黄土高原生态退耕政策实施效果及对农民生计的影响

徐 勇[1], 马定国[1,2], 郭腾云[1]
(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 江西师范大学地理与环境学院, 南昌 330027)

摘 要: 鉴于国家把退耕政策作为推动黄土高原生态环境恢复的关键举措, 以宝塔区和安塞县为案例区域, 采用农户问卷调查方法, 分析了近年来的退耕状况以及退耕政策对农民生计的影响。结果表明: 被调查农户人均退耕坡地 0.205 hm^2, 退耕指数达 79.21%; 2003 年 479 农户因退耕导致的粮食减产量人均 74 kg, 得到政府补贴人均 171 元; 退耕补贴对贫困农户的影响程度较大, 停止退耕补贴后存在反垦可能性。2003 年被调查农户人均现金收入 1 492 元, 主要来源于外出打工、卖粮菜、退耕补贴、卖畜禽产品和做小生意等。未来几年, 能获得稳定收入且报酬相对较高的行业是农民谋生的首选, 有资金积累或一定技能的农户正在将生计转向高附加值农业或第三产业。

关键词: 生态退耕政策; 效果; 农民生计; 农户调查; 黄土高原
中图分类号: X171.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2006)05-0255-04

Effects of Actualized Ecological De-farming Policy and Its Influences on Farmer's Livelihood in the Loess Plateau

XU Yong[1], MA Ding-guo[1,2], GUO Teng-yun[1]
(1. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing* 100101, *China;*
2. *School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang* 330027, *China)*

Abstract: Based on having been actualized de-farming policy in Loess Plateau since 2000, taking Baota district and Ansai county as study cases, the effects of actualized de-farming policy and its influences on farmer's livelihood in past four years were analyzed by using the data from farmer household survey in 2004. The results showed as follows: (1) the de-farming index of 479 investigated farm households is 79.21% with per capita area of de-farming slope farmland of 0.205 hm^2, per capita grain yield loss resulted from de-farming slope farmland of 74 kg and per capita allowance of 171 yuan from the government in 2003; (2) the de-farming allowance from the government has a bigger influence on a poor household, and if an allowance from the government would be stopped, the re-exploitation of partly de-farmed slope farmland is possible; (3) in 2003, per capita cash income of 479 investigated farm households is 1 492 yuan, and its sources mainly from floating employment, selling grain and greenstuff, de-farming allowance, selling products of domestic livestock and poultry and dealing dicker etc.; (4) in a few coming years, those employments of stable and higher earning will be firstly selected by farmers, and high expected value agriculture or rural commerce are going to become the leading livelihood of a good few farmers with some fund or skill.

Key words: ecological de-farming policy; effect; farmer's livelihood; farm household survey; Loess Plateau

黄土高原先天脆弱的自然生态系统与人类长期不适当的活动叠加导致的水土流失和生态环境恶化问题一直受到有关政府部门及学术机构的关注。20 世纪 70 年代以来, 随着黄河下游断流现象的出现以及断流时间、断流河长的持续增加[1,2], 许多学者认识到了作为黄河下游地区生态屏障的黄土高原生态环境恢复的重要性, 认为退耕坡地应是黄土高原水土流失控制和生态环境恢复的关键着力点[3~8]。1999 年 8 月中央针对我国大江大河下游地区出现的断流或洪涝成灾问题, 提出了在黄土高原和长江上游地区实施"退耕还林(草)、封山绿化、个体承包、以粮代赈"的生态退耕政策[9~11], 2000 年开始, 黄土高原和长江上游地区掀起了空前的退耕热潮。鉴于国家把退耕政策作为推动黄土高原生态环境恢复的关键举措, 本文试以位于黄土高原中部腹地的宝塔区和安塞县为案例区域, 采用农户问卷调查的方法, 通过对被调查农户近几年来的退耕状况以及退耕对农户行为和经济收入的影响等的评估分析, 希望能为黄土高原生态退耕政策的进一步贯彻落实提供一些参考依据。

1 调查地域概况

宝塔区和安塞县位于黄土高原中部, 属丘陵沟壑区腹地, 东经 108°51′44″ ~ 110°50′、北纬 36°11′ ~ 37°19′31″ 之间, 土地总面积 6 483.58 km^2。地势由西北、西南向中部及东部倾斜, 海拔高程大多在 1 000~ 1 200 m 之间。地貌类型主要为黄土峁状丘陵、黄土梁状丘陵和河谷阶地。地形支离破碎, 丘陵起伏, 沟壑纵横, 沟谷密度一般 3~ 5 km/km^2, 平均为 4.33 km/km^2, 坡度在 5° 以上的面积占 95.4%[12]。气候处于暖温带半

