



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109602402 A

(43)申请公布日 2019.04.12

(21)申请号 201810653717.4

(22)申请日 2018.06.22

(71)申请人 中国矿业大学(北京)

地址 100083 北京市海淀区学院路丁11号

(72)发明人 吴建松 王慧泉 韩兆星 郭伟旗  
任可

(74)专利代理机构 天津滨海科纬知识产权代理  
有限公司 12211

代理人 杨慧玲

(51)Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/1455(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

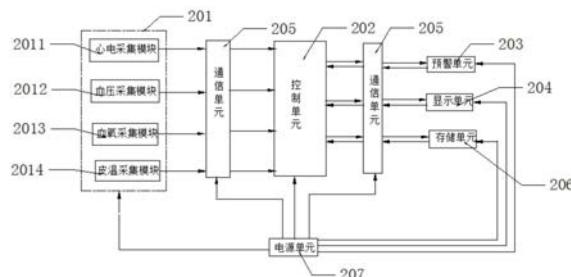
权利要求书3页 说明书13页 附图2页

(54)发明名称

一种极端高低温环境人体多生理参数监测  
预警装置及方法

(57)摘要

本发明提供了一种极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置及方法，装置包括多生理参数采集单元、控制单元、预警单元、显示单元、存储单元、通信单元和电源单元；所述多生理参数采集单元通过通信单元与所述控制单元信号连接；所述控制单元通过通信单元分别与预警单元、显示单元和存储单元信号连接；方法通过监测人体包括心电参数、血氧参数、血压参数和多点皮肤温度在内的多生理参数并计算人体平均皮肤温度、代谢率、核心温度、冷应力指标或热应力指标值，对人员所受风险进行分级预警，极大地提高了应急救援人员在极端高低温环境中进行作业时的安全性。



1. 一种极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置，其特征在于：包括多生理参数采集单元(201)、控制单元(202)、预警单元(203)、显示单元(204)、存储单元(206)、通信单元(205)和电源单元(207)；

所述多生理参数采集单元(201)通过通信单元(205)与所述控制单元(202)信号连接；

所述控制单元(202)通过通信单元(205)分别与预警单元(203)、显示单元(204)和存储单元(206)信号连接；

所述电源单元(207)分别与所述多生理参数采集单元(201)、控制单元(202)、预警单元(203)、显示单元(204)、存储单元(206)和通信单元(205)电连接。

2. 根据权利要求1所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置，其特征在于：所述多生理参数采集单元(201)包括分别与所述控制单元(202)信号连接的心电采集模块(2011)、血氧采集模块(2013)、血压采集模块(2012)和皮温采集模块(2014)。

3. 根据权利要求1所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置，其特征在于：所述通信单元(205)包括有线通信单元和无线通信单元；

所述有线通信单元包括通信接口和数据线；

所述无线通信单元包括WIFI通信单元和/或蓝牙通信单元。

4. 根据权利要求3所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置，其特征在于：所述极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置还包括便携式外壳；

所述便携式外壳呈长方体状，所述显示单元(204)和预警单元(203)分别安装在所述便携式外壳的正端面上，所述控制单元(202)、存储单元(206)和电源单元(207)分别安装在所述便携式壳体的内部；

所述通信接口包括USB数据接口(102)、热敏电阻传感器通信接口(105)、血压检测通信接口(106)、血氧探头通信接口(107)和心电采集通信接口(108)；

所述USB数据接口(102)、热敏电阻传感器通信接口(105)、血压检测通信接口(106)、血氧探头通信接口(107)和心电采集通信接口(108)设在所述便携式外壳正端面的四周，且该便携式外壳上还设有USB充电接口(101)，所述心电采集模块(2011)通过数据线及心电采集通信接口(108)与所述控制单元(202)信号连接，所述血压采集模块(2012)通过数据线及血压检测通信接口(106)与所述控制单元(202)信号连接，所述血氧采集模块(2013)通过数据线及血氧探头通信接口(107)与所述控制单元(202)信号连接，所述皮温采集模块(2014)通过数据线及热敏电阻传感器通信接口(105)与控制单元(202)信号连接；

所述便携式外壳的侧面上设有夹持槽以及位于夹持槽内的夹持件，所述心电采集模块(2011)、血压采集模块(2012)、血氧采集模块(2013)和皮温采集模块(2014)分别通过一夹持件夹持在所述夹持槽内。

5. 一种极端高低温环境人体多生理参数监测预警方法，该方法基于以上任意一权利要求的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置，其特征在于：包括以下步骤：

(1) 在应急救援人员开始作业前，开启极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置；

(2) 极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置监测应急救援人员的心电信号、血氧信号、血压信号和多个部位的皮肤温度信号，控制单元202将获取的各类生理参数信号转换为对应的数字信号；

(3) 控制单元(202)根据当前日期判断季节时期，且冬季为冷环境，进行步骤(4)，夏季

为热环境,进行步骤(5) ;

(4) 控制单元(202)根据心率、血氧、血压和多个部位的皮肤温度计算平均皮肤温度、代谢率、核心温度以及冷应力指标值,然后将计算结果输出到存储单元(206)进行存储,该控制单元(202)将测量所得心率、局部皮肤温度和计算所得核心温度以及冷应力指标值与冷环境下设定的阈值进行比较,并进行相应等级预警;

(5) 控制单元(202)根据心率、血氧、血压和多个部位的皮肤温度计算平均皮肤温度、代谢率、核心温度以及热应力指标值,然后将计算结果输出到存储单元(206)进行存储,该控制单元(202)将测量所得心率、局部皮肤温度和计算所得核心温度以及热应力指标值与热环境下设定的阈值进行比较,并进行相应等级预警。

6. 根据权利要求5所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警方法,其特征在于:所述步骤(4)和步骤(5)中的平均皮肤温度根据公式计算:

$$T_{msk} = 0.3T_1 + 0.3T_2 + 0.2T_3 + 0.2T_4 \quad (a)$$

式(a)中:T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>和T<sub>4</sub>依次为左胸皮肤温度、左肩皮肤温度、右大腿皮肤温度以及右小腿皮肤温度,其单位为°C。

7. 根据权利要求6所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警方法,其特征在于:所述步骤(4)和步骤(5)中的代谢率的计算步骤如下:

(D1) 利用最小二乘法建立代谢率M与人员心率HR之间的线性模型,计算公式如下:

$$M = a(HR_t - HR_0) + BM \quad (b)$$

式(b)中,BM为人体基础代谢率,取44W/m<sup>2</sup>;HR<sub>t</sub>为t时刻人员心率;HR<sub>0</sub>为人员起始状态时的心率;a为心率项系数;

(D2) 代谢率及心率数据利用实验精确获得,即:

选取多名受试者,并记录受试者身高、体重,首先测量受试者初始静坐状态的心率值,然后在室温环境下运动,并逐步增大受试者劳动强度,在这个过程中,每隔30s测量一次受试者的心率和收集受试者呼出的气体,并测量呼出气体的体积、温度,采集气体时间、氧气百分数以及当前大气压和饱和水蒸气的分压,利用公式:

$$M = \frac{11.34(P - P_{H_2O}) \cdot V_{ex}}{(273 + T_{ex}) \cdot t \cdot W_b^{0.425} \cdot H_b^{0.725}} (0.209 - F_{O_2}) \quad (c)$$

