

## 浙江景宁望东垟亚高山湿地植被构成及分布格局

张 龙<sup>1</sup>, 严 靖<sup>2</sup>, 邵学新<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 杭州 311400; 2. 中国科学院 上海辰山植物科学研究中心/上海辰山植物园, 上海 201602)

**摘要:** 于 2014 年 11-12 月和 2016 年 7-8 月 2 个阶段对浙江景宁望东垟亚高山湿地省级自然保护区的核心区域进行了系统全面调查和样方调查, 对望东垟亚高山湿地植物的生活型进行了统计分析, 以群系组为基本单位对该区域的植被类型进行描述, 建立矢量模型对其分布格局进行分析。结果表明: 该区域植物共计 61 科 122 属 182 种, 其中以多年生草本植物为主(51.10%), 木本植物也占有较大比例(25.82%); 该区域植被可划分为 2 个植被型组(山地天然植被型组和沼泽湿地植被型组), 4 个植被型(常绿针叶林植被型、亚热带山地矮林植被型、森林沼泽植被型和草丛沼泽植被型), 6 个群系组(黄山松 *Pinus taiwanensis*, 浙江红山茶 *Camellia lucidissima*, 江南桤木 *Alnus trabeculosa*, 沼原草 *Moliniopsis hui*, 芒 *Miscanthus sinensis* 和华东蘆草 *Scirpus karuizawensis*)。分析表明: 区域植被的分布表现出优势种较少、盖度大, 外貌不整齐, 层片结构分化明显的群落学特征。最后, 分析了湿地植被分布在人为破坏前后的自我恢复变化过程及规律, 针对该区域湿地植被的恢复和保护提出了具体建议。图 1 表 1 参 13

**关键词:** 森林生态学; 生活型; 植被构成; 分布格局; 望东垟亚高山湿地

**中图分类号:** S718.4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 2095-0756(2019)03-0501-06

## Vegetation composition and distribution pattern of Wangdongyang Subalpine Wetland in Jingning County, Zhejiang Province

ZHANG Long<sup>1</sup>, YAN Jing<sup>2</sup>, SHAO Xuexin<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, Zhejiang, China; 2. Shanghai Chenshan Plant Science Research Center/Shanghai Chenshan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201602, China)

**Abstract:** Field investigations in the core areas of Zhejiang Provincial Wangdongyang Subalpine Wetland Nature Reserve in Jingning County, China were carried out during November and December 2014 and July and August 2016. The life form functional groups of plants in research area were analyzed, and formation groups as the basic units of vegetation types were described. The distribution patterns were analyzed by establishing a vector model. The results showed that there were 182 species belonging to 122 genera and 61 families in the wetland, most of them being perennial herbs (51.10%) and woody plants also accounting for a large proportion (25.82%). The vegetation in the wetland could be divided into 2 vegetation types (mountain natural vegetation and swamp wetland vegetation), 4 vegetation types (evergreen needle-leaved forest, subtropical mountain scrub, forest swamp, and marsh grass) and 6 formation groups (*Pinus taiwanensis*, *Camellia lucidissima*, *Alnus trabeculosa*, *Moliniopsis hui*, *Miscanthus sinensis*, and *Scirpus karuizawensis*). The results indicated that the distribution of vegetation community in the wetland was characterized by small number of dominant species, high coverage, irregular appearance and stratified structures. Finally, the self-restoration process and pattern of vegetation distribution before and after manmade damages in the wetlands were analyzed, and the solutions to

收稿日期: 2018-06-06; 修回日期: 2018-10-16

基金项目: 浙江省-中国林业科学研究院合作项目(2018SY03)

作者简介: 张龙, 助理研究员, 从事城市林业和生态规划设计理论与运用研究。E-mail: 632868074@qq.com。

通信作者: 邵学新, 副研究员, 博士, 从事湿地生态学研究。E-mail: shaouxuexin@126.com

restoration and protection of wetland vegetation were suggested in this study. [Ch, 1 fig. 1 tab. 13 ref.]

