

PICOMOTOR – 开环 VS 闭环

开环是指一种不对系统输出进行测量和作用的控制技术。大部分压电系统和廉价微米级替代促动器都属于开环装置。而闭环是指一种将系统输出和期望输入作比较,并对其进行纠正从而获取期望结果的控制技术。闭环系统中的电子反馈机制增强了对负载精确定位和移动的能力。

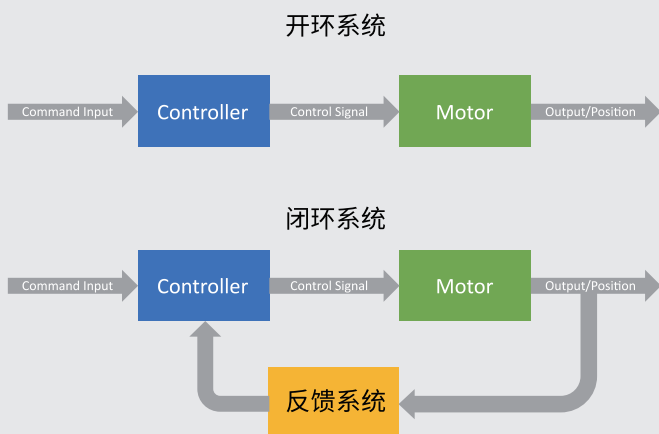


图 1

开环系统

开环绝不直接意味着粗糙。即使廉价的开环器件也可以实现非常精细的增量运动。开环压电器件足以实现纳米级的增量运动,例如 Picomotor 开环系统在不依靠编码器的情况下,可以推断一个运动装置的大致位置。

对于压电器件而言,由施加的电压可直接得出当前位置。然而,由于常见压电材料固有的迟滞和非线性属性,依靠该关系获取的结果是不精确的。因此,两个 Picomotor 的标准步长不总是相同的。此外,由于粘/滑机制,步长会随着负载的变化而变化,如图 2。尽管如此,对于同一个 Picomotor,负载不变的情况下,步长保持不变。

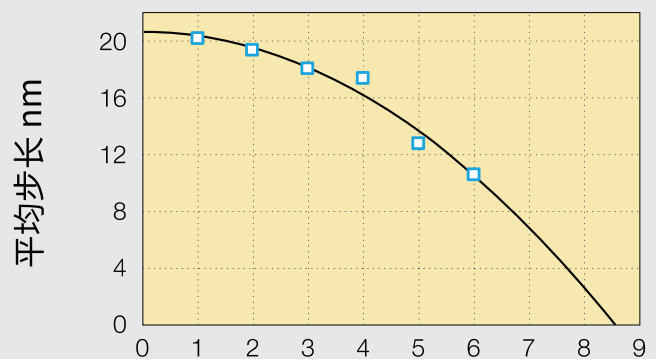


图 2

影响 Picomotor 步长的另一个机制是方向,这是由压电堆叠的膨胀和收缩的差异造成的,如图 3 所示。前向和后向步长的差异很大,从 0% 到 100% 以上,但总是小于 30 nm。

