

数字液压缸在悬臂掘进机行程控制中的应用

熊双辉, 任中全, 陈 磊

(西安科技大学 机械工程学院, 西安 710054)

摘 要: 介绍一种数字液压缸的结构、工作原理以及采用这种数字液压缸对悬臂掘进机行程控制的方案。此方案特点是通过输出数字脉冲直接控制液压缸, 控制系统由闭环控制变成开环控制, 使控制系统大大简化, 解决了普通液压缸行程控制带来的准确性不高、可靠性差、系统复杂的问题, 从而实现对悬臂行程更好的控制。

关键词: 数字液压缸; 悬臂式掘进机; 行程控制

中图分类号: TD421.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-0794(2008)11-0139-02

Numeral Cylinder Using in Running Control of Boom - type Roadheader

XIONG Shuang - hui, REN Zhong - quan, CHEN Lei

(Mechanical Engineering College, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: A kind of numeral cylinder, the structure, working principle and a control project of the boom - type roadheader base on the numeric cylinder were introduced. The character is that numeral cylinder is controlled by the output digital pulse, the control system from closed - loop into the open - loop with greatly simplified. Solves these problems caused by running control with traditional cylinder, such as accuracy worse, reliability poor and system complicity, thus achieve better on the cantilever control.

Key words: numeral cylinder; boom - type roadheader; running control

0 前言

在矿井下使用的悬臂式掘进机, 掘进头的运动方向是通过升降油缸以及水平回转油缸共同驱动来完成巷道断面轮廓的成形任务的。由于工作环境恶劣、井下巷道空间狭小、空气潮湿、掘进机在作业时会产生大量粉尘, 并且对防爆要求较严格, 使用传统的普通液压油缸控制对于行程检测准确性不高, 工作可靠性和使用寿命受到限制。为了解决这些问题, 寻求一种更高技术的液压缸是必然的趋势, 近些年来, 已经出现了一些使用高新技术的液压缸, 数字油缸就是其中一种, 它属于增量式数字控制的电液伺服机构, 可以按照用户的要求, 直接输出数字信号, 行程检测准确性高, 工作可靠性很高, 量程范围也较大, 在矿山悬臂掘进机中可以得到应用。

1 数字液压缸工作原理

数字液压缸属于增量式数字控制的电液伺服机构, 其基本的工作原理: 由步进电机和控制阀接受数字控制电路输出的脉冲序列信号, 进行信号的转换和功率放大, 然后驱动液压缸输出功率和位移。这里介绍一种螺纹式数字液压缸的构成和工作原理。

数字液压缸主要由液力放大器、减速齿轮和步进电机几大部分组成。数字缸所采用的液力放大器原理上和普通的液力转矩放大器工作原理类似, 其作用是将步进电机的输出扭矩放大, 以便使液压缸能够带动负载正常工作; 螺纹式的阀芯主要是将旋

转运动转变为直线运动以实现阀口的开、闭, 其作用相当于一个三通的滑阀。

如图 1 所示, 数字液压缸工作原理:

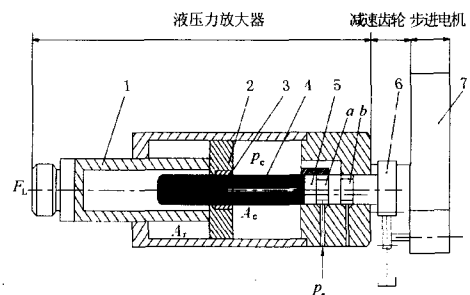


图 1 数字液压缸结构原理简图

- 1. 活塞杆 2. 活塞 3. 反馈螺母 4. 螺杆 5. 三通阀阀芯 6. 减速齿轮 7. 步进电机

步进电机的旋转运动通过减速齿轮 6 减速后, 作用于三通阀阀芯 5, 使之转动, 阀芯 5 与螺杆 4 为一体, 螺母 3 固联在活塞 2 上, 此时活塞不动, 因此螺杆 - 螺母副的作用使阀芯产生轴向位移, 打开阀口。当阀芯右移时, 滑阀控制边 a 工作, p_c 与供油腔的阀口开大, 由于 A_c 面积大于 A_r , 所以活塞向左运动, 同时带动阀芯左移, 减小阀开口, 实现反馈。如果步进电机反转, 则阀芯左移, 控制边 b 工作, p_c 腔与回油腔的阀口开启, 活塞向右移动。螺杆设计为空心结构, 以便将沿螺纹边沿泄漏到活塞杆内腔的油引回油箱。

2 采用数字液压缸对悬臂掘进机行程控制方案

在悬臂式巷道掘进机中,工作机构液压缸的驱动大多采用的是阀控缸方式,即:油泵从油箱给系统回路供油,再通过调节各种阀来控制液压油的流向和流量达到控制液压缸运动方向和位移大小的目的,以此带动工作机构的运动。

