

花岗岩风化壳崩岗侵蚀整治方案及效益*

殷祚云¹, 陈建新¹, 王明怀¹, 李熙深², 谭钧宋³

(1. 广东省林业科学研究院, 广州市 510520; 2. 广东省德庆县林业局, 广东省德庆县 526600;

3. 广东省德庆县林业科学研究所, 广东省德庆县 526643)

摘要 广东省德庆县花岗岩分布面积占全县总面积的 67.3%, 由于人为、自然因素影响, 使该县成为广东省崩岗侵蚀最为严重的县之一。对于崩岗的治理, 主要是根据崩岗的成因、类型和特点, 采取工程和生物措施互补的综合治理方案。该县通过长期治理, 已取得了显著的生态、经济和社会效益, 但水土流失(尤其是崩岗)仍很严重, 治理任务还很艰巨, 必须坚持下去。

关键词: 崩岗 成因 整治 效益

文章编号: 1000-288X(1999)04-0012-06 文献标识码: A 中图分类号: S157.1

Program and Benefits on Controlling Weathereds in Disintegration Granite Area in Deqing County of Guangdong Province

YIN Zuo-yun¹, CHEN Jian-xin¹, WANG Ming-huai¹, LI Xi-shen², TAN Jun-song³

(1. Guangdong Forestry Research Institute, Guangzhou 510520, PRC;

2. Forestry Bureau of Deqing County, Guangdong Province 526600, PRC;

3. Forestry Research Institute of Deqing County, Guangdong Province 526643, PRC)

Abstract The area of granite occupies 67.3% of total land area in Deqing county of Guangdong province. Due to artificial and natural factors, this county has the most serious disintegration in Guangdong province. Based on the contributing factors, types and features of the disintegration, the guiding principles of disintegration control are to apply the coordination of engineering and biological measures, which is to use engineering techniques to arrest the immediate loss of soil, and to develop re-vegetation programs for long-term stabilization of the slopes. Great benefits of society, ecology and economy have been attained after it has been controlled since 1949, but the soil erosion (especially disintegration) is still very serious. Therefore, it must be controlled permanently. At the same time, some feasible proposals are presented for its controlling.

Keywords disintegration; causes of formation; control; benefits

花岗岩风化壳侵蚀是华南所特有的严重水土流失类型, 其中崩岗侵蚀最为强烈。崩岗是在水力、重力共同作用下山坡土体崩塌而形成的非常破碎的地形, 在广东省分布普遍, 危害严重, 尤以德庆、罗定、五华、梅县等地最甚。1951年广东省农林厅在德庆县马圩乡成立了第一个崩岗试验站, 开始崩岗治理研究^[1], 此后德庆县一直十分重视崩岗治理。1979年冬, 县政府将县林业科学研究所(位于马圩镇)定为进一步探索水土流失治理的试验点。1983年珠江委员会把马圩镇深涌小流域作为流域综合治理的试验基地, 1986年又定为中国、加拿大合作研究课题“广东省花岗岩土壤侵蚀与整治”的试验区^[2]。40年来, 该县水土保持工作取得了一定成绩, 但由于地面已支离破碎, 特别是崩岗林立, 今后的治理任务还很艰巨。

1 研究区概况

德庆县地处粤西北,位于北纬 $23^{\circ}04' \sim 23^{\circ}31'$,东经 $110^{\circ}30' \sim 112^{\circ}16'$,北高南低,三面环山,南面紧接西江中游。地表主要为花岗岩风化壳,由此发育成的赤红壤呈酸性,土质粘重、多沙。该县属亚热带季风气候区,年平均气温 21.5°C ,1月平均气温 12.5°C ,极端最低气温 -2.20°C ,无霜期 328 d,7月平均气温 28.7°C ,极端最高气温 38.8°C ,年日照时数 1 848 h,年降雨量 1 516.5 mm,多集中于 4—9月。全县 15 个乡镇,5 个国营林(茶)场,174 个村,农业人口占 87.1%。总面积 $2\,256.7\text{ km}^2$,其中丘陵山地占 77.4%,耕地占 7.86%,农村人均耕地 286 m^2 ,是个山多田少的丘陵山区县。

