

基于特征与参数化的齿轮减速器设计

空军工程大学工程学院(710038) 贺四清 张永何 马康民

摘要:本文介绍了基于特征与参数化的齿轮减速器的设计思路,并指出可利用 Solid Works 系统来实现参数对特征的控制与管理。

关键词:流程图 特征 参数 Solid Works 减速器设计

A Design of Gearbox Basing on Characteristic and Parameter

He Si-qing Zhang Yong-he Ma Kang-min

Abstract: It is introduced that a design thought of gearbox basing on characteristic and parameter on this paper. Meanwhile, the author points out, by utilizing Solid Works system, that the characteristic can be controlled and managed by the parameter.

Key words: flow chart; characteristic; parameter; Solid Works; design of gearbox

1 前言

轮减速器是机械传动中最重要的一种减速装置。它的设计与制造直接影响着传动的平稳性、可靠性、寿命以及劳动生产率。随着机、电、仪产品向着多品种、小批量和高柔性的方向发展,客观上要求齿轮减速器的设计也应具有较大的柔性。CAD 技术为齿轮减速器设计的柔性化、快速化和自动化提供了有效的途径。齿轮减速器的主要功能元件的形状结构及规格尺寸均已有了相应的国家标准进行了规定。与一般机械零件相比,齿轮减速器中的元件有很强的系列化特点。因此,采用特征造型和参数化技术进行齿轮减速器设计,能够更好地缩短设计周期,提高齿轮减速器的设计、制造质量。

2 齿轮减速器设计的工作流程

齿轮减速器设计的工作流程如图 1 所示。先设计一个主控程序,控制执行减速器设计的工作流程,每个模块之间都事先设计好接口,保证其信息传递及响应。

3 基于特征与参数化的齿轮减速器设计

3.1 关于特征与参数化

特征就是具有某些属性,与设计、制造活动有关,并含有工程意义和基本几何实体或信息的集合。从此定义上看,特征反映了设计者和制造者的意图。在不同的应用领域中,特征的抽象和分类方法有所不同,通过分析机械产品大量的零件图样信息和加工工艺信息,可将构成零部件的特征分为五大类:管理特征、技术特征、材料热处理特征、精度特征和形状特征等。除此以外,针对某些具体零件还提出了方位特征、尺寸链特征、装配特征等。在本文中,主要讨论的是形状特征,形状特征是与描述零件几何形状、尺寸相关的信息集合,包括功能形状、加工工艺形状、装配辅助形状等。

参数化设计是指参数化模型的尺寸用对应的关系来表示,而不需用确定的数值,变化一个参数值,将自动改变所有与它相关的尺寸。也就是说,采用参数化模型,可通过调整

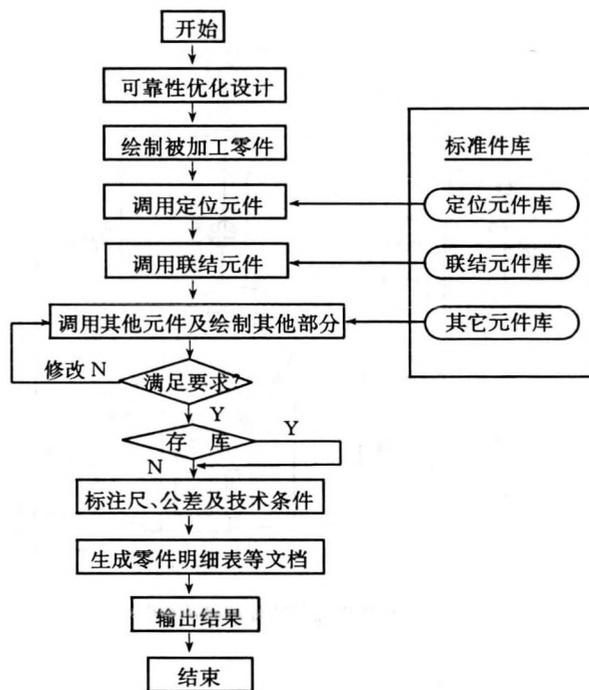


图 1 齿轮减速器设计工作流程图

参数来修改和控制几何形状,自动实现产品的精确造型。

3.2 特征与参数化在齿轮减速器设计中的应用

在基于特征和参数化技术的齿轮减速器设计中,减速器元件的模型是由参数化特征所构成的。因此,减速器元件可表示为特征的集合,而特征又可表示为各构造参数的函数

$$\phi = \bigcup_{i=1}^n (F_i)$$

$$F_i = f_j \left[\bigcup_{j=1}^{n_{i1}} (L_j), \bigcup_{k=1}^{n_{i2}} (R_k), \bigcup_{l=1}^{n_{i3}} (D_l)(D_l), \bigcup_{m=1}^{n_{i4}} (\varphi_m) \right]$$

式中: ϕ ——减速器元件;

作者简介:贺四清(1965-),男,湖南邵阳人,讲师,硕士,主要从事机械设计的教学和研究。

张永何(1945-),男,河北邯郸人,副教授,硕士,主要从事机械 CAD/CAM 的研究。

马康民(1945-),男,陕西蓝田人,教授,硕士,主要从事失效分析与预防研究。

收稿日期 2003-1-30

F_i ——构成减速器元件的第 i 个特征;

L_j ——特征的直线尺寸参数;

R_k ——特征的半径参数;

D_l ——特征的直径参数;

φ_m ——特征的角度参数;

