

doi:10.16018/j.cnki.cn32-1650/n.201803005

单级直齿轮减速器的优化系统开发

凌建辉¹, 宁 斌^{2,3}, 张兵兵²

- (1. 盐城工学院 实验室与设备管理处, 江苏 盐城 224051;
2. 盐城工学院 机械优集学院, 江苏 盐城 224051;
3. 江苏大学 机械工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘要:为了提高减速器产品的设计质量和效率,设计了一种基于单级直齿轮减速器的优化系统。该系统以单级直齿轮减速器设计理论、人工智能和数据库技术为基础,采用结构化分析、设计和面向对象的方法,进行软件系统的分析设计,以确保系统的开发质量、可靠性与实用性。为证明该系统的可行性,以此系统设计的直齿轮减速器为例进行验证,结果表明,系统的可行性较好。

关键词:直齿轮减速器;人工智能;数据库

中图分类号:TH132.46 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2018)03-0024-06

减速器是指原动机与工作机之间的独立封闭式传动装置,用于实现减速增扭。减速器是一种典型的机械基础部件,已广泛应用于汽车、机械等行业。国内外科研人员针对直齿轮减速器设计进行了相关研究,例如:邱海飞等^[1]在 Pro/TOOL-KIT 平台上应用 VC++ 开发出减速器参数化设计系统;丁坤等^[2]利用 NX/OPEN API 技术建立了减速器参数化模型;蔡瑜瑜等^[3]采用 Pro/E 对减速器各部件进行三维建模;陈淑玲等^[4]采用 ANSYS 技术对减速器直齿轮进行模态分析;郑红^[5]基于 MATLAB 对齿轮减速器进行优化设计;王斌等^[6]对于混合润滑状态下减速箱直齿轮啮合效率进行分析。本文以单级直齿轮减速器设计理论^[7-8]、知识工程和数据库技术为基础,采用结构化分析、设计和面向对象的方法,开发了一种单级直齿轮减速器优化设计系统。该系统可以使工程师从繁重的计算、制图工作中解脱出来,提高设计质量、减少设计时间、提高设计效率。

1 系统总体设计

本系统主要运用 NX/OPEN 来实现圆柱直齿轮减速器的快速设计,其流程结构如图 1 所示。系统首先分析需求,确定具体实现的功能;其次,

进行数据分析,主要包括功能参数、几何参数的分析,由主要参数倒推模型的参数化表达式并建立模型;再次,进行菜单、工具脚本的编写和页面的设计,并用 NX/OPEN 技术实现各部件的更新;最后进行部件导入装配体,完成更新。

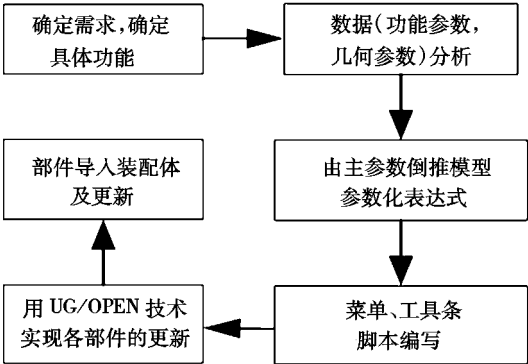


图 1 系统总流程
Fig. 1 Total system flow

1.1 模块创建部分

1.1.1 各零部件参数设计

在建立系统模型前先对减速器各零部件,包含传动零件、轴系零件和箱体零件的参数进行详细的设计,为系统模型的参数化做准备。减速器各零部件参数设计如表 1~表 3 所示。

表 1 传动零件参数
Table 1 parameters of transmission parts

参数名称	表达式	单位
齿轮的齿数	z	
齿轮的模数	m	mm
齿轮的直径	$d = m * z$	mm
齿轮的厚度	t	mm
中心孔直径	d_c	mm
槽的直径	d_g	mm
凹槽的深度	h_g	mm
凸台的直径	d_b	mm
凸台的高度	h_b	mm
小孔的直径	d_h	mm
小孔的深度	h_h	mm
小孔定位(离圆心距离)	l_h	mm
键定位(拉伸面离圆心距离)	l_k	mm

