

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2020.11.002

基于 MATLAB GUI 的滚动轴承 修正额定寿命计算系统*

李俊文, 陈玉莲

(广州理工学院 机电工程学院, 广东 广州 510540)

摘要:针对滚动轴承疲劳寿命计算繁杂、计算精度低和机器设计效率低等问题,利用 L-P 计算模型对轴承基本额定寿命进行了估算。考虑轴承的疲劳破坏、可靠性、材料、润滑和清洁条件等因素,进一步对轴承基本额定寿命进行了修正;利用 MATLAB GUI 软件平台,开发出了滚动轴承修正额定寿命计算系统;设计了 10 种常用滚动轴承的独立计算界面,研究了运行可执行程序 exe 文件的操作方法,通过与实例结果对比验证了该系统计算结果的正确性。研究表明:该系统具有涵盖面广、操作简单、计算精度高等优点,提高了机器的设计效率,也可为其他计算系统的开发提供参考依据。

关键词:滚动轴承;L-P 计算模型;基本额定寿命;修正额定寿命;计算系统;MATLAB GUI

中图分类号:TH133.33;TP311.5

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2020)11-1265-07

Calculation system for corrected rating life in rolling bearing based on MATLAB GUI

LI Jun-wen, CHEN Yu-lian

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Guangzhou Institute of
Science and Technology, Guangzhou 510540, China)

Abstract: Aiming at the problems of the complex calculation and low calculation accuracy in rolling bearing fatigue life, and the low machine design efficiency, the basic rating life of the bearing was estimated by using the L-P calculation model. Considering the factors of fatigue failure, reliability, materials, lubrication and cleaning conditions, the basic rating life of the bearing was further modified. The calculation system of corrected rating life in rolling bearing was developed by using MATLAB GUI software platform. Ten kinds of independent calculation interfaces for common rolling bearing were designed in the system. The operation method of running executable program exe file was discussed. The correctness of the calculation results was verified by comparison with the example results. The results indicate that the system has the advantages of wide coverage, simple operation and high calculation accuracy, and improves the design efficiency of the machine, and also provides a reference for the development of other calculation systems.

Key words: rolling bearing; L-P calculation model; basic rating life; corrected rating life; calculation system; MATLAB GUI

0 引 言

滚动轴承是旋转机械常用的零部件之一,它的旋

转精度、使用寿命等直接影响机器的使用性能,其中,轴承的使用寿命又是衡量轴承性能的重要指标之一。

轴承在承受载荷旋转时,由于滚道与滚动体在接触面间产生滚动摩擦,导致轴承发生疲劳磨损,出现疲

收稿日期:2020-02-24

基金项目:广东省普通高校特色创新类项目(2019KTSCX242);广东省高等教育教学改革项目(2019SJJG01);广州理工学院教学成果奖培育项目(2019JXJPY016)

作者简介:李俊文(1982-),男,广东广州人,副教授,主要从事 CAD/CAM/CAE、机器人与智能制造等方面的研究。E-mail:13535379141@163.com

劳破坏之前的总转数即为轴承的疲劳寿命。同一批生产的轴承在相同条件下运转,其寿命可相差数倍甚至数十倍,其中 90% 的轴承在发生疲劳破坏前的轴承旋转总转数即为轴承的基本额定寿命。滚动轴承基本额定寿命估算是轴承计算和选型的关键,估算的精度直接影响轴承的选型是否合理,甚至可能影响机器的正常运转。

早在 1947 年,瑞典科学家 LUNDBERG 和 PALMGREN 发现了最大动态剪切应力理论。随着该理论的发展和运用,结合 Hertz 弹性接触理论和 Palmgren 额定动载荷理论,研究人员又进行了一系列的推导和假设,得到了用于轴承寿命计算的 L-P 模型。相应的实践表明,该计算模型在大多数工况条件下预估轴承的寿命具有足够的精度^[1-2]。但随着材料和制造技术的发展,轴承工作条件的不断改善,实际寿命和基本额定寿命慢慢出现较大偏差,因此研究人员对 L-P 模型进行了修正,得到了修正额定寿命计算公式。

