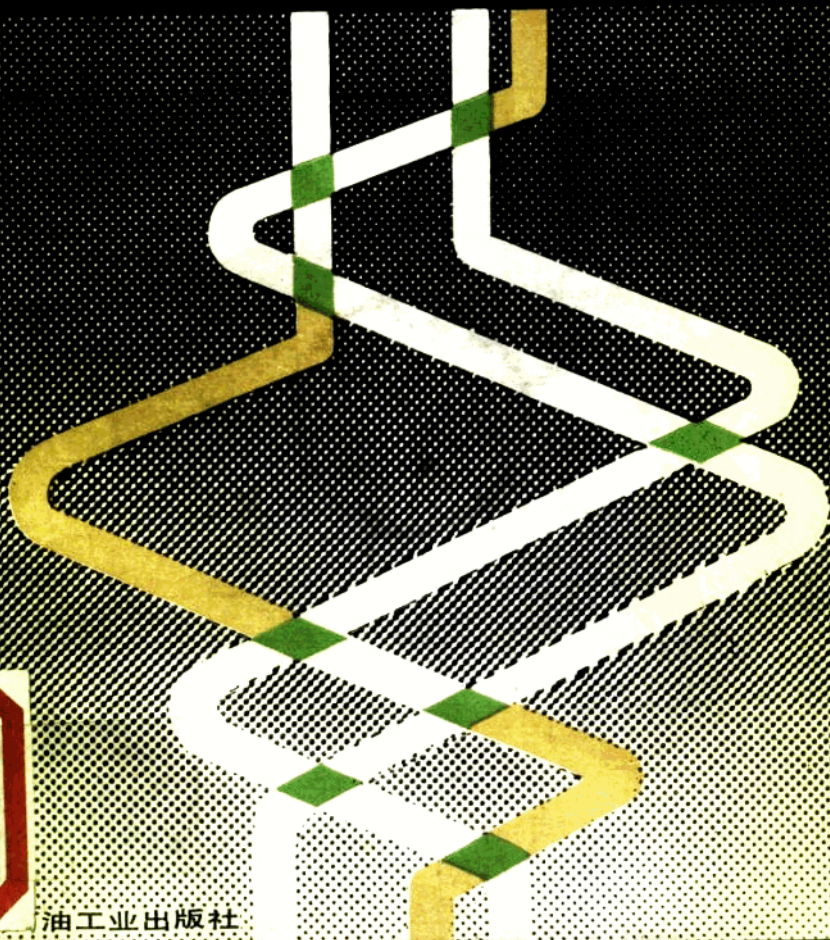


输油管道 工作状态的调节

苏 联 A.扎伊采夫 著



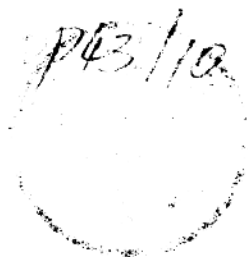
石油工业出版社

内 容 提 要

本书以提高油品输送效益作为主要研究课题,讲述了输油管道的工艺流程和工作状况,列举了监控管道工作状况的各种方法,阐明了自动调节系统的机理。书中特别对管道内非稳定流动和过渡过程中的超压保护设备,以及输油管道的最佳工作状态和优化管理作了分析。

