

白河国家级自然保护区植物多样性监测及分布特征分析

泽仁卓玛

四川省白河国家级自然保护区服务中心 四川 阿坝 623400

【摘要】：目前，为了更好地掌握白河国家级自然保护区植物多样性现状及分布特征，科学评估区域生态保护成效。本研究在保护区内设置 12 条监测样线，覆盖太平、燕子桠、二道桥 3 个保护站，沿 2000-2600m 海拔梯度布设森林样地，采用样方法按季度开展 3 次植物多样性常规监测。系统调查植物群落结构与物种多样性，分析海拔梯度对植物多样性的影响及不同群落类型的分布特征。结果表明：调查区域内包含丰富的森林群落类型，海拔梯度是影响保护区植物多样性分布的关键因素，低海拔区域更利于乔木生长，高海拔区域植物受风灾雪压风险较高。本研究建立的监测数据体系可为保护区植物资源保护规划与管理决策提供科学依据。

【关键词】：白河国家级自然保护区；植物多样性；海拔梯度；群落结构；监测分析

DOI:10.12417/2811-0536.26.03.084

1 引言

自然保护区作为生物多样性保护的核心载体，其生态系统稳定性直接关系到区域生物资源的可持续性。受气候变化、人类活动干扰等因素影响，部分保护区面临物种栖息地破碎化、种群数量波动等挑战。白河国家级自然保护区拥有独特的高山峡谷地貌，涵盖从 2000m 到 2600m 的多个海拔梯度，孕育了丰富的植被类型，是秦岭地区生物多样性保护的关键区域之一。科学开展生物多样性监测是掌握保护区生态状况、评估保护成效、制定精准保护策略的关键前提。基于此，本研究以白河国家级自然保护区为研究区域，聚焦植物多样性监测与分布特征分析，建立标准化的植物多样性监测数据体系，为保护区后续保护规划与管理决策提供科学依据。

2 研究方法

2.1 研究范围

研究区域为白河国家级自然保护区，根据保护区生态系统类型及物种分布特点，选择太平保护站、燕子桠保护站、二道桥保护站为核心监测区域，覆盖铁杉针阔叶混交林、亚高山针叶林、温带落叶阔叶林等主要植被类型，确保监测范围涵盖保护区主要生境类型。

2.2 样地设置

在白河监测样线中，选取 12 条样线，其中太平保护站 6 条、燕子桠保护站 3 条、二道桥保护站 3 条。在 2000-2600 米易到达、较平缓的地段设置森林样地，按海拔梯度划分三个区间：2000-2050 米、2300-2350 米、2550-2600 米，每个区间各设置 4 个森林样地。样地设置参照《植物群落清查的主要内容、方法和技术规范》，乔木层、灌木层和草本层的划分参照《生

物多样性观测技术导则陆生维管植物》。具体规格为：20 米×20 米样地用于乔木层调查；在样地四角和中心点各设置 1 个 5 米×5 米样方用于灌木层调查；在灌木样方中心点或某个角设置 1 米×1 米样方用于草本层调查。

2.3 监测方法

采用样方法开展植物多样性监测，按季度开展 3 次常规调查，每季度调查 12 个乔木层样方、60 个灌木层样方和 60 个草本层样方。监测对象为区域内优势树种、群落结构及生长状况，乔木层实测所有胸径≥1 厘米木本植物的胸径、树高和冠幅；灌木层实测所有胸径<1 厘米木本植物的株数、高度和冠幅；草本层实测所有草本植物的株数、高度和冠幅。

2.4 数据处理

整理原始监测数据，剔除无效数据后，采用 Excel 软件进行统计分析。计算 Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数、Patrick 丰富度指数、Pielou 均匀度指数等常用植物多样性指标。将森林样地按海拔梯度分为小于 2300 米、2300-2500 米和大于 2500 米三个等级，分析不同海拔梯度下植物多样性的分布特征。

