

飞机胶接壁板的试验与应用

一二二厂“七·二一”工人大学

三十二分校胶接班

一九七〇年,我厂曾成立壁板胶接小组,开展了胶接壁板方面的工作,采用自力-2胶胶接出十三件产品,一面进行一些模拟试验,一面装机使用。

随着航空技术和生产的发展,为了尽量采用先进技术,提高航空产品质量,改善生产、劳动条件,逐步减少铆装工作量,我厂于一九七六年五月七日在铆接车间成立了一个隶属于工厂“七·二一”工人大学的胶接班,学员中有工人(包括铆接老工人)、技术人员和干部。一年多来,在各级党组织的关怀和支持下,得到有关科室的大力配合,我们结合产品生产,边教学边实践,先后胶接出各种大小壁板件39种872件,都已装机使用。现将有关情况作一简要介绍。

一、自力-2胶胶接的部分产品

1. 胶接产品

根据产品型号特点,我们采用自力-2胶胶接了部分产品,见表1;若干胶接件实物照片见图1、2和3。

2. 使用情况

为了及时了解装机胶接件的使用情况,我们于一九七六年十一月到使用部队对一九七〇年胶接而于一九七一年装机的部份胶接产品进行了调查。调查的产品如表2所列。

调查结果表明,除1/13批、10/12批的尾舱门蒙皮与镁合金骨架有局部开胶外,其它铝合金胶接件都没有开胶和其它异常现象。部队也

表 1

胶接件名称	尺寸,毫米 ²	件数	备 注
框	1800×900	30	装机
机身下包皮	1200×1200	6	装机
托板、仓门、口盖等	200×200~ 1000×1000	248	装机
接 头	50×40	540	装机
机翼大梁腹板	1500×200~ 4000×365	36	装机
机身侧板件	1500×3800	10	装机
机身侧板件	1200×2500	2	做破坏试验

