

数字液压高速重载机器人的核心

# 数字液压工程及特种作业机器人

数字液压 @ 亿美博科技

2016年03月广州机器人展会

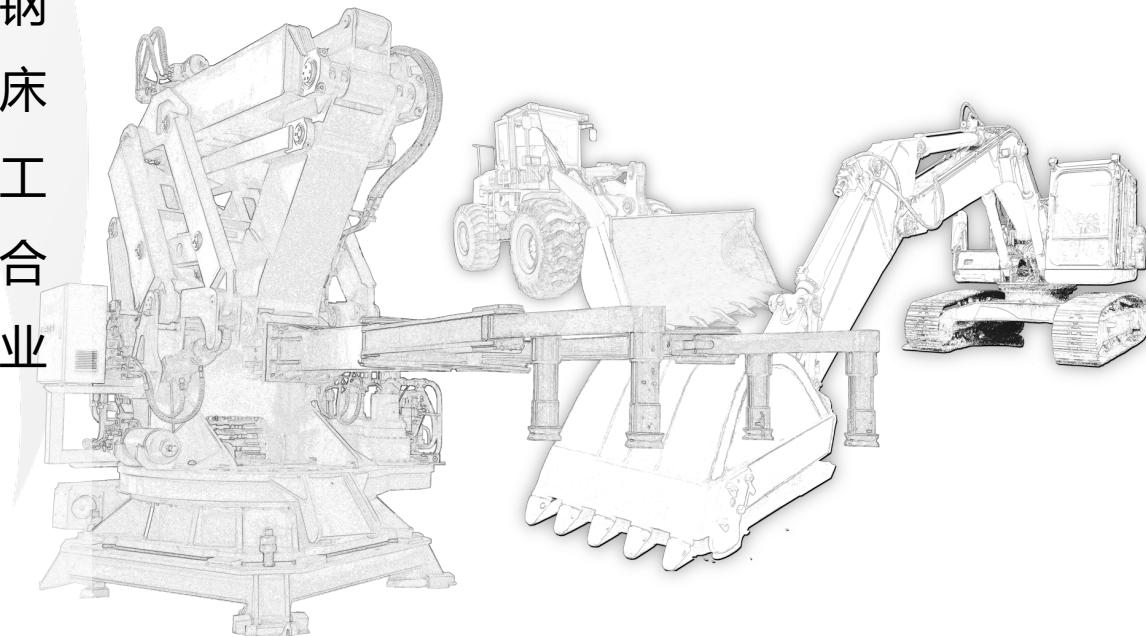
# 中国机器人的问题和方向

- 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，同时绕开关键技术的瓶颈。
- 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。



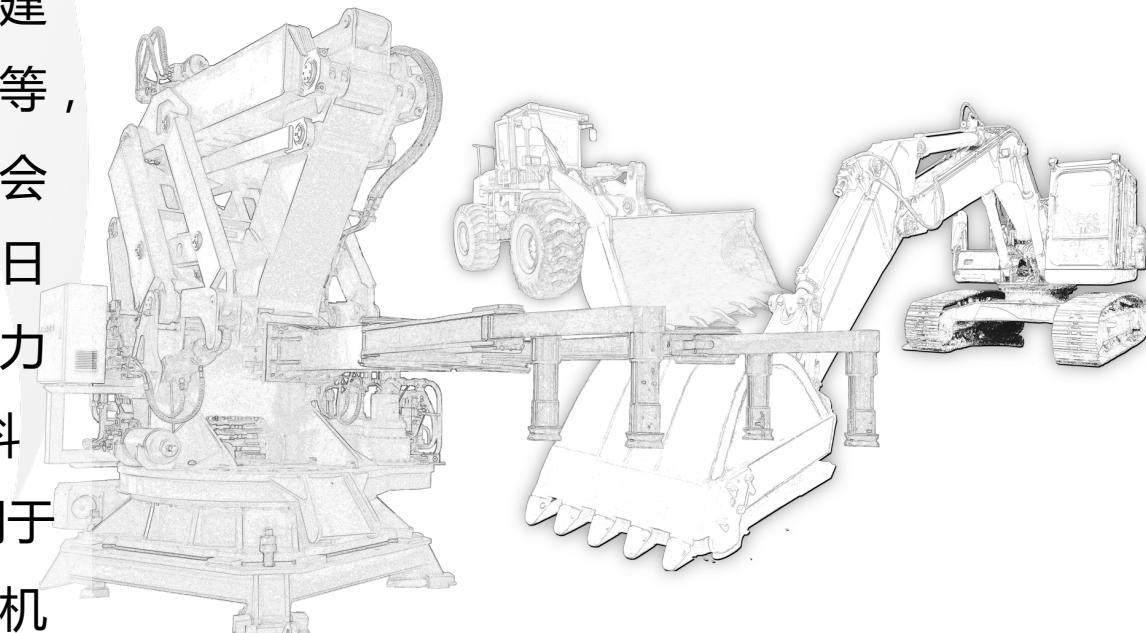
# 中国大功率机器人的意义和价值

- 中国与西方发达国家产业结构有巨大的不同，30年的改革开放为我们积累了世界最大规模的制造能力。钢铁、水泥、煤炭、工程机械、造船、军工、重型机床等的制造能力均领先世界，以至于被称之为“世界工厂”，体现出巨大的市场优势。因此，探索真正适合中国制造业需要的大功率机器人，是我国机器人产业发展应该首先认真思考和研究的问题。



