



计算机趋势图 在管道密闭输油中的应用

金 岗 任继馨
(胜利输油公司)

趋势显示是利用计算机数据采集系统和趋势显示软件,把输油设备的状态、工艺运行参数以及计算机系统本身的工作情况,用曲线的形势在监视器上连续显示出来。趋势又分现行趋势和历史趋势。现行趋势即指在监视器上只记录显示当前时刻之前的较短一段时间的状态和参数。在SCADA系统中,最长可显示过去8小时,最短可显示过去40分钟的情况,动态数据更新时间分别为60s和5s。因此,对于变化速度比较快的动态点,如管线压力、泵的启停状态以及计算机的输入输出值等,一般使用更新时间较短的现行趋势,以便对过程的微小变化进行记录。对于一些变化缓慢的参数,比如管道油温等,则可使用更新速度较慢、显示时间范围较大的现行趋势。现行趋势不进行归档处理,即当数据显示超过规定时间(8h、40min),即自动消失。历史趋势显示的数据是以数据文件形式存储在计算机硬盘里,并可拷贝到磁带上永久保存。磁带内容可根据需要随时调用。历史趋势显示的时间最短为8小时,最长可达几天。

趋势显示可对现场的动态点进行实时地、连续不断地显示记录。因此,它将为工艺及控制系统的故障分析、水击波强度及传播速度作实时记录,以及对管线检漏分析等提供了可靠的依据。下面对自动化输油过程中的实例做具体说明。

1. 故障分析

趋势显示每时每刻(由扫描率决定)对所定义的点进行监视记录。这些点的变化在趋势图上可一目了然,为故障分析提供了依据。

(1) 干线阀门关闭 对密闭输油管道而言,整个密闭管道是一个水力系统。一旦干线阀门关闭,必然导致管线断流,造成阀的上游管道压力迅速上升,下游管道压力下降。请见下述例证。

例1, 1990年9月8日,3号站1039号干线球阀(电动球阀)突然关闭。由全开至全关状态的行程时间约80秒。具体情况见图1。图2是3号站1039阀关阀前后相关压力点的趋势图。管线正常运行时,全线是一个基本上稳定的水力系统。从趋势图可以看出10时44分之前管线运行平稳,而自10时44分开始在3号站压力首先发生突变:1039阀后压力从3.7MPa降至0.5MPa,1039阀前压力从3.8上升到8.5MPa;经80秒之后压力

变化反映到2号站,其出站压力从5.0升到8.2MPa,160秒之后首站出站压力由5.8上升到6.2MPa。从压力变化的时间顺序上可以得出结论,问题出在1039阀前后两个压力变送器之间的管线上,而当时3号站的出站调节阀开度显示为100%,因此,只能对1039阀关闭。实际情况是3号站的1039阀误动作,从全开而到全闭状态。

