

中国植被分类系统改进及命名探讨

郎学东^{1,2} 刘万德^{1,2} 刘 娇¹ 苏建荣^{1,2*}

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 昆明 650224; 2. 国家林业和草原局云南普洱森林生态系统国家定位观测研究站, 昆明 650224)

摘 要 综合世界植被和中国植被的分类进展, 以群落外貌、结构、动态、种类组成、成因和生境相结合为依据, 提出一个新改进的中国植被分类系统。该分类系统仍坚持将植被型(Vegetation type)、群系(Alliance)和群丛(Association)作为植被分类的基本等级, 但群系的英文建议用“Alliance”, 而不用“Formation”。植被型以上设置植被纲(Class of vegetation types)、植被亚纲(Subclass of vegetation types)和植被型组(Group of vegetation types)作为辅助分类单位, 植被型以下建议不设过多的分类辅助等级。我们将自然植被分类系统的高级分类单位分为3个植被纲, 7个植被亚纲, 12个植被型组, 76个植被型。植被型等级编排了分类代码。新改进的分类系统与1980年中国植被分类系统的主要区别是: 将冻原、荒漠、沼泽分别作为一种植被类型的生长环境, 而非作为一种植被类型来看待, 以示与地貌学和自然地理学相关概念区分; 新增簇生叶类植被亚纲和相关植被型, 将竹类分别归并到森林植被和灌丛植被相关等级; 依据草本植物的生态类型、植被成因及其动态, 将草本植被分成草原、草甸和草丛3个植被型组。植被命名的方法作为植被分类的重要内容之一, 也在文中进行了重点探讨。

关键词 中国; 植被; 分类; 命名

中图分类号: Q948.1 文献标志码: A doi: 10.7525/j.issn.1673-5102.2021.05.001

A discussion on the Improvement of Chinese Vegetation Classification System and Nomenclature

LANG Xue-Dong^{1,2} LIU Wan-De^{1,2} LIU Jiao¹ SU Jian-Rong^{1,2*}

(1. Research Institute of Resources Insect, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224; 2. Observation and Research Station of Pu'er Forest Ecosystem, National Forestry and Grassland Administration of China, Kunming 650224)

Abstract Reviewed the classification progress of vegetation in the world and in China, a new classification system and nomenclature of Chinese vegetation was presented based on appearance, structure, dynamics, species composition, formation causes and habitat of the community. The principal hierarchy of classification ranks including Vegetation type, Alliance and Association were steady, but the word “Alliance” was suggested to replace the word “Formation”. Classes of vegetation types, Subclasses of vegetation types, and Group of vegetation types were introduced as supplementary ranks above the vegetation type. It was not recommended to set too many auxiliary ranks below the vegetation type. The high classification units of the natural vegetation classification system were concluded into 3 vegetation classes, 7 vegetation subclasses, 12 vegetation type groups, and 76 vegetation types respectively. The vegetation types were assigned classification codes. The main differences between the new classification system and the Chinese vegetation classification system in 1980 was that the tundra, desert, and swamp were considered as a vegetation habitat instead of being described as a type

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(CAFYBB2019ZD001); 第二次青藏高原综合科学考察研究项目(2019QZKK050202); 国家林业和草原局野生植物保护项目(2020070309)

第一作者简介: 郎学东(1969—), 博士, 副研究员, 主要从事植物分类学和植被生态学研究。

* 通信作者: E-mail: jianrongsu@vip.sina.com

收稿日期: 2021-03-29

Foundation item: This work was supported by the fundamental research funds of CAF(CAFYBB2019ZD001); Second Tibetan Plateau scientific expedition and research program(2019QZKK050202); Wild plant protection program of National Forestry and Grassland Administration of China(2020070309)

First author introduction: LANG Xue-Dong(1969—), doctor of science, associate researcher, majoring in plant taxonomy and vegetation ecology.

* Corresponding author: E-mail: jianrongsu@vip.sina.com.

Received date: 2021-03-29

of vegetation respectively. In order to distinguish between the same concepts in Geomorphology and Physical geography, vegetation subclasses and vegetation types of Fasciculate-leaved forest were added to the new system, and bamboos were individually classified into forest vegetation and shrub vegetation. The herbaceous vegetation was divided into steppe, meadow and grassland respectively, according to the ecological type of the herbs, formation causes of vegetation and community dynamics. As one of the important works of vegetation classification, the methods of vegetation nomenclature were also provided.

Key words China; vegetation; classification; nomenclature

1 植被分类概况

1.1 世界植被分类概况

植被分类问题是植被研究中最复杂的问题之一,由于植被分布的复杂性和主要地植物学学派研究对象的地域局限性(主要研究温带和寒温带植被为主),至今尚未形成一个能被全球植被生态学家普遍接受的分类系统^[1-2]。随着研究的深入,早期的法瑞学派(Braun-Blanquet School)、北欧学派(North European school或Scandinavia school)、前苏联学派(Russia school)、英美学派(Britain-America School)已逐渐趋于融合,形成了以法瑞植物社会学学派(Braun-Blanquet School)和英美植物生态学学派(Britain-America School)为主流的两大植被研究体系,建立了各具特色的植被分类系统及其命名方法^[3]。

法瑞学派以植物区系特征作为群落分类的依据,尤其强调“特征种”在群落分类中的作用,是国际上公认的最为标准化和系统化的等级分类系统^[2]。“特征种”的确定有一套完整严密的调查分析方法,通过确定确限度等级(3~5级),才能确定特征种。该学派按国际植物群落命名法规(International Code of Phytosociological Nomenclature, 3rd edition)进行分类和命名^[4]。系统将群落分成植被纲(Class)、植被目(Oder)、群属(Alliance)和群丛(Association)4个基本分类等级。群落的命名比较复杂,需要有扎实的植物分类学和植物学拉丁文基础才能完成词尾拉丁文变格。代表植被志有:德国博登湖(Bodensee)西部植被(Die Vegetation des Westlichen Bodenseegebietes)^[5]、东欧植被(Vegetation Südosteuropas)^[6]、奥地利植物群落(Die Pflanzengesellschaften Österreichs)^[7]、德国植物群落(Die Pflanzengesellschaften Deutschlands)^[8]和宫脇昭(Miyawaki)主编的10卷日本植被志^[9]等,都是采用Braun-Blanquet的分类系统。

英美学派主要以生态外貌、动态和植物区系

作为植被分类的主要依据,高级单位注重外貌,中低级单位注重区系组成,强调“优势种”在中低级单位中的作用。但分类系统标准不一,如:联合国教科文组织编著的国际植被分类与制图方案(International Classification and Mapping of Vegetation)分类等级分为:群系纲(Formation class)、群系亚纲(Formation subclass)、群系组(Formation group)、群系(Formation)和亚群系(Subformation)^[10];英国植物群落(British Plant Communities)的植被分类等级为植被型(Vegetation type)、组(Group)和亚组(Subgroup)^[11-12];美国的国家植被分类标准(National Vegetation Classification Standard)分类等级则为群系纲(Formation class)、群系亚纲(Formation subclass)、群系(Formation)、门类(Division)、大组(Macro-group)、组(Group)、群属(Alliance)和群丛(Association)^[13]。关于“Alliance”,国内学者宋永昌建议将其译为群团^[1-2,14],金振洲^[3,15]称其为群属,王国宏^[16]和方精云等^[17]则称为群系。

1.2 中国的植被分类概况

我国真正大规模的植被研究是从上世纪八十年代后期九十年代初才开始的^[18-38]。半个世纪以来,除《中国植被》^[18]外,已经先后出版的省级地方植被专著有:《广东植被》、《新疆植被及其利用》、《四川植被》、《安徽植被》、《内蒙古植被》、《青海植被》、《云南植被》、《西藏植被》、《贵州植被》、《湖南植被》、《福建植被》、《台湾植被》、《河北植被》、《陕西植被》、《山东植被》、《山西植被》、《吉林植被》、《辽宁植被》、《广西植被志要》(上、下)、《海南植被志》(第一卷)等^[19-38]二十余部植被志书,为中国植被的研究和分类积累了非常丰富的资料。

中国植被的分类主要以《中国植被》一书的出版为代表。1980年的中国植被的分类系统主要受前苏联学派的影响,又采用吸取各家之长的观点,尽可能利用一切可以利用的分类特征。高级单位的分类主要以群落外貌为依据,并考虑群落动态和生态关系,中低级单位主要以物种组成和群落

结构为依据。

地方植被的编写没有统一的标准,主要按照各自所属地区的地域特点及各自确定的分类原则和依据编写各自的分类系统。

2015年以来,国家启动的“《中国植被志》编研”项目,采用“群落学-生态学”的分类原则,提出了《中国植被志》研编的植被类型编排方案。新修订方案包括森林、灌丛、草本植被(草地)、荒漠、高山冻原与稀疏植被、沼泽与水生植被、农业植被、城市植被和无植被地段9个植被型组,48个植被型,并列出了植被类型清单,预计编写48卷110册^[39]。此外,《中国植被志》还对植被高级分类单位和“植被志”及对应的英文名称的定义,草本植被的界定,硬叶常绿阔叶林的地位,叶片(针叶和阔叶)生活型与植被类型划分,土壤对植被的影响,混交林和无植被地段的概念及量化指标,群落调查中“样地(site)”、“样方(plot)”和“样格(quadrate)”的说明及设计方法等方面都有最新的理论见解^[40-41]。植被中低级分类单位的命名方案和编码规则则主要沿用王国宏^[16]对《中国云杉林》专著研究的命名和编码方法。可以预期,它的完成将极大提升中国植被生态学的研究水平。

1.3 中国的植被分类存在的问题

虽然中国的植被研究和分类取得了很多丰硕的成果,但也存在着一些不足^[2,17]。王伟等^[42]采用逻辑学原理检验《中国植被》的植被分类系统,结果发现目前常用的植被分类系统和命名存在较多逻辑错误,指出了植被分类和命名中的很多问题,有待进一步完善与纠正。我们分析了中国的植被分类现状,认为以下问题值得商榷:

第一,分类依据多样,没有统一的分类原则、分类标准和分类系统。见于《中国植被》和已出版地方植被专著各自确定的分类依据、原则和分类系统^[18-38]。

第二,同一分类等级存在多重分类标准。如:《中国植被》中,将针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛、荒漠、冻原、高山稀疏植被、草甸、沼泽和水生植被作为植被型组的划分,是按照群落外貌和生境双重标准分类的^[18],存在多重分类标准问题。

第三,同一植被类型划分为不同的分类等级。如:寒温性针叶林在中国植被中划分为植被型,在云南植被中则为植被亚型;阔叶林、针叶林、灌丛、草甸等在中国植被中划分为植被型组,在四川植

