

一种背负式伸缩高枝锯的研究与应用

王立勇 刘计东 赵明日

(山东华盛农业药械有限责任公司 山东 临沂 276017)

摘要: 城市园林及野外架线等作业中,常常需要修剪高处的树枝,现在常用的办法为使用专业的架高车或者人工爬树,架高车只适用于城市园林等道路状况良好的地方,且价格昂贵,人工爬树有一定的危险性,且很多枝条人工也无法到达,两者都有一定的局限性。因此,急需一种可调节长度的修枝锯来进行此类作业。本文通过分析研究现在市场上高枝锯存在的问题,理论结合实际,新开发一款背负式伸缩高枝锯。

关键词: 舒适性;高可靠性;定向伸缩;可调锯切角度

0 引言

高枝锯作为园林绿化修剪高空树木枝条的主要工具之一,作为手持式工具,以侧挂式为主,整机质量主要靠手臂支撑,劳动强度大,可靠性低,锯头角度不可调,锯切角度不能超过与地面成 60° 夹角^[1],使用条件场地受限,为开辟新的市场、增加产品的竞争力,设计一款具有轻量化、高可靠性且操作方便的背负式高枝锯尤为重要。

1 背负式高枝锯的工作原理

工作原理:发动机提供动力,转矩依次通过软轴、伸缩杆,传递到锯头,实现锯切功能,见图1。

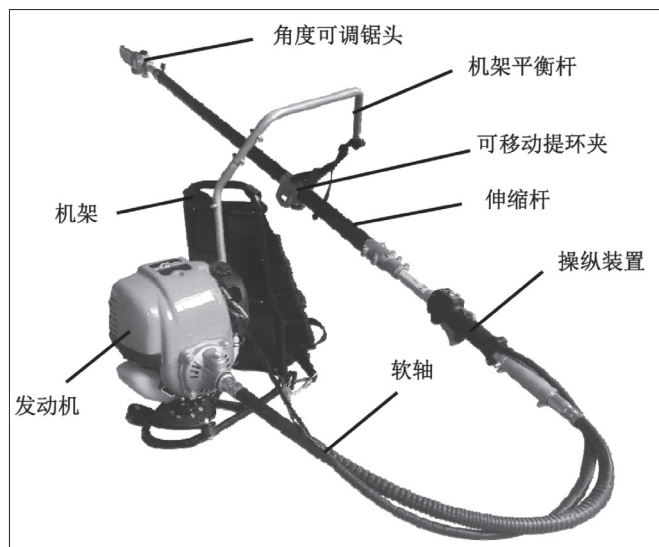


图1 背负式高枝锯整机结构组成

2 各部分的研究及设计

为满足整机质量轻、操作舒适、可靠性高,使用方便等方面的要求,在设计之初对整机各个部分进行优化

设计。

2.1 汽油机

整机动力采用四冲程动力,由于结构优势,四冲程发动机较二冲程相比:油耗低,振动、噪声小,排放远低于二冲程发动机。

2.2 机具传动方面

2.2.1 机架设计

为减小使用劳动强度,高枝锯设计成背负式,整机的质量由身体肩部、背部承受;通过装在背架上的平衡杆和可移动提环夹,使整机伸缩在不同长度下,通过调整可移动提环夹位置,伸缩杆通过可移动提环夹作为支点,使整机机具处于平衡状态,整个机具的质量通过提环夹、背架上的平衡杆,传递到肩部,减少工作中手臂的力量,使工作者感到无比省力。

2.2.2 定向伸缩杆设计

定向伸缩的高枝杆锯,包括前铝管组合结构(1)、粗铝管组合结构(2)、减振轴组合结构(3)、连接套组合结构(4)、后铝管组合结构(5)和后轴组合结构(6),见图2。通过前铝管组合结构在粗铝管组合结构内可以自由伸缩,且粗细铝管设计有限位槽,防止粗细铝管伸缩时转动,这样不会改变导板的方向,避免额外调节,提高效率,实现调节不同长度的效果,方便修剪不同高度的树枝,作业输出高度范围在 $3.15 \sim 4.4\text{m}$ 。铝管接头及连接套组合结构内均有轴承,传动平稳高效,噪声小,温度低,硬轴与后铝管之间、前轴与前铝管之间均有尼龙支撑B和尼龙支撑A,降低振动的同时,减轻了质量,降低了劳动强度。

