

# 基于 UML 的战时装备维修保障行动建模研究

李雄<sup>1</sup>, 蒲玮<sup>1</sup>, 唐亚林<sup>2</sup>

(1. 装甲兵工程学院 装备指挥与管理系, 北京 100072;  
2. 中国人民解放军 95942 部队, 武汉 430313)

**摘要:** 针对战时装备维修保障行动建模仿真与优化分析对军事概念模型的需求, 提出了一种面向保障力量运用的战时装备维修保障行动概念建模方法, 分别从保障指挥行动和保障分队行动两个方面, 运用统一建模语言, 将组织结构静态建模与行为过程动态建模相结合, 构建了战时装备维修保障行动概念模型体系, 为下一步开展仿真实验分析奠定了军事概念模型基础。

**关键词:** 战时装备维修保障; 维修保障行动; 建模; 统一建模语言

## Research on Modeling of Wartime Equipment Maintenance Support Actions Based on UML

Li Xiong<sup>1</sup>, Pu Wei<sup>1</sup>, Tang Yalin<sup>2</sup>

(1. Department of Equipment Command and Administration, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China; 2. Unit 95942 of PLA, Wuhan 430313, China)

**Abstract:** Aiming at the demand of military conceptual model for wartime equipment maintenance support actions modeling, simulation and optimization analysis, in this paper, the conceptual modeling approach of support forces deployment-oriented wartime equipment maintenance support actions is proposed. According to the two aspects of support command actions and support element actions respectively, Unified Modeling Language (UML) is used, and static organization modeling and dynamic behavior modeling is integrated. Thus, the conceptual model system of wartime equipment maintenance support actions is established, which can lay military conceptual model foundation for the simulation and experiment analysis.

**Keywords:** wartime equipment maintenance support; maintenance support actions; modeling; UML

## 0 引言

装备维修保障行动是装备维修保障的核心内容, 是武器装备形成和保持作战能力的重要保证。建立科学准确的战时装备维修保障行动概念模型, 对于进行战时装备维修保障行动仿真实验及保障体系优化分析, 具有重要的基础作用。

统一建模语言 UML (unified modeling language) 是一种面向对象、易于表达、功能强大、可视化的标准建模语言, 主要用于系统的面向对象建模<sup>[1]</sup>, 可为建模对象从设计到实施各个阶段提供统一、灵活的图形表示, 在军事理论与仿真实验之间搭建了桥梁。运用 UML 建立装备维修保障行动模型, 能够较好地反映出装备维修保障任务、指挥机构、行动过程以及行为对象间的交互作用和内在逻辑, 在内容上, 可更加清楚地描述装备维修保障力量的操作流程, 给出较为合理的装备维修保障实现方法; 在形式上, 可使装备维修保障的各个阶段更加直观、易于理解, 为指挥员实施装备维修保障活动提供理论支持; 在研究方法上, 可为进行装备维修保障仿真实验提供模型支撑。

就 UML 在系统建模领域的应用方面, 文献 [2] 提出了一种将 UML 与有色 Petri 网结合使用进行系统建模的方法。就 UML 在装备维修保障模型应用方面, 文献 [3]、文献 [4]、文献 [5] 将 UML 方法分别应用于飞机维修保障过程、天基信息支援下装备保障过程和航空装备维修人员决策过程建模; 文献 [6] 利用 UML 图研究了软件维修问题; 文献 [7] 将 UML 与 BPMN (一种业务过程建模方法) 相结合, 构建了计算机化维修管理系统 (computerized maintenance management systems) 模型。目前, 在装备维修保障行动的建模方面, 还缺乏从战时装备维修保障力量运用这种特定的角度, 建立一种符合战时装备维修保障特点, 能客观描述战时装备维修保障行动组织及过程的模型。本文围绕战时装备维修保障行动问题, 区分保障指挥行动及保障分队行动, 采用 UML 建模方法, 将组织结构静态建模和行为过程动态建模两项工作有机结合起来, 建立战时装备维修保障行动模型。

## 1 战时装备维修保障指挥行动模型

### 1.1 装备维修保障指挥行动组织结构模型

装备维修保障力量科学运用需要通过合理的组织结构来实现。组织机构一般由组织单元构成, 组织单元一般指机构中的各个部门或科室, 可以包含下级组织单元; 每个组织单元配置有若干岗位, 每个岗位有明确的岗位职责; 战时装备维修保障指挥机构中的各类人员通过岗位从属于某个组织单元。

