

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

E21F 17/18

H04B 7/00

H04L 12/00



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510040768.2

[43] 公开日 2005 年 11 月 30 日

[11] 公开号 CN 1702301A

[22] 申请日 2005.6.22

[21] 申请号 200510040768.2

[71] 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院  
地址 230031 安徽省合肥市西郊董铺 1130 号  
信箱

[72] 发明人 马祖长 孙怡宁 梅 涛 王 锐  
马以武 周 旭 杨新刚 蔡林沁  
黄 健 丁 力 徐 妹

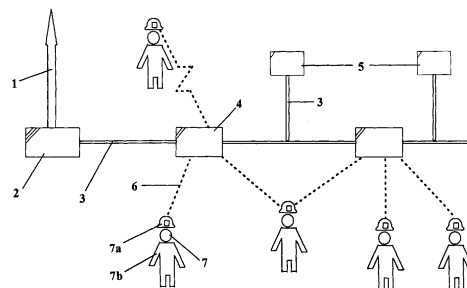
[74] 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有限责  
任公司  
代理人 赵晓薇

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称 矿井安全监控和灾害应急通讯系统  
及其运行方法

[57] 摘要

本发明提出一种矿井安全监控和灾害应急通讯系统及其运行方法。系统包括由依次电连接的骨干网络接入、网关设备、现场总线和无线设备接入点，以及与两两无线设备接入点间的现场总线电连接的现场总线测控设备组成的有线网络系统，多个移动无线传感器接点经无线射频通讯链路与有线网络系统中的无线设备接入点电连接，移动无线传感器接点中置有无线传感器通讯设备。方法包括两种模式，在矿井正常作业时，网络是安全监控模式，无线传感器节点作为移动目标提供定位、跟踪和通讯功能；在矿井发生紧急灾害时，井下有线通讯方式失效，无线传感器节点即启动自组织方式构建应急通讯模式，本发明可同时满足矿井环境安全运行监控和灾害通讯与救援的需求。



1、一种矿井安全监控和灾害应急通讯系统，其特征在于：由依次电连接的骨干网络接入（1）、网关设备（2）、现场总线（3）和无线设备接入点（4），以及与两两无线设备接入点（4）间的现场总线（3）电连接的现场总线测控设备（5）组成的有线网络系统，所说有线网络系统中的无线设备接入点（4）经无线射频通讯链路（6）电连接有多个移动无线传感器接点（7），以构成矿井安全监控网络体系结构；

灾害应急通讯网络体系结构为所说移动无线传感器接点（7）中置有无线传感器通讯设备（7a），所说无线传感器通讯设备（7a）之间经无线通讯链路（10）电连接，用于在移动无线传感器接点（7）之间组建通讯孤岛网络（11）；所说无线传感器通讯设备（7a）与井上救援指挥中心（8）间通过移动无线搜索设备（9a）经无线通讯链路（10）电连接，用于建立起灾害应急通讯网络；所说移动无线搜索设备（9a）置于井下救援人员（9）处，井下救援人员（9）通过移动移动无线搜索设备（9a）与移动无线传感器节点（7）或通讯孤岛网络（11）进行通讯连接，用以确保无线传感器通讯设备（7a）与井上救援指挥中心（8）间通讯的畅通；

该网络属于全局树杈形、局部线形的动态拓扑结构，包括物理层、数据链路层、网络层；

矿井安全监控和灾害应急通讯系统利用语音处理技术，将语音信号数字化、压缩、打包，以有线或无线信道传输实现对移动人员目标的信息交流、任务分配和协调指挥。

2、根据权利要求1所述的矿井安全监控和灾害应急通讯系统，其特征是无线传感器通讯设备（7a）内置有相互电连接的便携式环境参数部件、目标定位和跟踪装置、无线寻呼装置和对讲装置、人机接口设备以及无线射频通讯链路（6）无信号时自动启动无线通讯链路（10）工作的装置。