本书可供从事输油管道工作,具有中等以上文化程度的管理人员、操作人员阅读,也可以作为培训教材。

本书由蒲家宁同志译3—11章,刘菊芳同志译1—2章。严大凡同志审校。



前 言

国民经济的发展在很大程度上取决于充分发挥管道运输的作用，其中包括大型原油管道和成品油管道运输的作用。同铁路、公路和水路运输相比较，管道运输是向用户供应油品运费最低廉的手段，可以确保把石油从开采地输送到炼油厂，以炼制出各种燃料油和化学原料。输油管道现在格外振兴的原因与西西伯利亚和北极石油产地的开采和开发有关，这些地区与原先形成的工业地区相距遥远。由于必须远程输送大量的油流，就要建造大口径、长距离的大型输油管道（这些管道通过地形复杂、难以进入的地带），设置单台功率强大的新设备，从而使自动化操纵和对设备的运行情况进行监控的重要性增加，并且有必要运用技术手段，使管道上彼此相距遥远的各个泵站能够协调地工作。在货运量大、管径粗的情况下，由于油流宏大，电能和材料的消耗十分惊人，因此管道经营运行的效益和经济可靠性就显得更为重要。管道因故障而造成事故或停输，以及未能充分利用经济运行的有利条件，必然导致损失油品，增加电耗，影响一系列工业部门的工作成效；而若是管理得当，则可以实现经济运行。这就要求对与输油管道和管道设备的运行工艺有关联的，以及对与自动控制和调节装置等有联系的广泛问题有很好的了解。提高工效的其它办法，一是运用最新的技术设备，二是把计算技术、信息采集和传输系统应用于输油管道上，建立起工艺过程自动管理系统。除此之外，增进管道系统的可靠性，确保源源不断地向用户供油，防止周围介质的有害作用，这也具有不小的意义。凡此种种问题，都与输油管道的工况及使之实现的监控有直接的关系，本书将一一予以阐明。

目 录

第一章 大型输油管道	(1)
第一节 输油管道的构筑物和输油泵机组	(1)
第二节 供油泵机组	(5)
第三节 输油管道的特性	(7)
第四节 输油管道的工作流程	(9)
第五节 改变泵和管线参数的方法	(13)
第六节 不同工况下泵站参数的变化	(16)
第七节 压力调节	(22)
第二章 输油管道工作状态检测仪表	(29)
第一节 基本概念	(29)
第二节 压力检测仪表	(33)
第三节 压力检测仪表的使用	(38)
第四节 流量和累积量的测量装置	(43)
第五节 流量计的使用和校核	(54)
第六节 油品累计数的计算和质量的检测	(60)
第三章 压力监控和压力自动保护	(68)
第一节 压力监控示意图	(68)
第二节 保护仪表的整定	(75)
第四章 输油管道的压力自动调节	(87)
第一节 调节系统示意图	(87)
第二节 自动调节仪表	(89)
第三节 执行装置的类型	(97)
第四节 执行装置的主要参数	(100)
第五节 执行装置的传动	(105)
第五章 输油管道的过渡过程	(112)
第一节 过渡过程的计算	(112)
第二节 压力变化波	(115)

第三节	防范压力波的技术设备	(121)
第四节	减轻超压的措施	(131)
第六章	备用泵机组的自动投运	(135)
第七章	输油管道的泄漏检测	(141)
第一节	泄漏产生的原因	(141)
第二节	管线状况的监测	(142)
第三节	泄漏时管道参数的变化	(143)
第四节	泄漏的探测方法	(148)
第八章	调度管理的技术设备	(152)
第一节	调度室的组织	(152)
第二节	遥控装置	(154)
第三节	TM-120组合装置	(156)
第四节	计算工艺设备	(166)
第五节	计算组合系统	(172)
第六节	信息显现设备	(181)
第七节	输油管道的通信	(184)
第九章	自动管理系统	(189)
第一节	输油管道的最优工作状态	(189)
第二节	输油管区段的课题内容	(192)
第三节	信息库	(195)
第四节	工艺过程自动管理系统的主要课题	(198)
第十章	使用自控装置和调节系统的安全技术	(207)
第一节	总则	(207)
第二节	输油管道各个场所的分级	(208)
第三节	防止爆炸和火灾的措施	(216)
第四节	保护接地	(217)
第五节	自动装置的接收和交付使用	(219)
第十一章	输油管道工况调节的经济效益	(224)
附录	平面图和流程图上的代表符号	(227)
参考文献		(238)

第一章 大型输油管道

第一节 输油管道的构筑物和输油泵机组

输油管道是把石油从开采地点输送到加工地点和消费地点的综合设施。在石油工业中，输油管道与其他用途的油管线(集输、工艺管线等等)以长度和直径来区分，直径大于500毫米、长度超过50公里的油管线叫输油管道。输油管道包括线路部分、首泵站、中间泵站和油库(图1)。

