

研究简报

# 回转类零件加工特征提取方法的研究

周生祥

(西北工业大学 CAD/CAM 国家专业实验室 西安 710072)

**关键词** 特征造型, 加工特征提取.

## STUDY ON EXTRACTION OF MACHINING FEATURES ABOUT PARTS OF REVOLUTION

ZHOU Shengxiang

(National Laboratory of CAD/CAM, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072)

**Key words** Feature modeling, extraction of machining features.

### 1 引言

CAD/CAPP/CAM 集成的关键问题是数据共享. 特征造型是解决这一问题的工具. 特征动态地存在于产品生命周期中的各个阶段, 在不同的阶段其表现形式不尽相同. 通过研究特征在设计阶段和制造阶段的动态表现形式, 提出了一种基于知识的加工特征提取方法. 在工作站上以 CADD5 为图形支撑软件, 对这一理论进行了验证.

### 2 零件的特征模型

图1(a)是某齿轮轴的形状特征图谱. 其中 BF0~BF7 为主特征, CF0~CF6 为辅特征. BF0, BF1, BF3, BF4 和 BF6 为基本实体(圆柱体), 其余均为扫描实体(直线扫描或回转扫描).

在吸取国内、外成果的基础上, 提出了一种适合于 CAD/CAPP/CAM 集成的零件特征模型<sup>[1]</sup>, 该模型主要由以下几个部分组成:

- 1) 用图1(b)所示的二叉树表达零件特征模型的拓扑结构, 每一个叶结点均表示一个形状特征, 非叶结点表示形状特征之间的布尔运算关系;
- 2) 用兼顾设计和制造两个方面的通用数据结构描述形状特征;
- 3) 用几何约束描述形状特征之间的空间位置关系;

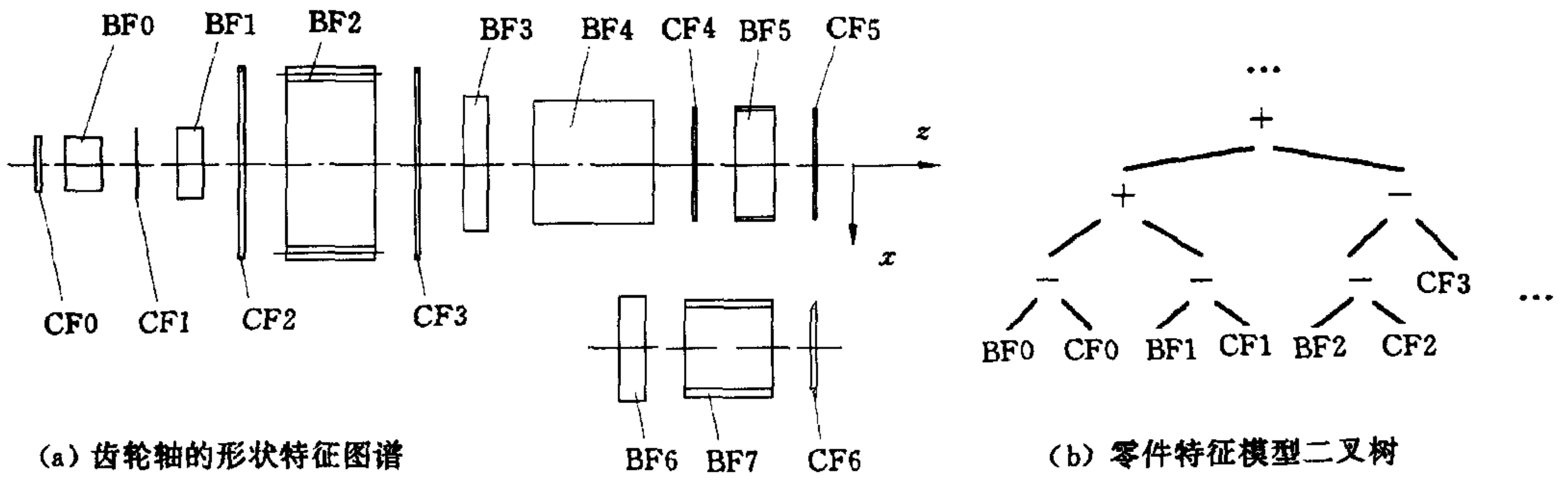


图1 齿轮轴的设计特征模型描述

4)以形状特征为载体,把尺寸特征、精度特征、表面质量特征和形位精度特征加载到形状特征的有关几何要素上.

特征及约束的数据结构及其之间的相互关系详见文献[1].

