



装有背压自动调整复合阀 液压缸系统的试验

中国矿业大学北京研究生部 吴全志

摘要 开发了一种集液控单向阀、溢流阀和自调整背压阀于一体的背压自调整复合阀。使用背压自调整复合阀的液压缸系统，它的背压受工作压力反馈控制，即背压随工作压力变化而反向变化，起到改善液压缸系统对负载响应的性能和减振缓冲的目的。此外，该系统还具有锁位和溢流保护的功能。

关键词： 液压缸 系统 液压控制阀 背压 自动调节

1 概述

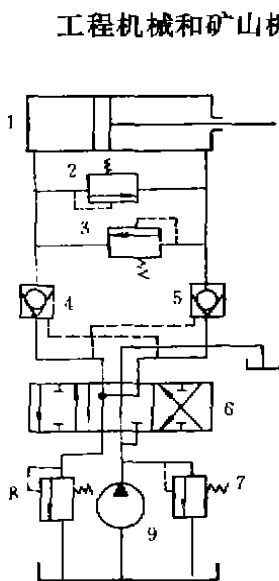


图1 液压缸系统

1. 液压缸 2, 3, 7. 溢流阀 4, 5. 液控单向阀 6. 换向阀 8. 低压溢流阀 9. 液压泵

工程机械和矿山机械的液压缸系统，工作时的条件极为复杂，不仅受到剧烈的冲击等瞬态载荷作用，而且要求具有锁位和溢流保护等功能。一般如图1所示的液压缸系统。图中8为低压溢流阀或叫背压阀，用它调定的背压来增加系统回油刚度，抑制液压缸工作时振动，起缓冲减振的作用。本文的一种新型液压缸系统如图2所示。在该系统的油路上设置了背压自调整复合阀4和5。背压自调整复合阀集液控单向阀、溢流阀和自调整背压阀于一体。故新型液压缸系统的背压随着系统负载压力变化而反向变化。工作压力变小时，背压随着变大。由于新型液压缸系统的背压受工作压力反馈控制，因而起到改善液压缸系统，对负载响应的性能和减振缓冲的目的。此外，新型液压缸系统还具有锁位和溢流保护的功能。

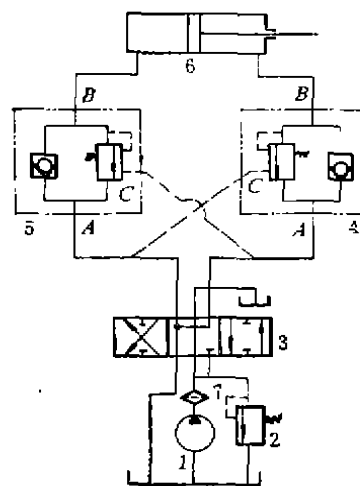


图2 装有背压自调整复合阀的液压缸系统

1. 液压泵 2. 溢流阀 3. 换向阀 4, 5. 背压自调整复合阀 6. 液压缸

本文对图1和图2所示的两种液压缸系统的减振缓冲性能进行了试验研究。

2 试验研究

试验系统如图3所示。试验系统包括右边部分的主系统和左边部分的加载系统两部分。按照试验要求，在主系统的油路上可以调换安放背压自调整复合阀、低压溢流阀或不接阀的三种不同试验系统。

2.1 背压自调整复合阀的静态试验

背压自调整复合阀的结构如图4所示。它的

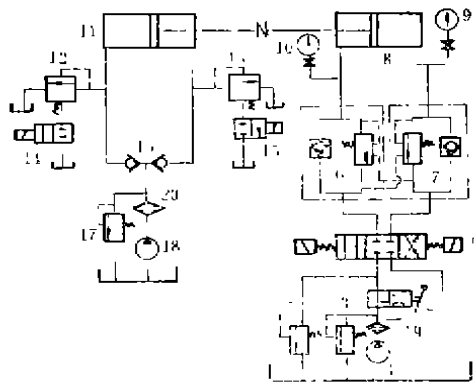


图3 试验系统

- 1. 液压泵 2. 换向阀 3, 4, 12, 13, 17. 溢流阀
- 5, 14, 15. 电磁阀 6, 7. 背压自调整复合阀
- 8. 试验液压缸 9, 10. 压力表 11. 加载液压缸
- 16. 单向阀 18. 补油液压泵 19, 20. 过滤器

