

# 输油管道的水击分析及保护

梅春林<sup>1\*</sup>, 张存华<sup>2</sup>, 隋民<sup>3</sup>, 陈亚宁<sup>1</sup>, 董贵茵<sup>1</sup>, 孙常辉<sup>1</sup>

(1. 中国石油天然气管道工程有限公司天津滨海分公司, 天津 300457; 2. 中国石油天然气管道局, 河北廊坊 065000; 3. 中国石油天然气管道公司(管道销售公司), 河北廊坊 065000)

**摘要:**阐述了输油管道水击产生的原因及保护方法, 利用模拟软件结合鲁克沁原油外输管道工程设计实例, 对输油管道的水击工况进行了动态模拟计算, 并根据计算结果提出了水击保护方案, 从而避免管道遭受水击破坏。

**关键词:**输油管道; 水击计算; 水击保护

**中图分类号:**TE832

**文献标志码:**A

**文章编号:**0253-4320(2016)11-0208-02

**DOI:**10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2016.11.049

## Water hammer analysis and protection of oil transmission pipeline

MEI Chun-lin<sup>1\*</sup>, ZHANG Cun-hua<sup>2</sup>, SUI Min<sup>3</sup>, CHEN Ya-ning<sup>1</sup>, DONG Gui-han<sup>1</sup>, SUN Chang-hui<sup>1</sup>

(1. China Petroleum Pipeline Bureau Tianjin Design Institute, Tianjin 300457, China;

2. CNPC China Petroleum Pipeline Bureau, Langfang 065000, China;

3. Petrochina Pipeline Company (Pipeline Marketing Company), Langfang 065000, China)

**Abstract:** The reasons of water hammer and protective measures for oil transmission pipeline are introduced. Taking the design of Lukeqin crude oil transmission pipeline as an example, the accident conditions of water hammer are simulated by using simulation software. The protection measures are proposed to avoid pipeline damage according to the simulation results.

**Key words:** oil pipeline; water hammer analysis; water hammer protection

## 1 水击的产生及危害

输油管道的密闭输油流程使管道全线成为一个水力系统, 管道流体的流量突变→流速突变→由于流动的惯性造成压强大幅波动→流体的压缩性和管道的弹性使波动在管道中以很快的速度往返传播<sup>[1]</sup>, 从而会使管路发生强烈振动并伴有噪声, 这种现象称为管道的水击现象。管道产生瞬变流动, 流量变化量越大, 变化时间越短, 产生的瞬变压力波动越剧烈。

管道产生水击主要是由于管道系统事故引起的流量变化造成的, 引起管道流量突然变化的因素很多, 基本上可分为2类: 一类是有计划的, 包括调整输量、油品交替输送或切换流程, 由于过程可控且流量变化慢, 一般不会对管道造成破坏; 另一类是事故引起的流量变化, 如泵站突然停泵、机泵故障停泵、进出站阀门或干线截断阀门故障关闭、调节阀动作失灵误关闭等原因, 往往容易造成大的流量突变, 而形成水击破坏管道。

## 2 水击的保护方法

水击保护的方法主要包括提高管道设计强度、超前保护和泄放保护。

### 2.1 提高管道设计强度

当管道各处的设计强度能承受无任何保护措施条件下水击所产生的最高压力时, 则不必为管道采取保护措施。

### 2.2 超前保护

超前保护是建立在管道高度自动化基础之上的一项自动保护技术。在管道内产生水击时, 由管道控制中心迅速向上、下游泵站发出指令, 上、下游泵站立即采取相应保护动作, 保护动作要根据水击分析结果确定。

### 2.3 泄放保护

泄放保护是在管道的一定地点安装专用的水击泄压阀, 当出现水击高压波时, 通过阀门从管道中泄放出一定量的液体, 从而削弱高压波, 防止水击造成危害。

提高管道设计强度可以从根本上避免水击对管道造成破坏, 超前保护可以对水击发生起到预防作用, 泄压保护作用如同压力容器的安全阀, 是防止管道破坏的最后一道保障。《输油管道工程设计规范》(2014版)中明确输油站场是否设置水击泄压系统, 将由水力计算结果确定<sup>[2]</sup>。也就是说在超前保护作用有效的前提下, 可不必设置水击泄压阀。

