

安全信息工程

——以煤矿和交通安全监控为例

张勇 郝生武 蔡辉 著



化学工业出版社




安全信息工程

——以煤矿和交通安全监控为例

张勇 郝生武 蔡辉 著



 化学工业出版社

· 北京 ·

本书是作者及其所在团队多年来工程技术实践的总结。全书较为详细地论述了安全信息工程的基本原理、体系结构，阐述了在工业监测、监控过程领域中的设计方法、设计思路，并给出了设计实例。内容主要包括：安全信息工程概述；安全信息工程的体系结构；安全信息工程的设计方法——矿用乳化液矢量自动配比装置研究；安全信息工程的监测监控系统——冲击地压的监测监控与事故分析；煤矿安全监测大数据平台的开发与设计；大数据系统分析方法及在安全预警中的应用；辐射剂量实时监测与预警系统；吊管机智能监控仪的设计；煤矿水文监测系统的设计；煤矿安全信息工程实例；安全信息工程在交通智能管理系统中的应用研究。

本书可作为矿业工程、安全科学与工程、电子信息科学与技术、测试计量技术及仪器、计算机应用技术等领域的工程技术人员和高等院校师生的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

安全信息工程：以煤矿和交通安全监控为例/张勇，郝生武，蔡辉著. —北京：化学工业出版社，2019.1
ISBN 978-7-122-33318-6

I. ①安… II. ①张…②郝…③蔡… III. ①煤矿-
矿山安全-安全监控系统②交通运输安全-安全监控系统
IV. ①TD76②X951③U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 261212 号

责任编辑：项 激 王 焯
责任校对：王鹏飞

文字编辑：陈 喆
装帧设计：韩 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京京华铭诚工贸有限公司

装 订：三河市振勇印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 378 千字 2019 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888

售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：89.00 元

版权所有 违者必究

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

安全是关乎人民生命财产和幸福生活的头等大事。安全为了生产，生产必须安全。

安全信息工程是计算机技术、电子信息技术、网络与通信技术等在安全领域的具体应用。近年来，随着科学技术的进步，安全信息工程学科得到了长足的发展。但由于它是一门非常年轻的学科，涉及与众多学科知识的交叉融合，在学科建设上又面临一定的滞后性。如何既能充分利用现代化的信息技术手段，又要满足不同安全领域的发展要求，是安全信息工程学科建设面临的重要课题。

安全信息工程涵盖的领域非常宽广。除了安全专业知识外，还包括了信息领域的设计。如硬件设计，包括模拟电子技术、数字电子技术、单片机、DSP、ARM等；软件设计，包括程序设计、数据库、网络通信、算法等内容；最近风起云涌的大数据理论、云计算、移动互联技术、无人驾驶技术，将会给安全信息工程领域带来一场前所未有的革命。

本书共分为11章，具体内容安排如下。

第1章，安全信息工程概述。本章阐述安全、信息、安全信息工程的基本概念与原理，安全信息工程建设的主要内容，安全信息工程的实例。结合近年来快速发展的大数据理论、云计算、移动互联技术，给出了安全信息工程的发展趋势。

第2章，安全信息工程的体系结构。本章以煤矿三大安全系统为例，进行论述。首先对系统进行分析，确定设计范围和主要内容，进而给出系统设计原理、监测监控的手段及方法、通信的原理，给出了整个系统的完整解决方案。

第3章，安全信息工程的设计方法——矿用乳化液矢量自动配比装置研究。矿用乳化液矢量自动配比装置是针对当前煤矿的生产要求来开发和设计的。系统采用了先进的超声波技术和变频调速技术，运用主流单片机对装置进行了设计。系统软件运用结构化设计思想，采用C51编程，进行了模块化设计，建立了矢量控制算法，并验证了该模型在实际生产过程中的正确性和可靠性。

第4章，安全信息工程的监测监控系统——冲击地压的监测监控与事故分析。本章针对2015年7月26日，曲阜星村煤矿发生的一次冲击地压事故为例，进行论述。3302工作面震动受构造应力与自重应力影响较为显著。工作面顺槽同时面临深部采动与矿震双扰动，变形大，有较强的冲击地压发生倾向。本章针对3302工作面发生事故的原因、机理，结合当时各个监控系统监测参数的预警分析进行探讨。为保证生产安全，预防冲击地压的发生，给出了掘进期间冲击危险监测方案、掘进期间冲击危险防治方案设计及卸压解危方案、回采期间冲击危险监测方案、回采期间冲击地压防治方案设计、回采期间监测危险区域处理措施等。

