

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.11.003

基于 UML 的装备维修保障行动建模

康传国

(中国人民解放军 73686 部队, 南京 210018)

摘要: 为了满足军事化信息一体化作战平台的迫切需要, 对装备维修保障行动的概念进行建模。在分析装备维修行动过程及特性的基础上, 对其行为主体进行用例描述, 构建装备维修保障活动模型; 阐述维修保障行动模型间的协作关系及互动机制, 构建主体协作模型; 给出维修保障行动流程及行为主体的动态关联性, 建立维修保障行动时序模型。结果表明, 该模型能反映维修任务、实体、动作对象间的交互作用和内在逻辑。

关键词: 作战行动建模; 装备维修保障; 统一建模语言; 实体模型

中图分类号: TJ03 **文献标志码:** A

UML-Based Modeling of Equipment Maintenance Support Action

Kang Chuanguo

(No. 73686 Unit of PLA, Nanjing 210018, China)

Abstract: In order to the necessary about militarization information integrated combat platform, modeling the concept of equipment maintenance and support operations. Use case descriptions on the basis of analyzing the process and characteristics of the equipment maintenance operations, building equipment maintenance and support activities model. Elaborate collaborative relationship and interaction mechanism between the maintenance and support action model, building the main collaborative model; given maintenance and support operations flow and actors of dynamic correlation, maintenance and support operations timing model is establish. The results show that the model reflects the interaction and internal logic between the maintenance task, entity, action-object.

Key words: operation modeling; equipment maintenance and support; UML; entity model

0 引言

对受损作战装备进行及时、有效的修复是巩固现有战斗成果、保障战斗顺利实施的基础, 是决定战争成败的关键因素之一。装备维修是维持部队战斗力的“倍增器”, 及时可靠的装备维修保障是保持、恢复乃至提高部队战斗力的重要手段^[1]。对装备维修保障行动进行概念建模是构建军事化信息一体化作战平台的必要手段, 为计算机生成兵力提供接口。

装备维修保障是典型的战术行动过程, 其作战行动建模是對此行动过程的一种抽象和类比表示^[2], 是一个或多个战斗实体根据交互信息的要求(命令等)执行一个或多个动作以实现对受损装备进行有效修复的过程建模^[3]。

统一建模语言(unified modeling language, UML)是军事概念建模的重要工具^[4], 由于其在军事行为空间的表达与建模具有很高的准确性和合理性, 已被成功应用于众多军事领域。

UML 可合理描述维修保障作战节点、作战任务、作战功能和作战活动的内在逻辑, 实现维修保

障行为空间的军事概念模型抽象, 是作战行动模型构建方法的重要拓展, 可适应不断变化的技、战术对装备维修保障行动仿真提出的新需求; 因此, 笔者对基于 UML 的装备维修保障行动建模进行研究。

1 维修保障行为主体遂行任务描述

装备维修保障行动是一个或多个战斗实体根据交互信息的要求执行一个或多个动作, 对计划受损装备进行修复, 以实现预期功能的过程。对维修保障行动进行客观、全面的任务描述, 能够保留作战信息以备用, 同时也为参与开发的技术人员提供直观、有效的纲领性指导。如图 1, UML 用例图可以清晰地刻画各行为主体的任务内容、任务特性及任务关系, 对行为系统的语意、需求和范围进行了刻画与界定。

参与维修保障行动的行为主体有司令部、保障指挥机构、器材保障组和维修保障分队。通过界定各行为主体的职责和功能, 根据实际需要制定相应的任务方案并形成用例, 各用例相互作用以完成维修保障任务实施。

