

AMT取消里程表传感器的研究

姚逾, 石钊卓, 李昕昕, 王东兴

陕西法士特齿轮有限责任公司 陕西西安 710077

摘要: 对某型号中轻货车AMT变速器取消里程表传感器进行了研究。分析了取消里程表传感器的可行性和技术路线。研究表明, 可以使用变速器输出轴转速信号替代里程表传感器, 为了保证输出轴转速信号的可靠性, 还提出了一种输出轴转速计算策略。以一汽解放某车型为例, 测试了取消里程表传感器方案的实车表现。测试表明, 使用输出轴转速信号代替里程表传感器信号可以准确计算出仪表车速, 还可以降低变速器和整车成本。

关键词: AMT; 里程表传感器; 降低成本; 实车验证

DOI:10.16173/j.cnki.ame.2025.04.007

随着人们对驾驶车辆舒适性要求的提高, 商用车也逐渐使用自动变速器代替手动变速器, 以减轻驾驶员的劳动强度。而商用车多数安装AMT (Automatic Mechanical Transmission) 变速器^[1]。AMT变速器在国内商用车领域也已经推广多年, 成为客户的选择之一。随着AMT的发展与普及, 以前手动变速器上的个别零件也变得不再重要, 未来甚至可能消失。

里程表传感器就是未来AMT变速器上可以取消的零部件, 通过变速器和整车一定技术方案的实施, 不仅不会影响车辆的任何性能, 还可以达到降低成本的目的。

里程表传感器的类型及功能

电子式里程表传感器的工作原理一般分为两种,

霍尔型感应式和线圈型感应式, 两者的工作本质都是通过电磁感应激励出模拟信号^[2]。同时里程表传感器以传感器的探头与变速器的输出轴之间是否需要通过蜗轮蜗杆传动系统过渡来区分接触式与非接触式, 没有蜗轮蜗杆传动系统过渡的就是非接触式里程表传感器。

非接触式里程表传感器安装内部结构由变速器输出轴、里程表转子及里程表传感器组成。里程表传感器探头与里程表转子之间有一定的间隙, 这个间隙一般控制在 $1.4 \pm 0.6\text{mm}$ ^[3]。非接触式里程表传感器避免了机械部件的直接接触, 这样机械摩擦损耗大大减少, 得到汽车行业的大力推广。

里程表传感器的主要功能是用来检测汽车的车速, 并将车速信号发送至CAN总线上, 也可以结合轮

胎直径计算行驶里程。本质上看，里程表的主要作用就是输出变速器的输出轴转速，仪表可以利用这个值计算车速和里程，变速器本身也可以利用这个值进行逻辑判断，发动机或整车控制器也可以利用此值进行相关逻辑判断。

目前中轻货车AMT主要使用的是霍尔式里程表传感器，如图1所示。

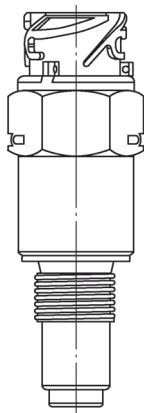


图1 霍尔式里程表传感器

AMT取消里程表传感器技术路线分析

取消里程表传感器以后，整车仪表可以通过读取CAN报文的变速器输出轴转速进行计算。具体信号为ETC1 (0CF00203x) 的Transmission Output Shaft Speed。计算方法可以参考以下公式，根据此公式，仪表即可计算出实际车速

$$v = 3.6 \times 2\pi r_{tire} n_{out} / 60 i_d \tag{1}$$

式中 v ——车速，单位为km/h；
 n_{out} ——变速器输出轴转速，单位为r/min；
 i_d ——后桥速比（变速器法兰至车轮之间的速比）；
 r_{tire} ——轮胎半径，单位为m。

此方法的使用需要整车仪表做相关的开发工作。如果是旧车型，仪表与手动挡同平台开发，二次开发难度大，则此方法不适用。如果是可以做仪表二次开发，或者整车匹配VCU（Vehicle Control Unit）的新车型，此方法实施方便，稳定可靠，节约成本。

此方法只需要关注变速器ETC1信号的稳定性即可，一般整车CAN网络很少出现故障，出现故障也会报相应的故障码，整车功能也基本上不能使用。如果是TCU（Transmission Control Unit）与整车通信出现问题，也会报故障码，而且变速器也不能换挡。以上两

种情况车辆都有明显故障，需要维修检查，此时无需考虑车速显示。重点考虑车辆功能正常时，车速是否正常稳定。TCU需要考虑在输出轴转速传感器出故障时还能正常发送输出轴转速信号。

需要说明的是，对于带VCU的车型，或者未来匹配辅助驾驶功能的车辆，甚至可以考虑不使用变速器里程表或输出轴计算车速，可以通过ABS、雷达、摄像头等多路信号计算车速。

