

反向 RCM

一种改进的 RCM 分析方法

Kenneth S. Jacobs

Director, Maintenance Engineering Naval Sea Systems Command

摘要：随着 RCM 技术的遍及，各行业根据自身的需要对其进行了不同改动。总的来讲 RCM 技术沿着两个方向有了较大的发展，本文根据 **Kenneth S. Jacobs** 先生的演讲资料，介绍了其中的一种即反向 RCM 的运作原理。并分析了它与基于状态的维修、与经典 RCM 的区别与联系。

关键词：以可靠性为中心的维修；反向 RCM；基于状态的维修；经典 RCM

1 引言

以可靠性为中心的维修（RCM）是目前国际上通用的、用以确定维修需求、优化维修制度的一种系统工程过程。它概括了一套既适用又有效的原则和方法，应用遍及到各行各业。从上世纪 80 年代早期开始，这项技术陆续在其他众多领域得到了应用，并取得了巨大成功。与此同时，RCM 技术本身则沿着两个不同的方向发展。一种仍然保持了 RCM 最初的本意，只是增加了用于描述自 1978 年以来出现的设备关键性能因素（如环境的完整性和定量化的风险）的一些特征，通常自称为“正宗的 RCM”。当前正宗的 RCM 发展体现在 SAE 标准 JA1011。另一种则是以试图减少应用 RCM 需要的时间（尽管应用 RCM 所得到回报经常是以数周甚至数年度量）和任务为基础的，这些方法一般称为“改进的”RCM 方法，其中反向 RCM（Backfit RCM）就是这些改进方法中的一种。当前该方法受到广泛的关注，方法的支持者认为，该方法的主要优点是，与“经典的”RCM 取得了类似的结果，但花费了非常少的时间和费用。本文从反向 RCM 的基本含义出发，分析了 RCM 与基于状态的维修之间的关系、与经典 RCM 之间的区别，并给出了该方法的分析思路。

2 反向 RCM 的基本含义

反向方法是当前最流行的 RCM 过程改进方法，不像经典的 RCM 那样从定义资产的功能开始，而是从现有的维修任务开始。用户首先应确定每一项维修任务期望预防的故障模式，然后通过 RCM 逻辑决断过程的最后的三个步骤重新检查每一种故障后果，从而确定具有较好的费用效益的故障管理策略。

3 反向 RCM 与基于状态的维修（CBM）的关系

CBM 是一项灵活的、工程式的维修策略，它属于视情维修的一种。同时，它又是联系维修策略、过程和维修技术的平衡器，如下图所示：

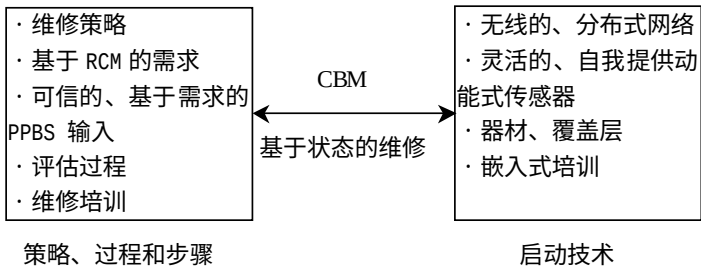


图 1 CBM 工作示意图

在实际过程中，根据状态检测、故障诊断分析的结果，结合设（装）备运行的具体状况，确定需要检修时，再安排检修，这样可以减少不必要的人力、物力、财力的消耗，延长设（装）备的运行周期，提高效率。CBM 把 RCM 作为核心和重要组成部分，RCM 为 CBM 提供了证据准则，他们的关系如图 2 所示。

4 反向的 (Backfit) RCM 与经典的 RCM 的区别

在设 (装) 备的整个寿命周期过程有两个重要的工程过程, 即装 (设) 备的采办和使用。反向的 RCM 和经典的 RCM 的区别可以从下图看出, 经典的 RCM 主要从分析资产的功能入手, 而反向的 RCM 则从现有维修任务入手, 根据现有维修任务中故障模式发生的情况确定维修工作 (现有维修任务中的具有已发生的故障模式, 则对该故障模式确定维修工作, 如果没有发生就不确定维修工作)。通过减少现有维修任务中故障模式发生的概率, 来达到保证资产可靠性目的。

