



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106224007 A

(43)申请公布日 2016.12.14

(21)申请号 201610735409.7

(22)申请日 2016.08.26

(71)申请人 招商局重庆交通科研设计院有限公司

地址 400060 重庆市南岸区学府大道33号

(72)发明人 刘海京 涂耘 郑佳艳 王小军  
杨少晨 曾知法

(74)专利代理机构 北京酷爱智慧知识产权代理有限公司 11514

代理人 李向英

(51)Int.Cl.

E21F 17/18(2006.01)

E21F 11/00(2006.01)

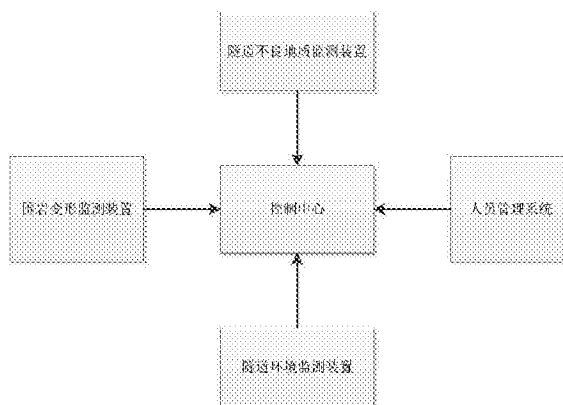
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

## (54)发明名称

隧道施工安全监测预警管理系统

## (57)摘要

本发明公开了一种隧道施工安全监测预警管理系统,涉及隧道施工管理技术领域,包括隧道不良地质监测装置、围岩变形监测装置、隧道环境监测装置、人员管理系统和控制中心,全面地对隧道施工安全的各方面进行实时监测,分别对隧道掌子面的地质情况进行分析监测、对围岩内壁的变形、岩体沉降、压力等进行监测、隧道洞内的有毒有害气体的浓度、隧道洞内的温度、地下水情况、粉尘、风速、风压、噪声和爆破震动方面进行监测和对洞内的人员定位管理,一旦监测到有施工安全危险便作出预警,减少安全事故的发生,消除安全隐患,避免人员伤亡。



1. 隧道施工安全监测预警管理系统,其特征在於:包括隧道不良地质监测装置、围岩变形监测装置、隧道环境监测装置、人员管理系统和控制中心,所述隧道不良地质监测装置用于实时监测隧道掌子面地质信息;所述围岩变形监测装置用于实时监测围岩结构的形变情况;所述隧道环境监测装置用于监控隧道内、外部环境;所述人员管理系统用于管理施工人员在隧道洞内的情况;所述控制中心用于接收隧道不良地质监测装置、围岩变形监测装置、隧道环境监测装置和人员管理系统传送的信息,并根据该信息进行分析处理,实现对隧道不良地质、围岩形变、隧道环境和人员的实时监测和预警。

2. 如权利要求1所述的隧道施工安全监测预警管理系统,其特征在於:所述隧道不良地质监测装置包括图像采集装置,用于采集隧道掌子面地质图像数据;图像处理装置,根据所述采集到的隧道掌子面地质图像数据对掌子面进行岩性分析,得到掌子面岩体的结构面特征和岩体纹理特征;三维地质结构模型重建装置,将所述结构面特征和岩体纹理特征进行三维地质结构模型重建,对掌子面进行地质分析、地质切片后生成地质剖面图;第一通信模块,用于将地质剖面图发送到控制中心。

3. 如权利要求2所述的隧道施工安全监测预警管理系统,其特征在於:所述图像采集装置包括摄像装置、红外测温仪、激光测距仪和辅助照明装置,所述摄像装置设置在掌子面的正前方,能完整拍摄整个掌子面的图像,所述红外测温仪和激光测距仪分别与摄像装置并排设置,所述辅助照明装置设置在摄像装置的非成像区域。

4. 如权利要求3所述的隧道施工安全监测预警管理系统,其特征在於:所述图像处理装置包括顺次连接的图像比例转换模块、图像预处理模块、边界提取模块、结构面信息提取模块和结构面信息分析模块。

5. 如权利要求1所述的隧道施工安全监测预警管理系统,其特征在於:所述围岩变形监测装置包括顺次连接的传感器组、自动采集控制模块和第二通信模块,所述传感器组用于分别监测围岩内壁的位移变形、压力变化、混凝土应变力变化、温度变化、水压变化等信息;所述自动采集控制模块用于控制传感器组分别采集信号的周期和发送所述信号的频率;所述传感器组通过第二通信模块将采集到信号发送到控制中心。

