

论长江与珠江流域的水灾、水土流失 及植被生态恢复工程*

夏汉平

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘 要 系统总结了长江和珠江流域近百年来的洪涝灾害和水土流失的危害程度和发生规律, 深刻分析了洪灾和水土流失日趋严重的根源, 提出了治理“两江”流域水土流失的根本性措施——植被生态工程, 并呼吁将传统的植树造林改为植树种草, 将乔、灌、草、藤有机搭配, 形成多层配置, 并大力发展草业, 最终在“两江”流域实现以草业为枢纽的可持续发展生态大农业。

关键词 洪灾 水土流失 植被生态工程 草业 长江流域 珠江流域

1 20 世纪长江和珠江流域的水灾历史

1.1 长江水患历史

“水能载舟, 亦能覆舟”这句千古名言深刻揭示了“水”这一自然资源对人类的利与弊。长江这条中华民族的生命之泉, 千万年来养育了一代又一代华夏子孙。然而, 近百年来, 长江水患愈演愈烈, 已成了中华民族的心腹之患。

根据史料记载, 长江流域在唐代平均每 20 年左右才发生一次水灾, 宋、元代为 10 年左右一次, 本世纪上半叶则增加到每 6 年左右一次^[1]。其中刻骨铭心的大洪水有 1905 年长江上游洪水、1917 年岷江洪水、1926 年湖南洪水、1931 年全江型大洪水、1935 年长江与黄河同时暴发的大水灾以及 1949 年长江中下游洪涝。而最近 50 年发生水灾的频率又加快了一倍, 平均 2~3 年就是一次, 有时甚至连续几年都有发生。其中 1954 年的全江型特大洪水当属最为猛烈, 当时荆江分洪工程三度使用, 京广铁路中断行车 100 天。此外, 1969 年

长江中下游洪水、1981 年四川洪水以及 1991 年的华东大洪灾等都令人不堪回首。进入 90 年代, 长江流域的局部水灾年年发生, 特别是近 5 年, 除 1997 年外, 1994、1995、1996 和 1998 年都发生了较严重水灾, 直接经济损失分别高达 200 亿、590 亿、700 亿元和 1600 亿元。尤其是 1998 年夏天, 长江发生了全流域大洪水。洪水持续近 80 天, 前后经历了 8 次洪峰。受灾人口近 2 亿, 死亡 1 300 余人。这是长江继 1954 年以来最大的一次全流域洪水。然而, 如果仅就洪峰流量而言, 本次洪水的最大流量为仅 $6.35 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$ (第 6 次洪峰), 和长江洪灾史上 $11 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$ 的最大流量相比相距甚远。和 1954 年的特大洪水相比, 这次洪水的超额水量仅为 $100 \times 10^8 \sim 300 \times 10^8 \text{ m}^3$, 比 1954 年的 $1\,023 \times 10^8 \text{ m}^3$ 小得多, 溃堤成灾面积亦远不及 1954 年洪灾, 但给中下游造成的威胁和内涝却不比 1954 年小, 并使中下游干流全线超过警戒水位, 而且还有 360km 的江段以及洞庭湖、鄱阳湖等超过历史最高水位, 真是令人不可思议^[2]。

