

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.04.019

山区小流域污染与治理对策研究——以重庆市梁滩河流域为例

杜利琼^{1,2}, 夏 非^{1,2}, 张永战^{1,2}, 傅瓦利³

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210093 ; 2. 海岸与海岛开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210093 ; 3. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715)

摘要 20 世纪 90 年代初兴起、经政府大力扶植而迅速发展的畜禽养殖业已成为重庆市梁滩河最主要的污染源。提出以沼气为纽带发展循环经济, 将污染治理、环境保护与经济发展有效结合, 走生态农业的发展道路, 并从技术成熟、原料来源充沛、农户参与积极性高 3 方面论证了沼气化治污的可行性, 探讨了不同阶段分别采用小池 + 还田、中池 + 综合利用、池群 + 循环经济的发展模式, 为山区小城镇发展过程中协调经济增长和环境保护提供参考。

关键词 畜禽养殖污染, 治污措施, 沼气发展模式, 重庆市

中图分类号 :TV213.9 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-6933(2010)04-0070-06

Pollution control in small drainage area in mountainous region : A case study of Liangtan River Basin in Chongqing City

DU Li-qiong^{1,2}, XIA Fei^{1,2}, ZHANG Yong-zhan^{1,2}, FU Wa-li³

(1. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China ; 2. Key Laboratory of Coastal and Island Development of Ministry of Education, Nanjing 210093, China ; 3. School of Geographic Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract : Poultry farming, which arose in the Liangtan River Basin in Chongqing City in the early 1990s and developed rapidly under the government's strong support, has become the most serious pollution source of the Liangtan River. A circular economy using methane gas as energy is proposed. An ecological agriculture mode combining pollution treatment, environmental protection, and economic is established. The feasibility of methane gas development is defended on three bases: its mature technology, its significant benefits, and the highly enthusiastic participation of the public. The development mode of using small pools and returning application, moderate pools and integrated utilization, and pool groups and circular economy at different stages was explored. This case study provides some ideas for joint economic growth and environmental protection in the development of small towns in mountainous areas.

Key words : poultry farming pollution ; pollution control measures ; modes of methane gas development ; Chongqing City

1 研究区概况

梁滩河流域位于缙云山与中梁山之间的北碚丘陵谷地及中梁山的狭长槽谷地带, 系温塘峡背斜和观音峡背斜之间的白市驿向斜控制形成的山间拗陷, 南北长, 东西窄, 地势北低南高, 东西高, 中间凹,

流域面积 520.5 km², 平均海拔高度 300 m 左右。它地处亚热带湿润季风气候区, 四季分明, 冬暖夏凉, 年平均气温 17.5 ~ 18.8℃, 多年平均降水量 1 000 ~ 1 200 mm, 蒸发量略低于降水量。降水主要集中于春末夏初, 5 ~ 6 月是降水高峰季节, 多以大雨、暴雨形式发生, 降水强度大 ; 盛夏 (7 ~ 8 月) 降水量较少。

夏季平均气温 27.5 ~ 28.5℃,日最高气温超过 35℃ 的年平均日数达 20 d 以上,易出现严重伏旱^[1]。

梁滩河是嘉陵江一级支流之一,发源于白市驿,流经重庆市九龙坡、沙坪坝、北碚 3 区,在北碚歇马镇注入嘉陵江(图 1),全长 88 km,有 5 条主要支流,河道平均比降 0.26%,多年平均流量 6.6 m³/s^[2]。该河底有厚约 1.5 m 的泥质淤积,可分 3 层,顶部为平均厚度 0.3 m 的流动浮泥层,中部为平均厚度 0.45 m 的黑色泥层,底部为平均厚度 0.75 m 的灰黄色泥层^[3]。