# 中国大功率机器人的意义和价值

- 机器人最大的意义在于可以完成人无法完成的工作，例如：核生化、深海、高磁、高低温、危险环境、建筑工程、物流、矿产、石化、冶金、重型金属加工等，这些装备自动化结合大数据、云计算和智能控制，会逐步向着机器人方向发展。在目前人工智能尚需时日发展的阶段，机器人取代人最大的优势就是作业能力与效率。例如2015年日本机器人展上，日本发那科（FANUC）推出的1700KG载荷能力的机器人应用于汽车制造领域，其可单臂抓举一辆乘用车，受到了机器人业界的关注。



# 电动与液压机器人的优缺点

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



# 数字液压用于超大功率机器人的优势

- 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

# 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



数字液压挖掘机器人

数字液压挖掘机器人其中包括硬件：数字液压缸、数字液压马达、数字可编程功率敏感泵等；软件方面包括：速度协调控制、流量抗饱和控制、主泵的流量压力双跟随控制、分流控制、合流控制等。采用自动智能识别系统，可根据手柄操纵情况（操纵量和操纵速度）、系统的压力和流量、作业工况和工作模式，由ECU来自动选择和确定最佳发动机运转模式。还包括很多自动化挖掘操作控制程序，例如：自动挖沟、自动平地、自动挖掘和装载、自动挖掘深度控制、铲斗水平自动保持等。

# 数字液压 工程机器人



数字液压装载机器人

亿美博全数字液压智能装载机系统，动臂、铲斗和转向全部由数字液压油缸驱动控制，不仅操控性和动作平顺性史无前例，且由于数字液压缸的精准动作能力，更可以使装载机实现高效率的多自动铲装、铲斗动臂一键放平、自动举升卸料等，系统协调工作、精细化作业、自动化作业、遥控作业及智能无人化作业等。

# 数字液压 锻造机器人



数字液压锻造机器人

重载大功率操作机器人在锻造以及大量不适合人进入的环境中作为必备装备，一直以来被受到极高的重视。但由于该种装备涉及：液压、机械、自动化控制等诸多学科的尖端技术，世界上仅有美国和德国掌握该装备技术。

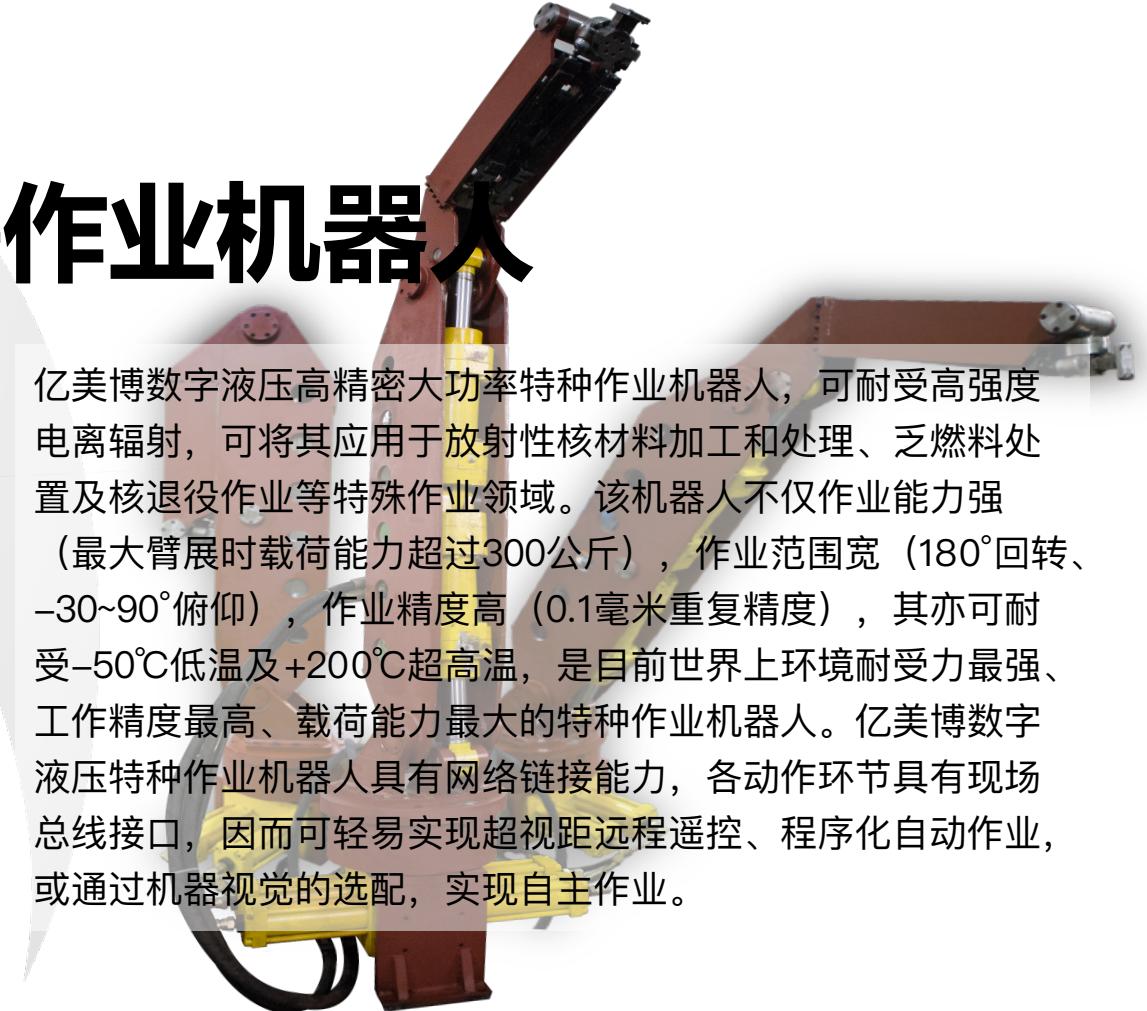
数字液压是将液压、控制一体数字化，应用于重载大功率操作机器人，不仅构成的系统大为简化，全面实现数字化创新超越，技术性能大幅度提升，同时由于简单而使得系统成本大幅度降低，使用和维护的难度也近乎为“0”，因此，数字液压操作机器人将会惠及核能、冶金锻造、特种作业等领域。

