

S195柴油机燃油系状态 对其经济性的影响

张桐华 朱瑞祥 潘天丽* 任秀学*

(农机系)

摘 要

大量检测表明,目前多数S195柴油机工作在非正常技术状态,使有效功率降低,耗油率增加,浪费了大量燃油。本文从理论上分析了燃油系中柱塞付密封性、供油提前角、喷油压力和出油阀密封性等参数对发动机性能的影响。通过正交试验,定量分析了各参数值及各参数值之间的交互作用对S195柴油机经济性的影响;提出了根据柱塞付的不同密封性、磨损程度,调整供油提前角的新观点和修正值。

关键词: 发动机性能; 燃油系; 柴油机; 经济性; 正交试验

1 问题的提出

近年来农用柴油机数量剧增,农用柴油未相应增长,吴湘沅^[1]指出,油料将成为30年代农业机械发展的制约因素。“把合理用油、节油真正重视起来,这样农用柴油是相差不了多少的。”节油的途径很多,当前加强维护,改善柴油机技术状态是最主要的途径。

S195柴油机(以下简称柴油机)在我国保有量达300多万台,近年来许多地区测定表明,正使用的柴油机其平均功率仅为新机12小时功率的80%左右,而相应的耗油率为新机的128%左右^[2]。所以,恢复该机型动力和经济性能降低耗油率,对全国性节油具有重要意义。

作者对100余台柴油机进行的测定结果表明,燃油系及其调速器的技术状态不良是其动力和经济性下降的关键原因(调速器将另作研究)。而柱塞付和出油阀密封性差,喷油压力和供油提前角调整不当又是燃油系最主要的故障。据测定,柱塞付和出油阀密封性、喷油压力和供油提前角均合格的仅占受检柴油机总数的7.8%,不合格的占92.8%;其中供油提前角偏小的占82.5%;喷油压力不合格的占75.9%,主要是偏低,且当柱塞付密封性显著下降时,喷油压力均偏低;出油阀密封性不合格的占47.2%;柱塞付密封性(以供油压力表示)低于 $300\text{kg}/\text{cm}^2$ 的占33.8%。以上评定标准采取工厂和技术诊断规范规定值,仅将供油压力由规定的不得低于 $200\text{kg}/\text{cm}^2$ 提高为 $300\text{kg}/\text{cm}^2$ 。为探索上述四因素对柴油机经济性的影响主次和程度,以及提出合理的措施,特进行本研究。

本文于1987年4月1日收到。

* 农机系86届毕业生。

2 测定方法

本文采用正交试验法研究上述四因素对柴油机经济性的影响。供油提前角用毛细管采取快速逼近法测定。喷油压力用喷油压力试验器测定,其它用不拆卸检查仪测定。

柱塞密封性测定的规定:本次测定用新出油阀,曲轴转速为100rpm,以不拆卸检查仪压力表指针开始摆动,再连续供油三次的压力值为准。新柱塞一律以大于 $600\text{kg}/\text{cm}^2$ 表示。

出油阀密封性测定的规定:密封性以规定条件下压力降低的时间评定,本文规定油门关闭,出油阀上方最大压力为 $300\text{kg}/\text{cm}^2$,然后测定压力由 $290\text{kg}/\text{cm}^2$ 下降到 $180\text{kg}/\text{cm}^2$ 的时间,新出油阀以大于5分表示。

3 正交试验

3.1 试验安排

3.1.1 因素水平的选取:见表1。

表1 各因素的水平

水平	A 供油压力 kg/cm^2	B 供油提前角	C 喷油压力 kg/cm^2	D 出油阀压力降时间
1	>600	17'	125	>5'
2	400	14'	100	1'44"
3	300	11'	80	29"

注:水平1为工厂试验最佳值或技术状态完好值;水平3为检测时的较差值;

