



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105469615 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201510940882. 4

(22) 申请日 2015. 12. 15

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510075 广东省广州市越秀区先烈中路
83 号华南理工大学越秀专利技术服务
中心

(72) 发明人 温惠英 刘敏 游峰 阮贤材
漆巍巍

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 罗观祥

(51) Int. Cl.

G08G 1/09(2006. 01)

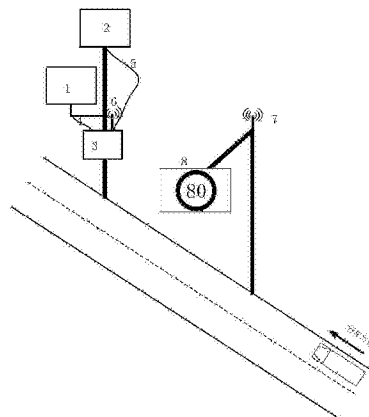
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种山风过境路段雨天行车安全保障装置及
方法

(57) 摘要

本发明公开了一种山风过境路段雨天行车安全保障装置及方法,包括激光雨量检测器、风速风向检测器、数据处理器、发射和接收天线以及LED可变信息情报板,具体如下:通过采集山区高速公路山风过境路段的气象数据,以短时间窗为数据更新周期,按照不同道路线型建立分区监控路段,实时采集分区监控路段沿线的气象数据,包含降雨量、风速和风向角参数,并求取短时间窗内气象数据的均值,基于此,计算分区监控路段的安全表征量;基于安全表征量,解算行车安全限速值,并制定安全限速方案,结合可变情报板实时发布限速信息。



1. 一种山风过境路段雨天行车安全保障方法,适用于山区高速公路的山风过境路段,其特征在于,包括如下步骤:

S1、按照不同道路线型,将山区高速公路山风过境路段划分多个连续分区监控路段;

S2、采集山区高速公路山风过境路段的气象数据,以短时间窗为数据更新周期,所述气象数据包括降雨量、风速和风向角参数,并求取短时间窗内气象数据的均值;

S3、根据气象数据均值,计算每个分区监控路段的安全表征量,所述安全表征量包括路面水膜厚度、路面附着系数和雨天环境下的能见度值;

S4、基于安全表征量,解算行车安全限速值,并制定安全限速方案和发布。

2. 根据权利要求1所述的一种山风过境路段雨天行车安全保障方法,其特征在于,所述基于安全表征量,解算行车安全限速值,并制定安全限速方案,具体为:根据安全表征量,获得各个分区监控路段的安全车距限速值及风-雨双作用下的安全限速值,选取两者的最小值作为整个山风过境路段的最终安全限速值。

3. 根据权利要求1所述的一种山风过境路段雨天行车安全保障方法,其特征在于,所述按照不同道路线型,将山区高速公路山风过境路段划分多个连续分区监控路段,具体为:首先以弯道和直线线形为标准对路段进行划分,然后再以坡度为标准对直线线形路段进行再次划分,得到多个连续分区监控路段。

4. 根据权利要求1所述的一种山风过境路段雨天行车安全保障方法,其特征在于,所述短时间窗为5分钟或10分钟。

5. 根据权利要求1所述的一种山风过境路段雨天行车安全保障方法,其特征在于,所述风向角参数包括直线路段的相对风向角及弯道路段的相对风向角,所述直线路段的相对风向角是指风向角均值减去道路中心线与大地坐标系X轴正向夹角的差;弯道路段的相对风向角,指风向角均值减去弯道道路中心线的切向与大地坐标系X轴正向夹角之差的最小值。

