

新型墙材

综合自动化工程系统 与关键技术

李 伟 著



科学出版社

新建墙材

综合自动化工程系统 与建造技术

100

100

本书获得重庆市科学技术协会学术著作资助出版

新型墙材综合自动化 工程系统与关键技术

李 伟 著

科学出版社

北 京

· 1449745

内 容 简 介

在目前墙材生产领域整机自动化、集成化、智能化程度不高的背景下,本书立足于应用技术研究方向,主要研究和分析了新型墙材生产线综合自动化工程系统和关键技术实施问题的解决方案,全书分为九章,主要包括概述、新型墙材生产线的综合自动化模型、自动配料技术、自动压制成形技术、自动码运技术、自动蒸压养护技术、故障诊断技术、远程监控技术等内容。

本书可供工业自动化、机电一体化以及新型建材等领域内的科研人员、工程师、专业技术人员与高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

新型墙材综合自动化工程系统与关键技术/李伟著. —北京:科学出版社, 2012.3

ISBN 978-7-03-033514-2

I. ①新… II. ①李… III. ①墙-建筑材料-自动化系统-工程技术
IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 021301 号

责任编辑:刘宝莉 孙伯元/责任校对:刘小梅

责任印制:赵 博/封面设计:科地亚盟

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年3月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2012年3月第一次印刷 印张: 13 3/4

字数: 260 000

定价: 50.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

新型墙体材料是在传统建筑材料基础上产生的新一代建筑材料,在国家节能减排政策的推动下,新型墙体材料的使用量增长迅速。随着信息技术的发展,生产过程自动化在现代墙材行业的发展中占据了举足轻重的地位。以信息化带动产业化成为新型墙材生产领域企业提高企业综合竞争力、在竞争中立于不败之地的共识。

在目前墙材生产领域整机自动化、集成化与智能化程度不高的背景下,本书围绕新型墙材生产线综合自动化关键技术实施问题,立足于应用技术研究方向,以建立一个功能齐全、技术可靠的综合自动化系统为主线,主要包含以下几个方面的内容。

(1) 基于传感检测、自动控制、工业总线以及网络通信等现代信息技术,构建了面向新型墙材成套装备生产线的层次化、模块化与集成化的综合自动化管控层次模型,规范了整线生产管控过程中的工艺核心信息监控 I/O 点和关键设备监控接口形式,对未来新型墙材数字化工厂的特点、模式和功能进行了分析和展望。

(2) 在分析配料、压制与蒸养生产工艺特点的基础上,面向不同墙材应用环境,采用了监控模块化、设备联接总线化以及功能应用配置化等方式,提出了可行的配料、压制与蒸养自动化配置系统,研究了配料、压制与蒸养自动化生产过程中的设备自动化运行流程、控制逻辑等自动化应用技术。

(3) 分析和设计了接坯、码垛、进给与摆渡等关键码运装备的自动化运行流程,提出并对比了三种不同的码运自动化配置方案,建立了集成式的 PLC 码运自动化流程,分析和讨论了码运位置控制方式。

(4) 讨论了新型墙材成套装备的故障分层分解诊断方式,并结合新型墙材装备结构、运行工况等领域知识,研究了知识诊断、数值化诊断等应用技术,提出了符合生产应用需求的故障诊断策略。

(5) 较为详细地研究了新型墙材生产线的远程监控模式,采用工业组态、OPC 与网络通信等核心信息技术,设计了新型墙材生产线远程监控 B/S 模型,初步构建了远程设备维护系统,详细分析了维护数据管理、远程维护支持等实用化技术。

新型墙材生产线综合自动化系统的研究属于集成性和应用性的研究工作,涉及的产品和技术领域较为广泛。从事新型墙材领域的工程师、专业技术人员迫切

需要系统性、综合性、实用性的理论与技术作为参考指导,但目前相关技术的图书及资料国内几乎为空白,本书采用自动控制、计算机和设备维护等技术理论,对新型墙材生产线综合自动化工程系统和关键技术作了较为详细的分析,可更好地服务于新型墙材装备生产领域的工业和信息技术产业。

