

李朝阳, 杨玉辉, 王兴鹏. 灌溉水质对土壤碱解氮分布特征的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(11): 218–222.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.11.058

灌溉水质对土壤碱解氮分布特征的影响

李朝阳¹, 杨玉辉¹, 王兴鹏²

(1. 塔里木大学水利与建筑工程学院, 新疆阿拉尔 843300; 2. 中国农业科学院农田灌溉研究所, 河南新乡 453000)

摘要:通过咸淡水混合灌溉的方式, 探讨不同灌溉水质对红枣根区土壤碱解氮含量空间分布特征的影响。结果表明, 离滴头(或根区)越近的地方, 碱解氮总体含量越高, 离滴头越远的地方, 含氮量随之减少, 导致大部分氮素在滴头附近积聚; 不同矿化度的微咸水灌溉后, 土壤碱解氮在红枣根区整个剖面上的总体分布趋势为自上而下逐渐递减; 通过分析土壤碱解氮含量的变异性得出, 随着灌溉水矿化度的增大, 枣树根区土壤碱解氮含量的变异系数具有先增大后减小的趋势, 即 $CN0(\text{全淡}) < CN(\text{全咸}) < CN4(\text{咸淡水体积比 } 4:1) < CN1(\text{咸淡水体积比 } 1:1) < CN2(\text{咸淡水体积比 } 2:1) < CN3(\text{咸淡水体积比 } 3:1)$ 。表明, 枣树对碱解氮的利用与灌溉水矿化度的大小有关。

关键词:微咸水; 枣树; 碱解氮; 分布特征

中图分类号: S153.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)11-0218-04

土壤碱解氮包括无机态氮(铵态氮、硝态氮)、易水解的有机态氮(氨基酸、酰胺、易分解的蛋白质), 易被植物吸收, 是反映土壤供氮能力、衡量氮素水平高低的重要指标, 在植物生长中起着重要的作用^[1]。土壤碱解氮含量与土壤微生物量、后作产量、吸氮量存在较显著的相关关系, 不同纬度、尺度、植被类型下的土壤养分都会存在较强的空间变异特征和明显的差异性^[2-5]。在研究土壤碱解氮的过程中, 确定合理的采样点数量是高效获取土壤碱解氮空间变异特征的基础^[6]。随着成像技术的迅速发展, 充分利用高光谱谱段数据进行土壤性质的定量研究成为可能, 栾福明等应用高光谱反演建立了准确估算土壤高光谱碱解氮含量分析模型^[7-8]。土壤氮浓度显著影响作物生长, 合理的土壤氮浓度可以优化作物生物量和氮素的累积以及提高产量^[9]。灌溉水质的变化也会对碱解氮含量及空间变化产生影响。微咸水灌溉后, 土壤碱解氮含量会产生较为明显的降低, 矿化度越高, 碱解氮的转化率越低^[10-11]。上述关于土壤碱解氮的研究为后续研究提供了有益的参考。

南疆地区浅层地下水水质较差, 其矿化度在 2~10 g/L 之间^[11]。有关灌溉水质对枣园土壤肥力的影响研究相对较少, 致使其在南疆地区的资源化利用程度较低。因此, 本研究开展了灌溉水质对土壤碱解氮空间分布特征的影响, 旨在为微咸水在南疆地区果园灌溉中的适宜性提供理论依据。

1 试验区概况

试验地位于南疆阿拉尔市塔里木大学节水灌溉试验基地(79°22'33"~81°53'45"E, 40°20'~41°47'18"N), 属极端干旱荒漠气候, 干旱少雨, 蒸发强烈, 多年平均降水量为 40.1~82.5 mm, 多年平均蒸发量为 1 976.6~2 558.9 mm, 年均气温为 10.8℃。土壤容重为 1.49 g/cm³, 属于典型的荒漠土, 土壤初始碱解氮含量为 25.32 mg/kg, 土壤 pH 值为 9.61, 土壤田间持水率为 28%。