6. 根据权利要求1所述的一种山风过境路段雨天行车安全保障方法,其特征在于,降雨量均值是该时间窗内算术平均值。

7. 根据权利要求5所述的一种山风过境路段雨天行车安全保障方法,其特征在于,所述风速、风向角均值是基于该短时间窗内各风速值、风向角持续时间长度的加权平均值。

8. 实现权利要求1-7任一项所述的一种山风过境路段雨天行车安全保障方法的装置,其特征在于,包括安装在路侧气象站上的激光雨量检测器、风速风向检测器、发射天线及机箱,所述机箱内置数据处理器,所述激光雨量检测器及风速风向检测器分别通过电缆与数据处理器连接,还包括依次连接的接收天线及LED可变信息情报板,所述接收天线及LED可变信息情报板安装在山风过境路段起始处的路侧LED灯柱上。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述激光雨量检测器和风速风向检测器使用RS485接口方式与数据处理器连接,发射天线及接收天线采用无线通信连接。

一种山风过境路段雨天行车安全保障装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及山区高速公路交通安全领域,具体涉及一种山风过境路段雨天行车安全保障装置及方法。

背景技术

[0002] 目前针对山区高速公路恶劣天气条件下的行车安全管理系统都是针对整个高速公路进行的监控和决策,其限速方案是基于相当长时间(如24h)的气象数据采集结果的基础上做出的决策,这种模式下气象数据信息更新慢,时效性差,不及时,可能造成所制定的限速方案已经不适合现状的天气条件。同时其针对山风过境路段风影响的预警只是依靠风向袋的状态表示,没有一个明确的量化,所起到的效果不佳。不仅如此,对于山风过境路段降雨环境下的风-雨双作用对行车安全的影响,没有安全限速方案制定中得到考虑,故而降雨天气下山风过境路段的行车安全性较低。

发明内容

[0003] 为了克服现有技术存在的缺点与不足,本发明提供一种山风过境路段雨天行车安全保障装置及方法。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0005] 一种山风过境路段雨天行车安全保障方法,适用于山区高速公路的山风过境路段,包括如下步骤:

[0006] S1、按照不同道路线型,将山区高速公路山风过境路段划分多个连续分区监控路段;

[0007] S2、采集山区高速公路山风过境路段的气象数据,以短时间窗为数据更新周期,所述气象数据包括降雨量、风速和风向角参数,并求取短时间窗内气象数据的均值;

[0008] S3、根据气象数据均值,计算每个分区监控路段的安全表征量,所述安全表征量包括路面水膜厚度、路面附着系数和雨天环境下的能见度值;

[0009] S4、基于安全表征量,解算行车安全限速值,并制定安全限速方案和发布。

[0010] 所述基于安全表征量,解算行车安全限速值,并制定安全限速方案,具体为:根据安全表征量,获得各个分区监控路段的安全车距限速值及风-雨双作用下的安全限速值,选取两者的最小值作为整个山风过境路段的最终安全限速值。

[0011] 所述按照不同道路线型,将山区高速公路山风过境路段划分多个连续分区监控路段,具体为:首先以弯道和直线线形为标准对路段进行划分,然后再以坡度为标准对直线线形路段进行再次划分,得到多个连续分区监控路段。

[0012] 所述短时间窗为5分钟或10分钟。

[0013] 所述风向角参数包括直线路段的相对风向角及弯道路段的相对风向角,所述直线路段的相对风向角是指风向角均值减去道路中心线与大地坐标系X轴正向夹角的差;弯道路段的相对风向角,指风向角均值减去弯道道路中心线的切向与大地坐标系X轴正向夹角

之差的最小值。

[0014] 所述的降雨量均值是该时间窗内算术平均值。

[0015] 所述风速、风向角均值是基于该短时间窗内各风向角持续时间长度的加权平均值。

[0016] 一种山风过境路段雨天行车安全保障装置,包括安装在路测气象站上的激光雨量检测器、风速风向检测器、发射天线及机箱,所述机箱内置数据处理器,所述激光雨量检测器及风速风向检测器分别通过电缆与数据处理器连接,还包括依次连接的接收天线及LED可变信息情报板,所述接收天线及LED可变信息情报板安装在山风过境路段起始处的路侧LED灯柱上。

