

固体火箭发动机绝热层粘接性能影响因素分析

陈国辉 李 冬 刘剑侠 吴淑新 杨士山

(西安近代化学研究所, 西安 710065)

摘 要 考察了胶粘剂、粘接工艺、硫化温度和硫化压力等因素对三元乙丙绝热层粘接性能的影响,发现不同胶粘剂对绝热层的粘接性能有显著影响,采用适当的胶粘剂(B201)可使粘接强度达到 3.05MPa,在保证绝热层正硫化的条件下,降低绝热层的硫化温度以及提高气囊压力对提高粘接强度有利,在绝热层中加入带有极性的填料可以提高绝热层与发动机壳体的粘接强度。在 150℃ 硫化温度、3.5MPa 硫化压力,可使绝热层与壳体的粘接强度达到 3.42MPa。

关键词 绝热层,粘接性能,影响因素,分析

Analysis on the bonding property of rocket motor and heat insulation layer

Chen Guohui Li Dong Liu Jianxia Wu Shuxin Yang Shishan

(Xi'an Modern Chemistry Research Institute, Xi'an 710065)

Abstract The effects of vulcanizing temperature, adhesive construction technology, vulcanizing pressure and different adhesion agent on the bonding property of rocket motor and EPDM heat insulation layer were studied. The results showed that the adhesion agent can significantly impact on the bonding property, when adhesion agent B201 was used, the bonding strength was up to 3.05MPa. The lower vulcanizing temperature and the higher vulcanizing pressure were good to the bonding strength. When organic filler were added to EPDM heat insulation layer can improve the bonding strength of rocket motor and heat insulation layer. The bonding strength was up to 3.42MPa when the vulcanizing temperature at 150℃ and vulcanizing pressure 3.5MPa.

Key words insulator, bonding property, effect, analysis

绝热层是置于装药与发动机壳体之间的保护层,其主要功用是保护发动机壳体免受推进剂燃烧时高温燃气的冲刷,避免由于高温导致发动机过热而失强,使得发动机能够正常工作。除此之外,对于自由装填式装药还能够起到缓冲的作用,降低自由装填装药与壳体之间的碰撞,缓冲应力传递^[1]的作用。

目前广泛应用于发动机绝热层的材料有三元乙丙(EPDM)、硅橡胶、丁腈橡胶等。EPDM 橡胶是由乙烯、丙烯以及非共轭二烯共聚而成的侧链含少量不饱和双键的合成橡胶,具有优异的化学稳定性和耐热老化性能^[2],目前在绝热层中的应用最为广泛,但是由于其极性低与发动机壳体粘接性能较差,是其应用的一个主要问题,而绝热层与壳体的粘接强度是绝热层重要的考核指标之一。影响粘接性能的因素众多,本研究考察了胶粘剂、粘接工艺、硫化温

度和硫化压力等因素对 EPDM 绝热层与壳体粘接强度的影响。

1 实验部分

1.1 原材料与仪器

三元乙丙(EPDM,第三单体为乙叉降冰片烯 ENB,乙烯质量分数为 53%~59%,ENB 中碘值为 19~25g/100g;过氧化二异丙苯(DCP,质量分数 ≥98%),太仓塑料助剂厂;胶粘剂(B201、J-215、开姆洛克 250、L-204),市售;硫化气囊,204 所自研。

橡胶开炼机(XK-250 型),常州市东南橡塑机械厂;平板硫化机(XLB-600/150 型),西北橡胶厂机械分厂;万能材料试验机(Instron 6022 型),英斯特朗公司。

1.2 绝热层的制备

为使绝热层与金属试件有较好的粘接,首先需

要对金属拉伸试件表面进行喷砂,清理;然后采用乙酸乙酯对试件进行清理,以利于试件与绝热层粘接;再使用乙酸乙酯清理三元乙丙生胶片,将三元乙丙裁剪成所需形状,使用胶粘剂涂覆粘接试件表面两次,注意涂覆均匀,晾置 30min,待其中溶剂挥发;其后采用胶粘剂粘结绝热层表面两次,晾置 10min,以胶粘剂不粘手为原则,在模具内组装金属拉伸件与绝热层,在不同硫化条件下进行绝热层的硫化。

