

阿旺乡河道沿岸土壤矿物元素特征 及与岩石地表水农作物相关性分析

拉姆罗珍¹, 袁宏², 洛桑塔青¹, 欧阳文杰²

¹西藏自治区地质矿产勘查开发局第六地质大队, 西藏 拉萨

²四川省核工业地质调查院, 四川 成都

收稿日期: 2021年12月5日; 录用日期: 2022年1月7日; 发布日期: 2022年1月14日

摘要

采用数据统计、相关性分析方法研究了贡觉县阿旺乡三条交汇河道沿岸土壤硒、钼、铜、钙、锌五种矿物元素含量特征及相关关系, 结果表明, 研究区土壤Ca表现为强变异性, 地表水Se、Cu、Mo、Zn表现为强变异性, 岩石Mo、Se、Ca表现为强变异性, 牧草Se表现为强变异性。土壤样Se、Cu、Zn含量最高, 牧草样Mo含量最高, 岩石样Ca含量最高。对于硒、钼、铜、钙、锌五种矿物元素, 研究区土壤、水、岩石、牧草样品均未有显著的线性相关性特征。

关键词

土壤, 矿物元素, 相关性

Characteristics of Soil Mineral Elements along the River in Awang Township and Their Correlation with Rock, Surface Water and Crops

Lamuluozhen¹, Hong Yuan², Luosangtaqing¹, Wenjie Ouyang²

¹Tibet Autonomous Region Geological and Mineral Exploration and Development Bureau, Lhasa Tibet

²Sichuan Institute of Nuclear Geology, Chengdu Sichuan

Received: Dec. 5th, 2021; accepted: Jan. 7th, 2022; published: Jan. 14th, 2022

文章引用: 拉姆罗珍, 袁宏, 洛桑塔青, 欧阳文杰. 阿旺乡河道沿岸土壤矿物元素特征及与岩石地表水农作物相关性分析[J]. 土壤科学, 2022, 10(1): 15-23. DOI: 10.12677/hjss.2022.101003

Abstract

The content characteristics and correlation of five mineral elements Se, Mo, Cu, Ca and Zn in soil along the three confluence rivers in Awang Township, Gongjue county were studied by means of data statistics and correlation analysis. The results showed that soil Ca showed strong variability, surface water Se, Cu, Mo and Zn showed strong variability, and rock Mo, Se and Ca showed strong variability, forage Se showed strong variability. The contents of Se, Cu and Zn in soil samples are the highest, the content of Mo in forage samples is the highest, and the content of Ca in rock samples is the highest. For the five mineral elements of Se, Mo, Cu, Ca and Zn, there is no significant linear correlation among soil, water, rock and forage samples in the study area.

Keywords

Soil, Mineral Elements, Relevance

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土壤中含有多种矿物元素[1], 包括 P、K、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、B、Mo、Cl 等, 这些元素是植物生长需要的营养元素, 对保证植物正常生长具有重要作用。阿旺乡是西藏昌都阿旺特色品种绵羊的主要养殖区, 养殖主要采用游牧方式野外散养。随着乡村振兴战略的实施推进, 加强原产地的调查和分析等相关工作日益受到关注[2]-[14]。本研究通过对阿旺乡河道沿岸土壤、地表水、岩石、牧草进行采样调查, 研究了当地土壤、地表水、岩石、牧草的硒、钼、铜、钙、锌五种元素含量特征状况, 并分析了相关关系, 为当地土壤肥力改良和牧业的长远发展提供数据支撑。

2. 研究背景

2.1. 研究区概况

研究区——阿旺乡位于贡觉县东南部的草原上, 海拔 3700~5290 米, 平均海拔 4030 米。阿旺乡地层区划属羌塘 - 三江构造地层大区中昌都 - 芒康地层分区, 出露地层主要为中生代马拉松多组, 甲丕拉组、波里拉组、阿堵拉组、夺盖拉组及古近纪贡觉组。岩性主要为一套灰岩、碎屑岩夹火岩, 其中马拉松多组火山岩及燕山期侵入岩风化后为该区提供了大量的有益微量元素, 为研究区畜牧业发展奠定了物质基础。

阿旺乡地理属纯牧业乡, 属丘状高原地貌, 丘原地表平坦, 丘顶多浑圆, 河谷宽平, 是高原生态畜牧业的理想牧场[15]。本文在这三条交汇河道沿岸开展土壤、地表水、岩石、牧草采样调查, 以研究当地矿物元素状况, 研究区如图 1 所示。

