

# FAST Piper 软件在气田管网分析中的应用

张振文 田建峰 尚万宁 贾浩民 齐宝军

(中国石油长庆油田公司采气一厂)

张振文等. FAST Piper 软件在气田管网分析中的应用. 天然气工业, 2006, 26(9): 131-133.

**摘要** 天然气集输管网运行状况分析和预测可为气井生产、气量调配、管网调整等提供依据。文章介绍了加拿大 Fekete 公司的 FAST Piper 集输系统分析优化软件的功能、特点以及在气田集输管网分析中的应用步骤及过程。以靖边气田为例, 利用该软件对气田生产中的集输系统节点压力预测、多方案计算优化、异常情况下管网运行状况瞬时模拟、环形管网以及配气管网等进行了分析。该软件界面直观, 计算准确, 基本可以处理天然气集输管网分析中的各类问题, 并可有效提高工作效率。

**关键词** 天然气 集输系统 管网 软件 分析 应用

FAST Piper 是加拿大 Fekete 公司开发的石油天然气集输系统分析优化软件, 可对复杂的天然气集输系统进行瞬态模拟。靖边气田自 2004 年引进 FAST Piper 集输系统分析优化软件以来, 已在集输系统供气方案编制、异常情况下管网运行状况瞬态模拟、管网调整及环形管网的分析和研究方面广泛使用, 并取得了良好的效果。

## 一、软件功能及特点

FAST Piper 是一个为气田集输系统提供优化设计及分析的软件, 其把储量评价、气藏管理和产量优化结合起来综合分析, 即: 使用单相流和多相流压降相关式, 从气藏稳态或拟稳态出发, 模拟气藏、井筒和地面气体集输系统, 来优化和预测气井及集输系统生产情况。在某一时间给定一个系统回压后, 就可计算当前或将来的整个集气系统的生产情况。

### 1. 基本方程

可供选择的压降相关式有单相流相关式 (Fanning Gas, Panhandle, Modified Panhandle, and Weymouth) 和多相流相关式 (Beggs & Brill, Flanigan, Modified Flanigan, Hagedorn & Brown, and Gray)。

对于井筒和管线内的单相流均可选用 Fanning

Gas, Panhandle, Modified Panhandle 及 Weymouth 压降相关式; 对于井筒内的多相流通常选用 Beggs & Brill, Turner, Hagedorn & Brown 及 Gray 压降相关式; 对于管线内的多相流通常选用 Beggs & Brill, Flanigan 及 Modified Flanigan 压降相关式。

此外还有许多与油气藏组分、节流针阀、压缩机、分离器、胺处理器、冲蚀速度等相关的配套方程。

### 2. 模型元件

与所有的模拟分析软件一样, 用模型元件来表示实际的管网元件。模型元件的参数和连接关系应与实际的集输系统元件相符, 正确连接在一起的模型元件构成管网模型, 该软件只显示地面以上的模型元件 (井、设备等), 而不能在界面显示井筒、油气藏等地面下的部分。当集输系统模型正确时, 对管网模型的计算即是对实际管网的模拟。

FAST Piper 的模型元件主要有气井、管线、分离器、压缩机、节流阀、冷凝器、胺处理器、交货点 (集输系统的起点或终点) 等。在整个系统可以任意添加 (或删除) 集气系统的配置, 包括气井、管线、分离器、压缩机、节流阀、冷凝器、胺处理器等。

### 3. 界面特点

FAST Piper 可按指定日期直观地显示系统配置及各节点参数。在模拟系统图中的各种节点都有

**作者简介:** 张振文, 1963 年生, 高级工程师; 1986 年毕业于北京航空学院; 多次获得国家级、省部级科研成果奖, 已公开发表科技论文多篇; 长期从事油气田开发管理工作。地址: (718500) 陕西省靖边县。电话: (029) 86505599。E-mail: zzl\_cq@petrochina.com.cn

