

工程机械油底壳产品开发技术

文 | 杨宾 · MFC 专栏作者

通过对工程机械油底壳冲压件产品开发的描述介绍，说明了在此产品开发中涉及到的对冲压工艺分析，产品冲压工艺性，油底壳模具制造技术等各方面具有代表性的油底壳产品技术。油底壳产品冲压难度高，工装制造维护技术要求高，因此一直是发动机总成中冲压产品的一个难点。本文从工程机械油底壳的产品工艺性分析，产品修改，到工装模具的开发，制造进行了阐述。关键词：油底壳，冲压，工程机械。

产品介绍

工程机械油底壳主要使用在工程机械发动机上，它的特点是储油量较大，通用性强。是前途比较看好的一款产品。该产品与我之前的 A 油底壳有一定的区别：外形基本对称。有别于以往的油底壳，没深浅端，只有中间一个蓄油槽。

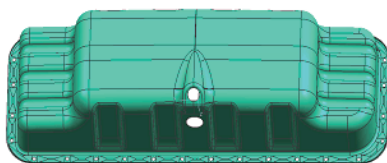


图 1 工程机械油底壳数模



图 2 A 油底壳数模

由于该产品两肩端各有三处深筋。使得拉延的难度加大，拉延出现极限的可能性加大。

为提高工程机械油底壳的产品质量，延长模具的使用寿命，结合现生产 A 油底壳拉延出现的质量缺陷（拉痕），整形面难加工易磨损及冲孔一直采用两套模具联合安装的成本浪费，最终确定采用新工艺，新结构的工艺方案。

工艺技术分析

产品描述

工程机械油底壳上有一个油槽，两肩端各有三处深筋。

工程机械油底壳法兰面上有密封压花。

油底壳法兰面以前的设计是平面，油底壳安装在发动机缸体上，主要是以螺钉固定油底壳法兰面压死密封圈，起到防止漏油的目的。但是在实际使用过程中，经常是在两螺钉孔间漏油。经过对拆卸的漏油的油底壳进行分析研究发现：两螺钉孔间的法兰面是隆起的。原

因是上紧螺钉后，油底壳法兰面起伏变形，受力的部位凹陷，不受力的部位隆起。油就从隆起的部位渗出。

为了防止类似的漏油事件再次发生。康明斯采用了新的设计方案：在油底壳法兰面的螺钉孔间加一个 3.2mm × 18.5mm 的平面，并且高于螺钉孔面 0.38mm。当上螺钉时，由于板料的弹性变形，两螺钉孔间法兰面的压力会随着螺钉上紧而不断整大，最后实现整个法兰面全部压死，理论上解决了油底壳法兰面漏油的问题。

工程机械油底壳采用了以上的结构。

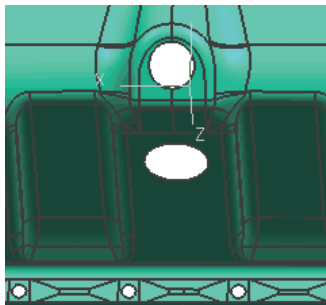


图 3 密封压花

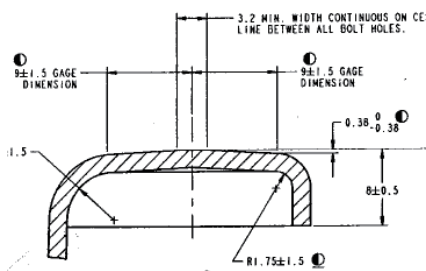


图 4

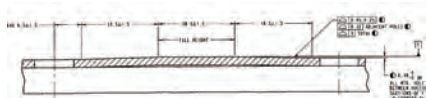


图 5

工程机械油底壳上有 2 个油孔。

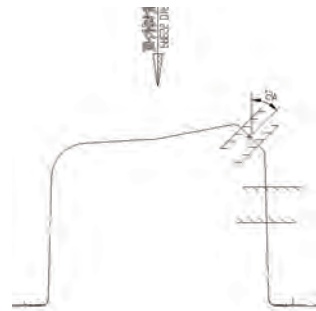


图 6

工程机械油底壳采用超深冲级钢板特殊材料，板厚 1.8mm。

产品系列	拉伸深度	备注
工程机械油底壳	218 ± 1mm	

生产要求

生产纲领及节拍

系列	年生产纲领	节拍	备注
工程机械油底壳	30000 辆	1 ~ 1.5 分钟 / 件	考虑新产品的扩展

$$\text{节拍} = (\text{年工作日} \times \text{每班工作时间} \times \text{班制} \times \text{设备开动率} \times 60) / \text{年生产纲领}$$

