

调压装置远程故障智能诊断研究

李琦 (中石油昆仑燃气有限公司燃气技术研究院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: 本文总结造成燃气调压器故障的主要因素, 介绍了燃气调压器故障诊断技术及故障诊断过程, 并对燃气调压器的在线安全预警技术进行简要介绍。

关键词: 调压器; 故障诊断; 在线安全预警

燃气供应系统已成为现代化的城市建设中必不可少的城市基础设施之一。天然气的使用可以减少环境污染、节约劳动力、方便了人们的生活, 天然气应用到工业上可以节省大量化石燃料, 使出品的产量和质量得到很大的提升。

1 燃气调压器故障诊断技术

燃气调压器是调压装置一个重要部件, 主要作用是将燃气压力稳定在一个能够使气体得到安全、经济和高效利用的适当水平上。鉴于调压器在实际工况下, 会受到各种因素的考验, 影响它的正常使用。

引起燃气调压器出现故障的原因有很多, 一般可以归纳为以下几种原因: 首先燃气的清洁程度对燃气调压器的影响程度是非常明显的, 如果燃气中含有一定的二硫化硫、焦油、硫化氢、芳香烃等杂质, 则容易损坏橡胶件; 其次, 如果将大量颗粒粉尘物质混入到气体中, 则在长期使用后, 金属部件的滑动配合将出现间隙, 导致设备的非正常运行和故障, 此外, 如果燃气调节器的进出口压差过大, 流量过大, 会对金属部件造成损坏, 特别是, 外壳产生气蚀损伤, 皮膜和其他橡胶部件易于受环境温度的影响; 再次, 如果在初始设计中, 没有正确选择燃气调压器, 并且调压器的实际通过能力范围与额定通过能力存在较大差异的话, 则容易损伤造成整体或局部设备运动件故障^[1]。

其中信号管堵压力异常的原因是调压器信号管一旦被堵塞后, 下游流量变化引起的压力变化并不能及时的传递给调压器, 导致调压器做出错误判断。如果信号管堵塞非常严重, 那么下游在用气压力降低时, 调压器无法接收到此信号, 阀门不会增大, 导致下游的压力小于设定值; 如果信号管没有完全堵塞, 其降压作用体现在下游压力回升的较慢, 但当压力逐步回升时, 又会出现已经到达正常出口压力, 而由于反馈的滞后, 造成出口压力继续上升, 乃至超压关闭或切断。因此信号管堵的压力特征是动态的, 多变的, 需要结合实际数据来进行分析。

当用户侧的负荷突然下降且调压器的阀门未紧密关闭时, 调压器将继续在关闭状态下供气, 导致出口压力突然增加。尽管阀门不严压力高仅会出现在调压器关闭的情况, 调压器处于运行状态时不会产生影响, 但是一旦发生很容易对用户侧设备的正常工作和公共安全造成危害。

在故障后果评估过程中, 潜在故障的重要性最大。潜在故障, 即现有阶段不会直接影响设备的生产。但一旦故障发生则会引发严重后果。比如某市某燃气门站, 主要负责全市燃气供应, 如果该门站的调压设备出现故障, 出现压力高于下游二级调压器入口压力范围, 会损坏下游调压器、过滤器, 流量计, 甚至引发管道超压泄漏, 爆炸等状况, 如果是中低压调压器出现超压, 欠压切断等故障将直

接影响居民人身安全、生命安全和财产安全。

2 故障诊断过程

2.1 信号采集及远程传输

压力信号是燃气调压装置最重要的测量参数, 调压装置运行是否稳定都是依靠压力数据反映出来, 传统的压力信号的采集是通过弹簧管压力表, 表现直观, 但精度不高, 更不能实时传输数据, 不能满足智能化发展的需要。可以通过无线压力变送器装置将燃气压力信号进行远程传输, 满足现有需求。

