

商用航空发动机担保政策浅析

Analysis to the Warranty Policy of Commercial Aero Engine

■ 黄飞 唐春婕 袁智 / 中国航发商发

为新型航空发动机提供担保是快速打入市场的重要举措。发动机制造商需要在初始设计阶段就开展担保政策研究，以便为发动机的固有可靠性和维修策略提出设计要求。

在航空发动机销售中，相比于销售价格，航空公司对发动机产品的质量和可靠性更为重视。对于一款全新的发动机来说，如何在缺乏运行可靠性数据的情况下赢得客户信任是获得商业成功的关键，行业内的普遍做法是由发动机制造商向买方提供担保索赔服务。担保索赔包括担保和索赔两个部分：担保是卖方向买方作出的有关产品质量、性能、可靠性等的一个书面承诺或保证；索赔是买方向卖方索取和所要赔偿的动作，是随着发动机协议的签署和履行孕育而生的。面对航空公司日益增强的担保索赔意识和不断完善的担保法律法规，航空发动机制造商只有建立起正向的担保索赔服务产品设计开发能力，才能最大程度地保障

其商业利益。

担保方案的概念框架

企业通常会有多个商业目标，例如，市场份额、总利润等。担保方案不仅会对总销售额和市场份额产生影响，也会对担保成本和利润产生影响。图1展示了担保方案（红框所示）、担保成本和利润之间的联系^[1]。担保方案既有提高客户满意度、提升品牌形象、促进销售进而增加收益的一面，又有提供索赔服务导致担保成本增加的一面，航空发动机制造商必须在收益和成本之间进行取舍，反映到实际工作中就是要在初始设计阶段对担保方案进行设计决策。

担保方案包括担保政策、产品可靠性、维修和担保提供4个方面。其中，与担保政策有关的决策规定了担保的内容（担保项目、担保指标、补偿费率、约束条件等）和担保期限；与产品可靠性有关的决策规定了产品须达到的固有可靠性水平，过低的可靠性水平意味着更多的产品故障，这不仅会增加担保成本，而且会给顾客满意度造成负面影响，进而降低销售额和收益；与维修有关的决策规定了在整个担保期内所执行的维修方案，如预防性维修、下发标准、免费更换范围、免费修理深度等；与担保提供有关的决策规定了发动机维修网点布局、包修方案、备件/备发支援和索赔流程等。

