

试论金沙江河谷建立沟蚀崩塌科学观测研究站的重要性及学科方向

刘刚才^{1,2}, 邓伟¹, 文安邦¹, 沙毓沧³, 纪中华³, 熊东红^{1,2}, 方海东³

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院山地灾害与地表过程重点实验室, 四川 成都 610041;
3. 云南省农业科学院热区生态农业研究所, 云南 元谋 651300)

摘要: 野外科学观测研究站是国家科学研究的基础平台之一。从金沙江流域的区域重要性和沟蚀崩塌的严重性及其对长江水环境保护与改善的重要性, 以及沟蚀崩塌形成机理与防治研究的薄弱性等方面, 阐述了在该区域建立沟蚀崩塌科学观测研究站的必要性和重大科学意义。提出了该区域沟蚀崩塌科学观测研究站的主要学科方向是水土保持学和恢复生态学, 同时, 指明了该站中长期和近期的主要研究方向及其研究内容。

关键词: 金沙江; 河谷; 观测站; 重要性; 学科方向。

中图分类号: S157

文献标识码: A

我国生态环境类型复杂多样, 特殊生态环境类型也极其繁多, 有高寒特殊环境, 有干旱特殊环境, 也有地质灾害特殊环境, 等等。近年来, 国家十分重视特殊环境野外观测研究站的建设, 而沟蚀崩塌观测研究站是其中的重要组成部分。金沙江干热河谷就是利于发育沟蚀崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害的特殊环境类型之一, 并已在金沙江下游小江流域建立了国家级泥石流观测研究站。因此, 在沟蚀崩塌极为发育的金沙江龙川江流域建立沟蚀崩塌特殊环境观测研究站, 显得十分必要, 它是国家特殊环境野外科学观测研究网络站不可缺少的站之一。

2009年春季, 中科院和云南省农科院在云南元谋召开了“元谋干热河谷沟蚀崩塌观测研究站(元谋站)学科建设专家咨询会”, 专家们一致认为元谋站有很好的区域代表性, 国家需求突出。为此, 我们首先需要认识在金沙江流域建立沟蚀崩塌野外科学观测研究站的意义及站的主要学科方向, 为站的建设与发展奠定好基础。

1 金沙江流域的基本情况

1.1 自然概况

金沙江位于我国青藏高原东缘, 跨越青海、西藏、云南、四川4省(自治区), 从直门达至四川宜宾, 干流长3 500 km, 落差约5 100 m, 约占长江全长的55%和长江总落差的95%。流域面积约 $50 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占长江流域总面积的27.8%。金沙江为典型的深谷河段, 相对高差可达2 500 m以上, 除局部河段为宽谷外, 大部分为峡谷。

1.2 社会经济状况

金沙江下游共涉及云南、四川3省的51个县(市、区), 土地总面积 $10.13 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。其中云南省涉及楚雄、东川、曲靖、昆明、昭通等地(市)的36个县, 面积69 200 km^2 。四川省涉及凉山、攀枝花、宜宾等地(市)的13个县(市、区), 面积27 200 km^2 。区内总人口1 550.2万人, 农业人口1 393.4万人。

收稿日期(Received date): 2009-10-26; 改回日期(Accepted): 2009-12-31。

基金项目(Foundation item): 国家支撑计划课题(2006BAC01A11)和国家自然科学基金(40871013)。[National Key Project (NO. 2006BAC01A11) and National Natural Science Foundation Project (40871013).]

作者简介(Biography): 刘刚才(1967-)男, 博士, 研究员, 博士生导师。主要从事水土保持、生态水文等研究。[Gangcai Liu (1967-), male professor, mainly work in the fields of soil erosion and soil loss control, etc.] Tel. 028-85231287; E-mail: liugc@imde.ac.cn

1.3 水土流失情况

金沙江水土流失面积达 135 400 km², 占流域面积的 28.6%, 其中金沙江下游水土流失面积 53 400 km², 占下游面积的 52.7%。金沙江是长江上游地区产沙量最多的河流, 多年平均输沙量为 $2.58 \times 10^8 \text{ t}$ 占长江宜昌站来沙量的 48.8%。水土流失已成为严重阻碍区域经济社会发展的重要因素。

2 建站的重要性及其学科定位

2.1 区域重要性

2.1.1 是国家的主要脆弱生态区之一

该区属于我国的“西南山地农牧交错生态脆弱区”。该区域内地表物质极不稳定, 泥石流、滑坡等自然灾害严重^[1,2], 生态系统类型多样, 并且相互之间的交接带或重合区明显, 植被景观破碎化, 群落结构复杂化^[1], 生态系统退化明显^[3,4], 水土流失严重^[3,5,9]。因此, 是我国典型的脆弱生态系统区域之一, 是恢复生态学研究的重要场所之一。