表 2 轴系列零件参数
Table 2 Parameters of axis series part

参数名称	表达式	单位
最小轴直径	D_{\min}	mm
最小轴长度	L_{\min}	mm
II 段轴直径	D_1	mm
II 段轴长度	H_1	mm
III 段轴直径	D_2	mm
III 段轴长度	H_2	mm
IV 段轴直径	D_3	mm
IV 段轴长度	H_3	mm
V 段轴直径	D_4	mm
V 段轴长度	H_4	mm
VI 段轴直径	D_5	mm
VI 段轴长度	H_5	mm

表 3 箱体零件参数
Table 3 Parameters of box parts

参数名称	表达式	单位
箱体(箱盖)壁厚	h_{db}	mm
箱体/盖凸缘厚度	t_1	mm
箱座底凸缘厚度	t_2	mm
地脚螺栓直径	d_f	mm
轴承旁联接螺栓直径	d_1	mm
盖与座联接螺栓直径	d_2	mm
检查孔盖螺钉直径	d_4	mm
定位销直径	d_m	mm
齿轮顶圆与内箱壁间的距离	L_{yb}	mm
轴承小外径	R_{\min}	mm
轴承大外径	R_{\max}	mm
箱体高度	H	mm
箱体总长	L	mm

1.1.2 减速器全参模型的建立

确定各部件参数以后,在 NX 平台上对所设计的零件进行三维建模,并通过用户自定义参数功能对零件进行参数化处理,使得零件完全参数化。减速器各部件级参数如图 2 ~ 图 6 所示。

1.2 系统部分

按照模块化设计思想,系统的不同功能由不同的模块完成,各模块之间相互联系,使整个系统结构清晰、功能完善。模块划分自上而下,逐级进行。

1.2.1 减速器快速设计系统菜单设计

用 NX/OPEN MenuScript^[8] 工具可以实现用户化的菜单。NX/OPEN MenuScript 支持 NX 主菜单和快速弹出式菜单的设计和修改,通过它可以改变 NX 菜单的布局。例如,通过添加新的菜



a	0	0
ang_a	a-rtan(rad(a))	0
ang_b	s-rtan(rad(s))	38.037...
ang_bottom	if(r_bottom>r...	0
ang_mid	180*(l_r/r/2+t...	6.8539...
ang_std	20	20
ang_top	rcos(rb/r_top)...	33.989...
b	tan(ang_top)*...	38.631...
c	0.25	0.25
c1	1.5	1.5
d	m*z	75
d1 (Boss(17) ...	d_min+2*h	37.2158
d2 (Boss(16) ...	d1+2*h+2	45.2158
d3 (Boss(14) ...	d2+9	54.2158
d4 (Boss(13) ...	d3	54.2158
d5 (Boss(15) ...	d2	45.2158