3、根据权利要求1所述的矿井安全监控和灾害应急通讯系统，其特征是无线传感器通讯设备（7a）的工作频段为900~3000MHz。

4、根据权利要求1所述的矿井安全监控和灾害应急通讯系统，其特征是移动无线搜索设备（9a）经收发天线（9b）与无线传感器通讯设备（7a）和

井上救援指挥中心（8）的无线通讯链路（10）电连接。

5、根据权利要求1所述的矿井安全监控和灾害应急通讯系统，其特征是井下救援人员（9）与井上救援指挥中心（8）间置有内置通讯传输电缆的探险绳。

6、根据权利要求1所述的矿井安全监控和灾害应急通讯系统的运行方法，包括有线网络系统与多个移动目标进行无线射频通讯，其特征在于：

有线网络系统实时监控本系统于井下各设备的完好状态，并经无线射频通讯链路实时接收多个移动目标发送的现场信息，即井下现场的矿工位置和所处环境的参数，即温度、湿度、氧气浓度、有害气体情况；

当有线网络系统获知其井下的设备处于非正常状态时，则即刻指令与其进行无线射频通讯的多个移动目标立即自动转换成无线通讯链路电连接，并同时启动井上救援网络工作；或移动目标接收不到无线射频通讯信号时，也立即自动转换成无线通讯链路电连接。

7、根据权利要求6所述的矿井安全监控和灾害应急通讯系统的运行方法，其特征是所述的灾害应急通讯网络模式以无线或有线与无线混合方式工作。

## 矿井安全监控和灾害应急通讯系统及其运行方法

**所属领域** 本发明属于传感技术和有线、无线通讯领域，尤其是涉及煤矿、金属矿和油气井等的矿井安全监控和灾害应急通讯系统及其运行方法。

**技术背景** 煤矿、金属矿、油气矿井等资源开采性行业是当今我国工业生产中伤亡事故发生最为频繁、最为严重的行业，其中特别是煤炭矿井采掘，其百万吨煤死亡人数远高于国外主要产煤国。矿井灾难的消极影响已远远超过了经济范畴，它使受害人蒙受了巨大的身体和精神痛苦，企业和政府形象受到巨大损害；同时，严峻的矿井安全生产问题还造成不良的社会影响和严重的环境危害，成为潜在的社会不和谐和不稳定因素之一。

为了提高矿井环境生产安全性，我国的矿井安全监控系统经历了从国外引进到自主研发的过程。目前较具有代表性的有KJ90、KJ95、KJF2000和KJ4/KJ2000等系统。这些安全监控系统多数以有线的方式实现信息传输，随着矿井安全形势的需要和科学技术的发展，将先进的无线通讯技术引进矿井安全监控系统，实现移动目标的定位、跟踪和通讯，以及井下环境参数的移动检测已经成为发展趋势。

尽管国内外研究工作者探索了多种矿井下无线通讯应用的可能性，但由于无线电信号在井下巷道内传播时，受到巷道弯曲、倾斜和地质条件等因素影响，难以实现远距离传输，所以目前国内外已投入使用的矿井无线通讯系统主要集中在以下几个方面中的应用：

- 1、对作业人员或设备的位置监控。这一类系统多数采用无线射频识别技术（Radio Frequency Identification -RFID）的思想实现，即在矿井环境内以一定的间隔布置固定的射频接口设备，当佩戴射频发射器的人员或者设备进入固定射频接口设备有效无线通讯范围内时，射频接口设备就会读取移动目标的ID代码，将该信息传送至监控中心，实现对移动目标的定位和跟踪。采用此类技术思想的如国内常州天地科技公司的KJ69型人员安全监测系统、北京美达嘉润数码安全技术有限公司引进的L3系统、美国安菲斯公司研制的T/T井下人员跟踪系统、厦门矿通科技有限公司的矿山井下漏泄通讯系统、北京京天威科技发展有限公司的煤矿井下安全管理信息系统、KJF48隔爆兼本安型动态目标识别器等。

