

新产品 新技术

提高皮碗密封件尺寸合格率的研究

郑 治

(航天材料及工艺研究所 北京 100076)

摘要:根据设计使用要求,开展了提高连接器皮碗密封件尺寸合格率的研究工作。通过模具分模面的设计以及皮碗成型工艺的措施,皮碗主要尺寸已全面满足连接器设计使用要求。

关键词:密封件;模具;工艺

1 皮碗密封件成型工艺

图 1 所示。

皮碗密封件采用模具热压成型,工艺流程如

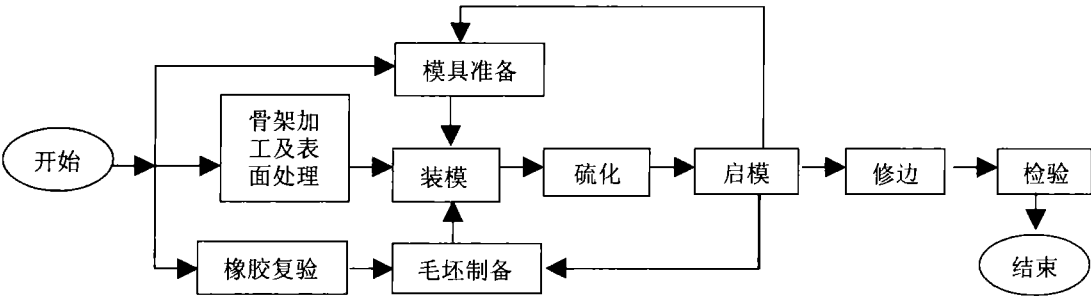


图 1 皮碗密封件生产工艺流程图

皮碗密封件由金属骨架和橡胶复合而成,结构如图 2 所示。

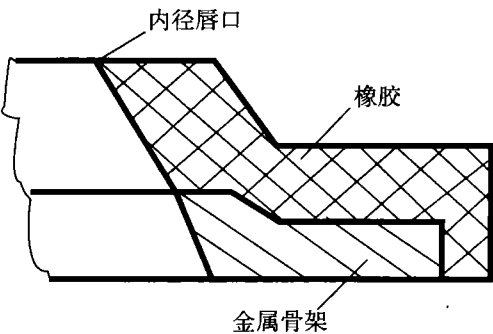


图 2 皮碗密封件结构示意图

研究分析认为,皮碗密封件为内唇滑动密封,滑动部位密封性除取决于密封材料及结构形式外,也取决于密封件唇部和配合轴的紧度,即皮碗结构尺寸及皮碗与轴接触的唇部规整性将直接影响到与轴的配合精度,进而对密封性能带来影响并最终导致连接器锁紧、脱落功能的丧失。为此,对皮碗密封件研究提出了新的要求:1. 保持原皮碗密封件结构形式不变;2. 皮碗密封件尺寸要求符合表 1 规定。

表 1 皮碗密封件尺寸设计要求

尺寸检测项目	原设计要求	现设计要求
内 径/mm	112±0.3	112±0.33
唇边厚/mm	无	3.5~3.7
内径圆度+同轴度/mm	无	≤0.4

2 连接器设计使用要求

按照以上设计要求,对生产的 574 件皮碗尺寸现状进行了统计,其中合格 356 件,合格率仅为 62%。不仅影响了产品的及时交付,而且带来了较大的经济损失。

3 影响皮碗密封件尺寸合格率的主要因素分析

针对皮碗密封件尺寸合格率低的问题,从密封件成型使用的模具、材料、尺寸检测要求等方面进行了系统分析,综合分析结果表明,影响皮碗尺寸合格率低的主要因素是:1. 密封件成型模具分模面的影响;2. 橡胶材料硬度的影响;3. 密封件金属骨架加工精度的影响;4. 皮碗尺寸检测放置时间的影响。下面就以上影响因素进行论述。

