

文章编号:1001-4810(2005)03-0220-07

湘西大龙洞岩溶流域农业生态环境与治理措施^①

朱明秋, 梁 彬, 陈宏峰, 何师意, 关碧珠, 周 密

(中国地质科学院岩溶地质研究所, 广西 桂林 541004)

摘 要:大龙洞岩溶流域水土流失与石漠化严重、旱涝灾害频繁,造成该流域这种农业生态环境现状的主要原因是岩溶生态环境的脆弱性和长期的人为干扰。在研究湘西大龙洞岩溶流域自然地理与地质构造、岩溶水资源、土地与植被环境等特征的基础上,剖析大龙洞岩溶流域石漠化等农业生态环境存在的问题,并根据大龙洞岩溶流域农业生态环境特点,提出了有效开发利用岩溶水资源,提高地表水、地下水与降水资源的利用率及生态重建与恢复等措施。

关键词:大龙洞岩溶流域;农业生态环境;治理措施

中图分类号:S181 **文献标识码:**A

0 前 言

大龙洞岩溶流域地处湘、鄂、黔、渝毗邻的武陵山区,是我国西南岩溶区具有一定代表性的典型岩溶台地区,其特有的岩溶山区自然条件和边缘地域社会经济状况构成较为特殊的岩溶生态环境系统^①。流域位于湘西凤凰县西北部与花垣县南端的接壤地带,土地总面积223.88km²(22388hm²),其中90%以上的土地为碳酸盐岩分布区。流域内地表侵蚀强烈,地貌破碎,生态环境极为脆弱。由于农业生态环境不仅是农业生存和发展的基本条件,而且是国民经济、社会发展以及人类生存的物质基础^[1,2]。因此,准确揭示大龙洞岩溶流域农业生态环境特征,为大龙洞岩溶流域生态环境重建与恢复、石漠化治理提供科学依据,对解决当地群众的温饱问题、最后走上脱贫致富的道路具有重要意义^[3]。

1 农业生态环境现状

1.1 地理、地质条件

流域属亚热带季风湿润气候,多年降水量一般为

1500~2100mm,年均降水量1800mm,降雨多集中在5—7月,占年降雨量的50%。年平均气温16.4℃,多年平均蒸发量为1108mm。

流域内主要以裸露岩溶山地为主,地貌类型比较复杂,地貌形态主要以溶丘洼地、台丘洼地和深切沟谷等为主。总的地形特征为:西南部高,高程多在850~1000m;东北部较低,高程一般为680~700m左右;北西部则为深切河流——牛角河。

大龙洞岩溶流域出露的地层主要为寒武系(ϵ)、奥陶系(O)(图1),其中奥陶系中统(O_2)主要为灰绿色中厚层泥质灰岩夹紫红色中厚层泥晶泥质灰岩;奥陶系下统(O_1)主要为厚层状砂屑灰岩夹细晶白云岩;寒武系上统(ϵ_3)上部主要以厚层灰白色、青灰色结晶灰质白云岩、灰岩为主,分布于台地区,中部主要为青灰色、暗灰色中厚层云质灰岩、灰岩,下部主要为暗灰色薄层泥质条带灰岩、泥灰岩;寒武系中统(ϵ_2)上部为中厚层状泥粉晶白云岩夹薄层泥灰岩,中部为中薄层状灰岩、白云岩,下部为中薄层状泥质灰岩、白云岩夹硅质页岩;寒武系下统(ϵ_1)上部主要为含炭泥质云岩、白云岩,下部主要为炭质页岩、钙质页岩。

地质构造上处于新华夏构造第三隆起带的西南

① 基金项目:国土资源部地质调查项目《西南岩溶地区地下水开发与石漠化治理区划》(水[2003]005-02)资助

第一作者简介:朱明秋(1962-),女,工程师,长期从事水文地球化学、岩溶环境地质科研工作。

收稿日期:2005-09-22

① 岩溶地质研究所,西南典型岩溶流域地下水调查和地质环境整治研究(地质调查项目,水[2003]001-26)