2、调度和移动通讯。将地面蜂窝移动通讯技术移植到煤矿井下，用微小区的概念将井下巷道进行划分，利用双工无线电通讯系统实现移动语音实时通讯，例如KT3A型矿用程控调度广播兼语音处理通讯系统、KT14A型矿井蜂窝状全双工无线电通讯系统、英国DAC公司的紧急报警通讯系统、波兰EMAG广播通讯系统等。

3、救灾应急通讯。发生矿难后抢险救灾时，在井下建立临时无线通讯基站，通过它实现救援队员与指挥中心的通讯，一般需要借助探险绳扩大有效通讯范围（有线或者漏泄通讯线）。这一类系统已经应用的包括：常州天地科技公司的KT4-KTW2型矿用救灾无线电通讯系统、美国安菲斯公司研制的PED井下无线通讯与急救系统等。

上述系统为无线通讯技术在矿井环境中的应用进行了有益的尝试，在一定程度上满足了矿井安全监控与语音通讯的需求，但是在实际应用中仍存在一些不足之处：

首先，基于RFID思想的移动目标位置监控和基于蜂窝移动通讯技术的语音通讯系统，均是以有线网络为骨干的通讯系统。如果发生矿难和事故，井下矿工的定位和搜救是最为紧迫的任务。而这时矿井下有线网络非常脆弱，通讯极易中断；一旦中断，受困人员就无法与指挥中心取得联系，定位、跟踪与通讯功能随即失效。所以，上述有线通讯网络在矿难灾害救援中的缺陷是明显的。

其次，目前投入实际应用的应急救援通讯系统仅限于在地面指挥中心-井下指挥中心-救援队员之间进行展开，而没有包括最需要通讯救助的被困人员，所以他们无法与外界沟通，外界也无从得知他们的位置和所处环境状况。

再次，目前的矿井环境运行监控系统功能较单一，未能实现多种功能的有机结合，没有充分发挥井下无线通讯的优点。例如，在常用的矿井安全监控系统中，只布置有限数量的瓦斯气体传感器，采掘工作面的瓦斯传感器布设经常跟不上采掘推进速度，造成大量的环境检测死角。

**发明内容** 本发明要解决的技术问题为克服现有技术中的不足之处，提供一种能同时满足井下环境安全运行监控和灾害应急通讯救援需求的矿井安全监控和灾害应急通讯系统及其运行方法。

本发明的技术方案是：一种矿井安全监控和灾害应急通讯系统，其特征在于：由依次电连接的骨干网络接入、网关设备、现场总线和无线设备接入点，以及与两两无线设备接入点间的现场总线电连接的现场总线测控设备组成的有线网络系统，所说有线网络系统中的无线设备接入点经无线射频通讯链路电连

接有多个移动无线传感器接点，以构成矿井安全监控网络体系结构；

灾害应急通讯网络体系结构为所说移动无线传感器接点中置有无线传感器通讯设备，所说无线传感器通讯设备之间经无线通讯链路电连接，用于在移动无线传感器接点之间组建通讯孤岛网络；所说无线传感器通讯设备与井上救援指挥中心间通过移动无线搜索设备经无线通讯链路电连接，用于建立起灾害应急通讯网络；所说移动无线搜索设备置于井下救援人员处，井下救援人员通过移动移动无线搜索设备与移动无线传感器节点或通讯孤岛网络进行通讯连接，用以确保无线传感器通讯设备与井上救援指挥中心间通讯的畅通；

该网络属于全局树杈形、局部线形的动态拓扑结构，包括物理层、数据链路层、网络层；

矿井安全监控和灾害应急通讯系统利用语音处理技术，将语音信号数字化、压缩、打包，以有线或无线信道传输实现对移动人员目标的信息交流、任务分配和协调指挥。

作为矿井安全监控和灾害应急通讯系统的进一步改进，所述的无线传感器通讯设备内置有相互电连接的便携式环境参数部件、目标定位和跟踪装置、无线寻呼装置和对讲装置、人机接口设备以及无线射频通讯链路无信号时自动启动无线通讯链路工作的装置；所述的无线传感器通讯设备的工作频段为 900 ~ 3000MHz；所述的移动无线搜索设备经收发天线与无线传感器通讯设备和井上救援指挥中心的无线通讯链路电连接；所述的井下救援人员与井上救援指挥中心间置有内置通讯传输电缆的探险绳。

