



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110244269 A

(43)申请公布日 2019.09.17

(21)申请号 201910559381.X

(22)申请日 2019.06.26

(71)申请人 安庆楚航电子科技有限公司
地址 246000 安徽省安庆市经开区新能源
汽车配套产业园一号楼一层

(72)发明人 楚詠焱 张我弓 李烜

(51)Int.Cl.
G01S 7/40(2006.01)
G01S 13/93(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

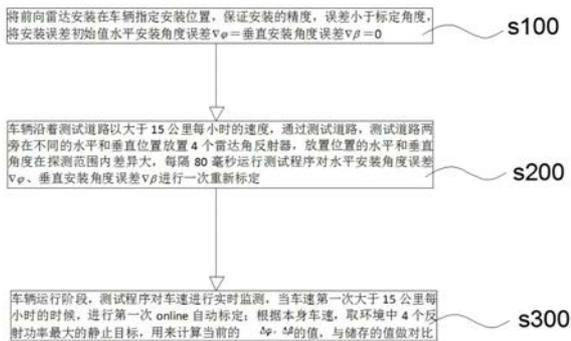
一种车载前向毫米波雷达安装误差自校准方法

(57)摘要

本发明公开一种车载前向毫米波雷达安装误差自校准方法,包括以下步骤:S100、将前向雷达安装在车辆指定安装位置,保证安装的精度,误差小于标定角度,误差小于标定角度,将安装误差

$\nabla\varphi = \nabla\beta = 0$; S200、测试阶段,车辆沿着测试道路以大于15公里每小时的速度,测试道路两旁在不同的水平和垂直位置放置4个雷达角反射器,每隔80毫秒运行测试程序对 $\nabla\varphi$ 、 $\nabla\beta$ 进行一次重新标定; S300、车辆运行阶段,测试程序对车速进行实时监测,当车速第一次大于15公里每小时的时

候,进行第一次online自动标定;根据本身车速,取环境中4个反射功率最大的静止目标,用来计算当前的 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\beta$ 的值,与储存的值做对比。本发明通过对多普勒效应雷达速度方程的优化和补偿来解决车载前向毫米波雷达安装误差自校准的方法。



1. 一种车载前向毫米波雷达安装误差自校准方法,其特征在于,包括以下步骤:

S100、将前向雷达安装在车辆指定安装位置,保证安装的精度,误差小于标定角度,将安装误差初始值水平安装角度误差 $\nabla\varphi = \text{垂直安装角度误差} \nabla\beta = 0$;

S200、测试阶段,车辆沿着测试道路以大于15公里每小时的速度,通过测试道路,测试道路两旁在不同的水平和垂直位置放置4个雷达角反射器,放置位置的水平和垂直角度在探测范围内差异大,每隔80毫秒运行测试程序对水平安装角度误差 $\nabla\varphi$ 、垂直安装角度误差 $\nabla\beta$ 进行一次重新标定;

S300、车辆运行阶段,测试程序对车速进行实时监测,当车速第一次大于15公里每小时的时候,进行第一次online自动标定;根据本身车速,取环境中4个反射功率最大的静止目标,用来计算当前的 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\beta$ 的值,与储存的值做对比;

当偏差大于标定角度,重复测试,如果3次测试都不通过,显示错误,自动标定失败,检查雷达安装;

当前探测到 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\beta$ 的值与储存的上一轮的值的差别在范围内,通过对前n个储存数值取加权平均值得出当前的 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\beta$ 值,作为当前使用的角度矫正;

当前速度小于或者环境中无法取到4个有效静止目标,等待数秒后重试,直到下次自动标定的条件满足。

2. 根据权利要求1所述的一种车载前向毫米波雷达安装误差自校准方法,其特征在于:所述测试程序为利用雷达发射一帧探测信号,通过对这帧回波信号的处理,得出各个角反的径向速度 V_r 和角度信息 θ, φ ,同时读取这帧的轮速传感器速度代入以下公式计算出 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\beta$ 的值,作为标定值;所涉及公式计算如下:

$$V_{r1} = V_{x0} \cdot (\cos(90 - \theta_1) - \sin(90 - \theta_1) \cdot \Delta\beta) \cdot (\cos\varphi_1 - \sin\varphi_1 \cdot \Delta\varphi)$$

