

# 手摇缫丝车的设计与应用

陈璐 刘昌文 龙唐忠 孙继波 李一平\*

(湖南省蚕桑科学研究所,长沙 410127)

**摘要** 手摇缫丝车,由车架、主动轮、手柄和缫丝锭四部分组成。这种车采用开口圆带传动。车架前后设有固定杆,主动轮和被动轮采用榫卯结构。手摇曲柄摇动主动轮旋转,通过圆带带动活连接在被动轮两端木轴上的缫丝锭旋转,完成缫丝工作。手动开车、停车。经过应用,能让青少年学习煮茧缫丝科技知识,也可成为农村微型缫丝厂骨干设备。

**关键词** 手摇缫丝车 圆带传动

缫丝织绸起源于中国,茧丝绸业也一直是中国的传统产业。通过对夏、商、西周考古<sup>[1]</sup>,发现这三代的纺纱工具都是用“纺专”<sup>[2]</sup>,说明在新石器时代,最原始的缫丝方法,是用手抽丝,再将丝卷绕到器具上。1978年山东省临沂金雀山西汉墓出土帛画中清晰的展现出一位妇女用手拨车轮进行纺纱操作<sup>[3]</sup>,证明从汉代开始出现拨动绳轮式纺车。此后延续发展,直至宋末元初,手摇曲柄轮辐传动纺车类型逐渐完善<sup>[4]</sup>。目前,蚕桑文化科普体验活动已成为青少年儿童深入了解丝绸之路文化和蚕桑发展历史,认识自然、学习科学知识、培养观察能力和爱心的科学体验活动<sup>[5]</sup>。由于相关缫丝实验场地、设备的限制和缺乏,蚕桑科普活动在蚕期饲养结束后就会潦草结束,往往忽略掉煮茧缫丝这一重要体验环节,导致科普体验不够完整。为此,设计出一种手摇缫丝车。

## 1 工作原理

用手摇动曲柄带动主动轮旋转,通过圆带传动缫丝锭旋转,把茧丝交叉缠绕在缫丝锭上,完成缫丝工作。缫丝过程中,传送圆带保证了卷绕连接丝的松紧度,避免连接丝松散脱落。

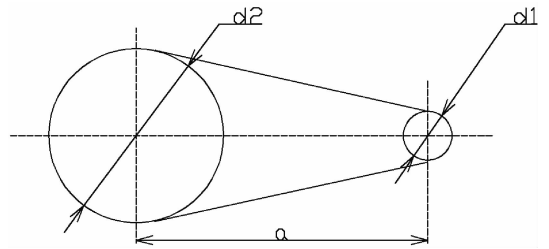


图1 缫丝车工作原理

$$\text{传动比 } i = \frac{d_2}{(1-e)d_1} = 4$$

式中, $d_2$  主动轮轮辋直径(mm); $d_1$  被动轴直径(mm);弹性滑动率设为  $e=0.02$ 。

$$\text{传动圆带长 } L = 2a + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + \frac{1}{4a}(d_2 - d_1)^2 = 1725(\text{mm})$$

式中, $L$  基准长度(mm); $a$  中心距(mm)。

## 3 结构组成

### 3.1 结构组成

手摇缫丝车如图 2-3 所示,其组成包括:车架 1,车架 1 对称设置有支撑座 2,用于连接主动轮 6;车架 1 尾部设置有固定座 3,用于连接被动轮轴 8 和缫丝锭 7;两组支撑座 2 设有转轴 4,转轴 4 通过支撑座 2 连接手柄 5。主动轮

\* 资助项目:湖南省科技发展计划项目(2018NK2056)

作者简介:陈璐(1984—),男,大学本科,助理农艺师,从事蚕桑技术与推广工作。

通信作者:李一平(1968—),男,研究员。E-mail:704032779@qq.com

6 由左右对称的 8 根轮齿组成,呈“米”字形排列。轮齿两端设有凹槽,用于栓拉细绳,细绳交叉缠绕在主动轮 6 的轮齿上,形成一个似圆形的轮辋,轮辋直径约 320 mm。轮辋中部位置套接有传动圆带 9,固定座 3 前后贯穿设置有被动轴 8,传动圆带 9 的另一端套接在被动轴 8 的外壁中部,缫丝锭 7 套接在被动轴 8 的左右两侧,便于缫丝取丝。考虑缫丝车制作要求和使⤵用环境,选用韧性较好、材质稳定和坚硬耐磨的柳木为制作原材料。

