

三元乙丙橡胶粘接工艺研究

李 辉¹ 邓德凤²

(1. 第二炮兵驻国营江河化工厂军代室, 孝感 432000; 2. 江北机械工程有限公司, 孝感 432000)



摘要: 通过粘接面处理、粘接压力、胶层厚度、胶层涂刷方式等方面对三元乙丙橡胶粘接性能进行了研究。结果表明, 铝合金应喷砂后阳极化、三元乙丙橡胶生胶用乙酸乙脂擦拭、熟胶进行表面打磨; 采用三次涂刷, 胶层厚度控制在 0.1~0.15mm; 硫化压力 5~10MPa 是较好的粘接工艺方法。

关键词: 三元乙丙橡胶; 粘接工艺; 粘接性能

Study on Bonding Process of EPDM

Li Hui¹ Deng Defeng²

(1. The Second Artillery Military Representative of Jianghe Chemical Plant, Xiaogan 432000;
2. Jiangbei Machinery Engineering Co., Ltd., Xiaogan 432000)

Abstract: Bonding properties of EPDM are researched through treating methods on bonding surface, bonding pressure, layer thickness and coating method in this article. Results show that anodizing after aluminium alloy sand-blasting, cleaning EPDM raw rubber with ethyl acetate, polishing EPDM cured rubber surface, coating three times, keeping layer thickness between 0.1~0.15mm and being sulfurized at 5~10MPa are better for bonding process of EPDM.

Key words: EPDM; bonding process; bonding property

1 引言

为提高导弹射程或增加导弹有效载荷, 二级及二级以上的固体火箭发动机对绝热层的重量要求越来越高, 需要使用尽量轻的绝热层材料对发动机壳体进行防护。三元乙丙橡胶和常规的 824 橡胶相比, 其热分解温度高、热分解吸热大、耐热氧化性能好、充填系数大, 与多种推进剂及壳体复合材料均有良好的相容性, 是替代常规 824 橡胶绝热层的理想固体火箭发动机壳体内绝热材料之一。

国内外统计数据表明, 失败的固体火箭发动机大多数都是由于界面脱粘, 导致高温燃气流直接冲刷发动机壳体, 而造成发射失败。因此绝热层界面粘接性能是影响发动机壳体正常工作的重要因素之

一, 研究绝热材料的粘接工艺与性能十分必要。

本文采用一种增粘改性后的三元乙丙橡胶, 选取合适的粘合剂进行试验, 研究三元乙丙橡胶粘接工艺, 稳定提高其粘接性能。

2 试验用材料

2.1 橡胶

三元乙丙橡胶(增粘改性混炼胶)的优良性能是由其化学结构决定的。EPDM 是乙烯、丙烯和少量共轭二烯烃铸第三单体的共聚物。由于二烯烃只占很少的比例(2%~5%), 主链由化学性能稳定的饱和烃组成, 分子内没有极性取代基, 且双键居于侧基是化学稳定性很高的高饱和度弹性体, 工艺性能

较好。三元乙丙橡胶的基本性能见表 1。

表 1 三元乙丙橡胶基本性能

序号	试验内容	三元乙丙
1	拉伸强度/MPa	14.6
2	断裂伸长率/%	656
3	硬度（邵尔）	75
4	密度/g cm ⁻³	1.07
5	线烧蚀率/mm s ⁻¹	0.06

2.2 粘接剂

试验所用粘接剂材料见表 2。

表 2 所有粘接剂材料

AE101 胶粘剂	EPDM（生）/EPDM（生）
AE103 胶粘剂	EPDM（生、熟）/复合材料
AE104 胶粘剂	EPDM（生）/EPDM（熟）
	EPDM（生）/金属（铝）

3 主要试验内容

3.1 粘接试片制作与硫化

制作扯离强度试片主要采用以下工艺流程：试片清洗→试片粘接面处理（阳极化、喷砂或打磨）→试片表面清洗→烘干→配胶→涂胶→粘接→固化→随炉冷却。

固化时，考虑到橡胶片的老化性能，试片在 160℃ 的硫化机上硫化 30min，压力 5~10MPa。

3.2 测试方法

扯离强度试片按照标准 HG4-852—76 制作及试验，拉剪强度试片按照 GB7124—86 制作及试验。

试片类型：金属—EPDM 生胶—AE103 粘接剂—EPDM 生胶—金属；金属—EPDM 生胶—AE104 粘接剂—EPDM 熟胶—金属；金属—EPDM 生胶—AE101 粘接剂—EPDM 生胶—金属。

4 试验结果及分析

4.1 铝合金表面处理

铝合金容易在空气中氧化，表面进行喷砂处理后应迅速粘接，如果不能迅速用于粘接，则应进行表面阳极化处理。由于在实际应用中不能保证铝合金喷砂后立即用于粘接，因此铝合金的表面处理应为喷砂+阳极化。从表 3 可以看出，表面阳极化处理可