2.2. 样品采集

依据《土地质量地球化学评价规范(DZ/T 0295-2016)》[16]的规范要求, 土壤采样点用网格法进行均匀布点, 采样深度 0~20 cm, 每一个采样点用 GPS 记录采样点的坐标、现场填写采样记录表、拍照和编

号。每个土壤样品采集采用梅花法采集点位及周边分点位置土壤,等重量混匀后用四分法去除多余土壤,用竹片装入塑封袋中,重量约 1.5 kg。共采集表层土壤样品 281 件。研究区主要以原生态草场为主、以天然水源和降雨为主要灌溉水源,水样布点采用网格法进行均匀布点,测量网网格按照 1200×1200 m 设置(采样密度约 1 点/ km^2)。每个网格内根据实地情况选择在水系入口或渠首和灌溉口处采集样品采集 1 个(含原水样、酸化水样),共采集水样 51 件。岩石样按照具有代表性与典型性原则,根据地形地貌及研究区岩石出露情况,在基岩中布设岩石采样点,重点是岩石风化后对土壤微量元素有较大影响的地质单元,共采集岩石样 31 件,每件约 1.5 kg。农作物牧草样品布点按照具有代表性与典型性原则,采用网格布点法进行布点,测量网网格按照 800×800 m 设置(采样密度约 2 点/ km^2),实际采样中根据牧草分布具体环境情况,并结合土壤采样点布设情况采集代表性样品。植物采样时根据地块情况用棋盘法、梅花点法、对角线法、蛇形法等,在采样网格内按照等量整株多点采集混匀组成 1 件样品,每件样品重量约 1.0 kg,共采集牧草样 101 件。

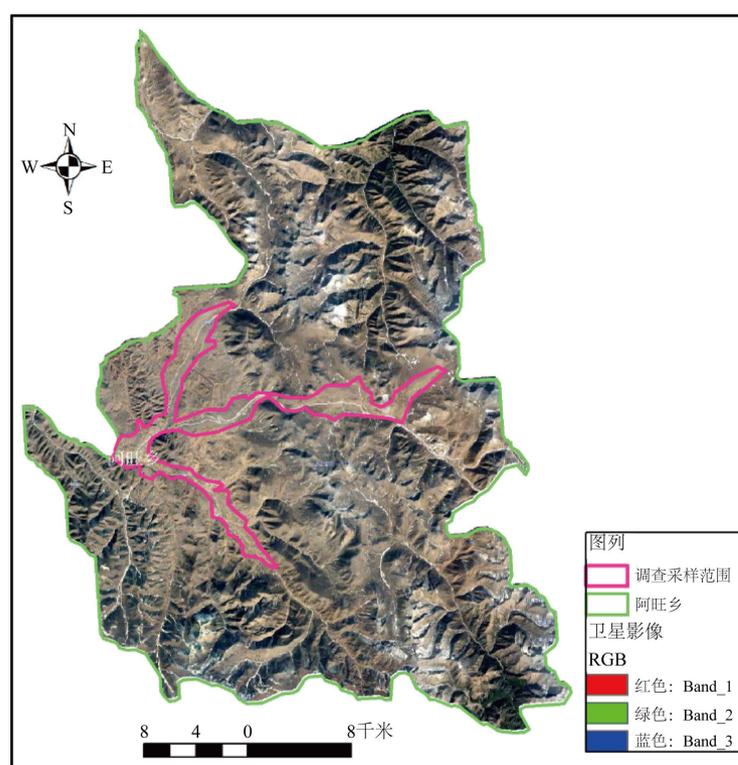


Figure 1. Scope of the study area
图 1. 研究区范围

样品检测由西南冶金地质测试所完成。土壤样品主要分析理化性质、微量元素和养分元素,水样品主要分析水质和微量元素,岩石样品主要分析有益及有害元素,植物样品主要分析重金属和微量元素,其中矿物元素主要包括铜、锌、镉、铬、铅、镍、铁、锰、硒、钼、钙等。

3. 结果与分析

3.1. 描述性统计

研究区土壤样品检测结果如表 1。从表中变异系数看,研究区土壤 Ca 含量的变异性最大(1.244),表

现为强变异性, 说明 Ca 元素在研究区的土壤中分布较不均匀。其余的 Se、Cu、Mo、Zn 元素含量均表现为中等变异性, 无弱变异性。

Table 1. Descriptive statistical analysis of soil samples

表 1. 土壤样品描述性统计分析

项目	最小值	最大值	平均	标准差	变异系数
Se	0.044	0.855	0.141	0.072	0.514
Cu	7.033	213.853	26.322	16.344	0.621
Mo	0.275	4.775	0.914	0.444	0.486
Zn	33.903	208.827	86.111	24.080	0.280
Ca	1572.327	67824.471	6118.189	7611.591	1.244

