基于 BPR 理念的舰载机舰面维修流程优化研究

纪云飞，马乃苍，贾向军
（海军航空工程学院 青岛校区，山东 青岛 266041）

摘　要：目的　优化航空维修在舰上的组织运转流程。**方法**　基于 BPR 理念，依据优化原则，运用 5W2H 法和 ECRS 法，将舰载机舰面维修工作流程进行优化。**结果**　流程更加顺畅，时间明显缩短，效率大幅提高。**结论**　方法实际可行，可为其他维修工作流程优化提供借鉴参考。

关键词： 舰面维修；流程优化；BPR 理念
DOI：10.7643/issn.1672-9242.2014.05.011
中图分类号： E237　　**文献标识码：** A
文章编号： 1672-9242(2014)05-0054-04

Study on the Flow Optimization of Shipboard Aviation Maintenance Based on BPR Theory

JI Yun-fei, *MA Nai-cang*, *JIA Xiang-jun*
(Qingdao Branch of NAAU, Qingdao 266041, China)

ABSTRACT: Objective To optimize the operation flow of shipboard aviation maintenance. **Methods** Based on BPR theory, the flow of shipboard aviation maintenance was optimized according to the methods of 5W2H and ECRS. **Results** The optimized flow was smoother and the time used was much shorter, and the efficiency was improved greatly. **Conclusion** The optimization method is applicable and has practical value for reference for other maintenance flow optimizations.

KEY WORDS: shipboard aviation maintenance; flow optimization; BPR theory

舰载机舰面维修是贯穿航母与舰载机服役全过程的核心工作之一，是保障舰载机正常遂行作战和训练任务的基本手段，也是保障舰载机恢复所需作战效能的基本前提。舰面维修在人力、资源、空间、稳定性等各方面、各方位相对于“陆基”维修都有着很大的局限性，随着舰载机“上舰”步伐的不断临近，梳理明确上述问题，并且研究如何利用有限的保障资源产生最大的维修效益成为当务之急。

1　舰面维修特性分析

与陆基维修相比，舰面维修有其独特的保障特性[1]。

1）保障环境的复杂性。舰载机不同于陆基飞机，它在舰上受到各种特殊条件的限制。例如：长期海上漂泊，舰船摆动大；起落场地狭小，保障工作不

收稿日期： 2014-06-19；**修订日期：** 2014-07-16
Received: 2014-06-19; **Revised**: 2014-07-16
作者简介： 纪云飞(1982—)，男，山东人，硕士，讲师，主要研究方向为航空装备保障与管理。
Biography: JI Yun-fei(1982—), Male, from Shandong, Master, Lecturer, Research focus: aviation equipment support and management.

安全因素多;海上盐雾腐蚀严重,舰载机维修复杂难度大;舰载机在舰上机库内或飞行甲板上进行维修时,空间狭小,照明条件差等[2—3]。

2) 保障过程的协调性。其一,舰载机航空机务保障的实施,由不同专业的机务保障人员共同完成,有分工,也有协作;其二,由于保障设备的通用性,使得不同机型、机种,可能共用同一保障设备,也需要相互协调,才能顺利完成机务保障任务;其三,舰基维修保障涉及设备种类多,部门多,人员多,在保障过程中,需要机、舰之间相互协调,才能做到各种保障活动的有序进行[4—5]。

3) 保障能力的复合性。由于舰上机务保障人员数量的限制,大多数保障岗位,不可能编配多余的保障人员,如若出现减员,将影响保障任务的顺利完成,这就要求航空机务保障人员应该具有较强的多机种、跨专业保障能力。

2　舰面维修流程优化原则

鉴于“舰面维修特性”中人员、环境、设备等实际情况,在对舰面维修工作流程优化时主要遵循以下原则:

1) 位置连续原则,即位置相近的工作优先连续完成。例如,飞机上部的工作成一条主线连续完成,下部的工作成一条主线连续完成;或者座舱内的工作连续完成,座舱外的工作连续完成等。

