

# 四川盆地日本落叶松林抚育间伐研究

郭琳<sup>1</sup> 朱琴<sup>2</sup> 张保刚<sup>3</sup> 余军<sup>4</sup> 林林<sup>1</sup> 周桂香<sup>1</sup>

(1. 四川省林业干部学校, 四川 成都 610066; 2. 四川省林科院, 四川 成都 610081;  
3. 四川林业厅, 四川 成都 610081; 4. 南江县林业局, 四川 南江 635600)

**摘要:** 本文选择四川盆地的川东北山地、川西南山地、川西高山峡谷区的日本落叶松幼龄林、中壮龄林、近熟林, 对日本落叶松人工林的林分结构、郁闭度、密度、蓄积量、生产力等调查和树干解析分析, 根据日本落叶松人工林胸径连年生长量下降时间的变化, 林分郁闭度需要恢复的时间, 自然稀疏规律的综合分析, 提出抚育间伐技术, 并对初植密度与日本落叶松人工林合理间伐的相关关系提出建议。

**关键词:** 日本落叶松; 抚育间伐; 生产力; 间伐开始期; 间隔期; 间伐强度

中图分类号: S753 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2014)06-0064-05

## Research on Tending Thinning of Japanese Larch Forest in the Sichuan Basin

GUO Lin<sup>1</sup> ZHU Qin<sup>2</sup> ZHANG Bao-gang<sup>3</sup> YU Jun<sup>4</sup> LIN Lin<sup>1</sup> ZHOU Gui-xiang<sup>1</sup>

(1. Sichuan Forestry Cadre School, Sichuan Chengdu 610066; 2. Sichuan Academy of Forestry, Sichuan Chengdu 610081;  
3. Sichuan Forestry Department, Sichuan Chengdu 610081; 4. Nanjiang county Forestry Bureau, Sichuan Nanjiang 635600)

**Abstract:** In this article, the investigation and analysis were made of the stand structure, canopy density, density, volume, productivity and stem of Japanese larch plantations by selecting Japanese larch sapling forest, mid-age forest, near-mature forest in the Northeast mountain, southwest mountain, west mountain canyon areas of the Sichuan Basin. According to the change of Japanese larch plantation DBH current annual increment decreasing time, the recovery time of canopy density and a comprehensive analysis of the natural thinning, the thinning technology was proposed, and the reasonable suggestion was put forward on the relationship between planting density and reasonable thinning of Japanese larch plantation.

**Key words:** Japanese larch (*Larix kaempferi*), Tending thinning, Productivity, Thinning beginning time, Interval, Thinning intensity

日本落叶松(*Larix kaempferi*)原产日本本洲岛中部山区,属温带喜冷湿树种。高可达30 m,胸径1 m。适合在年平均气温2.5℃~12℃、降雨量500 mm~1400 mm的地区生长,对土壤肥力和水分要求较高。该树种作为速生用材林树种和绿化树种,从20世纪初引入我国,并在我国大量引种栽培。本文通过野外调查和内业分析,对日本落叶松林抚育间伐技术进行了较系统的研究,旨在为本地区日本落叶松林的经营管理提供决策依据<sup>[1,2]</sup>。

### 1 研究区自然概况

研究区选择在有代表性的川东北山地(广元、南江)、川西南山地(昭觉、雷波)、川西高山峡谷区(邛崃、金川、丹巴、米亚罗、塔杆、茂县、卧龙)等地,通过调查,得出日本落叶松立地条件与林分特征(表1)。

