

流域森林资源调查及生物量动态研究 ——以潭江流域为例

陈志良^{1,2}, 吴志峰^{1,2*}, 夏念和¹, 程炯², 刘平²

(1. 中国科学院华南植物园, 广东广州 510650; 2. 广东省生态环境与土壤研究所, 广东广州 510650)

摘要: 对潭江流域森林组分与生物量调查研究发现: 与1990年比较, 2002年整个流域的林业用地面积增加了18 962.1 hm², 增长4.48%。流域生物量以湿地松和马尾松占优势, 分别占流域森林生物量的39.12%和21.38%, 阔叶树占15.39%, 桉树和杉树分别占9.08%和7.97%, 其它树种只占7.06%, 总体来说, 流域平均生物量2002年比1995年提高了6.21 t·hm⁻², 平均每年提高0.89 t·hm⁻²。说明近十二年来, 植树造林的生态效益逐步体现出来, 但同时也存在生物群落以马尾松、湿地松等先锋物种为主, 森林结构单一的问题。通过分析研究, 为潭江流域森林结构优化与科学管理提供依据。

关键词: 生物量; 林分结构; 潭江流域

中图分类号: Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2006)06-0638-05

Research on forest source and biomass dynamic of Tanjiang River Basin

CHEN Zhi-liang^{1,2}, WU Zhi-feng^{1,2*}, XIA Nian-he¹,
CHENG Jiong², LIU Ping²

(1. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. Guangdong Institute of Ecological Environment and Soil, Guangzhou 510650, China)

Abstract: Forest ecosystem is an important nature system for human, it affords much more ecological serve functions. We researched on forest construction and biomass change of Tanjiang River Basin. The results were as follows: Compared with 1990, forest land-use area had raised 18 962.1 hm², accounting for 4.48% of forest land-use area in 1990. On the research of biomass in basin, *Pinus elliottii* and *P. massoniana* biomass occupied 39.12% and 21.38% respectively, broad-leaved forest 15.39%, *Eucalyptus* 9.08%, and *Cunninghamia lanceolata* 7.97%, other forest species 7.06%. In all, the basin biomass had increased 6.21 t·hm⁻² from 1995 to 2002. The biomass speed is 0.89 t·hm⁻²·a⁻¹. Which showed ecological benefit of vegetation planting of Tanjiang River Basin, but in this paper, we found some problems. For example, forest construction was simple, and consisted of vanguard plants, such as *P. massoniana* and *P. elliottii*. The result will be regarded as a scientific evidence for forest management.

Key words: biomass; forest stands construction; Tanjiang River Basin

森林和海洋是人类赖以生存的两大自然生态系统。森林作为陆地生态系统的主体和核心, 在改善

生态环境、维护生态平衡、实现可持续发展中发挥着不可替代的生态服务功能。森林不仅为人类提供木

收稿日期: 2005-04-18 修回日期: 2006-03-19

基金项目: 国家自然科学基金(40571164); 广东省自然科学基金(5006700, 04201163)资助[Supported by the National Natural Science Foundation of China(40571164); Natural Science Foundation of Guangdong Province(5006700, 04201163)]

作者简介: 陈志良(1976-), 男, 湖南邵阳人, 博士生, 主要从事生态恢复与流域管理、区域生态研究。

* 通讯作者(Author for correspondence)

材和林产品,而且具有保持水土,涵养水源,净化水质、防涝抗旱、缓和全球气候变化、保护和美化环境的作用。我国的森林和草地在保持水土和涵养水源的生态经济价值达 5.961×10^{12} 元/年(秦丽杰等, 2002)。在全球气候变化研究中,森林的生物量和生产特征是森林生态系统结构和功能最基本的特征之一,能量利用效率是森林生态系统结构和功能的重要指标(林秀兰, 2002; 魏平等, 1997; 莫江明等, 2004; 吴方正等, 1996)。生态系统的能量流动和养分循环的研究首先依赖于生物量和生产力的数据,因而研究生物量和生产力的动态具有重要的理论意义(林开敏等, 1995; 桑卫国等, 2002)。森林生态系统对全球变化的影响与贡献已成为研究的热点课题(孙文娟等, 2003; 彭江颖, 2003; 方精云等, 2001)。

