

doi: 10.7690/bgzd.2016.04.007

海战仿真想定的数据框架研究

柏羽, 孙永侃, 张萍萍

(海军大连舰艇学院, 辽宁 大连 116018)

摘要: 为保证海战仿真系统能够有效运行, 建立海战仿真想定的数据框架。阐述想定描述的 W^5 原则, 分析想定数据框架的建立需求; 围绕想定描述 W^5 原则对仿真想定进行要素分类, 建立了海战仿真想定的数据框架; 对框架中各部分内容进行提取与设计, 并利用 XML 语言实现了海战仿真想定的描述。应用结果表明, 该框架能为各类面向海上作战的仿真想定提供快速数据支持。

关键词: 海战仿真; 仿真系统; 仿真想定; 想定数据; XML 描述

中图分类号: TJ03 **文献标志码:** A

Research on Data Frame of Naval Warfare Simulation Scenario

Bai Yu, Sun Yongkan, Zhang Pingping

(Dalian Warship Academy of PLA Navy, Dalian 116018, China)

Abstract: For effective operation of naval warfare simulation system, build the date frame of naval warfare simulation scenario. Paper described the W^5 principle of scenario, and analyzed the need of building the scenario date frame; classified the elements of simulation scenarios around the scenarios describe W^5 principles, built the date frame of naval warfare simulation; extracted and designed each part of the frame and used the XML language to realize the description of the naval warfare simulation scenario. Application results show that the framework can provides all kinds of naval warfare simulation scenarios with rapid data support.

Keywords: naval warfare simulation; simulation system; simulation scenario; scenario date; description of XML

0 引言

仿真想定的拟制是海战仿真系统研究过程中的一项重要工作^[1]。一个成功的想定能体现仿真系统的设计需求, 更好地模拟整个作战过程。而想定数据量庞大且不同想定对数据需求存在差异的特点, 使得想定的数据构建工作始终具有一定困难。当前国内外已有很多对仿真想定结构描述方面的研究成果, 但其中针对海上作战的研究工作并不多。为此, 笔者建立一个海战仿真想定的数据框架, 对海战仿真想定的数据进行一致、准确的管理, 从而能够为各类面向海上作战的仿真想定提供快速数据支持。

1 想定描述的 W^5 原则

想定又叫剧本或是剧情, 最早起源于喜剧、电影, 指按照时间的推移对事件发展进行创作和编写的文字叙述资料, 主要用于对场景、事件以及角色的发生过程进行描述, 包括具体的时间、地点、人物、情节等。后为了更直观地了解战斗过程, 将想定一词用于军事领域^[1-3]。

在各类海战仿真系统中, 仿真想定是对系统中的各种作战背景、作战模式、作战过程的基本设定,

以及为实现仿真目标设置的一些约束条件等信息。对作战想定的描述通常有 W^5 原则^[4-5]: Who(作战单元)、When(何时)、Where(何地)、What(做什么)、How(怎样做)。具体描述如下:

Who 是对想定中的仿真基本对象, 即作战单元进行描述。作战单元是仿真的主体, 与之紧密相联的还有作战单元的组织情况、编成情况等。各单元依据各自优势, 相互协调与配合, 共同完成海上作战任务。

When、Where 是对想定中时间和空间的描述。时间描述指对整个海上作战过程中的各个时间点和时间段的描述。空间描述指对海战范围内的所有作战单元的位置、路径信息以及海战范围内的各类环境等信息进行描述。

What、How 是对想定中整个海战发展过程的描述。其中包括海上作战时对各作战单元的任务分配情况, 以及仿真过程中产生的各种事件等。两者相互结合, 并与 When、Where 关联, 推动整个态势发展变化。

2 想定数据框架需求分析

想定拟制的初始设置工作就是对数据的选取、

收稿日期: 2015-12-07; 修回日期: 2016-01-19

作者简介: 柏羽(1990—), 女, 安徽人, 硕士, 从事水面舰艇作战构模与仿真研究。

整理的过程，这些数据构成了整个海战仿真系统运行的基础。而想定数据种类繁多、数据量大、相互间存在复杂关联的特点使得其数据准备工作始终具有一定的难度。为此，笔者需要建立一个海战仿真系统想定数据框架，对想定数据进行合理、有序的管理。在建立框架时应满足以下需求：

