

信息化建设

MSA在1 m测长机系统监控中的应用

李芳红,刘 萍,赵文红,夏建华

(山钢股份济南分公司 计量质检中心,山东 济南 250101)

摘要:应用测量系统分析(MSA)对一米测长机系统进行监控,及时发现了传统的周期溯源和日常点检维护不能发现的问题,通过分析,确定问题发生原因,制定并实施相应纠正措施,避免问题重复发生。应用MSA后,将事后控制改为过程控制,将只对测量设备控制改为对测量系统全要素控制,实现测量系统的有效监控,确保有效运行。

关键词:测量系统分析;测量系统;测长机;监控

中图分类号:TP277.2

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2015)05-0059-02

1 前言

1 m测长机系统主要用来校准内径千分尺、校对用量杆等长度量具,实验室通常采用周期溯源和日常点检维护的方式监控其运行状态。在对1 m测长机系统的日常监控中,没有发现任何问题,但与上级计量部门间比对时,发现两实验室测量结果之差超过允许值,这说明采用周期溯源、日常点检维护不能及时发现测长机系统中人员、环境、方法等方面出现的问题。为此,应用测量系统分析(MSA, Measurement System Analysis)对1 m测长机系统进行监控,判断其状态是否持续满足要求。

2 测量系统分析方法

测量系统是用来对被测特性定量测量或定性评价的一套系统,它由仪器或量具、标准、操作方法、夹具、软件、人员、环境和假设等组成。测量系统分析是分析测量系统统计特性的方法和评价准则,可以判别出测量系统的统计特性指标能否满足预期的要求,以评估测量数据的质量和可靠性。

测量系统的质量由位置变差和宽度变差等统计特性来确定。测量系统的变差是指多次测量结果的波动,它直接影响测量值的位置变差(偏倚、线性等)和宽度变差(重复性和再现性等)^[1]。

2.1 偏倚

偏倚是指测量的观测平均值和基准值之间的差异。选择一个被测件,将该被测件用高准确度等级测量设备进行测量,得到被测件的基准值,由操作人员应用被量具(测量系统)对被测件重复测量10次以上。用公式(1)或(2)计算偏倚,对照接受准则,判断偏倚是否可接受。

收稿日期:2014-11-24

作者简介:李芳红,女,1968年生,1993年毕业于哈尔滨工业大学自动化仪表专业。现为山钢股份济南分公司计量质检中心校准实验室工程师,从事计量技术工作。

$$\text{偏倚} = \text{观测平均值} - \text{基准值}, \quad (1)$$

$$\text{偏倚}(\%) = |\text{偏倚}| / \text{过程变差}(\%), \quad (2)$$

式中:过程变差可从过程能力研究中得到。

接受准则:1)一个测量系统的偏倚或线性的误差不能超出量具校准程序确立的最大允许误差。2)用统计推断中的区间估计作为接受准则,即偏倚的统计值(偏倚=0时)落在95%的偏倚值的区间内,这样的偏倚是可以接受的^[1],用软件自动处理时,得到的低值<0、高值应>0,是可以接受的。3)用百分数表示的偏倚值<10%是可接受的。

2.2 线性

线性是指量具量具(测量系统)在规定的量程范围内的偏倚变化存在线性关系,即

$$y = ax + b, \quad (3)$$

式中:y为偏倚,x为基准值,b为在y上的截距,a为斜率。

选择5个被测件,其要覆盖被测量具(测量系统)的量程。将被测件用高准确度等级测量设备进行测量,得到被测件的基准值。由操作人员应用被量具(测量系统)对所有被测件重复测量10次以上。计算偏倚并回归直线方程,对照接受准则,判断线性是否可接受。

接受准则:1)若线性回归直线的拟合度的值表示出很好的拟合性时,量具的线性和线性百分率的计算公式分别为:线性=|斜率|×过程变差,线性百分率(%)=[线性/过程变差]×100(%),当线性百分率<10%表明可以接受。2)若“偏倚”=0的整条直线都位于置信带内,表明可以接受^[1]。

2.3 重复性和再现性

重复性和再现性是对测量系统重复性和再现性合成的评估,用GRR表示。其中,重复性是指由一位评价人多次使用一种测量仪器,测量同一零件的同一特性时,获得的测量变差或在固定和规定测量条件下连续试验的变差,一般认为是由设备变差

