

灌装

无菌冷灌装生产线上的自动化技术

随着 PET 瓶包装在世界范围的蓬勃发展，国内外大型包装设备制造企业开始致力于将热灌装技术逐渐转向超高温灭菌后的无菌冷灌装技术，这将为传统的 PET 瓶灌装技术带来一场革命。

文 | 车建伟，伦茨（上海）传动系统有限公司技术支持

无菌冷灌装设备是灌装生产线中重要的组成部分，主要负责原料的无菌灌装。与热灌装相比，采用 PET 瓶无菌冷灌装进行生产，可减少包装材料成本，瓶子的形状也可随意变换并降低热应力，有利于包装的外观设计，同时也可延长产品的货架保质期。由于设备本身具备严格的消毒、灭菌程序及百级的灌装无菌环境，产品包装的无菌条件可得到很好的保障。

针对无菌冷灌装生产线的设置要求，Lenze 提供了基于驱动器的控制系统这一解决方案。基于驱动器的控制系统解决方案具有运动控制程序模块化的突出优势，驱动器本身不仅可作为伺服电动机的驱动单元，同时也支持多种 PLC 编程语言。所有与运动相关的逻辑控制均可由伺服控制器来完成，如寻零控制、自动回归同步位、虚轴控制、断电同步停车以及伺服逻辑控制等功能。这样上位机只需通过通信模块或外部端子发送简单的控制指令

即可实施命令。这种方式减轻了上位机的运行负担，也保证了复杂运动控制器的稳定性。用户只需选择合适的 PLC 完成逻辑控制即可，从而让方案更加灵活、稳定和可靠。

面对问题提出相应解决方案

9400 系列伺服是 Lenze 新一代高端伺服系列产品，分为单轴和多轴两种系列。产品采用 32 位操作系统以确保伺服的高效稳定运行，产品内部可支持 Modular 工作方式和余数补偿机制，有效避免了计算误差和累积误差的产生。此外，9400 还采用简单易学的 CFC 编程语言，具有多任务处理系统，并使用全新的安装方式，具有模块化设计，易于集成等优点，并且标配 CAN 总线接口以及 8 路开关量输入、4 路开关量输出、2 路模拟量输入和 2 路模拟量输出，同时还配有 2 个通信扩展端口，可安装 Ethernet、CanOpen、DeviceNet、EtherCAT、EtherNet、EthernetPowerlink

(MN+CN)、InterBus 和 Digital frequency 等模块。

Lenze GKS 系列异步伺服减速电动机 的 MCA 减速电动机结合 G 系列减速机组成，具有精度高、耐冲击及寿命长等优点。此系列采用直交轴输出方式，支持实心轴和空心轴两种安装方式，异步伺服和同步伺服可应用于不同的应用场合。由于灌装设备具有惯量大且连续运行的工作方式，异步伺服的高惯量匹配度的功能非常适合该设备的运行。在相同功率下，异步伺服在相位同步精度与同步伺服相比更为出色。此系列伺服在无论低速或高速运行条件下均能满足设备要求的控制精度（大约 2 mm），可有效避免低速运行下的抖动问题。

Lenze 使用 6 台 9400 伺服控制器作为运动控制的核心，用于杀菌 1、杀菌 2、冲瓶机、行星轮、灌装机和旋盖机部分的运动控制（如图）。此方案采用共虚轴工作模式，其他各实轴，同步于虚轴。虚轴选

