



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111521884 A

(43)申请公布日 2020.08.11

(21)申请号 202010527744.4

(22)申请日 2020.06.11

(71)申请人 青岛大学

地址 266000 山东省青岛市崂山区香港东路7号青岛大学

(72)发明人 刘晓瑞 葛树志 刘银华 魏相霞 蒋婉玥

(74)专利代理机构 青岛致嘉知识产权代理事务所(普通合伙) 37236

代理人 苗颖

(51)Int.Cl.

G01R 29/12(2006.01)

G01R 29/24(2006.01)

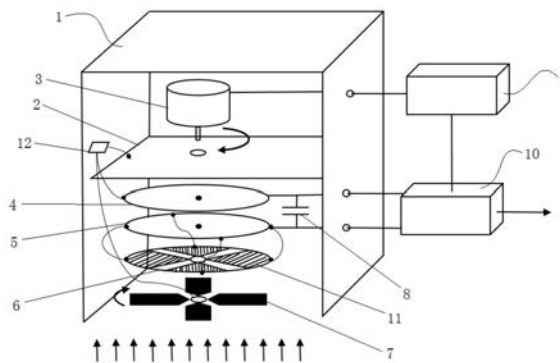
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种人体静电场定量非接触检测装置及检测方法

(57)摘要

本发明提供了一种人体静电场定量非接触检测装置及检测方法,通过安装在天花板上的人体静电场定量非接触检测装置形成测试区域,结合双目视觉摄像头,待测人员进入测试区域,双目视觉摄像头通过视频数据对受测对象进行测距并估算其实际身高和肢体状态,同时人体静电场定量非接触检测装置检测并结合双目视觉信息确定受测人员自身的静电水平,所述人体静电场定量非接触检测装置包括接地屏蔽罩、屏蔽层、电机、第一线圈、第二线圈、绝缘圆盘、金属风扇、电容、同步控制模块、放大带通模块。能够自动完成对受测区域内人体目标自身静电电压水平进行无接触、远距离检测,可以与静电敏感场所的门禁设备联动,具有检测准确、自动化水平高的优点。



1. 一种人体静电场定量非接触检测装置,其特征在於:包括接地屏蔽罩、屏蔽层、电机、第一线圈、第二线圈、绝缘圆盘、金属风扇、电容、同步控制模块、放大带通模块,所述屏蔽层将接地屏蔽罩分隔为上层和下层,电机设置在上层,第一线圈、第二线圈、绝缘圆盘、金属风扇设置在下层,所述电机的轴穿过屏蔽层与金属风扇连接,所述屏蔽层、第一线圈、金属风扇均做接地处理,所述绝缘圆盘固定设置且其上铺设若干块铜箔,所述铜箔数量、形状、面积与金属风扇叶片数量、形状、面积相同,所述第二线圈与绝缘圆盘的铜箔连接,所述第一线圈和第二线圈之间连接电容作为放大带通模块的输入,所述放大带通模块输出静电场变送值,所述同步控制模块驱动电机并控制电机转速。

2. 一种采用权利要求1所述的人体静电场定量非接触检测装置进行人体静电场检测的方法,其特征在於,所述方法为:

S1、将人体静电场定量非接触检测装置安装在天花板上形成测试区域,并将测试区域分割为不同的位置 $F = \{f_0, f_1, f_2 \dots f_n\}$,

S2、针对人体静电场定量非接触检测装置在不同位置进行校准,获得各位置对应的系数向量 $M = \{a_0, a_1, a_2 \dots a_n\}$ 与 $N = \{b_0, b_1, b_2 \dots b_n\}$,

S3、待测人站在测试区域的某一位置J,使用双目摄像头测量待测人体放电尖端的高度为 h' ,通过人体静电场定量非接触检测装置输出正弦波静电场变送值,幅值为 A' ,

