

# 精密车床主轴计算机辅助设计

## Computer-aided Design of the Lathe Spindle Based on Pro-E

刘凌 LIU Ling

(西安文理学院应用物理研究所 西安 710065)

(Institute of Applied Physics, Xi'an University of Arts and Science, Xi'an 710065, China)

**摘要:** 将普通车床主轴运动机构视为由四个轴组成,每个轴视为分别装有齿轮和轴承等零件的一个子结构的装配体,利用 Pro/E 分别建立各子结构的三维实体模型,通过对各子结构装配实现对整个车床主轴传动的三维建模,利用 Pro/E 软件的 Mechanism 模块对整个机构进行运动学分析和运动仿真。既保证了车床主轴传动的准确性,也大大提高了设计效率。利用该方法可以使得设计人员快速、直观的对普通车床主轴运动机构进行优化设计,降低机床的研发成本,提高机床的可靠性。

**Abstract:** It is assumed that the lathe spindle movement mechanism is composed of 4-axis. Each axis is considered as a sub-structure of the assembly separately equipped with gears and bearings and other parts. 3-D entity model of these simple substructures are established respectively using Pro-Engineer, all simple substructures are assembled to a 3-D entity model of the lathe spindle drive. The entire structure kinetic and simulation is studied by using mechanism module in the Pro-E, not only to ensure the accuracy of the lathe spindle drive, but also to greatly improve the efficiency of the design. Using the above method, the lathe spindle designers can optimize the kinematic mechanism in shaping machine rapidly and intuitively, to reduce the costs of research and innovation and improve machine reliability.

**关键词:** 普通车床 模块化设计 虚拟装配 仿真

**Key words:** lathe modelling design virtual assembly simulation

中图分类号: TG519.1

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2013)01-0030-03

### 0 引言

普通车床尽管已经是一个比较成熟的产品,但是随着科技的不断进步,降低产品成本,工程设计人员必须不断的对它的机械结构进行优化。随着信息技术和计算机软件不断发展,仿真软件可以提前告知我们所设计的产品是否结构相对合理,尺寸是否存在干涉等。本设计就是基于 Pro/E 软件对车床的主轴部分进行计算机辅助设计,以达到我们预期的设计目标。

#### 1 三维实体建模的过程

在 Pro/E 中,各个特征是有一定的父子关系的,一个三维实体模型就是由数量众多的特征以“搭积木”的方式组织起来的,设计者可以直接从模型树中选择特征修改,提高了设计效率,这些特征及其之间的父子关系均在模型树中统一显示。三维实体建模过程如下:

①在基础实体特征上添加键槽、轴孔、倒角、修剪等修饰特征;②使用拉伸、旋转、复制以及阵列等方法创建基础实体特征;③灵活选用标注和约束参照,绘制二维草绘设计图。

#### 2 关键零件的三维实体建模

对齿轮的各个参数设计完成后,利用机械零件设计的基本知识,在建立好的齿顶圆基础上拉伸实体,然后草绘基圆弧线,使用“关系”参数驱动生成渐开线,在“可变剖面扫描”环境中,镜像后,切出齿槽部分生成单侧齿面,最后建立“关系”即可在输入齿轮主要参数的形式下生成不同齿数的齿轮,最后阵列前面所做操作,即可得到齿轮。

##### 2.1 输入斜齿轮主要参数

PRESSURE-ANGLE(压力角)

BETA=HELIX-ANGLE(螺旋角)

FACE\_WIDTH NUMBER(齿轮宽)

PRESSURE\_ANGLE NUMBER(压力角)

MODULE NUMBER(模数)

TOOTH\_NUMBER NUMBER(齿数)

##### 2.2 间接生成的主要参数部分

DF=DAM\_PITCH-1.157\*MODU-LE(齿根圆直径)

DA=DAM\_PITCH+1\*MODULE(齿顶圆直径)

TOOTH\_THICK\_ON\_PITCH=CIRCULAR\_PITCH/2

CIRCULAR\_PITCH=PI\*MODULE(齿距)

DB=DAM\_PITCH\*COS(PRESSURE\_ANGLE)(基圆直径)

D=TOOTH\_NUMBER\*MODULE(节圆直径)

ANG\_TOOTH\_SPACE=360/TOOTH\_NUMBER-

ANG\_TOOTH\_TH

ANG\_TOOTH\_THICK=TOOTH\_THICK\_ON\_BASE/

DAM\_BASE\*360/(2\*PI)