历史清楚地告诉我们, 长江流域的洪涝

* 本文为广东省自然科学基金项目 (950716) 成果之应用。
来稿日期: 1998 - 11 - 24

灾害日趋频繁且日趋严重, 20 世纪的长江是多灾多难的长江。

1.2 珠江水患历史

20 世纪的珠江也同样是不宁静的。1915 年, 整个珠江发生全流域大洪水, 死伤 10 万余人, 灾民近 400 万, 广州市水淹 7 昼夜。1994 年, 再次暴发全流域大洪水, 受灾人口 926 万, 伤亡 5 600 多人, 直接经济损失 210 多亿元。据记载, 从 1864 年迄今 130 多年中, 东江共发生过近 30 次大水, 其中建国以后在 1959、1964、1966、1979 年的 4 场洪水最猛烈^[3]。50 年代至今, 珠江流域所发生洪涝灾害出现了许多不能不令人反思的现象。例如, 50 年代到 80 年代, 位于广东境内的西江沿江堤防从 10~20 年一遇的设计标准, 提高到 20~50 年一遇的标准, 但 80 年代的水灾面积却比 50 年代增加了 3 倍多。又如, 1994 年的洪水, 在进入三角洲之前, 按洪峰流量计算, 只相当于 50 年左右一遇, 但在顺德水道、李家沙水道等 10 个水位站竟达到了 200 年一遇的洪水位^[4]。再如, 广州地区洪潮水位有逐年提高的趋势, 从 1908 年到 1957 年的 50 年间, 广州浮标厂洪潮水位超过 2m 的只有 3 年, 而从 1958 年到 1992 年间的 35 年间, 却高达 25 年, 出现频率从当初的 6% 猛增到 71%, 增加之多, 令人吃惊^[5]。1998 年初夏, 洪水同样肆虐了珠江, 6 月 16 日至 27 日, 西江、北江大面积普降暴雨, 致使江河水位急剧上涨, 洪水泛滥成灾。据广东、广西两省(区)统计, 这场洪水使 117 个县市受灾, 受灾人口达 1 500 万, 倒塌房屋 11 万多间, 农作物受灾面积超过 $90 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 直接经济损失 200 多亿元。但这次西江洪水, 只相当于 20 年一遇的降雨量, 然而在梧州、封开等地却出现了异常的高水位, 其中梧州的最高洪峰水位达 26.51 m, 竟比 1994 年 50 年一遇的最高洪峰水位还高 0.6 m。这其中的原因同样令人深思。

如果说黄河的灾难是由历史造成的话, 那么, 又是谁将曾是万年清澈的长江和珠江变得如此满目疮痍和狂暴不羁呢? 中国的两条大

江难道都要毁在科学昌明、技术发达的今天?!

2 长江和珠江流域的森林植被与水土流失状况

诚然, 发生洪涝灾害受气候等多种因子影响, 但森林植被遭严重破坏, 水土流失逐年加剧, 江河湖泊淤塞消失亦是其中一个主要原因。

2.1 森林植被遭严重破坏

长江曾是中国最清澈的河流之一, 历史上长江流域的森林覆盖率曾高达 50%~60%。唐代著名诗人李白的诗“朝辞白帝彩云间, 千里江陵一日还。两岸猿声啼不住, 轻舟已过万重山。”向我们展现了当时万里长江的秀丽画卷。然而, 进入 20 世纪, 人们对长江流域, 尤其是长江源头的森林资源进行掠夺式采伐, 结果森林覆盖率锐减, 水土流失剧增。据 1957 年的调查, 长江流域森林覆盖率已经下降至 22%。当时我国老一辈的林业科学家明确指出, 长江上游的天然林是长江的水土保持林, 不能再砍伐。可事实是更加疯狂地开采, 结果到 1986 年, 森林覆盖率已锐减至 10%。在元朝, 四川全省的森林覆盖率高达 50%以上, 到本世纪 50 年代尚有 20%, 可到了 80 年代初就只剩 12%了。其中位于沱江、涪江、嘉陵江等主要支流流域的川中 53 个县, 森林覆盖率大多不足 3%, 不少县区还不到 1%。在靠近长江源头的通天河畔, 80 年代看到的还是绿色的河滩和草坡, 可不到 10 年时间, 绿色就全然消失, 取而代之的是连绵数十公里长的可怕沙化带。在这些地区, 由于人口多、素质低, 多年来就一直沿袭着“毁林开荒(包括创收)—水土流失(包括洪涝)—低产缺粮—欠收—再度开荒”的恶性循环来生存繁衍。

珠江流域在历史上同样是森林茂密、山青水秀之地。如《新修广州府志》(1673 年)记载:“番禺以东至从化, 皆深山大林, 或穷日行无人迹。至于香山(今中山)、新会、新宁(今台山), 林木之多不可胜计”。又如《广

