

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

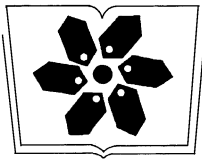
Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 10 期 Vol.32 No.10 **2012**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 10 期

2012 年 5 月 (半月刊)

目 次

基于系统动力学的城市住区形态变迁对城市代谢效率的影响.....	李旋旗,花利忠 (2965)
居住-就业距离对交通碳排放的影响	童抗抗,马克明 (2975)
经济学视角下的流域生态补偿制度——基于一个污染赔偿的算例	刘 涛,吴 钢,付 晓 (2985)
旅游开发对上海滨海湿地植被的影响.....	刘世栋,高 峻 (2992)
汶川地震对大熊猫主食竹——拐棍竹竹笋生长发育的影响.....	廖丽欢,徐 雨,冉江洪,等 (3001)
江西省森林碳蓄积过程及碳源/汇的时空格局.....	黄 麟,邵全琴,刘纪远 (3010)
伊洛河流域草本植物群落物种多样性.....	陈 杰,郭屹立,卢训令,等 (3021)
新疆绿洲农田不同连作年限棉花根际土壤微生物群落多样性.....	顾美英,徐万里,茆 军,等 (3031)
荒漠柠条锦鸡儿 AM 真菌多样性.....	贺学礼,陈 杰,郭辉娟,等 (3041)
彰武松、樟子松光合生产与蒸腾耗水特性	孟 鹏,李玉灵,尤国春,等 (3050)
中亚热带常绿阔叶林粗木质残体呼吸季节动态及影响因素.....	刘 强,杨智杰,贺旭东,等 (3061)
盐土和沙土对新疆常见一年生盐生植物生长和体内矿质组成的影响	张 科,田长彦,李春俭 (3069)
长白山北坡林线灌木草本植物与岳桦的动态关系.....	王晓东,刘惠清 (3077)
不同生态条件对烤烟形态及相关生理指标的影响.....	颜 侃,陈宗瑜 (3087)
基于因子分析的首蓿叶片叶绿素高光谱反演研究	肖艳芳,官辉力,周德民 (3098)
三峡库区消落带水淹初期土壤种子库月份动态.....	王晓荣,程瑞梅,唐万鹏,等 (3107)
三种利用方式对羊草草原土壤氨氧化细菌群落结构的影响.....	邹雨坤,张静妮,陈秀蓉,等 (3118)
西洋参根残体对自身生长的双重作用	焦晓林,杜 静,高微微 (3128)
不同程度南方菟丝子寄生对入侵植物三叶鬼针草生长的影响	张 静,闫 明,李钧敏 (3136)
山东省部分水岸带土壤重金属含量及污染评价.....	张 菊,陈诗越,邓焕广,等 (3144)
太湖蓝藻死亡腐烂产物对狐尾藻和水质的影响.....	刘丽贞,秦伯强,朱广伟,等 (3154)
不同生态恢复阶段无瓣海桑人工林湿地中大型底栖动物群落的演替.....	唐以杰,方展强,钟燕婷,等 (3160)
江西鄱阳湖流域中华秋沙鸭越冬期间的集群特征.....	邵明勤,曾宾宾,尚小龙,等 (3170)
秦岭森林鼠类对华山松种子捕食及其扩散的影响	常 罡,王开锋,王 智 (3177)
内蒙古草原小毛足鼠的活动性、代谢特征和体温的似昼夜节律	王鲁平,周 顺,孙国强 (3182)
温度和紫外辐射胁迫对西藏飞蝗抗氧化系统的影响.....	李 庆,吴 蕾,杨 刚,等 (3189)
“双季稻-鸭”共生生态系统 C 循环	张 帆,高旺盛,隋 鹏,等 (3198)
水稻籽粒灌浆过程中蛋白质表达特性及其对氮肥运筹的响应.....	张志兴,陈 军,李 忠,等 (3209)
专论与综述	
海水富营养化对海洋细菌影响的研究进展	张瑜斌,章洁香,孙省利 (3225)
海洋酸化效应对海水鱼类的综合影响评述.....	刘洪军,张振东,官曙光,等 (3233)
入侵种薇甘菊防治措施及策略评估.....	李鸣光,鲁尔贝,郭 强,等 (3240)
研究简报	
渭干河-库车河三角洲绿洲土地利用/覆被时空变化遥感研究	孙 倩,塔西甫拉提·特依拜,张 飞,等 (3252)
2009 年冬季东海浮游植物群集	郭术津,孙 军,戴民汉,等 (3266)
新疆野生多伞阿魏生境土壤理化性质和土壤微生物.....	付 勇,庄 丽,王仲科,等 (3279)
塔里木盆地塔里木沙拐枣群落特征	古丽努尔·沙比尔哈孜,潘伯荣,段士民 (3288)
矿区生态产业共生系统的稳定性.....	孙 博,王广成 (3296)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 338 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 36 * 2012-05	



封面图说: 哈巴雪山和金沙江——“三江并流”自然景观位于青藏高原南延部分的横断山脉纵谷地区,由怒江、澜沧江、金沙江及其流域内的山脉组成。它地处东亚、南亚和青藏高原三大地理区域的交汇处,是世界上罕见的高山地貌及其演化的代表地区,也是世界上生物物种最丰富的地区之一。哈巴雪山在金沙江左岸,与玉龙雪山隔江相望。图片反映的是金沙江的云南香格里拉段,远处为哈巴雪山。哈巴雪山主峰海拔 5396 m,而最低江面海拔仅为 1550 m,山脚与山顶的气温差达 22.8℃,巨大的海拔差异形成了明显的高山垂直性气候。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201104090460

李鸣光, 鲁尔贝, 郭强, 咎启杰, 韦萍萍, 蒋露, 徐华林, 钟填奎. 入侵种薇甘菊防治措施及策略评估. 生态学报, 2012, 32(10): 3240-3251.

Li M G, Lu E B, Guo Q, Zan Q J, Wei P P, Jiang L, Xu H L, Zhong T K. Evaluation of the controlling methods and strategies for *Mikania micrantha* H. B. K. . Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(10): 3240-3251.

入侵种薇甘菊防治措施及策略评估

李鸣光^{1,2,*}, 鲁尔贝^{1,2}, 郭强³, 咎启杰^{4,5}, 韦萍萍^{1,2}, 蒋露³, 徐华林⁶, 钟填奎⁷

(1. 中山大学有害生物控制与资源利用国家重点实验室, 广州 510275; 2. 广东省热带亚热带植物资源与利用重点实验室, 广州 510275; 3. 深圳市野生动植物保护管理处, 深圳 518048; 4. 深圳市野生动物救护中心, 深圳 518033; 5. 深圳大学生命科学学院, 深圳 518060; 6. 广东内伶仃福田国家级自然保护区管理局, 深圳 518040; 7. 广州市森林病虫害防治检疫站, 广州 510060)

摘要:薇甘菊 *Mikania micrantha* H. B. K. 是入侵中国南部地区的一种危害极大的外来入侵种。防治薇甘菊的措施和策略, 应根据薇甘菊的物种特性及所能支配的防除资源, 综合考虑、统筹安排。薇甘菊能快速生长覆盖其他植物, 其残株断枝易成为独立生长的新个体、种子量巨大且极易扩散, 喜入侵次生植被。物理清除适用于小面积, 对大面积出现的薇甘菊不应采用。化学防除主要用于应急, 但未能改变适于薇甘菊生长的生境, 薇甘菊仍可能在数年后再次为害。田野菟丝子 *Cuscuta campestris* 控制薇甘菊适用于大面积危害区域, 当只以控制而不以根除自然群落的薇甘菊为目标时效果很好。群落改造能一劳永逸地解除薇甘菊的危害, 但只适用于宜林地, 且成本较高。天敌控制和植物化感防治都尚在探索阶段。未来还应发掘有效天敌, 研发综合防治措施, 揭示宏观分布规律。薇甘菊防治的正确策略是: 对于已形成区域性危害的薇甘菊, 根除已经不可能, 应采取持久战而非速决战, 防止薇甘菊入侵新区域是防治的重中之重, 必须优先治理轻度入侵地和能向周边区域甚至是遥远区域扩散的传播源, 建立防治示范区或样地。

关键词:物理清除; 除草剂; 田野菟丝子; 群落改造; 示范样地

Evaluation of the controlling methods and strategies for *Mikania micrantha* H. B. K.

