

兰州输气分公司索拉压缩 机组故障原因统计分析及改进措施

杜景涛（国家管网集团西部管道兰州输气分公司，甘肃 兰州 730070）

摘 要：压缩机组时长距离输气管道的关键设备，其安全平稳运行直接关系到管道天然气的输送。本文就故障类型分析兰州输气分公司所辖索拉机组故障情况，并有针对性的提出改进措施，以预防和介绍机组故障，达到提高机组可靠性目的，进一步完成机组系统提升目标。

关键词：索拉机组；故障类型；分析；改进措施；提升可靠性

1 概述

兰州输气分公司目前所辖压气站包括涩北压气首站、羊肠子沟压气站、乌兰压气站、湖东压气站、河口输气站，共管理机组计 13 台，全部为索拉燃气轮机驱动的压缩机组。随着下游用气量的不断增加，分公司输气任务越来越重，设备检修、故障处理允许的停气时间也更加紧张，同时，与气田、下游用户的密切配合和协调更加重要。在这种形势下，保证全线压缩机组安全平稳运行，降低压缩机组故障率，提高压缩机组的可靠性显得尤其重要。本文将对兰州输气分公司投产以来发生的故障进行统计分析，找出发生故障的规律并且提出改进措施，以提高机组可靠性。

1.1 机组基本信息

兰州输气分公司所辖压缩机组包含 solar 金牛星 70 机组 3 台，单台装机功率 7690kW，截至 2022 年 8 月总运行时间 109314h；solar 大力神 130 机组 9 台，单台装机功率 15290kW，截至 2022 年 8 月总运行时间 237690h；solar 金牛星 60 机组 1 台，单台装机功率 5330kW，截至 2022 年 8 月总运行时间 49382h。

1.2 各站运行时间统计分析

根据基本信息表，自投产以来涩北压气首站运行时间最多为 109314h，占总运行时间的 27.58%；羊肠子沟站运行时间为 99280h，占总运行时间的 25.05%；乌兰压气站和湖东压气站运行时间基本持平，分别为 68059h 和 70351h，各占总运行时间的 17.17% 和 17.74%；河口站运行时间最少为 49382h，占总运行时间的 12.46%。

2 压缩机组主要故障统计以及原因分析

2.1 故障统计

为了更好的了解兰州输气分公司索拉机组的故障

情况，分析统计 2005 年至 2022 年故障，并进行分类分析。故障情况统计如表 1：

表 1 兰州输气分公司压缩机组故障情况统计

故障来源	故障序号	故障类型	故障类型说明	故障数	所占比例	合计	备注
辅助设备故障	1	外供电故障	发电机故障、外电停电、外电缺相	67	30.88%	102	
	2	电气设备故障	空冷器、油冷器电机等	11	5.07%		
	3	工艺设备故障	工艺运行、防喘阀、工艺阀门	24	11.06%		
机组本身故障	1	启动系统故障	启动马达、启动气切断阀	1	0.46%	114	
	2	燃料系统故障	一二次切断阀、燃料控制阀	8	3.69%		
	3	空气系统故障	燃烧空气、箱体通风、仪表气	17	7.83%		
	4	润滑油系统故障	主油泵、直流泵、交流泵	6	2.76%		
	5	电气、控制系统故障	UPS 故障、PLC 故障、仪表传感器	50	23.04%		
	6	火灾系统故障	火灾控制盘	2	0.92%		
	7	压缩机故障	压缩机本体、干气密封	12	5.53%		
	8	误报警	机组误报警	18	8.29%		
操作人员	1	误操作	人员误操作	1	0.46%	1	
	合计			217	100.00%		

根据表中数据绘制饼状图（见图 1）。

对以上故障原因进行分析，可以得出以下结论：外电原因导致停机 67 次，占全部停机次数的 31%；电气控制系统故障造成停机 50 次，占全部停机次数的 23%；工艺设备故障造成停机 24 次，占全部停机次数的 11%；误报警和空气系统造成停机各为 17 次和 18 次，均占比 8%；压缩机故障 12 次，占比 6%；