东新语》(1700年)中有“西宁(今郁南)在万山中,树木丛翳……其古木数百年不见斤斧……西宁稻田所以美,以其水多,多水系于多林木也”。但后来随着人口的增加,人类活动的加剧,特别是战争的破坏,使得森林植被的覆盖率逐渐减少。到清朝末年,广东大部分天然林已遭破坏,一些地方已成为濯濯童山。到1949年,广东的原始森林几乎破坏殆尽。而更为严重的人为破坏发生在50至80年代的30年左右时间内,例如,从1975年至1984年的短短10年时间内,森林覆盖率就从38%猛降至27%。从1986年开始,广东省采取了一系列措施开展植树造林,到1990年森林覆盖率提高到42%,1997年底达56.6%,成就令人鼓舞。然而,也应看到,全省森林的整体质量还很低,林种、树种、林龄结构还并未得到根本改善,特别是纯针叶林(主要是纯松林)的比例较大,森林病虫害与火灾危害都较严重。许多松林下植被稀疏,甚至地表裸露,水土流失严重。而且单一的针叶林因灰分低、盐基离子含量少,不利于土壤肥力的保持和多种类、多层次植被的恢复。

此外,近10多年来,“两江”流域不少地方又大搞所谓的“成片开发”,大面积清理原有森林植被,种植经济林木、果树,或搞旅游开发等,动辄成千甚至上万亩。由于这种成片开发往往缺少科学的规划和必要的水土保持措施,而新种植的林果又不能迅速成材生效,结果不仅使得原有植被遭到破坏,而且还常常造成新的水土流失,并导致地力迅速下降。这种不顾实际的开发在90年代似乎愈演愈烈。

2.2 水土流失逐年加剧,江河湖泊淤积

森林植被的减少,必然要导致水土流失加剧。1957年,长江流域水土流失面积达 $36.38 \times 10^4 \text{ km}^2$,占到流域总面积的20.2%。到1986年水土流失面积猛增到 $73.94 \times 10^4 \text{ km}^2$,增加了1倍多。湖北和湖南的水土流失面积已分别占全省土地总面积的30%和28%。江西省的已从50年代的4%猛增到80年代的23%。水土流失的加剧,引发一系列的生态环

境问题,其中江河湖泊淤积首当其冲。以洞庭湖为例,19世纪初,湖区面积达6000多 km^2 ,到1949年缩减为4350 km^2 ,仍是我国第一大淡水湖。可到1984年总面积只剩2145 km^2 。徒有虚名的八百里洞庭于是把中国第一大淡水湖的桂冠让给了鄱阳湖。从1954年到1995年的41年中,洞庭湖总共淤积泥沙 $40 \times 10^8 \text{ m}^3$,湖床抬高1.3 $\text{m}^{[6]}$ 。如今的洞庭湖几乎成了条形,一些人仕戏称洞庭湖为“洞庭河”。照此下去,再过50~100年,洞庭湖就将全部变成平地。长江上游日趋严重的水土流失和泥石流等自然灾害,使得长江正在向第二条黄河演变,这不仅是因为长江水已变成“一碗水,半碗泥”,而且由于河道淤积,河床抬高,长江亦在一步步向悬河迈进。如果仅就水土流失量而言,长江早已超过了黄河,并把黄河远远地甩在了后面。

据50年代初统计,广东的水土流失面积为7444 km^2 ,约占全省土地总面积的3.5%,到80年代上半期增加到17070 km^2 ,占土地总面积的9.6%^[7]。30年间淤积山塘水库800多座,每年通航里程减少616 km 。70年代以来,全省有92000 hm^2 农田受到水土流失的危害。近10年,广东森林覆盖率增加,水土流失面积也相应减少,但目前仍有8650 km^2 的水土流失面积。除了农业生产导致的森林植被减少和水土流失外,广东的工业、交通、住宅、旅游开发等方面的建设项目也常常加剧水土流失,而且其速率可为农业生产的10~20倍,但迄今为止,这类由工程建设引发的水土流失尚未引起应有的重视。90年代,广东省每年因人为因素造成的新的水土流失面积高达500~600 km^2 。虽然珠江流域的江河湖泊的淤积速度尚不及长江流域,但河床渐渐抬高、库容逐年下降已是不争的事实。例如,近50年来,珠江的虎门河段已淤高0.5 m 以上,南雄至韶关河段淤高2 m 左右^[4]。

