

# 一种驻车制动减速时制动灯点亮控制策略的研究与实现

陈 峰 王士英

海南海马汽车有限公司 海南 海口 570216

**摘要:** 本文研究了一种适用于旧平台车辆在升级为电子驻车制动系统 (EPB) 后, 驻车制动减速时制动灯点亮的控制策略。针对旧平台车辆在升级为EPB系统后面临的制动灯控制问题, 提出了一种创新的控制方案, 利用ESP (车身电子稳定系统) ECU的低边输出控制功能, 通过继电器实现对制动灯的直接控制。该策略旨在解决旧平台车辆在低成本、低改动量的前提下, 实现驻车制动减速时制动灯的有效点亮, 提高行车安全性。

**关键词:** 驻车制动减速; 制动灯点亮; 控制策略; ESP ECU; 继电器控制

## 1 引言

随着汽车技术的飞速发展, 电子驻车制动系统 (EPB) 已逐渐成为现代汽车的标配。EPB系统通过电子控制单元 (ECU) 实现对驻车制动的精确控制, 不仅提高了驾驶的便捷性, 还增强了车辆的安全性。然而, 在车辆进行驻车制动减速控制 (CDP) 时, 如何有效地点亮制动灯以提醒后车, 成为了一个亟待解决的问题。特别是对于旧平台车辆, 在升级为EPB系统后, 如何在不增加成本和改动量的前提下实现制动灯的有效控制, 是当前研究的重点<sup>[1]</sup>。

## 2 研究背景与问题分析

### 2.1 EPB系统的发展与应用

#### 2.1.1 EPB系统的基本原理和功能

电子驻车制动系统 (EPB) 是现代汽车制动系统的重要组成部分, 它利用电子控制单元 (ECU) 实现对驻车制动的精确控制<sup>[2]</sup>。EPB系统通过电动机驱动制动钳或制动盘, 实现车辆的驻车制动功能。相比传统机械驻车制动系统, EPB系统具有操作便捷、占用空间小、制动效果好等优点。在车辆启动或行驶过程中, EPB系统能够自动释放制动, 提高驾驶的舒适性和安全性。

#### 2.1.2 EPB系统在现代汽车中的广泛应用

随着汽车电子技术的不断发展, EPB系统已经逐渐成为现代汽车的标配。从经济型轿车到豪华型SUV, 从燃油车到新能源汽车, EPB系统都得到了广泛应用。其集成度高、可靠性强的特点, 使得EPB系统成为提升车辆安全性和驾驶体验的重要手段。

#### 2.1.3 EPB系统相比传统机械驻车制动系统的优势

相比传统机械驻车制动系统, EPB系统具有显著优势。首先, EPB系统操作更加便捷, 驾驶员只需通过按钮即可实现驻车制动和释放, 无需费力拉动或释放手刹杆。其次, EPB系统占用空间小, 使得车辆内部空间布局

更加灵活。此外, EPB系统还具有更高的制动效果和可靠性, 能够在各种路况下提供稳定的驻车制动力<sup>[3]</sup>。

### 2.2 现有制动灯控制策略的局限性

#### 2.2.1 现有制动灯控制策略概述

现有制动灯控制策略多依赖于车身控制器 (BCM) 接收ESP (车身电子稳定系统) 模块的CAN信号变化来驱动制动灯的点亮或熄灭。当ESP模块检测到车辆减速或制动时, 会向BCM发送相应的信号, BCM根据信号状态控制制动灯的点亮或熄灭。

#### 2.2.2 在旧平台车辆升级EPB系统后面临的挑战

然而, 这种控制策略在旧平台车辆升级EPB系统后面临显著挑战。旧平台车辆往往采用传统的机械驻车结构, 制动灯点亮直接通过制动踏板上的制动灯开关控制, 并不涉及BCM。因此, 在升级为EPB系统后, 若继续采用BCM接收信号控制制动灯的方式, 则需要在新平台上新增制动灯控制器, 这无疑增加了企业的开发成本, 并需要对整车照明和信号灯控制进行重新布局设计, 改动量大且复杂。

#### 2.2.3 成本增加与改动量大

新增制动灯控制器不仅增加了硬件成本, 还需要对车辆电气线路进行重新布局和连接, 增加了改装难度和工时成本。此外, 由于旧平台车辆的电气系统可能存在设计上的局限性, 新增控制器还可能面临与其他电气部件的兼容性问题。

#### 2.2.4 缺乏冗余和容错机制

现有制动灯控制策略往往缺乏足够的冗余和容错机制。一旦BCM或相关信号传输路径出现故障, 制动灯的控制将受到严重影响, 可能导致制动灯无法及时点亮, 从而增加追尾等交通事故的风险。特别是在驻车制动减速过程中, 由于车辆减速较快, 制动灯点亮的及时性和准确性尤为重要。

