

Herkules: 将轧辊磨床与软件相结合的控制专家

TwinCAT — 完美加工的有力保证

Herkules 机床厂位于德国锡根 (Siegen)，在轧辊磨床的开发和制造领域已有 100 年的历史，是钢铁行业全球重要细分市场的领军企业。自 2000 年起，Herkules 就一直使用 Beckhoff 控制技术 & 自动化产品，这些产品由 HCC KPM Electronics 子公司根据各种设备和机械种类进行编程和实施。



磨削支持: 由于轧辊过程中辊子上承受的压力非常大，对轧辊磨床的磨削精度和正常运行时间方面的要求极高。这些在钢铁和金属冶炼行业中都是要求最为苛刻的任务。

去年，Herkules 成功实施了一个要求极为严苛的项目，为中国的武汉钢铁 (集团) 公司 (WISCO) 交付了一套完整的轧辊车间改造方案。轧辊车间由总共四台轧辊磨床、两个用于装载和下载轧辊磨床 (装载机) 的单脚起重机以及轧辊车间管理系统 (RSMS)。在轧钢厂中，已经经过粗加工的金属板被轧辊成最终所需的厚度和质量。最终产品是硅钢或者变压器钢片，例如，可用于制造变压器和电机。

在轧钢厂内，轧辊车间为确保待轧辊的金属板质量提供保障。由于轧辊过程中辊子上承受的压力非常大，对轧辊磨床的磨削精度和正常运行时间方面的要求极高。这些在钢铁和金属冶炼行业中都是要求最为苛刻的任务。轧辊车间必须保证每天三班制，约 70 个工作及支撑辊的工作输出，利用率达到 97%。

巨型辊子仍需要具有精密性

乍看起来，轧辊磨床与精密工具几乎没有相同之处。这一方面是因为其规模大小 — 加工用的辊子净重最大可达 400 吨，长度可达 10 m — 另一方面，由于轧钢厂周围有数千吨的钢铁需要加工。但是，再细看，就会发现这种机床的高精密特点：除了数根测量轴之外，磨床还有最少四根加工轴，它们通过伺服驱动器驱动：

