



# 长输管道原油输送基本知识

# 主要内容

- 长输管道概述
- 长输管道的工艺设计
- 输油泵站及加热站
- 热油管道的运行管理
- 输油管道凝管及管道破裂的判断及处理方法
- 塔河重质原油储运系统概况
- 系统优化运行



# 长输管道概述

❖ 一、输油管道的分类

集输管网

长输管道

❖ 二、输油管道的组成

输油站：泵站、加热站、热泵站（按功能分）

首站、中间站、末站（按位置分）

线路：管道、沿线阀室、阴极保护、通信及自控线路

❖ 三、输油管道的特点：

优点：1、运输量大，

2、运费低、能耗少

3、建设投资小

4、安全系数高

缺点：1、主要用于大量、单向、定点运输，不如船、车运输灵活；

2、在经济上有一定的经济、合理输量范围；

3、有极限输量的限制。

❖ 四、几种常见的输送方式:

1、等温输送

2、加热输送

3、顺序输送

4、含蜡原油的热处理输送

5、含蜡原油的加降凝剂输送

6、乳化降粘输送

7、水悬浮输送

8、水环输送

❖ 其中：2、4、5适应于含蜡原油

2、6、7、8适应于高粘原油

我们所管理的输油管道是加热输送管道，侧重于加热输送工艺的基础知识



# 长输管道的工艺设计

## ❖ 一、输油管道的水力特性和泵站布置

### (一) 输油管道的压能损失

#### 1、沿程摩阻公式:

$$h_L = \beta Q^{(2-m)} u^m L / D^{(5-m)}$$

式中:  $Q$ —油品的体积流量,  $m^3/s$ ;

$u$ —油品在输送温度下的运动粘度  $m^2/s$ ;

$D$ —管内径

$\beta$ 、 $m$ —与流态有关的参数,

对层流区

$$\beta = 4.15, m = 1$$

对紊流水力光滑区

$$\beta = 0.0246, m = 0.25$$

$L$ —管线长度

#### 2、管道总压降:

$$H = h_L + h_m + (Z_z - Z_q)$$

式中:  $Z_z - Z_q = \Delta Z$  为管道终点的高程差

$h_m$ —泵站的站内摩阻

❖ (二) 管路的工作特性与泵站—管路系统的工作点

❖ 曲线G: 管路能耗H随Q变化的关系曲线

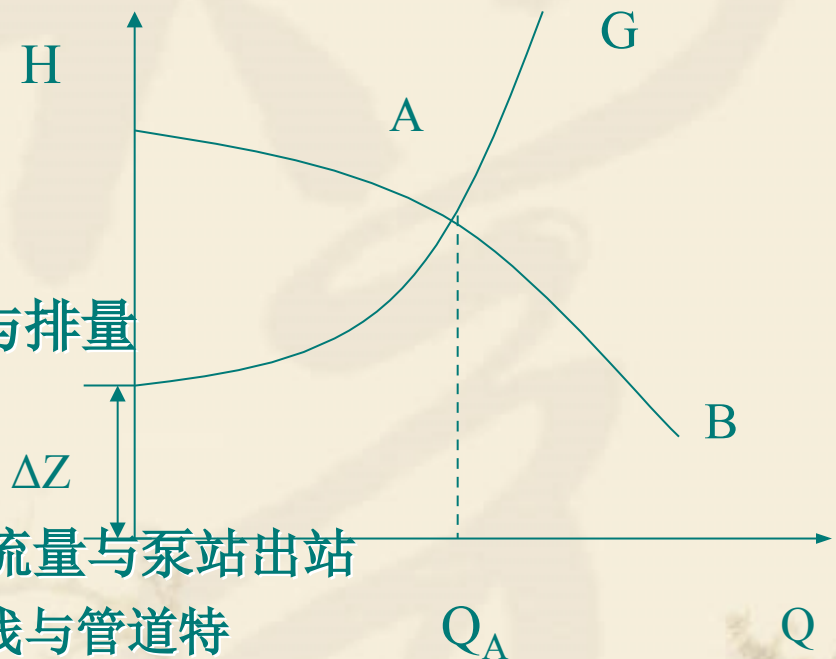
一条管道 (D、L、 $\Delta Z$ ) 一定，  
输送的油品 ( $\nu$ ) 一定时，有一定的  
管路特性曲线。

