不锈钢拉深件的模具设计

石家庄建筑机械厂 （河北 050031） 曹志霞 蔡红立 杨秀英

一、零件分析

图1是我厂生产的一个直圆筒形零件——泡帽，材料是1Cr18Ni9Ti。经计算泡帽的展开尺寸为 D_0 = 272mm，拉深系数 $m = d/D_0 = 114/272 = 0.419$，毛坯的相对厚度 $\delta/D_0 = 3/272 = 0.011$，按照常规的拉深方法，即平端面凹模拉深法，完成此零件至少需要两道拉深工序，即两副拉深模，考虑到此零件批量小，本着保证零件质量、减少模具数量、简化模具结构的原则，我们设计了采用圆锥形凹模拉深成形的方法，实践证明这种做法是正确的，而且取得了比较满意的效果。

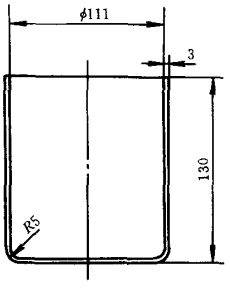


图 1

二、模具设计

1. 理论分析

采用锥形凹模拉深，与平端面凹模拉深相比，毛坯变形区具有更大的抗失稳能力，减小了起皱的趋向。同时，建立了对拉深变形极为有利的条件，如：凹模圆角半径造成的摩擦阻力和弯曲变形的阻力都减到很低的程度；凹模锥面对毛坯变形区的作用力也有助于使它产生切向压缩变形等等，拉深所需的凸模作用力比平端面凹模时要小得多。因此，可以采用很小的拉深系数。

拉深力 $F_{max} = \pi d\delta\sigma_b K_1 = 3.14 \times 114 \times 3 \times 550 \times 1.16 = 685\,140$N，由于不锈钢材料1Cr18Ni9Ti具有对应力敏感、对速度敏感等机械性能，我们选择本厂现有的1000kN（100t）油压机，拉深时适当地放慢凸模下行的速度，以利于不锈钢材料的成形。

用锥形凹模拉深时，毛坯不致起皱的条件是：$\delta/D_0 \geqslant 0.03(1-m)$，而 $\delta/D_0 = 0.011$，$0.03(1-m) = 0.017$，可见该零件不满足条件，这就意味着模具设计需要使用压边圈，如果不使用压边圈，拉深时肯定会起皱。而另一方面，此零件高度较大，若设计上弹性压边装置后，致使凸模过长，模具的整体高度偏高，设备的行程加大，弹性压边力在整个行程中大小不均匀，这样不利于成形。因此，我们在拉深过程中增加一道退火工序，及时地消除材料的应力集中和冷作硬化现象，从而提高毛坯的变形能力。这样采用锥形凹模拉深时不再使用压边圈，从而简化了模具结构。

2. 工作原理

图2为圆锥形拉深模结构示意图。模具工作时，拉深凸模缓缓下行，紧紧压在平板坯料上，迫使坯料在凸模的作用下沿着凹模锥面进入凹模空腔内，逐渐变成锥形。随着凸模继续向下移动，坯料逐渐进入直壁圆孔部分，被拉深成直壁筒形件，此时完成拉深过程。凸模上移退出，液压机的下顶出缸向上移动，通过顶杆把零件从凹模内顶出。

3. 凹模设计

图3是拉深凹模的结构简图。圆锥形凹模的锥角是一个非常重要的工艺参数，它直接影响拉深变形区的塑

（3）严格控制底座1、型腔2、导向套4的工作部分高度，使零件成形后达到图样尺寸要求。

（4）型腔2和导向套4工作部分表面粗糙度值 R_a = 0.8μm；压柄7的外圆直径与零件内孔间隙取为1mm，表面粗糙度值 R_a = 0.8μm，过渡圆角 R1mm。

（5）模腔排气是要解决的关键问题，通过在模腔拐角处做若干 φ2mm 的工艺孔，模腔排气顺畅，从而使零件的各个过渡圆角达到图样规定的 R2mm 要求。

模具的试制成功，简化了生产工序，提高了产品成品率，从而显著降低了产品成本。特别是对形状类似、结构复杂的零件成形，聚氨脂成形模具具有较宽的适用性、较大的推广价值。冷

