

土库曼斯坦某气田集输增压方案比选及建议

张琳^{1,2} 苏欣^{1,2} 刘有超³ 刘祎飞⁴

1. 中国石油工程设计有限责任公司 2. 中国石油工程设计有限责任公司西南分公司

3. 中国石油阿姆河天然气勘探开发(北京)有限公司 4. 西南石油大学

张琳等. 土库曼斯坦某气田集输增压方案比选及建议. 天然气工业, 2012, 32(8): 96-99.

摘要 土库曼斯坦合同区某气田集输采用了多井高压集气、单井节流、集气站加热节流、后期增压和气液混输工艺。根据气田单井分布、单井压力和产量递减情况, 对各气区集中增压和天然气处理厂集气装置集中增压方式进行了对比分析, 考虑了不同增压工艺对集气干线管径、流速和压缩机装机功率及配置的影响, 同时对两种增压方案的优劣和经济性进行了比选, 推荐采用各气区集中增压方案。建议在方案比选中考虑增压方案对站场设备和管道流速的影响, 避免由于压力和产量的波动而严重影响设备和管道的正常运行。结论认为: 该气田集输增压方案应综合考虑集气干线、压缩机装机功率和机组配置、站场设备和管道适应性分析 3 大因素, 使优选出的增压工艺具有较强的适应性, 确保气田平稳开发和运行。

关键词 土库曼斯坦气田 集输 多井高压集气 单井节流 气液混输 增压 方案 优化

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2012.08.021

土库曼斯坦合同区某气田共有 ABCD 4 个区块, 40 口单井, 拟设 4 个集气总站, 气田地面工程建设规模为 $68 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。由于各气区从 2022 年将开始逐步增压, 因此, 就该气田的增压工艺方案进行了初步探讨, 以为后续设计和建设工作提供参考。

1 气田总体工艺方案

根据各气区单井分布情况, 气田总体上采取多井集气方案, 采用放射状敷设管道和多井集气工艺。气田集气管网布局见图 1。

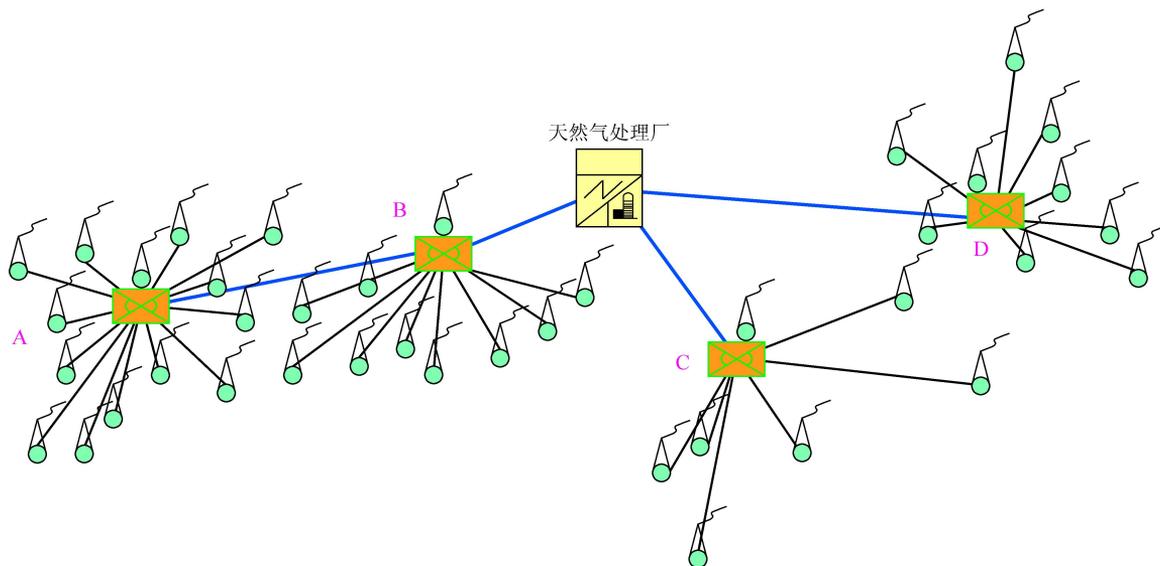


图 1 气田集气管网布局示意图

基金项目: 国家科技重大专项“阿姆河右岸中区天然气开发示范工程”(编号: 2011ZX05059)。

作者简介: 张琳, 女, 1982 年生, 工程师, 硕士研究生; 主要从事海外天然气项目管理工作。地址: (100085) 北京市海淀区上地信息路 8 号 CPE 大厦 C204。电话: (010) 82778819。E-mail: linda41@126.com

