

## 哈尔滨-绥化地区土壤氮储量及其时空变化特征

张 立,崔玉军,刘国栋,李 瑛,孙振伟

(黑龙江省地质调查研究总院,黑龙江 哈尔滨 150036)

**摘 要** :依据多目标区域地球化学调查成果,按照中国地质调查局下发的《全国土壤碳储量及各类元素(氧化物)储量实测计算暂行要求》,以表层土壤样品分析单元( $4\text{ km}^2$ )为计算单位,对哈尔滨-绥化地区表层土壤(0~20 cm)氮储量进行计算.研究了不同生态系统和不同土壤类型土壤氮储量、氮密度的差异,研究了 20 年来土壤氮储量的变化特征及成因.结果表明研究区土壤氮储量略微增加,这主要是由于湿地生态系统和森林生态系统对土壤的固氮效果显著造成的.

**关键词** :氮储量;土壤;固氮作用;哈尔滨-绥化

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2014.02.019

## SOIL NITROGEN STORAGE AND ITS VARIATION IN SPACE AND TIME IN HARBIN-SUIHUA AREA

ZHANG Li, CUI Yu-jun, LIU Guo-dong, LI Ying, SUN Zhen-wei

(Heilongjiang Institute of Geological Exploration and Research, Harbin, 150036, China)

**Abstract** : Based on the multi-objective regional geochemical survey, the nitrogen reserves in surface soil (0 – 20 cm) in Harbin-Suihua area are calculated, with comparison of soil nitrogen density between different ecosystems and different soil types. The variation characteristics of soil nitrogen storage in the last 20 years are studied. The result shows a slightly increase of soil nitrogen storage during this period, which is caused by the remarkable effects of wetland and forest ecosystem on soil nitrogen fixation.

**Key words** : nitrogen storage; soil; soil nitrogen fixation; Harbin-Suihua area

### 0 引言

氮是土壤肥力的主要营养元素,也是植物需求量最大的元素,对植物生命活动以及作物产量和品质均有极其重要的作用.陆地生态系统是“氮源”还是“氮汇”,主要取决于土壤氮库的变化.因此,研究土壤氮储量成为全球变化科学的一个重点和热点<sup>[1]</sup>.土壤氮库的微小变化就可能导致大气中  $\text{N}_2\text{O}$  浓度发生较大变化,从而影响全球气候变化<sup>[2]</sup>.本文以黑龙江省哈尔滨-绥化地区表层土壤为研究对象,以多目标区域地球化学调查获得的土壤氮分析数据为依据,以 1980 年代第二次土壤普查资料为参照,分析研究哈尔滨-绥化地区不同生态系统、不同土壤类型氮储量及其变化特征.

### 1 区域概况

#### 1.1 地理概况

哈尔滨-绥化地区位于黑龙江省松嫩平原东南部,小兴安岭西麓.地理坐标  $126^{\circ}00'\sim 128^{\circ}15'E$ ,  $45^{\circ}40'\sim 47^{\circ}25'N$ ,面积约  $30\,700\text{ km}^2$ (图 1).研究区北部和东部主要为丘陵和小兴安岭山地,其他地区主要为平原区.地势总体呈东北高西南低的特征,东北部一般海拔在 350~450 m.主要水系有松花江、海伦河、通肯河、诺敏河、欧根河和木兰达河,均属于松花江水系.

#### 1.2 地质概况

研究区新生界地层广泛发育,主要有古近系达连河组,中更新统上荒山及下荒山组,上更新统哈尔滨组及顾乡屯组,全新统高、低河漫滩堆积层;古生界地层

收稿日期 2013-05-27 修回日期 2013-06-06 编辑 张哲

基金项目:中国地质调查局“全国土壤现状调查及污染防治专项”项目(编号 GZTR20080103)资助.