注: 共计39种872件。

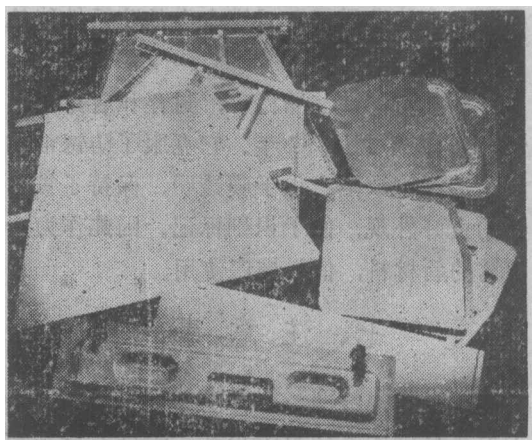


图 1 胶接的托板、仓门和口盖

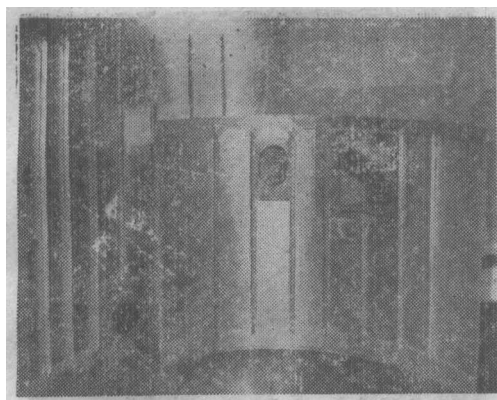


图 2 机身下包皮

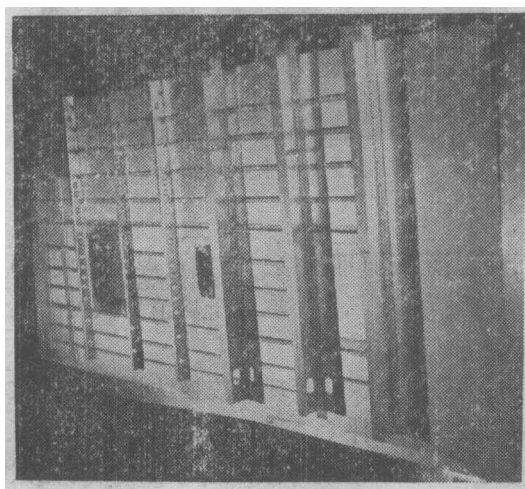


图 3 机身侧板件

表 2

批 次	图 号	名 称
10/12批	0402-0	尾舱门
10/12批	4286-0	前舱门
10/12批	0306-50	5号油箱托板
10/12批	0305-0	3号油箱托板
10/12批	0305-50	1号油箱托板
10/12批	0307-70	2号油箱托板
1/13批	0402-0	尾舱门
3/12批8/12批	0301-10	付翼舵机口盖

反映使用中未发现其它问题。

上述胶接件,当时由于某些原因,工艺状态较差,所用的零件都是批生产中的铆接零件,表面阳极化后存放了多长时间也不清楚。胶接时固化压力控制不严,是用普通万力加压的(不带弹簧),当时也没有留下原始强度数据。

在调查中,将10/12批的前舱门(图号4286-0)重新更换为一九七六年胶接的产品,换下的旧胶接件带回工厂进行探伤和破坏试验。

有关履历本记载表明,该件已随机飞行了737小时35分、1292次起落,未发现开胶和异常情况。

后来,该件经探伤和破坏试验,结果良好,但因无原始强度,故无法对比。

二、模拟试验

我们对胶接件进行了相应型号机种的模拟结构件试验,并与铆接件作了初步对比。

1. 一九七一年胶接的产品试验情况

胶接试验情况见表3。

表 3

试验项目	试 验 结 果	结 论
弯曲疲劳振动试验	胶接件 6.19×10^5 次角材断,未开胶 铆接件 5.8×10^5 次角材断,铆钉松动	胶接件优于铆接件
张力场试验	胶接件临界剪应力 1325.6公斤/厘米 ² 铆接件临界剪应力 1095公斤/厘米 ²	胶接件比铆接件高21%
压稳试验	胶接件失稳外载10100公斤 铆接件失稳外载8183公斤	胶接件比铆接件高23.4%
领航员天盖充放气疲劳试验	压力为0.4大气压,每分钟三次,到1950次无异常变化,又增压到0.5大气压,充放到4000次,边角气密铆钉漏气,涂XM-16密封胶密封后继续试验,到10300次胶接局部开胶	胶接件优于铆接件