# 数字液压 核生化及深海作业机器人

亿美博科技

核操作机器人

亿美博数字液压高精密大功率特种作业机器人，可耐受高强度电离辐射，可将其应用于放射性核材料加工和处理、乏燃料处置及核退役作业等特殊作业领域。该机器人不仅作业能力强（最大臂展时载荷能力超过300公斤），作业范围宽（180°回转、-30~90°俯仰），作业精度高（0.1毫米重复精度），其亦可耐受-50°C低温及+200°C超高温，是目前世界上环境耐受力最强、工作精度最高、载荷能力最大的特种作业机器人。亿美博数字液压特种作业机器人具有网络链接能力，各动作环节具有现场总线接口，因而可轻易实现超视距远程遥控、程序化自动作业，或通过机器视觉的选配，实现自主作业。



数字液压@亿美博科技

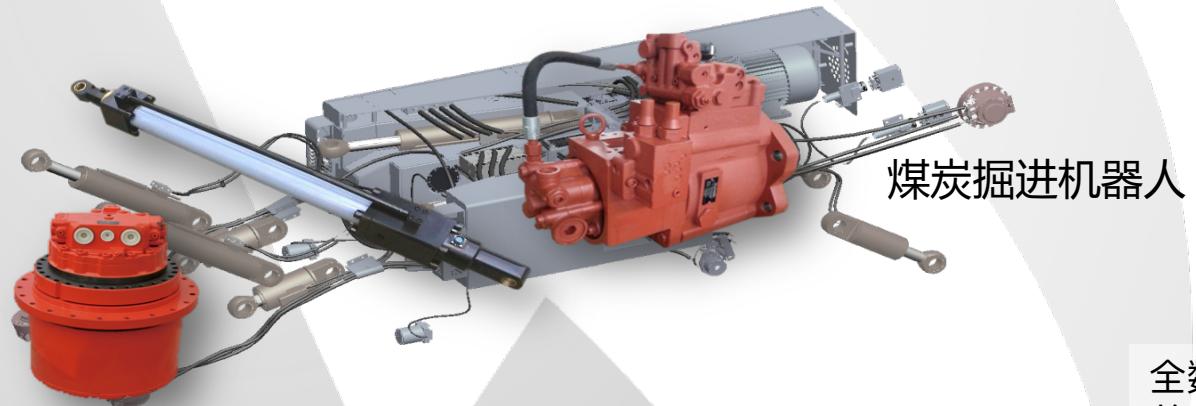
# 数字液压 武器装备特种机器人

高速重载作战平台机器人是未来战争重要的武器装备平台。近些年，以美军为代表的无人化作战装备不断被提出并开始装备前线部队，受到了全世界的瞩目。无人作战平台已成为美国海军装备体系的重要组成部分，并在历次局部战争和军事冲突中发挥了重要作用。为指导无人作战平台的发展，美国各军种先后发布过无人机、无人艇、无人潜航器的发展规划。为避免重复建设，美军从2007年起发布《无人作战平台发展路线图》，确定了重点突破的关键技术，为各军种发展无人作战平台提供了基本指导。

