山西五台山高山林线的植被景观

刘鸿雁 曹艳丽 田 军 戴君虎 田育红 崔海亭

(北京大学环境学院生态学系, 北京 100871)

摘 要 通过草本植物群落的分类和排序, 结合对乔木和灌木分布的分析, 确定了五台山高山林线的几条植被界线以及五台山森林上限附近植被的性质。结果表明: 1) 阳坡林线的海拔范围为 2 605 ~ 2 790 m, 阴坡林线的海拔范围为 2 810 ~ 3 015 m; 2) 草本植物群落随海拔高度的变化比较明显, 阴坡和阳坡从郁闭林到山顶均依次分布林下草本层、林缘草甸、亚高山灌丛草甸、高山草甸, 草本植物的分布很好地体现了林线内部景观的差异性; 3) 海拔高度是高山林线附近草本植物群落空间分异的决定性因素。

关键词 高山林线 五台山 植被界线

VEGETATION LANDSCAPE OF THE ALPINE TIMBERLINE ON MT. WUTAI, SHANXI PROVINCE

LIU Hong-Yan CAO Yan-Li TIAN Jun DAI Jun-Hu TIAN Yu-Hong and CUI Hai-Ting

(Department of Ecology, School of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract As a transitional zone from closed forest to alpine vegetation, timberline is sensitive to climatic change in two aspects, fluctuation of its boundaries and changes to its structure. Therefore, the demarcation of vegetation limits and clarification of vegetation patterns of alpine timberline is critical to studies on the response of alpine timberline to climatic change.

Mt. Wutai, with a summit of 3 058 m a.s.l., is the highest mountain in North China. It is also one of several mountains which reach the climatically controlled alpine timberline in the temperate broadleaved forest zone in China. Former studies were focused on the vegetation classification of meadows, vertical changes of plant species diversity and micro to meso-scale patterns of the meadow near the summit. Vegetation analysis on a large scale is still essential to understand the characteristics of vegetation near the timberline.

Vegetation investigation was made at 10 m elevation intervals on the shady slope and 20-25 m on the sunny slope from the upper forest limit to the mountain summit. A total of 280 relevés on the shady slope and 75 on the sunny slope were made. TWINSpan was used to do vegetation classification of herbaceous communities, and to show the relationship between distribution of plant communities and environmental conditions was shown using DCA. After classification and ordination of herbaceous communities and analyses of distribution of trees and shrubs, vegetation boundaries of alpine timberline were delimited and vegetation characteristics of the upper forest boundary were clarified in this paper.

On the shady slope, alpine timberline ranges from 2 810 m to 3 015 m a.s.l. The timberline is dominated by *Larix principis-rupprechtii* with *Picea meyeri* and *Betula albo-sinensis*. The quantity of cones demonstrates that the regeneration ability of *Larix principis-rupprechtii* is much better than that of *Picea meyeri*. On the sunny slope, alpine timberline ranges from 2 605 m to 2 790 m a.s.l.. It is dominated by *Picea meyeri* with some *Larix principis-rupprechtii*.

4 herbaceous communities, understory herbaceous layer, meadow at forest edge, subalpine scrubby meadow and alpine meadow, were distinguished by TWINSpan on both slopes. The herbaceous communities change markedly with altitude. Understory herbaceous layer, meadow at forest edge, subalpine scrubby meadow and alpine meadow occur in sequence from upper closed forest to mountain summit on both shady and sunny slopes.

DCA results showed that elevation is closely related to the changes of herbaceous communities, implying a key role of climate conditions in the spatial differentiation of herbaceous communities.

