



罗·罗遛达家族发动机新成员

Fresh Blood of R·R Trent Engine: Trent XWB

中航工业中国燃气涡轮研究院 谢留传 黄春峰 陈东



谢留传

毕业于西北工业大学,中国燃气涡轮研究院工程师,现从事航空发动机试验与测试技术工作,研究方向为航空发动机健康管理(EHM)技术研究。

遛达 XWB (Trent XWB, 又称遛达 1700) 是罗·罗公司遛达家族航空发动机中的最新型号。遛达 XWB 发动机的推力范围 75000~95000lb

遛达 XWB 发动机的成功是航空动力发展一个意义重大的里程碑,再次彰显了罗·罗致力于发展和实践最尖端的科技项目。遛达 XWB 在质量、效率和环境表现上均领先于民航工业领域。

(333~420kN),是三轴遛达发动机系列的第六名成员,其融合了遛达家族发动机设计的完美经验和最新技术,专为空客公司 250~300 座的中型远程宽体双发客机 A350 XWB 系列全面优化、量身定制,能够为航空公司客户提供价值与生命周期成本的最佳优化组合。该型号发动机体现了最先进的生产工艺、材料、和热动力学技术,拥有更低的燃油消耗水平、更低的维修成本,同时极大地降低了 A350 XWB 宽体飞机的噪音,有效地保护了环境。

遛达 XWB 是目前燃油效率最高、对环境影响最小的一款大型发动机。相比于之前推出的遛达系列发

动机,其耗油量降低了 28%。遛达 XWB 目前订单已超过 1060 台,有望成为遛达系列产品历史上最畅销的一款发动机之一。遛达 XWB 发动机的成功是航空动力发展一个意义重大的里程碑,再次彰显了罗·罗致力于发展和实践最尖端的科技项目。

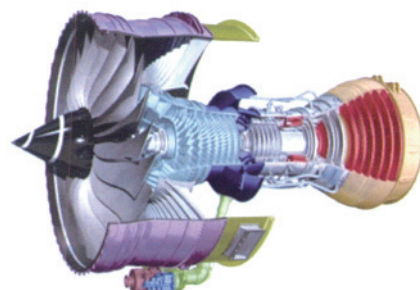


图1 遛达XWB发动机

遑达 XWB 在质量、效率和环境表现上均领先于民航工业领域。

遑达 XWB 发动机 发展远景

遑达 XWB 发动机(图 1)的最终配置和技术选择计划已于 2007 年底完成,包括风扇直径、压气机和涡轮级数。目前所有部件从 2009 年初开始生产制造,一些研制交付周期长的零件也已经准备完毕。首台遑达 XWB 发动机的地面测试已于 2009 年上半年进行。首台遑达发动机的台架试车在 2010 年第二季度开始,发动机将安装在 A380MSN001 飞行测试机上进行测试飞行。预计 2011 年年底取得适航认证,2012 年初配装基本型 A350-900 飞机实现首飞,2013 年投入运营。遑达 XWB 发动机投入运营时,遑达系列发动机将累计运行超过 6000 万飞行小时,标志着遑达系列发动机的巨大成功。

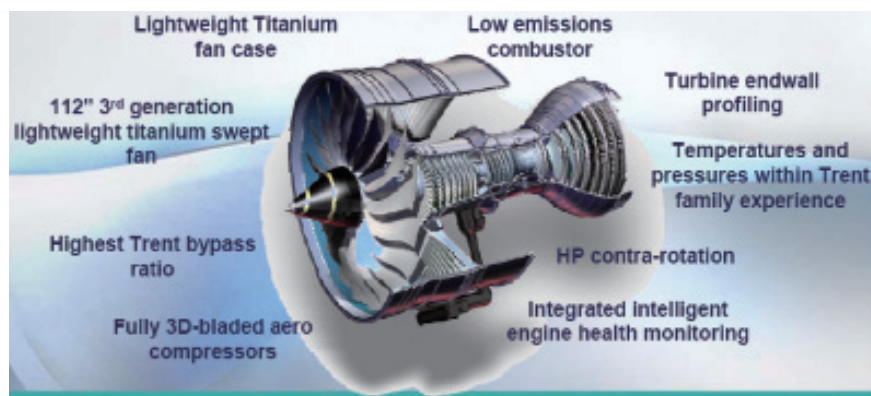
A350XWB 系列包括 3 款机型,分别是标准型 A350-900,缩短型 A350-800 和加长型 A350-1000,计划分别在 2013、2014 和 2015 年进入市场,遑达 XWB 是遑达 1000 与各项先进技术结合的产物,面临的最大挑战是同一款发动机要同时满足这 3 种不同型号客机的要求,因此要求它拥有一个大的推力范围,并将其作为一款单一类型发动机进行研制。

