

吉林油田典型集输接转站场提质提效研究*

刘大千¹ 李晓平¹ 周海莲² 赵子慧² 宫敬¹

¹中国石油大学（北京）

²中国石油天然气股份有限公司吉林油田分公司（勘察设计院）

摘要：吉林油田地面工程系统中接转站存在高能耗问题。通过分析接转站的主要工作流程，计算出每个流程中用能环节的能耗占比，找出接转站产生高能耗的主要原因为加热炉的能耗过高。对加热炉出口温度进行调整，降低加热炉能耗，最终达到接转站能耗降至最低的效果。优化计算结果表明，当海118接转站冬季、夏季外输流程加热炉出口温度分别为43.8℃和37.2℃，冬季、夏季掺输流程加热炉出口温度分别为51℃和44℃时，接转站全年能耗最低，可减少使用碳307 t/a；当新民6接转站冬季、夏季外输流程加热炉出口温度分别为44.4℃和44.2℃，冬季、夏季掺输流程加热炉出口温度分别为54.5℃和49.5℃时，接转站全年能耗最低，可减少使用碳375 t/a；当让47接转站冬季、夏季外输流程加热炉出口温度分别为47.9℃和46.6℃，冬季、夏季掺输流程加热炉出口温度分别为57℃和56℃时，接转站全年能耗最低，可减少使用碳333 t/a。

关键词：接转站；加热炉出口温度；能耗占比；外输流程；掺输流程

Research on Improving Quality and Efficiency of Typical Gathering and Transportation Transfer Stations in Jilin Oilfield*

LIU Daqian¹, LI Xiaoping¹, ZHOU Hailian², ZHAO Zihui², GONG Jing¹

¹China University of Petroleum (Beijing)

²Jilin Oilfield Branch (Survey and Design Institute), CNPC

Abstract: There is a problem of high energy consumption in the transfer station of the ground engineering system in Jilin Oilfield. By analyzing the main workflow of the transfer station, the proportion of energy consumption in each process is calculated, and the main reason for the high energy consumption in the transfer station is found to be the high energy consumption of the heating furnace. Therefore, the outlet temperature of the heating furnace is adjusted to reduce the energy consumption of the heating furnace, and finally achieve the lowest energy consumption of the transfer station. Through optimizing calculations, when the outlet temperatures of the heating furnace in winter and summer export processes at Hai 118 Transfer Station are 43.8℃ and 37.2℃, respectively, and the outlet temperatures of the heating furnace in winter and summer blending processes are 51℃ and 44℃, respectively, the energy consumption of the transfer station is the lowest throughout the year, reducing the use of 307 tons of carbon per year. When the outlet temperatures of the heating furnace in the winter and summer export processes at Xinmin 6 Transfer Station are 44.4℃ and 44.2℃, respectively, and the outlet temperatures of the heating furnace in the winter and summer blending processes are 54.5℃ and 49.5℃, respectively, the energy consumption of the transfer station is the lowest throughout the year, reducing the use of 375 tons of carbon per year. When the outlet temperatures of the heating furnace in the winter and summer export processes at Rang 47 Transfer Station are 47.9℃ and 46.6℃, respectively, and the outlet temperatures of the heating furnace in the winter and summer blending processes are 57℃ and 56℃, respectively, the energy consumption of the transfer station is the lowest throughout the year, reducing the use of 333 tons of carbon per year.

Keywords: transfer station; outlet temperature of heating furnace; energy consumption ratio; export process; blending process

DOI:10.3969/j.issn.1006-6896.2024.07.003

* 基金论文：中国石油天然气股份有限公司吉林油田分公司（勘察设计院）项目“集输处理系统优化技术研究”（JLYT-SJY-2021-KJXS-01）。

2020 年底,为实现地面系统控投资降本增效,吉林油田提出对已经建设完成的集输处理系统站场能耗进行分析。其地面集输处理系统共建立 64 座接转站、13 座联合站、7 座放水站,由于站场数量过多,导致站场新度系数不统一,能耗水平参差不齐。因此,如何降低整个接转站的能耗水平成为现阶段的难题。同时,2019 年爆发的新冠疫情给石油行业带来了巨大的影响,导致 2020 年成品油消费发生巨大变化:煤油受影响最为突出,消费量降幅最大,超过 40%;其次是汽油,降幅接近 20%;柴油需求受到的冲击相对较小,但消费量同比降幅也超过 15%^[1]。并且,在新冠肺炎疫情的影响下,油价出现了断崖式下跌,国内石油市场受到明显冲击,短期内汽、柴油价格将承压走低,库存跌价风险增加^[2]。因此,如何在重重困难下降低站场能耗是油田地面系统面临的技术难题。

