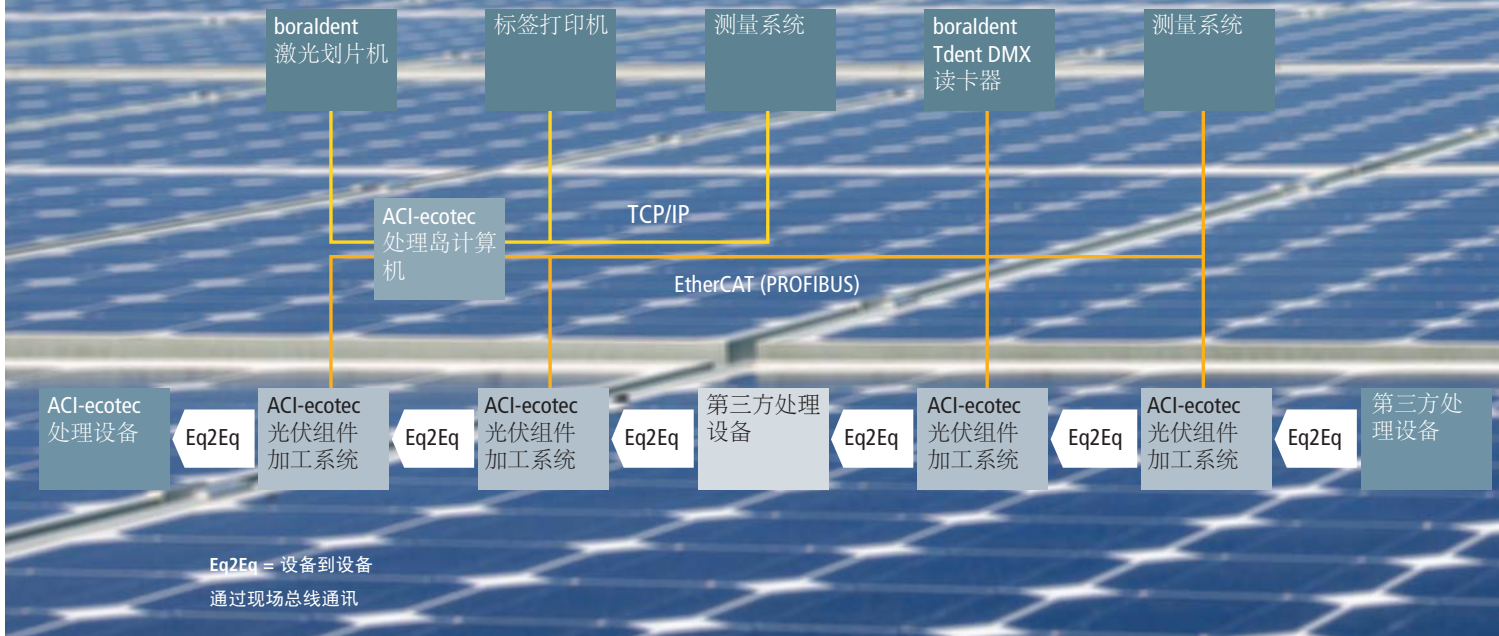


利用创新的自动化技术优化太阳能光伏生产系统

## 光伏组件加工与 PC 控制技术的完美结合

随着光伏（PV）产品价格的下落，一方面，人们对光伏产品的需求逐步增加，另一方面，这也给光伏行业带来了巨大的成本和创新压力。降低生产成本、提高产品市场竞争力需要有高效、高可靠性的生产设备，其中，自动化平台的性能如何最为关键。因此，ACI-ecotec 公司——硅锭和薄膜光伏组件生产系统制造商——采用了 Beckhoff 的控制技术对其生产设备进行了优化。



ACI-ecotec 公司总部位于德国圣格奥尔根市（St.Georgen）（将于 2009 年冬搬至 Zimmern 市），由 ACI 集团在 2004 年战略性收购 Ecotec Automation 公司后重组而成。在重组过程中，公司进行了重新定位，将重点放在光伏组件和汽车零部件制造领域。ACI-ecotec 公司在材料加工技术和接触技术方面（包括薄膜组件）一直追求自身技术的创新，不断研发新产品以回报社会，因此，他们在光伏产品领域占据了全球市场的主导地位。同时，ACI-ecotec 也积极与其合作伙伴协作，共同研发交钥匙解决方案。

