

FESTO 汽车动平衡系统蓄能器设计参数探讨

李海红

(云南交通职业技术学院, 云南昆明 650224)

摘要: 介绍 FESTO 汽车动平衡系统的基本工作原理和组成元件. 分析计算蓄能器安全参数, 选择适当的元件, 提出蓄能器是该系统中的核心液压元件. 比较系统参数在自动控制过程中的实际作用, 选用蓄能器有不同的结构、形状、尺寸和材料, 则其工作性能和使用寿命不同.

关键词: 液压系统; 蓄能器; 自动控制

中图分类号: TK417+·11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)02-0135-04

Study on Design Parameter of Hydraulikzylinder about FESTO Auto Moving Balance System

Li Hai-hong

(Yunnan Transportation Technical Institute, Kunming 650224, China)

Abstract: The composition and the principle of FESTO auto moving balance system are introduced. An analysis on the calculation of hydraulikzylinder safety parameter and selection is made. By comparing the process of the auto-control with the practical application of the parameter system it puts forward that hydraulikzylinder is the core element of hydraulic. The different constitution, shape, size and material of the hydraulikzylinder will be different in function and service life.

Key words: hydro-system; hydraulikzylinder; auto-control

0 引言

FESTO(费斯托)总公司,位于德国的斯图加特市,于1925年创立总公司,现在全球拥有170多个销售和服务机构,50多家独立子公司.FESTO汽车动平衡系统是费斯托总公司专门为德国奔驰汽车公司设计制作,共生产了4套.其特点是:灵活、高效、安全、快速、经济、组织化、标准化、模块化、易扩充、操作便利、保养维修方便、抗干扰、能耗低,其设计理念始终站在工业自动化技术发展的前沿,具有较高的技术含量.

本文主要就使用该系统的体会进行分析,探讨其工作原理,蓄能器设计参数,操作技巧.因为汽车是一种高速机械,运动速度较快,所以研究汽车的动平衡系统显得非常必要.

1 FESTO 汽车动平衡液压系统工作原理

通常汽车是通过一个弹簧来承担负载的重量,弹簧在负载力的作用下被压缩,当弹簧重力系统不能保持平衡状态,就需要附加一个缓冲予以补偿.

汽车的负载来源可以是人或各种物品,当负载很大时,弹簧将被最大程度的压缩,但如果负载的分布不平衡时,那么各弹簧的压缩程度也不同,车厢也将会失去它的水平状态.如果汽车由于弹簧受力不同而失去平衡的状态,那么汽车安全性也被破坏.尤其对高速行驶的汽车危险就更大.这个问题可通过另一个系统来解决.汽车的负载将通过一个油缸与蓄能器的组合来取代弹簧和缓冲器所起的作用.汽车将安装在一个液压缸上,它的后端连接到一个液压蓄能器上.当油缸退回时,油缸里的油将被压回到蓄能器中,这样

收稿日期:2003-01-08.

作者简介:李海红(1964~),男,讲师;主要研究方向:液压传动.

就形成了一个压力,这个力将用以支撑负载力.原系统中的阻尼将通过连接在油缸和蓄能器之间的节流阀来完成.由于负载的分布不均衡汽车会产生倾斜.车体的倾斜可以通过改变油缸内的压力来进行调整,这个调整工作可以是手动或自动的.为了实现自动控制,需要使用一个特殊的元件,这个元件主要起到高度控制的作用.这个控制阀的驱动是通过一个长的连接杆转动来控制,这个长连接杆转动同时实现动平衡状态的检测.当车身要提高时,这个阀将开启与油泵的连接;当车身过高时,阀门将开启泄油回路.这个控制阀的切换过程很慢,所以它不会由于地面的不平整而影响调节.

为了能够将负载力均匀分布,必须对每一个转动杆进行控制,并在汽车的前后桥上分别安装四组以上所介绍的油缸与蓄能器组件.

2 蓄能器参数计算

2.1 FESTO 汽车动平衡系统中蓄能器的作用

蓄能器可以储存和释放液体压力能,在汽车动平衡系统中有很重要作用,它在液压系统中的功用主要有以下三方面:1)短期大量供油,用于汽车动平衡液压系统短时间内需要大量压力油的场合.如果汽车行驶在颠簸不平的路面上,外载不断变化,压力也随之不断变化,蓄能器可以吸收释放压力能.当系统不需大量油液时,可以把液压泵输出的多余压力油储存在蓄能器内,到需要时再由蓄能器快速释放出来,这样就可使系统采用流量较小的液压泵,不但减少了发动机功率的消耗,而且也降低了液压系统的温升.2)维持系统压力,当汽车行驶在平稳的路面上,需要蓄能器保压,液压泵卸荷,由蓄能器把原先储存着的压力油供出来,补偿系统泄漏,维持系统压力.这样做也可以减少发动机功率消耗,降低系统温升.此外,蓄能器还可用作应急油源,在一段时间内维持系统压力,避免发动机熄火时油源突然中断所造成的汽车零件损坏事故等.3)吸收冲击压力或脉动压力,缓解液压系统中压力波动.当液压泵突然启动或停止、液压阀突然关闭或换向、液压缸突然运动或停止时,液压系统中要出现液压冲击,使用蓄能器可以吸收这种冲击,使冲击压力幅值大大减少.用蓄能器来吸收液压泵的压力脉动.以上三方面作用,前两面是利用蓄能器的储能作用,后一项是利用它的缓冲作用.

