

文章编号: 1671-251X(2010)09-0019-03

# 安全阀特性试验数据自动采集处理方法的研究

崔述凯, 沙宝银, 张悦

(国家煤矿支护设备质量监督检验中心, 北京 100013)

**摘要:**目前,安全阀的开启、关闭压力、压力波动值等特征参数的判断均由试验人员结合经验总结出来,准确度有待验证。针对该问题,文章提出了一种新的适用于安全阀小流量特性试验数据自动采集处理方法;以柱塞式安全阀为例分析了安全阀小流量溢流过程,给出了试验所采用的液压系统简图,详细介绍了数据采集处理软件的设计与实现。试验结果表明,该方法可直接测量安全阀溢流过程中的开启压力、关闭压力、最大压力和最小压力以及压力波动值等特征参数,并自动判断这些特征参数是否符合《MT419—1995 液压支架用阀》标准的要求,具有操作简单、界面人性化等特点。

**关键词:** 液压支架; 安全阀; 特性试验; 数据采集; 数据处理

**中图分类号:** TD355.41 **文献标识码:** B

## Research of Automatic Data Collection and Processing Method of Characteristic Experiment of Safety Valve

CUI Shu-kai, SHA Bao-yin, ZHANG Yue

(National Coal Support Equipment Quality Supervision and Inspection Center, Beijing 100013, China)

**Abstract:** At present, the judgment of characteristic parameters of opening pressure, closing pressure and pressure fluctuation value of safety valve are all summarized by test personnel according to experience. The accuracy of these data should be verified. In view of the problem, the paper proposed a new automatic data collection and processing method suited for characteristic experiment of safety valve with small flow. It analyzed overflow process of small flow by taking plunger type safety valve as example, gave diagram of hydraulic system used in the experiment, and introduced design and implementation of the data collection and processing software in details. The experiment result showed that the method can directly measure characteristic parameters of opening pressure, closing pressure, maximum pressure, minimum pressure and pressure fluctuation value in overflow process of safety valve, and can automatically judge whether these data accord with demands of the standard of MT419-1995 the valve for hydraulic support. It has features of simple operation and interface humanization.

**Key words:** hydraulic support, safety valve, characteristic experiment, data collection, data processing

## 0 引言

安全阀是保证支架实现支护顶板作用并对支架及其油缸具有过载保护作用的关键液压元件。当支护顶板持续而缓慢来压时,立柱下腔压力的升高是

平缓的,安全阀的溢流流量很小。如果安全阀不能及时将这些液体泄出,或溢流过程中压力波动很大,会造成立柱爆缸或支架构件变形、破坏。另外,当安全阀快速卸压后,阀芯不能及时回位,会造成支护压力降低,使支架不能有效支护顶板,造成顶板下沉。上述情况不仅会影响煤矿安全生产,还很容易造成人员伤亡事故<sup>[1]</sup>。

安全阀的开启、关闭压力、压力波动值等特征参数是判断安全阀性能好坏的重要参考指标。试验中证实:当安全阀的高压口缓慢来压时,安全阀在溢流

收稿日期: 2010-05-28

基金项目: 煤炭科学研究总院青年基金资助项目(2008QN24)

作者简介: 崔述凯(1983-),男,河北沧州人,助理工程师,2005年毕业于中国矿业大学机械工程专业,现主要从事煤矿支护设备检测工作。E-mail: cskabc@sohu.com

过程中的压力值会高于或低于公称压力值。因此,在《MT419—1995 液压支架用阀》标准中明确规定:当试验系统对安全阀以 0.04 L/min 持续供液时,安全阀及时开启溢流,溢流过程中压力最大值和最小值分别不得超过标准规定的数值;切断试验系统对安全阀的供液,安全阀能及时关闭,并保证一定的关闭压力。目前,在试验过程中,安全阀的开启、关闭压力、压力波动值等特征参数的判断均由试验人员结合经验总结出来,准确度有待验证。本文通过理论分析安全阀小流量溢流特性,提出了一种新的适用于安全阀小流量特性试验数据自动采集处理的方法。

## 1 安全阀小流量溢流的理论分析

以柱塞式安全阀为例分析安全阀的溢流过程。向安全阀供液,柱塞在弹簧的作用下运动,柱塞的动作过程可分为以下 4 个阶段:

(1) 柱塞径向孔位于密封圈下侧,如图 1(a) 所示,安全阀处于关闭状态。

(2) 柱塞上升到其径向孔正对密封圈位置,如图 1(b) 所示,安全阀仍处于关闭状态。由于径向孔内的液压将密封圈向外推,故密封圈不会被挤入孔中,所以当柱塞继续向上移动时,密封圈不至于被孔缘擦伤。

(3) 柱塞继续上升至刚刚越过密封圈位置,如图 1(c) 所示,安全阀开始溢流卸压。由于溢出的液体需经过一段柱塞与阀体之间的配合间隙长度(缝隙小则流动阻力很大),所以此时的溢流量很小,起到节流阻尼作用。

(4) 柱塞径向孔全部位于安全阀体上部,如图 1(d) 所示,溢流量达到最大值。

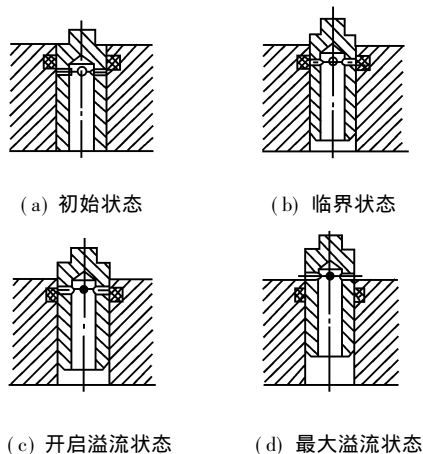


图1 安全阀的溢流过程示意图

安全阀溢流过程中,阀芯主要受 3 个力的作用

即推动阀芯运动的溢流压力、阻碍阀芯运动的弹簧力和液体在流经阀芯时产生的流动阻力<sup>[1]</sup>。三者之间的关系如下:

$$F = K + \Delta F \quad (1)$$

式中:  $F$  为溢流压力;  $K$  为弹簧力;  $\Delta F$  为流体流动阻力。

其中:

$$F = pS \quad (2)$$

式中:  $p$  为溢流压强;  $S$  为受  $p$  作用的阀芯面积。

$$K = C(y_1 + y) \quad (3)$$

式中:  $C$  为弹簧刚度系数;  $y_1$  为弹簧预压缩量;  $y$  为开启后弹簧位移。

本文主要针对小流量溢流进行研究,即上述第三个阶段。对于同一安全阀,阀芯面积不变,弹簧刚度系数与弹簧预压缩量均为定值,从开启溢流到溢流流量达到标准要求值的流量变化非常小,流体流动阻力  $\Delta F$  近似于定值<sup>[2-3]</sup>。

整理式(1)、式(2)、式(3),则溢流压强  $p$  可按式(4)表示:

$$p = Cy_1/S + Cy/S + \Delta F/S \quad (4)$$

由式(4)可知,溢流过程中压力随安全阀开启后弹簧位移  $y$  的变化而变化。

在实际试验过程中,缓慢向安全阀供液,安全阀压力不断上升,直至安全阀溢流,由于开启时供液能量瞬间释放,造成弹簧回弹,弹簧位移  $y$  减小,溢流压力随之减小,持续供液;弹簧位移  $y$  变大,溢流压力随之变大,造成溢流过程的压力波动,切断供液,弹簧位移  $y$  持续减小,安全阀压力不断下降,直至关闭。

从以上分析可看出,在试验过程中,向安全阀供液,同时采集压力-时间( $p-t$ )曲线,该曲线斜率第一次为 0 时的压力即为安全阀开启压力;切断供液,则该曲线斜率为 0 时的压力即为关闭压力。