* 收稿日期: 2006-04-02
基金项目: 国家自然科学基金项目(40371051); 国家 973 计划项目(2006CB400505)
作者简介: 徐 勇(1964-), 男, 陕西榆林人, 研究员, 博士, 主要从事农业与乡村发展、土地利用及人地关系等领域的科研工作。

湿润向半干旱过渡区,气候类型可大至以宝塔区的元龙寺、河庄坪和安塞县的沿河湾、楼坪为界,西北部属于半干旱区,东南部属于半湿润区[13]。年平均气温大多在 8~ 10℃之间,大于 10℃积温在 3 000~ 3 500 ℃之间;降水量北少南多,多年平均降水量一般在 425~ 600 mm,降水主要集中于夏季,暴雨多,强度较大。境内绝大部分地区属于延河水系,延河由西北向东南经延安市向东,在甘谷驿镇附近出境;宝塔区南部的南泥湾、临镇等 5 个乡镇属于汾川河水系。土壤以黄绵土为主,主要分布于丘陵,山坡及部分川地,有机质含量低,一般 0.3% ~ 0.6%;另有少量的河道川地分布有新积土。天然植被破坏殆尽,南部分布有少量天然次生林,中部、北部为农耕地、少量人工林和野生灌丛草地。森林覆盖率除了宝塔区南部的几个乡镇普遍较高外,其它各乡镇大都不到 10%,最低者尚不到 0.5%。水土流失严重,土壤侵蚀模数多年平均北部高达 13 800 t/(km^2 • a),中部达 9 900 t/(km^2 • a),中度以上水土流失面积达 4 633 km^2,占总面积的 71.46%,其中强度流失面积达 69.36%[11]。

据统计资料,2003 年两区县下辖 37 个乡镇,822 个村民委员会,总人口 52.97 万人(2000 年人口普查总人口为 57.58 万人),其中农业人口占 64.7%,非农业人口占 35.3%。农村劳动力 15.03 万人。2003 年实现农村社会总产值11.25亿元,其中农林牧渔业产值和非农业产值的比重分别是 56.8% 和 43.2%。2003 年实现农林牧渔业增加值 3.99亿元。农民人均年收入宝塔区各乡镇大多在 1 300~ 1 600元/ 人之间,安塞县在 1 100~ 1 500 元/ 人之间。

2　调查方法及内容

采用的方法主要为农户随机抽样问卷调查,其技术流程为:首先,基于近年在黄土高原开展中尺度流域生态农业建设和生态环境恢复示范等研究成果及工作经验,针对黄土高原生态退耕政策执行的特点,制定生态退耕农户调查明细表[14,15];其次,通过对案例户的示范调查,对受聘的调查人员进行专业知识和调查技巧培训;再次,按被调查农户需散布于两区县的要求设定详细的调查路线,并要求调查人员按每村 6 户进行随机抽样调查;最后,对农户调查表进行逐户审核,通过剔除"问题农户",以保证调查数据及信息的真实性。

调查内容分为主观信息和客观信息两个大类。客观信息包括农户基本情况、退耕坡地、实际耕种土地、农作物种植、园地、畜禽饲养及家庭现金收入等 7 个类别;主观信息由 6 个问题组成(见表 1)。客观信息中的退耕坡地面积为 2000 年初至 2003 年底 4 年合计,其它均为 2003 年的数据。调查工作由经过培训的 5 名调查员于 2004 年 5 月至 7 月期间完成,合计调查农户 480 户,剔除 1 户"问题农户",有效农户为 479 户,涉及人口 2 136 人,劳动力 1 046 人。调查农户散布于 80 个行政村,涉及到了 16 个乡镇(图 1)。调查农户数占两区县总农户数的比重为 0.49%,涉及到的人口占两区县农业总人口的比重为 0.63%。

