

小型柴油机排放控制技术的研究

王武林¹, 钱汉生²,

(1. 泰州职业技术学院, 江苏泰州 225300; 2. 扬动股份有限公司, 江苏姜堰 225500)

摘要: 分析了柴油机排放的特点, 提出了机内净化技术是控制柴油机排气污染主要途径; 对Y385T小型农用柴油机的燃烧室、配气机构、喷油系统等进行了优化设计。测试结果表明: 该机排放性能明显改善, 低于相关标准最低限值, 且动力、经济性能良好, 生产成本较低, 运行维护方便。

关键词: 柴油机; 排气污染; 控制技术

中图分类号: TK42 文献标识码: B 文章编号: 1005-6254(2004)03-0032-02

上世纪60年代, 涡流室式(包括预燃室)燃烧方式的柴油机被广泛使用, 并主要用于缸径小于105 mm的高速发动机。70年代以后受能源危机的冲击, 90 mm缸径以上的发动机已普遍采用直接喷射技术, 以降低油耗。但从排放角度考虑, 直喷燃烧方式的氮氧化物NOx排放量高于分隔室式, 包括碳烟和有机可溶成分SOF在内的微粒排放量。随着更严格排放法规的逐步推行, 人们对主要用于高速和要求使用方便的小型农用柴油机采用的涡流室式燃烧的排放水平给予了较多重视。

1 柴油机排放的特点

柴油机由于所用燃料及燃烧方式的不同, 排放的CO和碳氢化合物HC相对汽油机来说要少得多。但排放的NOx与汽油机在同一数量级, 而微粒的排放则比汽油机大几十倍甚至更多。因此, 柴油机的排放控制重点是微粒与NOx, 其次是HC。

降低柴油机微粒排放和降低烟度, 都要求改善柴油机的混合气形成与燃烧过程, 但柴油机燃烧过程的改善往往引起NOx的增加, 这是目前柴油机的净化过程中面临的重大技术挑战, 由于柴油机排气中的NOx尚无高效、持久的催化剂进行转化, 微粒、硫化物易使催化剂中毒失效, 加之微粒捕集器的再生问题, 因此, 柴油机排气污染控制主要靠机内净化技术来实现。

2 Y385T型柴油机低排放设计

Y385T型柴油机为小型拖拉机、草坪除草机等配套动力。该柴油机为自然吸气式, 涡流室

燃烧室, 其基本参数见表1。

表1 Y385T型柴油机基本参数

技术参数名称	参数值
型式	直列、水冷、四冲程、涡流室燃烧室
气缸数×直径×行程	3×85×90/mm
活塞总排量	1.532 L
标定功率/转速	18.4/2350 kW/(r·min ⁻¹)
压缩比	22.5:1
全负荷最低燃油耗	25L(g/kW·h)

为适应日益严格的排放标准, 扬动公司在该机型上进行了大量试验研究, 对燃烧室、配气机构、喷油系统等进行了优化设计和改进。

1) 在机体缸筒水套侧面增加支承, 气缸套珩磨网纹角度优化, 以减少窜气现象, 使气缸工作时形状畸变尽可能小, 提高气缸活塞组的控油性能, 减少由于润滑油造成的微粒排放。

2) 涡流室结构优化。柴油机转速较低, 为了充分利用涡流室空气能量, 喷油线偏心率适量加大, 以加强涡流室内燃油与空气运动的匹配; 喷油器安装孔端增加φ9台阶, 既防止油嘴过热, 又可减少死区容积, 提高柴油机的冒烟界限。

3) 配气相位调整。提高进排气凸轮丰满系数, 实测表明, 排气后期排气中微粒浓度高, 缩小排气迟闭角后, 可实现部分残余废气进入下一循环, 促进碳烟在缸内氧化。

4) 喷油系统优化设计。高压油管内径改小, 高压油泵采用小柱塞, 既保证加速不冒蓝烟, 又降低了NOx; 采用P21轻惯量喷油器, 针阀断油干脆, 开启迅速, 减少了HC排放量。