| W 轴：用于旋转辊子的主轴头，夹在固定支架的中心部分。

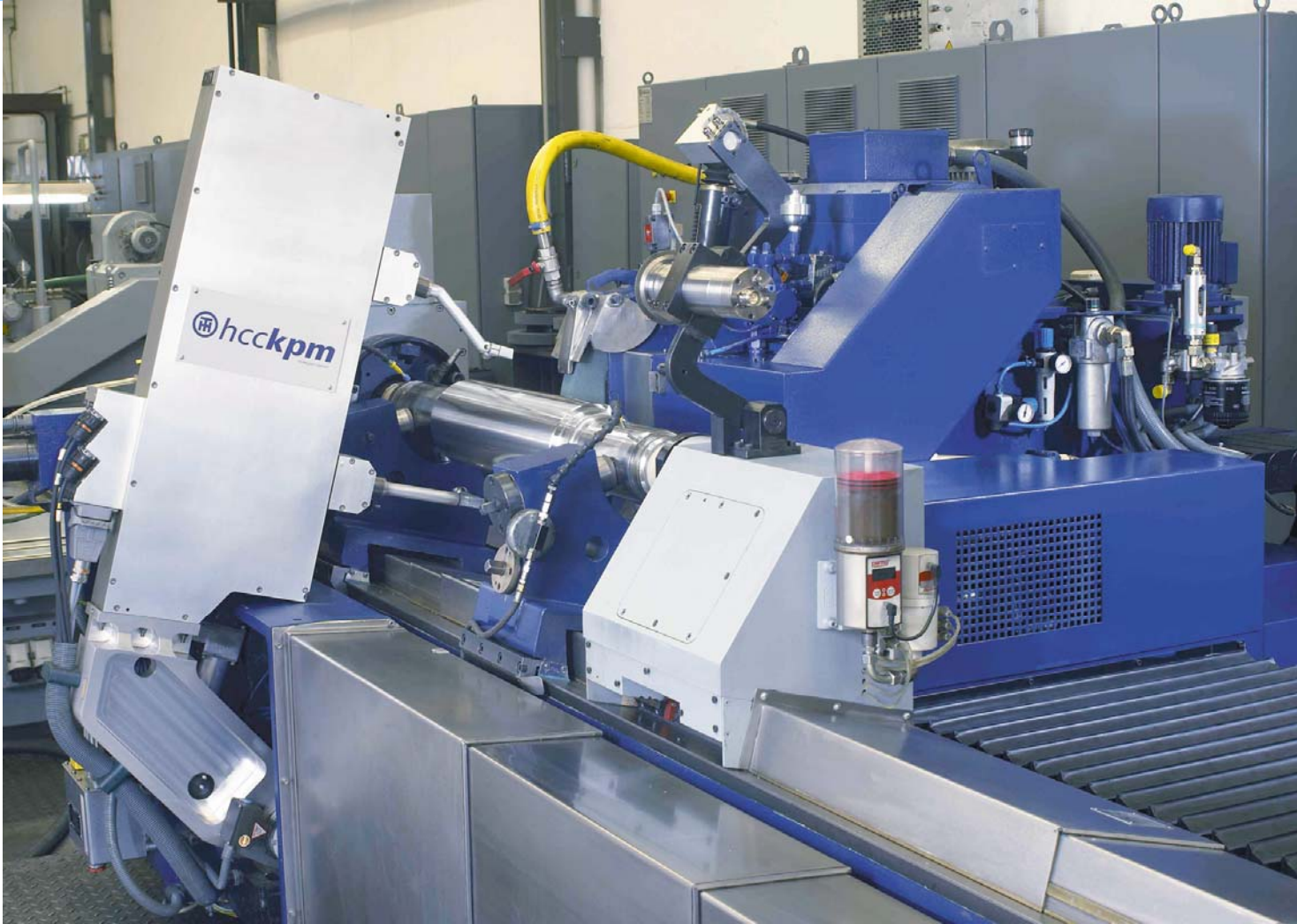
| X 轴：垂直进给至辊子的砂轮。

| Z 轴：横向进给至辊子的砂轮。

| C 轴：通过倾斜轴微进给的砂轮。

待磨削的辊子夹于主轴头上，并由主轴头驱动。一台带有两个触觉传感器的高精度增量测量装置用于跟踪转动的辊子，测定当前的形状和直径并检测辊子表面是否有损伤。机床操作人员根据所需的结果设置圆柱度、最终直径、表面质量及结构或磨损等参数。控制系统由这些参数计算出磨削工序。连续测量同步进行，以便记录磨削工序的结果并测定或修改下一行程所需的值。

HCC KPM 飞速测量和检验系统。高精度、增量测量装置，两个触觉探头沿着旋转的辊子运行，测定其当前形状和半径以及辊子表面是否有损伤。



型号为 WS 450 L Monolit™ 的 Herkules 轧辊磨床

钢铁和造纸行业中的某些加工工艺需要精确定义的辊子形状。它们可以是圆锥形或球形，或者从纵向轴角度看过去是一个正弦形或瓶颈形（CVC）。肉眼是看不出这些形状的变化，因为这些变化顺序是以毫米计算的。例如，汽车行业对金属板的表面结构有特殊要求，使得喷涂后的车身光泽亮丽，这些单靠喷涂是无法实现的。必需的磨削精度最低为

1/1000 mm 的同心度和几何精度。

为了能够完成此项精密复杂的任务，HCC KPM Electronics 生产了一款控制系统，只需进行微小改动，即可用于各种机器 — 完全基于 PLC 和运动控制解决方案，TwinCAT PTP 和 NC I/CNC 软件。

控制面板 – 可根据客户要求定制外观

机床输入通过控制面板实现，控制面板是根据 **Herkules** 的特殊要求与其合作设计而成的。所有的硬件操作元件都集成在面板中，通过 **Lightbus** 与控制 **PC** 相连。这种紧凑型、高度集成的外观设计能够实现稳定的机床管理和手机支持的控制站。**HCC** 图形用户界面 (**GUI**) 在面板上直观显示，操作人员通过该界面可以调整和操作复杂的机床。操作人员通过 **GUI** 获取与辊子及当前磨削状态相关的所有信息。**TwinCAT** 与多语版 **GUI** 通过 **Beckhoff** 多功能通讯接口 **ADS-DLL** 相连。



型号为 **WS 600** 的 **Herkules** 轧辊磨床。待加工的辊子最重可达 **400 吨**，最长可达 **10 m**。



机床的输入通过控制面板实现，控制面板是根据 **Herkules** 的特殊要求与 **Herkules** 合作设计而成的。

客户专家和智能控制方案的完美结合

为了利用集中控制方案在调试、维护及性能方面的优点，**Herkules** 的电气设计工程师力争在软件中运行尽可能多的功能，于是决定选用 **Beckhoff** 的 **TwinCAT**。利用 **TwinCAT** 所提供的开放式软件结构和用于控制轴运动的动态功能，**Herkules** 可以将专家们需要花多年时间开发的自己的控制系统集成到软 **PLC** 中，创建“**HCC/KPM 10**”轧辊磨床控制系统。

TwinCAT 所提供的所有功能几乎都得到应用：

- | 一个 **Run-Time** 系统中 3 个 **PLC** 任务，间隔时间为 1 或 10 ms
- | 1 个 **NC** 任务，使用最多 10 根轴，间隔时间为 2 ms
- | **PLC** 项目中几乎所有的编程语言 (**IL**、**FBD**、**ST**、**SFC**)
- | 将 **PTP** 轴功能和复杂的多表连接应用于磨削工艺，从磨削状态、磨削砂轮磨损得出的修正参数，辊子所需形状与实际形状之间测量所得的偏差值
- | 在 **VB** 和操作指南的基础上通过 **ADS DLL** 通讯接口与集成的可视化系统通讯
- | 用于插补功能的 **TwinCAT NC I**，例如在辊子表面上铣削同心纹