2 材料与方法

2.1 灌溉试验处理

试验选择已具有 4 年树龄的红枣为研究对象。浅层地下水矿化度为 4.85 g/L, 主要成分为 NaCl, 渠道水矿化度为 0.81 g/L。根据试验需要将地下水与渠道水混合后进行灌溉, 具体的配比见表 1。共设置 6 个灌溉处理, 即全淡(CN0)、全咸(CN)、咸淡水体积比 1:1(CN1)、咸淡水体积比 2:1(CN2)、咸淡水体积比 3:1(CN3)、咸淡水体积比 4:1(CN4)。枣树的灌溉方式为滴灌, 单行布置, 每株枣树设置 2 个滴头, 滴头间距 30 cm, 单滴头最大流量为 3.5 L/h, 工作压力为 0.1 MPa。微咸水灌水定额设为 450 m³/hm²。红枣种植株行距为 1.5 m×2.0 m, 每个处理为相邻的 3 行枣树, 重复 3 次。在整个试验期间共施肥 4 次, 分别于 2014 年、2015 年 5、6、7、8 月随水施肥, 无机肥料分别为尿素、磷酸二铵、氯化钾, 每个生育阶段施肥 1 次。氮肥为尿素, 40% 基施, 60% 随水滴施, 施入量为 1 050 kg/hm², 磷肥重过磷酸钙全部基施, 施入量为 630 kg/hm², 硫酸钾 50% 用作基施, 50% 随水滴施, 施入量为 950 kg/hm², 每次施肥稳定 24 h 后, 采集土样测定土壤碱解氮值。

2.2 土壤样品采集及分析

在距离枣树滴灌点处的水平、垂直方向上分别取样测定碱解氮含量。水平取样间距为 10、20、30 cm, 垂直取样间距为 10、20、40、60、80 cm。土壤碱解氮含量测定采用碱解扩

收稿日期: 2016-11-17

基金项目: 国家科技支撑计划子课题(编号: 2014BAC14B01); 国家自然科学基金(编号: 3106008); 新疆生产建设兵团中青年科技创新领军人才计划(编号: 2016BC001); 塔里木大学重大专项培育项目(编号: TDZKPY201501)。

作者简介: 李朝阳(1986—), 男, 河南许昌人, 硕士, 讲师, 主要从事水资源高效利用方面的研究。E-mail: 406487698@qq.com。

通信作者: 王兴鹏, 博士, 副教授, 主要从事极端干旱荒漠区农业水土环境方面的研究。E-mail: 13999068354@163.com。

表 1 不同灌溉试验处理方式

处理 (咸淡水比)	试验处理号	矿化度 (g/L)	灌溉定额 (L/株)
全淡	CN0	0.81	450
全咸	CN	4.85	450
1:1	CN1	3.08	450
2:1	CN2	3.96	450
3:1	CN3	4.18	450
4:1	CN4	4.46	450

