(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107919021 B
(45)授权公告日 2019.09.06

(21)申请号 201711409174.3

(22)申请日 2017.12.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107919021 A

(43)申请公布日 2018.04.17

(73)专利权人 长安大学
地址 710064 陕西省西安市碑林区二环南路中段126号

(72)发明人 滑海宁 苑虎 李明湖 韩斌 宋宇

(74)专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务所 61216
代理人 张明

(51)Int.Cl.
G08G 1/07(2006.01)
G08G 1/08(2006.01)
H02N 2/18(2006.01)

(56)对比文件
CN 102299664 A,2011.12.28,
CN 102587239 A,2012.07.18,
CN 107059518 A,2017.08.18,
CN 107423679 A,2017.12.01,
KR 20170139800 A,2017.12.20,
KR 20090035304 A,2009.04.09,
CN 104091452 A,2014.10.08,

审查员 李志娜

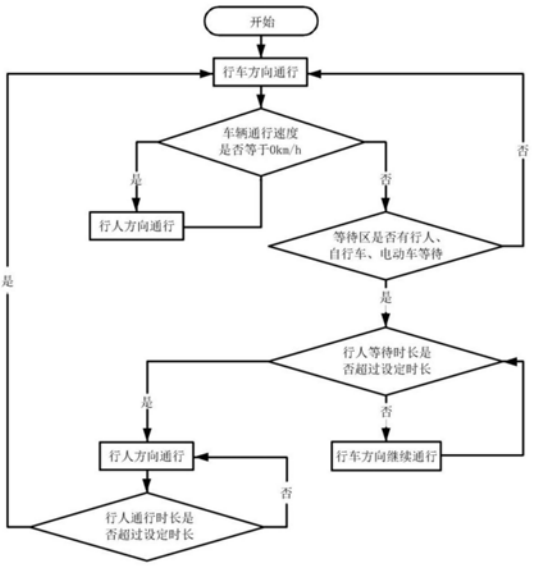
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种智能交通信号灯控制系统与控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种智能交通信号灯控制系统与控制方法，包括设置在道路上人行横道处的第一交通信号灯以及第二交通信号灯所述的人行横道的两端对称设置有多个等待区，在每个等待区内均设置有多个等待位，每个等待位中铺设有一个发电装置；所述的控制系统还包括控制器、压电传感器、测速仪以及蓄电池，所述的测速仪安装在第一交通信号灯上，测速仪、压电传感器以及所述的第一交通信号灯、第二交通信号灯均与所述控制器连接；所述的发电装置与蓄电池连接，蓄电池用于向控制系统供电。本发明可降低环境对智能交通信号灯识别系统识别结果的影响，进一步精细化控制信号灯变换时长，提高行人和车辆通行效率，实现节能减排。



CN 107919021 B

1.一种智能交通信号灯控制方法，其特征在于，该方法所对应的系统包括设置在道路上人行横道处的第一交通信号灯以及第二交通信号灯，分别用于指挥道路方向和人行横道方向的通行或禁行；其特征在于，所述的人行横道的两端对称设置有多个等待区，在每个等待区内均设置有多个等待位，每个等待位中铺设有一个发电装置；所述的等待区包括行人等待区、自行车等待区以及电动车等待区；

所述的发电装置包括开设在地面上的安装槽，安装槽底部铺设有支撑底板，支撑底板上安装有发电机组，在发电机组和支撑底板之间设置有压电传感器；所述的安装槽上装配有踏板，踏板与支撑底板之间设置有伸缩杆，伸缩杆的外部套装有支撑弹簧；所述的踏板底部设置有用于驱动所述发电机组的驱动齿条；

所述的控制系统还包括控制器、测速仪以及蓄电池，所述的测速仪安装在第一交通信号灯上，测速仪、压电传感器以及所述的第一交通信号灯、第二交通信号灯均与所述控制器连接；所述的发电装置与蓄电池连接，蓄电池用于向控制系统供电；

所述的方法包括以下步骤：

步骤1，初始化，设置第一交通信号灯中的绿灯点亮，第二交通信号灯中的红灯点亮；

步骤2，通过道路上的测速仪检测其所在的行车道上车辆通过第一交通信号灯后的行驶速度是否为0，如果某行车道上未检测到车辆通过或检测到行驶速度不为0，均认为该行车道当前行驶速度不为0；

步骤3，如果所有车道当前行驶速度均为0并保持一段时间，则将第一交通信号灯的绿灯经过黄灯后切换成红灯，将第二交通信号灯的红灯经过黄灯切换成绿灯；

步骤4，如果不是所有行车道当前行驶速度均为0，则对压电传感器采集的信号进行分析，判断等待区是否有行人、自行车电动车等待过马路，以及当前等待过马路的行人、自行车和电动车的数量，并判断行人中是否有未成年人、行人是否着急过马路；

步骤5，如果当前等待区没有行人、自行车和电动车，则保持第一交通信号灯、第二交通信号灯不变；

步骤6，如果当前等待区有行人、自行车或电动车需要过马路，则根据行人、自行车和电动车数量以及行人中是否有未成年人、行人是否有着急过马路的情况来确定等待区的等待时长T，以及应通行时长t；

等待时长T的确定方法如下：

步骤6.1，记行人等待区中，所有等待位中压电传感器的编号依次为n_1，n_2，n_3；如果压电传感器的触发顺序为n_1、n_2、n_1、n_2、n_1、n_2或n_1、n_3、n_1、n_3、n_1、n_3或n_2、n_3、n_2、n_3、n_2、n_3，则认为行人着急过马路，此时设置等待时长T＝3s；

步骤6.2，如果判断行人不着急过马路，则按照以下公式计算T：

$$T=\begin{cases}\min(T_1,T_2,T_3) & \min(T_1,T_2,T_3)>3\\ 3 & \min(T_1,T_2,T_3)\le 3\end{cases}$$

其中：

$$T_1=T_1'-2N_1-T_1^1-\cdots-T_1^{N_1}$$

$$T_2=T_2'-2N_2-T_2^1-\cdots-T_2^{N_2}$$

$$T_3=T_3'-2N_3-T_3^1-\cdots-T_3^{N_3}$$

上面的公式中：

T_1表示行人等待时长，T_1'表示行人初设等待时长，N_1表示行人等待区中除了第一个行人之外行人的个数，T_1^1表示第二个到达行人等待区的行人与第一个到达行人等待区的行人之间的时间间隔，$T_1^{N_1}$表示第N_1+1个到达行人等待区的行人与N_1个到达行人等待区的行人之间的时间间隔；

