

美国基于性能的后勤实施现状分析

于晓伟 张宝珍 曾天翔

近年来，为适应新军事变革，美军积极推进基于性能的后勤（PBL）保障模式。其目的是适应新的作战环境和作战样式对装备保障的要求，缩减后勤规模，降低使用和保障费用，提高经济可承受性以及装备的战备完好性。美军在实施 PBL 的短短几年时间内取得了巨大成效，目前已发展成国防部首选的后勤保障策略。

1、基于性能的后勤发展历程

美国国防部向 PBL 的转变，开始于 1998 年一个国防部工作组根据防务授权法令 912C 节的授权所进行的关于产品保障的创新性工作。他们的工作成果被写入一份名为《21 世纪的产品保障》的报告中，该报告描述了一种综合的产品保障环境，关注的重点是用户驱动的工作结果。随后，国防部制定了实施基于性能的后勤的工作路线，划分了三个阶段。第一阶段，自 1999 年开始启动，致力于建立和培育实施 PBL 的环境。第二阶段，自 2000 财年开始，国防部确定 30 个试点项目来评估实现基于性能的后勤的创新方法。这些项目涵盖所有重大武器系统族以及寿命周期的不同阶段，并贯彻了 PBL 的不同备选策略，包括全系统性能责任合同、子系统现代化、灵活的持续能力和创新的性能协议。第三阶段，准备 2002 年开始全面实施 PBL。

2001 年，在四年一度的防务审查(QDR)中，美国确定了向基于能力的部队转型的方向，全面推行全寿命周期系统管理(TLCSM)和基于性能的后勤(PBL)。2003 年，颁发 5000.1 采办文件，提出“基于性能的后勤”（PBL）整体战略，并要求项目经理制定和实施 PBL 策略，目的是使整个系统的可用性最高，同时又使费用最低和后勤负担最

小。该文件强调应根据法律要求，借助政府/工业部门合作伙伴关系，最好地利用公共和私营部门的能力。

2004年11月，国防部颁发“基于性能的后勤产品保障指南”，指出PBL是国防部首选的产品保障政策。基于性能的后勤的本质是购买性能，而不是像传统的方法那样购买个别零部件或修理活动。实施PLB可以经济有效地满足作战部队的作战要求。国防部积极改革合同和投资机制推进PBL，以便购买按照性能参数度量的可用性和战备完好性。目前，美军PBL进展迅速，从2000年第一个PBL项目海军陆战队霍尼韦尔辅助动力装置，发展到2002年的57个项目。2005年，现有和计划的主要PBL项目累计数达到143个。



2、基于性能的后勤取得的成效

2.1 PBL 保障提高了武器装备的战备完好性/作战能力

在军用航空领域内基于性能的后勤保障（PBL）合同中，美国空军与波音公司的 C-17 全球持续保障合作伙伴（GSP）计划是成效显著的项目之一。该项目在性能参数的改进方面不断有新的突破。美国空军表示，C-17 的可用性达到了美国空军大型机队中的最高水平。C-17 的能执行任务率（MCR）目前保持在 85%左右，飞机可用度平均达到 72%。其它的度量参数也达到了较高水平。用户满意度的主观评定超过 90%，波音也因此获得激励金。用以度量空军在 C-17 部件窗口迅速领到所需部件的发放效率，保持在 90%以上。其它的零部件有 90%以上能够在 48 小时内送货。波音几乎是 100%地严格按照时间进度交付所维修的 C-17，美国空军对此非常满意。据波音公司介

绍，从 2001 年开始，C-17 的实际飞行时间比预期高出 5%。美国空军最初预计每架飞机每年的飞行时间约为 1000 小时，但实际上该项指标达到了 1200~1300 小时。C-17 将提前实现百万飞行小时的目标。

