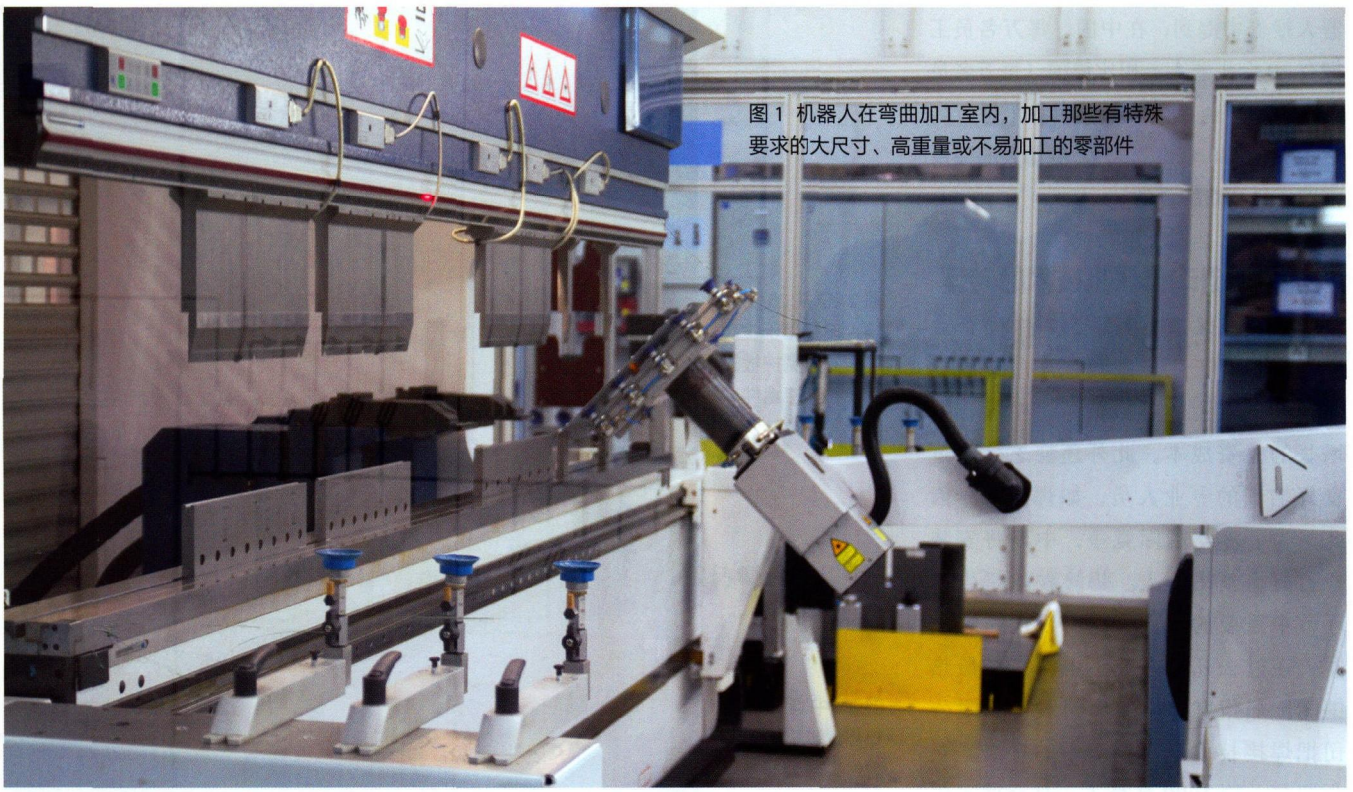

图 1 机器人在弯曲加工室内，加工那些有特殊要求的大尺寸、高重量或不易加工的零部件

弯曲加工

机器人完成有特殊要求的弯曲加工任务

电气设备需要使用金属板来达到保护作用。这经常涉及到与安全有关的组件，所以生产方面必须达到相应的精度。因此，一个运用它的经验来帮助人类的机器人是必不可少的。

文 | Stéphane Itasse

无论是为了铁路行业整流器集装箱，还是工业整流器或接触轨外壳，Sykatec 都能提供高精度要求的产品。公司 15 年前作为西门子子公司成立，成为其客户的系统合作伙伴，提供轨道车辆、工业整流器或金属加工的研发到物流。

