

Analysis of Operation Problems of Fixed Internal Combustion Engine SCR

Xiangcheng Zheng Ligu Xiong

Beijing Gas Energy Development Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

The natural gas combined cooling, heating, and power supply with energy storage is currently a mature technology for small-scale local energy supply. However, with the increasing demand for environmental protection, the environmental protection equipment SCR device of the fixed internal combustion generator in our project's combined cooling, heating, and power supply system has experienced multiple shutdowns and emission exceeding accidents during operation after installing online monitoring equipment required by the Ecological Environment Bureau. After summarizing, the types of faults include mechanical faults, electrical faults, control faults, etc. This paper analyzes various faults and derivative technical problems that occur during on-site renovation, debugging, and daily operation. Based on the problems that exist during the operation of the fixed internal combustion engine SCR denitrification device, the reasons are analyzed, and relevant renovation suggestions or strategies are provided to address the various problems that arise, ensuring stable equipment operation and environmental compliance.

Keywords

fixed gas internal combustion engine; SCR equipment; on-line monitoring equipment; fault; countermeasures

浅谈固定式内燃机 SCR 运行问题解析

郑向成 熊立国

北京燃气能源发展有限公司, 中国·北京 100000

摘要

天然气冷热电三联供加蓄能是目前小型局部供能的成熟技术,但是随着环保要求的日益提高,我司项目三联供系统中固定式内燃发电机的环保设备SCR设备在加装了生态环境局要求的在线监测设备后,运行过程中出现多次运行停运故障及排放超标事故,总结后归类其中故障种类包含了机械故障、电气故障、控制故障等。论文就现场在改造、调试及日常运行中出现的各类故障及衍生技术问题进行分析,根据固定式内燃机SCR脱硝装置运行过程中存在的问题剖析原因,并对针对出现的各类问题给出相关改造建议或对策,保障设备运行稳定及环保达标。

关键词

固定式燃气内燃机; SCR设备; 在线监测设备; 故障; 对策

1 引言

天然气冷热电三联供技术是一项较为先进的区域供能技术,它首先利用天然气燃烧做功产生高品位电能,再将发电设备排放的低品位热能充分用于供热和制冷,实现了能量梯级利用,因而是一种高效的能源利用系统,是城市中公共建筑冷热电供应的一种新途径。

2 项目背景

我司通州环球某项目为三联供+冰蓄冷供能方式,能够同时供应冷热电等三种能源,且在夜间进行蓄能,可以大大降低能耗及用能平衡问题。

三联供项目中的发电方式采用的是固定式内燃机,内燃机燃烧会产生大量的氮氧化物和一氧化碳,其中一氧化碳的处理方式为增加氧化催化剂进行处理,而氮氧化物的烟气处理选择性催化还原技术(SCR),脱硝剂为尿素溶液^[1]。

发电机脱硝所用脱硝技术为选择性催化还原(SCR)技术。广泛用于中低温烟气氮氧化物的脱除工艺,该技术可在温度窗口范围内实现NH₃/NO 高效、快速的反应。由于催化剂反应活性受温度影响极为显著,即对温度有“选择性”,因此实际工程中催化剂温度窗口为320℃~550℃。

三联供发电机组运行较为规律,日间平峰、高峰电价时段(7:00~23:00)3台机组运行,与市政电网相互支撑,夜间低谷电价(23:00~次日7:00)时段停机。一般情况下单台机组启、停各1次。

【作者简介】郑向成(1983-),男,中国河北衡水人,本科,从事供冷供热运行研究。

3 北京市固定式内燃机排放标准

2013年12月份,北京市环境保护局、北京市质量技术监督局联合发布了DB 11/1056—2013《固定式内燃机大气污染物排放标准》。其中对于氮氧化物(NO_x)以及一氧化碳(CO)进行在线监控,颗粒物及氨逃逸采用取样检测(见表1)。

表1 最高允许排放浓度(mg/m³)

* 颗粒物	5	* 氮氧化物	75
* 一氧化碳	800	* 氨逃逸	2.5

4 出现的各类问题

SCR脱硝设备作为环保处理设备,对于发电机的运行有至关重要的作用。

烟气脱硝系统主要由:发电机所属烟气管道系统、SCR反应器和催化剂、控制系统、计量系统尿素溶液储罐系统、尿素喷射及混合系统、压缩空气系统和其他辅助系统组成。其控制组成较为复杂,相互之间互相联动影响,可以说是牵一发而动全身,其中一个小小的部件就能够影响整套设备的运行。我司项目运行至今出现了大大小小的近百次各类故障,包括改造调试运行期的故障,所以对相关的故障内容做了总结^[2]。

根据SCR脱硝设备特性,出现的设备问题将其分为三类:一是机械故障;二是电气故障;三是逻辑控制故障。

4.1 机械故障原因分析

4.1.1 发电机烟气管道

发电机烟气管道上因为SCR系统的安装及一氧化碳的后处理,烟气管道安装了SCR和DOC两种催化剂箱体,用于盛放处理一氧化碳的催化剂和处理氮氧化物的催化剂,所以不可避免的出现了问题主要集中在管道问题上,主要存在以下几个问题:

