

山地人工林集材作业技术

张正雄

(福建农林大学, 福建 南平 353001)

摘 要:以山地人工林集材作业为研究对象,应用技术经济分析方法,对人工林主要集材作业方式的经济效益、生态效益和社会效益进行分析。用综合评价法对集材作业方式综合效益进行评价,提出适合南方林区人工林考虑生态的集材作业技术。

关键词:人工林;集材作业;经济效益;生态效益;社会效益

中图分类号:S782

文献标识码:A

由于人工林的资源条件不同于天然林,其树种比较单一(多数为纯杉、纯马,少量杉马混交、针阔混交林),林地地表植被少,林分结构单一(基本上为单层林),木材径级小(大多数胸径 30 cm 以下的中小径材),传统的天然林采运作业技术已不适应人工林的资源条件了,所以研究适合山地人工林的生态采运作业技术就显得尤为必要和重要了。集材作业是伐区木材生产中的一个重要环节,其能量输入与对环境消耗均占伐区作业乃至木材生产的较大比例。根据人工林的资源条件,对人工林主要集材作业方式进行分析比较,以期找到适合南方人工林资源条件,具有森林三大效益好的集材作业技术,进一步完善我国的生态采运理论,为今后的人工林采运生产作业,合理确定集材方式提供科学依据^[1,4]。

1 山地人工林集材方式效益分析

1.1 经济效益分析

集材是伐区木材生产中一个重要组成部分,它是将木材从采伐迹地集运到山上楞场的过程,其成本约占木材生产总成本的 60% 以上。南方林区人工林的林分结构大多为单层同龄林,主伐方式以小面积块状皆伐为主,目前采用的集材方式主要有 5 种,即全悬索道、人力板车、拖拉机、土滑道、人力担筒。集材方式的经济效益,可以从作业成本、作业效率和木材消耗率 3 方面进行评价;在等等的作业条

件下,采用不同的集材方式而展开研究与比较分析。

1.2 生态效益分析

集材方式生态效益分析,主要是分析各种集材方式在作业过程中对森林生态环境的破坏影响,影响越小的集材方式,则其生态效益越好。

1. 人力手板车集材 人力手板车集材时,往返次数多,重车碾压集材道上土壤,使土体压缩并使团聚体遭到破坏。另外,修建板车道需开挖部分土石方,致使一定程度的表土与心土混合,而集材道上土壤的结构性能下降。试验表明,在集材道上土壤容重明显增加,手板车道内土样(A)比手板车道外迹地土样(B)大。而类型 A 比类型 B 在最大持水量、毛管持水量、土壤总孔隙度、非毛管孔隙、非毛管孔隙与毛管孔隙比率、表层土壤有机质、全 N 含量、水解性 N 含量、速效 K 含量都明显下降。这些都与修建板车道时造成迹地中大量枯落物和表土的移动有关,亚表层土壤的这种变化趋势表现也较明显^[5]。此外,修建板车道时的废弃土石方也会引起一定数量的水土流失。

2. 手扶拖拉机集材 手扶拖拉机集材是在人力小集中基础上,将木材(原木)集运到伐区楞场。手扶拖拉机集材需要开挖拖拉机道(宽度一般为 2 m ~ 2.5 m),破坏林地土壤,致使一定程度的表土与心土混合,大量的废弃土石方及边坡会引起一定数量的水土流失。集材过程中,由于拖拉机行驶,使土壤压实,通过次数越多,压实越严重。由于沉重的拖拉

收稿日期:2002-07-29;改回日期:2002-09-16。

基金项目:福建省林业厅科学基金资助项目(闽林科[2000]08 号文下达第 3(06)项);福建省自然科学基金资助项目(E99001)。

作者简介:张正雄(1961-),男,福建农林大学交通学院,副教授,在职博士生。

机机体在集材道上运动过程中,不断地与地面相互作用,多次往返行走,尤其南方的春季,很容易使集材道形成辙沟。若遇到降雨,尤其是降大暴雨,因集材道的透水速度降低,地表径流速度加快,原来的车辙会被冲刷成小沟,随着地表不断沿集材道流下,集材道的车辙逐渐由小沟变成大沟,引起水土流失。若伐区集材道选设不合理,如在坡度较大的伐区顺坡设道,极易引起严重的水土流失。

