

# 橡塑复合半膜成型工艺

薛晓军, 贺 平, 金 冰

(陕西动力机械设计研究所, 陕西 西安 710100)

**摘 要:** 氟塑料具有良好的耐介质性能, 橡胶材料具有良好的密封性能, 将二者结合在一起生产成复合半膜可以达到长期贮存推进剂的目的。通过重复性的工艺试验和系统分析, 确定了一套完整的橡塑复合半膜生产成型工艺, 提高橡塑半膜之间的粘接强度, 消除夹层中的气泡, 保证橡塑复合半膜满足要求。

**关键词:** 橡塑复合半膜; 粘接工艺; 成型工艺

中图分类号: V461

文献标识码: B

文章编号: (2004)05-0050-04

## Shaping Technology of Rubber-plastic Compound Semisphere Diaphragm

Xue Xiaojun, He Ping, Jin Bing

(Shaanxi Engine Design Institute, Xi'an 710100, China)

**Abstract:** If excellent propellant compatibility of fluoroplastic and good sealing properties of rubber are combined to produce rubber-plastic compound semisphere diaphragm of tank, the propellant could be stored for a longer period. Through repeated tests and systematical analysis, a set of production and shaping technologies have been determined. Thus the cohesion strength is increased and the bulbs between rubber and plastics are eliminated.

**Key words:** rubber-plastic compound semisphere diaphragm; bond technology; shaping technology

### 1 引言

随着航天技术的发展和国防装备的需要, 高可靠性、长寿命已成为航天器及战略、战术导弹的发展趋势。非金属橡塑复合半膜贮箱具有成本

低、可靠性高、推进剂贮存期长的特点, 应用前景广泛。橡塑复合半膜在贮箱组件中起着气液隔离的作用, 主要特点是利用橡胶半膜的柔韧性和密封可靠性、氟塑料半膜的耐介质性, 并将二者有机的结合起来, 形成半球形的橡塑复合半膜。

收稿日期: 2003-09-05; 修回日期: 2003-12-30。

作者简介: 薛晓军 (1971—), 男, 工程师, 研究领域为橡塑密封贮囊设计。

众所周知，氟塑料由于分子结构的稳定性，具有良好的耐介质性，但与其它材料的粘接性能很差，而半球形的复合半膜需要进行粘接的面积较大。因此，橡塑复合半膜的加工成型是一个难题，为了更好的实现设计思想，需对橡塑复合半膜的成型工艺进行研究。

2 工艺研究

2.1 工艺研究目标及技术难点

从橡塑复合半膜的结构特点（见图 1）和使用特点分析，其粘接面积大且呈半球形，而且工作过程中需进行翻转运动，对橡胶半膜与氟塑料半膜之间的粘接强度要求高。因此，研究目标是确定一套完整的橡塑复合半膜生产成型工艺；提高橡塑半膜之间的粘接强度；消除夹层中的气泡，保证橡塑复合半膜满足要求。

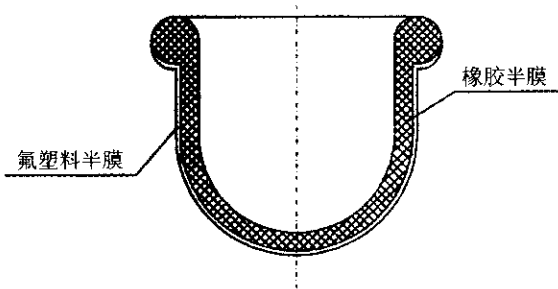


图 1 橡塑复合半膜结构图

Fig.1 Structure of rubber-plastic compound semisphere diaphragm

技术难点之一是氟塑料与橡胶材料的粘接问题，即保证复合半膜在工作条件下氟塑料半膜与

橡胶半膜不分层；技术难点之二是橡塑复合半膜的成型工艺，由于复合半膜为半球形且尺寸较大，尤其要保证橡胶半膜密封圈的质量可靠性，成型很困难。

2.2 方案研究

依据上述橡塑复合半膜成型过程中的技术难点、相关资料和现有的经验，分别对粘接工艺和成型工艺制定了以下研制方案。

2.2.1 氟塑料与橡胶的粘接工艺

氟塑料与橡胶材料进行粘接处必须对氟塑料的表面进行活化处理。根据目前的条件及使用经验确定氟塑料的表面采用化学处理法进行活化。

粘接工艺按以下方案进行：

- 方案一：橡塑直接压合硫化；
- 方案二：塑料表面涂粘接剂；
- 方案三：橡胶及其表面处理后固化。

2.2.2 工艺路线设计

依据粘接工艺的试验情况，橡塑复合半膜成型设计了二条工艺路线：

- (1) 将氟塑料半膜放入硫化模具，再加入橡胶，最后模压硫化成型；
- (2) 氟塑料半膜与橡胶半膜涂上橡胶本体胶浆进行粘合，放入充气硫化模具中充气硫化成型。

3 工艺方案实施

3.1 氟塑料与橡胶粘接工艺

按照前面制定的两种粘接工艺方案分别进行橡塑复合试片的制备，并进行物理机械性能测试，结果见表 1。

表 1 试样的物理机械性能  
Tab.1 Mechanical properties of samples

测试结果 方案及试样名称	测试项目	扯断强度 (MPa)	伸长率 (%)	100%定伸强度 (MPa)	剥离强度 (N/mm,平均)
试样 a 方案一		17.0	352	5.5	1.3
试样 b 方案二		17.8	336	6.0	1.9
试样 c 方案三		13.8	288	6.2	0.4

