



(21) 申请号 202410114920.X

G01D 21/02 (2006.01)

(22) 申请日 2024.01.25

(71) 申请人 深圳大学

地址 518061 广东省深圳市南山区粤海街
道南海大道3688号

(72) 发明人 廖龙辉 陈剑平 武妍池 熊真

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事
务所(普通合伙) 44268

专利代理师 陈专

(51) Int. Cl.

A61B 5/0205 (2006.01)

G16H 50/30 (2018.01)

A61B 5/145 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

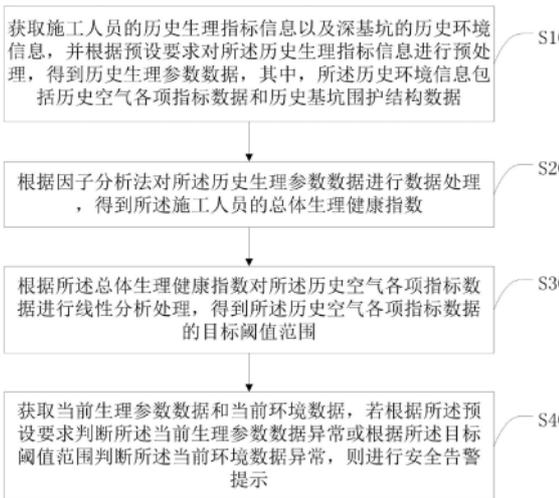
权利要求书3页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

一种深基坑施工工人生理健康监测及环境
监测预警方法

(57) 摘要

本发明公开了一种深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法,所述方法包括:获取历史生理指标信息、历史空气各项指标数据以及历史基坑围护结构数据,并根据预设要求对历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据;根据因子分析法对历史生理参数数据进行数据处理,得到施工人员的总体生理健康指数;根据总体生理健康指数对历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到历史空气各项指标数据的目标阈值范围;获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示。本发明有效的保证了深基坑的正常施工以及施工人员的人身安全。



1. 一种深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其特征在于,所述深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法包括:

获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,其中,所述历史环境信息包括历史空气各项指标数据和历史基坑围护结构数据;

根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数;

根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围;

获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示。

2. 根据权利要求1所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其特征在于,所述获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,具体包括:

获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并设置所述历史生理指标信息中每项生理参数对应的预设生理参数阈值;

将所述历史生理指标信息中的每项生理参数与对应的预设生理参数阈值进行对比,并将所述历史生理指标信息中超出所述预设生理参数阈值的生理参数进行删除,得到所述历史生理参数数据。

3. 根据权利要求1所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其特征在于,所述根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数,具体包括:

对所述历史生理参数数据进行数据标准化处理,得到标准化生理参数数据,其中,所述数据标准化处理的计算公式为: $(x-\mu)/\sigma$, x 为每个施工人员对应的历史生理参数数据, μ 为所述历史生理参数数据中所有施工人员在任意一种生理指标下的均值, σ 为所述历史生理参数数据中所有施工人员在任意一种生理指标下的标准差;

根据所述标准化生理参数数据构建标准化矩阵,并根据所述标准化矩阵得到对应的相关系数矩阵;

获取所述相关系数矩阵中的多个特征值以及对应的多个特征向量,并根据多个所述特征值和多个所述特征向量确定所述历史生理参数数据中公共因子的个数,以及每个公共因子与所述历史生理参数数据之间的多元线性关系方程;

根据所述历史生理参数数据和所述多元线性关系方程确定所述公共因子对应的数值,并根据所述公共因子对应的数值以及所述公共因子在所述历史生理参数数据中的分配权重计算得到所述总体生理健康指数。

4. 根据权利要求3所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其特征在于,所述根据所述标准化生理参数数据构建标准化矩阵,并根据所述标准化矩阵得到对应的相关系数矩阵,具体包括:

获取所述历史生理参数数据对应的施工人员的人数,并根据所述施工人员的人数和所述标准化生理参数数据构建标准化矩阵;

计算所述标准化矩阵中不同生理指标参数对应的协方差和标准差,并根据所述协方差和所述标准差得到所述相关系数矩阵,其中,所述相关系数矩阵的计算公式为: $\rho(X1, X2) = COV(X1, X2) / (\sigma X1 \sigma X2)$,其中, $X1$ 和 $X2$ 代表不同的生理指标参数, $\rho(X1, X2)$ 为相关系数矩阵, $COV(X1, X2)$ 为不同生理指标参数的协方差, $\sigma X1 \sigma X2$ 为不同生理指标参数的标准差。

5. 根据权利要求3所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其特征在于,所述获取所述相关系数矩阵中的多个特征值以及对应的多个特征向量,并根据多个所述特征值和多个所述特征向量确定所述历史生理参数数据中公共因子的个数以及每个公共因子与所述历史生理参数数据之间的多元线性关系方程,具体包括:

获取所述相关系数矩阵中的多个特征值以及对应的多个特征向量,并将多个所述特征值从大到小的顺序进行排列,当多个所述特征值满足预设条件时,得到所述公共因子的目标个数;

按照从大到小的顺序提取多个所述特征值中所述目标个数的特征值,根据所述目标个数的特征值构建载荷矩阵,并根据所述载荷矩阵得到每个公共因子与所述历史生理参数数据之间的所述多元线性关系方程。

6. 根据权利要求1所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其特征在于,所述根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围,具体包括:

根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据与所述总体生理健康指数之间的函数关系,其中,所述函数关系的表达式为: $Y_i = k\theta + b$,其中, Y_i 为所述历史空气各项指标数据中的任意一个空气指标数据, θ 为每个施工人员对应的总体生理健康参数, k 和 b 为所述函数关系中的常量;

