



不同运距的管道经济输量

严大凡*

(石油大学(北京))

严大凡:不同运距的管道经济输量,油气储运,1999,18(2) 43~47。

摘要 在拟定油田的总体开发方案时,必须把产品的运销方案及其对售价和售量的影响作为一个重要环节考虑,要明确一系列技术经济界限,不同运距情况下的经济输量范围就是其中之一。在用最优化方法确定不同管径的经济输量范围的基础上,建议按照运费占油价的百分比来确定相应的不同输量的最远运距。给出了数学模型,介绍了国外管道的运费情况,以及按目前国内热输管道的运价,当运费占油价的15%和20%时不同输量的最远运距。

关键词 原油 成品油 管道输送 输送距离 经济输量 输送费用 经济评价

一、管道运输与油品销售

在油气田的产品销售过程中,管道运输具有举足轻重的作用。它不仅决定了油气的销路是否通畅,更重要的是在提供给用户的市场销售价格中,运费及其它储存、中转环节的费用占了相当的比例。

油田的获利多少,或其产品在某一市场上的竞争力,除了决定于其开采成本的高低外,还和其从产地到达市场的运输过程中各项费用的大小有关。显然,离油田近的地区,原油销售价会低些。但这并不

意味着这些地区的炼厂就一定获利多,这还涉及到这些炼厂的产品销售范围有多远。

对某些边远地区的大油气田,尽管它远离消费中心,运输距离很远,但由于其开采成本低,而且运量大,每吨公里的运价低,虽然运距长,但分摊到每吨原油上的运费不一定很高,在保证合理利润的前提下,其原油销售价可能还是有竞争力的。

因此在拟定一个油田或油区的总体开发方案时,必须把产品的运销方案及其对产品售价和售量的影响作为一个重要环节考虑。对这样一个复杂系统的优化问题,为加速预可研工作的进展,便于决

.....

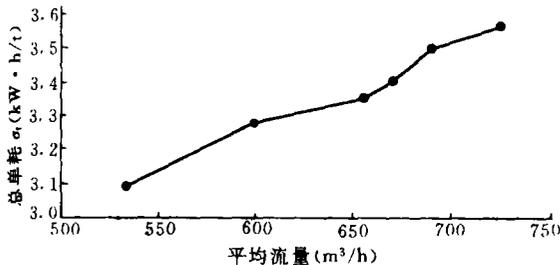


图3 σ_1 -Q 曲线

由图3可知,总单耗随输量增加而增加,与主泵单耗的趋势是一致的。

综上所述,库尔勒输油站的输油单耗与主泵的转速及排量关系密切,为了减少能耗,降低输油成本,库都管道应合理调度,使主泵在较低转速下运行。

参 考 文 献

- 1. 钱锡俊 陈弘:泵和压缩机,石油大学出版社(山东),1989,4(1)。

(收稿日期:1998-09-09)

编辑:张彦敏

*102200.北京市昌平东关南路;电话:(010)69745566。

策,需要明确一系列技术界限,不同运距情况下的经济输量范围就是其中之一。

二、不同管径的经济输量及运价

不同的管径各有一个运输成本最低的经济输量范围,这是管道运输行业众所周知的规律。可根据各项技术经济指标,用最优化方法计算确定。一般来说,对同一管径,加热输送管道的经济输量要比等温输送大些。由于钢材、燃料等原材料的比价不同,对同一管径,我国在 $\phi 420$ 以上的经济输量要比美国和前苏联大一些。具体比较参见表 1、表 2 和表 3。

表 1 我国不同管径的运价比价(经济输量、
热输、运距 360 km)^①

管径 (mm)	经济输量 (10^4 t/a)	1993 年运价 (元/ $(10^4$ t·km))	1996 年运价 (元/ $(10^4$ t·km))	相对 比例 %
273	200	2 281	4 096	3.40
325	300	1 934	3 553	2.89
377	400	1 410	2 549	2.10
426	600	1 023	1 834	1.53
529	1 000	670	1 161	1.00
630	1 500	503	876	0.75
720	2 000	426	737	0.64
820	3 000	355	609	0.53

表 2 美国不同管径运价比价(1985 年,等温输送)^②

管径 (mm)	输量 (10^4 t/a)	运 价 (美元/ $(10^4$ t·km))	比例 %
760	1 636	46.5	0.61
610	1 169	60.5	0.79
510	701	76.7	1.00
420	467	100.5	1.31
320	327	134.9	1.76
250	210	176.7	2.30

