

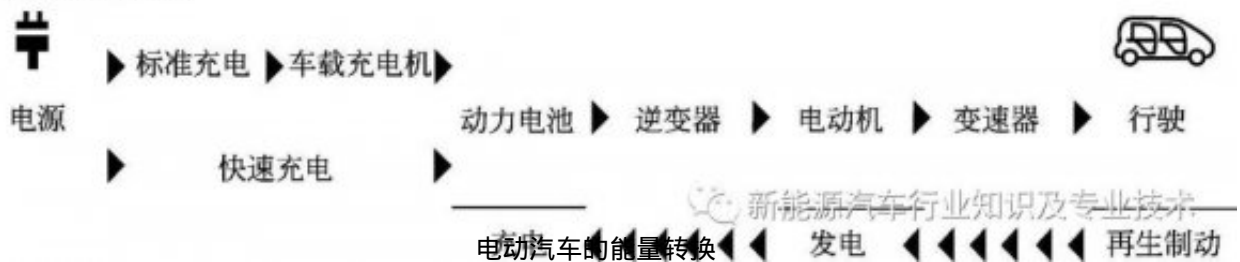
电动汽车制动之电动机再生制动

电动机再生制动

再生制动是电动汽车所独有的，在减速制动（制动或者下坡）时将车辆的部分动能转化为电能，转化的电能储存在储存装置中，如各种蓄电池、超级电容器和高速飞轮，最终增加电动汽车的续驶里程。

若储能器已经被完全充满，再生制动就无法实现，所需的制动力就只能由常规的液压制动系统来提供。现在几乎所有的电动汽车都安装了再生液压制动系统，从而可以实现节约制动能、回收部分制动动能，并为驾驶员提供常规制动性能。如图6-3所示为电动汽车的能量转换。