**Key words:** forest ecology; life form; vegetation composition; distribution pattern; Wangdongyang Subalpine Wetland

湿地是地球上3类最重要的生态系统之一,独特的地域性使其明显区别于其他生态系统。湿地植被是湿地生态系统的生产者,在湿地生态系统中起着不可或缺的作用。不同类型的湿地植被其种类组成、分布特征具有一定差异。随着湿地受到研究者越来越多的关注,对湿地植被的研究也频见报道,涵盖了多种湿地类型的多个方面,如河流湿地<sup>[1]</sup>、湖泊湿地<sup>[2]</sup>、高原湿地<sup>[3]</sup>等,亦有对区域性的湿地植被的研究<sup>[4]</sup>。然而,高山湿地与亚高山湿地作为一种独特的湿地类型在近20 a来才逐渐受到关注,其中浙江景宁望东垟亚高山湿地更是如此。自2001年以来,浙江省景宁畲族自治县林业局等多家单位对景宁亚高山湿地的自然资源进行了综合调查,对其动植物多样性进行了研究<sup>[5]</sup>,提出了保护与恢复原生湿地树种江南桤木 *Alnus trabeculosa* 林的诸多措施<sup>[6]</sup>。此外,有学者对景宁亚高山湿地的成因进行了研究,指出区域地貌过程、气候变化和沉积作用共同塑造了景宁地区亚高山湿地群<sup>[7]</sup>。望东垟亚高山湿地省级自然保护区是浙江省批准建立的首个高山湿地保护区,总面积1 194.8 hm<sup>2</sup>,境内分布着望东垟、见头垟、茭白塘、双桥圩、白云坪、畚斗团等省内罕见的典型的沼泽湿地,其中以望东垟湿地为最,生长着以江南桤木为主要树种的独特的山地湿地生态系统,是温州市最大的水系飞云江的源头和瓯江水系的发源地之一,为目前在浙江省发现的海拔最高的湿地,被称为“华东第一湿地”,具有重要的生态学意义。有研究者对该区域的生态安全状况进行了评价,指出其生态安全处于一般状态,湿地生态系统的结构发生了一定程度的变化<sup>[8]</sup>。本研究重点探讨该区域湿地植被的构成及分布格局,并总结其恢复演替进程及规律,以期对当地湿地生态系统的保护和恢复工作提供理论基础和实施依据,尤其是对该区域独特的江南桤木林及沼泽湿地的保护和恢复工作提出具体措施。

## 1 研究地区与方法

### 1.1 研究地概况

1.1.1 望东垟亚高山湿地省级自然保护区 景宁望东垟(俗称懵懂垟)亚高山湿地省级自然保护区位于丽水市景宁畲族自治县南部上标林场范围内(27°40′00″~27°44′19″N, 119°34′28″~119°38′54″E),海拔1 300 m,属洞宫山脉的罗山支脉。望东垟亚高山湿地省级自然保护区的面积占林场总面积的54.2%,是华东地区面积最大、海拔最高、发育最好的亚高山湿地,可见独特的江南桤木林群落和丰富的生物多样性<sup>[9]</sup>。该保护区是飞云江水系的源头和瓯江水系的发源地之一,属两江分水岭。据调查,保护区内共有维管植物178科691属1 472种,分别占浙江省科、属、种数的77.1%, 50.2%, 38.0%,其山地植被以黄山松 *Pinus taiwanensis* 林为主,其湿地类型为省内罕见的山地沼泽湿地,较典型的沼泽湿地主要有望东垟、见头垟、茭白塘、双桥圩、白云坪、畚斗团等6处,总面积为54.2 hm<sup>2</sup>,其中以望东垟面积最大(40 hm<sup>2</sup>),且其以江南桤木组成湿地群落,不仅在浙江绝无仅有,在全国也十分罕见,其生态地位非常重要。

1.1.2 研究范围及概况 以景宁望东垟亚高山湿地省级自然保护区内最为典型、面积最大的望东垟亚高山湿地区域的植被为研究对象,范围以望东垟亚高山湿地的汇水区域的山脊线为界(防火带),总面积92.3 hm<sup>2</sup>。区域整体四周高,中间低,最高海拔为1 354.0 m,最低海拔为1 287.5 m;海拔1 287.5~1 307.5 m的区域比较平缓,为湿地的主要构成区,整体地势由南向北平缓降低,其中,海拔1 287.5~1 295.0 m区域坡度为1°~3°,海拔1 295.0~1 300.0 m区域坡度为2°~3°,海拔1 300.0~1 307.5 m区域坡度为3°~14°,海拔1 307.5 m以上区域为山地,坡度大于14°,中间平缓区域越靠近山地坡度越大。望东垟亚高山湿地曾于1997年被作为农业用地进行开发,湿地原生树种江南桤木被大量砍伐,且于湿地中间开沟排水,在湿地范围内开垦种植,致使其生态系统遭到破坏,江南桤木森林群落的面积不断缩小,湿地几近消失。2002年实行“退耕还湿”,并成立望东垟县级亚高山湿地自然保护区,望东垟亚高山湿地生态系统逐步得到恢复。2009年成立景宁畲族自治县望东垟亚高山湿地自然保护区管理局,望东垟亚高山湿地的保护与恢复工作得到进一步加强。近年来,随着多项科研工作及保护工作的开展,望东垟亚高山

