



黄文景

## 砂浆车液压系统设计

黄文景, 黄宜坚

(华侨大学 机电学院, 泉州 362021)

**摘要:**介绍了砂浆车液压系统主要功能和设计原理。在分析砂浆车液压系统动作和功能的基础上,提出了该液压系统的组成方案,并从设计要求和参数着手,详细地阐述了液压系统参数的确定、液压元件的计算与选择,在调试过程中提出了问题的解决方法。经过验证:该液压系统适应施工工地转场频繁的情况,可以满足高速铁路建设的需要。

**关键词:**砂浆车; 液压系统; 调平系统

中图分类号: D560.50

文献标识码: A

文章编号: 1003-8728(2011)01-0129-04

## Design of a Hydraulic System for a Mortar Vehicle

Huang Wenjing, Huang Yijian

(College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, Quanzhou 362021)

**Abstract:** An introduction to the main function and design principle of the hydraulic system for a mortar vehicle is presented. Based on analyzing the actions and functions of the hydraulic system of a mortar vehicle, the composition of the hydraulic system of the vehicle was put forward. From the view of design specifications and technical parameters, the determination of the hydraulic system parameters, the calculation and selection of hydraulic components were expounded, and ways to solve the problems in the debugging process are proposed. After market verification, this hydraulic system is suitable for the situation of frequent ferry in construction site and meet the need of high-speed railway construction.

**Key words:** mortar vehicle; hydraulic system; leveling system

根据国家铁路发展规划,在未来几年里,国家将修建 $2 \times 10^4$  km的高速铁路客运专线,而京津城际铁路的成功使用,更加速了高速铁路客运专线的建设速度。我国京津铁路采用CTRS II型无砟轨道板,轨道板铺设在硬性混凝土支撑层上。由于无砟道床精度要求非常高,而且要为轨道提供适当的弹性和刚度,因此,需采用特殊拌制的沥青水泥(CA)砂浆灌注填满。CA砂浆的拌制对原料配比及拌制温度要求较高,从拌制完成到最终灌注有严格的时间要求。沥青水泥砂浆车是高速铁路建设的关键设备之一,具备物料储存、输送、高精度计量和高铁专用砂

浆的拌制及灌注功能,属机、电、液、气一体化的科技密集型产品。笔者主要介绍了砂浆车液压系统的设计<sup>[1,2]</sup>。

沥青水泥砂浆搅拌车在生产计量时上装要求必须保持水平,因此砂浆车的液压系统主要目的是调平砂浆车车体,这个调平是车体两侧平衡即可,不必是完全水平,其目的是保证车体内的称量系统的精确度。能够做到调平时间短,误差小,且不受环境限制,实现在全工况下自动调平。如何在施工道路上能满足上述要求,我们采用了4点液压调平系统,该系统包括4个带有十字铰轴的油缸,导向系统,水平测量装置等组成,实现纵向调节范围向前 $3.2^\circ$ ,向后 $4.6^\circ$ ,横向调节范围 $\pm 5^\circ$ ,调节精度为 $0.1^\circ$ 。同时还开发了自动化的成品料液压垂直悬挂系统和防摆系统,以及搅拌缸液压开启系统。

