

基于软模成型技术在科研生产中的研究

田光锋* 姚佩芳

新乡航空工业(集团)有限公司 河南 新乡 453002

摘要: XXX41-115A是某分离器上的核心零件,主要通过该分离器的作用实现水液分离。按照该零件主要变性特点为弯曲切舌和扩口。本文主要阐述在科研生产中面对严峻的生产任务通过技术创新用软模成型技术代替钢模成型技术实现零件扩口,降低模具加工周期、制造成本,保证产品的提前交付。

关键词: 水分离器;扩口;软模成型;技术创新

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5197-0310-2>

1 研究背景及意义

钣金冲压件是飞机结构与外形的重要组成部分,相对于其他非钣金冲压件的加工有着不可匹敌的竞争优势,它具有表面质量好,重量轻,成本低等各种优点。但是钣金冲压件也有其局限性,钣金冲压件的加工离不开模具。模具成型技术具有产品质量稳定、成本低、效率高等优点,被广泛应用于汽车、船舶、航空等领域。模具制造作为一个高附加值的技术密集型产品在一定程度上反映一个国家的制造水平,传统的钢模结构虽然在生产中已经广泛应用且比较成熟,但也并非完美无缺。它存在着以下缺点:(1)由于制造周期过长,已经不能适应科研产品的节奏,无法按时保证产品交付节点。(2)钢模结构需要模具零件过多,模具投入成本巨大,但科研产品图纸有很大的不确定性,因此钢模成本投入有着巨大风险。(3)钢模成型系数远低于软模成型系数,成型效果差。

基于航空产品的未来市场发展需求,为进一步适应航空产品战略发展需要和国防需要,科研产品除了要保质保量完成以外,还必须保证产品的交付节点。面对市场竞争激烈的科研产品节点需求和传统钢模加工周期长的内在矛盾,以技术创新为契机,以模具设计新技术为发展方向,持续推进科研产品的快速加工;本文主要论述用软模成型技术实现产品的加工。

2 零件工艺性分析

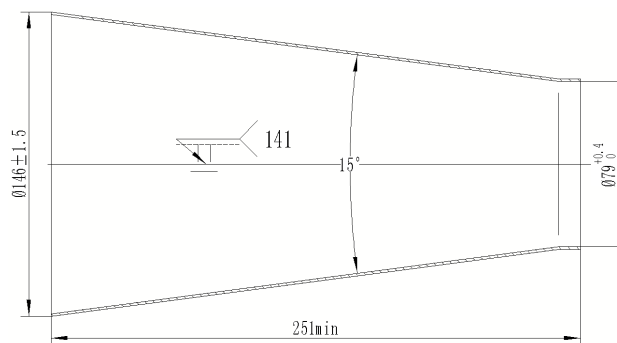


图1

该零件材料为LF21-M,厚度执行标准GB/T 3194,其余技术标准执行GBn 168,LF21-M材料抗拉强度 $\sigma_b = 108 \sim 142\text{MPa}$, $\sigma_s = 49\text{MPa}$, $\delta_{10} = 19\%$,塑性良好,材料易弯曲成型。零件图如上(图1),零件形状为锥形,在锥筒小端,对锥面部分进行了扩口,扩口前尺寸为 $\Phi 76$,扩口后尺寸为 $\Phi 79$,扩口系数为0.96,满足一次扩口成功条件。零件为卷焊结构,按锥形展开料加工完毕,进行卷圆、焊接、修平焊缝、校形等工序。最后再进行扩口,扩口是将空心件或管子端部直径加以扩大的冲压工序。管材扩口是在压力作用下使管材口部沿径向扩张的成形工序,通用的扩口形式为直管扩成锥管,扩口前毛坯为圆管,扩口后将管子局部圆柱面变形为圆锥面。

***通讯作者:** 田光锋,1985年5月10日,男,汉,河南南阳,新乡航空工业(集团)有限公司,工艺室主任,工程师,本科,沈阳航空航天大学,研究方向:飞行器制造(钣金与模具)。

3 模具结构及制作过程

本论文主要介绍扩口模，模具在10t液压机上工作，采用正装结构。传统的扩口模以钢模居多，主要零件包含有上模板、凸模、压料板、压料橡皮、凹模、下模板、导柱、导套、紧固螺钉、销钉等，该种类型扩口模模具零件数量繁多，正常的模具加工周期约需要1个月，费用更是数万以上。在科研产品的紧凑的交付周期下，传统模具的设计思路已经不能满足科研发展的需要。模具设计必须进行技术创新，缩短模具制造周期和模具成本。基于科研发展的需要，本论文采用了新型的模具结构软模成型技术^[1]。