1.3 样品测试

将硫化后的粘接试样在万能材料试验机上按照 HG4-852—81 进行正拉扯离试验,拉伸速率为 50mm/min。

2 结果与讨论

2.1 胶粘剂对绝热层粘接性能的影响

考查了 4 种胶粘剂对绝热层粘接性能的影响,结果见表 1。

表 1 胶粘剂对绝热层粘接性能的影响

胶粘剂种类	B201	J-215	开姆洛克 250	L-204
粘接强度/MPa	3.05	2.00	2.08	1.37

由表可知,粘接效果最好的是 B201,其粘接强度达到了 3.05MPa,达到了内聚破坏,破坏界面见图 1。由于 EPDM 极性小、内聚能低,较难与钢制发动机壳体粘接,市面上出售的大部分胶粘剂的粘接效果都不是很理想。以下实验采用 B201 进行实验。

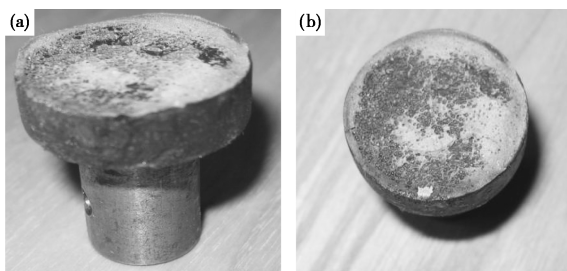


图 1 拉伸试验后绝热层的界面图

[(a)侧面;(b)正面]

2.2 胶粘剂粘接工艺对绝热层粘接性能的影响

粘合剂中大量有机溶剂的残留是破坏粘接的重要因素^[3],EPDM 共硫化胶粘剂为了施工方便以及保证粘接的需要,通常采用大量溶剂将胶粘剂稀释,因此当胶粘剂涂敷在壳体与橡胶表面时在界面上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,会在粘界面形成气泡。胶粘剂粘接工艺对

绝热层粘接性能的影响见图 2。由图可知,绝热层样品界面有气泡产生,因此在刷涂胶粘剂时,必须分多次刷涂并及时晾干,最好将试件采取热风烘干的办法将溶剂去除。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^[4],导致粘接不可靠,试件扯离时,发生界面破坏。

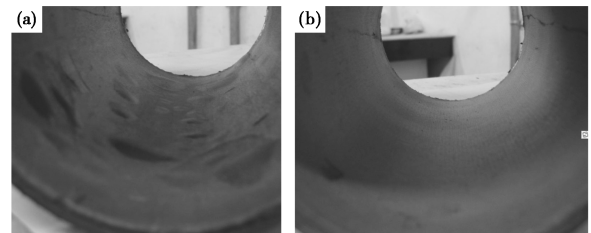


图 2 胶粘剂粘接工艺对绝热层粘接性能的影响

[(a)缺陷绝热层制品;(b)改善工艺后绝热层制品]

2.3 硫化温度对绝热层粘接性能的影响

考查了硫化温度对绝热层粘接性能的影响,结果见表 2。

表 2 硫化温度对绝热层粘接性能的影响

硫化温度/℃	150	160	170	180
粘接强度/MPa	3.05	2.66	2.22	2.14

由表可知,在保证绝热层性能的同时,适当降低硫化温度对粘接强度的提升很有帮助,这主要是因为该类胶粘剂是一种反应性胶粘剂,较低的硫化温度可使胶粘剂有充分的时间与绝热层橡胶的活性点发生发应,从而提高绝热层与壳体粘接强度。因此,150℃的硫化温度较为适宜。

2.4 硫化压力对绝热层粘接性能的影响

150℃下,硫化压力对绝热层粘接性能的影响见表 3。

表 3 硫化压力对绝热层粘接性能的影响

硫化压力/MPa	3.5	2.5	1.5	1.0
粘接强度/MPa	3.42	3.13	3.05	2.69

EPDM 绝热层与发动机壳体粘接目前主要依靠气囊加压硫化,这种固化方式简单有效,但是由于目前使用的气囊承压有限,同时也为操作人员的安全考虑,一般加压压力不会太大。由表可知,硫化压力对粘接强度有一定的影响,硫化压力越大,粘接强度越高,3.5MPa 下的粘接强度为 3.42MPa。但是

(下转第 139 页)