

研究简报

超塑性技术及其在渔业机械中的应用前景

EXCEED PLASTIC TECHNIQUE AND IT'S APPLICATION PROSPECT IN FISHERY MACHINERY

陈蔚文

CHEN Wei-Wen

(上海水产大学工程技术学院, 200090)

(College of Engineering Technology, SFU, 200090)

关键词 超塑性技术, 渔业机械, 锌基合金

KEYWORDS exceed plastic technique, fishery machinery, zinc alloy

中图分类号 TH142.2

众所周知, 渔业机械不同于汽车、家电等产品, 它品种少、批量小。它的许多冷冲压零件或注塑零件亟需一种新型制模材料, 使模具制造具有工艺简单、周期短、成本低的显著特点。本文介绍一种近几年在国外得到迅速发展, 在国内得到高度关注的新型制模材料, 希望引起我国渔业机械行业重视及推广使用。

1 金属超塑性概述与特点

金属受外力作用, 在完整性不破坏的条件下, 产生永久变形的性能称为塑性。通常用伸长率来表示。在拉伸试验时, 伸长率 δ 用下式计算:

$$\delta(\%) = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$

式中, δ ——伸长率;

L_0 ——试样原始标距长;

L ——拉断后试样的长度。

一般黑色金属在室温下的伸长率约为30%~40%, 铝、铜等有色金属约为50%~60%, 在高温下也难超过100%。但是, 某些金属或合金在特定的条件下, 组织结构、变形温度和变形速率、变形力等可以呈现异常高的塑性, 变形抗力也很小, 伸长率可以达到百分之几百, 甚至达到百分之一千至二千以上。这种现象称为“超塑性”。例如, Zn-Al₂₂合金在250℃时伸长率达到

1500%, $\sigma_b = 2\text{MPa}$; Ti-6Al-4V 合金在950℃时, $\delta = 1600\%$, $\sigma_b = 10\text{MPa}$ 。

超塑性并非金属材料所独有,一些非金属材料,如陶瓷、有机材料也能出现超塑性。

超塑性现象归纳起来有以下特点:①大变形。金属在超塑性状态下,可以承受大变形而不被破坏,对于复杂形状的零件,可以实现一次成型而不需要预成形工序。②无缩颈。超塑性材料在拉伸试验时,均匀变形能力极好,抗缩颈能力强,截面的收缩能力均匀地分布到整个变形区而无集中缩颈产生,并显出特大的伸长率。③小应力。进入超塑变形后的稳定阶段后,不存在应变硬化,金属的变形抗力很少。据郑智授[1985],如 Zn-Al₂₂ 合金在250℃时,流动应力只有2MPa。这样,零件成形时,所需设备吨位可大大减小。④易成形。⑤尺寸稳定,不存在硬化和回弹现象。

缺点是生产力低,生产中需要专门的加热装置,因此使推广应用受到限制,适用于小批生产。

2 超塑性技术的发展过程

金属材料的超塑现象早在20、30年代就被人们所发现,但研究工作从60年代中期才开展起来。以后转入应用阶段,而且越来越被人们所重视。据报道,超塑性技术的发展经历了以下几个重要阶段:1934年英国学者 C. E. Pearson 对 Sn-37%Pb 和 Bi-44Sn 共晶合金的挤压材料,进行缓慢拉伸时,出现伸长率达到2000%的奇妙现象,使拉伸试件成了一根均匀的细丝;1945年后,苏联科学家 A. A. Бочвар 等人用 Zn-Al 共析合金在高温拉伸试验中得到异常高的伸长率之后,提出了“超塑性”这个名词;1955年,西欧各国纷纷开始了这方面的研究,美国在60年代发表了关于超塑性研究的报道;1964年美国麻省理工学院学者 W. A. Backofen 对超塑性基本力学特性进行了研究,提出了有名的超塑性力学表达式: $\sigma = K\dot{\epsilon}^m$ (式中, K 为材料常数; $\dot{\epsilon}$ 为变速率; m 为应变速率敏感指数),推导出了与变形应力有关的应变速率敏感性指数 m 的概念及测量方法,为超塑性研究奠定了基础[曾健华 1997]。60年代后期,该技术进入了应用阶段。

我国金属超塑性的试验研究工作,开始于70年代末,迄今我国超塑性研究工作得到了迅速发展。80年代至今先后分别在北京和横滨举行了三次中日双边超塑性专题讨论会,大大地促进了我国超塑技术的发展。

3 研究超塑技术在渔业机械中应用的现实意义

渔业机械产品一般批量较小,产量不大,因此,其冷冲件或注塑件采用常规的钢制模具利用率较低,使零件成本增高,尤其影响产品更新换代的决心。在渔业机械中的推广超塑性技术具有良好的应用前景。

超塑合金制模工艺简单、周期短、成本低。与常规钢模相比,超塑合金模具采用浇注(压铸)成形的的方式,可节省大量的机械加工工作量。特别对于形状比较复杂的模具,无需高精度专用加工设备。一般情况下,可缩短制模周期70%左右。由于锌基合金 Zincalloy 材料可以重熔,反复浇注使用,这样就大大地降低制模成本。