6. 如权利要求1所述的隧道施工安全监测预警管理系统,其特征在於:所述隧道环境监测装置包括隧道洞内环境监测装置,所述隧道洞内环境监测装置包括用于检测隧道洞内气体浓度的气体检测装置、用于检测隧道洞内环境状况的环境要素检测装置、用于处理数据的处理器、用于发出报警信号的报警装置和用于显示正常或异常情况的第一显示装置、用于处理异常情况的异常控制装置和用于传输数据的第三通信模块,所述气体检测装置、环境要素检测装置、报警装置、第一显示装置、异常控制装置和第三通信模块分别与处理器连接。

7. 如权利要求6所述的隧道施工安全监测预警管理系统,其特征在於:所述环境要素检测装置包括温度传感器、水压传感器、流量传感器、粉尘传感器、风速传感器、风压传感器、噪声传感器和加速度传感器,所述温度传感器、水压传感器、流量传感器、粉尘传感器、风速传感器、风压传感器、噪声传感器和加速度传感器分别与处理器连接。

8. 如权利要求1所述的隧道施工安全监测预警管理系统,其特征在於:所述人员管理系统包括由进入隧道人员携带的人员定位信息卡,所述人员定位信息卡上有RFID定位标签和UWB定位标签;安装在隧道洞内的多个定位基站,根据隧道的实际情况安装,所述定位基站

内设有RFID接收模块和UWB接收模块,与所述人员定位信息卡上的RFID定位标签和UWB定位标签进行无线通信获取人员定位信息;服务器,通过有线或无线方式与定位基站连接,接收和处理定位基站传来的人员定位信息;第二显示装置,用于显示施工人员的相关信息。

9.如权利要求8所述的隧道施工安全监测预警管理系统,其特征在于:所述RFID接收模块分别设置在隧道洞外、二衬施作区、仰拱施作区和开挖作业区,所述UWB接收模块设置在开挖作业区。

10.如权利要求8所述的隧道施工安全监测预警管理系统,其特征在于:所述人员定位信息卡上还设有GSM通信模块、第三显示装置、按键电路、语音模块、单片机及电池供电电路,所述GSM通信模块、第三显示装置、按键电路、语音模块分别与单片机连接,单片机与电池供电电路连接。

## 隧道施工安全监测预警管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及隧道施工管理技术领域,特别涉及一种隧道施工安全监测预警管理系统。

### 背景技术

[0002] 目前,生产安全是施工环节中的重中之重,生产安全的核心是人员的安全。隧道施工安全迫切需要利用现代的先进技术实现隧道施工安全的预警。同时,相应地需要对施工设备和人员跟踪定位,全天候对隧道施工人员进行实时、以及远程可视化自动跟踪和管理。因此,对隧道施工安全预警和可视化远程管理的研究具有重要的理论意义和实际应用价值。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明要解决的技术问题在于提供一种隧道施工安全监测预警管理系统,对隧道洞内的不良地质、围岩变形、隧道洞内环境和人员进行实时监测和预警,减少事故发生率,消除安全隐患。

[0004] 本发明通过以下技术手段解决上述技术问题:

[0005] 本发明提供了一种隧道施工安全监测预警管理系统,包括隧道不良地质监测装置、围岩变形监测装置、隧道环境监测装置、人员管理系统和控制中心,所述隧道不良地质监测装置用于实时监测隧道掌子面地质信息;所述围岩变形监测装置用于实时监测围岩结构的形变情况;所述隧道环境监测装置用于监控隧道内、外部环境;所述人员管理系统用于管理施工人员在隧道洞内的情况;所述控制中心用于接收隧道不良地质监测装置、围岩变形监测装置、隧道环境监测装置和人员管理系统传送的信息,并根据该信息进行分析处理,实现对隧道不良地质、围岩形变、隧道环境和人员的实时监测和预警。

[0006] 进一步,隧道不良地质监测装置包括图像采集装置,用于采集隧道掌子面地质图像数据;图像处理装置,根据所述采集到的隧道掌子面地质图像数据对掌子面进行岩性分析,得到掌子面岩体的结构面特征和岩体纹理特征;三维地质结构模型重建装置,将所述结构面特征和岩体纹理特征进行三维地质结构模型重建,对掌子面进行地质分析、地质切片后生成地质剖面图;第一通信模块,用于将地质剖面图发送到控制中心。