作为重载高速装备的基础核心部件——液压，也成为决定装备技术能力和水平的瓶颈。数字液压由于其具有温度耐受范围宽（-40~200℃）、电磁兼容能力强、抗污染、抗冲击振动等优秀性能，应用于作战机器人，不仅克服了传统液压诸多的由于适应能力不足导致的实用性差、使用维护难度高费用高等的客观现实问题，更由于数字液压天生具有数字化和信息化的优势，使得以数字液压为传动控制核心的高速重载作战机器人，成为未来战争的主角。



# 数字液压掘进及采煤机器人



悬臂式掘进机不仅是煤矿巷道掘进施工的主要设备，而且经过技术改造后在铁路、公路等工程隧道施工中也有广阔的使用前景。然而，掘进机工作中存在的诸多问题也无法回避，如作业劳动强度大，作业环境恶劣以及作业过程对操作人技术依赖大等，掘进机机器人化是解决这些问题的途径之一，也是提高掘进机作业能力、降低生产事故和工人劳动伤害等的途径之一。数字液压技术能将现有装备快速实现数字化，为进一步将其信息化和智能化奠定基础。数字液压属于增量式数字控制的电液伺服机构，可以按照用户的要求，精确控制其速度和位移，工作可靠性很高，维护也十分简单，在矿山悬臂掘进机中可以得到应用。



全数字液压采煤机是指：前后刀盘升降由数字液压缸驱动控制；前后刀盘旋转由数字液压马达驱动控制；采煤机行走由数字液压马达驱动；液压泵站采用数字可编程功率敏感泵；采煤机综合控制则是由亿美博提供全数字采煤机控制系统实现。而智能采煤系统是在采煤机数字化基础上，将多部位联动、多设备联动，联网实现信息化、大数据和云计算，通过后端管理系统的大数据分析，使得采煤全作业流程信息化和精细化。例如：由于采煤机具有了大数据能力，在截割时的功率自动变化、行走速度的自动调整等信息，通过云端的实时信息系统分析后，可精准的定位到后续处理过程中的每一小段煤矿质量情况，可实现精准的矸石分拣、不同煤质的分选等，为采煤精细化作业、降低后续成本和提升产品价值创造可能，也使得煤炭综采加速实现智能化。