根据所述总体生理健康指数和所述函数关系确定所述历史空气各项指标数据对应的目标阈值范围。

7. 根据权利要求1所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其特征在于,所述当前环境数据包括当前空气各项指标数据和当前基坑围护结构数据;所述获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示,具体包括:

获取所述当前生理参数数据、所述当前空气各项指标数据以及所述当前基坑围护结构数据,并根据所述历史基坑围护结构数据设置预设基坑围护结构阈值;

若所述当前生理参数数据中的任意一项生理参数大于对应的预设生理参数阈值,则判定所述当前生理参数数据异常,并进行安全告警提示;

若所述当前空气各项指标数据中的任意一项空气指标大于对应的目标阈值范围,则判定所述当前空气各项指标数据异常,并进行安全告警提示;

若所述当前基坑围护结构数据中任意一项基坑围护结构参数大于对应的预设基坑围护结构阈值,则判定所述当前基坑围护结构数据异常,并进行安全告警提示。

8. 一种深基坑施工工人健康监测及环境监测预警系统,其特征在于,所述深基坑施工工人健康监测及环境监测预警系统包括:

历史数据采集模块,用于获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,其中,

所述历史环境信息包括历史空气各项指标数据和历史基坑围护结构数据；

历史数据处理模块,用于根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数；

空气指标范围确定模块,用于根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围；

数据异常告警模块,用于获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示。

9.一种终端,其特征在于,所述终端包括:存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警程序,所述深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警程序被所述处理器执行时实现如权利要求1-7任一项所述的深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法的步骤。

10.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警程序,所述深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警程序被处理器执行时实现如权利要求1-7任一项所述的深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法的步骤。

一种深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数据监测技术领域,尤其涉及一种深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法、系统、终端及计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 深基坑开挖风险极大,为了保证深基坑开挖的各项工作有序进行,需要做好现场施工的安全风险管控工作,从施工人员的各项生理指标与现场环境等多个方面着手。

[0003] 但是传统的深基坑施工安全监测技术,采用简单的视频监控和少量传感器,例如工人可穿戴设备来采集工人的各项生理数据,环境监测系统可以对特定环境参数进行检测或通过结构健康检测系统检测各项结构变形指标,但上述技术监测功能相对独立且单一,无法实现对施工环境以及工人状态进行全面且准确的智能监测,从而导致对深基坑开挖过程中出现的异常状况预警不及时,影响了深基坑的正常开挖工作以及施工人员的生命安全。

[0004] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于提供一种深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法、系统、终端及计算机可读存储介质,旨在解决现有技术中无法实现对深基坑施工环境以及工人状态进行全面且准确的智能监测,从而导致对深基坑开挖过程中出现的异常状况预警不及时,影响了深基坑的正常开挖工作以及施工人员生命安全的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法,所述深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法包括如下步骤:

[0007] 获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,其中,所述历史环境信息包括历史空气各项指标数据和历史基坑围护结构数据;

[0008] 根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数;

[0009] 根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围;

[0010] 获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示。

[0011] 可选地,所述的深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法,其中,所述获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,具体包括:

[0012] 获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并设置所述历史

生理指标信息中每项生理参数对应的预设生理参数阈值；

[0013] 将所述历史生理指标信息中的每项生理参数与对应的预设生理参数阈值进行对比,并将所述历史生理指标信息中超出所述预设生理参数阈值的生理参数进行删除,得到所述历史生理参数数据。

[0014] 可选地,所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其中,所述根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数,具体包括:

[0015] 对所述历史生理参数数据进行数据标准化处理,得到标准化生理参数数据,其中,所述数据标准化处理的计算公式为: $(x-\mu)/\sigma$, x 为每个施工人员对应的历史生理参数数据, μ 为所述历史生理参数数据中所有施工人员在任意一种生理指标下的均值, σ 为所述历史生理参数数据中所有施工人员在任意一种生理指标下的标准差;

[0016] 根据所述标准化生理参数数据构建标准化矩阵,并根据所述标准化矩阵得到对应的相关系数矩阵;

[0017] 获取所述相关系数矩阵中的多个特征值以及对应的多个特征向量,并根据多个所述特征值和多个所述特征向量确定所述历史生理参数数据中公共因子的个数,以及每个公共因子与所述历史生理参数数据之间的多元线性关系方程;

[0018] 根据所述历史生理参数数据和所述多元线性关系方程确定所述公共因子对应的数值,并根据所述公共因子对应的数值以及所述公共因子在所述历史生理参数数据中的分配权重计算得到所述总体生理健康指数。

[0019] 可选地,所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其中,所述根据所述标准化生理参数数据构建标准化矩阵,并根据所述标准化矩阵得到对应的相关系数矩阵,具体包括:

[0020] 获取所述历史生理参数数据对应的施工人员的人数,并根据所述施工人员的人数和所述标准化生理参数数据构建标准化矩阵;

[0021] 计算所述标准化矩阵中不同生理指标参数对应的协方差和标准差,并根据所述协方差和所述标准差得到所述相关系数矩阵,其中,所述相关系数矩阵的计算公式为: $\rho(X1, X2) = COV(X1, X2) / (\sigma X1 \sigma X2)$,其中, $X1$ 和 $X2$ 代表不同的生理指标参数, $\rho(X1, X2)$ 为相关系数矩阵, $COV(X1, X2)$ 为不同生理指标参数的协方差, $\sigma X1 \sigma X2$ 为不同生理指标参数的标准差。

[0022] 可选地,所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其中,所述获取所述相关系数矩阵中的多个特征值以及对应的多个特征向量,并根据多个所述特征值和多个所述特征向量确定所述历史生理参数数据中公共因子的个数以及每个公共因子与所述历史生理参数数据之间的多元线性关系方程,具体包括:

