

感应同步器滑尺的软件接长技术

许慧斌 徐 健 宾鸿赞

(华中理工大学机械学院现代制造技术研究所 武汉 430074)

摘要 探讨了一种感应同步器接长的实用新技术——滑尺接长软件接力测量技术,采用定尺激磁鉴相工作方式,可实现大行程、高精度位置检测,在五米丝杠磨床传动链误差的测量中证实了接力的可行性。

关键词 感应同步器 定尺激磁 滑尺接长 软件接力

1 引 言

感应同步器、光栅、磁栅、激光干涉仪是常用的大量程、高精度检测装置,与后者相比,感应同步器的特点是抗干扰能力强,受环境温度、湿度变化影响小,使用寿命长,维护简便,不怕油污、灰尘和冲击振动的影响,工艺性好,成本较低,因而在车间加工现场获得了广泛的应用。

然而,标准型感应同步器定尺长度为250mm,定尺的单根最大长度为1150mm,带型的长度为10m,但精度低。为实现大量程、高精度位置检测,必须由基本单元拼接成所需测量长度,传统的方法是采用定尺接长法,本文在分析定尺接长法的基础上提出了滑尺接长、软件接力法,指出了该方法的特点,并给出了应用实例。

2 定尺接长法

定尺接长法是用若干块标准型定尺进行接长,目前国内的接长长度可达16m。定尺接长法的特点是^[1,2]:

1 接长时的调整精度要求太高,技术难度大,接长精度不易保证。除了接长设备以外,还需要有位移测量装置,这些测量装置都必须满足计算规定的足够精度。

2 由于标准型滑尺长度为100mm,故单块标准型定尺的误差曲线仅在以150mm内给出,这样接长时前后相邻定尺的误差曲线断开100mm,接缝区100mm内的误差曲线有以1.5mm为周期的谐波“气隙误差”,气隙误差对高精度接长有较大影响,对它的克服目前还在研究中。

3 定尺接长就是绕阻加长, 阻抗增大, 因此存在阻抗匹配问题。长度越大, 问题也越突出, 当接长长度超过 5m 后, 信号衰减严重。

4 定尺接长后相当于一根加长的天线, 会接收更多的工业噪声, 使信噪比大大降低。

3 滑尺接长法

采用滑尺进行接长时, 滑尺以相等间隔安装在机床的固定部件(或运动部件)上, 间距小于或等于定尺减去滑尺的长度, 定尺安装在机床的运动部件(或固定部件)上, 二者相对移动, 如图1所示。

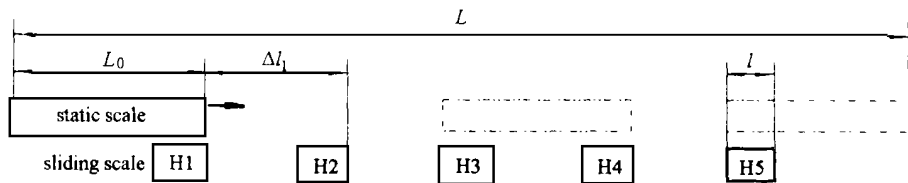


Fig. 1 Illustration of sliding scale realy measurement

3.1 接长长度计算

假设定尺长为 L_0 , 滑尺长为 l , 滑尺数为 k , 则接长后的量程 L 为:

$$L = k(L_0 - l) \quad (1)$$

3.2 接长的具体实现

数显原理上采用定尺激磁法, 即在定尺上施加单一的激励电压, 在滑尺上获得位移信号, 这样在接力区内, 同时有两块滑尺与定尺耦合, 可同时在相邻的两个滑块上获得输出, 这时, 可发挥计算机软件处理的优点, 实现精密连续测量。

如图1, 感应同步器定尺的起始位置在最左端, 与滑尺 H_1 耦合, 在滑尺 H_1 中感应得到位移信号; 当定尺向右移过 Δl_1 距离时, 滑尺 H_1 和滑尺 H_2 同时与定尺耦合, 当各滑尺电气中心间距严格等于栅距(2mm)的整数倍时, 则滑尺 H_1 和滑尺 H_2 分别从定尺感应出的两个位移信号同相, 此时将滑尺 H_1 切换至滑尺 H_2 即可实现无误差接长。但是, 这对滑尺间距的调整提出了相当高的精度要求, 技术难度大。