生产品种及方式：多品种混流生产。
 冲压质量要求：零件表面无坑包、划伤、起皱、极限及开裂。压字清晰，压花明显。翻边到尺寸，冲孔修边无明显毛刺。

产品工艺性分析

油底壳产品的拉伸特点如图 7 表示：



图 7

如图 7 所示，由于拉伸高度最高只有 218mm，因此在拉伸过程中，角部不易开裂，而是两侧的斜面过陡极易开裂。而在四角的过渡位置由于材料流动不均匀容易发生起皱现象。目前在油底壳制造工艺中，多采取了涂抹拉伸油，垫塑料布等方法，均衡材料流动速度，并且采用多次拉伸方法，以解决以上现象。

分析工程机械油底壳产品，从冲压工艺角度来看，由于油底壳上下与左右材料流动量不同，同时压料面积大，都妨碍了材料的均衡流动。而有利于工艺性的是产品四个角部设计的鼓包，鼓包的设计有效的吸收了角部多余的材料，防止了材料的堆积，减少了拉伸起皱的可能。

工艺实验及对比分析

以下是对原始产品进行的 CAE 分析：



图 8 一拉

拉伸高度 105（采用了 2 次拉伸，图 8 为一拉）



图 9 拉伸结束示意

从图 9 可以看出，原始产品采用 2 次拉伸，第二次拉伸结束时，发生开裂。

经过分析后，认为从产品冲压工艺性角度应对产品进行以下修改：

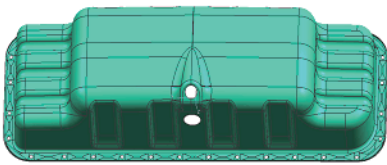


图 10

与工程机械油底壳项目技术人员进行讨论后，提出了以上修改意见，并且收到了反馈意见。我们认为产品侧壁的拔模角只有 1.5mm，对零件的冲压工艺已有一定的影响，再加上筋深 12.8mm，材料过于急促的从平面过渡到深筋势必会造成流动速度加快，变形剧烈，无法满足冲压工艺要求。客户认为对筋的高度抬高 6mm，不会影响发动机总成在此位置处的其他机构的装配，因此同意了修改意见。

我们对更改后的产品进行了 CAE 分析结果如图 11：

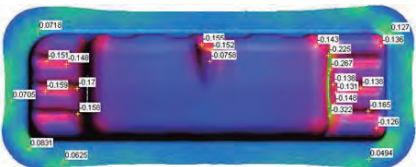


图 11 二拉结束后材料变薄状态

从图 11 可以看出，局部材料变薄率最大的区域为 7%。处于安全区域。

从以上结果可以看出，更改后的产品已经基本消除了开裂的风险，同时在 2 道拉伸工序结束后，零件 CAE 分析显示零件依然处于安全状态。从以往经验来看，已经可以保证调试出合格的拉伸产品了。