## 2.3 研究问题的提出

### 2.3.1 旧平台车辆升级EPB系统后的制动灯点亮问题

针对旧平台车辆在升级为EPB系统后面临的制动灯点亮问题,本研究提出了一种创新的控制策略。该策略旨在解决如何在不增加成本和改动量的前提下,实现驻车制动减速时制动灯的有效点亮。

### 2.3.2 问题的紧迫性和研究意义

随着汽车电子技术的不断发展,EPB系统已经成为现代汽车的标配。然而,旧平台车辆在升级过程中面临的制动灯点亮问题却日益凸显。这不仅影响了车辆的行车安全性,还增加了企业的开发成本和改装难度。因此,研究一种适用于旧平台车辆的驻车制动减速时制动灯点亮控制策略具有重要的现实意义和工程应用价值。通过本研究的实施,可以为旧平台车辆的EPB系统升级提供一种新的解决方案,提高车辆的行车安全性和市场竞争力。

## 3 现有技术综述

### 3.1 传统制动灯控制策略

#### 3.1.1 传统控制方式介绍

在传统车辆中,制动灯的控制方式相对简单,主要通过制动踏板上的开关直接控制制动灯的点亮。当驾驶员踩下制动踏板时,制动踏板开关闭合,电路导通,制动灯获得电源供应从而点亮,向后车发出制动信号。这种控制方式依赖于机械连接和简单的电路逻辑,实现成本较低,且技术成熟可靠。

#### 3.1.2 传统控制策略优缺点分析

优点:

成本低廉:传统控制方式无需复杂的电子元件和控制系统,因此成本较低。

技术成熟:经过长期的应用和发展,该控制方式的技术已经非常成熟,故障率低。

缺点:

响应速度慢:由于依赖于机械连接,制动灯的点亮响应速度可能受到机械部件运动速度的限制。

缺乏智能化:无法根据车辆的实际制动状态或外部环境变化动态调整制动灯的点亮逻辑。

适应性差:在车辆进行电子化升级或改装时,传统控制方式可能无法适应新的系统架构和需求。

### 3.2 现代制动灯控制策略

#### 3.2.1 现代控制方式介绍

随着汽车电子技术的飞速发展,现代车辆中制动灯的控制策略逐渐转向电子化、智能化。现代车辆普遍采用车身控制器(BCM)和ESP(车身电子稳定系统)模块等电子控制单元来实现制动灯的控制。BCM作为车辆

电子系统的核心控制单元之一,负责接收来自各个传感器的信号,并根据预设的逻辑判断控制制动灯的点亮或熄灭。ESP模块则通过监测车辆的行驶状态,如车速、加速度、轮速等,来判断是否需要点亮制动灯以提醒驾驶员注意行车安全。

### 3.2.2 现代控制策略在旧平台车辆升级EPB系统后的适用性和局限性

适用性:

提高行车安全性:现代控制策略能够更准确地判断车辆的制动状态,从而及时点亮制动灯,提高行车安全性。

适应性强:现代控制策略能够轻松集成到新的车辆电子系统中,实现与其他电子元件的协同工作。

局限性:

成本增加:为了实现电子化、智能化的控制,需要增加相应的电子元件和控制单元,从而增加车辆的生产成本。

改动量大:对于旧平台车辆而言,升级EPB系统并采用现代控制策略可能需要对整车电气线路进行重新布局和连接,改动量大且复杂。

兼容性问题:旧平台车辆的电气系统可能存在设计上的局限性,新增的电子元件和控制单元可能面临与其他电气部件的兼容性问题。

## 4 研究方案技术创新点

### 4.1 利用ESP ECU的低边输出控制功能

本研究创新性地利用ESP(车身电子稳定系统)ECU的低边输出控制功能,通过继电器直接控制制动灯,无需新增专门控制器,降低了成本和改动量。具体实现过程中,当车辆进行驻车制动减速控制(CDP)时,ESP ECU监测到减速需求,通过特定PIN脚输出低电平信号至低边驱动继电器,继电器吸合后闭合制动灯电路,使制动灯点亮。

该技术方案具有以下优势:

降低成本:利用ESP ECU现有资源,避免新增制动灯控制器,显著降低开发成本和整车布置改动量,尤其利于旧平台车辆升级改造。

减少改动量:无需大规模改动电气线路,仅通过简单电路连接实现控制,减少改装工作量并降低安全风险。

提高可靠性:ESP ECU作为核心部件,其稳定性和可靠性得到广泛验证,确保制动灯准确点亮,提高行车安全性,并降低系统故障风险。

适应性强:适用于多种旧平台车型,无需大规模重构原有电子系统,且可与其他车辆电子系统(如ABS、TCS)集成协同工作,实现更高级别行车安全保护。

## 5 系统设计与实现

### 5.1 系统架构设计

针对旧平台车辆在升级为电子驻车制动系统（EPB）后，在驻车制动减速控制（CDP）过程中制动灯点亮的问题，本研究设计了一种创新的控制系统架构。该系统架构旨在通过一种低成本、低改动量的技术方案，确保制动灯在驻车制动减速时能够有效点亮，从而提高行车安全性。

