

DOI:10.11931/guihaia.gxzw202402016

未来气候变化情景下中国植物物种地理分布变化趋势研究进展

王思雨, 吴建国*

(中国环境科学研究院生态所, 环境保护区域生态过程与功能评估重点实验室, 北京 100012)

摘要: 分析气候变化对植物地理分布的影响, 对生物多样性保护适应气候变化有重要意义。该文基于 2010 年以来发表的 220 篇文献, 总结分析了未来气候变化情景下中国植物地理分布变化的研究进展, 讨论了存在的问题、展望了未来的研究方向。结果表明: (1) 自 2010 年以来, 我国学者对未来气候变化情景下中国 1 058 种植物地理分布变化特征进行了分析, 其中地理分布变化信息明确的仅有 636 种。(2) 未来气候变化情景下, 518 种被子植物地理分布范围呈现增加趋势的有 195 种、呈现减少趋势的有 245 种; 57 种裸子植物地理分布范围呈现增加趋势的有 12 种、呈现减少趋势的有 38 种; 1 种蕨类植物分布范围呈增加趋势; 60 种苔藓植物地理分布范围呈现增加趋势的有 7 种、呈现减少趋势的有 53 种。(3) 未来气候变化情景下, 植物地理分布格局明确呈现向西北、华北或东北迁移的有 137 种、同时向高纬度和高海拔迁移的有 19 种、仅向高纬度迁移的有 125 种。(4) 未来气候变化情景下, 在概率大于 0.6, 约有 32 种被子植物、42 种裸子植物和 48 种苔藓植物地理分布范围将面临完全丧失的风险, 而不考虑概率下约有 57 种被子植物和 96 种裸子植物地理分布范围将面临丧失的风险。研究不足包括 (1) 研究植物种数较少, (2) 选择气候变化情景和模型单一, (3) 缺乏对气候和其他环境因子综合考虑与多模型的对比研究, (4) 缺少系统分析未来气候变化情景下植物地理分布范围丧失风险等。未来在丰富研究植物种数的同时, 需要加强利用多种气候变化情景, 发展适合中国区域特色的生态位模型, 开展多种气候变化情景下不同植物地理分布变化的对比研究, 并且也需要加强气候变化情景下植物地理分布范围丧失风险的分析等。

关键词: 气候变化, 植物物种, 地理分布, 影响, 风险**中图分类号:** Q948**文献标识码:** A

Research progress on the changes in geographical distributions of plant species under future climate change scenarios in China

WANG Siyu, WU Jianguo*

(Institute of Ecology, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Key Laboratory of Regional Ecological Process and Function Assessment for Environmental Protection, Beijing 100012, China)

Abstract: Identifying the impacts of climate change on the geographical distribution of plant species is crucial for biodiversity conservation and adaptation to climate change. Here, 220 literatures published since 2010 on the changes in geographical distribution of plant species under future climate change scenarios in China were collected, and the research progress on the changes in geographical distribution ranges of plant species under future climate change scenarios was reviewed, the deficiencies and problems were discussed, and the future research directions were suggested. The results were as follows: (1) Since 2010, the geographical distribution changes of 1 058 plant species in China under future climate change scenarios

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2022YFF0802304); 国家基础资源调查专项 (2019FY101606)。**第一作者:** 王思雨 (1998-), 硕士研究生, 主要研究方向为气候变化对植物影响与适应, (E-mail) huacishu0817@126.com。***通信作者:** 吴建国, 博士, 研究员, 主要研究方向为气候变化与应对, (E-mail) wujg@caes.org.cn。

were analyzed. There were 636 plant species with clear information of changes in their geographical distribution under future climate change scenarios. (2) Among 518 species of angiosperms, 195 species showed an increasing trend and 245 species showed a decreasing trend for the geographical distributions under the future climate change scenario. Among 57 gymnosperms, 12 species showed an increasing trend and 38 species showed a decreasing trend for the geographical distribution ranges. The distribution range of one species of fern showed an increasing trend. Among the 60 species of bryophytes, 53 species showed a decreasing trend and seven species showed an increasing trend for their geographical distribution ranges. The geographical distributions of other plant species were characterized by inconsistent changes or lack of change information. (3) Under the climate change scenario, 137 plant species would migrate to the northwest, north, and northeast regions, 19 species would migrate to high latitude and high altitude regions, 125 species would move only to high latitude, and other plant species showed different directions or local migration trends. (4) Under the future climate change scenario, about 32 angiosperms, 42 gymnosperms and 48 bryophyte species would face the risk of losing total geographical distribution range with the probability of greater than 0.6, while about 57 angiosperms and 96 gymnosperms would face the risk of total loss of their geographical distributional ranges without considering the probability. Research deficiencies include: (1) The number of plant species studied was still inadequate; (2) The selection of climate change scenarios and models was single; (3) The lack of comprehensive consideration of climate and other environmental factors and the comparative study of multiple models; (4) The lack of risk analysis of the loss of geographical distributions under future climate change scenarios. In the future, while enriching the study on geographical distributions under future climate change scenarios for many plant species, it is necessary to strengthen the use of multiple climate change scenarios, develop niche models suitable for China's regional conditions, carry out comparative studies on the geographical distribution changes of various plant species under different climate change scenarios, and strengthen the analysis of the risk of loss of plant geographical distribution ranges under future climate change scenarios.

Key words: climatic change, plant species, geographical distribution, impacts, risk

气候变化及其影响是生物多样性保护面临的巨大挑战。植物地理分布直接影响着植物的生存、繁殖和种间关系，以及植被的分布、组成和生态系统及生物多样性的结构与功能(Woodward, 1987)。气候是影响植物地理分布格局的最主要因素(Woodward, 1987)。气候变化已成为不争的事实。在联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第6次评估报告中明确指出，全球地表气温在2011—2020年比1850—1900年已高出1.1 °C (Masson-Delmotte et al., 2021)，在2081—2100年全球地表平均气温在温室气体极低排放情景下(SSP1-1.9)将升高1.0~1.8 °C，在中等排放情景下(SSP2-4.5)将升高2.1~3.5 °C，在极高排放情景下(SSP5-8.5)将升高3.3~5.7 °C(Masson-Delmotte et al., 2021)。随着气候变化，植物的地理分布格局发生改变(Kosanic et al., 2018)，并且气候变化加剧下植物适宜分布的气候空间 (climate space) 将可能丧失(Pörtner et al., 2022)。在IPCC《全球变暖1.5 °C》报告中指出，在全球增暖水平达到1.5 °C，评估过的73 224种植物的气候适宜空间丧失一半的种数约为8%；若全球增暖水平超过2 °C，73 224种植物的气候适宜空间丧失一半的种数将增加为16% (Masson-Delmotte et al., 2018)。尽管如此，未来气候变化情景下不同植物地理分布变化特征还存在较大的不确定性 (Pörtner et al., 2022)。因此，准确确定气候变化对植物地理分布影响，已成为科学认识气候变化对生态系统结构和功能及生物多样性影响，以及生物多样性保护适应气候变化的关键。

自上世纪 80 年代以来，气候变化对植物地理分布影响的研究就引起了关注(Cannell et al., 1989)，并日益受到了重视(Tian et al., 2023)。在 2022 年，IPCC 在评估气候变化对 72 399 种植物的地理分布影响中发现，全球温升幅度达到 1.5 °C 有 8%、达到 2 °C 有 16%、达到 3 °C 有 44% 的植物有较高丧失其地理分布范围的风险；当全球温升幅度达到 3.2 °C，52 310 种开花植物中约 10% 将有较高丧失其地理分布范围的风险。在中国，关于未来气候变化情景下植物地理分布范围变化研究也受到关注(吴建国, 2010a, b, 2011a, b; Li et al., 2021; Wu, 2020, 2022, 2023; 附录 1)，并开展了气候变化对植物地理分布影响的综合评估（《第四次气候变化国家评估报告》编写委员会，2022）。但目前关于未来气候变化情景下植物地理分布迁移特征以及丧失风险的总结还不系统，特别是对自 2010 年以来发表的研究结果还缺少全面总结分析。为此，该文对 2010—2023 年公开发表的未来气候变化情景下中国植物地理分布变化的研究文献进行了全面收集，对未来气候变化情景下植物地理分布变化趋势、以及分布范围丧失风险进行了系统总结，对目前研究的不足进行了讨论，对未来的研究方向进行了展望，希望为提高未来气候变化对中国植物多样性影响的认识和相关研究提供参考。

1 方法

1.1 数据来源

鉴于 2010 年前报道的气候变化情景下中国植物地理分布范围变化趋势已进行了总结(吕佳佳和吴建国, 2009)，该文以中文关键词“气候变化、植物、地理分布、生物多样性、生态位模型”，以及英文关键词“climate change, distribution range, plant species, China, MaxEnt, Biomod, species distribution model”，全面查询收集了 2010—2023 年公开发表的未来气候变化情景下中国植物地理分布变化方面文献。为了保障文献数据具有充分的代表性和权威性，在文献收集过程中，排除了没有公开发表的硕士和博士论文、非核心中文期刊论文，涉及外来入侵植物论文以及非 SCI 收录的英文文献和被中国相关部门机构已预警的国外期刊论文，在中国知网 <https://www.cnki.net> 遴选收集了 157 篇中文文献，在 Google 学术、Science Direct 和 Springer Link 文献库收集了 63 篇英文文献。在 157 篇中文文献中，核心期刊文献 148 篇、中国科学引文数据库期刊文献 138 篇，首届植物科学前沿学术大会摘要集文献 1 篇。在 63 篇英文文献中，属于中科院分区为 1 区的文献 5 篇、2 区的 24 篇、3~4 区的 34 篇。发表在 2010—2015 年、2016—2020 年和 2021—2023 年 9 月期间的分别有 15 篇、80 篇和 125 篇（附录 1）。

1.2 植物种类

基于该研究收集的文献资料（附录 1）表明，2010 年以来对未来气候变化情景下中国 1 058 种植物（涉及 130 科和 265 属，不包括外来入侵植物）地理分布变化趋势进行了研究，其中涉及的被子植物有 75 科、151 属和 643 种，裸子植物有 12 科、52 属和 248 种，蕨类植物有 1 科、1 属和 1 种，苔藓植物有 41 科、60 属和 166 种。另外，在 1 058 种植物中，具有明确的地理分布范围变化程度信息的仅有 636 种，涉及的被子植物有 75 科、142 属和 518 种（包括 8 个变种），裸子植物有 4 科、18 属和 57 种（包括 7 个变种），蕨类植物有 1 科、1 属和 1 种，苔藓植物有 10 科、12 属和 60 种。总体来看，具有未来气候变化情景下地理分布范围与格局变化详细信息的植物涉及了 90 科和 173 属（表 1）。

表 1 气候变化情景下分布范围变化的植物物种名录

Table 1 List of plant species with changes in distributional ranges under climate change scenarios

种名或属名 Species name and genus name	学名 Scientific name	种名或属名 Species name and genus name	学名 Scientific name	种名或属名 Species name and genus name	学名 Scientific name
灌木小甘菊	<i>Cancrinia maximowiczii</i>	梧桐属*	<i>Firmiana</i>	鸡爪槭组	section <i>Palmata</i>
百花蒿	<i>Stilpnolepis centiflora</i>	广西火桐	<i>Firmiana kwangsiensis</i>	无患子	<i>Sapindus saponaria</i>
灌木亚菊	<i>Ajania fruticulosa</i>	瘦椒树	<i>Tapiscia sinensis</i>	红茴砂	<i>Etingera littoralis</i>
黑沙蒿	<i>Artemisia ordosica</i>	延龄草	<i>Trillium tschonoskii</i>	姜属*	<i>Zingiber</i>
红花	<i>Carthamus tinctorius</i>	猬实	<i>Kolkwitzia amabilis</i>	桂花	<i>Osmanthus fragrans</i>
黄帚橐吾	<i>Ligularia virgaurea</i>	全缘叶绿绒蒿	<i>Meconopsis integrifolia</i>	木樨	<i>Osmanthus fragrans</i>
箭叶橐吾	<i>L. sagitta</i>	红花绿绒蒿	<i>M. punicea</i>	白蜡树	<i>Fraxinus chinensis</i>
革苞菊	<i>Tugarinovia mongolica</i>	荷青花	<i>Hylomecon japonica</i>	连翘	<i>Forsythia suspensa</i>
卵叶革苞菊	<i>T. mongolica</i> var. <i>ovatifolia</i>	观光木	<i>Michelia odora</i>	陕西羽叶报春	<i>Primula filchnerae</i>
紫苏	<i>Perilla frutescens</i>	鹅掌楸	<i>Liriodendron chinense</i>	羽叶点地梅	<i>Pomatosace filicula</i>
蒙古莨	<i>Caryopteris mongholica</i>	厚叶木莲	<i>Manglietia pachyphylla</i>	川贝母	<i>Fritillaria cirrhosa</i>
丹参	<i>Salvia miltiorrhiza</i>	西康玉兰	<i>Oyama wilsonii</i>	绣球	<i>Hydrangea macrophylla</i>
单叶蔓荆	<i>Vitex rotundifolia</i>	十齿花	<i>Dipentodon sinicus</i>	阿尔泰独尾草	<i>Eremurus altaicus</i>
独一味	<i>Phlomoides rotata</i>	水青树	<i>Tetracentron sinense</i>	粗柄独尾草	<i>E. inderiensis</i>
红豆属*	<i>Ormosia</i>	青檀	<i>Pteroceltis tatarinowii</i>	异翅独尾草	<i>E. anisopteris</i>
花榈木	<i>Ormosia henryi</i>	桃儿七	<i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	半日花	<i>Helianthemum songaricum</i>
红豆树	<i>O. hosiei</i>	酸枣	<i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>spinosa</i>	蕺菜	<i>Houttuynia cordata</i>
矩瓣茛苳苣	<i>Medicago archiducis-nicolai</i>	枣	<i>Z. jujuba</i>	远志	<i>Polygala tenuifolia</i>
骆驼刺	<i>Alhagi camelorum</i>	醉马苳苳草	<i>Achnatherum inebrians</i>	何首乌	<i>Pleuropteris multiflorus</i>
黑黄檀	<i>Dalbergia cultrata</i>	流苏香竹	<i>Chimonocalamus fimbriatus</i>	大黄	<i>Rheum palmatum</i>
白刺花	<i>Sophora davidii</i>	毛竹	<i>Phyllostachys edulis</i>	沙拐枣	<i>Calligonum mongolicum</i>
苦参	<i>S. flavescens</i>	小叶章	<i>Deyeuxia purpurea</i>	蒙古沙拐枣	<i>C. mongolicum</i>
沙冬青	<i>Ammopiptanthus mongolicus</i>	浙江红花油茶	<i>Camellia chekiangoleosa</i>	五味子	<i>Schisandra chinensis</i>
黄芪	<i>Astragalus membranaceus</i>	尖萼红山茶	<i>C. edithae</i>	赤水蕈树	<i>Altingia multinervis</i>
狸尾豆属*	<i>Uraria</i>	茶	<i>C. sinensis</i>	寡穗茅	<i>Littledalea przewalskyi</i>
扁蓿豆	<i>Medicago ruthenica</i>	木荷	<i>Schima superba</i>	藏扇穗茅	<i>L. tibetica</i>
清香木	<i>Pistacia weinmannifolia</i>	短尾柯	<i>Lithocarpus brevicaudatus</i>	扇穗茅	<i>L. racemosa</i>
黄连木	<i>P. chinensis</i>	厚斗柯	<i>L. elizabethiae</i>	狼尾草	<i>Pennisetum alopecuroides</i>
绵刺	<i>Potaninia mongolica</i>	木姜叶柯	<i>L. litseifolius</i>	双药芒	<i>Miscanthus nudipes</i>
蒙古扁桃	<i>Amygdalus mongolica</i>	白柯	<i>L. dealbatus</i>	垂穗披碱草	<i>Elymus nutans</i>
长柄扁桃	<i>Prunus pedunculata</i>	烟斗柯	<i>L. corneus</i>	长芒草	<i>Stipa bungeana</i>
微毛樱桃	<i>P. clarofolia</i>	薄片青冈	<i>Quercus lamellosa</i>	龙胆	<i>Gentiana scabra</i>
浙闽樱桃	<i>P. schneideriana</i>	青冈	<i>Q. glauca</i>	秦艽	<i>G. macrophylla</i>
华中樱桃	<i>Prunus conradinae</i>	铁橡栎	<i>Q. cocciferoides</i>	红花龙胆	<i>G. rhodantha</i>
川梨	<i>Pyrus pashia</i>	麻栎	<i>Q. acutissima</i>	青藏藁草	<i>Carex moorcroftii</i>
木梨	<i>P. xerophila</i>	乌冈栎	<i>Q. phillyreoides</i>	大果冬青	<i>Ilex macrocarpa</i>
黄山花楸	<i>Sorbus amabilis</i>	小叶栎	<i>Q. chenii</i>	小果冬青	<i>I. micrococca</i>
天山花楸	<i>S. tianschanica</i>	白栎	<i>Q. fabri</i>	铁冬青	<i>I. rotunda</i>
楝棠	<i>Kerria japonica</i>	苦槠	<i>Castanopsis sclerophylla</i>	绞股蓝	<i>Gynostemma pentaphyllum</i>

山荆子	<i>Malus baccata</i>	米楮	<i>C. carlesii</i>	罗布麻属*	<i>Apocynum</i>
黑果枸杞	<i>Lycium ruthenicum</i>	柴胡	<i>Bupleurum chinense</i>	篦子三尖杉	<i>Cephalotaxus oliveri</i>
宁夏枸杞	<i>L. barbarum</i>	狭叶柴胡	<i>B. scorzonifolium</i>	南方红豆杉	<i>Taxus wallichiana</i> var. <i>mairei</i>
中华枸杞	<i>L. chinense</i>	羌活	<i>Hansenia weberbaueriana</i>	白豆杉	<i>Pseudotaxus chienii</i>
石蒜属*	<i>Lycoris</i>	川明参	<i>Chuanminshen violaceum</i>	秦岭冷杉	<i>Abies chensiensis</i>
天麻	<i>Gastrodia elata</i>	长序榆	<i>Ulmus elongata</i>	岷江冷杉	<i>A. fargesii</i> var. <i>faxoniana</i>
兜兰属*	<i>Paphiopedilum</i>	脱皮榆	<i>U. lamellosa</i>	马尾松	<i>Pinus massoniana</i>
石斛属*	<i>Dendrobium</i>	榉树	<i>Zelkova serrata</i>	红松	<i>P. koraiensis</i>
扇脉柯兰	<i>Cypripedium japonicum</i>	大叶榉树	<i>Z. schneideriana</i>	樟子松	<i>P. sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>
鸟足兰属*	<i>Satyrium</i>	华福花	<i>Sinadoxa corydalifolia</i>	华山松	<i>P. armandii</i>
杜鹃兰	<i>Cremastra appendiculata</i>	华榛	<i>Corylus chinensis</i>	油松	<i>P. tabuliformis</i>
兰属*	<i>Cymbidium</i>	毛榛	<i>C. mandshurica</i>	日本落叶松	<i>Larix kaempferi</i>
领春木	<i>Euptelea pleiosperma</i>	白桦	<i>Betula platyphylla</i>	太白红杉	<i>L. potaninii</i> var. <i>chinensis</i>
瓣鳞花	<i>Farankenia pulverulenta</i>	桤木	<i>Alnus cremastogyne</i>	兴安落叶松	<i>L. gmelinii</i>
伯乐树	<i>Bretschneidera sinensis</i>	天台鹅耳枥	<i>Carpinus tientaiensis</i>	紫果云杉	<i>Picea purpurea</i>
黄连属*	<i>Coptis</i>	千金榆	<i>C. cordata</i>	丽江云杉	<i>P. likiangensis</i>
大桉	<i>Eucalyptus grandis</i>	刺山柑	<i>Capparis spinosa</i>	麦吊云杉	<i>P. brachytyla</i>
刺梨	<i>Rosa roxburghii</i>	额河杨	<i>Populus × berolinensis</i> var. <i>jrtyschensis</i>	雪岭云杉	<i>P. schrenkiana</i>
软枣猕猴桃	<i>Actinidia argute</i>	胡杨	<i>P. euphratica</i>	青海云杉	<i>P. crassifolia</i>
中华猕猴桃	<i>A. chinensis</i>	北沙柳	<i>Salix psammophila</i>	白杆	<i>P. meyeri</i>
毛红椿	<i>Toona ciliata</i>	云南沙棘	<i>Hippophae rhamnoides</i> subsp. <i>yunnanensis</i>	银杉	<i>Cathaya argyrophylla</i>
云南葡萄	<i>Vitis yunnanensis</i>	西藏沙棘	<i>H. tibetana</i>	长苞铁杉	<i>Nothotsuga longibracteata</i>
庐山葡萄	<i>V. hui</i>	中国沙棘	<i>H. rhamnoides</i> subsp. <i>sinensis</i>	油杉	<i>Keteleeria fortunei</i>
温州葡萄	<i>V. wenchowensis</i>	中亚沙棘	<i>H. rhamnoides</i> subsp. <i>turkestanica</i>	铁坚油杉	<i>K. davidiana</i>
石山苣苔属*	<i>Petrocodon</i>	百蕊草	<i>Thesium chinense</i>	柔毛油杉	<i>K. pubescens</i>
短叶假木贼	<i>Anabasis brevifolia</i>	岩高兰	<i>Empetrum nigrum</i>	云南油杉	<i>K. evelyniana</i>
无叶假木贼	<i>A. aphylla</i>	杜鹃花属*	<i>Rhododendron</i>	膜果麻黄	<i>Ephedra przewalskii</i>
梭梭	<i>Haloxyylon ammodendron</i>	乌饭树	<i>Vaccinium bracteatum</i>	喀什膜果麻黄	<i>E. przewalskii</i> var. <i>kaschgarica</i>
白梭梭	<i>H. persicum</i>	星叶草	<i>Circaeaster agrestis</i>	秃杉	<i>Taiwania cryptomerioides</i>
驼绒藜	<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	马尾树	<i>Rhoiptelea chiliantha</i>	台湾杉	<i>T. cryptomerioides</i>
戈壁藜	<i>Ilijinia regelii</i>	枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i>	柳杉	<i>Cryptomeria japonica</i> var. <i>sinensis</i>
盐爪爪	<i>Kalidium foliatum</i>	连香树	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	祁连圆柏	<i>Juniperus przewalskii</i>
尖叶盐爪爪	<i>K. cuspidatum</i>	红砂	<i>Reaumuria songarica</i>	昆仑方枝柏	<i>J. pseudosabina</i>
细枝盐爪爪	<i>K. gracile</i>	沙生怪柳	<i>Tamarix taklamakanensis</i>	福建柏	<i>Fokienia hodginsii</i>
里海盐爪爪	<i>K. caspicum</i>	白刺属*	<i>Nitraria</i>	杉木	<i>Cunninghamia lanceolata</i>
圆叶盐爪爪	<i>K. schrenkianum</i>	四合木	<i>Tetraena mongolica</i>	水杉	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>
沙蓬	<i>Agriophyllum squarrosum</i>	裸果木	<i>Gymnocarpus przewalskii</i>	水松	<i>Glyptostrobus pensilis</i>
侧花沙蓬	<i>A. lateriflorum</i>	独叶草	<i>Kingdonia uniflora</i>	桫欏	<i>Alsophila spinulosa</i>
小沙蓬	<i>A. minus</i>	草苈蓉	<i>Boschniakia rossica</i>	蕨藓属*	<i>Macromitrium</i>
圆叶沙蓬	<i>A. latifolium</i>	刺五加	<i>Eleutherococcus senticosus</i>	木灵藓属*	<i>Orthotrichum</i>
无毛沙蓬	<i>A. montasiri</i>	山白树	<i>Sinowilsonia henryi</i>	显孔藓属*	<i>Lewinskya</i>

毛豹皮樟	<i>Litsea coreana</i> var. <i>lanuginosa</i>	长柄双花木	<i>Disanthus cercidifolius</i> subsp. <i>longipes</i>	钝叶多胞藓	<i>Nyholmia obtusifolia</i>
山鸡椒	<i>L. cubeba</i>	矮牡丹	<i>Paeonia jishanensis</i>	真藓属*	<i>Bryum</i>
毛叶木姜子	<i>L. mollis</i>	大花黄牡丹	<i>P. ludlowii</i>	对齿藓属*	<i>Didymodon</i>
华南木姜子	<i>L. greenmaniana</i>	滇牡丹	<i>P. delavayi</i>	皱蒴藓属*	<i>Aulacomnium</i>
浙江楠	<i>Phoebe chekiangensis</i>	紫斑牡丹	<i>P. rockii</i>	寒藓属*	<i>Meesia</i>
闽楠	<i>P. bournei</i>	川赤芍	<i>P. veitchii</i>	连轴藓属*	<i>Schistidium</i>
楠木	<i>P. zhennan</i>	秤锤树属*	<i>Sinojackia</i>	细叶小羽藓	<i>Haplocladium microphyllum</i>
紫楠	<i>P. sheareeri</i>	芬芳安息香	<i>Styrax odoratissimus</i>	花叶藓属*	<i>Calymperes</i>
樟属*	<i>Camphora</i>	梓叶槭	<i>Acer amplum</i> subsp. <i>catalpifolium</i>	拟烟杆大帽藓	<i>Encalypta buxbaumioidea</i>

注：表中拉丁名参考中国科学院植物研究所—植物科学数据中心 (<http://www.plantplus.cn/cn>) 确定。鉴于文献中一些植物以属为单位进行分析，表中对这些植物只标注了属并且以*表示，其中红豆属 17 种、狸尾豆属 7 种、兜兰属 14 种、兰属 20 种、石山苣苔属 47 种、石斛属 76 种、黄连属 3 种、杜鹃花属 20 种、姜属 5 种、鸟足兰属 3 种、樟属 47 种、梧桐属 8 种、白刺属 8 种、秤锤树属 7 种、石蒜属 15 种、罗布麻属 3 种、木灵藓属 15 种、显孔藓属 11 种、对齿藓属 16 种、皱蒴藓属 4 种、寒藓属 3 种、连轴藓属 5 种，这些植物科、属和种详细信息见附录 2。这些植物文献来源信息详见附录 1。

Note: Latin names were determined based on the data in Plant Science Data Center (<http://www.plantplus.cn/cn>), the Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. In view of the analysis of some plants in the literature by genus, only the genera of these plant species were marked in the table and expressed by *, including 17 species of *Ormosia*, 7 species of *Uraria*, 14 species of *Paphiopedilum*, 20 species of *Cymbidium*, 47 species of *Petrocodon*, 76 species of *Dendrobium*, 3 species of *Coptis*, 20 species of *Rhododendron*, 5 species of *Zingiber*, 3 species of *Satyrium*, 47 species of *Camphora*, 8 species of *Firmiana*, 8 species of *Nitraria*, 7 species of *Sinojackia*, 15 species of *Lycoris*, 3 species of *Apocynum*, 15 species of *Orthotrichum*, 11 species of *Lewinskya*, 16 species of *Didymodon*, 4 species of *Aulacomnium*, 3 species of *Meesia* and 5 species of *Schistidium*. Detailed information of these plant families, genera and species were shown in Appendix 2. Details of literature sources for these plant species were provided in Appendix 1.

1.3 植物地理分布变化特征

为了分析未来气候变化情景下植物地理分布的变化趋势，该文考虑了未来气候变化情景下植物地理分布以下三方面的变化特征。

1.3.1 植物地理分布范围变化特征 基于文献中反映的在未来气候 SRES (Special Report on Emissions Scenarios, 排放情景特别报告)、RCPs (Representative Concentration Pathways, 典型浓度路径) 或 SSPs (Shared Socioeconomic Pathway, 共享社会经济路径) 情景下，相比 2023 年前的参考期[reference period, 通常为 1961—1990 年、1970—2000 年、1990—2000 年、1990—2020 年或目前时段(Carter et al., 1994)], 在未来 2023—2100 年期间不同时段 (如 2020—2040 年、2041—2070 年或 2071—2100 年期间等)，植物地理分布范围呈现增加、减少、变化不大特征及没有明确分布范围变化程度的信息，以及地理分布范围呈现增加或减少程度在 0%~20%、20%~40%、40%~60%、60%~80%、80%~100%、等于及大于 100% 的趋势，反映未来气候变化情景下植物地理分布范围变化趋势。另外，根据不同气候变化情景对应的温室气体排放浓度差异，以及未来不同时段，比较了在温室气体低排放情景、中等排放情景和高排放情景下植物地理分布范围变化的差异，以及在近期 (2023—2040 年时段)、中期 (2041—2070 年时段) 和远期 (2071—2100 年时段) 植物地理分布范围变化的差异。其中，SRES 情景为 IPCC 温室气体排放情景，受人口、经济增长、能源结构影响，包含 A1、A2、B1 和 B2 4 个情景族与 40 种排放情景；RCPs 是 2012 年 IPCC 提出的情景，包括 RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0 和 RCP8.5

情景,其中 RCP2.6 为辐射强迫水平极低的温室气体排放情景, RCP4.5、RCP6.0 为温室气体中等排放情景, RCP8.5 为温室气体极高排放情景; SSPs 情景描述在没有气候变化政策影响下,未来社会经济可能的发展状态,其中 SSP1、SSP2、SSP3、SSP4 和 SSP5 情景分别代表了可持续发展、中度发展、局部发展、不均衡发展和常规发展路径的气候变化情景(许吟隆等, 2016)。

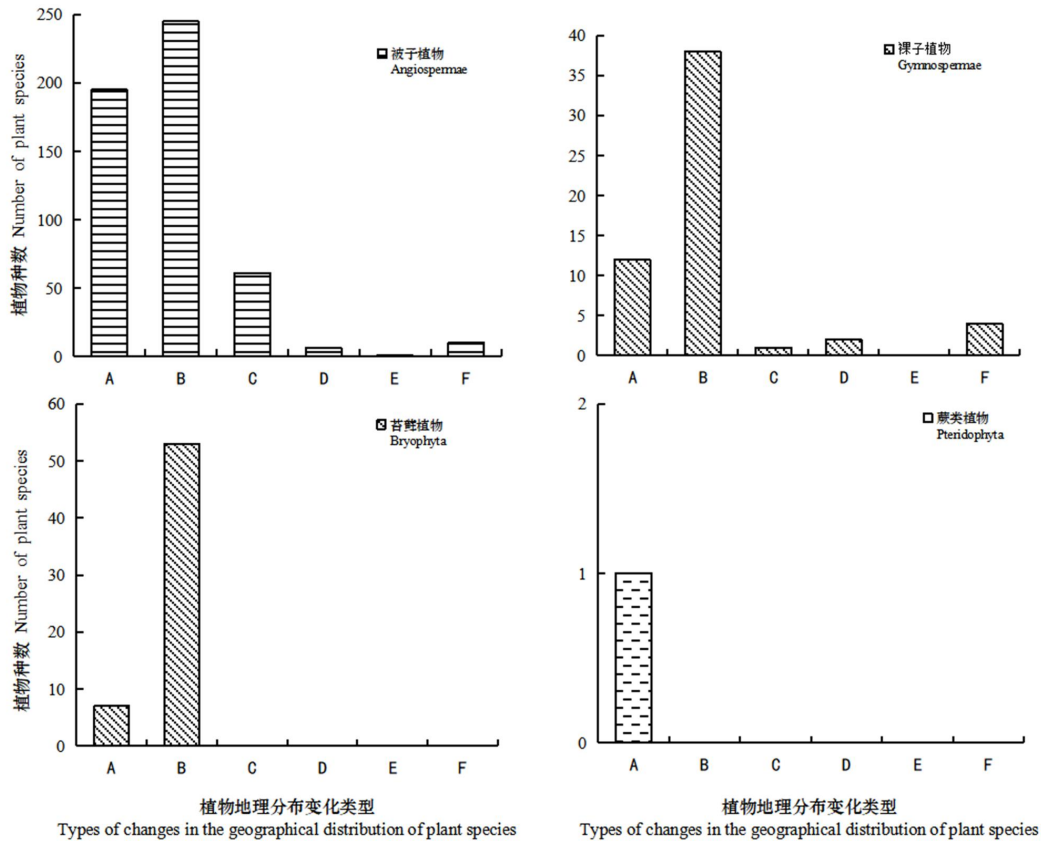
1.3.2 植物地理分布格局变化特征 以文献中明确反映的在 SRES、RCPs 或 SSPs 情景下,相比参考时段,在 2023—2100 年不同时段,植物地理分布单一向西北、东北、华北、华东、华南、华中和西南(包括青藏高原)方向迁移的信息,反映植物地理分布向相应的单一方向的迁移特征。其中,西北、东北、华北、华东、华南、华中或西南(包括青藏高原)地理区域范围是依据相关文献确定的(黄尧和潘健, 2003)。另外,以文献中明确表明在 SRES、RCPs 或 SSPs 情景下,在 2023—2100 年时段,植物地理分布向西北、东北、华北、华东、华南、华中或西南多个方向迁移的信息,反映在不同气候变化情景下植物地理分布向不同方向的迁移特征。此外,以文献中未明确反映气候变化情景下植物地理分布格局变化信息,反映未来气候变化情景下植物地理分布格局变化信息不明确。同时,基于文献中明确反映的在 SRES、RCPs 或 SSPs 情景下,在 2023—2100 年时段,植物适宜分布的海拔及纬度范围改变的趋势,反映植物向高或低纬度、高或低海拔地区迁移特征。其中,向高纬度、高海拔迁移是指植物在未来气候变化情景下潜在地理分布区比其现在的地理分布区所处的纬度、海拔要高。如南方红豆杉在未来气候变化背景下,其分布范围北界有从亚热带向暖温带区域移动的趋势,且核心分布范围北界靠近秦岭大巴山北部(李艳红等, 2021)。

1.3.3 植物地理分布范围丧失风险特征 依据 IPCC (2022) 报告中评估气候变化对生物多样性带来风险的概念,以文献中明确表明在未来气候变化情景下植物地理分布范围完全丧失的趋势及发生概率,反映在未来气候变化情景下植物地理分布范围丧失风险的特征。

2 结果与分析

2.1 植物地理分布范围变化

图 1 是 636 种植物在未来气候变化情景下地理分布范围呈现不同变化趋势的种数。由图 1 可知,在未来气候变化情景下,518 种被子植物地理分布范围呈现增加趋势的有 195 种,呈现减少趋势的有 245 种,呈现先增加后减少的变化趋势的有 6 种,呈现先减少后增加趋势的有 1 种,地理分布范围变化不大的有 61 种,而地理分布范围变化信息不明确的有 10 种;57 种裸子植物中地理分布范围呈现增加趋势的有 12 种,呈现减少趋势的有 38 种,呈现先增后减趋势的有 2 种,地理分布范围变化信息不明确的有 4 种,地理分布范围变化不大的有 1 种;1 种蕨类植物分布范围呈现增加趋势;60 种苔藓植物地理分布范围呈现减少趋势的有 53 种,呈现增加趋势的有 7 种。



该图是基于明确反映在未来气候变化情景下地理分布范围趋势的 636 种植物进行绘制的。**A.** 分布范围呈现增加趋势；**B.** 分布范围呈现减少趋势；**C.** 分布范围变化不大或保持相对稳定（如基于文献中信息，灌木小甘菊分布范围在 1991—2020 年到 2081—2100 年时段变化不大，木荷在 2041—2060 年时段不同 SSPs 情景下总适宜分布面积与目前条件下一致，紫苏受气候变化影响不大，3 种野葡萄适宜范围变化不明显，矩瓣莱苜蓿高度和适度适宜面积较当前有小幅增加，但潜在适宜区面积和分布格局保持稳定）；**D.** 地理分布范围呈现先增加后减少趋势；**E.** 地理分布范围呈现先减少后增加趋势；**F.** 地理分布范围变化程度定量信息在文献中未明确提及。

This figure was produced based on 636 plant species with clear information on the changing trends of their geographic ranges under future climate change scenarios. **A.** The distribution ranges with increasing trend; **B.** The distribution ranges with decreasing trend; **C.** The distribution ranges without change much or remains relatively stable (for example, based on the information in the literature, the distribution range of *Cancrinia maximowiczii* changed little from 1991–2020 to 2081–2100, the total suitable distribution area of *Schima superba* under different SSPs scenarios in 2041–2060 was consistent with that under the current conditions, *Perilla frutescens* was not affected by climate change, the suitable range of the three *Vitis* did not change significantly, the high or moderate suitable area of *Medicago archiducis-nicolai* increased slightly compared with the current conditions, but the area and distribution pattern of potential suitable area remained stable); **D.** The geographical distribution ranges with trend of increasing first and then decreasing; **E.** The geographical distribution range with trend of first decreasing and then increasing; **F.** The degree of change in geographical distribution, and quantitative information was not explicitly mentioned in the literature.