3　调查结果分析

3.1　退耕效果及影响

退耕前的 2000 年初,479 农户耕地面积合计 695.44 hm^2,其中坡耕地面积达 552.61 hm^2,占耕地面积比重为 79.46%;到 2003 年底,耕地面积为 257.7 hm^2,其中坡耕地占 44.58%,4 年退耕坡地 437.74 hm^2,退耕指数(指退耕坡地面积占退耕起始年份坡耕地总面积的百分比)为79.21%,人均退耕达 0.205 hm^2/人。退耕对农民的影响主要体现在两个方面,一是导致粮食总产量的减少,二是通过获得政府退耕补贴增加现金收入。农户调查结果显示,退耕坡地主要以种植谷子和豆子为主,且仍采取的是轮种方式,年平均耕种面积约占总面积的 30% ~ 40%。若退耕坡地年耕种面积比重取 35%,种植作物按谷子和豆子各半计,则 2003 年被调查农户因退耕导致的粮食减产量为 157.34 t(按坡地谷子单产量 1 107 kg/ hm^2、豆子单产量 947 kg/ hm^2 推算),人均减少约 74 kg。2003 年 479 农户获得政府退耕补贴合计为 36.48 万元,人均约 171 元。按退耕坡地总面积计算,单位面积退耕补贴为 833 元/ hm^2;按退耕坡地实际耕种面积计算,单位面积退耕补贴为 2 381 元/ hm^2,这与政府规定的 2 400 元/ hm^2 标准基本一致。

图 1　农户调查地域分布

表 1　黄土高原生态退耕农户调查表

调查类别		调查内容
客观信息	农户基本情况	农户所属乡镇及行政村信息,调查日期人口、劳动力、外出打工及天数
	退耕坡地	2000~ 2003 年 4 年合计退耕面积
	实际耕种土地面积及构成	川地、坝地、梯田、坡耕地、湾塌地
	作物种植情况	作物种植面积(玉米、马铃薯、谷子、豆子、蔬菜等) 作物种植地类(川地、坝地、梯田、坡耕地、湾塌地)
	园地面积及构成	不同作物总产量园地总面积,苹果、仁用杏、红枣等的面积及产量
	畜禽饲养	大牲口、猪、羊、家禽
	家庭现金收入及来源	现金总收入 其中:外出打工,卖畜禽,退耕政府补贴,卖粮菜,卖果品,做小生意,亲戚转送,其它来源
主观信息	问题a: 您对国家实施退耕政策的总体看法是:□好,□较好,□一般,□不好;	
	问题b: 实施退耕政策对您家的影响是:□利大于弊,□利弊相等,□弊大于利;	
	问题c: 如果政府不再进行退耕补贴,您会再开垦已退耕的坡地吗?	
	问题d: 您认为您家每年最少需要多少现金收入才能维持正常生活开支?	
	问题e: 您理想中的小康生活您家每年应有多少现金收入?	
	问题f: 为了增加现金收入,您近几年打算做些什么?	

2003 年被调查农户中有 399 户获得了政府退耕补贴,来自政府的退耕补贴对不同的农户有着不同的影响,一般而言,农户越贫困,影响程度越大。从退耕补贴占农户现金总收入的比重看,所占比重大于 50% 的农户有 13 户,属于被调查农户中最贫困的,2003 年现金收入来源除获得退耕补

贴外, 主要为卖粮食或亲戚赠送; 比重在 50%～ 30% 之间的农户有 36 户, 生活状况相对较贫困; 比重在 30%～ 10% 之间的有 193 户, 生活状况基本处于温饱阶段; 比重在 10% 以下的有 157 户, 生活状况大都具有小康或富裕的特征。

农民对退耕政策的看法以利好为主, 但退耕补贴停止后的反垦可能性仍存在。在对 479 农户的调查中, 当被问到"对目前实施的退耕政策的看法"时, 有 459 户的回答是"好"或"较好", 占 95.82%, 6 户的回答是"一般", 占 1.25%, 14 户的回答是"不好", 占 2.92%; 当被问到"目前实施的退耕政策对您家有何影响"时, 有 225 户的回答是"利大于弊", 占 46.97%, 197 户的回答是"利弊大致相当", 占 41.13%, 57 户的回答是"弊大于利", 占 11.9%; 而当被问到"如果几年后政府不进行退耕补贴了, 您是否会再开垦您已经退耕的坡地"时, 有 287 户的回答是"不会", 占 59.92%, 192 户的回答是"会", 占 40.08%。

