

■ 主编 孙继平

# 煤矿监控技术装备与标准

## 中册

## 监控系统部分

煤炭工业出版社

# 煤矿监控技术装备与标准

(中 册)

监控系统部分

主编 孙继平

煤炭工业出版社

·北京·

# 监控系统部分（中册）

主 编 孙继平

副主编 黄 强 胡穗延 毕成模 李长录 魏 臻

贾柏青 田子建

# 目 次

## 上册 监控技术部分

1 煤矿监控技术与系统 .....	1
2 矿用传感器与信号转换器 .....	13
3 矿用分站与信息传输接口 .....	45
4 矿用电源及备用电源 .....	96
5 矿用断电控制器与断电控制 .....	145
6 系统软件 .....	168
7 煤矿安全监控系统 .....	186
8 矿井气体检测仪器 .....	203
9 矿井通风及粉尘检测仪器 .....	226

## 中册 监控系统部分

10 KJ90 系列煤矿综合监控系统及相关产品 .....	247
11 KJ95N 型煤矿综合监控系统及相关产品 .....	311
12 KJ70N 系列煤矿安全监控系统及相关产品 .....	377
13 KJF2000N 系列煤矿监控系统及相关产品 .....	434
14 KJ293 系列矿井运输监控系统及相关产品 .....	492
15 KJ101N 系列煤矿安全监控系统及相关产品 .....	553
附录 A 煤矿监控系统生产单位简介 .....	618

## 下册 监控标准部分

16 MT 409—1995 甲烷报警矿灯 .....	629
17 MT 382—1995 矿用烟雾传感器通用技术条件 .....	638
18 MT 393—1995 矿用差压传感器通用技术条件 .....	648
19 MT 443—1995 煤矿井下环境监测用传感器通用技术条件 .....	656
20 MT 445—1995 煤矿用高浓度热导式甲烷传感器技术条件 .....	662
21 MT 447—1995 煤矿用化学式氧气传感器技术条件 .....	670
22 MT 563—1996 煤矿用携带型气体测定仪器通用技术条件 .....	678
23 MT 564—1996 煤矿用携带型催化燃烧式甲烷测定器技术条件 .....	686
24 MT/T 647—1997 煤矿用设备开停传感器 .....	695

25	MT 703—1997 煤矿用携带型电化学式一氧化碳测定器技术条件 .....	707
26	MT/T 772—1998 煤矿监控系统主要性能测试方法 .....	714
27	MT/T 825—1999 矿用水位传感器通用技术条件 .....	727
28	MT/T 844—1999 矿用风门开闭状态传感器通用技术条件 .....	736
29	MT/T 899—2000 煤矿用信息传输装置 .....	745
30	MT 980—2006 煤矿气体检测用一氧化碳元件 .....	763
31	MT 981—2006 煤矿气体检测用氧气元件 .....	773
32	MT/T 1004—2006 煤矿安全生产监控系统通用技术条件 .....	782
33	MT/T 1005—2006 矿用分站 .....	800
34	MT/T 1006—2006 矿用信号转换器 .....	817
35	MT/T 1007—2006 矿用信息传输接口 .....	829
36	MT/T 1008—2006 煤矿安全生产监控系统软件通用技术要求 .....	843
37	MT 381—2007 代替 MT 381—1995 煤矿用温度传感器通用技术条件 .....	860
38	MT 448—2008 代替 MT 448—1995 矿用风速传感器 .....	869
39	MT/T 1078—2008 矿用本质安全输出直流电源 .....	879
40	MT/T 1079—2008 矿用断电控制器 .....	892
41	MT 1080—2008 煤炭产量远程监测系统使用与管理规范 .....	903
42	MT/T 1081—2008 矿用网络交换机 .....	911
43	MT 1082—2008 煤炭产量远程监测系统通用技术要求 .....	926
44	MT 1098—2009 煤矿用光干涉式甲烷气体传感器 .....	945
45	MT/T 1102—2009 煤矿用粉尘浓度传感器 .....	963
46	AQ 6201—2006 煤矿安全监控系统通用技术要求 .....	972
47	AQ 6203—2006 代替 MT 444—1995 煤矿用低浓度载体催化式甲烷传感器 .....	990
48	AQ 6204—2006 代替 MT/T 721—1997 瓦斯抽放用热导式高浓度甲烷 传感器 .....	1001
49	AQ 6205—2006 代替 MT 446—1995 煤矿用电化学式一氧化碳传感器 .....	1012
50	AQ 6206—2006 煤矿用高低浓度甲烷传感器 .....	1023
51	AQ 1029—2007 煤矿安全监控系统及检测仪器使用管理规范 .....	1036
52	AQ 1048—2007 煤矿井下作业人员管理系统使用与管理规范 .....	1057
53	AQ 6210—2007 煤矿井下作业人员管理系统通用技术条件 .....	1064
54	《煤矿安全规程》(2010年版) 第三章 通风安全监控 .....	1079

# 10 KJ90 系列煤矿综合监控系统及 相 关 产 品

## 10.1 煤矿监测监控新技术简介

### 10.1.1 红外气体检测技术

#### 10.1.1.1 技术概况

目前国内煤矿井下在线式瓦斯检测仪器普遍采用载体催化原理，由于受其原理本身特点的制约，存在测量精度不高、受环境中其他气体的影响（如环境中硫化氢气体，会导致载体催化元件出现“中毒”现象）、检测范围窄（高浓度甲烷对载体催化元件有致命的影响）、调校周期和使用寿命短等缺点。这些缺点会影响煤矿安全监控系统的可靠性、有效性，因此，有必要对基于其他原理的甲烷检测技术展开研究，以满足煤矿现场准确、可靠检测甲烷气体的需求。