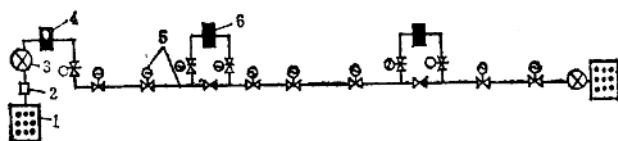


图1 输油管道示意图

1—储油罐；2—供油泵房；3—计量装置；4—首站；5—线路设备；6—中间泵站

首站接收油田来油并把油泵入输油管道。输油管道的直径取决于通过能力，有的达1.2米。油在管线中流动，其所损失的能量由中间泵站补充。在管道的终点建有末站，其内设置储罐，用以接收和储存油品。上述各站库中又包含各种构筑物，其中有为实施输油过程而安装的主要设备，以及保证主要设备运行和服务人员工作所必需的辅助设施。

泵机组是输油泵站的主要部分，由离心泵和驱动泵旋转的电动机组成。离心泵的工作机构是叶轮，它安装在截面变化的蜗壳中。叶轮的轮毂上镶有弯曲的叶片，泵运转时叶片拨动泵内的液体，借离心力的作用把液体沿泵壳逐渐扩大的蜗形流道甩入排

出短管。在壳体里安装一个叶轮的泵叫单级泵。如果几个工作叶轮安装在一个壳体里，相应地把这种泵叫双级泵、三级泵等等。

由于从泵叶轮的中心不断地甩出旋转液体，这个区域形成负压，在泵进口处的外压作用下，液体不断地从吸入管线充入泵中。外压降低时负压区可能产生混合气汽泡，液体蒸气和从液体中析出的空气形成空穴，此空穴位于叶轮与液体接触的金属边界上。蒸气凝结时气泡破裂，液体高速冲进空穴，形成很高的局部压力，导致短促而强烈的冲击(汽蚀现象)。汽蚀使机组震动，破坏金属表面。为了防止汽蚀的发生，在泵的进口应留有一定的剩余压力，此剩余压力叫汽蚀余量。

泵所建立的压头和流量是泵的基本性能参数。压头值(泵给予所输送液体的能量)和流量值(泵在单位时间内输送液体的数量)取决于泵的结构、尺寸和转速(表1)。每台泵在额定转速下的流量 Q 和压头 H 之间的关系可用曲线表示，叫做离心泵的 $Q-H$ 特性曲线(图2)。将其画在直角坐标上，纵坐标为压头，横坐标为流量。在这个图上通常还画出功率 N 随流量 Q 的变化关系($Q-N$ 特性曲线)，以及泵的效率 η (к.п.д.)随流量 Q 的变化关系($Q-\eta$ 特性曲线)。从理论上精确地确定泵的特性至今还不可能，所有

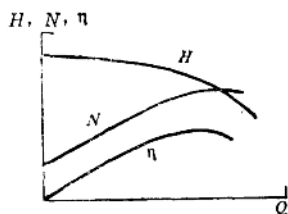


图2 离心泵输油时的特性曲线

所有的特性曲线都是基于在不变的转速下，以水为介质，进行泵的模型试验所得到的数据绘制的。图2所示的关系为所有离心泵的一般特性。分析泵的特性曲线可以得出下面的结论，这些结论对实际工作是很重要的。

1. 泵的流量取决于压头；
2. 排出阀门关着运行，即流量为零时离心泵的压头最大，排出阀门打开以后，当泵的流量增加时，压头降低；
3. 泵需要的功率随流量的增加而增大，流量为零时泵需要的功率比零高得多；

4. 流量 Q 值在一定范围内泵的效率最高, 不论向左或向右偏离这个范围, 泵的效率都降低。

图2所示为泵在额定转速时的性能, 泵机组在其他转速下的基本参数可按下列公式确定:

$$Q_0/Q_1 = n_0/n_1; \quad N_0/N_1 = (n_0/n_1)^3;$$

$$H_0/H_1 = (n_0/n_1)^2; \quad \Delta h_0/\Delta h_1 = (n_0/n_1)^2;$$

式中 $Q_0, N_0, H_0, \Delta h_0$ ——泵在额定转速 n_0 时的运行参数;