T_2表示自行车等待时长，T_2'表示自行车初设等待时长，N_2表示自行车等待区中除了第一辆自行车之外的自行车数量，T_2^2表示第二个到达自行车等待区的自行车与第一个到达自行车等待区的自行车之间的时间间隔，$T_2^{N_2}$表示第N_2+1个到达自行车等待区的自行车与N_2个到达自行车等待区的自行车之间的时间间隔；

T_3表示电动车等待时长，T_3'表示电动车初设等待时长，N_3表示电动车等待区除了第一辆电动车之外的电动车数量，T_3^3表示第二个到达电动车等待区的电动车与第一个到达电动车等待区的电动车之间的时间间隔，$T_3^{N_3}$表示第N_3+1个到达电动车等待区的电动车与N_3个到达电动车等待区的电动车之间的时间间隔；

应通行时长t的确定方法如下：

$t=\max(t_1,t_2,t_3)$

其中：

$$t_1=\frac{l}{v_1}+3+2n_1$$

$$t_2=\frac{l}{v_2}+3+2n_2$$

$$t_3=\frac{l}{v_3}+3+2n_3$$

上面的公式中：

l表示道路宽度，t_1表示行人通过时长，v_1表示行人行走的平均速度，如果行人中有未成年人，v_1取未成年人行走平均速度，如果行人中没有未成年人，v_1取行人行走平均速度；t_2表示自行车通过时长，v_2表示自行车行走的平均速度；t_3表示电动车通过时长，v_3表示电动车行走的平均速度，n_1、n_2、n_3分别表示行人、自行车和电动车的行数；

步骤7，控制器判断等待区自有第一个行人/自行车/电动车至当前时刻的时间T_0是否超过上述计算出来的等待时长T，如果$T_0>T$，则将第一交通信号灯的绿灯经过黄灯后切换成红灯，将第二交通信号灯的红灯经过黄灯切换成绿灯；

步骤8，如果第一交通信号灯、第二交通信号灯切换后持续的时长大于上述的t，则将第一交通信号灯的红灯经过黄灯后切换成绿灯，将第二交通信号灯的绿灯经过黄灯切换成红灯；

步骤9，重复步骤2至步骤8。

2.如权利要求1所述的智能交通信号灯控制方法，其特征在于，所述的蓄电池还与外接电源连接，在外接电源与蓄电池之间依次设置有充电开关和变压器，所述的充电开关连接至控制器，通过控制器控制充电开关的闭合或断开。

3.如权利要求1所述的智能交通信号灯控制方法，其特征在于，所述的人行横道的两端

均设置有电子指示牌,电子指示牌与所述的控制器连接。

一种智能交通信号灯控制系统与控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于智能交通技术领域，具体涉及一种智能交通信号灯控制系统与控制方法。

背景技术

[0002] 随着城市人口数量和汽车保有量的不断增加，以及城市生活节奏的不断加快，“人车争路”的情况时刻都在发生。“人车争路”一方面容易使本已十分拥堵的城市交通更为拥堵；另一方面容易导致交通事故的发生。为解决“人车争路”，很多路段增添了交通信号灯，在一定程度上缓解了“人车争路”的矛盾。但老旧的交通信号灯多为经典的定时控制，由于交通信号灯变换时间控制不精细，容易出现很多不合理的情况。如：行人方向绿灯点亮，却没有行人通过，而机动车仍旧被迫等待；行人方向红灯点亮，但机动车通行已十分缓慢、甚至因为交通拥堵止步不前，而行人却被迫等待。

[0003] 为解决上述问题，智能交通信号灯控制系统及其控制方法应运而生。现有智能交通信号灯控制系统及其控制方法很大程度上提高了交通信号灯时间控制的精细化程度。但现有智能交通信号灯控制系统及其控制方法仍存在以下不足：

[0004] 1)不能分析行人过马路时心里的急切程度。现有智能交通信号灯控制系统及其控制方法只是根据行人等待区行人数量来控制交通信号灯时间控制的长短，忽视了特殊人群急切需要过马路的需求；

[0005] 2)缺失娱乐性因素。现有智能交通信号灯控制系统及其控制方法只是机械的提高行人、车辆的通行效率，从未考虑好玩等娱乐性因素；

[0006] 3)节能设计存在缺陷。现有智能交通信号灯及其控制系统在提高道路通行智能化的同时，往往增加很多用电负载，消耗大量的电能。先进的智能信号灯控制系统设有太阳能电池板，期望实现能量消耗自己自足。但太阳能电池板发电受天气影响因素很大，黑夜、阴雨天、雾霾严重的冬天往往不能正常发电。智能系统节能设计存在缺陷；

[0007] 4)识别技术受环境因素影响很大。现有智能交通信号灯及其控制系统多采用红外识别技术和图像识别技术，上述两种技术均受环境因素影响很大。红外识别技术通过检测行人等待区域有无障碍物来检测行人等待区有无行人，容易受树枝、树叶、行人掉落物等因素影响。图像识别技术通过图像采集装置采集图像，然后通过图像处理系统，分析行人等待区有无行人和行人等待数量。在晴天逆光和光线不好的清晨和夜晚，往往因图像采集效果不佳，图像处理系统无法准确分析行人等待区行人数量甚至有无行人。

[0008] 5)控制精细化程度有待进一步提高。现有智能交通信号灯及其控制系统多是通过行人等待区有无行人或是行人等待区行人数量来调节行人方向红灯、绿灯时长，没有将行人、自行车和电动自行车区分考虑，也没有将成年和未成年人区分考虑，更没有将行人等待区设计纳入智能交通信号灯系统，信号灯时间控制精细化程度有待进一步提高。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种智能交通信号灯控制系统与控制方法，进一步精细化控制信号灯变换时长，提高行人和车辆通行效率，实现节能减排。

