

· 研究简报 ·

FB2 型 电 磁 防 爆 阀^①

褚丹雷 胡国清 卢贵主 刘文艳

(厦门大学机电工程系 厦门 361005)

液压技术是推动机电液一体化发展的关键技术之一,能否保证液压设备的安全运行与可靠性,已成为当前液压技术发展亟待解决的重要问题.然而,液压系统中元件或部件却很容易因疲劳、振动、老化等诸因素发生爆裂,特别是软管.元件爆裂后造成液压油向外喷出,既浪费能源,又污染环境.针对这一系列问题,在研制出 FB1 型机械式防爆截止漏油阀(已获国家专利)的基础上,又研制出 FB2 型电磁防爆阀. FB 型系列防爆阀的设计思路打破了传统阀的观点,该阀自动截断爆裂油路的阀口,将油液自动导入油箱.根据这一原理,设计出 FB2 型电磁防爆阀.

1 工作原理

FB2 型电磁防爆阀是利用系统发生故障时,出油口压力的变化来实现防爆截止漏油的功能,其工作原理如图 1 2 所示.

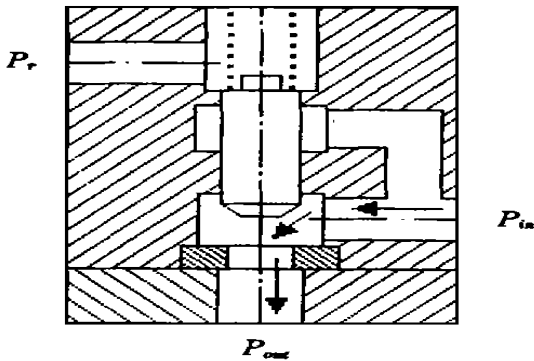


图 1 阀芯打开

Fig 1 The valve's spool open

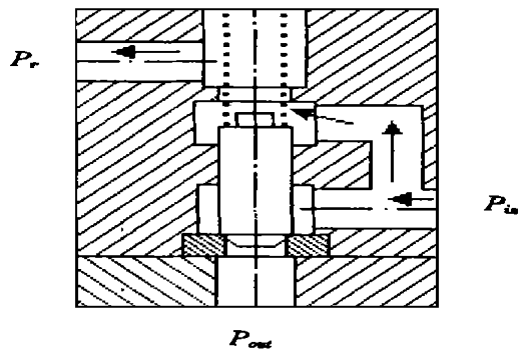


图 2 阀芯关闭

Fig 2 The valve's spool closed

首先,在电磁力的作用下,将下端顶杆顶起,带动阀芯向上运动,压缩上端弹簧,将出油口打开,回油口关闭.当阀芯行程达到 4 mm 时,出油口(锥阀阀口)完全打开,回油口(滑阀阀口)完全关闭,其中阀芯总的位移为 7 mm,死区为 3 mm.液压油进入系统后,待系统的压力(大于或等于设计压力 0.4 MPa)建立,关掉电磁铁电源,即电磁铁失去电磁力,这时阀芯受到三个力的作用

① 本文 1999-06-22 收到; 高速水力学国家重点实验室研究资助项目(9709),福建省高科技重点资助项目(98-H-36)

(忽略摩擦力影响),即上端弹簧推动阀芯关闭阀口的弹力、系统油液背压对阀芯的向上作用力和关闭阀芯的液动力的作用。当背压对阀芯向上的作用力大于或等于关闭阀口的弹簧作用力和液动力时,阀芯维持平衡状态。此时系统的油液从进油口导入,出油口导出,整个系统处于正常工作状态。

一旦系统由于某种故障因素而导致系统元件爆裂,则系统的压力突然降低,同时系统的背压也突然降低。当系统的背压降到 0.4 MPa 以下时,阀芯在上端弹簧力的作用下,推动阀芯向下运动,立即关闭锥阀阀口,打开回油路阀口,由于回油路与油箱相连,则油液经过回油路流入油箱。整个动态过程只有 $2.5 \times 10^{-3} \text{ s}$ 。故本电磁防爆阀设计合理,动态响应好,完全能够满足工程实际需要。

