

机电一体化系统的故障特点分析及可靠性研究

Analasis of the Features of the Mechatronics' s Device Failure and the Research of its Reliability

何振俊

(南通市广播电视大学, 江苏南通 226006)

摘要: 文章对机电一体化设备的故障特点进行了分析, 提出了相应的故障诊断方法, 并对机电一体化系统可靠性进行了探讨, 提出了提高可靠性的对策。

关键词: 机电一体化 故障 可靠性

Abstract: This article analyzes the features of mechatronics device's failure and presents the corresponding diagnostic methods, improve the reliability of mechatronics device.

Key words: mechatronics failure reliability

0 引言

何谓机电一体化, 国际上普遍采用日本 1983 年机械振兴协会的定义: “机电一体化是在机械的主功能、动力功能、信息功能和控制功能上引进微电子技术, 并将机械装置与电子装置用相关软件有机结合而构成系统的总称^[1]。”自从日本首次提出机电一体化 (mechatronics) 这一概念以来, 机电一体化技术得到了飞速发展, 已成为一门新兴的交叉学科。它涉及到机械制造技术、电子技术、信息处理技术、测试与传感技术、控制技术、接口技术、计算机技术、伺服驱动技术等多种技术。随着国民经济的发展, 机电一体化产品不断进入生产与生活领域, 人们对该类产品的输出柔性、工作性能及可靠性方面提出了严格的要求。但由于机电一体化设备不同于一般的机械设备或电子设备, 它有着其独特的故障特点和可靠性, 所以, 我们不能沿用传统的故障诊断方法。本文针对新兴的机电一体化产品设备进行了故障特点分析及可靠性探讨。

1 机械与电子之间的相互关系

机电一体化设备主要由机械本体、动力单元、控制单元、检测单元、执行单元等组成, 构成系统的要素一般包括机、电、液、气、光、磁等, 而机械与电子是机器的重要组成部分。大多数机器主要由这两部分组成, 只是两者所占的比例不同而已。机电一体化设备不是单纯的机械和电子的叠加, 而是两者的有机结合。一般来说, 机械是动作的执行者, 电子是动作的控制者, 只

有两者的协调运行, 机器才能正常工作。两者之间的关系就像四肢和大脑的关系, 机电一体化系统的最终目的是实现可控的运动行为, 它是充分利用电子计算机信息处理和控制功能, 利用可控驱动元件特性的现代机械系统^[2]。

2 机电一体化设备的故障表象分析

2.1 机械设备的故障表象特点

(1) 机械设备的运行过程是一个动态的过程, 在不同时段的测试数据是不可重现的, 用检测数据直接判断运行过程中的故障也是不可靠的。

(2) 从系统特性来看, 机械系统的故障具有随机性、连续性、离散性、缓变性、突发性、间歇性、模糊性等, 其产生的原因有一对多性 (一个故障结果可能由多种原因产生)、复合性 (多个原因同时作用产生某个故障结果)^[3]。

2.2 电子设备的故障表象特点

电子设备的故障特点具有隐蔽性、突发性、敏感性 (如对温度、湿度等外界工作条件)。

2.3 机电一体化设备的故障表象特点

机电一体化系统除具有原有机械和电子设备的特点外, 又增加了故障转移性、表征复杂性、集成性、融合性、交叉性等特点。

一般来说, 由于机械部分是动作的执行者、完成者, 从故障表面现象来看, 如果机器出现不动作, 或未按预定动作执行, 我们很容易认为是机械部件故障。

事实上,机器不动作或未按预定动作执行,多半是由于电子(电气)部分出现了问题。原因可能是电子线路发不出动作指令,形成机械部件不动作;可能是电子部件检测到机械部件动作不到位,发出了停止信号,造成机械部件在后续工序出现错误。例如,NP1215型复印机由于输纸皮带长期与驱动轮接触,造成打滑现象,使得输纸带速度低于正常速度,纸路传感器检测到规定时间内纸张未能到达指定位置,从而发出停止指令,使输纸皮带停止前进,从而出现卡纸现象。从表面来看,是在故障位(定影部位)发生卡纸现象,使我们怀疑可能是定影上、下辊之间的缝隙偏小,或分离爪分离不到位产生卡纸。经反复观察输纸带,发现有时有短暂间隙停顿现象,肉眼几乎看不出来。一个行之有效的故障排除方法是将输送带翻转过来,让毛边与驱动轮相接触,增加它们之间的摩擦力,重新开机后故障消除。该故障的原因可总结为:机械磨损引起传送带运行速度变慢,速度传感器测到后发出停止信号,于是发生卡纸现象。此例体现了机电一体化设备故障的转移性。再举一例,Star-cr3240型打印机在装纸后系统却提示缺纸,多次重新装纸后,故障依旧。从故障的表面来看为输纸部件出现差错,纸张不能安装到位。但仔细检查,驱动输纸部件的电机转动声响均匀,运转正常,输送皮带等没磨损、打滑现象,也未发现任何部位有卡死现象;因此,怀疑是控制电路部分有问题,初步判断是纸路传感器有问题。经检查发现纸路传感器(光敏元件)表面覆盖有少量灰尘,用酒精棉球擦拭后开机重试,故障消除。此例体现了机电一体化设备的转移性和敏感性(对光敏感)。

