

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.02.021

# 大渡河上游天然岷江柏木移植试验及种质资源保存

林勇<sup>1</sup>, 刘凯<sup>1</sup>, 张文<sup>1</sup>, 王博<sup>1</sup>, 王守强<sup>1</sup>, 朱子政<sup>1</sup>, 赵鹏权<sup>2</sup>

(1. 四川省林业和草原调查规划院, 四川 成都 624000; 2. 四川农业大学林学院, 四川 温江 611130)

**摘要:**为寻找岷江柏木最佳的种质资源保存方式,以马尔康市天然起源岷江柏木为对象,从岷江柏木移植试验入手,结合已有的岷江柏木种质资源保存方法,进行了两方面研究:1)探讨了不同移植时间、不同树龄、不同修枝比例对岷江柏木移植的影响。试验共移植216株个体,1 a后成活8株,成活率3.70%。主根发达、须根偏少,土壤贫瘠且砾石含量多,移植施工的直接伤害、移植地环境难以完全相似等因素,直接影响到岷江柏木移植的成活率。2)比较了原地保护、异地移植、采种育苗、存入种质资源库等岷江柏木种质资源保护方式。提出在原地保存不可行的情况下,应优先采取采种育苗,结合入库保存等方式保护岷江柏木种质资源。

**关键词:**大渡河;天然起源;岷江柏木;移植;种质资源

**中图分类号:**S723.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5508(2019)02-0094-05

## Transplant Experiments and Germplasm Conservation of Natural *Cupressus chengiana* in the Upper Reaches of the Dadu River

LIN Yong<sup>1</sup> LIU Kai<sup>1</sup> ZHANG Wen<sup>1</sup> WANG Bo<sup>1</sup> WANG Shou-qiang<sup>1</sup>  
ZHU Zi-zheng<sup>1</sup> ZHAO Peng-quan<sup>2</sup>

(1. Sichuan Forestry Survey and Planning Institute, Chengdu 624000, China;

2. College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Wenjiang 611130, China)

**Abstract:** In order to find out the best way to preserve the genetic diversity of *Cupressus chengiana*, transplantation experiments were carried out together with reports on germplasm resource preservation methods in Maerkang city in two aspects. The first experiment was to study effects of different transplanting time, tree age and pruning ratio on the transplanting. A total of 216 individuals were transplanted and 8 survived, with a survival rate of 3.70%. It was concluded that factors might directly affect the transplantation survival rate, such as developed main roots, less fibrous roots, poor soil and high gravel content, direct injury of transplantation implementation and incomplete similarity of transplantation environment. 2) The second experiment was to compare methods of in-situ conservation, ex-situ transplantation, seed collection and seedling raising, and storage in germplasm resource bank. It should be protected by establishing seed orchards, collecting seeds, raising seedlings, storing in storage, when in-situ conservation was not feasible.

**Key words:** The Dadu River, Natural origin, *Cupressus chengiana*, Transplant, Germplasm

岷江柏木(*Cupressus chengiana* S. Y. Hu)属柏科 县、汶川县、理县、大金县、小金县)及甘肃南部(舟曲、石门、武都)的岷江、大渡河、白龙江流域,海拔  
柏木属乔木,分布在四川西部、北部(岷江上游茂

收稿日期:2018-12-24

作者简介:林勇(1977-),男,高级工程师,主要从事林业调查规划设计、大树移植保护等方面的工作和研究,e-mail:34775859@qq.com。

1 200 m ~ 2 900 m 的干燥阳坡地带<sup>[1,2]</sup>,分布区多为干旱河谷。属国家二级保护植物,具有耐旱、耐寒、根深,良好的水土保持和水源涵养功能<sup>[3]</sup>,天然种多生长在裸岩、砾石中,生长坡度多在 36° 以上的陡、急、险坡上,可及度较差<sup>[4]</sup>。

