

XIANDAI ANQUAN JIANCE JISHU

# 现代安全监测技术

赵建华 编著

中国科学技术大学出版社



中国科学技术大学研究生教材

ZHONGGUO KEXUE JISHU DAXUE YANJIUSHENG JIAOCAI





中国科学技术大学研究生教材

A stone sculpture of a lion standing on a pedestal, with a globe resting on its back. The lion is facing left, and the globe is positioned behind its head.

# 现代安全监测技术

XIANDAI ANQUAN JIANCE JISHU

赵建华 编著

中国科学技术大学出版社

## 内 容 简 介

本书全面、系统地阐述了现代安全监测中的基础理论、技术原理和监测方法。全书共分12章。其中,第1章阐述安全监测的目的、任务和安全监测技术的发展概况;第2章至第4章介绍安全监测的技术基础,包括安全监测用传感器、数据采集与信号处理技术、智能化和干扰抑制技术;第5章至第8章重点介绍现代安全监测中的温度监测技术、红外气体浓度监测技术、声发射监测技术和微弱信号监测技术;第9章至第12章依次介绍人工神经网络、现场总线技术、虚拟测试仪器技术和监控组态软件及其在安全监测中的应用。

本书内容丰富新颖、理论联系实际,在注重理论分析的基础上,重点介绍安全监测的思路、技术原理和以高新技术为支撑的最新发展起来的现代安全监测方法。本书是安全技术及工程专业硕士研究生的专业课教材,也可作为安全工程或相关专业高年级本科生的教材和供从事安全监测的科技工作者学习和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代安全监测技术/赵建华编著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2006.8  
ISBN 7-312-01895-5

I. 现… II. 赵… III. 安全管理—监测—技术 IV. X924.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第014011号

现代安全监测技术

赵建华 编著

出版 中国科学技术大学出版社

安徽省合肥市金寨路96号,邮编:230026

网址: <http://press.ustc.edu.cn>

印刷 合肥学苑印务有限公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 710 mm×960 mm 1/16

印张 20

字数 415 千

版次 2006年8月第1版

印次 2006年8月第1次印刷

书号 ISBN 7-312-01895-5/X·7

定价 30.00 元

# 前 言

近几年,我国的安全生产形势比较严峻,各种空难、海难、煤矿透水、瓦斯爆炸、天然气井喷和火灾等灾难性事故不断发生,其造成的人员伤亡、经济损失和社会影响十分惊人。

开展安全监测技术研究,全面提高我国安全监测的科学技术水平,对有效减少事故隐患、预防和控制重特大事故的发生、遏制群死群伤和重大经济损失以及保障国家经济与社会的可持续发展具有重大现实意义。

现代安全监测技术是一门多学科交叉的技术科学,涉及的内容非常广泛。本书根据“有所为有所不为”的原则,比较全面、系统地阐述了现代安全监测中的基础理论、技术原理和监测方法。全书共分12章,第1章阐述安全监测的目的、任务和监测技术的发展概况。第2章至第4章介绍安全监测的技术基础,包括安全监测用传感器、数据采集与信号处理技术、智能化和干扰抑制技术。第5章至第8章重点介绍现代安全监测中的温度监测技术、红外气体浓度监测技术、声发射监测技术和微弱信号监测技术。第9章至第12章依次介绍人工神经网络、现场总线技术、虚拟测试仪器技术和监控组态软件及其在安全监测中的应用。

本书内容丰富新颖,理论联系实际,在注重理论分析的基础上,重点介绍安全监测的思路、技术原理和以高新技术为支撑的最新发展起来的现代安全监测方法。

本书曾作为中国科学技术大学研究生讲义,在安全技术及工程专业硕士研究生和工程硕士中使用多年,现结合讲授实践和安全监测技术的发展,做了较大的改写。本书的编写得到了中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室、研究生院、教务处和出版社的大力支持和帮助,在本书编写的过程中,还参阅了多位专家教授的著作与文章,借此机会深表谢意。

