

# 机电一体化设备的故障诊断技术研究

张鑫  
(苏州泰格驱动技术有限公司 江苏省 苏州市 215021)

**摘要:**为解决现阶段机电一体化设备更新技术不断发展而产生的故障问题,进一步提高我国机电一体化技术的发展,将以重点分析现阶段机电一体化存在的故障问题为基础,以智能化设备故障为切入点使用小区域碰撞分析法的方式对其故障进行诊断检测,研究应用在新时代下的机电一体化设备故障诊断技术能否真正解决设备现存的问题,从而帮助相关领域的技术人员或整修团队提高设备诊断维修技术,推动我国在机电一体化故障诊断维修领域的发展。

**关键词:**机电一体化;设备故障;诊断技术

**0 引言**

通过分析各种应用在机电一体化设备故障诊断上的先进技术,了解现阶段我国在机电一体化故障诊断领域上的水平,从而促进我国机电一体化设备的生产发展能够得到进一步的提高,确保使用与生产中的安全性。在现阶段科学技术的加持下,机电一体化故障诊断技术可以实现对更加精密的设备进行检查,从而可以对机电一体化设备生产的整体发展起到必要的统筹协调的作用,并以此为基础保障这些设备均可以稳定且健康的运行下去。在机电一体化未来的发展当中,机电一体化设备的应用与影响范围将会继续扩大,同时也会出现的故障问题也会更加繁琐且丰富,因此,现阶段我国的机电一体化设备故障诊断应当继续丰富自身的诊断技术,为适应时代发展的潮流奠定基础。

**1 机电一体化设备故障诊断技术**

**1.1 振动诊断技术研究**

针对现阶段我国机电一体化设备出现的故障,常用故障振动诊断法来进行设备故障的检测。故障振动诊断法从技术的角度上出发不仅仅是一种常规的机电一体化故障检测技术,同时也是各种紧密精密仪器的统筹应用,该技术不但不断能够对已经存在的机电一体化故障进行诊断,而且还能够起到对机电一体化设备故障的预防。该技术主要利用各种先进且细小的振动探头来实现对机电一体化设备下的故障进行诊断,由该技术得出的数据能够更加精准且具有一定的科学性,所以该技术是现阶段机电一体化设备故障常用的预防与诊断技术之一。

**1.2 温度诊断技术**

所有机电一体化设备故障均会出现一定的高温,当机电一体化设备在故障环境下继续运行工作,那么必将会导致设备内部的温度在短时间出现剧烈的变化,同时还会向外界传到传导一定特征的热信号,如浓烟、发红或者高温炙烤等。而温度诊断技术就是利用机电一体化设备在故障时,会同时出现一些高温的热信号,工作人员能够通过测温枪或一些测温探头的方式精准定位故障发生的区域,并针对温度情况判断出设备故障等级,找出出现机电一体化设备故障的根本原因。另外,高温温度诊断技术还能够将每时每刻的故障温度信息进行记录,为之后的故障抢修工作提供故障信息

帮助,避免因机电一体化故障问题造成较大的经济损失。

**1.3 铁谱剖析技术**

该技术主要应用在采矿行业或者交通运输行业下的机电一体化设备故障诊断。在上述领域中机电一体化设备是应用最多且也是发生故障频率最高的行业,因此,使用铁谱剖析技术对应用在上述领域的机电一体化设备故障进行诊断能够更好的将故障检测出来,并能够在短时间内定位故障出现的位置。在上述领域中,因环境问题或者使用方面的问题会导致机电一体化设备在短时间内频繁出现零件磨损或丢失的状况,进而会导致部分磨损零件会直接进入到附近的润滑轴承当中或较为复杂的润滑系统当中,进而会破坏破坏润滑系统原有的润滑性质,严重是时还可能对润滑主轴造成不可挽回的伤害。

**1.4 油液磨屑分析故障诊断技术**

油液磨屑分析故障诊断技术是机电一体化设备在正常运行过程中必然会使用到的一种故障诊断技术,同时油液磨屑也是机电一体化设备在长时间运行过程中一定会出现的故障特征。该诊断技术会对将设备出现故障前和故障前的物质进行收集,然后利用专门的科学仪器对其进行物质识别,技术人员会依据仪器识别的结果进行故障判断,在该故障中油液颗粒的大小被当做判断设备是否出现损坏或磨损的重要依据。同时,机电一体化设备出现不同故障时,故障区域产生的微粒大小是互不相同的,。因此,诊断人员还可以通过颗粒的材质、形状以及附作附着物作为临时故障诊断依据,从而确定故障发生位置或机械磨损的大致位置。油液磨屑分析故障诊断技术是随着机电一体化技术的发展而衍生出的一种新型设备故障诊断技术,能够融合多种检测设备对故障进行进行分解,从而锁定故障出现的原因,缩短维修的时间。

