

文章编号:1671-251X(2012)04-0020-04

掘进机断面监视系统性能试验方法研究

田原, 王德光

(中煤科工集团太原研究院, 山西 太原 030006)

摘要:针对断面监视系统的一般工作原理,提出了一种断面监视系统性能试验方法。该方法通过建立机身和巷道基准来测量截割头表面特征点的空间位置,当截割头在断面监视系统引导下完成整个断面扫描后,将获得的一系列特征点空间轨迹按照机身和巷道基准投影到定义断面轮廓的平面上,从而形成实际断面轮廓;最后按照角度偏差、位置偏差和形状偏差三类指标对实际断面轮廓和设计断面轮廓进行比较,完成对断面监视系统的性能评价。试验结果验证了该方法的有效性和正确性。

关键词:掘进机;断面监视系统;性能试验;截割头定位;断面轮廓

中图分类号:TD632.2/76 文献标识码:A 网络出版时间:2012-04-05 10:11

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120405.1011.006.html>

Research of Performance Testing Method of Section Monitoring System for Roadheader

TIAN Yuan, WANG De-guang

(Taiyuan Research Institute of CCTEG., Taiyuan 030006, China)

Abstract: The paper presented a performance testing method of section monitoring system according to general working principle of section monitoring system. The method measures spatial position of feature point on cutting header by setting references of roadheader and roadway, and projected spatial track of a series feature points obtained on the plane where section outline was defined according to the references of roadheader and roadway when cutting header completes section scanning under guiding to section monitoring system, so as to form a real section outline. Finally, the method compared the real section outline with the defined one according to indexes of angle error, position error and shape error to complete performance evaluation of section monitoring system. The experimental result showed that the method is effective and accurate.

Key words: roadheader, section monitoring system, performance testing, location of cutting header, section outline

0 引言

掘进机断面监视是实现自动截割的关键技术之一^[1],因此,成为目前行业内外的一個研究热点。在某些进口掘进机上已有功能类似的配套装备,国内大多数掘进机厂商也正在以各种方式积极开发相关技术和装备。但对于基于不同原理实现的断面监

控技术和装备,目前尚无一套完整可信的性能评价体系 and 检验方法,这既阻碍了断面监视相关技术的改进,也影响了其产业化。鉴此,本文从掘进机断面监视系统的定义和工作原理出发,提出了一种巷道断面监视系统性能试验方法,并对这一方法的试验结果进行了分析。

收稿日期:2012-02-06

基金项目:山西省“十二五”科技重大专项项目(20111101026)

作者简介:田原(1976-),男,山西太原人,工程师,博士,研究方向为煤矿装备自动化。E-mail:tianyuan@tyccri.com

1 断面监视系统的定义及工作原理

从近年来对掘进巷道断面监视系统的研究成果^[2-5]中可以看出,断面监视系统是指通过特定方法检测并计算出截割头在断面截割过程中相对于掘进机机身或巷道等基准的实时空间位置,用于辅助或替代人工实时监视截割头在巷道断面中的相对位置,避免超割或欠割,从而截割出符合设计参数的巷道断面轮廓的装置和技术。

根据测量基准不同,断面监视系统可分为以机身作为基准的断面监视系统和以巷道为基准的断面监视系统。目前常见的是前者,后者是集成了掘进机空间位姿自动检测技术的断面监视系统,目前未见有应用报道。以机身作为基准(本文指几何意义上的基准)的含义是机身基准点置于巷道基准点处且机身前后、上下及左右对称轴方向与巷道基准方向完全一致,即机身坐标系与巷道坐标系完全重合。

断面监视系统的关键技术是对截割头在给定基准坐标系中空间位置的检测和计算。因此,断面监视系统的性能主要体现在截割头的定位精度和完成断面轮廓的精度,其中前者是后者的基础。影响截割头定位精度的因素主要包括传感器精度、传感器安装精度以及计算所用数学模型的合理性和精度等。

2 以机身作为基准的断面监视系统性能试验方法

2.1 坐标系定义

以机身作为基准的断面监视系统性能试验方法首先需要定义坐标系,包括巷道坐标系 OXYZ、掘进机机身坐标系^bO^bX^bY^bZ、测量坐标系^cO^cX^cY^cZ、断面轮廓坐标系 oxyz,如图1所示。