TOOTH\_THICK\_ON\_BASE=DAM\_BASE\*(TOOTHE\_THICK\_ON\_PITCH/(DAM\_PITCH)+INV\_PHI)

INV\_PHI=TAN(PRESSURE\_ANGLE)-PRESSURE\_ANGLE\*2\*PI/360

##### 2.3 渐开线方程 笛卡尔坐标系渐开线方程:

$R=DB/2$

$THETA=T*45$

$X=R*\cos(THETA)+R*\sin(THETA)*THETA*PI/180$

$Y=R*\sin(THETA)-R*\cos(THETA)*THETA*PI/180$

$Z=0$

##### 2.4 以关系驱动基准圆

$HA=(HAX+X)*MN$  (齿顶高)

$HF=(HAX+CX-X)*MN$  (齿根高)  $D=MN*Z/\cos(BETA)$

$DA=D+2*HA$

基金项目:西安文理学院重大科研项目(ZD200903)。

作者简介:刘凌(1974-),女,陕西武功人,硕士,中国机械工程学会会员,研究方向为《数控加工工艺》、《数控机床与编程》、《机械设计》、《金属切削机床》等课程。

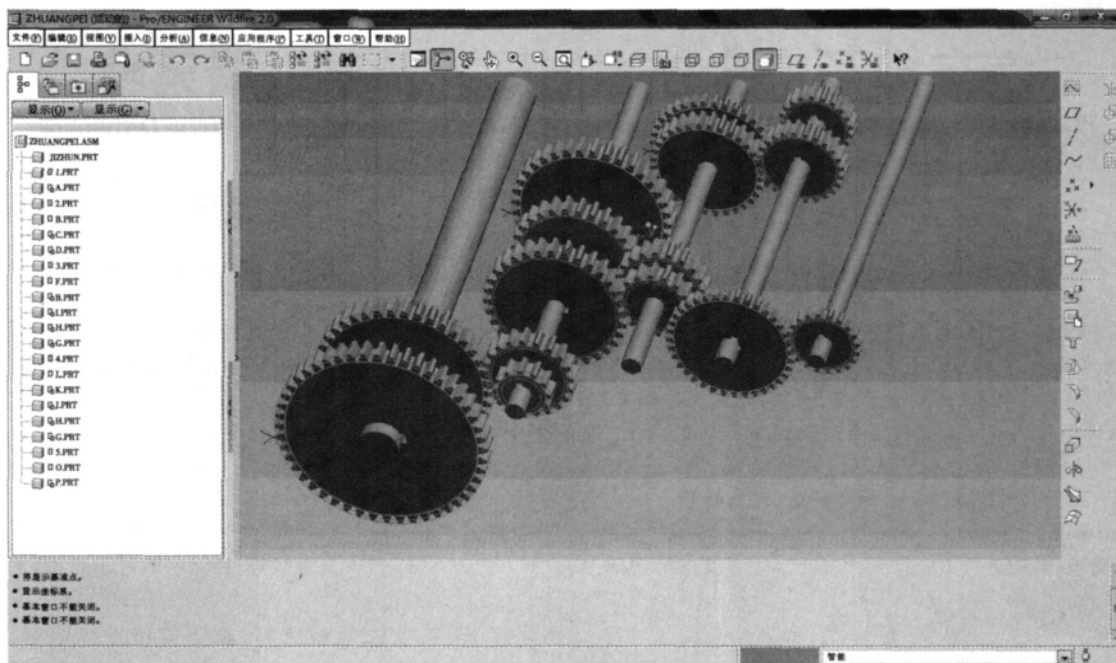


图6 工作装置运动仿真

$\text{ALPHA\_T} = \text{ATAN}(\text{TAN}(\text{ALPHA})/\text{COS}(\text{BETA}))$  (压力角)

$\text{DB} = D * \text{COS}(\text{ALPHA\_T})$

$\text{DF} = D - 2 * \text{HF}$

### 3 主轴箱的运动模型装配

机构运动分析模块是 Pro/E 中各个零件通过装配模块组装成一个完整的机构以后,设计师在 Pro/E 中直接启动该模块,根据设计意图定义机构中的连接,设置伺服电动机,然后运行该机构,观察机构的整体运动轨迹和各零件之间的相对运动,以检测机械的干涉情况。

3.1 连接的设置 连接的建立过程需要配合“约束”限制主体的某些自由度,而常规的装配则限制了原组建所有的自由度。如图1所示。刚性 6 个自由度被完全限制,受刚性连接的元件属于同一主体。