研究区水样检测结果如表 2。从表中变异系数看, 研究区水 Se 含量的变异性最大(7.07), 与 Cu、Mo、Zn 均表现为强变异性, 说明 Se、Cu、Mo、Zn 元素在研究区的地表水中分布较不均匀。而 Ca 元素含量表现为中等变异性。

Table 2. Descriptive statistical analysis of water samples

表 2. 水样描述性统计分析

元素	最小值	最大值	平均	标准差	变异系数
Se	0	0.001265	0.0000253	0.000179	7.07
Ca	0.6836	98.7367	21.7139	16.94238	0.78
Cu	0.000103	0.00605	0.00098	0.001352	1.38
Mo	0	0.002121	0.00044	0.000446	1.01
Zn	0	0.0143	0.0017	0.003133	1.88

研究区岩石样检测结果如表 3。从表中变异系数看, 研究区岩石 Mo 含量的变异性最大(1.31), 与 Se、Ca 均表现为强变异性, 说明 Mo、Se、Ca 元素在研究区的岩石中分布较不均匀。而 Cu、Zn 元素含量表现为中等变异性。

Table 3. Descriptive statistical analysis of rock samples

表 3. 岩石样品描述性统计分析

元素	最小值	最大值	平均	标准差	变异系数
Cu	1.55	45.85	16.09	10.42	0.65
Mo	0.13	4.81	0.62	0.80	1.31
Se	0.01	0.36	0.06	0.07	1.04
Zn	21.70	324.03	69.39	53.67	0.77
Ca	1429.39	391330.76	83605.38	108464.00	1.30

研究区牧草样检测结果如表 4。从表中变异系数看, 研究区牧草 Se 含量的变异性最大(1.67), 表现为

强变异性, 说明 Se 元素在研究区的牧草中分布较不均匀。其余的 Ca、Cu、Mo、Zn 元素含量均表现为中等变异性, 无弱变异性。

Table 4. Descriptive statistical analysis of forage samples

表 4. 牧草样品描述性统计分析

项目	最小值	最大值	平均	标准差	变异系数
Se	0.002	0.289	0.028	0.047	1.67
Cu	2.727	13.309	5.481	1.781	0.32
Mo	0.133	5.253	1.679	1.008	0.60
Zn	13.749	54.965	31.291	9.182	0.29
Ca	3252.725	15652.189	7698.081	2485.680	0.32

3.2. 数据对比分析

土壤样、岩石样、水样和牧草样 Se 含量数据箱图如图 2 所示。从图可见, 土壤样 Se 含量在数值区间上最大, 岩石样次之, 水样 Se 含量最小。

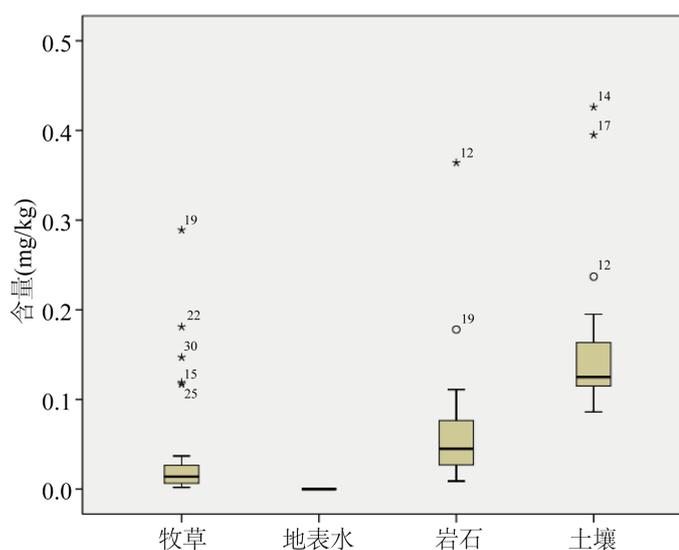


Figure 2. Box diagram of Se element content comparison

图 2. Se 元素含量对比箱图

土壤样、岩石样、水样和牧草样 Mo 含量数据箱图如图 3 所示。从图可见, 牧草样 Mo 含量在数值区间上最大, 土壤样次之, 水样 Mo 含量最小。

土壤样、岩石样、水样和牧草样 Cu 含量数据箱图如图 4 所示。从图可见, 土壤样 Cu 含量在数值区间上最大, 岩石样次之, 水样 Cu 含量最小。

土壤样、岩石样、水样和牧草样 Ca 含量数据箱图如图 5 所示。从图可见, 岩石样 Ca 含量在数值区间上最大, 土壤样和牧草样较为接近, 水样 Ca 含量最小。

