

全面解析卷材纠偏精度

系统响应时间是决定卷材纠偏效率的关键因素之一

作者 Ken Hopcus, FIFE 公司卷材处理应用工程经理

[点击查看英文原版](#) 发表于 *Converting Magazine*, November 1, 2005

作为一个卷材自动纠偏设备供应商,我所听到的最多的问题恐怕就是“你们的卷材纠偏设备精度是多少?”

通常来讲,您能够听到的结果是“正负几毫米”,但是对于这个结果,或许您自己也会有不少疑问——为什么会这样?事实上要回答这个问题并不难,只是如果您要想真正弄清楚这个问题,我们还需要更多的信息。

卷材纠偏设备精度主要涉及以下三个方面:卷材、纠偏设备以及纠偏设备的安装。打个比方,如果您单单去问卷材纠偏设备的精度就好像是在问一辆没有轮子的汽车多快可以刹车停下来一样的令人可笑。如果不知道汽车当前的行驶速度以及在什么样的路面上行驶,类似这样的问题基本上是没有办法回答的。对于卷材来说,偏离了中轴线多少以及卷材在以多快的速度上料运转将决定着卷材纠偏设备的精度。

那么,您为什么非得选购一款卷材纠偏设备呢?究竟什么才是卷材纠偏精度呢?

卷材纠偏是指您的卷材在喷涂、印刷、冲切、层合、分切或者其它卷取过程中,始终保持卷材侧面整齐一致而采取的操作,因为卷材边缘一旦没有对齐就会引起后续的加工步骤出错,导致材料浪费或花费时间进行停工调整。所以,我们在处理卷材的时候,需要对偏移的卷材进行及时的纠偏操作。卷材纠偏设备通常安装在卷材生产加工线的上游,修正待加工卷材的错误走向。而我们作为卷材纠偏设备制造商所要做的,就是将精力集中在卷材自动纠偏框架和纠偏感应器上。我们愿意为您承诺:如果您使用我们的纠偏设备,我们将确保您的卷材笔直前进,绝不偏轨。但是除此之外的事情都要由您来做主了。从一个卷材纠偏供应商的眼中来看,卷材纠偏精度是由卷材纠偏系统来决定的,尤其是卷材纠偏感应器的定位精度。

范围限制

其实说起来也很容易理解,对于每个卷材纠偏设备来说都存在一个纠偏范围限制,它们可以修正卷材的前进方向,但是仅仅能够在驱动器的控制范围之内才有效。许多驱动器的有效动程范围在 3 英寸以内,如果卷材上料时偏离中心线距离超过 3 英寸,纠偏控制器将会失效。

卷材的侧向速度究竟是如何影响卷材纠偏设备的纠偏精度的呢?

——说实话这个问题有点复杂。侧向速度有三个关键的因素:偏移量、卷材侧移作用的对应长度和卷材的上料速度。系统的纠偏效果随着卷材移动速度的增加而更富有挑战性。

如果卷材的某一边总是偏离轨道,我们就称这是一个稳态误差或稳态偏移现象,对于放卷来说这是比较常见的情况。卷材偏轨是由于卷材和卷芯之间、卷芯和卡盘或者卷轴之间,还有放卷和中心线之间配合出错所导致的。在卷材生产过程中,偏轨可能是由于一个未对齐的辊筒所导致的,或者是辊筒直径发生了变化,或者是卷料松卷,还有可能是来自外力的干扰(例如气流干扰)所导致的。对偏轨卷材来说其侧向速度是零,所以只要卷材的偏移量在驱动器的纠偏动程范围内,它们都不会影响卷材纠偏设备的精度。

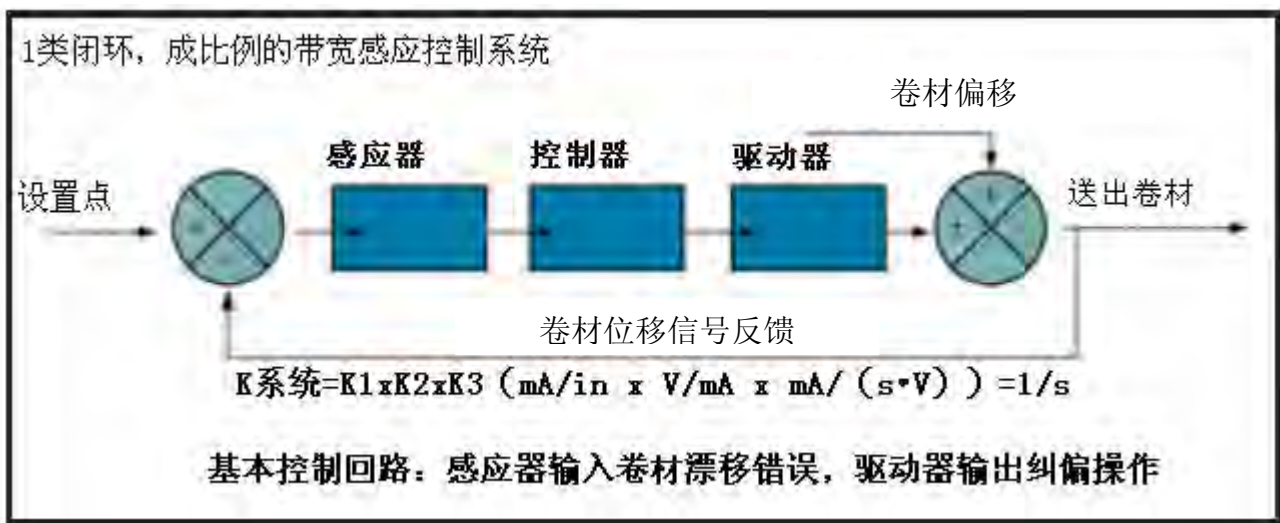
如果您单单去问卷材纠偏设备的纠偏精度是多少 就好像是在关心一辆没有轮子的汽车刹车后多快可以停下来一样滑稽可笑

