4-5 是采用上述条件成形的盒形件的部分区域的厚度。模拟结果显示当胀形压强为 5MPa 时，盒形件口部拐角处的厚度(此处的厚度大时，起皱的趋

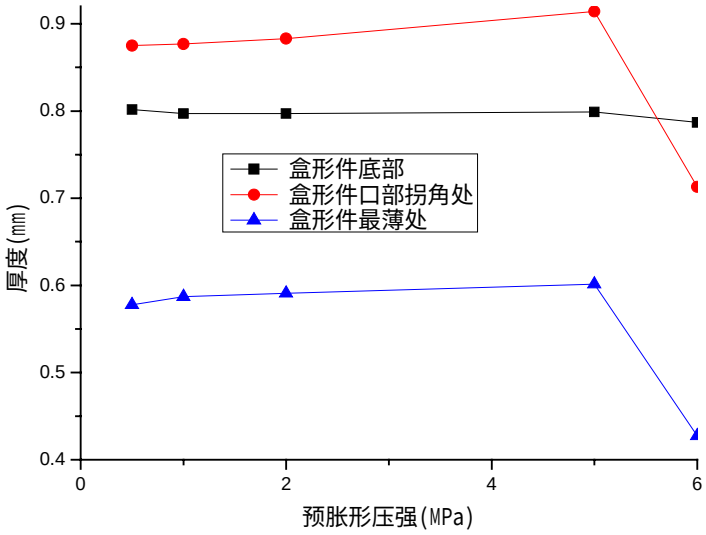



图 4-5 预胀形压强对成形的影响

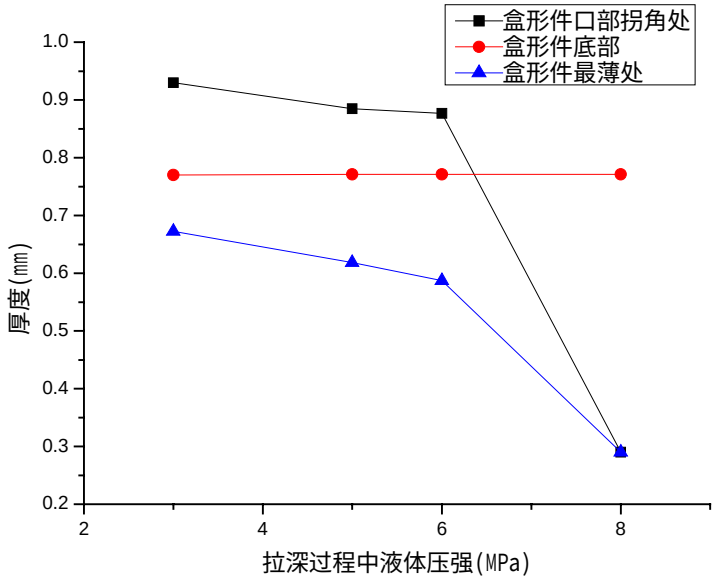



图 4-6 液体压强对成形的影响

势亦大)及盒形件最薄处厚度均达到最大值，而当胀形压强增大至 6MPa 时会在侧壁处拉裂。所以，在胀形阶段的压强只要能在可接受的时间内将毛坯中部胀形至冲头底部就可以了，而不宜过大。第二组模拟中初始胀形阶



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

段的压强采用 1MPa，冲头下压阶段的压强分别取 3MPa、5MPa、6MPa、8MPa，图 4-6 显示了第二组模拟条件下，成形后盒形件部分区域的厚度。当压强取 3MPa 时盒形件的各处厚度都较大，但是在盒形件的口部拐角处出现了轻微的褶皱。当压强取 8MPa 时，则发生了侧壁拉裂。