收稿日期: 2009-10-27

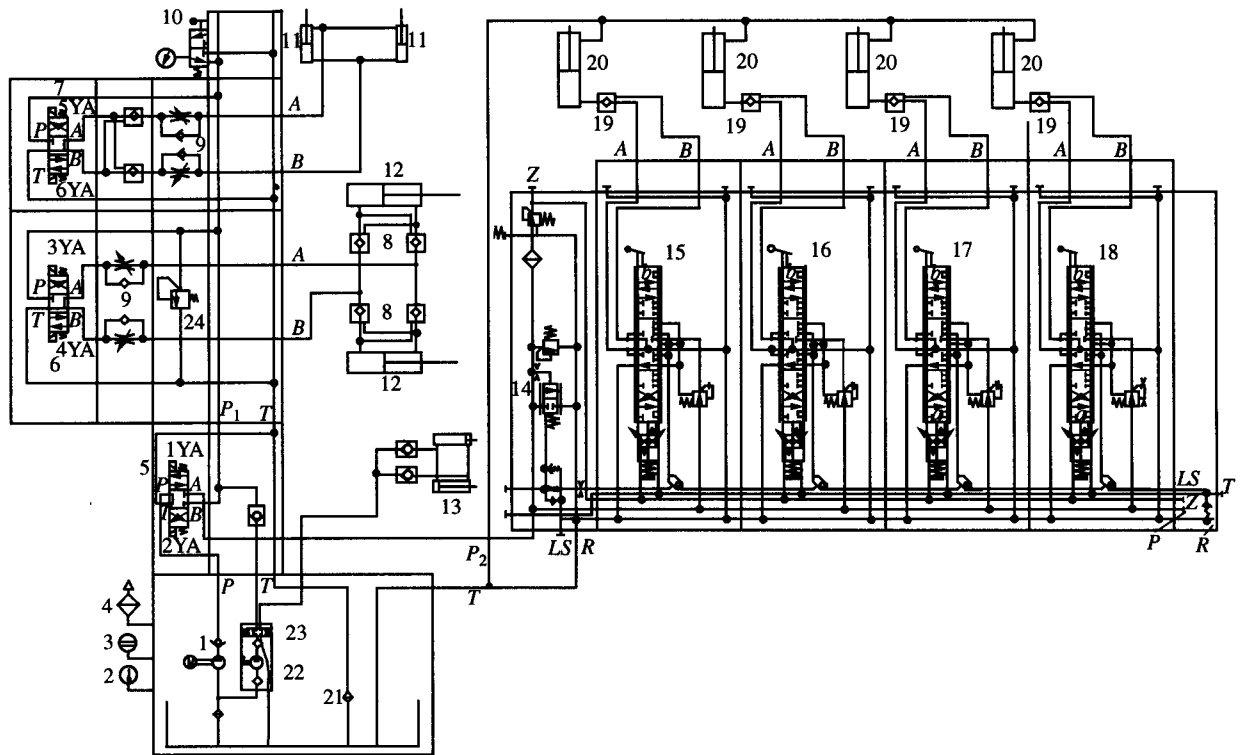
基金项目: 国家自然科学基金项目(50975098)和福建省重大专项项目(2008HZ0002-1)资助

作者简介: 黄文景(1975-),工程师,硕士,研究方向为液压系统的设计与仿真,libao523@126.com

### 1 砂浆车液压系统的工作原理

系统<sup>[3]</sup>, 砂浆车液压系统工作原理如图1所示。

根据砂浆车要实现的功能, 设计出砂浆车液压



1 齿轮泵 2 温度计 3 液位计 4 滤油器 5、6、7 三位四通电磁换向阀 8 液控锁 9 节流阀 10 二位二通阀 11 卸料门油缸 12 成品料斗油缸  
13 防摆油缸 14 补偿阀 15、16、17、18 电流比例多路阀 19 液控单向阀 20 调平油缸 21 回油滤清器 22 手动泵 23 三位四通手动阀 24 平衡阀

图1 液压原理图

#### 1.1 调平系统动作原理分析

电机启动时, 带动液压泵1转动, 液压泵通过吸油滤清器从油箱中吸油, 液压泵通过三位四通换向电磁阀。当电磁阀在1YA端时, 供油给调平系统。当电磁比例多路换向阀的a位接通, 油缸上升; b位接通, 控制液控锁的开口使油缸下降。采用“升调平”的方法, 多次换向, 进行调平, 在调平过程中, 由导向柱使上装保持直立上升(见图2)。