3 研究结果

3.1 样地基本概况

本次调查的 12 个森林样地涵盖了白河国家级自然保护区 2000-2600 米丰富多样的森林群落。较低海拔地段为典型铁杉针阔叶混交林；中海拔地段为典型亚高山针叶林和亚高山针叶阔叶混交林；较高海拔地段为柳林，向上衔接柳灌丛和高山草甸，向下平缓地段为桦木林，陡峭地段为栎林。12 个样地的具体概况见表 1。从表中可以看出，各样地优势种差异明显，

没有在所有样地中占据绝对优势的乔木树种。胸径最大的为葱滩样地，平均 23.77 厘米，显著高于其他样地；最小的为二道桥沟样地，平均 5.13 厘米。树高最

大的为葱滩样地，平均 15.04 米；最小的为王家磨样地，平均 4.14 米。

表 1 样地基本概况

地名	经度	纬度	平均胸径(cm)	平均高度(m)	乔木密度(株/hm ²)	优势种	重要值
柳坪	104.121734	33.252829	10.55	9.5	1275	灯台树、冷杉	11.73、11.69
葱滩	104.107183	33.251568	23.77	12.4	125	冷杉	68.56
青岩沟	104.113313	33.218115	13.76	18.3	375	桦叶荚蒾、云杉	28.85、22.78
塔厂沟	104.107183	33.229291	15.40	30.0	25	冷杉、糙皮桦	35.27、27.81
油坊沟	104.119481	33.240035	12.69	9.2	275	冷杉	24.92
木须滩	104.119481	33.240035	10.38	7.2	275	红荚蒾	19.56
大岭背后	-	-	7.40	4.2	450	白桦	31.90
阴山里	-	-	12.13	16.4	325	铁杉、冷杉、华西枫杨	22.34、19.92、19.45
铜家山	-	-	13.37	4.8	350	栎	69.77
二道桥沟	-	-	5.13	9.4	900	柳	58.52
王家磨	-	-	7.04	5.6	1200	栎	64.62
林进塘	-	-	8.57	7.6	2275	栎、三桠乌药	35.62、30.77

3.2 乔木层植物多样性特征

12 个森林样地共调查到 998 株乔木，总体上以小树为主，高度集中在 2-6 米，胸径多数不超过 10 厘米，各海拔段森林的乔木大小分布均呈现此特征。树高和胸径分布总体一致，但各样地间差别较大，青岩沟乔木大小差别最大，王家磨差别最小。乔木层植物多样性指数见表 2。柳坪的针叶落叶阔叶混交林多样性最高，其 Shannon-Wiener 多样性指数、Patrick 丰富度指

数、Pielou 均匀度指数均为最高。大岭背后白桦林的丰富度与柳坪接近，该样地为典型混交林，云杉也占有一定比例。葱滩冷杉林和二道桥沟柳林各多样性指数均较低，主要因为这两个群落为单优群落，分别以冷杉和柳占绝对优势。两次群落调查中，乔木多样性指标无变化，第三次调查因处于非生长季，树木休眠，胸径<1 厘米的小树未成长为胸径≥1 厘米的乔木，故未将乔木作为调查重点。

表 2 乔木层植物多样性指数

地名	调查时间	Shannon-Wiener 多样性指数	Simpson 多样性指数	Patrick 丰富度指数	Pielou 均匀度指数
柳坪	9-10 月	2.749	0.925	20	0.918
葱滩	9-10 月	1.011	0.497	5	0.628
青岩沟	9-10 月	2.000	0.825	12	0.805
塔厂沟	9-10 月	1.529	0.742	8	0.735
油坊沟	9-10 月	2.041	0.843	12	0.821
木须滩	9-10 月	2.345	0.883	14	0.888
大岭背后	9-10 月	2.342	0.851	21	0.769

阴山里	9-10月	1.866	0.828	9	0.849
铜家山	9-10月	1.110	0.491	8	0.534
二道桥沟	9-10月	0.998	0.554	5	0.620
王家磨	9-10月	1.104	0.539	6	0.616
林进塘	9-10月	1.615	0.748	10	0.701

注：续表 2。

不同海拔梯度上，8种 α 植物多样性均有不同程度变化，但相互间无显著差异。总体上，Shannon-Wiener多样性指数、Patrick丰富度指数等随海拔上升而下降；Simpson多样性指数表现为中间海拔低于较低和较高海拔；种间相遇机率多样性指数和Alatalo均匀度指数表现为中间海拔稍高于较低和较高海拔。

