

# 明以前我国轧花工具的传承与创新

刘蕴莹<sup>1</sup>,张妍<sup>2</sup>,程隆棣<sup>1,\*</sup>

(1.东华大学纺织学院 纺织面料技术教育部重点实验室,上海 201620;

2.大连外国语学院 国际艺术学院,辽宁 大连 116044)

**摘要:**明以前我国轧花工具经历了从手剥、赶辗、手摇、脚踏的发展过程,赶碾到手摇过程中辗轴、曲柄摇杆装置的使用突破了我国古代棉纺织技术的瓶颈,手摇到脚踏解决了轧花过程中的动力传动问题,为我国近现代棉纺织业的发展提供了技术动力和源泉。

**关键词:**棉花取籽;搅车;轧花机;棉纺织技术

**中图分类号:**TS113

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2016)07-0013-05

棉籽粘生于棉桃的内部,很不容易剥离,因此脱棉籽是棉纺织区别于麻、毛、丝纺织工艺的最大不同之处,同时也是棉纺织技术进程中的一道难关<sup>[1]</sup>。

## 1 原始棉花取籽技术

最早关于棉花取籽技术的记载是直接用手从棉花中取出棉籽,陶宗仪的《南村辍耕录》中记载人们曾用手直接剥离棉籽的方法。宋时期史炤的《通鉴译文》、方苞的《泊宅编》、赵汝适的《诸蕃志》中(见表1)记载有用铁杖、铁筋碾压的方法剥离棉籽的技术,这种方法取籽一般采用两头细中间粗的锤形铁杖,在木板上回旋,由于棉纤维与铁杖的摩擦力较大,纤维会贴着铁杖一起滚动,棉籽与铁杖摩擦力很小,最终纤维被铁杖带走,只留下棉籽(见图1)<sup>[2]</sup>,起到去籽的效果。



图1 赶搓法取籽示意图

刘仙洲在《中国古代在农业机械方面的发明》一文描述了关于谷物去糠皮的辗棒技术,先把带糠皮的谷物放在比较平坦的石块上,用手拿着另一较小的石棒在谷物上往复搓动或辗动,使糠皮脱下,这与棉花去籽时用铁杖或铁筋碾压剥离棉籽的方法原理是相一致的<sup>[3]</sup>。根据刘仙洲的推断至少在4 000年以前,当人类最初进入农业社会并以谷物为主要食物后,人们已经开始把辗棒的相关原理用于日常农业生产中了<sup>[4]</sup>。虽

然这一结论不能断定何时、如何把辗棒应用于棉花去籽,但可以推断是随着棉花在我国的广泛种植和使用,辗棒原理被人们逐渐应用于棉花的去籽技术中,替代原始的用手剥离棉籽的方法。

显然木棍和铁杖碾压技术比用手剥落棉籽有进步,生产效率也有一定程度的提高,但不管是徒手剥籽,还是借助铁杖、铁筋或者木棒的力量来取籽的方法,因双手的赶动力量有限,棉籽又生于棉英内部,数量不少,所以生产效率比较落后<sup>[5]</sup>。随着宋以后棉花在我国广泛种植,原始落后的取籽技术因效率低下,一定程度上使棉纺织生产停滞于脱棉籽这道工序上。

云南是我国较早种植棉、纺棉的地区之一,在云南关于棉花取籽技术的记载除了用手剥取籽外,还有云南黎族用箩筐和小木棒来取籽,用一根带有小十字的小木棒插进籽棉堆中,然后用双手搓动小木棒,使棉籽与棉絮分离,脱落在箩筐的底层,最后取出棉絮。

## 2 辗轴、曲柄摇杆机构的创新

宋末元初随着棉花在中国大地的广泛种植,棉纺织生产的相关技术也得以快速发展,尤其是阻碍棉纺织的取棉籽技术更是得到了质的飞跃,虽然目前无法考证取籽技术具体何时、如何从铁杖和木棍取籽发展到手摇搅车、从手摇搅车到脚踏搅车的历史过程,但相关农书的记载说明了轧花技术的历史进程(见表1)。

宋元时期是我国古代机械的一个高峰时期,机械各部分间的构件已经具有一定的相对运动的位置,能传递、转换运动或实现某些特定运动。王祯《农书》记载的木棉搅车<sup>[6]</sup>(见图2)的形制就对这一机械运动进行了很好的描述,“昔用辗轴,今用搅车,尤便,夫搅车四木作框,上立工小柱,高约五尺,上以方木管之,立柱

