

降低天然气压缩机单位能耗的研究

胡 勇¹ 刘永明¹ 李自怀¹ 曾其信¹ 李 哲¹ 邝志文²

(1. 中国石油塔里木油田分公司开发事业部; 2. 中国石油塔里木油田分公司天然气事业部)

摘 要 文章以探索提某站 4 台伴生气天然气压缩机组运行时效作为研究目的, 针对压缩机组运行过程中出现的机组排量低、运行参数偏离设计值等问题开展研究, 采取调整余隙和增大动力缸上止点时燃烧室容积等措施, 实现机组提高处理量、降低单位能耗的目的, 在为企业节省生产运行成本的同时, 实现节能减排。

关键词 天然气 压缩机组 振动 能耗

中图分类号: TE08

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2011)05-0043-02

0 引 言

某作业区某站油气处理站 4 台 ZTY470MH15×12×6.75 伴生气天然气压缩机组, 目前运行时间已经超过 2×10^4 h, 机组性能严重下降, 运行效率降低, 单台机组一级处理量约 4.6×10^4 Nm³/d, 因为二级补气无法进入机组, 二、三级处理量均为 4.6×10^4 Nm³/d, 机组一级负荷因子为 76.7%, 二、三级负荷因子为 57.5%, 负荷因子相对较低, 导致处理单位体积天然气的能耗大幅度上升、温室气体排放量增大, 不符合节能减排的要求^[1]。

1 调整前机组运行情况

◆ 因机组振动较大制约了机组转速的提高

3 台机组运行时, 1 台机组备用, 调整之前, 机组设定运行转速为 360 r/min, 机组振动较大, 机组压缩端余隙缸处于最外端, 即余隙处于最大位置。

◆ 机组运行参数不合理

机组运行时, 通过现场机组参数记录分析, 3 个压缩缸之间温差较大, 一、三级排温较二级高出 20~30℃, 此工况下运行对机组特别是活塞杆、活塞环、气阀阀片寿命影响较大。通过机组排压计算得出一、二、三级压缩比分别为 3.68、2.17 和 3.58, 三级压缩比分配不合理^[2]。

2 原因分析

◆ 机组振动大

机组额定转速为 440 r/min, 当前运行 360 r/min, 实际转速为额定转速的 81%, 相对较低, 之前曾尝试过提高机组转速以达到提高处理量的目的, 但

因机组转速提高后机组振动过大而放弃, 经过现场观察和振动检测数据分析, 发动端振动值远高于压缩端, 机组振动主要来源于机组的 3 个动力缸。

◆ 机组运行参数不合理

通过机组排压计算得出, 一、二、三级压缩比分别为 3.68、2.17 和 3.58, 不符合压缩机三级中各级压缩比尽可能相同的原则。通过上面机组各级排量的分析可以看出, 各级压缩比失调的主要原因是因为二级补气没有进入机组, 二级入口进气量不足, 二级排压达不到设定值所致^[3]。

3 调整措施

◆ 降低机组振动以提高机组转速

调整之前机组转速 360 r/min, 因转速提高后机组振动过大导致转速无法上提, 因此, 必须降低机组高转速状态下的振动。

利用机组进行大修的契机, 通过在动力缸装配时作出相应调整, 增大死点时燃烧室的容积, 即在安装活塞时比以前多旋进 1 mm, 适当降低机组爆发力而又不至于使机组功率损失过大来降低机组在高转速下的振动。

◆ 调整机组余隙量以提高处理量及优化运行参数

在目前余隙量的配比下, 一级排压在 0.91~0.94 MPa。于是决定将一、二级余隙活塞旋进, 一级余隙量从 177.8 mm 调到 50.8 mm, 二级余隙量从 177.8 mm 调到 25.4 mm, 保证一级调整量小于二级调整量, 达到在增加机组处理量的同时, 保证一级排压有所降低的目的。通过多次调整, 最终使一级排压降低 0.85~0.90 MPa, 二级补气顺利进入机组, 提高了各级排量, 同时由于二级补气的进入, 填补部分二