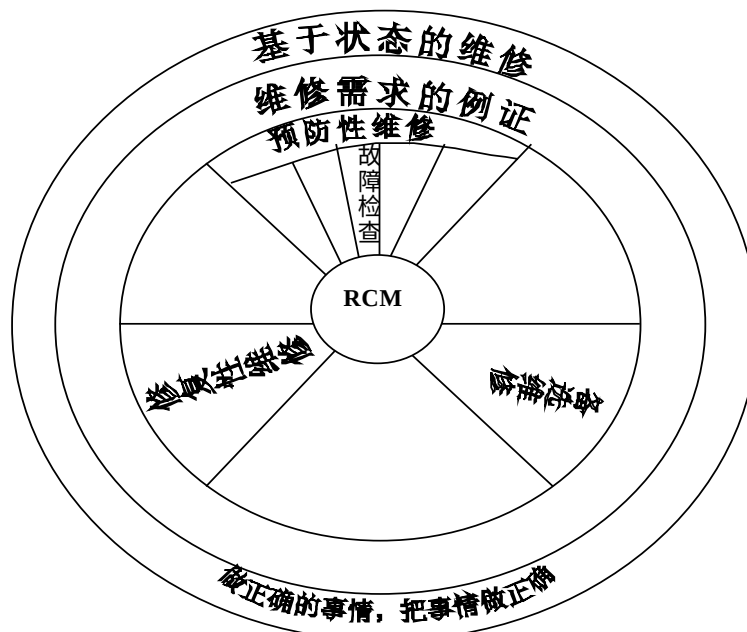


图 2 RCM 和状态维修的关系图

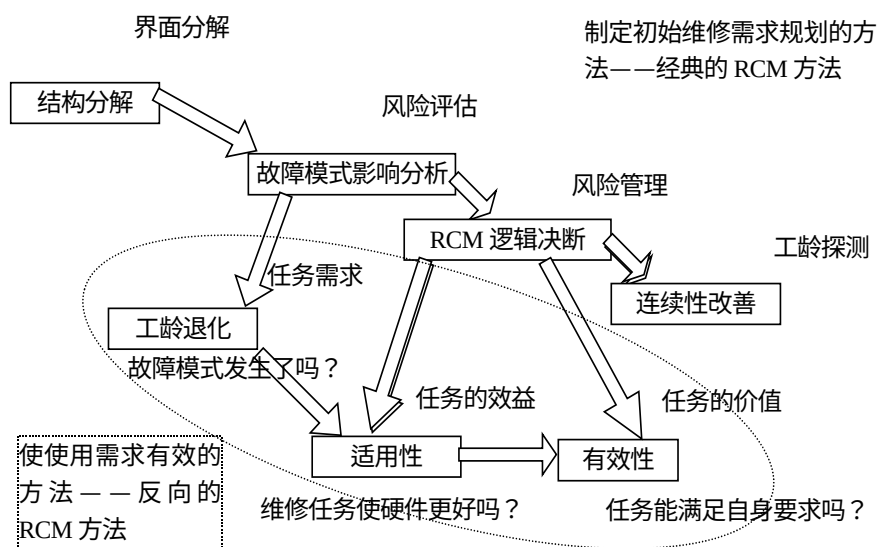


图 3 反向 RCM 和经典 RCM 的关系图

5 利用反向 RCM 确定维修任务的思路

在实际的应用过程中, 由于 RCM、预防性维修、修复性维修和备选维修常常被作为 CBM 的重要组成部分, 因此有时依据反向 RCM 确定维修任务, 也被称为应用 CBM 确定维修任务。利用反向 RCM 确定维修任务的过程如图 4 所示。