LI Mingguang^{1,2,*}, LU Erbei^{1,2}, GUO Qiang³, ZAN Qijie^{4,5}, WEI Pingping^{1,2}, JIANG Lu³, XU Hualin⁶, ZHONG Tiankui⁷

1 State Key Laboratory of Biocontrol, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

2 Guangdong Key Laboratory of Plant Resources, Guangzhou 510275, China

3 Shenzhen Wildlife Protection Administration, Shenzhen 518048, China

4 Shenzhen Wild Animal Rescue Center, Shenzhen 518033, China

5 College of Life Sciences, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China

6 Neilingding Futian National Nature Reserve of Guangdong, Shenzhen 518040, China

7 Forest Pest Management and Quarantine Station of Guangzhou, Guangzhou 510060, China

Abstract: The invasive plant *Mikania micrantha* H. B. K., which is native to central and south America, has caused serious damages in southern China, especially in secondary forest. The invasive plant is a fast growing herbaceous vine. Under favorable sunlight and moisture, it can easily climb up, spread on top of other plants, and form a thick cover that intercepts light and adds heavy load to the underneath plants. It possesses strong asexual propagation ability and has many branches that easily produce adventitious roots so that a stem fragment can grow into a new independent individual. In

基金项目:国家自然科学基金(30370243, 30570330); 深圳市绿化委员会基金资助(2007-2010); 深圳市野生动植物保护管理处(2011-2014)

收稿日期:2011-04-09; **修订日期:**2011-08-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lsslmg@mail.sysu.edu.cn

addition, it has huge amounts of tiny and easily wind-dispersed seeds as well as a high germination rate. Damage of primary vegetation is the prerequisite of invasion. This work critically evaluated the control methods and strategies that have been developed and adopted in the past ten years to provide scientific evidences for controlling the invasive plant.

Several controlling methods have been used in field and each method has its own advantages and limitations. Physical removal through cutting stems and digging roots is suitable for small areas with proper caring but not for large area. Removal should avoid fruiting period or fragment dropping because they may promote unintentional anthropologic dispersal. Chemical herbicides can be used when immediate outcome is needed, especially to interrupt fruiting, to clear the area for planting tree, and to foster young. It should be cautious that spraying herbicides may pose negative impact on environment; furthermore, it does not change the habitat, and thus, the invasive plant may re-invade after a few years of no proper action followed. *Cuscuta campestris*, a dodder, is a safe controlling agent and can easily parasitize the invasive plant. The application of dodder is suitable to mildly control the invasive plant or at an area where physical removal or chemical control are not appropriate. The proliferation of dodder is always behind that of invasive plant; manual dispersal of dodder to timely grow and disperse is needed. Community restructuring can suppress the invasive plant permanently. The restructuring creates an environment unsuitable for the invasive plant but proper for some fast growing tree species. Community restructuring is particularly suitable for afforestation area, but it costs more than other methods in short term. Natural enemies control and allelopathic control are promising while most are still at the exploratory stage. In future, more attention should be focused on the exploration of effective natural enemies, the integration of controlling methods, and the revelation of distribution pattern in macro level.

The correct strategy to control the invasive plant is as follows: persistency rather than fast result for controlling vast area invasion; prevention of invasion to new areas being utmost important; revision of existing evaluation system to direct controlling from cleaning invaded area to protecting un-invaded area; management priority being addressed on mild invasion area and area that potentially becomes the source of dispersal to surrounding and distance area, spend less control resources to areas that have been severely invaded and to remote isolated area that have few human activities; establishing demonstration plot to promote knowledge of correct controlling methods and strategy, to enhance public awareness and to improve public confidence on successful prevention and control of the invasive species.

Key Words: physical removal; herbicide; dodder; community restructuring; demonstration plot

薇甘菊 *Mikania micrantha* H. B. K. 是我国危害极大的外来入侵种。薇甘菊是多年生草质藤本,原产中、南美洲,现今在亚太的热带、亚热带地区广泛分布并造成严重危害^[1]。薇甘菊于 20 世纪 80 年代已在香港地区^[2]及珠江口一带扩散、云南南部亦采集到标本^[3],据统计,截至 2009 年薇甘菊在我国的分布面积已达 10 万 hm^2 以上^[4]。目前我国广东、云南、台湾、香港、澳门受害严重,海南、广西正处于危害初期。中国国家环境保护总局和中国科学院将薇甘菊列入第一批外来入侵物种发布名单;徐海根,强胜^[5]将其列入中国 100 种主要外来入侵物种之一。薇甘菊抑制了被其缠绕和覆盖的植物的正常生长,严重影响生态环境及农、林、果业生产,造成生态灾害和经济损失。

防治薇甘菊的措施和策略,应根据薇甘菊的特性及所能支配的防除资源,综合考虑、统筹安排,但目前采取的措施和制定的策略常有不当之处。为此,本文阐述与防治的成败密切相关的薇甘菊特性、客观评估各种防治措施的特点和适用性以及防治策略的制定,以期对薇甘菊防治工作提供科学指导。

1 薇甘菊与防治相关的生物学特征

1.1 能快速生长覆盖其他植物

薇甘菊生长极其迅速,虽然其幼苗初期生长缓慢,30 d 内苗高仅 1.1 cm,但随苗龄增长而显著加快^[6],在光照、水分充足的条件下,薇甘菊的茎尖,夏季一天可伸长 20 cm,一个节每年可萌生 155 个节,从一个茎节上

长出的枝条在一年内总长度达 1007 m^[7]。薇甘菊喜光、喜湿,在适宜环境下迅速生长、繁殖和扩散,攀缘、缠绕于其它植物之上并形成厚覆盖层,导致其下的植物因缺乏光照及受到重压而生长不良后死亡^[8]。

1.2 残株断枝易成为独立生长的新个体

薇甘菊的茎匍匐或攀援生长,分枝多,节和节间都有很强的长出不定根的能力^[1,9],因此匍匐于地的残株或清理时遗落于地的断枝极易长出不定根和新枝成为独立的个体,且此营养繁殖体较由种子形成的苗生长得快^[6]。

1.3 种子量巨大且极易扩散

薇甘菊种子数量巨大,郭耀伦等^[10]报道 17 万粒/m²,张炜银等^[11]报道 23673—52616 粒/0.25 m²;重量轻,千粒重仅为 0.08929 g;萌发率高,在适宜的实验室条件下,萌发率为 83.3%^[12]—95.3%^[6];种子具冠毛,极易随风传播,也易随现代交通工具远距离传播。

1.4 喜入侵次生植被

在热带南亚热带适于薇甘菊生长的区域,其原生植被皆为森林,野外调查发现薇甘菊只入侵原植被受到较严重破坏的地段,并不侵入原生林和郁闭度高的次生林。常见薇甘菊从林缘、林窗开始蔓延,危害小乔木和灌木,其为害在潮湿生境尤其严重^[1,13]。广东深圳内伶仃岛全岛植被为次生植被,薇甘菊在 2000 年已大量分布于海拔 6—340 m 范围内;在珠江三角洲,薇甘菊常见大量生长于洼地、水沟边、路旁、农田、菜地和弃耕地;也常成片生长于海岸滩涂、红树林林缘滩地、公园、苗圃等地^[1];在台湾中、南、东部,海拔 1000 m 以下的平地、农田、果园、山坡地及人造林地,薇甘菊蔓延致被覆盖植物死亡^[14]。可见,原生植被破坏是薇甘菊得以入侵为首要条件。

2 防治措施评估

2.1 现有防治措施的效果及适用性评估

2.1.1 物理清除

物理清除是指利用人工、机械手段将薇甘菊从其生境中移除。薇甘菊的物理防除多指人工清除,主要是用割除、挖除等手段来控制薇甘菊的危害^[4]。此法简单易试,控制薇甘菊的探索也从人工清除开始。

(1) 应用报道

对物理清除是否有效报道各异。较早时国外曾报道通过砍伐、火烧等手段后,在一定程度上控制了薇甘菊的危害,但放松管理后,残留的薇甘菊的根部会重新长出枝条,再次占领生境^[15-16];此后 Muniappan 等^[17]报道用人工砍伐薇甘菊的防除方法收效甚微;咎启杰等^[1]报道人工清除试验:在 2000 m²密布薇甘菊的样地内,用刀割断地上枝条,用锄头挖除根及匍匐于地面的茎后将清除出的薇甘菊置于烈日下暴晒,但 3 个月后薇甘菊恢复了 80% 的覆盖,6 个月后恢复了 100%。而郭耀伦等^[10]报道在夏季或秋季连续 3 个月每月一次从近地处人工切除薇甘菊的藤茎,90% 以上的藤茎可以被清除;梁素莲^[18]在报道同一实验时认为,第一次切茎后仍可长出生新蔓茎,如不再次切除,则除茎效果可能前功尽弃。

(2) 效果评价

物理清除的有效性与拟清除的面积、清除的频率、采用的方法及所要达到的目标密切相关。针对小面积的薇甘菊入侵,只需加大清除频率、每次尽可能地挖除就能彻底根除,此后防止新繁殖体从周边再次进入,一旦发现立即清除即可。只以控制危害而不以根除为目标的物理清除,是以保护农、林、果等植物的产品不受影响为目标,多与常规的除草、抚育等作业结合同时进行,能获得很好的效果。但以根除为目标的大面积物理根除从未有成功的报道。究其原因,是由于薇甘菊的匍匐茎在地面分布甚广,大面积铲除即使耗费大量人力物力也未曾有过能挖除干净的实例,而薇甘菊残株能迅速再生,不慎散落于地的断枝也极易长出不定根成为新植株。同时,周边薇甘菊种子也能传入再次造成大面积危害。

实施物理清除的时机及清出的枝条的处置极其重要。物理清除决不可在种子已成熟且仍留于枝条时进行,否则将促进种子的散播;清除匍匐于地的枝条时,宜在春季匍匐茎尚未茂盛生长时进行;对已攀爬到树冠

层的薇甘菊,割断后留置于树上任其干枯是首选措施;对清除出的薇甘菊枝条,需防止断枝遗落长成新个体,可采取集中堆放并及时处理长出不定根的枝条,能达到事半功倍的效果;火烧残体虽有助于清除,但此操作有造成火势蔓延之忧虑。