根据公式 $U' = a_J \cdot A' + b_J$ (1) 粗算待测人体的静电电压,其中, a_J 为位置J对应的系数向量M中的系数, b_J 为位置J对应的系数向量N中的系数,

再根据公式 $U_j = k_j U' \cdot \frac{H-h}{H-h'}$ (2) 精确计算待测人体的静电电压,其中, k_j 为换算因子, H 为天花板的高度, h 为校准模特的身高。

3. 根据权利要求2所述的人体静电场检测的方法,其特征在於,对人体静电场定量非接触检测装置进行校准的方法为:

S1、采用直径为 R_b 的镀铝球作为人体的等效带电模型,将金属球至于平面位置 $f(x_0, y_0)$,并通过绝缘支架将镀铝球固定于距离天花板 L 处,

S2、使用高压发生器生成电压 U_0 并为镀铝球充电使其生成静电场,此时实际传导到检测模块的静电场数值为 E_0 , $E_0(x_0, y_0) = \frac{U_0 \cdot R_b}{L^2}$ (3),

S3、梯度调整 U_0 并记录由放大带通模块输出的静电场变送值 A ,对 U_0 与 A 之间的关系建立线性拟合,得到公式 $U_0 = a_0 \cdot A + b_0$ (4),

S4、将镀铝球放置在测试区域的不同平面位置,重复步骤S2、S3,得到不同平面位置对应的系数,即系数向量 $M = \{a_0, a_1, a_2 \dots a_n\}$ 与 $N = \{b_0, b_1, b_2 \dots b_n\}$ 。

4. 根据权利要求2所述的人体静电场检测的方法,其特征在於,所述换算因子 k_j 是通过以下方法获得:寻找一个身高为 h 的人作为校准模特,使其身穿尼龙织物脚踩塑料垫,然后向其周身施加静电电压 U_0 并保持正常站立位姿置于天花板下的位置 $F = \{f_0, f_1, f_2 \dots f_n\}$,当其处于一个位置J,根据公式 $U' = a_J \cdot A' + b_J$ 计算人体静电场定量非接触检测装置采集到的该校准模特的静电电压 U_0' ,然后计算该位置下标准模特与镀铝球间的换算因子 k_j ,

$k_j = \frac{U_0}{U_0'}$,标准模特变换不同位置,重复上述计算过程,可获得换算因子向量 $K = \{k_0, k_1,$

$k_2 \cdots k_n$ }。

一种人体静电场定量非接触检测装置及检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于电磁兼容中的静电检测与防护技术领域,具体涉及一种人体静电场定量非接触检测装置及检测方法。

背景技术

[0002] 在诸如加油站、面粉厂、油漆厂等单位,空气中含有较高浓度的易燃易爆成分。这些场合对静电防护极度敏感,当工作人员携带静电荷进入作业区域并在作业过程中发生局部放电时,很可能引爆空气中的易爆成分引发恶性安全事故。目前对人体静电水平的检测还处于仪器近身检测阶段,存在检测距离近、自动化水平低的缺点。市场需要一种自动化、非接触的人体静电检测方法,安置于对静电敏感的安全工作场所的入口与门禁设备联动,从而切实保证生产场所与工作人员的安全。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种人体静电场定量非接触检测装置及检测方法,解决现有近身静电检测仪器存在的检测距离近、需要与人体接触、人工操作、自动化水平低等问题。

[0004] 本发明提供的一种人体静电场定量非接触检测装置,包括接地屏蔽罩、屏蔽层、电机、第一线圈、第二线圈、绝缘圆盘、金属风扇、电容、同步控制模块、放大带通模块,所述屏蔽层将接地屏蔽罩分隔为上层和下层,电机设置在上层,第一线圈、第二线圈、绝缘圆盘、金属风扇设置在下层,所述电机的轴穿过屏蔽层与金属风扇连接,所述屏蔽层、第一线圈、金属风扇均做接地处理,所述绝缘圆盘固定设置且其上铺设若干块铜箔,所述铜箔数量、形状、面积与金属风扇叶片数量、形状、面积相同,所述第二线圈与绝缘圆盘的铜箔连接,所述第一线圈和第二线圈之间连接电容作为放大带通模块的输入,所述放大带通模块输出静电场变送值,所述同步控制模块驱动电机并控制电机转速。

