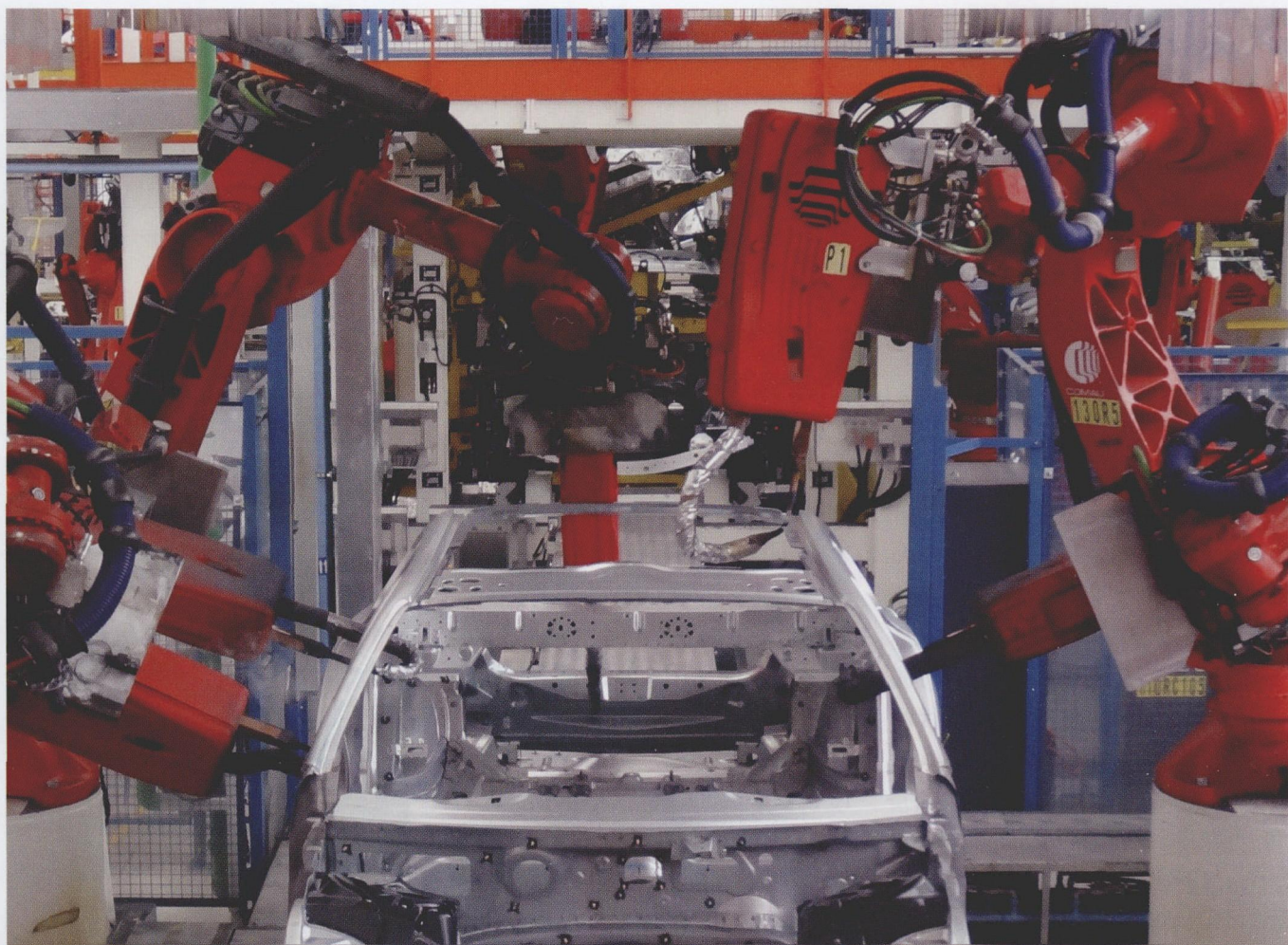




协作机器人

用于装配作业的机器人

机器人的最大应用主要仍然是装配作业，在较繁重、单调的作业中或是在对于装配作业来说过于狭窄的空间辅助作业人员进行作业。如今，机器人的作业范围已经扩大了很多，在斯图加特举办的第35届 Motek 国际专业展览会上，呈现了自动化界色彩斑斓的新产品配置。