[0017] 所述激光雨量检测器和风速风向检测器使用RS485接口方式与数据处理器连接,发射天线及接收天线采用无线通信连接。

[0018] 本发明的有益效果:

[0019] (1)本发明采用装置都是采用现有的路侧气象站、可变信息情报板,不添加其他新的大型装置;因此,本发明具有建设成本低、易于实施等优点;

[0020] (2)本发明是专门针对山风过境路段雨天风-雨双作用下的气象数据实时检测、计算并发布的装置和方法,时效性强,能够短时间内及时响应天气条件变化,及时提升行车安全性,其对于山区高速公路雨天行车安全十分适用;

[0021] (3)本发明不仅仅只是将降雨作为道路安全限速方案的影响因素,还将风作为另一个关键因素纳入考虑,共同确定安全限速方案,将风这一因素对行车安全的影响效果量化,并与降雨因素的影响作用结合,并给出一个确切的行车安全限速值,予以驾驶员一个明确的限速值,更加便于安全限速管理控制方案的实施;

[0022] (4)本发明的实施针对山区高速公路的山风过境带路段进行安全限速管理,与特定的道路几何参数结合,针对性强,能够更好的适应道路的实际情况,安全性更高;

[0023] (5)本发明依靠实时采集的降雨数据,并结合道路几何参数实时计算路面附着系数,实时将道路运行环境的变化情况反应到限速控制方案的确定中,对于环境的改变的适应性更强;

[0024] (6)本发明时效性好,实用性强,易于推广和应用。

附图说明

[0025] 图1是本发明的结构示意图;

[0026] 图2是本发明实施例的电路连接图;

[0027] 图3是本发明实施例的工作流程示意图;

[0028] 图4是本发明实施例的监控路段区段划分示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合实施例及附图,对本发明作进一步地详细说明,但本发明的实施方式不限于此。

[0030] 实施例

[0031] 如图1及图2所示,本发明装置部分包括激光雨量检测器1、风速风向检测器2、机箱

3和发射天线6,所述上述部分安装在路侧气象站上,所述机箱3内置数据处理单元,所述激光雨量检测器及风速风向检测器分别通过电缆4、5连接数据处理单元,还包括接收天线7及LED可变信息情报板8,所述接收天线及LED可变信息情报板安装在监控路段起始处的路侧LED灯柱上,所述激光雨量检测单元检测得到降雨强度数据,风速风向检测单元检测得到风速和风向角数据,数据处理单元通过限速模型算法及监测路段道路几何线形数据实时计算路段安全限速值。

[0032] 激光雨量检测器和风速风向检测器使用RS485接口方式与气象站机箱内置数据处理单元进行数据传输,机箱与LED可变性信息情报板之间依靠发射和接收天线使用无线技术进行通信。

[0033] 如图3所示,由上述装置实现的一种山风过境路段雨天行车安全保障方法,包括如下步骤:

[0034] 按照不同道路线型,将山区高速公路山风过境路段划分多个连续分区监控路段,具体为:首先以弯道和直线线形为标准对路段进行划分,然后再以坡度为标准对直线线形路段进行再次划分,得到多个连续分区监控路段(小区段),分别记录为小区段k(k=1~n,n为分段总数),如图4所示,本实施例分成5个分区监控路段,分别为分段1、分段2、分段3、分段4及分段5。

[0035] 通过风速风向检测器及激光雨量检测器采集山区高速公路山风过境路段的气象数据,以短时间窗为数据更新周期,所述气象数据包括降雨量、风速和风向角参数;

[0036] 本实施方式中,所述的降雨量均值(降雨强度)为该短时间窗内降雨量的算术平均值,具体为:

$$[0037] \quad Y = Y/T, \text{mm/min}$$

[0038] 式中:Y—该周期内的降雨强度,mm/min;y—该周期内的降雨量,mm;T—周期长度,min。

[0039] 所述的风速均值是基于该短时间窗内各风速值持续时间长度的加权平均值。

[0040] 求解一个周期内的平均风速值公式:

$$[0041] \quad F = \sum_{j=1}^N f_j \cdot \frac{t_j}{T}, \quad T = \sum_{j=1}^N t_j$$