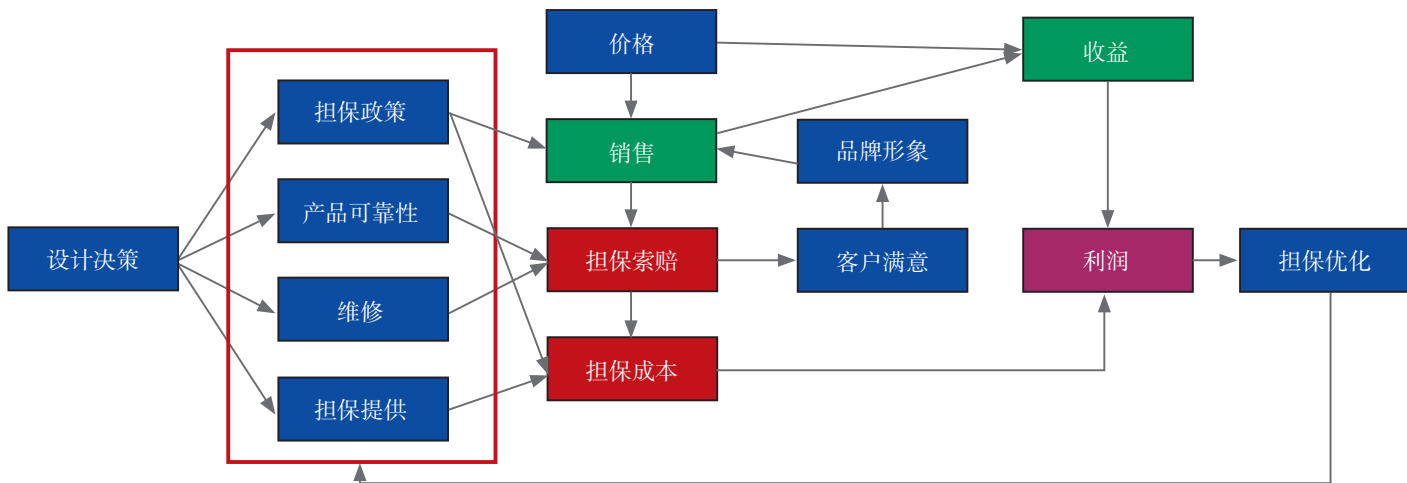


图1 担保方案的概念框架

商用航空发动机的担保项目

担保项目反映了买家对发动机产品质量和服务保障能力的担忧，通常由买方提出，卖方给予回应。除此之外，卖方也会出于竞争的目的，主动提供一些竞争对手提供不了的担保项目。

发动机制造商为航空公司客户提供的担保项目丰富多样，涉及发动机质量、性能、可靠性和运行维护的方方面面。根据担保内容的不同，担保项目通常分为6个类别，如图2所示。

一是新发新件质保类担保项目，包括全新发动机整机质保、发动机全新部件质保、首次大修间隔担保，以及针对使用了新技术或新构型的发动机部件的质保。

二是寿命件质保类担保项目，包括周转件寿命延长担保、高压涡轮叶片寿命担保、风扇叶片担保和包修期末寿命件（LLP）剩余寿命担保。

三是发动机性能担保类担保项目，包括燃油消耗担保、燃油消耗保持担保（耗油率衰退担保）、排气温度裕度（EGTM）衰退担保、双发延程飞行（ETOPS）担保、噪声担保和排放担保。

四是可靠性担保类担保项目，包括签派率（延误/取消率）担保、中断起飞率担保、返航和备降率担保、空中停车率担保、喘振担保、送修

率担保、非计划换发率担保、异地换发率担保（非基地拆换率/远程换发率）、换发率比较担保、排气温度超温担保、非包容性损伤担保、发动机起动担保、环控引气滑油污染担保和航线可更换件（LRU）非计划拆换率担保。

五是维修担保类担保项目，包括维修周期（TAT）担保、直接维修成本担保、航线维修负担担保、最小在翼间隔担保、改装担保和外来物损伤（FOD）担保。

六是保障能力担保类担保项目，包括备发提供担保和技术请求响应时间担保。

商用航空发动机的担保指标

担保指标是指触发买家索赔的临界值，这个临界值通常是一个定量的统计数值，在约定的担保期限内，买卖双方可以据此判断是否应该申请索赔和受理索赔。担保指标取决于发动机产品本身的质量和可靠性水平，以及服务保障能力，通常由发动机制造商给出。

通过对主流型号商用航空发动机的担保指标进行统计分析，发现担保指标主要有概率型、比率型和描述型3种形式。

概率型担保指标

概率型担保指标通常用“发生

次数/统计时间范围”的形式来表示，常见的统计时间范围有：每1000发动机飞行小时（1000EFH），如空停率要求0.003次/1000EFH，异地换发率是0.01次/1000EFH，航线维修负担担保要求超过维修大纲文件（MPD）和飞机维修手册（AMM）范围的维修任务量不超过12人工时/1000EFH；也有按“每100个派遣”统计的，如延误取消率是0.001次/100个派遣；还有按循环数统计的，如发动机排气温度（EGT）超温要求累计使用小时数（TSN）达到13000飞行小时或累计使用循环数（CSN）达到2000飞行循环之前（先到先得）不发生因为EGT超温而导致的换发。概率型担保指标在合同规定上要对统计样本（一般为担保合同覆盖的发动机机队）进行规定，否则会引起买卖双方的歧义。

比率型担保指标

比率型担保指标适用于有比较基准的担保项目。例如，燃油消耗保持担保要求在包修期内，机队平均巡航燃油消耗增长率不超过2.2%、燃油消耗比较担保要求在执行9260km航班时，机队的平均燃油消耗比竞争对手低1.4%。污染物排放担保要求NO_x在国际民航组织（ICAO）CAEP/6的基础上减少20%。

描述型的担保指标

除了概率型和比率型担保指标外，也可以直接采用文字描述的方式，例如，飞机停场（AOG）备发的担保指标是24h内给客户提供的可用备发信息；双发延程飞行（ETOPS）的担保指标是不会因发动机原因导致失去330min的ETOPS；发动机起动担保指标是指在发动机起动或到达稳定慢车转速后，不会因运行需

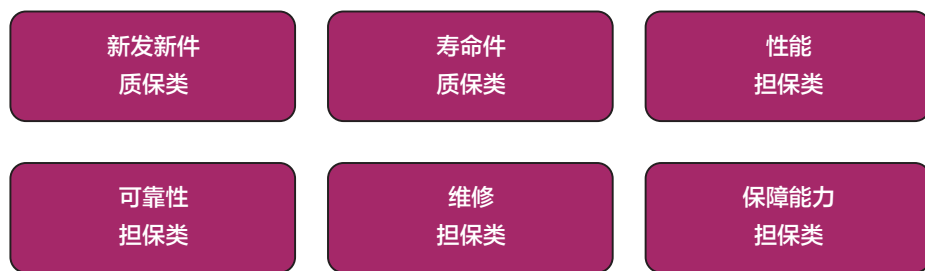


图2 担保项目的分类

要而发生等待时间。

商用航空发动机担保索赔的补偿方案

一旦被担保发动机或机队的实际表现超出了合同约定的担保指标，买方就有权向发动机制造商提起索赔，目的是挽回因发动机不如所承诺的性能或可靠性水平给买方造成的经济损失。由于间接经济损失责任很难界定，在谈判中买卖双方较难达成共识，因此按照行业惯例，卖方只补偿买方的直接经济损失。担保索赔的经济补偿方案内容构成如图3所示，由经济损失的计算方式、经济补偿形式和支付时机这3个要素构成。