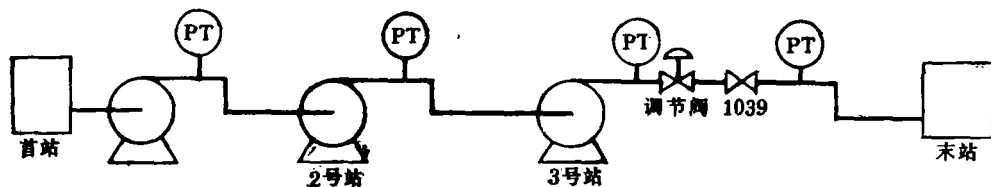


图1 3号站干线阀及全线相关取压点位置简图

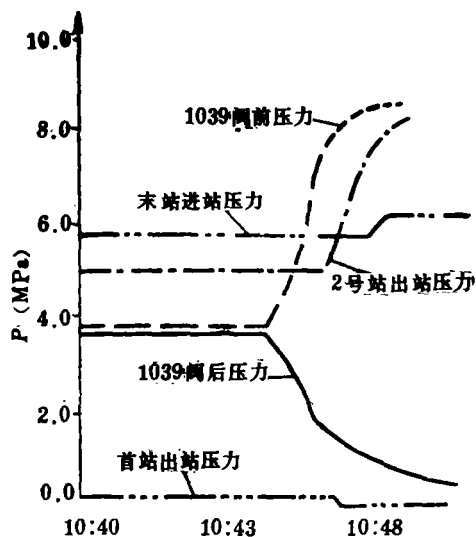


图2 3号站干线阀关闭全线压力趋势

例2, 2号站出站调节阀失控。出站调节阀是密闭输送最重要的设备之一,它的功能是接收控制器发出的指令,通过节流而使出站压力不超高限,即保护管线不超压;使主泵汇管压力不超低限,确保泵的正常吸入压力在进出站压力均满足的情况下,调节阀处在全开位置不节流。对于2号站MOORE控制器的压力设定值如下:出站压力为6.47MPa,主泵入口汇管压力为0.5MPa。调节控制器系统简图见图3。调节阀在“远方”控制状态下,接收MOORE控制器发出的4~20mA电流信号。4~20mA对应的调节阀开度为“全开—全关”,阀门从全开到全关的时间为8s左右。

事故发生时的现象是突然出现2号站出站压力低和进站压力高而报警,但从主机屏幕的工艺流程图上看,2号站的进、出站之间无任何阀门动作,泵也正常运转,不知事故原因何在。此时,将趋势图调出,从趋势图(见图4)可以看出,0时2分20秒前2号站主泵入口汇管压力和出站压力均比较平稳,且在相应的设定值内,控制器输出的电流一直是4mA,说明控制器没有给调节阀关阀指令,同时表明调节阀一直是全开位置。但从0时2分20秒开始出站压力和主泵入口汇管压力变化的方向、变化的速度以及变化的量上看,只能是调节阀迅速关闭了(球阀最快的关闭时间需要80秒左右,其压力变化比调节阀要平缓的多)。

事故的真实过程是:调节阀确实在没接到关阀指令的情况下关闭了。经过对调节阀液压油检查、分析后判定,关闭的原因是液压油内的杂质堵住了喷嘴,使控制阀门开度的两个油缸内压力失去平衡,导致调节阀失控而全关。

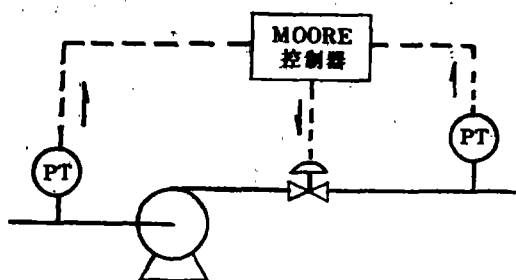


图3 MOORE调节控制器系统简图

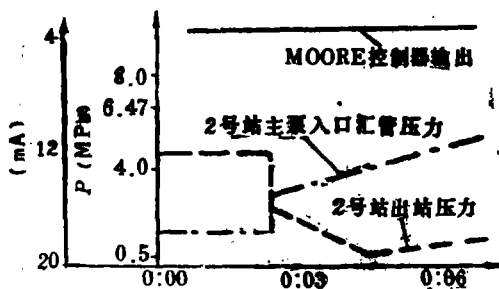


图4 出站调节阀误动作趋势图

(2) 出现故障可自动保护停泵 下面列举两个例子，借助趋势图可以清楚地分析出自动停泵的原因。输油主泵保护的主要设定值见下表。

输油主泵保护设定值表

位 置	设 定 值	结 果
主泵入口汇管	压力低于0.31MPa	顺序停泵
主泵出口汇管	压力高于8.0 MPa	顺序停泵
主泵出口汇管	压力高于8.6 MPa	立即停所有泵
出泵	压力高于7.12MPa	顺序停泵
泵壳	温度高于75℃	停泵
泵	振动高于100μm	停泵

例3如图5所示，首站两台输油主泵串联运行，下游停泵引起上游泵跳闸。1990年11月8日7时48分之前，首站串联运行的两台输油主泵，即P-204和P-205。两台泵完全相同，性能如下： $Q = 2850\text{m}^3/\text{h}$ ， $H = 246\text{m}$ ，电机转数为2980r/min。