精确计算受试者的代谢率数值。

式中,P为大气压,单位为kPa;P<sub>H<sub>2</sub>O</sub>为饱和水蒸气的分压,单位为kPa;V<sub>ex</sub>为呼出气体体积,单位为L;T<sub>ex</sub>为呼出气体的温度,单位为°C;t为采集呼出气体时间,单位为h;W<sub>b</sub>为受试人员体重,单位为kg;H<sub>b</sub>为受试人员身高,单位为m;F<sub>O<sub>2</sub></sub>为呼出气体中氧气占的百分数;

(D3) 将公式(c)代入公式(b)得到心率项系数a=3.98,即可获得根据心率计算代谢率的线性公式。

8. 根据权利要求7所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警方法,其特征在于:所述步骤(4)和步骤(5)中的核心温度根据公式计算:

$$t_{core} = 0.0036(M - 35) + 36.8 \quad (d)$$

式(d)中:t<sub>core</sub>为核心温度,单位为°C;M为代谢率,单位为W/m<sup>2</sup>。

9. 根据权利要求8所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警方法,其特征在于:

所述步骤(4)中的冷应力指标值包括整体冷应力指标值和局部皮肤的冷应力指标值。

所述整体冷应力指标值根据公式计算如下：

$$CSI = \frac{6.67(t_{core,t} - t_{core,0})}{35 - t_{core,0}} + \frac{3.33(t_{sk,t} - t_{sk,0})}{20 - t_{sk,0}} \quad (e)$$

式(e)中,  $t_{core,t}$  为 t 时刻人体的核心温度, 单位为°C;  $t_{core,0}$  为初始时刻人体的核心温度, 单位为°C;  $t_{sk,t}$  为 t 时刻人体的平均皮肤温度, 单位为°C;  $t_{sk,0}$  为初始时刻人体的平均皮肤温度, 单位为°C。

所述局部皮肤温度的冷应力指标计算公式如下：

$$CSI_i = \frac{5(t_{core,t} - t_{core,0})}{35 - t_{core,0}} + \frac{5(t_{ski,t} - t_{ski,0})}{20 - t_{ski,0}} \quad (f)$$

式(f)中,  $t_{ski,t}$  为 t 时刻局部皮肤温度, 单位为°C;  $t_{ski,0}$  为初始时刻局部皮肤温度, 单位为°C;  $i=1,2,3,4$ , 依次代表左胸、左肩、右大腿、右小腿四个区域。

10. 根据权利要求8所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警方法, 其特征在于: 所述步骤(5)中的热应力指标计算公式为:

$$PSI = \frac{5(t_{core,t} - t_{core,0})}{39.5 - t_{core,0}} + \frac{5(HR_t - HR_0)}{180 - HR_0} \quad (h)$$

式(h)中,  $t_{core,t}$  为 t 时刻人体的核心温度, °C;  $t_{core,0}$  为初始时刻人体的核心温度;  $HR_t$  为 t 时刻人体心率值;  $HR_0$  为初始时刻人体心率值。

## 一种极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于公共安全技术领域,尤其是涉及一种极端高低温环境人体多 生理参数监测预警装置及方法。

### 背景技术

[0002] 近年来我国各类灾害事故频发,尤其在夏季高温时期以及冬季严寒时 期,应急救援人员会长时间暴露在极端高温热环境或者极端低温冷环境中,生命健康和安全会受到较大威胁,因此对于应急救援人员的生命健康安全进 行有效的保障也是一项更加重要的任务。

[0003] 无论是研发性能可靠的应急技术装备,还是保障应急救援人员在极端高 低温环境下的安全性,对应急救援人员的生理参数进行监测记录并进行有效 预警是必不可少的一种方式。然而当前现有的人体生理参数监测装置大多应 用于医疗监护领域,体积较大,不便携带;小型化单生理参数或多生理参数 监测设备在市面上均有销售,但应用范围较为局限,部分具有预警功能的生 理参数监测设备也只是直观性的根据基本生理参数阈值进行预警,远远无法 满足应急救援领域的需要。另外,对于人体代谢率、核心温度、平均皮肤温 度以及冷应力指标或热应力指标等特殊生理参数和指标进行监测预警的设 备现在市 面上还未出现。因此,设计一种极端高低温环境人体多生理参数监 测预警装置,对应急救援人员在极端高低温环境下开展应急救援工作时有效 避免冷损伤或者热损伤具有重要应 用价值。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明旨在提出一种极端高低温环境人体多生理参数监测预 警装置及方法,通过监测应急救援人员的血压、血氧、心率和多点皮温等多 种基本生理参数,实时 提供应急救援人员身体代谢率、平均皮肤温度、核心 温度、冷应力指标值或热应力指标值 等信息,实现了对应急救援人员身体状 况的实时有效预警,保障了应急救援人员在极端高 低温环境下进行作业时 的 安全性,避免了救援人员携带不同类型监测设备的必要,并为研 发性能可靠 和系统化的个体防护装备提供数据支撑。

[0005] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0006] 一种极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置,包括多生理参数采 集单元、控制单元、预警单元、显示单元、存储单元、通信单元和电源单元;

[0007] 所述多生理参数采集单元通过通信单元与所述控制单元信号连接;

[0008] 所述控制单元通过通信单元分别与预警单元、显示单元和存储单元信号 连接;

[0009] 所述电源单元分别与所述多生理参数采集单元、控制单元、预警单元、显示单元、存储单元和通信单元电连接。

[0010] 进一步的,所述多生理参数采集单元包括分别与所述控制单元信号连接 的心电 采集模块、血氧采集模块、血压采集模块和皮温采集模块。

[0011] 进一步的，所述心电采集模块包括心电电极、第一导联线和采样芯片，所述心电电极通过第一导联线与所述采样芯片信号连接，所述采样芯片通过通信单元与所述控制单元信号连接。

[0012] 进一步的，所述采样芯片为ADS1298R芯片。

[0013] 进一步的，所述血氧采集模块包括血氧探头，该血氧探头通过通信单元与所述控制单元信号连接。

[0014] 进一步的，所述血氧探头包括AFE4490芯片。

[0015] 进一步的，所述血压采集模块2012包括袖带和血压计，血压计安装在袖带上。

[0016] 血压计包括血压测量气路、气泵和压力传感器；

[0017] 所述袖带内设有气囊，所述气泵通过血压测量气路与所述气囊密封连通，所述血压测量气路上设有比例阀；

[0018] 所述压力传感器设置在所述袖带的内侧；

[0019] 所述气泵、气阀和压力传感器通过通信单元205与所述控制单元202信号连接。

[0020] 其中袖带采用双管袖带，一根管直接和气泵、比例阀相连，另一根管直接和压力传感器相连。

[0021] 进一步的，所述压力传感器为MMR901XA芯片。

[0022] 进一步的，所述皮温采集模块包括热敏电阻传感器，所述热敏电阻传感器有多个，且通过通信单元与所述控制单元信号连接。

[0023] 进一步的，所述热敏电阻传感器为MAX30205传感器。

[0024] 进一步的，所述显示单元为TFT液晶屏。

[0025] 进一步的，所述存储单元为SD卡。

[0026] 进一步的，所述通信单元包括有线通信单元和无线通信单元；

[0027] 所述有线通信单元包括通信接口和数据线；

[0028] 所述无线通信单元包括WIFI通信单元和/或蓝牙通信单元。

[0029] 进一步的，所述通信接口包括USB数据接口、热敏电阻传感器通信接口、血压检测通信接口、血氧探头通信接口和心电采集通信接口。

[0030] 进一步的，所述控制单元采用STM32F413VGT6芯片。

[0031] 进一步的，所述极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置还包括便携式外壳；

[0032] 所述便携式外壳呈长方体状，所述显示单元和预警单元分别安装在所述便携式外壳的正端面上，所述控制单元、存储单元和电源单元分别安装在所述便携式壳体的内部；