Lightbus 被用作为现场总线，用于将外围的 **Beckhoff** 总线端子模块整合至机床中。基于以太网的 **EtherCAT** 总线系

统主要用于与伺服驱动器通讯。一方面，**EtherCAT** 的主要优点是其实时能力和高数据输出量 – 总线周期时间小于 1 ms – 另一方面，它可与 **TwinCAT** 结合使用，操作简单。控制 **PC** 中只需要有一个空闲的网络端口。伺服驱动器通过标准网络电缆连接。

运送任务控制通过软件实现

大型 **WISCO** 项目不仅提供了 4 台轧辊磨床，还有两台用于装卸轧辊磨床 (装载机) 的自动单脚起重机。轧辊车间管理系统 **RSMS** 用于管理磨削任务和辊子 – **Herkules** 集团的另一个核心竞争力。软件用于规划生产工序并分配传输任务给装载机或分配加工任务给磨床。装载机运送待加工的辊子给磨床，并将加工后的辊子运送回存储位置。在装载机控制 **PC** 上运行的 **TwinCAT NC** 负载运送并精确定位磨床横进给中的辊子。一台桥式起重机用于将辊子运送入或运送出自动化区。

TwinSAFE 为人员安全提供保障

操作磨床和装载机的自动化区被分为不同的安全区域。带护罩锁的安全门防止人员进入危险区域。所有安全相关的信号都通过 **Beckhoff TwinSAFE** 系统进行预处理和控制。

监控以下状态：

- | 9 个安全门
- | 6 个挡光板
- | 14 个急停键按钮
- | 2 个激光扫描仪 (保护装载机不会相互碰撞)
- | 8 个使用了安全无线电技术的激光扫描仪 (保护装载机不会与桥式起重机碰撞)
- | 用于驱动器的安全继电器 (用于驱动器的安全电路断路器)
- | 12 个按键开关 (桥接选件，多种操作模式)

武汉钢铁（集团）公司的轧辊车间由下列部分组成：

- | 3 个型号为“WS 450-6 x 5000 CNC Monolith™”的轧辊磨床，用于磨削工作辊和中间辊
- | 1 个型号为“WS 600 x 5000 CNC Monolith™”的轧辊磨床，用于磨削工作辊、中间辊和支撑辊
- | 2 个自动单脚起重机（装载机），用于在机床之间运送辊子
- | 1 个轧辊车间管理系统（RSMS），用于管理辊子和存储数据，控制生产工序

应用到的 Beckhoff 产品有：

- | 8 个控制柜工业 PC C5102-0010
- | 4 个控制面板 CP7832-1050
- | 24 个 Lightbus 总线耦合器 BK2000/BK2020
- | 12 个 EtherCAT 总线耦合器 BK1120
- | 约 1100 个总线端子模块
- | 使用的总线系统：
 - Lightbus
 - PROFIBUS
 - EtherCAT
 - 实时以太网

型号为 WS 450 Monolith™ 的 Herkules 轧辊磨床，用于磨削工作辊和中间辊



附加功能

- | 释放 9 个安全门
- | 检测和监控装载机位置（与安全区相关）
- | 建立急停与（4 台）磨床的连接（根据装载机位置）
- | 控制驱动器的安全继电器

TwinSAFE 安全技术包括检查急停按钮和机床的急停要求，并将这些要求中转给加载装置。此外，安全区状态受到监控，根据状态决定是否能够将加载装置放置到安全区中。根据装载机的位置和操作模式，通过 TwinSAFE 释放安全门。如有需要，也可通过按键开关选择操作模式。在手动操作模式中，连接了一个带附加急停功能的安全无线电远程控制系统。

驱动器状态也通过 TwinSAFE 监控。混合至装载机的急停信号可以通过安全总线端子模块输出让驱动器停止运行。装载机碰撞监控和带桥式起重机的装载机中的信号会导致急

停。

为了实现这些安全功能，在一个安全网络中共集成了 19 个 TwinSAFE 逻辑总线端子模块和 51 个 KL1904 安全输入端子模块。所有安全功能都在两个通道内实现。TwinSAFE 信号通过 Lightbus 集成在磨床中，各个逻辑端子模块借助网络变量通过实时以太网互相通讯。每个机床控制系统平均有 6 个通讯接口用于连接 I/O 级、伺服转换器、中央控制系统、RSMS 及装载机。在此 PROFIBUS 设计中，通过 PROFIBUS 连接一个超声波裂缝检测系统，如“排除单号现场总线”功能。

“这也突显了 TwinCAT 控制器的卓越特性，在这里，它可以实时处理 PLC 和 NC 功能，使得各种现场总线能够无故障通讯。”负责设备调试的 HCC 软件工程师 Oliver Kettner 评述道。迄今为止，已为约 250 个机床实施了此处所描述的控制和自动化方案，根据客户要求进行了改造。