

铸坯锻造工艺研究

吕建斌 王全聪 李天佑 郭会光

(太原重型机械学院材料科学与工程分院 太原 030024)

摘要: 机械密封弹簧座是机械密封装置中的关键件之一,材料采用 1Cr18Ni9Ti 不锈钢。传统工艺是用棒料经机械加工制造而成,机加工工时长、材料利用率低,通常材料利用率不到 20%,使该零件的成本相对较高。而材料成本所占比重较大。因而,提高该件的材料利用率、降低制造成本就显得特别重要。为此我们提出了利用离心铸坯—锻挤成形的新工艺,该工艺可以使材料利用率提高到 50% 以上。首先,我们用 Deform2D 软件对锻挤过程进行模拟,通过对金属的流动情况、应力、应变等结果分析,制订了试验工艺方案。利用模拟所得出参数对铸坯进行锻挤成形,并对成形前后得金属组织进行了金相观察,晶粒度由一级(铸态组织)变为六级以上,说明晶粒细化明显,组织性能有了明显的提高,完成可以满足使用的需要。

关键词: 离心浇铸 不锈钢 模锻

0 前言

随着改革开放和科学技术的快速发展,新的塑性加工方法不断涌现,传统的零件加工方法面临着激烈的竞争和挑战。如何提高产品的加工精度和内在质量、如何适应市场需求、降低能源消耗、节约原材料、降低零件的整体成本、提高工艺技术水平是当今制造业关注的重要课题。

随着社会经济的发展,对不锈钢制品的需求越来越大。以流体机械密封件而言,年消耗量达 6000 吨以上。目前该类环形件的加工是采用轧制的棒材经多道切削加工成形。该工艺方法的材料利用率很低,仅有 20% 左右,生产效率低、产品成本高。因此需要以新技术改革传统生产方式,尤其在提高整体成形质量、减少切削加工、提高材料利用率方面进行创新。采用离心铸管和热锻挤复合成形工艺,可使材料利用率提高 50% 以上,减少切削加工,铸材经锻挤后可细化晶粒,组织密实,达到锻轧材的组织性能,起到降低成本的目的。

环形件产品种类较多,本项目以弹簧座为例进行试验研究,其产品如图 1。



图 1 产品零件图

1 变形过程的数值模拟

1.1 锻挤过程中的力学特征

铸造毛坯用于锻挤生产不同于轧材,也不同于铸锭。但总的来看,即使严格铸坯质量也难免在宏观上和微观上会有少量的缺陷。挤压中的力学特征能否消除铸态组织,提高其机械性能的各项指标,达到工况使用要求是令人关注的。

锻挤过程中的力学特征最突出的特点是坯料基本处于三向压应力状态下变形。三向压应力状态下变形,不但有利于提高铸坯的塑性,更有利于消除铸态组织和缺陷。三向压应力能够阻止和减少晶间变形,有利于消除和封闭铸坯内部的各种缺陷(显微缺陷和宏观组织缺陷)。随着三向压应力的增大,晶间变形愈加困难。实质上,挤压工艺为铸坯变形改性创造了良好的力学条件。

当铸坯内原来存在着少量对塑性不利的杂质或组织缺陷时,三向压应力作用能抑制这些缺陷,全部或部分地消除其危害。同时三向压应力作用能够抵消不均匀变形引起的附加拉应力,这对铸坯锻挤大为重要。总之,锻挤工艺对消除铸坯组织缺陷,提高其机械性能是十分有利的,性能改善十分明显。

1.2 变形过程的数值模拟

为了减少试验次数和缩短试验周期,降低试验成本及提高试验的成功率,首先对锻挤过程进行数值模拟。具体采用商用塑性成形分析软件 Deform2D 进行数值模拟,并对不同参数条件下金属的流动情况、应力以及应变等信息进行对比分析,得出较佳的工艺参数。模拟结果如图 2 和图 3 所示。