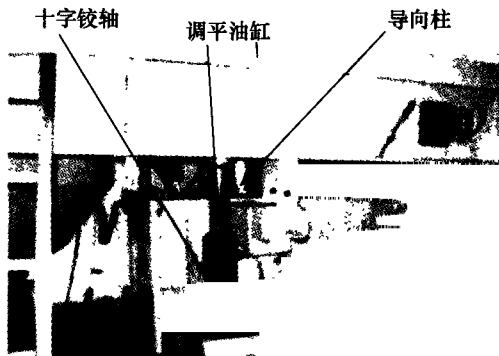


图2 调平系统

#### 1.2 卸料开门油缸动作原理分析

电机启动时, 带动液压泵1转动, 液压泵通过吸

油滤清器从油箱中吸油, 液压泵通过三位四通换向电磁阀5的a端供油。当三位四通换向电磁阀7在8YA端时, 油缸11上升, 搅拌主机开门卸料; 当三位四通换向电磁阀7在7YA端时, 油缸11下降, 搅拌主机关门(见图3)。开门速度大小由节流阀调定。

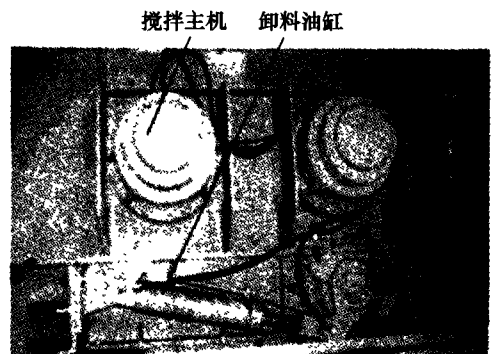


图3 卸料系统

#### 1.3 成品料斗的举升和防摆系统动作原理分析

砂浆车成品储料斗是将搅拌均匀的沥青水泥砂浆从搅拌主机的搅拌缸里接出, 并举升到适当高度进行轨道板灌浆施工的装置, 它要求在举升过程中必须保持成品储料斗的水平。

### (1) 成品斗举升油缸原理分析

电机启动时,带动液压泵1转动,液压泵通过吸油滤清器从油箱中吸油,液压泵通过三位四通换向电磁阀5的a端供油。当三位四通换向电磁阀6在3YA端时,油缸12上升,成品斗上升;当三位四通换向电磁阀6在3YA端时,油缸12下降,成品斗回到接料位置(见图4)。开门速度大小由节流阀调定。