收稿日期: 2014-08-25

作者简介: 郭琳(1962-)男,大学本科,讲师,主要从事森林培育、森林资源管理教学与科研工作。

表 1

日本落叶松立地条件与林分特征

样地	海拔 (m)	坡向	坡度	坡位	林龄 (a)	密度 ( $\text{tree} \cdot \text{hm}^{-2}$ )	平均胸径 (cm)	平均树高 (m)	
I 川东北山地	广元-01	1700	东北	25°	下部	20	400	23.5	14.0
	广元-02	1700	西南	20°	下部	19	1925	15.2	16.1
	广元-03	1700	西南	25°	下部	14	1825	12.6	12.4
	广元-04	1740	西南	20°	下部	18	1875	13.6	14.7
	广元-05	1710	西北	15°	下部	18	1250	15.3	13.2
	广元-06	1700	西南	20°	下部	20	1225	19.4	12.9
	广元-07	1790	南	26°	中部	20	1100	16.7	16.0
II 川西南山地	南江-01	1770	南	15°	下部	14	1505	14.5	12.3
	昭觉-01	2300	东北	25°	中部	6	1975	2.9	3.1
	昭觉-02	2300	西南	25°	中部	6	1975	3.8	3.4
III 川西高山 峡谷区	雷波-01	2800	西南	20°	中部	24	400	20.8	13.0
	雷波-02	2900	西南	20°	中部	24	400	18.2	12.1
	塔杆-01	3260	东北	20°	中部	25	275	40.9	18.6
	塔杆-02	3400	东北	20°	上部	24	675	31.9	17.4
	米亚罗-01	3100	西南	25°	下部	30	425	27.0	16.4
	米亚罗-02	3100	西南	25°	中部	30	450	26.3	18.2
	金川-01	2735	西南	20°	中部	25	750	26.1	22.4
	金川-02	2740	西南	10°	下部	25	575	27.6	21.2
	丹巴-01	2900	西南	28°	下部	20	600	12.9	12.5
	丹巴-02	2850	西南	25°	下部	20	775	19.5	14.5
	邛崃-01	1270	东北	20°	下部	18	1500	17.0	16.1
	邛崃-02	1500	西南	20°	中部	18	2500	14.8	15.0
	邛崃-03	1740	西南	20°	中部	18	3300	12.6	13.4
茂县-01	2070	西北	17°	下部	19	1375	9.8	8.3	

## 2 研究方法

从 2009 年 12 月 ~ 2013 年 3 月在四川盆地开展日本落叶松幼龄林、中壮龄林、近熟林生长状况调查,采用标准地调查,标准地面积为  $400 \text{ m}^2$ ,经标准地实地测量 5 130 株日本落叶松的树高、胸径、枝下高、冠幅、郁闭度、以及林下植被和枯枝落叶层厚度;并调查标准地所处的不同立地条件,挖取土壤剖面,进行土壤营养元素分析;在标准地中分别选取 1 株标准木进行树干解析,共做解析木 29 株。通过内业计算,得出林分的林分蓄积量、林分生产力(表 2 和表 3);通过树干解析计算林分胸径、树高和材积生长量、生长率(表 5、表 6);结合南江县大坝林场日本落叶松抚育间伐设计(表 4);提出了抚育伐的开始期、间隔期和间伐强度等技术指标,并对初植密度与日本落叶松人工林合理间伐开始期的相关关系提出建议。此外还调查收集了与各样地点相匹配的自然地理因子和气候因子<sup>[3~5]</sup>。

### 2.1 日本落叶松人工林生物量和净初级生产力的地理分布格局

人工林生产力受气候和土壤综合作用的影响,但首先取决于气候,即温度和湿度合理搭配的气候

环境综合体。水平纬度带和垂直高度带上气候环境差异必然引起日本落叶松林的生产力变化。分析各栽培区日本落叶松林生产力的特征(表 2),有助于认识该树种在四川山地引种后其生产力与环境条件的相互关系,为定量评估日本落叶松林潜在的和现实的生产力,进一步扩大日本落叶松栽培和人工林可持续经营奠定基础<sup>[6~8]</sup>。

### 2.2 日本落叶松林生产力与年平均温度、年降水量、海拔高度的关系

经调查实测的各栽培区合理林分密度分布的日本落叶松林的净初级生产力数据,与各栽培区典型的日本落叶松林生产力数据相匹配的气候(年平均温度、年降水量、海拔高度)环境参数列表 3。