作者

2011年11月

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 引言	1
1.2 国内外技术发展现状	2
1.2.1 流程生产自动化技术	2
1.2.2 设备维护与故障诊断技术	4
1.2.3 新型墙材装备自动化技术	6
1.2.4 发展趋势	9
1.3 主要内容与应用前景	10
1.3.1 章节安排	10
1.3.2 应用前景展望	11
1.4 本章小结	12
第 2 章 新型墙材生产线的综合自动化模型	13
2.1 新型墙材生产线概况	13
2.1.1 整线生产工艺	13
2.1.2 关键生产工艺要求	14
2.1.3 整线自动化需求	16
2.2 整线管控模型构建	17
2.2.1 设计定位	17
2.2.2 适用网络通信协议	18
2.2.3 模型组成结构	22
2.2.4 模型特点	24
2.3 生产工艺监控	25
2.3.1 关键功能	25
2.3.2 主要监控点	26
2.4 典型自控设备与接口	27
2.4.1 设备类型	27
2.4.2 现场信号与传感器	28
2.5 墙材数字化工厂模式	29
2.5.1 概念与内涵	29

2.5.2 主要实现功能	30
2.6 本章小结	32
第3章 新型墙材生产线的自动配料技术	33
3.1 配料工艺分析	33
3.1.1 工艺过程	33
3.1.2 配料自动化需求	34
3.2 配料系统建模与配置	35
3.2.1 配料设备运行描述	35
3.2.2 工业模块	36
3.2.3 配置分析	37
3.3 配料自动化策略设计	42
3.3.1 配料设备组内部运行逻辑	43
3.3.2 配料设备组间控制逻辑	47
3.3.3 Petri 流程监控模式	48
3.4 配料自动化范例	50
3.4.1 配料概况	50
3.4.2 控制结构与模式	50
3.4.3 硬件模块	54
3.4.4 软件模块	55
3.4.5 数据管理	57
3.5 本章小结	59
第4章 新型墙材生产线的自动压制成形技术	60
4.1 压制成形工艺分析	60
4.1.1 工艺过程	60
4.1.2 成形自动化需求	61
4.2 成形系统建模与配置	63
4.2.1 成形工艺运行描述	63
4.2.2 成形设备设计与控制	64
4.2.3 配置分析	65
4.3 成形自动化策略设计	69
4.3.1 成形设备组内部运行逻辑	69
4.3.2 成形设备组间控制逻辑	73
4.4 成形自动化系统设计	74
4.4.1 控制结构与模式	74
4.4.2 硬件模块	77

4.4.3 软件模块	79
4.4.4 数据管理	80
4.5 本章小结	85
第5章 新型墙材生产线的自动码运技术	86
5.1 码运概述	86
5.2 码运组成设备	87
5.2.1 接坯机	87
5.2.2 码垛机	90
5.2.3 进给机	94
5.2.4 摆渡车	95
5.2.5 蒸养小车	98
5.3 码运工作方式选择	98
5.3.1 分散式	98
5.3.2 部分集中式	100
5.3.3 集中式	101
5.3.4 特点比较	102
5.4 码运集成自动化方案	102
5.4.1 码运集成的目标	102
5.4.2 码运自动化方案	103
5.4.3 码运自动化流程	105
5.4.4 码运核心监控功能与接口	106
5.4.5 码运位置控制	109
5.5 本章小结	114
第6章 新型墙材生产线的自动蒸压养护技术	115
6.1 蒸压养护工艺分析	115
6.1.1 工艺过程	115
6.1.2 蒸养自动化需求	116
6.2 蒸养系统建模与配置	117
6.2.1 蒸养工艺运行描述	117
6.2.2 蒸养设备设计与控制	118
6.2.3 配置分析	119
6.3 蒸养自动化策略设计	124
6.3.1 蒸养设备组内部运行逻辑	124
6.3.2 蒸养设备组间控制逻辑	128
6.4 蒸养自动化系统设计	129