1) 完整、全面地反映海战情况。海上作战空间范围大，各类信息资源丰富。框架应能够对海上作战的背景、模式、过程等进行合理描述，准确反映整个海上作战情况。

2) 合理进行数据设计，提高框架效率。海战仿真系统想定数据框架涉及海量数据，应提取出仿真想定的主要内容，使数据描述更加有序、合理，提高整个框架的运行效率。

3) 具备良好的通用性与可扩展性。框架设计应脱离具体仿真系统模型，提供交互接口，从而满足不同类型的仿真需求。同时，建立框架时，对各内容规范描述，为以后数据扩展打下基础。

3 海战仿真想定数据框架

3.1 仿真想定要素分类

海战仿真想定数据种类丰富，主要通过通过对海战场中各类信息进行量化而得到，如：对海战场环境信息进行量化就得到了海战场环境数据；对海战场武器装备、平台等基本进行量化就得到了作战实体数据；对各实体、环境等要素的状态信息进行量化就得到了态势数据等。

借助 W^5 原则能更好地理解仿真想定，同时为仿真想定形式化描述提供了依据。围绕该原则，笔者将海战仿真想定数据分为管理信息、环境信息、实体信息、兵力信息、任务信息、事件信息以及动态信息 7 个方面。两者的映射关系如图 1 所示。

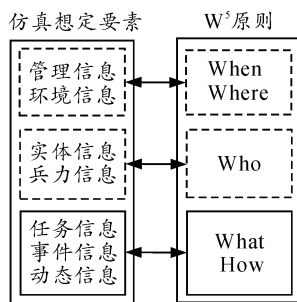


图 1 仿真想定要素分类与 W^5 原则的映射关系

1) 管理信息。管理信息是对想定标志、内容、运行控制方式的描述，可以记为：管理信息= \langle 想定标志信息，想定适用范围，想定控制信息 \rangle 。

2) 环境信息。环境信息是对海战场上与军事活动密切相关的各类环境要素的描述，可以记为：环境信息= \langle 海洋环境类型，环境要素集合 \rangle 。

3) 实体信息。实体信息是对海战场上各类作战实体的标志、性能以及相互之间关联情况的描述，可以记为：实体信息= \langle 实体类别，性能集合，层次结构 \rangle 。

4) 兵力信息。兵力信息是对海战场各参演方及其所属作战单位及战略目标编成情况的描述，可以记为：兵力信息= \langle 参演方、作战单位、战略目标 \rangle 。

5) 任务信息。任务信息是对想定中各参演方预定执行的任务情况的描述，可以记为：任务信息= \langle 任务标志，执行兵力，执行方式 \rangle 。

6) 事件信息。事件信息是对想定运行过程中各作战单位产生的事件的描述，可以记为：事件信息= \langle 事件标志，参与兵力，方式 \rangle 。

7) 动态信息。动态信息是对想定运行过程中，各类要素当前状态的描述，可以记为：动态信息= \langle 环境动态信息，实体动态信息，作战单位动态信息，参演方动态信息 \rangle 。

3.2 仿真想定数据框架

海战仿真想定数据框架是以想定结构化描述为基础，对其中包含的环境、实体、任务、事件等各方面信息进行抽象后形成的一个整体。框架能够对系统所需的各类想定数据进行的统一、有序的管理，是建立想定数据库的基础。合理构建海战仿真想定数据框架能够减少不必要的资源浪费，提高运行效率，同时加大数据利用率^[6-9]。框架结构设计如图 2。

如图 2 所示，海战仿真想定数据框架的结构设计与具体仿真系统体系、模型相分离，大大降低了框架对海战仿真系统的依赖性。框架通过对仿真想定内容的分解，围绕管理信息、环境信息、实体信息、兵力信息、任务信息、事件信息以及动态信息这 7 个方面对仿真想定进行完整、全面的数据描述，并明确相互之间的结构关联，形成通用的仿真想定数据模板，大大提高了整个数据框架的实用性。

在具体海战仿真系统的应用中，由于功能、目的不同，可能会需要不同粒度的仿真想定；因此，在借助仿真想定数据框架进行数据准备的过程中，需要对仿真想定中各内容自上而下地进行分解，分解至满足仿真需求的最小单元，后对这些基本单元进行数据描述，共同形成整体的数据结构。

为提升仿真的运行效率，可对框架中各类数据设置多种级别，如将雷达探测能力数据分为 3 级：探测能力数据 I，用于描述能力较强的探测设备；探测能力数据 II，用于描述能力普通的探测设备；探测能力数据 III，用于描述能力较差的探测设备。在想定数据准备时，由各参演方选取符合实际装备情况的数据等级，并由该参演方下所属装备使用。这样对大量类似装备进行描述时，不必一一进行数据构建，而是借助面向对象的设计思想，直接继承使用，提高了数据的使用率，大大减轻了海战仿真系统在数据量方面的压力。又如对环境数据可以根据分辨率不同分为以下三级：环境数据 I，提供高分辨率的环境数据；环境数据 II，用于提供中等分辨率的环境数据；环境数据 III，用于提供较低分辨率的环境数据。由想定制作方事先选取合适分辨率的环境数据，在满足仿真需求的同时，降低数据运算量，提高仿真运行效率。