2.2 压力信号故障特征提取

信号的处理即是根据设备状态检测所获得的信息数据, 结合已知的结构特性和参数以及环境条件, 结合该设备的运行历史 (包括运行记录和曾发生过的故障及维修记录等)^[2], 对不同类型的数据进行特征提取。

2.3 压力信号故障智能诊断

在将原始数据进行信息处理以后, 提取到了故障特征, 仍需要智能准确的判断方法, 才能实现对未来产生数据的识别诊断。“人工智能”是基于人脑的生理机制和工作机制来实现计算机智能的。智能化是自动化发展的必然趋势。小波神经网络更适用于燃气调压器的故障诊断。

基于关于小波包能量检测技术的研究和讨论, 利用小波包能量检测技术对燃气调压器出口压力信号进行处理, 其处理结果是 8 维或 16 维的特征向量。在全周期的燃气调压器故障诊断过程中, 特征向量的提取仅仅是一半的工作, 另外一半是要把这些向量进行分类。BP 神经网络算法是否适合 8 维及更多维度向量的学习与分类需要根据实际数据进行分析, 所以特选用了近 3000 组数据特征向量来进行实验与训练。上述选取的数据来自于现场试验, 在数量上远远超出目前能收集到的压力数据, 在向量不规律性上语音特征远超出压力数据, 在输出结果上数据标签有 5 类不小于本项目中压力数据的目标标签数量, 因此利用该数据包进行训练和验证是完全可行, 且具备说服力的。

利用实验程序进行算法检验, 在本实验中, 训练数据包括 2880 组, 检验 (预测) 数据为 95 组, 此数据量在理论验证环节中是足够的, 实验结果得出预测误差在 0 附近波动, 波动范围较小, 预测效果好。在实际应用中, 日积月累不断上传的数据量会远远大于 3000 组, 其训练效果会更好, 同时不断根据训练结果对神经网络模型中的权值等参数进行调教和修改, 会得到更好的预测结果。因此, BP 神经网络模型应用在燃气调压器故障诊断中是完全可行的。

3 燃气调压器在线安全预警技术

目前, 国内燃气调压器故障基本由工作人员根据压力自动记录纸来判断, 这要求工作人员具有多年从事燃气调

压器工作的经验,且工作人员必须经常关注压力自动记录纸中压力的变化情况,大大增加了燃气调压器的管理成本,且对燃气调压器故障判断的主观性较大,若故障位置判断错误,检修过程容易造成调压器部件的损坏,造成不必要的损失。

在天然气管网运行中,随时监测压力波动尤为重要,压力过高或过低都会给安全生产带来较多隐患,从最初的机械式压力圆盘记录仪,到后来的需要外部电源的电子压力记录仪,都存在着许多不足之处,随着近年来的低功耗技术的发展,采用电池供电的压力记录仪开始采用低功耗设计,整机功率满足防爆场所使用要求,它为防爆场合的压力测量带来了新的应用创新,可实现压力信号采集、数据远传和历史数据的自动化管理^[3],从而减少人工巡检的频率,为事故预防和反应获得宝贵的预警时间。通过分析判断后给出预警或报警信息,减少运营维护人力巡视所产生的人力、物力成本,具有非常大的社会经济效益。

燃气调压器的在线安全预警技术,即根据监测到的正在运行中的调压器的压力、温度、流量等信息,结合已知的结构特性、设备参数以及环境条件,结合调压器的历史运行情况(包括运行记录和曾经发生的故障及维修记录等),分析和判断调压器可能要发生的故障,预测调压器故障的发展趋势,确定故障类型和可能的原因,结合燃气系统的生产运营平台,对调压器的维检修计划进行指导,使设备恢复到正常状态^[4]。