Key words Alpine timberline, Mt. Wutai, Vegetation boundary

在描述高山林线附近的植被景观时, 有两套术语经常被使用。一是“高山带”和“亚高山带”。《中

国植被》中对高山植被的观点是：“在地植物学上，所谓的高山植被一般是指山地森林线以上到常年积雪带下限之间的、由适冰雪和耐寒旱的植物所构成的植被”，而且按垂直高度分异还可以再分为亚冰雪带（或称上高山带）、高山带和亚高山带（中国植被编辑委员会，1980）。根据这一观点，亚高山植被是高山植被的一部分，亚高山植被带的下限是森林线，亦即郁闭森林的上限。崔海亭（1983）进一步明确了华北山地高山带与亚高山带的划分有以下几方面的标志：（1）寒温性针叶林的气候树线；（2）高山嵩草（*Kobresia pygmaea*）草甸的下限；（3）晚更新世冰缘作用的下限；（4）反复冻融作用的下限。二是“林线”（Timberline）和树线（Tree line）。由于不同地区高山林线的性质不同，这两个术语经常混同使用。一些学者认为高山林线（Alpine timberline）是郁闭林上限（Forest line）以上和树线以下包括树岛和矮曲林的生态过渡带（Ecotone）。树线是树木能够生长的最高海拔高度。在树线以上还存在遗传上固定下来的树高不足 2 m 的矮曲木生长的上限，称为树种线（Tree species line）（Scuderi，1987；Holtmeier，1994；Pott *et al.*，1995），目前这一划分逐渐被广泛接受。

作为郁闭森林与高山植被之间的生态过渡带，高山林线是全球气候变化的敏感指示体。高山林线对气候变化的响应主要表现为两个方面，一是林线位置的波动，二是林线内部植被结构的变化。准确地划分林线附近的植被界线，分析林线的植被格局及其成因，是探讨高山林线对气候变化响应的基础。

根据气候指标推算，五台山是我国暖温带落叶阔叶林区域少有的具有典型高山林线的山地（Liu *et al.*，2002）。过去的研究工作集中在植被类型与分布、植物群落与物种多样性的垂直变化以及某些特定的群落类型的特征（张金屯，1986；1989；张清华等，1996；张金屯等，1997）。张金屯等还利用定量分析手段进一步分析了山顶附近草甸群落的中尺度格局和小尺度格局（张金屯等，1998，1999）。为了准确认识五台山林线附近植被的性质，有必要对大尺度的植被景观格局进行分析。曹艳丽等（2001）利用遥感手段对五台山北台附近的景观结构进行了分析。本文试图通过五台山山顶郁闭林以上草本植物的分类、排序等手段进一步探讨高山林线的植被格局及其影响因素。

1 研究区自然地理条件

五台山位于山西省东北部，经纬度范围为 38°

27′~39°15′N，112°48′~113°55′E，是太行山系的一支。

五台山的地貌根据其成因和形态可分为剥蚀构造的断块高中山地和山间黄土盆地，山顶保存有北台期的古夷平面，海拔为 2 000~3 000 m。北台叶斗峰最高，海拔为 3 058 m，也是华北第一高峰。高海拔处受高寒气候的影响，发育了典型的大陆型冰缘地貌形态，如石海、冻融草丘、石环、热融坑塘等。山间的一系列断陷盆地，海拔 900~1 500 m 不等，盆地内堆积了深厚的黄土。

五台山位于暖温带湿润半湿润气候区。山顶属于高寒气候，年均气温为 -4.2℃，极端最低气温为 -44.8℃，全年无霜期仅有 72 d 左右，冬季长达 9 个月左右，年降水量 966.3 mm，是太行山气温最低、降水量最高，湿度和风力最大的地区（张清华等，1996）。

五台山成土母质以变质岩、石英岩、白云岩为主，土壤分布具有明显的垂直分带特征，从山麓到山顶依次出现褐土、山地褐土、山地淋融褐土、山地棕壤、亚高山草甸土和高山草甸土（张清华等，1996）。

据调查和资料统计，五台山有野生维管束植物 97 科，343 属，589 种。其科属种的数目分别占全国维管束植物科属种的 27.6%、10.8%、2.2%，占山西高原维管束植物科属种的 54.2%、45.6%、21.9%（李斌等，1998）。由于气候因素复杂，地貌类型多样，五台山植被类型较为丰富，植被垂直带谱在暖温带具有代表性。

2 研究方法

野外调查在五台山北台阴坡和阳坡分别进行。选择调查地点时尽量避开人为活动强烈影响的区域。阴坡的调查时间为 1997 年夏季，范围为北台顶北坡海拔 2 780~3 058 m，上至山顶，下及郁闭林内。每隔 10 m 海拔高度作一条水平基线，在每条基线上 100 m 的范围内随机作 10 个样方，草甸样方大小为 1 m×1 m，灌丛样方大小为 2 m×2 m，记录样方内植物的德氏多度、盖度和高度。共做样方 280 个。进入郁闭林后，在每一条基线上再作 1 个 10 m×10 m 的样方，记录样方内的乔木的胸径、基径、冠幅、株高、枝下高、果实总数。

