

我国航空用橡胶密封型材的现状与发展

雷海军, 翟广阳

(西北橡胶塑料研究设计院, 陕西 咸阳 712023)

摘要: 从产品结构、结构设计、成型加工、主体材料选择和适航要求方面总结我国航空用橡胶密封型材的技术概况, 指出我国航空用橡胶密封型材技术在材料研发、结构设计和成品性能检测方面的不足, 建议我国航空用橡胶密封型材行业贯彻适航理念, 以产品配套促进基础研究。

关键词: 橡胶密封型材; 航空用; 压缩式; 充气式; 结构设计; 材料选择

随着我国飞机设计与制造技术的飞速发展, 我国在航空配套零件制造方面取得了长足发展, 从20世纪50–60年代仿制前苏联产品, 到20世纪80–90年代仿制英国和法国产品, 现在我国已经能跟上世界航空业发展的步伐, 自主研发、设计和制造先进产品。作为航空配套零部件中不可或缺的部分, 橡胶密封型材的功能性和可靠性对保障飞行安全起着至关重要的作用。本文主要介绍我国航空用橡胶密封型材的现状与发展。

1 我国航空用密封型材技术概况

1.1 产品结构

航空用橡胶密封型材形状各异, 按密封形式可分为压缩式和充气式2种。压缩式橡胶密封型材是利用橡胶断面凸点和橡胶压缩回弹所产生的应力来实现密封的。充气式橡胶密封带是在中空全封闭的腔体中充满气体, 利用气体产生的膨胀压力来实现橡胶面与门体的接触密封, 密封断面是中空全封闭结构。

压缩式橡胶密封型材对主体材料的压缩回弹性要求高, 其密封断面结构多样, 密封性能主要与密封的门体有关, 与飞机其他部件关联不大, 密封结构相对独立性强。压缩式橡胶密封型材的缺点为: 经过多次使用后, 因主体材料老化而产生应力松弛, 密封性能逐渐变差, 同时在低温时因橡胶的低

温回弹性差出现密封失效。从目前世界各国飞机的应用情况来看, 压缩式橡胶密封型材主要在大型客机等领域应用。压缩式橡胶密封型材断面典型结构见图1。

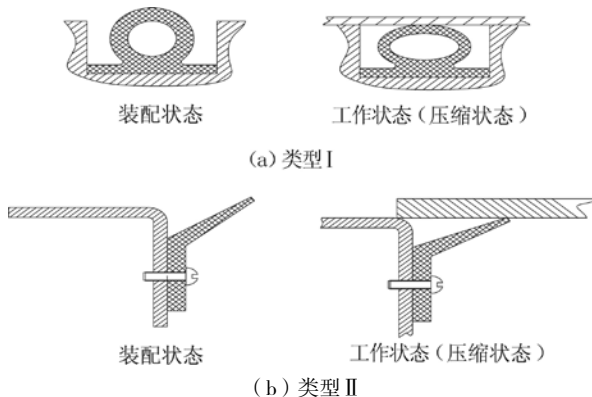


图1 压缩式橡胶密封型材断面典型结构

受加工条件、装配精度和环境温度变化的影响, 大型密封舱门与舱口的间隙一般在3 mm左右, 有时甚至达10 mm, 舱门和舱口采用普通密封型材难以达到理想的密封效果。在这种情况下, 就需要一种构型能随密封间隙变化而变化的密封制品, 充气式密封型材就是为满足这种需要而研发的一种新技术产品。

与压缩式橡胶密封型材相比, 充气式橡胶密封型材对主体材料的压缩回弹性要求较低, 主要利用充入气体的压力来调节密封性能, 以解决型材长时间使用产生的应力松弛问题, 实现始终如一的密封

效果,不会出现因主体材料低温回弹性差而造成的密封失效问题,其密封可靠性相对较好。但充气式橡胶密封型材也存在缺点,由于充气密封技术对橡胶密封型材的整体气密性要求很高,任何细小部位的缺陷都会引起气体泄漏,从而导致型材整体密封性能下降,甚至引起密封失效;充气式橡胶密封型材的结构与飞机其他部件关联度很大,维修也较复杂。从目前世界各国飞机的应用来看,充气式橡胶密封型材主要应用在战斗机等领域。充气式橡胶密封型材断面典型结构见图2。