文 | Simone Käfer 和 Victoria Sonnenberg

在斯图加特举办的第 35 届 Motek 国际生产和装配自动化专业展览会上，来自全球 27 个国家，近 900 家参展商展示了生产和装配自动化产品各式各样的配置。此外，轻结构的议题已经不只停留在大家的口头上，而是已经可以在 Motek 国际生产和装配自动化专业展览会上进行展出，并且成为此届展览会的展出重点。此外，第 10 届 Bondex 世博会也在同一展出场地同时举行，Motek 国际生产和装配自动化专业展览会和 Bondex 国际粘结技术展览会组成了一个展出技术、产品、生产自动化结构件以及灵活性要求高的变形件装配的博览会二重唱。特别是向人们展示在轻结构实践中的应用型机器人，如今，轻结构组件和结构组件的制造与机器人技术的结合十分紧密。

在轻结构件的制造方面：人们可以看到精准变换粘结材料进行生产；粘结材料和结合料的应用、原材料件的轮廓切割、镗孔和装上边缘；半成品件的处理或半成品件加工工具。在将轻结构件安装成为结构组件的过程中，人们可关注到加工处理、结构件的接合以及所使用的接合作业工具；在成品件的进一步加工中所进行的检验和处理。

在所有的流程步骤中，机器人和机械臂夹紧装置以及材料流外围设备均起着核心作用。机器人技术在这些生产流程中均能够快速、动态和可重复性地实施作业和辅助性作业，在轻结构中的应用方面，则使用相应的刚性、动态及静态高加载能力的机器人 / 机器人臂和夹紧装置 / 拉紧工具实施作业。在此，首先必须考虑结构和材料技术方面的问题，接下来才是要考虑在自动化生产中轻结构的应用以及在轻结构部件和结构件的安装作业以及进一步进行工业性生产制造领域中的问题。

如今，人们的意见达成一致：共同的目标应当是为中小企业（KMU）进入自动化提供入门门槛。现在就有很多产品表明，如何才能做到这一点。例



图 1 企业在标注了设备是机器人技术的情况下，可提供 EGS 自动化技术，如 Epson 公司研制的机器人可持续进行 4 周的非强制性试验

如 EGS 自动化技术公司便介绍了接近实际应用的技术解决方案。该企业不久前提出了一个另类的口号，即人们可在长达 4 周的时间内不承担购买义务地试用一部机器人，之后再选择是退货还是购买。这与提供优惠租用和提供一整套技术服务不同的是，机器人生产厂家提供机器人，并且与客户一起使机器人投入生产运行，机器人生产厂家在客户使用机器人的头一个半天时间内为其提供技术指导。EGS 自动化技术公司今年参展 Motek 国际生产和装配自动化专业展览会的重点是其 Sumo 结构系列的 4 个机器人成员，这些机器人有不同的新功能和任选项：其中，Sumo Quattroplex 是一个结构紧凑的入门性技术解决方案；而 Sumo Magaplex 则是一个带有大工件自主装置的托盘系统；Sumo Fotoplex 和 Sumo Ecoplex 组合系统则用于由粒状松散材料制成工件，并且在制成梁式工件的流程完成之后，将梁式工件输送到托盘上。

Motek 国际生产和装配自动化专业展览会除了推介机器人技术解决方案的

经济性优点外，还优先介绍人与机器人合作进行作业。KUKA 设备制造公司将在 Motek 国际生产和装配自动化专业展览会上用最小的机动 Flexfellow 机器人来演示人 - 机器人 - 合作（MRK）的优势。