阳坡的调查时间为 2000 年夏季，范围为北台西北大东沟北侧南坡 2 585~2 910 m，上至山顶，下及郁闭林内。由于阳坡植被界线明显，基线间隔定为海拔 20~25 m，每一条基线做样方 5 个，共做样方

75 个。记录内容同阴坡。

用 DCA 对样方资料进行排序,同时用 TWINSpan 方法进行分类。DCA 和 TWINSpan 均使用 Cornell Ecological Programs 完成。排序和分类指标使用物种的重要值:

重要值 =
$$\frac{\text{相对多度} + \text{相对盖度} + \text{相对高度}}{3}$$

在计算过程中,首先对德氏多度进行量化,相对高度的取值统一以营养枝高度为标准。

3 结 果

3.1 乔木和灌木的种类与分布

3.1.1 阴坡

阴坡共出现 7 种灌木:鬼箭锦鸡儿(*Caragana jubata*)、密齿柳(*Salix characta*)、蓝锭果忍冬(*Lonicera caerulea* var. *eludis*)、金露梅(*Potentilla fruticosa*)、刚毛忍冬(*Lonicera hispida*)、山刺玫(*Rosa davurica*)、糖茶藨(*Ribes emodense*)。在调查范围内,海拔 2 785 ~ 3 045 m 均分布有鬼箭锦鸡儿和密齿柳,其它 5 种在 2 870 m 以下才有分布。

阴坡在 3 015 m 处出现第一株乔木——白扦(*Picea meyeri*),可以视为树线所在位置。在 2 810 m 以下,郁闭林开始出现。2 900 ~ 3 015 m 之间为林线,乔木成树岛或者孤立木。林线的种类组成以华北落叶松(*Larix principis-rupprechtii*)占绝对优势,混有少量的白扦和极少量的红桦(*Betula albo-sinensis*)。从记录到的乔木所具有的果实总数来看,林线华北落叶松的更新良好而白扦的更新较差。

3.1.2 阳坡

阳坡灌木以鬼箭锦鸡儿占绝对优势,此外还有金露梅、中国黄花柳(*Salix sinica*)、密齿柳等。

阳坡林线的界线明显。第一株乔木出现于 2 790 m,为株高 1.1 m 的白扦。在 2 605 m 处出现郁闭的白扦林,林线内部同时出现白扦和华北落叶松。林线内鬼箭锦鸡儿的盖度通常在 40% 以上,有时甚至达到 90%,可能影响了乔木的生长,仅在冲沟内或郁闭林附近出现树岛和孤立木。

3.2 草本植物群落的类型与空间分布

3.2.1 阴坡草本群落的 TWINSpan 分类

根据草本植物进行的五台山阴坡 TWINSpan 分类结果如图 1 所示,草本植物群落可分为 4 个群落类型。

一级划分以高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)和北京假报春(*Cortusa matthioli* ssp. *pekinensis*)、雾灵韭(*Al-*

lium plurifoliatum var. *stenodon*)、紫花碎米荠(*Cardamine tangutorum*)等指示种将高山嵩草甸群落划分出来。高山嵩草是典型的只分布于高山高寒地区的耐寒旱植物,而紫花碎米荠、雾灵韭、北京假报春一般只分布于亚高山地区。二级划分以花(*Polemonium coeruleum*)和亚中兔耳草(*Lagotis integrifolia*)、野罂粟(*Papaver nudicaule*)、小丛红景天(*Rhodiola dumulosa*)等指示种将林下草本层划分出来。花多生长在潮湿的林下,而亚中兔耳草、野罂粟、小丛红景天则为喜阳植物。三级划分以典型的林缘草本植物金莲花(*Trollius chinensis*)作为指示种,结合灌木的分布,可以认为这一级划分区分了林缘草甸和亚高山灌丛草甸。