[0023] 获取所述相关系数矩阵中的多个特征值以及对应的多个特征向量,并将多个所述特征值从大到小的顺序进行排列,当多个所述特征值满足预设条件时,得到所述公共因子的目标个数;

[0024] 按照从大到小的顺序提取多个所述特征值中所述目标个数的特征值,根据所述目标个数的特征值构建载荷矩阵,并根据所述载荷矩阵得到每个公共因子与所述历史生理参数数据之间的所述多元线性关系方程。

[0025] 可选地,所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其中,所述根

据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围,具体包括:

[0026] 根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据与所述总体生理健康指数之间的函数关系,其中,所述函数关系的表达式为: $Y_i=k\theta+b$,其中, Y_i 为所述历史空气各项指标数据中的任意一个空气指标数据, θ 为每个施工人员对应的总体生理健康参数, k 和 b 为所述函数关系中的常量;

[0027] 根据所述总体生理健康指数和所述函数关系确定所述历史空气各项指标数据对应的目标阈值范围。

[0028] 可选地,所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法,其中,所述当前环境数据包括当前空气各项指标数据和当前基坑围护结构数据;所述获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示,具体包括:

[0029] 获取所述当前生理参数数据、所述当前空气各项指标数据以及所述当前基坑围护结构数据,并根据所述历史基坑围护结构数据设置预设基坑围护结构阈值;

[0030] 若所述当前生理参数数据中的任意一项生理参数大于对应的预设生理参数阈值,则判定所述当前生理参数数据异常,并进行安全告警提示;

[0031] 若所述当前空气各项指标数据中的任意一项空气指标大于对应的目标阈值范围,则判定所述当前空气各项指标数据异常,并进行安全告警提示;

[0032] 若所述当前基坑围护结构数据中任意一项基坑围护结构参数大于对应的预设基坑围护结构阈值,则判定所述当前基坑围护结构数据异常,并进行安全告警提示。

[0033] 此外,为实现上述目的,本发明还提供一种深基坑施工工人健康监测及环境监测预警系统,其中,所述深基坑施工工人健康监测及环境监测预警系统包括:

[0034] 历史数据采集模块,用于获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,其中,所述历史环境信息包括历史空气各项指标数据和历史基坑围护结构数据;

[0035] 历史数据处理模块,用于根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数;

[0036] 空气指标范围确定模块,用于根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围;

[0037] 数据异常告警模块,用于获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示。

[0038] 此外,为实现上述目的,本发明还提供一种终端,其中,所述终端包括:存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警程序,所述深基坑施工工人健康监测及环境监测预警程序被所述处理器执行时实现如上所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法的步骤。

[0039] 此外,为实现上述目的,本发明还提供一种计算机可读存储介质,其中,所述计算机可读存储介质存储有深基坑施工工人健康监测及环境监测预警程序,所述深基坑施工工人健康监测及环境监测预警程序被处理器执行时实现如上所述的深基坑施工工

人生理健康监测及环境监测预警方法的步骤。

[0040] 本发明中,获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,其中,所述历史环境信息包括历史空气各项指标数据和历史基坑围护结构数据;根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数;根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围;获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示。本发明通过获取深基坑挖掘过程中施工人员的生理指标数据以及环境数据,并将生理指标数据以及环境数据进行结合,构建两者之间的线性关系,实现了对工人、环境、结构的动态联动监测。能够更加快速且准确地监测异常数据的产生,并及时进行预警提示,有效地保证了深基坑的正常施工以及施工人员的人身安全。

附图说明

[0041] 图1是本发明深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法的较佳实施例的流程图;

[0042] 图2是本发明深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法的较佳实施例的整体实现流程图;

[0043] 图3是本发明深基坑施工工人健康监测及环境监测预警系统的较佳实施例的结构图;

[0044] 图4为本发明终端的较佳实施例的结构图。

具体实施方式

[0045] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚、明确,以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0046] 深基坑开挖风险极大,为了保证深基坑开挖的各项工作有序进行,需要做好现场施工的安全风险管控工作,从施工人员的各项生理指标与现场环境等多个方面着手。比如各项环境参数和结构变形参数等,形成一种多源信息融合的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警系统。但是传统的深基坑施工安全监测技术,采用简单的视频监控和少量传感器,无法实现对施工环境和工人状态的全面智能监测。缺乏对多源数据的有效融合利用,存在监测盲区。

[0047] 目前现有技术中虽然存在利用工人可穿戴设备来采集工人的各项生理数据的方式,但是缺乏一套有效的利用方法,存在应用局限性。但是若将其嵌入本发明之中与其他现场环境数据结合进行充分利用,那么此类设备也将得到大大的推广利用。现有的环境监测系统一般是对特定环境参数进行检测,但功能相对独立,不足以支持系统性的安全管理。现有的结构健康检测系统虽然也能准确检测各项结构变形指标,但功能也相对独立,未与施工现场工人和环境检测相结合,对预警响应不够及时。

[0048] 针对上述问题,本发明提出一种多源信息融合的深基坑施工工人健康监测及

环境监测预警方法。

[0049] 本发明较佳实施例所述的深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法,如图1所示,所述深基坑施工工人生理健康监测及环境监测预警方法包括以下步骤:

[0050] 步骤S10、获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,其中,所述历史环境信息包括历史空气各项指标数据和历史基坑围护结构数据。