机器人单元辅助作业人员完成困难作业

近年来，KUKA 公司在研发人 - 机器人 - 合作（MRK）新的技术方案方面一直走在前列，使人和机器人在没有安全围栏的情况下合作进行作业。如，这家位于奥格斯堡（Augsburg）的企业研发的位置灵活的机器人单元——KUKA Flexfellow 已经在大众汽车厂（VW）的汽车组装作业线上使用。在此，机器人单元辅助人员完成人难以接近的汽车一侧的螺栓拧紧等工作，然后汽车由无人驾驶系统（AGV）提供给下一个作业点。该技术解决方案基于多个 KUKA 设备的技术和一台 7 轴轻结构机器人 LBR iiwa。机器人单元 KUKA Flexfellow 具有感觉灵敏性能，能够自

主地感应到汽车螺栓所在位置，如果无人驾驶系统（AGV）没有准确地停到工位上，还能够通过瞬时传感器进行识别，当机器人感受到有人或其他障碍靠近时便停止运行。整个工位，如螺栓或者定位设备以及带有人 - 机界面的汽车通过台，必须按照人 - 机器人 - 合作（MRK）的应用进行设置。这才意味着这些部件满足了通常的技术要求，与此同时，这些部件还必须是较轻的、圆形的且总体上来说必须是安全的。在高级技术解决方案（Advanced Technology Solution）方面，KUKA 公司为集成和终端客户提供一个广泛的通过人 - 机器人 - 合作（MRK）部件乃至有生产许可证的人 - 机器人 - 合作（MRK）技术的整套设备的组合配置。

具有转换性能的组装系统取代大型机器人

位置灵活的机器人单元集成了所有必要的部件，如一个客户专用的机器人控制装置、一个螺栓夹紧装置、一个显示设备状况图像化信号灯以及一个断开模块。KUKA 公司高级技术解决

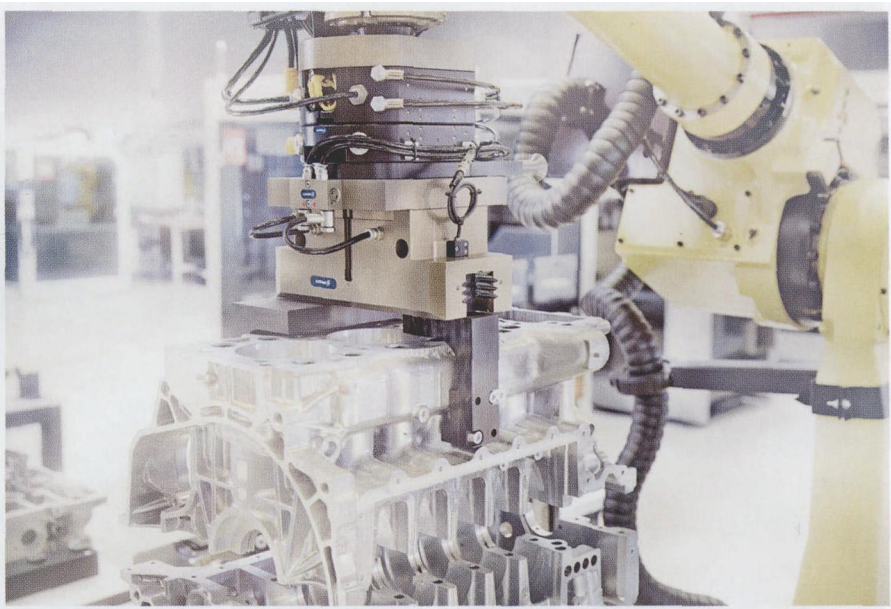


图 3 图为带有发动机机组控制装置的万能夹具正在进行作业，可见 Schunk 公司的 PGN 系列夹具十分适用于自动化工业

方案（Advanced Technology Solution）副总裁 Henning Borkeloh 表示，这样位置灵活的机器人单元便会结构紧凑。“在汽车制造业，没有设置带有大的防护围栏的外部系统的位置。”他又表示，“一部传统的工业机器人所需占位最多可能可能是大众汽车厂（VW）安