4 类草本植物群落分布的海拔高度范围如图 2 所示。高山草甸主要分布在海拔 2 965 m 以上,特别是海拔 3 015 m 以上几乎为高山草甸所占据。林下草本植物群落分布在海拔 2 865 m 以下,特别是 2 815 m 以下。其它两种草甸群落类型在林线和郁闭林缘分布,其中林缘草甸主要分布在树岛和郁闭林的边缘,而亚高山灌丛草甸主要分布在树岛之间,在

图 1 阴坡草本植物群落 TWINSpan 分类图
Fig.1 Classification of herbaceous plant communities on the shady slope using TWINSpan

1. All sample plots 2. *Cortusa matthioli* ssp. *pekinensis*, *Allium plurifoliatum* var. *stenodon*, *Cardamine tangutorum* 3. *Kobresia pygmaea* 4. *Polemonium coeruleum* 5. *Rhodiola dumulosa*, *Lagotis integrifolia*, *Papaver nudicaule* 6. *Trollius chinensis* 7. Understory herbaceous layer 8. Forest edge meadow 9. Subalpine shrubby meadow 10. Alpine *Kobresia*-meadow
Numbers in parentheses indicate amount of sample plots of each plant community types

图 2 阴坡草本植物群落不同海拔高度的分布
Fig.2 Distribution of herbaceous communities along the altitude on the shady slope
7 ~ 10 同图 1 See Fig.1

图 3 阳坡草本植物群落 TWINSpan 分类图
Fig.3 Classification of herbaceous plant communities on the sunny slope using TWINSpan

1. All sample plots 2. *Thalictrum petaloideum*, *Polygonum viviparum*, *Leontopodium longifolium* 3. *Cardamine sylvatica* 4. *Astragalus moellendorffii*, *Kobresia bellardii*, *Bupleurum smithii*, *Gentiana macrophylla* 5. *Aster alpinus*, *Fragaria orientalis* 6. *Elymus* sp., *Viola biflora*, *Poa sphondylodes*, *P. sibirica* 7. Alpine *Kobresia*-meadow 8. Sub-alpine shrubby meadow 9. Forest edge meadow 10. Understory herbaceous layer

Numbers in parentheses indicate amount of sample plots of each plant community types

2 815 m 以下不再出现。这 4 类草本植物群落之间的界线是逐渐过渡的。草本植物的分布很好地体现了林线内部的景观差异性。

3.2.2 阳坡草甸群落的 TWINSpan 分类

对阳坡 75 个样方进行 TWINSpan 分类,结果如图 3 所示。从 TWINSpan 的分类结果来看,五台山阳坡高山带的草本群落可以做 3 级划分,共分出 4 个群落类型。

第一级划分以出现紫花碎米荠以及不出现瓣蕊唐松草(*Thalictrum petaloideum*) 珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)和长叶火绒草(*Leontopodium longifolium*)将林下草本植物群落划分出来。瓣蕊唐松草、珠芽蓼和长叶火绒草等具有喜阳的习性。由于白杆林郁闭度较高,林下光照条件很差,因而草本层植株低矮、盖度很低、种类稀少,不出现以上植物。第二级划分以出现高山紫菀(*Aster alpinus*) 东方草莓(*Fragaria orientalis*)和不出现边向花黄芪(*Astragalus moellendorffii*) 北方蒿草(*K. bellardii*) 黑柴胡(*Bupleurum smithii*) 大叶龙胆(*Gentiana macrophylla*)划分出林缘草甸,其优势种为岩茴香(*Ligusticum tachiroei*) 珠芽蓼、苔草(*Carex* sp.) 草(*Koeleria cristata*) 直穗鹅观草(*Roegneria turczaninovii*)等。一些喜湿植物如西伯利亚橐吾(*Ligularia sibirica*)等在许多样方中成为优势种。群落的灌木覆盖度和草本覆盖度都很大,一般分别在 60% 和 80% 左右。第三级划分以披碱草(*Elymus* sp.) 双花黄堇菜(*Viola biflora*) 硬质早熟禾(*Poa sphondylodes*) 西伯利亚早熟禾(*P. sibirica*)为指示种进行进一步划分,不含以上植物的样方中以蒿草(*Kobresia* spp.)占绝对优势,物种较少,为高山蒿草草甸群落。含有以上植物的样方中优势种不明显,物种相对较多,而且禾本科植物占很大优势。结合灌木种类的分布,可以确定为亚高山灌丛草甸。