珠江三角洲是我国经济发展非常活跃的地区,土地利用与覆盖变化极其频繁,经济发展引起的生态破坏与环境污染相当严重,化石能源燃烧与人类活动引起的全球变化使生态系统服务功能越来越引起人们的关注,研究生态系统,特别是森林生态系统的服务已成为生态学研究的一个重要领域,而森林生态系统服务功能必须以森林生物量与生产力为基础,因此研究森林资源的现状与生物量动态变化具有重要意义。本文以珠江水系的潭江流域为例,对流域森林的状况进行分析,探讨改善流域森林结构和布局的措施,为改善潭江流域的生态环境和水资源提供科学依据。

1 研究区概况与数据来源

1.1 潭江流域地理概况

潭江发源于广东省阳江市阳东县牛围岭,自西向东横贯江门市(包括恩平市、开平市、台山市、新会区、江海区、蓬江区等四市三区),在新会双水镇附近折向南流,经银洲湖出崖门口注入黄茅海。干流全长 248 km,流域面积 6 026 km²,其中江门市境内干流全长约 210 km,境内流域面积 5 769 km²,分别占潭江干流全长的 86.8%和总流域面积的 95.7%,境内流域面积占江门市总面积的 60.6%,位于 111°56'21"~113°03'14" E, 20°00'00"~22°45'56" N。

潭江流域属于低山丘陵地区,坡度平缓,气候温暖多雨,年平均气温 21.7 °C,多年平均日照时数为 1 797.8 h,年均降雨量 1 801.1 mm,但分布不均,有明显的干湿季,雨季为 4~9 月之间。流域土壤酸性

较强,有机质含量为 0.56%~1.64%。地带性植被为亚热带季风常绿阔叶林,因人为干扰,许多地方退化为亚热带草坡。

1.2 数据来源

数据来源于潭江流域的实地调研,江门市林业局 1990、1995、2001、2002 年的林业统计资料。本研究根据潭江流域实际情况,以镇为统计研究单元,去除不属于潭江流域的统计数据。

1.3 研究方法

目前估算区域尺度森林生物量主要有平均生物量法、生物量与林分材积平均比值法(平均转换因子法)、转换因子连续函数法等 3 种方法,平均生物量方法采用野外观测与资料收集相结合,准确性较高、简单、易于理解,在国际生物学计划 IBP 期间被广泛应用(Woogwell 等, 1978; 方精云, 2000)。本文拟采用平均生物量方法计算流域森林各林分的平均生物量与总生物量。

潭江流域受人类干扰大,原生与次生植被已损失殆尽,目前流域森林以人工纯林为主,并有少量混交林,林龄在 10~20 a 之间。对不同林种选择典型样地,样地大小为 100 m×100 m,计算不同林种的平均生物量,利用平均生物量与该林种的面积之积,即得该林种的总生物量,但需要说明的是,本文中森林的碳储量仅指林木的活生物量,并未包括森林生态系统中的枯死木、下木层、草本层、枯枝落叶层以及森林土壤层等的生物量。

2 流域森林资源现状及动态变化

2.1 林业用地面积和树种组成

据江门市林业局统计,潭江流域林业用地面积与林分结构见表 1、2。潭江流域 2002 年林业用地面积为 442 122.4 hm²,占江门市总面积的 46.36%。潭江流域上游的恩平市林业用地总面积为 70 697.0 hm²,中游的台山市和开平市林业用地面积合计 214 781.4 hm²,下游的新会区、鹤山市和江门市区的林业用地面积为 108 710.7 hm²。与 1990 年相比,2002 年整个流域的林业用地面积增加了 18 962.1 hm²,相当于 1990 年林业用地面积的 4.48%。1995 年以来,流域的林业用地面积保持稳定增长。

表 2 显示,潭江流域 2002 年有林地占林业用地总面积的 75.60%,疏林地和灌木林地占 11.81%,

未成林造林地占 4.90%，无林地占 7.67%。与 1990 年相比，有林地面积增加了 45 693.7 hm²，提高了 12.84%，疏林地和灌木林地增加了 7 192.8 hm²，未成林造林地减少 48 138.2 hm²，但无林地增

