

长江上游山区聚落与水土保持的耦合机制

王青^{1,2}

(1 西南科技大学, 四川 绵阳 621010 2 四川大学经济学院, 四川 成都 610041)

摘要: 运用地理学、生态学和物理学的理论, 从全新的角度对长江上游山区聚落形成的环境机制进行了系统的分析, 提出山区聚落与水土保持之间存在的内在联系: 1. 山区聚落场所在地处山体的自然截流部位, 山区耕地的数量和质量是人类聚落对山地坡面过程中水、土资源截流效果的指示器, 截留的规模决定聚落规模; 2. 小流域综合治理是一个完整的截流或节流体系, 水土保持的本质就是对山地坡面过程截留; 3. 通过水土保持, 人类获得赖以生存的物质和能量。因此, 水土保持是山区聚落生态建设的基础工程, 是链接人口、资源与环境协调发展的纽带, 沟通人文聚落与自然环境和谐共处的桥梁。

关键词: 山区聚落; 截流; 水土保持; 耦合; 长江上游

中图分类号: K9018 S157

文献标识码: A

长江上游地区, 农业资源、矿产资源、水电资源极为丰富, 是国家未来发展的重要依托区域。但该区域同时又是我国经济发展水平低下、生态环境相对脆弱的区域。如何实现资源、环境与经济的协调发展, 是当前山地研究中的重大课题与关键环节^[1]。长江上游农村聚落多位于河流源区和重力势能高位区, 在生物多样性和文化多样性保护、水土保持和水源涵养方面具有十分重要的价值^[2]。“十一五”时期, 建设社会主义新农村将成为我国经济建设中心任务之一, 对于山区农村而言, 就是建设社会主义新山村。结合 2006-10 对长江上游金沙江下游“长治”工程的调研和 2005 年中国水土流失与生态安全综合科学考察, 笔者拟对山区农村发展与水土流失的若干理论问题进行尝试性探讨, 抛砖引玉, 以引起更多社会关注。

1 山区农村聚落形成的环境机制

农村聚落是多个家庭(或农户)的聚合体, 是人

类生存与生活的基本空间组织单元^[3], 也是人类与周围的地质、地貌、大气、水体、土壤、植被等环境要素之间的“交流”的基地或平台。通过“交流”, 人类从中获得物质和能量以维持其生存和人口的繁衍。可见, 聚落与外界生态环境的“流量”直接影响着聚落内居民的生活保障和发展空间。因此, 聚落的出现, 要有适宜的生态空间和环境条件; 而山区聚落的形成和场所选择, 与山地的坡地过程是分不开的。

1.1 山区农村聚落形成的地理机制: 坡地过程与流

一个完整的山体, 其山坡可以划分出既相互联系又相互区别的 4 个坡段: 分水岭山脊段、山坡上部直形坡崩塌段、山坡下部直形坡搬运段、山坡坡麓洪积堆积段^[1]。坡地过程从总体来说, 受到山体隆起强度、范围及岩体等内营力构造体系制约, 同时又受到气候、重力、植被以及人类活动等外营力作用的影响。坡地过程主要表现为侵蚀和堆积关系, 两者是山体物质和能量流动和聚集的重要方面, 也是山地地貌塑造的重要过程, 与山区聚落的形成密切相关, 并为山区聚落的建立创造了条件。

收稿日期 (Received date): 2007-02-11; 改回日期 (Accepted): 2007-05-15.

基金项目 (Foundation item): 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“西部经济发展与生态环境重建研究”(04JZD0010) [Supported by Key Social Research Project of China Ministry of Education (04JZD0010)]

作者简介 (Biography): 王青 (1967-): 男, 山西阳高人, 博士后, 教授, 四川大学经济学院理论经济学博士后流动站从事区域经济、人文地理方面的研究。 [Wang Qing (1967-): Male, post-doctor professor, research direction regional economics and human geography]. E-mail

山区聚落作为一个复合生态系统,其生存和发展需要有物质和能量的支撑,而坡地过程通过“流”和“截流”两个过程为此创造了条件。下面,就山地坡地过程的物质循环、能量流动及其对山区聚落形成、生存和发展的影响作简要分析。

