

# 蜗杆砂轮磨齿机传动精度测试方案

重庆大学

彭东林

一汽集团设备修造厂

高向军

重庆机床厂

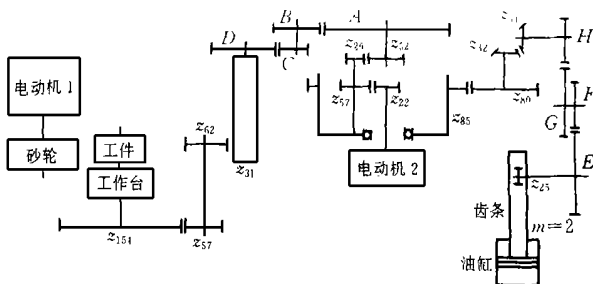
和子康

关键词 磨齿机 传动精度 测试

匈牙利生产的 TYPFKP326 型蜗杆砂轮磨齿机, 早年由我国一汽集团等单位进口不少, 现已进入大修期。在使用仪器对其进行精度检测和误差环节分析诊断以前, 我们先对其工作原理和传动链特点进行了剖析, 以制定科学、合理、便于实现的测试方案, 达到最佳测试效果。此项工作对其它同类磨齿机也有借鉴作用。

## 1 机床工作原理与传动链图

此机床采用蜗杆型砂轮与工件同步运动, 以展成法连续磨削加工。原说明书所附传动链图如附图所示, 其中从工作台到电动机 2 为分度链, 电动机 2 到齿条为差动链。



匈牙利 TYPFKP326 型蜗杆砂轮磨齿机传动链图

砂轮主轴由电动机 1 带动, 工作台由电动机 2 经齿轮传动链带动, 两电动机为转速相同的同步电动机, 故可视为同轴, 于是从砂轮到工作台的传动链平衡式为

$$1 \times \frac{22}{57} \times \frac{26}{52} \times i_z \times \frac{31}{62} \times \frac{57}{154} = \frac{1}{z} \quad (1)$$

其中  $z$  为工件齿数, 将式(1)化简后得到

$$i_z = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} = \frac{28}{z} \quad (2)$$

磨削斜齿轮时, 为了得到工件螺旋角, 通过差动链使工件沿轴向相对于砂轮移动一个导程  $P_z$  的同时, 工件多转(或少转)一转。具体实现方法是: 当升降油缸带动工件沿其轴向移动时, 与油缸固联的升降齿条带动齿轮  $z_{25}$  ( $m=2$ ) 转动, 通过差动挂轮组 E、F、G、H 锥齿轮和行星齿轮将此运动加入分度链, 使得工件增加了一个附加的转动。

将说明书所给的差动挂轮计算公式

$$i_c = \frac{E}{f} \cdot \frac{G}{H} = 11.9565 \sin \beta / km \quad (3)$$

代入由图所示传动链各齿轮齿数建立的平衡方程式, 发现并不平衡。因为用户长期按式(3)加工无误, 故只能怀疑是从电动机 2 到 H 轮轴间的传动齿数不是说明书所示。因不便拆卸, 故暂设此段传动比为 X, 于是有平衡式

$$1 \times \frac{154}{57} \times \frac{62}{31} \times \frac{1}{i_c} \times \frac{52}{26} \times \frac{57}{22} \times X \times \frac{1}{i_c} \times 25 \times 2\pi = p_z = \frac{m z}{\sin \beta} \quad (4)$$

用户提供了宏指令。系统中利用宏指令登录的程序称为用户宏程序。在宏程序中, 除通常的 NC 指令外, 还可以使用变量、运算、判断和转移等宏指令。

若上面的曲线采用宏指令进行编程, 则可以得到如下的程序:

```

:
G65 H01 P# 100 Q25 * (变量# 100= 25)
N100 G91 G02 X5 R3.5 F100 *
G01 X5 Y- 5 *
G03 X5 R3.5 *
G01 X5 Y5 *
    
```

```
G65 H03 P# 100 Q# 100 R1 * (# 100= # 100- 1)
```

```
G65 H81 P- 100 Q# 100 R0 * (IF # 100 0 G0 T0 N100)
```

