

铝型材挤压有限元分析

黄乃强 李春宏

(机械工程学系)

【摘要】 应用弹塑性有限元法分析了非轴对称挤压过程及挤压模具在压力作用下的变形情况, 分析计算的结果和生产实际相符。

【关键词】 挤压, 有限元, 模具

【中图分类号】 TG372

0 前言

生产型材最先进的方法是挤压。在建筑业、航空工业和轻工业等行业广泛应用的铝型材, 具有壁薄和截面复杂的特点。这类铝型材的截面绝大多数是非轴对称的, 外形尺寸精度要求高, 壁厚要求负偏差。如果型材外接圆较大或者是槽型材时, 模具在挤压中很容易产生弹性挠曲变形, 使挤压出的型材尺寸超差、壁厚不均, 更难达到负偏差的要求。因此, 对模具的模孔尺寸作适当的修正是十分必要的。在实际生产中, 修正量的选择主要靠经验, 取一个大概的修正量。除了一些比较典型的型材外, 其修正效果并不明显, 即便是槽型材其修正精度也有待于进一步提高。因此, 迫切需要给出精度很高的修正量及精确的修正公式。

1 ANSYS 有限元分析软件

ANSYS 有限元分析软件是美国分析系统公司开发投放市场的商业通用有限元分析程序软件包, 它具有很强的网格生成能力和数值处理功能, 适用于大型工程问题的计算。本文在 APOLLO 中型工作站上利用 ANSYS 软件对非轴对称铝型材的挤压问题进行了数值模拟, 得到了满意的结果。

2 由圆棒坯料到槽型材的有限元分析

2.1 模型的建立

如图 1 所示, 由圆棒坯料挤压成槽型材时, 单元划分要逐渐过渡, 这样不仅划分有规律, 而且可使单元数较少, 从塑性成型力学的角度看也符合金属挤压时的流动趋向。另外, 在单元划分时考虑了在出口处的应力集中问题, 在模具出口处单元划分得密一些。

根据实际生产情况, 1200 t 挤压机的挤压筒直径为 140 mm, 因此, 本文模型取半径为 70 mm, 坯料高为 50 mm。

挤压材料为 LD31, 根据北京铝材厂的实际生产情况, 在 480 ~ 520 °C 时进行挤压, 铝棒料的加工硬化并不明显。因此可以认为, 此时材料处于理想塑性状态, 即可忽略加工硬化

问题. 图2为所研究槽型材的截面图.