[0051] 如图2所示,本系统由工人生理健康监测模块、环境监测模块、服务器和移动监控端组成,由工人生理健康监测模块端检测收集工人的各项生理参数,设置测量有心率、血压、血氧浓度、体温、血糖浓度等指标;由环境监测模块检测收集施工现场的各项指标,因为本发明所针对的场景为深基坑开挖情景,空间相对密闭嘈杂,因此所收集的环境信息包括空气各项指标和基坑围护结构各项指标参数,其中空气各项指标包括空气温湿度、有毒气体(例如:甲烷)浓度、二氧化碳浓度、噪音分贝值等,基坑围护结构各项指标参数包括围护结构应变片的变形值和倾斜度、地表沉降值和水压力检测等。

[0052] 具体地,获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并设置所述历史生理指标信息中每项生理参数对应的预设生理参数阈值;将所述历史生理指标信息中的每项生理参数与对应的预设生理参数阈值进行对比,并将所述历史生理指标信息中超出所述预设生理参数阈值的生理参数进行删除,得到所述历史生理参数数据。

[0053] 上述各种监测值通过蓝牙传输回服务器,服务器收集各检测终端信息,并将收集到的数据按照设定的方法进行数据处理。

[0054] 其中,数据处理方式如下:在工人生理指标参数方面,首先是结合预设的各项工人生理参数安全阈值,若有某一项生理指标超出阈值则立即触发报警功能,通过随声佩戴的生理健康监测设备语音播报通知该工人进行相应的缓解措施。例如:若是血糖浓度过低则播报通知工人立即停下休息并补充糖分,而且将此风险发送到移动监控端提醒现场管理人员。

[0055] 本发明中由工人生理健康监测模块、环境监测模块、服务器和移动监控端组成,各功能模块的作用如下:

[0056] 工人生理健康监测模块:工人生理健康监测模块采用智能手环或智能头盔等可穿戴装置,内置心率、血压、血氧浓度、体温、血糖浓度、位置等测量传感器,定时采集工人各项生理参数和定位信息,通过无线网络上传至服务器。由于每个人的生理健康参数有所差异,因此在服务器中所设定的安全阈值可以进行个性化的小幅调整。

[0057] 环境监测模块:环境监测终端采用报警器外接温湿度检测、有毒气体浓度检测、噪音检测传感器,以及围护结构应变片变形值检测、倾斜度值检测(通过传感器测量得到倾斜度)、地表沉降值检测和水压力检测等传感器,实时监测各项环境参数和结构变形,且每个传感器自带位置信息,通过无线网络上传回服务器。

[0058] 服务器:服务器收集各监测模块信息进行集中的信息处理,并将处理后的数据实时传送到移动监控端,同时结合预设的工人正常生理健康参数安全阈值和环境监测各项指标安全阈值,判断工人生理参数是否异常以及环境是否存在危险因素,一旦检测到有数据异常,立即触发报警并发送到监控端。

[0059] 移动监控端:移动监控端由现场管理人员操作,可随时查看及调出各项工人生理

健康参数、总体生理健康指数以及各项环境参数。在收到异常数据时,可直接触发警报器进行现场警示,如果是工人的生理参数超过阈值,移动监控端还会显示出工人的具体位置信息,便于施工现场管理。

[0060] 步骤S20、根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数。

[0061] 若工人的各项生理指标参数都没超出预设的阈值范围,则结合多元统计学中的因子分析法进行进一步的数据处理,得到工人实时的总体生理健康指数。

[0062] 具体的,对所述历史生理参数数据进行数据标准化处理,得到标准化生理参数数据,其中,所述数据标准化处理的计算公式为: $(x-\mu)/\sigma$, x 为每个施工人员对应的历史生理参数数据, μ 为所述历史生理参数数据中所有施工人员在任意一种生理指标下的均值, σ 为所述历史生理参数数据中所有施工人员在任意一种生理指标下的标准差。

[0063] 获取所述历史生理参数数据对应的施工人员的人数,并根据所述施工人员的人数和所述标准化生理参数数据构建标准化矩阵;计算所述标准化矩阵中不同生理指标参数对应的协方差和标准差,并根据所述协方差和所述标准差得到所述相关系数矩阵,其中,所述相关系数矩阵的计算公式为: $\rho(X1, X2) = COV(X1, X2) / (\sigma X1 \sigma X2)$,其中, $X1$ 和 $X2$ 代表不同的生理指标参数, $\rho(X1, X2)$ 为相关系数矩阵, $COV(X1, X2)$ 为不同生理指标参数的协方差, $\sigma X1 \sigma X2$ 为不同生理指标参数的标准差。

[0064] 将每一位工人的标准化后的各项生理指标按照以工人个数为行数,每一列填写工人的各项生理指标参数,从而组合成一个矩阵, a_{ij} 表示第*i*个工人的第*j*个生理指标通过数据标准化处理后的数值,之后可根据此标准化后的矩阵求得对应的相关系数矩阵。同时,不同生理指标参数的协方差满足 $COV(X1, X2) = E[(X1 - \mu X1)(X2 - \mu X2)]$,其中, E 为期望计算。

[0065] 获取所述相关系数矩阵中的多个特征值以及对应的多个特征向量,并将多个所述特征值从大到小的顺序进行排列,当多个所述特征值满足预设条件时,得到所述公共因子的目标个数;按照从大到小的顺序提取多个所述特征值中所述目标个数的特征值,根据所述目标个数的特征值构建载荷矩阵,并根据所述载荷矩阵得到每个公共因子与所述历史生理参数数据之间的所述多元线性关系方程。根据所述历史生理参数数据和所述多元线性关系方程确定所述公共因子对应的数值,并根据所述公共因子对应的数值以及所述公共因子在所述历史生理参数数据中的分配权重计算得到所述总体生理健康指数。

[0066] 随后计算此相关系数矩阵的各个特征值 λ_i 及对应的特征向量 $e_i = [a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4}, a_{i5}]$,将计算得到的特征值由大到小进行排序,计算当 $\frac{\sum_{i=1}^{i=m} \lambda_i}{\sum \lambda_i} \geq 80\%$ 时, m 的值即