1 接转站主要作用及工作流程

接转站在油气集输过程中发挥着重要作用。油气分输接转站常用于三级布站集油工艺,当油井产量大、气油比高而区块面积又较大时,宜采用油气分输接转站^[3],其作用是把计量间(站)来的油和气经过分离后进行简单的处理。从整体布站集油工艺流程方面来说,油气接转站更多起到的是中间过度作用,它先将计量站来的油(液)气混合物进行分离、计量或脱除游离水,然后将含水原油用泵增压输至油气集中处理站,油田气靠自压输至气体处理厂^[4]或站内自用。目前,接转站已经成为油气集输地面站场中不可替代的关键角色。

通过分析接转站相关图纸可将一个普通接转站的工艺流程分为外输流程和掺输流程两部分。外输工作流程:油井产物和掺输水→接转站→三合一分离器→油井产物→外输泵→加热炉→外输管道→外输终点;掺输工作流程:油井产物和掺输水→接转站→三合一分离器→掺输水→掺输泵→加热炉→掺输汇管→各油井→各计量间→接转站。

上述两个流程共同形成接转站简化后的统一工作流程,如图 1 所示。根据图 1 建立相关数学模型。

2 优化分析

2.1 能耗占比分析

在接转站中,油泵、加热炉、管道等是组成油田集输系统的基本设备^[5]。以上各基本设备中,外输泵和加热炉是外输流程的主要用能环节,掺输泵和加热炉是掺输流程的主要用能环节。因此,应分析每个流程中主要用能环节的能耗占比,由此找出接转站高能耗的主要原因。

根据现场数据计算出冬季和夏季海 118 接转站、新民 6 接转站和让 47 接转站的外输流程、掺输流程每小时的能耗,以及各站中两部分流程的能耗占比,计算结果见表 1、表 2,根据计算数据做出的能耗占比图为图 2 和图 3。其中泵和加热炉能耗的计算公式为:

$$Ne = \frac{\rho g Q H}{1\,000 \eta} \quad (1)$$

$$W = \frac{c M \Delta t}{3\,600\,000} \quad (2)$$

式中: Ne 为泵的能耗, kW; ρ 为液体的密度,

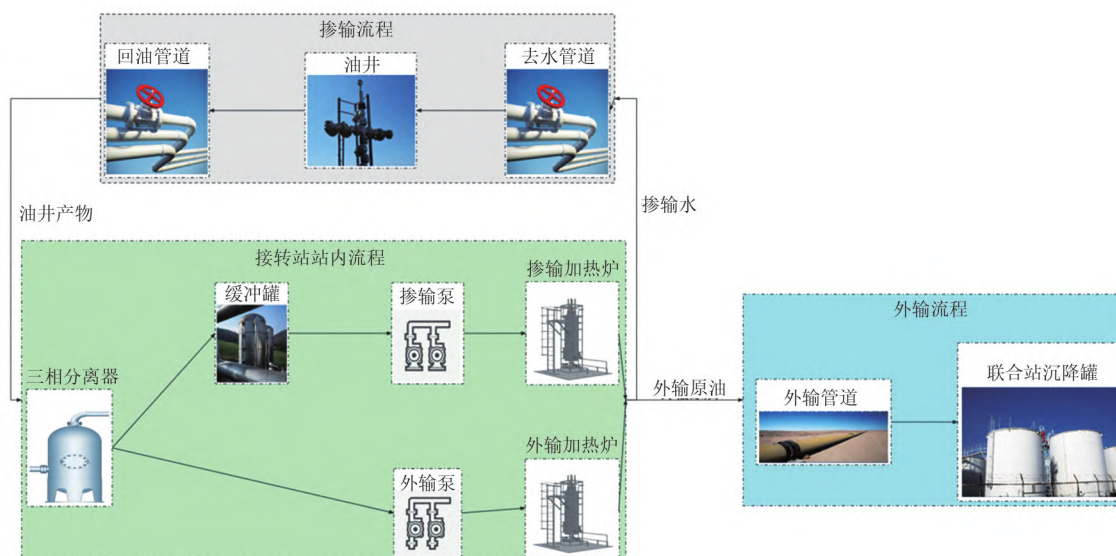


图 1 接转站简化统一工作流程

Fig.1 Simplified unified workflow of the transfer station

kg/m³； g 为重力加速度，m/s²； Q 为流过泵液体的体积流量，m³/s； H 为泵提供的扬程，m； η 为泵的效率，%； W 为加热炉的能耗，kW； c 为被加热液体的比热容，J/(kg·℃)； M 为加热液体的质量流量，kg/h； Δt 为加热炉进出口温度差，℃。