散法^[12]。

2.3 试验数据分析方法

运用 Matlab 分析软件,分析出碱解氮在空间上的分布情况。同时,引入碱解氮含量的平均值、方差、标准差、变异系数等统计特征值。

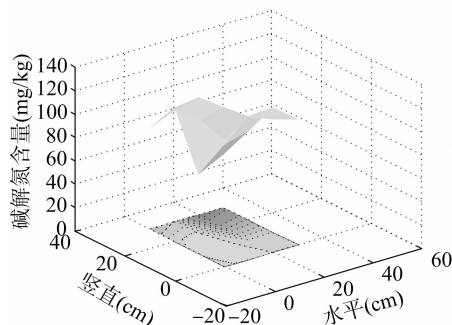


图1 全淡水滴灌下的碱解氮空间分布及其投影变化趋势

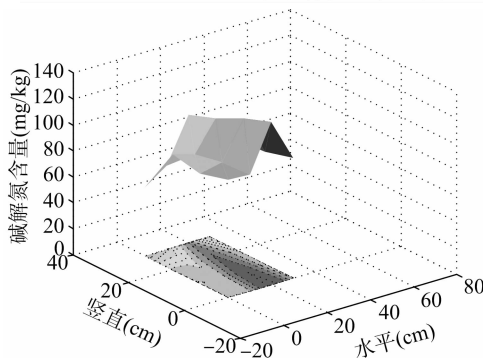


图2 全咸水滴灌下的碱解氮空间分布及其投影变化趋势

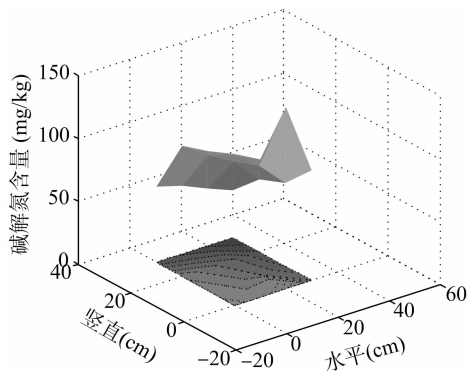


图3 咸淡水体积比1:1滴灌下的碱解氮空间分布及其投影变化趋势

3 结果与分析

3.1 枣树根区土壤碱解氮的空间分布及变异性

3.1.1 枣树根区土壤碱解氮的空间分布特征 图1至图6分别反映不同处理(不同矿化度)土壤碱解氮的空间分布情况。距滴头越近的地方,土壤碱解氮的总体含量越高,反之则越小。CN处理后(图2),在水平方向上,距离滴头20 cm处碱解氮含量高于10 cm处,这与灌溉水矿化度、土壤湿润体有关,较高的矿化度在一定程度上影响了土壤胶体与 NH_4^+ 离子的交换和吸附过程,阻滞了枣树根系对氮素的利用,促使更多的碱解氮随着土壤水分向低水势的湿润体边缘积聚。由图5、图6可知,曲线的斜率在逐渐变小且趋于平缓,而碱解氮含量的变化相对稳定。表明,微咸水的矿化度越大,土壤含固氮量越高,同时也表明枣树根系对氮素的利用率相应下降。