采用普通液压缸,由于悬臂式掘进机升降油缸是一对同步油缸(这 2 个油缸运动方向和行程大小均相同),水平回转油缸也是一对对称布置的油缸(行程大小是相同的,只是 2 个油缸的运动方向不同,一个伸长时,则另外一个相应缩短),因此还需要考虑同步控制,可以再在控制系统中增设 2 个控制器,使 2 个控制器成为一组,共有 2 组控制器,分别控制悬臂式掘进机工作机构的一对升降油缸和一对水平回转油缸。系统在工作时,首先由主控计算机根据给定的断面形状和具体尺寸,根据整个断面截割过程中各个工作油缸的所需行程数据,依次送入相应的控制器,经过数/模转换后送给伺服放大器、伺服阀,最后转换成相应的液压油流量推动油缸工作,油缸的位移通过位移传感器并经过模/数转换后送给主控计算机,完成闭环控制。

采用数字液压缸,则系统控制方案如图 2 所示。

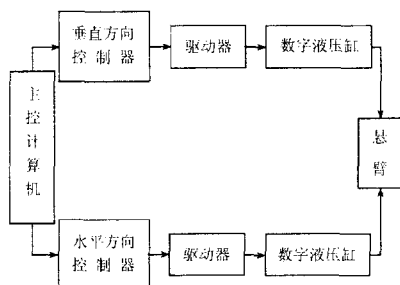


图 2 采用数字液压缸控制系统框图

同普通液压缸电液伺服控制方案类似,在一对升降油缸中,可以只替换其中一个,另外一个普通液压缸作为随动缸,接受同一个控制器的控制;一对水平回转油缸也可以使用相同的方法,只需将其中一只替换为数字液压缸,将其进油口与另外一只普通缸的回油口相联,回油口则相应与另外一只普通缸的进油口相联,实现联动。

这一控制方案的优点在于:系统由闭环控制变

为了开环控制,由原来的跟随控制改变成为主动控制,和传统的伺服控制相比较,采用数字缸控制更容易实现悬臂式巷道掘进机整个工作机构的程序控制,只需要在上位计算机中计算出控制所需要的参数列表,再依次将转换后的脉冲信号送入相应的控制器,就可以达到精确控制液压缸行程,从而达到提高巷道断面成形质量的目的;把传统的伺服控制中复杂的阀口控制技术彻底地改变为直接给定的数字控制,而且系统复杂度大大降低。这是因为数字液压缸本身具有位置闭环,因而将原先的传统单闭环系统变为了常数系统,省掉了一个调整环节,并且避免了传统伺服控制中存在的响应滞后问题。由于数字液压缸集成化程度较高,外形和普通液压缸没有多少差别,从外观来看只有进油口,回油口和控制电缆接口,只需要接通恒压液压油源,不需要外接任何传感器和其他液压元件,就可以直接接受控制器发出的脉冲信号而可靠工作,脉冲频率代表速度,脉冲总数代表液压缸的行程。控制器可以使用专门的数字液压缸控制器,也可以使用普通的 PLC 控制器或者单片机、DSP 等。因此,在悬臂掘进机工作中,可以采用基于数字液压缸的行程控制方案。

3 结语

本文介绍了一种数字油缸的工作原理以及在悬臂掘进机行程控制中的应用,克服了普通液压缸闭环控制系统的复杂性、可靠性不高以及开发与调试的复杂问题,所以发展潜力很大。

参考文献:

- [1] 张士勇. 悬臂掘进机巷道断面成形控制研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2004.
- [2] 关景泰. 机电液控制技术[M]. 上海: 同济大学出版社, 2003.
- [3] 路雨祥. 电液比例控制技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.
- [4] 孙峰. 数字式液压缸和数字液压系统[J]. 液压与气动, 2002(8): 42-44.
- [5] 刑继峰. 一种新型液压缸的研究[J]. 机床与液压, 2005(8): 145-146.

作者简介: 熊双辉(1980-), 江西高安人, 西安科技大学硕士研究生, 专业方向: 机械电子, 电子信箱: xiongshuanghui@163.com.

收稿日期: 2008-05-08

CST 装置在济二矿的应用

兖州矿业(集团)公司济宁二号煤矿南、北两翼强力带式输送机采用了美国道奇公司生产的 CST(controlled start transmission)装置,很好地实现了带式输送机的软启动。

带式输送机使用多台 CST 时,驱动电动机在启动输送带前空载启动,当电动机达到额定转速后,通过控制系统增加离合器压力并缓慢让输送带张紧、启动、加速至全速。通过对启动时的调整,输送带安全系数可由原先的 10 降至 6.5,节约了成本,特别是降低了输送带耗损率,仅在带式输送机改造时才更换过一次输送带,节约输送带费用约 600 万元。由于电动机为空载启动,减小了启动对电动机的影响。该带式输送机的电动机多年来未更换过,运行状态一直良好。CST 装置可控制带式输送机的停机曲线,由于增加了停机时间,输送带在停机过程中的动态张力可以减至最小。此种特性极大地减轻了长距离、大运量带式输送机对带式输送机张紧装置的要求,使用普通的张紧装置就可以。通过该装置对带式输送机的保护作用,延长了带式输送机各种部件的使用寿命,保障了工作面的正常生产。

李剑峰 供稿