

高速重载机器人的核心

# 数字液压及机器人应用

共性核心零部件

亿美博数字装备

2015年12月

# 驱动的主要器件 — 电机、液压

- 电机驱动最适合高速转动的应用；
- 液压缸则适合直线往复且大功率场合；
- 液压马达也是旋转驱动，适合低速大扭矩应用。

以往，由于液压技术水平相对电传动发展速度慢，技术门槛高，维护使用难度大等缺点，这些年在电动技术不断发展的前提下，很多领域被电传动取代。但时至今日，液压的高功率密度依然是电传动无法比拟的。正因如此，美国的液压机器人能做到电动机器人很难达到的跑和跳。

数字液压的出现使得液压技术有了质的飞跃，设计、使用、维护等门槛大幅度降低，加上它的高功率密度，使其在重载驱动领域有了巨大的优势。



电机前端是液压泵，从两者体积重量比即可看出功率密度差

# 机器人传动与控制的路径选择

中国作为制造业大国，高速重载机器人具有广阔市场前景

- **电动机器人**

以日本发那科、安川，包括欧洲的KUKA、ABB等为代表，在家电、汽车制造领域等，大量采用这类型机器人替代人工，在电机、精密减速机、控制算法等方面垄断着行业。

- 核心技术：精密减速机、控制算法、高功率电动机
- 优点：结构简单
- 缺点：功率小导致负重能力有限或者速度慢



- **液压机器人**

美国波士顿动力为代表，颠覆了以电机+减速机为传动核心的机器人方案，让机器人真正能跑能跳，更接近于人类的行为需要。

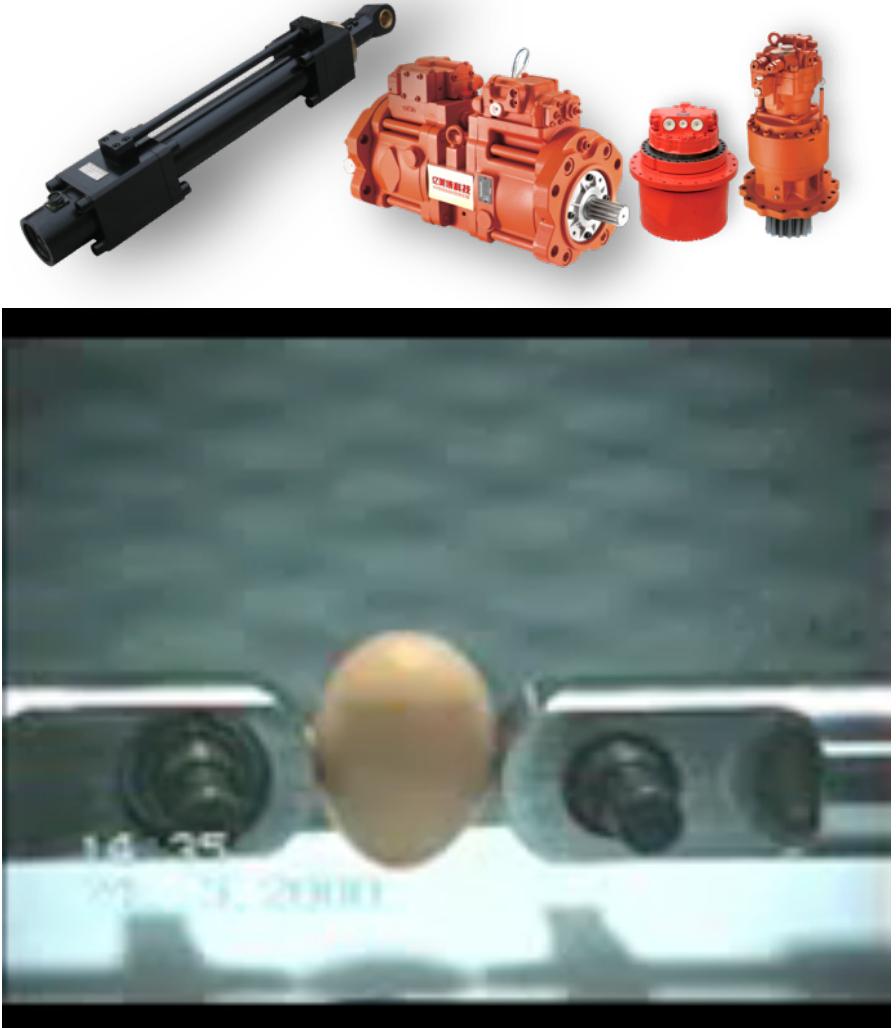
- 核心技术：液压伺服控制
- 优点：功率密度大，负重能力或运动速度远大于电动机器人
- 缺点：技术复杂、能源效率有待提高



