

机器人

通过人机合作实现自动化生产

一台 700 t 的螺旋压力机使用两台机器人便可实现高经济性的无人操作生产。如果这两台机器人中的一台停止工作，那么，则由一名操作人员来完成这台停止工作的机器人的任务。由于采用了计算机软件控制安全方案，所以，人和机器人实现了最密切的合作。

文 | DIRK HABLICK

目前，在制造企业产品变化性越来越大的背景下，生产灵活性的要求在不断提高，人机协作生产则越来越重要。由于人具有先天性的功能，对变化的生产条件反应明显较快，这样，在自动化生产过程中，如果一台机器人出现故障，那么由人来完成这台停止工作的机器人的任务，仍然能够实现自动化生产。

图 1 一台 700 t 的螺旋压力机采用一对机器人，实现了从投放毛坯直至去除模型件飞刺的实心模型件整个生产流程的全自动化生产

Leiber 集团是一家受用户欢迎的专门致力于铝、镁以及特种合金轻结构件的生产制造厂家。该厂家有着丰富的锻造工艺、特别是铝制品模锻和加工方面的经验。该集团的客户中首先是汽车生产厂家。Leiber 集团为汽车生产厂家提供发动机、汽车行走机构以及车身构件。由于模型变化越来越大且模型的寿命也在不断缩短，这样对生产制造业的最大挑战是——必须着手设计新的自动化生产方案。

自动化方案应保证不间断生产

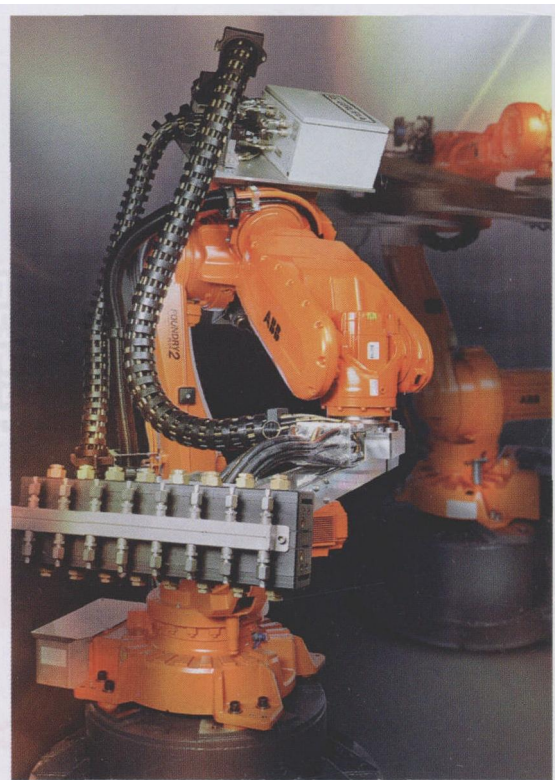
为了提高位于波兰的 Leiber 集团生产小客车部件的一台 700 t 的螺旋压力机的生产能力，该公司委托 Indat 数据技术及工业自动化有限公司研发螺旋压力机自动化生产方案，要求实现铝制实心模型件整个生产过程的自动化，即从投放毛坯直至去除模型件飞刺的整个生产过程实现无人操作的自动化生产，以达到提高产量和生产安全性两方面的目的（图 1）。

因为前面已经提及该公司的生产必须具备灵活性，所以 Indat

数据技术及工业自动化有限公司研发螺旋压力机自动化生产方案选择了在压力机旁边设置两台机器人。这一对机器人布置在压力机对应的两侧，当一台机器人负责调换压力机工件并去除飞刺时，另一台机器人则负责将加热的工件毛坯放置到压力机内，并用喷射法除去工件毛坯上的隔离介质（水、石墨）。为了满足特殊的要求，研发单位还专门研发出专用抓钳。这些抓钳接触加热的工件的受热部位，坚固耐用且无需保养维修。采用该抓钳的设计方案，不仅抓钳的设置费用达到最低化，而且可以往压力机内放置相对变化多样的工件，这样便省去了在加工工件日趋多样化的今天，使用该抓钳便不需要增加改进抓具的投入。

实现人机组合作业

因为在正常的作业中，该压力机实现了无人操作作业，从安全技术的角度，该压力机不需要设置较大的防护栅。因为，该压力机的作业方式不仅设计为使用两台机器人作业，而且当一台机器人出现故障时，可实现人机组



合作方式；也就是由一名锻工替代出现故障的那台机器人进行作业（图2）。此外，当加工工件量小、不采用自动化方式制作锻模的情况下，人们对这种人机组合作方式便特别感兴趣。在这种情况下，由一台机器人往压力机内放置工件并去除工件的隔离介质，由一名工人负责转换锻件。