段,主要有华夏系(北东向构造)、新华夏(北北东向构造)两期构造,主要构造由腊尔山向斜、禾库向斜和北北东向、北东向、北北向断裂及少数近南北向、东西向展布的断裂。地层走向一般为 $N30^{\circ}\sim 65^{\circ}E$,倾向向南,倾角 $10^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。

1.2 岩溶发育特征

据调查,流域内岩溶比较发育,发育有洼地 99 个、落水洞 69 个、漏斗 64 个、溶洞 23 个、暗河出口 10 个。

在流域东部米坨、柳薄、雷公洞及西部腊尔山、黄瓜洞、排达扣一带(面积约 126km^2),岩溶发育强烈,岩溶形态主要以较大规模的岩溶洼地、地下河为主,其次为落水洞、溶洞、漏斗等,岩溶洼地多呈串珠状连续分布,洼地长一般为 $1\sim 2\text{km}$ 、宽 $50\sim 100\text{m}$ 。地下河

发育,共有 6 条地下河(火焰洞地下河、坡脚村地下河、消水坨—雷公洞地下河、杉木寨地下河、禾库—雷公洞地下河、大龙洞地下河等),长达 105km 。面岩溶率达 10% ,岩溶个体形态平均分布密度 $2\sim 3$ 个/ km^2 ,地下河平均分布密度为 $0.5\sim 1.0\text{km}/\text{km}^2$ 。

在流域中部两林—高务、龙角洞—排云、比朵—夯都等地段(面积约 59km^2),岩溶发育程度中等,岩溶形态主要为较小规模的岩溶洼地、落水洞、漏斗及少数地下河等,岩溶洼地多呈单个分布,洼地规模较小,地下河发育,共有 3 条地下河(禾若地下河、大高岩地下河、雀儿寨地下河),总长 5km 。面岩溶率达 $3\sim 6\%$,岩溶个体形态平均分布密度 $0.5\sim 1$ 个/ km^2 ,地下河平均分布密度为 $0.07\text{km}/\text{km}^2$ 。

