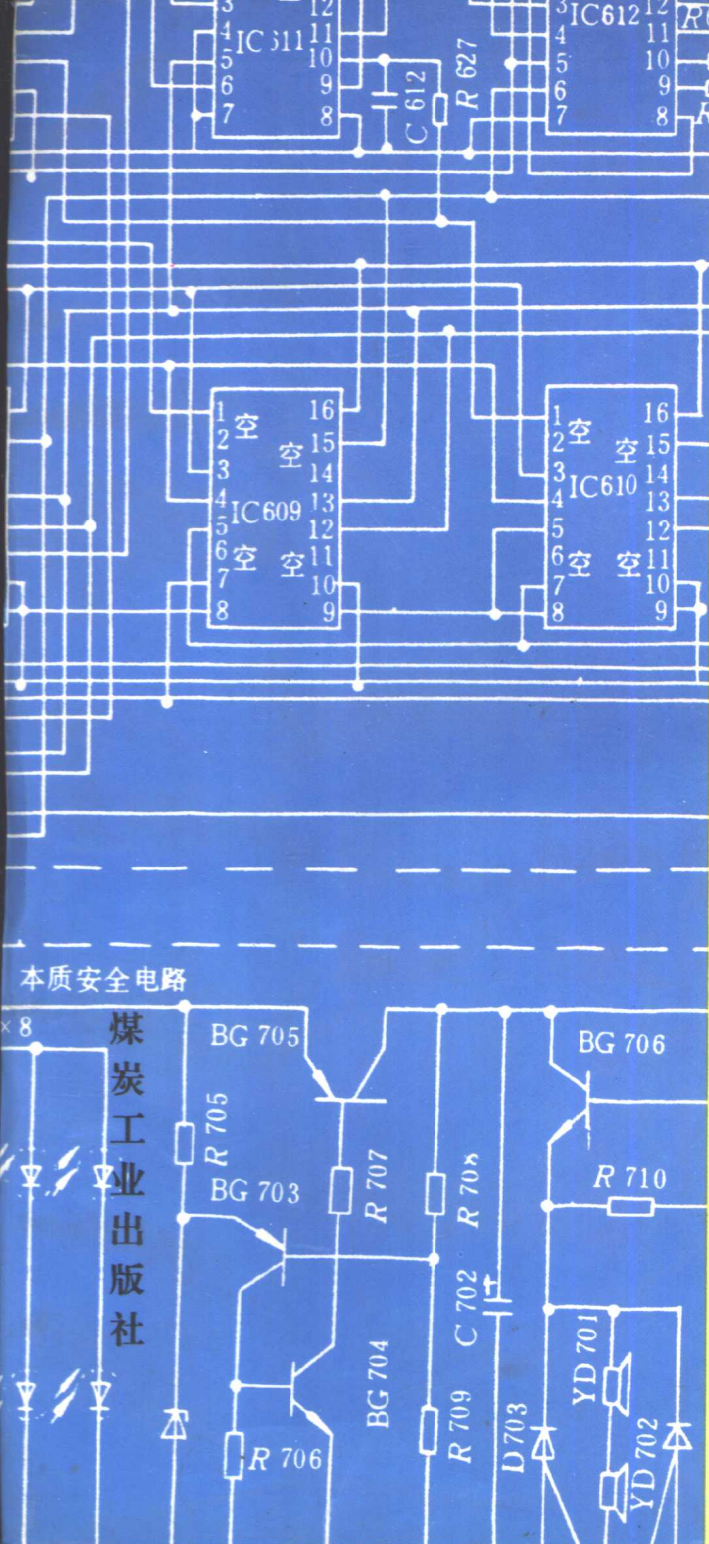


煤矿安全监测技术基础知识

张德增 郑江萍 编著



T275
Z-268

煤矿安全监测技术基础知识

张德增 郑江萍 编著

煤炭工业出版社

765139

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书从正确使用煤矿井下安全监测技术装备出发,以瓦斯、通风、火灾及矿尘等环境参数监测技术为主要内容,结合国产的便携式、遥测式、系统式三个层次的监测装备,从监测原理、结构性能、使用与维修知识等方面,作了典型分析与系统介绍,具有较强的知识性与实用性。本书可作为煤矿职工岗位培训和安全技术培训教材,也可供煤矿工程技术人员及矿业院校师生参考。

