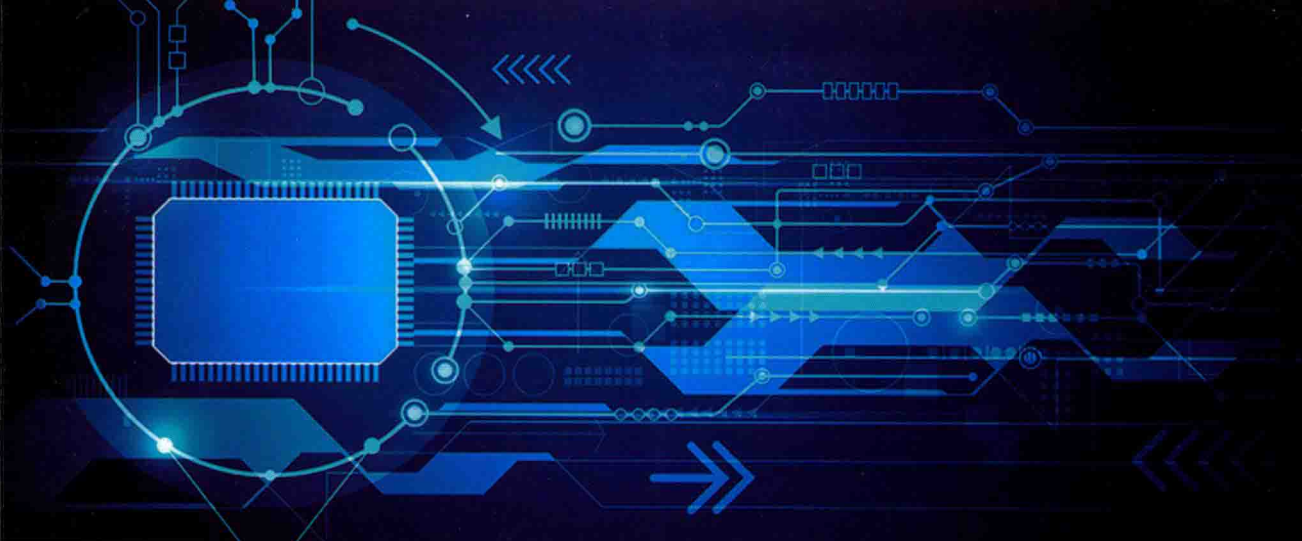




矿物加工自动化

AUTOMATIZATION OF
MINERAL PROCESSING

黄宋魏 李龙江 © 编 著

非
外
借



贵州大学出版社
Guizhou University Press

矿物加工自动化

AUTOMATIZATION OF
MINERAL PROCESSING

黄宋魏 李龙江 © 编 著



贵州大学出版社

Guizhou University Press

图书在版编目(CIP)数据

矿物加工自动化 / 黄宋魏, 李龙江编著. -- 贵阳 :
贵州大学出版社, 2017.11
ISBN 978-7-5691-0068-6

I. ①矿… II. ①黄… ②李… III. ①选矿—自动化
—高等学校—教材 IV. ①TD9

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第261546号

矿物加工自动化

作 者: 黄宋魏 李龙江

出 版 人: 闵 军

责任编辑: 周 清 但明天

装帧设计: 陈 艺

出版发行: 贵州大学出版社(贵州省贵阳市花溪区)

印 刷: 贵阳精彩数字印刷有限公司

开 本: 185毫米×260毫米

印 张: 30.25

字 数: 585千

版 次: 2017年11月 第1版

印 次: 2017年11月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5691-0068-6

定 价: 38.00元

版权所有 侵权必究

本书若出现印装质量问题, 请与出版社联系调换
电话: 0851-85981027

前 言

自动化实际上就是用一些自控装置或系统来代替人工操作,以避免人们的重复劳动。随着现代科学技术的进步,特别是计算机技术、电子技术和通信技术的快速发展,工业生产自动化的水平在不断提高。生产过程自动化是保证生产安全,保持生产稳定,减少消耗,降低成本,改善劳动条件和提高劳动生产率的重要手段,在社会生产各个行业起着极其重要的作用。

