



华恒公司的大型管焊专机

Beckhoff 基于 PC 的控制技术在焊接设备上的应用

## PC 控制技术 — 高品质焊接的护航者

焊接设备广泛应用于轮船、钢铁、航天航空、汽车制造、建筑、锅炉以及石化医药等领域。据统计，世界钢产量 50% 以上都需要用焊接设备将其制成成品。焊接设备已成为现代工业最重要的加工工艺装备之一。07 年我国仅电焊机的产量就达 74 万多台。08 年受金融风暴影响，行业产能下滑严重。但许多有战略眼光的公司则利用生产的淡季完成了设备的更新换代。春江水暖鸭先知，随着经济的复苏，作为基础工业的焊接设备更早感知到了行业的回暖。华恒公司从设计自己的单片机控制系统伊始，就一直努力寻求一个统一的开发平台来整合和优化开发资源。

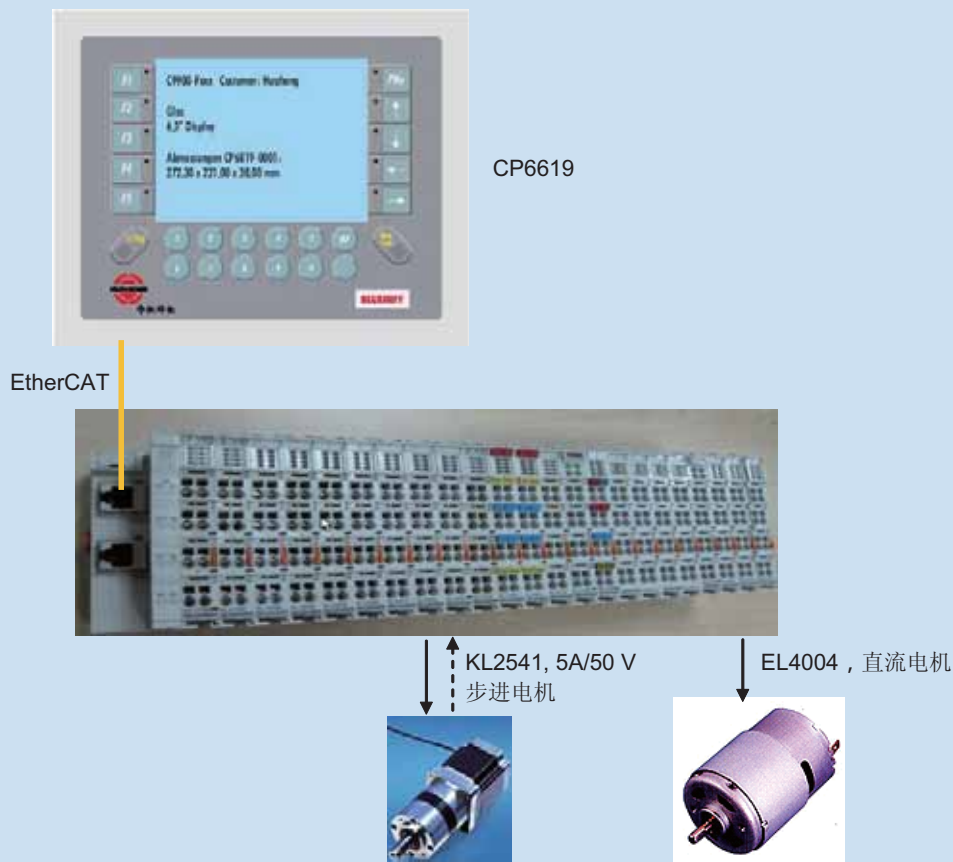
2006 年底，华恒公司逐步开始在一些非标设备上和 Beckhoff 中国公司合作。经过多年尝试，华恒最终选择了 Beckhoff 基于 PC 的控制技术及产品来开发新一代焊接电源设备的控制系统。华恒在追求高性能焊接工艺的同时，对设备的流线造型、人性化操作界面、体积等方面也非常考究。Beckhoff 基于 PC 和现场总线的控制系统无疑是最佳选择。“Beckhoff 控制系统的开放性与扩展性佳，端子模块结构小巧、性能可靠，非常适合用于我们的焊接设备。”华恒焊接专机部门的电气主管刘晓兰如是说。

