

# 山地橘园链式循环货运索道设计\*

洪添胜 苏建 朱余清 杨洲 岳学军 宋淑然

(华南农业大学南方农业机械与装备关键技术教育部重点实验室, 广州 510642)

**【摘要】** 为解决山地橘园的果品和农资等轻简化和省力化运送问题,提出了一种链式循环货运索道技术。该索道由驱动装置、起重链索、支架、水平托索机构、转向机构、自动张紧机构、垂直托索机构、组合托索机构和物品挂钩等组成。在广东省龙门县和江西省安远县的山地橘园实地安装此索道,链索实现了上下坡、转弯和直线的循环运行,果农站在地面可随意上载或下卸物品,最高生产率可达 6.8t/h,实现了山地橘园物品省力和有效运送的目的。

**关键词:** 山地橘园 链式索道 货物运输

**中图分类号:** S229+.1; TD563 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2011)06-0108-04

## Circular Chain Ropeway for Cargo Transportation in Mountain Citrus Orchard

Hong Tiansheng Su Jian Zhu Yuqing Yang Zhou Yue Xuejun Song Shuran

(Key Laboratory of Key Technology on Agricultural Machine and Equipment, Ministry of Education,  
South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

### Abstract

A circular chain cargo transportation ropeway system was proposed and developed for a simplified and labor-saving method to transport fruit and production materials in mountain citrus orchards. The ropeway system was composed of driving devices, hoisting chain, horizontal chain pulley, steering mechanism, automatic tensioning device, vertical chain pulley, combined chain pulley and cargo hooks. With the in-situ ropeway system installed in Guangdong and Jiangxi provinces, the chain circulation movement including up and down hill, steering and straight operations around the mountain was realized, fruit and production materials could be easily uploaded and downloaded by farmers standing on the ground, thereby the labor-saving and effective mountain citrus orchard cargo transportation was achieved.

**Key words** Mountain citrus orchard, Chain ropeway, Cargo transportation

### 引言

近年来,中国柑橘生产基本形成了跨省(市)的浙南—闽西—粤东柑橘带、赣南—湘南—桂北柑橘带、长江上中游柑橘带、鄂北—湘中柑橘带和一批特色柑橘生产基地<sup>[1]</sup>,这“四带一基”的地形多为丘陵山地,而且柑橘大部分种植在山地上,立地条件差,许多果园没有作业车道,传统的机械很难进入果园开展作业,柑橘果品和农资的运送主要依靠人工肩

担和背篓背负运送,这种运输方式不仅劳动强度大、效率低、成本高,而且果品容易受损,已成为制约山地果园发展重要问题之一。

为了提高山区农业生产效率、减轻果农的劳动强度、解决山区青壮年劳力不足等问题,山地果园省力化机械与设施成为当前研究热点,其中运送机械的研究成为首要解决的问题。目前,综合考虑山区的地形特点和生产成本等因素,工程索道以施工方便,对周围的环境破坏性较小等优势,成为山区主要

的运输工具<sup>[2]</sup>。常见的工程索道可以分为林业索道、客运索道、货运索道和缆索起重机4大类<sup>[3]</sup>。这些索道都是在均匀重力场的作用下,以缆索承载和缆索传动为主体的机械化和半机械化运输通道,大多采用循环式和往复式索系<sup>[4-9]</sup>。但目前针对山地果园农资和果品运输的货运索道还未有报道,主要原因是山区地形复杂多变,小果园多,标准化种植较少。山地果园的特殊环境和条件,对货运索道提出了更高的要求。索道设计必须能适应不同地势远距离输送货物并且满足不同区域挂载果品和农资的要求;经济上要考虑果农的收入不高,索道建设的造价应适宜,安全上要考虑山地果园劳作有不少老弱妇孺参与,安全可靠不可忽视。为此,本文提出山地橘园链式循环货运索道<sup>[10]</sup>。

## 1 山地橘园链式循环货运索道总体方案

### 1.1 设计要求

根据果园地形和果树种植情况,山地橘园链式循环货运索道要满足以下要求:

(1)索道的支架可用水泥杆支架或龙门支架,并按山形、地势等选择一定的间隔进行布局,跨越水塘等可增大距离。

(2)每隔一定的距离设一挂钩,可随时往索道挂钩上上载或下卸物品,而不用专门的装卸台。确定每个挂钩的最大装载量时要考虑索道的承载能力和人们方便上载、下卸物品的质量。