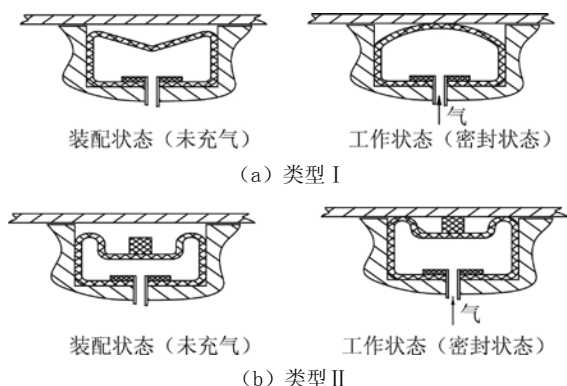


图2 充气式橡胶密封型材断面典型结构

1.2 结构设计

我国航空用橡胶密封型材结构设计技术经过几十年的发展,从来图加工、测绘设计和来样仿制的初级设计阶段,到现在多数先进企业已成功推广应用了计算机辅助设计(CAD)/计算机图形辅助三维交互式应用(CATIA)等设计软件。这些软件可以针对不同橡胶密封型材的应用部位和使用条件,从密封结构、断面结构、三维立体尺寸和使用形态等方面进行综合设计。

新设计的橡胶密封型材更注重各种功能性要求,由以前的海绵橡胶密封型材、实心橡胶密封型材向复合橡胶密封型材转变,包括橡胶/金属复合密封型材和橡胶/塑料复合密封型材等,甚至出现了变截面复合橡胶密封型材、功能性复合橡胶密封型材等技术含量和使用要求较高的新结构产品。同时通过设计软件引入和推广,产品参数可以直接输入到数控加工中心,用于模具的设计和加工。

1.3 成型加工

航空用橡胶密封型材的成型加工主要存在材料多结构复杂和成型困难等问题。航空用橡胶密封型材材质有海绵、单一橡胶、橡胶/塑料复合材料和金属/橡胶复合材料等,不同材料的收缩特性、界面结合力和匹配性等差异使复合型材的成型十分困难。

不同部位的航空用橡胶密封型材断面和结构差异很大。小的口盖橡胶密封型材断面宽度为1 mm,大的登机门和货舱门橡胶密封型材的断面宽度超过10 m;断面结构有简单的条形结构和复杂的变截面结构。

变截面结构的橡胶密封型材的主要成型工序在送料端和截切端,由微机输出信号控制口模处的气缸运动,完成变截面型材的挤出成型;也可以采用机械方法或用其他自动化方法控制多瓣模或切割刀具的动作,完成变截面型材的挤出成型。

为解决中空全闭合结构航空用橡胶密封型材成型困难的问题,有的企业通过专利成型技术,在中空全闭合结构的外层织物上进行整体包裹,使织物没有接头和搭接,型材表面光滑、尺寸一致性好。

1.4 主体材料选择

我国航空用橡胶密封型材所使用的主体材料已由以前广泛使用的丁腈橡胶、氯丁橡胶向硅橡胶、氟硅橡胶和功能性橡胶转变。

目前我国航空用橡胶密封型材主体材料以丁腈橡胶/氯丁橡胶并用体系应用最广,该并用胶虽然具有较高的强度和优异的耐油性能,但不耐光照,在飞行环境下使用一段时间后常出现龟裂,使用寿命和安全性都大大降低。

欧美飞行器多使用硅橡胶作为其航空用橡胶密封型材的主体材料。硅橡胶的耐温性能优良,同时耐天候老化性能也优于丁腈橡胶,但强度较低,同时不具备阻燃性能。为改善硅橡胶密封型材的强度和耐磨性能,硅橡胶胶料多与织物复合使用。

飞行器上多数部件都有阻燃要求,用硅橡胶

作航空用橡胶密封型材的主体材料时,需要在胶料中加入阻燃剂以使其满足阻燃要求。曾广泛使用的阻燃剂有氢氧化铝和十溴联苯醚。氢氧化铝作为后效型阻燃剂,用量很大才能达到较好的阻燃效果,但这会影响胶料的物理性能。十溴联苯醚作为含卤阻燃剂阻燃效果优良,但其燃烧时释放的有毒气体难以满足现代航空工业的环保要求。目前,我国开始使用复合阻燃剂来改善硅橡胶密封型材的阻燃性能,比如新型高效铂系阻燃剂就能达到高效阻燃和环保的双重要求。国外已经开发出新型反应型阻燃剂,该阻燃剂用量很小,通过燃烧时的化学反应达到阻燃效果。

针对航空工业的发展需要,新的航空用橡胶密封型材甚至要求具有电磁屏蔽、耐超高温、导热、抗烧蚀等特殊性能,这对其主体材料和功能性配合剂的选用和研发提出了新的要求。

1.5 适航要求

安全性和反复使用的高要求决定了航空用橡胶密封型材与其他橡胶密封型材(如汽车用橡胶密封型材、设备用橡胶密封型材、航天用橡胶密封型材)的不同,其必须满足适航性的各种要求。