$Q_1, N_1, H_1, \Delta h_1$ ——泵在转速为 n_1 时的运行参数。

由此可知, 在同一个流量下, 如果改变电动机的转速, 则泵的压头改变。因此, 调节电动机的转速可以改变压力。

表 1 输油泵机组的技术性能苏联国家标准(ГОСТ12124-74)

型 号	流 量 米 ³ /小时	压 头 米	工作叶 轮直径 毫米	转 速 转/分	允许汽蚀 余 量 米	效率 %	输油时 的功率 兆 瓦
HM1250-260	1250	260	440	3000	20	80	0.96
HM2500-230	2500	230	430	3000	32	86	1.57
HM3600-230	3600	230	450	3000	40	87	2.23
HM5000-210	5000	210	450	3000	42	88	2.8
HM7000-210	7000	210	475	3000	52	89	3.87
HM10000 210	10000	210	495	3000	65	89	5.54
HM10000 210 (用于提高输量)	12000	210	530	3000	89	87	6.71

在泵厂得到的 $Q-H$ 关系, 当工作叶轮尺寸一定时是对的。泵的叶轮允许在某些范围内切割而不会引起泵效率明显下降, 这时泵的 $Q-H$ 特性曲线当然会沿纵坐标轴降低。

通常采用同步或异步电动机来驱动泵。同步电动机比功率相近的异步电动机贵, 但它的使用性能最好。同步电动机的效率比异步电动机高, 电压降比较稳定, 应用时不要求设置静电电容器, 这样就使供电系统简化。泵机组的电动机要求几千瓩的巨大功率, 通入电动机绕组中的电压高达6000伏或10000伏。为了省去中间变速装置, 泵和驱动泵运转的电动机的转速要一致。泵的尺

寸取决于转速，随转速的提高而减小。驱动泵常采用转速为300转/分的大功率的电动机。

泵机组启动时，在电动机的绕组中通过的启动电流超过正常工作电流好几倍，此电流发出的热量使电动机的绕组急剧升温。为了使绕组的温升不至于引起绝缘因高温而损坏，要对电动机在一定间隔时间内冷启动（启动没有运行的电动机）或热启动（启动运行过的电动机）的次数加以限制。

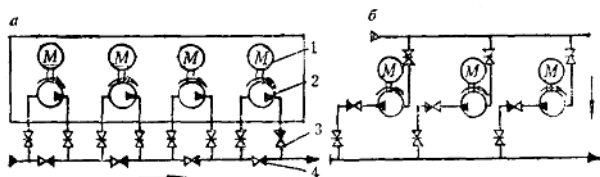


图3 泵机组连接流程图

a—串联，b—并联；1—电动机；2—泵；3—阀门；4—止回阀

输油泵站通常安装四台泵机组，其中三台运行，一台备用。工作机组中任何一台发生故障时可以启动备用机组。输油泵机组（见表1）通常为串联（图3.a），液体从第一台泵（按液流方向）

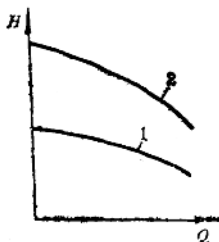


图4 泵的 $Q-H$ 特性曲线

1—一台泵；2—两台泵串联

的出口进入第二台泵的进口，依此类推。此时经过各台泵的流量相同，即各台泵都在同一流量下运行，每台泵都增添液流的能量（增加液流的压力）。可以画出泵串联连接时泵站的 $Q-H$ 特性曲线，为此，应取一台泵的 $Q-H$ 特性曲线，在横坐标的每个流量 Q 上沿纵坐标迭加上压头值，此值从 $Q-H$ 曲线上量取，量取次数等于工作泵的台数（图4）。因为泵串联工作时所有的泵都在同一个流量下工作，所有泵产生的总压力均匀地分配于各泵之中（如果各泵的 Q

