

[数据采集]

EMG粗糙度仪在冷轧镀锌线中的应用研究

文/河钢集团唐钢公司信息自动化部 秦玉良

在冷轧带钢生产中，厚度、粗糙度的测量为自动化生产提供控制基础，是决定产品合格与否的关键，介绍了EMG公司开发的SORM 3plus在线带钢粗糙度测量系统的测量工作原理，并针对系统进行简要的分析，对引进技术的消化吸收有一定的意义。

当今工业自动化技术突飞猛进，日渐成熟。对现场数据准确快速进行采集测量的方式方法层出不穷。在冷轧带钢生产中，X射线、激光等纷纷被研究使用到对钢卷厚度、粗糙度的检测当中。由于厚度、粗糙度的测量为自动化生产提供控制基础，是决定产品合格与否的关键，相关的仪器仪表准确度、响应速度和可靠性直接决定了其自动化控制水平的高低。SORM 3plus是EMG公司开发的具有国际先进水平的第三代在线带钢粗糙度测量系统产品。随着客户对新材料和更复杂成分材料要求的不断提高，对钢铁厂生产机组的处理过程的要求也不断地提高。SORM 3plus的设计适合各种生产机组的应用，甚至快速或者高速的处理机组。下面参照EMG公司如何利用激光检测装置测量带钢粗糙度向读者作简单的介绍。

系统简介

粗糙度参数是未涂镀和已精炼的板带表面的重要质量特征。传统的测量方法是用机械探针仪器或者实验室光学仪器测量，这种测量方法要求生产线必须停机或在卷尾取样，由经过质量认证的实验室离线得到测量结果。

相比之下，SORM 3plus利用一个横移装置，可在带钢行走的过程中对带钢的表面沿长度和宽

度方向的粗糙度进行测量，是一种非接触、在线测量金属和许多非金属表面粗糙度的系统，允许的生产速度高达2 400 m/min。它利用光学扫描的方式测量带钢表面的微观轮廓，所测量的结果与探针测量结果是相兼容的。依据测量的带钢表面的微观轮廓，按照现有的国际标准（DIN/ISO/SEP）通过计算得到粗糙度的参数（ R_a 、 R_{pC} 和 R_z ），为生产过程的优化提供了必要的参数，同时最大限度地减少了人工探针测量的次数。如图1所示。

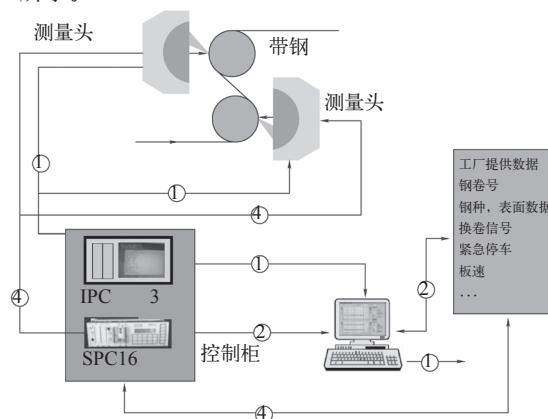


图1 测量系统框图

测量头是采集数据的关键设备，使用一台标准的工业PC（IPC）计算出相关表面的高度轮廓和粗糙度参数。该PC机被放置在离机组较近的

现场主控制柜中,测量头安装在一个横梁架的移动装置上,可通过直流电动机驱动移动定位;测量头的移动定位控制由现场主控制柜中的数字控制器(SPC16)控制完成。SORM 3plus的操作通过一个安装在控制室内的视屏计算机完成,该计算机上安装有用户图形接口(GUI)。该软件运行在Windows操作系统下。视屏计算机与控制柜中的主控系统通过Profibus DP或者Ethernet网络进行数据交换。因此,视屏计算机的安装位置可随意选择。如图2所示。

