



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101901550 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 29

(21) 申请号 201010208426. 8

(22) 申请日 2010. 06. 24

(73) 专利权人 北京航空航天大学
地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 杨波 邹富强

(51) Int. Cl.
G08G 1/08 (2006. 01)

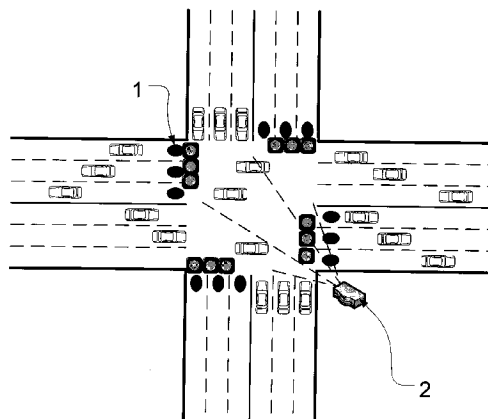
(56) 对比文件
CN 101493992 A, 2009. 07. 29, 说明书 9-17
页、图 3-5.
CN 101599220 A, 2009. 12. 09, 说明书第 4-5
页、图 3-5.
CN 101004859 A, 2007. 07. 25, 全文.

审查员 栗彬彬

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称
车流量检测系统及交通灯控制方法

(57) 摘要
提供了一种车流量检测系统及交通灯控制方法,采用多个信息采集节点和一个信息汇聚节点组成无线网络根据实际车流量大小控制交通灯。信息采集节点安装于车辆通行的各车道中间,采集车流量并以无线方式发送至汇聚节点;汇聚节点根据车流量信息采用模糊理论实时控制交通灯的时延。信息采集节点采用太阳能供电及睡眠唤醒机制保证其长期稳定工作。本发明既可准确检测交叉路口各方向车流量,提高道路通行效率,改善日益拥堵的城市交通状况,又可克服传统交通灯定时控制“多等少”、“有等无”以及诸如地磁线圈无法推广使用等缺点。



1. 一种车流量检测系统,包括:

多个检测车流量的信息采集节点和一个信息汇聚节点;

无线通信网络;

其中所述无线通信网络的特征在于,多个信息采集节点和一个信息汇聚节点组成无线网络,通过所述多个信息采集节点采集的车流量信息传输到信息汇聚节点;所述信息汇聚节点的特征在于,所述汇聚节点安装于交通灯控制器中,将从所述信息采集节点接收到的车流量信息传输至所述交通灯控制器中;所述交通灯控制器的特征在于利用所述汇聚节点传输来的车流量信息控制交通灯,

所述信息采集节点包括电路板,所述电路板包括:传感器、信号处理单元、处理器模块、射频模块;其中所述传感器的特征在于,检测车辆经过所述信息采集节点时产生的磁场信号;所述信号处理单元的特征在于,对所述传感器采集到的磁场信号进行滤波、放大处理;所述处理器模块的特征在于,对经过所述信号处理单元后的信号进行车流量采集和车流量计算;所述射频模块的特征在于,将所述车流量采集和车流量计算得到的车流量信息通过所述无线通信网络传输至所述交通灯控制器,

其中,所述车流量采集包括以下步骤:

初始化步骤,将所述多个信息采集节点与所述汇聚节点组成无线网络;

等待开始步骤,所述信息采集节点等待来自所述汇聚节点发送的开始采集命令(BS);

开始采集步骤,所述信息采集节点开始车流量采集,并执行所述车流量计算;

等待结束步骤,所述信息采集节点等待来自所述汇聚节点发送的结束采集并发送车流量报告命令(ESR),所述信息采集节点停止采集并将由所述车流量采集和车流量计算得到的车流量信息发送至所述汇聚节点。

2. 根据权利要求1的车流量检测系统,其中所述信息采集节点还包括:电路板、能量模块、底板、紧固件及透明罩,所述能量模块包括太阳能电池片、能量转换电路及蓄电池,其中所述太阳能电池片收集照射到太阳能电池片上的太阳能;所述能量转换电路将所述太阳能电池片收集的太阳能转换为电能并存储在所述蓄电池中;所述蓄电池为锂电池;所述电路板及蓄电池通过紧固件固定于底板上,将透明罩与底板通过所述紧固件点密封;装配形状为半球形状或者为半椭球形状。

3. 根据权利要求1的车流量检测系统,其中所述的传感器包括各向异性磁阻传感器,其特征在于:能够检测出车辆经过磁阻传感器时对地磁场形成的扰动。

4. 根据权利要求1的车流量检测系统,其中所述信息采集节点粘贴于车道表面或者埋于车道路面下。

5. 根据权利要求1的车流量检测系统,所述车流量采集还包括:

所述信息采集节点采用在网络形成的信道上轮询或者监听来自所述汇聚节点的所述开始采集命令(BS)或所述车流量报告命令(ESR),当接收到所述开始采集命令(BS)或所述车流量报告命令(ESR)时,所述信息采集节点被唤醒;当所述信息采集节点在没有收到来自所述汇聚节点的开始采集命令(BS)之前或者向所述汇聚节点发送车流量报告命令(ESR)之后,则所述信息采集节点进入休眠状态以节省能量。

6. 根据权利要求1或5所述的车流量检测系统,所述车流量计算步骤包括:

软件滤波步骤,对所述传感器采集到的原始信号进行软件滤波处理,处理后的信号为

采样值；

阈值更新步骤,根据所述软件滤波步骤后的信号对阈值 $t(k)$ 进行更新；

初始化参数步骤,复位和设置所述车流量算法中的参数,包括复位过阈值计数器 OT、低于阈值计数器 BT、车辆离开计数器 COUNT、定时器;分别设置 OT 阈值为 N1、BT 阈值为 N2、COUNT 阈值 N3; ;

高阈值处理步骤,当所述采样值大于所述阈值时,所述车流量软件算法进行高阈值处理,包括 OT 计数器加 1, BT 计数器置零;

低阈值处理步骤,当所述采样值小于或等于所述阈值时,所述车流量软件算法进行低阈值处理,包括 BT 计数器加 1;