3.3 灌木层植物多样性特征

阴山里铁杉针阔叶混交林林下灌木层最高，平均87.9厘米；铜家山栎林灌木层最矮，平均13.7厘米。密度以塔厂沟冷杉林下灌木层最大，平均8.5株/平方米；二道桥沟柳林灌木层密度最小，平均0.54株/平方米。多样性方面，柳坪针叶落叶阔叶混交林的灌木层多样性指数总体最优。栎林林下灌木层多样性表现较差，主要因为这些群落处于较陡峭山坡，栎类种子是林栖动物的重要食物，动物取食影响下层植物生长，导致林下灌木长势差、种类少。海拔梯度对灌木层多样性影响明显，表现为海拔小于2300米>海拔大于2500米>海拔2300-2500米。仅Alatalo均匀度指数在三个海拔段无显著差异，海拔小于2300米灌木层的Menhinick丰富度指数极显著大于其他两个海拔段。

3.4 草本层植物多样性特征

木须滩红茛苳混交林下草本层最高，平均18.8厘米；油坊沟冷杉林下草本层最矮，平均5.6厘米。密度以二道桥沟柳林草本层最大，平均4.3株/平方米；大岭背后白桦林下草本层密度最小，平均0.39株/平方米。二道桥沟柳林下草本层植物多样性表现较优，王家磨栎林下草本层多样性表现较差。60个草本层样方中有3个样方无草本植物生长，分别为铜家山栎林下3号样方、青岩沟桦叶茛苳混交林下1号和4号样方，主要因水冲蚀沟等生境因素导致。草本层8种 α 多样性指数均表现为中间海拔最低。海拔大于2500米森林的Shannon-Wiener多样性指数、种间相遇机率多样性指数等显著大于海拔2300-2500米森林；海拔小于2300米森林的Menhinick丰富度指数稍大于海拔大于2500米森林，均显著大于中间海拔森林。褐果薹

草和蕨属占绝对优势，褐果薹草在18个小样方中出现，共283株；蕨属在2个小样方中出现，共14株。鳞毛蕨和纤细草莓则较为少见，仅在个别小样方中出现。

3.5 植物名录特征及科属组成分析

基于12个样地乔木层、灌木层、草本层的系统调查，本次共记录维管束植物63种，隶属于32科57属，科属组成呈现明显的温带区系特征。从科级水平来看，优势科特征显著：莎草科、蔷薇科、松科为核心优势科，合计占总物种数的19.05%；樟科、壳斗科、桦木科为常见科，在不同群落类型中均有分布。从属级水平来看，单种属占比高达89.47%，仅薹草属、冷杉属、栎属为含2种及以上的属，反映出区域植物群落的物种独特性较高。

从物种分布的生境关联性来看，不同群落类型的物种组成差异显著：铁杉针阔叶混交林物种最为丰富，涵盖领春木、卫矛、酢浆草等18种特有伴生种，体现了低海拔区域水热条件充足的优势；亚高山针叶林以冷杉、云杉为核心建群种，伴生物种多为耐阴类灌木，草本层以鳞毛蕨等为主，物种丰富度较前一类型显著下降；高海拔柳林及栎林物种组成最为单一，建群种优势度极高，伴生物种仅为华西箭竹等少数耐贫瘠、抗风蚀的物种。

3.6 植物多样性分布核心影响因素总结

结合上述群落结构与物种名录分析，白河国家级自然保护区植物多样性分布受多重因素综合调控，核心影响因素可归纳为三类：一是海拔梯度主导的水热条件分异，低海拔区域（<2300m）年均温较高、降水充沛，为多种植物提供了适宜生境，因此乔木、灌木、草本层多样性均处于较高水平；中高海拔区域（≥2300m）随海拔升高，气温降低且风灾雪压风险增加，导致物种丰富度逐步下降。二是群落结构的内在调控作用，单优群落因建群种竞争优势过强，抑制了伴生物种的生长，多样性指数显著低于混交林。三是微生境异质性，陡峭山坡因水土流失、动物取食干扰等问题，林下灌木和草本层生长受限；而平缓地段生

