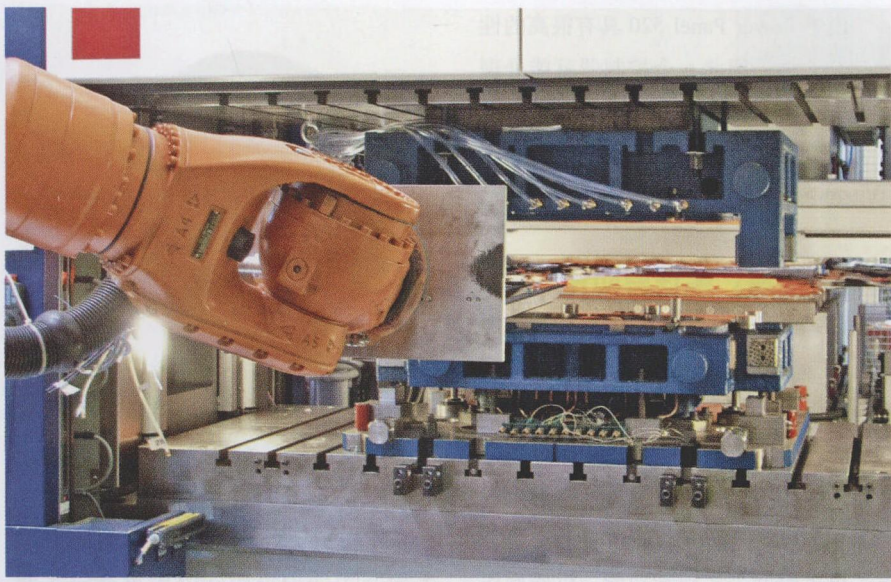




淬硬处理

智能模块化工艺环节开始研发生产

弗劳恩霍夫研究院工具和成型技术研究所 IWU 自主发展，在生产中采用了智能模块化工艺环节。由此，在工业 4.0 意义上根据类似系列的部件标准化淬硬处理第一次得以实现。

文 | Dirk Landgrebe, Frank Schieck and Morbert Pierschel

中心部件是整个过程环节中的聚合过程控制。它不仅可以缩短周期时间。设备传感器由新的软件连接，过程参数由事先设定的参数平衡，出现错误立即确认。这样变动就可以在很短的时间内得到反映，避免产生废品。研究院特意研发的接触加热设备则作为一种新型加热方式进行测试和改进。在切割边缘方面，弗劳恩霍夫研究院的科学家们在能源集约激光钢材切割方面提供了可能的处理方法。

从潜在模型到真正实现的工艺环节

淬硬处理在过去几年中越来越多地

应用在汽车工业中。板材半成品首先在温度约为 950℃ 的熔炉中加热，然后再成型压床中塑型过程中冷却。与传统的处理方式相比，它在实现同等甚至更高的结构部件稳定性的过程中可以减少材料投入。由此产生的轻型结构潜力不仅仅在汽车工业上，同时在农业机械、特种车辆、有轨机动车、船和飞行器制造上都受到关注。

其工序原则首先在处理方式复杂性、

实际塑型和冷却过程是淬硬处理的关键工序，同时负有生产的部件质量的决定性责任。通过工业 4.0 的理念，可以使过程质量得以提升

大量的作用变量以及目前对作用关联性的工艺常识了解不足等条件下，始终在类似系列应用方面是个大挑战。

弗劳恩霍夫 IWU 研究所模块化工艺环节的生成遵循了研究院的研究方法，过程优化不仅仅局限于单一程序步骤，而是在整个工艺环节的相互作用中进行校验。工具冷却的重要科学依据，可能的加热原则以及过程设计遵循研究所与开姆尼茨工业大学共同开发的集群卓越的“节能产品和工艺创新生产工程”。在 2014 年召开的该集群的成果发表会上，还额外介绍了淬火压床生产线模块，它已经能够反映出程序数据，并且初步允许在弗劳恩霍夫 IWU 按计划建立生产。

遵循熨斗原则的可替代加热

可以作为示范组件的，是位于 B 柱下方，被称为 B 柱之足的组件。这个以安全性为重的部件凭借自身复杂的几何特征以及较高的拉伸深度，为超越传统压床淬火方法的限制提供了可能。