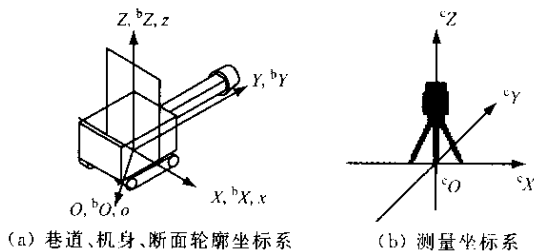


图1 坐标系定义示意图

机身坐标系原点^bO设在机身在地面投影的几何中心处,水平且水平面投影与机身前后轴线重合时的悬臂指向为机身坐标系^bY轴;水平且与^bY轴垂直的方向为机身坐标系^bX轴;与^bX轴、^bY轴正交的方向为机身坐标系^bZ轴。根据以机身作为基准的断面监视系统的定义,巷道坐标系 OXYZ 与机身

坐标系^bO^bX^bY^bZ完全重合。断面轮廓坐标系 oxyz 用于定义断面轮廓。定义在巷道坐标系的 XZ 平面内,断面轮廓坐标系设置与巷道坐标系相同。

测量坐标系是指测量仪器自身的基准,坐标系原点位于仪器中心在地面上的投影处,其横轴^cX和纵轴^cY均水平,竖轴^cZ与横轴^cX和纵轴^cY正交。

设 $A_1(^cX_{A_1}, ^cY_{A_1}, ^cZ_{A_1})$ 、 $A_2(^cX_{A_2}, ^cY_{A_2}, ^cZ_{A_2})$ 分别为全站仪测得的掘进机机身两侧在机身坐标系^bX轴方向上的两点空间位置坐标,分别设置在机身两侧相同距离处,则机身坐标系原点可表示为 $^bO\left(\frac{^cX_{A_1} + ^cX_{A_2}}{2}, \frac{^cY_{A_1} + ^cY_{A_2}}{2}, \frac{^cZ_{A_1} + ^cZ_{A_2}}{2}\right)$, X轴方向向量可表示为 $X = \{^cX_{A_1} - ^cX_{A_2}, ^cY_{A_1} - ^cY_{A_2}, 0\}$, Y轴方向向量可表示为 $Y = \{-(^cY_{A_1} - ^cY_{A_2}), ^cX_{A_1} - ^cX_{A_2}, 0\}$,投影面 π 可表示为

$$A'^cX + B'^cY + C'^cZ = D' \quad (1)$$

式中: $A' = \frac{^cY_{A_1} - ^cY_{A_2}}{^cX_{A_1} - ^cX_{A_2}}$; $B' = -1$; $C' = 0$; $D' = \frac{^cX_{A_1} ^cY_{A_2} - ^cX_{A_2} ^cY_{A_1}}{^cX_{A_2} - ^cX_{A_1}}$ 。

2.2 断面轮廓的设定

断面轮廓以上述基准按照断面轮廓参数进行设定。以矩形断面为例,定义在断面轮廓坐标系中且纵向对称轴与断面轮廓坐标系的 z 轴重合,底部与断面轮廓坐标系的 x 轴重合。

2.3 断面轮廓的形成

截割头在断面监视系统的引导下完成整个断面的扫描,通过全站仪或其它仪器测量截割头末端中心扫描过的轨迹,获得完整的断面轮廓空间坐标序列,然后对其进行投影即可形成平面断面轮廓,以便与设定轮廓进行对比。

设 $M_i(^cX_i, ^cY_i, ^cZ_i)$ ($i=1, 2, \dots, n$)为截割头运动轨迹形成的截割头末端中心空间位置坐标,则 M_i 在平面 π 上的投影坐标 $M'_i(^cX'_i, ^cY'_i, ^cZ'_i)$ 为

$$\begin{cases} ^cX'_i = \frac{\alpha^2 ^cX_i - \alpha\beta ^cY_i - \beta}{\alpha^2 + \beta^2} \\ ^cY'_i = \frac{\beta^2 ^cY_i - \alpha\beta ^cX_i - \alpha r}{\alpha^2 + \beta^2} \\ ^cZ'_i = ^cZ_i \end{cases} \quad (2)$$

式中: $\alpha = ^cX_{A_1} - ^cX_{A_2}$; $\beta = ^cY_{A_2} - ^cY_{A_1}$; $r = ^cX_{A_2} ^cY_{A_1} - ^cX_{A_1} ^cY_{A_2}$ 。