土壤压实后,其结构改变,严重影响了土壤的硬度、容重、孔隙度、通透性和土壤矿质层的有机含量及养分矿质化,削弱养分离子扩散能力,容重增加,影响林木根系伸展和生长,对一些幼树减少其生长高度,土壤压实孔隙减小,从而减少了土壤中的水份和空气。当土壤中水份不足时,水份紧附在土粒上,树木根部难以吸收甚至不能吸收,导致树木因缺水而萎蔫,特别是幼苗和幼树甚至不能恢复原状。当根部得不到氧气时吸收和蒸腾作用大大减弱,树叶萎蔫和退色,这种情况继续下去,树木就枯死了。拖拉机集材道压实后,留下辙印,雨后积水,软化土壤,拖拉机往返通过,辙印越发加深。由于集材道的渗透能力降低,雨天地表的径流速度加快,车辙可能冲刷成沟,或使集材道冲出岩石裸露。若依靠天然更新,落地种子难与土壤结合,使种子发芽和幼苗的生长条件变差,根系生长受到阻碍,根系经不起风雨和干旱的侵袭。土壤空气不足,将导致土壤缺氧,增加 CO_2 含量,阻碍根部呼吸和吸收养分,影响树木蒸腾作用。这种影响是由生态系统受到外境干扰而产生的,当干扰和变化超过一定限度时,不仅会影响林木等生物生长,而且还会破坏生态环境。

3. 索道集材 架空索道集材是一种能较好地保持森林植被、不破坏森林环境、有利于水土保持和森林更新的集材方式。架空索道集材根据木材的运动状态可分为全悬式和半悬式。在全悬式索道集材中,木材不与地面接触,侧向集中时因在同一地面只通过2~3趟木材,所以也不会因侧向集材而造成水土流失;半悬式索道集材时,木材的一端与地面接触,带动一些土壤、砾石和地被物,遇大雨或暴雨后集材线路下受扰动的疏松的地表层(即腐植层和含有腐植质及无机质的土壤层)会有少量的土壤被冲走,但由于半悬式索道线路通常选在无岩石裸露、土质厚度20 cm以上地带,集材区宽度控制在80 m~120 m的范围内,集材时间避开雨季,故所造成的水土流失一般都很小。

4. 滑道集材 滑道集材是利用自然坡度,借助木材本身所具有的势能来完成木材集运的一种集材方式。它具有使用方便,适应性强,生产效率高等优点。滑道按结构特点不同分为土滑道、木滑道、竹滑道和塑料滑道。滑道集材对森林生态环境的影响,主要表现在修建滑道和滑道集材时对林地的破坏影响。

修建滑道对林地造成的破坏与滑道类型和长度有关。修建土滑道和木、竹滑道时,需要挖掘土壤和植被,其开挖深度一般为12 cm~24 cm,宽度为20 cm~30 cm,造成大量枯落物和表土的移动,使心土层甚至母岩裸露,造成水土流失,影响森林更新。塑料滑道因其架设在地表面上,不需挖动地面土壤,一般不破坏地表。随着滑道长度的增加,滑道对林地造成的破坏也增大。

土滑道集材时,木材在运动中对滑道两侧及滑道底部产生撞击,使滑道加宽加深,带走部分土壤并对滑道上的土壤产生压实作用,使集材道上土壤的结构性能明显下降。因开挖集材道与木材在滑道运行时的冲击,造成采伐迹地大量枯落物和表土被移走,致使土滑道上土壤养分含量降低,由于集材道土壤到的冲击作用较强烈,亚表层土壤主要养分含量减少趋势明显^[6],这对伐后更新是不利的。此外,土滑道集材后,若遇暴雨则极易冲刷成沟痕造成水土流失土。

5. 人工担筒 人工担筒集材对生态环境的影响是很小的;在山势较平缓地段,人工拖运的原木与地表面接触少,则人工担筒集材对生态影响甚微;在山势较陡地段,人工拖运的原木可能与表面互相冲击,使表层土壤松动或被移走,遇到雨水后,容易冲刷而造成部分水土流失。

2 集材方式择优

集材方式择优就是要选择经济效益、生态效益和社会效益等综合效益最好的集材方式。选择集材方式的方法有多种,采用专家调查法^[7~9]与系统综合评价法(加法评分法)相结合的方法,通过对各种集材方式的经济效益、生态效益和社会效益进行综合评价,从中选出最佳集材方式。

2.1 系统综合评价法^[8]

