

农用柴油发动机经济性燃油预热技术研究

巴兴强*, 刚绪航², 巴铁魁², 齐甜甜¹, 李 焱¹

(1. 东北林业大学交通学院, 黑龙江哈尔滨 150040; 2. 武汉数字工程研究所, 湖北武汉 430074)

摘要 在低温条件下, 柴油发动机存在运行状况不佳, 主要表现为动力性低下、燃油经济性差、排放冒黑烟等特征。依据热力学原理, 利用柴油发动机正常工作时循环系统的高温循环水, 设计了一款燃油预热装置, 使即将喷入发动机燃烧室的柴油预先与高温循环水进行热交换, 并利用 FC2000 发动机测控系统, 对柴油发动机燃油经济性进行台架试验, 对燃油消耗量随温度变化特性进行试验研究, 探求农用柴油发动机工作性能最佳时的燃油预热温度范围。

关键词 柴油发动机; 燃油预热; 燃油经济性; 排放品质

中图分类号 S210.7 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)25-08835-02

A Fuel Preheating Technology for Improving Economical Efficiency of Diesel Engine on Agriculture

BA Xing-qiang et al (Traffic College of Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract Under low temperature conditions, the operation conditions of diesel engine is poor, mainly performed as low dynamic performance, poor fuel economy, the emission of black smoke. On the basis of thermodynamic principle, using high temperature circulating water of diesel engine cycle system in normal working conditions, through a fuel heating device to make it with the spray into the combustion chamber of diesel engine for heat exchange (fuel preheating) in advance, and use the FC2000 engine measurement and control system, to test bench of diesel engine fuel economy, the characteristics of fuel consumption changing with temperature were studied, the best diesel engine preheating temperature range of diesel engine on agriculture was explored.

Key words Diesel engine; Fuel preheating; Fuel economy; Discharge quality

当今世界, 能源匮乏和环境污染已成为世界性的两大难题。为提高农用柴油发动机的柴油利用率, 减少环境污染, 设计了一款独特的柴油发动机燃油预热装置。该装置利用发动机正常运行时循环系统水套中 80~90℃ 的循环水, 与即将喷入发动机汽缸前的柴油在燃油预热装置中进行热交换(燃油预热), 藉此来提高柴油的蒸发、雾化效果进而提升柴油发动机的动力性、燃油经济性和提高排放品质。

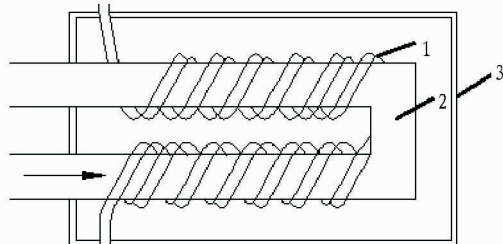
该系统通过单片机编程控制燃油预热装置的控制元件, 调节进、出燃油预热装置进出、水口循环热水流量来控制喷入发动机汽缸前的燃油温度, 调节柴油粘度, 提高雾化效果, 进而改善柴油发动机的动力性能与燃油经济性能, 同时达到节能减排目的。利用安装在柴油发动机预热系统上的传感器和电子控制单元(单片机), 侦测并反馈控制喷入柴油发动机汽缸前的燃油温度, 调节柴油粘度, 提高雾化效果。使农用柴油发动机在该工况下尽可能地处于动力性最强、燃油经济性最高及排放品质最好的工作温度范围。

在北方冬天室外温度较低, 农用柴油发动机的工作条件恶劣, 发动机燃烧不够充分。使用该装置, 可在冬季气温较低时, 使柴油发动机不仅仍可使用普通标号柴油, 而且还会相应提高发动机的工作性能, 达到改善农用柴油发动机燃油经济性能和节能减排的目的。

1 农用柴油发动机燃油预热装置的设计

1.1 燃油预热装置设计与热对流 燃油预热装置实际就是一个热交换器, 利用这个燃油预热装置可将柴油发动机 80~90℃ 的循环水的热量, 交换传递给温度较低的柴油, 柴油吸