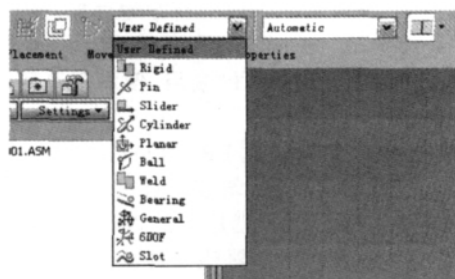


图1 连接条件

3.2 齿轮连接设置 齿轮装配是以轴的位置定位的,所以齿轮齿面的啮合面并不确定,故首先设置齿轮的啮合面,这里是利用间接连接,先使用“凸轮”连接,使两个齿面啮合后,再将“凸轮”连接删除,然后在传递转矩的两个齿轮间设置“齿轮”连接,同时输入节圆直径,这样齿轮的装配就完整了。

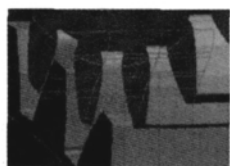


图2 凸轮连接符号图

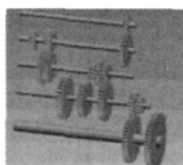


图3 主轴箱部分装配图

### 4 定义伺服电动机

伺服电动机可以为机构提供驱动。通过伺服电动机可以实现旋转及平移运动。在总装配中,把伺服电动机设置于与离合器连接接受电传动传递转矩的主动轴上,通过“轮廓选项卡”能够指定伺服电动机的位置、速度和加速度设置电动机参数。设置参数如图4、图5所示。

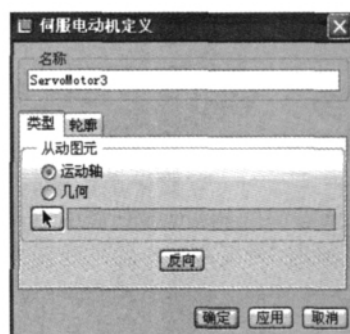


图4 伺服电机类型选择



图5 伺服电机轮廓选择

### 5 运行机构

点击“机构分析”按钮后,在这里可以设置运动分析时间,仿真运动播放速度,电动机选择等。

在 Pro/Mechanism 中测量对模型各种运动参数进行测量,如不符合要求,则重新建立模型,再次进行仿真、分析,直至模型达到设计要求为止。

由仿真、分析结果进行改进再仿真,直至达到设计要求,接着进行各部分功能细化,机床样机主轴最终定型。如图6所示。

### 6 小结

本文借助 Pro/E 的三维仿真技术,通过对数字化模型的分析提早发现产品的缺陷并加以修改,大大缩短了新产品设计的周期,达到了优化设计的目的。特性的仿真分析而不用投入大量的人力、财力,直接在数字化模型上进行各种运动及材料进行产品试制,有效节约了生产成本。总之,从建立模型、装配到仿真分析的全过程,应用仿真技术

# 汽车电子安全技术的现状及其发展策略

## Present Situation and Development Strategy of Automotive Electronic Safety Technology

陈建明<sup>①</sup> CHEN Jian-ming; 曹永刚<sup>②</sup> CAO Yong-gang

(<sup>①</sup>西昌学院 西昌 615013 ;<sup>②</sup>凉山州质监局 西昌 615013)

(<sup>①</sup>Xichang College Xichang 615013 ,China ;<sup>②</sup>Liangshan Quality Supervision Bureau Xichang 615013 ,China)

**摘要:**介绍了当代汽车电子安全技术的发展现状,从主动与被动安全两方面技术分别探讨,包括电子制动力分配装置、驱动防滑系统、电子稳定装置、自适应巡航控制装置、和安全气囊防护系统、自动防抱死刹车系统、电子刹车辅助系统、事故自动报警系统、驾驶纪录系统等。同时对未来的汽车电子安全技术的发展趋势做了简要介绍。

**Abstract:** This article gives a brief introduction about the current development of automobile safety in both the active and passive sides. ABS, EBA, EBD, ASR, ESP, ACC, SRS etc, are introduced. And it points out the main developing tendency of automobile safety.

