

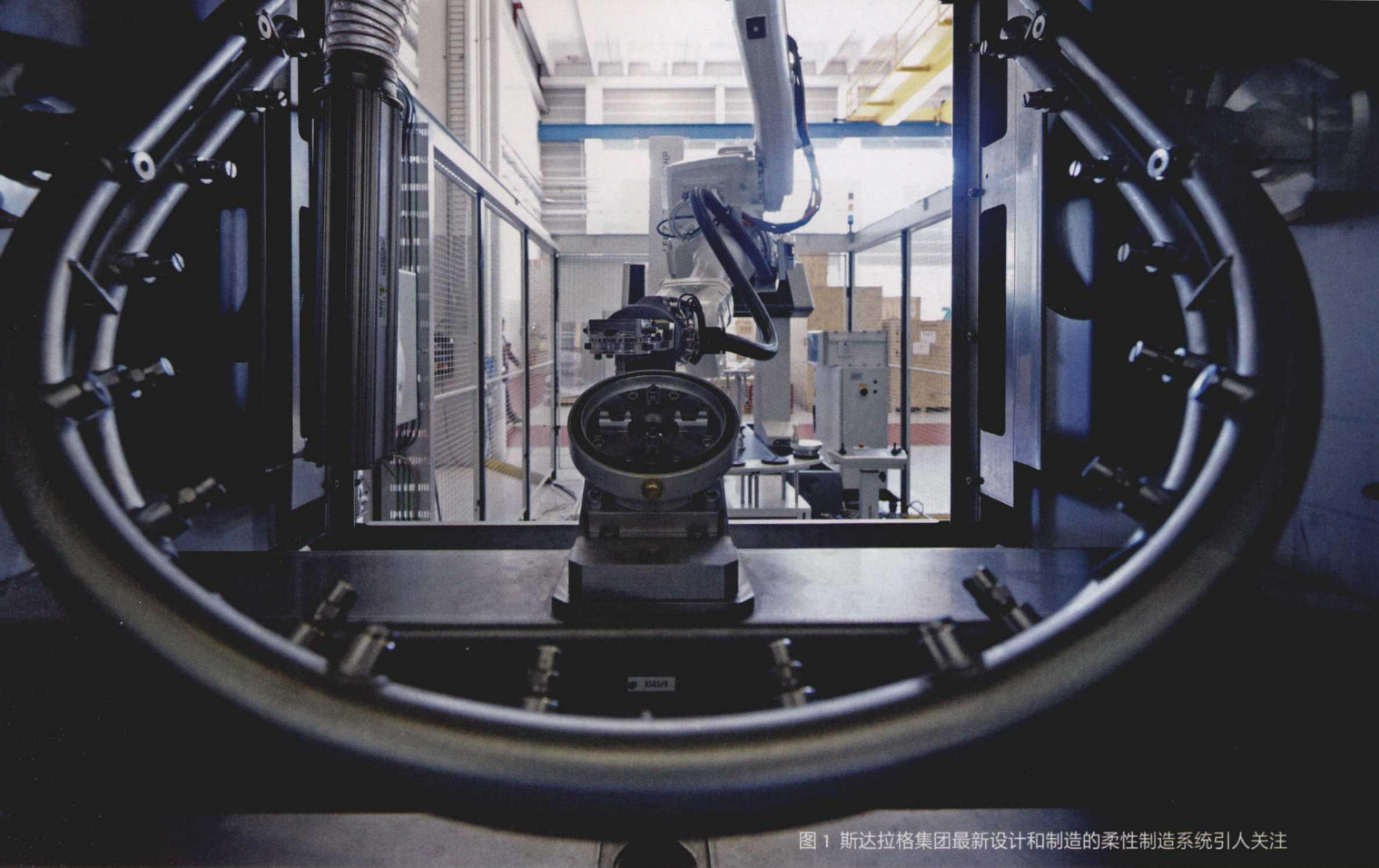


图1 斯达拉格集团最新设计和制造的柔性制造系统引人关注

柔性制造系统

柔性制造系统 使叶片生产全自动化成为可能

斯达拉格集团最新设计和制造的柔性制造系统（FMS）正发往中国。通过生产过程全自动化，一家活跃于中国航空工业的企业每年将实现制造 30 000 枚铬镍铁合金或锻钛叶片（图 1）。操作人员只需将毛坯件插入料盒，随后就可在料盒的另一端拿到可用于安装的叶片。