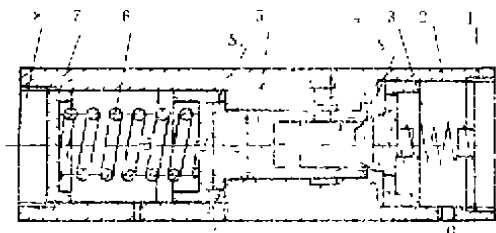


图4 背压自调整复合阀结构图

- 1. 前端盖 2. 阀体 3. 复位弹簧 4. 阀芯 5. 阀套
- 6. 弹簧 7. 弹簧座 8. 调整盖 A和B为主油路接口，C为控制接口

主要结构参数，弹簧6的设计刚度为 1.4×10^5 N/m；阀套5前端小环形有效作用面积 $S_0 = 0.286 \text{ cm}^2$ ；后端凸肩有效作用面积 $S_1 = 3.0144 \text{ cm}^2$ 。试验测得背压自调整复合阀静态特性数值列表1。计算得的背压自调整复合阀静态特性数值列表2。表中 P_A 的工作压力； P_B 为回油压力； P_C 为溢流压力；压力单位为MPa。

背压自调整复合阀静态特性试验值与计算值基本相符合。试验中复合阀的溢流功能达到一般溢流阀性能要求。复合阀在工作压力和回油压力共同开起时，其中的一个压力增大而另一个压力随着变小的反向变化。

2.2 系统试验

在图3所示主系统的回油路上，安放复合阀的自调整背压系统、或安放低压溢流阀的定值背压系统、或没有阀的零背压系统等三种不同情况，在相同的工作压力下，进行冲击负荷

表1 复合阀静态特性试验值 (MPa)

阀由 p_C 单独开起压力	p_C	13.7	17.6	20.6	23.5	26.5	29.4	32.3
阀由 p_A 和 p_B 共同作用开起压力	p_{A1}	2.16	2.9	3.3	3.6	4	4.3	5
	p_{B1}	0.98	1.47	1.62	1.77	1.86	2.06	2.45

表2 复合阀静态特性计算值 (MPa)

阀由 p_C 单独开起压力	p_C	13.7	17.6	20.6	23.5	26.5	29.4	32.3
阀由 p_A 单独开起压力	p_A	1.28	1.65	1.92	2.2	2.48	2.75	3.04
阀由 p_A 和 p_B 共同作用开起压力	p_{A1}	2.17	2.78	3.24	3.7	4.17	4.64	5
	p_{B1}	1.08	1.39	1.6	1.85	2.09	2.31	2.55

试验，分析比较三种系统的减振冲击性能。本试验用加载系统的迅速卸载或加载作为负或正阶跃信号。试验的供油量为定值，油温定值。

2.2.1 自调整背压系统试验

主系统的工作压力为9.8MPa；背压自调整复合阀固定的溢流压力 P_C 为15.7、24.5和31.4MPa三种情况的负阶跃试验曲线如图5、图6和图7所示，图中V为液压缸活塞速度。动态响应性能指标列于表3。主系统工作压力为7.8

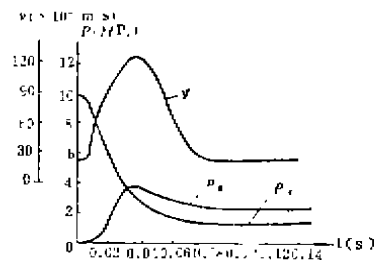


图5 自调整背压系统动态试验曲线
(工作压力9.8MPa；复合阀溢流压力15.7MPa)

MPa，背压自调整复合阀调定的溢流压力 P_C 为15.7和31.4MPa两种情况的正阶跃试验曲线如

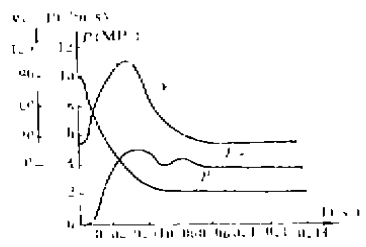


图6 自调整背压系统动态试验曲线
(工作压力9.8MPa, 复合阀溢流压力24.5MPa)

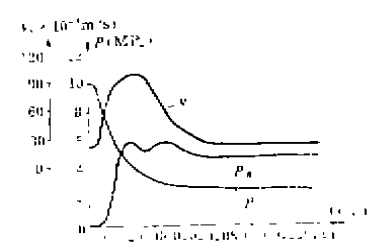


图7 自调整背压系统动态试验曲线
(工作压力9.8MPa, 复合阀溢流压力31.4MPa)

