

PC 控制技术大大提高了高档塑料制品表面精加工生产设备的灵活性

完美无暇的防刮伤表面处理

GfO Gesellschaft für Oberflächentechnik mbH 公司所进行的塑料表面精加工工艺十分复杂，需要高度灵活的自动化生产设备。因为是应用在洁净室中，控制器必须执行生产过程控制和制造两项任务：此生产设施混合加工不同类型的产品，并通过 RFID 识别、生产控制和配方管理等功能将 MES（制作执行系统）命令发送给控制器。这还包括计算机与涂层设施、基于摄像头的表面检测和机器人系统等子系统的连接。所有控制任务均基于 PC，通过 TwinCAT 实现。过程控制外围设备通过各种现场总线系统与 Beckhoff 总线端子模块连接。



在预处理站，塑料件首先使用清洗刷（图中左侧）进行预清洗，然后在固定等离子头下移动，使用常压等离子体进行预处理。这两个过程都采用 Beckhoff 的伺服驱动技术进行动态控制

总部位于德国 Schwäbisch-Gmünd 的 GfO Gesellschaft für Oberflächentechnik mbH 公司是一家国际知名的表面制备技术公司，主要精加工各种高档塑料制品表面，如测量、控制和调节设备、医疗设备、移动电话、MP3 播放器、计算机以及导航设备的显示器面板。对设备功能的要求越高，对产品表面的要求也越高：必须具有高光泽度，必须光滑，最重要的是还要防刮伤。甚至在汽车领域，显示器和控制装置的内部元器件或者外饰件（前灯、侧面板等）都由塑料制成，表面必须具有抗物理和化学性能。

2005 年，GfO 选择使用基于喷墨印刷工艺的选择性涂层技术，英国的合作伙伴已经获得了该项技术的专利。为了将在洁净室内进行的精加工工艺投入应用，GfO 开发了一台全新的生产设备，使用该设备可以全自动进行塑料件表面活化处理，并在涂层后自动进行表面硬化处理。“GfO 自行开发自己的生产设备，这意味着我们拥有自己的设备工程部，还可以为我们提供给客户的产品制造夹持装置和涂料容器。原则上，我们只为新的工厂购买洁净室，但即使是洁净室的设计方案，也主要都是在我们公司完成的。我们也自己组装工厂设备，并开发各个组件，例如产品进站和出站装置。” GfO 设计

总监 Peter Wasgien 如此说道。

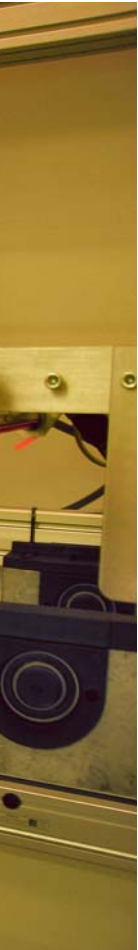
借助 TwinCAT 满足高要求

复杂的工厂采用 Beckhoff 基于 PC 的控制技术实现工艺全自动化运行。自动化技术由 APA-Tec 股份有限公司规划并实施。“2005 年 5 月，我们制作好了初步规划阶段的线路图；之后我们开始建设工厂控制系统。” APA-Tec 总经理 Eberhard Vaas 说道。这座生产防刮伤表面的新工厂当然不是 Eberhard Vaas 和 APA-Tec 与 GfO 合作的第一个项目。这也不是第一个使用 Beckhoff 自动化平台的 GfO 系统。“由于生产过程比较复杂，其中包括多类型产品混合运行、全自动化生产以及质量保证措施，因此需要一套具有横向和纵向集成能力的高度灵活的控制系统。” Eberhard Vaas 接着说道。生产过程的全面管理，包括识别工件载体和待加工塑料件以及分配正确的配方，都由 TwinCAT 执行。

清洁站是控制的重点

对系统的要求非常高：透明的保护涂层通过特殊的喷墨打印机涂覆到塑料表面。打印机配方取决于正在加工的塑料件。为了确保涂层





确实涂覆并牢固粘附，塑料件需要经过两个工艺步骤的预处理。首先，用刷子清洁工件载体上的塑料件。对此，Peter Wasgien 解释道：“这也是一个可以消除静电的湿刷清洗过程。”“毛刷清洁和随后的等离子清洗，”Eberhard Vaas 补充道：“已经展示出控制领域的一个亮点：刷子由两个反向运动的纵向刷段组成。工件载体在毛刷下方以精确的模式和精确的距离被驱动。这意味着刷子与工件之间的距离以及工件载体的速度均通过数字控制。随后，使用电离空气吹扫工件载体，并在固定等离子头下移动以活化表面。为了实现均匀的表面预处理，工件载体必须在常压等离子体中沿 x、y 和 z 轴方向移动。等离子头是固定的，并使用 TwinCAT 系统移动工件。这种预处理过程由使用 Beckhoff 控制技术实施的伺服系统实现。这样，就可以根据配方对等离子头下的任何位置进行在线操控。”

Peter Wasgien 这样解释等离子处理的控制原理：“这是一个洁净室应用，所以我们避免在工件载体上放置移动部件。因此，等离子供电线是刚性的。”