# 数字液压 物流机器人



智能物流机器人



数字液压@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

数字液压@亿美博科技

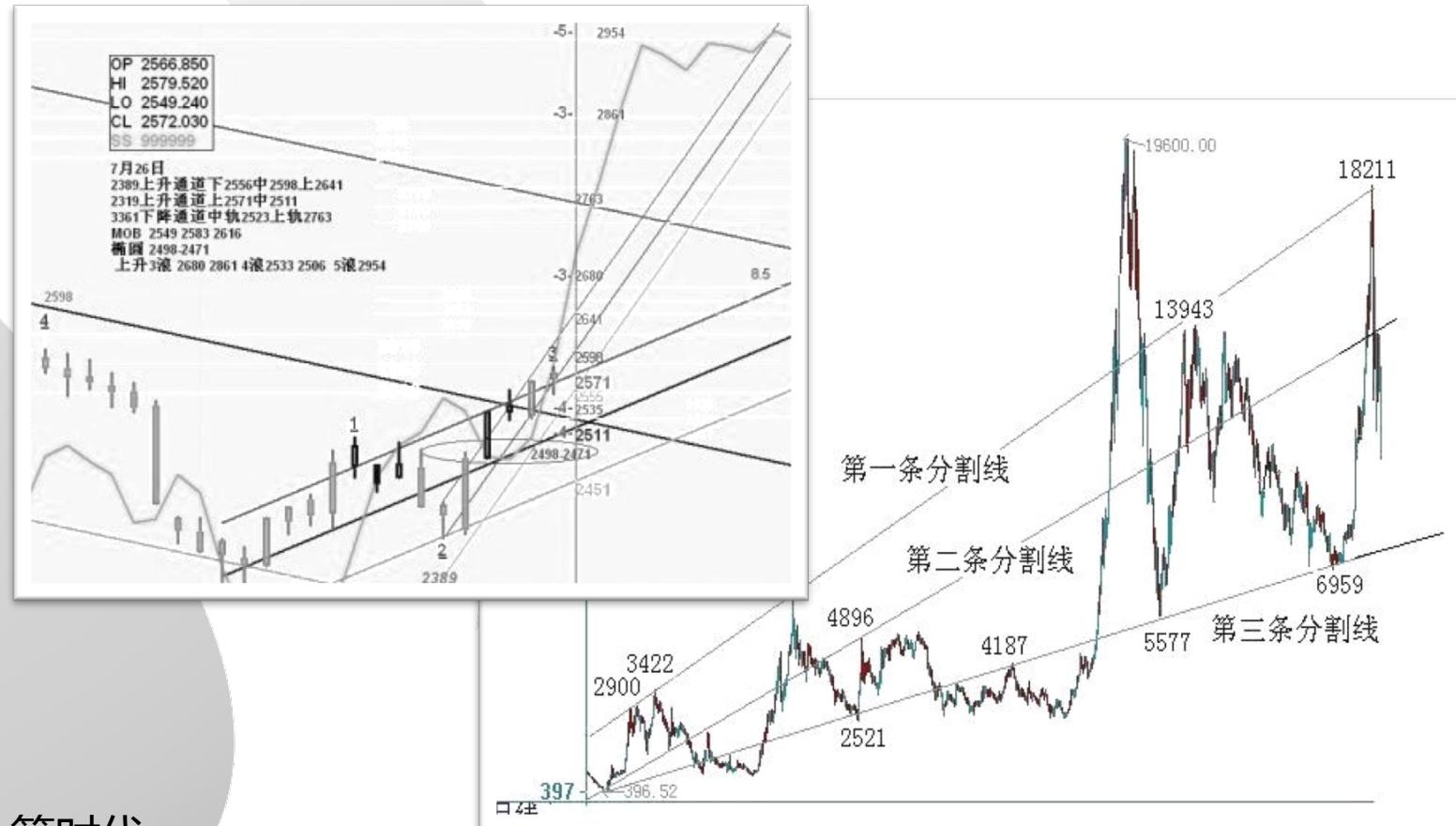
# 基于大数据云计算的工程机械预测分析

- **基于随时间变化的趋势对比**

随着每天记录的工作特性数据不断积累，可以从每个特性参数上看到随时间变化的趋势，例如：发动机的功率衰减、作业效率的变化等；
  - **基于生产批次的分/聚类对比**

相同批次的产品由于某些部件存在相同的特性因而可以通过对比它们的特性数据，预测到未来将会出现或者需要提供服务的重要信息；
  - **基于工作时间的分/聚类对比**