水平2基本上选1、3水平的中间值。

3.1.2 正交表的选取 为了考虑各因素间的交互作用,选取 $L_{27}(3^3)$ 正交表^[3]表头设计见表2。

表2 $L_{27}(3^3)$ 正交表表头设计

因素	A	B	A×B C×D	A×B	C	A×C B×D	A×C	B×C A×D	D	A×D	B×C	B×D	C×D
列号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

3.1.3 试验准备及工况选择:对试验用的华山牌S195柴油机作了全面检测,其动力和经济性指标全部合格,试验时采用D-150水力测功器,Tcy-69自动计量油耗仪,PSA-150喷油压力试验器,手持式数字转速表。柱塞直径为 $\phi 8$ 。

选择以下三种工况(未经大气修正时的数值)。

(1) 满负荷工况 功率 $N_e = 11.5\text{p.s}$

测功器读数 $P = 11.5\text{kg}$; 发动机转速 $n = 2000\text{rpm}$;

(2) 高速中负荷工况 $N_e = 6\text{ps}$

$P = 6\text{kg}$; $n = 2000\text{rpm}$;

(3) 中速中负荷工况; $N_e = 6\text{ps}$

$P = 8\text{kg}; n = 1500\text{rpm}$

3.2 试验结果

试验结果见表3, 测定时水温为 $100 \sim 102^\circ\text{C}$, 每一水平下耗油率为五次测定数的平均值。

表3 正交试验结果

试验号														五次耗油率平均值 (g/ps·h)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	满负荷 工况	高速中负 荷工况	中速中负 荷工况
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	177.48	197.32
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	180.60	200.84	181.86
3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	196.40	220.14	214.64
4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	187.44	203.04	173.82
5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	193.62	217.84	196.40
6	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2	194.80	211.30	193.40
7	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	2	2	189.86	214.32	193.58
8	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3	192.42	212.20	190.62
9	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	197.63	211.48	189.80
10	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	200.72	211.00	195.52
11	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	201.62	219.72	192.00
12	2	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	211.04	230.34	201.06
13	2	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	1	2	190.42	207.40	189.96
14	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	2	3	196.08	212.18	190.58
15	2	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1	206.70	214.56	199.24
16	2	3	1	2	1	2	3	3	1	2	2	3	1	182.66	199.14	187.72
17	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	1	2	190.04	209.48	190.82
18	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	196.78	221.18	198.46
19	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	193.51	212.00	192.38
20	3	1	3	2	1	3	2	1	1	3	2	1	3	191.64	207.46	191.66
21	3	1	3	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1	209.58	233.03	213.62
22	3	2	1	3	1	3	2	2	1	3	3	2	1	191.72	207.96	190.42
23	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	197.56	211.30	194.04
24	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	2	1	3	200.76	226.90	207.34
25	3	3	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3	190.76	209.48	188.74
26	3	3	2	1	2	1	3	1	3	2	3	2	1	196.58	215.70	193.74
27	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	2	204.56	214.56	200.14

注: 各参数计算按GB1105~74修正

3.3 数据处理

3.3.1 极差分析^[4]

(1) 各单因素对耗油率影响主次顺序:

满负荷工况: C—A—B—D

高速中负荷工况：C—D—A—B

中速中负荷工况：C—A—D—B

各因素下耗油率与水平的关系见图1。

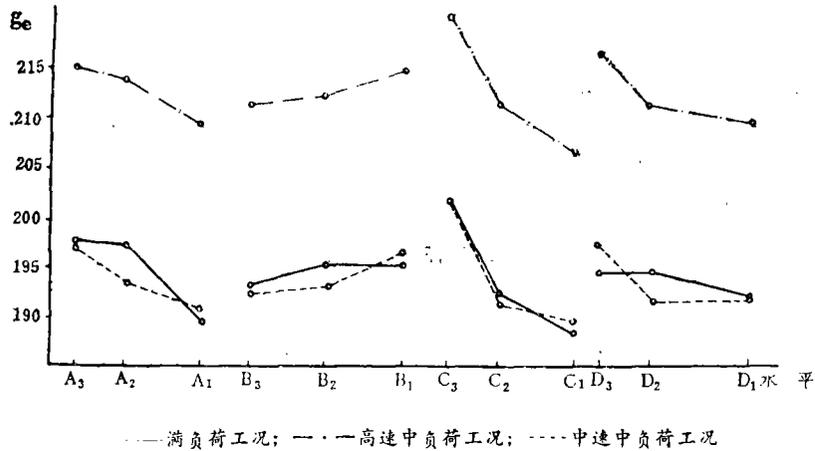


图1 各因素下耗油率与水平的关系

各工况下的共同点是喷油压力(C)对耗油率影响程度最大,且 $12.5\text{kg}/\text{cm}^2$ (C_1)水平最优,其它因素对耗油率均有影响,只是主次顺序随工况不同而不同。

(2) 各因素间的交互作用对耗油率的影响:两因素间的交互作用对耗油率的影响主次顺序也随工况不同而不同,满负荷及高速中负荷工况均以 $A \times B$ 的影响为主。各工况下不同水平的较优搭配见表4。

由表4可以得出以下结论:

① 不论何工况,喷油压力均以 $12.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 最佳。

② 不论何工况,最佳供油提前角均随柱塞付密封性降低而有规律的逐渐减小。

③ 不论何工况,出油阀压力降时间为 2% 的水平均未出现。

3.3.2 方差分析^[4]

通过方差分析可进一步确定各因素对经济性影响的显著程度,以及高度显著因素水平间的差异显著程度及较优水平(采用LSR法中的q法分析)。结果如下:

(1) 满负荷工况:高度显著因素是C, A和 $A \times B$ 。又由多重比较知 A_1 与 A_2 之间有显著差异; A_1 与 A_3 , C_1, C_2, C_3 两两之间有高度显著差异; A_1B_1 的组合与 A_1B_2, A_1B_3 之间有显著差异。

(2) 高速中负荷工况:高度显著因素是C和D,显著因素是A和 $A \times B$ 。多重比较表明 C_1, C_2, C_3 两两之间, D_3 与 D_1, D_2 之间有高度显著差异。

表4 各工况下各因素间的较优搭配

工 况	各因素间不同水平的较优搭配			
	A	B	C	D
满 负 荷	A_1	B_1	C_1	D_1
	A_2	B_3	C_1	D_2
	A_3	B_3	C_1	D_1
高 速 中 负 荷	A_1	B_1	C_1	D_2
	A_2	B_2	C_1	D_1
	A_3	B_3	C_1	D_1
中 速 中 负 荷	A_1	B_1	C_1	D_1
	A_2	B_2	C_1	D_1
	A_3	B_3	C_1	D_1

(3) 中速中负荷工况: 高度显著因素是C, $A \times D$, 显著因素是A和D。多重比较表明 C_1 , C_2 与 C_3 之间有高度显著差异, A_1D_1 组合与除 A_1D_2 外的其它组合均有高度显著差异。

(4) 各因素间的较优搭配的分析结果及结论与极差分析一致。由于因素C对经济性影响最大, 且以 $125\text{kg}/\text{cm}^2$ 最优, 为此将喷油压力再调高到 $135\text{kg}/\text{cm}^2$ 作试验, 其经济性劣于 $125\text{kg}/\text{cm}^2$, 因此可认定工厂规定的 $125\text{kg}/\text{cm}^2$ 为最佳调整值。

3.4 各因素最佳与最劣搭配时的耗油率

表5为各工况下, 最佳与最劣搭配时的耗油率, 相差高达18.1~22.9%。而本次试验所选取的最劣水平平均高于使用中的最劣水平。说明燃油系的合理调整及保持其良好技术状态确是柴油机节油的关键。

表5 各工况下最佳与最劣搭配时的耗油率

工 况	最佳搭配时耗油率	最劣搭配时耗油率	相差 (%)
	A ($\text{g}/\text{ps} \cdot \text{h}$)	B ($\text{g}/\text{ps} \cdot \text{h}$)	$(B-A)/A \times 100$
满 负 荷	177.48	209.56	18.1
高速中负荷	197.32	233.03	18.1
中速中负荷	173.82	213.62	22.9

