

卡特彼勒 G3520C 燃气发动机“爆震”原因分析及处理

胡殿贵（沁水晋煤瓦斯发电有限公司，山西 晋城 048205）

摘要：瓦斯发电显著的经济效益和社会效益，促进了往复式内燃发电机组不断发展。在运行过程中常遇到各种类型的爆震现象，本文对于卡特 G3520C 燃气发动机“爆震”原因进行分析，指出了造成爆震的原因，并结合燃机发动机的特点，提出了相应的处理方法，以减少机组爆震为主要目标，提高了机组的运行稳定性。

关键词：燃气发动机；爆震；原因分析及处理

0 引言

我公司有 60 台卡特 G3520C 燃气发动机，为我公司的主要发电设备，主要燃料为煤矿井下抽才出的瓦斯气，运行过程中频繁出现爆震停机现象。机组投运至今，每台机组年故障停机约 70 次左右，其中机组爆震停机约 30 次左右，占到所有故障停机的 43% 左右，严重影响了机组的正常运行。

1 爆震的成因与危害

当发动机吸入燃气与空气的混合物后，在压缩行程还未到达设计的点火位置、种种控制之外的因素却导致燃气混合物自行点火燃烧，此时，燃烧所产生的巨大冲击力与活塞运动的方向相反、引起发动机震动，这种现象称为爆震。造成爆震的这种不正常燃烧常带有爆炸性质，给发动机气缸盖、缸壁、活塞顶部、连杆等机构造成很强的机械应力和热应力，而强烈爆破时的冲击会破坏润滑油膜，加速汽缸磨损，发动机的动力性、经济性和可靠性都有明显下降。严重者表现为活塞环槽中活塞环磨损、腐蚀活塞表面，火花塞瓷体碎裂，排气门烧蚀等，严重地影响了发动机地寿命。

2 机组爆震停机的原因

G3520C 燃气发动机在运行过程中，当爆震水平超过报警触发点，机组会发出报警；当爆震水平超过发动机关停报警的触发点，电子控制模块会延迟发生爆燃的气缸的点火正时。如果气缸的点火正时在延迟了 6 度后经过 5 秒依然存在爆震，电子控制模块会发出指令让发动机停机，造成机组爆震停运。就 G3520C 燃气发动机来说，造成机组爆震主要有以下几方面原因：

2.1 进气温度高

在机组运行过程中，较高的进气温度导致混合燃气在压缩冲程过程中，压缩温度超过自动点火温度，在压缩冲程时混合燃气提前燃烧，造成机组爆震。

2.2 点火提前角过大

气缸内混合气的着火和燃烧需要经历一段化学反应过程，需要一定的时间，为了使燃烧过程基本上在上止点附近进行完毕，以便能充分利用燃烧时放出的热能来做功，因此混合气的点燃必须在活塞压缩达到上止点前进行。这个点火提前的时间用曲柄转角来表示，叫点火提前角。点火提前角过大，过大的点火提前角使活塞还在压缩行程时，大部分混合气已经燃烧，此时未燃烧的混合气会承受极大的压力自燃，而造成爆震。

2.3 空燃比不正确

过稀的空燃比，会使燃烧温度提高，燃烧温度提高会

造成发动机温度上升，容易产生爆震。

2.4 爆震传感器及电路故障

由于爆震传感器线路短路、线路开路、接线头松动及爆震传感器故障等原因，造成机组在运行过程中出现虚假的爆震信号，造成机组停机。

2.5 燃烧室过量积碳

发动机燃烧室内过量积碳，相当于气缸内容积变小，会使压缩比增大（产生高压），也会在积碳表面产生高温热点或者火星，使发动机爆震。

2.6 瓦斯气浓度发生变化

瓦斯气的浓度代表燃气中甲烷数的高低，浓度越高，同等体积内所含甲烷数越多。甲烷数低的燃料比甲烷数高的燃料燃烧得更快，此外，压缩产生的热量可能点燃甲烷数低的燃料比甲烷数高的燃料的时间更快。如果发动机运行过程中瓦斯气浓度降低，燃料混合气含甲烷数降低，有可能提前燃烧，造成机组爆震。

3 机组爆震停机的处理方法

3.1 进气温度高处理

造成进气温度高，一般有以下几方面原因：①冷却水系统水量不足，冷却效果不好，可以检查散热水箱水量及水系统有无漏点，水量少及有漏点时及时补充及消漏；②远程散热器风扇故障，检查散热水箱风扇是否有弯曲、损坏及反转现象，是否有碎片或杂物阻碍空气流动。对故障远散进行维修，对远散底部杂物进行清理，保证远散的冷却效果；③机房内温度高，检查机房的屋顶风机，确保无故障且堵在正常工作状态，机房进风口无堵塞，改善燃机间机房内的通风，降低机房内温度，从而降低机组温度；④燃气冷却器堵塞，冷却效果降低，可对冷却器进行清洗，提高冷却效果，降低进气温度。

3.2 点火提前角过大处理

点火提前角是由燃料的甲烷值决定的，根据甲烷值在控制系统中输入点火提前角的数值即可。在安装调试时厂家根据公司提供的甲烷值，设置的点火提前角为上止点之前 26 度，在使用过程中若燃气中甲烷浓度未变，可查看点火提前角有无改动。若燃气中甲烷浓度发生改变，可查阅厂家提供的发动机性能手册的“燃料使用说明”，改为合适的点火提前角。

3.3 空燃比不正确处理

机组在初次启动之前，把燃气的低热值（LHV）、燃气比重及燃气比热比（比定压热容与比定容热容的比值）输入到机组厂家的“甲烷值计算软件”里面去，计算的空燃比结果会写入电子控制模块。在启机后（下转第 207 页）