3 机电一体化设备的故障诊断方法

由于机电一体化设备所具有的独特特点,我们不能沿用传统的单独针对机械或电子的维修诊断方法,而应将机电有机结合,转变思维方法^[4]。

首先,要对机电一体化系统有一个深入的分析、了解,熟悉各功能模块框图,根据各组成部分的功能、组合形式和工作环境,分析故障可能的形式和影响程度。必要时可作故障树分析,根据故障发生的现象,层层分解,找出与故障形式的逻辑关系及与可靠性有关的各种因素^[5],弄清产生故障的实质和根源。

机电一体化设备的故障诊断法有故障树分析法、拓扑网络分析法、自诊断法(故障代码、故障指示灯、报警声等)、温度检测诊断法、压力检测诊断法、振动检测诊断法、噪声检测诊断法、金相分析检测诊断法、时域模型分析法等。

具体诊断方法有以下3种:

(1) 先机后电 由于机械结构的直观性,我们可以通过肉眼看到明显的故障表象,如断裂、变形、打滑、碰撞、卡死等,所以,先从机械部分入手,检查机械部分

是否能正常工作,行程开关能否自如接通和断开,液压、气动装置是否能正常循环,然后再判断电子(电气)部分是否存在问题。一般而言,由于机械的工作特点,它是以执行元件、驱动元件等身份出现的,它们更容易因为磨损、变形等原因发生失效。

(2) 先外后内 由执行部件到控制部件再到驱动部件逐个检查,找到故障源头。

(3) 先干后叶 先分析主要部件,后分析次要部件,尤其要重点分析结合部零件或接口部件。

4 机电一体化系统可靠性分析及提高可靠性对策

可靠性是产品在规定条件下和规定时间内完成规定功能的能力。机电设备的可靠性与机电设备在使用环境、工作条件、运行情况、维修保养等有关,与各个组成单元自身的可靠性相关。机电设备的可靠性可用可靠度 R 来表示, $R = R_1 + R_2 + R_3$,其中, R 为整个机电一体化设备的可靠度, R_1 为机械部件的可靠度, R_2 为电气部件的可靠度, R_3 为机电接口的可靠度。由此可见,为了提高整个机电一体化设备的可靠性,必须对其各组成部分进行分析,提高各组成部分的可靠性,找出薄弱环节,改善设计方法,合理配置结构,必要时对重要部分可以采用冗余设计。

机电一体化设备的可靠性还可通过提高机械工作精度(如运行精度、加工精度、控制精度等)来获得,可采用精密机械改造传统机械;电路控制部分也可用PLC(可编程控制器)代替传统的继电器接触控制;还可采用先进的NC(数字控制)、PC(计算机控制)代替传统控制方法等。

5 结束语

我们必须针对机电一体化产品的特点,找出行之有效的故障诊断方法。随着其他各类技术与机械技术的有机融合,传统机械正朝着智能化、模块化、网络化、柔性化、微型化、自动化等方向发展^[3],逐步形成了一个全新的机电产品理念。相应的故障诊断技术也朝着人工智能、专家系统发展,使机电一体化系统具有自诊断、自适应、自修复功能。

参考文献

- [1] 傅晓琳. 机电一体化发展方向及人才培养模式[J]. 重庆交通大学学报, 2003(7).
- [2] 李瑞琴, 邹慧君. 机电一体化产品概念设计理论研究现状与发展展望[J]. 机械设计与研究, 2003(6).
- [3] 钟秉林, 黄仁. 机械故障诊断学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [4] 钱立文. 从两例故障谈机电一体化维修[J]. 设备管理与维修, 2003(10).
- [5] 张君安. 机电一体化系统设计[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1997.