[0005] 本发明还提供了一种人体静电场定量非接触检测方法,所述方法为:

[0006] S1、将人体静电场定量非接触检测装置安装在天花板上形成测试区域,并将测试区域分割为不同的位置 $F = \{f_0, f_1, f_2, \dots, f_n\}$,

[0007] S2、针对人体静电场定量非接触检测装置在不同位置进行校准,获得各位置对应的系数向量 $M = \{a_0, a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 与 $N = \{b_0, b_1, b_2, \dots, b_n\}$,

[0008] S3、待测人站在测试区域的某一位置J,使用双目摄像头测量待测人体放电尖端的高度为 h' ,通过人体静电场定量非接触检测装置输出正弦波静电场变送值,幅值为 A' ,

[0009] 根据公式 $U' = a_J \cdot A' + b_J$ (1)粗算待测人体的静电电压,其中, a_J 为位置J对应的系数向量M中的系数, b_J 为位置J对应的系数向量N中的系数,

[0010] 再根据公式 $U_j = k_j U' \cdot \frac{H-h}{H-h'}$ (2)精确计算待测人体的静电电压,其中, k_j 为换算因子,H为天花板的高度,h为校准模特的身高。

[0011] 进一步的,对人体静电场定量非接触检测装置进行校准的方法为:

[0012] S1、采用直径为 R_b 的镀铝球作为人体的等效带电模型,将金属球至于平面位置 $f(x_0, y_0)$,并通过绝缘支架将镀铝球固定于距离天花板 L 处,

[0013] S2、使用高压发生器生成电压 U_0 并为镀铝球充电使其生成静电场,此时实际传导

到检测模块的静电场数值为 E_0 , $E_0(x_0, y_0) = \frac{U_0 \cdot R_b}{L^2}$ (3),

[0014] S3、梯度调整 U_0 并记录由放大带通模块输出的静电场变送值 A ,对 U_0 与 A 之间的关系建立线性拟合,得到公式 $U_0 = a_0 \cdot A + b_0$ (4),

[0015] S4、将镀铝球放置在测试区域的不同平面位置,重复步骤S2、S3,得到不同平面位置对应的系数,即系数向量 $M = \{a_0, a_1, a_2 \dots a_n\}$ 与 $N = \{b_0, b_1, b_2 \dots b_n\}$ 。

[0016] 进一步的,所述换算因子 k_j 是通过以下方法获得:寻找一个身高为 h 的人作为校准模特,使其身穿尼龙织物脚踩塑料垫,然后向其周身施加静电电压 U_0 并保持正常站立位姿置于天花板下的位置 $F = \{f_0, f_1, f_2 \dots f_n\}$,当其处于一个位置 J ,根据公式 $U' = a_j \cdot A' + b_j$ 计算人体静电场定量非接触检测装置采集到的该校准模特的静电电压 U_0' ,然后计算该位置

下标准模特与镀铝球间的换算因子 k_j , $k_j = \frac{U_0}{U_0'}$,标准模特变换不同位置,重复上述计算过程,可获得换算因子向量 $K = \{k_0, k_1, k_2 \dots k_n\}$ 。

[0017] 本发明的有益效果:

[0018] 采用本专利的人体静电场定量非接触检测装置以及检测方法能够自动完成对受测区域内人体目标自身静电电压水平的无接触、远距离检测,可以与静电敏感场所的门禁设备联动,自动检测出入人员的人体静电水平,具有检测准确、自动化水平高的优点。

附图说明

[0019] 图1为本发明人体静电场定量非接触检测装置的整体结构示意图;