收热量后, 温度逐渐升高, 使柴油的蒸发、雾化效果得到较好地改善。燃油预热装置的热交换原理如图 1 所示。



注: 1-柴油(燃油)输油管; 2-热循环水管; 3-待热介质。

图 1 预热装置热交换原理

由图 1 可知, 在一个保温的封闭容器内部有两根管路, 一根是柴油发动机热循环水管路, 这根管路是在散热器进水软管分流出来的一个软管。而另一根为发动机柴油(燃油)的输油管路。两根管路中液体的流动方向相反, 这样选择的目的是更容易进行热交换, 使柴油(燃油)管路易于加热。所设计的燃油预热装置是在封闭的容器内两根管路缠绕在一起, 燃油供给管路紧紧缠绕在热循环水管路外侧, 相当于热循环水热量通过燃油预热装置中的传热介质传递给燃油。

1.2 热交换温度计算 在理想状态下, 冷却液温度下降释放的热量等于燃油温度升高吸收的热量。设单位时间内热交换的热量为 Q , 而比热容 C 是一定质量的某种物质, 在温度升高时, 所吸收的热量与该物质的质量和升高的温度乘积之比。则:

$$Q_{\text{水}} = M_{\text{水}} C_{\text{水}} (T_{\text{出水}} - T_{\text{进水}}) \quad (1)$$

$$Q_{\text{油}} = M_{\text{油}} C_{\text{油}} (T_{\text{出油}} - T_{\text{进油}}) \quad (2)$$

式中, M —质量; C —比热容; T —温度。即,

$$Q_{\text{水}} = V_{\text{水}} \times \frac{\pi}{4} d_{\text{水}}^2 \rho_{\text{水}} \times C_{\text{水}} \times (T_{\text{出水}} - T_{\text{进水}})$$

基金项目 黑龙江省教育厅科学技术研究项目(12543007)。东北林业大学大学生创新训练项目(20120225145); 东北林业大学大学生科研训练项目(2012055)。

作者简介 巴兴强(1962-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 博士, 副教授, 从事林业交通环境影响与分析研究。*通讯作者, 研究生。

收稿日期 2014-07-20

$$Q_{油} = V_{油} \times \frac{\pi}{4} d_{油}^2 \rho_{油} \times C_{油} \times (T_{出油} - T_{进油})$$

由于 $Q_{水} = Q_{油}$ 故:

$$V_{油} \times \frac{\pi}{4} d_{油}^2 \rho_{油} \times C_{油} \times (T_{出油} - T_{进油}) = V_{水} \times \frac{\pi}{4} d_{水}^2 \rho_{水} \times C_{水} \times (T_{出水} - T_{进水}) \text{ 即:}$$

$$V_{油}/V_{水} = [d_{水}^2 \rho_{水} \times C_{水} \times (T_{出水} - T_{进水})] / [d_{油}^2 \rho_{油} \times C_{油} \times (T_{出油} - T_{进油})] \text{ 即:}$$

$$L_{油}/L_{水} = [d_{水}^2 \rho_{水} \times C_{水} \times (T_{出水} - T_{进水})] / [d_{油}^2 \rho_{油} \times C_{油} \times (T_{出油} - T_{进油})] \quad (3)$$

式中, L —管件长度; d —管件直径; ρ —液体密度。

由式(3)可以看出,在燃油预热装置中进行热交换的管件长度、直径与水管进出口温度差($T_{出水} - T_{进水}$)、油管进出口温度差 $T_{出油} - T_{进油}$ 直接相关。发动机在正常工况下运行时,其出水温度 $T_{出水}$ 为 $80 \sim 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,即 $T_{进水} = 80 \sim 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [13]。出水温度 $T_{出水}$ 、进油温度 $T_{进油}$ 均可通过温度传感器测得,而出油温度 $T_{出油}$ 还可通过发动机台架试验测得。