作者简介:张立(1981—)男,硕士,工程师,从事生态地球化学研究工作.通信地质:黑龙江省哈尔滨市香坊区新乡里街 9 号 E-mail//13936424975@163.com

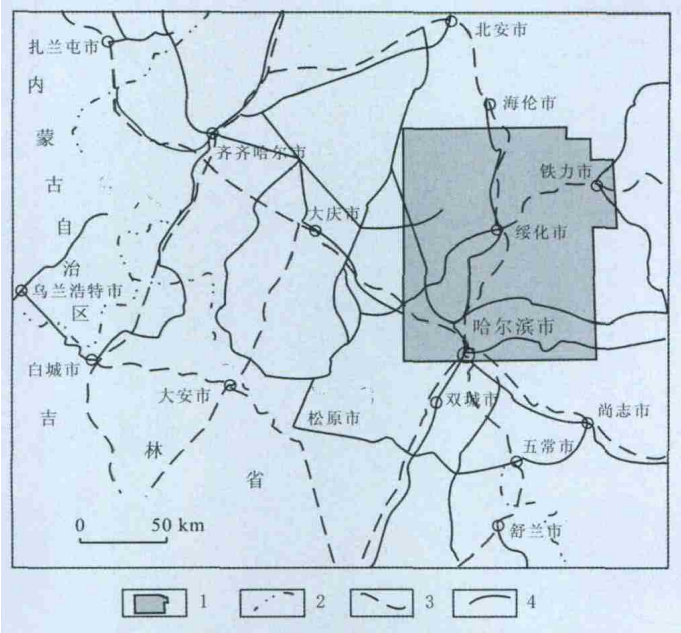


图 1 哈尔滨-绥化地区交通位置图

Fig. 1 Location map of Harbin-Suihua area

1—研究区(studied area) 2—省界(provincial boundary) 3—铁路(railway) 4—公路(road)

出露泥盆系黑龙宫组,二叠系土门岭组及二叠系上统一三叠系下统五道岭组;中生界地层出露侏罗系中统太安屯组,白垩系下统板子房组、宁远村组、建兴组、洮淇河组及白垩系上统姚家组、嫩江组、明水组。

2 样品采集分析与资料收集

本次研究样品的采集是依据多目标地球化学调查规范工作要求,采样密度为每 1 km<sup>2</sup> 采集 1 件土壤样品,采样深度为 0~20 cm. 土壤样品按照 4 km<sup>2</sup> 组合 1 件分析样品,共分析 54 项地球化学指标. 样品分析质量控制采用国家一级土壤地球化学标准物质 GBW 以及外部监控标准. 为了更直观地反映从 1980 年代到现在哈尔滨-绥化地区土壤氮储量的变化特征,本次研

究收集了哈尔滨-绥化地区第二次土壤普查分析的土壤氮含量数据资料.

3 土壤氮储量的计算方法

按照中国地质调查局下发的《全国土壤碳储量及各类元素(氧化物)储量实测计算暂行要求》,采用指数模型,对研究区进行表层土壤氮储量实测计算. 以表层土壤样品分析单元(4 km<sup>2</sup>)为计算单位,计算单位表层土壤氮含量,求出单位土壤层平均全含量<sup>[3]</sup>.

表层(0~20 cm)单位土壤氮量计算公式:

单位土壤氮量(USEA<sub>N, 0-20 cm</sub>)= $N_{表} \times D \times 4 \times 10^4 \times p_{表}$

式中  $N_{表}$  为表层土壤氮含量值(%) ;  $D$  为表层土壤采样深度,本次采样深度以 20 cm 计算 ;  $A$  为单位土壤面积(km<sup>2</sup>) ;  $10^4$  为单位土壤面积换算系数 ;  $p_{表}$  为表层土壤容重(t/m<sup>3</sup>). 土壤容重资料以《黑龙江土壤》为依据<sup>[4]</sup>.

4 氮储量及其变化特征

4.1 不同生态系统氮储量

从研究区各生态系统表层土壤氮储量估算结果(表 1)看,土壤氮主要储存在农田生态系统中,这主要与农田生态系统占全区面积比例最大(达到 86.42%)有很大的关系. 森林生态系统面积只占全区的 9.95%,而土壤氮储量却占全区氮储量的 12.62%. 各生态系统土壤氮储量由高到低依次为:农田生态系统→森林生态系统→草原生态系统→湿地生态系统→湖泊生态系统→城镇生态系统. 各生态系统土壤单位面积氮储量由高到低排序依次为:湿地生态系统→森林生态系统→农田生态系统→草原生态系统→城镇生态系统→湖泊生态系统. 其中湿地生态系统土壤单位面积氮储量最高,是全区平均值的 1.73 倍.