的出口进入第二台泵的进口，依此类推。此时经过各台泵的流量相同，即各台泵都在同一流量下运行，每台泵都增添液流的能量（增加液流的压力）。可以画出泵串联连接时泵站的 $Q-H$ 特性曲线，为此，应取一台泵的 $Q-H$ 特性曲线，在横坐标的每个流量 Q 上沿纵坐标迭加上压头值，此值从 $Q-H$ 曲线上量取，量取次数等于工作泵的台数（图4）。因为泵串联工作时所有的泵都在同一个流量下工作，所有泵产生的总压力均匀地分配于各泵之中（如果各泵的 Q

— H 特性相同的话), 因此, 当改变泵站的压力时, 在叶轮切割相同的各泵之间压头的重新分配是均匀的。

第二节 供油泵机组

业已指明, 当液体在泵内高速运动时, 为预防叶轮入口处产生的压力过低, 泵进口必须具有的压力值(汽蚀余量)同样取决于泵的尺寸和结构, 油泵在大流量下可达90米液柱。为建立这样的压头, 应采用专门的供油泵。与泵站上的输油主泵不同, 供油泵的转速较低, 汽蚀余量不大。供油泵通常开着出口阀启动。

为保证必要的汽蚀余量, 供油泵的位置必须低于储罐中油的最低液面, 这就要求大大降低供油泵房的地面标高。为了减少建造工作量, 可以用立式离心泵代替卧式离心泵。每台立式泵安装在专门的深井中。立式泵的结构允许将它安装在露天, 而毋须建造专门的房屋。表2列出了供油泵的性能。

表 2 供油泵机组的技术性能

型 号	流 量 米 ³ /时	压 头 米	工作叶轮 直 径 毫 米	转 速 转/分	允 许 汽蚀余量 米	效率 %	输油时 功 率 瓩
卧 式							
НМП 2500-74	2500	74	690	1000	3	72	602
НМП 3600-78	3600	78	725	1000	3	83	792
НМП 5000-115	5000	115	840	1000	3.5	85	1590
立 式							
НПВ1250-60	1250	60	—	1500	5	78	235
НПВ1300-70	1800	70	—	1500	5	80	386
НПВ2500-80	2500	80	—	1500	5	83	550
НПВ3600-90	3600	90	—	1500	4.8	84	945
НПВ5000-120	5000	120	—	1500	5	85	1730

立式泵可以直接安装在罐区附近, 以缩短吸入管线的长度,

因而可减少吸入管线的摩阻损失。

供油泵采用并联流程，其特点是所有的泵具有公共的吸入和排出总管（见图3、6）。泵并联连接时，若压力保持不变，可使泵站的流量增加。并联时泵的 $Q-H$ 特性曲线可由在泵的压头（纵

坐标）不变的条件下，相应的横坐标（流量）相加得到。

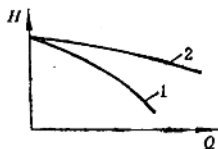


图5 一台泵的 $Q-H$ 特性
（曲线1）和两台泵并联的
特性（曲线2）

也可以把所有的主输油泵机组接成并联。在这种流程中，所有泵的进口闸阀都接到一个吸入总管上。当按这种流程工作时，泵站的压头等于一台并联泵的压头，而流量则是所有并联泵的流量之和。泵站特性曲线按运行泵特性曲线在同

样压头下的横坐标相加来确定。由于泵站的压头决定于一台泵的压头，为了保证输油管道有效地工作，应当采用6.4兆帕~7.5兆帕的高压泵。但这种泵的生产还未曾安排，因此，输油泵很少采用并联流程。有时也采用串并联混合流程（图6）。在这种流程中，如果关闭第二和第三台机组间的闸阀，每两台机组（第一和第二，第三和第四）为串联，而每一对机组则为并联。在这种情况下，泵建立的压头等于两台机组的压头之和，而流量为每对并联泵的流量之和。

