

文章编号:1671-251X(2012)02-0029-03

DOI:CNKI:32-1627/TP.20120113.1302.009

悬臂式掘进机机身位姿误差消除策略的研究

杜毅博¹, 穆晶¹, 李睿¹, 刘建功², 吴森¹

(1. 中国矿业大学(北京)机电与信息工程学院, 北京 100083;

2. 冀中能源集团有限责任公司, 河北 邢台 054021)

摘要:基于悬臂式掘进机机身位姿检测系统,提出了一种悬臂式掘进机机身位姿误差消除策略:根据悬臂式掘进机机身位姿检测系统所采集的数据,判断各方向位姿误差的大小;当误差较大时,通过控制履带、前铲板与后支撑对悬臂式掘进机整体进行调整,减小机身各方向误差;当误差减小到截割臂的控制补偿范围,根据当前位姿误差设定截割轮廓的正确位置并进行自动截割;解算出各方向剩余位姿误差的补偿量,根据补偿量在自动刷帮过程中控制截割断面的边界位置。该策略对实现自动定向掘进和掘进远程控制具有一定的参考价值。

关键词:悬臂式掘进机;位姿检测;位姿误差;定向掘进;掘进远程控制

中图分类号:TD632.2

文献标识码:A

网络出版时间:2012-01-13 13:02

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120113.1302.009.html>

Research of Errors Elimination Strategy of Body Pose of Boom-type Roadheader

DU Yi-bo¹, MU Jing¹, LI Rui¹, LIU Jian-gong², WU Miao¹

(1. School of Mechanical Electronic and Information Engineering of CUMT. (Beijing),

Beijing 100083, China. 2. Jizhong Energy Group Co., Ltd., Xingtai 054021, China)

Abstract: The paper proposed an errors elimination strategy of body pose of boom-type roadheader

收稿日期:2011-11-18

基金项目:国家高技术研究发展计划(“863”计划)资源环境领域重点项目(2008AA062201)

作者简介:杜毅博(1985-),男,河北邯郸人,硕士研究生,主要研究方向为煤矿自动化技术。E-mail: xiaoqidyb@126.com

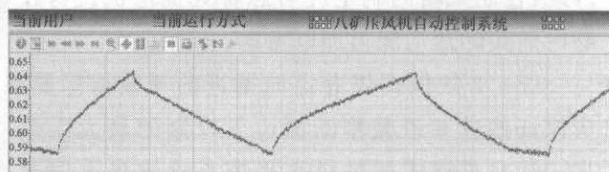


图2 压风机组调度模型控制效果

5 结语

以恒压节能为目标,通过相关的模型假设,分3个阶段建立了压风机组调度模型,并对模型进行了求解。实际应用表明,该模型基本上实现了恒压节能的目标,大风包的压强维持在规定范围内。然而,在模型实现中存在多软件同步的问题,虽然通过数据库为媒介的方式解决了问题,但是时效性不好。因此,下阶段的工作将以多软件同步的时效性为重点进行进一步的研究。

参考文献:

- [1] 李总根,彭伯平,王捍湘. 移动式压风机司机[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2008.
- [2] 孙继平. 煤矿安全监控新标准、新规程汇编及煤矿安全监控系统设计与选型手册[M]. 北京:中国矿业大学出版社,2002:4-7.
- [3] 梁启宇. 多机组智能集中节能系统在螺杆空压机的节能应用[J]. 电力通用机械,2010(2):67-68.
- [4] 陈国营. 纺织厂空压机能耗分析及节能实践[J]. 现代纺织技术,2010(1):25-26.
- [5] 范玉妹,徐尔,赵金玲,等. 数学规划及其应用[M]. 北京:冶金工业出版社,2009.
- [6] 吴德耀. 线性规划在多目标问题中的应用[J]. 中国科技信息,2010(18):32-33.
- [7] 万毅. 矿山空压机站智能监控系统的设计与实现[D]. 南京:南京理工大学,2007.

based on detection system of body pose of boom-type roadheader. Control principle of the strategy is as follows: judging pose errors size of each direction according to data collected by detection system of body pose of boom-type roadheader; adjusting boom-type roadheader through controlling track, shovel and support bracket to reduce errors of each direction of body when the errors are big; setting correct position of cutting contour and making automatic cutting according to current pose errors when the errors are reduced to control compensation range of cutting arm; calculating compensation quantity of residual pose errors of each direction and controlling boundary position of cutting section in automatic flitching process according to the compensation quantity. The strategy has certain reference for realizing automatic directional tunnelling and remote control of tunnelling.