智能工程机械的大数据和云计算时代



# 基于大数据云计算的工程机械预测分析

- **基于工作地点的分/聚类对比**

在同一地点意味着温度、湿度、氧含量、地质条件等影响工程机械工作的外在因素接近，通过大数据对比，有利于迅速判断设备特性情况；

- **基于工作强度的分/聚类对比**

工作强度意味着磨损等。通过大数据对比，可以发现很多有价值的数据，有利于部件和整机性能的提升；

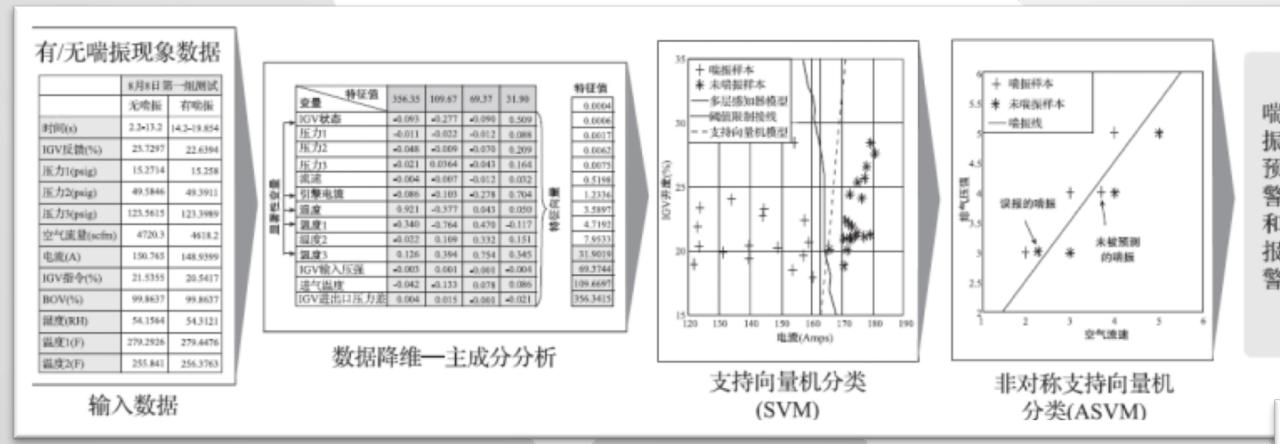
- **基于多条件因素的交叉对比**

将以上横向、纵向等多种方式的对比进行再组合、再分析等，进一步可得出更具体、更精准的特性变化数据，有利于快速精准的判断未来将会发生的问题。

工业大数据的典型应用包括产品创新、产品故障诊断与预测、工业生产线物联网分析、工业企业供应链优化和产品精准营销等诸多方面。

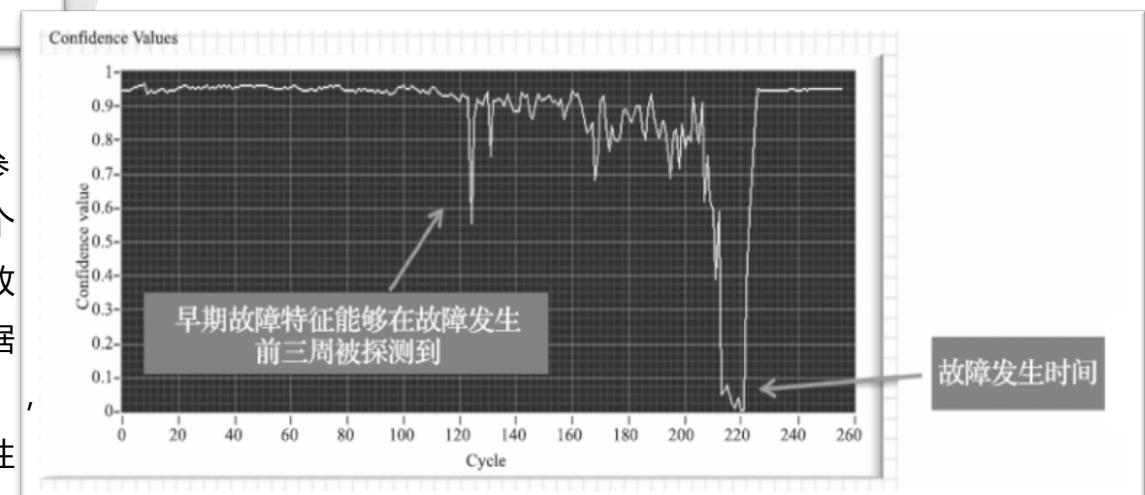


# 基于大数据和云计算的预测分析 - 案例



## 压缩机喘振预测分析流程

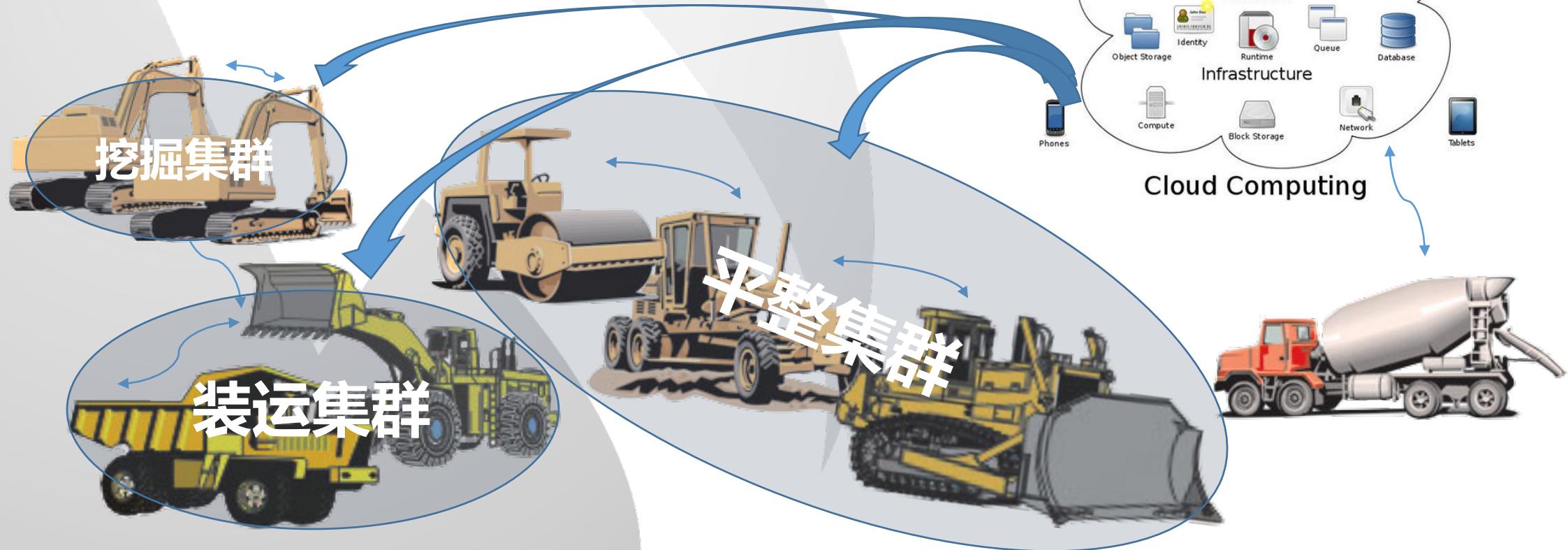
为了改进空气压缩机，使用数据驱动的工具进行建模。由于许多变量很难被准确定位，丰田公司引入了IMS的数据驱动建模方法，利用主成分分析方法进行了降维。随后利用支持向量机建立了分类模型，最终通过验证的预测分析工具被集成到了压缩机的控制系统中，实现了具有监控和优化控制能力的智能压缩机设备。



## NISSAN工厂机器人健康预测分析

NISSAN公司在工业机器人的健康管理方面引进了预测分析模型，使用控制器内的监控参数对其健康进行分析。在使用伺服轴的转速信号对机械臂的工况进行区分后，再对每一个工况内的状态参数（如扭矩和温度等）建立健康评估模型，从其分析结果中可以发现在故障发生前的三个星期前就可以预测到早期故障特征。随后推广预测分析模型，在大量数据被采集和分析的条件下，对机械臂进行了聚类分析，形成了一个个机械臂的“虚拟社区”，社区内的机械臂的数据分析采用集群建模的方法，通过比较每一个机械臂与集群的差异性来判断其处于异常的程度，并对集群内所有机械臂的健康状态进行排序。