湿地的生态系统的自然进化演替已趋于平衡, 亚高山湿地生态系统的保护与恢复面临新的问题(自然状态下难以从面积上增加, 群落稳定性不能更进一步加强)亟需解决。

## 1.2 研究方法

于 2014 年 11–12 月和 2016 年 7–8 月对湿地野生植物进行了全面调查、统计, 以群系组为基本单位对其植被类型进行划分。群系组是植被型和群系间的辅助单位, 以建群种亲缘关系相近, 群落外貌相似为依据将相近的植物群系归纳为统一的群系组。群落建群种的确定采用样方调查的方法。具体如下: 将望东垵亚高山湿地划分为 25 m × 25 m 的网格化区域, 对山地植被区采取随机抽样从中选取 20 个样地及对原湿地植被区每个网格地点内见到的每一种植物都进行采集, 记录物种名称、全球定位系统(GPS)信息、多度信息。同时记录其基本生境条件, 包括海拔、坡向、坡度、群落高度、分层情况等。其中乔木树种记录其胸径、高度、冠幅以及根萌情况; 灌木树种记录株数、高度、盖度等; 草本植物和藤本植物记录株数、平均高度、盖度等; 沉水植物记录水深和盖度。建立矢量模型对不同的植被标记, 进行斑块化处理, 并计算其面积, 分析其分布格局。

## 2 结果与分析

### 2.1 望东垵亚高山湿地植物的生活型

植物的生活型指具有相似形态结构特征的植物群, 如乔木、草本等等, 是不同分类学单位间对各种环境的趋同适应现象。根据统计分析, 望东垵亚高山湿地植物计 61 科 122 属 182 种(含种下等级), 对望东垵亚高山湿地植物的生活型进行统计划分可知(表 1): 该湿地植物以草本植物为主, 占总数的 62.09%。草本植物在望东垵亚高山湿地植被中占优势, 木本植物较少, 但也占有一定的比例(25.82%), 其中落叶灌木最多(10.99%), 其次为落叶乔木(6.59%), 其中以江南桫木组成的湿地群落面积最大, 也最为独特。草本植物中又以多年生草本为主(51.10%), 多年生草本可以通过地下茎度过低温等不良环境。另外 1 年生植物(10.99%)和藤本植物也占有一定比例(12.09%)。

表 1 望东垵亚高山湿地植物的生活型

Table 1 Analysis of the different life forms of plants in Wangdongyang Subalpine Wetland

生活型	种数	占总种数比值/%	生活型	种数	占总种数比值/%
常绿乔木	10	5.49	多年生草本	93	51.10
落叶乔木	12	6.59	1 年生草本	20	10.99
常绿灌木	5	2.75	藤本	22	12.09
落叶灌木	20	10.99	总计	182	100.00

### 2.2 望东垵亚高山湿地的植被类型

经调查统计, 根据《中国植被》和《中国湿地植被》关于植被的“外貌—生态学”分类法, 望东垵亚高山湿地植被可划分为 2 个植被型组、4 个植被型和 6 个群系组。具体情况如下。