3.1.2 枣树根区土壤碱解氮分布的变异性 枣树根区土壤碱解氮含量及其统计特征值见表2。不同处理下土壤碱解氮

含量总体保持在29.75~104.13 mg/kg之间。处理间的变化幅度差异性较大,原因主要是施用氮肥在提高枣树根区土壤

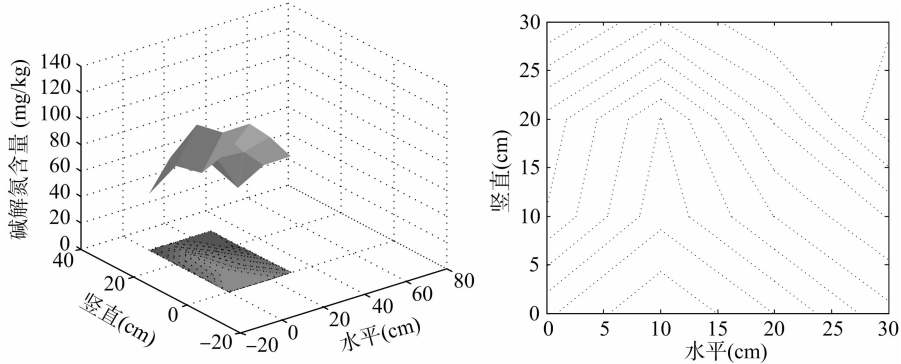


图4 咸淡水体积比2：1滴灌下的碱解氮空间分布及其投影变化趋势

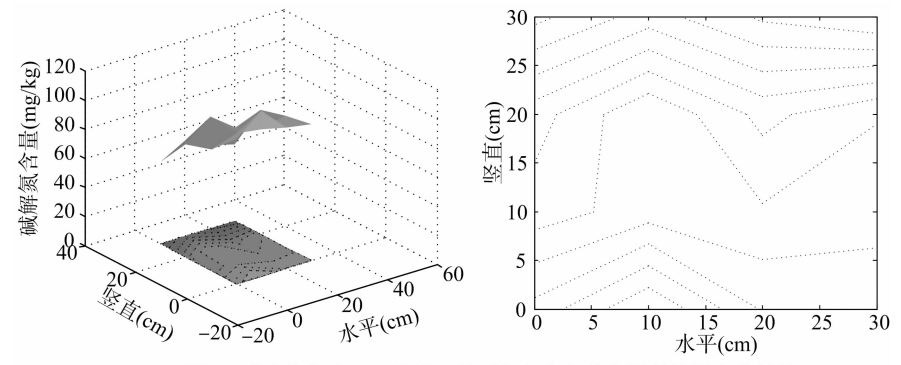


图5 咸淡水体积比3：1滴灌下的碱解氮空间分布及其投影变化趋势

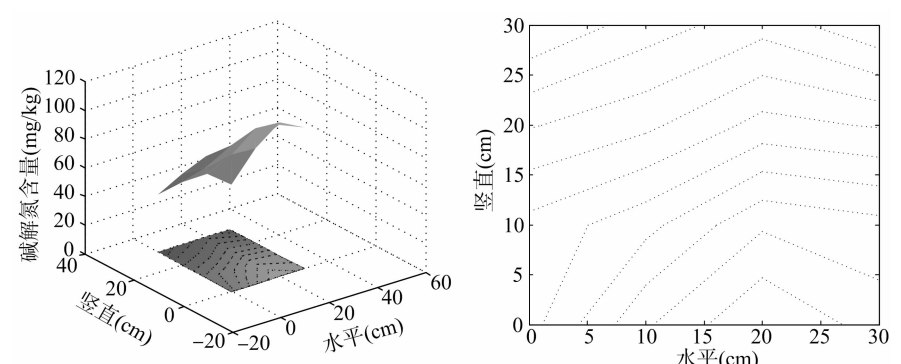


图6 咸淡水体积比4：1滴灌下的碱解氮空间分布及其投影变化趋势

碱解氮含量的同时,灌溉水质也会抑制枣树根系细胞对氮素的吸收。通过引入变异系数描述土壤碱解氮含量的变化特性,综合反映各变量(不同矿化度)引起土壤碱解氮含量变化的差异性。

由变异系数可知,CN0 处理后,枣树根区土壤碱解氮含量的变异系数最小,反映出枣树根系对土壤碱解氮的吸收相对稳定。CN1、CN2、CN3 处理后,枣树根区土壤碱解氮含量的变异系数相对较大,反映出随着灌溉水矿化度的增大,枣树根系受到的盐胁迫程度越大,对土壤氮的利用越困难。但是,当采用 CN4、CN 处理后,枣树根区土壤碱解氮含量的变异系数出现减小。当灌溉水矿化度达到一定值后,随着矿化度的增加,在阻滞土壤碱解氮有效分解的同时,或许能增强土壤氮含量,减少氮素流失。

3.2 枣树根区土壤碱解氮的垂直分布特征

由图 7 至图 11 可知,土壤碱解氮含量在整个剖面上的总

不同微咸水配比	碱解氮含量(mg/kg)				变异系数(%)
	测定值范围	平均值	标准差	方差	
全淡(CN0)	50.75 ~ 66.50	57.93	7.09	50.30	12.24
全咸(CN)	48.13 ~ 89.25	65.28	20.02	400.65	30.66
1 : 1 (CN1)	39.38 ~ 104.13	63.88	26.76	716.24	41.90
2 : 1 (CN2)	42.88 ~ 80.50	56.87	24.17	584.19	42.54
3 : 1 (CN3)	34.13 ~ 83.13	54.78	23.86	569.09	43.55
4 : 1 (CN4)	29.75 ~ 72.63	53.03	18.65	347.82	35.17

体分布趋势为自上而下逐渐递减,消长趋势大体相似。CN0 处理后土壤碱解氮含量在枣树根区整个剖面中的分布最稳定,其值在 50.75 ~ 66.50 mg/kg 之间,变化幅度不大。CN1 处理后土壤碱解氮含量累积峰值出现在 20 cm 处,其值为 104.13 mg/kg。CN2 处理后土壤碱解氮含量最小值出现在 40 cm 处,其值为 42.88 mg/kg。CN3 处理下土壤碱解氮含量