电气设备故障 11 次，占比 5%；其他故障共占比 7%。

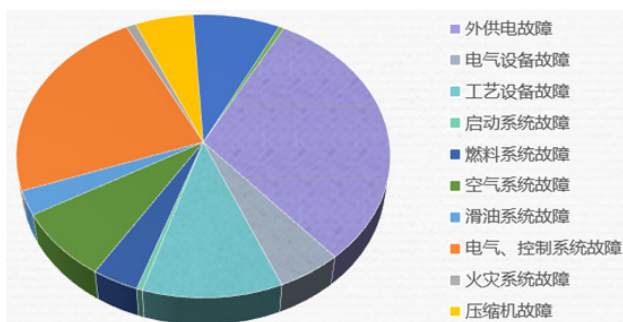


图 1 兰州输气分公司压缩机组故障情况统计

2.2 故障原因分析

2.2.1 投产后市电不稳定，造成故障停机

涩北首站 2012 年之前无市电供应，生产用电全部依靠发电机发电。发电机发电可靠性低，一旦发电机故障停机，就会导致压缩机组停机。从 2006 年至 2012 年，涩北首站因发电机故障导致压缩机组停机多达 12 次，2012 年 11 月市电投入运行以来，此故障几乎没有发生。

另外，由于市电出现闪停等故障时会自动切换到发电机运行，前期由于切换时间较长，造成切换中机组停机。2014 年，经过发电机改造以及机组程序修改，大大避免了此类故障发生。

2.2.2 前期施工质量不达标

在电气、仪表、信号干扰出现错误时，在每次处理问题过程中总结发现大多数是接线错误、接地不合格，以及现场存在电缆没有紧固、虚接、线路绝缘层受损等现象，这些问题都会导致信号失真、丢失，从而导致压缩机组停机。

施工中接地不规范，通常会降低控制系统的可靠性，杂波干扰信号经常造成 PLC 通信通道故障、模块损坏，雷击时电流窜入仪表控制系统，造成压缩机组误报警停机或者设备损坏。

2.2.3 设备零部件发生机械故障

2.2.3.1 设备零部件长期服役，易疲劳、不灵敏

由于压缩机组长期运行，零部件容易疲劳。例如出现“启动压缩机组时出现阀检未通过”报警，正是由于燃料一、二次阀长期运行以来，频繁开关动作，导致阀门开关不灵敏，于是出现上述报警。

2.2.3.2 设计、安装有缺陷，导致设备易损坏

例如出现“压缩机组启动马达齿轮箱振动高报警”，检查发现离合器损坏。经过分析认为：压气站

投产调试阶段，需要对压缩机及其附属管线进行反复充压和吹扫，此处气体放空压力过高（通常为 4MPa）。由于启动马达的排气端与高压放空管线连接在一起，每次启动时马达的排气段承受很高的背压，多次的冲击导致离合器损坏。之后修改了放空管线，没有出现此类报警。

2.2.4 上游天然气气质问题

虽然索拉压缩机组停机故障中，直接由于上游气质原因造成的停机在 2008 年发生了 2 次（2015 年 11 月上游气田来气含水量高，涩北压气首站及时发现后停运了压缩机组，没有造成其他影响和后果），但是 2008 年由于上游来气含水量高，导致两台机组干气密封全部失效，经济上造成了很大的损失。

2.2.5 恶劣环境影响

涩北压气站大部分站场处于高原地带，尤其涩北压气首站周围大部分是沙漠、戈壁，每年沙尘暴从 3 月份开始一直持续到 9 月份，对压缩机组空气滤芯造成严重的损坏，引发“进气过滤器压差高、箱体进气道压力损失大、箱体压力低”等报警，严重时会导致停机。

2.2.6 人员操作不当，风险识别不到位

索拉压缩机组停机故障中，由于人员操作不当导致停机发生了 2 次，说明员工理论知识匮乏，技术水平不高，在操作时没有进行全面风险识别。例如员工在调节润滑油压力时，没有考虑到箱体前门打开时间过长，箱体风扇吹进来的冷空气直接跑出箱体外面，箱体里面没有冷空气循环，导致箱体温度高停机。

2.2.7 工程改造施工过程不规范

在故障停机分析中，其中出现了 4 次燃料气调节阀故障，都是由于燃料气调节阀出现了阀检不通过的情况。通过排查，发现进行燃料气管路改造时，由于改造完成后吹扫不彻底造成主燃料阀关闭不严，出现阀检故障。

2.2.8 附属转动设备检修不到位

2016 至 2022 年，出现了 6 次附属转动设备的故障，包括油冷器电机、空冷器电机以及箱体通风系统电机故障。通过拆解电机发现，电机线圈或轴承出现不同程度的损坏。由于附属转动设备注润滑脂不规范，电气设备维检修不到位造成了机组出现故障。

