

信息技术丛书

现代故障诊断 与容错控制

周东华摇叶银忠摇著

清华大学出版社

《信息技术丛书》编委会

主 编 李衍达 郑大钟

编 委 边肇祺 金以慧 陈禹六
杨家本 周东华 蔡鸿程

总责任编辑 蔡鸿程 王一玲

《信息技术丛书》

出摇版摇说摇明

摇摇当今的时代被称作为信息时代。信息科学技术的快速发展和广泛渗透已经成为现今社会的一个重要的时代特征。人类社会的生产活动和生活质量,比以往任何时代,都更加得益于和依赖于信息技术的成就和发展。自动化是信息技术领域的主要组成部分之一,包括信号和信息处理、模式识别、知识工程、控制理论、自动化技术、传感技术、自动化仪表、系统工程、机器人控制、计算机控制与应用、网络技术等在内,都和信息科学与技术有着直接和密切的关系,几乎涉及到了信息的检测、分析、处理、控制和应用等所有的方面。正是基于当今时代特点和科技发展态势这个大视野,结合自动化类专业人才培养模式及教学内容体系的改革,我们规划和组织了这套丛书的编写和出版。这套丛书的读者,定位为自动控制、过程自动化、计算机、电子工程、电气工程、动力工程、机械自动化等系科的高年级大学生和研究生,以及工作于这些领域和部门的科学工作者和工程技术人员。

1994年前,我们曾经组编和出版过一套《信息、控制与系统》系列教材,产生了比较大的社会影响,其中的许多著作至今仍然为国内很多高等学校采用作为教材,并为广大相关的科技人员采用作为进修和自学读物。现在组编和出版的这套《信息技术丛书》,从一定意义上可以说,就是先前的那套系列教材的发展和延伸,以反映新的进展和适应新的需求,匹配于变化了的时代和发展了的科技。列入这套丛书中的著作,大都是清华大学自动化系等所开设的课程中经过较长教学实践而形成的,既有在多年教学经验基础上新编而成的教材,也有属于原系列教材中的部分教材的修订版本,还有一些是反映信息技术最新发展的科技专著。总体上,这套丛书仍将保持原系列教材的求新与求实的风格,力求反映所属学科的基本理论和新近进展,力求做到科学性和教学性的统一,力求体现清华大学近年来在相应学科和领域中科学研究与教学改革成果。

我们希望这套丛书,既能为在校大学生和研究生的学习提供内容较新和论述较为系统的教材,也能为广大科技人员的继续学习与知识更新提供适合的和有价值的参考书。我们同时热忱欢迎,选用这套丛书的老师、学生和科技工作者提出批评和建议。

《信息技术丛书》编委会

前摇摇言

故障诊断与容错控制技术的出现、兴起与迅速发展,是实际应用需求与多学科理论发展两个方面交替作用的结果。从实际应用方面看,随着现代自动化技术水平的不断提高,各类工程系统的复杂性大大增加,系统的可靠性与安全性已成为保障经济效益和社会效益的一个关键因素,得到了广泛高度的重视;从学科理论的发展方面而言,故障诊断与容错控制具有很强的学科交叉性,现代控制理论、信号处理、模式识别、最优化方法、决策论、人工智能等学科领域近 10 年来的迅速发展,为解决复杂系统的故障诊断与容错控制问题提供了有力的理论基础。

动态系统的故障诊断与容错控制技术迄今已得到了迅速的发展,并在航空航天、核反应堆、热电厂、石油输送、机器人、化工、铁路、船舶等一系列工程技术领域得到了成功的应用,取得了显著的经济和社会效益。它们也已经成为近年来国内外研究的一个十分活跃的领域,据统计,国际上每年都有上千篇论文发表。

作者近十年来一直从事本领域的研究工作,深感有必要结合本领域的新成果、新进展和新趋势撰写一本学术专著,对各种新的故障诊断与容错控制理论与方法及其应用作系统性的介绍。这也正是本书《现代故障诊断与容错控制》名称的由来。我们相信,本书的出版将对我国这方面的研究和应用起到一定的推动作用。