车辆计数步骤,当定时器开始启动后,当采样值小于或等于阈值时,计数器 COUNT 加 1,当计数器 COUNT 值等于 N3 时,则车辆数加 1,当定时器开始一段时间后所述计数器 COUNT 值仍然没有达到 N3 时,则进入所述初始化步骤。

车流量检测系统及交通灯控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种车流量检测以及交通灯控制方法,采用无线网络技术,具体而言是一种利用 AMR 磁敏技术检测车流量以及利用车流量动态控制交通灯的无线网络系统。

背景技术

[0002] 经济高速增长造成各城市汽车拥有量的增长远远超过了我国城市交通道路建设速度,从而引发城市交通拥堵加剧、交通事故上升、环境污染加重等一系列问题。目前,传统的定时交通灯控制方法根本无法应对城市交通中巨大且复杂的随机情况,主要原因如下:

[0003] (1) 缺乏充足的车流量信息

[0004] 车流量的检测是实现交通灯动态控制的基础,传统的车流量检测方法主要包括地磁线圈、视频传感器、超声和红外传感器等。地磁线圈埋设于路面下以检测过往车辆,存在很多缺点,如线圈体积庞大、线圈的铺设会对路面造成严重破坏、线圈寿命短、维护成本高、安装和维护均会影响交通正常运行等,因此通常在修路时提前安装于关键路口,无法大面积推广使用;视频摄像头能获得较高精度,但系统成本很高、受环境光线等因素影响大、稳定性差等;而超声和红外传感器需要部署于道路上方,影响城市美观,而且功耗较大,适用于车速比较稳定情况,检测精度较低。

[0005] (2) 局限于传统的信号配时方案

[0006] 目前常见的交通灯控制主要有固定时间以及预定义时间两种控制方法,固定时间的交通灯控制方法采用周期固定的时延控制交通灯,而预定义时间控制是根据事先的调查或实时自动检测,在了解变化规律和实时状态的基础上选择不同时段不同交通灯时延的控制方法,虽然比固定时间的控制方法有所改进,但是交通系统是一个随机性很大的非线性系统,任何时刻都可能出现车流量大的车道绿灯时间短,而车流量小的车道绿灯时间长的情况,即“多等少”、“有等无”现象。

[0007] 而现有技术中,采用车流量控制交通灯的方法主要是在关键路口进行检测,但由于上述诸多问题无法大面积推广使用。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种利用 $n/2$ 个信息采集节点检测车流量以及一个汇聚节点根据检测到的车流量动态地控制交通灯的无线网络系统,其中 n 为交叉口道路的车道总数(一般为偶数)。本发明的最终目的是提高交叉口道路的通行效率和减少各方向车辆的平均等待时间。

[0009] 本发明解决三个关键问题:一是解决传统道路车流量检测存在的线圈体积庞大、成本高、铺设或维护对路面破坏严重、线圈寿命短、系统稳定性差、无法推广使用的问题;二是解决传统的定时交通灯控制方案中无法最大化地利用道路的缺点;三是解决本无线网络系统中信息采集节点的能量供给问题。

[0010] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案如下:

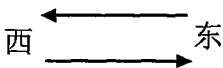
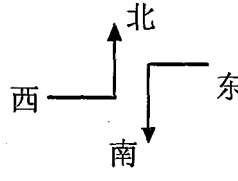

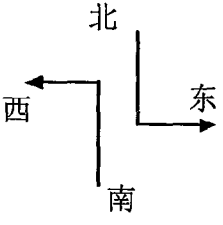
[0011] 一种车流量检测系统与交通灯控制方法,包括以下步骤:

[0012] 1) 该系统包含多个信息采集节点和一个汇聚节点,信息采集节点包括 AMR 传感器、信号处理单元、单片机模块、射频模块、电源模块以及保护罩等组成,而汇聚节点包括单片机以及射频模块。

[0013] 2) 设计交通相位集:所述交叉口有东(E)、南(S)、西(W)、北(N)四个方向,可将交叉口方向表示为 $\eta \in \{E, S, W, N\}$;由于我国向右行驶时不受限制,可以将一个周期的交通灯的序列分为红灯(R)、黄灯(Y)、前行绿灯(F)、左转绿灯(L),表示为 $\theta \in \{R, Y, F, L\}$;将一个交通灯周期内车辆行驶方向分为四个相位,分别是东至西,西至东(A);西至北,东至南(B);南至北,北至南(C),北至东,南至西(D),表示为 $\varepsilon \in \{A, B, C, D\}$ 。

[0014] 3) 布设无线网络中的信息采集节点和信息汇聚节点:将信息采集节点安置于交叉口车辆通行的各车道中间,包括东、南、西、北四个方向,每个方向的采集节点数目共 n 个, n 为车道数,则第 i 个车道方向的第 j 个采集节点表示为 $\alpha_i^j, i \in \{E, S, W, N\}, 1 \leq j \leq n$;而汇聚节点与交叉口交通灯控制器相连,汇聚节点将向各个采集节点发送开始采集命令(BS)和结束采集并发送车流量报告命令(ESR)命令,表示为 $\beta \in \{BS, ESR\}$;并且汇聚节点在不同的相位使不同方向的信息采集节点开始工作或进入休眠状态,如表 1。

[0015]

	相位 A	相位 B	相位 C	相位 D
工作	$\{\alpha_W^i, \alpha_E^i i \leq n, i \in N^+\}$	$\{\alpha_S^i, \alpha_N^i i \leq n, i \in N^+\}$	$\{\alpha_S^i, \alpha_N^i i \leq n, i \in N^+\}$	$\{\alpha_W^i, \alpha_E^i i \leq n, i \in N^+\}$
休眠	$\{\alpha_S^i, \alpha_N^i i \leq n, i \in N^+\}$	$\{\alpha_W^i, \alpha_E^i i \leq n, i \in N^+\}$	$\{\alpha_W^i, \alpha_E^i i \leq n, i \in N^+\}$	$\{\alpha_S^i, \alpha_N^i i \leq n, i \in N^+\}$
相位				