表 1 表层土壤不同时代各生态系统氮储量估算对比表

Table 1 Nitrogen storage in surface soil of each ecosystem in different times

| 生态系统   | 面积    | 比例    | 当前多目标地球化学调查 |       |      | 1980 年代第二次土壤普查 |       |      |
|--------|-------|-------|-------------|-------|------|----------------|-------|------|
|        |       |       | 全氮储量        | 比例    | 平均储量 | 全氮储量           | 比例    | 平均储量 |
| 城镇生态系统 | 204   | 0.66  | 78039       | 0.54  | 383  | 77386          | 0.56  | 379  |
| 农田生态系统 | 26532 | 86.42 | 11989421    | 83.62 | 452  | 11879947       | 86.21 | 448  |
| 森林生态系统 | 3056  | 9.95  | 1809907     | 12.62 | 592  | 1404190        | 10.19 | 459  |
| 湖泊生态系统 | 248   | 0.81  | 85878       | 0.60  | 346  | 102397         | 0.74  | 413  |
| 草原生态系统 | 432   | 1.41  | 187500      | 1.31  | 434  | 207132         | 1.5   | 479  |
| 湿地生态系统 | 228   | 0.75  | 186730      | 1.31  | 819  | 110088         | 0.8   | 483  |
| 合计     | 30700 | 100   | 14337475    | 100   | 467  | 13781140       | 100   | 449  |

面积单位为 km<sup>2</sup>,储量单位为 t,平均储量单位为 t/km<sup>2</sup>,比例为%.

4.2 不同土壤类型氮储量

按照研究区划分的 7 种不同土壤类型,对表层土壤氮的储量进行了估算(表 2).结果表明,黑土和草甸土的氮储量最高.土壤氮总储量由高到低依次为:黑土→草甸土→黑钙土→暗棕壤→白浆土→水稻土→沼泽土.受研究区各土壤类型面积大小的影响,黑土和草甸土共占研究区土壤 77.22%的氮储量,水稻土和沼泽土仅占研究区土壤 2.84%的氮储量.土壤氮储量按单位面积储量比较,由高到低依次为:暗棕壤→沼泽土→水稻土→白浆土→草甸土→黑土→黑钙土.其中暗棕壤和沼泽土的单位面积氮储量较高,分别超过全区土壤单位面积氮储量平均值的 29.55%和 17.56%,这与两种土壤类型所处的生态环境及植被覆盖率有直接关系.黑土、黑钙土单位面积土壤氮储量较低.

4.3 土壤氮储量时空变化特征

利用第二次土壤普查数据资料,编制了研究区 1980 年代土壤氮含量分级图(图 2).与当前土壤氮含量分级图(图 3)进行对比研究,发现土壤氮含量大于  $2000\times 10^{-6}$ (一级)的面积有所减少,氮含量在  $1500\times 10^{-6}\sim 2000\times 10^{-6}$ (二级)的面积大幅度增加,土壤氮含量  $1000\times 10^{-6}\sim 1500\times 10^{-6}$ (三级)的面积略有增加,土壤氮含量在  $750\times 10^{-6}\sim 1000\times 10^{-6}$ (四级)的面积明显减少.

第二次土壤普查时,研究区土壤(0~20 cm)全氮总量为  $0.138\times 10^8$  t,单位面积全氮平均含量为  $449\text{ t/km}^2$ .在各生态系统中,湿地生态系统土壤单位面积全氮含量最高,平均含量为  $484\text{ t/km}^2$ ,其次是草原生态系统、森林生态系统、农田生态系统、湖泊生态系统和城镇生态系统.按不同土壤类型进行统计,水稻土的单位面积全氮含量最高,其次是草甸土.

