

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2018.04.004

供热锅炉用燃气调压器运行特性分析

□ 北京市燃气集团有限责任公司 (100035) 吴波 齐晓琳 何少平 孙建民

摘要: 通过分析正弦型及实际热负荷输出下的供热负荷特点, 基于热量输出特性要求, 结合燃烧器开关量控制及档位控制的方法, 针对给定的正弦型及实际热负荷曲线数据, 建立了相应的供热调节方法, 同时面向燃气调压器内部动态过程分析, 给出了燃气调压器运行、维护及保养等建议, 为优化调压器调节给出合理化建议, 避免相关操作降低调压器的工作寿命。

关键词: 供热锅炉 燃气调压器 热负荷

Operational Characteristics Analysis of Gas Regulator for Heating

Wu Bo, Qi Xiaolin, He Shaoping, Sun Jianmin Beijing Gas Group Co., Ltd

Abstract: Through the analysis of the characteristics of heating load under sinusoidal and actual thermal load, based on the requirements of heat output characteristics, combined with the control method of burner switch quantity and gear control, for given sine and actual thermal load curve data, the corresponding heating regulation method is established. At the same time, in connection with the dynamic analysis of the internal process of the gas regulator, the suggestion of operation and maintenance of the gas regulator is given, the regulator adjustment is optimized the regulator to avoid the related operation, It can also avoid related operations reducing the working life of the regulator.

Keywords: heating boiler gas regulator heating load

4 郝永梅, 徐明, 严欣明等. 城市燃气管道泄漏数值模拟和实验分析[J]. 常州大学学报(自然科学版), 2017; 29(01): 79-85 [2017-09-25]

5 李超, 梁浩, 王飞等. 容器放气性能研究[J]. 机械科学与技术, 2011; 30(01): 163-165, 172

6 杨钢, 徐小威, 高隆隆等. 高压气体定容积充放气的

特性[J]. 兰州理工大学学报, 2010; 36(03): 42-46

7 达道安. 真空设计手册(第3版)(精)[M]. 国防工业出版社, 2004

8 蒋洪, 蒋俊杰, 李宏玉. 燃气输配管网调峰过程的动态模拟分析[J]. 管道技术与设备, 2011; 06: 9-12, 15 [2017-09-25].

1 概述

目前国内燃气调压站普遍采用机械式压力自计仪连续自动监测记录调压器出口压力数据, 供热锅炉用燃气调压器大都没有实现计算机监控, 故障诊断完全依靠历史数据和运行管理人员经验。北京市燃气集团有限责任公司和北京建筑大学自2011年开始研究燃气调压器智能故障诊断和安全预警技术, 已经取得一定的成果并在北京民用燃气用户中低压调压器中得到广泛应用, 运行效果良好。在成果应用过程中发现, 由于前期研究以普通民用中低压燃气用户为主的间接作用式燃气调压器作为对象建模, 得到的燃气调压器故障诊断和安全预警方法在面对供热用燃气调压器时, 诊断和预警结果与实际偏差过大, 基本不适用^{[1]-[10]}。本文主要研究供热锅炉用燃气调压器的运行工况变化特征、工作性能随运行时间演变规律、供热负荷变化条件下的动态特性, 为供热锅炉用燃气调压器安全预警技术的实现奠定基础。

2 燃气锅炉的供热调节

2.1 供热调节需求

由于室外气温的变化及生产工艺、工作制度和使用情况的不同, 季节性和非季节性的热负荷均有所变化, 为了保证热负荷需求平衡必须对热网供热进行调节。实际运行中供热负荷的需求会随着外界气温的变化及使用条件等因素在不断变化, 为保证下游用户的供热质量, 满足各供热用户需求, 同时使供热设备生产和运行更加经济合理, 需要根据实际热负荷对供热量进行供热调节^[1]。