### 3 加工特征描述

图2表达了齿轮轴使用型材毛坯时的加工特征图谱,对照图1(a)中的设计特征图谱可以看出,从设计阶段到加工阶段主特征的形状和数量都发生了根本性的变化.图2(a),(b)中的 MF0~MF7由凸主特征 BF0~BF5转化而来,图2(c)中的 MF8和 MF9由凹主特征 BF6和 BF7转化而来,辅特征 CF0~CF6保持不变.

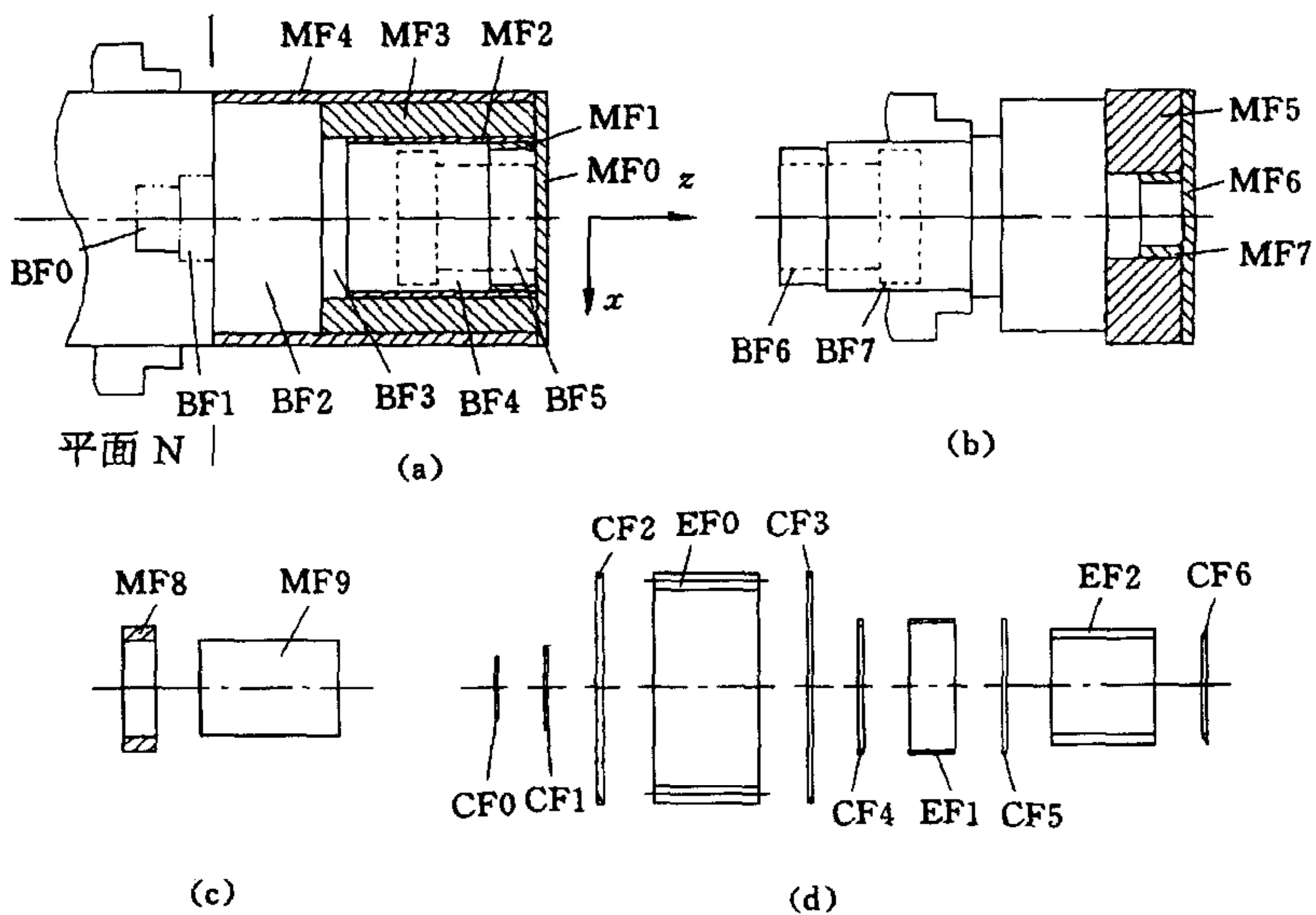


图2 齿轮轴的加工特征图谱

### 4 加工特征提取

#### 4.1 推算毛坯

在推算毛坯之前首先对零件的特征模型进行预处理.