(3)索道驱动装置的动力源可选用电动机、汽油机或柴油机。

(4)索道能实现上下坡、转弯和直线运动。

(5)要有控制索道下垂度装置。

(6)在考虑上载、下卸物品方便的前提下,确定索道运行速度和运送生产率。

(7)考虑索道的可靠性和安全性、施工安装的方便性和建造的经济性。

(8)在索道支架上可挂杀虫灯和杀虫板等,实现索道的综合利用。

### 1.2 基本组成

根据上述设计要点,山地橘园链式循环货运索道由驱动装置、链索、支架、水平托索机构、转向机构、自动张紧机构、垂直托索机构、组合托索机构和物品挂钩等组成,如图1所示。

### 1.3 工作原理

在山地橘园链式循环货运索道中,电动机(或汽油机、柴油机)通过带轮、胶带将动力传输到减速器,由减速器带动驱动盘使链索运动,链索的相邻链环互呈 $90^\circ$ ,其中一个链环用来驱动,另一个链环用

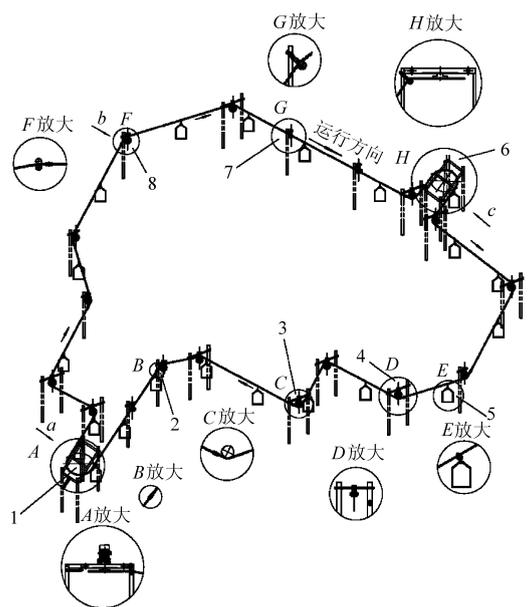


图1 山地橘园链式循环货运索道示意图

Fig.1 Circular chain ropeway for cargo transportation in mountain citrus orchard

1. 驱动装置 2. 水平托索机构 3. 转向机构 4. 龙门支架
5. 物品挂钩 6. 自动张紧机构 7. 垂直托索机构和单立柱架
8. 组合托索机构

来连接挂钩(按一定间隔设置挂钩)。根据地形、地势和兼顾果树等的需要,以一定的距离作为支架的间隔,在直线度较好的传输线路中,可采用钢筋混凝土单立柱支架,在果园现场制作以减少成本,在转弯及较复杂的场合,则用龙门架(水泥杆或钢管制作)。在单立柱架或龙门架上根据需要安装水平托索机构、转向机构、自动张紧机构、垂直托索机构、组合托索机构,链索在上述机构中实现上下坡、转弯和直线的盘山循环运行。在一定间隔的物品挂钩上,果农站在地面可随意上载或下卸物品,实现山地橘园物品的链式索道的循环运送<sup>[10]</sup>。在链式循环货运索道线路经过的左、右两侧的一定范围,为该索道的服务区域。

## 2 链式索道的关键技术

链式循环货运索道建造在山地橘园中,是一种轻简型的货运索道,其驱动和运行较特殊,因此其关键技术显得非常重要<sup>[10-13]</sup>。

### 2.1 起重链索

传动用的索道采用起重链索,它由垂直链环与水平链环交错连接,在其他部件的协调作用下,起着传递动力、连接挂钩和运送物品的作用。它跟驱动盘、托索轮和挂钩的联系最密切。

### 2.2 驱动装置

驱动装置由支架、支架夹紧角钢、驱动架槽钢、

滑动支架滚轮、滑动支架、张紧丝杆、驱动电动机(或汽油机、柴油机)、减速器、垂直托索机构、万向调节紧固装置、驱动盘及链索等组成,如图2所示。万向调节紧固装置把垂直托索机构固定在横向固定支架上,可调节链索的进入和输出的方向,垂直托索机构把链索引导到驱动盘,使链环与驱动盘齿相互啮合。驱动装置不仅为链式循环索道链索提供了适度的张紧力,而且也能为链索运行提供了必需的驱动力,垂直托索机构与驱动盘的安装方式可引导链索进入驱动盘齿,盘齿与链环啮合过程产生的驱动力使链索能克服运行和挂载过程的阻力,实现链式循环索道的输送货物的目的<sup>[11]</sup>。