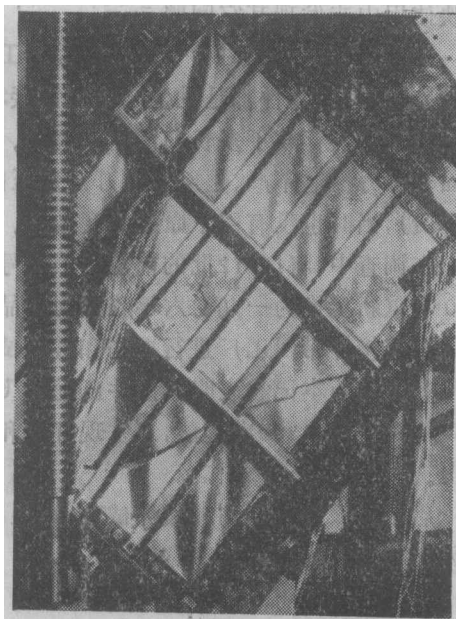


图4 胶接件破坏情况

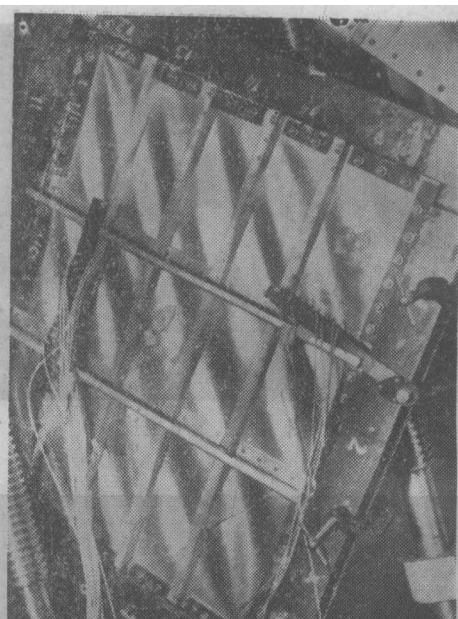


图5 铆接件破坏情况

张力场试验的破坏情况见图4和5。

由图3和图4可见,胶接件在高于铆接件临界剪应力下破坏时,主要是基体材料开裂,胶接处并未开胶,而铆接件破坏时,基体材料开裂,铆钉有松动或变形现象。

2. 一九七六年胶接的产品试验情况

胶接试验情况见表4。

为接受新机种壁板胶接任务,我们做了该机模拟件压稳试验与张力场试验。试验系采用

三种连接结构(即铆接、胶接点焊及全胶接)进行对比。各用三件,取其平均值为试验结果,见表4。

另外,为探讨合理的胶接结构形式,在重量与该机模拟件(工形长桁)相等的条件下,胶接了U形长桁结构件,并一起做了对比试验(表4)。

表 4

试验项目	联接形式	试 验 结 果	结 论
压 稳 试 验	铆 接 件	临界失稳应力1729公斤/厘米 ²	胶接件比铆接件高48%,工形胶接件比焊接件高1%,U形胶接件比铆接件高66%
	焊 接 件	临界失稳应力2537公斤/厘米 ²	
	工形胶接件	临界失稳应力2561公斤/厘米 ²	
	U形胶接件	临界失稳应力2870公斤/厘米 ²	
张 力 场 试 验	铆 接 件	临界剪应力355公斤/厘米 ²	胶接件比铆接件高42%,工形胶接件比焊接件高3%,U形胶接件比铆接件高144%
	焊 接 件	临界剪应力491公斤/厘米 ²	
	工形胶接件	临界剪应力504公斤/厘米 ²	
	U形胶接件	临界剪应力867公斤/厘米 ²	

表4表明，模拟件采用胶接优于铆接，而把L形长桁改用U形长桁，进一步改善了胶接结构的抗剥离条件，效果更明显，其强度数据的提高十分可观。这充分说明，合理地选择和设计胶接结构形式非常重要，值得很好重视。

压稳试验件和张应力场试验件情况分别见图6、7、8。



图6 铆、焊、胶三种连接形式压稳对比试验后外观

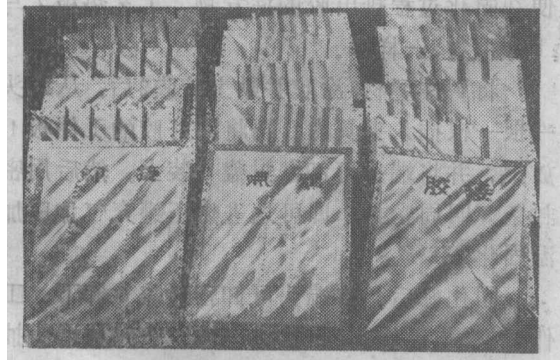


图7 铆、焊、胶三种连接形式张应力场对比试验后外观

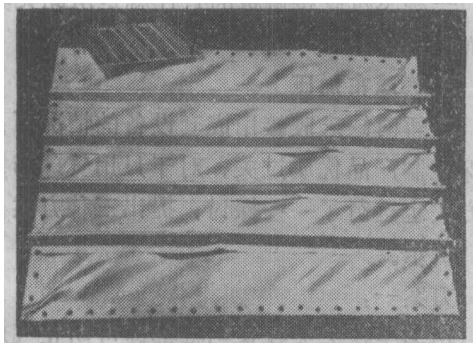


图8 L形长桁改为U形长桁胶接件的张应力场试验与压稳试验后外观
(大件为张应力场试件，左上角小件为压稳试件)