[0033] 所述USB数据接口、热敏电阻传感器通信接口、血压检测通信接口、血氧探头通信接口和心电采集通信接口设在所述便携式外壳正端面的四周，且该便携式外壳上还设有USB充电接口，所述心电采集模块通过数据线及心电采集通信接口与所述控制单元信号连接，所述血压采集模块通过数据线及血压检测通信接口与所述控制单元信号连接，所述血氧采集模块通过数据线及血氧探头通信接口与所述控制单元信号连接，所述皮温采集模块通过数据线及热敏电阻传感器通信接口与控制单元信号连接；

[0034] 所述便携式外壳的侧面上设有夹持槽以及位于夹持槽内的夹持件，所述心电采

集模块、血压采集模块、血氧采集模块和皮温采集模块分别通过一夹持件夹持在所述夹持槽内。

[0035] 进一步的，所述夹持槽位于所述便携式外壳的左右两侧，且每侧设有两个，所述夹持件包括夹持板、弹性层、转动轴和扭簧，所述转动轴可转动固定在所述夹持槽内侧壁的下端，所述夹持板固定在所述转动轴上，并与该转动轴的轴心位于同一平面，所述弹性层固定在所述弹性层的内侧，所述扭簧固定在所述转动轴和夹持槽内侧壁之间，该扭簧带动所述夹持板紧贴夹持槽内侧壁。

[0036] 进一步的，所述心电采集模块的心电电极及第一导联线均有十二个，所述心电采集通信接口为十二导联心电电极接口。

[0037] 进一步的，所述预警单元包括预警指示灯。

[0038] 进一步的，所述预警单元包括蜂鸣器。

[0039] 一种极端高低温环境人体多生理参数监测预警方法，该方法基于极端高 低温环境人体多生理参数监测预警装置，包括以下步骤：

[0040] (1) 在应急救援人员开始作业前，开启极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置；

[0041] (2) 极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置监测应急救援人员的心电信号、血氧信号、血压信号和多个部位的皮肤温度信号，控制单元将获取的各类生理参数信号转换为对应的数字信号；

[0042] (3) 控制单元根据当前日期判断季节时期，且冬季为冷环境，进行步骤(4)，夏季为热环境，进行步骤(5)；

[0043] (4) 控制单元根据心率、血氧、血压和多个部位的皮肤温度计算平均 皮肤温度、代谢率、核心温度以及冷应力指标值，然后将计算结果输出到存储单元进行存储，该控制单元将测量所得心率、局部皮肤温度和计算所得核心温度以及冷应力指标值与冷环境下设定的阈值进行比较，并进行相应等级 预警；

[0044] (5) 控制单元根据心率、血氧、血压和多个部位的皮肤温度计算平均 皮肤温度、代谢率、核心温度以及热应力指标值，然后将计算结果输出到存储单元进行存储，该控制单元将测量所得心率、局部皮肤温度和计算所得核心温度以及热应力指标值与热环境下设定的阈值进行比较，并进行相应等级 预警。

[0045] 进一步的，所述步骤(4)和步骤(5)中的相应等级预警包括黄色预警、橙色预警和红色预警，所述黄色预警为低级预警，所述橙色预警为中级预警，所述红色预警为高级预警，且不同等级的预警伴有不同的蜂鸣声。

[0046] 进一步的，所述步骤(4)和步骤(5)中的平均皮肤温度根据公式计算：

$$T_{msk} = 0.3T_1 + 0.3T_2 + 0.2T_3 + 0.2T_4 \quad (a)$$

[0048] 式(a)中：T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>和T<sub>4</sub>依次为左胸皮肤温度、左肩皮肤温度、右大腿皮肤温度以及右小腿皮肤温度，其单位为℃。

[0049] 进一步的，所述步骤(4)和步骤(5)中的代谢率的计算步骤如下：

[0050] (D1) 利用最小二乘法建立代谢率M与人员心率HR之间的线性模型，计算公式如下：

$$M = a(HR_t - HR_0) + bM \quad (b)$$

[0052] 式(b)中, BM为人体基础代谢率,由于体重、身高等因素对其影响较小,可忽略,一般取44W/m<sup>2</sup>; HR<sub>t</sub>为t时刻人员心率; HR<sub>0</sub>为人员起始状态时的心率;a为心率项系数;

[0053] (D2) 代谢率及心率数据利用实验精确获得,即:

[0054] 选取多名受试者,并记录受试者身高、体重,首先测量受试者初始静坐状态的心率值,然后在室温环境下运动,并逐步增大受试者劳动强度,在这个过程中,每隔30s测量一次受试者的心率和收集受试者呼出的气体,并测量呼出气体的体积、温度,采集气体时间、氧气百分数以及当前大气压和饱和水蒸气的分压,利用公式:

$$[0055] M = \frac{11.34(P - P_{H_2O}) \cdot V_{ex}}{(273 + T_{ex}) \cdot t \cdot W_b^{0.425} \cdot H_b^{0.725}} (0.209 - F_{O_2}) \quad (c)$$

[0056] 精确计算受试者的代谢率数值。

[0057] 式中,P为大气压,单位为kPa; P<sub>H<sub>2</sub>O</sub>为饱和水蒸气的分压,单位为kPa; V<sub>ex</sub>为呼出气体体积,单位为L; T<sub>ex</sub>为呼出气体的温度,单位为°C;t为采集呼出气体时间,单位为h; W<sub>b</sub>为受试人员体重,单位为kg; H<sub>b</sub>为受试人员身高,单位为m; F<sub>O<sub>2</sub></sub>为呼出气体中氧气占的百分数;

[0058] (D3) 将公式(c)代入公式(b)得到心率项系数a=3.98,即可获得根据心率计算代谢率的线性公式。

[0059] 进一步的,所述步骤(4)和步骤(5)中的核心温度根据公式计算:

$$[0060] t_{core} = 0.0036(M - 35) + 36.8 \quad (d)$$

[0061] 式(d)中:t<sub>core</sub>为核心温度,单位为°C;M为代谢率,单位为W/m<sup>2</sup>。

[0062] 进一步的,所述步骤(4)中的冷应力指标值包括整体冷应力指标值和局部皮肤的冷应力指标值。

[0063] 进一步的,所述整体冷应力指标值根据公式计算如下:

$$[0064] CSI = \frac{6.67(t_{core,t} - t_{core,0})}{35 - t_{core,0}} + \frac{3.33(t_{sk,t} - t_{sk,0})}{20 - t_{sk,0}} \quad (e)$$