表3 自调整背压系统负阶跃动态响应性能指标

试验条件	工作压力 $p_A = 9.8\text{MPa}$									
	$p_C = 15.7\text{MPa}$			$p_C = 24.5\text{MPa}$			$p_C = 31.4\text{MPa}$			
	测试参数	p_A	p_B	V	p_A	p_B	V	p_A	p_B	V
响应指标		(MPa)	(MPa)	(m/s)	(MPa)	(MPa)	(m/s)	(MPa)	(MPa)	(m/s)
项目										
最大(小)响应值		1.47	3.53	0.124	2.06	4.9	0.106	2.55	5.7	0.096
稳态响应值		1.47	2.25	0.022	2.06	3.53	0.022	2.55	4.5	0.022
调整时间(s)		0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06

表4 自调整背压系统正阶跃动态响应性能指标

试验条件	工作压力 $p_A = 7.84\text{MPa}$						
	$p_C = 15.7\text{MPa}$			$p_C = 31.4\text{MPa}$			
	测试参数	p_A	p_B	V	p_A	p_B	V
响应指标		(MPa)	(MPa)	(m/s)	(MPa)	(MPa)	(m/s)
项目							
最大(小)响应值		7.84	0.098	0.09	7.84	0.098	0.12
稳态响应值		7.84	0.098	0.21	7.84	0.098	0.21
调整时间(s)		0.13	0.06	0.13	0.13	0.13	0.13

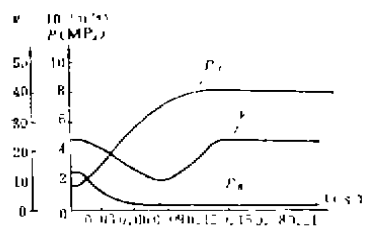


图8
(工作压力7.84MPa, 复合阀溢流压力15.7MPa)

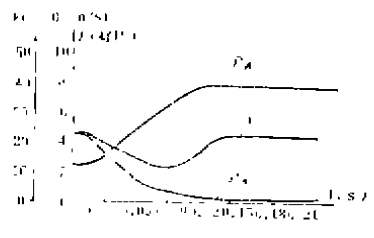


图9
(工作压力7.84MPa, 复合阀溢流压力31.4MPa)

图8和图9所示。动态响应性能指标列于表4。

2.2.2 定值背压系统试验

主系统的工作压力为9.8MPa；主系统回油路低压溢流阀调定背压1.96和3.92MPa两种情况的负阶跃试验曲线如图10和图11所示。动态响应性能指标列于表5。表中 P_D 为溢流阀调定的背压。

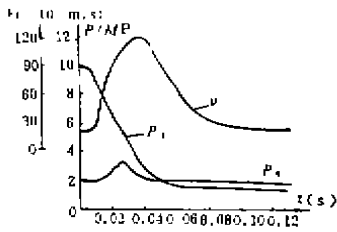


图10 定值背压系统动态试验曲线
(工作压力9.8MPa；系统背压1.96MPa)

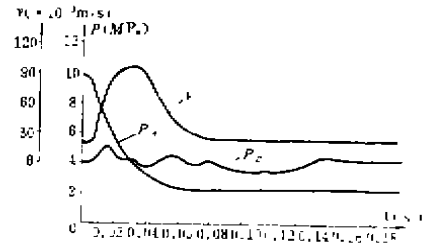


图11 定值背压系统动态试验曲线
(工作压力9.8MPa；系统背压3.92MPa)

2.2.3 零背压系统试验

主系统的工作压力为9.8MPa，系统背压为零的负阶跃试验曲线如图12所示。动态响应性能指标列于表6。主系统的工作压力为7.8MPa，系统背压为零的正阶跃试验曲线如图13所示。动态响应性能指标列于表7。

表 5

试验条件	工 作 压 力 $P_A = 9.8 \text{ MPa}$						
	$P_D = 1.96 \text{ MPa}$			$P_D = 3.96 \text{ MPa}$			
	测试参数	P_A (MPa)	P_B (MPa)	V (m/s)	P_A (MPa)	P_B (MPa)	V (m/s)
最大(小)响应值		1.27	31.4	0.118	2.25	5.1	0.10
稳态响应值		1.27	1.96	0.022	2.25	3.92	0.022
调整时间(s)		0.08	0.04	0.08	0.06	0.14	0.06

