四川植被研究的回顾与展望

胡君, 李丽, 杜燕, 陈庆恒, 刘庆*

中国科学院成都生物研究所, 中国科学院山地生态恢复与生物资源利用重点实验室, 生态恢复与生物多样性保育四川省重点实验室, 成都 610041

* 联系人, E-mail: liuqing@cib.ac.cn

收稿日期: 2020-06-11; 接受日期: 2020-10-26; 网络版发表日期: 2020-12-25

中国科学院战略性先导科技专项(A类)(批准号: XDA19050401)和科技部科技基础性工作专项(批准号: 2015FY210200, 2015FY110300)资助

摘要 借《中国植被志》编研与新一代中国植被图制图工作开展的契机, 本文对四川省植被研究历史进行了回顾, 分析了近40年来四川植被变化的影响因素, 结合近年来的野外补充调查和文献资料, 参考《中国植被》《中国植被及其地理格局》以及近期国内发表的植被分类系统, 新拟了四川省植被制图分类系统(植被型组、植被型、群系三级), 并对未来四川省植被研究提出几点希望: (i) 四川植被分类系统总体上应与全国分类系统保持一致, 个别单位上可以体现区域性的特点; (ii) 采用新技术、新方法加强四川省资料贫乏类型、区域的植被补充调查; (iii) 尽早启动《四川植被》的修订以及新一代四川省植被图编研工作, 并建立可更新的数据库, 为以后四川植被图的定期更新奠定基础。

关键词 四川植被, 四川植被图, 植被研究, 植被分类系统, 植被变化

四川省地处中国大陆西南, 是青藏高原与长江中下游平原之间的过渡地带, 以丘陵盆地为主的东部及以高原与高山峡谷为主的西部构成错综复杂的地势地貌, 孕育出四川省复杂多样的植被类型, 是我国植被类型最为丰富的省区之一^[1,2]。

1980年出版的《四川植被》涉及的地理范围包含了现在的四川省和重庆市全境, 是四川省和重庆市植被研究的标志性节点, 作为省区植被研究成果的具体表现和全面概括, 被广泛应用于土地利用规划、植被与环境关系研究、自然保护区及农林业管理、环境影响评价等领域^[3-6]。当前, 《中国植被志》与新一代中国植被图编研项目已相继启动, 四川省作为两项工作的重要组成部分, 省区的植被资料更新和植被制图工

作也被提上日程。值此之际, 本文拟对四川省的植被情况做一概述, 对目前存在的问题以及未来展望提出一些认知和建议, 以作为后续工作的参考。

1 四川植被研究的几个阶段

1.1 初始调查阶段

四川的植被初始调查研究阶段是《四川植被》出版之前, 以植物标本采集、野外调查为主的阶段。这一阶段是由外国人采集标本开启, 从1868年法国人Armand David开始在四川宝兴采集植物标本, 至1934年的66年间, 先后至少有27名外国人在原四川采集过植物标本、苗木和种子。第一个中国人的野外调查工作

引用格式: 胡君, 李丽, 杜燕, 等. 四川植被研究的回顾与展望. 中国科学: 生命科学, 2021, 51: 264–274

Hu J, Li L, Du Y, et al. Review and prospect of vegetation research in Sichuan (in Chinese). Sci Sin Vitae, 2021, 51: 264–274, doi: [10.1360/SSV-2019-0273](https://doi.org/10.1360/SSV-2019-0273)

是1921年钟观光调查原四川省巫山县等地的植物^[7]. 第一个真正意义上进行植被研究的是郑万钧教授, 1930年他在简阳、成都、雅安、康定等多地进行植被考察, 1931年发表《康东森林》, 之后又在四川多地开展植物多样性与植被调查, 并发表《四川峨边森林调查报告》《四川之森林》等植被研究论文和著作^[8]. 四川省的植被研究工作发展起来是在1949年以后, 1953年中央教育部召开理科教学大纲会议的决定, 四川大学、西南师范学院开设了植物生态学、植物地理学等课程. 同时, 随着课程的设置也开展了一些植被调查工作^[9]. 1959年, 由中国科学院领导的南水北调综合考察队, 对川西地区植被进行了大量的基础调查工作, 并发表了较为系统的森林和草甸植被的研究性论文和专著, 同时也对横断山区垂直分布规律进行了初步探讨研究^[10-13]. 1960~1966年, 为了研究四川植被类型、成分、结构以及生态地理分布规律, 结合四川省综合自然区划的要求, 由原中国科学院西南生物研究所主持, 相关科研、教学等单位共同协作, 对四川省东部地区进行了较系统的调查研究, 期间省林业系统也对四川西部森林进行了调查^[14]. 1973年, 在四川省科学技术委员会的支持下, 由四川省生物研究所主持, 以开发植物资源为中心, 并结合农、林、牧、副等行业的合理布局和发展方向继续调查, 于1976年全面完成川西地区的植被调查任务^[2].

这一时期的工作特点是大范围、大面积、普查、粗放、定性、描述性的研究居多, 这些调查积累了大量的野外调查资料, 为后续《四川植被》《中国植被》的出版奠定了基础.

1.2 四川植被专著出版阶段(1980年~20世纪末)

本阶段以《四川植被》出版为标志, 通过对前述阶段调查资料的系统性整理, 于1980年出版《四川植被》, 并随书附有1:300万植被类型图, 完成近30年的植被研究成果初步总结. 另外, 研究人员还参与完成《中国植被》的专著出版.

四川植被研究人员在完成四川和全国植被调查总结的同时, 继续参与到典型地区和典型类型的专项考察工作中. 从1980年开始, 中国科学院青藏高原综合科学考察队在完成西藏自治区境内的考察工作后, 逐渐将考察重点转移到横断山地区. 考察期间, 研究人员除采用传统样线样方调查方法外, 还对典型区域设

置了按垂直梯度观测的小气候观测站, 开展了区域内垂直带谱上植被生态类型与气候因子之间相互关系的研究和探讨^[15-17], 出版了《横断山区维管植物》《横断山区沼泽和泥炭》《贡嘎山植被》等专著. 全国在同一时期也开展了草地资源普查工作, 1979~1985年间, 在四川省畜牧局的主持下开展了由国家科学技术委员会下达的重点科研任务“四川省草地资源调查”工作^[18], 并相应出版了《四川省草地资源及常见牧草科、属分类》(1983年)、《四川草地资源》(1989年)等专著^[19]. 1988年, 四川省开展第一次森林资源清查, 出版了《四川省林业统计年鉴1988》, 并开始了每年的四川省森林资源清查工作^[20]. 1992年由四川省林业科学研究院、四川省林业勘测设计研究院主持, 相关单位参与编著出版了《四川森林》.

