(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111047882 A
(43)申请公布日 2020.04.21

(21)申请号 201911259482.1

(22)申请日 2019.12.10

(71)申请人 阿里巴巴集团控股有限公司
地址 开曼群岛大开曼岛

(72)发明人 张茂雷 吴田田 王磊 张辉

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限责任公司 11258
代理人 彭琼

(51)Int.Cl.
G08G 1/07(2006.01)
G08G 1/065(2006.01)

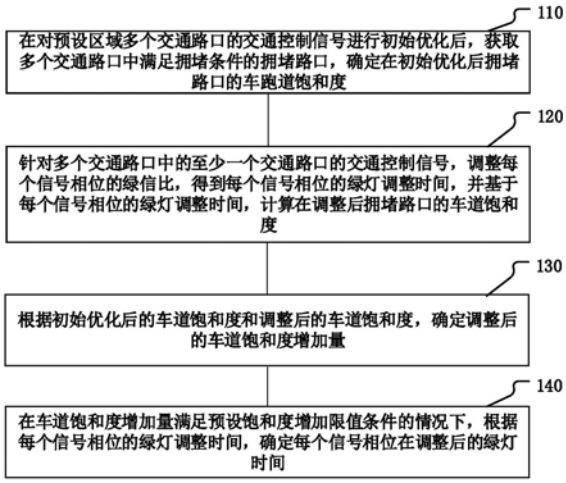
权利要求书3页 说明书17页 附图3页

(54)发明名称

交通控制信号调整方法、装置、系统和存储介质

(57)摘要

本发明公开了一种交通控制信号调整方法、装置、系统和存储介质。该方法包括:在对预设区域多个交通路口的交通控制信号进行初始优化后,获取多个交通路口中满足拥堵条件的拥堵路口,确定初始优化后的车道饱和度;针对至少一个交通路口的交通控制信号,调整每个信号相位的绿信比,得到每个信号相位的绿灯调整时间,计算调整后的车道饱和度;根据初始优化后的车道饱和度和调整后的车道饱和度,确定调整后的车道饱和度增加量;在车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制条件的情况下,根据每个信号相位的绿灯调整时间,确定每个信号相位在调整后的绿灯时间。根据本发明实施例提供的方法,可以缓解交通路口的拥堵状态。



CN 111047882 A

1.一种交通控制信号调整方法,其特征在于,包括:

在对预设区域多个交通路口的交通控制信号进行初始优化后,获取所述多个交通路口中满足拥堵条件的拥堵路口,确定在所述初始优化后所述拥堵路口的车道饱和度;

针对所述多个交通路口中的至少一个交通路口的交通控制信号,调整每个信号相位的绿信比,得到所述每个信号相位的绿灯调整时间,并基于所述每个信号相位的绿灯调整时间,计算在所述调整后所述拥堵路口的车道饱和度;

根据所述初始优化后的车道饱和度和所述调整后的车道饱和度,确定所述调整后的车道饱和度增加量;

在所述车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制条件的情况下,根据所述每个信号相位的绿灯调整时间,确定所述每个信号相位在所述调整后的绿灯时间。

2.根据权利要求1所述的交通控制信号调整方法,其特征在于,所述对预设区域多个交通路口的交通控制信号进行初始优化包括:

依据所述多个交通路口中任一交通路口的交通状态,对所述任一交通路口的交通控制信号相位的绿信比进行调整,和/或对所述任一交通路口的交通控制信号的周期进行调整,得到所述初始优化后的交通控制信号。

3.根据权利要求1所述的交通控制信号调整方法,其中,所述拥堵条件包括:交通路口的进口道的车道饱和度大于等于预设饱和度阈值,和/或在进口道的停车次数大于等于停车次数阈值;所述获取所述多个交通路口中满足拥堵条件的拥堵路口,包括:

在设定时间内,采集所述多个交通路口中每个交通路口的进口道的实际行驶车流量数据,并计算单位时间内所述进口道的最大行驶车流量数据;

计算所述实际行驶车流量数据和所述单位时间内的最大行驶车流量的比值,得到所述每个交通路口的进口道的车道饱和度;

根据所述每个交通路口的进口道的车道饱和度、统计的所述每个交通路口的进口道的停车次数和所述拥堵条件,确定满足所述拥堵条件的交通路口。

4.根据权利要求1所述的交通控制信号调整方法,其中,所述针对所述多个交通路口中的至少一个交通路口的交通控制信号,调整每个信号相位的绿信比,得到所述每个信号相位的绿灯调整时间,包括:

将所述每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的最大值,作为所述多个交通路口的交通控制信号的公共周期;

针对所述多个交通路口中的每个交通路口的交通控制信号,调整每个信号相位的绿信比,得到所述每个信号相位的绿灯调整时间,其中,

针对任一交通路口的交通控制信号,所述每个信号相位的绿灯调整时间形成的绿灯调整时间之和,等于所述公共周期与所述任一交通路口的交通控制信号被初始优化后的周期的差值。

5.根据权利要求1所述的交通控制信号调整方法,其中,所述基于所述每个信号相位的绿灯调整时间,计算在所述调整后所述拥堵路口的车道饱和度,包括:

将所述每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的最大值,作为所述多个交通路口的交通控制信号的公共周期;

基于所述公共周期和所述每个信号相位的绿灯调整时间,计算所述每个交通路口的交

通需求变化率；

基于所述每个信号相位的绿灯调整时间，计算所述每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率；

根据所述每个交通路口的交通需求变化率，与所述每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率的比值，确定所述每个交通路口的每个车流方向的饱和度变化幅度；

根据所述初始优化后所述拥堵路口的车道饱和度，以及所述每个交通路口的每个车流方向的饱和度变化幅度，确定在所述调整后所述拥堵路口的车道饱和度。

6.根据权利要求5所述的交通控制信号调整方法，其中，所述基于所述公共周期和所述每个信号相位的绿灯调整时间，计算所述每个交通路口的交通需求变化率，包括：

根据所述公共周期与所述每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的比值，确定与所述公共周期对应的交通需求变化率；

根据获取的与所述每个车流方向对应的每个信号相位，以及所述每个信号相位的绿灯调整时间，确定所述每个交通路口的每个车流方向的绿灯调整时间；

基于所述每个交通路口的每个车流方向的绿灯调整时间，针对所述每个交通路口的每个车流方向，确定上游车流的驶入引发的所述每个交通路口的交通需求变化率；

利用与所述公共周期对应的交通需求变化率，以及所述上游车流的驶入引发的所述每个交通路口的交通需求变化率，确定所述每个交通路口的交通需求变化率。

7.根据权利要求6所述的交通控制信号调整方法，其中，所述基于所述每个交通路口的每个车流方向的绿灯调整时间，针对所述每个交通路口的每个车流方向，确定上游车流的驶入引发的所述每个交通路口的交通需求变化率，包括：

计算获取的所述上游车流的行驶车流量，与所述每个交通路口的每个车流方向在所述上游车流驶入后的行驶车流量形成的行驶车流量占比；

基于所述每个信号相位的绿灯调整时间，计算所述每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率；

针对所述每个交通路口的每个车流方向，从所述每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率中，获取所述上游车流的绿信比变化率；

计算所述行驶车流量占比与所述上游车流的绿灯时间变化率的乘积，得到所述上游车流的驶入引发的所述每个交通路口的交通需求变化率。

8.根据权利要求5所述的交通控制信号调整方法，其中，所述基于所述每个信号相位的绿灯调整时间，计算所述每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率，包括：

根据预设的与所述每个车流方向对应的每个信号相位，以及所述每个信号相位的绿灯调整时间，确定所述每个车流方向的绿灯调整时间；

利用获取的所述每个车流方向对应的交通控制信号被初始优化后的绿灯时间，以及所述每个车流方向对应的交通控制信号的绿灯损失时间，计算所述每个车流方向对应的交通控制信号的有效绿灯时间；

将所述每个交通路口的每个车流方向的经调整后的绿灯时间，与所述每个车流方向对应的交通控制信号的有效绿灯时间的比值，作为所述每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率；

根据所述每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率，得到所述每个交通路口的每

个车流方向的绿信比变化率。

9.根据权利要求1所述的交通控制信号调整方法，其特征在于，还包括：

基于所述每个信号相位的绿灯调整时间，计算所述每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率；

获取所述交通控制区域内的多条车流路径，根据所述多条车流路径中的每条车流路径的预设权重值，对所述每条车流路径对应的每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率进行加权求和，得到所述多条车流路径的绿信比增加率；

在所述车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制条件，且所述多条车流路径的绿信比增加率满足预设绿信比增加约束条件的情况下，根据所述每个信号相位的绿灯调整时间，确定所述每个交通路口的交通控制信号的每个信号相位在所述调整后的绿灯时间。

