



针对纯电动四驱汽车前后桥转矩分配，综合考虑车速、加速踏板、转向盘转角和坡度等因素，设计了一套分配策略，保证了整车的动力性、操纵性和安全性，大幅提升了车辆的驾驶性能。

□ 长城汽车股份有限公司 / 河北省汽车工程技术研究中心 张杰 宋海军

纯电动四驱汽车前后桥转矩分配策略

动力性是衡量车辆的重要指标，前后桥双电机车辆的问世满足了人们对电动汽车动力性的需求，但是前后桥双电机对整车前后桥转矩分配的要求非常严苛。前后桥转矩的合理分配会显著地提高整车的驾驶性，在满足人们追求动力性的同时还兼顾着安全性和操纵性。

前后桥转矩分配概述

前后桥转矩分配策略主要包含两部分：①根据驾驶员输入以及路面反馈作为主要影响因素的前后桥转矩分配比例因子的计算；②根据前后桥转矩分配比例因子，总需求转矩做初次的前后桥转矩分配，再依据前后桥转矩限制值做限制，对超过限制的转矩做二次调整。前后桥转矩分配架构如图 1 所示。

前后桥转矩分配比例因子

前后桥转矩分配比例因子由两个主要因素决定：

一是驾驶员的输入，二是路面的反馈。驾驶员的输入包含：加速踏板、制动踏板和转向盘转角。路面的反馈包含：纵向 / 横向加速度、横摆角速度、坡度及车速。前后桥转矩分配因子架构如图 2 所示。

前后桥转矩分配因子综合考虑以上因素，分为 5 个部分：基础分配表、车辆运动状态监视、动态干涉、轴监控及分配比例调节。

基础分配表（图 3）应该采用查表的形式，依据加速踏板、转向盘转角、车速和坡度来决定基本的前后桥分配比例。在中低速、强加速的情况下，主动提高后桥驱动力比例，提高加速稳定性和加速度。在上坡时主动提高后桥驱动力，提高车辆牵引能力。当车辆转弯时后桥的目标分配比例应该减少来保持车辆稳定。

2. 车辆运动状态监控

VCU 应该监控车辆运动状态，通过调整目标的前后桥分配比例来减轻车辆的转向不足及过度转向。车辆的运动状态可以根据横摆角速度、侧向加速度和车速来进行估计。通过车辆的转向不足及过度转向状态，调整目标的前后桥分配比例，来减少车辆的实际横摆角速度和期望横摆角速度之间的差值，进而缓解车辆的转向不足或转向过度。

3. 动态干涉

VCU 应该检测驾驶员的紧急转向意图，调整目标的前后桥转矩分配比例来改善车辆的操控性。在动态工况下，根据驾驶员对转向盘的操作和车辆状态调节前后桥驱动力，提高前 / 后轮横向稳定性。检测驾驶员对车辆运动的紧急要求，通过调整前后桥转矩分配比例，帮助车辆达到较好的动态响应。

4. 轴监控

VCU 应该监测轴打滑的情况并相应地调整目标的前后桥转矩分配比例来缓解车轮打滑。在不良路面起步或低速行驶，当某一桥附着不良时，主动将打滑桥的驱动转矩转移到未打滑车桥。

5. 分配比例调节

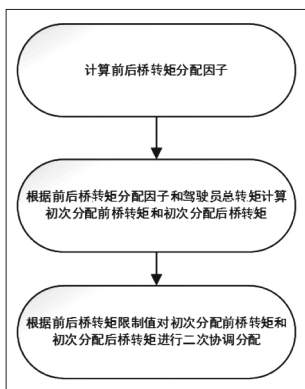


图 1 前后桥转矩分配架构

1. 基础分配表

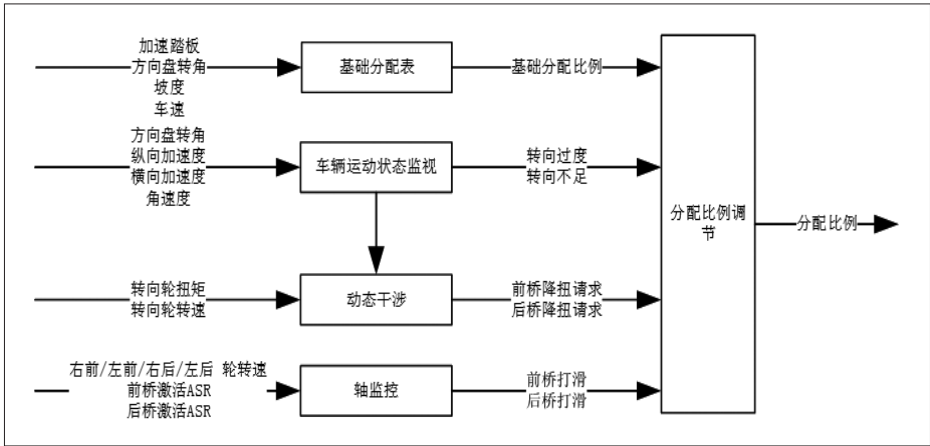


图2 前后桥转矩分配因子架构

VCU 应该限制目标的前后桥转矩分配比例及调节过程中的调节速率和调节范围。在得到基本的转矩分配比例之后，再根据环境（地面）的反馈情况来调节其基本的分配比例。而驱动转矩由一桥到另一桥的转移，应该限制其转移速率和转移的上下限制。分配比例调节架构如图4所示。