从工业过程自动化的发展历程来看,早期的自动化仅仅是应用一些自动检测仪表来监视生产,然后发展为应用自动化仪表及一些控制装置,部分代替人工操作,按工艺要求控制生产过程正常进行,在此基础上进一步发展,出现了以计算机技术、检测技术、控制技术、通信技术等相结合的先进控制系统,可编程控制器(PLC)、集散控制系统(DCS)、现场总线系统(FCS)成为控制系统的主流,实现了生产过程的全部自动化。随着生产过程控制与过程管理功能相互渗透,新一代企业自动化系统体系结构已发生了本质的变化,为了进一步提高产品质量、增加效益和增强企业的市场竞争力,出现了以过程控制系统(PCS)、生产执行系统(MES)和企业资源计划(ERP)相互融合的综合自动化系统。最近以德国政府为代表提出了“工业4.0”的高科技战略计划,旨在提升制造业的智能化水平,建立具有适应性、资源效率及人因工程学的智慧工厂,为未来工业发展提供一种新模式。

在矿物加工生产过程工艺的设计与技术改造中,工艺技术人员需要自动化项目及具体方案,并与自动化技术人员密切合作。在过程控制、生产管理和企业管理等方面,工艺技术人员需要低压电器、电气控制、自动化仪表、控制计算机、基本控制与智能控制、组态软件、控制系统设计、MES与ERP等技术,并正确使用。通过自动化来掌握生产,提高生产效率;在生产与科研中,用一些自动化的思想分析思考,从整体性、先进性和高效性等方面寻求解决方案。

本书力求系统全面地反映矿物加工自动化的最新发展和最新研究成果,但仍保留一些目前仍在广泛应用的传统技术。在强调过程检测和控制的基本概念、基本原理、基本方法和基本应用的同时,拓展了低压电器、电气控制、控制系统设计、MES和ERP等方面的技术内容,让读者对矿物加工自动化有一个系统、全面、新颖的认识和了解。全书分为10章:第1

章介绍矿物加工自动化的基础知识;第2章介绍矿物加工常用低压电器;第3章介绍电气控制的基本设计规范以及三相异步电机的基本控制电路;第4章主要介绍矿物加工常用的自动化仪表与技术;第5章介绍基本的控制回路与控制算法,主要包括简单控制回路、双位控制、PID控制和串级控制的原理以及PID控制参数的整定方法;第6章介绍矿物加工常用的智能控制原理与方法,包括模糊控制、专家控制和神经网络控制;第7章介绍过程控制系统的基本设计规范;第8章介绍常用的控制计算机以及计算机控制系统,包括PLC、DCS和FCS的主流产品与技术,重点介绍西门子S7-1200、S7-1500系列PLC;第9章介绍监控系统的组态方法和常用组态软件,重点介绍组态王7.5组态软件;第10章介绍生产执行系统和企业资源计划系统的基本概念、基本原理和基本功能。

本书可作为矿物加工及相近专业的教学用书,也可作为工程技术人员的参考书。本书涉及知识面较为宽广,要深入了解还需要参考相关的技术资料。由于各学校各专业要求与课程学时存在较大差别,在使用本教材时,可根据具体要求加以选择。

本书的第1、第3、第5~第9章由黄宋魏撰写,第2、第4章由李龙江和黄宋魏共同撰写,第10章由和丽芳和黄宋魏共同撰写。全书由黄宋魏负责组织与统稿。在本书的撰写过程中,贵州大学的张覃教授一直给予关心和帮助,兄弟单位的专家提供了不少资料与宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中有不足或不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