6 反向 RCM 在当前 SURFMER 系统中的应用

依据反向 RCM 确定维修任务的基本思路，结合具体的装备，开发出了 SURFMER 系统。该系统的利用在实际中获得了巨大的回报，如图 5 所示。

从图 5 可以看出，

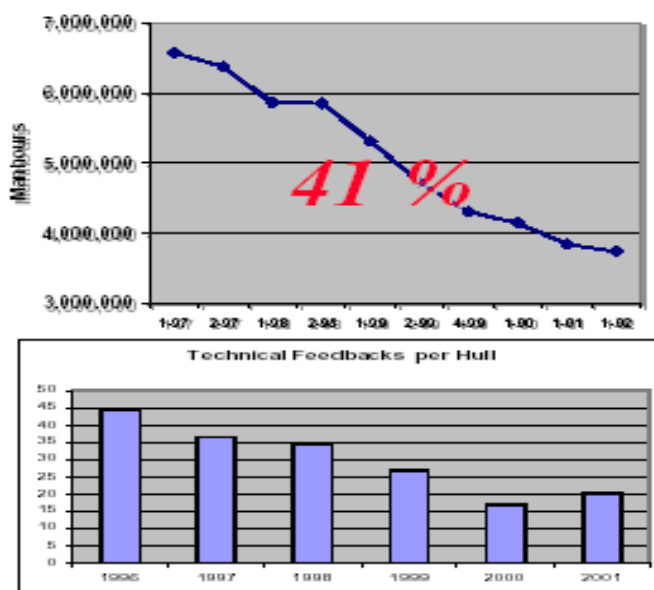
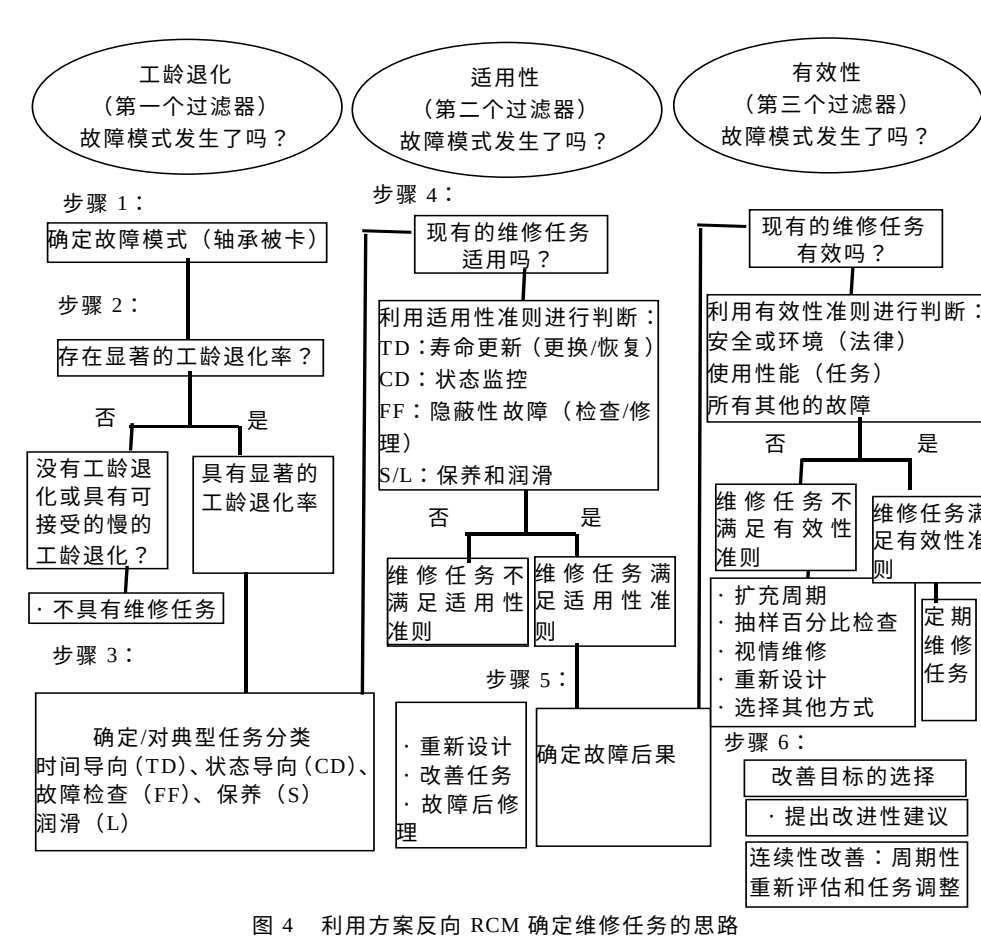


图 5 SURFMER 取得的效益图

- 船只维修的工作量减少了 41%；
- 反馈建议从 1996 年的每只船的 46% 下降到 2001 年每只船的 20%；
- 维修规划的安排和实施更加有效。

同样，基于反向 RCM 的 SURFMER 分析过程在实际中也产生了显著的效益，通过分析也可以发现：

· SURFMER 是一个工程化的、可重复执行的、可以改善的过程，它不要依赖一些陈旧的技术或软件；

- 以可靠性为中心的维修（RCM）作为基础，采用已经证明的方法设计维修包；
- 可应用于所有维修的需求规划，使可操作性达到最优；
- MER 取得了真正的成效；
- 验证了系统功能的必要性；
- 典型的 SURFMER 在一周内对 1000 项维修任务进行了检查。

7 结论

反向 RCM 作为一种改进的 RCM 分析方法，尽管在实际应用中已经取得了一定的效益，它仍然存在一定的缺陷。最突出的表现是，它立足于维修任务工作量的减少而不是设备性能的改善（面向功能是正宗 RCM 的主要目标），忽略了一些可能出现的故障模式，一些重要的、需要预防的故障模式不能为预防性维修大纲所包括，致使该方法在使用的过程会存在一定的风险。因此，在使用该方法的过程中应尽量把一些重要的、关键的故障模式考虑全，这样才能使该方法确实发挥应有的作用。

译自：SEA 04M1, Kenneth S. Jacobs (SEA 04M1) Backfit RCM 2002 DoD Maintenance Symposium