特别是金沙江的河谷区, 以干热河谷气候为主, 河谷区内地貌类型主要为深切河谷、山地、丘陵、河谷盆地、河流阶地等, 该区最低海拔 520 m 最高海拔 4 344.1 m 最大高差达 3 824.1 m 金沙江河谷狭窄, 其谷底以窄谷和峡谷为主, 两侧普遍有谷肩分布, “谷中谷”现象较为明显。谷肩以上较宽缓, 有的逐渐过渡到高原面; 河谷狭窄地带, 主要为金沙江河床所占, 两侧有零星的阶地分布。金沙江中、下游河谷谷肩以下, 谷坡陡峻, 谷坡重力作用活跃, 崩塌滑坡发育, 泥石流沟众多, 大量泥沙进入江中, 常阻塞江流而成险滩。另一方面, 河谷区内人口密度大, 人为活动影响更明显, 使河谷区内的生态系统退化更严重, 更是生态恢复的重中之重区域。

2.1.2 是国家和地方经济的主战场之一

金沙江上游水能资源丰富, 而下游河谷区光热资源丰富。因此, 这些区域自然资源利用开发潜力大、特色资源丰富而经济潜力很大的地区, 在国民经济中具有举足轻重的作用。比如: 元谋河谷被列为国家的 A 级绿色蔬菜基地, 被称之为“金沙江畔大菜园”; 金沙江流域已规划建设的大于 $5.0 \times 10^6 \text{ kw}$ 级装机容量的巨型电站共 4 座, 其中有 3 座 (向家坝、溪洛渡和白鹤滩) 在金沙江下游, 再加上乌东德电站, 金沙江下游总装机容量为 $3.85 \times 10^7 \text{ kw}$ 相当于两个正在建设中的三峡工程, 是国家西电东送的

重点工程区, 是西部大开发战略的重要组成部分。

同时, 流域河谷区的河谷阶地和平坝是居民密集和生产生活的核心区, 人口密度约 450 人 / km², 也是地方国民经济的主战场。因此, 河谷区一直以来被列为“长江中上游防护林体系建设工程”、“长江中上游水土保持工程”、“天然林保护工程”、“长江中上游的生态恢复工程”、“退耕还林工程”和“西部大开发”等的重点治理区。可见, 河谷区在国家和地方都具有重要的地位, 对国民经济的可持续发展具有举足轻重的作用。

2.2 区域内突出的生态环境问题及其应对的迫切性

2.2.1 沟蚀崩塌明显, 侵蚀产沙严重

金沙江下游面积占长江上游的 8.3%, 而产沙占 34.5%。

区内沟蚀崩塌严重, 以元谋盆地为例, 该盆地内沟壑密度为 3.0 ~ 5.0 km / km², 土壤侵蚀模数高达 $1.64 \times 10^4 \text{ t} / (\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 盆地内河流 (龙川江) 泥沙含量明显高于金沙江的其他支流 (表 1); 而且, 该区域内新老冲沟类型繁多, 正在发育的冲沟所占比重较大。

表 1 金沙江流域河流的含沙量状况^[3]
Table 1 The sediment content in Jinsha river^[3] (kg/m³)

河流	站名	1960 年代	1970 年代	1980 年代
金沙江干流	屏山	1.62	1.66	1.83
	华弹	1.30	1.27	1.62
	安宁河	1.16	1.18	2.12
金沙江支流	龙川江	3.81	5.32	6.65
	黑水河	1.25	1.55	2.76
	昭觉河	1.54	1.28	2.90
	美姑河	1.53	1.64	2.02
	横江	1.08	1.54	1.82

由于河谷沟蚀崩塌的发育会造成该区域河谷阶地和平坝宝贵土地资源的数量减少和质量变差, 而且, 会有大量泥沙进入江中而严重影响水电大坝等重大工程。因此, 国家和地方都迫切需要控制该区域内水土流失的技术, 特别是控制沟蚀的技术, 以保护宝贵的土地资源和水电等重大工程的安全。

2.2.2 水热矛盾突出, 生态恢复极其困难

金沙江河谷区, 气候炎热、干燥, 日照充足, 降水量少, 干湿季分明。据元谋县气象站 (1 100 m) 多年观测资料统计, 年均温 21.9 °C, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温 8 003

℃,年日照时数 2 670.4 h 最热月(5月)月均温 27.1℃,最冷月(12月)月均温 14.9℃,全年基本无霜;多年平均降水量 613.8 mm 6~10月雨季降水总量占全年降水量的 85%,多年平均蒸发量 3 911.2 mm 干旱指数为 2.8 干燥度达 5.0 以上。因此,河谷区水热矛盾突出,季节性干旱特别明显,一年内大于 50%的时间基本无降雨,土壤含水量长达 7~8个月处于凋萎湿度以下,冬春干旱极其显著。由于区内季节性缺水干旱时间较长,加上区域内的土质要么粘重要么粗骨性很强,保水保肥能力很差,一般的植被都难以在该区生长发育。因此,植被恢复极其困难。