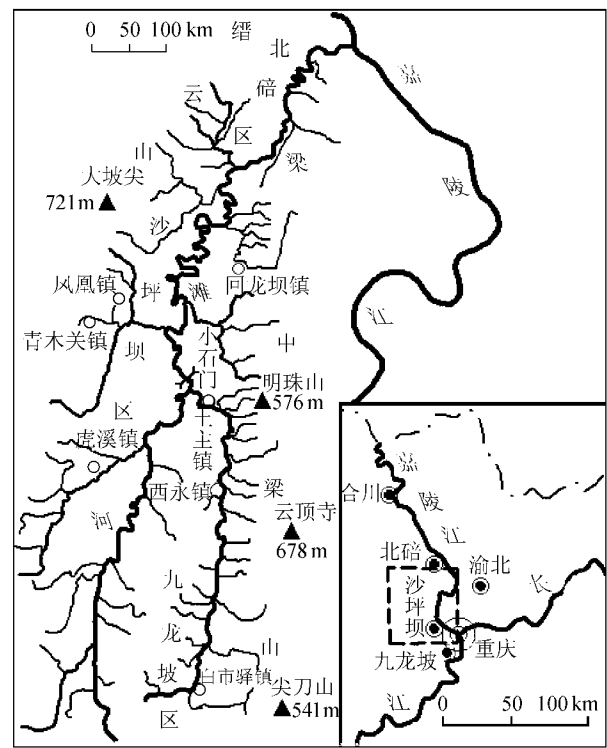


图 1 梁滩河流域示意图(据文献[3]修改)

梁滩河流域涉及 15 个乡镇,随着城镇化进程的加快,新城镇多集中沿河发展,常住人口近 40 万,成为重庆市重要的粮食、蔬菜、油料、蚕茧、畜禽生产基地。如回龙坝镇发展以家庭作坊为主的纺织业,逐渐成为沙坪坝区的纺织工业基地;凤凰镇以加工摩托车零配件为主,为当地带来了可观的经济效益和社会效益。畜禽业从 20 世纪 90 年代初兴起,经政府

大力扶植而快速发展,沿河的白市驿、西永、土主、回龙坝、歇马等镇养殖业尤其兴盛,养殖规模每年都近百万头(只),至今畜禽养殖已成为当地农民增收的重要途径之一。

经济发展的同时,带来了一系列的环境问题。20 世纪 90 年代初期以前,梁滩河河水清澈,鱼虾成群。90 年代中后期以来,流域水质开始恶化,很快变成了一条散发着恶臭的“黑河”,水质已成劣 V 类,不能用于人畜饮用和灌溉,严重威胁沿河居民的饮用水安全,同时也在一定程度上影响到嘉陵江的水质和流域内工农业生产的发展,制约着重庆市西部生态农业基地的建设。如不及时进行污染治理,还可能影响到三峡库区的水质。

2 研究方法

通过文献资料的查阅、搜集、整理,全面认识梁滩河流域的基本现状,走访土主镇政府,获取可靠数据,并对土主镇养殖户进行抽样问卷调查,运用实证分析法研究分析污染源。通过对土主镇的实地调查并结合对其他类似乡镇的调查了解,分析以往采取的治污措施及效果,利用对土主镇抽样调查问卷的统计结果并结合具体案例,探讨该地区发展沼气的可行性及其发展模式。

3 梁滩河流域的污染

梁滩河作为饮用水源、工业用水和农业灌溉用水等,其功能应是执行地表水质标准的 III 类标准,但从 2001 年的检测数据来看,整个流域水体污染严重,特别是在西永和土主两镇以下的小石门段污染尤为严重,其中 COD、TP、NH₃-N、BOD、Cr⁶⁺、Pb、Cd、COD_{Mn}、石油类、大肠菌群等 10 项指标超标(表 1)^[4],水质已成劣 V 类。

3.1 污染源分析

短短几年间,梁滩河从山清水秀变成劣 V 类水质的臭水沟,其污染源主要有农业点源加面源污染、工业点源污染、城镇生活面源污染,其中农业生产中的畜禽养殖污染问题尤为突出与严重。

表 1 2001 年梁滩河水质监测小石门测站统计^[4]

