



白皮书

CALIX - 光学内嵌带钢厚度测量

实时厚度测量 - 无需辐射防护

在带钢的生产和加工过程中,厚度的精确内嵌测量非常重要。它可提供有价值的信息,来控制轧制流程,精确地遵守设定的厚度公差,并在整个长度和宽度中高效地使用带钢材料。它还可以用厚度的纵断面和横断面来全面记录带钢的尺寸。

精确的厚度测量在带钢的生产和加工的几个阶段都很重要,包括:轧制、酸洗和退火、包装和检测线、有机和无机涂层以

及纵剪线和横切线。除了绝对厚度之外,还需要关于横截面形状的信息 - 高压顶点和凸面加工。

在轧制过程中,机架两侧的实时厚度测量对于机架的快速调整至关重要。如今,用户通常期望达到几微米的测量精度。辐射度测量系统已经使用了数十年,可满足精度需求。但这种系统有两大缺点:输入材料参数的工作量和辐射防护的成本。

精确测量

用激光测量厚度在许多方面均优于现有的辐射度测量系统。无论带钢的材料特性如何,激光系统都能提供同等或更高的精度,并且不需要采取辐射防护措施。

其局部分辨率也大大提高,因为 0.08 mm 的测量光斑直径比辐射度测量系统要小得多。此外,这意味着可以在非常靠近带钢边部的位置进行测量。

“总体而言,较低的设备要求以及较低的运行与维护成本,使光学测量法成为新厂建设和现代化改造的具有吸引力的解决方案。”

Johann Peters

LAP 产品经理



不依赖于材料特性

光学厚度测量的一个关键优势是,它不依赖于带钢的材料特性。这是因为光学系统仅测量传感器单元与带钢表面的距离。无论是钢、铝、铜还是黄铜,不管采用哪种合金,都不需要输入或更新材料数

据。表面的性质也不会影响测量 – 电子元件可补偿光滑、粗糙、涂漆和镀锌表面的不同反射率。

长期稳定性

针对其厚度测量系统的框架,LAP 采用热膨胀系数极小的材料。此外,冷却装置可使测量框架内的温度保持恒定,从而即使在环境温度发生显著变化时,传感器的距离也不会改变。此外,线圈通过内嵌校准后,目标会被自动送入测量

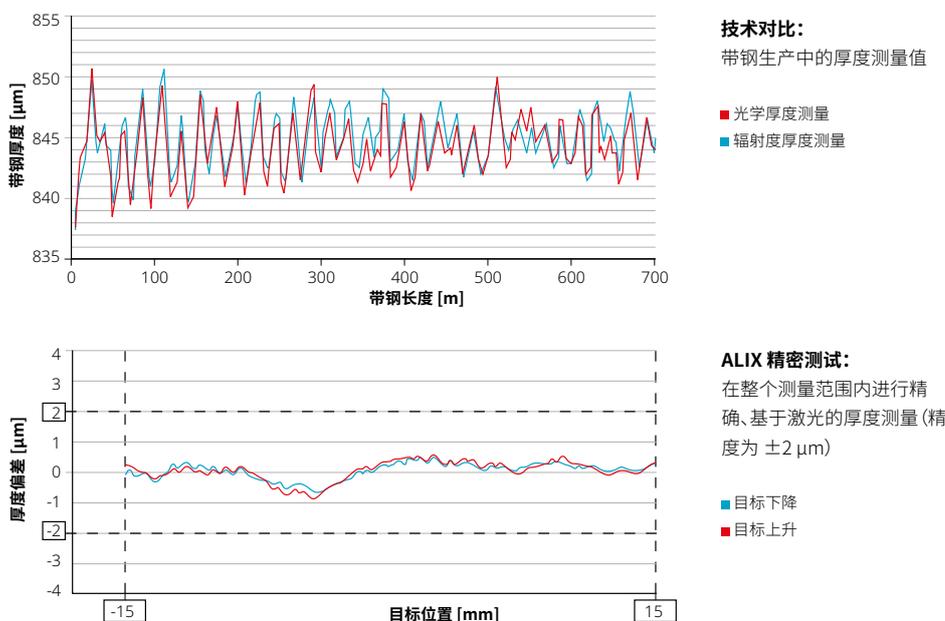
区域。此目标由精确、已知厚度的圆盘组成。它们由具有最小膨胀系数的特殊陶瓷制成,并配有经过认证的可追溯协议。内嵌校准只需大约 30 秒的时间,因此可以在短暂的生产中断(如线圈更换)期间进行。

