

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.05.022

丘陵山区竹产业前端链机械化发展现状与趋势

李浩,冯传烈,刘云,杨广文,易伟

(宜宾市农业机械研究所,四川 宜宾 644300)

摘要:竹产业前端链包含砍伐、剥枝、打捆、转场运输等过程,是整个竹产业的源头环节。由于竹产业前端链机械化程度的不足,限制了丘陵山区竹产业的规模化发展。通过对竹产业前端链机械化的现状和需求分析,揭示竹产业的短板,提出通过机械研发、建立标准化林场、探寻新模式等方面为切入点,以降低劳动强度、提高作业效率,是竹产业全过程机械化的发展趋势。

关键词:丘陵山区;竹产业;前端链;机械化

中图分类号:S7-05;S23-0 **文献标识码:**A

文章编号:1003-5508(2019)05-0108-05

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Status and Trend of Front-end Mechanization for Bamboo Industry in Hilly Areas

LI Hao FENG Chuan-lie LIU Yun YANG Guang-wen YI Wei

(Yibin Agriculture Machinery Research Institute, Yibin 644300, China)

Abstract: The front-end chain of bamboo industry included cutting, shaving, bundling and transit transportation, which were the source links of the whole bamboo industry. The insufficient mechanization of front-end industry limited the large-scale development of bamboo industry in Hilly and mountainous areas. The shortcomings were revealed for bamboo industry by analyzing the current situation and demand of mechanization of front-end chains. In order to reduce the labor intensity and improve the operation efficiency, it was proposed to take mechanical research and development, establish standardized forest farms and explore new modes as the breakthrough points, which was the development trend of the whole process mechanization of bamboo industry.

Key words: Hilly areas, Bamboo industry, Fron-end, Mechanization

我国是世界上最主要的产竹国,竹类植物39属530余种、竹林面积均居世界首位,主要分布于秦岭、长江流域、珠江流域以及淮河流域以南区域^[1~4]。竹子属于非木质森林资源,具有生长速度快、周期短,产量高,产业融合深等优点^[5~11]。目前森林资源严重短缺,以竹代木是必然的趋势,可以减少木材的消耗,使林业资源进入良性的循环和可持

续发展体系。竹产业前端是指竹子从林场通过被砍伐、剥枝、打捆、转场运输等环节,形成一定规格尺寸的竹材后运送至机动车可通行道路边的过程。现阶段竹产业前端适用机械极度匮乏,适合丘陵山区现代化的砍伐、剥枝、打捆装备较少,竹材采伐的效率较低,导致竹材原料供应脱节^[12~16]。因此,加大对前端链的机械化程度研究的力度,推进全过程机械

收稿日期:2019-05-30

基金项目:四川省科技计划项目(2017NZ0069)

作者简介:李浩(1992-),男,四川宜宾人,硕士,主要从事农业水利模拟方面的研究,e-mail:553935627@qq.com。

化对竹产业迅速崛起具有重要意义。

1 竹产业前端链机械的需求

我国 50% ~ 65% 的竹林分布在福建、江西、四川、浙江等丘陵地区,竹子种类繁多且林分密度较高,林区土壤多样、地形坡度在平均 23° 左右^[17-21](见表 1)。丘陵山区的主要特征是坡地多、地块小、地块分散,竹材林地更是交通行走不便,极大地限制了机械的作业、运输和转移,无法发挥大中型机械批量作业的优势和效益,是农业机械化历来的短板^[22-25];同时现阶段农村劳动人口的流失,使得采伐竹子的劳动力急剧减少。目前采取人工砍伐的方式,成本高、效率低,伐竹成本占原料价格的 75%;在部分交通不便,地形地貌较为复杂的林地,介于经济效益的原因,农户就不再进行采伐,造成大量的竹资源无法利用^[26,27]。一方面,大量的竹林资源无法得到有效利用,另一方面,纸厂、竹片、竹炭竹纤维等加工产业原料的缺乏,制约了加工产业规模化、标准化的提升,限制了整个竹产业的发展,因此,在竹类资源前端链环节对先进的小型化、多功能集成化的技术,装备,机械具有迫切的需求。