“非色散红外”（NDIR）气体检测技术是近年发展起来的一种先进的气体分析技术。由于其检测精度高，不受检测环境中其他气体的干扰，检测范围宽，调校周期和使用寿命长等特点，近几年在工业安全监测领域得到了飞速的发展和应用，随着成本的不断降低，有取代载体催化检测原理的趋势，成为煤矿甲烷气体检测的主流技术。

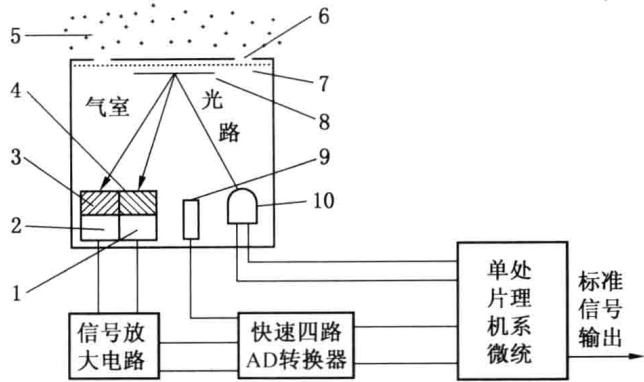
“非色散红外”（NDIR）气体检测技术经过多年的发展，在国外相关产品应用已较为成熟。目前在该技术领域，欧洲产品处于世界领先地位，所生产的采用 NDIR 技术的甲烷敏感元件具有体积小、使用寿命长、稳定性好、测量范围宽、响应时间快，不受其他背景气体的影响等优点。国外的红外气体检测仪表已经历了体积由大到小、测量范围和精度由低到高的发展阶段，不仅有固定式检测仪表，还有便携式检测仪表，对使用环境的适应能力也在不断提高，工作稳定性及可靠性都能满足要求。

在 2007 年，重庆煤科院承担的“国家科技支撑专题计划”取得了突破性的进展，完全掌握了红外甲烷敏感元件及传感器整机的制造关键技术，先后开发出了具有自主知识产权的 GJG10H 型红外甲烷传感器、GJG100H（B）型红外甲烷传感器、GJG100H（C）型（管道用）红外甲烷传感器、GRG5H 型红外二氧化碳传感器，产品性能达到国外同类产品水平，可完全替代进口产品。

#### 10.1.1.2 技术原理

红外气体检测原理：每种极性分子结构的气体如  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$  等，都有对应的红外光特征吸收波长，如  $\text{CH}_4$  特征吸收波长为  $3.3 \mu\text{m}$ ， $\text{CO}_2$  特征吸收波长为  $4.3 \mu\text{m}$ 。而双原子分子气体如  $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$  等对红外光则没有吸收作用。

红外气体检测原理如图 10.1 所示。待测气体以扩散方式透过气孔进入待测气室，红外光源发射的红外光在气室中经反光镜反射后透过滤光片到达红外检测元件。滤光片为两



1—探测元件；2—参比元件；3—参比滤光片；4—探测滤光片；5—被测气体；  
6—气孔；7—防尘罩；8—反光镜；9—温度补偿；10—红外光源

图 10.1 红外气体检测原理

片，分别允许通过特定波长的红外光。其中参比滤光片允许通过的红外波长为不可能被气室中气体所吸收的红外光，检测滤光片允许通过的红外波长为待检测气体对应吸收的红外波长。红外检测元件为紧靠在一起的一对检测性能相同的元件组成，一个是检测元件，另一个是参比元件，分别检测两种波长的红外光。由于进入参比元件的红外光的波长不能被气室中的气体所吸收，所以参比元件输出的电信号是不会随气室中待测气体浓度变化而变化的；而检测元件接收的波长为待测气体所能吸收的红外波长，所以检测元件出来的电信号是随待测气体浓度变化而变化的。通过测量这两路信号比值的变化率，就可得到气体的浓度值。