其实最具挑战性的问题是——卷材在上料时只要有一瞬间发生错位所导致的后果都将不堪设想。这些瞬时错误（通常我们也称之为卷材漂移）可能来自于材料本身、加工设备或者加工过程参数变化的任意一个方面。

当一个错误突然间发生时，例如卷材拼接时发生错位，这是一个典型的台阶式错误，因为它的侧向速度无穷大，所以是最具挑战性的错误。因为没有任何一台卷材纠偏设备可以以无穷大的速度来进行纠偏操作，所以总会存在延迟现象。卷材会因为放卷时发生层偏移或松卷和歪卷而发生漂移。当辊筒变速运转或当卷材在滑动和粘滞状态中来回切换时很容易导致卷材跳动。再有就是改变加工条件，例如张力、速度、润滑油或者温度的变化都能够影响其它的跟踪装置，导致卷材漂移。

上面所列出来的因素都是能引起卷材漂移的多种因素。如果一个卷材纠偏设备的控制回路不太理想，感应器盲区失效，而且驱动器还带有回差，那么将很容易引起漂移现象。其中回差率还可以导致很多更不理想的结果，包括驱动器安装时的机械间隙，滚筒轴承轴向间隙，还有纠偏框架的偏斜。每一种纠偏系统都有各自的安装说明，包括纠偏动作平面跨度，包角，纠偏框架定位和目标的详细参数等。如果在最初安装纠偏设备的时候就没考虑纠偏线，操作时也很容易导致卷筒偏移或失控。

下面这种卷材自动纠偏系统被人们称为 1 类闭环，成比例的带宽感应控制系统（请看下图）。其控制回路包括卷材、感应器、控制器和驱动器/纠偏框架。感应器检查卷材偏移现象同时将感应信号传输给控制器，控制器将修正信号反馈给驱动器/纠偏框架，驱动器/纠偏框架对卷材偏移的方向进行修正。



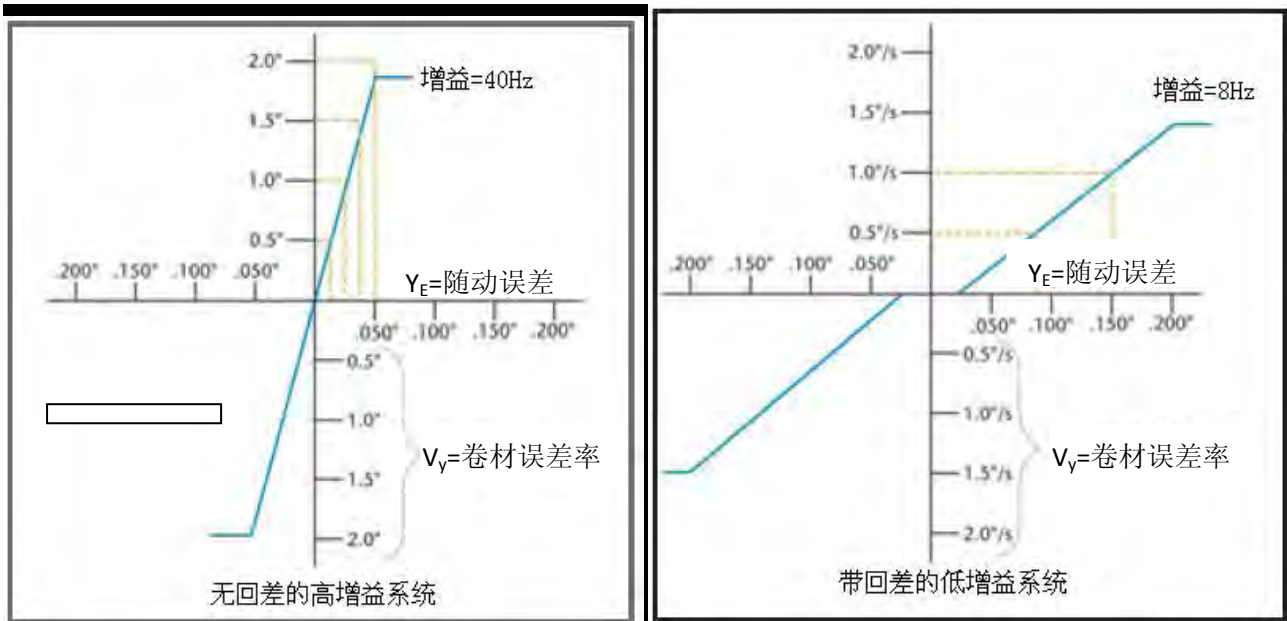
灵敏的卷材纠偏系统应该具有很高的增益值，能够在第一时间响应感应器所发出来的纠偏信号。整个系统增益是由控制系统中每一个单独的零部件的增益值决定的。感应器增益值（K1）是对卷材偏置位移的比例信号（电流或电压/长度），驱动器增益（K3）对输入的电流或电压产生位移驱动响应。控制器增益（K2）用来调节闭环控制和补偿回退误差以及其它不理想的零部件增益值，卷材纠偏设备供应商要着眼全局为每个零件设置最佳的增益值。