充电到驱动的过程

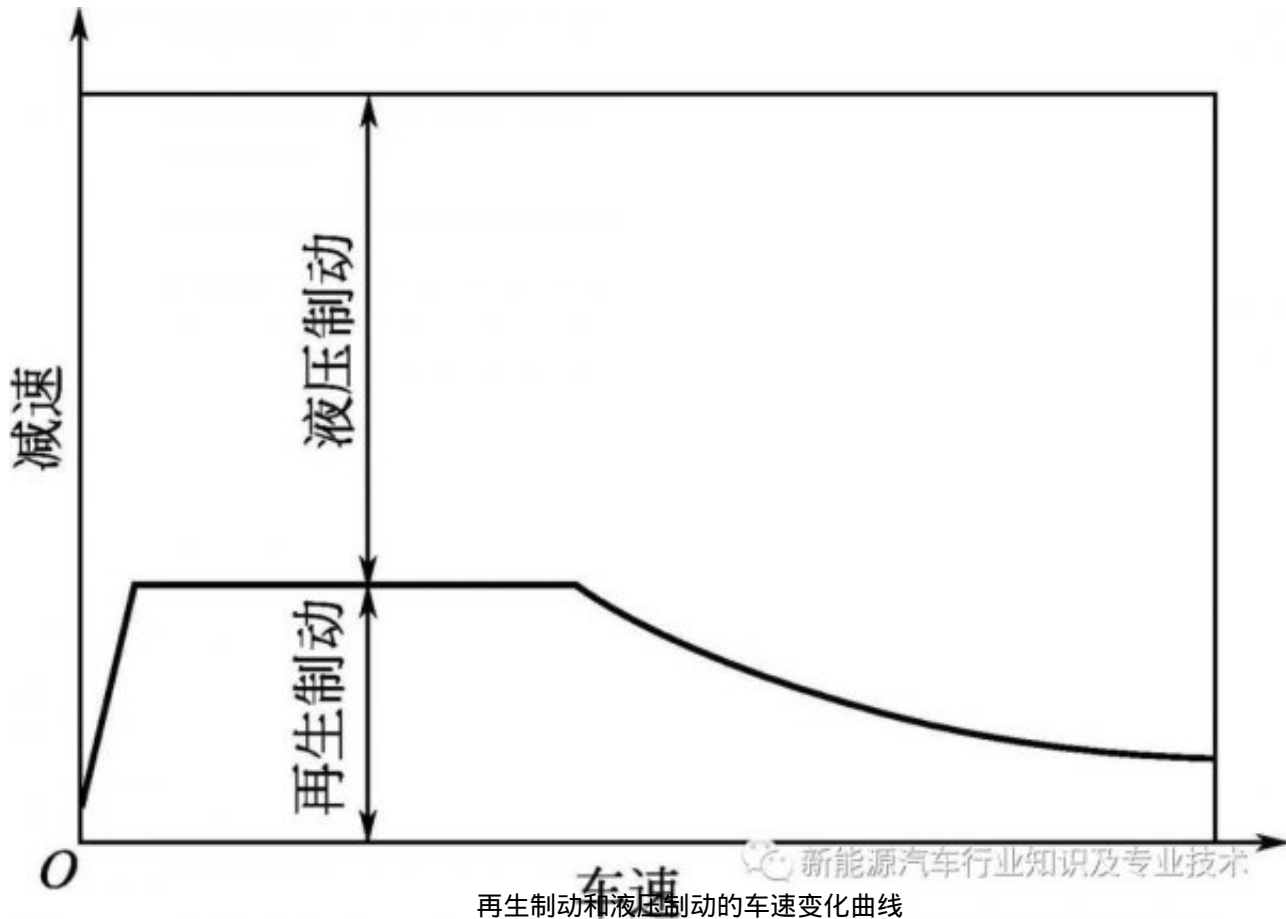


当电动汽车减速、在公路上放松加速踏板巡航或踩下制动踏板停车时，再生制动系统启动。正常减速时，再生制动的力矩一般保持在最大负荷状态；

电动汽车高速巡航时，其驱动电动机通常是在恒功率状态下运行，驱动力矩与驱动电动机的转速或者车辆速度成反比。所以，恒功率下驱动电动机的转速越高，再生制动的能力就越低。

另外，当踩下制动踏板时，驱动电动机一般运行在低速状态。因为在低速时，电动汽车的动能不足以为驱动电动机提供能量来产生最大的制动力矩，所以再生制动能力也就会随着车速降低而减小。如图6-4所示为再生制动和液压制动的车速变化曲线，电动汽车的再生制动力矩一般不能像传统燃油车中的制动系统一样提供足够的制动减速度。