收稿日期: 2012-07-06; 修回日期: 2012-08-23

作者简介: 康传国(1970—), 男, 江苏人, 学士, 工程师, 从事装备维修保障信息化建设与管理研究。

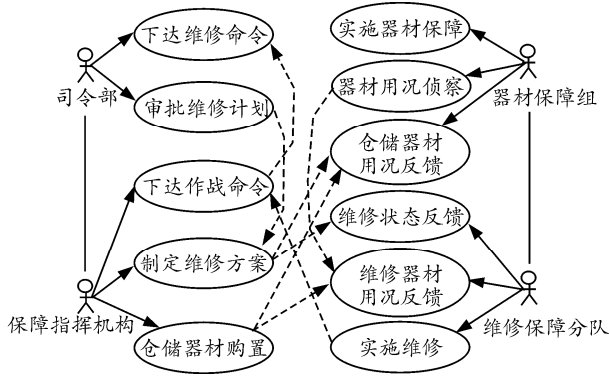


图 1 维修保障行为主体用例描述

建立各实体类，对这些实体类进行抽象、规约、泛化，获取其一般属性及操作特性构建基类，分析各类之间的关系以建立体系实体模型，如保障对象模型、维修保障分队模型等。

2 保障对象与保障分队实体描述

实体指的是作战仿真系统中可单独辨识的一切主体和客体，主要包括仿真实体描述和系统类的^[5]对受损装备对象、维修保障作战系统中各实体进行分类或编组。

2.1 保障对象体系实体描述

维修保障对象通常指受损装备、器材、通信网络、软件等参与作战的实体，对其进行概念建模，是对其特征、属性进行提取、抽象并加以描述。

维修保障对象类型多样、种类繁多，对其共有属性如受损装备名称、所属部别、可修性、服役年限、新旧程度和损坏等级等进行提取，构建装备维

修保障对象基类(damagedEquipment)，其类操作包括增加、移除、更换和修复等。对保障对象进行分类，构建机械装备类、电子装备类、轻型装备类、重型装备类、无线装备类、有线装备类以及电源装备类，各类关系如图 2^[6]所示。

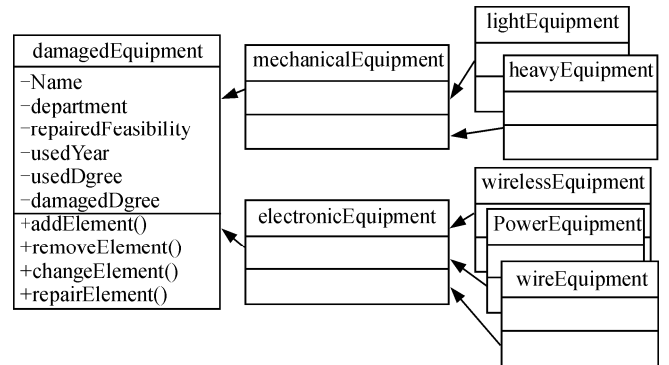


图 2 保障对象模型

图 2 所示的保障对象模型有效实现了对战场维修保障区域内受损装备的系统描述，展现了各类保障对象的静态结构及其逻辑关系。

2.2 维修保障分队实体描述

维修保障分队是执行维修保障任务的主要实体，直接参与现场维修及操作，如图 3，对其进行概念建模，构建维修保障分队类、维修备件管理分组类、修理分组类、技术分析分组类、维修侦察分组类、维修掩护分组类和维修预备分组类，并抽象出人员数目、保障目标、保障单元、开始时间、结束时间、保障地点等基本属性。

