

· 设备改造 ·

SGA5650 矿用洒水车的改型设计

崔岩^① 杨耀东

(北京科技大学土木与环境工程学院 北京 100083)

摘要 对改型前的 SGA5650 型矿用洒水车存在的洒水量不均匀、洒水量偏小和液压系统油压偏高等问题进行分析,并进行重新设计计算,使之满足矿山洒水除尘的基本要求。

关键词 洒水车 水路系统 液压系统 改型设计

中图分类号 TG334.9

文献标识码 A

Redesigning of SGA5650 Mine-Used Watering Cart

Cui Yan Yang Yaodong

(Civil & Environment Engineering School, University of Science and Technology Beijing)

ABSTRACT The paper analyzes the problems of former SGA5650 mine-used watering cart. The problems are unavailable quantity of sprinkling water, smaller quantity of sprinkling water and higher pressure of hydraulic system. In order to satisfy the sprinkling request of mineral mountain, the paper redesigns and computes the SGA5650 mine-used watering cart.

KEYWORDS Mine-Used Watering Cart Water System Hydraulic System Redesign

首先对 SGA5650 型矿用洒水车的总体设计进行介绍,SGA5650 型矿用洒水车是在 SGA3722 矿用自卸车的基础上,用水罐代替货箱,其中水罐容量为 40m³。液压系统为了满足矿山洒水需要进行了重新设计,水泵由液压马达驱动,并把水泵和液压马达单元置于水罐后部。

在新车的试验过程中,发现水泵洒水量不均匀并且偏小,液压系统的油压偏高。针对这些问题的产生原因进行详细分析,并给出改进的对策和方法,使之满足使用要求。

1 液压系统的改型设计

改型前洒水液压系统采用一个电磁溢流阀实现液压马达的加载(洒水)和卸荷,同时电磁溢流阀在液压马达加载洒水时还可实现安全阀功

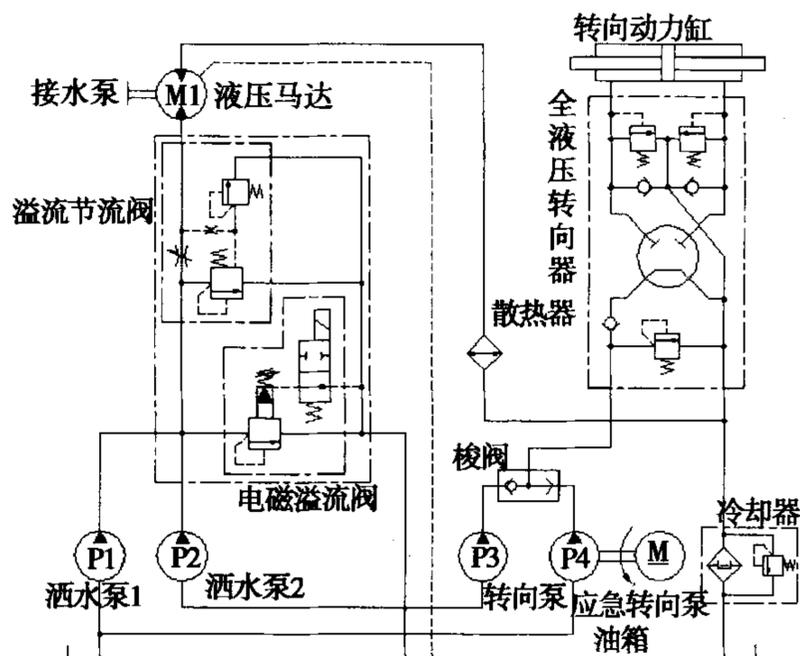


图 1 改型前液压系统原理图

能。为了实现洒水车上坡和下坡时洒水量不变,在液压马达的进油路上增加了一个溢流节流阀,

^① 作者简介:崔岩,男,1983 年出生,北京科技大学在读硕士研究生,主要从事矿用自卸车液压系统研究设计

该阀可以实现供给液压马达一个恒定的流量(当然,液压泵提供的油液要不低于该流量),使液压马达的转速不随发动机的转速变化而变化。

该系统的缺点显而易见,油路复杂,可靠性低,所以在新车试验过程中会出现液压系统油压偏高的现象,同时由于使用了溢流节流阀,致使液压系统效率较低并且液压系统发热现象比较严重。