2001 年美海军与波音公司签订的为期 5 年的 F/A-18E/F 综合战备完好性保障团队（FIRST）的基于性能的后勤保障合同，也交出了令人满意的答卷。该合同覆盖了 F/A-18E/F 大约 73% 的器材保障，包括 3889 种武器可更换组件（WRA），653 种中继级可修理件，349 种保障设备，130 种国防后勤局（DLA）消耗品和 10000 多种非国防后勤局消耗品。从实践结果看，F/A-18E/F 的 FIRST 项目实现了基本商业实践的转化，将项目式零部件合同转化为性能水平合同，提高了用户保障性。NAVSUP（海军供应系统部）避免了购买传统的用于维修周转时间（RTAT）和产品订货与交货时间（PLT）所需要的 F/A-18E/F 的库存物资。在全资可视化（TAV）方面，FIRST 项目信息技术结构体系提供实时供应规划、资产管理、需求状态、修理能力信息、以及发货运输信息和专项报告。波音公司通过界面用户化和提高性能证实了其满足用户需求的灵活性和响应性。FIRST 在提高保障性方面迈出了相当大的步伐。尤其是积极开展过时淘汰管理、提高通过机内测试进行故障隔离的能力、和通过重新设计提高性能及减少寿命周期费用等方面取得了明显进步。在综合供应保障上，FIRST 使用所有的资源来解决影响战备完好性的保障问题。

罗·罗公司自 2003 年起为美海军 PBL 保障 F405-RR-401 发动机。在 2003 年之前，库存的发动机的可用性已降至 70%，平均的翻修寿

命低至 500 小时，而一台发动机通常的寿命应是 1000-2000 小时。在签署新的合同之后，平均换发间隔由 700 小时提高至 900 小时。计划内的发动机拆卸率下降了 15%，发动机的平均翻修寿命提高到 1000 小时。在执行合同的第一年年底，发动机的可用度达到 85%。相比较而言，在刚签署合同时的可用度是 80.11%，现在达到 86.5%。而海军要求 2003 年发动机的可用度是 80%，在 2005 年达到 85%。

2.2 PBL 保障降低了系统使用和保障费用

PBL 保障在提高武器装备战备完好性的同时，降低了使用和保障费用。据美海军统计，F/A-18 E/F 实施新的保障策略后，在综合保障费用方面节约 7400 万美元。节约的费用涉及到组成初始海军航空兵武器系统部（NAVAIR）商业案例分析（BCA）的七个费用要素中的六个。海军在 5 年期间，工程费用节约 476 万美元，综合保障费用节约 601 万美元，信息系统费用节约 1108 万美元，保障设备费用节约 7886 万美元，技术发行费用节约 464 万美元。节约费用最多的一项是保障设备费用。此费用主要来自于组成四个费用领域的硬件采办一项。在数量削减、主要结构修理和裁剪的中继级维修方面节约费用 6350 万美元。其它项目如 H-60 试点项目，节省总拥有费用（RTOC）40 亿美元；美国海军警卫队（USCG）的 PBL 项目，管理费用每年减少 32 万美元；M-1 艾布拉姆斯坦克项目，到 2005 年总拥有费用节省 20%，在剩余的 30 年寿命期内，可能节省 170 亿美元的使用和保障费用；在 C-17 项目上，近三年使用和保障费用分别节约 1000 万、1200 万和 1500 万美元。

3、阿富汗战争与伊拉克战争中的PBL实践

3.1 阿富汗战争PBL成效初现

阿富汗战争期间，有两个项目的后勤保障达到了历史最高水平，它们是海军的辅助动力装置(APU)和空军的联合监视目标攻击雷达系统(JSTARS)。而这两个项目都采用了PBL保障模式。