随着 2008 年空客对 A350XWB 系列空机重量和最大起飞重量的提高,遑达 XWB 的额定推力近日再次被调高,这是该发动机研制过程中的第二次调整。A350XWB 的一 800、一 900、一 1000 三款机型发动机的额定推力均增加 4.54kN,分别至 340.2kN、381.0kN、421.9kN。

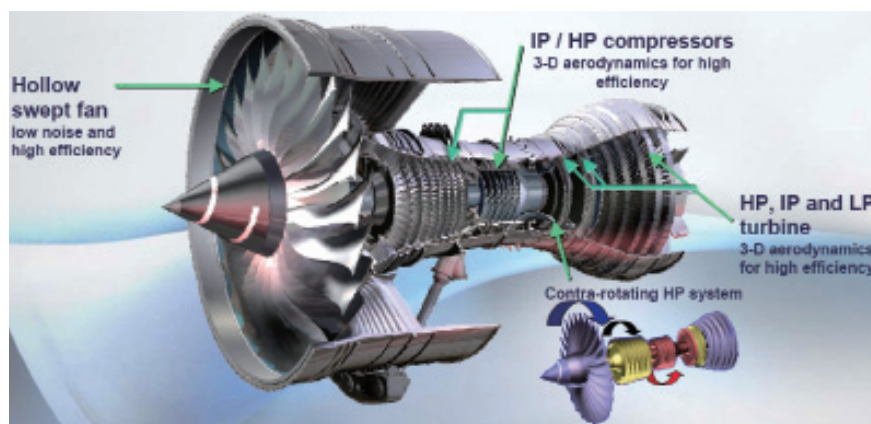
遑达 XWB 发动机融合了遑达家族发动机设计的完美经验和最新技术罗·罗公司对航空公司做出发动机飞行停车率为零的承诺。遑达 XWB 发动机在研发过程中,融合了

遑达家族发动机设计的完美经验和最新技术。首先是设计和试验完美结合,早期阶段,罗·罗公司做了大量研究,在设计方面花费了更多时间,在更大范围进行了分析。另外,到 2011 年初可提供 7 台发动机用于试验。

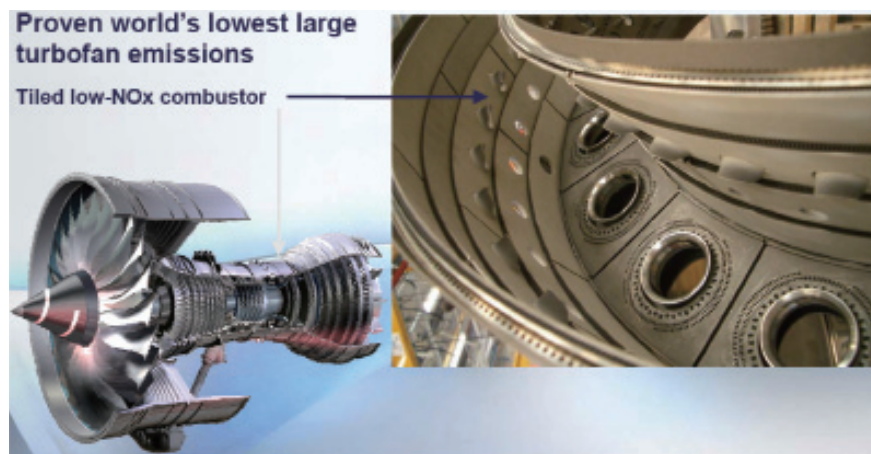
保证低风险和高可靠性,关注公司其他发动机运行期间曾经发生过的所有故障、磨或老化机理,确保 Trent XWB 发动机不会出现相似问题。另外,关注设计的任何新损件,评估出所有的潜在危险,然后在设计上予以解决,或者在设计后进行试验



(a)



(b)



(c)

图2 集成先进技术的遑达XWB发动机

从而确保这些新部件的可靠性。

引入新技术提高推力,应用了罗·罗公司双轴发动机 E3E 的部分技术。中压涡轮和高压涡轮上使用升级材料,对高压涡轮进行增进设计,并且升级中压涡轮的热障涂层。

应用先进的生产模式提高效率:引入“精益生产”(“LEAN”)管理、及时制造,减少故障,杜绝浪费,保障产品零缺陷、零库存。

核心机的改进是基于罗·罗公司领导的环境友好发动机研究计划中已验证的新技术,该计划耗资 14 亿美元,旨在减少污染排放、提高效率。改良的涡轮叶片设计、冷却、涂层和可循环材料的利用均可以提高涡轮前温度和热力效率,给遛达 XWB 发动机带来直接的经济效益。这些技术还有可能使最终推力超出 421.9kN 的预期。