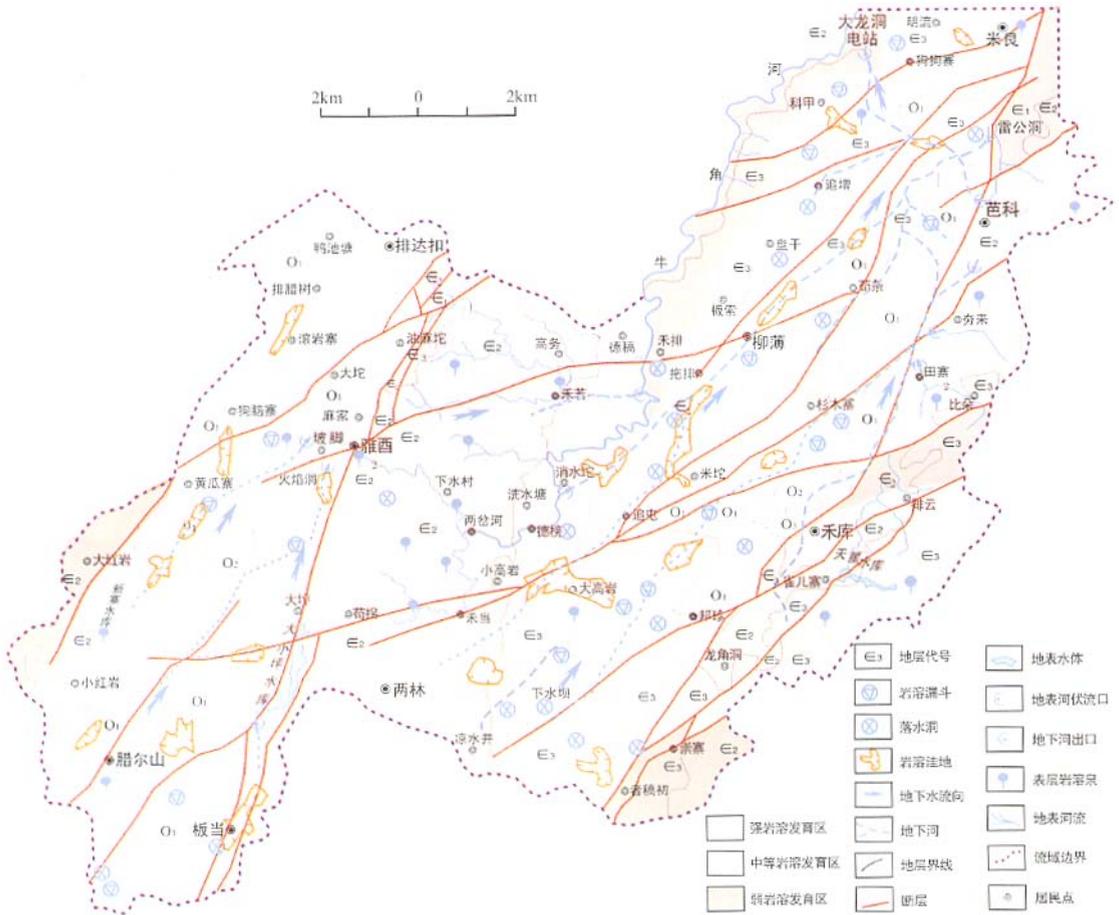


图1 大龙洞流域岩溶地质略图

Fig.1 Sketch map of karst geology in Dalongdong basin

1.3 岩溶水资源特征

流域内主要地表河流为牛角河,位于流域北部陡壁下部,据大龙洞站 2003 年观测,年均径流量为 $2.75\text{m}^3/\text{s}$ 。牛角河上游消水坨一带,平水期、枯水期地表水在消水坨伏流口全部进入大龙洞地下河,枯季

径流量约 $299\text{L}/\text{s}$ 。流域内出露的表层岩溶泉约有 100 个,总流量约 $320\text{L}/\text{s}$,单个泉流量一般小于 $1\text{L}/\text{s}$ 。流域内地下水埋深一般大于 60m ,地下水主要通过大龙洞地下河向大龙洞方向径流排泄。大龙洞地下河位于流域的东部,由两条较大的接近平行的支流组成:禾

库—雷公洞地下河,长约13km;消水坨—大龙洞地下河,长12km。两支流于大龙洞地下河附近汇合后在大龙洞集中排泄。地下河出口高程507m,出口后为一落差约200m的瀑布,出口流量一般为 $0.99 \sim 109\text{m}^3/\text{s}$,最大洪峰流量达 $359\text{m}^3/\text{s}$,年径流量为 $(1.16 \sim 2.77) \times 10^8\text{m}^3$ 。总的来说,地表水系不发育,表层岩溶泉流量小,地下水资源丰富,但埋藏深,开发利用难度大。

1.4 土地资源特征

流域土壤主要有水稻土和石灰(岩)土两个土类,其中:水稻土主要属马肝土亚类;石灰(岩)土有:红色石灰土、棕色石灰土和黑色石灰土三个亚类。水稻土

主要分布在禾库—芭科、雅西—两林一带,土层厚一般为 $0.5 \sim 1.0\text{m}$;石灰(岩)土分布于流域中部柳薄—两林一带,土层分布不连续,厚一般为 $0.1 \sim 1\text{m}$ 。土壤的基本肥力特征如表1所示:土壤pH值一般为 $5.88 \sim 7.79$,多呈微酸性至中性;有机碳含量一般为 $0.47\% \sim 3.64\%$;总氮含量一般 $0.079\% \sim 0.58\%$;有效氮含量一般为 $70 \sim 405\mu\text{g}/\text{g}$;土壤中C/N一般为 $1 \sim 23$;有效(速效)钾含量一般为 $30.8 \sim 82\mu\text{g}/\text{g}$;有效磷含量一般为 $1.53 \sim 6.55\mu\text{g}/\text{g}$ 。属于氮供应能力较强、钾供应能力中低、磷供应能力低的土壤。

表1 大龙洞流域土壤肥力特征表(2003年)