被中则为植被型;亚热带常绿阔叶林在中国植被中为植被亚型,在在四川植被中则为群系纲^[18,21,25]。

第四,相同植被类型的名称和术语混乱。如:高山流石滩生境生长的植被在中国植被中称高山流石滩植被,西藏植被称高山冰原植被,云南植被中称高山流石滩疏生草甸,吉林植被称高山石砾荒漠,台湾植被则称岩源植被;以草本植物为优势的干热河谷植被在中国植被中称稀树草原,在云南植被中称稀树灌木草丛,四川植被称稀树草丛;以草本植物为优势的植被在中国植被中称灌草丛,山西植被、安徽植被、辽宁植被等称草丛,广东植被称热带草原和亚热带草坡,中国的台湾植被称草坡;南亚热带分布的常绿阔叶林在中国植被和云南植被称季风常绿阔叶林,福建植被称南亚热带雨林;南亚热带山地苔藓常绿阔叶林在福建植被中称南亚热带山地照叶林等^[18-19,21-22,25,27,29,34-36]。

第五,同一分类等级之间存在包含从属关系。如:云南植被中,将雨林、季雨林、常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林归到植被型分类等级^[25],按照群落外貌分级标准,显然植被型之间存在包含从属关系,分类标准也不一致。

第六,植被名称的命名不规范,没有统一的命名标准,尤其是群系和群丛名称命名。主要表现在:①优势种和不同层次之间有用“+”号连接、“-”号连接、“,”号连接、“.”连接、“|”连接等,出现符号混乱;②有的群落名称有分层信息,有的无分层信息,有用一层命名的,也有用多层命名的;③群落分层数量多样,有分1~4层不等的情况;④有的按乔木层、灌木层和草本层排列顺序,有的按草本层、灌木层和乔木层排序;⑤群丛名称中,用于命名物种的数量不确定,除了建群种外,还有一个至数个相对优势的物种出现。⑥有后缀用英文的,有不用英文的。

有关群系的命名如:冷杉林 Form. *Abies fabri*, 鱼鳞云杉、臭冷杉林 Form. *Picea jezoensis* var. *microserma*, *Abies nephrolepis*^[18];云南铁杉+高山栎群系 Form. *Tsuga dumosa*+*Quercus aquifolioides*^[27];含臭冷杉的华北落叶松、青杆、白杆林 Form. *Larix principis-rupprechtii*+*Picea wilsonii*+*Picea meyeri*+*Abies nephrolepis*^[34];长果木棉—大苞藤黄林群系 *Bombax insigne*-*Garcinia bracteata* forest^[43];褐叶青冈—吊钟花群系 *Cyclobalanopsis stewardiana*-*Enki-*

anthus quinque^[37]; 百里香杜鹃、头花杜鹃灌丛群系 Form. *Rhododendron thymifolium*、*Rh. capitatum*^[24]; 杉松冷杉、红松、硕桦、紫椴落叶阔叶混交林群系 Form. *Abies holophylla*、*Pinus koraiensis*、*Betula costata*、*Tilia amurensis*^[23]; 白杉林 *Picea meyeri* Evergreen Needleleaf Forest Alliance(编码: PME)和台湾云杉林 *Picea morrisonicola* Mixed Needleleaf and Broadleaf Forest Alliance(编码: PMO)^[16]等。

群从命名也有很多版本,如:玉山桧、台湾沟稗草群丛 *Sabina squamata* var. *morrisonicola*-*Aulacolepis agrostoides* var. *formosana* Association^[30]; 苦槠、石栎-南岭茛花群落 *Castanopsis sclerophylla*, *Lithocarpus glaber*-*Lndian wikstroemia*^[28]; 蕈树+红栲+米槠-苦竹+罗伞树-狗脊蕨+乌毛蕨群从 *Altingia chinensis*+*Castanopsis hystrix*+*Castanopsis carlesii*-*Pleioblastus amarus*+*Ardisia quinquegona*-*Woodwardia japonica*+*Blechnum orientale*^[29]; 太白红杉+毛红桦 (*Betula albosinensis*)—松花竹—酢浆草 (*Oxalis corniculata*)+藓类群从^[32]; 贝加尔针茅+羊草+糙隐子草+达乌里胡枝子群丛 Ass. *Stipa Bicalensis*+*Leymus chinensis*+*Cleistogenes squarrosa*+*Lespedeza davurica*, | 沙冬青 | 一油蒿群丛(Ass. | *Ammopiptanthus mongolicus* | -*Artemisia ordosica*)^[23]; 刺栲、小果石栎、红木荷群落 *Castanopsis hystrix*, *Lithocarpus microspermus*, *Schima wallichii* Comm., 黄毛青冈、滇青冈、爆仗杜鹃群落 *Cyclobalanopsis delavayi*, *C. glaucoides*, *Rhododendron spinuliferum* Comm.(以主要层命名,使用英文词 Community 缩写形式后置)^[25]; 四花苔草—胡枝子—长白松林群丛 Ass. *Carex quadriflora*-*Lespedeza bicolor*-*Pinus sylvestris* var. *sylvestriflora*, 鳞毛蕨—刺腺茶藨—枫桦、鱼鳞云杉群丛 Ass. *Dryopteris* sp.-*Ribes horridum*-*Betula costata*、*Picea jezoensis*(建群种排后面)^[35]; 类芦—白茅群丛 *Neyraudia reynaudiana*-*Imperata cylindrica*(草本分两层), 元宝冷杉+包果石栎-山矾+资源木姜-尖叶箭竹-疏花沿阶草群丛 *Abies yuanbaoshanensis*+*Lithocarpus cleistocarpus*-*Symplocos sumuntia*+*Litsea merrilliana*-*Fargesia cuspidata*-*Ophiopogon sparsiflorus*(乔木层分两层,除建群种外,还有次一级优势种)^[37]; 铁杉+麦吊云杉-红桦+美容杜鹃-青川箭竹-托叶樱桃-川西鳞毛蕨针阔叶混交林 *Tsuga chinensis*+*Picea brachytyla*-*Betula albosinensis*+*Rhododendron calophytum*-*Far-*

gesia rufa-*Cerasus stipulacea*-*Dryopteris rosthornii* Mixed Needleleaf and Broadleaf Forest^[16]等。

因此,即便国际同行之间难以建立一个统一分类系统,但至少在国内也应该建立一套统一的分类标准。

2 植被成因

研究植被的分类问题,必须研究植被的成因和生境条件。一般认为,气候、地形(地貌)和土壤和是影响自然植被分布的主要因素^[18-38,43-48]。一个大区的植被类型主要决定于该区的气候条件(主要是热量和水分),在大区内植物群落的具体分布则更多是由土壤决定的^[18,49]。地形对植被并不产生直接作用,而是通过影响气候,土壤等因素的作用发生间接的影响^[18]。所以,在不同大的气候带之间和高大山体上,植被类型的分布均呈现一定的地带性分布规律,而在大气候区内,由于某些特殊生境条件(如河谷、荒漠、沼泽等)的存在,又使植被类型的形成和分布具有一定的特殊性。

影响中国植被形成和分布因素也不例外。中国地处亚洲大陆东部,太平洋西岸,地理坐标大致位于 73°40'E~135°5'E, 04°15'N~53°31'N^[50]。陆地面积约 960 万平方公里,南北跨越纬度 50°左右,约 5 500 公里,东西跨越经度 60°左右,约 5 200 公里^[51]。气候类型多样,主要为:热带季风气候、

表 1 中国气候带划分^[54-55]

Table 1 Division of China's climatic zones

气候带 Climatic zone	积温 Accumulated temperature (≥10°C)	生长期 Growing period (Months)
寒温带 Sub-frigid zone	<1 600	3
中温带 Middle temperate Zone	1 600~3 400	4~7
暖温带 South temperate zone	3 400~4 500	5~8
北亚热带 Northern subtropic zone	4 500~5 000	8~9
中亚热带 Central subtropical zone	5 000~6 500	9~10
南亚热带 South subtropical zone	6 500~8 000	10~12
热带 Tropical zone	>8 000	12
青藏高原气候带 Qinghai-Tibet Plateau climatic zone	<2000	0~7

亚热带季风气候、温带季风气候、温带大陆性气候、高原山地气候^[52]。通常情况下,依据植物生长的活动积温(日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 累计值,见表1)将中国区划为几个气候带:温带(寒温带或称北温带、中温带、暖温带或称南温带)、亚热带(北亚热带、中亚热带、南亚热带)、热带(边缘热带或北热带、中热带、赤道热带或南热带)及青藏高原高寒气候区。而依据降水量和干燥指数标准(见表2),将中国划分为:湿润区、半湿润区、半干旱区和干旱区^[50,53-55]。中国地貌类型复杂,最高海拔8 848.13m^[53]。地势西高东低,大致可分成三级阶梯:海拔2 000 m以上为一级阶梯,海拔2 000~500 m为二级阶梯,海拔500 m以下为三级阶梯(见图1);拥有四大高原(青藏高原、内蒙古高原、黄土高原和云贵高原),四大盆地(塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地和四川盆地),三大平原(东北平原、华北平原、长江中下游平原)、东部丘陵地带(辽东丘陵、山东丘陵、东南丘陵等)及一些冰川、

表2 中国干湿地区的划分^[54-55]

Table 2 The basis for distinguishing between dry and humid zones in China

类型 Type	降水量 Precipitation (P)	干燥指数 Aridity index (AI)
湿润区 Humid zone (A)	$P \geq 800 \text{ mm}$	$AI \leq 1.00$
半湿润区 Semi-humid zone (B)	$400 \text{ mm} \leq P < 800 \text{ mm}$	$1.00 < AI \leq 1.50$
半干旱区 Semi-drought zone (C)	$200 \text{ mm} \leq P < 400 \text{ mm}$	$1.50 < AI \leq 4.00$
干旱区 Drought zone (D)	$P < 200 \text{ mm}$	$AI > 4.00$

黄土和喀斯特等特殊地貌。中国土壤类型丰富,依据中国土壤类型分类系统^[56-59],将中国土壤分为12个土纲,60个土类。土壤的水平地带性分布规律主要与大气候带及其中生长的地带性植被相一致^[18,56]。

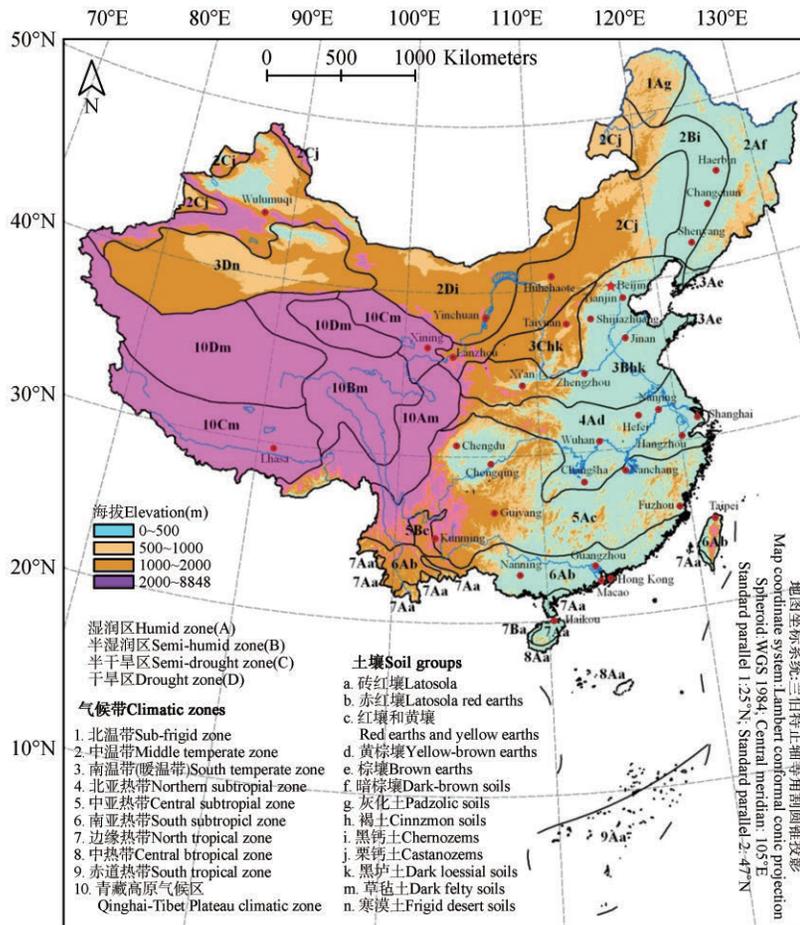


图1 影响中国植被分布的气候、地形、和主要土壤类型

Fig 1 A map of topography, climate and soil types related to the distribution of vegetation in China