采用修正额定寿命来预估轴承寿命具有较高的精度,但计算较繁琐,设计人员工作量大,为了改善该状况,本文将基于 MATLAB GUI 软件平台开发滚动轴承通用的修正额定寿命计算系统,采用该系统计算轴承寿命可提高设计效率,系统操作性能好,操作方法简单,只需输入轴承型号以及相关几个参数即可完成轴承的基本额定寿命和修正额定寿命的计算^[3]。

1 寿命计算理论及方法

修正额定寿命计算公式为:

$$L_{nm} = a_1 a_{iso} L_{10} \quad (1)$$

式中: L_{nm} —修正额定寿命,h; a_1 —可靠度修正系数;

a_{iso} —寿命修正系数; L_{10} —基本额定寿命,h。

根据 L-P 计算模型和修正额定寿命计算相关理论^[4-5],该系统的理论计算过程主要分为两大部分:(1)基本额定寿命的计算模块;(2)可靠度修正系数和寿命修正系数的计算模块。

1.1 基本额定寿命的计算

轴承基本额定寿命的基本计算公式为:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^{\varepsilon} \quad (2)$$

式中: C —基本额定动载荷,N,可根据轴承的型号在机械设计手册中查到^[6-7]; P —当量动载荷,N; ε —寿命指数,对于球轴承, ε 取 3,对于滚子轴承, ε 取 $\frac{10}{3}$;该公式 L_{10} 中的单位是 $10^6 r$ 。

计算基本额定寿命的关键是计算当量动载荷 P ,其计算公式为:

$$P = f_p (X F_r + Y F_a) \quad (3)$$

式中: f_p —载荷工况系数; F_r —径向载荷,N; F_a —轴向载荷,N; X —径向动载荷系数; Y —轴向动载荷系数。

载荷工况系数如表 1 所示。

表 1 载荷工况系数

载荷性质	载荷系数 f_p	举例
无冲击或轻微冲击	1.0 ~ 1.2	电机、汽轮机、通风机、水泵等
中等冲击或中等惯性力	1.2 ~ 1.8	机床、车辆、动力机械、起重机、造纸机、选矿机、冶金机械、卷扬机械等
强大冲击	1.8 ~ 3.0	碎石机、轧钢机、钻探机、振动筛等

不同轴承类型当量动载荷的确定方法不同,当量动载荷计算方法如表 2 所示。

表 2 当量动载荷计算方法

轴承类型	计算方法
深沟球轴承	根据 $\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$ 确定用于计算基本额定静载荷的系数 f_0 ,再根据 $\frac{f_0 F_a}{C_{0r}}$ 确定 X 、 Y 和判断系数 e 代入式(4)。 D_w —球公称直径,mm; D_{pw} —轴承滚动体节圆直径,mm; α —公称接触角,°; C_{0r} —径向基本额定静载荷,N。
调心球轴承	当 $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ 时, $P = f_p (F_r + Y_1 F_a)$;当 $\frac{F_a}{F_r} > e$ 时, $P = f_p (0.65 F_r + Y_2 F_a)$
角接触球轴承	根据 $\frac{F_a}{C_{0r}}$ 利用插值计算得到 e 、 X 、 Y 代入式(4)。
向心轴承	当 $0 \leq \frac{F_a}{F_r} < 0.12$ 时, $P = f_p (F_r + 0.3 F_a)$;
2、3 系列	当 $0.12 \leq \frac{F_a}{F_r} < 0.3$ 时, $P = f_p (0.94 F_r + 0.8 F_a)$
圆柱滚子轴承	当 $0 \leq \frac{F_a}{F_r} < 0.18$ 时, $P = f_p (F_r + 0.2 F_a)$;
22、23 系列	当 $0.18 \leq \frac{F_a}{F_r} < 0.3$ 时, $P = f_p (0.94 F_r + 0.53 F_a)$

(续表)

圆锥滚子轴承	单列	当 $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ 时, $P = f_p F_r$;
		当 $\frac{F_a}{F_r} > e$ 时, $P = f_p (0.4 F_r + Y F_a)$
	双列	当 $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ 时, $P = f_p (F_r + Y_1 F_a)$
	四列	当 $\frac{F_a}{F_r} > e$ 时, $P = f_p (F_r + Y_2 F_a)$
推力轴承	滚针轴承	$P = f_p F_r$
	推力球轴承	$P = f_p F_a$
	推力圆柱滚子轴承	$P = f_p F_a$
	推力圆锥滚子轴承	$P = f_p F_a$
	推力调心滚子轴承	$P = f_p (1.2 F_r + F_a)$