注 原资料输量单位为 $0.159 \text{ m}^3/\text{d}$;按 1 年工作 350 天,原油密度按 0.84 折算。

表 4 在第十五届世界石油大会上发表的不同管道的运费(1996 年数据)^{①②}

国家	管道名称	长度 (km)	管径 (mm)	运 费 (美元/ $(10^3$ t·km))
美 国	阿拉斯加管道	1 333	1 220	13.0
加拿大、美国	贯山管道	1 146	620	7.7
白俄罗斯、拉脱维亚、立陶宛	白俄罗斯—拉脱维亚—立陶宛管道	606		7.3
乌克兰	乌克兰管道	314	529	6.9
美 国	ARCO 公司的 Seaway 管道	341		6.5
俄罗斯	苏尔古特管道	3 574	1 020	5.8
俄罗斯	普尔管道	4 157	1 220	5.5
美 国	Amoco 管道	1 695		4.5

①杨源开等:原油长输管道标准成本与标准运价研究,中国石油天然气管道局内部出版,1994 年 12 月。

②戴家齐编译:长输管道运输及经济译文集,中国石油天然气管道局内部出版,1991 年。

表 3 前苏联按杜宾斯基法计算的运价
(1977 年,等温输送)^②

管径 (mm)	输量 (10^6 t/a)	运价 (戈比/ $(10^3$ t·km))	比例 %
530	6~8	232	1.000
630	10~12	178	0.767
720	14~18	150	0.647
820	22~26	134	0.578
920	32~36	124	0.534
1 020	42~50	119	0.513

由这 3 个表可见,尽管各国的具体运价不同,但各管径之间在经济输量条件下的运价比相差不大。如以管道 $\phi 529$ 的运价为 1,管道 $\phi 529$ 与 $\phi 630$ 及 $\phi 720$ 的比价在我国为 1 : 0.75 : 0.64;在前苏联为 1 : 0.767 : 0.647;在美国,管径为 508 mm、610 mm 与 762 mm 的比价为 1 : 0.79 : 0.61。管径越小,每吨公里的运价越高。但对于不同运距的经济输量范围的界定,则未找到明确的资料。因为这不仅涉及一系列基础数据的选取,还有有关经济评价指标的确定。按资金利润率法、资金回收系数法或其它方法计算,会分别得出不同的结果。在每吨公里费率相同的情况下,显然,运距越长,则每吨原油的运费越高。因此运距长时,为使每吨原油的运费不致过高,必须有较大规模的输量和管径,才能使所输的油品在价格上有竞争力。

根据第十五次世界石油大会的资料,前苏联的原油管道运费约占油价的 5%~19%。世界几条著名管道在 1996 年的运价见表 4。如原油的离岸价按当时每立方米 113.2 美元计,则按表 4 的数据计算,运费最贵的阿拉斯加管道,其运费占油价的 15%;运费最低的 Amoco 管道,其运费占油价的 6.74%。

根据美国“管道与气体”杂志1997年11月刊载的美国前50名液体管道公司的运量与运费的资料,将其中只有原油管道或只有成品油管道的各公司的总输量、其所辖的管道长度、以及按全公司平均的每立方米油品的运费列于表5及表6中。

由表5和表6可见,新建的阿拉斯加管道在全美原油管道中运费最高,因为它的运距长,输量小于设计值,新建管道的投资大,资本金回收值高。一般而言,公司所辖的管道总长度越长,平均运费越高。

成品油管道的运费要比原油高些,这可能是由于它单条管道的管径及输量均要小些的缘故。由于美国政府对管道运输行业的利润有所限制,故老公司已过折旧年限仍在服役的管道的平均运费就低。

总的来说,美国原油管道的运费大都在3~4美元/t的范围内,俄罗斯1995年与1996年的出口原油运价分别为3.98美元/t和3.50美元/t,两者相近,均不到当时油价的5%。

表5 各管道公司的原油管道运费(1997年)

管道公司名称	当年排序	年总输量 (10^3 m^3)	所辖管道总长 (km)	平均运费 (美元/ m^3)
Locap 公司	21	39 174	95	0.38
ship shoal 公司	40	14 961	172	0.88
西 Texas 海湾公司	42	13 921	932	1.49
Mid-Valley 公司	29	20 218	1 749	2.25
明尼苏达公司	39	15 749	1 086	2.34
ARCO 公司	10	61 174		2.35
Seaway 公司	43	12 608	1 938	2.72
Lakehead 公司	5	83 969	4 253	3.30
全美管道	45	12 297	1 984	10.26
BP Alaska	16	46 491	1 318	15.23

表6 各管道公司的成品油管道运费(1997年)⁽²⁾

管道公司名称	当年排序	年总输量 (10^3 m^3)	所辖管道总长 (km)	平均运费 (美元/ m^3)
Badger 公司	47	11 745	533	1.29
西海岸公司	48	11 526	517	1.68
奥林匹克公司	35	17 703	642	2.06
Wolverine 公司	36	16 849	995	2.10
Buckeye 公司	14	51 791	4 601	3.25
西 Texas66 号公司	38	15 094	2 700	3.34
Santa Fe 太平洋公司	11	57 730	5 438	4.16
种植园公司	24	33 568	5 055	4.32
探险者公司	26	28 533	2 294	4.54
Colonial 公司	1	110 641	8 608	5.19
Williams 公司	22	37 471	11 741	5.54
Kaneb LP 公司	50	11 107	4 298	5.57
TE 液化石油气公司	27	28 349	6 954	6.68