境稳定性高，物种多样性更优。

4 讨论

本研究通过系统性样地监测，揭示了白河国家级自然保护区植物多样性的分布特征及核心影响因素，研究结果与秦岭山脉中段植物多样性的整体分布规律基本一致，进一步印证了海拔梯度对山地植物多样性的主导调控作用。低海拔铁杉针阔叶混交林作为多样性最高的群落类型，其物种组成丰富且结构复杂，这与该区域水热资源充足、生境异质性高的特点密切相关，此类群落也成为保护区内珍稀濒危植物的潜在分布区，需重点关注。

单优群落与混交林的多样性差异显著，葱滩冷杉林、铜家山栎林等单优群落的多样性指数仅为柳坪混交林的 1/3-1/2，这提示群落结构的复杂性是维持植物多样性的重要基础。此外，微生物异质性的影响不可忽视，陡峭山坡的栎林因水土流失导致土壤肥力较低，且林栖动物对栎类种子的取食显著降低了幼苗更新速率，最终导致灌木层和草本层发育较差，这一发现为保护区针对性开展植被恢复提供了关键依据。白河国家级自然保护区 12 个监测样地共记录维管束植物 63 种，隶属于 32 科 57 属，科属组成以温带区系特征为主，莎草科、蔷薇科、松科为核心优势科，单种属占比高达 89.47%，物种独特性较高。植物多样性在不同群落类型和海拔梯度上分布差异显著：柳坪针叶落叶阔叶混交林的乔木层和灌木层多样性最优，

二道桥沟柳林草本层多样性表现较好；整体呈现低海拔 (<2300m) 多样性高于中高海拔 (≥2300m) 的趋势，仅草本层在高海拔区域略有回升。海拔梯度主导的水热条件分异、群落结构复杂性、微生物异质性是影响保护区植物多样性分布的三大核心因素，三者共同调控着不同层次植被的生长与分布格局。建立的 12 个样地监测数据体系，全面反映了保护区主要植被类型的多样性现状，可为植物资源保护与管理决策提供科学支撑。

6 结语

白河国家级自然保护区作为秦岭地区生物多样性保护的关键区域，其植物多样性的稳定维持对区域生态安全具有重要意义。本研究通过季度性常规监测，初步厘清了保护区内植物多样性的分布特征及核心影响因素，但仍存在一定局限性：一是监测周期较短，未能反映植物多样性的年度动态变化；二是样地主要覆盖易到达的平缓地段，高海拔陡峭区域和珍稀濒危植物集中分布区的覆盖不足。未来建议延长监测周期至 3-5 年，建立长期动态监测体系，重点关注高海拔区域和珍稀濒危植物的种群动态；针对中海拔区域林下植被退化问题，可开展针对性的植被恢复试验，如适度清理枯枝落叶层、人工辅助幼苗更新等；同时，加强对林栖动物活动的监测，科学调控动物取食对植物更新的影响。此外，可结合遥感技术扩大监测范围，实现对保护区植物多样性的全面管控，为秦岭地区生物多样性保护提供更坚实的科学保障。

参考文献：

- [1] 唐战胜,肖燕,王宇,等.浙江九龙山自然保护区苔藓植物多样性及其区系特征[J/OL].林业调查规划,1-9[2025-12-17].
- [2] 于永辉,黎泽标,原日强,等.广西大平山自然保护区种子植物多样性及区系特征分析[J].福建林业科技,2025,52(02):46-53.
- [3] 郭桂玲.中国生态旅游与植物多样性互动机制研究:从干扰到修复[J].分子植物育种,2025,23(23):7987-7992.
- [4] 王振兴,韦绍干,王波,等.广西泗水河自然保护区维管植物多样性和区系分析[J].福建林业科技,2024,51(04):120-126.
- [5] 白光远.辽宁青龙河自然保护区植物种质资源的多样性与就地保存技术[J].乡村科技,2021,12(15):104-105.