### 3 管道水击计算与保护实例

#### 3.1 鲁克沁原油外输管道概况

鲁克沁原油外输管道起点为鲁中联合站,终点

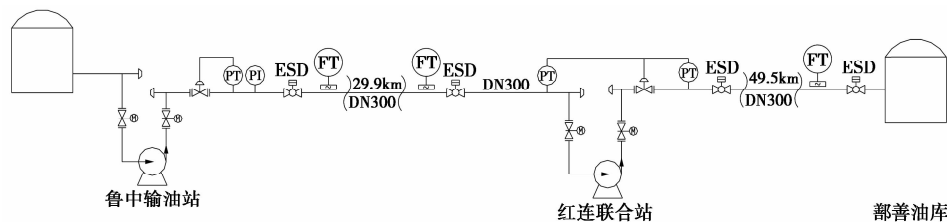


图1 鲁克沁原油外输管道全线概况示意图

#### 3.2 水击计算及保护措施

采用德国 Germanischer Lloyd (GL) 工业服务公司的 SPS9.8 (Stoner Pipeline Simulator) 软件进行模拟。根据模拟结果提出相应的超前保护措施,避免水击事故发生,保护管道全线不受破坏。

对可能发生水击的几种事故情况进行了软件模拟,主要包括鲁中输油站输油泵事故停泵,红连联合站输油泵事故停泵,鲁中输油站出站阀门事故关断,红连联合站进站阀门事故关断,红连联合站出站阀门事故关断,鄯善油库进站阀门事故关断。下面以红连联合站出站阀门事故关断为例,对管道进行水击计算和分析。管道正常运行期间,模拟红连联合站出站阀门事故关断,出站阀前出现超压,最高达到 10.5 MPa,阀前压力见图 2。

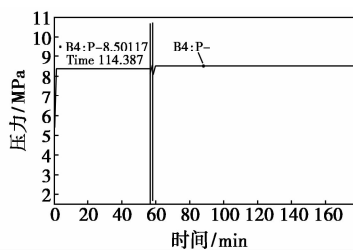


图2 红连联合站出站阀门事故关断后  
阀前压力曲线图

当红连联合站出站阀门事故关断后,管道内流量瞬间下降为零,鲁中输油站及红连联合站输油泵的扬程与水击压力波共同叠加作用在出站阀前,造成阀前超压。通过分析试值,红连联合站出站阀前

为鄯善油库,全线设有 1 座中间泵站,该泵站设置在红连联合站内,管道全长约 79.4 km,全线设计压力 9 MPa,管道规格  $\Phi 323.9 \times 7.1$ ,设计输量 240 万 t/a,管道全线概况示意图见图 1。

压力达到 8.8 MPa 时,模拟停鲁中输油站、红连联合站输油泵,切断管道压力源,出站阀前压力没有超压,采取的超前保护措施起到保护作用,阀前压力见图 3。

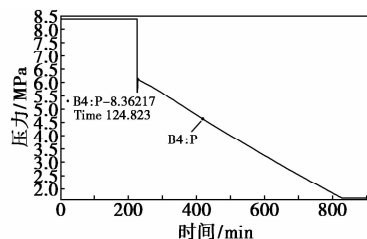


图3 红连联合站出站阀门事故关断后  
阀前压力曲线图

### 4 结论

对输油管道水击产生的原因及保护方案进行了论述,提出了鲁克沁原油外输管道可能出现水击的具体工况,针对红连联合站出站阀门事故关断工况,分析了水击超压原因,通过及时关停鲁中输油站、红连联合站输油泵避免了阀前水击超压,采取的超前保护措施起到保护作用,为输油管道水击分析提供了方法和思路。

#### 参考文献

- [1] 陈贵清. 压力管道水击危害及其防治[J]. 河北工业学院学报, 2005, 27(1): 128-131.
- [2] GB 5023—2014. 输油管道工程设计规范[S]. ■