# 智能工程机械集群协同作业



机器与云端系统、机器与机器之间等的信息交互，使得作业效率大幅度提升

# 数字液压@亿美博科技

国家重点新产品、国家科技攻关计划产品

数字液压是将控制交给“电”，还液压功率放大的本质

数字液压的研制成功，对推广工业自动化做出贡献

数字液压实现了运动方向、速度、位置三要素的控制

数字液压可推动装备制造业实现数字化，进而推动智能化发展

数字液压是工业4.0和中国制造2025核心基础共性技术



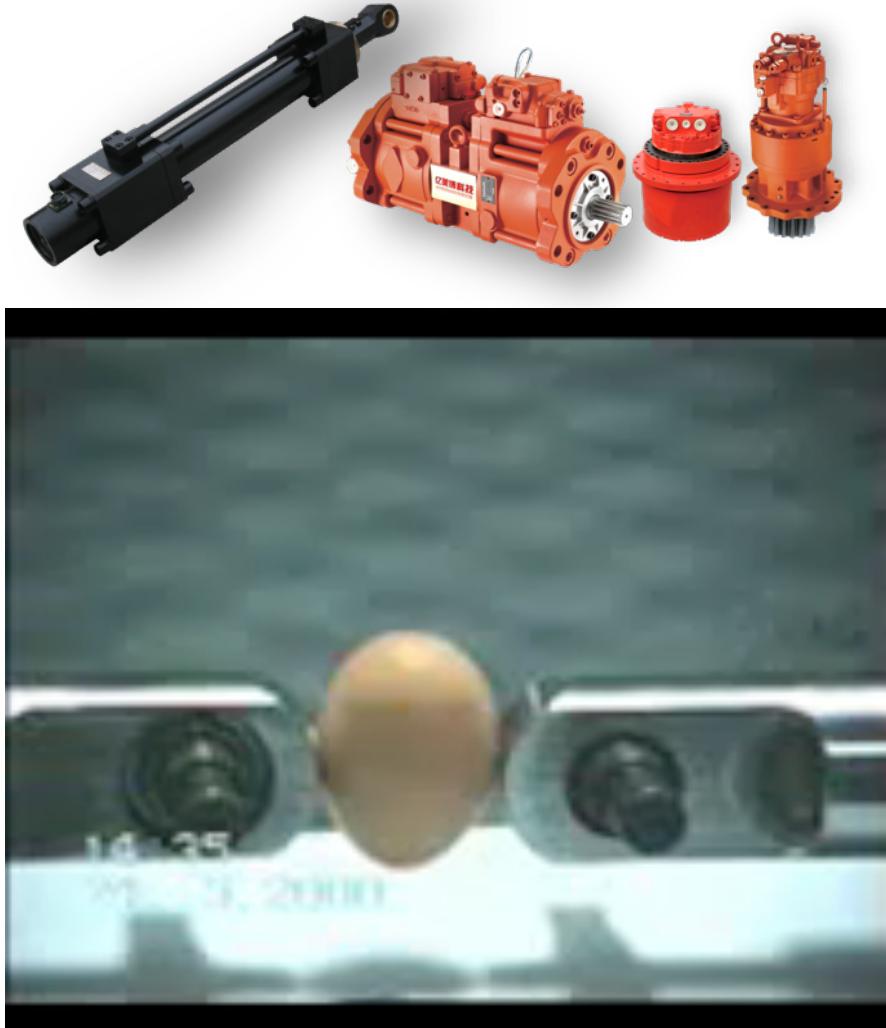
数字液压传动与智能化控制先锋  
A Pioneer of Digital Hydraulic and *i*Control