煤矿安全监测技术基础知识

张德增 郑江萍 编著

责任编辑:黄朝晖

*

煤炭工业出版社

(北京安定门外和平里北21号)

煤炭工业出版社印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $850 \times 1168 \text{mm}^{1/32}$ 印张 12 插页 3

字数 312 千字 印数 1—7,610

1993年2月第1版 1993年2月第1次印刷

ISBN 7-5020-0765-2/TD·708

书号 3532 D0122 定价 11.50元



序 言

煤矿井下自然灾害严重，伤亡事故较多。按其事故性质可划分为顶板、瓦斯（含煤尘）、机电、运输、火药放炮、水害、火灾及其它八大类。其中尤以瓦斯煤尘爆炸及水、火等灾害最为严重。控制重大事故，减少一般事故，始终是煤矿安全工作的重大课题。

我国是产煤大国，党和政府一直十分关心煤矿安全生产。早在建国初期就提出了“安全第一”的生产方针，并相继制订和颁布了一系列安全法规、劳动保护制度，并不断改善劳动条件和安全设施，使煤炭工业得到迅速发展。近些年来，原煤炭工业部、中国统配煤矿总公司把安全生产作为头等大事来抓，坚持“安全第一、预防为主、综合治理，总体推进”的指导思想和“管理与装备并重，当前以管理为主”的工作原则，深入持久地开展“质量标准化、安全创水平”活动，安全基础工作得到加强，安全管理水平不断提高，安全技术装备大大改善。各级煤炭生产主管部门和广大煤矿职工把“一通三防”作为安全工作重中之重，投入了大量资金进行矿井通风技术改造，完善通风、防尘、防火系统，全面进行掘进工作面安全系列化装备，建立瓦斯抽放系统和多参数矿井环境安全监测系统，不断采用和推广综合防尘、防火和防瓦斯的新技术及新装备，使煤矿安全生产状况逐年好转。

煤矿安全监测是实现矿井安全生产的重要手段，是煤矿现代化管理的重要技术措施。随着科学技术的进步，矿井现代化生产管理水平的提高，促使集中的系统监测技术和各种类型的监测系统相继问世，并正在取代各种简单的监测手段。

系统监测技术就是把矿井（或矿区）作为监测对象，对矿井的生产及经营管理活动进行全面地、系统地、连续地集中监测，

并能适时、准确地对矿井各作业环节的主要参数（环境参数及工况参数），进行动态监测和控制与调整。

目前世界上最先进的监测系统已经达到综合分析阶段，并具有若干自动控制功能，所以，又往往把这类系统称之为监控系统。

监测技术作为一门新兴的综合学科，其发展速度很快。特别是随着各种新型传感器的不断问世，超大型集成电路的普遍推广，以及微机的不断发展，使监控装备日新月异。这就向我们广大煤矿职工，特别是工程技术人员，提出了一个全新的课题，促使我们去探讨、研究和解决这些先进技术装备有关的各种问题。为此，就必须培养和造就一批各层次的技术专家和技术工人，使之从研究、设计、制造、使用、管理、维护、检修及更新改造的各个环节上，真正掌握这一专门技术。有了这样一批行家，才能充分发挥安全监测技术装备的使用效果，才能达到综合效能最高和使用寿命长、费用最低的理想目标。

《煤矿安全监测技术基础知识》一书，既可作为煤矿职工岗位培训和安全技术培训教材使用，也可供煤矿技术人员开拓知识视野、普及更新专业技术知识参考。该书以国内安全监测技术和装备的最新成果为基础，坚持了科学性、知识性与实用性相结合的编写原则；同时，以典型的安全监测技术装备作为实例，加以系统地解剖、阐述与分析，不仅将知识性与实用性有机地结合在一起，而且具有“举一反三”的作用。此外，在章节层次安排上注意了知识的渐进性和实用技术的全面性，因而较适合教学的需要。

