

# 拉维娜行星齿轮机构精确建模及运动分析

焦安源, 鲍力

(辽宁科技大学 辽宁 鞍山 114051)

**摘要:** 介绍了利用 Pro/E 软件对拉维娜行星齿轮机构进行虚拟装配的方法和步骤, 以及采用 Pro/Mechanism 进行运动学仿真过程, 同时详细分析了拉维娜行星齿轮机构在各个档位的工作情况, 通过对输入、输出转速的测定, 计算出传动比, 与理论值完全吻合。

**关键词:** 虚拟装配; 行星齿轮; 自动变速器

中图分类号: TP391.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-2333(2009)02-0036-03

## Accurate Modeling and Motion Analysis for Ravigneaux Planetary Gear Mechanism

JIAO An-yuan, BAO Li

(University of Science and Technology Liaoning, Anshan 114051, China)

**Abstract:** The paper has introduced the methods and steps for virtual assembly for Ravigneaux planetary gear mechanism with the software Pro/E, and discussed the processes on motion analysis by means of Pro/Mechanism. The paper has also analyzed working statuses of Ravigneaux planetary gear mechanism at each position in detail. It can be concluded that transmission ratio equals the theoretical ratio, by measuring the speed of input and output.

**Key words:** virtual assembly; planetary gear; automatic transmission

拉维娜行星齿轮机构是汽车自动变速器中普遍采用的一种行星齿轮变速机构, 该机构复杂, 但采取虚拟装配技术分析, 很容易计算出其转动速度和方向。作为虚拟制造实施的核心技术之一, 虚拟装配以装配顺序为基础, 对初始路径及其关键位置进行实时交互修改与调整, 对装配进行仿真, 检查各条装配路径上零件在装配过程中是否存在干涉情况, 同时虚拟环境接受速度或者位置输入, 并根据有关的物理模型计算出相应输出<sup>[1-2]</sup>。

### 1 精确建模

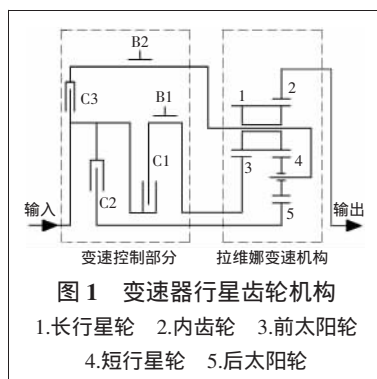


表1 变速控制部分工作情况

档位	离合器			制动器	
	C1	C2	C3	B1	B2
1 档		结合			制动
2 档		结合		制动	
3 档	结合	结合			
4 档			结合	制动	
倒档	结合				制动

拉维娜行星齿轮变速机构原理简图如图1所示。拉维娜行星齿轮机构是一个双行星齿轮结构组合而成的复合式行星齿轮机构, 其长、短行星轮分别与不同的太阳轮相啮合, 由于齿轮参数不同, 前、后行星齿轮共架, 可省下一个内齿轮。其结构紧凑、轴向尺寸小、转速较低。既可用于前桥驱动车辆, 也可用于后桥驱动车辆。根据换挡元件数的不同, 它可实现 2、3、4 个前进

档和 1 个倒档。本文主要针对 4 前进档和一个倒档变速机构进行分析, 变速控制部分的工作情况如表 1 所示<sup>[3]</sup>。令行星齿轮参数为模数  $m=2\text{mm}$ ; 压力角  $\alpha=20^\circ$ ; 前太阳轮、短行星轮、长行星轮、内齿轮、后太阳轮的齿数分别为 36、18、18、72 和 30, 均为渐开线直齿轮。

首先利用 Pro/E 进行齿轮零件精确建模。然后按照要求, 合理的设计行星架和前后太阳轮连接轴。最后进行虚拟装配。具体装配过程如下:

(1) 组装 在装配界面, 首先绘制一个基准轴, 除行星齿轮外所有零件均针对该基准轴和装配体内默认的三个基准面进行安装, 并设置合理连接, 这里主要用到的是“销钉”副。安装顺序为: 后太阳轮→前太阳轮→内齿轮→行星架→两个长行星轮→两个短行星轮。行星齿轮安装时分别针对前、后行星架上的行星齿轮轴定义连接。

为了顺利完成面的“对齐”约束操作, 在长行星轮安装之前, 参照图 2 所示的三角形几何关系确定角度  $\alpha$  和  $\beta$ 。通过长行星轮齿槽和轮齿中心首先创建出一组面, 然后创建与此面成  $\alpha$

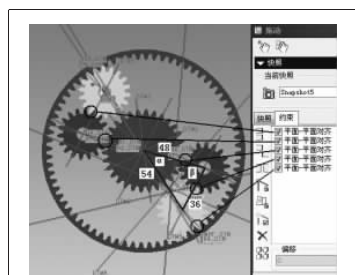


图2 “对齐”约束的设置

角的第二组面, 短行星轮通过齿槽和轮齿中心创建出一组面, 第二组面与其成  $\beta$  角。安装角度的精度, 将会导致微小干涉出现, 但这并不会影响运动学分析结果。

(2) 解决干涉 主动齿轮和从动齿轮间不正确对齐