### 焊接电源设备的控制要求及实现

焊接电源设备需要整合电流控制、运动控制、保护气控制、弧长控制及跟踪、快速诊断等功能。由于焊接设备的工作环境恶劣，电流起弧及焊接时会出现较大干扰，因此系统必须具有很强的抗干扰能力。控制器采用的是 Beckhoff 经济型面板式 PC，金属外壳，前面板保护等级达 IP 65。同时，采用了 Beckhoff 的 EtherCAT 总线连接外围 I/O。EtherCAT 总线及其 I/O 的快速性（总线周期可以远小于 1 ms）以及较强的抗干扰能力有利于确保电流脉冲及波形的精确性。采用 EtherCAT 总线的另一个原因是其具备优异的诊断能力。华恒电气开

### 昆山华恒

坐落于昆山留学生创业园区的华恒焊接设备公司是国内最早从事数控焊接成套装备开发的企业之一。其主要产品有焊接电源、自动焊专机以及机器人等。作为国内焊接市场的领导者，华恒焊接坚持以技术为核心，勇于创新，迄今已拥有 66 项专利技术。PLASMA、TIG、MIG 等焊接装备市场占有率位居前列。



### 焊接设备控制框图

TwinCAT 软件的高度灵活性是实现系统功能的关键

发部部长任辉解释道：“开始时，我们也担心 EtherCAT 及其模块的抗干扰能力，但最终实践证明我们的选择是正确的。而且基于 EtherCAT 总线的新产品层出不穷，这大大丰富了我们的选型范围。”

焊接电源设备需要给用户提 供交直流、脉冲等焊接方式。由于采用高频脉冲焊能够有效地减少热积累对焊缝成形造成的影响，使焊缝成形均匀一致，所以对脉冲电流的精确控制是该设备控制需要实现的核心功能之一。电流脉冲峰值时间要求精确到毫秒以下，采用传统的定时器方式生成的脉冲则无法达到这么高的精度。在 Beckhoff 基于 PC 的控制系统中，PLC 以固定的周期扫描，不受程序长短影响，且周期最低可至 50 微秒；此外，PLC 还支持多任务独立运行。华恒公司的焊接电源设备充分利用了 TwinCAT PLC 软件的系统特性来生成电流脉冲：设立一个快速任务专门用于处理脉冲，从而使得生成的脉冲精确无误。在生成的脉冲波形中，峰值和基值电流幅值时间均可灵活设定调整，结合 TwinCAT NC 功能也很容易实现电流峰值时间和旋转速度峰值的同步。同时，电流脉冲边缘可以锁定。由 TwinCAT 软件控制的电流自动衰减过程迅速而准确。

焊接过程中要求横摆启动迅速，定位精确，焊接结束时能自动完成衰减并最终停在原点。TwinCAT 整合了强大的运动控制和 PLC 控制功能，可以同时控制伺服轴、步进轴、液压轴等。本系统利用 NC 驱动经济型

步进电机轴来实现此功能。Beckhoff 紧凑型步进电机端子模块 KL2541 集成了脉冲控制和驱动功能，自带增量编码器反馈接口，8-50 V 宽频电压输入，但体积只有普通端子模块的两倍，几乎就是为华恒小巧的控制柜量身定做的。端子模块上自带两路快速数字量输入接口，可用作原点或限位开关等。模块可自动侦测 A、B 相开路，过流、过速、堵转等故障。KL2541 内部带有 PWM 电流控制，可以做到 64 细分。最高脉冲频率为 125 K。通过 NC 功能及 MC 标准功能块可以实现定位、调速等运动控制功能。由于焊接时电弧会发生变化，若要提高焊接过程的均匀性，必须进行弧长跟踪并快速调节焊极与工件的距离，以确保弧长和设定的数值一致。由于动态实时调节电机的速度与距离的频率极高，传统的基于 PLC 的运动控制系统很难实现此功能。采用 TwinCAT NC 的运动控制功能实现的弧长跟踪，效果令人非常满意。