根据 UML 中“类”和“对象”的概念, 将指挥机构的整体和各组织单元 (业务部门) 看作是不同的类, 将组织中的业

收稿日期:2015-07-05; 修回日期:2015-08-25。

基金项目:国家自然科学基金项目(61473311);北京市自然科学基金项目(9142017);军队计划科研项目。

作者简介:李雄(1975-),男,湖南湘阴人,教授,博士生导师,主要从事装备作战与保障仿真方向的研究。

务角色（装备指挥员、参谋、业务助理人员）看作对象来描述装备保障指挥机构，并分别赋予类和对象不同的属性和操作。图 1 为战时装备维修保障指挥行动组织结构的类图，可以看出：组织单元是构成组织机构的基石。组织单元包含各种业务角色的实例，也可以包含其他的组织单元，战时装备维修保障力量通过业务角色定位到组织单元上，每一个保障力量可以关联到多个业务角色上，同时角色有明确的权利和义务定义。

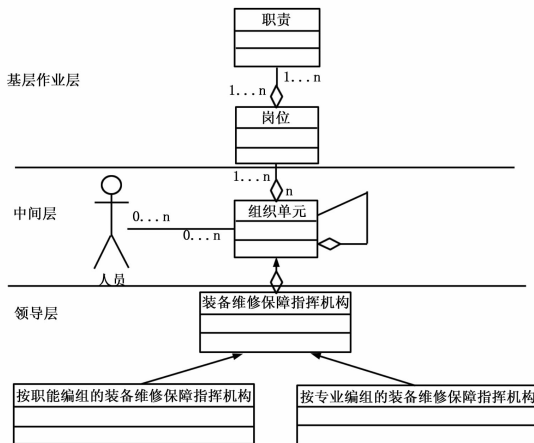


图 1 战时装备维修保障指挥行动组织结构的类图

战时装备维修保障指挥行动组织结构，是由领导层、中间层、基层作业层组成的 3 级管理模式，领导层以装备维修保障指挥员为中心是指令机构的核心；中间层组织单元根据指挥机构的组织形式不同而不同，主要是以装备部门的各个业务部门指挥员为核心配置各种相应业务的技术助理员和负责装备管理工作的专职人员；基层作业层主要是指直属修理分队的各班（组）和各类库（所），主要以各个分队负责人为核心。每个组织单元需要配置所需要的岗位，每个岗位都有明确的职责。岗位的职责在基于 UML 与 workflow 技术的模型中，通过过程模型（活动图）泳道给出，但是泳道对岗位职责的描述并不详尽。利用 UML 中的标签对其进行补充说明。以装备维修保障指挥机构下属的指挥计划组为例，装备保障指挥机构的组织单元与岗位配置的关系，如图 2 所示。

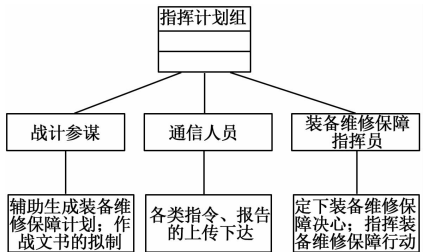


图 2 战时装备维修保障组织单元与岗位配置的关系

### 1.2 装备维修保障指挥行动过程模型

战时装备维修保障的指挥流程为指挥机构受领任务，根据任务内容进行指挥决策活动，形成保障方案，下达指令给保障分队，展开装备维修保障行动。战时装备维修保障指挥行动过程如图 3 所示。