土壤样、岩石样、水样和牧草样 Zn 含量数据箱图如图 6 所示。从图可见, 土壤样 Zn 含量在数值区间上最大, 岩石样次之, 水样 Zn 含量最小。

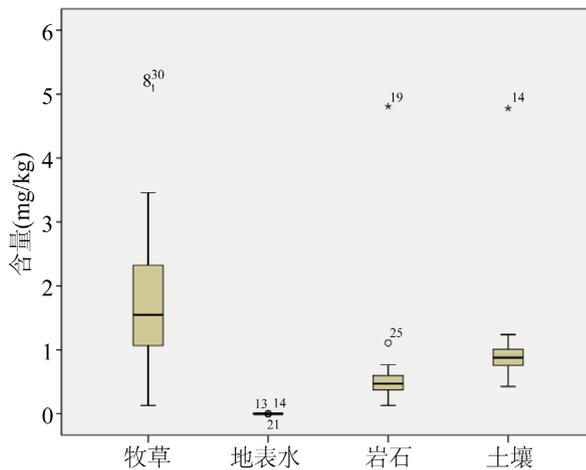


Figure 3. Box diagram of Mo element content comparison
图 3. Mo 元素含量对比箱图

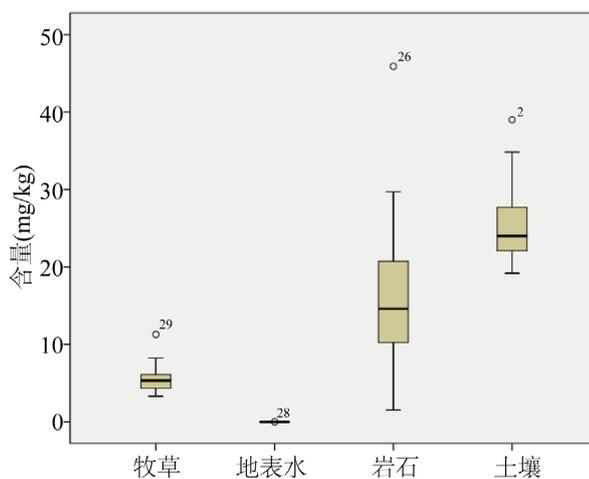


Figure 4. Box diagram of Cu element content comparison
图 4. Cu 元素含量对比箱图

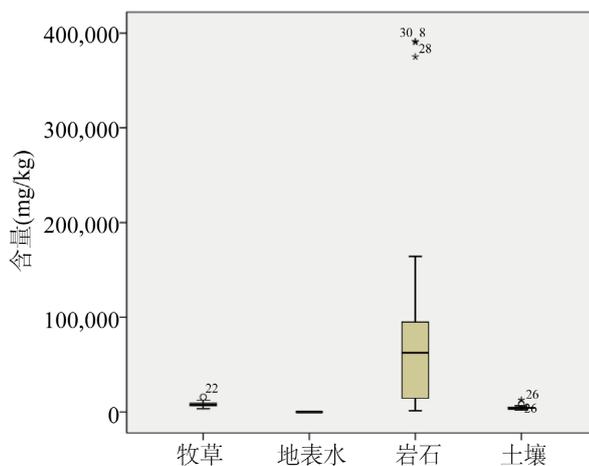


Figure 5. The comparison box diagram of Ca element content
图 5. Ca 元素含量对比箱图

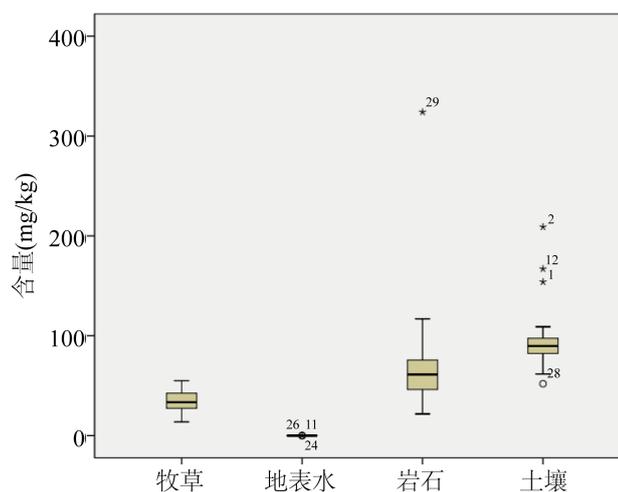


Figure 6. Zn element content comparison box diagram
图 6. Zn 元素含量对比箱图

3.3. 相关性分析

1) 硒元素

对研究区土壤、水、岩石、牧草样品硒元素数据进行皮尔逊(Person)相关性分析结果如表 5 所示。

Table 5. Pearson correlation of selenium

表 5. 硒元素皮尔逊相关性

	土壤	岩石	水	牧草
土壤	1	0.143	-0.102	-0.038
岩石	0.143	1	.a	0.191
水	0.102	.a	1	-0.057
牧草	-0.038	0.191	-0.057	1

a. 因为至少有一个变量为常量，所以无法进行计算。

可见，土壤、水、岩石、牧草样品硒元素含量之间未有显著的线性相关性特征。对牧草硒元素含量而言，牧草中硒元素含量与岩石的硒元素含量之间相关性最大($r = 0.191$)，表现为正相关。

2) 钼元素

对研究区土壤、水、岩石、牧草样品钼元素数据进行皮尔逊(Person)相关性分析结果如表 6 所示。

Table 6. Pearson correlation of molybdenum

表 6. 钼元素皮尔逊相关性

	土壤	岩石	水	牧草
土壤	1	0.030	-0.012	-0.092
岩石	0.030	1	-0.190	0.067
水	-0.012	-0.190	1	-0.079