川西亚高山日本落叶松栽培区部分生产力格局分析表明,随海拔升高,地上部分生产力呈递增趋势,在一定海拔高度范围(海拔  $1700 \text{ m} \sim 2700 \text{ m}$ )达到最大后,随海拔继续上升,林分生产力则迅速降低。

### 2.3 川东北山地日本落叶松幼中龄林间伐作业设计

通过对南江县大坝林场日本落叶松幼中龄林抚育间伐调查设计,得出南江县大坝林场日本落叶松幼中龄林间伐作业设计一览表(表 4)。

表2 四川盆地日本落叶松林生物生产力

人工林类型	地区	林分蓄积量 ( $m^3 \cdot hm^{-2}$ )	林分生产力 ( $m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ )	林龄 (a)
日本落叶松纯林	广元曾家伐木场	188.1774	9.4089	20
日本落叶松纯林	广元水井湾	211.1521	11.0576	20
日本落叶松纯林	广元白家湾	108.5260	5.4263	20
日本落叶松纯林	广元林家坝	222.0955	11.6892	19
日本落叶松纯林	广元回头湾	134.9063	7.4948	18
日本落叶松纯林	广元马家坪	181.0495	10.0583	18
日本落叶松纯林	广元林家坝	149.5242	10.6803	14
杜鹃日本落叶松林	米亚罗塔杆	282.1109	11.2844	25
蕨类日本落叶松林	米亚罗塔杆	393.6235	16.4010	24
箭竹日本落叶松林	米亚罗283K	167.5265	5.5842	30
悬钩子日本落叶松林	米亚罗鹧鸪山	186.8117	6.2271	30
构子日本落叶松林	金川瓦板沟	420.2451	16.8098	25
三颗针日本落叶松林	金川瓦板沟	321.0492	12.8419	25
箭竹日本落叶松林	丹巴沙冲沟	43.1461	2.1573	20
粗枝云杉日本落叶松混交林	丹巴沙冲沟	132.3293	6.6165	20
山矾日本落叶松林	邛崃天台山	272.3939	11.3497	18
箭竹日本落叶松林	邛崃天台山	324.4348	18.0242	18
苔藓日本落叶松林	雷波谷堆	127.0984	5.2958	24
苔藓日本落叶松林	雷波谷堆	118.2423	4.9268	24

表3 日本落叶松生产力与年均温、年降水、海拔高度关系

样地号	年均温(°C)	年降水(mm)	海拔高(m)	生产力( $m^3 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ )
广元-01	10.7	1 000	1 700	5.43
广元-02	10.7	1 000	1 700	11.69
广元-03	10.7	1 000	1 700	10.68
广元-04	10.2	1 050	1 740	10.06
广元-05	10.7	1 000	1 700	7.49
广元-06	10.7	1 000	1 700	11.06
广元-07	9.8	1 100	1 790	9.41
广元-08	7.4	1 000	1 720	9.4
卧龙-01	10.9	1 100	1 800	9.96
邛崃-01	14.5	1 250	1 270	11.35
邛崃-02	12.9	1 320	1 740	18.02
邛崃-03	13.7	1 310	1 500	14.69
金川-01	12.2	800	2 735	16.81
金川-02	12.2	800	2 740	12.84
金川-03	12.5	750	2 700	14.83
丹巴-01	11.5	600	2 900	2.16
丹巴-02	11.7	600	2 850	6.62
米亚罗-01	5.8	650	3 260	5.64
夹壁-01	5.2	700	3 400	8.2
塔杆-01	5.6	700	3 200	5.65
雷波-01	11.5	850	2 800	2.46
雷波-02	11.0	900	2 900	2.65
谷堆-01	12.0	850	2 750	2.56