❖ 曲线B: 泵的特性曲线

指泵的扬程 (即泵的能量供应) 与排量  
的关系曲线。

❖ 点A: 泵站--管路系统的工作点。

指在压力供求平衡的条件下，管道流量与泵站出站  
压力等参数之间的关系，通过泵站特性曲线与管道特  
性曲线的交点即可确定。





### ❖ (三) 泵站数的确定及泵站布置

根据任务量及泵站的工作特性曲线，可以确定每个泵站所能提供的扬程 $H_c$ ，设全线各泵站的特性相同，则根据能量平衡的关系，可以确定全线所需要的泵站数。

$$N=H/(H_c-H_m)$$

式中： $N$ —泵站数；

$H$ —管道起点到终点的总压降；

$H_c$ —泵站能提供的扬程；

$H_m$ —泵站的站内摩阻。

## ❖ 二、输油管道热力特性及加热站的布置

油流在管道中的温降与输油量、环境温度、管道散热条件、油温等因素有关，忽略摩擦生热，近似稳态传热处理，则根据能量平衡关系可得苏霍夫公式：

$$T_L = T_0 + (T_R - T_0) \text{EXP}[-K\pi DL / (Gc)]$$

式中：**G**—油品的质量流量，kg/s；

**c**—油品的比热容，J/(kg·°C)；

**D**—管道外直径，m；

**L**—管道加热输送的距离，m；

**K**—管道的总传热系数，一般按经验值选取，w/(m<sup>2</sup>·°C)；

**T<sub>R</sub>**—管道起点的油温，°C；

**T<sub>L</sub>**—距起点L米处的油温，°C；


**T<sub>0</sub>**—管道周围介质温度，对埋地管道取中心埋深处的自然地温，°C

。

## ❖ 加热站数的确定

加热站出站油温的确定需要考虑油品的粘度—温度关系、油品蒸汽压，管道热应力和防腐层的耐热能力，而进站温度的确定要考虑原油凝点（含蜡原油）和粘度（稠油），确定了加热站的起点、终点温度 $T_R$ 、 $T_L$ 后， $T_0$ 按冬季地温，使用上式计算出加热站的站间距 $L$ ，由管线总长及加热站站间距可计算出加热站数。为了便于管理，尽可能将加热站与泵站合并。

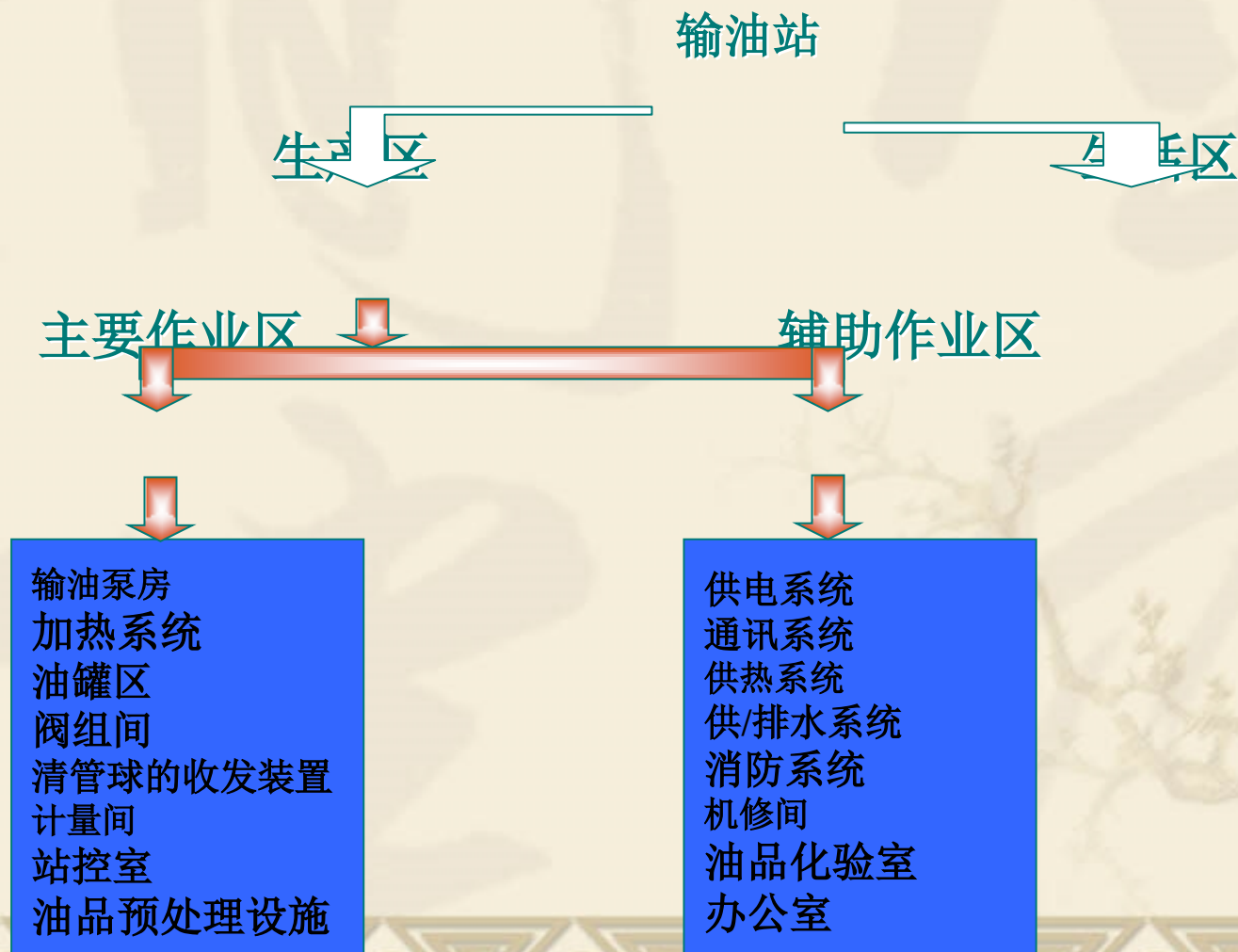
实际上，输油管道的水力、热力特性是相互影响的。管道输量变化时，油品的温降规律也要发生变化，而温度条件的变化反过来又影响管道的压降规律。