使用分辨率为90m的DEM数据、中国气候区划图^[59]、中国土壤类型分类系统^[57]、土壤的水平地带性分布规律^[18,56]相关资料数字化形成影响中国植被分布的气候、地形、和主要土壤类型图(见图1)。

由于中国所处的地理位置及影响植被分布的气候、地形和土壤类型的多样性和复杂性,中国植被的丰富程度几乎是世界植被类型的一个缩影,尤其植被的垂直地带性分布规律可以堪称世界绝无仅有。

3 相关概念和术语界定

3.1 生活型、生长型、生态类型及生态型

生活型:是不同种植物对综合环境条件长期适应而在外貌上反映出来的植物类型^[3,30,49,60-61]。因此,从定义层面理解,凡是能通过视觉直接感知的表面形状,均属于生活型,但划分生活型时要考虑植物生命周期的长短^[61]。

生长型:是指控制有机体一般结构的形态特征,是根据总体形态,即习性划分的^[49],如Whittaker生长型系统^[62]。生活型和生长型关系的界定存在争议,一般情况下,认为生长型是生活型的一种形式,多数学者把生长型作为生活型的下属类型,个别把生长型等同于生活型^[3]。比较世界植被研究的几个主要生活型系统Raunkiaer的生活型系统^[60]、Braun-Blanquet生活型系统^[63]、Ellenberg & Mueller-Dombois生活型系统^[64]、中国植被的生活型系统^[18]和Whittaker^[62]生长型系统发现,各个系统划分均是指群落的表面形状。因此,我们也倾向于认为生长型属于生活型的一种具体类型。

生态类型:是不同种类植物对以某一生态因子为主的生态适应所表现的类型^[3]。例如,分别以光、温度、水分、土壤为主导划分如下生态类型:①光为主导:强阳性植物,阳性植物,耐阴植物,阴性植物;②温度为主导:热性植物,暖热性植物,暖性植物,暖温性植物,温性植物,凉性植物,寒温性植物,寒性植物;③水分为主导:超旱生植物,旱生植物,旱中生植物,中生植物,湿中生植物,湿生植物,水生植物^[3];④土壤为主导:岩生植物,砂生植物,碱生植物,盐生植物,酸土植物,钙土植物等。综上可以看出,生态类型可以视为生活型的特例。

生态型则是指同一物种的不同类群因长期生活在不同生态环境条件下产生趋异适应,成为遗传上有差异、表型上有差别的适应不同生态环境

的类群。生态型属于同一物种的趋异适应,而生活型则属于不同种植物的趋同适应^[56]。

3.2 层片、层次及主要层次

层片指植物群落按照生活型自然形成的垂直性成层结构,是自然的成层现象。

层次则是根据群落的垂直结构,为研究方便,按人为的划分方法,按群落高度,将群落分层^[3]。所以,层次的划分有时是自然的,有时是人为的。有时与层片一致,有时又不一致。如温带的落叶阔叶林分出乔、灌、草三层是自然的,和层片一致;亚热带和热带森林中,乔、灌、草三层的划分则是人为的,因为林中常常没有真正的灌木层(灌木层多数由小乔木和大乔木的幼树所组成),草本层中常含有多数木本的小苗木^[3]。

多层结构的群落,由于各个层次在群落中的作用和地位不同,常区别为主要层次和次要层次。主要层次在创造群落内的特殊环境方面起着主导作用,影响或决定着其它层次,它的消长导致群落的根本变化,次要层次的消长不会导致群落发生根本变化。主要层次中,所有种群数量或覆盖度占很大优势的种,一般它的覆盖面积或数量占该层所有种类的一半以上^[3]。根据主要层次的优势情况,可将植被类型划分为森林植被、灌丛植被和草本植被。如:寒温带针叶林的主要层次是乔木层,寒温带山地常绿阔叶灌丛的主要层次是灌木层,温带草原和干热河谷稀树灌木草丛的主要层次是草本层。

3.3 优势种、建群种及共建种

优势种是指群落主要层次中,种群数量或覆盖度占很大优势的种,一般它的覆盖面积或数量占该层所有种类的一半以上^[3]。野外调查中,常用的方法来确定种的优势程度。英美学派常用重要值法,而法瑞学派常用盖度系数或特征种来确定。主要层次的优势种常称为建群种(单优势种)或共建种(多优势种)。

3.4 群落外貌

群落外貌一般由植物群落主要层次中植物的生活型所表现出的表面形状。外貌是一个直观的景观特征,是植被分类上大类型划分的依据^[3]。季相就是植物群落的季节性外貌,一般会在一年中有规律地出现,如常绿和落叶。

3.5 森林植被、灌丛植被及草本植被

森林植被、灌丛植被和草本植被指群落主要

层次的生活型分别由乔木、灌木和草本为建群种或共建种组成的植被类型。其中,定义乔木一般高 5 m 以上,灌木一般小于 5 m^[18,49,64]。有时在更新阶段或未成熟的次生林中,树高可暂小于 5 m,但个体必须是真正的乔木,而不是灌木^[49]。

3.6 草原、草甸和草丛

主要以水分和温度为主导因子的生态类型作为划分草本植被的分类依据,同时考虑到草本植被形成原因和群落动态(顶级植被或顶级群落)。

草原:以多年生旱生禾本科草本植物(包括超旱生和旱生)为建群种或共建种所形成的群落称草原^[18,23,27]。群落区系组成以针茅属(*Stipa*)为代表的寒温型植物为主,集中分布在温带半干旱地区,属于地带性植被(Zonal vegetation)类型。草原植被的生境气候特征主要表现为低温和干旱。

草甸:以多年生中生草本植物(包括旱中生,湿中生,盐中生)为建群种或共建种所形成的群落称草甸^[18]。群落区系组成以莎草科(Cyperaceae)、禾本科(Gramineae)、毛茛科(Ranunculaceae)、菊科(Asteraceae)、豆科(Leguminosae)等为代表的植物为主,区系成分复杂,主要分布在温带湿润地区(中国东北)和山地寒温带。自然形成的草甸植被也属于地带性植被(Zonal vegetation)。有些高海拔地区如云南香格里拉的小中甸,原生寒温性的针叶林受到人为干扰破坏后形成的“草甸”状植被类型不属于真正的草甸,应划归为次生的草丛类植被类型。低温、湿润是草甸植被和草原植被的主要生境区别。

草丛:指原生植被由于长期不断受到砍伐、放牧、火烧等人为干扰后,所形成的一类以草本层为主要层次的次生植被类型^[25](Secondary Vegetation)。植被处于演替过程的某一个阶段,群落结构很不稳定。群落以草本植物为优势,其间可能散生灌木和乔木,通常以“稀树灌木草丛”状态存在。乔、灌、草三者的比例随地而异,有时有灌木无乔木,有时有乔木而少见灌木,或局部地区乔灌木均无而一片草丛^[25]。因此,这类群落不具地带性分布规律特征,种类组成往往随着纬度或山地垂直高度的变化而差异悬殊。在云南和四川等地的干热河谷地区(高温干旱),本类植被常常形成“稀树草原”状群落外貌,群落长期处于相对稳定的状态。但这类植被类型的形成原因和地带性的“稀树草原”形成原因是不一样的,是由于河谷生

境的焚风效应所致,就像雅鲁藏布江河谷也有热带雨林植被分布一样。因此,这类植被应属于非地带性植被(Non belt vegetation),而非“稀树草原”。

3.7 冻原(冻土地貌)、荒漠(荒漠地貌)和沼泽

冻原实际上是和地貌学上指的冻土地貌具有相同含义的一个概念。极地、亚极地地区和中低纬的高山、高原地区,在较强的大陆性气候条件下,对 0℃或 0℃以下并含有冰的地表土层,称为冻土。如果冬季土层冻结,夏季全部融化,叫季节冻土。如多年处于冻结状态,或仅在夏季冻土表层(活动层)融化,下部土层(永冻层)处于冻结状态,称为多年冻土。我国冻土分布在东北部地区、西北高山区及青藏高原地区^[65-66]。这种具有多年冻土区的特殊地貌,称为冻土地貌。高山和高纬地区雪线以上的多年积雪区,则称为冰川^[66]。根据相关研究^[67],冻原地区的气候和土壤条件具有以下特点:①最暖月的平均温度一般不超过 10℃,最低温度可达 -55℃;②年降水量 200~300 mm,蒸发量小,气候本身并不干旱;③风大,冬季的风速可达 15~30 m·s⁻¹;④土壤在一定深度有永冻层。因此,冻原生境的典型特征是永冻层、低温、湿润和风大。冻原生境下仍然有少量耐低温的常绿矮小灌木、草本植物、地衣和苔藓植物生长。

荒漠在地貌学上是指气候极端干燥地区的一种地貌类型(荒漠地貌)^[66]。根据苏培玺等^[68]的相关研究,中国的八大荒漠主要分布在中温带和南温带干旱区,年降水量 60~300 mm,年均温度 3~10℃,干燥度指数 2~16,活动积温 2 000~3 900℃。地表径流贫乏,植被稀疏,物理风化明显,风力作用强劲,因植物的生长条件极差,只有少量深根系、株矮、小叶或无叶、耐旱、耐盐及生长期极短的短命植物才能存活。

沼泽是自然地理学上的概念,通常把平坦或稍低洼而过度湿润的地面称沼泽,沼泽中生长各种喜湿植物并具有泥炭层。在沼泽物质中,水占 85%~95%,干物质只占 5%~10%。水分条件是沼泽形成的首要因素^[52]。沼泽植被和水生植被都是生长在多水生境中的植被类型,沼泽植被由沼生植物所组成,虽以草本为主,但也有木本的。水生植被是分布在水域环境中的植被类型,由水生植物所组成,概为草本。沼泽植被和水生植被均属于非地带性植被(Non belt vegetation)。

4 分类依据和原则

(1)高级分类单位(植被型及以上),以群落外貌和动态(承认顶级群落理论及地带性分布规律)为基础,并考虑植被成因和特殊生境条件(气候、地貌、土壤、冻原、荒漠、沼泽、河谷、海滩、石灰岩生境、水环境等)作为主要分类依据,即外貌、动态、成因和生境相结合的分类原则。

