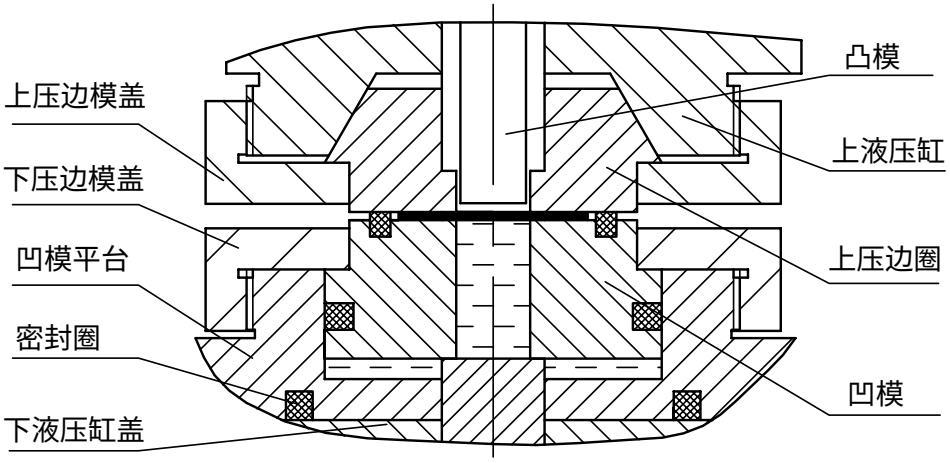


图 4-12 合模处密封的液压拉深模具

在本节中，在我的导师宋玉泉教授“精冲模架”发明专利的基础上，依据不同的液压拉深方法设计出了三套盒形件液压拉深的模具，其结构分别如图 4-10，4-11 和 4-12 所示。

这三种结构模具的主要不同之处在于凹模和上压边圈之间的密封措施不同。图 4-10 的模具结合处没有密封圈：采用此模具进行拉深的过程是充液拉深但是采用此模具进行拉深时高压液压从毛坯与凹模之间的间隙溢出时，容易对人造成伤害。因此在使用此模具进行拉深实验时应该采用适当的保护措施防止液体飞射伤人；图 4-11 的模具结构：在毛坯与凹模之间加上了密封圈，液体不能泄漏出来，采用此套模具进行拉深的过程是液压机械拉深。图 4-12 的模具结构：凹模与上压边圈之间的密封圈采用聚四氟乙烯，拉深时液体由毛坯与凹模之间的间隙流出，但由于密封圈的阻档，所以液体不能溢出，而且还会对毛坯周向产生压力，因而采用此模具拉深时，拉深过程是周向充液拉深。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

第五章　结论

5.1 结论

在阅读大量有关液压拉深技术和盒形件拉深文献的基础上，本论文综述了拉深技术的研究进展、液压拉深技术的发展状况和技术特点等；总结了盒形件拉深的研究进展。盒形件广泛应用于生产中，而且是典型的非轴对称拉深件。虽然人们对于盒形件拉深的成形机理和工艺过程进行了大量的研究，然而盒形件是一种非轴对称的零件，所以对于盒形件的成形规律及工艺的研究仍然未能直接应用于工业生产中，且以前的研究主要是针对传统工艺的盒形件成形。

针对典型的非轴对称零件——盒形件的液压拉深技术，本论文通过数值模拟的方法得出如下的结论：

1．将液压拉深应用于盒形件后，相比传统的拉深工艺可以获得更好的壁厚分布和极限拉延比，然而拉延过程中需要更大的冲头力。这和圆筒件的液压拉深体现出的特点是一样的。

2．在盒形件的液压拉深过程中，初始预胀形能产生软拉延筋效果和反拉深的效果，从而能提高拉深件的表面质量和提高拉延比。然而过大的预胀形力也不利于盒形件的成形。

3．在本论文中将液体的加载分为两个阶段——预胀形阶段和冲头压下阶段。本论文针对两个阶段的几组不同的压强下的液压拉深过程进行了数值模拟，结果显示两个阶段的压强都将影响到成形的效果。两个阶段中的压强过大时都会导致侧壁的破裂。

4．盒形件的液压拉深过程中，当胀形压强较小(本节中选用的预胀压强均为 1MPa)时，压边圈内圈与冲头之间的侧隙对成形的影响不大。然而过大的侧隙会导致褶皱和凸起的发生。

5．在本论文中，在我的导师宋玉泉教授“ 精冲模架 ”的发明专利的基础上，设计出了用于液压拉深的装备，并针对不同的液压拉深成形工艺设

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

计出了三套模具。

5.2 后续工作

液压拉深成形有成形零件的壁厚分布均匀性较好、可获得较大的拉延比的拉深件等优点。人们也已经提出了很多不同的装置及工艺来实现液压拉深。然而，目前在覆盖件成形等领域液压拉深的应用还是很少的。对液压成形的规律及参数控制没有积累足够的经验资料是一个很大的原因。本论文中提出了盒形件液压成形的一般规律。但是也只对反复实验提供了一定的借鉴，还不能用于快速产品开发。为了将液压拉深技术用于快速产品开发及工业用品的大量生产，希望在本论文的基础上进行如下的工作：