使用的 Beckhoff 设备

控制

- | CP7201 面板型 PC
- | TwinCAT NC PTP
 - 通过 ADS OCX 连接 HMI
 - 通过以太网连接打印机

I/O

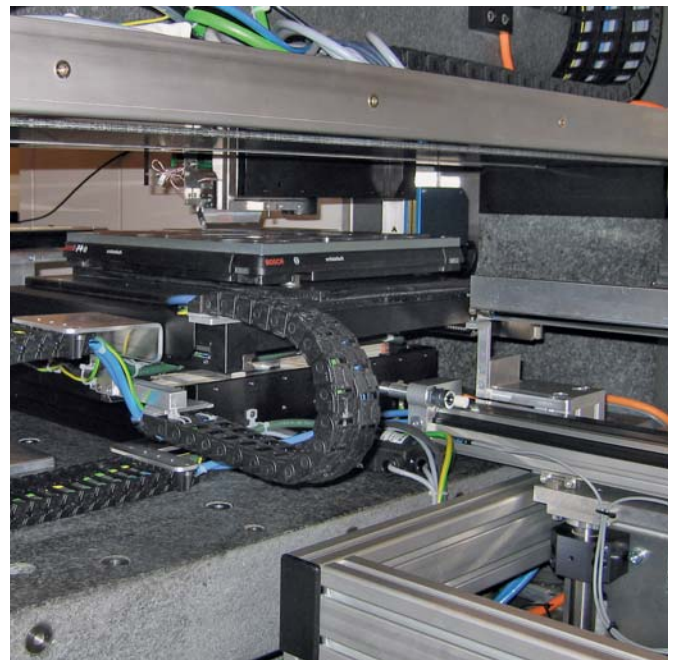
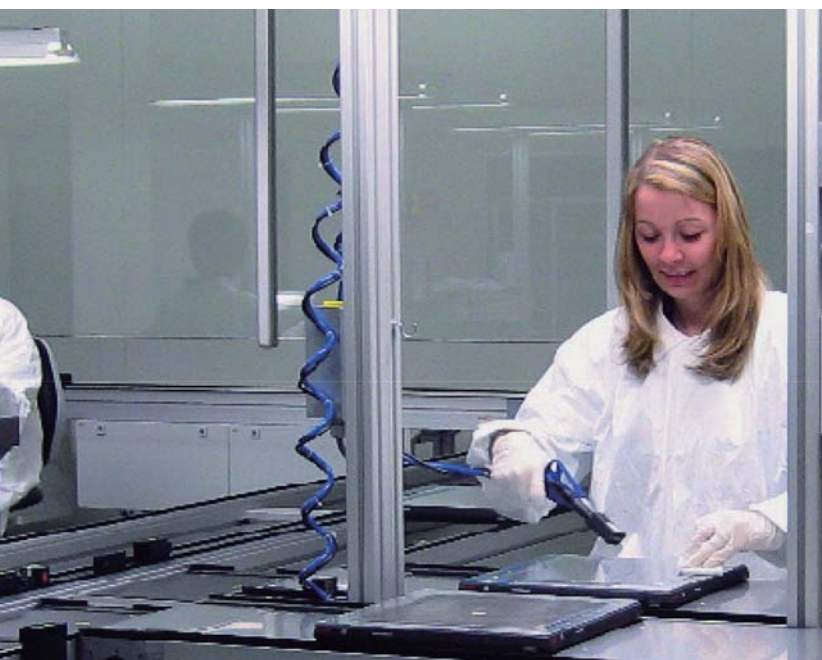
- | PROFIBUS DP 总线耦合器 + 总线端子模块
 - 通过 KL2541 总线端子模块集成步进电机
 - 通过 KL6201 总线端子模块集成 RFID 阅读器

运动控制

- | AX2500 伺服驱动器，带以太网接口
- | AM3xxx 系列伺服电机

高度灵活的全自动生产设备，通过洁净室应用中的常温等离子体实现了塑料表面的超净化和活化。随后，塑料表面被附上透明的特殊涂层，并通过紫外线固化实现防刮伤

工件载体（图片正中）位于打印机头的正下方。印刷过程独立于 TwinCAT 应用，但是由 Beckhoff 系统进行协调



喷墨打印头及安装在其下方通过气动叉车升级系统放置工件载体的十字工作台，以及摄像系统均由其各自的控制系统控制。基于 Linux 的控制器通过以太网直接从 TwinCAT 接收关于待涂层的塑料件需要用到的正确配方信息。

用于实现复杂边缘硬化的控制技术和步进电机

连接整个系统的核心部分是循环输送系统。空的工件载体自由循环。它们在这里被送入手动装备站并装载塑料件。随后，它们进入主循环，在那里它们先被传送到预处理站，然后再被送到涂层站。在涂上透明防护涂层之后，工件载体被送入到红外线（IR）加热段，在那里通过红外线热源进行定义的预烘干。然后被运输到紫外线（UV）固化站，再进入第二个自由循环，以移除和检查成品涂覆件。

