

格拉输油管线 工程技术总结选编

(施工部分)

总后格拉输油管线工程总结编写组

一九八〇年七月

前 言

格拉输油管线工程是敬爱的周总理生前于一九七二年五月三十日亲自批准的国家重点建设项目，北起青海格尔木，南至西藏拉萨，全长一千零八十公里，建在“世界屋脊”的青藏高原，大部分处在海拔四千米以上的严寒缺氧地区，有五百六十公里处在常年冻土、冰椎、冰丘等不良地质地带，采用一条管线($\phi 159 \times 6$)顺序输送汽油、柴油、航空煤油和灯用煤油，起点格尔木设油库一座，终点拉萨设油库二座(自治区和军区各一座)和油品分输站一座，中间设泵站十一座，年输量为二十三至二十五万吨。

这项工程于一九七二年开始勘测设计，一九七三年动工兴建，一九七七年基本建成并正式输油。在有关单位的大力支援和协助下，参加工程建设的人员克服了许多困难，较好地完成了施工任务。为总结经验，我们将原总后勤部青藏线工程运输指挥部和原总后勤部格拉输油管线工程指挥部有关施工技术资料总结选编一部分出版，供有关部门的同志参考。

由于经验和水平所限，缺点、错误在所难免，请批评指正。

总后格拉输油管线工程总结编写组

一九八〇年七月

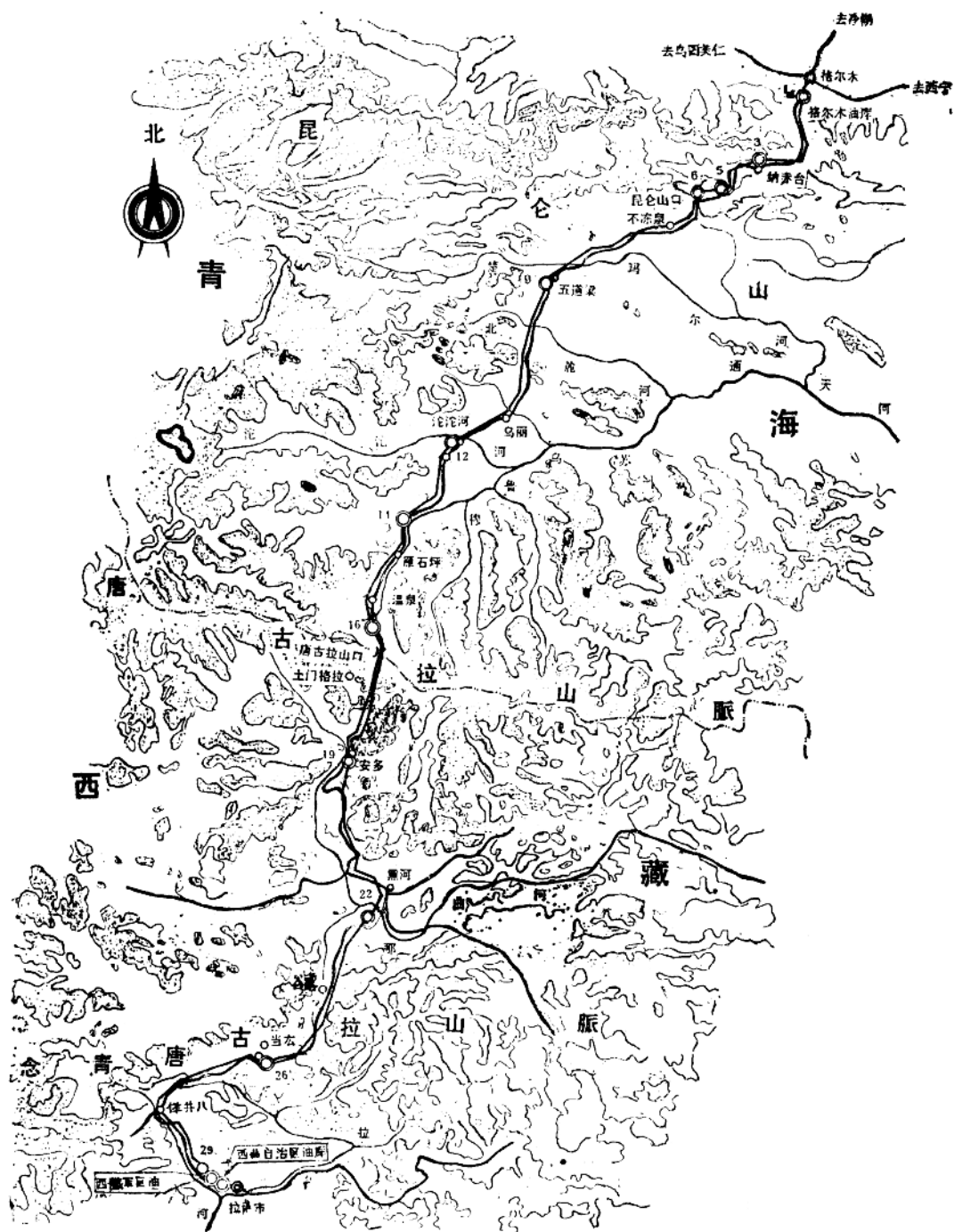


图1 格拉输油管线走向图

目 录

一、试运投产总结	(1)
概况	(1)
试运投产的准备及组织工作	(5)
通柴油的过程及数据	(10)
正式投产顺序输送柴油——汽油的过程及数据	(24)
关于年输油量二十三万吨至二十五万吨的考核情况	(31)
输油中的几个问题	(35)
二、高原低温条件下输油管线的焊接	(43)
三、试压总结	(48)
概况	(48)
管线试压的组织实施	(50)
管线扫线通球的计算和卡球处理	(61)
管线的试压质量	(78)
管线试压检漏	(85)
裂口的种类及处理方法	(91)
四、输油管道堵塞位置的确定及处理	(101)