用前沿的 PC 控制技术取代传统的 PLC 技术

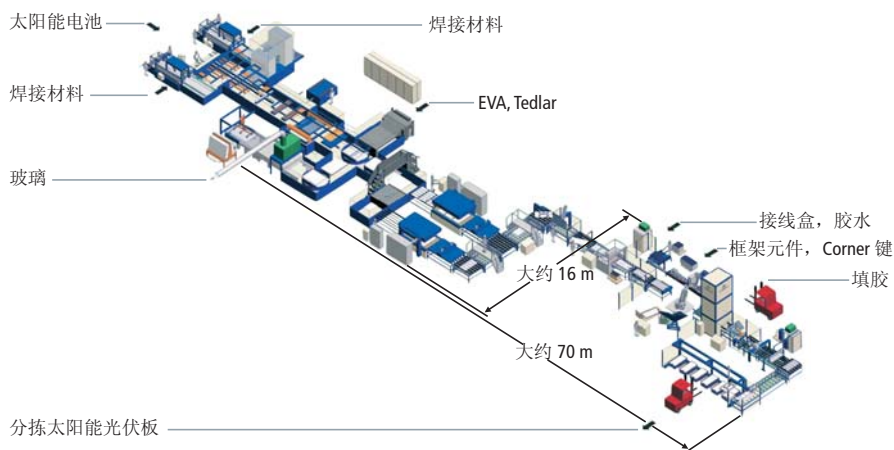
在将眼光放在光伏行业的同时，ACI-ecotec 也很好继承了精密工程和生产设备制造，公司研发的 ecoTrans 光伏组件加工系统

就是最好的例证。这一获得专利的输送系统最初是用来建造组装生产线的。如今，经过改进后的 eco-Trans Solar 系统则成为连接生产硅基薄膜太阳能组件的加工站。目前，ACI-ecotec 正将其光伏组件加工系统应用到一条 30 MW 的薄膜太阳能生产线上。ACI-ecotec 可提供 144 个工位，约占 500 m 长生产线的一半。ecoTrans Solar 系统内集成了各种工艺步骤，包括标记和识别系统、测量技术和热处理技术，以及诸如接触和分配太阳能组件等特殊加工任务。

ACI-ecotec 使用的识别和激光划片系统来自 ACI 集团旗下的另一家公司 boraldent。而 boraldent 的产品则使用了 Beckhoff 的控制技术。



太阳能光伏板全自动生产线



ACI-ecotec 软件经理兼负责自动化和软件开发策略总体协调的 Ralf Berger 先生阐述道：“我的工作内容之一就是确保 Beckhoff 的控制技术能够与 ACI-ecotec 实现最佳融合。光伏组件加工系统被分为 14 个处理岛。每个工位都配置了一台 C6920 工业 PC 作为控制计算机，一个 12 英寸的 CP6901 控制面板作为用户界面，这两款设备均来自 Beckhoff。另外，还有一些安装位置灵活的操作面板，它们可以根据工作和维护需要连接到生产线上的任何位置。操作面板一旦接入，便可通过 Beckhoff TwinSAFE 端子模块将它们集成到光伏组件加工系统的急停回路中。”

EtherCAT 是自动化方案不可或缺的一个组成部分，用作主要现场总线系统。设备到设备之间的通讯通过 EtherCAT 或 PROFIBUS 接口实现，它们在 EtherCAT 耦合器上用作次级现场总线。根据

制造商的需求，与加工系统上集成的各个子系统之间的通讯可以通过 ADS、以太网、其它现场总线或 RS232 接口进行。

#### 通过开放式自动化平台实现基于工具箱原理的灵活解决方案

ACI-ecotec 为其客户提供一系列差异化解决方案，即提供各种不同规格型号的光伏生产模块，从手动、半自动到全自动 MES 耦合操作。ACI-ecotec 采用工具箱原理来实现这一差异化所覆盖的广度。例如，可以提供一台带手动工作站的设备，日后可以替换为全自动加工机械。ACI-ecotec 还为日后在设备模块上装备特殊功能方面提供了灵活性。此外，客户可以在未连接 MES 的独立生产线上进行光伏组件的生产，日后再对其进行改造。“在此过程中我们不需要更换任何硬件。” Berger 先生评论说道：“只要我们使用 Beckhoff 的工业 PC，在装载和操作