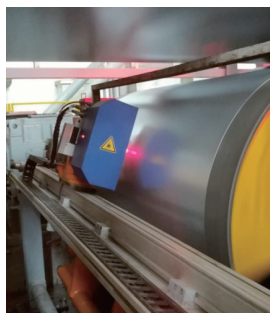
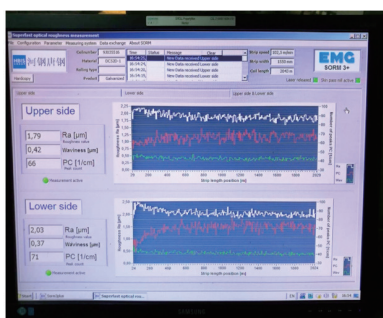


图2 安装位置示意

SORM 3plus的测量原理主要是基于对散射光的反射角度测量。如图3所示。在测量过程中,用一束最大直径为 $6\mu\text{m}$ 的激光束照射到钢板表面,一般来说,金属材料表面可以认为是由许多微小的平面连接在一起组成的。每一个小平面向小镜子一样反射一部分光源,如果测量光源以垂直角度投射到测量材料的表面,那么散射光中心线和激光束的夹角应当等于材料微观平面倾角的两倍,如图4所示。

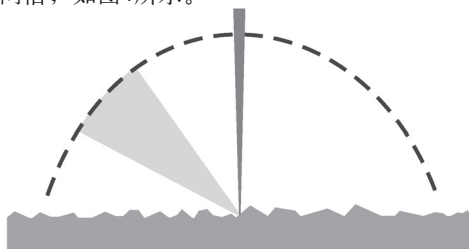


图3 SORM 3plus测量原理

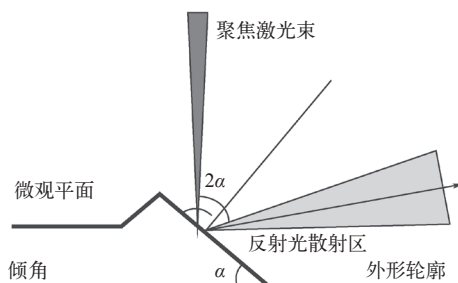


图4 在微观倾斜平面上的反射角

使用张角为 134° 的角度阵列传感器检测散射光,产生一个与平均反射角成正比的信号。每隔 $5\mu\text{m}$ 对材料的微观平面检测一次,每组的测量长度最大不超过 300mm ,如图5所示。材料表面微观结构变化得出的一组测量值,通过角度分布计算出表面粗糙度。

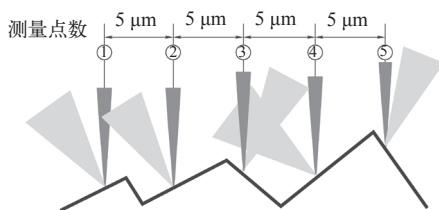


图5 测量原理

测量角度的分布可以计算出材料的高度轮廓,这就要求每个单独测量点之间的距离是固定的

$$\tan \alpha = \frac{dh}{da}$$

式中, α 为散射光反射角的平均值; dh 代表两个测量点之间的高度差; da 为测量材料前进方向的扫描步长。

然后得出相关的高度轮廓为

$$dh = da \times \tan \alpha$$

为了计算粗糙度的轮廓,在整个测量距离(如 300mm)内积分 dh 值。根据微观轮廓按照标准应用程序(滤波,计算法则)计算出对应标准的粗糙度的参数值,如 R_a 、 R_{pc} 和 R_z 。计算方法如图6所示。