6.4.1 控制结构与模式	129
6.4.2 硬件模块	132
6.4.3 软件模块	133
6.4.4 数据可视化管理	135
6.5 本章小结	138
第7章 新型墙材生产线的故障诊断技术	139
7.1 概述	139
7.1.1 现状	139
7.1.2 可行的解决方案	140
7.2 故障诊断方法分析	140
7.2.1 分解诊断策略	140
7.2.2 基于知识的诊断模式	141
7.2.3 协同诊断	142
7.3 故障诊断总体设计	144
7.3.1 监控信号与典型故障	144
7.3.2 层次结构	147
7.3.3 功能模块组成	148
7.4 基于知识的诊断推理技术	149
7.4.1 知识表示与推理网络	149
7.4.2 诊断控制策略与实现	153
7.5 数值化诊断技术	155
7.5.1 基本概念	156
7.5.2 不确定推理方法	158
7.6 协同诊断技术	160
7.6.1 协同诊断框架建立	161
7.6.2 免疫协同诊断技术	162
7.6.3 免疫协同诊断模式	164
7.7 本章小结	169
第8章 新型墙材生产线的远程监控技术	170
8.1 网络监控模式	170
8.1.1 应用需求	170
8.1.2 常用监控模式	171
8.2 远程监控模型构建	174
8.2.1 总体方案设计	174
8.2.2 Web 访问方式	175

8.3 远程监控功能设计	176
8.3.1 管理员站软件功能	176
8.3.2 Web 浏览服务器软件功能	177
8.3.3 主要远程监控过程	179
8.3.4 GSM 短消息监控方式	179
8.4 远程诊断维护功能设计	182
8.4.1 诊断维护网络结构	182
8.4.2 采用的主要网络技术	182
8.4.3 系统功能设计	183
8.4.4 数据库设计	184
8.4.5 软件设计	189
8.4.6 服务网站发布	197
8.5 本章小结	199
第9章 结论	201
参考文献	203

第 1 章 概 述

1.1 引 言

新型墙体材料是近几年来国家大力推荐的能大幅度改善建筑功能的建筑材料,具有节能、节土、利废、多功能等特点,有利于环境保护,符合可持续发展要求。2001年,在国家有关部门发布的《财政部、国家税务总局关于部分资源综合利用及其他产品增值税政策问题的通知》中明确提出了新型墙体材料的定义及范畴。2007年,在重新修订的《新型墙体材料专项基金征收使用管理办法》中调整了产品范围,并进一步加大了对新型墙材在建筑行业使用的扶持力度。在国家产业政策鼓励下,我国新型墙体材料工业取得了较大进步,同时受新型墙体材料市场需求的刺激,上游的墙体材料装备企业也得到了较大发展,尤其是蒸压粉煤灰砖和加气混凝土生产技术装备。在以广东佛山为中心的建材设备产业集群中,新型墙体材料生产装备制造具有重要的地位。

国外研究人员在 20 世纪 80 年代开始研究把数字化技术引进到墙材装备领域^[1],如德国伊通、海斯等国际墙材设备行业的领头羊,已逐步实现了单体设备自动化和整线装备控制一体化。而目前国内墙材装备企业大多定位于引进技术进行二次开发或进行模仿制造,自主研发力量普遍比较薄弱,墙材装备技术管控一体化水平落后,产品性能和国外相比尚有较大的差距,具有自主知识产权的具备数字化集成管控能力的新型墙材产品整线生产成套装备在国内还是一片空白。国内墙材生产设备的落后,严重制约了新型墙体材料的生产,国内墙材企业年人均劳动生产率约在 15 万标块左右,而德国、日本等国家墙材企业的劳动生产率已达 400 万标块,同比相差 25 倍,低生产率的同时往往还伴随着工业生产过程的能耗和高污染。国内墙材企业面临的严峻形势,急需采用适用的信息化技术带动新型墙材领域的工业化进程,优化改造新型墙材的生产业务过程,以达到节能、减排和提高企业效益的要求。