从模拟结果可以看到，液体背压也不是越大越好。在预胀形阶段如果液体压强过大，则会使壁厚发生严重变薄，甚至拉裂；在冲头下压的阶段如果压强太大，也会产生压边力太大(压边力=液体压强×紧贴上压边圈的毛坯的面积)，使得拉深过程中不能将法兰处的金属拉入，造成盒形件的侧壁发生破裂。

### 4.1.4 冲头与上压边圈内圈之间的侧隙对成形的影响

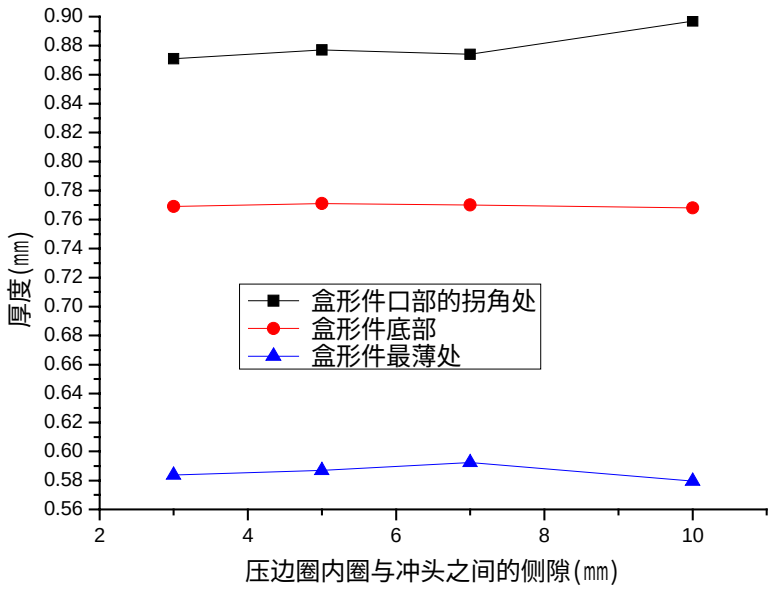



图 4-7 冲头与上压边圈内圈之间的侧隙对成形的影响

要想在液压拉深过程中形成软拉延筋，必须在冲头与压边圈的内圈之间留有一定的间隙。在本节对上节中的盒形件在冲头与上压边圈内圈之间间隙为 3mm、5mm、7mm、10mm 时的液压拉深情况分别做了数值模拟。在这四个模拟中均取液体的最小压强为 1MPa，最大压强为 6MPa，冲头与



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

压边圈之间的距离为 3mm。

图 4-7 显示了在上述条件下通过模拟得到的盒形件的各处厚度。可以看出在二者之间的侧隙为 3mm、5mm、7mm 时的各处厚度相差不大。然而，从模拟结果可以看到当二者之间的侧隙达到 10mm 时，在盒形件的口部拐角处出现了明显的褶皱和凸起。这说明了当胀形压强较小(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。然而过大的侧隙将导致容易出现褶皱和凸起。