**规则1.** 如果主特征为齿轮(花键或螺纹),则将其代之以一个主特征圆柱和一个辅特征齿轮齿(花键齿或螺纹牙),并根据原主特征的尺寸和定位坐标推算出该主特征和辅特征的相应参数.

若采用型材毛坯,则毛坯的形状特征应为圆柱体.推算毛坯的步骤如下:

1)周游图1(b)所示的二叉树,根据规则1对有关主特征进行预处理;图1(a)中的主特征BF2(齿轮)、BF5(螺纹)、BF7(花键)经预处理后转化为图2中三个相应的圆柱体主特征和三个辅特征EF0(齿轮齿)、EF1(螺纹牙)、EF2(花键齿);

2)周游二叉树,找出外径最大的特征(记为BF),毛坯直径应等于特征BF的外径( $D$ )加二倍的单边加工余量( $\Delta_1$ ),即

$$\Phi = D + 2\Delta_1; \quad (1)$$

3)搜索二叉树,找出零件轴线上两个距离最大的定位点,记为 $p, q$ ,它们是三坐标位置矢量,毛坯的长度为

$$L = \|p - q\| + 2\Delta_2, \quad (2)$$

其中 $\|\cdot\|$ 表示矢量的长度, $\Delta_2$ 表示端面加工余量.

#### 4.2 提取加工特征

对于型材毛坯,加工特征的提取表现为对加工特征空间的分解.其分解规则如下:

**规则2.** 先端面特征后外圆特征,先外圆特征后内孔特征;

**规则3.** 相互关联的外圆特征,从外到内先直径大的特征后直径小的特征;

**规则4.** 相互关联的内孔特征,从内到外先直径小的特征后直径大的特征;

**规则5.** 加工特征的有关表面上的尺寸特征、精度特征和表面质量特征等于与之共轭的设计特征的相应表面上的尺寸特征、精度特征和表面质量特征;

**规则6.** 把辅特征直接转化为加工特征.

提取加工特征的步骤如下:

1)搜索二叉树,找出直径最大的主特征(BF2),通过该特征左端底面圆心作一垂直于零件轴线的假想平面N(见图2(a)),把加工特征空间一分为二,首先分解平面N以右的凸主特征对应的加工特征空间;

2)搜索二叉树,找出所有完全(或部分)位于平面N以右的凸主特征,建立凸主特征链表,并把毛坯(BLK)加入该

表1 特征序列

序 号	1	2	3	4	5
特征代号	BLK	BF2	BF3	BF4	BF5

链表中,根据规则3按照直径从大到小进行排序,排序结果见表1;

3)根据规则2首先提取端面加工特征,把表1中最后一个特征记为 $MF_{min}$ ,把端面加工特征(形状为圆柱体)记为SF,则有

•SF的外径=BLK的外径,

•SF的左底面圆心坐标  $p = MF_{min}$ 的右底面圆心坐标,

•SF的右底面圆心坐标  $q = BLK$ 的右底面圆心坐标;

根据规则5有

•SF的左底面的表面质量特征等于 $MF_{min}$ 的右底面的表面质量特征;

4)提取圆周方向上的加工特征,形状特征均为圆筒,步骤如下:

①把表1中的第一个特征、第二个特征、最后一个特征分别记为  $MF1^*$ ,  $MF2^*$ ,  $MF_{min}$ , 把当前加工特征记为 CF, 则有

•CF 的左底面圆心坐标  $p=MF2^*$  左底面圆心坐标,

•CF 的右底面圆心坐标  $q=MF_{min}$  右底面圆心坐标;

根据规则5有

•CF 的外径= $MF1^*$  的直径, CF 的内径= $MF2^*$  的直径,

•CF 的内圆柱面的精度特征和表面质量特征分别等于  $MF2^*$  的圆柱面的精度特征和表面质量特征;

②去掉表1中的第一个特征, 转向①, 直到表中只剩一个特征为止.

同理可以对平面 N 左边的凸主特征对应的加工特征空间及凹主特征对应的加工特征空间进行分解. 加工特征提取完毕还必须按照一定的规则对加工特征进行排序<sup>[2]</sup>.

## 5 结 论

基于知识的加工特征提取方法实现了从设计特征空间向加工特征空间的自动映射, 从而解决了 CAD/CAPP/CAM 集成系统中数据共享这一难题.

### 参 考 文 献

- 1 周生祥, 冯培恩, 潘双夏. 钣金焊接结构加工特征提取方法. 浙江大学学报, 1997, 31(4): 518~524
- 2 Philip Chen C L, Steven R Leclair. Integration of design and manufacture: solving setup generation and feature sequencing using an unsupervised learning approach. *Computer Aided Design*, 1994, 26(1): 59~75

**周生祥** 1963年出生, 1998年获浙江大学工学博士学位, 同年进入西北工业大学航空与宇航技术博士后流动站做研究工作. 已在国内重要期刊上发表4篇文章. 现主要从事 CAD/CAPP/CAM 集成技术及 CIMS 的研究.