各井天然气在井口节流至不大于 16 MPa,通过采气管线输送至气区集气总站。在气区集气总站内,各单井来气加热后节流至不大于 9 MPa,并进行单井轮换计量后采用气液混输工艺输送至天然气处理厂进行集中处理。在气田开发后期,各气区天然气在气区集气总站分别增压后,再输往天然气处理厂集气装置。

2 气田增压方案的比选及建议

2.1 增压方案

根据开发方案,井口压力随投产时间逐渐递减,当井口压力低于 8.5 MPa 时,将不能满足天然气进厂压力要求,此时需要对天然气进行增压。从开发方案预测的井口压力变化数据分析,在投产约 10 年后(2022 年),各气田将分批开始增压。对各气区集中增压方案和天然气处理厂前集中增压方案进行对比^[1-7]。

2.1.1 气区集气总站集中增压

根据各气区的压力下降情况,分批在各气区集气总站建增压装置。当井口压力降低时,采气管线降压输送天然气至集气总站进行增压,集气干线仍维持高压将天然气输送至天然气处理厂,满足处理工艺及交气压力要求。

2.1.2 天然气处理厂前集中增压

当个别气区的天然气压力降低、不能进入集气干线时,天然气处理厂所辖的各气区均需降压生产,再在天然气处理厂前建增压装置集中增压,以满足处理工艺及交气压力要求。

2.2 增压方案比选

各气区后期压力产量见表 1,增压时间和所需功率最大时间见表 2。根据表 1、2 对两个增压方案进行详细论证比选。

表 1 气田后期压力产量表

年份	井口压力 /MPa				产气量 / $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$			
	C 气田	D 气田	A 气田	B 气田	C 气田	D 气田	A 气田	B 气田
2022	12.14	7.08	10.90	10.90	373.10	425.40	488.61	269.38
2023	10.68	6.47	9.10	9.10	317.46	389.65	489.96	268.03
2024	8.51	6.04	7.10	7.10	264.43	353.32	493.72	264.27
2025	7.08	5.29	5.30	5.30	220.58	306.24	494.14	263.85
2026	6.59	4.12	2.10	2.10	183.08	268.58	495.04	262.95
2027	5.14	3.33	1.20	1.20	154.37	234.15	472.50	239.26
2028	3.21	3.00	1.20	1.20	130.40	205.41	404.54	206.32
2029	1.20	2.79	1.20	1.20	110.18	181.96	352.81	178.45
2030	1.20	2.56	1.20	1.20	95.08	164.62	308.28	151.85
2031	1.20	2.23	1.20	1.20	76.64	149.53	264.26	124.77
2032	1.20	1.90	1.20	1.20	67.12	136.99	227.21	107.39
2033	1.20	1.57	1.20	1.20	59.04	125.76	192.13	96.39
2034	1.20	1.20	1.20	1.20	51.83	114.84	170.03	84.27
2035	1.20	1.20	1.20	1.20	45.87	105.94	152.80	66.57
2036	1.20	1.20	1.20	1.20	40.22	97.85	133.59	51.13
2037	1.20	1.20	1.20	1.20	36.50	88.75	107.44	39.31
2038	1.20	1.20	1.20	1.20	32.96	82.29	83.92	34.25
2039	1.20	1.20	1.20	1.20	30.96	76.36	55.63	31.97
2040	1.20	1.20	1.20	1.20	29.04	70.96	49.61	30.06
2041	1.20	1.20	1.20	1.20	27.19	66.02	47.48	28.52

表 2 各气区开始增压时间和所需功率最大的时间表

气田	增压起始时间	所需功率最大时间
A	2024 年	2027 年
B	2024 年	2027 年
C	2024 年	2029 年
D	2022 年	2034 年