[0007] 进一步,图像采集装置包括摄像装置、红外测温仪、激光测距仪和辅助照明装置,所述摄像装置设置在掌子面的正前方,能完整拍摄整个掌子面的图像,所述红外测温仪和激光测距仪分别与摄像装置并排设置,所述辅助照明装置设置在摄像装置的非成像区域。

[0008] 进一步,图像处理装置包括顺次连接的图像比例转换模块、图像预处理模块、边界提取模块、结构面信息提取模块和结构面信息分析模块。

[0009] 进一步,围岩变形监测装置包括顺次连接的传感器组、自动采集控制模块和第二通信模块,所述传感器组用于分别监测围岩内壁的位移变形、压力变化、混凝土应变力变化、温度变化、水压变化等信息;所述自动采集控制模块用于控制传感器组分别采集信号的

周期和发送所述信号的频率;所述传感器组通过第二通信模块将采集到信号发送到控制中心。

[0010] 进一步,隧道环境监测装置包括隧道洞内环境监测装置,所述隧道洞内环境监测装置包括用于检测隧道洞内气体浓度的气体检测装置、用于检测隧道洞内环境状况的环境要素检测装置、用于处理数据的处理器、用于发出报警信号的报警装置和用于显示正常或异常情况的第一显示装置、用于处理异常情况的异常控制装置和用于传输数据的第三通信模块,所述气体检测装置、环境要素检测装置、报警装置、第一显示装置、异常控制装置和第三通信模块分别与处理器连接。

[0011] 进一步,环境要素检测装置包括温度传感器、水压传感器、流量传感器、粉尘传感器、风速传感器、风压传感器、噪声传感器和加速度传感器,所述温度传感器、水压传感器、流量传感器、粉尘传感器、风速传感器、风压传感器、噪声传感器和加速度传感器分别与处理器连接。

[0012] 进一步,人员管理系统包括由进入隧道人员携带的人员定位信息卡,所述人员定位信息卡上有RFID定位标签和UWB定位标签;安装在隧道洞内的多个定位基站,根据隧道的实际情况安装,所述定位基站内设有RFID接收模块和UWB接收模块,与所述人员定位信息卡上的RFID定位标签和UWB定位标签进行无线通信获取人员定位信息;服务器,通过有线或无线方式与定位基站连接,接收和处理定位基站传来的人员定位信息;第二显示装置,用于显示施工人员的相关信息。

[0013] 进一步,RFID接收模块分别设置在隧道洞外、二衬施作区、仰拱施作区和开挖作业区,所述UWB接收模块设置在开挖作业区。

[0014] 进一步,人员定位信息卡上还设有GSM通信模块、第三显示装置、按键电路、语音模块、单片机及电池供电电路,所述GSM通信模块、第三显示装置、按键电路、语音模块分别与单片机连接,单片机与电池供电电路连接。

[0015] 本发明的有益效果:

[0016] 本发明的隧道施工安全监测预警管理系统,全面地对隧道施工安全的各方面进行监测,分别对隧道掌子面的地质情况进行分析监测、对围岩内壁的变形、岩体沉降、压力等进行监测、隧道洞内的有毒有害气体的浓度、隧道洞内的温度、地下水情况、粉尘、风速、风压、噪声和爆破震动方面进行监测和对洞内的人员定位管理,一旦监测到有施工安全危险便作出预警,减少安全事故的发生,消除安全隐患,避免人员伤亡。

## 附图说明

[0017] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步描述。

[0018] 图1为本发明的原理框图。

[0019] 图2为本发明的隧道不良地质监测装置的原理框图。

[0020] 图3为本发明的图像处理装置的原理框图。

[0021] 图4为本发明的围岩变形监测装置的原理框图。

[0022] 图5为本发明的隧道洞内环境装置的原理框图。

[0023] 图6为本发明的人员管理系统的原理框图。

[0024] 图7为本发明的人员定位信息卡的原理框图。

## 具体实施方式

[0025] 以下将结合附图对本发明进行详细说明,如图1-7所示:

[0026] 本发明的隧道施工安全监测预警管理系统,包括隧道不良地质监测装置、围岩变形监测装置、隧道环境监测装置、人员管理系统、通信模块和控制中心,所述隧道不良地质监测装置用于实时监测隧道掌子面地质信息;所述围岩变形监测装置用于实时监测围岩结构的形变情况;所述隧道环境监测装置用于监控隧道洞内、外环境;所述人员管理系统用于管理施工人员在隧道洞内的情况;所述控制中心用于接收隧道不良地质监测装置、围岩变形监测装置、隧道环境监测装置和人员管理系统通过通信模块传送的信息,并根据该信息进行分析处理,实现对隧道不良地质、围岩形变、隧道环境和人员的实时监测和预警。隧道施工安全监测预警管理系统全面地对隧道不良地质、围岩变形、隧道环境和人员管理的实时监测和预警,减少隧道事故发生,消除安全隐患,避免人员伤亡,同时可以对隧道洞内的施工人员进行精确定位管理,便于发生事故时对人员的应急指挥和救援。

[0027] 隧道不良地质监测装置是对隧道掌子面地质情况进行监测,包括图像采集装置,采集隧道掌子面地质图像数据;图像处理装置,根据所述采集到的隧道掌子面地质图像数据对掌子面进行岩性分析,得到掌子面结构面特征和岩体纹理特征;三维地质结构模型重建装置,将掌子面结构面特征和岩体纹理特征进行三维地质结构模型重建,对掌子面进行地质分析、地质切片后生成地质剖面图,地质剖面图被传送到控制中心。

[0028] 图像采集装置,包括摄像装置、红外测温仪、激光测距仪和辅助照明装置,摄像装置设置在掌子面的正前方,能完整拍摄整个掌子面的图像,红外测温仪和激光测距仪分别与摄像装置并排设置,辅助照明装置设置在摄像装置的非成像区域。为了提高检测精度,摄像装置选用有效像素数越高且成像质量越好的数码相机,采用的数码相机型号为佳能EOS450D单反相机,其最大相机分辨率为4272x2848,即1220万像素,相机镜头为德国蔡司变焦镜头,焦距为18-55mm,相机可自动或手动调焦。由于隧道内光线较暗、空气中混杂的粉尘较多,并且相机与被测目标对象间具有一定的距离,所以相机自带的闪光灯无法满足摄取高质量图像的要求,会给图像处理带来难度,也直接影响到摄影测量结果的精度,因此,实际掌子面地质图像采集过程中,利用碘钨灯照亮掌子面,以使掌子面地质图像达到系统处理亮度要求,成像效果更好。摄像装置安装在掌子面的正前方,摄像装置安装在三脚架上,以相机能刚好拍摄完整的掌子面区域为宜。经过掌子面的中心点十字相交线将所述目标对象分成4部分,分别对4部分的目标对象分别拍摄成像,需保证图像间有20%以上的重叠度,在每部分的下部均设置钢尺测量掌子面边墙到中心点的距离,通过所述距离和图像中相对应的两点像素值,计算实物和图像的比例转换系数。把待测掌子面分为4部分,分别对这4部分进行拍摄,然后再将4部分的图像嵌接成完整的掌子面地质图像后进行图像处理,通过掌子面地质图像可以分析不良地质如软弱土体类型、范围、节理间距等参数。将待测掌子面分成4部分进行采集,可以提高采集图像的画面质量,利于后期图像处理,提高图像的准确性。激光测距仪用于确定摄像装置的安装位置,还辅助测量衬砌表面的平整程度、确定节理参数。红外测温仪用于测量掌子面的温度,通过温度确定地下水分布范围,根据实物与图像的比例转换系统可以计算出地下水的实际分布范围。激光测距仪、辅助照明装置与摄像装置并排设置,辅助照明装置不能放置在摄像装置的成像区域,会影响图像数据。采

用摄像装置、红外测温仪、激光测距仪三种仪器结合对掌子面的信息进行采集,使掌子面地质记录系统记录的数据更全面、准确,为地质数据采集预测打下良好的基础。

[0029] 通过图像采集装置能准确、快速对隧道掌子面的地质图像进行采集,经过图像处理装置对掌子面图像进行岩性分析,得到掌子面结构面特征和岩体纹理特征,通过掌子面结构面特征和岩体纹理特征进行三维地质结构模型重建,对三维地质结构模型进行剖切,通过剖切面观察其内部现象的变化,直观性强。通过三维地质结构模型观察岩体结构面产状、分析岩层走势、预测预报危险区域等,为隧道的安全施工提供及时辅助参考,尽可能通过地质预报的方式避免出现隧道塌陷、地下水泛滥等因素导致的人员伤亡。控制中心根据生成的地质剖面图分析预测出掌子面地质情况,提前作出预警指示,减少事故发生。

