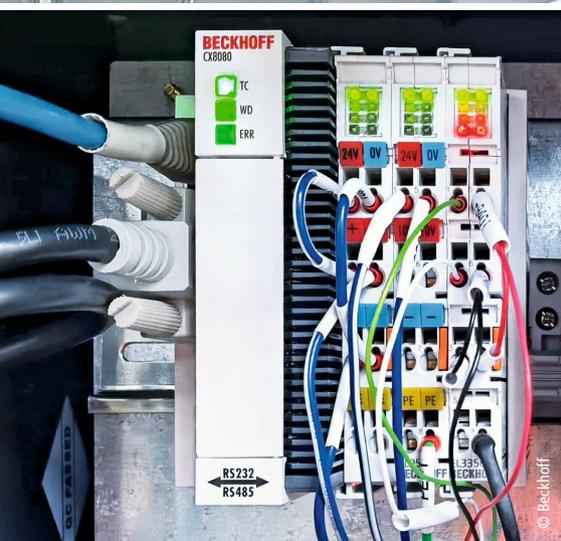


基于 PC 的控制技术在光伏设备半导体生产中的应用

灵活的单晶炉自动化生产助力企业提升竞争力

浙江晶盛机电股份有限公司最早是使用单独的过程和温度控制系统来控制半导体单晶硅生长过程。自从改用了倍福基于 PC 的控制技术后，不仅节省了成本，而且其可扩展性也使项目的实施变得更加便捷。TwinCAT 软件还能为客户的知识产权保护注入附加值。





一个由嵌入式控制器
(如图所示: CX8080)、
TwinCAT 自动化软件和
EtherCAT 端子模块构成
的平台用于控制光伏半
导体的制造



浙江晶盛机电股份有限公司（以下简称：晶盛机电）总部位于中国浙江省，是全球领先的光伏和半导体设备供应商。晶盛机电凭借其优异的设备工艺和多年积累的丰富行业经验，长期位列全球长晶设备龙头。过去，晶盛机电一直使用传统的 PLC 和温度控制器实现单晶炉的自动化。但温度控制器的功能有限，并且与 PLC 结合使用时灵活性太差。因此，晶盛机电转而采用倍福控制平台，它由嵌入式控制器、TwinCAT 自动化软件和各种 EtherCAT 端子模块构成，并结合 EtherCAT 工业以太网总线，能够轻松、灵活地连接各类现场设备。这种集成式控制平台取代了两台独立的设备，可以更灵活地满足客户的个性化需求。

稳定的工艺控制是重中之重

单晶生长需要特定的温度条件。硅原料首先在熔炉中被加热熔化成液态硅，然后提拉头上的单晶籽晶被浸入熔融的硅液中，开始进行晶体生长。熔融硅液必须保持在一定温度，缓慢旋转籽晶，并向上提拉，使熔融硅液凝固，逐渐长大到所需直径的单晶硅锭。半导体单晶硅的优点是其取向非常均匀，因此具有较高的转换效率，它们被切割成硅片后可用于制作太阳能电池组件。

这需要精确的顺序控制和长时间（数天至半个月）稳定的生长过程控制。其中，温度控制尤为重要，因为温度不均匀可能会导致多晶材料在生长时出现晶格结构缺陷。单晶炉持续运行时，控制系统需要处理大量数据。不过，这对于倍福的嵌入式控制器来说不成问题。适合 DIN 导轨安装的工业级控制器在恶劣的环境条件下表现相当出色。晶盛机电一开始使用的是 CX1030 嵌入式控制器，随着项目需求的增加，目前采用 CX9020 或 CX8190 作为中央设备控制器。随着 CPU 性能的不不断提升，倍福控制器的性能也逐年增强，帮助晶盛机电不断优化和提升其控制系统，从而提高了产品竞争力。

晶盛机电主要使用 TwinCAT 2 控制软件，但对于某些项目需要使用新功能时，可以方便地切换到 TwinCAT 3 软件平台。在进行切换时，只需对代码稍作改动，就可以扩展和升级原有项目。此外，TwinCAT 还支持多种通信协议，可以实现主控制系统与加热系统和磁场产生系统等子系统的通信。这样可以无缝地传输和共享信息，提高系统的整体效率和协同性。晶盛机电高级专家王先生对倍福软硬件平台给予了很高的评价：“TwinCAT 软件成熟稳定，其灵活的编程方式方便处理各类数据。此外，基于 PC 的控制架构简化了控制器与集控系统的连接，从而简化了生产系统和企业系统之间的数据交换。”



单晶炉不间断稳定运行数天至两周是确保高质量半导体单晶生长的重要前提

2023年，晶盛机电代表团访问了倍福威乐总部（从左到右）：何超博士（负责倍福中国的区域销售经理，来自倍福德国总部）、华长盛博士（倍福中国数据科学与工程部经理）、马兴凯（倍福中国总经理）、Hans Beckhoff（倍福全球总裁）、曹建伟博士（晶盛机电董事长）、涂瑾（晶盛机电总裁助理）和 Kai Ristau（倍福全球销售总监）



EtherCAT 总线便于实现控制系统的灵活配置

由于 EtherCAT 具有实时通信能力，晶盛机电可以从众多可用的 EtherCAT 端子模块中进行选择。王先生解释道：“EtherCAT 的分布式 I/O 模块给项目带来了极大的便利，拓扑结构灵活不受限制，具有非常多样的配置选择。我们可以根据不同项目的需求与成本进行选择。倍福的 EtherCAT 产品简单易用且兼容性好，可替换不同厂家的从站产品，在保证 EtherCAT 产品一致性前提下完全不影响整体性能和稳定性。由于 EtherCAT 无需交换机或其它有源器件，安装和维护成本大大降低，同时也简化了系统的布线和调试工作。”

多任务处理便于程序加密

单晶炉控制程序的核心之一是温度控制，客户需要高度保密这部分知识产权。TwinCAT 模块化自动化软件的优势在于，用户可以方便地将整套控制程序根据其重要性，分离出多套子任务程序由不同用户独立管理。不同子任务程序的数据交换可通过变量映射实现。这些任务将在 TwinCAT 的 Runtime 中被调用。这种模块化的设计使得系统的维护

和开发更加灵活和高效。晶盛机电采用多 PLC 任务处理，将核心工艺算法封装在单个 PLC 程序中。为了保护核心算法程序的安全性，晶盛机电将程序保存为无法反编译的二进制代码。此外，程序部署也非常方便，只需要复制这些二进制代码文件到目标控制器上，即可实现程序的下载。

随着新一轮技术创新的迭代升级，王先生说道：“晶盛机电推出了基于开放平台架构的第五代单晶炉，其最大的亮点在于改变了传统的封闭控制系统模式，配置了基于开放架构的用户可编程的软件定义工艺平台。该平台可以基于 TwinCAT 的 Automation Interface 功能通过高级语言编程自动创建 TwinCAT XAE 组态实现。终端客户可根据平台接口，将自己的特殊制程工艺制作成模块供平台调用。这大大提高了终端用户开发个性化工艺的能力，助力他们在技术上持续创新提升竞争力。”

更多信息：

www.jsjd.cc/en

www.beckhoff.com.cn/twincat

www.beckhoff.com.cn/process