为所确定的公共因子*F*的个数,前*m*个特征值对应的特征向量各自乘上 $\sqrt{\lambda}$ 组成的矩阵则为载荷矩阵,由载荷矩阵可以得出每个公共因子*F*与工人各个生理指标之间的多元线性关系方程 $F_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{i5}X_5$,由此线性关系方程可通过代入工人的各项生理指标参数从而得到各项公共因子 F_i 的值。又由于每个公共因子对于总体样本的方差贡献度不一样且贡献度为相应的特征值,所以通过每个公共因子的对于总体生理健康参数的分配权重等于

$\frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^{i=m} \lambda_i} = Ki$,最终得到的总体生理健康参数为 $\theta = \sum_{i=1}^{i=m} FiKi$,且通过大量的工人实

测也可得到 θ 的取值范围,以此为后续的空气指标阈值控制提供基础。

[0067] 步骤S30、根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围。

[0068] 具体地,根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据与所述总体生理健康指数之间的函数关系,其中,所述函数关系的表达式为: $y_i = k\theta + b$,其中, Y_i 为所述历史空气各项指标数据中的任意一个空气指标数据, θ 为每个施工人员对应的总体生理健康参数, k 和 b 为所述函数关系中的常量;根据所述总体生理健康指数和所述函数关系确定所述历史空气各项指标数据对应的目标阈值范围。

[0069] 将计算得到的多个时刻的工人总体生理健康指数与环境监测模块中的空气各项指标分别进行一元线性回归分析,从而得到各项空气指标与总体生理健康指数的函数关系,通过此函数关系,结合前面数据处理得到的工人生理健康参数,可为当前施工环境下各项空气指标提出对应的阈值控制范围参考值,若某个指标超出对应的阈值,则同样会触发报警且发送到移动监控端提醒现场管理人员。

[0070] 步骤S40、获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示。

[0071] 具体地,获取所述当前生理参数数据、所述当前空气各项指标数据以及所述当前基坑围护结构数据,并根据所述历史基坑围护结构数据设置预设基坑围护结构阈值;若所述当前生理参数数据中的任意一项生理参数大于对应的预设生理参数阈值,则判定所述当前生理参数数据异常,并进行安全告警提示;若所述当前空气各项指标数据中的任意一项空气指标大于对应的目标阈值范围,则判定所述当前空气各项指标数据异常,并进行安全告警提示;若所述当前基坑围护结构数据中任意一项基坑围护结构参数大于对应的预设基坑围护结构阈值,则判定所述当前基坑围护结构数据异常,并进行安全告警提示。

[0072] 同时,对于基坑围护结构各项指标参数根据工程安全需要同样设置各项阈值,若某个指标超出对应的阈值,则同样触发报警且发送到移动监控端提醒现场管理人员。

[0073] 另外,本发明中设置的各项参数的阈值并不是固定的,而是可以动态调整的;本发明在各项阈值的设定上,可以根据不同的场景不同个体进行以下个性化的调整:

[0074] 1、对于工人生理健康参数阈值的调整:通过调查研究确定不同年龄段、性别的工人在各种强度劳动条件下的正常生理参数范围,使系统中设置的工人生理参数阈值更科学合理。

[0075] 2、对于空气各项指标参数阈值的调整:本发明设定环境处于深基坑开挖环境,所以应根据此施工环境的温湿度、噪音、有毒气体等参数特点,结合数据处理后所得到的预测性各项空气指标参数,选取适宜的环境参数安全阈值标准,并考虑调整容差范围。

[0076] 3、对于结构变形阈值的调整:根据不同施工项目的基坑土质情况(比如说每个深基坑开挖项目的土体条件是不同的,可能这个项目的土层是黏土,别的项目是砂土等,不同的情况对应的支护设计也不一样)、支护结构设计等因素的不同,结合设计图纸要求由专业技术人员确定(设计图纸会带有支护结构的受力允许值,根据图纸设计要求设定不同的阈值)因项目而异的合理的各项结构变形允许值和报警阈值。

[0077] 4、对于可调参数设置界面的调整：在监控端软件中提供可调参数设置界面，允许在一定范围内调整各项参数的阈值，方便根据不同项目需求进行个性化设置。

[0078] 最后则是定期组织专业技术人员对系统中的各项参数阈值进行维护与校验，及时发现需要调整优化的指标，保证参数设置的合理性。

[0079] 相比现有技术，本发明采用了更加系统化、智能化的设计思路，能够更好地满足复杂施工环境的安全监管需求。

[0080] 技术效果：

[0081] 1. 本发明采用多源数据的深度融合，构建了更全面、立体的施工安全监测体系。

[0082] 2. 本发明设置实时智能分析处理，实现对工人、环境、结构的动态联动监测。

[0083] 3. 本发明设置当监测数据异常时，可快速响应并预警，提升施工现场的安全管理水平。

[0084] 4. 本发明具备通用性并易于扩展，可适用于各类高风险施工环境的安全监控。

[0085] 进一步地，如图3所示，基于上述深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法，本发明还相应提供了一种深基坑施工工人健康监测及环境监测预警系统，其中，所述深基坑施工工人健康监测及环境监测预警系统包括：

[0086] 历史数据采集模块51，用于获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息，并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理，得到历史生理参数数据，其中，所述历史环境信息包括历史空气各项指标数据和历史基坑围护结构数据；

[0087] 历史数据处理模块52，用于根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理，得到所述施工人员的总体生理健康指数；

[0088] 空气指标范围确定模块53，用于根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理，得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围；

[0089] 数据异常告警模块54，用于获取当前生理参数数据和当前环境数据，若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常，则进行安全告警提示。