由于河谷区内光热资源极其丰富,如何充分利用这些优势,有效而快速地恢复植被,构建良好的生态环境,这是地方各级政府迫切需要的技术。

生态恢复是对退化生态系统或脆弱生态系统进行修复和改善。干旱河谷区是典型的脆弱生态系统之一(属于我国 8 大脆弱生态系统之一的“西南山地农牧交错生态脆弱区”),而且,流域的河谷区水热光等自然条件特殊,其生态系统的退化和恢复过程当然是特殊的,不能照搬其他区域的模式。因此,在干旱河谷区进行生态恢复方面的研究是恢复生态学不可少的研究区域之一,对该区域进行有关的研究是发展恢复生态学的主要途径之一。

2.3 区域内相关研究的核心科学问题及其薄弱性

2.3.1 沟蚀崩塌的形成机理

关于沟蚀崩塌的有关研究,还处于初步的研究阶段。目前主要通过调查,初步查清了它的分布,并估算了它的侵蚀强度。我国的黄土高原区丘陵沟壑区面积达 $21.76 \times 10^4 \text{ km}^2$,约占水土流失面积的 50%。我国南方红壤区崩岗侵蚀沟总面积 1 114 km^2 ,占水蚀总面积的 0.6%,据估计^[7],崩岗区平均的土壤侵蚀模数高达 59 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,这个侵蚀模数是国标中剧烈侵蚀标准的 4 倍左右,纯崩岗沟的侵蚀模数最高达 150 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$;据长江委资料,从 1949~2005 年 56 a 间,因崩岗侵蚀所产生的泥沙覆盖农田 3 600 km^2 ,毁坏房屋 52.1 万间,毁坏道路 35 900 km,桥梁 1 万座,淤满水库 8 947 座、塘堰 7.22 万座;直接经济损失 205 亿元,受灾人口 917.14 万。可见,沟蚀崩塌侵蚀面积虽小,但侵蚀的影响程度很大。

在元谋站,我们已经作过一些关于冲沟沟头前进速度的观测和研究,沟头前进速度平均达 50 $\text{cm}/$

a 左右,最大可达 200 cm/a ^[3]。但是,更深入的研究还有待进行。

总体上看,有关沟蚀崩塌的研究,相对其他土壤侵蚀的研究比较薄弱。沟蚀崩塌速率大多是粗略估算的,沟蚀崩塌类型的形成机制、沟蚀崩塌发生发育机制等科学问题远远不清楚。

2.3.2 江河来沙与沟蚀崩塌的耦合机制

对于沟蚀占流域土壤流失量的比例和对流域产沙的贡献量的问题,现在还没有一个统一的答案。因为它涉及到沟蚀发生的时空尺度,而在不同的时空尺度上沟蚀所占的比例有很大的不同。据美国农业部调查,沟蚀量占总侵蚀量的 18%~73% (平均为 35%);总结分析^[8]世界各国国家的沟蚀情况,沟蚀量占侵蚀总量的 10%~94% (平均为 44%);在我国黄土高原的丘陵沟壑区,面积有 $21.76 \times 10^4 \text{ km}^2$,沟蚀量占侵蚀总量的 60%~90%^[9];有研究者^[10]应用 ^{137}Cs 对小流域泥沙来源的研究表明,小流域泥沙来源主要来自沟谷地,占小流域泥沙总量的 72.6%,而沟间地占 27.4%;对实行 2 a 免耕前后黄土高原某小流域的产沙的研究^[11]表明,实行免耕后来自沟间地的泥沙从原来的 23%降低到了 6%,同时来自沟蚀的泥沙从 77%上升到了 94%。仅有的这些研究表明:江河泥沙的来源是不够清楚的:来自那里?不同区域来了多少?泥沙来源与沟蚀崩塌的耦合机制是什么?等等科学问题,远没有解决。

对于该区的龙川江流域,近几十年来,区内植被覆盖率在逐渐增加(图 1),而本区的河流(龙川江)径流泥沙(元谋黄瓜园水文站)也在增加^[12]。这与通常的植被覆盖增加,径流泥沙减少的规律不一致。研究认为:主要是由于该区的工程增沙和冲沟来沙^[5],也有认为是该区降雨量增加的缘故^[13]。究竟是什么原因,自然和人为活动因素各自占多大比重,这些科学问题仍然不清楚。

2.3.3 植被演化和恢复过程与健康生态系统的形成机制

在干旱河谷中有特殊的植被类型(萨王纳群落)和特有植物种类^[14],如滇榄仁(*Terminalia franchetii* Gagnep.)、白头树(*Garuga pinnata* Roxb.)、老人皮(*Polyalthia suberosa* (Roxb) Thw)等,它们分别在群落和个体水平表现出显著的耐旱特性^[15]。它们具有特殊适应方式或途径和维持群落的地段水分平衡的对策反应以及生境旱化的特点。而且,干旱河谷各河谷类型的顶级植物群落类型不同。这些