牧草	-0.092	0.067	-0.079	1

可见, 土壤、水、岩石、牧草样品钼元素含量之间未有显著的线性相关性关系。对牧草而言, 与土壤、水、岩石钼元素含量之间的线性相关关系较弱, 从相关性系数大小看牧草钼元素含量与土壤、水钼元素含量之间表现为负相关, 与岩石钼元素含量之间表现为正相关。

3) 铜元素

对研究区土壤、水、岩石、牧草样品铜元素数据进行皮尔逊(Person)相关性分析结果如表 7 所示。

Table 7. Pearson correlation of copper element

表 7. 铜元素皮尔逊相关性

	土壤	岩石	水	牧草
土壤	1	-0.160	-0.150	0.152
岩石	-0.160	1	.034	-0.050
水	-0.150	0.034	1	-0.055
牧草	0.152	-0.050	-.055	1

可见, 土壤、水、岩石、牧草铜元素含量之间未有显著的线性相关关系。对牧草而言, 与土壤铜元素含量之间相关性最大($r = 0.152$, 表现为正相关), 与岩石和水铜元素含量之间表现为负相关。

4) 钙元素

对研究区土壤、水、岩石、牧草样品钙元素数据进行皮尔逊(Person)相关性分析结果如表 8 所示。

Table 8. Pearson Correlation of Calcium

表 8. 钙元素皮尔逊相关性

	土壤	岩石	水	牧草
土壤	1	0.016	0.158	0.067
岩石	0.016	1	0.261	-0.128
水	0.158	0.261	1	0.015
牧草	0.067	-0.128	0.015	1

可见, 土壤、水、岩石、牧草钙元素含量之间未有显著的线性相关关系。对牧草而言, 与岩石钙元素含量之间相关性最大($r = -0.128$, 表现为负相关), 与土壤、水钙元素含量之间表现为正相关。

5) 锌元素

对研究区土壤、水、岩石、牧草样品锌元素数据进行皮尔逊(Person)相关性分析结果如表 9 所示。可见, 土壤、水、岩石、牧草锌元素含量之间未有显著的线性相关关系。对牧草而言, 与岩石锌元素含量之间相关性最大($r = 0.188$, 表现为正相关), 与土壤、水锌元素含量之间也表现为正相关。

Table 9. Pearson correlation of zinc

表 9. 锌元素皮尔逊相关性

	土壤	岩石	水	牧草
土壤	1	0.085	-0.076	0.002
岩石	0.085	1	-0.054	0.188
水	-0.076	-0.054	1	0.087
牧草	0.002	0.188	0.087	1