$$V_{r2} = V_{x0} \cdot (\cos(90 - \theta_2) - \sin(90 - \theta_2) \cdot \Delta\beta) \cdot (\cos\varphi_2 - \sin\varphi_2 \cdot \Delta\varphi)$$

$$V_{r3} = V_{x0} \cdot (\cos(90 - \theta_3) - \sin(90 - \theta_3) \cdot \Delta\beta) \cdot (\cos\varphi_3 - \sin\varphi_3 \cdot \Delta\varphi)$$

$$V_{r4} = V_{x0} \cdot (\cos(90 - \theta_4) - \sin(90 - \theta_4) \cdot \Delta\beta) \cdot (\cos\varphi_4 - \sin\varphi_4 \cdot \Delta\varphi) \quad \circ$$

3. 根据权利要求2所述的一种车载前向毫米波雷达安装误差自校准方法,其特征在于:所述测试程序中 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\beta$ 的计算如遇到偏离值,利用最大似然估计方法来做出估算。

一种车载前向毫米波雷达安装误差自校准方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种车载前向毫米波雷达安装误差自校准方法。

背景技术

[0002] 前向毫米波雷达应用高级驾驶辅助系统,例如自适应巡航ACC系统,自动紧急刹车AEB系统。依靠发射特定频率(76GHz-81GHz)的电磁波,接收和处理回波信号来侦测前方目标的特性参数,如距离,相对速度,角度和反射功率等。由于天线对发射的电磁波做了聚波处理,因此雷达的探测有一定的方向性,探测范围在垂直于天线面的一定开角内(Field of view Fov)。因此雷达的安装有一定的误差要求,当安装倾斜角度过大,致使天线面与行驶方向的偏离过大,会造成回波功率的衰减而无法准确探测到目标。当安装倾斜角度在容许范围之内,可以通过标定来把角度误差带来的探测错误校正。但是标定程序需要在车出厂前,在车厂用精确昂贵的标定设备来完成。不但耗费时间,而且一旦车架位置发生细微变化(比如碰撞或者松动),雷达必须回到原厂做重新标定,造成很大的麻烦。

发明内容

[0003] 本发明的目的就在于为了解决上述问题而提供一种车载前向毫米波雷达安装误差自校准方法。

[0004] 为了实现上述目的,本发明的是通过以下技术方案实现的:一种车载前向毫米波雷达安装误差自校准方法,包括以下步骤:

[0005] S100、将前向雷达安装在车辆指定安装位置,保证安装的精度,误差小于标定角度,将安装误差初始值水平安装角度误差 $\nabla\varphi = 0$ 、垂直安装角度误差 $\nabla\beta = 0$;

[0006] S200、测试阶段,车辆沿着测试道路以大于15公里每小时的速度,通过测试道路,测试道路两旁在不同的水平和垂直位置放置4个雷达角反射器,放置位置的水平和垂直角度在探测范围内差异大,每隔80毫秒运行测试程序对水平安装角度误差 $\nabla\varphi$ 、垂直安装角度误差 $\nabla\beta$ 进行一次重新标定;

[0007] S300、车辆运行阶段,测试程序对车速进行实时监测,当车速第一次大于15公里每小时的时候,进行第一次online自动标定;根据本身车速,取环境中4个反射功率最大的静止目标,用来计算当前的 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\beta$ 的值,与储存的值做对比;

[0008] 当偏差大于标定角度,重复测试,如果3次测试都不通过,显示错误,自动标定失败,检查雷达安装;

[0009] 当前探测到 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\beta$ 的值与储存的上一轮的值的差别在范围内,通过对前n个储存数值取加权平均值得出当前的 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\beta$ 值,作为当前使用的角度矫正;