图 1 未来气候变化情景下分布范围呈现不同变化趋势的植物种数

Fig.1 Number of plant species under different changing trends in the distribution range under future climate change scenarios

基于本研究收集的文献资料（附录 1）表明，在未来气候变化情景下呈现不同地理分布范围变化趋势的 636 种植物（包括 518 种被子植物、57 种裸子植物、1 种蕨类植物和 60 种苔藓植物）地理分布范围呈现以下变化趋势。

（1）在未来气候变化情景下，被子植物地理分布范围呈增加趋势的有 195 种，包括毛豹皮樟、瘿椒树、延龄草、猬实、领春木、观光木、十齿花、水青树、桃儿七、浙江红花油茶、骆驼刺、醉马苳草、浙江楠、桂花、柴胡、狭叶柴胡、蒙古菘、丹参、绵刺、长序榆、单叶蔓荆、华榛、刺山柑、

短尾柯、厚斗柯、半日花、云南沙棘、沙蓬、侧花沙蓬、小沙蓬、圆叶沙蓬、无毛沙蓬、兜兰属（巧花兜兰等）、革苞菊、卵叶革苞菊、川梨、微毛樱桃、华中樱桃、盐爪爪属（盐爪爪等）、白刺花、赤水蕈树、酸枣、白刺属（帕米尔白刺等）、梧桐、火桐、龙州梧桐、丹霞梧桐、海南梧桐、广西火桐、美丽火桐、垂穗披碱草、西康玉兰、刺梨、千金榆、铁橡栎、凹叶红豆、韧荚红豆、秃叶红豆、沙冬青、寡穗茅、扇穗茅、紫楠、北沙柳、软枣猕猴桃、狸尾豆属（狸尾豆等）、兰属（冬凤兰等）、大花黄牡丹、白麻、大叶白麻、石山苣苔属（47种）、天山花楸、蒙古沙拐枣、白栎、浙闽樱桃、小叶栎、榉树、蕺菜、大桉、沙拐枣、杜鹃花属（红背杜鹃等）、滇牡丹、紫斑牡丹、桤木、姜、川贝母、缘毛鸟足兰、鸟足兰、云南鸟足兰、石斛属（铁皮石斛等）、绣球、扇脉杓兰、脱皮榆、红花、茶、青冈、米楮、华福花、中国沙棘、中亚沙棘、枫杨、百蕊草、黄帚橐吾、箭叶橐吾、红花绿绒蒿。其中，增加程度小于20%的有113种，如石山苣苔属（47种）等；增加程度20%~40%的包括刺山柑和软枣猕猴桃等；增加程度40%~60%的包括浙江红花油茶、垂穗披碱草等；增加程度60%~80%的为韧荚红豆，增加程度80%~120%的为大花黄牡丹；地理分布范围增加没有量化信息的有66种，如瘦椒树和兰属（8种）等。

在未来气候变化情景下，地理分布范围呈现减少趋势的有245种，包括山鸡椒、毛叶木姜子、华南木姜子、岩高兰、星叶草、楠木、马尾树、连香树、百花蒿、红砂、灌木亚菊、戈壁藜、白梭梭、裸果木、驼绒藜、鹅掌楸、独叶草、草苋蓉、刺五加、山白树、毛竹、矮牡丹、秤锤树属（秤锤树等）、苦参、梓叶槭、独一味、红茴砂、石蒜属（乳白石蒜等）、阿尔泰独尾草、粗柄独尾草、异翅独尾草、红豆树、木姜叶柯、白柯、烟斗柯、何首乌、大黄、宁夏枸杞、五味子、大果冬青、小果冬青、铁冬青、白桦、蒙古扁桃、小叶章、额河杨、白蜡树、黄连木、闽楠、薄片青冈、西藏沙棘、云南梧桐、羌活、全缘叶绿绒蒿、黑沙蒿、胡杨、长柄双花木、黄山花楸、棣棠、博罗红豆、厚荚红豆、锈枝红豆、肥荚红豆、光叶红豆、云开红豆、小叶红豆、茸荚红豆、薄毛茸荚红豆、紫花红豆、软荚红豆、亮毛红豆、木荚红豆、鸡爪槭组（18种）、双药芒、藏扇穗茅、木梨、秦艽、芬芳安息香、伯乐树、尖萼红山茶、毛红椿、长芒草、麻栎、兰属（西藏虎头兰等）、罗布红麻、川明参、乌饭树、四合木、山荆子、青藏苔草、沙生怪柳、乌冈栎、黄芪、中华猕猴桃、黄连属（黄连等）、无叶假木贼、杜鹃花属（16种）、陕西羽叶报春、大叶榉树、珊瑚姜、囊荷、阳荷、红球姜、远志、石斛属（70种）、杜鹃兰、天台鹅耳枥、狼尾草、无患子、黑黄檀和木樨。其中，减少程度小于20%的有104种，如山鸡椒和石斛属（70种）等；减少程度0%~40%的包括羌活、厚荚红豆和薄毛茸荚红豆，减少程度0%~60%的包括锈枝红豆和亮毛红豆，减少程度0%~80%的为紫花红豆，减少程度20%~40%的如裸果木和粗柄独尾草等；减少程度20%~60%的为伯乐树，减少程度20%~80%的为博罗红豆和毛红椿，减少程度40%~60%的包括红豆树、白桦、胡杨、长柄双花木和杜鹃兰，减少程度60%~80%的如异翅独尾草、云南梧桐等，减少程度80%~100%的仅为红茴砂。另外，地理分布范围减少程度信息不明确的有110种，如岩高兰和杜鹃花属（16种）等。

在未来气候变化情景下，地理分布范围呈现先增后减趋势的被子植物包括黑果枸杞、天麻、瓣鳞花、短叶假木贼、梭梭和川赤芍；呈现先减后增趋势的为红花龙胆；变化不大的有61种，如灌木小

甘菊、樟属（47种）等。

在未来不同气候变化情景下，地理分布范围变化趋势不明确的被子植物包括长柄扁桃和连翘等，其中一些植物表现为在不同气候情景下变化趋势不一致，如长柄扁桃在4个SSPs情景下地理分布范围并没有一致呈现单一增加或减少的趋势。在不同气候变化情景下，在2021—2060年时段，厚叶木莲地理分布范围在温室气体低排放（SSP126）和高排放情景（SSP585）下呈现减少趋势，在中等排放情景（SSP245）下却呈现增加趋势。

（2）在未来气候变化情景下，57种裸子植物地理分布范围呈现增加趋势的包括马尾松、丽江云杉、日本落叶松、银杉、麦吊云杉、篦子三尖杉、雪岭云杉、铁坚油杉、油杉、云南油杉、油松和福建柏；呈现减少趋势的有38种，包括膜果麻黄、祁连圆柏、喀什膜果麻黄、太白红杉、红松、兴安落叶松、柳杉、长苞铁杉、樟子松、柔毛油杉、昆仑方枝柏、白杆、冷杉属（鳞皮冷杉等）、华山松、水松、白豆杉、水杉和台湾杉。另外，地理分布范围呈现先增后减趋势的包括秃杉和南方红豆杉，分布范围变化不大的为青海云杉，而变化程度定量信息不明确的包括紫果云杉、秦岭冷杉、岷江冷杉和杉木。增加程度小于20%的包括篦子三尖杉、雪岭云杉、油松和福建柏；增加程度20%~40%的为马尾松；增加范围程度信息不明确的包括丽江云杉、银杉、麦吊云杉、日本落叶松、铁坚油杉、油杉和云南油杉；减少程度小于20%的包括柳杉、白杆和台湾杉，减少程度0%~40%的为兴安落叶松、减少程度20%~80%的为樟子松；减少程度信息不明确的包括如冷杉属（21种）等。另外，地理分布范围呈现先增后减趋势的包括秃杉和南方红豆杉，变化不大的为青海云杉，而变化程度定量信息不明确的包括紫果云杉、秦岭冷杉、岷江冷杉和杉木。

（3）在未来气候变化情景下，蕨类植物中的桫欏地理分布范围呈现增加趋势。

（4）在未来气候变化情景下，苔藓植物地理分布范围呈现减少趋势的有53种，包括拟烟杆大帽藓、蓑藓属、木灵藓属（15种）、显孔藓属（11种）、多胞藓属（钝叶多胞藓）、对齿藓属（16种）、寒藓属（3种）和连轴藓属（5种）。在21世纪70年代，木灵藓科三属（木灵藓属等）在新疆的地理分布范围将减少0.05%。在未来气候变化情景下，蓑藓属地理分布范围面积百分数从当前的31.5%下降到12.23%，木灵藓属地理分布范围面积百分数从当前的65.81%下降到44.94%（沈阳等，2015）；对齿藓属、寒藓属、连轴藓属地理分布范围也呈现减少趋势，其中寒藓属将减少约0.27%，连轴藓属将减少约10.39%。

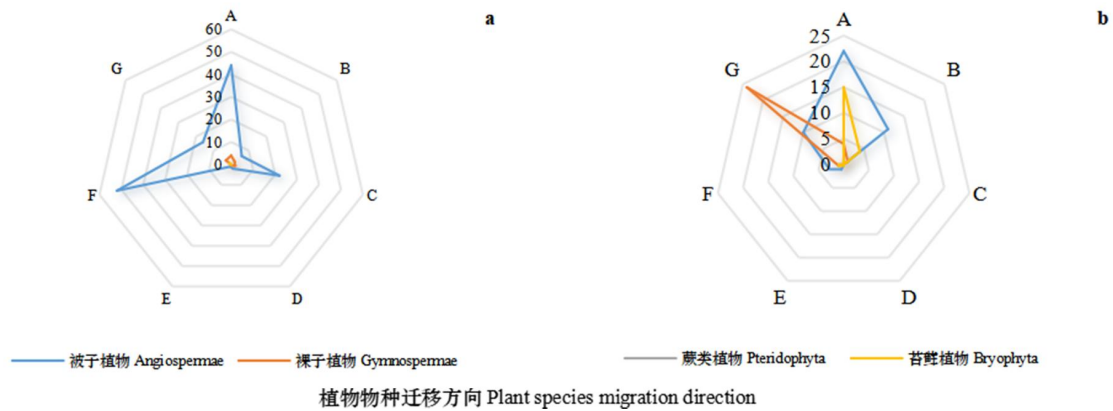
苔藓植物地理分布范围呈现增加趋势的包括真藓属、皱蒴藓属、细叶小羽藓和花叶藓属。在未来气候变化情景下，真藓属植物地理分布范围在21世纪50年代和70年代比目前增加了约3.36%和3.67%，皱蒴藓属植物地理分布范围比目前将增加约5.94%，细叶小羽藓地理分布范围在2070年呈现西进北扩趋势，而花叶藓属植物地理分布范围却呈现向北扩张趋势。

需要指出的是，在温室气体低、中等和高排放情景下，一些植物地理分布范围变化趋势不同（见附录3）。如在温室气体低排放情景下，黑果枸杞地理分布范围呈现增加趋势，但在温室气体中等和高排放情景下却呈现减少趋势；在温室气体不同排放情景下，华山松和虎头兰等地理分布范围都呈现减少趋势，而沙蓬和独占春等地理分布范围却呈现增加趋势。另外，在温室气体不同排放情景下，在

近期（2023—2040年）、中期（2041—2070年）和远期（2071—2100年）阶段，一些植物地理分布范围变化也呈现不一致的变化趋势。如在温室气体低排放情景中期阶段，蒙古栎地理分布范围呈现增加趋势，但在远期阶段却呈现减少趋势；在温室气体中等排放情景中期时段，闽楠地理分布范围呈现减少趋势；在中期和远期阶段，银杉地理分布范围却呈现增加趋势。

2.2 植物地理分布格局变化

图2是向西北、东北、华北、华东、华南、华中或西南单一方向和多个方向迁移的植物种数分布图。由图2可知，在未来气候变化情景下，信息明确的326种植物地理分布区或分布质心呈现向西北、东北、华北、华东、华南、华中或西南（包括青藏高原）单一方向迁移，或呈现向以西北、东北、华北、华东、华南、华中及西南各个方向为主导并同时向多个方向迁移趋势。其中，被子植物向西北方向迁移的有43种，包括长柄扁桃、尖叶盐爪爪、盐爪爪、白梭梭、秦艽、矮牡丹、黑果枸杞、额河杨、天山花楸、千金榆、白麻、大叶白麻、宁夏枸杞、胡杨、绣球、杜鹃兰、扇脉杓兰、杜鹃花属（20种）、陕西羽叶报春、大叶榉树、桤木、川贝母、华福花和红花绿绒蒿；向以西北为主导的多方向迁移的有22种，包括百花蒿、灌木小甘菊、短叶假木贼、裸果木、梭梭、独一味、全缘叶绿绒蒿、驼绒藜和兜兰属（14种）；向东北方向迁移的包括黑沙蒿、毛榛、榉树、蕺菜、天台鹅耳枥和狼尾草；向以东北为主导的多方向迁移的包括桃儿七、山白树、青檀、草苈蓉、刺五加、黄芪、软枣猕猴桃、水青树、浙江楠、十齿花和绞股蓝；向华北方向迁移的有22种，包括绵刺、鸡爪槭组（18种）、罗布红麻、蒙古沙拐枣和脱皮榆；向华东方向迁移的包括浙江红花油茶和小叶栎；向华中方向迁移的为白蜡树，向以华中为主导的多方向迁移的为毛竹；向华南方向迁移的有52种，包括双药芒、红茵砂、尖萼红山茶、石山苣苔属（47种）、厚叶木莲、紫斑牡丹；向以华南为主导的多方向迁移的包括马尾树、花榈木和芬芳安息香；向西南方向迁移的有16种，包括云南沙棘、独叶草、清香木、刺山柑、薄片青冈、川梨、西康玉兰、大花黄牡丹、龙胆、毛红椿、红花龙胆、铁橡栎、棣棠、川明参、滇牡丹和木樨；向以西南为主导的多方向迁移的有10种，包括楠木、连香树、领春木、红豆树、木姜叶柯、乌饭树、短尾柯、烟斗柯、厚斗柯和白桦。裸子植物向西北方向迁移的包括秦岭冷杉、雪岭云杉、青海云杉和喀什膜果麻黄；向以西北为主导的多方向迁移的包括太白红杉、紫果云杉、膜果麻黄和柳杉；向东北方向迁移的包括红松和日本落叶松；向以东北为主导的多方向迁移的为兴安落叶松；向华北方向迁移的为樟子松和白杆；以华南为主导的多方向迁移的为福建柏；向西南方向迁移的包括岷江冷杉、水杉和丽江云杉；向以西南为主导的多方向迁移的有24种，包括麦吊云杉、祁连圆柏、冷杉属（21种）和柔毛油杉。蕨类植物向以西北为主导多方向迁移的为桫欏。苔藓植物向以西北为主导的多方向迁移的为木灵藓属15种；向以东北为主导的多方向迁移的为皱蒴藓属4种；向西南方向迁移的为细叶小羽藓；向以华南为主导多方向迁移的为囊藓属植物。



该图是基于分布范围与分布格局变化信息明确的326种植物绘制的。**a.** 地理分布格局向单一方向迁移种数；**b.** 分布格局向多方向迁移的种数。A. 西北方向；B. 东北方向；C. 华北方向；D. 华东方向；E. 华中方向；F. 华南方向；G. 西南方向。

This figure was produced based on 326 plant species with clear information on changes in distribution pattern. **a.** Number of species that migrated in one direction in the geographical distribution pattern; **b.** Number of species that migrated in multiple directions. A. Northwest direction; B. Northeast direction; C. North China direction; D. East China direction; E. Central China direction; F. South China direction; G. Southwest direction.

图2 未来气候变化情景下分布格局向单一方向（a）与多方向（b）迁移的植物种数

Fig.2 Number of plant species migrating in a single direction (a) versus a multi-direction (b) under future climate change scenarios

基于本研究收集的文献资料（附录1）表明，在未来气候变化情景下，636种植物呈现向东北、西北或华北高纬度或高海拔迁移及向低纬度或低海拔迁移趋势，以及缺少分布格局变化信息特征。其中明确反映分布向东北、西北和华北区域迁移的有137种；明确反映向高纬度迁移的有125种[如刺梨、石斛属（76种）等]。另外，同时向高纬度和高海拔迁移的有19种，如青冈和延龄草等；仅向高海拔迁移的植物有20种，如红砂和麻栎等。同时，在未来气候变化情景下，明确向低海拔和低纬度迁移的植物有21种，包括革苞菊和石蒜属等；呈现南北向扩张而东西向收缩趋势的仅为远志；分布呈现东西向迁移而南北向迁移较少，纬度范围变化不大的包括梧桐属（8种），而分布格局变化不大的包括篦子三尖杉和银杉等。

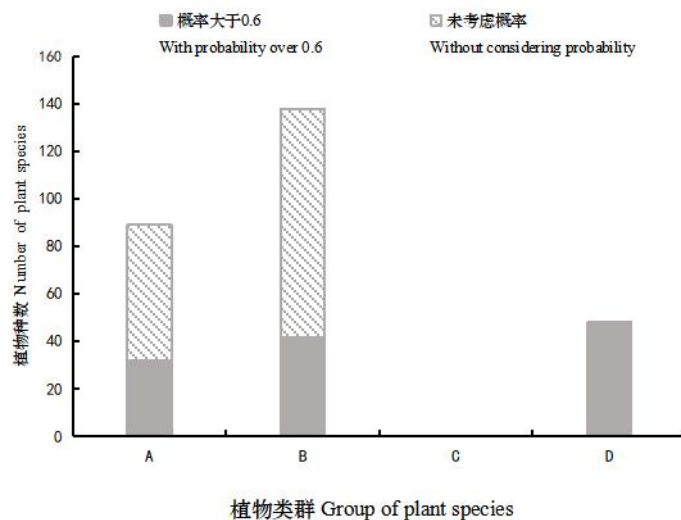
基于本研究收集的文献资料（附录1）还表明，在未来气候变化情景下，狸尾豆属（7种）呈现向北部及东部沿海迁移的趋势，单叶蔓荆呈现从沿海向内陆迁移的趋势、苦楮呈现向东南沿海低海拔湿润区迁移的趋势、寒蕨属（3种）呈现向青藏高原东缘西部迁移并向南扩张的趋势、半日花呈现从内蒙古与宁夏北部交界处向东部迁移的趋势、蒙古扁桃呈现向祁连山北部和高纬度地区迁移的趋势。此外，在未来气候变化情景下，地理分布迁移方向信息不明确的植物有74种被子植物（如毛豹皮樟等）、5种裸子植物（油杉、铁坚油杉、云南油杉、昆仑方枝柏和华山松）和29种苔藓植物（如15种木灵藓属植物等）。

需要指出的是，在不同气候变化情景下，一些植物地理分布迁移方向呈现不一致变化趋势。如在SSP126和SSP585情景下，在21世纪50年代，微毛樱桃向华东地区迁移趋势明显，同时向陕西中部、河南中东部扩张；在21世纪70年代，则向云南西北部、西藏东南部延伸。在21世纪50年代，华中樱桃地理分布范围呈现减少趋势，但在21世纪70年代却呈现向东北高纬度和低纬度方向迁移的趋势。

在 RCP2.6 情景下，油松地理分布范围变化不大，但在 RCP8.5 情景下，高适宜分布区则延伸到江苏北部和贵州大部分地区，中度适宜分布区延伸到安徽和河北部分区域，而低适宜分布区却呈现向北扩张趋势。

2.3 植物地理分布范围丧失风险

在未来气候变化情景下，一些植物将面临地理分布范围丧失的风险。图 3 是在概率大于 0.6 和不考虑概率下地理分布范围面临丧失风险的植物种数分布图。由图 3 可知，在未来气候变化情景下，在概率大于 0.6，约有 32 种被子植物、42 种裸子植物和 48 种苔藓植物将面临适宜分布范围丧失的风险；在不考虑概率情景下，约有 57 种被子植物和 96 种裸子植物将面临分布范围完全丧失的风险。



该图是基于概率大于 0.6 和未考虑概率下地理分布范围丧失风险植物种数进行绘制的 (Wu, 2020, 2022, 2023; 吴建国, 2010a, b, 2011a; 甘小玲等, 2023; 缪菁等, 2021; 李芮芝等, 2023; 肖建华等, 2021; Xiao et al., 2019; Yu et al., 2019; Zhang et al., 2020; Xie et al., 2021, 2022; Li et al., 2021)。A. 被子植物; B. 裸子植物; C. 蕨类植物; D. 苔藓植物。

This figure was produced based on the the number of plant species at risk of loss of geographical ranges in literatures on the risk of loss of phytogeographic range under probabilities over 0.6 and without considering probability (Wu, 2020, 2022, 2023; Wu, 2010a, b, 2011a; Gan et al., 2023; Miao et al., 2021; Li et al., 2023; Xiao et al., 2021; Xiao et al., 2019; Yu et al., 2019; Zhang et al., 2020; Xie et al., 2021, 2022; Li et al., 2021)。A. Angiosperms; B. Gymnosperms; C. Pteridophyta; D. Bryophytes.

图 3 未来气候变化情景下在概率大于 0.6 和未考虑概率下分布范围面临丧失风险的植物种数

Fig.3 Number of plant species at risk of loss of range under future climate change scenarios with probabilities over 0.6 and without considering the probability

在未来气候变化情景下，岩高兰在 2051—2080 年(吴建国, 2011a)及太白红杉、草丛蓉和刺五加在 2081—2100 年地理分布范围将丧失(吴建国, 2010a, b)。蒙古扁桃在 SSPs 情境下在祁连山南部及东南部分布范围丧失 (甘小玲等, 2023)，苦楮在 RCP8.5 情景下在高纬度地理分布范围丧失(缪菁等, 2021)，闽楠在 2050 年与 2070 年其适生区有着破碎化甚至丧失的风险 (肖建华等, 2021)，云南梧桐地理分布范围将缩减 67.51% (李芮芝等, 2023)。在 RCP8.5 情景下到 2070 年，无叶假木贼地理分布范围将完全丧失 (Xiao et al., 2019)。在 RCP2.6、RCP4.5 和 RCP8.5 情景下，树枫杜鹃地理分布范围将完全丧失(Yu et al., 2019)。

在未来气候变化情景下，在概率大于 0.6，在 79 种嵩草属植物中，约有 32 种因气候变化而面临灭绝风险(Wu, 2023) (附录 4)。在 RCP6.0 情景下，有 69 种分布于中国的裸子植物 (附录 5) 将因

分布范围丧失比例超过 80%以上而面临灭绝风险(Xie et al., 2021); 有 17 种原产中国的针叶树地理分布范围丧失风险较高 (Xie et al., 2022) (附录 6); 有 42 种裸子植物将面临气候变化带来的灭绝风险(Wu, 2020) (附录 7); 有 95 种裸子植物将受气候变化严重威胁(Li et al., 2021) (附录 8); 有 48 种苔藓植物将面临气候变暖带来的灭绝风险(Wu, 2022) (附录 9); 在 RCP6.0 情景下, 山茶科 48 种植物地理分布范围将完全丧失(Zhang et al., 2020) (附录 10)。但目前还没有对未来气候变化情景下蕨类植物地理分布范围丧失风险的公开研究报道。

3 讨论

3.1 植物地理分布面积的变化趋势

自 2010 年以来, 对未来气候变化情景下中国 1 058 种植物地理分布变化趋势进行了分析, 其中变化趋势信息明确的仅有 636 种。同时, 相比 2010 年以前评估过的 36 种植物(吕佳佳和吴建国, 2009), 目前研究的植物种数明显增加。这可能与对气候变化对植物地理分布影响研究的重视以及相关研究方法发展有关(《第四次气候变化国家评估报告》编写委员会, 2022)。尽管这样, 相比中国植物总种数(约 30 000 多种被子植物、300 种裸子植物、2 000 多种蕨类植物和 2 800 多种苔藓植物)(《中国植物物种名录(2023 版)》), 目前评估过的未来气候变化情景下地理分布范围变化的中国植物种数还较少。另外, 相比国际上评估过的在未来气候变化情景下地理分布范围变化的植物种数(大约 72 399 种植物)(Parmesan et al., 2022), 目前评估过的未来气候变化情景下地理分布范围变化的中国植物种数还十分有限。这意味着为了满足中国生物多样性保护适应气候变化的需要, 对未来气候变化情景下植物地理分布范围变化的研究还需要加强。

本研究表明, 在未来气候变化情景下, 大多数植物地理分布范围呈现减少的趋势。如 518 种被子植物中有 245 种、57 种裸子植物中有 38 种、60 种苔藓植物中有 53 种植物的地理分布范围都呈现减少趋势。而对 2010 年前的研究总结表明, 36 种植物在未来气候变化情景下分布范围呈现减少的有 29 种、完全丧失的 2 种(吕佳佳和吴建国, 2009)。这与国际上总结的趋势基本一致(Pörtner et al., 2022)。这表明, 未来气候变化对目前评估过的多数植物是不利的。这可能与目前主要集中在分析珍稀濒危植物地理分布在未来气候变化情景下变化有关。这些植物地理分布范围狭窄, 适应的气候条件比较严格, 在未来气候变化情景下地理分布范围极易缩小(Taheri et al., 2021)。另外, 在未来气候变化情景下, 一些植物地理分布范围呈现增加趋势。如 518 种被子植物中有 195 种、57 种裸子植物中有 12 种、60 种苔藓植物中有 7 种, 以及 1 种蕨类植物在未来气候变化情景下地理分布范围都呈现增加的趋势。这可能与这些植物适宜气候及其他环境条件范围较宽有关。因为在未来气候变化影响下植物地理分布变化主要与生态位特征有关。生态位狭窄的植物在气候变化影响下地理分布范围容易丧失, 生态位宽的植物在气候变化影响下地理分布范围将可能扩展(Taheri et al., 2021), 这意味着需要加强这些植物资源适应气候变化的保护。此外, 被子植物、裸子植物和苔藓植物在未来气候变化情景下地理分布变化存在一定的差异。这与不同类群植物环境生态位特征差异有一定关系。相比大多被子植物, 多数苔藓植物适应环境的生态位较窄, 而目前研究的大多裸子植物是珍稀濒危及孑遗植物, 对环境条件要求较高(Taheri et al., 2021)。这意味着, 需要加强这些植物在未来气候变化影响下新适宜分布区的保护和协助

迁移。另外，也有部分植物在未来气候变化情景下地理分布范围呈现了先增后减少趋势以及先减后增趋势（附录 1）。这反映了气候要素变化存在的时段性差异和植物对气候环境条件适应存在严格限制等。

本研究表明，在未来气候变化情景下，137 种植物呈现向东北、西北及华北方向迁移，57 种向华南方向迁移，54 种向西南方向迁移。这反映了中国植物在未来气候变化影响下地理分布格局呈现向三北、西南和华南方向迁移的特征。这可能与中国大地理格局导致的气候变化特征和植物地理分布差异有关。气候变化区域差异可能是影响植物地理分布迁移格局不同的主要原因（Pörtner et al., 2022）。在未来气候变化情景下，中国东北及青藏高原增温幅度较大，而西北、北方及西南区域降水量与温度变化程度较大，华南部分区域的降水量变化幅度较大《第四次气候变化国家评估报告》编写委员会，2022)。另外，本研究表明，有 19 种植物呈现分布向高纬度和高海拔迁移、125 种植物呈现向高纬度迁移的趋势。这与国际上总结的趋势一致(Loehle, 2020; Pörtner et al., 2022)。此外，本研究也表明有一些植物呈现不同方向或局部迁移的趋势。这可能与不同植物所处地理范围内气候变化趋势及植物适应气候环境因子特征不同有关(Loehle, 2020)。

本研究表明，在未来气候变化情景下，在概率大于 0.6 条件下，约有 32 种被子植物、42 种裸子植物和 48 种苔藓植物地理分布范围将面临完全丧失的风险；而在不考虑概率下，约有 57 种被子植物和 96 种裸子植物将面临地理分布范围完全丧失的风险。产生这些风险的原因某种程度上与植物地理分布范围狭窄有关(Xie et al., 2022)。受威胁植物适宜地理分布海拔较窄，而海拔范围广的地区可以为一些植物提供满足其特殊生境要求的不同环境条件(Xie et al., 2022)。同时，一些植物在未来气候变化情景下可能通过迁移到更合适分布区来适应气候变化，而一些植物可能会通过表型可塑性或适应性进化方式保持其在一定地理分布范围内续存 (Taheri et al., 2021)。当这两种选择都无法进行时，植物将濒临分布范围丧失而灭绝的风险。因此，植物在未来气候变化情景下地理范围变化将决定于其适应性反应(Taheri et al., 2021)。需要指出的是，中国目前仅有 60 种受气候变化威胁的裸子植物在自然保护区内被保护，占受威胁裸子植物物种总数的 87%(Xie et al., 2022)。这意味着，未来还需要在系统分析气候变化影响下植物地理分布范围丧失风险的基础上，加强对气候变化影响下植物保护空缺的识别。

3.2 植物地理分布变化差异

不同研究研究同种植物在未来气候变化背景下地理分布范围变化趋势，其结果还存在较大的差异，主要体现在以下三个方面。

(1) 采用不同的生态位模型和气候变化情景，模拟同种植物的地理分布变化差异较大。如对于桃儿七，吴建国(2010a)采用 CART（分类和回归树）模型和 A2、B2 情景研究表明，从 1991—2020 年到 2081—2100 年时段，该植物地理分布范围呈现增加趋势，并且将主要向北部、东北部、西部、西南或西北部一些区域扩张；而郭彦龙等(2014)采用 MaxEnt（最大熵模型）和 SRES-A1B、SRES-A2 和 SRES-B1 情景研究表明，该植物适宜分布范围呈现大幅先减后增的趋势，适宜分布海拔范围将升高、并且将先向北移、再向西延伸至青藏高原高海拔山区。对于秦岭冷杉，吴建国(2011b)采用 CART 模型及 A2、B2 情景研究发现，从 1991—2020 年到 2021—2050 年时段，该植物地理分布范围呈现先

减后增趋势，适宜分布范围将向西南、西北和西部一些区域扩张；而高蓓等(2015)采用 MaxEnt 模型研究发现，在未来气候变化情景下，该植物适宜地理分布范围呈现减少趋势。对花榈木，宋颖等(2021)研究发现，在 SSP1-2.6、SSP2-4.5、SSP5-8.5 情景下，该植物地理分布范围相对稳定；而姜垒等(2024)研究发现，在未来气候变化情景下，该植物地理分布范围呈现明显增加趋势。

(2) 利用同样生态位模型而不同的气候变化情景，模拟同种植物地理分布范围变化趋势不同。如同样基于 MaxEnt 模型研究樟属植物，周润等(2021)研究了亚热带 47 种樟属植物发现，在 RCP2.6 和 RCP8.5 情景下，在 2080 年，樟属植物丰富度热点区面积将分别比当前收缩 8.4%和 10.0%；李慧等(2023)分析樟属乔木发现，除假桂皮树和粗脉桂外，17 种珍稀濒危樟属乔木植物地理分布范围都呈现向北扩张趋势。同样都采用 MaxEnt 模型，李梓豪等(2022)采用 SSP245 情景研究发现，蒙古栎地理分布范围在 2021—2060 年向高纬度地区扩张，在 2061—2100 年向低纬度区收缩；而贺一鸣等(2023)采用 RCPs 情景研究表明，蒙古栎地理分布范围呈现增加趋势，在 RCP 4.5 情景下向北迁移，而在 RCP8.5 情景下则先向东北方向迁移后收缩。冉巧等(2019)研究发现，在不同 RCPs 情景下到 2050s 和 2070s 时段，银杉地理分布范围呈现增加趋势，而罗楚滢等(2024)研究发现，在 3 种 SSPs 情景下，银杉地理分布范围呈现向云南、浙江、福建和贵州扩展的趋势。

(3) 利用相同的生态位模型和气候变化情景，模拟同种植物地理分布范围变化不同。如刘然等(2018)研究发现在未来气候变化情景下，冷杉属植物(23 种)地理分布范围将明显减少，并且向北迁移，其中包括岷江冷杉和秦岭冷杉，这与潘少安等(2022)和吴建国(2011b)分析结果不同。

造成以上差异的原因可能是以下三个方面：①选取的环境因子不充分或不统一。大多数研究只考虑了气候因子对植物地理分布范围的影响，而并未充分考虑土壤、地形和物种自身扩散能力、以及物种间相互作用等因素的影响，而且也缺少考虑各环境因子间多重共线性和因子不一致性的问题(Thuiller et al., 2008; Araújo et al., 2019)。这些误差将导致模拟气候变化对植物地理分布影响的不确定性(Thuiller et al., 2008; Araújo et al., 2019)。②选取的生态位模型比较单一。该文总结的 220 篇文献中，有 90%以上的文献中都采用 MaxEnt 模型。该模型预测能力虽强，但忽略了物种对环境适应性和种间竞争对气候变化下植物地理分布范围变化影响。在一定程度上这也造成了未来气候变化情景下植物地理分布范围变化的不确定性(Thuiller et al., 2008; Araújo et al., 2019)。③选取的未来气候变化时段不充分合理。在该文收集的文献中，约有 22%的文献在分析未来气候变化情景下植物地理分布变化趋势时，所选取时段为 2050 和 2070 年。由于未来不同时段气候变化波动性较大，这样选取单一年份来分析未来气候变化情景下植物地理分布范围变化趋势会存在较大的不确定性。此外，不充分的植物地理分布数据也将造成气候变化情景下植物分布范围变化趋势的不确定 (Thuiller et al., 2008; Araújo et al., 2019)。

当然也有一些研究表明，利用不同生态位模型和气候变化情景，选择同种植物，分析的地理分布范围变化趋势却比较接近。如吴建国(2011b)和潘颖瑛等(2021)采用不同的生态位模型但却结果都反映未来气候变化情景下楠木地理分布范围将减少。吴建国(2010a)和张华等(2021)采用不同模型和气候变化情景，但结果都反映未来气候变化情景下桫欏地理分布范围呈现增加趋势且向西北方向迁移。这

可能与这些植物地理分布广泛且分布与气候因子关系紧密有关 (Araújo et al., 2019)。

3.3 植物地理分布变化定量研究不足

虽然对未来气候变化情景下中国 1 058 种植物地理分布变化进行了研究, 但明确有地理分布变化程度信息的植物仅有 636 种。另外, 对未来气候变化情景下植物地理分布范围增减变化定量分析不足。在 518 种被子植物中, 没有未来气候变化情景下地理分布范围增加量化信息的有 66 种、没有减少范围程度信息的有 110 种、分布范围变化不一致的 10 种; 在 57 种裸子植物中, 没有未来气候变化情景下分布范围变化定量信息的有 4 种、没有增加范围信息的 8 种、没有分布范围减少程度信息的有 23 种。这意味着, 对未来气候变化情景下植物地理分布范围变化趋势的分析还存在一定的不确定性。

自 2010 年以来, 中国对未来气候变化情景下植物地理分布格局变化定量化分析也不充分, 包括 102 种植物 (68 种被子植物、5 种裸子植物和 29 种苔藓植物) 在未来气候变化情景下迁移方向信息都不明确。另外, 微毛樱桃和油松等在不同气候变化情景下迁移特征并不一致。此外, 对温室气体不同排放情景及不同时段植物地理分布范围变化认识也还非常有限。特别是由于植物物种分类困难, 一些研究以属为单位分析未来气候变化情景下植物地理分布变化趋势。如沈阳等 (2015) 认为藓属和木灵藓属是分类上困难类群, 考虑到这两属植物是比较稳定的分类单位, 选择属水平上开展研究。这些结果显然对解释种水平的地理分布变化趋势存在较大的误差。这意味着, 对未来气候变化情景下植物地理分布格局变化趋势分析结果还存在很大的不确定性。

尽管在国际上已提出了气候变化对物种风险评估的方法框架 (Pörtner et al., 2022), 但对未来气候变化情景下中国植物地理分布范围丧失风险分析, 以及极端事件对植物地理分布的影响的研究都还非常有限, 对未来气候变化情景下蕨类植物地理分布范围丧失风险分析还没有见到公开报道。

4 结论与展望

4.1 结论

(1) 中国在分析未来气候变化情景下地理分布变化的不同类群植物种数达 1 058 种, 但具有未来气候变化情景下地理分布变化详细信息的仅有 636 种, 涉及被子植物 75 科、142 属和 518 种, 裸子植物 4 科、18 属和 57 种, 蕨类植物 1 科、1 属和 1 种, 以及苔藓植物 10 科、12 属和 60 种。

(2) 在未来气候变化情景下, 在 518 种被子植物分布范围呈现增加趋势的有 195 种、呈现减少趋势的有 245 种; 57 种裸子植物分布范围呈现增加趋势的有 12 种、呈现减少趋势的有 38 种; 1 种蕨类植物地理分布范围呈增加趋势; 60 种苔藓植物地理分布范围呈现减少趋势的有 53 种、呈现增加趋势的有 7 种; 部分植物地理分布范围呈现增加及先增后减或先减后增趋势, 也有一些植物地理分布范围呈现不一致变化或信息缺乏。

(3) 大多数植物在未来气候变化情景下地理分布格局呈现向单一方向和多个方向迁移的趋势。其中, 被子植物向西北方向迁移的有 43 种、向以西北为主导的多方向迁移的有 22 种; 向以东北为主导的多方向迁移的有 11 种; 向华北方向迁移的有 22 种; 向华南方向迁移的有 52 种; 向以西南为主导的多方向迁移的有 10 种。裸子植物向以西南为主导的多方向迁移的有 24 种; 苔藓植物向以西北为主导的多方向迁移的有 15 种; 其他植物分布呈现不同方向的迁移趋势或信息缺乏。

(4) 在未来气候变化情景下, 在概率大于 0.6, 约有 32 种被子植物、42 种裸子植物和 48 种苔藓植物, 以及在不考虑概率下, 约有 57 种被子植物和 96 种裸子植物都将面临地理分布范围完全丧失的风险。

(5) 在研究在未来气候变化情景下植物地理分布变化方面还存在不足, 包括研究植物物种数还较少、选择的气候变化情景和模型单一、缺乏气候和其他环境因子综合分析以及多模型对比研究、缺少未来气候变化情景下植物地理分布范围丧失风险分析等。

4.2 展望

当前已评估的未来气候变化情景下地理分布变化的植物种类还十分有限, 未来需要系统分析不同气候变化情景下不同植物地理分布范围和格局变化特征, 特别是需要全面评估未来气候变化对中国所有植物地理分布的影响。另外, 目前评估采用的模型大多是国外的模型(Araújo et al., 2019), 未来除了使用国外成熟的研究模型外, 还需要开发国际公认的、适合中国区域特点的物种分布模型, 需要采用适合中国区域特色的气候变化情景、选取统一时段、综合考虑多种环境因子以及因子间相关性, 开展不同气候变化情景不同模型下植物地理分布范围变化的对比研究。

目前关于未来气候变化情景下植物地理分布变化的机制的认识还非常有限。随着对植物地理分布调查数据的完善和气候变化对植物地理分布影响研究方法的发展, 需要加强对未来气候变化情景下植物地理分布范围变化机制的研究, 特别是需要加强分析未来气候变化情景下植物迁移速率和适应能力(Araújo et al., 2019)对植物地理分布范围影响机制的研究。

随着对植物多样性保护工作的重视, 为应对气候变化, 还需要加强气候变化情景下植物地理分布范围丧失风险的评估和地理分布变化趋势的量化研究, 特别需要加强气候变化背景下极端天气气候事件对植物地理分布丧失造成风险的评估。

参考文献:

- ARAÚJO MB, ANDERSON RP, MÁRCIA BARBOSA A, et al., 2019. Standards for distribution models in biodiversity assessments[J]. *Science Advances*, 5(1): eaat4858.
- CANNELL MGR, GRACE J, BOOTH A, 1989. Possible impacts of climatic warming on trees and forests in the United Kingdom: a review[J]. *Forestry*, 62: 337-364.
- CARTER TR, PARRY ML, HARASAWA H, et al., 1994. IPCC technical guidelines for assessing climate change impacts and adaptations[M]. Department of Geography, University College London, UK and the Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, Japan: 59.
- Committee For The Preparation Of The Fourth National Assessment Report On Climate Change, 2022. Fourth national assessment report on climate change[M]. Beijing: Science Press. [《第四次气候变化国家评估报告》编写委员会, 2022. 第四次气候变化国家评估报告[M]. 北京: 科学出版社.]
- GAN XL, CHANG YP, JIANG Y, et al., 2023. Impact of climate change on potential distribution of *Amygdalus mongolica* in the Qilian Mountains[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 43(2): 768-776. [甘小玲, 常亚鹏, 江原, 等, 2023. 气候变化对祁连山蒙古扁桃潜在适生区的影响[J]. *生态学报*, 43(2): 768-776.]
- GAO B, WEI HY, GUO YL, et al., 2015. Using GIS and MaxEnt to analyze the potential distribution of *Abies chensiensis*[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 34(3): 843-852. [高蓓, 卫海燕, 郭彦龙, 等, 2015. 应用 GIS 和最大熵模型分析秦岭冷杉潜在地理分布[J]. *生态学杂志*, 34(3): 843-852.]
- GUO YL, WEI HY, LU CY, et al., 2014. Predictions of potential geographical distribution of *Sinopodophyllum hexandrum* under climate change[J]. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 38(3): 249-261. [郭彦龙, 卫海燕, 路春燕, 等, 2014. 气候变化下桃儿七潜在地理分布的预测[J]. *植物生态学报*, 38(3): 249-261.]