表 2 中,调心球轴承和圆锥滚子轴承的系数 Y 、 Y_1 、 Y_2 和 e 根据轴承型号在手册中查到。圆柱滚子轴承根据不同系列分为 2、3 系列和 22、33 系列,圆锥滚子轴承根据轴承列数分为单列、双列和四列。

在一定转速条件下工作的轴承,一般以 h 为单位来衡量轴承的基本额定寿命,于是在式(2)基础上可得到以下计算公式:

$$L_{10} = \frac{f_t \left(\frac{C}{P} \right)^{\varepsilon} \times 10^6}{60n} \quad (4)$$

式中: f_t —温度系数; n —轴承转速,r/min。

温度系数如表 3 所示^[8]。

表 3 温度系数

工作温度 / (°C)	温度系数 f_t
< 120	1.00
125	0.95
150	0.90
175	0.85
200	0.80
225	0.75
250	0.70
300	0.60
350	0.50

1.2 可靠度修正系数和寿命修正系数的计算

轴承的使用环境对轴承的工作影响很大,尤其是在一些重要场合下,对轴承的可靠度要求更高。对于大多数的应用场合,轴承的润滑和清洁条件也相差甚远,轴承材料也不尽相同,因此,有必要修正其额定寿命,以使其更接近于轴承的实际工况。

1.2.1 可靠度修正系数

可靠度修正系数 a_1 与可靠度 S 的关系如表 4 所示。

表 4 可靠度修正系数与可靠度的关系

可靠度 S / (%)	可靠度修正系数 a_1
90	1
95	0.64
96	0.55
97	0.47
98	0.37
99	0.25
99.2	0.22
99.4	0.19
99.6	0.16
99.8	0.12
99.9	0.093
99.92	0.087
99.94	0.080
99.95	0.077

1.2.2 寿命修正系数

轴承的材料对轴承寿命的影响很大,比如钢球滚子和陶瓷球滚子相比,在相同的条件下,陶瓷球滚子轴承的寿命更高^[9-10]。

考虑材料的影响,寿命修正系数 a_{ISO} 可用 $\frac{\sigma_u}{\sigma}$ 的函数表示,即:

$$a_{ISO} = f\left(\frac{\sigma_u}{\sigma}\right) \quad (5)$$

式中: σ_u —滚道材料的疲劳应力极限,MPa; σ —用于疲劳判据的实际应力,MPa。

滚道上决定性的疲劳应力主要是轴承内部载荷分布和最大承载接触处次表面应力分布, $\frac{\sigma_u}{\sigma}$ 和 $\frac{C_u}{P}$ 十分接近,但不同的材料应力极限不同,因此, $f\left(\frac{\sigma_u}{\sigma}\right)$ 可表示为 $f\left(\frac{C_u}{P}\right)$, 则有:

$$a_{\text{ISO}} = f\left(\frac{C_u}{P}\right) \quad (6)$$

式中: C_u —疲劳载荷极限, N。

(1) 疲劳载荷极限的计算

疲劳载荷极限 C_u 的计算方法有两种: (1) 精确计算方法; (2) 简化计算方法。

由于精确计算方法较复杂, 而且所需的参数较难确定, 此处笔者采用简化计算方法来确定疲劳载荷极限 C_u 。

疲劳载荷极限简化计算方法如表 5 所示。

表 5 疲劳载荷极限简化计算方法

轴承类型	计算公式
球轴承	当 $D_{\text{pw}} \leq 100 \text{ mm}$ 时, $C_u = \frac{C_0}{22}$;
	当 $D_{\text{pw}} > 100 \text{ mm}$ 时, $C_u = \frac{C_0 \left(\frac{100}{D_{\text{pw}}}\right)^{0.5}}{22}$
	当 $D_{\text{pw}} \leq 100 \text{ mm}$ 时, $C_u = \frac{C_0}{8.2}$
滚子轴承	当 $D_{\text{pw}} > 100 \text{ mm}$ 时, $C_u = \frac{C_0 \left(\frac{100}{D_{\text{pw}}}\right)^{0.3}}{8.2}$