第5章，煤矿安全监测大数据平台的开发与设计。本章介绍了数据库设计、软件设计的原理，给出了软件运行界面，并列出了部分源程序。应用安全监测大数据平台，

对顶板和冲击地压数据进行传输、收集、存储，通过大数据平台，对算法进行提炼。应用大数据理论，把微震监测系统、综采压力系统、电磁辐射系统、钻孔应力系统，包括钻屑法等环节获得的数据进行信息融合，运用平台的并行运算处理能力，对算法进行仿真和优化。找出顶板运动、冲击地压等运动变化的规律性，满足煤矿企业瞬息万变的井下环境数据处理能力，实现高效的预警分析，对指导企业的安全生产起到积极的推动作用。

第6章，大数据系统分析方法及在安全预警中的应用。常用的大数据分析方法有：分类、回归分析、聚类分析、关联规则、神经网络方法、Web数据挖掘、支持向量机、随机森林等。本章从3308工作面所获得的200多天的数据着手，进行分析。通过聚类、支持向量机分析，和现场的工程实践进行比较，以期获得和工作面相符的结论，更好地指导工程实践。

第7章，辐射剂量实时监测与预警系统。本章运用已有的煤矿监控系统，嵌入了辐射剂量传感器，并入煤矿井下监测分站，经光纤传入地面监控系统；能对矿井辐射环境中的X、 γ 射线进行不间断检测。对长期在复杂环境工作的人员所受的辐射剂量进行连续跟踪和风险评估；通过传感器获得井下实时数据，运用SQL数据库对数据进行存储、统计、分析，对超标的辐射环境进行预警，并提醒决策部门、工作人员采取必要的防护措施。

第8章，吊管机智能监控仪的设计。本章论述了监控仪的设计原理，包括传感器、通信协议、硬件设计、软件设计、LCD显示原理及设计，给出了部分源程序。该监控仪具有吊重、吊杆角度、爬坡角度、车体倾斜角度、吊高、工作幅度、力矩百分比等参数显示及报警功能，最后给出了仪器的抗干扰措施。

第9章，煤矿水文监测系统的设计。本章给出了水文监测系统的整体结构、系统组成与工作原理。以煤矿的实际需要为例，给出了详细的设计方案、设备规格明细。

第10章，煤矿安全信息工程实例。本章以济宁鹿洼煤矿的人员定位系统和矿井水文监测系统为例，说明监控系统在企业的应用。这些系统的应用为煤矿的现代化生产、管理起到了保驾护航的作用，也是对第2章和第9章内容的进一步探讨。

第11章，安全信息工程在交通智能管理系统中的应用研究。本章从出租车的智能管理总体方案入手，对终端整体结构进行了设计，明确了终端要实现的具体功能，完成了车载智能终端硬件电路设计——主控模块、液晶屏显示、无线通信模块、语音模块以及接口电路等。软件设计部分实现了Linux嵌入式开发环境和Qt GUI开发环境的搭建、根文件系统以及QT等源码的编译与移植。在嵌入式Linux系统下成功编写了基于AM1808 Linux Qt下的车载智能终端整套嵌入式程序，在QT图形化框架下编写了智能车载终端界面程序，此程序能显示平台的各种通知、文本等信息，还可显示终端本身的各种状态指示，可以通知用户终端的最新动态数据。

本书编写得到国家安监局项目（项目编号：2013097，shandong-0016-2015AQ，shandong-0028-2015AQ）、山东省安监局项目（项目编号：LAJK2013-139，2014-59，2014-94，2015-58，2016-62）资金资助，在此表示感谢。

本书出版之际，感谢我的博士生导师、山东科技大学原副校长宋扬教授；感谢我的硕士生导师闫相宏教授、黄自伟教授；感谢泰山医学院放射学院院长刘林祥教授，孟庆建书记，科研处长李建民教授、刘建波教授；感谢山东省安监局刘桂法处长；感谢山