由于作者水平有限,书中定有许多不妥之处,敬请读者提出宝贵意见。

编 者

2005年10月

# 目 录

前 言 .....	I
<b>第 1 章 绪 论</b> .....	1
1.1 安全监测的意义、目的和任务 .....	1
1.1.1 安全监测的意义 .....	1
1.1.2 安全监测的目的 .....	2
1.1.3 安全监测的任务 .....	3
1.2 安全监测技术的发展概况 .....	4
1.2.1 危险性分析和定量分析阶段 .....	4
1.2.2 实时在线监测阶段 .....	5
1.3 本书的主要内容 .....	5
<b>第 2 章 安全监测用传感器</b> .....	7
2.1 概 述 .....	7
2.1.1 传感器的基本概念 .....	7
2.1.2 传感器的分类 .....	8
2.1.3 常用传感器 .....	10
2.2 温度传感器 .....	10
2.2.1 膨胀式温度传感器 .....	10
2.2.2 热电偶温度传感器 .....	13
2.2.3 热电阻温度传感器 .....	15
2.2.4 半导体热敏电阻 .....	16
2.3 压力传感器 .....	18
2.3.1 应变式压力传感器 .....	18
2.3.2 压电式压力传感器 .....	20
2.3.3 电容式差压传感器 .....	20
2.4 流量传感器 .....	21
2.4.1 差压式流量传感器 .....	21
2.4.2 电磁式流量传感器 .....	23
2.4.3 涡轮式流量传感器 .....	24

2.4.4	超声式流量传感器	25
2.5	物位传感器	27
2.5.1	音叉式料位传感器	27
2.5.2	电容式料位传感器	28
2.5.3	超声式料位传感器	31
2.5.4	微波式及 $\gamma$ 射线料位传感器	35
2.6	气体传感器	36
2.6.1	接触燃烧式气体传感器	36
2.6.2	热线式热传导率气体传感器	37
2.6.3	半导体气体传感器	37
<b>第3章</b>	<b>数据采集与信号处理技术</b>	<b>41</b>
3.1	数据采集技术基础	41
3.1.1	信号A/D、D/A转换过程	41
3.1.2	采样信号的频谱	43
3.1.3	采样定理	46
3.1.4	采样方式	49
3.2	典型的数据采集系统	51
3.3	数据采集系统的技术要求	54
3.3.1	数据采集系统的主要技术指标	54
3.3.2	高速数据采集系统的主要技术指标	54
3.4	计算机数据采集系统	56
3.4.1	计算机数据采集系统的基本构成	56
3.4.2	主要功能电路	58
3.5	信号处理基础	64
3.5.1	概述	64
3.5.2	时域分析和频域分析	65
3.5.3	随机信号处理	66
3.5.4	离散傅里叶变换	71
3.6	信号中的噪声	73
3.6.1	白噪声	73
3.6.2	有色噪声	74
3.6.3	脉冲噪声	74
3.6.4	随机噪声的波形	75
3.7	信号的预处理	77

3.7.1 解 调	78
3.7.2 预滤波	78
3.7.3 幅值处理	78
3.7.4 去均值	78
3.7.5 去趋势项	78
3.7.6 预白化	80
3.8 信号平均	81
3.8.1 信号平均方法	81
3.8.2 Boxcar 平均器	82
3.8.3 时域多点平均	83
3.9 信号的滤波	85
3.9.1 经典滤波和统计滤波	85
3.9.2 模拟滤波器	90
3.9.3 数字滤波器	92
3.10 信号的平滑处理	93
3.10.1 单纯移动平均法	95
3.10.2 多项式拟合法	96
3.10.3 适应平滑法	96
3.10.4 频域平滑法	97
<b>第 4 章 智能化和干扰抑制技术</b>	99
4.1 监测智能化技术	99
4.1.1 非线性自校正	99
4.1.2 自校零与自校准	103
4.1.3 自补偿	107
4.2 干扰与抑制	118
4.2.1 干扰的来源和传播方式	118
4.2.2 干扰的抑制	122
<b>第 5 章 现代温度监测技术</b>	128
5.1 概 述	128
5.2 红外非接触测温技术	128
5.2.1 红外辐射测温的基本原理	128
5.2.2 红外辐射测温仪	135
5.3 基于彩色三基色的温度测量技术	152