可选择显示的多项参数,如选择的显示管线的名称、内径、长度、输气量、气流流速、腐蚀速度、输液量、摩擦压力损失、流动效率、相关式修正系数等,固定气量流入(流出)点的名称、入口压力、出口压力、气量、液量、注释等。

软件可从气藏稳态或拟稳态出发模拟气藏、井筒和地面集输系统运行状况,系统的 Bubble map 可根据颜色代表的压力范围直接看出各气井回压高低。

## 二、应用的主要步骤和过程

### 1. 绘制集输管网草图

在建立管网模型之前,除了非常简单的管网外,均应绘制一张管网草图。该草图应正确表达实际管网元件的参数和连接关系,以及模型元件的名称和主要约束条件等。

### 2. 建立集输管网模型

FAST Piper 的集输管网模型建立是通过输入相关模型元件的参数而实现的,输入模型元件的参数后界面则自动生成管网模型。在建模过程中应注意以下细节。

#### (1) FAST Piper 的建模思路和逻辑

FAST Piper 的集输分析优化软件的初始界面就存在一个处理厂(Plant),其在输入(input)菜单的 Delivery Point(交货点)中定义,Plant 其通常为集输系统最末端点。FAST Piper 要求在 Gathering system(集输系统)中以 Plant 为起点,逐步向集输系统末端定义,后一节点以前一节点为基准,以极坐标的方式定义方位。前面的节点未建立则后续建立的节点不成立。

#### (2) 集输系统中两个以上处理厂的解决措施

该软件要求集输系统中必须有且只允许有一个交货点(集输系统最末端点)。对于系统上只存在一个处理厂的集输管网系统,情况较为简单,只定义好进入处理厂(Plant)的压力即可,但对于管网系统上存在两个处理厂的情况,就需要用模型元件压缩机(Compressor)代替处理厂,将压缩机作为次末端节点即交货点的上一节点,压缩机的吸入压力即为各管网进入其代替的处理厂压力,而压缩机的其它参数可以空缺。

#### (3) 环形管网的建立

气田集输系统中环形管网较多,在 FAST Piper 中需对模型中任何一个能形成闭合环的管网进行定义,如一座集气站到另一座集气站的双管线也要定义为环形管网。环形管网的定义是在集输系统

(Gathering system)界面中将形成环的一条自由管线在 Looped 列及 Unique ID 列定义即可。自由管线不用定义极坐标角度,在界面上不能代表管网实际长短的一条管线,通常在模型界面上显示为较粗的管线。

### 3. 管线相关运行参数修正

在建立好集输系统模型并选择合适的压降相关式后,为了保证计算的准确性,若有实际运行数据应利用平稳的运行数据对模型进行核算和修正,并可检验模型的正确性。调整 Gathering system 界面的 Flow Eff(管输效率),使相应管线在输送实际气量下节点压力与实际吻合,以供后续计算使用。因管线的起伏状况、内壁粗糙度、输送介质差异性等因素影响,要尽可能准确计算,用实际运行数据进行修正拟合是非常必要的。

### 4. 模拟计算

在建立好的管网集输模型相应变量模型元件界面中输入气井配产或固定点产气量、处理厂进气压力等参数后,即可开始计算和预测,集输系统界面图的下方会显示计算进程和完成整个计算后所用的时间。

### 5. 计算结果输出

可以打印输出计算结果以及集输系统图、结果图等。打印输出哪些参数要通过在集输系统界面上设置,从结果图上可直观地看出管线气流流动方向、速度、大小、输送效率及压力损失等参数。

## 三、应用实例

### 1. 集输系统节点压力预测

通过运用 FAST Piper 集输分析优化软件,可预测在相应产气量下各节点的运行压力及集输管网系统运行情况,使气井产能充分发挥,为生产安排及组织提供依据,确保集输系统安全平稳运行。图 1 为用 FAST Piper 软件预测的某阶段靖边气田东干线节点运行压力和实际运行压力对比图。从图上可以看出,各集气站实际运行压力与预测压力基本吻合,最大偏差不超过 0.12 MPa。