海军的辅助动力装置提供给众多武器平台，包括F/A-18、 P-3、 S-3、 C-130 和 C-2等飞机。2000年6月，海军库存控制处（费城）授予霍尼韦尔公司及其合作伙伴美国卡特彼勒物流公司、切里波因特海航站一份为期10年的基于性能的后勤保障合同（包括一个5年的基本期和5个一年的合同选项）。依据合同，霍尼韦尔公司提供技术状态管理、项目管理和原始设备制造商（OEM）零部件；美国卡特彼勒物流公司负责库存管理、入库、包装和分发；切里波因特海航站提供基地维修以及人力资源。该项目基于性能的后勤的主要目的就是提高可靠性、减少响应时间、降低费用，同时维持核心建制能力。自合同实施以来，霍尼韦尔公司将用户等待时间从原来的35天锐减到5.5天，同时减少备件滞发单80%。海军估计目前成本节约超过5000万美元。在阿富汗战争中，该PBL合同发挥了巨大作用。例如为满足直接的作战需要，合同要求霍尼韦尔公司实现60%的需求增长，并且在4天之内完成这些需求的98%。且规定从订货到交付的平均时间不超过6天。这些PBL举措对于海军快速完成机队部署和关键航空任务起到了重要保障作用。同样，空军的联合监视目标攻击雷达系统项目的PBL保障在阿富汗战争中也发挥出色，该项目由诺·格公司负责提供

全寿命保障。PBL的主要目的是提高系统可用性，同时减少费用。

诺·格公司交付的飞机可用度超过85%，大大超出了空军的预期目标，并且估计节约费用约3100万美元。所有这些成果中最值得称道的是，在阿富汗战争249个战斗架次中，联合监视目标攻击雷达系统实现了近100%的出动架次率。

3.2 伊拉克战争PBL成效显著

在伊拉克战争中，实施PBL保障和全寿命周期系统管理的项目超过12个。所有这些作战平台的保障均超过了作战需求。其中有几个项目特别出色。例如，F-117 和 F/A-18 E/F战机、JSTARS和通用地面站、C-17战术运输机。在作战飞机中，F/A-18 E/F“超级大黄蜂”成为第一个舰载机PBL项目。F/A-18 E/F部署于三艘航母参加伊拉克战争，共作战5400个飞行小时。F/A-18 E/F的PBL保障由项目办公室、波音公司、海军库存控制站、海军航空站共同实施。这个团队提供的备件超过95%，并在48小时内交付附加备件。此快速响应的保障使F/A-18 E/F的能执行任务率超出90%。在高强度作战期间，成功的出动架次率超过97.1%。F-117在洛克希德·马丁公司的PBL保障下，战备完好性也创出历史最高水平。采用PBL保障与其它传统保障的作战飞机的战备完好性的比较如图1所示。由图中看出，PBL项目显著高于传统保障方法的作战飞机的战备完好性。