(3) 适用性

物理清除适用于少量薇甘菊的零星斑块,也适用于人工林的早期抚育、果园及农田周边薇甘菊的防治。在能精细管理的小面积中,连续多次的清除能达到根除的目的;在园林景观绿地、果园、农田等地结合日常管理进行清除,能达到控制危害的效果,在管理良好的果园里出现的薇甘菊被及时清理后,果树生长并未受实质性影响,是人工清除成功的范例。但是,对大面积出现的薇甘菊,尤其是在地被物复杂的情况下,物理清除无法凑效,不应采用。

2.1.2 化学除草

化学除草是指用化学除草剂杀灭或控制薇甘菊。化学除草使用方便,见效快,是薇甘菊规模化防治的重要组成部分,在我国受害区域广泛应用,深圳地区已大面积使用此法近 10a。

(1) 应用报道

Dutta 等早在 1968 年就报道了薇甘菊的化学防除^[19],此后 Ipor 和 Price^[20]和 Ipor 和 Tawan^[21]报道了用百草枯和 Imazapyr 治理薇甘菊。化学除草也有清除难以彻底的问题,Young^[22]认为目前控制薇甘菊最有效的方法是喷施除草剂和火烧残体相结合。

目前我国已大面积使用过的除草剂有噻磺隆(或甲噻磺隆)和草甘膦;曾在不同场合使用过的有甲磺隆、氯磺隆、使它隆、草甘膦、百草枯、环嗪酮、2,4-D 丁酯、2,4-D 钠盐、毒莠定(Tordon)、恶草酮(Ronstar)等^[23],以及新开发出的灭薇净(据生产者报道为 18% 2,4-D 微乳剂)^[24]。

(2) 效果评价

胡玉佳、毕培曦^[6]报道不同浓度的兰达(草甘膦)、草坝王(Bentazon)、毒莠定、恶草酮 4 种除草剂防除薇甘菊的结果,发现 15.4g/L 的兰达和 4g/L 的草坝王均可有效杀死薇甘菊幼苗。黄华枝等^[25]发现 2,4-D-钠盐、2,4-D 丁酯两种苯氧羧酸类除草剂对薇甘菊具有极好的灭杀活性,但其防效随着薇甘菊生长呈下降趋势,尤其是由营养生长期转入生殖生长期后,对苯氧羧酸类除草剂抗性明显增强。昝启杰等^[26]使用 2,4-D、草甘膦、25% 的森泰(环嗪酮)水剂、森草净(甲噻磺隆)4 种除草剂的实验结果表明:前两种除草剂对薇甘菊效果不佳,施药 90 d 后完全恢复,后两者则有显著的灭杀效果。王勇军等^[27]、黄东光等^[28]的实验结果表明森草净能彻底杀灭薇甘菊,在薇甘菊 100% 覆盖的区域,用 0.01—0.1 g/m² 的剂量,能保证在施药后一年内不恢复,但新传入的种子仍能重新定居;该药对其他乔木影响小,对灌木影响较大,对藤本及草本影响最大;草本的恢复需时几个月,昆虫的恢复需待草本恢复后数月才能达到。陈素芳等^[29]发现森草净对土壤原动物群落有较大影响,喷施 2 月后依然影响土壤肥力和动植物生长。林绪平等^[24]报道灭薇净防治薇甘菊的效果达到 95% 以上,越年控制效果 90% 以上;安全测试未见对人体无害、在土壤中残留期短,高浓度未见对蔬菜等作物有害。泽桑梓、季梅等^[30]用 75% 甲噻磺隆可湿性粉剂、2,4-D 钠盐、灭薇净、草甘膦异丙胺盐、草甘膦可溶性粉剂的试验结果,认为灭薇净略优于其他药剂,90 d 补防 1 次后,防效可达 97.75%。

对化学除草的成效应该结合对薇甘菊的杀灭效果、持续时效及除草剂对环境的影响进行综合评估。对薇甘菊的杀灭效果及持续时效是与药物特性及薇甘菊生长期的特性密切相关,还与施用剂量和次数有关。森草净是内吸性除草剂,能被根、茎、叶吸收后在植株内传导,阻止蛋白质的合成,使植株死亡,还能抑制杂草种子萌发生长。施药时间选在薇甘菊生长最旺盛的营养生长期有较好的效果(4 月下旬—11 月下旬的效果明显好于 12 月—2 月),这是由于冬季薇甘菊生长缓慢或停滞,吸收药物量少、体内传导作用较差。当薇甘菊生长在茂密的草丛或草灌丛中时,可利用薇甘菊的叶面很容易吸收药液的特性,直接喷施茎叶;当薇甘菊攀援覆盖在灌木丛或乔木上时,只对薇甘菊根部周围的土壤表面和茎杆部分作定向喷施,就可彻底致死整株、整片的薇甘菊,并保护乔木或灌木免受药害^[31]。其它大多数除草剂使用常规剂量能杀死薇甘菊的地上部分,但难

以杀灭其根部,施药一段时间后,薇甘菊复发现象较为明显。不论用何种除草剂,在第一次施药后需观察薇甘菊的状况,及时对漏施或剂量不足处补施。

(3) 适用性

化学除草主要用于应急。如除草剂在开花前使用能有效阻止施用范围内薇甘菊开花结种,能极大地减少该范围内来年的幼苗量;也可在幼林抚育中施用以阻止薇甘菊的攀爬覆盖,为幼林生长赢得时间,或为采取其他措施创造条件。此外,在薇甘菊危害多年且盖度超过 50% 以上的林地上或弃用地上,因其已成为强优势种,采用化学除草的效果优于人工清除或其它防除办法。值得注意的是,除草剂的持续杀灭效果有时限性,由于单纯杀灭薇甘菊并未真正改变适于薇甘菊生长的生境,只要周围还有薇甘菊,数年后此地仍可能再次出现薇甘菊为害。

除草剂的适用范围还因其可能对环境造成负面影响而受到限制,事先应对除草剂的影响进行评估,把握好施用范围及用量。如森草净适于林地使用,但在农田、菜地、花卉基地及其附近使用稍有不慎将危及作物,施药工程队常对此认识不足,造成后患;施用时必须距水源区和居民区至少 100 m 以避免污染水源。

2.1.3 菟丝子寄生控制

菟丝子寄生控制目前是指以田野菟丝子 *Cuscuta campestris* 寄生控制薇甘菊的措施。菟丝子属其他种的使用尚在研究阶段。

(1) 应用报道

利用寄生植物菟丝子控制薇甘菊的试验见于印度和中国。1967 年印度首次报道了试用大花菟丝子 *Cuscuta reflexa* 防治薇甘菊,实施 2 a 后发现大花菟丝子也寄生于茶树上;后又有试用中国菟丝子 *C. chinensis* 的报道,但该种也能危害其他经济作物^[15]。我国学者在 2000 年末发现田野菟丝子寄生于薇甘菊,监测发现寄生能致薇甘菊死亡^[32-33]。进一步研究发现我国华南地区侵染薇甘菊的菟丝子有 3 种^[33],即田野菟丝子 *Cuscuta campestris*、中国菟丝子 *C. chinensis* 和南方菟丝子 *C. australis*,其中以田野菟丝子的寄生能力最强。Yu 等分别用南方菟丝子寄生 3 种外来入侵植物(五爪金龙 *Ipomoea cairica*、薇甘菊和南美蟛蜞菊 *Wedelia trilobata*)和一些本地种,发现南方菟丝子更易寄生外来入侵寄主,且能抑制外来寄主的生长和繁殖,同时增加本地寄主的丰富度和物种多样性^[34]。咎启杰等^[35]报道在野外实验中,田野菟丝子寄生使样地群落中薇甘菊的盖度由 75%—95% 降到 18%—25%,较好地控制了薇甘菊的危害;田野菟丝子除对 15 种草本植物(其中 12 种为外来有害杂草)有一定程度的影响外,对其余乔、灌、藤本和草本植物无明显影响,表明用田野菟丝子控制薇甘菊是安全的;生态安全实验结果表明,用田野菟丝子防治薇甘菊对群落几无影响。相似的结论也见于 Shen^[36]、陈华^[37]和 Mishra^[38]的报道中。深圳近年来已在较大范围内应用田野菟丝子抑制薇甘菊。

(2) 效果评价

田野菟丝子虽能抑制薇甘菊的生长,但未能大面积杀灭薇甘菊。这与田野菟丝子的生长特性有关:田野菟丝子极少寄生于与薇甘菊自然伴生的其他植物种上。田野菟丝子是寄生植物,其生存与发展完全依赖其寄主植物的生长,随着被寄生的薇甘菊生长状况恶化,田野菟丝子大量开花结种,随后死亡。因此当尚未死亡的薇甘菊萌出新枝时,田野菟丝子的营养体已几乎不存在,要待田野菟丝子种子萌发后才开始新的寄生。这一特点也导致寄生滞后于薇甘菊的扩散,且菟丝子受季节性、光照、湿度的影响较大,因此使田野菟丝子营养体能及时生长扩散是取得好效果的前提条件,目前主要是通过人工传播的辅助手段来达到。