项目	pH 值	$\rho(\text{COD})/$ (mg·L ⁻¹)	$\rho(\text{TP})/$ (mg·L ⁻¹)	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/$ (mg·L ⁻¹)	$\rho(\text{BOD})/$ (mg·L ⁻¹)	$\rho(\text{DO})/$ (mg·L ⁻¹)	$\rho(\text{Cr}^{6+})/$ (mg·L ⁻¹)	$\rho(\text{Pb})/$ (mg·L ⁻¹)	$\rho(\text{Cd})/$ (mg·L ⁻¹)	$\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})/$ (mg·L ⁻¹)	石油类/ (mg·L ⁻¹)	大肠杆菌/ (个·L ⁻¹)	挥发性酚/ (mg·L ⁻¹)
枯水期均值	7.97	28.2	0.329	0.320	5.2	6.1	0.003	0.05	0.024	4.5	0.18	865	0.002
超标率/%		100.0	100.0	100.0	100.0			50.0	100.0		100.0		
平水期均值	7.72	45.0	0.10	0.104	5.8	8.4	0.003	0.02	0.001	8.3	1.48	7450	0.001
超标率/%		100.0	50.0	100.0	100.0				100.0	100.0	100.0	100.0	
丰水期均值	7.60	22.0	0.130	0.030	4.0	6.8	0.002	0.04	0.001	7.4	1.02	7425	0.001
超标率/%		100.0	100.0	100.0	50.0			50.0			100.0	100.0	
断面均值	7.76	31.7	0.186	0.151	5.0	7.1	0.003	0.03	0.009	6.7	0.89	5247	0.001
超标率/%		100.0	83.3	100.0	83.3			33.3	33.3	33.3	100.0	66.7	

3.1.1 农业污染源

养殖污染严重是导致梁滩河污染的主要原因。流域内白市驿、西永、土主、回龙坝、歇马等镇沿河分布有大量畜禽养殖户，每镇的年养殖规模数百万头（只），有的养殖大户已向小规模化发展。下面以土主镇为例说明畜禽养殖污染情况。

该镇养鸭户共有 159 户，鸭只需 1 个月即可出栏 养猪户共有 21 户，猪 4 个月即可出栏 养奶牛数量超过 10 头的共有 2 户，其余的少量饲养户不足 10 户。其他殖的畜禽还包括鸡、鹅、狗等，但规模很小，一般在 5 头（只）以内，其排泄物较少，忽略不计 屠宰户有 9 户，主要是宰鸭（生猪都外运集中屠宰），镇里的鸭子几乎都是在这 9 户屠宰场屠宰后再供应市场销售。该镇全年养殖和屠宰的排污量见表 2，排污量约为 8 亿 ~ 11 亿 kg，而这些污染物未经任何处理，几乎全部直接排入河流。

表 2 土主镇畜牧业全年排污量

项目	户数/户	养殖或屠宰量/（只或头）	单只畜禽排污量/（kg·d ⁻¹ ）	出栏周期/d	排污量总计/kg	COD/t
养鸭	159	(8~11) × 10 ⁷	0.3	30	(7~10) × 10 ⁸	30 100 ~ 77 000
养猪	21	3 000	5.5	12	2 × 10 ⁶	162
养奶牛	2	30	48		1 × 10 ⁶	36
屠宰场	9	(8~11) × 10 ⁷	1		(0.8~1) × 10 ⁸	3 440 ~ 7 700
总计	191				(8~11) × 10 ⁸	35 000 ~ 85 000

畜禽养殖场废水主要是高浓度有机粪尿废水和冲舍废水，其中猪粪尿混合排出物的 ρ（COD）达 81 000 mg/L，牛粪尿混合排出物的 ρ（COD）达 36 000 mg/L，笼养蛋鸡冲洗废水的 ρ（COD）达 43 000 ~ 77 000 mg/L，ρ（BOD）为 17 000 ~ 32 000 mg/L，ρ（NH₃-N）为 25 000 ~ 4 000 mg/L^[5]，初步估算土主镇畜牧业 COD 年排放量为 35 000 t ~ 85 000 t（表 2）。沿河在白市驿、西永、回龙坝、歇马等镇（图 1）的畜禽养殖业也很兴盛，其养殖规模与土主镇相当，由此可见流域内畜禽养殖的污染严重程度。

