冲压行业有哪些技术和工艺值得关注？上

文 | 刘明星、李建、王思杰

本系列文章将简要介绍国内外的一些有特色的技术和工艺，有些已经出现多年，但是没有广泛应用，还不为业内广泛知道。希望本文提供一个索引，供有兴趣的零部件、设备和主机厂及相关研究人员进一步了解，能够丰富工艺选择。MFC 在微信和今日头条平台（金属板材成形）上展示了大量国内外的视频，能更加直观地展示这些技术。

激光开卷落料线替代压力机开卷落料

金属板材在进入冲床之前需要进行落料，即根据冲压件的最终形状，把金属板材用压力机、剪板机、定长剪切机之类的设备切成几何形状，然后进行冲压。这个落料过程可以由钢材配送中心代劳，也可以由冲压企业自行完成。汽车主机厂及大的冲压厂一般用机械压力机自行落料，但需要投资占地较多的压力机和各种落料模具。

用激光设备替代压力机落料的想法早在 2000 年左右就由美国人提出来，但是当时占主导地位是二氧化碳激光，并不能满足大批量的切割负荷，切割效率不能满足冲压的大规模生产需求。这个构想一直等到光纤激光技术成熟之后才开始在产业中应用，大约在 2010 年左右，美国的 Automatic Feed Co. in Napoleon, Ohio 公司投入实际应用。

汽车生产强国德国和日本也很快开始尝试这项技术，其中重要的原因之一，用激光落料高强度以及表面质量要求高的金属板材比压力机更有优势。2015 年戴姆勒公司为其在库彭海姆的梅赛德斯奔驰工厂订购了两条舒勒激光落料线。为保证落料效率，该生产线应用了舒勒的动态流技术（Dynamic Flow Technology），可以对移动的材料进行高速切割，而且不需要地坑和复杂的压力机基础。该激光落料生产线采用三个并行的激光头，可切割厚度为 0.8 至 3 厘米、宽度达到 2150 厘米的落料。

同年 10 月，本田（Honda）的在日本的 Yorii 工厂安装了一款用于批量生产的无模智能激光落料系统（ILBS），实现了批量生产，主要开发出三种关键技术：高速激光切割、高加速的 H 型龙门架系统，以及连续进料的输送系统。

激光开卷落料线尤其适合于多品种小批量产品的生产应用，只需要切换程序就能完成，这样就不需要频繁地更换模具，相关的模具维护和模具储存费用都完全避免了。配备激光落料的生产线能够加工最广泛的料片材料，如铝或高强度钢并确保高水准的产品质量，甚至能加工表面要求高的外覆盖件。激光下料还能提高材料利用率，使得下料的形状尽可能接近零部件的最终形状。国内的大族激光等企业也在进入这个领域，取代部分落料压力机的需求。

铝合金板成形

汽车轻量化是各大车厂努力的方向，不仅仅是为了降低油耗，一旦用上高强钢，甚至铝合金，给消费者的感觉就是

这车的档次和时尚感上来了，比如特斯拉和捷豹都把全铝车身作为重要卖点，满足时尚前卫的有钱人的身份识别需求。

同等体积和容量下，铝合金汽车减低汽车自重，降低了重心，铝轮毂强度大，可以把辐条设计更小，空洞更大，转动惯量小，制动散热快，加速快，提高了操控感和舒适感。铝材的吸能性好，在碰撞时能够吸收更多的动能，减轻对乘客的伤害。另外铝的循化利用率非常高，损坏只有 5% 左右。

除了车身和轮毂，底盘、防撞梁、地板、动力电池、电机驱 / 传动总成和座椅等环节都在优化使用铝材成形，这也是铝合金成为业内最热话题的原因。

玩车的比较熟悉的奥迪 A8L Hybird，使用了全铝车身框架结构（ASF）车身，整备质量 2035kg, 是同类大型混动豪华车中最轻的。

还有就是凯迪拉克的 CT6 车型，在上海的金桥工厂生产，和奥迪 A6、奔驰 E 系列、沃尔沃 S90 同级别的车型，据称用到了 11 种材质来制造车身，其中铝材占比超过 57%，凯迪拉克 CT6 车厂近 5.179 米，整备质量在 1655~1975 公斤之间，白车身重量只有不到 380 公斤，比相近尺寸的同类车型大约轻 100 公斤。

目前，在中国全铝车身领域名气最盛的是常熟奇瑞捷豹路虎生产的捷豹 XLF 他们和铝材巨头诺贝丽斯合作，据称车身铝合金应用比超过 75%。冲压采用了两条伺服冲压线，最快节拍做到 20 件每分钟，自动化率高达 90%。其中冲压一线是日本会田提供的 5 台伺服冲床生产线，单台最大吨位为 2500 吨，可以兼容冲压钢材和铝材，满足不同车型并线生产。

铝合金延展率低、屈强比较高、r 值小，冲压成形难度高，次品率高，需要很高的模具加工能力和检测能力。另外铝合金化学性质活跃，表面有致密的氧化层，传统的点焊、激光焊很难实现稳固的焊接，铝激光钎焊、铝电阻焊接、自攻螺接和自冲铆接等先进的链接方式在铝铝、铝钢焊接中广泛应用。