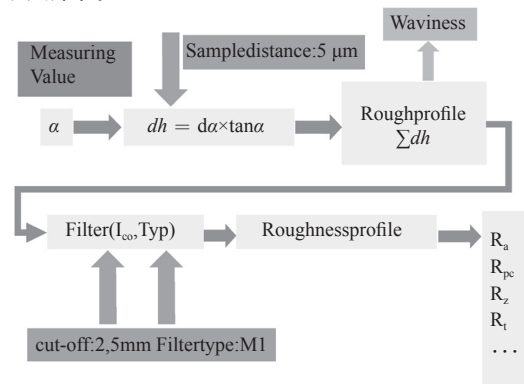


图6 粗糙度参数计算方法框图

测量的表面粗糙度数据被存储，操作工可以看到这些数据；如有必要，数据可被上传到高层网络。如果预设的值超差或有损害生产过程的变化，系统将报警提示。

关键部件介绍

(1) 测量头

测量头结构图如图7所示。

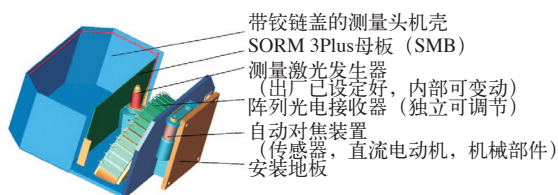
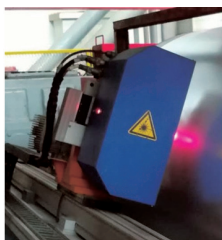
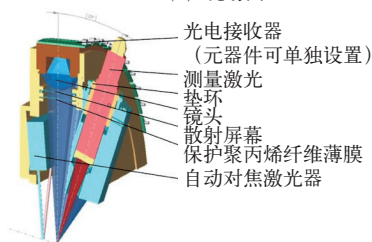


图7 测量头结构图

测量头是采集数据的关键设备，内部装有电子控制单元（自动对焦控制、A或D转换器和数据缓存器等），通信控制器，激光控制器和激光监控，模拟量、数字量信号输入输出等。这些功能单元都装在SORM母板上，整个测量头被安装在可移动的横梁架上，如图8所示。



(a) 现场图



(b) 机械构造

图8 测量头的安装

测量激光采用了一个22 mW的半导体激光器，波长660 nm，由一套专用的电子驱动器监控。它与光电接收器成20°角，使用聚丙烯纤维膜保护镜头不受损毁和灰尘污染，该聚丙烯纤维膜大约每个月要更换一次。

(2) 标定装置

标定装置包括一个固定和保护标准样板的特殊盒子。只有在标定的过程中，标准样板才会暴露在外面，样板通过交流电动机带动两个直线导

轨单元中的丝杠运动完成测量动作。使用一个增量型位置传感器检测位置，这样，确保两个测量点的距离为5 μm。测量轨迹的数量和测量距离可通过一个可视化的软件设定。一共有两种标定方式：自动方式和手动方式。标定装置如图9所示。

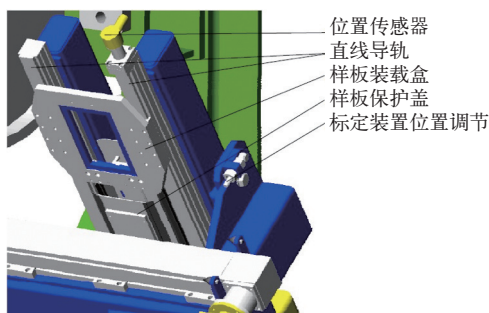


图9 标定装置

技术要求和操作使用基本条件

任何测量设备都会有一定的局限性，SORM 3plus测量系统可以应用于所有的金属和非金属表面，但要求低反光面的材料，（无法测量全反射材料），且材料表面要求干燥并清洁，如果需要可测量均匀的潮湿表面或涂油表面，不能测量有较强的吸光性，非透明液体和水滴状液体残留在材料表面。

测量范围： $R_a = 0.1 - 3 \mu m$ ； R_{pc} 为最大120 peaks/cm。

测量准确度： R_a 为 ± 1 ，即测量值的 $\pm 10\%$ 。 R_{pc} 为 $\pm 20\%$ 与探针的测量结果相比，测量准确度在95%内。

测量长度：可以调整，每次测量长度最大为300 mm。

带钢速度：max. 2 400 m/min。

工作距离：50 mm。

测量周期：< 6 s每个测量长度。

维护保养：每隔一个月更换一次测头保护膜。

结束语

EMG质量保证系统的特点是在线、非接触式、无损对带钢的材料特性测量。总结起来它有如下几个好处：①改进了产品质量；②优化平整和轧制过程；③降低后续工序重卷机组的不合格率；④通过粗糙度的恒定参数形成稳定的成形操作；⑤均匀的表面粗糙度带来优质的涂镀结果；⑥与人工探针测量相比节省费用等。EA

（收稿日期：2019.07.08）

（编辑：朱金凤）