公司大部分业务集中在金属弯件上，并呈现出多样性：仅在 2015 年，就按客户要求加工了 15 000 件不同的零件。“无论是钢、铝、铜以及所有金属材料都可以，” Sykatec. 总经理，Gerd- Friedrich Witthus 介绍道。许多用于轨道车辆的产品都是与安全相关的组件，所以金属弯件必须按要求精准生产，“例如，当我们生产弯件内的螺纹固定印制电路板时，精确度必须达到 1/10 mm，弯边同样如此，” Syaktec 的生产助手 Markus Jordan 解释道：“在装配中拧紧或铆接零部件时，孔眼必须精确匹配，因为不能进行修整工作。”

按特殊要求在弯曲加工室内加工零件

“对我们来说，弯曲加工是一项关键性技术，因为其中我们结合了对零部件的结构设计取代两个或三个零部件，我们只需使用一个，这样的话形成了一个复杂的弯件，” Wittbus 说。Sykatec 可以对零部件完成 20 次弯曲，而通常只能进行二到八次。

在弯曲加工室内，我们采用 Trumpf

的 Trubend cell 5000 系列折弯机设备。制造商称，可以在生产不同零部件时提供高效和灵活的自动化设备，并保持始终如一的高质量。“至今，我们已经在压弯机设备中使用了机器人进行自动化加工，此外，我们还有其他十台机器人设备，” Wittbus 陈述道。企业在弯曲室内加工尺寸精密性和表面光洁度方面有特殊要求的零部件。

名为 Bendmaster 的机器人有两个灵活的夹钳系统，可以自如拿起金属板和零部件：用一个钳子夹取小零件，而用装配的吸盘夹钳获取大型零件。在用钳子拿起金属板时，钳子可以精准定位抓取。当使用吸盘夹钳时，首先使用摄像机精准定位金属板，这样机器人可以准确抓取。“钳子抓取的优点是快速，因为它省略了测量过程，而缺点是，只能抓取小型零部件，” Jordan 说道。对此，在使用吸盘夹钳时，金属板不能完全的堆叠，因为这样会造成摄像机视觉上的失误。

由于弯曲加工室完善的功能配置，可使机器人加工各种不同金属特性的材料。角度传感器获取弯曲回弹系数，并传送给控制系统，这样机械就能自动进行角度修正。“在弯曲加工时碰到的问题是，材料性能会影响弯曲结果。所以不仅在加工不同特性的材料时需要及时进行角度修正，在加工不同批次时同样需要，” Jordan 说道。若弯曲加工室没有修正功能，那操作者必须经常进行检查，并做出必要的修正。

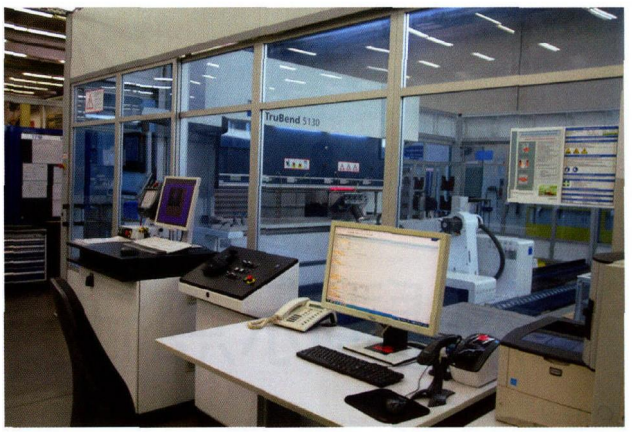

图 3（下）在弯曲加工室自动化工作同时，操作员可以同步操作其他机械

机器人可以缓解员工身体压力

“虽然机器人的工作速度并不总是比人类快，但它可以连续工作，在无间歇、无人照看的情况下完成三班制工时，” Witthus 说道。Sykatec 设备可以完成材料的导入和导出，所以推测机器人在可以无人监管的情况下连续工作 2~3 h。当机器人完成弯曲工作并松开后，操作员进行检查，随后附上一个教程并将弯件打包。