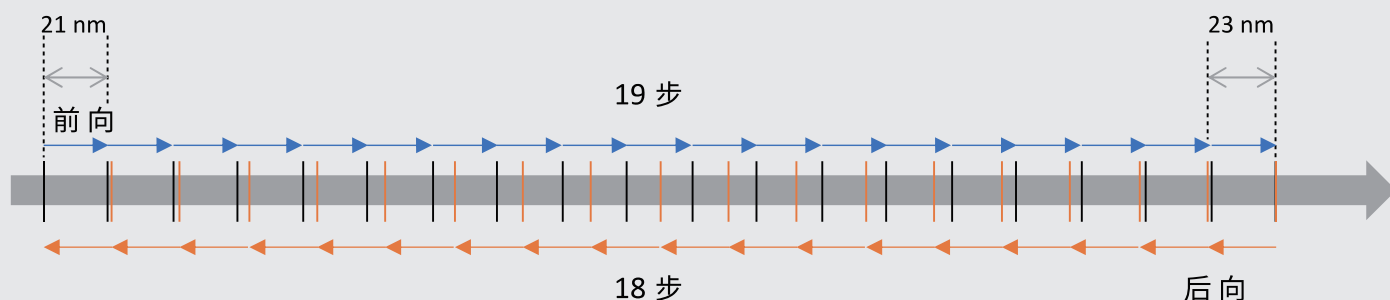


图3

即使步长具有这种可变性，我们依然能够以非常小的增量调整位置，从而实现超高稳定的精细微调。正如图3所提供的案例，即使Picomotor前进再后退18步，与原始位置的偏差仍然在30nm范围内。当然，随着移动距离的增长，偏差也会增加。因此，开环Picomotor适用于需要进行细微调整的应用。

当你试图控制主进程时，更适合在主进程中构造闭环。例如，对于在光路中的反射镜调整架，更适合通过分束器和光束位置感应探测器（如CONEX-PSD9 或 CONEX-PSD10GE）确定光束位置来构造闭环，这样你就清楚应该如何控制反射镜上的Picomotor移动，从而调整光束位置。在这样的应用中，闭环Picomotor 对实际的调整没有帮助。

一个很好的例子就是激光腔体内的光束校准。在腔体关闭后，无法对反射镜进行手动调整，但这个时候只需要在一个或另一个方向上移动几步即可，开环Picomotor就非常适合。

闭环系统

在Picomotor上实现位置闭环具有很大优势。这么做的主要原因是当你需要实现完全的自动化位置调整时，也意味着系统已经远远地偏离其最优位置。为了更好地理解其优势，我们可以看一个案例，但首先要了解编码器的分辨率和步长。在闭环Picomotor中，编码器的分辨率略大于步长，这是因为我们可以命令Picomotor转到一个特定的编码器计数，图4解释了其原理。

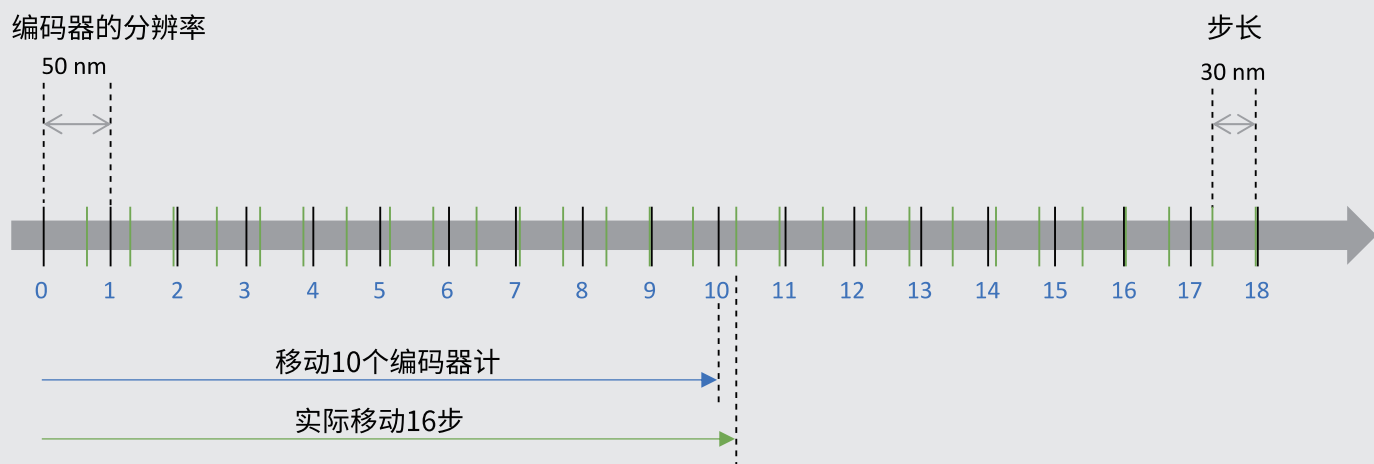


图4

图4中，我们命令Picomotor移动10个编码器计数。为了完成这个命令，控制器控制Picomotor移动16步。在第16步，编码器碰上第10个计数，但是因为Picomotor有固定的步长，它将完成这个步长并超越第10个计数的位置。最差的情况下，这超过部分的误差始终小于步长。