加了 5 223.3 hm²，说明植树造林的潜力比较大。

表 3 显示，流域中林分组成以湿地松为主，面积为 117 342.9 hm²，马尾松次之，为 68 643.1 hm²，湿地松与马尾松占有林地面积的 55.64%。阔叶林面

表 1 2002 年潭江流域各市林业用地面积统计表 (单位: hm²)

Table 1 Forest land of Tanjiang River Basin in 2002

项目 Items	总面积 Total area	有林地 Forest	疏林地 Sparse-forest	灌木林地 Shrub-forest	未成林造林地 Infancy forest	无林地 Non-forest	苗圃地 Nursery
江门市区 ¹⁾ Jiangmen municipal	54 874	46 555.4	2 920	3 367.30	147.3	4 164.5	28.8
台山市 Taishan City	149 540.3	109 148.9	847.8	16 011.5	6 591.7	16 939.9	0.5
开平市 Kaiping City	65 241.1	54 097.5	398.3	1 508.7	4 639	4 593.8	3.8
恩平市 Enping City	70 697.0	49 013.7	91.4	12 396.8	6 815.0	2 380.1	0
鹤山市 Heshan City	53 836.7	44 279.8	513.0	4343.8	1 249.0	3 444.3	6.8
林场 Forestry centre	47 933.3	31 168.6	49.1	12 114.0	2 202.5	2 386.0	13.1
合计 Total	442 122.4	334 263.9	2 191.6	50 042.1	21 644.5	33 908.6	71.7

¹⁾包括蓬江区、江海区和新会区，下同。¹⁾Includes Fengjiang Region, Jianghai Region and Xinhui Region. The same as follows.

表 2 潭江流域的林业用地面积变化 (单位: hm²)

Table 2 The changing of forest land in Tanjiang River Basin

年份 Year	总面积 Total area	有林地 Forest	疏林地 Sparse-forest	灌木林地 Shrub-forest	未成林造林地 Infancy-forest	无林地 Non-forest	苗圃地 Nursery
1990	423 160.3	288 570.2	7 849.1	37 191.8	69 782.7	28 685.3	81.2
1995	443 160	331 232	3 420	52 053	25 982	30 392	81
2001	442 129.8	340 085.5	2 305.5	50 044.7	18 628.0	31 064.8	61.3
2002	442 122.4	334 263.9	2 191.6	50 042.1	21 644.5	33 908.6	71.7

表 3 2002 年潭江流域各市林分面积 (单位: hm²)

Table 3 Forest stands area of Tanjiang River Basin in 2002

林种 Forest type	江门市区 Jiangmen municipal	台山 Taishan	开平 Kaiping	恩平 Enping	鹤山 Heshan	林场 Forestry centre	合计 Total
桉树 <i>Eucalyptus</i>	14 242	5 166.2	4 780.2	2 289.7	4 223.9	100.7	30 442.4
阔叶树 Broad-leaved tree	9 028.6	17 405.2	421.2	8 127.8	647.6	13 761.9	49 392.3
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	4 761.5	28 859.3	11 844.3	8 885.6	8 842.1	5 450.3	68 643.1
杉树 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	617.8	2 447.6	4 249.7	5 853.2	3 503.3	5 878.6	22 550.2
湿地松 <i>P. elliotii</i>	5 894.1	47 005	24 415.8	18 617	19 846.4	1 564.6	117 342.9
相思 <i>Acacia auriculiiformis</i>	900.7	1 456.7	900.7	131.5	455.9	3 022.6	6 868.1
针阔混交 Coniferous and broad leaf mixed forest	5 010.5	618.4	769.1	560.8	1 893.1	86.9	8 938.8
针叶混交 Coniferous	351	749.2	376.2	339.7	1 321.8	814.5	3 952.4
木麻黄 <i>Casuarinas</i>	52.2	347.6	1.3	9.1	0	0	410.2
南洋楸 <i>Albizia falcata</i>	29	29.5	27.1	0	314.2	0	399.8
黎蒴 <i>Castanopsis fissa</i>	77.1	15	7.3	12.7	10.9	1.2	124.2
竹林 Bamboo	1 487.2	1 152.6	3 159	1 098.9	597.5	127.7	7 622.9
经济林 Economic forest	4 464	3 896.6	3 145.6	3 087.7	2 623.1	359.6	17 576.6