[0016] 表 1

[0017] 4) 交通灯时间控制:交叉口某一相位车流量大小表示为 x vehicles/min,在大量统计数据的基础上,采用模糊理论,将其划分为非常小(tiny)、较小(small)、适中(common)、较大(great)、非常大(tremendous)四种情况,表示为 $\xi \in \{tiny, small, common, great, tremendous\}$;对应的后四种车流量大小的临界值依次为, x_s, x_c, x_g, x_T ,且 $0 < x_s < x_c < x_g < x_T$ 。为这五种车流量配置不同的绿灯时延,表示为 T_ξ (s),且 $0 \leq T_{small} < T_{common} < T_{great} < T_{tremendous}$,如表 2。即某车道车流量大时得到的绿灯时延大,车流量小时得到的绿灯时延小——根据当前绿灯车道实际车流量大小实时控制交通灯的长短。同时黄灯时延为 T_{yellow} 、绿灯最小等待时间 T_{min} 。

[0018]

	非常小	较小	适中	较大	非常大
车流量	$\chi \leq \chi_s$	$\chi_s < \chi \leq \chi_c$	$\chi_c < \chi \leq \chi_G$	$\chi_G < \chi \leq \chi_T$	$\chi > \chi_T$
绿灯时延	0	T_{small}	T_{common}	T_{great}	$T_{tremendous}$

[0019] 表 2

[0020] 5) 实时车流量采集：

[0021] (5.1) 初始化无线网络为星形或网状连接，信息采集节点休眠；

[0022] (5.2) 当某个信息采集节点收到来自汇聚节点的 BS 命令后，节点被唤醒，并开始采集车流量；

[0023] (5.3) 当某个信息采集节点收到来自汇聚节点的 ESR 命令后，停止车流量采集并向汇聚节点报告自己采集到的车流量，之后进入休眠。

[0024] 6) 交通灯实时控制：

[0025] (6.1) 初始化设置，所有信息采集节点处于休眠状态，交通灯控制次序为黄灯 - 相位 A - 相位 B - 相位 C - 相位 D，规定 A = 1, B = 2, C = 3, D = 4；并循环此序列。

[0026] (6.2) 交通灯为黄灯，当延时从 T_{yellow} 减少到 1 秒时，汇聚节点向信息采集节点 $\sum_{j=1}^n \alpha_W^j, \sum_{j=1}^n \alpha_E^j$ 发送 BS 命令。接着交通灯进入相位 ε_i ，延时从 T_{min} 开始减少。

[0027] (6.3) 当绿灯时延减少到 1 秒时，汇聚节点向表 1 中相位 ε_i 中的工作节点发送 ESR 命令，计算收到的车流量平均值 x ，根据表 2，绿灯延时重置为 T_ξ ， $\xi \in \{0, T_{small}, T_{common}, T_{great}, T_{tremendous}\}$ ，向表 1 中对应相位的工作节点发送 BS 命令，同时延时开始减少，当绿灯时延减少到 0 秒时，汇聚节点向表 1 中相位 ε_i 中的工作节点发送 ESR 命令。此时令 $i = i+1$ ，当 $i \leq 4$ 即从 A 相位依次执行至 D 相位时，汇聚节点向表 1 中相位 ε_i 中的工作节点发送 BS 命令，交通灯进入相位 ε_i ，绿灯延时从 T_{min} 开始递减，并转到 (6.3)；若 $i > 4$ 即完成一个周期循环时，则转到 (6.2) 进入下一个信号周期循环。

附图说明

[0028] 图 1 是本发明的无线网络信息采集节点和信息汇聚节点布局示意图。

[0029] 图 2 是本发明的信息采集节点安装示意图。

[0030] 图 3 是本发明的软件结构示意图。

[0031] 图 4 是本发明的电源供给电路。

[0032] 图 5 是本发明的二极管降压电路。

[0033] 图 6 是本发明中信息采集节点的硬件组装示意图。

[0034] 图 7 是本发明的车流量采集软件流程图。

[0035] 图 8 是本发明的车流量计算算法。

具体实施方式

[0036] 参照图 1，本发明所述节点布局是将所有信息采集节点安装于车辆通行的各车道中间，信息采集节点共计 $n/2$ 个，其中 n 为交叉口车道总数；一个信息汇聚节点与交通灯控

制器相连接,所有信息采集节点与汇聚节点组成无线网络,通过无线方式传输信息。本发明可以安装于双向任意车道,既可以是十字路口也可以是丁字形路口,采用相同原则安装,其中本图示意为十字路口双向三车道,共 12 个信息采集节点和一个汇聚节点。图中标号:1 为信息采集节点,2 为汇聚节点。

[0037] 参照图 2,本发明所述的安装方式:信息采集节点 1 既可以贴附于每条车道表面也可以浅埋于车道中,安装方式灵活。

[0038] 参照图 3,每个信息采集节点 1 由 AMR 传感器 11、信号处理电路 12、单片机 13、射频模块 14、太阳能电池片 15、太阳能转换电路 16、锂电池 17 以及二极管降压电路 18 组成。所有信息采集节点在物理结构和软件算法上均完全相同。汇聚节点 2 由射频模块 21 以及单片机 22 组成,单片机适时控制交通灯。

[0039] AMR 传感器 11 实时采集车辆经过信息采集节点时地磁信号变化,其输出信号进入信号处理单元 12。信号处理单元 12 主要包括滤波电路以及放大电路,信号处理单元的输出与单片机 13 相连。单片机 13 负责车流量算法的具体实现,并将车流量计算结果输出到射频模块 14,射频模块 14 再将车流量信息通过无线方式发送至汇聚节点 2 上,汇聚节点 2 通过其射频模块 14 接收来自各个信息采集节点的车流量信息。

[0040] 滤波电路对传感器输出信号进行噪声滤波处理,消除环境带来的干扰;放大电路对滤波后的信号进行充分的放大。

[0041] 无线网络由于在战场环境监视、家庭安全及智能控制等领域有着广泛的应用前景,越来越多的受到研究人员的重视。但是,节点的能量成为无线网络发挥效能的瓶颈。本发明所述的能量管理方案从环境中挖掘能量,使节点具有能量补充的能力,避免节点能量的单向递减过程,从根本上解决了节点能量的供给问题,同时本发明中信息采集节点还采用了睡眠唤醒工作方式进一步降低节点消耗节约能量。