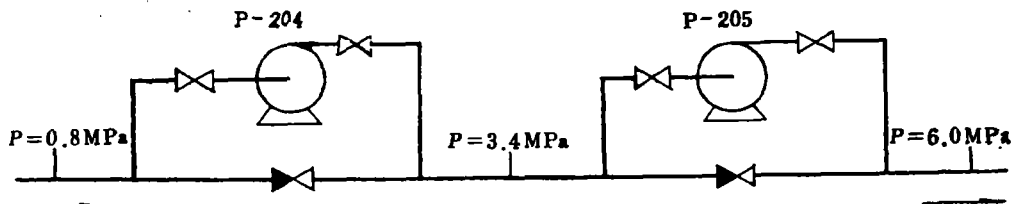


图5 输油主泵串联运行工艺流程

7时48分停P-205泵，之后20秒左右P-204泵停止。从趋势图（图6）可以清楚地看出7时48分P-205泵停，其后流量几乎立即从1800m³/h降至0m³/h，而P-204泵的泵壳温度则从正常运行的50℃上升到81℃，远远超过停泵设定值75℃，导致自动停泵。

现分析停P-205泵引起P-204泵壳温度急剧上升的原因，在停P-205泵的瞬间，由于P-205泵出口端压力仍然是6.0MPa左右，而P-204泵出口端的压力却为3.4MPa，结果必然出现P-204泵短时间内打不出排量，甚至液体倒流，即P-204泵体内的液体基本上处于静止或流速很小的状态，而泵的叶轮却仍在以2980r/min的高速转动，叶轮与液体摩擦产生大量的热量又无法被立即带走，因此，导致泵壳温度迅速上升。

由此得出结论：首站两台输油主泵串联运行，在停下游泵（泵出口阀在开启状态

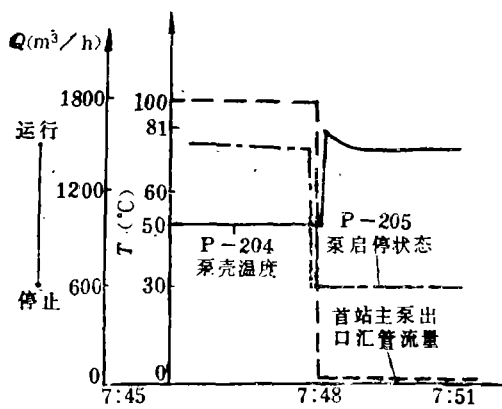


图6 下游停泵引起上游泵壳温度上升

管线系统压力在停泵前没有变化。但从趋势图上看,主泵出口汇管压力开关在7时45分确实动作(吸合)了,并且正是由于压力开关动作导致了主泵跳闸。而压力变送器显示停泵时主泵出口汇管压力却只有5.8MPa,大大低于相应的停泵设定值。由此可推断出造成首站主泵跳闸的原因,是泵出口汇管压力开关误动作。

其真实情况是:当时泵的出口汇管压力开关发现有渗漏,7时45分由于现场人员处理不慎,使压力开关误动作造成主泵停。

2. 水击波强度及传播速度记录

大口径长距离原油密闭输送管道发生水击时,实际的压力波强度及其传播速度一直是管道工作者比较关心的一个问题,正确认识水击波强度及传播速度无论对管道的强度设计还是超前保护设计等都是非常重要的。

利用趋势图对实际运行的密闭输送管道的压力进行实时记录,则发生水击时的压力波强度及传播速度即可一目了然。请看下面实例。

例5,中间站泵跳闸的水击情况。1991年1月18日,水击发生前的运行情况,即首站一台大泵($Q = 2850 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 246 \text{ m}$),2号站一台大泵($Q = 2850 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 246 \text{ m}$),3号站一台小泵($Q = 2850 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 86 \text{ m}$)。管线概况,管径 $\phi 720 \text{ mm}$,首站至2号站80km,2号站至3号站31km,3号站至末站85km。2号站与首站部署相同,见图5。

8时48分2号站停泵,其后的压力波强度变化、传播速度以及压力波的衰减情况,见趋势图(图8所示)。从趋势图中可以得到下列信息:

①水击源上游产生正波峰,其峰值,2号站进站为 $2.40 - 1.90 = 0.50 \text{ MPa}$,首站出站为 $3.42 - 3.34 = 0.08 \text{ MPa}$,

下)时,应先关出口阀以减少泵出口端压力能的容量,进而使上游泵体内的停滞或倒流时间大大缩短,使上游泵的温升在允许范围之内。

例4,首站主泵出口汇管压力开关误动作引起主泵停。1990年10月19日7时45分总部主机接到报警,首站运行的两台输油主泵保护跳闸,显示原因是首站主泵出口汇管压力高。但从趋势图(见图7)上可以看到,7时45分停泵之前首站主泵的人、出口汇管压力,以及出站压力均没有发生突变,三处的压力都没有变化,说明

