

普通圆柱蜗杆传动的一种设计方法

杨世明

(河南纺织高等专科学校机械系 450007)

摘 要: 本文提出了一种利用计算机设计普通蜗杆传动的方法, 避免了一般蜗杆传动设计中要先假设一些参数、需多次计算的问题。

关键词: 蜗杆传动、设计方法

中图分类号: TH132.44

1 引 言

普通圆柱蜗杆传动在实际中应用广泛, 其设计是常见问题。设计时, 由于有些参数的取值与蜗杆或蜗轮的某些未知参数有关, 因此, 常要先假设一些参数值, 如滑动速度 V_s , 传动效率 η 及蜗轮圆周速度 V_2 等。在假设这些参数值时, 虽然有资料可供参考, 可实算结果常常与假设数值之间有一定偏差, 特别是设计选用无锡青铜等作为蜗轮齿圈材料的蜗杆传动时, 往往多次试算仍不能取得令人满意的结果。据此, 有必要探讨新的设计计算方法, 下面给出本人的做法。

2 基本思路

根据设计已知条件, 视蜗杆头数 Z_1 、蜗轮齿数 Z_2 、蜗杆转速 n_1 和输入功率 P_1 等为已知量。

1. 蜗轮齿圈材料为无锡青铜、黄铜及铸铁

对模数 m 、蜗杆分度圆直径 d_1 确定的蜗杆传动, 根据 $\gamma = \arctg \frac{mz_1}{d_1}$ 和 $V_s = \frac{\pi d_1 n_1}{6000 \cos \gamma}$

可得蜗杆导程角 γ 和滑动速度 v_s , 进而由公式 $\eta = (0.92 \sim 0.98) \frac{\lg \gamma}{\lg(\gamma + \rho')}$ 得出效率 η 。式中的当量摩擦角 ρ' 可根据 v_s 求得。由 $T_2 = i \eta T_1$ 求出蜗轮上的转矩 T_2 , 由 $v_2 = v_s \sin \gamma$ 求出蜗轮圆周速度 v_2 。

蜗轮齿面接触应力计算公式

$$\sigma_H = Z_E \sqrt{\frac{9400 T_2^2}{d_1 d_2^2} K_A K_V K_\beta} \quad (1)$$

式中: Z_E ——弹性系数, 依蜗杆、蜗轮材料确定;

K_A ——使用系数, 由原动机、工作机情况及是否连续工作决定;

收稿日期: 1995-3-29

K_v ——动载荷系数, 依蜗轮圆周速度 v_2 确定;

K_β ——载荷分布系数, 依载荷变化情况确定;

d_2 ——蜗轮分度圆直径, $d_2 = mZ_2$ 。

根据已知条件、上述分析和 Z_E 、 K_A 、 K_v 及 K_β 的确定方法可知, 可以计算出对应任一 m 和 d_1 的 σ_H 。因无锡青铜、黄铜或铸铁蜗轮的许用接触应力 $[\sigma_H]$ 与滑动速度 v_s 成对应关系, 利用这个关系, 可以求得对应某一 v_s 的 $[\sigma_H]$ 。利用电子计算机, 将每个 m 、 d_1 , 按 m 、 d_1 均递增的顺序, 依次代入上述有关公式, 结合已知条件, 求出相应的 v_s 、 $[\sigma_H]$ 及 v_2 ; 确定 Z_E 、 K_A 、 K_v 、 K_β 和 d_2 , 利用式(1)求出 σ_H , 只要出现 $\sigma_H < [\sigma_H]$, 此时的 m 和 d_1 即为所求。

2. 蜗轮齿圈材料为锡青铜

对应模数 m 、蜗杆分度圆直径 d_1 确定的蜗杆传动, 与蜗轮齿圈材料为无锡青铜、黄铜或铸铁时相同, 可以求得蜗轮齿面接触应力 σ_H 。许用接触应力计算公式为

$$[\sigma_H] = [\sigma_H]' Z_{vs} Z_N \quad (2)$$

式中: $[\sigma_H]'$ ——蜗轮当应力循环次数 $N = 10^7$ 时的许用接触应力, 依蜗轮材料, 在机械设计手册中查取;

Z_{vs} ——滑动速度影响系数, 由滑动速度 v_s 确定;

Z_N ——按接触强度计算的寿命系数, 由蜗轮应力循环次数 N 确定。

利用电子计算机, 将每个 m 、 d_1 , 按 m 、 d_1 均递增的顺序, 依次代入上述有关公式, 即可求出对应每个 m 、 d_1 的 σ_H 和 $[\sigma_H]$, 只要 $\sigma_H < [\sigma_H]$, 相应的 m 、 d_1 即为所求。