## 4.2 液压拉深装置及模具

### 4.2.1 液压拉深装置

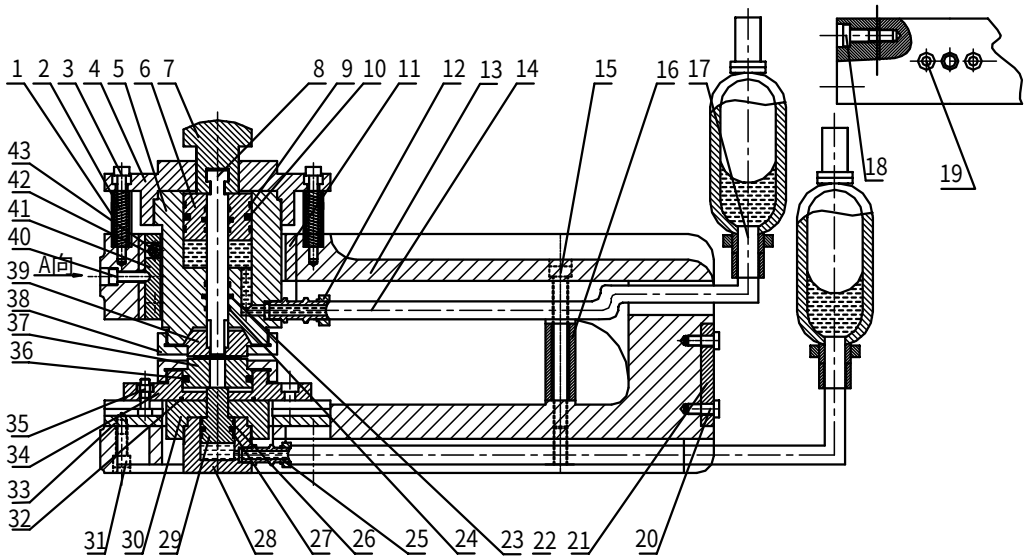



图 4-8 液压拉深装置与模具总图

1 弹簧护套 2 预压力弹簧 3 限位螺栓 4 上端盖 5 上液压缸 6 上活塞 7 上压头 8 凸模 9 导向环 10 孔用方形圈 11 固定衬套 12 卡套式端直通管接头 13 模架主体 14 高压管道 15 预应力支撑杆 16 支撑杆外套 17 蓄能器 18 衬套压紧螺钉 19 轴承板螺栓 20 加强板螺钉 21 预应力加强板 22 高压管道 23 轴用方形圈 24 导向环 25 卡套式端直通管接头 26 导向环 27 孔用方形圈 28 下液压缸 29 下活塞 30 下液压缸盖 31 工作台螺栓 32 密封圈 33 工作台 34 凹模平台 35 平台螺栓螺母 36 密封圈 37 凹模 38 压边模盖 39 上压料板 40 调整螺钉 41 轴承套板 42 轴承 43 轴承轴



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

本节中在我的导师宋玉泉教授申请的发明专利“ 精冲模架 ”(发明专利，专利号 :03127639.3)[134]的基础上增设自行设计的盒形件液压拉深的工装和模具。其中悬浮模架已由我的师姐于文汇依据宋老师的思想设计出来了，与我同届的另一位硕士生刘鹏又在此基础上完成了模架全套加工图纸的设计，部分强度、刚度分析等工作，此套装置目前正在加工。

盒形件液压拉深的装置及模具如图 4-8，此装置的特点是：当模架导向部分的滑动面因磨损产生间隙时，可以借助调节螺栓的调整，消除间隙；无需液压和气压源，便能施加背压和压边力的气液结合弹力结构，而且弹力的大小及弹力变化的陡度或平稳度均可调。因此，具有结构简单、造价低和使用寿命长的优点。可在单动液压机上实现液压拉深。

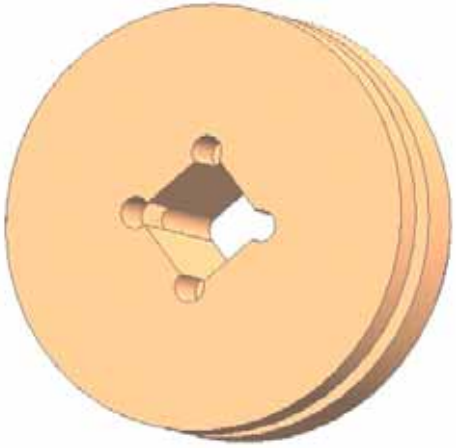


图 4-9 凹模

在精冲模架上加上设计的模具后其工作过程为：首先按照图中的位置关系组装模架及模具，根据需要的压强及流量给蓄能器中充入液体及气体(上液压腔产生的力需要大于下液压腔产生的力)。接下来，当液压机带动冲头下压时，由于流体室的压强抗力，所以冲头将带动上液压缸及上压边圈一起下降，下活塞由于也受到蓄能器中气体产生的液体抗力的作用，和上压边圈一起形成了压边作用。由于上液压腔产生的力大于下液压腔产生的力，所以上冲头的持续下压会带动凹模及下活塞一起下降，此时凹模及凹模平台之间的液体将由凹模下面的小孔流至凹模腔(凹模的结构如图 4-9)，同时产生液体反胀力(液压拉深过程中的预胀形)。随着凹模的下降，