[0065] 式(e)中,t<sub>core</sub>,t为t时刻人体的核心温度,单位为°C;t<sub>core,0</sub>为初始时刻人体的核心温度,单位为°C;t<sub>sk,t</sub>为t时刻人体的平均皮肤温度,单位为°C;t<sub>sk,0</sub>为初始时刻人体的平均皮肤温度,单位为°C。

[0066] 进一步的,所述局部皮肤温度的冷应力指标计算公式如下:

$$[0067] CSI_i = \frac{5(t_{core,t} - t_{core,0})}{35 - t_{core,0}} + \frac{5(t_{ski,t} - t_{ski,0})}{20 - t_{ski,0}} \quad (f)$$

[0068] 式(f)中,t<sub>ski,t</sub>为t时刻局部皮肤温度,单位为°C;t<sub>ski,0</sub>为初始时刻局部皮肤温度,单位为°C;i=1,2,3,4,依次代表左胸、左肩、右大腿、右小腿四个区域。

[0069] 进一步的,所述步骤(5)中的热应力指标计算公式为:

$$[0070] PSI = \frac{5(t_{core,t} - t_{core,0})}{39.5 - t_{core,0}} + \frac{5(HR_t - HR_0)}{180 - HR_0} \quad (h)$$

[0071] 式(h)中,t<sub>core,t</sub>为t时刻人体的核心温度,°C;t<sub>core,0</sub>为初始时刻人体的核心温度;HR<sub>t</sub>为t时刻人体心率值;HR<sub>0</sub>为初始时刻人体心率值。

[0072] 相对于现有技术,本发明所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置

及方法具有以下优势：

[0073] (1) 本发明所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置及方法，同时对多个人体基本生理参数(血压、血氧、心率和多点皮肤温度)进行监测，并计算平均皮肤温度、代谢率、核心温度以及整体和局部冷应力指标值或整体热应力指标值等参数，为使用者在极端高低温环境下的作业时限提供参考，并能为应急技术装备的研发提供数据支撑，使用者无需携带不同类型的生理参数监测仪，为应急救援人员提供了便捷。

[0074] (2) 本发明所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置及方法，预警特点为多重机制，分级预警。多重机制指心率值、核心温度、局部皮肤温度以及冷应力指标或者热应力指标任一达到风险水平即进行预警提示；分级预警指预警等级包括黄色预警、橙色预警和红色预警，其中黄色预警为低级预警，橙色预警为中级预警，红色预警为高级预警，指示灯预警时伴有蜂鸣声提示，有利于使用者对当前的风险水平有及时的了解。

[0075] (3) 本发明所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置及方法，通过心率计算代谢率，通过代谢率计算核心温度，通过核心温度计算整体冷应力指标和局部冷应力指标，通过核心温度和心率计算热应力指标，并根据局部冷应力指标和整体冷应力指标或者热应力指标与阈值的监控对比，进行有效预警，极大地提高了应急救援人员在极端高低温环境下的安全性，同时提高了预警装置对救援人员在极冷环境或极热环境适应程度监测的准确性。

## 附图说明

[0076] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

[0077] 图1为本发明实施例所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置结构示意图；

[0078] 图2为本发明实施例所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置及方法的原理示意图；

[0079] 图3为本发明实施例所述的极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置及方法的流程示意图。

[0080] 附图标记说明：

[0081] 101-USB充电接口；102-USB数据接口；103-SD卡卡槽；105-热敏电阻传感器通信接口；106-血压检测通信接口；107-血氧探头通信接口；108-心电采集通信接口；109-预警指示灯；201-多生理参数采集单元；2011-心电采集模块；2013-血氧采集模块；2012-血压采集模块；2014-皮温采集模块；202-控制单元；203-预警单元；204-显示单元；206-存储单元；205-通信单元；206-存储单元；207-电源单元。

## 具体实施方式

[0082] 需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0083] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系

为基于附图所示 的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此 不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述 目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征 的数量。由此,限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包 括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的 含义是两个或两个以上。

[0084] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语 “安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也 可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可 以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以通过具体情况理解上述术语在本发明 中的具体含义。

[0085] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0086] 如图1和2所示,本发明包括多生理参数采集单元201、控制单元202、预警单元203、显示单元204、存储单元206、通信单元205和电源单元207;

[0087] 所述多生理参数采集单元201通过通信单元205与所述控制单元202信 号连接;

[0088] 所述控制单元202通过通信单元205分别与预警单元203、显示单元204 和存储单元206信号连接;

[0089] 所述电源单元207分别与所述多生理参数采集单元201、控制单元202、预警单元203、显示单元204、存储单元206和通信单元205电连接。

[0090] 多生理参数采集单元201采集应急救援人员的生理参数,并通过通信单 元205输入控制单元202,控制单元202分析处理后将检测结果和计算结果 在显示单元204中显示,并将结果与设定的危险阈值进行比较,若有危险, 则按照危险等级控制预警单元203预警。

[0091] 进一步的,所述多生理参数采集单元201包括分别与所述控制单元202 信号连接的心电采集模块2011、血氧采集模块2013、血压采集模块2012和 皮温采集模块2014。

[0092] 进一步的,所述心电采集模块2011包括心电电极、第一导联线和采样 芯片,所述心电电极通过第一导联线与所述采样芯片信号连接,所述采样芯 片通过通信单元205与所述控制单元202信号连接。

[0093] 进一步的,所述采样芯片为ADS1298R芯片。

[0094] 心电采集模块2011通过心电电极采集用户的心电参数,并通过如图1 所示的心电采集通信接口108输入控制单元202,该心电采集通信接口108 为SPI接口,控制单元202将模拟格式的心电信号转为数字格式的心电信号, 经分析获得心率数据。

[0095] 进一步的,所述血氧采集模块2013包括血氧探头,该血氧探头通过通 信单元205与所述控制单元202信号连接。

[0096] 进一步的,所述血氧探头包括AFE4490芯片。

[0097] 血氧探头有指夹式血氧探头或耳夹式血氧探头,用于采集用户的血氧参 数对应的生理信号,该血氧探头可夹在手指或耳朵上,控制单元驱动血氧探 头中的发光二极管,红光和红外光按照一定的频率交替亮灭,通过光电二极 管采集透过手指或耳朵的红光和红外光信息,进而确定血样参数对应的生理 信号,并通过如图1所示的血氧探头通信接口 107输入控制单元202。