据英国《飞行国际》报道,罗·罗公司已经透露了遛达 XWB 发动机新的细节,这种发动机将是装备近来启动的空客公司 A350 XWB 各型飞机的基本型。

罗·罗遛达系列发动机的优势在于:遛达 XWB 系列在所有宽体客机发动机中具有最小的 CO₂ 排放量;拥有独特的三轴轻型设计,动力性能

好,可靠性高;在 2013 年进入市场之前,遛达系列将经历 6500 万小时的无故障飞行。

遛达 XWB 的先进技术包括:使用先进的压气机叶盘技术,降低了组件重量,使气动效率提高 15%;优化的内部系统,降低了气量需求和燃油消耗;采用新材料,在不降低可靠性的前提下达到更高的工作温度和燃烧效率;可靠性更高的燃烧室,燃烧更清洁;最新的风扇系统技术,降低了噪声;遛达系列中效率最高的涡轮系统,拥有第二级中压涡轮,提高了第二级中压涡轮的性能;新的轴承系统,利用更大的轴承来提高载荷能力,进而节约燃油消耗;并且拥有先进的发动机状态监控系统(图 2a、b、c)。

这种新的三转子发动机有一个直径为 3m 的风扇,从而使它成为这家英国制造商生产过的最大发动机。风扇叶片结合了为 A380 研制的遛达 900 的掠形风扇技术和遛达 1000 的 2.94m 直径风扇的低速和低尖轂比的设计。对于原先的 A350,罗·罗公司提供遛达 XWB 发动机,是从具有 2.86m 直径风扇和 31000daN 推力的遛达 1000 发动机发展而来。

相比之下,罗·罗公司计划以

42275daN 推力取证,但是,在 2013 年最初的 A350 XWB-900 上投入使用时的推力为 387.15kN,以后该发动机将降额到 333.75kN 用于较小的 XWB-800,并以 422.75kN 用于 XWB-1000。

罗·罗公司的空客公司项目主任 Ian Crawford 说,在 XWB-800 和 XWB-1000 型投入使用的两年内“将采用新的材料和涂层来改善性能。”XWB 发动机系列的技术将从支持欧洲和罗·罗公司 5 年、10 年和 20 年愿景技术路线图的研究和发展计划中获得。Ian Crawford 说,“这将是第 6 代的遛达技术。同时这将是 10 年愿景技术的发动机,而且,从进度上说,在这个十年结束提交技术是非常适宜的。”

A350-1000 发动机的核心技术在投入使用之后,还会逐渐融入早期型号之中,用于升级 A350-800 和 A350-900 飞机的发动机。最后,由于其机翼具有高度的共通性三款不同型号的 A350 将达到大致相同的巡航推力。

近日获悉,空客宣布再次调整遛达 XWB 发动机的额定功率,这是继 2008 年首次调整额定功率之后的第二次更改。至此(2009 年 3 月),罗·罗



图3 在57号室内试车台上试验中的遛达XWB发动机

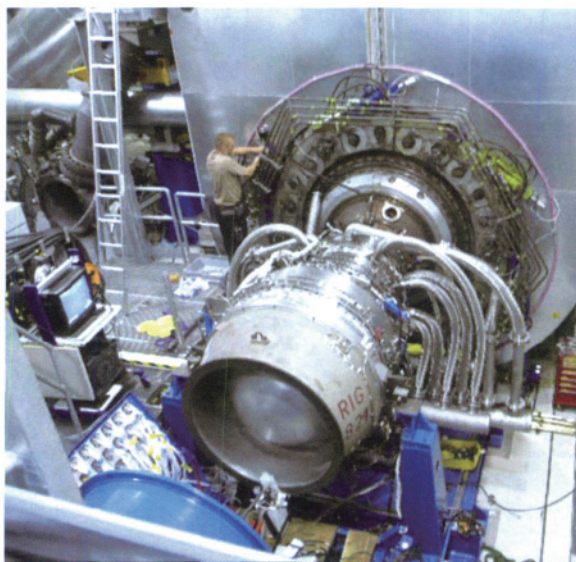


图4 在压气机试车台上试验的遛达XWB发动机

公司遄达 XWB 的设计和参数彻底冻结,并将全面进入生产、制造和试验阶段。预计在 2009 年为首台研制用 XWB 发动机下料。

2010 年 6 月 17 日,罗·罗在位于英国达比(Derby)的 57 号室内试车台上成功完成最新遄达系列发动机——遄达 XWB 的首次试车(图 3、图 4),实现了 2006 年制定的项目承诺。2011 年初将有 7 台研制中的遄达 XWB 发动机进行试车。罗·罗民航业务总裁马克·金(Mark King)表示:“这次的成功试车是一个意义重大的里程碑,再次彰显了罗·罗致力于发展和实践最尖端的科技项目。”

