

航空产品用压敏胶粘带的性能与质量检测

Performance and Quality Detection of Pressure Sensitive Adhesives for Aero-Product

上海交通大学 蔡培培
中国空空导弹研究院 肖军 程功

[摘要] 粘接技术为航空工业的发展做出了巨大贡献。作为使用最为广泛的胶粘产品,压敏胶粘带更是功不可没。针对航空产品的生产装配特点,本文简述了压敏胶粘带的性能、表征及测试方法,为航空产品生产装配人员正确、合理地选用压敏胶粘带提供参考。

关键词: 压敏胶粘带 性能 质量检测

[ABSTRACT] The adhesive technology contributes to the development of aviation, especially the pressure sensitive adhesive which are the most common adhesive. The performance and test methods of the pressure sensitive adhesive is studied according to the characteristic of production and assembly for aero-product. This paper is helpful for choosing the pressure sensitive adhesives correctly.

Keywords: Pressure sensitive adhesives Performance Quality detection

在航空工业中,粘接技术发挥了不可替代的作用。目前世界各国采用粘接结构的飞机已达 100 多种,而且粘接已成为飞机设计的基础。例如,“三叉戟”飞机的粘接面积占总连接面积的 67%;波音 747 飞机的粘接面积高达 3000m²; B-58 超高速轰炸机用 400kg 胶粘剂代替了 15 万只铆钉;世界上最大的客机 A380 能够大量使用新型复合材料,粘接技术起了关键的作用^[1]。

压敏胶粘带作为使用最为广泛的胶粘产品,是由各种基带及其依附的压敏胶所组成的胶粘产品,在轻微外力触压作用下,在粘合表面快速粘附并形成保护,能抵抗外力以防止脱粘^[2]。在我国,每年各种压敏胶粘带的生产量和销售量巨大,早在 1998 年销售量^[3]就已经达到了 2.5 × 10⁹m²; 2007 年,销售量更是高达 5.2 × 10⁹m², 年增长率在 6.5% 以上^[4]。

在航空产品生产装配中,每道工序均要求十分严格,所以正确、合理地选用压敏胶粘带的意义非常重要。本文对航空产品常用的压敏胶粘带品种进行了归纳,并且论述了压敏胶粘带的应用性能及质量检测方法。

1 压敏胶粘带及其性能与应用

1.1 粘合原理

压敏胶的粘合特性来自其组成成分中的有机高分子弹性体、增粘剂、溶剂等的结构特性^[2]。图 1 表明,压敏胶与被粘表面接触并被压平后,获得粘附效果的原理。因此,使用压敏胶粘带时,应保持被粘表面洁净,无水、油、尘、汗等杂质,并且在粘贴后,将表面压实。图 2 是 3 种类型压敏胶粘合强度与时间的关系曲线,其中,与橡胶型、有机硅型压敏胶不同的是,丙烯酸型压敏胶的粘合强度逐步达到最佳强度。