为了减小振动,提高操作舒适性,本文对伸缩杆进行了优化设计:高枝锯传动轴长度 3m 以上,为了减小轴的摆动,增加减振轴结构,减小转动轴摆动量,减小振动,鉴于高枝锯的使用条件,锯链很容易遭受切割阻力,在极端情况下,锯链运转将不顺畅甚至卡死,如果没有减振结

构，各部分组件将很容易损坏，为了避免这种情况，本文后轴设计时，进行优化，将传统硬轴结构传递改为软轴结构（图 3），起缓冲减振作用^[2]，操纵装置安装在此位置，减小手握振动，提高舒适性。

2.2.3 锯头设计

本文锯头设计从两个方面优化设计：①为了提高锯切效率和可靠性，通过实验数据和样机参考，减速比设计成 1.4，传统的减速比 1 左右，减速比越大，锯头的转矩越大，越不易夹锯，效率越高，为增加齿轮的强度，模数和齿轮加工精度进行优化，模数 1.25 改为 1.5^[3]；②为解决普通高枝锯，工作时角度不能大于 60°^[4]，否则容易引起树枝掉落伤人，使用场地受限制等问题，本锯头增加锯头角度可调功能，可调角度 60°。方便锯切角度根据实际情况进行调整，避免锯切角度不合适，出现夹锯的情况（图 4）。

3 整机性能验证

3.1 发动机性能测定

根据《非道路移动机械用小型点燃式发动机排气污染物排放限值与测量方法（中国第一、二阶段）》（GB 26133-2010）对小型汽油机燃油消耗率、功率和排放进行测试，数据见表 1、表 2 和表 3。

表 1 发动机外特性数据

序号	转速 /(r/min)	转矩 /Nm	功率 /kW	流量 /(L/h)	燃油消耗率 /(g/kWh)
1	8001	1.33	1.113	1.000	686
2	7510	1.559	1.225	0.944	588
3	7008	1.711	1.254	0.869	529
4	6504	1.776	1.209	0.803	507
5	5996	1.751	1.099	0.747	519

注：发动机排量为 36mL。

表 2 发动机排放数据

连续稀释采样数据	单位	工况 1		工况 2		
二氧化碳 DCO _{2,e}	%	0.25		0.07		
一氧化碳 DCO _e	ppm	2684.88		487.71		
总碳氢 WHC _e	ppmC	151.48		205.18		
氮氧化物 WNO _{x,e}	ppm	2.33		0.01		
测试结果		CO ₂	CO	THC	NO _x	HC+NO _x
比排放 /BSFE	g/kW·h	683.12	562.58	15.50	0.88	16.38

表 3 二冲程发动机的基本参数

指标名称		36mL 汽油机	国内同类产品水平	国外同类产品水平
排放指标	HC+NO _x /ppm	200	130 ~ 220	40 ~ 100
	CO/ppm	600	20 ~ 500	50 ~ 500
最低燃油消耗率 (g/kW·h)		≤ 740	≤ 740	≤ 550

由表 1、表 2、表 3 可以看出：同排量的四冲程发动机的排放指标和燃油消耗率远低于国内外同排量二冲程发动机^[5]，高枝锯主要用于修枝，消耗功率小，在功率满足使用的条件下，优先选用四冲程发动机作为动力。

