



低 输 量 运 行 输 油 管 道 的 理 想 管 路 特 性 曲 线

汪 冈 伟

秦皇岛输油公司 (河北省秦皇岛市)

提 要 文章以秦—京线为例, 讨论了不同季节、输量、油温和管壁结蜡厚度对低输量运行输油管道的影晌, 并用数据证实了对该类管道采取必要的工艺措施, 用保持适当结蜡厚度的方法, 可使管路尽可能地运行在相应的理想管路特性曲线上, 并使输油生产的油、电综合能耗费用最低, 达到经济运行的目的。

主题词 *原油管道 *〔当量直径〕 管壁结蜡 管道数据 〔输送工艺〕 〔综合能耗〕
*〔最佳运行条件〕 (秦皇岛—北京输油管道)

满负荷运行的输油管道常需要进行清蜡作业, 而低输量运行的输油管道则不然。如秦皇岛—北京的输油管道(以下简称秦—京线)多年来一直处于低输量运行, 为使秦—京线尽可能地运行在相应的理想管路特性曲线上, 为使输油生产中的油、电综合能耗费用维持在最低水平, 我们采取的办法是根据不同季节和输量合理控制输油温度和管壁结蜡厚度。

1 秦—京线管路特性的分析

在紊流光滑区, 管道输油压力 P_n :

$$P_n = (0.0246 \frac{Q^{1.75} \cdot \gamma^{0.25}}{D_n^{4.75}} L + \Delta Z) \times \gamma \times 10^{-6} + P_f \dots \dots \dots (1)$$

对已建成的管道, 其站间距 L 和站间高程差 ΔZ 均是常数。而当输油任务一定时, 输油量 Q 、油品粘度 γ 及重度 γ 都与管输温度有关。管道当量直径 D_n 决定于管壁结蜡厚度, 而结蜡厚度也与管输温度有关。下面以

该线的秦皇岛—迁安间管段(以下称秦—迁段)为例, 计算出在8月份管道结蜡厚度 δ 为50和5 mm时, 日输油量 Q 与出站压力 P_n 、出站温度 T_n 有如表1的关系。管壁的不同结蜡厚度对管路的特性影响很大, 这从管路特性曲线图1中的 ABA' 和 $D'CD$ 段可看出。同样, 在图1中还绘制了不同季节管路特性曲线, 可以发现1月份的特性曲线(EF 及 G H 段)就比8月份的 ABA' 及 $D'CD$ 段略有下移, 这是因为冬季管输油温较高, 使油品粘度及重度降低的缘故。

2 经济运行理想管路特性曲线

2.1 经济运行目标函数

$$S = B \cdot J_y + N \cdot J_d \dots \dots \dots (2)$$

式中 S ——管路油、电消耗综合费用;

B 、 N ——分别为输油生产油、电消耗量;

J_y 、 J_d ——分别为油、电的单价。

以秦—迁段8月份日输量为11 000t 为例, 计算不同结蜡厚度时运行参数及油、电

耗量。其综合能耗费用见表2及图2所示。

2.3 理想管路特性曲线

表3列出了秦一迁段8月份输量在7 000~15 000t/d时, 最优运行点所对应的出站压力、温度及相应的管壁结蜡厚度。图1中两条ABCD曲线就是经济运行时理想的运行参数。我们只要按这条理想的特性曲线工作, 即可达到期望的经济运行目的。