东省济宁鹿洼煤矿的刘岭书记，李浩建工程师，曲阜星村煤矿原副矿长马学春、郑玉友高级工程师，蔡辉工程师；感谢中国矿业大学窦林名教授、王连国教授；感谢北京科技大学姜福兴教授；感谢山东科技大学宋振骐院士、谭云亮教授、杨永杰教授、吴士良教授、林晓霞副教授；感谢山东农业大学朱红梅副教授等。要感谢的人太多，恕不一一列出。

本书在编写过程中得到了闫相宏、张东升、张德新、袁文超、程运福、翟代庆、游敏娟等的帮助，在此对他们的付出表示真诚的感谢。

由于水平和时间所限，以及所述内容的复杂性、多样性，故难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

著者

2018年7月 于泰山脚下

1 安全信息工程概述 1

1.1 安全信息工程概述	1
1.1.1 安全的基本概念	1
1.1.2 信息的基本概念	2
1.1.3 安全与信息的关系	2
1.1.4 安全信息工程的应用	3
1.2 安全信息工程建设	3
1.2.1 安全信息工程建设的主要内容	4
1.2.2 安全信息工程的硬件设计	4
1.2.3 安全信息工程的软件设计	5
1.2.4 安全信息工程的预测与决策算法	5
1.3 安全信息工程举例	5
1.3.1 尤洛卡(精准信息)煤矿顶板动态监测系统	5
1.3.2 KJ95N型煤矿综合监控系统	6
1.3.3 河南义马煤矿工业视频监控	6
1.3.4 安全监控组态软件	8
1.3.5 安全管理信息系统	8
1.4 安全信息工程的发展趋势	9
1.5 安全信息系统的可靠性	11

2 安全信息工程的体系结构 12

2.1 系统分析	12
2.1.1 需求分析	12
2.1.2 系统设计的原则	12
2.2 设计方案	13
2.2.1 设计范围	13
2.2.2 主要内容	13
2.2.3 设计原则	13
2.2.4 设计依据	14
2.2.5 整体方案	14
2.3 系统设计	15
2.3.1 系统平台设计原则	15
2.3.2 系统平台主要技术要求	15
2.3.3 系统平台总体布置	15

2.3.4	康家湾矿井下拟建信号覆盖区域分析	16
2.3.5	系统总体布置及主干环网设计	16
2.3.6	光纤线路和基站布置	16
2.3.7	平台部分千兆交换机中段布置	17
2.3.8	大屏拼接显示系统	17
2.4	监测监控系统	18
2.4.1	系统设计要求	18
2.4.2	系统主要监测监控方案	18
2.4.3	监测监控的技术要求及达到的功能	18
2.4.4	主要监测监控设备	19
2.5	通信联络系统	19
2.5.1	系统设计要求	19
2.5.2	系统设计方案	19
2.5.3	主要有线通信设备	20
2.6	人员定位系统	20
2.6.1	系统设计要求	20
2.6.2	人员定位系统功能实现	20
2.6.3	定位卡总数及分配	21
2.7	项目评分表	21
2.8	建设工程项目工程量清单	22

3 安全信息工程的设计方法——矿用乳化液矢量自动配比装置研究 24

3.1	概述	24
3.1.1	问题的提出及研究的目的和意义	24
3.1.2	国内外概况及技术发展趋势	24
3.1.3	研究工作的设想	25
3.2	总体研究方案	26
3.2.1	系统实现的功能	26
3.2.2	系统的总体设计说明	27
3.2.3	系统的硬件设计	28
3.2.4	系统的软件设计	28
3.3	系统硬件模块设计及研究	29
3.3.1	传感器简介	29
3.3.2	单片机系统设计	31
3.3.3	A/D 转换电路的设计	32
3.3.4	D/A 转换电路的设计	35
3.3.5	变频调速电路的设计	36
3.3.6	液晶显示电路设计	37
3.3.7	键盘电路	40
3.3.8	控制输出及自动闭锁电路	41
3.3.9	电源电路设计	42
3.4	系统软件设计	43

3.4.1	单片机 C 语言简介	43
3.4.2	单片机软件设计	45
3.4.3	矢量控制	45
3.4.4	PID 控制	46
3.4.5	编程举例	48
3.5	安全可靠性与设计	49
3.5.1	硬件抗干扰技术	49
3.5.2	软件抗干扰设计	50
3.5.3	防爆措施	53
3.6	系统功能的进一步扩展	54
3.6.1	分布式乳化液自动配比系统的组成	54
3.6.2	分布式乳化液自动配比系统接入矿井以太网的应用方案	57