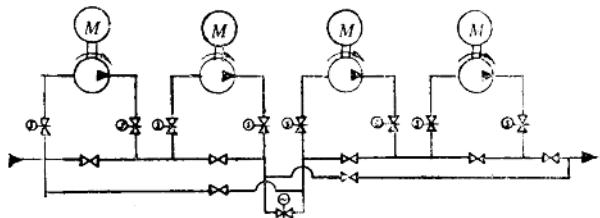


图6 泵的串并联流程

第三节 输油管道的特性

安装在管线起点的泵机组为液体提供能量储备，此储备能量消耗于克服液体在管线中运动时产生的阻力上（摩擦损失）。阻力损失与距离的一次方和流速的平方成正比。要求泵提供的能量取决于管线的长度和管中液体的流量。对直径已知的每段管线，可画出该管段的管路特性曲线；即通过不同流量时管线起点所需总压头的图解关系（图7）。管线阻力不仅随流量变化，而且随液体粘度变化，粘度升高时阻力增大，粘度降低时阻力减小。粘度又直接与油的温度有关，温度升高时粘度降低，油温降低时粘度增大。泵站特性曲线和管路特性曲线的交点是工作点，该点确定了与管线阻力相对应的流量和压头值。如图7所示，额定状态下的工作点为 A_2 ，温度升高时泵站和管线在 A_3 点运行，而当温度降低时在 A_1 点运行。若泵或管路的特性曲线发生变化，则会自动趋于平衡，即往新的工作点过渡，在新流量下达到泵压头与管线阻力一致。

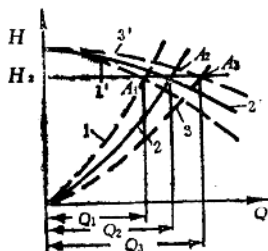


图7 泵和管路的特性曲线

2, 2'—额定状态下管路和泵的特性曲线；1, 1'和3, 3'—温度降低和升高时的特性； Q_1 , Q_2 , Q_3 —不同温度下压头为 H_2 时管线的通过能力

为了蓄积、储存和接收油，需要在相应的地点建造储罐区。罐区由若干储罐和与储罐相连接的管线组成。储罐为大型立式圆筒形油罐。金属储罐安装在地面上，由钢板卷制而成，上部罐壁比下部薄。有时建钢筋混凝土储罐，这种罐设在地平面以下并以土复盖。储罐顶部安装呼吸阀，以保证在向储罐装油时向外排出气体，或从储罐中向外抽出液体时吸入气体。呼吸阀的通过能力有限，所以液体进罐（或出罐）的速度不应超过计算值。如果液体进罐速度太快，使液面上气体空间的压力超过计算值，会破坏

储罐。为了在呼吸阀发生故障时防止储罐损坏，在罐顶装有安全阀，此阀在较高的压力下动作，是按管线的最大流量计算的，

储罐的容积有大有小，现今采用容积为 $100 \sim 50000 \text{米}^3$ 。储罐容积由最高和最低灌装液面来确定，最低液面是按照泵和储罐的布置条件（通常低液面位于吸入分配管的轴线上）确定的，当罐中实际液位低于该值时就不能从罐中抽出油来。最高液面由储罐装满且不会损坏其结构的条件确定。

当自动调节和远距离操纵系统发生故障时，油罐的结构强度允许超装到最高的危急液位。罐中存油的数量按照计量表，由罐中液位高度确定。计量表按厘米编制。根据所进行的精确测量，计量表指出相应于任何液位高度的油品容积。

泵站之间的管线通常铺设在地下。在建造大口径管道时，地下铺设最为普及。这种方法为管线的稳定工作创造最好的条件，确保使用具有高度的可靠性，不妨碍交通运输，也不会干扰农业生产 and 人畜在地面上活动。采用地下铺设时，管线的上表面比地表面约低 1 米。根据铺设地区的情况，管线分为 B 类（最高等级）、I 级~IV 级。管段的类别由所选择的管线计算条件、焊接检验规程和水压试验来区分。B 类、I 级管线须经受水压试验，试验压力值取决于工作压力。在管道的线路部分每隔一定距离安装闸阀，把管线分成若干段。当管线发生故障或各个管段进行水压试验时，利用这些闸阀可以减少油品损失。为了控制这些闸阀，要沿管线铺设输电线。

管线直径和泵站间距取决于管道的通过能力。管道的通过能力根据采油地区可能发送油的数量和炼厂的炼制量或终端油库的卸油能力来确定。对通过不同流量时管道的最优参数做过计算，在最优参数下利用管道对国民经济将最为经济（表 3）。但这些计算是按照一定的管材和设备性能来做的，随着工业生产和设备质量的提高，当然可以加以修正。