经济损失的计算方式

担保索赔的经济损失计算方式有按比例赔偿、按固定金额赔偿、按实际损失补偿、按约定公式补偿和免费更换/维修共5种。

按比例赔偿的计算方式适用于产品价值和使用寿命呈线性相关的担保项目，一般会设定一个门槛值，小于门槛值的一侧100%赔偿买家，大于门槛值的一侧则由买卖双方共

同承担，卖方按比例从100%递减至零。

按固定金额赔偿的计算方式适用于用次数描述的担保项目，超过担保指标规定的次数后，按次数赔偿用户，赔偿金额可以是固定的，也可以是梯次的，还可以设置封顶值。

按实际损失补偿的计算方式适用于能够合理准确地计算直接经济损失的担保项目，这里的经济损失指因为卖方产品或服务未能达到承诺的担保指标，直接导致买方增加的那部分运营成本，视情可设置封顶值。

按约定公式补偿的计算方式需由买卖双方协商，提前约定一个计算赔偿金额的公式，当索赔发生时，按该公式计算赔偿金额，通常会有封顶值。

免费更换/维修的计算方式是指当索赔的情况/事件发生时，由卖方为买方提供免费的更换件或维修服务。

索赔的经济补偿形式

客户向发动机制造商提出索赔的目的包括获得金钱和/或物质上的

赔偿或补偿，或者免除费用支出为航空公司直接获取效益。在实践中，发动机制造商可为航空公司提供的经济补偿形式主要有信用抵扣和成本规避这两种。

信用抵扣是把赔付给客户的资金额度先记录在账而不是立即支付，等将来客户需要从发动机制造商购买产品和服务时直接从这个账户中进行抵扣。通常而言，客户能够抵扣的账单有工时费、材料费、运费和关税等成本。这种方式在能够补偿客户经济损失的基础上给发动机制造商带来诸多好处，包括不增加公司的现金流负担、增强了客户黏性、避免了频繁的资金往来等。

成本规避是从航空公司用户的角度来说的，指延迟或减缓甚至避免由来自市场的价格上涨所导致的公司采购成本的增加。就航空产品而言，常见的成本规避方式有免费修理、改装、升级和更换，航材优惠或折扣，免费器材供给、租赁和交换，以及因部件未达到车间处理时间（SPT）和可靠性保证（MTBUR/MTBF）的标准，而获得的免费租赁或交换件。这种方式给发动机制造商带来的好处同信用抵扣一样，但却增加了发动机制造商的成本风险，原因是这种方式约定的是产品和服务内容，而不是资金，如果未来产品和服务的价格上涨，将会增加发动机制造商的成本。

支付时机

从货币的时间价值角度来看，晚支付比早支付对发动机制造商更有利。根据担保项目的特点，可以设置不同的索赔金额支付时机，最常见的是按次、按年度和担保期末这3种。例如，空中停车、非包容性损伤、