表 5 中, 基本额定静载荷 C_0 根据轴承型号可在手

册中查到。

轴承滚动体节圆直径 D_{pw} 计算公式为:

$$D_{\text{pw}} = (d + D)/2 \quad (7)$$

式中: d —轴承内径, mm; D —轴承外径, mm。

(2) 寿命修正系数的计算

轴承寿命受轴承的润滑条件和轴承的清洁程度影响也非常大。在不同的润滑条件下, 即使相同的轴承型号其寿命可能也会相差几倍、几十倍甚至无数倍^[11-12]。

根据相关研究, 为了考虑润滑对轴承寿命的影响, 寿命修正系数 a_{ISO} 可引入润滑油的粘度比 k , 用以下关系式来表达:

$$a_{\text{ISO}} = f\left(e_c \frac{C_u}{P}, k\right) \quad (8)$$

式中: e_c —污染系数; k —粘度比。

鉴于实际情况, 寿命修正系数 a_{ISO} 的值应该控制在 50 以内, $\frac{e_c C_u}{P}$ 的适用范围也不应大于 5, 当 $k > 4$ 时, 按 $k = 4$ 来计算; 当 $k < 0.1$ 时, 目前还没有相应的计算公式。

当 $0.1 \leq k \leq 4$ 时, 寿命修正系数计算公式如表 6 所示。

表 6 寿命修正系数计算公式

轴承类型	计算公式
向心球轴承	当 $0.1 \leq k < 0.4$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(2.5671 - \frac{2.2649}{k^{0.054381}} \right)^{0.83} \left(\frac{e_c C_u}{P} \right)^{\frac{1}{3}} \right]^{-9.3}$
	当 $0.4 \leq k < 1$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(2.5671 - \frac{1.9987}{k^{0.19087}} \right)^{0.83} \left(\frac{e_c C_u}{P} \right)^{\frac{1}{3}} \right]^{-9.3}$
	当 $1 \leq k \leq 4$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(2.5671 - \frac{1.9987}{k^{0.071739}} \right)^{0.83} \left(\frac{e_c C_u}{P} \right)^{\frac{1}{3}} \right]^{-9.3}$
向心滚子轴承	当 $0.1 \leq k < 0.4$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(1.5859 - \frac{1.3993}{k^{0.054381}} \right) \left(\frac{e_c C_u}{P} \right)^{0.4} \right]^{-9.185}$
	当 $0.4 \leq k < 1$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(1.5859 - \frac{1.2348}{k^{0.19087}} \right) \left(\frac{e_c C_u}{P} \right)^{0.4} \right]^{-9.185}$
	当 $1 \leq k \leq 4$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(1.5859 - \frac{1.2348}{k^{0.071739}} \right) \left(\frac{e_c C_u}{P} \right)^{0.4} \right]^{-9.185}$
推力球轴承	当 $0.1 \leq k < 0.4$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(2.5671 - \frac{2.2649}{k^{0.054381}} \right)^{0.83} \left(\frac{e_c C_u}{3P} \right)^{\frac{1}{3}} \right]^{-9.3}$
	当 $0.4 \leq k < 1$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(2.5671 - \frac{1.9987}{k^{0.19087}} \right)^{0.83} \left(\frac{e_c C_u}{3P} \right)^{\frac{1}{3}} \right]^{-9.3}$
	当 $1 \leq k \leq 4$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(2.5671 - \frac{1.9987}{k^{0.071739}} \right)^{0.83} \left(\frac{e_c C_u}{3P} \right)^{\frac{1}{3}} \right]^{-9.3}$
推力滚子轴承	当 $0.1 \leq k < 0.4$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(1.5859 - \frac{1.3993}{k^{0.054381}} \right) \left(\frac{e_c C_u}{2.5P} \right)^{0.4} \right]^{-9.185}$
	当 $0.4 \leq k < 1$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(1.5859 - \frac{1.2348}{k^{0.19087}} \right) \left(\frac{e_c C_u}{2.5P} \right)^{0.4} \right]^{-9.185}$
	当 $1 \leq k \leq 4$ 时, $a_{\text{ISO}} = 0.1 \left[1 - \left(1.5859 - \frac{1.2348}{k^{0.071739}} \right) \left(\frac{e_c C_u}{2.5P} \right)^{0.4} \right]^{-9.185}$