目前,关于岷江柏木的相关研究涉及采种、育苗、造林、种群特征、居群生长、种子特征、群落类型、演替动态等各方面<sup>[5-8]</sup>。人工繁殖的岷江柏木也广泛应用到干旱河谷地区造林实践中。但一方面,目前关于天然岷江柏木移植技术鲜有报道;另一方面,在原地保存不可行的前提下,岷江柏木种质资源的最佳保护方式也鲜有讨论

本文以大渡河上游马尔康市天然分布的岷江柏木为对象,从岷江柏木移植试验入手,结合已有的岷江柏木种质资源保存方法报道,进行了两方面的探索。1)进行了试验性移植,探讨了不同移栽时间、不同树龄和不同修枝比例等因素<sup>[10-13]</sup>对岷江柏木移植成活率的影响,以寻找科学的岷江柏木移植技术。2)比较了原地保护、异地移植、采种育苗、入库保存等岷江柏木种质资源保护方式。提出在原地保存不可行的情况下,应优先采取采种育苗,结合入库保存等方式保护岷江柏木种质资源。

本试验完成了移植申请手续,获得省级相关部门的审批同意,在合法合规的前提下进行。

## 1 试验区概况

试验地位于四川阿坝州马尔康。该区域为高山峡谷地形,岩石主要为燕山期花岗岩。大陆性高原季风气候,年均降水量 616.2 mm,年蒸发量为 1 500 mm,多年平均相对湿度 58%,年均气温 12.7 °C。年均日照 2 129.7 h,年均无霜期 184 d,多年平均总辐射 24 336 kal · cm<sup>-2</sup>。主要为冲积土和山地褐土,呈微碱性至中性。河流属大渡河水系。

岷江柏木原生地位于马尔康林业局 206 林场六作业区,东经 101°58'17" ~ 101°58'30",北纬 32°4'51" ~ 32°4'51"。经调查选择的移入地位于马尔康市松岗镇七里村大坝口村道旁,东经 102°04'18" ~ 102°06'16",北纬 31°57'03" ~ 31°59'05"。

## 2 试验设计和调查

### 2.1 试验设计

影响树木移植成活的因素包括温度、土壤、水

分、树体特性等环境和生物因子,也包括移植工艺和管护等措施。根据相关研究<sup>[10-13]</sup>,选取树龄大小、修枝比例、移栽时间 3 个移植工艺环节作为本次研究的主控因素(见表 1)。试验时间分别为 2016 年 9 月中旬(树木休眠期前期)、2017 年 3 月中旬(树木休眠期后期)。两个时段的移入地相同。树高 > 1 m 的个体每个试验组 9 株(重复)。树高 ≤ 1 m 个体因个体小,不修枝,只设 1 个试验组。

表 1 试验性移栽主控因素设计表

移植时间	树龄大小	修枝比例	株数(株)	试验组编号
2016 年 9 月中旬	树高 ≤ 1 m	不修枝	27	I (1)
		不修枝(对照)	9	I (2)
	1 m < 树高 ≤ 3 m	修枝 30%	9	I (3)
		修枝 50%	9	I (4)
		不修枝(对照)	9	I (5)
		修枝 30%	9	I (6)
	3 m < 树高或 5 cm ≤ 胸径 < 10 cm	修枝 50%	9	I (7)
		不修枝(对照)	9	I (8)
		修枝 30%	9	I (9)
		修枝 50%	9	I (10)
2017 年 3 月中旬	树高 ≤ 1 m	不修枝	27	II (1)
		不修枝(对照)	9	II (2)
	1 m < 树高 ≤ 3 m	修枝 30%	9	II (3)
		修枝 50%	9	II (4)
		不修枝(对照)	9	II (5)
		修枝 30%	9	II (6)
	3 m < 树高或 5 cm ≤ 胸径 < 10 cm	修枝 50%	9	II (7)
		不修枝(对照)	9	II (8)
		修枝 30%	9	II (9)
		修枝 50%	9	II (10)
胸径 ≥ 10 cm	修枝 30%	9	II (9)	
	修枝 50%	9	II (10)	

