

混凝土泵车开式液压系统回油冲击试验研究

李四中¹ 夏玉军² 胡键锋¹ 邹玉亮¹

(1 湖南海格力士智能科技有限公司 湖南 长沙 411000; 2 长沙中联重科环境产业有限公司 湖南 长沙 411000)

摘要: 本文通过对混凝土泵车上的开式液压系统进行理论分析和试验研究的方法, 试验时采用压力传感器和波普分析仪对混凝土泵车液压系统中回油冲击的压力数据进行采集。试验过程中, 使用两个压力传感器同时连续地测量泵送液压系统中主阀块主回油口、散热器进油口的压力数据, 然后对采集到的数据进行处理和分析。探究回油液压冲击产生的原因以及蓄能器在不同实际使用工况下的最佳工作参数, 为解决因回油冲击导致散热器爆裂问题提供试验依据和指导意见。

关键词: 混凝土泵车; 液压冲击; 蓄能器; 试验探究

0 引言

目前, 市场上常用混凝土泵车的液压系统主要有两种类型: 一种是开式液压系统, 另一种则是闭式液压系统。区分开式液压系统与闭式液压系统的依据是系统中液压油的循环方式。行业内以中联为代表的长臂架混凝土泵车以闭式泵送液压系统居多。在闭式液压系统中, 高压油流经执行机构后直接进入油泵进口, 而不再流回油箱。此外, 闭式液压系统常采用泵控换向方式实现执行机构的换向, 在换向过程中能实现系统流量连续变化。所以, 换向过程中产生的冲击非常小, 但闭式液压系统中存在发热严重、散热不足、泄露等缺陷。

以三一为代表的长臂架混凝土泵车则以选用开式液压系统为主。开式液压系统相比与闭式液压系统, 其组成简单, 仅由主油泵、换向阀和执行机构组成, 不存在高温、散热不足、泄露等缺陷。在开式液压系统中, 由于系统油路是开放的, 每个动作循环之后液压油都会经过油箱冷却。与闭式液压系统的泵控换向方式不同, 开式液压系统采用阀控换向, 在换向过程中做不到流量的连续变化, 当流量突变时, 系统中将会产生巨大的液压冲击。因此, 在实际生产实践过程中, 由于液压冲击造成回油散热器爆裂的现象时有发生。由于蓄能器能够有效的吸收系统脉动, 因此, 在开式液压系统回油路中加入蓄能器, 能很好的降低回油冲击, 并且使系统中的回油压力变得更加平稳。如何尽量避免回油液压冲击对于散热器的影响值得深入研究, 并得到有效的结论指导生产。

本文通过对混凝土泵车上的开式液压系统进行理论分析和试验研究的方法, 探究回油液压冲击产生的原因以及蓄能器在不同实际使用工况下的最佳工作参数, 为解决因回油冲击导致散热器爆裂的问题, 提供试验依据和指导意见。

1 液压冲击产生的原理及其危害

当油液在液压管道中流动时, 换向阀的阀芯从一个位置移动至另一个位置的瞬间, 换向阀中各个油口之间的流通截面面积迅速发生变化, 即在换向阀各个油口之间的所有油流通道中, 有的由打开状态切换至关闭状态; 有的则由全关闭状态切换到打开状态; 最后使换向阀的各个油口从一种连通关系转换为另一种连通关系。在连通关系的切换过程中, 管道内液压油的压力发生急剧交替升降的波动, 压力急剧波

动的过程则称为液压冲击。

换向过程中产生的冲击会产生剧烈的振动和巨大的噪音, 使得工作环境恶化、加速泵送系统中元器件的老化、密封器件密封性能的下降, 进而导致液压系统工作稳定性降低及泄露问题的出现。由于开式液压系统的回油特性, 该冲击还会直接作用在用于液压系统散热的散热器上。如果不能妥善处理系统中的液压冲击, 将可能会导致散热器的爆裂, 极其影响施工质量和给施工过程带来极大的经济损失。