[0010] 为了实现上述任务，本发明采用以下技术方案：

[0011] 一种智能交通信号灯控制系统，包括设置在道路上人行横道处的第一交通信号灯以及第二交通信号灯，分别用于指挥道路方向和人行横道方向的通行或禁行；所述的人行横道的两端对称设置有多个等待区，在每个等待区内均设置有多个等待位，每个等待位中铺设有一个发电装置；

[0012] 所述的发电装置包括开设在地面上的安装槽，安装槽底部铺设有支撑底板，支撑底板上安装有发电机组，在发电机组和支撑底板之间设置有压电传感器；所述的安装槽上装配有踏板，踏板与支撑底板之间设置有伸缩杆，伸缩杆的外部套装有支撑弹簧；所述的踏板底部设置有用于驱动所述发电机组的驱动齿条；

[0013] 所述的控制系统还包括控制器、测速仪以及蓄电池，所述的测速仪安装在第一交通信号灯上，测速仪、压电传感器以及所述的第一交通信号灯、第二交通信号灯均与所述控制器连接；所述的发电装置与蓄电池连接，蓄电池用于向控制系统供电。

[0014] 进一步地，所述的蓄电池还与外接电源连接，在外接电源与蓄电池之间依次设置有充电开关和变压器，所述的充电开关连接至控制器，通过控制器控制充电开关的闭合或断开。

[0015] 进一步地，所述的等待区包括行人等待区、自行车等待区以及电动车等待区。

[0016] 进一步地，所述的人行横道的两端均设置有电子指示牌，电子指示牌与所述的控制器连接。

[0017] 一种智能交通信号灯控制方法，包括以下步骤：

[0018] 步骤1，初始化，设置第一交通信号灯中的绿灯点亮，第二交通信号灯中的红灯点亮；

[0019] 步骤2，通过道路上的测速仪检测其所在的行车道上车辆通过第一交通信号灯后的行驶速度是否为0，如果某行车道上未检测到车辆通过或检测到行驶速度不为0，均认为该行车道当前行驶速度不为0；

[0020] 步骤3，如果所有车道当前行驶速度均为0并保持一段时间，则将第一交通信号灯的绿灯经过黄灯后切换成红灯，将第二交通信号灯的红灯经过黄灯切换成绿灯；

[0021] 步骤4，如果不是所有行车道当前行驶速度均为0，则对压电传感器采集的信号进行分析，判断等待区是否有行人、自行车电动车等待过马路，以及当前等待过马路的行人、自行车和电动车的数量，并判断行人是否着急过马路；

[0022] 步骤5，如果当前等待区没有行人、自行车和电动车，则保持第一交通信号灯、第二交通信号灯不变；

[0023] 步骤6，如果当前等待区有行人、自行车或电动车需要过马路，则根据行人、自行车和电动车数量以及行人中是否有未成年人、行人是否有着急过马路来确定等待区的等待时长T，以及应通行时长t；

[0024] 等待时长T的确定方法如下：

[0025] 步骤6.1，记行人等待区中，所有等待位中压电传感器的编号依次为n_1，n_2，n_3；如果

压电传感器的触发顺序为n_1、n_2、n_1、n_2、n_1、n_2或n_1、n_3、n_1、n_3、n_1、n_3或n_2、n_3、n_2、n_3、n_2、n_3，则认为行人着急过马路，此时设置等待时长T＝3s；

[0026] 步骤6.2，如果判断行人不着急过马路，则按照以下公式计算T：

[0027] $$T=\begin{cases}\min(T_1,T_2,T_3) & \min(T_1,T_2,T_3)>3\\ 3 & \min(T_1,T_2,T_3)\le 3\end{cases}$$

[0028] 其中：

[0029] $$T_1=T_1'-2N_1-T_1^1-\cdots-T_1^{N_1}$$

[0030] $$T_2=T_2'-2N_2-T_2^1-\cdots-T_2^{N_2}$$

[0031] $$T_3=T_3'-2N_3-T_3^1-\cdots-T_3^{N_3}$$

[0032] 上面的公式中：

[0033] T_1表示行人等待时长，T_1'表示行人初设等待时长，N_1表示行人等待区中除了第一个行人之外行人的个数，T_1^1表示第二个到达行人等待区的行人与第一个到达行人等待区的行人之间的时间间隔，$T_1^{N_1}$表示第N_1+1个到达行人等待区的行人与N_1个到达行人等待区的行人之间的时间间隔；

[0034] T_2表示自行车等待时长，T_2'表示自行车初设等待时长，N_2表示自行车等待区中除了第一辆自行车之外的自行车数量，T_2^2表示第二个到达自行车等待区的自行车与第一个到达自行车等待区的自行车之间的时间间隔，$T_2^{N_2}$表示第N_2+1个到达自行车等待区的自行车与N_2个到达自行车等待区的自行车之间的时间间隔；

[0035] T_3表示电动车等待时长，T_3'表示电动车初设等待时长，N_3表示电动车等待区除了第一辆电动车之外的电动车数量，T_3^3表示第二个到达电动车等待区的电动车与第一个到达电动车等待区的电动车之间的时间间隔，$T_3^{N_3}$表示第N_3+1个到达电动车等待区的电动车与N_3个到达电动车等待区的电动车之间的时间间隔；

[0036] 应通行时长t的确定方法如下：

[0037] $t=\max(t_1,t_2,t_3)$

[0038] 其中：

[0039] $$t_1=\frac{l}{v_1}+3+2n_1$$

[0040] $$t_2=\frac{l}{v_2}+3+2n_2$$

[0041] $$t_3=\frac{l}{v_3}+3+2n_3$$

[0042] 上面的公式中：

[0043] l表示道路宽度，t_1表示行人通过时长，v_1表示行人行走的平均速度，如果行人中有未成年人，v_1取未成年人行走平均速度，如果行人中没有未成年人，v_1取行人行走平均速度；t_2表示自行车通过时长，v_2表示自行车行走的平均速度；t_3表示电动车通过时长，v_3表示电动车行走的平均速度，n_1、n_2、n_3分别表示行人、自行车和电动车的行数；

[0044] 步骤7，控制器判断等待区自有第一个行人/自行车/电动车至当前时刻的时间T_0是否超过上述计算出来的等待时长T，如果$T_0>T$，则将第一交通信号灯的绿灯经过黄灯后切换成红灯，将第二交通信号灯的红灯经过黄灯切换成绿灯；