矿井安全监控和灾害应急通讯系统的运行方法包括有线网络系统与多个移动目标进行无线射频通讯，其特征在于：

有线网络系统实时监控本系统于井下各设备的完好状态，并经无线射频通讯链路实时接收多个移动目标发送的现场信息，即井下现场的矿工位置和他们所处环境的参数，即温度、湿度、氧气浓度、有害气体情况；

当有线网络系统获知其井下的设备处于非正常状态时，则即刻指令与其进行无线射频通讯的多个移动目标立即自动转换成无线通讯链路电连接，并同时启动井上救援网络工作；或移动目标接收不到无线射频通讯信号时，也立即自动转换成无线通讯链路电连接。

作为矿井安全监控和灾害应急通讯系统的运行方法的进一步改进，所述的灾害应急通讯网络模式以无线或有线与无线混合方式工作；所述的井下救援人员通过移动移动无线搜索设备与移动无线传感器节点或通讯孤岛网络进行通讯

连接。

相当于现有技术的有益效果是：

其一，移动无线传感器接点中置有无线传感器通讯设备，且无线传感器通讯设备之间经无线通讯链路电连接，以及无线传感器通讯设备与井上救援指挥中心间通过移动无线搜索设备经无线通讯链路电连接，而同时移动无线搜索设备又置于井下救援人员之处，使得当井下灾害发生后，有线网络系统处于瘫痪状态时，也即移动无线传感器接点接收不到无线射频通讯信号时，则立即启动其中的无线传感器通讯设备工作，并自动切换至无线通讯链路电连接，通过移动无线传感器接点间的相互电连接即可自动地链接组成新的网络，即灾害应急通讯网络模式，从而或形成通讯孤岛网络，或通过相互间的接续电连接而与井下救援人员及井上救援指挥中心保持不间断的通讯联系，既可及时地将井下的状况反映至井上救援指挥中心，以便井上救援指挥中心采取正确的施救方案，又可引导井下救援人员对各个移动无线传感器接点处的人员或通讯孤岛网络中的人员进行有效地救援；

其二，无线传感器通讯设备内置有的相互电连接的便携式环境参数部件、目标定位和跟踪装置、无线寻呼装置和对讲装置、人机接口设备以及无线射频通讯链路无信号时自动启动无线通讯链路工作的装置，使其工作于矿井安全监控网络模式时，可随时地经无线射频通讯链路向井上传送井下现场的矿工位置和所处环境的参数即温度、湿度、氧气浓度、有害气体情况，当灾害降临时，即可经无线通讯链路引导被困人员自救和井下救援人员对其的救援；

其三，井下救援人员与井上救援指挥中心间置有的内置通讯传输电缆的探险绳，保证了当移动无线搜索设备与井上救援指挥中心间的距离大于无线通讯链路的有效通讯半径时，能始终保持井下救援人员与井上救援指挥中心间的通讯联络；

其四，首次提出了一种可同时满足矿井环境安全运行监控和灾害应急通讯系统需求的新型网络模式，这种复用型网络系统采用无线通讯新技术，即无线传感器网络技术，它是由大量传感器结点通过无线通讯技术自组织构成的网络，可实现数据的采集量化、处理融合和传输应用。融合了传感器技术、信息处理技术和网络通讯技术，开辟了信息科学中一个新的研究领域，其快速展开、自组织、多跳路由、动态拓扑等特性使得无线传感器网络成为井下无线通讯网络的理想选择，尤其是多跳路由的信息传输方式可以克服因巷道弯曲、倾斜等造成的无线信号严重损耗等问题。它为井下矿工配置集网络复用性和功能复用性

特点于一体的无线传感器设备。这种复用型网络模式在满足矿井正常运行安全监控需要的同时，实现了应急救援通讯的自动激活，为井下矿工提供更为有效的防护手段，将有助于扭转我国采矿行业安全生产形势严峻被动的现状；