以提高粘接强度 30%左右（试片类型：金属—EPDM 生胶—AE103 粘接剂—EPDM 生胶—金属）。

表 3 铝合金表面处理对粘接强度的影响

铝合金表面处理	扯离强度/MPa
不处理	1.53
喷砂处理	4.05
喷砂后阳极化	5.31

4.2 三元乙丙橡胶表面处理

对橡胶表面处理情况进行对比分析，试验结果如表 4。三元乙丙生胶表面不平整，易吸尘和被污染，使用前应使用乙酸乙脂擦拭。三元乙丙熟胶则不同，硫化的三元乙丙橡胶表面极性弱，活性较低，粘接性能更差。需对表面进行打磨处理，以增加接触面。（试片类型：金属—EPDM 生/熟胶—AE103 粘接剂—EPDM 生/熟胶—金属）。

表 4 三元乙丙橡胶表面处理对粘接强度的影响

三元乙丙橡胶表面处理	扯离强度/MPa
不处理（生胶）	3.22
不处理（熟胶）	2.52
乙酸乙脂擦拭（生胶）	4.37
打磨处理（熟胶）	4.21

4.3 涂胶厚度

理想状态下，当两粘接面拼合很好时，胶层越薄，内应力越小，粘接强度越高，但实际上粘接面总存在一定的间隙，因此胶层需要一定的厚度，胶层厚度是决定粘接强度的因素之一。胶层太厚，会因为体积收缩使内应力增大而造成粘接强度下降，而胶层太薄，又易造成缺胶（试片类型：金属—EPDM 生胶—AE103 粘接剂—EPDM 生胶—金属）。针对不同的胶层厚度进行了试验对比，试验结果见表 5。从试验结果可知胶层厚度为 0.1~0.15mm 较为合适。

表 5 胶层厚度对粘接性的影响

胶层厚度/mm	拉剪强度/MPa
0.05	2.23
0.1	4.35
0.15	5.22
0.2	4.06

4.4 涂胶方式

相同的胶层厚度，因胶粘剂涂敷不当，会产生胶层不均、过厚、夹裹气泡和缺胶等缺陷，这些缺陷在受力状态下会产生应力集中，当局部应力超过局部强度时，缺陷就会扩展，进而导致接头发生破坏，粘接件的强度不满足要求。

涂胶方式对粘接性影响见表 6（试片类型：金属—EPDM 生胶—AE103 粘接剂—EPDM 生胶—金属）。从表 6 可以看出，涂胶采用刷涂方式，刷涂三遍，每刷涂一次后晾干，可以产生较好的胶粘剂涂敷效果。

胶粘剂中溶剂含量高，存在大量的小分子物质，固化加热时会挥发，如不能及时排出，会在粘接面形成气泡。因此在刷涂胶时，必须分多次刷涂并及时晾干，如有必要，可采取烘干办法将溶剂排出。

表 6 涂胶方式对粘接性的影响

涂胶方式	扯离强度/MPa
刷涂一次	3.53
刷涂二次	4.55
刷涂三次	5.01
刷涂四次	3.26
玻璃棒抹涂	3.03

4.5 加压

对粘接件施加压力，可以促进粘接剂与被粘接表面的浸润，提高对被粘接物表面微孔、凹坑的渗透和扩散作用，同时有助于排除胶缝内空气，但压力过大也会造成流胶过多，产生不均匀流动，压缩变形过大，形成应力，降低粘接强度。本文对试片粘接压力大小进行了对比试验，从表 7 可以看出，硫化压力为 5~10MPa 较好。

表 7 成型压力对试片性能的影响

序号	成型压力/MPa	拉剪强度/MPa	断裂伸长率/%
1	1	3.25	320
2	5	4.97	360
3	10	4.56	350
4	15	3.56	370

5 结束语

由于三元乙丙橡胶的自粘性差和粘合困难，为稳定提高其粘接性能，粘接工艺的研究就显得尤为重要。

a. 粘接接头表面应进行处理：铝合金应喷砂后阳极化，三元乙丙橡胶生胶应用乙酸乙脂擦拭，熟胶进行表面打磨。

b. 涂胶应刷涂三次为好，胶层应有确定厚度。

c. 粘接面叠合方式先从一端开始，然后从该端逐渐向另一端按压贴合。

d. 需施加一定的硫化压力。

采用合适的粘接剂与及粘接工艺，三元乙丙橡胶的粘接性能得到稳定提高，满足使用要求。

参考文献

1 陈道义, 张军营. 胶接基本原理. 北京: 科学出版社

2 陈耀庭. 橡胶加工工艺学. 北京: 化学工业出版社

3 程远时. 胶粘剂. 北京: 化学工业出版社

5 马运忠, 张玉茹, 曹永刚. 并联机构复合球副优化设计[J]. 机械设计与研究. 2007, 23(4)

6 张立杰, 李永泉, 黄真. 一种新型运动副及其在并联机床上的应用[J]. 机械工程学报, 2005, 41(12)

7 于晖, 孙立宁, 张秀峰, 等. 虎克铰工作空间研究及其在 6-HTRT 并联机器人中的应用[J]. 中国机械工程, 2002, 13(21)

（上接第 23 页）

2 Hunt K H. Kinematics geometry of mechanisms [M]. Oxford: Clarendon Press, 1990

3 黄真, 孔令富, 方跃法. 并联机器人机构学理论及控制[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997

4 赵云峰, 程丽, 赵永生. 3-UPS/S 并联机构运动学分析及机构优化设计[J]. 机械设计. 2009, 26(1)