10.一种交通控制信号调整装置，其特征在于，包括：

第一车道饱和度确定模块，用于在对预设区域多个交通路口的交通控制信号进行初始优化后，获取所述多个交通路口中满足拥堵条件的拥堵路口，确定在所述初始优化后所述拥堵路口的车道饱和度；

第二车道饱和度确定模块，用于针对所述多个交通路口中的至少一个交通路口的交通控制信号，调整每个信号相位的绿信比，得到所述每个信号相位的绿灯调整时间，并基于所述每个信号相位的绿灯调整时间，计算在所述调整后所述拥堵路口的车道饱和度；

饱和度增加量确定模块，用于根据所述初始优化后的车道饱和度和所述调整后的车道饱和度，确定所述调整后的车道饱和度增加量；

绿灯调整时间确定模块，用于在所述车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制条件的情况下，根据所述每个信号相位的绿灯调整时间，确定所述每个信号相位在所述调整后的绿灯时间。

11.一种交通控制信号调整系统，其特征在于，包括存储器和处理器；

所述存储器用于储存有可执行程序代码；

所述处理器用于读取所述存储器中存储的可执行程序代码以执行权利要求1至9中任一项所述的交通控制信号调整方法。

12.一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包括指令，当所述指令在计算机上运行时，使得计算机执行如权利要求1至9中任一项所述的交通控制信号调整方法。

交通控制信号调整方法、装置、系统和存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机技术领域，尤其涉及一种交通控制信号调整方法、装置、系统和存储介质。

背景技术

[0002] 随着经济的高速发展，急剧增加的车辆为城市交通路网带来了巨大的压力，交通拥堵问题日益严峻。交通拥堵不仅会使道路通行能力降低、交通延误增大，同时还会造成空气污染和油耗增大等无法估计的损失，从而制约城市发展。

[0003] 城市交通控制系统是城市交通管理和控制中的核心组成部分，它通过控制信号灯的红绿灯时间、相位差变化、相位序列手段将道路的通行权从时间上合理地分配给不同方向上的车流，使交通流能够平稳有序的运行。

[0004] 通常，城市交通路网中的每个交通路口都有适合自身交通状况的控制信号策略，发生拥堵时，需要通过调整每个交通路口的信号控制策略，使多个路口之间的交通控制信号相互协调，缓解路口的拥堵状态，提高区域通行效率。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供一种交通控制信号调整方法、装置、系统和存储介质，可以缓解路口的拥堵状态，提高区域通行效率。

[0006] 根据本发明实施例的一方面，提供一种交通控制信号调整方法，包括：

[0007] 在对预设区域多个交通路口的交通控制信号进行初始优化后，获取所述多个交通路口中满足拥堵条件的拥堵路口，确定在所述初始优化后所述拥堵路口的车道饱和度；

[0008] 针对所述多个交通路口中的至少一个交通路口的交通控制信号，调整每个信号相位的绿信比，得到所述每个信号相位的绿灯调整时间，并基于所述每个信号相位的绿灯调整时间，计算在所述调整后所述拥堵路口的车道饱和度；

[0009] 根据初始优化后的车道饱和度和调整后的车道饱和度，确定调整后的车道饱和度增加量；

[0010] 在车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制条件的情况下，根据每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个信号相位在调整后的绿灯时间。

[0011] 根据本发明实施例的另一方面，提供一种交通控制信号调整装置，包括：

[0012] 第一车道饱和度确定模块，用于在对预设区域多个交通路口的交通控制信号进行初始优化后，获取所述多个交通路口中满足拥堵条件的拥堵路口，确定在所述初始优化后所述拥堵路口的车道饱和度。

[0013] 第二车道饱和度确定模块，用于针对所述多个交通路口中的至少一个交通路口的交通控制信号，调整每个信号相位的绿信比，得到所述每个信号相位的绿灯调整时间，并基于所述每个信号相位的绿灯调整时间，计算在所述调整后所述拥堵路口的车道饱和度。

[0014] 饱和度增加量确定模块，用于根据初始优化后的车道饱和度和调整后的车道饱和

度，确定调整后的车道饱和度增加量。

[0015] 绿灯调整时间确定模块，用于在车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制条件的情况下，根据每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个信号相位在调整后的绿灯时间。

[0016] 根据本发明实施例的再一方面，提供一种交通控制信号调整系统，包括：存储器和处理器；该存储器用于存储程序；该处理器用于读取存储器中存储的可执行程序代码以执行上述的交通控制信号调整方法。

[0017] 根据本发明实施例的又一方面，提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有指令，当指令在计算机上运行时，使得计算机执行上述各方面的交通控制信号调整方法。

[0018] 根据本发明实施例中的交通控制信号调整方法、装置、系统和存储介质，在对交通控制区域内多个交通路口的交通控制信号进行初始优化后，通过调整多个交通路口中的每个交通路口中交通控制信号的每个信号相位的绿信比，以控制交通控制区域内拥堵路口的饱和度，从而达到缓解路口的拥堵状态，提高区域通行效率的目的。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对本发明实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1是示出根据本发明示例性实施例的场景示意图；

[0021] 图2是示出根据本发明一实施例的交通控制信号调整方法的流程图；

[0022] 图3是示出根据本发明示例性实施例的任一交通路口的车流方向对应的信号相位的矩阵元素示意图；

[0023] 图4是示出根据本发明示例性实施例的交通控制信号调整目标示意图；

[0024] 图5是示出根据本发明一实施例的交通控制信号调整装置的结构示意图；

[0025] 图6是示出了可以实现根据本发明实施例的交通控制信号调整方法和装置的计算设备的示例性硬件架构的结构图。

具体实施方式

[0026] 下面将详细描述本发明的各个方面的特征和示例性实施例，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描述。应理解，此处所描述的具体实施例仅被配置为解释本发明，并不被配置为限定本发明。对于本领域技术人员来说，本发明可以在不需要这些具体细节中的一些细节的情况下实施。下面对实施例的描述仅仅是为了通过示出本发明的示例来提供对本发明更好的理解。

[0027] 需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，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、物品或者设备不仅包括那些要素，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、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括……”限定的要素，并不排除在包括

要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0028] 在本发明实施例中，城市道路交通网络是具有随机特性的复杂网络，为提高信号协同控制的稳定性和可靠性，可以将城市道路交通网络划分为若干个交通子区，每个交通子区包括多个交通路口，以及多个交通路口之间的路段。

[0029] 在本发明实施例中，信号周期是指某一路口的进口车道(如下可以简称为进口道)的交通信号灯轮流显示一次的时间，即交通控制信号的某主要信号相位的绿灯启亮开始到下次该绿灯再次启亮的时间。其中，进口车道可以理解为是：按照车辆行驶方向进入交通路口的车道。

[0030] 在一个实施例中，信号相位是指在一个信号周期内分配给一股或多股独立交通流的一组绿、黄、红灯变化的信号时序。如果多股交通流显示某一种相同的交通信号时序，则它们属于同一信号相位。信号相位是针对某一股或多股交通流而言，根据交通流获得信号显示的时序来划分，有多少种不同的时序安排，就有多少个相位。

[0031] 在本发明实施例中，交通流通常可以表示车辆在道路上连续行驶形成的车流，车流用于表示多个车辆在车道上持续运动的状态；某交通路口的一个车流方向的行驶车流量，表示一定时间内在该车流方向通过该交通路口的车辆数；多股独立交通(简称为多股交通流)表示多股交通流之间相互独立，不会相互干扰且具有随机性。

[0032] 在采集城市道路交通网络中多个交通路口的路况信息时，可以根据每个交通路口的实际情形，利用视频检测器、地感线圈检测器、全球定位系统(Global Position System，GPS)等多种交通检测器中的至少一种交通检测器采集预设区域多个交通路口的交通流量数据。

[0033] 在一个实施例中，交通流量数据所采集的交通对象可以包括机动车辆、非机动车辆和行人。机动车辆例如可以包括：小客车、电动汽车、物流车、公共汽车、出租车等车辆，非机动车辆例如可以包括自行车、部分电动自行车等车辆。

[0034] 因此，本发明实施例中的交通流量数据，不仅可以包括机动车辆的车流量数据，还可以包括非机动车辆和行人等其他交通对象的交通流量数据。

[0035] 作为一个示例，可以通过安装在信号灯杆上的摄像装置采集对应路口的路况视频数据，对路况视频数据进行解析，得到每个路口的车流量数据；作为一个示例，通过地感线圈检测器中设置在交通路口的感应线圈感应经过的车辆，通过感应线圈电感量的变化检测车辆的通过状态信号，对车辆的通过状态信号进行采集和计算，得到交通路口的车流量数据；作为一个示例，还可以通过装载在行驶的公共汽车、出租车和物流车等公共交通工具上的全球定位系统(Global Position System，GPS)采集的车流量数据。