[0045] 步骤8，如果第一交通信号灯、第二交通信号灯切换后持续的时长大于上述的t，则将第一交通信号灯的红灯经过黄灯后切换成绿灯，将第二交通信号灯的绿灯经过黄灯切换成红灯；

[0046] 步骤9，重复步骤2至步骤8。

[0047] 本发明与现有技术相比具有以下技术特点：

[0048] 1.让着急过马路的行人能够在短时间内通过马路，同时避免行人因急于过马路而闯红灯等。本发明能够根据压电传感器信号顺序识别行人过马路时心里的急切程度，并据此调整行人方向红灯时间，让着急过马路的行人能够在短时间内通过马路，同时避免行人闯红灯过马路引发交通事故等。

[0049] 2.增加智能交通信号灯控制系统的娱乐性，吸引行人过马路时走斑马线。本发明增加弹跳发电模块，能够提高智能信号灯控制系统对行人的吸引力(尤其是年轻人和小孩)，增强行人走斑马线过马路的个人意愿。

[0050] 3.给行人带来乐趣，有助于锻炼身体和缓解城市快节奏生活带来的紧张疲劳。本发明将智能交通与弹跳发电系统有机结合，行人过马路时可以通过弹跳发电装置，进行体育锻炼或发泄情绪等。

[0051] 4.节约能源。本发明采用弹跳发电装置将行人行走过程中的重力势能和动能转变成电能，并存储在蓄电池内，在工作过程中为用电负载提供电能。

[0052] 5.发电装置不受天气因素影响。本发明采用弹跳发电装置将弹跳过程中的重力势能和动能转变成电能，基本不受天气因素影响。

[0053] 6.降低识别结果受环境因素的影响。本发明采用物理传感器检测等待区行人、自行车、机动车数量，基本避免了环境因素造成的干扰。

[0054] 7.进一步提高行人和车辆通过效率。本发明通过区分未成年人、成年人、自行车、电动自行车并结合未成年人、成年人、自行车、电动自行车过马路各自所需时间，以及道路车辆通行情况，综合设计信号灯转换时间，有助于提高行人和车辆通过效率。另外通过设计行人等待区，避免行人、自行车、电动自行车过马路过程中相互干涉，也有助于提高行人和车辆通过效率。

附图说明

[0055] 图1为本发明的系统布设结构示意图；

[0056] 图2中的(a)和(b)分别为发电装置的踏板未踩下时和踩下后的结构示意图；

[0057] 图3为本发明系统的结构框图；

[0058] 图4为本发明方法的流程图；

[0059] 图中标号代表：1—驱动齿条，2—发电机组，3—驱动齿轮，4—踏板，5—压电传感器，6—支撑弹簧，7—伸缩杆，8—支撑底板。

具体实施方式

[0060] 遵从上述技术方案，如图所示，本发明的第一个目的是提供一种智能交通信号灯控制系统，包括设置在道路上人行横道处的第一交通信号灯以及第二交通信号灯，分别用于指挥道路方向和人行横道方向的通行或禁行；所述的人行横道的两端对称设置有多个等待区，在每个等待区内均设置有多个等待位，每个等待位中铺设有一个发电装置；

[0061] 所述的发电装置包括开设在地面上的安装槽，安装槽底部铺设有支撑底板，支撑底板上安装有发电机组，在发电机组和支撑底板之间设置有压电传感器；所述的安装槽上装配有踏板，踏板与支撑底板之间设置有伸缩杆，伸缩杆的外部套装有支撑弹簧；所述的踏板底部设置有用于驱动所述发电机组的驱动齿条；

[0062] 所述的控制系统还包括控制器、测速仪以及蓄电池，所述的测速仪安装在第一交通信号灯上，测速仪、压电传感器以及所述的第一交通信号灯、第二交通信号灯均与所述控制器连接；所述的发电装置与蓄电池连接，蓄电池用于向控制系统供电。

[0063] 如图1所示，为本发明系统的应用结构示意图，所述的道路可以为双向四车道、六车道或八车道等，图1的示例给出的是本发明应用在双向四车道上的示意图。人行横道即为图中标注斑马线的地方，人行横道的方向垂直于道路的行车方向。本方案中的第一交通信号灯，安装在人行横道两侧的道路上，在道路两个行车方向(如图1所示同一个方向有两个行车道)上各安装一个第一交通信号灯；第二交通信号灯安装在人行横道两端。第一交通信号灯、第二交通信号灯均有红黄绿三种指示灯，第一交通信号灯用于指挥道路上两个行车方向上车辆的同行或禁行，而第二交通信号灯用于指挥人行横道方向上行人、自行车、电动车的通行或禁行。

[0064] 本方案中，在人行横道两端设置了多个等待区，本实施例中，所述的等待区包括行人等待区、自行车等待区以及电动车等待区。优选地，行人等待区位于中部，自行车等待区以及电动车等待区分列行人等待区的两侧。每个等待区中设置多个等待位，每个等待位中均设置有发电装置。

[0065] 发电装置的结构如图2的(a)和(b)所示。首先在等待位上开设安装槽，然后在安装槽底部铺设支撑底板，然后将发电机组安装在支撑底板上。用于驱动发电机组的是踏板和驱动齿条，具体地，正在安装槽上部设置踏板，当行人、自行车、电动车位于踏板上时，踏板带动驱动齿条向下运动；发电机组上设置有驱动齿轮，驱动齿条和驱动齿轮相互配合，驱动齿条向下运动时，带动驱动齿轮旋转，驱动齿轮与发电机组的转子同轴设置，带动发电机组的转子旋转，发电机组产生电能，并将产生的电能存储在蓄电池中供系统使用，从而将行人、自行车、电动车的重力势能转变为电能。本方案中的发电装置为一种弹跳式发电装置，给行人带来乐趣，有助于锻炼身体和缓解城市快节奏生活带来的紧张疲劳。本发明将智能交通与弹跳发电系统有机结合，行人过马路时可以通过弹跳发电装置，进行体育锻炼或发泄情绪等。

