

伺服控制

能打“太极拳”的 7 关节机器人

因为 Elmo 具备的运动控制技术，中科新松有限公司选择了 Elmo 做为其合作伙伴，并在第一代协作机器人的设计和研发中整合了 Elmo 的终极多轴运动控制解决方案。在设计制造复杂的 7 轴协作机器人时，使用双闭环控制和采用高分辨率绝对值编码器获得最优伺服性能只是众多挑战中的一部分，Elmo 在高端机器人领域中的应用案例可以作为用户在研发过程中寻求高多轴运动控制性能时的参考。

文 | 埃莫运动控制技术（上海）有限公司

采用了 Elmo 的伺服驱动技术，在中国机器人和自动化领域领先的中科新松有限公司完成了其对第一代人机协作工厂自动化机器人的自主研发（图 1）。在这次合作中，Elmo 提供了超

小型且功能强大的基于网络型的伺服驱动器，这些驱动器可直接安装在机器人的关节上，这证明了 Elmo 驱动器在如效率、坚固程度、省空间、最少电缆用量、低 EMI 指数和整个系统可靠性的提升等

方面具有诸多优势。

伺服驱动器

Elmo 体积超小且功能强大的 EtherCAT 总线型 Gold 系列伺服驱动器



图 1 Elmo 的伺服驱动技术，为中科新松有限公司完成其第一代人机协作工厂自动化机器人的自主研发提供了帮助

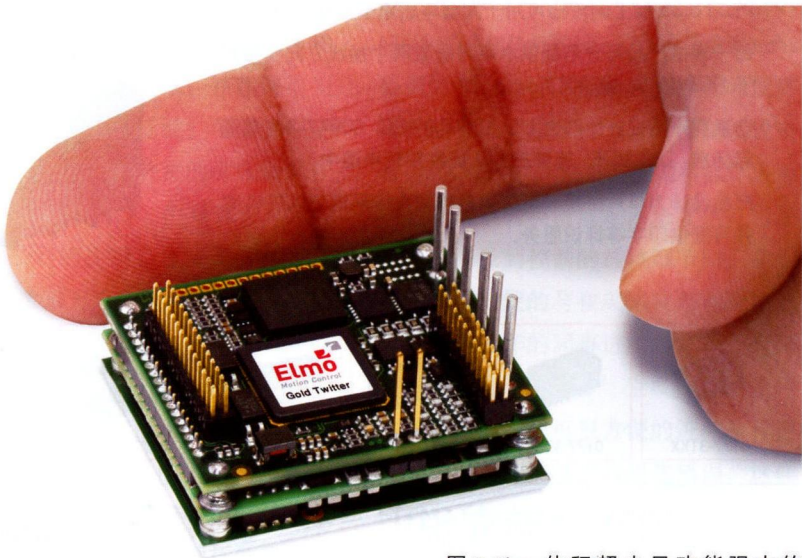


图 2 Elmo 体积超小且功能强大的 EtherCAT 总线型 Gold 系列伺服驱动器

被用来完成中科新松有限公司提出的任务（图 2）。这些伺服驱动器直接安装在机器人关节上，这为推进机器人的小体积和紧凑性提供了很好的支持。Elmo 的两个功率强大的超小型伺服驱动器 Gold SOLO GUITER 可用来驱动两个基础关节，基础关节支撑整个机器人的机械结构，50 A 持续和 100 A 峰值的电流输出能力使得高速和高加 / 减速成为可能。

5 个迷你型 Gold SOLO WHISTLE 伺服驱动器可以输出持续 20 A 和峰值 40 A 的电流，用来驱动另外 5 个关节。系统里的每个驱动器都可以在高速和高加 / 减速下运行，且在低速运行时仍保持运动精准性。使用同一个驱动器能实现反差比较大的高低速运行得益于 1:2000 的动态电流范围和非常高的带宽响应，一个驱动器物理尺寸足够小到能直接安装在机器人关节上，而这几乎是这种复杂机器人项目的唯一选择，把驱动器放置在离编码器反馈足够近的地方可以节省电缆，减少干扰影响，获得比较低的 EMI 和 RFI 指标，系统稳定性大大提升。