## 拥有高效 IT 和通讯接口的光伏组件加工系统

“实际上，ecoTrans Solar 加工系统是一个庞大的 IT 项目，其成功得益于有高效的通讯接口。” Ralf Berger 解释道。“与输送过程密切相关的是各种子过程，如识别和检查。各种形式的测量和图像处理系统、x 射线检测系统和我们集成了测量技术的 ‘ecoFlasher’ 系统都必须整合到加工系统中。”信息技术在这些工艺过程中变得越来越重要。“我们已经为机器到机器（设备到设备）的水平信息流制定了标准。”自动化专家评论道。“此外，我们还必须考虑设备之间的垂直信息流，从光伏组件加工系统及其集成的所有子系统到 MES 层。”MES 由 ACI-ecotec 的姊妹公司 acp-IT 负责实施，符合光伏和半导体行业适用的 SEMI 标准。它允许在任何阶段进行扩展，从数据采集到通过 MES 对生产线进行全面的远程控制，以及与来自不同制造商（如 SAP）的 ERP 系统进行连接。ACI-ecotec 联合 acp-IT 开发了一款用于将加工技术和加工机械连接到 MES 的产品。通过这个 MES 接口适配器可以将相关机械和系统的控制系统连接到 MES。该产品使用标准的 SECS 接口协议，同 MES 一样，满足有效的 SEMI 标准。因此，只要满足所需的标准，该产品就可以在由任何制造商提供的 MES 上运行。MES 接口软件与相关控制系统之间的通讯通过以太网和 TCP/IP 协议实现。除了 TwinCAT PLC 以外，它也支持其他制造

商提供的 PLC 控制器。“这些灵活的通讯接口以前从未在光伏组件生产中如此集中地出现过。如果使用传统的控制技术，我们根本不可能在我们规定的时间和预算范围内实现这一项目。” Ralf Berger 先生感叹道。



Ralf Berger 先生，  
ACI-ecotec 公司软件经理，负责全面协调自动化和软件开发策略

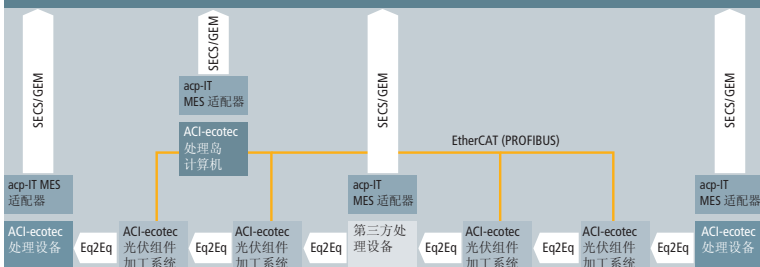


带安装臂的 12 英寸控制面板 CP6901 显示来自 “ecoCure” 层压工位的系统画面

MES 接口适配器时就不会出现任何问题。自动化专家 Berger 先生认为 Beckhoff I/O 系统特别灵活：“我们在 ecoTrans Solar 系统中使用 EtherCAT 作为中央总线系统，并且首选 EtherCAT 端子模块。由于集成到光伏组件加工系统中的多个子系统和驱动器都带有 PROFIBUS 接口，我们使用 PROFIBUS 来连接本地加工模块。”

TwinCAT PLC 可以快速、高效地创建各种类型的通讯接口。Ralf Berger 先生及其团队在开发用于要求极其苛刻的基于以太网的 MES 接口适配器时对 TwinCAT 系统的这一特性赞赏有加。尤其是 TwinCAT 能够在任何装有 Windows 操作系统的 PC 上可靠运行，无需对 PLC 软件进行任何调整，事实证明这是一个巨大的优势。“如果使用由其他制造商提供的控制系统，我们必须针对不同的 CPU 和通讯模块单独测试并调配数十个硬件配置。而使用 Beckhoff 的产品就完全不会存在这些兼容性问题，也不会产生相关的测试和开发费用。通过 EtherCAT 现场总线和 Beckhoff 端子模块系统可以快速集成不同的外围设备和子系统，无论是通过次级现场总线还是诸如 RS232 或模拟量接口等其它通讯接口。” Ralf Berger 先生如是说。开发团队设法要在最短的时间内创建软件模块库，从而让不同制造商的设备可以通过各种通讯