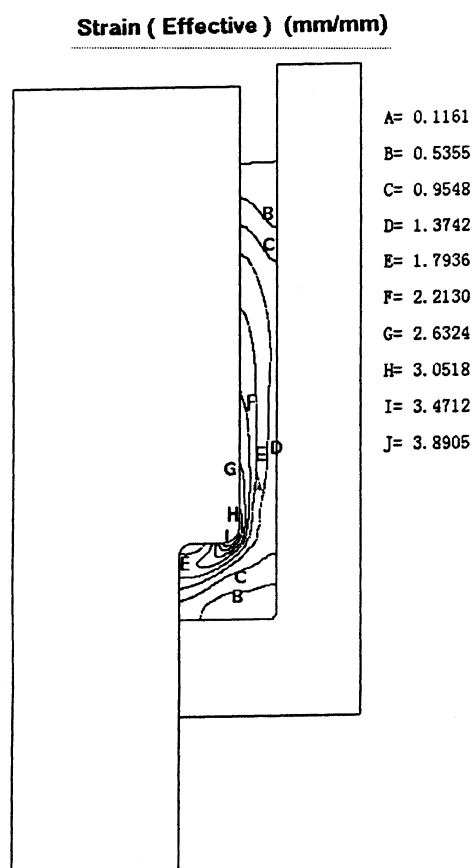


图 2 等效应变

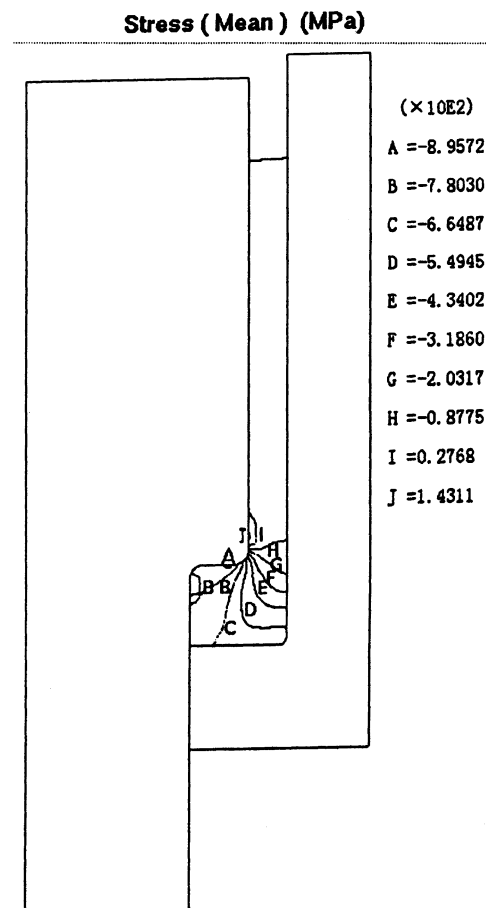


图 3 静水压力(平均正应力)

由模拟结果的等效应变图可以看到,在环形件的直壁部分有较大的变形;由静水压力图看到,在环形件的底部有较大的静水压力。由此可以判断其铸态组织可以得到较大的改善。而筒形顶部,在整个的变形过程中其变形较小,静水压力也比较小,因而其组织性能变化也较小。

2 试验验证

根据数值模拟得到的工艺参数确定出锻挤的毛坯尺寸和试验装置。选用 4000kN 摩擦压力机,半煤气加热炉,加热温度为 1200°C ,成形后的温度约为 850°C ,成形后快速水冷,以防止晶粒长大。

将成形后的试件用线切割制备金相试样,观察不同部位(上端、中部、下端)铸态组织的变化情况,不同部位的金相组织如图 4 所示。

3 结论

通过理论分析、有限元数值模拟和实验研究,可以得出以下结论:

1. 有限元数值模拟的变形过程符合实际变形情况,真实反映了应力、应变状态,为挤压工艺设计提供了可靠依据。

2. 铸坯锻挤中的力学特征(三向压变力状态)有利于铸坯塑性成形, 可以消除铸态组织、细化晶粒, 提高制件的机械性能指标。由图 4 可以看到, 成形后的金相组织有了很大的改善。铸坯晶粒度为 1 级, 经挤压后晶粒度达到了 6~7 级。