(3) 适用性

田野菟丝子控制薇甘菊适用于大面积危害区域,尤其是不宜使用化学除草剂的水源区和难以频繁开展物理清理的区域;当只以控制而不以根除自然群落的薇甘菊为目标时,效果很好。有些学者所担忧的田野菟丝子可能会导致新的入侵并不存在,李凤兰^[39]生态安全实验表明利用田野菟丝子防治薇甘菊对群落的其它大多数伴生植物种来说是安全的。

2.1.4 群落改造控制

群落改造控制是指通过对原有植物群落的干预,营造出不适于薇甘菊生长的群落及生境,从而达到防治

薇甘菊的目的。群落改造着重于控制薇甘菊,而不以使受害群落的恢复或使其恢复到受害前的某一状态为目标;人们通常说的生态恢复,要待群落改造成功消除了薇甘菊的危害后才能进行。群落改造的具体措施是在受害植物群落中,种植适宜的速生树种,辅以适当的抚育,加强受害群落的抗薇甘菊能力。采用群落改造是薇甘菊生态控制的一个重要发展。

(1)应用报道

通过群落改造控制薇甘菊见于两组研究人员的报道:殷祚云等^[40]曾在广东深圳和东莞设置研究样地,通过改变林相,调整群落结构来抵御薇甘菊的侵害。于 2001—2002 年在广东内伶仃岛薇甘菊危害地段进行了群落改造研究,所选树种有血桐 *Macaranga tanarius*、幌伞枫 *Heteropanax fragrans*、阴香 *Cinnamomum burmannii*、海南蒲桃 *Syzygium hainanense*、枫香 *Liquidambar formosana*、木荷 *Schima superba*、黎蒴 *Castanopsis fissa* 等。2002 年底停止抚育,2003 年群落改造效果已显现。至 2010 年的跟踪监测发现,改造群落生长良好并形成了不利于薇甘菊生长的环境,林内除林窗外薇甘菊罕见,更无对冠层的覆盖。还发现田野菟丝子寄生缓解了薇甘菊对海南蒲桃、阴香的胁迫压力。

(2)效果评价

在广东内伶仃岛开展的群落改造,已一劳永逸地解决了薇甘菊的危害;其中血桐、幌伞枫及阴香抵抗薇甘菊能力最强,是群落改造的优良树种。

(3)适用性

群落改造对于林地薇甘菊防治普遍有效,改造成功后就一劳永逸地解除薇甘菊的危害。该方法的不足是仅适用于宜林地,且在改造初期所种乔木的幼树阶段对薇甘菊的抵抗能力尚较弱时,需要进行 1—2 个生长季的抚育和管理,短时期内成本较高。此外,抗薇甘菊树种的筛选尚不足,未能大大提高生物多样性,今后仍需加强薇甘菊抗性树种选育工作,增加抗性树种林木的种类。群落改造与田野菟丝子控制相结合能否有效地解决群落改造前期幼树的抚育问题,尚需进行更深入的研究。

2.1.5 4 种防治措施的比较

上述 4 种防治措施各有其适用范围及优缺点,详见表 1。

表 1 4 种薇甘菊防治措施的比较
Table 1 Comparison of four *Mikania micrantha* control methods

	适用范围 Applicability	效果 Effectiveness	投入费用 Cost	注意事项 Points for attention
物理清除 Physical removal	少量薇甘菊的零星斑块,人工林的早期抚育,果园及农田周边	以保护农、林、果等产品不受影响为目标能获得很好的效果;以根除为目标的大面积物理根除不可能	人工费用高	不可在种子已成熟且仍留于枝条时进行;需防止清除出的薇甘菊断枝遗落长成新个体
化学除草 Chemical control	应急时用,如开花前施用以阻止薇甘菊结种;幼林抚育;薇甘菊危害多年且盖度超过 50% 以上的林地或弃用地	杀灭效果及持续时效与药物特性及薇甘菊生长期的特性密切相关,同时与施用剂量和次数有关	相对低,主要为购买化学试剂费用	应事先评估除草剂的影响,把握好施用范围及用量;应在薇甘菊生长最旺盛的营养生长期施药,第一次施药后需观察薇甘菊的状况,及时补施;持续杀灭效果有时限性
田野菟丝子寄生控制 <i>Cuscuta campestris</i> parasitic control	大面积危害区域尤其是不宜使用化学除草剂的水源区和难以频繁开展物理清理的区域,且只以控制而不是以根除薇甘菊为目标	能抑制薇甘菊的生长,但未能大面积杀灭薇甘菊	很低,仅极少的人工费用	田野菟丝子寄生滞后于薇甘菊的扩散,且田野菟丝子受季节性、光照、湿度的影响较大,常需人工辅助传播
群落改造控制 Community restructuring control	林地薇甘菊	一劳永逸	较高,因包括前期的幼树抚育和管理费用	需采用抗薇甘菊树种才能达到少抚育

2.2 在探索中的防治措施

2.2.1 天敌控制

天敌控制多称为生物防治,是通过施放能抑制薇甘菊的真菌、昆虫、螨等来达到控制的目的。支持天敌控制的最主要依据是薇甘菊在其原产地中、南美洲并不为害, Cock^[41]和 Freitas^[42]发现,薇甘菊在其原产地热带美洲有 9 种主要天敌和 22 种次要天敌,而在亚洲缺乏天敌制约,故通过引进专一性天敌应能控制薇甘菊。但已引进的天敌或因生态安全存疑,或因未能在自然状态下生存并扩散,至今尚未见真正成功的报道,而现有的本地天敌专一性不强,至今亦未见成功的报道。

(1) 昆虫、螨等天敌 所罗门群岛和马来西亚曾引进薇甘菊的主要天敌假泽兰滑蓟马 *Liothrips mikania* 以控制薇甘菊,但由于当地存在蓟马的捕食性天敌等原因,该蓟马未能建立自然种群^[43-44]。McFadyen 报道安婀珍蝶 *Actinote anteus* 是潜在的生物防治因子,广东省昆虫研究所 2001 年从印度尼西亚将其引进^[45];研究发现安婀珍蝶在薇甘菊和飞机草上的羽化率分别为 69.4% 和 77.78%,但能以十字花科的菜心 *Brassica campestris* 为食^[46],该珍蝶因生态安全存疑而未能投入使用。与此同时,人们不断寻找本地有效天敌,邵华等^[47]发现本地鳞翅目昆虫小蓑蛾 *Acanthophyche* sp. 能大量采食薇甘菊叶片;陈瑞屏等^[48]报道紫红短须螨 *Brevipalpus phoenicis* 可在短时间内迅速繁殖,取食薇甘菊的茎叶。但上述报道的昆虫和螨能否用于控制薇甘菊,至今未见有更进一步的报道。

(2) 病原真菌天敌 薇甘菊柄锈菌 *Puccinia spegazzinii* 能侵染薇甘菊属多种植物,Ellison 等^[49]的研究结果表明该菌仅感染薇甘菊属植物;2004 年中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所及广东省昆虫研究所与英国生物科学中心 Ellison 合作,将薇甘菊柄锈菌引入中国^[50]。李志刚等^[51]2007 年研究薇甘菊柄锈菌在中国南方自然环境下的适应性和致病力,认为在薇甘菊柄锈菌的大规模繁殖和保存技术方面还有待突破。2005 年 *P. spegazzinii* 的特立尼达病变型(IMI 3930670)被释放到印度东北部 Assam 的茶园,但未能在薇甘菊上建立其种群;翌年 8 月释放到印度西南部的 Kerala,种群得以维持并扩散,其在印度的应用还在评估中^[49]。

此外,还发现薇甘菊的其他病原菌。陈沧海等^[52]报道炭疽菌 *Colletotrichum* sp. 会造成薇甘菊叶部病害,产生叶片坏疽现象;王均琨^[53]报道从薇甘菊罹病株分离出真菌和细菌中,Flc-2 和 FV-1 菌株对薇甘菊种子发育及萌芽具抑制效果。

目前,所发现的天敌微生物虽能使部分薇甘菊致病甚至死亡,但在薇甘菊种群中成功大面积自然扩散、传播尚未见报道,而以喷施农药方式使用天敌微生物,目前未见在实际应用上有突破。

2.2.2 植物化感防治

利用具有化感作用的植物抑制薇甘菊很有吸引力,但目前尚未见野外大面积应用。郭耀纶等^[10]测试 19 种植物对薇甘菊幼苗的化感潜力后,发现凤凰木 *Delonix regia* 叶和花对薇甘菊幼苗具有类似除草剂的潜力。本文作者等的研究发现幌伞枫 *Heteropanax fragrans* 对薇甘菊具有化感潜力。廖周瑜等^[54]报道入侵植物五爪金龙 *Ipomoea cairica* 具有较强的抵御薇甘菊的化学性防御潜力。赵厚本等^[55]对华南地区几种常见植物进行测试后,报道三叶鬼针草 *Bidens pilosa*、芒萁 *Dicranopteris pedata*、幌伞枫、少花龙葵 *Solanum nigrum* 等对薇甘菊生长具有不同程度的化感抑制作用,其中三叶鬼针草和芒萁作用强。李秋玲等^[56]报道日本菟丝子 *Cuscuta japonica* 鲜茎的水浸提液极显著抑制薇甘菊根长,鲜茎水浸提液的有机萃取物对薇甘菊种子的萌发也有极显著的抑制作用。周冬梅等^[57]报道盘架子 *Alstonia scholaris*、尾叶桉 *Eucalyptus urophylla* 鲜叶水浸提液能使薇甘菊根尖细胞的有丝分裂指数降低,认为这两种植物对薇甘菊具有一定的化感作用。徐高峰等^[58]报道许多与薇甘菊伴生的物种具有抑制薇甘菊幼苗生长的化感作用,其中外来种的抑制作用总体上强于本地种。