Tab. 1 Characteristics of soil fertility in Dalongdong basin in 2003

土壤亚类	土壤名称	土壤肥力特征						
		pH 值	有机碳 (%)	总氮 (%)	有效氮 ($\mu\text{g}/\text{g}$)	有效磷 ($\mu\text{g}/\text{g}$)	有效钾 ($\mu\text{g}/\text{g}$)	C/N
红色石灰土	褐红色亚粘土	6.78	2.53	0.11	111	1.53	71.0	23
	土黄色亚粘土	7.69	3.00	0.25	256	6.55	82.0	12
	土黄色粘土	6.49	1.35	0.10	107	1.53	41.9	14
	土灰色粘土	7.79	1.08	0.079	75	2.62	30.8	14
棕色石灰土	棕色亚粘土	7.35	3.64	0.29	405	3.05	41.5	13
	深棕色亚粘土	7.56	3.50	0.28	195	2.18	48.1	13
	土黄色亚粘土	5.88	0.47	0.58	70	3.93	32.6	1
	土褐色亚粘土	7.51	2.26	0.18	271	2.40	50.6	13

流域土地覆盖类型有旱地、水田、望天田、有林地、疏林地、灌木丛、荒草地、人工幼林岩溶石山等8种(表2),其中旱地、水田主要分布在雅西、两林、柳薄、禾库一带;有林地、疏林地主要分布流域西北部在腊尔山—雅西—排达扣一带及流域东部禾库—米良一带;灌木丛、荒草地主要分布于流域中部、东部的岩溶石山。土地利用面积为 18413.3ha ,占土地总面积

的 82.25% ,其中:农业用地面积为 17982.1hm^2 (表3),占土地利用面积的 92% 。土地利用现状中,各种农业用地所占比例大小依次为林地(含有林、疏林、人工幼林等)→耕地(望天田、水田、旱地)→牧草地→水域→园地,充分反映出山区山高、坡陡以林业为主的特征。

表2 大龙洞岩溶流域土地覆盖特征统计表(2003年)

Tab. 2 Statistics of land-cover in Dalongdong karst basin in 2003

土地类型	旱地	水田	望天田	有林地 (森林)	疏林地	灌木丛	荒草地	人工幼林 岩溶石山	水体	合计
面积(km^2)	5.42	21.42	50.17	13.45	12.4	79.1	38.34	2.54	1.00	223.88
占流域面积 (%)	2.42	9.57	22.41	6.01	5.54	35.35	17.13	1.13	0.45	100
	34.38			11.54						

表3 湘西大龙洞岩溶流域土地利用现状统计表(2002年)

Tab. 3 Statistics of present situation about land use in Dalongdong karst basin in 2002

特征值	农业用地 (hm ²)						建设用地 (hm ²)				未利用地	合计
	小计	耕地 (水旱、 田地)	园地	林地	牧草地	水域	小计	居民点 用地	交通 用地	水利设 施用地		
面积(hm ²)	17982.1	6262.8	19.4	11201.9	303.4	194.6	431.2	357.6	63.2	10.4	3974.7	22388
占流域土地总面积(%)	80.32	27.97	0.09	50.04	1.36	0.87	1.93	1.60	0.28	0.05	17.75	100.00

1.5 植被资源特征

流域内目前已没有原生植被群落,称得上森林(有林地)的仅分布在两林大小坪水库、雅西高溜溜及禾库天星水库—米良一带。植被类型主要是大面积的灌木丛(矮灌丛、荒草灌丛、疏林灌丛)及荒草地,植被覆盖率为60.74%左右,其中灌木丛所占比重较大(35.39%)、森林覆盖率较低(约6.01%)、草地荒山占流域总面积的17.08%(表2)。主要用材林有杉、松、柏、椿、柳杉、樟等;主要经济林有油桐、油茶、漆树、核桃、猕猴桃、刺梨等。森林植被分布规律为:亚热带常绿针、阔叶林带,分布在海拔500m以下;常绿树种为主的常绿落叶混交林带,分布在海拔500~1000m之间。森林植被的垂直分布具有随海拔的升高,常绿树种减少,落叶树种增多,山顶树种趋于矮化的特点。

