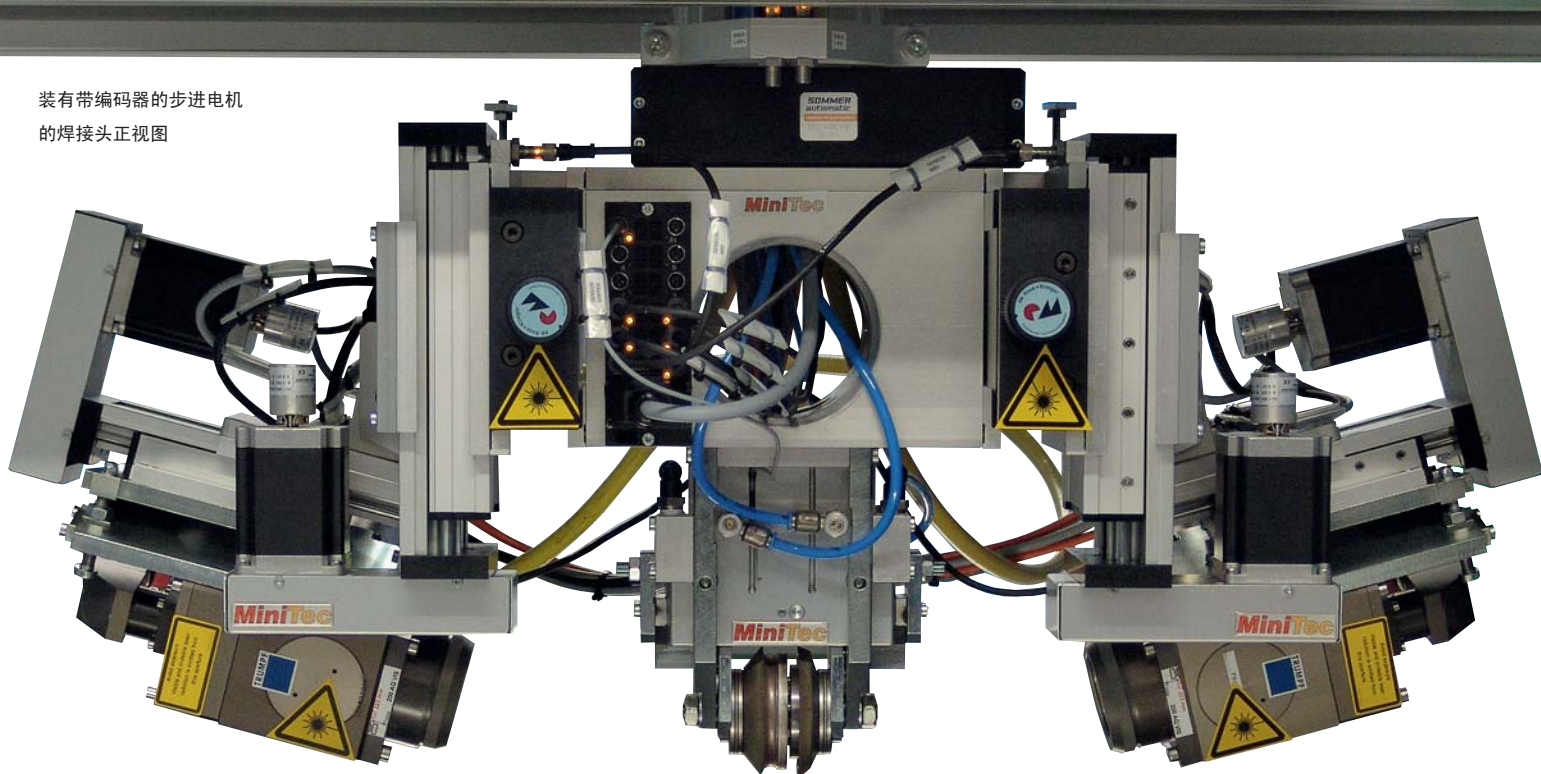


装有带编码器的步进电机
的焊接头正视图



针对最高工艺安全和灵活性的激光焊接系统

太阳能集热器的高端生产工艺

太阳能集热器是将太阳的辐射能转换为热能的必要元件，激光焊接工艺是最早且在市场上获得大量应用的技术，并已实现批量生产。与传统方法相比，激光焊接的工艺安全性好，可提高生产速度和效率。总部位于苏黎世附近 Otelfingen 的瑞士 MiniTec AG 公司，专业从事太阳能集热器的设计与生产。由该公司开发的 SunLaser® 激光焊接系统实现了平板式太阳能集热器全表面吸收器的全自动生产。该系统由 Beckhoff 公司基于 PC 和 EtherCAT 的自动化平台控制。