(2)中低级分类单位(群系和群丛)主要以群落结构(尤其群落垂直结构)和植物区系特征(物种组成)作为主要分类依据,尤其是优势种(或建群种和共建种)和非优势种的组成和结构。

(3)群落外貌主要以中国植被生活型系统^[18]作为群落外貌的划分依据和标准。

(4)同一分类等级不设多重分类标准,力求一个分类标准贯穿同一分类等级始终。

(5)因草本植被在以生活型表现的外貌特征区分植被型组和植被型时存在困难,则以水分和热量为主导因子的生态类型作为主要分类依据,同时考虑植被成因和群落动态,将草本植被分为草原、草甸和草丛。但此分类标准不影响同一分类等级的森林植被和灌丛植被。

(6)植被型等级分类时,名称前面使用气候带、山地、荒漠、河谷等生境限定词。气候带表示水平地带分布植被,山地则表示垂直地带分布植被。

(7)将冻原、荒漠、沼泽分别作为一种植被类型的生长环境,而非作为一种植被类型来描述,以示和地貌学和自然地理学上概念的区别。

(8)按照生活型的叶型指标和群落高度,将竹林和竹灌丛分别归到森林植被和灌丛植被中,不单独划分相应的植被分类高级单位。

(9)簇生叶类生活型单列植被亚纲和相关植被型。

(10)分类等级力求简单明了。要便于理论研究和生产应用方便。如果简单的分类等级就能解决相关分类问题,尽量不要设置过多辅助分类等级。

5 分类系统

5.1 分类系统的划分

植被型(Vegetation type)、群系(Alliance)和群丛(Association)作为植被分类的基本单位。植被型以上按照生活型和外貌增设植被纲(Class of vegetation types)、植被亚纲(Subclasses of vegeta-

tion types)和植被型组(Group of vegetation types)作为辅助分类等级(见表3)。为了便于研究和应用,要尽量简化分类等级,植被型以下一般情况建议不要设置更多的辅助分类等级。

植被型:在一定的气候带(亚带)或特殊生境类型下,凡建群种或共建种生活型相同或相近,同时对水热条件或特殊生境类型具有一致的生态关系的植物群系联合为植被型。这一定义说明建群种或共建种在大的气候带(亚带)或特殊生境类型下的趋同适应关系,相同植被型需具有相似的外貌、结构、区系组成、发生和发展历史。同时,强调植被型属于水平带或山地垂直带上的地带性植被(Zonal vegetation),或独特地形、土壤生境下的非地带性植被(Non belt vegetation),或受强度干扰条件下的偏途顶极植被(Disclimax)。地带性植被和非地带性植被强调基本不受干扰的自然属性,偏途顶极植被强调受强度干扰条件下形成。

群系:同一气候带内,群落主要层次中,“凡建群种或共建种相同(在热带或亚热带有时是标志种相同)的群落联合为群系”。南方植被类型中,共建种多,有时很难分出哪一个是主要的,采用优势种原则有困难。这时候,间或采用生态幅狭窄,对该类型有指示作用或标志作用的种作为划分类型的标准,称为标志种^[18]。如:望天树(*Parashorea chinensis*)可以作为热带常绿阔叶林(雨林)的标志种,牛角瓜(*Calotropis gigantea*)可以作为干热河谷植被的标志种等。

群丛:是植被分类的基本单位,定义为“凡是层片结构相同,各层片的优势种或共优种(南方某些类型中则为标志种)相同的植物群落联合”。

5.2 高级分类单位的编排顺序

(1)森林植被-灌丛植被-草本植被;

(2)森林植被:针叶林(常绿针叶林-落叶针叶林)-针阔混交林-阔叶林(落叶阔叶林-落叶常绿阔叶混交林-常绿阔叶林)-簇生叶林;

(3)灌丛植被:针叶灌丛(常绿针叶灌丛)-阔叶灌丛(常绿阔叶灌丛-落叶阔叶灌丛)-肉质刺灌丛;

(4)草本植被:草原-草甸-草丛;

(5)植被型:①按气候带:温带植被-亚热带植被-热带植被;②高海拔植被-低海拔植被;③水平地带性植被-垂直地带性植被-非地带性植被-偏途顶级植被。

表 3 新改进的中国植被高级分类系统
Table 3 A newly revised high rank units of the vegetation classification in China

植被纲 Class of vegetation	植被亚纲 Subclass of vegetation types	植被组 Group of vegetation types	植被型 Vegetation types	建群种或共建种举例 Constructive species (Common constructive species) examples	植被型编码— 顶级植被类型 Vegetation type codes— Climax types	
森林植被 Forest vegetation	针叶林 Needle-leaved forest	常绿针叶林 Evergreen needle-leaved forest	寒温带常绿针叶林	樟子松、西北利亚红松 <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i> , <i>P. sylvestris</i>	1ENF-Hv	
			温带常绿针叶林	红松、赤松、长白松 <i>Pinus koraiensis</i> , <i>P. densiflora</i> , <i>P. sylvestris</i> var. <i>sylvestrifolmis</i>	2ENF-Dv	
		亚热带常绿针叶林 Subtropical evergreen needle-leaved forest	思茅松、云南松、马尾松、杉木 <i>Pinus kesiya</i> , <i>P. yunnanensis</i> , <i>P. massoniana</i> , <i>Cunninghamia lanceolata</i>	3ENF-Dv		
			寒温带山地常绿针叶林 Cold-temperate montanous evergreen needle-leaved forest	川西云杉、长苞冷杉、黄果冷杉、巴山冷杉 <i>Picea likiangensis</i> var. <i>ballfouriana</i> , <i>Abies georgei</i> , <i>A. ernestii</i> , <i>A. argesii</i>	4ENF-Vv	
		亚热带山地常绿针叶林 Subtropical montanous evergreen needle-leaved forest	云南铁杉、滇藏方枝柏、台湾松、巴山松 <i>Tsuga dumosa</i> , <i>Subina wallichiana</i> , <i>Pinus taiwanensis</i> , <i>P. henryi</i>	5ENF-Vv		
			热带山地常绿针叶林 Tropical montanous evergreen needle-leaved forest	海南松 <i>Pinus latteri</i>	6ENF-Dv	
	落叶针叶林 Deciduous needle-leaved forest	寒温带落叶针叶林 Cold-temperate deciduous needle-leaved forest	兴安落叶松、西北利亚落叶松、长白落叶松 <i>Larix gmelini</i> , <i>L. sibirica</i> , <i>L. olgensis</i>	7DNF-Hv		
			大果红杉、四川红杉、太白红杉、西藏落叶松、怒江红杉 <i>Larix potaninii</i> , <i>L. mastersiana</i> , <i>L. chinensis</i> , <i>L. griffithiana</i> , <i>L. speciosa</i>	8DNF-Vv		
		寒温带山地落叶针叶林 Cold-temperate montanous deciduous needle-leaved forest	水松、落羽杉 <i>Glyptostrobus pensilis</i> , <i>Taxodium distichum</i>	9DNF-Nv		
			沼泽落叶针叶林			
		针阔混交林 Mixed needle-broad leaved forest	常绿针叶落叶阔叶混交林 Evergreen needle-leaved and deciduous broad-leaved forest	中温带常绿针叶落叶阔叶混交林 Middle-temperate mixed evergreen needle-leaved and deciduous broad-leaved forest	<i>Pinus koraiensis</i> , <i>Tilia amurensis</i> , <i>Betula costata</i> , <i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> , <i>Fraxinus manschurica</i> , <i>Juglans manschurica</i> , <i>Phellodendron amurense</i>	10ENBF-Hv
				亚热带山地针阔叶混交林 Subtropical montanous mixed needle-broad leaved forest	铁杉、台湾铁杉、糙皮桦、白穗石栎、槭 <i>Tsuga chinensis</i> , <i>T. formosana</i> , <i>Betula utilis</i> , <i>Lithocarpus leucostachyus</i> , <i>Acer</i> spp.	11ENBF-Vv
	次生针阔叶混交林 Secondary mixed needle-broad leaved forest	华山松、滇石栎、栓皮栎 <i>Pinus armandii</i> , <i>Lithocarpus dealbatus</i> , <i>Quercus variabilis</i>	12ENBF-Dv			

续表3 Continued table 3

植被纲 Class of vegetation	植被亚纲 Subclass of vegetation types	植被型组 Group of vegetation types	植被型 Vegetation types	建群种或共建种举例 Constructive species (Common constructive species) examples	植被型编码— 顶级植被类型 Vegetation type codes— Climax types
	阔叶林 Broad-leaved forest	落叶阔叶林 Deciduous broad-leaved forest	南温带落叶阔叶林 South temperate deciduous broad-leaved forest	白桦、黄栗、胡桃楸、水曲柳、蒙古栎 <i>Betula platyphylla</i> , <i>Phellodendron amurense</i> , <i>Juglans mandshurica</i> , <i>Fraxinus mandschurica</i> , <i>Quercus mongolica</i>	13DBF-Hv
			热带落叶阔叶林(热带落叶季雨林) Tropical deciduous broad-leaved forest(Tropica deciduous moonsoon forest)	木棉、千果榄仁、桐树、马蹄果、劲直刺桐 <i>Bombax malabaricum</i> , <i>Terminalia myriocarpa</i> , <i>Albizia chinensis</i> , <i>Proitium serratum</i> , <i>Erythrina stricta</i>	14DBF-Hv
			亚热带山地落叶阔叶林 Subtropical montananous deciduous broad-leaved forest	岳桦、枫香树、山杨、西南桦 <i>Betula ermanii</i> , <i>Liquidambar formosana</i> , <i>Populus davidiana</i> , <i>Betula alnoides</i>	15DBF-Vv
			温带河岸落叶阔叶林 Temperate riparian deciduous broad-leaved forest	胡杨、青杨、钻天柳、尖果沙枣 <i>Populus euphratica</i> , <i>Populus cathayana</i> , <i>Chosenia arbutifolia</i> , <i>Elaeagnus oxycarpa</i>	16DBF-Nv
			亚热带热带河岸落叶阔叶林 Subtropical-tropical riparian deciduous broad-leaved forest	枫杨、越南枫杨 <i>P. stenoptera</i> , <i>tonkinensis</i> , <i>Pterocarya tonkinensis</i>	17DBF-Nv
			次生落叶阔叶林 Secondary deciduous broad-leaved forest	麻栎、西南桦、旱冬瓜 <i>Quercus acutissima</i> , <i>Betula alnoides</i> , <i>Alnus nepalensis</i>	18DBF-Dv
	常绿落叶阔叶混交林 Mixed evergreen and deciduous broad-leaved forest		北亚热带常绿落叶阔叶混交林 Northern subtropical mixed evergreen and deciduous broad-leaved forest	栓皮栎、麻栎、榉树、苦槠、青冈、冬青、石楠、紫楠 <i>Quercus variabilis</i> , <i>Q. acutissima</i> , <i>Q. dentata</i> , <i>Castanopsis sclerophylla</i> , <i>Cyclobalanopsis glauca</i> , <i>Ilex chinensis</i> , <i>Phytolacca serrulata</i> , <i>Phoebe shearerii</i>	19EBDBF-Hv
			热带常绿落叶阔叶混交林 Tropical mixed evergreen and deciduous broad-leaved forest	高山榕、麻楝、铁力木、铁刀木 <i>Ficus altissima</i> , <i>Chukrasia tabularis</i> , <i>Mesua ferrea</i> , <i>Cassia siamea</i>	20EBDBF-Hv
			中亚热带山地常绿落叶阔叶混交林 Central subtropical montananous mixed evergreen deciduous broad-leaved forest	青冈属、石栎属、栲属、山茶属、枫香树、槲蕨 <i>Cyclobalanopsis</i> spp., <i>Lithocarpus</i> spp., <i>Castanopsis</i> spp., <i>Camellia</i> spp., <i>Liquidambar formosana</i> , <i>Acer</i> spp.	21EBDBF-Vv
			石灰岩常绿落叶阔叶混交林 Limestone mixed evergreen deciduous broad-leaved forest	朴属、榆属、化香树属、青冈属、女贞属、花椒属 <i>Celtis</i> spp., <i>Ulmus</i> spp., <i>Platanus</i> spp., <i>Cyclobalanopsis</i> spp., <i>Ligustrum</i> spp., <i>Zanthoxylum</i> spp.	22EBDBF-Nv
			河谷常绿落叶阔叶混交林 Ravine mixed evergreen deciduous broad-leaved forest	多花白头树、滇菜豆树、水团花、厚皮树、灰毛浆果槭 <i>Ganiga floribunda</i> , <i>Kademachera yunnanensis</i> , <i>Adina pilulifera</i> , <i>Lamnea coromandelica</i> , <i>Cipadessa cinerascens</i>	23EBDBF-Nv
	常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest	中亚热带常绿阔叶林(典型常绿阔叶林) Central subtropical evergreen broad-leaved forest		青冈、峨眉栲、石栎、滇石栎、水荷、红楠 <i>Cyclobalanopsis glauca</i> , <i>C. platyacantha</i> , <i>Lithocarpus glaber</i> , <i>L. deubatus</i> , <i>Schinus superba</i> , <i>Machilus thunbergii</i>	24EBF-Hv