[0090] 进一步地，如图4所示，基于上述深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法和系统，本发明还相应提供了一种终端，所述终端包括处理器10、存储器20及显示器30。图4仅示出了终端的部分组件，但是应理解的是，并不要求实施所有示出的组件，可以替代的实施更多或者更少的组件。

[0091] 所述存储器20在一些实施例中可以是所述终端的内部存储单元，例如终端的硬盘或内存。所述存储器20在另一些实施例中也可以是所述终端的外部存储设备，例如所述终端上配备的插接式硬盘，智能存储卡(Smart Media Card, SMC)，安全数字(Secure Digital, SD)卡，闪存卡(Flash Card)等。进一步地，所述存储器20还可以既包括所述终端的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器20用于存储安装于所述终端的应用软件及各类数据，例如所述安装终端的程序代码等。所述存储器20还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。在一实施例中，存储器20上存储有深基坑施工工人健康监测及环境监测预警程序40，该深基坑施工工人健康监测及环境监测预警程序40可被处理器10所执行，从而实现本申请中深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法。

[0092] 所述处理器10在一些实施例中可以是一中央处理器(Central Processing Unit,

CPU),微处理器或其他数据处理芯片,用于运行所述存储器20中存储的程序代码或处理数据,例如执行所述深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法等。

[0093] 所述显示器30在一些实施例中可以是LED显示器、液晶显示器、触控式液晶显示器以及OLED(Organic Light-Emitting Diode,有机发光二极管)触摸器等。所述显示器30用于显示在所述终端的信息以及用于显示可视化的用户界面。所述终端的部件10-30通过系统总线相互通信。

[0094] 在一实施例中,当处理器10执行所述存储器20中深基坑施工工人健康监测及环境监测预警程序40时实现以下步骤:

[0095] 获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,其中,所述历史环境信息包括历史空气各项指标数据和历史基坑围护结构数据;

[0096] 根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数;

[0097] 根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围;

[0098] 获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示。

[0099] 其中,所述获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,具体包括:

[0100] 获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并设置所述历史生理指标信息中每项生理参数对应的预设生理参数阈值;

[0101] 将所述历史生理指标信息中的每项生理参数与对应的预设生理参数阈值进行对比,并将所述历史生理指标信息中超出所述预设生理参数阈值的生理参数进行删除,得到所述历史生理参数数据。

[0102] 其中,所述根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数,具体包括:

[0103] 对所述历史生理参数数据进行数据标准化处理,得到标准化生理参数数据,其中,所述数据标准化处理的计算公式为: $(x-\mu)/\sigma$, x 为每个施工人员对应的历史生理参数数据, μ 为所述历史生理参数数据中所有施工人员在任意一种生理指标下的均值, σ 为所述历史生理参数数据中所有施工人员在任意一种生理指标下的标准差;

[0104] 根据所述标准化生理参数数据构建标准化矩阵,并根据所述标准化矩阵得到对应的相关系数矩阵;

[0105] 获取所述相关系数矩阵中的多个特征值以及对应的多个特征向量,并根据多个所述特征值和多个所述特征向量确定所述历史生理参数数据中公共因子的个数,以及每个公共因子与所述历史生理参数数据之间的多元线性关系方程;

[0106] 根据所述历史生理参数数据和所述多元线性关系方程确定所述公共因子对应的数值,并根据所述公共因子对应的数值以及所述公共因子在所述历史生理参数数据中的分配权重计算得到所述总体生理健康指数。

[0107] 其中,所述根据所述标准化生理参数数据构建标准化矩阵,并根据所述标准化矩阵得到对应的相关系数矩阵,具体包括:

[0108] 获取所述历史生理参数数据对应的施工人员的人数,并根据所述施工人员的人数和所述标准化生理参数数据构建标准化矩阵;

[0109] 计算所述标准化矩阵中不同生理指标参数对应的协方差和标准差,并根据所述协方差和所述标准差得到所述相关系数矩阵,其中,所述相关系数矩阵的计算公式为: $\rho(X1, X2) = COV(X1, X2) / (\sigma X1 \sigma X2)$,其中, $X1$ 和 $X2$ 代表不同的生理指标参数, $\rho(X1, X2)$ 为相关系数矩阵, $COV(X1, X2)$ 为不同生理指标参数的协方差, $\sigma X1 \sigma X2$ 为不同生理指标参数的标准差。

[0110] 其中,所述获取所述相关系数矩阵中的多个特征值以及对应的多个特征向量,并根据多个所述特征值和多个所述特征向量确定所述历史生理参数数据中公共因子的个数以及每个公共因子与所述历史生理参数数据之间的多元线性关系方程,具体包括:

[0111] 获取所述相关系数矩阵中的多个特征值以及对应的多个特征向量,并将多个所述特征值从大到小的顺序进行排列,当多个所述特征值满足预设条件时,得到所述公共因子的目标个数;

[0112] 按照从大到小的顺序提取多个所述特征值中所述目标个数的特征值,根据所述目标个数的特征值构建载荷矩阵,并根据所述载荷矩阵得到每个公共因子与所述历史生理参数数据之间的所述多元线性关系方程。

[0113] 其中,所述根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围,具体包括:

[0114] 根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据与所述总体生理健康指数之间的函数关系,其中,所述函数关系的表达式为: $Y_i = k\theta + b$,其中, Y_i 为所述历史空气各项指标数据中的任意一个空气指标数据, θ 为每个施工人员对应的总体生理健康参数, k 和 b 为所述函数关系中的常量;

[0115] 根据所述总体生理健康指数和所述函数关系确定所述历史空气各项指标数据对应的目标阈值范围。

[0116] 其中,所述当前环境数据包括当前空气各项指标数据和当前基坑围护结构数据;所述获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示,具体包括:

[0117] 获取所述当前生理参数数据、所述当前空气各项指标数据以及所述当前基坑围护结构数据,并根据所述历史基坑围护结构数据设置预设基坑围护结构阈值;

[0118] 若所述当前生理参数数据中的任意一项生理参数大于对应的预设生理参数阈值,则判定所述当前生理参数数据异常,并进行安全告警提示;

[0119] 若所述当前空气各项指标数据中的任意一项空气指标大于对应的目标阈值范围,则判定所述当前空气各项指标数据异常,并进行安全告警提示;

[0120] 若所述当前基坑围护结构数据中任意一项基坑围护结构参数大于对应的预设基坑围护结构阈值,则判定所述当前基坑围护结构数据异常,并进行安全告警提示。

[0121] 本发明还提供一种计算机可读存储介质,其中,所述计算机可读存储介质存储有深基坑施工工人健康监测及环境监测预警程序,所述深基坑施工工人健康监测及

环境监测预警程序被处理器执行时实现如上所述的深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法的步骤。

[0122] 综上所述,本发明提供一种深基坑施工工人健康监测及环境监测预警方法及相关设备,所述方法包括:获取施工人员的历史生理指标信息以及深基坑的历史环境信息,并根据预设要求对所述历史生理指标信息进行预处理,得到历史生理参数数据,其中,所述历史环境信息包括历史空气各项指标数据和历史基坑围护结构数据;根据因子分析法对所述历史生理参数数据进行数据处理,得到所述施工人员的总体生理健康指数;根据所述总体生理健康指数对所述历史空气各项指标数据进行线性分析处理,得到所述历史空气各项指标数据的目标阈值范围;获取当前生理参数数据和当前环境数据,若根据所述预设要求判断所述当前生理参数数据异常或根据所述目标阈值范围判断所述当前环境数据异常,则进行安全告警提示。本发明通过获取深基坑挖掘过程中施工人员的生理指标数据以及环境数据,并将生理指标数据以及环境数据进行结合,构建两者之间的线性关系,实现了对工人、环境、结构的动态联动监测。能够更加快速且准确地监测异常数据的产生,并及时进行预警提示,有效地保证了深基坑的正常施工以及施工人员的人身安全。

[0123] 需要说明的是,在本文中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者终端不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者终端所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者终端中还存在另外的相同要素。

[0124] 当然,本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令相关硬件(如处理器,控制器等)来完成,所述的程序可存储于一计算机可读的计算机可读存储介质中,所述程序在执行时可包括如上述各方法实施例的流程。其中所述的计算机可读存储介质可为存储器、磁碟、光盘等。