[0066] 安装槽中设置的伸缩杆用于限制踏板在竖直方向的运动，其外部套装支撑弹簧，其一端与踏板底部接触，另一端与支撑底板接触；当行人、自行车或电动车走下踏板后，支撑弹簧用以辅助踏板复位，以便进行下一次的踩踏发电。

[0067] 每个等待位中有一个压电传感器，踩踏踏板时，压电传感器受压被触发，给控制器一个信号；由于行人、行人在推自行车或者骑电动车时，具有一定的重量，因此当压电传感

器测得的压力值大于一个阈值时，则认为当前等待位上有行人、自行车或电动车。利用该原理，可以区分出行人等待区、自行车等待区和电动车等待区中行人、电动车和自行车的数量。所述的阈值可以通过统计得出，例如行人等待区中30kg以上的压力值则被认为等待位上是一个行人，自行车等待区中50kg以上的压力值被认为等待位上是一个自行车等。压电传感器输出信号强度与行人体重线性相关，行人体重越大压电传感器输出信号强度越强，反之行人体重越轻压电传感器信号强度越弱。当压电传感器信号强度(均值)大于或等于设定值(该设定值与区分成年人和未成年人体重设定值对应)时，则认为当前等待位上的是成年人，小于设定值时，则认为是未成年人。因此，通过所述的发电装置，不仅可以产生电能以供系统使用，还可以利用压电传感器来检测当前所有等待区域中的行人、自行车以及电动车数量、行数以及行人中是否有未成年人。

[0068] 本方案中，在所述的人行横道的两端均设置有电子指示牌，电子指示牌与所述的控制器连接。电子指示牌上显示有指示标语，用以引导行人、自行车和电动车进入等待位，并且一个等待位上应只有一个行人、一辆自行车或一辆电动车。另外还可以通过电子指示牌提醒行人可以通过弹跳的方式进行发泄或锻炼。

[0069] 本方案中，发电装置产生的电能由蓄电池存储，通过蓄电池给系统中的控制器、测速仪、第一交通信号灯、第二交通信号灯等提供电力供给。当蓄电池中的电力不足时，控制器闭合充电开关，利用外接电源向蓄电池中充电。控制器可以采用计算机、PLC控制器等。

[0070] 如图3所示，为本发明系统的结构框图。图中的行车方向红绿灯即第一交通信号灯，行人方向红绿灯即第二交通信号灯，ECU即控制器。

[0071] 本方案中的测速仪可以采用常用的雷达测速仪，测速方式为背向测速，用于检测第一交通信号灯后方车辆的行驶速度。所述的控制器能够接受压电传感器和测速仪传来的检测信号，分析出等待区行人数量、自行车数量、电动车数量、行人中是否有未成年人、行人是否着急过马路，以及车辆通过行车方向信号灯后的行驶速度，并据此发出控制指令，控制行人方向和行车方向信号灯的红绿切换。

[0072] 本方案中，用于判定行人是否着急过马路的方式为：

[0073] 记行人等待区中，所有等待位中压电传感器的编号依次为n_1，n_2，n_3；如果压电传感器的触发顺序为n_1、n_2、n_1、n_2、n_1、n_2或n_1、n_3、n_1、n_3、n_1、n_3或n_2、n_3、n_2、n_3、n_2、n_3，则认为行人着急过马路，此时设置等待时长T＝3s。

[0074] 本方案中，在行人等待区中将排号倒数的三个压电传感器认为是指示传感器，用以判定行人是否着急过马路。例如，行人等待区共设置8个等待位，对应地，每个等待位中压电传感器的编号依次为1,2,3,4,5,6,7,8；记编号为6、7、8的三个压电传感器为指示传感器，当有行人反复三次踩踏三个传感器中任意两个，使这三个指示传感器的信号出发顺序为676767、686868或787878时，则认为行人着急过马路，所述的信号可通过控制器获取并判断。可将三个指示传感器所在的等待位用显著的红色方框圈出来，并通过电子指示牌提醒行人，告知行人如果着急过马路，就可以反复踩踏三个指示传感器中的两个，这样系统就可以得知行人着急过马路，而对交通信号灯进行调整。至于行人等待区中等待位的布设方式没有固定的要求，例如可以以垂直于道路方向依次排布，也可以采用如图1所示的成排成列布设，并对应地进行编号。

[0075] 在上述交通信号灯控制系统的基础上，本发明进一步公开了一种控制方法，具体

包括以下步骤：

[0076] 步骤1，初始化，设置第一交通信号灯中的绿灯点亮，第二交通信号灯中的红灯点亮；此时，道路上两个方向的车辆开始通行，人行道两端的行人、自行车和电动车禁行；

[0077] 步骤2，通过道路上的测速仪检测其所在的行车道上车辆通过第一交通信号灯后的行驶速度是否为0(m/s)，如果某行车道上未检测到车辆通过或检测到行驶速度不为0，均认为该行车道当前行驶速度不为0；其中，一个行车道对应一个测速仪，图1给出的示例中，为双向四车道，有四个行车道，对应四个测速仪；

[0078] 步骤3，如果控制器根据检测速仪检测到所有行车道当前行驶速度均为0并保持一段时间，例如5秒到10秒时间，则将第一交通信号灯的绿灯经过黄灯(可以设定2-3秒)后切换成红灯，将第二交通信号灯的红灯经过黄灯切换成绿灯；行车道当前行驶速度为0，表明所有行车道上当前一段时间均处于拥堵状态，此时可以引导行人、自行车和电动车通行。利用测速仪检测第一交通信号灯之后的速度，是为了防止拥堵车辆挤占斑马线而影响行人、自行车或电动车通行，同时也不会因为信号灯是红灯出现死循环而导致行车方向始终无法通行。

[0079] 步骤4，如果不是所有行车道当前行驶速度均为0，即道路上至少有一个行车道上目前有车辆通行，则对压电传感器采集的信号进行分析，判断等待区是否有行人、自行车电动车等待过马路(行人、自行车、电动车处于等待位上即表示等待过马路)，以及当前等待过马路的行人、自行车和电动车的数量，并判断行人中是否有未成年人、行人是否着急过马路；

[0080] 步骤5，如果当前等待区没有行人、自行车和电动车，则保持第一交通信号灯、第二交通信号灯不变；即第一交通信号灯保持绿灯使道路上车辆继续通行，而第二交通信号灯保持红灯禁止行人、自行车和电动车通行；在夜晚时经常会有这种状况发生；