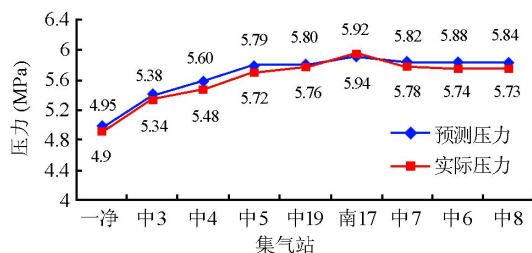


图 1 东干线实际运行压力与预测压力对比图

## 2. 多方案计算优化

大的集输管网系统可以有多种运行方式,但为了寻求最佳运行方案,必须经过科学的分析和计算。靖边气田南部区域管网上有多处截断点,产气可向两座净化厂输送,通过运用 FAST Piper 软件分析,从王家庄清管站截断,两边天然气流分别进相应净化厂,可使相应净化厂在处理能力负荷范围内运行,且集气站不超压,气井产能能充分发挥。

## 3. 异常情况下管网运行状况瞬时模拟

气田集输系统中输气主干线或处理厂可能存在检修、事故停运等情况。为了使生产单位掌握不同情况给对外供气造成的影响,需对此类情况下的集输系统运行状况进行分析和研究。利用 FAST Piper 软件分析在靖边气田最大配产情况下不同净化厂停运时的集输系统运行情况见表 1。

表 1 某一净化厂停运时集输系统运行情况表

	运行方案	干线向相应净化厂最大可调拨气量( $10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ )		
		第一净厂	第二净厂	第三净厂
第一净化厂停运	第二、第三净化厂满负荷运行,北干线向第二净化厂调拨气量,南干线向第三净化厂调拨气量	—	709	340
第二净化厂停运	第三净化厂满负荷运行,北干线向第一净化厂调拨气量	760	—	—
第三净化厂停运	第二净化厂满负荷运行,南干线向第一净化厂调拨气量	810	—	—

## 4. 环形管网计算分析

环形管网通常是人工计算的难点。较简单的环形管网可通过调节输气量使系统达到平衡;但对较复杂的环形管网,人工计算不但费时费力,且不够准

确。利用 FAST Piper 的集输分析优化软件可以方便地建立模型并进行计算。通过计算结果界面可看出,气流流向直观,环形管网相应管线上的气量也可方便地读出来。

## 5. 在配气管网上的应用

该软件在配气管网上也可应用。需将用户定义为压缩机(一个用户对应一个),压缩机的吸入压力即为进各用户的天然气压力,压缩机下游需建立一个虚拟的处理厂(软件要求集输系统中必须有且只允许有一个交货点)。给定配气站配气压力和到用户的压力即可计算出管线给各用户的供气能力。

## 四、结论及认识

(1)FAST Piper 集输系统分析优化软件功能较强,界面直观,计算准确,基本可以处理天然气集输管网分析中的各类问题。

(2)应用该软件对气田集输管网进行分析和预测可有效节约时间,提高工作效率。原来 3 人 20 h 的工作量,应用建立好的模型,2 人 4 h 即可完成所有计算分析工作。

## 参 考 文 献

- [1] 李长俊.天然气管道输送[M].北京:石油工业出版社,2000.
- [2] 苗承武,等.干线输气管道实用工艺计算方法[M].北京:石油工业出版社,2001.
- [3] 江茂泽,等.输配气管网的模拟与分析[M].北京:石油工业出版社,1995.
- [4] 杨光大.天然气集输管网瞬态模拟软件 TGNET 及其应用分析[J].天然气与石油,1998,16(1).
- [5] 李玉星,冯叔初.适用于含水天然气输送管道工艺计算的热力学模型[J].天然气工业,1998,18(1).
- [6] 李卫华,李长俊.基于遗传算法的天然气集输管网参数优化设计[J].天然气工业,2005,25(2).

(修改回稿日期 2006-07-25 编辑 赵 勤)