表4 南江县大坝林场日本落叶松幼中龄林间伐作业设计一览表

序 号	乡镇 (林场)	工 区	林 班	小 班	作业 面积	作业 方式	树种组成		郁闭度		平均胸径 (cm)		株数 (株·hm <sup>-2</sup> )		小班 蓄积 (m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )		小班 间伐强度(%)		出材量 (m <sup>3</sup> )		
							伐前	伐后	伐前	伐后	伐前	伐后	伐前	伐后	伐前	伐后					
1	大坝	大坝	5	2	11.4	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.9	0.7	12.3	13.7	2 110	1 605	5 757	98.775	88.65	115.43	23.9	10.3	29.78
2	大坝	大坝	6	1	18.4	下层疏伐	9 落1厚	8 落2厚	0.8	0.6	12.1	12.2	1 655	1 395	4 784	147.66	134.125	249.04	15.7	9.2	64.253
3	大坝	大坝	8	1	6.3	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.8	0.6	15.9	16.7	1 460	1 180	1 764	143.355	132.388	69.09	19.2	7.7	17.827
4	大坝	大坝	13	1	18.7	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.9	0.7	12.1	13	1 933	1 473	8 602	164.273	146.683	328.93	23.8	10.7	84.865
5	大坝	大坝	20	1	13.5	下层疏伐	9 落1栋	8 落2栋	0.9	0.7	11.6	12.8	1 730	1 420	4 185	159.86	145.91	188.33	17.9	8.7	50.747
6	大坝	大坝	20	2	20.5	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.9	0.7	8.5	9.1	2 275	1 788	9 984	166.36	145.97	418.00	23.8	12.3	107.843
7	大坝	大坝	20	3	10	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.8	0.6	13.2	14.2	1 695	1 305	3 900	86.323	78.203	81.20	23.1	9.9	22.24
8	大坝	火墙岩	1	1	7.7	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.8	0.6	14.6	16.2	1 505	1 045	3 542	100.035	86.588	103.54	30.6	13.4	26.715
9	大坝	火墙岩	16	1	7.7	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.8	0.6	13.7	14.5	1 620	1 285	2 580	90.445	81.805	66.53	20.7	9.6	17.164
10	大坝	火墙岩	36	1	21.5	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.9	0.7	12.6	13.6	1 905	1 413	1 0578	178.435	157.44	451.39	25.9	11.8	116.459
11	大坝	火墙岩	37	1	17.2	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.8	0.6	10.1	11.4	1 740	1 200	9 288	61.113	51.8	160.18	31	15.2	41.325
12	大坝	火墙岩	37	2	17.6	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.8	0.6	8.3	8.8	1 800	1 180	10 912	59.949	44.223	276.78	34.4	26.2	71.41
13	大坝	火墙岩	37	3	24.5	下层疏伐	7 落3厚	6 落4厚	0.8	0.6	8.8	9.6	1 390	1 144	6 027	56.521	51.37	126.20	17.6	9.1	32.559
14	大坝	南坝	2	2	20	下层疏伐	10 落叶松	10 落叶松	0.8	0.6	13	13.6	1 460	1 193	5 340	144.963	131.94	260.46	18.3	9	67.196

(续表 4)