[0125] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

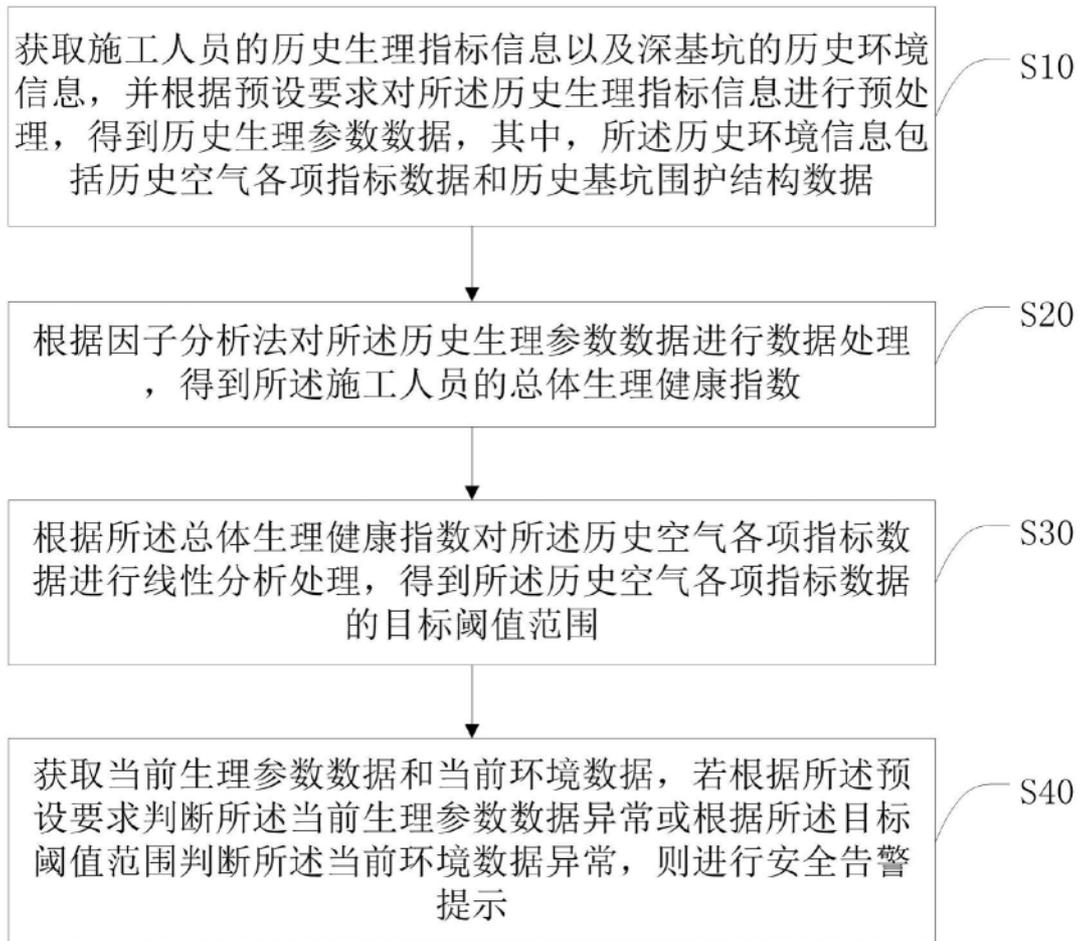


图1

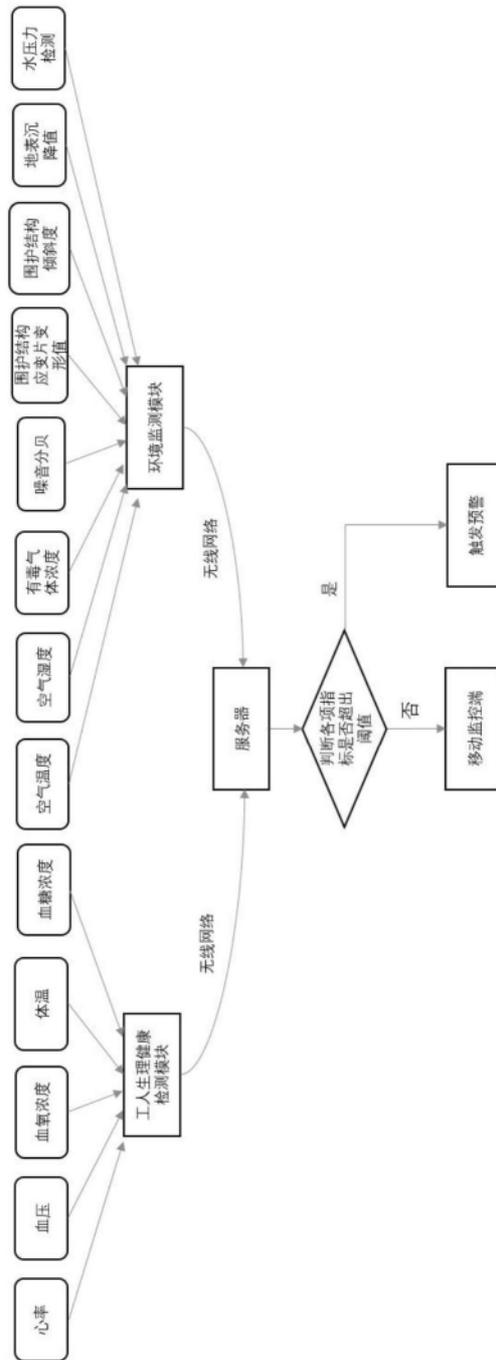


图2

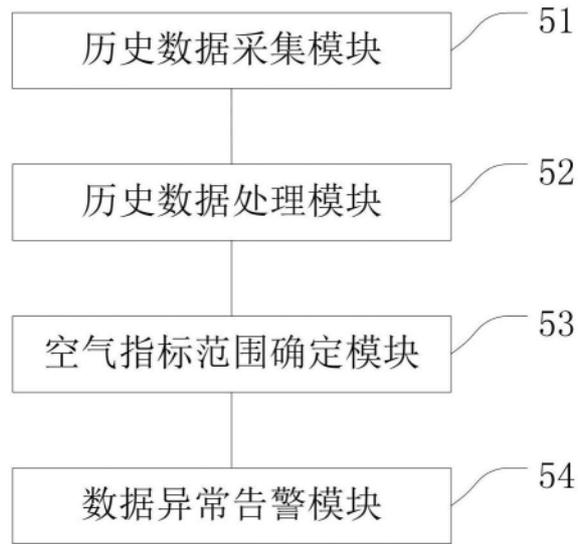


图3

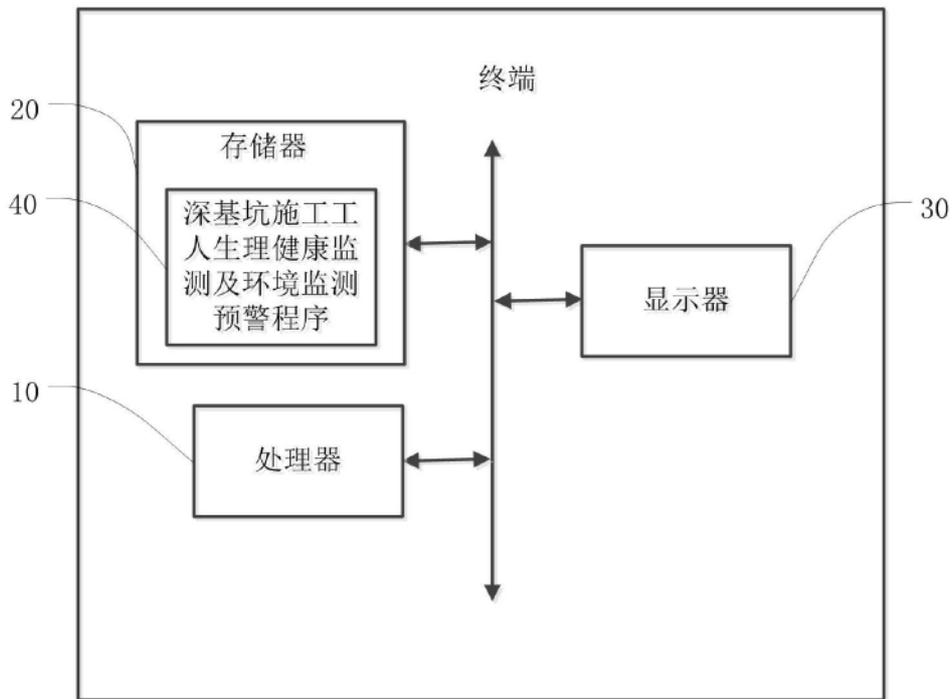


图4