位于珠江上游的广西,水土流失面积从50年代的11999.9 km^2 上升到80年代中期的38200 km^2 ,增加了2倍多^[7]。地处“两江”

上游的贵州, 90 年代的水土流失面积仍高达 76 700 km², 占国土面积的 45 % 之多; 即使被誉为“植物王国”的云南, 也还有 14 % 的面积存在水土流失。我国南方有些地方的土壤侵蚀模数仍高达 13 000 t / km² a, 十分惊人。

3 大规模开展植被生态工程, 治理“两江”流域水土流失

3.1 植树造林, 绿化“两江”流域

森林是江河的卫士, 它在涵养水源、保持水土、防风固沙、保护环境方面的功能是其它任何措施所不能替代的。据测定, 一块连片万亩的茂密森林相当于一个蓄水量 20 × 10⁴ ~ 100 × 10⁴ m³ 的水库; 当流域内的森林覆盖率达 100 % 时, 林冠可截留 13 ~ 17 mm 的降雨, 地被物(枯枝落叶与草本层)可吸收 5 ~ 8 mm 降雨, 森林土壤可吸收 50 ~ 250 mm 降雨, 使其以地下径流形式汇流。然而, 由于“两江”流域近百年来森林资源遭严重破坏, 森林和土壤的蓄水能力日渐降低。因此, 变砍树为造林, 变裸坡为绿地是治理“两江”流域的百年大计。目前正在开展的长江流域防护林体系生态工程以及四川天然林保护工程等措施无疑会对长江泥沙减少、水质转清和生态环境改善起促进作用。显然, 珠江流域也应尽早大规模开展天然林保护和人工公益林防护工程。但对这样大型的生态建设工程, 必须要进行科学合理的布局, 上游地区与岭脊地带应布置水源涵养林, 中下游河谷两侧坡面布置水土保持林, 沿江岸地带配置护岸堤林^[8]。只有这种三位一体且又有机结合的布局配置, 才可能产生良好的生态防护效益。

3.2 乔、灌、草、藤多层配置, 植被生态工程治理

应当看到, 纯人工林对防治水土流失的作用是十分有限的, 特别是林相单一的人工阔叶林, 降雨能在叶面形成较大雨滴, 如果林下地被物稀少或缺乏, 雨滴就会对没有遮盖的地表产生较强的击溅作用, 从而导致表土层常被冲走^[9]。实际上, 这一现象目前在“两江”流

域的人工林中并不少见, 有些地方还较严重。已有研究表明, 林内有枯枝落叶层的, 年侵蚀模数为 1.7 t / hm², 而无枯枝落叶层的, 则为 5.8 t / hm²; 草本植被较农荒地减少径流 37.5 %, 减少冲刷 47.2 %^[10]。另外, 在陡峭松脆的山体上营造浅根性的水土保持林, 如遇上狂风暴雨, 树木左右剧烈摇摆, 松动根层土壤, 再加之暴雨的冲刷, 结果就很容易产生滑坡和崩塌^[11]。可见, 林地保持水土作用的大小, 最关键因子还不在于林子本身, 而在于林相的复杂程度, 特别是草本植被和枯枝落叶层的有无及厚薄。