德庆县是崩岗较多的县。据 1957 年调查,全县水土流失面积 378 km^2 ,其中崩岗侵蚀 65.6 km^2 ,大小崩岗 23 293 个,使全县 1/2 以上农田受害,产量低,人民生活困难。100 a 多来,数千公顷农田被崩岗泥沙所埋没,至今尚未完全复垦,当地群众把崩岗喻为“崩岗虎”、“田老虎”。悦城河原来可以通航,70 年代因河床填高而断航。全县崩岗面积只占水土流失总面积的 17%,侵蚀量却占总流失量的 60% 以上。面蚀侵蚀模数为 $600\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,沟蚀为 $11\,823\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,崩岗则达 $113\,733\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。崩岗密度在水土流失区中达 $61.6\text{ 个}/\text{km}^2$,有的高达 $100\text{ 个}/\text{km}^2$ 。据 1980 年统计,县林科所所辖 150.9 hm^2 土地中,崩岗 36.3 hm^2 ,占山地面积的 24.1%,占水土流失面积的 53.8%。大小崩口 141 个,崩岗侵蚀模数达 $2 \times 10^4 \sim 2.16 \times 10^5\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,相当于每年蚀低 $1.4 \sim 14.4\text{ cm}$ 。崩岗侵蚀使谷底农田变成寸草不生的沙渍地,只有在局部洼地生长着水生、湿生植物。还造成附近下游河沟沙渍,河床抬高,农田受害严重。据群众反映,40 a 前地处下游的大方洞排洪圳只高出田面 30 cm,现已高出 4.5 m,年平均淤高 10 cm 以上。

2 崩岗侵蚀成因

2.1 人为破坏天然植被是崩岗形成的重要因素

天然植被具有丰富的乔木、灌木、草本和蕨类,火灾、不合理开荒、滥砍乱伐等使植被覆盖率大大减少。植被覆盖一旦消失,地表腐殖土很快就会被雨水冲刷掉^[1]。历史上因剿匪需要,破坏了沿江地带宽 40 km 的森林,随后出现了水土流失。1949 年后德庆县有 3 次较大规模地破坏森林,从而成为广东省水土流失严重县之一^[2]。

2.2 深厚的花岗岩风化壳是崩岗侵蚀的物质基础

德庆县花岗岩分布面积 $1\,502.1\text{ km}^2$,占全县总面积的 67.3%。花岗岩主要由石英、长石组成,二者膨胀系数相差近一倍,在气温和降雨的影响下,矿物晶体受热膨胀,遇冷收缩,周而复始,相互挤压,发生相对错移和碎裂,从而加速岩体分解,逐步形成深厚的风化壳。该县花岗岩风化壳厚度为 30~60 m,有的厚达 100 m。深厚的花岗岩风化壳是崩岗形成的基础,疏松的风化壳物质有利于水汽的下渗而致使其抗蚀性被削弱,而风化壳中极为发育的垂直节理更促使了崩塌的产生,由此便形成了崩岗这一特殊地形。

2.3 亚热带气候有利于崩岗地形发育

本区光能充足,高温多雨,雨热同期,降雨集中且多暴雨,这种气候特点有利于花岗岩厚层风化壳的形成,从而有利于崩岗产生。德庆县年平均气温 21.5°C ,7 月份平均气温 28.7°C ,极端最高气温 38.8°C ,平均年降雨量 1 516.5 mm,最长达 1 992.4 mm(1981 年),77% 集中于 4—9 月,日降雨量大于或等于 40 mm 的雨日占全年的 74%。以大范围降雨及台风暴雨为主,范围广、且强度大,出现过 $33.8\text{ mm}/10\text{ min}$, $74.3\text{ mm}/\text{h}$, $339.1\text{ mm}/\text{d}$ 的降雨极值。在强度很大的情

况下,量大而集中的降雨侵蚀力极大,可引起强烈的面蚀、沟蚀乃至沟墙崩塌。而且由于降雨多集中于台风季节,风力大大加强了雨滴的速度和侵蚀力,从而加剧了对表土的溅蚀;风力本身也会产生一定强度的吹蚀