5.3.1 彩色三基色温度测量原理 .....	153
5.3.2 彩色三基色温度测量装置 .....	155
5.4 分布式光纤温度测量技术 .....	156
5.4.1 分布式光纤温度测量的原理 .....	156
5.4.2 分布式光纤温度测量系统的结构及特性 .....	159
5.4.3 分布式光纤温度测量系统的应用范围 .....	160
5.4.4 分布式光纤温度测量技术的局限性及发展趋势 .....	160
<b>第6章 红外气体浓度监测技术</b> .....	<b>162</b>
6.1 概 述 .....	162
6.2 红外气体浓度监测的基本原理 .....	162
6.2.1 双原子分子的红外吸收频率 .....	163
6.2.2 多原子分子的红外吸收频率 .....	166
6.2.3 特征红外吸收波长 .....	168
6.2.4 红外吸收定律 .....	169
6.3 非色散红外吸收气体浓度监测技术 .....	170
6.3.1 时间双光束测量方法 .....	171
6.3.2 空间双光束测量方法 .....	172
6.4 红外大面积气体泄漏监测技术 .....	173
6.4.1 红外大面积气体泄漏的双光束监测原理 .....	174
6.4.2 红外大面积气体泄漏监测的量纲 .....	175
<b>第7章 声发射监测技术</b> .....	<b>177</b>
7.1 概 述 .....	177
7.2 声发射监测的理论基础 .....	178
7.2.1 声发射产生条件及声发射源 .....	178
7.2.2 声发射信号的表征参数 .....	181
7.2.3 声发射源定位 .....	184
7.3 声发射监测仪器 .....	188
7.3.1 声发射监测仪的组成 .....	188
7.3.2 声发射传感器 .....	188
7.3.3 信号处理部分 .....	190
7.4 声发射监测技术在安全工程中的应用 .....	191
7.4.1 应用声发射监测技术预报矿山岩体冒落和崩塌 .....	191
7.4.2 利用声发射监测技术预测预报煤与瓦斯突出 .....	192



<b>第 8 章 微弱信号检测技术</b> .....	194
8.1 相关检测原理 .....	194
8.1.1 相关函数 .....	194
8.1.2 相关检测 .....	196
8.2 锁定放大器 .....	199
8.2.1 锁定放大器的工作原理 .....	199
8.2.2 锁定放大器的主要参数 .....	201
8.3 取样积分器 .....	202
8.3.1 取样积分器的工作原理 .....	203
8.3.2 取样积分器的主要参数 .....	207
8.4 光子计数技术 .....	210
8.4.1 光子计数的原理 .....	211
8.4.2 光子计数系统的测量误差 .....	216
<b>第 9 章 人工神经网络及其应用</b> .....	219
9.1 概 述 .....	219
9.1.1 人工神经网络的优越性及存在的问题 .....	220
9.1.2 人工智能专家系统与神经网络的比较 .....	220
9.2 人工神经网络基础 .....	221
9.2.1 人工神经元 .....	221
9.2.2 人工神经元模型 .....	222
9.2.3 前馈神经网络 .....	223
9.2.4 神经网络的两大类学习算法 .....	224
9.2.5 误差反向传播 BP 算法 .....	225
9.3 神经网络在火灾烟雾识别中的应用 .....	226
9.3.1 火灾烟雾识别神经网络模型 .....	226
9.3.2 仿真训练及验证 .....	229
9.3.3 应用小结 .....	230
<b>第 10 章 现场总线技术及其应用</b> .....	231
10.1 概 述.....	231
10.2 现场总线的发展背景与趋势.....	232
10.2.1 现场总线是综合自动化的发展需要.....	232
10.2.2 智能仪表为现场总线的出现奠定了基础.....	233
10.2.3 现场总线将朝着开放、统一标准的方向发展 .....	233