### 2.2 试验调查

#### 2.2.1 调查内容和方法

##### (1) 地块调查

包括原生地和移入地的地类、地权、林权、优势树种等林业因子,地貌、坡位、坡度、坡向、海拔等地形因子,类型、质地、结构、湿度、厚度、酸碱性等土壤因子,以及盖度、优势物种等植被因子,调查因子内涵及方法参考相关文献<sup>[9]</sup>。

##### (2) 每木调查

调查原生地每株岷江柏木的坐标、生长状况(地径、胸径、树高、枝下高、冠幅、健康度等)、生境状况(基质类型、根系分布、生境好坏等)等,调查因子内涵和方法参考相关文献<sup>[4,9]</sup>。

#### 2.2.2 调查结果

##### (1) 地块调查

原生地地块紧邻 S211 公路,交通方便。地类为乔木林地,地权和林权均为国有,位于山体下部。坡度约 30°,南坡,海拔高度 2 270 m ~ 2 300 m。山地

褐土,质地砂土、粉状结构,湿度为干,土层厚度 20 cm ~ 30 cm,微碱性,地内零星残留花岗岩。植被总盖度 80%,优势物种为岷江柏木、蔷薇、悬钩子、三颗针、茅草等。

移入地选择本着立地条件相同或较好于原生地,土壤、小气候等条件符合岷江柏木的生态学特性要求,交通方便、水源充足,以及无权属冲突等原则,最终选择的地块位于马尔康市松岗镇七里村大坝口村道旁,地势较平坦,西侧紧邻河谷边,北侧为村落房屋,东侧紧邻村道。交通方便、水源充足。地类原为耕地,后土地流转出租。地权国有,地貌为中山,海拔 2 400 m。山地褐土,质地壤土,粉状结构,湿度为中,厚度 30 cm ~ 50 cm,酸碱度为中性。植被主要为茅草、野棉花等,草本植物占优势,植被盖度 60% ~ 70%。

### (2) 每木调查

原生地有岷江柏木 248 株。按照生长情况较好或中等,个体健康、枝干完整、生长正常的原则,选择出 216 株。其中树高  $\leq 1$  m 的个体 54 株,  $1$  m  $<$  树高  $\leq 3$  m 个体 54 株,  $3$  m  $<$  树高或  $5$  cm  $\leq$  胸径  $< 10$  cm 个体 54 株,胸径  $\geq 10$  cm 个体 54 株。对选择出的每株岷江柏木进行编号挂牌,采集坐标,记录其生长和生境状况。

### 2.3 移植工艺设计

移植工艺包括原生地工艺和移入地工艺。以下为关键步骤和指标,详细措施参考相关文献<sup>[11-15]</sup>。

#### (1) 移出地工艺

移植时间见表 1。移植前标记树木南向生长方位。起挖前 2 d ~ 3 d 补水灌溉,水中施入适量广谱抗菌药和移栽生根液、高分子保水剂。修枝比例见表 1,修枝伤口用 0.5%  $\text{KMnO}_4$  消毒,较大树体倒树后修剪。移植前喷洒抗蒸腾剂,整株均匀喷洒至滴落为止,移植前 5 d 和前 1 d 各喷 1 次。

植株起挖前浸湿草绳包裹树干(树高  $\leq 1$  m 不包裹),采用吊缚固定植株。树高  $\leq 1$  m 的根球直径不小于 30 cm,  $1$  m  $<$  树高  $\leq 3$  m 的根球直径不小于 40 cm,  $3$  m  $<$  树高或  $5$  cm  $\leq$  胸径  $< 10$  cm,及胸径  $\geq 10$  cm 个体根球直径不小于地径的 5 倍。注意保护须根,剪锯粗根,根系伤口使用广谱抗菌药处理后,再用 0.5%  $\text{KMnO}_4$  溶液消毒。