输油管在使用过程中其内径要发生一些变化，因为油中所含的蜡会在输送过程中析出，并沉积在管壁上。析蜡强度取决于油

中含蜡的百分数、输油温度和泵送速度。管壁结蜡的增长速度可能达到1毫米/每昼夜，平均为0.2毫米/每昼夜。析出的蜡导致管线的通过能力降低。为了恢复到原有内径，必须用刮蜡器或清管球定期清管。但是推动刮蜡器或清管球需要提供附加能量，故在清管器通过期间，该管段的通过能力降低。由于清管球或刮蜡器随油流一道运动，故清管器的速度等于液流速度，知道管段长度和液流运动速度就能确定清管器的位置和过站时间。

表 3 输油管道的最优参数

通过能力 百万吨/年	管线直径 毫 米	油流速度 米/秒	通过能力 百万吨/年	管线直径 毫 米	油流速度 米/秒
90	1220	2.8	14~18	720	1.6
55~70	1020	2.6	8~8	630	1.2
25~35	820	2.0			

液流在管线中流动时，把自身的能量消耗在克服与管壁的摩擦阻力上，这些损失转变为热，将管壁和所输的油流加热。通常，这些热量经管壁传到周围土壤中。但是，如果土壤导热率很低，也可能使管中液流变热。在每个中间泵站，由于泵叶轮的摩擦作用，油温也要升高1~2℃。因为管线中的应力是按一定油温计算的，过热可能导致危险的后果，故管中油温不能超过40℃。

第四节 输油管道的工作流程

输油管道最简单的工作流程为下列形式：供油泵把罐中存油抽出后供给输油泵进口，输油泵在管线中建立一定的液压，当液体在管线中运动时，液压降低。在管线终点设有储罐，用于接收管中来油（图8、a）。这种流程工作时应该具备下列条件：

1. 确定储罐与供油泵的相对位置时，应留有保证供油泵正常工作所必需的压力储备；
2. 供油泵建立的压头应高于输油泵的汽蚀余量；

3. 供油泵和输油泵的流量应该相近,
4. 输油泵建立的压力应该足以克服管线阻力。

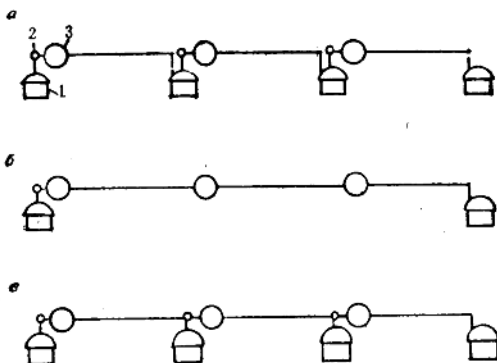


图8 输油管道工作流程图

a—“经过油罐”，b—“从泵到泵”，c—“旁接油罐”，
1—储罐；2—供油泵；3—输油泵

在上述工艺流程里，由于泵建立的全部压头消耗在管线的压头损失上，故泵的工作点是泵站的 $Q-H$ 特性曲线和管路特性曲线的交点。

按“经过油罐”流程工作时，当储罐“大呼吸”，即储罐进油排出气体时，会产生严重的轻馏分挥发损耗。这种流程广泛应用于输油管道建设的初期。采用这种流程时，在每个泵站上建有储罐，用以接收上站来油。

在管线很长的情况下，沿全线输油需要的总压力很高。为了承受这样的高压，必须铺设管壁很厚的管线。但为了降低金属耗量，应铺设一定壁厚的管线，并使泵站建立的压力不超过该壁厚管子的许用压力。此压力要足以把液体输送一定距离后进入储罐，在那里设置新泵站，重新把压力提高到许用值。如此一站接一站，直到液体到达管线的终点。