全书分“理论与方法”和“仿真与应用”上下两篇。上篇共分 10 章,第 1 章“绪论”概述了现代故障检测与诊断技术及其容错控制技术的发展概况、现有的主要方法以及热点与难点问题。第 2 章至第 10 章以理论与方法为主线,介绍了多种故障诊断的理论与方法,包括主元分析、小波变换、强跟踪滤波理论、遗传算法、神经网络、模糊理论、定性定量过程知识的集成方法、模式识别方法等,其中小波变换、遗传算法、神经网络、模糊理论等是近年来国内外研究的重要方面,强跟踪滤波理论反映了作者在该领域长期研究的成果。一些基于神经网络和模糊理论的较有特色的故障诊断方法也将在有关章节中予以介绍。第 11 章以作者的研究成果为主要基础,介绍了线性系统容错控制的一些设计方法;第 12 章介绍了一种非线性系统的自适应容错控制方法,也是作者尚未公开发表的最新研究成果。本书下篇共分 8 章,重点介绍了故障诊断与容错控制的一些仿真与应用成果,包括双线性故障检测观测器及其在液压驱动系统中的应用、连续搅拌釜反应器的集成故障诊断与容错控制方法、非线性自适应观测器及其在元部件故障诊断中的应用、船舶舵桨装置控制系统的故障检测与诊断系统的开发以及船舶机舱系统的一种综合安全控制策略,其中后四个方面的内容是作者近两年来取得的研究成果。

由于作者理论水平有限以及研究工作的局限性,特别是现代故障诊断与容错控制本身技术正处在不断地发展之中,书中难免存在一些不足和错误。恳请广大读者批评指正。

本书的许多研究内容得到了国家自然科学基金会、国家 863 计划、国家教育部、上海市

教委和上海市教育发展基金会长期的大力支持,在此表示作者衷心的感谢。本书的部分章节承蒙汤天浩教授审阅并提供了不少有益的建议,本书的责任编辑为本书的高质量出版也付出了辛勤的劳动,在此一并致谢。

周东华摇叶银忠

2004年 1月于北京



周东华:1957年生,1982年在上海交通大学获博士学位。现为清华大学自动化系教授。博士生导师,兼任中国自动化学会副秘书长、中国自动化学会技术过程的故障诊断与安全性专业委员会秘书长。IEEE高级会员。主要从事故障诊断与容错控制方面的研究工作,已在国内外发表学术论文150余篇,出版学术专著1部,获省部级科技进步奖1项。曾荣获德国洪堡研究奖学金、国家教委资助优秀青年教师基金、第六届中国青年科技奖、中国博士后科学基金会“国氏”博士后奖励基金以及霍英东教育基金会(研究类)青年教师奖。



叶银忠:1959年生,1983年于华东理工大学获工学博士学位。现为上海海运学院电气自动化系教授,兼任中国自动化学会技术过程的故障诊断与安全性专业委员会委员、上海市造船工程学会船舶自动化专业委员会委员。主要从事故障诊断、安全控制、系统仿真等方面的研究,已在国内外发表学术论文120余篇,出版学术著作1部,完成各类科研项目10余项,获省部级科技进步奖1项。曾获交通部跨世纪人才,上海市教委和教育发展基金会“曙光计划”及交通部部级重点学科学术带头人培养对象等基金资助以及国务院政府特殊津贴。