表1 冬季各接转站不同流程能耗和能耗占比计算结果
Tab.1 Calculation results of energy consumption and proportion of energy consumption for different processes of each transfer station in winter

接转站	工艺流程	每小时能耗/kW	能耗占比/%
海118	外输流程	131	4.1
	掺输流程	3 049	95.9
新民6	外输流程	577	7.4
	掺输流程	7 177	92.6
让47	外输流程	210	5.6
	掺输流程	3 535	94.4

表2 夏季各接转站不同流程能耗和能耗占比计算结果
Tab.2 Calculation results of energy consumption and proportion of energy consumption for different processes of each transfer station in summer

接转站	工艺流程	每小时能耗/kW	能耗占比/%
海118	外输流程	50	4.0
	掺输流程	1 214	96.0
新民6	外输流程	576	13.5
	掺输流程	3 694	86.5
让47	外输流程	210	7.6
	掺输流程	2 553	92.4

综上所述，无论是冬季还是夏季，接转站的掺输流程能耗占比均远远大于外输流程能耗占比。因此，在流程方面降低能耗，应在大幅度降低掺输流程能耗的基础上再降低外输流程能耗。并且，要想降低掺输流程和外输流程的能耗，应继续分析每个设备的能耗占比情况，同时还要重视现场设备的检查，如检测管道和储罐是否存在腐蚀结构问题^[6]等，保证生产的顺利进行。

根据现场数据计算出冬季和夏季海118接转站、新民6接转站和让47接转站外输流程和掺输流程中泵和加热炉每小时能耗以及能耗占比，计算结果见表3、表4，并根据计算结果绘图，如图4、图5所示。

综上所述，在冬季和夏季时，接转站的掺输流程和外输流程中加热炉的能耗占比远高于掺输泵、外输泵的能耗占比。因此，着重降低加热炉的能耗，从而大幅度降低掺输流程和外输流程的能耗，才能进一步降低整个接转站的能耗。

2.2 模型建立与验证

采用 GAMS（General Algebraic Modeling System）软件建立外输流程的模型，GAMS是一款建模系统，是20世纪开发出来旨在解决复杂模型、复杂数学规划问题的软件^[7]。

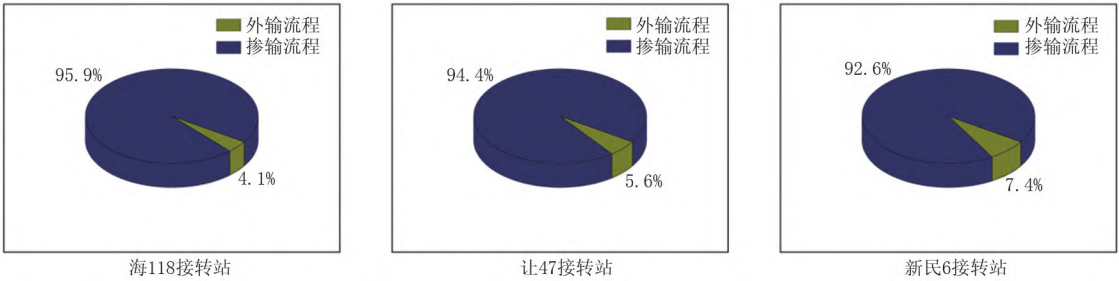


图2 冬季各接转站不同流程能耗占比

Fig.2 Proportion of energy consumption for different processes of each transfer station in winter

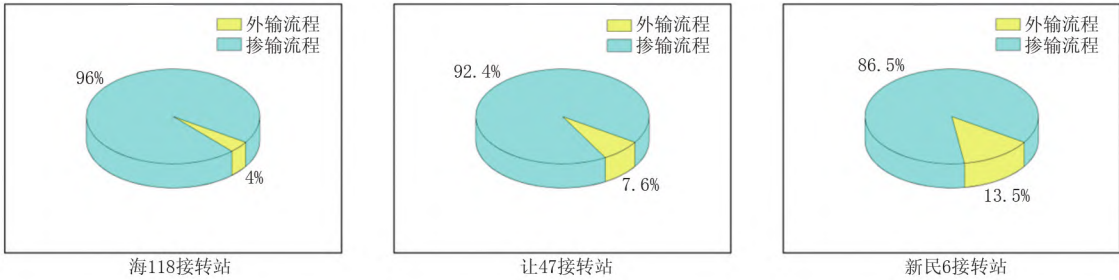


图3 夏季各接转站不同流程能耗占比

Fig.3 Proportion of energy consumption for different processes of each transfer station in summer