通过专用的能量转化器利用太阳能，这在全球范围内已成为共识。目前，太阳热能的利用也扮演着重要角色，可以与太阳辐射能的光伏发电转换相提并论。太阳能回收系统的生产设备必须达到最高的生产效率和质量要求，以满足最大产能需求，同时降低系统成本，快速获得投资回报。

具有开拓意义的技术

通过将焊接管垂直或弯曲排列在一块基板上，制成平板式太阳能集热器全表面吸收器。MiniTec 采用的激光焊接工艺解决了焊接固有的问题，即焊接所需的材料组合，如铜管和铝板组合。脉冲激光机熔化并融合小块的金属管和金属板，即将精确的热量应用到吸收器的精确焊接点上。这就最大程度地减小了热影

响区，使吸收器层保持完好无损，从而保证平板式集热器的集热效率最佳。

SunLaser® 平板式激光焊接系统可用于制造 1250 mm x 2500 mm (4 ft x 8 ft) 的吸收器。管件主要由铜制成，外径为 8-22 mm，壁厚 0.2 mm；基板通常由 0.3-0.5 mm 的铝板制成。铜管采用尽可能小的焊接点焊接到铝板上：每厘米 4 个焊接点，这可以由最大焊接速度为 25 m/min (82 ft/min) 的 Nd:YAG 固定头激光机实现。激光可以在 60-120 s 内覆盖约 2 m² 的吸收器表面。

通过基于 PC 的控制系统和 EtherCAT 实现全自动工艺控制
激光焊接系统由安装在控制柜门上的 Beckhoff 面板型 PC CP6222

控制。系统外围设备通过 Beckhoff 总线端子 I/O 模块连接，面板型 PC 与 I/O 系统之间的通讯通过 EtherCAT 总线实现。EK1100 总线耦合器用于连接 EtherCAT 协议和 EtherCAT 端子模块。

SunLaser® 有一个多轴龙门加工中心：Beckhoff 伺服驱动器用于控制整个运行范围内的各个轴。驱动器是可编程的，并通过 TwinCAT NC I 自动化软件驱动，另一个系统伺服驱动器控制工作台的旋转轴。系统操作人员可以在工作台旋转期间装卸吸收器。

在入口的 Z 轴上有一个带两个激光镜片的激光焊接头和一个用于管材焊接的送料辊。两个激光镜片聚焦后，并通过步进电机定位。步进电机在机械预定义的位置范围内调节这两个镜片。为了保证该过程的绝对精度，每台步进电机还需配备一个编码器，用来检测焊接头动作，便于由轴控制器通过反馈信号实现监控。

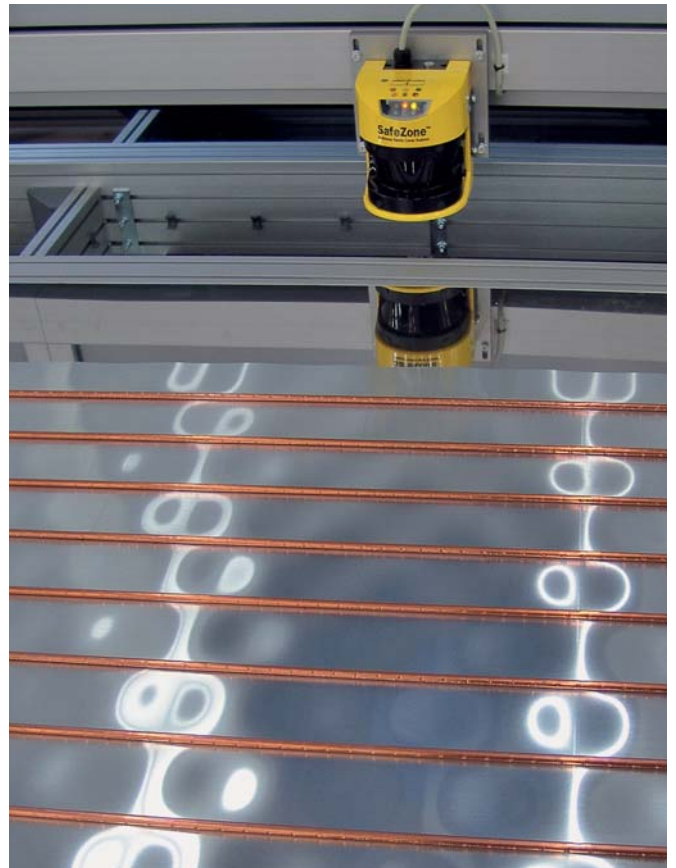
软件作为连接技术

MiniTec 激光焊接系统目前使用了 3 个控制系统：一个用于 Nd:YAG 激光机的控制器、一个独立的安全控制器和和用于监控整个生产过程的 Beckhoff 控制平台。这 3 个控制系统之间相互连接。