采用超塑技术可以直接加工制作形状复杂的合金零件。利用锌基合金加温到250℃时具有

的超塑性能力采用浇注或压制形状复杂的合金零件。如膨化机中的变螺距螺杆,其车削工艺复杂,而采用数控加工成本费用较高。采用超塑性技术制作变螺距螺杆,不但制作成本可下降40%左右而且磨损后的螺杆回收,重新制作,随着重复使用率的提高,其成本仅仅为数控加工的螺杆20%~30%。据测算,赴大西洋鱿鱼钓所用钓具,如采用超塑技术制模加工,其成本可节约40%左右。因此,研究超塑性技术在渔业机械中应用具有十分重要的现实意义。

超塑性不仅在压力加工或注塑模具制造中应用,还可以在热处理、焊接、切割、切断等加工中得到广泛应用。超塑性的意义还远不止在于成形方面,它还会对金属学、冶金学、热处理工艺等带来深远影响,这应当成为我国渔业机械行业高度关注的一种新材料和一项新技术。

4 超塑性锌基合金在制模中应用

热塑性塑料注射成形有两个必要的条件,即熔化加压和冷却固化。由于塑料材料性能和成形制品尺寸大小都将影响其成形模具的工作条件。因此,塑料模具型腔在塑料注入和固化作用时,其温度和应力也要产生循环变化,所以制模中常用优质模具钢制作模具,并要经过热处理以提高材料的强度和硬度。据报道[钟志雄 1995]采用超塑性锌基合金制作型腔模的工作温度,在对塑料成形工艺进行分析可知,除个别塑料成形时模具温度在130~150℃以外,如聚甲醛 POM、聚砜;大部分塑料都在20~100℃范围内,这样模具的工作温度并不太高。热塑性塑料注射压力一般为40~130MPa,因此超塑性锌基合金材料适用于热塑性塑料注射成形、吹塑成形、乳胶发泡成形的模具,不适用于热固性压胶模具。因此,从最佳的工作条件上来讲,模具温度在100℃以下,型腔压力在70MPa 以下;从塑料材料上来讲,则适用于聚苯乙烯、ABS、聚甲醛和聚酸纤维;从成形的零件上来讲,则适用于透明壳类、深而狭的零件,如齿轮、凸轮、蜗杆、螺杆等,零件上的花纹也可以一次制造出来;从成形数量上来讲,适用于中小批量生产,如齿轮类、轴类零件在千件左右。

5 超塑性锌基合金材料

采用超塑性挤压模具型腔的新工艺就是利用超塑性材料在高温下具有大伸长率、低流动应力,而在室温下又有一定强度的特点来加工型腔的一种工艺。这样,可以使挤压模具型腔所需的设备吨位大大降低,缩短周期,降低成本和提高表面质量。

它常用材料有: $ZnAl_{22-0.2}$; $ZnAl_{4-1}$; $ZnAl_5$; $ZnAl_{5-0.03}$ 。

这几种超塑性锌基合金的化学成份见下表所示[曾建华,1997]。

表 超塑性锌基合金的化学成份

Tab Chemical composition of exceed plastic zinc alloy

元素(%)	铝	铜	镁	锌
铸态 $ZnAl_{22-0.2}$	20~24	0.18~0.25	无	余量
$ZnAl_{4-1}$	3.5~4.5	0.73~1.25	0.03~0.05	余量
$ZnAl_5$	4.5~5.5	无	无	余量
$ZnAl_{5-0.03}$	4.5~5.5	无	0.02~0.04	余量

上表所列的材料,在高温下(超塑温度)屈服强度使 $\sigma_s = 2 \sim 20 \text{Mpa}$,伸长率 δ 可达1000~3000%,而在室温经强化处理强度可达430~500Mpa,使用温度为250~350℃正好满足了制作模具的性能要求,而且这几种锌基合金的超塑性容易获得。特别是铸态 $\text{ZnAl}_{22-0.2}$ 合金可不经轧制便获得超塑性。 $\text{ZnAl}_{5-0.03}$ 经30%的变形量轧制后就具有超塑性。

6 结论

(1) 锌基合金模具是一种快速、经济的冷冲压及注塑模具。由于这种模具结构简单、制造方便、制模周期短,而且锌基合金材料可以反复使用,制作成本低因此特别适合于渔机新产品试制及小批量生产。

(2) 超塑性锌基合金模具技术是一项新颖、先进制模技术,如同常规金属切削技术一样,仍有一定的局限性,最终代替不了钢制模具。因此,在推广应用时,要应用它的优点以解决钢模所不便的问题,两种技术互相补充,取长补短。

(3) 超塑性制模技术尚在飞速发展,超塑性能及其应用,有待进一步探索和开拓,尤其是在标准化和系列化方面,更可以大有作为。

(4) 有关超塑性锌基合金材料分析和制备、超塑性模具设计及制模工艺等技术和方法,由于篇幅限制,在此不一一展开。如需深入研究,可查阅有关文献资料。

参 考 文 献

- 钟志雄. 1995. 塑料注射成型技术. 广州:广东科技出版社. 332~337
郑智授. 1985. 锌基合金冲压模具. 北京:中国农业机械出版社. 18~20
曾健华. 1997. 锌基合金模具的设计制造及应用. 北京:机械工业出版社. 178~181