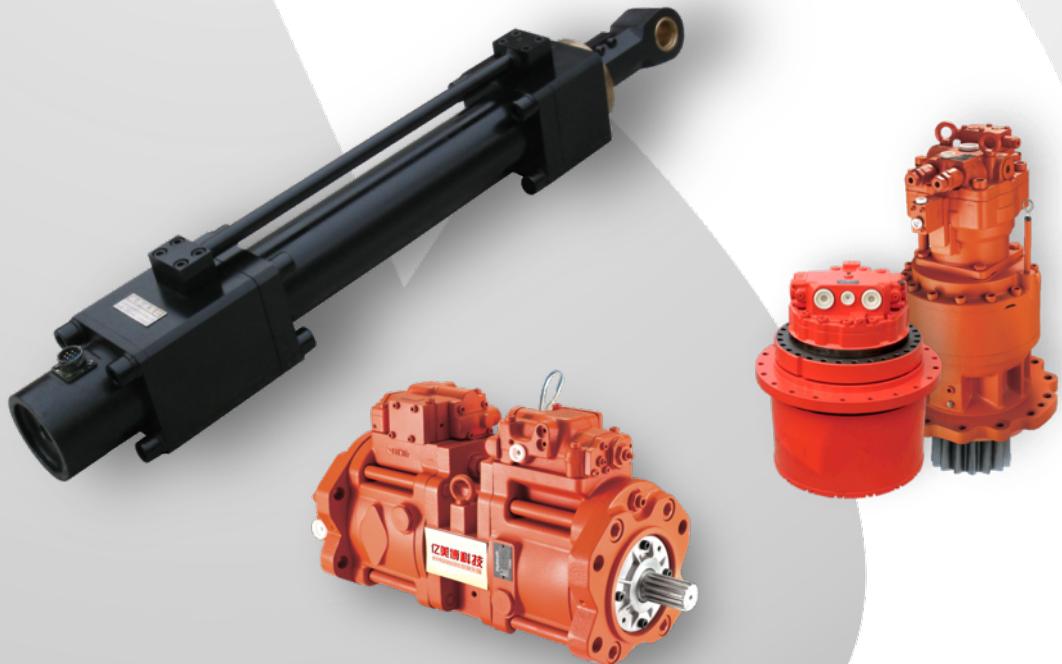
# 高速重载机器人的基础 数字液压传动及控制技术

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），执行器件的精度几乎不受负载、油压甚至是泄漏等的影响而发生变化，这样的液压技术，我们称之为数字液压。