图 2 输入轴模型及参数
Fig.2 Input shaft model and parameters

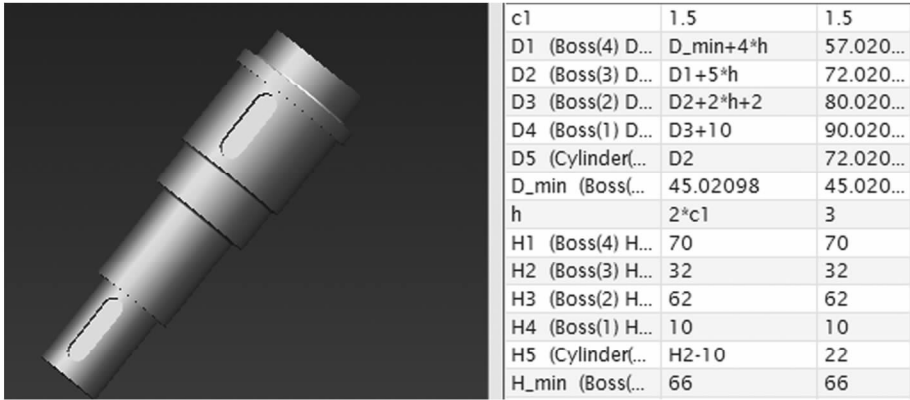


图 3 输出轴模型及参数

Fig. 3 Output shaft model and parameters

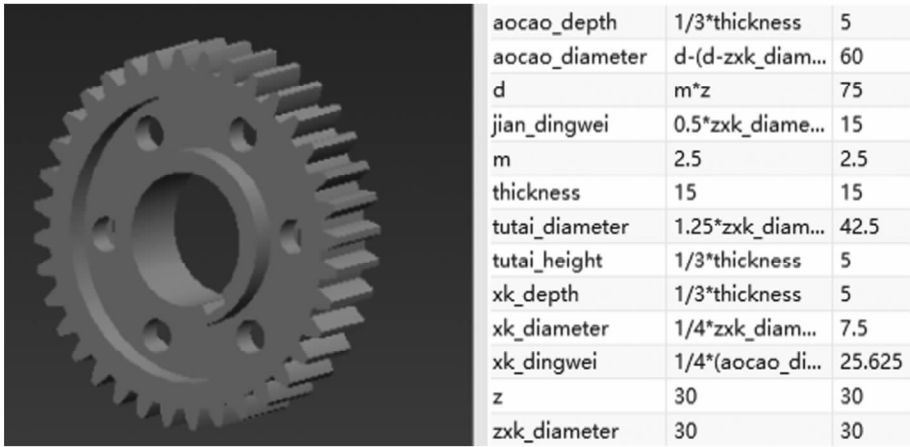


图 4 齿轮模型及其参数

Fig. 4 Gear model and its parameters

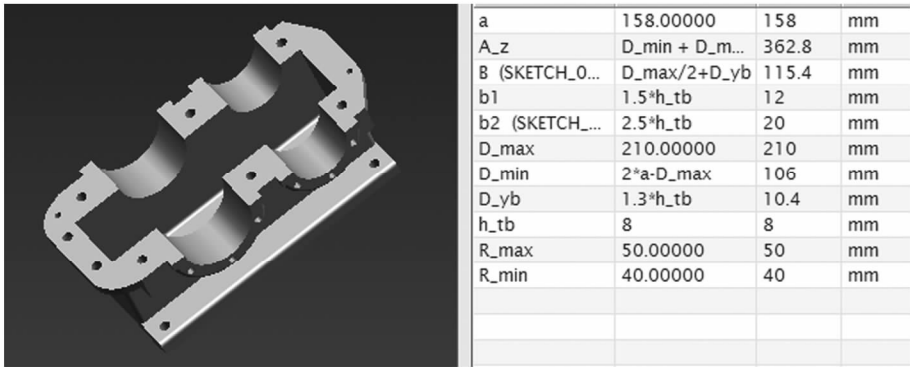


图 5 箱体模型及其参数

Fig. 5 Box model and its parameters

单项可以执行用户 GRIP、API^[9] 二次开发程序、User Tools 文件及操作系统命令等。本系统采用二级菜单按钮,在用户工程路径下的 startup 文件夹中创建菜单脚本文件 jiansuqi.men,并输入代码,完成快速设计系统菜单的设计。

1.2.2 快速设计系统工具栏设计

工具栏 (Toolbar) 是一种用来快速实现用户

常用功能的工具图标的集合,包含了一些常用的菜单命令。用户可根据需要自定义工具栏,形成自己的风格。具体实现方法是制作或编写工具图标 (BMP 文件) 与工具栏文件,工具栏文件是以 .tbr为扩展名的文本文件。NX 启动时载入工具栏文件,并根据文件中的命令载入相应工具图标组成用户工具栏。在用户工程路径下的 startup