装的机器人单元 Flexfellow 所需占位的 5 倍。”机器人单元 Flexfellow 在生产中特别灵活，可随时将其推到新的使用的地方，整个系统由多个单元组成，能够快速地进行改装。这种技术解决方案便总是能够有多样化的变化，并能够在较短的生产循环周期内有效地进行作业。Henning Borkeloh 继续说：“人 - 机器人 - 合作（MRK）具有转变功能的安装系统在倾向型生产理念（Lean-Production-Idee）的意义上取代了设置在安全围栏后的大型机器人，这是我们的愿景。”

改进型夹紧技术有助于机器人进入安装作业领域

如果不能夹牢或是夹牢后又会松开，那么再好的机器人臂也是没有用的。为此，在本届 Motek 国际生产和装配自动化专业展览会上还展出了最重要的夹具生产厂家的最新研究成果。例如，Schunk 公司带着其最新研究成果 PGN plus 系列夹具来参加本届博览会。Schunk 公司的特殊技术是多齿导轨。传统的 T 槽导轨所有的力和力矩都是作用到两个导轨上的；而多齿导轨却相反，



图 2 作业空间给工作人员造成作业困难时，机器人单元 Flexfellow 可扩展“Ceiling”模块，这种技术解决方案可调整高度，从而可实现拧紧螺栓作业以及如运输等的简单作业

其是将负荷分配到多个平行布置的对称双角导轨上的。这样，便抑制出现负荷峰值，由此降低了磨损。而更加主要的是，由于齿比较长，所以 Schunk 公司的多齿导轨在夹具相同的情况下夹紧力较高。同时，这样也有助于多齿导轨的作业重复性，该多齿导轨的作业重复性可持续保持在 0.01 毫米。为了实现将大的力作用到小的结构空间，Schunk 公司研制的多齿导轨采用了一个椭圆活塞驱动装置。该公司的 PGN 系列夹具当前的变形装置是带有数字化控制装置和 24 V 驱动装置的 PGN plus Elektrisch 系列夹具。通过使用一个 M8 标准连接装置，可借助于集成的传感器搜索两个夹具的位置。中小型企业（KMU）也可使用 Schunk 公司研制的 PGN 系列夹具。对于中小型企业来说，PGN 系列夹具既没有机电一体化的技术诀窍，在投入使用前也不须另行进行程序化。而 IPR 的混合式平行夹具则不同，IPR 混合式平行夹具是一个快速伺服定位装置和一个程序可靠的气动夹具相结合的产物。通过集成的伺服电机，可自由将行程进行程序化，这样便可处理不同大小的工件。通过夹具板牙的准确预定位，可将作业周期降至最短。采用混合式平行夹具时通过抓紧力来夹紧工件，借助于 RPW 夹具系列和 IPR 混合式平行夹具的 IPW 夹具系列可气动式地可靠夹紧重量最大为 80 kg 的工件。夹具气动作出反应，伺服电机便不必持续工作，这有利于驱动装置节省能源成本。与机器人进行信息交换的夹具装置的特点是，混合式平行夹具的电动驱动装置是作为机器人控制装置的一个附加轴集成的，这样便确保了快速且简单的交互。带有附件的混合式平行夹具也可用于执行测量和检验任务。

遗憾的是，当要夹紧表面敏感的结构件时，机器人臂和夹具达不到技术上的最高效率。这种情况经常在汽车制造业、半导体和显示技术中出现。为此不久前，Leibniz 新材料研究所（INM）