**2 机电一体化设备故障诊断技术现存问题**

**2.1 机电一体化设备故障诊断技术的应用水平问题**

现阶段的智能化技术得到不断的发展,使得一些物联网技术、云技术技术、智能控制技术以及数据存储技术等逐渐应用到机电一体化领域当中,进而使得机电一体化领域的发展直接上升一个新的台阶,。虽然这对机电一体化领域的发展和应用机电一体化设备的领域来说是一件巨大的好事,

但是就机电一体化设备故障诊断检修人员而言,却是十分艰苦的发展路程。因机电一体化朝着智能化方向发展能够借助很多领域的技术帮助,甚至能够直接应用某科研得出的成果,但是对于机电一体化设备故障诊断和检修人员而言,没有能够直接利用的诊断检修技术,只能够在不断的探索当中来不断了解应用智能化技术的机电一体化设备故障,所以这种现象会使得机电一体化发展与诊断维修出现较大的差距,进而会出现因诊断与检修能力不足的问题,而阻碍机电一体化智能化发展的步伐。

### 2.2 机电一体化设备故障诊断的态度问题

现阶段的机电一体化设备十分缜密,特别是一些应用到较为精细化的生产活动当中的设备,其内部的核心零件复杂程度将会更高。尽管如此仍会出现一些故障诊断人员因自身态度问题而导致的误诊或漏诊问题,加大故障的影响范围和影响程度,造成严重的经济损失和设备损坏。因此,机电一体化设备故障的诊断人员在开展对设备故障问题诊断工作时,应当端正对诊断工作的态度,详细且仔细的记录检测装置上显示的数据,降低因诊断失误而造成的机电一体化设备故障问题。

### 3 以小区域碰撞分析法为基础的机电一体化设备故障诊断研究

在自动控制机电一体化机型中存在一种 PLC 设备,该设备会经常性的出现路径选择失衡的故障,进而会造成机电一体化自动控制设备在生产当中出现严重的错误性生产碰撞故障,严重影响设备整体的机械能耗问题。对此,本文将以小区域碰撞分析法为诊断技术,对机电一体化下的 PLC 控制故障进行深入的诊断研究。通过在机电一体化设备下的 PLC 控制中融入约束算法的方式改进设备原有程序对路径选择易出现故障的问题,以此帮助设备获取最佳的生产路线控制路径,全面提升机电一体化设备自动控制路径的自主选择精准度。

#### 3.1 小区域碰撞分析法的诊断应用

在智能化的机电一体化设备中,在明确 PLC 设备的出场厂原程序命令后,可以针对故障出现的次数和对撞路线明确故障的各项特征信号。但若想减少对撞次数保障设备能够按照原有的行动路径进行运转,就应当将设备故障运行时的耗能降至最低,要求设备能够完全按照程序设计的命令行动,重新规划设备运转的正确步骤划分,使机电一体化设备的整体运转能够完全约束在有效范围之内进行。对此,还要设计 2 个能够满足条件的诊断适应度函数,设计过程如下。

(1) 需要客观的设定出 PLC 设备上进行横向或纵向运动的最大值与最小值,以此实现对机电一体化设备的边界进行约束,因 PLC 设备在机电一体化机械中的实际运动空间存在固定范围,因此诊断和维修可以依据原有的程序参数进行边界的设定与控制。为控制 PLC 设备运动规程构建一个坐标系,在坐标系建立中应当选取 2 个约束点作为 PLC 运动范围的控制参数,为此设定给出直线为  $l_1$ ,则设备运动的横向约束与  $l_1$  之间的相交处坐标为  $(X_{11}, Y_{11})$  和  $(X_{12}, Y_{12})$ 。同

时需要注意  $Y_i$  的实际范围应当必须严格处在  $(Y_{11}, Y_{12})$  的规定中,进而导致此处交点的实际坐标会缺少精准性,因此需要依据限定范围规定的容错率来得出详细坐标函数,计算式为:

$$f_1 = \begin{cases} 1 & Y_{11} + r \leq Y_i \leq Y_{12} - r \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad (1)$$