## 2 试验系统及数据采集处理设计

### 2.1 试验系统

试验所采用的液压系统简图如图 2 所示。

将安全阀按图 2 所示接入试验系统,调节油源流量、压力,向安全阀供液,至安全阀开启,溢流一段时间后,切断供液,使安全阀关闭。全过程记录压力变化情况。

### 2.2 数据采集处理软件

Visual Basic 6.0 (VB) 是 Windows 环境下简单、

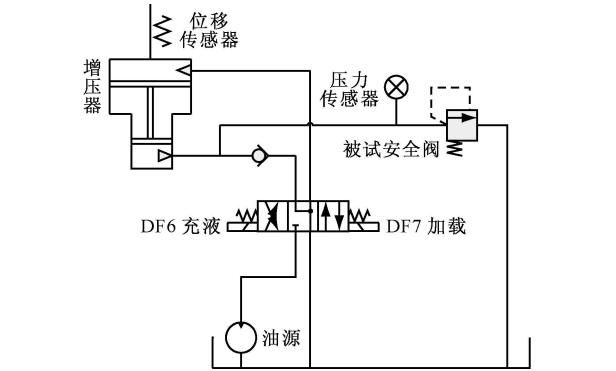


图 2 试验所采用的液压系统简图

易学、高效的编程语言开发系统,以其所见即所得的可视化界面设计风格和 32 位面向对象的程序设计等特点,已广泛应用于各个领域,是很多计算机软件开发人员采用的开发工具。VB 不但提供了良好的界面设计能力,而且在微机串口通信方面也有很强的功能<sup>[4-5]</sup>。

笔者基于 VB 开发了一套数据采集处理软件,该软件采集被试安全阀的压力信号,并对所采集数据进行分析与处理,实现了计算机与数据采集卡的通信和控制功能。该软件流程如图 3 所示。

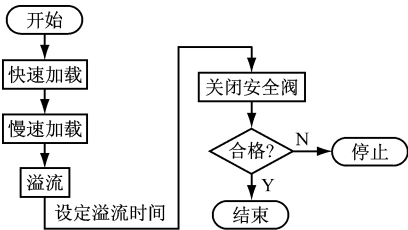


图 3 数据采集处理软件流程

运行数据采集处理软件,其主界面如图 4 所示。



图 4 数据采集处理软件主界面

启动试验所采用的液压系统,快速加载至安全阀试验压力的 90%,然后按标准要求的速度加载至溢流,到达设定溢流时间后,停止加载,使安全阀关闭。通过数据采集处理软件自动采集  $p-t$  曲线,计算曲线斜率。采集开启与加载动作停止之间的压力最大、最小值,确定波动值,并按照标准要求判断是否合格。试验结束后可打印试验报告,包括数据表格及  $p-t$  曲线,打印的试验报告如图 5 所示。

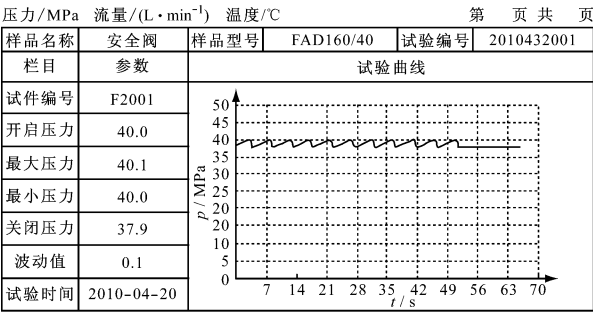


图 5 打印的试验报告

3 结语

通过分析安全阀小流量溢流过程中的受力情况,得出了溢流过程中压力变化特性,利用 VB 开发了小流量溢流特性试验的数据采集处理软件。该软件可直接测量安全阀溢流过程中的开启压力、关闭压力、最大压力和最小压力以及压力波动值等性能参数,并自动判断是否符合《MT419—1995 液压支架用阀》标准的要求,具有操作简单、界面人性化等特点,为进一步研究安全阀的溢流特性提供了可靠手段。

参考文献:

[1] 王永强,周万春.一种新型安全阀在液压支架系统中的教学建模[J].中州大学学报,2008,25(3):105-107.  
[2] 翟京,杨一青,刘欣科.安全阀溢流流量与压力的对应关系[J].煤矿开采,2005(4):6-9.  
[3] 安桂红,张春林.利用溢流阀远程调压精确调节动力转向泵安全阀压力[J].机械管理开发,2003(4):46-49.  
[4] 李湘江,彭建.基于VB的实时数据采集程序设计[J].微计算机信息,2003(10):45-47.  
[5] 黄文聪,常雨芳.基于VB的实时数据采集系统设计与实现[J].可编程控制器与工厂自动化(PLC FA),2004(6):82-84.