[0020] 图2为本发明人体静电场定量非接触检测装置的电路原理图;

[0021] 图3为本发明人体静电场定量非接触检测装置带通放大模块的电路图;

[0022] 图4为本发明人体静电场定量非接触检测装置的可编程变阻电路图;

[0023] 图5为本发明人体静电检测方法的原理图,

[0024] 图6为本发明双目视觉摄像头测距的原理图。

[0025] 附图标注:

[0026] 1、接地屏蔽罩,2、屏蔽层,3、电机,4、第一线圈,5、第二线圈,6、绝缘圆盘,7、金属风扇,8、电容,9、同步控制模块,10、放大带通模块,11、铜箔,12、接地点。

具体实施方式

[0027] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,不能理解为对本发明具体保护范围的限定。

[0028] 实施例

[0029] 参照图1,本实施例提供了一种人体静电场定量非接触检测装置,包括接地屏蔽罩1、屏蔽层2、电机3、第一线圈4、第二线圈5、绝缘圆盘6、金属风扇7、电容8、同步控制模块9、

放大带通模块10,所述屏蔽层2将接地屏蔽罩1分隔为上层和下层,电机3设置在上层,第一线圈4、第二线圈5、绝缘圆盘6、金属风扇7设置在下层,所述电机3的轴穿过屏蔽层2与金属风扇7连接,所述屏蔽层2、第一线圈4、金属风扇7均做接地处理,图1示出了接地点12。所述绝缘圆盘6固定设置且其上铺设若干块铜箔11,所述铜箔11数量、形状、面积与金属风扇7叶片数量、形状、面积相同,本实施例的铜箔有4块,金属风扇7的扇叶也有4个,所述第二线圈5与绝缘圆盘6的铜箔11连接,所述第一线圈4和第二线圈5之间连接电容8作为放大带通模块10的输入,所述放大带通模块10输出正弦波静电场变送值,所述同步控制模块9驱动电机3并控制电机3转速。

[0030] 所述检测装置的工作过程为:同步控制模块9驱动电机3动作,电机3的转轴带动金属风扇7转动,当金属风扇7的扇叶与绝缘圆盘6上的铜箔11完全重合时,来自地面站立的人体的静电场电场线(图1下方箭头所示)被金属风扇7扇叶阻隔,使得铜箔11上的电势处于低电势,当金属风扇7的扇叶与铜箔11完全错开时,铜箔11完全暴露在地表静电场下,其自身电势也达到峰值,随着金属风扇7的不断转动,铜箔11上的电势出现周期性变化。

[0031] 本发明在接地屏蔽罩1内设置有第一线圈4和第二线圈5,其中第二线圈5与四块铜箔11相连,第一线圈4则接地。在金属电扇7运行过程中,两线圈间的电势差呈现为正弦波信号,其幅值与地表静电场的场强线性相关,其频率则由电机3的转速决定。本实施例使用基于微控制器设计的同步控制模块9,一方面准确控制电机3的转速,另一方面调整放大带通模块10中的可编程运算放大器,实现电机3转速与带通滤波器中心频率的同步,从而过滤了可能的干扰信号,保证信号的准确性。图2为人体静电场定量非接触检测装置的电路原理框图,同步控制模块9采用STM32F103单片机,带通放大模块采用如图3所示的带通放大电路,STM32F103单片机实现了带通放大模块10与金属电扇7转速的同步。一方面STM32F103单片机控制电路选定带通放大电路的中心频率 f_c ,然后通过IO口控制 R_1 、 R_2 与 R_B 电阻对应的输出电阻。在配置带通放大电路完毕后,STM32F103使用PWM信号驱动电机3转动,同时使用编码器实时监控金属风扇7的转速。通过比对金属风扇7的实际转速实时调整PWM信号的占空比,使得金属风扇7的转速与带通放大电路精准同步。