2) 最后通电原则,即各专业通电工作通常安排在最后开展。

3) “油、气、弹”与“氧、电”分离原则,各专业涉及的“油、气、弹”等工作通常不能与涉及氧气、通电等工作并行进行。

3　舰面维修流程优化方法

流程再造是一个复杂的系统工程,涉及多种学科门类,也是集 20 世纪 90 年代各种先进管理思想之大成。国外学者对流程优化的方法、技术和工具做了大量的研究,这些研究不仅仅关注优化本身,而且纵深关注了从流程的规划直到流程的切换与流程的评估等[6—9]。

基于航空维修的军事性特点,笔者认为在舰载机维修作业流程优化中运用 BPR 技术即是:对部队的维修流程作根本性思考和彻底重建,其目的是在质量、速度、消耗和服务(对飞行员)等方面取得显著改善,使得部队能最大限度地适应现代化快速打击的战争环境[10]。

3.1　BPR 实施技术

国外学者对流程重组的方法、技术和工具做了大量研究工作,其主要应用到的工具有:头脑风暴法、层次化着色 Petri 网、快速全员参与变化法、10X 技术、基于活动的成本分析、联姻图、前提假设暴露法、行为建模训练法、计算机辅助软件工程、成本/效益/风险分析、关键事件技术、因果图、核心流程分析、关键成功因子法、鱼骨分析、作用因子分析、突破性思考、品质功能部署、数据流图、过程流图、流程优先选择矩阵、Delphi 技术、价值链分析等数十种技术。

需要强调的是,这些技术并不是流程重组的专用技术,许多方法由来已久,只是根据流程重组的要求进行整合应用而已。文中主要采用头脑风暴法和流程优化技术。

在运用头脑风暴法组织人员讨论时主要采用“5W2H 法”[11—12],5W 分别是:Why——为什么要做这项工作;What——内容是什么;Where——在哪儿做;When——什么时候来做;Who——由谁来做。2H 分别是:How——怎么做;Howmuch——要花多少时间或其他资源。

流程优化技术最基本的方法是 ECRS 顺序思考原则[13—14],ECRS 分别是四项思考的英文词头,其含义是:能不能剔除某些工作(Eliminate);能不能并行某些工作 (Combine);能不能调整某些工作 (Replace);能不能简化某些工作 (Simplify)。

3.2　优化实例

某型舰载机在实施机械日工作时,特设专业有几项工作为:外观检查座舱内各开关、仪表、照明和信号装置灯具,外观检查组合传动发电机,外观检查起落架舱、发动机舱等开口区域电气设备及其电缆、线束,检查全静压系统气密性,氧气系统检查,拆下蓄电池检查后装上飞机等。按照维护规程,通常的流程如图 1 所示。

这种工作方法按部就班,缺乏条理性,时间周期长,工作效率较低。为此, 先后运用“5W2H 法”和

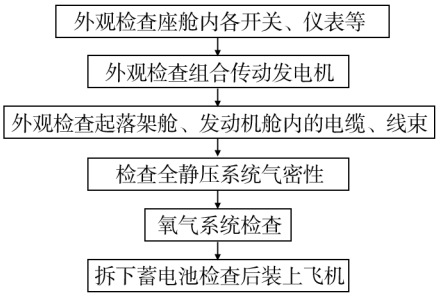

图 1 旧流程

Fig. 1 Old flow

"ECRS"法分析各项工作内容,见表 1。

经过上述分析发现:检查全静压系统气密性需要单独实施,并且需要 2 人配合,可以将其调整至第 1 项工作;氧气系统检查需要通电,将其安排在最后实施,由于其需要在座舱内实施,可以将座舱内的各项外观检查调整至该项工作前。另外,涉及飞机上部和座舱内的组合传动发电机检查和座舱内的各项检查调整至一起实施,涉及飞机下部的起落架舱、发动机舱内的各项检查和蓄电池工作调整至一起实施。