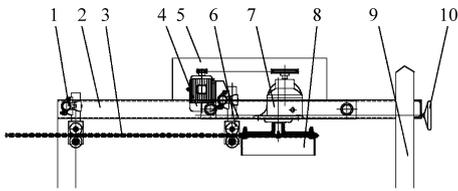


图2 链式索道驱动装置

Fig. 2 Driving device of chain ropeway

1. 万向调节紧固装置 2. 槽钢 3. 链索 4. 驱动电动机 5. 胶带罩 6. 垂直托索机构 7. 减速机 8. 驱动盘 9. 支架 10. 张紧丝杆手轮

驱动装置的功率,要根据坡度大小、链索长度、载荷、索道走向、索道运行速度和机械效率等通过计算确定,并在试验中进行检验。

### 2.3 组合托索机构

组合托索机构主要由水平托轮组、水平托轮轴、支架、链索、垂直托轮组、垂直托轮轴等组成<sup>[12]</sup>,如图3所示。它们承担着链索的传动,包括直线、转弯和上下坡运行传动。在设计中要考虑托索机构的链索和挂钩不卡滞,轴承转动灵活,振动和噪声小。

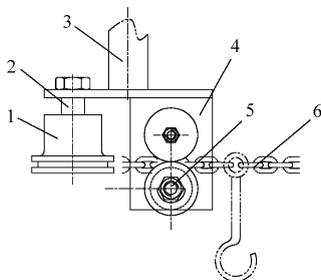


图3 链式索道组合托索机构

Fig. 3 Chain composed pulley of ropeway

1. 水平托索轮 2. 水平托索轮轴 3. 支架 4. 垂直托索轮 5. 垂直托索轮轴 6. 链索

组合托索机构的作用是能支承链索,使链索既能水平转弯又能垂直或斜线运动,链索用于远距离输送货物。

### 2.4 链索张紧机构

链索本身有一定的自重,再加上挂钩上搭载的物品,在跨度较大的地方,链索的下垂量较大,严重时导致物品拖地的现象,因此有必要设计链索的张紧机构。可考虑在驱动装置上设计手动或自动张紧机构,也可在索道松边或在中间位置设计自动张紧机构(图1)。为减少跨度大的地方链索下垂大的状况,可在链索上方设置托索吊轮。

### 2.5 万向调节紧固装置

万向调节紧固装置如图4所示<sup>[13]</sup>。其最大的优点在于能方便调节垂直托索机构和水平托索机构的相对空间位置,能很好地适应链索在托索机构内顺滑通过,减小通过阻力,便于对托索机构进行安装和定位;另一方面,由于紧固件是可拆卸的,当托索机构出现故障时,可方便地对其进行维护和保养,降低了链式索道的使用成本。

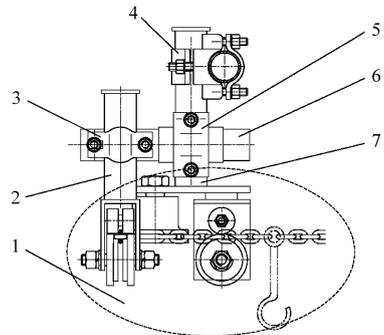


图4 万向调节紧固装置连接示意图

Fig. 4 Connection of universal adjusting and fixture device

1. 组合托索轮 2. 垂直托索轮支架 3、4、5. 万向调节紧固装置 6. 横向连接支架 7. 水平托索轮支架

## 3 链式索道的运行

根据本文设计的链式索道,在广东省龙门县山地橘园安装了一条盘山链式循环货运索道。如图5a所示,总长为256 m,盘山而建,最陡处的坡度为33°,间隔5m左右设置一挂钩,使用1.5 kW单相电动机驱动,并采用无线遥控装置远程控制驱动电

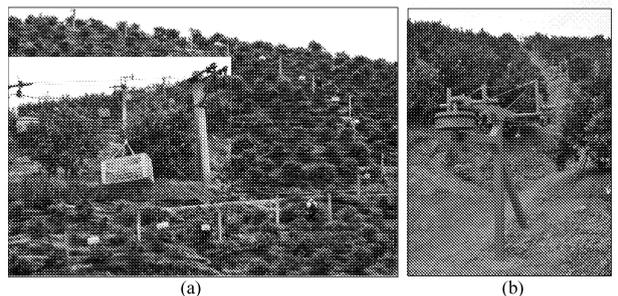


图5 运行中的山地橘园链式循环货运索道

Fig. 5 Chain ropeway for cargo transportation in operation

(a) 广东省龙门县 (b) 江西省安远县

动机的启动与停止,索道运行速度为 0.3 m/s(即 1.08 km/h)。每个挂钩搭载 20、25 和 30kg 物品时,该索道运送物品的最高生产率分别为 4.32、5.40 和 6.48 t/h。图 5b 是在江西省安远县山地橘园试验示范的链式货运索道,总长 220 m,它与图 5a 盘山货运索道有区别,是沿橘园纵坡的人行小道实现上坡、下坡和转弯的布局。由于采用了托索吊轮,支架的间隔可增大,使索道能跨越较宽的河沟和水塘等,并能直接降低索道的建造成本。