4 安全信息工程的监测监控系统——冲击地压的监测监控与事故分析 60

4.1	星村煤矿 3302 工作面概况	60
4.1.1	矿井及工作面概况	60
4.1.2	冲击地压危险性分析	61
4.1.3	冲击危险指数评价	63
4.1.4	冲击地压危险区域划分	64
4.2	冲击地压监测监控的手段和方法	65
4.2.1	微震监测	65
4.2.2	冲击地压在线应力监测	67
4.2.3	钻屑法检测	72
4.2.4	电磁辐射法监测标准	73
4.3	冲击地压的发生过程	75
4.3.1	冲击地压事故基本情况介绍	75
4.3.2	监测系统的表现	75
4.3.3	事故分析	75
4.4	掘进期间冲击危险防治方案设计	78
4.5	回采期间冲击危险监测方案	79
4.6	回采期间冲击地压防治方案设计	80
4.6.1	工作面超前预防卸压	80
4.6.2	回采期间监测危险区域处理措施	81

5 煤矿安全监测大数据平台的开发与设计 83

5.1	煤矿检测大数据应用平台的基本架构	83
5.2	数据库设计	83
5.2.1	对象浏览器	83
5.2.2	数据库结构举例	86
5.3	软件应用环境	89

5.4	程序设计	90
5.4.1	程序启动	90
5.4.2	数据查询举例	92
5.5	源程序设计举例	100

6 大数据系统分析方法及在安全预警中的应用 116

6.1	数据来源	116
6.2	常用数据挖掘工具	131
6.3	聚类分析在安全预警中的应用	132
6.3.1	聚类分析的一般步骤	132
6.3.2	距离的定义	132
6.3.3	K-means (K均值) 算法	133
6.3.4	围绕中心点的划分	133
6.4	支持向量机在安全预警中的应用	135
6.4.1	基本原理	135
6.4.2	支持向量机建模	137
6.4.3	结果与讨论	137

7 辐射剂量实时监测与预警系统 140

7.1	概述	140
7.1.1	辐射的基本概念	140
7.1.2	辐射对人体的影响	140
7.1.3	射线探测理论	141
7.2	辐射探测器的类型	142
7.3	煤矿辐射剂量监测要实现的基本功能	143
7.3.1	仪表分类	143
7.3.2	煤矿辐射剂量检测项目简介	144
7.4	辐射剂量监测的基本原理	144
7.4.1	系统要实现的基本功能	144
7.4.2	辐射剂量传感器	145
7.5	硬件设计	145
7.6	软件设计	146
7.7	软件运行界面	147

8 吊管机智能监控仪的设计 151

8.1	吊管机简介	151
8.2	吊管机需监控的技术性能指标	152
8.2.1	主要实现的功能	152
8.2.2	技术性能指标	152
8.2.3	工艺要求	153

8.3	系统组成与结构	153
8.3.1	技术特点	153
8.3.2	工作原理	153
8.4	主要传感器简介	154
8.4.1	吊重传感器	154
8.4.2	角度传感器	155
8.4.3	拉力传感器	155
8.4.4	位移传感器	155
8.5	硬件设计	155
8.5.1	主机硬件设计	155
8.5.2	显示、操作单元硬件设计	156
8.5.3	传感器与接收单元	156
8.5.4	主机系统的工作原理	157
8.6	软件设计	159
8.6.1	主机部分	159
8.6.2	显示部分	159
8.7	关键问题及解决方法	159
8.8	源程序示例	160
8.8.1	初始化文件, 定义变量	160
8.8.2	A/D 转换程序	162
8.8.3	液晶显示器初始化程序	163
8.9	系统可靠性设计	167

9 煤矿水文监测系统的设计

168

9.1	水文监测系统简介	168
9.2	水文监测系统的整体结构	168
9.3	系统组成与工作原理	169
9.4	方案设计	171

10 煤矿安全信息工程实例

175

10.1	煤矿人员定位系统举例	175
10.1.1	井下人员位置监测系统简介	175
10.1.2	人员位置监测系统工作原理	175
10.1.3	软件运行界面	176
10.2	矿井水文监测系统应用实例	180
10.2.1	系统简介	180
10.2.2	应用界面	180