- HE YM, WANG C, WANG HT, et al., 2023. Effects of climate change on the potential suitable distribution area of *Caryopteris mongolica*[J]. *Acta Agrestia Sinica*, 31(2): 540-550. [贺一鸣, 王驰, 王海涛, 等, 2023. 气候变化对蒙古莢潜在适生区的影响[J]. *草地学报*, 31(2): 540-550.]
- HUANG Y, PAN J, 2003. The latest practical atlas of China[M]. Chengdu: Chengdu Map Publishing House. [黄尧, 潘健, 2003. 最新实用中国地图册[M]. 成都: 成都地图出版社.]
- Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, 2023. List of plant species of China (2023 ed)[M]. Beijing: Plant Science Data Center, Chinese Academy of Sciences. [中国科学院植物研究所, 2023. 中国植物物种名录(2023版)[M]. 北京: 中科院植物科学数据中心.]
- JIANG L, HU YH, WU YF, et al., 2024. Study on the potential suitable area of *Ormosia* in Guangdong province based on the MaxEnt model[J]. *Guangxi Sciences*, 31(1): 149-166. [姜垒, 胡喻华, 吴玉芬, 等, 2024. 基于 MaxEnt 模型的广东省红豆属植物潜在适生区研究[J]. *广西科学*, 31(1): 149-166.]
- KOSANIC A, ANDERSON K, HARRISON S, et al., 2018. Changes in the geographical distribution of plant species and climatic variables on the West Cornwall peninsula (South West UK)[J]. *PLoS ONE*, 13(2): e0191021.
- LI G, XIAO NW, LUO ZL, et al., 2021. Identifying conservation priority areas for gymnosperm species under climate changes in China[J]. *Biological Conservation*, 253: 108914.
- LI H, TENG J, YIN XJ, et al., 2023. Simulation prediction of suitable distribution area of rare and endangered species of *Cinnamomum* in China under different climatic environment[J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 51(2): 43-53. [李慧, 滕皎, 殷晓洁, 等, 2023. 不同气候环境的中国珍稀濒危樟属乔木适生分布区模拟预测[J]. *东北林业大学学报*, 51(2): 43-53.]
- LI RZ, HU XJ, WEI BJ, et al., 2023. Potential distribution simulation of eight *Firmiana* species in China under climate change[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 43(14): 1-19. [李芮芝, 胡希军, 韦宝婧, 等, 2023. 气候变化下中国八种梧桐属树种潜在适生区模拟[J]. *生态学报*, 43(14): 1-19.]
- LI YH, ZHANG LJ, ZHU WB, et al., 2021. Changes of *Taxus chinensis* var. *mairei* habitat distribution under global climate change[J]. *Journal of Natural Resources*, 36(3): 783-792. [李艳红, 张立娟, 朱文博, 等, 2021. 全球变化背景下南方红豆杉地域分布变化[J]. *自然资源学报*, 36(3): 783-792.]
- LI ZH, LI ZF, HONG GY, et al., 2022. Prediction of potential distribution of *Caryopteris mongolica* based on MaxEnt model in climate change context[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 42(7): 1232-1238. [李梓豪, 李卓凡, 洪光宇, 等, 2022. 气候变化背景下基于 MaxEnt 模型的蒙古莢潜在适生区预测[J]. *西北植物学报*, 42(7): 1232-1238.]
- LIU R, WANG CJ, HE J, et al., 2018. Analysis of geographical distribution of *Abies* in China under climate change[J]. *Bulletin of Botanical Research*, 38(1): 37-46. [刘然, 王春晶, 何健, 等, 2018. 气候变化背景下中国冷杉属植物地理分布模拟分析[J]. *植物研究*, 38(1): 37-46.]
- LOEHLE C, 2020. Quantifying species' geographic range changes: conceptual and statistical issues[J]. *Ecosphere*, 11(3): e03070.
- LUO CY, SHE JY, TANG ZC, 2024. Prediction of potential distribution areas of endangered plant *Cathaya argyrophylla* based on SSPs climate scenarios[J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 48(1): 161-168. [罗楚滢, 余济云, 唐子朝, 2024. 基于 SSPs 气候场景的濒危植物银杉潜在分布区预测[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 48(1): 161-168.]
- LÜ JJ, WU JG, 2009. Advances in the effects of climate change on the distribution of plant species and vegetation in China[J]. *Environmental Science & Technology*, 32(6): 85-95. [吕佳佳, 吴建国, 2009. 气候变化对植物及植被分布的影响研究进展[J]. *环境科学与技术*, 32(6): 85-95.]
- MA SM, WEI B, LI XC, et al., 2017. The impacts of climate change on the potential distribution of *Haloxylon ammodendron*[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 36(5): 1243-1250. [马松梅, 魏博, 李晓辰, 等, 2017. 气候变化对梭梭植物适宜分布的影响[J]. *生态学杂志*, 36(5): 1243-1250.]
- MASSON-DELMOTTE V, ZHAI P, PIRANI A, et al., 2021. IPCC, 2021: Summary for policymakers[M]// *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press: 3-32.
- MASSON-DELMOTTE V, ZHAI P, PÖRTNER HO, et al., 2018. IPCC, 2018: Summary for policymakers[M]// *Global warming of 1.5°C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*[M]. Cambridge and New York: Cambridge University Press: 3-24.
- MIAO Q, WANG Y, WANG L, et al., 2021. Prediction of potential geographical distribution pattern change

- for *Castanopsis sclerophylla* on MaxEnt[J]. Journal of Nanjing Forestry University(Natural Sciences Edition), 45(3): 193-198. [缪菁, 王勇, 王璐, 等, 2021. 基于 MaxEnt 模型的苦槠潜在地理分布格局变迁预测[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 45(3): 193-198.]
- PAN SA, LI XH, FENG QH, et al., 2022. Response of *Abies faxoniana* to future climate change and its potential distribution patterns in Sichuan Province[J]. Acta Ecologica Sinica, 42(10): 4055-4064. [潘少安, 李旭华, 冯秋红, 等, 2022. 四川省岷江冷杉对气候变化的响应及其潜在分布格局[J]. 生态学报, 42(10): 4055-4064.]
- PAN YY, OUYANG XH, WANG XL, et al., 2021. Geographical distribution of *Phoebe zhennan* and potential distribution area[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology, 41(2): 35-40. [潘颖瑛, 欧阳先恒, 王晓丽, 等, 2021. 珍稀植物楠木的地理分布及潜在分布区的预测[J]. 浙江林业科技, 41(2): 35-40.]
- PARMESAN C, MORECROFT MD, TRISURAT Y, et al., 2022. Terrestrial and freshwater ecosystems and their services[M]// Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge and New York: Cambridge University Press: 197-377.
- PÖRTNER HO, ROBERTS DC, POLOCZANSKA ES, et al., 2022. IPCC, 2022: Summary for policymakers. [M]// Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge and New York: Cambridge University Press: 3-33.
- RAN Q, WEI HY, ZHAO ZF, et al., 2019. Impact of climate change on the potential distribution and habitat fragmentation of the relict plant *Cathaya argyrophylla* Chun et Kuang[J]. Acta Ecologica Sinica, 39(7): 2481-2493. [冉巧, 卫海燕, 赵泽芳, 等, 2019. 气候变化对孑遗植物银杉的潜在分布及生境破碎度的影响[J]. 生态学报, 39(7): 2481-2493.]
- SHEN Y, YU J, GUO SL, 2015. *Macromitrium* and *Orthotrichum* distribution patterns under different climate warming scenarios in China[J]. Acta Ecologica Sinica, 35(19): 6449-6459. [沈阳, 于晶, 郭水良, 2015. 不同气候变化情境下中国木灵藓属和囊藓属植物的潜在分布格局[J]. 生态学报, 35(19): 6449-6459.]
- SONG Y, ZHANG GL, JIA QQ, et al., 2021. Prediction of potential distribution of *Ormosia henryi* in China under climate change[J]. Journal of Northwest Forestry University, 36(6): 108-115. [宋颖, 张港隆, 贾全全, 等, 2021. 气候变化下花榈木在我国的潜在分布区预测[J]. 西北林学院学报, 36(6): 108-115.]
- TAHERI S, NAIMI B, RAHBEK C, et al., 2021. Improvements in reports of species redistribution under climate change are required[J]. Science Advances, 7(15): eabe1110.
- THUILLER W, ALBERT C, ARAÚJO MB, et al., 2008. Predicting global change impacts on plant species' distributions: future challenges[J]. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 9(3/4): 137-152.
- TIAN P, LIU Y, OU J, 2023. Meta-analysis of the impact of future climate change on the area of woody plant habitats in China[J]. Frontiers in Plant Science, 14: 1139739.
- WOODWARD FI, 1987. Climate and plant distribution[M]. New York : Cambridge University Press.
- WU JG, 2010a. Potential effects of climate change on the distribution of seven protected plants in China[J]. Plant Science Journal, 28(4): 437-452. [吴建国, 2010a. 气候变化对 7 种保护植物分布的潜在影响[J]. 武汉植物学研究, 28(4): 437-452.]
- WU JG, 2010b. Potential effects of climate change on the distributions of 5 plants in China[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 18(5): 511-522. [吴建国, 2010b. 气候变化对 5 种植物分布的潜在影响[J]. 热带亚热带植物学报, 18(5): 511-522.]
- WU JG, 2011a. The potential effects of climate change on the distributions of 7 plants in China[J]. Guihaia, 31(5): 595-607. [吴建国, 2011a. 气候变化对我国 7 种植物潜在分布的影响[J]. 广西植物, 31(5): 595-607.]
- WU JG, 2011b. The potential effects of climate change on the distributions of seven Arbors plants in China[J]. Plant Diversity, 33(3): 335-349. [吴建国, 2011b. 气候变化对 7 种乔木植物分布的潜在影响[J]. 植物分类与资源学报, 33(3): 335-349.]
- WU JG, 2020. Risk and uncertainty of losing suitable habitat areas under climate change scenarios: a case study for 109 Gymnosperm Species in China[J]. Environmental Management, 65: 517-533.
- WU JG, 2022. The danger and indeterminacy of forfeiting perching space of bryophytes from climate shift: a case study for 115 species in China[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 194: 233.
- WU JG, 2023. Uncertainty and risk of pruned distributional ranges induced by climate shifts for alpine

- species: a case study for 79 *Kobresia* species in China[J]. *Theoretical and Applied Climatology*, 151: 1651-1672.
- XIAO J, EZIZ A, ZHANG H, et al., 2019. Responses of four dominant dryland plant species to climate change in the Junggar Basin, northwest China[J]. *Ecology and Evolution*, 9(23): 13596-13607.
- XIAO JH, DING X, CAI CN, et al., 2021. Simulation of the potential distribution of *Phoebe bournei* with climate changes using the maximum-entropy (MaxEnt) model[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 41(14): 5703-5712. [肖建华, 丁鑫, 蔡超男, 等, 2021. 闽楠(*Phoebe bournei*, Lauraceae)地理分布及随气候变化的分布格局模拟[J]. *生态学报*, 41(14): 5703-5712.]
- XIE D, DU H, XU WH, et al., 2022. Effects of climate change on richness distribution patterns of threatened conifers endemic to China[J]. *Ecological Indicators*, 136 (8): 108594.
- XIE D, LIU XQ, CHEN YX, et al., 2021. Distribution and conservation of threatened gymnosperms in China[J]. *Global Ecology and Conservation*, 32: e01915.
- XU YL, PAN J, FENG Q, 2016. Projection on future climate change in China: Constructing high resolution SRES climate scenarios using PRECIS[M]. Beijing: Science Press. [许吟隆, 潘婕, 冯强, 2016. 中国未来的气候变化预估: 应用 PRECIS 构建 SRES 高分辨率气候情景[M]. 北京: 科学出版社.]
- YU FY, WANG TJ, GROEN TA, et al., 2019. Climate and land use changes will degrade the distribution of *Rhododendrons* in China[J]. *Science of The Total Environment*, 659: 515-528.
- ZHANG H, ZHAO HX, XU CG, 2021. The potential geographical distribution of *Alsophila spinulosain* under climate change in China[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 40(4): 968-979. [张华, 赵浩翔, 徐存刚, 2021. 气候变化背景下孑遗植物桫欏在中国的潜在地理分布[J]. *生态学杂志*, 40(4): 968-979.]
- ZHANG YB, MENG QX, WANG YZ, et al., 2020. Climate change-induced migration patterns and extinction risks of Theaceae species in China[J]. *Ecology and Evolution*, 10(10): 4352-4361.
- ZHOU R, CI XQ, XIAO JH, et al., 2021. Effects and conservation assessment of climate change on the dominant group—The genus *Cinnamomum* of subtropical evergreen broad-leaved forests[J]. *Biodiversity Science*, 29(6): 697-711. [周润, 慈秀芹, 肖建华, 等, 2021. 气候变化对亚热带常绿阔叶林优势类群樟属植物的影响及保护评估[J]. *生物多样性*, 29(6): 697-711.]

附录 1 文献

Appendix 1 Literature

- ALANUR K, WANG P, LU YM, et al., 2022. Potential distribution prediction of three genus of Orthotrichaceae in Xinjiang based on MaxEnt niche model[J]. Journal of Central China Normal University (Natural Sciences), 56(3): 487-496. [艾拉努尔·卡哈尔, 王鹏军, 逯永满, 等, 2022. 基于 MaxEnt 生态位模型预测木灵藓科三属植物在新疆的潜在分布区[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 56(3): 487-496.]
- CAO XP, WANG JR, LU SS, et al., 2019. Simulation of the potential distribution patterns of *Picea crassifolia* in climate change scenarios based on the maximum entropy (MaxEnt) model[J]. Acta Ecologica Sinica, 39(14): 5232-5240. [曹雪萍, 王婧如, 鲁松松, 等, 2019. 气候变化情景下基于最大熵模型的青海云杉潜在分布格局模拟[J]. 生态学报, 39(14): 5232-5240.]
- CAO CY, TAO J, 2021. Predicting the areas of suitable distribution for *Zelkova serrata* in China under climate change[J]. Sustainability, 13(3): 1493.
- CAO Z, ZHANG L, ZHANG XX, et al., 2021. Predicting the potential distribution of *Hylomecon japonica* in China under current and future climate change based on MaxEnt model[J]. Sustainability, 13(20): 11253.
- CHEN BR, ZOU H, MENG XH, et al., 2022. Prediction of distribution pattern and change of suitable areas of *Bupleurum chinense* and *Bupleurum scorzonerifolium* under climate change in China[J]. Acta Ecologica Sinica, 42(20): 8471-8482. [陈冰瑞, 邹慧, 孟祥红, 等, 2022. 气候变化对柴胡与狭叶柴胡适生分布的影响[J]. 生态学报, 42(20): 8471-8482.]
- CHEN K, WAMG B, CHEN C, et al., 2022. MaxEnt modeling to predict the current and future distribution of *Pomatosace filicula* under climate change scenarios on the Qinghai–Tibet plateau[J]. Plants, 11(5): 670.
- CHEN QT, FANG T, LIU SJ, et al., 2022. Distribution of Chinese lithophytes with different phenological strategies in response to future climate change[J]. Nanjing: First Frontiers in Plant Science Conference Abstracts Collection (II): 1. [陈秋婷, 方涛, 刘赛静, 等, 2022. 不同物候策略的中国石蒜属植物分布对未来气候变化的响应[J]. 南京: 首届植物科学前沿学术大会摘要集(二): 1.]
- CHEN SR, ZHANG RX, ZHANG XZ, et al., 2023. Potential distribution of *Apocynum* based on MaxEnt optimization model[J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 59(3): 377-387. [陈思如, 张任翔, 张学治, 等, 2023. 基于 MaxEnt 优化模型的罗布麻类植物潜在分布研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 59(3): 377-387.]
- CHEN SS, LIU X, TONG XY, et al., 2020 Prediction of *Camellia edithae* species distribution based on multi-model combination[J]. Ecological Science, 39(2): 58-66. [陈思斯, 刘想, 童鑫玥, 等, 2020. 基于多模型集合预测尖萼红山茶物种分布[J]. 生态科学, 39(2): 58-66.]
- CHEN YG, LE XG, CHEN YH, et al., 2022. Identification of the potential distribution area of *Cunninghamia lanceolata* in China under climate change based on the MaxEnt model[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 33(5): 1207-1214. [陈禹光, 乐新贵, 陈宇涵, 等, 2022. 基于 MaxEnt 模型预测气候变化下杉木在中国的潜在地理分布[J]. 应用生态学报, 33(5): 1207-1214.]
- CHEN YJ, LUO YC, YU F, et al., 2021. Potential distribution and dynamic prediction of *Phyllostachys edulis* under the scenarios of climate change[J]. World Bamboo and Rattan, 19(3): 5-14. [陈禹锦, 罗喻才, 于芬, 等, 2021. 气候变化情景下毛竹潜在分布及动态预测[J]. 世界竹藤通讯, 19(3): 5-14.]
- CHENG J, SHEN Y, GUO SL, 2015. Influences of climate warming on potential distribution regions of *Calymperes* in China[J]. Ecological Science, 34(1): 9-16. [程军, 沈阳, 郭水良, 2015. 气候变暖对花叶藓属植物在中国的潜在分布范围影响的预测[J]. 生态科学, 34(1): 9-16.]

- CHI Y, WANG GG, ZHU M, et al., 2023. Potentially suitable habitat prediction of *Pinus massoniana* Lamb. in China under climate change using MaxEnt model[J]. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6: 1144401.
- DAI MJ, LI XY, WANG MQ, et al., 2022. Potentially suitable area of *Cryptomeria japonica* var. *sinensis* and the influence of climate changes on its distribution[J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 37(6): 26-33. [戴旻峻, 李鑫玉, 王敏求, 等, 2022. 柳杉潜在适生区预测及气候变化对其分布的影响[J]. *西北林学院学报*, 37(6): 26-33.]
- DONG JJ, CHEN J, YANG H, et al., 2022. Simulation and analysis of ecological characteristics of *Cerasus conradinae* adaptability area[J]. *Journal of Nanjing Forestry University(Natural Sciences Edition)*, 46(3): 213-221. [董京京, 陈洁, 杨宏, 等, 2022. 华中樱桃适生区模拟和生态特征分析[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 46(3): 213-221.]
- DONG R, HUA LM, HUA R, et al., 2023. Prediction of the potentially suitable areas of *Ligularia virgaurea* and *Ligularia sagitta* on the Qinghai-Tibet Plateau based on future climate change using the MaxEnt model[J]. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1193690.
- DONG SJ, MA SM, ZHANG D, et al., 2022. Suitable distributions of three species of *Eremurus* in Xinjiang and their responses to future climatic changes[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 42(21): 8809-8817. [董苏君, 马松梅, 张丹, 等, 2022. 新疆三种独尾草的适宜分布及其对未来气候变化的响应[J]. *生态学报*, 42(21): 8809-8817.]
- DU ZY, HE YM, WANG HT, et al., 2021. Potential geographical distribution and habitat shift of the genus *Ammopiptanthus* in China under current and future climate change based on the MaxEnt model[J]. *Journal of Arid Environments*, 184: 104328.
- DUAN YZ, WANG HT, WANG C, et al., 2020. Potential distribution of endangered plant *Helianthemum songaricum* in China under climate change[J]. *Journal of Plant Resources and Environment*, 29(2): 55-68. [段义忠, 王海涛, 王驰, 等, 2020. 气候变化下濒危植物半日花在中国的潜在分布[J]. *植物资源与环境学报*, 29(2): 55-68.]
- DUAN YZ, YU H, WANG HT, 2019. Geographical distribution and prediction of potentially suitable regions of endangered relict plant *Tetraena mongolica*[J]. *Plant Science Journal*, 37(3): 337-347. [段义忠, 鱼慧, 王海涛, 等, 2019. 孑遗濒危植物四合木(*Tetraena mongolica*)的地理分布与潜在适生区预测[J]. *植物科学学报*, 37(3): 337-347.]
- DUAN YZ, ZHU GX, DU ZY, et al., 2021. Simulation and analysis of the suitable environment for *Nitraria* L. in the arid area of Northwest China[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 35(2): 124-129. [段义忠, 朱国旭, 杜忠毓, 等, 2021. 西北干旱区白刺属植物适生环境的模拟分析[J]. *干旱区资源与环境*, 35(2): 124-129.]
- FAN X, PAN JW, HE ST, 2021. Prediction of the potential distribution of *Rosa roxburghii* under the background of climate change based on MaxEnt model[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 41(1): 159-167. [樊信, 盘金文, 何嵩涛, 2021. 气候变化背景下基于 MaxEnt 模型的刺梨潜在适生区分布预测[J]. *西北植物学报*, 41(1): 159-167.]
- GAN XL, CHANG YP, JIANG Y, et al., 2023. Impact of climate change on potential distribution of *Amygdalus mongolica* in the Qilian Mountains[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 43(2): 768-776. [甘小玲, 常亚鹏, 江原, 等, 2023. 气候变化对祁连山蒙古扁桃潜在适生区的影响[J]. *生态学报*, 43(2): 768-776.]
- GAO B, WEI HY, GUO YL, et al., 2015. Using GIS and MaxEnt to analyze the potential distribution of *Abies chensiensis*[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 34(3): 843-852. [高蓓, 卫海燕, 郭彦龙, 等, 2015. 应用 GIS 和最大熵模型分析秦岭冷杉潜在地理分布[J]. *生态学杂志*, 34(3): 843-852.]
- GAO J, ZHAO H, 2021. Prediction of potentially suitable distribution of section *Palmata* (*Acer*) in east Asia based on MaxEnt[J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 36(1): 163-167. [高健, 赵辉, 2021. 基于 MaxEnt

模型评估槭属鸡爪槭组物种的空间分布[J]. 西北林学院学报, 36(1): 163-167.]

- GAO ML, SA RL, TIE N, et al., 2023. Distribution pattern of *Betula platyphylla* in China under climate change[J]. Journal of Northeast Forestry University, 51(2): 54-61. [高明龙, 萨如拉, 铁牛, 等, 2023. 不同气候环境的我国白桦潜在分布区预测[J]. 东北林业大学学报, 51(2): 54-61.]
- GAO X, LIU J, HUANG Z. 2022. The impact of climate change on the distribution of rare and endangered tree *Firmiana kwangsiensis* using the MaxEnt modeling[J]. Ecology and Evolution, 12(8): e9165.
- GUO B, WANG S, CHEN C, et al., 2019. Distribution prediction of suitable growth area of *Perennial elymus nutans* in the northwest plateau of Sichuan province under climate change[J]. Acta Agrestia Sinica, 27(6): 1596-1606. [郭斌, 王珊, 陈超, 等, 2019. 气候变化背景下川西北高原多年生垂穗披碱草种植适生区分布预测[J]. 草地学报, 27(6): 1596-1606.]
- GUO FL, XU GB, MOU HL, et al., 2020. Simulation of potential spatiotemporal population dynamics of *Bretschneidera sinensis* Hemsl based on MaxEnt model[J]. Plant Science Journal, 38(2): 185-194. [郭飞龙, 徐刚标, 牟虹霖, 等, 2020. 伯乐树潜在地理分布时空格局模拟[J]. 植物科学学报, 38(2): 185-194.]
- GUO KQ, JIANG XL, XU GB, 2021. Potential suitable distribution area of *Quercus lamellosa* and the influence of climate change[J]. Chinese Journal of Ecology, 40(8): 2563-2574. [郭恺琦, 姜小龙, 徐刚标, 2021. 薄片青冈潜在适生区及气候变化对其分布的影响[J]. 生态学杂志, 40(8): 2563-2574.]
- GUO WY, HAO L, ZHANG GS, et al., 2020. Potential geographic distribution of *Salix psammophila* based on MaxEnt[J]. Journal of Inner Mongolia Forestry Science and Technology, 46(3): 1-7. [郭文雨, 郝蕾, 张国盛, 等, 2020. 基于最大熵模型(MaxEnt)预测北沙柳潜在地理分布[J]. 内蒙古林业科技, 46(3): 1-7.]
- GUO XX, WANG L, XU XG, et al., 2020. MaxEnt modeling for predicting potential suitable distribution areas of *Styrax odoratissimus*[J]. Ecological Science, 39(4): 119-124. [郭晓旭, 王璐, 许晓岗, 等, 2020. 基于 MaxEnt 模型的芬芳安息香潜在适生区预测[J]. 生态科学, 39(4): 119-124.]
- GUO YL, WEI HY, LU CY, et al., 2014. Predictions of potential geographical distribution of *Sinopodophyllum hexandrum* under climate change[J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 38(3): 249-261. [郭彦龙, 卫海燕, 路春燕, 等, 2014. 气候变化下桃儿七潜在地理分布的预测[J]. 植物生态学报, 38(3): 249-261.]
- HE X, MA WX, ZHAO TT, et al., 2022. Prediction of potential distribution of endangered species *Corylus chinensis* Franch. in Climate Change Context[J]. Forest Research, 35(1): 104-114. [何馨, 马文旭, 赵天田, 等, 2022. 气候变化下濒危树种华榛的潜在适生区预测[J]. 林业科学研究, 35(1): 104-114.]
- HE XH, SI JH, ZHAO CY, et al., 2021. Potential distribution of *Hippophae thibetana* and its predicted responses to climate change[J]. Journal of Desert Research, 41(3): 101-109. [贺晓慧, 司建华, 赵春彦, 等, 2021. 西藏沙棘 (*Hippophae thibetana*) 潜在地理分布及其对未来气候变化的响应模拟[J]. 中国沙漠, 41(3): 101-109.]
- HE XH, SI JH, ZHU L, et al., 2023. Modeling habitat suitability of *Hippophae rhamnoides* L. using MaxEnt under climate change in China: A case study of *H. r. sinensis* and *H. r. turkestanica*[J]. Front For Global Change, 5: 1095784.
- HE YM, WANG C, WANG HT, et al., 2023. Effects of climate change on the potential suitable distribution area of *Caryopteris mongolica*[J]. Acta Agrestia Sinica, 31(2): 540-550. [贺一鸣, 王驰, 王海涛, 等, 2023. 气候变化对蒙古莢潜在适生区的影响[J]. 草地学报, 31(2): 540-550.]
- HU LL, ZHANG HY, QIN L, et al., 2012. Current distribution of *Schisandra chinensis* in China and its predicted responses to climate change[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 23(9): 2445-2450. [胡理乐, 张海英, 秦岭, 等, 2012. 中国五味子分布范围及气候变化影响预测[J]. 应用生态学报, 23(9): 2445-2450.]
- HUAN ZQ, XIAO XR, ZHU DM, et al., 2023. Potential geographical distribution of *Magnolia wilsonii* under

different climate change scenarios using MaxEnt model[J]. Journal of Northeast Forestry University, 51(5): 98-105. [宦智群, 徐小蓉, 朱冬梅, 等, 2023. 应用最大熵模型预测不同气候变化情景下西康玉兰潜在地理分布[J]. 东北林业大学学报, 51(5): 98-105.]

HUANG H, WEN F, LI MJ, et al., 2023. Characteristics of potential suitable areas of *Petrocodon* Hance and its environmental driving variables[J]. Guihaia, 43(5): 799-816. [黄红, 温放, 李美君, 等, 2023. 石山苣苔属的潜在适生区特征及其环境驱动变量. 广西植物, 43(5): 799-816.]

HUANG HL, ZHONG WG, YI DP, et al., 2020. Predicting the impact of future climate change on the distribution patterns of *Toona ciliata* var. *pubescens* in China[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 44(3): 163-170. [黄红兰, 钟沃谷, 衣德萍, 等, 2020. 未来气候变化对我国毛红椿适生区分布格局的影响预测[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 44(3): 163-170.]

HUANG RJ, ZHANG CY, WEN YT, et al., 2022. Predicting the habitats of *Achnatherum inebrians* in China under current (1970—2000) and future climate conditions[J]. Acta Agrestia Sinica, 30(10): 2712-2720. [黄睿杰, 张春艳, 温雨婷, 等, 2022. 当前(1970—2000)与未来气候变化情境下中国醉马苳草潜在分布预测[J]. 草地学报, 30(10): 2712-2720.]

HUANG RZ, YU T, ZHAO H, et al., 2021. Prediction of suitable distribution area of the endangered plant *Acer catalpifolium* under the background of climate change in China[J]. Journal of Beijing Forestry University, 43(5): 33-43. [黄睿智, 于涛, 赵辉, 等, 2021. 气候变化背景下濒危植物梓叶槭在中国适生分布区预测[J]. 北京林业大学学报, 43(5): 33-43.]

HUANG X, MA L, CHEN C, et al., 2020. Predicting the suitable geographical distribution of *Sinadoxa corydalifolia* under different climate change scenarios in the Three-River Region using the MaxEnt model[J]. Plants, 9(8): 1015.

HUANG ZB, XIE LN, WANG HW, et al., 2019. Geographic distribution and impacts of climate change on the suitable habitats of *Zingiber* species in China[J]. Industrial crops and products, 138: 111429.

HUANG ZC, SHU JP, YAN YH, et al., 2024. Simulation of potential distribution of *Paphiopedilum* in China based on MaxEnt model[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 32(1): 17-26. [黄智聪, 舒江平, 严岳鸿, 等, 2024. 基于最大熵模型的中国兜兰属植物潜在分布模拟[J]. 热带亚热带植物学报, 32(1): 17-26.]

JIA X, MA FF, ZHOU WM, et al., 2017. Impacts of climate change on the potential geographical distribution of broadleaved Korean pine (*Pinus koraiensis*) forests[J]. Acta Ecologica Sinica, 37(2): 464-473. [贾翔, 马芳芳, 周旺明, 等, 2017. 气候变化对阔叶红松林潜在地理分布区的影响[J]. 生态学报, 37(2): 464-473.]

JIANG HJ, LIU T, LI L, et al., 2016. Predicting the potential distribution of *Polygala tenuifolia* Willd. under climate change in China[J]. PLoS ONE, 11(9): e0163718.

JIANG JF, FAN XC, ZHANG Y, et al., 2014. Modeling the geographic distribution of three endangered *Vitis* species in China[J]. Chinese Journal of Ecology, 33(6): 1615-1622. [姜建福, 樊秀彩, 张颖, 等, 2014. 中国三种濒危葡萄属(*Vitis* L.)植物的地理分布模拟[J]. 生态学杂志, 33(6): 1615-1622.]

JIANG L, HU YH, WU YF, et al., 2024. Study on the potential suitable area of *Ormosia* in Guangdong province based on the MaxEnt model[J]. Guangxi Sciences, 31(1): 149-166. [姜垒, 胡喻华, 吴玉芬, 等, 2024. 基于MaxEnt模型的广东省红豆属植物潜在适生区研究[J]. 广西科学, 31(1): 149-166.]

JIANG X, LIU WJ, ZHU YZ, et al., 2023. Impacts of climate changes on geographic distribution of *Primula filchnerae*, an endangered herb in China[J]. Plants, 12(20): 3561.

JIANG YQ, WANG X, JIA XX, et al., 2022. Geographical distribution pattern and prediction of potential suitable areas of *Medicago archiducis-nicolai* under climate change[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 42(9):

1611-1620. [姜颖倩, 王霞, 贾秀秀, 等, 2022. 气候变化下矩镰荚苜蓿的地理分布格局及潜在适生区预测[J]. 西北植物学报, 42(9): 1611-1620.]

JIAO KW, GAO JB, WU SH, et al., 2018. Research progress on the response processes of vegetation activity to climate change[J]. Acta Ecologica Sinica, 38(6): 2229-2238. [焦珂伟, 高江波, 吴绍洪, 等, 2018. 植被活动对气候变化的响应过程研究进展[J]. 生态学报, 38(6): 2229-2238.]

KANG Z, YAN ZY, HE QX, et al., 2024. Prediction of suitable areas for three species of *Ilex* under climate change[J]. Journal of Southwest Forestry University (Natural Science), 44(2): 27-35. [康振, 晏照宇, 何秋香, 等, 2024. 气候变化下3种冬青属植物的适生区预测[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 44(2): 27-35.]

KONG F, TANG L, HE H, et al., 2021. Assessing the impact of climate change on the distribution of *Osmanthus fragrans* using MaxEnt[J]. Environmental Science and Pollution Research, 28: 34655-34663.

LI G, XIAO NW, LUO ZL, et al., 2021. Identifying conservation priority areas for gymnosperm species under climate changes in China[J]. Biological Conservation, 253: 108914.

LI GQ, AN KL, LI YR, 2022. Climate change-induced range shifts in chinese ash (*Fraxinus chinensis*) along three geographical dimensions in china at the late 21 st century[J]. Applied Ecology & Environmental Research, 20(5).

LI H, TENG J, YIN XJ, et al., 2023. Simulation prediction of suitable distribution area of rare and endangered species of *Cinnamomum* in China under different climatic environment[J]. Journal of Northeast Forestry University, 51(2): 43-53. [李慧, 滕皎, 殷晓洁, 等, 2023. 不同气候环境的中国珍稀濒危樟属乔木适生分布区模拟预测[J]. 东北林业大学学报, 51(2): 43-53.]

LI HQ, XING LG, SUN XP. 2022. Predicting the potential distribution of *Taxus wallichiana* var. *mairei* under climate change in China using MaxEnt modeling[J]. Pakistan Journal of Botany, 54: 1305-1310.

LI JJ, FAN G, HE Y, 2020. Predicting the current and future distribution of three *Coptis* herbs in China under climate change conditions, using the MaxEnt model and chemical analysis[J]. Science of the Total Environment, 698: 134141.

LI NN, ZHANG AP, ZHANG L, et al., 2019. Predicting potential distribution of two species of *Spruce* in Qinghai-Tibet plateau under climate change[J]. Bulletin of Botanical Research, 39(3): 395-406. [李宁宁, 张爱平, 张林, 等, 2019. 气候变化下青藏高原两种云杉植物的潜在适生区预测[J]. 植物研究, 39(3): 395-406.]

LI RZ, HU XJ, WEI BJ, et al., 2023. Potential distribution simulation of eight *Firmiana* species in China under climate change[J]. Acta Ecologica Sinica, 43(14): 5937-5955. [李芮芝, 胡希军, 韦宝婧, 等, 2023. 气候变化下中国八种梧桐属树种潜在适生区模拟[J]. 生态学报, 43(14): 5937-5955.]

LI WN, ZHAO Q, GUO MH, et al., 2022. Predicting the potential distribution of the endangered plant *Cremastra appendiculata* (Orchidaceae) in China under multiple climate change scenarios[J]. Forests, 13(9): 1504.

LI X, LI Y, FANG YM, 2018. Prediction of potential suitable distribution areas of *Quercus fabri* in China based on an optimized MaxEnt model[J]. Scientia Silvae Sinicae, 54(8): 153-164. [李璇, 李垚, 方炎明, 2018. 基于优化的MaxEnt模型预测白栎在中国的潜在分布区[J]. 林业科学, 54(8): 153-164.]

LI XC, GONG L, WEI B, et al., 2022. Effects of climate change on potential distribution and niche differentiation of *Picea schrenkiana* in Xinjiang[J]. Acta Ecologica Sinica, 42(10): 4091-4100. [李晓辰, 贡璐, 魏博, 等, 2022. 气候变化对新疆雪岭云杉潜在适宜分布及生态位分化的影响[J]. 生态学报, 42(10): 4091-4100.]

LI XC, MA SM, WEI B, 2018. Impacts of climate change on the potential distribution of medicinal plant *Capparis spinosa*[J]. Journal of Shihezi University(Natural Science), 36(2): 176-182. [李晓辰, 马松梅, 魏博, 2018. 气候变化对药用植物刺山柑适宜分布的影响[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 36(2): 176-182.]

LI Y, JIANG XL, DENG M, et al., 2017. Potential distribution modeling and analysis of *Quercus phillyraeoides*[J].

Chinese Journal of Ecology, 36(10): 2971-2978. [李颖, 姜小龙, 邓敏, 等, 2017. 乌冈栎的潜在分布模拟及分析[J]. 生态学报, 36(10): 2971-2978.]

LI Y, LI M, LI C, et al., 2020. Optimized MaxEnt model predictions of climate change impacts on the suitable distribution of *Cunninghamia lanceolata* in China[J]. Forests, 11(3): 302.

LI Y, SHAO W, JIANG J. 2022. Predicting the potential global distribution of *Sapindus mukorossi* under climate change based on MaxEnt modelling[J]. Environmental Science and Pollution Research, 29: 21751-21768.

LI Y, TANG XH, WANG LH, et al., 2021. Prediction of suitable areas of *Fraxinus chinensis* in China under different climate scenarios based on MaxEnt[J]. Journal of Northwest Forestry University, 36(6): 100-107. [李尤, 唐雪海, 王雷宏, 等, 2021. 基于 MaxEnt 模型的不同气候情景下白蜡树中国适生区预测[J]. 西北林学院学报, 36(6): 100-107.]

LI Y, ZHANG XW, FANG YM, 2016. Responses of the distribution pattern of *Quercus chenii* to climate change following the last glacial maximum[J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 40(11): 1164-1178. [李焱, 张兴旺, 方炎明, 2016. 小叶栎分布格局对末次盛冰期以来气候变化的响应[J]. 植物生态学报, 40(11): 1164-1178.]

LI YC, LI MY, LI C, et al., 2020. Optimized MaxEnt model predictions of climate change impacts on the suitable distribution of *Cunninghamia lanceolata* in China[J]. Forests, 11(3): 302.