另外，由于红外气体检测原理本身受温度及压力影响，所以温度及压力补偿是必不可少的。其温度和压力补偿曲线分别如图 10.2 和图 10.3 所示。

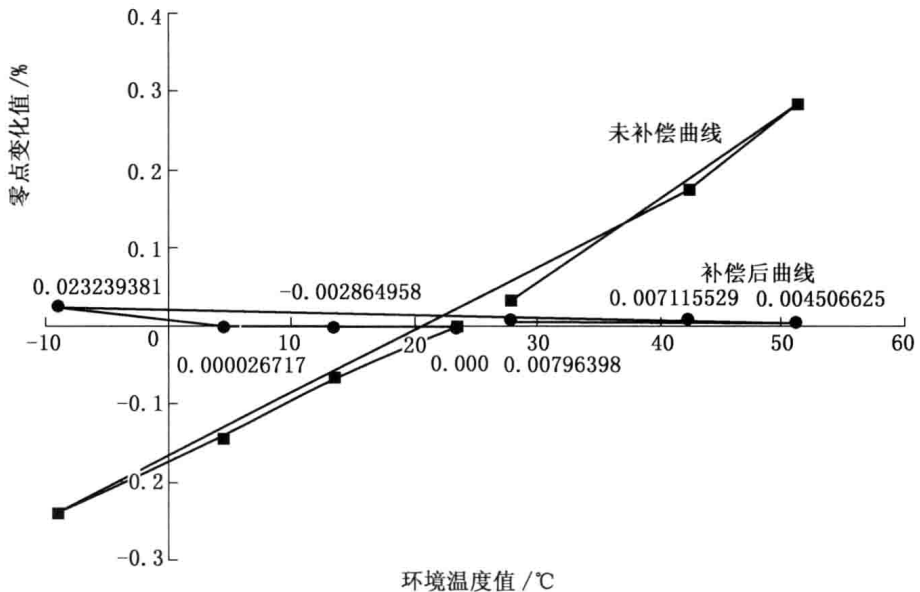


图 10.2 温度补偿曲线

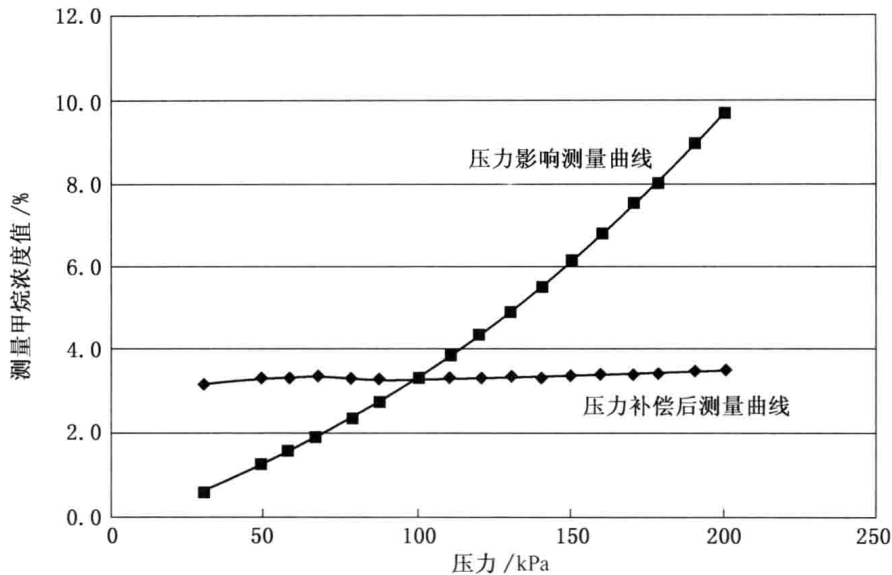


图 10.3 压力补偿曲线

### 10.1.1.3 主要技术特点

(1) 受环境因素影响小。与催化原理传感器相比，红外甲烷传感器测量不消耗甲烷气体，所以检测过程不受气体流速的影响，另外红外气体检测只与甲烷气体浓度相关，不受背景气干扰，也不存在  $H_2S$  等有毒气体中毒现象。

(2) 测量范围宽。可连续精确测量 0 ~ 100% VOL 范围的甲烷气体浓度，突破了传统催化原理传感器 0 ~ 4% 测量范围的限制，更能满足煤矿井下监测甲烷气体浓度的需要。

(3) 测量误差小，精度高。与催化原理传感器相比，红外甲烷传感器测量精度高达 3%，而普通催化原理传感器测量精度一般都在 8%。

(4) 工作稳定性好。由于内部采用单光路双波长测量，即保证了测量结果的准确、稳定，又可防止长久工作引起的测量值的衰减。所以长期稳定性好，标校周期一般不小于 2 个月。

(5) 功耗低。气体探测部分采用了目前国际上先进的非色散红外检测技术，整个气体检测过程中无大功率器件，从而大大降低整机功率，从而也保证了传感器在井下的更长距离的带载能力。

(6) 寿命长。探测元件及整机预期寿命大于 5 年。

### 10.1.1.4 应用情况及其效果

#### 1) 井下环境甲烷监测

GJG10H 型、GJG100H (B) 型红外甲烷传感器自研制成功后，已在神华集团、川煤集团等煤矿安全监控系统中得到了应用，由于采取了防尘、防水雾、抗干扰等措施，确保了这两种红外甲烷传感器在煤矿井下复杂工矿条件下的长期工作稳定性，特别是红外检测原理不受环境中其他气体影响的优点，从根本上解决了高硫矿井中瓦斯监测的难题。



## 2) 抽放管道甲烷监测

GJG100H (C) 型管道红外甲烷传感器自研制成功后,已在山西阳城民生燃气公司、山西晋城寺河电厂、四川芙蓉集团、河南磴槽金岭矿、贵州盘江煤层气公司、贵州水城矿业集团等一批“CDM”计量监控项目成功应用。由于采取了温度、压力补偿、气水分离等措施,其准确性和可靠性得到了联合国“CDM”项目评审机构专家的认可。

### 10.1.2 流量检测技术

#### 10.1.2.1 技术概况

我国煤矿现场使用的瓦斯管道流量检测技术有多种,根据检测原理可划分为面积式、差压式、流速式、容积式,具体采用的有转子流量计、孔板、文丘利管、均速管、涡街、V锥等。对瓦斯管道流量监测技术的选择,一般根据永久性压损、测量精度、量程比、现场适应性、长期工作稳定性等几个因素来考虑。

关于这些流量检测技术的永久压损比较,目前比较权威的测试数据是北京化工大学的流量专家、教授孙延祚发表在2006年《工业计量》杂志增1期上的文章《从节能降耗要求再论推广锥型流量计的必要性》一文中提及的国外实流实验测试结果。测试过程是在相同管径(80 mm)的管道中让相同的流体(水)流过,在相同的流量(流速等于3.765 m/s)下测量出每一种流量计的永久压损。实验结果数据如图10.4所示。