数字液压是小功率步进或者伺服电机特性跟随和功率放大的最佳数字传动与控制器件。



# 高速重载机器人的基础 数字液压传动及控制技术



亿美博科技



国家十五科技攻关技术

国家级重点新产品

十三五液压行业基础共性技术



<http://www.aemetec.com/aspcms/product/2015-5-13/102.html>

# 高速重载机器人的基础 数字液压传动及控制技术

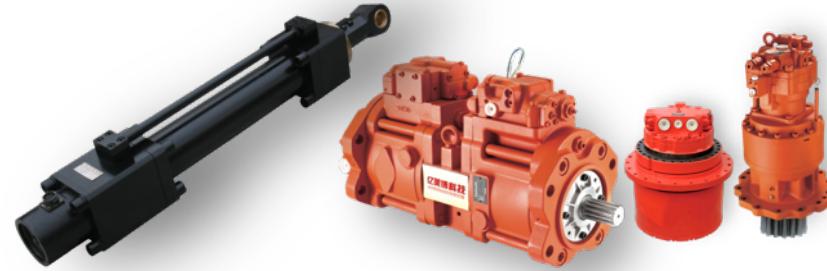
亿美博科技对“数字液压”的定义

目前行业中称之为：“数字液压”的技术形式有不少，简单归纳为以下几种：

**控制方式数字化**：所谓的控制方式数字化包括早期的比例阀电磁铁或者伺服阀力矩马达采用PWM电脉冲宽度控制驱动方式，相比线性比例电流驱动控制更稳定且动态响应特性更好；近些年出现将比例电磁铁换成步进电机控制的方式；

**流道通径数字化**：简单说就是通过1、2、4、8……成平方倍关系的流道不同组合，实现通流面积数字化，从而可以使定差下执行元件（缸、马达）实现对应速度的控制；

**流量数字化**：无论驱动控制方式，还是流道通径等的各种数字化，其根本目的都是要实现液压执行器件的方向、速度、位移的精确控制。但仅完成了驱动控制的数字化，或流道通径等的数字化，由于负载、系统压力、油液流动性等的时变，依然无法保证最终液压执行器件的速度稳定，更不用说它们的位置根本无法控制，必须借助其它检测、控制手段。而无论是液压缸还是马达，其核心都是容积控制，也就是送入它们的流量控制。无论液压缸或者马达的负载如何变化，亦或是液压系统压力如何波动，再有流体的流动特性，甚至是外泄内泄等，只要我们能精确的将送入并保持在缸或马达腔体内的流量控制好，液压缸或马达就可以实现精确的运动特性（包括：方向、位置、速度、力注1）控制。因此我们可以简单地说：液压研究的是流量控制。精确的实现控制送入执行器件的流量，就可以精确控制缸或者马达的运动特性，无论是其行程或速度。亿美博数字液压就是这样一种可以精确控制送入并保持在执行器件腔体内流量的先进液压控制技术。本网站所涉及的数字液压，均是这样的技术。



# 高速重载机器人的基础 数字液压传动及控制技术

## 数字液压与伺服液压的区别

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，是一个多学科复合的自动化工程，加之伺服液压对使用环境（油液清洁度、温度、电磁兼容环境、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。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系统工程简化成为一个元件，更让设计、调试、使用和维护大大简化。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元件。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。工程院周济院长总结：“数字液压是将控制还给电（计算机开环送出脉冲指令），而数字化的功率放大留给液压（数字液压将脉冲转换为精密的功率驱动控制）”。数字液压的诞生和发展，为我国自动化水平的提升创造了条件，其必将推动我国装备制造业实现升级发挥巨大作用。数字液压是装备制造业对接工业4.0，实现“中国制造2025”目标的最有力保证。