五、成品油输油管道带油焊接	(117)

试运投产总结

总后格拉输油管线工程指挥部

概 况

格拉输油管线，于一九七六年上半年，基本建成，具备了年底通油到拉萨的条件。经过各泵站依次进行单机试运、联合试运和站间油联运之后，于一九七六年七月一日从格尔木油库的首站向3号泵站开始输柴油，十一月十六日油头到达终点站——拉萨分输站。历时四个半月，净输油时间（油品在管道中运行时间）为二十五天二小时，共发油一万九千二百七十吨，其中管线里装油一万三千八百二十四吨，（未含站区管线油量），输到拉萨二个油库的柴油为一千九百四十吨。

这次通油，共投入一个首站，六个中间泵站和一个分输站。泵站的主要设备，如柴油发电机组、锅炉、输油泵、仪表、采暖、供水、供电系统等均投入运转，实践结果工作正常，设备运转良好。

完成通油后，一九七七年又进行了两种油品的顺序输送。三月十日十四点从格尔木油库发出汽油，四月八日十二点十九分汽油头顺利到达拉萨分输站，历时二十八天二十二小时十九分。1%—99%混油浓度的混油段到达终点站的长度为2.96公里，容量为 50.24米^3 ，混油段占管线长度的2.74%，混油段控制参数比较理想，10%—90%混油浓度的混油段切入混油罐共 20.05米^3 ，整个输送汽油进程中，做到了安全无事故，一次投产成功。

一九七七年八月份，新建的9号、14号、19号和26号四个泵站基本竣工，先后进行了单机试运和站区水、油联运。接着，全线投产工作于一九七七年十月二十四日开始，油品输送顺序是汽油顶柴油。为了确保一次投产成功，在按设计能力开始输油前，全线所有泵站开通后，首先以 $25\text{米}^3/\text{时}$ 流量，进行小排量输送，

以检验管线及设备完好状况、组织指挥和操作熟练程度。在此基础上,于十月二十六日九点四十分,中间泵站和分输站,所有设备、仪表和水、暖、电及通信系统全部投入大排量连续试运转,最长时间为六十二小时,最短时间为四十八小时。