本时期除以上专项考察和专著出版外, 研究人员对四川山地常绿阔叶林、亚高山针叶林等类型的植被生态学研究上也有成果呈现^[21-23]. 这一阶段的工作是对四川省传统植被研究的重要总结, 为今后更深入的研究提供了基础资料, 也为后来生态学研究向实验阶段的发展迈出了坚实的一步.

1.3 植被研究方向转变阶段(21世纪初~2015年)

四川植被研究上承上一阶段, 继续参与完成《中华人民共和国植被图(1:1000000)》的四川区域部分, 至此对四川植被的现状调查完成阶段性成果总结^[24]. 之后, 在中国西部大开发及长江上游生态屏障建设等工程实施的背景下, 植被生态学家们研究的工作重心逐渐从植被调查转变为植被恢复生态学, 主要包括实验生态学研究与定位观测站点建设, 全省各科研单位在不同区域陆续建设了多个野外生态系统定位观测研究站^[25], 科研院所、高校也建立了多个生态重点实验室, 在恢复生态、植物生理生态、地下生态学方面取得重要进展^[26,27]. 传统植被生态学研究人员和研究工作逐渐减少, 仅见于对四川一些特殊区域的植被进行专项研究^[28-30], 或对于一些特殊类型进行更细化低级单位的分类研究^[31,32]. 2011年, 中国科学院启动的战略先导科技专项“应对气候变化的碳收支认证及相关问题”, 除了在植被生态系统碳储量和碳循环方面取得重要进展外, 也是全国和地方植被专著出版后再一次对植被进行的全面调查, 为新一代植被图和植被志的编研工作积累了前期调查资料^[33,34]. 此外, 研究人员

对四川山地垂直带上的各植被类型在水源涵养、固碳增汇、生物地球化学循环等生态功能方面做了较为丰富的研究^[35-39]。

这一阶段研究成果逐渐偏重于SCI文章和影响因子,使得植物经典分类和传统植物群落学研究人才与研究项目短缺^[40,41],影响了后期四川植被的野外补充调查和深入研究工作。

1.4 新一代植被志与植被图编研阶段(2015年~)

由于自然环境因素和人类活动因素的影响,植被的覆盖和类型发生了变化,现有的植被研究成果已不能满足国家生态文明建设及地方经济发展的需要,同时,随着新的植被调查方法和技术开发,植被调查的研究工作重新得到关注。2015年后,国家先后启动了“《中国植被志》编研”“新一代中国植被图绘制”“第二次青藏高原科学考察”等植被研究项目,本团队所在单位的植被研究人员也参与其中,同时还主持了科学技术部科技基础性工作专项“我国主要灌丛植物群落调查”,该项目针对一直以来研究相对薄弱的灌丛植被进行专项调查。这些工作对四川植被的补充调查、资料收集以及人才培养提供了有力的支持。

2 《四川植被》分类系统与其他植被分类系统对比

于1980年出版的《四川植被》所制定的植被分类系统是当时对四川植被生态学研究的高度总结^[2]。其分类原则与国内主要的植被专著,如1980年出版的《中国植被》和2007年随《中华人民共和国植被图

(1:1000000)》出版的说明书《中国植被及其地理格局》,都遵从“高级分类单位偏重于生态外貌,中、低级分类单位着重于种类组成和群落结构”的分类原则^[42,43],其分类系统都采用群丛、群系、植被型作为三级主要分类单位,在主要分类单位之间增设辅助单位。2017年,宋永昌等人^[44]在针对中国植被分类系统再次讨论时,对此分类原则进行了肯定,并对植被分类的等级系统进行了重新设置和定义调整。

本文将《四川植被》分类系统与国内常用的植被分类系统进行分析整理,得到在各植被分类系统中不同级别单位存在的对应关系(表1)。可以看出,各分类系统差异具体表现为分类等级设置和命名不统一,《四川植被》中群系、群系组、群系亚纲、群系纲、植被型可分别与《中国植被》《中国植被及其地理格局》中的群系、群系组、植被亚型、植被型、植被型组对应,也对应于宋永昌等人2017年植被分类建议方案中优势度型、集群、植被型、植被型组、植被亚纲^[2,42,43]。

虽然各植被分类系统单位存在对应关系,但每级单位的设置和涵盖类型依然存在差异,以鳞皮冷杉林(*Abies squamata* forest)为例,同一群系鳞皮冷杉林在4种植被分类系统中的分类位置不同:《四川植被》中群系组、群系亚纲、群系纲、植被型的划分依据依次为亲缘关系(同属)→山地垂直带位置→叶的发育节律(常绿)→叶的体态(针叶);《中国植被》中群系组、植被亚型、植被型、植被型组的划分依据依次为亲缘关系(云杉属和冷杉属)→叶的发育节律→气候带→叶的体态;《中国植被及其地理格局》中群系组、植被亚型的划分,直接结合气候带与山地垂直带划分植被型,

表 1 《四川植被》与其他植被分类系统比较

Table 1 Comparison of vegetation classification systems between the Vegetation of Sichuan and other provinces

四川植被(1980)		中国植被(1980)		中国植被及其地理格局(2007)		宋永昌等人(2017)	
分类系统	例证	分类系统	例证	分类系统	例证	分类系统	例证
群系	鳞皮冷杉林	群系	鳞皮冷杉林	群系	鳞皮冷杉林	优势度型	鳞皮冷杉林
群系组	冷杉林	群系组	云杉、冷杉林	群系组	—	集群	—
群系亚纲	亚高山常绿针叶林	植被亚型	寒温性常绿针叶林	植被亚型	—	植被型	山地寒温性常绿针叶林
群系纲	常绿针叶林	植被型	寒温性针叶林	植被型	亚热带和热带山地针叶林	植被型组	常绿针叶林
植被型	针叶林	植被型组	针叶林	植被型组	针叶林	植被亚纲	针叶林
						植被纲	森林

最后依据叶的体态划分植被型组; 宋永昌等人的文中未涉及中级单位的划分, 不过根据其列出的分类系统, 植被型、植被型组、植被亚纲、植被纲划分依据依次为气候带与山地垂直带→叶的发育节律→叶的体态→一级生长型(乔木、灌木、草本). 综上所述, 可看出从群系组到植被型组的不同等级分类单位设置中, 有关如何选取叶的体态、发育节律、气候带、山地垂直带等划分依据的先后顺序上存在分歧. 省区植被作为中国植被的组成部分, 在分类原则和分类系统上应与全国层面保持一致, 方便使用. 如有部分类型在分省区域上具有特殊地位, 而在全国植被分类系统或全国性植被类型图中因面积太小等原因无法表述, 可以在省区植被图中进行独特表述.