2017年9月

目 录

第 1 章 矿物加工自动化基础知识

1.1 工业自动化简述	001
1.1.1 自动化的概念	001
1.1.2 工业自动化的分类	002
1.1.3 工业自动化的作用	003
1.1.4 工业自动化的发展过程	004
1.2 综合自动化系统及其结构特点	006
1.2.1 综合自动化系统的结构	006
1.2.2 新型自动化系统的特点	008
1.3 综合自动化的技术内容.....	008
1.3.1 过程控制系统(PCS)	008
1.3.2 生产执行系统(MES)	011
1.3.3 企业资源计划(ERP)	012
1.4 过程控制系统的组成及特点	017
1.4.1 过程控制系统的组成	017
1.4.2 过程控制系统的特点	020
1.4.3 控制回路框图	021
1.4.4 过程控制系统的控制类型	023
1.4.5 控制系统的变量类型	024
1.5 矿物加工自动化的主要测控内容及发展趋势	025
1.5.1 矿物加工自动化的主要测控内容.....	025
1.5.2 矿物加工自动化的发展趋势	026
习题与思考题	030

第2章 矿物加工常用低压电器

2.1 低压电器概述	031
2.1.1 低压电器的分类	032
2.1.2 低压电器的主要技术数据	033
2.2 电磁装置	034
2.2.1 电磁机构	034
2.2.2 触头系统	036
2.3 接触器	036
2.3.1 接触器的结构	037
2.3.2 接触器的工作原理	038
2.3.3 接触器的选型	038
2.4 继电器	038
2.4.1 热继电器	039
2.4.2 时间继电器	042
2.4.3 电磁式继电器	044
2.5 主令电器	045
2.5.1 控制按钮	046
2.5.2 行程开关	046
2.5.3 接近开关	047
2.5.4 万能转换开关	049
2.6 开关电器	050
2.6.1 低压断路器	050
2.6.2 漏电保护断路器	052
2.7 信号灯及数显表	054
2.7.1 信号灯概述	054
2.7.2 常用信号灯	055
2.8 变频器及其应用	057
2.8.1 变频器概述	057
2.8.2 变频器的基本原理	058

2.8.3 变频器的额定值和频率指标	060
2.8.4 变频器的选型	061
2.8.5 变频器的安装	062
2.8.6 变频器应用举例	065
习题与思考题	068

第3章 电气控制设计基础

3.1 电气控制图设计基础	069
3.1.1 电气图的种类及特点	069
3.1.2 电气图文符号的组成规则	072
3.1.3 电气图的绘制方法	076
3.1.4 电气图上位置的表示方法	078
3.1.5 常用电气图形符号与文字符号	083
3.2 三相异步电动机及其启动控制线路	085
3.2.1 三相异步电动机	085
3.2.2 全压启动控制线路	088
3.2.3 降压启动控制线路	090
3.2.4 电子软启动器及其控制线路	097
3.3 其他典型电气控制线路	099
3.3.1 三相异步电动机正反转控制线路	099
3.3.2 三相异步电动机单向反接制动控制线路	100
3.3.3 多地点控制线路	101
3.3.4 多台电机顺序启停控制线路	102
3.3.5 电气控制线路设计的基本原则	104
习题与思考题	106

第4章 常用自动化仪表与技术

4.1 自动化仪表概述	107
4.1.1 检测仪表的组成	107

4.1.2 检测仪表的分类	109
4.1.3 检测仪器的主要技术指标	110
4.1.4 执行仪表的分类及特点	112
4.2 温度检测	112
4.2.1 温度检测的主要方法	112
4.2.2 热电阻温度检测	114
4.2.3 热电偶温度检测	116
4.2.4 红外测温	119
4.2.5 红外热像测温	120
4.3 压力检测	122
4.3.1 压力的基本概念	122
4.3.2 弹性式压力表	124
4.3.3 电测式压力(差压)变送器	125
4.4 流体流量检测	128
4.4.1 流量的基本计算方法	128
4.4.2 电磁流量计	129
4.4.3 超声波流量计	131
4.4.4 涡街流量计	133
4.4.5 科里奥利质量流量计	136
4.5 物位检测技术	140
4.5.1 物位检测概述	140
4.5.2 压力式液体物位检测	140
4.5.3 超声波式物位检测	142
4.5.4 雷达式物位检测	143
4.5.5 激光式物位检测	145
4.6 物料流量检测技术	147
4.6.1 电子皮带秤	147
4.6.2 核子皮带秤	150
4.7 密度检测技术	153
4.7.1 差压式密度检测	153
4.7.2 核子密度计	154

