

降低压缩机润滑油系统消耗研究

祁顺仁 钟跃 丁洪坤 黄成 刘亚森 周洋 安璐

中国石油塔里木油田公司开发事业部, 新疆 库尔勒 841000

摘要:为降低伴生气压缩机曲轴箱和注油器润滑油消耗,通过方案比选,选择利用曲轴飞溅式润滑原理制作曲轴箱供油装置,实现将曲轴箱内的润滑油供应到注油器内,将曲轴箱润滑油由封闭状态转变为动态更新状态。通过制作曲轴箱供油装置提高了润滑油使用效率,降低了油品消耗。

关键词:压缩机;润滑油;曲轴箱供油;正交实验法

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2019.03.002

Study on Reducing the Consumption of Lubricating Oil System in Compressor

Qi Shunren, Zhong Yue, Ding Hongkun, Huang Cheng, Liu Yasen, Zhou Yang, An Lu

Development Business Department of PetroChina Tarim Oilfield Company, Korla, Xinjiang, 841000, China

Abstract: In order to reduce the fuel gas compressor crankcase oil and lubricating oil consumption, through scheme comparison, the crankcase oil supply device is made by the principle of crankshaft splashing lubrication, which can supply the lubricating oil in the crankcase to the injector. And the crankcase lubricating oil is transformed from closed state to dynamic updating state. By making the crankcase oil supply device, the application efficiency of lubricating oil is improved and the oil consumption is reduced.

Keywords: Compressor; Lubricating oil; Crankcase oil supply; Orthogonal experimental method

0 前言

往复式天然气压缩机作为现有使用最广泛的一种压缩机,在天然气处理行业中具有重要地位。目前,中国石油塔里木油田公司开发事业部某天然气处理站 4 台往复式压缩机负责低压天然气的增压工作,压缩机型号为 ZTY 470,功率 470 kW,处理量 80 000 m³/d。往复式压缩机润滑系统中的润滑油通过高架油箱向曲轴箱和注油器供油,给曲轴箱供油每台每次约 300 L,曲轴箱内的润滑油使用 2 000 h 后,经化验,其运动黏度、灰分、金属碎屑含量等指标不合格^[1],按设计规定需对曲轴箱内

300 L 润滑油进行更换,待曲轴箱内的润滑油泄油完毕后,再打开高架油箱到曲轴箱的供油阀给曲轴箱重新补油,而被使用过的 300 L 润滑油只能作为废油处理;高架油箱给注油器所供润滑油在注油器提供压缩机 3 个动力缸润滑过程中直接被一次性消耗烧掉^[2],无法回收。按设计,每台往复式压缩机动力缸消耗润滑油 12.96 L/d,经过换算曲轴箱损耗 3.6 L/d。往复式压缩机润滑油系统消耗严重,润滑油价格昂贵,因此生产成本较高。

1 研究探索

为实现油田降本增效,中国石油塔里木油田公司开

收稿日期:2018-12-09

基金项目:中国石油天然气集团公司“适宜沙漠偏远单井的一体化增压装置研发”(CPECC 2017 KJ 02)

作者简介:祁顺仁(1966-),男,甘肃定西人,高级工程师,大学本科,从事工艺、设备、安全管理工作。

发事业部准备研究一种解决压缩机润滑油系统消耗严重问题的新方法。既然去曲轴箱和去注油器动力缸的润滑油为同型号(美孚801),可以考虑通过改造,实现以下串联流程:高架油管→曲轴箱→注油器→动力缸,改变现有润滑方式,让曲轴箱的润滑油从封闭状态变为动态更新状态,提高润滑油使用效率,减少油品消耗,见图1。一方面可降低操作工加润滑油时的劳动强度,另一方面可实现往复式压缩机润滑系统的节能降本。但实际现场曲轴箱的油位低于注油器,如何实现将曲轴箱内的润滑油供应到注油器内是必须要解决的问题。如果可以通过对现有润滑系统进行改造,改变目前润滑工艺,研制一种新的曲轴箱供油装置,就可以实现曲轴箱至注油器的供油^[3]。

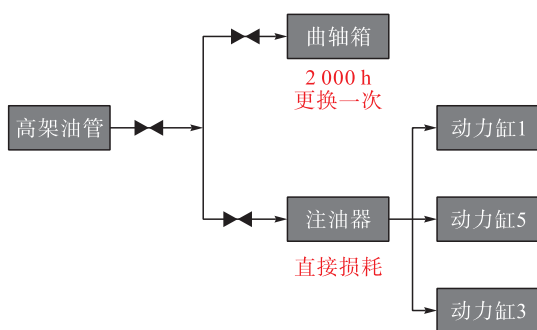


图1 现有润滑方式

根据 ZTY 压缩机使用手册相关数据要求,压缩机每个动力缸每天损耗润滑油 4.32 L,每台压缩机有 3 个动力缸每天消耗润滑油 12.96 L,理论上如果每天从曲轴箱取出多余 12.96 L 的润滑油给 3 个动力缸,就可满足 3 个动力缸每天的润滑油损耗,而曲轴箱里有 300 L 润滑油,完全可以当作动力缸润滑油源泉。