为减小液压冲击对液压系统中各构件造成的损伤, 可以在容易发生液压冲击的管路中配备一个蓄能器, 并根据实际使用工况设置相应的工作参数。

2 回油冲击试验研究及结果分析

蓄能器在液压系统中的其中一个作用就是吸收系统脉动过程中的液压冲击, 因此, 在泵送系统的回油油路上设置一个蓄能器对冲击能量进行吸收, 这样可以减小换向过程产生的冲击对系统构件的伤害, 降低散热器因压力冲击而开裂的风险。

在液压系统设计过程中, 对于蓄能器的选用和工作参数设定虽然有现成的理论公式以及经验公式可用, 但由于混凝土泵车在实际使用过程中常常处于非常复杂多变的工作环境中。此时如果仅凭借理论指导公式进行设计, 将难以考虑到实际工况中不同的环境因素对蓄能器吸收液压冲击效果的影响。因此, 还需通过实验的方式探究蓄能器在不同工况下的吸能缓冲效果, 并通过分析试验结果得出蓄能器最佳的工作参数。

2.1 试验方案

本试验采用压力传感器和波普分析仪对混凝土泵车液压系统中回油冲击的压力数据进行采集。在试验过程中, 使用两个压力传感器同时连续地测量泵送液压系统中主阀块主回油口、散热器进油口的压力数据, 采集完毕后使用数据处理软件对所采集到的数据进行处理, 以便对比分析。

为探究回油路中蓄能器对回油冲击缓冲效果的影响因素和得出不同工况下蓄能器的最佳工作参数, 共进行了三次试验。

2.1.1 第一次试验

本次实验以液压系统中油温、泵送压力为因素, 以缓

冲压降 为指标, 设计了对比试验方案, 如表 1 所示, 用以探究两个因素在不同水平下对缓冲压降 的影响情况。试验的布管形式如图 1 所示。

表 1 对比试验方案

编号	油温 T (°C)	泵送压力 (MPa)
1	22	14
2	60	14

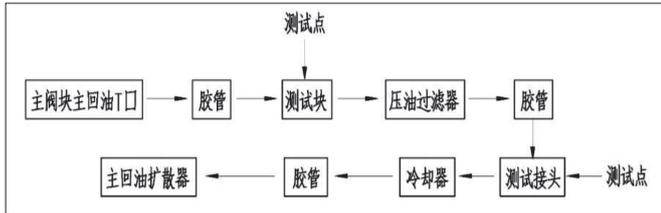


图 1 试验布管形式

根据表 1 所设计对比试验方案以及图 1 所示的试验布管形式在混凝土泵车上进行试验, 通过采集测试点的压力数据得到主阀块主回油 口、散热器进油口的压力变化如图 2 所示。

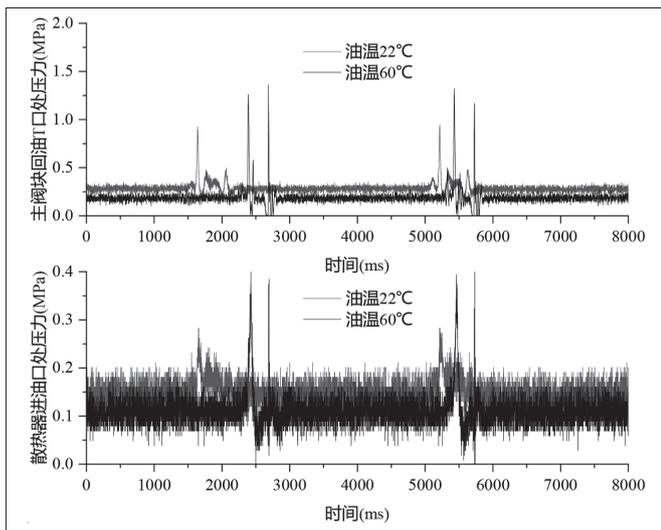


图 2 油温 22°C、泵送压力 12MPa

图 2 的数据总结如表 2 所示:

表 2 数据总结

试验编号	主阀块回油 T 口处压力 (MPa)	散热器进油口处压力 (MPa)	缓冲压降 (MPa)
1	0.95	0.28	0.67
2	1.35	0.45	0.9