2 竹产业前端链机械化现状

竹产业前端链机械属于林木机械,由于国外竹

表 1 主要产竹省竹林特征情况

Tab. 1 Characteristics of bamboo forests in major bamboo-producing provinces

省份	竹林面积:森林面积/%	种类	林分密度/(株·hm ⁻²)	坡度/°	土壤
福建	6.62	1. 毛竹 2. 绿竹 3. 石竹 4. 台湾桂竹 5. 黄甜竹	33 400	22.5	红壤、黄壤、紫色土
江西	6.22	1. 毛竹 2. 方竹 3. 罗汉竹	30 000	22.3	红壤、黄壤、山地黄棕壤
四川	2.33	1. 硬头黄竹 2. 慈竹 3. 楠竹 4. 绵竹	43 570	26	紫色土、黄壤
浙江	5.92	1. 毛竹 2. 雷竹 3. 高节竹	38 340	23	红壤、黄壤

林面积较小,竹资源开发利用不受重视,发达国家对竹类机械研究较少,发展中国家由于工业基础、经济效益的原因,无法进行大规模、持续性地研究;导致目前竹产业前端链机械化程度较低,很多环节的设备仍处于概念或样机阶段。

2.1 砍伐环节

国外对木材砍伐机设备较为成熟,通过油锯伐木,同时完成打捆、荆枝、转运等功能,现阶段国际知名的林业机械品牌有美国迪尔(John Deere)、日本小松(KOMATSU)、芬兰庞塞(Ponsse)^[28](见图 1)。



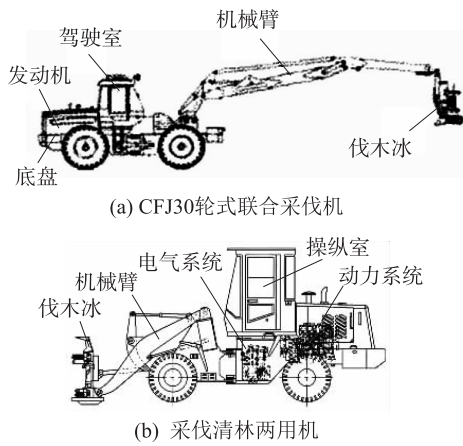
图 1 国外林木机械

Fig. 1 Forestry machinery abroad

联合采伐机以多轮浮动悬挂底盘、机械臂、伐木刀具头、驾驶室为主要结构,可适应多种复杂地形。

国内大型林业联合机械有 2007 年北京林业大学、哈尔滨林业机械研究所和东北林业大学联合研制的 CFJ30 轮式联合采伐机^[29,30];2015 年哈尔滨林业机械研究所研制的采伐清林两用机^[31](见图 2)。

丘陵地区竹林生长密度大,地理条件复杂,并且砍伐时需根据原料要求进行间伐,大型伐木机械体积较大,不利于在竹林狭窄的空间中行驶;伐木头的刀具和体积较大,无法伸入林中抓取目标,导致大型联合采伐机械在我国竹材生产中并未得到广泛应用。



(a) CFJ30轮式联合采伐机

(b) 采伐清林两用机

图2 国内林木机械

Fig.2 Domestic forest machinery

目前国内竹子采伐基本采用柴刀、油锯等方式，劳动消耗大、采伐效率低。南京林业大学机械电子工程学院的王金鹏提出了V形双圆柱铣刀切割方式；商庆清开发的丛生竹采伐锯，以凸轮式往复驱动机构带动锯片在卡臂间做往复运动来锯断竹杆；宜宾纸业股份有限公司和东莞市嘉航实业有限公司共同开发的电动伐竹剪^[32,33]（见图3）。

小型伐竹装备多数为样机，并未进行量产，其中电动伐竹剪充电时间为3.5 h，续航时间4.3 h，剪切能力80 mm，单根竹杆剪断时间3s，是普通刀具砍伐效率的2~3倍，但是电动装备受到了电池续航能力的限制。