为了能够实现这种人机组合作方式，必须设计一个缜密的安全方案。这样，这名替代机器人作业的锻工才能够在另一台机器人旁作业。根据普通的机器人必须与人分离作业的原则，一般情况下这种人机组合作方式几乎是无法实现的。另一方面，这种人机组合作方式安全技术方案还不能影响限制整套压力机设备的灵活性。通常要达到这样的要求，实现这种安全技术方案的耗资大。Indat 数据技术及工业自动化有限公司能够将应用于其他领域的人机组合作以及传统部件组合领域利用计算机软件进行安全监控的经验运用于锻造技术。目前，使用机器人技术早已成为常态，因为人们早已对 ABB 公司的机器人采用这种“Safe-Move”技术系统。

在光幕和扫描器确保锻工在压力机前作业安全的同时，计算机软件正在调节和监控人机组合作。借助于对机器人的“Safe-Move”技术系统基于该领域最新发展的繁复缜密的计算机软件和电子技术的安全技术，可实现上面提及的机器人安全运动。压力机作业时，不需要将机器人和操作人员完全隔离开。

该“Safe-Move”技术系统由计算机软件和电子安全卡组成，能够支持监控所定义的停留范围

内机器人的定位。此外便是定义人和机器人可能组合作的范围，在该范围内，要定义在哪些区域内允许机器人运动，在哪些区域内不允许机器人运动。这也意味着，人机组合作业时，人只

能进入被定义为有安全防护的区域内。在该安全防护区域内，机器人运动速度下降，且机器人只允许保持这样的运动速度，即该机器人随时能够制动的运动速度，也就是说，机器人不允许离开被定义为允许机器人作业的区域。

因为计算机软件将机器人的运动准确地限制在其运动的区域内，这样便可最佳地利用生产作业面。由于限制了机器人的运动速度，确定了机器人和人的安全距离，此外，还进一步节省了作业面的面积。与传统的监控部件相比，如与可调节的凸轮控制开关相比，利用计算机软件控制机器人运动的方法有着若干优点。使用凸轮控制开关必须布线并进行调节，此外，这种监控方式也存在着机械磨损。凸轮控制开关的功能只能对机器人两三根轴的运动空间实现安全防护运转，而“Safe-Move”技术系统则可对机器人的全部6根轴实现限制在小运转空间内的防护运转。

在针对压力机压模工具件的安全防护方面，为了避免由于错误程序或是操作人员的错误操作出现故障而造成损失，“Safe-Move”技术系统也可对所定义的小安全区域内的压力机工具件进

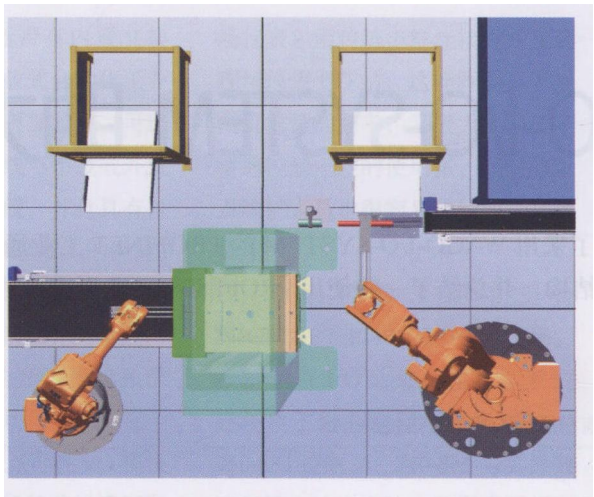


图2 在出现故障时，不是两台机器人在相对小型的压力机两侧作业，而是一名锻工和一台机器人在最狭小的空间组合作业

行安全监控。采用该“Safe-Move”技术方案，能够满足压力机安全生产的各种要求，如实现对整个压力机设备的可靠监控并在出现危险状况或压力机的测量和传动系统出现故障时立即停机。这样便实现了对机器人进行可靠监控，而该监控是以计算机软件繁复缜密以及对整个压力机设备系统实现自动监控为前提条件的。有了这样的监控，一名锻工和一台机器人组合可以在压力机前没有任何危险地进行作业。

人机组合作业安全防护方案

现在这种在作业出现紧急状况下才采用人机组合作的特有形式，将来在正常的工作中也有进一步推广的可能性。现在企业批量产品的零部件数量在下降，并且零部件的多样性有较大的提高，难以实现成本经济的零部件加工作业。未来的制造业既要求发挥人与生俱来的能力，又要发挥工业机器人所具有的高重复性精准作业和承载力大的优势。新的安全防护方案、硬件功能的发挥均以计算机软件为基础，这样才能实现在SPS（存储程序控制装置）程序化层面的人机智能化组合的应用技术。[11]