从以上试验数据可以看出, 泵送处于冷机状态 (刚开机) 时, 压油过滤器对散热器冲击的缓冲效果较为明显; 当油温上升后, 其缓冲效果不佳 (仅降低 0.5MPa 左右)。并且, 无论在低温还是高温状态, 压力冲击的波峰仅降低了, 而没有被消除。

2.1.2 第二次试验

本次实验以液压系统中油温、泵送压力、充气压力 为因素, 以缓冲压降 为指标, 设计了对比试验方案, 如表 3

所示, 用以探究不同油温对缓冲压降 的影响情况。试验的布管形式如图 3 所示。

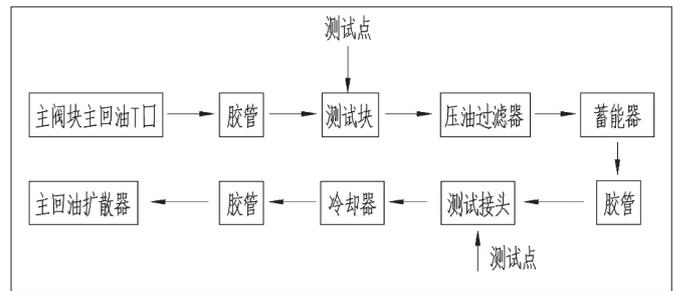


图 3 试验布管形式

根据表 3 所设计对比试验方案以及图 3 所示的试验布管形式在混凝土泵车上进行试验, 通过采集测试点的压力数据得到主阀块主回油 口、散热器进油口的压力变化如图 4 所示。

表 3 对比试验方案

编号	油温 T (°C)	泵送压力 (MPa)	蓄能器容积 L(L)	充气压力 (MPa)
1	13	26	1.6	0
2	65	26	1.6	0

图 4 的数据总结如表 4 所示:

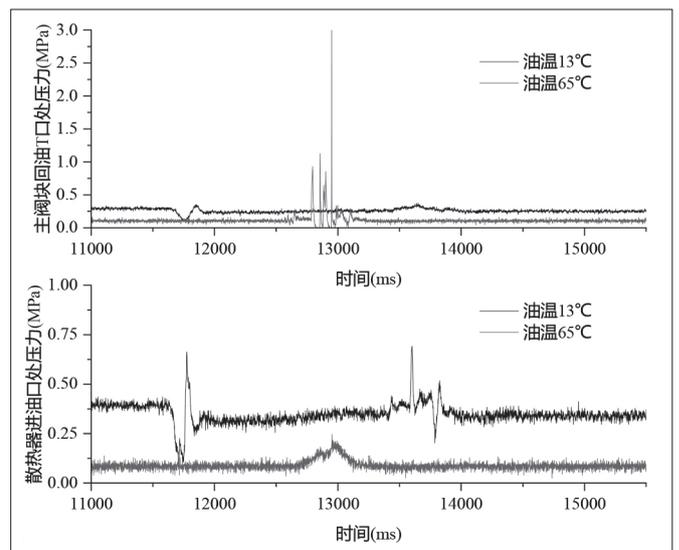


图 4 泵送压力 26MPa、充气压力 0MPa

从以上数据可以看出, 使用 1.6L 蓄能器, 且充气压力 为放空 (即压力传感器测量值为零) 时, 冲击压力明显降低。当主回油 T 口处冲击压力达到 3.2MPa 时, 经蓄能器缓冲后, 散热器进油口的冲击压力在 0.25MPa 以下, 缓冲效果较佳。

2.1.3 第三次试验

本次实验以液压系统中油温、泵送压力、充气压力 为因素, 以缓冲压降 为指标, 设计了对比试验方案, 如表 5 所示, 用以探究不同油温对缓冲压降 的影响情况。试验的布管形式如图 3 所示。

根据表 5 所设计对比试验方案以及图 3 所示的试验布管形式在混凝土泵车上进行试验, 通过采集测试点的压力

表 4 数据总结

试验编号	主阀块回油 T 口处压力 (MPa)	散热器进油口处压力 (MPa)	缓冲压降 (MPa)
1	0.7	0.35	0.35
2	3.0	0.22	2.78