4 结束语

目前,国内外对燃气调压器静态性能特性的研究较多,对调压器的动态特性和模型仿真也进行了一些研究,但是对调压器的故障诊断和在线安全预警方面研究较少,对于正在运行中的燃气调压器进行在线故障诊断与安全预警的研究尚处于起步阶段。燃气调压器故障诊断是一个涉及许多领域的课题。我国燃气事业发展迅速,对燃气设施的需求也与日俱增,燃气调压器作为燃气工程中非常重要的设备,目前我国对这方面的研究较少,加强调压器的故障诊断研究,及时发现故障,具有明显的社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 吕强.燃气调压器使用年限的探讨[J].煤气与热力,2009(9):33-35.
- [2] 陈晓斌.燃气调压器使用年限的探讨[J].中国机械,2016(1):69-71
- [3] 姚海玉.压力记录仪在燃气管道严密性试验的应用[J].煤气与热力,2015(9):63-65.
- [4] 范卫军,杜世臣,郭立建,郭勇.库存物资最优化储备方法[J].包钢科技,2003(3):88-90.

作者简介:

李琦(1987-),女,汉族,黑龙江哈尔滨人,工程师,硕士,毕业于首都经济贸易大学安全技术及工程专业,现在中石油昆仑燃气有限公司燃气技术研究院从事技术研发工作。

(上接第214页)动装置减速器减速比与新的运行速度不匹配。具体可采用增加减速器滚筒直径、改造减速器传动轴或者更换减速器等方式实现。为了降低改造成本选择为通过改造减速器传动轴方式调整减速比,在保持传动轴规格尺寸不变前提下改变减齿轮齿数即可达到调整减速比目的。具体减速器传动轴通过生产厂家进行非标设计,改造实现。较整体更换减速器相比,通过改造造减速器传动轴可降低改造投入约60%。

3.2 调整电动机

将带式输送机原有的1070kW电动机更换为1120kW,由于新更换的电机机较老电动机占用面积大,为了降低更换成本并便于电动机更换安装,对驱动装置架上顶板进行改造,并按原有的电动机基础进行开孔,并适当降低肋板高度,从而使得更换的后电动机与减速器间同轴度可满足要求。

3.3 土建结构改造

采用理论方法对改造完成后输送机驱动平台以及头部卸载平台等处张力值进行核验,发现张力值较改造前分别增加10kN、20kN,增加量相对较低。同时对基础结构抗剪以及抗拉强度进行验算,发现基础结构强度可满足要求。为了避免驱动平台在后续使用过程中出现振动,采用2根钢立柱进行补强加固,从而提升驱动平台称重能力。

3.4 安全性校核

对主斜井带式输送机主要零部件进行改造完成后,对带式输送机制动器、逆止器等设备安全性进行校核。经计

算后,上述设备安全性均可满足使用要求。

4 总结

主斜井带式输送机是煤矿井下的主要运煤通道,应在确保安全的前提下进行升级改造,确保改造后的带式输送机运输能力满足需要,改造后的输送机制动器、逆止器等安全性均应满足要求。同时改造时应尽量降低对生产影响以及改造投入。矿井主斜井带式输送机采用文中所述升级改造技术方案后,设备运行可靠、平稳,改造后的带式输送机运输能力可满足矿井后续生产需要,取得较为显著的改造效果。

参考文献:

- [1] 程树奎.带式输送机驱动方式优化与驱动架改造[J].江西煤炭科技,2021(01):206-207+210.
- [2] 张倩倩.带式输送机智能控制系统的应用[J].机械管理开发,2020,35(12):244-245.
- [3] 李明霞,张明鑫,王长飞,李先磊.输煤系统高强度气垫带式输送机及输送带的研发[J].露天采矿技术,2020,35(06):64-68.
- [4] 王际欣,于波.智能矸石充填技术在巴彦高勒煤矿的应用[J].中国矿山工程,2020,49(04):61-66.
- [5] 谭泽林.下运矿石胶带输送机控制系统选型与应用[J].中国矿山工程,2018,47(02):52-55+67.

作者简介:

刘文利(1972-),男,汉族,山西大同人,副总工程师,从事煤矿机电工作。