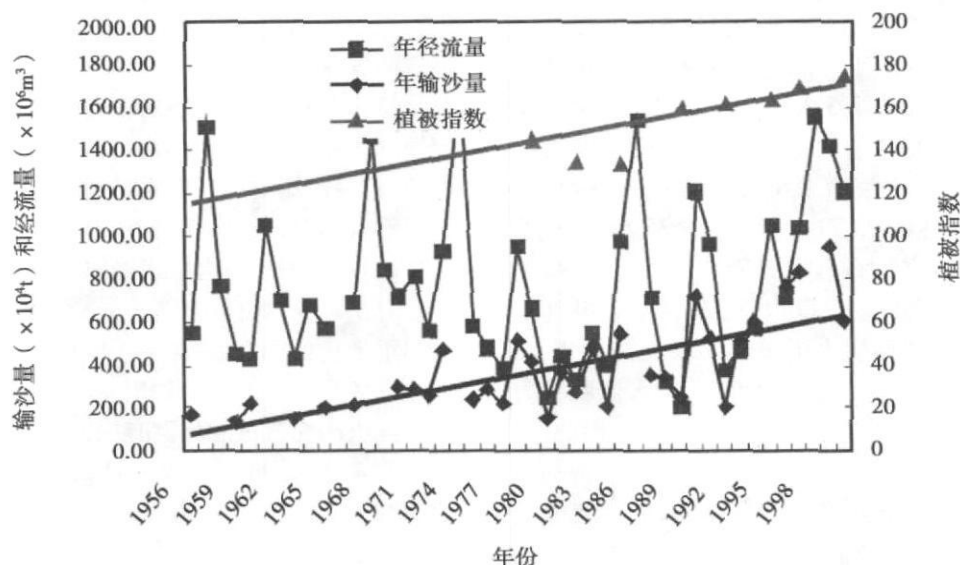


图 1 元谋盆地近几十年来植被指数和径流泥沙的变化特征

Fig 1 The dynamic change of vegetation index runoff and sediment in Yuamou basin during the late years

不同植被类型是如何演化而形成的？演化的动力机制是什么？能否通过人工造林改善恶劣的生态环境条件？目前，这些科学问题还不清楚。

恢复生态学的研究起始于 20 世纪上半叶左右。我国最早的恢复生态学研究是 1959 年在广东的热带沿海侵蚀台地开展的退化生态系统的植被恢复技术与机理研究。恢复生态学是一门年轻的学科，迄今尚无统一的定义，代表性的有 3 种学术观点^[16]：第 1 种强调受损的生态系统要恢复到理想的状态；第 2 种强调其应用生态学过程；第 3 种强调生态整合性恢复。由于有关理论不完善和清楚，植被退化过程是如何的？植被恢复过程究竟是什么？是否是植被退化过程的逆过程？各过程点的状态是什么？其终点状态是什么？等等，这些科学问题目前都不清楚。因此，植被恢复只能是“摸着石头过河”，走一步看一步，也就是说，多数生态恢复的程序是：恢复模式试验示范—模式效应评价—模式优化这“三步曲”。

我们在元谋干热河谷区作生态恢复，早期主要研究了退化生态系统的特征和类型，并从不同的退化程度和类型，以及不同的母质和母岩特性入手，设计恢复技术和模式，取得了较好的生态恢复效果。最近我们通过总结，发现我们作生态恢复的思路是：从“诊断”（退化研究）到“建模”（恢复模式试验）到再“诊断”（模式评价）到再“建模”（模式优化），这样的“四步曲”恢复程序。

由于生态系统由生命和非生命个体组成，这两种个体都有其发育、发生、发展等过程规律，从这点意义上讲，可以把生态系统看成是有“生命”的一种综合系统（个体）。因此，“健康”与“免疫”可以应用到生态系统中。当这两个术语被扩展到生态系统的研究中则形成了生态系统医学的思想。这种思想已经有学者^[17-20]关注到了。但是，至于生态系统恢复到什么程度才算是健康的生态系统，它如何才能形成和维持稳定，目前这些科学问题更不清楚。

最近，我们对健康生态系统的形成机制，也进行了初步的探索。把免疫的原理应用到生态系统恢复中进行了探索，把自然“免疫”原理应用到恢复生态系统的可持续评价研究中，取得了一些初步的创新认识。但是，生态系统的健康免疫机制究竟是什么？如何形成的？还远远不清楚。

2.3.4 干旱河谷区气候的特殊性机制

我国西南横断山区的金沙江等河谷区气候较同区域的明显干热，这种特殊的气候形成，目前存在两种观点，一是原生论^[1]：认为干热状况早已在环境的演变中必然形成，即从河谷深切，气候变热变干在地史期间就形成目前的格局和现象，认为在深陷河谷中的背风坡面出现的“焚风效应”，使得河谷内降水偏少，气温升高，另外河谷中以谷风形式的局部环流加剧了谷底水分丢失，而增加了两侧中山相对水分丰富；二是次生论^[21]：认为现代河谷是由于受到人为干扰砍伐原生的森林植被后才引发环境突变形