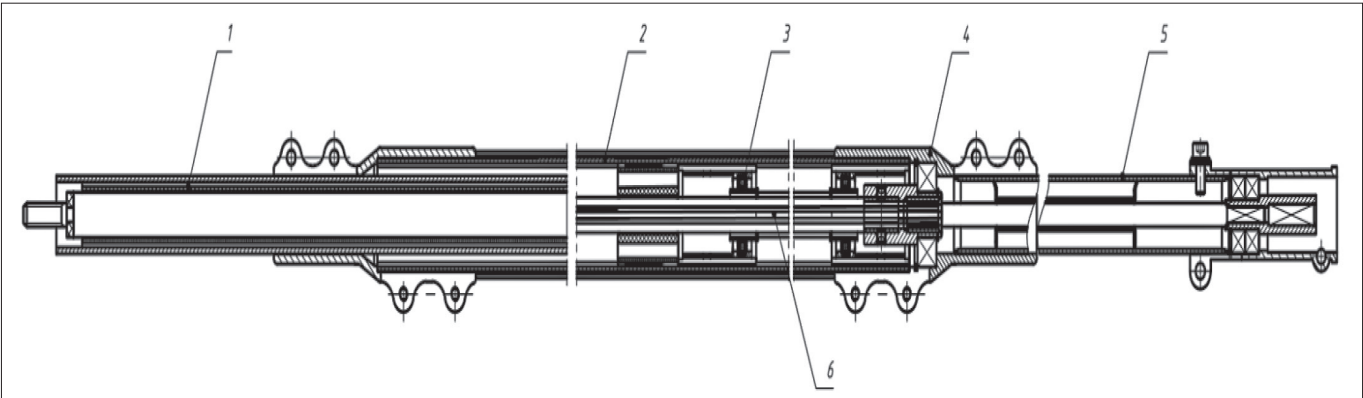


图 2 定向伸缩杆结构图

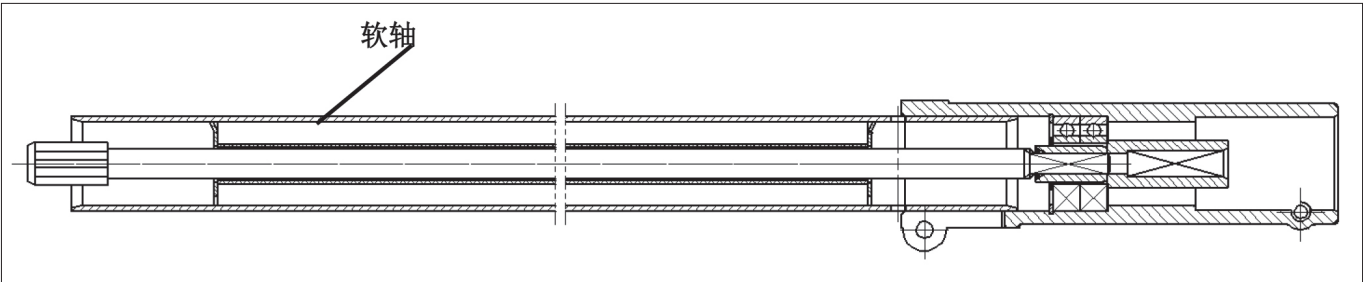


图 3 后轴组合结构

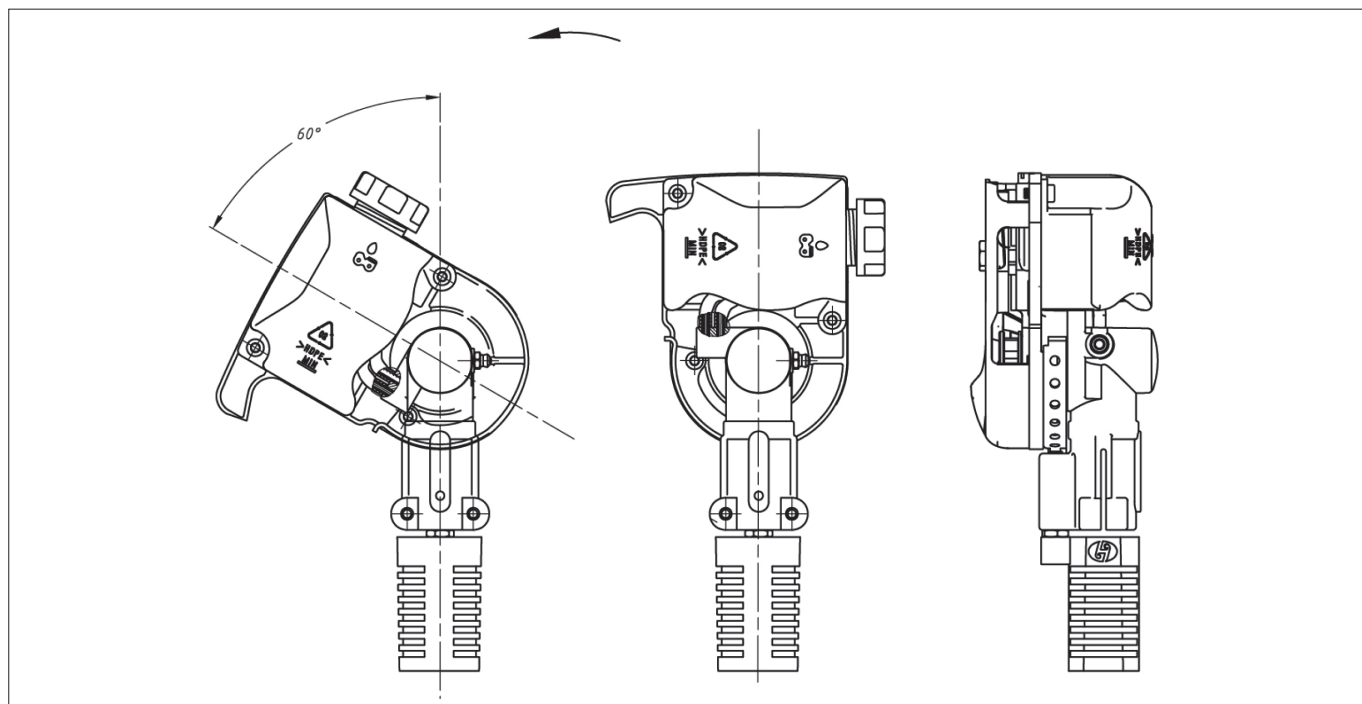


图4 锯头结构

3.2 整机振动数据测定

整机在锯切状态,使用振动测量仪,分别固定于操纵装置和伸缩杆上。对测定的数据分别记录五组,用于测定手握处的振动值。算的手握部位振动值 7.5m/s^2 ,根据《园林机械杆式动力修枝锯》(LY/T 1808-2017)规定,手传振动值应不超过 12.5m/s^2 。从测试结果可以看出,振动值远远小于标准值,操纵更加舒适。

3.3 整机噪声的测定

整机在怠速和高速状态下,使用噪声仪,按照 GB/T 5390 规定方法测试,分别记录怠速和高速耳旁噪声值,对测定的数据分别记录五组,算的数值怠速 75dB,高速 95dB,根据《园林机械杆式动力修枝锯》(LY/T 1808-2017)规定,怠速 $\leq 85\text{dB}$,高速 $\leq 100\text{dB}$ 。从测试结果可以看出,噪声值远远小于标准值,使用更加舒适。

4 产品特点

综上所述,新开发的背负式伸缩高枝锯的主要特点如下:

(1) 高可靠性:本文通过实验研究,对高枝锯的减速比、齿轮参数进行优化,提高可靠性和锯切效率;

(2) 舒适化:本文通过装在背架上的平衡杆和可调整背带夹,使整机在多种情况下保持平衡,整个机具的质量由肩部承受,减少工作中手臂的力量,使工作者感到无比省力;