目 录

前言	V
----------	---

上篇 理论与方法

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 非线性系统的故障检测与诊断技术	1
1.2.1 动态系统故障检测与诊断技术的一些概念与名词	1
1.2.2 方法的分类与概述	1
1.2.3 当前的热点问题	1
1.3 容错控制技术	1
1.3.1 容错控制中的基本概念与名词	1
1.3.2 容错控制的主要方法	1
1.3.3 热点与难点问题	1
1.4 本书内容概述	1
1.5 本章参考文献	1
第 2 章 基于主元分析的传感器故障诊断与重构方法	2
2.1 引言	2
2.2 基于主元分析的故障检测	2
2.2.1 主元分析 (PCA)	2
2.2.2 基于 PCA 的故障检测	2
2.3 基于 PCA 的故障传感器重构	2
2.3.1 迭代方法	2
2.3.2 未重构的方差	2
2.4 重构残差与故障的传播	2
2.4.1 基于重构变量构成的残差 (重构残差)	2
2.4.2 故障在残差序列中的传播	2
2.5 基于传感器有效度指标的故障辨识	2
2.5.1 设计方法与特性	2
2.5.2 基于残差指数加权移动平均 (EWMA) 的故障辨识	2
2.6 锅炉过程的应用研究	2

圆猿摇结束语	源猿
本章参考文献	源猿
第 猿章摇基于小波变换的故障诊断方法	源圆
猿员摇引言	源圆
猿圆摇小波变换的基本原理	源圆
猿圆.1 摇预备知识	源圆
猿圆.2 摇小波与小波变换	源圆
猿猿摇基于小波变换的函数的局部正规性描述	源圆
猿源摇奇异性的检测	源圆
猿缘摇基于小波变换的动态系统的故障检测	源圆
猿缘.1 摇基于连续小波变换的极值点进行故障检测	源圆
猿缘.2 摇基于离散小波变换检测随机信号频率结构的突变	源圆
猿远摇仿真研究	源圆
猿苑摇结束语	源圆
本章参考文献	源圆
第 源章摇强跟踪滤波器理论及其在非线性系统故障诊断中的应用	源圆
源员摇引言	源圆
源圆摇强跟踪滤波器(猿云) 的引入	源圆
源猿摇一种带次优渐消因子的扩展卡尔曼滤波器(猿云)	源圆
源猿.1 摇一个有用的定理	源圆
源猿.2 摇次优渐消因子的确定	源圆
源源摇一种带多重次优渐消因子的扩展卡尔曼滤波器(猿云)	源圆
源源.1 摇猿云的导出	源圆
源源.2 摇猿云与扩展卡尔曼滤波器(猿云) 的性能比较分析	源圆
源缘摇相关噪声干扰下的 猿云算法	源圆
源远摇有色噪声干扰下的 猿云算法	源圆
源远.1 摇一种非线性平滑器	源圆
源远.2 摇猿云算法	源圆
源苑摇非线性系统状态与参数的联合估计方法	源圆
源愿摇非线性系统的伪偏差分离估计(猿云) 算法	源圆
源怨摇相关噪声下非线性系统的 猿云算法	源圆
源园摇有色噪声下的 猿云算法	源圆
源员摇关于 猿云鲁棒性的仿真研究	源圆
源圆摇六种带遗忘因子的递推估计算法的比较研究	源圆
源圆.1 摇模型与算法	源圆

远源源遥反向传播(月孕)网络	员苑
远源源遥径向基函数(砸云)网络	员园
远源源遥匀素晕网络	员员
远源源遥自组织特征映射网络	员圆
远源源遥递归神经网络	员猿
远源遥改进型 月孕算法及其在故障诊断中的应用	员源
远源源遥改进型 月孕算法	员缘
远源源遥在船舶主柴油机冷却系统故障诊断中的应用	员远
远源遥集成 月孕算法、多重结构神经网络(酝晕)及其应用	员园
远源源遥集成 月孕算法	员园
远源源遥基于层次分类诊断模型的 酝晕	员员
远源源遥在船舶主柴油机故障诊断中的应用	员猿
远源遥结束语	员远
本章参考文献	员远
第 苑章遥模糊理论及其在故障诊断中的应用	员愿
苑源遥引言	员愿
苑源遥模糊集合理论基础	员怨
苑源源遥模糊集合的概念及基本运算	员怨
苑源源遥模糊关系与模糊矩阵	员缘
苑源源遥模糊模式识别	员苑
苑源遥模糊逻辑系统	员愿
苑源源遥模糊逻辑系统结构	员愿
苑源源遥模糊规则库	员怨
苑源源遥模糊推理机	员园
苑源源遥模糊化和反模糊化单元	员猿
苑源源遥高木—关野模糊逻辑系统	员缘
苑源源遥模糊逻辑系统在故障诊断中的应用	员缘
苑源遥模糊神经网络	员愿
苑源源遥模糊逻辑系统与神经网络	员愿
苑源源遥神经网络—模糊推理协作系统	员怨
苑源源遥模糊神经网络模型	员园
苑源源遥模糊神经网络(云晕)学习方法	员园
苑源源遥网络的剪裁	员猿
苑源遥基于 云晕和模糊逻辑的 云阅系统示例	员源
苑源源遥云阅系统概述	员源
苑源源遥知识获取与学习样本组织	员缘