将各方案(集材方式)需综合评价的内容,按实现程度分若干等级,分别确定各等级的评分标准,再根据方案对评价项目的满足程度按标准打分,总分

最高者即为最优方案。

2.2 集材方式综合效益计算

将集材方式的综合效益作为总目标,下分为3个子目标,即经济效益、生态效益和社会效益。经济效益的评价指标为作业成本、作业效率和木材消耗率;生态效益的评价指标为土壤干扰度、地表植被破坏、物种多样性与恢复、幼树幼苗损伤等;社会效益评价指标包括作业安全、劳动强度、社会进步系数等(表1)。考虑到人工林经营目标是用材林,仍以经济效益为主,生态效益次之,故用专家调查法^[7,8]确定经济效益、生态效益和社会效益的相对权重分别为0.45、0.38、0.17。而后在3个子目标下,研究所属的各因子的相对权重。

经济效益权重为0.45,下有3个评价因子,依据它们对经济效益的影响大小,确定作业成本、作业效率、木材消耗率的权重分别为0.23、0.15、0.07。

生态效益权重为0.38,下有5个评价因子。因为每个因子对生态环境的影响是不同的,所以每个因子的权重系数也是不同的。集材过程中对生态环境影响最大的是土壤干扰度,其余依次为地表植被破坏、物种多样性与恢复、土壤压实度、幼树幼苗损伤。据各个因子对生态环境影响的程度,依次取不同的权重分别为:0.12、0.09、0.07、0.06、0.04。

社会效益权重为0.17,下有3个评价因子,考虑到作业安全性的重要性,以作业安全因子对社会效益影响最大,其余依次为劳动强度、社会进步系数。据各个因子对社会效益的影响程度,依次取不同的权重分别为0.08、0.05、0.04。

不同集材方式对同一因子的影响程度,采用专家调查法和相对比较法进行打分,取1、3、5、7、9作为衡量尺度,进行评分判断,对同一个评价因子而言,尺度1代表在5种集材方式中,该集材方式是最不可取的;尺度3代表在5种集材方式中,该集材方式的不可取性列在倒数第二;尺度5代表在5种集材方式中,该集材方式的不可取性为居中;尺度7代表在5种集材方式中,该集材方式是较可取的;尺度9代表在5种集材方式中,该集材方式是最可取的;某评价因子得分值越高,表明该集材方式越好。如果2种集材方式对同一个评价因子的得分相同,则说明在这个评价因子上,这2种集材方式的效果是等同的。

每种评价因子得分方法如下:1)作业成本:人力

担筒作业成本最大,其余依次为拖拉机、全悬索道、人力板车和土滑道^[6];2)作业效率:拖拉机作业效率最大,其余依次为全悬索道、人力板车、土滑道和人力担筒;3)木材消耗率:全悬索道集材时,由于原木几乎不与土壤、保留木等接触,故木材消耗率最小,其它依次为拖拉机、人力板车、人力担筒和土滑道。土滑道集材时,因与土壤剧烈撞击,故对木材损耗最小;4)土壤干扰度:全悬索道对土壤干扰度最小,其余依次为人力担筒,因与土壤剧烈撞击,故对木材损耗最大;4)土壤干扰度:全悬索道对土壤干扰度最小,其余依次为人力担筒、人力板车、拖拉机和土滑道^[7];5)地表植被破坏:全悬索道集材与人力担筒集材对土壤及幼树幼苗影响最小,其余依次为人力板车、拖拉机和土滑道;6)物种多样性与恢复:全悬索道集材与人力担筒集材对土壤、幼树幼苗接触较少,因此对物种多样性影响甚微,其余依次为人力板车、拖拉机和土滑道,因土滑道集材使土壤养分含量减少,故其对物种多样性恢复是最不利的;7)土壤压实度:全悬索道集材与人力担筒集材对土壤压实影响最小,其次为人力板车,而拖拉机与土滑道对土壤压实影响较大;8)幼树幼苗损伤:全悬索道集材与人力担筒集材由于和幼树幼苗几乎没有接触,因此影响最小,土滑道集材时和幼树幼苗相互碰撞,影响较大;9)作业安全:全悬索道事故发生率最低,其余依次为拖拉机、土滑道、人力板车和人力担筒,人力担筒在集材过程中劳动强度最大,故发生事故率较大;10)劳动强度:全悬索道集材实现集材作业机械化,工人劳动强度最小,其余依次为拖拉机、土滑道、人力板车和人力担筒;11)社会进步系数:全悬索道采用先进技术,实现集材作业机械化,劳动强度最小,故社会进步系数最大,其余依次为拖拉机、人力板车、土滑道和人力担筒,人力担筒为最原始方法,没有科技含量。各种集材方式综合评分计算式为