激光技术可实现最高精度

与辐射度测量系统相比, 光学测量系统具有明显的优势

在多个工厂进行的综合测量表明, CALIX 传感器在整个厚度测量范围内均能可靠地提供指定精度。因此, CALIX 的工作

精度与以前的辐射度测量系统相同, 甚至更高。



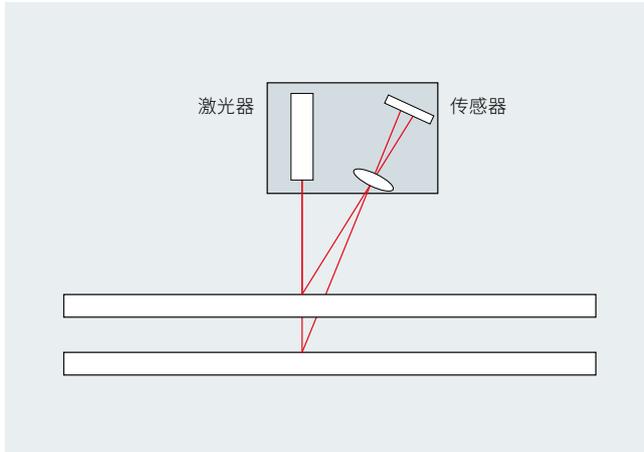
	CALIX	辐射度测量系统
线中的安装空间	+	-
不依赖于材料特性	++	--
测量精度	++	++
内嵌校准	++	-
安全性	++	-
光斑大小	++	-
维护成本	++	--
传感器更换	+	--

CALIX 基于激光的厚度测量系统相对于辐射度测量系统的优势

测量原理

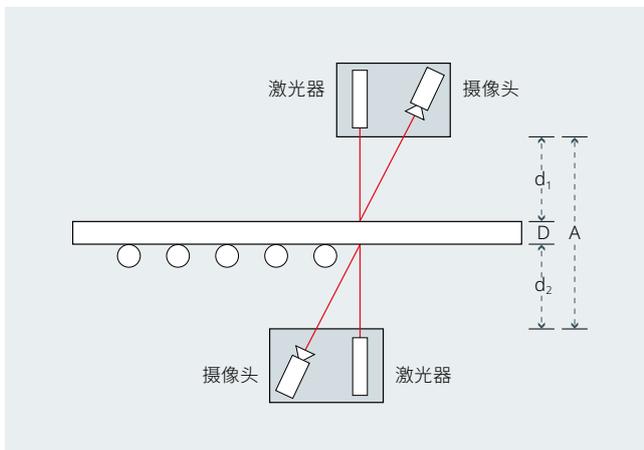
光学测距法是基于激光三角测量法进行测量。垂直的激光束击中被测物体表面，形成光点。接收光学装置将在位于其上方的 CCD 线上以一定角度将此光点成像。如果距离发生变化，则此光点在 CCD 线上的位置也会改变。数字信号处理器会读取相应信号，并用它来计算物体与激光光源的距离。

为进行带钢厚度测量，会使用安装在 C 型框架中的两个对立的激光器和传感器对。C 型框架的两条支架间的距离对于测量至关重要，因为任何变化都会直接影响读数。根据传感器的距离 A 和两个测得的距离 d_1 和 d_2 计算出带钢厚度 D 。同时触发两个传感器模块，从而进一步提高测量精度。