3 四川植被变化的主要因素分析

3.1 行政区域发生变化

1980年出版《四川植被》时, 四川行政区划包括现重庆直辖市整个行政区域. 1997年重庆成为直辖市后(http://www.npc.gov.cn/wxzl/wxzl/2001-02/06/content_4679.htm), 原属四川省的万县市、涪陵市、重庆市和黔江地区从四川省划出组建重庆直辖市, 四川省面积减少8.2万平方公里, 使得原《四川植被》中部分植被类型分布面积减小或类型减少, 如仅分布在现重庆石柱、丰都等区域的甜槠(*Castanopsis eyrei*)林在现四川行政区域内未见分布, 栲(*Castanopsis fargesii*)林、包果柯(*Lithocarpus cleistocarpus*)林、四川大头茶(*Gordonia acuminata*)林、巴山冷杉(*Abies fargesii*)林、慈竹(*Bambusa emeiensis*)林等分布面积减小^[2,45-47].

3.2 生态建设工程

针对天然林资源长期过度消耗以及自然灾害而引起生态恶化的问题, 国务院于1998年后陆续颁布了天然林保护工程、退耕还林工程以及生态屏障建设工程. 四川省于1998年和2000年率先启动了天然林保护工程^[48]、退耕还林工程^[49]、长江上游生态屏障建设工程, 采取了封山育林、人工造林、飞播造林等一系列措施之后^[50], 四川省生态环境与生物多样性得到显著的改善和保护, 荒地面积减少, 森林水土流失状况改善, 森林面积增长. 据统计, 四川省管护原有天然林

面积达1923.42万 hm^2 , 2000~2014年累计人工造林和飞播造林271.95万 hm^2 ^[51]; 至2008年年底, 新一轮退耕还林还草工程累计退耕还林面积达89.09万 hm^2 , 荒山造林面积95.26万 hm^2 , 封山育林面积14.5万 hm^2 ^[52]. 植被类型也随着保护工程的开展发生了变化, 如四川盆地及盆周边缘山地中杉木(*Cunninghamia lanceolata*)林、柳杉(*Cryptomeria japonica* var. *sinensis*)林、马尾松(*Pinus massoniana*)林、川西地区华山松(*Pinus armandii*)林、云南松(*Pinus yunnanensis*)林、高山松(*Pinus densata*)林、紫果冷杉(*Abies recurvata*)林、云杉(*Picea asperata*)林等森林植被面积显著增加^[53,54].

3.3 自然环境变化

四川川西地区植被分布受全球气候变暖的影响较大, 气温升高使得该地区雪线上移, 树线及灌木线也发生变化^[55,56], 植被覆盖度增加, 高山常绿阔叶灌丛与常绿针叶灌丛植被面积增大^[57]. 同时, 受频发的地质灾害影响, 四川部分区域植被变化波动大, 尤其是龙门山断裂带附近发生过多次地震、泥石流(如5·12汶川地震、4·20雅安地震、7·3茂县泥石流)等自然灾害, 灾后该地区原植被密集的森林和灌丛植被受破坏严重, 成为无植被覆盖区^[58], 并在自然环境稳定情况下逐步进行次生演替.

3.4 人为活动影响

过度放牧以及西部大开发过程中城市扩张、道路修建、水电站建设等人为干扰活动是造成四川植被变化的重要影响因素. 研究显示, 川西北高原湿地植被覆盖度显著减小, 主要是由于过度放牧和旅游开发等因素导致, 表现为以木里苔草(*Carex muliensis*)为主的高寒沼泽大面积退化^[57]; 水电站及道路修建等工程建设对植被的影响主要表现为植被覆盖面积减少、物种多样性降低等^[59,60]. 而植被持续退化区域多处于成都、绵阳等建设用地区, 以及2008年汶川地震灾后重建区^[61,62], 这些区域植被覆盖逐渐被建设用地取代.

3.5 其他因素

1980年《四川植被》撰写至今已有近40年历史, 植被自身演替使得《四川植被》中植被类型发生变化, 某些次生灌丛(如毛黄栌(*Cotinus coggygria* var. *pubescens*)灌丛、黄荆(*Vitex negundo*)灌丛、白栎

(*Quercus fabri*)灌丛、四角铃(*Eurya tetragonoclada*) + 光亮山矾(*Symplocos lucida*)灌丛、小果蔷薇(*Rosa cymosa*) + 火棘(*Pyracantha fortuneana*)灌丛等)及次生草丛(如白茅(*Imperata cylindrica*)草丛、黄茅(*Heteropogon contortus*)草丛等)可能随着植被的正向演替面积逐渐缩小甚至消失^[2]。同时,《四川植被》编写后植物分类系统发生了比较大的变动和修订,其中一些建群种的合并和更正鉴定应在新的植被分类系统进行更新修订,比如穗序野古草(*Arundinella chenii*)已与西南野古草(*Arundinella hookeri*)合并,四川干热河谷分布的仙人掌(*Opuntia stricta* var. *dillenii*)被重新鉴定为梨果仙人掌(*Opuntia ficus-indica*)等^[63]。最后,《四川植被》出版以来,植物资源调查、自然保护区科考等调查工作中新发现的植被类型也应在核实其分布后进行增补^[2,36,64]。

4 对未来四川植被研究的建议

4.1 结合四川植被变化,新拟四川植被制图分类系统

植被分类是植被研究中最为复杂的问题之一,近年来,国内陆续有讨论植被分类的文章发表^[65,66]。宋永昌等人^[44]建议中国植被分类系统的高级单位进行调整,在植被型组之上增设植被亚纲和植被纲,以使中国植被分类系统适用于更大范围和更多植被类型的分类,但目前尚未得到广泛使用。《中国植被志》完整的分类系统和新一代植被图的图例系统也尚在探讨之中,拟定四川省植被制图完整的分类系统目前还存在困难。本文暂沿用原植被分类系统高级单位设置,并根据近年来的野外考察和资料收集,新拟四川植被自然、半自然状态下的群系类型,同时列出其所属高级单位植被型和植被型组,共计5个植被型组、17个植被型、171个群系,作为新一代四川植被制图分类系统的雏形,以供未来四川植被研究与制图工作参考(网络版附表1)。

在植被型一级分类系统拟定时,灌丛植被型组的下级分类主要参考的是叶的体态(针叶、阔叶、退化叶)和发育节律(常绿、落叶),而叶的质地(革质叶、纸质叶、膜质叶、草质叶)并未在1980《中国植被》中的植物生活型谱中出现^[42]。在灌丛植被型组中,以革质叶的杜鹃属植物作为建群种的一类灌丛实际上是适

应高寒环境的常绿阔叶灌丛,除了杜鹃外,分布于热带、亚热带地区的许多常绿植物(如柃木(*Eurya japonica*)、铁仔(*Myrsine africana*)等)也是革质叶的,建议在此系统中不使用叶片质地作为植被分类依据。