2.2 蓄能器总容积的确定

选用蓄能器时,应知道它的容量,而计算蓄能器容量要根据汽车自重和负载不同,对蓄能器容量进行计算.一般气囊中的充气压力可为系统油液最低工作压力的 60% ~ 70%.

2.3 储存能量时蓄能器容量的计算方法:

假设蓄能器的容积为 V_0 ,其充气压力为 P_0 ,在系统最高压力 P_1 时蓄能器容积为 V_1 ,在系统压力最低 P_2 时蓄能器容积为 V_2 .由气态方程有

$$P_0 V_0^n = P_1 V_1^n = P_2 V_2^n = C$$

式中 n —指数,其值由气体工作条件决定:当蓄能器用来补偿泄漏、保持压力时,它释放能量的速度是缓慢的,可以认为气体在等温条件下工作, $n = 1$;当蓄能器用来大量提供油液时,它释放能量的速度是很快,可以认为气体在绝热条件下工作, $n = 1.4$.

简化可得

$$V_0 = \frac{V_w}{P_0^{1/n} \left[\left(\frac{1}{P_2} \right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{1}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}$$

式中: $V_w = V_2 - V_1$ 为蓄能器的有效工作容量,它应该等于蓄能器储存(或释放)的最大容积.按下式计算

$$V_w = \Delta V - q_p t$$

式中: ΔV —系统的最大耗油量; q_p —液压泵的流量,它一般为系统需要的平均流量. t —最大耗油量时液压泵的工作时间. P_0 值理论上可与 P_2 相等,但为了保证系统的压力为系统的最低工作压力 P_2 时,蓄能器还能补偿泄漏,宜使 $P_0 < P_2$,一般对折合型皮囊取 $P_0 = (0.8 \sim 0.85) P_2$,波纹型皮囊取 $P_0 = (0.6$

~ 0.65) P_2 . 此外为了延长皮囊的寿命, 在系统最大压力 P_1 时, 皮囊的容积不应小于原容积的 1/4.

2.4 吸收回路冲击压力时蓄能器的容量计算

在这种情况下蓄能器容量的准确计算是比较困难的, 因为它涉及到管路布置、液体流态, 阻尼状况和泄漏大小等一系列的因素. 下面介绍一种近似的理论计算方法. 当液压回路中的换向阀突然关闭时, 如果阀前管路中液体的质量为 m , 流速为 u , 这部分液体的动能为 $mv^2/2 = \rho AlV^2/2$ (这里为油液密度, A 为管路截面积, l 为管路长度), 这项动能由蓄能器吸收后转变为气体的压力能. 由于气体是由原来充气状态下的压力和体积转变为缓冲状态下的最高容许压力和与其对应的体积的, 又由于冲击是瞬时发生的, 可看成是绝热过程, 因之有

$$PV^{1.4} = P_A V_A^{1.4} = P_1 V_1^{1.4} = \text{const.}$$

$$\text{根据热力学公式求得气体的压缩功为 } V_A = \frac{PA l V^2}{2} \left(\frac{0.4}{P_A} \right) \frac{1}{\left[\left(\frac{P_1}{P_A} \right)^{0.286} - 1 \right]}$$

上式未考虑油液压缩性和管道弹性. 式中的 P_A 值一般常取系统工作压力的 90%.

2.5 吸收液压泵脉动压力时蓄能器容量的计算

一般采用下面经验公式计算

$$V_0 = \frac{qi}{0.6k}$$

式中: q —液压泵的排量 (L/r); $i = \Delta q/q$ —排量变化率, Δq 是最大瞬时排量与平均排量之差; $k = \Delta p/p_p$ —液压泵的压力脉动率, Δp 是压力脉动单侧振幅. 使用时取蓄能器充气压力 $P_0 = 0.6p_p$.

汽车液压油路连接回路图:

3 液压回路分析

支撑油缸是通过一个双作用油缸和一个蓄能器的组合而构成的, 它的活塞端作为负载端来模拟货运汽车. 蓄能器提供支撑力, 以使油缸对长连接杆施加一个推力. 油缸的运动使得长连接杆产生一个转动量, 负载力将通过一个手柄施加在控制阀上, 随着运动方向的不同, 油缸的进油口将连接到压力源 P 或油箱 T . 弹性力是通过一个手柄的操作来施加的, 同时也带来了油缸运动位置的变化. 油缸的活塞面将通过一个减压阀来控制, 这样一来, 根据油缸的结构类型, 始终得到一个相同的作用力 (由活塞的面积比决定). 油缸的运动量与转动的机械连接可以改变, 长连接杆推动点的变化改变了油缸作用点到转动点的长度, 这个距离越长, 转动的角度越小. 这样就可以得到一个更大的调节范围. 这也可以认为系统具有一个较小的放大量.