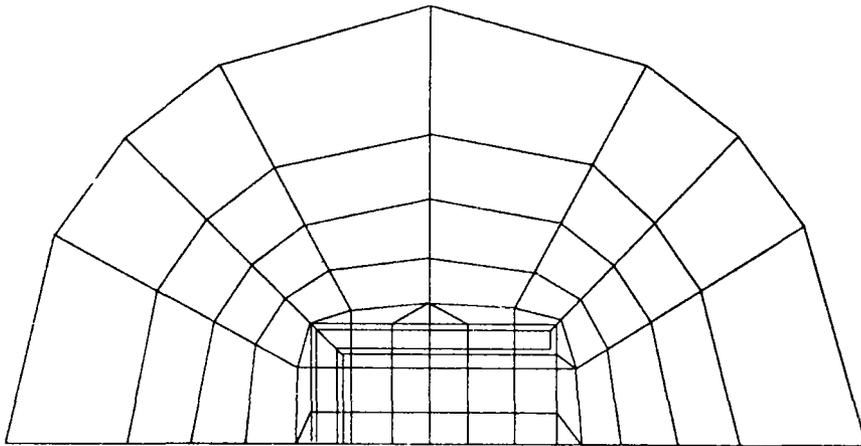


图1 单元化分

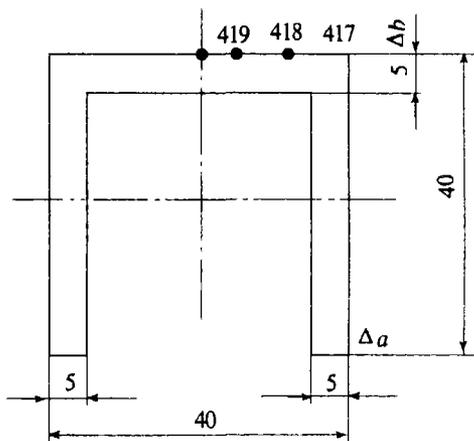


图2 型材截面图

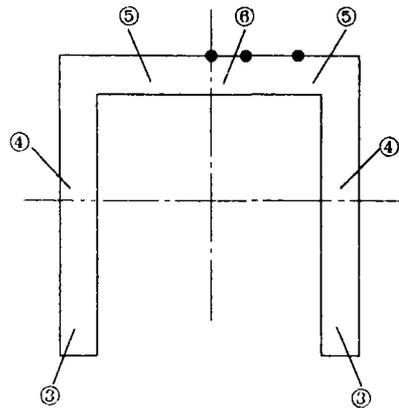


图3 工作带宽度分布图

2.2 结果分析

加载后材料产生弹性变形, 载荷增加到一定程度在局部出现塑性变形区, 随着载荷的增加, 塑性区逐步扩展直到达到稳定状态. 从模具出口处挤压型材横截面上各点的位移值可以看出出口流速是不一样的. 如在417处流速较慢而在419处流速较快. 为了保证流速均匀, 应增加419处的流动阻力, 减小417处的流动阻力, 即应加大419处工作带宽度而减小417处工作带宽度. 这一点与实际生产情况相符. 图3为北京铝材厂槽形件工作带分布图. 图中圆圈内数值为此段工作带的宽度. 由图可以看出, 在相当于419位置处的工作带宽为6mm, 相当于417处的工作带宽为5mm.

用ANSYS软件对挤压过程进行有限元分析, 可以得出模具出口处型材横截面各质点流速的分布, 从而为合理设计模具工作带宽度提供了依据. 这一点在实际生产中非常重要. 在铝型材挤压过程中产生卷曲是造成废品的最主要原因, 而产生卷曲的主要原因就是由于工作带设计不合理, 从而使模具出口处各质点流速差太大.

3 模具有限元分析

3.1 模型的建立

单元的划分形式和对挤压件进行分析时相似。图4为槽形模约束条件。在柱坐标系中，周边面上各节点的径向位移为零，模具底面上除悬臂部分外所有节点的轴向位移为零。在直角坐标系中， $x=0$ 面上的所有节点其 x 向位移为零。