成的。此观点侧重在河谷由湿热环境转变为干热环境时森林植被对环境变化的影响,但忽略了干热气候自然形成的效应。这两种不同的观点对该区生态恢复也有截然不同的目标和途径。按次生论,湿润河谷过度开发破坏森林植被就可能会演变为干旱河谷,干旱河谷通过造林植树可向湿润河谷演变,但目前无从证实。因此,河谷特殊气候的形成机制还不完全清楚。

干旱河谷气候不仅特殊,而且,气候的变化也很特殊。根据元谋气象站近 50 年来的气象观测 (图 2),降雨量略有增加趋势,而蒸发量和年均温有明显降低趋势,即有明显变凉转湿的趋势,这与全球气候变暖的趋势相反。目前,仅有个别有学者^[12]认为这种特殊的变化主要是河谷特殊地形和人工干预引起下垫面性质和状态改变影响的结果。但是,这种特殊变化的机制还远远不清楚。

2.4 对学科发展的重要性

沟蚀和崩塌是陆地表层过程的重要现象之一,具有独特性,是土壤侵蚀的主要方式(面蚀、沟蚀、崩塌、冻融侵蚀、风蚀和耕作侵蚀)之一。因此,是水土保持学的主要研究对象,也就是说,对它们进行研究,是发展水土保持学不可缺少的主要研究内容。在我国四大水蚀区即黄土高原、东北黑土、红壤和紫色土区有大量的分布,而且处于强烈发育阶段^[22];在世界上也有较广泛的分布,且引起大量的土壤流

失^[7, 23-26]。但是,尽管水土保持学已经有大于 150 a 的研究史了,目前关于沟蚀崩塌的研究很少。据我们的初步估算,有关“沟蚀崩塌”的研究文献仅占“侵蚀”研究文献的约 1% (中文的为 0.5%)。因此,开展沟蚀崩塌的研究也是非常必要的和有潜力的。

生态恢复是对退化生态系统或脆弱生态系统进行修复和改善。金沙江干旱河谷区是典型的脆弱生态系统之一,而且,河谷区的水热光等自然条件特殊,其生态系统的退化和恢复过程当然是特殊的,不能照搬其他区域的模式。因此,在金沙江干旱河谷区进行生态恢复方面的研究是恢复生态学不可少的研究区域之一,对该区域进行有关的研究是发展恢复生态学的主要途径之一。

2.5 学科定位

纵上所述,在金沙江河谷建立国家级沟蚀崩塌野外科学观测研究站是必要的,根据该区的特点和需求,站的学科定位是:通过揭示沟蚀崩塌形成机理和临界条件、人为活动对沟蚀崩塌的影响机制、有效恢复生态系统的形成过程及其环境响应机制等核心科学问题,发展水土保持学和恢复生态学的理论和方法,提出有效治理沟蚀崩塌的途径、干旱河谷生态系统恢复重建的理论与技术体系,为区域的水、热、光资源的持续高效利用和可持续发展提供科技支撑。

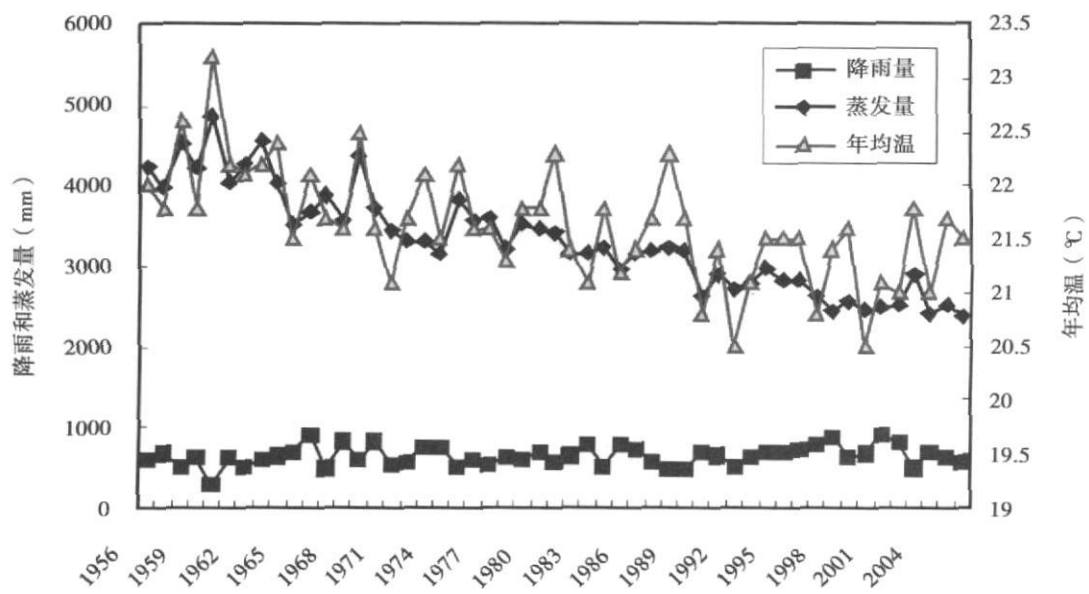


图 2 云南元谋干热河谷近 50 年来的气候变化特征
Fig 2 The climate change in Yuanmou basin of Yunnan province during the period of late 50 years

