

密封胶铆工艺试验研究

南京航空学院无人机研究所 施允涛 邱建辉

摘 要

本文阐述了XM-28密封胶和GY-340厌氧密封胶在CK-1高机动靶机油箱上的应用。详细介绍了胶接的表面处理方法、XM-28密封胶的配方试验、密封胶铆试验及其耐温、耐油、耐压试验,并提供了许多试验数据。

经CK-1高机动靶机的多架次试飞证明,这种胶铆和胶接螺接结构及其工艺方法是可行的。

一、引 言

CK-1高机动型靶机在作高机动飞行时最大坡度达 76° ,过载达5g以上,原低空型靶机燃油系统远远不能满足其要求。为此,在主油箱内增设了小隔舱和密封舱,供油顺序为:副油箱后舱→副油箱前舱→主油箱→小隔舱→密封舱→发动机。

增设小隔舱是为了保证靶机在高机动状态下连续供油。其功能是:①靶机作高机动飞行即坡度为 76° 时,保证出油口不露出油面并连续向发动机供油;②靶机下滑时,小隔舱要能满足发动机3至4分钟的供油量。

根据小隔舱的功能及严格的重量指标、密封要求等,试制了三种结构形式。通过对比试验,确定采用胶铆与胶接螺接结构。其结构形式为:成形的30CrMnSiA角材与主油箱箱体焊接,组成小隔舱的框架,然后用装有单向活门的铝质框与框板架胶铆、胶接螺接而成,如图1所示。

除小隔舱外,主油箱内的几个口盖、管接头等也采用了胶接螺接的结构形式。

结构形式确定之后,关键是选择密封胶。根据小隔舱的使用、工艺要求,使用温度在 $-55\sim 130^\circ\text{C}$ 范围内,耐压 $0.39\sim 0.59\text{MPa}$,并要求耐燃油、耐水、耐老化、不腐蚀材质等,我们先后筛选过XM-28聚硫橡胶型密封胶、铁锚

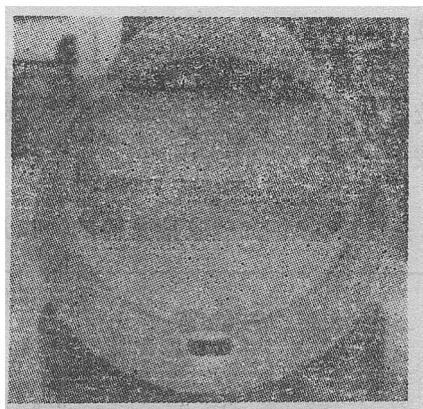


图1 密封小隔舱图

601树脂类半干性密封胶、铁锚603树脂类不干性密封胶、铁锚609橡胶类干性密封胶、环氧树脂类密封胶以及GY-340厌氧性密封锁定胶等。经过试验比较,最后确定采用XM-28密封胶作为胶铆和胶接螺接结构的密封胶;采用GY-340厌氧胶作为胶接螺接结构的螺栓紧固胶。

二、胶接试验研究

1. 胶接表面处理

XM-28密封胶与其它胶粘剂一样,胶接质量的优劣不仅取决于胶的性能,而且在很大程度上决定于胶接工艺。为此,对胶接表面进行了各种表面处理。

30CrMnSiA材料的表面处理方法:

- (1) 喷砂后溶剂清洗;
- (2) 喷砂后喷涂SF-9涂料;

(3) 用汽油、丙酮、乙酸乙酯等溶剂清洗;

(4) 镀锌、溶剂清洗后喷涂SF-9涂料。
LY12-CZ材料的表面处理方法:

(1) 用汽油、丙酮、乙酸乙酯等溶剂清洗;

(2) 阳极氧化后溶剂清洗;

(3) 阳极氧化后喷涂SF-9涂料。

根据热力学定律和功能原理, 利用水的表面张力介于金属表面张力和胶液表面张力之间这一条件, 如果被粘金属表面能被水所浸润, 说明表面处理清洁, 则胶液也一定能浸润被粘金属表面。以此来鉴别被粘物表面处理的清洁程度。

对试件也作了各种表面处理, 然后用XM-28胶进行胶接, 硫化后作剪切强度试验, 结果如表1。

表1 XM-28胶胶接试件的剪切强度

序号	胶接材料	表面处理	表面涂料	剪切强度 MPa	破坏形式
1	30CrMnSiA	喷砂	SF-9	2.8	混合破坏
	LY12-CZ	阳极氧化	SF-9		
2	30CrMnSiA	喷砂	SF-9	2.5	粘附破坏
	LY12-M	溶剂清洗	—		
3	LY12-CZ	阳极氧化	SF-9	2.8	混合破坏
	LY12-CZ	阳极氧化	SF-9		
4	LY12-CZ	阳极氧化	SF-9	1.5	内聚破坏
	LY12-M	溶剂清洗	—		
5	30CrMnSiA	喷砂	X05-2	2.3	粘附破坏
	LY12-CZ	阳极氧化	SF-9		
6	30CrMnSiA	镀锌	SF-9	2.9	混合破坏
	LY12-CZ	阳极氧化	SF-9		