1.3 燃油预热装置控温装置设计 在交换过程中,需要对燃油预热装置进行温度控制,在柴油发动机热循环水分管路端部安装流量控制装置,外部链接电子控制单元(单片机),电子控制单元的功用是根据其内存的程序和数据对各种传感器输入的信息进行运算、处理、判断,然后输出指令。电控单元由微型计算机、输入、输出和控制电路组成。

温度传感器感应温度,发出信号,传递给电子控制单元,电子控制单元接收到信号后,分析并判断信号,给执行机构发出相应的指令,执行机构根据电子控制单元的指令做出相应的开启、闭合动作,从而对高温循环水流量进行控制,进而实现对柴油发电机喷油温度的控制。

2 柴油发动机性能测试

将燃油预热装置安装在柴油发动机台架的供油系统上,燃油测试温度控制在 $30 \sim 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,利用控制阀门改变进入燃油预热装置循环热水的流速和流量,进而在逐步升温的条件下进行燃油消耗量随温度变化特性试验。利用 FC2000 发动机测控系统,控制发动机的工作状态并记录试验数据。围绕柴油发动机燃油经济性能,筛选柴油喷入发动机汽缸之前最佳预热温度。

2.1 相同转速下燃油消耗量随温度变化特性 利用燃油预热装置,逐步提高喷入发动机汽缸前的燃油温度,当柴油发动机的转速为 1800 r/min ,扭矩分别为 80 和 $100 \text{ N}\cdot\text{m}$ 的特定条件下,获得燃油消耗量随燃油预热温度变化的特性曲线(图2)。

由图2可以看出,在柴油发动机转速为 1800 r/min ,扭矩为 $80 \text{ N}\cdot\text{m}$ 的条件下,利用燃油预热装置,逐步提高喷入发动机汽缸前的燃油温度($30 \sim 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$),燃油消耗量从 4.549 kg/h 降至 3.765 kg/h ,降幅达 17.2% 。由图2还可以看出,在柴油发动机转速为 1800 r/min ,扭矩为 $100 \text{ N}\cdot\text{m}$ 的条件下,利用燃油预热装置,逐步提高喷入发动机汽缸前的燃油温度($30 \sim 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$),燃油消耗量从 5.226 kg/h 降至 4.651 kg/h ,降幅达 11.0% 。

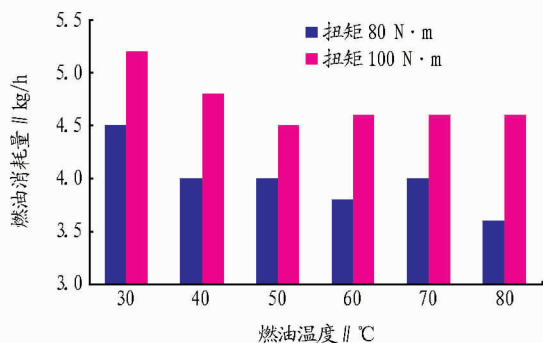


图2 相同转速不同扭矩燃油消耗量随温度的变化

可见,在柴油发动机转速不变,扭矩不同的条件下,逐步提高喷入发动机汽缸内的燃油温度,柴油发动机燃油消耗量均有所下降,且降幅比较明显。

2.2 不同转速条件下燃油消耗量随温度变化特性 尽管利用燃油预热装置,逐步提高喷入柴油发动机汽缸前的燃油温度,发动机的燃油消耗量会有一定程度的降低。但发动机燃油消耗量随温度变化的特性是否呈线性规律特征呢?通过不同转速条件下随温度变化($30 \sim 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$)的燃油消耗量曲线特性试验进行了具体分析(图3)。