的变异性在 6 个处理中最大,反映出枣树对氮素吸收的不稳定性,由此可得出灌溉水矿化度阈值在 CN3 附近。CN4 处理后土壤碱解氮含量累积峰值出现双峰,分别在 10、40 cm 处,其值分别为 72.63、67.38 mg/kg。综上,随着灌溉水矿化度的增加,在增强土壤固氮能力的同时,也会导致枣树根系失氮进入土壤,而确定矿化度阈值对土壤碱解氮含量影响的研究还有待于进一步开展。

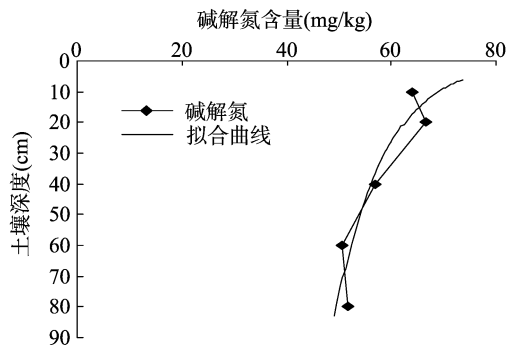


图7 全淡水灌溉下碱解氮含量剖面分布特征

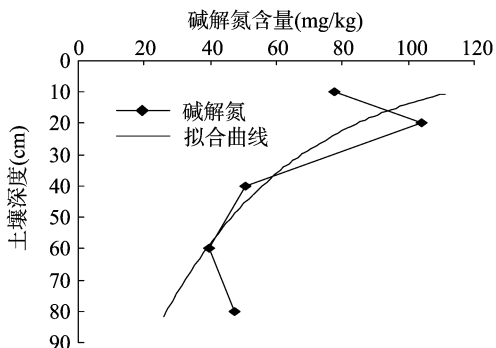


图8 咸淡水比1:1灌溉下碱解氮的剖面分布特征

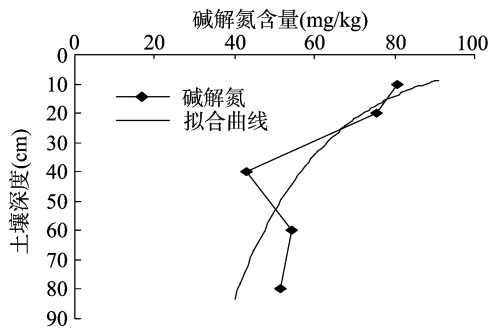


图9 咸淡水比2:1灌溉下碱解氮的剖面分布特征

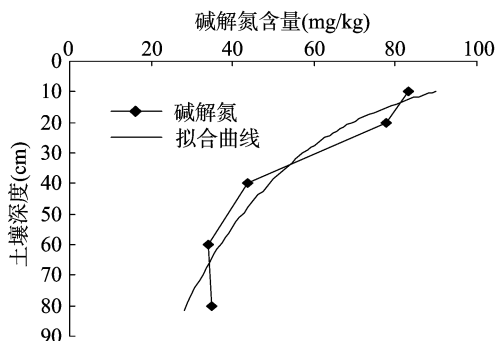


图10 咸淡水比3:1灌溉下碱解氮的剖面分布特征

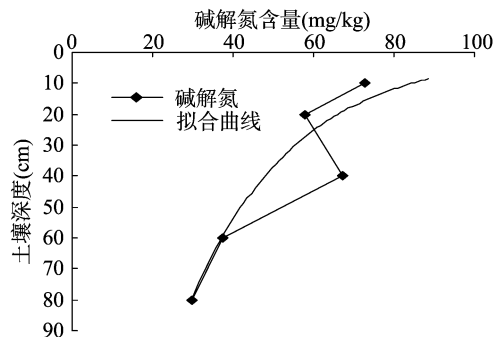


图11 咸淡水比4:1灌溉下碱解氮的剖面分布特征

4 结论与讨论

微咸水的资源化利用已成为缺水地区解决农业灌溉用水紧张的有效途径,通过咸淡水交替灌或混灌等方式可减轻其对土壤肥力造成的不利影响。在混灌条件下,研究微咸水滴灌对枣树根区土壤碱解氮空间分布特征的影响,能为南疆地区微咸水灌溉条件下的果树施肥提供理论依据。