（收稿日期：20040810）

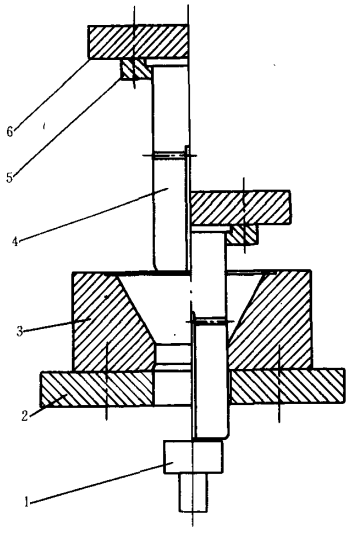


图 2
1. 顶杆 2. 下模座 3. 凹模 4. 凸模
5. 凸模固定板 6. 上模座

性变形能力和传力区的承载能力。锥角 α 取大值，毛坯不容易起皱，α 取小值，拉深力 F 减小，毛坯不容易拉裂断底，为了兼顾这两方面的要求，取 $\alpha = 30° \sim 45°$。直壁部分高度 $H_1 = 30 \sim 40mm$，凹模圆角半径 R 取大一些有利于成形，我们选了 $R = 24mm$，端口部 R 的起点应在 D_0 上。由于零件的直径尺寸标在内径上，所以它的间隙靠扩大凹模的内径 D 来获得，取单面间隙 $c = 1.1\delta = 3.3mm$，所以 $D = 117.6mm$。

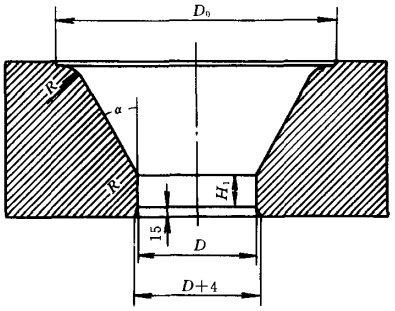


图 3

4. 凸、凹模的材料

拉深模的工作特点是承受的冲击负载较小，压力负载和摩擦负载较大。考虑到零件的批量较小，我们选用价格低、易加工、具有良好力学性能的球墨铸铁 QT500-7 作为拉深模主体——凸模和凹模的材料。由于能将凸模、凹模的外形铸出，所以使加工量减少，加工费用降低，加工周期缩短。加工时留一定的修磨量，进行等温淬火处理。经过淬火，材料表面强度和硬度提高，但内部还保留较好的韧性和塑性，在批量小的情况下完全能满足使用要求。

三、应注意的几个问题

1. 工件的热处理

拉深工序是一种压缩类成形，极限变形程度取决于传力区危险断面的承载能力。前面分析了拉深时肯定会起皱，为了消除材料在拉深过程中产生的内应力及冷作硬化，降低变形抗力，提高变形能力，需要进行中间退火和成品退火，并且每次退火以后都在进行酸洗，以便去除氧化皮，提高零件表面质量。在实际操作中我们选择当坯料有起皱的趋势而还没有起皱的时候停止拉深（通过限位块来实现），取出工件后进行一次高温退火。退火方法是：将锥形坯料加热到 1150～1170℃，保温 30min，然后迅速水冷。这样使坯料的拉深性能得到大大改善，有利于后续的拉深，这就弥补了没有压边圈的缺陷，解决了起皱问题，实际效果很好。

2. 模具的润滑

在拉深中使用有效的润滑剂，可以减少材料与模具的摩擦，降低变形阻力，有利于拉深成形。同时具有冷却的作用，还可以保护工件表面不被划伤，提高工件的表面质量。我们选用的是酸化石蜡油，使用时均匀涂到凹模的锥面和圆角上，以及毛坯与凹模相接触的变形区部分。

用锥形凹模对直圆筒形零件进行拉深，它比平端面凹模拉深降低了拉深系数，提高了坯料和变形能力，这种方法模具结构简单，制成的零件表面光滑平整，厚度均匀，不存在中间工序中圆角部分的弯曲与局部变薄的痕迹，零件质量较好。同时在拉深过程中增加一道退火工序，这又进一步提高了毛坯的变形能力，使这一零件在不使用压边圈的情况下顺利拉深成功。

（收稿日期：20040802）

信息

“网上稿件查询服务”已经开通

为方便广大作者及时查询投稿处理情况，我社已正式开通“网上稿件查询服务”。如需了解详情及查询投稿处理情况，请登录：

http://www.machinist.net.cn