3 建站的学科方向

3.1 总体思路

本观测研究站学科建设的总体思路如图 3。

3.2 中长期研究方向及研究内容

根据本观测研究站学科建设的总体思路,拟定以下 3 个主要研究方向及其相应的研究内容。

3.2.1 沟蚀崩塌机制及其环境影响(方向 1)

1. 冲沟的类型、发育规律及其形成机制;
2. 崩塌的动力学机制;
3. 沟蚀与崩塌的联动作用机制;
4. 沟蚀崩塌的环境效应;
5. 沟蚀崩塌的防治技术与模式。

3.2.2 干旱河谷生态系统的生态过程与植被恢复(方向 2)

1. 干旱河谷区水循环的特殊性规律及其机制;
2. 径流泥沙过程的尺度效应及其环境响应;
3. 沟蚀崩塌与植被恢复的耦合机制;
4. 自然生态系统的生态过程规律及其机制;
5. 自然生态系统对人为活动负干扰(植被破坏等)和正干扰(施肥、灌溉等)的响应规律
6. 人工恢复生态系统对人为活动正干扰(不同投入强度下的不同植被恢复模式、不同土壤改良、不同灌水保证率等)的响应过程;

7. 健康生态系统的结构功能及其形成机制;

8. 退化生态系统的植被恢复技术与示范。

3.2.3 干旱河谷区生态系统的适宜性模式与管理(方向 3)

1. 植被(包括农作物)对水、热胁迫的响应过程与耐性特征;
2. 植被生长过程中水热光的耦合机制;
3. 生态系统对水热光资源的高效利用技术与模式;
4. 自然和人工生态系统模式的适宜性评价;
5. 人为活动在生态系统中的规范和允许行为指标与生态系统的管理。

3.3 近期的研究内容与研究目标

计划在近 5 a 左右,主要完成以下研究内容和目标。

1. 以云南元谋盆地内的典型冲沟(云南省农科院生态所的苴林基地)为研究对象,主要研究冲沟的溯源侵蚀特征和冲沟内泥沙的来源与组成规律,提出冲沟溯源侵蚀速率和冲沟来沙的定量预测模型;

2. 以(云南省农科院生态所的苴林基地)已有的人工恢复生态系统的典型模式为基础,主要研究这些模式的适宜性和可持续性,提出生态恢复的改进模式和新途径。

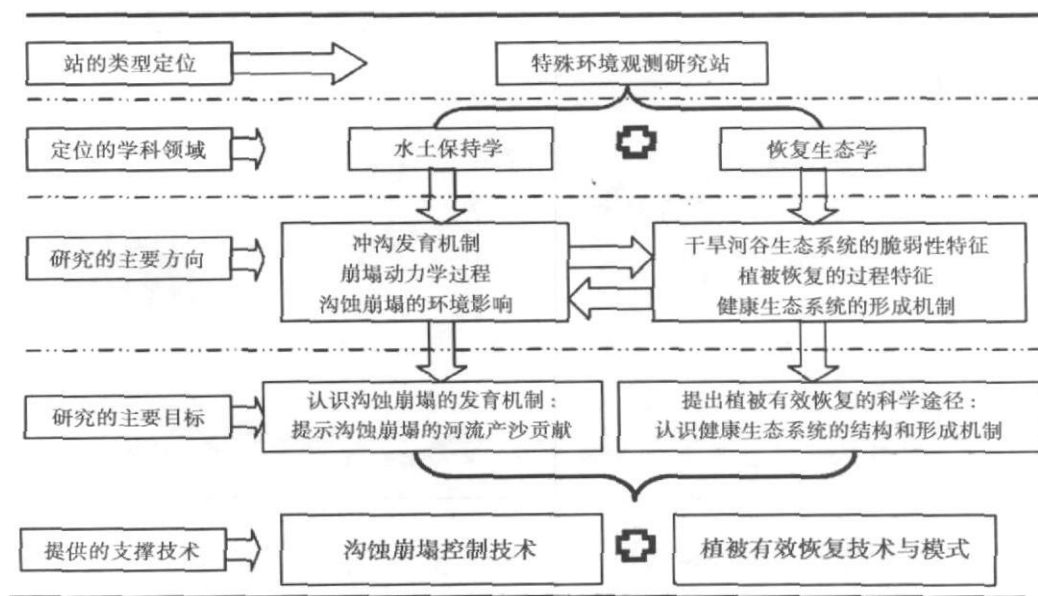


图 3 元谋沟蚀崩塌观测研究站学科建设的总体思路

Fig 3 The strategy of subject development in gully erosion and collapse experimental station in Yuamou Dry-Hot Valley