国内也有很少一部分较大规模的墙材生产企业通过进口成套设备及其集成的自动化系统来进行生产,以提高劳动生产率和经济效益。然而这种方法需要大量资金,是一种高投资、高效益但同时也存在高风险的发展模式,很难为大量的国内墙材中小企业所采用。国内绝大多数中小型新型墙材生产企业往往只能实行基础自动化,而对于采用传统方式构成的过程自动化级,由于其昂贵的硬件和系统软件以及应用软件编程的费用,令人望而却步。但生产实践证明,仅有基础自动

化虽然也收到一定效果,但仍然难以满足全部生产要求,对生产过程的优化、监控、预报等功能,是国内墙材生产等流程工业领域大量中小企业必不可少和提高经济效益、节能降耗的重要环节。

在低碳经济模式下,我国流程制造业发展正面临着提高生产效率、降低能源和资源消耗的迫切要求,因此开展面向特定领域的流程工业综合化系统的研发与应用具有重要的现实意义,其设计必须紧凑、功能必需、可用性良好、工作可靠、易维护且维护费用较低。与新型墙体材料巨大的市场需求相比,我国的新型墙材装备产业还比较落后,量大面广的中小墙材企业生产过程自动化水平低下。迅速开发并大批量工业化生产具有自主知识产权的新型墙材成套装备配套生产线,符合国家节能环保政策,可实现加速提升我国工业固体废弃物(如粉煤灰等)的综合利用水平和自主创新能力,整体提升中国装备在国际市场上的竞争能力。综上所述,从有关装备技术领域的发展趋势来看,自主研发面向新型墙材成套装备的综合自动化系统,实现对生产过程的实时监控、优化控制和故障网络化维护等功能,对于提高国内墙材企业的生产效益和节能降耗具有十分重大的意义。

本书作者在目前国内墙材生产领域整机自动化、智能化程度不高的背景下,立足于应用技术研究方向,结合总线控制网络的广泛应用,充分利用计算机、装备控制、工业总线等技术优势,面向新型墙材企业基础和过程自动化实现问题,研究综合自动化系统的工程化实现技术、综合自动化系统的可靠维护技术、嵌入式先进控制软件开发和多种总线系统集成技术,开发符合应用需求的新型墙材综合自动化系统。可为我国广大中小新型墙材企业提供技术先进、功能齐全的综合自动化系统,使墙材生产企业通过该系统的使用增加产品产量或改善质量,实现节能降耗,获得较好的投入产出比,提高我国新型墙体材料企业装备的自动化、智能化,降低成本,节能减排,促进我国新型墙体材料企业的健康发展,提高劳动生产率。

1.2 国内外技术发展现状

从新型墙材生产线上的原物料流向角度而言,新型墙材工业是一种通过混合、成形或化学反应方式使生产原材料得以增值的行业,以工艺为主线,生产过程较固定,生产周期短,产品规格少但批量大,绝大多数新型墙材企业从生产规模上属于中小型流程企业,企业资金有限。

1.2.1 流程生产自动化技术

工业综合自动化系统是将先进的工艺装备技术、现代管理技术和以先进控制

与优化技术为代表的信息技术相结合,将企业的生产过程控制、优化、运行、计划与管理作为一个整体进行控制与管理,提供整体解决方案,以实现企业的优化运行、优化控制与优化管理,将企业各个层面的优化工作综合统筹,形成提高企业竞争力的核心技术。

新型墙材生产过程类似与流程工业生产模式,所谓流程工业^[2]是指通过分离、混合、成形或化学反应使生产原材料增值的行业,其生产过程一般是连续的或成批的,需要严格的过程控制和安全性措施,对设备管理、降低成本以及配方等比较重视。