作者简介: 王武林(1956-), 男, 江苏泰州人, 副教授, 高级工程师, 主要从事内燃机排放控制和节能技术研究。

5) 为使活塞顶上的余隙容积尽可能小, 并降低加工成本, 安装发动机时分组选配两种不同厚度的气缸盖垫片, 以提高缸内空气利用率, 促使PT排放下降。

3 排放性能测试与分析

3.1 测试结果

为评定采取机内净化措施后的排放性能, 无锡威孚公司技术中心对Y385T型柴油机进行了排放检测, 测试设备: 奥地利AVL公司的PUMAS测功器及测控系统; AVL735油耗仪; CEB200NO_x、CO、HC分析仪; SPC472部分流微粒测量系统; AVL415 FSN烟度计。测试结果见表2。

表2 Y385T型柴油机排放性能对比(g/kW·h)

项目	CO	HC	NO _x	PT
人工况法试验	1.35	0.616	4.68	0.212
JB8891-1999标准	8.4	2.1	10.8	—

Y385T型柴油机外特性曲线见图1。由图1可见, 该机型为降低有害排放物采取的一系列机内净化措施未造成动力性和经济性指标的下降, 因非直喷燃烧, 最低燃油耗为250 g/kW·h。

3.2 Y385T型柴油机排放性能分析

涡流室式柴油机排气污染物主要在副燃烧室内形成, 故降低排放的重点应在涡流室。涡流室相对容积增大, 可减少碳烟生成, 但NO_x含量增多。试验表明: 涡流室相对容积保持50%左右, 并加强燃油喷入后油气的混合, 促使涡流室内形成 $\phi = 0.6 \sim 0.9$ 的混合气, 有利于获得碳烟和NO_x之间的最佳折衷。采取的措施均着眼于使配气、喷油、主副燃烧室系统良好匹配, 保证了燃油的完全燃烧, 并促进碳粒缸内氧化, 实现柴油机性能

与排放的最佳折衷。

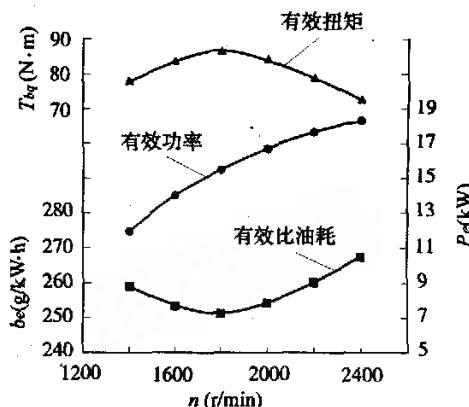


图1 Y385T型柴油机外特性曲线

由表2可看出, 经对原发动机采取一系列机内净化措施后, 其排放性能有明显改善, 远低于JB8891-1999《中小功率柴油机排气污染物排放限值》的要求, 并已接近车用柴油机欧-II排放限值水平, 且动力、经济性能良好。上述机内净化措施具有生产成本较低、运行维护方便的特点。Y385T型柴油机这一优良的排放水平为其进入美国和欧洲市场提供了重要的先决条件。

参考文献:

- [1] 刘翼俊. 内燃机的排放与控制[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] 张洪涛, 武小冰. 柴油机排气污染控制思路与相关措施[J]. 车用发动机, 2002, 137(1): 37~40.
- [3] 王武林, 钱汉生, 王锦鹏, 等. 直喷式柴油机低排放的研究[J]. 淮阴工学院学报, 2003, 12(5): 30~32.
- [4] 欧阳爱国, 刘燕德. 农用运输车排放控制探讨[J]. 农机化研究, 2003, (1): 212~213.

Research on Emission Control Technology of Small Diesel Engine

WANG Wu-jin¹, QIAN Han-shen²

(1. Taizhou Polytechnical Institute, Taizhou 225300, China; 2. Yangdong Co.Ltd., Jiangyan 225500, China)

Abstract: To counter the feature of diesel exhaust emission, presents that the combustion chamber cleanup techniques is the main way to control exhaust emission. Small Size Y385T diesel engine used in agriculture is optimized with its combustion chamber, induction mechanism and fuel injection. Tests show that the emission performance of this engine has been improved, below the relevant standard. It has excellent diesel dynamics, economic performance and is of low production cost and easy to maintain.

Key words: Diesel engine; Exhaust emission; Control technique