

新疆精河流域不同土地利用方式对土壤质量的影响

胡江玲, 张 高, 赵 枫, 王雪梅

(新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 乌鲁木齐 830054)

摘 要:通过精河流域不同土地利用类型和农田耕作措施对土壤质量的影响研究发现:①土壤盐渍化程度呈梯度变化,即从洪积扇下部经冲积平原至沙漠,依次出现中盐渍土—强盐渍土—盐土—非盐渍土类型。②天然绿洲的土壤有机质、速效钾、有效磷和碱解氮平均含量最高。荒漠土壤的养分含量很低,但养分含量与盐渍化成正相关,因此利用盐生植物资源增加盐成土荒漠的植被盖度,也是改良盐碱土的良好途径。③人工绿洲土壤有机质和速效钾的含量水平相对较低,主要是只重视施用化肥,却忽视诸如有机肥与化肥结合使用等利于有机质和钾肥积累的耕作措施。④人工绿洲各养分要素的变异系数最低,这是由于近年来精河流域以棉花作为主要的农作物种植,化肥的施用水平较为一致。⑤土壤水溶性盐分(全盐量)随耕作年限的增长表现出先降低又升高的趋势;土壤养分含量的指标变化趋势也基本相似,即先增加而后开始下降,其中有机质含量变化较为明显。主要与多年来棉花长期连作、不合理的灌溉及农田重用轻养等有关。

关键词:精河流域;土地利用;土壤质量

中图分类号:F301.24;S153

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2010)04-0092-04

Effects of Land Use on Soil Quality in Jinghe Basin of Xinjiang

HU Jiang-ling, ZHANG Gao, ZHAO Feng, WANG Xue-mei

(School of Geographic Science and Tourism of Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China)

Abstract: Through research for the impact on soil quality by four land use types and the cultivation measure, the following conclusions could be drawn. ① The soil salinization presented the gradient change, namely from the under part of diluvia fan, the alluvial plain to the desert, the soil types alternately presented medium sanitized soil, highly sanitized soil, sanitized soil and non-sanitized soil. ② The average contents of soil organic matter, available potassium, available phosphorus and available nitrogen in natural oasis were higher than the contents of the other three kinds of land use patterns. The content of nutrient in the desert was very low, but the content of nutrient had positive correlation to salinization, so it was an important means to improve land productive potentialities to prevent and control the salinization by utilizing salt catch plant resources, increasing salt vegetation coverage. ③ The contents of soil organic matter and available potassium in the artificial oasis were relatively low. The main reason was that more emphasis was taken on chemical fertilizer during the agriculture production, but ignored the combination of chemical fertilizer and organic manure which was helpful the accumulation of organic matter and potassium. ④ Owing to the comparatively unanimous chemical fertilization on cotton which was the main crop in Jinghe basin, each nutrient element in the artificial oasis presented lower variance coefficient than other three kinds of land use patterns. ⑤ The change of soil water soluble salt contents firstly decreased to the valley value then turned to increase stably with the accumulation of cultivation time, and the other soil elements showed the similar change trend, especially organic matter change was comparatively obvious among them. These changes had important relationship to continuous cotton cultivation, unreasonable irrigation and exhaustive utilization of farmland, etc.

Key words: Jinghe Basin; land use; soil quality

收稿日期:2010-03-29

资助项目:国家自然科学基金(40861008, 40961039);教育部科学技术研究重点项目(209141);新疆师范大学博士科研启动基金项目(XJ-NUBS0808);新疆维吾尔自治区重点学科“绿洲学”;新疆维吾尔自治区重点实验室“干旱区湖泊环境与资源实验室”(XJDX0909)

作者简介:胡江玲(1977—),女,新疆乌鲁木齐人,讲师,博士,从事绿洲资源开发与可持续利用研究。E-mail: hjiangxj@sina.com

土壤质量是农业可持续发展的根本保证。土地利用则是人类干预土壤质量最重要、最直接的活动,人类通过不同的利用方式干预和调整土壤的生物地球化学循环的方向、变化速率以及地表物质再分配过程,从而使土壤质量发生变化^[1]。合理的土地利用可以改善土壤结构、增强土壤对外界环境变化的抵抗力^[2-3],维持和提高土壤(土地)质量;不合理的土地利用则会导致土壤质量下降^[4],增加土壤侵蚀^[5],降低生物多样性^[6]。土地利用变化及其对土壤质量的影响已成为国内外研究的热点。