3.2　农业生产特点

2003 年被调查农户农业生产的总体特点是农林牧并举, 但以种植业为主。2003 年 479 农户用于种植业的耕地面积为 257.7 hm^2, 人均面积约 0.12 hm^2/人。耕地的构成情况为川地 77.93 hm^2, 占 30.24%; 坝地 18.97 hm^2, 占 7.36%; 梯田 38.95 hm^2, 占 15.11%; 坡地 114.87 hm^2, 占 44.58%; 湾地及塌地 6.98 hm^2, 占 2.71%。

粮食生产是种植业的主体(表 2), 2003 年玉米、马铃薯、谷子和豆子的播种面积达 206.18 hm^2, 占作物总播面积的比重为 80%。玉米是主要的粮食作物, 种植于川地、坝地和梯田等平耕地上, 总产量 519.14 t, 平均单产 5 397 kg/hm^2; 马铃薯的种植地类以缓坡地为主, 梯田和川地有少量分布, 总产量 292.28 t, 平均单产 8 092 kg/hm^2; 谷子主要种植在坡地和梁峁梯田上, 总产量 30.82 t, 平均单产 1 908 kg/hm^2; 豆子的品种主要为绿豆和黑豆, 面积较大, 种植地类与谷子基本相同, 总产量 102.16 t, 平均单产 1 769 kg/hm^2。蔬菜尽管种植面积不大, 但已成为许多农户创收的主要来源。2003 年种植蔬菜的农户有 161 户, 总产量(鲜重) 达 364.33 t; 蔬菜种植户中有 47 户兴建了高产的蔬菜大棚, 大棚菜单产量一般都在 60 000 kg/hm^2 以上, 最高的可达 97 500 kg/hm^2。

表 2　2003 年宝塔区和安塞县 479 农户作物种植情况

农作物	播种面积/hm^2	种植地类	平均单产量/(kg·hm^{-2})	总产量/t
玉　米	96.16	川地、坝地、梯田	5397	519.14
马铃薯	36.13	缓坡地、梯田、川地	8092	292.28
谷　子	16.15	坡地、梯田	1908	30.82
豆　子	16.15	坡地、梯田	1769	102.16
蔬　菜	8.06	川地、梯田	45202	364.33
其　它	43.43	坡地、梯田	336	14.57

2003 年在被调查的 479 农户中有 261 户拥有园地, 面积合计 55.03 hm^2, 主要为苹果和仁用杏, 苹果面积 37.25 hm^2, 占 67.69%, 仁用杏面积 16.73 hm^2, 占 30.4%, 其余为红枣、葡萄等。苹果园的挂果率尚较低, 2003 年总产量(鲜重) 145.18t, 平均单产 3 897 kg/hm^2。仁用杏面积较大, 但一直未得到经济产量。

畜牧养殖业由饲养大牲口、猪、羊和家禽构成。2003 年大牲口饲养户 229 户, 饲养数 364 头; 生猪养殖户 261 户, 饲养生猪 384 头; 羊子养殖户 165 户, 饲养羊子 1 005 只; 家禽养殖户 367 户, 饲养家禽 7 265 只, 其中养殖规模在 500 只以上的专业户有 5 户。

3.3　农户收入来源及生计情景

2003 年被调查的 479 农户现金收入合计 318.75 万元, 人均 1 492 元/人。现金收入来源明显存在着三个不同层级(表 3), 外出打工和卖粮菜属于第一层级, 占现金收入总额的比重分别为 31.26% 和 26.66%; 退耕补贴、卖畜禽产品和做小生意属于第二层级, 占现金收入总额的比重分别为 11.45%、10.77% 和 10.18%; 卖果品、亲戚赠送和其它来源属于第三层级, 比重分别为 4.05%、0.29% 和 5.33%。从被调查农户现金收入来源构成可以看出, 宝塔区和安塞县农民的生计行为具有较强的对外依赖性, 这种依赖性主要体现在外出打工和得到退耕补贴 2 个方面。2003 年外出打工的农户有 285 户, 占被调查农户的 59.5%, 外出打工时间合计为 45 795 d, 平均每个外出打工者年打工时间约 156 d/人, 若按劳动力总量推算, 年劳均打工时间也达 44 d/人; 2003 年得到政府退耕补贴的农户有 399 户, 占被调查农户的 83.3% (未得到退耕补贴的农户主要分布在植被覆盖条件很好的南部天然次生林区); 此外, 从外出打工和退耕补贴收入合计占现金收入总额比重达到 42.71% 也可反映出农民生计对获得外部收入来源的依赖性特点。