积为 49 392.3 hm²，占有林地面积的 14.78%。桉树林和杉树林面积分别为 30 442.4 hm² 和 22 550.2 hm²，分别占有林地面积的 9.11% 和 6.75%。经济林和竹林面积分别为 17 576.6 hm² 和 7 622.9 hm²，占有林地面积的 5.26% 和 2.28%。针阔混交林和针叶混交林面积分别为 8 938.8 hm² 和 3 952.4 hm²，占有林地面积的 2.67% 和 1.18%。其余林种

只占有林地面积的 0.29%。

同一地区不同树种比较来看，森林结构比较单一。江门市区以桉树、阔叶树与湿地松为主，森林面积分别为 14 242、9 028.6、5 894.1 hm²，占 30.36%、19.24% 与 12.56%，这种森林结构相对较为合理，但台山、开平、鹤山这三个物种组成的单一森林结构更为突出，台山湿地松面积为 47 005 hm²，在森林结构

中所占比例高达 43.07%, 开平湿地松为 24 415.8 hm^2 , 也达 45.13%。

表 4 2002 年潭江流域各林分的森林生物量
Table 4 Different wood biomass of Tanjiang River Basin in 2002

林种 Forest type	平均生物量 Average biomass ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	总生物量 Total biomass (t)	占有所有树种生物量的百分率 Ratio(%)
桉树 <i>Eucalyptus</i>	53.58	1 624 983	9.08
黎蒴 <i>Castanopsis fissa</i>	46.53	5 779	0.03
相思 <i>Acacia auriculi formis</i>	75.77	520 386	2.91
南洋楹 <i>Albizia falcata</i>	40.57	16 219	0.09
湿地松 <i>Pinus elliottii</i>	59.69	7 004 733	39.12
马尾松 <i>P. massoniana</i>	55.77	3 828 234	21.38
杉树 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	63.26	1 426 611	7.97
阔叶树 Broad-leaved tree	55.78	2 755 307	15.39
木麻黄 <i>Casuarinas</i>	79.15	32 469	0.18
针叶混交林 Coniferious	57.56	227 522	1.27
针阔混交林 Coniferious and broad leaf mixed forest	51.68	461 959	2.58
所有树种 Total	5 793	17 904 201	100.00

2.2 流域森林的生物量现状及动态

2.2.1 流域森林生物量现状 森林生物量是森林生态系统的重要指标。生物量的大小在很大程度上决定森林生态系统的功能大小、生态学过程与碳贮量, 而碳贮量是衡量对全球变化的贡献的一个重要指标, 也是森林生态服务功能(包括生态补偿功能)大小的评价指标。从表 4 可知, 潭江流域生物量以湿地松和马尾松占优势, 分别占森林总生物量的 39.12% 和 21.38%, 阔叶树占 15.39%, 桉树和杉树分别占 9.08% 和 7.97%, 其它树种只占 7.06%。

森林平均生物量与林类和林分、林龄有关, 潭江流域平均生物量较大的林种为木麻黄林($79.12 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$)、相思林($75.77 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$)和杉林($63.26 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$), 这 3 种林都是人工种植的速生树种, 生长较快, 因此生物量高。其余林种除黎蒴($46.53 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$)和南洋楹($40.57 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$)因林龄较短, 生物量较低外, 一般生物量差异不大。

从以上分析可知, 目前, 潭江流域主要造林物种为马尾松与湿地松等针叶物种, 但这些物种因易造成土壤酸化, 引起病虫害和生态服务功能较低而被称为恶化树种(北京林学院森林学教研组, 1961), 因此, 在选用造林物种时, 应有目的地采用乡土物种与阔叶树种, 避免采用针叶树种。现有结构单一的森林通过间伐、轮伐等人工调节与自然演替加快向针阔混交林与阔叶林转变的进程, 与杨清培(2001)和