[0042] 式中:F—该周期内风速均值,m/s; f_j —该周期内第j个风速值,m/s; t_j —该周期内第j个风速值持续时间,min;N—该周期内不同风速值的个数,个。

[0043] 所述的风向角均值是基于该短时间窗内各风向角持续时间长度的加权平均值。

[0044] 求解一个周期内的平均风向角公式:

$$[0045] \quad \omega_1 = \sum_{i=1}^M \omega_{1i} \cdot \frac{t_i}{T}, \quad T = \sum_{i=1}^M t_i$$

[0046] 式中: ω_1 —该周期风向角均值,度; ω_{1i} —该周期第i个风向角值,度; t_i —该周期内第i个风向角持续时间长度,min;M—该周期内不同风向角的个数,个。

[0047] 本发明中直线小区段路段的相对风向角,指风向角均值减去道路中心线与大地坐标系X轴正向夹角的差;弯道小区段路段的相对风向角,指风向角均值减去弯道道路中心线的切向与大地坐标系X轴正向夹角之差的最小值。

[0048] 相对风向角求解公式:

$$[0049] \quad \omega_k = \omega_1 - \omega_{2k},$$

$$[0050] \quad H_{1k} = \sqrt{(F \times 3.6)^2 + V_0^2 + 2 \times 3.6 \times F \times V_0 \times \cos \omega_k}$$

$$[0051] \quad \gamma_k = \arcsin\left[\frac{F \times 3.6 \times \sin \omega_k}{H_{1k}}\right]$$

[0052] 式中： ω_k —第k小区段相对风向角，度； ω_{2k} —第k小区段道路中心线与大地坐标系X轴正向夹角，如果小区段为直行线形时是道路中心线与大地坐标系X轴正向夹角，如果是弯道线形时，则取弯道切线与大地坐标系X轴正向夹角的最大值，度； H_{1k} —该周期内原始安全车速下的风-车合速度，km/h； V_0 —该路段原始安全限速值，km/h； γ_k —第k小区段风-车合速度与行车方向夹角（相对偏向角），度。

[0053] 根据气象数据均值，计算每个分区监控路段的安全表征量，所述安全表征量包括路面水膜厚度、路面附着系数和雨天环境下的能见度值；

[0054] 本实施方式中，所述的路面水膜厚度是基于该短时间窗内的降雨强度、各小分区监控路段坡长、坡度和路面构造深度求得，具体为：

$$[0055] \quad D_k = 0.1258 \times L_k^{0.6715} \times Y^{0.7786} \times I_k^{-0.3147} \times t_{dk}^{0.7261}$$

$$[0056] \quad \varphi_k = 0.6603 - 0.0057 D_k - 0.0037 V_0$$

[0057] 式中： D_k —第k小区段的路面水膜厚度，mm， $D_k \geq 0$ ； L_k —第k小区段的坡长，m； I_k —第k小区段的路段纵向坡度（%），不计符号； Y —第k小区段的降雨强度，mm/min； t_{dk} —第k小区段的路面构造深度，mm； φ_k —第k小区段的路面附着系数。

[0058] 本实施方式中，所述的路面附着系数是基于路面水膜厚度和监控路段原始安全限速值求得。

[0059] 本实施方式中，所述的雨天能见度值是基于降雨强度求得。

$$[0060] \quad L_{\text{雨}} = 294.8 \times Y^{-1.1} \quad 0.4 \text{mm/min} \leq Y \leq 4 \text{mm/min}$$

[0061] 式中： $L_{\text{雨}}$ —雨天能见度，m； Y —降雨强度，mm/min；

[0062] 基于安全表征量，解算行车安全限速值，并制定安全限速方案，根据安全表征量，获得各个小区段的安全车距限速值及风-雨双作用下的安全限速值，选取两者的最小值作为整个山风过境路段的最终安全限速值。