- [0098] 进一步的,所述血压采集模块2012包括袖带和血压计,血压计安装在 袖带上。
- [0099] 血压采集模块用于采集人体血压。
- [0100] 血压计包括血压测量气路、气泵和压力传感器;
- [0101] 所述袖带内设有气囊,所述气泵通过血压测量气路与所述气囊密封连 通,所述血 压测量气路上设有比例阀;
- [0102] 所述压力传感器设置在所述袖带的内侧;
- [0103] 所述气泵、气阀和压力传感器通过通信单元205与所述控制单元202信 号连接。
- [0104] 其中袖带采用双管袖带,一根管直接和气泵、比例阀相连,用于给袖带 充气和缓 慢放气,另一根管直接和压力传感器相连,用于监测实时压力值,本发明的双管袖带可以 避免在充气和放气过程中,气流对压力传感器压力值 的干扰,提高监测的精度和准确性。
- [0105] 进一步的,所述压力传感器为MMR901XA芯片。
- [0106] 该血压采集模块中的袖带套设在上臂上,用于采集用户的血压参数对应 的生理 信号,并通过血压检测通信接口106输入控制单元202。
- [0107] 进一步的,所述皮温采集模块2014包括热敏电阻传感器,所述热敏电 阻传感器有 多个,且通过通信单元205与所述控制单元202信号连接。
- [0108] 进一步的,所述热敏电阻传感器为MAX30205传感器。
- [0109] 该皮温采集模块2014的多个热敏电阻传感器与人体多部位体表相连, 用于采集 用户的多点局部皮肤温度参数对应的生理信号,并通过热敏电阻传 感器通信接口105内的 串口协议输入控制单元202。
- [0110] 通过上述各个采集模块,该装置能够实时监测人体的心电、血压、血氧 和多点皮 肤温度,并且由控制单元生成各个生理信号对应的生理参数。
- [0111] 所述控制单元与所述多生理参数采集单元连接,用于接收所述多生理参 数采集 单元采集的基本生理参数信号,并确定对应的生理参数数字信号,进 而计算得出人体代谢 率、平均皮肤温度、核心温度等特殊参数以及在极端冷 环境中的整体和局部冷应力指标值 或者极端热环境中的整体热应力指标值。
- [0112] 控制单元将多生理参数单元采集的生理信号转化为可以显示的生理参 数。例如, 多生理参数采集单元采集用户的生物电信号,并将生物电信号传 输至控制单元,由控制单 元将生物电信号转换为生理参数,例如,将电信号 转换为心电参数。
- [0113] 所述显示单元204与控制单元202连接,用于显示血压、血氧、心率、多点皮肤温度 等基本生理参数以及平均皮肤温度、身体代谢率、核心温度、冷应力指标或热应力指标值 等特殊参数。其中,可以根据用户的需求在显示 界面中既可以同时显示所有参数的图例, 也可以显示其中的一个或多个参数 的图例,具体显示的数量可以根据实际场景设定,本发 明实施例对此不进行 限制。
- [0114] 进一步的,所述显示单元204为TFT液晶屏。
- [0115] 所述存储单元206与所述控制单元202连接,所述存储单元206用于存 储所述控制 单元202确定的各类参数值。
- [0116] 进一步的,所述存储单元206为SD卡。该SD卡安装在如图1所示的便 携式外壳一侧 的SD卡卡槽103中,在控制单元确定各个参数之后,可以通 过与SD卡之间的接口将各项参 数传输至SD卡,由SD卡对各个生理参数进 行存储。

[0117] 需要强调的是，现有技术中，监测设备可以完成对生理参数的监测，在此基础上，本发明实施例提供的生理参数监测装置还可以通过通信单元将生理参数传输至外部终端设备，对所有数据进行统计分析，为研发性能可靠和系统化的应急技术装备提供数据支撑。

[0118] 所述通信单元205与所述控制单元202连接，所述通信单元205用于将所述控制单元202确定的参数值传输至终端设备，所述终端设备用于存储及统计分析各类参数，且方便了使用者远程实时查看各项参数。

[0119] 进一步的，所述通信单元205包括有线通信单元和无线通信单元；

[0120] 所述有线通信单元包括通信接口和数据线；

[0121] 所述无线通信单元包括WIFI通信单元和/或蓝牙通信单元。

[0122] 具体来说，有线通信方式可以为USB有线连接，该装置设置有USB数据接口，并通过数据线将使用者的生理参数准确无误的传给数据处理设备。无线通信方式可以为无线保真(Wireless-Fidelity,WIFI)通信方式或蓝牙通信方式。需要说明的是，上述无线通信方式或有线通信方式适用于与该装置与数据处理设备通信，数据处理设备即外部终端设备可以但不局限于各种终端设备，例如智能手机、平板电脑、笔记本电脑等。其中，WIFI通信方式适用于无线网全覆盖的场景，便于将各类参数值传输至云端的服务器，从而对大量数据进行统计分析，进而可以为研发性能可靠和系统化的个体防护装备提供数据支撑，蓝牙通信方式适用于短距离的通信场景，以保证在无WIFI覆盖的区域内能够将各项参数传输至外部终端。

[0123] 进一步的，所述通信接口包括USB数据接口102、热敏电阻传感器通信接口105、血压检测通信接口106、血氧探头通信接口107和心电采集通信接口108。

[0124] 进一步的，所述控制单元202采用STM32F413VGT6芯片。

[0125] 本发明的一种极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置为集成式，所述多生理参数采集单元、预警单元、控制单元、显示单元、存储单元、通信单元和电源单元集成在便携式设备中或者便携式外壳中。

[0126] 进一步的，所述极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置还包括便携式外壳；

[0127] 所述便携式外壳呈长方体状，所述显示单元204和预警单元203分别安装在所述便携式外壳的正端面上，所述控制单元202、存储单元206和电源单元207分别安装在所述便携式壳体的内部；

[0128] 所述USB数据接口102、热敏电阻传感器通信接口105、血压检测通信接口106、血氧探头通信接口107和心电采集通信接口108设在所述便携式外壳正端面的四周，且该便携式外壳上还设有USB充电接口101，所述心电采集模块2011通过数据线及心电采集通信接口108与所述控制单元202信号连接，所述血压采集模块2012通过数据线及血压检测通信接口106与所述控制单元202信号连接，所述血氧采集模块2013通过数据线及血氧探头通信接口107与所述控制单元202信号连接，所述皮温采集模块2014通过数据线及热敏电阻传感器通信接口105与控制单元202信号连接；

[0129] 所述便携式外壳的侧面上设有夹持槽以及位于夹持槽内的夹持件，所述心电采集模块2011、血压采集模块2012、血氧采集模块2013和皮温采集模块2014分别通过一夹持

件夹持在所述夹持槽内。

[0130] 电源单元包括电池和电池处理电路,便携式外壳上的USB充电接口101 通过该电池处理电路对电池进行充电,进而实现在没有外接电源的情况下由 充电电池为多生理参数采集单元201、控制单元202、预警单元203、显示单元204、存储单元206、通信单元205提供电能,使得该装置具备结构简单,便于携带,实用性强的特点。

[0131] 进一步的,所述夹持槽位于所述便携式外壳的左右两侧,且每侧设有两个,所述夹持件包括夹持板、弹性层、转动轴和扭簧,所述转动轴可转动固定在所述夹持槽内侧壁的下端,所述夹持板固定在所述转动轴上,并与该转动轴的轴心位于同一平面,所述弹性层固定在所述弹性层的内侧,所述扭簧 固定在所述转动轴和夹持槽内侧壁之间,该扭簧带动所述夹持板紧贴夹持槽 内侧壁。

[0132] 该夹持槽及夹持件的设置,方便了多生理参数采集单元的固定放置,方便了该监测装置的携带。

[0133] 进一步的,所述心电采集模块2011的心电电极及第一导联线均有十二 个,所述心电采集通信接口为十二导联心电电极接口。

[0134] 进一步的,所述预警单元203包括预警指示灯109。

[0135] 进一步的,所述预警单元203包括蜂鸣器。

[0136] 预警单元的预警指示灯位于便携式外壳的前端面上。

[0137] 极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置的预警方式为指示灯预警并伴有蜂鸣声提示,预警特点为多重机制,分级预警。多重机制指心率值、核心温度、局部皮肤温度以及冷应力指标或者热应力指标任一达到风险水平 即进行预警提示;分级预警指预警等级包括黄色预警、橙色预警和红色预警,其中黄色预警为低级预警,橙色预警为中级预警,红色预警为高级预警。