激光三角测量法：

通过被测物体表面所反射的激光束进行测量。



差分厚度测量：

厚度 (D) 的计算方式为，用对立的传感器之间的固定距离减去测量值。

轻松集成

CALIX S 和 CALIX XL

LAP 提供两个不同的系列, 其主要区别在于测量深度。CALIX S 的精度为 $\pm 2.5 \mu\text{m}$, 测量频率为 4 kHz。数据传输反应时间为 1 毫秒。CALIX XL 的精度更高, 为 $\pm 2.0 \mu\text{m}$ 。传感器经过工厂校准, 无需在现场安装期间调整激光传感器。

CALIX S

LAP 的 CALIX S 具有紧凑的测量框架, 测量深度可达 250 mm。它适用于测量窄带钢或较宽带钢的边缘。

CALIX XL

CALIX XL 的测量深度为 1090 mm, 对于宽带钢测量, 尤其是穿梭测量, 是合适的解决方案。



请访问:

www.lap-laser.com/calix



厚度检测软件:

实时过程监控

厚度检测软件

激光传感器每秒可向软件传输多达 4000 个测量值。您将收到一份详细的评估报告, 包括测量出的所有最小值、最大

值和平均值。此外, 还会计算标准偏差以及 Cp 和 Cpk 值。



CALIX XL 和 CALIX S 适用于非接触式厚度测量

紧凑

系统足够紧凑，通常可以安装在现有带钢线上，无需进行重大改动 - 一个系统在带钢方向上只需大约 200 mm 的间隙。LAP 提供标准化的行走系统，其轨道可根据现场局部条件进行调整。在许多情况下，可以继续使用现有的行走系统。因此，CALIX 系统可以替换现有的辐射度测量系统，而无需改动带钢线。

安全

在功率为 1 mW (激光等级为 2) 时，激光功率很低，因此无需指定任何激光安全员。因此，CALIX 可将辐射防护成本降至零。安装警告标志足以满足辐射防护要求。对于测量系统上或测量系统附近的工作，无需辐射防护员参与。如果用户生产的材料侧向移动并可能与测量设备发生碰撞，则可以使用挡光板来充当碰撞传感器。可将挡光板安装在 CALIX XL 的一侧。

高可用性

封闭的测量框架是完全密封的结构，不包含任何机械活动件。系统会用干净的空气不断吹去光学窗口上的碎屑，因此只需偶尔清理光学窗口即可。如果需要，可在现场更换光学窗口。如果需要更换传感器模块，也可以在现场完成此操作。技术人员利用移动线性化装置在整个测量范围内比较结果。更换测量头所需的时间通常不会超过一个班次。

例如，CALIX 的行走轨道可实现穿梭厚度测量。



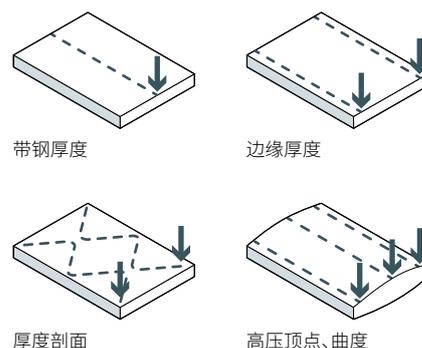
响应时间缩短 100 倍

CALIX 系统在实际中的应用

带钢处理

固定光学厚度测量系统可以单独使用 (例如, 用于测量带钢中心), 也可以在多条轨道中并排使用。最终可获得每个轨道厚度的无间隙高分辨率长度轮廓, 从而可以详细分析每个线圈的厚度曲