[0063] 本实施方式中，基于能见度、安全车距的限速模型是：

$$[0064] \quad h_{\text{充分k}} = l_{\text{车}} + l_{\text{安}} + \frac{V_{\text{yuk}}}{3.6} \cdot t_{\text{反应}} + \frac{V_{\text{yuk}}^2}{2 \times 3.6^2 \cdot g(\varphi_k \pm i_k)}, \quad L_{\text{雨}} \geq h_{\text{充分k}}$$

[0065] 式中： $l_{\text{车}}$ —车辆长度(m)，鉴于车型的不统一，所以采用较差情况，通常取12m~15m； $h_{\text{充分k}}$ —小区段k的安全行车间距(m)； $l_{\text{安}}$ —最小安全间距(m)；通常取1~2m； V_{yuk} —雨天安全限速值，km/h； $t_{\text{反应}}$ —驾驶员反应时间，一般取2.5s； φ_k —路面附着系数； i_k —路段纵向坡度（%），上坡为正，下坡为负； g —重力加速度， 9.8m/s^2 。

[0066] 本实施方式中，基于风-雨双作用的安全限速模型是：

$$[0067] \quad H_k = \sqrt{\frac{0.9 \varphi_k mg}{2.75 \rho S \cdot \sin \gamma_k + 0.45 \varphi_k \rho S \left[0.75 \cdot (1.5 - 0.9 \cdot \cos 4\gamma_k) - 0.6 \cdot \cos 2\gamma_k \right]}}$$

$$[0068] \quad V_{ank} = \frac{-2 \times 3.6 \times F \cdot \cos \omega_k + \sqrt{(2 \times 3.6 \times F \cdot \cos \omega_k)^2 - 4[(3.6 \times F)^2 - H_k^2]}}{2}$$

$$[0069] \quad V_{fy} = 0.585 \times V_{ank}$$

$$[0070] \quad V_{fy} \leq 120$$

[0071] 式中： H_k —防侧滑风-雨双作用下风-车合速度，km/h； m —车辆及载重质量，kg； g —重力加速度，取9.8N/kg； ρ —空气密度，取1.29kg/m³； S —车辆侧向受力截面面积，m²； V_{ank} —防侧滑安全行驶速度，km/h； V_{fy} —防侧滑修正安全行驶速度，km/h；

[0072] 本实施方式中，选取最小安全限速值为最终安全限速值 V_{limit} ：

$$[0073] \quad V_{limit} = \min\{V_{yu1}, \dots, V_{yuk}, \dots, V_{yun}, V_{fy1}, \dots, V_{fyk}, \dots, V_{fyn}\}。$$

[0074] 根据最终安全限速值 V_{limit} 和该山区高速公路道路限速管理控制规定制定该短时间窗的限速方案，即新方案。并与上一周期限速方案对比，如果两者相同则不替换，直接进入下一周期的数据处理环节；如果两者不相同则替换，通过信号发射天线将新方案发射给接收天线，并进入下一周期的数据处理环节。

[0075] 数据处理器计算完毕后，通过发射天线发射，接收天线接收到数据后，传输到LED可变信息情报板，LED可变信息情报板将新方案予以显示发布。

[0076] 上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受所述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