2.2 剃枝环节

目前市场上暂无剃枝专用设备，李军计发明的一种简易无尘竹子加工去枝机，是利用加工台面和切削刃的转筒式去枝^[34]（见图4）。

该设备需要人力牵引，动力来源并未明确，且设备体积庞大不易运输，不能用于无道路无电力的林场。

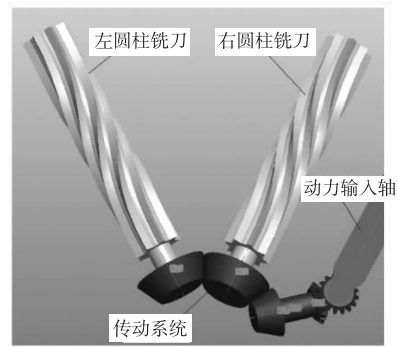
2.3 打捆环节

打捆机械现在有国际竹藤中心的费本华发明的圆竹打捆存放装置，该装置能够规范打捆方式，使打捆后的竹材形状和尺寸统一，利于存放和运输；另有手提式电动打包机，可替代人工捆扎的方式^[35,36]（见图5）。

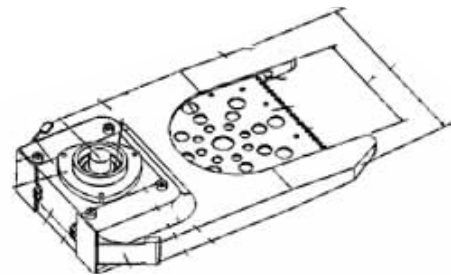
打捆机的助力方式和场地适用能力还需进一步优化；手提式打包机的捆扎能力，打捆重量需要进一步加强。

2.4 转场运输环节

转场运输主要是将竹材打捆后从采伐现场转运



(a) V形双圆柱铣刀切割



(b) 丛生竹采伐锯



(c) 电动伐竹剪

图3 国内伐竹机械

Fig.3 Domestic bamboo cutting machinery

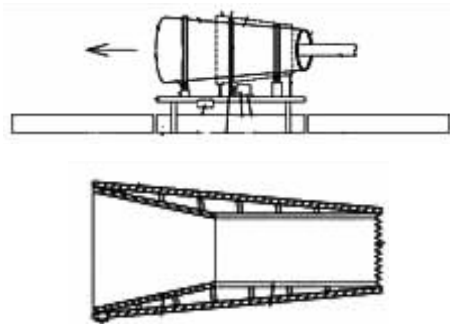


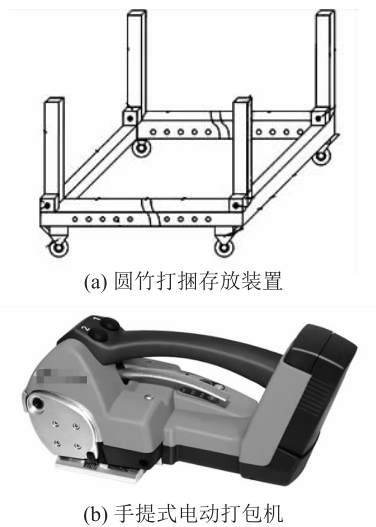
图4 一种简易无尘竹子加工去枝机

Fig.4 A simple dustless bamboo branch removal machine

至机动车可通行道路边的过程，现阶段主要是靠人力挑抬进行运输，有部分学者提出使用索道、滑道等方式的装备，但由于地形适应性、避障能力、运输效率和距离以及线路固定等因素，真正能够实施还存在着一段距离。

2.5 竹蔸破除环节

竹材砍伐后留下了大量竹蔸，这些竹蔸坚硬且



(a) 圆竹打捆存放装置

(b) 手提式电动打包机

图 5 竹类打捆机械

Fig. 5 Bamboo baling machinery

不易腐烂,一般需 10 年以上的时间才能自行腐烂,占用林地空间,在采伐后仍然依赖其尾锥部附着在竹根,从竹鞭和土壤里消耗养分,降低竹鞭发笋、长竹的数量和质量,从而降低竹林经济效益。现阶段有部分挖掘竹蔸的机械装置,如图 6 所示。