滑尺 H_1 与滑尺 H_2 的安装间距为 Δl_1 , 将 Δl_1 以感应同步器的周期进行量化后可得 Δl_1 , $\Delta l_1 = \Delta l_1 - 2m$, m 为量化次数。容易得知, 即使经过严格调整, 滑尺电气中心间距还是会有误差存在, Δl_1 为接近于0的微小值, 如果不加以处理, 由滑尺 H_1 切换至滑尺 H_2 会产生 Δl_1 的测量误差, 每切换接长一次, 这样的误差会累积一次, 因而难以适用于精密接长。

解决措施是, 在接力区有效长度内, 让滑尺 H_1 与滑尺 H_2 共同工作一段距离, 设此段距离内共有 n 个采样周期, 同时对滑尺 H_1 与滑尺 H_2 的位移信号采样了 n 次, 由滑尺 H_1 得到的位移值为 x_1 , 由滑尺 H_2 得到的位移值为 x_2 , ($i = 1, 2, \dots, n$), 则计算 n 次 $(x_1 - x_2)$ 的平均值, 作为滑尺 H_1 与滑尺 H_2 的实际安装距离 Δl_1 。

$$\Delta_1 = \sum_{i=1}^n (x_{2i} - x_{1i}) \quad (2)$$

在第 $n + 1$ 个采样周期到来后, 切断滑尺 H_1 , 仅留滑尺 H_2 在工作, 其读出的位移值为 $x_{2_{n+1}}$, 则真实值等于 $x_{2_{n+1}} - \Delta_1$, 至此, 完成了接力, 再继续进行单块滑尺 H_2 下的测量。

该接力方法对滑尺间距即各滑尺在长度方向上的安装无太严格的要求, 用软件接力实现了连续、精密测量, 适用于大行程、高精度位移检测。

3.3 定尺激磁、滑尺接长方式的特点

(1) 滑尺接长法的优点是克服了多定尺接长时阻抗匹配的限制, 从理论上来说, 接长长度不受限制;

(2) 可以减少外界电磁场对感应同步器感应信号的干扰, 特别是在定尺很长的情况下这一优点尤为突出。因为滑尺尺寸小, 接收干扰的机率小, 同时滑尺的绕组上可包上静电屏蔽铝箔, 因此滑尺感应信号受干扰的可能性大大降低了, 保证了系统可靠地工作;

(3) 定尺激磁方式中, 滑尺在均匀磁场中移动, 故感应信号与定、滑尺位置的函数关系更接近于正弦函数, 失真度小, 有利于提高测量精度;

(4) 滑尺的阻抗小, 容易与前放电路进行匹配, 且前放电路的输入阻抗可相应降低, 由此提高信噪比。

4 软件接长处理的微机系统

本系统采用定尺激磁鉴相型测量方式, 系统的方框图如图2所示:

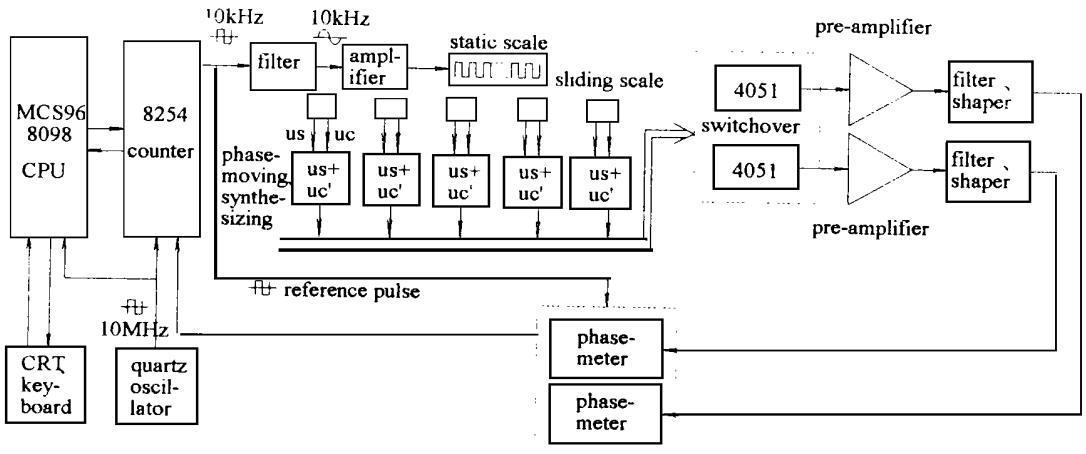


Fig. 2 Block diagram of measuring system

将固定频率(图中为10kHz)的正弦波电压加在定尺绕组上:

$$u^d = U_m \cos \omega t \quad (3)$$

滑尺的两个绕组便产生空间位置位相差90°的两相感应信号:

$$\left. \begin{aligned} u_s &= kU_m \sin \omega t \cos \theta_p \\ u_c &= kU_m \sin \omega t \sin \theta_p \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