[0032] 本实施例的带通放大电路是基于低噪声运算放大器AD797设计的同频带可调的带通放大滤波电路,其通频带中心频率和上下限频率分别是 f_c 、 f_{up} 和 f_{down} 。在预先确定该电路的品质因数 Q ,中心频率增益 K_{PB} 以及滤波电容 C ($C_1=C_2=C$,单位F)的前提下,电路中的电阻阻值 R_1 、 R_2 分别如以下公式所示:

$$[0033] \quad R_1 = \frac{Q}{2\pi f_c C K_{PB}} \quad (1)$$

$$[0034] \quad R_2 = \frac{Q}{\pi f_c C} \quad (2)$$

[0035] 其中 K_{PB} 的需满足限制条件 $K_{PB} < 2Q^2$,在此边界条件下 R_B 的计算公式如下:

$$[0036] \quad R_B = \frac{Q}{2\pi f_c C (2Q^2 - K_{PB})} \quad (3)$$

[0037] 根据实际情况,电机3转速应该保持在80-120Hz,且保持高 Q 值以便避开市电的干扰。因此,本实施例设定带通放大电路的中心频率为 $f_c=80-120\text{Hz}$, $Q=10$, $K_{PB}=100$ 。且电路预设电容 $C=0.1\mu\text{F}$ 。根据公式1-3可以计算出三个电阻的阻值变化范围分别是 $R_1=R_B=133-200\ \Omega$, $R_2=26.4-105\text{k}\ \Omega$ 。为了满足以上变阻要求,本实施例采用了如图4所示的基于X9315

芯片的可编程变阻电路。X9315芯片可以输出10-100k Ω 的可变电阻,其中控制端口由STM32F103单片机控制实现输出电阻的变化。本实施例通过在X9315的输出端并联200 Ω 电阻的方式完成 R_1/R_B 所要求的输出电阻区间,而 R_2 则直接引出输出电阻端即可。

[0038] 如图5所示,本实施例人体静电场定量非接触检测装置可安装于天花板上,部署在油气、面粉等安全生产场所的入口,与门禁系统联动,结合双目视觉摄像头实时检测进入人员的人体静电水平,如果受测对象自身的静电水平超过安全阈值时,会触发门禁系统闭锁和报警,提示受测对象执行静电释放工序,具体的人体静电场检测的方法如下:

[0039] S1、将人体静电场定量非接触检测装置安装在天花板上形成测试区域,并将测试区域分割为不同的位置 $F = \{f_0, f_1, f_2, \dots, f_n\}$,

[0040] S2、针对人体静电场定量非接触检测装置在不同位置进行校准,获得各位置对应的系数向量 $M = \{a_0, a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 与 $N = \{b_0, b_1, b_2, \dots, b_n\}$,

[0041] S3、待测人站在测试区域的某一位置J,如图6所示,使用双目视觉摄像头测量待测人体放电尖端的高度为 h' ,通过人体静电场定量非接触检测装置输出正弦波静电场变送值,幅值为 A' ,

[0042] 根据公式 $U' = a_J \cdot A' + b_J$ (1)粗算待测人体的静电电压,其中, a_J 为位置J对应的系数向量M中的系数, b_J 为位置J对应的系数向量N中的系数,

[0043] 再根据公式 $U_j = k_j U' \cdot \frac{H-h}{H-h'}$ (2)精确计算待测人体的静电电压,其中, k_j 为换算因子,H为天花板的高度,h为校准模特的身高。所述双目视觉摄像头测算目标的立体坐标位置(x,y),同时利用所拍摄的图像建立MobileNet模型获得拍摄对象的肢体姿态图,计算其真正的放电尖端的高度。

[0044] 上述检测方法步骤S2包括对人体静电场定量非接触检测装置进行校准,具体的校准方法为:

[0045] S1、采用直径为 R_b 的镀铝球作为人体的等效带电模型,将镀铝球至于平面位置 $f(x_0, y_0)$,并通过绝缘支架将镀铝球固定于距离天花板L处,