2.4 评价指标

评价指标是按照断面截割中可能出现的偏差制定的,包括角度偏差、位置偏差和形状偏差3类。

(1) 角度偏差。对底部所有特征点进行线性拟合,定义其倾角为断面轮廓横滚角 δ 。

(2) 位置偏差。将各投影点围绕断面轮廓坐标系原点旋转角度 δ 后计算其横坐标均值 x'' ,以此定义为断面轮廓的横向偏移量。断面轮廓的纵向偏移量定义为原点至断面轮廓底部拟合直线的距离。

(3) 形状偏差。确定断面轮廓形状误差,即将实际截割头末端中心运动轨迹的投影作为实际断面轮廓并与设计断面轮廓进行对比。由于实际应用中更关心断面截割过程中的局部超截和欠截问题,因此,形状偏差定义为上述轮廓消除角度偏差和位置偏差后各点到设计轮廓相应边线的距离。对于拱形断面,两侧边和底边误差计算方法同上,弧形顶部的误差由各点到设计轮廓弧顶中心的距离与设计弧顶半径进行对比得出,由此计算最大正偏差(超截量)和最大负偏差(欠截量)作为断面监视系统截割矩形断面时的形状误差指标。

3 以巷道为基准的断面监视系统性能试验方法

在以机身为基础的断面监视系统中,将巷道坐标系与机身坐标系分离开来,同时增加机身在巷道坐标系中空间位姿自动检测的装备,以机身为基础的断面监视系统就成为以巷道为基准的断面监视系统。对于以巷道为基准的断面监视系统性能试验,关键在于巷道基准的获取。通常在掘进机工作面,巷道基准由激光指向仪发出的激光束给定,进一步而言,基准由激光指向仪发出的激光束在巷道断面上形成的光斑给定。因此,对以巷道为基准的断面监视系统性能进行试验时,通过对激光指向仪发出光束的两端进行检测,即可获得巷道指向的方向向量,进而获得巷道基准数据。其它如监视目标空间位置测量和计算、投影、断面轮廓定义以及断面轮廓性能评价等处理过程均与以机身为基础的断面监视系统性能检验方法相似。

4 试验及结果分析

本文对以机身为基础的断面监视系统性能进行试验。试验以装备了 XSJ1-1.5/127 型断面监视系统的 EBJ-120TP 型掘进机为平台,测量仪器采用 TS02POWER 型全站仪。试验中对截割头空间位置的控制模拟了实际断面截割过程,即截割头在断面监视系统引导下运动。运动轨迹如图 2 所示,即截割头从机身前方设定断面轮廓左下角开始水平向右,直到断面轮廓右下角,然后沿断面轮廓右边界

上移,水平向左,以此类推。

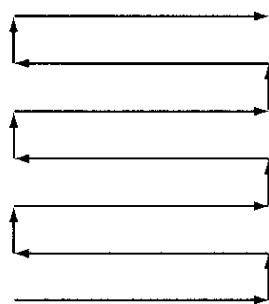


图2 截割头扫描过程

截割头以大致均匀的步长移动,2次移动间隙由全站仪进行截割头末端中心空间位置测量。在截割头移动的同时,通过断面监视系统人机界面对截割头相对设定边界的位置进行监视。试验中设定宽度和高度均为 3 m 的矩形断面轮廓。由试验数据还原的截割过程如图 3 所示,其中“*”表示实测数据点。通过投影形成实际断面轮廓,实际断面轮廓与设计断面轮廓对比如图 4 所示,其中“*”表示实测数据点,实线表示设计断面轮廓。