实际加工表明, 采用这种方法编程, A 点看不出任何加工刀痕, 完全达到了表面质量要求, 而且从上面的程序可以看出, 该程序很短, 编程工作量很小。另外若改变变量 # 100 的最初定义值, 就可以改变曲线的循环次数, 非常方便。显然, 这种方法在周期性循环曲线的数控加工中, 是一种比较完美的编程方法。

第一作者: 冯华伟, 山东省烟台大学机械系, 邮编: 264005

(编辑 董雅萍)

将式(2)、(3)代入,解出  $X = \frac{1}{4 \cdot 1818}$

经实际验证,转动  $H$  轮轴一周,观察电动机 2 确实转动 4 转多一点,证明上述推论无误。

## 2 测量方案设计

设计测量方案必须兼顾几个问题:

(1) 测量哪一段传动链,如何使尽可能多的传动环节包括在测试分析的范围之内;

(2) 由谁提供动态测量的动力;

(3) 如何保证足够的量程,例如对我们采用的测试仪器而言,要求测量时工作台转动一转以上,以便于谐波分析;

(4) 如何保证传感器的安装位置和合适的转速。

借鉴我们前期测量滚齿机差动链的经验<sup>[1]</sup>,我们设计的测量方案是:

圆传感器安装在工作台上,随工作台作回转运动,直线传感器则应沿工件直线运动方向安装而反映齿条直线运动。这样,整个机械传动链(包括差动链和分度链),也就是从齿条到工作台的全部传动环节全都包括在仪器测试分析的范围之内。测量时,不是开动电动机 2,而是开动升降油缸,由它经齿轮  $Z_{25}$  提供动力,并且事先卡住电动机 2 的轴不转,从而获得一个反作用力支点,使得运动得以通过差动链、行星齿轮和分度链一直传到工作台。只要适当选取  $i_z$  和  $i_c$ ,即可保证两个传感器有合适的转速和量程,满足测量和分析的要求。

## 3 测量仪器

测量仪器采用我校研制的“全微机化齿轮机床检测分析系统”(简称 FM T 系统)<sup>[2,3]</sup>。该系统只由一对普通磁栅传感器和一台微机组成,因结构特别简化而

成本低,误差小,故障率低,而同时现场分析故障环节的能力特别强。现已向国内各主要齿轮机床生产厂和齿轮厂等出售十余套,并被国家科委列为“九五国家级科技成果重点推广计划项目”。

## 4 讨论

当测量涉及直线运动的工件(如上述方案中的齿条和滚齿机中的丝杠)时,对温度的变化将变得十分敏感,不同的温度下测得的误差曲线差别较大。为此应注意控制测量环境的温度并进行适当修正。有时放弃对齿条的测量,而将另一只圆传感器安装在  $E$  轮轴上,即将圆一直线测量变为圆—圆测量,也不失为一种考虑方案。

蜗杆砂轮磨齿机的传动链(包括分度链和差动链)与滚齿机比较十分相似,最大区别在于前者绝对运动速度较高。另外,滚齿机符合 ISO 6545 国际标准和 GB 8064 国家标准,具有依此标准进行动态测试和误差分析诊断的长期成功的实践经验和仪器,这些都为开展蜗杆砂轮磨齿机传动精度的测量提供了有利条件。

### 参 考 文 献

- 1 彭东林,和子康等. 滚齿机螺旋传动误差检测方法. 机械工艺师, 1994(1)
- 2 彭东林,张光辉等. 传动误差检测系统 FM T. 制造技术与机床, 1996(5)
- 3 彭东林,张光辉等. 传动误差测量数学模型及 FM T 系统实践. 制造技术与机床, 1996(6)

第一作者: 彭东林, 重庆市重庆大学机械传动国家重点实验室, 邮编: 400044, (023) 65102420

(编辑 周富荣)

(收修改稿日期: 1999—04—26)