愿该书的出版能为促进煤矿安全生产发挥应有的作用。

王水亮

1991.10.10

目 录

第一章 监测基础知识综述	1
第一节 煤矿安全监测工作的意义	1
一、煤矿安全监测工作的必要性	1
二、传统检测活动的局限性	2
三、安全监测工作的任务	3
四、安全监测技术发展前景	3
第二节 检测的基本概念	4
一、测量的基本概念	4
二、变换的基本概念	4
三、测量方法	5
第三节 安全监测方法与传感器	8
一、矿井环境参数及其基本监测方法	8
二、工况参数及其测试	9
三、传感器 (Transducer) 的概念	9
四、传感器分类	11
五、传感器主要技术性能指标	13
第二章 瓦斯监测技术	19
第一节 矿井空气及瓦斯性质概述	19
一、矿井空气	19
二、瓦斯性质	19
第二节 传统监测方式与原理	21
一、瓦斯检定灯	21
二、光学瓦斯检定器	22
第三节 瓦斯监测装置传感元件概述	29
一、纯铂丝传感元件	29
二、载体催化燃烧式传感元件	31
三、热导式传感元件	32
四、声波传感元件	34

五、气敏半导体传感元件	35
六、红外激光光谱吸收原理传感元件	36
第四节 催化燃烧式传感器	38
一、结构及工作原理	39
二、传感器测量电路	40
三、主要技术性能	41
四、技术性能分析	44
第五节 便携式瓦斯检测仪实例	49
一、仪器的基本原理及结构	49
二、主要技术指标	50
三、电路原理	51
四、仪器的使用	63
五、维修与故障分析	65
第六节 国产便携式瓦斯检测仪简介	66
一、技术性能比较	67
二、工作原理及结构特点	67
三、仪器使用的一般知识	75
四、仪器的维护保养	77
五、仪器常见故障简要分析	77
六、便携式瓦斯检测仪的发展	77
第七节 瓦斯报警断电仪	82
一、AYJ系列瓦斯报警断电仪	82
二、AWBY系列瓦斯遥测警报仪	93
三、AWD-3型瓦斯警报断电仪	97
四、ADJ-2型瓦斯警报断电仪	97
五、ABD-21系列数字式甲烷检测仪	124
第三章 火灾、通风、矿尘检测技术	131
第一节 火灾检测技术	131
一、矿井火灾的概念	131
二、一氧化碳(CO)浓度检测	133
三、温度检测	136
四、烟雾检测	145
五、氧气与二氧化碳气体检测	154

六、束管检测简介	159
第二节 通风检测技术	160
一、风速检测技术	161
二、负压检测技术	172
第三节 矿尘检测技术	182
一、矿尘检测方法	182
二、测尘仪实例简介	185
第四章 煤矿安全监测理论	198
第一节 监测系统的结构	199
一、监测系统的种类	199
二、监测系统的结构	200
三、监测系统的组成	203
第二节 监测信号的转换	203
一、模拟信号的转换	203
二、数字信号的转换	207
第三节 监测信号的传输	216
一、信道及传输方式	216
二、模拟信号的传输	218
三、数字信号的传输	222
四、开关量信号的传输	231
第四节 监测信号处理概述	232
第五节 监测信号的显示	233
一、仪表显示	233
二、数字显示	234
三、声光显示	236
四、屏幕显示	237
第六节 特殊信号采集技术	237
一、数据采样与保持	237
二、微弱信号的检测	240
三、反馈测量技术	247
四、非线性特性线性化	248
五、温度补偿技术	251
第七节 监控系统电源	253