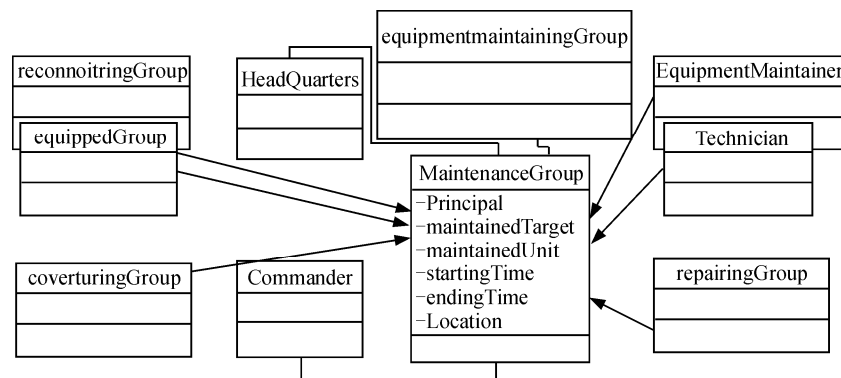


图 3 维修保障分队模型

图 3 描述了维修保障分队类与各维修保障分组类间的类属关系，以及与司令部类、指挥员类和器材保障组等其他战斗实体类之间的关联关系^[7]。

3 维修保障行动模型建立

3.1 维修保障行动系统包图

UML 中，包是用来将模型单元分组的通用机制^[3]。

将装备保障作战实体类在概念、功能及语义上进行归约，可建立保障系统包、维修行动包、保障对象包、保障方案包、维修器材配置方案包和作业力计算包等。保障系统包由司令部类、保障指挥机构、器材保障组和维修保障分队等实体类组成；维修行动包是由维修保障行动过程中由指挥控制机构所拟

制的各种作战行动组成，这些作战行动是组建各动态模型的关键要素，直观体现了作战体系的战斗效能和动作特性，如：火力掩护、实施维修和扫残标示等；保障对象是保障行动的作战目标，将其进行正确分类与编组是提高模型实用性的基础，系统构建的保障对象包由机械装备类、电子装备类组成；保障方案包由作战路线类、作战时间类、作战流程类、人员编组方案类和武器配置方案类等组成，是最重要的文件对象；作业力计算是由将保障行动过程中所搜集到的信息进行规约、总结，对相关数据计算后得到实际作战方案及计划的过程，将相关算法、设计方案和设计流程打包后形成作业力计算包。

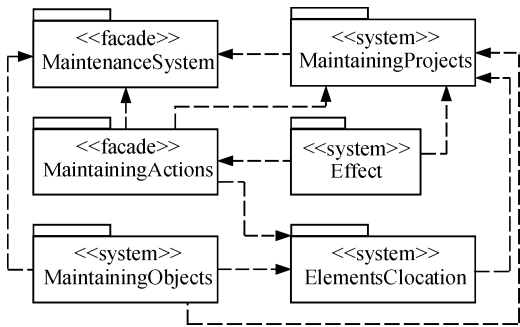


图 4 维修保障行动系统包

如图 4 所示，包图可有效反映维修保障作战行动中具有相同属性、功能作战实体间的“类属”、“关联”和“聚合”等关系。

3.2 维修保障行动主体协作模型

分析维修保障行动，其静态结构分别以 UML 类图、UML 包图等形式展示，而为了更加清晰地表现此动态作战行为的活动情况及各行为主体间的动态协作关系，需构建其动态行为模型。

UML 协作图可描述不同实体如何协作以达到维修保障目的，其按照组织对控制流建模。对象、消息和链是构成 UML 协作模型的 3 要素。如图 5 所示，首先，将参与维修保障的实体按功能分组建立 UML 协作图的对象要素，如司令部、维修预备分队和维修分队等；其次，明确各分组的功能、属性、操作以形成 UML 协作图的消息要素；再次，分析、确定各对象间的交互关系以形成链；最后，明确各对象间交互信息的时间先后顺序以反映保障行动的时节行进程序及各保障实体间动态交互机制^[8]。