“在过去几年中我们使用机器人生产了超过 60 种不同的零部件，” Jordan 说道。Sykatec 除了关注机械的精准度，同样重视人体工程学。“在加工大尺寸，高重量或不易加工的零部件时，我们交由机器人来完成，” Meister 说道。“手动弯曲意味着员工大量体力上的负荷，因为人需要拿取并再松开零部件，” Witthus 补充道。

通过机器人的使用改变了操作员的工作要求，即从身体负荷工作转变到监控和修正工作。通过弯曲机器人可靠的运行，使操作员在完成装配工作的同时可以完成其他操作。“弯曲机器人的操作员预先在压弯机前完成所有工作。他必须了解弯曲加工的基础知识，” Jordan 强调到。“当弯曲加工增添一名新员工时，我们预计需要半年时间，使他掌握不同零部件性能，” Meister 说道。与弯曲机器人共同工作的前提是，接受位于 Ditzingen 的 Trumpf 公司提供的大约为期一周的操作培训课程。除了机械操作员，NC 程序员也要参加培训。而且程序员还要首先完成额外三周的编程培训。为了确保能完全掌握操作，制造商还派遣应用技术人员提供现场为期两周的培训。

在规划弯曲加工室时，要基本定义弯曲加工顺序，所使用工具和技术方面的参数。这样员工在精调仪器时只需注意一些细节，如不同材料的特性。“有许多关于机器人程序的内容，然而员工只需了解一些细微之处，” Witthus 说道。使用机器人完成弯曲任务是一个高技能的工作，为此只能任用最优秀的员工。机器人同样被视为是人类员工完成手动机械操作之外的补充。MM

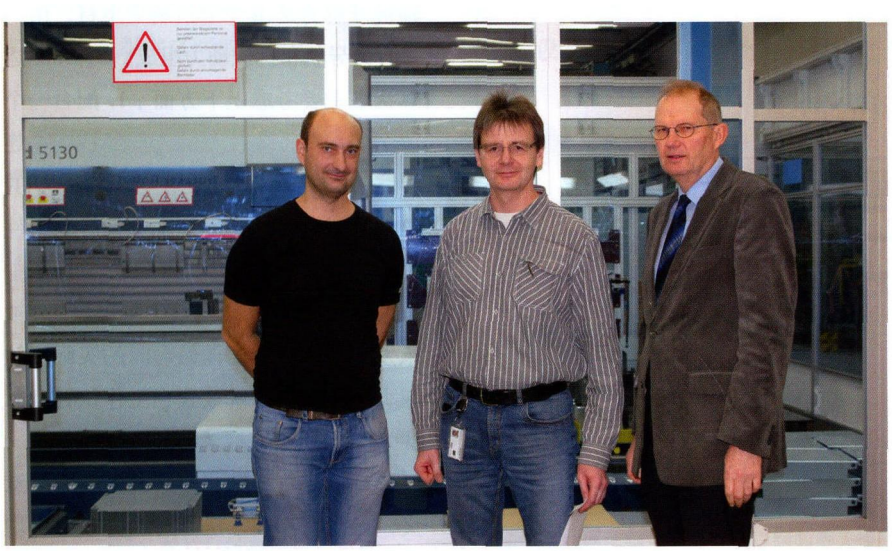

图 2（上）对他们来说，机器人的使用是对人类员工的很好解放：机械操作员 Rainer Stegbauer，Meister Markus Jordan 和 Sykatec 总经理 Gerd- Friedrich Witthus