[0010] 当前速度小于或者环境中无法取到4个有效静止目标,等待数秒后重试,直到下次自动标定的条件满足。

[0011] 所述测试程序为利用雷达发射一帧探测信号,通过对这帧回波信号的处理,得出各个角反的径向速度 V_r 和角度信息 θ, φ ,同时读取这帧的轮速传感器速度代入以下公式计算出 $\Delta\varphi, \Delta\beta$ 的值,作为标定值;所涉及公式计算如下:

$$[0012] \quad V_{r1} = V_{x0} \cdot (\cos(90 - \theta_1) - \sin(90 - \theta_1) \cdot \Delta\beta) \cdot (\cos\varphi_1 - \sin\varphi_1 \cdot \Delta\varphi)$$

$$[0013] \quad V_{r2} = V_{x0} \cdot (\cos(90 - \theta_2) - \sin(90 - \theta_2) \cdot \Delta\beta) \cdot (\cos\varphi_2 - \sin\varphi_2 \cdot \Delta\varphi)$$

$$[0014] \quad V_{r3} = V_{x0} \cdot (\cos(90 - \theta_3) - \sin(90 - \theta_3) \cdot \Delta\beta) \cdot (\cos\varphi_3 - \sin\varphi_3 \cdot \Delta\varphi)$$

$$[0015] \quad V_{r4} = V_{x0} \cdot (\cos(90 - \theta_4) - \sin(90 - \theta_4) \cdot \Delta\beta) \cdot (\cos\varphi_4 - \sin\varphi_4 \cdot \Delta\varphi)。$$

[0016] 优选的,所述测试程序中 $\Delta\varphi, \Delta\beta$ 的计算如遇到偏离值,利用最大似然估计方法来做出估算。

[0017] 综上所述本发明具有以下有益效果:

[0018] 本发明通过对多普勒效应雷达速度方程的优化和补偿来解决车载前向毫米波雷达安装误差自校准的方法。

附图说明

[0019] 图1是本发明方法的流程示意图。

[0020] 图2是本发明原理结构示意图。

[0021] 图3是本发明步骤S300算法的逻辑框图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图中的实施例对本发明作进一步的详细说明,但并不构成对本发明的任何限制。

[0023] 请参阅图2所示,一种车载前向毫米波雷达安装误差自校准方法,包括以下步骤:

[0024] S100、将前向雷达安装在车辆指定安装位置,保证安装的精度,误差小于标定角度,将安装误差初始值水平安装角度误差 $\nabla\varphi = 0$ 、垂直安装角度误差 $\nabla\beta = 0$;

[0025] S200、测试阶段,车辆沿着测试道路以大于15公里每小时的速度,通过测试道路,测试道路两旁在不同的水平和垂直位置放置4个雷达角反射器,放置位置的水平和垂直角度在探测范围内差异大,位置本身无需精确,例如 $\varphi_1 \approx 0, \beta_1 \approx 0; \varphi_2 \approx 0, \beta_2 \approx 10, \varphi_3 \approx 15, \beta_3 \approx 0, \varphi_4 \approx -15, \beta_4 \approx -5$,每隔80毫秒运行测试程序对水平安装角度误差 $\nabla\varphi$ 、垂直安装角度误差 $\nabla\beta$ 进行一次重新标定;

[0026] S300、车辆运行阶段,测试程序对车速进行实时监测,当车速第一次大于15公里每小时的时候,进行第一次online自动标定;根据本身车速,取环境中4个反射功率最大的静止目标,用来计算当前的 $\Delta\varphi, \Delta\beta$ 的值,与储存的值做对比;

[0027] 当偏差大于标定角度,重复测试,如果3次测试都不通过,显示错误,自动标定失败,检查雷达安装;

[0028] 当前探测到 $\Delta\varphi, \Delta\beta$ 的值与储存的上一轮的值的差别在范围内,通过对前n个储存

数值取加权平均值得出当前的 $\Delta\varphi$, $\Delta\beta$ 值, 作为当前使用的角度矫正;

[0029] 当前速度小于或者环境中无法取到4个有效静止目标, 等待数秒后重试, 直到下次自动标定的条件满足。

[0030] 请参阅图1所示, 值得指出的是, 由于多普勒效应雷达可以探测到目标和探测车辆间的径向速度标量, 如果目标 (target) 本身是静止的, 且雷达安装无误差。雷达天线面完全与行进方向 (x) 垂直, 这个探测到的速度就是探测车辆本身行进速度在目标方向上的一个分量。

$$[0031] \quad V_r = V_x \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi$$