和单一的人工林相比, 含有草本植被的多层配置有其明显优点: 1) 使雨滴的击溅作用减至最低, 甚至为零; 2) 有效地降低地表径流的冲蚀速度; 3) 多层配置使植物根系在上下土体中均有分布, 这就使得根系对土壤的固持力增强, 防止具有巨大推移势能的层间潜流的产生, 因而能较好地防止根层土壤滑坡; 4) 多种植物的有机搭配显然要比单一植物更好地美化环境, 并形成一个新的、复杂的植被生态系统, 增加生物多样性; 5) 不同植物所组成的多层复合系统有利于土壤中多种养分的积累和土壤结构的改良, 可提高植被和土壤对水分的涵蓄能力; 6) 种植草本和藤本植物的动土工程小, 甚至不用动土, 而且植物生长和覆盖速度快, 明显减少水土流失; 7) 很多水土保持草种同时又是良好的牧草或草坪草, 能为当地提供大量的饲料或优美的绿地草坪, 促进当地畜牧养殖业的发展与环境的改善。因此, 我们应将传统的植树造林做法改为植树种草, 而且在乔、灌、草、藤的结合中, 又应以草先行。草本植物特别应选用以香根草 (*Vetiveria zizanioides*) 为主, 开展香根草生态工程^[12]。香根草具有生长快、适应性广、抗逆性强、根系纵深发达的优良特性, 只要进行等高种植, 在较短的时间内就能形成致密的绿篱带, 起到良好的水土保持和固土护坡作用。目前香根草生态工程正在全球的热带和亚热带地区广泛开展, 并取得良好效益。除香根草外,

在北方广泛用于水土保持与防风固沙的茭茭草 (*Achnatherum splendens*)、沙打旺 (*Astragalus adsurgens*) 等以及在南方地区表现出覆盖效果好、固土能力强的草种如百喜草 (*Paspalum notatum*)、糖蜜草 (*Melinis minutiflora*)、竹节草 (*Chrysopogon aciculatus*)、三裂蜆蛄菊 (*Wedelia trilobata*) 等都是可考虑的优良水土保持草本植物。

3.3 工程措施与生物措施相结合

生物措施虽然在水土保持方面的效益巨大,但对于像长江和珠江这样大流域的防洪减灾而言,仅有生物措施显然是不够的。工程措施,即水利工程建设也应同时,甚至应先于生物措施开展。这是因为:1) 在光裸地上开展生物措施至少要5~10年左右的时间才能产生好的生态效益,人工林要达到天然林的效果则至少要数十年甚至上百年的时间,即使立即在“两江”流域大规模开展植被生态工程,也不能防止今后几年内可能再度出现的洪水;2) 工程措施是水土保持最基本的技术措施,尤其是治理滑坡、崩岗和泥石流等,工程措施是不可缺少的,而且不受季节限制,建好即能起作用;3) 工程措施拦截、分流雨水,保证生物措施初期有立足之地,有工程措施作保障,生物篱笆就能更快更好更有效地建立起来。然而,尽管工程措施相当重要,但工程措施应与生物措施结合,并在支流或小流域治理时以生物措施为主。这是因为:1) 工程措施相当昂贵,不仅建造昂贵,而且维护管理费用亦较大,治理同面积的水土流失,工程措施所需费用通常是生物措施的5~8倍,甚至更高;2) 工程措施随时间推移会逐渐老化、破损,因此很难保证其持久有效,一旦被洪水冲毁,有可能带来更大的灾难。生物措施则不同,它具有持久性,随时间推移,会变得越来越坚固,最终形成一种永久“生物坝”或“生物毯”;3) 工程措施形成的是一块块“地球伤疤”,而生物措施产生的是一片片“生命绿洲”,前者丑陋难看,无任何生态可言,后者赏心悦目,有良好的生态效益、经济效益和社会效益。由此

可见,工程措施只有与生物措施相结合才能产生最有效的水土流失治理效果。美国森林水文学家 Rechar d Lee 从实践中总结出要卓有成效地防治洪水,必须将生物措施与工程结合起来,二者分别起40%和60%的作用。