曹洪麟(1998)的研究结论一致。

2.2.2 流域森林生物量动态与变化趋势 1990 年以来潭江流域的森林生物量有逐年递增趋势, 见图 1。1990 年流域森林的平均生物量只有 $50.00 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 1995 年稍有提高, 达 $51.72 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。1995 年后提高的速度加快, 2001 年和 2002 年流域森林的平均生物量分别达 $56.74 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $57.93 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 2002 年比 1995 年提高了 $6.21 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 平均每年提高 $0.89 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。主要原因是: (1) 幼龄林逐渐成为成熟林, 从而单位面积的生物量增加; (2) 政府造林护林力度加强, 对林地的破坏有所减少; (3) 能源结构改变, 随着人们生活水平提高, 生活能源逐渐转为电能等清洁能源, 对薪炭林的需求减少。

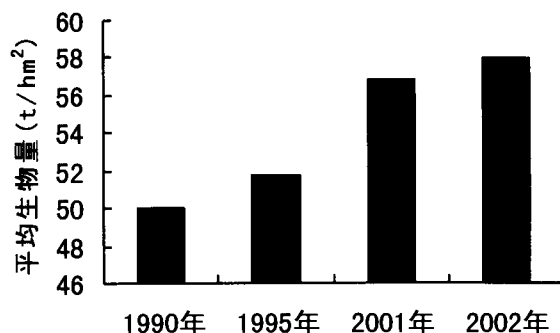


图 1 潭江流域森林生物量动态变化情况
Fig. 1 Forest biomass change of Tanjiang River Basin from 1990 to 2002

3 结论与建议

潭江流域地处珠江三角洲, 是珠江水系中独流入海的一个相对独立的研究单元, 也是一个人类干扰强度较大区域, 人类在进行流域开发与经济活动中对森林生态系统的影响尤其明显。

(1) 近十多年来, 潭江流域林业用地稳步增长, 有林地面积增长较快, 但无林地面积也有较大幅度的增长, 说明目前造林的潜力仍很大, 但对无林地增加的原因有待进一步研究。

(2) 在潭江流域的森林构成中, 以先锋物种湿地松和马尾松、速生桉为主, 阔叶林, 混交林等所占比例较小, 森林结构较简单, 不利于森林生态系统的稳定与生态功能的充分发挥, 主要原因是在植树造林过程中, 只考虑造林的效益, 而森林构成与林种选择考虑较少, 导致大片的纯种林与速生林。

(3) 从 1995 年以来, 植树造林的生态效益逐渐体现出来, 森林生物量增长较快。森林生物量以湿地

松、马尾松所占比例最大,主要与林种有关,但随着其他树种迅速生长,对森林生物量的贡献越来越大。

(4)根据潭江生物量的增长情况,探讨森林生态系统对流域经济开发的补偿作用,经济开发活动的碳释放与森林生态系统的碳存贮之间的相互关系是值得进一步研究的课题,定量研究流域的可持续性与生态系统安全也是我们下一步研究的重点与难点。

参考文献:

- Cao HL(曹洪麟),Ren H(任海),Peng SL(彭少麟). 1998. The community structure and energy characteristics of *Pinus elliottii* artificial forest in Heshan(鹤山湿地松人工林的群落结构与能量特征)[J]. *Guihaia*(广西植物),18(1):24-28.
- Fang JY(方精云). 2000. Forest biomass carbon pool of middle and high latitudes in the north hemisphere is probably much smaller than present estimates(北半球中高纬度的森林碳库可能远小于目前的估算)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报),24(5):635-638.
- Fang JY(方精云),Chen AP(陈安平). 2001. Dynamic forest biomass carbon pools in China and their significance(中国森林植被碳库的动态变化及其意义)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报),43(9):967-973.
- Lin KM(林开敏),Luo FP(罗发潘),Zheng YS(郑郁善),et al. 1995. Study on conservation capacity of water in Masson pine community among closed forest(封山育林的马尾松群落水源涵养功能研究)[J]. *J Fujian Coll For*(福建林学院学报),15(3):262-266.
- Lin XL(林秀兰). 2002. Study on physical chemical characteristics and selection for utilization model of *Acacia auriculi-formis* plantation(大叶相思人工林木材理化特性及利用方式的研究)[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学),38(5):21-127.
- Mo JM(莫江明),Peng SL(彭少麟),Sandra Brown, et al. 2004. Response of biomass production to human impacts in a pine forest in subtropical China(鼎湖山马尾松林群落生物量生产对人为干扰的响应)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报),

24(2):193-200.

