

赛题二 SC长距离输油管道工程

在中国西南某地发现一大型油田，其产出的原油为高粘高凝原油，经集输站处理后最大可达每年 1000 万吨的外输量。外输原油起点 D 点位于集输站旁边，从集输站储油库来油，将该原油输送至末点港口 F 装船外运至某炼厂，港口仅有转运装船功能。沿途没有原油注入与分输。管道全线由 D—E 和 E—F 两段组成，D—E 段管道线路全长 830km（地区等级为二级），管道沿线高程里程详见附表 1；E—F 段管道长度需根据选择的线路走向确定，线路地形图详见附件 1。在管道距离 D 点 750km 处，需穿越河流 1 条，穿越处平面图详见附件 2，穿越处河流断面地质构成基本一致（详见附件 3）。依据赛题提供的基础数据，进行该工程经济合理方案设计。

其它信息和条件要求如下：

一、 原油物性

原油物性如表 1 所示。

表 1 CR 原油的基础物性

项目		CR原油
20℃密度（ kg/m <sup>3</sup> ）		842
初馏点（ ℃）		62
析蜡点（ ℃）		23
反常点（ ℃）		17
凝点（℃）	室温下直接装样测试	6
	经综合热处理（ 55℃）	-2
含蜡量（ m%）		9
胶质含量（ m%）		6
沥青质含量（ m%）		0.85
含硫量（ m%）		0.6

CR 原油的流变参数测试结果见表 2。

表 2 CR 原油的流变参数

温度 （℃）	稠度系数 <i>K</i> （mPa·s <sup><i>n</i></sup> ）	流动行为指数 <i>n</i>	粘度（ mPa·s）		
			10s <sup>-1</sup>	20s <sup>-1</sup>	50s <sup>-1</sup>
6	2663	0.37	624.27	403.39	226.47
8	1539	0.43	414.23	279.03	165.51
10	293.9	0.67	137.47	109.36	80.82
12	99.2	0.79	61.17	52.88	43.62
15	27.1	0.95	24.15	23.33	22.29
17	18.3	1	18.3		
20	14.9	1	14.9		
25	12.9	1	12.9		
30	10.8	1	10.8		
35	9.5	1	9.5		
40	8.1	1	8.1		

45	7.6	1	7.6
50	7.0	1	7.0
55	6.3	1	6.3

CR 原油在加剂 50ppm、55℃处理后的凝点显著下降到-6℃，流变参数测试结果见表 3。

表 3 加剂热处理（ 50ppm、55℃处理） CR 油的流变参数

温度 (℃)	稠度系数 $K(\text{mPa}\cdot\text{s}^n)$	流动行为指数 $n$	粘度 ( $\text{mPa}\cdot\text{s}$ )		
			$10\text{s}^{-1}$	$20\text{s}^{-1}$	$50\text{s}^{-1}$
3	119.8	0.75	67.9	57.2	45.7
5	85.4	0.79	53.0	46.0	38.0
7	38.4	0.91	31.0	29.1	26.7
10	17.7	1	17.7		
15	14.7	1	14.7		
20	13.4	1	13.4		
25	12.3	1	12.3		
30	10.7	1	10.7		
35	9.9	1	9.9		
40	8.5	1	8.5		
45	7.4	1	7.4		
50	6.7	1	6.7		
55	6.1	1	6.1		

经试验，原油经加剂热处理后，经过 2 次过泵剪切后，热处理效果失效。

## 二、 年度输油量

表4 年度输油量

2020年	2021年	2022年	2022年后
启输量	750万吨	850万吨	1000万吨

注： 2022年以后输油量不变。

## 三、 输送温度

集输站储油库冬季来油温度为 10℃，夏季来油温度 18℃。

## 四、 输送压力

集输站储油库来油压力不低于 0.4MPa，末点 C 的压力不低于 0.5MPa。

## 五、 气象与水文参数

1、管道沿线气象参考四川省北部地区气象参数。

2、管道穿越处水文参数

表5 穿越断面冲刷计算成果表（一）

造床流量 (m <sup>3</sup> /s)	水位 (m)	过水面积 (m <sup>2</sup> )	最大水深 (m)	平均水面宽 (m)	平均水深 (m)	Ad
1340	554.49	725	4.14	175.12	1.73	1.357

表5 穿越断面冲刷计算成果表（二）

频率	Ad	洪峰流量 (m <sup>3</sup> /s)	洪水位Z (m)	平均流速 (m/s)	最大水深 (m)
P=1%	1.357	8010	558.41	2.84	8.06
P=2%	1.357	6840	557.93	2.75	7.58
频率	平均水深 (m)		泥沙平均粒径 (mm)	冲刷后最大水深 (m)	最大冲刷深度 (m)
P=1%	4.25		32	9.65	1.59
P=2%	4.09		32	8.63	1.05

## 六、 管道沿线地温

管道位于西南地区，最冷月为11月至次年4月，最热月为5月至10月。

## 七、 管道沿线土壤类型

地貌以冲积平原为主，地表以下3m内地层岩性多为粉质粘土、粉土为主，含水率 15~20%。

## 八、 E—F 段管道穿越河流、水塘等的方式

E—F 段管道穿过该区域内的河流、水塘等采用大开挖方式，河道内的土质为黄土（粘土）。

## 九、 外部依托条件

1、水源各站场外 500m 处均有市政给水管网，给水管道管径 DN600，供水压力 2.0MPa。

2、外电首站 A 点周边有 2 座 110kV 变电所距离各 6km，同时有 2 座 35 kV 变电所各 9km；

其余站场周边仅有 10kV 外电可供使用，供电长度约 6km。

## 十、 管道沿线地震概况

根据中华人民共和国国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）以及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），管道工程区域地震烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，属于第二组。

附注：线路地形图附件 1 中，地形方格边长实际长度为 1km。