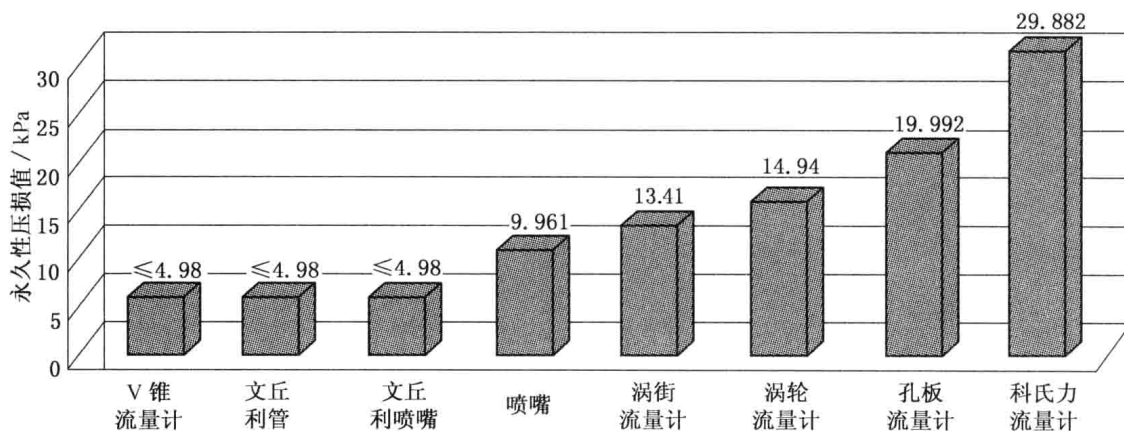


图 10.4 永久压损比较

以上流量计在测量精度、量程比、现场适应性等方面的比较数据来源于生产厂家提供的数据手册,具体见表10.1。

总的来说,在瓦斯抽放管道流量测量中,V锥流量计、文丘利喷嘴流量计以及平衡流量计等属于差压测量原理的流量计在永久性压损、测量精度、量程比、现场适应性、维护方便性等方面表现更为优异,是当前的技术发展趋势。

V锥流量计与其他差压流量计(如孔板、均速管等)相比较,属于“新秀”,由于它具有自清洁、性能可靠稳定等优势,可很好地适应各种应用场所,目前正在各种工矿领域如石化、热能、供水等得到广泛的应用。由重庆煤科院立项进行研究开发的V锥流量传感器具有较高的精度,且不受仪表系数分辨率的限制,2008年3月经煤炭工业协会鉴定,

表 10.1 各种流量计的性能比较

名称	孔板流量计	匀速管流量计	弯管流量计	文丘利管流量计	文丘利喷嘴流量计	喷嘴流量计	涡街流量计	涡轮流量计	科氏力流量计	V 锥流量计
精度等级	1.5 级	1.5 级	1.5 级	1.5 级	1 级	1 级	2.0 级	1.5 级	0.5 级	1 级
长期稳定性	差	一般	好	好	好	好	一般	一般	好	好
量程比	1 : 3	1 : 10	1 : 10	1 : 10	1 : 10	1 : 10	1 : 7	1 : 10	1 : 20	1 : 10
可转动部件	无	无	无	无	无	无	无	有	无	无
直管段要求	前 10D 后 5D	前 20D 后 10D	前 10D 后 5D	前 25D 后 4D	前 25D 后 4D	前 25D 后 4D	前 25D 后 15D	前 25D 后 5D	前 10D 后 3D	前 3D 后 1D
受震动影响	无	无	无	无	无	无	大	大	无	无
耐脏防堵性	差	一般	好	一般	一般	一般	一般	差	好	好
高流速测量	差	好	好	差	差	差	好	好	好	好
低流速测量	差	差	差	好	好	好	差	差	好	好

总体技术达到国内领先水平。本技术于 2007 年开始应用推广，目前已应用到国内各大煤矿，推广数量超过 1000 套。

#### 10.1.2.2 技术原理

V 锥流量传感器与其他差压流量传感器一样，都是基于密闭管道中能量相互转化的伯努利定律，即在稳定流场情况下，管道中的流速与差压的平方根成正比，测量出差压即可计算出流体的流速。它是在管道中心安装一个锥形体来阻挡流体，使管道中心的流体绕锥形体流动，所以当流体流过锥形流量传感器时，锥体直接和流体高速中心部分相互作用，迫使高速的中心与接近管壁的低速流体均匀化，从而产生正确的压差，这在低流速测量时尤其适用。图 10.5 和图 10.6 所示分别是 V 锥流量传感器的平面与立体结构示意图。

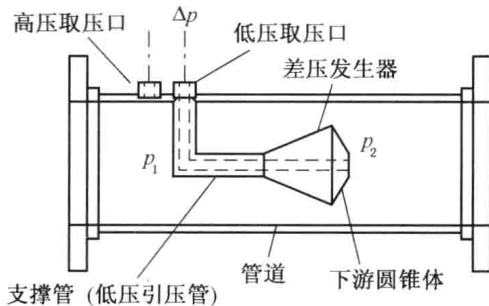


图 10.5 V 锥流量传感器的平面结构示意图

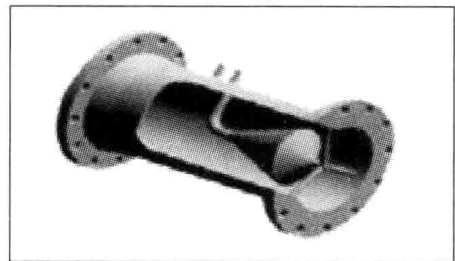


图 10.6 V 锥流量传感器的立体结构示意图

其主要技术指标如下：

测量流速比

1 : 10

测量精度

0.5 级、1 级、1.5 级

测量流速下限

通用型 1 m/s 用于钻场流量在线监测 0.51 m/s

输出信号

RS485 通信信号,(包括:瞬时及累计流量、温度、压力)  
或多路 200 ~ 1000Hz 频率信号输出

### 10.1.2.3 主要技术特点

- (1) 精度高,重复性好。
- (2) 压损小,适合低静压、低流速的测量。
- (3) 自整流、自清洁、前后直管段要求较短,一般上游 3D,下游 1D。
- (4) 自带温度、压力测量,管道上无需另加温度、压力传感器,性价比高。
- (5) 长期工作稳定性好,维护方便。