[0032] V_r 探测到的径向相对速度

[0033] V_x 探测车辆行进速度

[0034] θ 目标与探测车辆在垂直方向的夹角

[0035] $\beta 90\text{deg} - \theta$

[0036] φ 目标与探测车辆在水平方向的夹角

[0037] 当雷达安装有一定误差, 其中水平安装角度误差为 $\Delta\varphi$, 垂直安装角度误差是 $\Delta\beta$

$$V_r = V_x \cdot \cos(\beta + \Delta\beta) \cdot \cos(\varphi + \Delta\varphi) =$$

[0038]

$$V_x \cdot (\cos \beta \cdot \cos \Delta\beta - \sin \beta \cdot \sin \Delta\beta) \cdot (\cos \varphi \cdot \cos \Delta\varphi - \sin \varphi \cdot \sin \Delta\varphi)$$

[0039] 由于 $\beta \gg \Delta\beta$, $\varphi \gg \Delta\varphi$

$$[0040] \quad \cos \Delta\beta \approx 1, \quad \cos \Delta\varphi \approx 1, \quad \sin \Delta\beta \approx \Delta\beta, \quad \sin \Delta\varphi \approx \Delta\varphi$$

$$[0041] \quad V_r = V_x \cdot (\cos \beta - \sin \beta \cdot \Delta\beta) \cdot (\cos \varphi - \sin \varphi \cdot \Delta\varphi)$$

[0042] 其中 V_r , φ 可以通过雷达探测得到, V_x 可以通过读取轮速传感器的信号得到

$$[0043] \quad V_r = \frac{c_0 \cdot f_d}{2 \cdot f_0}$$

[0044] c_0 空气中的光速

[0045] f_d 探测到的多普勒频率

[0046] f_0 调频的中心频率。

[0047]

[0048] 请参阅图3所示, 步骤S300的具体实施例:

[0049] S301从CAN (控制器局域网络中的轮速传感器) 读取当前车辆速度值 V_{x0} ;

[0050] S302, 当车速第一次大于15公里每小时的时候, 进行第一次online自动标定;

[0051] S303, 根据本身车速, 取环境中4个反射功率最大的静止目标, 用来计算当前的 $\Delta\varphi$, $\Delta\beta$ 的值;

[0052] S304, 当前速度小于或者环境中无法取到4个有效静止目标, 等待数秒后重试, 直到下次自动标定的条件满足;

[0053] 最后, 将当前的 $\Delta\varphi$, $\Delta\beta$ 的值, 与储存的值做对比;

[0054] 当偏差大于标定角度, 重复测试, 如果3次测试都不通过, 显示错误, 自动标定失败, 检查雷达安装;

[0055] 当前探测到 $\Delta\varphi$, $\Delta\beta$ 的值与储存的上一轮的值的差别在范围内,通过对前n个储存数值取加权平均值得出当前的 $\Delta\varphi$, $\Delta\beta$ 值,作为当前使用的角度矫正。

[0056] 应当指出的是,本公开不限于前述实施方式并且可以在不背离本公开的精神的情况下适当地改变。例如,减少和增加雷达角反射器,提高最大似然估计精度;例如,改变初始车速在不同的车速下多次测量取平均后标定 $\Delta\varphi$, $\Delta\beta$;例如,减少或增加测试程序的周期;此外,为了更好的及时和准确反馈数据,还可以将当前探测到 $\Delta\varphi$, $\Delta\beta$ 的值与测试阶段安装误差初始值水平安装角度误差 $\nabla\varphi$ 、垂直安装角度误差 $\nabla\beta$ 相对比取差值后与当前探测到 $\Delta\varphi$, $\Delta\beta$ 的值与储存的上一轮的值做加权平均获得新的比较值作为当前使用的角度矫正。

[0057] 以所举实施例为本发明的较佳实施方式,仅用来方便说明本发明,并非对本发明作任何形式上的限制,任何所属技术领域中具有通常知识者,若在不脱离本发明所提技术特征的范围,利用本发明所揭示技术内容所作出局部更动或修饰的等效实施例,并且未脱离本发明的技术特征内容,均仍属于本发明技术特征的范围。