为用户提供多款应用工具

除了伺服驱动器外，Elmo 还可为用户提供高级且易用的配置工具——EASII 软件，此款软件可以帮助用户调试网络中每个轴的相关数据，以期辅助用户提升系统功能，并让设备达到最优的伺服性能。系统辨识、合适的控制器设计并使用高阶滤波器克服机械系统缺陷等，都只是 EASII 软件可为用户提供的一部分功能，这款软件还使用了带特殊位置分组增益的简单且高级的系统辨识方法，可帮助用户进行多轴系统辨识，可以消除不同轴之间的交叉影响。在在中科新松有限公司提供的应用案例中，Elmo 还用到了其他多款具有特色的功能，这些工作的最终目标是让用户获得高带宽和快速响应时间，同时保证机器人运行稳定且具有高裕度。

Elmo 的高级多轴运动控制器 P-MAS

可以提供内容丰富的机器人运动学功能，如 Cartesian、SCARA、3-Link 和 Delta 等，使用这些功能就可以很容易应对机器人应用的挑战（图 3）。内置的运动学功能支持 MCS（机器坐标系）和 PCS（产品坐标系），在翻转、传送和其他外部装置中可以实现完全同步。

此外，P-MAS 为用户的应用预留了一个实时内核，这部分内核允许机器人开发用户编写自己特殊的运动学转换方程，这一功能使得 P-MAS 支持任何高端的机器人，几乎不受类型限制，因为用户可以针对应用编写自己的运动学功能。对于这种在 250 μ s 总线循环时间内完成机器人运动学正逆解计算的应用必须使用基于四核强大的处理器的多轴运动控制器 P-MAS。运动学方程解算是在用户实时应用过程中进行的，计算系统中所有轴的目标位置、目标速度或扭矩，并在每个 EtherCAT 总线周期输出。

机器人的两种工作模式

机器人通常的工作模式有两种，即示教模式和工作模式。在示教模式下，操作人员可以沿着需要的工作路径移动机器人手臂到一些关键位置点，在移动过程中多轴运动控制器记录下相关的位置点以便在工作模式下复现工作路径，而伺服驱动器则是运行在同步循环力矩模式。除了目标力矩的命令外，多轴运动控制器还会输出额外的补偿力矩去克服重力、机器人动力学等阻抗因素，维持拖拽过程平滑。正是因为有了这样的示教模式，操作人员在完成复杂的机器人解决方案时，其亮点之一就是让整个示教过程变得简单，这对于非专业编程的操作人员而言，大部分工作不需要编程经验或技巧就可以完成。

而在正常工作模式下，多轴控制器根据机器人的运动学模型来计算 7 个轴的目标位置和速度（DH 矩阵逆解），若有必要，基于机器人动力学模型的补偿力矩会被加入到总输出力矩中。伺服驱动器是工作在循环同步位置模式或者循

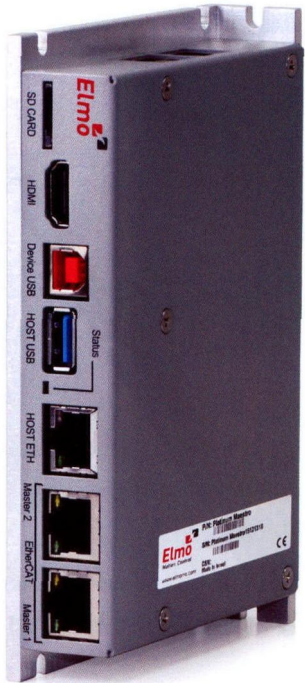


图 3 Elmo 的高级多轴运动控制器 P-MAS 可以提供内容丰富的机器人运动学功能

环同步速度模式，接收目标位置 / 速度命令和力矩偏置命令。

中科新松有限公司选择 Elmo 作为合作伙伴，是因为其终极多轴运动控制解决方案具备了以下优势：性能突出的伺服驱动器；可以做到 250 μ s 内 16 个轴完全同步和坐标运动；小体积且高功率的伺服驱动器可直接安装在关节上；很大的动态电流范围适于高速和高精度；双闭环控制性能；支持多种反馈（增量式编码器和绝对值编码器）；使用性能强大的多轴控制器实现同步和机器人运动学计算；快速且实时的 EtherCAT 总线网络；最优的伺服驱动器性能——高带宽带来的就是快速的响应时间；功能强大的 EASII 软件使机器人的配置和实施变得很容易；最高效率和极致的稳定性；坚固耐用，驱动器可以安装在任何位置；很低的 EMI 和 RFI 指数。

对于中科新松有限公司最新一代科技产品协作机器人来说，Elmo 的智能、小体积且简单易用的伺服和运动控制解决方案大大提升了其产品的性能，并且增强了产品的功能性。MM