对整个开环系统增益来说： K_S （系统）= $K_1 \times K_2 \times K_3$ 。它们的单位分别是 电流/单位长度（mA/in），电压/电流（V/mA），总长度/（时间·电压）mA/（s·V），所以系统总的增益值单位就是 总长度/（单位长度 × 秒）或者也可以表述成 1/秒（通常我们也称之为秒的倒数）。在实际加工生产中，全部的开环系统增益变化

范围很广，能够从 4/秒增长到 40/秒或更高，系统总体的增益值越高，系统的精度就越好或者说感应器就越少出错，感应器精度或者随动误差可以由误差速率与系统增益相除计算出结果。

举例来说，如果系统增益是 20/秒，卷材侧移误差率是 0.5 英寸/秒，精度是 0.025 英寸，那么系统精度将达到 0.025 英寸。如果系统增益达到 40/秒，精度将达到 0.0125 英寸。下面这幅图（左）表明在无回差高增益系统中精度与侧移速度的一一对应关系。

回差会引起两个问题：1.回差直接增加了卷材侧移的精度；2.回差在控制环中具有失稳效应，迫使增益值降低，进而降低系统的精度。举例来说，当侧面误差率是 0.1 英寸/秒系统增益是 40 英寸/秒时，系统精度将达到 0.0025 英寸。下面的图片（右）说明了在带回差的低增益系统中精度与侧移速度的一一对应关系。



另外，驱动器仅有速度也是远远不够的，驱动器需要靠推力来克服惯性力来停止和改变卷材的移动方向。相比较小型位移式纠偏框架，对于一个 2 吨的侧置式辊筒放卷应用来说，驱动器则需要更大的推力。

卷材纠偏系统同样需要可以对高频错误及时做出响应的波段宽度。系统的波段宽度等于开环的增益值除以 2π 。卷材纠偏增益为 40 英寸/秒时响应带宽大约是 6.4 Hz，它能够以低于 6.4 Hz 的频率纠正偏移的卷材。

感应波段宽度同样决定卷材阶跃式输入信号的随动误差（拼接时卷材宽度的改变），控制系统需要 4 倍的时间常数来纠正卷材偏轨（接合）的 98%。一个 6.4 Hz 的波段宽度的时间常数是 150 微秒，要纠偏这种错误大概要花 0.6 秒。

现在，再让我们重新回到文章刚开始的那个话题“你的卷材纠偏设备的精度是多少？”这一次您知道了，真正的答案是结合纠偏系统和卷材的实际情况来做出的——信号输入错误或卷材在纠偏范围内偏轨，很高的驱动器回差率和感应器的盲区失效，再加上驱动器的推力也很充分——答案或许是小于 ± 0.003 。如果您还知道系统的增益是 1/40 秒，你会很自信的说自己的误差率在 1/0.2 英寸秒。当速度达到 100 fpm 时，侧移偏角会低于 6° 。您同样可以对纠偏装置的摆动误差很有信心——始终保持在 6.4 Hz 以内，摆动波长小于 3 英寸。如果想要使系统达到 0.005 英寸的精度要求，保证侧移偏角低于 0.6° 并且波长小于 30 英寸的话，您还可以将线速度提至每分钟 1000 英尺。

当您想要购买一套满足您精度需要的卷材纠偏装置时，请务必根据您卷材生产线的实际情况来做出选择，如果您的生产线有条件允许您使用高精度的纠偏系统，那么您可以选用增益值高、响应时间短、回差率低的纠偏系统来生产制造更富有竞争力的产品同时减少原材料的浪费，它们必将物超所值。