3 处理故障措施

根据对压缩机组运行中出现故障进行研究分析，结合实际情况及以往的运行经验，从以下几方面解决

问题,以便提高压缩机组稳定性。

3.1 增加发电机等附属设备自控功能

为了避免停电造成压缩机组停机,从2013年开始,涩宁兰输气管道压气站陆续接入市电,将市电作为主用电源,发电机为备用电源,并在高压环网柜上加装自动送电继电器防止停机(以前高压环网柜重新送电时需要人工手动合闸,耗时过长会造成压缩机组停机)。

与索拉技术人员交流,根据压缩机组运行安全规定,将压缩机组停电延时设定为最长35s,防止市电停电后,发电机有足够的时间启动带载,可以大大减少停机次数。

对于空压机等附属设备,增加自行启动功能。由于停电后空压机随之停机,来电后也不能自行启动,需要人员现场启动,有了自启动功能,停电、来电时空压机都能自行启动,避免压缩机组停机。

3.2 做好施工监督检查、验收等工作

加强施工管理,在电气、仪表方面,站场人员要去现场认真检查,确保接线紧固、无虚接,仪表系统接地要分为保护接地和工作接地,要符合规范要求。

在压缩机组安装调试阶段,站场人员要跟随厂家人员参与调试,把好安装调试这一关,做好验收工作,避免安装调试时存在问题影响到压缩机组日后的正常运行。

3.3 修改完善设备缺陷

在运行中发现设计存在缺陷时,与设备厂家或设计部门进行沟通,填写申请变更,提出科学合理的解决办法,保证各设备符合实际运行要求。

3.4 提高压缩机组维检修质量

改变以往机组检修模式,在各站自检自查的基础上结合公司压缩机系统提升劳动竞赛方案,实施机组“健康体检”承包责任制,以新检修模式开展机组“健康体检”。选拔各压气站优秀副站长带队,由压缩机兴趣小组、技能骨干等组成专业体检小组,充分调动骨干人员和优势技术力量,集中时间、统一标准开展维检修作业,执行全线机组每年一次高标准综合体检工作,改变了以往以站队为主体的4K、8K例行维护保养。

集中开展空冷器、油冷器、箱体通风等附属转动设备及空压机各部件的拆解维修,消除附属转动设备故障隐患;深入分析电气系统故障,将机组UPS、MCC、附属设备电动机纳入春秋检,细致开展线缆、

端子、触点等的检修;编制专项检查方案,对照机组仪表接线图核查每个回路,发现并解决虚接或接线与图纸不符问题12项,减少机组因接线问题造成的非计划停机与故障报警;以设备同寿命管理为基础,建立大数据管理档案,将维检修履历与现场零部件相结合,提前更换到达预定运行时间的零部件并现场标注使用维修情况,为机组零部件维保定标、备品备件定额提供数据支持;制定标准化机组体检流程,做到机组的体检内容统一、体检标准统一、体检流程统一、验收标准统一等“四个统一”。

3.5 与上游单位及时沟通,严密监控各项参数

与上游来气单位及时沟通,了解气质情况,并对本单位水露点等关键参数严密监控,加强压缩机组巡检力度,若发现参数异常,及时申请上级调度切换压缩机组运行方式,停机处理异常情况。

3.6 统筹计划,合理调用易损备件

面对恶劣的环境,做好压缩机组易损备件储备工作。借助公司物资辅助系统,查询易损备件库存数量,当需要更换时及时借调;若公司范围内没有该项物资时,提前上报物资需求计划,方便公司统一采购,确保压缩机组常用零部件损坏后能够及时更换,实现“防患于未然”的压缩机组运行管理目标。

提前部署下一年压缩机组重大维检修作业,提前上报机组大修备品备件,梳理大修工器具,保证最短的时间内完成大修任务以及各项维检修作业,提高机组可用率。

3.7 组织专业技术培训,提高操作人员技能水平

公司组织一些有关压缩机组专业知识培训,提高基层员工的技能水平。由于输气管道基层站场大多数远离公司,社会依托差,当生产中出现问题时,难以立刻借助外界力量进行处理,必须要依靠自身的力量进行解决。有了技术水平作保障,当压缩机组等设备出现故障时,员工能够第一时间排除故障,解决问题。

4 结束语

公司输气任务逐年增加,为了能够顺利完成输气任务,压缩机组系统提升工作势在必行。通过分公司有针对性的实行一系列压缩机组系统提升措施,能够有效的减少机组非计划停机,提高机组可靠性,达到机组持续无故障运行的目标。

参考文献:

- [1] 陈瑞成,王辉.索拉压缩机组常见故障处理[J].燃气轮机技术,2014(3):66-68.