为实现将曲轴箱内的润滑油供应到注油器内,提出了三种解决方案。

方案一:现有注油器位置和曲轴箱持平,把注油器下移,利用液位高度差^[4],实现曲轴箱润滑油的利用。方案一结构简单,管线材料来源广,可利旧,改动小,对机组无影响,可实现对曲轴箱润滑油的利用。但存在施工难度大,需改造传动系统,需增加卧轴转换接头,要改变 2 次传动方向^[5]。

方案二:利用曲轴飞溅式润滑原理^[6],曲轴箱顶部设计一个盛接压缩机曲轴连杆甩出润滑油的集油装置,利用液位高度差,实现曲轴箱润滑油的利用。制作集油装置材料、管线材料来源广,可利旧,施工难度小,操作简单,可操作性强。但改造需在曲轴箱盖板上打孔,可能对机组运行有一定影响。

方案三:利用外加提升泵,把曲轴箱里的润滑油输送到注油器入口^[7]。方案三的输送量容易控制,施工难

度小,操作简单,可操作性强,不改造原机组本体任何部件,风险小,可靠性高。但存在需要消耗电能、控制系统复杂、成本高的问题。

针对这三个方案,从安全性、有效性、可操作性、经济性四方面进行分析对比,最终选定方案二^[8]。

制作曲轴飞溅集油装置供油,并确保其质量达到优良标准,关键控制点在于:集油装置尺寸的确定,保证曲轴甩出来的油量大于注油器消耗量;集油装置到注油器管线的材质、规格选择。

2 方案实施

集油装置形状选择方形铁盒,装置底部与曲轴飞溅式润滑油接触面积大,在震动大的曲轴箱盖板上稳定性强,且焊接方便,材料来源广,工艺简单,可操作性强。曲轴箱盖板尺寸为 0.8 m × 0.8 m,集油装置的长、宽均需小于 0.8 m,为了集油装置的比例协调,其长、宽、高选用 0.6 m 和 0.4 m,采用正交试验法^[9]确定最大接油量的集油装置的长、宽、高尺寸,选用 L 4(23) 正交表,见表 1。

表 1 正交试验

试验方案	长 /m	宽 /m	高 /m
方案 1	1(0.4)	1(0.4)	1(0.4)
方案 2	2(0.6)	1(0.4)	2(0.6)
方案 3	1(0.4)	2(0.6)	2(0.6)
方案 4	2(0.6)	2(0.6)	1(0.4)

由表 1 试验结论:方案 2、4 满足要求^[10],方案 4 集油装置比例更加协调,故采用方案 4。四种方案实物对比,见图 2;正交实验结果,见表 2。

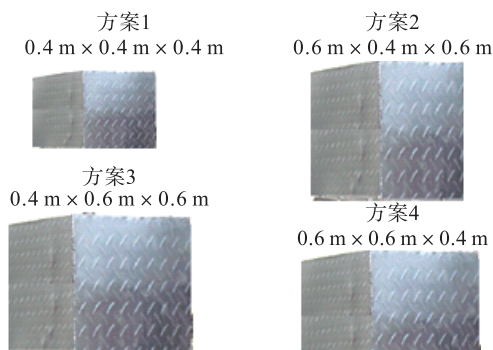


图2 四种方案实物对比

表 2 正交试验结果

试验方案	长 /m	宽 /m	高 /m	接油量 / (L · h ⁻¹)	接油量 / (L · d ⁻¹)
方案 1	1(0.4)	1(0.4)	1(0.4)	0.51	12.24
方案 2	2(0.6)	1(0.4)	2(0.6)	0.78	18.72
方案 3	1(0.4)	2(0.6)	2(0.6)	0.48	11.52
方案 4	2(0.6)	2(0.6)	1(0.4)	0.84	20.16

集油装置采用普通铁板制作,材料易得,可修旧利废,且铁板质量轻,易操作,焊接简单方便。集油装置采用底面开口,在中间设置集油槽,润滑油飞溅至集油槽后由油出口连接管连接至注油器,集油装置结构见图 3。