- Peng JY(彭江颖). 2003. Role of vegetation on balance of carbon and oxygen in the Pearl River Delta(珠江三角洲植被对区域碳氧平衡的作用)[J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatsen*(中山大学学报(自然科学版)),42(5):105-108.
- Qin LJ(秦丽杰),Zhang Y(张郁),Cao YQ(曹艳秋),et al. 2002. Study on the biomass and productivity of the forest ecosystem in the Changbai Mountain(长白山北坡森林生态系统的生物生产量及化学能研究)[J]. *J Northeast Normal Univ*(东北师大学报自然科学版),34(1):72-76.
- Sang WG(桑卫国),Su HX(苏宏新),Chen LZ(陈灵芝). 2002. Coupling biomass and energy in warm temperate deciduous broad-leaved Oak (*Quercus liaotungensis*) forest ecosystem(东灵山暖温带落叶阔叶林生物量和能量密度研究)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报),26(增刊):88-92.
- Sun WJ(孙文娟),Huang Y(黄耀),Chen ST(陈书涛),et al. 2004. CO₂ emission from soil crop system as influenced by crop growth and tissue N content(作物生长和氮含量对土壤-作物系统 CO₂ 排放的影响)[J]. *Environ Sci*(环境科学),25(3):2-6.
- Wei P(魏平),Wen D Z(温达志),Huang ZL(黄忠良),et al. 1997. The biomass and characteristic of the dead trees in monsoon evergreen broad-leaved forest in Dinghushan(鼎湖山季风常绿阔叶林死木生物量及其特征)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报),17(5):505-510.
- Woodwell G M R H, Whittacker W, A Reiners, et al. 1978. The biota and the world carbon budget[J]. *Science*,199:141-146.
- Wu ZF(吴正方),Deng HP(邓慧平). 1996. Responses of broad-leaved *Pinus koraiensis* forests to global climate change(东北阔叶红松林全球气候变化响应研究)[J]. *Acta Geo Sin*(地理学报),51(增刊):81-91.
- Yang QP(杨清培),Li MG(李鸣光),Li RW(李仁伟). 2001. Studies on the dynamic succession of *Pinus massoniana* community in Heishiding Natural Reserve(广东黑石顶自然保护区马尾松群落演替过程中的材积和生物量动态)[J]. *Guihaia*(广西植物),21(4):295-299.

.....

(上接第 686 页 Continue from page 686)

(2)盾叶薯蓣中皂甙元的改进提取方法很多,比如加酶发酵,加压加酸水解,以及用氯仿抽提等,这些方法确实能加大皂甙元的提取率,但是从经济效率以及环境保护出发却出现劣势,现有方法应该说在两者之间找到了一个较好的平衡点。

参考文献:

- 江苏新医学院. 1986. 中药大辞典[M]. 上海:上海科学技术出版社,6:1 698.
- 陶莉. 1991. 盾叶薯蓣中薯蓣皂甙元的气相色谱测定[J]. *中草药*,22(6):252-253.
- 韩应许. 1983. 天然甾体原料概况[J]. *东药科技*,5:1-17.

- Chen ZG(陈战国),Gen Z(耿征),Liu QG(刘谦光),et al. 1996. Spectrophotometric determination of diosgenin in plants(薯蓣皂甙元的分光光度法测定)[J]. *Chin J Anal Chem*(分析化学),24(2):227-229.
- Song FJ(宋发军). 2002. Research and production status of diosgenin from *Dioscorea* plants of steroidal druggery fountain-head(甾体药物源植物薯蓣属植物中薯蓣皂甙元的研究及生产状况)[J]. *Nat Pro Res Develop*(天然产物研究与开发),14(3):89-93.
- Wang YL(王元兰),Li SF(李水芳),Yang Z(杨志),et al. 2002. A new technology for extracting diosgenin from *Dioscorea zingiberensis*(盾叶薯蓣皂甙元提取工艺研究)[J]. *Economic Fore Res*(经济林研究),20(2):67-68.