933-942.
- [2] 高非非,李家华,周平,等.云南省普洱市茶园土壤养分调查分析[J].土壤通报,2013,44(2):398-402.
- [3] 黄子龙,林清梅,李春林,等.广西宜州市土壤重金属元素地球化学特征[J].矿产与地质,2019,33(2):348-352.
- [4] 李明辉,吴正,刘超,等.安徽西部大别山区土壤养分丰缺状况研究[J].西部资源,2019(5):184-186.
- [5] 张日升,贾树海,张国剑,等.基于GIS的樟子松种植适宜性评价研究[J].土壤通报,2019,50(3):555-561.
- [6] 严明书,吴春梅,蒙丽,等.重庆市黔江猕猴桃果园土壤养分状况分析[J].物探与化探,2019,43(5):1123-1130.
- [7] 黄昌勇.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [8] 陆景陵.植物营养学[M].北京:中国农业大学出版社,2001.
- [9] 颜雄,张杨珠,刘晶.土壤肥力质量评价的研究进展[J].湖南农业科学,2008(5):82-85.
- [10] 全国土壤普查办公室.全国第二次土壤普查暂行技术规程[M].北京:农业出版社,1979:1-53.
- [11] 安徽省地质矿产局.安徽省区域地质志[M].北京:地质出版社,1987:1-721.
- [12] 安徽省土壤普查办公室.安徽土壤[M].北京:科学出版社,1996:1-254.
- [13] 倪绍祥.土地类型与土地评价概论[M].2版.北京:高等教育出版社,1999:1-225.
- [14] 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/T 0295—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [15] 严玉梅,李水利,李茹,等.陕西省耕地土壤养分现状与分布特征[J].土壤通报,2019,50(6):1298-1305.
- [16] 许宗林,苟曦,李昆,等.四川省耕地土壤养分分布特征与动态变化趋势探讨[J].西南农业学报,2008,21(3):718-723.
- [17] 蒋小燕,张琴,谢振东.鄱阳湖及周边经济区表层土壤营养元素分布现状与丰缺评价[J].地质调查与研究,2010,33(3):226-231.
- [18] 赵明松,李德成,张文凯,等.淮北平原农田土壤养分空间变异特征:以安徽省蒙城县为例[J].土壤通报,2014,47(3):611-617.
- [19] 邵代兴,周开芳,刘红,等.遵义市耕地土壤的养分含量及其变化趋势[J].贵州农业科学,2017,45(5):62-65.
- [20] 苏有健,廖万有,王辉军,等.安徽典型山地茶园养分状况与土壤特性的研究[J].中国农学通报,2013,29(28):205-210.
- [21] 游桂芝,鲍大忠,李丕鹏,等.贵州省安龙县耕地土壤有效态微量元素丰缺评价[J].贵州地质,2020,37(3):390-395,403.
- [22] 骆珊,张德明,彭成龙,等.乌蒙山区毕节市耕地土壤养分丰缺评价及其变化趋势[J].贵州地质,2020,37(3):258-265.
- [23] 赵西强,战金成,王增辉,等.菏泽地区耕层土壤肥力地球化学评价[J].山东农业科学,2014,46(9):95-97.