其五，矿井安全监控和灾害应急通讯系统利用先进的语音处理技术，将语音信号数字化、压缩、打包，以有线或无线信道传输实现对移动人员目标的信息交流、任务分配和协调指挥。

**附图说明** 下面结合附图对本发明的优选方式作进一步详细的描述。

图 1 是矿井正常作业环境下形成的一种矿井安全监控系统网络组成模式示意图；

图 2 是矿井发生紧急情况下自组织形成的一种灾害应急通讯网络模式示意图。

图中，1：骨干网络接入；2：网关设备；3：现场总线；4：无线设备接入点；5：现场总线测控设备；6：无线射频通讯链路；7：移动无线传感器节点；7a：无线传感器通讯设备；7b：井下矿工；8：井上救援指挥中心；9：井下救援人员；9a：移动无线搜索设备；9b：收发天线；10：无线通讯链路；11：通讯孤岛网络。

**具体实施方式** 参见图 1、图 2，有线骨干网络接入 1 经网关设备 2 和现场总线 3 与无线设备接入点 4 电连接，无线设备接入点 4 经无线射频通讯链路 6 与多个移动无线传感器节点 7 电连接，其中，移动无线传感器节点 7 中置有无线传感器通讯设备 7a，它们均由井下矿工 7b 随身携带，现场总线测控设备 5 经现场总线 3 与无线设备接入点 4 电连接而形成矿井安全监控的网络体系结构。带有收发天线 9b 的移动无线搜索设备 9a 置于井下救援人员 9 处，且由井下救援人员 9 随身携带，无线传感器通讯设备 7a 与井上救援指挥中心 8 间通过移动无线搜索设备 9a 经无线通讯链路 10 电连接，无线传感器通讯设备 7a 相互之间经无线通讯链路 10 电连接，其中，井下救援人员 9 与井上救援指挥中心 8 间置有内置通讯传输电缆的探险绳，无线传感器通讯设备 7a 内置有相互电连接的便携式环境参数部件、目标定位和跟踪装置、无线寻呼装置和对讲装置、人机接口设备以及无线射频通讯链路 6 无信号时自动启动无线通讯链路 10 工作的装置，且其的工作频段为 900~3000MHz；无线传感器通讯设备 7a 之间在未与移动无线搜索设备 9a 实现无线通讯链路 10 电连接时，相互间形成通讯孤岛网络 11，从而构成灾害应急通讯的网络体系结构。

矿井安全监控和灾害应急通讯系统网络主要围绕为井下矿工 7b 配置的核心



单元即移动无线传感器节点 7。这种移动无线传感器节点 7 本身集网络复用性和功能复用性特点于一体，而构建的井下环境网络则很好的兼顾了正常运行状态和发生紧急状况时这两种主要采矿行业作业的实际情况。

在矿井正常作业情况下，该网络是一个矿井环境运行安全监控系统，它由骨干网络接入 1、网关设备 2、现场总线 3、无线设备接入点 4、现场总线测控设备 5、无线射频通讯链路 6 和移动无线传感器节点 7 构成。这是一种由有线方式的现场总线网络和无线方式的通讯网共同组成的复合型运行网络，无线设备接入点 4 和现场总线测控设备 5 被固定的安置在井下有需要且可行的固定位置环境中，它们直接挂接在现场总线 3 上，并经网关设备 2 转换并连接井上骨干网络接入 1 和监控平台；井下矿工 7b 及其身上配置的无线传感器通讯设备 7a 共同构成了移动无线传感器节点 7，它们通过无线射频通讯链路 6 在一定的有效范围内与无线设备接入点 4 通讯；并可通过无线设备接入点 4，以现场总线 3 媒介，实现交互式语音、数据等的传输、处理和控制在。这时，移动无线传感器节点 7 的功能有：

