

# 5m 大螺纹磨床丝杠临床动态测量 机械探测系统研究及应用

曹关祥\*

(上海机床厂,上海 200093)

**摘要** 本文论述 5m 大螺纹磨床长丝杠工件临床动态测量中如何解决机械探测系统的布局和设计。论述的临床动态检测法是一种成功的方法,不需用专门的 5m 长丝杠动态检测仪器。轻巧挠性探头能手携方便地装卸,利用红宝石圆柱探针及红宝石球探针能对滚珠丝杠及矩形、角度丝杠等进行测量,极为经济合算。本法为丝杠动态测量提供了前景广阔的新思路。

**关键词:** 挠性探头;双频激光干涉仪;圆光栅

## 1 任务提出及主要要求

这是由援助罗马尼亚订货项目提出的。要求增加临床动态测量滚珠丝杠项目。滚珠规格有 3/32"( $\varphi 2.381$ )至 3/8"( $\varphi 9.252$ )10 种。其它临床动态测量功能有:测量矩形、梯形、角度丝杠,及能测量机床传动链。螺距:公制达 48 毫米、英制(18~2)牙/英寸,模数:达 18 毫米。丝杠外径( $\varphi 50 \sim \varphi 400$ )毫米。误差种类:测量运动误差、累积误差、周期误差。

被测丝杠精度:"JB2886—81"标准 6 级(相当老标准 1 级)。

## 2 研制概况

临床滚珠丝杠测量,本厂过去没有搞过,这次任务是科研又是援罗产品。采用技术比过去也有进步:

1973 年本厂生产的第一台 S7450 5m 大螺纹磨床、丝杠临床测量圆基准采用磁盘,长度基准采用 1m 磁尺,6 只磁头,大于 1m 工件需用多只磁头接长测量。第二,第三台大螺纹磨床丝杠工件测量,头架圆基准采用圆光栅,三道光栅,光栅盘直径达 324mm,能测 80 种丝杠规格。长度基准采用双光路激光干涉仪,比较电路采用 1 微米级电感比较仪,用记录仪作模拟量输出记录。

这一次测量技术,圆基准仍用圆光栅,长度基准采用 HP5528 双频激光干涉仪,运算利用计算机,采用高精度棱镜挠性探头,进行自行设计研制,轻巧,便于装卸,使用方便。由于测量棱镜根据被测丝杠直径大小随探头移动,紧跟工件,所以阿贝误差比以往布局为小。探头具有多

种功能:能测量滚珠直径为 3/32"至 3/8"各种规格滚珠丝杠,能测量矩形,梯形,角度丝杠,也能测量机床各种传动链。1988 年 12 月通过鉴定和罗马尼亚用户来厂验收。机床经过几千公里长途海运到达罗方,1991 年 1 月在罗方完成安装调试成功使用至今。

### 3 测量系统总体布局

丝杠工件可长达 5m,如取下测量,极不方便,也不经济。临床测量,由于环境条件较差,要求磨削工作时取下探头及双频激光干涉仪。测量时,砂轮根据丝杠螺旋角要求,可能处于 $\pm 30^\circ$ 任意角度位置。测量时,要求砂轮在 $\pm 30^\circ$ 任意位置时,探头及干涉仪均能很方便地装上砂轮架及床身,进行测量工作。测量原理如图 1 所示。探头装卸:见图 2。

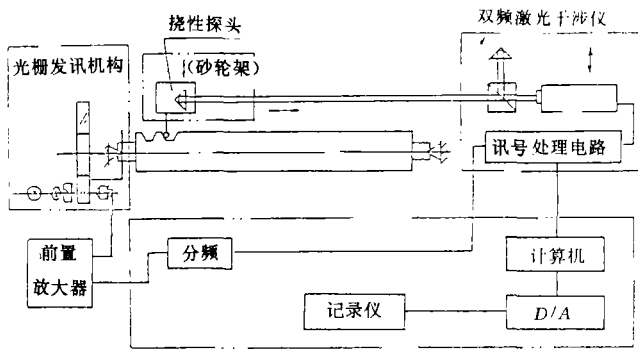


图 1 测量原理

安装基准为机床导轨。小台面安装于机床导轨上。探头通过小座子安装于过渡板上。探头轴线高度与干涉仪一致。砂轮根据工件扳好螺旋角。过渡板上有若干条以砂轮中心为圆心的同心圆弧槽,保证砂轮处于 $\pm 30^\circ$ 任意螺旋角度下都能把过渡板正确地固紧于砂轮架上。以后使用时只需单独装卸探头。由于具有导向定位机构,能保证探头装上去就处于正常工作状态。