岷江柏木生长土壤松散,采用可再生 PE 塑料编织布包裹根球。树高  $\leq 1$  m 的个体置于竹筐中放于车上运输。其余吊车吊装,随起随运,在此过程中,不损伤树木和包裹袋。根球与车辆间要用软物塞紧,专人押运。

#### (2) 移入地工艺

采用穴状圆形坑整地,沿等高线品字型布点。整地规格比根团土球直径大 20 cm ~ 30 cm。整地中对填土用生石灰和低浓度的硫酸亚铁溶液与土壤拌匀消毒。树高  $\leq 1$  m 和  $1$  m  $<$  树高  $\leq 3$  m 的个体株行距为 2 m  $\times$  2 m,  $3$  m  $<$  树高或  $5$  cm  $\leq$  胸径  $< 10$  cm 个体株行距为 3 m  $\times$  3 m;胸径  $\geq 10$  cm 个体株行距为 4 m  $\times$  5 m。

土壤基肥采用腐熟的人畜肥和填土拌匀后施入。树高  $\leq 1$  m 和  $1$  m  $<$  树高  $\leq 3$  m 的个体不少于 4 kg;  $3$  m  $<$  树高或  $5$  cm  $\leq$  胸径  $< 10$  cm 个体不少于 8 kg;胸径  $\geq 10$  cm 的个体 15 kg。

树高  $\leq 1$  m 和  $1$  m  $<$  树高  $\leq 3$  m 的个体进坑后,由下往上边松取包裹袋并填入提前备好的开挖土。树高  $> 3$  m 的个体栽植参考文献<sup>[11-15]</sup>。利用三角形的木桩支撑固定,支撑点垫保护层。

#### (3) 养护管理

管护时间为施工结束后至试验结束。移植后,每隔 5 d ~ 7 d 灌 1 次水,连续灌水 3 次,此后根据天气和墒情正常浇水。管护期间注意剪除枯死枝、病虫枝和局部伤冻枝。试验地周围设立围栏,封禁管理,开展病虫害监测和防治。就近聘请群众进行日常养护管理。2017 年 3 月中旬、6 月上旬和 2018 年 3 月中旬对两期试验追踪调查。

## 3 结果及讨论

### 3.1 移植试验

由表 2 可见,2016 年 9 月移植的 108 株个体,2017 年 3 月调查时成活 0 株。2017 年 3 月移植的 108 株个体,当年 6 月调查时成活 15 株,2018 年 3 月调查时成活 8 株。两期共移植 216 株岷江柏,成活率仅 3.70%。成活的岷江柏木均为树高  $\leq 3$  m 的个体。由表 2 可见,试验组 II(2)、II(3)、II(4)在不修枝、修枝 30%、修枝 50% 的不同处理下,成活株数差别不明显。

因大渡河上游长河坝、猴子岩及杨家湾、结斯沟等水电站建设涉及岷江柏木,作者单位及相关单位人员自 2012 年起先后移植了 1 455 株岷江柏木(见表 3)。后期调查发现,即使采取就近移栽,以及移栽地与原生境相似、并严格按照移植设计进行施工和管理的前提下,截至 2016 年 8 月调查时,仅成活 28 株,成活率 1.92%。成活的 28 株均为胸径  $< 5$  cm 的个体。本次试验基于以上结果,增加了移植时间和修枝比例等试验处理,移植工艺增加了喷洒抗蒸腾剂,并针对岷江柏木土团松散的特点将草绳包