首先,“流”是聚落存在和发展的首要条件。这里,笔者将“物质循环、能量流动、信息传递”简化为“流”。没有“流”,就没有水、柴、土壤等物质来源,山区聚落就难以得到维持其内部人口生存的基本条件。

其次是“截流”。可以将“截流”理解为对物质、能量和信息的摄取。从坡地过程来看,聚落处于对“流”的“截流”部位。因为只有将“流”截住(那怕只是其中的一部分)且沉淀,才能为人口的生存提供基本的生产和生存条件,即物质基础。

最后,山区聚落的形成可以看作是“流”与“截流”两个过程的统一,且聚落的大小与截流的规模成正比。换句话说,如果“流”消失和减少了,则会出现聚落的消失和衰落。

1.2 山区农村聚落形成的生态机制:源与流

人类和其他生物种群一样也有生态位,山区聚落所处的地理位置一般处在山地林线——河漫滩之间,这一地带也就是人类生态位的核心地带。对于

聚落下界一般容易理解,而对于山区聚落生态位上限可能较难确定。对于一个山体而言,一般有三条线:雪线、多年冻土线和林线。这三条自然地带标志线的空间分布与气候参数存在相关关系^[4],其中,与山区聚落生态位最为密切的是林线(一般以暗针叶林的上限代表森林线)。山区聚落生态位的上限,理论上不超过林线且位于林线以下的高山森林带下端。

笔者认为,山区聚落所处的地理环境不可能是“源”(山顶部位),因“源”是物质的流失区,包括水、土流失,这种流失会使聚落赖以生存的物质条件日益丧失,聚落是难以持续的;而“汇或库”是物质的富集区,是截流的终点,其演化有两种可能:一则成为盐碱化、内涝、洪水等泛滥区域或河湖水体,显然不能成为聚落理想之地;二是多年堆积、淤积、汇集山上流下物质,形成大的冲积扇、洪积扇或平原,作为截流的综合产物,是聚落适宜的场所(图1)。