第 7 章 基于云模型的系统构造与仿真结果	706
第 7 章 基于云模型输出的模糊规则解释	708
第 7 章 结束语	710
本章参考文献	710
第 8 章 基于定性与定量过程知识的集成故障诊断方法	716
第 8 章 引言	716
第 8 章 定性推理 符号定向图(杂项)方法	718
第 8 章 定性模型	718
第 8 章 故障诊断	718
第 8 章 定性与定量的集成推理方法	720
第 8 章 模糊集	720
第 8 章 定量知识的图形描述	720
第 8 章 应用领域	720
第 8 章 定性与定量模型的仿真方法	720
第 8 章 故障诊断方法	720
第 8 章 定性与定量模型的构造	720
第 8 章 规则的推导	720
第 8 章 应用例子	720
第 8 章 诊断系统	720
第 8 章 诊断结果	720
第 8 章 多重故障情形	720
第 8 章 结束语	720
本章参考文献	720
第 9 章 基于模式识别方法的动态多变量系统的故障诊断	726
第 9 章 引言	726
第 9 章 动态时间规整(杂项)算法	726
第 9 章 约束条件的选取	726
第 9 章 杂项 算法	726
第 9 章 基于 杂项 算法的故障诊断方法	726
第 9 章 实例研究	726
第 9 章 过程描述	726
第 9 章 仿真研究	726
第 9 章 基于 杂项 与 杂项 的故障诊断方法	726
第 9 章 结束语	726
本章参考文献	726

第 10 章 线性系统的容错设计方法	1000
10.1 引言	1000
10.2 基于参数空间的容错极点配置方法	1000
10.2.1 问题描述	1000
10.2.2 极点可行区域与特征多项式系数之间的关系	1000
10.2.3 对执行器故障的容错控制器设计	1000
10.2.4 对执行器及传感器故障的输出反馈容错控制律设计	1000
10.2.5 仿真示例	1000
10.2.6 小结	1000
10.3 基于 Hammerstein 模型的容错设计方法	1000
10.3.1 Hammerstein 模型的一个性质	1000
10.3.2 对执行器故障的容错状态反馈控制律	1000
10.3.3 对传感器故障的容错控制律设计	1000
10.3.4 仿真示例	1000
10.4 时滞不确定性系统的鲁棒容错控制	1000
10.4.1 问题描述	1000
10.4.2 基本容错控制器的设计方法	1000
10.4.3 鲁棒容错控制器设计	1000
10.4.4 仿真示例	1000
10.5 控制律容错重组方法	1000
10.5.1 问题陈述	1000
10.5.2 基本设计方法	1000
10.5.3 仿真示例	1000
10.6 容错控制系统设计的计算机辅助设计(MATLAB)方法	1000
10.6.1 问题陈述与方法原理	1000
10.6.2 控制器参数设计的 MATLAB 方法	1000
10.6.3 多变量稳定容错控制器的设计	1000
10.6.4 设计示例	1000
10.6.5 设计过程的实施	1000
10.7 结束语	1000
本章参考文献	1000
第 11 章 非线性系统的自适应容错控制	1000
11.1 引言	1000
11.2 一般模型控制的基本原理	1000
11.3 基于强跟踪滤波器的自适应一般模型控制(MATLAB)	1000
11.3.1 基于参数估计的 MATLAB 方法	1000