三、几种加压方法的探讨

温度、压力、时间是胶接工艺的三个重要参数，其中以压力较难控制。针对生产上的需要，我们探讨并使用了下述一些加压方法。

1. 万力加压

普通万力加压，其压力数值无法控制，所以我们设计制做了二百个带弹簧的万力装置，如图9所示。

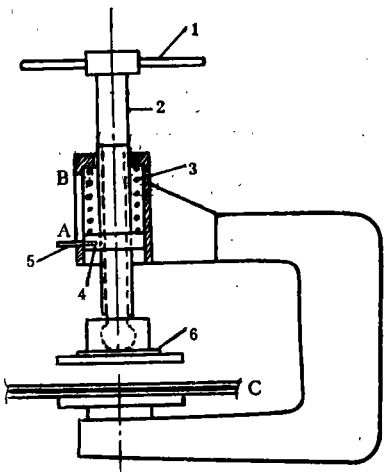


图9 弹簧万力装置示意图

1—把手；2—丝杠；3—弹簧；4—螺母；5—指针；6—万向压块

转动把手1，丝杠2即随之转动并下移，当万向压块6与工件C相碰时即开始加压。

继续转动把手1，则丝杠2只转动而不再下移，这时螺母4开始上移，压缩弹簧3，使工件C加压。

指针5系镶在螺母4上成为一体，所以螺母4不能转动，只能限制在AB长槽范围内上下移动。

当指针5在A位置时压力为零，指针在B位置时压力为88公斤，所需压力数值可由指针5调节。

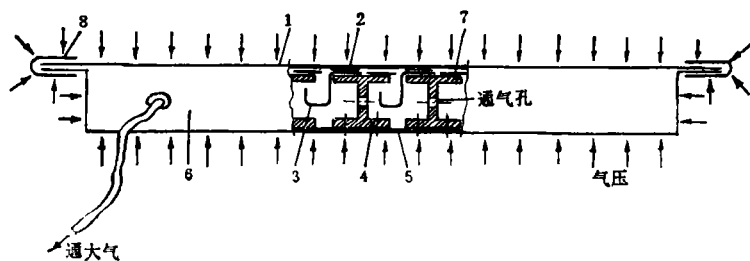


图 10 空心胶接夹具工作示意图

1—工件板；2—胶膜；3—工件型材；4—工形骨架；5—夹具蒙皮；
6—端头可卸密封盖；7—工艺垫板；8—密封条

此弯力装置适用于边沿和不规则胶接件的加压。飞机隔框的30个胶接件和15个框头就是用这种万力装置加压的。

2. “空心胶接夹具”加压

通常在热压罐内充气加压都需要用气球布，但气球布成本高，且进罐使用一次便报废

了，对于批生产来说，消耗太大。针对这种情况，结合机种结构的特点，制做了一个宽1.2米、长2.55米的“空心胶接夹具”，如图10所示。

工形骨架4上钻有通气孔，以使各气室相通，端头可卸密封盖6上有接管咀通大气，以便在固化过程排出胶的挥发物。工艺垫板7与工件型材3一样厚。

将工件型材3涂胶并贴上胶膜2后，从端头一根一根插入夹具内，再将涂好胶的工件板1放上，并将端头可卸密封盖6装上，然后用密封条8四周密封，即可送进热压罐充气加压加温固化。

固化好后，将端头可卸密封盖6卸下，工件型材3与工件板1胶接成一体，一起从端头抽出，胶接产品即告完成。

一种飞机胶接侧板的首件就是用此夹具加压而成的。

3. 气球布加压

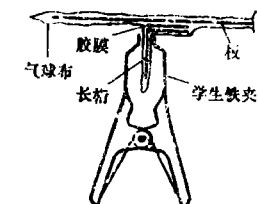
在暂时缺乏胶接用成套设备的情况下，为确保试制产品优质过关，对于只用气球布加压的方法也进行了一些探讨，提出三种方案，如图11所示。