[0042] 参照图 4,本发明所述信息采集节点电源供给方案为:太阳能电池片 15 通过能量转化电路 16 将太阳能电池片收集到的太阳能转化为电能存储于 1 号锂电池 17 中,其中能量转换电路 16 包括智能充电芯片 CN3063 及其外围电路,CN3063 是可以用太阳能电池供电的单节锂电池充电管理芯片。该器件内部包括功率晶体管,应用时不需要外部的电流检测电阻和阻流二极管。内部的 8 位模拟-数字转换电路,能够根据输入电压源的电流输出能力自动调整充电电流,可最大限度地利用输入电压源的电流输出能力。热调制电路可以在器件的功耗比较大或者环境温度比较高的时候将芯片温度控制在安全范围内。内部固定的恒压充电电压为 4.2V,也可以通过一个外部电阻进行调节。充电电流通过一个外部电阻设置。当输入电压掉电时,CN3063 自动进入低功耗的睡眠模式,此时电池的电流消耗小于 3uA。其它功能包括输入电压过低锁存,自动再充电,电池温度监控以及充电状态/充电结束状态指示等功能。选用的锂电池容量为 1300mA 电压为 3.7V。

[0043] 由于模块及 AMR 传感器的工作电压为 3-3.3V,而锂电池的供电电压为 3.7-4.2V。所以需要降压才能为节点供电,参照图 5,本专利采用经济简单的二极管降压方案。锂电池 17 的输出与三个 1N4007 二极管 19 相级联,级联后的输出电压作为供给信息采集节点的电源电压。

[0044] 本发明专利所述的电源管理方案为:一般情况下,太阳能电池片 15 保持接收太阳能,通过能量转换电路 16 向锂电池 17 充电,同时锂电池 17 向信息采集节点供电,交通信号

灯采用本发明专利所述的实时控制方案。若遇锂电池电量不足、信号无法接收或极端恶劣天气,为保证交叉口道路的顺畅运行,交通灯则自动采用定时控制策略。

[0045] 参照图 6,本发明所述的信息采集节点由以下部分组成:保护罩 3 与底板 4 相连,太阳能电池片 15 粘贴于保护罩 3 的 5 个内表面,电路板 6 通过 4 个紧固件 5 与底板 4 相连,锂电池 17 安装于电路板 6 上。本发明所述的保护罩为能承受车辆重量的透明保护罩。本发明所述的节点外观可以是本示意图所示形状也可以是半球体等其他形状。

[0046] 参照图 7,本发明所述的车流量采集软件流程如下:

[0047] 1) 在步骤 701,传感器节点初始化;

[0048] 2) 在步骤 702,各传感器节点与汇聚节点组建无线网络,分配传感器节点 ID 号;

[0049] 3) 在步骤 703,信息采集节点等待加入网络;在步骤 704,如果信息采集节点加入网络失败,则本发明返回到步骤 703,如果加入网络成功,则前进到步骤 705;在步骤 705 信息采集节点休眠;在步骤 706,等待来自汇聚节点的 BS 命令;

[0050] 4) 在步骤 707,等待 BS 命令到达,如果 BS 命令没有达到,则本发明返回步骤 705;如果命令到达,则前进到步骤 708;在步骤 708,信息采集节点被唤醒;在步骤 709,信息采集节点开始实时采集车流量,并对传感器采集到的信号进行车流量算法处理;

[0051] 5) 在步骤 710,等待来自汇聚节点的 ESR 命令,如果 ESR 命令没有到达,则本发明返回到步骤 709,如果命令到达,则前进到步骤 711;在步骤 711,发送采集到的车流量至汇聚节点,并返回到步骤 705。

[0052] 参照图 8,在所述步骤 4) 中,所述的车流量算法还包括下列步骤:

[0053] 在步骤 801,车流量算法开始;

[0054] 在步骤 802,等待初始化所述车流量算法阈值完成,如果没有完成则返回到步骤 802,如果初始化阈值完成则前进到步骤 803;在所述步骤 802 中具体还包括以下步骤:

[0055] 首先采用公式 (1) 对传感器采集到的信号进行平均值滤波处理;

$$[0056] \quad f(k) = \begin{cases} \frac{r(k) + r(k-1) + \dots + r(1)}{k} & k < M \\ \frac{r(k) + r(k-1) + \dots + r(k-M+1)}{M} & k \geq M \end{cases} \quad (1)$$

[0057] $r(k)$ 是传感器采集到的原始信号;

[0058] M 是预定义的平均值滤波窗口长度;

[0059] $f(k)$ 是经过平均值滤波后的输出信号。

[0060] 由公式 (1) 得到的平均值滤波后的信号不断更新算法的阈值 $t(k)$, 阈值更新公式为:

$$[0061] \quad t(k) = \begin{cases} \alpha f(k - M_d) + T_{offset} & state = "car" \\ \beta f(k - M_d) + T_{offset} & state \neq "car" \end{cases} \quad (2)$$

[0062] M_d 为更新延迟;

[0063] T_{offset} 为阈值基值;

[0064] α 为有车状态参数,其中 $\alpha < 1$;

[0065] β 为无车状态参数,其中 $\beta > 1$;

[0066] 在步骤 803,等待阈值更新完成;

[0067] 所述车流量算法还包括以下步骤：

[0068] 在步骤 804, 初始化车流量算法参数, 所述参数包括复位过阈值计数器 OT、低于阈值计数器 BT、车辆离开计数器 COUNT、定时器; 分别设置 OT 阈值 N1、BT 阈值 N2、COUNT 阈值 N3 为具体数值;

[0069] 在步骤 805, 比较采样值与阈值的大小关系, 当采样值大于阈值时, 前进到步骤 806, 当有采样值小于阈值时, 则前进到步骤 808; 在步骤 806, OT 计数器加 1, BT 计数器置零, 前进到步骤 807, 在步骤 807, 判断计数器 OT 值是否等于 N1, 如果计数器 OT 值不等于 N1, 则本发明返回到步骤 805, 否则前进到步骤 811; 在步骤 808 中, 计数器 BT 加 1, 前进到步骤 809, 在步骤 809 中判断 BT 是否等于 N2, 如果等于则前进到步骤 810, 否则本发明返回到步骤 805。