LI YH, ZHANG LJ, ZHU WB, et al., 2021. Changes of *Taxus chinensis* var. *mairei* habitat distribution under global climate change[J]. Journal of Natural Resources, 36(3): 783-792. [李艳红, 张立娟, 朱文博, 等, 2021. 全球变化背景下南方红豆杉地域分布变化[J]. 自然资源学报, 36(3): 783-792.]

LI ZH, LI ZF, HONG GY, et al., 2022. Prediction of potential distribution of *Caryopteris mongholica* based on MaxEnt model in climate change context[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 42(7): 1232-1238. [李梓豪, 李卓凡, 洪光宇, 等, 2022. 气候变化背景下基于 MaxEnt 模型的蒙古莢潜在适生区预测[J]. 西北植物学报, 42(7): 1232-1238.]

LIANG JM, JIANG QL, JIANG L, et al., 2023. The MaxEnt modeling for predicting the potential geographical distribution of *Manglietia pachyphylla* in China under climate change[J]. Guangxi Sciences, 30(6): 1133-1143. [梁键明, 蒋庆莲, 姜垒, 等, 2023. 基于 MaxEnt 模型预测气候变化下厚叶木莲在中国的潜在地理分布[J]. 广西科学, 30(6): 1133-1143.]

LIAO JF, YI ZL, LI SC, et al., 2020. Maxent modeling for predicting the potentially geographical distribution of *Miscanthus nudipes* under different climate conditions[J]. Acta Ecologica Sinica, 40(22): 8297-8305. [廖剑锋, 易自力, 李世成, 等, 2020. 基于 MaxEnt 模型的双药芒不同时期潜在分布研究[J]. 生态学报, 40(22): 8297-8305.]

LIAO YJ, SONG XT, YE YH, et al., 2023. Climate change may pose additional threats to the endangered endemic species *Encalypta buxbaumioidea* in China[J]. Diversity, 15(2): 269.

LIU C, DONG XG, TIAN LM, et al., 2022. Prediction of the potentially geographical distribution of *Pyrus pashia* under different climate conditions based on MaxEnt model[J]. Journal of Fruit Science, 39(11): 2056-2063. [刘超, 董星光, 田路明, 等, 2022. 基于 MaxEnt 模型的川梨不同时期潜在分布研究[J]. 果树学报, 39(11): 2056-2063.]

LIU C, HUO HL, TIAN LM, et al., 2020. Prediction of potential geographical distribution patterns of *Pyrus xerophila* under different climate scenarios[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 31(12): 4073-4079. [刘超, 霍宏亮, 田路明, 等, 2020. 不同气候情景下木梨潜在地理分布格局变化的预测[J]. 应用生态学报, 31(12): 4073-4079.]

LIU JQ, LIU YP, ZHANG JY, et al., 2022. Analysis of the potential distribution and suitability of five *Kalidium* species[J]. Pratacultural Science, 39(1): 133-148. [刘津岐, 刘永萍, 张俊逸, 等, 2022. 盐爪爪属 5 种植物

的潜在分布及其适生性分析[J]. 草业科学, 39(1): 133-148.]

- LIU L, GUAN LL, ZHAO HX, et al., 2021. Modeling habitat suitability of *Houttuynia cordata* Thunb (Ceerciao) using MaxEnt under climate change in China[J]. Ecological Informatics, 63: 101324.
- LIU L, WANG RL, ZHANG YY, et al., 2021. Simulation of potential suitable distribution of *Alnus cremastogyne* Burk. In China under climate change scenarios[J]. Ecological Indicators, 133: 108396.
- LIU L, ZHANG YY, HUANG Y, et al., 2021. Simulation of potential suitable distribution of original species of *Fritillariae cirrhosae* Bulbus in China under climate change scenarios[J]. Environmental Science and Pollution Research, 29: 22237-22250.
- LIU R, WANG CJ, HE J, et al., 2018. Analysis of Geographical Distribution of *Abies* in China under Climate Change[J]. Bulletin of Botanical Research, 38(1): 37-46. [刘然, 王春晶, 何健, 等, 2018. 气候变化背景下中国冷杉属植物地理分布模拟分析[J]. 植物研究, 38(1): 37-46.]
- LIU RB, JIANG XL, DAI XL, et al., 2019. Potential distribution area of *Quercus cocciferoides* and its response to climate change[J]. Journal of Plant Resources and Environment, 28(1): 85-95. [刘瑞斌, 姜小龙, 戴锡玲, 等, 2019. 铁橡栎的潜在分布区及其对气候变化的响应[J]. 植物资源与环境学报, 28(1): 85-95.]
- LIU T, CAO JH, QI R, et al., 2022. Research of potential geographical distribution of *Picea purpurea* based on GIS and MaxEnt under different climate conditions[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 42(3): 481-491. [刘婷, 曹家豪, 齐瑞, 等, 2022. 基于 GIS 和 MaxEnt 模型分析气候变化背景下紫果云杉的潜在分布区[J]. 西北植物学报, 42(3): 481-491.]
- LIU T, LIU YP, LV T, et al., 2020. Potential distribution of *Littledalea*, an endemic genus from the Qinghai-Tibet plateau, Predicted by Biomod2 models[J]. Acta Agrestia Sinica, 28(6): 1650-1656. [刘涛, 刘玉萍, 吕婷, 等, 2020. 基于 Biomod2 组合模型预测青藏高原特有属扇穗茅属物种的潜在分布[J]. 草地学报, 28(6): 1650-1656.]
- LIU W, ZHAO RN, SHENG QQ, et al., 2021. Geographical distribution and potential distribution area prediction of *Paeonia jishanensis* in China[J]. Journal of Beijing Forestry University, 43(12): 83-92. [刘维, 赵儒楠, 圣倩倩, 等, 2021. 矮牡丹在中国的地理分布及潜在分布区预测[J]. 北京林业大学学报, 43(12): 83-92.]
- LIU WS, YOU JL, ZENG WB, et al., 2018. Prediction of the geographical distribution of *Carex moorcroftii* under global climate change based on MaxEnt model[J]. Chinese Journal of Grassland, 40(5): 43-49. [刘文胜, 游简龄, 曾文斌, 等, 2018. 气候变化下青藏苔草地理分布的预测[J]. 中国草地学报, 40(5): 43-49.]
- LIU XD, YANG QH, FU CL, 2022. Prediction of potential suitable areas of *Cerasus clarofolia* based on MaxEnt model under climate change[J]. Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology, 49(2): 11-16. [刘祥东, 杨庆华, 付陈龙, 2022. 未来气候情景下基于 MaxEnt 模型的微毛樱桃潜在适生区预测[J]. 江苏林业科技, 49(2): 11-16.]
- LIU Y, ATIGUL M, SABIRAM E, et al., 2017. Modeling potential distributions of the desiccation tolerant moss genus *Schistidium* in Xinjiang under climate change[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 37(9): 1881-1887. [刘艳, 阿提古丽·毛拉, 沙毕热木·斯热义力, 等, 2017. 气候变化下耐旱藓类连轴藓属在新疆的分布模拟[J]. 西北植物学报, 37(9): 1881-1887.]
- LIU Y, FAN DM, HU W, et al., 2022. Changes in potential geographical distribution of *Fokienia hodginsii* since the last glacial maximum[J]. Journal of Northwest Forestry University, 37(4): 92-99. [刘阳, 范邓妹, 胡菀, 等, 2022. 第四纪末次盛冰期以来福建柏的潜在地理分布变迁[J]. 西北林学院学报, 37(4): 92-99.]
- LIU Y, HUANG P, LIN F, et al., 2019. MaxEnt modelling for predicting the potential distribution of a near threatened rosewood species (*Dalbergia cultrata* Graham ex Benth)[J]. Ecological Engineering, 141: 105612.
- LIU Y, ZHAO ZW, 2017. Modeling potential distribution of two wetland moss genera in China under climate change

based on a maximum-entropy (MaxEnt) model[J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 23(5): 792-799. [刘艳, 赵正武, 2017. 基于最大熵模型模拟气候变化下中国两个沼泽藓类属的潜在分布[J]. 应用与环境生物学报, 23(5): 792-799.]

LIU ZL, HU LL, 2022. Prediction of potential distribution and climate change of rare species *Cephalotaxus oliveri*[J]. Forest Resources Management, (1): 35-42. [刘增力, 胡理乐, 2022. 珍稀植物篦子三尖杉潜在分布范围及气候变化影响预测[J]. 林业资源管理, (1): 35-42.]

LU K, HE YM, MAO W, et al., 2020. Potential geographical distribution and changes of *Artemisia ordosica* in China under future climate change[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 31(11): 3758-3766. [鲁客, 贺一鸣, 毛伟, 等, 2020. 未来气候变化下黑沙蒿在中国的潜在地理分布及变迁[J]. 应用生态学报, 31(11): 3758-3766.]

LUO CY, SHE JY, TANG ZC, 2024. Prediction of potential distribution areas of endangered plant *Cathaya argyrophylla* based on SSPs climate scenarios[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 48(1): 161-168. [罗楚滢, 余济云, 唐子朝, 2024. 基于 SSPs 气候场景的濒危植物银杉潜在分布区预测[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 48(1): 161-168.]

MA CC, LI YY, WANG HZ, et al., 2022. Geographical distribution and the prediction of the potential distribution of *Keteleeria*[J]. Journal of Northwest Forestry University, 37(4): 158-165. [麻璨璨, 李媛媛, 王海珍, 等, 2022. 油杉属植物的地理分布及潜在分布区预测[J]. 西北林学院学报, 37(4): 158-165.]

MA SM, WEI B, LI XC, et al., 2017. The impacts of climate change on the potential distribution of *Haloxylon ammodendron*[J]. Chinese Journal of Ecology, 36(5): 1243-1250. [马松梅, 魏博, 李晓辰, 等, 2017. 气候变化对梭梭植物适宜分布的影响[J]. 生态学杂志, 36(5): 1243-1250.]

MAO LH, LI Y, LIU C, et al., 2017. Predication of potential distribution of *Haplocladium microphyllum* in China based on MaxEnt model[J]. Chinese Journal of Ecology, 36(1): 54-60. [毛俐慧, 李垚, 刘畅, 等, 2017. 基于 MaxEnt 模型预测细叶小羽藓在中国的潜在分布区[J]. 生态学杂志, 36(1): 54-60.]

MENG YH, XU X, JIANG XL, et al., 2019. Potential distribution modeling and analysis of *Disanthus Maxim*[J]. Acta Ecologica Sinica, 39(8): 2816-2825. [孟艺宏, 徐瑛, 姜小龙, 等, 2019. 双花木属植物潜在分布区模拟与分析[J]. 生态学报, 39(8): 2816-2825.]

MIAO Q, WANG Y, WANG L, et al., 2021. Prediction of potential geographical distribution pattern change for *Castanopsis sclerophylla* on MaxEnt[J]. Journal of Nanjing Forestry University(Natural Sciences Edition), 45(3): 193-198. [缪菁, 王勇, 王璐, 等, 2021. 基于 MaxEnt 模型的苦槠潜在地理分布格局变迁预测[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 45(3): 193-198.]

NING H, LING, L, SUN X, et al., 2021. Predicting the future redistribution of Chinese white pine *Pinus armandii* Franch[J]. Under climate change scenarios in China using species distribution models[J]. Global Ecology and Conservation, 25: e01420

NIU RK, GAO RH, HOU YQ, et al., 2021. Prediction of geographic distribution of *Ammopiptanthus mongolicus* under climate change[J]. Journal of Northwest Forestry University, 36(1): 102-107. [牛若恺, 高润红, 侯艳青, 等, 2021. 气候变化下沙冬青适宜分布区预测[J]. 西北林学院学报, 36(1): 102-107.]

OUYANG LN, ARNOLD RJ, CHEN SX, et al., 2022. Prediction of the suitable distribution of *Eucalyptus grandis* in China and its responses to climate change[J]. New Forests, 53: 81-99.

OUYANG XH, BAI SH, STRACHAN GB, et al., 2022. Simulation of the potential distribution of rare and endangered *Satyrium* species in China under climate change[J]. Ecology and Evolution, 12(7): e9054.

PAN CX, CHEN SR, CHEN ZM, et al., 2022. Assessing the geographical distribution of 76 *Dendrobium* species and impacts of climate change on their potential suitable distribution area in China[J]. Environmental Science and Pollution Research, 29(14): 20571-20592.

- PAN SA, LI XH, FENG QH, et al., 2022. Response of *Abies faxoniana* to future climate change and its potential distribution patterns in Sichuan Province[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 42(10): 4055-4064. [潘少安, 李旭华, 冯秋红, 等, 2022. 四川省岷江冷杉对气候变化的响应及其潜在分布格局[J]. *生态学报*, 42(10): 4055-4064.]
- PAN SY, ZHU ZH, YAO TH, et al., 2016. Predicting suitable habitats of medicinal plant *Fallopia multiflorain* China under climate change scenarios[J]. *Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)*, 44(1): 192-198. [潘石玉, 朱志红, 姚天华, 等, 2016. 气候变化背景下药用植物何首乌在中国适生区分布预测[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 44(1): 192-198.]
- PAN YY, OUYANG XH, WANG XL, et al., 2021. Geographical distribution of *Phoebe zhennan* and potential distribution area[J]. *Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology*, 41(2): 35-40. [潘颖璞, 欧阳先恒, 王晓丽, 等, 2021. 珍稀植物楠木的地理分布及潜在分布区的预测[J]. *浙江林业科技*, 41(2): 35-40.]
- PENG LX, GUO YL, 2017. Geographical distribution of *Astragali radix* and prediction of its suitable area in China[J]. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 35(1): 60-68. [彭露茜, 郭彦龙, 2017. 中国黄芪地理分布和未来适生区预测[J]. *四川农业大学学报*, 35(1): 60-68.]
- QIN YY, LU K, DU ZY, et al., 2022. Potential changes in the geographical distribution of the relict plant *Potaninia mongolica* Maxim[J]. in China under climate change scenarios[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 42(11): 4473-4484. [秦媛媛, 鲁客, 杜忠毓, 等, 2022. 气候变化情景下孑遗植物绵刺在中国的潜在地理分布[J]. *生态学报*, 42(11): 4473-4484.]
- QIU HJ, SUN JJ, XU D, et al., 2020. The distribution dynamics of *Ormosia hosiei* under different climate change scenarios since the Last Glacial Maximum[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 40(9): 3016-3026. [邱浩杰, 孙杰杰, 徐达, 等, 2020. 末次盛冰期以来红豆树在不同气候变化情景下的分布动态[J]. *生态学报*, 40(9): 3016-3026.]
- QIU XP, ZHANG Y, ZHANG YM, 2022. Effects of global climate change on the potential suitable habitats of *Salvia miltiorrhiza* Bunge[J]. *Chinese Journal of Information on Traditional Chinese Medicine*, 29(9): 1-10. [邱晓萍, 张懿, 张咏梅, 2022. 全球气候变化对丹参潜在适宜区分布影响[J]. *中国中医药信息杂志*, 29(9): 1-10.]
- RAN Q, WEI HY, ZHAO ZF, et al., 2019. Impact of climate change on the potential distribution and habitat fragmentation of the relict plant *Cathaya argyrophylla* Chun et Kuang[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 39(7): 2481-2493. [冉巧, 卫海燕, 赵泽芳, 等, 2019. 气候变化对孑遗植物银杉的潜在分布及生境破碎度的影响[J]. *生态学报*, 39(7): 2481-2493.]
- SHAO ZL, ZHOU WZ, YANG F, et al., 2021. Prediction of potential suitable areas of *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino based on MaxEnt model[J]. *Journal of Southern Agriculture*, 52(4): 1124-1131. [邵周玲, 周文佐, 杨帆, 等, 2021. 基于 MaxEnt 模型的绞股蓝潜在适生区预测[J]. *南方农业学报*, 52(4): 1124-1131.]
- SHEN JP, CHEN DS, HONG YF, et al., 2019. Prediction on potential distribution areas of *Larix kaempferi* in China based on MaxEnt model[J]. *Journal of Plant Resources and Environment*, 28(3): 19-25. [申家朋, 陈东升, 洪奕丰, 等, 2019. 基于 MaxEnt 模型对日本落叶松在中国潜在分布区的预测[J]. *植物资源与环境学报*, 28(3): 19-25.]
- SHEN T, YU H, WANG YZ, 2021. Assessing the impacts of climate change and habitat suitability on the distribution and quality of medicinal plant using multiple information integration: Take *Gentiana rigescens* as an example[J]. *Ecological Indicators*, 123: 107376
- SHEN Y, TU Z, ZHANG Y, et al., 2022. Predicting the impact of climate change on the distribution of two relict *Liriodendron* species by coupling the MaxEnt model and actual physiological indicators in relation to stress tolerance[J]. *Journal of Environmental Management*, 322: 116024.
- SHEN Y, YU J, GUO SL, 2015. *Macromitrium* and *Orthotrichum* distribution patterns under different climate warming scenarios in China[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 35(19): 6449-6459. [沈阳, 于晶, 郭水良, 2015. 不同

气候变化情境下中国木灵藓属和藓属植物的潜在分布格局[J]. 生态学报, 35(19): 6449-6459.]

- SHI X, WANG J, ZHANG L, et al., 2023. Prediction of the potentially suitable areas of *Litsea cubeba* in China based on future climate change using the optimized MaxEnt model[J]. Ecological Indicators, 148: 110093.
- SHUAYIB Y, MAMTIMIN S, WINIRA I, et al., 2018. Prediction of potential distribution of *Didymodon* (Bryophyta, Pottiaceae) in Xinjiang based on the MaxEnt model[J]. Plant Science Journal, 36(4): 541-553. [夏尤普·玉苏甫, 买买提明·苏来曼, 维尼拉·伊利哈尔, 等, 2018. 基于 MaxEnt 生态位模型预测对齿藓属(*Didymodon*) 植物在新疆的潜在地理分布[J]. 植物科学学报, 36(4): 541-553.]
- SONG Y, ZHANG GL, JIA QQ, et al., 2021. Prediction of potential distribution of *Ormosia henryi* in China under climate change[J]. Journal of Northwest Forestry University, 36(6): 108-115. [宋颖, 张港隆, 贾全全, 等, 2021. 气候变化下花榈木在我国的潜在分布区预测[J]. 西北林学院学报, 36(6): 108-115.]
- SU ZH, PAN BR, ZHUO L, et al., 2018. Impact of future climate change on distribution pattern of *Tamarix taklamakanensis* and its conservation revelation[J]. Arid Zone Research, 35(1): 150-155. [苏志豪, 潘伯荣, 卓立, 等, 2018. 未来气候变化对特有物种沙生怪柳分布格局的影响及其保护启示[J]. 干旱区研究, 35(1): 150-155.]
- SUN H, DUAN JY, LIU YJ, et al., 2023. Potential distribution of the genus *Agriophyllum* under climate change[J]. Journal of Desert Research, 43(2): 255-263. [孙红, 段霁芸, 刘雨洁, 等, 2023. 气候变化背景下沙蓬属 (*Agriophyllum*) 物种潜在地理分布[J]. 中国沙漠, 43(2): 255-263.]
- SUN JJ, QIU HJ, GUO JH, et al., 2020. Modeling the potential distribution of *Zelkova schneideriana* under different human activity intensities and climate change patterns in China[J]. Global Ecology and Conservation, 21: e00840.
- TAN X, ZHANG L, ZHANG AP, et al., 2018. The suitable distribution area of *Tsuga longibracteata* revealed by a climate and spatial constraint model under future climate change scenarios[J]. Acta Ecologica Sinica, 38(24): 8934-8945. [谭雪, 张林, 张爱平, 等, 2018. 孑遗植物长苞铁杉(*Tsuga longibracteata*)分布格局对未来气候变化的响应[J]. 生态学报, 38(24): 8934-8945.]
- TAN YH, ZHANG XJ, YUAN SS, et al., 2020. Prediction of the ecological suitability of *Gentiana macrophylla* Pall. under scenarios of global climate change[J]. Chinese Journal of Ecology, 39(11): 3766-3773. [檀逸虹, 张喜娟, 原树生, 等, 2020. 全球气候变化背景下秦艽生态适宜性预测[J]. 生态学杂志, 39(11): 3766-3773.]
- TANG MS, YUAN SN, YU WG, et al., 2021. Prediction of potential distribution area of *Etilingera littoralis* (J. Koenig) Giseke in China under climate change based on MaxEnt[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 42(11): 3369-3375. [唐梦诗, 袁淑娜, 余文刚, 等, 2021. 气候变化下红茵砂在中国潜在适生区的最大熵生态位模型预测[J]. 热带作物学报, 42(11): 3369-3375.]
- TANG X, YUAN Y, WANG L, et al., 2021. Identifying prioritized planting areas for medicinal plant *Thesium chinense* Turcz. under climate change in China[J]. Ecological Informatics, 66: 101459.
- TANG XG, YUAN YD, ZHANG JC, 2021. Simulation of potential spatial-temporal population dynamics of *Pinus tabuliformis* under climate change[J]. Journal of Northeast Forestry University, 49(9): 1-7. [唐兴港, 袁颖丹, 张金池, 2021. 气候变化对油松潜在地理分布时空格局的影响[J]. 东北林业大学学报, 49(9): 1-7.]
- TANG Y, ZHAO RN, REN G, et al., 2021. Prediction of potential distribution of *Lycium chinense* based on MaxEnt model and analysis of its important influencing factors[J]. Journal of Beijing Forestry University, 43(6): 23-32. [唐燕, 赵儒楠, 任钢, 等, 2021. 基于 MaxEnt 模型的中华枸杞潜在分布预测及其重要影响因子分析[J]. 北京林业大学学报, 43(6): 23-32.]
- WAN GZ, SHEN L, GUO YX, et al., 2021. Potential geographical distribution of *Forrsythia Suspensa* (Thunb.) Vahl under climate change based on maximum entropy model[J]. Chinese Journal of Information on Traditional

Chinese Medicine, 28(12): 1-6. [万广珍, 申亮, 郭延秀, 等, 2021. 基于最大熵模型预测未来气候变化背景下连翘的潜在地理分布[J]. 中国中医药信息杂志, 28(12): 1-6.]

WANG BZ, ZHU YJ, LIU YS, et al., 2019. Potential distribution patterns of *Stipa bungeana* in China and the major factors influencing distribution[J]. Acta Prataculturae Sinica, 28(7): 3-13. [王百竹, 朱媛君, 刘艳书, 等, 2019. 典型草原建群种长芒草(*Stipa bungeana*)在中国的潜在分布范围预测及主要影响因子分析[J]. 草业学报, 28(7): 3-13.]

WANG LJ, JIANG P, XU DJ, et al., 2022. Analysis of geographic distribution patterns of *Lycium barbarum* in the context of climate oscillations[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 42(12): 2133-2142. [王灵娟, 蒋鹏, 徐得甲, 等, 2022. 气候振荡背景下宁夏枸杞地理分区变迁研究[J]. 西北植物学报, 42(12): 2133-2142.]

WANG LL, YILIHAMU Y, 2021. Prediction of potential suitable areas for a Chinese endemic shrub *Sophora davidii* using the MaxEnt Model[J]. Chinese Journal of Ecology, 40(10): 3114-3124. [王露露, 伊力哈木·亚尔买买提, 2021. 基于 MaxEnt 模型的中国特有灌木物种白刺花的潜在适生区预测[J]. 生态学杂志, 40(10): 3114-3124.]

WANG LL, YILIHAMU Y, 2022. Prediction of the potential distribution of two endemic tree species in Xinjiang of western China under future climate scenarios[J]. Journal of Beijing Forestry University, 44(6): 10-22. [王露露, 伊力哈木·亚尔买买提, 2022. 未来气候情景下 2 种新疆特有树种潜在适生区预测[J]. 北京林业大学学报, 44(6): 10-22.]

WANG Q, FAN BG, ZHAO GH, 2020. Prediction of potential distribution area of *Corylus mandshurica* in China under climate change[J]. Chinese Journal of Ecology, 39(11): 3774-3784. [王绮, 樊保国, 赵光华, 2020. 气候变化下毛榛在中国的潜在适生区预测[J]. 生态学杂志, 39(11): 3774-3784.]

WANG WQ, ZHANG YX, 2021. Predicting the potential distribution area of *Chimonocalamus fimbriatus* under different climate change scenarios[J]. World Bamboo and Rattan, 19(6): 21-30. [王文权, 张玉霄, 2021. 气候变化情景下流苏香竹潜在分布区预测[J]. 世界竹藤通讯, 19(6): 21-30.]

WANG WT, 2018. The potential distribution area of *Kerria japonica* and its response to future climate change were studied by using niche model[J]. Journal of Green Science and Technology, (2): 1-3. [王文婷, 2018. 应用生态位模型研究地被植物棣棠的潜在分布区及对未来气候变化的响应[J]. 绿色科技, (2): 1-3.]

WANG YC, MAO JY, CHEN XJ, et al., 2021. Predicting potential distribution of *Pistacia chinensis* in China using MaxEnt model[J]. Journal of Northeast Forestry University, 49(7): 61-65. [王祎琛, 毛俊俨, 陈星京, 等, 2021. 应用最大熵模型预测黄连木在中国的潜在分布[J]. 东北林业大学学报, 49(7): 61-65.]

WANG YL, LI H, YANG X, et al., 2017. Prediction of geographical distribution of *Vitex trifolia* var. *simplicifolia* under climate change based on the MaxEnt model[J]. Acta Prataculturae Sinica, 26(7): 1-10. [王亚领, 李浩, 杨旋, 等, 2017. 基于 MaxEnt 模型和不同气候变化情景的单叶蔓荆潜在地理分布预测[J]. 草业学报, 26(7): 1-10.]

WANG YN, LAI GZ, HUANG JJ, et al., 2022. Potential distribution of *Camellia chekiangoleosa* under future climate change[J]. Journal of Zhejiang A & F University, 39(5): 989-997. [汪雁楠, 赖国桢, 黄建建, 等, 2022. 浙江红花油茶潜在适生区分布及其对未来气候变化的响应[J]. 浙江农林大学学报, 39(5): 989-997.]

WEI B, SUN FF, MA X, et al., 2019. Possible response of the suitable distribution areas of endangered desert Plant *Gymnocarpus przewalskii* to future climate change scenario[J]. Journal of Shihezi University (Natural Science), 37(4): 490-497. [魏博, 孙芳芳, 马新, 等, 2019. 荒漠濒危植物裸果木适宜分布区对未来气候变化情景的可能响应[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 37(4): 490-497.]

WEI B, WANG R, HOU K, et al., 2018. Predicting the current and future cultivation regions of *Carthamus tinctorius*

- L. using MaxEnt model under climate change in China[J]. *Global Ecology and Conservation*, 16: e00477.
- WEI JZ, MA XL, WANG SX, 2022. Prediction of the potential distribution of *Perilla frutescens* in China under the background of climate change[J]. *Qinghai Science and Technology*, 29(5): 118-124. [魏吉珍, 马晓丽, 王世雄, 2022. 全球气候变化背景下紫苏在中国的潜在分布区预测[J]. *青海科技*, 29(5): 118-124.]
- WEN GW, HUANG QL, LÜ ZW, et al., 2023. Potential geographical distribution and ecological suitability of *Schima superba* under the situation of climate change[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 43(16): 6617-6626. [文国卫, 黄秋良, 吕增伟, 等, 2023. 气候变化情境下木荷潜在地理分布及生态适宜性分析[J]. *生态学报*, 43(16): 6617-6626.]
- WEN GW, YE XZ, SHI CY, et al., 2022. Potential suitable area of *Altingia multinervis* predicted by optimized MaxEnt model[J]. *Guihaia*, 42(3): 363-372. [文国卫, 叶兴状, 施晨阳, 等, 2022. 基于优化的 MaxEnt 模型预测赤水蕈树的潜在适宜区[J]. *广西植物*, 42(3): 363-372.]
- WU JG, 2010a. Potential effects of climate change on the distribution of seven protected plants in China[J]. *Plant Science Journal*, 28(4): 437-452. [吴建国, 2010a. 气候变化对 7 种保护植物分布的潜在影响[J]. *植物科学学报*, 28(4): 437-452.]
- WU JG, 2010b. Potential effects of climate change on the distributions of 5 plants in China[J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 18(5): 511-522. [吴建国, 2010b. 气候变化对 5 种植物分布的潜在影响[J]. *热带亚热带植物学报*, 18(5): 511-522.]
- WU JG, 2011a. The potential effects of climate change on the distributions of 7 plants in China[J]. *Guihaia*, 31(5): 595-607. [吴建国, 2011a. 气候变化对我国 7 种植物潜在分布的影响[J]. *广西植物*, 31(5): 595-607.]
- WU JG, 2011b. The potential effects of climate change on the distributions of seven arbors plants in China[J]. *Plant Diversity*, 33(3): 335-349. [吴建国, 2011b. 气候变化对 7 种乔木植物分布的潜在影响[J]. *植物分类与资源学报*, 33(3): 335-349.]
- WU JG, 2011c. Potential effects of climate change in future on the distributions of 7 desert plants in China[J]. *Arid Land Geography*, 34(1): 70-85. [吴建国, 2011c. 未来气候变化对 7 种荒漠植物分布的潜在影响[J]. *干旱区地理*, 34(1): 70-85.]
- WU JG, 2020. Risk and uncertainty of losing suitable habitat areas under climate change scenarios: a case study for 109 Gymnosperm Species in China[J]. *Environmental Management*, 65: 517-533.
- WU JG, 2022. The danger and indeterminacy of forfeiting perching space of bryophytes from climate shift: a case study for 115 species in China[J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194: 233.
- WU JG, 2023. Uncertainty and risk of pruned distributional ranges induced by climate shifts for alpine species: a case study for 79 *Kobresia* species in China[J]. *Theoretical and Applied Climatology*, 151: 1651-1672 .
- WU JG, LV JJ, ZHOU QF, 2010. Potential effects of climate change on the distribution of six desert plants in China[J]. *Chinese Bulletin of Botany*, 45(6): 723-738. [吴建国, 吕佳佳, 周巧富, 2010. 气候变化对 6 种荒漠植物分布的潜在影响[J]. *植物学报*, 45(6): 723-738.]
- WU XK, NAN CH, TANG GG, et al., 2016. Impact of climate change on potential distribution range and spatial pattern of *Phoebe chekiangensis*[J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 40(6): 85-91. [吴显坤, 南程慧, 汤庚国, 等, 2016. 气候变化对浙江楠潜在分布范围及空间格局的影响[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 40(6): 85-91.]
- WU XM, YE DM, BAI YE, et al., 2022. Distribution pattern and future change of *Picea meyeri* in China based on MaxEnt model[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 42(1): 162-172. [吴晓萌, 叶冬梅, 白玉娥, 等, 2022. 基于 MaxEnt 模型的中国白杆分布格局及未来变化[J]. *西北植物学报*, 42(1): 162-172.]
- WU YX, ZHANG M, YANG Y, et al., 2022. Effects of climate changes on the distribution of *Osmanthus fragrans*[J].

- Journal of Northwest Forestry University, 37(4): 129-134. [武耀星, 张梅, 杨勇, 等, 2022. 气候变化对桂花分布的影响研究[J]. 西北林学院学报, 37(4): 129-134.]
- WU ZN, HOU XY, REN WB, et al., 2018. Prediction of the potential distribution of *Medicago ruthenica* in China under climate change[J]. Acta Agrestia Sinica, 26(4): 898-906. [武自念, 侯向阳, 任卫波, 等, 2018. 气候变化背景下我国扁蓿豆潜在适生区预测[J]. 草地学报, 26(4): 898-906.]
- XIAO J, EZIZ A, ZHANG H, et al., 2019. Responses of four dominant dryland plant species to climate change in the Junggar Basin, northwest China[J]. Ecology and Evolution, 9(23): 13596-13607.
- XIAO JH, DING X, CAI CN, et al., 2021. Simulation of the potential distribution of *Phoebe bournei* with climate changes using the maximum-entropy (MaxEnt) model[J]. Acta Ecologica Sinica, 41(14): 5703-5712. [肖建华, 丁鑫, 蔡超男, 等, 2021. 闽楠(*Phoebe bournei*, Lauraceae)地理分布及随气候变化的分布格局模拟[J]. 生态学报, 41(14): 5703-5712.]
- XIE D, DU H, XU WH, et al., 2022. Effects of climate change on richness distribution patterns of threatened conifers endemic to China[J]. Ecological Indicators, 136 (8): 108594.
- XIE D, LIU XQ, CHEN YX, et al., 2021. Distribution and conservation of threatened gymnosperms in China[J]. Global Ecology and Conservation, 32: e01915.
- XIE JY, HE XH, ZHU L, et al., 2023. Potential geographical distribution of *Hippophae rhamnoides* subsp. *yunnanensis* in China under the context of climate change[J]. Protection Forest Science and Technology, (1): 24-29. [谢婧妍, 贺晓慧, 朱丽, 等, 2023. 气候变化背景下云南沙棘在中国的潜在地理分布[J]. 防护林科技, (1): 24-29.]
- XIONG YD, 2022. Prediction on geographical potential distribution area of *Lamiophlomis rotata* under climate change[J]. Hubei Agricultural Sciences, 61(11): 88-92. [熊钰丹, 2022. 气候变化下独一味的地理潜在分布区预测[J]. 湖北农业科学, 61(11): 88-92.]
- XU X, ZHANG H, XIE, T, et al., 2017. Effects of climate change on the potentially suitable climatic geographical range of *Liriodendron chinense*[J]. Forests, 8(10): 399.
- XU Y, ZHU R, GAO L, et al., 2023. Predicting the current and future distributions of *Pennisetum alopecuroides* (L.) in China under climate change based on the MaxEnt model[J]. PLoS ONE, 18(4): e0281254.
- XU YD, HUANG Y, ZHAO HR, et al., 2021. Modelling the effects of climate change on the distribution of endangered *Cypripedium japonicum* in China[J]. Forests, 12(4): 429.
- YAN DT, CHEN W, LIU L, et al., 2018. Change in current and future geographic distributions of *Ulmus lamellosa* in China[J]. Journal of Forestry Research, 29: 1147-1156.
- YAN XY, WANG SC, DUAN Y, et al., 2021. Current and future distribution of the deciduous shrub *Hydrangea macrophylla* in China estimated by MaxEnt[J]. Ecology and Evolution, 11(22): 16099-16112.
- YANG JT, JIANG P, HUANG Y, et al., 2022. Potential geographic distribution of relict plant *Pteroceltis tatarinowii* in China under climate change scenarios[J]. PLoS ONE, 17(4): e0266133.
- YANG T, WANG ST, WEI XZ, et al., 2020. Modeling potential distribution of an endangered genus (*Sinojackia*) endemic to China[J]. Plant Science Journal, 38(5): 627-635. [杨腾, 王世彤, 魏新增, 等, 2020. 中国特有属秤锤树属植物的潜在分布区预测[J]. 植物科学学报, 38(5): 627-635.]
- YE XZ, ZHANG MZ, YANG QY, et al., 2022. Prediction of suitable distribution of a critically endangered plant *Glyptostrobus pensilis*[J]. Forests, 13(2): 257.
- YIN H, TIAN C, MA QQ, et al., 2022. Variation characteristics of potential distribution patterns of *Alhagi sparsifolia* Shap. under climate change and human disturbance[J]. Acta Ecologica Sinica, 42(18): 7349-7361. [尹辉, 田聪, 马倩倩, 等, 2022. 气候变化和人类活动干扰下骆驼刺潜在分布格局变化特征[J]. 生态学

报, 42(18): 7349-7361.]