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

凹模接触凹模平台的底部。这时冲头将会相对上压边圈向下运动并对工作进行拉深。至拉深结束后各部件将会在液压腔中液体压力的作用下复位。在此模架上进行液压拉深不需要溢流阀。

### 4.2.2 基于悬浮模架的液压拉深模具

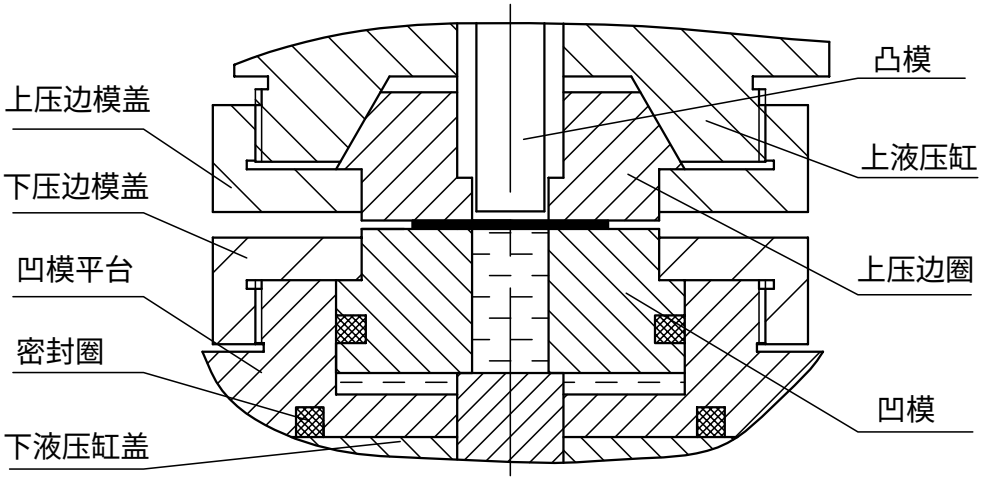



图 4-10 合模处无密封的液压拉深模具

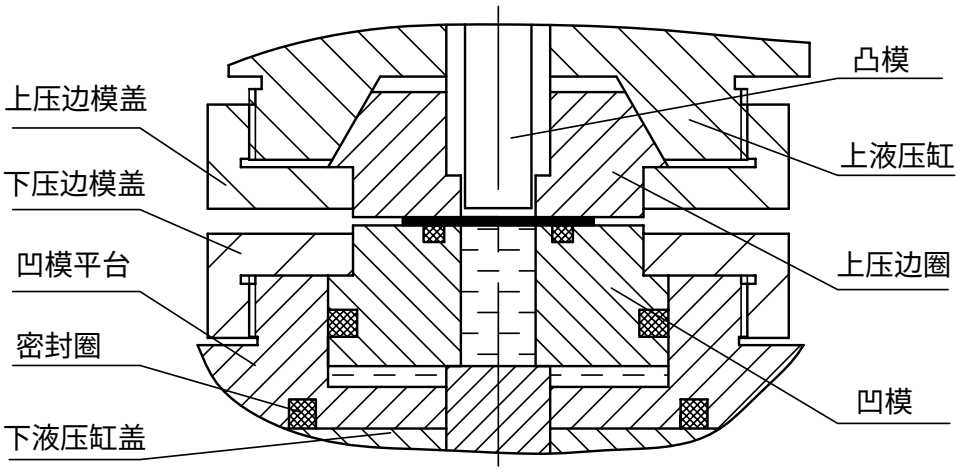



图 4-11 毛坯处有密封的液压拉深模具



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