[0070] 在步骤 811, 定时器计时开始, 在步骤 812 中, 判断采样值是否小于阈值, 如果是小于阈值则前进到步骤 813, 否则本发明返回到步骤 812, 在步骤 813, COUNT 计数器加 1, 在步骤 814, 判断 COUNT 计数器是否等于 N3, 如果等于 N3, 则信息采集节点检测到 1 辆车, 车辆数加 1, 本发明返回到步骤 804, 如果不等于 N3, 则前进到步骤 815, 在步骤 815, 判断定时器中的时间是否到达 T 秒, 如果到达则返回到步骤 802, 否则返回到步骤 812。

[0071] 本发明所述的 AMR 是 Anisotropic Magneto Resistive 的缩写, 中文全称“各向异性磁阻”。

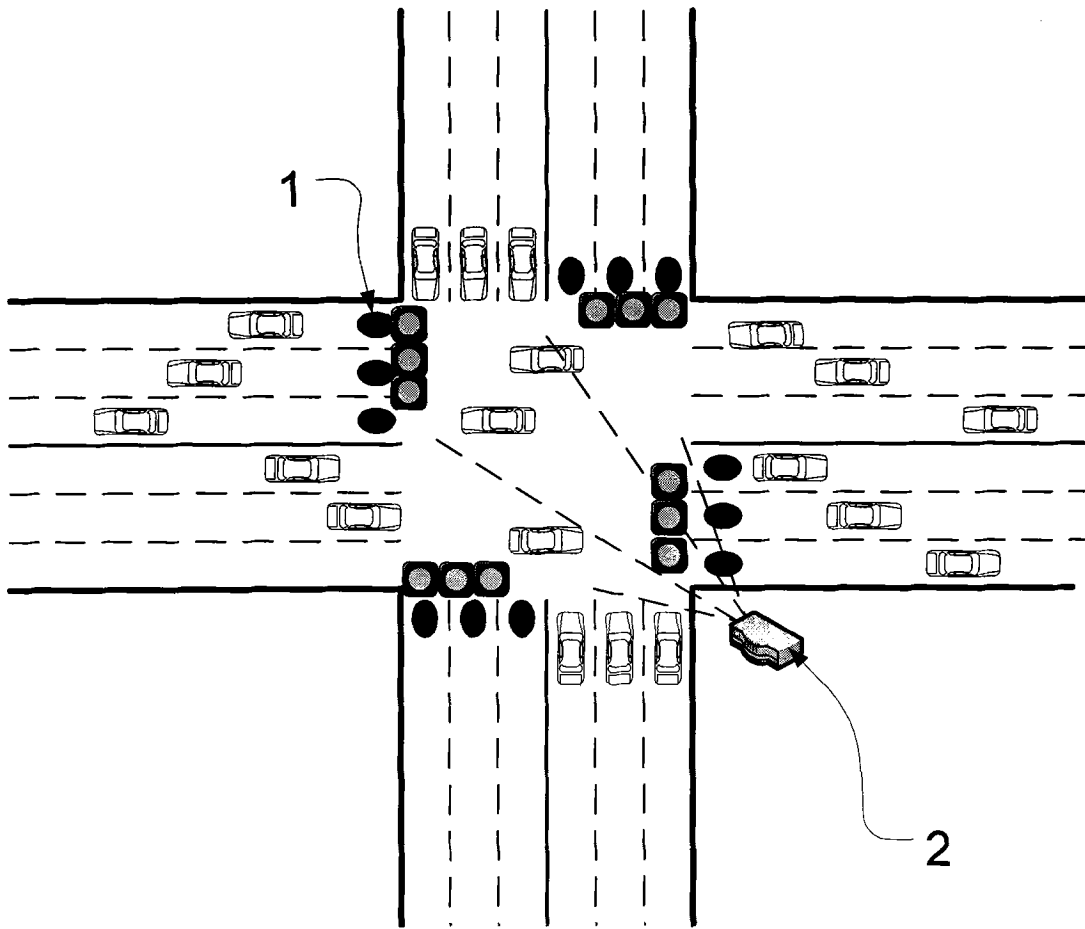


图 1

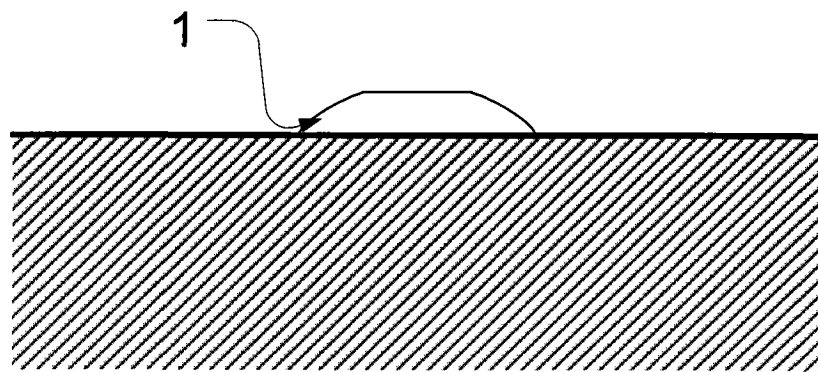
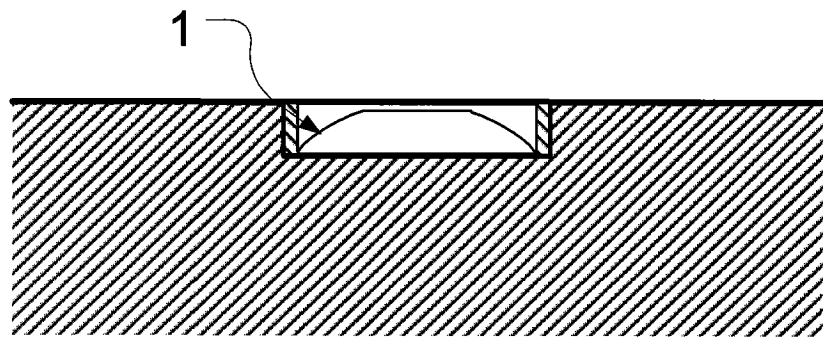