收稿日期:2016-05-08

作者简介:刘蕴莹(1972-),女,博士研究生,研究方向为古代纺织工程。

\* 通信作者:程隆棣,教授,ldch@dhu.edu.cn。

各通一轴,轴端俱作掉拐,轴末不透,二人掉轴一人喂上棉英,二轴向轧,则子落于内棉出于外,此用辗轴工利数倍,令图谱使民易做。”这里所提的“木棉搅车”是无足手摇搅车,其在辗轴取籽法的基础上,利用摇杆装置,摇杆的主体部分是两根粗细不同的转辊,分别与摇杆连接。操作时,两人分别转动两个摇杆,另一人在两辊中间喂入籽棉。下辊较粗,转速较慢,相当于原来的托板,上辊较细,转速较快,相当于原来的铁杖(见图3)<sup>[2]</sup>,使棉籽和棉纤维分离。虽然这种装置需要3人同时操作,但却比手工取籽和铁杖取籽生产效率提高了很多,突破了轧花技术发展的瓶颈。

表1 元代农书取籽技术的描述

书名	作者	完成年代	关于轧花的描述
通鉴译文	史炤	南宋	铁杖
泊宅编	方勺	宋	铁杖(用铁杖擗尽黑子)
诸蕃志	赵汝适	1225年宋	铁筋
农桑辑要	司农司	1273年	铁擗
南村辍耕录	陶宗仪	元末明初	手
农书(农器图谱)	王祯	1313年	搅车
农政全书	徐光启	明	搅车
天工开物	宋应星	明	赶车

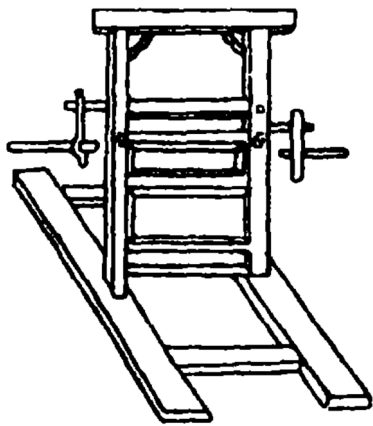


图2 搅车(农书)



图3 辗轴取籽意图

元末明初陶宗仪的《南村辍耕录》卷24、诗人王逢《梧溪集》卷三的《黄道婆祠并序》、《上海志、祠志》等中也都记载有黄道婆改进黎族所用的“踏车”——轧棉工具的事迹,其中关于轧花技术的描述就是对这种利用摇杆装置和辗轴原理创造出的新型3人手摇搅车很好的论证。这个时期轧花工具的创新点就是利用了辗



图4 手摇搅车

轴、曲柄摇杆等力学原理突破了轧花工艺上的技术瓶颈,以左右两个曲柄为着力点,通过两个曲柄转动两个小柱之间的辗轴,2轴相互辗轧,实现了棉纤维和棉籽的分离。

直到今天我国新疆和云南民间还沿用以前古老的木质轧花机,在云南景洪,傣族使用一种用4根方木条作框的木质轧花机,构成长约60cm,宽约40cm的底座(有的轧花机仅用2根方木条制成丁字形底座),上面有两根高约50cm的木柱,作为支架,木柱两侧装着子母摄丝作轴,一端与曲手柄相连,木柱间装有2根通过子母摄丝的轴带动的木棍用作轧棍。轧花时,脚踏木框,一手摇动曲手柄,一手喂入棉花,利用2轧辊相轧,挤出棉籽,棉籽落于架前,棉花则顺着轧辊的转动落于架后<sup>[7]</sup>。

新疆使用的古老手摇轧车,高45cm,宽50cm,四木之框丁字形底(见图4)。一人操作,一手摇动手柄,另一手喂入籽棉,棉籽落入承接槽内,净棉通过转轴间隙落入另一侧,这2种轧花机除了本身设计上的尺寸不同外,其在形制上与《农书》的木棉搅车有所相似,虽然有些学者认为这种轧花机比《农书》记载的搅车先进,只需要一人操作,但这也正是古代轧花技术传承的实物写照。