简言之,“流”且只有“截流”,才是山区聚落适宜存在和发展的外部条件。也就是说,山区聚落必定处于有“流”的部位,而且是“流”中的有“截流”地理环境。

1.3 山区农村聚落形成的物理机制:熵、负熵流

概念“流、源、截流”从地理学、生态学层面上说

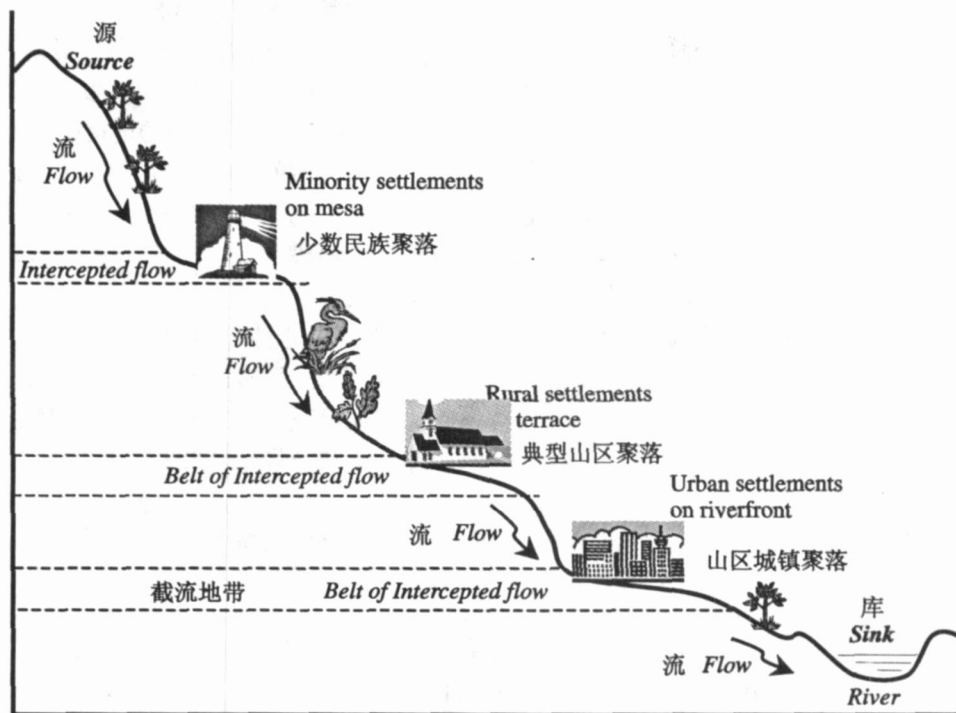


图1 截流与山区聚落的区位

Fig. 1 Intercepted flow and locations of mountain settlements

明了山区聚落场所或区位所应具备的地理环境。为了进一步说明山区聚落形成和发展的内在机制,我们引入物理学的一个重要概念:熵。

山区聚落是由人类社会经济活动与地理环境相互作用形成的复合系统,从物理学的耗散结构理论来看,山区聚落应该是一个远离平衡态的开放系统,它通过不断地与外界交换物质、能量和信息,获得负熵流来维持人类聚落由无序向有序的稳定状态演化。因此,任何聚落(其中包括城市)都是靠“负熵流”而生存的,即摄入利用价值高的物质流,而排出利用价值低的废物流^[5]。哈肯(H. Haken)的协同论原理表明:任何一个系统,其控制变量只能来自环境,系统与外界的物质流、能量流和信息流决定着控制变量的大小。对整个人类社会而言,其环境就是地理环境^[6],当系统从环境获取的负熵大于系统内部因素在不可逆过程中产生的熵变时,才能避免系统陷入无序状态而死亡。山区农村聚落是一个耗散结构,山区聚落系统的发展过程正是靠山地环境不断地向聚落内部输入负熵能量、物质和信息产生负熵流而得以维持的;而坡面过程产生的水、土流就是负熵流的主要组成部分。

2 水土保持与山区聚落的发展机制

山地生态环境是山区聚落存在和人类社会发展的基础,来自山地环境负熵流的大小控制着山区聚落的发展,负熵流或截流的存量反映农村聚落的生存状况。水土流失是地质演化的重要表现形式,是坡地过程物质和能量流动的过程。对水土流失的截流,是山区聚落获取负熵流的重要途径。因此,水土保持对山区农村聚落生存和发展起着至关重要的作用。

2.1 理论分析:水土保持本质上就是截流

2.1.1 小流域综合治理是一个完整的截流或节流体系

小流域是一个基本的自然地貌单元,也是当前水土流失治理的基本单元。“长治”工程成功的经验之一就是以小流域为单元,实行“山、水、林、田、路”综合治理。从某种意义上讲,小流域综合治理就是建设一个完整的截流和节流体系。四川省水土保持专家王丽槐,根据四川省“长治”工程小流域综合治理的实践,对坡面径流调控体系进行了较为系统地总结:通过合理布设能排、能引的排洪沟、沿山

沟、引水渠、灌溉渠;能蓄、能灌的蓄水池、水窖、拦山堰、山塘、平塘;能拦沙防冲的谷坊、拦沙坝、沉沙凼,逐步形成了较为完整的坡面径流调控体系。这些工程的实施,既保持了水土资源,又通过“长藤接瓜”高水高蓄高用,适时拦蓄地表水,科学利用自然水,使农田、林果得到适时灌溉,增产增收。

简言之,小流域综合治理就是构建和营造对水流与土壤侵蚀过程进行截流和节流、初步形成层层设防,节节拦蓄的综合防治体系。

2.1.2 水土保持是对“流”的调控过程

水土流失是坡地过程物质和能量流动的过程,是地质演化的重要表现形式,水流本身就是“流”。水土流失的治理,就是对流的调控过程。因此,水土保持工作的实质是“截流”或“节流”。在长江上游地区,坡耕地是水土流失的策源地,是河流泥沙的主要来源。在坡耕地水土流失治理措施上,目前所采用林草、工程、农耕三大措施并举的方针,其核心内容就是构建一套调控“流”的措施体系,如坡改梯田、鱼鳞坑、淤地坝、谷坊、拦沙坝、沉沙凼、植物篱、水窖、拦山堰、横坡耕作等。通过这些措施,实现了对“水土流”从截流和节流到截留的有效调控。