但同时,以叶片硬质、叶缘带刺特征的柃属高山柃类植物生态适应幅度广,特别是能耐寒或耐干热以及对石灰岩基质的适应,因而植株个体形态差异很大,加之人为的反复砍伐,呈现出由灌丛、矮林和乔木林的不同外貌^[67,68]。以往的植被专著中,高山柃类植物形成的灌丛均放在对应森林中进行描述,显然与植被分类的原则“高级分类单位偏重于生态外貌,中、低级分类单位着重于种类组成和群落结构”不符,也与各专著中具有同样现象的落叶柃类植物群落(比如栓皮柃林(*Quercus variabilis* forest)和栓皮柃灌丛(*Quercus variabilis* Scrub)分别在落叶阔叶林和落叶阔叶灌丛中)处理不一致。考虑到高山柃类植物形成的低矮灌丛在横断山区的贫瘠阳坡、林线以上广泛分布,将其形成的灌丛群落置于灌丛之下(图1)。高山柃类植物形成乔木林,以前通常将其与常绿阔叶林并列为植被型^[42,43],但在郭柯等人^[65]最新发表的《中国植被分类系统修订方案》中,认定高山柃类植物也属于常绿阔叶植物,为了在植被型一级采用相同的标准并与全国分类系统统一,因此在灌丛植被型组中,将高山柃类植物为建群种组成的灌丛置于常绿阔叶灌丛植被型之下,显然与森林植被型组的分类更为对等统一。

4.2 加强资料薄弱类型、地区的调查研究

1980年出版的《四川植被》距现在已近40年,使用的调查资料来自于更早之前。由于四川地处西部地区,川西高山峡谷的部分地区交通道路条件发展滞后,而植被类型又相对复杂多样,如凉山彝族自治州的金阳县、布拖县、美姑县、木里县等地气候上属于东部盆地副热带湿润气候区与西部高原山地气候区的过渡区域,海拔从仅500 m的金沙江河谷至5000余米的高山区域,覆盖有从河谷地带的常绿阔叶林、河谷灌丛至高山冰缘带的流石滩稀疏植被完整的亚热带山地垂直带谱;类似的区域还有横断山北段与青藏高原的过渡地带,行政上属于四川西部甘孜州的新龙县、白玉县、德格县、石渠县一带。然而,直到最近几年,随着一些大型水电工程建设的开展和国家基础设施建设的加强,区域的道路交通情况才逐渐好转^[69,70]。这些区域

图 1 四川西部高山灌丛、草甸. A: 杜鹃灌丛, 4480 m, 四川康定; B: 硬叶常绿阔叶灌丛, 3450 m, 四川巴塘; C: 镶嵌分布的柳灌丛、杜鹃灌丛、硬叶栎灌丛, 4100 m, 四川稻城; D: 高山草甸, 4400 m, 四川道孚(网络版彩图)

Figure 1 Alpine shrub and meadow in Western Sichuan. A: *Rhododendron* scrub at 4480 m in Kangding, Sichuan; B: sclerophyllous evergreen broad-leaved scrub at 3450 m in Batang, Sichuan. C: inlaid distribution of *Salix* scrub, *Rhododendron* scrub and hard-leaved *Quercus* scrub at 4100 m in Daocheng, Sichuan; D: alpine meadow at 4400 m in Daochu, Sichuan (color online)

的植被资料相对来说还很薄弱, 在以后的植被研究工作中, 应加强这些植被资料相对比较贫乏地区的调查研究.

四川西部的横断山区植物多样性与植被分布复杂, 除了区域内的植被资料相对贫乏外, 在森林线以上广泛分布的杜鹃灌丛的调查资料也略显薄弱, 在《中国四川杜鹃花》中记录有杜鹃109种及种下等级^[71], 《四川植物志》记录有237种及种下等级^[72], 作为建群种或共建种的便有数十种之多, 但由于该属植物在分类鉴定上的困难以及分布区域交通条件的限制, 在《四川植被》中记录在册的仅8种群系, 近年来的考察陆续发现许多面积分布广泛而未记录到的杜鹃灌丛^[73-75]. 类似的还有同样属于森林线以上高山灌丛草甸带的柳灌丛、莎草草甸、禾草草甸等类型, 均需开展专项补充调查(图1).

4.3 注重人才培养和新技术、新方法的应用

地方植被分布的本底资料要靠从事植被基础研究工作队伍长期稳定的积累来完成. 大量准确的野外实测调查样点是新一代植被图的质量保障, 但当前四

川省新一代植被图及后续的植被基础研究无疑面临着人才缺乏的问题. 有条件的高等院校应重视植被相关基础课程的开设, 加强植被研究人才培养, 目前正在从事植被研究的科研单位也可开设针对性强的植被研究培训班, 培养从事植被研究的接班人和科研队伍.

此外, 在进行植被数据收集的过程中, 也应多注重新技术新方法的应用. 比如可以利用专业的植被调查app进行野外植被样点收集和样方调查, 增加调查效率. 而人无法到达的区域应充分利用无人机航拍、遥感解译、人工智能判别等方法进行类型确认, 以补充资料空白区的植被资料.

4.4 新一代四川植被图的期待和希望

现有的四川植被图, 是1980年编著《四川植被》时的1:3000000四川植被类型图, 植被上图单位(自然、半自然)为17个, 单位等级不等, 以群系组上图的单位仅2个, 更多的上图单位是以植被型(如低山常绿针叶林、高山灌丛)甚至植被型组(如常绿阔叶林、竹林和竹丛等)作为上图单位^[42]. 由于四川植被类型图的

分类等级过高,可供参考使用的范围有限,在四川省区域内进行生态规划、项目建设使用更多的是2007年出版的《中华人民共和国植被图(1:1000000)》,但也存在类型缺失、边界不准、年代久远,图上所示植被是40年以前的分布现状等问题,不仅无法满足各类研究需求,更影响工作质量,特别是各类有关区域性植被调查以及由此而产生的各类国家植被资源有关报告等。所以绘制1:50万甚至更大比例尺和图例系统分类等级更低的新一代四川省植被图是必要的,也是必须的。

新一代四川省植被图制图中的图例系统应基本达到群系一级,极少数因分布面积较小无法成图的特殊类型可适当往高一级单位上调,如沉水植物群落中的波叶海菜花群落(*Ottelia acuminata* var. *crispa* plant community)。同时,还应建立一个四川植被图的可更新数据库,加快信息网络建设,充分利用共享平台整合各类资源,对后续新调查的植被样点进行补充,也对植被变化剧烈的区域进行监测,每隔一定周期对四川植被图进行更新迭代,以确保生态研究、植物保护、林业环保等相关部门使用时参考的资料最接近四川植被实际分布现状,也为整体科学研究和综合产出、提高效率与资源利用水平打好基础。