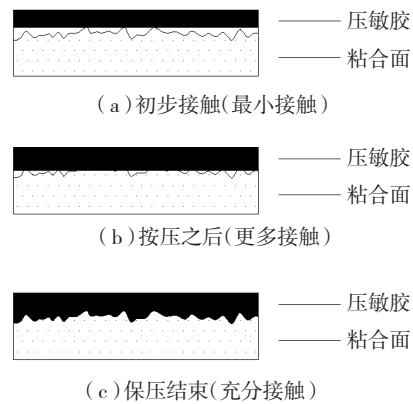


图1 压敏胶粘合原理示意图

Fig.1 Principle of pressure sensitive adhesives

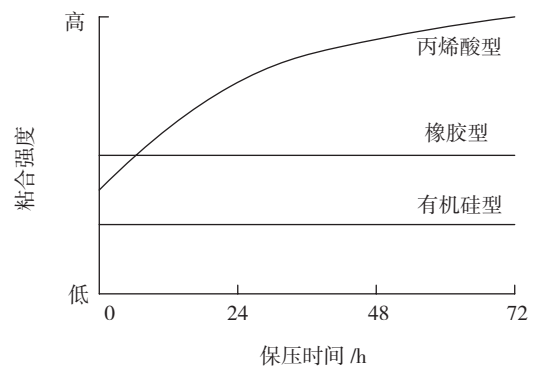


图2 3种压敏胶粘合强度-时间曲线

Fig.2 Strength-time curve of three pressure sensitive adhesives

1.2 构造、性能与用途

压敏胶粘带可选用的压敏胶和基带种类众多,其常用种类、性能及用途见表 1 和表 2。

1.3 应用与效果

压敏胶粘带的应用极其广泛,在航空产品的设计、生产、储存以及运输过程中发挥了巨大的作用,如产品标识、产品伪装等。表3列出了其主要的應用及效果。

2 压敏胶粘带的质量检测

20世纪60年代初期,美军参加越战的一架F-4 Phantom II鬼怪式战斗机因襟翼后缘使用的胶粘剂失效导致坠毁,引起对胶粘剂的质量与检测的广泛关注。

压敏粘胶带的生产涉及多种技术,针对不同的需求,需要进行胶和基带的多样性设计,应该实施严格的生产工艺管理和质量控制。为航空产品选用压敏胶粘带时,首先要考虑产品的耐久性、使用温度、粘合表面状况和环境条件等因素;其次参照相关标准、样本牌号、质量指标、构造和用途、来源、价格及使用经验进行选择;最后,还要求进行必要的产品工艺性能试验,最终确定品种、牌号等。例如,为PCB板选取掩蔽胶粘带时,

需要根据产品生产工艺要求,参考胶带样本,通过工艺性能试验中脱胶、渗漏、去掩蔽后残留胶、可操作性等情况,最终确定选用3M聚酯胶粘带。

压敏胶粘带的质量体现在外观;适用期;满足特殊要求,如耐温、绝缘、密封以及润滑能力等方面。具体包括:力学性能、理化性能、工艺性能、电性能和特殊性能。在检测方面也产生了相应的质量检测标准,例如:初粘性(GB4852)、粘附牢固持久(GB4851、GB2792)、工频击穿强度(GB7752)、耐电压(GB/T14517)等标准。

2.1 力学性能

压敏胶粘带由基带、压敏胶以其隔离物组成,其力学性能由基带、压敏胶及二者组合的性质决定。采用挠性-刚性材料结构为基带的压敏胶粘带的力学性能多采用电拉试验机测试,如剥离强度用GB2792-81压敏胶粘带180°测定方法来测定,拉伸、剪切、屈服强度、断裂伸长率的测定采用GB7753压敏胶粘带拉伸性能试

表1 常用压敏胶种类及性能

压敏胶类型	性能特点
橡胶型	初始粘合力极佳,固化后粘合力、抗溶剂性及耐热性高
丙烯酸型	初始粘合力好,粘合力逐步提高,耐氧化、老化、光、溶剂性能优良,可进行分子设计,可交联固化,耐温范围宽、耐久性好、价格适中、多用途 ^[5]
有机硅型	对难粘的聚四氟乙烯、聚酰亚胺、硅橡胶能够较好的粘附,耐高低温性能优异(-73~210℃),耐久性好,价格高,特殊用途

表2 常用基带的性能及用途

基带类型	依附的压敏胶类型	性能	用途
纸带	橡胶型、丙烯酸型、有机硅型	柔韧性好、抗穿刺,粘贴后保形性高,便于书写标记,价廉	适用于线圈、线束、零件包封及105℃以下温度的其它用途
聚酰亚胺带	有机硅型	耐高低温性能最优(可达-73~260℃),理化、电气和机械性能优异,价高	适用于高温、低温或温度冲击大的线圈、缠结电线、PCB板、电器组件,和热喷涂、热焊掩蔽
聚酯薄膜带	橡胶型、丙烯酸型、有机硅型	色彩丰富,耐磨性、保形性、抗化学品性、耐溶剂性和防潮性优良	适用于要求薄质、耐用和高介电/耐电压强度绝缘等用途
聚四氟乙烯带	有机硅型	防水防污,耐磨损、自润滑,电性能、耐高温性(204℃连续使用或270℃短时使用)优异,耐酸碱等化学品,收缩率、烧蚀残碳率低,价高	适用于表面减磨、防污染和耐热封装等特殊用途
乙烯树脂带	橡胶型、丙烯酸型	柔顺性、绝缘性优良,防潮、防紫外光、耐磨损、耐腐蚀,温度适应性好	适用于强电装置、导线等封装、标识,及高压电缆(绝缘电压600V)、电线和电视消磁线圈的缠绕
强化纤维带	橡胶型、丙烯酸型	介电强度、耐高电压性能好,机械强度高,延展强度低、韧度高和抗撕裂	适用于在130℃以下温度,能够固定引线及端子板,缠结线圈
合成薄膜带	橡胶型、丙烯酸型	介电强度、耐高电压性能好,抗撕裂,软质	通用
玻璃布带	橡胶型、丙烯酸型、有机硅型	耐热、防火,可承受温度为180℃(长期)、200℃(数小时)以及1100℃(瞬时),机械强度高,保形性好,表面处理能够吸附绝缘漆和树脂	用途广泛,特别是高温热喷涂、吹砂掩蔽,强力连接、机械加固
金属箔带	丙烯酸型、有机硅型	具有优越的导电性能	适用于各种接地、压焊以及防电磁干扰屏蔽封装