图 4 为 TWINSpan 划分的 4 类草本植物群落随海拔高度变化的分布情况。从图中可以看出,高山

蒿草草甸连续分布在海拔 2 790 m 以上,在 2 690 m 处有少量出现。而林下草本植物群落分布在海拔 2 605 m 以下。二者之间为亚高山灌丛草甸和林缘草甸。各种草本植物群落之间的界线较阴坡明显。

3.3 草本植物群落的分布与环境因子的关系

五台山高山带阴坡草本群落的排序结果如图 5 所示。各个群落的分化主要表现在 AX1 轴上,AX1 值最大的是高山草甸,然后依次是亚高山草甸、林缘

图 4 阳坡草本植物群落不同海拔高度的分布

Fig.4 Distribution of herbaceous communities along the altitude on the sunny slope

7~10 同图 1 See Fig.1

图 5 阴坡草本植物样方的 DCA 排序

Fig.5 DCA ordination of herbaceous sample plots on the shady slope

○高山草甸群落 Alpine meadow + 亚高山灌丛草甸群落 Subalpine shrubby meadow △林缘草甸群落 Forest edge meadow ●林下草本层 Understorey herbaceous layer

图 6 阴坡样方 DCA 排序 AX1 值与海拔高度的关系

Fig.6 Correlation between AX1 values of DCA and altitude on the sunny slope

草甸和林下草本层。在 AX2 轴上,群落类型基本上没有分化。AX1 排序轴与海拔高度的关系如图 6 所示。二者相关系数为 0.96,说明海拔高度是影响草本植物群落分异的决定性因素。

据 DCA 对阳坡草甸群落的排序结果显示,各类草甸群落的分化主要体现在 AX1 轴上(图 7)。对 AX1 轴与海拔高度作线性相关分析(图 8),海拔高度与 AX1 轴值的相关系数为 -0.71。

4 讨论与结论

由以上分析可以看出,草本植物的分布随海拔

图 7 阳坡草本植物样方的 DCA 排序
Fig. 7 DCA ordination of herbaceous sample plots on the sunny slope
○高山草甸群落 Alpine meadow + 亚高山灌丛草甸群落 Subalpine shrubby meadow △林缘草甸群落 Forest edge meadow ●林下草本层 Understory herbaceous layer

图 8 阳坡样方 DCA 排序 AX1 值与海拔高度的关系
Fig. 8 Correlation between AX1 values of DCA and altitude on the sunny slope

高度的变化比较明显。海拔高度是决定草本植物群落的决定性因素。而随海拔高度变化,环境因子的变化主要表现为气候因子的变化。在太行山区,随海拔增加温度降低,降水量逐渐增加,最大降水高度在 2 900 m 左右,接近山顶(程树林,1993)。而对土壤有机质等指标的分析表明,土壤性质随海拔高度变化不存在明显的变化规律,因此可以认为气候因子不仅决定了林线乔木的分布格局,也决定了草本植物的空间分异。

从乔木、灌木和草本植物的分布可以看出,五台山高山带阴坡植被界线明显。海拔 2 810 m 左右为森林上限,以下为典型的山地针叶林带。典型的林下草本植物分布在海拔 2 815 m 以下,在郁闭林的边缘由于光照条件较好,出现林缘草甸。海拔 3 015 m 左右为树线。海拔 2 810 ~ 3 015 m 之间乔木已不能成林,以树岛或孤立木的形式存在,为林线。在海拔 2 965 m 以上开始出现高山嵩草草甸,而海拔 3 015 m 以上几乎全部为高山嵩草草甸所占据。虽然气候条件是影响高山林线位置的的决定性因素,小地形也对高山林线的位置和植被格局产生影响。如阴坡冲沟内郁闭林上限的海拔一般偏高,郁闭林的上限不是一条截然的界线。不同的草本植物群落随海拔高度的逐渐过渡也反映了地形条件的这种影响