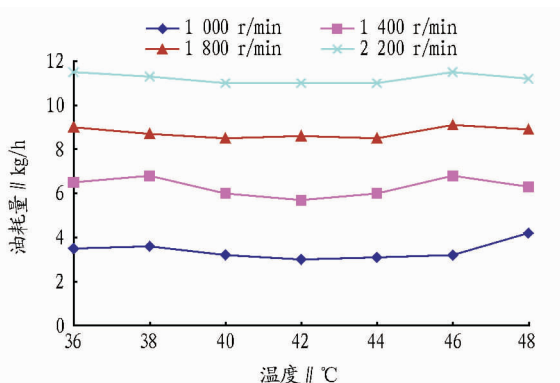


图3 不同转速条件下随温度变化的燃油消耗率曲线

由图3可以看出,在柴油发动机转速($1000 \sim 2200 \text{ r/min}$)变化条件下随燃油温度变化的燃油消耗率特性曲线并非呈线性递减特征,其变化特征为有最低点(拐点)的曲线,且最低点(拐点)在 $42 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右附近范围。这样,当柴油超过最佳工作温度范围,燃油预热系统则关闭热交换控制阀门,停止加热;当柴油温度低于预定最低温度,再开启热交换控制阀门,重新加热;即始终控制柴油(燃油)温度在一定(最佳)的范围内波动。

3 结论与讨论

该设计装置在柴油发动机不同的转速条件下,分别进行了随燃油预热温度变化燃油消耗量的特性试验,结果表明,柴油发动机的燃油经济性随燃油预热温度的提高而有一定的改善。其特性曲线呈现出非常相近的最低燃油消耗量值范围。

(1)通过燃油预热装置对燃油预加热,柴油发动机燃油消耗量有一定程度的下降。

(2)在该测试试验的特定工况下,燃油消耗量随温度变
(下转第8848页)

标准规范建设、应用系统建设和人才队伍建设现状进行全面的比较分析,找出中国热带农业科学院在档案整理与国内外先进科研机构的档案管理及数字化档案建设的差距,提出建议及对策。

(4)专家咨询法。项目执行过程中,对热带农业科技档案数字化建设存在的问题咨询相关领域专家。

(5)多层次分析法。从多角度出发,分析不同层次的业务需求、管理需求和技术需求,搭建热带农业科技档案信息资源共享平台。

2.1.3 技术路线。见图1。

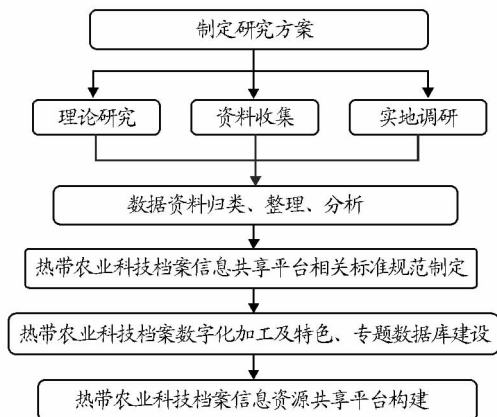


图1 热带农业科技档案信息资源共享平台构建技术路线

2.2 主要技术指标 如形成的知识产权、技术标准、新技术、新产品、新装置、论文专著等数量、指标及其水平,与国内外同类技术或产品的竞争分析,满足项目所依托的重大工程建设或重大装备研制的需求情况等。①制定热带农业科技档案信息标准规范1套,包含信息资源分类标准、数据库结构标准、信息采集标准等;②建成天然橡胶、木薯、椰子、热带牧草等特色作物的档案专题数据库;③构建热带农业科技档案信息资源共享平台。

2.3 预期经济、社会、环境效益 如技术及产品应用产业化前景,在项目实施期内能够形成的市场规模与效益,对保障国家安全、促进社会可持续发展及提升我国相关产业竞争力的作用等。

将档案信息提供给广大用户共享,充分发挥档案资源的价值,大幅提高馆藏档案的利用效率,使档案馆的社会功能得到显著提升。通过有效管理并提供网络共享,档案资源潜在的价值得以释放,产生出经济效益和社会效益,形成良性利益互动。