### 3 明时期(1368—1644年)轧花工艺的不同传承

到了明代,棉花逐渐取代麻、丝成为人们最重要的衣被材料,同时木质搅车也经历了从手摇式到脚踏式发展的阶段,生产效率得到更大的提高。

#### 3.1 曲柄连杆机构、足踏装置

明代科学家徐光启(公元1562—1633年)所著的《农政全书》提到搅车:“今之搅车,以一人当三人矣。

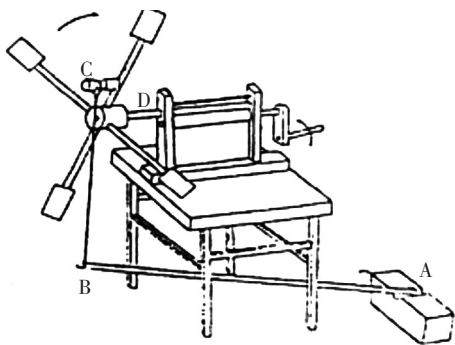


图5 《农政全书》搅车

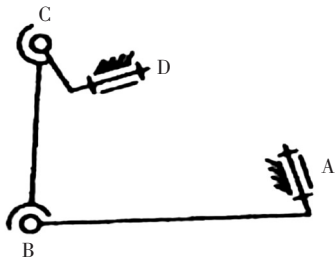


图6 曲柄连杆机构运动图

所见句容式，一人可当四人；太仓式，两人当八人”。徐光启所介绍的“木棉搅车”在形制上与《农书》所描述的搅车虽然名称相同，但《农书》的木棉搅车是14世纪流行的型式，即三人式搅车，而《农政全书》中所述的木棉搅车是17世纪的流行型式，与《农书》所述的无足搅车相比，《农政全书》中的装置(见图5)<sup>[8]</sup>使用了卡字辘轴和踏条的装置，卡字形辘轴代替无足搅车左端的掉拐，利用物理学的惯性原理，卡字形辘轴的转动力量是由左足踏动踏条通过与轴端相联的绳索来供给的，左足踏动踏条代替了无足搅车左边曲柄的劳动者双手的力量(一种RSSR空间4杆机构，见图6)<sup>[9]</sup>。右手转动曲柄辘轴，左足踏动卡字形辘轴，左手把棉英添入轴隙之间，这样就无需另一个人专门喂入棉籽了，四足搅车的构造和装置就能使一人全部完成轧花操作，而不需要3人同工了，并且其稳定性也比无足搅车强。

宋应星(公元1587—1666年)在《天工开物》中把搅车从名称上区别开来，改称赶车(见图7)<sup>[10]</sup>，与《农政全书》的原理相同，但其用绳子将辘轴一端的曲柄与踏杆直接相连，相当于曲柄连杆机构，依靠曲柄和飞轮的转动惯性、通过连杆上下运动，为下一次做功创造条件，实现往复的动力传递系统。工作时，一人坐骑车，左手摇动上面的木压轴，右脚踏动机械，绕动下面的木压轴，把右脚向下的踏动间接传递到一轴上，使它连续转动，以轧棉籽，右手则用于喂上原棉<sup>[11]</sup>。



图7 《天工开物》中的赶车



图8 脚踏搅车

《天工开物》中赶车的形制与《农政全书》的四足搅车相比，除了名称不同而外，还有其他不同：(1)《农政全书》中所描述的搅车为右手执曲柄、左脚踏踏板、左手喂籽棉；《天工开物》中描述赶棉车为左手摇动木轴，右手喂籽棉，右脚踏踏板。(2)《农政全书》为四足搅车，而《天工开物》中赶车为三足，有学者认为三足赶车踏绳透过上轴和踏板相连，可以借用惯性原理，而四足搅车是拴在卡字轴的顶端，不能借用惯性原理，到底谁的生产效率更高就很难确定了，就不能确定其各自功效的大小，但可以看到两者都使用了曲柄连杆机构，功率要比14世纪的搅车大，也许当时就因为曲柄连杆机构在棉纺织业中的应用，使得中国棉纺织业在很长一段时期内遥遥领先于世界其他地区。(3)《农政全书》

中的搅车对操作者姿势没有做明确的表述;《天工开物》记载的轧花工具是轧棉者横坐在车前,与搅车成平行的姿势,用手转动曲柄,这样更加符合人体工学原理,能有效减缓操作者的疲劳。目前在我国新疆地区使用的原始轧花机在形制上就与此相近(见图8),是对《农政全书》的搅车和《天工开物》中赶车很好的历史旁证。根据这点可以看出当时搅车的生产效率不仅比以前有很大提高,而且其效率的高低很大程度上取决于使用者的熟练程度和个人的技能。

### 3.2 铁轴的使用

《天工开物》和《农政全书》中都没有关于搅车铁轴的明确记载,元末明初的诗人李昱《草阁诗集》中有关于铁轴的记载:“铁轴横中窍,檀椎用两头,倒看星象转,乱捲雪花浮。”可知在明代初年,搅车的辗轴开始用铁制并被广泛使用,因铁轴质量沉重,碾轧力强,对提高轧棉效率起着某种决定性的作用。