化感物质在自然生态系统中的控制作用有选择性,应能成为具有长久作用的自然控制因子。若能以人工方法合成其有效成分,将是对薇甘菊防治的新突破。

2.3 未来防治措施的研究方向

2.3.1 有效天敌的发掘

利用生物因子控制薇甘菊可望达到防治成本低廉、控制效果好、防效持久、对环境安全。因此,应积极开

展对引进天敌及本地天敌的筛选,发掘出专一性强、效率高、安全可靠的天敌,为薇甘菊的防治提供新手段。

2.3.2 防治措施的综合应用

各种防治技术各有其优势和不足,综合措施一向为研究人员所提倡,但目前综合措施的应用实例稀少,多数是单独应用一种防治措施。因此在总结已有的综合应用实例时还应大力开展综合防治措施的研究,并对防治成效进行及时总结评估。

2.3.3 薇甘菊危害宏观分布预测

准确预测薇甘菊为害的潜在区域,对指导防治有重要的意义,但目前对这一方面的研究不足。虽然关于光照、温度和水分对薇甘菊的种子萌发和植株生长等有不少研究,但尚未形成真正指导性的结论。因此应推动宏观分布格局的预测研究,定量分析物种分布与环境因子的关系,预测其潜在入侵区域,为预防薇甘菊制定合理的措施提供科学依据。吴卉晶^[59]2009 以深圳市宝安区为研究区,研究了区域尺度下薇甘菊入侵分布的重要影响因子,为薇甘菊入侵扩散重建及近期重点区域的防除决策提供了参考依据。

3 当前防治策略评估

3.1 是持久战、非速决战

我国大陆南方各省和台湾南部、海南都是薇甘菊的适生区,而大面积原生植被的破坏为薇甘菊的入侵提供了必要条件。像薇甘菊一类的繁殖能力和扩散能力强的种,一旦大面积扩散,就不可能根除。这就决定了对薇甘菊大面积入侵地尤其是已造成区域性危害的地段,只能是持久进行,不可能迅速完成。因此,提出大面积范围内根除薇甘菊的目标不仅没有可行性,还将导致民众将美好愿望误为科学论断,并不可取。但对于薇甘菊入侵早期的小面积分布,则应该坚决迅速彻底根除,避免其扩散。

3.2 防重于治

我国仍有大面积薇甘菊适生地未被入侵,预防是最有效的杂草控制方法^[60]。坚决防止这些区域被薇甘菊入侵,是防治工作中的重中之重。区域防治优于局、点防治,这是因薇甘菊有极强的有性和营养繁殖能力,局、点极易发展成为大面积的危害。

唯有将薇甘菊拒于区域之外,才是获得最佳投入产出效果的措施。事实上,早期的主动监控和坚决防治,正是事半功倍地拒薇甘菊危害于本区域之外的唯一时机。遗憾的是,在对薇甘菊的危害已很清楚的今天,大部分地区对早期防控仍重视不足,只在薇甘菊铺天盖地为害后才被动治理,殆失防控最佳时机。

为根本改变治重于防的局面,必需改变相应的评估体系。目前的评估是建立在受害面积减少的基础上,它在客观上引导人们关注如何治理受害地区,但不利于防患于未然。因此,应以对潜在受害区域的成功保护作为防控成效的主要依据,应建立薇甘菊的监测、预警和根除机制,在易受害区域设立一批重点监控区,防范薇甘菊的入侵。

3.3 先轻后重、先急后缓

在薇甘菊适生范围内,某一区域出现少量薇甘菊分布是其入侵的早期征兆,此时采取坚决、快速的根除措施所需投入最小,而在薇甘菊重度危害区域,早已错过能取得快速控制效果的最佳时机,此时启动控制不仅动辄需资金百万元,还要统筹安排、精心布置,稍有怠懈又可能前功尽弃。因此,控制薇甘菊必需以“先轻后重”为原则。

在薇甘菊已大量入侵的区域,最急于治理的莫过于能向周边区域甚至是遥远区域扩散的点、线、片传播源,包括公路边、水道边及供应各地绿化树种的苗圃。而受自然环境限制不具备种子远距离传播且人类活动又少的区域,如荒山、次生林等,暂缓治理并不导致薇甘菊的扩散。因此,控制薇甘菊必需“先急后缓”

因此,“轻”、“急”区域是防治重点,主要采用化学除草的措施,而对不宜施用化学除草的地段则采取人工清除措施;此类区域必需严密监测,及时杀灭所有新出现的薇甘菊。“重”、“缓”区域则应根据财力物力,以减轻被覆盖农、林作物和生态林的受害程度为主,并逐步改造成薇甘菊不宜生长的生境,包括采用田野菟丝子寄生控制和群落改造控制;此类地区只需进行一般性的监测,对新出现的薇甘菊可置于不顾。

3.4 建立防治示范区/样地。

薇甘菊防治方法有其特殊性,与人们习见的农田除草差别很大,而采用不当的方法,不仅使防治徒劳无功,还能起到传播薇甘菊的反作用。因此,建立防治示范区/样地,有利于宣传正确的防治方法,同时通过成功的示范,提高人们的信心。

在“轻”区的示范,应有较大的连片区域(几十公顷),以人工拔除辅以化学除草彻底杀灭所有薇甘菊为宗旨。

在“急”区的示范,面积不宜过大(小于 1 hm²);其中,位于公路边、水源区样地还可成为多部门联合治理薇甘菊的样板。

在“重”区的示范,依财力可建 1—10 hm² 的样地,以使用寄生植物控制和群落改造控制为主,辅以人工抚育和少量化学除草等综合措施,但不需根除薇甘菊,以约 3a 后建成具备抗薇甘菊为害的群落为目标。

3.5 普及科学防治薇甘菊知识

绿化苗木中同时携带薇甘菊种子或幼苗的现象时有发生;在民众参与的清理活动中,由于不了解薇甘菊的清理与人们常见的田间除草完全不同,会出现对断枝处理不当或在种子成熟期割除等的错误,实际上促进了薇甘菊进一步蔓延。因此,必需用浅显易懂的语言和图像通过各种媒体(墙报、报纸、电台、电视、网络)宣传,使人们不仅了解薇甘菊的危害,也了解防治的正确方法。

4 结语

薇甘菊的防治是世界性难题,目前已达到可应用的防治措施有 4 种:人工清除、化学除草、寄生植物(田野菟丝子)控制、群落改造控制。但是,上述措施仍有大量亟需改进完善之处:人工清除仅适用于小面积;用寄生植物控制薇甘菊时,寄生植物的生长滞后于薇甘菊;群落改造中已筛选出的植物种类少,导致群落结构过于单一。

薇甘菊的防治还亟需新的手段和方法。生物防治应是控制入侵薇甘菊的有效方法,但至今尚未成功;各种防治方法的综合使用有良好的前景,但目前尚处在极少量的初试阶段;对薇甘菊危害的宏观预测应能从大区域角度指导防治重点,但目前仍缺乏可靠的预测工具。

防治策略尚有许多偏差须予纠正。我国对薇甘菊的整体策略应是控制,而不是以根除我国所有地区的薇甘菊为目标,同时必需坚决防止薇甘菊在我国进入新区域,还要逐步减轻已受害区域的受害程度。

我国十余年来控制薇甘菊的努力已取得很好的进展,我国对薇甘菊防治的研究最深最广,成果最大。经过研究人员和政府管理部门的努力和民众的支持,完全能够达到控制薇甘菊的目标。

References:

- [1] Zan Q J, Wang Y J, Wang B S, Liao W B, Li M G. The distribution and harm of the exotic weed *Mikania micrantha*. Chinese Journal of Ecology, 2000, 19(6): 58-61.
- [2] Wang B S, Liao W B, Zan Q J, Li M G, Zhou X Y, Gao S H. The spreads of *Mikania micrantha* in China. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2003, 42(4): 47-50.
- [3] Du F, Yang Y M, Li J Q, Yin W Y. A review of *Mikania* and the impact of *M. micrantha* (Asteraceae) in Yunnan. Acta Botanica Yunnanica, 2006, 28(5): 505-508.
- [4] Zan Q J, Li M G. Practical Techniques for Controlling *Mikania micrantha*. Beijing: Chinese Scientific Press, 2010: 85-85.
- [5] Xu H G, Qiang S. Inventory Invasive Alien Species in China. Beijing: Chinese Scientific Press, 2004: 407-411.
- [6] Hu Y J, But P P H. A study on life cycle and response to herbicides of *Mikania micrantha*. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 1994, 33(4): 89-89.
- [7] Wang B S, Wang Y J, Liao W B, Zan Q W, Li M G, Peng S L, Han S C, Zhang W Y, Chen R P. The Invasion Ecology and Management of Alien Weed *Mikania micrantha* H. B. K.. Beijing: Chinese Scientific Press, 2004: 241-241.
- [8] Zhou X Y, Wang B S, Li M G, Liao W B, Zhou Y L, Zan Q J, Wang Y J. Correlation analysis on the damage of *Mikania micrantha* to plant communities in Neilingding Island of Guangdong Province, China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(2): 350-354.
- [9] Wang B S, Liao W B, Miao R H. Revision of *Mikania* from China and the key of four relative species. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2001, 40(5): 72-75.
- [10] Guo Y L, Chen T Y, Lin C C. Using a consecutive-cutting method and allelopathy to control the invasive vine, *Mikania micrantha* H. B. K..