Key words: boom-type roadheader, pose detection, pose error, directional tunnelling, remote control of tunnelling

0 引言

悬臂式掘进机是我国煤炭工业生产中井下综掘工作的核心装备。近年来,为解决采掘失调问题,悬臂式掘进机的自动化与智能化以及远程控制等问题已成为研究热点。目前,悬臂式掘进机断面自动成形控制的研究已趋于成熟^[1-2],并已在工程中获得应用。然而,截割作业开始前确保悬臂式掘进机机身的初始位姿正确是正确截割的前提条件,也是影响截割质量的关键要素。因此,必须综合考虑位姿误差对截割作业所产生的影响,开展机身位姿误差自动检测及消除控制的研究。

参考文献[3]~[4]详细阐述了位姿误差的相关定义,并提出了一种准确测量悬臂式掘进机机身位姿参数的检测系统及其方法。本文在参考文献[4]所提出的悬臂式掘进机机身位姿误差(以下称位姿误差)检测系统的基础上,开展位姿误差消除控制方法的研究,旨在研究出一套可适用于煤巷施工、服务于断面自动成形控制的位姿误差消除控制方法,为实现自动定向掘进和掘进远程控制奠定基础。

1 位姿误差分类

在实际工作中,悬臂式掘进机机身可能出现某一种偏差,也可能同时出现2种偏差甚至3种偏差。按照位姿误差的复合方式对位姿误差进行分类,如表1所示。

本文根据不同的悬臂式掘进机机身位姿复合状况分别展开研究,力图通过一套控制方法,解决所有复合误差状况,达到消除位姿误差的目的。

2 位姿误差消除控制策略

2.1 控制策略的制定原则

经煤矿井下掘进现场反复考察并与掘进机制造

表1 位姿误差分类

分类方式		类别内容
单项误差	基本误差(4个)	偏向角 α (偏向角 α);偏向位移 A (偏距 A);俯仰角 β ;横滚角 γ
	双复合误差(6个)	$\alpha+A; \alpha+\beta; \alpha+\gamma; A+\gamma; A+\beta; \beta+\gamma$
复合误差	三复合误差(4个)	$\alpha+A+\beta; \alpha+A+\gamma; A+\beta+\gamma; \alpha+\beta+\gamma$
	全复合误差(1个)	$\alpha+A+\beta+\gamma$

厂家反复研究,确定位姿误差消除控制策略应遵循以下原则:

(1) 必须依据煤巷内的实际工况和施工工艺要求;控制策略的制定应立足于煤巷掘进施工工艺的特点,并可以适用于煤巷内各种特殊的工况环境。

(2) 必须依据悬臂式掘进机机身在煤巷内的实际运动能力;悬臂式掘进机本身运动能力有限,而进行实际掘进施工时,由于煤巷内环境及煤岩装载系统的布置形式所限,其运动能力还要再大打折扣。因此,控制策略的制定应对悬臂式掘进机机身在煤巷内的实际运动能力加以考虑。

(3) 必须依据煤巷定向掘进的考核指标要求:应保证掘进巷道截割断面边界控制的最大误差 $<10\text{ cm}$,且悬臂式掘进机水平姿态检测最大误差 $<0.1^\circ$ 。

2.2 控制策略的实现

根据以上原则,本文提出一种程序调整与人工调整相结合的位姿误差消除策略,其控制原理如图1所示。程序调整是通过程序控制实现位姿误差的调整或补偿。由于井下工况复杂多变,仅使用程序调整位姿将花费大量时间,影响掘进效率。因此,应首先采取人工调整位姿方式确保掘进效率,之后采取程序调整位姿方式确保巷道掘进精度,最终实现定向掘进。

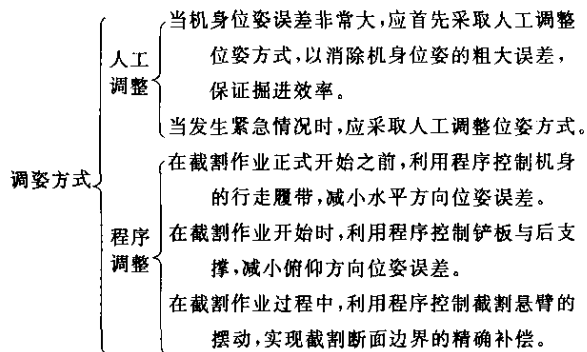


图1 位姿误差消除策略控制原理

位姿误差消除策略实现步骤：

(1) 人工将悬臂式掘进机开至截割断面前方后，读入位姿误差检测系统所采集的数据，对数据进行判断：判断当前位姿误差是否为复合误差；判断各方向位姿误差的大小，确定是否需要调整车体来减小误差。

