电子驻车制动(EPB)开发与研究

□ 长城汽车股份有限公司技术中心；精诚工科汽车系统有限公司 / 乔君辉　张克谦　孙毅威　赵辉

汽车电子驻车系统（EPB）是实现汽车智能化的有效装置，目前处于市场推广阶段，现在欧美市场已广泛应用，国内整车EPB匹配率呈上升趋势，应用潜力巨大，本文重点阐述了EPB架构、工作原理及智能化策略功能。对于该技术的研究为汽车底盘在智能化的发展方向上奠定了坚实的基础。

汽车已成为当下大众化交通工具，随着人们对汽车接触的增多，对其提出了更高的要求，现已不仅仅停留在“可靠、耐久”，而更关注电动化、智能化及驾驶舒适性。EPB产品除满足传统驻车制动器的功能外，还具备结构简单、节省整车使用空间等优点。另外它属于机电一体化产品，相对于传统驻车机构，可通过控制策略，可实现“溜坡再夹紧”等更多智能化功能。

传统汽车驻车制动系统的作用是通过驻车手柄拉动驻车拉线，带动制动蹄片张开或制动卡钳活塞移动，使静止的汽车无时间限制地停驻在平地或斜坡上，完成驻车。随着汽车电子技术的蓬勃发展，传统的驻车系统已无法满足需求，越来越多的电子技术应用到整车中，其中电子驻车制动系统EPB（Electronic parking brake）就是继ABS、ESP等广泛应用的制动系统之后新兴的电子制动技术（见图1）。

相对于传统驻车系统，EPB系统具备以下明显优势：

（1）控制器驱动电动机产生夹紧力，避免了由于人力大小导致制动力不同的情况发生，同时降低了驾驶者（尤其女性）操作强度。

（2）通过与整车其他控制器关联，为驾驶者提供更多舒适性的驾驶选择。

（3）取消了驻车手柄结构，为内饰造型设计提供更大的发挥空间。

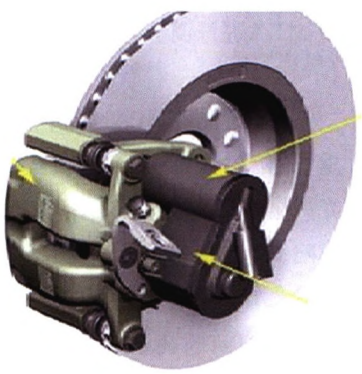

图1　某车型EPB示意

EPB分类

目前市场上常见的EPB形式主要有两种：拉线式EPB，早期应用的电子技术制动系统，目前仅有欧洲部分车型应用；集成式EPB，目前后者在整车中广泛应用。

1. 拉线式EPB

拉线式EPB与传统驻车制动系统相比，驻车操纵手柄被取消，拉

线不再与手柄连接，而是与一个带有EUC控制器的机构连接，这个机构称作“执行器”（ECU控制器集成在执行器内），其余机构与传统驻车机构基本相同，如图2所示。

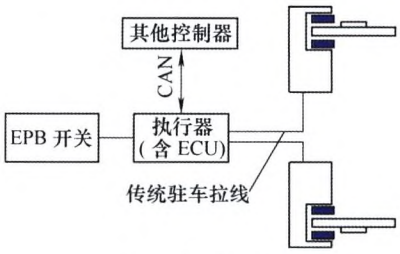

图2 拉线式EPB示意

上述产品依然存在拉线效率低、夹紧力小及价格昂贵等缺点，逐渐在市场上被淘汰。

2. 集成式EPB

集成式EPB又分为独立EUC式EPB与集成ECU式EPB。

（1）独立EUC式EPB与拉线式EPB相比，驻车拉线被取消，并且执行器机械部分与制动钳相连，EPB需要独立的EUC，通过线束将其相互连接进行信息交互，如图3所示。