[0030] 图像处理装置包括顺次连接的图像比例转换模块、图像预处理模块、边界提取模块、结构面信息提取模块和结构面信息分析模块。图像比例转换模块,通过隧道掌子面上两个标示点的实际距离和图像中相对应的两点像素值,计算实物和图像的比例转换系数。

[0031] 图像预处理模块包括灰度变换、色彩均衡化、亮度/对比度调整、色相/饱和度调整、图像滤波、蒙版的一种或多种组合进行图像处理,以达到提高隧道掌子面地质图像质量的目的,这些图像处理方法均为现有技术常用的图像处理方法。

[0032] 三维地质结构模型重建装置包括顺次连接的三维模型建立模块、三维地质预测模块、三维地质切片模块和生成地质剖面图模块。三维模型建立模块利用经过处理的掌子面图像得到结构面特征和岩体特征通过OpenGL技术进行三维建模。三维地质预测模块通过三维建模对隧道掌子面地质进行预测,预测未开挖的隧道地质情况,为下一步施工提供数据参考。三维地质切片模块用于将三维空间模型进行剖切,更好地了解隧道地质情况。生成地质剖面图模块用于剖切后生成地质剖面图,直观地了解地质情况。

[0033] 围岩变形监测装置包括连接的传感器组和自动采集控制模块,传感器组分别监测围岩内壁的位移变形、压力变化、混凝土应变力变化、温度变化、水压变化等信息;自动采集控制模块用于控制传感器组分别采集信号的周期和发送所述信号的频率;传感器组通过通信模块将采集到信号发送到控制中心。传感器组包括用于监测隧道围岩收敛的收敛计;用于监测拱顶下沉、地表下沉的自动全站仪;用于监测围岩体沉降的多点位移传感器;用于监测围岩压力和两层支护之间的压力的压力盒;用于监测锚杆轴力的锚杆测力计;用于监测钢筋应力的钢筋计;用于监测钢拱架应变的应变计;用于监测二衬混凝土应力的混凝土应变计;用于监测爆破震动的加速度传感器;用于监测渗水压力的渗压计;用于监测水流量的流量计;用于监测隧道洞内的温度变化的温度传感器。该装置通过传感器组对围岩内壁的变形、岩体沉降、压力等信息进行采集,再经过通信模块将采集到的信息发送到控制中心,控制中心对围岩的相关信息进行处理,如果发现采集的信息存在不符合相关隧道施工规范、规程要求的数据,控制中心控制发出警示信号,警示施工人员注意安全。

[0034] 隧道环境监测装置包括隧道洞内环境监测装置和隧道洞外环境监测装置。隧道洞内环境监测装置包括用于检测隧道洞内气体浓度的气体检测装置、用于检测隧道洞内环境状况的环境要素检测装置、用于处理数据的处理器、用于发出报警信号的报警装置和用于显示正常或异常情况的第一显示装置、用于处理异常情况的异常控制装置和用于传输数据的第三通信模块,所述气体检测装置、环境要素检测装置、报警装置、第一显示装置、异常控制装置和第三通信模块分别与处理器连接。气体检测装置检测隧道洞内的有毒有害气体的

浓度,环境要素检测装置主要对隧道洞内的温度、地下水情况、粉尘、风速、风压、噪声和爆破震动方面的进行检测,气体检测装置和环境要素检测装置将实时检测到的数据传送到处理器,处理器对数据进行处理,如果发现有数据异常,处理器则控制报警装置工作,并在第一显示装置上显示,且控制异常控制装置工作,做出应急措施,降低异常情况造成危险,处理器把所有检测到的数据存储后通过第三通信模块发送到远程控制中心。隧道洞内环境监测装置不仅实现对有毒有害气体浓度进行监测,还可以监测隧道洞内的其他环境要素,在监测到有数据异常时,处理器及时作出应急措施,减少事故的发生,并发出报警信号,且把实时监测数据发送到远程控制中心,及时通知管理人员。