2.2 不同输量时经济运行点的确定

以8月份秦一迁段为例, 当输量为8 000~13 000t/d时, 可计算出不同结蜡厚度所对应的综合能耗值(计算及数据从略)并绘出图3。

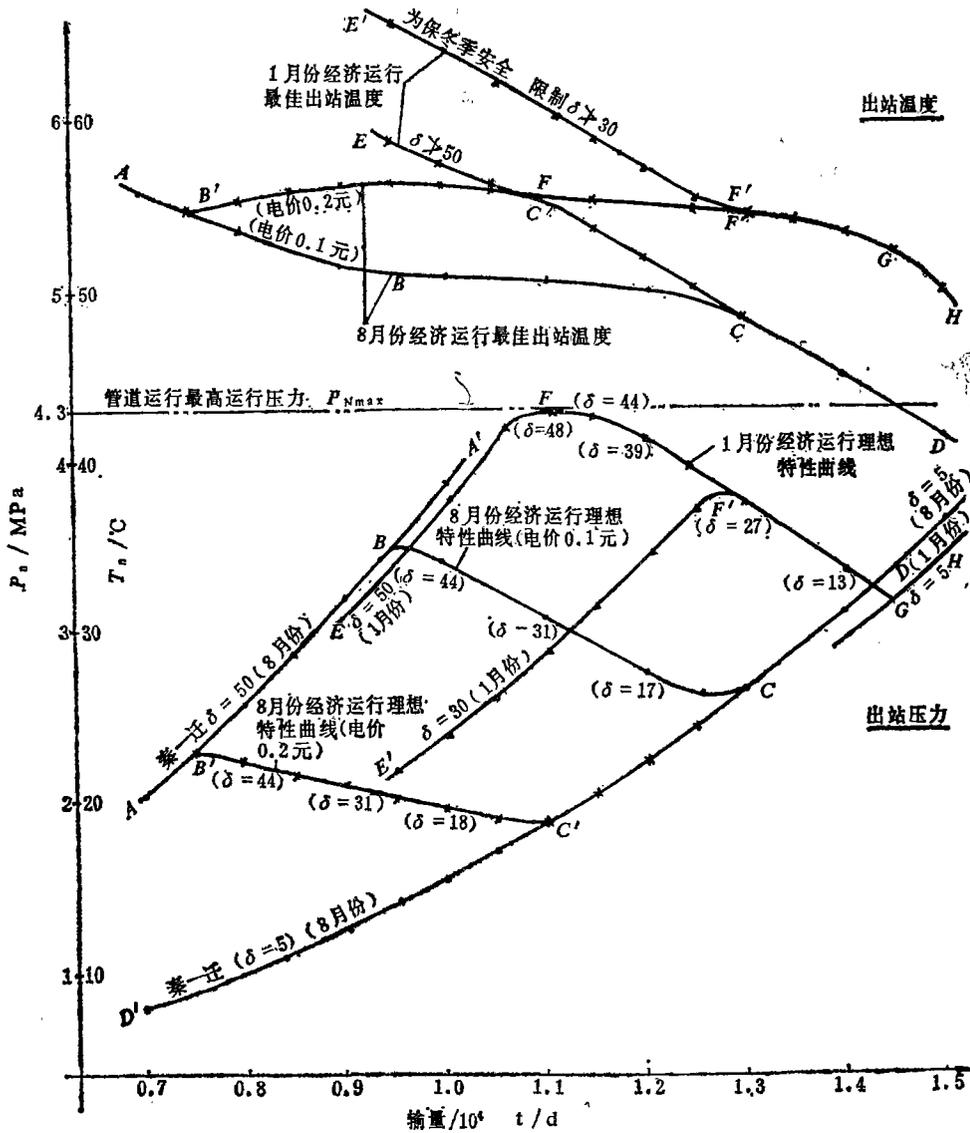


图1 秦一迁段经济运行理想特性曲线分析图

表1 8月份秦一迁段Q、P_n、T_n与δ的关系

Q / t · d ⁻¹	δ / mm	P _n / MPa	T _n / °C
7 000	50	2. 03	55. 6
	5	0. 81	69. 3
8 000	50	2. 58	53. 6
	5	1. 02	65. 8
9 000	50	3. 20	51. 6
	5	1. 26	62. 4
10 000	50	3. 91	49. 5
	5	1. 56	58. 9
11 000	50	1. 87	55. 4
	5		
12 000	50	2. 24	52. 0
	5		
13 000	50	2. 65	48. 5
	5		
14 000	50	3. 11	45. 0
	5		
15 000	50	3. 68	41. 6
	5		

表2 8月份秦一迁段油、电及综合能耗

结蜡厚度 / mm	T _n / °C	耗油 / t	耗电 / kW · h	能耗费* / 元
	P _n / MPa			
5	55.4	25.49	14 393	5 771
	1.87			
15	53.7	23.17	16 706	5 603
	2.05			
20	52.8	22.01	18 096	5 551
	2.47			
25	51.9	20.85	19 675	5 512
	2.73			
30	51.0	19.69	21 472	5 495
	3.03			
35	50.1	18.54	23 524	5 503
	3.36			
40	49.2	17.38	25 878	5 541
	3.74			