作为运行安全监控系统的移动目标，提供定位、跟踪指示等功能；

作为运行安全监控系统的移动信息源，实现矿井下环境参数的无死角采集、移动传输和处理功能，拓展了固定位置的现场总线设备的测控范围；

井下矿工 7b 通过现场总线 3 及网关设备 2 和无线设备接入点 4 可以与井上人员相互之间移动无线寻呼和对讲，实现任务分配和协调控制功能。

在矿井发生紧急情况如突发性灾害或事故时，井下的有线通讯网络遭到破坏，有线通讯方式失效，这时移动无线传感器节点 7 随即通过自组织方式形成应急通讯网，并与井下救援人员 9 携带的移动无线搜索设备 9a 组成应急通讯与救援网络，这个网络由井上救援指挥中心 8、井下救援人员 9、无线通讯链路 10、配置有无线传感器通讯设备 7a 的被困井下矿工 7b 即移动无线传感器节点 7 组成；

同时，很可能会出现部分被困井下矿工 7b 和另一部分井下矿工 7b 相互隔离并无法联络的通讯孤岛网络 11，这样的通讯孤岛网络 11 可以有若干个，由数目不等的移动无线传感器节点 7 及其之间的无线通讯链路 10 组成，也可能只有一个独立的移动无线传感器节点 7 构成。

井下救援人员 9 身上装有收发天线 9b 的移动无线搜索设备 9a 搜寻并连接到某通讯孤岛网络 11 中的任一移动无线传感器节点 7 后，即可在井上救援指挥中心 8、井下救援人员 9、被困井下矿工 7b 之间建立临时的应急通讯网络，该

通讯孤岛网络 11 随即被救活，井下救援人员 9 又可利用被救活网络中有效的移动无线传感器节点 7 作为信息中继，继续搜寻其他尚待救援的通讯孤岛网络 11，该模式下的网络完全以无线方式工作，也可以以有线和无线混合方式工作。

当井下救援人员 9 与井上救援指挥中心 8 之间的距离已超出无线通讯的有效范围时，需要随行携带内置通讯传输电缆的探险绳来保持与井上的通讯联络。井下救援人员 9 利用接受移动无线传感器节点 7 发出的有效信息，得到井下矿工 7b 位置和他们所处环境参数如温度、氧气浓度、有害气体情况等，实现救助和搜寻被困或遇难人员；而井上救援指挥中心 8 在及时获得上述参数后，可远程指导井下矿工 7b 做出快速合理的营救决策，引导他们采取合适的救援措施。同时，井下灾害应急通讯网络中的通讯孤岛网络 11 内部也可进行移动无线传感器节点 7 之间的无线通讯交流，使井下矿工 7b 互助互救、协调行动。因此，在矿井灾害应急通讯网络环境中，移动无线传感器节点 7 实现的功能有：

- 1、应急语音或数据通讯功能；
- 2、灾害环境参数采集、处理和传输；
- 3、接受指挥中心和救援人员的调度和协调，实施自救和互救。

井下救援人员 9 携带的移动无线搜索设备 9a 从功能上可以看作是灾害应急通讯网络的网关，它具有两种通讯接口作用：一方面以无线方式搜索井下的自组织无线应急通讯网络，与之建立无线通讯链路；另一方面以无线或有线方式与井上救援指挥中心 8 建立通讯联系。

本发明采用无线通讯和传感器新技术，提出一种可同时应用于矿井安全监控和灾害应急通讯系统的新型网络，这种网络是一个物理网络、两种工作方式，无需重复建网，其核心是实现集网络复用性和功能复用性特点于一体的移动无线传感器节点 7 的功能及其通讯。

具体实施过程中复用型的移动无线传感器节点 7 功能实现为：

移动无线传感器节点 7 在如附图 1 和图 2 所示的两种矿井环境网络模式中分别实现相应的多种功能，因此设计的移动无线传感器节点 7 的无线传感器通讯设备 7a 包括了下列一些功能组件：

- 1、便携式的环境参数（如有害气体浓度、氧气浓度和温度、湿度等）检测仪器，不仅实现井下环境参数的移动、无死角检测，而且可利用多传感器信息融合获得更高检测精度，并能够及时发现失效传感器；