[0036] 在一个实施例中，车流量数据至少可以包括：路口编号、进口车道编号、行驶方向、采集时间和行驶车流量等信息。

[0037] 在本发明实施例中，进口车道的实际交通需求与该进口车道的通行能力的比值，即该进口车道的饱和度。

[0038] 具体地，进口车道的实际交通需求，可以理解为是指定统计时间内通过进口车道所属交通路口的进口道车流的实际行驶车流量，例如指定统计时间内已通过进口车道所属交通路口的车辆数目与该进口车道的排队车辆数目形成的车辆数目之和；进口车道的通行能力，可以理解为是进口车道在绿灯期间的单位时间内进口道车流能通过所属交通路口的

最大流量，且进口车道的通行能力与该进口车道对应的交通控制信号的绿信比形成正比例关系。

[0039] 在一个实施例中，绿信比可以用于表示，在一个信号周期内的某信号相位的有效绿灯时间与信号周期的时间的比值。

[0040] 在本发明实施例中，拥堵路口即满足预设拥堵条件的交通路口。拥堵条件可以包括：该交通路口的进口道的车道饱和度大于等于预设的饱和度阈值，和/或，在该交通路口的进口车道的停车次数大于等于预设的停车次数阈值。

[0041] 图1示出了根据本发明示例性实施例的场景示意图。在图1所示的场景中，示意性地示出交通子区S内的两个交通路口：交通路口1和交通路口2。在实际应用场景中，城市道路交通网络划分为多个交通子区，每个交通子区内交通路口的数量可以为大于等于两个。

[0042] 图1示出交通路口1的多个进口车道，例如进口道1、进口道2、进口道3和进口道4，以及交通路口2的多个进口车道，例如进口道5、进口道6、进口道7和进口道8；以及行驶于交通路口1中每个进口车道和行驶于交通路口2中每个进口车道的车辆。

[0043] 在实际应用场景中，可以通过上述的多种交通检测器在每个交通路口采集进口车道的车流量数据，例如：进口车道的交通需求、进口车道的通行能力、以及进口道的平均停车次数。并利用上述交通数据检测每个交通路口的进口道的车道饱和度，根据检测结果判定每个交通路口是否为拥堵交通路口。

[0044] 示例性地，经检测图1中交通路口1为拥堵路口，交通路口2为非拥堵路口。

[0045] 本发明实施例中，通过交通控制信号灯的控制信号策略，可以将道路的通行权从时间上合理地分配给不同方向上的车流。作为示例，在交通路口1的信号灯1(即交通控制信号灯1)可以为车辆行驶方向由东向西驶入交通路口1的进口道车流分配道路通行时间，交通控制信号灯4可以为车辆行驶方向由西向东驶入交通路口1的进口道车流分配道路通行时间。

[0046] 由于交通控制区域内的每个交通路口都有适合本路口交通状况的周期和绿信比调整方案。也就是说，可以根据交通控制区域内每个交通路口自身的交通运行特征，对该交通路口的交通控制信号灯的信号周期进行调整，和/或对该交通路口的交通控制信号等的绿信比进行调整。

[0047] 但是，上述信号调整的方法并未考虑路口间的相互影响。在图1中，按照车流方向可知，交通路口1为交通路口2的上游路口。位于上游路口且满足拥堵条件的交通路口1进行交通控制信号调整后，将导致位于交通路口2的交通需求变化，因此在实际应用场景中，在进行交通区域内交通路口的交通控制信号调整时，应考虑多路口相互协调，从而缓解拥堵路口的拥堵状态，提高车辆通行效率。

[0048] 在多路口之间协调进行交通信号调整时，需要相互协调的交通路口可以使用同一信号周期，并需要考虑如何调整同一信号周期下的每个交通路口的交通信号的绿信比，满足多路口间的协调需求。

[0049] 本发明实施例提供一种信号调整方法、装置、系统和存储介质，可以实现多路口之间协调进行绿信比的调整，从而缓解拥堵路口的交通压力，以及提高指定交通控制区域内的通行效率。

[0050] 图2示出了根据本发明一实施例的信号调整方法的流程图。如图2所示，在一个实

施例中，信号调整方法可以包括：

[0051] S110，在对预设区域多个交通路口的交通控制信号进行初始优化后，获取多个交通路口中满足拥堵条件的拥堵路口，确定在初始优化后的拥堵路口车道饱和度。

[0052] S120，针对多个交通路口中的至少一个交通路口的交通控制信号，调整每个信号相位的绿信比，得到每个信号相位的绿灯调整时间，并基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算在调整后拥堵路口的车道饱和度。

[0053] S130，根据初始优化后的车道饱和度和调整后的车道饱和度，确定调整后的车道饱和度增加量。

[0054] S140，在车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制条件的情况下，根据每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个信号相位在调整后的绿灯时间。

[0055] 根据本发明实施例的信号调整方法，在对交通控制区域内的交通路口的交通控制信号进行初始优化后，并且可以根据交通控制区域内的拥堵路口的车道饱和度，调整每个交通路口的每个相位信号相位的绿信比，保证路口自身处于较优运行状态的同时，满足路口间信号相互协调进行信号调整的需求。

[0056] 在一个实施例中，交通控制区域可以表示城市道路交通网络中的一个交通子区。

[0057] 在一个实施例中，S110中对预设区域内多个交通路口的交通控制信号进行的初始优化包括：依据多个交通路口中任一交通路口的交通状态，对任一交通路口的交通控制信号相位的绿信比进行调整，和/或对任一交通路口的交通控制信号的周期进行调整，得到初始优化后的交通控制信号。

[0058] 在该实施例中，在对交通控制区域内交通路口的交通控制信号进行初始优化时，可以仅考虑交通区域内交通路口中每个交通路口自身的交通运行数据，而对每个交通路口的交通控制信号的信号周期和绿信比中的至少一种进行调整和优化。

[0059] 本发明实施例的交通控制信号调整方法，是在交通控制区域内的多个交通路口中的交通控制信号被初始优化之后，对每个交通路口的交通控制信号的绿信比进行的调整。

[0060] 在一个实施例中，步骤S110中的获取所述多个交通路口中满足拥堵条件的拥堵路口，可以包括：

[0061] S111，在设定时间内，采集多个交通路口中每个交通路口的进口道的实际行驶车流量数据，并计算单位时间内进口道的最大行驶车流量数据。

[0062] 该步骤中的设定时间，可以表示对多个交通路口的实际行驶车流量数据等车流信息的采集时间。

[0063] S112，计算实际行驶车流量数据和单位时间内的最大行驶车流量的比值，得到每个交通路口的进口道的车道饱和度。

[0064] S113，根据每个交通路口的进口道的车道饱和度、统计的每个交通路口的进口道的停车次数和拥堵条件，确定满足拥堵条件的交通路口，以获取满足拥堵条件的交通路口的车流量数据。

[0065] 在该实施例中，根据采集的多个交通路口的车流量数据，计算每个交通路口的进口道的车道饱和度，并根据车道饱和度和停车次数获取预设区域内多个交通路口中的拥堵交通路口，将该拥堵交通路口的车道饱和度的取值用于后续对拥堵状态下交通路口间的控制信号调整。

[0066] 在一个实施例中，还可以根据该设定时间内采集的多个交通路口中每个交通路口的进口道的实际交通流量数据，计算单位时间内进口道的最大交通流量数据；并将该实际交通流量数据和单位时间内该最大交通流量数据的比值，作为每个交通路口的进口道的车道饱和度。

[0067] 在一个实施例中，S120中的针对所述多个交通路口中的至少一个交通路口的交通控制信号，调整每个信号相位的绿信比，得到所述每个信号相位的绿灯调整时间，可以包括：

[0068] S11，将每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的最大值，作为多个交通路口的交通控制信号的公共周期。

[0069] 在一个实施例中，该公共周期，即调整后的每个交通路口的交通控制信号的信号周期。作为一个示例，调整后的每个交通路口的交通控制信号的信号周期，可以表示为下述表达式(1)：

[0070] $$\mathrm{cycle}_i^{\mathrm{opt}} = \max_i \mathrm{cycle}_i^{\mathrm{ori}} \quad (1)$$

[0071] 在上述表达式(1)中，i表示交通控制区域内某个交通路口的编号，$\max_i \mathrm{cycle}_i^{\mathrm{ori}}$表示多个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的最大值，$\mathrm{cycle}_i^{\mathrm{opt}}$表示调整后的第i个交通路口的交通控制信号的信号周期。

[0072] S12，针对多个交通路口中的每个交通路口的交通控制信号，调整每个信号相位的绿信比，得到每个信号相位的绿灯调整时间，其中，针对任一交通路口的交通控制信号，每个信号相位的绿灯调整时间形成的绿灯调整时间之和，等于公共周期与任一交通路口的交通控制信号被初始优化后的周期的差值。