3 结语

拟建共享平台将向社会开放,提供公平、规范的信息服务,可在海南、广东、广西、云南、福建、四川等热带、亚热带省区推广应用,主要面向农业科研、生产、农业管理、教学部门和人员等服务对象。在此基础上,可望对跨院所、跨地区的农业科技档案信息整合与开发。基于信息化时代,探索科技档案的共享利用与公共服务,有助于加强和改善科技档案管理工作,同时也可以从新的角度延伸和扩展科技档案管理工作的内涵,丰富档案学的研究内容,从而实现科技档案信息利用在新形势下的社会价值和经济价值。探索制定我国科技档案开放信息的指导思想,界定科技档案信息开放范围的标准依据,为档案信息开放的创新方式提供新的视野和新方法。

该研究对科技档案资源共享标准规范体系尝试性探讨,可为我国科技档案共享系统的整体性统一标准制定和统一规划设计起到抛砖引玉的作用,促进各级、各区域的科技档案资料数据库和应用系统之间的彼此协作。热带农业科技档案共享平台的建成使用,真正实现了农业科技档案信息的流动和广泛利用,充分发挥了其在促进科研发展和成果应用转化、决策支持应用和增值潜力等方面的作用,推进了热带地区农业经济发展和新农村建设。

参考文献

- [1] 张芳. 农业科技档案资源共享现状及思考[J]. 信阳农业高等专科学校学报, 2008(18): 144.
- [2] 孔志军. 国外信息资源共建共享研究现状及发展趋势[J]. 图书馆建设, 2008(5): 33-36.
- [3] 白娟娟. 科技档案资源共享机制的研究[D]. 西安: 西北大学, 2011.
- [4] 李安. 国外几种信息资源共建共享模式及其对我国的启示[J]. 情报理论与实践, 2004(1): 100-102.
- [5] 冯厚娟. 1987年~2010年我国档案信息资源共享研究综述[J]. 档案管理, 2010(5): 55-58.
- [6] 王兰成, 李超. 论档案信息共享中的隐私保护及新技术研究[J]. 档案学研究, 2010(4): 41-45.

(上接第8836页)

化的特征曲线最低点(拐点)温度值在42℃左右附近范围。

(3)如果将柴油发动机燃油预热温度持续提高,燃油消耗量并非呈现线性递减的趋势,在预热温度超过某一特定温度范围时,燃油消耗量反而会呈上升趋势。因为如果交换的热量过多,导致燃油温度过高,燃油体积相对膨胀,单位体积进油量相对减少,从而影响了发动机的动力性和其稳定性;如果燃油交换热量不够,温度还没有升高到所要求的温度范围,导致燃油进入气缸后其燃油经济性下降,燃油消耗量增加,废气的排放增加,以致无法达到能源节约和环境保护的要求。

(4)该装置如果能在农用柴油发动机上推广应用,将改

变北方冬季农机作业需使用高标准号柴油,成本高且排污量大的状况。

参考文献

- [1] 张勇, 申福林, 赵重文. 国内外汽车燃油加热器技术比较及发展[J]. 客车技术与研究, 2001(6): 8-9.
- [2] 吴桂涛, 孙培廷. 船舶主柴油机缸套冷却水出口温度的智能控制[J]. 中国造船, 2004, 45(2): 57-61.
- [3] 董昌春. 主机冷却水温度控制系统的神经网络PID控制研究[D]. 上海: 上海海事大学, 2005.
- [4] 刘高. 基于模糊PID算法的柴油机缸套冷却水模糊控制器的研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2007.
- [5] 杨荣海, 李心月, 李少岩, 等. 基于燃烧室外预热的柴油发动机性能分析[J]. 森林工程, 2011(6): 42-44.
- [6] 李心月, 杨荣海, 韩慧呢, 等. 柴油燃烧室外预热对发动机性能的影响[J]. 森林工程, 2011(3): 64-66.