- 2、目标定位和跟踪装置，借鉴 RFID 的思想，实现井下矿工 7b 的目标定位和跟踪，定位精度取决于固定的无线设备接入点 4 的分布密度和与移动无线传

感器节点 7 的无线射频通讯链路 6 的距离；

3、无线寻呼装置和对讲装置；

4、人机接口设备，考虑到井下作业环境的实际情况，设计安装蜂鸣器、按键、液晶显示屏等器件，预编制简便的操作程序或参数设置，使移动无线传感器节点 7 的使用简单、直观友好。

利用有线骨干网络接入 1 连接无线设备接入点 4、连接移动无线传感器节点 7 形成矿井安全监控的网络体系结构。

利用井上救援指挥中心 8 连接井下救援人员 9、连接被困井下矿工 7b 即移动无线传感器节点 7 形成自组织灾害应急通讯网络结构。

矿井安全监控和灾害应急通讯系统利用先进的语音处理技术，将语音信号数字化、压缩、打包，以有线或无线信道传输实现对移动人员目标的信息交流、任务分配和协调指挥。

设计复用型的移动无线传感器节点 7，是实现智能化、网络化的关键，在实施时还需进一步完善以下各点：

1、智能传感信息的处理、传输和表达方法。研究探索可应用的智能传感信息的数据获取形式和类别，优先分级处理的原则和方法，基于无线传感器网络的带宽自适应信息压缩和传输规则，以及传感信息在控制中心界面上的简单直观表达方式。

2、标准化的数字接口。参照 IEEE1451.1/.2/.5 标准实现智能传感器接口模块 (STIM)，包括电子表单 (TEDS) 等，参照 IEEE802.15.4 标准实现无线传感器网络互连，设计出符合国际标准、即插即用的智能化无线传感器接口协议，改变目前各厂家矿井安全监控系统 and 功能模块接口协议各不相同、互不兼容的状况，推动矿用无线传感器网络接口协议的标准化、规范化和通用化。

综合考虑网络带宽、节点造价、体积、功耗和安全性等因素，选用低功耗、紧凑型、高集成度的商用器件缩小节点体积，降低成本；选用本质安全型防爆组件，通过可靠的保护电路和外形结构，抑制可能发生的电火花和热效应，设计高安全性移动无线传感器节点。各功能单元采用模块化设计方法，通过系统集成，可为不同类型和任务的作业人员提供相应的功能配置和组合；无线传感器通讯设备 7a 组件可以集成置于井下矿工 7b 佩戴的安全帽体中，它具有便携性、标准化、智能化、可扩展等特点，称为“智能”安全帽。

3、完善自组织灾害应急通讯网络。在矿井正常运行情况下，有线网络通讯通畅，井下形成多个以无线设备接入点 4 为通讯中心的局部无线传感器网络，

在这种局部网络中，由于存在唯一中心控制点即无线设备接入点4，并且是单跳通讯，可采用成熟的主从式无线网络控制协议。矿井发生紧急情况如灾害后形成的自组织灾害应急通讯网络，需要进一步具体规划其网络体系结构包括物理层、数据链路层、网络层等，其中：

(1)、物理层设计方面，本发明采用迅速发展的无线电通讯技术，矿井下无线电通讯实质上是借用巷道的纵向导体作为波导，所以电波在巷道中传播也呈现出导波特性的，利用900~3000MHz这一频段可实现井下径向无线通讯。

(2)、数据链路层设计方面，井下应急通讯网络属于树枝状动态拓扑结构，这种网络的拓扑结构会频繁发生变化，因此不采用基于预约的媒体访问控制协议(MAC协议)，而采用基于随机竞争或者是预约与随机竞争相结合的MAC协议；应急通讯网络的载波侦听多路访问(CSMA)应进一步引入节能和适应动态拓扑的措施，如无线信道周期性监听、反馈控制数据发送速率等。