线。穿梭测量系统在带钢通过时扫描带钢表面, 从而可提供整个带钢宽度的厚度信息。穿梭测量的结果可用来推导出显示凸面加工和高压顶点的材料厚度的纵断面和横断面。

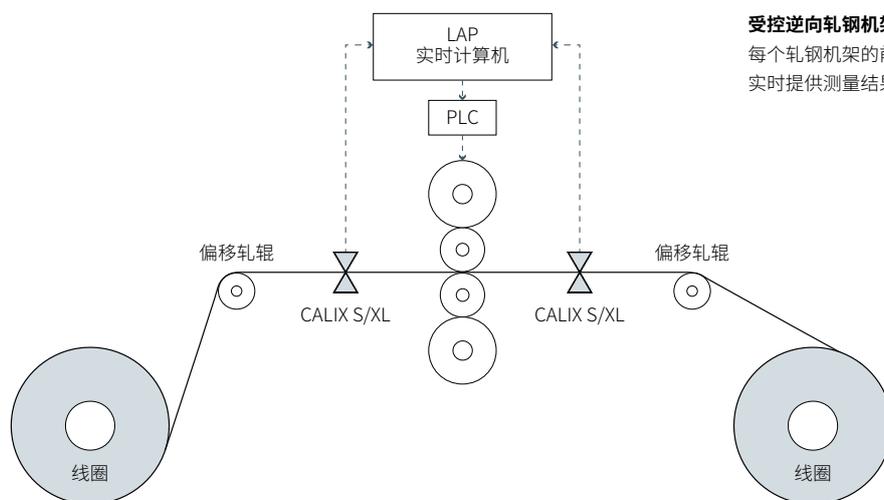


冷轧

如果在每个轧钢机架前后都有一个系统, 则测量结果将提供输入值以便快速控制厚度。例如, 在 300 m/分钟的典型带钢速度和 4 kHz 的测量速率下, CALIX XL 沿带钢行走方向大约每 1.25 mm 提

供一次厚度读数。在辐射度测量系统的典型 60 ms 测量间隔内, 对于相同的带钢速度, 读数相距 300 mm。即使在 1500 m/分钟的带钢速度下, 光学系统仍每 6.25 mm 提供一次新的读数。

→ LAP 是唯一一家提供实时快速厚度控制系统的供应商。该系统具有出色的精度和较高的测量速率, 因此还可以显示周期性重复出现的厚度变化, 例如由偏心轧辊引起的厚度变化。



受控逆向轧钢机架:

每个轧钢机架的前后均有 CALIX 系统实时提供测量结果。

服务中心

对于许多用户而言,内嵌厚度测量以前成本太高而不经济实惠,而光学系统则为精确、轻松且经济高效地测量带钢厚度开辟了新的可能性。例如钢材服务中心,以及为实现进一步加工而进行的线圈进货检验。在这些应用中,厚度测量不依赖于材料特性这一点尤为重要,因为必须测试来自许多不同供应商的各种合金的线圈。

→ 随着对钢铁服务中心全面记录其产品质量的要求日益苛刻,不依赖于材料的系统也越来越有必要。



在采购之前需要考虑的因素

- 安装位置要求较低。在带钢行走方向上,系统仅需要稍微超过 200 mm 的安装空间即可。对于穿梭测量系统,必须在线旁留出足够的空间,以便 C 型框架能够平移出去。大多数线在驱动侧均有足够的空间。
- 在测量位置,应将带钢放置在适当位置,以使轧制线始终在系统的测量范围内。
- 带钢温度应低于 200 °C,环境温度不应超过 40 °C。
- 带钢的上表面应无液体,例如轧制润滑油。如有必要,可以使用气刀将带钢吹干净。
- 为将测量值分配到带钢上相应的位置,用户必须提供长度信号。在穿梭测量系统中,测量点的位置由行走装置沿横向于轧制的方向生成

数月后的投资回报率

许多用户均报告称,其系统在大约六个月内就收回了成本。

实际使用中的示例

在多次酸洗中,两个穿梭测量 CALIX 系统取代了辐射度测量系统。这种系统提供的精确厚度读数让客户能够准确地捕获和记录哪些区域在公差范围内。例如,借助厚度长度轮廓,用户可以确定在带钢底座前的头部后的哪个位置获得所需的厚度。这意味着头部和尾部损耗得以尽量减小。

激光的光斑横向于轧辊方向,尺寸小,可在带钢边缘附近进行测量。以前无法测量距边缘约 40 mm 的区域,而现在可以在带钢的整个宽度上确定厚度。因此,可以设置切边剪以尽量减少切边浪费。