按照 IEC 61131-3 的要求，所有工艺顺序都由 Beckhoff TwinCAT PLC 自动化软件监控。MiniTec 公司的副总经理兼技术总监 Philip Schwander 解释说道：“由于我们驱动了多个插补轴，需要一个完全可编程的界面，因此，我们采用了 TwinCAT NC I 和 G-Code (DIN 66025)，并用 C# 开发了我们的图形显示界面。”

开放式自动化平台可灵活实现不同的操作方案

激光焊机的操作方案可以根据客户的不同要求而变化。MiniTec 公司董事总经理 Frank Weyermann 介绍说道：“我们有些客户的产品种类非常有限，他们只生产某一种或两种吸收器。这类客户实行三班工作制 — 有些客户采用的还是传统的手工搬运零件的方式，而另外



用铝板和铜管制成的吸收器，具有精确焊接点

一些客户则采用全自动生产线。其他用户组，如 OEM 吸收器制造商，他们能够生产 40 或更多种类型的吸收器。为此，控制器程序必须高度灵活，即产品的每个方面都必须是可以调节的。我们的客户希望一个轮班工人就能够完成所有调节工作。因此，系统是否支持的图形化显示操作就变得越来越重要。”

MiniTec 公司认为，仅将各个程序作为配方存储在数据库中是不够的。Frank Weyermann 说道：“我们的客户必须、也希望能够创建他们自己的配方程序。然而，其前提条件是自动化平台能够允许这样



SunLaser® 平板式激光焊接系统可用于生产 1250 mm x 2500 mm (4 ft x 8 ft) 的吸收器

在被德国机器制造商 MiniTec GmbH & Co. KG 公司收购后，瑞士 Geiser Tech AG 公司自 2009 年起正式更名为 MiniTec Schweiz AG。该公司开发了一种具有开拓意义的太阳能集热器制造技术，从而加强了该公司在太阳能技术领域的话语权。

SunLaser® 激光焊接系统应该属于“继承技术”，正如 MiniTec 公司总经理 Frank Weyermann 所说：“该项技术的源头可追溯到 Sunlaser 公司，正是该公司开发出来的方案让该项技术成为了现实。之后，Sunlaser 公司开始寻找合作伙伴，以便能够进一步开发此方案，这就是最初的 GeiserTech。自从该公司加入我们之后，我们不懈努力，最终将该系统方案变成了高端生产工艺。”在过去的 10 年中，MiniTec 集团赢得了良好的国际声誉，他们在光伏组件生产设备的制造方面占据了主导地位。同时，新的公司也将继续从他们丰富的光伏组件工业化制造经验中获益。通过与其合作伙伴 Sunlaser Consulting GmbH 公司的协作，MiniTec Switzerland AG 不仅获得了大量的系统工程专门技术，而且掌握了丰富的应用知识。2001 年，公司开始致力于开发用于制造铝质吸收器的激光焊接工艺。之后，该工艺就证实了它在商业上是切实可行的。现在，该工艺已经成功应用于全球大量“交钥匙”生产设备上。



装有 Beckhoff AX5000 系列 EtherCAT 伺服驱动器的控制柜

做，而这正是 Beckhoff 公司基于 PC 的控制系统的最大优势。”

功能集成作为短期目标

MiniTec 激光焊接系统方案很好地说明了 Beckhoff 控制平台所具备的开放性和持续改进。在第一阶段，这家瑞士公司将伺服驱动技术集成到控制方案中，取代了外部 CNC 控制器。此后，伺服驱动器自身也进行了转换。“Beckhoff 的 AX5000 伺服驱动器已经使用了两年多时间。”激光应用项目经理 Frédéric Dollinger 如此说道，他主要负责系统技术，直到交付给客户。Dollinger 在继续解释已集成的伺服驱动器安全功能时说道：“我们采用了‘安全暂停’和‘安全停止’功能。”在其它安全方面，MiniTec 也可以使用这一方法。Beckhoff 新型集成安全控制器和 TwinSAFE 安全端子模块能够将激光焊接设备以前的单独安全技术移植到控制解决方案中。这样，Philip Schwander 及其团队今后将能够继续开辟更多新的可能。

MiniTec Schweiz www.minitec.ch
Beckhoff Switzerland www.beckhoff.ch