续表3 Continued table 3

植被纲 Class of vegetation	植被亚纲 Subclass of vegetation types	植被型组 Group of vegetation types	植被型 Vegetation types	建群种或共建种举例 Constructive species (Common constructive species) examples	植被型编码— 顶级植被类型 Vegetation type codes— Climax types
		南亚热带常绿阔叶林(季风常绿阔叶林)	南亚热带常绿阔叶林 South subtropical evergreen broad-leaved forest	刺栲、短刺栲、华南石栲、红木荷 <i>Castanopsis hystrix</i> , <i>C. echidnocarpa</i> , <i>Lithocarpus fenestratus</i> , <i>Schinus wallichii</i>	25EBF-Hv
		热带常绿阔叶林(热带雨林)	热带常绿阔叶林 Tropical evergreen broad-leaved forest (Tropical rain forest)	东京龙脑香、见血封喉、千果榄仁、绒毛番龙眼、龙果 <i>Dipterocarpus retusus</i> , <i>Aniartus toxicaria</i> , <i>Terminalia myriocarpa</i> , <i>Pometia tomentosa</i> , <i>Pouteria grandifolia</i>	26EBF-Hv
		寒温带山地硬叶常绿阔叶林	寒温带山地硬叶常绿阔叶林 Cold-temperate montanous sclerophyllous evergreen broad-leaved forest	黄背栲、川滇高山栲 <i>Quercus pamosa</i> , <i>Q. aquitoides</i>	27EBF-Vv
		亚热带热带中山苔藓常绿阔叶林	亚热带热带中山苔藓常绿阔叶林 Subtropical-tropical middle montanous mossy evergreen broad-leaved forest	壶斗石栲、多变石栲、红花木莲、润楠属、山茶属、杜鹃属、越橘属 <i>Lithocarpus echinophorus</i> , <i>L. variolosus</i> , <i>Manglietia insignis</i> , <i>Machilus</i> spp., <i>Camellia</i> spp., <i>Rhododendron</i> spp., <i>Vaccinium</i> spp.	28EBF-Vv
		热带低山常绿阔叶林	热带低山常绿阔叶林 Tropical lower montanous evergreen broad-leaved forest	刺栲、短刺栲、杯状栲、木姜子属、木荷属 <i>Castanopsis hystrix</i> , <i>C. echidnocarpa</i> , <i>C. scalathiformis</i> , <i>Litsea</i> spp., <i>Schinus</i> spp.	29EBF-Vv
		雅鲁藏布江河谷热带常绿阔叶林(雨林)	雅鲁藏布江河谷热带常绿阔叶林(雨林) Yarlungzangbo-river lower-valley tropical evergreen broad-leaved forest (Tropical rain forest)	羯布罗香、阿萨姆娑罗双、千果榄仁、麻棘、草树 <i>Dipterocarpus turbinatus</i> , <i>Shorea assamica</i> , <i>Terminalia myriocarpa</i> , <i>Chukrasia tabularis</i> , <i>Altingia chinensis</i>	30EBF-Nv
		干热河谷硬叶常绿阔叶林	干热河谷硬叶常绿阔叶林 Xerothermic valley sclerophyllous evergreen broad-leaved forest	铁橡栲、椎连栲、光叶高山栲 <i>Quercus cocciferoides</i> , <i>Q. sfranchetii</i> , <i>Q. pseudosemecarpifolia</i>	31EBF-Nv
		热带亚热带沼泽海岸林(红树林)	热带亚热带沼泽海岸林(红树林) Tropical-subtropical swamp coastal forest (Mangrove)	红树、榄仁树、银叶树、玉蕊、 <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Terminalia catappa</i> , <i>Heritiera littoralis</i> , <i>Barringtonia racemosa</i>	32EBF-Nv
		亚热带竹林	亚热带竹林 Subtropical bamboo forest	毛竹、慈竹 <i>Phyllostachys edulis</i> , <i>Bambusa emeiensis</i>	33EBF-Dv
		热带竹林	热带竹林 Tropical bamboo forest	黄竹、牡竹、大薄竹 <i>Dendrocalamus membranaceus</i> , <i>D. strictus</i> , <i>Bambusa pallida</i>	34EBF-Dv
		热带石灰岩棕榈林	热带石灰岩棕榈林 Tropical limestone palm forest	董棕、美丽蒲葵 <i>Caryota urens</i> , <i>Livistona speciosa</i>	35FF-Nv
		常绿阔叶灌丛	常绿阔叶灌丛 Evergreen needle-leaved shrubland	臭柏 <i>Sabina vulgaris</i>	36ENS-Hv
		常绿阔叶灌丛	常绿阔叶灌丛 Evergreen needle-leaved shrubland	垂枝香柏 <i>Sabina pingii</i> , 高山柏 <i>S. squamata</i> , 天山方枝柏 <i>S. turkestanica</i>	37ENS-Vv

续表3 Continued table 3

植被纲 Class of vegetation	植被亚纲 Subclass of vegetation types	植被型组 Group of vegetation types	植被型 Vegetation types	建群种或共建种举例 Constructive species (Common constructive species) / examples	植被型编码— 顶级植被类型 Vegetation type codes— Climax types
	阔叶灌木 Broad-leaved shrubland	常绿阔叶灌木 Evergreen broad-leaved shrubland	温带荒漠常绿阔叶灌木 Temperate desert evergreen broad-leaved shrubland	梭梭、白梭梭、膜果麻黄、细枝盐爪爪、红砂、盐节木 <i>Haloxylon ammodendron</i> , <i>H. persicum</i> , <i>Ephedra przewalskii</i> , <i>Kalidium gracile</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Halocnemum strobilaceum</i>	38EBS-Hv
		亚热带竹类常绿阔叶灌木 Subtropical bamboo evergreen broad-leaved shrubland		巴山水竹、筇竹、金佛山方竹、苦竹 <i>Bashania nagesii</i> , <i>Qiongzhusa tumidissima</i> , <i>Chimonobambusa utilis</i> , <i>Arundinaria amara</i>	39EBS-Dv
		寒温带高山冻原常绿阔叶灌木 Cold-temperate alpine tundra evergreen broad-leaved shrubland		多瓣木、笃斯越橘、云间杜鹃、松毛翠、地衣、藓类 <i>Dryas octopetala</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Rhododendron redowskianum</i> , <i>Phyllodoce caerulea</i> , lichens, Musci	40EBS-Vv
		寒温带高山荒漠常绿阔叶灌木 Cold-temperate alpine desert evergreen broad-leaved shrubland		驼绒藜、西藏亚菊、粉花蒿 <i>Ceratoides latens</i> , <i>Ajania tibetica</i> , <i>Artemisia rhodantha</i>	41EBS-Vv
		寒温带山地常绿阔叶灌木 Cold-temperate montaneous evergreen broad-leaved shrubland		雪层杜鹃、密枝杜鹃、扫帚岩须、矮高山栎 <i>Rhododendron nivale</i> , <i>Rh. fastigiatum</i> , <i>Cassiope fastigiata</i> , <i>Quercus monimotricha</i>	42EBS-Vv
		寒温带山地竹类常绿阔叶灌木 Cold-temperate montaneous bamboo evergreen broad-leaved shrubland		箭竹、玉山竹属、冷箭竹 <i>Fargesia spathacea</i> , <i>Yushania</i> spp., <i>Bashania fangiiana</i>	43EBS-Vv
		中亚热带石灰岩灌木 Central subtropical limestone shrubland		竹叶椒、铁仔、蔷薇属 <i>Zanthoxylum armatum</i> , <i>Myrsine africana</i> , <i>Rosa</i> spp.	44EBS-Nv
		干热河谷常绿阔叶灌木 Xerothermic valley evergreen broad-leaved shrubland		车桑子、清香木、白刺花 <i>Sophora davidii</i>	45EBS-Nv
		热带性河滩常绿阔叶灌木 Tropical floodplain evergreen broad-leaved shrubland		水杨柳 <i>Homonoia riparia</i>	46EBS-Nv
		热带滨海岛屿常绿阔叶灌木 Tropical seashore island evergreen broad-leaved shrubland		草海桐、水芫花、刺楸实、龙爪茅 <i>Scaevola sericea</i> , <i>Peemphis acidula</i> , <i>Maytenus diversifolia</i> , <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	47EBS-Nv
		沼泽灌木 Swamp shrubland		杜香、岗松、柴桦 <i>Ledum palustre</i> , <i>Baeckea frutescens</i> , <i>Betula fruticosa</i>	48EBS-Nv
		次生常绿阔叶灌木 Secondary evergreen broad-leaved shrubland		青冈属、栲属、石栎属、山茶属 <i>Cyclobalanopsis</i> spp., <i>Casatanopsis</i> spp., <i>Lithocarpus</i> spp., <i>Camellia</i> spp.	49EBS-Dv
		温带次生落叶阔叶灌木 Temperate secondary deciduous broad-leaved shrubland		锦鸡儿属、虎榛子 <i>Caragana</i> spp., <i>Ostryopsis davidiana</i>	50DBS-Dv
		亚热带次生落叶阔叶灌木 Subtropical secondary deciduous broad-leaved shrubland		柃栎、茅栗 <i>Quercus serrata</i> , <i>Castanea seguinii</i>	51DBS-Dv