$n, n_{i1}, n_{i2}, n_{i3}, n_{i4}$ ——整数。

在设计时,笔者在 Solid Works 2001 系统中为每一种具有相同功能和结构而尺寸不同的减速器元件建立一个系列零件设计表,通过改变表中参数来生成设计中所需的减速器元件的具体模型。通常,利用已建立的减速器元件的参数化模型(标准元件模型)生成所需的减速器具体元件的方法有以下两种:

(a). 当所需的减速器元件与标准元件的结构相似而尺寸不同时,可通过对组成标准元件的各特征进行整体缩放或局部缩放来生成减速器元件模型。特征的缩放是通过参数的比例变动来实现的,表示为:

$$\phi = \bigcup_{i=1}^n (F_i)$$

$$f_i = f_j \left[\bigcup_{j=1}^{n_{i1}} (S_{1j} L_j), \bigcup_{k=1}^{n_{i2}} (S_{2k} R_k), \bigcup_{l=1}^{n_{i3}} (S_{3l} D_l), \bigcup_{m=1}^{n_{i4}} (S_{4m} \varphi_m) \right]$$

其中, $S_{1j}, S_{2k}, S_{3l}, S_{4m}$ 为各参数对应的缩放比例,当 $S_{1j} = S_{2k} = S_{3l} = S_{4m}$ 时,为整体缩放,否则为局部缩放。

(b). 当减速器元件的结构与标准元件的模型结构不同时,可通过在标准元件模型上增、减某些特征来生成所需的减速器元件模型,表示为:

$$\phi = \left[\bigcup_{i=1}^n (F_i) \right] \cup \left[\bigcup_{s=1}^n (F'_s) \right]$$

$$F_i = f_j \left[\bigcup_{j=1}^{n_{i1}} (L_j), \bigcup_{k=1}^{n_{i2}} (R_k), \bigcup_{l=1}^{n_{i3}} (D_l), \bigcup_{m=1}^{n_{i4}} (\varphi_m) \right]$$

$$F'_s = f'_j \left[\bigcup_{j=1}^{n'_{s1}} (L_j), \bigcup_{k=1}^{n'_{s2}} (R_k), \bigcup_{l=1}^{n'_{s3}} (D_l), \bigcup_{m=1}^{n'_{s4}} (\varphi_m) \right]$$

式中:

F_i ——标准元件模型原有特征

F'_s ——新增特征

若所需减速器元件模型与标准元件模型尺寸及结构都不同时,则将上述两种方法综合使用,并运用动态修改来实现模型的可视化,以简化设计过程,提高设计效率。

4 小结

基于特征与参数化设计的过程构造法在齿轮减速器设计中占据了主导地位。齿轮减速器的设计方法与传统的设计方法相比已发生了本质的变异。该方法构造一个新零件的过程首先是在标准元件库中抽取一个功能形状相似的零件,然后利用参数化设计的原理修改其尺寸,利用特征造型技术,通过添加特征或删除特征的方法修改其形状,从而减少了设计过程中不必要的重复劳动,提高了齿轮减速器的设计效率。

参考文献

- 1 刘文剑等. CAD/CAM 集成技术. 哈尔滨工业大学出版社, 2000.
- 2 王贤坤. 机械 CAD/CAM 技术、应用与开发, 北京, 机械工业出版社, 2001.
- 3 陈振勋等. Solid Works 2000 中文版与 SURFCAM 组合制造. 北京大学出版社, 2001.

(上接第 11 页)

表 4

孔加工模糊推理结果

工艺要求	钻	半精铰	精铰	镗	半精镗	精镗	精磨	镜面磨	模糊推理结果	实际选择结果
$\phi 60H7(0^{+0.019})Ra0.04$	0	0	0.064	0	0.024	0.064	0.4	0.448	镜面磨(0.448)	镜面磨

$X = (0.084, 0.024, 0.012, 0.056, 0.016, 0.008, 0.224, 0.064, 0.032)$

孔的加工推理需要 81 个规则, 包括了孔的各种加工方法的推理。表 3 为孔特征加工的模糊规则矩阵。对应的加工方法模糊规则矩阵 R 为:

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0.8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.3 & 0.7 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.3 & 0.7 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.3 & 0.7 \\ 0 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0.3 & 0.2 & 0.2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0.8 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.3 & 0.7 \\ 0 & 0 & 0.3 & 0 & 0 & 0.3 & 0.2 & 0.2 \end{bmatrix}$$

则有:

$$Y = X \cdot R = (0, 0, 0.032, 0, 0.012, 0.032, 0.2, 0.224)$$

进行归一化处理:

$Y = (0, 0, 0.064, 0, 0.024, 0.064, 0.4, 0.448)$

则孔加工的推理结果如表 4 所示:

5 结论

CAPP 系统中特征的工艺过程和工艺文件的自动生成是一个极为复杂的过程, 基于模糊规则的知识描述和推理把几何尺寸、加工精度、表面粗糙度等工艺参数通过隶属函数, 自动转化为模糊量, 把部分工艺知识以模糊规则矩阵加以表示。模糊推理速度快, 选择加工方法合理, 不会产生矛盾的推理结果。

参考文献

- 1 Siddall, James. N. Probabilistic Engineering design. New York: marcel Dekker, Inc. 1983.
- 2 X. N. Chu, S. K. Tso and Y. L. Tu. A Novel Methodology for Computer - Aided Process Planning. Advanced Manufacturing Technology, 16, 714 - 719, 2000.
- 3 谢庆生, 罗廷科, 李屹编著. 机械工程模糊优化方法. 机械工业出版社, 2002.