表6 零背压系统负阶跃动态响应性能指标

试验条件	工 作 压 力 $P_A = 9.8 \text{ MPa}$			
	$P_D = 0$			
	测试参数	P_A (MPa)	P_B (MPa)	V (m/s)
最大(小)响应值		0.29	0.59	0.138
稳态响应值		0.29	0	0.022
调整时间(s)		0.10	0.03	0.10

表7 零背压系统正阶跃动态响应性能指标

试验条件	工 作 压 力 $P_A = 7.8 \text{ MPa}$			
	$P_D = 0$			
	测试参数	P_A (MPa)	P_B (MPa)	V (m/s)
最大(小)响应值		7.8	0	0.07
稳态响应值		7.8	0	0.21
调整时间(s)		0.14	0	0.14

3 试验分析与结论

从图5至图7的试验曲线得知，自调整背压系统在突然卸载时，动态过程中工作压力降低

时而背压随着升高；从图8和图9的试验曲线可知，自调整背压系统在加载前工作压力和背压都保持着一定的压力值，在突然加载时，动态响

进口工程机械液压系统橡胶密封件的研究

上海市工业设备安装公司 李 峰

摘要 本文对进口工程机械液压传动与控制系统中, 橡胶密封件的研制, 提出了一个简捷而实用的办法。文章对密封件的设计、金属模具的配制、密封件和材料等问题, 进行了讨论, 借以解决进口工程机械在维修中, 经常遇到的密封件短缺的难题。并在多种机型中进行了实际应用, 获得了较好的使用效果和经济效益。

叙词: 工程机械 液压系统 密封件

1 问题的提出

进口工程机械的液压传动与控制系统有其

自身的特点: 高压、大流量, 这对所选用的密封元件提出了相应的要求。在系统的驱动、控制和辅助元件中, 使用形状、规格和材料各异

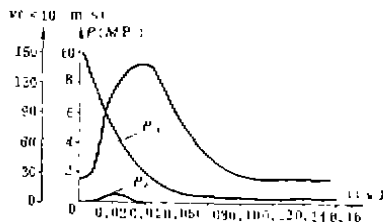


图12 零背压系统动态试验曲线
(工作压力9.8MPa; 系统背压为零)

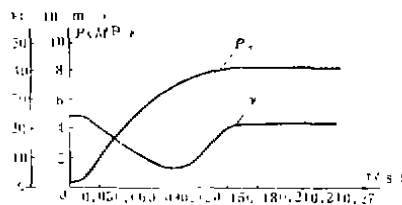


图13 零背压系统动态试验曲线
(工作压力7.08MPa; 系统背压为零)

应过程中工作压力上升, 而背压随着变小。自调整背压系统动态响应过程中, 系统背压能随着负载的变化而反向变化; 自调整背压系统载荷稳定时, 系统背压很小或接近于零。从图5至图7可知, 自调整背压系统的背压自调整复合阀调定的溢流压力愈高, 系统卸载时背压上升得愈高, 液压缸活塞的速度峰值愈小, 系统稳定时间愈短。如图7所示, 系统正常工作时的背压接

近于零, 系统突然卸载时背压很快上升到5.9 MPa, 并稳定在4.3 MPa, 活塞速度峰值为0.096 m/s, 系统稳定时间为0.06 s; 这与图11所示背压为3.9 MPa定值背压系统, 在动态响应过程中有相同的抑制活塞波动的效果。但较高的背压要带来系统发热的一些问题, 严重时影响正常工作, 或引起液压元件过早地损坏。如图12所示, 系统背压为零, 动态响应过程活塞速度峰值为0.136 m/s; 稳定时间为0.10 s。由各试验曲线的对照可知, 自调整背压系统和定值背压系统的动态响应过程中, 抑制活塞运动速度的波动要优于零背压系统, 而自调整背压系统抑制活塞运动速度的波动为较优。原因是自调整背压系统的背压自调整复合阀受工作压力反馈控制, 使系统的背压随着负载的变化而反向变化。因而, 系统的固有频率和阻尼系数比定值背压系统和零背压系统都大, 其中阻尼系数大起着主要作用, 所以有较优越的减振缓冲效果。

开发的背压自调整复合阀的零件数及加工难度与一般溢流阀相当。

装有背压自调整复合阀的液压缸系统非但动态性能优良, 还具有锁位和溢流保护的功能, 而且系统结构很简单, 维修方便。