5 总结

四川植被是中国植被研究的重要组成部分,也是区域性重要的自然资源本底资料,现有的《四川植被》反映的是40年前甚至更早的植被现状,《四川植被类型图》的类型划分单位等级过高,比例尺太小,难以为生态、林业、环保等行业提供准确而有价值的基础资料和科学数据。

四川植被研究应抓住《中国植被志》编研以及新一代中国植被图项目开展的契机,对薄弱区域、类群的植被资料进行野外补充调查和数据收集,尽早启动《四川植被》的修订,编制1:50万甚至更大比例尺的新一代四川植被图,以更好地为区域性生态服务。

鉴于目前植物经典分类、植物生态等传统学科专业人才的缺乏,应加强植被研究的人才培养与队伍建设,从战略上确保植被研究的需求。在此基础上,尽快摸清四川植被资源的详细本底,为川藏公路、川藏铁路等西部大型基础设施的高水平建设奠定基础。绘制新一代植被图和修订新的《四川植被》,不仅为四川省的生态学研究提供基本参考,同时也为自然教育、科学普及和国民素质的提高等方面提供最基本的本底资料。

致谢 四川林业科学研究院的喻丁香老师在资料收集和整理中给予了大力协助,特此致谢。

参考文献

- 1 Zhan H. Sichuan Geographic (in Chinese). Beijing: Beijing Normal University Publishing House, 2016 [张宏. 四川地理. 北京: 北京师范大学出版社, 2016]
- 2 Sichuan Vegetation Cooperation Group. Vegetation of Sichuan (in Chinese). Chengdu: Sichuan Renmin Press, 1980 [四川植被协作组. 四川植被. 成都: 四川人民出版社, 1980]
- 3 Liu L Zhao Y, Kumwimba M N, et al. Distribution characteristics of vegetation among different ditches in the hilly area of Sichuan basin (in Chinese). J Ecol Rural Environ, 2019, 35: 1020–1026 [刘莲, 赵原, Kumwimba M N, 等. 四川盆地丘陵区不同类型自然沟渠植被分布特征. 生态与农村环境学报, 2019, 35: 1020–1026]
- 4 Zhang S Y, Zhang Y, Wang C Q, et al. Vegetation coverage and its correlation with topographic factors in upstream watershed of Minjiang river (in Chinese). Bull Soil Water Conserv, 2018, 38: 69–75 [张诗羽, 张毅, 王昌全, 等. 岷江上游流域植被覆盖度及其与地形因子的相关性. 水土保持通报, 2018, 38: 69–75]
- 5 Fang T X, Wu X G, Du H. Vegetation Types and their distribution characteristics along the motorway from Chengdu to Yibin (in Chinese). J Sichuan Forest Sci Technol, 2017, 38: 45–49 [范庭兴, 伍小刚, 杜琿. 成都至宜宾高速公路沿线植被类型及分布特征研究. 四川林业科技, 2017, 38: 45–49]
- 6 Chen J. Research on tourism planning of Micang mountain national forest park in Sichuan province (in Chinese). Dissertation for Master's

- Degree. Nanchong: China West Normal University, 2017 [陈举. 四川省米仓山国家森林公园的旅游规划研究. 硕士学位论文. 南充: 西华师范大学, 2017]
- 7 Meng S Y, Liu H Y, Yu M T, et al. Research on the plant collection of Kuan-Kuang Tsoong, the forerunner of Chinese plant collections (in Chinese). *Biodivers Sci*, 2018, 26: 79–88 [孟世勇, 刘慧圆, 余梦婷, 等. 中国植物采集先行者钟观光的采集考证. *生物多样性*, 2018, 26: 79–88]
 - 8 Pan J. Preliminary study on the history of plant specimen collection in Sichuan (in Chinese). *Sichuan Cult Relics*, 1994, S1: 42–48 [潘洁. 四川植物标本采集史初探. *四川文物*, 1994, S1: 42–48]
 - 9 Zhong Z C. History and perspective of vegetation research in Sichuan province (in Chinese). *Chin J Ecol*, 1982, 2: 40–42 [钟章成. 四川植被研究的历史与展望. *生态学杂志*, 1982, 2: 40–42]
 - 10 Jiang S. Basic characteristics and classification of mountain meadow in western Sichuan Plateau region (in Chinese). *Series Plant Ecol Geobot*, 1963, Z1: 150 [姜恕. 川西高原地区山地草甸的基本特征与分类. *植物生态学与地植物学丛刊*, 1963, Z1: 150]
 - 11 Jiang S. Meadows and forests in the western mountains of Sichuan Province (in Chinese). *J Integr Plant Biol*, 1960, 9: 125–136 [姜恕. 四川省西部山地的草甸和森林. *植物学报*, 1960, 9: 125–136]
 - 12 A Comprehensive Investigation Team of the South-to-North Water Diversion Project From the Western Region of the Chinese Academy of Sciences. *Forests in Western Sichuan and northern Yunnan* (in Chinese). Beijing: Science Press, 1966 [中国科学院西部地区南水北调综合考察队. 川西滇北地区的森林. 北京: 科学出版社, 1966]
 - 13 Geographical Society of China. *Symposium on Natural Zoning*, 1962 (in Chinese). Beijing: Science Press, 1963, 111–126 [中国地理学会. 1962 年自然区划讨论会文集. 北京: 科学出版社, 1963. 111–126]
 - 14 Unknown. A brief history of plant and forest investigation in Sichuan (in Chinese). *J Sichuan Forest Sci Technol*, 1981, 3: 69–79 [未知. 四川植物与森林考察简史. *四川林业科技*, 1981, 3: 69–79]
 - 15 Liu L H, Yu Y D, Zhang J H. Study on the distribution of vegetation in Hengduan Mountain (in Chinese). *Acta Bot Yunnan*, 1985, 7: 323–335 [刘伦辉, 余有德, 张建华. 横断山地区植被分布规律的探讨. *云南植物研究*, 1985, 7: 323–335]
 - 16 Li S Y, Wang J T, Li B S, et al. On the problems of zonation of the vegetation in the Transverse Mountain area (in Chinese). *J Integr Plant Biol*, 1984, 26: 76–82 [李世英, 王金亭, 李渤生, 等. 关于横断山区植被地带划分的若干问题. *植物学报*, 1984, 26: 76–82]
 - 17 Zheng Y C, Gao S H, Chai Z X, et al. A preliminary study on the vertical natural zones in the Hengduan Mountains region (in Chinese). *Mountain Res*, 1986, 4: 75–83 [郑远昌, 高生淮, 柴宗新, 等. 试论横断山地区自然垂直带. *山地研究*, 1986, 4: 75–83]
 - 18 Zhang J S. The grassland resources survey has obtained gratifying results in Sichuan province (in Chinese). *J Grassland Forage Sci*, 1986, 1: 88 [张家盛. 四川省草地资源调查获得可喜成绩. *四川草原*, 1986, 1: 88]
 - 19 Jiang Y Z. Compilation of grassland resource map of Sichuan Province (in Chinese). *Resour Dev Market*, 1988, 4: 38 [姜跃祖. 四川省草地资源图的编制. *资源开发与市场*, 1988, 4: 38]
 - 20 Lai Z H, Zhang W, Liu B, et al. A study of classification and sample distribution of biomass modeling in Sichuan based on forest inventory data (in Chinese). *J Sichuan Forest Sci Technol*, 2018, 39: 93–97 [赖长鸿, 张文, 刘波, 等. 基于森林资源清查资料的四川立木生物量建模类型划分及样本分布研究. *四川林业科技*, 2018, 39: 93–97]
 - 21 Liu Y C. The distribution of subtropical evergreen broad-leaved forest in Sichuan (in Chinese). *J Southwest China Norm Univ (Nat Sci Ed)*, 1982, 2: 31–36 [刘玉成. 对四川亚热带常绿阔叶林分布的认识. *西南师范学院学报: 自然科学版*, 1982, 2: 31–36]
 - 22 Zhong Z C. Some suggestions on the zoning and zoning principles of evergreen broad-leaved forest in Sichuan province (in Chinese). *J Southwest China Norm Univ (Nat Sci Ed)*, 1982, 2: 16–30 [钟章成. 四川常绿阔叶林分区和区划原则有关问题的几点意见. *西南师范学院学报: 自然科学版*, 1982, 2: 16–30]
 - 23 Yang Q X. Community structure and composition characteristics of subalpine coniferous forest vegetation in Sichuan (in Chinese). *J Sichuan Forest Sci Technol*, 1980, 4: 31–37 [杨启修. 四川亚高山针叶林植被的群落结构与组成特点. *四川林业科技*, 1980, 4: 31–37]
 - 24 The Editorial Committee of Vegetation Map of China, Chinese Academy of Sciences. *Vegetation Map of the People's Republic of China (1:1000000)* (in Chinese). Beijing: Geological Publishing House, 2007 [中国科学院中国植被图编辑委员会. 中华人民共和国植被图 (1:1000000). 北京: 地质出版社, 2007]
 - 25 Wang B, Cui X H, Yan F W. Chinese forest ecosystem research network (CFERN) and its development (in Chinese). *J Ecol*, 2004, 4: 87–94 [王兵, 崔向慧, 杨锋伟. 中国森林生态系统定位研究网络的建设与发展. *生态学杂志*, 2004, 4: 87–94]
 - 26 Zhang Z, Xiao J, Yuan Y, et al. Mycelium- and root-derived C inputs differ in their impacts on soil organic C pools and decomposition in forests.