1.6 社会经济环境

大龙洞岩溶流域包括湖南省凤凰县的两林乡、柳薄乡、米良乡、禾库乡,花垣县的雅西乡,贵州省松桃县芭茅乡的一部分。总人口约7万人,其中苗族占98%,人均占有土地9.96亩,比湘西自治州人均占有土地11.17亩低1.21亩、比全省人均占有土地5.93亩多4.03亩,为典型的少数民族(苗族)居住区和传统的山区农业区。由于自然、地理、历史等的原因,大龙洞岩溶流域居民生活仍处于贫困落后状态(表4)。

表4 湘西大龙洞岩溶流域社会经济状况表(2002年)

Tab. 4 Socioeconomic situation in Dalongdong karst basin in 2002

行政区	人口情况		农村人均纯收入(元)	
	总人口	贫困人口(人)		
两林乡	11432	4116	471	
禾库乡	13207	4035	451	
湖南省凤凰县	柳薄乡	7116	2897	384
	米良乡	4533	2787	448
腊尔山乡	15878	4024	505	
湖南省花垣县雅西乡(部分)	12453	3888	487	
贵州省松桃县芭茅乡(部分)	2533	1235	445	
合计	67152	22982	456(平均)	

注:表中数据来源于地质调查项目《湘西岩溶石山地区地下水资源勘查与生态环境地质调查》(水[2002]002-1)

2 农业生态环境问题

2.1 土地宜农条件较差,开发利用程度低,利用现状不合理

流域内土地资源较为丰富,但是大部分土地因土层厚度小、土质差、产出地形陡等条件的制约,只适合发展林业或畜牧业;而宜农土地大部分较贫瘠,保水保肥能力差,中低产田占水田面积60%以上,宜农条件较差。

流域内已开发利用土地面积18413.3 hm²,开发利用率为82.25%,其中:耕地、林地分别占土地总面积的27.97%、50.04%;未利用地面积4974.7 hm²,占土地总面积的17.75%,未利用地约是耕地的2/3,可见,流域内土地尚未充分被利用。

流域的土地利用不够合理主要表现在:①在土地利用开发上重耕地、轻其它,即偏重于占流域总面积27.97%的耕地,忽视占流域总面积的72.03%山、水、草地和未利用土地的开发利用,特别是水面的利用差,未能发挥禾库天星水库、大小坪水库以抗旱为主的综合效益。②耕地开发利用上重稻田、轻旱土。据2002年资料,流域内各类粮食作物平均为3503kg/hm²,其中水稻5161kg/hm²、玉米2291kg/hm²、薯类1924kg/hm²,旱粮的平均单产只相当于水稻的41%,增产潜力大。③在山地的利用上,重开发、轻管理与保护。近几年虽然狠抓山地开发,使园地面积不断扩大(从1998年的4.3hm²到2002年的19.4hm²),但管理与保护较差,不能及时受益,离规划要求差距较大。

2.2 农业生产结构不合理,经济效益差

根据2003年有关资料统计,目前大龙洞岩溶流域的农、林、牧、副、渔、五大业产值比例是:6.5:0.7:2.3:0.4:0.1,农业生产结构极不合理,以种植为主体,在种植业内部,又以粮食作物作为支柱的产业结构,商品率低,经济效益差。据2002年有关资料统计,在大龙洞流域分布的5个乡镇(苗族分布区),都以农业生产为主,年人均纯收入一般低于600元(表4),处于贫困线以下。

虽然自20世纪80年代开始农业生态环境治理,但因多种原因,农业生态环境治理收效甚微,农业生态环境质量并未有明显好转,且时常遭受破坏,人地关系处于恶性循环之中。因此,大龙洞岩溶流域农业生态环境治理仍是一项长期的艰苦任务。

3.1 基本思路与目标

以流域为治理单元,以治贫先治山、治山先治水土的原则,“防、治、保”相结合^[5],因地制宜,利用科学技术,充分开发利用岩溶水资源,再配合土地整理、农田基本建设,扭转水土流失加剧、石漠化面积不断扩大的势头,走生态农业可持续发展道路^[6],逐步建成农、林、牧、副各业长期稳定、协调发展,实现山青、水秀、人富的目标,实现大龙洞岩溶流域农业生态环境可持续发展。