[0138] 所述指示灯预警流程中,当开机时预警指示灯呈蓝色,若生理参数采集 模块终端连接良好,则预警指示灯转变为绿色,继而执行预警流程;若生理 参数采集模块终端连接不良,则预警指示灯一直呈蓝色,直到终端连接良好 为止。

[0139] 一种极端高低温环境人体多生理参数监测预警方法,该方法基于极端高 低温环境人体多生理参数监测预警装置,包括以下步骤:

[0140] (1) 在应急救援人员开始作业前,开启极端高低温环境人体多生理参 数监测预警装置;

[0141] (2) 极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置监测应急救援人员 的心电信号、血氧信号、血压信号和多个部位的皮肤温度信号,控制单元202 将获取的各类生理参数信号转换为对应的数字信号;

[0142] (3) 控制单元202根据当前日期判断季节时期,且冬季为冷环境,进 行步骤(4),夏季为热环境,进行步骤(5) ;

[0143] (4) 控制单元202根据心率、血氧、血压和多个部位的皮肤温度计算 平均皮肤温度、代谢率、核心温度以及冷应力指标值,然后将计算结果输出 到存储单元206进行存储,该控制单元202将测量所得心率、局部皮肤温度 和计算所得核心温度以及冷应力指标值与冷环境下设定的阈值进行比较,并 进行相应等级预警;

[0144] (5) 控制单元202根据心率、血氧、血压和多个部位的皮肤温度计算 平均皮肤温

度、代谢率、核心温度以及热应力指标值,然后将计算结果输出 到存储单元206进行存储,该控制单元202将测量所得心率、局部皮肤温度 和计算所得核心温度以及热应力指标值与热环境下设定的阈值进行比较,并 进行相应等级预警。

[0145] 应急救援人员开始作业前,处于静态体位,所以极端高低温环境人体多 生理参数监测预警装置在启动时监测到的心电信号、血氧信号、血压信号和 多个部位的皮肤温度信号和根据这些信号计算所得的平均皮肤温度、代谢 率、核心温度、热应力指标值或冷应力指标值为人体的初始参数值,控制单 元会将该初始参数值存储到存储单元。

[0146] 应急救援人员开始作业时,处于动态体位,此时若极端高低温环境人体 多生理参数监测预警装置监测到的心电信号、多个部位的皮肤温度信号和根 据这些信号计算所得的平均皮肤温度、核心温度、热应力指标值或冷应力指 标值中任何一个参数超过设定的阈值,则控制单元202会控制预警装置进行 相应等级的预警。

[0147] 进一步的,所述步骤(4)和步骤(5)中的相应等级预警包括黄色预警、橙色预警和 红色预警,所述黄色预警为低级预警,所述橙色预警为中级预警, 所述红色预警为高级预 警,且不同等级的预警伴有不同的蜂鸣声。

[0148] 进一步的,所述步骤(4)和步骤(5)中的平均皮肤温度根据经验公式 计算:

$$T_{msk} = 0.3T_1 + 0.3T_2 + 0.2T_3 + 0.2T_4 \quad (a)$$

[0150] 式(a)中:T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>和T<sub>4</sub>依次为左胸皮肤温度、左肩皮肤温度、右大 腿皮肤温度以 及右小腿皮肤温度,其单位为℃。

[0151] 进一步的,所述步骤(4)和步骤(5)中的代谢率的计算步骤如下:

[0152] (D1) 利用最小二乘法建立代谢率M与人员心率HR之间的线性模型, 计算公式如 下:

$$M = a(HR_t - HR_0) + BM \quad (b)$$

[0154] 式(b)中,BM为人体基础代谢率,由于体重、身高等因素对其影响较 小,可忽略,一 般取44W/m<sup>2</sup>;HR<sub>t</sub>为t时刻人员心率;HR<sub>0</sub>为人员起始状态时 的心率;a为心率项系数;

[0155] (D2) 代谢率及心率数据利用实验精确获得,即:

[0156] 选取8名健康青年男性作为受试者,并记录受试者身高、体重,首先测 量初始静坐 状态的心率值,然后在室温环境下分别在跑步机上进行运动,逐 渐提高跑步机速度,从而 受试者劳动强度增大,心率也会随之增加,在这个 过程中,每隔30s测量一次受试者的心率 和收集受试者呼出的气体,并测量 呼出气体的体积、温度,采集气体时间、氧气百分数以及 当前大气压和饱和 水蒸气的分压,利用经验公式精确获得受试者的代谢率数值:

$$M = \frac{11.34(P - P_{H_2O}) \cdot V_{ex}}{(273 + T_{ex}) \cdot t \cdot W_b^{0.425} \cdot H_b^{0.725}} (0.209 - F_{O_2}) \quad (c)$$

[0158] 式中,P为大气压,单位为kPa;P<sub>H<sub>2</sub>O</sub>为饱和水蒸气的分压,单位为kPa; V<sub>ex</sub>为呼出气 体体积,单位为L;T<sub>ex</sub>为呼出气体的温度,单位为℃;t为采集 呼出气体时间,单位为h;W<sub>b</sub>为 受试人员体重,单位为kg;H<sub>b</sub>为受试人员身 高,单位为m;F<sub>O<sub>2</sub></sub>为呼出气体中氧气占的百分数;

[0159] (D3) 将公式(c)代入公式(b)得到心率项系数a=3.98,即可获得根 据心率计算代 谢率的线性公式。

[0160] 进一步的,所述步骤(D2)中,选取的8名健康青年男性为中国人。

[0161] 在步骤(D2)中,选取8名健康青年男性作为受试者,不同地区人种不同,生活习惯不同,则相同的心率对应的代谢率的值肯定存在差异,因此在为中国人制作极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置时,就需要选取中国人为受试者,利用中国人的实验测量数据,建立代谢率与心率之间的线性模型,使得模型更加适用于中国人体质,进一步提高了模型适用于中国人体质的准确率。

[0162] 进一步的,所述步骤(4)和步骤(5)中的核心温度根据经验公式计算:

$$[0163] t_{core} = 0.0036(M-35) + 36.8 \quad (d)$$

[0164] 式(d)中: $t_{core}$ 为核心温度,单位为°C;M为代谢率,单位为W/m<sup>2</sup>。

[0165] 同样该核心温度与代谢率之间的线性模型同样可以根据受试者的试验数据计算确定。

[0166] 进一步的,所述步骤(4)中的冷应力指标值包括整体冷应力指标值和局部皮肤的冷应力指标值。

[0167] 通常人体部分局部皮肤的冷应力会远远大于整体冷应力,考虑到应急救援人员的安全性,需计算人体局部冷应力。

[0168] 进一步的,所述整体冷应力指标值根据经验公式计算如下:

$$[0169] CSI = \frac{6.67(t_{core,t} - t_{core,0})}{35 - t_{core,0}} + \frac{3.33(t_{sk,t} - t_{sk,0})}{20 - t_{sk,0}} \quad (e)$$

[0170] 式(e)中, $t_{core,t}$ 为t时刻人体的核心温度,单位为°C; $t_{core,0}$ 为初始时刻人体的核心温度,单位为°C; $t_{sk,t}$ 为t时刻人体的平均皮肤温度,单位为°C; $t_{sk,0}$ 为初始时刻人体的平均皮肤温度,单位为°C。