经过对改型前洒水车液压系统存在的问题进行分析,设计了如图 2 所示的洒水液压系统。左边是洒水液压系统,右边是转向液压系统。

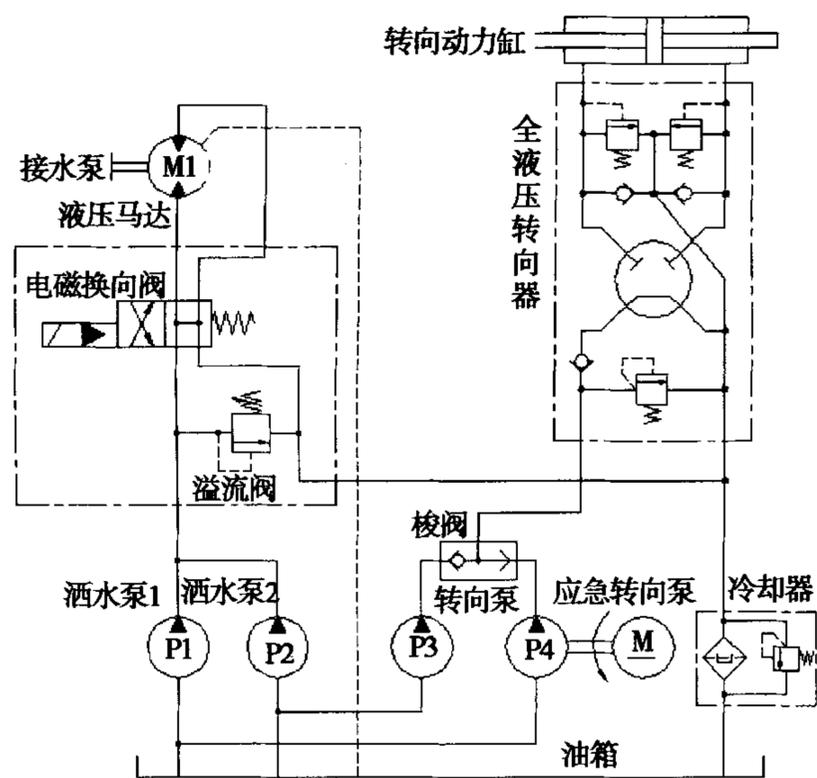


图 2 改型后液压系统原理图

洒水液压系统采用一个电磁换向阀实现液压马达的加载(洒水)和卸荷,同时溢流阀在液压马达加载洒水时可实现安全阀功能。转向液压系统采用静态信号负荷传感转向回路,由全液压转向器即静态信号型负荷传感转向器(配置 FKA 型阀块)和定量转向油泵组成,由电动机驱动的应急转向泵在发动机停止工作情况下可以向转向器提供压力油,实现应急转向。该转向回路能够按照转向油路的要求,优先向其分配流量,无论负载压力大小、方向盘转速高低,均能保证供油充足。

2 水路系统的改型设计

改型后 SGA5650 矿用洒水车水路系统在原来水车水路系统的基础上,增加了若干功能,如从水池抽水,提供压力水口,水泵出口增加安全

阀和减压阀。如图 3 所示,水路系统主要由水罐、水泵、水炮、洒水器、阀和管道组成。该系统可实现以下功能:

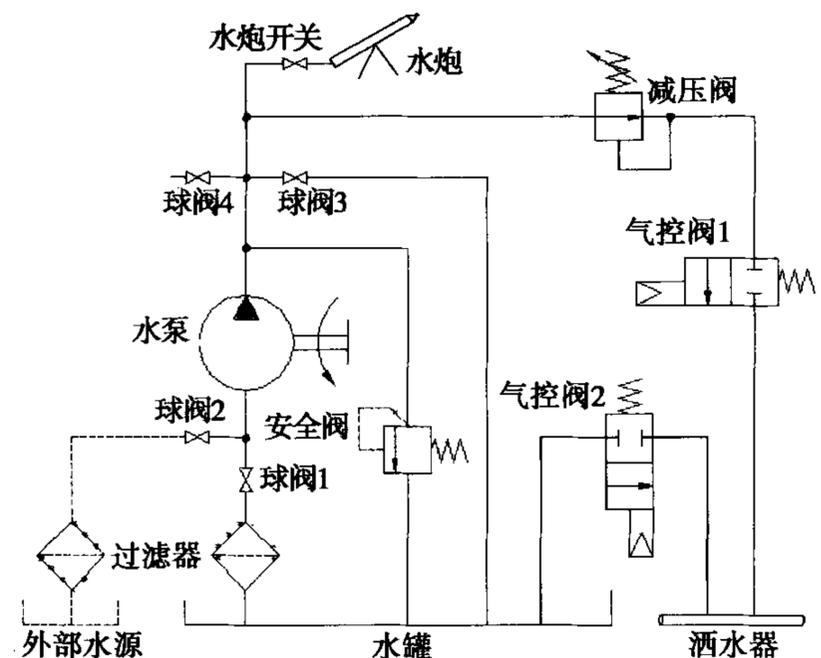


图 3 水路系统原理图

1) 洒水。关闭球阀 2、球阀 3、球阀 4 和水炮开关,打开球阀 1,并且气控阀 1 处于左位,这样水泵就能把水罐里的水经由洒水器洒出。

2) 打水炮(消防)。关闭球阀 2、球阀 3、球阀 4,打开球阀 1 和水炮开关,并且气控阀 1 处于右位,水泵就能把水罐里的水通过水炮进行消防作业。

3) 向水罐里抽水。关闭球阀 1、球阀 4 和水炮开关,打开球阀 2、球阀 3,并且气控阀 1 处于右位,这样水泵就能把外部水源里的水快速抽进水罐。

4) 提供压力水。关闭球阀 2、球阀 3 和水炮开关,打开球阀 1、球阀 4,并且气控阀 1 于右位,这样水泵就能从水罐通过球阀 4 向外提供压力水。

5) 自流洒水。当水泵不工作时或者需要洒水水量比较大时,可以通过气控阀 2 处于上位或者下位来控制自流洒水。

6) 保持洒水水量恒定。为了实现洒水车洒水水量恒定,在水泵的出水口和洒水器之间加装减压阀,把减压阀调到一定压力,该阀可以实现供给洒水器一个恒定的流量(水泵提供的水量不要低于该流量),使洒水器的流量不随发动机的转速变化而变化,从而使洒水水量恒定。

3 改型的验证计算

矿山道路多为很长的坡道,而上坡和下坡时洒水车发动机的转速相差很大,如重载上坡时发动机转速一般为 2000r/min 左右,下坡时发动机转速一般约为 1000 r/min 左右,平路时发动机转速一般为 1800r/min 左右,打水炮(消防)时,发动机的转速一般为 2300r/min 左右,所以可以取以上四种典型工况进行验证计算。SGA5650 矿用洒水车液压油泵由发动机通过取力器驱动,发动机到油泵的速比为 $i_1 = 0.8807, i_2 = 0.8222$ 。两个洒水泵的排量均为 63mL/r,液压马达的排量为 80mL/r。验证计算过程如下所示:

液压马达的输入流量

$$q_m = \frac{(n_e i_1 V_{p1} + n_e i_2 V_{p2}) \eta_p \eta}{1000} \quad (1)$$

式中 q_m ——液压马达输入流量(L/min);

n_e ——发动机的转速(r/min);

V_{p1} ——洒水泵 1 的排量(mL/r);

V_{p2} ——洒水泵 2 的排量(mL/r);

η_p ——洒水泵的容积效率,取 0.9;

η ——液压系统的容积效率,取 0.9。

水泵的转速即液压马达的转速

$$n_m = \frac{1000 q_m \eta_v}{V_m} \quad (2)$$

式中 n_m ——液压马达的转速(r/min);

V_m ——液压马达的排量(mL/r);

η_v ——液压马达的容积效率,取 0.9;

q_m ——液压马达输入流量(L/min)。

液压马达的进出口压力差

$$\Delta p_m = \frac{60P}{q_m \eta_v \eta_m \eta_1} \quad (3)$$

式中 Δp_m ——液压马达的进出口压力差(MPa);

P ——水泵的功率(kW);

q_m ——液压马达输入流量(L/min);

η_v ——液压马达的容积效率,取 0.9;

η_m ——液压马达的机械效率,取 0.95;

η_1 ——液压马达和水泵之间联轴器的机械效率,取 0.98。

针对改型前洒水量偏小的问题,改型后决定改换效率高的水泵。把洒水车工作的四种典型工况的发动机转速依次带入公式(1)(2)(3),得到表 1 和表 2 所示的相关数据,表 1 为改型前水车的计算数据,表 2 为改型后水车的计算数据。

由表 1 可以看出,当改型前洒水车平路洒水时即发动机转速为 1800r/min 时,水泵的流量为

表 1 改型前洒水车工况计算表

发动机转速 /r/min	液压马达输入流量 /L/min	水泵转速 /r/min	水泵消耗功率 /kW	水泵流量 /m ³ /h	马达进出口压差 /MPa
1000	86.899	977.6	5.976	23.6	4.924
1800	156.418	1759.7	34.854	42.5	15.956
2000	173.798	1955.2	47.808	47.2	19.698
2300	199.868	2248.5	60.407	54.3	21.642

表 2 改型后洒水车工况计算表

发动机转速 /r/min	液压马达输入流量 /L/min	水泵转速 /r/min	水泵消耗功率 /kW	水泵流量 /m ³ /h	马达进出口压差 /MPa
1000	86.899	977.6	4.324	39.9	3.563
1800	156.418	1759.7	25.216	71.8	11.544
2000	173.798	1955.2	34.589	79.8	14.251
2300	199.868	2248.5	52.607	91.8	18.848