第 4.1 章 基于输入等价干扰的辨识方法	109
第 4.2 章 实验研究	109
第 4.3 章 非线性系统的自适应容错一般模型控制	110
第 4.3.1 章 传感器自适应容错一般模型控制	110
第 4.3.2 章 仿真研究	110
第 4.4 章 结束语	110
本章参考文献	110

下篇 仿真与应用

第 5 章 双线性故障检测观测器及其在液压驱动系统中的应用	111
第 5.1 章 引言	111
第 5.2 章 双线性故障检测观测器(设计)	111
第 5.2.1 章 双线性模型	111
第 5.2.2 章 观测器的结构	111
第 5.2.3 章 观测器的设计	111
第 5.3 章 液压系统的故障检测与分离	111
第 5.3.1 章 液压系统的建模	111
第 5.3.2 章 液压系统的故障诊断	111
第 5.4 章 结束语	111
本章参考文献	111
第 6 章 一个连续搅拌釜式反应器(设计)的集成故障诊断与容错控制	112
第 6.1 章 引言	112
第 6.2 章 设计的故障模型	112
第 6.3 章 集成故障诊断与容错控制策略	112
第 6.4 章 仿真研究	112
第 6.5 章 结束语	112
本章参考文献	112
第 7 章 非线性自适应观测器及其在闭环非线性系统元部件故障诊断中的应用	113
第 7.1 章 引言	113
第 7.2 章 非线性自适应观测器	113
第 7.2.1 章 非线性自适应观测器的设计方法	113
第 7.2.2 章 仿真研究	113
第 7.3 章 闭环非线性系统元部件故障的检测与诊断	113
第 7.3.1 章 设计的模型	113

员缘缘摇控制律与故障诊断算法	猿园
员缘远摇仿真研究	猿猿
员缘缘摇结束语	猿缘
本章参考文献	猿缘
第 员缘章 摇船舶舵桨装置控制系统的 云阅系统开发	猿苑
员缘缘摇引言	猿苑
员缘远摇对象系统概述	猿怨
员缘远缘摇系统结构及工作原理	猿怨
员缘远园摇主要故障现象与原因	猿园
员缘猿摇故障诊断方案	猿员
员缘猿缘摇故障树诊断方法	猿圆
员缘猿园摇专家系统方法	猿源
员缘猿缘摇神经网络方法	猿苑
员缘缘摇故障诊断系统总体结构及辅助功能	猿怨
员缘缘摇结束语	猿园
本章参考文献	猿猿
第 员远章 摇船舶机舱系统的一种综合安全控制策略	猿源
员远缘摇引言	猿源
员远园摇安全控制系统结构与实现方法	猿远
员远园缘摇系统结构	猿远
员远园园摇信号校验的实现方法	猿愿
员远园缘摇船舶主机故障诊断仿真系统	猿员
员远园园摇误操作检测与处理——计算机辅助操作(悦粤)系统	猿猿
员远园缘摇针对外部因素的安全控制实现方法	猿缘
员远缘摇结束语	猿苑
本章参考文献	猿苑

上篇摇理论与方法

第 1 章 绪论

1.1 引言

现代化的工程技术系统正朝着大规模、复杂化的方向发展,这类系统一旦发生事故就可能造成人员和财产的巨大损失。例如:1985年1月到1986年1月的短短的12个月间,美国的猎神运载火箭:“大力神”、“雅典娜”、“德尔他”共发生了3次发射失败,造成了10多亿美元的直接经济损失,迫使美国航天局于1986年1月下令停止了所有的商业发射计划,美国的航天计划受到了严重的打击。因此,切实保障现代复杂系统的可靠性与安全性,具有十分重要的意义,得到了广泛的高度重视。故障诊断与容错控制技术的出现,为提高复杂系统的可靠性开辟了一条新的途径。