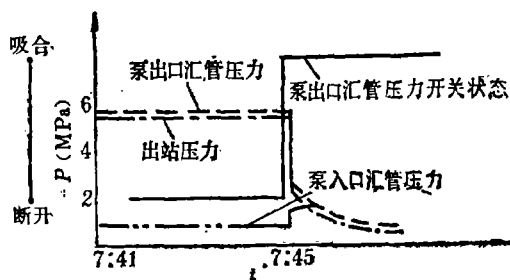


图7 压力开关误动作趋势图

②水击波传播速度, 8时48分2号站停泵, 8时49分20秒首站和3号站压力开始变化, 故传播速度为 $80 + 80 = 1 \text{ km/s}$,

③水击波衰减率为, $(0.50 - 0.08) \div 80 = 5.25 \times 10^{-3} \text{ MPa/km}$,

④旧的水力系统被打破并建立新的稳定水力系统所需时间约20分钟(图中可见), 其中压力最不稳定的是水击发生时的前2分钟;

⑤从这个特例看, 水击发生后对水击源的下游管段没有负压波峰。

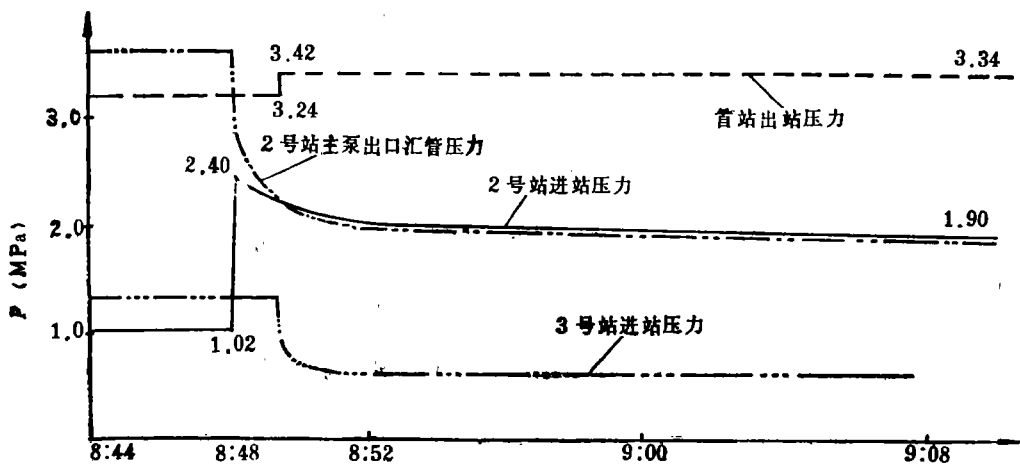


图8 中间站主泵跳闸全线水击趋势图

3. 管道检漏

管道某处发生泄漏, 其漏点上、下游泵站的压力均下降, 距漏点最近的站压力最先发生变化, 根据压力变化的大小可以粗略地估计出漏泄量的多少, 根据压力变化的先后, 可以推断出漏点的大致范围, 再配以计算便可找出漏点的具体位置。要找漏点的准确位置就要对压力波传播速度进行精确地测量, 对压力变化的起始时间必须记录准确, 才能保证计算的精度。

随着管道密闭输送技术和计算机数据采集系统在我国管道工业的广泛采用, 计算机趋势图必将成为广大管道工作者的得力工具。

(收稿日期: 1991年3月18日)

· 消息三则 ·

△由石油系统有关单位共同承担的“新疆油气外输工程国外情报调研”课题, 荣获中国石油天然气总公司(部级)1990年科学进步奖三等奖。中国石油天然气总公司管道设计院陶世楨同志参加了该课题的调研工作。

△我国第一座专门用于商业性石油中转的基地, 目前正在浙江省舟山市兴建。这座基地1990年5月由中港合资的舟山兴中石油转运有限公司投资兴建, 计划1992年底建成一座20万t级的石油码头, 有10万m³和5万m³的储油罐各两座。原油中转能力为300万t/a。

△据《综合运输》1991年第1期报道, 1990年7月, 湄州湾南岸已正式动工兴建福建炼油厂和一座10万t级的油码头。