2.2 实证分析:水土保持是山区农村发展的基础工程——以金沙江下游宁南县为例*

金沙江下游地区地处横断山地,河流深切,地形陡峻。金沙江流域干热河谷和二半山区是农业人口居住最多地方,光热丰富,年降水 600~1 000 mm,但时空分布极不均,5~10月的降水占全年的 80%~90%。在这里,水成了农业生产、经济发展、生存环境改善的主要制约因素;其次,金沙江下游地区山多地少,可利用耕地资源不足,人均可耕地仅 0.058 hm²,只占全国平均水平的 74%,且耕地以坡耕地为主,陡坡耕地多,土层薄,多不足 30 cm,土地质量差。因此,只有从防治水土流失入手,才能从根本上遏制这种局面。

四川宁南县国土面积 1 760 km²,人口 17.7 万,耕地 12 066 67 hm²,坡耕地占耕地总面积的 63%,其中 > 25°的陡坡耕地约占坡耕地面积的 1/3。1989 年以来,每年坡改梯面积 333.33 hm² 以上,由于将坡耕地之间的部分草灌荒坡也改造为连片的梯田,耕地面积还有所增加。据县统计局资料,全县耕地面积从 1988 年的 11 235 60 hm² 增加到 2004 年的 12 064 60 hm²,净增 829 hm²。全县人口 17.7 万人,相当于每人增加耕地 0.005 hm²。全县国民经

济总产值 GNP 从 1988 年的 1.0 亿元增加到 2004 年的 10.3 亿元。一个地处金沙江畔的小县不仅财政自给有余, 2000 年以来, 每年还向国家上交 1 500 万元左右, 被誉为“金沙江边一枝花”。

宁南县大同乡 1989 年有耕地 661.67 hm², 其中坡耕地 618.33 hm², 占 93.45%。1990 年代以前还是一个长期吃粮靠返销、生产靠贷款、生活靠救济的贫困乡, “三农”问题突出。“长治”工程针对坡耕地多、水土流失严重的实际, 把坡耕地治理作为突破口, 因地制宜, 科学规划 (1) 对大于 25° 实行退耕还林还草; (2) 重点对 5° ~ 25° 必耕种农地有条件地改成梯田梯地; (3) 推行保土农耕农艺措施。经过“长

治”工程持续 16 a 的治理, 完成治理面积 41.9 km², 其中坡改梯 546.67 hm², 植造水土保持林 1 160 hm², 经济林 493.33 hm², 修建拦砂坝和谷坊 12 座, 山洪排导沟槽 831.7 m, 小二型水库 1 座, 山平塘 87 口, 三面防渗沟渠 231.8 km², 配套田间沟 163.8 km², 倒虹管安装总长 29.6 km², 微型蓄水池 3 960 口, 新增蓄水方量 72 × 10⁴ m³, 新增灌面 386.67 hm², 完成水保项目总投资 308.11 万元。通过坡耕地治理, 为群众生存的基本农田建设创造了条件有了保障。由于农业生产条件的明显改善, 和治理前相比, 大同乡农村经济有了大幅度的提高, 2005 年人均粮食 518 kg 人均收入达到 2 930 元。

表 1 宁南县大同乡水土保持与农村经济变化

Table 1 rural economic change based on water & soil conservation projects from 1989 to 2005

时间 (年)	粮食 (× 10 ⁴ kg)	甘蔗 (× 10 ⁴ t)	蚕茧 (× 10 ⁴ kg)	烤烟 / (× 10 ⁴ kg)	农业总产值 (万元)	人均粮食 (kg)	人均收入 (元)	电视机 (台)	摩托车 (辆)
1989	156	0.44	3.50	1.22	320	329	320	1	0
2005	300	2.00	35.34	12.5	2 600	518	2 930	1 075	760