[0073] 作为一个示例，每个信号相位的绿灯调整时间形成的绿灯调整时间之和可以表示为下述表达式(2)：

[0074] $$\sum_p st_{i,p} = cycle_i^{opt} - cycle_i^{ori} \quad (2)$$

[0075] 在上述表达式(2)中，i表示交通控制区域内某个交通路口的编号，p表示第i个交通路口的交通控制信号的信号相位编号，$cycle_i^{opt}$表示调整后的第i个交通路口的交通控制信号的信号周期，即公共周期，$cycle_i^{ori}$表示第i个交通路口的交通控制信号被初始优化后的周期。

[0076] 在该实施例中，将每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的最大值，作为多个交通路口的交通控制信号的公共周期。该多个交通路口的交通控制信号的公共周期，即交通控制区域内多个交通路口中的每个交通路口的交通控制信号被调整后的信号周期。

[0077] 在本发明实施例的信号调整过程中，交通控制区域内多个交通路口中的每个交通路口的交通控制信号可以采用同一信号周期，以实现交通控制区域内交通路口之间交通控制信号的协调控制。

[0078] 在一个实施例中，S120中的基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算拥堵路口在

调整后的车道饱和度,可以包括:

[0079] S121,将每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的最大值,作为多个交通路口的交通控制信号的公共周期。

[0080] S122,基于公共周期和每个信号相位的绿灯调整时间,计算每个交通路口的交通需求变化率。

[0081] 在一个实施例中,S122具体可以包括:

[0082] S1221,根据公共周期与每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的比值,确定与公共周期对应的交通需求变化率。

[0083] 作为一个示例,与公共周期对应的交通需求变化率,可以表示为:

[0084] $\frac{cycle_i^{opt}}{cycle_i^{old}}$,即交通路口i的交通控制信号被调整后,每个信号周期的交通需求变化率。

[0085] 其中,i表示交通控制区域内某个交通路口的编号,$cycle_i^{opt}$表示交通路口i的交通控制信号被调整后的信号周期,$cycle_i^{old}$表示交通控制区域内交通路口i的交通控制信号的原信号周期,即交通路口i的交通控制信号被初始优化之前的信号周期。

[0086] S1222,根据获取的与每个车流方向对应的每个信号相位,以及每个信号相位的绿灯调整时间,确定每个交通路口的每个车流方向的绿灯调整时间。

[0087] 图3示出了根据本发明示例性实施例的任一交通路口的车流方向对应的信号相位的矩阵元素示意图。作为示例,车流方向即某个交通路口的进口车道的车辆行驶方向,例如可以包括:东直、东左、西直、西左、南直、南左、北直、北左;该交通路口的交通控制信号的信号相位例如可以包括:A相位、B相位、C相位和D相位。

[0088] 如图3所示,交通路口的车流方向对应的信号相位的矩阵,可以表示为$a_{i,j,p}$,其中,i表示交通控制区域内任一交通路口的编号,j表示该任一交通路口的车流方向的编号,p表示该任一交通路口的交通控制信号的信号相位的编号。

[0089] 在矩阵$a_{i,j,p}$中,如果矩阵元素取值为1,表示该矩阵元素对应的信号相位与该矩阵元素对应的车流方向之间,具有对应关系。例如A相位与东直车流方向具有对应关系,即A相位的交通控制信号可以控制东直车流方向;如果矩阵元素取值为0,表示该矩阵元素对应的信号相位与该矩阵元素对应的车流方向之间不具有对应关系。

[0090] 在一个实施例中,针对任一交通路口的每个车流方向,将每个车流方向对应的每个信号相位的绿灯调整时间相加,得到该任一交通路口的每个车流方向的绿灯调整时间。

[0091] 在一个实施例中,每个车流方向对应的每个信号相位的绿灯调整时间相加,可以通过下述实施例中描述的矩阵相乘的方式来实现,即:

[0092] 将任一交通路口的与车流方向对应的信号相位的矩阵,与该任一交通路口的每个信号相位的绿灯调整时间的一维列向量相乘,得到该任一交通路口的任一车流方向的绿灯调整时间。

[0093] 作为一个示例,任一交通路口的任一车流方向的绿灯调整时间,可以表示为下面的表达式(3):

[0094] $ft_{i,j}=\sum_p a_{i,j,p}*st_{i,p}$ (3)

[0095] 在上述表达式(3)中，$st_{i,p}$表示第i个交通路口的交通控制信号的第p个信号相位的绿灯调整时间，$st_{i,p}$可以是一个一维列向量，且该一维列向量的元素个数为该交通路口的相位个数；$a_{i,j,p}$表示第i个交通路口的第j个车流方向对应的第p个信号相位的矩阵，$a_{i,j,p}*st_{i,p}$表示第i个交通路口的第j个车流方向的与第p个信号相位对应的绿灯调整时间。

[0096] $\sum_p a_{i,j,p}*st_{i,p}$表示对第i个交通路口的第j个车流方向对应的每个信号相位的绿灯调整时间相加，得到第i个交通路口的第j个车流方向的绿灯调整时间，即$ft_{i,j}$。上述表达式(3)中的i、j和p分别所表示的内容与上述$a_{i,j,p}$中i、j和p分别所表示的内容相同，在此不再赘述。

[0097] 在一个实施例中，根据第i个交通路口的第j个车流方向的绿灯调整时间，以及第i个交通路口的调整后的信号周期，可以计算得到第i个交通路口的第j个车流方向的经调整后的绿灯时间。

[0098] S1223，基于每个交通路口的每个车流方向的绿灯调整时间，针对每个交通路口的每个车流方向，确定上游车流的驶入引发的每个交通路口的交通需求变化率。

[0099] 在一个实施例中，S1223具体可以包括：

[0100] S1223-01，根据获取的上游车流的行驶车流量，和每个交通路口的每个车流方向在上游车流驶入后的行驶车流量，确定上游车流的行驶车流量和上游车流驶入后的行驶车流量形成的行驶车流量占比。

[0101] S1223-02，基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率。

[0102] S1223-03，针对每个交通路口的每个车流方向，从每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率中，获取上游车流的绿信比变化率。

[0103] S1223-04，计算行驶车流量占比与上游车流的绿灯时间变化率的乘积，得到上游车流的驶入引发的每个交通路口的交通需求变化率。

[0104] 下面通过具体实施例分别介绍S1223-02中，计算每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率的具体步骤，以及介绍S1223-04中，通过计算得到上游车流的驶入引发的每个交通路口的交通需求变化率的具体步骤。

[0105] 在一个实施例中，S1223-02具体可以包括：

[0106] S1223-021，根据预设的与每个车流方向对应的每个信号相位，以及每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个交通路口的每个车流方向的绿灯调整时间。

[0107] 在一个实施例中，S1223-021与上述S1222中确定每个交通路口的每个车流方向的绿灯调整时间的具体步骤相同，在此不再赘述。

[0108] S1223-022，利用获取的每个车流方向对应的交通控制信号被初始优化后的绿灯时间，以及每个车流方向对应的交通控制信号的绿灯损失时间，计算每个车流方向对应的交通控制信号的有效绿灯时间。

[0109] 在该步骤中，绿灯损失时间表示信号周期内不能被车流利用的时间，即任何车流都不能获得通行权的时间。

[0110] S1223-023，将每个交通路口的每个车流方向的经调整后的绿灯时间，与每个车流方向对应的交通控制信号的有效绿灯时间的比值，作为每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率。

[0111] S1223-024，根据每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率，得到每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率。

[0112] 作为一个示例，任一交通路口的任一车流方向的绿信比变化率可以表示为下述表达式(4)：

[0113] $$1+\frac{ft_{i,j}}{split_{time_{i,j}}^{ori}-lost_{i,j}} \qquad (4)$$

[0114] 在上述表达式(4)中，i表示交通控制区域内任一交通路口的编号，j表示该任一交通路口的车流方向的编号，$split_{time_{i,j}}^{ori}$表示与交通路口i的车流方向j对应的交通控制信号被初始优化后的绿灯时间，$lost_{i,j}$表示与交通路口i的车流方向j对应的交通控制信号的绿灯损失时间，$split_{time_{i,j}}^{ori}-lost_{i,j}$表示交通路口i的车流方向j对应的交通控制信号的有效绿灯时间；$\frac{ft_{i,j}}{split_{time_{i,j}}^{ori}-lost_{i,j}}$表示交通路口i的车流方向j的绿信比增加率；$1+\frac{ft_{i,j}}{split_{time_{i,j}}^{ori}-lost_{i,j}}$表示交通路口i的车流方向j的绿信比变化率。

[0115] 通过上述S1223-021至S1223-021，得到每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率。