[0046] S2、使用高压发生器生成电压 U_0 并为镀铝球充电使其生成静电场,此时实际传导到检测模块的静电场数值为 E_0 , $E_0(x_0, y_0) = \frac{U_0 \cdot R_b}{L^2}$ (3),

[0047] S3、梯度调整 U_0 并记录由放大带通模块输出的静电场变送值A,对 U_0 与A之间的关系建立线性拟合,得到公式 $U_0 = a_0 \cdot A + b_0$ (4),

[0048] S4、将镀铝球放置在测试区域的不同平面位置,重复步骤S2、S3,得到不同平面位置对应的系数,即系数向量 $M = \{a_0, a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 与 $N = \{b_0, b_1, b_2, \dots, b_n\}$ 。

[0049] 上述检测方法公式(2)中的换算因子 k_j 是通过以下方法获得:寻找一个身高为h的人作为校准模特,使其身穿尼龙织物脚踩塑料垫,然后向其周身施加静电电压 U_0 并保持正常站立位姿置于天花板下的位置 $F = \{f_0, f_1, f_2, \dots, f_n\}$,当其处于一个位置J,根据公式 $U' = a_J \cdot A' + b_J$ 计算人体静电场定量非接触检测装置采集到的该校准模特的静电电压 U_0' ,然后计算该位置下标准模特与镀铝球间的换算因子 k_j , $k_j = \frac{U_0}{U_0'}$,标准模特变换不同位置,重复上述计算过程,可获得换算因子向量 $K = \{k_0, k_1, k_2, \dots, k_n\}$ 。

[0050] 本实施例的人体静电场定量非接触检测装置为非接触式可定量计算静电电压的装置,待测人员只需站在检测装置之下,结合双目视觉摄像头,通过本实施例的检测方法计算机就可以自动计算出该人员的静电电压水平,自动化程度高,检测精确。