对三种方案制备的试样物性测试结果分析认为，试样 c 因剥离强度低而放弃，用试样 a、b 继续进行折叠试验，结果见表 2。

表 2 试样的折叠性能  
Tab.2 Foldment properties of samples

试 样 折叠次数（次）	a	b
未拉伸试样 5000 次	试样未分层	试样未分层
拉伸 10%试样 5000 次	试样未分层	试样未分层，粘接剂有裂纹

对上述试验进行总结，结果见表 3。

表 3 方案优缺点对比表  
Tab.3 Comparison of two schemes

方 案	优 点	缺 点
方案一（试样 a）	粘接良好,不需要进行介质相容性试验	剥离强度略低于试样 b
方案二（试样 b）	粘接良好，剥离强度略高于试样 a	粘接剂固化后发硬，在折叠试验中出现裂纹，需对粘接剂进行介质相容性试验

通过比较分析，我们认为方案一的粘接方法简便、可靠，综合优势大于方案二，所以橡塑复合半膜的粘接工艺按方案一实施。

3.2 橡塑复合半膜成型工艺  
在确定了粘接工艺方案的基础上，橡塑复合半膜的成型工艺按前面制定的两条工艺路线分别进行实际操作，结果见表 4。

表 4 橡塑复合半膜成型对照表  
Tab.4 Shaping comparison of rubber-plastic compound semisphere diaphragm

工艺路线	氟塑料半膜	橡 胶 半 膜	成型情况及存在问题
a	容易	无半膜	氟塑半膜在模具中无法固定，在生产中产生严重折皱，基本无法成型
b	容易	成型比较难，容易产生窝气，合格率较低	比较容易成型，但塑料半膜与橡胶半膜之间存在大面积粘接不良

综合分析：工艺路线 a 由于成型困难而放弃，工艺路线 b 虽然可以成型但存在橡胶半膜成型困难，橡塑复合半膜之间夹层中存在大面积粘接不良。分析认为橡胶半膜所采用的胶料气密性好、成型模具大、排气困难，造成合格率较低；而橡塑复合时，由于面积大，橡胶半膜与氟塑料半膜

的粘接强度相对生胶与氟塑料的粘接强度低。因此需在工艺路线 b 基础上做进一步的改进。

4 工艺改进

依据前面大量的试验结果，橡塑复合半膜的

粘接成型工艺基本确定，为了提高橡胶半膜合格率、增强橡塑两半膜的粘接强度减少粘接不良现象，对工艺进行了改进，即将橡胶半膜分为两部分模压。通过改进，解决了橡胶半膜成型困难、合格率低的问题，复合半膜球面橡胶半膜与氟塑料半膜之间粘接良好，基本无气泡和粘接不良，仅在直线段部分存在小面积气泡和粘接不良，按此改进后工艺试制了试验件并进行了验证试验。

5 验证试验结果

将试验件装配于贮箱进行验证试验，试验目的是考核按此改进工艺生产的橡塑复合半膜在工作条件下（真空状态、加注、泄出、翻转等）是否粘接良好，是否有损伤，是否能够满足半膜的设计要求。试验结果见表 5。

通过试验验证，我们认为按改进后的工艺生产出的橡塑复合半膜可以满足使用要求。

表 5 验证试验结果

Tab.5 Result of validation experiments		
试验方法	试验条件	试验结果
抽真空试验	真空度 10 <sup>-6</sup> MPa	夹层中的气泡大小无变化，粘接情况良好
加注泄出	10 次	同上
翻 转	30 次	同上

6 结论

经过专家对整个研制过程的评审，认为该研制过程中方案制定全面，方案验证试验充分，考核结果有说服力，生产的产品满足橡塑复合半膜的设计要求。

（编辑：侯早）

\*\*\*\*\*

（上接第 39 页）

主涡轮泵中的轴承进行水力试验和低温介质试验，在水介质中轴承在额定的实验工况下，可以起动 8~10 次，累计工作时间超过 3 小时。低温介质试验由于受试验台的限制，不作加重载和长时间寿命试验，只进行起停试验。在涡轮泵联试和半系统试车后，对有涂层和无涂层的情况进行了分析，富氧燃气的流速在 420m/s，压力在 23MPa 条件下，如果温度达到 830K，目前采用的涡轮静子叶片材料会起火燃烧。在叶片表面涂有搪瓷层后，可在富氧燃气温度为 900K 的条件下工作。密封动环的表面没有耐磨涂层时，在转子空转和冷调后气密性能下降，热试车后磨损严重，有时磨出沟槽，气密性很不好，在采用正确的方

法喷涂耐磨涂层后，试车后动环端面的磨损量很少，气密性能达到技术要求指标。轴向力平衡系

统和轴承涂层由于目前实验时起动次数比较少，试验时间不长，不能完全考验涂层的性能，但这几次试车中它们都没有出现故障，说明涂层的材料和工艺方法是可行的。

5 建议和设想

在今后研制的液体火箭发动机上除了在上述零件采用纳米涂层外，涡轮盘采用粉末冶金制造，高压静密封表面喷涂软金属粉末。泵内流体密封基体材料采用普通材料，表面喷涂性能良好的纳米级金属层。这些措施既能提高发动机的性能和可靠性，又能降低发动机的成本。

（编辑：王建喜）