11 安全信息工程在交通智能管理系统中的应用研究

187

11.1	出租车智能管理系统功能需求	187
------	---------------	-----

11.2	出租车智能管理系统总体结构	189
11.3	出租车车载智能终端方案设计	190
11.3.1	出租车车载终端整体方案	190
11.3.2	计量功能方案设计	190
11.3.3	定位功能方案设计	191
11.3.4	汽车行驶记录方案设计	191
11.3.5	无线互联功能方案设计	192
11.3.6	车载故障诊断功能方案设计	193
11.3.7	电子支付方案设计	193
11.3.8	驾驶员管理方案设计	194
11.4	出租车车载智能终端的硬件设计	194
11.4.1	出租车车载智能终端核心模块设计	195
11.4.2	出租车车载智能终端主控板的设计	196
11.4.3	出租车车载智能终端卫星定位模块设计	198
11.4.4	出租车车载智能终端移动网络模块设计	199
11.4.5	出租车车载智能终端计量功能模块设计	201
11.4.6	出租车车载智能终端汽车行驶记录模块设计	203
11.4.7	出租车车载智能终端 OBDII 模块设计	203
11.4.8	出租车车载智能终端射频卡支付模块设计	203
11.4.9	出租车车载智能终端驾驶员管理模块设计	206
11.4.10	出租车车载智能终端整体设计	206
11.5	出租车车载智能终端的软件设计	207
11.5.1	嵌入式软件开发简介	207
11.5.2	Qt 编程基础及开发环境搭建	208
11.5.3	系统界面程序设计	211
11.5.4	智能终端程序设计	215
11.6	结论	217



安全信息工程是安全科学与工程专业中一门崭新的学科，是计算机技术、电子信息技术、网络与通信技术等安全领域的具体应用。近年来，随着科学技术的进步，安全信息工程学科得到了长足的发展。但由于它是一门非常“年轻”的学科，涉及与众多学科知识的交叉融合，在学科建设上又面临一定的滞后，如何既能充分利用现代化的信息技术手段，又要满足不同安全领域的发展要求，是安全信息工程学科建设面临的重要课题。

1.1 安全信息工程概述

1.1.1 安全的基本概念

安全：为预防生产过程中发生人身、设备事故，形成良好劳动环境和工作秩序而采取的一系列措施和活动。无危为安，无损为全。根据现代安全系统工程的观点，安全即是通过人、机、物料、环境的和谐运作，使生产过程中潜在的各种事故风险和伤害因素始终处于有效控制状态，切实保护劳动者的生命安全和身体健康。众所周知，在人类生产过程中，没有100%的绝对安全，将系统的运行状态对人类的生命、财产、环境可能产生的损害控制在人类能接受水平以下的状态，即为安全状态。安全生产，预防为主。安全为了生产，生产必须安全。

2018年4月16日，中华人民共和国应急管理部正式挂牌。考虑到我国灾害多发频发，很多灾害事故又有着复合成因、牵涉多个方面，把生产事故、火灾、地震、水旱灾害等综合协调统一管理，从健全公共安全体系出发，整合优化应急力量和资源，进而提高防灾减灾救灾能力，提升应急管理的灵敏度，是推进国家治理体系和治理能力现代化的必需。应急管理部的主要职责是，组织编制国家应急总体预案和规划，指导各地区各部门应对突发事件工作，推动应急预案体系建设和预案演练；建立灾情报告系统并统一发布灾情，统筹应急力量建设和物资储备并在救灾时统一调度，组织灾害救助体系建设，指导安全生产类、自然灾害类应急救援，承担国家应对特别重大灾害指挥部工作；指导火灾、水旱灾害、地质灾害等防治；负责安全生产综合监督管理和工矿商贸行业安全生产监督管理等。可见，安全和广大人民群众的生产、生活密切相关。

安全涉及社会运行的方方面面。从具体行业来讲，包括的种类就更多了，如矿业安全、建筑安全、化工安全、交通安全、环境安全、核安全、食品安全、机械安全、核安全等。本书涉及的是和工业生产紧密关联的信息安全问题。

