

静压传动车辆的功率匹配节能控制研究

陈月春, 曾育平, 李 耀

The Research on Power-matching Control Strategy of Energy Saving for Hydrostatic Transmission Vehicle

CHEN Yue-chun, ZENG Yu-ping, LI Yao

(江苏大学 汽车与交通工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘要:介绍了静压传动系统的组成及系统能量损失的途径,对发动机、变量泵的特性进行了研究,分析了静液压传动系统中发动机-泵环节功率匹配的原理及其控制方法,通过功率匹配节能控制,实现了车辆的节能。

关键词:静压传动;节能控制;功率匹配

中图分类号:U463.22+2 文献标识码:B 文章编号:1000-4858(2010)03-0004-02

0 引言

静压传动具有结构紧凑、控制简单、运转平稳等优点,能较好满足载荷、速度变化频繁、急剧、变幅大等苛刻工况,在工程机械、拖拉机、特种车辆等领域有广泛应用,但在实际应用中静压传动常出现柴油机与液压泵功率不匹配的现象,除造成功率损失外,还会影响系统工作稳定性,使柴油机转速急剧下降,严重时会造成柴油机熄火,影响柴油机的寿命。提出将发动机的工作状况与负载相匹配,通过合理匹配泵与发动机,提高了发动机功率的利用率,使动力系统与负载能更好的匹配,同时也提高了发动机的燃油效率,达到节能目的。

1 静压传动的能量损失

静压传动是一种新型的车辆传动方式,它以密封在管路中的受压液体为工作介质,将发动机的机械能转化为液压能并进行动力传递、控制和分配的一种传动方式。能量损失包括机械损失、管道压力损失、泵的效率损失、发动机与泵的功率匹配损失。其中发动机与泵的功率匹配损失是能量损失的主要途径,因此对此环节的研究成为节能技术的重点(见图1)。



图1 静压传动能量转换过程图

2 发动机特性分析

发动机的特性主要是指其运行特性,包括:速度特性、负载特性、万有特性。其中发动机的速度特性和负载特性只表达两个参数之间的关系,不能全面表示发动机性能,而万有特性曲线是以发动机转速为横坐标,输出

转矩为纵坐标,作出若干条等燃油消耗率曲线和等功率曲线,它可以表示各种转速、各种负荷下的燃油经济性。

发动机工作过程中有高效区,图2为发动机万有特性曲线,最内层的等油耗曲线为发动机的经济工作区域,曲线越向外,油耗率越高,经济性越差,在发动机的每个运行功率下,等功率曲线和等油耗曲线的切点为该功率下的经济工作点,各经济工作点的连线即为发动机的经济工作曲线,发动机工作时,将工作点设在经济工作曲线附近,就会提高燃油利用率,达到节能目的。

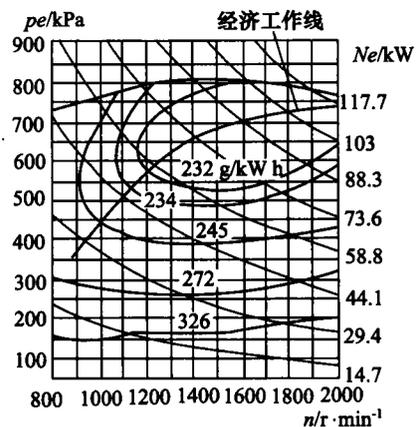


图2 发动机万有特性曲线

3 液压泵的性能分析

在静液压传动中,通常采用变量泵,采用变量泵有两个目的:①实现功率调节,节约能源,减少系统发

收稿日期:2009-09-01

作者简介:陈月春(1983—),男,山东潍坊人,在读硕士生,主要从事静压传动车辆控制研究工作。

热;②实现无级调速。

车辆外负载的变化,使泵的吸收功率发生变化,并引起发动机的转速偏离设定的最佳节能工作点或最大功率点,从而使发动机油耗升高,为此我们需要对泵进行恒功率控制。恒功率调节功能的设置主要是从泵与发动机的匹配角度来考虑的,恒功率变量泵依靠其恒功率控制装置,实现液压泵输出流量和工作压力之乘积等于或接近于一定值。因液压功率 N_p 为压力 p 与流量 Q 的乘积,即 $N_p = p \cdot Q$,所以恒功率变量泵的总输出功率具有与负载无关,维持恒定的性质。在精确的恒功率控制中,流量与压力的关系是压力升高时,流量随压力呈双曲线减小。变量泵的恒功率曲线如图3所示。