MES – acp-IT



与 MES 之间的水平通讯和垂直通讯

## ACI-ecotec

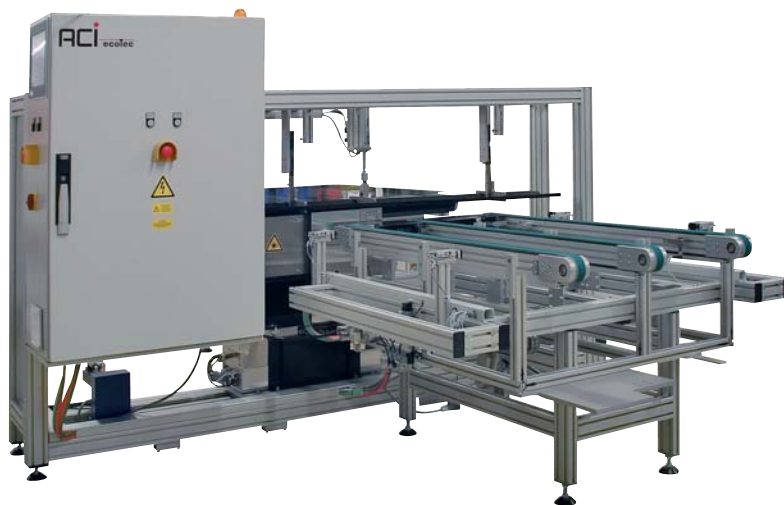
Ecotec 公司是一家专业的机械设备制造商，于 1980 年在德国黑森林地区圣格奥尔根市注册成立。2004 年，该公司被 ACI 集团收购，重组成为现在的 ACI-ecotec。ACI 集团旗下还有 acp Advanced Clean Production、acp-IT 以及 boraldent 和 FT Automation & Feinwerktechnik 等几家公司。

作为全球领先的生产设备供应商，ACI-ecotec 主要专注于光伏领域和汽车行业。公司在光伏组件生产领域取得了极大的成功，因为他们拥有很多行业领先的创新技术，包括用于生产薄膜光伏组件的全自动接触系统 ecoContact、ecoTrans Solar 加工系

统、ecoSplit 晶圆分离系统以及用于运送硅太阳能电池和晶圆的 ecoCarrier 系统。2008 年，ACI-ecotec 公司已拥有约 120 名员工，营业额超过两千万欧元。包括 Oerlikon、Centrotherm 和 Day4Energy 等多家太阳能领域知名的光伏组件制造商都采用了 ACI-ecotec 的生产技术。



某个加工工位的中央控制柜



多工位划片工作站，它是光伏组件加工流程中的一个生产岛，采用 Beckhoff 嵌入式控制器 CX1020 进行控制

接口集成。“由此生成的‘工具箱’大幅缩短了后续项目的开发时间。” Ralf Berger 先生在解释开放式控制平台的优势时如此说道。光伏生产模块安全方面的问题也同样很容易解决。“由于我们决定采用 Beckhoff 的 TwinSAFE 安全系统来确保用户及设备安全，因此在日后的翻新改造中，加装一个带额外安全模块的设备就不是问题。” Ralf Berger 说道。Beckhoff 安全解决方案的一个独特优点是：TwinSAFE 端子模块分布在整个加工系统模块中，现场总线可用于将安全相关的信号传输到控制系统。这大大降低了总体布线成本和调试成本。由于 TwinSAFE 端子模块是可编程的，因此也具有高度灵活性，可以根据各个站点的要需求进行适配。

### 将测量和控制系统集成入 PC 控制器

ACI-ecotec 使用带或不带板载智能系统的图像传感器进行光伏组件的表面检验和质检。通常，光伏组件生产中的一些附加测量

任务主要是光伏电池的绝缘和高压测量。特别是在薄膜太阳能电池生产中，分类通过名为“Flasher”的装置实现。这一步骤是基板加工过程中的最后一道工序，按照性能等级对基板进行分类，以确定其最终用途。

用了加热设备，因此就会涉及到大量的控制技术。” Berger 表示道。“传统的 PLC 系统在控制回路的重压下要么崩溃，要么需要额外的硬件解决方案，这将花费大量的时间和金钱。因此，Beckhoff 的总线端子模块和 TwinCAT 软件在这方面具有巨大的优势。”