选取干旱环境背景下的精河流域为研究区,针对不同的土地利用方式,测试分析土壤养分和土壤含盐量等要素的变化情况,旨在探讨研究区土壤质量的差异性,以期为干旱区内陆河流域土地可持续利用与农业可持续发展工作提供现实依据与科学建议。

1 研究区域与方法

1.1 研究区概况

精河流域是新疆第二大生态退化区——艾比湖流域的核心区域,位于新疆西北部,天山支脉婆罗科努山北麓,准噶尔盆地西南边缘,东临奎屯河流域,西接博尔塔拉河流域,是艾比湖水量补给水源之一。流域有 8 个土类(灰棕漠土、灰漠土、灌耕土、潮土、草甸土、沼泽土、风沙土、盐土)、13 个亚类、17 个土属、36 个土种和 76 个变种,土壤分布既有明显的地带性,又具有区域性(附图 9)。成土母质多为洪积物或洪积—冲积物,土壤普遍存在土层薄、土质粗、肥力贫瘠的特点。绿洲景观形成之前,通常是以荒草地、盐碱地和灌木林为主的原始荒漠景观,随着近半个世纪水利事业的发展 and 灌溉面积的增加,绿洲规模不断扩大,人类灌溉耕作活动改变了原来荒漠化成土过程的进程,加速了土壤熟化,土壤形态特征和理化特性也发

生了很大的变化,生产性能得到改善。近 20 年来,研究区农田耕作的机械化程度逐步提高,土地利用更加集约化,使得土壤质量分布受到影响,土壤质量变化随耕作时间的增加也表现出了一定的规律性。

1.2 研究方法

2005 年 9 月和 2006 年 9 月,分别调查了天然绿洲、人工绿洲、荒地和荒漠的 4 种土地利用类型。共选取土壤采样点 125 个(见图 1),其中天然绿洲 36 个(天然胡杨林 11 个、天然灌丛 14 个、天然草地 11 个)、人工绿洲 67 个(农田 52 个、苗圃 4 处、果园 8 个、菜地 3 个)、荒地 15 个(撂荒地 7 个、未利用荒地 8 个)和荒漠 7 个。每一个取样点按梅花形取样法取土壤表层 0—20 cm 土壤,5 个点混合为一个样品。通过空间替代法(尽量保持所选样地环境一致),选取人为开垦了 1~2,3~4,6~8,10,15,20,30 a 的农田为样地,分析农田土壤质量与耕作方式之间的关系。

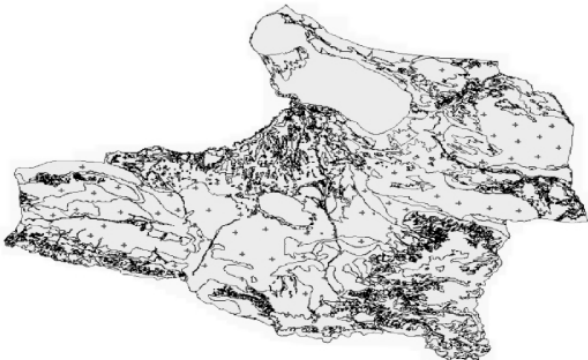


图 1 土壤采样点示意图

1.3 测试项目及方法

本研究测定的土壤质量要素包括土壤水溶性盐分、速效钾、有效磷、碱解氮和有机质等指标,测定方法如表 1 所示。试图通过土壤质量要素的实验室测定数据,结合当地农作物轮作制度和历史详查资料,分析精河流域不同土地利用方式下存在的土壤质量差异。

表 1 土壤理化性质的测定

理化性质	测定方法	分析仪器	方法来源
水溶性盐分	电导法	电导仪	土壤理化分析
速效钾	乙酸铵浸提—原子吸收法	原子吸收分光光度计	NY/T 889—2004
有效磷	碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法	分光光度计	NY/T 149—1990
碱解氮	碱解—扩散法	扩散皿;恒温箱	LY/T 1229—1999
有机质	重铬酸钾—硫酸溶液氧化法	油浴锅	NY/T 1121.6—2006

