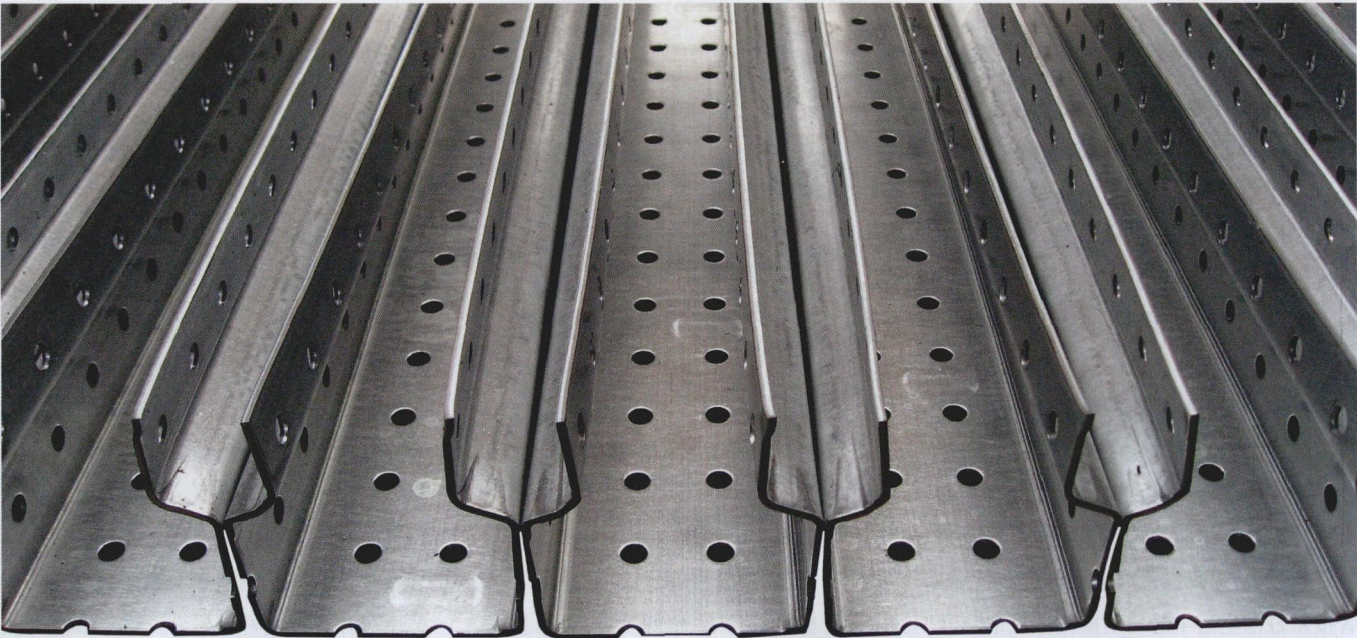




若在汽车设计时正确地考虑了型材的使用，就可以实现节约大量金属材料、减轻重量的目标

轻量化设计

材料利用率与轻量化设计

在汽车制造工业领域中，可以利用多种型材实现汽车结构的轻量化设计。而且型材本身也有减轻重量、提高材料利用率的潜力可以挖掘。在“弯曲技术”论坛中，这一点显现得非常清楚。

文 | Stephane Itasse

汽车制造业承受着巨大的压力：环境保护、政策法规、经济领域、文化领域、都市化和用户使用等都不断地提出新的要求，这些要求也推动了可持续的发展，推动了电动汽车和轻量化设计的进步。“汽车轻量化设计的意义越来越重要。”慕尼黑宝马集团公司轻量化车架设计组的领导人 Johannes Staeves 博士说道。这家巴伐利亚的汽车生产厂家确定了不可动摇的目标：每一个新车型都要减轻重量 10%。但通过更高的安全性、更多的功能、更多的选装配置和更加宽敞的空间的实现，使得每款新车的重量要增加 5% ~ 10%。为了实现公司

既定的减重目标，就要通过轻量化的零部件来补偿这些增加的重量。

不同的车辆生产数量和类型决定了车架是否设计成传统的、使用最为广泛的板管结构车架、异型型材构架的车架或者是混合结构车架。据 Staeves 博士介绍，在车型研发的早期阶段，就决定是以型材为主或者是以常规方式组成车架，这是非常重要的。

用铝合金材料替代钢质型材

在汽车制造中，也可以替代钢质的冲压型材和铸件，只要这些钢质型材是管材和板材。Staeves 介绍，在使用型材

时要考虑的因素很多，型材的生产制造工艺简单、经济性好，产生的边角废料不多，因此有着很高的材料利用率，而封闭型的型材提供了很好的功能性，它们没有“削弱强度的”连接件。在连接超出具有可比性的相同空间里，型材的壁厚是可变的，钢质的冲压型材，尤其是滚轧的型材有可能会出现尺寸较大的边角废料，省去了连接件使型材有了更大尺寸的横截面，也省去了连接件用的密封，并提供了其他的可能性，部分高强度材料制作的型材也可以进行冷变形加工。但是，凡有光明的地方就会有阴影，也有一些不易使用型材的限制，例如，