[0171] 进一步的,整体冷应力指标值中所考虑的为人体的整体状态,个别部位皮肤温度对人体整体状态影响相对来说较小,故核心温度占比比较大,平均皮肤温度占比较小,由于局部皮肤的冷应力指标中,局部皮肤温度对局部皮肤的冷应力指标影响较大,故局部皮肤温度权重占比应有所提升,核心温度的权重应适当降低,故赋予核心温度项和局部皮肤温度项以相同的权重,所述局部皮肤的冷应力指标值为以局部皮肤温度代替式(e)中的平均皮肤温度,并取相同的权重5,来计算局部皮肤温度的冷应力指标,计算公式如下:

$$[0172] CSI_i = \frac{5(t_{core,t} - t_{core,0})}{35 - t_{core,0}} + \frac{5(t_{ski,t} - t_{ski,0})}{20 - t_{ski,0}} \quad (f)$$

[0173] 式(f)中, $t_{ski,t}$ 为t时刻局部皮肤温度,单位为°C; $t_{ski,0}$ 为初始时刻局部皮肤温度,单位为°C;i=1,2,3,4,依次代表左胸、左肩、右大腿、右小腿四个区域。

[0174] 进一步的,所述步骤(5)中的热应力指标经验公式为:

$$[0175] PSI = \frac{5(t_{re,t} - t_{re,0})}{39.5 - t_{re,0}} + \frac{5(HR_t - HR_0)}{180 - HR_0} \quad (g)$$

[0176] 式(g)中, $t_{re,t}$ 为t时刻人体直肠温度,单位为°C; $t_{re,0}$ 为初始时刻人体直肠温度值,单位为°C; $HR_t$ 为t时刻人体心率值; $HR_0$ 为初始时刻人体心率值。

[0177] 由于应急救援人员作业过程中直肠温度难以测量,但核心温度值与直肠温度值极为接近,且变化规律一致,故本发明中以计算得出的核心温度代替直肠温度计算整体热应力指标值,计算公式如下:

$$[0178] \quad PSI = \frac{5(t_{core,t} - t_{core,0})}{39.5 - t_{core,0}} + \frac{5(HR_t - HR_0)}{180 - HR_0} \quad (h)$$

[0179] 式 (h) 中,  $t_{core,t}$  为  $t$  时刻人体的核心温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{core,0}$  为初始时刻人体 的核心温度。

[0180] 步骤(4) 中的局部皮肤温度及核心温度与人体冷应激风险预警标准进 行对比,根据风险状态进行相应等级预警,人体冷应激风险预警标准见下方 表1:

[0181] 表1人体冷应激风险预警标准

[0182]

预警等级	风险状态	评价标准
橙色预警	非冻结性冷伤风险	局部皮肤温度在 0-10 $^{\circ}\text{C}$ 之间
红色预警	冻结性冷伤风险	局部皮肤温度降至或低于 -2.5 $^{\circ}\text{C}$
红色预警	低体温症风险	核心温度降至或低于 35 $^{\circ}\text{C}$

[0183] 步骤(4) 中整体冷应力指标和局部冷应力指标在与冷应力指标风险预 警标准进 行对比时,为了应急救援人员的安全性,通常选取整理冷应力指标 和局部冷应力指标的最 高值进行对比,进而进行相应等级预警,冷应力指标 风险预警标准见下方表2:

[0184] 表2冷应力指标风险预警标准

[0185]

预警等级	$CSI/CSI_i$
黄色预警	1-3
橙色预警	4-6
红色预警	7-10

[0186] 步骤(5) 中所测心率值以及核心温度值与人体热应激风险预警标准进 行对比,若 超出阈值,则进行相应等级预警,人体热应激风险预警标准见下 方表3:

[0187] 表3人体热应激风险预警标准

[0188]

预警等级	风险标准	核心温度/ $^{\circ}\text{C}$	心率/bpm
黄色预警	生理安全上限	38. 0	135
橙色预警	耐受上限	38. 9	152
红色预警	耐受极限	39. 4	164

[0189] 步骤(5) 中整体热应力指标与热应力指标风险预警标准的阈值范围进 行对比,并 进行相应等级预警,热应力指标风险预警标准见下方表4:

[0190] 表4热应力指标风险预警标准

[0191]

预警等级	<i>PSI</i>
黄色预警	1-3
橙色预警	4-6
红色预警	7-10

[0192] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本 发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在 本发明的保护范围之内。