2 结构及其特点

2.1 结构与组成

该阀主要由阀体、阀芯、上下端盖、弹簧、电磁铁等元器件组成。其结构类似一个二位三通电磁换向阀,工作时出油口完全打开或完全关闭,同样,回油口也完全关闭或完全打开,即电磁开关阀。该阀共开有 3 个油口:进油口 (P_{in}),出油口 (P_{out})及回油口 (P_r)。阀芯是一个带锥阀的滑阀阀芯,只有 1 个台阶,滑阀端面用于切换回油路油口,锥阀端面用于切换出油口。在滑阀部分的突台上开有 7 条均压槽,可以有效防止液压卡紧现象的发生。

2.2 特点

- 1)该阀的最大特点是:截断爆裂管路上向外喷出的高压油,设自动回油箱,降低了泵负载,实现防爆、防污、节能的目的。
- 2)该阀的结构简单,阀芯上只有一个台阶,工艺性好,无闭死容积,质量轻,动态性能好。
- 3)该阀采用电磁换向,易实现自动操作。电磁铁选用湿式电磁铁,无需在端盖与电磁铁之间增添特殊的密封元件,进一步简化了产品结构。
- 4)该阀能同各类液压系统配套使用,具有广泛的应用前景和实用价值。可以广泛地应用到航空、航天、矿山、冶金、工程机械、行走机械等各类液压系统。

3 实验

3.1 技术要求

介质: 46# 液压油;

粘度: $45 \sim 19 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}(40^\circ\text{C})$;

阀芯动作压力: 0.4 MPa

阀芯最大行程: 7 mm ;

公称通径: 11 mm ;

密度: 900 kg/m^3

额定工作流量: $3.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

电磁铁额定推力: 70 N

3.2 实验数据

电磁防爆阀的实验数据见表 1。

3.3 实验装置图

实验装置如图 3 所示。

表 1 电磁防爆阀的实验数据

Tab 1 The experiment data of the electromagnetic anti-explosion valve

P_{in} (泵)	1 00M Pa	0 80M Pa	0 70M Pa
P_s	0 63	0 43	0 34
P_{out}	0 23	0 22	0 22
P_{pump}	0 40	0 40	0 40
T_{oil}	47 00	48 00	47 50
Q_{out}	$3 32 \times 10E-04$	$3 32 \times 10E-04$	$3 32 \times 10E-04$
q_r	$2 00 \times 10E-07$	$2 50 \times 10E-07$	$3 32 \times 10E-07$
q_{out}		$8 33 \times 10E-09$	
t		$2 50 \times 10E-03$	

P_{in} : 正常工作状态下, 进油口压力 (M Pa); P_s : 正常工作状态下, 出口口压力 (M Pa); P_{out} : 阀芯动作时, 出口口的临界背压 (M Pa); P_{pump} : 回油口打开瞬时, 进口的油压 (M Pa); T_{oil} : 系统介质油温 ($^{\circ}\text{C}$); Q_{out} : 正常工作状态下, 出口口的流量 (m^3/s); q_r : 正常工作状态下, 回油口的泄漏量 (m^3/s); q_{out} : 回油口打开后, 出口口的泄漏量 (m^3/s); t : 关闭时间 (s).