图 2

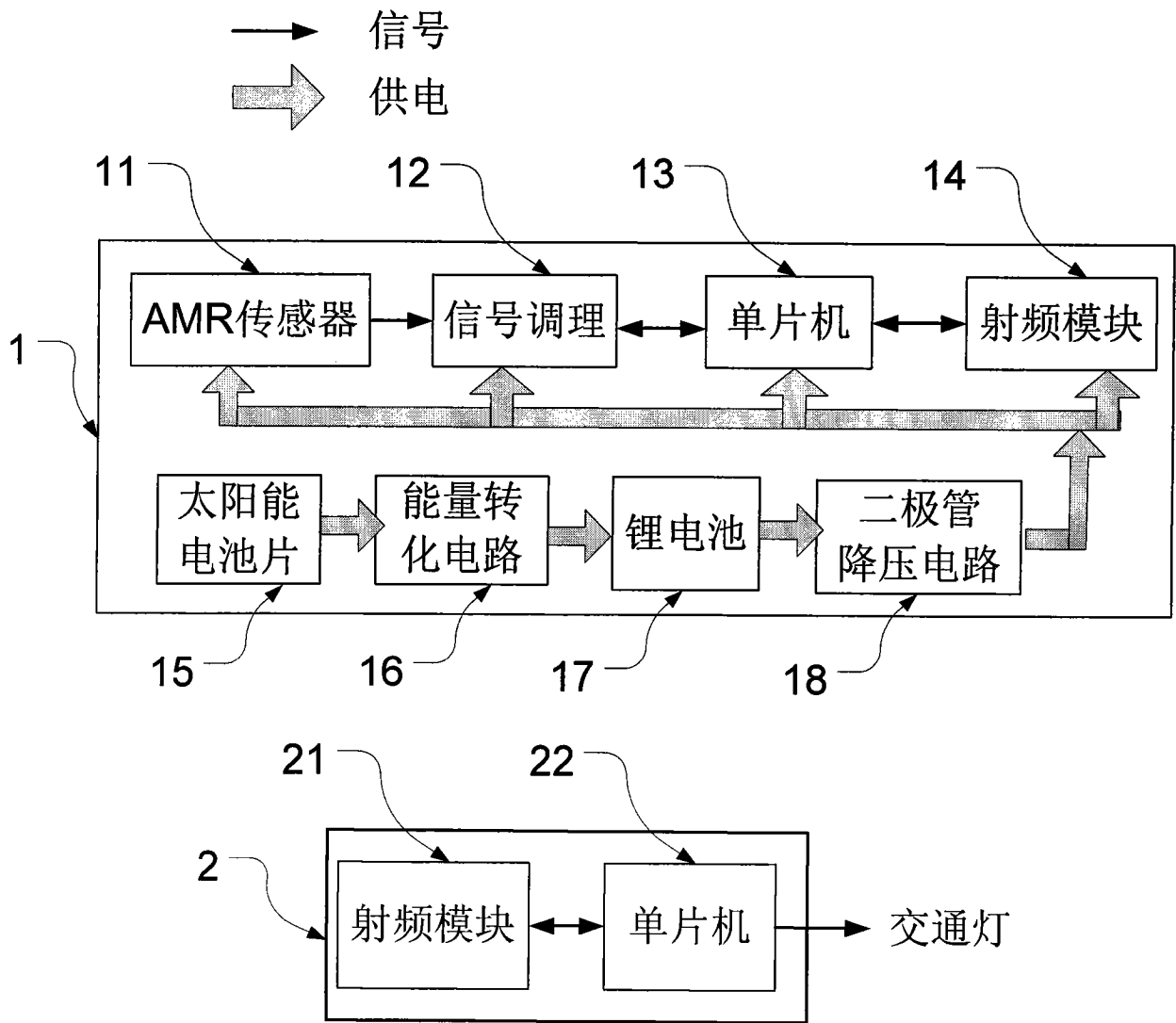


图 3

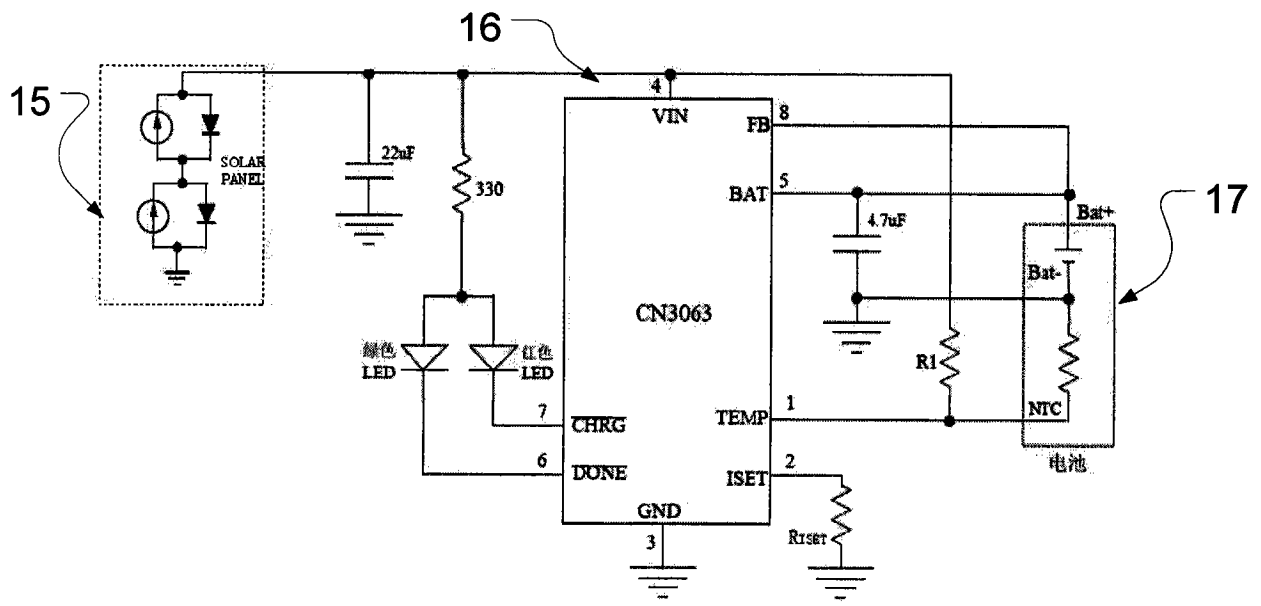


图 4