安全事故源于生产过程中大量的不安全行为和不安全状态。由于我国人口基数大，安全

生产制度落实不健全，部分人法制观念淡漠，安全事故频发，给国家和人民的生命财产造成了重大损失。据国家安监总局通报，2016年上半年，全国共发生各类安全生产事故23534起，死亡14136人，比去年同期分别下降了8.8%和5.3%。其中，较大事故发生了311起，死亡1180人，同比分别下降了12.4%和14.4%；重特大事故发生15起，死亡198人，同比分别下降了25%和23.9%。

从2012年到2015年死亡10人以上的重特大事故，已经从59起降到38起，但平均每起事故造成的死亡人数是同比上升的，同期每一起重特大事故造成的死亡人数由15.6人上升到20.2人。重特大事故发生地区较为集中，非法违法行为导致的较大以上事故比例仍居高位，安全生产形势依然严峻。下面举几个典型的案例：

① 2013年11月22日凌晨，中石化位于青岛经济技术开发区的东黄复线原油管道发生破裂，导致原油泄漏，部分原油漏入市政排水暗渠。当日上午10时25分，市政排水暗渠发生爆炸，导致周边行人、居民、抢险人员伤亡的重大事故。本次事故共造成62人死亡，136人受伤。

② 2014年8月2日，江苏省苏州市昆山市昆山经济技术开发区的昆山中荣金属制品有限公司抛光二车间发生特别重大铝粉尘爆炸事故，事故造成97人死亡，163人受伤，事故报告期后，经全力抢救救治无效陆续死亡49人，直接经济损失达3.51亿元。

③ 2014年12月31日23时35分，上海市黄浦区外滩陈毅广场东南角通往黄浦江观景平台的人行通道阶梯处发生拥挤踩踏，造成36人死亡，49人受伤。

④ 2015年8月12日，天津滨海新区瑞海公司所属危险品仓库发生爆炸。事故共造成165人遇难，8人失踪，798人受伤，304幢建筑物、12428辆商品汽车、7533个集装箱受损。截至2015年12月10日，依据《企业职工伤亡事故经济损失统计标准》等标准和规定统计，已核定的直接经济损失为68.66亿元。

⑤ 2015年12月20日，深圳光明新区的红坳渣土受纳场发生滑坡特大事故，事故造成73人死亡，4人下落不明，17人受伤，33栋建筑物被损毁、掩埋，90家企业生产受影响，涉及员工4630人。事故造成直接经济损失为8.81亿元。

上述事故充分暴露了安全生产监管体制机制、法制上存在的漏洞，暴露了基础工作的薄弱，对安全工作落实的不到位，教训尤为深刻。

1.1.2 信息的基本概念

我们生活在信息时代，并且是大数据信息时代。各种数据充斥在周围，令人目不暇接，但并不是所有的数据都对人们有用。信息是经过加工的、有一定含义的、对决策有价值的信息。信息反映着客观世界中各种事物的特征和变化，是可以借助某种载体加以传递的有用知识。信息化是当代人类创造的最活跃的生产力，是衡量一个国家现代化水平和综合国力的重要标志。信息具有可度量、可识别、可转换、可存储、可处理、可传递、可再生、可压缩、可利用、可共享等基本特征；并且，信息具有时效性，过时的信息可能就褪变为无用的信息。

1.1.3 安全与信息的关系

安全信息是劳动生产中起安全作用的信息集合，包含生产过程中所产生的监测监控信息、警示信息、分析与决策信息、统计信息、管理信息、安全标志、安全信号、安全法规和标准、安全设备和装备、满足生产要求的基础信息等。现代安全管理就是借助大量的安全信息进行管理，其现代化水平决定信息科学技术在安全管理中的应用程度。只有充分地发挥和



利用信息科学技术,才能使安全管理工作在社会生产现代化的进程中发挥积极的作用。安全信息的获得和利用,能最大限度地提高工作效率,避免伤亡事故、减少工作损失,提高企业的安全生产管理水平,更好地为企业服务。总之,安全信息的合理有效利用,对生产的平稳推进,保证人民群众的生命财产安全,具有深远的意义。

1.1.4 安全信息工程的应用

安全信息工程是安全科学与工程专业一门重要的专业课,是计算机技术、电子信息技术、网络与通信技术等安全领域的具体应用。其目的是通过安全信息系统的构建,更好地监测、监控、管理、预测安全生产中的事务,保障生产的安全和工作人员的生命健康,提高生产效率,取得良好的经济效益和社会效益,促进社会的和谐发展和进步。