4.8 成分检测技术	156
4.8.1 X 荧光品位仪	156
4.8.2 pH 检测仪	158
4.9 图像测量技术	161
4.9.1 图像测量概述	161
4.9.2 图像测量技术的原理及特点	162
4.9.3 图像测量常用成像技术	163
4.9.4 图像测量技术在矿石拣选中的应用	165
4.10 软测量技术	168
4.10.1 软测量的概念	168
4.10.2 软测量的设计方法	169
4.10.3 软测量的建模方法	171
4.10.4 软测量中的传感器模型	174
4.11 执行仪表	174
4.11.1 电动执行机构	175
4.11.2 气动执行机构	176
4.11.3 调节阀	177
4.11.4 调节阀的流量特性	179
习题与思考题	182

第5章 控制回路与基本控制算法

5.1 控制系统概述	183
5.1.1 简单控制系统的组成及控制原理	183
5.1.2 基本控制回路	184
5.2 控制回路过渡过程及控制品质	185
5.2.1 控制回路的过渡过程	185
5.2.2 控制回路的品质指标	186
5.2.3 被控对象的特性	188
5.2.4 对象特性的参数	190
5.3 双位控制	196

5.4 PID 控制规律	197
5.4.1 概述	197
5.4.2 比例、积分和微分控制规律	198
5.4.3 PI、PD 和 PID 控制规律	201
5.4.4 数字 PID 算法及控制方式	203
5.4.5 控制规律的作用方向	205
5.5 串级控制	205
5.5.1 单回路控制系统存在的问题	205
5.5.2 串级控制系统的结构及原理	207
5.5.3 串级控制系统的特点	209
5.5.4 串级控制系统的工程设计	210
5.6 PID 控制参数的工程整定	212
5.6.1 经验凑试法	213
5.6.2 临界比例度法	215
5.6.3 衰减曲线法	216
5.6.4 整定方法的比较	217
习题与思考题	218

第 6 章 智能控制

6.1 模糊控制	219
6.1.1 模糊控制的基本思想	219
6.1.2 模糊控制系统的组成	222
6.1.3 模糊控制的基本原理	222
6.1.4 模糊控制器的结构设计	229
6.1.5 模糊控制规则的设计	231
6.1.6 精确量的模糊化方法	238
6.1.7 模糊推理及模糊量的非模糊化方法	240
6.1.8 论域、量化因子及比例因子的选择	243
6.2 专家控制系统	246
6.2.1 专家系统的结构与知识表达	246

6.2.2 专家控制系统的基本结构和特点	251
6.2.3 过程专家控制器的设计	252
6.2.4 控制专家系统的知识获取	255
6.2.5 产生式专家系统	258
6.3 神经网络控制	259
6.3.1 神经网络的特性、研究内容及分类	259
6.3.2 人工神经元	262
6.3.3 神经网络控制的基本原理	264
6.3.4 神经网络系统辨识	266
6.3.5 神经网络控制的应用	270
习题与思考题	275

第7章 过程控制系统设计基础

7.1 过程控制系统工程设计概述	276
7.1.1 设计的一般要求	276
7.1.2 设计步骤	276
7.1.3 过程控制系统设计的主要内容	277
7.1.4 设计的其他要求	278
7.2 管道及仪表流程图(P&ID)的设计	278
7.2.1 控制方案的确定	278
7.2.2 管道及仪表流程图(P&ID)的设计内容	281
7.2.3 管道及仪表流程图(P&ID)的绘制	283
7.3 仪表功能标志	284
7.3.1 功能标志组成	284
7.3.2 仪表的位号	284
7.4 文字符号	286
7.4.1 基本文字符号	286
7.4.2 典型的仪表回路号和仪表位号示例	290
7.4.3 仪表常用缩写字母	292
7.4.4 缩写字母的应用	292