软模成型主要指成形采用聚氨酯模等非金属模作为工作零件，制造简单，周期短，成本低，工件表面质量好，不易擦伤，拉伸系数大，加工质量稳定，软膜成型按软模介质分为聚氨酯、橡胶、液体等。其中液压成形拉伸系数最大，工件光洁度最好，但液体直接作用于工件时，解决密封问题至关重要^[2]。其中刚性冲模拉深曲面形状零件时，坯料上存在不与凸模接触的自由表面区，应力状态为不一致，容易起皱；软模成形时材料应力状态为双向拉应力，从根本上消除了诱发起皱的因素。软模成形分软凸模和软凹模两种。软凸模用于成形大平面且深度小的工件，主要缺点是坯料中间部分容易变薄。当用液体凸模时，由于液体与坯料之间无摩擦力，坯料的稳定性不好，容易偏斜。软凹模可用于成形形状复杂深度较大的工件，由于受高压力的作用，坯料被紧紧地包覆于凸模，不仅坯料定位准确，而且有辅助成型的作用，扩大了零件一次成形的可能性；此外，模具通用性大，结构简单^[3]。如附图2。

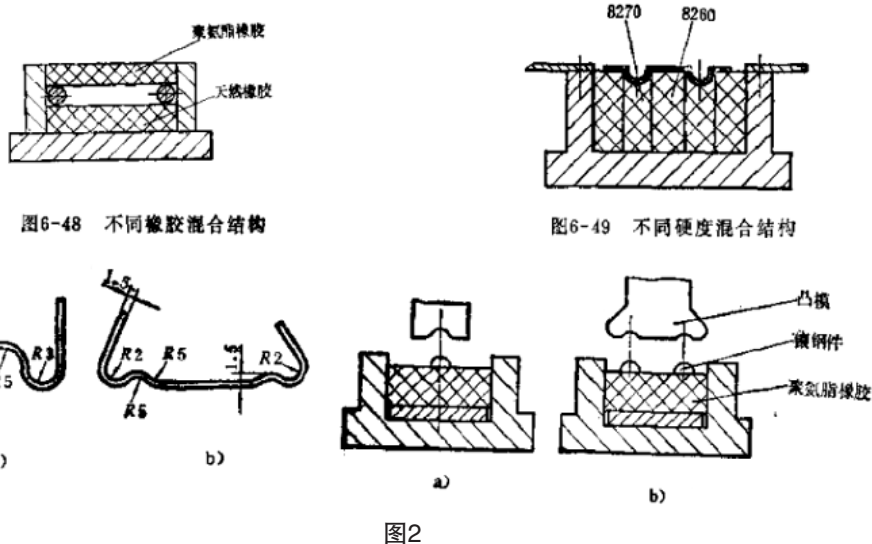


图2

本文中模具结构采用聚氨酯作为软凸模，以4#聚氨酯作为扩口凸模，3#作为凹模，6#压块借助设备液压机提供的压力作用在4#聚氨酯上，4#聚氨酯在压力作用下压缩并沿圆周方向膨胀，膨胀后实现对产品的扩口。图3为模具结构图。

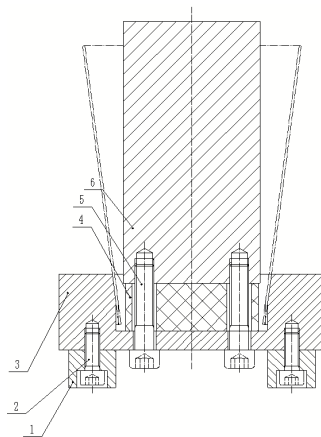


图3

1 垫板；2 内六角螺钉；3 凹模；4 聚氨酯；5 卸料螺钉；6 压块

模具工作过程：将模具固定到10t液压机下台面后，工件放入3#凹模内，利用凹模锥面定位，6#压块在10t液压机作用下，施加力量到4#聚氨酯，聚氨酯压缩后沿圆周变形实现对产品的扩口。液压机回程后4#聚氨酯恢复到初始状态，取出工件，然后重复下一个动作^[4]。

