

基于有限元模拟花套冷挤压成形及模具设计

■ 康灵集团有限公司（浙江金华 321304） 姚国平

■ 杭州电子科技大学机械工程学院（浙江 310018） 陈 磊

摘要：冷挤压是一种非常先进的绿色加工工艺，非常适合传动零件的坯料加工。根据花套的零件技术特点，确定了两种挤压方案，设计了挤压模具。基于数值模拟对零件成形过程进行了分析，得到了最佳的成形方案。数值模拟结果与试验对比证明了模拟的正确性。

花套是汽车起动机单向器的核心零件，具有形状复杂、受力大及要求寿命长的特点。传统的花套成形采用数控加工，切削量大、材料利用率低，且很难保证强度。冷挤压成形是一种绿色高效的加工方法，冷挤压后的零件流线完好、强度高，且挤压后的零件经过少量切削即可，是一种非常环保的加工工艺。然而冷挤压过程中，材料的变形抗力大、模具磨损大、模具寿命低，致使冷挤压的研究非常困难。

本文结合数值模拟技术，对花套的冷挤压成形过程的模具设计及成形力进行模拟优化，并进行了试验验证。

1. 成形方案

花套零件如图1所示，结构复杂。材料为20CrMo。采用两种方案进行成形，如图2所示。第一种方案是采用坯料经过第二步的中间态，然后成形，分为两步。第二种方案是采用坯料直接一步成

形到最终形状。图3所示是两步成形的模具剖视图，图中坯料均进行了球化退火，并且经过磷皂化处理。图4所示是一步成形模具，其坯料与第一种方案相同。

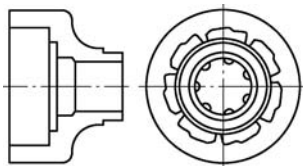


图1 花套零件



(a) 坯料



(b) 中间态

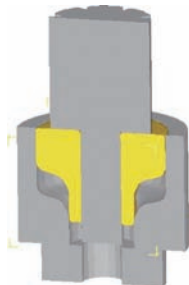


(c) 最终形状

图2 成形方案



(a) 中间态成形



(b) 最终成形

图3 两步成形模具

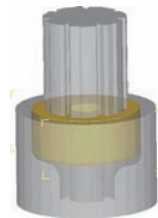


图4 一步成形模具

2. 结果与讨论

(1) 两步挤压分析。图5所示为中间态挤压过程的数值模拟

结果。从图5a可以看出, 应力最大(870MPa)出现在中间的圆角处, 此处的变形最剧烈、流动最大且应变最大(见图5b), 挤压力(见图5c)也非常大, 最大达到了 $7.54 \times 10^6 \text{N}$ 。

图6所示为最终形状挤压过程的数值模拟结果。从图6可以看出, 应力最大(880MPa)出现在中间平台处, 此处也是变形最剧烈的地方, 材料需要从此处向上和向下流动。一旦流过后, 应力立即减小。平台处也是应变大的区域。挤压力最大为 $4.1 \times 10^6 \text{N}$, 比

第一步小。

(2) 一步成形分析。图7所示为一步挤压的模拟结果。从图7可以看出, 挤压应力最大也是出现在平台处, 与两步挤压的第二步类似, 最大压力达到874MPa, 也与两步挤压的第二步相差不多。应变也是在平台处最大, 应变最大为10.4, 与两步挤压的最大应变也类似。最大挤压力为 $2.96 \times 10^6 \text{N}$, 比两步成形过程的挤压力都要小得多。