表 1 5W2H 法和 ECRS 法分析

Table 1 5W2H and ECRS analysis

5W2H 和 ECRS 法	目的 (why)	对象 (what)	场所 (where)	时机 (when)	人员 (who)	手段 (how)	消耗 (howmuch)	ECRS (如何改进)
外观检查座舱内各开关、配电盘、控制台、仪表、照明和信号装置灯具	外观检查	各开关、仪表等	座舱内	--	1 人	简单操作检查	时间短	往后调整至需进座舱通电检查前
外观检查组合传动发电机	外部结构查看	组合传动发电机	发动机上部	与机械专业共同进行	1 人	简单操作检查	时间短	调整并行
外观检查起落架舱、发动机舱等开口区域电气设备及其电缆、线束	查看电缆等的外部情况	电缆、线束	起落架、发动机舱内	--	1 人	简单操作检查	时间短	调整并行
检查全静压系统气密性	密封性	全静压系统	座舱	单独实施	2 人	配合工作	中等	往前调整
氧气系统检查	性能检查	氧气系统	座舱内	--	1 人	通电	中等	调整至最后
拆下蓄电池检查后装上飞机	性能检查	蓄电池	前起落架舱与下设备舱中间	--	1 人	拆装检查	中等	调整并行

基于优化分析结果,根据优化原则,新的流程优化如图 2 所示。

3.3 结果分析

从新旧流程比较可以看出,新工作流程统筹了飞机的上部工作和下部工作、座舱内工作与座舱外工作,兼顾了维修工作的连续性与独立性,系统全面、细致可行。流程中多项工作由串行改为了并行,工期明显缩短,效率大幅提高,并且明确了各项工作的交叉点、关键点,对部队顺利开展工作、提高工作效率指导性较强。综合各项结果,可以判定上述工作流程优化效果较好,达到了预期目标。

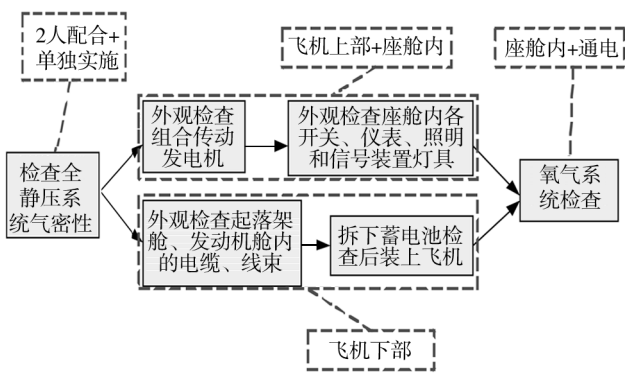

图 2 新流程

Fig. 2 New flow

4　结语

舰载机舰面维修工作涉及面广、约束条件多,可借鉴的经验少[15],文章鉴于“舰载机维修特性”中人员、环境、设备等实际情况,按照 BPR 理念,依据优化原则,将舰载机舰面维修工作流程进行了优化,实现了理论研究与实际工作的无缝对接。优化方法可以为后续舰载机部队开展舰面维修工作提供借鉴参考和基础支持,具有一定的应用价值和军事效益。

参考文献:

[1] 陈传铮. 航母的飞行甲板[J]. 现代舰船,2005(5):39—42.
CHEN Chuan-zheng. The Flowfield of Aircraft Carrier [J]. Modern Ships,2005(5):39—42.

[2] 何志良,蔡增杰,周立建. 环境因子对舰载机金属构件维修检查间隔期的影响[J]. 装备环境工程,2011,8(5):47—48.
HE Zhi-liang,CAI Zeng-jie,ZHOU Li-jian. Impact of Environmental Factors on Maintenance Inspection Intervals of Carrier-based Aircraft Metallic Components[J]. Equipment Environmental Engineering, 2011,8(5):47—48.

[3] 李星,王晓慧. 舰载机三防设计技术研究综述[J]. 装备环境工程,2006,3(4):12-13.
LI Xing,WANG Xiao-hui. Overview of Three-proof Design on Carrier-based Aircraft [J]. Equipment Environment Engineering,2006,3(4):12—13.

