

水温传感器壳体压铆工艺改进

几年前,水温传感器在生产过程中,壳体压铆开裂问题时有发生,且一直未得到彻底解决。造成水温传感器壳体压铆开裂的主要原因是材料的伸长率偏低,当传感器壳体材料的伸长率低于材料标准的下限时,就会出现不同程度、不同比例的壳体压铆开裂问题。要解决水温传感器壳体开裂问题,就需提高材料性能或对材料伸长率不良的壳体进行退火处理。

本文经过多轮试验和验证提出了一种通过压铆工艺改进,来降低或消除壳体压铆开裂问题,即通过更改传感器壳体压铆翻边部分结构及传感器端钮形状的方法,改变传感器壳体压铆翻边形状,降低对壳体材料的要求,从而为解决水温传感器壳体压铆开裂开辟一条新途径。

传感器壳体加工工艺现状

水温传感器壳体采用Y15易切削结构钢经切削加工而成。通过分析发现,造成传感器壳体压铆开裂的主要原因是Y15的伸长率偏低。为了保证产品正常批量生产,解决传感器壳体开裂问题,通常对壳体增加退火处理工艺,以降低壳体材料的硬度,提高材料的伸长率。

但是,对传感器壳体进行退火处理后带来两个问题:

1) 壳体表面的油层在退火处理时发生炭化,而在壳体酸洗钝化处理、酸洗镀锌工序时,壳体表面的炭化层难于清除,壳体表面产生花纹,其外观质量无法保证。

2) 壳体材料退火处理后变软,在压铆工序时,造成壳体六方墩粗,使得六方尺寸超差。OEM和终端用户一般采用标准套筒安装传感器,如果传感器六方尺

寸超差,将导致套筒无法套进传感器,直接影响传感器安装。

由此可见,解决传感器壳体开裂问题,采用壳体退火处理,不是最佳工艺和方法。

传感器壳体压铆变形分析

水温传感器壳体压铆翻边示意如图1所示,壳体的压铆翻边是一种挤压成形,更准确地说是一种常温下存在内支撑的冲压缩口变形,即传感器端钮在内部支撑。在壳体缩口成形过程中,壳体口部实际存在三个区域,由下至上,分别为传力区A、变形区B、已变形区C。

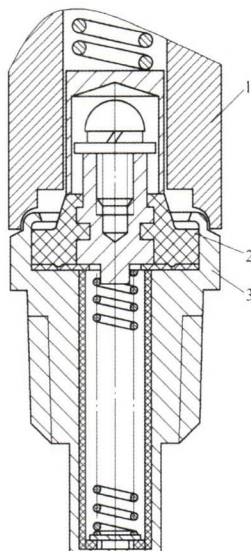


图1 壳体压铆翻边示意

1.压铆夹具 2.端钮总成 3.外壳

在压铆过程中,传力区将压铆夹具(来自液压机)的作用力传导给变形区,使变形区产生显著的塑性变形,已变形区是变形区经过压铆逐渐成形的。在

壳体压铆成形过程中，传力区、变形区、已变形区的尺寸范围是不断变化并逐级转化的。

传感器壳体压铆理论分析

根据上述传感器壳体压铆应力应变分析，理论上可以总结如下：

- 1) 当缩口力 $F > F_{\max}$ 时，壳体材料就会出现裂纹。壳体出现裂纹与材料本身性能、摩擦系数（此处主要是壳体的表面粗糙度）、压铆夹具的角度 α 及变形程度 d/D 有关。
- 2) 在壳体的缩口部分，壳体内部受压的程度总比壳体外部受压的程度大，即壳体外层金属材料流动速率比壳体内部要快，也就是说壳体外层的应变比内层应变要大，壳体外层比内层更容易出现裂纹。
- 3) 在壳体压铆过程中，由于壳体变形受到端钮的阻力，端钮对壳体的支撑为直角，是造成应力集中的重要因素。由于壳体内层受到端钮支撑直角向上的阻力，而壳体外层依然保持原来的应变速率，有可能导致壳体压铆在端钮支撑处出现裂纹。
- 4) 在传力区与变形区交界处，壳体壁厚存在突变，在压铆过程中，突变点是应力的集中点，有可能成为压铆裂纹源。
- 5) 壳体压铆裂纹形成的位置最可能出现在壳体缩口部分受端钮直角支撑处，或者在壳体口部壁厚突变处，这两处是危险点，如图2所示。

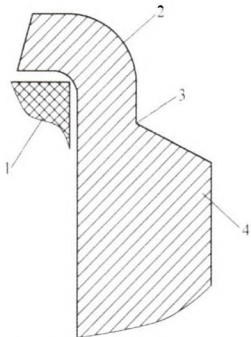


图2 压铆裂纹危险点

1.端钮 2.端钮直角支撑处 3.壳体壁厚突变处 4.壳体

6) 实际生产过程中，壳体压铆开裂主要出现在壳体口部壁厚突变处，说明理论分析与实际现象基本上是吻合的。

传感器壳体压铆开裂改进

根据上述理论分析，对水温传感器壳体及其端钮

结构进行改进，同时对壳体压铆夹具也进行相应的更改，详述如下：

1) 加长壳体翻边部分高度，即壳体翻边部分增加0.3mm，期望改变壳体变形区与传力区的分界面位置，即将壳体变形区与传力区之间的分界面抬高，使该分界面偏离壳体口部厚度突变区域，避免应力集中，防止在壳体口部厚度突变区域出现裂纹。壳体口部改进如图3所示。

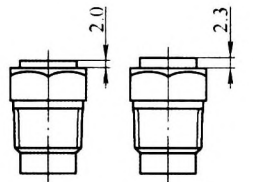


图3 壳体改进前后尺寸

2) 虽然裂纹没有出现在端钮直角支撑点上，但由于壳体变形区与传力区的分界面位置变化，为避免裂纹转移到端钮直角支撑处，直接对端钮结构进行更改，去掉端钮支撑的直角，由 90° 更改为 30° 倒角（见图4）。

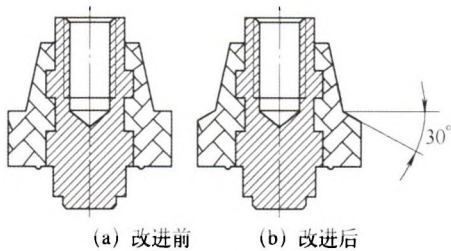


图4 端钮结构改进

3) 更改压铆夹具，使压铆夹具的球面 R 与中心线的夹角 α 适当增大，以期适应改变后壳体压铆成形的形状。

通过实施上述改进措施，水温传感器壳体压铆开裂问题得到解决，在实际生产过程中再未出现。

结语

改变传感器壳体及端钮结构，可以改善壳体压铆翻边的应力和应变条件，从而解决传感器壳体压铆开裂问题。采用壳体退火处理工艺不是解决传感器壳体开裂问题的最佳工艺和方法。从理论上分析壳体压铆过程的变形、应力及应变，可有效地技术支持实施解决壳体压铆开裂的改进措施。

关键词：

传感器壳体 制造工艺 改进措施

(收稿日期20130611)