1．提出一种能快速确定液压拉深中液体压强曲线的方法，以指导实验及数值模拟，减少试验的次数。

2．能找出冲头与上压边圈内圈之间间隙的确定方法，包括相应的经验公式或理论公式。

3．进一步通过实验、数值模拟、物理模拟及理论推导的方法，依据拉深条件(包括拉深深度、材料等)确定冲头与上压边圈之间的侧隙。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参考文献

[1] 李硕本. 冲压工艺学. 北京：机械工业出版社，1982.103~104

[2] 肖景容，姜奎华. 冲压工艺学. 北京：机械工业出版社，1990.73~121

[3] 朱东波，孙琨，李涤尘，卢秉恒. 板料成形回弹问题研究新进展. 塑性工程学报，2000，7(1)：11~17

[4] 徐丙坤，施法中. 拉延筋约束阻力的一种解析计算方法. 锻压技术，2001，6：11~13

[5] 徐丙坤，施法中. 板料冲压成形数值模拟中等效拉延筋模型的建立与实现. 锻压技术，2000，6：24~27

[6] 朱勇建，那景新，闫亚坤，胡平. 应用直接法求解拉延筋约束力. 吉林大学学报(工学版)，2003，33(1)：92~97

[7] 李淑慧，林忠钦，包友霞，郭瑞泉，吴华. 改进的等效拉延筋阻力模型及其应用. 中国机械工程，2002，13（7)：558~563

[8] 邓陟，王先进. 薄板单向拉伸与双向拉伸应力应变关系分析. 北京科技大学学报(英文版)，1994，1(1~2)：70~75

[9] 郭乃成，罗子健，吴建军．变薄拉延过程的上限模型及其应用．西北工业大学学报，1994，12(l)：123~128

[10] 王东哲，杨曦，何丹农，娄臻亮，张永清. 圆筒件极限拉延比影响因素研究. 锻压机械，2000，3：30~32

[11] 谭晶，赵振铎，孙胜. 液压成形技术的最新进展. 锻压机械，2001，2：11~15

[12] 王保华，唐景林，李群. 薄板充液拉深法兰起皱失稳研究. 锻压技术，2003，2：18~20

[13] 李东升,周贤宾. 双曲度覆盖件拉延回弹研究. 金属成形工艺，2003，21(3)：30~33

[14] 陈炜,林忠钦，徐伟力，陈关龙. 覆盖件拉延模型面的特征组装配建模技术. 上海交通大学学报，2001，35(1)：123~127

[15] 余雷，袁国定，陈炜，岳陆游，仲志刚. 基于特征的拉延模具结构参数化建模方法研究. 电加工与模具，2002，2：34~37

[16] Deng Zhi, Wang Xianjin. General Computer Model for Sheet Metal Deep-drawing

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Process. Journal of University of Science and Technology Beijing, 1995, 2(1): 35~43

[17] 邱仲杰，文先忠. 八角形盒的拉伸工艺. 模具工业，1994，12：23

[18] 谭建周，吴伯杰. 应用 UGII 设计汽车覆盖件的拉延件. 现代制造工程，2002，1：29~30

[19] 张扬，张连洪，李双义，王洪志. 三维 CAD 环境下汽车覆盖件拉延工艺设计.锻压机械，2002，4：54~58

[20] 张扬，张连洪，李双义，王洪志，丁晓东. 汽车覆盖件拉延工艺 CAD 设计. 汽车工艺与材料，2000，11：25~29

[21] 李东升，黄小明，胡世光. 汽车覆盖件拉延筋的单元模拟试验研究. 北京航空航天大学学报，1995，21(2)：66~71

[22] 李东升，黄小明，胡世光. 汽车覆盖件成形中拉延筋约束力的模拟计算. 塑性工程学报，1994，1(3)：59~65

[23] 徐丙坤，施法中，徐国艳. 确定拉延筋约束阻力的一种数值模拟方法. 中国机械工程，2002，13(12)：24~27

[24] 王光辉，刘评. 球面形状零件含拉深筋拉延的计算机模拟. 计算机辅助工程，1999,3：75~78

[25] 胡金华，史艳国，张涛，孙惠学. 半球形件冲压成形拉深筋影响研究. 塑性工程学报，2001，8(1)：43~46

[26] 张立文，陈磊，王富岗. 板材超塑性拉延过程的数值模拟. 金属成形工艺，2002，20(1)：29~31

[27] 王立东，阮雪榆，胡世光. 复合板拉延成形的计算机仿真. 计算机辅助设计与制造，1997，4：48~49

[28] 王立东，阮雪榆. 双金属板材拉延成形的计算机辅助设计. 计算机辅助工程，1998，3：60~63

[29] 邵鹏飞，倪向贵，王秀喜，车玫，吴胜华. 金属板料拉延二次成形的有限元法模拟. 应用力学学报，2001，18(1)：104~110

[30] 朱谨，王学文，阮雪榆. 轴对称拉延工艺规划的专家系统设计技术. 上海交通大学学报，1994，28(3)：135~138

[31] 高凯祁，胡世光. 专家系统技术在覆盖拉延件工艺设计中的应用研究. 中国机械工程，1998，9(3)：35~40

[32] 高凯祁，胡世光. 人工神经网络在覆盖拉延件要领设计中的应用. 中国机械工程，1999，10(1)：52~55

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net