10.3 现场总线的特点与优点	234
10.3.1 现场总线系统的结构特点	234
10.3.2 现场总线系统的技术特点	235
10.3.3 现场总线的优点	236
10.4 几种有影响的现场总线技术	237
10.4.1 基金会现场总线	237
10.4.2 LonWorks 总线	238
10.4.3 PROFIBUS 总线	238
10.4.4 CAN 总线	239
10.4.5 HART 总线	239
10.5 现场总线的应用	240
10.5.1 现场总线新型测量系统	240
10.5.2 现场总线设备管理系统	241
<b>第 11 章 虚拟测试仪器技术及其应用</b>	<b>246</b>
11.1 概 述	246
11.1.1 虚拟测试仪器的特点	247
11.1.2 虚拟测试仪器的研究方向	247
11.2 虚拟测试仪器的含义与系统构成	248
11.2.1 虚拟测试仪器的含义	248
11.2.2 虚拟测试仪器的系统构成	250
11.2.3 虚拟测试仪器的系统构建	251
11.3 虚拟测试仪器的硬件构成	252
11.3.1 基于 PC 总线的虚拟测试仪器硬件	252
11.3.2 基于 VXI 总线的虚拟测试仪器	253
11.4 虚拟测试仪器软件开发平台	258
11.4.1 LabVIEW	258
11.4.2 LabWindows/CVI	259
11.5 虚拟测试仪器系统的应用	260
11.5.1 功能描述	260
11.5.2 工作原理	260
11.5.3 面板设计	263
<b>第 12 章 监控组态软件及其应用</b>	<b>265</b>
12.1 监控组态软件及其发展	265

---

12.1.1	“组态”和“监控组态软件”的概念	265
12.1.2	监控组态软件的发展趋势	266
12.1.3	组态软件的设计思想及特点	269
12.1.4	组态软件的数据流	273
12.1.5	使用组态软件的一般步骤	274
12.1.6	监控组态软件在自动监控系统中所处的地位	275
12.2	监控组态软件的核心组成	276
12.2.1	组态软件的系统构成及图形开发环境	276
12.2.2	实时数据库	280
12.2.3	监控组态软件的 I/O 设备驱动	283
12.3	监控组态软件的扩展功能	286
12.3.1	监控组态软件的网络体系和通信功能	286
12.3.2	监控组态软件与第三方软件的通信方式	291
12.3.3	监控组态软件的控制功能	295
12.4	监控组态软件在罐区监控系统中的应用	298
12.4.1	罐区概况与监控要求	298
12.4.2	系统方案	299
12.4.3	软件设计说明	300
12.4.4	系统调试及运行情况	303
	<b>参考文献</b>	<b>304</b>

# 第1章 绪论

## 1.1 安全监测的意义、目的和任务

### 1.1.1 安全监测的意义

随着现代工业生产的发展和科学技术的进步,现代生产装置的结构越来越复杂,功能越来越完善,自动化程度也越来越高,相应的安全问题便日益严重,导致灾难性事故不断发生。如,国内外曾经发生的各种空难、海难、煤矿透水、瓦斯爆炸、天然气井喷和火灾等恶性事故,其造成的人员伤亡、经济损失和社会影响都十分惊人。

表 1-1 列出了 1979~2005 年间世界部分国家发生的一些特大事故及其后果。这些特大灾难性事故的后果令人触目惊心,不但造成巨大的经济损失,而且造成很大的人员伤亡和环境污染,在社会上引起了强烈的反响,严重影响了全球经济的可持续发展和社会稳定。例如,美国三里岛核电站和前苏联切尔诺贝利核反应堆的泄漏曾引起对核电站安全性的争议,对核能的发展产生了影响;美国挑战者号航天飞机失事使美国航天事业的发展一度陷于停顿,对整个行业产生了巨大影响;2001 年 9 月 11 日,美国纽约世贸中心双子星摩天大楼倒塌,国防部五角大楼一角被毁,布什总统宣布美国军队全部进入最高戒备状态,美国联邦航空局并于当天下令关闭领空,这是美国历史上第一次关闭领空,美国的航空运输市场受到严重打击,其影响波及世界各国和地区,全球经济也因此受到重创;在我国,煤矿透水、天然气井喷、瓦斯爆炸和飞机坠毁等恶性伤亡事故已引起国际社会的关注。

因此,开展安全监测技术研究,全面提高我国安全监测的科学技术水平,对有效减少事故隐患,预防和控制重特大事故的发生,遏制群死群伤、重大经济损失和保障国家经济与社会的可持续发展具有重大现实意义。