2.4 地形对崩岗侵蚀的影响

2.4.1 地貌类型的影响 风化壳发育受地形高程的影响,海拔 800~1 000 m 的山地属碎屑型风化壳,以碎屑型塌积物侵蚀为主;海拔 500 m 以下的丘陵发育粘土化铁铝富集的红土型风化壳,在湿胀干缩过程中极易崩塌。从全县侵蚀情况看,低丘陵的侵蚀最为严重,其次为台地。据马圩镇 1:2500 地形图统计,221 个崩岗都出现在海拔 25~243 m,其中又以 36~96 m 范围最为发育。

2.4.2 坡向的影响 大多数崩岗侵蚀都发生在南坡,而且发育迅速,而北坡却很少,以至很多丘陵成了半边“烂头山”。据马圩河流域 221 个崩岗的斜坡朝向统计,南坡的崩岗数占 56.1%,北坡则只占 1.8%,其它坡向(SW, SE, E, W)各占 9%~11%。由于南坡受到的太阳辐射强度大,时间长,致使土壤干燥疏松,团粒结构差,有机质含量少,植被稀疏,生长差,为雨滴的溅蚀提供了有利条件。而且在雨季盛行南风,东南风的情况下,雨滴动能加大且以很大交角或垂直打击于迎风的南坡上,一旦地表很薄的红土层被蚀穿,下面松散的沙土层和碎屑层极易产生崩蚀。这样,便导致了崩岗侵蚀在南坡和北坡上的差异。

2.4.3 坡度的影响 斜坡的侵蚀力与坡度大小成正相关。据肇庆地区水土保持站径流场观测资料,6°以下斜坡侵蚀微弱,未出现崩岗;20°10'的斜坡侵蚀模数为 338.28 t/(km²·a),24°20'的斜坡则为 483.54 t/(km²·a)。德庆县崩岗多发生于 10°~25°坡上。此外,地形的其它因素也对崩岗侵蚀有一定的影响,如地势落差大也有利于崩岗发育。

3 崩岗侵蚀治理

崩岗按形态可分为瓢形、条形和弧形崩岗;按发育程度可分为活动型、稳定型和半稳定型。对于崩岗的治理,主要根据崩岗的形态、类型和特点,因地制宜,因害设防,采取工程和生物措施互补的综合治理方案。瓢形崩岗腹大口小,应在出口处修建谷坊,拦沙缓洪,在崩岗顶部及岸坡开截流沟,阻止坡面径流进入崩岗,同时抓紧对崩岗周围上下进行植物围封。如崩壁陡峭,处于活动期,危害很严重,要进行削坡开级,形成“上拦”、“下堵”、“中间削”的格局。对于条形崩岗治理,崩壁一般不需削坡开级,“下堵”的谷坊不仅在崩口修建,还要针对崩岗呈长形的特点,沿沟床从上到下多级修建,节节拦沙,并逐级植草种树。弧形崩岗地处河溪沿岸,纵坡短,很少出现峭壁,而且水温条件好,治理时主要是在沿岸修建永久性护岸固脚工程,防止水流对坡脚掏蚀。对较大型崩岗亦应配合谷坊工程治理。从崩岗本身考虑,应尽量排除坡面径流。工程措施完成后,要及时种草种树,封山育林,把工程措施和生物措施密切结合起来。

3.1 工程措施

工程措施是治理崩岗不可缺少的重要技术手段。工程措施用于改变崩岗坡度及地形,控制径流对土体的破坏,并可拦沙蓄水,兴利除弊,为植物生长创造条件。

3.1.1 截流沟 截流沟(又称天沟)是崩岗顶部和岸坡的重要防护工程,其作用在于拦截坡面径流,防止崩岗溯源侵蚀。截流沟对稳定崩岗具有不可忽视的作用,凡在一定集雨面积的崩岗都应修建。据德庆县水土保持站观测,有截流沟防护的崩岗比无防护的侵蚀量减少 85%。截流沟一般沿崩岗边缘 3~5 m 处开设,沟的断面按 5~10 a 发生 1 次的 24 h 暴雨频率设计,集雨面积大的可多设几道。由于崩岗区土壤结构差,开设截流沟要做好防冲措施,避免造成新的水