宁南县陡坡地 (坡耕地 + 荒草地) 改造为有坡面水系工程的连片梯地后, 由于坡面水系调节径流, 和改造后的梯地土层增厚、土壤的入渗速率和土壤水库容量加大, 谷坡中下部的冲沟沟道萎缩, 沟床淤积明显, 沟底和沟坡植被逐渐恢复, 许多沟道的沟底已辟为桑园、蔗田或为茂密的新银合欢林封沟, 冲沟已经消亡^[7] (图 2)。

宁南县的成功经验说明这样一个事实, 在水土流失比较严重的经济欠发达地区, 影响生态环境的主要问题是水土流失。只有把水土流失预防好、治理好, 生态环境才能得到根本的改善, 进而促进经济的发展。水土保持是实现可持续发展的基础, 是山区发展的生命线。

2.3 水土保持在农村发展中的作用

从 1989 年以来, 国家在长江上中游地区实施了“长江上中游水土保持重点防治工程 (简称长治工程)”。 “长治”工程是一项以支流为骨干, 以小流域为单元, 山、水、林、田、路统一规划, 多项措施优化配置的综合治理工程。 “长治”工程以小流域为单元水土流失综合治理, 由于其措施的综合性、系统性和完整性, 改变立地条件, 增加了农业生产基础设施, 夯实了农业基础, 增加植被覆盖度, 增强土壤的抗蚀

能力和蓄水保土能力, 减少水土流失, 提高土地生产力, 改善和保护生态环境, 为农业增产、稳产提供保障体系。本次调查的四川雷波、宁南、会理和云南元谋、姚安 5 个县, 在治山、治水的同时, 立足当地自然资源优势, 以市场为导向, 把蚕桑、蔬菜、青花椒、核桃、石榴、脐橙、茶叶、大青枣等经济林、果作为振兴区域经济和富民工程的主导产业, 开展规模经营, 不断提高土地资源的生产力和商品率, 将地域的光、热、水、土资源优势转化为经济优势, 作为农民增收的支柱产业, 加快了区域经济发展和农民致富奔小康步伐。

3 结论

3.1 山区聚落的处于山体截流部位的地理环境

山地生态环境是山区聚落存在和人类社会发展的基础, 山区聚落地处山体的截流部位, 是长期以来, 人与自然和谐相处的结果。 “流”是聚落存在和发展的首要条件, 没有“流”, 就没有水、柴、土壤等物质来源, 山区聚落就难以得到维持其内部人口生存的基本条件。