序号(林场)	乡镇(林区)	小班	作业面积	作业方式	树种组成		郁闭度		平均胸径 (cm)		株数 (株·hm <sup>-2</sup> )		小班采伐 株数	蓄积 (m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )		小班采伐 蓄积	间伐强度(%)		出材量 (m <sup>3</sup> )							
					伐前	伐后	伐前	伐后	伐前	伐后	伐前	伐后		伐前	伐后											
15	大坝	南坝	2	3	20.7	透光抚育	10	落叶松	10	落叶松	0.9	0.7	7.5	7.9	2	147	1	647	10	350	123.858	108.15	325.16	23.3	12.7	83.887
16	大坝	南坝	3	1	18.8	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	13.6	14.3	1	750	1	328	7	934	191.49	162.295	548.87	24.1	15.2	141.607
17	大坝	南坝	3	2	16.7	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.9	0.7	11.9	12.5	2	055	1	555	8	350	163.345	141.383	366.77	24.3	13.4	94.628
18	大坝	南坝	3	3	18	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	11.4	12.1	1	790	1	383	7	326	130.893	114.958	286.83	22.8	12.2	74.002
19	大坝	南坝	3	4	13.9	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	11.7	12.7	1	454	1	077	5	240	85.923	75.91	139.18	25.9	11.7	35.907
20	大坝	南坝	3	5	11.5	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	11.2	11.8	1	605	1	290	3	623	56.87	51.908	57.06	19.6	8.7	14.724
21	大坝	南坝	3	6	15.6	透光抚育	8	落2厚	7	落3厚	0.9	0.7	7	7.6	2	215	1	810	6	318	138.37	118.92	303.42	21.6	14.1	78.282
22	大坝	南坝	3	7	20.1	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	13	14.1	1	670	1	238	8	683	172.348	151.295	423.17	25.9	12.2	109.174
23	大坝	南坝	5	1	14.3	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	15.3	16.4	1	470	1	155	4	505	220.875	202.365	264.69	21.6	8.4	68.3
24	大坝	南坝	13	1	20.9	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	13.5	14.4	1	575	1	240	7	002	171.215	156.81	301.06	21.3	8.4	77.675
25	大坝	南坝	14	1	17.9	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	13.3	14	1	453	1	130	5	782	151.035	132.485	332.05	22.2	12.3	85.668
26	大坝	南坝	15	1	10.3	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.9	0.7	12.7	13.5	1	933	1	473	4	738	180.698	159.655	216.74	23.8	11.6	55.918
27	大坝	南坝	16	1	14.4	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	13	13.9	1	577	1	227	5	040	112.665	99.723	186.36	22.8	11.5	48.084
28	大坝	南坝	16	2	12.2	透光抚育	9	落1栋	8	落2栋	0.9	0.7	8.3	9.2	2	211	1	745	5	685	175.41	151.56	290.97	22.1	13.6	70.07
29	大坝	映水坝	6	1	9.3	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	17.4	18.1	1	535	1	195	3	162	159.973	136.005	222.90	22.1	15	57.508
30	大坝	映水坝	15	1	7.6	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.9	0.7	11.9	12.6	2	010	1	530	3	648	76.138	64.985	84.76	24.1	14.6	21.868
31	大坝	映水坝	16	1	10.2	下层疏伐	10	落叶松	10	落叶松	0.8	0.6	11.3	12.7	1	650	1	340	3	162	65.533	59.45	62.05	18.8	9.3	16.007

## 2.4 日本落叶松生长过程

通过树干解析,再现树木生长的历史过程。选

择四川盆地典型调查样地的解析木相关数据,计算

出不同样地的日本落叶松林生长过程(表5和表6)。

表 5

四川省日本落叶松生长过程表

树龄 (a)	胸径 (cm)			树高 (m)			材积 (m <sup>3</sup> )			生长率 (%)
	总生长	连年生长	平均生长	总生长	连年生长	平均生长	总生长	连年生长	平均生长	
5	6.35	1.27	1.27	2.8	0.56	0.56	0.0082	0.0016	0.0016	39
10	10.35	0.80	1.04	5.7	0.58	0.57	0.0314	0.0046	0.0031	23.4
15	13.00	0.53	0.87	10.8	1.02	0.72	0.0659	0.0069	0.0044	14.2
20	14.85	0.37	0.74	14.9	0.82	0.75	0.1148	0.0098	0.0057	10.8
24	15.85	0.25	0.66	18.3	0.85	0.76	0.1643	0.0124	0.0068	8.9
(24)	17.35			18.3			0.1964			