注: X05-2涂料系缩醛铝粉烤漆, 为CK-1靶机油箱用漆。

试验结果表明, 镀锌后喷涂SF-9涂料的30CrMnSiA钢同经阳极氧化后喷涂SF-9涂料的LY12-CZ胶接强度较佳。

值得指出的是, SF-9涂料既与金属表面有良好的粘附力, 也与XM-28胶有较好的相容

性。因而, 表面处理后再喷涂SF-9涂料的表面胶接效果较好。然而, 涂层厚度有讲究, 若太厚(大于20 μm)会起皱; 太薄则不能起到应有的偶联作用, 从而影响胶接质量。通过试验, 表明涂层厚度在10~15 μm 比较理想。试验曲线见图2。

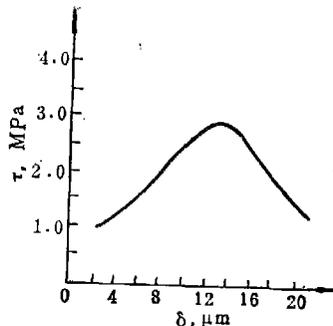


图2 胶接表面涂层厚度与剪切强度关系

2. XM-28胶配方试验

XM-28胶的特点之一是对温度、湿度比较敏感, 因此对组分称量要求较严, 其中促进剂组分量较大, 在0.07~1.4%范围, 应随温度、湿度变化和所需的活性期、施工期选择使用。掌握好促进剂用量, 是胶接成败的关键之一。为此, 对XM-28胶作了配方试验(见表2)。

表2 XM-28胶配方试验表

固定组份重	促进剂份重	活性期* h	施工期* h
聚硫橡胶128 硫化剂3 增粘剂3	0.1	12	30
	0.3	10	30
	0.5	8	24
	0.8	6	18
	1.0	5	15
	1.2	4	12
	1.5	3	9
	1.8	2	6
	2.0	1	3

*试验时的活性期、施工期判定标准略。

表3 胶接和铆接时间间隔试验

XM-28胶配方 份重		胶铆时 时间间隔 h	胶铆时产生的情况	水密 试验
固定组份	促进剂			
聚硫橡胶 128	0.8	3	胶飞溅, 有间隙	滴漏
		6	胶不流动, 有气泡产生	渗漏
		8	胶有弹性, 可铆接到位	不渗漏
		13	胶弹性小, 出现铆钉在 夹层墩粗现象	渗漏
硫化剂 8	1.0	3	胶溅出, 局部出现孔隙	滴漏
		5	胶挤压流出, 局部出现 孔隙	渗漏
增粘剂 3	1.0	7	胶有弹性, 可铆接到位	不渗漏
		15	胶弹性小, 铆接厚度过 大	渗漏
		1.2	2	胶溅出, 局部出现孔隙
		4	胶挤出, 局部出现孔隙	渗漏
		6	胶富有弹性, 可铆接到 位	不渗漏
		12	胶弹性小, 铆接厚度过 大	渗漏

上述试验是在温度20℃、相对湿度50%的通常情况下进行的。此外, 还对一些特殊情况作了配方试验。结论是: 当环境温度低于15℃时, 促进剂用量应比通常情况下相应增加; 当环境温度高于30℃时, 促进剂用量要相应减少; 阴雨天, 相对湿度超过85%, 一般不宜胶接。

此外, 胶液的粘度和表面张力对胶接也有影响。这从微观的胶液浸润胶接面的单个缝隙时间公式看出:

$$t = \frac{2\eta l^2}{r \cdot \gamma_{LV} \cdot \cos\theta} \quad (1)$$

式中: η —胶液粘度, cP ($cP = 10^{-3} Pa \cdot s$)

l —缝隙长度, mm;

r —缝隙直径, mm;

γ_{LV} —胶液与大气的界面张力, dyn/cm;

θ —接触角。

由(1)式可见, 胶液能否很好地浸润胶接表面, 不仅取决于胶接表面处理, 而且与浸润速度 t 有关, 而浸润速度则与胶液的粘度及表面张力有关(当然还与胶接表面粗糙度等因素有关)。因此, 在配制胶液时, 要用相应的溶剂来调节胶液的粘度, 使胶液能尽快浸润胶接表面。

三、胶铆试验研究

1. 胶铆试验

胶铆工艺是一种比较新的工艺, 有些问题还需要摸索。在用XM-28胶进行缝内密封时, 对涂胶量、涂胶厚度、涂胶后铆接的最佳时间间隔以及铆钉间距等作了试验, 见表3及图3。