表 2 移植成活情况表

2016 年 9 月移植			2017 年 3 月移植			
试验组编号	移植株数	成活株数 (2017 年 3 月调查)	试验组编号	移植株数	成活株数 (2017 年 6 月调查)	成活株数 (2018 年 3 月调查)
I (1)	27	0	II (1)	27	5	3
I (2)	9	0	II (2)	9	3	2
I (3)	9	0	II (3)	9	4	1
I (4)	9	0	II (4)	9	3	2
I (5)	9	0	II (5)	9	0	0
I (6)	9	0	II (6)	9	0	0
I (7)	9	0	II (7)	9	0	0
I (8)	9	0	II (8)	9	0	0
I (9)	9	0	II (9)	9	0	0
I (10)	9	0	II (10)	9	0	0

表 3 岷江柏木相关移植情况比较

移植项目	移植时间	移植树龄大小和株数	修枝比例	主要移植工艺	移植总数	成活数量	成活的树龄大小和株数
本次实验	2016 年 9 月 2017 年 3 月	树高 $\leq 1$ m 的 54 株, 1 m $<$ 树高 $\leq 3$ m 的 54 株, 3 m $<$ 树高或 5 cm $\leq$ 胸径 $< 10$ cm 的 54 株, 胸径 $\geq 10$ cm 的 54 株	不修枝、修枝 30%、修枝 50% 共 3 个处理	移植喷洒抗蒸腾剂、PE 塑料编织布包裹根球, 其余相似	216 株	2018 年 3 月成活 8 株	树高 $\leq 1$ m 的 3 株, 1 m $<$ 树高 $\leq 3$ m 的 5 株
长河坝水电站	2012 年 9—10 月	胸径 $< 5$ cm 的 19 株, 5 cm $\leq$ 胸径 $< 10$ cm 的 57 株, 胸径 $\geq 10$ cm 的 13 株	只修剪枯伤病枝, 约 20% ~ 30% 间	未喷洒抗蒸腾剂、草绳包裹土球, 其余相似	89 株	2016 年 5 月成活 15 株	均为胸径 $< 5$ cm 的个体
猴子岩水电站	2012 年 11—12 月	胸径 $< 5$ cm 的 98 株, 5 cm $\leq$ 胸径 $< 10$ cm 的 2 株	只修剪枯伤病枝, 约 20% ~ 30% 间	未喷洒抗蒸腾剂、草绳包裹土球, 其余相似	100 株	2016 年 5 月成活 12 株	均为胸径 $< 5$ cm 的个体
杨家湾水电站	2012 年 9—10 月	胸径 $< 5$ cm 的幼树 275 株, 5 cm $\leq$ 胸径 $< 10$ cm 的 141 株, 胸径 $\geq 10$ cm 的 823 株	只修剪枯伤病枝, 约 20% ~ 30% 间	未喷洒抗蒸腾剂、草绳包裹土球, 其余相似	1239 株	2016 年 8 月成活 0 株	
结斯沟水电站	2012 年 9—11 月	胸径 $< 5$ cm 的 17 株, 5 cm $\leq$ 胸径 $< 10$ cm 的 10 株	只修剪枯伤病枝, 约 20% ~ 30% 间	未喷洒抗蒸腾剂、草绳包裹土球, 其余相似	27 株	2016 年 8 月成活 1 株	均为胸径 $< 5$ cm 的个体

裹根球调整为 PE 塑料编织布包裹, 其余移植工艺相似。但依然取得了类似的结果。

导致岷江柏移栽成活率极低的原因: 1) 根系方面, 研究发现, 须根发达的根系移栽成活率通常较高, 须根较少的根系则成活率偏低<sup>[11]</sup>, 这可能是须根为树体提供营养摄入有关。岷江柏主根发达, 根系深、幅度大, 但细根比例偏少, 从而对移植后的成活率造成影响。2) 生长环境方面, 天然起源的岷江柏木生长土壤为褐土, 碱性, 土层浅薄, 土体碎石、砾石含量较多, 土壤呈块状或核状结构<sup>[16]</sup>。王博等发现, 生长在裸岩、砾石中的天然岷江柏木占到调查总面积的 85.64%, 且坡度较陡<sup>[4]</sup>。这直接导致移植时施工难度极大, 根球难以形成较好土球且土质多为砂土, 影响到移植后的成活率; 3) 移栽施工方面, 在较陡的裸岩、高石质砾石上进行器械挖掘、吊装、搬运等施工, 对岷江柏木根系或树体的直接伤害几乎难免。本试验挖掘部分死亡植株的树根就发现明显未愈合的伤根现象, 可能为移植施工伤根过度造成。4) 移栽地方面, 受移出地小气候、土壤理化性