土流失。考虑到花岗岩风化壳上层土体易于吸水饱和的物理特性,截流沟不应单从蓄水目的出发,要因地制宜,排蓄结合,防止不适当的蓄水而增加重力侵蚀的危险。

3.1.2 谷坊 谷坊是治理崩岗的主要工程措施。谷坊坝高一般在 5 m 以内,除起到拦沙蓄水调洪作用外,还可抬高侵蚀基面,促进崩岗稳定,保护下游农田。谷坊种类很多,有土谷坊、石谷坊、混凝土谷坊、枝梢谷坊等。土谷坊一般就地取材,造价低廉,该县多筑土谷坊。谷坊溢洪道是谷坊工程的重要部分,作用是便于洪水排出,避免暴雨时因径流、输沙量过大而冲垮谷坊。溢洪道尽量建成永久性或半永久性,保证在 10 a 发生 1 次的 24 h 暴雨情况下能安全适用。即使集雨面积小,溢洪水深不超过 0.3 m 的谷坊,溢洪过水断面也要种草防冲。对于大型崩岗,谷坊溢洪道可用石块砌成阶梯式,这样既可排洪,又可作为人行道,有利于工程管护。

3.1.3 拦沙坝 拦沙坝主要修建在崩岗集中区或水土流失危害较大的山坑或小流域出口处,对多处崩岗或整个小流域内的水土流失起到拦截和控制的作用,有利于保护下游农田、河道及水利设施。拦沙坝以拦沙为主要目的,一般不常蓄水,如果下游需水迫切,也可作为山塘水库运用。拦沙坝比谷坊大,坝高常在 5 m 以上,设计施工要求比谷坊工程高,溢洪道要严格进行水文和水力计算,保证 10~20 a 发生 1 次的 24 h 暴雨情况下能安全运用。在设计拦沙坝时,还要考虑拦沙坝淤积地的开发利用。该县林科所在 1980~1989 年间,先后在深涌修建了 3 条拦沙坝,而后通过平整沙丘、开环山沟、掺客土等方法改良淤积地(当地称沙渍地),开发利用为果园(种蜜柚、贡柑、蕉柑、青梅等)、苗圃(育木荷、松、肉桂、果树等苗),还在深涌沙渍地种植了约 7 hm² 马尾松(70~80 年代种)与撑杆竹(1992 年种)混交林,如今长势喜人。

3.1.4 削坡开级 崩岗陡壁是重力侵蚀的危险源地,也是崩岗治理的主要矛盾。削坡开级就是通过切削崩岗陡壁,减缓坡降,并自上而下挖成台阶,为植树种草创造有利条件。它是目前治理活动型崩岗行之有效的措施,如果生物措施配合得当,3~5 a 即可使崩岗郁闭,改变穷山恶水面貌。但对高达十几、几十米的崩壁进行削坡开级,需要花费大量人力、物力和财力,技术性要求也较高。只有对那些崩壁陡峭、溯源侵蚀严重、崩塌量大以致严重威胁交通、河道、水利设施、农田和村庄安全的活动型崩岗,在具备施工要求的条件下才有必要进行削坡开级。

3.2 生物措施

生物措施是崩岗整治的一项治本措施,包括人工造林种草、封山育林育草。只有生物和工程措施密切配合,方可根治崩岗侵蚀。由于崩岗各部位的地形、土质、小气候条件不尽相同,必须依据崩岗立地特点进行林草的选择配置^[4],营造多类型的水土保持林。对土质好的地方,尽可能进行开发利用,发展果树和其它经济林,增加水土保持的经济效益。

3.2.1 坡面水土保持林 崩岗多分布在阳坡,侵蚀强度大,崩岗顶部和坡面又是易受雨水冲刷的地方,表土基本上已冲蚀殆尽,心土裸露,土壤贫瘠,水分缺乏,植物难以生长。营林植物种类应具有根系发达、耐旱耐瘠、适应性强的特点。德庆县林科所在崩岗区除种植马尾松等先锋树种外,还混种了木荷、大叶相思、藜蒴栲、红木荷、竹子等阔叶树种,收到了明显的水土保持效益。崩岗顶部立地条件差,特别是溯源侵蚀已接近分水岭的崩岗,不宜种植高大乔木,应以喜阳性灌木、草本为主,或者种草先行,逐步形成草、灌、乔多层覆盖。