根据国家计委1996年的提价通知,自1996年12月25日起管输的平均运价提高0.8分,即从1994年1月1日起执行的0.051元/(t·km)提高至0.059元/(t·km)。如原油价格按当时的1220元/t计,运费占油价的比例为4.9%。如按汇率为人

民币8.3元/美元折算,相当于7美元/t。由于我国的原油管道均为加热输送,运费比美、俄要高,是合乎规律的。不同地区、新旧管道的运费差别较大,而且上述运价没有考虑管道的负荷(利用率)。

中国石油天然气管道勘察设计院“管道运价规

则基础研究”课题组经过多年的研究,于 1997 年在内部刊物上发表了加热输送管道不同运距的比例(见表 7)。该表是以北京地区 1996 年价格水平为基础计算的。

表 7 不同长度(运距)管道的运价比价表^①

区段 (km)	计算点 (km)	比价
25	25.0	2.38
26~50	37.5	1.94
51~75	62.5	1.54
76~100	87.5	1.37
101~130	115.0	1.27
131~160	145.0	1.20
161~190	175.0	1.15
191~220	205.0	1.12
221~250	235.0	1.08
251~280	265.0	1.06
281~310	295.0	1.03
311~340	325.0	1.02
341~370	355.0	1.00

三、运距的限制范围

参考苏美等国运费占油价的比例情况,对于更长距离的运输,如分别取运费为油价的 15%和 20%,按照上述运价的比例关系,可得出不同管径的最远运距限及其相应的经济输量,结果列于表 8。

表 8 运费占油价的某一比例时不同管径的最远运距

管径 (mm)	经济输量 (10 ⁴ t/a)	最远运距(km)	
		运费占油价 15%	运费占油价 20%
820	3 000	2 000	2 550
720	2 000	1 650	2 100
630	1 500	1 400	1 800
529	1 000	1 000	1 300
426	600	650	830
377	400	470	600
325	300	320	420
273	200	270	360

由表 8 可见,按 1993 年的价格水平,如取运费占油价的 20%,并假定输油能力的利用率为 70%,则当运距达 2 500 km 时,热输管道的管径规模需在 820 mm 以上,计算输量为 2 100×10⁴ t/a,经济输量

为 3 000×10⁴ t/a。

显然,如采取等温输送而降低了每吨公里的费率,或总能保持在经济输量条件下运行,则在同样的运费/油价比情况下,运距可以更远些。

按同样方法类推,对于φ1 020 管道,如取运费/油价比为 15%,则其最远运距可达 3 000 km。按表 4 中俄罗斯的苏尔古特(Surgut)管道计算,其每吨运费为 20.73 美元,如按原油价格为 113.2 美元/m³ 计,则运费占油价的比例为 18.3%,其运距为 3 574 km,与上述推算的结论相近。

四、经济输量与运费和运距的关系

以上是按某一运价表推算的,为使其更具普遍意义,可按下述方法建立数学模型。

(1)对于某一物性的油品,先求出在某一管径下的输量 Q 与每吨公里的单位运费 C_{TL} 的函数关系,如图 1 所示的各条单峰曲线,其最低点即为该管径下的经济输量。

(2)连接各经济输量下的单位运费 C_{TL},可得出—函数关系 C_{TL}=f(Q_{OPT}),如图 1 中的包络线。

(3)如取可接受的运费/油价比为 α,油价为 P 元/t,则可接受的运费为[C_T]=αP(元/t)。也可不按比价,直接取可接受的运费为[C_T]。

(4)如管输距离为 L,则运费为 C_T=C_{TL}·L,即在运费/油价比为 α 的限制条件下,其输送距离为:

$$L = \frac{\alpha P}{C_{TL}} = \frac{\alpha P}{f(Q_{OPT})}$$

或 $L = \frac{[C_T]}{f(Q_{OPT})}$

(5)如取图 1 上的水平虚线为运价 αP 或[C_T],则图上的垂直点划线即表示在该运价制约下,相应经济输量的最远运距 L_[C_T]。在此运距下,如输量小于该处的 Q_{OPT},则运费将大于限定的[C_T]。同样,在此输量下,如运距大于 L_[C_T],运费也大于限定的[C_T]。