$$W_i = \sum_{j=1}^{11} \lambda_j u_{ij}$$

式中 λ_j 为 j 个评价因子相对权重; u_{ij} 为第 i 种集材方式第 j 个评价因子得分。

上述方法对集材方式的经济效益、生态效益和社会效益进行综合计算,其结果见表1。由表1可知,从集材方式的综合效益来看,全悬索道最优,其余依次为人力板车、拖拉机、人力担筒和土滑道。

表 1 集材方式综合效益计算

Table.1 Calculation of synthetic benefits of skidding modes

序号	评价目标	评价因子	全悬索道	人力板车	拖拉机	人力担筒	土滑道	权重
1	经济效益	作业成本	5	7	3	1	9	0.23
2		作业效率	7	5	9	1	3	0.15
3		木材消耗率	9	5	7	3	1	0.07
4	生态效益	土壤干扰度	9	5	3	7	1	0.12
5		地表植被破坏	9	5	3	9	1	0.09
6		物种多样性与恢复	9	5	3	9	1	0.07
7		土壤压实度	9	3	1	9	1	0.06
8	社会效益	幼树幼苗损伤	9	5	5	9	1	0.04
9		作业安全	9	5	7	1	3	0.08
10		劳动强度	9	3	7	1	5	0.05
11		社会进步系数	9	5	7	1	3	0.04
		累计评价总分	7.78	5.24	4.82	3.94	3.58	1.00

3 结 论

对山地人工林集材作业方式的综合分析,结果表明:在相同的作业条件下(即相同的资源条件、地势条件和集材距离),从集材方式的经济效益来看,人力担筒因其作业成本最大,作业效率最低,故其经济效益最差;从集材方式的生态效益来看,土滑道集材对森林生态环境的影响最大,故其生态效益最差;从集材方式的社会效益来看,人力担筒因其劳动强度最大,作业安全性差,缺乏科技含量,故其社会效益最差;从集材方式的综合效益来看,全悬索道最优,其余依次为人力板车、拖拉机、人力担筒和土滑道。因此,选择集材方式应因地制宜,合理确定。有条件的地方,应尽可能采用全悬索道集材。

参考文献:

- [1] 史济彦.我国在生态性采伐实践中的论述与作法[J].林业科学, 1998,34(2):90~91.
- [2] 张正雄,薛瑞山,陈玉凤.伐区采集作业方式对森林生态环境的影响分析.四川林勘设计,2002,2:8~10.
- [3] 邱仁辉,周新年,杨玉盛.手板车集材对集材道土壤影响的研究[J].福建林学院学报,1998,18(1):16~18.
- [4] 邱仁辉,周新年,杨玉盛.土滑道集材对集材道土壤理化性质的影响[J].福建林学院学报,1998,18(3):211~214.
- [5] 王立海,杨学春,郝霞.层次分析法在集材方式选择上的应用[J].东北林业大学学报,1996,24(1):68~73.
- [6] 何宗明,杨玉盛,邹双全,等.杉木不同复合经营模式效益的研究[J].南京林业大学学报,1996,20(4):57~60.
- [7] 蔡剑辉.比较完备的森林生态体系评价指标体系研究[J].林业经济问题,2000,20(1):23~26.
- [8] 邱仁辉,周新年,杨玉盛.闽北常绿阔叶林采集方式选择的多目标决策[J].福建林学院学报,1997,17(4):340~343.
- [9] 杨元梁,丁艺.

Study on the Technology of Skidding Operation of Artificial Forest in Mountainous Regions

ZHANG Zheng-xiong

(Fujian Agriculture and Forestry University, Nanping 353001, China)

Abstract: Taking artificial forest as a research object, this paper analyses the economic benefits, ecological benefits and social benefits of main skidding operation modes of artificial forest in our country's southern forest regions by application technology and economy analysis method. And the comprehensive benefit of skidding operation modes is evaluated by using synthetic evaluation method. Then it puts forward the technology of skidding operation of artificial forest thought over ecology.

Key words: artificial forest, skidding operation, economic benefits, ecology benefits, social benefits