7.5 图形符号	292
7.5.1 基本图形符号	295
7.5.2 图形符号的示例	297
7.6 测量点与连接线的图形符号	302
7.6.1 测量点的表示	302
7.6.2 仪表的各种连接线规定	303
7.7 自控系统图形符号示例	304
7.7.1 单参数控制系统图形符号示例	304
7.7.2 复杂控制系统图形符号示例	305
7.7.3 复杂控制系统图形符号示例	306
7.8 控制室的设计	307
7.8.1 总图位置的选择	307
7.8.2 布置和面积	308
7.8.3 操作站	309
7.8.4 建筑、结构设计要求	310
7.8.5 采光与照明	311
7.8.6 采暖、通风和空气调节	311
7.8.7 进线方式和室内电缆敷设	312
7.8.8 接地及安全保护	312
7.8.9 通讯	312
7.9 仪表供电设计规定	313
7.9.1 仪表供电范围、负荷等级与电源类型	313
7.9.2 仪表电源质量与容量	313
7.9.3 供电系统设计与设计条件	314
7.9.4 供电器材的选择	314
7.9.5 供电系统的配线	315
7.10 仪表系统接地设计规定	315
7.10.1 仪表系统接地原则	315
7.10.2 接地系统的构建	317
7.10.3 接地连接方法	318
7.10.4 接地联结的规格及结构要求	321

7.10.5 仪表系统接地注意事项	322
习题与思考题	324

第8章 计算机控制系统

8.1 计算机控制系统基础知识	325
8.1.1 计算机控制系统的分类	325
8.1.2 控制计算机的硬件组成	326
8.1.3 控制计算机系统的规模	328
8.1.4 计算机控制系统的结构模式	329
8.2 可编程控制器(PLC)	333
8.2.1 PLC 功能及特点	333
8.2.2 PLC 的结构	335
8.2.3 PLC 的软件组成	339
8.2.4 PLC 的工作原理	341
8.2.5 SIMATIC S7-1200 系列 PLC	342
8.2.6 SIMATIC S7-1500 系列 PLC	347
8.2.7 西门子 S7 系列 PLC 的开发软件	353
8.2.8 国内外主要 PLC 产品	355
8.3 集散控制系统(DCS)	358
8.3.1 集散控制系统的结构	358
8.3.2 DCS 的网络通信	360
8.3.3 DCS 的软件及组态	362
8.3.4 国内外主要 DCS 产品	365
8.4 现场总线控制系统(FCS)	370
8.4.1 现场总线结构及特点	370
8.4.2 主要现场总线技术	373
8.4.3 现场总线控制系统集成设计	378
8.4.4 现场总线技术的发展趋势	379
习题与思考题	382

第9章 监控组态软件

9.1 监控组态软件概述	383
9.1.1 组态概念	383
9.1.2 组态软件的功能	384
9.1.3 国内外主要组态软件	385
9.1.4 组态软件的发展趋势	386
9.2 组态王 7.5 软件简介	388
9.2.1 组态王 7.5 运行的软硬件环境	388
9.2.2 组态王 7.5 软件的基本构成	388
9.2.3 组态王 7.5 的主要功能	389
9.2.4 组态王 7.5 的组成及版本类型	391
9.2.5 组态王的组态步骤	392
9.3 创建工程与设备、变量定义	394
9.3.1 组态王 7.5 的工作界面	394
9.3.2 外部设备和数据变量的定义	396
9.4 监控画面组态	400
9.4.1 组态画面	400
9.4.2 监控画面的动画连接	403
9.4.3 组态王的命令语言	406
9.4.4 监控画面的切换	407
9.4.5 运行系统设置	407
9.5 数据趋势曲线	408
9.5.1 实时趋势曲线	408
9.5.2 历史趋势曲线组态	409
9.6 使用控件	412
9.6.1 组态王内置控件	412
9.6.2 ActiveX 控件	414
9.7 报表系统	415
9.7.1 创建报表	415