(图 2)。

同样,阳坡也存在几条植被界线,2 605 m 为郁闭森林分布的上限,在这一界线以下分布着喜荫的林下草本植物。由于白栎林郁闭度高,且边缘整齐,喜荫的林下草本植物一直分布到郁闭林边缘。海拔 2 790 m 为树线,在这一界线以上分布着连续的高山嵩草草甸群落。在这两条界线之间为高山林线。张金屯(1989)根据北方嵩草和小嵩草(即高山嵩草)两个种类优势度的变化,将五台山北台的嵩草草甸分为 3 个带,即海拔 2 600 m 以下,建群种为北方嵩草,群落中没有小嵩草,划为亚高山草甸带;海拔 2 800 m 以上,以小嵩草和北方嵩草两个种占优势,划为高山草甸带;海拔 2 600 ~ 2 800 m,有小嵩草出现,群落处于逐渐变化之中,可以认为是亚高山草甸带向高山草甸带的过渡。这一结果与本研究对于南坡的划分吻合,而与北坡存在差别。

参 考 文 献

Cao, Y. L. (曹艳丽), H. T. Cui (崔海亭), H. Y. Liu (刘鸿雁), J. H. Dai (戴君虎) & G. J. Wang (王高建). 2001. Analysis of alpine landscape on Mt. Wutai using remotely sensed methods. *Acta Geographica Sinica (地理学报)*, **56**: 297 ~ 306. (in Chinese with English abstract)
Cheng, S. L. (程树林). 1993. Climatic survey on Mt. Taihang and Mt. Yanshan. Beijing: Ocean Press. (in Chinese)
Cui, H. T. (崔海亭). 1983. On the demarcation of alpine and subalpine zones in north China. *Science Bulletin (科学通报)*, (8): 494 ~ 497. (in Chinese)
Editorial Committee of Vegetation of China (中国植被编辑委员会). 1980. *Vegetation of China*. Beijing: Science Press. (in Chinese)
Holtmeier, F. K. 1994. Ecological aspects of climatically-caused timberline fluctuations. In: Beniston, M. ed. *Mountain environment in changing climates*. London, New York: Rautledge. 220 ~ 233.
Li, B. (李斌) & J. T. Zhang (张金屯). 1998. A preliminary study on the wild plant resources on Mt. Wutai, Shanxi province. *Journal of Shanxi University (Natural Science Edition) (山西大学学报(自然科学版))*, **21**: 90 ~ 96. (in Chinese with English abstract)
Liu, H. Y., H. T. Cui, Z. Y. Tang, J. H. Dai & Y. X. Tang. 2002. Larch timberline and its development in northern China. *Mountain Research and Development*, **22**(4): 1 ~ 9.
Pott, R., J. Hüppe, D. Remy, A. Bauerochse & O. Katenhusen. 1995. Paläoökologische untersuchungen zu holozänen Waldgrenzschwankungen im oberen Fimbertal (Val Fenga, Silvretta, Ostschweiz). *Phytocoenologia*, **25**: 363 ~ 398.
Scuderi, L. A. 1987. Late-holocene upper timberline variation in the southern Sierra Nevada. *Nature*, **325**: 242 ~ 244.
Zhang, J. T. (张金屯) & X. C. Mi (米湘成). 1999. Pattern analysis of dominants and communities of subalpine meadows on Mt. Wutai. *Science of Henan (河南科学)*, **17**(Supp.): 65 ~ 67. (in Chinese with English abstract)
Zhang, J. T. (张金屯), X. C. Mi (米湘成), F. Y. Zheng (郑凤英), F. Zhang (张峰) & T. L. Shangguan (上官铁梁). 1997. Community ecological analysis of subalpine meadows on Mt. Wutai. *Journal of Grassland Science (草地学报)*, **5**: 181 ~ 186. (in Chinese with English abstract)

Zhang, J. T. (张金屯), X. C. Mi (米湘成), F. Zhang (张峰), T. L. Shanguan (上官铁梁) & F. Y. Zheng (郑风英). 1998. Small scale pattern analysis of subalpine meadows on Mt. Wutai. *Journal of Applied and Environmental Biology (应用与环境生物学报)*, **4**: 20 ~ 23. (in Chinese with English abstract)

Zhang, J. T. (张金屯). 1986. Vegetation types and their distribution on Mt. Wutai. *Journal of Shanxi University (Natural Science Edition) (山西大学学报(自然科学版))*, **9**: 87 ~ 91. (in Chinese with English abstract)