最早在 20 世纪 60、70 年代,模拟仪表控制系统在流程工业控制中占据主导地位。由于模拟信号有精度低、易受干扰等缺点,在 70、80 年代逐渐被采用单片机、微机作为控制器的集中式计算机控制系统所取代,数字信号的使用克服了模拟信号精度低的缺陷,同时提高了系统的抗干扰能力,但系统任务增加的同时,控制器的效率和可靠性将有可能急剧下降^[3]。

在 20 世纪 80 年代后期,借助于相关学科技术的快速发展,国际流程工业如能源、石化、钢铁等行业经过多年的发展,出现了集控制、优化、调度、管理以及经营于一体的管控一体化新模式,过程控制逐渐从底层向上渗透^[4,5],通过 TCP/IP 协议,可将生产现场的各种设备状态参数、实时与历史信息发布在互联网上^[6],实现设备远程监控、维护的目的,有效降低企业的能耗、成本,提高资源利用率和劳动生产率。管控一体化模式已经成为综合自动化领域^[7,8]的一个前沿课题,也是流程企业提高市场竞争能力的核心标志之一,流程自动化发展历程如图 1.1 所示。

管控一体化简单地讲就是管理与控制一体化^[9],在管控一体化技术的发展过程中,体系结构经过了十多年的发展^[10,11],流程工业的体系结构已由美国普渡大学的五层 PURDUE 结构(过程控制层、过程优化层、生产调度层、企业管理层、经营决策层)过渡为三层 CIPS 结构[过程控制系统(process control system, PCS)、制造执行系统(manufacturing execution system, MES)、经营计划系统(business planning system, BPS)]。鉴于 BPS 层常以企业资源计划(enterprise resource planning, ERP)为主,CIPS 结构常被表述为 PCS/MES/ERP,简称为控制层/执行层/计划层,如图 1.2 所示。三层结构在功能划分上虽有重叠,但各有侧重,PCS 注重运行控制,MES 层关注计划执行,ERP 层强调计划制定。

目前,流程工业的生产过程控制系统大多采用 PLC、DCS 或 FCS,国内大部分流程企业由于建厂时间较早,在不同的历史时期采用了不同的控制系统,往往一个企业内部并存常规模拟仪表、PLC、DCS 以及 FCS 等多种控制系统。欧共体、美国、日本已投资数十亿美元进行“新世纪控制和优化理论及其在工业制