更多精彩请扫描二维码

文 | 斯达拉格机床（上海）有限公司

柔性制造系统正成为全球趋势，特别是航空领域与能源工业，利用自动化批量加工的质量和优势获利。斯达拉格是这些高要求系统的优质供应商，二十多年来，为制造飞机涡轮部件及结构件设计和供应柔性制造系统。在这期间，斯达拉格开发了大约 60 套自动化多机系统，使公司积累了丰富的技术经验（图 2）。

斯达拉格在罗尔沙赫伯格工厂的开发部主任 Markus Ess 博士解释道：“除了在机床、刀具、夹具和 CAM 系统领域具备的核心竞争力，我们在交钥匙项目中也具备丰富的专业知识（图 3）。在柔性制造系统中，我们通过自动化组件及所有其他必要组件对机械加工技术进行补充，因此我们能够为客户提供一套完整、可靠的生产系统。”

最新工厂设定的基准达到前所未有的高度。这家中国航空公司订购的柔性制造系统必须完成每年自动加工 30000 枚叶片的工作量（图 4）。这一总量由 4 种不同尺寸的叶片类型组成，尺寸从 80 mm 到 200 mm 不等。这些叶片就是“可调导向叶片”，它们安装在涡轮的垂直部分，可以根据需要调节流量或推力。由于这 4 种类型产品的实际批量约

为 200 件，因此柔性制造系统必须确保高精度和相应的产量，同时还要显示高度的灵活性（图 5）。

要求苛刻的生产流程

在以前，叶片生产需要经过不同的单机，不能实现大型的自动化，且叶片需要在最后阶段进行人工抛光。正因为如此，客户明确知道他们想从新的斯达拉格柔性制造系统中得到什么，以及能从中获得怎样的附加优势：必须通过现代生产技术简化工艺，并具有最大工艺可靠性和更优质的成品。同时客户特别强调系统的自动化，避免任何因人工操作而产生的错误。“在某种程度上，柔性制造系统应当是一个黑盒子系统，操作者只需在过程开端将毛坯装载进一个料盒，在末端得到可以随时安装的叶片。” Markus Ess 表示。

设计整体工艺是主要挑战，哪种操作顺序有用？应当如何进行输送？这些都是客户需要面对的问题。例如，为了避免运营公司在维护设备的过程中不得不关停工厂运转的问题，由 Markus Ess 领导的开发团队将系统安排成两个几乎完全一样的冗余部分。每个部分包括一个装夹区域、一个安装在 20 m 桁架系统上的搬运机械手、一个清洗系统、一个抛光机器人、一个坐标测量设备和一

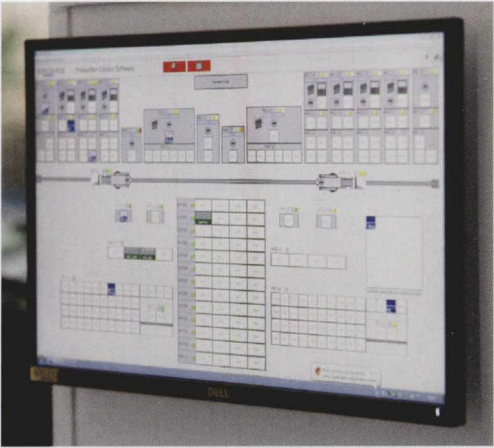


图 3 罗尔沙赫伯格工程部主管 Markus Ess 博士说：“我们在交钥匙项目上有丰富的专业知识。”

个打标系统。产品加工的主要任务由 7 台斯达拉格 LX021 加工中心完成，其中 4 台分配在一侧，另三台分配在另一侧。

由设备操作人员装载毛配件的材料仓库在一定程度上被用作自动化单元的接口。桁架式机械手从这个仓库拾起一个锻造毛坯件，由第一个夹具夹紧并输送到加工中心。加工中心的第一个阶段是测量，在此期间将预期的成品部件几何外形与叶片坯料进行对比测量，这一过程由加工中心独立进行。第一步操作还包括为第二步装夹铣削夹紧点，然后机械手用另一个夹具夹住部件，将其送回机床中。这样部件装载入一个托盘系统，该系统

也是中间存储的压缩方式，由此运输机构从加工过程中分离出来。

整体复合加工的责任

下一步是加工由铬镍铁合金或钛锻造的坯料。除 5 轴铣削叶片外，2 个主轴附件也必须旋转，以便在后续使用中对叶片进行调节。“我们的 LX 021 是为加工小组件而设计的加工中心，主要用于飞机发动机叶片，也非常适合整体复合加工工艺。” Markus Ess 说。