污染系数 e_c 可根据污染级别和轴承滚动体节圆直径来确定。

污染系数如表 7 所示。

表 7 污染系数

污染级别	污染系数 e_c	
	$D_{pw} < 100 \text{ mm}$	$D_{pw} \geq 100 \text{ mm}$
极度清洁	1	1
高度清洁	0.8 ~ 0.6	0.9 ~ 0.8
一般清洁	0.6 ~ 0.5	0.8 ~ 0.6
轻度污染	0.5 ~ 0.3	0.6 ~ 0.4
常见污染	0.3 ~ 0.1	0.4 ~ 0.2
严重污染	0.1 ~ 0	0.1 ~ 0
极严重污染	0	0

轴承是否得到有效润滑主要取决于添加润滑剂后,使轴承滚动接触表面的分离程度。

润滑剂要将滚动接触表面分离必须要满足一定的条件,可用粘度比 k 来表达,其计算公式为:

$$k = \frac{v}{v_1} \quad (9)$$

式中: v —实际运动粘度, mm^2/s ,可参考所用润滑油的参数和工作温度来确定; v_1 —参考运动粘度, mm^2/s 。

v_1 由下面公式来计算:

$$v_1 = \begin{cases} 45\,000n^{-0.83}D_{pw}^{-0.5} & n < 1\,000 \text{ r/min} \\ 4\,500n^{-0.5}D_{pw}^{-0.5} & n \geq 1\,000 \text{ r/min} \end{cases} \quad (10)$$

2 轴承寿命计算系统开发

能够实现轴承寿命计算系统开发的软件平台有多种,常用的如 MATLAB、VC++、VB、JAVA、Delphi 等。

笔者采用具有强大数学计算功能的 MATLAB 软件平台作为开发工具,使用其专门用于图形用户界面设计的 GUI 模块,操作简便;利用其不同的界面按钮可以方便快速地设计出图形用户操作界面,并且能够实现与其他高级语言联合编程,来共同开发系统^[13-14]。

2.1 界面设计

本文应用 MATLAB GUI 模块进行计算系统界面设计,主要用到按钮(Push Button)、静态文本(Static Text)、单选按钮(Radio Button)、编辑框(Edit Text)、弹出式菜单(Pop-up Menu)等界面按钮,通过 GUIDE 生成 xx.fig 文件,界面按钮与主执行代码之间通过 Callback 函数建立联系。

根据表 3 中的滚动轴承分类,该系统开发了 10 种常用滚动轴承的寿命计算界面,每种轴承的界面均独立。

以角接触球轴承为例,滚动轴承修正额定寿命计算界面如图 1 所示。



图 1 滚动轴承修正额定寿命计算界面

2.2 输入模块设计

计算 10 种常用滚动轴承基本额定寿命和修正额定寿命时,需要输入较多的已知参数到计算系统中,输入参数主要有轴承类型、轴承型号、接触角和配置方式等,同时需输入轴承的基本参数和工况参数,不同的轴承型号参数不一样,因此每种轴承的输入界面有所不同,本文均设计成独立的界面方便输入相应的参数,在此只给出两种典型的计算界面,其他不一一截取。

角接触球轴承输入参数界面如图 2 所示。



图 2 角接触球轴承输入参数界面

圆锥滚子轴承界面与其类似,输入参数有轴承型号、轴承列数、配置方式等,这两种轴承在旋转过程中受接触角影响会产生派生轴向力,致使每个轴承的径向力和轴向力不等,配置方式有多种,最常用的是两个单列轴承正装或者反装,其他常用轴承一般不区分。

其他常用滚动轴承输入参数界面如图 3 所示。

输入参数

轴承型号

基本参数

内径d mm 额定静载荷C₀ N

外径D mm 额定动载荷C N

工况参数

轴向载荷F_a N 工作温度T 摄氏度

径向载荷F_r N 可靠度S

轴承转速n r/min 清洁状况

载荷性质

图 3 其他常用滚动轴承输入参数界面

使用该系统进行计算时,首先要获取输入的参数值,设计过程中主要通过两种形式获取输入参数:(1)通过 get 函数获取界面中编辑框(Edit Text)的数据;(2)将型号参数预设于 excel 文件中,通过 xlsread 函数对 excel 文件进行读取,获得该型号相关的参数,再用 num2str 函数将数值转换成字符串,以方便后续的程序编制;其调用格式为 $str = num2str(A)$ 。