2.2 供热调节特点

供热调节的目的是满足用户的热负荷需求, 理想的调节效果是保证锅炉的出力与用户需求相匹配。通常供暖用户的用热特点包括两方面: 一是实际供暖热负荷会随着室内外温差的变化而变化, 即瞬时供暖热负荷与室外温度成反比; 二是建筑物及室内物品具有较强的热惰性, 实时热负荷不能被实时消费, 所以瞬时的供热过量或供热不足都不会使室内温度产生敏感的反应, 因此供热控制没必要也不可能完成每个瞬时的热量平衡, 实际供热过程中只需要满足一定时间段

内的热量平衡, 即可保证采暖用户的用热质量, 保证供热与用热的热量平衡。

上述供热调节的特点也就决定了实际的调节过程是一定范围内的跟随调节结合人工干预调整, 保证一段时间内供给的总热量平衡。

3 正弦型热负荷燃气调压器运行

3.1 正弦型热负荷

供暖的热负荷的主要影响因素是外界气温, 对于日供暖负荷而言, 在一段时期内具有周期性波动的特点, 会出现交替性的波峰和波谷。在对热负荷数据进行校核, 保证总供热量的前提下, 拟合热负荷需求曲线为正弦曲线。

以某小区供热为例, 总供热面积约10万 m^2 , 平均供热负荷为5 800kW~6 400kW, 以24h为一个周期, 拟合正弦曲线如图1所示。

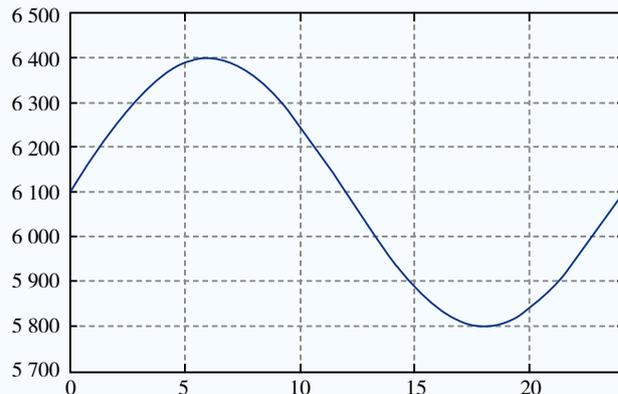


图1 正弦型热负荷

3.2 供热锅炉的调节分析

由于供热系统和过程中存在巨大的热惰性, 供热系统调节中通常采用开关调节或者档位调节的方法^[2]。由于日热负荷曲线在一段稳定的时期内具有周期性的变化特点, 因此上述调节过程可以重复进行。如在周期性变化的基础上外界气温变化, 或者供热需求有大幅变动时, 则调整开关或档位转换点, 以推迟或者提前加速供热。

利用MATLAB仿真系统的滤波和整流功能模拟上述过程, 可以获得满足热负荷变化的热源调节方式(如图2所示)。

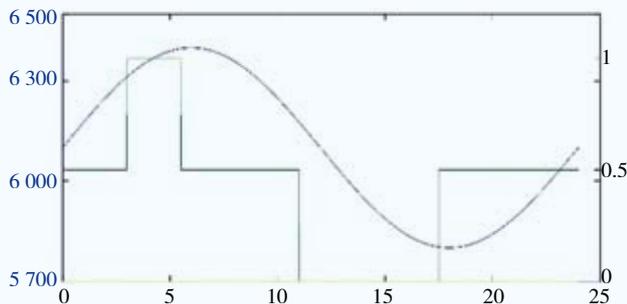


图2 系统调节曲线图

图中两条曲线分别为热负荷变化曲线和锅炉燃烧器的开关（档位）转换曲线，关注曲线上的特征点可以调整及优化开关调节的控制细节及控制效果。通过曲线还能发现，燃烧器的调节反映了供热系统的热惯性及热滞后性等特点，细致的把握调节提前与延后时间需要充分的数据支持和试验验证。

