

# 浅谈煤气压缩机的工作原理、供电设计和电气控制

## Briefly discuss the working principle, power

## supply design and electrical control of gas compressor

刘晓飞 ( 华阳煤层气开发利用分公司, 山西 阳泉 045008 )

Liu Xiaofei (Huayang CBM Development and Utilization Branch, Shanxi yangquan 045008)

**摘要:** 近几年来, 我国燃气储配方式已经基本实现了常压、中压和高压并举。因此, 煤气压缩机在燃气储配系统中的使用率越来越高。在这种情况下, 有必要基于对煤气压缩机工作原理的了解与认知, 探索更加科学合理的供电设计与电气控制策略, 以便于提出更加先进完善的供电方案与电气控制路径。为了探明煤气压缩机的工作原理、供电设计及电气控制, 本文结合山西某煤层气储配站压缩机房及其变配电间改造工程, 对上述三个方面进行了研究与论述, 希望可以为大家带来有价值的参考。

**关键词:** 煤气压缩机; 工作原理; 供电设计; 电气控制

**Abstract:** In recent years, gas storage and distribution in China has basically realized the simultaneous development of atmospheric pressure, medium pressure and high pressure. Therefore, the utilization rate of gas compressor in gas storage and distribution system is getting higher and higher. In this case, it is necessary to explore more scientific and reasonable power supply design and electrical control strategy based on the understanding and cognition of the working principle of gas compressor, so as to put forward more advanced and perfect power supply scheme and electrical control path. In order to explore the working principle, power supply design and electrical control of the gas compressor, this paper studies and discusses the above three aspects in combination with the renovation project of the compressor room and the power distribution room of a coal bed methane storage and distribution station in Shanxi Province, hoping to bring valuable reference for everyone.

**Key words:** gas compressor; Working principle; Power supply design; Electrical control

### 0 引言

在山西某煤层气储配站压缩机房及其变配电间改造工程当中, 所采用的煤气压缩机主要由机身、曲轴、活塞、2个互为直角配置的气缸、气阀及中冷器等部件共同构成; 其电动机驱动为380V低压防爆设备; 外加通过曲轴连杆机构实现曲轴的回转运动, 使煤气在气缸内周而复始地按照膨胀、吸气、压缩和排气这四个步骤进行流动。

由于煤气压缩机当中的天然气、煤层气中的甲烷、焦炉煤气中的氢气均属于易燃易爆物理, 所以其内部电动机需要具备防爆功能, 或者直接形防爆式电动机。目前, 受电电压为380V、电动机容量 $< 200\text{kW}$ 的煤气压缩机使用率最高<sup>[1]</sup>。

### 1 煤气压缩机的工作原理

在本改造工程中, 煤气压缩机的主要作用是先吸入储气柜当中的煤层气, 之后再对其进行加压, 最终使加压之后的煤气通过管网设备进行远距离输送, 为广大城市居民和工商业企业提供燃气供应。通过煤气压缩机的工作原理可以看出, 其自身的电气控制系统需要具备较

强的安全可靠性能。只有这样, 才能确保设备的正常运转, 使煤气输配系统的稳定运行获得必要保障<sup>[2]</sup>。

### 2 煤气压缩机的供电设计

在压缩机的供电设计中, 供电电缆选择和供电保护断路器选择是两非常重要的方面。通常情况下, 低压防爆电动机采用的是隔爆型三相交流异步电动机。为了确保此类电动机符合星三角启动要求, 在其出厂配置中特别设置了2个进线口。

在本改造工程设计方案当中, 电缆除了需要满足载流量、经济性、电压损失、机械强度等各项需求以外, 还需要依据GB50217-2007附录C、表C.1.0.3当中的数据标准、规范要求以及相关算法计算出高压侧系统阻抗、变压器阻抗、母线槽阻抗、电缆阻抗等器件阻抗等参数<sup>[3]</sup>。只有这样, 才能确保设计方案的科学合理性与规范性。在这个过程中, 设计人员还需要考虑如何提高施工过程中的方便性、合理性与可靠性。在确保改造工程质量的同时, 使改造成本得到有效控制。

在本次改造工程中, 由于无法确定高压侧电气系统参数, 故假设高压侧短路容量 $SS=300\text{MVA}$ 。并且依据

事先计算出来的改造后负荷需求,决定采用异地重建变配电间,将其设计成为2台1000kVA变压器同时工作;变压器连接组为DYn-11,其负载损耗为8.755kW,阻抗电压为6。

为了确保改造工程的实际性能满足未来发展需求,变压器低压出线端至0.4kV进线柜之间的这段线路,决定采用额定电流这2500A,长度为10m的封闭式母线槽;至煤气压缩机的电源电缆,决定采用交联聚乙烯绝缘电源和四等芯电缆。设计人员依据改造之后的负荷计算结果,采用让2台1000kVA变压器在异地重建变配电间同时工作。针对其他参数,做出如下设定:配电回路低压断路器的基本参数为壳架电流为400A;额定电流为350A;额定运行短路分断能力需大于或等于35kA;当取380V、50Hz、160kW电动机满载时 $I_e=303A$ ;设计人员决定采用电机软启动器进行降压启动,启动是电流为 $4I_e$ ;瞬时过电流脱扣器的整定电流为 $10I_n$ 。设计人员还针对此整定电流进行了校验,确认该整定值可以满足低压断路器对于动作灵敏性要求<sup>[4]</sup>。