综合两种挤压方法, 采用一步成形法好, 既可以减少操作步

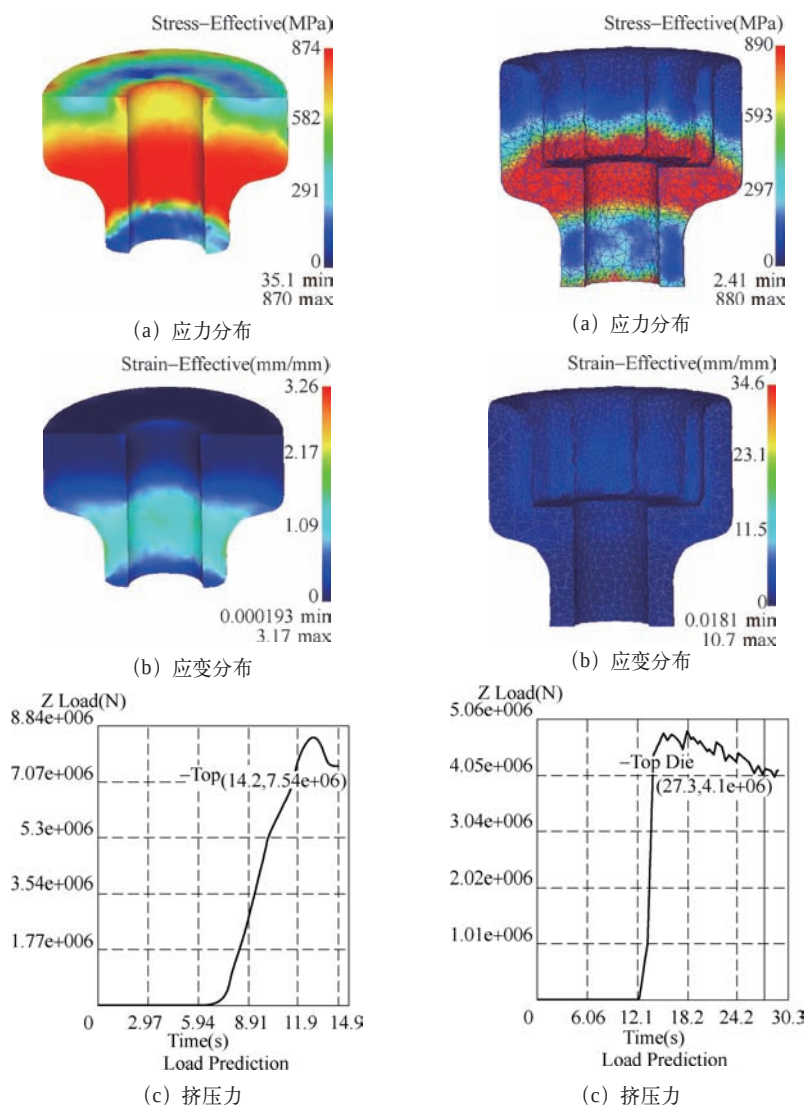


图5 中间态挤压模拟结果

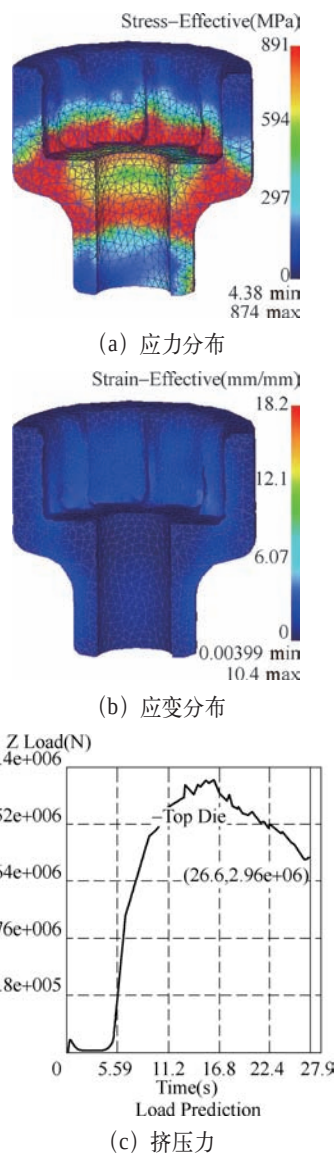


图6 最终形状挤压模拟结果

图7 一步挤压模拟结果

数、提高生产效率, 又可以降低成形力, 挤压后的零件性能均达到了使用要求。

3. 结语

冷挤压是一种精密成形技术, 具有切削少、材料流线不被破坏和强度高的特点。本研究对花套的冷挤压精确成形进行了模拟优化, 得到了优化的模具和成形方案, 且挤压力没有明显提高。通过模拟与试验对比, 证明了模拟的正确性。MW

(收稿日期: 20150826)