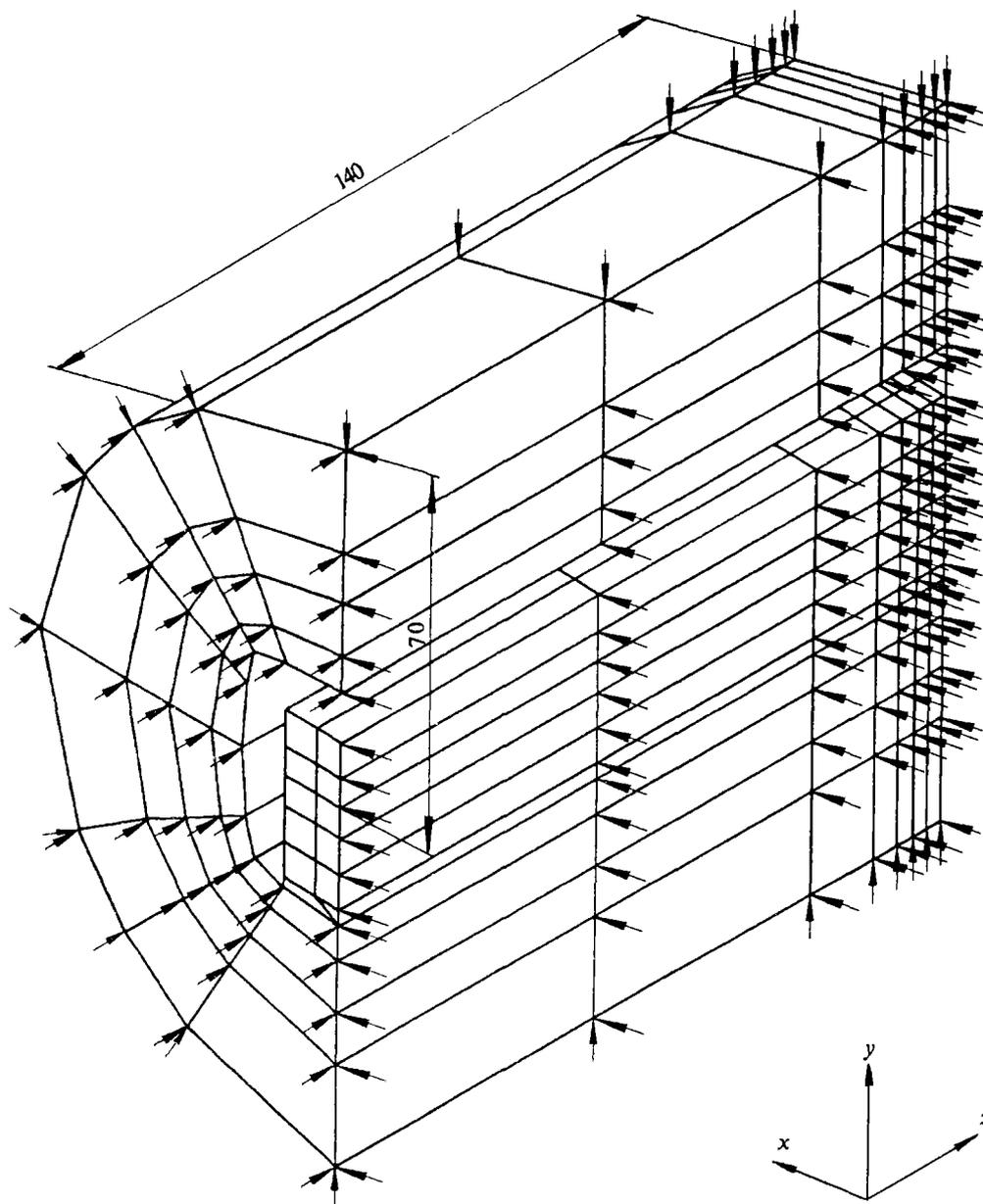


图4 槽形模约束条件

图4中的箭头表示节点沿此方向位移为零。加载时忽略工作带上的作用力，也不考虑热应力的影响。

挤压槽型材时所使用的模具材料为4Cr5Mo SiV, 1010℃ 淬火, 566℃ 二次回火, 其机械性能参数为: $E=2.0 \times 10^4 \text{ kgf/mm}^2$, $\sigma_s=167 \text{ kgf/mm}^2$, $\sigma_b=183 \text{ kgf/mm}^2$ 。

3.2 结果分析

在设计模具时对模口尺寸如不进行修正则挤压的产品超差。因为模具在挤压力作用下产生变形而使挤压件槽底变薄 0.14 mm, 侧壁变薄 0.1 mm。

用 ANSYS 软件对挤压时模具的变形情况分析后所得的变薄情况进行模拟, 可以看出槽底最大变薄为 0.140 mm, 侧壁最大为 0.109 mm, 这和产品的实际变薄量相同。造成挤压件变薄的主要原因是模具悬臂部分在高压下的挠曲。