### 3 煤气压缩机的电气控制

对于煤气压缩机的电气控制而言,需要结合压缩机对润滑油、冷却水、进出气的温度、压力等工况,对压缩机电机进行科学合理的控制。为了确保压缩机的正常运转,必须针对启动压缩机之前和压缩机运行过程中的油、水、气等各介质因素进行全面细致的考虑,并且对其进行信号采集、信号变换以及信号输出。

在本次改造工程当中,要求煤气压缩机气缸和冷却器的排水温度低于 $40^{\circ}C$ ,水压 $>0.15MPa$ ,循环油压介于 $0.15-0.3MPa$ 之间,机身油温低于 $70^{\circ}C$ 。只有同时满足上述要求,才能减少煤气压缩机故障,确保其稳定可靠运行。在煤气压缩机的电气控制模式方面,通常采用“机旁+配电间+控制室”三地控制模式,该模式可以有效满足调试、检修、运行等多种控制需求。

其中,在机旁控制中,需要控制箱完成信号联络、控制与显示等工作。除此之外,还需要通过压力变送器完成现场压力信号的采集、变换、传输等工作。为了确保煤气压缩机的正常运行,会给机旁控制箱上安装用于测量一、二级排气压力、润滑油压力、冷却水压力的仪表设备。之后,再将这些压力信号通过压力变送器转换成标准的DC24V、4-20mA电信号,将此信号传输至控制室的压力巡检仪当中,由巡检仪对其进行逻辑判断,最后依据判断结果决定是否输出报警或者联锁停机指令。由于煤气压缩机的配电设备和启动设备均安装在配电间内,所以上述设备适合统一设计、统一订货、统一安装<sup>[5]</sup>。

通常情况下,煤气压缩机的功率较大,这就需要电机在启动过程中进行降压启动。然而,随着我国电子技

术、微处理器技术、现代控制理论技术以及智能化技术的全面发展,那些自带可视窗口、通讯联络功能及设置调节参数的智能压缩机得到了广泛应用。

对于智能煤气压缩机而言,其软启动器、变频器的启停控制可以通过中间继电器或者马达控制器的无源接点进行智能化控制。在煤气压缩机正常运行的过程中,其电机启动优先权应放在机旁操作箱这一环节当中,但各项控制操作均应在控制室完成。

为了避免煤气压缩机的突然启动可能对各相关位置或者机旁人员造成安全方面的威胁,应在三地之间专门设置一个启动联络信号。本次改造工程的煤气压缩机控制方案当中,先由控制室操作人员通过操作转换开关同时向配电间、机旁发送启动信号;当配电间、机旁工作人员接收到启动信号之后,再通过操作按钮进行应答;在此环节中,机旁工作人员需将启动优先权利转让给控制室。这就意味着控制室同时接收到两地将转换开关调整至启动预告位置的允许,进而启动压缩机。鉴于控制室和配电间不能直接观察到电动机的运行状况,为了消除这一屏障,电气控制设计人员在控制室和配电间处设置了一个指示电动机工作状态的灯光信号。当电动机启动完毕后,启动信号灯便可以自动熄灭。此时,需要控制室操作人员复位,启动预告转换开关,为下一次正式启动操作做好准备工作<sup>[6]</sup>。

### 4 结语

煤气压缩机驱动电动机功率需要根据应用场合和实际需求而定,所以不同场合的煤气压缩机,其配电控制方案也存在一定的差异。在考虑针对煤气压缩机供电设计方案,除了考虑主机压力温度因素以外,还要同时考虑到辅机及其配套机组的工作状态。尤其在涉及到多机组联动时,还要采取有效措施避免对供电网络造成各种不利影响。总之,设计方案要同时兼顾到人员安全、设备运行安全和供电网络安全等关键要素,确保设计方案的科学合理性与先进性。

### 参考文献:

- [1] 马庆涛. 燃气蒸汽联合循环发电技术的研究与应用 [J]. 通用机械, 2016(02):23-25.
- [2] 柴晓慧. 探讨往复式煤气压缩机的维护保养和故障分析 [J]. 压缩机技术, 2016(06):58-60.
- [3] 石磊. 包钢煤气压缩机故障分析与处理方法 [J]. 包钢科技, 2014,40(03):62-65.
- [4] 李影. 浅谈煤气压缩机可靠运行与故障排除方法 [J]. 科技情报开发与经济, 2008,18(34):212-213.
- [5] 蔡勇, 毛新玲. 4LW-12/10型煤气压缩机控制回路改造 [J]. 新疆钢铁, 2004(02):27-28.
- [6] 蒋苏生. 燃用高炉煤气的150MW联合循环发电机组 [J]. 华东电力, 1996(07):23-27.