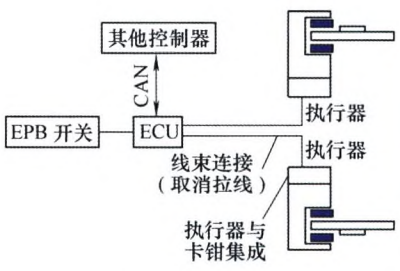

图3 独立EUC式EPB示意

除上述结构上的差异外其功能定义与拉线式EPB基本一致，所需的信号支持及通讯形式等要求也与拉线式EPB相同。但相对避免了拉线效率低和夹紧力小等缺点，现在汽车市场已广泛应用。缺点是该系统较集成ECU式EPB需要专用的ECU控制器，一般成本在100～200元/件，在市场激烈竞争的今天，该系统的应用亦在逐渐减少。

（2）集成ECU式EPB。该形式EPB与上述EPB机械结构基本相同，区别是将EPB系统的ECU集成到整车ESP模块中，在该系统网络划分了各供应商负责的任务及二者之间的联系，如图4所示。其中绿色方框由EPB系统供应商负责，包括EPB执行机构（制动钳、执行器）和控制逻辑；黄色方框由ESP系统供应商负责，主要有ESP软件、硬件、EPB硬件及主机软件等。由于该技术方案减少了一个EPB专用的ECU部件，无论是整车布置、轻量化还是成本等方面都更具有优势。缺点是目前ESP技术控制在博世等高端公司手中，EPB开发时需联合开发，目前除大型主机厂与其合作开发外，国内一般主机厂由于体量因素，联合开发的可能性较小，但随着市场的开放，此方式开发的EPB将成为市场的主流。

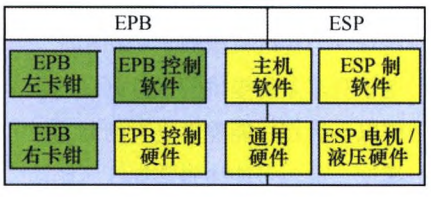

图4 集成ECU式EPB系统架构示意

集成式EPB系统工作原理

1. EPB系统框架

EPB系统主要由CAN总线与驾驶员指令及整车各控制单元，如EPB开关、仪表指示灯、发动机、变速器、EPB执行机构等实现信息交互（见图5）。具体为：驾驶员操作EPB开关发出加紧/释放请求，经过CAN总线将信息传递至ESP，判断为EPB命令后，将EPB制动钳将进行加紧/释放。

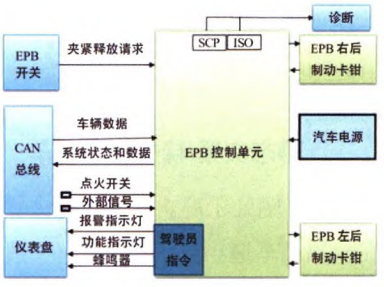

图5 EPB系统工作原理

2. EPB制动钳工作原理

EPB接收加紧信号后减速机构（执行器）进行转动，空转一定行程后制动块与制动盘接触，该过程通过行星齿轮机构驱动输出轴，输出轴与螺杆相连，从而推动螺套向前移动，将输出轴转动变为直线运动，最终实现加紧动作（见图6）。在制动钳加紧后电流随着压力继续增大而升高。全程EPB控制单元诊断模块对电机的电流进行监控。当电流升到规定电流后即达到所需夹紧力，切断电流。当制动钳释放时，执行器执行反转动作，制动块靠制动盘旋转与之分离。