# 输油泵站与加热站

输油站（泵站、加热站）是长距离输油管道的两大组成部分，它的基本任务是给油流提供能量（压能及热能），或进行收油和转油操作。

❖ 一、输油站的基本组成



## ❖ 二、输油泵与原动机

### ❖ （一）输油泵

输油泵应满足以下条件：排量大，扬程高，效率高，可长时间连续运行，便于检修和自控。

常用的泵：离心泵---低粘油品

螺杆泵---高粘油品

### ❖ （二）原动机

输油泵的原动机：电动机

柴油机

燃气轮机

### ❖ 1、电动机

电动机在输油管道上应用最多，它比柴油机价廉、轻便、体积小、维护管理方便、工作平稳、便于自控、防爆安全性能好，但它依赖于庞大的输配电系统。一个大型输油泵站的电功率可达**10000kw**或更大，电驱动的另一缺点是输油的可靠性受供电可靠性的影响，一旦停电会造成一站或多站停输，甚至全线输油中断

## ❖ 2、柴油机

供电不能满足要求的地区，可利用柴油机。

## ❖ 3、燃气轮机

重能和体积比柴油机小，安全可靠，便于自控。

缺点：效率低，功率为2200kw的燃气轮机的效率为25%.

## ❖ 三、加热系统

对管道加热系统的要求是：热效率高，流动阻力小，能适应管道输量变化，可长期安全运行。

按油流是否通过加热炉炉管，长输管道加热系统分为直接加热和间接加热。

### ❖ （一）直接加热炉式加热炉

优点：加热炉直接加热油品，设备简单、投资省

缺点：1、油品在炉管内直接加热，存在结焦的可能

2、一旦断流或偏流，容易因炉管过热使原油结焦甚至烧穿炉管而造成事故。

## ❖ (二) 间接加热系统

间接加热系统由热媒加热炉、换热器、热媒泵、检测及控制仪表组成。

热媒是一种化学性质较稳定的液体，在很宽的温度下不冻结；高温时，蒸汽压较低，也不存在结焦的可能，对金属没有腐蚀性；粘度小，低温时也可泵送。

热媒在炉中加热至**260—315℃**左右，进入管壳式换热器中加热原油。热媒走管程，原油走壳程，原油的压降不大于**0.05MPa**。

加热系统有两套温度控制系统，分别控制热媒油与原油温度，能够适应流量大幅度变化。



优点：

- 1、原油不通过加热炉，没有偏流等结焦的危险，操作安全；
- 2、热媒对金属无腐蚀作用，它的蒸汽压低，加热炉可在低压运行，故炉子的寿命长；
- 3、间接加热可适应于加热多种油品，能适应流量的大幅度变化，甚至能间歇输送；
- 4、热媒炉的效率高，原油通过换热器的压降小

缺点：

- 1、间接加热系统复杂，占地面积大；
- 2、耗电量大，操作维护费用增加。



# 热油管道的运行管理

## 一、热油管道的日常运行管理

### 1、实行调度统一管理

密闭输送的长输管道上，任何一个站或站间管道工况发生变化都会影响到全线；按“旁接油罐”方式运行的管道，为了保持全线均衡，各站间需维持基本相同的流量，为了协调全线工况，保证安全平稳输油，实行调度统一管理，统一指挥全线运行。