[0116] 在一个实施例中，S1223-04中，上游车流的驶入引发的每个交通路口的交通需求变化率，可以表示为下述表达式(5)：

[0117] $$\sum_k \sum_n \gamma_{(k,n)\to(i,j)} * \left(1+\frac{ft_{k,n}}{split_{time_{k,n}}^{ori}-lost_{k,n}}\right) \qquad (5)$$

[0118] 在上述表达式(4)中，i表示交通控制区域内任一交通路口的编号，j表示该任一交通路口的车流方向的编号，k表示第i个交通路口的上游路口的编号，n表示上游路口k的车流方向的编号。

[0119] $\gamma_{(k,n)\to(i,j)}$表示上游路口k的车流方向n的行驶车流量，在第i个交通路口的第j个车流方向的行驶车流量中的占比。

[0120] $\sum_k \sum_n \gamma_{(k,n)\to(i,j)}$表示针对第i个交通路口的第j个车流方向，上游车流的行驶车流量，与上游车流驶入后的该第i个交通路口的第j个车流方向的行驶车流量形成的行驶车流量占比。

[0121] 在上述表达式(5)中，$ft_{k,n}$表示交通路口k的车流方向n的绿灯调整时间，$ft_{k,n}$的计算方法与上述公式(3)中第i个交通路口的第j个车流方向的绿灯调整时间$ft_{i,j}$的计算方法相同，在此不再赘述。

[0122] 在上述表达式(5)中，$split_{time_{k,n}}^{ori}$表示与交通路口k的车流方向n对应的交通控制信号被初始优化后的绿灯时间，$lost_{k,n}$表示与交通路口k的车流方向n对应的交通控制信号的绿灯损失时间，$split_{time_{k,n}}^{ori}-lost_{k,n}$表示交通路口k的车流方向n对应的交通控制信

号的有效绿灯时间；$\frac{ft_{k,n}}{split_{time_{k,n}^{ori}}-lost_{k,n}}$表示交通路口k的车流方向n的绿信比增加率；$1+\frac{ft_{k,n}}{split_{time_{k,n}^{ori}}-lost_{k,n}}$表示交通路口k的车流方向n的绿信比变化率。

[0123] 通过上述实施例的描述可知，$\sum_k\sum_n \gamma_{(k,n)\to(i,j)} * \left(1+\frac{ft_{k,n}}{split_{time_{k,n}^{ori}}-lost_{k,n}}\right)$表示上游车流的驶入引发的每个交通路口的交通需求变化率。

[0124] S1224，利用与公共周期对应的交通需求变化率，以及上游车流的驶入引发的每个交通路口的交通需求变化率，确定每个交通路口的交通需求变化率。

[0125] 通过上述步骤S1221至S1224，将任一交通路口的交通控制信号的公共周期对应的交通需求变化率与上游车流的驶入引发的该任一交通路口的交通需求变化率相加，得到该任一交通路口的交通需求变化率。

[0126] S123，基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率。

[0127] 在一个实施例中，S123中计算每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率的具体步骤，可以参考上述S1223-02中描述的计算每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率的对应过程，在此不再赘述。

[0128] S124，根据每个交通路口的交通需求变化率，与每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率的比值，确定每个交通路口的每个车流方向的饱和度变化幅度。

[0129] S125，根据初始优化后拥堵路口的车道饱和度，以及每个交通路口的每个车流方向的饱和度变化幅度，确定在该调整后拥堵路口的车道饱和度。

[0130] 作为一个示例，调整后的车道饱和度可以表示为下面的表达式(6)：

[0131] $$g_1=\sum_i\sum_j ds_{i,j}^{ori} * \left(\frac{\frac{cycle_i^{opt}}{cycle_i^{old}}+\sum_k\sum_n \gamma_{(k,n)\to(i,j)} * \left(1+\frac{ft_{k,n}}{split_{time_{k,n}^{ori}}-lost_{k,n}}\right)}{1+\frac{ft_{i,j}}{split_{time_{i,j}^{ori}}-lost_{i,j}}}-1\right) \quad (6)$$

[0132] 其中，$ds_{i,j}^{ori}$的取值满足下面的表达式(7)：

[0133] $$\mathrm{ds}_{\mathrm{i,j}}^{\mathrm{ori}}=\begin{cases}\mathrm{ds}_{\mathrm{i,j}}^{\mathrm{ori}}, & \mathrm{ds}_{\mathrm{i,j}}^{\mathrm{ori}}\geq \mathrm{K1\ or\ stop_{i,j}}\geq \mathrm{K2}\\ 0, & \mathrm{else}\end{cases} \quad (7)$$

[0134] 在上述表达式(6)和表达式(7)中，$\mathrm{ds}_{\mathrm{i,j}}^{\mathrm{ori}}$表示对交通控制区域内多个交通路口的交通控制信号进行初始优化后，交通路口i的车流方向j的车道饱和度，K1表示预设的饱和度阈值，K2表示预设的停车次数阈值。

[0135] 在一个实施例中，当$\mathrm{ds}_{\mathrm{i,j}}^{\mathrm{ori}}$满足$\mathrm{ds}_{\mathrm{i,j}}^{\mathrm{ori}}\geq \mathrm{K1\ or\ stop_{i,j}}\geq \mathrm{K2}$的条件时，表示交通路口i的车流方向j为满足预设拥堵条件的交通路口中进口道车流方向，$ds_{i,j}^{ori}$表示该拥堵路口的的车流方向j的车道饱和度。

[0136] 作为一个示例，若交通控制区域内交通路口的进口道的车道饱和度大于等于饱和

度阈值K1例如可以是0.8或0.9，或者，该交通路口的进口道的停车次数大于等于停车次数阈值K2例如可以是1.0次时，判定该交通路口为拥堵路口，处于拥堵状态。

[0137] 通过上述内容可知，当进口道的车道饱和度不满足预设拥堵条件时，进口道的车道饱和度$ds_{i,j}^{ori}$取值为0。因此，利用上述表达式(6)和上述表达式(7)构建的拥堵路口进口道的饱和度函数，可以通过对交通控制区域内每个交通路口的每个相位的绿信比进行调整，来调整交通控制区域内的拥堵路口进口道的车道饱和度。

[0138] 在上述S140中，在拥堵路口的进口到的车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制条件的情况下，根据每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个交通路口的交通控制信号的每个信号相位在调整后的绿灯时间。

[0139] 在一个实施例中，预设饱和度增加限制条件可以包括：车道饱和度增加量小于等于车道饱和度阈值。

[0140] 在本发明实施例中，交通饱和度是反映道路服务水平的重要指标之一，交通饱和度值越低，代表道路服务水平越高。通过降低交通区域内交通路口的车道饱和度的增加量，缓解路口的拥堵状态和提高道路服务水平。

[0141] 在一个实施例中，信号调整方法还可以包括：

[0142] S150，基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率。

[0143] S151，获取交通控制区域内的多条车流路径，根据多条车流路径中的每条车流路径的预设权重值，对每条车流路径对应的每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率进行加权求和，得到多条车流路径的绿信比增加率。

[0144] 在一个实施例中，可以通过下面的表达式(8)计算多条车流路径的绿信比增加率：

[0145] $$g_2 = \sum_{path} \sum_i \sum_j f_{path} * \frac{ft_{i,j}}{split_{time_{i,j}}^{ori} - lost_{i,j}} \qquad (8)$$

[0146] 在上述表达式(8)中，$\frac{ft_{i,j}}{split_{time_{i,j}}^{ori} - lost_{i,j}}$表示交通路口i的车流方向j的绿信比增加率，上述表达式(8)与上述表达式(4)中相同的标号表示相同的含义。

[0147] 且在上述表达式(8)中，path表示交通控制区域内车流路径的编号，f_{path}表示车流路径path的预设权重值；g_2表示通过车流路径的权重，对该车流路径对应的交通路口的车流方向的绿信比增加率进行加权求和后，得到的交通区域内多条车流路径的绿信比增加率。

[0148] 在本发明实施例中，车流路径通常由多个交通路口之间的路段中行驶的车辆形成的路径，交通路口的车流方向的绿波带宽，表示该车流方向的进口道的车辆通过该交通路口不停车时，该交通路口的有效绿灯时间。绿波带宽，可以表示为交通区域内多条车流路径的绿信比增加率，非拥堵路口的进口道的车流方向的绿波带宽，可以用于表征交通控制区域内非拥堵路口的进口道的车流方向上的通行度。

[0149] S152，在车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制条件，且多条车流路径的绿信比增加率满足预设绿信比增加约束条件的情况下，根据每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个交通路口的交通控制信号的每个信号相位在调整后的绿灯时间。

[0150] 在一个实施例中，预设绿信比增加约束条件可以包括：绿信比增加率大于等于预设增加率阈值。

[0151] 在本发明实施例中，在交通控制区域内，对多个交通路口之间进行交通控制信号的协调控制，目的是使拥堵路口进口车道的车道饱和度增加率最小，而非拥堵路口进口车道的车流方向的绿波带宽增加率最大，从而疏导交通区域内的拥堵路口，以及使行驶在主干道协调控制的交通路口的车辆，可以不遇红灯或者少遇红灯。