3.3 燃气调压器的动态过程

燃气锅炉的供热调节过程中，燃气调压器需要连续调整状态来跟随锅炉燃烧器用气流量和供热系统状态的变化，保证供气压力的稳定。燃气调压器在每步的流量变化中都会发生多次的压力衰减振荡调节过程。对于调压器的弹簧、皮膜等易损部件，频繁的调节可能会影响其使用寿命，所以有必要优化供热锅炉运行调节。应避免从高负荷直接停炉，或者从启动状态直接调节至高负荷状态，这种调节过程首先对调压器本身有一个冲击影响，使弹簧、薄膜等的部件承受较大的调节应力，使得调压器本身的调节特性剧烈变化，严重时可能不能包络上述调节过程的参数，导致调节失败而发生事故。

4 实际供热负荷燃气调压器运行

4.1 实际热负荷

通过调研得到北京市冬季某日的气温变化曲线如图3所示，同时查询到北京市全年供热负荷为 7.48×10^5 (GJ/a)，采暖期为129d，则每日平均采暖负荷约为 58×10^2 (GJ/d)。

依据供热负荷计算公式，假设一天中供热面积不变，供热的热负荷相同，则热负荷需求就只与室内外的温差有关，假设室内温度为 20°C ，则由温差分布计算获得北京市冬季日供热负荷变化如图4所示。

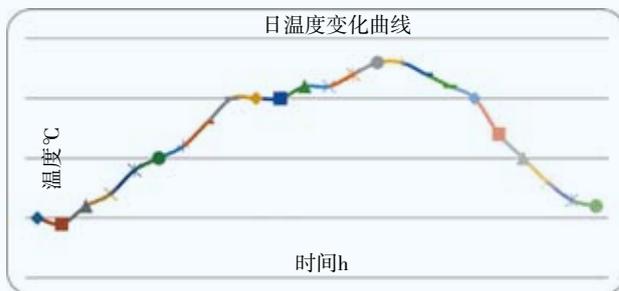


图3 冬季日温度变化曲线

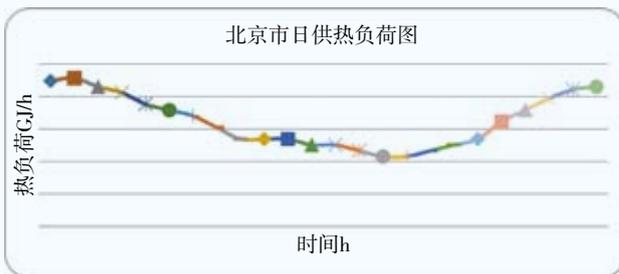


图4 北京市日供热负荷图

4.2 供热锅炉调节分析

基于前期正弦规律的调节分析结果，对上述供热过程调节曲线的分析大致分为两个过程：

(1) 热负荷的下降阶段调节

统计的时间点从凌晨1点开始，此阶段热负荷需求在高位运行，此时的锅炉调节应该将燃烧器开启最高档位，保持锅炉的全负荷运行；早上6点后热负荷的需求持续降低，此时可将燃烧器降档运行；中午12点至下午15:00为一天中温度最高的时间段，此时可关闭燃烧器，通过余热供暖。

(2) 热负荷需求上升阶段

下午15:00后热负荷持续攀升，首先开启燃烧器低档进行基本供热，保持供热量缓慢增加；随着日照的消失，气温快速降低，热负荷需求迅速上升，此时将燃烧器开到高档，保持供热量迅速上升满足快速上升的热负荷需求。