4 讨 论

由柴油机工作原理^[5]可知, 喷油提前角、喷油规律和雾化质量是影响柴油机混合气形成和燃烧的直接因素, 它决定了燃料化学能转变为机械功的有效性, 因而直接影响柴油机的动力和经济性。喷油压力对喷油规律, 雾化质量有决定性的影响, 对喷油提前角也有一定影响, 因此是影响柴油机经济性最主要的因素。

柱塞付密封性下降后, 引起以下后果: ①供油提前角减小, 导致喷油提前角减小, 但可通过调整改善。②使高、低速时的供油提前角不一致性增大, 且随着柱塞付密封性降低, 其差距也加大。这是因为低速时完成每一循环供油的时间长, 泄漏量大, 压力升高速度低, 因此在相同调整时, 实际供油提前角小, 喷油提前角也小; 随着转速提高, 泄漏量少, 进油孔处的节流作用也加强, 因此实际供油提前角和喷油提前角也加大。由于检查调整供油提前角都是在低速下进行的, 为保证在高速下具有最佳喷油提前角, 在低速检查调整时, 就应随着柱塞付密封下降而将供油提前角适当减小。③在供油提前角和循环供油量相同时, 使供油延续角增大, 当负荷重, 循环供油量大时, 易产生过后燃烧, 使经济性降低。因此在高速及重负荷时柱塞付密封性以及它与供油提前角的交互作用成为影响经济性的重要因素。

综上所述, 本次试验结果与理论分析相一致。

5 结 论

5.1 保持燃油系良好技术状态是柴油机节油关键, 除合理调整及维修外, 应注意油料净化。

5.2 应严格按工厂规定值调整喷油压力。

5.3 最佳供油提前角(B)是随柱塞付密封性(A)的改变而改变的, 根据本试验并参

考工厂规定值, 提出调整值如下:

A值: 500~600kg/cm²以上 400~500kg/cm² 300~400kg/cm²

B值: 15°~19° 13°~15° 11°~13°

5.4 由本试验结果, 从经济性考虑, 认为原不拆卸检查规范中规定的出油阀密封性“不低于1.5”, 柱塞付密封性“不低于200kg/cm²”的标准太低, 应修改。

5.5 建议农机主管部门在大力推广功率油耗检测的同时, 推广195柴油机四系不拆卸检查仪, 并应加强检测规范的研究。

参 考 文 献

- 1 吴湘淦. 量入为出积极探索. 中国农机化报 总第383期
- 2 董涵英. 农业机械技术状态亟待改善. 中国农机化报 总第453期
- 3 屠秉恒. 农业机械试验设计与直观分析优选法. 农业出版社, 1982
- 4 《正交试验法》编写组. 正交试验法. 国际工业出版社, 1978
- 5 华中农学院主编. 拖拉机汽车学(第三册). 农业出版社, 1980

EFFECTS OF FEUL SYSTEM IN S195 DIESEL ENGINE UPON ITS ECONOMIC EFFICIENCY

Zhang Tonghua Zhu Reixiang Pan Tianli Ren Xiuxue

(Department of Farm Machinery.)

Abstract

The vast investigation shows that most of s195 Diesel Engines do not operate at their optimum conditions at the present. This causes more power loss and feul consumption. Thus, a large amount of fuel is wasted. Theoretically, the paper analyses the effects of engine performance by the sealability of pumping elements, advance angular of feul supply, injection pressure and sealability of delivery valve. And the cross test is used to analyse the influence degree of parameters in different combinations of S195 Diesel Engines. A new viewpoint and amendment are proposed to adjust the advance angular of fuel supply according to different sealability of pumping elements. This provides scientific basis for reasonable adjustment and maintenance of S195 Diesel Engine. It is very important to improve economic efficiency of S195 Engine and to save feul.

Key words: engine performance, feul system, diesel engine, economic efficiency, cross test