①泄漏问题。泄漏问题主要集中在烟气管道法兰连接、脱硝设备催化剂箱体等,其中现场运行过程中出现了催化剂入口插接管道泄漏,催化剂箱体盖板泄漏等问题,经常出现的就是插接管道泄漏,后期经过修改,全部变更为法兰连接,增加金属缠绕垫,但是因常规法兰过大(烟气管道通常大于DN500),而烟气管道多为较薄不锈钢板卷制而成,所以出现螺栓紧固不够等,就会出现烟气泄漏,污染现场环境。

②保温问题。发电机的烟气管道为高温烟气管道,烟气温度400℃以上,并且SCR反应箱体主要是不规则形状,施工难度较大。烟气温度较高,所以一旦保温材料选择或施工工艺存在问题,必然引起热量外辐射,对附近设备或各种检测设备造成损坏,项目多次出现因烟气管道及设备保温差造成局部聚集热量,进而造成现场的温感探头、烟感探头或报警,或直接报废。并且脱硝设备本体带有大量的传感器探头。

4.1.2 反应器

SCR反应器存在的问题主要存在于催化剂布置是否合理,扰流段设计是否合理,喷枪方向是否合理等等,造成的问题主要集中在背压较高、尿素雾化不好、尿素及烟气混合差、烟气指标超标、尿素耗量高、出现各类结晶等问题。其中在昌平某项目出现其因是早期施工,给脱硝设备留出的直管段较少,各种反应箱体能够放置的位置极其有限,混流段的长度不够,烟气与雾化尿素分解的氨气混合不均匀,在催化剂上面的反应就会反应率低或反应时间短,那么就需要更换的尿素喷入保证反应率,进而造成耗量增高。且DOC反应器为氧化反应,会出现短暂放热,布局不合理会造成局部高温。

4.1.3 输送管路

SCR系统包含各类输送管路,DOC系统则不需要连接各种管路。SCR系统整体包含了压缩空气路、尿素液路、冲洗水液路等管路,整体长度多为十多米。目前管路的问题主要体现在各类管路接口泄漏、连接断开、还原剂即尿素污染环境等问题。表面上虽然看似很简单,但是实际会造成的影响及造成的超标问题较多。例如,如果尿素管路泄漏,会造成污染,并且会造成尿素喷入量不足,反应率不足会造成NO_x指标超标。再比如压缩空气的某个接头或者管路泄露,则会造成空气压力降低,进而会造成空气压力不足雾化不够,减少反应效果,脱硝设备会出现超标情况^[3]。

4.1.4 各类辅助设备

各类辅助设备也在系统中有极大作用,比如空压机,稳压罐,尿素桶等问题,都会造成系统波动或环境污染等问题。空压机的故障会导致无压缩空气,进而直接导致超标。还有一些比较小的辅助设备如减压阀等,虽然不起眼,但是一旦故障就会造成水、液、气管路的故障。

4.2 电气故障

SCR脱硝设备是PLC控制的电气系统,其中有各类电器辅助设备运行。其应符合电器相关的标准,但是目前各个脱硝设备厂家对于电气系统的设计较为混乱,电主要体现在各类接线混乱、采用的线缆无法承受高温、虚接等等问题。在实际过程中出现过多起因电气设备故障造成的脱硝停机,排放超标的环保事故。其中,最典型的是各类传感器的线缆因高温,逐步融化后短路,短路会造成PLC停止工作,进而设备停止运行,出现环保事故。还有出现过端子排安装过程中虚接,造成个别配件断电,如控制屏断电,造成控制指令的停止,补偿喷射等全部停止,脱硝设备会按照当前工况卡死,喷射量不在变化,进而造成设备排放波动乃至超标^[4]。

4.3 逻辑控制故障

目前脱硝的控制原设计为根据烟气量及前后氮氧数值进行逻辑计算,进而根据计算值控制尿素泵喷入相应的尿素量。但是在实际运行过程中,因脱硝设备与在线设备的位置差异及精度差异,以及固定式内燃机的排放不稳定性,会使

得脱硝设备的低精度、滞后性及差异性频繁造成在线超标。在设备调试的初期,脱硝设备与在线监测设备各自运行各自的,造成数据有偏差,但是环保局以在线监测设备为准,在线监测的精度也是比较高的,所以出现过脱硝设备不超标,但是在线设备超标的问题出现。

5 应对对策

5.1 强化建设期安装管理

在建设期设备安装之初,就需要加强设备的安装管理工作,包括各种管路的焊接、走向、接线的梳理,防止蛮干胡干,并且需要为后期的维修施工流出足够的余量,例如控制箱的选择,控制线的长度控制,水、尿素、空气的管路连接的选择,管路材质的选择等等都需要再施工之初就定好。主要小措施如下:

①增加管路的长度余量。②将管路材质由塑料管路更换为不锈钢金属管路,因为其运行环境靠近高温区域,且介质为腐蚀性介质,更换为不锈钢材质不仅能够防腐蚀,还能够避免高温对于管路的影响,其不足之处为初始的成本较高,施工难度较高。③在各个管路尽量减少接头的存在,尤其要摒弃快接头的使用,这个厂家在施工过程中特别乐于使用,但是其在后期运行过程中会频繁出现泄漏等问题,造成运行超标风险大大增高。项目在运行过程中多次出现了这些问题,如塑料快接头因高温老化损坏等事情,一旦出现便会造成喷枪雾化较差,环保数据超标。④喷枪位置应选择相对较独立的位置,防止其拆卸按照受其他设备阻挡,影响后续的维修。喷枪是一种经常拆卸检查维护的部件,所以其拆装是一种经常性的工作,项目的喷枪曾经因为距离 DOC 反应箱太近,DOC 箱体保温重新施工后阻碍了喷枪的插拔。

5.2 脱硝系统停机控制逻辑调整

目前主流的改进后的控制方式是为保证上传数值的稳定,采用了根据发电机功率及在线氮氧化物的数值,采用基础喷射量+反馈数值补偿喷射量来进行控制。但是现在的这种方式造成部分项目因脱硝反应器距离在线监测取样点位置较远,出现数据偏差,尤其是会造成启机过程中的数据偏差,启机过程中偏差时间最长曾经到达5分钟的数据滞后性,对于设备的精密化运行造成了障碍。

5.3 设备改造升级,稳定工况

5.3.1 增加反应催化剂数量

在保证发电机背压不增大的前提下,可以通过增加 SCR 催化床层厚度,提高 NH_3/NO 反应时间,提升 SCR 脱硝系统脱硝效率,以期达到更好的脱硝效果。但是这种增加不是不限量的增加,首先第一点是不能够造成管道背压过大,因为较大的背压对于发电机的运行是极大的负担和安全隐患,会造成燃烧的不充分和烟温升高,进而反向影响催化剂的反应。其次是催化剂有寿命的周期,催化剂的数量与经济性要考虑好,不是增加的越多越好,在有限的寿命周期达

到最优的效果才是最经济实惠的做法。

5.3.2 增加控制系统控制逻辑升级

SCR 脱硝系统应改变自身控制逻辑方式,应满足在各种检测高精度的条件下,根据前后氮氧化物、流量、温度等数据精细化的调整进风量。脱硝技术的精细化控制是整个 SCR 系统改进的真正的改进方向,目前的情况是现有的自动化技术完全能够支持现在的脱硝技术的发展。

5.3.3 进一步改进喷枪喷头的形式

目前的喷枪喷头形式仅为打出一层扇形页面,后期应逐步精细化,采用多层喷射扇面增加雾化效果。可以参考锅炉低氮燃烧里面的多管路 FIR 低氮燃烧技术,现行锅炉低氮燃烧 FGR 技术均采用了多管多火焰的技术。

5.4 强化各类检测探头的精度及耐高温

在项目实际运行过程中,出现大批 NO_x 探头、氧含量探头等因高温环境损坏,或者因精度不高对控制造成偏差,所以在选型过程中需要考虑。

5.5 启机豁免政策的争取

现有的 SCR 系统的催化剂有热惰性,即如果反应温度不到脱硝无法发挥作用,会造成生产设备启动阶段 SCR 装置与生产设备无法同步运行的情况。针对其他行业的比如锅炉启机的豁免规则,企业应积极与环保局沟通争取一定的豁免规则,减少超标。

5.6 数据传输系统的改进

目前的数据传输是由在线监测单向给出的数据通过数据模块上传至云平台的控制系统,云平台作为整体数据接收、判断后根据所编程的控制逻辑给出相应的控制,然后发出控制指令至脱硝系统的就地控制柜,然后控制尿素泵等设备进行联动操作。所以,其对于网络的依赖也是较为重要的,故此应选择较好的网络信号优良的环境进行脱硝系统的运行,如果处于地下等信号较差的位置,应增加信号放大器等设备保证其稳定、及时的反应运行。

6 结语

总之,在固定式内燃机的实际运行过程中,配套于固定式内燃机的 SCR 脱硝系统对于大气环境有着举足轻重的作用。因为其数量较少,实际安装了在线监测系统的更加少之又少,在实际运行过程中和未安装在线监测的运行难度完全不是一个量级,所以对其深入探讨、改造、总结是一项极为重要的工作,为脱硝处理奠定理论及实际基础,对于环境保护工作也是意义重大。

参考文献

- [1] 赵利,李志峰,万季霖.SCR脱硝系统中存在的问题分析[J].华电技术,2016(6).
- [2] 江旭昌.选择性催化还原SCR法烟气脱硝技术(一)[J].新世纪水泥导报,2016(1).
- [3] 高立涛.SCR脱硝运行中存在的问题及预防[C].2017火电灵活性改造技术交流研讨会,2017.