借助这些系统及其提供的纵断面和横断面,操作员可以充分利用线圈的整个长度和宽度。包含厚度日志的完整文档可以向客户证明,其要求已经得到满足。

这些系统集成在更高级别的生产控制中,测量值用于下游工艺步骤中,例如为了高效利用纵剪线和横切线。

因此,生产计划人员现在有了可靠的数据,借助这些数据,他们可以利用这些线来尽量提高效益。此外,由于在酸洗机组出口处进行测量,因而无需手动随机取样或在下游站安装测量系统。

在日常生产中,不依赖于材料特性这一点起着非常重要的作用。与辐射度测量系统不同的是,光学系统无需输入材料数据。无需等待有关新合金的信息输入。此外,它完全不必手动输入材料数据,从而消除了误差来源。

数年来的运行表明,维护工作仅限于每周清洁窗口。与辐射度测量系统相比,用户的采购、运行和维护成本更低。此外,生产计划得到了改进,产量也得到了提高。

降低成本

与辐射度测量系统相比,采购、运行和维护成本更低

可验证的质量

得益于包含厚度日志的完整文档,可满足客户要求

更高的输出

通过最大程度地减少切边浪费,改进了生产工艺并提高了材料利用效率

关于 LAP

LAP 是全球领先的激光系统供应商之一，致力于通过激光投影、激光测量和其他工艺提升质量和效率。每年，LAP 为放射治疗、钢铁生产和复合材料加工等行业的客户供应 15000 台产品。LAP 在欧洲、美洲和亚洲的 8 个地区设立了办事处，拥有 300 名员工，2019 年的营业额为 6300 万欧元。



90+
多个合作伙伴



300
名员工



8
个分支机构



质量

我们致力于采用统一的标准和经过认证的流程。对我们来说，“德国制造”意味着每个设备的制造和质量检验都具有极高的精度。对我们的客户来说，这意味着计划和流程的确定性。全球各地的所有分支机构均使用符合 EN ISO 13485 或 EN ISO 9001 标准的质量管理体系。我们的产品在全球各地都拥有全部所需的批准和注册。



服务

我们将可最大程度确保您设备的可用性，这样，您就可以将精力专注于核心流程。只要您有需要，我们经认证的服务技术人员随时可以上门为您服务。从安装调试，到用户培训，再到维护、维修或装置更换，我们会全程提供支持。我们拥有高效的物流网络，可确保全球范围内备品备件的快速供应。如有技术方面的问题或需要技术支持，可通过电话、电子邮件或远程诊断随时联系我们的服务台。



聯繫我們！

Johann Peters | j.peters@lap-laser.com

Contact us!

P +49 4131 95 11-95

E info@lap-laser.com

in LAP Laser

▶ [laplaser](https://www.youtube.com/channel/UC...)

LAP GmbH Laser Applikationen

Zeppelinstr. 23

21337 Lüneburg

Germany

LAP FRANCE SAS, France / LAP GmbH Laser Applikationen c/o representative office DMAN, Russian Federation / LAP Laser Applications Asia Pacific Pte. Ltd., Singapore / LAP Laser Applications China Co. Ltd., China / LAP of America Laser Applications, L.L.C., USA / LAP Sued GmbH, Germany / LifeLine Software, Inc., USA / Our worldwide partners: Argentina / Australia / Brazil / Bulgaria / Canada / Chile / Colombia / Croatia / Czech Republic / Dominican Republic / Egypt / Finland / Greece / Hungary / India / Indonesia / Italy / Japan / Jordan / The Republic of Korea / Kuwait / Latvia / Lebanon / Lithuania / Malaysia / Mali / Malta / México / Netherlands / Norway / Oman / Philippines / Poland / Portugal / Qatar / Romania / Saudi Arabia / Slovakia / Slovenia / South Africa / Spain / Sweden / Switzerland / Taiwan, China / Thailand / Turkey / United Arab Emirates / United Kingdom / Bolivarian Republic of Venezuela / Viet Nam / Republic of Zambia