在增压方案比选中,一般考虑集气干线管径、流速和压缩机功率等因素。

2.2.1 集气干线因素

集气干线的选取应综合考虑高压、稳产期和低压、低产工况。对于输送酸性介质的气液混输管道,其流速宜控制在 3~8 m/s,这样既可保证气体有一定的携液能力,又可防止出现因气液流速过快而造成缓蚀剂

不易附着的问题。集气干线流速核算结果见表 3。

表 3 集气干线流速核算结果表

气区	管径/mm		稳产期流速/ m·s ⁻¹		增压后期流速/ m·s ⁻¹	
	方案 1	方案 2	方案 1	方案 2	方案 1	方案 2
A	700	900	2.4	3.0	6.5	1.9
B	700	1 000	2.9	4.2	7.2	1.2
C	700	700	3.1	2.4	6.5	2.1
D	500	700	3.7	6.0	5.7	1.9

2.2.2 压缩机装机功率和机组配置因素

天然气处理厂集气装置入口压力要求为 7.2 MPa,由此反推此各集气总站的压力需求,从而确定压缩机的功率和配置,应在满足工艺前提下尽量减小压缩机的装机功率和配置数量。由于压缩机压比大,产量波动范围大,因此选用往复式压缩机。压力压缩机配置核算结果见表 4、5。

根据上述分析结果,对两个方案的可比工程量部分进行了经济比较,结果见表 6。

综上所述,由于各气区压力衰减不一样,增压的时

表 4 方案 1 压缩机机组配置及功率统计表

气区	机组进口压力/MPa	机组出口压力/MPa	机组排量/ $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	压缩机轴功率/MW	压缩机装机功率/MW	机组/套
A	0.6	7.5	567	25.0	2.7×11	10+1
B	0.6	7.4	288	13.0	2.7×3	2+1
C	0.6	7.4	133	5.9	2.2×4	3+1
D	0.6	7.4	138	6.0	2.2×4	3+1
合计			1 126	49.9	55.4	22

表 5 方案 2 压缩机机组配置及功率统计表

气区	机组进口压力/MPa	机组出口压力/MPa	机组排量/ $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	压缩机轴功率/MW	压缩机装机功率/MW	机组/套
A	0.3	7.2				
B	0.3	7.2				
C	0.3	7.2	1 126	50.0	3.0×19	18+1
D	0.3	7.2				
合计				50.0	57.0	19

表 6 方案 1、2 经济比较结果表

项目	可比部分工程量	优点	缺点	可比部分投资/ 万元 ¹⁾
方案 1	∅711 mm×20 mm 的管线长 26.81 km ∅508 mm×16 mm 的管线长 11.30 km 压缩机装机总功率为 55.4 MW 压缩机组为 22 台	充分利用各气区的压能 集气干线管径较方案 2 明显减小	压缩机装机功率和数量多	13 598
方案 2	∅1 016 mm×28 mm 的管线长 10.2 km ∅914 mm×25 mm 的管线长 5.3 km ∅711 mm×20 mm 的管线长 22.6 km 压缩机装机总功率为 57 MW 压缩机组为 19 台	压缩机装机功率和数量少 进天然气处理厂前集中增压,便于压缩机组日后的维护管理	集气干线需降压输送,使部分气区增压时间提前 不能充分利用井口压力能 按后期低压力设计集气干线管径,使得集气干线管径增大,且使得流速在前期偏低,增加了腐蚀	15 236

注:1)以美元计

间也不一致,若采用天然气处理厂前集中增压,则各气区进天然气处理厂增压前必须保持压力一致,不能充分利用各气区的压能,同时集气干线管径需按照增压前的低压进行计算,增大了管径。因此,从技术可行和经济合理方面综合考虑,应采用各气区集中增压方案。

2.3 对增压方案比选的建议

上述比选方案忽略了一个比较重要的因素,即对各站场内主要设备和管道适应性进行分析。由于增压前后站场主要设备和管道的工作压力不同,因此,应考虑不同增压工艺方案对设备和管道选型造成的影响,

