

NC 轴连续单向运动位置是否会溢出？

记录: Lizzy 时间: 2017.12.22

问: 对于传送带这种机构, 总是往一个方向连续运动。工作的时间长了, NC 轴的位置会不会位置溢出?

答: 数学上, 这种可能性是存在的。实际上, 位置溢出是不可能发生的。下面从两个方面分析位置溢出的可能性:

1 从位置变量的类型来分析。

如果电机持续单向高速运动, 多长时间位置才会溢出呢? 答案是: 超过 1 万年。

在 TwinCAT NC 中, 位置是个长实数 LREAL, 又称为浮点数。一个浮点数由三部分组成: 符号位 S、指数部分 E (阶码) 以及尾数部分 M。

单精度浮点数在 TwinCAT 中即 REAL, 占用 4 个字节 32 位。其中尾数用 23 位存储, 加上小数点前有一位隐藏的 1 (IEEE754 规约数表示法), $2^{(23+1)} = 16777216$ 。因为 $10^7 < 16777216 < 10^8$, 所以说单精度浮点数的有效位数是 7 位。考虑到第 7 位可能的四舍五入问题, 所以单精度最少有 6 位有效数字 (最小尺寸)。

双精度浮点数在 TwinCAT 中即 LREAL, 占用 8 个字节 64 位。其中尾数用 52 位存储, $2^{(52+1)} = 9007199254740992$, $10^{16} < 9007199254740992 < 10^{17}$, 所以双精度的有效位数是 16 位。考虑到第 16 位可能的四舍五入问题, 所以双精度最少有 15 位有效数字。

所以, 实数的数值越大分辨率越低。对 LREAL 来说, 有效位 16 位, 表示 10^{16} , 分辨率小于等于 1。假如一个数值是 10^{17} , 则分辨率小于等于 10, 以此类推。所以实数很难绝对等于, 只能判断差值在某个范围内, 比如在 PLC 中, 变量值大于 10^{16} 后, 就无法识别 1.0 以内的增量。

假定 3000rpm 为例, 1 圈 360 度。考虑它的极限运动情况, 每天 24 小时全速运行, 其位置增量为: $3000 * 360 * 60 * 24 = 1.5552 * 10^9$ 度。连续全速运行 1 年, 距离为: $5.6648 * 10^{11}$ 度。

电机持续 100 年以最大速度运动的距离为: $5.6648 * 10^{13}$ 度。

此时位置分辨率还能达到 10^{-3} 度, 对工程应用来说绰绰有余。

2 从位置反馈的脉冲增量来分析。

在位置反馈的环节, 多长时间会溢出呢? 答案是: 超过 5000 年。

我们知道无论是伺服驱动通过总线还是编码器模块送回 TwinCAT 的位置反馈, 最多都只有 4 个字节 32 位。以最常见单圈 20 位的反馈来看, 电机转动一圈, 位置反馈的增量是 2^{20} , 电机转动 2^{12} 即 4096 圈后, 编码器送上来的原始值就会溢出。对于 3000rpm 的电机, 就是满速运行一分多钟。

为了避免一分多钟就位置溢出, TwinCAT NC 内部用了一个 32 位整数来记录原始反馈值的圈数, 可以记录 $+2^{31}$ 圈。这就允许最大反馈增量 $+2^{63}$, 允许电机单向以 3000rpm 的速度运行 2932027396 分钟而不会溢出, 相当于 5578 年。