- Soil Biol Biochem*, 2018, 123: 257–265
- 27 Zhang Z, Li N, Xiao J, et al. Changes in plant nitrogen acquisition strategies during the restoration of spruce plantations on the eastern Tibetan Plateau, China. *Soil Biol Biochem*, 2018, 119: 50–58
- 28 Lin Y M, Wang D J, Zhou L, et al. Distribution characters and gradient effect of species diversity of plant community in typical district of the arid valley in the upper reach of Minjiang River (in Chinese). *J Forest Environ*, 2009, 29: 332–335 [林勇明, 王道杰, 周麟, 等. 岷江干旱河谷植物群落分布特征及梯度效应. *森林与环境学报*, 2009, 29: 332–335]
- 29 Li Y Q, Du F, Wang J, et al. Desert vegetation in dry valleys of the upstream of Jinsha River (in Chinese). *Biodivers Sci*, 2016, 24: 489–494 [李云琴, 杜凡, 汪健, 等. 金沙江上游干旱河谷植被. *生物多样性*, 2016, 24: 489–494]
- 30 He Y L, Wu Z L, Guo Z F, et al. Community structure and microtopography patterns of evergreen broad-leaved forest in Sichuan Laojunshan National Natural Reserve (in Chinese). *J Cap Norm Univ (Nat Sci Ed)*, 2016, 37: 57–62 [何云玲, 伍自力, 郭宗锋, 等. 四川老君山自然保护区常绿阔叶林群落结构特征与微地形分布. *首都师范大学学报(自然科学版)*, 2016, 37: 57–62]
- 31 Liu X L. Research on *Quercus aquifolioides* forest of Balangshan mountain in west Sichuan, southwest China (in Chinese). Dissertation for Doctoral Degree. Beijing: Beijing Forestry University, 2006 [刘兴良. 川西巴郎山川滇高山栎林群落生态学的研究. 博士学位论文. 北京: 北京林业大学, 2006]
- 32 Yang Q Z. Study on the arid-valley scrubs in the upper reaches of Minjing River (in Chinese). *J Mountain Sci*, 2007, 25: 1–32 [杨钦周. 岷江上游干旱河谷灌丛研究. *山地学报*, 2007, 25: 1–32]
- 33 Xie Z Q, Tang Z Y, Liu Q, et al. Carbon Budget of Shrub Ecosystems in China (in Chinese). Beijing: Science Press, 2019 [谢宗强, 唐志尧, 刘庆, 等. 中国灌丛生态系统碳收支研究. 北京: 科学出版社, 2019]
- 34 Li H K, Lei Y C. Assessment of forest vegetation biomass and carbon stocks in China (in Chinese). Beijing: China Forestry Publishing, 2010 [李海奎, 雷渊才. 中国森林植被生物量和碳储量评估. 北京: 中国林业出版社, 2010]
- 35 Wang B, Wu F Z, Yang W Q, et al. The characteristics of nitrogen retention and leaching of surface soil in the subtropical evergreen broad-leaved forest in Sichuan basin (in Chinese). *J Soil Water Conserv*, 2015, 29: 47–54 [王滨, 吴福忠, 杨万勤, 等. 四川盆地亚热带常绿阔叶林表层土壤氮截留与淋溶流失特征. *水土保持学报*, 2015, 29: 47–54]
- 36 Li L, Hu J, Yu Q N, et al. Stoichiometric characteristics of carbon, nitrogen and phosphorus in *Quercus sect. Heterobalanus* shrubs in the Hengduan Mountain, China (in Chinese). *J Mountain Sci*, 2018, 36: 60–70 [李丽, 胡君, 于倩楠, 等. 横断山区高山栎组灌木型植物C、N、P生态化学计量特征. *山地学报*, 2018, 36: 60–70]
- 37 Hu J X, Huang F, Tie L H, et al. Economic value dynamics of carbon sequestration in forest vegetation of Sichuan Province (in Chinese). *Acta Ecol Sin*, 2019, 39: 158–163 [胡峻嵒, 黄访, 铁烈华, 等. 四川省森林植被固碳经济价值动态. *生态学报*, 2019, 39: 158–163]
- 38 Guo Z D, Hu H F, Pan Y D, et al. Increasing biomass carbon stocks in trees outside forests in China over the last three decades. *Biogeosci Discuss*, 2014, 11: 3777–3797
- 39 Huang C D, Zhang J, Yang W Q, et al. Spatial differentiation characteristics of forest vegetation carbon stock in Sichuan Province (in Chinese). *Acta Ecol Sin*, 2009, 29: 525–531 [黄从德, 张健, 杨万勤, 等. 四川省森林植被碳储量的空间分异特征. *生态学报*, 2009, 29: 525–531]
- 40 Yang Q E. Over-reliance of SCI damages the research of traditional taxonomy in China—some thoughts after reading two letters in “Nature” (in Chinese). *J Univ Chinese Acad Sci*, 2001, 39: 283–288 [杨亲二. 过分依赖SCI正在损害我国的传统分类学研究——从《Nature》上的两封信说开去. *中国科学院大学学报*, 2001, 39: 283–288]
- 41 Ma J S. Current status and challenges of Chinese plant taxonomy (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2014, 59: 510–521 [马金双. 中国植物分类学的现状与挑战. *科学通报*, 2014, 59: 510–521]
- 42 Wu Z Y. Vegetation of China (in Chinese). Beijing: Science Press, 1980 [吴征镒. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980]
- 43 The Editorial Committee of Vegetation Map of China, Chinese Academy of Sciences. Vegetation and Its Geographic Distribution in China (in Chinese). Beijing: Geological Publishing House, 2007 [中国科学院中国植被图编辑委员会. 中国植被及其地理格局. 北京: 地质出版社, 2007]
- 44 Song Y C, Yan E R, Song S. An update of the vegetation classification in China (in Chinese). *J Plant Ecol*, 2017, 2: 269–278 [宋永昌, 阎恩荣, 宋坤. 再议中国的植被分类系统. *植物生态学报*, 2017, 2: 269–278]
- 45 Liu G H, Xie J R. A preliminary study on vegetation survey of the Simian mountain scenic spot in Chongqing (in Chinese). *J West Chongqing Univ (Nat Sci Ed)*, 2005, 1: 90–92 [刘国花, 谢吉容. 重庆四面山风景区森林植被调查研究. *渝西学院学报(自然科学版)*, 2005, 1: 90–92]
- 46 Shen Y K, Wang Y J, Cheng C. Study on spatial structure of different vegetation types in Jinyun mountain of Chongqing (in Chinese). *Forest*