续表3 Continued table 3

植被纲 Class of vegetation	植被亚纲 Subclass of vegetation types	植被组 Group of vegetation types	植被型 Vegetation types	建群种或共建种举例 Constructive species (Common constructive species) examples	植被型编码— 顶级植被类型 Vegetation type codes— Climax types	
草本植被 Herbaceous vegetation	肉质多刺灌丛 Thorn-succulent shrubland	草原 Steppe	寒温带山地落叶阔叶灌丛 Cold-temperate montananous deciduous broad-leaved shrubland	圆叶桦、杯腺柳、锦鸡儿、金露梅、银露梅、沙棘、三春水柏枝 <i>Betula rotundifolia</i> , <i>Salix cupularis</i> , <i>Caragana sinica</i> , <i>Potentilla fruticosa</i> , <i>P. glabra</i> , <i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Myricaria paniculata</i>	52DBS-Vv	
			Xerothermic valley deciduous broad-leaved shrubland	疏序黄荆、矮黄栌 <i>Vitex negundo</i> f. <i>laxipaniculata</i> , <i>Cotinus nana</i>	53DBS-Nv	
			Xerothermic valley thorn-succulent shrubland	仙人掌、霸王鞭 <i>Opuntia stricta</i> var. <i>dillenii</i> , <i>Euphorbia royleana</i>	54TSS-Nv	
			Tropical seashore thorn-succulent shrubland	沙生滨藜、番杏、海马齿、南方碱蓬 <i>Atriplex patens</i> , <i>Tetragonia tetragonioides</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , <i>Suaeda australis</i>	55TSS-Nv	
			温带草原 Temperate steppe	大针茅、长芒草、羊茅、冰草、固沙草 <i>Stipa grandis</i> , <i>Stipa bungeana</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Agropyron cristatum</i> , <i>Orinus thoroldii</i>	56SH-Hv	
			温带荒漠草原 Temperate desert steppe	戈壁针茅、沙生针茅、高加索针茅、多根葱 <i>Stipa tianschanica</i> var. <i>gobica</i> , <i>Stipa glareosa</i> , <i>Stipagobica caucasica</i> , <i>Allium polyrhizum</i>	57SH-Hv	
			寒温带山地高寒草原 Cold-temperate montananous steppe	紫花针茅、假羊茅、垫型蒿 <i>Stipa purpurea</i> , <i>Festuca pseudovina</i> , <i>Artemisia minor</i>	58SH-Vv	
			草甸 Meadow	温带草甸 Temperate meadow	地榆、裂叶蒿、高山糙苏、紫苞鸢尾 <i>Sanguisorba officinalis</i> , <i>Artemisia tanacetifolia</i> , <i>Phlomis alpina</i> , <i>Iris ruthenica</i>	59MH-Hv
				温带沼泽草甸 Temperate Swamp meadow	瘤囊薹草、丛薹草 <i>Carex schmidtii</i> , <i>C. caespitosa</i>	60MH-Nv
			草甸 Meadow	寒温带高山冻原草甸 Cold-temperate alpine tundra meadow	山罂粟、红景天、轮叶马先蒿、山蓼、地衣、藓类 <i>Papaver nudicaule</i> , <i>Rhodiola rosea</i> , <i>Pedicularis verticillata</i> , <i>Oxyria digyna</i> , lichens, Musci	61MH-Vv
				寒温带山地流石滩荒漠草甸 Cold-temperate montananous scree desert meadow	塔黄、长鞭红景天、苞叶雪莲、绿叶垂头菊 <i>Rheum nobile</i> , <i>Rhodiola fastigiata</i> , <i>Saussurea obvallata</i> , <i>Cremnanthodium angustifolium</i>	62MH-Vv
				寒温带山地高寒草甸 Cold-temperate montananous meadow	玉龙高草、蒿草、委陵菜 <i>Kobresia tunicata</i> , <i>Kobresia myosuroides</i> , <i>Potentilla chinensis</i>	63MH-Vv
				寒温带山地沼泽草甸 Cold-temperate montananous Swamp meadow	华扁穗草、矮地榆 <i>Blysmus sinocompressus</i> , <i>Sanguisorba filiformis</i>	64MH-Nv
温带稀树灌木草甸 Temperate sparse tree-shrub grassland	白穗秆、刺芒野古草、密毛蕨 <i>Eulalia pallens</i> , <i>Arundinella setosa</i> , <i>Pteridium revolutum</i>	65GH-Dv				

续表3 Continued table 3

植被纲 Class of vegetation	植被亚纲 Subclass of vegetation types	植被型组 Group of vegetation types	植被型 Vegetation types	建群种或共建种举例 Constructive species (Common constructive species) examples	植被型编码— 顶级植被类型 Vegetation type codes— Climax types
			亚热带稀树灌木草丛 Subtropical sparse tree-shrub grassland	毛茛珍珠茅、棕叶芦 <i>Scleria herbacea</i> , <i>Thysanolaena maxima</i>	66GH-Dv
			热带稀树灌木草丛 Tropical sparse tree-shrub grassland	棕叶芦、菅、飞机草 <i>Thysanolaena maxima</i> , <i>Themeda villosa</i> , <i>Eupatorium odoratum</i>	67GH-Dv
			寒温带山地稀树灌木草丛 Cold-temperate montanous sparse tree-shrub grassland	羊茅、西南薹尾、大狼毒 <i>Festuca ovina</i> , <i>Iris bulleyana</i> , <i>Euphorbia polkinei</i>	68GH-Dv
			干热河谷稀树灌木草丛 Xerothermic valley sparse tree-shrub grassland	黄茅 <i>Heteropogon contortus</i>	69GH-Nv
			海滨沙生草丛 Sea broad psammotherbosa (Littoral sand herbosa)	滨旋花、北沙参、砂滨草 <i>Calyptegia soldanella</i> , <i>Cosial glehnia</i> , <i>Leymus arenarius</i>	70GH-Nv
			沼泽草丛(含苔藓) Swamp grassland (Moss)	华扁穗草、藁草、灯心草、水葱、泥炭藓 <i>Blysmus sinocompressus</i> , <i>Carex</i> spp., <i>Juncus effusus</i> , <i>Scirpus validus</i> , <i>Sphagnum</i> spp.	71GH-Dv
			淡水沉水草本植物群落 Fresh water submerged plant community	金鱼藻、石龙尾、黑藻、菹草 <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Limnophila sessiliflora</i> , <i>Hydrilla verticillata</i> , <i>Potamogeton crispus</i>	71FESH-Nv
			淡水漂浮草本植物群落 Fresh water free-floating plant community	水葫芦、浮萍、满江红、槐叶蘋 <i>Eichhornia crassipes</i> , <i>Lemna minor</i> , <i>Azolla pinnata</i> subsp. <i>asiatica</i> , <i>Salvinia natans</i>	73FFH-Nv
			淡水浮叶草本植物群落 Fresh water rooted floating-leaved plant community	菱、白睡莲、苜蓿 <i>Trapa bispinosa</i> , <i>Nymphaea alba</i> , <i>Nymphaoides peltatum</i>	74FRH-Nv
			淡水挺水草本植物群落 Fresh water emergent plant community	芦苇、香蒲、慈姑、雨久花 <i>Phragmites australis</i> , <i>Typha orientalis</i> , <i>Sagittaria trifolia</i> , <i>Monochoria korsakowii</i>	75FEH-Nv
			咸水沉水藻类植物群落 Salt water submerged algae plant community	海带、石花菜、裙带菜、礁膜 <i>Laminaria japonica</i> , <i>Gelidium amansii</i> , <i>Undaria pinnatifida</i> , <i>Monostroma nitidum</i>	76SSH-Nv

注(notes): 水平地带性植被(Horizontal zonal vegetation = Hv), 垂直地带性植被(Vertical zonal vegetation = Vv), 非地带性植被(Non belt vegetation = Nv), 偏途顶级植被(Discimax vegetation = Dv); 此分类系统仅指自然植被, 不含人工栽培植被。人工植被(Artificial vegetation = Av)的分类建议分为城镇园林植被(Urban gardens vegetation)、农村园林植物(Garden plants)、农村森林作物植被(Rural forest crop vegetation)(如橡胶树 *Hevea brasiliensis*)、农村灌木作物植被(Rural shrub crop vegetation)(如茶 *Camellia sinensis* 和小粒咖啡 *Coffea arabica*) 和农村草本作物植被(Rural herbaceous crop vegetation)(如甘蔗 *Saccharum officinarum*、香蕉 *Musa nana* 和菠萝 *Ananas comosus*) 四大类型。

6 植被命名

6.1 植被型以上分类单位

植被型以上分类单位的名称直接用分类系统中的中文名称和英译名称。如:针叶林 Needle-leaved forest; 落叶阔叶林 Deciduous broad-leaved forest; 常绿阔叶林 Evergreen broad-leaved forest; 针叶灌丛 Needle-leaved shrubland; 肉质多刺灌丛 Thorn-succulent shrubland; 草原 Steppe; 草甸 Meadow; 草丛 Secondary grassland 等。

6.2 植被型

植被型的名称直接用分类系统中的中文名称、英译名称和编码。植被编码的英文字母均大写,最后一个英文数字“F”、“S”、“H”分别代表森林植被、灌丛植被和草本植被。如:寒温带常绿针叶林 Cold-temperate evergreen needle-leaved forest (1ENF); 中温带常绿针叶落叶阔叶混交林 Middle-temperate mixed evergreen needle-leaved and deciduous broad-leaved forest (10ENBF); 南亚热带常绿阔叶林(季风常绿阔叶林) South subtropical evergreen broad-leaved forest (25EBF); 温带荒漠常绿阔叶灌丛 Temperate desert evergreen broad-leaved shrubland (38EBS); 温带草原 Temperate steppe (56SH); 寒温带山地高寒草甸 Cold-temperate montanous meadow (63MH); 干热河谷稀树灌木草丛 Xerothermic valley sparse tree-shrub grassland (69GH); 沼泽草丛 Swamp grassland (71GH) 等(见表3)。

6.3 群系命名

群系的英文名使用 Alliance, 命名时置于最前面, 使用 All. 缩写形式。根据群系的定义, 以主要层次的建群种或共建种命名, 只包含一个层次。自然状态下, 群系的建群种一般是 1 个, 针阔混交林一般是由一个针叶物种和一个阔叶物种共 2 个组成共建种, 共建种一般情况下不会超过 3 个。建群种或共建种用植物拉丁学名简写, 斜体。共建种之间用“+”号连接, “+”号两边各留一个空格, 最后附上所属植被型编码(编码见表3)。例: 兴安落叶松群系 All. *Larix gmelinii* (7DNF)、滇藏方枝柏群系 All. *Sabina wallichiana* (37ENS)、大针茅群系 All. *Stipa grandis* (55SH)、红松+紫椴群系 All. *Pinus koraiensis*+*Tilia amurensis* (10ENBF)、台湾冷杉+台湾云杉群系 All. *Abies kawakamii*+*Picea morisonicola* (4ENF) 等。群系后的编码既可以限定群系所属植被型, 又可防止可能由广生态幅物种(如