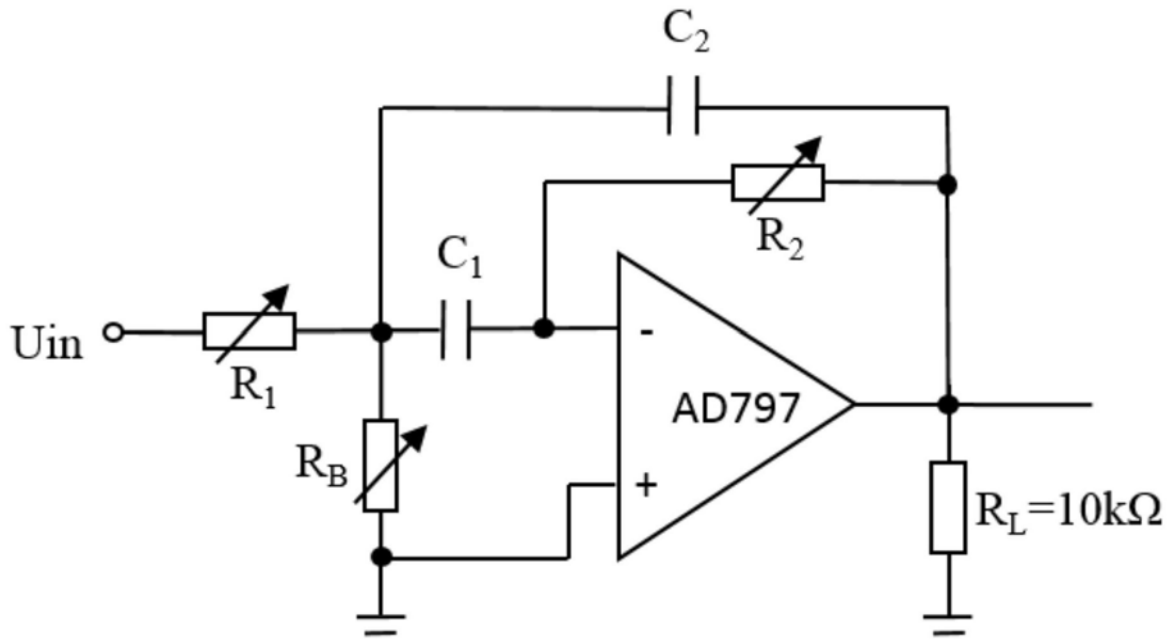


图3

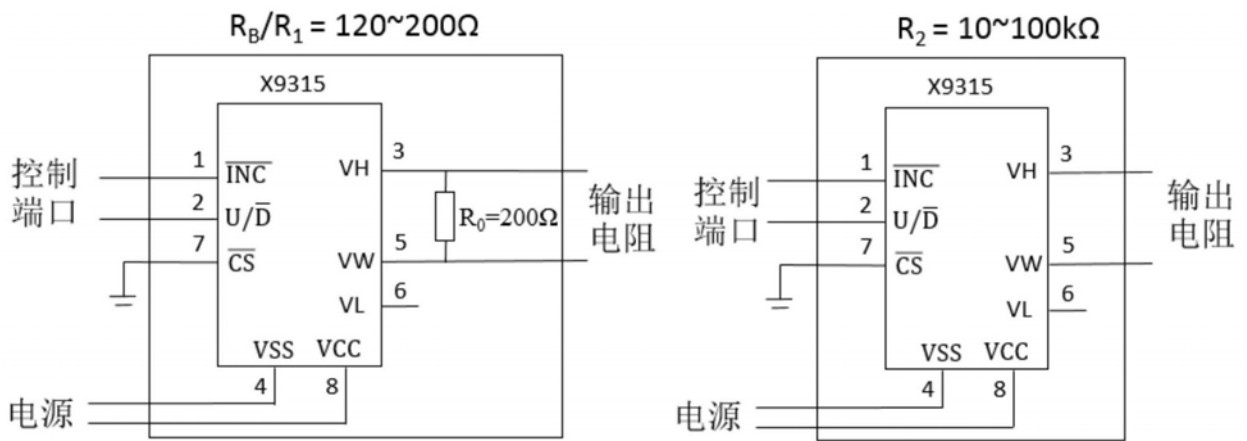


图4