这样可以避免按

$$m^2 d_1 \geq \left(\frac{15000}{[\sigma_H] Z_2} \right)^2 k T_2 \quad (3)$$

求出 m 和 d_1 、确定 v_s 和 v_2 等之后, 校核接触强度时, 因出现 $\sigma_H > [\sigma_H]$ 而重新设计, 且结果较合理。

3 源程序及计算实例

根据上述思路, 用 BASIC 语言编写了按接触强度进行蜗杆传动设计的源程序, 程序框图见图 1。本程序适用于各种常见蜗轮蜗杆材料, 包括 (1) 蜗轮材料为 ZCuSn10Pb1 (ZQSn10-1 旧牌号, 下同)、ZCuSn5Pb5Zn5 (ZQSn5-5-5); (2) 蜗轮材料为 ZCuAl 9-3 (ZQAl 9-4)、ZCuAl 10Fe3Mn2 (ZQAl 10-3-1.5) 及 ZCuZn38Mn2Pb2 (ZHMn58-2-2), 淬火或未经淬火的蜗杆; (3) 蜗轮材料为 HT200、HT150 (120~150HB), 蜗杆为渗碳钢、调质钢或淬火钢。为方便使用, 输入各已知条件时均有汉字提示。程序在 386 微机上运行无误。

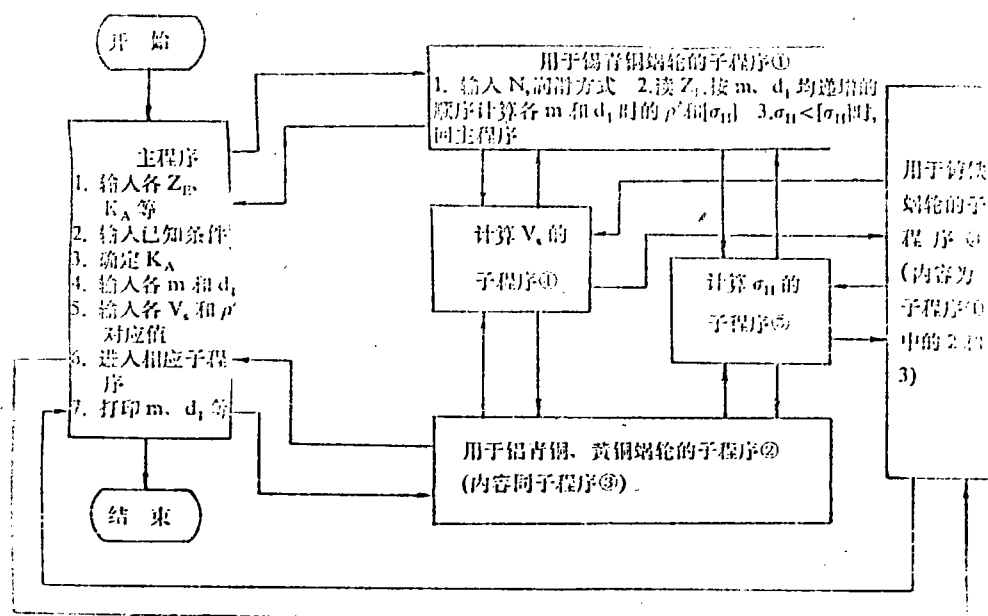


图 1 程序框图

计算实例设计驱动链运输机的阿基米德蜗杆传动。已知：蜗杆输入功率 $P_1 = 10\text{kW}$ ，转速 $n_1 = 1460\text{r/min}$ ，传动比 $i = 20$ ，要求使用寿命 5 年，每年工作 300 天，每天工作 8h，每小时载荷持续率 40%。

蜗杆选用 40Cr，表面淬火， $\text{HRC} = 45 \sim 50$ ，蜗轮齿圈用 ZCuSn10Pb1 ，金属模铸造，蜗杆头数 $Z_1 = 2$ 。将已知条件等输入电子计算机，运行结果： $m = 8\text{mm}$ ， $d_1 = 100\text{mm}$ 。

参 考 文 献

- 1 徐灏主编.《机械设计手册》第一卷和第三卷，机械工业出版社，1991年8月
- 2 林美雄，吴振庆主编.《现代BASIC》，江苏科学技术出版社，1990年5月
- 3 吴宗泽主编.《机械零件》，中央广播电视大学出版社，1986年5月。

A New Design Method for Worm Drive

Yang Shiming

(Henan Textile Engineering College)

Abstract: In this paper, a new design method for worm drive by computer is put forward. This method avoids hypothesis of parameter and repeated calculations that take place in worm drive design in common.

Keywords: wormdrive design, design method