[0152] 在一个实施例中，可以利用通过上述表达式(6)和(7)预先构建的拥堵路口进口道的饱和度函数，以及通过上述表达式(8)预先构建非拥堵路口进口道的通行度函数，构建交通控制信号绿信比优化函数，以对交通控制区域内的每个路口每个信号相位的绿信比进行优化求解。

[0153] 作为一个示例，交通控制信号绿信比优化函数可以表示为下面的表达式(9)：

[0154] $\min \alpha * g_1 - \beta * g_2$ (9)

[0155] 在上述表达式(9)中，饱和度函数g1可以表示为上述表达式(6)，通行度函数g2可以表示为上述表达式(8)，α为饱和度函数g1的参数，β为通行度函数g2的参数。

[0156] 在一个实施例值中，交通控制信号绿信比优化函数的约束条件，可以包括上述表达式(2)和(7)。

[0157] 在一个实施例中，交通控制信号绿信比优化函数的约束条件，还可以包括：的每个路口每个信号相位的绿信比的调整时间大于等于0。

[0158] 在该实施例中，利用交通控制信号绿信比优化函数，对每个路口每个信号相位的绿信比进行优化求解。并且，相对于初始优化后的交通区域，对上述表达式(9)进行优化求解，得到的每个路口每个信号相位的绿信比，可以使交通区域内拥堵路口的饱和度增加率最小，交通区域内非拥堵路口进口道车流方向的绿波带宽增加率最大，交通区域内多条车流路径的绿信比增加率最大。

[0159] 在一个实施例中，可以采用梯度下降及反向传播算法，对通过上述表达式(9)表示的交通控制信号绿信比优化函数求解，得到每个交通路口的交通控制信号的每个信号相位的在调整后的绿灯时间。

[0160] 作为一个示例，首先，将上述表达式(9)表示的交通控制信号绿信比的优化函数作为目标函数，将每个路口每个信号相位的绿信比的调整时间作为目标函数的自变量，对目标函数进行变形处理。

[0161] 具体地，可以将每个路口每个信号相位的绿信比的调整时间大于等于0的约束条件作为惩罚项，加入该目标函数，以消除不等式约束项；并将每个交通路口的交通控制信号的最后一个信号相位，用该交通路口的其他相位的调整时间来表示，以消除等式约束项，得到变形后的目标函数。

[0162] 然后，利用反向传播算法中的链式求导方法，对变形后的目标函数进行求导运算，得到目标函数对自变量的导数。

[0163] 最后，利用梯度下降算法，对目标函数对自变量的导数沿负梯度方向进行迭代处理，得到每个路口每个信号相位的绿信比的调整时间。

[0164] 在一些实施例中，梯度本身是一个向量，可以称之为梯度向量，梯度向量可以为上述目标函数的求解过程指明更新目标函数的参数的方向，沿着该梯度向量的方向，根据梯

度向量的大小更新目标函数的参数，可以保证每次对目标函数求解的结果更接近于目标值，即达到交通区域内拥堵路口的饱和度增加率最小，交通区域内非拥堵路口进口道的车流方向上的绿波带宽增加率最大的目标。

[0165] 根据本发明实施例的交通控制信号的调整方法，可以对交通控制区域内的多个路口之间的交通控制信号相互协调，缓解路口的拥堵状态，提高区域通行效率。

[0166] 图4示出根据本发明示例性实施例的交通控制信号调整目标示意图。在图4中，结合图4和本发明实施例的交通控制信号调整方法，可以对该交通控制信号调整方法的处理结果进行示意性的控制目标展示。

[0167] 在图4中，示意性地示出交通控制区域内的多个交通路口和每个交通路口的车流行驶方向，例如可以包括交通路口1、交通路口2、……、交通路口6。示例性地，对6个交通路口中的每个交通路口的交通控制信号进行初始优化后，交通路口4仍为拥堵路口。且上游路口(交通路口5)的车辆驶入对交通路口4的车道饱和度的影响。

[0168] 在一个实施例中，根据本发明实施例的交通控制信号调整方法，对图4所示多个交通路口的交通控制信号的调整可以包括：

[0169] S31，根据上述初始优化后交通控制区域内的车流量数据，计算在初始优化后的车道饱和度。

[0170] S32，以每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的最大值，作为多个交通路口的交通控制信号的公共周期。

[0171] S33，利用预先构建的交通控制信号绿信比优化函数，对调整后的车道饱和度增加量与每个交通路口的每个交通控制信号相位的绿信比调整时间的关系进行优化，当调整后的车道饱和度增加量最小时，得到每个交通路口的每个交通控制信号相位的绿信比调整时间。

[0172] S34，根据该绿信比调整时间，得到每个交通路口的每个交通控制信号相位的调整后的绿灯时间。

[0173] 如图4所示，针对交通控制区域内的拥堵交通路口，可以将信号调整后由于上游路口的驶入对交通路口4的车道饱和度的影响，使进入4号路口的车流方向对应的交通控制信号的相位时间得到压缩，缓解拥堵路口压力，提高区域通行效率。

[0174] 下面结合附图，详细介绍根据本发明实施例的交通控制信号调整装置。

[0175] 图5示出了根据本发明一实施例提供的交通控制信号调整装置的结构示意图。如图5所示，交通控制信号调整装置包括：

[0176] 第一车道饱和度确定模块510，用于在对预设区域多个交通路口的交通控制信号进行初始优化后，获取多个交通路口中满足拥堵条件的拥堵路口，确定在初始优化后拥堵路口的车道饱和度。

[0177] 第二车道饱和度确定模块520，用于针对多个交通路口中的至少一个交通路口的交通控制信号，调整每个信号相位的绿信比，得到每个信号相位的绿灯调整时间，并基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算在调整后拥堵路口的车道饱和度。

[0178] 饱和度增加量确定模块530，用于根据初始优化后的车道饱和度和调整后的车道饱和度，确定调整后的车道饱和度增加量。

[0179] 绿灯调整时间确定模块540，用于在车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制

条件的情况下，根据每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个信号相位在调整后的绿灯时间。

[0180] 在一个实施例中，对交通控制区域内多个交通路口的交通控制信号进行的初始优化包括：

[0181] 依据多个交通路口中任一交通路口的交通状态，对任一交通路口的交通控制信号相位的绿信比进行调整，和/或对任一交通路口的交通控制信号的周期进行调整，得到初始优化后的交通控制信号。

[0182] 在一个实施例中，拥堵条件包括：交通路口的进口道的车道饱和度大于等于预设饱和度阈值，和/或在进口道的停车次数大于等于停车次数阈值。

[0183] 在一个实施例中，第一车道饱和度确定模块510，具体可以包括：

[0184] 车流量数据采集单元，用于在设定时间内，采集多个交通路口中每个交通路口的进口道的实际行驶车流量数据，并计算单位时间内进口道的最大行驶车流量数据。

[0185] 车道饱和度计算单元，用于计算实际行驶车流量数据和单位时间内的最大行驶车流量的比值，得到每个交通路口的进口道的车道饱和度。

[0186] 拥堵路口确定单元，用于根据每个交通路口的进口道的车道饱和度、统计的每个交通路口的进口道的停车次数和拥堵条件，确定满足拥堵条件的交通路口，以获取满足拥堵条件的交通路口的车流量数据。

[0187] 在一个实施例中，第二车道饱和度确定模块520，具体可以包括：

[0188] 公共周期确定单元，用于将每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的最大值，作为多个交通路口的交通控制信号的公共周期。

[0189] 绿信比调整单元，用于针对多个交通路口中的每个交通路口的交通控制信号，调整每个信号相位的绿信比，得到每个信号相位的绿灯调整时间。

[0190] 在该实施例中，针对任一交通路口的交通控制信号，每个信号相位的绿灯调整时间形成的绿灯调整时间之和，等于公共周期与任一交通路口的交通控制信号被初始优化后的周期的差值。

[0191] 在一个实施例中，第二车道饱和度确定模块520，具体可以包括：

[0192] 公共周期确定单元，用于将每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的最大值，作为多个交通路口的交通控制信号的公共周期。

[0193] 交通需求变化率确定单元，用于基于公共周期和每个信号相位的绿灯调整时间，计算每个交通路口的交通需求变化率。

[0194] 绿信比变化率确定单元，用于基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率。

[0195] 饱和度变化幅度确定单元，用于根据每个交通路口的交通需求变化率，与每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率的比值，确定每个交通路口的每个车流方向的饱和度变化幅度。

