

自动变速器内置型缓速器控制策略研究

侯连军

西安双特智能传动有限公司 陕西西安 710119

摘要：介绍了一款变速器内置型液力缓速器，有前驱和后驱两种，具体的功能控制取决于缓速器在变速器上所处的位置。缓速器的工作是基于安装的OEM开关、客户的参数配置以及发动机的相关参数，模块化地描述了自动变速器内置型缓速器的控制策略。

关键词：自动变速器；缓速器；控制策略

缓速器是汽车的辅助制动装置，缓速器制动通常与传统制动搭配使用，在大多数商用车上担任控制车速的作用。自动变速器的内置缓速器在工作时，控制软件根据驾驶员的控制要求，向缓速器电磁阀发送电流控制命令，控制缓速器的充油压力以及制动转矩，从而达到控制车速的作用。

缓速器功能模块

缓速器工作的功能模块包括启动模块、输出模块、ramp-off模块、换挡过程保护模块、过热保护激活模块以及过热保护输出模块六种。其中，启动模块和输出模块为基本模块，其余模块为保护性模块（所有配有自动变速器缓速器的车辆都需要有严格的安全保护功能）。缓速器功能模块如图1所示。

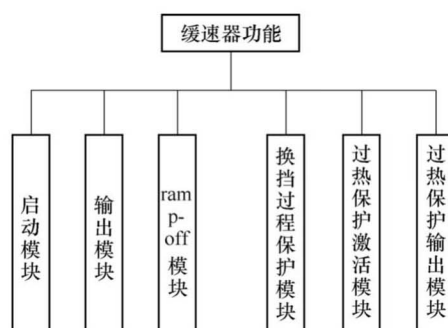


图1 缓速器功能模块

在缓速器处于启用状态时，若闭锁离合器从闭锁状态切换到解锁状态，会激活ramp-off模式，缓速器请求转矩百分比会在1.5s内从100%降到0%，具体的ramp-off斜率取决于该模式激活时的请求转矩百分比。

在缓速器处于启动状态时，若此时正好处于换挡

过程中,则实际的请求转矩百分比取决于上一运行周期的请求转矩百分比和上一运行周期的输出转矩百分比。若当前请求的转矩百分比小于上一运行周期的请求转矩百分比且小于上一运行周期的输出转矩百分比,则实际的请求转矩百分比等于当前请求的转矩百分比,否则实际的请求转矩百分比等于上一运行周期的输出转矩百分比。即在换挡过程中,不允许输出的转矩百分比增大。

在缓速器处于启动状态时,若此时变矩器油温传感器故障或者变矩器油温超限,会激活过热保护功能,过热保护激活后,会计算出目标转矩百分比,实际的请求转矩百分比会按照一定的斜率达到目标转矩百分比。

缓速器启动需要满足一定的条件,启动后若任意条件不满足,缓速器将退出工作。缓速器功能模块工作图如图2所示。

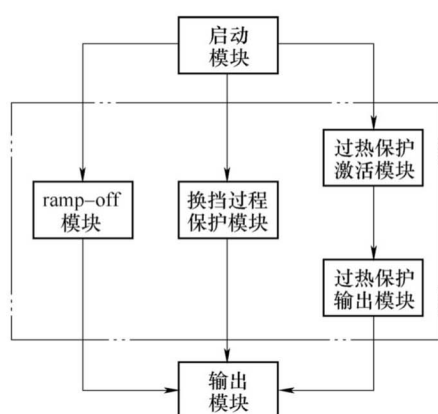


图2 缓速器功能模块工作

1.启动模块

使用缓速器功能必须满足缓速器的启动条件,若任意条件不满足,缓速器将无法工作。

用户通过服务工具配置缓速器的输入信号来源,缓速器输入信号来源可以包括:车身控制器ERC1报文、驾驶室控制器ERC1报文、仪表ERC1报文、PWM信号输入或双选开关信号输入。若信号来源于ERC1报文,则输入缓速器的请求制动转矩百分比范围为0%~100%;若信号来源于PWM手柄,输入的请求转矩百分比为0%~100%;若信号来源于双选开关,输入信号四个状态:关(0%)、低挡位(60%)、中挡位

(80%)和高挡位(100%)。

缓速器开启应满足以下8个条件:

- 1) 安装缓速器(变速器类型为内置缓速器类型、参数配置为缓速器已安装)。
- 2) 变速器油底壳温度 $>15^{\circ}\text{C}$ 。
- 3) 发动机转矩百分比为0%。
- 4) 期望转矩百分比为0%。
- 5) 油门踏板位置为0。
- 6) ABS未被激活。
- 7) 缓速器关闭状态至少保持100ms。
- 8) 闭锁离合器处于接合状态。

2.输出模块

当缓速器启动条件满足后,缓速器电磁阀输出电流驱动缓速器工作。缓速器电磁阀电流范围为0~1.55A, Dither电流70mA, Dither频率100Hz, 缓速器估算转矩百分比0%~100%。缓速器的电磁阀电流输出启动缓速器,缓速器估算转矩百分比可作为缓速器的实际输出百分比,通过ERC1报文广播。

当缓速器处于非标定状态时,缓速器电磁阀输出的驱动电流可以通过转矩-电流Map表获得,实际缓速器输出转矩大小可以通过车速-电流-转矩三维表估算获得。其中估算的转矩百分比等于估算转矩除以参考转矩。