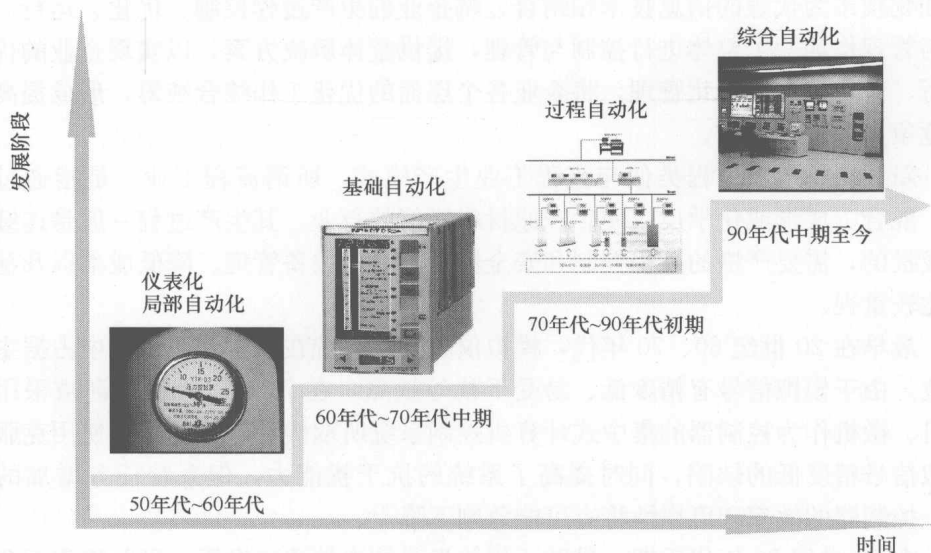


图 1.1 流程自动化发展阶段

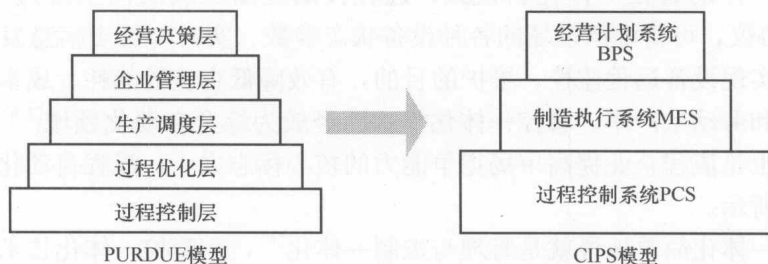


图 1.2 管控模型变迁历程

造中应用”项目的联合研究，其主要内容包括复杂工业系统高级控制策略与方法研究；复杂工业系统智能控制理论与方法研究；复杂工业系统优化控制理论与方法研究；复杂工业系统集成控制方法与技术研究；复杂工业系统综合优化方法和技术研究等。

1.2.2 设备维护与故障诊断技术

以综合自动化为标志的现代工业技术发展，给人类社会带来巨大利益的同时，也带来了一些新的灾难性后果，全世界每年死于工伤事故和职业病危害的人数约为 200 万，数量惊人。如何提高工业生产过程中的运行安全性成为业内科学研究的重要课题，工业自动化系统的故障诊断等生产维护 and 安全性技术越来越引起了众多研究者的兴趣和重视。如果当一个工业自动化系统的状态偏离了正常状

态, 则生产控制过程可能完全、也可能部分地失去其功能, 丧失规定的功能叫失效, 对于可修复的则称为故障, 失效在一定程度上可以认为是一种严重故障, 此时都可统称该自动化系统发生了故障。工业自动化系统的技术缺陷、硬件或软件的偶然失效、环境以及管理人员, 任何环节都有可能导致系统出现故障, 导致事故的发生。

从故障诊断技术问世以来, 经过几十年的发展, 在机械、电气设备等领域得到了长足发展, 开发出了许多实用故障诊断系统, 取得了可观的经济效益和社会效益, 其发展历程至今经历了三个阶段: 第一阶段由于机器设备和系统比较简单, 故障诊断主要依靠专家或维修人员的感觉器官、个人经验及简单仪表就能胜任故障的诊断与排除工作; 第二阶段是以传感器技术、动态测试技术为手段, 以信号分析和建模处理为基础的现代诊断技术, 在工程中已得到了广泛的应用; 20 世纪 90 年代中期以来, 由于机器设备和系统日趋复杂、智能化及光机电一体化, 传统的诊断技术已经很难适应, 随着计算机技术、智能信息处理技术的发展, 诊断技术进入了它的第三个发展阶段——信号分析、建模与知识处理相融合的智能诊断技术阶段。

智能诊断中的智能化主要体现为领域专家知识在诊断过程中的干预行为, 根据诊断知识的组织和运用形式。近十几年来, 基于经验规则、基于结构和行为、基于范例、基于模糊逻辑、基于人工神经网络和混合模型等六种智能诊断模型在智能故障诊断领域中研究和应用较多^[12~15], 典型的故障诊断过程如图 1.3 所示。