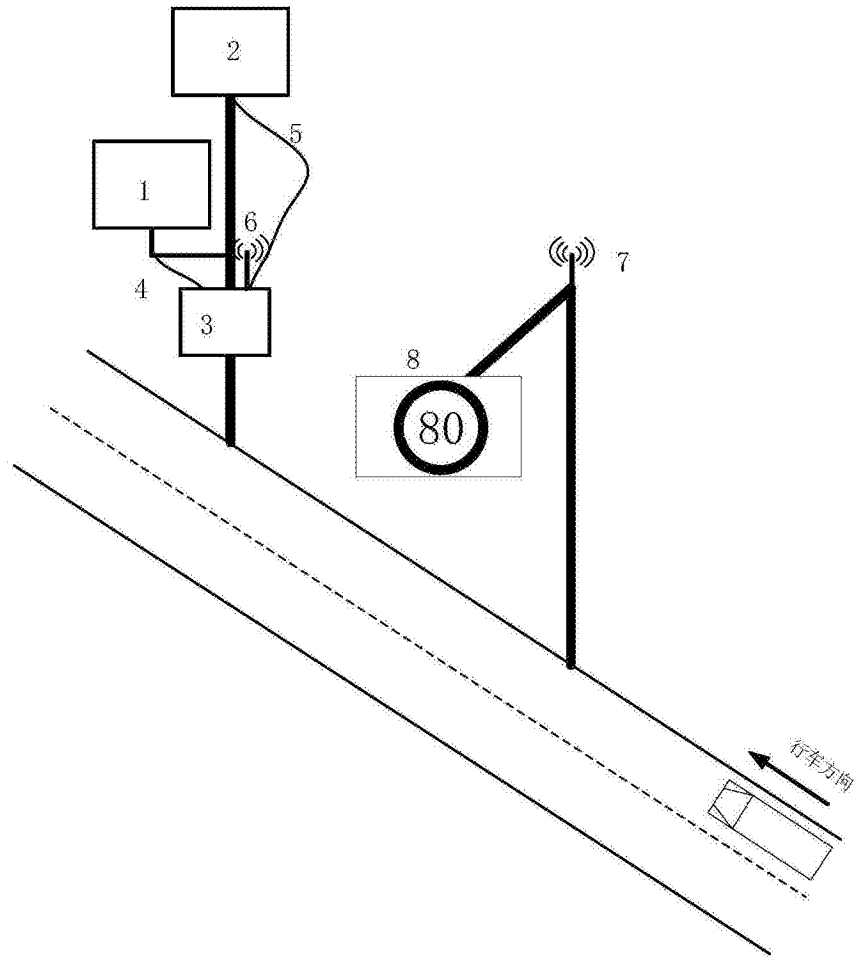


图1

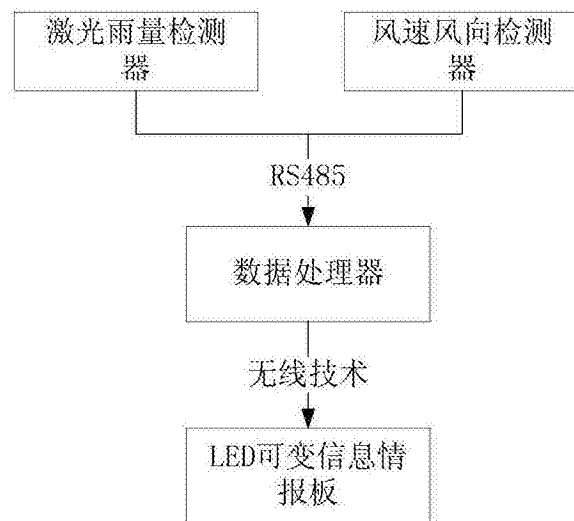


图2