按照这种流程工作时，每段管线的压力和通过能力仅取决于

泵、管线和所输液体的性质，其水力参数与其他段无关。各管段通过能力的不均衡性靠罐中存油来补偿。

这种流程的管理是很简单的，但有一系列缺点。首先，必须在每个泵站建造储油罐和供油泵房。这些设施还要求配有消防设备、排水沟渠等等，显然，它们是十分昂贵的。第二，如果一个站发生故障，实际会造成全线停输，因为罐中油的储量与管线的通过能力相比非常之小。第三，在每个泵站，油品先进入储罐，然后又把它抽出来，由于收发作业量很大，大量轻质油在储罐“大呼吸”时损失掉了。

因此，“从泵到泵”的输送流程现今得到普遍推广（图8.8）。这种流程把整个管线分为长400~600公里的若干区段。在每个区段的起点建造具有储油能力的泵站，站内设储罐区、供油泵房和输油泵房。在管线上经过一定距离建造中间泵站（3~10个）。在设有储罐的站上，供油泵和输油主泵把油从罐中抽出后泵入管线。油在压力作用下，从管线直接供给下一个中间泵站泵机组的进口。从设有储罐的泵站到中间泵站的距离这样确定，使进入中间泵站油的压头高于该站主泵的汽蚀余量。此压头加上该中间泵站建立的压头，把油沿管线输送到下一个中间泵站，直接进到了其泵机组的进口，在这里重新提高进入管线的油压，以此类推。在区段的终点，油进入储罐。按这种流程工作时，所有站段由一个统一的液流互相联系在一起，此时两个中间泵站之间液流剩下的储备能量传递到下一管段。在研究下一管段的泵站和管路特性时，应该考虑这部分能量。因此，每个站的工作条件影响其他站的工作，全部泵站由统一的工况联成一体。

当描画按“从泵到泵”流程工作的中间泵站的综合特性曲线时，把泵的 $Q-H$ 特性曲线纵坐标的零点，即流量为零的点放在纵坐标轴上相应于该站的进站压力处。同样地，管线 $Q-H$ 特性曲线的起点应放在纵坐标轴上，放在表征线段终点管内液压的点上。

必须指出，泵站和管线不总是工作在泵特性曲线和管路特性

曲线的交点上。问题在于任何管线都是按一定的工作压力计算，不能超过这个压力，以免管线破裂。因此，如果泵的工作点的压力超过管子的许用工作压力，就必须限制进入管线的压力。如图9.a上，泵和管路特性曲线相交于A点，而管线的工作压力为 p_r ，那么管线的最大通过能力将等于 Q_0 。在这种情况下，泵站在流量为 Q_0 时建立的压力也应该等于 p_r 。

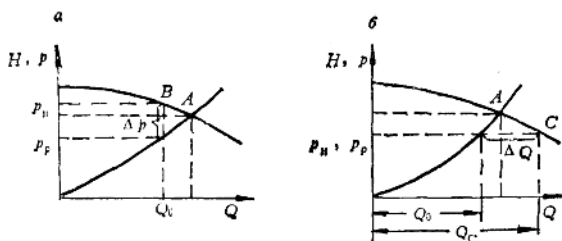


图9 与工作点不相符时泵和管路的特性

a—节流，b—回流

当输油管按“从泵到泵”流程工作时，如果一个中间泵站发生故障，不会造成整个输油管道停输。在这种情况下，只是停输站的上站的站间管段长度增加一倍，等于它到下一个工作站的距离。很明显，这种情况下管段的阻力变大，不得不降低流量来缩减阻力损失。此时，在上下两个设罐的泵站区间内及管线上所有运行泵站的流量都应发生变化。这样的工作状态叫做“越站运行”。在输油管开始运行时期，越过两个或更多个站的工作状态是屡见不鲜的。

除了“经过油罐”和“从泵到泵”流程之外，还有“旁接油罐”流程（见图8.e）。在这种流程中，管段的终端直接接到供油泵房的进口，并在该进口旁接上油罐。由于旁接了油罐，这一点的压力大致保持不变，只是在罐中液面可能波动的范围内变化。相邻管段流量的不平衡性用油罐的容量来补偿，当上段输量较大时，储罐充装；当下段输量较大时，储罐流出。与“从泵到泵”