明时期的《太仓州志》对太仓式轧车有详细记载:“轧车制高二尺五,三足,上加平木板,厚七八寸,横尺五,直杀之,板上立二小柱,柱中横铁轴一,粗如指,木轴一,径一寸。铁轴透右柱,置曲柄,木轴透左柱,置圆木约两尺,轴端络以绳,下连一小板,设机车足。用时右手执曲柄,左足踏小板,则圆木作势,两轴自轴,左手喂干花轴,一人日可轧百十斤,得净花三之一,他处辗轴或搅车,惟太仓一人当四人。”《嘉庆松江府志》中也记载流行于上海一带的轧车:“以木为之,形如三足几,坐则高与胸齐,上有两耳卓立。空耳之中,置木轴,一径三寸,有柄在车之左,以右手运其机向外,复置铁轴,一径半寸,有轮在车之右,以左足运其机向内,皆用木楔笼紧,中留尺许地。取花塞两轴之隙,而手足胥运,则子自内落,无子之花自外出。”不仅描述了轧车的轴分为木质和铁质,而且详细记载了他们各自的尺寸和工作机理。

太仓志和《嘉庆松江府志》中轧车的描述与《农政全书》中搅车的形制相同,利用曲柄连杆,增加踏板装置,使用了杠杆、飞轮的力学原理,与《农书》和《天工开物》不同的是在《太仓州志》中特别提到“铁轴透右柱”,《嘉庆松江府志》中不仅提到“复置铁轴”,而且提到木轴的为“一径三寸”,铁轴为:“一径半寸”,关于辗轴技术改进的描述就更加详尽,这是轧花工具又一个大的技术创新,木轴改为一根为木质一根为铁质,增强了轴对棉籽的碾压力,轧花的效率又一次大大提高。

后来人们在铁轴上用钢刀划上若干小沟,使它的

表面粗糙,以便易于抓住棉绒,现代少数民族地区使用的轧车配以齿槽的轧轴装置就是对这一原理的继承和论证,也为后来足踏皮棍轧花车再到蒸汽动力齿轮轧花车的不断改进奠定了良好基础。

### 3.3 开始注重轧花工艺与自然气候的适应性

明开始至后期,随着轧花工艺的不断创新和传承,人们开始关注轧花工艺与加工环境之间的关系。《天工开物》里提出轧花工艺应根据籽棉的形状而定,不能强求统一。例如南方沿海地区湿度较高,阴雨较多,籽棉含水较高,轧花前应进行烘干,所以可以推断《天工开物》中赶棉图画应该是南方地区的生产场景,而北方地区干旱少雨,籽棉较干,不需要烘干,就不用这道工序了。

## 4 结语

从手剥取籽、铁杖碾籽到手摇搅车的发展过程中曲柄摇杆机构的使用突破了轧花技术的发展瓶颈,从手摇搅车到足踏轧花车的技术改进过程中曲柄连杆机构的使用解决了轧花的动力问题,为后来足踏皮棍轧花车到蒸汽动力齿轮轧花车的不断改进奠定了良好的基础。随后,轧花作为棉纺业一道工序,逐渐发展成为独立行业,和轧花工具的不断改进和操作要求分不开。

### 参考文献:

- [1] 屠恒贤.黄道婆对江南棉纺织发展的贡献[D].上海:上海市科技史学会2005年学术年会论文,2005.
- [2] 中国古代科技.轧花开棉[OL].北京:中国数字科技馆.[http://amuseum.cdstm.cn/AMuseum/ancitech/science/01/s1a\\_aa04.html](http://amuseum.cdstm.cn/AMuseum/ancitech/science/01/s1a_aa04.html).
- [3] 刘仙洲.中国古代在农业机械方面的发明[J].农业机械学报,1962,(10):1-48.
- [4] 刘先洲.中国古代在简单机械和弹力、惯力、重力的利用以及用滚动摩擦代替滑动摩擦方面的发明[J].清华大学学报,1960,(12):1-22.
- [5] 陈维稷.中国纺织科学技术史(古代部分)[M].北京:科学出版社,1984.
- [6] 王 禎.农书·农器图谱之十六[M].北京:中华书局,1956.
- [7] 史宏达.南宋闽广地区的棉纺织生产[J].史学月刊,1958,(5):24-26.
- [8] 徐光启.农政全书(教注)[M].钟广言注释.广州:广东人民出版社,1976.
- [9] 车林仙.中国古代的三种空间连杆机构[J].泸州职业技术学院学报,2007,(1):25-27.

[10] 宋应星.天工开物译注[M].上海:上海古籍出版社,2013. 2002.