2.2.1 山地天然植被型组 (I) 常绿针叶林植被型。①黄山松群系组(Form. *Pinus taiwanensis*)。黄山松林分布于海拔 1 307.0 m 以上的山坡面, 面积约 73.3 hm<sup>2</sup>。样地设在望东垵海拔 1 350 m 的东南坡, 坡度 15°, 立地条件较好。树高 7~12 m, 胸径 12~24 cm, 郁闭度 0.8, 黄山松占绝对优势, 盖度 90.23%, 伴生种有木荷 *Schima superba*; 灌木层有三花冬青 *Ilex triflora*, 映山红 *Rhododendron simsii*, 毛果南烛 *Lyonia ovalifolia* var. *hebecarpa*, 薄叶山矾 *Symplocos anomala*, 东方古柯 *Erythroxylum kunthianum*, 鹿角杜鹃 *Rhododendron latoucheae* 等。(II) 亚热带山地矮林植被型。②浙江红山茶群系组(Form. *Camellia lucidissima*)。位于望东垵沼泽湿地两侧海拔 1 295.0~1 307.0 m 的缓坡, 面积约 5.5 hm<sup>2</sup>。树高 3~5 m, 多分枝, 树冠近球形, 郁闭度 0.9。主要伴生树种有江南桫木 *Alnus trabeculosa*, 湖北海棠 *Malus hupehensis*, 翅柃 *Eurya alata*, 映山红, 华山矾 *Symplocos chinensis*, 下江忍冬 *Lonicera modesta* 等。

2.2.2 沼泽湿地植被型组 (I) 森林沼泽植被型。①江南桫木群系组(Form. *Alnus trabeculosa*)。该群落分布于望东垵北侧海拔 1 287.5~1 300.0 m 的沼泽地中, 面积约 4.7 hm<sup>2</sup>, 其中密林约 1.5 hm<sup>2</sup>, 疏林约 3.2 hm<sup>2</sup>。江南桫木占绝对优势, 从北到南由密变疏, 平均树高 8 m, 胸径 5~16 cm, 郁闭度 0.8, 萌芽性



强, 幼苗更新良好。伴生树种有湖北海棠, 华山矾, 硬毛冬青 *Ilex serrata*; 灌木层有浙江红山茶, 腺毛莓 *Rubus adenophorus*, 掌叶覆盆子 *Rubus chingii*, 翅铃, 蜡子树 *Ligustrum molliculum*, 庭藤 *Indigofera decora*, 中国绣球 *Hydrangea chinensis*, 下江忍冬, 水竹 *Phyllostachys heteroclada*, 饭汤子 *Viburnum setigerum*, 红果山胡椒 *Lindera erythrocarpa*, 三花悬钩子 *Rubus trianthus* 等, 盖度 60%; 草本层十分发达, 种类有鼠尾草 *Salvia japonica*, 假耳草 *Neanotis ingrata*, 华东蕨草 *Scirpus karuizawensis*, 日本金星蕨 *Parathelypteris japonica*, 野慈姑 *Sagittaria trifolia*, 萱草 *Hemerocallis fulva*, 紫萁 *Osmunda japonica*, 牯岭藜芦 *Veratrum schindleri*, 萤蔺 *Scirpus juncooides*, 落新妇 *Astilbe chinensis*, 星花灯心草 *Juncus diastrophanthus*, 山梗菜 *Lobelia sessilifolia*, 隔山香 *Ostericum citriodora*, 江西马先蒿 *Pedicularis kiangsiensis*, 星宿菜 *Lysimachia fortunei*, 南山堇菜 *Viola chaerophylloides*, 獐牙菜 *Swertia bimaculata* 等, 盖度 95%; 藤本植物有羊乳 *Codonopsis lanceolata*, 香花崖豆藤 *Callerya dielsiana*, 三叶木通 *Akebia trifoliata*, 白背牛尾菜 *Smilax nipponica*, 牯岭勾儿茶 *Berchemia kulingensis*, 野蔷薇 *Rosa multiflora*, 乌莓 *Cayratia japonica*, 大叶乌莓 *Cayratia oligocarpa*, 长序鸡屎藤 *Paederia cavaleria*, 蔓胡颓子 *Elaeagnus glabra* 和尖叶薯蓣 *Dioscorea japonica* 等。(II) 草从沼泽植被型。② 沼原草群系组 (Form. *Molinia japonica*)。该群落分布于望东垟沼泽湿地中, 面积约 3.7 hm<sup>2</sup>。总盖度 95%, 沼原草为单优势种, 盖度 80%, 高度 0.6~0.8 m。伴生植物主要有芒 *Miscanthus sinensis*, 圆锥绣球 *Hydrangea paniculata*, 腺毛莓, 山梗菜, 五岭龙胆, 萱草, 挖耳草 *Utricularia bifida*, 隔山香, 獐牙菜和鼠尾草等。③ 芒群系组 (Form. *Miscanthus sinensis*)。该群落分布于望东垟沼泽湿地中。群落面积较大, 约 8.7 hm<sup>2</sup>, 总盖度 100%, 芒占据绝对优势, 盖度 70%, 高 1.2 m, 外貌整齐, 夏秋时节, 白茫茫花序如雪覆盖, 蔚为壮观。伴生植物主要有沼原草 *Moliniopsis hui*, 圆锥绣球, 箭叶蓼 *Polygonum sieboldii*, 山梗菜, 石松 *Lycopodium japonicum*, 牡蒿 *Artemisia japonica* 和五岭龙胆 *Gentiana davidii* 等。④ 华东蕨草群系组 (Form. *Scirpus karuizawensis*)。该群落分布于望东垟沼泽湿地中, 面积约 2.1 hm<sup>2</sup>。群落总盖度 100%, 以华东蕨草占优势, 盖度 60%, 高 0.6 m。伴生植物主要有黄连花 *Lysimachia dawurica*, 沼原草, 芒, 五岭龙胆, 矮蒿 *Artemisia lancea*, 革命菜 *Gynura crepidioides* 等。