# 数字液压应用和拓展的行业及市场



## 焦化

燃烧控制系统  
大型阀门数字控制  
热工自动化控制系统  
煤气回收控制系统

## 炼铁

高炉热风炉送风控制  
多环布料旋转和举升

## 炼钢

结晶器钢水液面控制  
结晶器液压振动控制  
在线铸轧/轻压下控制  
电炉电极自动控制  
钢包自动倾翻控制

## 轧钢

步进加热炉运动控制  
轧钢AGC控制  
CPC控制  
EPC控制

## 铸造

铸管倾倒及拉伸控制

## 锻造

多向模锻数字控制  
操作机数字液压系统



## 航天

战略机动导弹装弹控制  
陆基海防导弹发射控制  
战术导弹发射控制  
神州火箭燃料加注  
矢量发动机测试系统

## 海军

特种动力潜艇模拟训练系统  
舰船舵机控制系统  
舰船减摇控制系统

## 陆军

高机动性作战武器平台  
火炮矢量控制系统  
机器战甲/外骨骼

## 空军

节能高效数字飞控系统  
矢量发动机数字控制系统  
风洞扰流数字液压驱动控制  
飞机铁鸟台



## 油气

深井油气取样  
深沉补偿控制  
自动排管机  
压裂混砂车  
液压顶驱功率编程数字泵控系统  
管道阀门数字缸驱动控制系统

## 风电

变桨距数字缸控制系统  
刹车数字缸控制系统

## 水电

水轮机调速控制  
筒形阀控制  
汽轮机控制系统



## 核电

反应堆减速棒控制  
大型阀门控制  
燃气轮机调速控制系统

## 火电

燃气轮机调速  
大型阀门控制

## 煤炭

振动筛选

数字液压自动支  
辅系统  
振动筛选数字液  
压驱动控制系统

## 风电

全系统高效节能  
功率可编程数字  
泵系统

## 水电

功率可编程数字  
泵全车高效节能  
液压系统

## 火力

推进数字马达驱  
动控制系统  
导向数字缸协同  
驱动控制系统



## 泥浆泵车

臂架数字缸驱动  
控制  
泥浆泵液压驱动  
全车高效节能功  
率可编程数字泵  
驱动控制

## 火电

臂架智能减震控  
制系统  
搅拌输送车  
搅拌罐数字液压  
马达驱动控制

## 煤炭

搅拌筛选数字液  
压驱动控制系统  
全智能多协同自  
动采掘数字缸驱  
动控制系统

## 水电

防爆数字马达驱  
动系统

## 风电

掘进机数字缸及  
数字马达驱动控  
制系统

## 火力

推进数字马达驱  
动控制系统  
导向数字缸协同  
驱动控制系统



## 运梁车

多桥转向数字缸  
驱动控制  
多桥主动悬挂数  
字缸驱动控制系  
统

## 液压

液压走行数字马  
达驱动控制系统  
搅拌输送车  
搅拌罐数字液压  
马达驱动控制

## 泥浆泵

搅拌罐数字液压  
马达驱动控制

## 盾构机

盾构数字液压缸  
控制系统  
刀盘数字马达驱  
动控制系统

## 挖掘机

推进数字马达驱  
动控制系统  
导向数字缸协同  
驱动控制系统

## 装载机

推进数字马达驱  
动控制系统  
导向数字缸协同  
驱动控制系统



## 压力机械

操作机  
数字缸运动控制  
系统  
径向锻造机  
多向模锻驱动控  
制

## 冶金

等温锻数字缸驱  
动控制  
精锻数字缸驱动  
控制  
快锻机数字缸驱  
动控制

## 铸造

铝型材拉伸机数  
字缸系统

## 港口

深沉补偿数字缸  
控制  
浮吊  
栈桥  
补给输送