3.1 合理确定模具分模面

皮碗密封件原模具结构如图 3 所示。

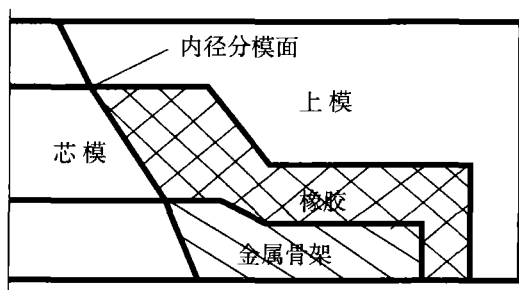


图 3 皮碗密封件模具分模面更改前结构示意图

从模具结构明显看出,皮碗唇部处于模具芯模与上模分模处,开模后必将在此位置形成硫化胶边,这些胶边在硫化后将采用剪刀进行人工去除,而手工去除必将造成皮碗唇部内圆的不规整,进而直接影响皮碗内径、内径圆度、同轴度尺寸。为此,改变皮碗成型模具分模面显得至关重要。

3.2 橡胶硬度的影响

众所周知,由于橡胶硬度的不同,将使硫化后的橡胶产生不同的收缩率,从而使硫化产品外形尺寸产生差异。尤其对皮碗这种由金属骨架和橡胶复合而成且结构形式复杂的特殊密封件来讲,橡胶收缩率对其尺寸的影响必须给与高度的重视。

3.3 金属骨架加工精度的影响

唇型密封件通常由纯橡胶制成,而连接器用

皮碗密封件则进行了改型,增加了铝制金属骨架,其目的:1. 提高密封件的刚性,从而阻止皮碗在压力作用下产生大的变形,这样,不但保证了滑动摩擦力不会随工作压力增加而过分增大,同时提高了皮碗凸缘处的静密封力,扩大了皮碗的使用温度、压力范围。2. 金属骨架的增加还具有特殊的意义,即在滑动运动中,破除连接器因低温冻结在轴上的冰霜,从而提高连接器在脱落时的密封可靠性。3. 皮碗唇部及金属骨架内圆为斜面设计,这与 O 型密封圈相比,改善了密封件的自动调位能力,可以较好地补偿由于设计、制造、装配偏差(如摩擦轴的偏差、倾斜和在重量影响下的位移等)对密封性能的影响。

由图 1 可以看出,皮碗唇部与金属骨架的内圆表面尺寸完全由成型模具来保证。由于金属骨架内径尺寸大,断面尺寸小,加工时极易产生变形,在硫化装模时不能与模具芯模完全贴合的现象,即存有间隙,见图 3。如果间隙过大,必将造成皮碗内径、内径圆度、内外圆同轴度等尺寸的偏差,并导致连接器装配尺寸的偏差。

3.4 皮碗尺寸检测前放置时间的影响

在全面分析后发现,尺寸检测合格后交付的皮碗出现了部分内径尺寸超差,使用单位对皮碗尺寸的稳定性提出了疑义。后经检查发现,皮碗制造工艺中未明确规定皮碗尺寸检测前放置时间,而对橡胶产品来讲,由于材料收缩率的存在,产品成型后的尺寸,需经一定的时间才能稳定,因此,必须明确规定皮碗尺寸检测放置时间。

4 提高皮碗密封件尺寸合格率的对策及实施

4.1 合理确定模具分模面

针对原模具结构皮碗唇部内径处于模具芯模与上模分模处,形成硫化胶边,导致唇部内圆修边不规整的问题,对该模具进行了设计改进,即将内径分模面由皮碗唇尖部外移 1mm。

皮碗现模具结构如图 4 所示。

改进后的模具设计方案具有两大突出特点:一是保持了原模具结构特征,避免由于改变皮碗结构形式对密封性能带来的影响。二是从根本上解决了原模具制造的皮碗工作部位(唇部)由于人工修边而造成规整性差的问题。