该控制系统架构的主要组成部分包括ESP（车身电子稳定系统）ECU、继电器以及制动灯。各组件的功能及相互作用如下：

（1）ESP ECU：作为信号源的核心部件，ESP ECU负责监测车辆的行驶状态和制动需求。在车辆进行驻车制动减速时，ESP ECU能够准确检测到减速需求，并触发CDP功能。根据GB21670或欧盟ECE R13H等法规要求，ESP ECU需确保车辆能够达到至少 $1.5\text{m/s}^2$ 的减速度。在此过程中，ESP ECU通过其特定的PIN脚输出0V电压信号，即低电平信号，用于控制制动灯的点亮。

（2）继电器：作为执行元件，继电器接收来自ESP ECU的低电平控制信号。在接收到信号后，继电器吸合，从而将制动灯电路闭合，使制动灯点亮。这一过程中，继电器起到了将ESP ECU的控制信号转换为制动灯电路通断的关键作用。

（3）制动灯：作为信号输出装置，制动灯在继电器闭合电路后点亮，向后车发出制动信号。这一信号对于提醒后车注意行车安全、防止追尾碰撞具有重要意义。

### 5.2 软件算法设计

为实现制动灯的有效点亮控制，本研究设计了相应的软件算法。算法的主要流程和工作原理如下：

◎ESP ECU监测车辆的行驶状态和制动需求。

◎当检测到驻车制动减速需求时，ESP ECU通过其特定的PIN脚输出低电平信号。

◎继电器接收到低电平信号后吸合，将制动灯电路闭合，使制动灯点亮。

◎软件算法还考虑了异常情况的处理，如ESP ECU故障、继电器失效等，确保系统在这些情况下仍能正常工作或提供故障报警。

软件算法流程图2：

◎开始

◎ESP ECU监测车辆行驶状态和制动需求

◎判断是否检测到驻车制动减速需求

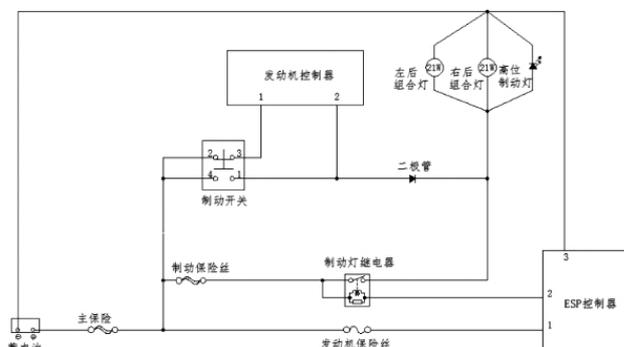
◎是：ESP ECU输出低电平信号

◎继电器吸合，制动灯点亮

◎否：继续监测

◎异常处理（如ESP ECU故障、继电器失效等）

◎结束



### 5.3 实验验证与结果分析

为验证本控制系统的有效性和可靠性，本研究进行了实验验证。实验过程中，模拟了旧平台车辆在升级为EPB系统后的驻车制动减速场景，观察并记录制动灯的点亮情况。

实验结果表明，本控制系统能够准确、及时地响应驻车制动减速需求，实现制动灯的有效点亮。同时，系统还表现出了良好的稳定性和可靠性，在实验过程中未出现任何故障或异常情况。

实验结果分析：

◎制动灯点亮响应时间：实验结果显示，制动灯点亮响应时间较短，满足实际需求。

◎系统稳定性：经过长时间运行测试，系统未出现任何故障或异常情况，表现出良好的稳定性。

◎成本效益：与传统控制策略相比，本控制系统无需新增专门的制动灯控制器，降低了成本和改动量，具有较高的成本效益。

## 6 未来展望

展望未来，本研究领域将继续朝着智能化、集成化方向发展。随着自动驾驶技术的不断进步和汽车电子技术的快速发展，制动灯控制策略将更加注重与车辆其他系统的协同工作，实现更高级别的行车安全辅助功能。

### 参考文献

- [1]金亚峰.2008款北京现代索纳塔车制动灯无法点亮[J].汽车维修与修理,2021(17).
- [2]欧春杰,吴振宇,王林秀等.基于不同工况下的汽车尾灯控制系统[J].中国照明电器,2024(02).
- [3]田锋.电子驻车制动系统(EPB)控制策略研究[D].吉林大学,2017.
- [4]张强.汽车电子稳定系统(ESP)原理与故障诊断[M].机械工业出版社,2020.