57 号室内试车台是罗·罗公司 1993 年 12 月 2 月在达比新建的航空发动机试验设。总投资 3000 万美元。这是一座具有世界先进水平的发动机室内试车台。57 号室内试车台是为试验“TRENT”系列发动机而建造。可进行发动机的科研试车、鉴定试车、生产试车、正、反推力试车等,完成发动机性能调试和考核试验,能够满足包括遄达 XWB、遄达 1000 和 GENx 等先进大涵道比发动机的试验要求。该设备设计成可试验今后 25 年研制的发动机。

罗·罗公司在研发遄达 XWB 发动机所特别注重国际合作,提高研制效率

遄达 XWB 发动机包括 18000 多个核心零件,来自罗·罗公司的 16 个工厂制造、12 个风险共担合作伙伴和 88 个外部供应商。

罗·罗公司将利用 12 家股东的力量形成优势团队,其中 3 家是与罗·罗公司风险共担的合作伙伴:ITP、川崎重工和三菱重工。尽管罗·罗公司在董事会上仅成立了一家新公司,但是前期计划中几个供应商依然愿意成为风险共担的合作者。

ATK 是一家新的铸件制造商技术系统公司,它是第一个为遄达系列

发动机研制复合材料风扇机匣的厂商。ATK 的系统业务公司总部设在巴尔的摩,已经为试车造好了零件,第一组金属构件将在 2009 年下半年完成。其他股东还有:伊顿航空公司,研制燃油泵,同时生产发动机零件;Esterline 技术公司设计发动机传感器组件;Forgital 公司为风扇包容机匣和支撑环提供钛合金锻件。

汉胜作为遄达系列发动机长期的风险共担的合作伙伴,将设计和生产发动机起动机,同时负责齿轮变速箱的外壳。

罗·罗公司以前项目中,最大的组件外包量是 30%,而且仅限于附件和外部系统。但由于本次协议的广泛性,外包组件高达 40%。传统上,发动机制造商一般认为分散生产是维修问题的根源,但罗·罗公司相信通过系统综合完全可以改善目前存在的问题。

XWB 发动机拥有良好的市场前景

罗·罗公司在 2009 年巴黎航空展上共获得了价值 41 亿美元的新订单,表明公司通过全球性业务、强大的产品组合及技术领域的持续投资创造了竞争优势。遄达(Trent)XWB 是目前销售最快的遄达发动机,在这次航展上再续写了可圈可点的记录,获得了 Air Asia X(亚洲航空 X)公司的订单,为十架确认订购以及五架意向订购的空中客车 A350 XWB 飞机提供动力,并提供 TotalCare 全面维护服务。

芬兰航空公司成为首家选用罗·罗遄达 XWB 发动机的航空公司。该发动机将为芬兰航空此前订购的一批空中客车 A350-900 飞机提供动力,这批飞机包括 9 架确认订单和 4 架意向订单。按目录价格计算,此笔交易价值 4.7 亿美元。预计发动机的交付工作将于 2012 年开始。

芬兰航空公司首席执行官 Jukka

Hienone 表示:“在我们借助最好的现代技术继续发展我们的业务之时,遄达 XWB 发动机为我们提供了最佳的运营经济性。我们的选择标准是以成本和性能为基础,而遄达 XWB 发动机与我们的要求极为相符。”

罗·罗公司民用大型发动机执行副总裁尼克·德韦尔(Nick Devall)补充道:“芬兰航空公司加入我们遄达客户的行列,是对我们的真正肯定,同时芬航将面对的是一个极具责任感的供应商。我们将经验与创新相结合,为客户提供低风险的选择和最多的利益。显然,我们很高兴芬兰航空公司加入我们日益壮大的客户群。”

2008 年 2 月 13 日,罗·罗公司宣布与 Synergy Aerospace 公司(总部位于南美洲的 Synergy 集团公司的分支机构)签署合同,为其 20 架新一代空中客车 A350XWB 宽体飞机(10 架确认订单,10 架意向订单)提供遄达(Trent)XWB 发动机,交付日期从 2015 年开始。

按照发动机的目录价格,这笔业务的价值可能达到 8.8 亿美元。Synergy Aerospace 公司是 3 家航空公司的控股公司,它们分别是哥伦比亚的 Avianca 公司、巴西的 OceanAir 公司和厄瓜多尔的 Vipsa 公司。

遄达 XWB 发动机将成为 Synergy 公司的子公司运营的第五款罗·罗发动机。其他发动机型号还包括由 Avianca 和 OceanAir 公司运营的波音 757 飞机所采用的 RB211-535 发动机、福克(Fokker)100 飞机所采用的 Tay 发动机、将于 2010 年投入运营的波音 787 梦想飞机所采用的遄达 1000 发动机,以及定于今年底投入运营的空中客车 A330 飞机所采用的遄达 700 发动机。

迄今,作为 A350 的唯一发动机,遄达 XWB 已有 1000 台确定订单,是遄达系列发动机中销售最快的产品。(责编 岭雾)