(3)、网络层设计方面，网络层需要为动态拓扑网络提供可靠的路由选择，而应急通讯网络属于局部线形、全局树杈形拓扑结构，同时这种网络路由跳数可能很多，应尽量避免维护庞大、多变的路由表，因此本发明利用无线传感器网络路由思想来改进传统的“泛洪”(Flooding)协议思想，综合考虑能耗、带宽、公平性等多种因素，设计不需要维持网络动态拓扑结构、路由表的路由协议，并避免了信息爆炸问题。

显然，本领域的技术人员可以对本发明的矿井安全监控和灾害应急通讯系统及其运行方法进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

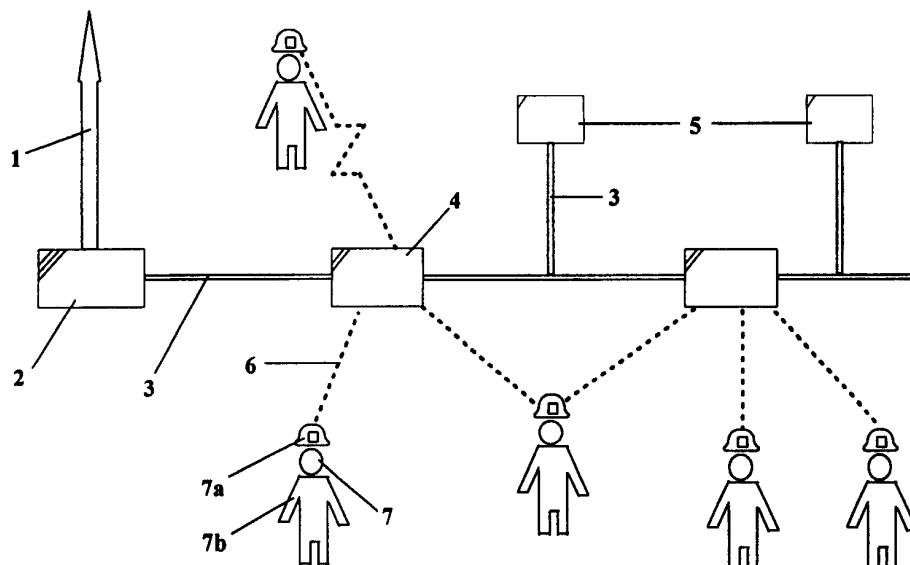


图 1

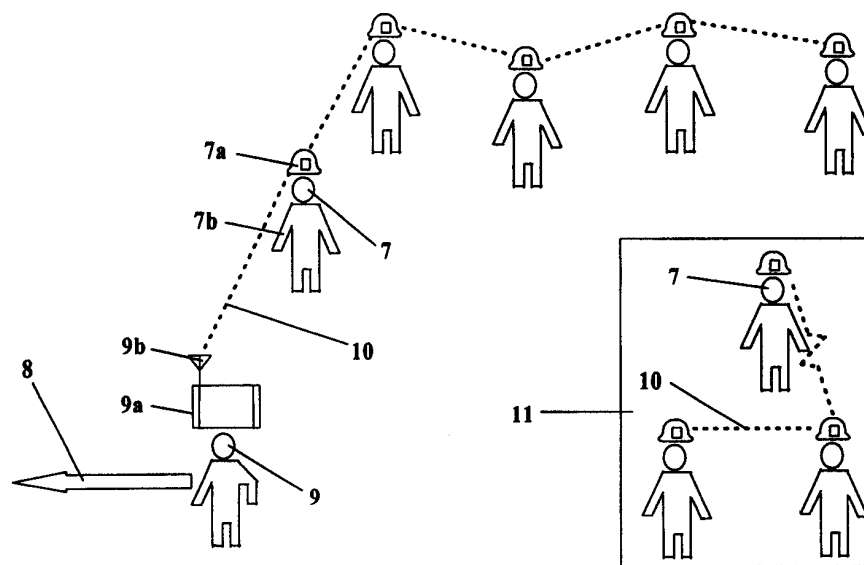


图 2