## 物流

航空栈桥数字缸  
控制系统

## 起重机

悬吊头数字缸驱  
动控制系统  
悬吊转动功率可  
编程数字泵  
驱动控制系统  
悬吊机全数字液  
压高效节能  
控制系统



## 冶金机器人

锻造操作机  
压力机上下料机  
械手  
高温操作机器  
人

## 特种环境机器人

核废料操作机器  
人  
深海探测机器  
人  
拆弹反恐机器  
人

## 智能物流机器人

物流叉车AGV机  
器人  
港口正面吊装机  
器人  
码垛机器人  
搬运机器人

# 数字液压典型应用

- 东风xx陆地机动洲际导弹装弹机构（国防重点工程）
- 大型特种动力潜艇六自由度运动模拟系统（国防重点工程）
- 神舟火箭燃料自动加注控制系统（航天科技攻关项目）
- 并联虚拟轴战车火控系统（“十二五”预研项目）
- 高机动性作战武器平台（“十二五”预研项目）
- 反舰导弹装弹机构六轴控制。
- 水陆坦克模拟训练系统。
- 南京军区红鹰导弹训练系统（沿海军区推广应用项目）。
- 三江集团导弹发射装置。
- 航天部三院巡航导弹测试系统。
- 舰船减摇稽控制。
- 舰船舵机控制。
- 中国海洋深井取样数字驱动装置（国家863重点攻关项目子课题、美国禁运项目，其水平超过美国，已申请国家专利）。
- 与国家水利水电重点实验室合作用于水轮机调速。
- 大型多向模锻传动及控制系统（国家985项目子课题）。
- 连铸机结晶器液面控制（国家级重点新产品证书、国家火炬计划项目。其控制精度超过国际先进水平）。
- 用于连铸机结晶器液压振动（该项目也曾是国家攻关项目而长期未获得解决）。
- 大型高炉热风炉交叉并联控制（国际技术难题）。
- 东方电机大型水轮机筒形阀多缸液压提升控制系统（国家重大工程项目：苗尾、溪洛渡、锦屏、滩坑电站）。
- 钢材无齿锯多工位速度控制和位置控制（10年连续批量产品）。
- 用于高炉多环布料专利技术（10年连续批量产品）。
- 奥运项目电动大巴电池快换机器人数字液压驱动系统。
- 钢研院极薄非晶带钢的厚度控制（微米级）。
- 数字缸用于高速闪光焊机上代替国外的伺服系统。
- 晋煤集团振动设备数字振动缸系统。
- 离心铸管机数字液压智能控制系统。
- 国家海洋所海底探针数字液压控制系统。
- 特种大功率机器人
- 多点并联火炮矢量控制系统
- . . . . .

# 中国目前机器人行业发展状况

## 机遇：

- 中国制造2025、工业4.0、机器换人等一系列国家、地方政策导向
- 农业政策的调整、人口红利的枯竭等，致使机器人替代现有劳动力变为趋势
- 工程机械机器人化具有5000亿的巨量市场

## 挑战：

- 核心零部件依靠进口，整个机器人产业依靠国家补贴生存
- 国内企业产品雷同度高、技术含量低、一荣俱荣、一损俱损
- 国际竞争对手开始利用提高系统成套服务、工艺等技术形成壁垒

**总结：**同诸多行业类似，国内机器人行业也存在低技术水平下的产能过剩，虽然存在机遇，但当下尚处寒冬阶段，目前国内企业多是通过价格战和商务管理以期挺过寒冬，国外优势企业在跟随价格战的同时也在积极推广智能技术以期打造新的技术壁垒，可以肯定的是未来的机器人行业将会是大的发展趋势，当下的寒冬正是进行技术创新合适时机。中国如果依旧采用跟踪和仿制而忽略创新超越的发展战略，很可能再次陷入工程机械、汽车、冶金等行业的发展困局。因此探索和发展适合制造大国机器人发展战略的重任摆在我面前。数字液压作为适合重载、高速机器人的基础共性技术，有可能帮助中国机器人产业实现弯道超车的发展。