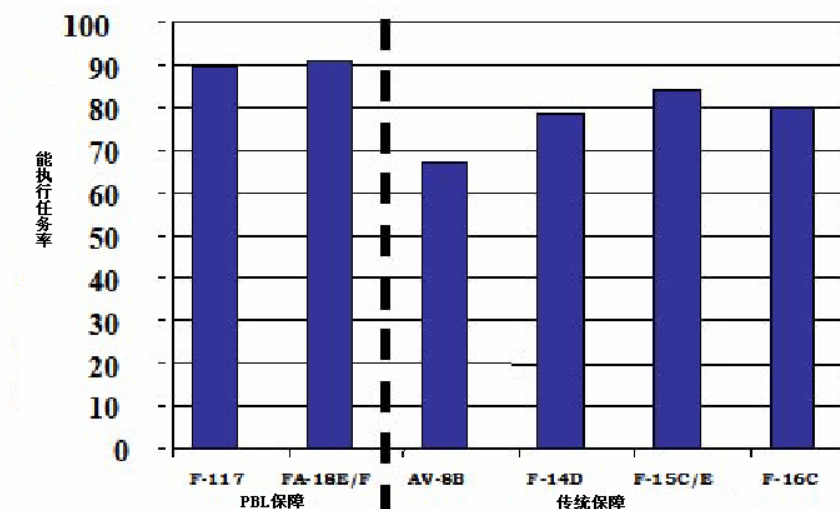


图 1: 伊拉克战争期间 PBL 保障与传统保障的飞机战备完好性

B-2轰炸机在伊拉克战争中也超出了性能期望值。B-2由项目办公室管理，以实现空军作战司令部10年路线图中的性能需求。为保障伊拉克战争，项目办公室利用空军和承包商等资源比计划提前5个月快速建立了B-2前方作战基地。B-2实现了空前的85%的战备完好率。同时，完成40个作战架次，空投600枚精确制导炸弹。PBL保障不但实现了这些成效，而且项目办公室还追求可靠性和维修性的提高和改进，在每飞行小时的维修人工时数上减少50%。同样，机载预警与控制系统（AWACS）的能执行任务率在伊拉克战争期间也达到了历史最高水平。AWACS全寿命周期管理项目包括可靠性提高、基地维修改进、战备完好性改进和过时淘汰管理。空军系统持续保障经理为项目经理提供产品保障集成方功能。持续保障经理协调工业方来减少用户等待时间。目前，AWACS超出空军作战司令部的所有需求，同时提高了可靠性和维修性，达到了计划要求。

PBL 的成绩并不限于伊拉克的空中作战,也不限于由原始设备制造商管理的 PBL。通用地面站(CGS)是美国陆军战术多传感器成像中心系统,为战术指挥官承担情报收集、战役管理和目标数据处理职能。美国陆军为保障伊拉克战争,部署了 30 个通用地面站(CGS)系统。Tobyhanna 陆军基地为项目经理承担产品保障集成方的角色。通用地面站是伊拉克战争中仅有的建制 PBL 保障项目。在伊拉克战争中的战备完好率达到 99%,创历史最佳水平。当然,为实现这一目标,建制的产品保障集成方改进了维修规程,实施了全资可视化,加强了实时的机队管理,并在巴格达国际机场建立了前方修理设施。

4、PBL实施过程中出现的问题及面临的挑战

尽管PBL保障取得了显著成效,但在实施过程中也暴露出一些问题。我们选取C-17、F-18E/F、F-35 三种典型的PBL保障模式为例进行分析说明。值得指出的是,美国积极应对这些问题,正致力于寻求最佳解决方案,以全面快速地推进PBL策略。

4.1 C-17 PBL保障暴露出的问题

4.1.1 如何在平时与战时的不同时期,权衡费用与可用性?

波音自 1998 年开始对 C-17 实施基于性能的后勤保障。目前的合同将执行到 2008 年,还包括可延续到 2011 年的尚未定价的合同意向。在战时,任何时间长于 5 年的合同对双方来说都具有风险性。但在和平时期或冷战时期,则可另当别论。最近,由于 C-17 和美空军面临的作战压力,导致战备完好性参数的改进趋于平缓。波音和空军仍然在探索怎样才能确定出性能参数的合适水平。目前双方都积累了一定

的经验，并将其应用到未来的协议中去。比如，美国空军已经提高了波音每年必须达到的可用性标准，但是最近可用性的改进不大。在高强度使用 C-17 的状况环境，美国空军希望将其可用性保持在更高水平。但是签订的长期协议中没有考虑到各种可能的情况。如果战争压力减轻，且国防部缺乏资金开展其他项目时又该如何？五角大楼很可能会以牺牲可用性的代价来降低成本。现在要关心的是如何在可用性与费用之间做出权衡？这种权衡还需要搞清楚成本与可用性之间的关系，是通过短期的成本节约就能维持下去，还是仅仅延迟了支付的时间？波音公司认为 1) 在设置性能目标时应将作战人员纳入；2) 认识到环境未来的变化，并保持灵活性。

4.1.2 军方与承包商采取怎样的合作形式？

PBL 保障离不开军方与承包商的密切合作。在 C-17 PBL 保障中，波音负责空军 C-17 的后勤保障，美国空军执行后勤保障方面的具体工作。空军基地现在以直接销售协议的方式提供给波音使用，波音公司向空军支付报酬。不过，波音公司与空军正在考虑，传统的工作分摊协议可能更适合于未来的合作形式，尤其是在 C-17 停产以后。这将涉及到主要的资金、承担的义务和责任。波音目前准备签署合同，要求沃纳·罗宾斯空军后勤中心 2006 年用于 C-17 项目上的工作时数为 250000 小时，2007 年将其提高到 450000 小时。美国空军必须确保未来的协议符合核心维修和基地承担 50%工作量的法规。

