

自动化和智能化的落地需要数字液压助力

任何优秀的自动控制系统并不首先取决于算法的精度，无论采用PID、模糊算法或是各种先进的现代控制等，执行器件的精确执行才是自动化系统成败的基础、也是关键！数字液压技术就是决定众多自动控制系统超越现有技术，实现跨越发展的关键。“数字液压技术的成功，推动了工业自动化发展”这句话来自于国家科技攻关验收专家的鉴定语。

自动化控制离不开传动，而传动主要有两类：旋转运动和直线往复运动。旋转运动采用电动机比较普遍，而直线往复运动，尤其是大功率应用，由于液压的功率密度远大于电动机（约5-10倍），因而液压在工业应用中，始终保持着不可替代的地位。近年来，尤其是Boston Dynamics将一个能跑能跳的Big Dog展现在机器人行业面前时，更是将液压技术的进步推向重要的位置。

以往由于液压技术发展缓慢，近几十年没有像数字电子技术一样实现创新跨越式发展，因而人们在很多工业应用领域，为了降低其设计、调试、使用和维护的难度，往往通过将电动机旋转通过机械转换变为直线往复运动的方式来替代它，但遇到大功率应用就显得捉襟见肘，限制了应用发展。我们看到至今大功率机器人等标志着未来工业趋势的技术多受制于传动。

回顾电子技术突飞猛进的发展历程不难看出，数字电子技术的出现和大规模集成电路的采用，使得电子技术快速普及和发展。那么液压是否也能够有类似技术的出现来推动液压技术的突破和发展呢？

“电液脉冲步进缸”在上世纪七十年代末诞生，曾一度引起液压界的振动，不过好景不长，虽其技术原理新颖，但由于最初设计结构复杂、加工难以实现、存在速度慢行程短等严重的缺陷，因而限制了其工业化发展和应用，很快在八十年代中期就销声匿迹了。

北京亿美博科技有限公司创始人——杨世祥教授也是从上世纪七十年代末开始对这种技术进行深入研究，并于80年代初的中国钢铁年会上发表了中国国内首篇《新型

数控脉冲液压缸的研制》论文，后经《液压与气动》于1983年缩减公开发表。1989年第一代数字液压缸即应用于国防重点项目上，后续杨教授不断推动数字液压技术的发展，克服其早期存在的各种缺陷和不足，第二代、第三代技术相继诞生并成功应用于重要的国防项目及国家重点工程应用中。经过近四十年的不断努力，现在数字液压已经形成系列产品并批量应用于众多领域，包括：国防、冶金、能源、机械制造等，在传统液压器件、比例伺服液压器件之外，形成了独树一帜的、具有性能可靠、精度高、从设计安装调试直至使用维护大为简化等众多优势的一类新器件或者新方案，受到了众多用户的青睐。近些年，随着信息化和智能化技术的发展，作为传动的核心基础件数字化发展也日趋受到重视。2016年中国国家十三五液气密行业发展规划更是将亿美博申报的共计7项数字液压系列技术悉数列入，数字液压重新引起了国际和国内学术界及产业界的关注。

什么是数字液压？

所谓数字液压即：液压执行器件（缸、马达）的运动特性与电脉冲一一对应，电脉冲的频率对应油缸的运动速度（油马达角速度），电脉冲的数量对应油缸的运动行程（油马达角度），无需外部反馈控制，工作条件的变化亦不会改变执行器件的固有特性，这样的液压技术，我们称之为数字液压。它的很多特征很像数字电子技术。

数字液压与伺服液压的异同

伺服液压是万能液压控制技术，它几乎可以适应所有的液压使用需求。伺服液压系统的构成包含了：流体力学、机械、自动化、电子技术等，是一个多学科的“系统工程”，加之伺服液压对使用环境（油液清洁度、温度、电磁兼容性、冲击震动等）要求苛刻，因而能够长期稳定使用的伺服液压系统相对较少，综合运行成本高。