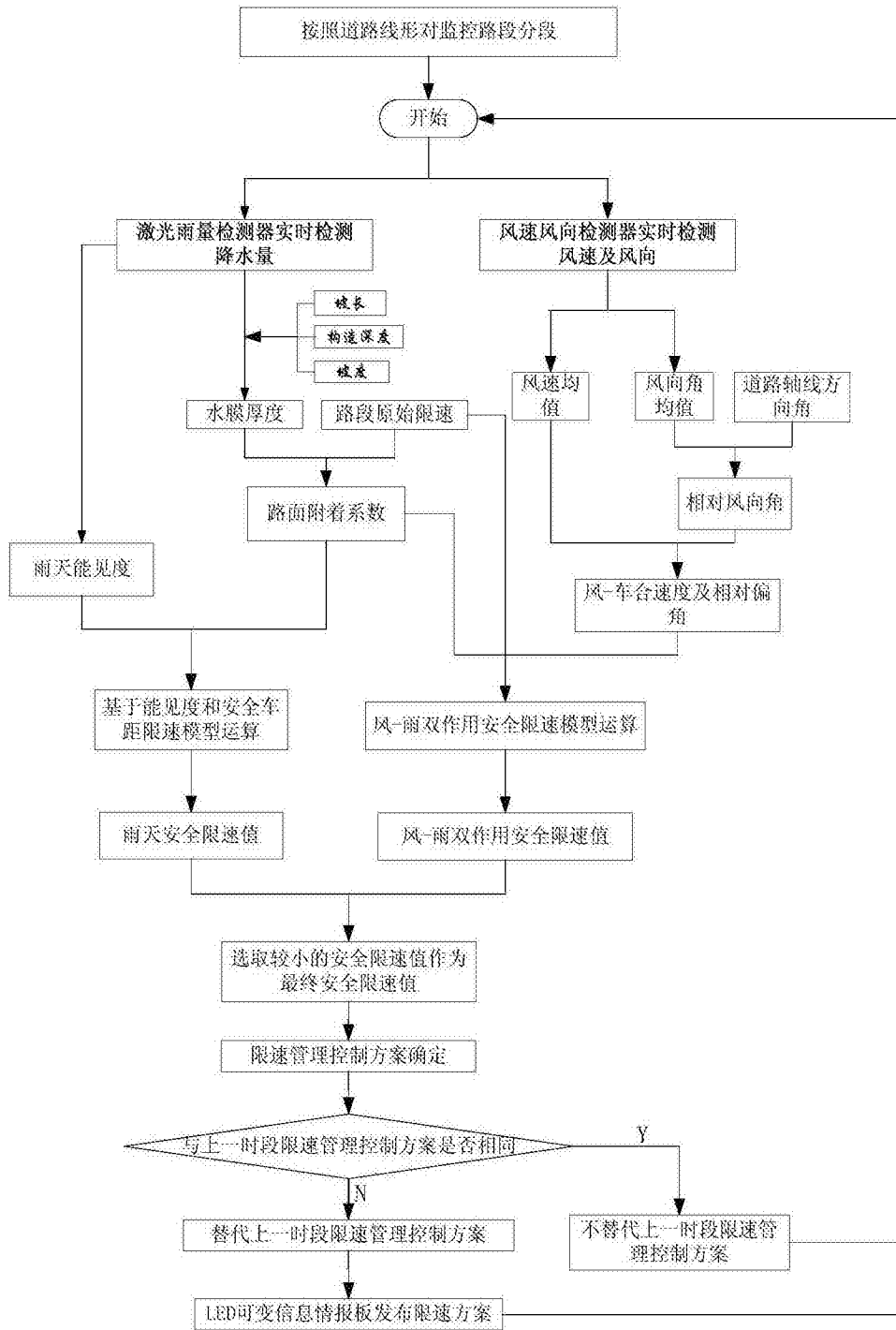


图3

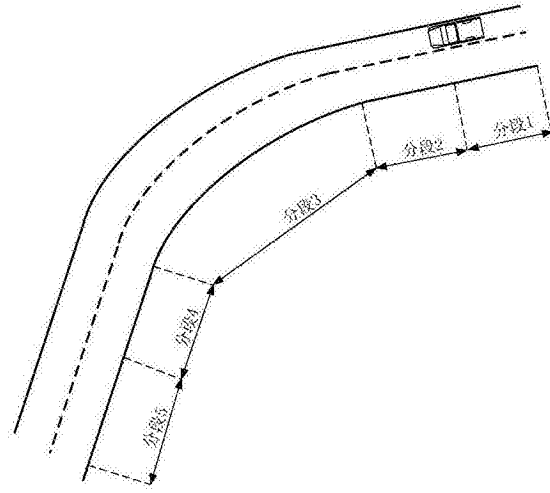


图4