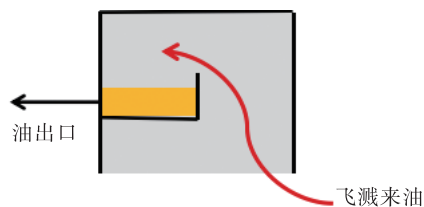


图 3 集油装置结构

采用内带钢丝的透明胶管作为集油装置到注油器管线的连接材料,透明胶管材料具有可观察润滑油流动情况、耐腐蚀性强、材料来源广等优点。

2016 年 5 月,中国石油塔里木油田公司开发事业部桑南天然气处理站加工制作了方形铁盒,将方形铁盒安装到伴生气压缩机 A 的曲轴箱盖板处,并进行振动检测,安装后机组稳定性好,震动小,经现场测定震动值为 $5.7 \sim 8.5 \text{ mm/s}$,比 GB/T 7777-2003-T《容积式压缩机机械振动测量与评价》^[11]规定的值 18 mm/s 小。随后进行了机组曲轴箱集油器到注油器管线的连接,润滑油可目视,润滑油可在管线里充满,能连续流动。改造完成后,对供油装置实际接油量进行测定,测试供油装置到注油器接液量为 700 mL/h ,换算液量为 16.8 L/d ,比《ZTY 470 压缩机操作手册》规定值 12.96 L/d 大^[12],满足要求。

3 实施效果

改造后的伴生气压缩机 A 运行 6 个月机组各项参数正常,润滑油满足润滑要求,未出现往复压缩机无油流停机^[13]、注油器滤网堵塞等现象^[14],且润滑油化验正常^[15]。

新制作的供油装置能使曲轴箱润滑油被利用,且供油量满足需要。根据每个动力缸消耗 4.32 L/d 计算,曲轴箱内润滑油 23 d 将会完全自动更新一次,避免了定期更换曲轴箱内润滑油,减轻了维护工作量。查询润滑油消耗台账,截止 2016 年 12 月底,伴生气压缩机 A 同比节约润滑油 600 L 。目前天然气处理站 4 台往复压缩机均已使用该技术,经过计算经济效益可达 15 万元/a 。

4 结论

通过对压缩机润滑油系统消耗的研究,制作了新型曲轴箱供油装置,在基本不增加操作成本的条件下对天然气处理站压缩机润滑油系统进行技术改造,改造后压缩机运行安全平稳。使润滑油能自动更新,减少了油品

消耗,降本增效显著,创造性地解决了实际生产中的问题,取得了较好的经济效益,达到了预期效果,可推广使用。

参考文献:

- [1] 唐俊杰. 润滑油的变质与更换[J]. 石油商技, 1999, 17(5): 18-23.
Tang Junjie. Deterioration and Change of Lubricant Oils [J]. Petroleum Products Application Research, 1999, 17(5): 18-23.
- [2] 王 军, 姜斯平, 廖祥兵. 燃烧室内润滑油消耗影响因素的研究[J]. 农业机械学报, 2001, 32(5): 16-18.
Wang Jun, Jiang Siping, Liao Xiangbing. Research on the Factors Influencing Lube Oil Consumption in Combustion Chamber [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery, 2001, 32(5): 16-18.
- [3] 刘春阳, 肖 刚, 贾严刚, 等. 提高压缩机润滑油使用效率的措施[J]. 油气储运, 2009, 28(11): 50-51.
Liu Chunyang, Xiao Gang, Jia Yangang, et al. Measures to Increase Service Efficiency of Compressor Lubricant [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2009, 28(11): 50-51.
- [4] 陈成槐. 连通器中液面高度差的探讨[J]. 丽水师专学报, 1997, 19(5): 70-71.
Chen Chenghuai. Discussion on the Height Difference of Liquid Level in a Communicating Vessels [J]. Journal of Lishui Teachers College, 1997, 19(5): 70-71.
- [5] 师忠秀, 蔡明正, 程 强. 平面连杆机构的杆组法运动分析及仿真[J]. 青岛大学学报(工程技术版), 2003, 12(4): 22-26.
Shi Zhongxiu, Qi Mingzheng, Cheng Qiang. A Computer Aided Design for the Motive Analysis of the Linkage Mechanism [J]. Journal of Qingdao University (Engineering & Technology Edition), 2003, 12(4): 22-26.
- [6] 陈通励, 林慧超. 高速离心泵飞溅润滑方式原理分析[J]. 石油化工设计, 2013, 30(4): 33-34.
Chen Tongli, Lin Huichao. Principle Analysis of Splash Lubrication of High Speed Centrifugal Pumps [J]. Petrochemical Design, 2013, 30(4): 33-34.
- [7] 刘宏杰, 李 杰, 郑孝军, 等. 大型活塞式压缩机传动机构润滑系统改造[J]. 液压与气动, 2011, (2): 65-67.
Liu Hongjie, Li Jie, Zheng Xiaojun, et al. The Reformation of Transmission Mechanism Lubrication System for Large-Scale Piston Compressor [J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics, 2011, (2): 65-67.
- [8] 张育丹. 浅谈关联矩阵法在生产设备更新中的应用[J]. 科技创新导报, 2014, 11(29): 62-63.
Zhang Yudan. Application of Correlation Matrix Method in the