经过试运投产和输油实践证明:我国自行设计、自行施工的第一条高海拔、长距离的成品油输油管线的建设是成功的。为输油管线工程提供的国产设备、仪表工作正常,性能良好,输油工艺参数稳定,设计基本符合高原特点,年输油能力可以达到二十三万吨至二十五万吨。

附:格拉输油管线总工艺流程图(附图2—1)

泵站设置情况表(附表1)

油库及泵站主要设备配件情况表(附表2)

各泵站主要仪表设备表(附表3)

泵 站 设 置 情 况 表

附表 1

站号	地 名	里 程 (公里)	站 距 (公里)	高 程 (米)	高 差 (米)	
1	格 尔 木	0	56.98	56.98	3112	453
3	纳 赤 台	56.98	38.63	38.63	3565	568
5	西 大 滩	95.61	19.25	19.25	4133	361
6	昆 仑 山 口	114.86	119.58		4494	122
9	五 道 梁※	234.44	146.98	266.56	4616	37
12	沱 沱 河	381.42	80.16		4531	139
14	雁 石 坪※	461.58	61.53	141.69	4670	187
16	老 温 泉	523.11	125.53		4857	-169
19	安 多※	648.64	129.27	254.80	4688	-199
22	黑 河	777.91	155.49		4489	-193
26	当 雄※	933.40		298.40	4296	-803
29	拉萨分输站	1080.00	142.91		3686	-610

注：有“※”号的泵站77年建成，七六年试通油期间未投入。

油库及泵站主要设备配件情况表

附表 2

设备名称	型号	规格	数量 (座台)										备注
			格尔(首站)油库	3号泵站	5号泵站	6号泵站	12号泵站	16号泵站	22号泵站	拉萨分输站	军区油库	自治区油库	
罐	储油罐	球顶立式金属罐	3000 ^{m³} , H=11740, D=19060	1	1	1	1	1	1		10	11	
	旁接油罐	球顶立式金属罐	500 ^{m³} , H=7315, D=10440	3	3	3	3	3	3				
类	混油放空罐	卧式金属罐	300 ^{m³} , H=6356, D=8570							6			
	混油放空罐		50 ^{m³} , L ³ =10613, D=2548	1	1	1	1	1	1	1			
泵	混油放空罐		15 ^{m³} , L=5224, D=2099	1	1	1	1	1	1				
	输油泵	65Y-50×12	10 ^{m³} , L=5000, D=1800	1	1	1	1	1	1				
站	输油泵	2.5Y-50×12	Q=25, H=618, N=100	3	3	3	3	3	3				
	喂油泵	80Y-100×2 A	Q=25, H=618, N=100										
站	喂油泵	65Y-100×2 A	Q=47, H=175, N=55	2									
	喂油泵	65Y-100	Q=23, H=175, N=40	3		3							
站	输油泵	65Y-60	Q=25, H=100, N=30										
	输油泵	80Y-100 ^B	Q=25, H=60, N=10		2		2						
站	输油泵	75m自吸式	Q=50, H=68, N=22								2		
	输油泵	10/30Y ^{HL} -5	Q=50, H=58, N=17										
站	放水罐液下泵	2DB-1.5/30	Q=28.5H=33.1N=7.5	15									
	比例泵	4DA-8×5	Q=10 H=30	1	1								
站	水源泵	2DA-8	Q=1.5~30, H=150~300, N=4	2						2			
	水源泵	4JD-10×24	Q=54, H=80, N=28										
站	水源泵	6JD-58×10	Q=40.8H=80, N=10										
	水源泵	12V-135Z	Q=10, H=72, N=5.5		2	2	2	2	1				
站	柴油发电机组	A243型	Q=56, H=80, N=22	2									
	柴油发电机组	12V135Z	380马力, 120瓩	5	5	5	5	5	5				
站	柴油发电机组	4135D-1型	45马力, 24瓩	1	1	1	1	1	1	2			
	柴油发电机组	WNY-8型	240马力, 75瓩								3	3	
站	自动防腐仪	SF-3型恒电位仪	80马力, 24瓩								1	1	
	自动防腐仪	SF-3型恒电位仪	1 ⁷ /小时12Kg/cm ²	2	2	2	2	2	2	2			