国家高度重视安全信息工程的发展。早在安全生产“十一五”规划和安全科技“十一五”规划中,就把安全生产信息系统建设列为重点工程。在《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》中,首次将“公共安全”列为重点领域,将“重大生产事故预警与救援”确定为优先主题,这给安全信息工程的发展指明了方向。与此同时,安全信息工程的学科也得到了快速发展。

安全信息工程与现代科学技术的发展密切相关,但新技术的应用必须服务于本领域的安全需要,因此必须重视本领域的基本理论的学习,注重与学科密切相关的安全知识的积累。以煤矿顶板动态监测为例,众所周知,煤矿开采是一个极其复杂的、动态的过程,影响工作面稳定的因素众多。在采场支护过程中,由于围岩运动不断发展,支架上的工作阻力、超前支承压、巷道顶板离层的位移量或下沉量等处于不断变化之中,这些量从不同的侧面反映顶板的运动状态,其变化规律在时间先后顺序和采场推进位置上具有本质的联系。这就必须熟悉矿山开采中周期来压的特点,找出各变量之间的有机联系,否则就不能真正理解从矿井收集来的信息,也不能理解信息的真正含义,收集数据的价值就大打折扣。

1.2 安全信息工程建设

安全信息工程一般要经过信息的收集、传输、存储、建模、加工、整改、反馈、重新建模、安全评估等过程。

安全信息工程的基本建设内容为安全监控系统的构建,这样的系统不胜枚举。例如盐化工安全监控系统、数字化城市小区智能安防系统、火灾预警系统、瓦斯监控系统、煤矿顶板动态监控系统、煤矿综合数字化平台、数字工业电视系统等。

以矿业安全为例,早先的信息获取以手工为主,随后被机械式或电子式装置所代替。近年来,随着高产、高效煤矿的建设,采深的不断增加,矿井的现代化程度也日益提高。通过构建全矿区甚至整个集团公司的计算机实时监控系统,人们能及时了解井下瓦斯的浓度、顶板动态参数的变化、大型采煤机械的运行状况、人员位置等,为保障煤矿的安全生产,减少安全事故的发生发挥了越来越大的作用,数字矿山也应运而生。数字矿山是基于信息数字化、生产过程虚拟化、管理控制一体化、决策处理集成化为一体,将当今的采矿科学、信息科学、人工智能、计算机技术、3S技术(遥感技术、地理信息系统、全球定位系统)、虚拟技术的发展高度融合。它将深刻改变传统采矿生产活动和人们的生活方式。

再如停车场抓拍系统。车牌抓拍系统采用高清网络摄像机对进入停车场的车辆进行抓拍,上传计算机处理车牌信息,引导车辆进入,并保存入场记录;在停车场出口通过高清网络摄像机对驶出的车辆进行图像抓拍,经计算机自动识别,与数据库中车牌信息

对比，对固定车自动放行，对于临时车根据停车时间进行管理，实现车辆的进出监控、收费和管理。

当然，对每一个领域来说，由于需要检测的参数不尽相同，所需的传感装置也不尽相同，再加之各测量参数之间的直接或间接的关联，必须对有用的信息进行提取，找出各个参数间本质的联系，发掘监控系统的固有规律，才能对安全生产和决策提供科学的指导。

安全信息工程在应用中逐渐发展和完善，一些理论和算法也在不断优化之中，没有十全十美的监控系统。安全信息系统是整个安全领域的一个组成部分。要服务于这个大系统。技术是手段，不是目的。在一切系统工程之中，人是决定因素。若没有发挥好人的主观能动性，再好的安防系统也有失效的时候，也有死角。

1.2.1 安全信息工程建设的主要内容

安全信息工程建设的主要内容包括对生产现场进行数据采集、硬件与网络的建设、数据的集成、软件分析与预测算法的实现、管理软件的编制等。即通过传感器或安全检测装置收集数据，通过传输网络按时间间隔要求对数据自动记录、计算、存储、备份与恢复。在传输过程中要考虑硬件和软件冗余，确保网络的安全。根据专业知识分析收集的数据。如对各相关数据进行单项分析、多项分析、关联分析；通过一定的数据融合算法，找出各个变量参数之间的有机联系，挖掘各个变量之间发展变化的规律性，提供近、中、远期的预测预报，达到“预测、预报、预警、预案”的目的，从而更好地指导企业的安全生产。另外，管理软件的编制使企业的运行更加规范和富有效率。当建设的内容非常复杂时，可以通过 UML 对系统进行分析和建模，以提高代码质量，加快系统的开发进程。

