

研究简报

拖网渔船柴油机最佳供油 提前角的确定方法

THE METHOD TO DEFINE OPTIMUM OFFERING OIL AT ANGLE OF LEAD FOR TRAWLER DIESEL ENGINE

陈日成

(湛江海洋渔业公司, 524099)

Chen Richeng

(Zhanjiang Ocean Fishery Company, 524099)

关键词 柴油机, 拖网渔船, 供油提前角, 确定

KEYWORDS Diesel engine, Trawler, Offering oil at angle of lead, Define

供油提前角对柴油机运行的经济性、压力升高率和最高燃烧压力均有较大的影响, 供油提前角过大, 柴油机的机械负荷增大、工作粗暴、运转无力、燃油消耗率增大; 供油提前角过小, 后燃增加、排温升高、热效率下降、燃油消耗率也增大[西安交通大学, 1980]。有人作过测算, 在最佳供油提前角附近, 供油提前角每改变1度, 柴油机的效率约变化1%。合理调整供油提前角对于正确使用和维护柴油机, 实现安全生产和节约能源都有着重要的意义。

1 拖网渔船柴油机的工况特点

柴油机按使用条件大致可分为三类工况。第一类: 用于带动发电机、压缩机、水泵等工作机械的柴油机; 与可调螺距螺旋桨配合的船用主机以及配套多速变速器与定距桨配合的船用主机。其特点是: 柴油机转速由调速器保证不变, 输出功率随负荷变化。第二类: 柴油机在不配套多速变速器而与定距桨配合的条件下作为船用主机, 其工作点由螺旋桨的特性决定, 其特点是: 柴油机的功率与曲轴转速的三次方成正比, 拖网渔船柴油机大多属此类工况。本文也只讨论属于此类工况的柴油机。第三类: 柴油机作为汽车等陆上运输动力, 柴油机的功率和转速都独立地在很大的范围内变化, 彼此间没有特定的关系。

2 影响柴油机最佳供油提前角的主要因素

柴油机最佳供油提前角与机型、燃烧室的形式、燃料及转速等多种因素有关, 但对于特定的机型和燃料而言, 转速即是决定性因素。柴油机在第一类工况下工作时, 转速基本不变, 最佳供油提前角调准在标定工况; 在第二、第三类工况下工作时, 其最佳供油提前角随转速的变化而变化。因此, 转速在标定功率与最大扭矩之间有大幅度变化的柴油机, 往往采用供油角度自动提前器[维海尔特和马金格, 1986年中译本] (如12V 180ZL船用柴油机, 6120Q车用柴油机), 当转速提高时, 供油提前角自动加大, 转速降低时, 供油提前角自动减小, 直至恢复到静止调整状态。但因供油角度自动提前器结构复杂, 在一般的柴油机中为了简化结构而没有采用。

柴油机使用说明提供的供油提前角,是在标定工况下进行调整试验得出的最佳供油提前角。转速降低时,因喷油压力、压缩终点的压力和温度均有降低以及空气涡流的减弱,使燃料的着火延迟时间增长。但是,对于直喷式柴油机,由于着火延迟在时间上的增长程度并没有抵得上转速的下降程度,从曲轴转角来衡量,着火延迟期还是缩短的[西安交通大学,1980];转速降低时,喷射延迟时间也有所增长,但从曲轴转角来衡量,喷射延迟也是缩短的[波尔曼和梯留卡,1977年中译本]。因此,转速降低时须相应地将供油提前角向减小的方向调整。由于预燃室式和涡流室式柴油机在燃烧室结构上的特点,其最佳供油提前角基本不变[武汉工学院等,1981]。故以下只讨论直喷式柴油机。

3 直喷式柴油机最佳供油提前角与转速的关系

设柴油机额定转速为 n_H (r/min), 在某一工况下的转速降为 n , 该工况下柴油机的供油提前时间(指供油提前角所对应的时间)增长 Δt 秒, Δt 秒等效于该工况下 $\Delta\varphi$ 度曲轴转角,

$$\begin{aligned} \text{即} \quad \Delta t &= \frac{\theta}{6n} - \frac{\theta}{6n_H} \\ &= \frac{n_H - n}{6n_H n} \theta \quad (\text{秒}) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= 6n \Delta t \\ &= (1 - \frac{n}{n_H}) \theta \quad (\text{度}) \end{aligned} \quad (2)$$