(注: 规格单位: 油罐的HDL为毫米; 油泵的Q为米³/时, H为米, N为瓩。)

各 泵 站 主 要 仪 表 设 备 表

附表 3

仪 表 名 称	规 格 型 号	数 量 (套台)								备 注
		格尔木油库	3号泵站	5号泵站	6号泵站	12号泵站	16号泵站	22号泵站	拉萨分输站	
孔 板 流 量 计	调节器DTJ—111型 差压变送器DBC—132型 记录仪XWDI—200型	1	1	1	1	1	1	1		
涡 轮 流 量 计	计数定值发讯器 EJS—B型 积算频率仪 XSJ—461型	1							2	
超 声 波 油 品 检 查 仪	CYJ—1型 记录仪XWC—200型	1	1	1	1	1	2	2	1	
晶体管液面计	BJY—1A型	12								
差压式液面计	差 压		5	5	4	4				
	变送器						4	5		
电动调节阀	调节阀(双蕊)VN型电动执行器 DKZ—300型	2	2	2	2	3				
	气动薄膜调节阀 2MAN—64B型 电动执行器 DKN—300型						2	2	2	
自动防腐仪	SF—3型恒电位仪 0~3.5V/30A	2	2		2	2	2	2	2	

一、试运投产的准备和组织工作

(一) 思想发动工作

1. 各级党委重视了通油阶段的政治思想工作, 早在施工阶段, 就着手抓试运投产的思想准备工作, 把施工和投产紧密衔接起来。在格尔木油库通油之前, 工程指挥部召开了政治思想工作会议, 讲清格拉输油管线工程在政治、经济、军事上的重大意义, 摆西藏地区农业发展和国防建设需要油的迫切性。并且, 在通油

的各阶段，都及时召开电话会议，反复进行政治思想动员，下达通油命令，提出要求和注意事项，使人人心中有数。格尔木油库至纳赤台泵站间的通油时间，原定为8月15日。由于设计、施工、使用单位广大指战员的努力，经过二个多月的日夜奋战，积极配合，提前在7月1日通油，实现了全体参战人员以实际行动，向党的生日献礼的愿望。

在施工过程中，各部队发扬我军光荣传统，掀起比学赶帮运动。管线管理团和施工部队，在每次通油结束后，都进行讲评总结，宣扬好人好事，并通过通油中的具体事例，进行组织纪律、安全生产、岗位责任制等方面的教育，达到打一仗，进一步的目的。

在通柴油到拉萨后，党中央和军委“三总部”发来了贺电和贺信，对工程建设给予高度赞扬，我们及时把党中央和军委“三总部”的关怀、鼓励，传达给每一个参加管线建设的同志，进一步发动群众，连续作战，把工程收尾工作搞好。

（二）试运投产的组织指挥工作

1. 试运投产工作是在总后青藏线工程运输指挥部的统一领导下，由格拉输油管线工程指挥部组织，管线管理团及所属各泵站负责具体实施，施工部队负责技术保障，设计、施工和使用单位互相配合，密切协作，促进了试运投产工作的顺利进行。

2. 格尔木油库、纳赤台、西大滩三个泵站投产时，组织了现场指挥组，由各有关人员参加，青藏线工程运输指挥部、格拉输油管线工程指挥部领导同志亲临现场指挥。从昆仑山口泵站开始，因通油距离逐渐加长，泵站加多，改变了指挥方式，成立了三级指挥系统。