华山松 *Pinus armandii*、麻栎 *Quercus acutissima* 等)形成的群系可能属于不同的植被型而产生歧义。从编码可以看出, 上述群系分别属于寒温带落叶针叶林(7DNF)、寒温带山地常绿针叶灌丛(37ENS)、温带草原(56SH)、中温带常绿针叶落叶阔叶混交林(10ENBF)和寒温带山地常绿针叶林(4ENF)。

6.4 群丛命名

群丛是植被分类的最重要和最基本的单位。群丛命名不是凭空想象的, 而是依赖于野外群落样地调查形成的样地调查表。从这个意义上看, 样地调查表类似于植物分类学上的“模式标本”, 群丛类似于“种”的分类等级, 群系类似“属”的分类等级, 植被型则类似于“科”。群丛的命名必须附上群落原始样地调查表, 就像物种命名的优先律一样, 建立分类信息数据库, 永久保存。

第一, 为了不使名称混乱, 建议群丛名称由群落各个层次的优势种(或共优种)名称外加前缀 Association 的缩写形式 Ass. 组成。植物名称使用拉丁名缩写形式, 斜体。用英文字母“F”、“S”、“H”分别代表乔木层、灌木层和草本层, 在群丛名称的最后用括号标注最不优势的层次类型及植被型编码(见表3), 中间用“,”分隔。

第二, 群丛各个层次物种名称按优势程度从大到小顺序从前往后排列。即主要层次(或称优势层次)的优势种(或共优种)→次一级优势层次的势种(或共优种)→再次一级优势层次的优势种(或共优种)顺序。所以, 多数植被类型是乔木层→灌木层→草本层顺序排列。有些植被类型则是草本层最优势, 则排列顺序可能是: 草本层→乔木层→灌木层或草本层→灌木层→乔木层, 如稀树灌木草丛植被。

第三, 同层之间有多个共优种用“+”号连接, 异层之间则用“-”号连接, 两端各空一格。

第四, 关于层次的数量。一般情况下建议按生活型标准(≥ 5 m 为乔木)将群落分为 1~3 层, 如灌丛植被和草本植被一般分为 1~2 层, 森林植被一般分为 3 层。南方森林植被群落结构较为复杂, 建议在乔木层最多增加 1 个层次作为群丛名称的辅助命名。即群丛名称总体上不要超过 4 个层次。

第五, 关于群丛名称中命名物种的数量。自然状态下, 各个层中都同时具有共优种的情况是极较少见的。因此, 群丛名称中命名物种数量一般最多为 8 个, 2~4 个是最常见的。

第六,对于无乔木层的灌丛和草本植被,有时用优势种命名反映出的群丛特征不突出。

建议除优势种外,在同一层次中,允许最多增加1个次一级优势的种作为辅助命名,中间用“、”连接。这里“、”号两端的物种不是共优种和分层的含义,只是辅助命名信息。

举例如下:

(1)黄毛青冈—铁仔—心叶兔耳风群丛 Ass. *Cyclobalanopsis delavayi-Myrsine africana-Ainsliaea bonatii*(H, 24EBF),是一个完整的群丛名称。从群丛名称中我们可以得知,这个群丛属于中亚热带常绿阔叶林(典型常绿阔叶林),黄毛青冈(*Cyclobalanopsis delavayi*)群系。建群种是黄毛青冈,群落分为乔木层、灌木层和草本层三层,各层的优势种分别是黄毛青冈、铁仔(*Myrsine africana*)和心叶兔耳风(*Ainsliaea bonatii*)。乔木层是主要层次,灌木层和草本层依次次之,名称中包含了很多群落信息。

(2)黄茅—木棉—虾子花群丛 Ass. *Heteropogon contortus-Bombax ceiba-Woodfordia fruticosa*(S, 69GH),是一个以草本植物为优势的干热河谷稀树灌木草丛植被的一个群丛类型,属于黄茅(*Heteropogon contortus*)群系,群落分3层,各层的优势顺序是:草本层-乔木层-灌木层。

(3)毛嘴杜鹃+北方雪层杜鹃-嵩草群丛 *Rhododendron trichostomum+Rhododendron nivale-Kobresia myosuroides*(H, 42EBS),属寒温带山地常绿阔叶灌丛,毛嘴杜鹃(*Rhododendron trichostomum*)、北方雪层杜鹃(*Rh. nivale*)群系,群落分灌木层和草本层,草本层优势种是嵩草(*Kobresia myosuroides*)。

(4)绿叶垂头菊+山葶苈群丛 Ass. *Cremanthodium hookeri+Draba multiceps*(H, 62MH),属于寒温带山地流石滩荒漠草甸,群丛只有草本层一层,绿叶垂头菊(*Cremanthodium hookeri*)和山葶苈(*Draba multiceps*)为共建种。

(5)望天树-绒毛番龙眼-二室棒柄花-柃叶群丛 Ass. *Parashorea chinensis-Pometia tomentosa-Cleidion spiciflorum-Phrynium capitatum*(H, 26EBF),此群丛属热带常绿阔叶林(热带雨林)、望天树(*Parashorea chinensis*)群系。建群种是望天树,群落分为乔木一层、乔木二层、灌木层和草本层四层,各层的优势种分别是望天树、绒毛番龙眼(*Pometia tomentosa*)、二室棒柄花(*Cleidion spiciflorum*)和柃叶

(*Phrynium capitatum*)。乔木层是主要层次,灌木层和草本层依次次之。

(6)毛喉杜鹃、腺房杜鹃-毛盔马先蒿群丛 *Rhododendron cephalanthum-Rhododendron adenogynum-Pedicularis trichoglossa*(H, 42 EBS),属寒温带山地常绿阔叶灌丛,毛喉杜鹃(*Rhododendron cephalanthum*)群系,群丛分灌木层和草本层,灌木层除毛喉杜鹃外,腺房杜鹃(*Rhododendron adenogynum*)较优势,草本层优势种是毛盔马先蒿(*Pedicularis trichoglossa*)。

(7)大针茅、羊草-冷蒿群丛 Ass. *Stipa grandis-Leymus chinensis-Artemisia frigida*(S, 56SH),此群丛属温带草原、大针茅(*Stipa grandis*)群系。优势层除大针茅外,羊草(*Leymus chinensis*)是次一级优势的种。群落分两层,草本层为优势层,灌木层有小灌木冷蒿(*Artemisia frigida*)分布。

7 结语

王炜等^[42]认为,植被的分类必须坚持逻辑学原则,即每次划分必须按照唯一分类标准、划分出的子集的交集必须等于被划分的母集、任意两个子集的交集必须是空集,否则将会造成系统分类混乱。1980年的《中国植被》^[18]分类系统中,将针叶林、阔叶林、灌丛和灌草丛、草原和稀树草原、荒漠、冻原、高山稀疏植被、草甸、沼泽和水生植被作为植被分类的最高级单位(植被型组)的划分存在上述弊端。针对存在的问题,本系统依据群落外貌,将森林植被、灌丛植被和草本植被作为植被分类的三大类型,贯穿整个分类系统的始终。认为原系统中的荒漠、冻原、沼泽和水体是植被的生存环境,而非植被类型,并分别将荒漠、冻原、沼泽和水中生长的群落分别归属到相关的森林植被、灌丛植被或草本植被中。我们根据草本植被成因和生境条件,将草本植被分为草原、草甸和草丛三大植被型组,草原和草甸属于水平或垂直地带性植被类型,草丛则属次生植被类型。干热河谷生长的以草本植物为优势的植被划归稀树灌木草丛植被型,属于非地带性植被。本系统重要的分类等级植被型的划分则重点考虑植被动态和生境特征(主要是气候带和山地垂直带特征),在植被型名称前分别使用气候带和山地标志词,并对植被型进行唯一性编码。如:寒温带常绿针叶林(1ENF)和寒温带山地常绿针叶林(6ENF)分别属

于东北地区的水平地带性植被和南方地区的山地垂直地带性植被类型。分类系统按照从高纬度到低纬度(或温带到热带),从高海拔到底海拔,从地带性植被到非地带性植被的顺序排列,简单明了、条理清晰、一目了然,也便于建立管理系统。关于植被的命名,尤其是群丛的命名,我们针对国内名称使用混乱的现状,以及对群丛概念的理解,提出分层命名并用编码限定的命名方法。这种方法的优点在于既可以直接看出群丛所属植被型及群系、群落分层及其优势层次顺序、各层的优势种情况等重要信息,又可使名称的交流有序规范。

参 考 文 献

- [1] 宋永昌. 对中国植被分类系统的认知和建议[J]. 植物生态学报, 2011, 35(8): 882-892.
Song Y C. Recognition and proposal on the vegetation classification system of China [J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2011, 35(8): 882-892.
- [2] 宋永昌, 阎恩荣, 宋坤. 再议中国的植被分类系统[J]. 植物生态学报, 2017, 41(2): 269-278.
Song Y C, Yan E R, Song K. An update of the vegetation classification in China [J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2017, 41(2): 269-278.
- [3] 金振洲. 植物社会学理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
Jin Z Z. Theories and methods of phytosociology [M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [4] Weber H E, Moravec J, Theurillat J P. International code of phytosociological nomenclature. 3rd edition [J]. Journal of Vegetation Science, 2000, 11(5): 739-768.
- [5] Lang G. Die vegetation des westlichen bodenseegebietes [M]. // Pflanzensoziologie Eine Reihe Vegetation skundlicher Gebietsmonographien Band 17. Jena: Fischer, 1973.
- [6] Horvat I, Glavac V, Ellenberg H. Vegetation südosteuropas [M]. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1974.
- [7] Mucina L. Classification of vegetation: past, present and future [J]. Journal of Vegetation Science, 1997, 8(6): 751-760.
- [8] Pott R. Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. UTB-Große Reihe (Second edition) [M]. Stuttgart: Ulmer Verlag, 1995.
- [9] Miyawaki A. Vegetation of Japan [M]. Vol. 1-10. Tokyo: Zhi Wen Tang, 1980-1989.
- [10] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). International Classification and Mapping of Vegetation. Series 6 [M]. France: Ecology and Conservation. United Nations, Paris, 1973.
- [11] Rodwell J S, Pigott C D, Ratchliffe D A, *et al.* British Plant Communities (Vol. I) [M]. Cambridge: Cambridge University Press, New York: Port Chester, and Sydney: Melbourne, 1991.
- [12] Rodwell J S. British Plant Communities [M]. Cambridge: Cambridge University Press, UK, 2000.
- [13] Federal Geographic Data Committee, Vegetation Subcommittee (FGDC-VS). National Vegetation Classification Standard [M], Version 2. FGDC-STD-005-2008 (Version 2). 2008.
- [14] 宋永昌. 中国常绿阔叶林分类试行方案[J]. 植物生态学报, 2004, 28(4): 435-448.
Song Y C. Tentative classification scheme of evergreen broad-leaved forests of China [J]. Acta Phytocologica Sinica, 2004, 28(4): 435-448.
- [15] 金振洲. 云南植被生态学与植物地理学研究 [M]. 昆明: 云南大学出版社, 2005.
Jin Z Z. Vegetation ecology and plant geobotany in Yunnan [M]. Kunming: Yunnan University Press, 2005.
- [16] 王国宏. 中国云杉林 [M]. 北京: 科学出版社, 2017.
Wang G H. Spruce forest of China [M]. Beijing: Science Press, 2017.
- [17] 方精云, 郭柯, 王国宏, 等. 《中国植被志》的植被分类系统、植被类型划分及编排体系 [J]. 植物生态学报, 2020, 44(2): 96-110.
Fang J Y, Guo K, Wang G H, *et al.* Vegetation classification system and classification of vegetation types used for the compilation of vegetation of China [J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2020, 44(2): 96-110.
- [18] 中国植被编辑委员会. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980.
The Editorial Committee of Vegetation of China. Vegetation of China [M]. Beijing: Science Press, 1980.
- [19] 广东省植物研究所. 广东植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1976.
Botanical Institute of Guangdong. Vegetation of Guangdong [M]. Beijing: Science Press, 1976.
- [20] 中国科学院新疆综合考察队, 中国科学院植物研究所. 新疆植被及其利用 [M]. 北京: 科学出版社, 1978.
Xinjiang Comprehensive Investigation Team and Botanical Institute of Chinese Academy of Sciences. Xinjiang vegetation and its utilization [M]. Beijing: Science Press, 1978.
- [21] 四川植被协作组. 四川植被 [M]. 成都: 四川人民出版社, 1980.
Sichuan Vegetation Cooperation Group. Vegetation of Sichuan [M]. Chengdu: Sichuan People's Publishing House, 1980.
- [22] 安徽植被协作组. 安徽植被 [M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1983.