[0081] 步骤6，如果当前等待区有行人、自行车或电动车需要过马路，则根据行人、自行车和电动车数量以及行人中是否有未成年人、行人是否着急过马路来确定等待区的等待时长T，以及应通行时长t；这里的等待时长和应通行时常是根据等待区中行人、自行车和电动车的数量计算得到的，因此能更加准确地对信号灯进行调节，

[0082] 等待时长T的确定方法如下：

[0083] 步骤6.1，记行人等待区中，所有等待位中压电传感器的编号依次为n_1，n_2，n_3；如果压电传感器的触发顺序为n_1、n_2、n_1、n_2、n_1、n_2或n_1、n_3、n_1、n_3、n_1、n_3或n_2、n_3、n_2、n_3、n_2、n_3，则认为行人着急过马路，此时设置等待时长T＝3s；

[0084] 步骤6.2，如果判断行人不着急过马路，则按照以下公式计算T：

[0085] $$T=\begin{cases}\min(T_1,T_2,T_3) & \min(T_1,T_2,T_3)>3\\ 3 & \min(T_1,T_2,T_3)\le 3\end{cases}$$

[0086] 其中：

[0087] $$T_1=T_1'-2N_1-T_1^1-\cdots-T_1^{N_1}$$

[0088] $$T_2=T_2'-2N_2-T_2^1-\cdots-T_2^{N_2}$$

[0089] $$T_3=T_3'-2N_3-T_3^1-\cdots-T_3^{N_3}$$

[0090] 上面的公式中：

[0091] T_1表示行人等待时长，T_1'表示行人初设等待时长，N_1表示当前行人等待区中除了第一个行人之外的行人个数，即除了第一个到达行人等待区的行人之外，又有N_1个行人到达行人等待区，此时行人等待区的行人总数有N_1+1个；T_1^1表示第二个到达行人等待区的行人与第一个到达行人等待区的行人之间的时间间隔，$T_1^{N_1}$表示第N_1+1个到达行人等待区的行人与N_1个到达行人等待区的行人之间的时间间隔；

[0092] T_2表示自行车等待时长，T_2'表示自行车初设等待时长，N_2表示自行车等待区中除了第一辆(到达自行车等待区的)自行车之外的自行车数量，$T_2^{N_2}$表示第二个到达自行车等待区的自行车与第一个到达自行车等待区的自行车之间的时间间隔，T_2^{N2}表示第N_2+1个到达自行车等待区的自行车与N_2个到达自行车等待区的自行车之间的时间间隔；

[0093] T_3表示电动车等待时长，T_3'表示电动车初设等待时长，N_3表示电动车等待区除了第一辆(到达电动车等待区的)电动车之外的电动车数量，$T_3^{N_3}$表示第二个到达电动车等待区的电动车与第一个到达电动车等待区的电动车之间的时间间隔，T_3^{N3}表示第N_3+1个到达电动车等待区的电动车与N_3个到达电动车等待区的电动车之间的时间间隔；

[0094] 其中，所有时间参数的单位均为秒，T_1'、T_2'、T_3'由人为设定，例如分别取40秒、35秒和30秒。

[0095] 应通行时长t的确定方法如下：

[0096] $t=\max(t_1,t_2,t_3)$

[0097] 其中：

[0098] $$t_1=\frac{l}{v_1}+3+2n_1$$

[0099] $$t_2=\frac{l}{v_2}+3+2n_2$$

[0100] $$t_3=\frac{l}{v_3}+3+2n_3$$

[0101] 上面的公式中：

[0102] l表示道路宽度(单位为米)，t_1表示行人通过时长，v_1表示行人行走的平均速度(如果行人中有未成年人，则取值为未成年人行走的平均速度0.7m/s，没有未成年人，则取值为成人行走的平均速度1.4m/s)；t_2表示自行车通过时长，v_2表示自行车行走的平均速度；t_3表示电动车通过时长，v_3表示电动车行走的平均速度；其中时间单位为秒；所述的未成年人行走平均速度、成年人行走平均速度、自行车行走的平均速度、电动车行走的平均速度等可通过统计并计算平均值获得；n_1、n_2、n_3分别表示行人、自行车和电动车的行数；这里的行数是指平行于道路通行方向的行数。压电传感器在识别每个等待区中的行数时，如果某行的等待位中至少有一个行人、自行车或者电动车，则均认为是一行。例如在图1给出的示例中，行人等待区中设置了两行等待位，每一行有四个等待位，如果此时第一行的四个等待位站满4个行人(或只站了1、2或3个行人)，第二行的四个等待位中站了1个行人，则控制器在计算时认为目前行人等待区中有两行行人，即n_1取值为2；如果第二行的四个等待位中没有一个行人，则认为只有一行行人，即n_1取值为1。n_2、n_3的计算同理。这种计算方法充分地考虑到了行

人、自行车和电动车在等待时的行数对过马路的时间影响，因此计算出来的数值更加准确。

[0103] 在计算上述的T和t时，控制器会分别计算出人行横道两端等待区(人行横道两端等待区中的行人、自行车和电动车数量经常是不同的)对应的T和t，则分别得到两个T值和两个t值，选择数值较小的T值和较大的t值进行后续的计算。

[0104] 步骤7，控制器判断等待区自有第一个行人/自行车/电动车至当前时刻的时间T_0是否超过上述计算出来的等待时长T，如果$T_0>T$，则将第一交通信号灯的绿灯经过黄灯后切换成红灯，将第二交通信号灯的红灯经过黄灯切换成绿灯，此时行车方向禁行，人行横道方向通行；

[0105] 步骤8，如果第一交通信号灯、第二交通信号灯按照步骤7切换后持续的时长大于上述的t(即人行横道方向的通行时间)，则将第一交通信号灯的红灯经过黄灯后切换成绿灯，将第二交通信号灯的绿灯经过黄灯切换成红灯，使得行车方向开始通行，而人行横道方向开始禁行，从而完成一个通行循环；