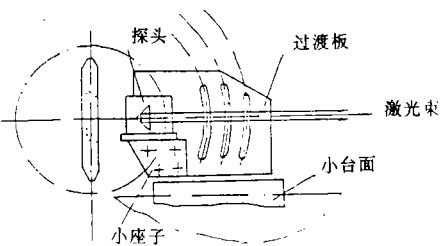


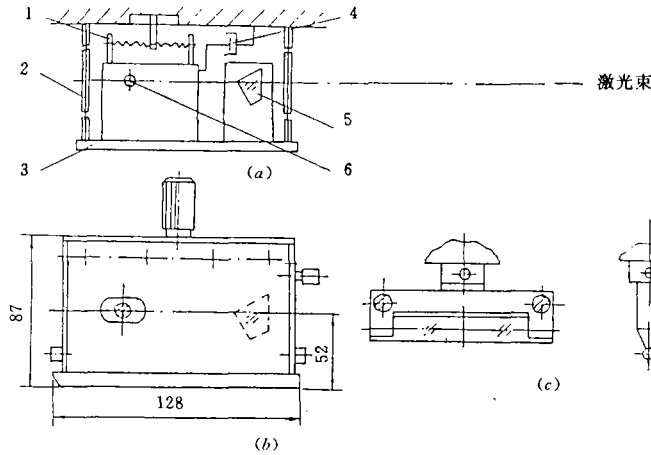
图 2 探头装卸原理

干涉仪装卸探头随被测丝杠直径大小,在径向随砂轮架要移动 175 毫米。所以干涉仪如果固定不动,则光路中需增加反射镜。考虑激光光路中光程变化可能会影响正确测量,且光路中移动反射镜的设计也有不少要求,所以采用干涉仪能够根据被测丝杠直径变化能径向移动 175 毫米的方案。机构设计满足了干涉仪多自由度调整要求。关于干涉仪放机床床身外,还是放床身内的问题:考虑放床身外,可少受油雾影响,但与动镜两体,易受外界振动而影响测量工作。放床身内,与动镜共处机床上,外界振动影响较小。为免受油雾影响,从结构上解决了干涉仪在测量时及磨削时能方便,正确装卸。所以最后干涉仪装调机构设计安装于床身导轨上。实践证明性能良好。

角度基准:采用安装于头架内的玻璃圆光栅。

以上总体布局保证在机床测量条件下具有最小的阿贝误差。

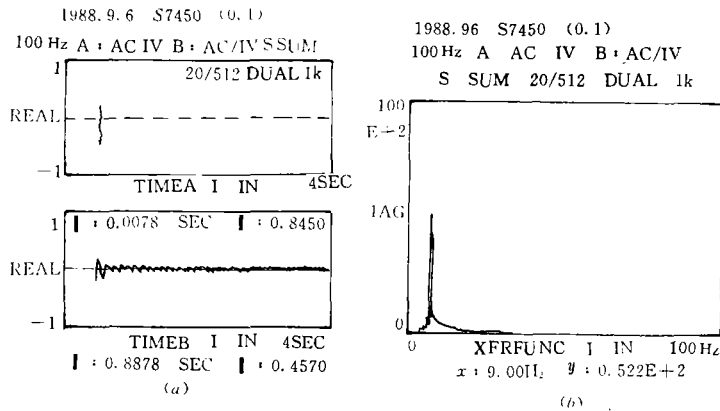
## 4 精密挠性探头



1—测力调节机构；2—挠性机构；3—连接机构；  
4—阻尼系统；5—棱镜；6—测头

图 3

图 3(a)为结构原理图，(b)为外形图，(c)为红宝石测量头：右为测矩形、梯形、角度丝杆用测头；左为测量各种滚珠丝杠用的圆柱形红宝石测量头，测量时和滚道双面点接触，能径向和绕轴线浮动。探头具有平行四边形机构，经理论分析，能保证无间隙地正确传递丝杠误差。实践也得到了证明。探头为由“质量—阻尼—弹簧”组成的二阶系统，用 7T08S 信号分析仪对其作了动特性分析，测试结果见图 4。探头动态特性，采用脉冲激励法，系统响应经加速度传感器，电荷放大器至 7T08S 信号分析仪。分析结果表明，该探头测量的谐振频率在 9.06Hz 左右。在 0 至 5Hz 左右探头能很好地跟随外界误差频率幅值变化而变化。考虑 S7450 螺纹磨床机械误差频率为 1Hz 左右，故完全满足测量系统。



(a) 激励及响应曲线

(b) 动态特性曲线

图 4

## 5 结 语

这一次临床测量方案的研制成功,为扩大应用展示了新路。这种原理不仅能用于砂轮架移动的螺纹磨床,也能用于台面移动的螺纹磨床临床测量。对动态丝杠检查仪的设计也提供了新思路。可以认为应用前景是极为宽广的。

### **Research and Application of Mechanical Probe System Employed on Five-meter Leadscrew Grinder**

Cao Guanxiang

*(Shanghai Machine Tool Work, Shanghai 200093)*

#### **Abstract**

This thesis discusses how to arrange and design the mechanical probe system used for great leadscrew workpiece on five-meter-long leadscrew grinder. This measurement is proved to be very successful. It does not need any special five-meter dynamic measuring instruments. The light and portable deflection probe can be easily clamped and released by hand. It is very economic to take measurements of the ball leadscrew and the rectangle. angle leadscrew etc. using the probe of ruby cylinder or ball. This method puts forwards a new thinking having broad prospects for the leadscrew dynamic measurement.

**Key words:** Deflection probe, Double frequency laser interferometer, Radial grating