### 2.3 望东垟亚高山湿地植被的分布格局与演替过程

望东垟亚高山湿地植被分布格局与生境关系密切, 同时受到了强烈的人为干扰。如图 1 所示: 在未受到人为破坏前(1996 年之前), 主要是经过长期的自然演替形成较稳定的亚高山湿地群落, 四周山坡以常绿针叶林为主, 平缓湿地区域以落叶阔叶林湿地和高草湿地为主; 经过挖沟排水, 平整土地, 开垦种植后(1997 年), 湿地几近消失, 江南桉木林大面积遭砍伐; 直到 2002 年“退耕还湿”后, 在人为局部促进自然恢复下, 从规模上得到一定的恢复, 逐步形成现有的亚高山湿地植被群落。

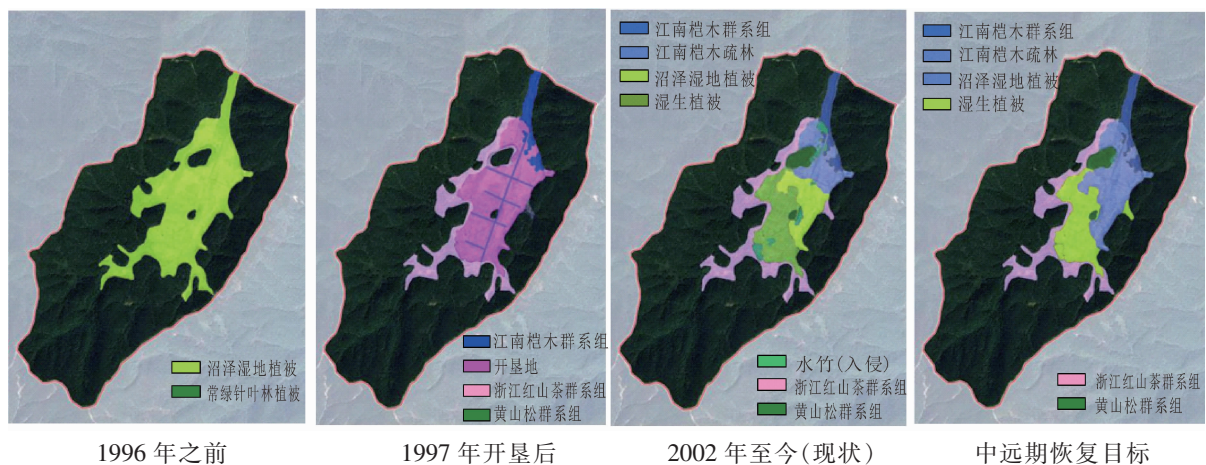


图 1 植被分布与演替过程示意图

Figure 1 Vegetation distribution and succession process

### 3 讨论

#### 3.1 望东垵亚高山湿地植被在不同时期的演替过程分析

1996年之前,山地植被以黄山松林为主体,总面积为73.8 hm<sup>2</sup>,其中四周山坡面积为73.0 hm<sup>2</sup>,中间平缓区域的2个小山包为0.8 hm<sup>2</sup>;湿地植被总面积为18.5 hm<sup>2</sup>,以江南桤木林和芒群落为主体,自北向南呈密林—疏林—草甸渐变分布。