动态系统的容错控制(Fault Tolerant Control, FTC)是伴随着基于解析冗余的故障诊断技术的发展而发展起来的。如果在执行器、传感器或元部件发生故障时,闭环控制系统仍然是稳定的,并仍然具有较理想的特性,就称此闭环控制系统为容错控制系统^[1]。1985年,自动控制权威、瑞典的Åström教授明确指出:容错控制具有使系统的反馈对故障不敏感的作用^[2]。容错控制方法一般可以分成两大类,即:被动容错控制(Passive FTC)和主动容错控制(Active FTC)。

容错控制的思想最早可以追溯到1956年,以Kalman提出完整性控制(Structural Control)的新概念为标志^[3],1960年发表的关于可靠镇定的文章是最早开始专门研究容错控制的文章之一。然而,直到1983年,国际上才出现了由现任IEEE技术过程的故障诊断与安全性专业委员会主席、英国的Kumar教授撰写的容错控制的综述文章^[4],目前尚未见到国际上有容错控制的专著问世。我国在容错控制理论上的研究基本上与国外同步。1986年,叶银忠等就发表了容错控制的论文,并且于次年发表了这方面的第一篇综述文章^[5]。1989年,葛建华等出版了我国第一本容错控制的学术专著^[6]。国内发表的这方面的综述文章还有^[7]。

动态系统的故障检测与诊断(Fault Detection and Diagnosis, FDD)既是一门相对独立发展的技术,也是容错控制的重要支柱技术之一。相对而言,FDD技术的发展大大超前于容错控制的发展,其理论与应用成果也远远多于容错控制方面的成果。目前国际上每年发表的有关FDD方面的论文与报告在数千篇以上。基于解析冗余的故障诊断技术被公认为起源于1967年Morgan发表的博士论文^[8]以及Kalman和Narendra发表在IEEE Trans上的论文^[9]。1974年,辛德曾等在IEEE Trans上发表了第一篇FDD方面的综述文章^[10]。1980年,辛德曾出版了国际上第一本FDD方面的学术著作^[11]。随后报导的这方面的重要综述文章与著作参见^[12-14]。

我国开始动态系统FDD技术的研究要比国外晚十年左右。清华大学方崇智教授等从

1984年起开始了云网技术的研究工作。1985年,叶银忠等在《信息与控制》上发表了国内第一篇云网技术的综述文章[10]。1989年周东华等在清华大学出版社出版了国内第一本动态系统云网技术的学术专著[11]。随后几年出版的学术著作还有[12]和[13]。

国际自动控制界对容错控制的发展给予了高度的期望和重视。1987年 9月在英国爱丁堡大学举行的自动控制高峰会议上,把多变量鲁棒、自适应和容错控制列为控制科学面临的富有挑战性的研究课题[14]。在国际上,领导容错控制学科发展的是1986年成立的国际云网技术过程的故障诊断与安全性技术委员会。从1986年起,该委员会已每三年定期召开云网与云网方面的国际专题学术会议。在近几届的国际云网世界大会上,云网与云网方面的论文在不断上升。据作者统计,1993年 9月在北京召开的第 11届国际云网世界大会上,这方面的学术论文已达 100篇,成为最热门的几个研究方向之一[15-16]。中国自动化学会已于1995年批准成立中国自动化学会技术过程的故障诊断与安全性专业委员会,以协调国内该学科的发展。首届全国技术过程的故障诊断与安全性学术会议已于1996年 9月在清华大学召开。

容错控制发展至今只有 15年左右的史,是一个新兴的交叉领域。促使该领域迅速发展的重要的动力来源于航空航天领域。美国空军从 70年代起就不断投入巨资支持容错控制的发展,力求开发出具有高度容错能力的战斗机,甚至在多个翼面受损时,也能够保持战斗机的生存能力。