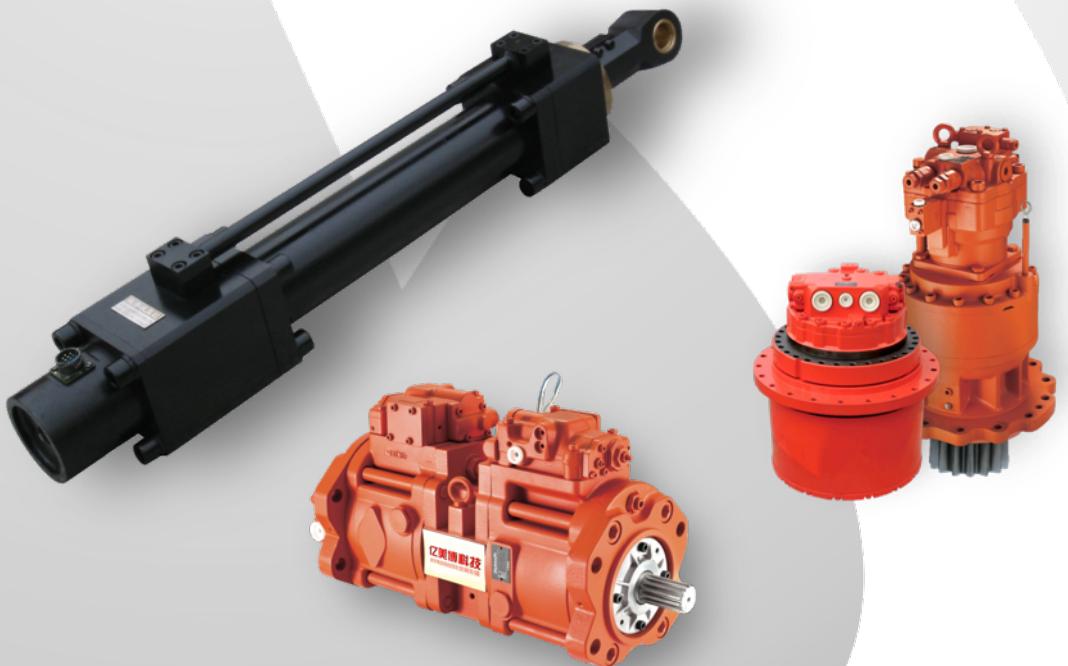
# 高速重载机器人的基础 数字液压传动及控制技术

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



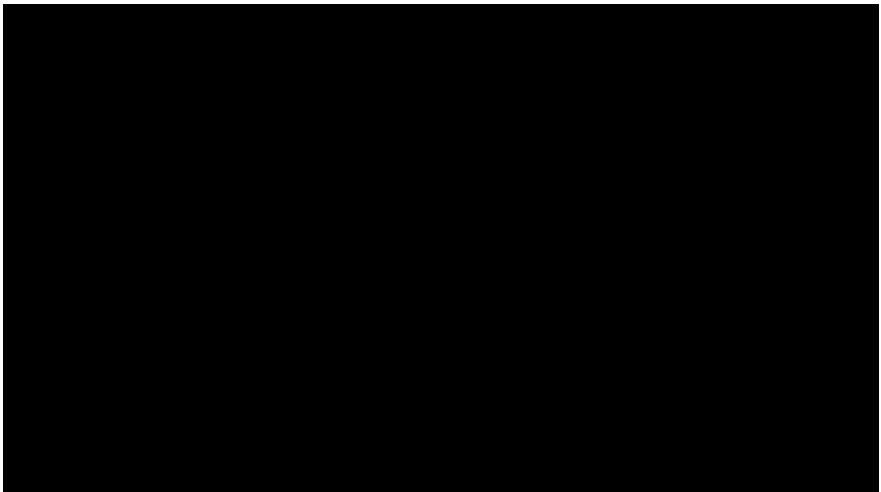
数字液压@亿美博科技



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

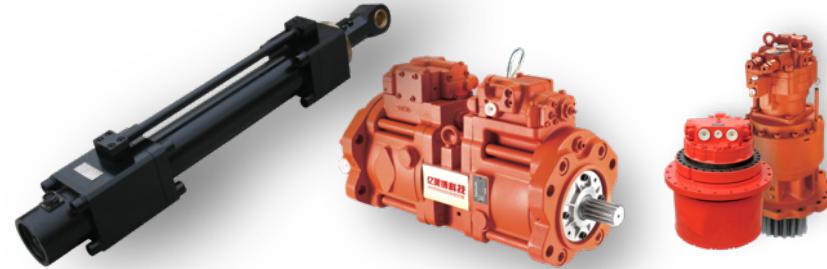
亿美博科技对“数字液压”的定义

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。



# 亿美博数字液压典型应用

- 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
- . . . . .

# 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

多自由度运动仿真  
大功率扫频振动测试

## 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

鱼雷装填控制系统  
舰面火炮自动控制系统

飞机升降平台控制系统  
航弹自动挂弹控制系统

## 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

液压抽油机数字  
缸驱动控制

## 风电

变桨距数字缸控  
制系统

刹车数字缸控制  
系统

全系统高效节能  
功率可编程数字  
泵系统

## 水电

水轮机调速控制  
筒形阀控制

## 火电

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  
援系统

振动筛选数字液  
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

防爆数字马达驱  
动系统

掘进机数字缸及  
数字马达驱动控  
制系统

## 水电

.....



## 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

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

## 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

液压走行数字马  
达驱动控制系统

全车高效节能可  
编程功率数字液  
压泵系统

.....



## 挖掘机

数字液压缸挖掘  
臂驱动控制

数字液压马达回  
转及行走驱动控  
制

功率可编程数字  
泵全车高效节能

液压系统

## 桩工机械

深沉补偿数字缸  
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

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

全系统高效节能  
功率可编程数字  
泵系统

.....



## 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

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

## 港口机械

深沉补偿数字缸  
控制

浮吊

栈桥

补给输送

航空栈桥数字缸  
控制系统

.....

## 重型机床

悬压机

悬压头数字缸驱  
动控制系统

悬压转动功率可  
编程数字泵

驱动控制系统

悬压机全数字液  
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

.....

# 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。



数字液压  
亿美博科技

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

## 数字液压 @ 亿美博科技

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