[0035] 环境要素检测装置包括温度传感器、水压传感器、流量传感器、粉尘传感器、风速传感器、风压传感器、噪声传感器和加速度传感器,所述温度传感器、水压传感器、流量传感器、粉尘传感器、风速传感器、风压传感器、噪声传感器和加速度传感器分别与处理器连接。水压传感器和流量传感器设置在地下表面,用于检测地下水的水压和流量。地下水量预警分级: $L \leq 100\text{m}^3/\text{d}$ ,为四级,轻微水灾害; $100\text{m}^3/\text{d} < L \leq 1000\text{m}^3/\text{d}$ ,为三级,一般水害; $1000\text{m}^3/\text{d} < L \leq 10000\text{m}^3/\text{d}$ ,为二级,较为严重水害; $L > 10000\text{m}^3/\text{d}$ 为一级,严重水害。风速和风压传感器设置在隧道回风巷内,用于检测通风风速和风压,风速传感器是保证安全生产的重要仪器;采用超声波旋涡原理,无转动部件,性能可靠,可长时间连续工作,当风速低于报警点或高于上限报警点时,能发出声光报警,具有测量精度高、范围宽、维护方便等特点。加速度传感器设置在隧道侧壁上,用于检测爆破震动强度,加速度传感器可对微小振动及超强振动进行测量。

[0036] 人员管理系统包括由进入隧道人员携带的人员定位信息卡,所述人员定位信息卡上有RFID定位标签和UWB定位标签;安装在隧道洞内的多个定位基站,根据隧道的实际情况安装,所述定位基站内设有RFID接收模块和UWB接收模块,与所述人员定位信息卡上的RFID定位标签和UWB定位标签进行无线通信获取人员定位信息;服务器,通过有线或无线方式与定位基站连接,接收和处理定位基站传来的人员定位信息;第二显示装置,用于显示施工人员的相关信息。第二显示装置为LED显示屏,LED显示屏与服务器连接。人员定位信息卡上的RFID定位标签和UWB定位标签上有对应的唯一的编码,与施工人员的信息相对应。UWB标签发出的UWB脉冲信号通过定位基站接收和传输,采用信号到达时间差(TDOA)测量技术,使定位基站通过UWB标签找到携带人员定位信息卡的施工人员的实际位置,定位精度可达10cm。人员定位信息卡可设置在施工人员的安全帽上或者工作服上。将隧道分区,分为隧道洞外区、二衬施作区、仰拱施作区、开挖作业区,施工人员位于隧道洞外的施工风险小,位于二衬施作区风险较小,位于仰拱施作区风险一般,位于开挖作业区的风险较大,定位基站分别设置在隧道洞外区、二衬施作区、仰拱施作区、开挖作业区,在隧道洞外区、二衬施作区、仰拱施作区、开挖作业区设置RFID接收模块。人员定位信息卡中的RFID定位标签每隔几秒向外发送一次数据(无线信号),这些数据被周围的定位基站接收,定位基站经过数据处理后可确定其周围有哪些人员的定位信息卡。由于人员定位信息卡和人员一一对应,从而可以知道在定位基站附近有哪些人员。同时,服务器可根据基站接收到的人员定位信息卡发送的无线信号的信号强度,判断出携带该人员定位信息卡的人员与定位基站的距离,判断出该人员在隧道中的大概位置,直观得到施工人员在隧道洞内的分布情况,人员信息、进洞、出洞的时间、人员行动路径等,实现对人员的考勤管理,且把施工人员在隧道中的位置通过



LED显示屏显示出来。在高风险的开挖作业区的定位基站还设置了UWB接收模块,对高风险区域附近的人员做精确定位,便于发生紧急情况时,准确判断在高风险区域的人员的位置,利于应急管理和救援。

[0037] 人员定位信息卡上还设有GSM通信模块、第三显示装置、按键电路、语音模块、单片机及电池供电电路,所述GSM通信模块、第三显示装置、按键电路、语音模块分别与单片机连接,单片机与电池供电电路连接。GSM通信模块用于施工人员在危急关头向隧道外部的人员发送消息。人员定位信息卡上的第三显示装置采用液晶显示屏,用于显示施工人员所处位置与应急通道的位置路线,语音模块用于播报安全注意事项或遇到危险时逃往应急通道的路径。在人员定位信息卡上设置GSM通信模块、第三显示装置、按键电路、语音模块、单片机及电池供电电路,方便施工人员在隧道洞内发送突发意外时通过短信与外界通信,并接收外部发送的应急逃生路线,有利于突发危险时对施工人员的管理和救援。

