



## 专业液压控制系统设计应兼具易用性

——让液压设计者快速有效解决精密液压定位和压力控制问题

Delta 计算机系统有限公司亚太地区业务发展总监李敢先生

**液**压系统是传统工业中的成熟技术。但由于对效率和洁净度的担忧，近年来在液压运动控制技术研发和培训方面的投入滞后于电气运动控制，导致精确的液压运动控制成为设计师们面临的重大挑战。流体动力工程师往往不熟悉闭环液压伺服系统的设计，其技术要求和数学模式比简单的开闭阀困难得多。例如开闭阀只是打开或关闭，它不必考虑活塞泄油侧的背力，因为油可以自由流回油罐。伺服阀则不同，它在执行器运动时通常只是部分打开。因此活塞的动力侧不仅要推动负载，还要克服油从泄油侧排出的背压。此外，缺乏对液压阻容（弹簧效应）的理解也会导致设计错误。这也许意味着阀和油缸之间不用软管和尽量缩短管路来求得最佳性能。另一个问题是，很少有技术人员受过充分的培训去读懂阀的规格参数，或了解它如何适用于伺服液压设计。

然而 Delta 30 年的高精度液压运动控制 R&D 和多种工业现场先进实用的专业知识积累，为备受困扰的工程师提供了一剂良方。RMC75 和 RMC150 控制器使用 RMCTools 软件自带的编程、调试、诊断和自动调优等功能，使系统设置更加快捷方便。例如其优化向导工具，可同时对油缸和伺服电机实现控制自动调优，使 RMC 成为理想的电液混合动力系统的统一调优工具。多数控制器通常仅限于提供 PID、速度前馈和加速度前馈增益。这适用于固有频率高的电液系统，但对可模拟为两根弹簧之间的质量的许多液系统则不适用。

只使用 PI 或 PID 控制的局限，在于它常受制于固有频率和阻尼因子。运用高阶微分反馈可以打破这一限制。Delta 解决了系统自动调优的问题，利用高精度位置传感器（如 MTS 和 Balluff）中获得反馈信号计算出二阶或高阶的微分增益，使执行器位置精度达到 0.25mm 甚至更高。这为工程师在较低的固有频率和阻尼因子下实现控制，提供了更大的灵活性和选择余地，以减少油缸的尺寸、采用更小型的液压泵、

阀体和蓄能器，在降低成本的同时实现系统的卓越性能。

运动控制编程是工程师的一大挑战。Delta 在编程的直观易用和人性化上做了大量功课。RMC 带有实践验证的命令子集，使很多编程任务变成直接选择某条命令、设定几个关键参数和链接以及过渡到下一步须满足的条件后直接运行。软件的最大亮点之一是诊断功能，其特征包括事件日志和可视化实时趋势分析（RMCTools Plot Manager）。此外，命令日志可记录所有命令、错误、每个运动循环的计算结果，还可以人为设置和监控特定时间范围的信息。大容量 RAM 缓冲区使 HMI 或 LabView 等软件能以自身速率通过 RMC 采集大量数据。条件触发器可以有效捕捉突发事件发生前后的数据，这对于每隔几天才发生的偶然事件是极有用的诊断信息。

当前，工业以太网技术在运动控制领域发展迅速。作为国际主流 Ethernet 组织 PI 和 ODVA 的长期成员，Delta 坚信 Ethernet 的巨大技术优势和工业应用前景。RMC 通常以 PLC 或 PC 为上位机并受其监控，从通讯上做成它们自身系统的一部分，从而简化了设置并使调试、诊断和编程都受惠于此。RMC 预装了绝大部分主流工业 Ethernet 通讯协议，自动鉴别通讯对象的协议并与之正确通讯。

今天，液压运动控制器技术已相当成熟，能方便地和多种反馈传感器连接，具备大量的子命令和用户自定义运动曲线功能，以实现从简单的单轴运动到复杂的多轴同步协调、位置、压力、负载、扭矩的多层面控制。西屋电器（Westinghouse）在华核电项目的液压高精度定位应用就是 Delta 技术成就的最好证明。在中国，工业领域需要液压控制的场合相当广泛，比如重工业设备、大型锻压设备、飞机汽车研制、多轴测试、桥梁振动、疲劳测试、橡胶轮胎和木材加工等行业。问题是不少设计人员对液压运动的精密、多轴同步控制，仍感到鲜有方便而有效的手段。而这恰恰是 Delta 之擅长领域，希望能借此帮助解决工程师实际工作中的头疼问题。