一、安全栅	253
二、本质安全型电源	254
第五章 监测仪器抗干扰概述	256
第一节 干扰的类型及防护	256
一、机械的干扰	256
二、热的干扰	256
三、光的干扰	257
四、湿度变化的影响	257
五、化学的干扰	257
六、电和磁的干扰	257
七、射线辐射的干扰	257
第二节 噪声源与噪声耦合方式	258
一、噪声与信噪比	258
二、噪声源	258
三、噪声电压的迭加	262
四、噪声耦合方式	263
第三节 共模干扰与差模干扰	265
一、差模干扰	265
二、共模干扰	265
三、共模干扰抑制比	265
第四节 干扰的抑制	266
一、消除或抑制噪声源	266
二、破坏干扰途径	267
三、削弱接收电路对噪声干扰的敏感性	267
第五节 常用噪声抑制技术	267
一、屏蔽技术	268
二、接地	271
三、浮置	278
四、平衡电路	279
五、滤波器	280
六、光耦合器	282
七、脉冲电路的噪声抑制技术	283
第六节 电源变压器	284

一、电源变压器	284
二、隔离变压器与中和变压器	285
三、联合使用对称型隔离变压器与电源变压器	286
第七节 我国监测系统采用的抗干扰技术	287
一、地面计算机系统抗干扰措施	287
二、传输系统抗干扰措施	288
三、分站及传感器抗干扰措施	288
第六章 我国煤矿安全监控系统简介	289
第一节 监测系统的发展	289
第二节 我国煤矿安全监测系统的特点及展望	290
一、传感器现状	291
二、系统现状	291
第三节 A-1 (KJ ₁₁) 型矿井安全监测系统	293
一、系统组成及原理	293
二、技术指标及功能特点	293
三、工作软件简介	300
四、系统的安装与使用	304
五、系统设备清单	307
六、维护及注意事项	309
第四节 TF-200 监控系统	309
一、系统的构成	310
二、主要功能	312
三、系统特点	314
四、技术特征及参数	314
五、外部特征	317
六、使用条件 (除传感器以外的设备)	317
七、工作原理	320
八、系统结构	333
第五节 KJ ₁ 型煤矿安全生产监测系统	337
一、系统组成	339
二、系统功能	340
三、技术指标	343
第六节 KJ ₂ 型煤矿监测系统	345

一、主要功能	345
二、系统的组成及应用软件	346
三、基本参数与主要技术指标	349
第七节 监测系统的选型及维护修理	354
一、煤矿井下监测系统选用原则	354
二、监测系统的维护及修理	354
附 录 《矿井通风安全监测装置使用管理规定》(节选).....	360

第一章 监测基础知识综述

第一节 煤矿安全监测工作的意义

加强劳动保护，实现安全生产，是党和国家的一贯方针，是社会主义企业管理的一项基本原则。

煤矿自然灾害较多，每个矿井都有发生冒顶、瓦斯爆炸的危险，一定数量的矿井还存在有煤与瓦斯突出、自然发火、煤尘爆炸、水患等灾害的威胁；另外机电运输事故，也严重地影响着矿井的安全生产。

从根本上改善煤矿安全生产状况，是关系煤炭工业发展的大事，是保障煤炭工业持续、稳定、健康发展的重要前提。

为了贯彻落实安全第一的方针，除了加强管理和安全技术培训外，安全监测工作现代化也是加强安全工作的重要物质技术保证。它是防止各类事故发生、实现煤矿管理现代化的必要手段，也是一项不容忽视的安全技术基础工作。

一、煤矿安全监测工作的必要性

1. 矿井安全生产的重要保证条件

煤矿井下生产工艺流程复杂，作业环境条件特殊；机器设备的数量、品种繁多，各生产环节需要相互衔接和紧密配合。这些客观实际因素，使井下发生灾变事故的机率一直高于其它行业，事故发生的随机性也很强。

为确保矿井安全生产，必须全面、系统地掌握作业环境和机器设备的工作状况，以实现有效控制。因此，矿井安全生产必须首先作好测试与监控工作。

2. 煤矿管理现代化的重要技术手段

现代化矿井，必然有现代化的机器设备、作业方法和工艺系

统。为了有效地发挥现代化装备的效能，就必须建立相应的安全生产监测体系。

3. 煤炭生产发展的需要

随着煤炭生产的发展，煤炭产量和机械化程度不断提高，井型越来越大，开采深度日益增加。这样，多数矿井瓦斯涌出量增加，环境温度不断上升，通风网络日益复杂；一些有自然发火危险的矿井，火灾威胁日趋严重。此外，机电运输环节增多，机电运输事故也大大上升。各种事故因素也伴随生产的发展而复杂化，因而，必须采取相应的对策加以控制和预防。安全监测工作就是预防事故发生的前提，是为各项安全预防措施提供决策数据的必要手段，所以，安全监测工作现代化是煤炭生产发展的需要。