方案一：

用学生铁夹夹在长桁根部即可防止气球布与长桁贴合时出现“骑马”情况。

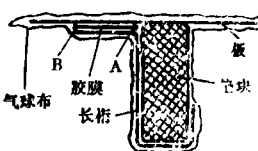
方案二：

方案一（内衬通气玻璃布，未示出）



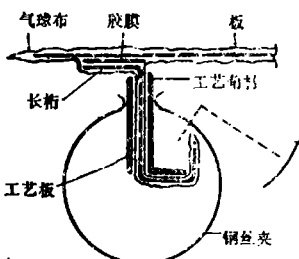
方案一（内衬通气玻璃布，未示出）

方案二（内衬通气玻璃布，未示出）



方案二（内衬通气玻璃布，未示出）

方案三（内衬通气玻璃布，未示出）



方案三（内衬通气玻璃布，未示出）

图 11 气球布加压三种方案示意图

垫块高度要求很准确。垫块低了，长桁B点翘起，则B点加不上压；垫块高了，长桁A点悬空，则A点加不上压。此方案的垫块放取都不太方便。

方案三：

用工艺板与工艺角材使气球布沿飞形长桁贴合，另用钢丝夹夹住，工艺角材沿纵向分成几段，以便装卸。

工艺角材的安装见虚线所示，按箭头方向很容易装入。

固化后，取下钢丝夹，将气球布向外一拉，工艺角材即顺箭头反方向掉出来，这较方案二方便些。

有一种飞机的机身侧板件，就是采用方案一与方案二联合加压制成的，方案一用于长桁与蒙皮的加压，方案二用于飞形普通框与蒙皮的加压。方案三适用于另一型号机种长桁与蒙皮的加压。

4. 热压床气加压

国外一些典型胶接用热压床，其压力都是通过液压系统获得的，构造复杂，制造难度大。

我厂通过三结合攻关小组的努力，设计出一种热压床气压方案，如图12所示。

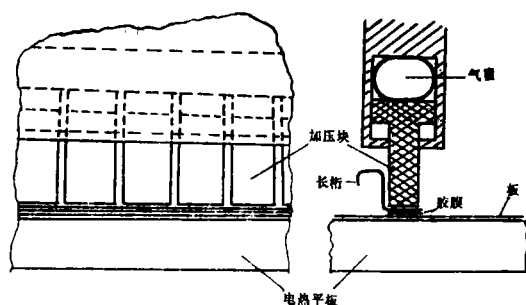


图 12 热压床气压方案

热压床的气囊充气，加压块即压紧工件。

加压块沿长桁方向分成许多小块，这样不论是电热平板制造带来的误差，还是长桁制造带来的厚度误差，都能使胶缝获得所需均匀压力，从而保证产品胶接质量。

经模拟试验表明，效果良好。我厂装配科负责设计的一台1.6米宽、6米长的气加压热压床现已投入制造。

四、胶接件的无损检验

为检验胶接件的胶接质量，中心试验室超声探伤组采用自行研制的“松花江-Ⅱ型胶接检查仪”，基本上解决了全胶接件的无损检测问题。

由于胶接产品种类多，尺寸不一，结构复杂，故决定无损探伤工作分两步走，第一步先对一般零件检查“零强度”，以保证产品上没有不允许的“脱粘”；第二步再对重要受力构件的胶接强度进行无损检测。

迄今，已对装机使用的全胶接件39种872件百分之百进行了“零强度”无损检查，结果是可靠的。（参阅本刊1977年第1期“松花江-Ⅱ型胶接质量检查仪”一文。）此外，还对使用6年、飞行过737小时35分1292次起落的前舱门进行了探测，（下转第8页）

