低排放绿篱剪研究与应用

刘景成　张建　刘计东
（山东华盛农业药械有限责任公司　山东　临沂　276000）

摘要：排量小于 25cc 的绿篱剪主要针对家用市场，突出优点是重量轻、切割效率高、满足严苛的排放要求。兼顾操纵、排放及切割效率，对开辟欧美家用市场尤为重要。本文着重介绍一款排放性能好、重量轻、操作舒适、经济性能强的绿篱剪。

关键词：绿篱剪；低排放；操纵舒适度

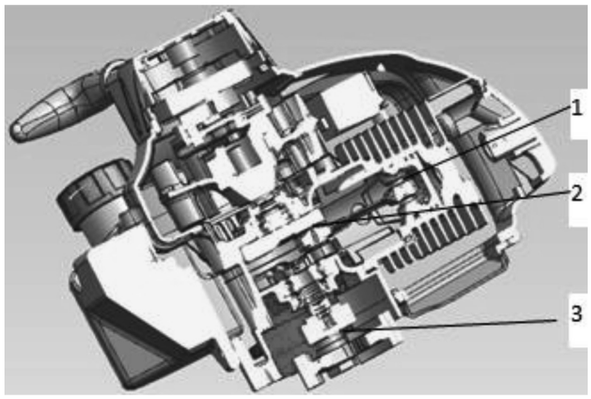
0　引言

欧美是手持式绿篱剪的消费大国也是排放要求较高的地区，设计一款具有重量轻、排放性能好、操纵舒适度绿篱剪能极大提高产品的竞争性。

1　绿篱剪工作原理

1.1　绿篱剪动力来源

手持式绿篱修剪机是以二冲程发动机为动力来源，工作原理如图 1 所示。缸体内的活塞运动带动曲轴连杆回转运动。曲轴上装配涨紧块由高速旋转摩擦被动盘通过连接套向外传递动力。



1- 活塞；2- 曲轴连杆；3- 涨紧块

图 1　二冲程发动机工作原理图

1.2　传动箱工作原理

传动箱工作原理图如图 2 所示。被动盘连动齿轮轴，齿轮轴与曲柄齿轮压合，齿轮啮合传动。曲柄齿轮压合通过上下端连接处带动剪刀铆合上及剪刀铆合下往复运动，进而带动刀片往复运动完成切割。齿轮轴与曲柄齿轮压合的传动比为 46 ∶ 9，较高的传动比可效降低发动机输出转速，增加输出转矩，提高刀片切削能力。