式中, θ 为标定工况的最佳供油提前角。

若以保持供油提前时间不变为依据, 确定某一工况下的最佳供油提前角 (θ'),

$$\text{即} \quad \theta' = \theta - \Delta\varphi = \frac{n}{n_H} \theta \quad (\text{度}) \quad (3)$$

上式表示的是线性函数关系, 其图象是一条斜率为 $\frac{\theta}{n_H}$ 的斜直线, 实际上就是飞块离心式供油角度自动提前器的自动调整线。正如前面所说, 转速降低时, 着火延迟时间和喷射延迟时间均有增长, 以式(3)确定的最佳供油提前角 (θ') 显得偏小了点, 会引起最高燃烧压力降低和后燃的增加。因此, 转速降低后供油在时间上要比标定工况时略提前。设标定工况时最佳供油提前时间为 t 秒, 转速降为 n 时最佳供油提前时间为 t' 秒, $t' = \zeta \cdot t$ ($\zeta > 1$)

$$\text{即} \quad \frac{\theta'}{6n} = \zeta \frac{\theta}{6n_H} \quad \theta' = \zeta \frac{n}{n_H} \theta$$

式中, ζ 为与转速有关的系数, 其值随速比 $\frac{n_H}{n}$ 的平方根变化: $\zeta = C \cdot \sqrt{\frac{n_H}{n}}$

$$\text{即} \quad \theta' = C \cdot \sqrt{\frac{n_H}{n}} \cdot \frac{n}{n_H} \theta = C \cdot \sqrt{\frac{n}{n_H}} \theta \quad (\text{度}) \quad (4)$$

式中, C 为修正系数。利用参考文献提供的柴油机调整试验数据和本人收集的实船调整数据, 代入式(4)计算得到一系列 C 值, 经归纳总结得出: 高速柴油机 C 的取值范围为 1.012~1.028; 中、低速柴油机 C 的取值范围为 0.957~0.983。现推荐使用以下近似计算式, 建立柴油机最佳供油提前角与转速的关系。

$$\text{高速机}(C \text{ 取 } 1.02) \quad \theta' = 1.02 \sqrt{\frac{n}{n_H}} \theta \quad (\text{度}) \quad (5)$$

$$\text{中、低速机}(C \text{ 取 } 0.97) \quad \theta' = 0.97 \sqrt{\frac{n}{n_H}} \theta \quad (\text{度}) \quad (6)$$

值得指出的是: 以上计算式确定的最佳供油提前角与转速的关系是一个幂函数关系, 其图像位于飞块离心式供油角度自动提前器自动调整线的上方(如图 1、2 所示)前者比后者更接近实际值。误差分析见表 1、2。

表 1 新 105 柴油机误差分析表

Table 1 Error analysis for new 105 diesel engine

1 转速	r/min	1200	1500	1800	2000
2 新 105 最佳供油提前角	度	20.2	22.8	25	26.2
3 用式(5)计算所得 θ'	度	20.7	23.1	25.4	26.7
4 误差:(3)-(2)		+0.5	+0.3	+0.4	+0.5
5 相对误差: $ \frac{(4)}{(3)} \times 100\%$		2.4%	1.3%	1.6%	1.9%

表 2 6120 柴油机误差分析表

Table 2 Error analysis for 6120 diesel engine

1 转速	r/min	1000	1200	1400	1600
2 6120 最佳供油提前角	度	24	26	28	30
3 用式(5)计算所得 θ'	度	24.3	26.7	28.8	30.7
4 误差:(3)-(2)		+0.3	+0.7	+0.8	+0.7
5 相对误差: $ \frac{(4)}{(3)} \times 100\%$		1.2%	2.6%	2.7%	2.6%

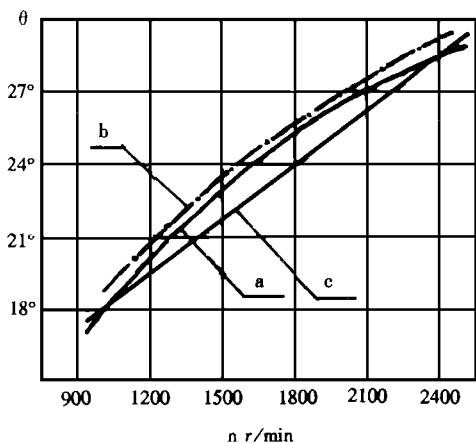


图 1 新 105 柴油机最佳供油提前角与转速的关系

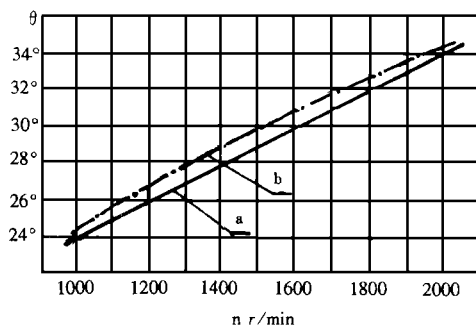


图 2 6120Q 柴油机供油提前角与转速的关系

Fig. 1 The relationship between optimum offering oil at angle of lead and rotational speed for new 105 diesel engine