表 6

四川省日本落叶松生长过程表

树龄 (a)	胸径 (cm)			树高 (m)			材积 (m <sup>3</sup> )			生长率 (%)
	总生长	连年生长	平均生长	总生长	连年生长	平均生长	总生长	连年生长	平均生长	
5	11.00	2.2	2.2	6.5	1.3	1.3	0.02471	0.0049	0.049	39.7
10	17.05	1.21	1.71	11.2	0.94	1.12	0.1061	0.0163	0.0106	24.9
15	20.15	0.62	1.34	15.7	0.90	1.05	0.2094	0.0207	0.0140	13.1
19	21.50	0.34	1.13	20.1	1.1	1.06	0.2961	0.0216	0.0156	8.58
(19)	23.00			20.1			0.3424			

从不同样地的日本落叶松生长过程(表5和表6)可以看出,日本落叶松属早期速生树种,速生期大致在6a~18a,数量成熟年龄较晚,在20a以后其生产力高。在5a~10a年是树木高生长的速生期,5a~15a年是树木胸径生长的速生期。因此发展短周期的工业原料林,应适当加大初植密度,减少抚育间伐强度;但要培育大径材,应适当减少初植密度,加大抚育间伐强度,注意林木高生长和胸径生长的速生期,适时进行抚育管理。

## 3 结果分析

## 3.1 抚育间伐的开始期

## 3.1.1 透光伐

幼林郁闭度达0.9,密度过大,林木间竞争激

烈,林木间、灌木、杂草压制时进行。

## 3.1.2 下层疏伐

从日本落叶松胸径连年生长量计算的结果(表5和表6)可以看出,林分胸径连年生长量明显下降的年限分别为10a~15a,把林分胸径连年生长量急剧下降的年限定为抚育伐的开始期,结合日本落叶松林分生长状况,可根据以下条件确定开始期<sup>[9-11]</sup>。

(1) 郁闭度0.8以上;

(2) 胸径连年生长量下降时;

(3) 枯立木与濒死木数量超过林木总株数的30%;

(4) 立地条件好的林分,最适间伐开始年限为10a,立地条件中等的林分,最适间伐开始年限为

12 a,立地条件差的林分,最适间伐开始年限为 14 a。

### 3.1.3 生长伐

立地条件好的林分,最适间伐年限为 20 a,立地条件中等的林分,最适间伐年限为 22 a,立地条件差的林分,最适间伐年限为 24 a。

### 3.2 抚育间伐的间隔期

透光伐、生长伐只进行 1 次间伐。

下层疏伐的间隔期,弱度疏伐(伐除全部 V 级木),间隔期为 3 a,中度疏伐(伐除全部 V、IV 级木),间隔期为 5 a,强度疏伐(伐除全部 V、IV 级木、部分 III 级木,以及过密的或受害的 II 级木、个别 I 级木),间隔期为 7 a。

### 3.3 抚育间伐强度

#### 3.3.1 透光伐

在幼龄林阶段进行,初植密度大的林分,可进行一次透光伐,伐除原有株数的 10%~20%,伐后保留林分郁闭度 0.7~0.8,伐后林木分布均匀,不造成林窗、林中空地。

#### 3.3.2 下层疏伐

以生长分级法为选木依据,伐除 V 级、IV 级木,部分 III 级木,以及过密的或受害的 II 级木、个别 I 级木。

在中壮龄林阶段进行,可进行 1 次~2 次下层疏伐,立地条件好的林分,第 1 次伐除原有株数的 20%~25%,第 2 次伐除原有株数的 15%,伐除总株数的 20%~35%;立地条件中等的林分,第 1 次伐除原有株数的 15%~20%,第 2 次伐除原有株数的 10%,伐除总株数的 15%~30%;立地条件差的林分,第 1 次伐除原有株数的 10%~15%,第 2 次伐除原有株数的 10%,伐除总株数的 10%~25%,伐后保留郁闭度 0.6~0.7;伐后林木分布均匀,不造成林窗、林中空地<sup>[12~14]</sup>。