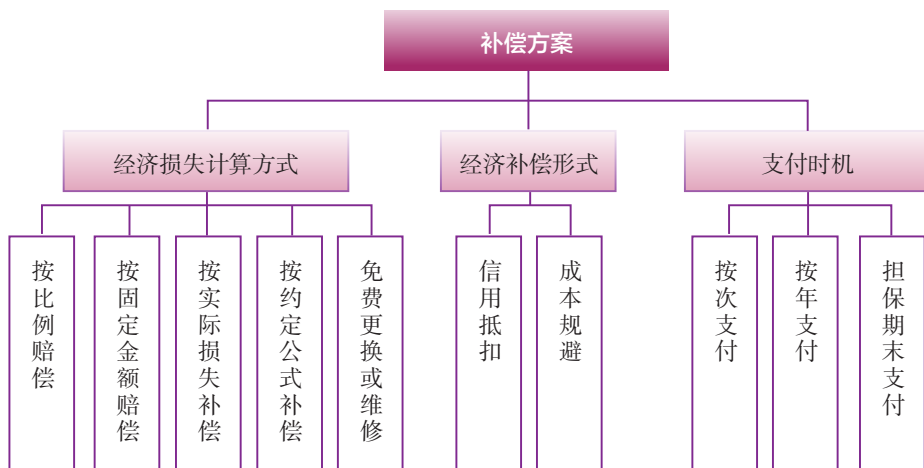


图3 担保索赔的经济补偿方案内容构成

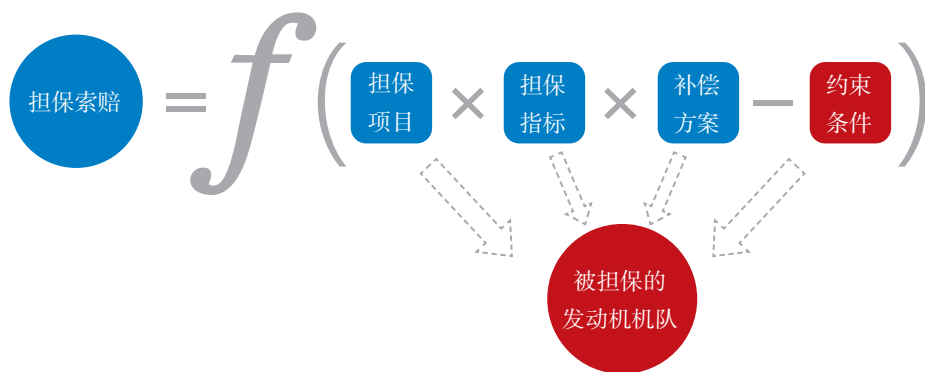


图4 担保索赔的约束条件示意图

EGT超温等担保项目可以选择按次支付；延误取消、中断起飞、备降返航等担保项目可以选择按年支付；而送修率、异地换发率、燃油消耗比较等更适合在担保期末支付。

商用航空发动机担保索赔的约束条件

在实际的商业交易中，担保索赔可理解为针对被担保的发动机机队构建的一个函数，函数里的变量除了担保项目、担保指标和补偿方案外，另一个主要因素就是发动机机队在担保期内的运行、使用和维护情况，这些条款构成了卖家对买家的担保索赔行为的约束条件，如图4所示。

对索赔行为的约束条件

为界定发动机担保的申诉范围和应诉范围，发动机制造商一般会在协议或合同中对索赔行为设置一些前提条件，最基本的要求是客户必须保留相关维修和操作记录，以备发动机制造商检查。如果检查中发现以下情形，发动机制造商将不予以赔偿：未正确或未按照手册及发动机制造商建议安装、维护或使用发动机；未执行相关服务通告（SB）；因人为因素导致的外来物损伤（FOD）事件；因不可抗力导

致的担保事件；非发动机原因产生的事故、不安全事件等；使用了依据零部件制造人批准书生产的航材（PMA件）或工程委任代表批准的修理（DER修理）的发动机。

除此之外，索赔期也是一个重要的关注点，它规定了航空公司用户在担保项目发生后，可以最晚提起索赔的时限。如果用户不及时申请索赔，就可能发生索赔项目积压。如果大量用户在短时间内集中索赔，将会给发动机制造商的财务和产能造成极大的压力和挑战。

对发动机运行维护的约束条件

由于很多担保指标是根据预测的发动机机队规模和运行使用条件制定的，因此还要在担保合约中对发动机的运行使用情况进行规定，典型的运行约束条件有：在担保有效期内，客户应承诺保持合同中约定的最低机队数量、最低备发、最小航段比、最小平均起飞减推力、最大年利用率、平均起飞外界温度等。典型的维护约束条件有：在担保有效期内，客户应承诺每次发动机大修时按照手册的建议制定工作范围，执行相关SB等；承诺会对发动机执行定期的在翼维护或性能恢复工作，包括定期的发动机水洗及

其他手册中要求的工作。

结束语

为买方提供担保索赔服务是商用航空发动机制造商开拓市场、提升品牌形象、扩大销售利润、实现企业财务目标的重要举措。担保政策与发动机性能指标、设计可靠性、制造装配质量、市场营销策略、服务保障策略等密切相关，需要在商用航空发动机初始设计阶段就开展系统研究，以便为发动机产品、市场营销策略和服务保障策略提出设计需求。在商业实践中，担保政策还需要针对具体的发动机机队量身定制，其落脚点是预测整个机队在担保有效期内的担保成本，这就要求发动机制造商能够将发动机的质量和可靠性等设计制造因素，与投入市场后的运行使用情况、竞争机型的担保政策、销售财务策略等市场商务因素整合到一起，构建出一个量化的担保成本预测模型，以满足发动机选型谈判中对担保条款进行快速调整的需要。此外，担保成本预测模型也要为日后的担保优化建立数据基础，加快担保方案的优化迭代速度，最终实现最小化担保成本、最大化利润和改善产品可靠性的商业目标。

航空动力

（黄飞，中国航发商发，工程师，主要从事商用航空发动机客户服务工作）

参考文献

- [1] Prashant M A, Makarand S K. A methodology for design for warranty with focus on reliability and warranty policies[J]. Journal of advances in management research, 2013,10(1):139-155.