3.4 大力发展草业,走可持续发展之路

由以上可知,治理“两江”流域水土流失的措施应是:1) 工程措施与生物措施相结合,同时开展,同等对待;2) 生物措施中将乔、灌、草、藤结合起来,并以草先行;3) 大力发展草业,将治理与开发结合起来,走可持续发展之路。然而,目前“两江”流域的草业基础还相当薄弱。长江主干道流经的7省市——川、鄂、湘、赣、皖、苏、沪在1994年天然草地面积仅占总土地面积的30%,位于珠江流域的广东仅为18%,西江上游的广西虽高达36%,但也不及全国平均的41%。90年代,广东和广西两省区的牧业发展速度远不及全国其它省区快,1990年两省区牧业在农业中的比重在全国30个省市区中分别排位第18和第6位,到1995年则分别下降至第27和第19位。而实际上,大力发展草业,把治理与开发结合起来,在时空上进行合理布局,那么不仅能有效地治理水土流失,而且完全可以形成以草业为枢纽的可持续生态大农业,最终步入生态环境良好、经济效益可观的良性循环中^[13]。例如,江西兴国,曾是全国最严重的水土流失县之一,土地面积 $22.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 中有 $19 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 出现水土流失。当年在山这边可看到对面山上跑动的老鼠,可见植被之稀疏。从80年代中期开始了以种草为先导的水土流失治理与综合开发措施。结果,树长起来了,植被覆盖率增加了,水土流失也基本控制了。原来每年抬高4~7cm的河床现在反而逐年下降,而且人均年收入也由治理前的41元上升到1668元。又如,地处粤东的梅州,80年代是广东山最多、水土流失最严重和最贫困的地方。梅州的土地瘠薄,大多为花岗岩发育的赤红壤和红色砂石土,农作物难以生长。这些年大种柱花草等优质牧草,改良了土壤,增

强了地力, 种出的金柚质优价高, 一跃成为全国闻名的金柚之乡。梅州很多鱼塘边都种上了黑麦草。由于突破了冬季饲料的制约, 每年可多养鱼 1.5 次, 等于扩大了两倍的鱼塘。梅州的农业经济上去了, 生态环境不仅没破坏, 而且还得到逐步改善, 这在很大程度得益于草的作用^[14]。

4 结语

长江是中华民族的母亲河, 长江和珠江又是中国流量最大的两条河流, 也是现代中国的经济命脉。“两江”沿岸经济实力、人口密度和城市化水平都远远超出全国平均水平, 其中工农业产值占全国的 2/3。中国 10 大城市中, “两江”沿岸占 5 个, 沪、穗、宁、汉、渝 5 个特大城市, “两江”流域一大批中小城市以及美丽富饶的长江三角洲与珠江三角洲构成了中国经济最强大的驱动轴。因此, 完全可以说, 保护长江和珠江就是保护中华民族的生命和经济之源。

治理“两江”尤其长江的水土流失, 已经到了刻不容缓的地步。以种草为主的生态工程是治理水土流失的基础。当然, 要彻底根治“两江”流域的水土流失问题, 还必须开展以下几方面工作。1) 搞好水利工程建设。这是减少水灾发生的根本保障, 也是促进生物措施尽快生效和减少水土流失的有力措施; 2) 深入开展有关的科学研究, 包括流域内植被生态特性、生态环境特征及其演变规律、水土流失特征及其治理方法等, 并及时将研究成果应用到实践中; 3) 将治理与开发结合起来, 实施可持续发展战略, 使“两江”流域的贫困人口尽早脱贫, 共同走向富裕; 4) 大力发展教育, 提高全民素质, 使广大民众具有生态意