表 3 冬季和夏季外输流程中外输泵和加热炉能耗以及能耗占比计算结果

Tab.3 Calculation results of energy consumption and proportion of energy consumption for external pumps and heating furnaces in winter and summer export processes

接转站	设备名称	冬季现场每小时能耗/kW	冬季设备能耗占比/%	夏季现场每小时能耗/kW	夏季设备能耗占比/%
海 118	外输泵	3.9	3.0	3	6.0
	加热炉	127	97.0	47	94.0
新民 6	外输泵	34	6.0	34	6.0
	加热炉	543	94.0	543	94.0
让 47	外输泵	7.7	5.6	7.7	5.6
	加热炉	202	94.4	202	94.4

表 4 冬季和夏季掺输流程中掺输泵和加热炉能耗以及能耗占比计算结果

Tab.4 Calculation results of energy consumption and proportion of energy consumption for mixing pumps and heating furnaces in winter and summer mixing processes

接转站	设备名称	冬季现场每小时能耗/kW	冬季设备能耗占比/%	夏季现场每小时能耗/kW	夏季设备能耗占比/%
海 118	掺输泵	130	4.3	114	9.4
	加热炉	2 919	95.7	1 100	90.6
新民 6	掺输泵	220	3.1	166	4.5
	加热炉	6 957	96.9	3 528	95.5
让 47	掺输泵	197	5.6	150	5.9
	加热炉	3 338	94.4	2 403	94.1

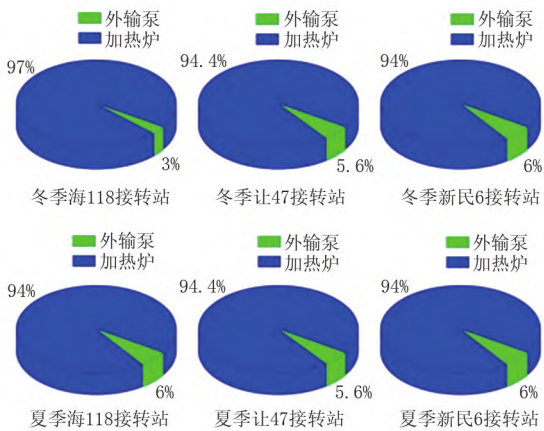


图 4 冬夏季外输流程泵和加热炉能耗占比

Fig.4 Proportion of energy consumption of pumps and heating furnaces in winter and summer export process

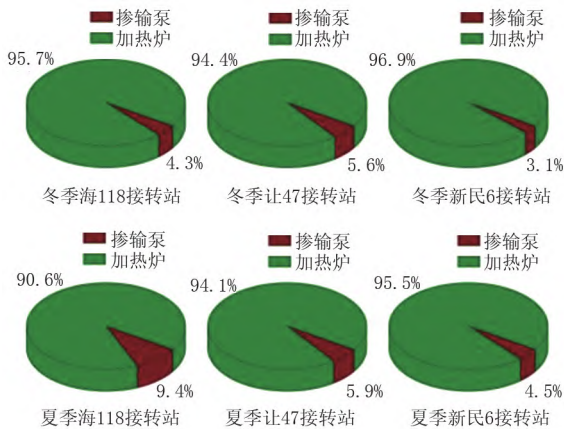


图 5 冬夏季掺输流程泵和加热炉能耗占比

Fig.5 Proportion of energy consumption of pumps and heating furnaces in winter and summer mixing process

由能耗占比分析可得，外输流程的主要耗能设备是加热炉。当加热炉的出口温度变化时，加热炉自身的能耗也会随之变化，外输管道中的沿程摩阻也会发生相应的变化，从而导致外输泵的能耗发生变化。因此，以加热炉的出口温度为决策变量，外输流程的目标函数与约束条件如下所示。

目标函数：

$$\min Z(T) = Ne_{EP} + W_{HF} \tag{3}$$

约束条件：

$$35 \leq T_0 + (T_{wq} - T_0)e^{-\frac{K\pi DL}{Gc}}$$
$$2\,000 \leq \frac{M}{900\pi\rho_{pj}dv_{pj}} \leq \frac{59.7}{\varepsilon^{\frac{8}{7}}}$$
$$P_{PO} \leq P_{MAXPO}$$