在应用**SCADA**系统（监控与数据采集系统）的自动化程度很高的管道上，调度人员在管道控制中心工作，调度人员可根据计算机提供的大量信息采取最佳决策，向终端发出调度指令，由远程终端装置执行。

## 2、输油管道工况的调节

输油管道工况的调节就是通过改变管道的能量供应（改变泵站特性）或改变管道的能量消耗（改变管路特性），使之在给定的输量下达到新的能量供需平衡，保持管道系统不间断、经济输油。

改变泵站特性的方法有：

- （1）改变运行的泵站数或泵机组数；
- （2）调节泵机组转速；
- （3）更换叶轮。

改变管道工作特性的方法是改变出站调节阀的开启度，人为地改变局部摩阻。这中方法操作简单，但能耗大，当泵机组不能调速时，输量的小范围调节，常用这种方法。

### 3、输油管道的水击及其控制

输油管道正常运行时，油品的流动基本属于稳态流动，但由于开泵和停泵、阀门的开启和关闭、泵机组转速调节、流程切换、管道中途卸油或注入油品等正常操作，以及因停电或机械故障保护而导致泵机组停运、阀门的误关闭、管道泄漏等事故，都会使流速产生突然变化，进入瞬变流动状态。

水击：由于液流的惯性作用，流速的突然变化将引起管内压力的突然上升或下降，即产生“水击”。

❖ 水击对输油管道的直接危害：导致管道超压，包括两种情况：

（1）水击的增加波，有可能使管道压力超过允许的最大工作压力，引起强度破坏（管道裂破）

（2）减压波有可能使稳态运行时压力较低的管段压力降至液体的饱和蒸汽压，引起液柱分离，甚至使管道失稳变形。减压波还可能造成下游泵站进站压力过低，影响泵机组的正常吸入。

❖ 管道水击保护的措施：泄放保护和超前保护

泄放保护是在管道一定地点安装专用的卸压阀，当水击增压波导致管内压力达到一定极限时，通过阀门放出一定量的油品，从而削弱增压波，防止水击造成危害；

超前保护是在产生水击时，由管道控制中心迅速向有关泵站发出指令，各泵站采取相应的保护动作，以避免水击造成危害。

## ❖ 二、热油管道的启动投产

### ❖ 1、热油管道的试运投产

试运投产程序一般包括：

(1) 各站（库）的单体及冷热试运；

(2) 冲洗、清扫管道；

(3) 预热管道；

(4) 通油投产。

需在管道预热前后，进行全线管道及站（库）的大检查，对站（库）和管道在试运、预热过程中暴露的问题，在通油以前作好整改。

## ❖ 2、埋地热油管道的启动方法

### 输油管道启动方法油三种

(1) 冷管直接启动：即热油管道不经过预热直接输入待输送的热油。冷管直接启动能节省费用和时间，但不够安全。

(2) 预热启动：对大多数长输管道，常采用热水预热。预热方法：正向预热、反向预热、正反方向预热。

预热时，出站水温不能过高，否则会引起管道过大的热应力或破坏沥青防护层。预热总输水量应大于站间管段容积的**1.5-2**倍，使正反方向预热时管道内不致存在冷水段。

(3) 加稀释剂或降凝剂启动，使所输原油降凝降粘至能够直接启动，直到土壤温度升高至进站油温满足热输要求后转入正常输油。





# 输油管道凝管、破裂判断方法及处理措施

## 输油管道凝管判断方法

输油管道凝管现场运行人员可以通过观察温度、压力以及流量的变化来判断管道是否正常运行，当出现以下情况可判断管道发生了凝管事故：

- ❖ ①输油首站出站压力持续上升，或者中间加热站出站压力持续升高；
- ❖ ②管道输油量持续下降；
- ❖ ③中间加热站、雅克拉装车末站进站温度逐渐下降等。

## 输油管道凝管处理方法

当管道发生凝管事故时，将造成管道停输，必须紧急采取以下处理办法：

- ❖ （1）管道发生初凝事故时，输油首站应立即采取升压、升温、加大排量等顶挤措施，即在管道允许的最大出站压力和最高出站温度下持续顶挤。如果不见效，应迅速开孔加压顶挤。
- ❖ （2）采取排放凝油措施时，见排油口油温高于凝固点，流动状态好转，应立即停止排油，加压输送直到管压下降，输量上升到正常值为止。
- ❖ （3）在确定开口排油位置时，既要考虑到有利于排放凝油，又要照顾到周围环境的防火要求和落地原油的回收。
- ❖ （4）从凝油事故开始处理起，首、末站及中间站运行人员应严格监视输油温度、压力和流量的变化。
- ❖ （5）必要时采用反输流程，将预热水从雅克拉站反输冲洗管线。