表 1-1 1979~2005 年间世界部分国家发生的特大事故及其后果

年份	国 别	起 因	后 果
1979	美国	三里岛核电站泄漏事故	损失几十亿美元
1982	印度	农药毒剂泄漏	死 2 700 人, 几万人中毒
1985	日本	JAL 747 飞机坠毁	死 520 人
1986	美国	“挑战者”号航天飞机失事	死 7 人, 航天飞机爆炸, 损失 12 亿美元
1986	前苏联	切尔诺贝利核反应堆泄漏	死 32 人, 13.5 万居民被疏散
1989	前苏联	气体管道爆炸	死 645 人
1994	中国	新疆克拉玛依市友谊馆火灾	死 323 人, 伤 130 人, 损失 210.9 万元
1997	中国	北京东方化工厂火灾爆炸	死 8 人, 伤 38 人, 损失 1.17 亿元
1998	中国	北京玉泉营环岛家具城火灾	损失 2 087.7 万元
2000	中国	河南洛阳东都商厦火灾	死 309 人
2001	美国	纽约世贸中心双子星摩天大楼倒塌	死 3 113 人, 损失几千亿美元
2002	中国	波音 767、MD-82 两架飞机坠毁	死 234 人, 失踪 6 人
2003	中国	湖南衡阳一商住楼火灾	死 20 人(消防官兵), 伤 20 人
2003	中国	重庆开县气矿天然气井喷事故	死 243 人
2004	俄罗斯	两架图-134、图-154 飞机同一天坠毁	死 106 人
2005	中国	辽宁阜新矿业集团孙家湾煤矿瓦斯爆炸	死 214 人, 伤 30 人

## 1.1.2 安全监测的目的

### 1. 安全监测的目的

(1) 能及时地、正确地对运行设备的运行参数和运行状况做出全面监测, 预防和消除事故隐患。

(2) 对设备的运行进行必要的指导, 提高设备运行的安全性、可靠性和有效性, 以期把运行设备发生事故的降低到最低水平, 将事故造成的损失减低到最低程度。

(3) 通过对运行设备进行监测、隐患分析和性能评估等, 为设备的结构修改、设计优化和安全运行提供数据和信息。

总的来说, 进行安全监测的目的就是确保设备的安全运行, 预防和消除事故隐患, 避免事故发生。

### 2. 事故增加的原因

事实上, 如果加强运行设备的安全监测, 有许多事故是可以防患于未然的, 下面是一些事故增加的原因, 也正是安全监测所要解决的问题。

(1) 现代生产设备向大型化、连续化、快速化和自动化方向发展。一方面在提高

劳动生产率、降低生产成本、节约资源和人力等方面带来很大好处；但另一方面，由于设备故障率增加，而导致由事故所造成的损失，却在成百倍地增长。

(2) 高新技术的采用对现代设备(特别是航天、航空、航海和核工业等部门)的安全性、可靠性提出了越来越高的要求，多年来航天、航空、核电站的多次灾难性事故，更说明了进行安全监测的迫切性。

(3) 现有大量的生产设备老化，要求加强对其进行安全监测。许多老设备、老装置，服役已接近其寿命期，进入“损耗故障期”，故障率增大，有的甚至超期服役。全部更新的话经济负担很重，此时如对其加强安全监测，将能延长设备的使用寿命。

### 1.1.3 安全监测的任务

安全监测的任务是监测设备的运行状态，判断其是否正常，进行安全预测和诊断，指导设备的管理和维修。

#### 1. 运行状态监测

设备运行状态监测的任务是了解和掌握设备的运行状态，包括采用各种检测、测量、监视、分析和判断方法。结合系统的历史和现状，考虑环境因素，对设备运行状态进行评估，判断其处于正常或非正常状态，并对状态进行显示和记录，对异常状态做出报警，以便运行人员及时加以处理，并为设备的隐患分析、性能评估、合理使用和安全评估提供信息和基础数据。