引起的,通常用 EV 来表示;再现性是指几位评价人使用同一个量具,测量同一个零件的同一特性时产生的测量平均值的变差,一般认为是由评价人的变差所致,通常用 AV 来表示;被测对象间变差主要是指被测对象之间的差异,用 PV 表示。总变差用 TV 表示,即 $TV^2=EV^2+AV^2+PV^2$ 。则

$$GRR = \sqrt{AV^2 + EV^2}, \quad (4)$$

$$GRR = (GRR/TV)。 \quad (5)$$

选择 ≥ 5 个被测件,2~3名评价人员,采用盲测法,每名评价人员分别应用量具对被测件重复测量2~3次,计算 GRR ,对照评价准则,判断重复性和再现性是否可接受。

重复性和再现性的接受准则为: $GRR < 10\%$,测量系统可接受; $10\% \leq GRR \leq 30\%$ 时,根据应用的重要性、量具成本以及维修费用等,可以考虑接受; $GRR > 30\%$,量具系统需要改进。

3 分析方法应用

以一米测长机系统所配基准为经上级计量部门检定合格的125、200、300、400、500 mm的标准量块,试验人员为3名检定人员,进行应用分析。

3.1 偏倚和线性分析

一名检定人员应用一米测长机系统对每一标准量块均重复测量10次,将测量数据输入MSA系统,系统自动分析并作出控制图。

经分析,回归直线方程为 $y = -0.7x + 2.5$;由表1可以知,低值均 < 0 、高值均 > 0 ,所有测量结果均在拟合带以内,可以判定测量系统的偏倚和线性均是合格的。

3.2 测量系统重复性/再现性分析

测量系统重复性和再现性是由3名检定员分别对5个标准量块分别重复测量3次,将测量数据输入到MSA系统,系统自动计算 GRR 指标。经系统自动计算得到 $GRR = 0.8618$, $PV = 1.7184$,系统自动计算得 $GRR = 50.15\%$,可以判定测量系统已经出现较大的问题,处于失控状态。

3.3 问题分析

应用MSA对测长机系统进行控制后,发现重复性和再现性超过允许值,也就是说发现了“周期溯源、日常的点间维护”不能发现的问题。为此,对影响测长机系统准确性的因素进行分析,发现测长机系统存在如下问题:1)人员操作不规范,其中技术水平和责任心是操作不规范的主要原因;2)零点漂移,其中恒温时间不够、环境温度波动和人体温度影响是造成零点漂移的主要原因。

表1 偏倚及线性分析

测量次数	测量值/ μm				
	样品1	样品2	样品3	样品4	样品5
1	0	3.3	0	5.5	4.8
2	-0.1	2.5	-0.5	5.8	4.5
3	0	2.5	-0.2	5.2	4.7
4	0	3.0	-0.5	5.0	4.5
5	0.1	3.0	0.2	5.0	4.1
6	0.1	3.0	0.3	5.1	4.0
7	0	3.1	0.3	5.2	3.9
8	0.1	3.0	0.3	5.1	4.1
9	0	3.0	0.2	5.1	3.2
10	0	3.0	0.2	5.1	3.1
平均值	0	2.9	0	5.2	4.1
全距	0.2	0.8	0.8	0.8	1.7
偏性	0.6	2.4	0	4.1	6.0
基准值	-0.6	0.5	0	1.1	-1.9
高值(计算)	17.7	17.0	17.3	16.5	18.6
低值(计算)	-11.9	-12.6	-12.3	-13.0	-11.0

3.4 制定并实施改进措施

针对人员操作不规范的问题,聘请有经验的老师培训人员,规范、统一操作方法;人员戴棉布手套操作,避免手直接接触被检定/校准测量设备造成的热膨胀;人员操作10 min后读数,以消除热膨胀造成的影响;测长机分米刻度重合度对测量结果有较大影响,检定/校准人员操作中注意保证分米刻度重合良好。

针对零点漂移问题,测长机充分恒温;修改校准实验室管理制度,在实验室门口悬挂“请勿打扰”标牌,确保工作中非工作人员不能进入实验室,以减少环境温度波动引起的零点漂移;一名检定人员执行检定/校准操作,避免多人作业时人体温度引起的零点漂移。

措施实施后,由设备和由测量人员引起的变差得到改善, GRR 由原来的50.15%变为7.56%,可以看出系统已处于正常状态,满足要求。

4 结语

测量系统分析应用到测量系统控制过程中后表明,仅用周期溯源和日常的点检维护是不够的,应积极推广和应用MSA等过程控制方法,将事后控制改为过程监控,将只对测量设备控制改为对测量系统全要素控制,实现测量系统的有效监控,确保测长机系统有效运行。

参考文献:

- [1] 郑嵩祥,柴邦衡.ISO/TS 16949国际汽车供应商质量管理体系解读和实施[M].北京:机械工业出版社,2005.