[0196] 调整后车道饱和度确定单元，用于根据初始优化后的拥堵路口的车道饱和度，以及每个交通路口的每个车流方向的饱和度变化幅度，确定交通控制信号调整后拥堵路口的车道饱和度。

[0197] 在一个实施例中，交通需求变化率确定单元，具体可以包括：

[0198] 第一交通需求变化率确定子单元，用于根据公共周期与每个交通路口的交通控制信号被初始优化后的信号周期的比值，确定与公共周期对应的交通需求变化率。

[0199] 车流方向绿信比确定子单元，用于根据获取的与每个车流方向对应的每个信号相位，以及每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个交通路口的每个车流方向的绿灯调整时间。

[0200] 第二交通需求变化率确定子单元，用于基于每个交通路口的每个车流方向的绿灯调整时间，针对每个交通路口的每个车流方向，确定上游车流的驶入引发的每个交通路口的交通需求变化率。

[0201] 交通需求变化率确定单元，还用于利用与公共周期对应的交通需求变化率，以及上游车流的驶入引发的每个交通路口的交通需求变化率，确定每个交通路口的交通需求变化率。

[0202] 在一个实施例中，第二交通需求变化率确定子单元，具体可以用于：

[0203] 计算获取的上游车流的行驶车流量，与每个交通路口的每个车流方向在上游车流驶入后的行驶车流量形成的行驶车流量占比；基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率；针对每个交通路口的每个车流方向，从每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率中，获取上游车流的绿信比变化率；计算行驶车流量占比与上游车流的绿灯时间变化率的乘积，得到上游车流的驶入引发的每个交通路口的交通需求变化率。

[0204] 在一个实施例中，第二交通需求变化率确定子单元，在具体用于基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率时，具体用于：

[0205] 根据预设的与每个车流方向对应的每个信号相位，以及每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个车流方向的绿灯调整时间；利用获取的每个车流方向对应的交通控制信号被初始优化后的绿灯时间，以及每个车流方向对应的交通控制信号的绿灯损失时间，计算每个车流方向对应的交通控制信号的有效绿灯时间；将每个交通路口的每个车流方向的经调整后的绿灯时间，与每个车流方向对应的交通控制信号的有效绿灯时间的比值，作为每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率；根据每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率，得到每个交通路口的每个车流方向的绿信比变化率。

[0206] 在一个实施例中，交通控制信号调整装置，还可以包括：

[0207] 车流方向绿信比增加率计算模块，用于基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率。

[0208] 车流方向绿信比增加率加权模块，用于获取交通控制区域内的多条车流路径，根据多条车流路径中的每条车流路径的预设权重值，对每条车流路径对应的每个交通路口的每个车流方向的绿信比增加率进行加权求和，得到多条车流路径的绿信比增加率。

[0209] 绿灯调整时间确定模块，具体还用于在车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限制条件，且多条车流路径的绿信比增加率满足预设绿信比增加约束条件的情况下，根据每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个交通路口的交通控制信号的每个信号相位在调整后的绿灯时间。

[0210] 需要明确的是，本发明并不局限于上文实施例中所描述并在图中示出的特定配置和处理。为了描述的方便和简洁，这里省略了对已知方法的详细描述，并且上述描述的系

统、模块和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

[0211] 图6是示出能够实现根据本发明实施例的交通控制信号调整方法和装置的计算设备的示例性硬件架构的结构图。

[0212] 如图6所示，计算设备600包括输入设备601、输入接口602、中央处理器603、存储器604、输出接口605、以及输出设备606。其中，输入接口602、中央处理器603、存储器604、以及输出接口605通过总线610相互连接，输入设备601和输出设备606分别通过输入接口602和输出接口605与总线610连接，进而与计算设备600的其他组件连接。具体地，输入设备601接收来自外部的输入信息，并通过输入接口602将输入信息传送到中央处理器603；中央处理器603基于存储器604中存储的计算机可执行指令对输入信息进行处理以生成输出信息，将输出信息临时或者永久地存储在存储器604中，然后通过输出接口605将输出信息传送到输出设备606；输出设备606将输出信息输出到计算设备600的外部供用户使用。

[0213] 在一个实施例中，图6所示的计算设备600可以被实现为一种交通控制信号调整系统，该交通控制信号调整系统可以包括：存储器，被配置为存储程序；处理器，被配置为运行存储器中存储的程序，以执行上述实施例描述的交通控制信号调整方法。

[0214] 在一个实施例中，该存储器还可以用于存储预设区域多个交通路口的车流量数据、预设区域多个交通路口的拥堵路口的进口道在初始优化后的车道饱和度、以及结合上述图1至图5描述的交通控制信号调整过程中每个步骤的计算结果。作为示例，该计算结果至少包括：在满足拥堵条件的交通路口对每个信号相位的绿信比进行调整后的车道饱和度、该绿信比调整后的车道饱和度相对于初始优化后的车道饱和度的车道饱和度增加量、以及每个交通路口的每个信号相位在调整后的绿灯时间。

[0215] 根据本发明的实施例，上文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序。例如，本发明的实施例包括一种计算机程序产品，其包括有形地包含在机器可读介质上的计算机程序，所述计算机程序包含用于执行流程图所示的方法的程序代码。在这样的实施例中，该计算机程序可以从网络上被下载和安装，和/或从可拆卸存储介质被安装。

[0216] 在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述各个实施例中描述的方法。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本发明实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线(DSL))或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质，(例如，软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如，DVD)、或者半导体介质(例如固态硬盘)等。

[0217] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其

中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0218] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使对应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

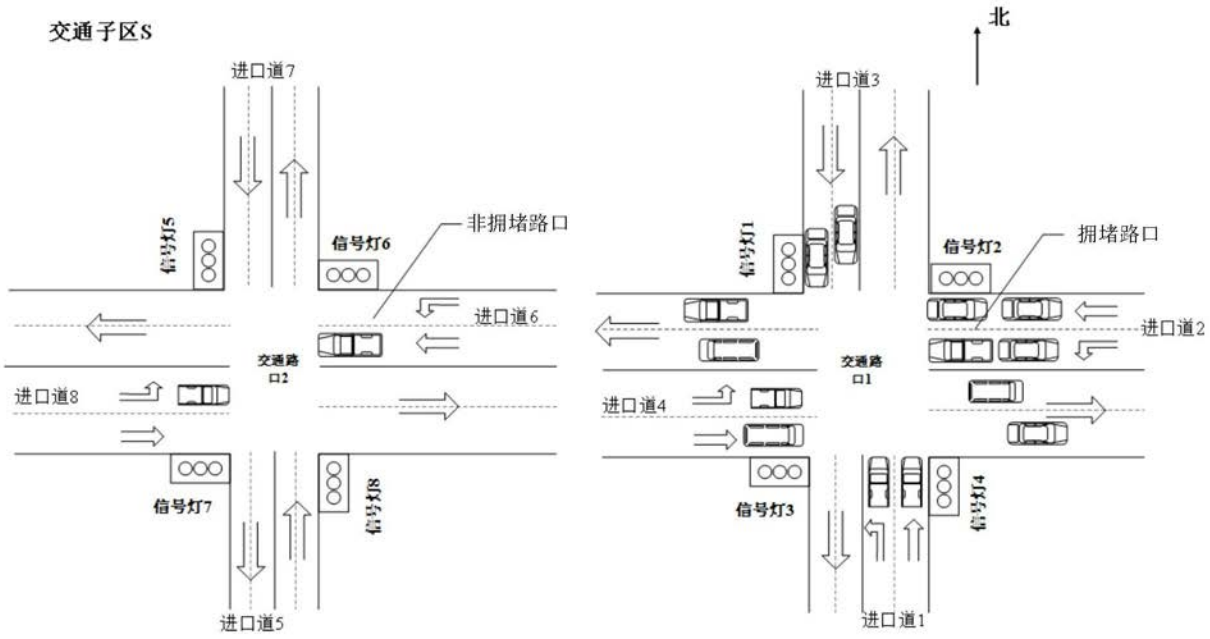

交通子区S
北
进口道7
进口道3
信号灯5
信号灯6
非拥堵路口
信号灯1
信号灯2
拥堵路口
进口道6
进口道2
交通路口2
交通路口1
进口道8
进口道4
信号灯7
信号灯8
信号灯3
信号灯4
进口道5
进口道1