- YING LX, LIU Y, CHEN ST, et al., 2016. Simulation of the potential range of *Pistacia weinmannifolia* in southwest China with climate change based on the maximum-entropy (MaxEnt) model[J]. Biodiversity Science, 24(4): 453-461. [应凌霄, 刘晔, 陈绍田, 等, 2016. 气候变化情景下基于最大熵模型的中国西南地区清香木潜在分布格局模拟[J]. 生物多样性, 24(4): 453-461.]
- YU FY, WANG TJ, GROEN TA, et al., 2019. Climate and land use changes will degrade the distribution of *Rhododendrons* in China[J]. Science of the total environment, 659: 515-528.
- ZHANG H, ZHAO HX, WANG H, 2020. Potential geographical distribution of *Populus euphratica* in China under future climate change scenarios based on MaxEnt model[J]. Acta Ecologica Sinica, 40(18): 6552-6563. [张华, 赵浩翔, 王浩, 2020. 基于 MaxEnt 模型的未来气候变化情景下胡杨在中国的潜在地理分布[J]. 生态学报, 40(18): 6552-6563.]
- ZHANG H, ZHAO HX, XU CG, 2021. The potential geographical distribution of *Alsophila spinulosain* under climate change in China[J]. Chinese Journal of Ecology, 40(4): 968-979. [张华, 赵浩翔, 徐存刚, 2021. 气候变化背景下子遗植物桫欏在中国的潜在地理分布[J]. 生态学杂志, 40(4): 968-979.]
- ZHANG J, AO ZQ, WU YM, et al., 2017. Prediction of potential geographic distribution of *Actinidia chinensis* in China based on maximum entropy niche and ArcGIS[J]. Tropical Geography, 37(2): 218-225. [张杰, 敖子强, 吴永明, 等, 2017. 中华猕猴桃(*Actinidia chinensis*)在中国的适生性及其潜在地理分布模拟预测[J]. 热带地理, 37(2): 218-225.]
- ZHANG JM, BIAN L, ZHOU FM, et al., 2022. Response of the suitable distribution areas of *Prunus pedunculata* to climate change[J]. Forest Research, 35(5): 180-187. [张君明, 边磊, 周飞梅, 等, 2022. 长柄扁桃适宜分布区对气候变化的响应[J]. 林业科学研究, 35(5): 180-187.]
- ZHANG K, LIU H, PAN H, et al., 2020. Shifts in potential geographical distribution of *Pterocarya stenoptera* under climate change scenarios in China[J]. Ecology and Evolution, 10(11): 4828-4837.
- ZHANG KL, YAO LJ, MENG JS, et al., 2018. MaxEnt modeling for predicting the potential geographical distribution of two peony species under climate change[J]. Science of the Total Environment, 634: 1326-1334.
- ZHANG KL, ZHANG Y, TAO J, 2019. Predicting the potential distribution of *Paeonia veitchii* (Paeoniaceae) in China by incorporating climate change into a MaxEnt model[J]. Forests, 10(2): 190.
- ZHANG L, LIU SR, SUN PS, et al., 2011. Comparative evaluation of multiple models of the effects of climate change on the potential distribution of *Pinus massoniana*[J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 35(11): 1091-1105. [张雷, 刘世荣, 孙鹏森, 等, 2011. 气候变化对马尾松潜在分布影响预估的多模型比较[J]. 植物生态学报, 35(11): 1091-1105.]
- ZHANG L, WEI YQ, WANG JN, et al., 2020. The potential geographical distribution of *Lycium ruthenicum* Murr under different climate scenarios[J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 26(4): 969-978. [张亮, 魏彦强, 王金牛, 等, 2020. 气候变化情景下黑果枸杞的潜在地理分布[J]. 应用与环境生物学报, 26(4): 969-978.]
- ZHANG L, ZHU L, LI Y, et al., 2022. MaxEnt modelling predicts a shift in suitable habitats of a subtropical evergreen tree (*Cyclobalanopsis glauca* (Thunberg) Oersted) under climate change scenarios in China[J]. Forests, 13(1): 126.
- ZHANG M, CHEN QS, HUANG J, et al., 2019. Geographic distribution and potential distribution of *Vaccinium bracteatum*[J]. Journal of Jiangsu Forestry Science & Technology, 46(4): 1-8. [张敏, 陈庆生, 黄婧, 等, 2019. 乌饭树的地理分布及潜在分布区分析[J]. 江苏林业科技, 46(4): 1-8.]
- ZHANG MZ, YE XZ, LI JH, et al., 2021. Prediction of potential suitable area of *Ulmus elongata* in China under

- climate change scenario[J]. Chinese Journal of Ecology, 40(12): 3822-3835. [张明珠, 叶兴状, 李佳慧, 等, 2021. 气候变化情景下长序榆在中国的潜在适生区预测[J]. 生态学杂志, 40(12): 3822-3835.]
- ZHANG Q, SHEN X, JIANG X, et al., 2023. MaxEnt modeling for predicting suitable habitat for endangered tree *Keteleeria davidiana* (Pinaceae) in China[J]. Forests, 14(2): 394.
- ZHANG SL, GAO RH, GAO ML, et al., 2023. Prediction of the potential distribution pattern of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* in China under climate change[J]. Journal of Zhejiang A & F University, 40(3): 560-568. [张世林, 高润红, 高明龙, 等, 2023. 气候变化背景下中国樟子松潜在分布预测[J]. 浙江农林大学学报, 40(3): 560-568.]
- ZHANG T, HU W, JIA TJ, et al., 2022. Prediction of potential distribution of *Sophora flavescens* in China under climate change[J]. Guihaia, 42(3): 349-362. [张涛, 胡菀, 贾天娇, 等, 2022. 气候变化条件下苦参在我国潜在分布区的预测分析[J]. 广西植物, 42(3): 349-362.]
- ZHANG WX, KOU YX, ZHANG L, et al., 2020. Suitable distribution of endangered species *Pseudotaxus chienii* (Cheng) Cheng (Taxaceae) in five periods using niche modeling[J]. Chinese Journal of Ecology, 39(2): 600-613. [张文秀, 寇一翮, 张丽, 等, 2020. 采用生态位模拟预测濒危植物白豆杉 5 个时期的适宜分布区[J]. 生态学杂志, 39(2): 600-613.]
- ZHANG XJ, CHEN C, GAO FF, et al., 2022. Spatial distribution of *Larix gmelinii* forests in northeast China and its response to climate change[J]. Chinese Journal of Ecology, 41(6): 1041-1049. [张喜娟, 陈琛, 郜飞飞, 等, 2022. 中国东北兴安落叶松林空间分布及其对气候变化的响应[J]. 生态学杂志, 41(6): 1041-1049.]
- ZHANG XW, LI Y, FANG YM, 2014. Geographical distribution and prediction of potential distribution regions of *Quercus acutissima* in China[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 34(8): 1685-1692. [张兴旺, 李焱, 方炎明, 2014. 麻栎在中国的地理分布及潜在分布区预测[J]. 西北植物学报, 34(8): 1685-1692.]
- ZHANG YB, MENG QX, WANG YZ, et al., 2020. Climate change-induced migration patterns and extinction risks of Theaceae species in China[J]. Ecology and Evolution, 10(10): 4352-4361.
- ZHANG HT, WANG WT, 2023. Prediction of the potential distribution of the endangered species *Meconopsis punicea* Maxim under future climate change based on four species distribution models[J]. Plants, 12(6): 1376.
- ZHAO GH, CUI XY, SUN JJ. 2021a. Analysis of the distribution pattern of Chinese *Ziziphus jujuba* under climate change based on optimized biomod2 and MaxEnt models[J]. Ecological Indicators, 132: 108256.
- ZHAO GH, CUI XY, WANG Z, et al., 2021. Prediction of potential distribution of *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* in China under context of climate change[J]. Scientia Silvae Sinicae, 57(6): 158-168. [赵光华, 崔馨月, 王智, 等, 2021. 气候变化背景下我国酸枣潜在适生区预测[J]. 林业科学, 57(6): 158-168.]
- ZHAO H, ZHANG H, XU C. 2020. Study on *Taiwania cryptomerioides* under climate change: MaxEnt modeling for predicting the potential geographical distribution[J]. Global Ecology and Conservation, 24, e01313.
- ZHAO JP, WANG MT, LUO W, et al., 2023. Ecological suitability and potential distribution of *Chuanminshen violaceum* Sheh et Shan in Sichuan[J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 44(8): 664-674. [赵金鹏, 王明田, 罗伟, 等, 2023. 川明参生态适宜性及四川潜在分布区预测[J]. 中国农业气象, 44(8): 664-674.]
- ZHAO RN, CHU XJ, HE QQ, et al., 2020. Modeling current and future potential geographical distribution of *Carpinus tientaiensis*, a critically endangered species from China[J]. Forests, 11(7): 774.
- ZHAO RN, HE QQ, CHU XJ, et al., 2019. Prediction of potential distribution of *Carpinus cordata* in China under climate change[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 30(11): 3833-3843. [赵儒楠, 何倩倩, 褚晓洁, 等, 2019. 气候变化下千金榆在我国潜在分布区预测[J]. 应用生态学报, 30(11): 3833-3843.]
- ZHAO Y, ZHAO M, ZHANG L, et al., 2021b. Predicting possible distribution of tea (*Camellia sinensis* L.) under climate change scenarios using MaxEnt model in China[J]. Agriculture, 11(11): 1122.

- ZHAO YF, PAN BR, 2023. Potential geographical distributions of *Tugarinovia* in China under climate change scenarios[J]. *Arid Zone Research*, 40(6): 949-957. [赵艳芬, 潘伯荣, 2023. 气候变化情景下革苞菊属在中国的潜在地理分布[J]. *干旱区研究*, 40(6): 949-957.]
- ZHAO ZF, GUO YL, WEI HY, et al., 2020. Potential distribution of *Notopterygium incisum* Ting ex H. T. Chang and its predicted responses to climate change based on a comprehensive habitat suitability model[J]. *Ecology and Evolution*, 10(6): 3004-3016.
- ZHENG F, HUANG ZC, CHEN LJ, et al., 2023. Prediction of distribution patterns and dominant climatic factors of *Cymbidium* in China using MaxEnt model[J]. *Guihaia*, 43(6): 1027-1040. [郑芳, 黄智聪, 陈利君, 等, 2023. 基于 MaxEnt 模型预测中国兰属植物的分布格局及主导气候因子[J]. *广西植物*, 43(6): 1027-1040.]
- ZHENG WY, CAO KF, 2019. Potential geographical distribution of five *Lithocarpus* species in China and their response to climate change[J]. *Plant Science Journal*, 37(4): 474-484. [郑维艳, 曹坤芳, 2019. 中国柯属 5 种资源植物潜在地理分布及其对气候变化的响应[J]. *植物科学学报*, 37(4): 474-484.]
- ZHENG WY, CAO KF, 2020. Impact of future climate change on potential geographical distribution of four *Litsea* species in China[J]. *Guihaia*, 40(11): 1584-1594. [郑维艳, 曹坤芳, 2020. 未来气候变化对四种木姜子地理分布的影响[J]. *广西植物*, 40(11): 1584-1594.]
- ZHONG X, ZHANG L, ZHANG J, et al., 2023. MaxEnt modeling for predicting the potential geographical distribution of *Castanopsis carlesii* under various climate change scenarios in China[J]. *Forests*, 14(7): 1397.
- ZHOU R, CI XQ, XIAO JH, et al., 2021. Effects and conservation assessment of climate change on the dominant group—The genus *Cinnamomum* of subtropical evergreen broad-leaved forests[J]. *Biodiversity Science*, 29(6): 697-711. [周润, 慈秀芹, 肖建华, 等, 2021. 气候变化对亚热带常绿阔叶林优势类群樟属植物的影响及保护评估[J]. *生物多样性*, 29(6): 697-711.]
- ZHOU Y, LI Y, WANG XM, 2015. Suitable habitats prediction of original plants of Rhei Radix et Rhizoma under climate change[J]. *Journal of Chinese Medicinal Materials*, 38(3): 467-472. [周云, 李延, 王戌梅, 2015. 气候变化背景下中药大黄原植物的适生区分布预测[J]. *中药材*, 38(3): 467-472.]
- ZHU H, YOU LX, LI YF, et al., 2017. Modeling the geographical distribution pattern and climatic limited factors of *Cerasus schneideriana*[J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 25(4): 315-322. [朱弘, 尤禄祥, 李涌福, 等, 2017. 浙闽樱桃地理分布模拟及气候限制因子分析[J]. *热带亚热带植物学报*, 25(4): 315-322.]
- ZHU MJ, MIAO J, ZHAO XL, 2020. Simulation of potential distribution of *Uraria* in China based on maximum entropy model[J]. *Plant Science Journal*, 38(4): 476-482. [朱梦婕, 缪佳, 赵雪利, 2020. 基于最大熵模型的狸尾豆属植物在中国的潜在分布区模拟[J]. *植物科学学报*, 38(4): 476-482.]
- ZHU N, 2019. Predicting the geographic distribution of *Calligonum mongolicum* under climate change[J]. *Journal of Desert Research*, 39(3): 136-144. [朱妮, 2019. 气候变化下蒙古沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)适宜生境预测[J]. *中国沙漠*, 39(3): 136-144.]
- ZHU YY, XU XT, 2019. Effects of climate change on the distribution of wild population of *Metasequoia glyptostroboides*, an endangered and endemic species in China[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 38(6): 1629-1636. [朱莹莹, 徐晓婷, 2019. 气候变化对我国特有濒危物种水杉野生种群分布的影响[J]. *生态学杂志*, 38(6): 1629-1636.]
- ZONG J, CAO GL, JIN XM, et al., 2022. Potential distribution prediction and main influencing factors analysis of *Deyeuxia angustifolia* in Yanbian Korean Autonomous Prefecture[J]. *Agricultural Science Journal of Yanbian University*, 44(2): 13-20. [宗瑾, 曹光兰, 金雪梅, 等, 2022. 延边朝鲜族自治州小叶章(*Deyeuxia angustifolia*)的潜在分布预测及主要影响因子分析[J]. *延边大学农学学报*, 44(2): 13-20.]
- ZOU X, PENG Y, WANG L, et al., 2018. Impact of climate change on the distribution pattern of *Malus baccata* (L.)

Borkh. in China since the last glacial maximum[J]. *Plant Science Journal*, 36(5): 676-686. [邹旭, 彭冶, 王璐, 等, 2018. 末次盛冰期以来气候变化对中国山荆子分布格局的影响[J]. *植物科学学报*, 36(5): 676-686.]

ZULIMIGE MI, VINILA I, ELANUR K, et al., 2021. Prediction of potential distribution of moss in Xinjiang based on maximum entropy model[J]. *Forest Engineering*, 37(4): 1-10. [祖丽米热·买买提依明, 维尼拉·伊利哈尔, 艾拉努尔·卡哈尔, 等, 2021. 基于最大熵模型的真藓属植物在新疆的潜在分布预测[J]. *森林工程*, 37(4): 1-10.]

附录 2 植物物种名录

Appendix 2 List of plant species

科 Family	属 Genus	种 Species	拉丁学名 Scientific name	参考文献 Reference	科 Family	属 Genus	种 Species	拉丁学名 Scientific name	参考文献 Reference
菊科 Asteraceae	小甘菊属 <i>Cancrinia</i>	灌木小 甘菊	<i>Cancrinia maximowiczii</i>	吴建国, 2011c	榆科 Ulmaceae	榆属 <i>Ulmus</i>	长序榆	<i>Ulmus elongata</i>	张明珠等, 2021
菊科 Asteraceae	百花蒿属 <i>Stilpnolepis</i>	百花蒿	<i>Stilpnolepis centiflora</i>	吴建国, 2011c	榆科 Ulmaceae	榉属 <i>Zelkova</i>	脱皮榆	<i>U. lamellosa</i>	Yan et al., 2017
菊科 Asteraceae	亚菊属 <i>Ajania</i>	灌木亚 菊	<i>Ajania fruticulosa</i>	吴建国, 2011c	榆科 Ulmaceae	榉属 <i>Zelkova</i>	榉树	<i>Zelkova serrata</i>	Cao & Tao, 2021
菊科 Asteraceae	蒿属 <i>Artemisia</i>	黑沙蒿	<i>Artemisia ordosica</i>	鲁客等, 2020	榆科 Ulmaceae	榉属 <i>Zelkova</i>	大叶榉 树	<i>Z. schneideriana</i>	Sun et al., 2019
菊科 Asteraceae	红花属 <i>Carthamus</i>	红花	<i>Carthamus tinctorius</i>	Wei et al., 2018	荚蒾科 Viburnaceae	华福花属 <i>Sinadoxa</i>	华福花	<i>Sinadoxa corydalifolia</i>	Huang et al., 2020
菊科 Asteraceae	橐吾属 <i>Ligularia</i>	黄帚橐 吾	<i>Ligularia virgaurea</i>	Dong et al., 2023	桦木科 Betulaceae	榛属 <i>Corylus</i>	华榛	<i>Corylus chinensis</i>	何馨等,2022
菊科 Asteraceae	橐吾属 <i>Ligularia</i>	箭叶橐 吾	<i>L. sagitta</i>	Dong et al., 2023	桦木科 Betulaceae	榛属 <i>Corylus</i>	毛榛	<i>C. mandshurica</i>	王绮等,2020
菊科 Asteraceae	革苞菊属 <i>Tugarinovia</i>	革苞菊	<i>Tugarinovia mongolica</i>	赵艳芬和 潘伯荣, 2023	桦木科 Betulaceae	桦木属 <i>Betula</i>	白桦	<i>Betula platyphylla</i>	高明龙等, 2023
菊科 Asteraceae	革苞菊属 <i>Tugarinovia</i>	卵叶革 苞菊	<i>T. mongolica var. ovatifolia</i>	赵艳芬和 潘伯荣, 2023	桦木科 Betulaceae	桤木属 <i>Alnus</i>	桤木	<i>Alnus cremastogyne</i>	Liu et al., 2021
唇形科 Lamiaceae	紫苏属 <i>Perilla</i>	紫苏	<i>Perilla frutescens</i>	魏吉珍等, 2022	桦木科 Betulaceae	鹅耳枥属 <i>Carpinus</i>	天台鹅 耳枥	<i>Carpinus tientaiensis</i>	Zhao et al., 2020
唇形科 Lamiaceae	疣属 <i>Caryopteris</i>	蒙古莧	<i>Caryopteris mongholica</i>	李梓豪等, 2022	桦木科 Betulaceae	鹅耳枥属 <i>Carpinus</i>	千金榆	<i>C. cordata</i>	赵儒楠等, 2019
唇形科 Lamiaceae	鼠尾草属 <i>Salvia</i>	丹参	<i>Salvia miltiorrhiza</i>	邱晓萍等, 2022	山柑科 Capparaceae	山柑属 <i>Capparis</i>	刺山柑	<i>Capparis spinosa</i>	李晓辰等, 2018
唇形科 Lamiaceae	牡荆属 <i>Vitex</i>	单叶蔓 荆	<i>Vitex rotundifolia</i>	王亚领等, 2017	杨柳科 Salicaceae	杨属 <i>Populus</i>	额河杨	<i>Populus</i> × <i>berolinensis</i> var. <i>jrtytschensis</i>	王露露和伊 力哈木·亚尔 买买提,2022
唇形科 Lamiaceae	糙苏属 <i>Phlomoides</i>	独一味	<i>Phlomoides rotata</i>	熊钰丹, 2022	杨柳科 Salicaceae	杨属 <i>Populus</i>	胡杨	<i>P. euphratica</i>	张华等,2020
豆科 Fabaceae	红豆属 <i>Ormosia</i> *			姜垒等, 2023	杨柳科 Salicaceae	柳属 <i>Salix</i>	北沙柳	<i>Salix psammophila</i>	郭文雨等, 2020
豆科 Fabaceae	红豆属 <i>Ormosia</i>	花榈木	<i>Ormosia henryi</i>	宋颖等, 2021	胡颓子科 Elaeagnaceae	沙棘属 <i>Hippophae</i>	云南沙 棘	<i>Hippophae rhamnoides</i> subsp. <i>y unnanensis</i>	谢婧妍等, 2023
豆科 Fabaceae	红豆属 <i>Ormosia</i>	红豆树	<i>O. hosiei</i>	邱浩杰等, 2020	胡颓子科 Elaeagnaceae	沙棘属 <i>Hippophae</i>	西藏沙 棘	<i>H. tibetana</i>	贺晓慧等, 2021
豆科 Fabaceae	红豆属 <i>Medicago</i>	矩镰荚	<i>Medicago</i>	姜颖倩等,	胡颓子科	沙棘属	中国沙	<i>H. rhamnoides</i>	He et al.,

Fabaceae	<i>Ormosia</i>	苜蓿	<i>archiducis-nicolai</i>	2022	Elaeagnaceae	<i>Hippophae</i>	棘	subsp. <i>sinensis</i>	2023
豆科	骆驼刺属	骆驼刺	<i>Alhagi</i>	尹辉等,	胡颓子科	沙棘属	中亚沙	<i>H. rhamnoides</i>	He et al.,
Fabaceae	<i>Alhagi</i>		<i>camelorum</i>	2022	Elaeagnaceae	<i>Hippophae</i>	棘	subsp. <i>turkestanica</i>	2023
豆科	黄檀属	黑黄檀	<i>Dalbergia</i>	Liu et al.,	檀香科	百蕊草属	百蕊草	<i>Thesium</i>	Tang et al.,
Fabaceae	<i>Dalbergia</i>		<i>cultrata</i>	2019	Santalaceae	<i>Thesium</i>		<i>chinense</i>	2021
豆科	苦参属	白刺花	<i>Sophora davidii</i>	王露露和伊力哈木·亚尔买买提, 2021	杜鹃花科	岩高兰属	岩高兰	<i>Empetrum</i>	吴建国,
Fabaceae	<i>Sophora</i>				Ericaceae	<i>Empetrum</i>		<i>nigrum</i>	2011a
豆科	苦参属	苦参	<i>S. flavescens</i>	张涛等,	杜鹃花科	杜鹃花属			Yu et al.,
Fabaceae	<i>Sophora</i>			2022	Ericaceae	<i>Rhododendron*</i>			2018
豆科	沙冬青属	沙冬青	<i>Ammopiptanthus</i>	牛若恺等,	杜鹃花科	越橘属	乌饭树	<i>Vaccinium</i>	张敏等, 2019
Fabaceae	<i>Ammopiptanthus</i>		<i>mongolicus</i>	2021	Ericaceae	<i>Vaccinium</i>		<i>bracteatum</i>	
豆科	黄芪属	黄芪	<i>Astragalus</i>	彭露茜和郭彦龙,	星叶草科	星叶草属	星叶草	<i>Circaeaster</i>	吴建国,
Fabaceae	<i>Astragalus</i>		<i>membranaceus</i>	2017	Circaeasteraceae	<i>Circaeaster</i>		<i>agrestis</i>	2011a
豆科	狸尾豆属		<i>Uraria*</i>	朱梦婕等,	胡桃科	马尾树属	马尾树	<i>Rhoiptelea</i>	吴建国,
Fabaceae	<i>Uraria*</i>			2020	Juglandaceae	<i>Rhoiptelea</i>		<i>chiliantha</i>	2011b
豆科	苜蓿属	扁蓿豆	<i>Medicago</i>	武自念等,	胡桃科	枫杨属	枫杨	<i>Pterocarya</i>	Zhang et al.,
Fabaceae	<i>Medicago</i>		<i>ruthenica</i>	2018	Juglandaceae	<i>Pterocarya</i>		<i>stenoptera</i>	2020
漆树科	黄连木属	清香木	<i>Pistacia</i>	应凌霄等,	连香树科	连香树属	连香树	<i>Cercidiphyllum</i>	吴建国,
Anacardiaceae	<i>Pistacia</i>		<i>weinmanniifolia</i>	2016	Cercidiphyllaceae	<i>Cercidiphyllum</i>		<i>japonicum</i>	2011b
漆树科	黄连木属	黄连木	<i>P. chinensis</i>	王玮琛等,	桤柳科	红砂属	红砂	<i>Reaumuria</i>	吴建国,
Anacardiaceae	<i>Pistacia</i>			2021	Tamaricaceae	<i>Reaumuria</i>		<i>songarica</i>	2011c
蔷薇科	绵刺属	绵刺	<i>Potania</i>	秦媛媛等,	桤柳科	桤柳属	沙生桤	<i>Tamarix</i>	苏志豪等,
Rosaceae	<i>Potania</i>		<i>mongolica</i>	2022	Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	柳	<i>taklamakanensis</i>	2018
蔷薇科	李属	蒙古扁桃	<i>Amygdalus</i>	甘小玲等,	白刺科	白刺属			段义忠等,
Rosaceae	<i>Prunus</i>		<i>mongolica</i>	2023	Nitrariaceae	<i>Nitraria*</i>			2021
蔷薇科	李属	长柄扁桃	<i>Prunus</i>	张君明等,	蒺藜科	四合木属	四合木	<i>Tetraena mongolica</i>	段义忠等,
Rosaceae	<i>Prunus</i>		<i>pedunculata</i>	2022	Zygophyllaceae	<i>Tetraena</i>			2019
蔷薇科	李属	微毛樱	<i>P. clarifolia</i>	刘祥东等,	石竹科	裸果木属	裸果木	<i>Gymnocarpus</i>	吴建国等,
Rosaceae	<i>Prunus</i>			2022	Caryophyllaceae	<i>Gymnocarpus</i>		<i>przewalskii</i>	2010
蔷薇科	李属	浙闽樱	<i>P. schneideriana</i>	朱弘等,	星叶草科	独叶草属	独叶草	<i>Kingdonia</i>	吴建国,
Rosaceae	<i>Prunus</i>			2017	Circaeasteraceae	<i>Kingdonia</i>		<i>uniflora</i>	2010b
蔷薇科	李属	华中樱	<i>Prunus</i>	董京京等,	列当科	草苋蓉属	草苋蓉	<i>Boschniakia</i>	吴建国,
Rosaceae	<i>Prunus</i>		<i>conradinae</i>	2022	Orobanchaceae	<i>Boschniakia</i>		<i>rossica</i>	2010b
蔷薇科	梨属	川梨	<i>Pyrus pashia</i>	刘超等,	五加科	五加属	刺五加	<i>Eleutherococcus</i>	吴建国,
Rosaceae	<i>Pyrus</i>			2022	Araliaceae	<i>Eleutherococcus</i>		<i>senticosus</i>	2010b
蔷薇科	梨属	木梨	<i>P. xerophila</i>	刘超等,	金缕梅科	山白树属	山白树	<i>Sinowilsonia</i>	吴建国,
Rosaceae	<i>Pyrus</i>			2020	Hamamelidaceae	<i>Sinowilsonia</i>		<i>henryi</i>	2010a
蔷薇科	花楸属	黄山花楸	<i>Sorbus amabilis</i>	张兴旺等,	金缕梅科	双花木属	长柄双花木	<i>Disanthus</i>	孟艺宏等,
Rosaceae	<i>Sorbus</i>			2018	Hamamelidaceae	<i>Disanthus</i>		<i>cercidifolius</i> subsp. <i>longipes</i>	2019
蔷薇科	花楸属	天山花楸	<i>S. tianschanica</i>	熊中人等,	芍药科	芍药属	矮牡丹	<i>Paeonia</i>	刘维等, 2021
Rosaceae	<i>Sorbus</i>			2019	Paeoniaceae	<i>Paeonia</i>		<i>jishanensis</i>	
蔷薇科	棣棠属	棣棠	<i>Kerria</i>	王文婷,	芍药科	芍药属	大花黄牡丹	<i>P. ludlowii</i>	徐慧等, 2023
Rosaceae	<i>Kerria</i>		<i>japonica</i>	2018	Paeoniaceae	<i>Paeonia</i>			
蔷薇科	苹果属	山荆子	<i>Malus</i>	邹旭等,	芍药科	芍药属	滇牡丹	<i>P. delavayi</i>	Zhang et al.,
Rosaceae	<i>Malus</i>		<i>baccata</i>	2018	Paeoniaceae	<i>Paeonia</i>			2018
茄科	枸杞属	黑果枸杞	<i>Lycium</i>	张亮等,	芍药科	芍药属	紫斑牡丹	<i>P. rockii</i>	
Solanaceae	<i>Lycium</i>		<i>ruthenicum</i>	2020	Paeoniaceae	<i>Paeonia</i>			
茄科	枸杞属	宁夏枸杞	<i>L. barbarum</i>	王灵娟等,	芍药科	芍药属	川赤芍	<i>P. veitchii</i>	Zhang et al.,
Solanaceae	<i>Lycium</i>			2022	Paeoniaceae	<i>Paeonia</i>			2019
茄科	枸杞属	中华枸杞	<i>L. chinense</i>	唐燕等,	安息香科	秤锤树属			杨腾等, 2020
Solanaceae	<i>Lycium</i>			2021	Styracaceae	<i>Sinojackia*</i>			
石蒜科	石蒜属			陈秋婷等,	安息香科	安息香属	芬芳安	<i>Styrax</i>	郭晓旭等,

Amaryllidaceae	<i>Lycoris</i> *			2022	Styracaceae	<i>Styrax</i>	息香	<i>odoratissimus</i>	2020
兰科	天麻属	天麻	<i>Gastrodia</i>	吴建国,	无患子科	槭属	梓叶槭	<i>Acer amplum</i> subsp.	黄睿智等,
Orchidaceae	<i>Gastrodia</i>		<i>elata</i>	2011a	Sapindaceae	<i>Acer</i>		<i>catalpifolium</i>	2021
兰科	兜兰属			黄智聪等,	无患子科	槭属	鸡爪槭	section <i>Palmata</i>	高健和赵辉,
Orchidaceae	<i>Paphiopedilum</i> *			2023	Sapindaceae	<i>Acer</i>	组		2021
兰科	石斛属			Pan et al.,	无患子科	无患子属	无患子	<i>Sapindus</i>	Li et al.,
Orchidaceae	<i>Dendrobium</i> *			2022	Sapindaceae	<i>Sapindus</i>		<i>saponaria</i>	2022
兰科	杓兰属	扇脉杓	<i>Cypripedium</i>	Xu et al.,	姜科	茴香砂仁属	红茴砂	<i>Etilingera</i>	唐梦诗等,
Orchidaceae	<i>Cypripedium</i>	兰	<i>japonicum</i>	2021	Zingiberaceae	<i>Etilingera</i>		<i>littoralis</i>	2021
兰科	鸟足兰属			Ouyang et	姜科	姜属			Huang et al.,
Orchidaceae	<i>Satyrrium</i> *			al., 2022	Zingiberaceae	<i>Zingiber</i> *			2019
兰科	兰属	杜鹃兰	<i>Cremastra</i>	Li et al.,	木樨科	木樨属	桂花	<i>Osmanthus</i>	武耀星等,
Orchidaceae	<i>Cymbidium</i>		<i>appendiculata</i>	2022	Oleaceae	<i>Osmanthus</i>		<i>fragrans</i>	2022
兰科	兰属			郑芳等,	木樨科	木樨属	木樨	<i>O. fragrans</i>	Kong et al.,
Orchidaceae	<i>Cymbidium</i> *			2023	Oleaceae	<i>Osmanthus</i>			2021
领春木科	领春木属	领春木	<i>Euptelea</i>	吴建国,	木樨科	栲属	白蜡树	<i>Fraxinus</i>	李尤等, 2021
Eupteleaceae	<i>Euptelea</i>		<i>pleiosperma</i>	2011b	Oleaceae	<i>Fraxinus</i>		<i>chinensis</i>	
瓣鳞花科	瓣鳞花属	瓣鳞花	<i>Farankenia</i>	吴建国,	木樨科	连翘属	连翘	<i>Forsythia</i>	万广珍等,
Frankeniaceae	<i>Frankenia</i>		<i>pulverulenta</i>	2011c	Oleaceae	<i>Forsythia</i>		<i>suspensa</i>	2021
叠珠树科	伯乐树属	伯乐树	<i>Bretschneidera</i>	郭飞龙等,	报春花科	报春花属	陕西羽	<i>Primula</i>	Jiang et al.,
Akaniaceae	<i>Bretschneidera</i>		<i>sinensis</i>	2020	Primulaceae	<i>Primula</i>	叶报春	<i>filchnerae</i>	2023
毛茛科	黄连属			Li et al.,	报春花科	羽叶点地梅属	羽叶点	<i>Pomatosace</i>	Chen et al.,
Ranunculaceae	<i>Coptis</i> *			2019	Primulaceae	<i>Pomatosace</i>	地梅	<i>filicula</i>	2022
桃金娘科	桉属	大桉	<i>Eucalyptus grandis</i>	Ouyang et	百合科	贝母属	川贝母	<i>Fritillaria</i>	Liu et al.,
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>			al., 2021	Liliaceae	<i>Fritillaria</i>		<i>cirrhusa</i>	2022
茶藨子科	茶藨子属	刺梨	<i>Rosa</i>	樊信等,	绣球科	绣球属	绣球	<i>Hydrangea</i>	Yan et al.,
Grossulariaceae	<i>Ribes</i>		<i>roxburghii</i>	2021	Hydrangeaceae	<i>Hydrangea</i>		<i>macrophylla</i>	2021
猕猴桃科	猕猴桃属	软枣猕猴桃	<i>Actinidia</i>	赵金鹏等,	阿福花科	独尾草属	阿尔泰	<i>Eremurus a</i>	董苏君等,
Actinidiaceae	<i>Actinidia</i>	猴桃	<i>argute</i>	2020	Asphodelaceae	<i>Eremurus</i>	独尾草	<i>taicus</i>	2022
猕猴桃科	猕猴桃属	中华猕猴桃	<i>A. chinensis</i>	张杰等,	阿福花科	独尾草属	粗柄独	<i>E. inderiensis</i>	董苏君等,
Actinidiaceae	<i>Actinidia</i>	猴桃		2017	Asphodelaceae	<i>Eremurus</i>	尾草		2022
楝科	香椿属	毛红椿	<i>Toona ciliata</i>	黄红兰等,	阿福花科	独尾草属	异翅独	<i>E. anisopterus</i>	董苏君等,
Meliaceae	<i>Toona</i>			2020	Asphodelaceae	<i>Eremurus</i>	尾草		2022
葡萄科	葡萄属	云南葡萄	<i>Vitis</i>	姜建福等,	半日花科	半日花属	半日花	<i>Helianthemum</i>	段义忠等,
Vitaceae	<i>Vitis</i>	萄	<i>yunnanensis</i>	2014	Cistaceae	<i>Helianthemum</i>		<i>songaricum</i>	2020
葡萄科	葡萄属	庐山葡萄	<i>V. hui</i>	姜建福等,	三白草科	蕺菜属	蕺菜	<i>Houttuynia</i>	Liu et al.,
Vitaceae	<i>Vitis</i>	萄		2014	Saururaceae	<i>Houttuynia</i>		<i>cordata</i>	2021
葡萄科	葡萄属	温州葡萄	<i>V. wenchowensis</i>	姜建福等,	远志科	远志属	远志	<i>Polygala</i>	Jiang et al.,
Vitaceae	<i>Vitis</i>	萄		2014	Polygalaceae	<i>Polygala</i>		<i>tenuifolia</i>	2016
苦苣苔科	石山苣苔属			黄红等,	蓼科	何首乌属	何首乌	<i>Pleuropterus</i>	潘石玉等,
Gesneriaceae	<i>Petrocodon</i> *			2023	Polygonaceae	<i>Pleuropterus</i>		<i>multiflorus</i>	2016
苋科	假木贼属	短叶假	<i>Anabasis brevifolia</i>	吴建国等,	蓼科	大黄属	大黄	<i>Rheum</i>	周云等, 2015
Amaranthaceae	<i>Anabasis</i>	木贼		2010	Polygonaceae	<i>Rheum</i>		<i>palmatum</i>	
苋科	假木贼属	无叶假	<i>A. aphylla</i>	Xiao et al.,	蓼科	沙拐枣属	沙拐枣	<i>Calligonum</i>	Xiao et al.,
Amaranthaceae	<i>Anabasis</i>	木贼		2019	Polygonaceae	<i>Calligonum</i>		<i>mongolicum</i>	2019
苋科	梭梭属	梭梭	<i>Haloxylon</i>	吴建国等,	蓼科	沙拐枣属	蒙古沙	<i>C. mongolicum</i>	朱妮, 2019
Amaranthaceae	<i>Haloxylon</i>		<i>ammodendron</i>	2010	Polygonaceae	<i>Calligonum</i>	拐枣		
苋科	梭梭属	白梭梭	<i>H. persicum</i>	吴建国,	五味子科	五味子属	五味子	<i>Schisandra</i>	胡理乐等,
Amaranthaceae	<i>Haloxylon</i>			2011c	Schisandraceae	<i>Schisandra</i>		<i>chinensis</i>	2012
苋科	驼绒藜属	驼绒藜	<i>Krascheninnikovia</i>	吴建国等,	蕈树科	蕈树属	赤水蕈	<i>Altingia</i>	文国卫等,
Amaranthaceae	<i>Krascheninnikovia</i>		<i>ceratoides</i>	2010	Altingiaceae	<i>Altingia</i>	树	<i>multinervis</i>	2022
苋科	戈壁藜属	戈壁藜	<i>Ilijinia regelii</i>	吴建国,	禾本科	扇穗茅属	寡穗茅	<i>Littledalea</i>	刘涛等, 2020
Amaranthaceae	<i>Ilijinia</i>			2011c	Poaceae	<i>Littledalea</i>		<i>przevalskyi</i>	
苋科	盐爪爪属	盐爪爪	<i>Kalidium</i>	刘津岐等,	禾本科	扇穗茅属	藏扇穗	<i>L. tibetica</i>	刘涛等, 2020
Amaranthaceae	<i>Kalidium</i>		<i>foliatum</i>	2022	Poaceae	<i>Littledalea</i>	茅		
苋科	盐爪爪属	尖叶盐	<i>K. cuspidatum</i>	刘津岐等,	禾本科	扇穗茅属	扇穗茅	<i>L. racemosa</i>	刘涛等, 2020
Amaranthaceae	<i>Kalidium</i>	爪爪		2022	Poaceae	<i>Littledalea</i>			