质、立地条件, 及移入地原有植被、权属所有者是否同意、是否满足施工条件等多种因素影响, 实际中很难找到环境完全相似的地块。本试验中移入地较原生地坡度平坦, 土层偏厚, 海拔略高, 移入地条件较原生地有一定差异, 这对岷江柏木移植后的成活可能也会产生影响。5) 养护管理方面, 试验发现部分死亡个体挖根后有根腐现象, 可能与管护中浇水过度有关。

移植目的是保障原生地事关国计民生建设项目的实施, 同时又能保护岷江柏木珍贵的种质资源。但以往的移植经验和本次试验证明, 在原生地保存不可行的前提下, 移植或许不是岷江柏木种质资源保存的最佳方式。

### 3.2 种质资源保存方式

林木种质资源的保存方式有原地、异地、设施保存等, 具体包括建立保护地、异地移栽、采种育苗、存入种质资源库等<sup>[2,17]</sup>。目前, 岷江柏木的主要分布区建立了四川马尔康岷江柏州级自然保护区<sup>[18]</sup>。建立自然保护区是普遍认可的种质资源保护最有效

的手段之一。但该手段无法实现保护区外分布的岷江柏木种质资源的保护。在事关国计民生的建设项目的实施涉及到使用岷江柏木时,原地保护不可行的前提下,异地移植是目前多数建设项目采取的保护方式。但同其他珍稀植物移植高达 78.88%、90% 以上的成活率相比<sup>[19,20]</sup>,本试验和相关移植经验均证明了岷江柏木移植成活率较低(见表 3),且成活个体以幼树为主,不能达到保护种质资源所需要的数量要求。

在原地保存不可行、移植成活率较低且成活个体主要为幼树的前提下,入库保存和采种育苗成为岷江柏木种质资源保存应重点考虑的方式。据报道,四川大渡河双江口水电站建设因涉及使用岷江柏木分布区的土地,为保护岷江柏木种质资源,采取了入库保存的方式。共采集库区的岷江柏木 6 个居群的球果 620 个球果备存到中国西南野生生物种质资源库<sup>[21]</sup>。入库保存能最大限度地保证岷江柏木种质资源基因遗传的完整性和多样性,但受制于场地等限制,保存数量通常较为有限,短期内无法实现物种数量的大量扩繁。采集天然岷江柏木种子育苗繁殖、人工造林的方式,解决了种群数量大量扩繁的问题。岷江柏采种育苗主要有大田育苗和营养钵(袋)育苗两种方式,根据白昆声<sup>[7]</sup>、杨忠明<sup>[22]</sup>等人的报道,岷江柏木大田播种产苗量可达 20 万·0.667 hm<sup>-2</sup>株以上,营养钵(袋)每平方米可供苗 500~550 株,出苗率在 85% 以上。可见岷江柏木采种育苗已经形成了比较系统、稳定和成熟的技术。

总之,岷江柏木种质资源保存应尽可能地采取原地保存的方式。但如原地保存不可行,且异地移植成活率较低的情况下,应优先采取采种育苗,结合入库保存等方式的保存措施。

## 4 结论

1) 研究选择四川阿坝马尔康天然起源的岷江柏木为对象,以树龄大小、修枝比例、移植时间作为主控因素,进行异地移植试验。1 年后个体成活率仅为 3.70%,成活个体均为幼树。这可能受岷江柏木个体特性、根系特征、生长环境、移植施工、移植地环境、后期管护等多种因素的影响。