因此，在电动汽车中，再生制动和液压制动系统一般共同存在。不过应该注意，只有当再生制动已经达到了最大制动能力而且无法满足制动要求时，液压制动才起作用。



再生液压混合制动系统是电动汽车所独有的，燃油车没有，再生制动和液压制动之间的协调是问题的关键所在，而且，应该考虑下列特殊要求：

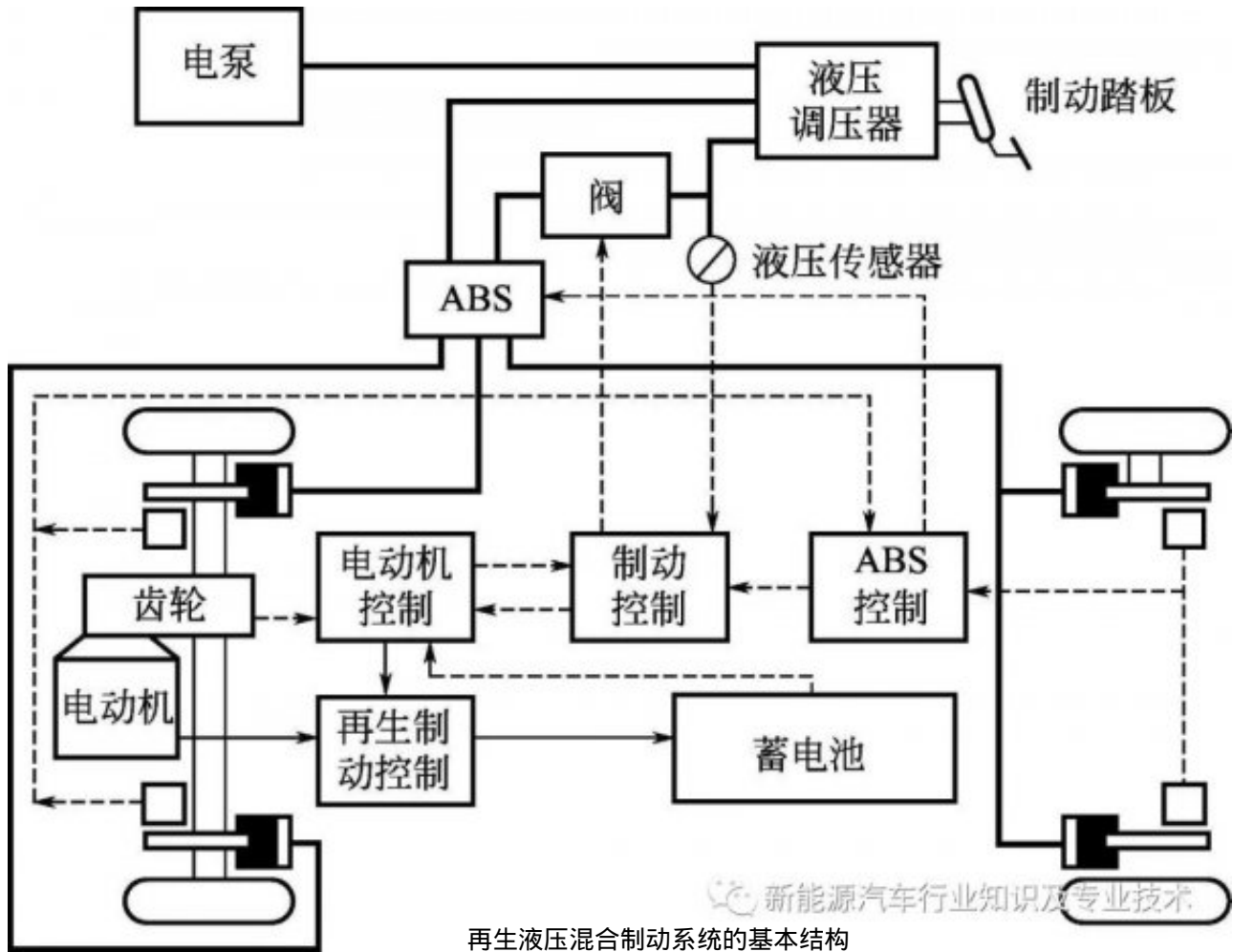
为了使驾驶员在制动时有一种平顺感，液压制动力矩应该可以按照再生制动力矩的变化进行控制，最终使驾驶员得到所希望的总力矩。同时，液压制动的控制不应引起制动踏板的冲击，因此不会给驾驶员一种不正常的感觉。可利用ABS扩展的ESP功能实现电动泵的油压提高。

这要求ABS的ESP模块和整车控制系统要进行通信，可以将再生制动软件写入ABS模块，驱动油泵、控制摩擦制动和控制制动助力的真空源。ABS和整车控制器通信控制再生制动的强度即可。液压制动力矩是电控的，将产生的液压传至制动轮缸上，因而再生液压制动系统需要有避免制动失效的机构。

为了提高系统的可靠性，满足安全标准，系统通常采用双管路制动，当其中一条管路失效时，另一条管路必须能提供足够的制动力。为了使车辆可以稳定地制动，前后车轮上的制动力必须很好地平衡分配。另外，为了防止汽车发生滑移，加在前后轮上的最大制动力应该低于允许的最大值（主要由滚动阻力系数决定）。