2 结果与分析

2.1 土壤质量变异状况

由表 2 可知,在不同的土地利用方式下,土壤各质量要素状况差异很大。可以得出如下结论:

(1)参考《土地工作手册》^[7]一书中对土壤盐渍化

的分级标准,在精河流域的自然荒漠植被地带,土壤发生了较为严重的盐渍化,甚至有盐土、盐场分布,电导率平均可达 2.46 mS/cm。土壤水溶性盐分(全盐量)含量在空间分布上具有相同的变化趋势,从山前经洪积和冲积平原至沙漠,依次出现潜水渗漏带、潜水溢出带和散失带,受地下水和地表水以及地表小气

候的影响,土壤盐渍化程度出现梯度变化,即从洪积量先逐渐增加,然后在沙漠中降低,依次出现中盐渍下部经冲积平原至沙漠,土壤水溶性盐分(全盐量)含土—强盐渍土—盐土—非盐渍土类型。

表 2 不同土地利用方式下土壤质量状况

景观类型	土壤质量	样点数	最小值	最大值	平均值	变异系数/%
天然绿洲	电导率/(mS·cm ⁻¹)	36	1.76	3.79	2.46	41.19
	有机质/%	36	0.77	3.54	1.94	40.81
	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	36	512.60	1418.45	808.34	34.44
	有效磷/(mg·kg ⁻¹)	36	11.36	27.14	18.38	61.68
	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	36	36.52	89.89	57.17	37.72
人工绿洲	电导率/(mS·cm ⁻¹)	67	1.12	3.04	1.34	30.05
	有机质/%	67	0.63	2.38	0.95	25.73
	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	67	338.60	879.36	507.81	28.17
	有效磷/(mg·kg ⁻¹)	67	10.41	21.76	16.86	43.28
	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	67	30.58	42.19	40.27	27.61
荒地	电导率/(mS·cm ⁻¹)	15	1.33	3.74	1.86	31.29
	有机质/%	15	0.68	1.52	0.98	32.23
	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	15	342.56	926.41	520.45	29.84
	有效磷/(mg·kg ⁻¹)	15	8.79	19.44	15.36	46.72
	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	15	20.68	38.76	29.86	28.22
荒漠	电导率/(mS·cm ⁻¹)	7	0.16	1.28	0.59	31.28
	有机质/%	7	0.14	0.77	0.26	34.81
	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	7	22.16	238.45	138.48	28.42
	有效磷/(mg·kg ⁻¹)	7	8.54	13.57	10.39	41.36
	碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	7	10.96	28.86	13.57	29.35

(2)在 4 种土地利用类型中,天然绿洲的植被以旱生、耐盐甚至是盐生的灌木、半灌木为主,主要的群落类型包括碱蓬群落、盐爪爪群落、盐节木群落、梭梭群落等,盐生、旱生植物生长良好,群落的盖度大,具有丰富的盐生、旱生植物多样性,因此土壤表层有机质含量相对较高。其电导率、有机质、速效钾、有效磷和碱解氮平均含量分别为 2.04 mS/cm、1.94%、808.34 mg/kg、18.38 mg/kg 和 57.17 mg/kg,均高于其它 3 种利用类型的养分含量。在自然状态下,荒漠土壤的养分含量很低,但养分含量与盐渍化成正相关,这主要是受到土壤含水量与盐生植物多样性的影响。因此,防止和治理盐渍化是提高土地生产潜力的重要手段,而利用盐生植物资源,增加盐成土荒漠的植被盖度,也是改良盐碱土土地资源的良好途径。

(3)人工绿洲的土壤有机质含量平均为 0.95%,略低于荒地(但高于荒地中的撂荒地),人工绿洲土壤有机质含量水平相对较低,主要原因是只重视施用化肥,却忽视诸如有机肥与化肥结合使用等有利于有机质积累的耕作措施;碱解氮和有效磷含量分别达到 40.27 mg/kg 和 16.86 mg/kg,低于天然绿洲,但高于荒地的含量,这主要与农田或果园中氮、磷肥的大量施用有关;速效钾含量为 307.81 mg/kg,低于荒地的含量,这是因为,虽然农作物和果树每年都从土壤中摄取钾,但人们普遍认为新疆土壤多钾,只重视氮、磷肥施用,忽