4. 结语

本研究采用数据统计、相关性分析方法,对贡觉县阿旺乡三条交汇河道沿岸土壤、岩石、地表水和牧草的硒、钼、铜、钙、锌五种矿物元素含量特征及相关关系进行探究。结果表明:

1) 研究区土壤 Ca 表现为强变异性,地表水 Se、Cu、Mo、Zn 表现为强变异性,岩石 Mo、Se、Ca 表现为强变异性,牧草 Se 表现为强变异性。

2) 在数值区间上,土壤 Se、Cu、Zn 含量最大,牧草 Mo 含量最大,岩石 Ca 含量最大。

3) 对于硒、钼、铜、钙、锌五种矿物元素,研究区土壤、水、岩石、牧草样品均未有显著的线性相关性特征。

4) 对牧草而言,硒元素与岩石硒元素之间相关性最大($r = 0.191$, 表现为正相关);钼元素与土壤、水钼元素之间表现为负相关,与岩石钼元素之间表现为正相关;铜元素与土壤铜元素之间相关性最大($r = 0.152$, 表现为正相关);钙元素与岩石钙元素之间相关性最大($r = -0.128$, 表现为负相关);锌元素与岩石锌元素之间相关性最大($r = 0.188$, 表现为正相关)。

参考文献

- [1] 辛国省,龙瑞军,尚占环,等.青藏高原东北缘放牧草地土壤矿物元素含量及分布特征[J].草业学报,2012,21(2):8-17.
- [2] 文勇立,李辉,李学伟,等.川西北草原土壤及冷暖季牧草微量元素含量比较[J].生态学报,2007,27(7):2837-2846. <https://doi.org/10.3321/j.issn:1000-0933.2007.07.021>
- [3] 张铭杰,张昱,李小虎,等.干旱半干旱地区土壤矿物组成特征及其环境意义[J].兰州大学学报(自然科学版),2007,43(3):1-7. <https://doi.org/10.3321/j.issn:0455-2059.2007.03.001>
- [4] 赵文涛,王喜宽,张青,等.河套地区土壤矿物组成分析及与各元素的关系[J].物探与化探,2009,33(1):16-19.
- [5] 杜虎,宋同清,彭晚霞,等.木论喀斯特自然保护区表层土壤矿物质的空间异质性[J].农业工程学报,2011,27(6):79-84. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2011.06.014>.
- [6] 赵常青,孙影.土壤矿物的环境研究意义[J].黑龙江科技信息,2011(1):78. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-1328.2011.01.074>
- [7] 任明强,于晓红.贵州不同岩石背景土壤矿物与矿质养分的关系[J].贵州农业科学,2012,40(1):93-95,100. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-3601.2012.01.029>
- [8] 袁宏,赵利,王茂丽,等.西藏拉萨至曲水拉萨河沿岸农用地土壤硒锆空间分布与评价[J].土壤,2020,52(2):427-432. <https://doi.org/10.13758/j.cnki.tr.2020.02.028>
- [9] 李强,柳小妮,张德罡,等.祁连山自然保护区不同草地类型地上生物量和土壤微量元素特征分析[J].草原与草坪,2021,41(3):48-56. <https://doi.org/10.13817/j.cnki.cyycp.2021.03.007>
- [10] 马杰. 巩乃斯河流域典型草地生态学特征及土壤营养元素的空间异质性研究[D]:[博士学位论文].北京:中国科学院大学,2015.
- [11] 袁宏,薛勇,王茂丽,等.拉萨河达孜曲水段主要农作物品质现状分析[J].西藏农业科技,2019,41(4):5-9.
- [12] 袁宏,薛勇,王茂丽,等.拉萨河流域达孜曲水一带农作物品质与优势分析[J].高原农业,2019,3(5):500-505. <https://doi.org/10.19707/j.cnki.jpa.2019.05.005>
- [13] 罗松英,陈东平,陈碧珊,等.红树林湿地土壤矿物的分析[J].分析测试学报,2019,38(7):823-829. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-4957.2019.07.009>
- [14] 李莎莎,范夫静,宋同清,等.西南峡谷型喀斯特区坡地土壤矿物质的空间分布特征[J].生态学报,2014,34(18):5320-5327. <https://doi.org/10.5846/stxb201405100942>
- [15] 国家统计局农村社会经济调查司,编.中国县域统计年鉴·2020(乡镇卷)[M].北京:中国统计出版社,2021:591.
- [16] 中国地质大学(北京),湖北省地质实验研究所,中国地质调查局发展研究中心,中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所. 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.