#### 3.3.3 生长伐

在近熟龄阶段进行,可进行 1 次生长伐,伐除原有株数的 10%~20%,伐后郁闭度不低于 0.6,伐后林木分布均匀,不造成林窗、林中空地。

## 4 小结和建议

4.1 日本落叶松同龄纯林采用克拉夫特的生长分级法,林木分为 5 级。以生长分级法作为选木依据,进行透光伐、下层疏伐、生长伐。

4.2 合理及时的抚育间伐可以促进林木胸径生长,过晚的间伐,使林木生长受抑,通过间伐后,可以恢复胸径和树高的快速生长。

4.3 日本落叶松人工林的合理间伐开始期,可以通过分析林木胸径连年生长量下降时、枯立木与濒死木数量超过林木总株数的 30%、透光伐郁闭度 0.9 以上;下层疏伐、生长伐郁闭度 0.8 以上时进行。

4.4 初植密度与日本落叶松人工林合理间伐开始期密切相关。

随着初植密度增加,合理间伐开始期明显提前。四川盆地日本落叶松不同立地条件和材种规格的合理初植密度(表 7)。

表 7 四川盆地日本落叶松不同立地条件和材种规格的合理初植密度表

地位指数	材种	初植密度 (株·hm <sup>-2</sup> )	株行距 (m)	
18	小径材	2500~3300	2.0×2.0	1.5×2.0
	中径材	2000~2500	2.0×2.5	2.0×2.0
	大径材	1600~2000	2.5×2.5	2.0×2.5
17	小径材	2850~4000	1.8×2.0	1.3×2.0
	中径材	2000~2500	2.0×2.5	2.0×2.0
	大径材	1780~2000	2.3×2.5	2.0×2.5
16	小径材	3300~4400	1.5×2.0	1.5×1.5
	中径材	2500~3300	2.0×2.0	1.5×2.0
	大径材	2000~2500	2.0×2.5	2.0×2.0

## 参考文献:

- [1] 中国科学家中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [2] 姚国明, 光增云, 田金萍, 等. 河南日本落叶松人工林抚育间伐开始期的确定[J]. 河南林业科技, 2000, 20(3): 6~7.
- [3] 胡建伟. 抚育间伐初始时间的确定[J]. 吉林林业科技, 1999, 19(2): 58~60.
- [4] 徐庆祥, 卫星, 王庆成, 等. 抚育间伐对兴安落叶松天然林生长和土壤理化性质的影响[J]. 森林工程, 2013, 29(3): 6~9.
- [5] 李宇昊. 我国森林抚育技术体系存在的问题及建议探讨[J]. 四川林业科技, 2013, 34(4): 93~95+106.
- [6] 欧建德. 马尾松人工林抚育间伐起始期的研究[J]. 江苏林业科技, 2001, 28(4): 14~15.
- [7] 黄元和. 新龙林区人工林可持续经营现状与问题分析[J]. 四川林业科技, 2012, 33(5): 128~129.
- [8] 赵麟萱, 刘兆刚, 赵聪. 间伐强度对大兴安岭天然落叶松林功能的影响[J]. 森林工程, 2014, 30(4): 1~8.
- [9] 李时元, 侯义梅. 北亚热带亚高山区日本落叶松人工林间伐技术初探[J]. 林业科技通讯, 2000(2): 20~22.
- [10] 吴守坤, 黄海玲, 邵新建. 浅析落叶松人工林抚育间伐[J]. 林业勘查设计, 2010(3).
- [11] 唐守正, 杜纪山. 利用树冠竞争因子确定同龄间伐林分的断面积生长过程[J]. 林业科学, 1999(06).
- [12] 王迪生, 宋新民. 华北落叶松人工林 CCF 特性的探讨[J]. 河北林学院学报, 1995(01).
- [13] 马建伟, 张宋智, 张建华. 日本落叶松人工林经营利用与经济效益分析[J]. 甘肃林业科技, 2005(02).
- [14] 靳景春, 马建伟, 张宋智. 小陇山林区日本落叶松人工林培育目标探讨[J]. 甘肃林业科技, 2008(01).