冲压工艺分析

冲压工艺顺序

由于产品结构规则，深度不深，除了法兰面上的孔，还有两处油孔，所以采用两次拉深，三次冲孔来完成整个零件。

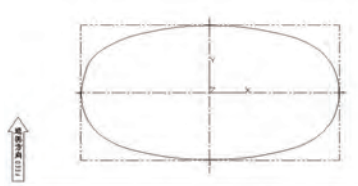


图 12

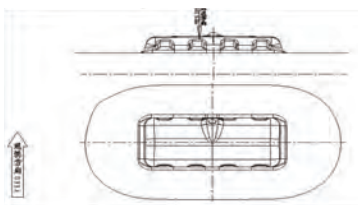


图 13

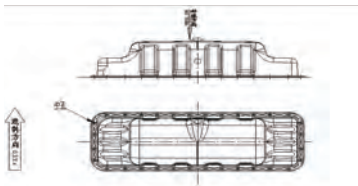


图 14

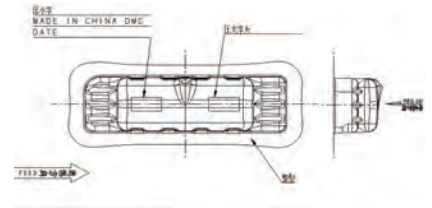


图 15

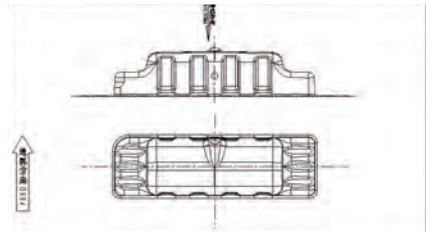


图 16

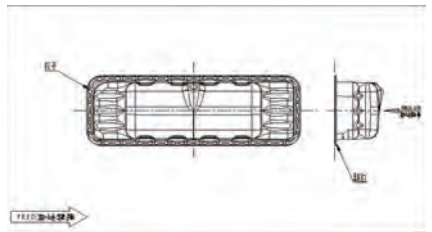


图 17

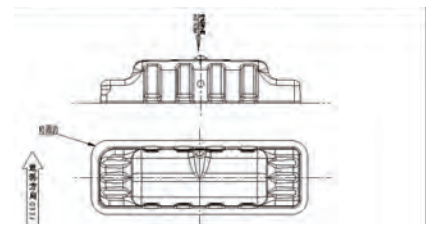


图 18

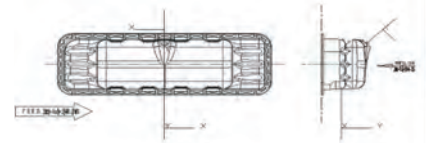


图 19

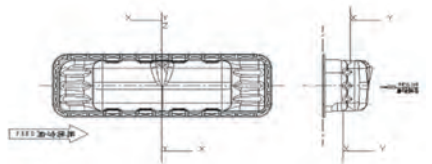


图 20

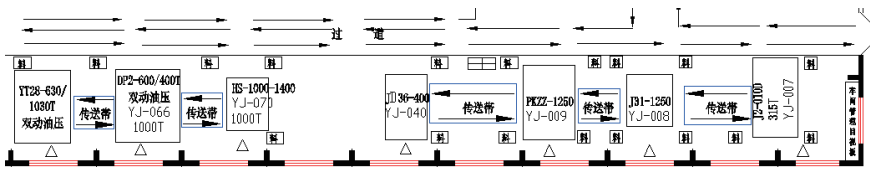


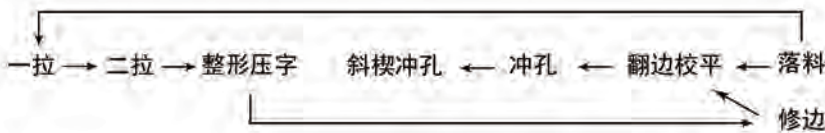
图 21

我们提出并验证：80，90 序可以利用一个吊楔一个斜楔一个驱动，实现一套模具冲两出带角度的两个孔，省了一套模具的设计费用，加工费用，材料费用，人工费用。如下图：

设备布置及连线生产

生产车间设备平面布置图，如图 21。

生产流程



模具序号	模检具名称	使用压床	附注
1	落料模	315T	
2	拉延模（一拉）	1030T	
3	拉延模（二拉）	1000T	
4	整形压印模	1000T	
5	修边模	315T	
6	翻边校平模	1250T	密封压花
7	冲孔模	1250T	发兰面上孔
8	冲孔模	400T	联合安装冲侧面两孔 (取消一套模具)
9	冲孔模	400T	