* 能耗费是按J_γ = 0.17元/kg, J_d = 0.10元/kW · h, 机组效率是按0.95 × 0.62计算得来的。

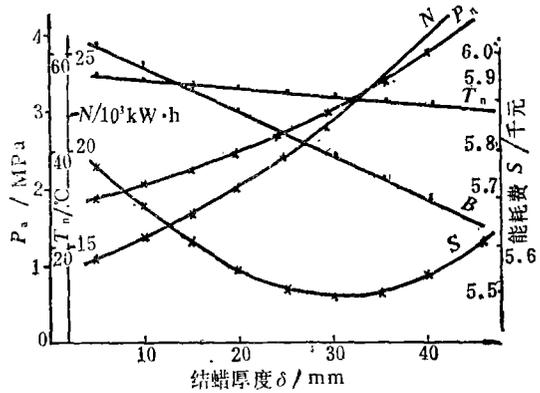


图2 8月份Q=11 000t/d时P_n、T_n、能耗费用N与δ的关系曲线

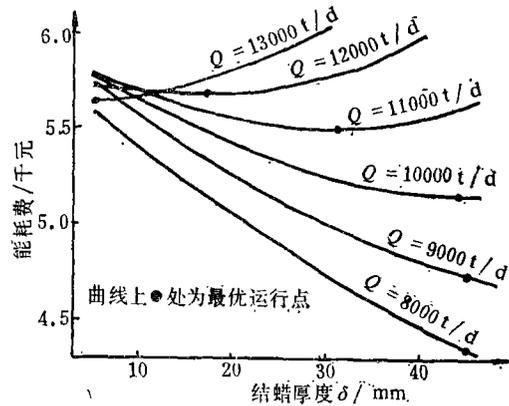


图3 8月份不同输量时结蜡厚度δ与能耗费用的关系曲线

表3 8月份秦一迁段δ、P_n、T_n与Q的关系

输量 Q / t · d ⁻¹	蜡厚 δ / mm	压力 P _n / MPa	温度 T _n / °C
7 000	50	2. 03	55. 7
8 000	50	2. 58	53. 6
9 000	50	3. 20	51. 6
10 000	44	3. 40	50. 8
11 000	31	3. 09	50. 9
12 000	17	2. 79	50. 3
13 000	5	2. 65	48. 5
14 000	5	3. 11	45. 1
15 000	5	3. 63	41. 6

从图1曲线可看出,输量在9500t/d时,可少清或不清蜡,保持其较厚蜡层,获得最低能耗费用;输量为9500~13000t/d时,应合理清蜡,保持最佳结蜡厚度;当输量超过了13000t/d时,应经常清蜡,减少蜡层厚度,才能最经济。

2.4 不同季节对理想管路特性的影响

季节不同,管道的热力损失也变化,相应要改变管输温度,经济运行点也随之变动。表4列出了1月份秦一迁段在9000~15000t/d输量时,最佳运行点对应的各项参数。对应的运行曲线见图1中两条EFGH线。

表4 1月份秦一迁段 δ 、 P_n 、 T_n 与Q关系

输量Q/ t·d ⁻¹	蜡厚 δ / mm	压力 P_n / MPa	温度 T_n / ℃
9 000			
10 000	50	3.72	57.5
11 000	48	4.26	55.5
12 000	39	4.13	55.0
13 000	27	3.78	54.5
14 000	13	3.38	53.3
15 000	5	3.42	50.2

从EFGH曲线可知,输量在11000t/d以下时,管道可以少清或不清蜡;输量在11000~14500t/d时,要合理清蜡;而输量在14500t/d以上时,应经常清蜡,才能达到经济运行的效果。

比较冬、夏季经济运行特性曲线的差别,可知,冬季散热严重,耗油量较大。适当保持较厚的蜡层,有利于降低油耗。即使多耗些电能,但保证综合能耗费用较低还是合适的。

对于不同管段,运用以上的经济运行规律来分析也是适用的。

3 安全要求对经济运行的约束

单纯从综合能耗费用最省的角度来确定运行点是不完全的。安全运行要求往往对经济运行产生约束,这种约束是必要的,甚至

是需要首先考虑的。约束条件主要有:最低进站温度、管道允许最高工作压力、不同季节所对应的允许最低输量等。

另外,必须考虑某中间泵站突然故障停泵,迫使压力越站时,能维持管道在最低允许输量下运行而不超压。因此,为了经济而过分保持结蜡厚度,对安全可能造成威胁,尤其是冬季运行更应注意。基于这一点,经计算,秦一京线管内壁结蜡不宜超过32mm(冬),否则,压力越站有困难。因此,秦一迁段规定1月份结蜡厚度不大于30mm,其优化运行点各项参数列于表5。相应的特性曲线变为图1中的两条E'F'GH线。