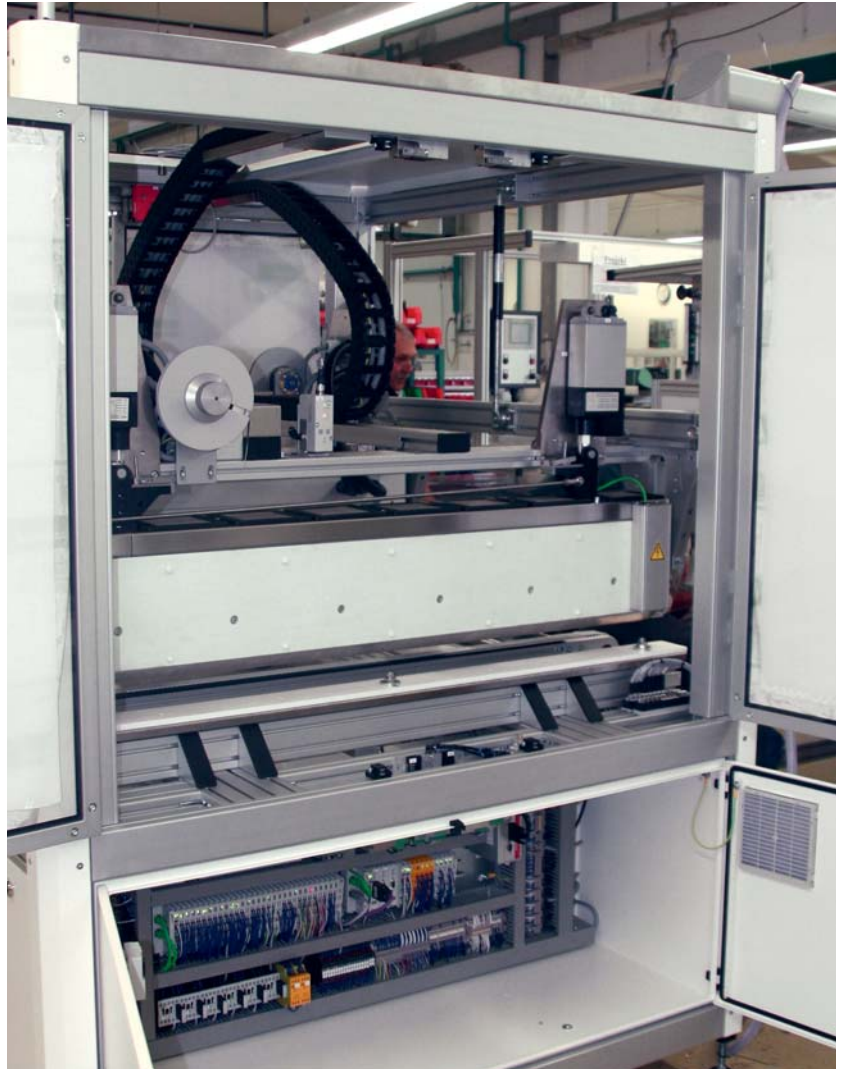
### 实现高级别通讯和集成

ACI-ecotec 想要从简单的机械设备制造商发展成为过程和系统供应商，就需要拥有相应的通讯技术和软件方面的专业知识。令 Ralf Berger 先生感到高兴的是，Beckhoff 的控制平台符合所有这

些要求：“光伏行业和半导体生产息息相关，因此设备和生产控制层面之间的数据通讯也越来越受到关注。在此背景下，软件接口和数据交换问题就变得极其重要。Beckhoff 基于 PC 的控制系统与微软产品的完美集成及其编程简单性给我们留下了深刻的印象。”TwinCAT 软件库能够与不同的通讯系统 — 以太网、EtherCAT 或其它现场总线 — 组合，以实现各种系统解决方案。“ACI-ecotec 会抓住一切机会充分利用 TwinCAT 软件库提供的各项功能。”Ralf Berger 满怀信心地说道。

#### 高效、成功的解决方案

Beckhoff 控制平台的灵活性为直接连接外围处理设备带来很大的好处。Ralf Berger 先生认为：“Beckhoff 的软件潜力和通讯选项让我们深深为之折服。此外，Beckhoff 具有多轴耦合联动功能的驱动技术和高速 I/O 端子模块也让我们受益匪浅。我们曾经有一个项目，需要将我们的光伏组件加工系统与其他制造商提供的也采用了 Beckhoff 控制技术的处理模块相连接，这样，我们就可以轻松解决基板的输送问题。在这一项目中，我们所面临的一个难题是如何将基板正确放入处理站中。为此，我们通过一个 EtherCAT 桥接端子模块与 Beckhoff 控制器进行连接，然后实时连接至处理站的驱动控制器中，并控制 Beckhoff 的 AX5000 EtherCAT 伺服驱动器，以始终确保基板能够精确输送。这个问题在短短两天的时间内就高效、成功地得到了解决。”



ACI-ecotec 也将 Beckhoff 的自动化组件应用于一台名为 ecoCure 的新型层压设备中

ACI-ecotec GmbH [www.aci-ecotec.com](http://www.aci-ecotec.com)

PC-Control für die Photovoltaik-Produktion

[www.beckhoff.de/photovoltaik](http://www.beckhoff.de/photovoltaik)