式中： Ne_{EP} 为外输泵的能耗，kW； W_{HF} 为加热炉的能耗，kW； T_0 为管道埋深处的地温，℃； T_{wq} 为加热站出口油温，℃； e 为自然对数； K 为管道的总传热系数，W/(m²·℃)； D 为管道外径，m； G 为管道的质量流量，kg/h； c 为管道中介质的热容，kJ/(kg·℃)； M 为外输管道的质量流量，kg/s； ρ_{pj} 为外输原油的平均密度，kg/m³； d 为管道内径，m； v_{pj} 为外输原油的平均运动黏度，m²/s； ε 为管道相对当量粗糙度，无量纲； P_{PO} 为外输泵的出口压力，kPa； P_{MAXPO} 为外输泵的最大出口压力，kPa。

采用 PIPESIM 软件建立掺输流程的模型。PIPESIM 是斯伦贝谢公司研发的一款多相流稳态模

拟计算软件，可以准确捕获管线坐标和高程，实现在地图画布上快速建模并准确进行集输管网模拟计算的功能^[8]，同时也因为其高精度仿真的特点在业界内广受欢迎。

现以各接转站冬季情况为例，根据PIPESIM软件建立模型，结合现场运行数据，模拟出冬季各接转站现场工况，结果见表5。

表5 各接转站冬季掺输流程现场数据与模拟数据对比
Tab.5 Comparison of field data and simulated data of each transfer station in winter mixing process

参数	海118接转站		新民6接转站		让47接转站	
	现场	模拟	现场	模拟	现场	模拟
掺输起点压力/MPa	1.80	1.79	1.80	1.79	1.80	1.82
掺输起点温度/℃	55	54	61.0	60.9	66	66
回油压力/MPa	0.30	0.29	0.20	0.19	0.20	0.21
回油温度/℃	38.0	38.8	37.0	37.4	40.0	39.9

由表5可得，模拟出的掺输起点压力与现场相比，相对误差在0.6%~1.1%之间；模拟出的掺输起点温度与现场相比，相对误差在0~1.8%之间；模拟出的回油压力与现场相比，相对误差在3.3%~5.0%之间；模拟出的回油温度与现场相比，相对误差在0.25%~2.1%之间。因此判定所建立的掺输模型是准确的。

现仍以加热炉的出口温度为决策变量，掺输流程的目标函数与约束条件如下所示。

目标函数：

$$\min Z(T) = Ne_{BP} + W_{HF} \tag{4}$$

约束条件：

$$P_{PO} \leq P_{MAXPO}$$
$$Q \leq Q_{max}$$

式中： Ne_{BP} 为掺输泵的能耗，kW； P_{PO} 为掺输泵的出口压力，kPa； P_{MAXPO} 为掺输泵的最大出口压力，kPa； Q 为流经掺输泵的掺输水的质量流量，kg/h； Q_{max} 为流经掺输泵的最大掺输水的质量流量，kg/h。

到此，关于外输流程和掺输流程模型已经搭建完毕，把现场运行数据代入到模型中，将计算出的2020年能耗结果与现场计量的2020年能耗结果进行对比，结果见表6。

表6 各接转站现场计量全年能耗与模型计算全年能耗对比
Tab.6 Comparison of the annual energy consumption measured on site and calculated by the model of each transfer station

能耗	海118接转站		新民6接转站		让47接转站	
	现场	模拟	现场	模拟	现场	模拟
泵耗电量/10 ⁴ kWh	96	98	185	191	160	158
炉耗气量/10 ⁴ m ³	160	162	442	446	236	241

通过表6可得，模型计算出的泵耗电量与现场的泵耗电量相对误差在1.25%~3.2%之间；模型计算出的加热炉耗气量与现场的耗气量相对误差在0.9%~2.1%之间。因此，进一步判定模型是比较准确的，可以在此基础上完成优化工作。

2.3 优化过程

本次研究完成了海118接转站、新民6接转站和让47接转站的能耗优化工作。由于三个接转站采用的优化思路基本一致，因此，以海118接转站冬季为例，说明整个优化过程。

2.3.1 外输流程优化

海118接转站在冬季的进站压力为0.3 MPa，进站温度大约为36℃，外输流量为420 m³/d。将以上基本数据和其他现场数据输入到搭建好的外输流程模型中，计算出优化结果（表7）。

表7 海118接转站冬季外输流程的优化结果

Tab.7 Optimization results of the export process of Hai 118 Transfer Station in winter

外输加热炉出口 温度/℃	进海24沉降罐 温度/℃	外输能耗/ kW	能耗降低 百分比/%
43.8	35.0	114	13.13
43.9	35.1	116	11.80
44.0	35.2	117	10.47
44.2	35.3	119	9.15
44.3	35.4	121	7.82
44.4	35.5	122	6.49
44.5	35.6	124	5.16
44.6	35.7	126	3.84
44.8	35.8	128	2.51
44.9	35.9	129	1.18