AMT输出轴转速计算策略

AMT输出轴转速计算策略如图2所示。

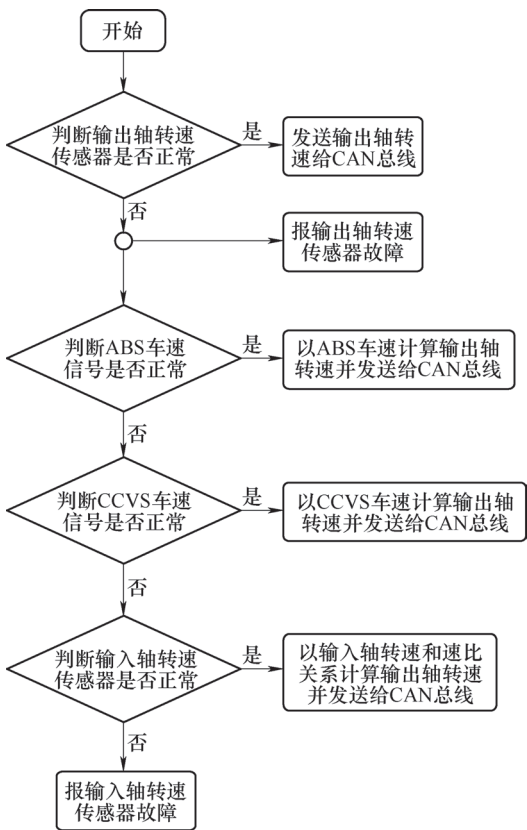


图2 AMT输出轴转速计算策略

- 1) TCU先判断是输出轴转速传感器是否正常，如果正常，则发送此信号给仪表，不做后续判断。
- 2) 如果输出轴转速传感器有故障，则使用其他信号替代，并进行适当计算和判断，再发送转速信号给仪表。
- 3) 本策略使用三路备用信号来计算输出轴转速。根据其可靠性，先采用ABS车速来计算输出轴转速，再采用发动机CCVS报文车速来计算输出轴转速，最后采

用输入轴转速信号和速比关系，计算输出轴转速。

4) 如果备用信号都失效，则输出轴转速发送0，车速也一直为0。输入轴转速和输出轴转速传感器都出现故障，整车的换挡性能也会出现明显问题，此时，输入轴转速传感器和输出轴转速传感器相关的故障码都会报出来，提醒驾驶员进行检查维修。

实车验证

本方案已在一汽解放J6L、江淮德沃斯、陕汽商用车翼9等车型上使用。以一汽解放J6L为例，说明AMT取消里程表传感器的实车应用。ABS车速一般最接近实际车速，以EBC2报文的Front Axle Speed（单位为km/h）作为实际车速，以ETC1报文的TransOutput Shaft Speed（单位为r/min）作为变速器输出轴转速，根据公式（1）计算仪表车速，该样车的后桥速比为4.333，轮胎半径为0.491m。表1为采集的CAN总线原始数据的部分展示。

车速数据对比如图3所示，可以看出仪表车速和实际车速很接近，误差很小，根据统计结果，最大误差<4km/h。虽然整体偏差不大，但计算得出的仪表车速有两个问题：一是某些时刻仪表车速小于实际车速，不符合法规要求；二是仪表车速偶发有较明显突变，不是连续变化，与实际情况有误差，如图3中车速在0km/h或者起步阶段出现车速上升下降的位置均有较明显的车速突变情况。可以看出，要想直接使用公式计算得出仪表车速，还不够严谨，需要对数据进行一定的处理。

对于设计车速>40km/h的机动车，法规要求如下

$$0 \leq v_1 - v_2 \leq (v_2/10) + 4 \tag{2}$$

式中 v_1 ——仪表车速，单位为km/h；

v_2 ——实际车速，单位为km/h。

根据法规要求和实际设计经验，一汽解放决定通过VCU对变速器输出轴转速信号进行滤波处理，并对计算后的车速乘以1.01倍的放大系数，然后仪表读取VCU处理后的车速，作为仪表显示的车速。通过上述方式处理后的数据如图4所示，VheelBasedVehicleSpeed_VCU（单位为km/h）为处理后的车速，FrontAxleSpeed（单位为km/h）为ABS采集的真实车速。可以看出仪表车速变化平滑没有突变，曲线毛刺数量大大减少，而且都略大于实际车速，既