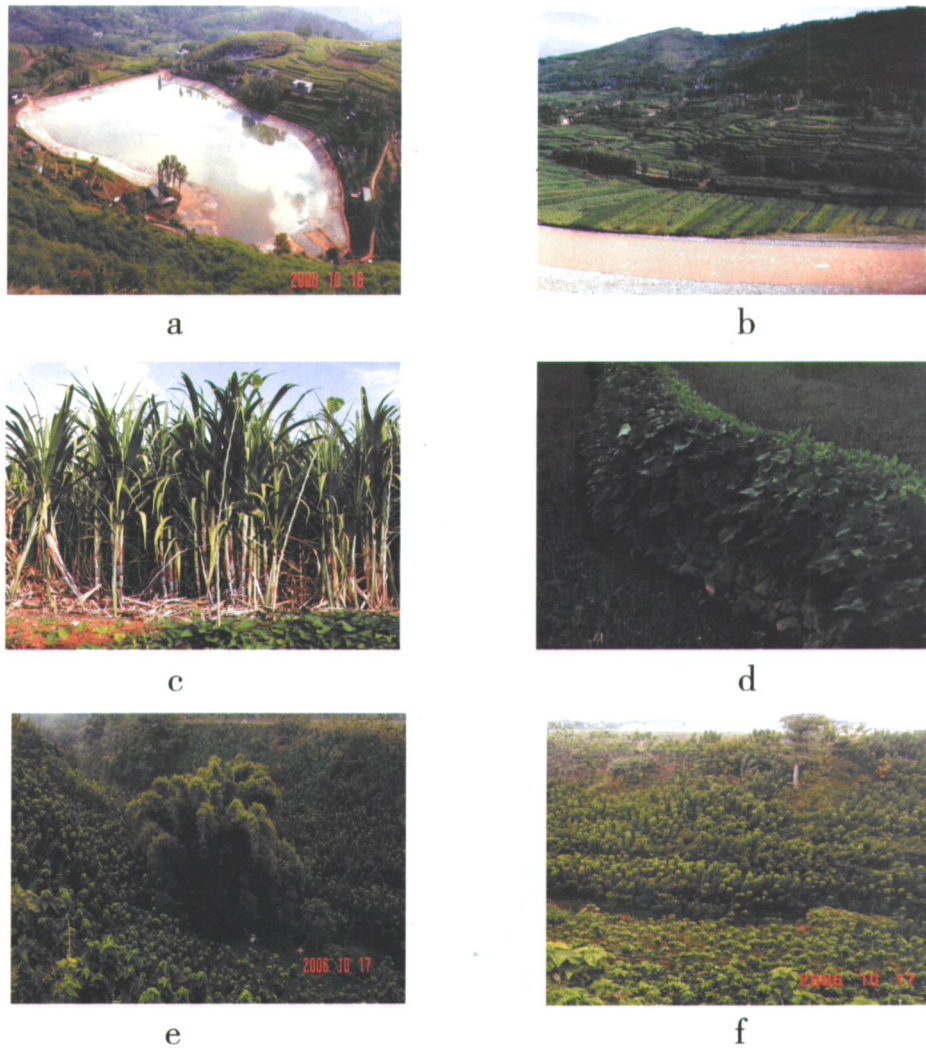


图 2 宁南县水土保持与农村土地利用覆被变化

Fig 2 Water & soil conservation projects effect and LUCC

(a. 小流域坡面水系截流工程; b. 坡改梯; c. 大同乡庆华村桑田; d. 景星乡梓油村地埂红薯; e-f. 冲沟消亡)

其次, 只有将“流”截住 (那怕只是其中的一部分) 且沉淀, 才能为人口的生存提供基本的生产和生存条件; 山区聚落的形成可以看作是“流”与“截流”两个过程的统一, 且聚落的大小与截流的规模成正比。因为水土保持工作的本质就是为山区农村聚落生存和发展截流水与土, 所以, 水土保持是山区发展的生命线。

3.2 水土保持是山区聚落拓展承载力的有效途径

长江上游山区农村聚落是流域生态系统的重要组成部分, 聚落及其周边的环境组成了一个相对完整的生态系统, 其生存和发展受到耕地、能源和水源等自然资源供给的制约。聚落耕地的数量和质量客观上反映了对于水、土资源的截流量, 其大小决定了聚落的规模。在自然状态下, 山区聚落周围的地质、

地貌、大气、水体、土壤、植被等环境要素提供的人口承载力是一定的, 提高聚落人口承载力的有效途径就是获取更多地负熵流。水土流失的治理, 就是对“水土流”从截流和节流再到截留的有效调控。通过水土保持, 人类从中获得赖以生存和发展的物质和能量, 以维持其生存和人口的繁衍。可以说, 水土保持作为生态建设的基础工程, 是山区聚落拓展承载力的有效途径。

3.3 水土保持在农村发展中有重要意义

从 1989 年以来, 国家实施的水土保持重点防治工程是一项以支流为骨干, 以小流域为单元, 山、水、林、田、路统一规划, 多项措施优化配置的综合治理工程。从本次对四川雷波、宁南、会理和云南元谋、姚安 5 个县实地调研看, 17 年来“长治”工程取得了

巨大成效,项目实施区域水土流失得到了有效控制,水土资源实现了合理开发利用;同时,在保持水土资源的过程中也培育了生物资源、发展了农村经济、提高了农民生活水平,已经为当前社会主义新农村建设打下了坚实的基础,业已成为链接人口、资源、环境协调发展的纽带,沟通人与自然和谐共处的桥梁。