识、环保意识和忧患意识, 能自觉加入到治理和保护“两江”流域生态环境的大潮中^[15]。只有这样, 长江和珠江流域水患和水土流失才能得到根本治理。

参考文献

- 1 朱诚, 于世永, 卢春成. 长江三峡及江汉平原地区全新世环境考古与异常洪涝灾害研究. 地理学报, 1997, 52 (3): 268 ~ 278
- 2 虞孝感, 姜加虎, 龚鸿身, 等. 应重新审视中游长江治水战略. 中国科学报, 1998 - 08 - 26 (4)
- 3 梁国昭主编. 广东省东江流域资源、环境与经济发展. 北京: 海洋出版社, 1993. 84 ~ 88
- 4 张声才. 广东 '94 特大洪水与防洪对策. 热带地理, 1997, 17 (1): 30 ~ 35
- 5 向旭. 流域整治开发中的新问题. 人民珠江, 1995 (2): 9 ~ 12
- 6 何福林, 李翠娥. 洞庭湖区 1996 年与 1954 年特大洪涝灾害比较研究. 热带地理, 1998, 18 (2): 122 ~ 127
- 7 广东省科学院丘陵山区综合科学考察队主编. 广东山区水土流失及其治理. 广州: 广东科技出版社, 1991. 12 ~ 32
- 8 杨定国, 钟祥浩, 程根伟. 长江中上游护岸护堤林发展土地潜力研究. 长江流域资源与环境, 1997, 6 (2): 179 ~ 186
- 9 周国逸. 生态系统水热原理及其应用. 北京: 气象出版社, 1997. 81 ~ 109
- 10 丁朝华, 金义兴, 武显维, 等. 经济植物复层栽培对三峡库区水土保持和移民经济的作用. 长江流域资源和环境, 1995, 4 (3): 223 ~ 227
- 11 敖惠修, 夏汉平. 从化“5·8”特大洪灾原因及整治对策. 广州环境科学, 1998, 13 (1): 36 ~ 39
- 12 夏汉平, 敖惠修, 刘世忠. 香根草生态工程——实现可持续发展的生物技术. 生态学杂志, 1998, 17 (6): 45 ~ 50
- 13 杨中艺, 辛国荣. 南方农区以草业为枢纽的可持续生态大农业系统——以广东为例. 见: 王培主编. 中国草地科学进展. 北京: 中国农业大学出版社, 1997. 90 ~ 95
- 14 潘承凡. 唤醒青山——南方草地资源开发利用综述 (上). 人民日报, 1998 - 02 - 11 (2)
- 15 夏汉平. 可持续发展综论. 热带地理, 1998, 18 (2): 156 ~ 161

(下转第 159 页)

予更大的支持。笔者衷心希望，在不太长的时间内，实现把南澳建设成为国际旅游度假基地的宏伟目标。

参考文献

- 1 广东省海岛资源综合调查大队、广东省海岸带和海涂资源综合调查小组办公室，广东省 汕头海区 海岛环境、自然资源和开发利用，北京：科学出版社，1992，37 - 64

SOME PROBLEMS IN TOURISM DEVELOPMENT OF NAN AO ISLAND

Liang Guozhao

(Guangzhou Institute of Geography, Guangzhou 510070)

Abstract Nan ao Island is situated at the easternmost of Guangdong Province, covering an area of 108 km², with a population of 70 000 people. The island is famous in history and rich in tourism resources, but it had long been a military restricted zone and out-of-bounds to outsiders before the 1980s. Since its opening to the outside world, tourism has fast developed. Hundreds of thousands of visitors come to the island each year. However, there are still some problems in tourism development of Nan ao that need to be discussed: 1) the contradiction between the construction of ports and tourism development in the island; 2) the keen competition that Nan ao has faced in the coastal tourism markets, and 3) weak marketing that Nan ao has done to the tourist source of the Pearl River Delta region. Some suggestions are made for solution of the problems. It is considered that green tourism should be developed in the island and the environment should be protected.

Key Words Tourism development; Nan ao Island; Tourism marketing; Green tourism

(上接第 129 页)

FLOOD DISASTERS, SOIL EROSION, AND ECO - RESTORATION OF VEGETATION IN THE YANGTZE AND THE PEARL RIVER VALLEYS

Xia Hanping

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

Abstract Flood disasters in the Yangtze and the Pearl River Valleys have become increasingly frequent and severe since the 20th century. due to the serious damage of vegetation that results in severe soil erosion and siltation of rivers and lakes. However, for controlling soil erosion and improving the degraded eco - environment of the two valleys, only planting trees is not enough. The most effective approach is to conduct, on a large scale, a comprehensive vegetation restoration eco - engineering, which includes planting trees, shrubs, grasses and vines simultaneously and making them form a multi - layered vegetation system, combined with physical measures when necessary. Grasses should be taken as the core component in the vegetation system, and the prataculture be acted as the pivot in the great agriculture system. So the soil erosion in the two valleys can be effectively controlled, and the sustainable development of agriculture in the areas be realized.

Key words Flood disaster; Soil erosion; Vegetation eco - engineering; Prataculture; The Yangtze Valley; The Pearl River Valley