国外的适航要求和适航理念建立较早,欧美航空用橡胶密封型材必须获得适航局的认可才能装机使用,我国航空用橡胶密封型材若要出口到欧美,也必须经过其适航局的各种审查。目前我国一些航空用橡胶密封型材生产企业已开始引入适航理念,从密封型材的设计、生产,到试验过程,严格按照适航局的要求进行,确保产品能满足适航要求。

适航性就是各类产品必须具备适应航空运行的各项性能要求,以航空用橡胶密封型材为例,首先功能性设计要满足实际使用环境,其次各项工艺设计和控制必须合理有效,材料质量、生产工艺、产品检测必须符合控制文件要求,最后生产出的产品经过测试必须满足飞行环境要求。考虑到飞行器飞行环境的复杂性,必须进行模拟试验以确保产品能达到设计要求,并满足飞行器的

实际使用要求。

2 我国航空用橡胶密封型材技术的不足

2.1 材料研发

因研究经费不足,受需求、研究周期的影响,我国新型材料更新换代缓慢,缺乏系统的研究和开发,很多工作只解决了产品的有无,没有进行深入系统的研究,对新型材料的标准化、系列化研究总体比较薄弱。而发达国家对功能性材料的研发已形成标准化和系列化,用新型材料推动橡胶密封型材的升级换代,同时加速机械装备的发展。

2.2 结构设计

我国许多航空用橡胶密封型材生产企业已成功推广应用了CATIA等设计软件。但我国型材设计经验有限,并且多偏重应用性研究,缺乏材料性能与产品结构之间、产品结构参数之间、结构与使用条件之间的关联性研究,橡胶密封型材设计很难一次就满足使用要求,需要反复多次调整。

2.3 成品性能检测

成品性能检测是评价胶料配方、产品结构、工艺性能和成品性能的重要手段,我国橡胶制品行业受技术和资金的限制,一直不重视成品性能检测,使得我国橡胶制品在研发能力和技术创新方面远落后于发达国家。由于我国缺乏标准的航空用橡胶密封型材性能检测设备和检测方法,只能进行部分半成品和产品的性能测试,难以真实反映产品的使用状态。

3 发展建议

我国航空用橡胶密封型材产品和技术与发达国家相比还存在较大差距,我国航空用橡胶密封型材生产企业必须在研究和生产方面建立一套涵盖材料、设计、加工、制造和检测的完整体系,设立由材料生产企业、设备生产企业、模具生产企业、用户和科研院所共同组成的合作攻关团队,深入贯彻适航理念,以产品配套促进基础研究,才能推动我国航空用橡胶密封型材行业的持续发展。

Status and Development of Rubber Sealing Profiles for Aircraft Applications in China

Lei Haijun, Zhai Guangyang

(Northwest Rubber & Plastic Research and Design Institute, Xianyang 712023, China)

Abstract: In this paper, the current technology development of the rubber sealing profiles for aircraft applications in China is reviewed, including product structure, structure design, molding technology, material selection and airworthiness requirements. The gaps in our material research and development, structure design and product performance test are identified. Therefore, it is recommended to strengthen the implementation of the airworthiness requirements on the rubber sealing products and consolidate the alignment of fundamental research with end product requirements.

Keywords: rubber sealing profile; aircraft application; compression seal; pneumatic seal; structure design; material choice



日本炭黑产品提价

近期, 日元贬值导致炭黑原料油采购价格大幅上扬, 加上电费上涨, 炭黑生产成本增长。为确保稳定供货, 日本炭黑生产商纷纷提高产品价格。自2014年4月1日起, 日本东海炭素公司的炭黑价格每吨一律上调8000日元(合

人民币485元); 旭炭黑公司的橡胶用炭黑价格每吨上调8500日元(合人民币515元), 色素炭黑提价幅度待定; 新日化炭黑公司的炭黑价格每吨上调12500日元(合人民币755元)。

郭隽奎

2014世界炭黑会议将在巴塞罗那举行

2014世界炭黑会议将于2014年10月20-22日在西班牙巴塞罗那举行。本届会议将对催化裂化油浆/澄清油/煤焦油/乙烯焦油等原材料市场、原材料质量评估、炭黑工艺理论和应用研究、机械设备创新、可持续发展和循环利用等关键问题展开讨论。世界炭黑会议由Smithers

Rapra公司主办, 每2年举行1次。会议将原材料生产商、炭黑制造商、设备供应商及轮胎和色素等下游生产商之间更紧密地联系起来, 从深层次探索原材料和终端产品的发展前景和技术进步等。

国 艺