烘干过程在控制方面有其自身的要点。如 Eberhard Vaas 所述，这些都从红外耦合开始。“加热所需的红外辐射功率由红外源指定的相关功率值控制：它可以是，比如说，可用功率的 25%。此外，功率的输入时间也可以控制。然后，红外辐射过程被启动。这一过程可以根据塑料件的不同而改变。”正如 Peter Wasgien 所言，需要红外站是为了优化涂层工艺流程。

在固化站中，通过紫外线从上面垂直照射的方式对表面进行固化。“这与烘干过程类似，” Peter Wasgien 解释道：“我们可以通过调用存储的配方精确地指定紫外线灯管的功率。对于某些产品，例如，可能需要 75% 的紫外线灯管功率，以及定义工件载体在紫外线燃烧器下方移动的速度。”

但是，由于有些塑料件有侧边缘或网状表面，以及无法通过垂直紫外线硬化的涂层，就需要特殊的边缘层硬化。“边缘硬化是我们改装的一项特殊解决方案，” Eberhard Vaas 解释道：“为了让紫外线也能够照射到侧边缘表面，紫外线源必须按照指定的角度进行调整。工件载体在倾斜的紫外线光源下旋转，从而让所有边缘表面都能够被均匀地硬化。紫外线灯倾斜通过两台 Beckhoff 步进电机实现，这两台步进电机由相应的 Beckhoff 总线端子模块通过 I/O 直接控制。”

控制网络中的质量保证

固化后，工件载体被运输到装备了多个摄像系统和光传感器的单元，以进行表面检测。这些摄像头根据三角原理观察传感器投影到表面上的干涉条纹。外部专用的计算机将这些数据与存储的对象表面的值进行比较。下游的 SCARA 机器人移除不合格的工件。计算机和机器人控制器通过 TwinCAT 通讯，并由 TwinCAT 控制两者协同完成检测工作。

随着机器人单元进行表面检测和分类，工件载体被传输到手动卸载站。在那里，塑料部件成品下载体，根据是否需要进行最后的目视检查，并被包装放入适当的容器中。空的工件载体进行自由循环，在需要时再次集成到上述过程步骤中。

利用 PC 控制技术轻松管理自动化和 IT 任务

TwinCAT 应用程序不仅集成了表面处理工艺，而且还完整地控制设备的空调，以期达到 10000 或 1000 等级的洁净室要求。

不同塑料件的混合操作是一个特别的挑战。为此，所有的工件载体都配备了 RFID 转发器并通过安装在工厂内的 16 个阅读器识别。阅



读者与 TwinCAT 通过由总线端子模块 I/O 系统集成的 AS 接口连接，并提供有关工件载体在工序中的位置信息。这样，TwinCAT 始终能够明确每个工件载体位于工厂的哪个位置，装载了什么工件，并且能够选择合适的加工配方。进料站的操作人员随后报告哪些塑料件放置在工件载体上。目前，工厂内同时在处理约 10 种不同的工件。平均每个班次处理的工件数量大约为 3000 个。

这种关系本身就说明传统的硬件 PLC 无法应付复杂的控制任务。工件载体的识别，及其工艺循环的插入以及适用配方的管理和分配，从预处理和透明涂层涂覆到加热和固化，从数据处理角度来看，这些实际上都是 TwinCAT 可以轻松应付的典型 MES（制造执行系统）应用。

将房间控制集成到系统中

空调是 TwinCAT 处理的另一个复杂的任务。加工车间本身就是一个嵌入到整个工厂设施分部中的完整的小工厂。对此，Eberhard Vaas 说道：“加工车间完全封闭，由具有不同用途的不同房间组成，包括人员气闸室、准备室、其它各种洁净室区域，根据各自具体的任务供气。从空调和管理的角度来看，如预清洁室、打印室、排风区、红外区等所有房间的空气都由一个空调机组提供。空气首先被过滤，再由三个空调压缩机冷却，然后再次加热，让空气动起来并

红外加热站图片





封装站中的塑料表面
通过上方的紫外线照
射固化

再次过滤，最后进行加湿。”为此，适合的温度、压力和湿度传感器被连接到 Beckhoff 总线端子模块 I/O 系统。空调将使用模拟技术进行调节；即空调压缩机的功率通过一个模拟量信号进行设置。模拟量值为 4 到 20 mA 和 0 到 10 V；这两种信号都被使用。此外，用于温度测量的 PT100 输入在输入侧可用。由于设备也使用真空系统，因此也同样集成了一个压力传感器来实现这一目的。“我们在所有生产区域都使用了空调，” Peter Wasgien 解释道：“我们可以加湿和除湿、加热和制冷，因此我们能够全年都保持恒定的温度和湿度。TwinCAT 负责实现整个控制方案。”同时还记录空调数据，生成文档。对此，Eberhard Vaas 如此说道：“我们用图形的方式显示温度曲线。这也包括生产区域外部的温度曲线，以及湿度曲线。所有气候值和其它所有收集到的数据都以带时间戳和日期戳的日志格式存储，以便它们日后能够随时与各个加工批次相匹配。”