9.7.2 常用报表函数	416
9.8 组态王的历史数据库	419
9.8.1 组态王变量的历史记录属性	419
9.8.2 历史记录存储及文件的格式	420
9.8.3 历史数据的查询	422
9.9 组态王与 OPC 交换数据	422
9.9.1 OPC 简介	422
9.9.2 组态王与 OPC 的连接	423
9.9.3 OPC 服务器与组态王数据词典的连接	425
9.9.4 组态王作为 OPC 服务器的使用	425
习题与思考题	427

第 10 章 生产执行系统与企业资源计划

10.1 生产执行系统(MES)	428
10.1.1 MES 概述	428
10.1.2 MES 的体系结构	431
10.1.3 MES 的构成与功能	433
10.1.4 MES 和 SCM 等其他系统的关系模型	436
10.1.5 MES 的技术标准与规范	438
10.1.6 MES 关键技术	439
10.1.7 MES 的实施策略	444
10.2 企业资源计划(ERP)	447
10.2.1 企业资源计划概述	447
10.2.2 物流管理	452
10.2.3 生产控制管理	456
10.2.4 财务管理	459
10.2.5 人力资源管理	462
10.2.6 ERP 项目的实施	464
习题与思考题	470

第1章 矿物加工自动化基础知识

1.1 工业自动化简述

1.1.1 自动化的概念

自动化是指机器设备、系统或过程(生产、管理)在没有人或较少人直接参与的情况下,按照人的要求,经过自动检测、信息处理、分析判断、操纵控制,实现预期的目标过程。自动化技术广泛用于矿业、冶金、化工、轻工、建材等行业。采用自动化技术不仅可以把人从繁重的体力劳动,部分脑力劳动以及恶劣、危险的工作环境中解放出来,而且还能扩展人的器官功能,极大地提高劳动生产率,增强人类认识世界和改造世界的能力。因此,自动化是现代工业的重要条件和显著标志。

自动化的概念有一个动态发展过程。过去,人们对自动化的理解或者说自动化的功能目标是以机械的动作代替人力操作,自动地完成特定的作业,这实质上是以自动化代替人的体力劳动的观点。后来随着电子和信息技术的发展,特别是随着计算机的出现和广泛应用,自动化的概念已被扩展为用机器(包括计算机)不仅代替人的体力劳动而且代替或辅助人的脑力劳动,以自动地完成特定的作业。

自动化的广义内涵至少包括:①在形式方面,制造自动化有三个方面的含义,即代替人的体力劳动,代替或辅助人的脑力劳动,制造系统中人机及整个系统的协调、管理、控制和优化。②在功能方面,自动化替代人的体力劳动或脑力劳动仅仅是自动化功能目标体系的一部分,自动化的功能目标是多方面的,已形成有机体系。③在范围方面,制造自动化不仅涉及具体生产制造过程,而且涉及产品生命周期的所有过程。

与自动化密切相关的一个术语是自动控制(Automatic control),两者既有联系又有区别。自动控制是关于受控系统的分析、设计和运行的理论和技术,人们通常认为自动化主要研究的是制造系统的控制问题。平时人们提到的自动控制大多是指工程系统的控制,在这个意义上自动化与自动控制是相近的。

自动化涉及范围广泛。根据应用行业背景的不同有不同的名称,如矿物加工自动化、冶金自动化、化工自动化、机械自动化、电气自动化等。各个应用领域的特点不同,有连续的流程生产过程,离散的间歇生产过程,相应的各有其自动化解决方案。