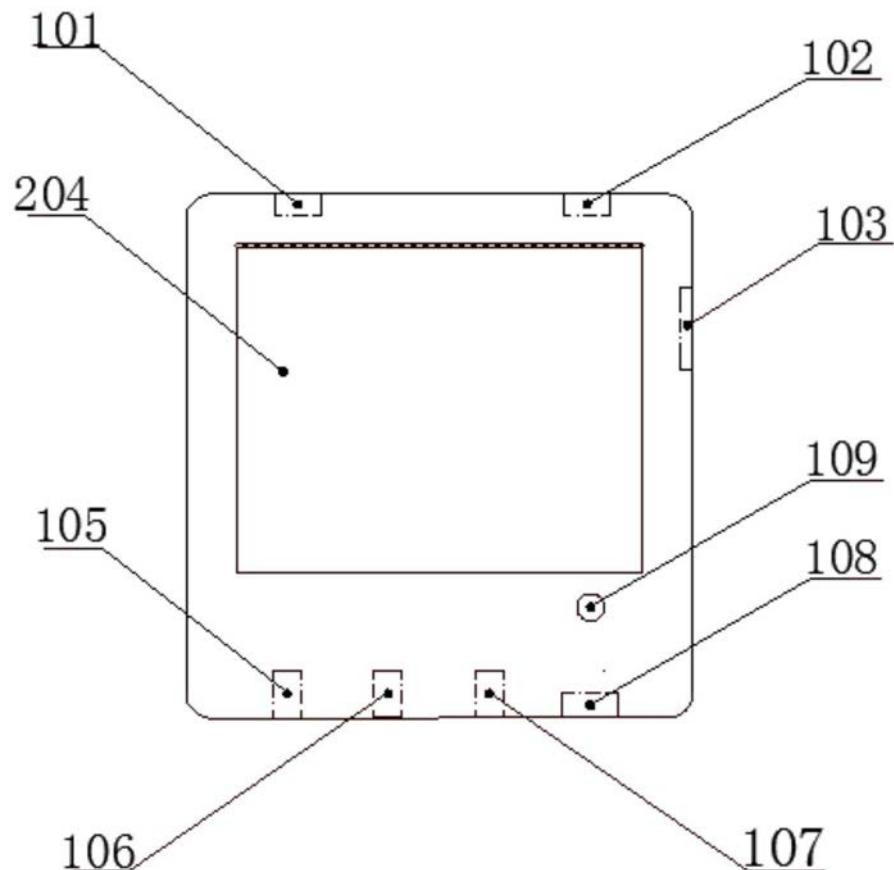


图1

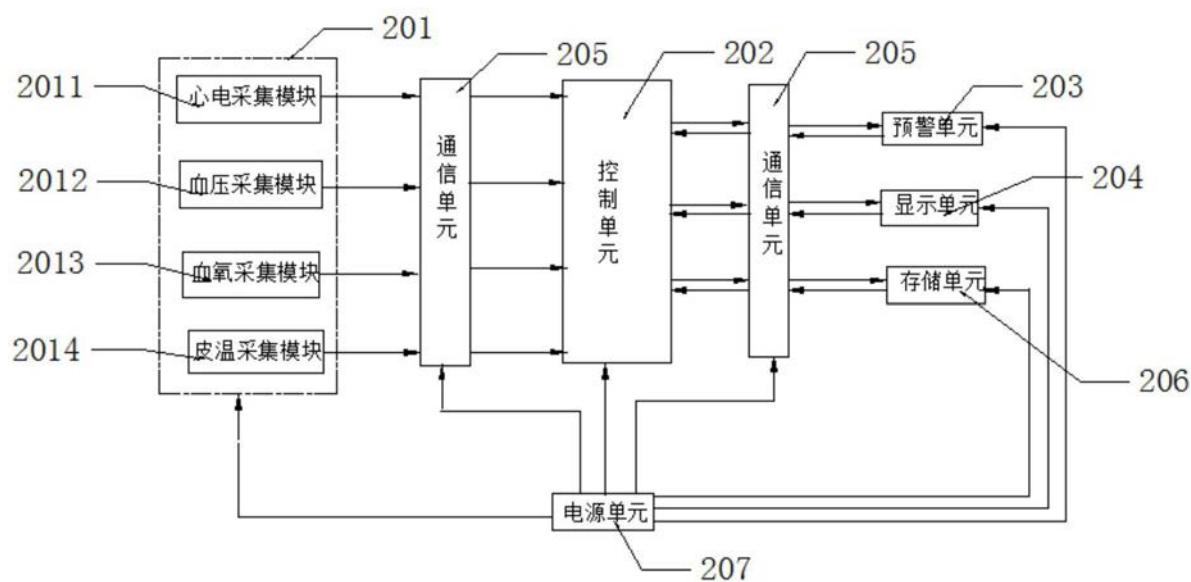


图2

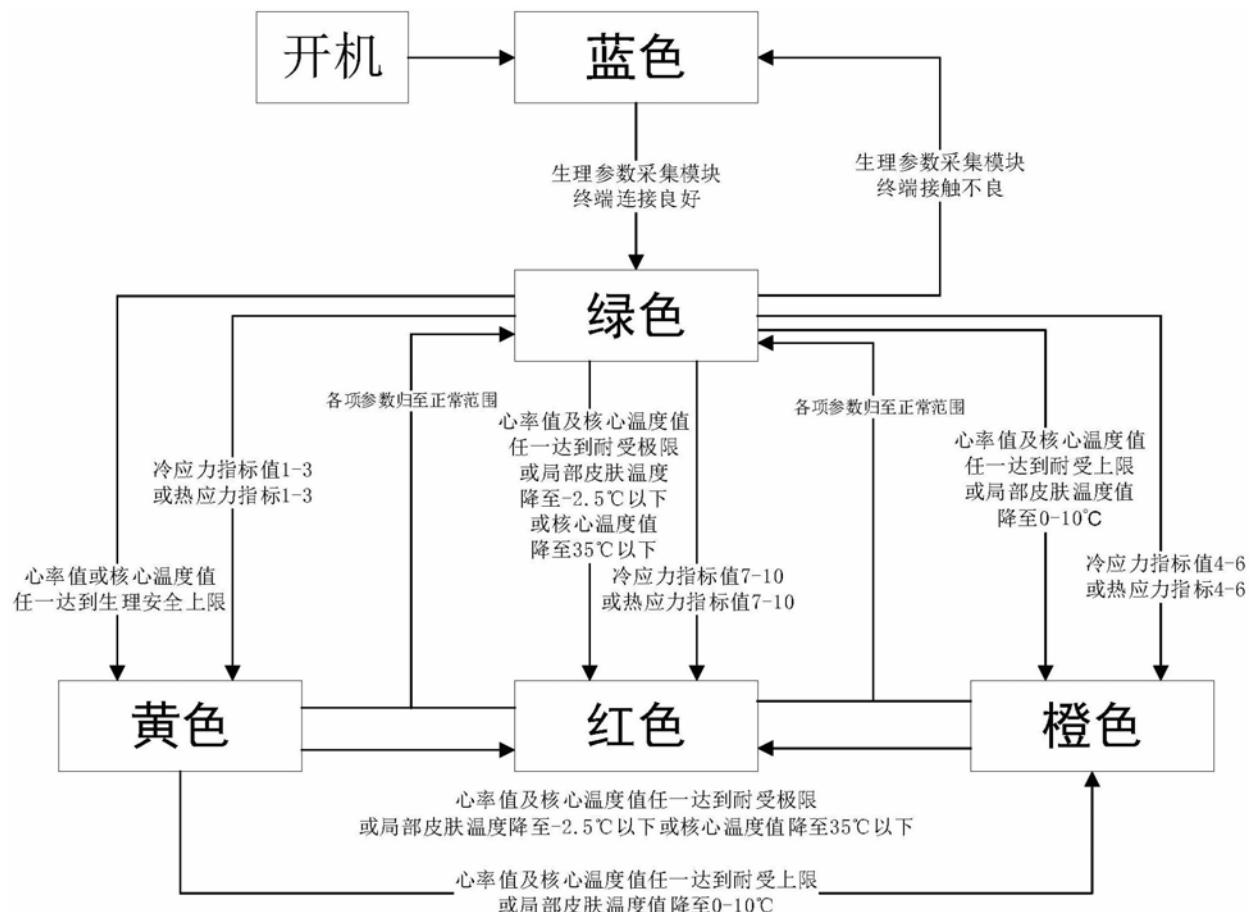


图3

专利名称(译)	一种极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置及方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN109602402A</a>	公开(公告)日	2019-04-12
申请号	CN201810653717.4	申请日	2018-06-22
[标]申请(专利权)人(译)	中国矿业大学(北京)		
申请(专利权)人(译)	中国矿业大学(北京)		
当前申请(专利权)人(译)	中国矿业大学(北京)		
[标]发明人	吴建松 王慧泉 韩兆星 郭伟旗 任可		
发明人	吴建松 王慧泉 韩兆星 郭伟旗 任可		
IPC分类号	A61B5/0205 A61B5/0402 A61B5/1455 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02055 A61B5/0002 A61B5/0225 A61B5/024 A61B5/0402 A61B5/14551 A61B5/7405 A61B5/742 A61B5/746		
代理人(译)	杨慧玲		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

### 摘要(译)

本发明提供了一种极端高低温环境人体多生理参数监测预警装置及方法，装置包括多生理参数采集单元、控制单元、预警单元、显示单元、存储单元、通信单元和电源单元；所述多生理参数采集单元通过通信单元与所述控制单元信号连接；所述控制单元通过通信单元分别与预警单元、显示单元和存储单元信号连接；方法通过监测人体包括心电参数、血氧参数、血压参数和多点皮肤温度在内的多生理参数并计算人体平均皮肤温度、代谢率、核心温度、冷应力指标或热应力指标值，对人员所受风险进行分级预警，极大地提高了应急救援人员在极端高低温环境中进行作业时的安全性。