## 2 战时装备维修保障分队行动模型

过程模型能够描述战时装备维修保障指挥机构的业务流程，定义指挥机构和保障机构业务过程中包含的活动以及活动

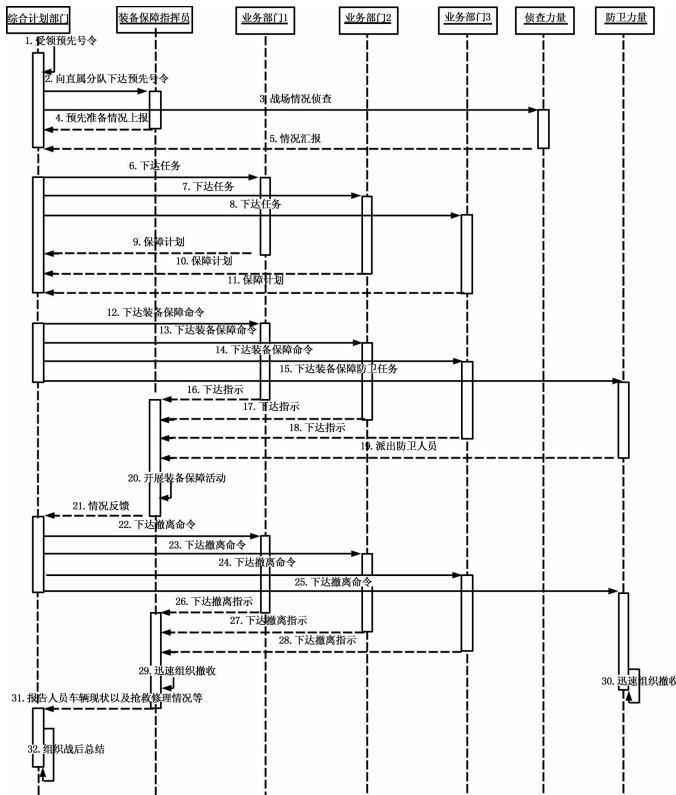


图 3 战时装备维修保障指挥行动交互图

之间的逻辑关系，描述活动的基本属性，如活动由谁来执行、由哪些部门参与和负责、活动执行需要什么设备或信息等。过程模型可以运用 UML 的行为视图如活动图、状态图、顺序图和协作图来表示，利用这些图可构建战时装备维修保障力量运用模型。

### 2.1 装备维修保障分队的典型运用结构模型

过程建模是基于 UML 与 workflow 技术的战时装备维修保障力量运用建模的主要内容，战时装备维修保障指挥机构通过维修保障分队运用模型把指挥机构资源、目标、执行者、规则等众多对象联系起来。战时装备维修保障分队的运用一般是连续循环进行的，为了管理方便，将装备维修保障分队的运用分解为多个离散的业务步骤（Process Step）。业务步骤是 workflow 过程的最小单元，代表一个工作单元，一个完整动作的业务步骤唯一地确定一个装备维修保障分队运用的工作事件。

业务规则（Business Rule）控制装备维修保障分队运用的工作流程，决定装备维修保障力量运用工作步骤的前后次序，工作流程的活动应受到业务规则的约束，其规则体现在步骤的关系中<sup>[7]</sup>。装备维修保障分队运用工作流程由业务步骤构成，同时也可以包含其他的工作流程；步骤的执行会改变装备维修保障分队运用工作流程的状态；在实施时，装备维修保障分队运用工作流程，可能会用到或改变装备维修保障指挥机构中的相关资源，工作执行者通过业务角色与过程进行信息交互。装备维修保障指挥机构和分队的一般工作流程结构如图 4 所示。

### 2.2 装备维修保障分队行动过程模型

战时装备维修保障指挥机构首先应接受基本指挥所的直接领导，并对直属保障分队行使指挥控制职能；同时要接受上级装备维修保障指挥机构的指导，并对所属部队的装备维修保障

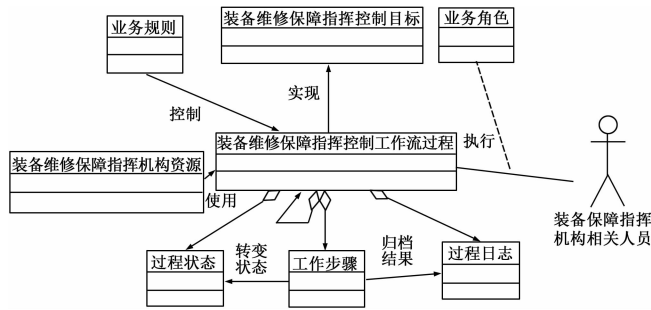


图 4 战时维修保障指挥机构和分队的一般工作流程结构

机构进行指导协调; 为了应付突发事件或意外情况, 装备维修保障指挥机构有时需要借助或帮助友邻部队的装备维修保障力量, 与友邻部队装备维修保障指挥机构形成协同、协调行动等方面的信息交互。另外, 还需要与后勤指挥机构就一些具体事项进行协同或协调。保障分队作为实施装备维修保障行动的主要实体, 也是装备维修保障指挥机构的主要指控对象, 战时装备维修保障分队的业务活动按职能划分应包括技术侦察、器材保障、抢救(后送)、维修 4 项活动, 其对应的 UML 活动图模型分别如图 5 (a)、图 5 (b)、图 5 (c) 和图 5 (d) 所示。