利用MATLAB仿真系统的滤波及整流功能模拟上述过程，获得各曲线变化情况如图5所示。

图中两条曲线分别为热负荷曲线及锅炉燃烧器的开关及档位转换曲线。

4.3 燃气调压器的动态过程

分析上述调节过程中燃气调压器的动态变化过程如下：

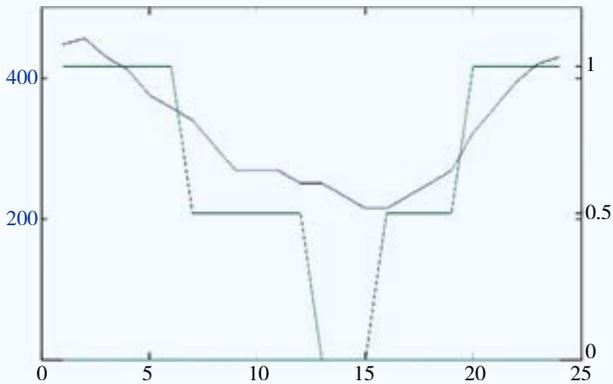


图5 供热调节曲线

(1) 起始阶段热负荷减小, 燃烧器减档, 燃气流量减小, 燃气调压器下游压力升高, 作用在感应元件(薄膜)上的力增大, 感应元件带动阀瓣关小阀口, 使流量减小, 减小到力平衡后还有一定的惯性, 导致上述过程衰减振荡, 直至达到稳定;

(2) 起始阶段当燃烧器升档时, 供气流量增加, 燃气调压器下游压力降低, 作用在感应元件(薄膜)上的力变大, 感应元件带动阀瓣开大阀口, 使过气量增加, 上述调节过程达到力平衡后也有一定的惯性, 使得调节过程衰减振荡, 直至达到稳定。

在燃气锅炉的供热调节过程中, 燃气调压器需要不断的调整状态, 宏观上要进行多次的状态改变来跟随系统的流量变化, 保证压力供应的稳定和实时跟随; 微观上, 调压器在每步的变化中都会发生多次的衰减振荡的调节过程。对于弹簧及薄膜等易损件来讲, 频繁的调节可能会影响其使用寿命, 因此必须合理的调节。

5 供热调节过程总结

本文建立了两种类型的热负荷的供热调节流程并分析其细节过程, 对变负荷供热调节规律做如下总结:

(1) 供热调节的特性决定了供热过程的调节不需要满足完全的跟随调节, 满足每个瞬时的热负荷平衡, 但是必须保证一定时间内的热负荷平衡;

(2) 通过前期计算及实际运行时的优化调整, 对供热系统的热惯性及热滞后性做出准确的判断, 为系统的供热调节提供可靠的经验数据;

(3) 在完成供热负荷平衡的基础上, 优化供热

锅炉调节过程, 尽量降低燃气调压器各运行部件的动作频率, 可大大改善调压器工作条件, 提高调压器工作性能, 也有利于延长其使用寿命。

参考文献

- 1 安小然. 燃中低压燃气调压器安全预警技术的优化实例[J]. 煤气与热力, 2017; 4: 21-25
- 2 刘旭海. 高中压燃气调压器安全预警技术研究[J]. 煤气与热力, 2017; 3: 17-21
- 3 杨永美. 燃气调压器预警系统在燃气调压器科学管理中的应用[J]. 上海煤气, 2014; 3: 74-75
- 4 陈斌. 神经网络在燃气调压器故障识别中的应用[J]. 中国科技博览, 2015; 41: 105-106
- 5 高明. 燃气调压器失效问题的探讨[J]. 中国化工贸易, 2015; 5: 122-123
- 6 刘强. 燃气调压器故障诊断与安全预警技术研究[D]. 北京建筑大学硕士学位论文, 2016
- 7 冯良, 刘书荟等. 燃气调压器建模与动态特性仿真[J]. 煤气与热力, 2010; 30(1): 31-34
- 8 HAO Xuejun, LIUQiang, YANGGuobin et al. Using the EMD method to determine fault criterion for medium-low pressure gas regulators[J]. Journal of Thermal Science, 2015; 6: 557-561
- 9 NelloCristianini, JohnShawe-Taylor. An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-based Learning Methods[M]. Cambridge University Press, 2000
- 10 Huang N E, ShenZ, Long S R. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis[J]. Proc. R. Soc. Lond. A, 1998; 454: 903-995
- 11 李学军. 住宅建筑供热系统方案的布局与优化分析[J]. 房地产导刊, 2014; 1: 240
- 12 马仲元. 第二篇 集中供热. 供热工程[M]. 中国电力出版社, 2004-05-01

主办: 中国城市燃气协会信息委 咨询电话: 010-62032933



燃气
资讯

为促进会员单位信息的交流和发展服务