3.2 农业生态环境治理原则

实现人口、资源、环境与社会、经济协调发展,是人类社会发展总趋势^[7],也是西南岩溶山区进行岩溶生态环境治理必须遵循的基本原则^[8]。大龙洞岩溶流域是我国西南岩溶石山地区具有一定代表性的典型地区之一,其岩溶地质条件对大龙洞岩溶流域经济建设进程有着重大影响,因而,进行流域岩溶生态环境治理,必须从流域农业生态环境的基本特征出发,综合考虑各种影响因子,提出符合流域实际情况的农业生态环境治理措施,以实现流域农业生态环境的可持续发展。

3.3 农业生态环境治理措施

根据流域农业生态环境存在的问题,结合流域的独特地理环境、生物多样性、水资源利用现状与条件、土地适宜性与土地利用方向及石漠化现状,提出生态环境治理主要措施如下:

3.3.1 有效开发利用岩溶水资源,提高地表水、地下水、降水资源的利用率

3.3.1.1 水资源有效开发利用措施

①雅西一带,堵地下河,引水灌溉。此地带发育有火焰洞地下河,出口高程790m,出口流量 $0.532\text{m}^3/\text{s}$;坡脚村地下河,出口高程790m,出口流量 $0.079\text{m}^3/\text{s}$ 。而该带现有水田2371亩、旱地13800亩,其分布高程一般低于790m,有效灌溉仅1200亩,因此可利用火岩洞地下河、坡脚村地下河(目前尚未利用)分布位置相对较高的特点,采取堵洞引水工程,提高灌溉面积。

②两林一带,治理病害水库,提高蓄水量。这一带分布有耕地约20000亩,因大小坪水库建于20世纪70年代,存在多处岩溶渗漏,仅能灌溉耕地3510亩,但如果对大小坪水库进行渗漏治理,将可进一步扩大这一带的灌溉面积。

③柳薄—米坨一带,开发表层岩溶泉、建水柜或山塘集大气降水,同时采取节水技术灌溉。此地段有耕地26205亩,近2000亩稻田缺水灌溉,是流域最为缺水地段。然而该段地表、地下岩溶发育,消水坨—雷公洞地下河水位埋深大(一般为60m),开发难度大,而且地表水系不发育,地表仅有少量的表层岩溶泉。因此水资源开发利用应以开发表层岩溶泉及建水柜、山塘等措施集大气降水为主,其次可在禾排设电灌站(利用牛角河,提水高度约80~100m),这样可解决大部分耕地灌溉及人畜用水问题。

④禾库、米良一带,拦地表沟水或开发表层岩溶泉引水灌溉。此地带地层主要为寒武系中统(C_2)上部的中厚层状泥粉晶白云岩夹薄层泥灰岩及寒武系下统(C_1)含炭泥质云岩、白云岩、炭质页岩、钙质页岩,岩溶发育弱至中等,发育有芭科、夯来、田寨禾库等地表沟水,流量一般3~50L/s。同时分布有位置相对较高的多处表层岩溶泉(流量一般0.1~10L/s);而耕地(约12045亩,目前利用天星水库灌溉仅3050亩)大部分分布地表沟谷小溪的下游或表层岩溶泉下方。因此,此带水资源开发利用的主要措施是完善天星水库引水设施建设,同时开发表层岩溶泉或沟水(如米良沟谷)。

3.3.1.2 推广农业节水技术

节水技术包括工程节水技术、农业节水技术、管理节水技术。节水措施主要有:①改漫灌、串灌为排灌分家;②改有水层灌溉为湿润灌溉、饱和灌溉和非充分灌溉;③微灌技术,如喷灌、雾灌、滴灌(适于旱作物)及渗灌、管灌(管道埋于地下,适于水稻)等。

3.3.2 生态重建与恢复措施

大龙洞岩溶流域88.61%的面积具有不同程度的石漠化现象,因而石漠化治理是大龙洞岩溶流域生态环境治理的首要问题。生态重建与恢复植被是石漠化治理的关键环节,植被覆盖率的高低直观地反映了石漠化治理的成效^[9],因此,恢复和扩大森林植被是改善大龙洞流域农业生态环境的当务之急。主要措施有:

①台地四周的山峰与雅西一两林及禾库—米良一带(即轻度石漠化或无石漠化地区)实行全面封山育林、退耕还林(草);

②重度石漠化区,如杉木寨—苟条一带,土壤少、土层薄、地表水极度贫乏,立地条件差,应采取全面封山育林的技术措施,最终发展成乔、灌、草相结合的植被群落。

③中度石漠化区实行人工补种,发展生态经济林草后,再采取封山育林,以形成灌草或乔灌混交林,补

种的树种有任豆树、日本落叶松、香椿等生态经济林草。

④山地或坡度 $>25^\circ$ 的坡地,实行退耕还林、还草;

⑤开展坡改梯工程,防止水土流失。

4 结 语

大龙洞岩溶流域是我国西南岩溶区具有一定代表性的典型向斜岩溶台地,其农业生态环境具有雨量充沛但地表水少、地下水丰富但水位埋深大、地形崎岖、耕地瘠薄、宜农性差等特点。由于自然地理地质以及历史文化等方面的原因,流域内的社会经济比较落后,在土地开发利用和产业布局上多存在重水田轻旱地、重粮食轻林牧等问题,致使农民生活仍然较为贫困,生态环境质量下降,石漠化不断扩大。本文根据大龙洞岩溶流域的农业生态环境特点及所存在的问题,提出了以科学技术为支撑,采取包括堵地下河、治理病害水库扩大灌溉面积,推广农业节水技术,以及在不同地段封山育林、退耕还林、发展经济林草等措施来进行生态环境恢复重建,对石漠化治理及解决当地

群众温饱问题有一定的实际意义。

参考文献

- [1] 苏东屏,富彩玲.小城镇建设土地利用存在的问题及对策探讨[J].沈阳农业大学学报(社会科学版),2002,(2):97-98.
- [2] 齐振宏,齐振彪.农业生态危机的现状成因与对策初探[J].农业经济,2002,(4):11-12.
- [3] 梁彬,等.岩溶生态环境系统及其重建与恢复策略[A].中国地质调查局主编.中国岩溶地下水与石漠化研究[C].广西科学技术出版社,2003.12:65-73.
- [4] 蒋忠城,袁道先.西南岩溶区的石漠化及综合治理综述[A].中国地质调查局主编.中国岩溶地下水与石漠化研究[C].广西科学技术出版社,2003.12:13-20.
- [5] 梁彬,等.洛塔岩溶生态系统可持续发展模式[J].中国岩溶,2002,21(4):290-298.
- [6] 梁彬,等.岩溶生态环境及其重建与恢复策略——以湖南龙山洛塔为例[A].中国地质调查局主编.中国岩溶地下水与石漠化研究[C].广西科学技术出版社,2003.12:65-73.
- [7] 曹世雄,等.论水土保持后治理与持续治理问题[J].水土保持通报,2001,21(1):42-45.
- [8] 唐健生,夏日元.南方岩溶石山区资源环境特征与生态环境治理对策探讨[J].中国岩溶,2001,20(2):141-148.
- [9] 苏维词等.贵州喀斯特山区的石漠化及其生态经济治理模式[J].中国岩溶,2002,21(1):19-24.

AGRICULTURAL ENVIRONMENT AND MANAGEMENT MEASURES IN DALONGDONG KARST BASIN, WEST HUNAN

ZHU Ming-qiu, LIANG Bin, CHEN Hong-feng, HE Shi-yi, GUAN Bi-zhu, ZHOU Mi

(Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract: Soil erosion, rocky desertification and frequent drought or waterlogging widely exist in Dalongdong karst basin. The reason for this is the fragility of the karst environment and perennial human impact. Based on the study on physical geography, tectonic, karst water resources, soil and plants, the existent agricultural environmental problems rocky as stone desertification in the basin are analyzed. Moreover, measures for the developing karst water resources more efficiently are put forward. In addition, measures to raise the efficiency in using surface water, groundwater or rainwater and measures to reconstruct or restore ecosystem are put forward in this paper.

Key words: Dalongdong karst basin; Agricultural environment; Management measures