弗劳恩霍夫 IWU 研究所研发的模块化工艺环节由四个独立的过程组成。切边锌铜合金经过研究所研发的全自动操作系统输送，实现了最小的热量损耗，

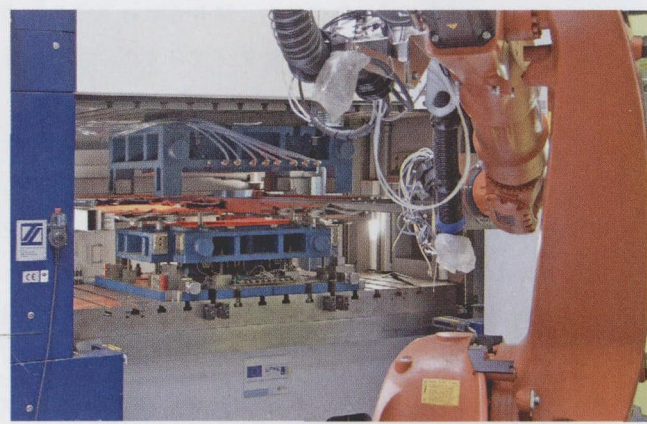


图 1 在新的程序工艺中投入了一种力学多伺服压力机

并且将材料首先输送到加热设备，然后输送到压床里。科研人员在此准备了替代方案。传统方式会使用滚动路，慢慢加热材料。为了实现较高的并且产生随本地变化的加热率，弗劳恩霍夫与Schwartz 有限公司合力开发了新式接触加热设备。与熨斗原则类似，熨斗或模板相反地将热能有针对性地传输到工件的特定范围内。加热设备由两个步骤组成，这样可以让板材或者在各个步骤中均匀加热，或者分区域区别加热。在步骤过程中，在六个区域中均可以对工件进行温度调节，这样热板是可是实现的。这样，研究人员在板材的加热过程中可以对部件的特定区域的强度变化进行干预，这对于后续的切割工序和碰撞工序都是有好处的。加热将通过特殊的能效燃烧喷嘴来完成，它可以在 15 秒内将钢板温度加热到 950℃。

工具冷却是关键工序

实际塑型和冷却过程是淬硬处理的关键工序，同时负有生产的部件质量的决定性责任，因此对塑型设备和工具系统都提出了更高要求。传统上使用液压冲压。它灵活的处理方式非常适合热塑型工序，然而却显示出推杆工序速度的缺陷。与之相反，伺服压力机得益于其高度的灵活度和工序速度提供了极大的可能性，塑造淬硬工序的效率和资源效益。基于这一原因，在新的工序环节中使用的是机械学上的伺服液压机。

在淬硬成型工序中，温度管理处于核心位置，因为在塑型和冷却过程中可以就特定区域有针对性地设置零部件的特质要求，比如说为了改善碰撞工序。传统方法上，工具冷却是通过安装在工具上方附近的水流冷却管来完成的。科研人员同样找到了新的途径，在他们的试验装置中结合了两种不同的冷却系统：在模具中，在铸造工具的过程中将倒入一个管道结构，它将作为零部件在力学机械精加工后的冷却系统。印模在承载式外壳结构中设计。零部件基体在表层的管道中铣切。紧接着基体由一个活跃外壳揭开，由此构成一个闭合的冷却系统。这是根据逆流原则建成的。所有的冷却管道都可以分别控制。这样冷却便可以精确地调节。此外，这个系统还有第二个，也就是决定性的优势：相较于封闭的冷却循环，制冷媒介从注入到排出不停地被加热，导致温度不均匀，弗劳恩霍夫研究院工具和成型技术研究所的冷却功效及其零部件表层冷却系统始终保持广泛地均匀性。

能源和资源高效化的修整工艺缩短了周期时间

铸模程序链的最后一道工序是部件切割以及所谓的修整。传统方法是在造型过程后放下，运输到激光切割设备处。由于激光切割设备时间周期对淬硬过程本身明显超出，使得零部件在硬压生产线上进行删除、放置和分离加工。为了

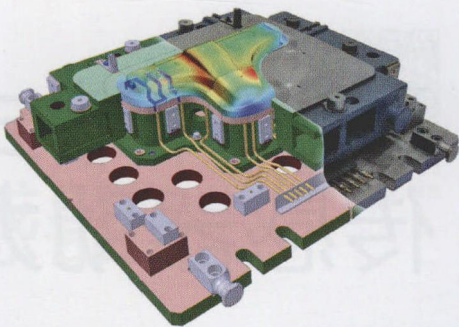


图 3 运用 IWU 研发的制冷系统，还可以通过在成型和冷却过程中特别的温度控制手段，来有目的地设置部件特性，用来改善碰撞特性

缩短这一工艺环节的时间周期，提高效率，科研人员针对零部件修整研究出两种可行方法。一种方法是热切割，将切割操作直接集成到塑型过程中，在冷却阶段通过附加在闭合工具中的设备完成。这样，分离过程就在零部件还没有冷却硬化的状态下完成，明显减少了必须的能耗和损耗。

另外一种用来处理最大强度的零部件切割的方法，是在模具成型链条中设置一个单独的设备，运用快速切割的原则，也就是所谓的绝热分割。机器部件将通过液压脉冲进行加速，于是它们在分离程序中产生的动能几乎全部被转化为分离能量。在非常狭小的分离空间内，生产原料的温度在短时间内上升很快，从而使其软化并且形成一个剪切带。通过这种绝热分离可以实现优质切割面质量，较低的零件形变和较低的工具损耗。

操作、加热、塑型和切割等过程不同的数据，例如材料温度、部件温度、冲压力度及材料位置等将通过传感器来掌握，在 IWU 研究所研制的软件中互相联通并且集中信息。科学基础构成了由数字和经验支撑的敏感性分析，以数学模块的形式来掌握，集成一体化知识库。由此，整个过程都反映在信息端上，描述出其关联性。如果偏离了预定过程参数，研究人员可以通过科技控制连接对整个系统直接进行调控。这种能效科技和对整个过程环节的联网而形成的组合，在工业 4.0 意义上，为智能化标准淬硬程序提供了重要的实践知识。[MM]



图 2 为了设计和验证研究，首先要搭建一个虚拟的工序环节 3D 模型，来反映接近实际情况的程序数据