研究表明,在不同的灌溉水矿化度处理条件下,离滴头(或根区)越近的地方,碱解氮总体含量越高,离低头越远的地方,碱解氮含量随之减少,致使大部分氮素积聚在滴头附近,这会对枣树根系产生毒害作用,抑制枣树的生长发育,在生产实践中应引起注意^[13]。灌溉水的矿化度越大,土壤中的碱解氮含量越高,枣树根系对氮素的利用率却会变小。不同矿化度的微咸水灌溉后,土壤碱解氮在整个剖面上的总体分布趋势为自上而下逐渐递减,这与刘长海等的研究^[14]相吻合。通过分析土壤碱解氮含量的变异性得出,随着灌溉水矿化度的增大,枣树根区土壤碱解氮的变异性系数具有先增大后减小的趋势,即 $CN0 < CN < CN4 < CN1 < CN2 < CN3$ 。CN3 处理下土壤碱解氮含量的变异性最大,反映出枣树对碱解氮利用的不稳定性,由此可得出在 CN3 附近会出现对碱解氮产生影响的灌溉水矿化度的阈值点。这是否说明当矿化度越过阈值后,在阻滞土壤碱解氮有效分解的同时,会增强土壤的固氮能力,减少氮的流失,这一问题还有待于进一步探讨。

参考文献:

- [1] 王 瑞,何中青,丁建方,等. 洪泽湖农场土壤碱解氮含量的统计学和 GIS 分析[J]. 安徽农业科学,2011,39(31):19122-19126.
- [2] 黎 宁,李华兴,朱凤娇,等. 菜园土壤微生物生态特征与土壤理化性质的关系[J]. 应用生态学报,2006,17(2):285-290.
- [3] 艾尤尔·亥热提,王勇辉,海米提·依米提. 艾比湖湿地土壤碱解氮的空间变异性分析[J]. 土壤,2014,46(5):819-824.
- [4] 张振明,余新晓,徐 娟. 不同植被类型土壤碱解氮空间变异性及预测[J]. 北京林业大学学报,2009,31(5):12-18.
- [5] 施春健,庄秋丽,李 琪,等. 东北地区不同纬度农田土壤碱解氮的剖面分布[J]. 生态学杂志,2007,26(4):501-504.
- [6] 张忠启,于法展,李保杰. 土壤碱解氮空间变异与合理采样点数量研究[J]. 水土保持研究,2013,20(2):67-70.
- [7] 栾福明,熊黑钢,王 芳. 基于小波分析的土壤碱解氮含量高光谱反演[J]. 光谱学与光谱分析,2013,33(10):2828-2833.
- [8] 李 伟,张书慧,张 倩,等. 近红外光谱法快速测定土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量[J]. 农业工程学报,2007,23(1):55-59.

李 丹, 韩书成, 易森鹏, 等. 基于 PSR 模型和突变理论的土地利用总体规划生态风险评价——以广州市为例[J]. 江苏农业科学, 2017, 45 (11): 222–225.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.11.059

基于 PSR 模型和突变理论的土地利用总体规划生态风险评价 ——以广州市为例

李 丹¹, 韩书成¹, 易森鹏², 张燕纯¹

(1. 华南理工大学公共管理学院, 广东广州 510640; 2. 广东友元国土信息工程有限公司, 广东广州 510640)