4.2 橡胶硬度的控制

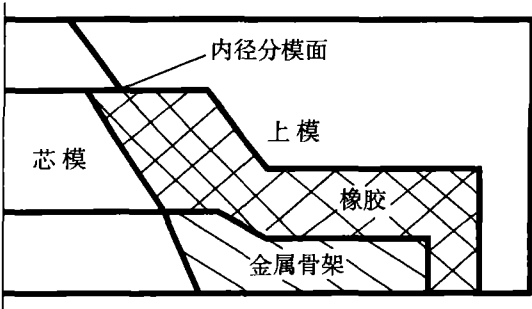


图 4 皮碗密封件模具分模面更改后结构示意图

为避免橡胶硬度的不同给皮碗尺寸带来的影响,将皮碗橡胶硬度指标由 75±5 度(邵尔 A)确定为 75±3 度。按此要求订货,检查 3 个批次橡胶性能测试报告,橡胶硬度值在 73~78 度之间,用此范围橡胶生产交付的皮碗尺寸完全达到设计要求。

4.3 金属骨架加工精度的控制

为了保证皮碗的设计尺寸要求,采取了金属骨架加工后与模具芯模进行试装检查的措施,若试装有间隙,不得用于皮碗生产。该项措施实施后,保证了皮碗生产金属骨架的尺寸精度,从而使皮碗的内径、内径圆度、内外圆同轴度尺寸得到了进一步保证。2001 年 7 月~10 月,验收检查金属骨架 60 件,合格率 98%。

4.4 确定皮碗尺寸检测前放置时间

针对皮碗存放后出现的尺寸超差问题,查阅了有关国家标准,明确规定硫化成型后的皮碗,在测试间放置 16h 后方可进行检测,保证了皮碗尺寸的稳定性。2001 年 5 月~2002 年 4 月,抽取部分皮碗进行了尺寸跟踪检测。检测结果表明,经规定放置时间后的皮碗内径尺寸最大级差仅为 0.05mm。

5 验证试验情况

5.1 尺寸检测情况

针对影响皮碗尺寸合格率的主要因素所进行的皮碗密封件尺寸验证试验结果见表 2。

检测结果表明,皮碗密封件尺寸可以满足设计要求。

5.2 气密性试验情况

针对影响皮碗尺寸合格率的主要因素所进行的皮碗气密性试验结果见表 3。

表 2 皮碗尺寸检测结果

测试项目	要求值/mm	实测值/mm
内圆直径(平均值)	112±0.33	111.89~111.92
内圆圆度+同轴度	≤0.4	0.07~0.31
唇边厚(平均值)	3.5~3.7	3.5~3.7
尺寸平均合格率	—	75%

表 3 皮碗气密性试验情况

连接器编号	1 号	2 号	3 号
常温(5MPa×30min)	合格	合格	合格
低温(LH ₂ ×3h)	合格	合格	合格
加外力(20kg 5MPa×30min)	合格	合格	合格
常温(5MPa×30min,3 个月后)	—	合格	合格
低温(LH ₂ ×3h,存放 12 个月)	—	合格	合格
加外力(20kg 5MPa×30min)	—	合格	合格
常温(5MPa×30min)	—	合格	合格

从试验结果可以看出:皮碗密封件满足试验要求。

6 结论

6.1 模具结构合理

皮碗改分模面使用验证表明,模具结构合理、操作简便。生产可行、可靠,提高了生产效率,从根本上解决了皮碗唇部规整性差的问题,达到了皮碗尺寸设计的新的要求。皮碗密封件尺寸合格率由 62% 提高到了 75% 以上。

6.2 胶料硬度控制有效

对胶料硬度的控制要求,减少了因胶料收缩给皮碗尺寸带来的影响,进而提高了皮碗尺寸的合格率。

6.3 模具试装有效

金属骨架用前进行模具试装检查,保证与模具的配合间隙,提高了皮碗成型后的尺寸稳定性。

6.4 皮碗在保存期内尺寸稳定

皮碗放置 16 h 后进行尺寸检测的措施经一年的跟踪检测表明,可以保证皮碗在保存期的尺寸稳定性。

6.5 密封性能可靠

改分模面模具制备的皮碗密封件装配试验结果表明,满足连接器整体密封性能的要求。