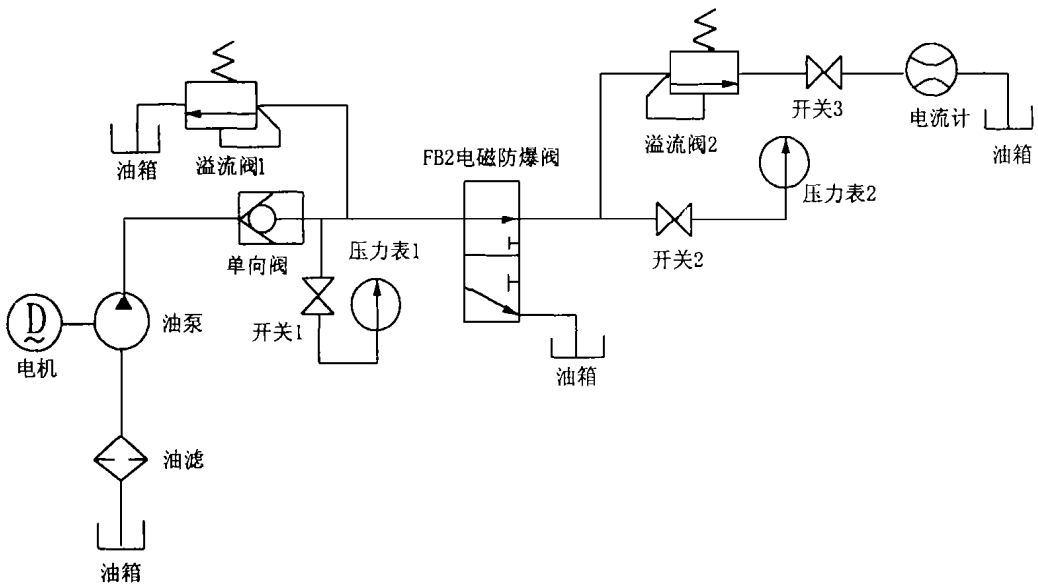


图 3 实验装置

Fig. 3 The device of experiment

4 结论

由试验可得如下结果:

- 1) 该阀动作灵敏, 性能稳定, 只要出口口压力小于 0 22M Pa 或泵的压力小于或等于 0 4 M Pa (可以通过阀端盖上的螺钉调节) 时, 阀芯便在 $2 5 \times 10E-03$ s 的时间内关闭出口口, 打开回

油口,实现预期的工作要求.

2)该阀不仅动态性能好,而且泄漏量小,即回油口关闭时,泄漏量为 $2.50 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$ 出油口关闭时,泄漏量仅为 $8.33 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s}$

3)由试验结果可知,该阀更适合应用于高压系统,低压系统的压力损失偏大.

参 考 文 献

- 1 胡国清. 防爆截止漏油阀. 中国专利, ZL 94239836 X, 1995-07-25
- 2 卢贵主. 防爆截止漏油阀的研制: [硕士学位论文] 厦门: 厦门大学机电工程系, 1997
- 3 卢贵主, 胡国清. 正反馈式液压防爆阀的计算机仿真技术, '96中国流体传动与控制暨机电一体化学术交流会论文集. 厦门: 厦门大学出版社, 1997
- 4 胡国清, 卢贵主. 新型防爆截止漏油阀的设计和试验研究. 机床与液压, 1998
- 5 北京有色冶金设计研究总院. 机械设计手册(第三版) 1-5卷. 北京: 化学工业出版社, 1993
- 6 杨源泉. 阀门设计手册. 北京: 机械工业出版社, 1992
- 7 刘震北. 液压元件制造工艺学. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1992
- 8 李玉琳. 液压元件与系统设计. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1991
- 9 邱宣环. 机械设计(第四版). 北京: 高等教育出版社, 1997
- 10 [美] 梅里特 H E. 著. 液压控制系统. 北京: 科学出版社, 1976

The Type of FB2 Electromagnetic Anti-exploding Valve

Chu Danlei Hu Guoqing Lu Guizhu Liu Wenyan

(Dept. of Mechanical and Electrical Engineering Xiamen Univ., Xiamen 361005)

Abstract A new type of FB2 electromagnetic anti-exploding valve was studied. The valve will be useable to solve much heavy damage of the hydraulic system caused by some pipes or hydraulic elements explosion. The theoretical analysis and the experimental results indicated that the valve has the advantages of simple construction, convenience and reliability, as well as a good response.

Key words Type of FB2 electromagnetic anti-exploding valve; Hydraulic system