由表7可得，当冬季海118接转站连续外输量为420 m³/d、进站温度为36℃、进站压力为0.3 MPa时，外输物流进入海24沉降罐的温度为35℃时，所需要的外输能耗最低，运行情况也相对安全。

2.3.2 掺输流程优化

控制海118接转站冬季的回油温度为36℃，调节加热炉的出口温度，则此时会对应一个最优掺输量，把加热炉的出口温度控制在49~60℃之间，流程优化结果见表8。

由表8可知，当海118接转站的回油温度为36℃、压力为0.3 MPa、加热炉的出口温度为51℃条件下，掺输流程优化效果最好，能耗比之前可降低至少19.36%。

2.3.3 整体流程优化

结合外输流程优化和掺输流程优化的结果，将

表 8 冬季海 118 接转站掺输流程的优化结果
Tab.8 Optimization results of the mixing process of Hai 118 Transfer Station in winter

加热炉出口温度/ ℃	进海 118 站温度/ ℃	最优掺输量/ (m ³ · d ⁻¹)	掺输起点压力/ MPa	加热炉能耗/ kW	掺输泵能耗/ kW	每小时总能耗/ kW	能耗降低百分比/ %
60	36	2 130	0.984	2 469	40	2 509	17.71
59	36	2 215	1.030	2 461	44	2 504	17.86
58	36	2 305	1.080	2 450	48	2 497	18.09
57	36	2 405	1.140	2 440	53	2 493	18.25
56	36	2 505	1.200	2 420	59	2 479	18.71
55	36	2 630	1.277	2 414	66	2 480	18.67
54	36	2 750	1.357	2 391	74	2 465	19.16
53	36	2 900	1.458	2 381	84	2 465	19.14
52	36	3 060	1.568	2 365	96	2 461	19.28
51	36	3 240	1.699	2 348	111	2 459	19.36
50	36	3 460	1.869	2 340	131	2 471	18.95
49	36	3 680	2.056	2 311	155	2 466	19.13

掺输起点的温度控制为 51 ℃，所得掺输流程与外输流程综合分析的结果见表 9。

表 9 冬季海 118 接转站站场能耗及优化结果
Tab.9 Energy consumption and optimization results of Hai 118 Transfer Station in winter

进海 24 沉降罐温度/℃	每小时总流程能耗/kW	能耗降低百分比/%
35.9	2 588	18.62
35.8	2 587	18.65
35.7	2 585	18.71
35.6	2 583	18.77
35.5	2 581	18.84
35.4	2 580	18.87
35.3	2 578	18.93
35.2	2 576	18.99
35.1	2 575	19.03
35.0	2 573	19.09

由表 9 可知，冬季海 118 接转站的进站温度控

制在 36 ℃，掺输物流经加热炉的出口温度控制在 51 ℃，外输物流进入到海 24 沉降罐的温度在 35.0~35.9 ℃时，海 118 接转站在冬季的能耗比原来可降低至少 18%。

2.4 优化结果

接转站冬季优化的整体思路与夏季优化的整体思路完全一致，这里不过多赘述。各接转站外输流程优化结果见表 10。各接转站掺输流程优化结果见表 11。

把外输流程的优化结果与掺输流程的优化结果叠加起来，即为每个接转站最终的优化结果，并且按照相关标准进行能量单位的换算，把 kW 换算成折标煤、耗气量和标碳量。最终优化结果见表 12、表 13。

表 10 各接转站外输流程冬季、夏季优化结果
Tab.10 Optimization results of winter and summer export processes of each transfer station

阶段	外输终点 温度/℃	海 118 接转站			新民 6 接转站			让 47 接转站		
		加热炉出口 温度/℃	每小时能耗/kW	能耗降低 百分比/%	加热炉出口 温度/℃	每小时能耗/kW	能耗降低 百分比/%	加热炉出口 温度/℃	每小时能耗/kW	能耗降低 百分比/%
冬季	35.0	43.8	114	13.13	44.4	480	16.74	47.9	210	22.39
夏季	35.0	37.2	16	66.14	44.2	471	18.35	46.6	188	30.22

表 11 各接转站掺输流程冬季、夏季优化结果
Tab.11 Optimization results of winter and summer mixing processes of each transfer station