- Taiwan Journal of Forest Science, 2002, 17(2): 171-181.
- [11] Zhang W Y, Li M G, Wang B S, Zan Q J, Wang Y J. Seed production characteristics of an exotic weed *Mikania micrantha*. Journal of Wuhan Botanical Research, 2003, 21(2): 143-147.
- [12] Li M G, Zhang W Y, Wang B S, Zhang J L, Zan Q J, Wang Y J. A preliminary study on the seed germination in *Mikania micrantha*. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2002, 41(6): 57-59.
- [13] Wen D Z, Ye W H, Feng H L, Cai C X. Comparison of basic photosynthetic characteristics between exotic invader weed *Mikania micrantha* and its companion species. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2000, 8(2): 139-146.
- [14] Chen A H, Chi H H. The management and prevention of American rope. Conference "The Harmful Effect and Field Management of *Mikania micrantha*". 2003: 69-77.
- [15] Sen-Sarma P K, Mishra S C. Biological control of forest weeds in India-retrospect and prospects. Indian Forester, 1986, 112: 1088-1093.
- [16] Swamy P S, Ramakrishnan P S. Growth and allocation patterns of *Mikania micrantha* in successional environments after slash and burn agriculture. Canadian Journal of Botany, 1988, 66(7): 1465-1469.
- [17] Muniappan R, Viraktanmath C A. Invasive alien weeds in the Western Ghats. Current Science, 1993, 64: 555-557.
- [18] Liang S L. Biological characteristics and control of *Mikania micrantha* discussion. Protection Forest Science and Technology, 2009, (1): 93-95.
- [19] Li M G, Zhang W Y, Liao W B, Wang B S, Zan Q J. The history and status of the study on *Mikania micrantha*. Ecologic Science, 2000, 19(3): 41-45.
- [20] Ipor I B, Price C E. Uptake, translocation and activity of paraquat on *Mikania micrantha* H. B. K. grown in different light conditions. International Journal of Pest Management, 1994, 40(1): 40-45.
- [21] Ipor I B, Tawan C S. The effect of shade on leaf characteristics of *Mikania micrantha* (Compositae) and their influence on retention of imazapyr. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science, 1995, 18(3): 163-168.
- [22] Young L. Conflicts in the management of a wetland nature reserve-case study of the Mai Po nature reserve, Hong Kong//Wong M H, ed. Wetlands Ecosystems in Asia: Function and Management. Inc Netlibrary, 2004: 145-160.
- [23] Ze S Z, Li H R, Yan Z L, Lu Z G, Xu H Z, Xu B L, Ji M. A study of technical countermeasures on prevention and control of key invasive species *Mikania micrantha*. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 2010, 37(3): 176-179.
- [24] Lin X P, Liu J F, Huang Y, Chang Q Z. Safety and control effect of herbicide Mieweijing against *Mikania micrantha*. Forest Pest and Disease, 2009, 28(1): 30-31, 15-15.
- [25] Huang H Z, Zhao J B, Huang B Q, Zhang Y X, Yan L. Phenoxy-hydroxy-acid herbicides for controlling the weed *Mikania micrantha*. Journal of South China Agricultural University: Natural Science Edition, 2004, 25(1): 52-55.
- [26] Zan Q J, Wang Y J, Liang Q Y, Wang B S, Liao W B. Effectiveness of four herbicides on the harmful weeds *Mikania micrantha*. Ecologic Science, 2001, 20(1): 32-36.
- [27] Wang Y J, Liao W B, Zan Q J, Wang B S, Wang Z J, Guo H R. Effects of the herbicide Sulfometuron-methyl killing *Mikania micrantha* and their influence on plant diversity. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2003, 42(Z1): 180-186.
- [28] Huang D G, Zhou X Y, Zan Q J, Wang Y J, Liao W B. The chemical control of *Mikania micrantha* in the country park of Hong Kong. Journal of South China Normal University: Natural Science Edition, 2007, (3): 109-131.
- [29] Chen S F, Xu R L, Wang Y J, Zan Q J, Liao W B. Effect of chemical prevention and cure of *Mikania micrantha* on soil protozoan community in Neilingding Island. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2003, 9(4): 422-428.
- [30] Ze S Z, Ji M, Li H R, Wang X Y, Lu Z G, Xu H Z, Xu B L. Preliminary study on the drug preference for chemical control of *Mikania micrantha* in forest pest. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(6): 3002-3003, 3006-3006.
- [31] Wang Y J, Zan Q J, Wang Z J, Guo H R, Liao W B, Ding X L. The research on chemical prevention on the invaded weed-*Mikania micrantha* H. B. K.. Ecologic Science, 2003, 22(1): 58-62.
- [32] Han S C, Li K H, Luo L F, Liu W H, Chen Q X, Peng T X, Li L Y. *Mikania micrantha* was destroyed by parasitic weed dodder, *Cuscuta chinensis*, in Guangdong. Natural Enemies of Insects, 2002, 24(1): 7-14.
- [33] Liao W B, Fan Q, Wang B S, Wang Y J, Zhou X Y. Discovery of three species of *Cuscuta* harming *Mikania micrantha* in South China and their taxonomical identification. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2002, 41(6): 54-56.
- [34] Yu H, Liu J, He W M, Miao S L, Dong M. *Cuscuta australis* restrains three exotic invasive plants and benefits native species. Biological Invasions, 2011, 13(3): 747-756.
- [35] Zan Q J, Wang B S, Wang Y J, Liao W B, Li M G, Xu H L. The ecological evaluation on the controlling *Mikania micrantha* by *Cuscuta campestris*. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2002, 41(6): 60-63.
- [36] Shen H, Hong L, Ye W H, Cao H L, Wang Z M. The influence of the holoparasitic plant *Cuscuta campestris* on the growth and photosynthesis of its host *Mikania micrantha*. Journal of Experimental Botany, 2007, 58(11): 2929-2937.
- [37] Chen H, Hu X Y, Shen H, Cao H L, Ye W H. Influence of the obligate parasite *Cuscuta campestris* on the leaf stomatal behavior of its host *Mikania micrantha*. Guihaia, 2008, 28(5): 655-660.
- [38] Mishra S, Sanwal G G. Effect of *Cuscuta* infection on chloroplast lipid composition of *Brassica* leaves. European Journal of Plant Pathology, 1994, 100(1): 61-70.
- [39] Li F L. Mechanism and ecological safety of controlling *Mikania micrantha* by *Cuscuta campestris*. Guangzhou, Sun Yat-sen University, 2009.
- [40] Yin Z Y, Li X C, He L P, Huang W H, Zhou Y W, Li R G, Xu Q H, Zhang Y A, Luo H. A preliminary study on ecological control of *Mikania*