### 10.1.2.4 应用情况及其效果

V 锥流量传感器作为 KJ30 型瓦斯抽放(采)计量监控系统中的关键设备,自推广使用以来,已成功用于国内多个煤矿“CDM”项目及众多的瓦斯抽采项目中。其技术先进性、适用性、准确性得到了联合国“CDM”项目评审机构的认可,已完成山西阳城、晋城寺河电厂、四川芙蓉、四川广能、河南磴槽金岭矿、贵州盘江山脚树电厂、贵州水城矿业集团等一批“CDM”计量监控项目。其中山西阳城煤层气利用项目已进入支付 CERs(核定的温室气体减排量)交易款阶段。

同时,还完成了安徽淮北、安徽淮南、安徽新集、山西晋城、河南平顶山、山西潞安、河北邢台、山西阳泉、重庆松藻、重庆南桐、山西汾西、陕西黄陵、辽宁北票、黑龙江七台河、河南郑煤等矿区瓦斯抽采(放)计量监控项目。

## 10.1.3 矿井工业以太环网技术

### 10.1.3.1 技术概况

当前煤矿开采正向高产高效和集约化方向发展,全矿井的生产自动化、管理信息化技术在一些现代化矿井正得到越来越积极的应用,以便矿井在“采、掘、运、风、水、电、安全、购、销”等生产环节和管理环节逐步实现综合自动化与管理信息化。但目前多数矿井装备的各种监控系统多是单一功能的系统,各自独立布线、独立运行。由于其在传输方式、处理容量、信道带宽、通信协议、集成扩展能力、运行可靠性等方面的技术瓶颈,使各监控系统难以有效融合与集成,信息不能得到充分利用。因此,必须采用先进的体系架构和信息传输技术来构建全矿井统一、宽带、快速、冗余、可靠的综合自动化与信息化传输平台。

以太网技术通过多年的大量应用,其技术已十分成熟和稳定,在工业领域也得到了越来越多的应用。但由于煤矿井下环境的特殊性和现场对其可靠性、实时性要求,现有以太网技术不能很好满足煤矿实际需要。因此,重庆煤科院针对煤矿井下特点,对以太网技术在实时性、可靠性、冗余性、安全性、维护性等方面的不足进行了专门改进设计,推出了能满足煤矿井下工业环境需要的本安型和隔爆兼本安型 100 M 或 1000 M 工业以太环网平台。

### 10.1.3.2 技术原理

矿井工业以太环网平台的基本工作原理与商用以太网一致,其不同之处在于为了满足矿井工业环境应用要求,采用了国际标准化组织的 ISO/OSI 参考模型(物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层等七层结构)中的五层结构。平台在正常工作时具有环网冗余和故障诊断机制,使得网络中任一交换节点或光纤发生故障均不

影响平台的数据传输，在故障发生时能在毫秒级的时间范围内自动恢复。同时，在工业以太环网中采用了交换式、全双工、优先级、流量平衡、VLAN、QoS、冗余等多种技术来保证网络通信的实时性、可靠性和安全性。

工业以太环网的通信协议模型与 OSI 七层参考模型的对比如图 10.7 所示。上述各层中的物理层和数据链路层采用 IEEE 802.3 规范，通过带冲突检测的载波监听多路访问技术（CSMA/CD）进行链路层的数据通信。某节点需要发送报文时首先监听网络，如网络忙则等到其空闲为止，否则将立即发送。如果两个或更多的节点监听到网络空闲并同时发送报文时，它们发送的报文将在网络上发生冲突，因此，每个节点在发送时还必须继续监听网络。当检测到两个或更多个报文之间出现碰撞时，节点立即停止发送，并等待一段随机长度的时间后重新发送，该随机时间将由标准二进制指数补偿算法确定。



图 10.7 工业以太环网的网络协议模型与 OSI 七层参考模型对比

其网络层和传输层采用了以太网标准的 TCP/IP 协议簇（包括 UDP、TCP、IP、ARP、ICMP、IGMP 等协议），它们构成了工业以太网协议的低四层。而对较高的层次如应用层没做具体规定，一般沿用了 Internet 上广泛使用的简单邮件传送协议 SMTP、域名服务协议 DNS、文件传输协议 FTP、超文本传输协议 HTTP 和与自动控制相关的应用协议。矿井工业以太环网平台结构如图 10.8 所示。

### 10.1.3.3 主要技术特点

(1) 针对煤矿井下巷道的特殊环境专门开发的矿井工业以太环网平台，采用星型、树型结合环型的混合拓扑结构，同时支持光纤多模、单模、超五类双绞线和普通双绞线传输介质，布线灵活方便。

(2) 平台性能突破了传统纯总线的限制，支持 100 M 或 1000 M 两种技术，在节点容量、传输速率、可靠性、可维护性等方面有显著提升，工作模式可通过跳线方便设置。