阶段	海 118 接转站				新民 6 接转站				让 47 接转站			
	加热炉出口 温度/℃	每小时能耗/ kW	掺输量/ (m ³ · d ⁻¹)	能耗降低 百分比/%	加热炉出口 温度/℃	每小时能耗/ kW	掺输量/ (m ³ · d ⁻¹)	能耗降低 百分比/%	加热炉出口 温度/℃	每小时能耗/ kW	掺输量/ (m ³ · d ⁻¹)	能耗降低 百分比/%
冬季	51.0	2 459	3 240	19.36	54.5	6 404	7 000	10.77	57.0	3 099	2 900	12.34
夏季	44.0	1 102	2 700	9.24	49.5	3 425	5 000	7.29	56.0	2 350	2 340	7.94

表 12 各接转站耗气量(折标煤)最终优化结果

Tab.12 Final optimization results of gas consumption (converted to standard coal) of each transfer station

接转站	运行状态	冬季加热炉能耗/J	夏季加热炉能耗/J	加热炉总能耗/J	折标煤量/t	耗气量/10 ⁴ m ³	耗气量降低百分比/%
海 118	优化后	3.74 × 10 ¹³	1.60 × 10 ¹³	5.34 × 10 ¹³	1 824.5	137	14.38
	优化前	4.58 × 10 ¹³	1.73 × 10 ¹³	6.31 × 10 ¹³	2 155.9	162	
新民 6	优化后	10.24 × 10 ¹³	5.83 × 10 ¹³	16.07 × 10 ¹³	5 491	413	7.4
	优化前	11.2 × 10 ¹³	6.19 × 10 ¹³	17.39 × 10 ¹³	5 942	446	
让 47	优化后	4.8 × 10 ¹³	3.6 × 10 ¹³	8.4 × 10 ¹³	2 870	216	10.37
	优化前	5.4 × 10 ¹³	4.0 × 10 ¹³	9.4 × 10 ¹³	3 212	241	

表 13 各接转站用电量最终优化结果

Tab.13 Final optimization results of power consumption of each transfer station

接转站	运行状态	冬季泵用电量/10 ⁴ kWh	夏季泵用电量/10 ⁴ kWh	泵总用电量/10 ⁴ kWh	耗电量降低百分比/%
海 118	优化后	48	26	74	28.85
	优化前	56	48	104	
新民 6	优化后	90	76	166	13.10
	优化前	107	84	191	
让 47	优化后	69	52	121	23.41
	优化前	89	69	158	

3 结论

通过对吉林油田三个接转站外输流程、掺输流程单独分析，以及外输流程和掺输流程综合分析，得出三个接转站的优化结果。

(1) 海 118 接转站控制外输流程加热炉出口温度为 43.8 ℃，掺输流程加热炉出口温度为 51 ℃ 时，在冬季的能耗最低；当控制外输流程加热炉出口温度为 37.2 ℃，掺输流程加热炉出口温度为 44 ℃ 时，夏季的能耗最低。2020 年海 118 接转站耗气量为 160 × 10⁴ m³，优化后海 118 接转站耗气量为 137 × 10⁴ m³/a，在耗气量方面比之前可节省 14.38%；泵用电量为 104 × 10⁴ kWh/a，优化后用电量为 74 × 10⁴ kWh/a，因此每年泵的用电量可节省 28.85%；海 118 接转站可减排碳 307 t/a。

(2) 新民 6 接转站控制外输流程加热炉出口温度为 44.4 ℃，掺输流程加热炉出口温度为 54.5 ℃ 时，在冬季的能耗最低；当控制外输流程加热炉出口温度为 44.2 ℃，掺输流程加热炉出口温度为 49.5 ℃ 时，夏季的能耗最低。2020 年新民 6 接转站耗气量为 442 × 10⁴ m³，优化后新民 6 接转站耗气量为 413 × 10⁴ m³/a，在耗气量方面比之前可节省 7.4%；泵用电量为 191 × 10⁴ kWh/a，优化后用电量为 166 × 10⁴ kWh/a，因此每年泵的用电量可节省 13.10%；新民 6 接转站可减排碳 375 t/a。

(3) 让 47 接转站控制外输流程加热炉出口温度为 47.9 ℃，掺输流程加热炉出口温度为 57 ℃

时，冬季的能耗最低；当控制外输流程加热炉出口温度为 46.6 ℃，掺输流程加热炉出口温度为 56 ℃ 时，夏季的能耗最低。2020 年让 47 接转站耗气量为 236 × 10⁴ m³，优化后让 47 接转站耗气量为 216 × 10⁴ m³/a，在耗气量方面比之前可节省 10.37%；泵用电量为 158 × 10⁴ kWh/a，优化后用电量为 121 × 10⁴ kWh/a，因此每年泵的用电量可节省 23.41%；让 47 接转站可减排碳 333 t/a。

减少工程投资、降低系统能耗是地面集输系统设计最主要的任务之一^[9]。针对油气集输工艺优化，不仅要从流程、设备方面进行考虑，而且还要合理选择安防技术，以确保重点场站人员安全，确保油田安全生产^[10]。

参考文献

[1] 孔劲媛, 仇玄, 丁少恒. 新冠肺炎疫情对国内外石油市场的影响[J]. 石油规划设计, 2020, 31 (3): 4-9, 48.
KONG Jinyuan, QIU Xuan, DING Shaoheng. The impact of COVID-19 on the domestic and foreign oil markets[J]. Petroleum Planning and Engineering, 2020, 31 (3): 4-9, 48.