Zhang, J. T. (张金屯). 1989. A preliminary study on the Kobresia meadow on Mt. Wutai. *Journal of Shanxi University (Natural Science Edition) (山西大学学报(自然科学版))*, **12**: 353 ~ 380. (in Chinese with English abstract)

Zhang, Q. H. (张清华), C. S. Song (宋朝枢) & X. Q. Zhang (张小全). 1996. Vertical zones of vegetation and plant species diversity on Mt. Wutai, Shanxi Province. *Forest Research (林业科学研究)*, **2**(Mem.): 117 ~ 125. (in Chinese with English abstract)

责任编辑：曹坤芳 责任编辑 张丽赫

美国生态学会的“Frontiers in Ecology and the Environment”创刊

美国生态学会(ESA)于2003年2月起正式出版、发行一种新的生态学刊物“Frontiers in Ecology and the Environment”(Front Ecol Environ)(生态学与环境科学前沿)。这是继“Ecology”、“Ecological Monographs”、“Ecological Applications”之后,美国生态学会出版的第四种学术刊物。与前三种刊物相比较,“Front Ecol Environ”的特点是试图全面反映生态学领域的最新研究进展,尤其强调生态学在环境科学中的应用。除学术论文外,还包括编者按、与生态学和环境科学有关的重大国际新闻、观点、论坛、专题争论、定期专栏等内容。

“Front Ecol Environ”为月刊,但每年出版10期(1月和7月不出版)。刊物主编是著名的生态学家Sue Silver博士。杂志的国际指导委员会成员来自不同领域的著名科学家或社会活动家,中国科学院地理与资源研究所研究员赵士洞先生为成员之一。编委会成员主要来自美国,北京大学教授方精云博士为编委之一。

“Front Ecol Environ”面向具有广泛专业和学科背景的生态学家、研究人员和教育工作者,发表综述性文章和有关生态学、生态教育、环境科学以及相关领域具有广泛影响的、短小精悍的原创性研究论文。试图在杂志风格、论文内容和水平以及读者群方面创办生态学和环

境科学领域的“Science”和“Nature”杂志。可以预见,“Front Ecol Environ”将很快成为国际上最有影响的生态学和环

境科学刊物之一。热诚欢迎我国生态学家和环境科学家积极投稿。投稿的信息与要求如下:

生态学和环境科学论文:

综述和研究论文应着眼于全球问题、影响广泛的研究、多学科的或多国间的比较,新技术方法的使用,传统问题的新解决途径,生态科学的实践应用,以及世界生态学及相关领域的最新进展和争论。

生态学教育论文:

综述和研究论文报道所有正规、非正规(社团)或普及形式(如博物馆)的生态学教育问题、进展和创新,尤其是职业生态学家和教育工作者的协作途径以及世界各地生态学教育的新方法。

综述的标准:

1. 综述应在3 000~3 500字,参考文献不超过50篇;
2. 写作风格应力求可读性、准确性和多信息;
3. 应有一些优质插图(照片和图表),用以阐明正文的论点和吸引读者的注意力。
- 研究论文的标准:
1. 宽广的跨学科吸引力,不仅对生态学家,对其它领域的研究及教育人员也具有吸引力。
2. 文章要求短小精悍、不超过3个印刷页(2 000~2 500字),包括简短的摘要、清晰的前言、不超过20篇参考文献及3幅图/表。其他表格或图可以作为附件添附在Online上。
3. 写作风格要干脆、简洁易懂,尽可能避免使用对其它学科读者可能感到陌生的术语。

更多细节和投稿须知请参见期刊网站 www.esa.org/Frontiers。鼓励作者投稿前联络编辑部:

Frontiers in Ecology and the Environment

Editor-in-Chief: Sue Silver (suesilver@esa.org)

Assistant Editor: Julian Smith (julian@esa.org)

Editorial Assistant: Chris Emery (chris@esa.org)

Ecological Society of America

1400 Spring Street, Suite 330

Silver Spring, MD 20910-2749, USA

Tel: (301) 588-4691, Fax: (301) 588-4693

(北京大学生态学系 贺金生)