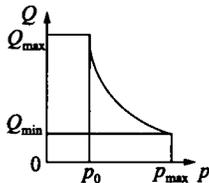


图3 变量泵的恒功率曲线

4 静压传动功率匹配及控制

4.1 功率匹配原理

发动机的输出功率： $N_e = \frac{\pi}{3000} \times M_e \times n_e$

泵的输入功率：

$$N_b = \frac{p_b \cdot Q_b}{60} = \frac{p_b \cdot q_b \cdot n_e}{60000} = \frac{\pi \cdot M_b \cdot n_e}{3000}$$

在发动机转速保持不变的时候有 $M_b = M_e$ ，泵的吸收扭矩等于发动机最佳工作点的输出扭矩 M_e ，又 $M_b = \frac{p_b \cdot q_b}{2\pi}$ ；其中： p_b 取决于负载，当负载变化时，引起 p_b 和 M_b 的变化，当 M_b 偏离最佳工作点时，泵与发动机不匹配，通过调节泵的排量使 $M_b = M_e$ 始终近似相等，就实现了泵与发动机功率的匹配，此时发动机的转速为设定的最佳工作点处的转速。

4.2 功率匹配的控制方法

当车辆的外负载发生变化时，将引起发动机转速及系统压力的改变，根据转速和压力的变化情况，可以采用扭矩控制系统，通过扭矩控制阀实现自动控制；也可以采用发动机转速感应控制系统，通过比例阀控制液压泵实现匹配。由于转速传感控制更易实现发动机转速的准确控制，出于节能技术的考虑，一般选用转速传感控制，转速传感控制原理如图4所示。

转速传感控制的工作原理：选择发动机的工作模式，在作业过程中，发动机速度传感器将不断检测发动机的实际转速，装在发动机控制马达的角度传感器将

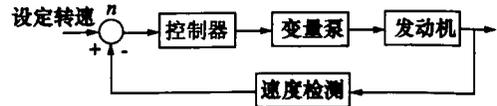


图4 转速传感控制原理图

通过检测油门杆角度，来检测发动机在某一油门杆位置对应的额定转速，控制器将对两者进行比较并计算转速偏差，根据转速偏差控制泵的排量，使泵的吸收功率始终跟踪发动机的输出功率，实现发动机与泵环节的功率匹配。功率匹配控制系统如图5所示。

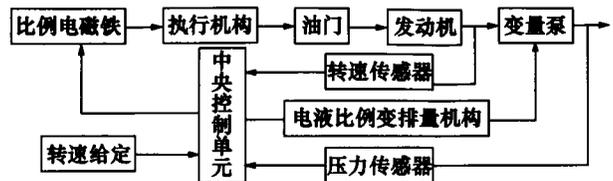


图5 发动机与泵的控制框图

该控制策略的原理是在不同负荷下，依据发动机的最佳油耗曲线，使负载和发动机功率匹配。通过中央控制单元对发动机转速与液压泵排量进行联合调节，实现发动机、液压泵和负载三者之间的匹配。按照系统的工况要求，中央控制单元根据负载压力和发动机功率匹配的关系，初步计算出发动机的转速及液压泵的排量。发动机转速的控制由中央控制单元发送信号给底盘发动机，并根据发动机转速传感器反馈的当前实际的速度大小，进行转速PID闭环控制调节，使当前速度与设定速度一致，发动机再经过动力传动机构将动力传给液压泵，液压泵控制单元由单片机控制电液比例减压阀的输出压力，进而控制恒功率变量泵的变量机构，达到控制泵的排量的目的。通过合理匹配泵与发动机，提高了功率利用率，从而提高了整机的效率，也提高了发动机的可靠性。

5 总结

静压驱动车辆的功率匹配电子节能控制经历了调节发动机油门、调节液压泵到复合控制，随着电子技术的发展，控制水平也大大提高。节能控制的目标是按照需要，使发动机能更好的提供能量，实现车辆的总体协调控制。

参考文献：

- [1] 吴光强,王会义. 车辆静液压驱动与智能控制系统[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,1998.
- [2] 田晋跃. 车辆静液传动匹配技术的研究[J]. 液压与气动,2006(10).
- [3] 柳波,何清华,等. 发动机-变量泵功率匹配极限负荷控制[J]. 中国机械工程,2007(4).