[4] 刘平,高崎,黄照协. 维修分队战时装备维修能力评估方法研究[J]. 装备环境工程,2012,9(5):131.
LIU Ping, GAO Qi, HUANG Zhao-xie. Study of Wartime Repair Ability Evaluation Method of Maintenance Unit[J]. Equipment Environmental Engineering,2012,9(5):131.

[5] 祝华远,赵功伟,王利明. 装备保障特性流程类指标度量与优化研究[J]. 兵工自动化,2013,32(4):23.
ZHU Hua-yuan,ZHAO Gong-wei,WANG Li-ming. Study on Measurement and Optimization of Equipment Support Characteristic Flow Index[J]. Ordnance Industry Automation,2013,32(4):23.

[6] 李超锋,彭纯军. 基于流程程序图法的仓储系统协调与优化研究[J]. 常州工学院学报,2011,21(2):59—62.
LI Chao-feng,PENG Chun-jun. Research on Coordination and Optimization of Warehousing System Based on Process Flow Chart[J]. Journal of Changzhou Institute of Technology,2011,21(2):59—62.

[7] 廖吉林,刘建一. 基于 BPR 思想的企业组织重构研究[J]. 技术经济与管理研究,2010(2):100—101.
LIAO Ji-lin,LIU Jian-yi. Research on Enterprise Organization Reconstruction Based on BPR[J]. Technoeconomics & Management Research,2010(2):100—101.

[8] 董鹏,丁文捷,庞晓琛. 精益生产在生产线改善中的应用研究[J]. 湛江师范学院学报,2013,34(3):143.
DONG Peng,DING Wen-jie,PANG Xiao-chen. Study on the Application of Lean Production in the Production Line Improvement[J]. Journal of Zhanjiang Normal University,2013,34(3):143.

[9] 张伟健,张文博. 业务流程重组(BPR)的必要性与实施方案[J]. 煤矿机械,2003(8):104
ZHANG Wei-jian,ZHANG Wen-bo. Necessity and Implementing Plan for Process Line Realignment[J]. Coal Mine Machinery,2003(8):104.

[10] 刘明,左洪福. 航空维修策略研究[J]. 飞机设计,2007,27(3):44—45.
LIU Ming, ZUO Hong-fu. A Study of Aviation Maintenance Policy[J]. Aircraft Design,2007,27(3):44—45.

[11] 任荣政,丁年青. ESP 教学"5W1H"要素分析[J]. 外语界,2012(2):58—59.
REN Rong-zheng, DING Nian-qing . An Analysis of the Key Factors in ESP Teaching with the "5W1H" Method [J]. Foreign Language World,2012(2):58—59.

[12] 唐世海. 5W2H 法在高职学生实践实训中的应用[J]. 武汉商业服务学院学报,2011,25(4):78.
TANG Shi-hai. Application of 5W2H Method to Teaching Practice &Training in Higher Vocational Colleges [J]. Journal of Wuhan Commercial Service College,2011,25(4):78.

[13] 朱华炳,王龙,涂学明,等. 基于 ECRS 原则与工序重组的电机装配线产线平衡改善[J]. 机械设计与制造,2013(1):224—226.
ZHU Hua-bing, WANG Long, TU Xue-ming, et al. Balance Improvement of Motor Assembly Line Based on ECRS Principle and Process Reorganization[J]. Machinery Design & Manufacture,2013(1):224—226.

[14] 张学龙. 基于工序分析方法的企业生产流程优化研究[J]. 工业工程与管理,2012,17(1):42—44.
ZHANG Xue-long. Business Optimization Research to Work Flow Based on Process Analysis Method[J]. Industrial Engineering and Management,2012,17(1):42—44.

[15] 史凤隆,赵功伟,祝华远. 灰色聚类法在航空装备保障特性评估中的应用[J]. 装备环境工程,2013,10(2):43.
SHI Feng-long, ZHAO Gong-wei, ZHU Hua-yuan. Application of Grey Cluster Method in Aviation Equipment Support Characteristics Evaluation [J]. Equipment Environmental Engineering,2013,10(2):43.