安全信息工程结构框图如图 1.1 所示。



图 1.1 安全信息工程结构框图

1.2.2 安全信息工程的硬件设计

安全信息工程检测和监控的基础是传感器的选用和安装。传感器的种类繁多，如温度、压力、流量、位移、浓度、成分、速度、加速度、倾角、光学、图像等。传感器检测的信号经变送器转化成标准的信号。这其中普遍涉及单片机、ARM 或 DSP 等方面的软、硬件知识。网络的构建可以使各个独立的自动化系统有效集成和有机整合，实现相关联业务数据的综合分析。网络的拓扑结构通常有总线型拓扑、星形拓扑、环形拓扑以及它们的混合型。常使用的总线类型有 RS-232、RS-485、CAN、Ethernet、LonWorks 等。计算机安全监控系统的体系结构有常规安全监控、集散控制系统、现场总线控制系统、PLC 控制系统、工业以太网控制系统、无线传输控制系统等。因此，构建经济、合理的硬件监测系统是安全信息

工程所面临的重要课题。

1.2.3 安全信息工程的软件设计

安全信息工程的软件设计主要涉及三个方面,即下位机的软件编程、上位机的编程(包括网络通信和远程访问)、数据库的建立和维护。下位机的编程软件有汇编语言和C语言等。上位机的编程可用C、C++、VB、Delphi、Java、C#、Python、R等。网络数据库的建立和维护是安全信息工程涉及的非常重要的内容。目前常见的数据库有SQL SERVER、ORACLE、ACCESS、MySQL等。通过对安全监控系统的相关信息实时采集、录入、修改、查询、统计、输出报表、预测、预报等,可实现生产系统、安全系统、管理系统的有效集成,达到安全测控的目的。网络的通信原理,以SQL SERVER为例,目前主要有ODBC、OLE、ADO、ADO.NET等多种数据库应用程序接口。如何遵循工业标准(如OPC技术),设计富有效率的安全信息工程的交互式界面对软件工程师来说是一个极大的考验。

1.2.4 安全信息工程的预测与决策算法

安全信息系统的预测与决策算法有很多种,如常见的有加权平均、统计回归、方差分析、时序分析、模糊数学、灰色系统、神经网络、混沌理论、非线性分析、FLAC软件分析、专家系统、多传感器信息融合技术、小波分析、人工智能深度学习算法等。预测与决策算法是安全信息工程的灵魂。算法不一定越复杂越好。简单、实用、适合现场应用的算法,比较受操作人员的欢迎,系统的维护也相对容易。

1.3 安全信息工程举例

1.3.1 尤洛卡(精准信息)煤矿顶板动态监测系统

尤洛卡KJ653煤矿顶板动态监测系统结构图如图1.2所示。

(1) 系统功能

① KJ653煤矿顶板动态监测系统主要用于实时、无线监测综采支架工作阻力、巷道围岩和顶板的松动离层量、锚杆/索工作载荷、超前支撑应力及单体支护工作阻力等矿压参数。

② 实时监测和评价回采工作面支架对顶板运动的适应性及巷道现有支护参数的合理性,研究顶板的活动规律和采场防控措施,并对现有矿压监测手段提出可行性改进意见,为确保矿井的安全生产提供依据。

③ 系统传感器层级采用GFSK无线网络技术进行无线自组网通信,内嵌ULKmesh1.2协议,无线组件含有16个通信信道,由组件CPU自动侦测选择信道路由。各无线传感器测点检测相应数据信息,然后根据路由协议将数据传送给网络内的无线数据传输分站。

④ 各传感器测点之间可以自由通信。当网络内部某个无线传感器测点出现故障时,其他测点可以进行网络自组织,选择另外的传输链路,实现网络通信的可靠性。

(2) 主要技术特点

① 系统采用国内首创的“433M无线路由自组网模式”。各传感器测点采用的是一种完全分布式、对等的无线自组网。

② 采用多径路由协议,充分利用网络中路由的冗余,使得网络具有优异的自愈性、稳定性和极佳的数据吞吐量,即使在移动的组网环境下也能轻松应对。