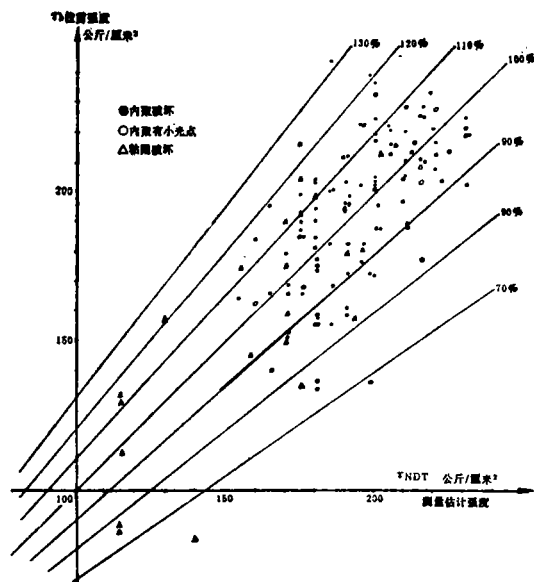


图 13 无损检测胶接强度与实际拉剪强度的初步比较

每2年检查一次,逐渐延长;1974年将胶管和零件的保管期都延长到8年。可以看出,美国对航空橡胶制品保管期的规定也在逐渐延长。

1972年,美国空军材料试验室根据多年来对航空橡胶零件在各空军基地长期贮存试验的结果,以及对1942年6月在格陵兰失事的一架B-17E轰炸机和1943年4月在利比亚沙漠失事的一架B-24D轰炸机上橡胶零件、胶管等检验的结果,提出了可以取消控制航空橡胶密封零件保管期的建议。他们认为,上述两架飞机上用的橡胶零件都是四十年代的普通配方,经长期放置后还能正常工作,则经二、三十年来在橡胶组分及工艺上有了很大改进的情况下,最低限度也应能经受住同样长时期考验。(参看SAMPE 4th Nat. Tech. Conference and Exhibition series vol.4, 1972, p281)

苏联

苏联航空橡胶制品的保管期和使用期一般都在制品技术条件中规定。逐年来保管期都在不断延长。如钢丝编织高压软管,在1950年的

MXΠTY186-50中规定保管期和使用期各为1年,1956年的MXΠTY 1515-56中规定保管期和使用期共为4年半,其中自由状态保管半年,装配状态保管1年,使用期3年,1963年改成保管期和使用期共为8年,其中使用期2年。

综合以上三个国家制订航空橡胶保管期的情况可以看出,各国在制订橡胶保管期的工作中经历了一个由必然王国向自由王国发展的认识过程。在五十年代,航空橡胶的保管期一般都订得较短,以后随着实践经验的不断增加,材料质量的不断改进,以及对橡胶老化规律的逐渐认识而不断延长。值得一提的是各国对超期贮存的产品,对使用中发生故障的产品,以及对使用到期报废的产品中的零、部件的分析鉴定极为重视。各飞机公司都设有发展部和服务部,负责收集本公司出厂飞机使用过程中的质量情况以及进行故障分析和质量改进等工作。这就为不断延长航空产品的寿命指出了发展途径,也为不断延长航空橡胶制品的保管期和使用期提供了可靠依据。



(上接第23页) 判定其胶接仍良好,结果也为破坏试验所证实。这样,就比单单依靠“随炉试片”判断大大前进了一步。

为了实现无损检测“胶接强度”,选择了新机研制中的一种蒙皮-加强筋典型胶接件,利用已试制成的两块壁板(2.5×1.2米)进行测试和拉剪,根据二者之间的对应值,可由仪器在产品上的测试结果估计出产品的胶接强度,而无需破坏该产品。无损检测胶接强度与实际破坏的拉剪强度的初步比较见图13。

此外,试验还发现了区分胶层“内聚”破坏和“粘附”破坏的可能性。荷兰的弗克(Fokker)胶接检验仪规定须用“随炉试片”证明为“内聚”破坏后方能使用。我们发现有可能由仪器直接指示来区分这两种不同的破坏形式,如曾判断93处为“内聚”破坏,有82处证实是正确的;预计32处为“粘附”破坏,有28处亦被证实。

胶接技术在航空工业上的应用正在日益发展。我们所做的工作还很有限,但实践使我们体会到,胶接工艺也必须大干快上,为此应重视解决如下这样一些问题,诸如组织力量制定出合理的“胶接强度规范”、编写出有对应铆接结构内容的“胶接设计员手册”、开展合理胶接结构设计的研究试验工作,以及解决必需设备等。

我们决心在以华主席为首党中央领导下,高举毛主席的伟大旗帜,沿着党的十一大路线,为实现四个现代化而努力。