- Invent Plan, 2009, 5: 43–46 [申彦科, 王玉杰, 成晨. 重庆缙云山不同植被类型空间结构特征分析. 林业调查规划, 2009, 5: 43–46]
- 47 Luo X, Dai S, He B H, et al. Investigation of nutrients and physical properties of the soil under different types of forest vegetation in Jinyun mountain (in Chinese). *J Soil Water Conserv*, 2011, 25: 64–69+91 [罗歆, 代数, 何丙辉, 等. 缙云山不同植被类型林下土壤养分含量及物理性质研究. 水土保持学报, 2011, 25: 64–69+91]
- 48 Guo Z, Nie H, Zang R G, et al. Eco-benefit evaluation on natural forest protection project in southwest china (in Chinese). *J Inner Mongol Agric Univ (Nat Sci Ed)*, 2011, 32: 65–72 [国政, 聂华, 臧润国, 等. 西南地区天然林保护工程生态效益评价. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2011, 32: 65–72]
- 49 Long X X. Technical problems for the natural forest protection project and the project of reusing land for plantation in Sichuan (in Chinese). *J Sichuan Forest Sci Technol*, 2003, 1: 32–35 [隆孝雄. 四川天然林保护和退耕还林工程重点难点技术问题. 四川林业科技, 2003, 1: 32–35]
- 50 Du S G. Suggestions on promoting the construction ecological barrier in the upper reaches of the Yangtze river in sichuan (in Chinese). *Decision-Mak Consult*, 2016, 3: 1–2 [杜受祐. 推动四川长江上游生态屏障建设的建议. 决策咨询, 2016, 3: 1–2]
- 51 Deng S H. Retrospect and prospect of Sichuan natural forest resource conservation project (in Chinese). *Inner Mongolia Environ Sci*, 2017, 9: 198–201 [邓绍辉. 四川天然林资源环境保护工程的回顾与展望. 环境与发展, 2017, 9: 198–201]
- 52 Zhang H M. The vivid practice of “Green Water and Green Mountains are Mountains of Gold and Silver”-summary of the 20th anniversary of Sichuan’s conversion of cropland to forest (in Chinese). *Sichuan Forest Surv Des*, 2019, 2: 8–11 [张洪明. 深入践行“绿水青山就是金山银山”的生动实践-四川退耕还林工程建设20周年综述. 四川林勘设计, 2019, 2: 8–11]
- 53 Chen W G. Strengthening “the Yangtze River Management” project in Sichuan and establishing a ecological defence for the upper reaches of the Yangtze river (in Chinese). *Soil Water Conserv China*, 2005, 3: 1–3 [陈文光. 搞好四川“长治”工程建设打造长江上游生态屏障. 中国水土保持, 2005, 3: 1–3]
- 54 Tu L H, Hu T X, Feng D B, et al. A study of seedling grading of main afforesting tree species in Ya’an City (in Chinese). *J Sichuan Forest Sci Technol*, 2007, 28: 50–53 [涂利华, 胡庭兴, 冯德宾, 等. 雅安市主要造林树种苗木质量的分级研究. 四川林业科技, 2007, 28: 50–53]
- 55 Sturm M, Racine C, Tape K. Increasing shrub abundance in the Arctic. *Nature*, 2001, 411: 546–547
- 56 Lu X, Liang E, Wang Y, et al. Past the climate optimum: Recruitment is declining at the world’s highest juniper shrublines on the Tibetan Plateau. *Ecology*, 2019, 100: e02557
- 57 Zheng J, Feng W L, Niu X J, et al. Vegetation change and its correlation with meteorological factors in Sichuan Province (in Chinese). *Bull Soil Water Conserv*, 2016, 2: 99–104 [郑杰, 冯文兰, 牛晓俊, 等. 四川省植被变化及其与气象因子相关性分析. 水土保持通报, 2016, 2: 99–104]
- 58 Luo H F, Miao F, Ye C M, et al. Vegetation coverage change of Maoxian county before and after Wenchuan earthquake (in Chinese). *Bull Soil Water Conserv*, 2013, 33: 202–205 [罗慧芬, 苗放, 叶成名, 等. 汶川地震前后茂县植被覆盖度变化研究. 水土保持通报, 2013, 33: 202–205]
- 59 Zeng T. Ecological evaluation and impact prediction of Yalong River Jinping Hydropower Station project (in Chinese). Dissertation for Master’s Degree. Chengdu: Sichuan University, 2003 [曾涛. 雅砻江锦屏水电站工程影响的生态评价和影响预测. 硕士学位论文. 成都: 四川大学, 2003]
- 60 Wang D R. Analysis of regional ecosystem impact of Chengdu-Lanzhou railway (Sichuan section) (in Chinese). Dissertation for Master’s Degree. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2016 [王东睿. 成都至兰州铁路(四川段)区域生态系统影响分析. 硕士学位论文. 成都: 西南交通大学, 2016]
- 61 Xiao J Y, Zhou D Q, Bai X Y, et al. Spatial-temporal evolution of vegetation coverage and analysis of future trends in Sichuan Province (in Chinese). *Yangtze River*, 2018, 49: 16–21 [肖建勇, 周德全, 白晓永, 等. 四川省植被覆盖时空演变及未来变化趋势分析. 人民长江, 2018, 49: 16–21]
- 62 Ma X, Tong X, Liu S, et al. Optimized sample selection in SVM classification by combining with DMSP-OLS, Landsat NDVI and GlobeLand30 products for extracting urban built-up areas. *Remote Sens*, 2017, 9: 236
- 63 Editorial Committee of Flora of China, Chinese Academy of Sciences. *Flora of China* (in Chinese). Beijing: Science Press, 1974 [中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志. 北京: 科学出版社, 1974]
- 64 Yu Q N, Peng Y, Liu Z, et al. Investigation on ecotourism landscape resources and shrub landscape resources in western Sichuan mountainous area (in Chinese). *Sichuan Environ*, 2018, 37: 64–73 [于倩楠, 彭勇, 刘政, 等. 川西山地生态旅游景观资源及灌丛景观资源调查研究. 四川环境, 2018, 37: 64–73]
- 65 Guo K, Fang J Y, Wang G H, et al. A revised scheme of vegetation classification system of China (in Chinese). *J Plant Ecol*, 2020, 44: 111–127 [郭柯, 方精云, 王国宏, 等. 中国植被分类系统修订方案. 植物生态学报, 2020, 44: 111–127]