1997年开垦后,由于“丰”字型排水网,整体地表、地下水位下降,原来湿地生境格局被打破,大面积湿地变为耕地(11.5 hm<sup>2</sup>),仅北部保留1.5 hm<sup>2</sup>的江南桤木林,四周坡脚原季节性湿地开始逐步退化,湿生植物逐渐被旱生植物(杂灌为主)、中生植物(草本为主)等替代,原湿地地下水位较低区域逐渐有旱生植物(灌丛、水竹为主)等陆生物种入侵蔓延。类似的情况也发生在湖北神农架林区大九湖亚高山湿地<sup>[10]</sup>。

2002年逐步恢复至今(2016年),随着生产活动的停止,人为局部促进,“丰”字型排水网局部产生淤积,局部地下水位升高,湿地生境得到一定恢复,湿地植被群落也逐步自我恢复。至2016年,江南桤木疏林面积增至3.1 hm<sup>2</sup>,沼泽湿地及湿生植被范围进一步南延,湿地面积达到了15.3 hm<sup>2</sup>。由于四周坡脚及地下水位较低区域生境未改变,旱生植物(杂灌为主)、中生植物(草本为主)等已形成较稳定群落,特别是水竹面积已达到0.8 hm<sup>2</sup>,与湿地植被已形成一定竞争关系,进一步压缩水生植物的自我恢复空间。

#### 3.2 望东垵亚高山湿地植被恢复措施的建议

从1996–2016年望东垵亚高山湿地植被的演替过程来看,该区域的地形、海拔、降水等自然因素有利于亚高山湿地植被的恢复与形成。水网分布及地下水位高低对湿地植被的分布格局具有决定作用,因此应当加强区域水分变化的监测,为湿地生境的营造或保护提供数据支撑。

位于北侧的江南桤木林一直未被其他物种入侵,说明该区域的江南桤木林群落及沼生群落结构稳定,具有区域代表性,其群落的物种构成及相互关系等是区域湿地植被恢复的理想模板。

四周区域的黄山松林群落具有长期稳定性,四周坡脚及地下水位较低区域的旱生植物与中生植物具有竞争关系。该阶段的湿地植被演替过程大致为前期的中生植物自我恢复和旱生植物逐渐蔓延自发拓展生长空间的独立阶段,直到发展到两者后期的竞争阶段。有学者指出,自然湿地向人工湿地的转变在地区和全球尺度上都会产生深刻的生态影响<sup>[11]</sup>,因此湿地植被的修复可以从空间上给予一定的人工干预促进,但也应注意把握尺度。

湿地植被恢复可以从部分旱生植物控制(重点控制水竹)、地下水位调节(促进原沼生、湿生生境形成)、水量存续期等方面采取生态措施,中远期目标实现江南桤木林增加,沼泽湿地面积逐步增加,湿生植被面积增加并趋于稳定,原四周山脚湿地退化区域有逐渐恢复的可能。同时,除水竹之外的其他外来植物的入侵对湿地植被也有较大的影响。湿地是极易被入侵的一种生境<sup>[12]</sup>,因为本地物种往往无法耐受和抵御入侵种(尤其是洲际入侵种)分泌的化感物质<sup>[13]</sup>,因此植被恢复的同时需注意防止外来物种的入侵。

### 4 参考文献

- [1] 赵海莉,赵锐锋,张丽华,等. 黑河中游湿地典型植物群落特征与物种多样性[J]. 生态学杂志, 2013, **32**(4): 813–820.  
ZHAO Haili, ZHAO Ruifeng, ZHANG Lihua, *et al.* Community characteristics and species diversity of wetland plants in middle reaches of Heihe River, Northwest China [J]. *Chin J Ecol*, 2013, **32**(4): 813–820.
- [2] 张全军,于秀波,胡斌华. 鄱阳湖南矶湿地植物群落分布特征研究[J]. 资源科学, 2013, **35**(1): 42–49.  
ZHANG Quanjun, YU Xiubo, HU Binhua. Research on the characteristics of plant communities in the Poyang Nanji Wetlands, China [J]. *Resour Sci*, 2013, **35**(1): 42–49.
- [3] 肖德荣,田昆,袁华,等. 高原湿地纳帕海水生植物群落分布格局及变化[J]. 生态学报, 2006, **26**(11): 3624–3630.  
XIAO Derong, TIAN Kun, YUAN Hua, *et al.* The distribution patterns and changes of aquatic plant communities in