[2] 舟丹. 新冠疫情对我国经济及石油市场的影响[J]. 中外能源, 2020, 25 (3): 5.
ZHOU Dan. The impact of COVID-19 on China's economy and the oil market[J]. Chinese and Foreign Energy, 2020, 25 (3): 5.

[3] 文远静, 文四名, 程鹏, 等. 油气分输管道“三高”防腐对策标准[J]. 中国标准化, 2017 (16): 255-256.
WEN Yuanjing, WEN Siming, CHENG Peng, et al. An-

- ti-corrosion countermeasure standard of "three heights" of oil and gas subtransmission pipeline[J]. China Standardization, 2017 (16): 255-256.
- [4] 黄学斌, 金文刚, 李小奇. 优化油气分输工艺实现边远油井天然气零排放[J]. 石油石化节能, 2018, 8 (2): 28-32.
- HUANG Xuebin, JIN Wengang, LI Xiaoqi. Optimize the oil and gas subtransmission process to realize zero natural gas emission from remote oil wells[J]. Energy Conservation in Petroleum & Petrochemical Industry, 2018, 8 (2): 28-32.
- [5] 李晓曦. 油气田集输管道系统优化研究进展探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40 (1): 14-15.
- LI Xiaoxi. Research progress on optimization of oil and gas field gathering pipeline system[J]. China Petroleum and Chemical Standards and Quality, 2020, 40 (1): 14-15.
- [6] 刘涛, 于越, 盛楠, 等. 华北油田老区地面系统区域功能优化[J]. 石油规划设计, 2019, 30 (3): 16-19.
- LIU Tao, YU Yue, SHENG Nan, et al. Functional optimization of ground system area of Huabei Oilfield[J]. Petroleum Planning and Engineering, 2019, 30 (3): 16-19.
- [7] 马书艳. GAMS在复杂系统中的应用研究[J]. 科学技术创新, 2020 (31): 96-97.
- MA Shuyan. Application of GAMS in complex systems[J]. Scientific and Technological Innovation, 2020 (31): 96-97.
- [8] 姚全敏, 高立群, 王成林, 等. PIPESIM与GoogleEarth在集输管线高程计算中的联合应用[J]. 油气田地面工程, 2021, 40 (3): 81-86.
- YAO Quanmin, GAO Liquan, WANG Chenglin, et al. Joint application of PIPESIM and GoogleEarth in gathering pipeline elevation calculation[J]. Oil-Gas Field Surface Engineering, 2021, 40 (3): 81-86.
- [9] 黄辉, 邱伟伟, 彭凌岩. 地面集输系统优化简化技术[J]. 油气田地面工程, 2016, 35 (4): 50-52, 55.
- HUANG Hui, QIU Weiwei, PENG Lingyan. Optimization and simplification technique of ground gathering and transmission system[J]. Oil-Gas Field Surface Engineering, 2016, 35 (4): 50-52, 55.
- [10] 高畅. 油田站场周界安全防护技术应用[J]. 油气田地面工程, 2021, 40 (8): 65-68.
- GAO Chang. Application of oilfield station perimeter safety protection technology[J]. Oil-Gas Field Surface Engineering, 2021, 40 (8): 65-68.

作者简介

刘大千: 中国石油大学(北京)油气储运专业博士研究生在读, 17640449318, 2022310324@student.cup.edu.cn, 北京市昌平区城北街道中国石油大学(北京)北校区, 102249。

收稿日期 2024-01-05

(编辑 史晶莹)

本刊有偿征集封面图片及图片新闻

封面图片: 反映油田生产作业、油田地面工程项目、油田地面设备与设施, 以及与油田地面建设相关的场景图片。

图片新闻: 以图片的形式报道有关油气田地面工程相关资讯, 图文并茂, 包括与油气田地面工程相关的各类信息, 如新设备、新产品的研制, 地面工程项目的施工, 新技术的发布, 相关会议, 等等。

以上内容请通过电子邮箱投稿: bianji2336@163.com

图片精度要求: 2 Mb以上。