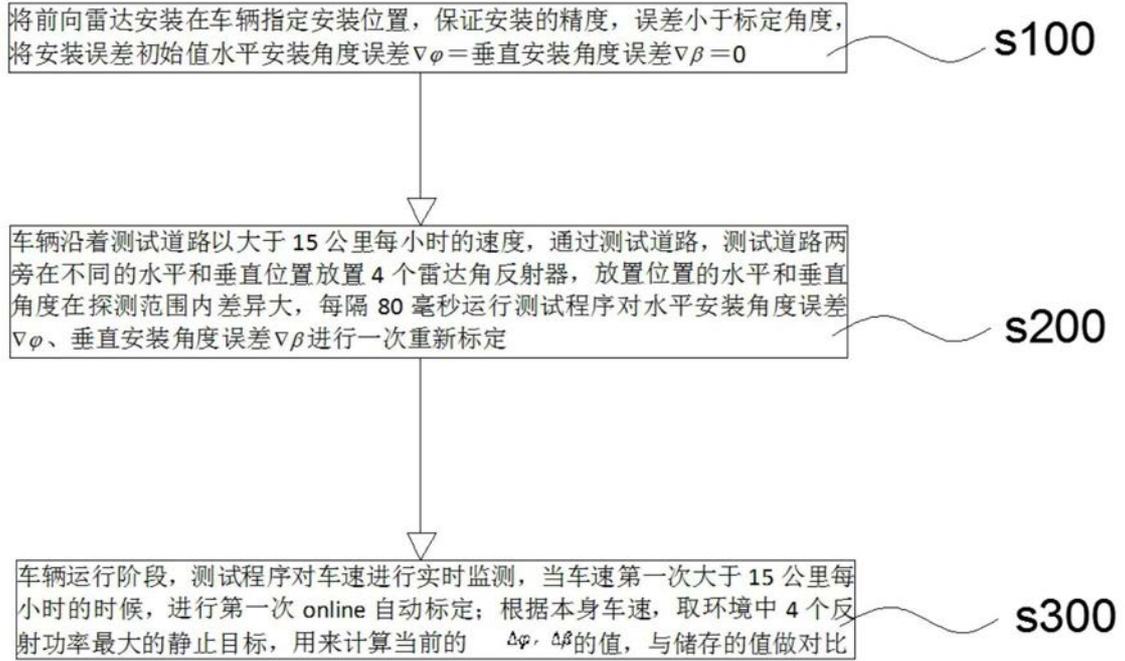


图1

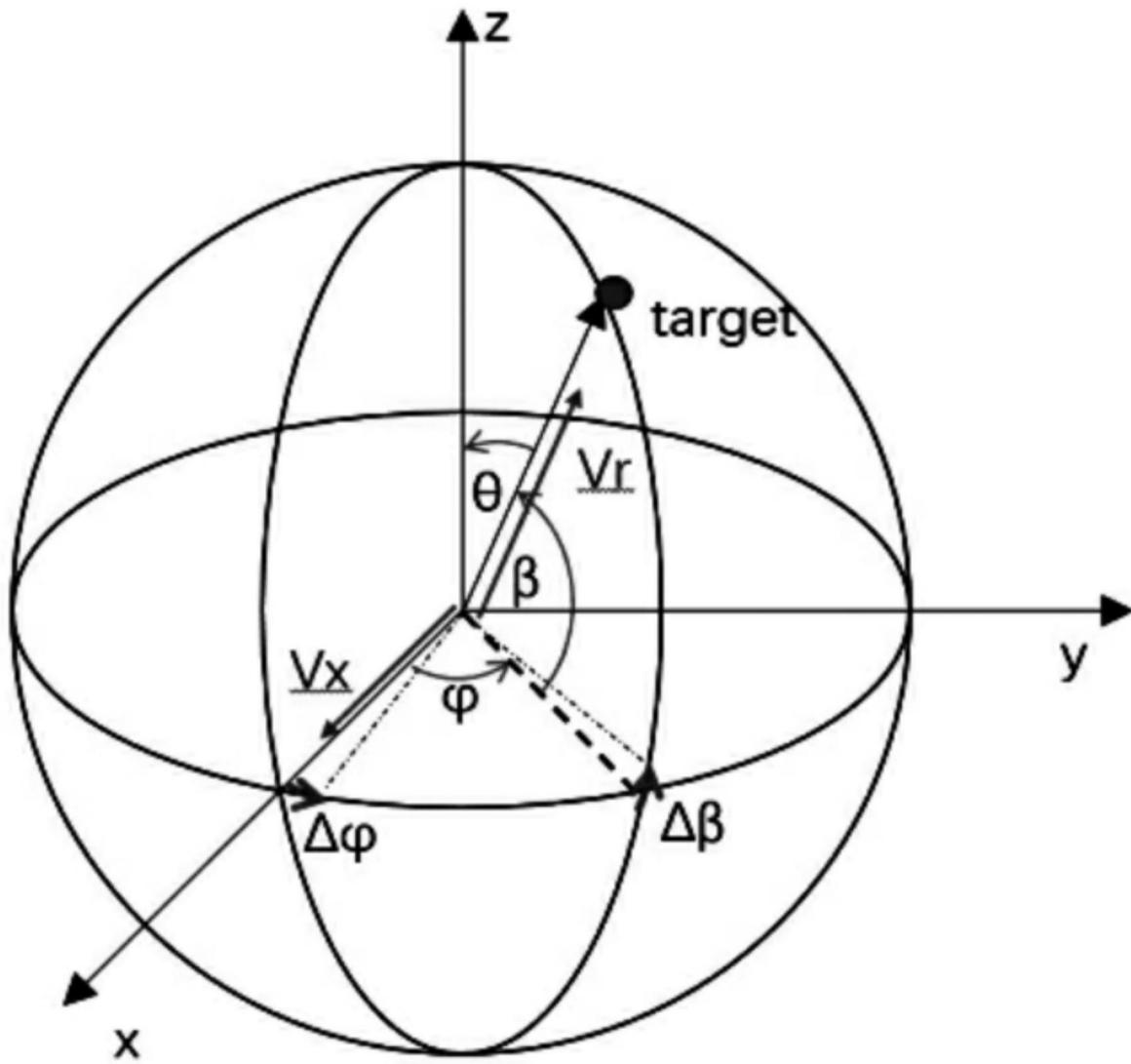