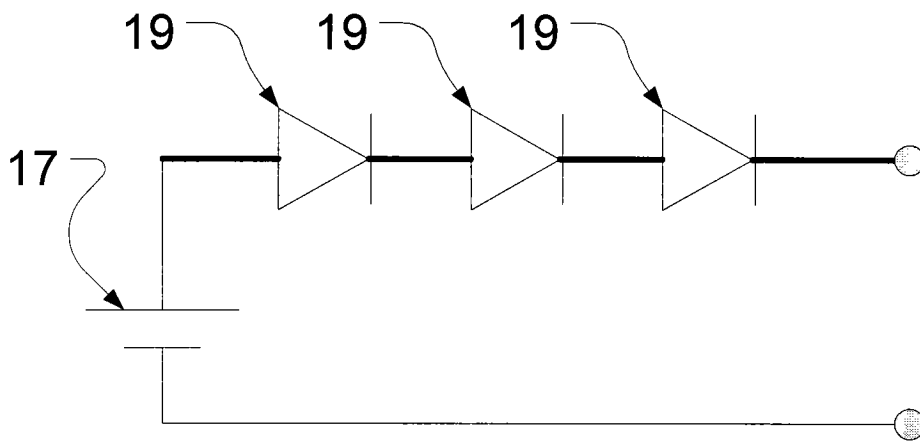
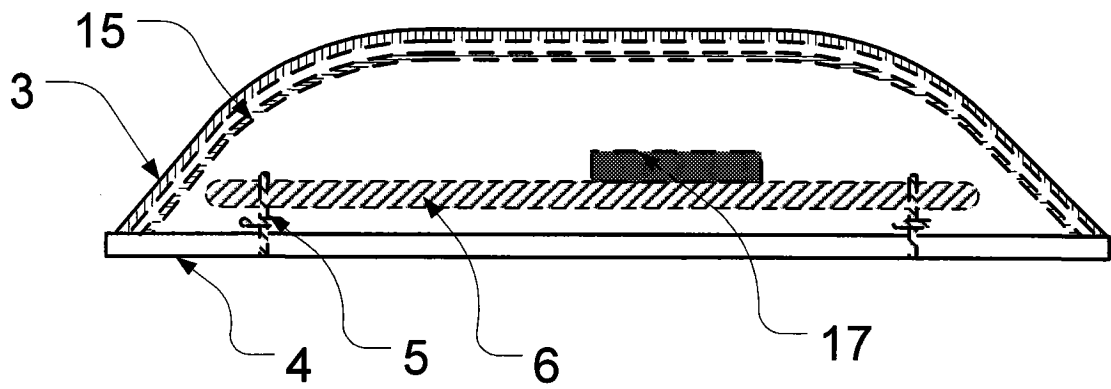
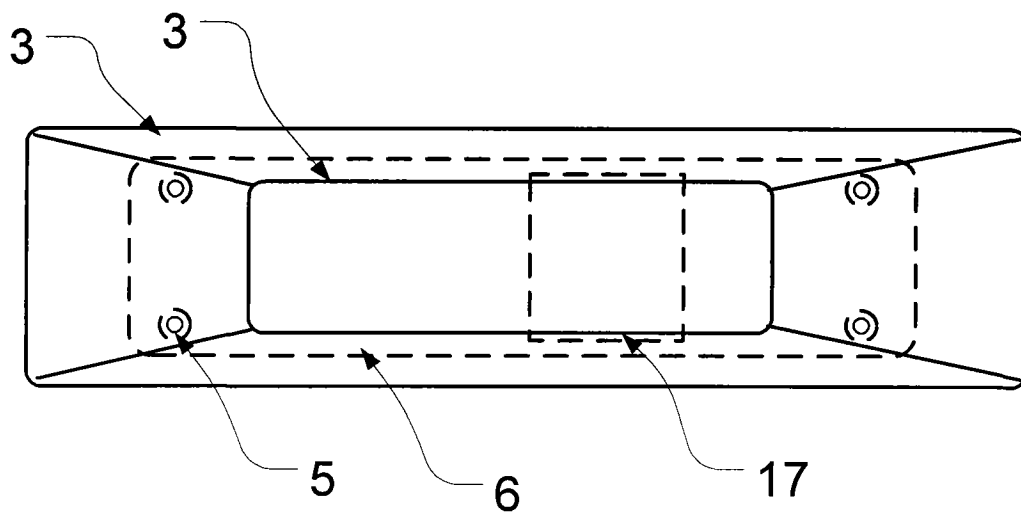