此外，春、秋季气候温和，为养鸭旺季，排污量较大，而正值丰水季节使得点源污染在春秋最严重 盛夏炎热干旱，养鸭户大多休养，排污量也减少，时值枯水期，点源污染相对较轻，但暴雨多发的夏季，雨水冲刷残积地面的固体污物入河，使面源污染特别严重。

其他农业面源污染。农业（种植业）使用的农药、化肥等在使用过程中浪费严重，其中化肥利用率仅为 35% ~ 40%，大部分残留在土壤、水体中，其主要成分氮、磷随着农业灌溉用水和地表径流进入河流、湖泊和水库，易造成富营养化 农药利用率也仅为 30% 左右，70% 的农药会随灌溉水、降水等淋溶

作用散逸入农业生产环境中，是三峡库区流域有毒有害物质污染源之一^[6]。

3.1.2 工业污染源

梁滩河流域沿河布局着数百家企业，包括纺织、摩配、电镀、塑料等行业，其废水以及固体废弃物等几乎都没有经过严格处理，直排入河，成为点状污染源，使得水量不大、自净能力差、环境容量小的梁滩河加重了负担。纺织印染行业对环境的影响主要以废水污染为主。据统计，中国每年排放的印染废水占工业废水排放总量的 35%，而排放的废水又会污染 20 倍量的水体^[7]。重庆市作为老纺织工业基地，仅沙坪坝区沿河就有 400 多家纺织企业，巨大的排污量对梁滩河污染相当严重 沙坪坝区沿河分布有十多家摩配、电镀作坊，不易分解、扩散性强的油污和污水直排梁滩河，增大了治污难度 沙坪坝区有 100 多家塑料厂，收购的废旧塑料经过破碎处理后用水清洗，然后将污水直接排入梁滩河，造成污染。据统计，2003 年梁滩河流域沙坪坝段重点工业污染源排放的工业废水量为 977 万 m³，工业废水中的主要污染物 COD 的排放量为 1 016 t/a，BOD₅ 为 111.1 t/a，石油类为 0.8 t/a，Cr⁶⁺ 为 313.6 t/a^[3]（表 3）。

表 3 梁滩河沙坪坝段重点企业工业废水年排放总量^[3]

镇名称	企业名称	年废水排放量/10 ⁵ m ³	COD/t	BOD ₅ /t	石油类/kg	Cr ⁶⁺ /kg
虎溪	重庆虎溪电机厂	21.8	251.5	36.7	0.8	0.9
土主	重庆沙坪坝区永华电镀厂	1.2	2.9	0.4		0.6
青木关	重庆飞达表面处理中心	6.0	42.5	6.2		8.6
	重庆市青木关煤矿	9.4	705.1	102.9		
凤凰	重庆凤凰电镀厂	37.5	0.1			305.0
回龙坝	重庆澳林机械有限公司	4.2	4.1	0.6		
	重庆永红织造有限责任公司	18.0	9.7	1.4		
合 计		97.7	1 016	111.1	0.8	313.6

3.1.3 城镇生活污染源

据调查，梁滩河流域除北碚区建有 1 座日处理 5 万 t 的城市污水处理厂外，其他城镇均无生活污水处理厂，虽然部分城镇的污水经化粪池简单处理后再排放，但其绝大部分未经任何处理就直接排入梁滩河及其流域。随着城镇化进程的加快，以前分散的居民大量集中到城镇，两岸居民的生活污水全部直排，每天的排放量近 10 万 t，其 COD 排放量约 4 500 t/a 固体垃圾等废弃物也大量增加，并随雨水冲刷产生大量的污水。城镇化以前，分散农户所产生的污水以及废弃物不会超过当地的环境自净能