(3) 采用光纤冗余环网和双电源工作模式，使平台节点和线路故障不影响整个平台通信，自恢复时间短。

(4) 通信方式支持多主并发通信技术，通信协议采用开放式的网络标准 TCP/IP，所组建的监控系统反应时间大为减少。

(5) 平台信息接入采用模块化设计，提供了多种方式（RS485、CAN、RJ45 等），且为了现场维护方便，专门开发了适用矿井工业以太环网的网管工具。

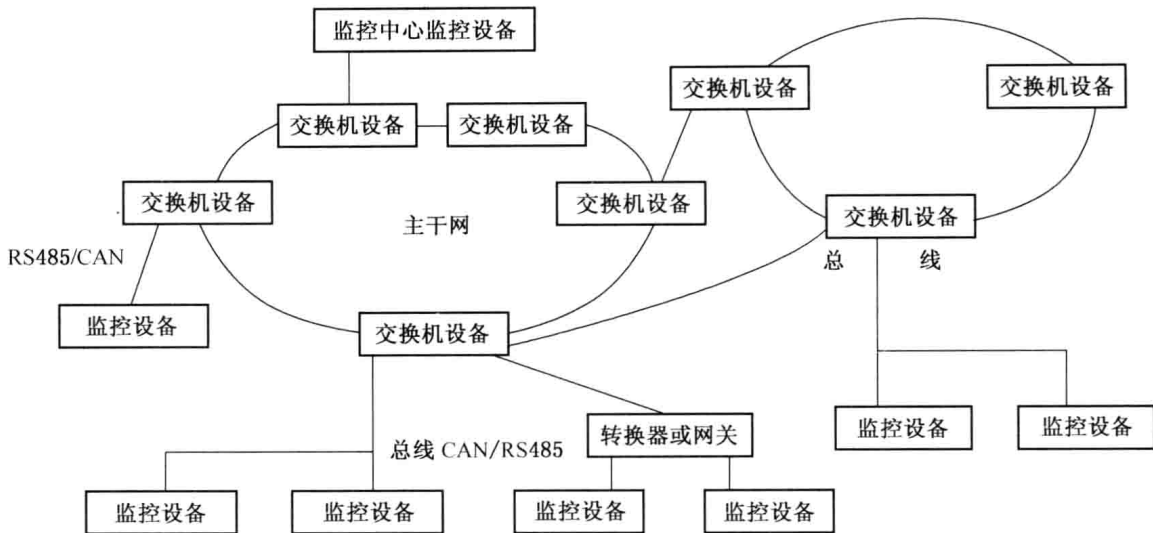


图 10.8 矿井工业以太环网平台结构

(6) 矿用工业以太环网交换机采用了全本安型或防爆兼本安型模块化设计，配置灵活、结构轻便、安装简单。

(7) 矿井工业以太环网平台在交流电源停电的情况下，自身能确保至少 4 h 的备用电池供电。

#### 10.1.3.4 主要技术指标

环网传输速率	100 M 或 1000 M
光纤传输距离	≥45 km
环网节点数量	≤60 个
冗余切换时间	≤300 ms
网管能力	支持
传输介质	单模/多模光纤

#### 10.1.3.5 应用情况及其效果

矿井工业以太环网平台主要用适用于大中型矿井，作为构建煤矿安全监控系统、矿井综合自动化系统的信息传输平台，统一规范矿井信息传输，有效避免重复投资、重复布线、多头维护，已先后在安徽、山西、四川、重庆、云南、山东、宁夏、新疆等省区得到推广应用，用户反映良好。

### 10.1.4 射频识别 (RFID) 技术

#### 10.1.4.1 技术概况

射频识别技术 (Radio Frequency Identification) 是 20 世纪 90 年代兴起的一种自动识别技术，利用射频信号通过空间耦合 (交变磁场或电磁场) 实现无接触信息传递并通过所传递的信息达到识别目的。重庆煤科院早在 2004 年就开展了相应技术研究，并推出了用于矿井人员识别定位、机车设备标识的有源 RFID 技术和装备。当前，在煤矿井下采用的无线技术有多种，由于各频段的特性差异，其应用领域和应用效果也各不相同。根据煤矿井下实际使用效果分析，采用 2.4 GHz 的 RFID 射频识别技术适合井下巷道环境，其发

射功率小、抗干扰能力强、信道多、成本低、效果较好，是煤矿井下大多数采用的频段。各无线频率应用情况对比见表 10.2。

表 10.2 不同无线频率应用情况

技术类型	频率	优点	缺点	备注
高频技术	300 MHz ~ 1 GHz	技术成熟、功率较大，成本低	在井下巷道环境传播距离不理想，抗干扰能力弱	915 MHz 433 MHz 315 MHz
微波技术	1 GHz 以上	适合井下巷道环境，发射功率小，抗干扰能力强，信道多，成本低	技术还在发展中	2.4 GHz (RFID、WiFi、ZigBee)

#### 10.1.4.2 技术原理

射频识别技术一般分为有源识别和无源识别两种。在煤炭行业，由于井下人员跟踪定位对距离有一定要求，因此主要采用有源射频识别技术。

阅读器通过内置天线向其周围发射无线信号，当人员或设备携带有源电子标签进入无线信号覆盖范围内，将接收到阅读器发出的特殊射频信号，使处于休眠状态的射频电子标签被激活，并向阅读器发送出存储在芯片中的产品信息（如电子标签编码），阅读器读取信息并解码后，送至上级设备进行有关数据处理。2.4 GHz 射频识别系统工作原理如图 10.9 所示。

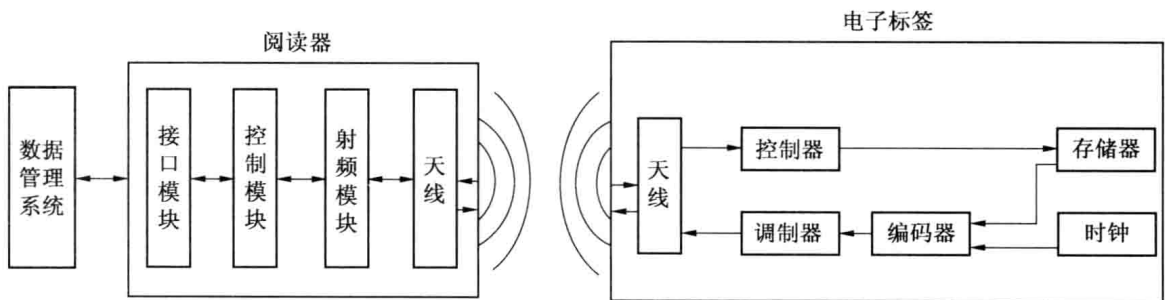


图 10.9 2.4 GHz 射频识别系统工作原理框图

#### 10.1.4.3 主要技术特点

- (1) 工作距离长，可实现对移动目标的识别。
- (2) 功耗低，电子标签完全密封，具有良好的防水防尘效果，使用寿命长。
- (3) 发送编码序号的安全性高，具有随机序列的加密特性。
- (4) 射频信号电磁能量小，对人体无害，为绿色环保型产品。
- (5) 所开发的设备体积小，质量轻，便于携带。
- (6) 设备价格低廉。