- micrantha* H. B. K. . Guangdong Forestry Science and Technology, 2003, 19(4): 17-22.
- [41] Cock M J W. Potential biological control agents for *Mikania micrantha* H. B. K. from the Neotropical region. International Journal of Pest Management, 1982, 28(3): 242-254.
- [42] Freitas A V L. Variation, life cycle and systematics of *Tegosa claudina* (Eschscholtz) (Lepidoptera, Nymphalidae, Melitaeinae) in São Paulo State, Brazil. Revista Brasileira de Entomologia, 1991, 35: 301-306.
- [43] Liao S S, Tan C L, Ooi P A C, Chung G F, Lee S A, Tay B L. Field releases of *Liothrips mikaniae* (Priesner) for the control of *Mikania micrantha* H. B. K. experience in Malaysia//Rajan A, Ibrahim Y B, eds. Proceedings of the Fourth International Conference on Plant Protection in the Tropics. Kuala Lumpur, 1994: 116-119.
- [44] Cock M J W, Ellison C A, Evans H C, Ooi P A C. Can failure be turned into success for biological control of mile-a-minute weed (*Mikania micrantha*) //Spencer P M, ed. Proceedings of the X International Symposium on Biological Control of Weeds. Bozeman: Montana State University Press, 2000: 155-167.
- [45] Zhang L L, Han S C, Li Z G, Liu N, Li L Y, Luo L F, Peng T X, Liu W H. Effects of *Actinote thalia pyrrha* (Fabricius) feeding on the physiological indexes in *Mikania micrantha* leaves. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(5): 1330-1336.
- [46] Li Z G, Han S C, Guo M F, Luo L F, Liu W H, Peng T X, Li L Y. Biology and host specificity of *Actinote anteas*, a biocontrol agent for controlling *Mikania micrantha*. Chinese Journal of Biological Control, 2004, 20(3): 170-173.
- [47] Shao H, Peng S L, Liu Y X, Zhang C, Xiang Y C. The biological control and the natural enemy of *Mikania micrantha* H. B. K. 's in China. Ecologic Science, 2002, 21(1): 33-36.
- [48] Chen R P, Xu Q H, Li X C, Liu Q L. Application of *Brevipalpus phoenici* to the controlling of *Mikania micrantha*. Journal of Central South Forestry University, 2003, 23(2): 89-93.
- [49] Ellison C A, Evans H C, Djeddour D H, Thomas S E. Biology and host range of the rust fungus *Puccinia spegazzinii*: a new classical biological control agent for the invasive, alien weed *Mikania micrantha* in Asia. Biological Control, 2008, 45(1): 133-145.
- [50] Zhang L L, Han S C, Li LY, Liu W H. Progress in studies on the control of invasive weed *Mikania micrantha* H. B. K. . Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2006, 14(2): 162-168.
- [51] Li Z G, Han S C, Li LY, Li J, Lu J W. Pathogenicity of *Puccinia spegazzinii* in South China. Chinese Journal of Biological Control, 2007, (S1): 57-59.
- [52] Chen T H, Chen Z C, Wang T H, Wang C L, Chao Y C. Biological control of *Mikania micrantha* (mile-a-minute). Conference "The Harmful Effect and Field Management of *Mikania micrantha*". 2003: 79-96.
- [53] Wang J L. Biological and pharmaceutical Control during stage of seed development and germination of *Mikania micrantha*. Woodlands in Taiwan-*Mikania micrantha* in the Prevention and Treatment Outcomes, 2001: 1-29.
- [54] Liao Z Y, Zhao Z H, Hou Y P, Peng S L. Allelopathic effects of *Ipomoea cairica* on *Mikania micrantha*. Ecology and Environment, 2007, 16(3): 939-943.
- [55] Zhao H B, Shao Z F, Yang Y B, Qiu S S, Lu H F, Peng S L. Allelopathy of several common plants in South China on *Mikania micrantha*. Ecology and Environment, 2007, 16(1): 130-134.
- [56] Li Q L, Zhang F, Xiao H L, Huang M Y, Peng S L, Zhan Z S, Zheng L. The allelopathic effects of *Cuscuta japonica* on *Mikania micrantha*. Ecology and Environment, 2008, 17(1): 317-322.
- [57] Zhou D M, Han S C, Li J, Cao X. Effects of allelochemicals from *Alstonia scholaris* and *Eucalyptus rophylla* on cell morphology of *Mikania micrantha* H. B. K. root tip. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2009, 37(23): 10984, 11000.
- [58] Xu G F, Zhang F D, Li T L, Zhang Y, Zhang Y H. Allelopathy of 5 associated species on *Mikania micrantha* H. B. K. . Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2009, 22(5): 1439-1443.
- [59] Wu H J, Zan Q J, Zeng H. Factors influencing *Mikania micrantha* invasion and distribution at regional scale. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(10): 5442-5449.
- [60] Rejmánek M, Pyšek M. When is eradication of exotic pest plants a realistic goal//Veitch D, Clout M, eds. Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species. Gland, Cambridge: IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, 2002: 249-253.

参考文献:

- [1] 咎启杰, 王勇军, 王伯荪, 廖文波, 李鸣光. 外来杂草薇甘菊的分布及危害. 生态学杂志, 2000, 19(6): 58-61.
- [2] 王伯荪, 廖文波, 咎启杰, 李鸣光, 周先叶, 高三红. 薇甘菊 *Mikania micrantha* 在中国的传播. 中山大学学报: 自然科学版, 2003, 42(4): 47-51.
- [3] 杜凡, 杨宇明, 李俊清, 尹五元. 云南假泽兰属植物及薇甘菊的危害. 云南植物研究, 2006, 28(5): 505-508.
- [4] 咎启杰, 李鸣光. 薇甘菊防治实用技术. 北京: 科学出版社, 2010: 85-85.
- [5] 徐海根, 强胜. 中国外来入侵物种编目. 北京: 中国环境科学出版社, 2004: 407-411.
- [6] 胡玉佳, 毕培曦. 薇甘菊生活史及其对除莠剂的反应研究. 中山大学学报: 自然科学版, 1994, 33(4): 89-89.
- [7] 王伯荪, 王勇军, 廖文波, 咎启杰, 李鸣光, 彭少麟, 韩诗畴, 张炜银, 陈瑞屏. 外来杂草薇甘菊的入侵生态及其治理. 北京: 科学出版社, 2004: 241-241.
- [8] 周先叶, 王伯荪, 李鸣光, 廖文波, 周云龙, 咎启杰, 王勇军. 薇甘菊对内伶仃岛植被危害的相关分析. 应用生态学报, 2005, 16(2): 350-354.

- [9] 王伯荪, 廖文波, 缪汝槐. 薇甘菊学名订正及其近缘种的检索. 中山大学学报: 自然科学版, 2001, 40(5): 72-75.
- [10] 郭耀纶, 陈志达, 林杰昌. 藉连续切蔓法及相克作用防治外来入侵的小花蔓泽兰. 台湾林业科学, 2002, 17(2): 171-181.
- [11] 张伟银, 李鸣光, 王伯荪, 咎启杰, 王勇军. 外来杂草薇甘菊在不同群落中的种子生产特征. 武汉植物学研究, 2003, 21(2): 143-147.
- [12] 李鸣光, 张伟银, 王伯荪, 张军丽, 咎启杰, 王勇军. 薇甘菊种子萌发特性的初步研究. 中山大学学报: 自然科学版, 2002, 41(6): 57-59.
- [13] 温达志, 叶万辉, 冯惠玲, 蔡楚雄. 外来入侵杂草薇甘菊及其伴生种基本光合特性的比较. 热带亚热带植物学报, 2000, 8(2): 139-146.
- [14] 陈阿兴, 肖祺晖. 小花蔓泽兰防治与管理. 小花蔓泽兰危害与管理研讨会专刊. 2003: 69-77.
- [18] 梁素莲. 薇甘菊的生物学特性及防治方法探讨. 防护林科技, 2009, (1): 93-95.
- [23] 泽桑梓, 李浩然, 闫争亮, 陆志国, 许宏志, 许本莲, 季梅. 入侵生物薇甘菊防治技术及其对策概述. 福建林业科技, 2010, 37(3): 176-179.
- [24] 林绪平, 刘建锋, 黄莹, 常其钊. 灭薇净的安全性及防治薇甘菊效果初报. 中国森林病虫, 2009, 28(1): 30-31, 15-15.
- [25] 黄华枝, 赵京斌, 黄炳球, 张玉贤, 颜玲. 3 种苯氧羧酸类除草剂防除薇甘菊药效研究. 华南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 25(1): 52-55.
- [26] 咎启杰, 王勇军, 梁启英, 王伯荪, 廖文波. 几种除草剂对薇甘菊的杀灭试验. 生态科学, 2001, 20(1): 32-36.
- [27] 王勇军, 廖文波, 咎启杰, 王伯荪, 王彰九, 郭惠如. 除莠剂森草净防除薇甘菊的效果及其对植物多样性的影响. 中山大学学报: 自然科学版, 2003, 42(Z1): 180-186.
- [28] 黄东光, 周先叶, 咎启杰, 王勇军, 廖文波. 香港郊野公园薇甘菊的化学防除研究. 华南师范大学学报: 自然科学版, 2007, (3): 109-114.
- [29] 陈素芳, 徐润林, 王勇军, 咎启杰, 廖文波. 化学防除薇甘菊对内伶仃岛土壤原生动动物群落的影响. 应用与环境生物学报, 2003, 9(4): 422-428.
- [30] 泽桑梓, 季梅, 李浩然, 王笑颖, 陆志国, 许宏志, 许本莲. 林业有害生物薇甘菊化学防除优选药剂研究. 安徽农业科学, 2010, (6): 3002-3003, 3006-3006.
- [31] 王勇军, 咎启杰, 王彰九, 郭惠如, 廖文波, 丁秀丽. 入侵杂草薇甘菊的化学防除. 生态科学, 2003, 22(1): 58-62.
- [32] 韩诗畴, 李开煌, 罗莉芬, 刘文惠, 陈巧贤, 彭统序, 李丽英. 菟丝子致死薇甘菊. 昆虫天敌, 2002, 24(1): 7-14.
- [33] 廖文波, 凡强, 王伯荪, 王勇军, 周先叶. 侵染薇甘菊的菟丝子属植物及其分类学鉴定. 中山大学学报: 自然科学版, 2002, 41(6): 54-56.
- [35] 咎启杰, 王伯荪, 王勇军, 廖文波, 李鸣光, 徐华林. 田野菟丝子控制薇甘菊的生态评价. 中山大学学报: 自然科学版, 2002, 41(6): 60-63.
- [37] 陈华, 胡晓颖, 沈浩, 曹洪麟, 叶万辉. 田野菟丝子寄生对薇甘菊气孔行为的影响. 广西植物, 2008, 28(5): 655-660.
- [39] 李凤兰. 田野菟丝子控制薇甘菊的机理及其生态安全. 广州, 中山大学, 2009
- [40] 殷祚云, 李小川, 何立平, 黄文辉, 周永文, 黎容根, 徐庆华, 张贻安, 罗航. 薇甘菊生态防除研究初报. 广东林业科技, 2003, 19(4): 17-22.
- [45] 张玲玲, 韩诗畴, 李志刚, 刘楠, 李丽英, 罗莉芬, 彭统序, 刘文惠. 艳婀珍蝶取食对薇甘菊叶片生理指标的影响. 生态学报, 2006, 26(5): 1330-1336.
- [46] 李志刚, 韩诗畴, 郭明昉, 罗莉芬, 刘文惠, 彭统序, 李丽英. 婀婀珍蝶的生物学及其寄主专一性. 中国生物防治, 2004, 20(3): 170-173.
- [47] 邵华, 彭少麟, 刘运笑, 张弛, 向言词. 薇甘菊的生物防治及其天敌在中国的新发现. 生态科学, 2002, 21(1): 33-36.
- [48] 陈瑞屏, 徐庆华, 李小川, 刘清浪. 紫红短须螨的生物学特性及其应用研究. 中南林学院学报, 2003, 23(2): 89-93.
- [50] 张玲玲, 韩诗畴, 李丽英, 刘文惠. 入侵害草薇甘菊的防除研究进展. 热带亚热带植物学报, 2006, 14(2): 162-168.
- [51] 李志刚, 韩诗畴, 李丽英, 李军, 卢建文. 薇甘菊柄锈菌在中国南方自然环境下的致病力. 中国生物防治, 2007, (S1): 57-59.
- [52] 陈沧海, 陈仁昭, 汪慈慧, 王均琨, 赵永椿. 薇甘菊的生物防治. 小花蔓泽兰危害与管理研讨会专刊, 2003: 79-96.
- [53] 王均琨. 小花蔓泽兰种子发育与萌芽阶段之生物与药剂防除. 台湾林地杂草-小花蔓泽兰之防治成果报告, 2001: 1-29.
- [54] 廖周瑜, 赵则海, 侯玉平, 彭少麟. 五爪金龙对薇甘菊的化感效应研究. 生态环境, 2007, 16(3): 939-943.
- [55] 赵厚本, 邵志芳, 杨义标, 邱少松, 陆宏芳, 彭少麟. 华南地区几种常见植物对薇甘菊的化感作用研究. 生态环境, 2007, 16(1): 130-134.
- [56] 李秋玲, 张峰, 肖辉林, 黄美艳, 彭少麟, 詹振寿, 郑磊. 日本菟丝子对薇甘菊的化感作用. 生态环境, 2008, 17(1): 317-322.
- [57] 周冬梅, 韩诗畴, 李军, 曹欣. 尾叶桉与盆架子化感作用物对薇甘菊根尖细胞形态的影响. 安徽农业科学, 2009, 37(23): 10984, 11000.
- [58] 徐高峰, 张付斗, 李天林, 张云, 张玉华. 5 种植物对薇甘菊化感作用研究. 西南农业学报, 2009, 22(5): 1439-1443.
- [59] 吴卉晶, 咎启杰, 曾辉. 区域尺度薇甘菊入侵分布的影响因子. 生态学报, 2009, 29(10): 5442-5449.