EPB基本策略功能

EPB除了具备常规驻车功能外，还可以提供动态制动、紧急制动、溜坡再夹等功能，这些功能极大地提高了驾驶的舒适性和安全性。

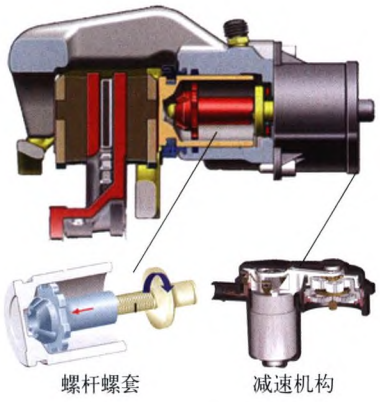

图6 EPB制动钳工作原理

1. 静态夹紧/释放电子驻车

当车辆处于静止状态，点火锁在on挡或车速小于一定速度（一般车厂控制在3~5km/h），驾驶员踩踏制动踏板，通过操作EPB开关，来实施EPB制动钳静态夹紧或释放。

2. 自动停车功能

自动停车是EPB与ESP组合实现的功能，当该功能激活时（可选择），车辆被制动停止后，该功能自动介入，此时不需要驾驶员一直踩着制动踏板。一般在3min内制动驻车功能通过ESP控制4轮轮缸压力，当时间超过3min，或该功能介入期间驾驶员松开安全带或打开车门亦或发动机熄火，自动驻车功能则交给EPB控制制动钳加紧制动盘（4.3），保证车辆静止。

3. 动态释放电子驻车

当EPB制动钳处于夹紧状态，驾驶员可在不事先松开电子驻车制动的情况下直接挂D/R挡加油门起步，与传统手刹驻车相比取消了“油、离、手”配合的难度，尤其针对女性驾驶者，提高了车辆起步时的舒适性，并且系统可以自动识别车辆所处环境，如坡道等。提供足够大驱动力使EPB自动释放，避免溜坡发生。

触发该功能的必要条件：EPB/ESP无系统故障，发动机处于运转状态，并可以考虑车门关闭且驾驶员安全带插好等安全信号综合考虑来判断释放释放。

4. 动态制动（ADBF）

动态制动分为两种情况，一种是ESP可正常工作，另一种是ESP失效。

当ESP可正常工作，驾驶员拉起EPB开关，车辆通过ESP控制器，利用液压制动系统自动对4个车轮轮缸建立制动压力，进行减速。当车速降至7km/h后进入第二减速阶段，系统对后轮实施驻车制动，直至车辆停止，整个减速过程均有控制器对车轮速度进行监控，防止抱死现象发生。

当ESP失效情况下即传统行车制动故障时，驾驶员可长拉EPB开关，激活动态制动功能，EPB将对车辆进行动态制动并依据滑移率调节执行器夹紧/释放，避免后轮发生抱死现象，进而确保车辆的制动稳定性。与传统机械驻车制动相比，电子驻车系统提供的紧急制动功能有以下优点：能提供更大的制动减速度，最大可能达到常规液压制动60%的效能，同样后轮不会抱死。该功能可结合尾灯等进行信息交互，在紧急制动过程中保持尾灯闪烁，直至车辆停止。

在紧急制动过程中如果踩踏油门踏板，此时紧急制动功能失效，转为油门开度信号，即last win（最后优先原则），车辆系统默认加速为最后信号，执行加速。

5. 溜坡再夹紧

当车辆停于坡上时，车辆通过EPB夹紧后，若在静止过程中车辆产生溜坡情况（通过轮速信号检测到的溜坡距离达到20cm时），系统会实施EPB制动钳再夹紧，保证车辆足够的夹紧力。

除上述功能外EPB还有系统自诊断、维修模式、儿童保护模式（疯狂操作EPB开关）等智能功能。

结语

随着科学技术的发展和智能化、电气化在汽车工业的迅速发展，EPB作为取代传统驻车制动的新兴技术，可最大程度提高驾驶员的舒适性，随着车辆的普及，技术的逐渐成熟，产品成本的控制，集成式EPB系统必将逐渐受到越来越多用户的接受与欢迎。AUTO1950

汽车工艺师
auto1950.com

汽车工艺师（auto1950）是汽车制造领域优秀的数字传播平台，没有之一。关注它，你在汽车方面更专业；关注它，你在汽车领域更容易成功！