## 输油管道破裂判断方法

管道在受到严重腐蚀、管道内压力超高或其它机械作用造成的管道穿孔、焊缝或管道破裂。现场运行人员可以从以下几中现象中快速、直观地得出管道破裂的结论：

- ①首站输油出站压力突然下降；
- ②输油泵电机电流大量上升；
- ③首站输油量突然增大；
- ④末站收油量减小，压力下降，进站温度呈下降趋势；
- ⑤中间站投产检查时，发现站内原油管道漏油。

# 输油管道破裂处理方法

管道破裂将造成管道内原油漏损，输量下降，甚至完全无法输送，所以应进行以下紧急处理：

- ❖ (1) 如果是输油干线破裂，输油首站应立即停止原油外输，根据管道破裂位置，关闭首、末站及中间站相应的进出站阀门及管道相关的截断阀。
- ❖ (2) 如果是中间站站内管道破裂，将中间站输油流程切换为全越站流程，同时，首站应立即提高外输原油温度。
- ❖ (3) 迅速组织抢修队伍、设备及技术，对管道破裂处进行快速抢修。
- ❖ (4) 管道抢修完成，经检查合格后，如果是输油干线破裂，应迅速恢复全线输油，以免停输时间过长，造成凝管事故；如果是中间站站内管道破裂，以最快速度将中间站流程切换为正常生产流程。

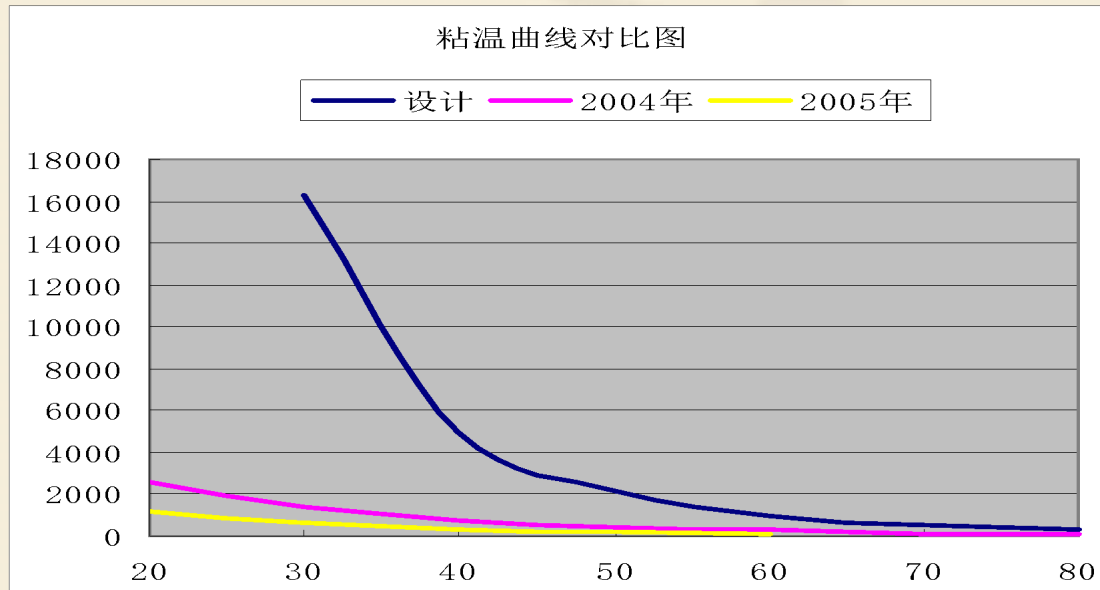


# 塔河油田重质储运系统概况

# 一、原油物性

粘温关系

温度 (°C)	20	30	40	50	60	70	80
设计粘度 (mm <sup>2</sup> /s)		16282		2178	951	502	278
2004年实测粘度 (mm <sup>2</sup> /s)	2577	1437	710	408	285	160	115
2005年实测粘度 (mm <sup>2</sup> /s)	1195	612.6	302.8	163.9	96.81		



## 原油相对密度

设计: 0.9741g/cm<sup>3</sup>

实际运行: 0.9414g/cm<sup>3</sup>

## 凝点

设计: -8°C

实际运行: -26°C

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/595133133144012012>