视钾肥的补充,结果导致速效钾含量逐年降低。

(4)在各种土地利用类型中,土壤有效磷的变异系数最大,高于有机质、速效钾和碱解氮,表明有效磷含量在样点之间的差异最大;相比于其它 3 种土地利用类型,天然绿洲中养分要素的变异系数较高,这是由于天然绿洲包含了林地、灌丛和草地等多种类型,土壤养分差异较大;人工绿洲各养分要素的变异系数都低于其它 3 种土地利用类型,这是由于近年来精河流域以棉花作为主要的农作物种植,化肥的施用水平较为一致,减少了样点之间的养分差异。

2.2 土壤含盐量、土壤速效养分含量的变化

2.2.1 土壤含盐量的变化 精河流域农田土壤被开垦前,土壤盐渍化类型和盐分含量依气候、地貌和地下水条件等成规律性的带状分布。积盐地带主要分布在流域中游的冲积扇缘。该区域土壤盐化积累较强,但速度缓慢。开垦后,由于地表水和地下水发生变化,土壤盐分动态也相应发生变化。试验表明,在农田开垦若干年后土壤水溶性盐分(全盐量)含量呈现先降低后升高趋势。主要是开垦时采用大水灌溉,将地表积盐压至耕层以下,造成前期土壤表层盐分降低。后来由于长期灌溉又抬升地下水,盐随水移,又积累到耕层,致使土壤耕层盐分含量越来越高。通过多项式趋势预测模拟(见图 2),在开垦到 9~10 a,盐分降至最低,耕层土壤水溶性盐分(全盐量)含量电导

率为 1.12 mS/cm,而后开始上升。

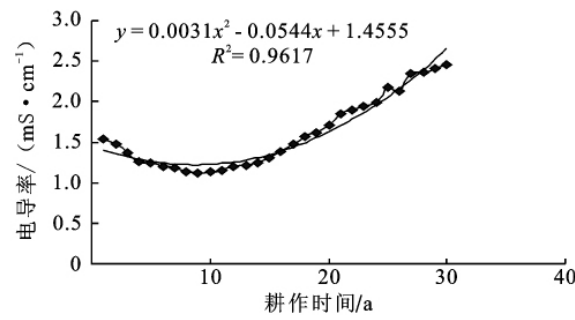
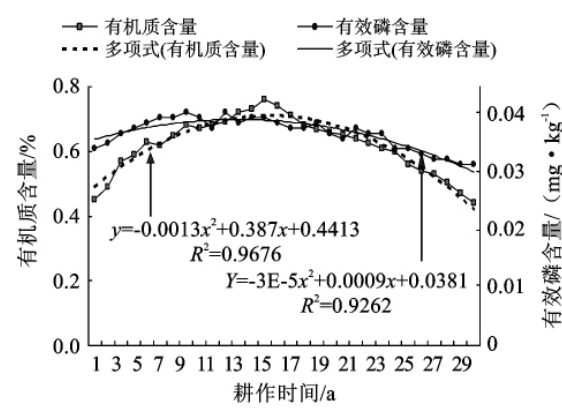


图 2 土壤水溶性盐分(全盐量)含量与耕作时间关系



2.2.2 土壤速效养分含量的变化 本研究从有机质、速效钾、有效磷和碱解氮几方面进行土壤养分状况分析,试验结果见图 2。

分析图 2 和图 3,可以得到如下结论:

(1)农田土壤质量随着开垦年限的增加发生一定的变化趋势。土壤水溶性盐分(全盐量)含量变化表现为先降低又升高的趋势;而表示土壤养分含量的指标变化趋势基本相似,即先增加而后开始下降,其中有机质含量变化较为明显。主要与多年来棉花长期连作、不合理的灌溉及农田重用轻养等有关。