苋科 Amaranthaceae	盐爪爪属 <i>Kalidium</i>	细枝盐爪爪 <i>K. gracile</i>	刘津岐等, 2022	禾本科 Poaceae	狼尾草属 <i>Pennisetum</i>	狼尾草 <i>alopecuroides</i>	Xu et al., 2023
苋科 Amaranthaceae	盐爪爪属 <i>Kalidium</i>	里海盐爪爪 <i>K. caspicum</i>	刘津岐等, 2022	禾本科 Poaceae	芒属 <i>Miscanthus</i>	双药芒 <i>nudipes</i>	廖剑锋等, 2020
苋科 Amaranthaceae	盐爪爪属 <i>Kalidium</i>	圆叶盐爪爪 <i>K. schrenkianum</i>	刘津岐等, 2022	禾本科 Poaceae	披碱草属 <i>Elymus</i>	垂穗披碱草 <i>nutans</i>	郭斌等, 2019
苋科 Amaranthaceae	沙蓬属 <i>Agriophyllum</i>	沙蓬 <i>squarrosus</i>	孙红等, 2023	禾本科 Poaceae	针茅属 <i>Stipa</i>	长芒草 <i>bungeana</i>	王百竹等, 2019
苋科 Amaranthaceae	沙蓬属 <i>Agriophyllum</i>	侧花沙蓬 <i>A. lateriflorum</i>	孙红等, 2023	龙胆科 Gentiana	龙胆属 <i>Gentiana</i>	龙胆 <i>scabra</i>	Shen et al., 2021
苋科 Amaranthaceae	沙蓬属 <i>Agriophyllum</i>	小沙蓬 <i>A. minus</i>	孙红等, 2023	龙胆科 Gentiana	龙胆属 <i>Gentiana</i>	秦艽 <i>G. macrophylla</i>	檀逸虹等, 2020
苋科 Amaranthaceae	沙蓬属 <i>Agriophyllum</i>	圆叶沙蓬 <i>A. Lati-folium</i>	孙红等, 2023	龙胆科 Gentiana	龙胆属 <i>Gentiana</i>	红花龙胆 <i>G. rhodantha</i>	沈涛等, 2017
苋科 Amaranthaceae	沙蓬属 <i>Agriophyllum</i>	无毛沙蓬 <i>A. montasiri</i>	孙红等, 2023	莎草科 Cyperaceae	薹草属 <i>Carex</i>	青藏薹草 <i>moorcroftii</i>	刘文胜等, 2018
樟科 Lauraceae	木姜子属 <i>Litsea</i>	毛豹皮樟 <i>Litsea coreana</i> var. <i>lanuginosa</i>	郑维艳和曹坤芳, 2020	冬青科 Aquifoliaceae	冬青属 <i>Ilex</i>	大果冬青 <i>Ilex macrocarpa</i>	康振等, 2023
樟科 Lauraceae	木姜子属 <i>Litsea</i>	山鸡椒 <i>L. cubeba</i>	Shi et al., 2023	冬青科 Aquifoliaceae	冬青属 <i>Ilex</i>	小果冬青 <i>I. micrococca</i>	康振等, 2023
樟科 Lauraceae	木姜子属 <i>Litsea</i>	毛叶木姜子 <i>L. mollis</i>	郑维艳和曹坤芳, 2020	冬青科 Aquifoliaceae	冬青属 <i>Ilex</i>	铁冬青 <i>I. rotunda</i>	康振等, 2023
樟科 Lauraceae	木姜子属 <i>Litsea</i>	华南木姜子 <i>L. greenmaniana</i>	郑维艳和曹坤芳, 2020	葫芦科 Cucurbitaceae	绞股蓝属 <i>Gynostemma</i>	绞股蓝 <i>Gynostemma pentaphyllum</i>	邵周玲等, 2021
樟科 Lauraceae	楠属 <i>Phoebe</i>	浙江楠 <i>chekiangensis</i>	吴显坤等, 2016	夹竹桃科 Apocynaceae	罗布麻属 <i>Apocynum*</i>		陈思如等, 2023
樟科 Lauraceae	楠属 <i>Phoebe</i>	闽楠 <i>P. bournei</i>	肖建华等, 2021	三尖杉科 Cephalotaxaceae	三尖杉属 <i>Cephalotaxus</i>	篦子三尖杉 <i>oliveri</i>	刘增力和胡理乐, 2022 李艳红等, 2021
樟科 Lauraceae	楠属 <i>Phoebe</i>	楠木 <i>P. zhenan</i>	吴建国, 2011b	红豆杉科 Taxaceae	红豆杉属 <i>Taxus</i>	南方红豆杉 <i>wallichiana</i> var. <i>mairei</i>	Li et al., 2022
樟科 Lauraceae	楠属 <i>Phoebe</i>	紫楠 <i>P. sheareri</i>	陈爱莉等, 2020	红豆杉科 Taxaceae	白豆杉属 <i>Pseudotaxus</i>	白豆杉 <i>chienii</i>	张文秀等, 2020
樟科 Lauraceae	樟属 <i>Camphora*</i>		周润等, 2021	松科 Pinaceae	冷杉属 <i>Abies</i>	秦岭冷杉 <i>Abies chensiensis</i>	吴建国, 2011b
锦葵科 Malvaceae	梧桐属 <i>Firmiana*</i>		李芮芝等, 2023	松科 Pinaceae	冷杉属 <i>Abies</i>	岷江冷杉 <i>A. fargesii</i> var. <i>B. faxoniana</i>	潘少安等, 2022
锦葵科 Malvaceae	梧桐属 <i>Firmiana</i>	广西火桐 <i>Firmiana kwangsiensis</i>	Gao et al., 2022	松科 Pinaceae	松属 <i>Pinus</i>	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	张雷等, 2011 Chi et al., 2023
瘦椒树科 Tapisciaceae	瘦椒树属 <i>Tapiscia</i>	瘦椒树 <i>sinensis</i>	吴建国, 2011a	松科 Pinaceae	松属 <i>Pinus</i>	红松 <i>P. koraiensis</i>	贾翔等, 2017
藜芦科 Melanthiaceae	延龄草属 <i>Trillium</i>	延龄草 <i>tschonokii</i>	吴建国, 2011a	松科 Pinaceae	松属 <i>Pinus</i>	樟子松 <i>P. sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	张世林等, 2023
忍冬科 Caprifoliaceae	猬实属 <i>Kolkwitzia</i>	猬实 <i>amabilis</i>	吴建国, 2011a	松科 Pinaceae	松属 <i>Pinus</i>	华山松 <i>P. armandii</i>	Ning et al., 2021
罂粟科 Papaveraceae	绿绒蒿属 <i>Meconopsis</i>	全缘叶绿绒蒿 <i>integrifolia</i>	郭雯雯等, 2023	松科 Pinaceae	松属 <i>Pinus</i>	油松 <i>P. tabuliformis</i>	唐兴港等, 2021
罂粟科 Papaveraceae	绿绒蒿属 <i>Meconopsis</i>	红花绿绒蒿 <i>M. punicea</i>	Zhang & Wang., 2023	松科 Pinaceae	落叶松属 <i>Larix</i>	日本落叶松 <i>Larix kaempferi</i>	申家朋等, 2019
罂粟科 Papaveraceae	荷青花属 <i>Hylomecon</i>	荷青花 <i>japonica</i>	Cao et al., 2021	松科 Pinaceae	落叶松属 <i>Larix</i>	太白红杉 <i>L. potaninii</i> var. <i>chinensis</i>	吴建国, 2010a
木兰科	含笑属 <i>Michelia</i>	观光木 <i>Michelia</i>	吴建国,	松科	落叶松属	兴安落杉 <i>L. gmelinii</i>	张喜娟等,

Magnoliaceae	<i>Michelia</i>		<i>odora</i>	2010b 吴建国,	Pinaceae	<i>Larix</i>	叶松		2022
木兰科	鹅掌楸属	鹅掌楸	<i>Liriodendron</i>	Shen et al.,	松科	云杉属	紫果云杉	<i>Picea purpurea</i>	刘婷等, 2022
Magnoliaceae	<i>Liriodendron</i>		<i>chinense</i>	2022 Xu et al.,	Pinaceae	<i>Picea</i>			
木兰科	木莲属	厚叶木莲	<i>Manglietia</i>	梁键明等,	松科	云杉属	丽江云杉	<i>P. likiangensis</i>	李宁宁等,
Magnoliaceae	<i>Manglietia</i>		<i>pachyphylla</i>	2023	Pinaceae	<i>Picea</i>			2019
木兰科	天女花属	西康玉兰	<i>Oyama</i>	宦智群等,	松科	云杉属	麦吊云杉	<i>P. brachytyla</i>	吴建国,
Magnoliaceae	<i>Oyama</i>		<i>wilsonii</i>	2023	Pinaceae	<i>Picea</i>			2011b
十齿花科	十齿花属	十齿花	<i>Dipentodon</i>	吴建国,	松科	云杉属	雪岭云杉	<i>P. schrenkiana</i>	李晓辰等,
Dipentodontaceae	<i>Dipentodon</i>		<i>sinicus</i>	2010a	Pinaceae	<i>Picea</i>			2020
昆栏树科	水青树属	水青树	<i>Tetracentron</i>	吴建国,	松科 Pinaceae	云杉属	青海云杉	<i>P. crassifolia</i>	曹雪萍等,
Trochodendraceae	<i>Tetracentron</i>		<i>sinense</i>	2010a 吴建国,		<i>Picea</i>			2019
大麻科	青檀属	青檀	<i>Pteroceltis</i>	2010a	松科 Pinaceae	云杉属	白杆	<i>P. meyeri</i>	吴晓萌等,
Cannabaceae	<i>Pteroceltis</i>		<i>tatarinowii</i>	Yang et al.,		<i>Picea</i>			2022
小檗科	桃儿七属	桃儿七	<i>Sinopodophyllum</i>	吴建国,	松科 Pinaceae	银杉属	银杉	<i>Cathaya</i>	冉巧等, 2019
Berberidaceae	<i>Sinopodophyllum</i>		<i>hexandrum</i>	2010a		<i>Cathaya</i>		<i>argyrophylla</i>	
鼠李科	枣属	酸枣	<i>Ziziphus jujuba</i>	赵光华等,	松科 Pinaceae	长苞铁杉属	长苞铁杉	<i>Nothotsuga</i>	谭雪等, 2018
Rhamnaceae	<i>Ziziphus</i>		var. <i>spinosa</i>	2021		<i>Nothotsuga</i>		<i>longibracteata</i>	
鼠李科	枣属	枣	<i>Z. jujuba</i>	Zhao et al.,	松科 Pinaceae	油杉属	油杉	<i>Keteleeria</i>	麻璨璨等,
Rhamnaceae	<i>Ziziphus</i>			2021a		<i>Keteleeria</i>		<i>fortunei</i>	2022
禾本科	芨芨草属	醉马芨芨草	<i>Achnatherum</i>	黄睿杰等,	松科 Pinaceae	油杉属	铁坚油杉	<i>K. davidiana</i>	Zhang et al.,
Poaceae	<i>Neotrinia</i>		<i>inebrians</i>	2022		<i>Keteleeria</i>			2023
禾本科	香竹属	流苏香竹	<i>Chimonocalamus</i>	王文权和	松科 Pinaceae	油杉属	柔毛油杉	<i>K. pubescens</i>	麻璨璨等,
Poaceae	<i>Chimonocalamus</i>		<i>fimbriatus</i>	张玉霄,		<i>Keteleeria</i>			2022
禾本科	刚竹属	毛竹	<i>Phyllostachys</i>	陈禹锦等,	松科 Pinaceae	油杉属	云南油杉	<i>K. evelyniana</i>	麻璨璨等,
Poaceae	<i>Phyllostachys</i>		<i>edulis</i>	2021		<i>Keteleeria</i>			2022
禾本科	野青茅属	小叶章	<i>Deyeuxia</i>	宗瑾等,	麻黄科	麻黄属	膜果麻黄	<i>Ephedra</i>	吴建国等,
Poaceae	<i>Deyeuxia</i>		<i>purpurea</i>	2022	Ephedraceae	<i>Ephedra</i>		<i>przewalskii</i>	2010
山茶科	山茶属	浙江红	<i>Camellia</i>	汪雁楠等,	麻黄科	麻黄属	喀什膜果麻黄	<i>E. przewalskii</i> var.	吴建国等,
Theaceae	<i>Camellia</i>		<i>chekiangoleosa</i>	2022	Ephedraceae	<i>Ephedra</i>		<i>kaschgarica</i>	2010
山茶科	山茶属	尖萼红	<i>C. edithae</i>	陈思斯等,	柏科	台湾杉属	秃杉	<i>Taiwania</i>	吴建国,
Theaceae	<i>Camellia</i>			2020	Cupressaceae	<i>Taiwania</i>		<i>cryptomerioides</i>	2011a
山茶科	山茶属	茶	<i>C. sinensis</i>	Zhao et al.,	柏科	台湾杉属	台湾杉	<i>T. cryptomerioides</i>	Zhao et al.,
Theaceae	<i>Camellia</i>			2021b	Cupressaceae	<i>Taiwania</i>			2020
山茶科	木荷属	木荷	<i>Schima</i>	文国卫等,	柏科	柳杉属	柳杉	<i>Cryptomeria</i>	戴旻峻等,
Theaceae	<i>Schima</i>		<i>superba</i>	2023	Cupressaceae	<i>Cryptomeria</i>		<i>japonica</i> var. <i>sinensis</i>	2022
壳斗科	柯属	短尾柯	<i>Lithocarpus</i>	郑维艳和	柏科	刺柏属	祁连圆柏	<i>Juniperus</i>	吴建国,
Fagaceae	<i>Lithocarpus</i>		<i>brevicaudatus</i>	曹坤芳,	Cupressaceae	<i>Juniperus</i>		<i>przewalskii</i>	2011b
壳斗科	柯属	厚斗柯	<i>L. elizabethiae</i>	郑维艳和	柏科	刺柏属	昆仑方枝柏	<i>J. pseudosabina</i>	王露露和伊力哈木·亚尔买买提, 2022
Fagaceae	<i>Lithocarpus</i>			曹坤芳,	Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			
壳斗科	柯属	木姜叶柯	<i>L. litseifolius</i>	郑维艳和	柏科	福建柏属	福建柏	<i>Fokienia</i>	刘阳等, 2022
Fagaceae	<i>Lithocarpus</i>			曹坤芳,	Cupressaceae	<i>Fokienia</i>		<i>hodginsii</i>	
壳斗科	柯属	白柯	<i>L. dealbatus</i>	郑维艳和	柏科	杉木属	杉木	<i>Cunninghamia</i>	陈禹光等,
Fagaceae	<i>Lithocarpus</i>			曹坤芳,	Cupressaceae	<i>Cunninghamia</i>		<i>lanceolata</i>	2022
壳斗科	柯属	烟斗柯	<i>L. corneus</i>	郑维艳和	柏科	水杉属	水杉	<i>Metasequoia</i>	朱莹莹和徐晓婷, 2019
Fagaceae	<i>Lithocarpus</i>			曹坤芳,	Cupressaceae	<i>Metasequoia</i>		<i>glyptostrobooides</i>	

壳斗科	栎属	薄片青	<i>Quercus</i>	郭恺琦等,	柏科	水松属	水松	<i>Glyptostrobus</i>	Ye et al.,
Fagaceae	<i>Quercus</i>	冈	<i>lamellosa</i>	2021	Cupressaceae	<i>Glyptostrobus</i>		<i>pensilis</i>	2022
壳斗科	栎属	青冈	<i>Q. glauca</i>	Zhang et	杉木科	杉木属	杉木	<i>Alsophila</i>	吴建国,
Fagaceae	<i>Quercus</i>			al., 2022	Cyatheaceae	<i>Alsophila</i>		<i>spinulosa</i>	2010a
壳斗科	栎属	铁橡栎	<i>Q. cocciferoides</i>	刘瑞斌等,	木灵藓科	藓属			沈阳等, 2015
Fagaceae	<i>Quercus</i>			2019	Orthotrichaceae	<i>Macromitrium</i>			
壳斗科	栎属	麻栎	<i>Q. acutissima</i>	张兴旺等,	木灵藓科	木灵藓属			沈阳等, 2015
Fagaceae	<i>Quercus</i>			2014	Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum</i> *			
壳斗科	栎属	乌冈栎	<i>Q. phillyreoides</i>	李颖等,	木灵藓科	显孔藓属			艾拉努尔·卡
Fagaceae	<i>Quercus</i>			2017	Orthotrichaceae	<i>Lewinskya</i> *			哈尔等, 2022
壳斗科	栎属	小叶栎	<i>Q. chenii</i>	李焱等,	多胞藓科	多胞藓属	钝叶多	<i>Nyholmia</i>	艾拉努尔·卡
Fagaceae	<i>Quercus</i>			2016	Polycyctidae	<i>Nyholmia</i>	胞藓	<i>obtusifolia</i>	哈尔等, 2022
壳斗科	栎属	白栎	<i>Q. fabri</i>	李璇等,	真藓科	真藓属			祖丽米热·买
Fagaceae	<i>Quercus</i>			2018	Bryaceae	<i>Bryum</i>			买提依明等,
壳斗科	锥属	苦槠	<i>Castanopsis</i>	缪菁等,	丛藓科	对齿藓属			2021
Fagaceae	<i>Castanopsis</i>		<i>sclerophylla</i>	2021	Pottiaceae	<i>Didymodon</i> *			夏尤普·玉苏
壳斗科	锥属	米槠	<i>C. carlesii</i>	Zhong et	皱蒴藓科	皱蒴藓属			甫等, 2018
Fagaceae	<i>Castanopsis</i>			al., 2023	Aulacomniaceae	<i>Aulacomnium</i> *			刘艳和赵正
伞形科	柴胡属	柴胡	<i>Bupleurum</i>	陈冰瑞等,	寒藓科	寒藓属			武, 2017
Apiaceae	<i>Bupleurum</i>		<i>chinense</i>	2022	Meeseaceae	<i>Meesia</i> *			刘艳和赵正
伞形科	柴胡属	狭叶柴	<i>B. scorzonerifolium</i>	陈冰瑞等,	紫萼藓科	连轴藓属			武, 2017
Apiaceae	<i>Bupleurum</i>	胡		2022	Grimmiaceae	<i>Schistidium</i> *			刘艳等, 2017
伞形科	羌活属	羌活	<i>Hansenia</i>	Zhao et al.,	羽藓科	小羽藓属	细叶小	<i>Haplocladium</i>	毛俐慧等,
Apiaceae	<i>Hansenia</i>		<i>weberbaueriana</i>	2020	Thuidiaceae	<i>Haplocladium</i>	羽藓	<i>microphyllum</i>	2017
伞形科	川明参属	川明参	<i>Chuanminshen</i>	赵金鹏等,	花叶藓科	花叶藓属			程军等, 2015
Apiaceae	<i>Chuanminshen</i>		<i>violaceum</i>	2023	Calymperaceae	<i>Calymperes</i>			
					大帽藓科	大帽藓属	拟烟杆	<i>Encalypta</i>	Liao et al.,
					Encalyptaceae	<i>Encalypta</i>	大帽藓	<i>buxbaumioidea</i>	2023

注：表 1 中拉丁名出自中国科学院植物研究所—植物科学数据中心 (<http://www.plantplus.cn/cn>)。表中*表示属。其中，红豆属 17 种（博罗红豆、厚荚红豆、凹叶红豆、锈枝红豆、肥荚红豆、光叶红豆、花榈木、韧荚红豆、云开红豆、小叶红豆、秃叶红豆、茸荚红豆、薄毛茸荚红豆、紫花红豆、软荚红豆、亮毛红豆、木荚红豆）；狸尾豆属 7 种（狸尾豆、滇南狸尾豆、猫尾草、钩柄狸尾豆、美花狸尾豆、福建狸尾豆、中华狸尾豆）；兜兰属 14 种（巧花兜兰、小叶兜兰、紫毛兜兰、格力兜兰、带叶兜兰、秀丽兜兰、紫纹兜兰、卷萼兜兰、长瓣兜兰、同色兜兰、巨瓣兜兰、硬叶兜兰、麻栗坡兜兰、杏黄兜兰）；兰属 20 种（冬凤兰、大根兰、墨兰、豆瓣兰、碧玉兰、兔耳兰、纹瓣兰、独占春、西藏虎头兰、虎头兰、长叶兰、莎草兰、硬叶兰、莎叶兰、多花兰、寒兰、蕙兰、春兰、黄蝉兰、建兰）；石山苣苔属 47 种（白脉石山苣苔、长毛石山苣苔、长筒石山苣苔、长檐苣苔、赤水石山苣苔、东南长筒苣苔、多花石山苣苔、反折石山苣苔、方鼎苣苔、革叶细筒苣苔、广西石山苣苔、河池细筒苣苔、红纹石山苣苔、壶状石山苣苔、湖南石山苣苔、江西石山苣苔、近革叶石山苣苔、靖西细筒苣苔、开唇石山苣苔、丽花石山苣苔、陆氏细筒苣苔、绿花石山苣苔、密花石山苣苔、绵毛石山苣苔、弄岗石山苣苔、披针叶石山苣苔、全缘叶细筒苣苔、柔毛石山苣苔、石山苣苔、世纬苣苔、疏花石山苣苔、天等石山苣苔、桐梓石山苣苔、兔儿风叶石山苣苔、文山石山苣苔、吴氏石山苣苔、细管石山苣苔、细筒苣苔、小黄花石山苣苔、星萼石山苣苔、星纹石山苣苔、锈梗石山苣苔、锈色石山苣苔、岩生石山苣苔、重庆石山苣苔、朱红苣苔、紫叶石山苣苔）；樟属 47 种（毛桂、华南桂、滇南桂、钝叶桂、猴樟、阴香、樟、肉桂、坚叶樟、聚花桂、尾叶樟、云南樟、狭叶桂、八角樟、大叶桂、天竺桂、爪哇肉桂、野黄桂、兰屿肉桂、红辣槁树、软皮桂、沉水樟、米槁、毛叶樟、土肉桂、黄樟、少花桂、菲律宾樟树、屏边桂、刀把木、阔叶樟、网脉桂、卵叶桂、岩樟、银木、香桂、柴桂、细毛樟、假桂皮树、辣汁树、平托桂、粗脉桂、油樟、长柄樟、银叶桂、锡兰肉桂、川桂）；梧桐属 8 种（梧桐、丹霞梧桐、海南梧桐、火桐、广西火桐、美丽火桐、龙州梧桐、云南梧桐）；白刺属 8 种（帕米尔白刺、毛瓣白刺、齿叶白刺、西伯利亚白刺、泡果白刺、唐古特白刺、中国白刺、盐生白刺）；秤锤树属 7 种（秤锤树、狭果秤锤树、棱果秤锤树、肉果秤锤树、细果秤锤树、怀化秤锤树、黄梅秤锤树）；石蒜属 15 种（乳白石蒜、安徽石蒜、忽地笑、短蕊石蒜、中国石蒜、广西石蒜、江苏石蒜、香石蒜、长筒石蒜、石蒜、玫瑰石蒜、陕西石蒜、换锦花、鹿葱、稻草石蒜）；罗布麻属 3 种（白麻、大叶白麻、罗布红麻）；木灵藓属 15 种（高山木灵藓、木灵藓、舌叶木灵藓、小蒴木灵藓、哈氏木灵藓、摩拉维木灵藓、灰色木灵

藓、帕米尔木灵藓、明叶木灵藓、短丛木灵藓、卷叶木灵藓、细齿木灵藓、黄叶木灵藓、蒴壶木灵藓、石生木灵藓）；显孔藓属 11 种（拟显孔藓、拟显孔藓欧洲变种、毛帽显孔藓、中国显孔藓、球蒴显孔藓、石生显孔藓、暗色显孔藓、黄显孔藓、显孔藓、宽齿显孔藓、光滑显孔藓）；对齿藓属 16 种（尖锐对齿藓、红对齿藓、尖叶对齿藓、钝尖对齿藓、长尖对齿藓、北地对齿藓、反叶对齿藓、黑对齿藓、鞭枝对齿藓、细叶对齿藓、硬叶对齿藓、溪边对齿藓、短叶对齿藓、灰土对齿藓、无疣对齿藓、土生对齿藓）；皱蒴藓属 4 种（沼泽皱蒴藓、异枝皱蒴藓、皱蒴藓、大皱蒴藓）；寒藓属 3 种（寒藓、三叶寒藓、钝叶寒藓）；连轴藓属 5 种（圆蒴连轴藓、粗疣连轴藓、长齿连轴藓、溪岸连轴藓、细叶连轴藓）；石斛属 76 种（剑叶石斛、钩状石斛、兜唇石斛、线叶石斛、矮石斛、长苏石斛、短棒石斛、翅萼石斛、长爪石斛、拟石斛、毛鞘石斛、束花石斛、鼓槌石斛、草石斛、玫瑰石斛、木石斛、晶帽石斛、叠鞘石斛、密花石斛、齿瓣石斛、黄花石斛、反瓣石斛、燕石斛、景洪石斛、串珠石斛、流苏石斛、棒节石斛、曲茎石斛、双花石斛、曲轴石斛、杯鞘石斛、滇桂石斛、海南石斛、细叶石斛、苏瓣石斛、河南石斛、疏花石斛、重唇石斛、尖刀唇石斛、金耳石斛、霍山石斛、高山石斛、小黄花石斛、菱唇石斛、矩唇石斛、聚石斛、喇叭唇石斛、美花石斛、罗河石斛、长距石斛、勐海石斛、红花石斛、细茎石斛、藏南石斛、杓唇石斛、石斛、铁皮石斛、紫瓣石斛、肿节石斛、蝴蝶石斛、单萼草石斛、报春石斛、针叶石斛、竹枝石斛、华石斛、小双花石斛、梳唇石斛、叉唇石斛、具槽石斛、刀叶石斛、球花石斛、翅梗石斛、大苞鞘石斛、黑毛石斛、西畴石斛、大华石斛）；黄连属 3 种（黄连、三角叶黄连、云南黄连）；杜鹃花属 20 种（树枫杜鹃、早春杜鹃、红背杜鹃、麻点杜鹃、粗脉杜鹃、广东杜鹃、显绿杜鹃、粉紫杜鹃、香緬树杜鹃、弯尖杜鹃、杜鹃、大白杜鹃、腋花杜鹃、丁香杜鹃、马银花、马缨杜鹃、长蕊杜鹃、红棕杜鹃、毛肋杜鹃、雪山杜鹃）；姜属 5 种（珊瑚姜、囊荷、姜、阳荷、红球姜）；鸟足兰属 3 种（缘毛鸟足兰、鸟足兰、云南鸟足兰）。表中种列空格表示只在属水平进行分析，没有在具体种水平进行分析。

Note: the scientific name in table 1 are from the Chinese Academy of Sciences institute of botany, plant science data center (<http://www.plantplus.cn/cn>). * in the table indicates the genus. There are 17 species of *Ormosia* (*O. boluoensis*, *O. elliptica*, *O. emarginata*, *O. ferruginea*, *O. fordiana*, *O. glaberrima*, *O. henryi*, *O. indurate*, *O. merrilliana*, *O. microphylla*, *O. nuda*, *O. pachycarpa*, *O. pachycarpa* var. *tenuis*, *O. purpureiflora*, *O. semicastrata*, *O. sericeolucida*, *O. xylocarpa*). There are 7 species of *Uraria* (*U. lagopodioides*, *U. lacei*, *U. crinita*, *U. rufescens*, *U. picta*, *U. neglecta*, *U. sinensis*). There are 14 species of *Paphiopedilum* (*P. helenae*, *P. barbigerum*, *P. villosum*, *P. gratixianum*, *P. hirsutissimum*, *P. venustum*, *P. purpuratum*, *P. appletonianum*, *P. dianthum*, *P. concolor*, *P. bellatulum*, *P. micranthum*, *P. malipoense*, *P. armeniacum*). There are 20 species of *Cymbidium* (*C. dayanum*, *C. macrorhizon*, *C. sinense*, *C. serratum*, *C. lowianum*, *C. lancifolium*, *C. aloifolium*, *C. eburneum*, *C. tracyanum*, *C. hookerianum*, *C. erythraeum*, *C. elegans*, *C. mannii*, *C. cyperifolium*, *C. floribundum*, *C. kanran*, *C. faberi*, *C. goeringii*, *C. iridioides*, *C. ensifolium*). There are 47 species of *Petrocodon* (*P. albinervius*, *P. villosus*, *P. longitubus*, *P. jasmijniflorus*, *P. chishuiensis*, *P. hancei*, *P. multiflorus*, *P. retroflexus*, *P. fangianus*, *P. coriaceifolius*, *P. guangxiensis*, *P. hechiensis*, *P. rubrostriatus*, *P. urceolatus*, *P. hunanensis*, *P. jiangxiensis*, *P. pseudocoriaceifolius*, *P. jingxiensis*, *P. anoetochilus*, *P. pulchriflorus*, *P. lui*, *P. viridescens*, *P. confertiflorus*, *P. niveolanosus*, *P. longgangensis*, *P. lancifolius*, *P. integrifolius*, *P. mollifolius*, *P. dealbatus*, *P. scopulorus*, *P. laxicymosus*, *P. tiandengensis*, *P. tongziensis*, *P. ainsliifolius*, *P. wenshanensis*, *P. wui*, *P. tenuitubus*, *P. hispidus*, *P. luteoflorus*, *P. asterocalyx*, *P. asterostriatus*, *P. rubiginosus*, *P. ferrugineus*, *P. lithophilus*, *P. chongqingensis*, *P. coccineus*, *P. ionophyllus*). There are 47 species of *Cinnamomum* (*C. appelianum*, *C. austrosinense*, *C. austroyunnanense*, *C. bejolghota*, *C. bodinieri*, *C. burmannii*, *C. camphora*, *C. cassia*, *C. chartophyllum*, *C. contractum*, *C. foveolatum*, *C. glanduliferum*, *C. heyneanum*, *C. illicioides*, *C. iners*, *C. japonicum*, *C. javanicum*, *C. jensenianum*, *C. kotoense*, *C. kwangtungense*, *C. liangii*, *C. micranthum*, *C. migao*, *C. mollifolium*, *C. osmophloeum*, *C. parthenoxylon*, *C. pauciflorum*, *C. philippinense*, *C. pingbienense*, *C. pittosporoides*, *C. platyphyllum*, *C. reticulatum*, *C. rigidissimum*, *C. saxatile*, *C. septentrionale*, *C. subavenium*, *C. tamala*, *C. tenuipile*, *C. tonkinense*, *C. tsangii*, *C. tsoi*, *C. validinerve*, *C. longepaniculatum*, *C. longipetiolatum*, *C. mairei*, *C. verum*, *C. wilsonii*). There are 8 species of *Firmiana* (*F. simplex*, *F. danxiaensis*, *F. hainanensis*, *F. colorata*, *F. kwangsiensis*, *F. pulcherrima*, *F. calcarea*, *F. major*). There are 8 species of *Nitraria* (*N. pamirica*, *N. praevisa*, *N. roborowskii*, *N. sibirica*, *N. sphaerocarpa*, *N. tangutorum*, *N. sinensi*, *N. schoberi*). There are 7 species of *Sinojackia* (*S. xylocarpa*, *S. rehderiana*, *S. henryi*, *S. sarcocarpa*, *S. microcarpa*, *S. oblongicarpa*, *S. huangmeiensis*). There are 15 species of *Lycoris* (*Lycoris* × *albiflora*, *L. anhuiensis*, *L. aurea*, *L. caldwellii*, *L. chinensis*, *L. guangxiensis*, *Lycoris* × *houdyshelii*, *L. incarnata*, *L. longituba*, *L. radiata*, *Lycoris* × *rosea*, *L. shaanxiensis*, *L. sprengeri*, *L. squamigera*, *L. straminea*). There are 3 species of *Apocynum* (*A. pictum*, *A. hendersonii*, *A. venetum*). There are 15 species of *Orthotrichum* (*O. alpestre*, *O. anomalum*, *O. crenulatum*, *O. cupulatum*, *O. hookeri*, *O. moravicum*, *O. pallens*, *O. pamiricum*, *O. pellucidum*, *O. consobrinum*, *O. revolutum*, *O. scanicum*, *O. stramineum*, *O. urnigerum*, *O.*

rupestre). There are 11 species of *Lewinskya* (*L. affinis*, *L. affinis* var. *affinis*, *L. dasymitria*, *L. hookeri*, *L. leiolecythis*, *L. rupestris*, *L. sordida*, *L. speciosa*, *L. striata*, *L. vladikavkana*, *L. laevigata*). There are 16 species of *Didymodon* (*D. acutus*, *D. asperifolius*, *D. constrictus*, *D. obtusus*, *D. ditrichoides*, *D. fallax*, *D. ferrugineus*, *D. nigrescens*, *D. leskeoides*, *D. perobtusus*, *D. rigidulus*, *D. rivicola*, *D. tectorus*, *D. tophaceus*, *D. epapillatus*, *D. vinealis*). There are 4 species of *Aulacomnium* (*A. palustre*, *A. heterostichum*, *A. palustre*, *A. turgidum*). There are 3 species of *Meesia* (*Meesia longiseta*, *M. triquetra*, *M. uliginosa*). There are 5 species of *Schistidium* (*S. apocarpum*, *S. strictum*, *S. trichodon*, *S. rivulare*, *S. liliputanum*). There are 76 species of *Dendrobium* (*D. acinaciforme*, *D. aduncum*, *D. aphyllum*, *D. aurantiacum*, *D. bellatulum*, *D. brymerianum*, *D. capillipes*, *D. cariniferum*, *D. chameleon*, *D. changjiangense*, *D. christyanum*, *D. chrysanthum*, *D. chrysotoxum*, *D. compactum*, *D. crepidatum*, *D. crumenatum*, *D. crystallinum*, *D. denneanum*, *D. densiflorum*, *D. devonianum*, *D. dixanthum*, *D. ellipsophyllum*, *D. equitans*, *D. exile*, *D. falconeri*, *D. fimbriatum*, *D. findlayanum*, *D. flexicaule*, *D. furcatopedicellatum*, *D. gibsonii*, *D. gratiosissimum*, *D. guangxiense*, *D. Hainanense*, *D. hancockii*, *D. harveyanum*, *D. henanense*, *D. henryi*, *D. hercoglossum*, *D. heterocarpum*, *D. hookerianum*, *D. Huoshanense*, *D. infundibulum*, *D. jenkinsii*, *D. leptocladum*, *D. linawianum*, *D. lindleyi*, *D. lituiflorum*, *D. loddigesii*, *D. lohohense*, *D. Longicornu*, *D. minutiflorum*, *D. miyakei*, *D. moniliforme*, *D. monticola*, *D. moschatum*, *D. nobile*, *D. officinale*, *D. parishii*, *D. pendulum*, *D. phalaenopsis*, *D. porphyrochilum*, *D. primulinum*, *D. pseudotenellum*, *D. salaccense*, *D. sinense*, *D. somai*, *D. strongylanthum*, *D. stuposum*, *D. Sulcatum*, *D. terminale*, *D. thyriflorum*, *D. trigonopus*, *D. wardianum*, *D. williamsonii*, *D. xichouense*, *D. wilsonii*). There are 3 species of *Coptis* (*C. chinensis*, *C. deltoidea*, *C. teeta*). There are 20 species of *Rhododendron* (*R. changii*, *R. praeevernum*, *R. rufescens*, *R. clementinae*, *R. coeloneurum*, *R. kwangtungense*, *R. viridescens*, *R. impeditum*, *R. tutcheriae*, *R. adenopodum*, *R. simsii*, *R. decorum*, *R. racemosum*, *R. mariesii*, *R. ovatum*, *R. delavayi*, *R. stamineum*, *R. rubiginosum*, *R. augustinii*, *R. aganiphum*). There are 5 species of *Zingiber* (*Zingiber corallinum*, *Z. mioga*, *Z. officinale*, *Z. striolatum*, *Z. zerumbet*). There are 3 species of *Satyrium* (*Satyrium ciliatum*, *S. nepalense*, *S. yunnanense*). Species column Spaces in the table indicated that analysis were performed only at the genus level and not at the specific species level.