取惯量较大的旋盖机设备作为虚拟主轴，各轴之间采用周期性工作模式同步于虚轴，对于周期性工作模式，Lenze 伺服具有余数补偿机制，可有效避免累积误差的产生。

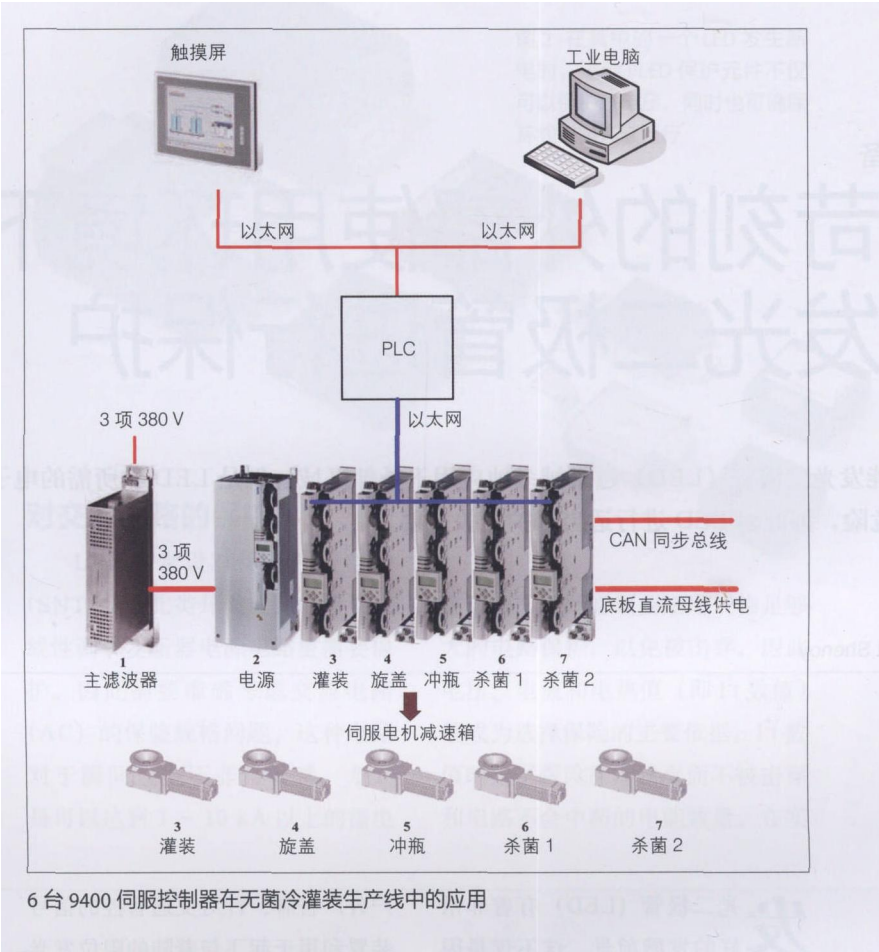
能够实现的主要功能

- 1. 采用虚轴作为主轴，可使各实轴完全同步于虚轴。虚轴选用惯量最大的旋盖机，可确保虚轴的控制拥有合理的速度及加速度。此外，各从轴完全同步于虚轴。
- 2. 断电同步停车功能可用于应用生产线意外断电情况，各不同惯量的实轴可以同步停车，其主要原理是将机械的惯性动能转化为伺服的电能，再给电动机制动。此功能必须要求伺服的控制回路一直有 24 V 控制电源和伺服之间的直流电源并联。

3. 设备要求在运行过程中各从轴之间一定要相位同步运行，避免各瓶夹之间错位运行，从而损害瓶夹。因此在设备运行前，伺服会自动检测各伺服之间的位置。如不在同步位，启动时伺服会按最短瓶夹距回归同步位，然后再同步运行。当然通过观察监控系统的同步状态指示灯，如不在同步位，也可一键回归到回同步位。

4. 设备的零点设定采用手动设定零点方式。由于未安装零点开关，设备设定零点需由操作人员通过肉眼观察逐个设定零点。伺服本身具备零点自动保存功能，因此在完成零点设定后均可自动记忆零点，除非人为拆卸伺服电动机或者在伺服断电情况下进行手动盘车伺服。

5. 同步精度是设备正常运行的一个重要指标。每台伺服程序均设有实时的误差监控，伺服可通过伺服编码器的位置和伺服控制器中虚轴的位置进行比较。比较指令每毫秒进行一次，这样设备运行中如发



6 台 9400 伺服控制器在无菌冷灌装生产线中的应用

现每毫秒出现位置误差，设备即可立刻进入停车程序。

摒弃传统的机械联轴式传动，采用分离式伺服实现设备的高速和高精度，9400 智能伺服控制器内部可支持 Modular 工作方式，以瓶位为周期单位，有效避免了计算误差及累积误差的产生。智能伺服控制器可独立完成运动控制，为中央控制器减轻负担，实现了运动逻辑分开，增加了系统的可靠性及灵活性。直流母线共享技术及伺服的能量回馈原理，为实现同步断电停车带来了必要保障。高效的 MCA 伺服电动机及高品质的减速机为设备提供了高精度的机械驱动及灵活可靠的安装方式。专业独立的服务团队及销售人员，为客户量身打造最具有竞争力和最高端的灌装设备。

目前无菌冷灌装生产线在国内仍处于起步阶段，面向未来巨大的消费市场发展潜力，无菌冷灌装生

产线必将向高速、安全方向发展。高速的生产线意味着在同等的生产级及工作车间投入条件下能够带来更大的生产能力。目前国内无菌生产线的生产速度平均为 42 000 瓶/h，已达到国际先进水平。传统的机械联轴式生产线由于其机械磨损及精度的原因，速度已不能满足工艺要求，因此采用分离式伺服传动系统是目前可实现高速生产线的一个重要因素。随着工艺要求的提高，无菌冷灌装生产线未来将进一步向更加分离式及更多的伺服系统投入方向发展，从而进一步提升生产速度。

由于没有高温杀菌的环节，这就要求无菌冷灌装生产线必须从机械设计角度实现无菌环境，如灌装净化室必须达到 100 级以上的空气净化要求，灌装阀门结构还必须简单，易于清洗并确保阀内无夹缝等卫生死角，无菌冷灌装生产线必须着重于优化机械结构及生产工艺方法。[MM]