

基于扩展 Park 矢量的电机故障诊断系统设计

宋辉¹, 张立华¹, 李坤¹, 李来营²

(1. 曲阜师范大学电气信息与自动化学院, 山东 日照, 276826; 2. 兖州煤业集团鲍店煤矿, 山东 兖州, 272101)

摘要: 转子断条故障和轴承故障是异步电动机的主要故障, 这两种故障的检测是电机故障诊断的重要内容。根据扩展 Park 矢量法理论的原理, 阐述断条故障的诊断方法, 结合轴承故障特点及冲击脉冲传感器的信号, 给出了异步电机故障诊断系统的设计方案。实践表明, 系统具有很强适应性和广阔的工业应用前景。

关键词: Park 矢量; 冲击脉冲法; 故障诊断; 转子断条; 轴承故障

[中图分类号] TM32 [文献标志码] A [文章编号] 1000-3886(2012)03-0058-02

Design of Fault Diagnosis System with Extended Park's Vector Method

SONG Hui¹, ZHANG Li-hua¹, LI Kun¹, LI Lai-ying²

(1. College of Electricity information and automation, Qufu normal university, Rizhao Shandong 276826, China;

2. Baodian Coal Mine of Yanzhou Coal Group, Yanzhou Shandong 272101, China)

Abstract: Broken Bar Faults and Bearing Faults were the main faults in Asynchronous Motors. Those detection is very important in Motor Fault Diagnosis. Based on the theory of Park's Vector, a method for detecting broken rotor bars faults in asynchronous motors is presented here. With the characteristic of bearing faults and the sensor signal, design of fault diagnosis system was given in detail. Practice proves the high adaptability and wide.

Keywords: Park vector; Shock Pulse Method; Fault Diagnosis; Broken Bar Fault; Bearing Fault

0 引言

电动机由于受供电电源、运行机制、负载性质、安装环境等因素影响, 容易出现某一或某些部件的性能劣化, 其中最常见故障有定子绕组的匝间短路、转子断条及端环断裂、轴承磨损及气隙偏心等, 其中断条故障发生概率约为 10%, 轴承故障发生概率约为 30%^[1-3]。因此, 断条故障诊断和轴承故障诊断一直是电动机故障诊断的重要内容。针对兖矿集团下属鲍店煤矿某建材厂 20 台关键部位大功率电机的安全、连续正常运行, 设计了这套电机故障诊断系统, 目前该系统正常运行中。

1 电机故障诊断原理

1.1 转子断条诊断方法

当电机转子发生断条故障时, 定子电流中将产生频率为 $f_{br} = (1+2s)f_s$ (s 为转差率, f_s 为电网频率) 的故障特征分量^[4]。定子电流信号易于采集, 因此基于傅立叶变换的定子电流信号频谱分析方法被广泛应用于转子断条故障检测, 并逐渐形成了自适应滤波、希尔伯特变换、派克矢量变换、小波分析等各具特色的转子断条故障检测方法^[2,5,6]。Park 矢量法将三相静止坐标系中的定子电流信号变换到两相静止 $\alpha\beta$ 坐标中, 定义 i_α 与 i_β 的合成矢量为 Park 矢量。电机正常时, Park 矢量在 $\alpha\beta$ 坐标中的轨迹为一个圆形; 而当电机出现转子断条故障时, Park 矢量在 $\alpha\beta$ 坐标中的轨迹变为一个椭圆的模式, 通过对比 Park 矢量在平面上对应轨迹的不同即可实现转子故障的识别。

Park 矢量 (Park's Vector) 的分量 i_α 、 i_β 是电机定子绕组三相电流 (i_a 、 i_b 、 i_c) 的函数, 表示为:

$$i_\alpha = (\sqrt{2}/\sqrt{3}) i_a - (1/\sqrt{6}) i_b - (1/\sqrt{6}) i_c \quad (1)$$

$$i_\beta = (1/\sqrt{2}) i_b - (1/\sqrt{2}) i_c \quad (2)$$

不同故障所对应的 Park 矢量轨迹特征, 目前还没有形成十分明确和定量的判别标准。扩展 Park 矢量方法 (Extended Park's Vector Approach), 对 Park 矢量的模 $|i_\alpha + j i_\beta|^2$ 进行谱分析。Park 矢量取模后, 将三相电流 (i_a 、 i_b 、 i_c) 中的对称分量转换为直流分量 (DC), 突出了转子断条、端环开裂等故障产生的边频分量 ($2ksf_1$), 这样故障特征频率就很容易与电源基频分量 (f_1) 区分开来。