用户在现场选择不同的焊枪时，步进电机的电流、细分数等参数都需要重新设定。为减少工人修改参数时出错的可能，通常，这一过程需要由工程师在 PLC 程序或专门的设置软件中实现，在 TwinCAT 软件中只需通过一个功能块就可以在 NC 和 PLC 之间灵活切换对轴 KL2541 的控制权。无须对程序代码进行任何修改，即可实现用户一键式换枪，从而提高设备效率。



新一代焊接设备锐弧 400

华恒公司总裁徐绪炯  
Beckhoff 华东区销售经理张松



#### 统一的平台可以快速适应市场的变化

华恒公司拥有焊接电源、管焊专机、机器人等众多产品，经常需要根据客户要求定制开发。如何提高这些设备控制资源之间的可重用性一直是华恒公司所思索的问题。Beckhoff 提供的基于 PC 的控制平台具有良好的开放性和扩展性，能够满足华恒公司所有的机型要求。比如，只需在电源设备中配置添加伺服电机用以实现外围的定位，即可轻松转换成大型的管焊专机；而升级软件就可利用 TwinCAT NCI、CNC 功能来焊接圆弧、相贯线及样条曲线等需要插补的复杂形状；结合机器人库文件即可将此设备改造为机器人；扩展 X、Y、Z 轴等也都轻而易举。这将大大降低大型设备重新开发的成本和周期。华恒专机部经理陈国余先生说道：“将来，我们也打算借助这套设备来开发自己的 CNC 系统。”

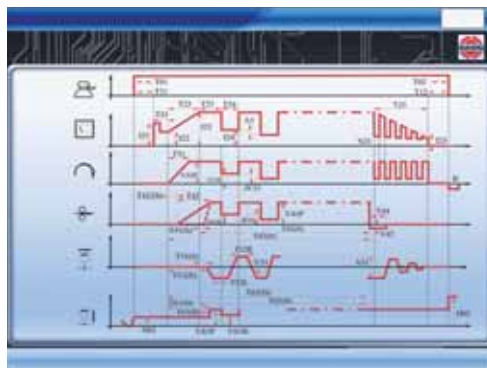
#### PC 控制技术的优势及前景

借助 PC 的海量存储，可以在控制器中存储一百多套工艺参数，不会增加任何额外成本。在普通 PC 上使用专用编程软件生成的生产程序也可以通过网络或移动存储设备转移到焊接电源上；电源上的过程数据以文件的形式保存，转存到 PC 机中后亦可通过专用软件对过程数据进行统计分析，并可以按照模板生成 PDF 文档，方便进行保存和打印以供追溯。

越来越多的用户打算或已建立自己的 ERP、MES 等系统，以提高自己的竞争力。设备层大量的工艺数据和诊断数据需要实时传送到上一级系统中。很显然，华恒公司在对设备做的下一步规划中，就需

要为用户提供这一接口。PC 控制的网络传输带宽等潜在优势都会为实现这一规划提供极大的便利。而远程诊断功能及 Beckhoff 遍布全球的销售支持网络无疑也会使售后服务节约大量的时间及成本，有利于海外市场的扩张。

华恒目前正在焊接电源设备上测试 Beckhoff XFC 技术，该技术的实施（远小于 100 微秒的周期）无疑会使目前的工艺水平获得质的飞跃。中国政府已投资四万亿人民币拉动内需，这将会给已率先完成产品升级的华恒公司更多的机会。而华恒的勇于变革与高瞻远瞩无疑将使自己的领先地位更加巩固。



焊接设备主要功能图

昆山华恒 [www.huahengweld.com](http://www.huahengweld.com)  
Beckhoff China [www.beckhoff.com.cn](http://www.beckhoff.com.cn)