形问题,则需要对其进行更换。

而主轴和齿轮联合器在出现故障问题以后,联合器切向键会表现出松脱的现象。而能够造成这种故障问题的原因相对较多,可能是矿井提升机自身就存在一定的设计缺陷,也可能是施工工艺不合理造成的。针对这种故障问题,需要相关人员根据实际情况做好切向键的调配工作,同时要在切向键当中进行止退螺钉的增设,使切向键的牢固性得到进一步的提升^[3]。

3 结语

综上所述,对矿井提升机加强检修,实现故障处理工作的有效落实,不仅能够对其使用寿命进行有效的延长,对其安全、稳定的运行也有着非常积极的作用,因此,相

(上接第 205 页)根据机组状况,通过微调燃气的低热值,达到发动机运行稳定。在运行过程中,电子控制模块会对设置的燃气低热值进行补偿修正,会以燃气修正因数的参数表现出来,具体关系为:设置的燃气的低热值=实际的燃气的低热值*燃气修正因数。因此可以通过燃气修正因数的大小,确定设置的燃气低热值是偏大或偏小,从而调整设置的燃气低热值与实际的低热值一致,保证机组有正确的空燃比。

3.4 爆震传感器及电路故障处理

机组爆震停机后,可以查看机组显示的报警信息,出现某缸爆震传感器电压高于正常值,表明爆震传感器故障或者线路短路。若出现某缸爆震传感器电流低于正常值,表明爆震传感器故障或者线路开路。可用万用表测量导线通断或者相间短路,出现线路短路或开路情况,查看线路有无破损或接头松动情况,及时对破损处及接头进行处理紧固,必要时更换线路。若无线路短路或开路情况,更换爆震传感器。

3.5 燃烧室过量积碳处理

机组爆震停机后,可以取下缸头护罩,取出点火变压器及火花塞,用内窥镜对缸内进行检查,若缸头、缸套壁

(上接第 204 页)右(图 2),出口并没有漏块。



图 2

由此,DC401A/B 切换完成。反应器切换过程中,氢气是不可避免过剩的,因此还应有专人监控乙炔精馏塔,及时调节不凝气返回,防止塔压超高联锁,同时监控冷剂液位,防止由于不凝气太多导致冷剂偏流。

乙烯装置设计检修年限为 4 年,所以乙炔加氢反应器每个周期面临 3 次在线切换,因此,优化切换步骤,提高切换质量,是亟待解决的问题,由于反应器催化剂随着时间的推移活性下降,以及每次烧焦活化质量不同,因此每

关单位必须要对该项工作保持重视,并在实践当中进行有效的落实,从而为煤矿生产活动的有效开展提供支持。

参考文献:

- [1] 郭忠彬. 分析矿井提升机的检修、常见故障与处理 [J]. 当代化工研究, 2019, 18(9): 8-9.
- [2] 赵家泽. 矿井提升机检修及常见故障分析与处理 [J]. 大科技, 2019(23): 168-169.
- [3] 任文超. 矿井提升机检修及常见故障分析与处理 [J]. 现代制造技术与装备, 2019(04): 160-161.

作者简介:

袁辉(1984-), 男, 山西大同人, 本科, 毕业于中国矿业大学, 机电工程师。

及活塞上积碳较多,可取下缸头,对缸头、缸套壁及活塞上的积碳进行清理。

3.6 燃气浓度发生变化处理

通过我厂 DCS 监控系统画面,可以直观地看到燃气浓度,当机组燃气浓度降低时,可以及时修改输入燃气低热值,把实际燃气低热值正确地反馈给电子控制模块,从而达到增加燃气供应流量,提高缸内燃料混合气甲烷含量的目的,避免因燃料混合气含甲烷数降低造成的爆震。

4 结束语

综上所述,本文以机组爆震排查为目标,首先介绍我厂机组爆震情况,了解机组爆震原理,指出爆震的危害及造成机组爆震原因,提出了切合我厂实际的爆震处理方法,也为同类型燃气发动机爆震排查提供了思路。

参考文献:

- [1] 卡特彼勒. G300 发电机组操作和保养手册 [Z]. 2012.
- [2] 刘磊. 燃气发动机爆震故障处理 [J]. 化工管理, 2015(14): 9-10.
- [3] 鲁龙兴, 陈刚, 马科笃, 刘泽军, 史常贵. L7044GSI 燃气发动机频繁爆震原因分析与排除 [J]. 内燃机, 2013(2): 61-62.

次切换时的催化剂状态不同,不可避免的增加了切换难度,因此需要摸索出一个量化指标,可以对切换前反应器的催化剂定量分析,从而有针对性的制定策略,使反应器不漏块,不飞温,保证反应器在线切换顺利完成。

3 结论

反应器切换前,一定要用热甲烷把床层温度升起来,通过这次切换,开始微开手阀时漏块了,说明床层温度还不够高,下次可以尝试提前提至 45-48℃,但是必须提前评估,因为床层温度的升高意味着活性的提高,进料后就有飞温的风险。切换过程中,只要温度可控,各段氢炔比可以适当高一点,防止进料波动时有缓冲余地。通过这次切换可以看出,在最后 35t 物料切入时,床层温度控制在 49℃左右是可行的,对下次切换有借鉴意义。

参考文献:

- [1] 杨巧玲, 张海平, 刘恒胜. 氯乙烯聚合反应过程的智能优化控制 [J]. 化工自动化及仪表, 2007(02).
- [2] 王松汉. 中国石化出版社 [M]. 北京: 乙烯装置技术与运行, 2009.