4.2 F/A-18E/F FIRST 项目出现的问题

4.2.1 PBL 合同缺少修理周期时间和可靠性提高度量标准

美国航空武器系统部（NAVAIR）指出，在 F/A-18E/F 保障项目中，如果维修周期时间从 60 天减到 45 天，F/A-18E/F 飞机保障成本将降低。但是，美海军库存管理站（NAVICP）未能建立合同度量标准以强调修理周期时间的减少。NAVICP 认为，在失效零件的修理周期时间上不需要建立督促减少机制，原因是波音在需要时自然会得到供应物资。然而，维修寿命周期时间如果从 60 天减到 45 天，同时也减少了需要保障供应传播途径的资产。所以，NAVICP 如果没有减少修理周期时间的话，就不能减少传播途径的资产（费用节约）。为了达到采办计划中节省的目标，海军需要在 FIRST 合同中建立修理周期时间和可靠性提高度量标准。

4.2.2 军方没有制定有效跟踪基础设施保障费用的程序

FIRST 项目没有完全达到减少基础设施保障成本的目标。实际上，海军在此项目下扩大了用于保障 F/A-18E/F 飞机的后勤基础设施。例如，增添了除原有海军航空基地、Lemoore, 加利福尼亚(Lemoore) 以外的设施。增加了波音保障 E/F 飞机的专用部件，也增加了国防后勤保障局和 Lemoore 航空保障组（传统的国防部供应系统）保障飞机的通用消耗性和可修理性部件。因此，NAVICP 需要制定有效跟踪基础设施保障费用的程序，计算出实际发送到机队客户物资的百分比，来确定 FIRST 项目是否真正执行了计划。

另外，NAVICP 和波音管理的库存系统都没有跟踪实际的库存费用。NAVICP 仅仅跟踪了储存在库存中零件的数量，波音不能够提供储存在波音商业仓库内的海军库存的实际费用。因此，NAVICP 必须

要求波音有效跟踪储存在波音商业仓库内的海军库存费用，执行证实的商业保障方案，将管理库存的责任移交给波音，逐步减少 FIRST 保障项目的海军拥有的库存量。

4.2.3 流通成本的控制管理不善

在 FIRST 项目中，波音公司未能做到直接从原始设备制造商那里购买备件。例如，诺格公司是 F/A-18 飞机中后部机身的设计者和制造商，并且提供飞机此部分的所有零部件。诺·格公司在 FIRST 项目下与波音公司达成协议，帮助波音进行这部分零件的资产和结构管理。波音提供给诺·格公司以激励和奖金回报。然而，诺·格公司仅制造了 44 件部件中的 3 件，其余 41 件是从其他的制造商中购买的。然后又以高出 510 万美元的价格卖给了波音公司。

4.2.4 收取机队用户费用不合理

由于评估用户费用是基于不正确的 BCA 价格和非实际成本，NAVICP 没有准确地收取维修零部件的费用。截至到 2002 年 8 月 14 日，在 114 个所检查的购买和维修 BCA 项目中，额外收费多达 1210 万美元。NAVICP 合同人员表明，为了纠正价格收取，今后将采用 α 定价法。包括 NAVICP 合同人员、价格分析人员、国防合同审计局人员、国防合同管理局人员在内的政府工作小组连同波音公司一起商讨定价问题。在确定实际成本中， α 定价法是一个有效工具，并且会帮助 NAVICP 形成新的 BCA。

4.3 F-35 PBL 保障面临的挑战

4.3.1 挑战一：对于 F-35 整架飞机实施 PBL 是一个新课题

政府部门希望F-35机队在服役7-8年时间，进入成熟期时的飞机可用度达到90%。目前多数的PBL项目都是基于硬件层面，也有基于系统的，而基于整架飞机的PBL项目则是一个新课题。为了积累经验，F-35项目办公室最近推出了两个指导性计划。伊顿宇航公司将会调查液压系统、或者是起落架、或者是制动系统的可用性。史密斯工业公司也与洛·马公司签订了类似的合同，确定其中一个航空电子设备或者作动系统的可用性。在未来的6个研发阶段，会有越来越多的子系统的合同商参与其中。从理论上，F-35在2012年要实现整架飞机的单一的PBL合同。