4 结束语

本文是在 2009 年春季中科院和云南省农科院在云南元谋召开了“元谋干热河谷沟蚀崩塌观测研究站(元谋站)学科建设专家咨询会”后,根据专家的意见和建议,结合目前的实际情况而完成的。当然,随着科学技术等的发展,以及国家需求等的变化,该观测研究站的学科方向和相应的研究内容也会相应调整。本文所提及的有关研究方向及其研究内容,仅是现有的一些较为确定的研究计划,也不是一成不变的。

致谢:本文是在咨询了中科院资环局原局长傅伯杰研究员、科技部基础司任家荣博士、中科院长沙所所长王克林研究员、中科院资环局国土与遥感处处长黄铁青研究员和赵涛博士、中科院山地所所长科学顾问钟祥浩研究员、四川大学艾南山教授、中科院山地所刘淑珍研究员等专家的基础上完成的;同时,本项工作得到了云南省农科院院长黄兴奇研究员和科研处处长朱宏业研究员等领导的亲临指导;为本项工作付出辛勤劳动的还有西华师范大学的张斌副教授、云南省农科院热区生态农业研究所的杨艳鲜、金杰、潘志贤、史亮涛等,在此,一并致谢!

参考文献(Reference)

- [1] Zhang Rongzu. The Dry Valley of Hengduan Mountain Region[M]. Beijing: Science Press, 1992[张荣祖. 横断山区干旱河谷[M]. 北京, 科学出版社, 1992]
- [2] Tang Chuan. Assessment of mountain disasters in the Jinsha River watershed of Yunnan[J]. Journal of Mountain Science, 2004, 22(4): 451~460[唐川. 金沙江流域(云南境内)山地灾害危险性评价[J]. 山地学报, 2004, 22(4): 451~460]
- [3] Zhong Xianghao. Degradation of ecosystem and ways of its rehabilitation and reconstruction in dry-hot valley[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2000, 9(3): 376~382[钟祥浩. 干热河谷区生态系统退化及恢复与重建途径[J]. 长江流域资源与环境, 2000, 9(3): 376~382]
- [4] Yang Wanqin, Gong Adu, He Yurong et al. Preliminary investigation on degradation causes and harness approaches of Eco-environment in dry and hot valley Jinsha River—a case from Yuamou Region[J]. Foreland and Review of Science and Technology, 2001, 23(3): 36~39[杨万勤, 宫阿都, 何毓蓉等. 金沙江干热河谷生态环境退化成因与治理途径探讨(以元谋段为例)[J]. 科技前沿与学术评论, 2001, 23(3): 36~39]
- [5] Zhang Xinbao, Wen Anbang. Variations of sediment in upper stream of Yangtze River and its tributary[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2002, 4: 55~59[张信宝, 王安邦. 长江上游干流和支流河流泥沙近期变化及其原因[J]. 水利学报, 2002, 4: 55~59]
- [6] Pan Jiugen. Characteristics of sediment transportation in Jinsha River basin[J]. Journal of Sediment Research, 1999, 2: 45~48[潘久根. 金沙江流域的河流泥沙输移特性[J]. 泥沙研究, 1999, 2: 45~48]
- [7] Ruan Fushui. Study on gully erosion of the granite slope in Fujian province[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2003, 1(1): 24~28[阮伏水. 福建花岗岩坡地沟谷侵蚀试验研究初报[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(1): 24~28]
- [8] Poesen J., Nachtergaele J., Verstraeten G. et al. Gully erosion and environmental change: importance and research needs[J]. Catena, 2003, 50(2~4): 91~133
- [9] Li Yong, Bai Lingyu. Variations of sediment and organic Carbon Storage by check dams of Chinese Loess Plateau[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(2): 1~5[李勇, 白玲玉. 黄土高原淤地坝对陆地碳贮存的贡献[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 1~5]
- [10] Yang Mingyi, Tian Junliang, Liu Pulin. Study sediment sources in small watershed using ^{137}Cs tracing[J]. Journal of Soil Erosion and Soil and Water Conservation, 1999, 5(3): 49~53[杨明义, 田均良, 刘普灵. 应用 ^{137}Cs 研究小流域泥沙来源[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(3): 49~53]
- [11] Fengmingyi, Zhang Xirbao, Wen Anbang. A study on responses of soil erosion and sediment yield to closing cultivation on sloping land in a small catchment using ^{137}Cs technique in the Rolling Loess Plateau, China[J]. Bulletin of Chinese Science, 2003, 19: 2093~2100
- [12] Zhang Bin. Sustainability Evaluation of Restoration of Degraded Ecosystem Based on the Immune Theory: an Example of the Yuamou Dry-hot Valley[D]. Chengdu Sichuan University, 2008[张斌. 基于免疫原理的退化生态系统恢复的可持续评价——以云南元谋干热河谷为例[D]. 成都: 四川大学, 2008]
- [13] Qi Shuhua, Wang Jianbin. The primary analysis of climate change in dry-hot valley of Yuamou, China[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2007, 28(suppl II): 125~128[起树华, 王建彬. 元谋干热河谷气候生态环境变化的初步分析[J]. 气象研究与应用, 2007, 28(增刊 II): 125~128]
- [14] Jin Zhenzhou, Ou Xiankun. Vegetations in Dry-hot Valley of South-western China[M]. Kunming: Publication Company of Yunnan University, 2000[金振洲, 欧晓昆. 干热河谷植被[M]. 昆明: 云南大学出版社, 昆明, 2000]
- [15] Gao Jie, Cao Kunfang, Wang Huanxiao. Water relations and stomatal conductance in nine tree species during a dry period grown in a hot and dry valley[J]. Acta Phytocologica Sinica, 2004, 28(2): 186~190[高洁, 曹坤芳, 王焕校. 干热河谷 9 种造林树种在旱季的水分关系和气孔导度[J]. 植物生态学报, 2004, 28(2): 186~190]
- [16] Peng Shaoqin, Lu Hongfang. Some key points of restoration ecology[J]. Acta Ecological Sinica, 2003, 23(7): 1249~1257[彭少麟, 陆宏芳. 恢复生态学焦点问题[J]. 生态学报, 2003, 23(7): 1249~1257]
- [17] Cairns J J., Munawar M. Ecosystem health through ecological res-