数据得到主阀块主回油口、散热器进油口的压力变化如图 5 所示。

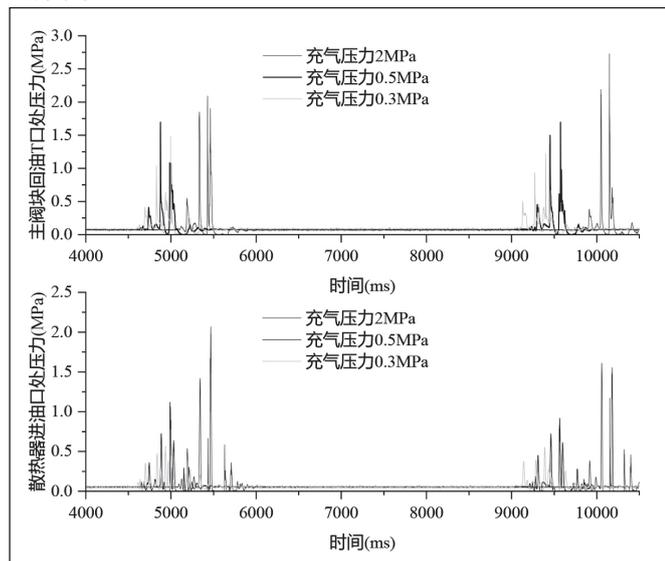


图 5 油温 70℃、泵送压力 26MPa

图 5 的数据总结如表 6 所示：

表 5 对比试验方案

编号	油温 T (°C)	泵送压力 (MPa)	蓄能器容积 L(L)	充气压力 (MPa)
1	70	28	1.3	2
2	70	28	1.6	0.5
3	70	28	1.6	0.3

从以上数据可以看出当充气压力 $\geq 0.5\text{MPa}$ 时，蓄能器的缓冲效果不佳；充气压力仅在 0.3MPa 以下，蓄能器的缓

表 6 数据总结

试验编号	主阀块回油 T 口处压力 (MPa)	散热器进油口处压力 (MPa)	缓冲压降 (MPa)
1	2.2	2.0	0.2
2	1.7	1.1	0.6
3	1.5	0.6	0.9

冲效果较佳。为使蓄能器充气较为方便，试验蓄能器充气压力放空时的缓冲效果。

3 结语

泵送处于冷机状态（刚开机）时，压油过滤器对散热器冲击的缓冲效果较为明显；当油温上升后，其缓冲效果不佳（仅降低 0.5MPa 左右）。并且，无论在低温还是高温状态，压力冲击的波峰仅降低了，而没有被消除。

在主阀块的回油 T 口到散热器进口之间增加一个蓄能器（型号：NXQA-1.6/10），散热器进口的压力冲击降低到 0.5MPa 以下，缓冲效果较佳。其中蓄能器的充气压力应 $\leq 0.2\text{MPa}$ ；或采用以下充气方式代替：先给蓄能器充气至 0.8MPa ；然后放气，此时会有放气的声音，放气直到此声音消失为止，此时充气结束。给蓄能器充气时，设备必须处于冷机且停机状态时进行放气。在采用蓄能器消除散热器进口冲击时，油液温度对其影响不大。

参考文献：

[1] 吴学松. 国内混凝土泵车发展概况 [J]. 建筑机械化, 2004,(03):9-10.
 [2] 陈英, 荆宝德, 魏宏宇. 闭式混凝土泵液系统研究 [J]. 农业机械学报, 2006,(10): 132-135.
 [3] 谢雄, 邓旻涯, 李科军, 等. 闭式液压系统油温热分析 [J]. 现代机械, 2020,(04): 64-69.
 [4] 彭秀英. 混凝土泵开式液压系统液压冲击分析与对策 [J]. 液压与气动, 2003,(11):12-14.

作者简介：李四中（1986.08-），男，汉族，湖南邵东人，硕士，工程师，研究方向：混凝土机械。