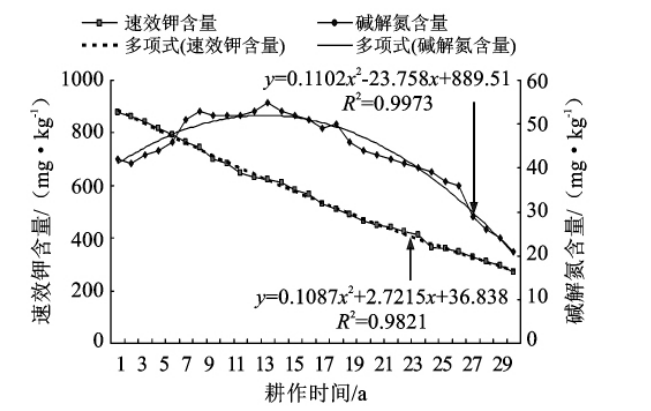


图 3 不同耕作时间土壤养分含量的变化

(2)不同开垦年限的农田土壤质量先升后降,达到最优化值后开始下降。开垦初期(1~2 a),从近乎原始的、盐碱严重的土地开荒,投入的养分、肥力不足,土壤质量情况很差。随着农田开垦年限的增加,杂草残体的分解促进了土壤有机质的肥效发挥,加上人为化肥、有机肥投入,土壤质量不断优化。6~8 a、10 a 的肥力及保肥能力均较高,土壤质量达到优化状况。而后由于常年大水漫灌,造成了地下水位不断抬升,土壤次生盐渍化伴随发生。同时人们对农田的重用轻养,造成土壤有机质大量消耗,各种综合因素导致土壤质量开始退化。即在开垦 10~15 a,土壤质量明显退化。

(3)这一规律的发现,有助于在农业生产中及时给予农田合理投入,以便充分利用土壤环境的最优状态或推迟退化年限的到来,持续发挥农业生产的后劲,避免农田质量过早退化,造成减产甚至导致弃耕。

3 结论

(1)土壤盐渍化程度出现梯度变化,即从洪积下部经冲积平原至沙漠,土壤水溶性盐分(全盐量)含量先逐渐增加,然后在沙漠中降低,依次出现中盐渍土—强盐渍土—盐土—非盐渍土类型。

(2)在 4 种土地利用类型中,天然绿洲的土壤表层有机质、速效钾、有效磷和碱解氮平均含量均高于

其它 3 种利用类型的养分含量。荒漠土壤的养分含量很低,但养分含量与盐渍化成正相关,因此,防止和治理盐渍化是提高土地生产潜力的重要手段,而利用盐生植物资源,增加盐成土荒漠的植被盖度,也是改良盐碱土土地资源的良好途径。

(3)人工绿洲土壤有机质和速效钾的含量水平相对较低,主要原因是只重视施用化肥,却忽视诸如有机肥与化肥结合使用等有利于有机质和钾肥积累的耕作措施。

(4)人工绿洲各养分要素的变异系数都低于其它 3 种土地利用类型,这是由于近年来精河流域以棉花作为主要的农作物种植,化肥的施用水平较为一致,减少了样点之间的养分差异。

此外,土壤水溶性盐分(全盐量)含量变化表现为先降低又升高的趋势;而表示土壤养分含量的指标变化趋势基本相似,即先增加而后开始下降,其中有机质含量变化较为明显。主要与多年来棉花长期连作、不合理的灌溉及农田重用轻养等有关。

通过对精河流域不同用地类型和耕作措施对土壤质量的影响分析,揭示了现有利用方式中存在的问题,主要表现在土地利用缺乏整体规划,土地质量下降、荒漠化严重,建设用地增加,土地利用效率不高等方面,希望本文能够对实现土地持续利用的对策与建议。

B_I)比 $\mu(A, B_{III})$ 更为接近 $\mu(A, B_{II})$,表明佳芦河流域生态处于Ⅰ~Ⅱ之间,该流域生态处于比较高的脆弱区。

由以上结果看出不论差异度系数*i*取何值,各评价结果一致,佳芦河流域生态处于脆弱状态。

5 结 论

黄土高原是黄河泥沙的主要来源。佳芦河流域位于陕北黄土高原丘陵沟壑区,是多沙粗沙区,也是生态环境脆弱区。

(1)通过分析影响佳芦河流域生态脆弱性的因素,从成因和表现结果两个方面构建了佳芦河流域生态脆弱性评价指标体系,并将人口素质等人文信息纳入生态脆弱性指标体系。

(2)利用集对分析方法对佳芦河流域生态脆弱性进行了评价。结果表明:当*i*=0时,联系度 $\mu(A, B_I)$ 最大,为0.5,说明该流域的生态脆弱性处于高度脆弱状态;当*i*=(*a*-*c*)/(*a*+*c*)时,无论*a*、*c*取何值 $\mu(A, B_{II})$ 恒为1,采用级间比较进行评价,因为 $\mu(A, B_I)$ 比 $\mu(A, B_{III})$ 更为接近 $\mu(A, B_{II})$,表明佳芦河流域生态处于Ⅰ~Ⅱ之间,该流域生态处于比较高的脆弱状态。