## 4 结束语

山地橘园链式循环货运索道省力化和轻简

化的理念体现在:可根据山地橘园的地形地貌和果树种植情况,灵活布置链式循环货运索道;索道的支架可利用在果园现场制作的水泥杆或钢管为基础构成;果农在地面可随时往挂钩上载或下载物品,而不用专门的装卸台;索道能上下坡、转弯和直线地盘山循环运行,实现连续和循环的物品运送;该索道的启动与停止实现无线远程遥控;最高生产率可达到 6.8 t/h;索道的支架上还可挂杀虫灯、杀虫板等,实现索道的综合利用。该索道的应用,可避免在难以修建运送道路的山地果园中劈山造路,从而减少土地的浪费和修路成本。

## 参 考 文 献

- 何劲,祁春节. 中外柑橘产业发展模式的比较与借鉴[J]. 经济纵横,2010(2):110~113.
- 周新年,郑丽凤,邓盛梅,等. 我国工程索道的发展与展望[J]. 福建林学院学报,2005,25(1):1~4.  
Zhou Xinnian, Zheng Lifeng, Deng Shengmei, et al. The development and prospect of the engineering ropeway in our country [J]. Journal of Fujian College of Forestry, 2005, 25(1):1~4. (in Chinese)
- 王庆武. 中国索道建设的现状与发展趋势[J]. 中国索道,2001,1(2):1~6.  
Wang Qingwu. The actuality and development of the passenger tram way building in China [J]. China Ropeway, 2001, 1(2):1~6. (in Chinese)
- 周新年. 我国林业索道的发展与展望[J]. 林业科技,1989(5):58~61.
- 周新年,邓辉平,詹正宜,等. 我国客运索道现状与福建省客运索道开发研究[J]. 福建林学院学报,2000,20(2):110~113.  
Zhou Xinnian, Deng Huiping, Zhan Zhengyi, et al. The present situation of passenger ropeway in our country and its development in Fujian Province [J]. Journal of Fujian College of Forestry, 2000, 20(2):110~113. (in Chinese)
- 周新年,邓辉平,高智,等. 各类客运索道分析与建设客运索道应考虑的问题[J]. 福建林学院学报,2000,20(3):207~210.  
Zhou Xinnian, Deng Huiping, Gao Zhi, et al. Analyses of common passenger ropeways and ponderation of constructing passenger ropeways [J]. Journal of Fujian College of Forestry, 2000, 20(3):207~210. (in Chinese)
- 单圣涂,汪斌,邓曼涯. 关于我国架空索道技术自主发展问题的探讨[J]. 森林工程,2003,19(6):18~20.  
Shan Shengdi, Wang Bin, Deng Manya. Discuss on the independent development of cableway techniques in China [J]. Forest Engineering, 2003, 19(6):18~20. (in Chinese)
- 张立忠. 我国矿山载人索道现状及发展前景[J]. 中国索道,2002,2(5):1~4.  
Zhang Lizhong. Development and application of carrying people rope way in the mine [J]. China Ropeway, 2002, 2(5):1~4. (in Chinese)
- 陈洁余,陈新,侯巨拉,等. 新型绷拉式索道的研究[J]. 中南林业科技大学学报,2008,28(2):104~108.  
Chen Jieyu, Chen Xin, Hou Jula, et al. Study of a new cross-stretched cableway [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2008, 28(2):104~108. (in Chinese)
- 洪添胜,苏建,朱余清,等. 一种果园货运系统:中国, CN101607632 [P]. 2009-12-23.
- 朱余清,洪添胜,苏建,等. 用于山地果园链式循环货运索道的驱动装置:中国, CN101786541A [P]. 2010-07-28.
- 朱余清,洪添胜,苏建,等. 用于链式索道的组合支承装置:中国, CN101607633 [P]. 2009-12-23.
- 朱余清,洪添胜,苏建,等. 用于链式托索机构的万向紧固装置:中国, CN101700829A [P]. 2010-05-05.