MFC 经常接到业内人士的咨询，想了解铝合金成形及焊接的技术资料或者论坛，打听了一圈，才发现这是一个很热门的题材，几乎锻造和冲压领域的先行者都在攻克各个难题，对技术的封锁很严格，技术人员的对外交流实质性的干货都是点到即止。

相信随着更多的人投入到铝合金领域来，成本将逐渐降下来，就像高强钢一样在中低档车上也能普及，同时也逐步降低铝车身高昂的维修费用。

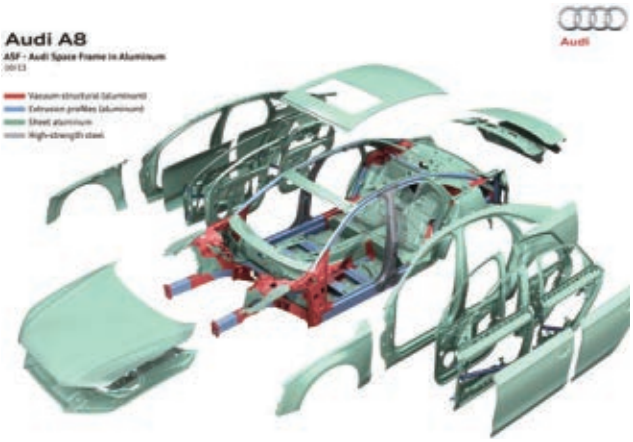

Fig. 1. 1st. Prototype machine. (1996)

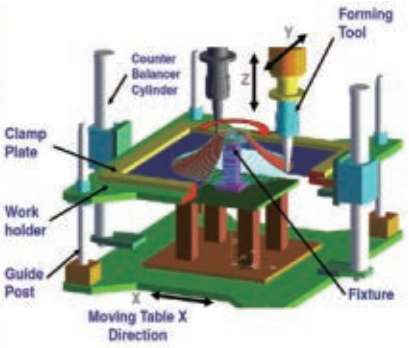

Fig. 2. Equipment drawing

无模渐进成形

无模渐进成形理论（Dieless NC Forming）是日本的松原茂夫 Matsubara 教授在 1990 年代提出来，并由日本网野 AMINO 公司在 1996 年推出第一代的无模成形机，1998 年推出无模成形的 CAM 软件，并不断完善演化。这项技术主要是用来做小批量品种的打样和生产。截止 2014 年，网野公司总共生产了 30 多台无模成形机床，制作了 3000 多种用于研发的零部件。

这个技术是怎么样的呢？通过图片，很容易看懂，金属板材四周被夹钳牢牢固定在一个平台上，板材下面垫着柔软的塑料或者木头。平台携带着板材可以在 X-Y 方向移动，平台中央上方固定的数控滚头可以在 Z 轴上下移动。X-Y 平台和 Z 轴的滚头各自独立运动，由软件控制板材平移和滚头上下运动的路线。

整个原理和 3D 打印的原理非常类似，实际上由一层一层的 2 维加工，累积成 3 维的变形效果，达到类似于冲压拉伸的工件，但是表面没有冲压件那么光滑，因为会有一道道滚痕。这项技术广泛用于快速制造原型和小批量成品，一个月能加工 1~500 多件。随着技术的进步，表面的滚痕越来越不明显。原理虽然很好懂，但是实际加工中的如何加工不同材料、如何防止反弹需要大量的数据积累。

这种成形方式最大的优点是避免了开模成本，加快了开发周期，CAD 改进方便，适合快递加工各种复杂形状、小批量、精度要求不太高的产品。与拉深工艺不同，渐进成形的塑性区很小，仅限于工具刀和金属面接触区域。金属变薄是主要断裂模式，变薄的最主要参数是成品的表面角度。这也造成表面角度是限制成形的因素之一，比如过大角度会造成过量变薄，有兴趣的读者可以用 Dieless NC Forming、AMINO 的关键字，或者日文直接搜索技术文章和专利。

这项技术被中国无锡一家名叫无锡市澳富特科技的公司攻克，研发出类似的成形机械，接受客户的设计图，完成工艺设计，加工 0.1~5mm 的冷轧钢板、铝板、铜板、钛合金板和不锈钢板，最大型深高达 500mm。该公司给汽车制造各种覆盖件、制造玻璃钢、滚塑等复合材料模具、医疗器械、机床等各类设备的外部复杂曲面外壳、医学的颅骨修补和医用支架。MFC 和该公司的人员接触过，该公司只提供零部件的外加工，并不销售加工机械。

更多新工艺，请关注 MFC 的官网或者微信公共账号：mfc-home。

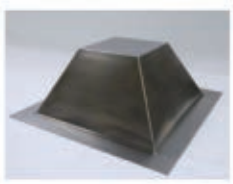

Fig. 5. Principle drawing

Fig. 6. Flower Pot

Fig. 23. New machine (MORPH-01).

Fig. 24. 14.5mm SPHC sample.

Fig. 7. Variety of pyramid shapes.

Fig. 25. Samples of 50mm square tube forming.