

标题：制动致胜

摘要：保时捷集团的研发人员正在研究新的制动力分配概念

电动车对底盘研发提出了全新的挑战，尤其是在制动与动能回收方面。保时捷集团的研发人员正在研究新的制动力分配概念，致力于在不影响驾乘舒适性的情况下获得更好的动能回收能力。

电动化时代的来临，让底盘研发人员同时面临两个挑战：首先，电池使车辆变得更重，再者也显著提升了车辆的驾驶动态。这两个因素通常会导致必须加强液压式车轮制动器的性能。然而，制动器重量增加会导致能耗提高，从而导致能效变差，降低电动车续航里程。

保时捷 Taycan 之所以不需要扩大制动系统，背后的功臣就是动能回收：一旦驾驶员踩下制动踏板，电机就会切换到动能回收模式。电机会停止驱动车轮，反向工作使得车辆减速，同时为电池充电。对底盘研发人员而言，最关键的是：通过动能回收技术，制动系统不需要因为驾驶动态提升而加大尺寸，因此也不会对续航力产生负面影响。

例如 Taycan 在一般日常驾驶中 90% 采用纯电机制动，意即不需要使用液压系统。后者只在车速低于 5 km/h 并且当电机几乎没有制动作用时才会启用。此外，也只有在电机减速性能不足时，制动器才会介入，例如必须在高速下完全制动时。Taycan Turbo S 的制动力可产生最多达 290 kW 的电能。以这样的功率来看，只需制动 2 秒钟，就能产生足以行驶大约 700 米距离的电能。总体而言，动能回收可以增加 30% 的续航力。

电池电动车（BEV）底盘开发人员必须面临的最大的技术挑战之一是所谓的“混合”

(Blending)，也就是发电机式和液压式制动系统的结合。“我们的目标是让驾驶员完全察觉不到系统之间的过渡。”马丁·莱辛奈克（Martin Reichenecker）说，他是保时捷工程公司底盘测试部门负责人。

要让系统之间平稳顺畅地切换，在技术上来说相当困难，因为每种制动系统的运转方式不同：电机的制动扭矩输出始终一致，但液压系统却会因气温和湿度等环境影响而不时产生波动。如此就可能发生液压制动力在过渡点与电机制动力出现差异的情形。这时驾驶员就会感觉到一阵晃动。

制动器校准

保时捷专为 Taycan 开发出一套算法，目的就是要防止这种情形发生。算法会持续监测液压系统：每一次充电时都会对制动器进行一次校准，以计算当前制动踏板行程与制动踏板施力之间的关系。通过这种方式，算法就可以预估液压系统在下次制动时会施加多少力量，从而精确地应用力量并借此实现流畅地过渡到动能回收的目的。

一般而言，车辆上的制动力分布并不均匀：三分之二由前桥负责，三分之一由后桥负责。Taycan 的电动系统也沿用了这个比例：前部电机提供三分之二的制动力，剩余的三分之一则由后部电机提供——尽管后部电机较大，理论上应该能贡献更多（并回收更多）。的确，后桥的潜力是可以提升的，方法是在车桥之间灵活地分配制动力。这里需要注意的是，出于保证驾驶稳定性的考量，必须根据实际情形来限制后桥的最大配额，以确保有足够的稳定性储备。“可以接受最多电能的电机也就提供最大的制动扭矩。”保时捷功能研发人员兼制动动能回收应用工程师邬利·特劳特（Ulli Traut）解释说。

分配通道

与液压制动和动能回收制动之间的相互作用类似，此处的制动力转移也不允许影响到舒适性。一个解决方法是让两个算法同时运行：第一个算法负责分析行车状况并建议一条“通道”，然后通过这条通道以根据测试台数据推论出的最理想的方式在前桥和后桥之间分配制动力。第二个算法则会选出效率最高且最适合实际驾驶情况的“通道”来分配制动力。专家特劳特先生期待这个解决方案可以确保获得最理想的制动过程，并且“显著提高续航力”。

至目前为止，汽车制造领域的制动系统一直是相当孤立的单一系统。但电动车改变了这个情况，因为更多车辆上的组件都开始参与制动过程：传动系统、动力电子装置和电池。此外，制动系统在组合仪表上也获得了专属的显示器。这一切都要求底盘研发人员必须跨领域工作。未来，制动领域的工程师必须更密切地与变速箱等部门的同事进行交流，因为动能回收除了电机之外，也涉及到变速箱（Taycan 的后桥搭载一个双速变速箱）。

这也将进一步考验其抗压性——但同时也将创造全新的可能性，正如莱辛奈克所强调的：“研发人员拥有全新的自由发挥空间。”能够在前桥和后桥之间灵活分配制动力就是最好的例子。莱辛奈克预期，底盘和驱动部件在技术上将继续融合。“在未来的结构中，大多数软件功能可能都会被合并到一个控制器中。”

一些电动车制造商应用所谓的“单踏板驾驶”概念。其运作原理是：当驾驶员将脚从踏板上移开时，车辆就会立即开始回收动能，在极端情况下，制动力甚至会强烈到致使制动灯亮起。在大多数情况下，的确是可以只用一个踏板驾驶车辆。然而，保时捷选择采用“巡航”概念，也就是让车辆自然滑行减速，只有在踩下制动踏板时才会回收动能。“这种驾驶方式的效率更高，因为动能会留在车辆上。”莱

辛奈克表示。与之相反，单踏板驾驶原理会首先回收动能，然后将获得的能量再次转化为推进力。“这意味着有两次损失。”

减少制动磨损

动能回收的另一个正面效应就是减少液压制动的磨损。“我们预计，未来的制动片将因材质老化才必须更换，而不是因为磨损。”特劳特如此预测。Taycan 获得了一项全新开发的功能，能够让负荷较低的制动盘保持干净：每隔一定的时间，车辆就会刻意进行一次纯液压制动，也就是不使用电机，目的在于清除制动盘上的脏污。这在未来更可能成为一项重要优势，因为欧盟希望能减少制动系统排放的颗粒物。欧盟新一轮的欧 7 排放标准预计将在 2025 年生效，其中首次对制动磨损颗粒物排放的极限值作出规定。像 Taycan 这样的电动车，十次制动中有九次是纯电力制动，自然拥有了较高的起点。