试验表明, 涂胶厚度在0.5~0.7mm 较佳。

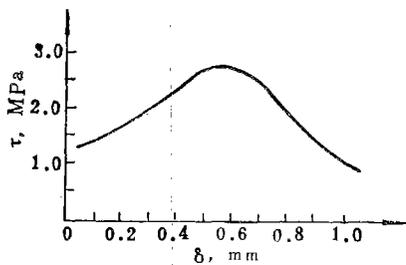


图3 胶层厚度 δ 与剪切强度 τ 的曲线

胶层过厚, 会使铆钉在夹层间墩粗变形, 影响密封效果; 胶层过薄, 也会影响密封性能。铆钉间距一般在20mm, 既能保证连接强度, 又确保密封性能。胶铆时间间隔须视配方中促进剂用量而定, 通常在胶的活性期之后施工期间进行, 即在胶失去活性之后1~2小时进行铆接。胶铆结构与铆接结构相比, 前者具有较高的抗疲劳性能。这是胶铆结构的独特之处。

2. 耐油和耐温试验

(1) 耐油试验 XM-28胶具有耐油、耐腐蚀和耐老化等特性。为慎重起见仍对胶接试片和铆接试件作了耐燃油试验, 见表4。

试验表明, XM-28密封胶耐燃油性能良好, 符合设计和使用要求。

(2) 焊接时高温对密封胶的影响及保护措施 根据CK-1型靶机的使用要求, XM-28胶能够满足使用温度要求, 但由于工艺上需要在胶铆后进行焊接, 而焊缝距胶铆处仅100mm。对焊接来说, 虽不属于焊接热影响区(已进入

表4 胶接试片耐燃油试验

序号	胶接材料	表面处理	涂料	试验条件	胶外观	剪切强度 MPa
1	30CrMnSiA LY12-CZ	喷砂 阳极氧化	SF-9 SF-9	浸泡于 30°C	无变化	2.8
2	30CrMnSiA LY12-CZ	喷砂 阳极氧化	X05-2 SF-9	航空煤 油中70 天	无变化	2.3
3	LY12-CZ LY12-CZ	阳极氧化 阳极氧化	SF-9 SF-9		无变化	2.8

母材区)，但该处温度究竟多高？对胶铆处有否影响？我们作了试验，用测温仪实测各点温度，测得距焊缝100mm处瞬时最高温度可达135°C。经检验没有发现胶变质、龟裂、脆化等现象，胶铆处也不泄漏。在试生产中，为确保质量，采取了间歇焊接，并用湿布敷设胶铆处等措施，以保证焊接时胶铆处温度不超过120°C，从而较好地解决了焊接与胶接的工艺矛盾。

3. 密封性试验

小隔舱制成后，进行了水密性试验。先将

小隔舱水平放置并注满水，小隔舱上所有的活门均自动关闭。经检验，胶铆处、胶接螺接处没有发现泄漏或渗漏；再将小隔舱分别倾斜45°和90°方向，所有活门也均自动关闭，胶铆处也没有发现泄漏和渗漏。

此外，主油箱出油口盖以及连接接头也采用XM-28胶的胶接螺接结构密封。对主油箱作水密性试验，先加压到0.392MPa，保压10min，没有渗漏；再加压到0.588MPa，保压20min，检验时也没有发现渗漏现象。

水密性试验结果表明，无论是胶铆结构还是胶接螺接结构，其密封性能均符合设计和使用要求。

四、结 论

从小隔舱油箱的试制到生产，工艺过程日益完善，因而胶铆结构和胶接螺接结构的密封质量不断提高。经过上述各项试验以及5架次CK-1型靶机的实际飞行证明：胶铆和胶接螺接结构的小隔舱油箱完全满足燃油系统的设计和使用要求。

(参考文献略)

... *...* *...* *...* *...* *...* *...*

第二届有色金属应用技术交流会的征文通知

为促进我国有色金属应用技术的发展，中国机械工程学会材料学会与中国兵工学会金属材料学会定于一九八七年十一月份联合召开第二届有色金属应用技术交流会。

会议将交流大机械行业，包括通用机械、汽车、兵工、航空、航天、舰船、农机、冶金、建筑、电器、石油、化工、轻工、纺织、矿山、艺术和音响等各行业中有色金属材料的研究、开发和应用方面的科技成果和学术论文。其中，重点交流有关正确选材、节约用材、挖掘材料潜力、提高产品质量、消化国外引进技术、研究开发新型材料、节约能源、降低成本等方面的内容。会议还将邀请有关专家作专题学术报

告，并开展技术咨询、技术转让等活动。会议论文还将推荐给有关期刊杂志选登。

会议欢迎各单位及个人撰写有关技术总结和学术论文参加交流。论文全文及三百字的论文摘要，请于一九八七年七月底前寄内蒙古包头市四号信箱第二研究部（联系人：齐丕骧、白淶水），以便统一组织评审。如被录用，届时将通知论文作者参加会议。会议召开的具体时间、地点等有关事项将另行通知。

中国机械工程学会材料学会

中国兵工学会金属材料学会

有色金属应用技术专业委员会

一九八六年十二月