通常设备的状态可分为正常状态、异常状态和故障状态三种情况。

正常状态指设备的整体或其局部没有缺陷，或虽有缺陷但其性能仍在允许的限度以内。

异常状态指设备的缺陷已有一定程度的扩展，使设备状态信号发生一定程度的变化。设备性能已劣化，但仍能维持工作，此时应注意设备性能的发展趋势，即设备应在监护下运行。

故障状态则是指设备性能指标已有大的下降，设备已不能维持正常工作。设备的故障状态尚有严重程度之分，包括：已有故障萌生并有进一步发展趋势的早期故障；程度尚不严重，设备尚可勉强“带病”运行的一般功能性故障；已发展到设备不能运行必须停机的严重故障；已导致灾难性事故的破坏性故障；以及由于某种原因瞬间发生的突发紧急故障等。

#### 2. 安全预测和诊断

安全预测和诊断的任务是根据设备运行状态监测所获得的信息，结合已知的结构特性、参数以及环境条件，并结合该设备的运行历史(包括运行记录、曾发生过的故障及维修记录等)，对设备可能要发生的或已经发生的故障进行预报、分析和判断，确定故障的性质、类别、程度、原因和部位，指出故障发生和发展的趋势及其后果，提出

控制故障继续发展和消除故障的调整、维修和治理的对策措施,并加以实施,最终使设备复原到正常状态。

### 3. 指导设备的管理和维修

设备的管理和维修方式的发展经历了三个阶段,即从早期的事后维修方式(Run-to-Breakdown Maintenance),发展到定期预防维修方式(Time-based Preventive Maintenance),现在正向视情维修(Condition-based Maintenance)发展。定期预防维修制度可以预防事故的发生,但可能出现过剩维修和不足维修的弊病。视情维修是一种更科学、更合理的维修方式。但要做到视情维修,必须依赖于完善的状态监测和安全诊断技术的发展和实施。随着我国安全诊断技术的进一步发展和实施,我国的设备管理、维修工作将上升到一个新的水平,我国工业生产的设备完好率将会进一步提高,恶性事故将会逐渐得到控制,使我国的经济建设向更健康的方向发展。

## 1.2 安全监测技术的发展概况

### 1.2.1 危险性分析和定量分析阶段

“安全第一”是安全活动的中心,早在1906年,美国就首次提出“安全第一、质量第二、产量第三”的口号,并采取了一系列安全操作的新措施。1912年,日本也提出了“安全第一”的思想,1927年日本内务省组织开展了以“安全第一”为方针的“安全周”运动,并把每年7月1日到7月7日定为“安全周”,大部分工厂提出了“001”口号,即做到事故、公害为零,生产为世界一流。

对于安全监测技术,实际上自有工业生产以来就已存在。早期人们依据对触摸、观察,对声音、振动等状态特征的感受,凭借个人的经验,可以判断某些故障的存在,并实施修复的措施。但是安全监测技术作为一门学科,则是20世纪60年代以后才发展起来的。

第二次世界大战以后,关于劳动安全方面的一门边缘学科——人机工程学诞生了,人机工程学的发展最早是从军事上开始的,1959年成立了国际人机工程学会,标志着这门学科的成熟。1961年《国际劳工评论》给人机工程学下了一个定义,即“运用生物学和技术科学对人及其工作进行最适宜的调整,使之提高工效,并能胜任愉快”。人机工程学解决的问题,一方面是从机器方面考虑如何适应人体在劳动中的生理特征;另一方面是使人如何适应机器,最终达到保证人和机器的安全。人机工程学的提出和发展,无疑是人类对安全技术研究的一大进步。

自1950年以后,随着化学工业的迅速发展,国际上相继发生了许多恶性爆炸事

故,引起了国际社会的震惊。这时,对化学装置危险性进行了卓有成效的研究的美国道化学公司,提出运用“火灾爆炸指数”来衡量化学装置的危险性。1966年他们又提出“过程安全指南”,从特定物质系数、一般物质系数、特殊过程系数和一般过程系数四个方面,确定化学装置的危险度。1975年,日本成立了安全评价委员会,在道化学公司研究的基础上,制定了《化学装置安全评价指南》,从操作、物质、温度、压力和容器五个方面进行分析,把化学装置的危险度分为三个等级。