3.2.2 崩壁水土保持林 崩岗壁坡度陡峭,立地条件特别恶劣,尤其是活动型崩岗,常有崩塌发生,林草难以立足,必须配合工程措施。对于基本稳定的崩岗,崩壁一般都有稀疏的植被,主要是采取封山育林育草。崩壁削坡开级虽为林木生长创造了有利条件,但坡面台阶几乎全是心土层或母质层,造林种草仍较困难。德庆县台阶造林采用换客土、施基肥、植草皮和营养袋育苗

造林等方法,提高了存活率。台阶土坎具有较陡的边坡,要种植藤本、草本,防止新的冲蚀。

3.2.3 沟底水土保持林 崩岗沟底是径流汇集的通道,崩岗的大量泥沙从这里冲入下游,如果没有防护措施,随着水流的冲刷将会使沟底下切加剧。目前沟底造林主要是结合谷坊工程进行。有的稳定型或半稳定型的崩岗,沟底已停止下切,并有一定的泥沙堆积,可配合边坡治理,大力造林种草和封沟育林育草,不断提高沟底抗蚀能力。该县林科所在崩岗陡崖下大量塌积物上种植芒萁、棕叶芦、象草、地稔、糖蜜草、柱花草等各种草类和粉丹竹、青皮竹、佛肚竹、撑杆竹等各种竹类,这样与崩口谷坊紧密结合,逐步稳定了崩岗。

3.3 崩岗治理成效

1949—1987年,德庆县已初步治理水土流失面积 280.71 km²,其中效益显著的 150.44 km²,占总流失面积的 42.6%。共筑谷坊 9362 座,拦沙坝 286 座,开挖沟渠 1.7 × 10⁵ m,削坡开级 225 处,累计完成土石方 1.525 × 10⁷ m³。投入 1.275 × 10⁷ 个工日,1.375 × 10⁷ 元工程费。造林 2.097 × 10⁵ hm²,保存率 63%。经综合治理,该县初步改变了童山秃岭、地瘦民贫的面貌。从 1949—1987 年,全县绿化率从 30% 增至 93%,森林覆盖率从 16% 增至 64%。有 2000 hm² 被崩岗侵蚀埋没的农田得到复耕,4700 hm² 低产田改变了面貌,旱涝保收面积从 9.6% 增至 88.8%。粮食年单产从 2475 kg/hm² 增至 9690 kg/hm²,年总产量由 4.5 × 10⁷ kg 增至 1.337 × 10⁸ kg,变缺粮县为余粮县。木材年产量从 1000 m³ 增至 40000 m³,立木蓄积量从 7.0 × 10⁵ m³ 增至 4.90 × 10⁶ m³;松脂年产量由 1.3 × 10³ t 增至 2.2 × 10⁴ t。农村人均收入从 1957 年的 43 元增至 1987 年的 644 元。近 20a 来,该县林科所通过筑土谷坊、修拦沙坝、封山育林种草等措施,使辖区 141 个崩岗的侵蚀基本上得到控制,并结合开发利用沙渍地、渍水洼地种果、育苗、养鱼、养鸭等,产生了良好的生态、经济、社会效益(表 1)。