[0106] 步骤9，重复步骤2至步骤8。

[0107] 本发明根据车辆通行速度，等待区是否有行人、自行车、电动车等待，等待区行人数量、自行车数量、电动车数量，等待行人中是否有未成年人，以及等待区是否有着急过马路的行人综合控制信号灯变换时长，时间控制精细化程度更高。这有效的提高了道路车辆、行人通行效率，对实现节能减排具有一定积极意义；本发明采用压电传感器识别行人等待区行人数量、自行车数量、电动车数量，识别结果基本不受环境因素影响；本发明涉及的控制器能根据压电传感器信号顺序分析判断行人是否着急过马路，并据此设计等待时长，避免了行人因着急过马路而闯红灯；同时控制器还能根据压电传感器信号强度判断行人中是否存在未成年人，并据此设计通过时长，防止未成年人尚未通过马路时车辆已开始通行；本发明涉及的发电装置能够将行人行走或弹跳过程中的动能和重力势能转变为电能，并存储在蓄电池中，当智能交通信号灯控制系统工作时，可以由蓄电池为用电负载供电；本发明涉及的控制器能统计行人等待红灯过程中弹跳发电量，并根据行人等待红灯过程中弹跳发电量计算行人弹跳锻炼过程中消耗的热量，同时还会将行人等待红灯过程中的发电情况和消耗热量情况显示在显示屏上，这使本发明具有一定的娱乐性，对吸引行人走斑马线过马路具有一定的作用。

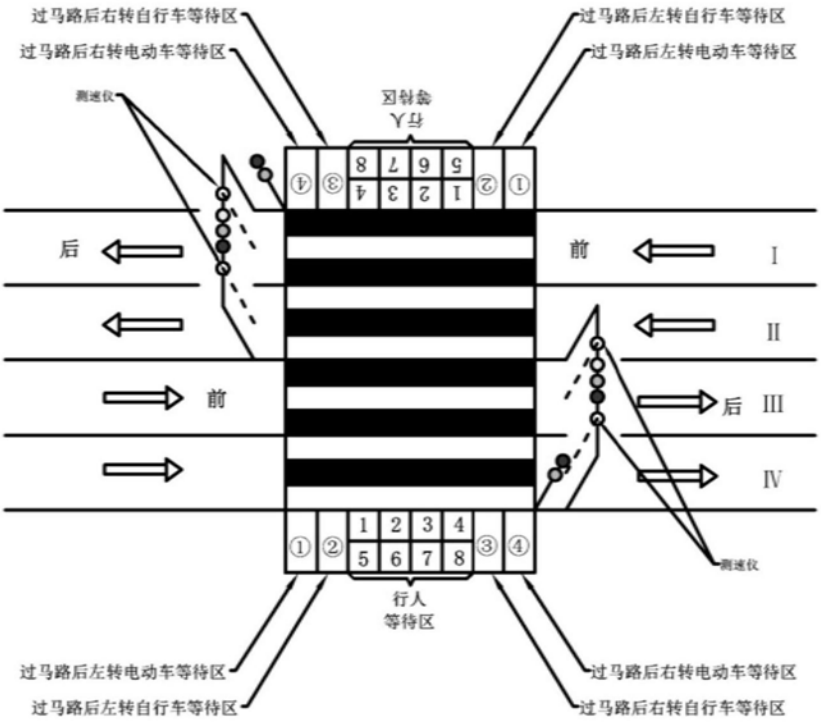

过马路后右转自行车等待区
过马路后右转电动车等待区
过马路后左转自行车等待区
过马路后左转电动车等待区
后
前
I
II
前
后 III
IV
行人
等待区
过马路后左转电动车等待区
过马路后左转自行车等待区
过马路后右转电动车等待区
过马路后右转自行车等待区

图1

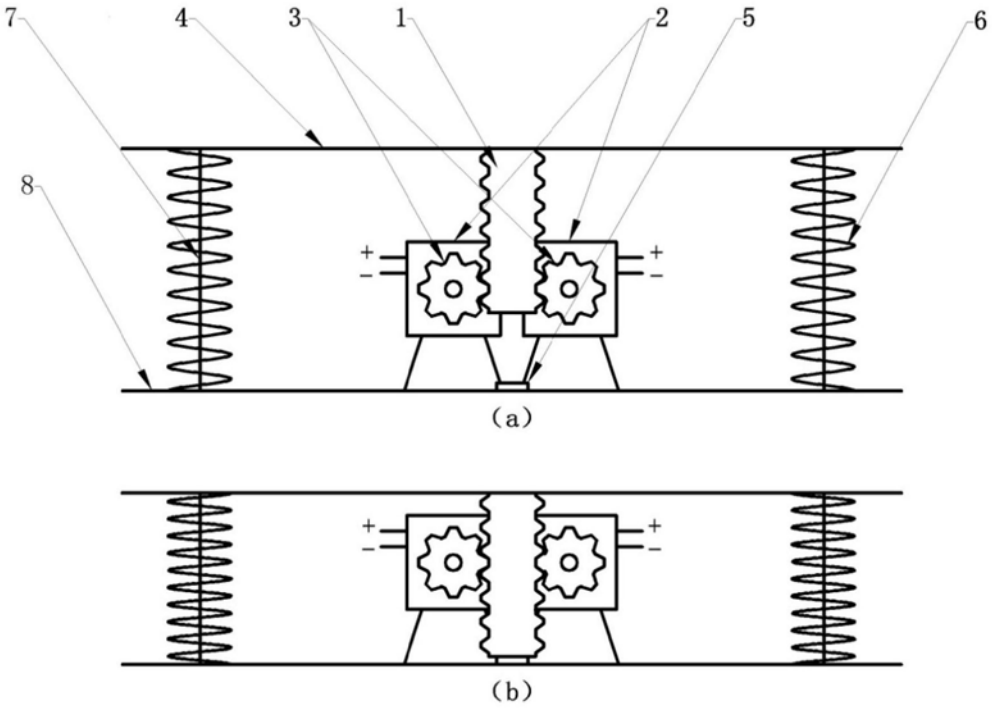

7
4
3
1
2
5
6
8
(a)
(b)