表1 车速验证原始数据

时间/s	EBC2: Front Axle Speed/ (km/h)	ETC1: TransOutput Shaft Speed/ (r/min)
8.190	0	0
8.399	19.625	0
8.690	27.750	0
8.889	32.875	0
9.090	35.000	0
9.290	49.500	1.859
9.391	53.100	2.094
9.490	63.875	2.371
9.590	65.875	2.637
9.690	71.750	2.965
9.790	87.750	3.328
9.890	85.750	3.742
9.990	89.625	4.180
10.090	93.000	4.531
10.190	98.250	4.883
10.290	104.750	5.156
10.391	113.750	5.316
10.490	122.125	5.457
10.590	132.000	5.648
10.690	140.250	5.871
10.790	145.625	6.125
10.890	147.750	6.422
10.990	147.375	6.797
11.090	149.250	7.156
11.190	152.375	7.445
11.290	156.375	7.613
11.391	160.125	7.711
11.490	162.000	7.773
11.590	159.500	7.785

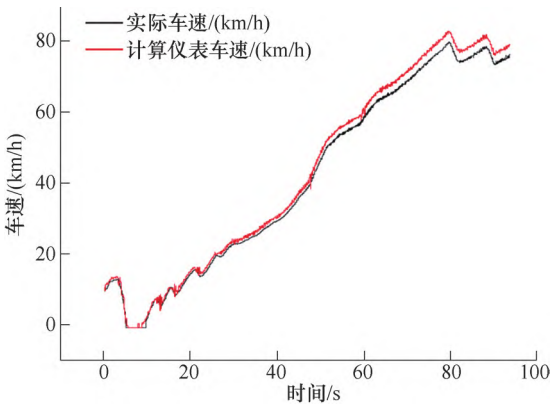


图3 车速对比数据

(下转第51页)

由应力云图可知，齿轮部件的最大应力分别为1210.9MPa、1849.7MPa、1194.8MPa和1733.7MPa，有限元仿真分析得出应力值均低于许用设计值，符合要求。

结语

在上述新型主销式独立转向传动结构中，设计传动径向相对位置的空间布置角度设计稍大于90°，轴向传动件应尽量靠近，可提升结构强度和传递精度。同时对关键传动部件开展理论设计和强度校核，确保传动结构均满足规定强度要求。最后为进一步提高转向力矩传递可靠性，开展传动结构的CAE仿真分析，确保汽车具备更好的操控性及满足更多非常规转向需求。

参考文献:

[1] 朱永强, 宋瑞琦, 刘贺, 等.线控转向系统关键技术

综述[J].科学技术与工程, 2021, 21 (36) : 15323-15332.

[2] 鲍长勇.汽车线控转向系统动力学分析与控制策略研究[D].青岛: 中国石油大学(华东), 2015.

[3] 王国超, 高森祺.汽车线控转向系统研究综述[J].汽车文摘, 2024 (3) : 9-20.

[4] 张凯, 丁能根, 沈良纯, 等.一种齿条助力式线控转向系统及其控制方法: CN202110246936.2 [P].江苏省: 2024-06-04.

[5] 朱恒伟, 张建臣, 孟俊煊, 等.线控转向系统理想传动比控制研究[J].汽车实用技术, 2020, 45 (22) : 110-112.

[6] 李佳佳.汽车转向系统的结构优化设计[J].现代工业经济和信息化, 2018, 8 (2) : 41-42. **AUTO1950**

(上接第41页)

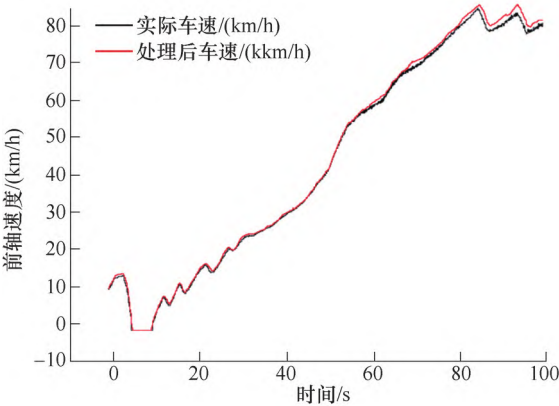


图4 数据处理后仪表车速

满足法规要求又能反应真实车速。证明此方法真实有效，量产车型按此方法执行。

结语

根据技术方案的论证和实车验证效果，可以看出，AMT变速器取消里程表传感器是一个有效的控制变速器和整车成本的方法，而且不会对变速器和整车

性能带来负面影响。仪表或VCU通过输出轴转速计算出的仪表车速与实际车速基本一致，符合法规要求。因为其稳定可靠，此车速也可以用于变速器，发动机或整车控制器的其他逻辑判断。

参考文献:

[1] 赵国强, 任宪丰, 李强, 等.AMT变速箱、AMT变速箱挡位自学习方法、装置、设备及介质[P].山东省: CN202111308173.6, 2023-06-23.

[2] 钱章曦.一种里程表传感器[P].浙江省: CN202221888040.0, 2022-11-15.

[3] 贾冉.车速里程表信号装置及应用[J].重型汽车, 2019 (6) : 27-28. **AUTO1950**