模具设计要点：

(1) 3#凹模工作表面粗糙度0.8，锥度和产品锥度保持一致，凹模底面让开产品2mm。凹模材料Cr12MoV，热处理硬度：HRC54-58。

(2) 4#聚氨酯圆柱面粗糙度0.8，聚氨酯厚度保证其压缩量10%时聚氨酯沿周均匀对产品施加压力。聚氨酯牌号选用8290。8290聚氨酯弹性体具有材料高强度、韧性好、耐磨等优异性能，同时具备了橡胶的高弹性和塑料的刚性^[5]。

4 模具实际应用效果

由于模具结构为软模结构，涉及到的模具零件相应很少，模具制造周期大约为5天，是传统钢模制造周期的10%，极大提前了模具和产品交付节点；由于模具结构简单，模具成本仅为传统钢模成本的20%。经试模和返修后，该软模结构最终加工出了合格产品，达到了模具设计的预期效果^[6]。在产品表面质量上，由于扩口为聚氨酯扩口，避免了钢模扩口工件时留下的“摩擦”痕迹，经软模扩口的产品表面质量非常好，光洁度不低于原始材料光洁度。通过对模具结构的技术创新，解决了一直以来制约产品交付节点的模具制造周期长的“瓶颈”难题，更实现了科研产品加工中的成本控制^[7]。

5 结束语

面对科研产品的迅猛发展和国有企业自身制度和政策等方面的限制，工艺设计人员必须进行技术创新，进行工艺精益研发，进而实现工艺设计和模具设计的最佳精益化，用最少的人力、最少的产品加工时间、最精益的工艺流程、最精艺的模具设计来满足科研产品的发展需要^[8]。模具设计和模具制造作为科研产品加工中的一个“瓶颈”问题，变相加大了科研产品成本投入的同时也严重制约着科研产品的交付周期，通过模具设计上的技术创新解决类似“瓶颈”难题，已经成为了科研发展不可或缺的关键点。在科研产品加工中，面对科研发展新形势，模具设计人员绝对不能站在能加工出合格产品的模具就是好模具的高度上，要立足于模具结构“精益、实用”模具制造周期短的高度上，力保科研产品彻底摆脱其长期受制模具周期长的“瓶颈”难题。

本文结合着科研产品的交付周期短的实际需求，进行了前期相关参考文献的资料的查询、知识收集，最终确定了软膜成型技术方案。在车间领导以及相关员工的支持与帮助下，模具图纸的设计和图纸评审工作进行的相当顺利；模具结构和关键尺寸取值保证了试模过程的一次通过，产品尺寸合格、稳定，产品光洁度、表面质量符合相关要求，产品在较短时间内完成交付，产品交付周期是传统产品交付周期的1/3，最终得到了车间领导和产品主管的肯定和赞赏。后续，软膜成型技术将作为工装设计的一个重要方面在车间推广，力争保证科研产品和国防需求全部按期按量按置交付。

参考文献：

- [1]国家标准总局.冷冲模国家标准.北京:国家标准出版社,1981:450-458.
- [2]郑大忠.模具结构图册.北京:机械工业出版社,1995:56-65.
- [3]李天佑.冲模图册[M].北京:机械工业出版社,1988:140-144.
- [4]田嘉生,马正颜.冲模设计基础[M].北京:航空工业出版社,1994:15-45.
- [5]李硕本.冲压工艺学.北京:机械工业出版社,1982:5-10.
- [6]王孝培.冲压手册.北京:机械工业出版社,2011.7:12-18.
- [7]肖祥芷,王孝培.中国模具设计大典.江西:江西科出版社第3卷:40-45.
- [8]梁炳文.钣金冲压工艺手册.北京:国防工业出版社,1989:85-90.
- [9]王同海.管材塑形加工技术.北京:机械工业出版社,1998:141-143.
- [10]李体彬.冲压成形工艺.北京:化学工业出版社,2008:203-205.