(2) 当误差较大时，通过控制履带、前铲板与后支撑等相关操作对悬臂式掘进机整体进行调整，减小悬臂式掘进机机身各方向误差。当误差减小到控制截割臂的补偿范围^[5]，根据当前位姿误差设定截割轮廓的正确位置并进行自动截割。

(3) 解算出各方向的剩余位姿误差的补偿量，根据补偿量在自动刷帮过程中控制截割断面的边界位置。

具体的位姿误差消除程序流程如图2所示。

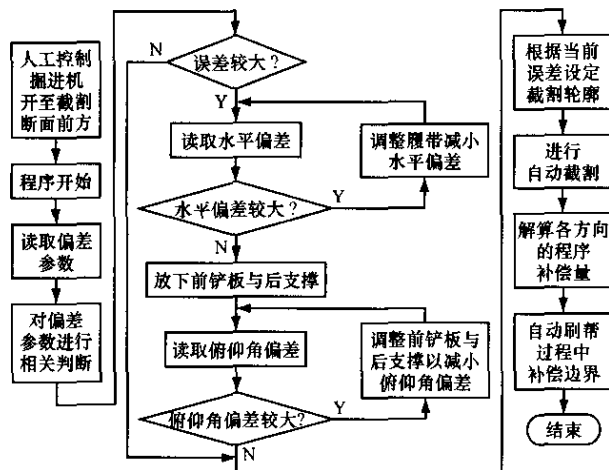


图2 位姿误差消除程序流程

3 位姿误差消除控制系统设计

基于上述位姿误差消除控制策略，设计出位姿

误差消除控制系统，其硬件系统结构如图3所示，软件系统的设计通过以下工作逐步完成。

(1) 截割头截割能力空间极限分析：通过分析截割头所能达到的空间位置，计算出是否调整悬臂式掘进机机身的临界值。

(2) 车体调整执行机构控制能力研究：通过分析掘进机行走机构及前铲板与后支撑的控制能力，计算出程序调整与人工调整的临界值，为控制软件的编制建立基础。

(3) 编制控制软件，开展工业性试验并改进。

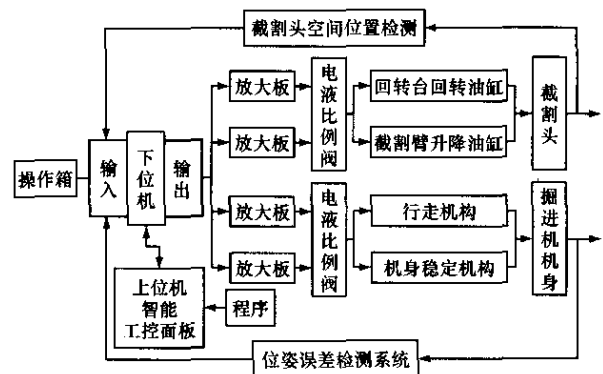


图3 位姿误差消除控制系统硬件系统结构

4 结语

基于位姿误差检测系统设计的位姿误差消除策略可用于当前的煤巷掘进工作，并服务于当前发展较为成熟的巷道断面自动成形控制技术，为最终实现掘进远程控制奠定了基础。目前，该策略的研究还在不断深入探索中，仍有很多问题亟待解决。

参考文献：

- [1] 田韵,杨阳,陈国强,等.纵轴式掘进机巷道断面自动截割成形控制方法[J].煤炭学报,2009(1):111-115.
- [2] 魏景生,吴森,刘建功,等.掘进机智能型自动成形恒功率截割控制系统的应用[J].工矿自动化,2009(7):118-121.
- [3] 朱信平,李睿,杜毅博,等.基于全站仪的掘进机机身位姿参数测量方法[J].煤炭工程,2011(4):121-123.
- [4] 中国矿业大学(北京),石家庄煤矿机械有限责任公司.掘进机机身位姿参数测量系统及其方法:中国,CN101629807[P].2010-01-20.
- [5] 穆晶,杜毅博,田韵,等.悬臂式掘进机截割断面极限位置分析[J].工矿自动化,2011(10):67-69.