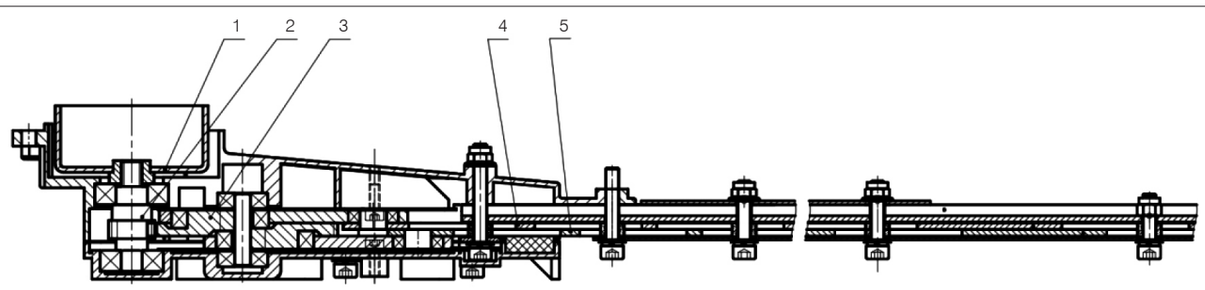
2　各部分的研究及设计

良好的用户体验是通过整机轻量化、操纵舒适得以实现，而优良的排放性能够打入高端市场的前提。

2.1　发动机理论设计基础

（1）磁电机分为电容式和数字式结构，数字式相对于电容式结构，更能为发动机选择最佳的点火角度，同时还可以设置发动机最高转速；

（2）相比与单面叶片转子，双面叶片有效增加发动机冷却风量，通过设计新风道，可有效降低缸体温度，



1- 被动盘焊合；2- 齿轮轴；3- 曲柄齿轮压合；4- 剪刀铆合上；5- 剪刀铆合下

图 2　绿篱修剪机传动箱工作原理图

47-61 机械工业应用 22年7月中 第20期.indd 59　　2022/9/14 10:00:37

提高燃烧效率；

（3）新设计起动器采用缓冲起动，启动过程缓冲性，提高起动的舒适性。

2.2　发动机性能测试

二冲程发动机性能评价指标主要分为输出能力、经济性能、排放指标。输出能力指功率、转矩，主要对应台架测试数据（表 1）；经济指标主要指单位时间内消耗的燃油数量，即燃油消耗率，对应发动机经济性能曲线（图 3）；排放指标主要指在发动机排气口处测得 CO 和 HC+NOx 限值，对应发动机排放性能（表 2）。

表 1 所示为测试的原始数据，燃油消耗率通过图 3 可以看出，结果为 505g/kW · h。因测试过程中，温度湿度及其他不确定参数的影响，需要对测试数据进行修正，表 2 所示为参数修正后的结果。结合 JB/T 5115.1《小型汽油机产品质量分等质量指标》，对排放参数见表 3。

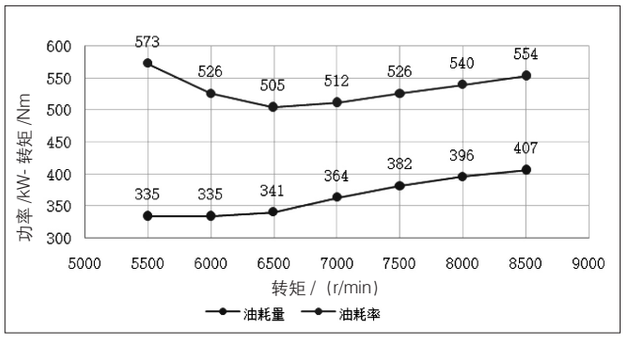


图 3　1E32FA 发动机经济性能曲线

表 1　1E32FA 在试验台架测试数据

HP23 发动机测试数据					
STEP	N/(r/min)	Tk/Nm	Bk/kW	FC2/(L/h)	COR.SFC/(g/kW · h)
1	8500	0.826	0.735	0.548	553.867
2	8000	0.877	0.734	0.534	540.028
3	7500	0.925	0.726	0.514	526.035
4	7000	0.969	0.711	0.489	511.856
5	6500	0.993	0.675	0.459	505.251
6	6000	1.013	0.636	0.45	526.029

通过上述数据对比，功率已超过国内同类产品水平，在国外同类产品处于前列。欧盟第 V 段排放标准，美国 EPA 第Ⅲ段排放标准为主。上述排放要求主要以测量发动机排气口处的 CO ≤ 600g/(kW · h)；HC+NOx ≤ 50g/kW · h（前端为测量成分，后端为测量限值），同时可满足欧盟的欧 V，美国 EPA Ⅲ段排放

表 2　1E32FA 汽油机排放性能数据

排放测试报告						
测试标准	EPA 40 CFR	单位	阶段			
试验数据	符号		工况 1	工况 2		
负荷百分数	Load%	%	100	0		
加权系数	Wf,i	-	0.85	0.15		
发动机转速	Speed	r/min	7503	0		
转矩	Torque	Nm	0.84	0.00		
功率	P,i	kW	0.661	0.000		
大气压力	PB	kPa	102.0	102.0		
进气温度	Ta	degC	17.2	17.4		
进气相对湿度	Ra	%	40.9	39.8		
进气饱和蒸汽压	ρ H2Oint(EPA)	kPa	1.9576	1.9903		
进气大气因子	fa(S.I.)	-	0.9606	0.9611		
CFV 流量 (Std 20℃)	Vtot,i	m^3/min	3.687	3.691		
稀释比	DF,i	-	33.331	78.973		
NO_x 温湿度校正系数	KH	-	1.0000	1.0000		
垫片温度	T_Plug	degC	17.8	17.8		
燃油消耗量 (碳平衡)	Gfuel	kg/h	0.422	0.125		
燃油消耗量 (油耗仪)	Gfuel	kg/h	0.390	0.119		
燃油消耗率 (油耗仪)	BSFC	g/kW·h	590.2	#DIV/0!		
油耗偏差	Diff	%	108	105		
测试结果		CO_2	CO	THC	NO_x	HC+NO_x
比排放 BSFE	g/kW · h	1640.76	250.43	31.13	0.19	31.32