前后桥转矩协调分配计算

依据驾驶员总需求转矩和前后桥转矩分配比例因子，计算初次分配前桥转矩和初次分配后桥转矩。为了防止驾驶员转矩需求超过整车能力，此时的驾驶员总需求转矩已经被整车转矩限制值限制处理（图5），整车转矩限制等于前后桥转矩限制值之和。

初次分配的前桥转矩与前桥转矩限制值进行比较，将超过前桥转矩限制值的部分分给后桥，二次分配的前桥转矩等于前桥转矩限制值，二次分配的后桥转矩等于初次分配的后桥转矩加上超出限制值的前桥转矩。同理，初次分配的后桥转矩与后桥转矩限制值进行比较，将超过后桥转矩限制值的部分分给前桥，二次分

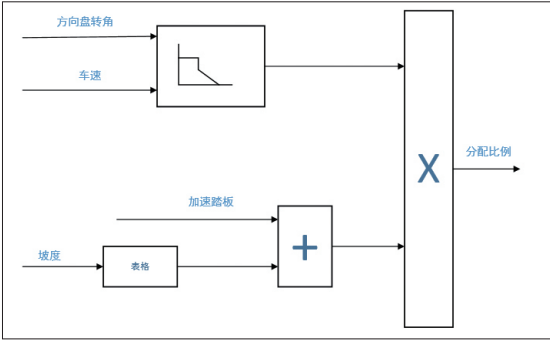


图3 基础分配表架构

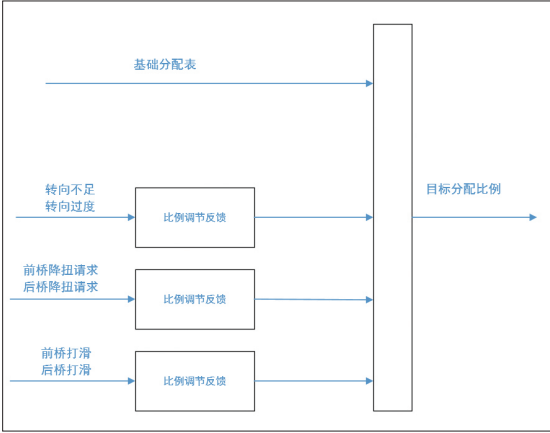


图4 分配比例调节架构

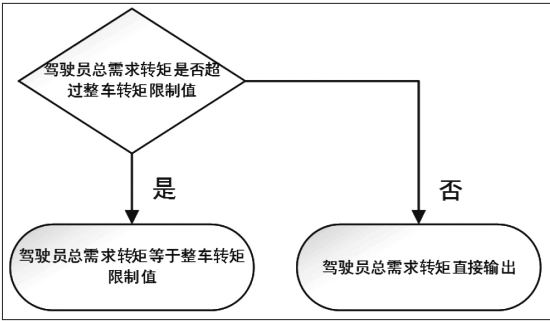


图5 驾驶员总需求转矩限制处理

配的后桥转矩等于后桥转矩限制值，二次分配的前桥转矩等于初次分配的前桥转矩加上超出限制值的后桥转矩。

理论上，前后桥转矩协调再分配会存在四种情况：①初次前桥分配转矩和初次后桥分配转矩都没有超过自身限制值，无须转矩协调再分配；②初次前桥分配转矩受到限制值限制，需要后桥转矩补偿协调；③初次后桥分配转矩受到限制值限制，需要前桥转矩补偿协调；④初次前桥分配转矩和初次分配后桥转矩都受到限制值限制。前后桥转矩协调再分配情况如表所示。

表 前后桥转矩协调再分配情况

1	二次前桥分配转矩等于初次前桥分配转矩，二次后桥分配转矩等于初次后桥分配转矩
2	二次前桥分配转矩等于前桥转矩限制值，二次后桥分配转矩等于初次后桥分配转矩加上初次前桥分配转矩超出前桥限制值的部分
3	二次后桥分配转矩等于后桥转矩限制值，二次前桥分配转矩等于初次前桥分配转矩加上初次后桥分配转矩超出后桥限制值的部分
4	二次前桥分配转矩等于前桥转矩限制值，二次后桥分配转矩等于后桥转矩限制值

结论

综上所述，纯电动四驱汽车前后桥转矩分配策略综合考虑了驾驶员的需求、路面的反馈及车辆的状态等因素，从动力性、安全性和操控性等角度全面评估，得出最优的前后桥分配比例，极大地提高了整车的驾驶性。 AI