力,基本不会产生污染。不断扩建的新城镇资金缺乏,没有配套污水处理厂,大量直排的生活污水远远超过环境的自净能力,加重流域污染。

对比表 2 和表 3,土主镇畜牧业 COD 年排放量为 35 000 ~ 85 000 t,而沙区重点企业工业废水中的 COD 的年排放量仅为 1 016 t,沿岸生活污水年排放 COD 约 4 500 t。表 2 中的畜牧业 COD 排放仅列了土主镇的指标,累计沿河的白市驿、西永、回龙坝、歇马等镇,使得流域的畜牧业 COD 排放指标最大。表 3 中只列了沙坪坝段重点企业工业的指标,累计九龙坡、北碚等区的所有工业 COD 排放量,其指标应高于沿岸生活污水排放量。从整个流域来看,畜禽养殖污染应是最严重的,即表 1 中的有机污染主要源自畜禽养殖业,再是工业污染,最次为城镇生活及种植业污染,因此治污的首要问题是解决畜禽养殖污染。

3.2 近年来的治理措施与效果

梁滩河 1998 年被重庆市政府列为亟待重点整治的嘉陵江支流之一,并被列入《三峡库区及其上游水污染防治规划》中,2004 年被列入重庆市首批开工治理的 9 条污染较重的河流之一。近期,在国务院新批准的《三峡库区及其上游水污染防治规划(修订本)》中,重庆市 8 条次级河流共获得国家补助 14.08 亿元,其中梁滩河的补助最高,达到了 3.95 亿元。

由于 2000 年以来梁滩河污染日益严重,环境不断恶化,当地政府采取的治污措施主要包括部分禁止养鸭、建立化粪池与河道清淤等。

2003 年沙坪坝区政府要求农民逐渐减少养鸭数量,并规定在沿河 300 m 以内、公路沿线 200 m 以内、城镇集中居住区、饮用水源地范围内农民不准养鸭,希望从限养到禁养最终发展为不养。然而,由于 20 世纪 90 年代政府鼓励农民养鸭并逐步走上了规模化养殖道路,每只鸭的纯利润为 2 元,农民养鸭年创收可达数万元,生活得到了显著改善,并促进了地区经济的快速发展。但规模养殖的污染处理机制未形成,又未找到合理的替代产业来弥补取缔养鸭业的经济损失,所以减少养鸭方案的贯彻执行遇到了很大阻力,养鸭规模几乎没有变化。此外,养殖户从严查严打的地方搬到邻村乡镇继续养殖并排污入河,即在梁滩河流域仅换了地方排污入河,污染问题没有得到实质性解决。

当地政府另一项治污措施是鼓励农民建化粪池,将鸭粪中的有害物质分解来减轻对梁滩河的污染程度。但是,农民无力承担昂贵的化粪池建池费,政府补贴的经费迟迟没有到位。同时,缺乏处理化粪池的固、液残渣的技术规划和具体措施,所以这一方案也告落空。

由滨江公司承担的梁滩河清淤工作已经开始了。一段时间了,通过开挖河底淤泥运到岸边来改善河流环境。清淤工作投入了大量的人力物力,耗费巨大,然而清淤大多只开挖了顶部的浮泥,中部的黑色泥层开挖不彻底,影响清淤成效。而且清淤只是清理已经污染的河道,仅暂时缓解污染情况,无法从源头上解决污染问题,走的是一条先污染后治理的老路子,这样的内源污染整治势必收效甚微,所以从该工程投入至今,梁滩河的污染情况并没有得到根本性的改善。

综上所述,梁滩河的治污情况可概括为 问题关注度高,措施可行性差,河流污染依旧,水质恶化加速。

4 沼气化治污措施

梁滩河流域目前最主要的污染源是畜禽养殖污染,其次是工业点源污染及城镇生活污染。实施沼气化、发展循环经济是科学解决畜禽养殖污染这一主要污染源的有效措施,结合工业点源、城镇生活污染源的集中处理、达标排放,梁滩河流域的环境污染问题可基本得到控制和改善。