#### 10.1.4.4 主要技术指标

发射功率	≤10 mW
信号距离	≤100 m
接收灵敏度	≥ -70 dB

#### 10.1.4.5 应用情况及其效果

该射频识别技术主要用于大中小型矿井，可实现地面人员考勤、库房管理、矿井人员定位管理、矿井机车运输监控、无轨胶轮车监控、电气设备标识等，已大量在山西、内蒙古、贵州、安徽、河南、新疆等省区使用，用户反映识别速度快、性能稳定可靠、现场环境适应能力强、操作简单、安装使用维护方便。

### 10.1.5 WiFi 无线通信技术

#### 10.1.5.1 技术概况

WiFi (Wireless Fidelity) 即无线高保真技术，使用的是 2.4 GHz 附近的频段，随着高新技术的发展，已有采用 5.8 GHz 频段技术的案例，这些频段是目前尚属无须申请许可的无线频段。其可使用的标准有三个，分别是 IEEE 802.11a、IEEE 802.11b 和 IEEE 802.11g。目前 WiFi 已被视为 IEEE 802.11 无线局域网的代名词，根据使用的标准不同，WiFi 的速度也有所不同。其中 IEEE 802.11a 为 54 Mbps、IEEE 802.11b 为 54 Mbps、IEEE 802.11g 为 108 Mbps。与传统的 PHS 技术、CDMA 技术相比，WiFi 技术能更好地与矿井工业以太环网技术融合，减少矿井构建无线移动通信的复杂程度，代表了矿井无线移动通信技术的发展方向。为此，重庆煤科院通过多年的研究开发，推出了能完全满足煤矿井下环境要求的 WiFi 无线通信技术。

#### 10.1.5.2 技术原理

WiFi 无线通信技术是实现有线高速接入和蜂窝移动通信技术的有力补充，该技术可实现更大范围、更灵活、更高速的组网接入和多媒体通信，在煤矿井下环境有很好的应用前景。该技术主要由 AP (Access Point) 和无线网卡组成无线通信网络，AP 为网络桥接器或接入点，它是有线局域网与无线局域网之间的桥梁，因此任何一台装有无线网卡的电子设备均可通过 AP 去分享有线局域网甚至广域网络的资源，其工作原理相当于一个内置无线发射器的 HUB 或者是路由器，而无线网卡则是负责接收由 AP 所发射信号的 CLIENT 端设备、无线基站、无线手机、无线摄像头等。

WiFi 无线通信技术应用框图如图 10.10 所示。

#### 10.1.5.3 主要技术特点

(1) WiFi 无线信号的覆盖范围远，可以比较方便地实现覆盖。

(2) 尽管无线通信网络与有线网络相同，数据传输也受到带宽限制，但其传输带宽较其他几种无线方式好，目前先进的 WiFi 技术可达 108 Mbps，可以承载语音、数据、图像多媒体信息。