上式中:  $r$  表示 PLC 设备数据最新下的步长范围;  $i$  表示 PLC 设备机电一体化下的运行路径点。

由上式中能够得出,如果机电一体化设备下 PLC 设备的每个运行路径点均可以控制在过程中,那么设计的适应度为 1,反之为 0。

(2) 智能化的机电一体化设备中, PLC 设备在工作状态存在出现突发状况的现象,该现象严重时会导致损害部位的设备出现损坏,因此该问题也可视为影响机电一体化设备故障的重要因素之一。应用在机电一体化的 PLC 设备自动运动过程相对简单,绝大多数的运行状态可设为循环性小面积的匀速运动,如某机电控制设备由初始状态  $P_0$  运动到目标区域  $P_i(x_i, y_i)$  使用的时间为  $t_i$ ,那么由  $P_{i-1}(X_{i-1}, Y_{i-1})$  到  $P_i(X_i, Y_i)$  运动所需的实际时间  $T_i$  为:

$$T_i = \sqrt{(x_i - x - t_0)^2 + (y_i - y_l - 1)^2} / v \quad (2)$$

上式中:  $v$  表示机电一体化控制系统下智能终端控制 PLC 设备的移动速度;  $t_0$  表示运动的初始时刻。

机电一体化控制系统目前路径上某设备模块的行动点为  $v_{ik}(v_{ix}, v_{iy})$ ,则机电一体化控制系统在  $v$  点的  $x$  和  $y$  速度可用方程式进行表示,方程为

$$\begin{aligned} x_i &= x_{i-1} + v_{ix} T_{i-1} \\ y_i &= y_{i-1} + v_{iy} T_{i-1} \end{aligned} \quad (3)$$

同时,影响机电一体化 PLC 设备运行轨迹的其它障碍物,同样可以通过坐标的方式被无线缩小直至被计算出来,计算公式为

$$\begin{aligned} X_{hk}(t_i) &= X_{hk}(t_0) \\ Y_{hk}(t_i) &= Y_{hk}(t_0) \end{aligned} \quad (4)$$

上式中,  $T_{hk}[X_{hk}(t_0), Y_{hk}(t_0)]$  表示 PLC 设备在整个机械设备中运动行为过程中遇到的第  $k$  障碍物初始坐标。若假设机电一体化设备下 PLC 设备测量出障碍物与当前路径的运动点  $P_i(x_i, y_i)$  间距为:

$$D_{ik} = \sqrt{[x_i - v_{ix}(t_i)]^2 + [y_i - v_{iy}(t_i)]^2} \quad (5)$$

由此能够计算出预估距离下故障出现的最短路径:

$$D_{\min} = \min(D_{ik}) \quad i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

上式中:  $n$  表示集成路径下 PLC 设备运动路径各点数;  $m$  表示 PLC 设备运动路径下遇到障碍物的个数。

以上述公式可得出的应知避障适应度函数为:

$$f_2 = \begin{cases} 1 & D_{\min} + R_0 + R_k (k = 1, 2, \dots, m) \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad (7)$$

上式中:  $R_0$  表示 PLC 设备下移动部分自动规避路线的半径;  $R_k$  表示 PLC 设备可以自动越过障碍物的半径。

若假设 PLC 设备能够自动且成功越过障碍物,那么适

应度应为 1，反之为 0。

3.2 实验分析

3.2.1 运行结果检测

经上述研究得出的实验检测结果如图 1 所示。本文研究机电一体化设备故障诊断技术中，小区域碰撞是机电一体化设备最常见的故障之一，对其进行诊断技术研究能够很好的控制由该故障引发的其它类型故障。由振动诊断技术分析图数据信息可知，本文所探究的方法在改进机电一体化设备之后，其同样故障产生的输出阶跃信号与正弦信号中均不存在噪声，证明设备真正处于平稳运行当中，也验证本文上述研究的故障诊断方法可以对机电一体化设备故障实现精准诊断与调控。

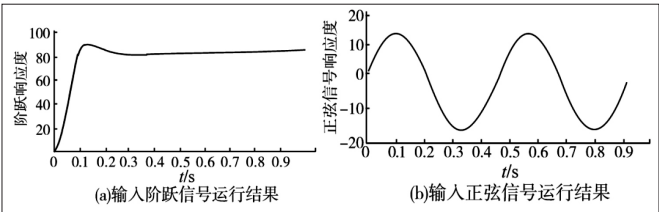


图 1 输入阶跃信号以及正弦信号的运行结果

3.2.2 最佳控制路径检测

为进一步证实本文上述研究的有效性，将以某型号的全电动纺织缝纫机为基础，进行小区域碰撞诊断仿真实验[12]。该机械上的计算机设备在得到完整的 PLC 设备程序、坐标以及半径等组件信息之后，将会自动获取 PLC 设备中的约束函数，并将全电动纺织缝纫机的实际运动轨迹与最优运动路线关系用图 2 来表示。在机电一体化设备中 PLC 设备在初始状态下是不会严格按照设定路线运行，进行自动纺织时，若遇到障碍物则会提前感知，从系统中调取或重新获