4.1 沼气化治污可行性分析

a. 技术成熟。我国沼气已有 100 多年的发展历史。20 世纪 30 年代田立方开办“汉口天然瓦斯总行”,开创了我国沼气利用之先河;20 世纪 50 年代、70 年代沼气池建设分别有两次大发展,但废池较多;80 年代以后沼气池建设技术取得了长足的进步,广泛应用于发展生态农业^[8]。现在沼气池的建设、维护和利用都已经达到较高水平,而且其安全性也得到了大大的提高。重庆市沙坪坝区农业技术推广站 2007 年组织沼气推广培训班,每个镇都派人参加了学习,为每个乡镇都培养了一批专门的技术员。土主镇一养猪大户建有 1 座 16 m³ 的沼气池,投入使用 1 年,运转良好,具有示范作用,便于技术推广。

b. 原料来源充沛。鸭粪、猪粪是很好的沼气池原料,具有产气量高、沼液可利用性强、沼渣较易处理等特点。养殖大户日产大量的固、液有机废物,比如养鸭每户日排泄有机废物约 $(2 \sim 3) \times 10^7$ kg,能保证沼气池原料的充足连续供应。大量的生活污水和液体废弃物、屠宰场的污水及有机废弃物亦可入池。丰富且优质的原料保证了沼气池建成后可以长效运转,完成投资回收并带来持续的经济效益。

c. 农户参与积极性高。沼气经济效益、生态效益显著。沼气池的建立可以满足农户大部分炊事、照明、取暖等能源消耗,节省能源开支。沼液、沼渣可以用于种植业当作为有机肥,节省肥料开支。沼渣经过除臭技术可以用作养殖业的饲料,节省养殖投入。

同时,沼气清洁环保,与沼气配套的改村、改灶、改厕有利于改善村容村貌,提高农户的生活质量,利于农民身心健康。从调查问卷中可以看出,农户有迫切的建池愿望,希望政府投入 50% ~ 80% 的建池费,自己筹资一部分建立沼气池。

目前,该流域农村的能源主要包括电力、煤炭、薪柴等。养殖户月均耗电约 300 元,用于煮饭烧水、电器运转等。煤炭月花费冬天约 400 元,夏天 100 元左右,用于加工喂养畜禽的食物。因此,户均能耗约为 500 元/月(燃烧禾草薪柴的供能未算入)。调查问卷的统计结果显示,对于这笔能耗费用,农户普遍认为偏高。建 1 个 8 ~ 10 m³ 的沼气池约需投入 1500 元,利用沼气农户每年可以节约燃料和电费 250 ~ 350 元,减少农药和化肥费用 150 ~ 200 元,畜业增收 150 ~ 200 元,种植业增收也在 150 元左右,直接经济效益在 800 元左右,从而 2 年即可回收成本,1 个沼气池的寿命大概在 10 ~ 15 年^[9],其推广具有较好的可行性。

4.2 实例研究

以土主镇力量村一建池的养猪户为例分析沼气效益。该户一家 8 口人,能源消费主要有:电力,用于电器运转,月电费约 50 元;煤炭,用于煮熟猪食,月花费 900 元;沼气,煮饭烧水。沼气作为能源,年节省花费约 400 元;沼液用于灌溉蔬菜和猪饲料,年节省化肥开支约 300 ~ 400 元。该池年创收约 700 ~ 800 元,建池花费了 2000 元,2 ~ 3 年即可回收资金。该户的生猪存栏量近百头,沼气池规模大,沼液沼渣赠予邻里,节省了化肥开支,且作物长势好,病虫害少,被广为传颂。

该户所有排污包括大量的猪粪以及生活污水都排入沼气池,经过沼气池处理后 COD 的去除率在 70% ~ 80% 左右,大肠菌值下降 2 ~ 4 个数量级,改善了水质。

5 沼气池的发展模式探讨

以土主镇为例,该地发展沼气必须遵循因地制宜的原则。不同类型的农户和不同的经济发展阶段,沼气发展的模式不同。该镇的养殖大户聚居在河流沿岸,这里水源充足,交通方便,便于饲料、疫苗及成品的运输和管理;一般的农户以及小规模养殖户多散居在离河较远处。随着劳动力大量外出务工,种植业萎缩,种植面积小,耗肥量小,兴盛的养殖业产生的大量的有机肥无法在镇内完全利用。因此,沼气发展模式必须考虑到养殖业和种植业发展不平衡这一因素。