3. 采用环形坯料挤压, 同实心坯料挤压相比, 可以大大降低挤压力, 减少模具磨损, 提高其使用寿命。

总之, 铸坯代替轧材应用于锻挤工艺, 技术是可行的, 质量是可靠的, 经济效益是显著的。铸坯锻挤是一种有推广应用价值的新工艺方法。

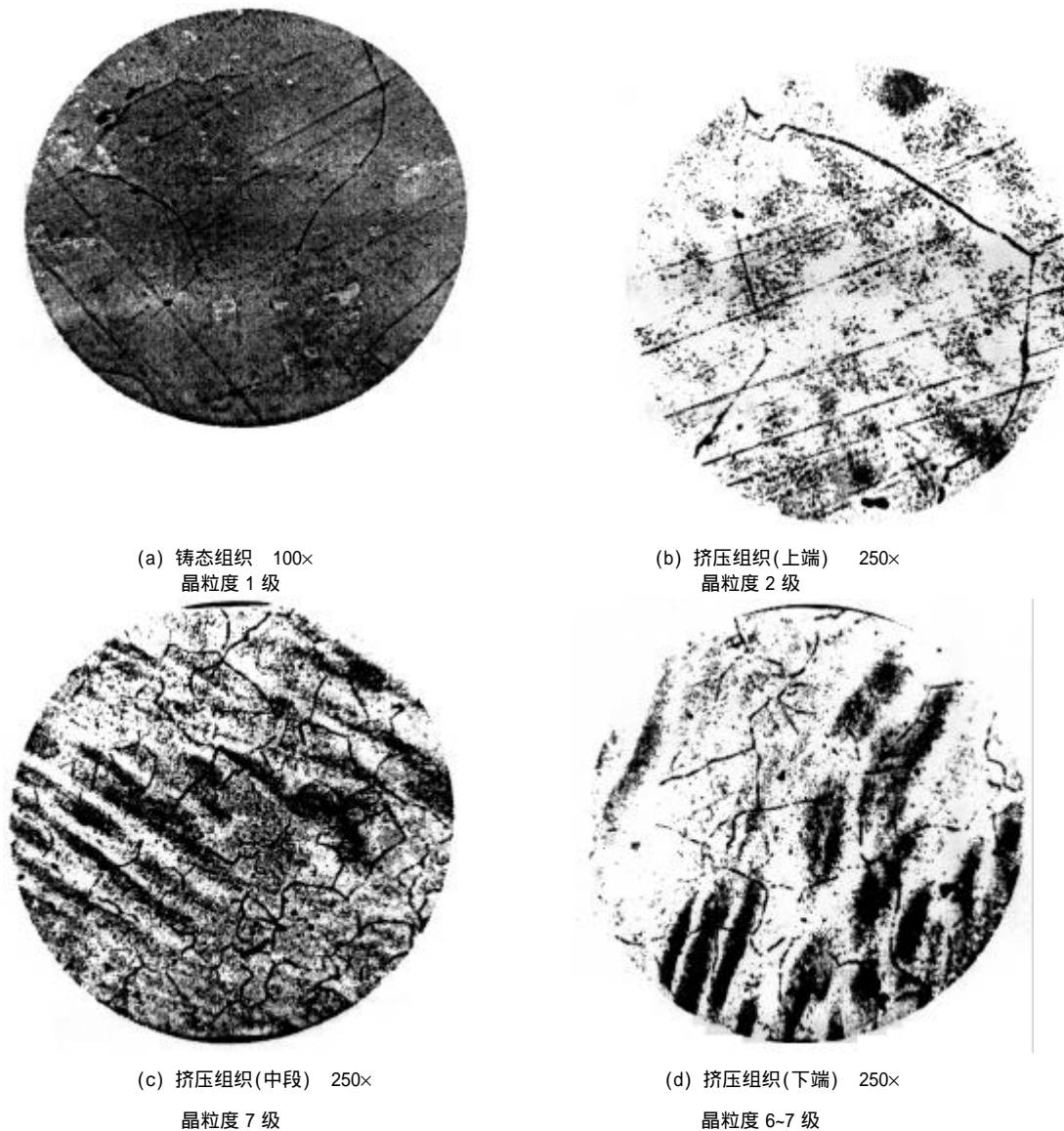


图 4 金相组织图

参 考 文 献

- 1 张长春等. 铸坯模锻的国内外现状及发展前景. 锻压技术, 1996, (4): 3~5
- 2 张长春等. 铸坯模锻中的力学特征分析. 锻压技术, 1996, (4): 6~9
- 3 上海交通大学《冷挤压技术》编写组. 冷挤压技术. 上海: 上海人民出版社, 1976
- 4 张志文. 锻造工艺学. 北京: 机械工业出版社, 1985

作者简介: 吕建斌, 男, 1961 年生, 硕士, 副教授, 研究方向为金属材料的塑性成形工艺。