确定系统压力不超过 6 MPa, 连接渗漏回油管路, 渗漏回油管路不允许被关断, 连接或拔下油管时, 油路必须不存在压力. 必须注意长连接杆会发生碰撞, 因为长连接杆在泵的作用下会快速运动, 在每次运动调度时, 油缸都可能产生一个快速动作, 如: 从一个末端位置运动到设定的位置. 在你改变操作杆的连接位置时, 系统必须不具有压力当连接在长连接杆最下面的连接孔时, 要注意运行的高度. 因为连接杆与油缸的快插接口相距很近.

将铝合金地板固定在一个稳定的平台上, 检查油泵的压力设定值, 检查蓄能器的气囊压力是否为 1.5 MPa. 按照回路图连接液压回路, 并确定油箱和渗漏回油管路也确连接. 将节流阀完全关闭, 确定摆部分不会碰撞其它物体. 开启油泵, 设定控制阀的负载的压力 (调节减压阀), 将节流阀开启一点点. 推动手柄, 观察油缸运动的全过程是否正常, 通过改变储能器连接口的流量, 能使控制回路达到稳定, 改变负载力. 如果这时油缸没有反应, 应该进一步开启节流阀或检查蓄能器的压力.

通过本文的研究可知: 目前汽车使用的汽车动平衡系统, 除了要合理设计液压油路, 正确选用液压控制元件, 和计算液压缸承载力外, 更关键的是对该系统的核心液压元件——蓄能器进行计算, 选用安装及调试. 在一般的液压系统中蓄能器仅为辅助元件, 但汽车动平衡系统中蓄能器总是与执行元件液压缸紧密

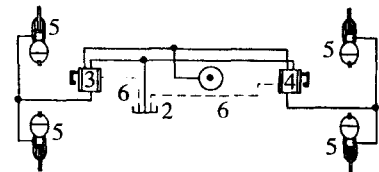


图1 液压油路连接回路图

相连缓解冲击,可认为是执行元件的一部份.动力元件,液压泵只需与发动机匹配,能提供足够流量,所以FESTO汽车动平衡系统的使用寿命和性能的优良主要取决于蓄能器.

参考文献:

- [1] 蒋式勤译.FESTO 液压技术[S].上海:同济大学出版社,1993.12~15.
- [2] 屈圭.液压与气压传动[M].北京:机械工业出版社,2002.117~120.
- [3] 章宏甲.金属切削机床液压传动[M].南京:江苏科学技术出版社,1985,145~148.
- [4] 唐银启.液压与液力传动[M].大连:大连海事大学出版社,1995,123~126.

(上接第134页)

喷孔夹角和喷孔数目对喷注方位有影响.现代直喷式高速柴油机喷孔和喷注方位的设计原则是:各孔汇于同锥,顶视图上喷注均布(接近),主视图上落点等高,室壁弧等长.

4 结束语

(1) 内燃机面临突出的两大问题是经济性和环境污染,紊流型燃烧系统是解决上述问题的有效途径之一.

(2) 紊流燃烧室的主要特点是利用其边、角及凸起、凹坑等燃烧室表面形状的变形来产生微涡流.

(3) 紊流燃烧系统油、气、室匹配趋势是:喷注贯穿率在1.05~1.1左右,使有一部分油喷涂到燃烧室壁上,吸收壁热而汽化,参加中期燃烧,从而降低最高燃烧压力,提高热效率;采用较高的涡流比,增加紊流强度,把宏观均匀混合和微观均匀混合结合起来,改善混合效果.

参考文献:

- [1] Noboru Hikosaka. 车用柴油机未来展望[J]. 国外内燃机, 1999, (4): 3~37.
- [2] 齐国荣等. 紊流型燃烧系统的进气道匹配研究[J]. 内燃机工程, 1996, (1): 7~12.
- [3] 蔡锐彬等. 小型直喷式柴油机新型燃烧室的研究—设计、计算(1)[J]. 小型内燃机, 1995, (6): 56~60.
- [4] 何学良等. 内燃机燃烧学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1990, 346~370.
- [5] 王福民. 车用柴油机燃烧系统[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1989, 47~111.
- [6] 付光琦等. 小缸径柴油机直喷式燃烧系统的研究与试验[J]. 内燃机学报, 1996, (1): 31~39.
- [7] 周俊杰等. X4100 柴油机燃烧系统的研制[J]. 小型内燃机, 1996, (3): 11~14.