- 66 Wang W, Pei H, Wang X T. A logistic analysis on vegetation classification system based on dominant species with an illustrational scheme (in Chinese). *Biodivers Sci*, 2016, 24: 136–147 [王炜, 裴浩, 王鑫厅. 优势种植被分类系统的逻辑分析与示例方案化. 生物多样性, 2016, 24: 136–147]
- 67 Jin Z Z, Qu P D. Sclerophyllous evergreen broad-leaved forest in China (in Chinese). *J Yunnan Univ (Nat Sci)*, 1981, 2: 15–22 [金振洲, 区普定. 我国的硬叶常绿阔叶林. 云南大学学报(自然科学版), 1981, 2: 15–22]
- 68 He J S. Biological research an *Quercus Sect. Suber.* dominant species of sclerophyllous evergreen broad-leaf forests (in Chinese). Dissertation for Master's Degree. Beijing: Institute Of Botany, The Chinese academy of sciences, 1991 [贺金生. 硬叶常绿阔叶林建群种-高山栎组的生物生态学研究. 硕士学位论文. 北京: 中国科学院植物研究所, 1991]
- 69 The reconstruction of the main highway project of lianghekou power station broke ground (in Chinese). *Sichuan Water Power*, 2014, 5: 62 [两河口电站复建公路工程主线破土动工. 四川水力发电, 2014, 5: 62]
- 70 Guo N S. “Village-to-village” highway is incorporated into the national highway maintenance system (in Chinese). *China Natl People's Congress*, 2018, 457: 51 [郭乃硕. 将“村村通”公路纳入国家公路养护体系. 中国人大, 2018, 457: 51]
- 71 Fang W P. *Rhododendron* in Sichuan, China (in Chinese). Beijing: Science Press, 1986 [方文培. 中国四川杜鹃花. 北京: 科学出版社, 1986]
- 72 Sichuan Flora Editorial Committee. *Flora of Sichuan* (in Chinese). Sichuan: Sichuan Renmin Press, 1981 [四川植物志编委会. 四川植物志. 成都: 四川人民出版社, 1981]
- 73 Wang Y. Investigation and evaluation of wild *Rhododendron* resources in Sichuan (in Chinese). Dissertation for Master's Degree. Beijing: Beijing Forestry University, 2008 [王颖. 四川野生杜鹃花属植物资源的调查与评价. 硕士学位论文. 北京: 北京林业大学, 2008]
- 74 Zhu D H, Wang F, He D, et al. Investigation notes on *Rhododendron* in Yajiang county, Sichuan (in Chinese). *J Life World*, 2019, 351: 72–87 [朱大海, 王飞, 何东, 等. 四川雅江县杜鹃花考察随记. 生命世界, 2019, 351: 72–87]
- 75 Zhu D H, Wang F, Zhang C, et al. Investigation notes on *Rhododendron* in Danba county (in Chinese). *J Life World*, 2015, 3: 60–73 [朱大海, 王飞, 张超, 等. 杜鹃花考察随记-丹巴县调查. 生命世界, 2015, 3: 60–73]

Review and prospect of vegetation research in Sichuan

HU Jun, LI Li, DU Yan, CHEN QingHeng & LIU Qing

Key Laboratory of Mountain Ecological Restoration and Bioresource Utilization & Ecological Restoration Biodiversity Conservation Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China

This paper reviews the vegetation research history in Sichuan Province and analyzes the influencing factors of vegetation change in the past 40 years. Furthermore, a new cartographic classification system of Sichuan vegetation (e.g., vegetation type groups, vegetation types, alliances) is proposed by referring to recent field surveys, literature, and several significant vegetation classification systems in China. Additionally, some expectations for future research on Sichuan vegetation are proposed. First, the Sichuan Vegetation Classification System should be consistent with the national classification system, and regional characteristics can be reflected in individual units. Second, new techniques and methods can be used to supplement the investigation of vegetation types and areas in Sichuan Province. Finally, the revision and compilation of Sichuan vegetation and the Sichuan vegetation map should begin as soon as possible. Meanwhile, a renewable database should be established to lay a foundation for the frequent updating of vegetation maps in the future.

vegetation of Sichuan, vegetation map of Sichuan, vegetation study, vegetation classification system, vegetation variation

doi: [10.1360/SSV-2019-0273](https://doi.org/10.1360/SSV-2019-0273)