站内管道流速在不同压力情况下宜控制在 10 m/s 内,以降低冲刷腐蚀,确保缓蚀剂的附着并降低站内噪音。

下面仅以天然气处理厂集气装置中的气液分离器和进口管道为例,说明上述因素对增压方案的影响。

1)方案 1:由于各气区集中增压,集气装置的工作压力始终保持在 7.2 MPa,装置内设备和管道的工作压力基本没有波动,因此,设备和管道的适应性较好,能满足气田生产全过程的工况。经核算,在此工况下集气装置选用工作压力为 7.92 MPa、公称直径为 2 500 mm 的卧式气液分离器 4 台(单台处理量为 $682 \times 10^4 \sim 848 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)即可满足生产分离需求。站内前期开启 4 台分离器,各进口管道流速为 7 m/s,后期由于产量下降,仅需开启 1 台分离器,进口管道流速为 5.7 m/s。

2)方案 2:由于在天然气处理厂集气装置集中增

压,因此,导致集气装置增压前设备和管道的压力工作范围波动很大(0.3~7.2 MPa),经核算要满足从 0.3~7.2 MPa 工况下气液分离器的适应性,需设置工作压力为 7.92 MPa、公称直径为 2 500 mm 的卧式气液分离器 9 台。同时由于站内管道的工作压力范围也是 0.3~7.2 MPa,这将导致集气装置增压前管道选型非常困难。以气液分离器进口管道为例,前期开启 4 台分离器,各进口管道流速为 7 m/s,后期由于产量下降,但压力也急剧下降至 0.3 MPa,需开启 9 台分离器,进口管道流速高达 16 m/s(站内流速宜小于 10 m/s,以降低噪声,减小冲刷腐蚀,确保缓蚀剂附着良好),若为降低后期管道流速,势必增加管道管径,又会导致前期流速过低,这种矛盾将十分突出,除了后期新建副管外,基本上没有其他解决措施。不同方案集气装置主要设备及管道流速见表 7。

表 7 集气装置主要设备及管道流速表

方案	阶段	分离器规格	运行台数/台	运行压力/MPa	处理量/ $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	分离器入口管径/mm	流速/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
方案 1	增压前稳产期	7.92 MPa、 公称直径 2 500 mm	4	0.6	2 100	300	7.0
	增压后期		1		421		5.7
方案 2	增压前稳产期	2 500 mm	4	0.3	2 100		7.0
	增压后期		9		421		16.0

从表 7 可以看出,方案 1 明显由于方案 2,且方案 2 对于设备和管道的适应性提出了巨大的挑战,很难实现。因此,在增压方案比选过程中,应重视对站场设备和管道适应性的详细分析,将此因素作为增压方案比选的重要指标一并考虑在内,尽量确保所选设备和管道在整个生产过程能正常工作。

3 结论

对土库曼斯坦合同区某气田集输增压方案进行了详细的技术经济比选,推荐采用各气区集中增压方案确保气田的平稳运行,同时提出了增压方案比选时应考虑的 3 大因素:①满足集气干线流速要求(3~8 m/s),保证管道气相有一定的携液能力,同时又能保证缓蚀剂的附着效果;②满足压缩机装机功率和配置尽量小的要求,应以机组装机功率作为比选依据而不是将轴功率作为比选依据;③满足站场主要设备和管道的适应性,需考虑整增压前后工作压力和产量波动对主要设备和管道的影响,确保设备处理能力和管道流速满足增压前后的工艺要求。

参 考 文 献

- [1] 苏欣,陈彰兵,张琳.低压气压缩机增压集输工艺工况分析[J].石油工程建设,2008,34(6):11-14.
- [2] 陈彰兵,苏欣,张琳.低压气集输工艺[J].油气储运,2009,28(3):1-13.
- [3] 中华人民共和国建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB50350—2005 GB/T 油气集输设计规范[S].北京:中国计划出版社,2005.
- [4] 宋德琦,郭佳春,毛敏,等.气田地面工程设计[M].北京:中国石油大学出版社,2010.
- [5] 苏建华,许可方,宋德琦,等.天然气矿场集输与处理[M].北京:石油工业出版社,2010.
- [6] 刘争芬.大牛地“低压、低产、低渗透”气田增压采输模式[J].天然气工业,2011,31(10):86-88.
- [7] 苏欣,刘有超,秦璇,等.土库曼斯坦阿姆河第二天然气处理厂集气工艺优化[J].天然气工业,2011,31(10):89-92.

(修改回稿日期 2012-06-03 编辑 何 明)