5.1 小池 + 还田 对于分散的养殖规模一般农户

离河较远的农户以种植业为主,养殖规模一般,沼气原料不足,可建立小型池子,将畜禽排泄物归池后,沼渣、沼液还田,肥效高,可增产增收。

5.2 中池 + 综合利用 对于聚居的养殖大户

养殖大户一般离河较近,沼气池原料充分,但种植业萎缩,肥耗少,开展沼气、沼液、沼渣的综合利用必须采取特殊的模式。沼气用作煮饭烧水、照明、取暖,经济卫生,亦可用于畜禽保暖及用沼气灯适当延长禽类光照时间以提高其产卵量而增收。沼渣、沼液肥效高,可以施于农作物、果树、花卉及护岸林等。盈余沼渣可制成有机肥外销。用沼气供热蒸干沼渣所含的大量水分,调配各元素的比例制成高效的复合肥,促进有机农业发展的同时也解决当地部分剩余劳动力的就业问题,促进地方经济发展。另外,沼渣除臭之后,可作畜禽饲料,为养殖户节约饲料投资的同时也处理了排污物,经济环保。

重庆市四季分明、降水充沛、日照较长,适合多种农作物、果树、花卉生长,以沼气池为纽带将养殖业、种植业和果树、花卉业及林业结合起来发展生态农业,可取得显著的经济效益和生态效益。

5.3 池群 + 循环经济 养殖业规模化、集约化发展阶段

政府正逐渐加大对养殖业的宏观调控力度,促进养殖业向规模化、集约化的经营方式转型,实现规模效益,便于监管以消减食品安全隐患并缓解生态环境压力。另一方面,随着经济的发展,农户的环保意识也在不断提高。沼气发展模式必须与该阶段相适应。

集约化的养殖场畜禽排泄物多,建池规模应扩大,聚居户可建立联立的沼气池群来处理污物。成规模的沼气除了前述用途外,更关键的是可以用来发电,产生方便、稳定、多用途的电能,突破了沼气作为直接能源本身的局限,拓展了利用空间。沼液、沼渣除上述利用方式外,还可以建立加工厂,利用先进的工艺提取出相应的肥效元素,供给化工业、农业等相关行业,解决大量剩余劳动力就业问题的同时,也促进地方经济发展。在这些基础上,实现以沼气为纽带的由养殖业、种植业、花卉业、果树业、护岸绿化林构成的生态农业循环经济,形成产业链。剩余沼渣经过动力生化过程,降低其 COD,再排放入环境,且山区河流湍急,流动过程中自净作用也会降低其 COD,其物质、能量流动模式如图 2 所示。

畜禽排泄物等经过沼气化过程,COD 的去除率可达 70% ~ 80%,沼渣采用动力生化处理,可使 COD 的去除率更高,大大减少排入环境中的污染物,以促进梁滩河功能的恢复,改善流域生态环境。