3.ramp-off模块

缓速器的ramp-off功能用于缓慢释放缓速器吸收的能量。若闭锁离合器从闭锁状态切换到解锁状态,且此时未触发快速解锁功能,缓速器请求转矩将在1.5s内从100%降到0%。具体的转矩百分比下降斜率取决于该模式触发时的请求转矩百分比。

4.换挡过程保护模块

在换挡过程中,不允许缓速器输出转矩的增加。若变速器在换挡过程中,且此时请求的转矩百分比小于上一周期的请求转矩百分比,且小于上一周期输出的转矩百分比,则实际输出转矩百分比为实际请求的转矩百分比,否则输出的转矩百分比为上一周期输出的转矩百分比。

若变速器不在换挡过程中,则输出的转矩百分比为实际的请求转矩百分比,即在换挡过程中,不允许

输出的转矩百分比增大。

5. 过热保护模块

缓速器的过热保护激活模块，用于防止变速器因油温超限或传感器故障引起的变速器损坏。

过热保护激活包括传感器故障导致的过热保护激活和温度超限导致的过热保护激活。若温度超限引起过热保护激活，过热保护退出的条件为变速器油温小于温度限值；若传感器故障则不会激活过热保护功能。因变速器油温和油底壳油温可以互相校验，因此这里只列出了变速器油温的过热保护，油底壳油温同理。其中过热保护最低油温110℃，过热保护最高油温118℃。

过热保护功能激活后，会计算出过热保护的目标转矩百分比作为实际输出转矩百分比。若温度超过最大设定温度，制动效果为实际制动效果的27%，若变速器油温和油底壳油温同时过热保护，实际制动效果取小。如图3所示，温度每超过1℃，缓速器制动效果减弱3.84%。

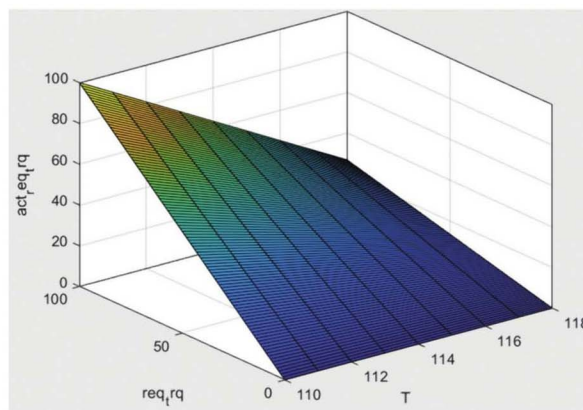


图3 缓速器过热保护输出转矩

结语

缓速器作为一种辅助制动装置，输出制动转矩作用在输出轴用以降低车速，能够加强车辆的制动性和驾驶安全性，提高车辆制动的柔和性，降低了制动器的磨损消耗。文中缓速器控制策略的设计与研究是建立缓速器软件的体系结构和软件功能模块的基础，指导后续编码的实现，为进行后续的试验和测试做准备。 **AUTO1950**

(上接第48页)

针对该故障问题的改善方案为：

- 1) 将弹簧孔壁厚尺寸公差由 (1 ± 0.2) mm 调整为 $(1^{+0.4}_{-0.2})$ mm，弹簧孔壁厚由0.8mm调整到设计上限1.4mm。
- 2) 原材料由PC+ABS CA36TQ-BK切换为PC+ABS HAC8250。

抽取改善后的扶手箱进行弹簧弹力和弹簧孔壁破坏强度测试，弹簧弹力为18N，弹簧孔壁破坏强度为113N，弹簧孔的强度显著提升。

抽取3件改善后扶手箱开展操作耐久试验19 000次（结合用户使用习惯，每天操作5次，耐久寿命10年共计19 000次）。试验时，将扶手箱完全打开，停止0.5s，每分钟进行5~10次循环，以此作为一个循环，共进行19 000次循环：14000次循环 (23 ± 5) ℃；500次循环 (85 ± 5) ℃；500次循环 (-30 ± 5) ℃；4000次循环 (40 ± 5) ℃，相对湿度95%。

试验后样品无明显变形，无功能失效，操作时无异响，无零部件脱落，打开操作力平均衰减17.9%，关闭操作力平均衰减15%，操作力的衰减均控制在20%以内，满

足要求。同时，监控断点后6个月市场上无故障发生。

结语

故障件材料为PC+ABS，转轴的挤压痕为受冲击载荷所致。光谱分析不同生产日期的材料，显示光谱不一致，材料成分不一样。供应商2020年5月变更的原材料力学性能不足，导致扶手箱弹簧孔和轴壁断裂。铰链弹簧孔壁厚0.8mm，设计尺寸偏下限 (1 ± 0.2) mm，对比一轨结构设计上无孔位支撑孔。产品结构强度不足导致弹簧孔损坏，在后期使用中持续对轴壁产生作用力使轴壁断裂。

原材料切换为PC+ABS HAC8250，弹簧孔壁厚由0.8mm调整到1.4mm，弹簧孔破坏强度显著提升，通过操作耐久性验证可靠性满足标准要求。

在产品阶段试验评审中，应组织多方评估耐久试验的充分性，确保耐久试验覆盖整车工况。产品变化点管理中，根据一轨、二轨设计及原材料性能差异分析，通过研究、验证、广泛对标等方法，系统性总结产品技术条件并开展可靠性耐久试验。 **AUTO1950**