47-61 机械工业应用 22年7月中 第20期.indd 60　　2022/9/14 10:00:38

法规要求。

2.3　机具各部分优化设计

（1）可靠性提升：曲柄齿轮压合与连杆在设计之初通过滚针轴承配合连接，但由于滚针轴承自身特性，曲柄齿轮与连杆长时间配合导致轴承损坏，可靠性差。现将滚针轴承去掉，连杆经渗碳退火处理，提高连杆强度。曲柄与连杆连接方式的改变，不仅避免因滚针轴承可靠性原因导致连接损坏，同时降低齿轮箱重量，达到轻量化目的。

（2）剪刀强度提升与减重：绿篱剪刀材料起初使用 SK51 日本进口材料，原加工工艺利用冲压成型，然后对剪刀两平面进行精磨。不仅材料昂贵，加工费事废料。新加工工艺利用激光切割成型，同时剪刀刀架增加减重孔，材料更换为同等力学性能的国产 T8NI2 材料。激光切割加工精度相较于冲压成型精度、加工效率更高。更换材料在保证切削性能前提下，可有效控制整机成本，减重孔在降低刀架重量同时，降低整机重量，达到轻量化目的。

2.4　整机振动数据测定

利用振动测定仪器，分别连接于前后手把。对测定的数据分别记录 5 组数据，用于测定手握处的振动值（表 4）。

根据 LY/T 1619《园林机械—以汽油机为动力便携式动力绿篱修剪机》标准要求，手把处振动值应≤ 7.5m/s^2。根据表 4 测试结果，前提把和后手把的振动值分别是 3.5m/s^2、3.3m/s^2，可满足标准要求。

表 3　1E32FA 汽油机与国内外同行业对比

指标名称		1E32FA 汽油机	国内同类产品水平	国外同类产品水平
功率 (kW) ⩾ 0.65		0.661	0.65 ～ 0.7	0.7 ～ 0.85
排放指标	HC+NOx	31.32	130 ～ 220	40 ～ 100
	CO	250.43	20 ～ 500	50 ～ 500
最低燃油消耗率 (g/kW·h)		⩽ 550	⩽ 740	⩽ 550

表 4　手持式绿篱机器前后手把振动数值

位置	方向	测试数值					振动值 / (m/s^2)	备注
前提把	X	1.1	1.05	1.08	1.13	1.1	3.5	合格
	Y	2.57	2.54	2.6	2.54	2.51		
	Z	2.21	2.13	2.11	2.08	2.23		
后手把	X	1.41	1.42	1.51	1.43	1.44	3.3	合格
	Y	1.01	1	1.01	1.03	1.04		
	Z	2.78	2.8	2.74	2.76	2.8		

3　结语

此款小排量绿篱剪不仅具有良好的排放性能，同时兼顾良好的可靠性及轻量化，可以满足当下主流用户需求，可以较好地提高产品的市场竞争力。

参考文献：

[1] 吴炎庭，袁卫平，等．内燃机噪声振动与控制 [M]. 北京：机械工业出版社，2005.
[2] 刘篡俊，等．内燃机的排放与控制 [M]. 北京：机械工业出版社，2002.
[3] 吴宗泽，等．机械结构设计 [M]. 北京：机械工业出版社，2006.
[4] 濮良贵，纪明刚，等．机械设计（第八版）[M]. 北京：高等教育出版社，2006.
[5] 成大先．机械设计手册（第四版）[M]. 北京：化学工业出版社，2002.

作者简介：刘景成（1990-），男，汉族，山东临沂人，硕士研究生，工程师，研究方向：手持式园林工具。

47-61 机械工业应用 22年7月中 第20期.indd 61　2022/9/14 10:00:38