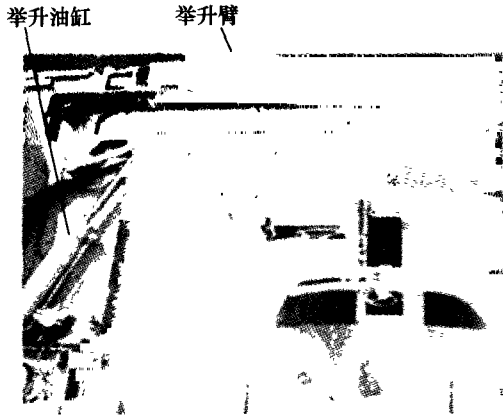


图4 成品斗举升系统

### (2) 防摆装置原理分析

两个油缸相互串联,主油缸提供动力,另外一个油缸做从动,从而保持成品都水平。用手动泵将单向阀打开给油缸加油(见图5)。

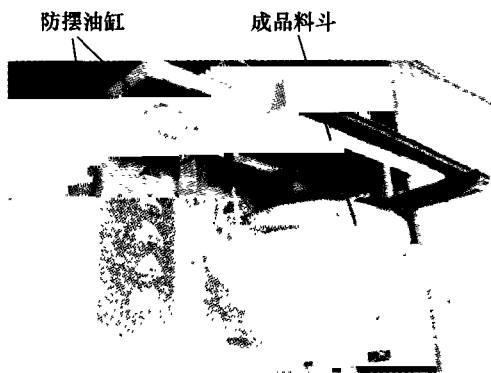


图5 成品斗防摆系统

## 2 调平系统液压件的计算与选择

液压系统的主要参数有两个:压力和流量。根据这两个参数,就可以计算和选择液压元件的规格型号<sup>[4]</sup>。

### 2.1 液压系统工作压力的确定

根据计算上装约42 t的重量,前面两个缸约承受15 t的重量,后面两个油缸约承受6 t的重量,压力计算按缸所承受的最大压力来计算,根据计算缸径选用110 mm。

#### (1) 计算液压系统的工作压力

液压缸在工作过程中所承受的最大力

$$F = mg = 15 \times 10^3 \times 9.8 = 1.47 \times 10^5 \text{ N} \quad (1)$$

缸所承受的压力

$$p_1 = \frac{F}{A} = \frac{1.47 \times 10^5}{\pi \times 0.055^2} = 15.5 \text{ MPa} \quad (2)$$

主压力油路中阀体及管路损失的压力按总压力的30%计算

$$\sum \Delta p = p_1 \times 0.3 = 4.65 \text{ MPa} \quad (3)$$

则液压系统的最大工作压力为

$$p_p = p_1 + \sum \Delta p_1 = 15.5 + 4.65 = 20.15 \text{ MPa} \quad (4)$$

### 2.2 液压系统流量的计算

系统调平时间为30 s,油缸行程 $S=600$  mm,缸径110 mm。

调平油缸的运动速度

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0.6}{30} = 0.02 \text{ m/s} \quad (5)$$

油缸的流量

$$Q_{1\max} = vA = 1.2 \times \pi \times 0.055^2 = 11.4 \text{ L/min} \quad (6)$$

在调平过程中每次都是两个油缸同时动作,则总流量按两个油缸的流量计算

$$Q_{2\max} = Q_{1\max} \times 2 = 22.8 \text{ L/min} \quad (7)$$

阀体及管路损失的流量按总流量的30%计算

$$\sum Q_{2\max} = Q_{2\max} \times 0.3 = 6.84 \text{ L/min} \quad (8)$$

系统所需最大流量

$$Q_{\max} = Q_{2\max} + \sum Q_{2\max} = 29.64 \text{ L/min} \quad (9)$$

### 2.3 液压件的选择

#### (1) 泵的选择

确定液压泵的流量 $Q_p$ ,泵的流量 $Q_p$ 根据执行元件动作循环所需最大流量 $Q_{\max}$ 和系统的泄漏确定。多液压缸同时动作时,液压泵的流量要大于同时动作的几个缸所需的最大流量,并应考虑系统的泄漏和液压泵磨损后容积效率的下降<sup>[5]</sup>,即

$$Q_p \geq kQ_{\max} = 1.1 \times 29.64 = 32.6 \text{ L/min} \quad (10)$$

泵的动态压力往往比静态压力高得多,所以泵的额定压力 $p_p$ 应比系统最高压力大25%~60%,使液压泵有一定的压力储备。

根据以上计算,选择高压齿轮泵 CBY2025F-A1TL,压力为25 MPa,流量为36.5 L/min。

#### (2) 确定驱动电机的功率

设泵的总效率 $\eta=0.8$ ,则

$$N_p = \frac{p_p \times Q_p}{\eta} = \frac{20.15 \times 10^3 \times 32.6}{0.8 \times 10^3 \times 60} = 13 \text{ kW} \quad (11)$$

因调平时所需的总流量较小,选用电机 Y160M-4 (11 kW) B5-V1。

### (3) 控制阀的选择

一般选择控制阀的额定流量应比系统管路实际通过的流量大一些,必要时,允许通过阀的最大流量超过其额定流量的 20%。集成块与料斗升降、卸料开门选用 10 通径的阀。

选择电液比例阀 PVG32-4 联阀组,它的流量为 10 L/min,压力为 25 MPa。

### (4) 管道尺寸的确定

管道尺寸由选定的标准元件接口尺寸确定。

### (5) 油箱容量的确定

本系统属于中压系统,按经验公式<sup>[6]</sup>计算  $V = (3 \sim 5) Q_p = 4 \times 32.6 = 130.4 \text{ L}$ ,考虑到集装箱内的空间较小,集装箱内有空调,室内温度较低,确定油箱实际容量  $V_s = 180 \text{ L}$ 。