图2

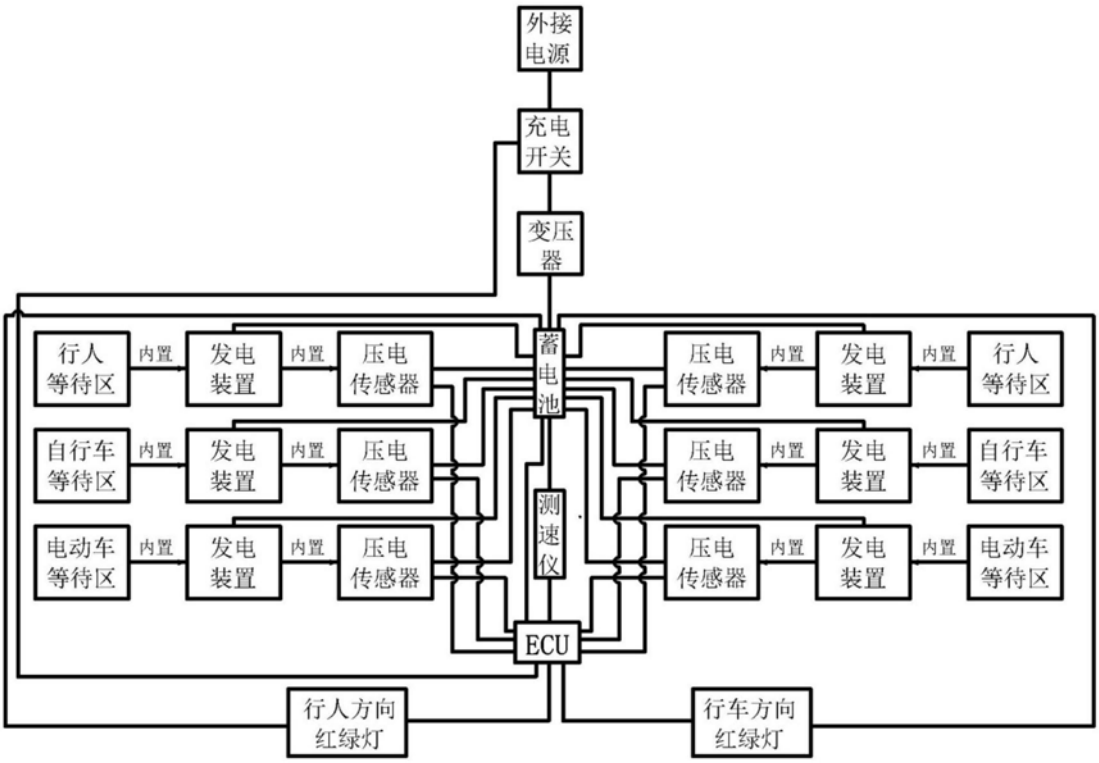

外接电源
充电开关
变压器
行人等待区
内置
发电装置
内置
压电传感器
蓄电池
压电传感器
内置
发电装置
内置
行人等待区
自行车等待区
内置
发电装置
内置
压电传感器
压电传感器
内置
发电装置
内置
自行车等待区
测速仪
电动车等待区
内置
发电装置
内置
压电传感器
压电传感器
内置
发电装置
内置
电动车等待区
ECU
行人方向红绿灯
行车方向红绿灯

图3

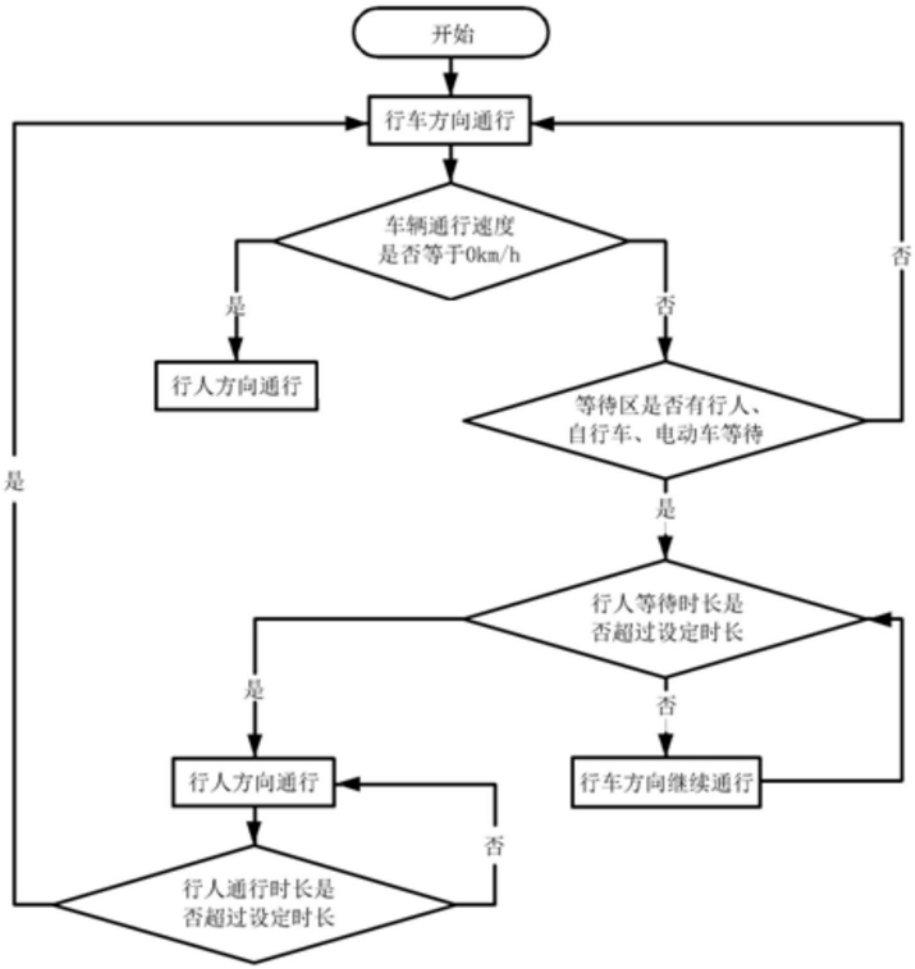

开始
行车方向通行
车辆通行速度
是否等于0km/h
是
否
行人方向通行
等待区是否有行人、
自行车、电动车等待
否
是
行人等待时长是
否超过设定时长
是
否
行人方向通行
行车方向继续通行
否
行人通行时长是
否超过设定时长
是

图4