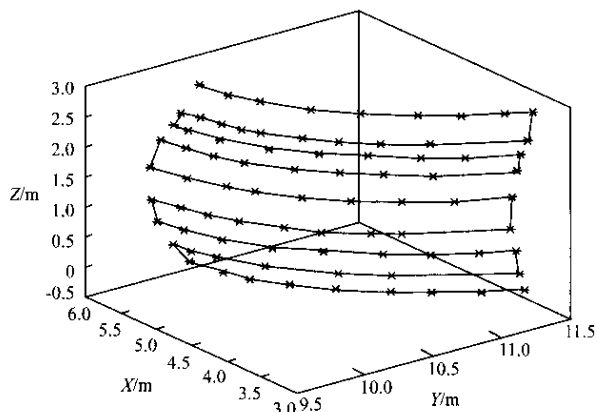


图3 由试验数据还原的截割过程

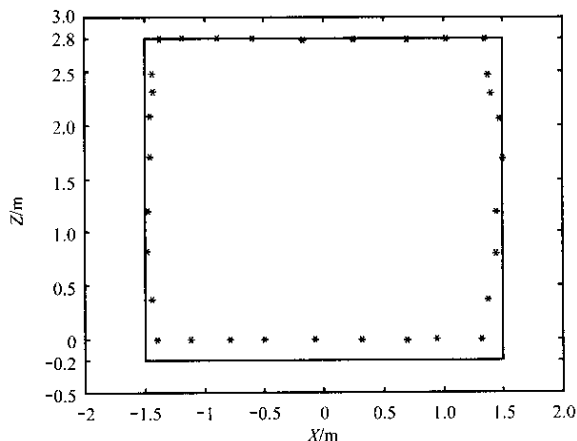


图4 设计断面轮廓与实际断面轮廓的对比

根据图 3、图 4 可得出以下结论:

- (1) 实际断面轮廓的上边界与设计断面轮廓的上边界一致性较好。
- (2) 实际断面轮廓的下边界与设计断面轮廓的

文章编号:1671-251X(2012)04-0023-07

配电网短路故障分析及其识别方法研究

郑日红¹, 顾秀芳¹, 韩如月¹, 王飞², 邓国栋¹

(1. 内蒙古工业大学电力学院, 内蒙古 呼和浩特 010018;

2. 西安理工大学自动化与信息工程学院, 陕西 西安 710048)

摘要:分析了在不同中性点接地方式下单相接地和两相短路接地故障的相电压及中性点电压变化特征, 结合三相短路和两相短路的故障特征, 提出了完整的配电网短路故障识别方法。仿真结果表明, 该方法具有采集的模拟量少、判据简单、运算简便的优点, 具有一定的实用价值。

关键词:配电网; 中性点接地方式; 故障类型; 故障特征; 故障识别

中图分类号:TD608 文献标识码:A 网络出版时间:2012-04-05 10:12

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120405.1012.007.html>

Analysis of Short Circuit Faults of Distribution Network and Research of Its Identification Methods

ZHENG Ri-hong¹, GU Xiu-fang¹, HAN Ru-yue¹, WANG Fei², DENG Guo-dong¹

(1. School of Electric Engineering of Inner Mongolia Industrial University, Hohhot 010018, China.

2. School of Automation and Information Engineering of Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

收稿日期:2012-01-19

作者简介:郑日红(1986-),女,内蒙古乌兰察布人,硕士研究生,研究方向为配电网自动化。E-mail:rhzheng@yeah.net

下边界方向一致,但相差约0.2 m。这是由于断面监视系统设定断面时以机身所在地面为下边界,而截割头在进行轮廓下边界扫描时,由于地面阻挡而无法使截割头末端中心到达下边界。

(3) 实际断面轮廓的左右边界呈鼓形,中间位置宽度最大,上下两端宽度最小,形成最大欠截量。通过对截割头完成两侧边界扫描时悬臂的控制方式进行分析,可知断面轮廓的左右边界在断面轮廓定义平面上的投影的确为鼓形。

根据断面监视系统性能评价指标的定义,可计算出实际断面轮廓的角度偏差约为 -0.26° ,实际断面轮廓横向偏差约为 -0.015 m,纵向偏差约为 0.001 m,实际轮廓最大欠截量约为 0.165 m(不考虑下边界偏差),最大超截量约为 0.015 m。

5 结语

断面监视系统是掘进机自动化的重要组成部分,其性能优劣直接关系到巷道成型精度、工人劳动

强度和作业效率。提出的掘进机断面监视系统性能试验方法可用于断面监视、自动截割相关技术的研究,以及安装了断面监视系统的掘进机在出厂前的断面监视性能检验,其优点在于无需切割假煤壁,只需由断面监视系统按照断面轮廓设计参数引导截割头完成断面扫描即可进行检验。试验结果初步证明了该方法的有效性和正确性。

参考文献:

- [1] 郝建生. 悬臂式重型掘进机关键技术探讨[J]. 煤炭科学技术, 2008, 36(4): 4-6, 105.
- [2] 李晓松, 吴志强. 悬臂式掘进机断面轮廓监控系统[J]. 黑龙江科技学院学报, 2008, 18(6): 410-413.
- [3] 刘春生, 赵汗青, 李海燕. 悬臂式掘进机截割轨迹可视化监控[J]. 黑龙江科技学院学报, 2008, 18(4): 5-8.
- [4] 熊双辉. 悬臂式掘进机巷道断面成形控制系统研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2009.
- [5] 张士勇. 纵轴式悬臂掘进机断面成形控制基础研究[J]. 陕西理工学院学报, 2005, 21(3): 18-20, 27.