(3) 由于 WiFi 无线网络没有任何屏蔽能力，可通过自身的无线信号发射强度以及频率、频跳等技术来增强抗干扰性能。

(4) 无线网络的信号没有边界，任何人都可能截获，为了保证 WiFi 无线网络的安全性，通常采用加密功能即可获得优秀的安全性。

(5) WiFi 无线网络更适用于移动特征较明显的网络应用系统。

#### 10.1.5.4 主要技术指标

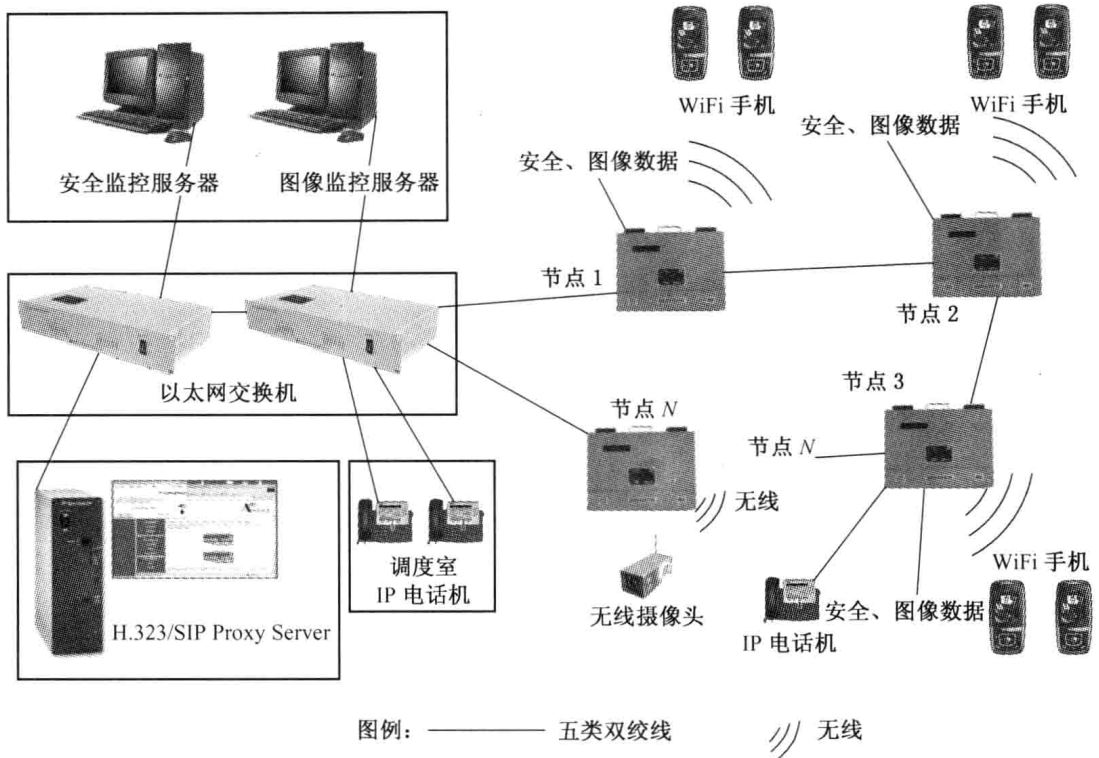


图 10.10 WiFi 无线通信技术应用框图

发射功率	≤50 mW (井下)、≥50 mW 地面
信号距离	≤500 m (井下)、≥500 m 地面
接收灵敏度	≥ -80 dB

#### 10.1.5.5 应用情况及其效果

WiFi 通信技术主要适用于大中型矿井，通过与有线网络的结合，实现矿井宽带网络数据、语音、图像多媒体信息移动通信。具体可应用在矿井监控系统和自动化系统数据传输、人员跟踪定位、矿井无线移动通信、工业视频监控、设备远距离遥控等领域，目前已在山东、河南、江西，新疆等省区使用，用户反映良好。

#### 10.1.6 GEPON 无源光网络传输技术

##### 10.1.6.1 技术概况

GEPON 技术是一种新型的光纤接入网技术，它采用点到多点结构、无源光纤分支技术，在以太网之上提供多种业务。物理层采用了 PON（以太无源光网络）技术，链路层使用以太网协议，利用 PON 的拓扑结构实现了以太网接入。该技术综合了 PON 技术和以太网技术的优点：低成本、高带宽、扩展性强、灵活快速的服务重组、与现有以太网的兼容性好、易于管理等。GEPON 技术解决了煤矿井下使用电源的不方便性问题，采用 1000 M 技术，保证了数据带宽。

重庆煤科院开发了一种适合构建矿井综合信息传输平台使用的 GEPON 无源光网络传输技术。该技术通过一个单一的光纤接入系统，实现数据、语音及视频的综合业务接入，具有良好的经济性；可实现网络分支无源化，与其他网络平台相比，网络扩展无须配置电



源。该技术具有冗余保护机制，能使光缆在受到破坏时及时倒换路径，保证通信正常。

#### 10.1.6.2 技术原理

GEPON 通信技术通过时分技术实现井上井下设备连接通信，采用上行光波长与下行光波长分开的方式，保证信息无冲突；井下无源光网络通过光分支接线盒任意挂接，实现井下设备无源链接；地面设备与井下设备实行双 PON 口，实现双光口保护机制；采用快速注册倒环技术，保证倒环时间小于 300 ms。该传输平台中包含有以太网转 485、转 CAN 等总线技术，实现井下设备多种标准信号的接入。

GEPON 无源光网络传输技术主要由 OLT 地面设备、不均衡分光器、矿用阻燃通信光缆、KJJ103C 等组成。GEPON 无源光网络传输平台总体架构如图 10.11 所示。

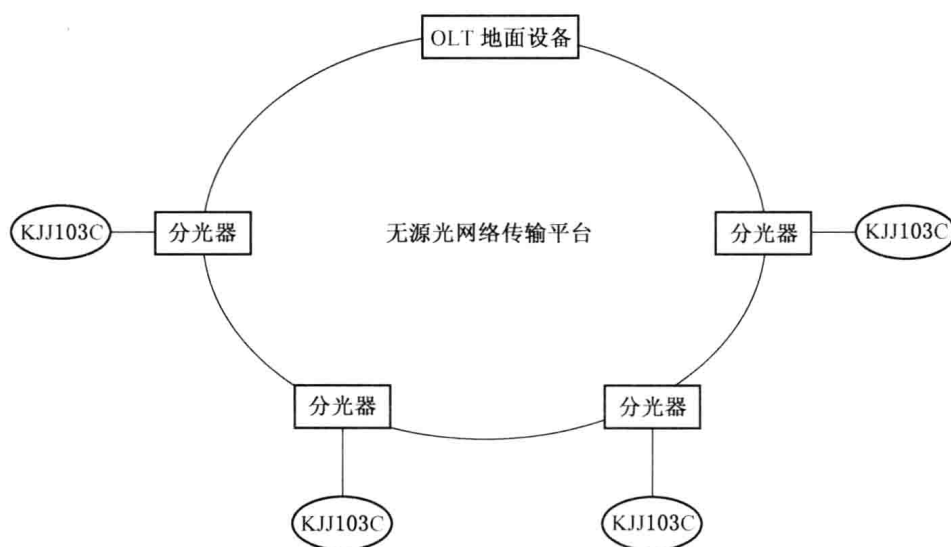


图 10.11 GEPON 无源光网络传输平台总体架构

#### 10.1.6.3 主要技术特点

(1) 实现主干及分支光传输网络无源化，不需配置防爆电源，解决了井下电源使用不便的缺点。

(2) 支持多业务接入。通过一个单一的光纤接入系统，实现数据、语音及视频的综合业务接入。

(3) 终端设备接口多样化。具有光纤、网络、总线等接口，保证井下设备能以多种方式接入。

(4) 具有光网络冗余技术，切换时间短。

(5) 实现双 PON 口技术，保证设备或者光缆出现故障时不影响矿井通信。

#### 10.1.6.4 主要技术指标

系统容量	10 台 KJJ103C/环，最多支持 2 个环
通信方式	时分方式/TCP/IP
传输距离	地面距离井下最远端设备的距离为 20 km
传输速率	光信号:1000 Mbps;RJ45:10/100 Mbps(TCP/IP);