当前该地区表层土壤中全氮总量为  $0.143\times 10^8$  t,单位面积全氮平均储量为  $467\text{ t/km}^2$ .湿地生态系统单

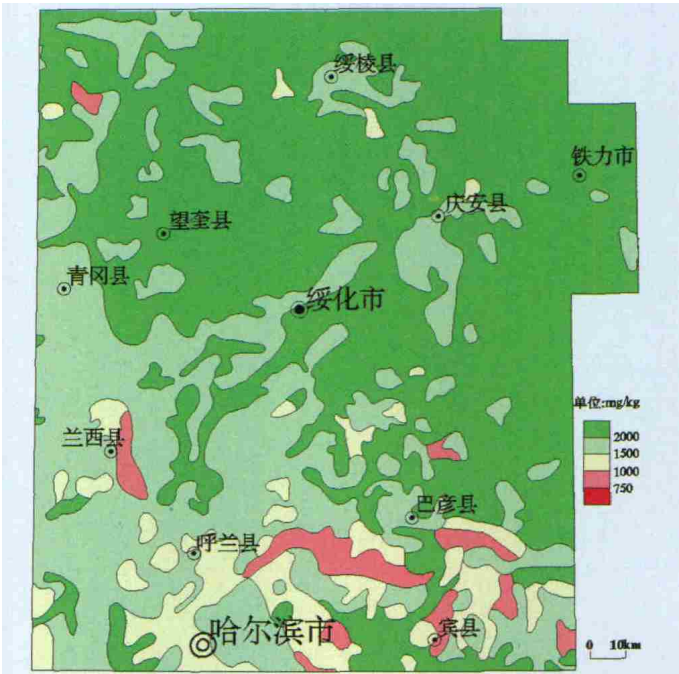


图 2 研究区 1980 年代土壤氮含量分级图  
Fig. 2 Grading of soil nitrogen contents in study area in 1980s

位面积全氮储量最高,达到  $819\text{ t/km}^2$ ,其次是森林生态系统、农田生态系统、草原生态系统、城镇生态系统和湖泊生态系统.按不同土壤类型进行统计,暗棕壤的单位面积全氮储量最高,其次是沼泽土和水稻土.

根据不同时期土壤氮储量的计算结果,采用减法运算得到研究区土壤氮密度的增加和减少情况,即过去 20 年来哈尔滨-绥化地区土壤氮元素收支平衡图(图 4).图中绿色区域表示从 1980 年代到目前 20 年来土壤氮储量增加地区,红色区域表示 20 年来土壤氮储量减少地区.研究区土壤氮密度变化的平均值为  $16.46\text{ t/km}^2$ ,即总体上 20 年来哈尔滨-绥化地区土壤氮储量是增加的.从图 4 可以明显地看出土壤氮储量

表 2 表层土壤不同时代各土壤类型氮储量估算对比表  
Table 2 Nitrogen storage in surface soil of different soil types in different times

| 土壤类型 | 面积    | 比例    | 当前多目标地球化学调查 |       |      | 1980 年代第二次土壤普查 |       |      |
|------|-------|-------|-------------|-------|------|----------------|-------|------|
|      |       |       | 全氮储量        | 比例    | 平均储量 | 全氮储量           | 比例    | 平均储量 |
| 黑土   | 12796 | 41.68 | 5591430     | 39    | 437  | 5737164        | 41.63 | 448  |
| 草甸土  | 11416 | 37.18 | 5480210     | 38.22 | 480  | 5234215        | 37.98 | 458  |
| 黑钙土  | 2572  | 8.38  | 1120875     | 7.82  | 436  | 1116480        | 8.10  | 434  |
| 白浆土  | 1584  | 5.16  | 782295      | 5.45  | 494  | 671216         | 4.87  | 424  |
| 暗棕壤  | 1580  | 5.15  | 956502      | 6.67  | 605  | 681555         | 4.95  | 431  |
| 水稻土  | 492   | 1.60  | 263452      | 1.84  | 535  | 241900         | 1.75  | 492  |
| 沼泽土  | 260   | 0.85  | 142711      | 1     | 549  | 98610          | 0.72  | 379  |
| 合计   | 30700 | 100   | 14337475    | 100   | 467  | 13781140       | 100   | 449  |

面积单位为  $\text{km}^2$ ,储量单位为 t,平均储量单位为  $\text{t/km}^2$ ,比例为%.