模具设计情况

冲压工艺验证结束后，在模具设计阶段的问题就减少了许多，在以往的油底壳模具设计中积累了丰富的经验，因此在模具设计过程中的问题就是总结以往经验，在新的开发项目进行应用。

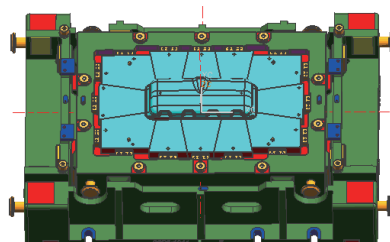


图 22 一拉模具实际设计三维实体

在模具设计中采用了镶块式结构，保证了工作部分的耐磨性能。在 CAE 基础上有效的减少了不必要的工作表面，节约了材料费用。

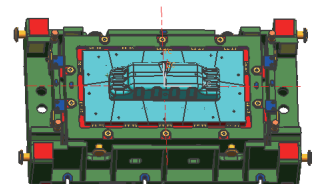


图 23 二拉模具实际三维实体

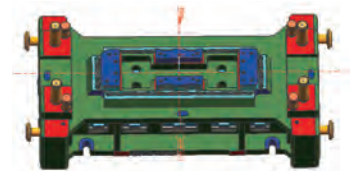
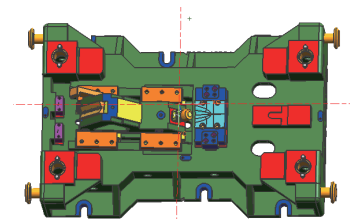
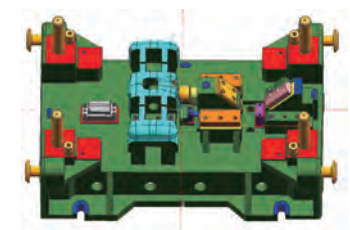


图 24 冲孔模实际三维实体

在设计冲法兰面孔的模具中，打破了以往的经验，把凹模放置在下模上，这样凹模可以采用镶套，易更换。而且油底壳扣放在模具上，易取件，节约了冲压中取件的时间。



斜楔冲一孔



吊楔冲一孔

图 25 冲角度孔模具实际三维实体

我们首次大胆利用一个吊楔一个斜楔一个驱动，实现一套模具冲两出带角度的两个孔，省了一套模具的设计费用、加工费用、材料费用和人工费用。

模具制造情况

由于第一次拉深，拉深圆角硬化，第二次拉深，很难让硬化的圆角材料再次变形，形成了起皱鼓包。通过增大一拉的拉深圆角，以及在侧面槽的根部加过度斜面，消除了起皱鼓包，如图 26。

采用热处理的新工艺，对用在拉延模上的合金镶块进行 PVD 处理，增强合金镶块的耐磨性，以达到拉延前不加润滑油，不垫塑料薄膜，镶块不磨损，

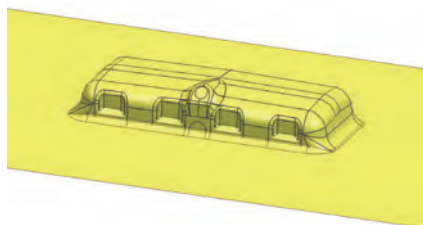


图 26

油底壳侧面的拉痕不出现。

PVD 技术要求：

- 1、基材原硬度 HRC58-62，PVD 后硬度不小于 HRC53；
- 2、在做 PVD 前基材表面要渗入大于 0.8mm 的氮化层；
- 3、PVD 采用 CrN 涂层；

- 4、PVD 后镶块的变形不大于 0.1mm；
- 5、PVD 后镶块没有裂纹。

结论

一、工程机械油底壳采用 PVD 表面硬化工艺，消除了油底壳侧面拉痕，及压花磨损的老大难的质量问题。

二、工程机械油底壳通过吊楔，斜楔的充分利用，在油底壳上首次实现了一套模具一个驱动冲两个不同角度的孔，节省了模具成本。

三、设计工程机械油底壳落料模，采用自动滑料，自动集料，节省人工成本，是我们下一步的研究课题。MFC

