

# TiNi合金管反挤压工艺研究

The study of backward extrusion process for Ti-Ni alloy tube

郭宝峰 教授

Professor Guo Baofeng

Http://mec.ysu.edu.cn

E-mail: guobf@ysu.edu.cn

Tel: 0335-8066540

## TiNi合金管反挤压工艺研究

TiNi合金具有高强度、低密度、耐高温等优点，其应用日益广泛，特别是TiNi形状记忆合金管接头在军用及民用工业中极具广阔的应用前景。但是该合金管材一般采用机械加工的方法，加工成形性较差，加工效率低，成本高，费时费料，并且TiNi管材的性能依赖锻坯微观组织的好坏。由粉末直接制备TiNi合金管接头管材的方法，可显著降低综合成本，但由于反复烧结成形，合金氧化程度相对较高，性能稍差，仅能满足一般要求的使用。因此，高效率，低成本的挤压方法是该合金的研究热点之一。

### 研究方法：

建立TiNiNb合金管材挤压的有限元模型，应用DEFORM-3D有限元软件对反挤压过程进行了热力耦合数值模拟，揭示TiNiNb合金管材挤压的成形机理，分析挤压过程中挤压力、芯棒拉力及温度场的变化规律。建立TiNiNb管材挤压极限图，并通过模拟得到挤压的最优工艺参数。基于数值模拟结果制定挤压实验方案，在实验室6.5 MN多向模锻挤压液压机上，分别对铅、普通碳钢和TiNi合金材料进行反挤压实验。

### 主要研究内容及成果：

1. 建立了TiNiNb合金管材挤压的有限元模型，分析了挤压成形过程，揭示了TiNiNb合金管材挤压的成形机理；
2. 建立了反挤压时挤压力的计算模型；
3. 揭示了反挤压成形的主要工艺参数对反挤压管材成形的影响及其规律；
4. 建立了TiNiNb管材挤压极限图，并通过模拟得到了挤压的最优工艺参数；
5. 设计制备了反挤压的实验装置；
6. 基于数值模拟结果制定了挤压实验方案，在实验室6.5 MN多向模锻挤压液压机上，分别对铅、普通碳钢和TiNi合金材料进行了反挤压实验。



图1 反挤压实验装置



图2 45 钢管制品



图3 铅管制品

图4 TiNi合金管制品

### TiNiNb合金挤压实验主要参数：

1. 制品规格：  
内径： $\phi 24\text{mm}$   
外径： $\phi 44\text{mm}$
2. 挤压比： 1: 3.3
3. 挤压速度： 30mm/s
4. 挤压温度： 900℃