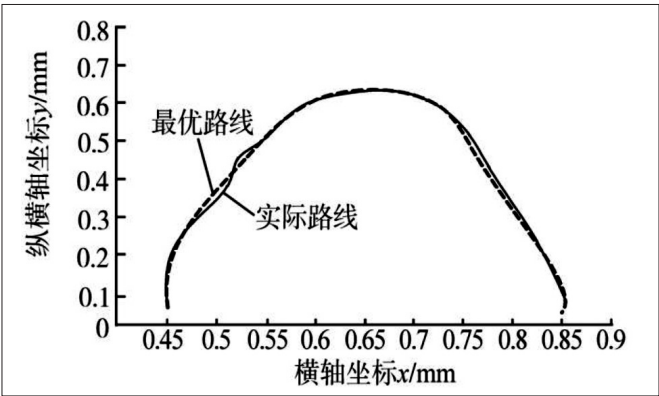


图 2 最佳路径的选择实验

取 5 条规避障碍物路线，且经过的路线信息会被精确记录在控制系统当中，形成一个新的障碍规避路线。

另外，为证实本文上述所提验证方法的故障诊断效果，还将选取 100 个同类型的全电动纺织缝纫机作为实验对象，故障类型随机，通过与其它诊断技术相比证实本文探究的故障诊断方法能够具有较高的诊断能力。以铁谱剖析故障诊断技术为对照得出的结果如表所示。

表 两种诊断方法的效果与诊断精度

| 采用方法  | 所用时间(h) | 正确诊断个数(个) | 诊断效果 |
|-------|---------|-----------|------|
| 铁谱剖析法 | 18.2    | 76        | 良好   |
| 本文方法  | 9.7     | 94        | 优秀   |

4 结语

综上所述，现阶段我国机电一体化设备的发展速度十分迅猛，各种新兴科技正在不断融入到机电一体化设备的设计当中，虽然大量新兴科技的加持下机电一体化技术得到高速的发展，但是对机电一体化设备故障诊断与维修技术的应用缺却发展缓慢。因此，在现阶段我国机电一体化设备的发展当中，要积极联合整个机电一体化设备生产、发展、运行和诊断流程链,实现整个机电一体化领域的共同发展。对此，本文针对小区域碰撞故障及诊断技术进行深入的研究，通过改进部分系统设计的方式降低设备运行时出现的碰撞故障，又通过仿真模拟实验的方式证实本文改进的诊断技术具有较高的诊断能力，能够为现阶段机电一体化设备故障诊断提供技术与理论帮助吗，推动机电一体化领域的高速发展。

参考文献：

[1] 吴群波. 机电一体化设备的故障诊断技术运用研究 [J]. 南方农机, 2018(23).

[2] 邱然. 机电一体化设备的故障诊断技术探析 [J]. 南方农机, 2019(06).

[3] 肖超群. 机电一体化设备的故障诊断技术研究 [J]. 居舍, 2017(32).

[4] 刘旭明. 机电一体化设备的故障诊断技术研究 [J]. 内燃机与配件, 2017(19).

[5] 肖海军. 机电一体化设备的故障诊断技术研究 [J]. 中国设备工程, 2018(16).

[6] 孙鹏辉, 孙硕. 机电一体化设备的故障诊断技术探讨 [J]. 内燃机与配件, 2019(01).

[7] 孙一平. 机电一体化设备的故障维修特点以及可靠性探讨 [J]. 中国高新区, 2018(12).

[8] 高维强, 韩向宾, 陈涛. 机电一体化设备的故障诊断技术分析 [J]. 山东工业技术, 2017, (248): 186-186.

[9] 范纯. 关于机电一体化设备故障诊断技术的研究 [J]. 今日自动化, 2019, (007): 8-9.

[10] 袁健. 基于 PLC 技术的新型机电一体化运煤机械设备研究 [J]. 煤炭技术, 2016, 35 (8): 260-262.

[11] 李红燕, 和阳, 朱纪洪, 等. 机电一体化灵巧舵机控制器设计 [J]. 微特电机, 2016, 44 (12): 72-76.

[12] 舒锐志, 魏静, 秦大同, 等. 多源驱动 / 传动系统机电耦合建模及同步特性研究 [J]. 机械工程学报, 2018, 54 (7): 63-73.

作者简介: 张鑫 (1973 .01 -), 男, 汉族, 江苏昆山人, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向: 工业自动化、永磁同步电机驱动。