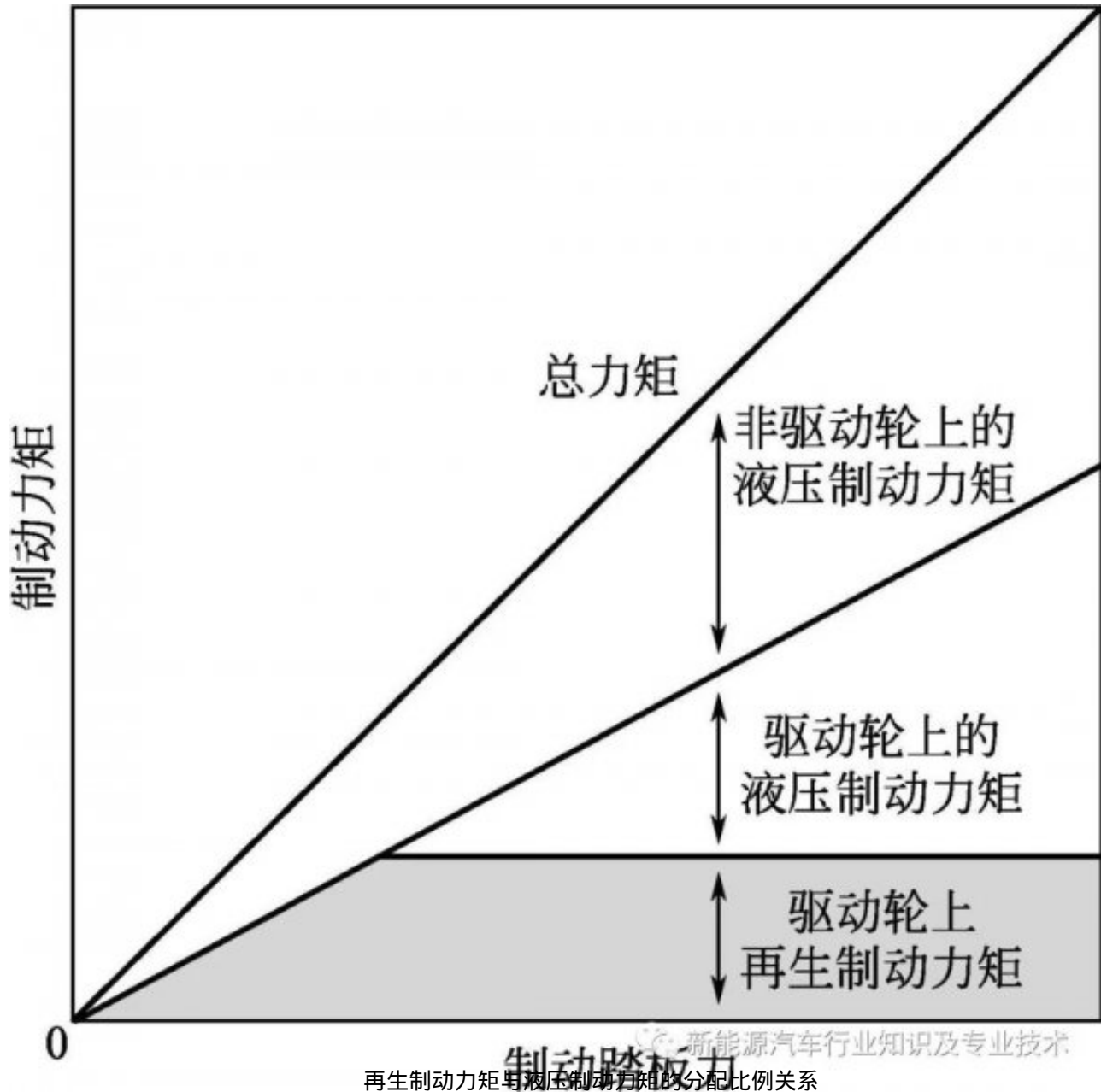
电动汽车采用的再生液压混合制动系统即可满足以上要求，其基本结构如图6-5所示。驾驶员踩下制动踏板后，电动泵使制动液增压产生所需的制动力。制动控制和电动机控制协同工作，确定电动汽车上的再生制动力矩与前后轮上的液压制动力。

再生制动时，再生制动控制回收再生制动能量，并且反充至蓄电池中。电动汽车上的ABS及其制动比例控制阀（ABS的扩展功能EBD元件）的作用和传统燃油车上的相同，即产生最大的制动力。电动泵能够利用现有汽车中ABS的扩展功能中的ESP电动供能泵作为压力源。



电动汽车上的总制动力矩是再生制动力矩与液压制动力矩之和。它们之间的分配比例关系如图6-6所示，目的是保持最大再生制动力矩的同时为驾驶员提供和燃油车相同的制动感。当制动踏板力较小时，只有再生制动力矩施加在驱动轮上，才能和制动踏板力成正比。而非驱动轮上的制动力由液压制动提供，液压制动力也和制动踏板力成正比。

当制动踏板力超过一定值时，最大再生制动力矩全部加在驱动轮上，同时液压制动力矩也作用在驱动轮上以得到所需的制动力矩。因而最大再生制动力矩可以保持不变，以便能够完全回收车辆的动能。



再生制动力矩与液压制动力矩的分配比例关系

制动系统因制动而造成的管路压力（或制动踏板踏下深度越深）越高，表示经驾驶员判断需要的总制动力矩越大，非驱动轮的制动力矩不断增加，驱动轮的制动力矩也在增加。但摩擦力矩增加得多，再生制动转矩不增加，甚至还可能减小，这就要求再生制动和ABS系统要协调工作。

在两前轮独立、后轮采用低选原则的ABS中，制动压力传感器（液压传感器）监测制动系统管路的制动压力（液压或气压），ABS采用车速与压力传感器（也可能是制动踏板行程开关）采集制动状态信号，根据车速算出的减速度值与设定的减速度值进行比较，从而对车辆进行控制。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/135203.html>