图1

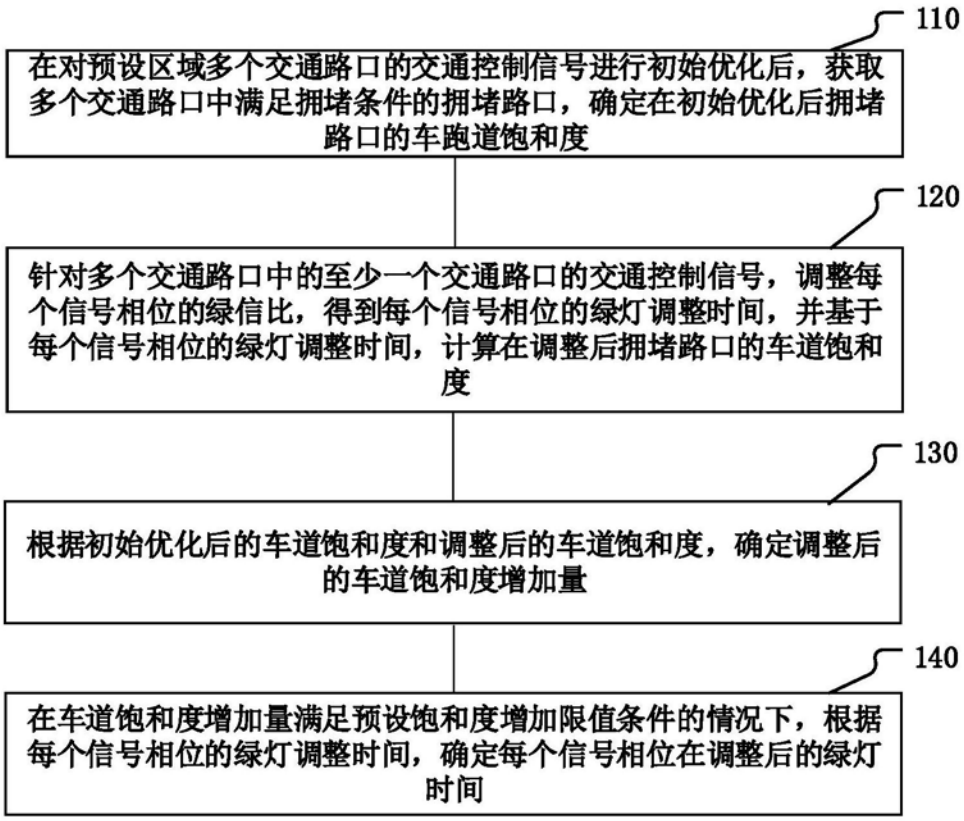

110
在对预设区域多个交通路口的交通控制信号进行初始优化后，获取多个交通路口中满足拥堵条件的拥堵路口，确定在初始优化后拥堵路口的车跑道饱和度
120
针对多个交通路口中的至少一个交通路口的交通控制信号，调整每个信号相位的绿信比，得到每个信号相位的绿灯调整时间，并基于每个信号相位的绿灯调整时间，计算在调整后拥堵路口的车道饱和度
130
根据初始优化后的车道饱和度和调整后的车道饱和度，确定调整后的车道饱和度增加量
140
在车道饱和度增加量满足预设饱和度增加限值条件的情况下，根据每个信号相位的绿灯调整时间，确定每个信号相位在调整后的绿灯时间

图2

	A相位	B相位	C相位	D相位
东直	1	1	0	0
东左	1	0	0	0
西直	0	1	1	0
西左	0	0	1	0
南直	0	0	0	1
南左	0	0	0	1
北直	0	0	0	1
北左	0	0	0	1

图3

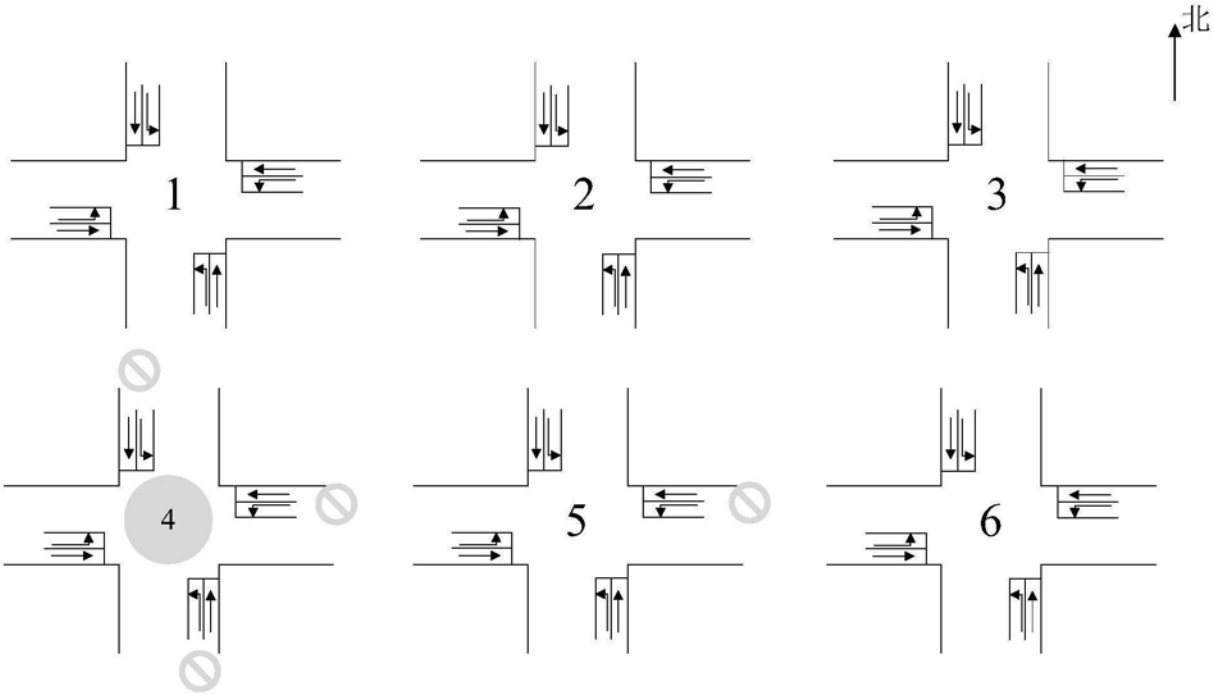


图4

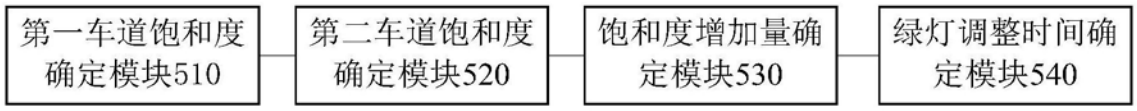

第一车道饱和度确定模块510
第二车道饱和度确定模块520
饱和度增加量确定模块530
绿灯调整时间确定模块540

图5

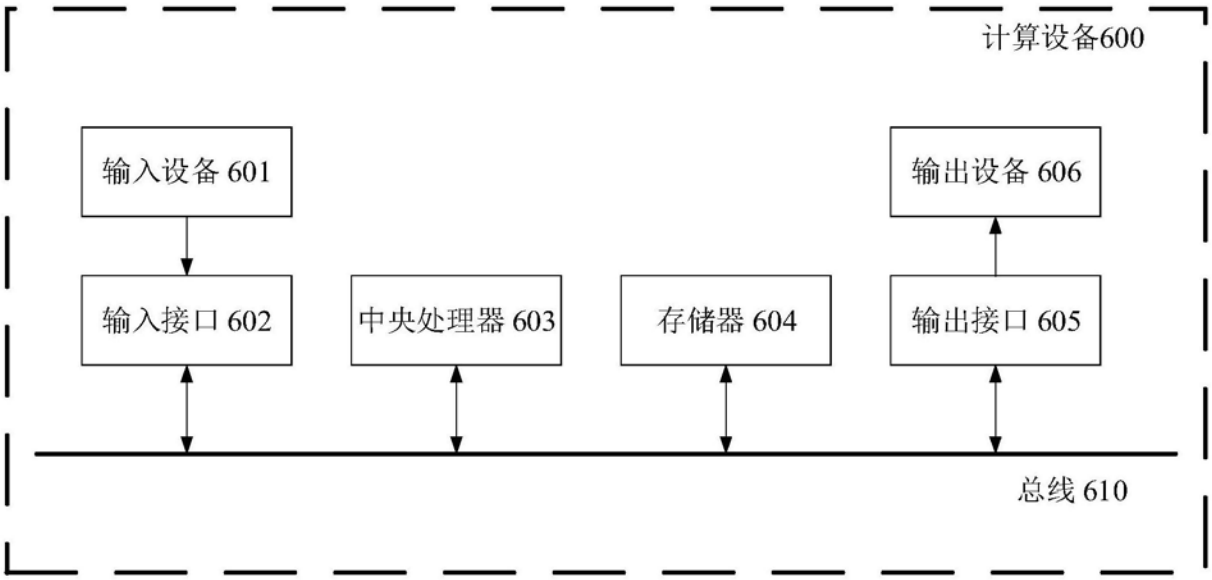

计算设备600
输入设备 601
输出设备 606
输入接口 602
中央处理器 603
存储器 604
输出接口 605
总线 610

图6