## 3 结论

(1) 平台下落时,由于平台过重,平台抖动厉害,响声异常,采用靠平台的自重下落,通过 PLC 给电磁比例阀信号,控制液控锁的开口,通过给信号量的大小控制了平台下降速度,还避免了平台下落时的抖动和油缸下降时发出的响声。

(2) 成品料斗升降过程中,料斗出现明显的抖动,用平衡阀代替液控锁,完全解决了该问题。

(3) 用手打泵给防摆油缸自动加油,淘汰了传统的人工给防摆油缸灌油过程,有效地提高了的工作效率和系统的可靠性。

### [参考文献]

- [1] 宋钢. 沥青水泥砂浆车在无咋轨道施工中的应用[J]. 现代城市轨道交通, 2008, (4): 42 ~ 45
- [2] 江创华, 韩国梁, 李忠元等. 高速铁路无咋轨道沥青水泥砂浆车[J]. 工程机械, 2009, 40: 7 ~ 9
- [3] 侯友山, 石博强, 于森等. TL345J 铰接式自卸车液压系统设计[J]. 液压与机床, 2009, 37(3): 89 ~ 92
- [4] 陈俊, 刘剑雄, 陈雪菊. 钢卷翻转输送机的液压系统设计[J]. 机电产品开发与创新, 2009, 22(1): 36 ~ 37
- [5] 雷天觉. 液压工程手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998
- [6] 于连科, 王伟. 平板硫化机附机液压泵站的设计[J]. 辽宁工学院学报, 2001, 21(1): 39 ~ 42

(上接第 128 页)

### [参考文献]

- [1] 肖建华. 智能模式识别方法[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2006
- [2] Michael Egmont-Petersen, Talmon J L. Assessing the importance of feature for multi-layer perceptrons [J]. *Neural Network*, 1998, 11(4): 623 ~ 635
- [3] 高仁祥, 张世英, 刘豹. 基于神经网络的变量选择方法[J]. 系统工程学报, 1998, 13(2): 32 ~ 37
- [4] Law M H C, et al. Simultaneous feature selection and clustering using mixture model [J]. *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2004, 26(9): 1154 ~ 1166
- [5] 张莉等. 基于 K-均值聚类的无监督的特征选择方法[J]. 计算机应用研究, 2005, (3): 23 ~ 24
- [6] Kuncheva L I. Fuzzy rough sets application to feature selection [J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 1992, 51(2): 147 ~ 153
- [7] Jack L B, Nandi A K. Feature selection for ANNs using genetic algorithms in condition monitoring[A]. *ESANN' 1999 Proceedings-European Symposium on Artificial Neural Networks [C]*, Bruges (Belgium), 1999: 313 ~ 318
- [8] 史东锋, 屈梁生. 遗传算法在故障特征选择中的应用研究[J]. 振动、测试与诊断, 2000, 20(3): 171 ~ 176
- [9] 王新峰, 邱静, 刘冠军. 基于特征相关性和冗余性分析的机械故障特征选择研究[J]. 中国机械工程, 2006, 17(4): 379 ~ 382
- [10] 章新华. 一种特征选择的动态规划方法[J]. 自动化学报, 1998, 24(5): 675 ~ 680
- [11] Kantardzic M. *Data Mining Concepts, Models, Methods, and Algorithms*[M]. New York: IEEE Press, 2002
- [12] Kohavi R, John G H. Wrappers for feature subset selection [J]. *Artificial Intelligence*, 1997, 97(1 ~ 2): 273 ~ 324
- [13] 周志红, 周新聪, 袁成清. 基于过滤器-封装器组合模型的故障特征选择算法[J]. 中国机械工程, 2007, 18(16): 1988 ~ 1991
- [14] 陈果. 一种实现结构风险最小化思想的结构自适应神经网络模型[J]. 仪器仪表学报, 2007, 28(10): 1874 ~ 1879