图5为根据大量计算的结果所绘制的挤压力和模具修正量关系曲线, Δa 为侧壁修正量, Δb 为槽底修正量。由图可以看出随挤压力的增加模具修正量将成比例地增加, 二者呈直线关系。在同一压力作用下侧壁修正量比槽底修正量要小, 这与生产实际情况相符。因此, 为了减小模具变形应尽可能减小挤压力。

北京铝材厂按图5所给的修正量进行设计的槽型模投产后挤压出的产品尺寸完全合格, 并比以往同类产品尺寸精度有明显的提高。

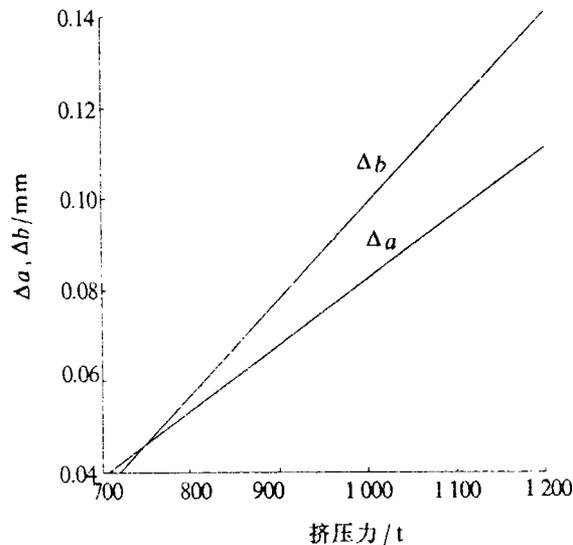


图5 模具修正量

4 结论

利用有限元分析方法可以得出挤压件模具出口处的流速分布, 也可以得出模具在挤压过程中的变形情况, 这些资料提供了设计模具工作带尺寸和模口尺寸的科学依据, 从而可以提高模具设计质量。在铝型材生产中使用的有限元分析方法对提高产品质量具有明显的效果。

参 考 文 献

- 1 叶尔曼诺克. 铝合金型材挤压. 北京: 国防工业出版社, 1982. 224~229
- 2 谢冰. 冷热挤压组合凹模的优化设计. 模具工业, 1984(1): 49~61

参 考 文 献

- 1 Vandiver P B. 古代釉料. 科学, 1990, 3: 58 ~ 66
- 2 Лясин В Ф, Тимонина Г П, и Сыровамько Т П. Лванмюриновое Сметкло, SU-783251
- 3 Саркисов П Д, Галусмян О Г, Сыровамько Т П. Лванмюриновое Сметкло, SU-967973
- 4 刘军璋. 五彩金星玻璃晶相的研究. 玻璃与搪瓷, 1990, 18(5): 24 ~ 28
- 5 邹建金. 日用陶瓷原料各种氧化物在坯釉中的作用, 景德镇陶瓷, 1990, 3: 10 ~ 14
- 6 Norton F H. J Am Ceram. Soc., 1937, 20: 217
- 7 李惕川, 臧竞存, 傅凤枝, 范春阳. 中国专利, 绿彩金星釉料, 90108654.1

A Study on Green Aventurine Glaze

Zang Jingcun Fan Chunyang Lin Mei Fu Fengzhi Li Tichuan

(Department of Chemical and Environment Engineering)

【Abstract】 The green aventurine glaze is for decorative use. The formation of crystal nuclei and grain growth, the mechanism of deposition of crystalline phase and the reason of multi-color result glaze are investigated.

【Key words】 aventurine glaze, grain growth, crystalline phase

上接 28 页.

Analysis of Non-Axisymmetric Extrusion Processing by Finite Element Method

Huang Naiqiang Li Chunhong

(Department of Mechanical Engineering)

【Abstract】 Elastoplastic finite element method is used for the analysis of non-axisymmetric extrusion processing and the deformation of extrusion die under pressure. The results by finite element method are in agreement with the producing practise.

【Key words】 extrusion, finite element method, die