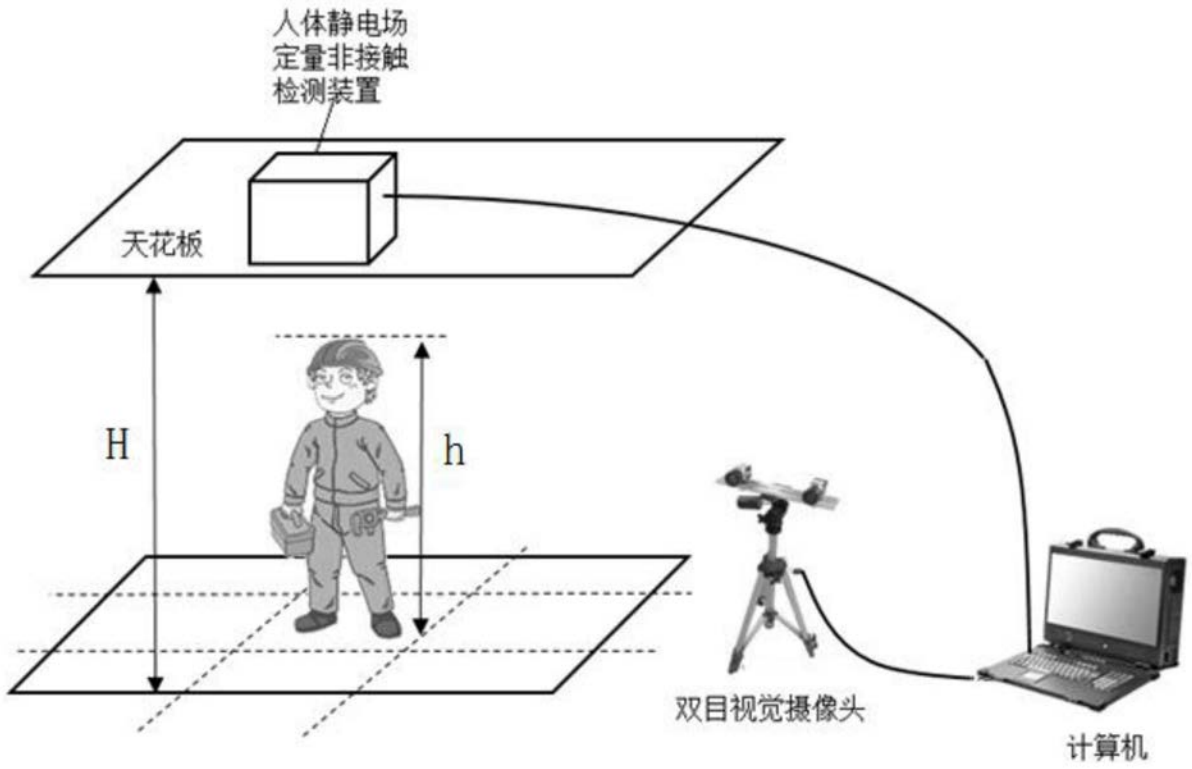


图5

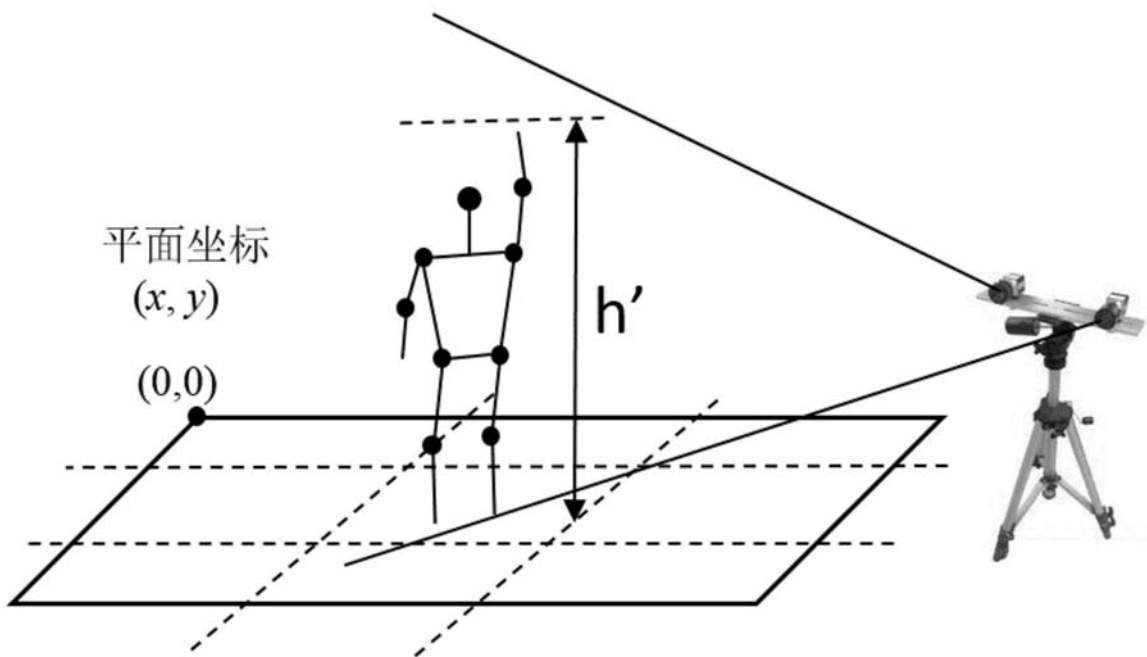


图6