表 3　2003 年 479 农户现金收入来源构成

现金收入来源	金额/元	比重/%
外出打工	996500	31.26
卖畜禽	343360	10.77
退耕补贴	364810	11.45
卖果品	129247	4.05
卖粮菜	849830	26.66
做小生意	324500	10.18
亲戚送及其它	179213	5.62
现金收入合计	3187460	100.00

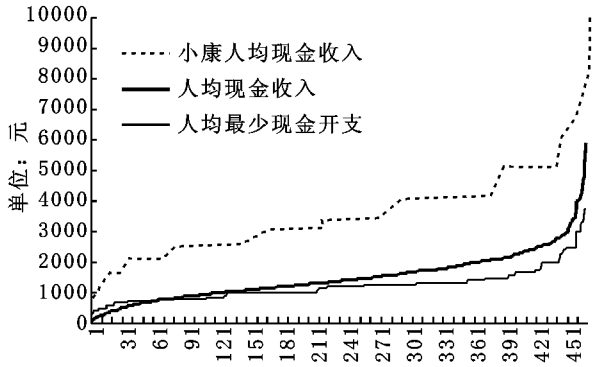

图 2　2003 年 479 农户人均现金收入及生活开支分异曲线

据农户问卷调查结果, 2003 年 479 农户人均现金收入、正常生活人均最少现金开支及小康生活人均现金收入分异情况如图 3。(1) 2003 年被调查农户人均现金收入差距显著, 最高达 5 900 元/人, 最低仅 60 元/人, 前者是后者的 98 倍。被调查农户人均现金收入大多在 800～ 3 000 元之间, 有 386 户, 占 80.58%; 在 800 元以下的农户 74 户, 占 15.45%; 在 3 000 元以上的有 19 户, 占 3.97%。(2) 被调查农户维持正常生活所需的人均最少现金开支介于 300 元至 3 750元之间, 平均为 1 225 元/人。其中, 800 元以下有 66 户, 占 13.78%; 800～ 2 000 元之间有 386 户, 占 80.58%; 2000 元以上有 27 户, 占 5.64%。(3) 被调查农户理想中的

小康生活对人均现金收入的期望值平均为3447元/人,但高低差异极大,高者达10 000元/人,低者仅750元/人,高低相差13倍多。从总体情况看,大部分农户人均现金收入的小康期望值在2 000元至5 000元之间,有410户,占85.59%;2 000元以下的有34户,占7.1%;5 000元以上的有35户,占7.31%。

从被调查农户近年的生计打算看,能获得稳定收入且报酬相对较高的行业仍是农民谋生的首选,有资金积累或一定技能的农户的生计方向在发生变化。打算外出打工的农户有226户,占47.18%,与2003年相比虽有所下降,但所占比例仍较大。保持现状的农户有85户,占17.75%,基本上都是兼业户。打算做生意和买车跑运输的农户呈现为大幅度增加趋势,2003年做生意专业户为15户,尚无买车跑运输农户,而调查结果显示打算做生意的农户有43户,买车跑运输的农户有13户,合计占被调查农户的11.69%。打算发展畜牧或养殖的农户有29户,从事种植业的农户有27户,种大棚菜的农户有24户,三者合计占被调查农户的16.7%。此外,有6户打算发展林果业,2户打算开矿或石料厂,另有25户没有明确的打算。

4 结 论

(1)退耕政策实施4年来,被调查农户合计退耕坡地437.74 hm^2,退耕指数达79.21%,人均退耕面积为0.205 hm^2/人。2003年479农户因退耕导致的粮食减产量人均约74 kg;退耕农户获得政府补贴合计36.48万元,占农户现金总收入的11.45%;退耕补贴对贫困农户的影响程度较大,退耕补贴停止后的反垦可能性仍存在。

(2)被调查农户农业生产的总体特点是农林牧并举,但以种植业为主;技术要求较高的大棚菜、林果园艺和养畜业渐成为农户经营农业的重点。

(3)2003年被调查农户人均现金收入1 492元/人,主要来源于外出打工、卖粮菜、退耕补贴、卖畜禽产品和做小生意等。从农户现金收入来源构成看,农民的生计行为具有较强的对外依赖性。能获得稳定收入且报酬相对较高的行业是农民近年谋生的首选,有资金积累或一定技能的农户在将生计转向高附加值农业和第三产业。

参考文献:

[1] 钱征寒,倪晋仁,薛安. 黄河断流严重程度分级与判别方法[J]. 地理学报,2001,56(6):691-699.
[2] 刘昌明,成立. 黄河干流下游的断流序列分析[J]. 地理学报,2000,55(3):257-264.
[3] 唐克丽,张科利,雷阿林. 黄土丘陵区退耕上限坡度的研究论证[J]. 科学通报,1998,43(2):200-203.
[4] 陈利顶,傅伯杰,Ingmar Messing. 黄土丘陵沟壑区典型小流域土地持续利用案例研究[J]. 地理研究,2001,20(6):713-722.
[5] 李鹏,李占斌,郑良勇. 黄土陡坡径流侵蚀产沙特性室内实验研究[J]. 农业工程学报,2005,21(7):42-45.
[6] Li Xiaojian, Jim Peterson, Liu Gangjun et al. Assessing regional sustainability: the case of land use and land cover change in the middle Yiluo catchment of the Yellow River Basin[J]. Applied Geography, 2001, 21(1): 87-106.
[7] Xu Yong, Guo Tengyun, Yang Guoan. A comparison between different ecological de-farming modes in the Loess Hilly-gully region in China[J]. Journal of Geographical Sciences, 2005, 15(1): 53-60.
[8] 徐勇,甘国辉,王志强. 基于WIN-YIELD软件的黄土丘陵区作物产量地形分异模拟[J]. 农业工程学报,2005,21(7):61-64.
[9] 田均良,刘普灵,张翼. 治理水土流失再造山川秀美延安-对中尺度生态环境建设中落实朱总理指示的认识和思考[J]. 水土保持研究,2000,7(2):4-9.
[10] 彭文英,张科利,李双才. 黄土高原退耕还林(草)紧迫性地域分级论证[J]. 自然资源学报,2002,17(4):438-443.
[11] 田均良,梁一民,刘普灵. 黄土高原丘陵区中尺度生态农业建设探索[M]. 郑州:黄河水利出版社,2003. 243-269.
[12] 延安地区农业区划委员会. 陕西省延安地区农业区划报告[Z]. 1987. 78-94.
[13] 刘胤汉. 关于陕西省自然地带的划分[J]. 地理学报,1980,35(3):210-218.
[14] 徐勇,韩国义. 黄土丘陵区生态农业建设效益评价指标体系初步研究[J]. 水土保持研究,2002,9(4):139-143.
[15] 吴寒光. 我国小康生活水平的测量尺度与标准[J]. 中国人口·资源与环境,1995,5(2):57-61.

(上接第254页)

[23] 何毓蓉,张丹,等. 金沙江干热河谷区云南土壤退化过程研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(4):1-5.
[24] 钟祥浩. 干热河谷区生态系统退化及恢复与重建途径——以云南金沙江典型区为例. [J] 长江流域资源与环境,2000,9(3):376-383.
[25] 张兴昌,邵明安. 水蚀条件下不同土壤N素和有机质流失规律研究[J]. 应用生态学报,2000,11(2):231-234.
[26] 史德明,韦启藩,梁音. 中国南方侵蚀土壤退化指标体系研究[J]. 水土保持学报,2000,14(3):1-9.
[27] 史德明. 土壤侵蚀对生态环境的影响及防治对策[J]. 水土保持学报,1991,5(8):1-8.
[28] 陈永宗,景可,等. 黄土高原现代侵蚀与治理[M]. 北京:科学出版社,1988.
[29] 余剑如,等. 长江上游的水土流失与河流泥沙[J]. 水土保持学报,1988,2(1):1-16.
[30] 中国科协学会工作部. 中国土地退化防治研究[M]. 北京:中国科技出版社,1990. 179-184.
[31] 张桃林. 中国红壤退化机制与防治[J]. 北京:中国农业出版社,1999.
[32] 万勇善,席承藩,史德明. 南方花岗岩区不同侵蚀土壤治理效果的研究[J]. 土壤学报,1992,29(4):419-426.
[33] 龚子同. 土壤环境变化[M]. 北京:中国科技出版社,1992. 137-141.
[34] 王礼先. 全球土地退化现状与防治对策-第九届国际水土保持组织会议综述[J]. 中国水土保持,1997,(5):8-10.
[35] 景可,王万忠,郑粉莉. 中国土壤侵蚀与环境[M]. 北京:科学出版社,2005.