二、传统检测活动的局限性

多年来，矿井安全检测工作的传统作法是依靠少量的简单仪器，由少数检测人员进行间断地、孤立地检查个别作业环境参数，主要是检查瓦斯。这种作法有很大的局限性。

1) 主观性。选择检测时间和检测地点时，主要依靠检测人员的自身素质和以往的经验，因而，存在较大的主观随意性。

2) 间断性。检测手段主要靠携带式仪表或仪器，随检测人员流动，因而，所测数据是间断的，无法反映参数的动态变化。

3) 单一性。因为检测手段过于简单，一般只限单一参数，不能实现多参数同时监测，所以，无法全面反映各测点的实际情况。

4) 滞后性。由于信息反馈手段大多靠表报、面对面汇报或电话通讯，使信息的处理、传输、控制与调整，在时间上远远落后于参数的实际变化，无法实现实时监控与调整。

由于传统监测的局限性，无法适应现代化生产的需要，就迫使人们不断研制新型的监测装备。目前，世界上各主要产煤国都十分重视矿井监测技术的发展，并已形成了各自的监测装备体系。

我国在矿井监测技术装备的研制方面，已具有相当的规模和水平，无论是便携式、固定式和系统式监测仪器，均已广泛应用于各大、中、小型矿井中。

三、安全监测工作的任务

1) 提供信息。它为各级生产指挥和业务部门提供安全状况和工作状况动态信息，以便指挥生产。

2) 探测和预报灾害事故。通过被测参数的比较和分析，为预防灾害事故提供重要技术数据，以便提前采取防范措施。

3) 制止灾害事故的发生。通过对测试参数适时有效控制，及时实现自动报警、断电和闭锁，以制止事故的发生或扩大。

4) 设施的自动调控。通过对生产工艺活动的动态监测分析，实现各种设施的自动调控，如：通风网络系统调控、运输系统调控等。

5) 为救灾提供决策信息。在发生事故的情况下，能及时指示最佳救灾和避灾路线，为抢救和疏散人员、器材提供决策信息。

四、安全监测技术发展前景

1. 安全监测系统应具备的主要功能

其主要功能有：

- (1) 图形与数据显示；
- (2) 打印记录；
- (3) 报警、断电和闭锁；
- (4) 被测参数发展趋势的比较和预测；
- (5) 数据长期存贮；
- (6) 反馈指令和自动调控。

2. 发展前景

可实现：

- (1) 全面地系统监测；
- (2) 多参数同时连续地动态监测；
- (3) 预测发展趋势，力争达到超前调整与控制；

(4) 实时监测与控制, 使功能动作时间与参数实际发生时间的时差, 趋近于零;

(5) 矿井生产全面自动化。

一个现代化矿井, 其监测手段必须现代化, 可以说, 安全监测工作现代化是实现矿井生产现代化的基础之一。所以, 安全监测技术的发展与普遍应用, 对煤炭事业的发展具有重大的意义。

第二节 检测的基本概念

在科学实验或生产过程中, 必须对客观事物或其某个方面进行定性或定量分析, 因而需要对被测对象进行检验和测量。

一、测量的基本概念

所谓测量是以确定量值为目标的操作过程。也就是把被测量与做为测量单位的标准量进行比较的过程, 所得的结果为被测量是测量单位的多少倍, 并用数字和单位表示出来。

例如, 以 X 表示被测量量, 以 A 表示测量单位的标准量, 二者之比值为:

$$m = \frac{X}{A} \quad (1-1)$$

式中 m 是一个无单位的纯数, 被测量值可以表示为:

$$X = mA$$

如: $A = 1V$, $m = 10$, 则 $X = 10V$ 。

由此可见, 测量过程实质上是一个比较过程。测量的结果可以用数值、曲线或某种图形来表示。无论何种表示形式, 测量结果都应包括数值的大小 (包括正、负符号等) 和相应的单位两个部份。无单位的测量结果是没有意义的。