2.3 计算模块设计

计算模块是该系统开发的核心内容之一,滚动轴承修正额定寿命计算流程如图 4 所示。

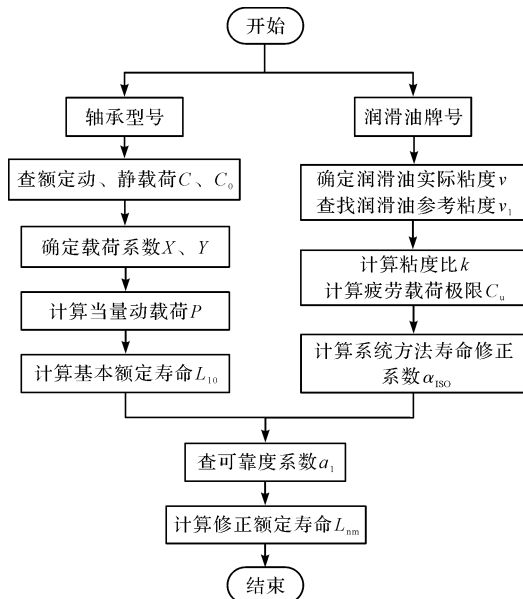


图 4 滚动轴承修正额定寿命计算流程

在输入模块设计完成并获取输入参数后点击计算,即可得到轴承的基本额定寿命和修正额定寿命。计算完成后,计算结果除了界面显示之外,还可将其保存为 txt 文件或 excel 文件,供用户进行设计分析

使用。

在计算模块设计过程中,难点在于载荷系数 X 、 Y 的确定和寿命修正系数 a_{ISO} 的计算。下面以某种轴承为例,说明一些主要函数在计算模块设计过程中的应用情况:

(1)在 10 种常用滚动轴承计算模块设计过程中,均用到 if else 语句来表达多条件的函数计算,如不同接触角、不同滚动体列数、不同配置方式、不同数值范围等,参数的计算过程不一样,采用 if else 语句能完成多条件的判断与计算问题;

(2)在角接触球轴承计算模块设计过程中,利用 interp1 函数进行插值计算,该函数共有 4 种插值方法,分别是最邻近插值('nearest')、线性插值('linear')、三次样条插值('spline')及分段三次插值('pchip'或'cubic')。在本例中采用三次样条插值方法简单且精确度高,于是根据 $\frac{F_a}{C_{0r}}$ 数组进行三次样条插值计算得到相应的 X 、 Y 值,在温度系数、载荷系数、可靠度修正系数、粘度等参数确定过程中也用到 interp1 函数,格式如下:

```
yi = interp1(x,y,x1,'spline');
```

```
p1 = csape(x,y,x1);
```

```
Y = ppval(p1,a);
```

```
% 得到数组中 a 值对应的 Y 值
```

(3)在圆锥滚子轴承计算模块设计过程中,先用 xlsread 函数读取含型号、 X 、 Y 值的 excel 文件,再利用 find 函数查找某型号对应的 X 、 Y 值,格式如下:

```
[i,j] = find(strcmp(raw1,x));
```

```
Y = raw2(i,j);
```

```
% 找到轴承型号所在的(i,j)位置对应的 Y 值
```

3 计算系统的使用

滚动轴承修正额定寿命计算系统的 MATLAB 文件编译完成后,可以将计算系统相关的 GUI 文件和 m 文件打包编译成可执行程序 exe 文件,后续使用该计算系统,直接运行 exe 文件打开使用。

如果在未安装 MATLAB 软件的电脑中运行,则需要 MATLAB 环境的支持,可将 MATLAB 组件运行环境(MATLAB Component Runtime,简称 MCR)和可执行程序 exe 文件一起打包,然后拷贝到电脑中,在安装组件运行环境文件 MCRinstaller.exe 完毕之后即可运行 exe 文件,无需安装 MATLAB 软件即可完成轴承寿命的计算,使用非常方便。