F-35 PBL项目的首要挑战将是协调武器平台的保障和持续保障提供方式从政府向伙伴关系的转变。海军和海军陆战队对PBL将对整个飞机机队而不仅对燃料泵或雷达系统起作用表示"谨慎乐观"。虽然已经在某些飞机（如空军的F117、C-17、联合之星和海军的T-45）的保障中应用了PBL，但该方案对在全球使用的、由成千上万架飞机组成的庞大机队是否有效尚要拭目以待。

4.3.2 挑战二：如何建立F-35 PBL保障的整个供应链

为有效实现F-35PBL保障，必须建立一组通用的PBL过程，以便能在整个供应链中使用，并能适用于所有零部件（元器件）和分系统，包括耗材。洛克希德·马丁公司及各级供应商都将对满足F-35机队可用性要求和以经济可承受方式保持飞机在服役期的维修和持续作战能力负责。

洛马公司没有将F-35设计成100%使用军用供应链的机型，而是吸

取了民用企业的经验教训，并将其与军方做法融合在一起。现在提出的方案是，民用后勤网络负责战备物资在战区分发点之间的运送，而军方的“战区标准分发渠道”负责将这些物资运抵使用地点前的最后一段路程。由于军方负责的再补给线很短（只有几天），这就意味着又可能显著降低军方的库存。而在以往，军方在库存方面一直采用比较保守的做法，唯恐供应脱节。例如，不论在什么地域，美空军一直坚守着30天库存供应底线。而若将来采用了F-35中的PBL后勤保障办法，空军的库存量至少可以降低50%。

4.3.3 挑战三：如何实现飞机故障诊断技术的突破，以适应PBL

洛马公司希望通过基于性能的后勤合同（PBL）来应对所有的售后需求，以便改进传统的售后与采购成本之间的6: 4之比，即售后服务占飞机总成本的60%。在将来，洛马公司希望这两者之间的比例为5: 5。

为做到这一点，必须建立能精确预测设备的使用寿命和平均故障间隔时间（MTBF）的数据库。到2016年F-35达到批量生产时，空军、海军和海军陆战队以及包括英国、荷兰、土耳其、意大利、加拿大和其他国家的买主在内，整个F-35项目都将在全面的PBL环境中运转。这就需要在飞机故障诊断和报告方面实现巨大突破，并要求飞机的平均故障间隔时间（MTBF）比现役第三代战斗机高1倍。这将通过F-35上采用的“更为优良”的故障检测、故障隔离以及更准确的故障测试来实现。为大幅度提高MTBF，可部分通过降低故障隔离的“模糊组”（即可能导致问题的电子系统黑匣子个数）来实现。在20世纪90年

代中后期，送回大修基地修理的三分之二的车间可更换单元（SRU）最终都没有发现故障。对于F-35，洛马公司必须能够做到基本上能将故障隔离至单个SRU的水准。这样才能大大减轻飞机的保障工作负担。

4.3.4 挑战四：如何说服项目参与国，以支持PBL

美国现在极力劝说各伙伴国：绕开 PBL 过程而自建维修队伍对整个项目参与国都是得不偿失的。但是由于各伙伴国已经出资并将会继续出资，有的国家的出资额已经占到其国民生产总值（GNP）的1%，因此，说服工作肯定是十分困难的。例如，英国已经允诺在设计与研制阶段投资 20 亿美元，并准备订购 150 架 F-35。现在，尽管尚没有正式宣布，但英国确实在考虑建立自己的总装及检查（FACO）工厂以及一个维护、修理和升级（MRU）中心。这种举动可引发许多实际问题，如在洛马公司沃兹堡总装厂之外建立多条总装线会影响到飞机生产的规模效益、造成飞机的总成本上涨，此外还涉及到技术转让、保密等问题。