摘要:土地利用总体规划生态风险评价对于区域生态环境的保护、规划实施可能导致的不利生态效应的减少、人地协调发展的实现具有重要意义。运用压力-状态-响应(PSR)模型,从压力、状态、响应3方面构建评价指标体系,并采用改进的突变评价法构建定量模型,以广州市土地利用总体规划为例进行实证研究。结果显示,在规划实施期内,区域生态风险总体呈降低趋势,表明该规划对土地利用生态保护具有积极作用,规划的编制具有较强的科学性和合理性。但规划期内生态风险处于较高和高等级别,也反映该规划的编制对生态风险的考虑不够全面,规划还有较大的修改完善空间。

关键词:土地利用总体规划;生态风险;PSR模型;突变评价法;广州市

中图分类号: F301.23 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)11-0222-04

20 世纪 90 年代,随着人们对环境影响评价认知的深入以及环境风险评价理论的逐步兴起和发展^[1],生态风险评价引起学者的高度关注,并逐渐成为发现和解决环境问题的决策基础^[2]。生态风险评价是指研究区域在受到 1 个或多个胁迫因素影响后,对已经发生或正在发生不利生态效应的可能性进行评价的一种方法^[1-3]。当前生态风险评价的研究多以单一具体事物为对象^[4-6],对多风险源、多受体的综合性规划分析较少。而土地利用总体规划作为一项强烈的人类干扰活动,其实施会对生态系统结构和功能产生重大影响,相应地也会产生生态风险^[7],且它对生态环境的影响往往比单一具体事物更为深刻。因此,在土地利用总体规划中引入生态风险评价机制,对于有效规避生态风险、提高土地利用决策的科学

性、实现人地协调发展具有重要意义。

当前国内学者对土地利用总体规划的生态风险评价主要运用的方法有生态系统服务价值法、综合评价指数法和正态云模型等^[8-12],这些方法多是单纯从指标相互作用关系的静态设计出发,忽略了区域土地利用生态状况的动态变化,难以进行较全面的生态监测,且在权重确定上,多采用主观性较强的层次分析法(AHP)^[13-14],客观性不足。本研究采用改进的突变评价法构建定量模型,运用突变级数对各个目标进行量化,可以不考虑权重的影响,既克服了主观性,还易于计算,同时运用压力-状态-响应 PSR 模型构建指标评价体系,以《广州市土地利用总体规划(2006—2020 年)》为对象开展生态风险评价的实证研究。

1 研究方法

1.1 突变评价法

突变理论(catastrophe theory)是由法国数学家 Thom 创立的一门研究突变现象的新兴数学科学,主要研究从一种稳定组态跃迁到另一种稳定组态的现象和规律,特别适合内部作用机制尚未确知系统的研究^[15]。土地利用总体规划生态风险产生的实质是系统由安全组态向不安全组态的跃迁,且规

收稿日期:2016-11-22

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金(编号:2014ZM0081);

国家自然科学基金面上项目(编号:51579105)。

作者简介:李 丹(1992—),女,广东梅州人,硕士,研究方向为土地资源调查与评价、土地利用规划与管理。E-mail: danl0602@163.com。

通信作者:韩书成,博士,副教授,研究方向为土地资源调查与评价、土地利用规划与管理。E-mail: schan@scut.edu.cn。

[9]宋为超,刘春雨,徐 娇,等. 初花后土壤碱解氮浓度对棉花生物量和氮素累积特征的影响[J]. 作物学报,2013,39(7):1257–1265.

[10]Smith C J, Chalk P M, Noble C L, et al. Nitrogen fixation in a white clover – grass pasture irrigated with saline groundwater [J]. Irrigation Science, 1993, 13(4): 189–194.

[11]李发永,王兴鹏,林 杰. 不同矿化度的微咸水滴灌对红枣根区

土壤碱解氮的影响[J]. 干旱区研究,2013,33(3):424–429.

[12]鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:56–57.

[13]侯红雨. 温室滴灌条件下氮素转化运移规律研究[D]. 北京:中国农业科学院,2002.

[14]刘长海,刘 冲,陈宗礼,等. 榆林市黄河沿岸枣园土壤碱解氮的初步分析[J]. 湖北农业科学,2008,47(8):895–896.