二、变换的基本概念

在近代测量中大量遇到的情况是除比较过程外, 还必须进行各种变换。变换有两种类型。

1. 通过中间变量比较

大多数被测量量与标准量并不是同一类型的物理参数, 无法

实现直接比较，这时，就需要找出一个双方便于比较的中间变量，然后相互比较。比如：压力和温度进行比较，首先需要把它们共同变换成如位移量、形变量、或其它物理量后才能相互比较。

2. 非电量的电量变换

随着电子技术、传感技术和电子计算机技术的迅速发展，把非电量变换为电量的测量，具有容易实现信号远距离传输、便于测量动态参数及其变化过程，以及测量精度高、抗干扰能力强和便于与计算机连接等优点，近年来发展甚快。

变换方法包括物理量或化学量的变换（如非电量变换成电量）和同类物理参数间的相互转换，如电压放大，功率放大，电压频率转换、电压电流转换、以及模拟量与数字量之间的转换等等。

为了区分非电量与电量和电量与电量之间的相互变换（转换），本书将非电量变为电量的过程统称为变换，而电参量之间的转化过程统称为转换。

三、测量方法

1. 直接测量法

不需要对被测物理量有函数关系的其它参量进行测量，而能直接测出被测量值的测量方法，称直接测量法。比如用尺量长度，用秤称重量，用温度计测温度等。

直读式仪表有直接测量式和间接测量式两类。比如用电压表和电位差计测电压、用电流表测电流、用压力表测压力等。总之，只要参与测量的对象就是被测量本身，都属于直接测量。

2. 间接测量法

只有通过与被测物理量有函数关系的其它物理量进行测量，才能得到被测量值的测量方法，称间接测量法。

比如，求某一边长为 a 的立方体的体密度 ρ 时，如直接测量 ρ 是困难的，而如果先测量出边长 a 及立方体的质量 M 后，其体密度 ρ 便可用下式求取：

$$\rho = \frac{M}{a^3}, \text{ kg/m}^3 \quad (1-2)$$

从式中可知，体密度 ρ 与立方体质量 M 及边长 a 存在函数关系，通过对 M 和 a 的测量可以间接地测出 ρ 。这就是说，只要被测量值与某些可测（或易测）量值存在函数关系，我们就可以通过函数关系公式、图表或曲线求取被测量值。这种间接测量方法广泛应用于各个领域的测试工作中。

3. 直接比较测量法

直接比较测量法属于直接测量法，使用的测量仪表大多是直读式指示式仪表，如：压力表、电流表、电压表、玻璃温度计、流量计等等。其测量过程简单，实际应用广泛。

4. 微差测量法

微差测量法也是直接测量法。它是将被测量值与只有微小差别的已知量值进行比较，并测出这两个量的差值用来确定被测量值。这种测量方法的优点是在一定条件下，用精度较低的测量仪表也能得到较高精确度的测量结果。

例如，设电压表量程 $v = 10\text{V}$ ，微差值 $u = 0.1\text{V}$ ，测量允许误差 $\Delta = \pm 0.02\text{V}$ ，比较测量 u 和测量 v 的相对误差。

解：

(1) 直接测量 u 时的相对误差：

$$\frac{\Delta}{u} = \pm \frac{0.02\text{V}}{0.1\text{V}} \times 100\% = 20\%$$

(2) 测试 v 的相对误差时：

$$\frac{\Delta}{v+u} = \pm \frac{0.02\text{V}}{10\text{V}+0.1\text{V}} \times 100\% = 0.198\% \approx 0.2\%$$

由此可见，利用微差测量可以大大提高测量精度。从上例可知，微差测量法与直接测量法相比，相对误差相差100倍。

5. 零位测量法

零位测量法是通过调整一个（或几个）与被测量有已知平衡关系的量，用平衡法确定被测量值的一种方法，又称补偿测量法