- Anhui Vegetation Cooperation Group. Vegetation of Anhui [M]. Hefei: Anhui Science and Technology Press, 1983.
- [23] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
Inner Mongolia-Ningxia Complex Expert Team of the Chinese Academy of Sciences. Vegetation of inner Mongolia [M]. Beijing: Science Press, 1985.
- [24] 周兴民, 王质斌, 杜庆. 青海植被[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1986.
Zhou X M, Wang Z B, Du Q. Vegetation of Qinghai [M]. Xining: Qinghai People's Publishing House, 1986.
- [25] 云南植被编写组. 云南植被[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
Yunnan Vegetation Editing Group. Vegetation of Yunnan [M]. Beijing: Science Press, 1987.
- [26] 黄威廉, 屠玉麟, 杨龙. 贵州植被[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1988.
Huang W L, Tu Y L, Yang L. Vegetation of Guizhou [M]. Guiyang: Guizhou People's Publishing House, 1988.
- [27] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏植被[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
Qinghai-Tibet Plateau comprehensive scientific research team of Chinese Academy of Sciences. Vegetation of Tibet [M]. Beijing: Science Press, 1988.
- [28] 祁承经. 湖南植被[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1990.
Qi C J. Vegetation of Hunan [M]. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 1990.
- [29] 林鹏. 福建植被[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1990.
Lin P. Vegetation of Fujian [M]. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 1990.
- [30] 黄威廉. 台湾植被[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1993.
Huang W L. Vegetation of Taiwan [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 1993.
- [31] 河北植被编辑委员和河北省农业区划委员会办公室. 河北植被[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
The Editorial Committee of Vegetation and Agricultural Division Committee of Hebei. Vegetation of Hebei [M]. Beijing: Science Press, 1996.
- [32] 雷明德. 陕西植被[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
Lei M D. Vegetation of Shaanxi [M]. Beijing: Science Press, 1999.
- [33] 王仁卿, 周光裕. 山东植被[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2000.
Wang R Q, Zhou G Y. Vegetation of Shandong [M]. Jinan: Shandong Science and Technology Press, 2000.
- [34] 马子清. 山西植被[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001.
Ma Z Q. Vegetation of Shanxi [M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2001.
- [35] 李建东, 吴榜华, 盛连喜. 吉林植被[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2001.
Li J D, Wu B H, Sheng L X. Vegetation of Jilin [M]. Changchun: Jilin Science and Technology Press, 2001.
- [36] 董厚德. 辽宁植被与植被区划[M]. 沈阳: 辽宁大学出版社, 2011.
Dong H D. Vegetation of Liaoning [M]. Shenyang: Liaoning University Press, 2011.
- [37] 王献溥, 郭柯, 温远光. 广西植被志要(上、下)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2014.
Wang X P, Guo K, Wen Y Q. Guangxi Vegetation (2 volumes) [M]. Beijing: Higher Education Press, 2014.
- [38] 杨小波, 陈宗铸, 李东海, 第. 海南植被志(第1卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
Yang X B, Chen Z Z, Li D H, et al. Vegetation of Hainan (Volume 1) [M]. Beijing: Science Press, 2019.
- [39] 方精云, 王国宏. 《中国植被志》: 为中国植被登记造册[J]. 植物生态学报, 2020, 44(2): 93-95.
Fang J Y, Wang G H. *Vegetography of China*: surveying and describing the country's vegetation [J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2020, 44(2): 93-95.
- [40] 郭柯, 方精云, 王国宏, 等. 中国植被分类系统修订方案[J]. 植物生态学报, 2020, 44(2): 111-127.
Guo K, Fang J Y, Wang G H, et al. A revised scheme of vegetation classification system of China [J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2020, 44(2): 111-127.
- [41] 王国宏, 方精云, 郭柯, 等. 《中国植被志》研编内容与规范[J]. 植物生态学报, 2020, 44(2): 128-178.
Wang G H, Fang J Y, Guo K, et al. Contents and protocols for the classification and description of Vegetation Formations, Alliances and Associations of vegetation of China [J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2020, 44(2): 128-178.
- [42] 王炜, 裴浩, 王鑫. 优势种植物分类系统的逻辑分析与示例方案化[J]. 生物多样性, 2016, 24(2): 136-147.
Wang W, Pei H, Wang X T. A logistic analysis on vegetation classification system based on dominant species with an illustrational scheme [J]. Biodiversity Science, 2016, 24(2): 136-147.
- [43] 朱华, 王洪, 李保贵, 等. 西双版纳森林植被研究[J]. 植物科学学报, 2015, 33(5): 641-726.
Zhu H, Wang H, Li B G, et al. Studies on the forest vegetation of Xishuangbanna [J]. Plant Science Journal, 2015, 33(5): 641-726.
- [44] Clements F E. Plant succession: an analysis of the development of Vegetation [M]. Washington: Carnegie Institution of Washington, 1916.

- [45] Clements F E. Nature and structure of the climax [J]. *Journal of Ecology*, 1936, 24(1): 252-284.
- [46] Tansley A G. Some reminiscences [J]. *Vegetatio*, 1954, 5-6: 7-8.
- [47] Whittaker R H. A consideration of climax theory: the climax as a population and pattern [J]. *Ecological Monographs*, 1953, 23(1): 41-78.
- [48] Song Y C, XU G S. A scheme of vegetation classification of Taiwan, China [J]. *Acta Botanica Sinica*, 2003, 45(8): 883-895.
- [49] 宋永昌. 植被生态学: 2 版 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2016.
Song Y C. *Vegetation ecology* [M]. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2016.
- [50] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理总论 [M]. 北京: 科学出版社, 1985.
Physical Geography in China Editorial Board of Chinese Academy of Sciences. *Physical geography in China* [M]. Beijing: Science Press, 1985.
- [51] 赵济, 陈传康. 中国地理 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
ZHAO J, CHEN C K. *China geography* [M]. Beijing: Higher Education Press, 1999.
- [52] 伍光和田连恕, 胡双熙, 等. 自然地理学: 3 版 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
Wu G H, Tian L S, Hu S X, *et al.* *Physical geography*: 3rd ed [M]. Beijing: Higher Education Press, 2000.
- [53] 赵济, 陈永文, 韩渊丰, 等. 中国自然地理: 3 版 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1995.
Zhao J, Chen Y W, Han Y F, *et al.* *Chinese Physical Geography*: 3rd ed [M]. Beijing: Higher Education Press, 1995.
- [54] 米春改, 秦小玮. 中华人民共和国年鉴: 温度带的划分及耕作 [M]. 北京: 新华出版社, 2010.
Mi C G, Qin X W. *Temperature Zone and Cultivation, The People's Republic of China Yearbook* [M]. Beijing: Xinhua Publishing House, 2010.
- [55] 米春改, 秦小玮. 中华人民共和国年鉴: 气温和温度带 [M]. 北京: 新华出版社, 2014.
Mi C G, Qin X W. *Temperature and Temperature Zone, The People's Republic of China Yearbook* [M]. Beijing: Xinhua Publishing House, 2014.
- [56] 全国土壤普查办公室. 中国土壤 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
National Soil Survey Office. *Chinese soil* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1998.
- [57] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T17296-2009 中国土壤分类与代码 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. GB/T17296-2009 Classification and codes for Chinese soil [S]. Beijing: Standards Press of China, 2009.
- [58] 黄昌勇, 徐建明. 土壤学: 3 版 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
Huang C Y, Xu J M. *Soil Science*: 3rd ed [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2010.
- [59] 中国地图出版社编辑部. 中华人民共和国地图集: 中国气候区划图 [M]. 北京: 地图出版社, 1979.
China Cartographic Publishing House. *Climate Division Map: Atlas of the People's Republic of China* [M]. Beijing: China Cartographic Publishing House, 1979.
- [60] Raunkiaer C. The life forms of plants and statistical plant geography [M]. London: Oxford University Press, 1934.
- [61] 曲仲湘, 吴玉树, 王焕校, 等. 植物生态学: 2 版 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1983.
Qu Z X, Wu Y S, Wang H X, *et al.* *Plant Ecology*: 2nd ed [M]. Beijing: Higher Education Press, 1983.
- [62] Whittaker R H. The population structure of vegetation. In: Tuxen R (Ed.), *Gesellschaftsmorphologie* [M]. Netherlands: Bericht internationalen symposium rinteln. Junk, The Hague, 1970.
- [63] Braun-Blanquet J. Plant sociology: the study of plant communities [M]. London: Hafner Publishing Company, 1965.
- [64] Ellenberg H and Mueller-Dombois D. Tentative physiognomic-ecological classification of plant formations of the earth [M]. Zürich: Berichte des Geobotanischen Instituts der Eidg. Techn. Hochschule Stiftung Rübel, 1965-1966, 37: 21-55.
- [65] 朱林楠, 吴紫汪, 刘永智. 青藏高原东部的冻土退化 [J]. *冰川冻土*, 1995, 17(2): 120-124.
Zhu L N, Wu Z W, Liu Y Z. Permafrost degeneration in the east of tibetan plateau [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1995, 17(2): 120-124.
- [66] 杨景春, 李有利. 地貌学原理 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2005.
Yang J C, Li Y L. *Geomorphology Theory* [M]. Beijing: Peking University Press, 2005.
- [67] 刘鸿雁. 植物学 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2005.
Liu H Y. *Botany* [M]. Beijing: Peking University Press, 2005.
- [68] 苏培玺, 解婷婷, 周紫鹃. 我国荒漠植被中的 C₄ 植物种类分布及其与气候的关系 [J]. *中国沙漠*, 2011, 31(2): 267-276.
Su P X, Xie T T, Zhou Z J. Geographical distribution of C₄ plant species in desert regions of China and its relation with climate factors [J]. *Journal of Desert Research*, 2011, 31(2): 267-276.