- Production of Equipment Update [J]. Science and Technology Innovation Herald, 2014, 11 (29): 62-63.
- [9] 樊钢, 朱江, 赵瑞, 等. 正交实验法在测绘中的应用[J]. 测绘信息与工程, 2002, 27(4): 27-29.
- Fan Gang, Zhu Jiang, Zhao Rui, et al. Application of the Vertical Experimentation to Surveying and Mapping [J]. Journal of Geomatics, 2002, 27 (4): 27-29.
- [10] 陈慧贞. 工程数理统计[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1987.
- Chen Huizhen. Engineering Mathematical Statistics [M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 1987.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 容积式压缩机机械振动测量与评价: GB/T 7777-2003[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Measurement and Evaluation of Mechanical Vibration of Displacement Compressors: GB/T 7777-2003 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2004.
- [12] 四川石油管理局成都天然气压缩机厂. ZTY470 压缩机操作手册[Z]. 成都: 四川石油管理局成都天然气压缩机厂, 2004.
- Chengdu Natural Gas Compressor Plant of Sichuan Petroleum Administrative Bureau. Operation Manual of ZTY470 Compressor [Z]. Chengdu: Chengdu Natural Gas Compressor Plant of Sichuan Petroleum Administrative Bureau, 2004.
- [13] 赵波. 压缩机频繁无油流报警停机分析与处理[J]. 石油化工设备, 2011, 40(增刊1): 91-93.
- Zhao Bo. Shut-down Analysis and Measure Taken for Frequent Non-Oil Alarm [J]. Petro-Chemical Equipment, 2011, 40 (Suppl 1): 91-93.
- [14] 郑能伟. 300 MW 机组回油滤网堵塞导致主油箱油位下降原因分析及处理[J]. 四川电力技术, 2011, 34(5): 92-94.
- Zheng Nengwei. Reason Analysis on Decline of Main Oil Tank Level Caused by Blockage of Returned Oil Strainer of 300 MW Unit and Its Treatment [J]. Sichuan Electric Power Technology, 2011, 34 (5): 92-94.
- [15] 陈磊. 气体压缩机润滑系统的使用及维护[J]. 科技与企业, 2012, (20): 281.
- Chen Lei. The Use and Maintenance of the Lubricating System for Gas Compressor [J]. Science-Technology Enterprise, 2012, (20): 281.

国家进一步规范能源领域标准化管理工作

2019年5月14日,国家能源局官网发布关于印发《能源标准化管理办法》及实施细则的通知。通知表示,为进一步规范能源领域标准化管理工作,根据《中华人民共和国标准化法》及相关法规,结合能源领域实际情况,国家能源局修订形成了《能源标准化管理办法》《能源行业标准管理实施细则》和《能源行业标准化技术委员会管理实施细则》。

《能源标准化管理办法》所定义的能源标准化包括石油、天然气、页岩气、煤炭、煤层气/煤矿瓦斯等十大范围,在明确能源标准化工作任务和职责的同时指出,没有国家标准而又需要在能源行业内统一的技术和管理要求,可制定能源行业标准;鼓励能源相关行业学会、协会、商会、联合会等社会团体制定高于推荐性标准相关技术要求的团体标准。同时,明确了中国石油天然气集团有限公司、中国石油化工集团有限公司、中国海洋石油集团有限公司等15家企业或组织为能源领域行业标准化管理机构。

根据《能源行业标准管理实施细则》,能源行业标准分为强制性标准(工程建设类标准)和推荐性标准,并提出制定能源行业标准要以构建清洁低碳、安全高效的能源体系,推进能源生产和消费革命的需求为导向,重点突出、科学合理;要与产业政策、行业规划相互协调,促进产业升级、结构优化等。同时明确,任何政府机构、行业社团组织、企事业单位和个人均可提出能源行业标准立项申请,行业标准由标准技术归口单位组织起草。

《能源行业标准化技术委员会管理实施细则》明确该细则适用于石油、天然气、页岩气、煤炭、煤层气/煤矿瓦斯、电力(常规电力)、炼油、煤制燃料等能源领域行业标委会的构成、组建、换届、调整、撤销和监督管理,同时明确了行业标委会的工作职责、人员规模等内容。

(曾妍 摘自中国石油网)