(下转第62页)

4.2 盘车电机控制功能

盘车电机投入自动时,通过DCS的数字量模块DI810及模拟量采集模块AI810,分别将风机运行信号、转速信号、油压信号、轴承温度信号、定子绕组温度信号、振动信号、位移信号、开盖保护信号等采集到控制系统中,在DCS程序内部进行判断。在风机停机状态下,油压不低于0.14 MPa、轴承温度低于80℃、定子绕组温度低于95℃、振动小于49 μm、位移 $< \pm 0.2$ mm、开盖保护信号未到的情况下,转速信号小于300 r/s时,程序输出盘车电机运行命令,通过数量输出模块DO810,控制盘车电机运行。需要停机时,改为手动控制,进行停机操作控制。

4.3 吸力调节及安全运行功能

根据工艺情况,要求初冷器前煤气压力控制在-1.5 kPa,通过调整煤气大循环管、小循环管闸阀开度进行煤气量粗调,通过PID控制煤气鼓风机入口导叶开度进行精调,同时保证煤气停机时,入口导叶必须关闭,从而保障设备安全。

主要回路调节有:2#和3#风机初冷器前煤气压力调节各1个。控制方式单回路调节,通过PID控制煤气鼓风机入口导叶开度进行精调。因控制参数初冷前煤气压力为负压,前导叶装置控制的动作方式为:鼓风机导叶开度增大,初冷器前压力减小(吸力变大);鼓风机导叶开度减小,初冷器前煤气压力增大(吸力减小),导叶开度调节目的是为了维持初冷前压力在-1.2 kPa左右。

为保证前导叶装置在自动状态不因吸力的异常波动导致焦炉放散或憋停风机的恶劣情况发生,在程序内对PID参数进行优化设定,确保自动状态

下不出现导叶全开或全关的状况。

为防止控制系统模块故障导致前导向装置指令信号丢失,而造成前导叶装置关闭,焦炉短时放散的问题发生,设置前导叶装置断线监测功能,使导叶电动执行结构自动检测控制指令信号,一旦检测到指令信号丢失,导叶将保持在现有位置,以此实现控制系统故障状态下的煤气压力保证。

4.4 连锁保护功能

煤气鼓风机连锁保护功能由两部分组成。1) 开机保护功能,主要包括前导叶装置关到位、润滑油压不低于0.14 MPa、润滑油温低于55℃、油箱液位许可(开关量)、轴承温度低于80℃、定子绕组温度低于95℃、主回路合闸允许(开关量)等。2) 运行状态下紧急停机保护功能,主要包括润滑油压低于0.1 MPa、轴承温度高于100℃、定子绕组温度高于130℃、振动大于72 μm、位移 $> \pm 0.4$ mm、鼓风机入口煤气温度高于53℃等。

以上连锁保护功能均通过DCS的数字量模块及模拟量采集模块采集现场检测仪表信号,在程序内部进行处理,并通过输出模块实现远程控制。

5 结 语

2#、3#焦炉鼓风机组现均已投产使用,整套系统稳定可靠。控制功能优化改进后,各检测点准确有效,安全连锁控制有效稳定运行,提高了关键岗位、关键设备的可靠性与稳定性,实现了初冷前煤气吸力精准调节控制,在哪降低系统能耗同时有效减少焦炉烟尘泄漏。完善的安全保护功能有效预防焦炉放散环保事故,环境效益与社会效益突出。

Optimization of Automatic Control System for Coal Gas Compressor

ZHANG Shuhong, BIAN Xinliang, SUN Huayu, LIU Chenghui

(Jinan Branch Company of Shandong Iron and Steel Co., Ltd., Jinan 250101, China)

Abstract: The ABB AC 800F DCS control system was adopted in automatic control for coal gas compressor. The main function is electric control and control logic for gas compressor. Which can realize the auxiliary oil pump control, turning motor control, suction control and safe operation and chain protection, and so on. After optimization, every detection point is accurate, and safety chain control is effective and stable operation, it can meet the demands of equipment control for coal gas compressor.

Key words: coal gas compressor; distribution control system; chain control function; automatic regulation

(上接第60页)

Application of MSA in Monitoring One-meter Telemeter

LI Fanghong, LIU Ping, ZHAO Wenhong, XIA Jianhua

(The Measure and Quality Control Center of Jinan Branch Company of Shandong Iron and Steel Co., Ltd., Jinan 250101, China)

Abstract: The application of measure system analysis in monitoring one-meter telemeter was described in this paper. Based on this method, any occurrent failure can be found out immediately. However it is difficult to distinguish those failure using conventional Trace - Source Method or daily examination and repair. Furthermore, the failure causation becomes quite clear so that the relevant countermeasure can be carried out to avoid failure. As a result, this application helps Measure System achieve process control and better reliabilities ultimately.

Key words: measure system analysis; measure system; one-meter telemeter; monitor