在定性分析的基础上,1970年安全诊断的数学方法——定量分析法应运而生,定量分析法通过对运行系统进行数学计算,求得其发生事故的率值,以此预报运行系统的安全性。

### 1.2.2 实时在线监测阶段

20世纪70年代,过程系统的在线故障监测与安全诊断技术随着生产和科学技术的发展迅速得到发展。这是动态系统的故障监测与诊断问题,是应用现代控制理论、数理统计等方法来分析处理非正常工况下系统特性的结果。所谓故障监测、诊断和预报系统,通常有两种含义:一是指某些专用的仪器,如对于汽轮发电机组等旋转机械设备,就有转速测量仪、旋转机械振动检测仪和频谱分析仪等,可以检测出这类机械设备的运转是否正常。另一种是指计算机数据采集分析系统,它可以采集生产过程的有关数据,完成工况分析,对设备是否正常,引起故障的原因是什么,故障的程度有多大,工况的趋势是否安全等问题进行分析、判断并得出结论。近年来,在线故障监测与安全诊断技术的研究十分活跃,现代安全诊断技术和方法取得了长足发展,如红外诊断技术(包括红外测温、红外气体分析和红外气体泄漏监测)、声发射监测技术、智能安全监测系统等,其工程应用也日益广泛。

发达国家在安全监测技术领域起步较早、研究投入较多,安全监测技术这一领域的理论、方法、技术和装备等已遍及诸多行业,如航天、航空、核工业、石油、化工、电力、采矿、林业和建筑等各种社会支柱产业中。在我国,安全监测技术的发展,在国家经济建设中发挥了越来越大的作用,也取得了十分明显的社会效益。

## 1.3 本书的主要内容

现代安全监测技术是一门多学科交叉的技术学科,涉及的内容非常广泛,在本书中不可能包含全部内容。本书的重点放在现代安全监测的技术原理和方法上,在讨论相应的监测方法时,重点讨论安全监测的思路和技术原理。本书根据“有所为有所不为”的原则,重点阐述安全监测的技术基础和现代安全监测的方法,全书共分



12 章。

第 1 章为绪论,主要阐述安全监测的目的、任务和安全监测技术的发展概况。

第 2 章介绍安全监测用传感器的基础知识以及常用的传感器,包括传感器的基本概念与分类以及温度、压力、流量、物位和气体传感器。

第 3 章介绍数据采集与信号处理技术,包括数据采集系统、信号处理基础、信号的预处理、信号的平均、信号的滤波和信号的平滑处理技术。

第 4 章介绍安全监测中的智能化和干扰抑制技术,包括监测系统的智能化和干扰信号及其抑制方法。

第 5 章集中讨论现代温度监测技术,包括红外非接触测温技术、基于彩色三基色的温度测量技术和分布式光纤温度测量技术。

第 6 章讨论安全监测中的红外气体浓度监测技术,包括红外气体浓度监测的基本原理、非色散红外吸收气体浓度监测技术和红外大面积气体泄漏监测技术。

第 7 章讨论安全监测中的声发射监测技术,包括声发射监测的理论基础、声发射监测仪器和声发射监测技术在安全工程中的应用。

第 8 章讨论微弱信号监测技术,包括相关检测原理、锁定放大器、取样积分器和光子计数技术。

第 9 章讨论人工神经网络及其在安全监测中的应用,包括人工神经网络基础、神经网络在火灾烟雾识别中的应用。

第 10 章讨论现场总线技术及其在安全监测中的应用,包括现场总线的发展背景与趋势、现场总线的特点与优点、几种有影响的现场总线技术和现场总线在安全监测中的应用。

第 11 章介绍虚拟测试仪器技术及其在安全监测中的应用,主要介绍虚拟测试仪器的含义与系统构成、虚拟测试仪器的硬件构成、虚拟测试仪器软件开发平台和虚拟测试仪器系统在安全监测中的应用。

第 12 章介绍监控组态软件及其在安全监测中的应用,主要介绍监控组态软件及其发展、监控组态软件的核心组成、监控组态软件的扩展功能和监控组态软件在安全监测中的应用。