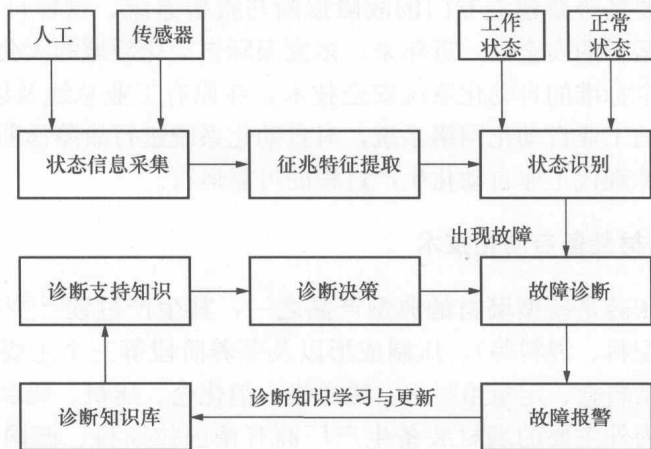


图 1.3 故障诊断过程

基于经验规则的诊断模型是通过对领域专家诊断经验, 采用规则形式加以描述, 将征兆与潜在故障联系起来, 采用可信度方法、证据方法以及贝叶斯方法等可以实现不确定性信息处理, 诊断规则搜索的过程就是对领域专家在故障诊断过

程中行为的模拟。该诊断模型知识结构形式简洁明了、解释方便,在机械系统、电子系统及化工设备故障诊断等领域都已有很多成功的应用^[16~19];基于结构和行为的诊断模型建立在系统工作正常基础之上,构建的复杂系统或组件行为描述模型,从理论上能够识别诊断系统所有的故障模式;基于案例的诊断模型主要通过诊断案例的检索和匹配,获得对故障的诊断结果,即使在故障与案例之间不完全匹配的情况下,也能通过相似性度量,得出相似的解^[20~22];基于模糊逻辑的诊断模型利用集合论中的隶属度函数和模糊关系矩阵的概念,来解决故障与征兆之间的不确定关系,给出故障发生的可能性以及描述故障位置和损坏程度等,能处理故障诊断中的不确定信息和不完整信息^[23,24];基于人工神经网络的诊断模型^[25~27]从模式识别的角度应用作为分类器进行故障诊断,以故障征兆作为人工神经网络的输入,诊断结果作为输出。

混合诊断模型方法运用多种诊断推理方法共同作用^[28~30],在基于知识的基础上,将多种知识表达方法和推理方法混合集成,融合多种信息,实现多角度、多层次的诊断集成,提高系统的灵活性,逼真模拟专家诊断思维过程,研究较多的方法主要有基于规则与 ANN 模型混合、CBR 与 ANN 模型混合、模糊逻辑、ANN 和基于规则模型混合等。

为了提高工业自动化系统的运行安全性,在自动化系统生命周期的每一个阶段都要充分考虑系统的安全性和可靠性,分析和设计阶段重点考虑功能安全,在现场运行维护中,对自动化系统的硬件和软件要进行早期的和准确的故障检测与诊断,有些重要场合要建立专门的故障诊断与报警系统,这样可以减少停产时间,增加系统运行的安全性。近年来,多家国际自动化领域的大公司都提出了符合国际功能安全标准的自动化系统安全技术,在原有工业总线及以太网基础上,形成安全集成的工业自动化网络系统,对自动化系统进行故障诊断和有成效的安全管理,以保障现代工业自动化生产过程的可靠运行。

1.2.3 新型墙材装备自动化技术

蒸压粉煤灰砖是新型墙材的典型产品之一,其生产过程^[31,32]整体上可以分为物料制备(配料、混料等)、压制成形以及蒸养阶段等三个主要阶段,生产现场主要设备包括料仓、定量给料机、输送机、消化仓、压机、码垛机以及蒸养釜等。目前,国内外主要的墙材装备生产厂商有德国拉斯科、德国玛莎、德国莱莱斯、福建海源、河南中冶重工、马鞍山科达机电、天津龙滕以及山东恒远等,其产品线基本覆盖了除蒸养釜之外的所有墙材生产设备。

(1) 物料制备阶段。

物料制备阶段各设备一般包括破碎机、雷蒙磨、原料仓、称量配料机、搅拌机、消化仓、轮碾机以及皮带输送机等。在原料满足工艺要求的前提下,影