式中 θ ——定、滑尺相对移动的机械位移角

$$\theta_p = 2\pi \cdot \frac{x}{p} \quad (5)$$

p —— 感应同步器周期, 通常 p 为 2mm; x —— 滑尺与定尺相对位移值。

为了将 u_s 和 u_c 合成, 先将 u_c 移相 90° ; 得 u_c :

$$u_c = kU_m \cos(\omega t) \sin\theta_p \quad (6)$$

然后把 u_s 和 u_c 合成, 即得到 u_p , 为:

$$u_p = u_s + u_c = kU_m \sin(\omega + \theta_p) \quad (7)$$

通过检测 u_p 的相位 θ 即可获得机械位移的数值 ($x = \frac{p\theta}{2\pi}$)。

为实现滑尺接力, 系统中引入两个 4051 多路转换器, 从所有滑尺中选出两相邻的滑尺信号, 送给后续处理电路, 软件接力由 8098 单片机完成。

5 应用实例

作者在一台上海机床厂生产的五米长丝杠磨床上, 研制了传动链误差实时测量与补偿系统, 这台机床 1970 年出厂, 因长期使用精度降低, 亟需改造提高精度。在本系统中, 圆基准采用圆光栅作为测量元件, 而直线基准采用了基于滑尺接长的感应同步器微机检测技术。在本系统中, 采用一根定尺, 长度为 1150mm, 五根滑尺, 每根长度为 100mm。

有效测量长度为: $L = k(L_0 - l) = 5250(\text{mm})$

测量所得原始传动链误差曲线如图 3 所示。

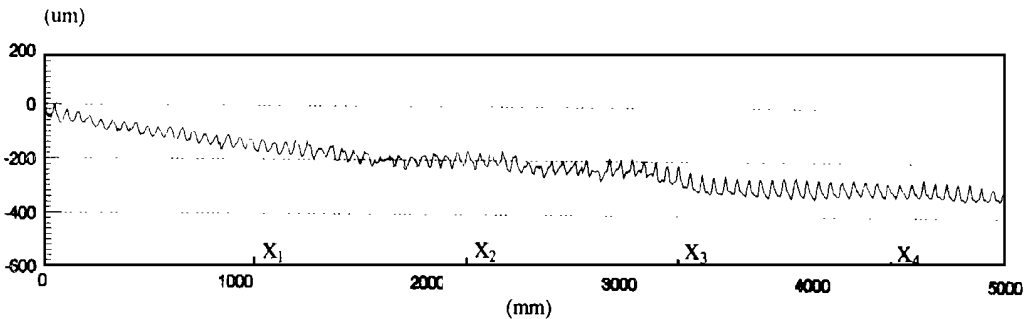


Fig. 3 Curve as the result of measurement on primitive transmission error

从图 3 中可以看到, 在横坐标 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 处, 即两块滑尺交接处, 测量曲线衔接平稳, 无突跳, 不存在由于接力而带来的额外误差, (在 5 米长度上的短周期误差特性不同是因为母丝杠分三段接长而造成的), 证明采用滑尺接长、软件接力的方案在工程应用中是可行的, 同时满足了大量程和高精度的测量要求。

6 结 论

实践证明, 滑尺接长、软件接力是一种新型的感应同步器接长技术, 它充分发挥了微机测

量技术的优点, 以较小的投入实现大行程、高精度的位移检测, 在实际位移检测, 尤其是在机床的改造中具有很好的应用前景。

参 考 文 献

- 1 李 谋. 位置检测与数显技术. 北京: 机械工业出版社, 1993
- 2 端木时夏. 感应同步器及其数显技术. 上海: 同济大学出版社, 1990

Software Relay Measurement for Inductosyn Sliding Scale

XU Hui-Bin, XU Jian, BIN Hong-Zan

(*Machinery Institute, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074*)

Abstract

A new technology used in inductosyn measurement, sliding scale software relay is studied in this paper. With the approach of static scale exciting and phase identifying, the technology can be used for long distance and high precision measurement. Finally, dynamic transmission error measurement results on a five meter lead screw grinding machine show that the proposed technology is feasible.

Key words: Inductosyn, Static scale exciting, Sliding scale connecting, Software relay

许慧斌 男, 1970年生, 华中理工大学机械学院现代制造技术研究所博士研究生, 从事加工过程误差的计算机测控研究工作。