附录3 不同气候情景和不同时段植物地理分布范围变化趋势差异比较

Appendix 3 Comparison of variation trends of plant geographical distribution in different climate scenarios and different time periods

低排放情景指 RCP2.6 情景, 共享社会经济路径 SSP1-2.6, 及 SRES-B1 情景[即 $\phi(\text{CO}_2)$ 从 2000 年的 380×10^{-6} 增长到 2080 年的 520×10^{-6} , 全球最高增温幅度为 $1.98 \text{ }^\circ\text{C}$]。在该排放情境下, 被子植物近期地理分布范围减少的有嵩草属; 中期阶段地理分布范围增加的有黑果枸杞、蒙古菵、云南沙棘、沙蓬、侧花沙蓬、小沙蓬、圆叶沙蓬、无毛沙蓬、革包菊、卵叶革包菊、盐爪爪属、北沙柳、软枣猕猴桃、酸枣、天山花楸、丹参、冬凤兰、大根兰、墨兰、豆瓣兰, 碧玉兰、兔耳兰、纹瓣兰、独占春、流苏香竹、蕺菜、滇牡丹、紫斑牡丹、川赤芍、桤木、缘毛鸟足兰、鸟足兰、云南鸟足兰; 中期阶段地理分布范围减少的包括木梨、尖萼红山茶、黄山花楸、红茵砂、西藏虎头兰、虎头兰、长叶兰、莎草兰、硬叶兰、莎叶兰、多花兰、寒兰、蕙兰、春兰、黄蝉兰、建兰、白蜡树、连翘、厚叶木莲、川明参、石蒜属、白桦、清香木、长柄双花木、红豆树、伯乐树、额河杨、秤锤树属、嵩草属、杜鹃兰; 中期阶段地理分布范围变化不大的包括木荷和花榈木; 远期地理分布范围增加的包括黑果枸杞、云南沙棘、沙蓬、侧花沙蓬、小沙蓬、圆叶沙蓬、无毛沙蓬、革包菊、卵叶革包菊、盐爪爪属、软枣猕猴桃、酸枣、长序榆、短尾柯、厚斗柯、赤水蕈树、丹参、兜兰属、冬凤兰、大根兰、墨兰、豆瓣兰, 碧玉兰、兔耳兰、纹瓣兰、独占春、流苏香竹、天山花楸、榉树、蕺菜、杜鹃花属(4种)、滇牡丹、紫斑牡丹、荷青花、桤木、缘毛鸟足兰、鸟足兰、云南鸟足兰; 远期阶段地理分布范围减少的包括蒙古菵、木梨、长芒草、尖萼红山茶、山鸡椒、毛叶木姜子、华南木姜子、西藏虎头兰、虎头兰、长叶兰、莎草兰、硬叶兰、莎叶兰、多花兰、寒兰、蕙兰、春兰、黄蝉兰、建兰、木姜叶柯、白柯、烟斗柯、宁夏枸杞、连翘、白桦、蒙古扁桃、清香木、额河杨、长柄双花木、红豆树、伯乐树、秤锤树属、杜鹃兰、杜鹃花属(16种)、川赤芍。裸子植物近期地理分布范围减少的包括水杉、红桧、巨柏、朝鲜崖柏、福建柏、垂枝

柏、兴安圆柏、西伯利亚刺柏、海南油杉、新疆云杉、西藏云杉、大别山五针松、新疆五针松、兴凯赤松和毛枝五针松；中期阶段地理分布范围增加的包括篦子三尖杉、雪岭云杉、日本落叶松、银杉、南方红豆杉和丽江云杉；中期阶段地理分布范围减少的包括昆仑方枝柏、长苞铁杉、水杉、红桧、巨柏、朝鲜崖柏、福建柏、垂枝柏、兴安圆柏、西伯利亚刺柏、海南油杉、新疆云杉、西藏云杉、大别山五针松、新疆五针松、兴凯赤松和毛枝五针松；中期阶段地理分布范围变化不大的包括青海云杉；远期阶段地理分布范围增加的包括篦子三尖杉、雪岭云杉、日本落叶松、银杉和丽江云杉；远期阶段地理分布范围减少包括昆仑方枝柏和长苞铁杉。蕨类植物中远期阶段地理分布范围增加的有桫欏。苔藓植物远期阶段地理分布范围增加的包括皱蒴藓属；远期阶段地理分布范围减少的有寒藓属。

中等排放情景指 RCP4.5、RCP6.0 情景；SRES-A2、SRES-B2 情景[即 $\phi(\text{CO}_2)$ 从 2000 年的 380×10^{-6} 增长到 2080 年的 700×10^{-6} 、 550×10^{-6} ，全球最高增温幅度分别为 3.79、2.69 °C]；共享社会经济路径 SSP2-4.5、SSP4-6.0 情景。在该排放情境下，被子植物近期地理范围呈现增加趋势的为脱皮榆；近期阶段地理分布范围呈现减少的为嵩草属；中期阶段地理分布范围呈现增加的有天山花楸、丹参、冬凤兰、大根兰、墨兰、豆瓣兰、碧玉兰、兔耳兰、纹瓣兰、独占春、连翘、厚叶木莲、流苏香竹、黑果枸杞、绞股蓝、绵刺、云南沙棘、酸枣、寡穗茅、扇穗茅、北沙柳、软枣猕猴桃、大花黄牡丹、沙蓬、侧花沙蓬、小沙蓬、圆叶沙蓬、无毛沙蓬、革包菊、卵叶革包菊、天山花楸、骆驼刺、长柄双花木、蕺菜、脱皮榆、桤木；中期阶段地理分布范围呈现减少的包括南方红豆杉、尖萼红山茶、西藏虎头兰、虎头兰、长叶兰、莎草兰、硬叶兰、莎叶兰、多花兰、寒兰、蕙兰、春兰、黄蝉兰、建兰、川明参、白桦、中华猕猴桃、清香木、藏扇穗茅、黄山花楸、红豆树、黑沙蒿、伯乐树、秤锤树属、额河杨、嵩草属、闽楠、杜鹃兰、扇脉杓兰、天台鹅耳枥；中期阶段地理分布范围变化不大的包括木荷、花榈木和全缘叶绿绒蒿；远期阶段地理分布范围呈现增加趋势的包括丹参、冬凤兰、大根兰、墨兰、豆瓣兰，碧玉兰、兔耳兰、纹瓣兰、独占春、丽江云杉、连翘、流苏香竹、绞股蓝、绵刺、云南沙棘、酸枣、白刺属、刺梨、寡穗茅、扇穗茅、软枣猕猴桃、大花黄牡丹、沙蓬、侧花沙蓬、小沙蓬、圆叶沙蓬、无毛沙蓬、革包菊、卵叶革包菊、天山花楸、骆驼刺、榉树、蕺菜、杜鹃花属（4 种）、桤木；远期减少的有尖萼红山茶、西藏虎头兰、虎头兰、长叶兰、莎草兰、硬叶兰、莎叶兰、多花兰、寒兰、蕙兰、春兰、黄蝉兰、建兰、宁夏枸杞、白桦、蒙古扁桃、黑果枸杞、清香木、藏扇穗茅、长柄双花木、红豆树、黑沙蒿、伯乐树、秤锤树属、额河杨、岩高兰、草苋蓉、刺五加、太白红杉、杜鹃兰、扇脉杓兰、杜鹃花属（16 种）、天台鹅耳枥；远期变化不大的有全缘叶绿绒蒿。裸子植物近期地理分布范围减少的包括水杉、红桧、巨柏、朝鲜崖柏、福建柏、垂枝柏、兴安圆柏、西伯利亚刺柏、海南油杉、新疆云杉、西藏云杉、大别山五针松、新疆五针松、兴凯赤松、毛枝五针松；中期阶段地理分布范围呈现增加的包括篦子三尖杉、日本落叶松、银杉、雪岭云杉、丽江云杉；中期阶段地理分布范围呈现减少趋势的包括昆仑方枝柏、冷杉属、华山松、长苞铁杉、水杉、红桧、巨柏、朝鲜崖柏、福建柏、垂枝柏、兴安圆柏、西伯利亚刺柏、海南油杉、新疆云杉、西藏云杉、大别山五针松、新疆五针松、兴凯赤松、毛枝五针松；中期阶段地理分布范围变化不大的包括青海云杉；远期阶段地理分布范围呈现增加趋势的包括篦子三尖杉、日本落叶松、银杉、雪岭云杉、紫果云杉、丽江云杉；远期阶段地理分布范围呈现减少趋势的包括昆仑方枝柏、华山松、长苞铁杉。苔藓植物中期阶段地理分布范围呈现增加趋势的包括真藓属；中期阶段地理分布范围呈现减少趋势的为对齿藓属；远期阶段地理分布范围呈现增加趋势的包括真藓属和花叶藓属植物；远期阶段地理分布范围呈现减少趋势的包括蓑藓属、木灵藓属、对齿藓属和连轴藓属植物。

高排放情景指 RCP8.5 情景及 SRES-A1 情景[即 $\phi(\text{CO}_2)$ 从 2000 年的 380×10^{-6} 增长到 2080 年的 800×10^{-6} ，全球最高增温幅度为 4.49 °C]；共享社会经济路径 SSP5-8.5。另外，表中的近期（在 2023—2040 年时段）、中期（2041—2070 年时段）和远期（2071—2100 年时段）指不同情景下不同时段。在该排放情境下，被子植

物近期地理分布范围减少的有嵩草属；中期阶段地理分布范围呈现增加的包括天山花楸、丹参、冬凤兰、大根兰、墨兰、豆瓣兰，碧玉兰、兔耳兰、纹瓣兰、独占春、连翘、川明参、绞股蓝、酸枣、寡穗茅、扇穗茅、绵刺、北沙柳、软枣猕猴桃、大花黄牡丹、沙蓬、侧花沙蓬、小沙蓬、圆叶沙蓬、无毛沙蓬、革包菊、卵叶革包菊、天山花楸、骆驼刺、清香木、云南沙棘、蕺菜、滇牡丹、川赤芍、桤木、缘毛鸟足兰、鸟足兰、云南鸟足兰；中期阶段地理分布范围呈现减少的包括南方红豆杉、木梨、尖萼红山茶、长柄双花木、红茵砂、红豆树、西藏虎头兰、虎头兰、长叶兰、莎草兰、硬叶兰、莎叶兰、多花兰、寒兰、蕙兰、春兰、黄蝉兰、建兰、白蜡树、厚叶木莲、流苏香竹、石蒜属、白桦、藏扇穗茅、全缘叶绿绒蒿、长柄双花木、黄山花楸、红豆树、黑沙蒿、黑果枸杞、伯乐树、额河杨、秤锤树属、嵩草属、苦楮、杜鹃兰、紫斑牡丹、天台鹅耳枥；中期变化不大的有木荷、花榈木；远期阶段地理分布范围呈现增加的包括短尾柯、厚斗柯、丹参、冬凤兰、大根兰、墨兰、豆瓣兰，碧玉兰、兔耳兰、纹瓣兰、独占春、丽江云杉、连翘、绞股蓝、酸枣、白刺属、寡穗茅、扇穗茅、软枣猕猴桃、大花黄牡丹、沙蓬、侧花沙蓬、小沙蓬、圆叶沙蓬、无毛沙蓬、革包菊、卵叶革包菊、天山花楸、骆驼刺、清香木、云南沙棘、榉树、绣球、蕺菜、沙拐枣、杜鹃花属（4种）、滇牡丹、川赤芍、桤木、缘毛鸟足兰、鸟足兰、云南鸟足兰；远期阶段地理分布范围呈现减少趋势的包括赤水蕈树、木梨、长芒草、尖萼红山茶、长柄双花木、红豆树、西藏虎头兰、虎头兰、长叶兰、莎草兰、硬叶兰、莎叶兰、多花兰、寒兰、蕙兰、春兰、黄蝉兰、建兰、木姜叶柯、白柯、烟斗柯、宁夏枸杞、流苏香竹、白桦、蒙古扁桃、绵刺、全缘叶绿绒蒿、藏扇穗茅、长柄双花木、红豆树、黑沙蒿、黑果枸杞、伯乐树、山鸡椒、毛叶木姜子、华南木姜子、秤锤树属、额河杨、岩高兰、草苳蓉、刺五加、太白红杉、黄连属、无叶假木贼、杜鹃花属（16种）、紫斑牡丹、天台鹅耳枥。裸子植物近期阶段地理分布范围呈现减少的包括水杉、红桧、巨柏、朝鲜崖柏、福建柏、垂枝柏、兴安圆柏、西伯利亚刺柏、海南油杉、新疆云杉、西藏云杉、大别山五针松、新疆五针松、兴凯赤松、毛枝五针松；中期阶段地理分布呈现增加趋势的包括篦子三尖杉、日本落叶松、银杉、丽江云杉；中期阶段地理分布范围呈现减少趋势的包括昆仑方枝柏、冷杉属、华山松、长苞铁杉、水杉、红桧、巨柏、朝鲜崖柏、福建柏、垂枝柏、兴安圆柏、西伯利亚刺柏、海南油杉、新疆云杉、西藏云杉、大别山五针松、新疆五针松、兴凯赤松、毛枝五针松；中期阶段地理分布范围变化不大的包括青海云杉；远期阶段地理分布范围呈现增加趋势的包括篦子三尖杉、日本落叶松、银杉、丽江云杉；远期阶段地理分布范围减少的有昆仑方枝柏、华山松、长苞铁杉、冷杉、紫果冷杉、鳞皮冷杉、银杉、四川红杉、云杉、白皮云杉、大果青杆、鳞皮云杉、丽江铁杉、篦子三尖杉、白豆杉、南方红豆杉、巴山榧、长叶榧、岷江柏木和大果圆柏。

附录4 79种嵩草属植物名录

Appendix 4 List of 79 *Kobresia* species

种、变种及亚种名	拉丁学名	种、变种及亚种名	拉丁学名
Specie, variation or subspecies	Scientific name	Specie, variation or subspecies	Scientific name
细弱嵩草	<i>K. angusta</i>	嵩草#	<i>K. myosuroides</i>
普兰嵩草	<i>K. burangensis</i>	尼泊尔嵩草	<i>K. nepalensis</i>
线叶嵩草*#	<i>K. capillifolia</i>	波斯嵩草	<i>K. persica</i>
藁穗嵩草#	<i>K. caricina</i>	松林嵩草	<i>K. pinetorum</i>
川滇嵩草	<i>K. cercostachys</i>	不丹嵩草#	<i>K. prainii</i>
尾穗嵩草	<i>K. cerostachya</i> var. <i>cerostachya</i>	高原嵩草*#	<i>K. pusilla</i>
发秆嵩草(变种)	<i>K. cercostachys</i> var. <i>capillacea</i>	新都嵩草	<i>K. pygmaea</i> var. <i>filiculmis</i>
发秆嵩草	<i>K. vaginosa</i>	高山嵩草#	<i>K. pygmaea</i>

杂穗嵩草	<i>K. clarkeana</i>	高山嵩草(原变种)	<i>K. pygmaea</i> var. <i>pygmaea</i>
截形嵩草*#	<i>K. cuneata</i>	粗壮嵩草#	<i>K. robusta</i>
吉隆嵩草	<i>K. curticeps</i> var. <i>gyirongensis</i>	喜马拉雅嵩草*#	<i>K. royleana</i>
弯叶嵩草	<i>K. curvata</i>	喜马拉雅嵩草(原亚种)	<i>K. royleana</i> subsp. <i>royleana</i>
大青山嵩草*#	<i>K. daqingshanica</i>	赤箭嵩草#	<i>K. schoenoides</i>
藏西嵩草	<i>K. deasyi</i>	四川嵩草#	<i>K. setchwanensis</i>
线形嵩草	<i>K. duthiei</i>	坚挺嵩草	<i>K. seticulmis</i>
三脉嵩草	<i>K. trinervis</i>	夏河嵩草	<i>K. squamaeformis</i>
镰叶嵩草#	<i>K. falcata</i>	细果嵩草	<i>K. stenocarpa</i>
蕨状嵩草#	<i>K. filicina</i>	匍茎嵩草#	<i>K. stolonifera</i>
蕨状嵩草(原变种)	<i>K. filicina</i> var. <i>filicina</i>	西藏嵩草	<i>K. tibetica</i>
近蕨嵩草	<i>K. filicina</i> var. <i>subfilicinoides</i>	西藏嵩草(原亚种)	<i>K. tibetica</i> subsp. <i>tibetica</i>
丝叶嵩草#	<i>K. filifolia</i>	玉龙嵩草	<i>K. tunicata</i>
囊状嵩草*#	<i>K. fragilis</i>	硬叶嵩草	<i>K. tibetica</i> subsp. <i>littledalei</i>
粉绿嵩草	<i>K. glaucifolia</i>	短轴嵩草	<i>K. vidua</i>
禾叶嵩草	<i>K. graminifolia</i>	根茎嵩草#	<i>K. williamsii</i>
贺兰山嵩草*#	<i>K. helanshanica</i>	亚东嵩草	<i>K. yadongensis</i>
矮生嵩草#	<i>K. humilis</i>	纤细嵩草	<i>K. yangii</i>
膨囊嵩草	<i>K. inflata</i>	玉树嵩草*#	<i>K. yushuensis</i>
甘肃嵩草	<i>K. kansuensis</i>	塔城嵩草#	<i>K. smirnovii</i>
宁远嵩草#	<i>K. kuekenthaliana</i>	二蕊嵩草#	<i>K. myosuroides</i> subsp. <i>bistaminata</i>
湖滨嵩草	<i>K. lacustris</i>	钩状嵩草	<i>K. uncinoides</i>
疏穗嵩草#	<i>K. laxa</i>	密穗嵩草	<i>K. handel-mazzetti</i>
鳞被嵩草	<i>K. lepidochlamys</i>	云南嵩草	<i>K. yuennanensis</i>
藏北嵩草	<i>K. littledalei</i>	侏侏嵩草	<i>K. lolonum</i>
黑麦嵩草	<i>K. loliacea</i>	鹤庆嵩草	<i>K. bonatiana</i>
长芒嵩草	<i>K. longearistita</i>	北方嵩草	<i>K. bellardii</i>
大花嵩草	<i>K. macrantha</i>	小藁草#	<i>K. parva</i>
祁连嵩草	<i>K. macrophylla</i>	南木林嵩草	<i>K. prainii</i> var. <i>elliptica</i>
玛曲嵩草	<i>K. maquensis</i>	阔鳞嵩草#	<i>K. woodii</i>
门源嵩草	<i>K. menyuanica</i>	假钩状嵩草	<i>K. pseuduncinoides</i>
岷山嵩草	<i>K. minshanica</i>		

注：附录 4 各物种信息均来源于中国科学院植物科学数据中心 <https://www.plantplus.cn/cn> 所示，#表示在概率大于 0.6 的随机情景中有灭绝风险的 32 种嵩草属植物。*表示名称已修订，包括大青山嵩草、贺兰山嵩草、高原嵩草，名称已修订，正名为高原嵩草；吉隆嵩草、云南嵩草、杂穗嵩草名称已修订，正名为囊状嵩草；玉树嵩草、线叶嵩草名称已修订，正名为线叶嵩草；鳞被嵩草名称已修订，正名为截形嵩草；门源嵩草、喜马拉雅嵩草、细果嵩草名称已修订，正名为喜马拉雅嵩草。引自文献——WU JG, 2023. Uncertainty and risk of pruned distributional ranges induced by climate shifts for alpine species: a case study for 79 *Kobresia*. species in China[J]. Theoretical and Applied Climatology, 151: 1651-1672 .

Note: The species information in Appendix 4 is from <https://www.plantplus.cn/cn>, Data Center for Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences, where # indicates 32 *Kobresia* species at risk of extinction in a random scenario with a probability greater than 0.6. * indicates that the name has been revised, including *K. daqingshanica*, *K. helanshanica*, *K. pusilla*, the name has been revised. The accurate designation is *Carex coninux*; *Kobresia curticeps* var. *gyirongensis*, *K. yuennanensis*, *K. clarkeana*, the name has been revised. The accurate designation is *Carex bonatiana*; *Kobresia. yushuensis*, *K. capillifolia*, the name has been revised. The accurate designation is *Carex capillifolia*; *Kobresia lepidochlamys*, the name has been revised. The accurate designation is *Carex lepidochlamys*; *Kobresia*

menyuanica, *K. royleana*, *K. stenocarpa*, the name has been revised. The accurate designation is *Carex kokanica*. Cited from literature—WU JG, 2023. Uncertainty and risk of pruned distributional ranges induced by climate shifts for alpine species: a case study for 79 *Kobresia* species in China[J]. *Theoretical and Applied Climatology*, 151: 1651-1672 .

附录 5 受威胁的 69 种裸子植物

Appendix 5 List of 69 threatened gymnosperms

科	属	种	拉丁学名	科	属	种	拉丁学名
Family	Genus	Species	Scientific name	Family	Genus	Species	Scientific name
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	叉叶苏铁	<i>Cycas bifida</i>	松科	松属 <i>Pinus</i>	毛枝五针松	<i>P. wangii</i>
Cycadaceae				Pinaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	陈氏苏铁	<i>C. chenii</i> *	松科	金钱松属 <i>Pseudolarix</i>	金钱松	<i>Pseudolarix amabilis</i> *
Cycadaceae				Pinaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	越南苏铁	<i>C. collina</i>	松科	黄杉属 <i>Pseudotsuga</i>	黄杉	<i>Pseudotsuga sinensis</i>
Cycadaceae				Pinaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	德保苏铁	<i>C. debaoensis</i> *	松科	铁杉属 <i>Tsuga</i>	丽江铁杉	<i>Tsuga forrestii</i> *
Cycadaceae				Pinaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	滇南苏铁	<i>C. diannanensis</i> *	罗汉松科	陆均松属 <i>Dacrydium</i>	陆均松	<i>Dacrydium pectinatum</i>
Cycadaceae				Podocarpaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	贵州苏铁	<i>C. guizhouensis</i> *	罗汉松科	罗汉松属 <i>Podocarpus</i>	兰屿罗汉松	<i>Podocarpus costalis</i>
Cycadaceae				Podocarpaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	灰干苏铁	<i>C. hongheensis</i> *	罗汉松科	罗汉松属 <i>Podocarpus</i>	丛花罗汉松	<i>P. fasciculus</i>
Cycadaceae				Podocarpaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	多歧苏铁	<i>C. multipinnata</i>	罗汉松科	罗汉松属 <i>Podocarpus</i>	台湾罗汉松	<i>P. nakaii</i> *
Cycadaceae				Podocarpaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	攀枝花苏铁	<i>C. panzhihuaensis</i> *	柏科	翠柏属 <i>Calocedrus</i>	台湾翠柏	<i>Calocedrus formosana</i> *
Cycadaceae				Cupressaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	篦齿苏铁	<i>C. pectinata</i>	柏科	翠柏属 <i>Calocedrus</i>	岩生翠柏	<i>C. rupestris</i>
Cycadaceae				Cupressaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	叉孢苏铁	<i>C. segmentifida</i> *	柏科	扁柏 <i>Chamaecyparis</i>	红桧	<i>Chamaecyparis formosensis</i> *
Cycadaceae				Cupressaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	三亚苏铁	<i>C. shanyaensis</i> *	柏科	杉木属 <i>Cunninghamia</i>	台湾杉木	<i>Cunninghamia konishii</i>
Cycadaceae				Cupressaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	仙湖苏铁	<i>C. szechuanensis</i> *	柏科	柏木属 <i>Cupressus</i>	岷江柏木	<i>Cupressus chengiana</i> *
Cycadaceae				Cupressaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	台东苏铁	<i>C. taitungensis</i> *	柏科	福建柏属 <i>Fokienia</i>	福建柏#	<i>Fokienia hodginsii</i>
Cycadaceae				Cupressaceae			
苏铁科	苏铁属 <i>Cycas</i>	闽粤苏铁	<i>C. taiwaniana</i> *	柏科	水松属 <i>Glyptostrobus</i>	水松#	<i>Glyptostrobus pensilis</i>
Cycadaceae				Cupressaceae			
银杏	银杏属 <i>Ginkgo</i>	银杏	<i>Ginkgo biloba</i> *	柏科	刺柏属 <i>Juniperus</i>	大果圆柏	<i>Juniperus tibetica</i> *
Ginkgoaceae				Cupressaceae			
松科	冷杉属 <i>Abies</i>	百山祖冷杉	<i>Abies beshanzuensis</i> *	柏科	水杉属 <i>Metasequoia</i>	水杉#	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> *
Pinaceae				Cupressaceae			
松科	冷杉属 <i>Abies</i>	冷杉#	<i>A. fabri</i> *	柏科	台湾杉属 <i>Taiwania</i>	台湾杉	<i>Taiwania cryptomerioides</i>
Pinaceae				Cupressaceae			
松科	冷杉属 <i>Abies</i>	梵净山冷杉	<i>A. fanjingshanensis</i> *	柏科	崖柏属 <i>Thuja</i>	朝鲜崖柏	<i>Thuja koraiensis</i>
Pinaceae				Cupressaceae			
松科	冷杉属 <i>Abies</i>	紫果冷杉#	<i>A. recurvata</i> *	柏科	崖柏属 <i>Thuja</i>	崖柏	<i>T. sutchuenensis</i> *
Pinaceae				Cupressaceae			
松科	冷杉属 <i>Abies</i>	鳞皮冷杉#	<i>A. squamata</i> *	柏科	金柏属 <i>Xanthocyparis</i>	金柏	<i>Xanthocyparis vietnamensis</i>
Pinaceae				Cupressaceae			
松科	冷杉属 <i>Abies</i>	元宝山冷杉	<i>A. yuanbaoshanensis</i> *	红豆杉科	三尖杉属 <i>Cephalotaxus</i>	海南粗榧	<i>Cephalotaxus hainanensis</i> *
Pinaceae				Taxaceae			
松科	冷杉属 <i>Abies</i>	资源冷杉#	<i>A. ziyuanensis</i> *	红豆杉科	三尖杉属 <i>Cephalotaxus</i>	贡山三尖杉	<i>C. lanceolata</i>
Pinaceae				Taxaceae			
松科	银杉属 <i>Cathaya</i>	银杉#	<i>Cathaya argyrophylla</i> *	红豆杉科	三尖杉属 <i>Cephalotaxus</i>	西双版纳粗榧	<i>C. mannii</i>
Pinaceae				Taxaceae			

松科 Pinaceae	油杉属 <i>Keteleeria</i>	云南油杉#	<i>Keteleeria evelyniana</i>	红豆杉科 Taxaceae	三尖杉属 <i>Cephalotaxus</i>	篦子三尖杉#	<i>C. oliveri*</i>
松科 Pinaceae	落叶松 <i>Larix</i>	四川红杉	<i>Larix mastersiana*</i>	红豆杉科 Taxaceae	穗花杉属 <i>Amentotaxus</i>	台湾穗花杉	<i>Amentotaxus formosana*</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	云杉	<i>Picea asperata*</i>	红豆杉科 Taxaceae	穗花杉属 <i>Amentotaxus</i>	云南穗花杉	<i>A. yunnanensis</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	白皮云杉	<i>P. aurantiaca*</i>	红豆杉科 Taxaceae	白豆杉属 <i>Pseudotaxus</i>	白豆杉#	<i>Pseudotaxus chienii*</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	麦吊云杉#	<i>P. brachytyla</i>	红豆杉科 Taxaceae	红豆杉属 <i>Taxus</i>	红豆杉	<i>Taxus chinensis</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	缅甸云杉	<i>P. farreri</i>	红豆杉科 Taxaceae	红豆杉属 <i>Taxus</i>	密叶红豆杉	<i>T. contorta</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	丽江云杉#	<i>P. likiangensis</i>	红豆杉科 Taxaceae	红豆杉属 <i>Taxus</i>	南方红豆杉#	<i>T. mairei</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	台湾云杉	<i>P. morrisonicola*</i>	红豆杉科 Taxaceae	红豆杉属 <i>Taxus</i>	西藏红豆杉	<i>T. wallichiana</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	大果青杆	<i>P. neoveitchii*</i>	红豆杉科 Taxaceae	榧属 <i>Torreya</i>	巴山榧	<i>Torreya fargesii*</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	鳞皮云杉	<i>P. retroflexa*</i>	红豆杉科 Taxaceae	榧属 <i>Torreya</i>	长叶榧	<i>T. jackii*</i>
松科 Pinaceae	松属 <i>Pinus</i>	五针白皮松	<i>P. squamata*</i>				

注 *表示中国特有种, #表示与表 2 重复的 14 个种。引自文献——XIE D, LIU XQ, CHEN YX, et al., 2021. Distribution and conservation of threatened gymnosperms in China[J]. Global Ecology and Conservation, 32: e01915.

Notes: * indicates a species endemic to China, # indicates the 14 types repeated in Table 2. Cited from literature—XIE D, LIU XQ, CHEN YX, et al., 2021. Distribution and conservation of threatened gymnosperms in China[J]. Global Ecology and Conservation, 32: e01915.

附录 6 17 种濒危针叶树种名录

Appendix 6 List of 17 endangered conifer species

科 Family	属 Genus	种 Species	拉丁学名 Scientific name	科 Family	属 Genus	种 Species	拉丁学名 Scientific name
松科 Pinaceae	冷杉属 <i>Abies</i>	冷杉#	<i>Abies fabri</i>	松科 Pinaceae	铁杉属 <i>Tsuga</i>	丽江铁杉#	<i>Tsuga forrestii</i>
松科 Pinaceae	冷杉属 <i>Abies</i>	紫果冷杉#	<i>A. recurvata</i>	红豆杉科 Taxaceae	三尖杉属 <i>Cephalotaxus</i>	篦子三尖杉#	<i>Cephalotaxus oliveri</i>
松科 Pinaceae	冷杉属 <i>Abies</i>	鳞皮冷杉#	<i>A. squamata</i>	红豆杉科 Taxaceae	白豆杉属 <i>Pseudotaxus</i>	白豆杉#	<i>Pseudotaxus chienii</i>
松科 Pinaceae	银杉属 <i>Cathaya</i>	银杉#	<i>Cathaya argyrophylla</i>	红豆杉科 Taxaceae	白豆杉属 <i>Pseudotaxus</i>	南方红豆杉#	<i>Taxus mairei</i>
松科 Pinaceae	落叶松属 <i>Larix</i>	四川红杉#	<i>Larix mastersiana</i>	红豆杉科 Taxaceae	榧属 <i>Torreya</i>	巴山榧#	<i>Torreya fargesii</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	云杉#	<i>P. asperata</i>	红豆杉科 Taxaceae	榧属 <i>Torreya</i>	长叶榧#	<i>T. jackii</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	白皮云杉#	<i>P. aurantiaca</i>	柏科 Cupressaceae	柏木属 <i>Cupressus</i>	岷江柏木#	<i>Cupressus chengiana</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	大果青杆#	<i>P. neoveitchii</i>	柏科 Cupressaceae	刺柏属 <i>Juniperus</i>	大果圆柏#	<i>Juniperus tibetica</i>
松科 Pinaceae	云杉属 <i>Picea</i>	鳞皮云杉#	<i>P. retroflexa</i>				

注: #表示与表 2 和附录 5 重复的种。引自文献——XIE D, DU H, XU WH, et al., 2022. Effects of climate change on richness distribution patterns of threatened conifers endemic to China[J]. Ecological Indicators, 136 (8): 108594.

Note: # indicates species that repeated with the species in Table 2 and Appendix 5. Cited from literature—XIE D, DU H, XU WH, et al., 2022. Effects of climate change on richness distribution patterns of threatened conifers endemic to China[J]. Ecological Indicators, 136 (8): 108594.

附录 7 中国 103 种裸子植物名录

Appendix 7 List of 103 gymnosperms in China

科 Family	属 Genus	种 Species	拉丁学名 Scientific name	科 Family	属 Genus	种 Species	拉丁学名 Scientific name
松科 Pinaceae	银杉属 <i>Cathaya</i>	银杉#*	<i>Cathaya argyrophylla</i>	松科 Pinaceae	铁杉属 <i>Tsuga</i>	铁杉*	<i>Tsuga chinensis</i> var. <i>tchekiensis</i>
松科	冷杉属 <i>Abies</i>	梵净山冷杉#	<i>Abies fanjingshanensis</i>	松科	铁杉属 <i>Tsuga</i>	丽江铁杉#	<i>T. chinensis</i> var.

Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	长苞冷杉#	<i>A. georgei</i>	Pinaceae	松科	铁杉属 <i>Tsuga</i>	长苞铁杉#	<i>forrestii</i>
Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	新疆冷杉#*	<i>A. sibirica</i>	Pinaceae	红豆杉科	白豆杉属 <i>Pseudotaxus</i>	白豆杉#	<i>T. longibracteata</i>
Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	元宝山冷杉#*	<i>A. yuanbaoshanensis</i>	Taxaceae	红豆杉科	红豆杉属 <i>Taxus</i>	东北红豆杉	<i>Pseudotaxus chienii</i>
Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	察隅冷杉#*	<i>A. chayuensis</i>	Taxaceae	红豆杉科	三尖杉属 <i>Cephalotaxus</i>	海南粗榧#	<i>Taxus cuspidata</i>
Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	中甸冷杉#	<i>A. ferreana</i>	Taxaceae	红豆杉科	三尖杉属 <i>Cephalotaxus</i>	篦子三尖杉#*	<i>Cephalotaxus hainanensis</i>
Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	苍山冷杉#	<i>A. delavayi</i>	Taxaceae	红豆杉科	穗花杉属 <i>Amentotaxus</i>	穗花杉	<i>C. oliveri</i>
Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	怒江冷杉#	<i>A. nukiangensis</i>	Taxaceae	红豆杉科	穗花杉属 <i>Amentotaxus</i>	云南穗花杉#	<i>Amentotaxus argotaenia</i>
Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	西藏冷杉#*	<i>A. spectabilis</i>	Taxaceae	红豆杉科	榧属 <i>Torreya</i>	云南榧	<i>A.yunnanensis</i>
Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	臭冷杉#	<i>A. nephrolepis</i>	Taxaceae	红豆杉科	榧属 <i>Torreya</i>	巴山榧#*	<i>Torreya yunnanensis</i>
Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	杉松#	<i>A. holophylla</i>	Taxaceae	红豆杉科	榧属 <i>Torreya</i>	长叶榧#*	<i>T. fargesii</i>
Pinaceae	松科	冷杉属 <i>Abies</i>	资源冷杉#*	<i>A. ziyuanensis</i>	Taxaceae	红豆杉科	榧属 <i>Torreya</i>	长叶榧#*	<i>T. jackii</i>
Pinaceae	松科	油杉属 <i>Keteleeria</i>	黄枝油杉	<i>Keteleeria davidiana</i> var. <i>calcareo</i>	柏科	水松属 <i>Glyptostrobus</i>	水松#		<i>Glyptostrobus pensilis</i>
Pinaceae	松科	油杉属 <i>Keteleeria</i>	油杉#	<i>K. fortunei</i>	柏科	水杉属 <i>Metasequoia</i>	水杉#*		<i>Metasequoia glyptostroboides</i>
Pinaceae	松科	油杉属 <i>Keteleeria</i>	海南油杉*	<i>K. hainanensis</i>	Cupressaceae	翠柏属 <i>Calocedrus</i>	翠柏		<i>Calocedrus macrolepis</i>
Pinaceae	松科	油杉属 <i>Keteleeria</i>	矩鳞油杉	<i>K. fortunei</i> var. <i>L. oblonga</i>	柏科	扁柏属 <i>Chamaecyparis</i>	红桧#*		<i>Chamaecyparis formosensis</i>
Pinaceae	松科	油杉属 <i>Keteleeria</i>	柔毛油杉#	<i>K. pubescens</i>	柏科	刺柏属 <i>Juniperus</i>	新疆方枝柏		<i>Juniperus pseudosabina</i>
Pinaceae	松科	油杉属 <i>Keteleeria</i>	铁坚油杉#	<i>K. xerophila</i>	Cupressaceae	刺柏属 <i>Juniperus</i>	滇藏方枝柏		<i>J. indica</i>
Pinaceae	松科	落叶松属 <i>Larix</i>	四川红杉#	<i>Larix mastersiana</i>	柏科	刺柏属 <i>Juniperus</i>	西伯利亚刺柏#*		<i>J. sibirica</i>
Pinaceae	松科	落叶松属 <i>Larix</i>	西藏红杉	<i>L. griffithii</i>	Cupressaceae	刺柏属 <i>Juniperus</i>	垂枝柏#*		<i>J. recurva</i>
Pinaceae	松科	落叶松属 <i>Larix</i>	新疆落叶松*	<i>L. sibirica</i>	柏科	刺柏属 <i>Juniperus</i>	昆明柏		<i>J. gaussenii</i>
Pinaceae	松科	落叶松属 <i>Larix</i>	黄花落叶松	<i>L. olgensis</i>	Cupressaceae	刺柏属 <i>Juniperus</i>	兴安圆柏#*		<i>J. sabina</i> var. <i>davurica</i>
Pinaceae	松科	落叶松属 <i>Larix</i>	怒江红杉	<i>L. speciosa</i>	柏科	柏木属 <i>Cupressus</i>	岷江柏木#		<i>Cupressus chengiana</i>
Pinaceae	松科	云杉属 <i>Picea</i>	白皮云杉#*	<i>Picea asperata</i> var. <i>aurantiaca</i>	Cupressaceae	柏木属 <i>Cupressus</i>	巨柏#*		<i>C. torulosa</i> var. <i>gigantea</i>
Pinaceae	松科	云杉属 <i>Picea</i>	新疆云杉*	<i>P. obovata</i>	柏科	柏木属 <i>Cupressus</i>	西藏柏木		<i>C. torulosa</i>
Pinaceae	松科	云杉属 <i>Picea</i>	西藏云杉*	<i>P. spinulosa</i>	Cupressaceae	福建柏属 <i>Fokienia</i>	福建柏#*		<i>Fokienia hodginsii</i>
Pinaceae	松科	云杉属 <i>Picea</i>	雪岭云杉#	<i>P. schrenkiana</i>	柏科	崖柏属 <i>Thuja</i>	朝鲜崖柏#*		<i>Thuja koraiensis</i>
Pinaceae	松科	云杉属 <i>Picea</i>	青海云杉#	<i>P. crassifolia</i>	Cupressaceae	苏铁属 <i>Cycas</i>	叉叶苏铁#		<i>Cycas bifida</i>
Pinaceae	松科	云杉属 <i>Picea</i>	长叶云杉*	<i>P. smithiana</i>	Cycadaceae	苏铁属 <i>Cycas</i>	攀枝花苏铁#		<i>C. panzhihuaensis</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	大别山五针松*	<i>Pinus dabeshanensis</i>	Cycadaceae	苏铁属 <i>Cycas</i>	篦齿苏铁#*		<i>C. pectinata</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	华南五针松	<i>P. kwangtungensis</i>	Cycadaceae	苏铁属 <i>Cycas</i>	闽粤苏铁#		<i>C. taiwaniana</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	偃松#*	<i>P. pumila</i>	Cycadaceae	苏铁属 <i>Cycas</i>	宽叶苏铁#*		<i>C. siamensis</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	雅加松	<i>P. massoniana</i> var. <i>hainanensis</i>	Cycadaceae	苏铁属 <i>Cycas</i>	仙湖苏铁#		<i>C. szechuanensis</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	卡西亚松	<i>P. kesiya</i> var. <i>langbianensis</i>	罗汉松科	陆均松属 <i>Dacrydium</i>	陆均松#		<i>Dacrydium pectinatum</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	南亚松	<i>P. latteri</i>	罗汉松科	罗汉松属 <i>Podocarpus</i>	海南罗汉松#*		<i>Podocarpus annamiensis</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	乔松	<i>P. wallichiana</i>	Podocarpaceae	竹柏属 <i>Nageia</i>	长叶竹柏#*		<i>Nageia fleuryi</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	赤松#*	<i>P. densiflora</i>	Podocarpaceae	竹柏属 <i>Nageia</i>	肉托竹柏		<i>N. wallichiana</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	高山松	<i>P. densata</i>	罗汉松科	鸡毛松属 <i>Dacrycarpus</i>	鸡毛松		<i>Dacrycarpus imbricatus</i> var. <i>patulus</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	高山松	<i>P. densata</i>	Podocarpaceae	买麻藤属 <i>Gnetum</i>	小叶买麻藤		<i>Gnetum parvifolium</i>

松科	松属 <i>Pinus</i>	西藏长叶松*	<i>P. roxburghii</i>	买麻藤科	买麻藤属 <i>Gnetum</i>	买麻藤	<i>G. montanum</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	新疆五针松*	Gnetaceae	买麻藤属 <i>Gnetum</i>	海南买麻藤	<i>G. hainanense</i>
松科	松属 <i>Pinus</i>	长白松*	<i>P. sylvestris</i> var. <i>syvestrififormis</i>	Gnetaceae	买麻藤属 <i>Gnetum</i>	垂子买麻藤	<i>G. pendulum</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	巴山松	Gnetaceae	买麻藤属 <i>Gnetum</i>	罗浮买麻藤*	<i>G. luofuense</i>
松科	松属 <i>Pinus</i>	云南松	<i>P. tabuliformis</i> var. <i>henryi</i>	Gnetaceae	买麻藤属 <i>Gnetum</i>	细柄买麻藤*	<i>G. gracilipes</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	兴凯赤松*	Gnetaceae	买麻藤属 <i>Gnetum</i>	闭苞买麻藤*	<i>G. cleistostachyum</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	西藏白皮松	Gnetaceae	麻黄属 <i>Ephedra</i>	藏麻黄	<i>Ephedra saxatilis</i>
Pinaceae	松科	松属 <i>Pinus</i>	毛枝五针松#*	Ephedraceae	麻黄属 <i>Ephedra</i>	山岭麻黄	<i>E. gerardiana</i>
Pinaceae	松科	金钱松属	金钱松#*	Ephedraceae	麻黄属 <i>Ephedra</i>	细子麻黄	<i>E. regeliana</i>
Pinaceae	<i>Pseudolarix</i>	黄杉属	短叶黄杉	Ephedraceae	麻黄属 <i>Ephedra</i>	雌雄麻黄*	<i>E. fedtschenkoae</i>
Pinaceae	<i>Pseudotsuga</i>	黄杉属	澜沧黄杉	Ephedraceae	麻黄属 <i>Ephedra</i>	单子麻黄	<i>E. monosperma</i>
松科	<i>Pseudotsuga</i>	黄杉属	华东黄杉*	Ephedraceae	麻黄属 <i>Ephedra</i>	木贼麻黄	<i>E. equisetina</i>
Pinaceae	<i>Pseudotsuga</i>	黄杉属		Ephedraceae	麻黄属 <i>Ephedra</i>	丽江麻黄	<i>E. likiangensis</i>
Pinaceae	<i>Pseudotsuga</i>			Ephedraceae			

注：#表示与表 2 和附录 5 重复的 42 个物种。*表示其中受威胁的 42 种裸子植物。引自文献——WU JG, 2020. Risk and uncertainty of losing suitable habitat areas under climate change scenarios: a case study for 109 Gymnosperm Species in China[J]. Environmental Management, 65: 517-533.

Note: # indicates 42 species duplicated in Table 2 and Appendix 5. * indicates the 42 gymnosperms belonging to threatened level. Cited from the literature—WU JG, 2020. Risk and uncertainty of losing suitable habitat areas under climate change scenarios: a case study for 109 Gymnosperm Species in China[J]. Environmental Management, 65: 517-533.