# 中国机器人的问题和方向

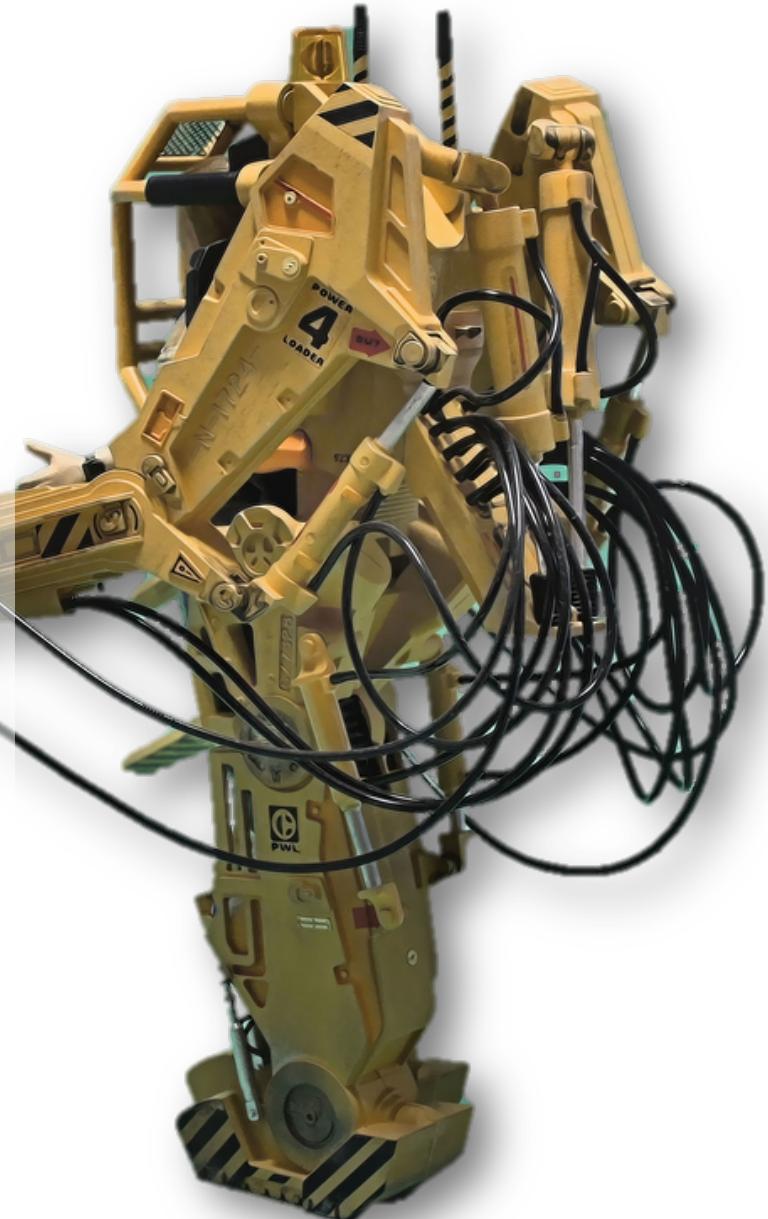
- 核心技术突破

- 电机+精密减速机配合控制算法的突破可以使得轻量级机器人打破国外的垄断限制；
- 数字（伺服）液压技术的突破可以使机器人在以制造业为主的中国获得巨量的装备制造领域的市场需求，同时绕开电机、减速机等瓶颈。

- 主流市场选择

中国是制造业大国，重装备制造是中国的强项

- 工程机械机器人化是个巨量的市场，谁能说一台挖掘机、一台装载机、一台掘进机不是一个机器人呢？
- 智能物流核心的自动化搬运、码垛机器人是未来的大市场；
- 基于液压传动及控制的各类重载、高速机器人。



# 国外液压机器人的应用



著名的波士顿动力 大狗



外骨骼机器人



# 数字液压 工程机器人



数字液压装载机器人



数字液压挖掘机器人

亿美博科技

# 数字液压 特种作业机器人



**PREDATOR® Work Manipulator**

**Features**

- Strong – Rugged heavy duty construction
- Large operating envelope – Over 79 inches of reach
- Powerful – 500 lbs of maximum lift, 200 lbs at full extension
- High Dexterity – 200 degrees of wrist pitch & yaw motion
- Integral control valves – No separate valve package and hose bundle
- Intuitive master/slave control with high fidelity force feedback

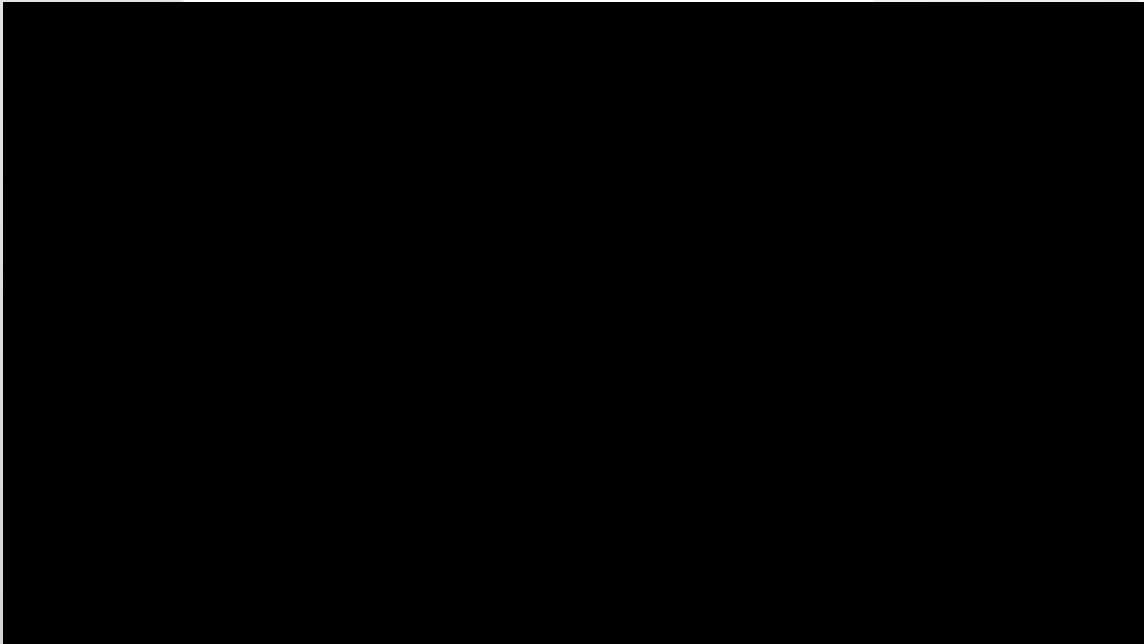
A small inset image showing a person's hands operating a control console with a joystick and buttons, connected to a robotic arm via a cable.