有限的型材结构形状也限制、约束了空间结构的设计；另外，在型材的总长中，横截面和壁厚只能在一定条件下有所变化。Steaves 说道：“我们希望有更多的使用灵活性。”也会常常有一些需要补装的工作，例如，必需有凹槽、缺口，或者压槽、压凹的部位，“这就要在钢质型材中‘敲出一个凹坑’，工程师们会感到心痛。”他对弯曲技术专家提出的要求是：“发明新的，使我们能够更加灵活地构建车架的型材类型。”另一个要求就是：必要时无需连接凸缘就能实现型材的连接。因为一般情况下，要在型材中插入一个隔板类零件几乎是不可能的。另外，还希望能够在型材与平面的过渡处设计上连接凸缘。“在关键部位处使用的连接凸缘会提高那里的弯曲强度，这正是我们所需要的。”Steaves 博士解释说道。因为在汽车的设计过程中，不能在后续的设计阶段中“增加”凸缘连接件，而只能在早期设计阶段就确定下来，在何处需要凸缘连接件。

随着电动汽车的问世，Staeves 认为型材也有着更加重要的作用。“我们必需重新定义汽车制造。”他在谈到 BMW i3 和 i8 轿车的碳纤维结构车架时说道。在这两款车型的生产制造过程中，汽车的底盘使用的是铝合金材料的冲压型材。在铝合金型材的底盘上安装的是碳纤维复合材料车厢。其中 i8 轿车就是利用碳纤维材料，明显减轻重量的最有意义的实例了。他期望道：“在电动汽车新的结构制造方式中，也出现了型材使用的新可能性。”

材料使用量少的型材 有着足够的稳定性

Florenz Maisch 有限公司生产厂的技术领导人 Heiner Willerscheid 博士，介绍了型材本身是如何节约材料用量的。这家公司的生产厂每年生产大约 2 亿 m 长的长条型材。在这些型材的使用中，常常要在这些长条型材上钻孔，以便穿过电缆。Willerscheid 博士告诉人们：“如

何在型材上制作孔时不浪费金属材料，这与用钻头钻入型材的钻削方法有关，新方法是将孔切出 3 个切口，分成 3 瓣向外翻出而形成一个孔。这样，三角形的型材孔边的强度就大大提高了，而且还节约了材料。”在另一个被称之为 Maxi-Tec 系列的型材中，条形板材经冲压、冲裁加工而形成特定的凹凸增强和不同直径的预留孔，然后两侧折边、形成 U 型形状。“这样就可以方便地组成各种所需的框架结构件了，由型材构成的整体框架强度很高。”Willerscheid 解释说道。根据不同的开口宽度，这种型材本身可以节约的材料量可达 38%，利用这种型材构成的整体构架可以节约 20% 的金属材料。在这一新的生产工艺技术中不会再出现“被丢掉的费用”了。

所谓的 Maxi-Block 是另一种节约技术材料的型材制造工艺：长条带材沿纵向按照对称的几何形状和尺寸被一切为二，两半带材的凸出部分相互对接、重新焊接起来。据 Willerscheid 介绍：这种工艺技术可以节约 20% ~ 30% 的金属材料；另外，由于它们预留了许多开口，也因此提高了型材构架的抗弯强度和螺栓连接的稳定性，用它们构成的结构件可以更深、更稳地相互连接在一起了。

机床设备制造商提出的 公差要求越来越严格

Plettenberg 市 Pfeiffer 弯曲技术有限公司的领导人 Uwe Hellbach 从机床设备生产者的角度对越来越严格的公差要求进行了说明。他认为，汽车制造领域中对于铝合金材料和高强度钢材的需求会不断地提高，这是他们公司产品研发的重点；但另一方面，软钢的需求量也有所回升。“公差要求和变形加工性能是机床设备研发的推动力。”弯曲设备技术专家说道。2000 年时，弯曲设备的公差要求还在 1.5 ~ 1 mm 之间，从那时起，在新的规则和技术改进之后对弯曲零件原材料提出的公差要求缩小到了 0.5 mm。“弯曲加工技术肯定会继续发



“在产品设计时就考虑到材料利用率的问题是非常重要的。”Florenz Maisch 有限公司的技术领导人 Heiner Willerscheid 博士说

展下去的，而且弯曲件的功能表面也会因二次弯曲或者整形压延而得到理想的质量要求。零部件所需的切屑加工也会因此而减少到最低的程度。”Hellbach 说。公差数据的采集和优化将会通过控制技术进一步来实现。

在谈到压弯加工技术中的风险时，他列举了在压力区域内形成的褶皱。与此相反，在拉弯变形加工中弯曲部位处的搭接、重叠则是最危险的薄弱环节。“解决和处理褶皱还相对简单一些，困难的是拉弯时的延展区域内的参数控制。”为解决这一难题，Pfeiffer 公司专门研发了一种保证拉延变形过程的新型传感器。由于钢材和铝合金材料都有着很好的延伸率，因此在屈服极限之内，力与变形呈恒定的线性关系。这一传感器探测并绘制出拉延力的曲线，并能根据检测的曲线说明何时到达材料的屈服极限。

Hellbach 预计，未来生产的型材结构件将会更加安全、可靠。这可以通过综合的材料参数测定、通过对检测报告数据的比较以及根据实际拉弯变形曲线与拉延变形量控制下的弯曲过程的比较来实现这一目标。而这一切的目的就是建立在尺寸公差和表面成型基础之上的弯曲变形加工过程的公差优化，尤其是可见表面件弯曲变形加工中的公差优化。MM