当然,如改变运费的限定值,则相应的最大运距也随之成正比地改变。在同一[C_T]值下,管径小、输量小时,相应的运距也短(见图 1)。

在某一管径下,输量与运费的函数关系虽然主要决定于原油特性、基建投资的各项价格、燃料、电

力及人工费用等因素,管道长度也有影响。但在上述模型的建立过程中,以吨公里的单位运费可消除长度的影响。当原油物性与各项价格指标差别较大时,包络线(函数关系)也不同,但其变化趋势是类同的。

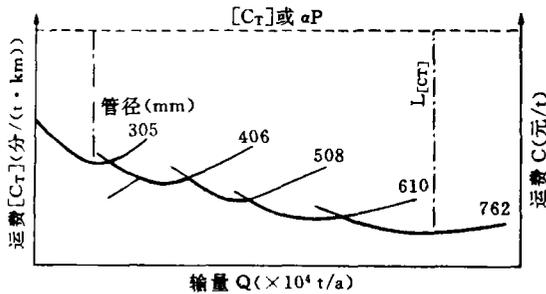


图1 经济输量与运费关系图

由上述分析可见,超长距离原油管道的建设必须以大输量为前提,距离越长,其有竞争力的输量就越大。当然这必须以巨大的储量和稳定的长期市场为基础,并要与成品油的出路相匹配。

正由于超长距离管道的投资巨大,故要求其投产后必须尽可能保持满输量运行,即要有较高的负荷利用率,以减少运行费用,这样才可能有显著的经济效益。随着原油价格的下跌,为保持竞争力,更需要千方百计地降低运输和中转环节的费用。

根据原中国石油天然气总公司信息所1990年的统计和参考文献[1~3]的报道,截至60年代中期前苏联修建“友谊”管道以前,还没有单线长度超过2000 km的原油管道,最长的是平行三线的加拿大省际管道和前苏联的图马兹—伊尔库茨克的平行复线管道,前者干线直径为508~864 mm,后者管径为720 mm。

世界上长距离管道最多的是前苏联,这是由其幅员辽阔、油田储量巨大且地处边缘地区所决定的。最长的友谊管道长5500 km,管径为1020 mm,计划输量 5000×10^4 t/a。60年代中期以后长度超过1000 km的干线管径多为1020 mm或1220 mm,计划输量是 $4000 \times 10^4 \sim 7000 \times 10^4$ t/a。

美国70年代以后新建的两条超过1000 km的原油管道,都是输送其国内原油的。1973年第一次世界石油危机加速了长达1200 km的阿拉斯加管道的建设。80年代初期原油价格飞涨,也在一定程度上促成了总长为2730 km的全美原油管道的建设,以将其国内重质原油输送至炼油中心休斯敦。该

条管道管径为760 mm,设计输量 2150×10^4 t/a。

五、成品油的销售与运输

对于成品油管道,由于其单根管道的输量往往比原油管道小,因而当距离相近时,其每立方米的运费要比等温输送的原油管道贵。但原油管道的油源选择的余地要比成品油的油源选择小得多,因而在一般情况下,其运费的可能变化范围较小。

成品油运销的经济效益除了管道本身外,油源和市场差价的影响也举足轻重。就油源而言,规模大的炼厂生产成本低,这就是大炼厂的优势,但运距还是不能太远,运费与不同规模的加工成本的差价之间要相互平衡。

成品油的供货运距往往是各地区油品市场差价的决定因素,是否邻近和能否占领市场是决定炼油厂经济效益的重要因素。以我国的柴油市场为例,东北地区的炼厂以其距油田近的优势,在1996年上半年柴油最紧缺期间,其柴油的出厂价在1600元/t左右。此时,在燃料匮乏的广东省,柴油批发价高达2400元/t。广东省茂名炼油厂尽管距油源远,原油进价高(国内供应的原油由海运运至湛江港后,管输至茂名),但原油的单位运价毕竟低于铁路运成品油,加之茂名炼厂的规模大,故茂名的成品油销售要比东北地区占优势。

沿海炼厂的另一竞争对手是进口成品油,据参考文献[4]报道,1996年上半年新加坡柴油的平均售价是161.4美元/m³,加上估计约2美元的运费及关税后到广东的到岸价为225.8美元/m³,还是要比广东省的批发价约低25.2美元/m³。鉴于上述情况,成品油的经济运距要比原油复杂得多。

参 考 文 献

1. Oil Pipeline Transport—a special report for fifteenth W. P. C, AK Transneft, 1997.
2. 王玉梅编译:美国能源管道公司的排头兵,美国管道与气体杂志,1997.
3. 梁翥章译:世界著名原油管道,石油工业出版社(北京),1994.
4. Wang, H. H.: China's deregulation expansion not enough to restore market balance, Oil & Gas. J. Sept. 29, 1997, 95(39) 33~39.

(收稿日期:1998-09-14)

编辑:刘春阳