2) 研究基于岷江柏木移植试验结果,讨论了原地保护、异地移植、采种育苗、入库保存等岷江柏木种质资源保护方式。提出应尽可能地采取原地保存的方式。但如原地保存不可行,且异地移植成活率较低的情况下,应考虑优先采取采种育苗,结合入库

保存的保存措施。

3) 后续应进一步加强研究,寻求最佳岷江柏木种质资源保存方法或多方法保存的组合方式,同时应针对幼树移植的可行性进行专项研究。

## 参考文献:

- [1] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志第 7 卷[M]. 北京:科学出版社,1978,334.
- [2] 白昆声,吴中北,梅炯杰,等. 岷江柏木调查研究[J]. 中南林业调查规划,1990,(2):43~49.
- [3] 庞学勇,包维楷. 岷江柏各地理居群生长状况及气候因子分析[J]. 生态环境,2005,14(4):466~472.
- [4] 王博,刘凯,朱子政,等. 大渡河上游天然岷江柏木林生长分布研究[J]. 四川林业科技,2018,39(4):106~111.
- [5] 包维楷,庞学勇,李芳兰,等. 干旱河谷生态恢复与持续管理的科学基础[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [6] 刘鑫,包维楷. 我国岷江柏林分类及群落特征[J]. 广西植物,2011,31(5):608~613.
- [7] 白昆声,梅炯杰,吴中北,等. 岷江柏木造林技术研究[J]. 四川林业科技,1990,(4):69~75.
- [8] 袁志忠,包维楷,何丙辉. 川西地区岷江柏种群生命表与生存分析[J]. 云南植物研究,2004,26(4):373~381.
- [9] 四川省林业厅. 四川省森林资源规划设计调查技术细则[R]. 2013.
- [10] 罗红霞. 延安市黄陵古柏迁地保护移植关键技术的研究[D]. 杭州:浙江农林大学,2015.
- [11] 黄慧瑾. 大树保护性移植技术初探[D]. 长沙:湖南农业大学,2006.
- [12] 梁玉君,邹志荣. 非适宜季节树木移植的关键技术探讨[J]. 北方园艺,2009,(10):225~227.
- [13] 邹志荣. 非适宜季节树木移植的技术研究与探讨[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2009.
- [14] 四川省质量技术监督局. DB51/T 2132-2016 大树移植技术规范[S]. 成都:四川省标准化研究院,2000.
- [15] 梁玉君. 非适宜季节树木移植的技术研究与探讨[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2009.
- [16] 庞学勇,包维楷. 岷江柏林下土壤养分特征及种群间差异分析[J]. 山地学报,2005,3(5):596~605.
- [17] 戴薛,张家来. 林木种质资源保存技术探讨[J]. 湖北林业科技,2018,47(3):20~24.
- [18] 阿坝藏族自治州林业局. 阿坝州自然保护区简介[EB/OL]. 2014-07-21/2019-01-05. <http://www.ably.gov.cn/sclly/chaxunfewu/12351379.jhtml>.
- [19] 龙恩胜,方嗣昭,范希勇. 光照水电站水库淹没区古树及珍稀植物抢救移栽[J]. 贵州水力发电,2011,25(1):60~62.
- [20] 李志龙. 百色水利枢纽工程淹没区珍稀保护植物调查及迁地保护效果评价[D]. 南宁:广西大学,2013.
- [21] 何华杰. 我国最大种质库抢救性保存国家重点保护植物—岷江柏木[EB/OL]. 2017-03-16/2019-01-05. [http://www.kib.ac.cn/xwzx/zhxw/201703/120170316\\_4759523.html](http://www.kib.ac.cn/xwzx/zhxw/201703/120170316_4759523.html).
- [22] 杨忠明,陈俊华,崔勇. 岷江柏木营养袋育苗技术[J]. 四川林业科技,2011,32(2):126~127.