[11] 赵承泽.中国科学技术史(纺织卷)[M].北京:科学出版社,

## Inheritance and Innovation of Cotton Ginning Tools Before Ming Dynasty

LIU Yun-ying<sup>1</sup>, ZHANG Yan<sup>2</sup>, CHENG Long-di<sup>1,\*</sup>

(1.Key Laboratory of Textile Science & Technology, Ministry of Education, College of Textiles, Donghua University, Shanghai 201620, China; 2.Dalian Foreign University, Dalian 116044, China)

**Abstract:** Before Ming Dynasty, cotton ginning tools experienced the development process from the hand stripping, rolling handing and pedal. The rocker devices of the rolling and crank forging shaft broke through the bottleneck of cotton textiles technology in ancient China. The pedal devices solved the problems of power transmission in the ginning process, and provided the driving force and source of technology for the development of Chinese later cotton textile industry.

**Key words:** cotton seeded; stirring vehicle; cotton gin; cotton textiles technology

### 英国脱欧后对棉花市场影响几何?

英国公投结果脱欧,国内期货、股市大宗商品在瞬间相应进行了下探调整,虽经过后续调整有所恢复,但整个商品市场形成了普跌格局,棉花这个目前备受市场关注的品种在今日表现强于其它农产品,其中国内郑棉期货只是在临近收盘前10分钟受此拖累有所回落,但总体看走出了自己的独特行情。24日下午13:30开盘,郑棉期货1609合约下探13345元/吨底位,但快速反弹至13705元/吨高位,刷新近期自上涨行情以来的高位,后期收盘价再度回落,但整体仍处上行趋势,目前分析来看有多方面因素支撑期棉行情:

一是国储棉成交仍较活跃,刚性需求支撑明显。自5月3日至6月23日,储备棉轮出累计成交934361.85吨,进口棉成交总量296129.07吨,成交率98.16%,国产棉成交总量638232.78吨,成交率96.86%,近两个月的时间国储棉成交一直保持异常火爆,成为目前皮棉采购的主要交易对象,这充分说明下游刚性需求仍然存在,有力支撑棉花期货行情。

二是条件制约无法增加国产棉投放量,整体利多棉花市场。按照国家发改委公布的储备棉投放的公告,连续3日成交量超过80%将增加投放量,但时至今日每天投放量最高不超3万吨,主要因为国产棉出库较为严格,需包包重新公检,导致公检过慢,无法增加供应量,这也变相形成市场供不偏慢的局面,对皮棉行情带来利多烘托效应。

三是现货籽棉资源不足,价格居高难下。进入6月份后新疆和内地出现不同程度的暴雨、冰雹,对当地棉花生长形成一定影响,本年度棉花种植面积大幅下降,局部又遭受天灾,更显得新年度棉花产量不足。目前已进入棉花加工淡季,各地籽棉资源量进一步萎缩,

其市场价格居高难下,轧花厂因货少难以正常加工,多数地区一般采取先收购再集中加工,形成断断续续开机的状况,现在离新花上市时间仍有三月有余,处于青黄不接阶段,轧花厂籽棉收购量也相对下降。6月24日各地籽棉具体报价如下:山东地区籽棉收购价集中在3.50—3.55元/斤(衣分40%~42%,水分8%~10%);河北地区籽棉收购价集中在3.30元/斤(衣分41%,水分8%);河南地区籽棉收购价集中在3.35元/斤(衣分39%,水分10%~13%),其他地区多处停收状态。

四是籽棉加工量有限,皮棉供应不足。本周棉籽价格高位滞涨,而籽棉货少价高,轧花厂加工利润不佳,加上农忙多停工,整体开工率远低于去年同期,厂家多随加工随出售,对皮棉少有库存,多数厂家采取订单加工,市场闲置皮棉货源相对有限,使其挺价出售意愿强烈,在货源稀少及成本居高的支撑下,预计新花上市前现货皮棉整体保持易涨难跌的格局。6月24日山东各地正三级皮棉报价集中在13400元/吨一线(毛重、带票);河北地区弱三级皮棉报价集中在12000元/吨一线(毛重、不带票);河南三级皮棉出厂价在12400~12500元/吨一线(毛重、带票),其它地区轧花厂多已停工,皮棉处有价无市状态。

英国公投脱欧后,从宏观层面来看会拖累大宗商品的走势,但对于棉花市场而言,真正带来影响的目前仍是国储棉的投放情况,皮棉市场已从收储时的“脱离现实”逐步恢复正常,国内期棉市场也逐步恢复了其真正的投资价值,一改前期的长期低迷状态,进入日渐活跃的局面。

(摘自:投资快报)