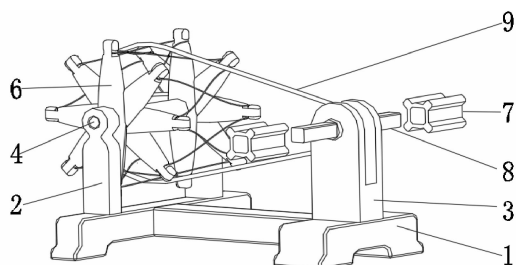


图 2 手摇缫丝车结构图

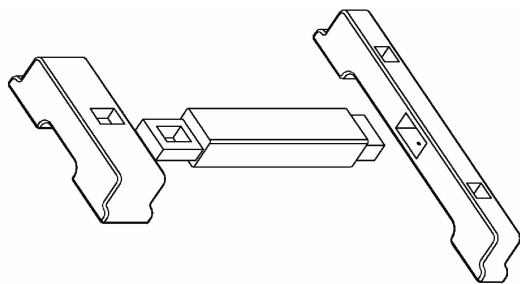


图 4 车身结构局部展开图

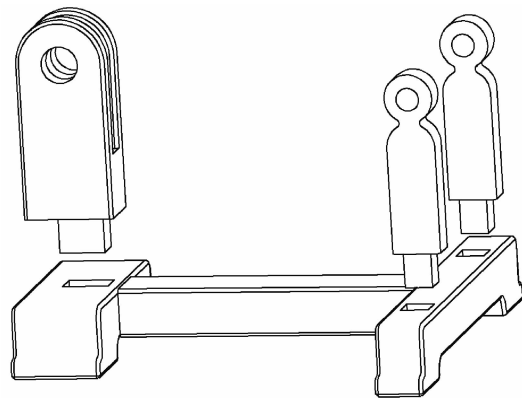


图 5 车架整体结构图

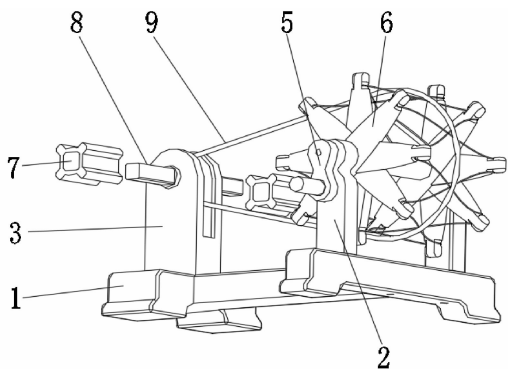


图 3 手摇缫丝车结构图

### 3.2 车架

车架由车身、支撑座和固定座三部分组成。车身如图 4 所示,前后底座中间采用横梁连接,整体长 635 mm;主动轮支撑座和被动轴固定座如图 5 所示,轴心为同一水平高度,轴间距 535 mm,离地高度 325 mm。车身底部左右两侧均设有螺栓,支撑座和固定座底部设置有与螺栓匹配的螺孔,支撑座、固定座与车身通过螺栓螺孔连接,便于拆卸维修,保证缫丝车能长时使⤵用。

### 3.3 主动轮

主动轮结构如图 6 所示,由左右对称的 8 根轮齿组成,呈“米”字形排列。单侧轮齿结构由 4 根轮骨堆叠组成,轮骨中间宽 70 mm,两端宽 34 mm,呈弧形,轮骨间用螺栓连接。主动轮轮齿两端设有凹槽,用于栓拉细绳,细绳交叉缠绕在轮齿上,形成一个似圆形的轮辋,轮辋直径约 320 mm。主动轮旋转 1 圈,缫丝长度约为 1 m。