**Kraft TeleRobotics**

**Performance in Motion™**

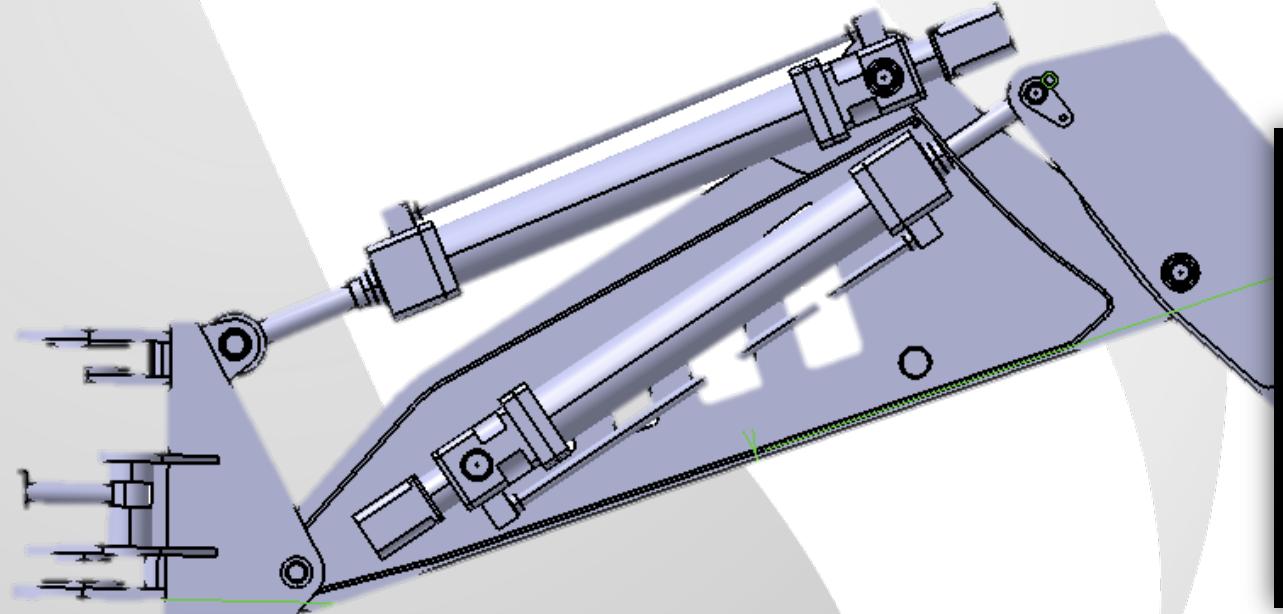
亿美博科技

# 数字液压 锻造机器人

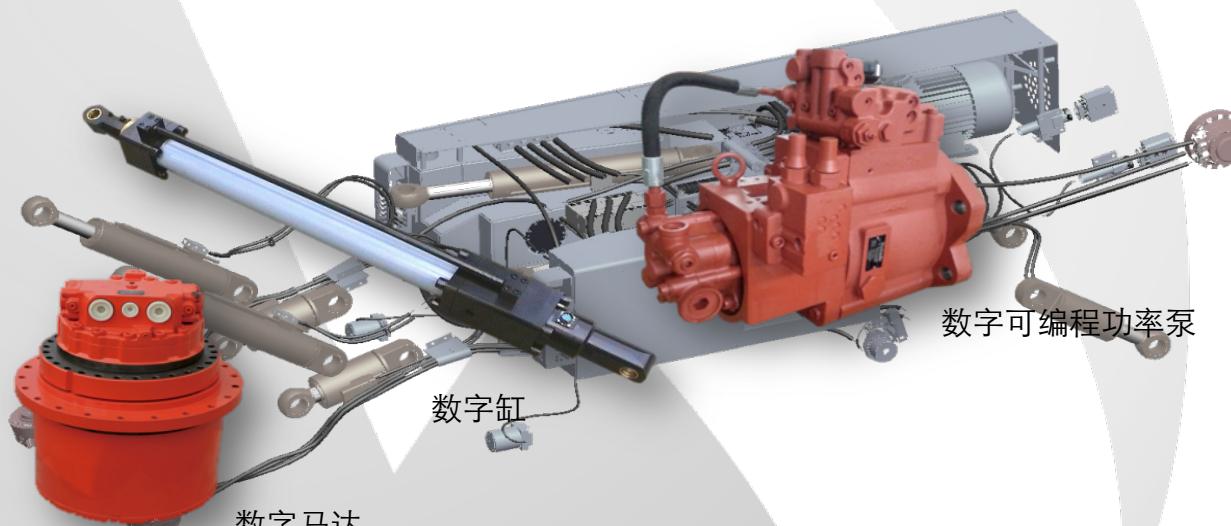


数字液压锻造机器人

# 数字液压 特种机器人



# 数字液压掘进及采煤机器人



煤炭掘进机器人



亿美博科技

# 数字液压 物流机器人



智能物流机器人



亿美博科技

# 数字液压智能装备大数据、云计算



由于数字液压器件天生具有信息化能力，可实时获取器件的运行特性（速度、压力变化、阀口等），因此通过现场总线与网络方式，可将数字液压构成的主机品种、型号、批次年份、工作小时、地域、作业强度等机型间记录的实时工作大数据信息，通过它们之间的不同组合进行对比和分析；以及自出厂到当下对每台机器记录的大数据进行统计，按时间轴对比和分析；或基于以上两种方式的组合；或者更多更先进的、基于预测算法的云计算，可以让工程机械整机、零部件，从设计、选型、制造、交付、使用、维护、备件、服务等，直至其全寿命周期的价值管理，变为可视化和预知化，让主机企业、零部件供应链、用户、金融服务等，价值链上的各个环节都可以预知成本、预知利润。。。

大数据和云计算开启大功率机器人的服务价值新生态体系

# 价值共享的数字液压产业发展模式

- 现有液压及配套产业制造能力

我国“十一五”、“十二五”期间，据不完全统计，以政府为主导的投资就超过了300亿，加之各企业对外收购兼并约100亿，累计全行业超过了400亿元产能。有业内人士称，我国的液压制造设备水平甚至超过日本和德国。

- 以价值链管理为核心的数字液压产业化发展思路

联合现有产业制造能力，形成设计、制造、配套、金融、服务等一体化的协同发展平台，在降低重复投资避免恶性竞争前提下，以价值链管理为核心的创新发展，让整个液压产业共同受益、共同发展。

- 为客户创造价值，共同提升

选择各行业龙头企业建立以技术、产品为纽带的合作关系，快速进入并占领主导市场，为客户提升产品竞争力、创造更大价值前提下，实现数字液压快速产业应用发展，最终实现数字液压普及。



开创智能大功率机器人新时代

# 数字液压及机器人应用 共性核心零部件

## 亿美博数字装备

北京亿美博科技有限公司 / 天津亿美博数字装备科技有限公司