Fig. 2 The relationship between offering oil at angle of lead and rotational speed for 6120Q diesel engine

a. 试验结果[西安交通大学, 1980]; b. 利用文中(5)式确定的最佳供油提前角与转速的关系;
c. 供油角度自动提前器的自动调整线。

a. 试验结果[西安交通大学, 1980]; b. 利用文中(5)式确定的最佳供油提前角与转速的关系。

4 拖网渔船柴油机的常用工况及其最佳供油提前角的调整

拖网渔船柴油机最常用工况是拖网作业, 据统计, 拖网工况占主机总运行时间的 65% 以上, 航行工况仅占 15% 左右。在调整拖网渔船柴油机供油提前角的问题上, 有人参照说明书提供的供油提前角调整, 也有人凭个人经验调整, 很不一致。事实上, 拖网渔船柴油机应按最常用工况(即拖网工况)调准最佳供油提前角。例如: 6300C 型柴油机, 额定转速为 400r/min, 拖网工况转速降为 310r/min, 说明书提供的供油提前角为 15~18[程冲等, 1982], 取中间值($\theta = 16.5^\circ$)代入(6)式算得: $\theta' = 14^\circ$, 建议采用 $(14 \pm 0.5)^\circ$ 的供油提前角; 6300ZC 型柴油机额定转速为 400r/min, 拖网工况转速降为 320r/min, 说明书提供的供油提前角为 18~20[程冲等, 1982], 取中间值($\theta = 19^\circ$)代入(6)式算得 $\theta' = 16.5^\circ$, 建议采用 $(16.5 \pm 0.5)^\circ$ 的供油提前角。在渔船上的调试使用证明: 采用以上供油提前角, 拖网工况时柴油机运转平稳有力, 机械负荷和热负荷均有所减轻, 排温和烟度均正常; 当然, 航行工况时柴油机出现了后燃现象, 排温略有升高, 在一般情况下, 可选用经济航速或略降低航速航行, 使柴油机在部分负荷特性上工作来弥补, 同时也收到了减速航行节油的效果。

参 考 文 献

- [1] 西安交通大学, 1980. 内燃机原理, 35~36, 120~122. 人民交通出版社(京)。
- [2] 武汉工学院等, 1981. 汽车拖拉机内燃机原理, 125~128. 中国农业机械出版社(京)。
- [3] M. M. 维海尔特, M. B. 马金格(关廷松译), 1986. 汽车柴油机燃料装置, 48~50. 机械工业出版社(京)。
- [4] 程 冲等, 1982. 船用柴油机实用手册, 111~115, 267~275. 人民交通出版社。
- [5] 波尔曼、梯留卡(洛阳拖拉机研究所译), 1977. 内燃机燃油喷射和调节, 37~39, 105~107. 机械工业出版社。

1997 年度《中国水产科学》征订启事

《中国水产科学》是由中国水产科学研究院主办的学报级学术刊物, 主要刊载水产基础研究、水产资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖、水产品保鲜加工与综合利用、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器等方面的研究论文、调查报告、研究简报, 适当刊载综述和学术动态等文稿。《中国水产科学》主要服务对象为水产科学研究、教学、科技管理人员及大专院校师生, 它面向水产业、为水产经济建设服务。

《中国水产科学》为季刊, 逢季末出版, 国内外公开发行。每期定价 10 元, 全年共 40 元。1997 年新开办了邮局发行业务, 邮发代号: 18—250。欢迎广大老订户和新读者及时到当地邮局办理订阅手续, 如果不便到邮局订阅, 也可向本刊编辑部办理邮购。订费可通过银行信汇。开户行为: 工商银行北京永定路分理处, 帐号: 49144428—29。亦可通过邮局将订费寄往 100039, 北京永定路南青塔村 150 号《中国水产科学》编辑部。

联系电话: (010)68214442—325, 联系人: 刘宝祥。