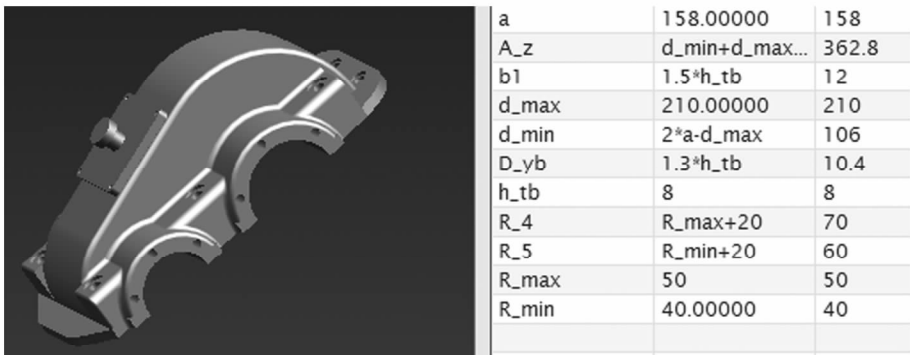


图6 箱盖模型及其参数

Fig.6 Box cover model and its parameters

文件夹中创建菜单脚本文件 jiansuqi. tbr,并输入代码,然后重新打开 NX,快速设计系统工具栏就会出现 在菜单里。

1.2.3 快速设计系统界面设计

本系统的设计过程分为 4 个步骤:控件设置、控件布局、回调函数定义和对话框文件的输出。

首先,使用属性编辑器中的 Attributes 选项卡设置对话框属性。对话框属性说明如下:

- (1)对话框显示在基本对话框的标题栏中。
- (2)提示信息显示在 NX 界面左下角的提示行中。
- (3)对话框前缀将作为所有对话框控件名和回调函数名的前缀,默认值为 CHANCE。同一工程中的不同对话框应选用不同的前缀名称。
- (4)对话框类型有 Bottom 与 Top 两种。Bottom 类型表明对话框需使用导航按钮,Top 类型则相反。日常一般采用 Bottom 类型。
- (5)对话框调用点是指对话框被调用的位置和方式,包括回调函数调用、菜单调用、User Exit 调用和所有调用方式。一般选用默认的所有调用方式即可。

(6)UIStyler 提供了 OK、Back、Apply 和 Cancel 4 种导航按钮。导航按钮设置用于选择基本对话框中显示与激活的导航按钮的类型,导航按钮的激活状态也可以用编程实现。