(3)将集对分析方法引入到流域生态脆弱性综合评价中,丰富和改进了流域生态脆弱性的评价理论和方法。集对分析法以联系度为核心,在处理不确定性问题时,具有计算方便、方法简单,评判结果客观、合理等特点;不足之处在于“集对”的数学本质、“联系度”的确定等理论问题仍需要进行更深入的研究,如差异度系数*i*和对立度系数*j*的取值问题等。

(上接第 95 页)

参考文献:

[1] 史志华,蔡崇法,王天巍,等.红壤丘陵区土地利用变化对土壤质量影响[J].长江流域资源与环境,2001,10(6):537-543.

[2] Fu B J, Chen L D, Ma K M, et al. The relationship between land use and soil conditions in the hilly area of Loess Plateau in northern Shanxi, China [J]. Catena,2000,39:69-78.

[3] 傅伯杰,陈利顶,马克明.黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响:以延安市羊圈沟流域为例[J].地

参考文献:

[1] 牛文元.生态环境脆弱带 Ecotone 的基础判定[J].生态学报,1989,9(2):97-105.

[2] 常学礼,赵爱芬,李胜功.生态脆弱带的尺度与等级特征[J].中国沙漠,1999,19(2):115-119.

[3] 王让会,游先祥.西部干旱内陆河流域脆弱生态环境研究进展[J].地球科学进展,2000,16(1):39-44.

[4] 冯利华.生态环境脆弱度的模糊综合评判[J].国土开发与整治,1999(2):59-63.

[5] 王言荣,郝永红,刘洁.山西省生态环境脆弱性分析[J].中国水土保持,2004(12):16-18.

[6] 刘茹,张晶晶,雷蕾.岷江上游生态脆弱性的模糊评价[J].资源开发与市场,2006,22(6):500-501.

[7] 王让会,樊自会.塔里木河流域生态脆弱性评价研究[J].干旱环境监测,1998,12(4):39-44.

[8] 张祚,李江风,黄琳,等.基于 AHP 对生态脆弱性的灰色综合评价方法:以湖南省临湘市为例[J].资源开发与市场,2007,23(4):305-307.

[9] 冯利华,黄亦君.生态环境脆弱度的综合评价[J].热带地理,2003,23(2):102-114.

[10] 张红梅,沙晋明.基于 RS 与 GIS 的福州市生态环境脆弱性研究[J].自然灾害学报,2007,16(2):133-137.

[11] 张鑫,蔡焕杰,王化齐.民勤绿洲生态环境脆弱性模糊物元分析评价[J].干旱区农业研究,2009,27(1):195-199.

[12] 王小丹,钟祥浩.生态环境脆弱性概念的若干问题探讨[J].山地学报,2003,2(增刊):21-25.

[13] 张祚,李江风,黄琳,等.基于 AHP 对生态脆弱性的灰色综合评价方法研究:以湖南临湘市为例[J].资源环境与发展,2007(2):13-17.

[14] 赵克勤.集对分析及其初步应用[M].杭州:浙江科学技术出版社,2000.

[15] 万星,周建中.岷江上游生态脆弱性综合评价的集对分析[J].中国农村水利水电,2006(12):33-35.

理学报,1999,54(3):241-246.

[4] Lal R, Mokma D, Lowery B. Relation between soil quality and erosion [C]//Rattan Lal. Soil quality and soil erosion. Washington D C: CRC Press, 1999: 237-258.

[5] Warkentin B P. The changing concept of soil quality [J]. J. Soil Water Cons, 1995, 50: 226-228.

[6] Crist P J, Thomas W K, John O. Assessing land-use impacts on biodiversity using an expert system tool [J]. Landscape Ecology, 2000, 15: 47-62.

[7] 宗树森.土地工作手册[M].北京:农村读物出版社.1987:12.