[0038] 本发明的隧道施工安全监测预警管理系统,全面地对隧道施工安全的各方面进行监测,分别对隧道掌子面的地质情况进行分析监测、对围岩内壁的变形、岩体沉降、压力等进行监测、隧道洞内的有毒有害气体的浓度、隧道洞内的温度、地下水情况、粉尘、风速、风压、噪声和爆破震动方面进行监测和对洞内的人员定位管理,一旦监测到有施工安全危险便作出预警,减少安全事故的发生,消除安全隐患,避免人员伤亡。

[0039] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

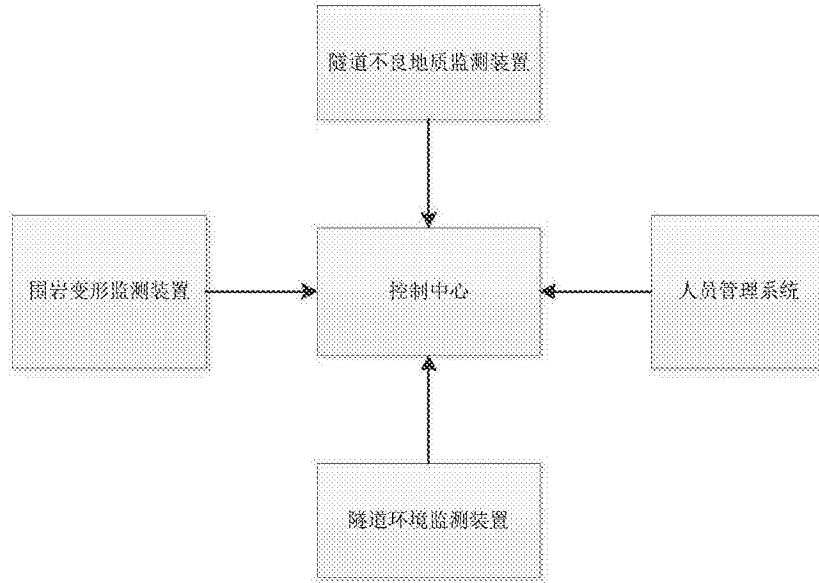