1.2 轴承故障诊断方法

当滚动轴承元件表面存在缺陷或发生损伤时, 会以一定的通过频率产生一系列的周期性冲击, 这些冲击将激励轴承系统产生一系列的冲击衰减响应, 激发起系统高频固有振动表现为弱阻尼自由衰减振荡, 衰减响应中包含了轴承的故障信息。通过安装在轴承座、外圈或箱体适当位置的冲击脉冲传感器和振动传感器来监测轴承的冲击和振动信号, 并对其进行分析和处理。这种方法的优点是: 适用于各种类型工况的轴承, 可以有效地诊断出早期故障, 信号测试与处理简单、直观并可重复检测; 受外界环境影响小、诊断结果准确可靠等。因而在实际工程中得到了广泛的应用。

2 异步电机故障诊断系统设计

2.1 系统硬件设计

对异步电动机转子断条故障、定子绕组匝间短路故障、定转子过热以及轴承故障进行检测是异步电机故障诊断系统的核心功能, 系统可以在线检测异步电动机运行参数, 评估其当前运行状态。

数据采集系统选用 SK-PLC 测控单元, 对多路电机实时采集定子三相电压、电流信号及相关位置冲击脉冲传感器的信号, 通过

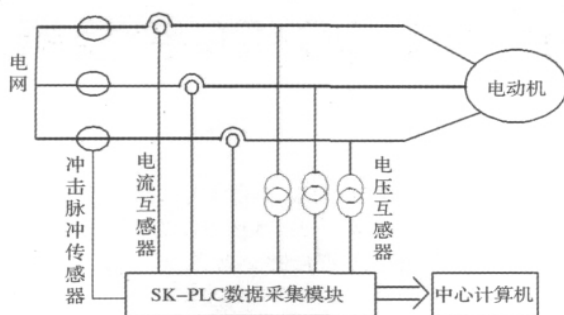


图1 异步电机故障诊断系统组成原理图

有线和无线相结合的通讯方式传送到中心控制计算机,中心计算机的组态软件对采集信息进行分析,监测监控运行状态,根据设定值对检测值越线、趋势、统计报警(计算机画面报警、声光报警、远程语音报警),并将实际数据和报警数据存入综合数据库备查。

2.2 故障系统软件设计

如图2所示,软件系统的开发组态王工控组态软件及 MATLAB6.5 软件包。建立在 VisualC++ 6.0 和 MATLAB6.5 平台上的程序采集来自 SK-PLC 数据采集模块的电动机定子电压、电流信号及振

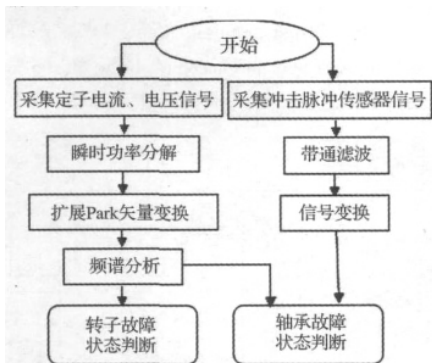


图2 异步电机故障诊断系统流程图

动信号,并进行分析和检测,最后给出故障检测定性结果,并给出故障程度定量判断的估计值,以便于运行人员参考。

3 结束语

设计开发了这套异步电机故障诊断系统后,究矿集团下属某建材厂大大减少了由于电机故障而产生的停工停产状况,关键点电机按每周6天生产,日产量10万块(空心砖),每块0.3元计算,其间接经济效益为:6(天)*10万*0.3元=18万元。同时,降低电机设备故障率近30%,每年节约设备维护费用近2万余元。

本文简要介绍了系统功能,实际运行系统包括轴系故障、元件故障和电机故障三部分的故障诊断,软件包括了有线和无线两种方式连接现场和控制室,便于故障信息的及时处理。

参考文献:

- [1] 黄进,牛发亮,杨家强. 基于双PQ变换的感应电机转子故障诊断[J]. 中国电机工程学报,2006,26(13):135-139.
- [2] 邵英. 采用Park变换感应电机转子复合故障检测[J]. 电机与控制学报,2010,1(3):57-61.
- [3] 侯新国,吴正国,夏立,卜乐平. 基于Park矢量模信号小波分解的感应电机转子故障诊断方法研究[J]. 中国电机工程学报,2003,23(9):137-140.
- [4] Gaydon B G, Hargis C, Kamash K. The detection of rotor faults in induction motors [C]//IEEE Conference on Electrical Machines - Design and Applications, London (UK), 1982:216-220.
- [5] 侯新国,吴正国,夏立. 基于Park矢量模平方函数的异步电机转子故障诊断方法研究[J]. 中国电机工程学报,2003,23(9):137-140.
- [6] 张健文,朱宁辉,姚奇,等. 基于Park矢量的变频电源供电的笼型异步电机转子断条故障诊断方法[J]. 电气自动化,2007,29(4):56-58.

【作者简介】宋辉(1975-),女,山东滨州人,硕士,讲师;研究方向:检测技术与自动化装置。

(上接第51页)

者液位时,可以弹出相应的水泵或液位控制画面。污水处理总流程画面如图5所示。

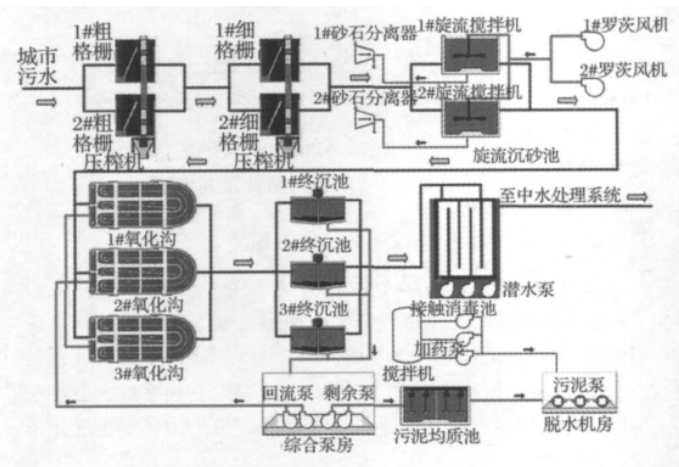


图5 污水处理总流程界面设计

3 应用情况

综合考虑污水处理厂设备分布分散,现场环境复杂等因素,达到了远程监控的管理目标,降低了工人的劳动强度,增强了系

统的可靠性、可维护性,提高了系统的控制精度。该系统投入运行以来,用户反映系统性能良好,操作方便,能够满足对污水处理厂各关键点进行有效监控的需求,节省了成本,提高了出水水质和经济效益,达到了预期的目标。

参考文献:

- [1] 国家环境保护总局科技标准司编著. 城市污水处理及污染防治技术指南[M]. 北京:中国环境科学出版社,2001:2-4.
- [2] 季建功,刘志峰,李杨. 基于PROFIBUS-DP的污水处理集散控制系统[J]. 制造业自动化,2008,30(6):41-43.
- [3] 王树东,孟静静,陈仕彬,等. 工业以太网和CAN总线在污水处理系统中的应用[J]. 电气自动化,2011,33(1):37-40.
- [4] 刘宇,彭力. 基于PLC的城市污水处理控制系统设计[J]. 漯河职业技术学院学报,2009,8(5):16-18.
- [5] 周芝峰. 基于PROFIBUS总线的水处理工程设计[J]. 电气自动化,2008,30(3):49-51.
- [6] 边春元,任双艳,满永奎,等. 7-300/400PLC实用开发指南[M]. 北京:机械工业出版社,2007:172-204.
- [7] 张本法. 基于PROFIBUS总线的工业污水控制系统设计[J]. 科技经济市场,2009,(4):14-16.
- [8] 薛迎成,舒锋,王瑞臣,编著. 工业组态技术基础及应用[M]. 中国电力出版社,2009:264-358.
- [9] 张凯. iFIX4.0在污水处理控制系统中的应用[J]. 工业控制计算机,2009,22(6):27-29.

【作者简介】王芳(1978-),女,黑龙江哈尔滨人,讲师,专业:控制系统及系统集成。黄光:(1984-),男,广西壮族自治区南宁人,助理工程师研究方向:控制系统及系统集成。