本文从物理学、地理学、生态学的理论入手,对长江上游山区聚落形成地环境机制进行了尝试性诠释。关于山区农村聚落发展与水土保持工作之间的深层次逻辑关系尚待进一步研究。

致谢:在中科院、水利部成都山地所张信宝研究员带领下,四川省水保局王丽槐教高、西南科技大学王青教授和长江科学院 袁峰博士组成的金沙江下游专家组赴四川省凉山彝族自治州、云南楚雄彝族自治州开展了为期 13 天的调研,本文的图片和统计资料引自调研成果。野外调研期间,得到张信宝研究员的关怀和真诚教诲,在此深表谢意!

参考文献 (References)

- [1] Zhen Du, Shen Yuanchun. Slope formation process and restoration of degraded slope land [J]. *Acta Geographica Sinica*, 1998, 53 (2): 116~121 [郑 度, 申元村. 坡地过程及退化坡地恢复整治研究 [J]. 地理学报, 1998, 53 (2): 116~121]

- [2] Liu Shaoquan. Studies on Rural Settlement Ecology [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2006. 1~2 [刘邵权. 农村聚落生态研究 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006. 1~2]
- [3] Chen Yong, Chen Guojie, Yang Dingguo. Settlement distribution in upper M in River and its ecological characteristics [J]. *Resources and Environment in Yangtze River Basin*, 2004, 13 (1): 72~77 [陈勇, 陈国阶, 杨定国. 岷江上游聚落分布规律及其生态特征 [J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13 (1): 72~77]
- [4] Jiang Fuchu, Wu Xihua, Wang Shubing. Spatial distribution features of forest line in mainland China and its relationship with perennial frozen line and climatic snow line [J]. *Journal of Geological Mechanics*, 2004, 10 (4): 289~299 [蒋复初, 吴锡浩, 王书兵. 中国大陆森林线空间分布特征及其与多年冻土线气候雪线的关系 [J]. 地质力学学报, 2004, 10 (4): 289~299]
- [5] Wu Bing, Wang Xunhai, Lu Xiaoping, et al. Entropy and Dissipation in Universe [2005-11-15]. <http://www.chm.pku.edu.cn/bianji/paper/04/5.pdf> (6): 564~568 [吴斌, 王顺海, 陆晓青, 等. 熵与宇宙耗散. www.chm.pku.edu.cn 2005-11-15]
- [6] Liu Jisheng, Chen Tao. Exploration into man-earth nonlinear relation [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1997, 17 (3): 324~229 [刘继生, 陈涛. 人地非线性相关作用的探讨 [J]. 地理科学, 1997, 17 (3): 324~229]
- [7] Zhang Xinbao, Fu Shixiang. A way of solving slope-lands in the Upper Reaches of Yangtze River [J]. *SWCC*, 1999, 9: 38~39 [张信宝, 付仕祥. 长江上游重点水土流失区陡坡耕地的出路 [J]. 中国水土保持, 1999, 9: 38~39]

The Coupling Mechanisms of Rural Settlements and Water & Soil Conservation Projects in the Upper Reaches of Yangtze River

WANG Q ing^{1,2}

(1 Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010, China;

2 School of Economy, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China)

Abstract Rural settlements in the Upper Reaches of Yangtze River are generally located in headwater areas and in such areas with high potential energy. This paper will use theories in physics, geography and ecology to make a comprehensive study of rural settlements in the upper reaches of Yangtze River. It is hoped that modern scientific theories may shed some lights on formation, location, operation, material cycling and energy flow of rural settlements. It will help us have a deeper understanding of the relationship between rural settlements. The main ideas are such as follows: (1) the quantity and quality of arable land in mountains is an indicator of intercepted flows of water and soil; (2) the size of arable land has determined the scale of the settlement; (3) By soil conservation, humans can obtain material and energy to support their livelihood. As a fundamental work for ecological reconstruction, soil conservation is a link that promotes a harmonious development between population, resource and environment, and a bridge to coordinate man and nature.

Key words rural settlements; intercepted flow; water & soil conservation; coupling; Upper Yangtze River

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>