级进气量的不足,达到提高机组处理量和优化运行参数的目的^[4]。

4 取得的效果

◆ 降低机组振动

发动机振动平均降低 10 μm ,压缩机处理量提高近 30%。

2010 年 1 月 29 日对压缩机动力缸振动进行测量,结果见表 1。

表 1 某站伴生气压缩机调整前后动力缸振动测量

转速/(r/min)			360	380	360	380
			调整后		调整前	
压缩机动力缸振动 / μm	1 [#]	Z	88	92	103	88
		X	120	139	155	159
		Y	61	67	103	91
	2 [#]	Z	69	72	78	83
		X	126	136	164	130
		Y	86	84	82	92
	3 [#]	Z	89	88	83	92
		X	150	150	147	156
		Y	83	83	80	87
平均值			99		110	

注:活塞运动方向为 X;竖直方向为 Z;横向水平方向为 Y。

从表 1 可以看出,调整之后,机组动力缸振动值有所降低,振动平均值从 110 μm 降到 99 μm 。由于振动降低,日常运行情况下,机组转速可以在 380~390 r/min 而振动值不至于过大。

在 2 台机组运行的状态下,一级进气量达到 5000 Nm^3/h 才放空,折算到 3 台机组运行状态下,一级进气量达到 7500 Nm^3/h 才放空,加上二级补气量在 170 Nm^3/h ,3 台机组运行处理量总共可以达到 7755 Nm^3/h ,即达到 $18.6 \times 10^4 \text{ Nm}^3/\text{d}$,相比于调整前的处理量 $14.4 \times 10^4 \text{ Nm}^3/\text{d}$,机组处理量提升到原来的 129.2%,单台机组处理量达到 $6.2 \times 10^4 \text{ Nm}^3/\text{d}$,处理量提高近 30%,其中一级负荷因子从 90%提高到 100%,二、三级负荷因子从 70%提高到 78%^[5]。

◆ 机组运行参数得到优化

某站伴生气压缩机调整前后运行参数对比情况见表 2。

由表 2 可以看出,通过调整,机组参数得到优化,调整后,一级进气压力、一级排气压力、二级排气压力、二级压缩比都达到了设计范围,运行参数均在设定值范围内,运行参数趋于合理。

表 2 某站伴生气压缩机调整前后运行参数对比

项 目	调整前	调整后	设计参数
一级进气压力/MPa	0.25	0.20	0.15~0.25
一级排气压力/MPa	0.92	0.89	0.65~0.9
二级排气压力/MPa	1.91	2.64	2~3
三级排气压力/MPa	6.85	6.94	6~7.15
转速/(r/min)	361	376	440
一级压缩比	3.68	3.56	2.5~4
二级压缩比	2.17	2.96	2.5~4
三级压缩比	3.58	2.63	2.5~4

◆ 单位天然气处理能耗降低

某站伴生气压缩机调整前后单位能耗对比情况见表 3。

表 3 某站伴生气压缩机调整前后单位能耗对比

项目	处理量/ ($10^4 \text{ Nm}^3/\text{d}$)	燃气消耗量/ ($10^4 \text{ Nm}^3/\text{d}$)	单位能耗
调整前	4.6	0.42	0.091
调整后	6.2	0.42	0.068

由表 3 可以看出,调整后压缩机组处理单位天然气能耗比调整前降低了 25.3%。

5 结束语

随着天然气应用范围的日益广泛,天然气需求量也不断增加,压缩机作为天然气输送增压的关键设备,其效能高低直接影响增压过程中天然气的自耗量。提高压缩机效率,降低天然气压缩机单位能耗的研究和探索,起到良好的效果,可以为类似问题提供参考借鉴^[6]。

参考文献

- [1] 张义勇,彭凌刚,马中皇,等.天然气处理站节能减排措施研究与应用[J].油气田环境保护,2010,20(S1):29-31.
- [2] 张勇.往复式天然气压缩机节能降耗浅析[J].通用机械,2009,8:33-36.
- [3] 梁永智.优化过程设备的运行[J].石油化工设备技术,2005,1:23-24.
- [4] 孙付伟,桑俊勇,王发辉.往复式制冷压缩机增效改造设计的试验研究[J].河南理工大学学报(自然科学版),2008,4:429-432.
- [5] 侯国安,崔艳宏.往复式压缩机的维修方法及技巧[J].石油与化工装备,2010,11:65-66.
- [6] 张凤群,董深根,曾杰.油田天然气企业节能减排管理实践与探索[J].环渤海经济瞭望,2010,5:57-60.

(收稿日期 2011-07-15)

(编辑 王 薇)