CONTENTS

Landscape aesthetic assessment based on experiential paradigm assessment technology	LI Xuanqi, HUA Lizhong (2965)
Significant impact of job-housing distance on carbon emissions from transport: a scenario analysis	TONG Kangkang, MA Keming (2975)
The watershed eco-compensation system from the perspective of economics: the cases of pollution compensation	LIU Tao, WU Gang, FU Xiao (2985)
The tourism development impact on Shanghai coastal wetland vegetation	LIU Shidong, GAO Jun (2992)
Effects of the Wenchuan Earthquake on shoot growth and development of the umbrella bamboo (<i>Fargesia robusta</i>), one of the giant panda's staple bamboos	LIAO Lihuan, XU Yu, RAN Jianghong, et al (3001)
Forest carbon sequestration and carbon sink/source in Jiangxi Province	HUANG Lin, SHAO Quanqin, LIU Jiyan (3010)
Species diversity of herbaceous communities in the Yiluo River Basin	CHEN Jie, GUO Yili, LU Xunling, et al (3021)
Microbial community diversity of rhizosphere soil in continuous cotton cropping system in Xinjiang	GU Meiyang, XU Wanli, MAO Jun, et al (3031)
Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of <i>Caragana korshinskii</i> Kom. in desert zone	HE Xueli, CHEN Zheng, GUO Huijuan, et al (3041)
Characteristics of photosynthetic productivity and water-consumption for transpiration in <i>Pinus densiflora</i> var. <i>zhangwuensis</i> and <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	MENG Peng, LI Yuling, YOU Guochun, et al (3050)
Seasonal dynamic and influencing factors of coarse woody debris respiration in mid-subtropical evergreen broad-leaved forest	LIU Qiang, YANG Zhijie, HE Xudong, et al (3061)
Influence of saline soil and sandy soil on growth and mineral constituents of common annual halophytes in Xinjiang	ZHANG Ke, TIAN Changyan, LI Chunjian (3069)
Dynamics change of <i>Betula ermanii</i> population related to shrub and grass on treeline of northern slope of Changbai Mountains	WANG Xiaodong, LIU Huiqing (3077)
Effects of ecological conditions on morphological and physiological characters of tobacco	YAN Kan, CHEN Zongyu (3087)
A study on the hyperspectral inversion for estimating leaf chlorophyll content of clover based on factor analysis	XIAO Yanfang, GONG Huili, ZHOU Demin (3098)
Monthly dynamic variation of soil seed bank in water-level-fluctuating zone of Three Gorges Reservoir at the beginning after charging water	WANG Xiaorong, CHENG Ruimei, TANG Wanpeng, et al (3107)
Effects of three land use patterns on diversity and community structure of soil ammonia-oxidizing bacteria in <i>Leymus chinensis</i> steppe	ZOU Yukun, ZHANG Jingni, CHEN Xiurong, et al (3118)
Autotoxicity and promoting: dual effects of root litter on American ginseng growth	JIAO Xiaolin, DU Jing, GAO Weiwei (3128)
Effect of differing levels parasitism from native <i>Cuscuta australis</i> on invasive <i>Bidens pilosa</i> growth	ZHANG Jing, YAN Ming, LI Junmin (3136)
Heavy metal concentrations and pollution assessment of riparian soils in Shandong Province	ZHANG Ju, CHEN Shiyue, DENG Huanguang, et al (3144)
Effect of decomposition products of cyanobacteria on <i>Myriophyllum spicatum</i> and water quality in Lake Taihu, China	LIU Lizhen, QIN Boqiang, ZHU Guangwei, et al (3154)
Succession of macrofauna communities in wetlands of <i>Sonneratia apetala</i> artificial mangroves during different ecological restoration stages	TANG Yijie, FANG Zhanqiang, ZHONG Yanting, et al (3160)
Group characteristics of Chinese Merganser (<i>Mergus squamatus</i>) during the wintering period in Poyang Lake watershed, Jiangxi Province	SHAO Mingqin, ZENG Binbin, SHANG Xiaolong, et al (3170)
Effect of forest rodents on predation and dispersal of <i>Pinus armandii</i> seeds in Qinling Mountains	CHANG Gang, WANG Kaifeng, WANG Zhi (3177)
Circadian rhythms of activity, metabolic rate and body temperature in desert hamsters (<i>Phodopus roborovskii</i>)	WANG Luping, ZHOU Shun, SUN Guoqiang (3182)
Effects of temperature stress and ultraviolet radiation stress on antioxidant systems of <i>Locusta migratoria tibetensis</i> Chen	LI Qing, WU Lei, YANG Gang, et al (3189)
Carbon cycling from rice-duck mutual ecosystem during double cropping rice growth season	ZHANG Fan, GAO Wangsheng, SUI Peng, et al (3198)
Protein expression characteristics and their response to nitrogen application during grain-filling stage of rice (<i>Oryza Sativa</i> L.)	ZHANG Zhixing, CHENG Jun, LI Zhong, et al (3209)
Review and Monograph	
Advances in influence of seawater eutrophication on marine bacteria	ZHANG Yubin, ZHANG Jiexiang, SUN Xingli (3225)
A review of comprehensive effect of ocean acidification on marine fishes	LIU Hongjun, ZHANG Zhendong, GUAN Shuguang, et al (3233)
Evaluation of the controlling methods and strategies for <i>Mikania micrantha</i> H. B. K.	LI Mingguang, LU Erbei, GUO Qiang, et al (3240)
Scientific Note	
Dynamics of land use/cover changes in the Weigan and Kuqa rivers delta oasis based on Remote Sensing	SUN Qian, TASHPOLAT. Tiyp, ZHANG Fei, et al (3252)
Phytoplankton assemblages in East China Sea in winter 2009	GUO Shujin, SUN Jun, DAI Minhan, et al (3266)
On the physical chemical and soil microbial properties of soils in the habitat of wild Ferula in Xinjiang	FU Yong, ZHUANG Li, WANG Zhongke, et al (3279)
The community characteristics of <i>Calligonum roborowskii</i> A. Los in Tarim Basin	Gulnur Sabirhazi, PAN Borong, DAUN Shimin (3288)
Stability analysis of mine ecological industrial symbiotic system	SUN Bo, WANG Guangcheng (3296)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 32 卷 第 10 期 (2012 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 10 (May, 2012)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100071	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元