

液氧泵异常功率波动原因分析及处理

宋春峰 张 虎 马明亮

盛虹炼化连云港有限公司 江苏 连云港 222000

摘要: 每套空分装置两台工艺液氧泵, 正常运行期间, 一台高速运转, 另外一台低速备用, 随装置高负荷运行后, 高速运行液氧泵不定期出现功率波动, 主要表现为首先功率下降, 并且伴随的转速下降, 装置外送氧气流量发生大幅度波动, 持续时间5-15S后恢复, 在此期间, 氧气管线及液氧泵出口压力保持稳定, 氧气放空阀及液氧泵回流阀保持不变, 针对此问题专业进行排查分析处理。

关键词: 液氧泵; 功率; 流量

前言

该厂建设有四套生产规模为92800Nm³/h的大型空分装置, 采用林德空分专利技术, 具备自动变负荷功能; 采用液氧泵内压缩流程, 从冷箱低压塔的底部抽出液氧, 液氧的大量抽取可以保证主冷凝蒸发器液氧中碳化物、氮氧化物和其他有害杂质不积聚, 液氧经液氧泵升压后, 一部分经过冷器冷却后进入常压液氧贮槽作为液氧产品, 送入有效容积3000m³的液氧贮槽, 后备系统自动启动时, 贮槽中的液氧产品经过后备高压液氧泵升压后, 在水浴式汽化器(E7120)中汽化作为紧急情况时的后备高中压氧气产品输出, 配置液氧充车泵用于

液体充车; 另外一部分经高压液氧泵增压至5.2MPa(G)后, 经高压换热器被气化并复热后, 为煤气化装置提供59000Nm³/h高压氧气; 一部分经液氧减压阀降压至3.0MPa(G)后, 经换热器被气化并复热后, 为乙二醇装置及醋酸乙烯装置提供33800Nm³/h中压氧气, 最后为污水系统提供的1200Nm³/h低压氧气, 由中压氧气总管减压至0.6MPa(G)后输送。

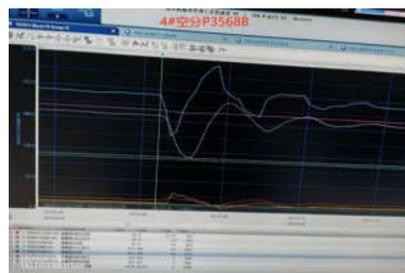
1 液氧泵功率波动情况

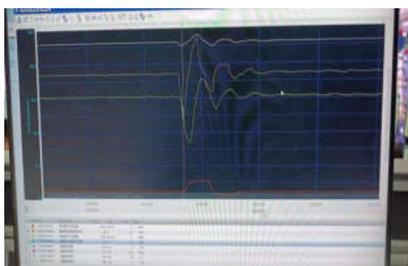
自年初空分装置工艺首次反馈液氧流程泵流量波动至今, 空分氧泵共发生波动总计24次, 四套空分均出现过波动, 各台设备波动情况统计如下表:

设备位号	电机起动导致波动的次数	电网晃电导致的波动次数	阀门操作导致的波动次数	未查明原因的波动次数	总波动次数
7810-P3588A	2	1	0	0	3
7810-P3588B	0	1	0	0	1
7820-P3588A	0	0	0	0	0
7820-P3588B	0	2	0	2	4
7830-P3588A	0	0	0	0	0
7830-P3588B	0	1	1	1	3
7840-P3588A	0	4	1	4	9
7840-P3588B	3	1	0	0	4

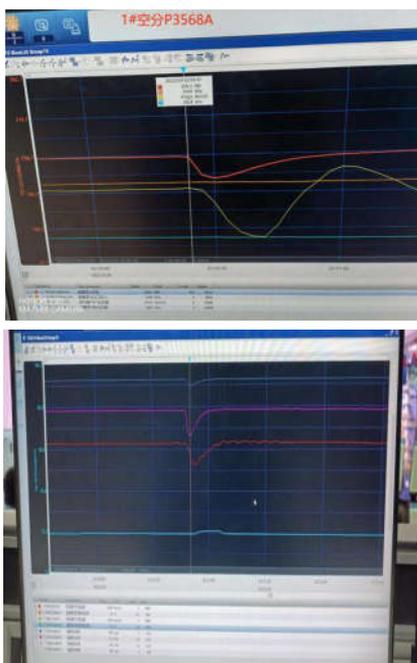
氧泵波动时通常表现为: 变频器反馈的电机转速下降, 变频器输出功率降低, 氧流量急剧下降, 不用工艺操作人员干预, 15S内恢复到波动前状态, 变频器无任何故障或事件记录; 通过排查发现, 几次未查明原因的功率波动与同套装置电机起动导致的功率波动、电网晃电导致的功率波动情况非常接近相似, 如5月9日2点50分, 公用工程运行部空分装置由于电气晃电的原因, 引起1号、4号空分工艺氧泵波动, 造成管网波动; 4号空分的工艺氧泵B功率由241KW下降至159KW, 工艺氧泵泵出

口压力由5.355MPa下降至5.271MPa, 外送高压氧流量由48000Nm³/h下降至27500Nm³/h, 如下趋势图所示:





从趋势图中可以看出，由于晃电，造成泵功率下降，同时伴随转速下降，未造成泵出口压力波动，因此泵回流阀保持稳定，后期在恢复的过程中，4号液氧泵功率频率受高压氧气流量串级控制，流量下降，控制回路提高液氧泵频率，液氧泵回流阀随之开大进行调节液氧泵出口压力，整个过程持续时间50S，未对下游装置造成波动；同时，1号空分也同步出现波动，工艺氧泵A泵功率由254KW下降至217KW，泵出口压力由5.349MPa下降至5.310MPa，外送高压氧流量由47616Nm³/h下降至27537Nm³/h，如下趋势图所示：



通过1号与4号对比，1号空分装置液氧泵频率未与装置流量投串级控制，泵出口压力基本保持稳定，因此回流阀保持稳定，整个过程持续时间16S，保持负荷稳定。

2 原因分析及排查情况

所有发生变频器输出功率波动的都是正常带载运行的液氧流程泵，低速备用的液氧流程泵未发生过变频器输出功率波动，同一套空分装置，两台液氧泵切换后，高速运行的液氧泵也出现功率波动的情况，组织各专业进行排查分析：

2.1 工艺专业进行排查，造成功率波动的原因可能是设备汽蚀原因，结合现场实际情况进行排查：

2.1.1 运行期间，液氧泵入口压差保持稳定，保持274kPa左右稳定，同时中控现场进行入口阀的阀位对照，液氧泵入口阀保持100%全开，几套空分上塔压力及主冷液位保持基本一致，同时清理了一号空分液氧泵入口滤网，检查干净无杂物，通过入口滤网的检查情况，排除入口滤网堵塞的可能性，

2.1.2 空分高速运转及惰转备用的液氧泵回流阀全部保持开度，在功率波动期间，检查未发现回流阀有动作，阀位保持稳定，排除液氧泵回流有开度造成的波动

2.1.3 通过上述5月9日的1号及4号空分同时液氧泵波动的分析，可以看出，4号液氧泵功率频率受高压氧气流量串级控制，流量下降，控制回路提高液氧泵频率，液氧泵回流阀随之开大进行调节液氧泵出口压力，而高压氧气放空阀保持开度正常开度，在功率波动期间，检查未发现放空阀有动作，同时跟系统联系，未出现加减负荷的操作变动，高中压氧气压力在功率波动期间保持稳定，而通过后期1号空分高压放空阀的波动情况可以看出，高压放空阀出现波动情况，氧气管线压力随之出现波动，液氧泵功率也会有小幅度波动，因此排除高压氧气放空阀波动而造成的液氧泵功率波动。

2.2 通过与厂家技术人员交流，称导致变频器输出功率波动的因素一般有两种，一是系统电压发生一定程度的波动，二是负载发生变化；导致变频器输出功率波动的电网晃电和其他电机启动时系统电压的跌落幅值，远未达到“欠压控制”触发条件（欠压控制仅开放投退功能，其他相关参数未开放且未能提供确切值），仅通过现象描述无法判断具体原因；导致变频器输出功率波动的历次电网晃电时的系统电压波动幅值及持续时间都较小，任何电机启动对系统电压造成都不能使系统电压超出允许范围，且每次变频器输出功率波动时变频器本身均无任何告警及异常记录，也不排除变频器本身存在问题或缺陷。

2.3 变频器厂家技术人员安装变频器监控软件，通过工程软件持续记录变频器的各项运行参数，抓取变频器输出功率波动时的运行数据，通过数据分析变频器输出功率发生波动的具体原因；

2.4 并对变频器电源电压及变频器直流电压等现场采集检测，当时变频器电源负载电源电压370V左右，设备电源符合规范及厂家说明书电压要求。变频器带载运行时的输入电压正常范围，按变频器常规配置要求电压范围波动内不应降容输出稳定运行；厂家技术人员认为存

在电压瞬时跌落/负荷突变时,该变频器负载电流突增,目前线路压降较大,输入电压瞬降变频器易启用低电压穿越功能(该型号特有功能),造成变频器输出波动。

处置措施:提高变频柜输入侧的电压,确保不低于380V;

1)目前阶段可行性措施:变频器参数调整,变频器关闭低压穿越功能,因直流电压小幅波动可以禁止变频器欠压控制器,这样就可以避免变频器直流电压小幅波动时触发欠压控制器,同时也不会造成过流故障;首先关闭一台液氧泵的低压穿越功能,观察运行一个月,未发生功率波动现象,逐台对剩余的液氧泵逐台进行参数修改。

2)后期解决措施:调整空分变压器档位,抬高400V母线电压(需停变压器),待空分装置停车后进行

操作,操作条件满足后,后期运行情况有待验证。

结论

装置高负荷运行后,高速运行液氧泵不定期出现功率波动,主要表现为功率下降,并且伴随的转速下降,装置外送氧气流量发生大幅度波动,氧气管线压力保持稳定无波动,通过修改变频器参数,观察运行期间未发生功率波动现象,针对提高变频器输入电压的措施,因目前装置正常运行期间,无法在线进行作业,待条件满足后进行操作,具体情况有待验证。

参考文献

[1]杨超,施金素 空分装置氧气产品流量波动的原因分析与处理 2022.4

[2]GB 16912-2008 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程