如果编码器的分辨率小于步长，则会出现复杂的情况，而这些对于在应用中使用促动器没有帮助。从图6中可以看到，步长决定了位置，无法获得两步之间特定的编码器计数。

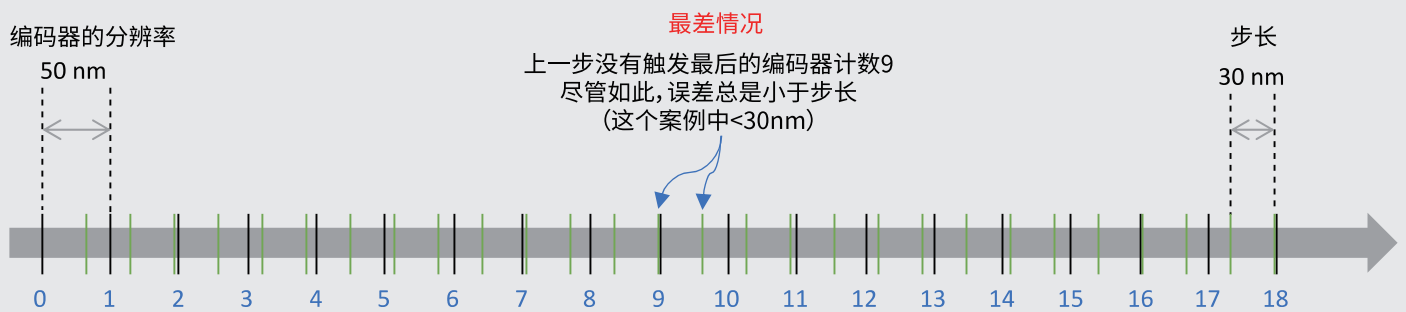


图5

这些不可能获取的编码器位置使得控制器和使用者很难利用编码器计数走到特定的位置上。现在，让我们看一下本节开始时讨论的示例。一个带有反射镜调整架的线性位移台的应用。

该线性位移台需要在两个位置之间移动，而激光束会打中两个目标中的一个。图7显示了两个不同位置下的线性位移台和Picomotor，这取决于激光束打中的目标。

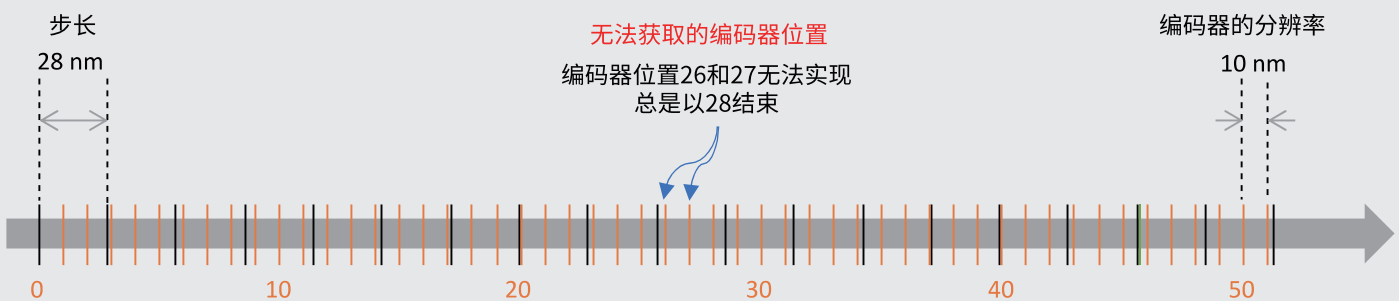


图6

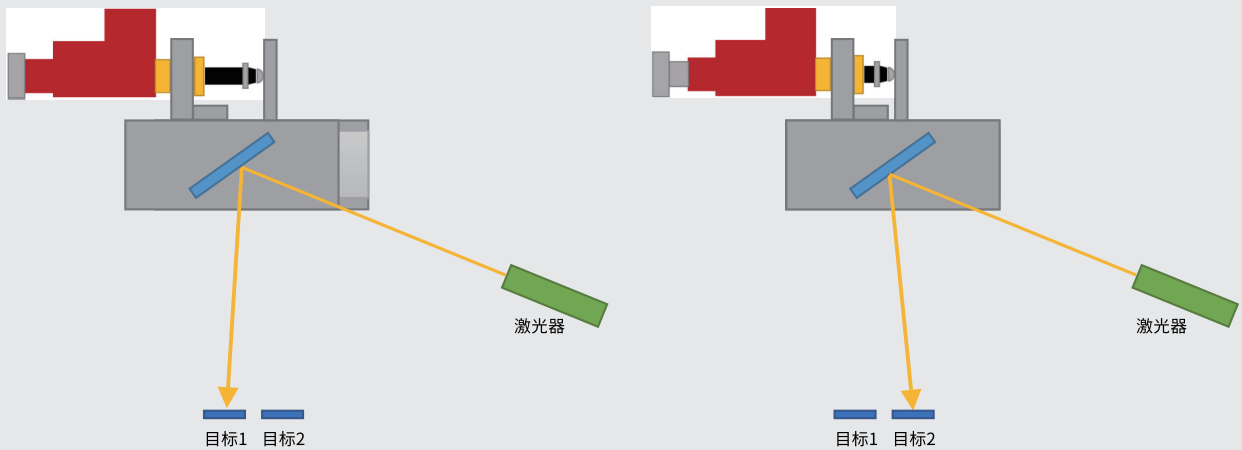


图 7

在此示例中，我们假设移动了10mm。这将意味着200,000个编码器计数（基于8311的50 nm编码器分辨率），但是正如我们之前所说的，在一个或另一个方向上的步长可能差异很大，向前的平均步长约为21.4 nm，向后的平均步长约为25.5 nm。这意味着向前需要走467,390步，向后需要走将近392,157步。步数上的巨大差异，意味着开环无法实现，除非有像前面提到的光束位置感应探测器。但即使如此，这个过程进行起来将会非常缓慢，你需要来回移动Picomotor一步，再检查传感器上的位置，然后这样一遍又一遍的重复操作，直到到达所需的位置。

使用闭环Picomotor，您只需告诉控制器移动驱动器所需的编码器计数，它就可以优化加速度，速度和减速度，以最大程度地缩短到达目的地的时间。

结论

如上所述，具体的应用场景决定了使用开环还是闭环Picomotor更合适。在需要少量，低频次的调整并配有较高的系统级反馈的场景下，例如光束位置感应，开环更合适，没有必要使用价格更高的闭环。如果系统必须调整两个或多个已知位置，闭环则是更好的选择。在这类应用中，闭环可以很好地减少从一个位置移动到另一位置所需要的时间。如果您还有其他疑问，请联系当地的销售联系人，我们将很乐意帮助您评估哪款更适合您的应用。

www.newport.com

DS-122002_12/20_开环 vs 闭环 Picomotor 技术说明
©2020 MKS Instruments, Inc.
说明书如有更改，恕不另行通知。

MKS 产品受美国出口法律法规约束。禁止转移或转让等违法美国法律行为。
mksinst™是MKS Instruments, Inc. 的商标。
Andover, MA. Swagelok®和VCR®是Swagelok Marketing的注册商标。
Co., Solon, OH. Viton®是of E.I. Dupont, Wilmington, DE 的注册商标。