表 1 德庆县林业科学研究所辖区崩岗治理效益

| 项 目 | 1980 年 | 1989 年 | 1998 年 |
|---------------------------------|--------|-------------|------------------|
| 森林覆盖率 /% | 19.8 | 76.9 | 88.0 |
| 植被覆盖率 /% | 30 | 85 | 95 |
| 主要植被类型 | 马尾松纯林 | 马尾松纯林、松荷混交林 | 马尾松纯林、松荷混交林、尾叶桉林 |
| 立木蓄积量 /m ³ | 812 | 4467 | 5597 |
| 总产值 / (10 ⁴ 元) | 1.5 | 16.56 | 35.5 |
| 人均产值 (元 / 人) | 429 | 6624 | 17750 |
| 总收入 / (10 ⁴ 元) | 0.8 | 9.08 | 17.15 |
| 人均收入 (元 / 人) | 229 | 3632 | 8575 |
| 崩岗治理程度 /% | 0 | 72.5 | 82.6 |
| 谷坊数 | 0 | 25 | 40 |
| 拦沙坝数 | 0 | 3 | 2 |
| 耕地面积 /hm ² | 3.2 | 14.07 | 21.67 |
| 环山公路 / (条数 · km ⁻¹) | 0/0 | 1/2 | 2/5 |

注: 1997 年推平 1 个拦沙坝作果园。

4 崩岗治理建议

4.1 预防为主,及早治理

德庆县花岗岩分布面积占全县总面积的 67.3%,由于自然、人为因素的影响,崩岗的潜在危险较大,战略上应以预防为主。针对崩岗成因,做好预防转化工作,防止人为造成水土流失。在崩岗易发区,禁止陡坡开荒、顺坡种植、滥伐林木、乱挖乱采石等活动,有计划地退耕还林,防止边治理边破坏的现象发生,并在生产活动中尽可能地保护地貌和植被。对于集雨面积大、坡

度陡、植被稀少的侵蚀区,有针对性地修建坡面防护工程,防止滑坡。而一旦出现滑坡,要及时进行整治,尽快恢复植被,把崩岗消灭在萌芽之中。

4.2 生物措施为主,工程措施为辅,进行综合治理

工程措施虽见效快,但不能治本,且需投入较多劳力、资金和技术,而生物措施虽见效较慢,却能从根本上治理崩岗,且投入少得多。德庆县是广东的贫困县之一,应根据自身经济状况,采取“生物措施为主,工程措施为辅,进行综合治理”方针。营造水土保持林是整治崩岗的根本措施,必须造一片成一片,并充分利用水土资源,结合发展果树、南药和其它经济林木或作物,提高生态、经济、社会效益。另外,该县许多水土保持林都是以马尾松为主的针叶林,保持水土能力较差,应通过封山育林、补种阔叶树种(如木荷、黎蒴栲)和对针叶林中的阔叶树进行透光抚育等措施,采用多树种结合、乔灌草结合,以发挥更大的水土保持效益。工程措施在治理崩岗时必不可少,但必须同时结合生物措施进行。

4.3 采用“谁治理谁受益”的政策

从国家、社会、个人多方筹集资金,发动社会各方面的力量,采用“谁治理谁受益”的政策,提高群众治理崩岗的积极性。对治理者给予一定的资金投入和政策扶持。治理见效后,允许其在不破坏水土保持的前提下,对缓坡地、平地(如拦沙坝淤积地)进行较长期的开发利用(种果、药、茶等),并给予一定的税收优待。

4.4 开展群众性的国土保护教育,制定并严格执行有关政策法规

水土保持工作必须依靠群众,要在群众中宣传保持水土、维护生态平衡的重大意义,宣传治理崩岗的好经验、好典型,宣传贯彻《水土保持法》、《森林法》、《环境保护法》等,使国家和地方的政策法规家喻户晓。采取法律手段坚决制止乱砍滥伐等行为,大力表彰并重奖护林、育林模范以及水土保持先进工作者,在社会上形成一个爱护森林、保持水土的良好风尚,为我们的子孙后代留下一片风调雨顺、山青水秀的天地。

参加本专题研究的还有广东省德庆县林业局的陈祖维、陈荣雄和广东省德庆县林业科学研究所的陈棣华、徐海波 4 位同志。

参 考 文 献

- 1 广东省地方史志编纂委员会.广东省志·林业志.广州:广东人民出版社,1998
- 2 中国、加拿大水土保持协作组.广东省水土保持研究.北京:科学出版社,1989
- 3 Shen Jianan, Liao Anzhong. Erosion control in South China. *Catena*, 1997, 29: 211-221
- 4 广东森林编辑委员会.广东森林.广州:广东科技出版社,北京:中国林业出版社,1990