在开发 LX 系列时，斯达拉格考虑到了叶片的高精度和高效五轴联动加工，最小的版本是 LX 021。“作为第一台叶片机床，系统转速非常重要，” Markus Ess 强调，“为此，LX 021 配备了高速旋转轴，速度可达到 4000 rpm。对于带有约 10 mm 轴附件的小叶片的整体加工，这一点至关重要。”就铣削工艺而言，LX 021 能够满足自由成型叶片所要求的高精度，这不仅归功于其优质的机床，还要归功于卓越的加工工艺：斯达拉格开发的 RCS CAM 软件可用于生成铣削程序，同时公司的硬质合金铣刀确保了最佳切削性能。

根据部件的年产量，斯达拉格开发人员计算出需要将 7 台 LX 021 加工中心集成至柔性制造系统。7 台加工中心都有相同的特性，能够完成相同的任务。

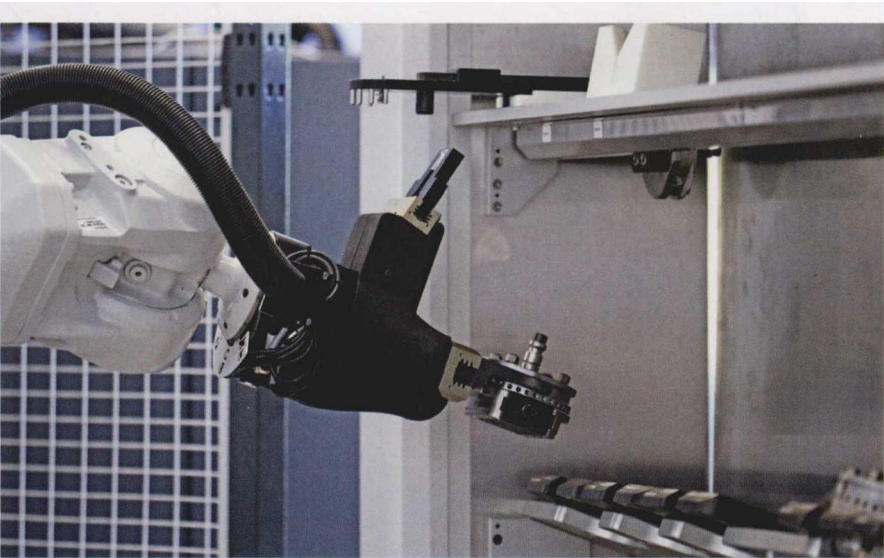


图 2 斯达拉格集团特别关注自动化技术的开发

优质组件为自动化加工单元锦上添花

加工完后，桁架式机械手将部件运输到清洗站。当所有冷却剂残留物从部件清除后，进入抛光程序。一台专门为此任务编程的机器人确保满足最严格的表面要求。然后在 3D 坐标测量单元内进行最终检查，核对客户指定的所有特性。接下来，在叶片上打上带有独特识别码的标签，这样每个生产步骤都可以在后期进行追踪。最后，桁架式机械手将完全加工好的部件从最终夹具上取下并放回到材料仓库，操作人员可以从这里获取成品部件。

整条生产线由一个带有 PPC 系统的单元控制器控制。所有系统必要的功能和策略都由 Markus Ess 领导的开发团队确定。他指出，订单不仅限于设备单元，斯达拉格集团还负责配合辅助工序，例如刀具设置。“我们供应合适的设备用于热缩和测量，确保数据可靠传输至柔性制造系统，保证加工中心控制器始终提供的是正确的刀具几何尺寸。”

由于斯达拉格通常作为总承包商来开发此类制造系统，并对过程完全负责，从设备设计到交钥匙系统的交付，因此斯达拉格密切监督与任何附加部件有关

图 4 30000 枚叶片将由斯达拉格柔性制造系统加工完成



图 5 客户的生产安全可以通过不同叶片类型（80 ~ 200mm）的全自动加工实现

的合作方和供应商。从客户的角度出发，Markus Ess 相信以下标准是“必须的”：

我们只与能够满足高性能和高效率要求的领先企业合作。MM

PAYA
广州柏越机电设备有限公司



我们有什么？

What do we have?

专业的工程师

Professional engineer

专业的检测仪器

Professional testing equipment

齐全的西子/海德汉数控备件库存

Siemens / Heidenhain CNC spare parts

我们能为您做什么？

What we can do for you?

伺服驱动模块维修

Converter repair

数控设备现场故障排除

CNC field service

数控设备系统升级

CNC system upgrade

数控设备维护保养外包服务

CNC maintenance outsourcing

More detail, please visit <http://www.paya.cn>

更多信息，请访问<http://www.paya.cn>

广州柏越机电设备有限公司

广州市番禺区桥兴大道286号新毅大厦3楼

电话：020-66636296 传真：020-66636295

PAYA

广告