(3) 定向伸缩杆设计:定向伸缩杆采用限位槽设计,具有防转功能,伸缩时,不会改变导板的方向,避免额外调节,提高效率,采用内置伸缩式结构设计,实现作业输

出半径的可变伸缩调节,作业输出高度范围在 $3.15 \sim 4.4\text{m}$;

(4) 锯头角度可调设计:普通不可调角度高枝锯在工作时角度不能大于 60° ,否则容易引起树枝掉落伤人,锯切角度根据实际情况可进行调整,避免锯切角度不合适,产生夹锯的情况。

5 结语

该款背负式伸缩高枝锯实现了全方位、多角度的锯切效果,极大地降低了劳动强度,提高了作业效率。目前,此款产品在国内外累计销售 10 多万台,赢得了客户和市场的认可,提高了企业的创新能力和竞争优势。

参考文献:

- [1] 吴炎庭,袁卫平. 内燃机噪声振动与控制 [M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [2] 吴宗泽. 机械结构设计 [M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- [3] 濮良贵,纪明刚. 机械设计:第八版 [M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [4] 刘颖,李明昊,梁建华,等. 一种新型可活动式汽油高枝锯的研制 [J]. 机电信息,2019(33):48-49.
- [5] 刘冀俊. 内燃机的排放与控制 [M]. 北京:机械工业出版社,2002.

作者简介:王立勇(1986.08-),男,汉族,山东聊城人,硕士研究生,工程师,研究方向:手持式园林工具的开发及应用。