图1

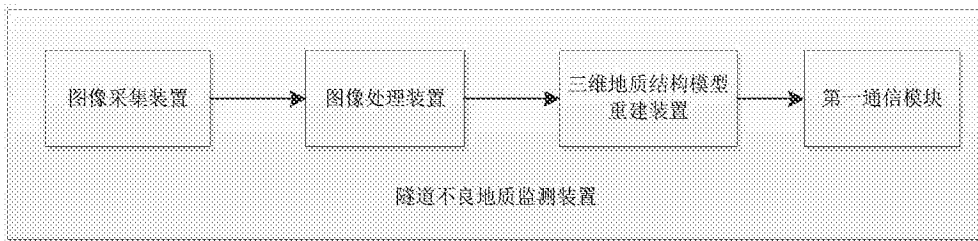


图2

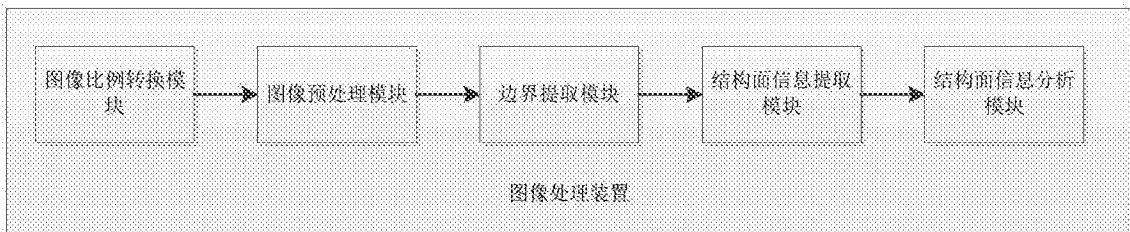


图3

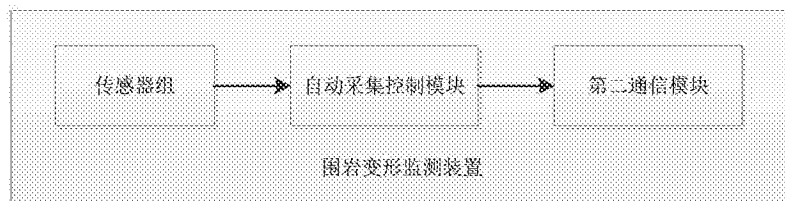


图4

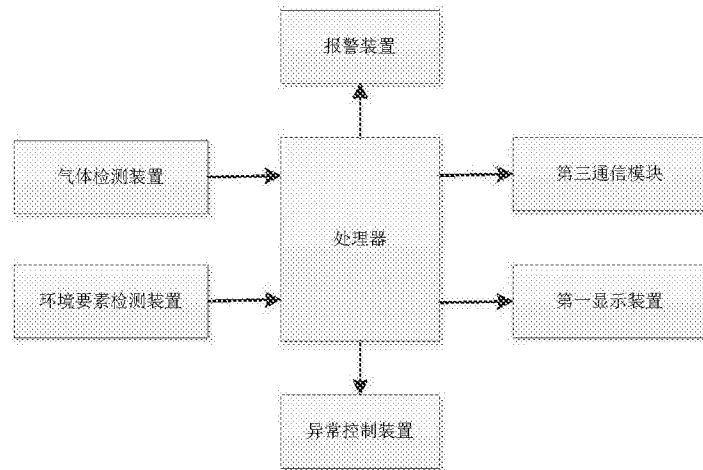


图5

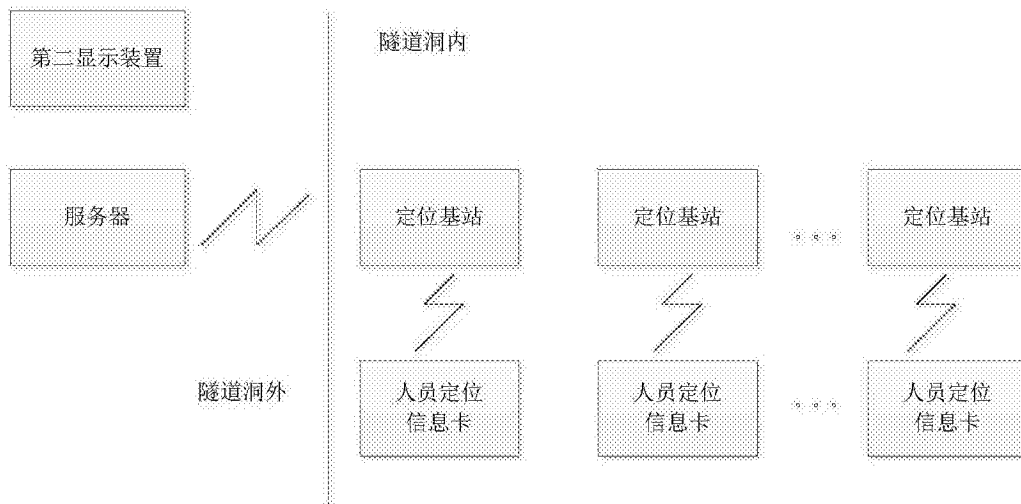


图6

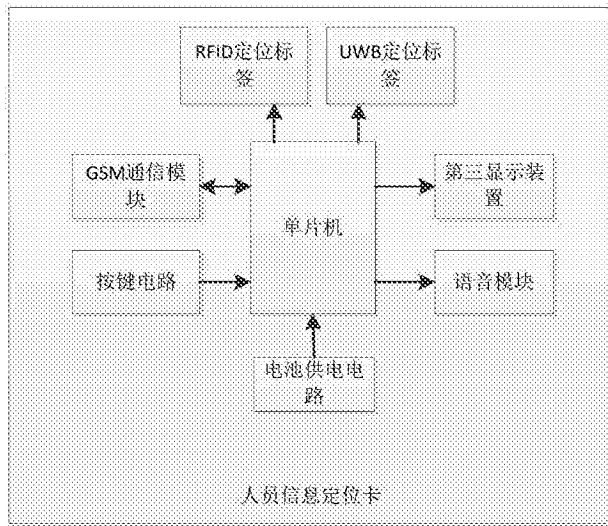


图7