- toration: barriers and opportunities[J]. *J Aquat Ecosyst Health* 1994 3: 5~14
- [18] Rapport D. J., Costanza R., McMichael A. J Assessing ecosystem health[J]. *Trends in Ecology and Evolution* 1998 13(10): 397~402
- [19] Rapport D. J Epidemiology and ecosystem health: Natural bridges [J]. *Ecosystem Health* 1999 5(3): 174~180
- [20] Ren H., Long Y. Nan L Nurse plant theory and its application in ecological restoration in lower-subtropics of China[J]. *Progress in Natural Science* 2008 18: 137~142
- [21] Xu Zhaifu, Tao Guoda, Yu Pinghua, et al. An approach to the vegetation changes in Yuamou dry-hot valley of Yunnan during the late 500 years[J]. *Acta Botanica Yunnanica* 1985 7(4): 403~412[许再富, 陶国达, 禹平华, 等. 元江干热河谷山地五百年来植被变迁探讨[J]. *云南植物研究*, 1985, 7(4): 403~412]
- [22] Tang Keli Soil and Water Conservation in China[M]. Beijing: Science Press 2005 [唐克丽. 中国水土保持[M]. 北京: 科学出版社, 2005]
- [23] Casal J., Loizu J., Campo M. A., et al Accuracy of methods for field assessment of rill and ephemeral gully erosion[J]. *Catena* 2006 67: 128~138
- [24] Poesen J., Vanwallendael T., De Vente J et al Gully erosion in Europe[A]. In: J Boardman and J Poesen (Editors). *Soil Erosion in Europe* [C]. Wiley & Sons: Chichester 2006: 515~536
- [25] Valentia C., Poesen J. and Yong L Gully erosion: Impacts, factors and control[J]. *Catena* 2005 63: 132~153
- [26] Martinez-Casasnovas J. A., Anton-Fernandez C., Ramos M. C. Sediment production in large gullies of the Mediterranean area (NE Spain) from high resolution digital elevation models and geographical information systems analysis[J]. *Earth Surface Processes and Landforms* 2003 28: 443~456

A Review on the Essentiality and Subject Orientation of Establishing Gully Erosion and Collapse Experimental Station in Jinsha River Valley

LIU Gangcai^{1, 2}, DENG Wei¹, WEN Anbang¹, SHA Yucang³, JI Zhonghua³,
XIONG Donghong^{1, 2}, FANG Haidong³

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Science & Water Resources Ministry, Chengdu 610041, China;

2. Key Laboratory of Mountain Hazards and Earth Surface Processes, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

3. Institute of Tropical Eco-agriculture of Yunnan Academy of Agriculture Science, Yunnan 651300, China)

Abstract: Field experimental observation station is one of basic establishments for our national science research. This review expounded the highlighted significances of establishing the experimental observation station in Jinsha River valley based on the analysis of four aspects: 1. important roles in the national social-economic development; 2. obvious and serious problems in environment; 3. study weakness in the gully erosion and restoration ecology; and 4. important significance in subjects development. Soil and water conservation and restoration ecology were suggested as the main orientation subjects for the station. Additionally, the main research aspects and its main topics in the station were also pointed out.

Key words: Jinsha River valley; observation station; importance; subject orientation