图2

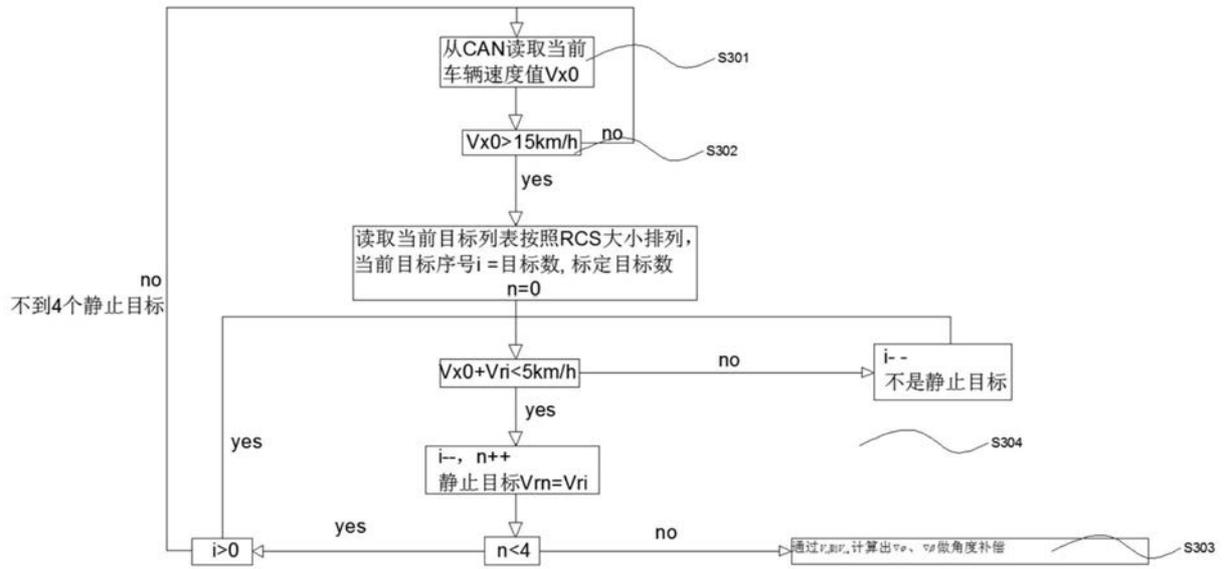


图3