表3 压敏胶粘带的应用

应用	效果
产品标识	使用色彩醒目或者高反光的胶粘带对产品进行标识,用于区分类别,可减少装配、检修错误,提高工效
临时掩蔽	用于电子封装与粘接、喷漆、吹砂等生产和修复工序,施工前在无需粘上涂料或胶液的部位用胶带掩蔽,施工后除去胶带即可,简便、省料
机械加固	利用高强胶粘带将分散线束或者小零件等绑扎、定位,起到包覆保护的作用,形成规整的组件
密封隔离	根据介质和使用工况选用胶粘带缠绕、包封,达到封装的效果
导热导电	使用铝、铜等金属基带的胶粘带不仅可以密封、加强,还能够改善导电、散热效果
耐磨润滑	将聚四氟乙烯胶粘带等缠绕在轴等滑动、磨损表面,能够快速简便地提高润滑性能,非常适合禁用油脂润滑的洁净场合
双面胶粘	能够将2层被粘物粘合,如果基带具有导电导热功能,还可以用于特殊场合
测定涂层附着力	3M-250# 胶带,能够方便快捷地测定涂层附着力
防热耐高温	在热环境中,保证被粘物的粘合
产品伪装	在特殊环境下,利用迷彩胶粘带对产品进行伪装

验方法和 GB7754 压敏胶粘带剪切强度试验方法;而使用塑料、橡胶、织物等作为基带的压敏胶粘带,其拉伸、屈服强度、断裂伸长率的测定可以采用与基带独立测试相同的方法。

2.2 理化性能

压敏胶粘带的防水性能按照 GB/T15330 压敏胶粘带水渗透率试验方法,以及 GB/T15331 压敏胶粘带水蒸气透过率试验方法来测试;其阻燃性能可通过 GB/T15903 压敏胶粘带耐燃性试验方法,或者国外的 UL510、UL94 等绝缘胶带燃烧测试来测定。

2.3 电性能

包覆、隔离和绑扎作为压敏胶粘带的重要用途,其绝缘性能应满足相关要求。可利用 GB7752 绝缘胶粘带工频击穿强度试验方法、GB/T14517 绝缘胶粘带工频耐电压试验方法、GB/T15333 绝缘用胶粘带电腐蚀试验方法、GB7125 压敏胶粘带测试方法(涡流法)等进行测定。

2.4 工艺及其他性能

压敏胶粘带的工艺性能主要包括粘附强度、耐久性等;此外,电工胶带的电气性能,掩蔽胶带的耐溶剂性、耐热性以及去除时是否有残留物等也是需要考虑的工艺性能。上述工艺性能可根据相应标准测定,如压敏胶粘带低速解卷强度测试方法^[6](GB4850)、压敏胶粘带持粘性测试方法(GB4851)、压敏胶粘带初粘性测试方法(GB4852)。

2.5 耐久性

如今,飞机的有效寿命已达到30年以上,因此,飞机上使用的压敏胶粘带必须确保在数十年内使用的可靠性。而在长期粘贴或储存后,胶粘带通常会出现粘合

力下降、开胶,粘合表面胶质残留等老化、变质现象,因此粘接的耐久性问题需要引起极大关注。航空产品根据质量高、使用条件苛刻和储存期长等不同需求,使用耐水性、耐热性高,加入防老剂、偶联剂,交联程度高,经化学或高温固化处理的耐久性优异的压敏胶粘带。利用 GB7751-87 胶粘剂贮存期测定方法,评估规定条件下能够满足要求的存放时间,对比强度、性质的变化值与使用要求,可以获悉压敏胶粘带耐温性、耐介质、耐久性等。

3 结束语

随着航空产品的性能不断提高,其使用的环境、条件将越来越苛刻,对压敏胶粘带的要求也必将越来越严格。为了保证航空产品的使用安全,必将需要更新型、更高强度、更耐久、更耐热、工艺性能更优异的压敏胶粘带,相应的质量检测标准也会不断更新、完善,使之更好地服务于航空产品。

参考文献

- [1] 李广宇,李子东,袁素珍. 胶粘与密封新技术. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [2] 俞永涵,吕凤亭,龚非凡. 我国压敏胶粘带的现状及发展. 中国胶粘剂, 2000, 9(6): 41-43.
- [3] 熊林,王建营,延玺,等. 丙烯酸酯胶粘剂研究进展. 中国胶粘剂, 2000, 11(3): 47-49.
- [4] 吕凤亭. 压敏胶和压敏胶制品工业概况. 中国包装工业, 2008, 7: 55-58.
- [5] 尹朝辉,潘慧铭,李建宗. 有机硅压敏胶的研究进展. 中国胶粘剂, 2001, 10(6): 36-40.
- [6] 张在新. 压敏胶与压敏制品的市场和技术动向. 中国胶粘剂, 2000, 9(5): 38-42.

(责编 深蓝)