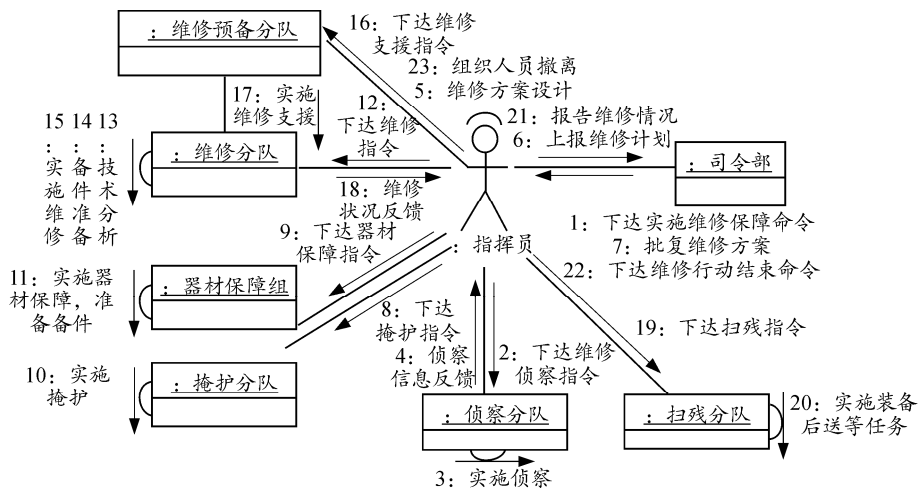


图 5 维修保障行动协作模型

3.3 维修保障行动过程分析

UML 活动图可清晰、直观地描述装备维修保障行动中从活动到活动的“流”，是系统动态建模的重要方法，在这种特殊的状态机中，动作状态、跃迁和对象是其主要元素。

在有效实施侦察行动，制定了相关维修计划后，部队按维修分队、维修预备分队、掩护分队和器材保障分队编成。维修分队是实施维修保障行动的主体；维修预备分队主要实施战前准备及维修支援工作，包括车辆调度、机动协调等；掩护分队主要完

成维修行动中的掩护工作；器材保障分队负责实施维修过程中的备件准备及器材、装备等维护工作。各分队按计划协同作战以保障维修保障行动的顺利进行。

图 6 描述了维修分队的作战活动过程，指挥机构发布维修开动指令，维修分队按计划路线开进至作业地，在掩护分队的协作下，维修技术人员首先对受损装备进行检查，判断其是否适合现场维修，对于一些受损严重，实地无法修复的装备，可托运至保障基地实施维修。车载托运、装卸打包等行动

是由维修预备分队收到维修支援请求后实施的。掩护分队在维修分队完全撤离后方可结束任务。

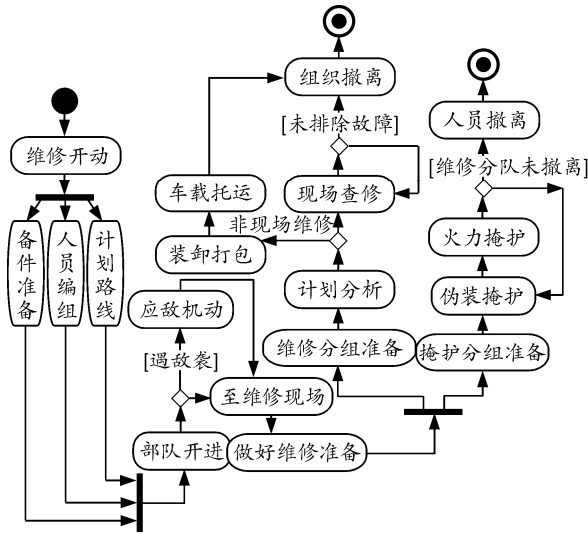


图 6 维修保障行动活动

3.4 维修保障行动时序模型

装备维修保障是以修复装备实现预期应用为既定目标，各参与保障的实体依照时间、空间按行动流实施作业，其军事概念模型应体现各作战主体间按时间进程的协作、交互机制，同时也应反映出它们的作战时机、活动周期、攻击防卫等行为要素，是一种系统动态行为的具体刻画。

UML 时序图是统一建立模型语言描述系统动态特性的又一利器，主要描述了各行动主体依照时间推移实施保障行动的过程。各主体间彼此交互、相互协作以完成对保障对象的预定保障任务。如图 7 所示，各行为主体，如司令部类、指挥机构类等沿 Y 轴方向(即图中的虚线方向)从上至下依次展开保障行动，单个保障行动自左至右(X 轴向)进行，构成 UML 时序模型的行动对象要素，如维修分队类实施的技术分析、实施维修等。