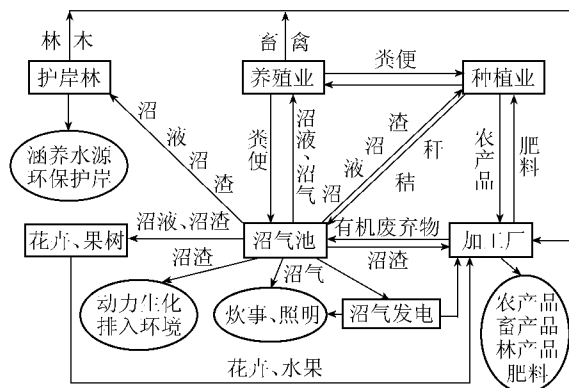


图2 以沼气为纽带的生态农业循环经济模式

6 结论与讨论

梁滩河流域系山区小流域,气候温暖湿润,适于养殖业的发展,经济发展也较快。随着养殖业的兴盛、工业生产规模的扩大、城镇化进程的加快,缺少相应的环保措施而造成河流污染,水质成劣Ⅴ类,严重影响人们的生活,反过来也制约经济发展。本项研究表明,梁滩河流域目前最主要的污染源是畜禽养殖污染,其次是工业点源污染及城镇生活污染。建立沼气池、发展循环经济是科学且可行地解决畜禽养殖污染这一主要污染源的可持续发展措施。沼气池的技术成熟、效益显著、农户参与积极性高使建池可行,但要遵循因地制宜的原则,在不同阶段采取不同模式。对于集约化养殖,在梁滩河流域发展以沼气为纽带的生态农业循环经济,其经济效益与生态效益均非常显著,是解决当前问题的有效可行的措施,可以从根本上改善过去10年来采取的养鸭禁而不止、建立化粪池、河道清淤等治污措施成效较差的现状。

梁滩河的污染问题反映出城镇化过程中经济发展和环境保护之间的矛盾。然而,在不同的经济发展阶段,只要采用相适应的以沼气为纽带的生态农业发展模式,结合工业点源、城镇生活污染源的集中处理、达标排放,梁滩河流域的环境污染问题可基本得到控制和改善。

山区河流往往是居民生活用水及当地工农业用水的主要水源,河流污染将严重影响人民生活生产。山区水系往往成羽状,坡陡流急,多暴雨,污染物随暴雨径流迅速汇入主河道易造成干流污染。山区坡度大,平地有限,村镇沿河集聚发展。山区的自然环境,适宜发展禽畜养殖,是当地居民增加收入的重要产业。山区小流域的地形和水系特征促使畜牧业得到较好发展,因此畜禽养殖污染是山区水资源的一个重要污染源,保护与永续利用山区水资源的关键工作之一是治理畜禽养殖污染。不同山区,经济发

展阶段不同,畜牧业发展规模各异,但大致都可以划归到上述的3个阶段,分别采取相应的沼气发展模式解决不同山区的污染问题应是切实可行与有效的。不过,山区小流域不同子区域产业发展模式与相应的土地利用方式的差异将导致环境污染源的差异,进而产生不同类型和不同强度的污染组合特点^[10],畜禽养殖污染对于某一局部流域地区可能并非主要污染源,这点在实际工作中需要注意。

致谢 在本项实地调查研究中,重庆市沙坪坝区土主镇政府相关工作人员和参与调查问卷的村民提供了很多有价值的实地数据资料,南京大学地理与海洋科学学院窦贻俭教授给予了环境评价及沼液处理等有益建议,邹欣庆教授对文章提出了建议和意见;审稿专家对本文提出了宝贵的修改意见,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] 陈升琪. 重庆地理[M]. 重庆:西南师范大学出版社, 2003:41-63.
- [2] 重庆市地方志编纂委员会. 重庆市志[M]. 成都:四川大学出版社,1992:580-588.
- [3] 李谢玲. 水环境容量与畜禽养殖的关系研究:以梁滩河流域沙坪坝段为例[D]. 重庆:重庆大学,2007.
- [4] 魏志琴,李旭光. 重庆市梁滩河流域的畜禽污染现状及综合治理对策[J]. 遵义师范学院学报:自然科学版, 2003,5(3):65-67.
- [5] 郑纯辉,赵杰. 河南省集约化畜禽养殖业环境污染状况及管理对策[J]. 郑州牧业工程高等专科学校学报,2006, 26(2):14-16.
- [6] 王春生,李贺,赵树茂,等. 库区农业污染成因分析及对策[J]. 农业环境与发展,2007(4):78-80.
- [7] 杨飞要. 印花工艺的变革与可持续发展[J]. 染整技术, 2005,27(11):14-17.
- [8] 张全国. 沼气技术及其应用[M]. 北京:化学工业出版社, 2005:5-10.
- [9] 徐济勤. 探讨社会主义新农村环境建设[J]. 现代农业科技,2007(3):138-140.
- [10] 赵俊丽,傅瓦利,袁红,等. 梁滩河小流域非点源污染对溪流水质的影响[J]. 人民长江,2008,39(5):61-62.

(收稿日期:2009-04-29 编辑:高渭文)