(7)用户是否可以改变对话框的尺寸由对话框尺寸属性确定。

1.3 系统流程设计

在模块划分的基础上,制定出系统的主要流程,由于传动模块的设计是重点,因而在系统流程的基础上针对传动设计的要求进行重点设计,如图 7 所示。

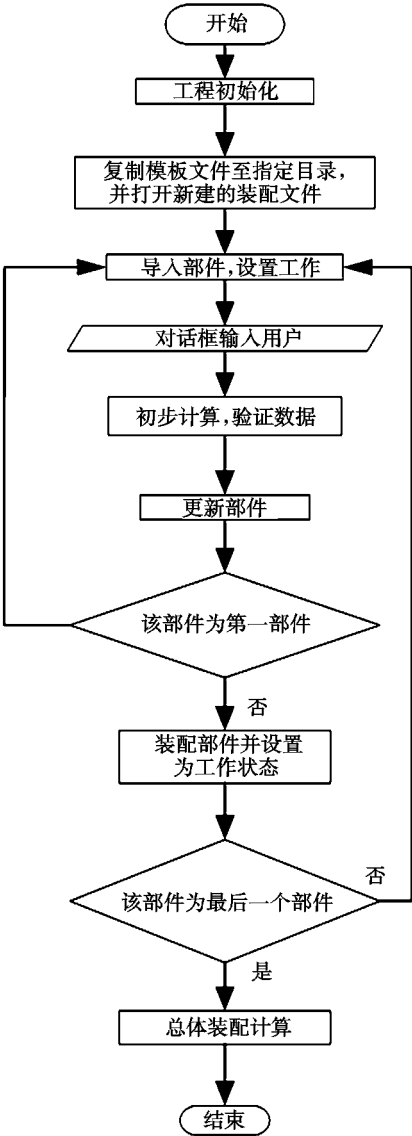


图7 传动设计流程图

Fig.7 Flow chart of transmission design

2 系统运行实例

2.1 配置环境变量

在电脑中设置对应的环境变量,将"ugii_vendor_dir" 值改为"D:\program\program" 及"UGII_COPY_DESTINATION" 改为"D:\program"。启动NX,即能显示减速器快速设计系统的菜单栏和标题栏,如图 8 所示。



图 8 减速器快速设计系统
Fig. 8 Reducer rapid design system

2.2 生成减速器模型

减速器生成模型步骤如下:

(1) 选择工程初始化按钮,出现图 9 对话框,选择圆柱齿轮减速器,点击确定。



图 9 工程初始化
Fig. 9 Project initialization

(2) 选择输入轴按钮,得到图 10 所示的轴模型参数对话框,在其中输入参数,计算得出轴的最小直径和小齿轮的模数,点击确定后生成输入轴。



图 10 轴模型参数
Fig. 10 Parameters of axis model

(3) 选择添加齿轮按钮,得到图 11 所示的齿轮模型参数对话框,输入参数,计算得出齿轮齿数和模数,点击确定后生成齿轮,所生成的齿轮和输入轴啮合。

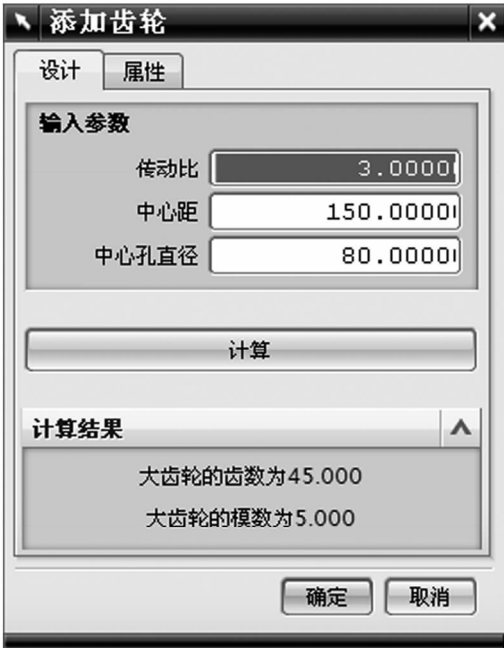


图 11 齿轮模型参数
Fig. 11 Parameters of gear model

(4) 选择箱体和箱盖,在图 12、图 13 所示的对话框中输入相应的数据,生成箱体与箱盖,然后与先前的零件装配到一起。

(5) 最后装配小通盖、小封盖、大通盖和大封盖。这 4 个零件只要输入相对应零件的半径和壁厚即可,得到总体装配图如图 14 所示。

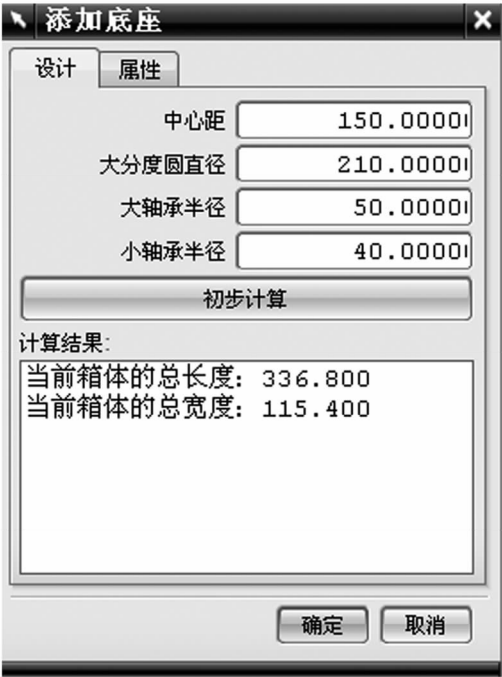


图 12 箱体参数
Fig. 12 Parameters of box

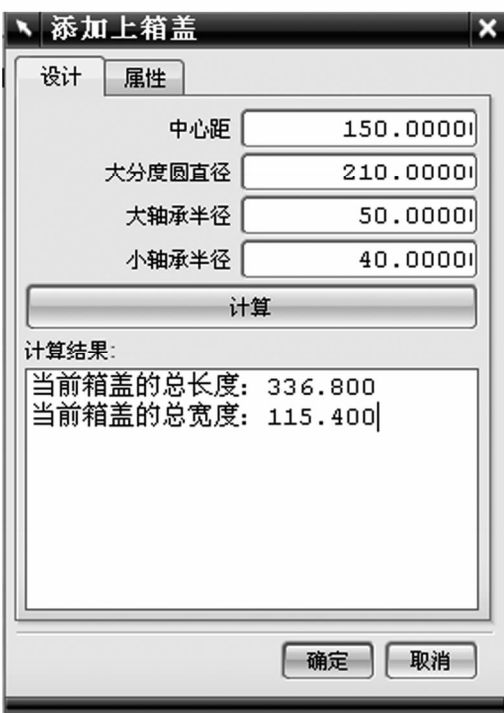


图 13 箱盖参数
Fig. 13 Parameters of box cover

3 结论

本文设计了一种基于单级直齿轮减速器的优化系统,以 Visual Studio 为开发工具,结合 Access 数据库建立了齿轮传动设计计算与校核及查询系统,通过人机交互信息的输入,可以实现圆柱齿轮减速器主要零件的查询及其快速设计与校核;对于减速器设计中所需要的计算公式、线图、表格等,则进行了程序化处理,以减少减速器设计过程中大量的重复性工作,建立了圆柱齿轮减速器主要零件的三维参数化图形库。

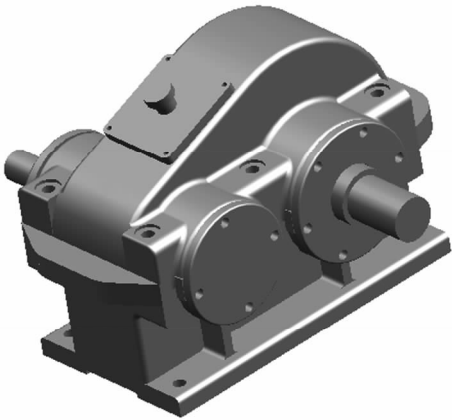


图 14 总体装配图
Fig. 14 Overall assembly drawing

参考文献:

[1] 邱海飞,赵勇钢. 基于 Pro/TOOLKIT 与 VC++ 的减速器参数化设计系统二次开发[J]. 制造业自动化,2013,35(7): 20-22.

[2] 丁坤,潘亚嘉. 基于 UG NX 的直齿圆柱齿轮减速器参数化系统研究[J]. 机械工程与自动化,2011(2):16-18.

[3] 蔡瑜瑜,王伟. 基于 Pro/E 的渐开线直齿圆柱齿轮减速器的参数化建模[J]. 装备制造技术,2016(1):193-194.

[4] 陈淑玲,陈帆,林利芬. 基于 ANSYS 的减速器斜齿-直齿圆柱齿轮的模式分析[J]. 企业技术开发:学术版,2012, 31(2):6-8.

[5] 郑红. 基于 MATLAB 的二级斜齿轮减速器优化设计[J]. 煤炭技术,2011,30(8):24-26.