数字液压由于其结构设计的精妙，使得缸、阀、反馈和控制有机的结合在一起，形成了完全数字化的运动特性，不仅其构成由原本伺服液压的“系统工程”简化成为一个器件，更让它构成的系统设计、调试、使用和维护大大简化。数字液压是通过一套巧妙的内反馈方式，实现了液压对小功率电机特性的随动，而功率得到成千上

万倍的放大。数字液压大幅度降低了高性能运动控制系统的应用门槛，正如“十五”科技攻关鉴定验收时专家画龙点睛的评价：“数字液压的成功，推动了工业自动化的发展”。

数字液压是一种内建闭环、使用开环的“系统工程”级单一器件。使用者只需将电脉冲送入接上高低压油管的数字缸(马达)即可，而无需复杂的各种参数的设定和调整，即可实现微米级的控制精度。

数字液压相比伺服液压而言的优点

数字液压的核心原理是内建闭环的一体化伺服液压技术，但不同点体现的是它通过机械反馈调节原理实现了液压对控制的特性随动，过程中实现了功率的放大。伺服液压与数字液压还可以通过伺服电机与步进电机的类比来理解其异同点。伺服液压与伺服电机属一类，它们都是通过电反馈调节实现功能需求，而步进电机则是通过其内部的电磁与机械结构的特性关系，实现了它可以“步进”的能力而无需外部电气闭环和调节，这就大大简化了其调试使用的难度。数字液压也是利用其内部的特殊机械结构，实现了类似步进电机的外在特性而无需复杂的控制参数整定和各种不确定性问题。借用中国工程院周济院长总结数字液压时的一句话：“数字液压是将控制还回给电(机)，而特性随动和功率放大留给液压”。而既然数字液压也是伺服液压的一种特殊形式，因而其所具有的优点与伺服液压相同(高精度、高频响等)，而现有伺服液压的不足点，包括：控制参数的不确定性、抗污染能力弱、制造困难等，影响伺服液压稳定可靠工作的诸多不足被数字液压的特殊结构所解决，使得数字液压体现出优秀的控制精度、高超的响应速度、宽泛的适应能力、简单的设计调试和使用维护特点等，让数字液压具有了类似数字电子技术的特征，将液压传动技术大幅度简化，让高性能的液压传动可以快速普及。

数字液压发展的意义与机遇

回顾数字电子技术的发展我们不难看出，技术创新带来的是变革，而变革不仅可以改变人类历史发展的进程，给人类文明进步提速，更可以形成正反馈促进行业的雪崩式发展。随着电子信息技术的发展、自动化、智能化技术的进步，人类希望改造

自然、提升能力的欲望也催生了对自动化、机器人化的要求。在大功率液压技术尚处于相对难于设计、调试和使用维护的阶段时，电传动技术得以突飞猛进的发展机遇，各种自动化机械、机械手在近些年快速出现并占领市场，引起了一股机器人热，但真正适合制造业的大功率自动化装备如：冶金自动化设备、石油矿产自动化系统、金属加工、海洋工程、造船、军事装备等，这些重型装备的自动化乃至未来的机器人化，相对于电传动而言就显得有些力不从心了。而如果大功率密度的液压也能够如同伺服或者步进电机一样能够简单的控制，这将大大促进科技的发展和进步。数字液压正是在这样的时代机遇面前诞生、发展和成熟，它会给自动化、信息化和智能化发展提供强有力的支撑。正如中国工程院周济院长调研数字液压时指出：“数字液压的成功将会推动装备制造业快速实现数字化一代，而实现数字化是为了信息化和智能化发展奠定基础”。亿美博数字液压经过几十年的技术进步和市场检验，已经在军工、冶金、水利能源、机械制造等领域获得了巨大的成功，目前在液压大功率机器人、工程机械机器人化、煤矿设备机器人化、石油采钻设备机器人化等方面做了一些有创新性的工作并取得了初步的成功。在可见的未来，随着数字液压在这些装备中推动其实现数字化后，智能化将会发挥更具大的价值，推动制造技术的飞跃发展，人类科技进步也将获得提升。数字液压的成功，促进了工业自动化发展（国家十五科技攻关验收专家意见）。数字液压系列技术已经列入中国十三五液气密行业发展规划。

杨涛

亿美博科技

清华北美自动化论坛

20160930