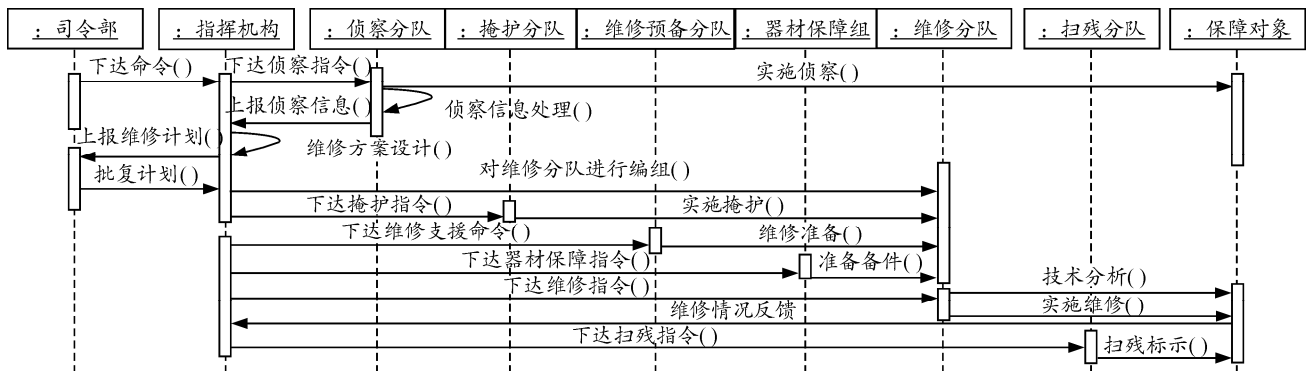


图 7 维修保障行动时序模型

4 结论

事实表明，UML 可实现对维修保障行动的作战实体、保障有广泛的适用性和良好的可操作性。笔者构建的基于 UML 的保障对象模型、维修保障分队模型、维修保障行动模型、维修保障行动活动图等为军事软件系统提供了图形化的可视模型，使维修保障行动过程变得直观，易于理解，增强了软件系统的可交流性和可维护性。对维修保障行动进行概念建模为建设信息化联合作战系统提供了组件，为其他军事行动建模提供了参考，为装备维修高效化提供了有力支撑。

参考文献：

[1] 尹晓虎. 装备维修系统的动力学分析技术研究[M]. 长沙: 国防科学技术大学, 2009, 18(13): 236-244.

[2] 曹占广, 马亚平. 可组构的作战行动建模研究[J]. 系统仿真学报, 2007, 19(4): 1421-1424.

[3] 胡应平. 陆军分队城市作战行动的概念建模研究[J]. 系统工程理论与实践, 2008, 23(8): 231-237.

[4] GradyBooch, JamesRumbaugh, Ivar Jacoboson. UML 用户指南[M]. 绍维忠, 麻志毅, 张文娟, 等, 译. 北京: 机械工业出版社, 2005.

[5] 齐照辉, 王祖尧, 张为华, 等. 基于 UML 的导弹攻防仿真系统设计及实现[J]. 系统仿真学报, 2006, 18(3): 602-606.

[6] 王凤山, 张启义. 基于 UML 的破障作战行动建模研究[J]. 系统仿真学报, 2009, 21(13): 3864-3866.

[7] George David, Lynch Kristen F, Tripp Robert S, et al. Maintenance Organization: A Historical Perspective[J]. Air Force Journal of Logistics, 2004, 28(4): 30-40.

[8] Higgins Lindley R, Mobley R. Keith and Smith Ricky, eds. Maintenance Engineering Handbook[M]. New York: McGraw-Hill, 2002, 16(4): 18-23.