作为一门交叉性学科领域,容错控制与鲁棒控制、故障检测与诊断、自适应控制、智能控制等有密切的联系。现代控制理论、信号处理、模式识别、最优化方法、决策论、统计数学等构成了容错控制的理论基础。

故障诊断与容错控制技术在过去的十几年里得到了飞速发展,一些新的理论与方法,如:主元分析、遗传算法、小波变换、神经网络、模糊系统、定性推理、模式识别、自适应理论、非线性理论等都已经在这里得到了成功的应用。本书将对这些新理论、新方法在故障诊断与容错控制领域的应用作系统性的介绍,这正是本书起名为《现代故障诊断与容错控制》的缘由。

非线性系统的故障诊断是当前故障诊断领域的热点与难点问题,为此,在下一节中我们将以非线性系统为侧重,对动态系统的故障检测与诊断技术作一概述。本节将给出容错控制的一个综述。本章的最后一节将概述本书的主要内容。

1.1 非线性系统的故障检测与诊断技术

1.1.1 动态系统故障检测与诊断技术的一些概念与名词

本节将给出动态系统故障检测与诊断技术领域的一些概念与名词,它们是了解与研究动态系统故障诊断技术的基础。这些概念同时适用于线性系统和非线性系统的故障诊断问题。

故障(定义):系统至少一个特性或参数出现较大偏差,超出了可接受的范围。此时系统的性能明显低于其正常水平,所以已难以完成其预期的功能[17]。

加性故障(冗余故障):故障加性地作用在系统的输入输出上,因此对残差信号(残差)的影响也是加性的。

严重故障(致命故障):在特定的操作条件下,由于故障使系统持续丧失了完成给定任务的能力。

失灵(失效故障):在系统完成特定的任务时,出现了间断性的不规则现象。

残差(偏差):故障指示器,由测量值与模型计算值的差得到。

症状(异常现象):由故障引起的系统可观测的特性与其正常的特性相比所出现的异常变化。在基于解析模型和信号处理的诊断方法中,它们通常由传感器测量信号反映,在基于知识的故障诊断方法中,操作人员通过观察(如设备振动情况、声音信息等)用语言描述的故障现象也是重要的症状信息。

故障检测(故障检测):确定系统是否发生了故障。

故障分离(故障分离):在故障检测之后,确定故障的种类,故障发生的部位。

故障辨识(故障辨识):在故障分离之后,确定故障的大小以及故障发生的时间。

故障诊断(故障诊断):有广义与狭义之分。广义上它通常作为故障检测、分离和辨识的统称,狭义上,它特指故障分离与故障辨识。

故障检测与分离(故障检测与分离):故障检测与故障分离之和。

故障检测与诊断(故障检测与诊断):故障检测与故障诊断之和。

监视(监视):通过记录信息、识别与指示系统行为的异常现象,连续与实时地确定某一物理系统的运行状态。

监控(监控):对物理系统进行监视,并且当它发生故障时采取适当的措施,以维持其运行。

误报(误报):系统没有发生故障而报警。“误报率”是衡量故障诊断系统性能的基本指标之一。

漏报(漏报):系统发生了故障而没有报警。“漏报率”是衡量故障诊断系统性能的又一个基本指标。

诊断模型(诊断模型):为一组静态或动态关系,它把特定的输入变量——“症状”与特定的输出变量——“故障”联系起来。诊断模型可以有许多的表示方法,以与不同的故障诊断方法相对应。例如,解析模型是一种人们熟悉的诊断模型,而神经网络、模糊逻辑系统等以其特有的方式存储、表示诊断模型。

解析冗余(解析冗余):与硬件冗余相对应,指通过用解析方式表示的系统数学模型来产生冗余的信号。冗余信号的产生往往是成功实现故障诊断的一个关键。

安全性(安全性):系统不对人员、设备或环境造成损害的性能。它是故障诊断与容错控制实现的最终目标。

故障诊断方法的分类与概述

实际系统可能发生的故障是各种各样的,研究故障诊断与容错控制问题需要对故障作
此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com · 缘