附录 8 中国 196 种裸子植物名录

Appendix 8 List of 196 gymnosperms of China

科	属	种	拉丁学名	科	属	种	拉丁学名
Family	Genus	Species	Scientific name	Family	Genus	Species	Scientific name
红豆杉科	三尖杉属	三尖杉	<i>Cephalotaxus fortunei</i>	松科	冷杉属	黄果冷杉#	<i>Abies recurvata</i> var. <i>ernestii</i>
Taxaceae	<i>Cephalotaxus</i>	高山三尖杉	<i>C. fortunei</i> var. <i>alpina</i>	Pinaceae	<i>Abies</i>	新疆冷杉#	<i>A. sibirica</i>
红豆杉科	三尖杉属	海南粗榧#	<i>C. hainanensis</i>	Pinaceae	<i>Abies</i>	西藏冷杉#	<i>A. spectabilis</i>
Taxaceae	<i>Cephalotaxus</i>	贡山三尖杉#	<i>C. lanceolata</i>	松科	冷杉属	鳞皮冷杉#	<i>A. squamata</i>
红豆杉科	三尖杉属	宽叶粗榧	<i>C. latifolia</i>	Pinaceae	<i>Abies</i>	元宝山冷杉#	<i>A. yuanbaoshanensis</i>
Taxaceae	<i>Cephalotaxus</i>	西双版纳粗榧#	<i>C. mannii</i>	松科	冷杉属	资源冷杉#	<i>A. ziyuanensis</i>
红豆杉科	三尖杉属	篦子三尖杉#	<i>C. oliveri</i>	Pinaceae	<i>Abies</i>	银杉属	银杉#
Taxaceae	<i>Cephalotaxus</i>	粗榧	<i>C. sinensis</i>	松科	<i>Cathaya</i>	铁坚油杉#	<i>Keteleeria davidiana</i>
柏科	翠柏属	翠柏#	<i>Calocedrus macrolepis</i>	Pinaceae	<i>Keteleeria</i>	铁坚油杉（原变种）	<i>K. davidiana</i> var. <i>davidiana</i>
Cupressaceae	<i>Calocedrus</i>	扁柏属	红桧#	松科	<i>Keteleeria</i>	台湾油杉	<i>K. davidiana</i> var. <i>formosana</i>
柏科	<i>Chamaecyparis</i>	扁柏属	台湾扁柏	松科	<i>Keteleeria</i>	云南油杉#	<i>K. evelyniana</i>
Cupressaceae	<i>Chamaecyparis</i>	柏木属	岷江柏木#	松科	<i>Keteleeria</i>	油杉#	<i>K. fortunei</i>
柏科	<i>Cupressus</i>			Pinaceae	<i>Keteleeria</i>		
Cupressaceae	<i>Cupressus</i>						

柏科	柏木属	剑阁柏木	<i>C. chengiana</i> var.	松科	落叶松属	落叶松	<i>L. gmelinii</i>
Cupressaceae	<i>Cupressus</i>		<i>jiangensis</i>	Pinaceae	<i>Larix</i>		
柏科	柏木属	干香柏	<i>C. duclouxiana</i>	松科	落叶松属	黄花落叶松#	<i>L. gmelinii</i> var.
Cupressaceae	<i>Cupressus</i>			Pinaceae	<i>Larix</i>		<i>olgensis</i>
柏科	柏木属	柏木	<i>C. funebris</i>	松科	落叶松属	渐尖叶欧洲云杉	<i>L. griffithii</i> var.
Cupressaceae	<i>Cupressus</i>			Pinaceae	<i>Larix</i>		<i>griffithii</i>
柏科	柏木属	巨柏#	<i>C. gigantea</i>	松科	落叶松属	怒江红杉#	<i>L. griffithii</i> var.
Cupressaceae	<i>Cupressus</i>			Pinaceae	<i>Larix</i>		<i>speciosa</i>
柏科	柏木属	西藏柏木#	<i>C. torulosa</i>	松科	落叶松属	四川红杉#	<i>L. mastersiana</i>
Cupressaceae	<i>Cupressus</i>			Pinaceae	<i>Larix</i>		
柏科	福建柏属	福建柏#	<i>Fokienia</i>	松科	落叶松属	红杉	<i>L. potaninii</i>
Cupressaceae	<i>Fokienia</i>		<i>hodginsii</i>	Pinaceae	<i>Larix</i>		
柏科	刺柏属	圆柏	<i>Juniperus</i>	松科	落叶松属	秦岭红杉#	<i>L. potaninii</i> var.
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>		<i>chinensis</i>	Pinaceae	<i>Larix</i>		<i>chinensis</i>
柏科	刺柏属	真柏	<i>J. chinensis</i> var.	松科	落叶松属	南方红杉	<i>L. potaninii</i> var.
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>		<i>sargentii</i>	Pinaceae	<i>Larix</i>		<i>macrocarpa</i>
柏科	刺柏属	西伯利亚刺柏#	<i>J. communis</i> var.	松科	落叶松属	新疆落叶松#	<i>L. sibirica</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>		<i>saxatilis</i>	Pinaceae	<i>Larix</i>		
柏科	刺柏属	密枝圆柏	<i>J. convallium</i> var.	松科	长苞铁杉属	长苞铁杉#	<i>Nothotsuga</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>		<i>convallium</i>	Pinaceae	<i>Nothotsuga</i>		<i>longibracteata</i>
柏科	刺柏属	小子圆柏	<i>J. convallium</i> var.	松科	云杉属	欧洲云杉	<i>P. abies</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>		<i>microsperma</i>	Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	刺柏	<i>J. formosana</i>	松科	云杉属	云杉#	<i>P. asperata</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	滇藏方枝柏#	<i>J. indica</i>	松科	云杉属	白皮云杉#	<i>P. aurantiaca</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	塔枝圆柏	<i>J. komarovii</i>	松科	云杉属	麦吊云杉#	<i>P. brachytyla</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	垂枝香柏	<i>J. pingii</i> var.	松科	云杉属	青海云杉#	<i>P. crassifolia</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>		<i>pingii</i>	Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	香柏	<i>J. pingii</i> var.	松科	云杉属	鱼鳞云杉	<i>P. jezoensis</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>		<i>wilsonii</i>	Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	祁连圆柏	<i>J. przewalskii</i>	松科	云杉属	长白鱼鳞云杉	<i>P. jezonensis</i> var.
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		<i>komarovii</i>
柏科	刺柏属	新疆方枝柏#	<i>J. pseudosabina</i>	松科	云杉属	红皮云杉	<i>P. koraiensis</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	垂枝柏#	<i>J. recurva</i>	松科	云杉属	丽江云杉#	<i>P. likiangensis</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	杜松	<i>J. rigida</i>	松科	云杉属	黄果云杉	<i>P. likiangensis</i> var.
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		<i>hirtella</i>
柏科	刺柏属	兴安圆柏#	<i>J.s abina</i> var.	松科	云杉属	林芝云杉	<i>P. likiangensis</i> var.
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>		<i>davurica</i>	Pinaceae	<i>Picea</i>		<i>linzhiensis</i>
柏科	刺柏属	叉子圆柏	<i>J. sabina</i>	松科	云杉属	康定云杉	<i>P. likiangensis</i> var.
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		<i>montigena</i>
柏科	刺柏属	方枝柏	<i>J. saltuaria</i>	松科	云杉属	川西云杉	<i>P. likiangensis</i> var.
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		<i>rubescens</i>
柏科	刺柏属	昆仑多子柏	<i>J. semiglobosa</i>	松科	云杉属	白杆#	<i>P. meyeri</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	高山柏	<i>J. squamata</i>	松科	云杉属	台湾云杉	<i>P. morrisonicola</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	大果圆柏#	<i>J. tibetica</i>	松科	云杉属	大果青杆#	<i>P. neveitchii</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	刺柏属	清水圆柏	<i>J. chinensis</i> var.	松科	云杉属	紫果云杉#	<i>P. purpurea</i>
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>		<i>tsukusiensis</i>	Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	侧柏属	侧柏	<i>Platycladus</i>	松科	云杉属	鳞皮云杉#	<i>P. retroflexa</i>
Cupressaceae	<i>Platycladus</i>		<i>orientalis</i>	Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	崖柏属	朝鲜崖柏#	<i>Thuja koraiensis</i>	松科	云杉属	雪岭杉#	<i>P. schrenkiana</i>
Cupressaceae	<i>Thuja</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		

柏科	崖柏属	崖柏#	<i>T. sutchuenensis</i>	松科	云杉属	西藏云杉#	<i>P. spinulosa</i>
Cupressaceae	<i>Thuja</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	柳杉属	日本柳杉	<i>Cryptomeria japonica</i>	松科	云杉属	青杉	<i>P. wilsonii</i>
Cupressaceae	<i>Cryptomeria</i>			Pinaceae	<i>Picea</i>		
柏科	杉木属	杉木#	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	松科	松属	华山松#	<i>Pinus armandii</i>
Cupressaceae	<i>Cunninghamia</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
柏科	水松属	水松#	<i>Glyptostrobus pensilis</i>	松科	松属	大别山五针松#	<i>P. armandii</i> var. <i>dabeshanensis</i>
Cupressaceae	<i>Glyptostrobus</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
柏科	水杉属	水杉#	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	松科	松属	台湾果松	<i>P. armandii</i> var. <i>mastersiana</i>
Cupressaceae	<i>Metasequoia</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
柏科	台湾杉属	台湾杉#	<i>Taiwania cryptomerioides</i>	松科	松属	白皮松	<i>P. bungeana</i>
Cupressaceae	<i>Taiwania</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	宽叶苏铁#	<i>Cycas balansae</i>	松科	松属	高山松#	<i>P. densata</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	闽粤苏铁#	<i>C. changjiangensis</i> *	松科	松属	赤松#	<i>P. densiflora</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	德保苏铁#	<i>C. debaoensis</i>	松科	松属	海南五针松	<i>P. fenzeliana</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	锈毛苏铁	<i>C. ferruginea</i>	松科	松属	巴山松#	<i>P. henryi</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	闽粤苏铁	<i>C. hainanensis</i> *	松科	松属	卡西亚松#	<i>P. kesiya</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	越南叉叶苏铁	<i>C. micholitzii</i>	松科	松属	红松#	<i>P. koraiensis</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	台东苏铁	<i>C. taitungensis</i>	松科	松属	南亚松#	<i>P. latteri</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	多歧苏铁#	<i>C. multipinnata</i>	松科	松属	马尾松#	<i>P. massoniana</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	攀枝花苏铁#	<i>C. panzhihuaensis</i>	松科	松属	偃松#	<i>P. pumila</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	篦齿苏铁#	<i>C. pectinata</i>	松科	松属	新疆五针松#	<i>P. sibirica</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	苏铁	<i>C. revoluta</i>	松科	松属	五针白皮松#	<i>P. squamata</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	叉孢苏铁#	<i>C. segmentifida</i>	松科	松属	樟子松#	<i>P. sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	石山苏铁	<i>C. sexseminifera</i>	松科	松属	油松#	<i>P. tabuliformis</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	单羽苏铁	<i>C. simplicipinna</i>	松科	松属	台湾松	<i>P. taiwanensis</i> *
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	仙湖苏铁#	<i>C. szechuanensis</i>	松科	松属	台湾松	<i>P. taiwanensis</i> var. <i>damingshanensis</i> *
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
苏铁科	苏铁属	闽粤苏铁	<i>C. taiwaniana</i> *	松科	松属	乔松#	<i>P. wallichiana</i>
Cycadaceae	<i>Cycas</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
麻黄科	麻黄属	木贼麻黄#	<i>Ephedra equisetina</i>	松科	松属	毛枝五针松#	<i>P. wangii</i>
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
麻黄科	麻黄属	山岭麻黄#	<i>E. gerardiana</i>	松科	松属	云南松#	<i>P. yunnanensis</i>
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
麻黄科	麻黄属	中麻黄	<i>E. glauca</i> *	松科	松属	地盘松	<i>P. yunnanensis</i> var. <i>pygmaea</i>
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Pinus</i>		
麻黄科	麻黄属	中麻黄	<i>E. intermedia</i> *	松科	金钱松属	金钱松#	<i>Pseudolarix amabilis</i>
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Pseudolarix</i>		
麻黄科	麻黄属	丽江麻黄#	<i>E. likiangensis</i>	松科	黄杉属	黄杉#	<i>Pseudotsuga sinensis</i>
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Pseudotsuga</i>		
麻黄科	麻黄属	矮麻黄	<i>E. minuta</i>	松科	黄杉属	短叶黄杉	<i>P. sinensis</i> var. <i>brevifolia</i>
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Pseudotsuga</i>		
麻黄科	麻黄属	单子麻黄#	<i>E. monosperma</i>	松科	黄杉属	华东黄杉	<i>P. sinensis</i> var. <i>gaussenii</i>
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Pseudotsuga</i>		

麻黄科	麻黄属	膜果麻黄#	<i>E. przewalskii</i>	松科	黄杉属	喀尔巴阡山落叶松	<i>P. sinensis</i> var.
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Pseudotsuga</i>		<i>sinensis</i>
麻黄科	麻黄属	细子麻黄#	<i>E. regeliana</i>	松科	铁杉属	铁杉#	<i>Tsuga chinensis</i>
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Tsuga</i>		
麻黄科	麻黄属	斑子麻黄	<i>E. rhytidospema</i>	松科	铁杉属	铁杉（原变种）	<i>T. chinensis</i> var.
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Tsuga</i>		<i>chinensis</i>
麻黄科	麻黄属	藏麻黄#	<i>E. saxatilis</i>	松科	铁杉属	矩鳞铁杉	<i>T. chinensis</i> var.
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Tsuga</i>		<i>oblongisquamata</i>
麻黄科	麻黄属	草麻黄	<i>E. sinica</i>	松科	铁杉属	云南铁杉	<i>T. dumosa</i>
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>			Pinaceae	<i>Tsuga</i>		
银杏科	银杏属	银杏#	<i>Ginkgo biloba</i>	松科	铁杉属	丽江铁杉#	<i>T. forrestii</i>
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo</i>			Pinaceae	<i>Tsuga</i>		
买麻藤科	买麻藤属	球子买麻藤	<i>Gnetum</i>	罗汉松科	鸡毛松属	鸡毛松#	<i>Dacrycarpus</i>
Gnetaceae	<i>Gnetum</i>		<i>catasphaericum</i>	Podocarpaceae	<i>Dacrycarpus</i>		<i>imbricatus</i>
买麻藤科	买麻藤属	显轴买麻藤	<i>G. gnemon</i>	罗汉松科	陆均松属	陆均松#	<i>Dacrydium</i>
Gnetaceae	<i>Gnetum</i>			Podocarpaceae	<i>Dacrydium</i>		<i>pectinatum</i>
买麻藤科	买麻藤属	海南买麻藤#	<i>G. hainanense</i>	罗汉松科	竹柏属	长叶竹柏#	<i>Nageia fleuryi</i>
Gnetaceae	<i>Gnetum</i>			Podocarpaceae	<i>Nageia</i>		
买麻藤科	买麻藤属	罗浮买麻藤#	<i>G. luofuense</i>	罗汉松科	竹柏属	竹柏	<i>N. nagi</i>
Gnetaceae	<i>Gnetum</i>			Podocarpaceae	<i>Nageia</i>		
买麻藤科	买麻藤属	买麻藤#	<i>G. montanum</i>	罗汉松科	竹柏属	肉托竹柏#	<i>N. wallichiana</i>
Gnetaceae	<i>Gnetum</i>			Podocarpaceae	<i>Nageia</i>		
买麻藤科	买麻藤属	小叶买麻藤#	<i>G. parvifolium</i>	罗汉松科	罗汉松属	海南罗汉松#	<i>Podocarpus</i>
Gnetaceae	<i>Gnetum</i>			Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i>		<i>annamiensis</i>
买麻藤科	买麻藤属	垂子买麻藤#	<i>G. pendulum</i>	罗汉松科	罗汉松属	丛花罗汉松#	<i>P. fasciculatus</i>
Gnetaceae	<i>Gnetum</i>			Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i>		
松科	冷杉属	百山祖冷杉#	<i>Abies beshanzuensis</i>	罗汉松科	罗汉松属	罗汉松	<i>P. macrophyllus</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>			Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i>		
松科	冷杉属	秦岭冷杉	<i>A. chensiensis</i>	罗汉松科	罗汉松属	罗汉松（原变种）	<i>P. macrophyllus</i> var.
Pinaceae	<i>Abies</i>			Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i>		<i>macrophyllus</i>
松科	冷杉属	大黄果冷杉	<i>A. chensiensis</i> subsp.	罗汉松科	罗汉松属	毛枝罗汉松	<i>P. macrophyllus</i> var.
Pinaceae	<i>Abies</i>		<i>salouenensis</i>	Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i>		<i>piliramulus</i>
松科	冷杉属	苍山冷杉#	<i>A. delavayi</i>	罗汉松科	罗汉松属	百日青	<i>P. neriifolius</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>			Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i>		
松科	冷杉属	墨脱冷杉#	<i>A. delavayi</i> var.	罗汉松科	罗汉松属	小叶罗汉松	<i>P. pilgeri</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>		<i>motuoensis</i>	Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i>		
松科	冷杉属	冷杉#	<i>A. fabri</i>	红豆杉科	穗花杉属	穗花杉#	<i>Amentotaxus</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>			Taxaceae	<i>Amentotaxus</i>		<i>argotaenia</i>
松科	冷杉属	梵净山冷杉#	<i>A. fanjingshanensis</i>	红豆杉科	穗花杉属	短叶穗花杉	<i>A. argotaenia</i> var.
Pinaceae	<i>Abies</i>			Taxaceae	<i>Amentotaxus</i>		<i>brevifolia</i>
松科	冷杉属	巴山冷杉#	<i>A. fargesii</i>	红豆杉科	穗花杉属	台湾穗花杉#	<i>A. formosana</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>			Taxaceae	<i>Amentotaxus</i>		
松科	冷杉属	岷江冷杉#	<i>A. fargesii</i> var.	红豆杉科	穗花杉属	云南穗花杉#	<i>A. yunnanensis</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>		<i>faxoniana</i>	Taxaceae	<i>Amentotaxus</i>		
松科	冷杉属	川滇冷杉#	<i>A. forrestii</i>	红豆杉科	红豆杉属	红豆杉#	<i>Taxus chinensis</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>			Taxaceae	<i>Taxus</i>		
松科	冷杉属	中甸冷杉#	<i>A. forrestii</i> var.	红豆杉科	红豆杉属	东北红豆杉#	<i>T. cuspidata</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>		<i>ferreana</i>	Taxaceae	<i>Taxus</i>		
松科	冷杉属	长苞冷杉#	<i>A. forrestii</i> var.	红豆杉科	红豆杉属	西藏红豆杉#	<i>T. wallichiana</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>		<i>georgei</i>	Taxaceae	<i>Taxus</i>		
松科	冷杉属	急尖长苞冷杉#	<i>A. forrestii</i> var.	红豆杉科	榧属	榧	<i>Torreya grandis</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>		<i>smithii</i>	Taxaceae	<i>Torreya</i>		
松科	冷杉属	杉松#	<i>A. holophylla</i>	红豆杉科	榧属	巴山榧#	<i>T. grandis</i> var.
Pinaceae	<i>Abies</i>			Taxaceae	<i>Torreya</i>		<i>U. fargesii</i>
松科	冷杉属	台湾冷杉#	<i>A. kawakamii</i>	红豆杉科	榧属	九龙山榧	<i>T. grandis</i> var.
Pinaceae	<i>Abies</i>			Taxaceae	<i>Torreya</i>		<i>jiulongshanensis</i>
松科	冷杉属	臭冷杉#	<i>A. nephrolepis</i>	红豆杉科	榧属	云南榧#	<i>T. grandis</i> var.
Pinaceae	<i>Abies</i>			Taxaceae	<i>Torreya</i>		<i>yunnanensis</i>

松科	冷杉属	紫果冷杉#	<i>A. recurvata</i>	红豆杉科	榧属	长叶榧#	<i>T. jackii</i>
Pinaceae	<i>Abies</i>			Taxaceae	<i>Torreya</i>		

注: *表示名称已修订。#表示与表 2、附录 5、附录 7 重复种 121 种。引自文献——LI G, XIAO NW, LUO ZL, et al., 2021. Identifying conservation priority areas for gymnosperm species under climate changes in China[J]. Biological Conservation, 253: 108914.

Note: * indicates that the name has been revised. # indicates 121 species duplicated in Table 2, Appendix 5, or Appendix 7. Cited from the literature—LI G, XIAO NW, LUO ZL, et al., 2021. Identifying conservation priority areas for gymnosperm species under climate changes in China[J]. Biological Conservation, 253: 108914.

附录 9 106 种苔藓植物名录

Appendix 9 List of 106 plant species of bryophytes

科	属	种	拉丁学名	科	属	种	拉丁学名
Family	Genus	Species	Scientific name	Family	Genus	Species	Scientific name
丛藓科	芦苔藓属	斜叶芦苔藓	<i>Aloina obliquifolia</i>	黑藓科	黑藓属	玉山黑藓	<i>Andreaea morrisonensis</i>
Pottiaceae	<i>Aloina</i>			Andreaeaceae	<i>Andreaea</i>		
牛毛藓科	拟牛毛藓属	拟牛毛藓	<i>Ditrichopsis gymnostoma</i>	黑藓科	黑藓属	王氏黑藓	<i>A. wangiana</i>
Ditrichaceae	<i>Ditrichopsis</i>			Andreaeaceae	<i>Andreaea</i>		
牛毛藓科	拟牛毛藓属	闭蒴拟牛毛藓	<i>D. clausa</i>	黑藓科	黑藓属	丽江黑藓	<i>A. likiangensis</i>
Ditrichaceae	<i>Ditrichopsis</i>			Andreaeaceae	<i>Andreaea</i>		
牛毛藓科	并列藓属	中华并列藓	<i>Pringleella sinensis</i>	全萼苔科	全萼苔属	附基全萼苔	<i>Gymnomitrium laceratum</i>
Ditrichaceae	<i>Pringleella</i>			Gymnomitriaceae	<i>Gymnomitrium</i>		
牛毛藓科	高地藓属	中华高地藓	<i>Astomiopsis sinensis</i>	合叶苔科	合叶苔属	大合叶苔	<i>Scapania paludosa</i>
Ditrichaceae	<i>Astomiopsis</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
牛毛藓科	牛毛藓属	短齿牛毛藓	<i>Ditrichum brevidens</i>	合叶苔科	合叶苔属	长尖合叶苔	<i>S. glaucocephala</i>
Ditrichaceae	<i>Ditrichum</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
牛毛藓科	立毛藓属	中华立毛藓	<i>Tristichium sinensis</i>	合叶苔科	合叶苔属	拟褐色合叶苔	<i>S. ferrugineaoides</i>
Ditrichaceae	<i>Tristichium</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
灰藓科	粗枝藓属	阿里粗枝藓	<i>Gollania arisanensis</i>	合叶苔科	合叶苔属	秦岭合叶苔	<i>S. hians</i>
Hypnaceae	<i>Gollania</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
灰藓科	灰藓属	陕西灰藓	<i>Hypnum shensianum</i>	合叶苔科	合叶苔属	格氏合叶苔	<i>S. griffithii</i>
Hypnaceae	<i>Hypnum</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
曲尾藓科	小毛藓属	中华小毛藓	<i>Microdus sinensis</i>	合叶苔科	合叶苔属	高氏合叶苔	<i>S. gaochienia</i>
Dicranaceae	<i>Microdus</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
曲尾藓科	小毛藓属	云南小毛藓	<i>M. yuennanensis</i>	合叶苔科	合叶苔属	复瘤合叶苔	<i>S. harae</i>
Dicranaceae	<i>Microdus</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
曲尾藓科	石毛藓属	四川石毛藓	<i>Oreoweisia setschwanica</i>	合叶苔科	合叶苔属	柯氏合叶苔	<i>S. koponenii</i>
Dicranaceae	<i>Oreoweisia</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
曲尾藓科	小曲尾藓属	福建小曲尾藓	<i>Dicranella fukensis</i>	合叶苔科	合叶苔属	片毛合叶苔	<i>S. macroparaphyllia</i>
Dicranaceae	<i>Dicranella</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
水藓科	水藓属	水藓	<i>Fontinalis antipyretica</i>	合叶苔科	合叶苔属	灰绿合叶苔	<i>S. glaucoviridis</i>
Fontinalaceae	<i>Fontinalis</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
油藓科	圆网藓属	南亚圆网藓	<i>Cyclodictyon blumeorum</i>	合叶苔科	合叶苔属	东亚合叶苔	<i>S. orientalis</i>
Hookeriaceae	<i>Cyclodictyon</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
油藓科	黄藓属	兜叶黄藓	<i>Distichophyllum meizhii</i>	合叶苔科	合叶苔属	毛茎合叶苔	<i>S. paraphyllia</i>
Hookeriaceae	<i>Distichophyllum</i>			Scapaniaceae	<i>Scapania</i>		
青藓科	青藓属	厚边藓	<i>Sciariopsis sinensis</i>	齿萼苔科	薄萼苔数	四川薄萼苔	<i>Leptoscyphus sichuanensis</i>
Brachytheciaceae	<i>Brachythecium</i>			Geocalyceae	<i>Leptoscyphus</i>		
大萼苔科	拳叶苔属	无毛拳叶苔	<i>Nowellia aciliata</i>	齿萼苔科	异萼苔属	全缘异萼苔	<i>Heteroscyphus saccogynoids</i>
Cephaloziaceae	<i>Nowellia</i>			Geocalyceae	<i>Heteroscyphus</i>		
指叶苔科	虫叶苔属	东亚虫叶苔	<i>Zoopsis liukuensis</i>	裸蒴苔科	裸蒴苔属	圆叶裸蒴苔	<i>Haplomitrium mnioides</i>
Lepidoziaceae	<i>Zoopsis</i>			Haplomitriaceae	<i>Haplomitrium</i>		
指叶苔科	鞭苔属	南亚鞭苔	<i>Bazzania griffithiana</i>	剪叶苔科	延生剪叶苔属	卵叶剪叶苔	<i>Herbertus herpocladoides</i>
Lepidoziaceae	<i>Bazzania</i>			Herbertaceae	<i>Herbertus</i>		
指叶苔科	细指苔属	中华细指苔	<i>Kurzia sinensis</i>	剪叶苔科	延生剪叶苔属	长角剪叶苔	<i>Herbertus dicranus</i>
Lepidoziaceae	<i>Kurzia</i>			Herbertaceae	<i>Herbertus</i>		

指叶苔科	细指苔属	掌叶细指苔	<i>K. abietinella</i>	剪叶苔科	延生剪叶苔属	延生剪叶苔	<i>H. decurrense</i>
Lepidoziaceae	<i>Kurzia</i>			Herbertaceae	<i>Herbertus</i>		
指叶苔科	细指苔属	丝形指叶苔	<i>lepidozia</i>	剪叶苔科	延生剪叶苔属	剪叶苔	<i>H. aduncus</i>
Lepidoziaceae	<i>Kurzia</i>		<i>filamentosa</i>	Herbertaceae	<i>Herbertus</i>		
指叶苔科	细指苔属	鳞片指叶苔	<i>Lepidozia</i>	剪叶苔科	延生剪叶苔属	细指剪叶苔	<i>H. kurzii</i>
Lepidoziaceae	<i>Kurzia</i>		<i>subintegra</i>	Herbertaceae	<i>Herbertus</i>		
羽苔科	黄羽苔属	黄羽苔	<i>Xenochila</i>	剪叶苔科	延生剪叶苔属	爪哇剪叶苔	<i>H. javanicus</i>
Plagiochilaceae	<i>Xenochila</i>		<i>integrifolia</i>	Herbertaceae	<i>Herbertus</i>		
羽苔科	羽苔属	峨眉羽苔	<i>Plagiochila</i>	剪叶苔科	延生剪叶苔属	钝角剪叶苔	<i>H. divaricatus</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>		<i>emeiensis</i>	Herbertaceae	<i>Herbertus</i>		
羽苔科	羽苔属	小枝羽苔	<i>P. parviramifera</i>	剪叶苔科	延生剪叶苔属	狭叶剪叶苔	<i>H. angustissima</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Herbertaceae	<i>Herbertus</i>		
羽苔科	羽苔属	四川羽苔	<i>P. sichuanensis</i>	拟复叉藓科	拟复叉苔属	东亚拟复叉苔	<i>Pseudolepicolea andoi</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Pseudolepicoleaceae	<i>Pseudolepicolea</i>		
羽苔科	羽苔属	对羽苔	<i>P. oppositus</i>	拟复叉藓科	睫毛苔属	睫毛苔	<i>Blepharostoma trichophyllum</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Pseudolepicoleaceae	<i>Blepharostoma</i>		
羽苔科	羽苔属	瘤茎羽苔	<i>P. caulimammillosa</i>	直蒴苔科	直蒴苔属	东亚直蒴苔	<i>Isotachis japonica</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Balantiopsidaceae	<i>Isotachis</i>		
羽苔科	羽苔属	明层羽苔	<i>P. hyalodermica</i>	复叉苔科	须苔属	须苔	<i>Mastigophora woodsii</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Lepicoleaceae	<i>Mastigophora</i>		
羽苔科	羽苔属	拟刺羽苔	<i>P. paraphyllosa</i>	绒苔科	绒苔属	台湾绒苔	<i>Trichocolea merrillana</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Trichocoleaceae	<i>Trichocolea</i>		
羽苔科	羽苔属	昆明羽苔	<i>P. kunmingensis</i>	绒苔科	绒苔属	绒苔	<i>T. tomentella</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Trichocoleaceae	<i>Trichocolea</i>		
羽苔科	羽苔属	朱氏羽苔	<i>P. zhuensis</i>	裂叶苔科	挺叶苔属	挺叶苔	<i>Anastrophyllum donianum</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Lophoziaaceae	<i>Anastrophyllum</i>		
羽苔科	羽苔属	秦岭羽苔	<i>P. biondiana</i>	裂叶苔科	挺叶苔属	高山挺叶苔	<i>A. joergensenii</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Lophoziaaceae	<i>Anastrophyllum</i>		
羽苔科	羽苔属	二郎羽苔	<i>P. erlangensis</i>	裂叶苔科	挺叶苔属	细纹挺叶苔	<i>A. striolatum</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Lophoziaaceae	<i>Anastrophyllum</i>		
羽苔科	羽苔属	玉龙羽苔	<i>P. yulongensis</i>	裂叶苔科	挺叶苔属	石生挺叶苔	<i>A. saxicola</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Lophoziaaceae	<i>Anastrophyllum</i>		
羽苔科	羽苔属	王氏羽苔	<i>P. wangii</i>	裂叶苔科	挺叶苔属	密叶挺叶苔	<i>A. michauxii</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Lophoziaaceae	<i>Anastrophyllum</i>		
羽苔科	羽苔属	陈氏羽苔	<i>P. chenii</i>	裂叶苔科	挺叶苔属	毛口挺叶苔	<i>A. piligerum</i>
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i>			Lophoziaaceae	<i>Anastrophyllum</i>		
紫叶苔科	紫叶苔属	大紫叶苔	<i>Pleurozia gigantea</i>	裂叶苔科	裂叶苔属	玉山裂叶苔	<i>Lophozia morrisoncola</i>
Pleuroziaceae	<i>Pleurozia</i>			Lophoziaaceae	<i>Lophozia</i>		
多囊苔科	囊绒苔属	秦岭囊绒苔	<i>Trichocoleopsis tsinlingensis</i>	裂叶苔科	裂叶苔属	异瓣裂叶苔	<i>L. diversiloba</i>
Lepidolaenaceae	<i>Trichocoleopsis</i>			Lophoziaaceae	<i>Lophozia</i>		
多囊苔科	新绒苔属	新绒苔	<i>Neotrichocolea bissetii</i>	裂叶苔科	裂叶苔属	小裂叶苔	<i>L. collaris</i>
Lepidolaenaceae	<i>Neotrichocolea</i>			Lophoziaaceae	<i>Lophozia</i>		
叶苔科	大叶苔属	大叶苔	<i>Scaphophyllum speciosum</i>	裂叶苔科	裂叶苔属	刺叶裂叶苔	<i>L. setosa</i>
Jungermanniaceae	<i>Scaphophyllum</i>			Lophoziaaceae	<i>Lophozia</i>		
皮叶苔科	光苔属	光苔	<i>Cyathodium cavernarum</i>	裂叶苔科	裂叶苔属	高山裂叶苔	<i>L. sudetica</i>
Targioniaceae	<i>Cyathodium</i>			Lophoziaaceae	<i>Lophozia</i>		
光萼苔科	耳坠苔属	耳坠苔	<i>Asciodiota blepharophylla</i>	裂叶苔科	裂叶苔属	长齿裂叶苔	<i>L. longidens</i>
Porellaceae	<i>Asciodiota</i>			Lophoziaaceae	<i>Lophozia</i>		
光萼苔科	光萼苔属	全缘光萼苔	<i>Porella javanica</i>	短脚苔科	短角苔属	南亚短角苔	<i>Notothylas levieri</i>
Porellaceae	<i>Porella</i>			Notothyladaceae	<i>Notothylas</i>		
光萼苔科	光萼苔属	卷波光萼苔	<i>P. undato-revoluta</i>	提灯藓科	隐缘立灯藓属	云南立灯藓	<i>Orthomnion yunnanense</i>
Porellaceae	<i>Porella</i>			Mniaceae	<i>Orthomnion</i>		
光萼苔科	光萼苔属	截叶光萼苔	<i>P. truncate</i>	珠藓科	珠藓属	单齿珠藓	<i>Bartramia leptodenta</i>
Porellaceae	<i>Porella</i>			Bartramiaceae	<i>Bartramia</i>		
光萼苔科	光萼苔属	耳叶光萼苔	<i>P. frullanioides</i>	珠藓科	珠藓属	毛叶珠藓	<i>B. subpellucida</i>
Porellaceae	<i>Porella</i>			Bartramiaceae	<i>Bartramia</i>		
光萼苔科	光萼苔属	尾尖光萼苔	<i>P. handelii</i>	蕨藓科	大滇蕨藓属	大滇蕨藓	<i>Pseudopterobryum laticuspis</i>
Porellaceae	<i>Porella</i>			Pterobryaceae	<i>Pseudopterobryum</i>		

光萼苔科	光萼苔属	褶叶光萼苔	<i>P. plicata</i>	蕨藓科	扭尖瓢叶藓属	扭尖瓢叶藓	<i>Symphysodontella</i>
Porellaceae	<i>Porella</i>			Pterobryaceae	<i>Symphysodontella</i>	<i>tortifolia</i>	
光萼苔科	光萼苔属	平叶光萼苔	<i>P. planifolia</i>	藻苔科	藻苔属	藻苔	<i>Takakia</i>
Porellaceae	<i>Porella</i>			Takakiaceae	<i>Takakia</i>	<i>lepidozoides</i>	
光萼苔科	光萼苔属	齿尖光萼苔	<i>P. denticulata</i>	藻苔科	藻苔属	角叶藻苔	<i>T. ceratophylla</i>
Porellaceae	<i>Porella</i>			Takakiaceae	<i>Takakia</i>		

注：引自文献——WU JG, 2022. The danger and indeterminacy of forfeiting perching space of bryophytes from climate shift: a case study for 115 species in China[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 194: 233.

Note: Cited from literature—WU JG, 2022. The danger and indeterminacy of forfeiting perching space of bryophytes from climate shift: a case study for 115 species in China[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 194: 233.

附录 10 48 种山茶科植物名录

Appendix 10 List of 48 species of Theaceae

属	种	拉丁学名	属	种	拉丁学名
Genus	Species	Scientific name	Genus	Species	Scientific name
猪血木属	猪血木	<i>Euryodendron excelsum</i>	厚皮香属	海南厚皮香	<i>Ternstroemia hainanensis</i>
<i>Euryodendron</i>					
山茶属	薄叶金花茶	<i>Camellia chrysanthoides</i>	厚皮香属	锥果厚皮香	<i>T. conicocarpa</i>
山茶属	大萼毛蕊茶	<i>C. assimiloides</i>	厚皮香属	云南厚皮香	<i>T. yunnanensis</i>
山茶属	厚轴茶	<i>C. crassicolumna</i>	柃属	屏边柃	<i>Eurya tsingpiensis</i>
山茶属	大理茶	<i>C. taliensis</i>	柃属	多脉柃	<i>E. polyneura</i>
山茶属	长管连蕊茶	<i>C. elongata</i>	柃属	大果柃	<i>E. chuekiangensis</i>
山茶属	广东毛蕊茶	<i>C. melliana</i>	柃属	从化柃	<i>E. metcalfiana</i>
山茶属	斑枝毛蕊茶	<i>C. punctata</i>	柃属	双柱柃	<i>E. bifidostyla</i>
山茶属	中越金花茶	<i>C. indochinensis</i>	柃属	大果毛柃	<i>E. megatrachocarpa</i>
山茶属	厚短蕊茶	<i>C. pachyandra</i>	柃属	坚桃叶柃	<i>E. persicifolia</i>
山茶属	淡黄金花茶	<i>C. flavida</i>	柃属	鄂柃	<i>E. hupehensis</i>
山茶属	厚柄连蕊茶	<i>C. crassipes</i>	柃属	披针叶柃	<i>E. lanciformis</i>
山茶属	红皮糙果茶	<i>C. crapnelliana</i>	柃属	腺柃	<i>E. glandulosa</i>
山茶属	香港红山茶	<i>C. hongkongensis</i>	柃属	文山柃	<i>E. wenshanensis</i>
山茶属	白毛蕊茶	<i>C. candida</i>	柃属	独龙柃	<i>E. taronensis</i>
山茶属	细花短蕊茶	<i>C. parviflora</i>	柃属	滨柃	<i>E. emarginata</i>
山茶属	广西茶	<i>C. kwangsiensis</i>	木荷属	毛木荷	<i>Schima villosa</i>
山茶属	半宿萼茶	<i>C. szechuanensis</i>	紫茎属	云南折柄茶	<i>Stewartia calcicola</i>
山茶属	思茅短蕊茶	<i>C. szemaensis</i>	红淡比属	倒卵叶红淡比	<i>Cleyera obovata</i>
山茶属	毛叶茶	<i>C. ptilophylla</i>	圆籽荷属	圆籽荷	<i>Apterosperma oblata</i>
山茶属	大苞山茶	<i>C. granthamiana</i>	核果茶属	云南石笔木	<i>Pyrenaria sophiae</i>
山茶属	小果毛蕊茶	<i>C. villicarpa</i>	核果茶属	小果石笔木	<i>P. microcarpa</i> var. <i>microcarpa</i>
山茶属	金花茶	<i>C. petelotii</i>	杨桐属	亮叶杨桐	<i>Adinandra nitida</i>
山茶属	滇山茶	<i>C. reticulata</i>	杨桐属	大叶杨桐	<i>A. megaphylla</i>

注：引自文献——ZHANG Y, MENG Q, WANG Y, et al., 2020. Climate change-induced migration patterns and extinction risks of Theaceae species in China[J]. Ecology and Evolution, 10(10): 4352-4361.

Note: Cited from literature—ZHANG Y, MENG Q, WANG Y, et al., 2020. Climate change-induced migration patterns and extinction risks of Theaceae species in China[J]. Ecology and Evolution, 10(10): 4352-4361.