- Napahai Wetland in northwestern Yunnan Plateau, China [J]. *Acta Ecol Sin*, 2006, **26**(11): 3624 – 3630.
- [4] 严靖, 戚维隆, 陆俊安, 等. 呼伦贝尔市湿地野生种子植物区系[J]. 湿地科学, 2015, **13**(1): 66 – 73.  
YAN Jing, QI Weilong, LU Jun'an, *et al.* Flora wild seed plants in wetlands in Hulunbuir City [J]. *Wetland Sci*, 2015, **13**(1): 66 – 73.
- [5] 陈伟杰, 刘日林, 梅中海, 等. 望东垵高山湿地群落基本特征分析[J]. 浙江林业科技, 2015, **35**(2): 1 – 7.  
CHEN Weijie, LIU Rilun, MEI Zhonghai, *et al.* Community characteristics of Wangdongyang Alpine Wetland in Jingning of Zhejiang Province [J]. *J Zhejiang For Sci Technol*, 2015, **35**(2): 1 – 7.
- [6] 许元科, 刘饶, 林敏, 等. 景宁望东垵高海拔湿地江南柃木林恢复技术研究[J]. 中国科技信息, 2006(17): 89 – 92.  
XU Yuanke, LIU Rao, LIN Min, *et al.* Study on the restoration techniques of the *Alnus trabeculosa* forest of Wangdongyang high altitude wetland in Jingning [J]. *China Sci Technol Inf*, 2006(17): 89 – 92.
- [7] 顾延生, 唐倩倩, 刘红叶, 等. 浙江景宁亚高山湿地群形成环境探究[J]. 湿地科学, 2016, **14**(3): 302 – 310.  
GU Yansheng, TANG Qianqian, LIU Hongye, *et al.* Formation environment of the subalpine wetlands in Jingning She Autonomous County, Zhejiang Province [J]. *Wetland Sci*, 2016, **14**(3): 302 – 310.
- [8] 周云鹏, 胡忠行, 张曼, 等. 基于PSR模型的浙江望东垵亚高山湿地生态安全评价[J]. 湿地科学与管理, 2017, **13**(2): 20 – 24.  
ZHOU Yunpeng, HU Zhongxing, ZHANG Man, *et al.* PSR-based eco-security evaluation of Wangdongyang Subalpine Wetland in Zhejiang Province [J]. *Wetland Sci Manage*, 2017, **13**(2): 20 – 24.
- [9] 陈征海, 刘安兴, 李根有, 等. 浙江天然湿地类型研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2002, **28**(2): 156 – 160.  
CHEN Zhenghai, LIU Anxing, LI Gengyou, *et al.* Investigation on classification of natural wetlands in Zhejiang Province [J]. *J Zhejiang Univ Agric Life Sci*, 2002, **28**(2): 156 – 160.
- [10] 杜耘, 蔡述明, 王学雷, 等. 神农架大九湖亚高山湿地环境背景与生态恢复[J]. 长江流域资源与环境, 2008, **17**(6): 915–919.  
DU Yun, CAI Shuming, WANG Xuelei, *et al.* Environmental background and ecological restoration of the Dajiuhu sub-alpine wetland in Mt. Shennongjia [J]. *Resour Environ Yangtze Basin*, 2008, **17**(6): 915 – 919.
- [11] ALVEY A A. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest [J]. *Urban For Urban Greening*, 2006, **5**(4): 195 – 201.
- [12] 李洪远, 孟伟庆. 湿地中的植物入侵及湿地植物的入侵性[J]. 生态学杂志, 2006, **25**(5): 577 – 580.  
LI Hongyuan, MENG Weiqing. Plant invasion in wetland and invasiveness of wetland plants [J]. *Chin J Ecol*, 2006, **25**(5): 577 – 580.
- [13] CAPPUCCINO N, ARNASON J T. Novel chemistry of invasive exotic plants [J]. *Biol Lett*, 2006, **2**(2): 189 – 193.