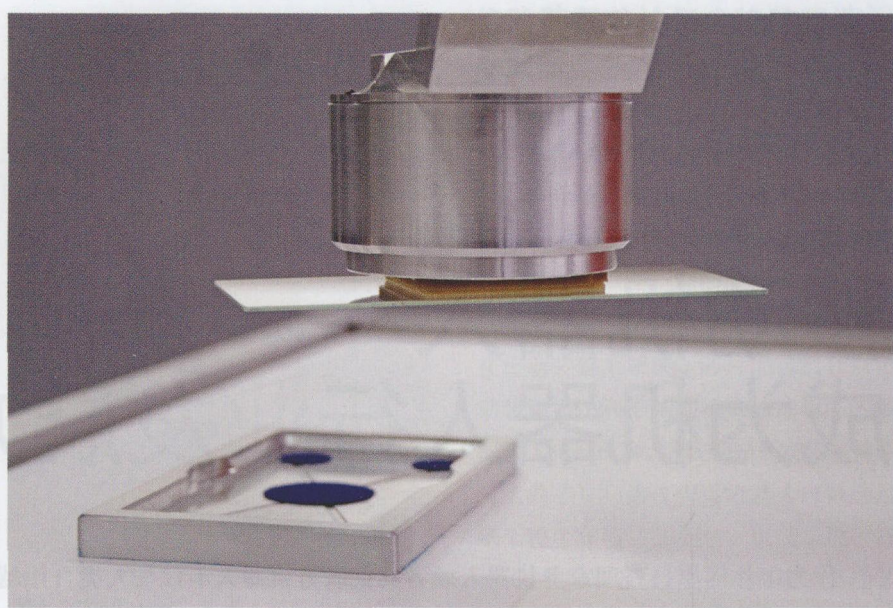


图4 使用进一步研发的 Gecomer 结构可实现每 25 m² 上 20kg 材料的夹紧，这些材料的重量相当于 40 个平板电脑

已研究出了 Gecomer 技术，该技术与壁虎的附着原理相仿，由此降低了损坏工件或持续的残留附着力的风险。

Leibniz 新材料研究所（INM）的科研人员称，他们研究出的 Gecomer 结构的附着力可最多抬起每 25 m² 面积上的 20 kg 的材料，这相当于 40 个平板电脑的重量。这样便可利用一个这样的夹具来运输重的、轻的和敏感的物体，这在“工业 4.0”领域则尤为重要。Leibniz 新材料研究所（INM）功能性微观结构项目的 Karsten Moh 解释说：“人工合成制造、用显微镜才能进行检验的微观结构的支柱托臂，被称作 Gecko 结构，可通过纯物理转换作用附着在物体上。通过对结构的机械控制，可实现附着和切断附着。这样便可以很快速且准确地抬起和放下物体。”他指出，这种应用也可在真空条件进行使用，“使用新研发的附着系统，所实现的粘着力可达 8 N/平方厘米。在进行此项研究的过程中，该系统能够承受 15 000 次附着试验。”轻度不洁表面也能可靠附着。人们亲眼所见的是，该项目的科研人员正在拱形表面上进行附着试验。

Motek 国际生产和装配自动化专

业展览会上还将展出控制系统。如 Pilz 公司将带着其 PMC primo MC 型的机动控制系统参展。这种开放式外部控制系统相对迄今为止的驱动集成式 PMC primo C 型控制系统不同的是，与 PMCprotego 5 安全卡共同使用，会产生一个可靠的结构紧凑的驱动技术解决方案。可以想象的是，该控制系统的应用范围会很广，也适用于抓取和生产线应用，该应用由一个存储器程序化控制装置（SPS）的控制功能和机动控制功能组成。借助于加大功率可达到较高的循环作业次数。

也可用于台面作业的张紧装置

Matrix 公司因另一种夹紧技术而被人们所熟知：也就是单个装有弹簧的挺杆，每个挺杆可与任意轮廓相匹配，这样便能张紧每个表面。通过工件在挺杆内的固定负影像来张紧下一个外形一致的物体。如果所要张紧的物体更换了，通过松开固定螺栓，挺杆便又回到起始位置。Matrix 张紧系统不仅可用于工件的张紧作业，而且还可以用于台面作业。为此，仅需一个螺丝扳手，而该螺丝扳手能够用于该系统中的所有螺丝。MM