表5 1月份秦一迁段优化运行参数

输量Q/ t·d ⁻¹	蜡厚 δ / mm	压力 P_n / MPa	温度 T_n / ℃
9 000			
10 000	30	2.38	64.2
11 000	30	2.86	60.7
12 000	30	3.41	57.3
13 000	27	3.78	54.5
14 000	13	3.38	53.3
15 000	5	3.42	50.2

4 能源价格变化对运行参数的影响

能源指标及超指标加价收费政策和价格的变化,都将影响输油成本,不能不作为优化运行考虑的因素之一。

如果每千瓦小时电价由0.1元提高到0.2元,秦一迁段8月份输量为7000~15000t/d时,计算出理想管路特性结果如表6。与之相应的特性曲线如图1中的AB'C'D线。可发现,由于电价提高,当输量达到7500t/d以上时,应及时清蜡,以降低电耗,即使多耗一些油,其综合能耗费用还是最低的。电价变化的影响甚大,各地区电价和收费标准都不一样。理想管路特性曲线必须考虑这一因素的影响。(下转18页)

剂或加热输送)，最大输送能力也只能达到 $600 \times 10^4 \text{t/a}$ 。鉴于克拉玛依地区“八五”后期至“九五”期间的原油外输量将有较大幅度地增加，克乌线如不及时采取改造和扩建原部分泵站的措施，就将成为制约该地区原油增产的主要不利环节之一。所以，改造克乌线，势在必行。

参 考 文 献

[1] 李综彬等. 稠稀油混输解决北疆稠油外运问题. 油气储运, 1990, 9(1): 1~4

[2] 许高达. 北疆含蜡原油热处理常温输送. 油气储运, 1990, 9(4): 13~18
 [3] 石油工业部标准. 石油基本建设工程设计概算指标. 修定版. 北京
 [4] 新疆输油公司. 1990年度外输原油分析报表及1990-05~1991-04期间输油生产调度报表
 [5] 张帆. 输油管道的降凝剂应用技术. 油气储运, 1990, 9(5): 11~20
 [6] 严大凡主编. 输油管道设计与管理. 北京: 石油工业出版社, 1986

(收稿日期: 1991-12-28)

(上接8页)

表6 电价每千瓦小时0.2元时计算结果

输 量 $Q/\text{t} \cdot \text{d}^{-1}$	蜡 厚 δ/mm	压力 P_n /MPa	温度 T_n /°C
7 000	50	2.03	55.7
8 000	44	2.24	55.3
9 000	31	2.10	56.2
10 000	18	1.97	56.2
11 000	5	1.87	55.5
12 000	5	2.24	52.0
13 000	5	2.65	48.5
14 000	5	3.11	45.1
15 000	5	3.13	41.6

综上所述，从分析输油生产的油、电消耗着手，以综合能耗费用为目标函数，确定安全经济的最佳运行参数，同时考虑能源的有关政策及价格变化，因此是个复杂的分析计算过程。其结果应随时作为生产指挥的依据。当然，只有借助于计算机才能及时、准确地进行分析计算，实现科学管理。

(收稿日期: 1991-06-12)

(上接13页)

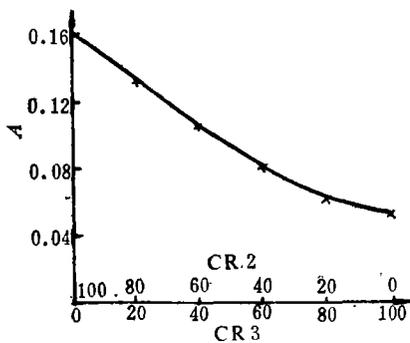


图6 混合比与A值关系曲线

参 考 文 献

[1] 李才. 测定含蜡原油的比热容. 油气储运, 1982, 1(2): 1~8
 [2] 李才. 含蜡原油比热容变化对加热输送的影响. 油田地面工程, 1984, 10(4)
 [3] 严大凡. 输油管道设计与管理. 北京: 石油工业出版社, 1986

(收稿日期: 1991-09-16)