（1）试运投产指挥部：设在格尔木管线管理团团部，实行集中调度指挥。由工程指挥部和管线管理团的领导、工程设计和管理人员参加。

（2）现场指挥组：由工程部、施工团队、管线管理团，设计单位的领导和工程技术人员参加进行现场指挥和技术指导。石油部的投产技术人员和清华大学的部份师生，也参加了这项工作。

（3）泵站指挥组：由站长统一指挥，负责组织站内的设备操作，安全保卫，后勤保障以及巡线抢修等工作。

3. 试运投产指挥部建立了各泵站“操作数据综合表”、“输油动态分析表”和“输油量平衡表”等表报，各站建立了岗位责任制，操作规程和交接班等规章制度。

4. 全线指挥调度的通信联络，青海地区依靠兵站部格尔木通信营，联通纳赤台、不冻泉、五道梁、沱沱河、温泉各机务站；西藏地区依靠西藏军区通信总站，联络当雄、那曲、安多各机务站，使一千多公里线路，可以相互通话或召开电话会议，通话效果良好，基本上满足了通油的需要。

(三) 油品准备

1. 七六年管线通油输送的是35号轻柴油，以防止冬季管内存油凝结。35号轻柴油计算比重取为0.8，计算运动粘度取为4~5厘沱(厘米²/秒)。

2. 油料：自一九七五年十月二十五日开始从青海湟源油库用汽车槽车向格尔木油库运油。首先满足两站间的通油需要。然后陆续进油，满足输到拉萨的需量(18,000米³以上)。(见表4)

附表4

库 站 名		进 油 量 (吨)	备 注
格 尔 木 油 库		20955	*35轻柴油，截止76年11月25日
泵 站	3 号 泵 站	51	*20及 *35轻柴油，在试通油之前输入，部分作为站内燃料，剩余部份混入站内储量里。
	5 号 泵 站	58	
	6 号 泵 站	51	
	12 号 泵 站	61	
	16 号 泵 站	75	
	22 号 泵 站	34	
	合 计	330	
总 计		21285	

(四) 管线的清扫、通球及试压

管线在焊接后，通油前，进行了清扫、通球和试压工作。全线分南北两段进行，共配备六台高压空压机，从七六年四月到十月共六个月清扫试压一千零七十六公里管线，每台空压机平均工作一千五百小时，处理了八个堵段，九处漏口、稳压返工二百七十多公里。

(五) 泵站的水、油联运

1. 各泵站在设备安装完成之后，进行单机试运和站区水联运。水联运采用“罐—泵—罐”的流程进行站内循环、观察柴油发电机，输油泵和各系统运行情况，同时调校仪表。

各个泵站水、油联运的情况表

表 5

库 站 名	设备安装完成时间	单机试运起止时间	站区水联运起止时间	站区油联运起止时间
格尔木油库及1号泵站	四 月 底	5月4日—5月10日	5月25日—6月4日	月 日 —6月30日
3 号 泵 站	四 月 底	5月9日—6月11日	7月10日—7月13日	月 日 —7月13日
5 号 泵 站	五 月 中 旬	5月27日—6月11日	7月6日—7月11日	月 日 —7月24日
6 号 泵 站	六 月 底	7月1日—7月8日	7月25日—7月28日	月 日 —8月7日
12 号 泵 站	八 月 上 旬	8月15日—8月18日	8月19日—8月23日	9月29日—10月1日
16 号 泵 站	七 月 底	8月5日—8月17日	8月19日—8月23日	10月7日—10月8日
22 号 泵 站	六 月 底	7月7日—8月1日	8月25日—8月30日	10月23日—25日 11月7日—8日
拉萨分输站	十 月 底		—	—
西藏军区油库	六 月 底	7月中旬—8月上旬		—
西藏自治区油库	六 月 底	7月中旬—8月上旬		—

2.当油品输到本站,开始通油之前,即进行站内油联运,油联运的做法及要求基本同于水联运。

3.各个泵站水、油联运的情况见表5。

(六) 物资器材保障

物资器材的供应保障是完成通油任务的重要条件之一,我们有以下几点体会:

1.加强领导:工程指挥部一名领导分工抓物资器材的保障工作,器材部门的领导同志在第一线具体组织物资器材的供应。

2.保证重点:为了密切配合通油的需要,物资供应工作分轻重缓急,确保重点,首先狠抓了格尔木油库,纳赤台、西大滩泵站的设备配套。在清仓查库,摸清家底的基础上,集中人力物力,及时配发、保证需要。

3.广开货源:物资器材部门的同志,重点保证完成影响通油的设备催货,易损件和电气元件的采购,以及设备和连接件的外加工等工作。对于急需的器材设备分别采取航运、人背(专人、专程、专办)和车拉(派专车到西安、天津、上海)等方式积极筹措,先后有六百多台件按期运到现场,大型的如泵和电动球阀等,小件的如熔断器,机械密封和仪表记录纸等。

4.配合施工:器材人员深入现场,了解情况,协助制定供应计划。设备到货后,边进库边开出库通知单,对于急用的设备材料做到先送货到现场,后办手续。另外,组织施工人员参观库存物资,当场开票提货,发现有损坏难修的设备,及时动用库存更换替补,然后再修复调整。

5.保证通油:多次派人到现场了解和登记易损件和元件,及时组织采购。参加通油的器材人员随身带上部分易损备件,随时准备更换。同时注意搞好施工团、队之间物资材料的调剂工作,及时解决了通油所需的酸碱供应和超声波短节所用螺栓的突击加工等问题。

(七) 设备、线路、通讯安全大检查

输油投产,安全生产极为重要。输汽油要求更高、更严。汽油具有易挥发、易着火、易爆炸的特点。它要求室内通风良好,机泵必须严密,位于有汽油的房

间的电气、照明、仪表必须是防爆的，站库要有健全的规章制度，操作规程和严密的消防组织及措施。此外，在输油期间，管线必须不修不漏，通讯联络畅通无阻。

输油前，施工部队和使用单位，要组织精干的各专业抢修组，如机泵抢修组、柴油发电机和锅炉抢修组，电气仪表安装调校组和线路抢修组等。对于不符合安全规定的项目，逐项排除。

最后，由工程指挥部组织使用单位和施工部队进行一次安全大检查，其内容是：

1. 各类防爆设备要达到防爆要求。
2. 泵房、发电机房阀室和罐区的站内通讯设备保持良好。
3. 泵房、阀室、仪表间的管沟、电缆沟、电缆穿管、仪表间的观察窗等要密封，达到防爆要求。
4. 油泵、阀门、管件等漏油部位处理合格。
5. 消防制度、消防器材以及水化验器材准备齐全。
6. 各站（含油罐）的静电接地符合设计要求。
7. 管线巡线和管线、泵站技术抢修组，要随时作好准备。
8. 各专业技术操作规程和各种规章制度已建立、健全。
9. 通信联络能保证输油。上述内容有关部队先自行检查，达到要求后，报工程指挥部组织检查。

二、通柴油的过程及数据

（1976年7月—11日）

（一）通油工艺方案

1. 通油方案的制定原则

（1）1号、3号、5号泵站的通油方案采取年输油十万吨和二十五万吨两种输量。在通油时，投放橡胶隔离球，每次2个。

(2) 6号、12号、16号泵站通油时，因各站之间都有一个泵站未建成，达不到最大输油量，又因全线输油能力受6号泵站输油能力的限制，因此，通油的流量定为25米³/时。通油过程中不投放隔离球。

2. 通油方案规定的工艺参数

(1) 1号—3号、3号—5号、5号—6号站间通油时的工艺参数(25万吨/年)
见表6

附表6

站 间	流 量 (米 ³ /时)	出站压力 (公斤/厘米 ²)	备 注
1号~3号	41.5	62.0	高低压泵串连
3号~5号	45	63.3	高低压泵串连
5号~6号	45	38.5	