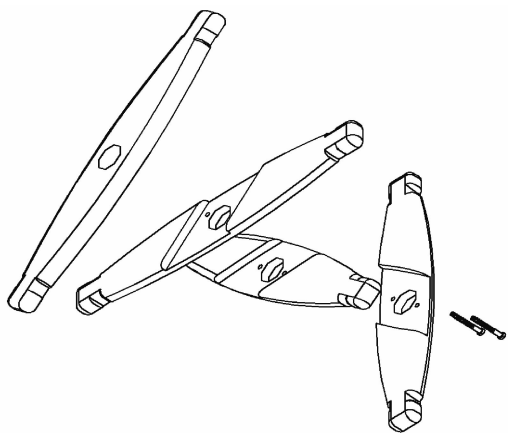


图 6 主动轮结构局部展开图

### 3.4 手柄

手柄含摇杆和曲柄(图7),曲柄靠近支撑座的一侧设螺栓孔,用螺栓与转轴连接。曲柄长度设计以克服缫丝车转动阻力矩( $M_{外} > M_{阻}$ )和满足青少年平均身高适应的力臂为基线,将摇杆的离地高度设置到操作者手发挥的最佳位置。

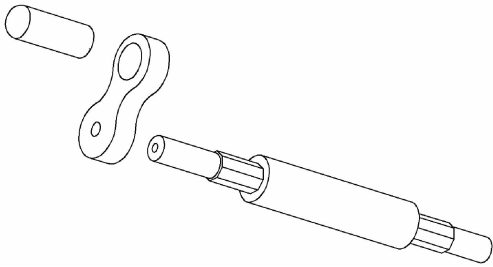


图7 手柄结构展开图

### 3.5 缫丝锭

缫丝锭套接在被动轴的左右两侧,可同时缫丝和添绪。当蚕茧缫解完成后,可将缫丝锭替换或直接从缫丝锭侧面取丝。

## 4 缫丝车的应用

### 4.1 启迪青少年学习煮茧缫丝科技知识的心灵

煮茧缫丝是蚕桑科普互动体验活动中的重要环节,更是启迪青少年学习煮茧缫丝科技知识心灵的钥匙。通过实际操作,在丰富课堂教学内容的同时,使青少年能掌握一种实验手段和方法,提高学习科学知识的兴趣。这种缫丝车从外观上吸取了传统手摇缫丝车的优点,造型简洁、精美;采用模块化处理,将缫丝车各个零件逐一拆卸,青少年可按说明书完成拼装,在锻炼动手能力的同时,增强了科普活动的趣味性;缫丝车主动轮旋转1圈,缫丝长约为1m,让青少年在缫丝过程中能直观的感受蚕茧丝质

和丝长,提高了活动的科学性。

### 4.2 成为农村兴办微型缫丝厂的骨干设备

煮茧缫丝是提高蚕桑产业附加值和蚕农收入的重要手段,而传统缫丝厂往往受到环境、人力和原料成本上升等方面的制约,蚕业生产大多集中在农村地区,电力供应也难以保障。这种手摇缫丝车不需电力,只要用手摇动曲柄,蚕丝就可轻绕上缫丝锭,使用简便。缫丝车两边缫丝锭可同时作业和更换,在提高工作效率的同时,也能记录丝长和丝量,缫丝成本极低,适宜在农村蚕农中兴办用手摇缫丝车缫丝的微型缫丝厂。微型手摇缫丝厂在传统产业之余,再结合乡村游和农家乐等旅游活动,以弘扬蚕桑文化为主题,让游客动手采桑养蚕、缫丝纺织,使蚕桑产业成为名副其实的绿色、生态和可循环的朝阳产业,将成为一种精准扶贫的形式。

## 5 结语

该手摇缫丝车操作方便,制造成本较低,结构简单,造型精美。整体结构设计用榫卯结构和背面螺栓连接方式,外表无螺栓孔位,既安装方便,整体结构牢固且方便拆卸,便于生产和运输。

## 参考文献

- [1] 李强,李斌,杨小明. 中国古代手摇纺车的历史变迁:基于刘仙洲先生《手摇纺车图》的考证[J]. 丝绸,2011,48(10):41-46.
- [2] 中国国家博物馆. 文物夏商周[M]. 北京:中华书局,2009:27,61,92.
- [3] 陈镗. 古代帛画[M]. 北京:文物出版社,2005:37.
- [4] 史晓雷. 再探中国古代手摇纺车的历史变迁[J]. 丝绸,2012(8):69.
- [5] 罗尤海,余富中. 科普蚕饲养的意义与在中小生物学教学中的作用[J]. 蚕学通讯,2005,25(3):41-43.