图 6 破碎式竹蔸挖掘机

Fig. 6 Crushing bamboo castanopsis excavator

破碎式竹蔸挖掘机通过粉碎竹蔸,破坏其内部组织,增加与空气、水分的接触面,加速竹蔸腐烂。在样机操作过程中,竹屑容易堵塞,不便于竹屑向上排出,流畅性还有待提高。

3 竹产业机械化建议

竹产业是我国的朝阳产业,在政府和市场二元主导下,产业崛起势在必行,现阶段前端链机械化发

展极不匹配产业的发展,迫切地需要根据丘陵山区竹材的生长环境和采伐要求,研制新型的砍伐、剃枝、打捆、转场运输等过程的成套设备。

3.1 加强竹产业前端机械设备研发

(1) 大型机械研发

通过对国外成熟林业机械技术的引进和参考,尤其是针对大型联合机械,改良机械的伐木头,使其能够适应竹材的砍伐,优化机械的行走方式,使其能够适应更加复杂的地形。

(2) 小型机械研发

结合丘陵山区的地理条件,对于小型化、多功能集成化的装备需求更加突出,机械设备应满足以下原则:a. 设备轻便,能进行单人携带或双人在快速拆分后携带并能够迅速装配;b. 由于能源限制,应考虑较强续航能力的充电式机械,或小型的油机,并提高机械的效率;c. 操作简单,具有省时、省力的优势。

3.2 建立标准化林场

通过建立标准化林场改善我国竹林粗放经营的现状,加强林场基础设施建设,在适当条件下对林场采取分类改造的方法,按照机械化要求,对林地丘陵区进行宜机化改造,修建林场通行道路,缩短转场运输的距离,修建林间作业道路,以满足中小型机械进场作业的需求。

3.3 探寻土地流转模式和竹材专业农机作业服务合作社模式

(1) 土地流转模式

在国家全面推行农村土地承包经营确权登记后,实现了农村土地所有权、承包权、经营权的分置,在确保农户权益的基础上实行土地流转。流转后的林场可以统一管理、统一改造、集中采伐,有利于前端机械化的发展。林场流转合理性和便利性是规模化经营的标志,也是实现前端成本最小化的有效途径。

(2) 竹材专业农机作业服务合作社模式

在主要产竹区域成立农机作业服务合作社,对机手和作业人员进行操作和技能培训,并配备先进的机械,走竹产业前端机械作业社会化服务的道路。在竹材集中采伐期间,通过对大中型林场和劳动力缺乏的农户自有林场进行有偿的伐竹服务,提高竹林资源的利用率,增加农户和作业人员的收入。

参考文献:

- [1] 傅万四. 竹材定向刨花板制造技术研究[M]. 北京:中国林业

- 出版社,2008.
- [2] 周芳纯. 世界竹业开发利用现状、趋势及对策[J]. 世界林业研究, 1992(1):50~56.
- [3] 杨开良. 我国竹产业可持续发展的思考[J]. 林业资源管理, 2013(3):12~16.
- [4] CLAYTON W D, RENVOIZE S A. *Genera Graminum: grass of the world*[M]. London:HMSO,1986.
- [5] 傅万四. 竹质 OSB 削片技术及工艺学研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2007.
- [6] 江泽慧, 费本华, 范少辉. 积极发展竹产业大力推进生态文明建设[J]. 国家林业局管理干部学院学报, 2014,(4):12~15.
- [7] Marouene A, Boukhili R, Chen J, et al. Buckling behavior of variable-stiffness composite laminates manufactured by the tow-drop method[J]. *Composite Structures*, 2016, 139:243~253.
- [8] 朱振贤, 张芬耀, 宋盛, 等. 竹亚科植物分类研究进展[J]. 世界林业研究, 2017(3):35~40.
- [9] 张荣兴, 张德晖. 竹苑清理技术发展现状与趋势[J]. 农业工程, 2019,9(3),12~15.
- [10] 孙鹏, 刘屈原, 李艳, 等. 四川竹业转型升级基础与潜力[J]. 四川林业科技, 2017,38(5):13~17.
- [11] 窦营, 余学军, 岩松文代. 中国竹子资源的开发利用现状与发展对策[J]. 中国农业资源与区划, 2011,32(5):65~70.
- [12] 南京林产工业学院. 木材切削原理与刀具[M]. 北京:中国林业出版社,1983.
- [13] 林石. 伐木链锯切削工况的研究[J]. 南京林业大学学报, 1985(4):124~137.
- [14] 王云. 广德县竹产业可持续发展探析[J]. 现代农业科技, 2018(23):173~174.
- [15] Global Views-China; Studies from University of Exeter Further Understanding of China (Food Production Standards and the Chinese Local State: Exploring New Patterns of Environmental Governance in the Bamboo Shoot Industry in Lin'an)[J]. *Food Weekly News*,2018.
- [16] 沈晓君, 张翔. 赤水市竹产业发展现状及对策[J]. 现代农业科技, 2018(18):162~164.
- [17] 毛昌华. 福建南平市建阳区竹产业发展 SWOT 分析[J]. 世界竹藤通讯, 2015,13(06):42~45.
- [18] 王海霞. 江西竹产业发展现状与对策—基于江西 5 个毛竹之乡的调查分析[J]. 世界竹藤通讯, 2016,14(02):43~46.
- [19] 邹全程, 闫平. 四川泸州竹产业发展潜力及其对策[J]. 竹子学报, 2017,36(01):89~94.
- [20] 夏爱萍, 熊跃武, 马朝洪. 四川省竹产业现状及发展对策[J]. 世界竹藤通讯, 2011,9(03):34~37.
- [21] 曹先磊. 毛竹林经营投入产出关系与经营效益分析[D]. 浙江农林大学, 2015.
- [22] 胡婧馨. 宜宾市农业机械化的现状、问题与对策[D]. 西南交通大学, 2016.
- [23] 陈建, 陈川, 陈洪. 西南地区微耕机面临的三大新挑战及对策探讨[J]. 农机化研究, 2014,36(10):245~248.
- [24] 于增扬. 丘陵山区水田农业机械化的高级阶段(三) 丘陵山区爬坡型交通运输车辆[A]. 中国农业机械学会. 2012 中国农业机械学会国际学术年会论文集[C]. 中国农业机械学会:中国农业机械学会, 2012:4.
- [25] 陈宝峰. 新时期山西省农机化发展研究[D]. 中国农业大学, 2005.
- [26] 张建, 郭雯, 漆良华, 等. 中国竹类植物植硅体碳研究[J/OL]. 世界林业研究:1~5[2019-06-12]. <https://doi.org/10.13348/j.cnki.sjlyyj.2019.0028.y>.
- [27] 范少辉, 刘广路, 苏文会, 等. 竹林培育研究进展[J]. 林业科学研究, 2018,31(01):137~144.
- [28] 徐鑫, 郭克君, 满大为, 等. 国内外林木采伐及林地清理装备现状分析[J]. 林业机械与木工设备, 2017,45(2):4~9.
- [29] 鲍际平, 刘晋浩. CFJ30 轮式采伐联合机底盘传动方案的研究[J]. 湖北农业科学, 2009(10):73~75.
- [30] 魏占国, 刘晋浩. 轮式林木联合采伐机底盘的设计与研究[J]. 广西大学学报, 2010(4):263~268.
- [31] 杨健, 朱志建, 杨倩倩, 等. 毛竹林机械化生产装备的开发与应用[J]. 世界竹藤通讯, 2013,11(5):22~26.
- [32] 王金鹏, 于灵, 周宏平, 等. 伐竹用 V 型双圆柱铣刀切割方式研究[J]. 林业工程学报, 2016,1(6):124~129.
- [33] 南京林业大学. 丛生竹采伐据[P]. 中国:CN201510901464.4, 2016-04-27.
- [34] 遂昌县睿鼎科技服务有限公司. 一种简易无尘竹子加工去枝机[P]. 中国:CN201810046941.7, 2018-05-25.
- [35] 余邦模, 吴樟森, 许修. 便携式挖根机简介[J]. 浙江林业科技, 1982,03:46~47.
- [36] HAN Jiang, ZHOU Hong-ping, WANG Jin-peng. Development and Trend of Agricultural and Forestry Bundling Machines [J]. *FORESTRY MACHINERY & WOODWORKING EQUIPMENT*, 2015(8):10~13.