(2) 6号—12号、12号—16号、16号—22号泵站间通油时的工艺参数见表7

表7

站 号	流量 (米 ³ /时)	压 力 公斤/厘米 ²				备 注
		进 站	出 站	低压泵出口	高压泵出口	
1 号	25	—	48	15—16	62—63.6	
	45	—	61—62	14.5	64	做大排量试验
3 号	25	2.5	51—52	13.4—14	64	
5 号	25	—	32	—	48	
6 号	25	—	61	16	64	
12 号	25	23.5	45	—	52—53	
16 号	25	—	36.5—37.5	—	48	
22 号	—	29.5	—	—	—	

(3)22号—29号站间通油的工艺参数见表8

表 8

站 号	流量 (米 ³ /时)	压 力 公斤/厘米 ²				备 注
		进 站	出 站	低压泵出口	高压泵出口	
1 号	25	—	48	15—16	62—63	
3 号	25	2.5	51—52	13.5—14	64	
5 号	25	—	32	—	48	
6 号	25	—	62	16	64	根据泵压尽量提高流量
12 号	28	23.5	47.5	—	52	
16 号	30	—	39	—	44	
22 号	32	22.5	51.5	7.5	52	
29 号	—	57	—	—	—	

(二) 通油的工艺流程

1.“罐—泵—罐”流程：各泵站开始输油时或需测定本站和上站流量时，以及进站油品含气过多时，都采用这种流程。采用这种流程时可用孔板自动控制出站流量。

2.“旁接油罐”流程：输油稳定后即可改为这种流程，用孔板自动控制出站流量。如果进站油品含气过多，就改不成这种流程(详见五、(三)部分)。

3.“泵到泵”流程：通油过程中，在3号、12号、16号、22号四个泵站试验了这种流程，对泵入口压力进行控制，试验结果都是可行的，为顺序输送汽、柴油，初步摸索了一些情况。“泵到泵”流程的试验数据见表9。3号、12号、16号、22号泵站“泵到泵”流程试验数据表

表 9

站 名	流量 (米 ³ /时)	管压 (公斤/厘米 ²)		泵压 (公斤/厘米 ²)		备 注
		进 站	出 站	进 泵	出 泵	
3 号 泵 站	35	2.5	62	2.5	7.2	2 次 1 小时
	34	2.5	63.5	2.5	7.4	持续 3 小时
12 号 泵 站	29	22—23	49—51	1.0	51—52	持续半个小时
16 号 泵 站	29.6	—	36	1.25	44	持续半小时
22 号 泵 站	28.7	22.0	38.0	1.5	50	持续 1 小时
	28.7	22.2	38.0	2.0	50.5	持续 1 小时

注：12号、16号泵站的试验数据根据调度综合记录查出，不是当时现场记录。

(三) 通油过程的时间记录

1. 各泵站的通油时间记录见下表 表10

表10

通油站间	油 头 运 行 时 间			通油总运行 时 间	停 泵 情 况	
	开始通油	油头到达	运行时间		次数	时 间
1号—3号	7月1日 16:15	7月2日 9:48	17小时30分	37小时45分	4	14 小 时
3号—5号	7月15日 9:55	7月16日 10:25	24小时30分	37小时5分	2	10分
5号—6号	8月1日 10:34	8月1日 17:37	7小时3分	20小时20分	5	10 小 时 22 分
6号—12号	9月21日 10:40	9月27日 14:40	6天4小时	7天14小时 50分	7	3 小 时 9 分
12号—16号	10月1日 10:30	10月5日 2:17	3天15小时 47分	5天7小时 30分	5	2 小 时 10 分
16号—22号	10月16日 10:30	10月22日 22:55	6天12小时 25分	8天15小时	19	53小时59分 (其中大排量 试验为9小时)
22号—29号	11月9日 10:00	11月16日 2:40	6天16小时 40分	11天16小时 30分	30	18 小 时 27 分
合 计	7月1日	11月16日	25天2小时	37天5小时	72	102 小 时 17 分

注：栏中“通油总运行时间”是指参与通油的全部泵站从开泵到停泵的总周期。