说明:水泵的消耗功率和水泵流量根据水泵的转速由水泵厂家做实验所得。

42.5m³/h,水罐的容量为 40m³,这时洒完一灌水大概为 1h,由于液压系统溢流节流阀的存在,当发动机转速大于 1800r/min,洒水时液压马达多

余的流量将被溢流回油箱,流经洒水器的流量稳定在 42.5m³/h,此时液压马达压差稳定在 (转 43 页)

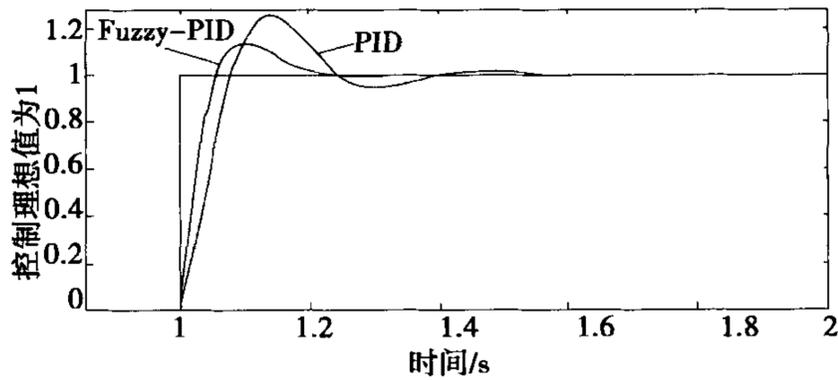


图 4 模糊 PID 控制响应曲线

图 4 为常规 PID 控制和模糊 PID 控制在单位阶跃信号下的响应曲线图。从阶跃响应曲线图可以看出,模糊 PID 控制器根据系统的输出误差和误差变化率自适应的调整 PID 参数,在阶跃响应下,模糊 PID 控制器比常规 PID 控制器的动态曲线的超调量减少大约 10%,快速性和稳定性也有较大的提高。可见,模糊 PID 控制器比常规 PID 控制器具有更好的动态特性。

4 结论

针对传统 PID 控制器的参数不能在线自动

调整的缺陷,本文提出了基于模糊算法的模糊自整定 PID 控制器。仿真结果表明,模糊 PID 控制器与传统 PID 控制器相比,超调量明显减小,超调时间相对缩短,具有更好的动态特性,满足了系统在不同 e 和 e_c 下对控制器参数的不同要求。

参考文献

- [1]刘金琨. 先进 PID 控制及其 MATLAB 仿真[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003
- [2]黄坚, 宋丽荣. Fuzzy + 参数模糊自整定 PID 控制调速系统及其仿真研究[J]. 苏州大学学报(工科版), 2004, (8): 17 ~ 20
- [3]诸静. 模糊控制原理与应用. 机械工业出版社, 2005
- [4]申江, 何鸿云. 模糊 + PID 控制在电力机车直流调速系统中的应用. 微电机, 2007(5): 55 ~ 58
- [5]王东升. 模糊自整定 PID 控制器在热轧板形控制中的应用. 宝钢技术, 2001 年增刊: 30 ~ 33

(收稿日期: 2007 - 07 - 19)

(接 52 页)

15.956MPa。但是当发动机转速小于 1800r/min, 很明显水泵的流量达不到 $42.5\text{m}^3/\text{h}$, 那么就造成了上下坡的洒水量不均匀。改型后洒水车工况由表 2 可以看出, 当洒水车下坡洒水时即发动机最低转速为 1000r/min, 水泵的流量为 $39.9\text{m}^3/\text{h}$, 当发动机在平路洒水和上坡洒水时, 水泵流量大于 $39.9\text{m}^3/\text{h}$, 由于水路系统减压阀的存在, 可以使流经洒水器的流量恒定在 $39.9\text{m}^3/\text{h}$, 保证洒完一罐水的时间为 1h, 基本满足设计需要。同时洒水时, 液压马达的进出口最大压差为 14.251MPa, 低于改型前液压马达的进出口压差 15.956MPa。

4 结论

1) 改型后的水车对液压系统进行了重新设计和简化, 从而有效的解决了液压系统油压过高的问题。

2) 针对洒水量不稳定和洒水量偏小的问题重新对水路系统进行改进和优化, 改换大流量效率高的洒水泵, 去掉不必要的弯头和降低管道长度, 降低水路的沿程损失和局部损失, 有效的解决了新车试验过程中洒水量偏小问题。

3) 在水路系统上增加减压阀, 用水路系统溢流节流代替液压系统溢流节流, 从而解决了液压系统油温过高的问题, 达到了洒水量各工况基本恒定的目的。

参考文献

- [1]雷天觉主编. 新编液压工程手册. 北京: 北京理工大学出版社, 1998
- [2]杨耀东, 张文明, 邓勋等. SGA5650 矿用洒水车的研制. 矿山机械, 2005(3)

(收稿日期: 2007 - 07 - 03)