**关键词:** 汽车电子; 主动安全; 被动安全; 发展趋势

**Key words:** automobile electronics; active safety; passive safety; developing tendency

中图分类号: U491.6

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2013)01-0032-02

### 0 引言

汽车安全,一个大家越来越关心的话题。实际上从汽车诞生那一刻开始,汽车安全技术就随着汽车技术的发展而发展,如今汽车安全技术早已经不仅仅是安全气囊安全带的简单应用,各种电子设备的介入使得汽车安全装置更加的智能化、人性化。本文主要介绍了汽车安全相关的电子技术,并对未来的发展趋势提出了构想。

汽车安全性配置按照事故发生的前后基本可以分为主动安全和被动安全两大类。汽车的主动安全性是指事故将要发生时汽车防止事故发生的能力,而被动安全则是在发生事故时汽车对车内成员的保护或对被撞车辆或行人的保护,使损失降到最小的能力。

#### 1 汽车电子的主动安全装置

主动预防、避免或减少汽车在行驶过程中发生事故,对汽车的内、外部结构进行合理有效的设计,所谓主动安全技术就是在汽车设计和制造时,为提高汽车的主动安全性能,而采用的更先进的技术和装备。目前已广泛采用的汽车电子主动安全技术主要有自适应巡航控制装置(ACC)、电子稳定装置(ESP)、驱动防滑系统(ASR)、电子制动力分配装置(EBD)、电子刹车辅助系统(EBA)、自动防抱死刹车系统(ABS)等。

##### 1.1 ABS(Anti-lock Braking System)自动防抱死刹车

作者简介:陈建明(1969-),女,四川西昌人,副教授,本科,研究方向为汽车检测与维修及教育教学工作。

装置 由于车辆冲刺惯性,瞬间可能发生侧滑、行驶轨迹偏移与车身方向不受控制等危险状况,在遭遇紧急情况时,驾驶员踩死刹车,刹车抱死车轮。ABS系统使车辆在车轮即将达到抱死临界点时,刹车在一秒内可作用60至120次循环,相当于不停地刹车、放松,即相似于机械自动化的“点刹”动作。此举可避免紧急刹车时方向失控与车轮侧滑,同时加大轮胎摩擦力,使刹车效率达到90%以上。

1.2 电子制动力分配系统 EBD(Electronic Brake force Distribution) EBD系统可依据车辆的重量和路面条件来控制制动过程,防止汽车制动时后轮先制动的情况发生,如发觉前后车轮有差异,而且差异程度必须被调整时,制动以前轮为基准去比较后轮轮胎的滑动率,使前、后轮的液压接近理想化制动力的分布,它就会调整汽车制动液压系统。因此,重踩制动在ABS动作启动之前,为改善制动力的平衡并缩短汽车制动距离,防止出现后轮先抱死的情况,EBD已经平衡了每一个轮的有效地面抓地力。一些汽车技术性能就有了ABS+EBD的项目,EBD实际上是ABS的辅助功能,可以提高ABS的效用,使满载车辆和弯道制动性能改善。

1.3 电子刹车辅助装置 EBA(Electronic Brake Assist) 在一些非常紧急的情况下,驾驶员往往缺乏果断性,不能迅速踩下制动踏板。EBA就是为此设计的。它的功能与ABS相似。该系统利用传感器感知驾驶员对制动踏板踩踏的速度和力度大小,以此判断驾驶员此次制动的意图。如果属于非常紧急的制动,EBA就会指示制动系统产生更

对简化机床主轴箱设计起到了事半功倍的效果,最终实现了对主轴箱样机的设计。

#### 参考文献:

- [1] Bollinger, J. G. and Geiger, G. Analysis of the Static and Dynamic Behavior of Lathe Spindles [J]. J. Mach. Tool Ues. Res, Vol. 3, 2011, 193-209.
- [2] Yang M, Park H. The prediction of cutting force in ball-end milling [J]. International Journal of Machine Tools and Manufacturing, 2010, 31(1):45-54.
- [3] Zhang Yue. Technical English mechanical engineering. China machine press. 2008: 1.

[4] 薛东彬, 陈兴洲, 王彦林. 基于 Pro/E 的滚珠丝杠参数化设计. 计算机应用技术, 2009, (9).

[5] International Journal on Interactive Design and Manufacturing. Springer Paris 2008: 1.

[6] Nakahama. Computer aided design system and computer aided design program, APPLIED MATHEMATICS AND COMPUTATION 2011.

[7] Sadeghipour, K. and Cowley, A. The Receptance Sensitivity and the Effect of Concentrated Mass Inserts on the Model Balance of Spindle-Bearing System. J. Mach. Tool Des. Vol. 26; No. A, 2008, 415-429.