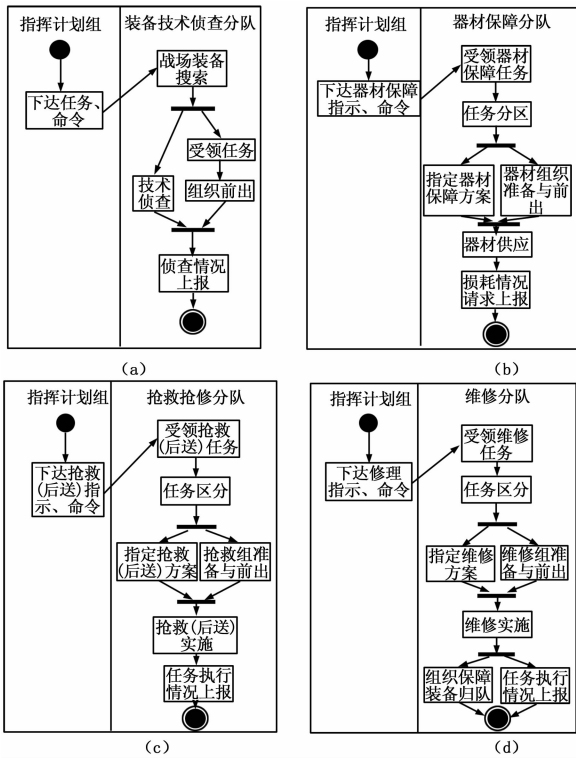


图 5 战时装备维修保障分队行动过程模型

### 2.2.1 技术侦察行动过程模型

技术侦察行动过程模型可以描述为技术侦察组受领侦察任务后开始对战损装备进行搜索。搜索可分为有具体目标的侦察(即直接对战场装备进行技术侦察)和无具体目标(即首先受领任务之后组织前出)的战场侦察, 这两个过程互不干扰, 可以用“与分支”将其设立为并行结构, 使两个过程同时处于活动状态。

### 2.2.2 器材保障行动过程模型

战时器材保障的行动过程可描述为: 装备保障指挥员定下决心, 下达器材保障命令(指示), 器材保障分队受领保障任

务; 在对任务进行区分的基础上, 制定器材保障方案, 组织力量前出; 实施器材供应, 将情况反馈上报; 结束器材保障。制定器材保障方案和力量准备前出两个过程处于并行活动状态可同时进行, 因此将这两个活动设为并行结构执行。

### 2.2.3 抢救(后送)行动过程模型

战时战场装备抢救(后送)行动过程可描述为装备保障指挥员定下决心, 下达抢救(后送)命令(指示); 抢救抢修机构受领抢救或后送任务; 抢救抢修机构在对任务进行区分的基础上, 制定抢救抢修方案, 组织力量前出; 实施抢救(后送); 将情况反馈上报; 结束抢救(后送)。制定抢救(后送)方案和力量准备前出两个过程没有逻辑先后顺序, 且可处于并行活动状态同时进行, 因此, 这两个过程可设为并行结构执行。

### 2.2.4 装备维修行动过程模型

战时战场装备维修行动的过程可描述为装备保障指挥员定下决心, 下达修理命令(指示); 维修分队受领维修任务; 维修分队在对任务进行区分的基础上, 制定维修方案, 组织力量前出; 实施修理; 组织修竣装备归队; 将情况反馈上报; 结束装备维修。制定维修方案和力量准备前出两个过程没有逻辑先后顺序, 且可处于并行活动状态同时进行, 因此将两个过程可设为并行结构执行。组织修竣装备归队和反馈情况上报这两个过程与之类似。

## 3 结论

本文以战时装备维修保障行动建模仿真与优化分析为需求牵引, 提出了一种从保障力量运用角度出发的维修保障行动概念建模方法, 运用 UML 建立了战时装备维修保障行动组织结构模型、维修保障指挥行动过程模型、维修保障分队行动过程模型等行动模型, 以可视化图形的方式, 直观、形象地描述了装备维修保障行动的组织及过程, 对战时装备维修保障行动的相关军事概念和理论问题进行了形式化的表述, 提高了军事知识表述的科学性, 为改善战时装备维修保障行动仿真实验及保障体系优化分析方法, 提供了有效的军事概念模型支撑。

### 参考文献:

- [1] 严 悍, 刘冬梅, 赵学龙. UML2 软件建模: 概念、规范与方法 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2015.
- [2] 杨柳倩, 张友鹏. 基于 UML 与有色 Petri 网的 RBC 切换场景的建模方法研究 [J]. 计算机测量与控制, 2012, 20 (4): 1116-1119.
- [3] 汪 凯, 张恒喜, 王卓健. 基于 UML 的飞机维修保障仿真研究 [J]. 系统仿真学报, 2006, 18 (5): 1347-1349.
- [4] 张汉锋, 卢 昱, 陈立云. 天基信息支援下装备保障建模研究 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2014.
- [5] 谢 斌, 蔡忠春, 李晓明. 基于 UML 的航空装备维修保障决策过程分析 [J]. 中国西部科技, 2012, 11 (3): 9-11.
- [6] Ana M. Fernández - Sáez, Marcela Genero, Michel R. V. Chaudron. Empirical studies concerning the maintenance of UML diagrams and their use in the maintenance of code: A systematic mapping study [J]. Information and Software Technology, 2013, 55 (7): 1119-1141.
- [7] Mo' nica A. Lo' pez-Campos, Adolfo Crespo Ma' rquez, Juan F. Go' mez Fern'andez. Modelling using UML and BPMN the integration of open reliability, maintenance and condition monitoring management systems: An application in an electric transformer system [J]. Computers in Industry, 2013, 64 (5): 524-542.