图 5



侧视图



俯视图

图 6

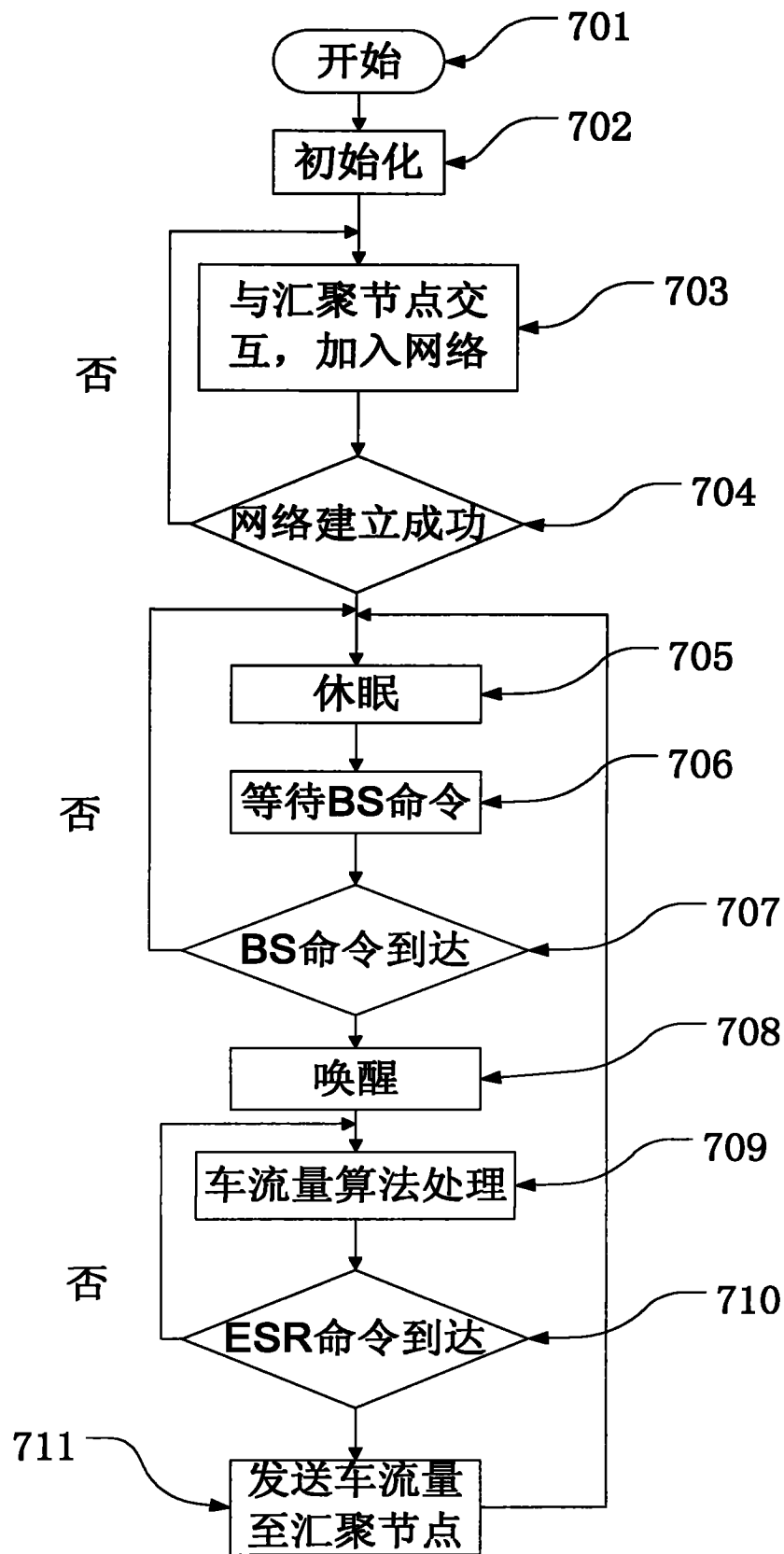


图 7

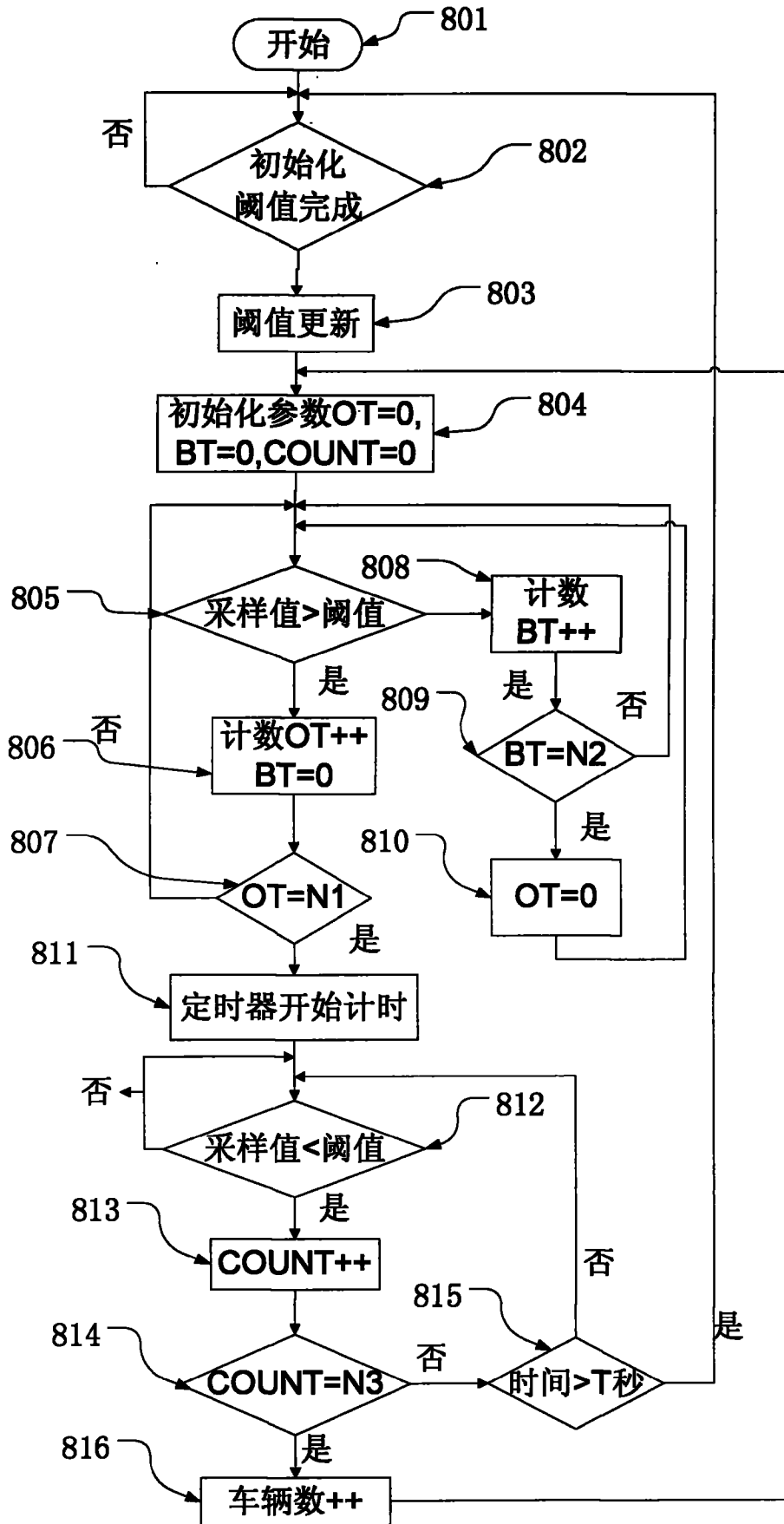


图 8