4 计算系统的正确性验证

为了验证所开发的计算系统的正确性,笔者采用与参考文献[15]中例题计算结果进行比较的方法,来进行验证。

本例的输入参数如图 1 所示,与参考文献[15]中的例题初始参数一致,基本额定寿命计算结果为 $L_{10} = 20\ 733.83\ \text{h}$,而运用该计算系统来计算得到结果为 $L_{10} = 20\ 779.00\ \text{h}$,两者只相差 $65.17\ \text{h}$,误差仅为 0.31% 。造成误差的主要原因是软件计算系统中采用样条插值计算方法得到载荷系数 X 、 Y ,与人工插值计算有一定的误差。

从比较结果可以看出,只要对轴承进行合理润滑及定时清洁,可以大幅提高轴承的使用寿命^[16]。

通过本例的结果比较验证了该系统计算结果的正确性,并经过相关企业使用验证,说明该系统计算方法可靠,极大地缩短了轴承寿命计算时间,从而提高设计效率,具有重要的工程应用参考价值。

5 结束语

轴承寿命计算是轴承设计与选型中非常重要的环节,但存在计算繁琐的问题,为了提高机器的设计效率和设计精度,笔者采用 MATLAB 软件的 GUI 模块,开发了 10 种常用滚动轴承的基本额定寿命和修正额定寿命计算系统。

由于每种轴承的结构和相关参数不同,系统采用 10 个独立的计算界面进行计算,系统界面清晰,操作简单,只需输入相关的参数并点击计算,即可得到轴承的基本额定寿命和修正额定寿命。

通过与参考文献中例题的计算结果进行比较可以发现,两者计算结果非常接近,进一步验证了该计算系统的正确性。

该系统显著地提高了机械的设计效率,并且对其他计算系统的开发同样具有一定的参考意义。

参考文献 (References):

- [1] 靳习永. 滚动轴承设计与计算系统的研制[D]. 合肥:合肥工业大学机械工程学院,2006.
- [2] 苗学问,王大伟,洪杰. 滚动轴承寿命理论的发展[J]. 轴承,2008(3):47-52.
- [3] 熊伟,陈国华,梅松,等. 基于 MATLAB 的轿车轮毂轴承单元疲劳寿命计算分析软件的开发[J]. 轴承,2014(6):53-57.
- [4] 冷钢. 复杂工况下高速滚动轴承的寿命和可靠性预测[D]. 黑龙江:哈尔滨工业大学机电工程学院,2012.
- [5] 吉博文,景敏卿,刘恒,等. 双列角接触球轴承疲劳寿命分析与研究[J]. 机械设计与制造,2014(10):26-31.
- [6] 秦大同,谢里阳. 现代机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2011.
- [7] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [8] 杨可桢,程光蕴,李仲生,等. 机械设计基础[M]. 北京:高等教育出版社,2013.
- [9] 陈玉莲,肖曙红,李俊文. 角接触球轴承疲劳寿命影响因素分析[J]. 机床与液压,2013,41(23):85-87.
- [10] 机械工程材料性能数据手册编委会. 机械工程材料性能数据手册[M]. 北京:机械工业出版社,1995.
- [11] 王征兵,刘忠明. 滚动轴承扩展寿命计算方法及影响因素研究[J]. 机械传动,2011,35(12):19-22.
- [12] 雷群,张翰乾,郭伟科,等. 基于加速寿命的机床主轴轴承寿命研究[J]. 机电工程技术,2019,48(8):9-11,80.
- [13] 余胜威,吴婷,罗建桥. MATLAB GUI 设计入门与实战[M]. 北京:清华大学出版社,2016.
- [14] 王广,邢林芳. MATLAB GUI 程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2018.
- [15] 濮良贵,陈国定,吴立言,等. 机械设计[M]. 北京:高等教育出版社,2019.
- [16] 孙春一,金世哲. 考虑径向游隙的滚动轴承修正额定寿命计算[J]. 润滑与密封,2012,37(10):99-101.

[编辑:程浩]

本文引用格式:

李俊文,陈玉莲. 基于 MATLAB GUI 的滚动轴承修正额定寿命计算系统[J]. 机电工程,2020,37(11):1265-1271.

LI Jun-wen, CHEN Yu-lian. Calculation system for corrected rating life in rolling bearing based on MATLAB GUI[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2020,37(11):1265-1271.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>