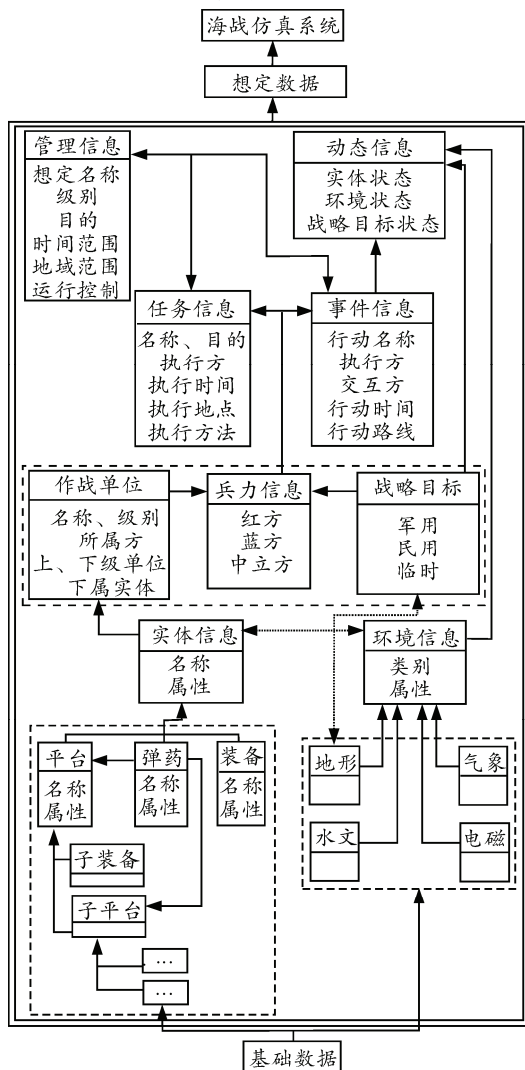


图 2 海战仿真实定数据框架

4 海战仿真实定的内容提取

构建海战仿真实定数据框架的一项重要内容就是对各类数据进行提取。在明确海战仿真实定数据特点的基础上，进一步细化各部分数据的具体描述要素和格式。笔者根据海战仿真实定的内容、构成及其相互关系，对其各组成内容进行提取与设计。

4.1 管理信息

管理信息的描述要素可以分为想定标志信息、想定适用范围、想定控制信息 3 个方面。

想定标志信息包括想定名称、想定 ID、安全级别、制作时间等。其中安全级别与公文秘密等级划分类似，分为常规、秘密、机密、绝密 4 个等级。

想定适用范围包括想定级别、想定目的、想定时间范围、想定地域范围等。其中想定级别可以分为战略级、战役级、战术级等；想定目的标明目的名称、ID；想定时间范围界定想定的初始时间、结束时间；想定地域范围明确海战想定所涵盖的海洋、陆地、天空三维上的空间范围，以及使用地图的图幅、比例尺、出版年份等信息。

想定控制信息包括想定运行次数、想定结束条件等。其中想定结束条件包括 2 种：一是仿真运行次数达到预定数值；二是进行任务判断，若在仿真过程中一方满足预定结束条件，则判定整个仿真结束运行，如参演一方失败，仿真结束。结构如图 3。

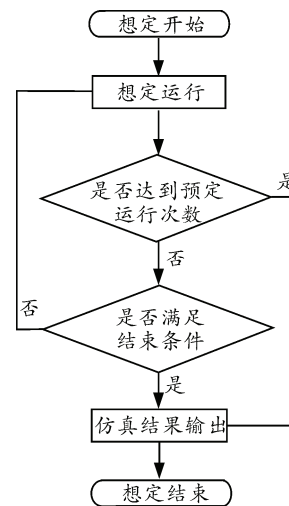


图 3 仿真实定运行控制

4.2 环境信息

海战仿真实定环境信息的描述要素按照维度的不同可以分为海洋地形环境、海洋水文环境、海洋气象环境以及海洋电磁环境 4 个方面。

海洋地形环境包括水深、滩质底质、地物等。其中地物主要指海面的碍航物和助航设备等。此外，对于地形环境中比较重要的战略目标一类信息应进行详细说明，如机场、油田等。

海洋水文环境中对海上作战产生较大影响的要素主要包括各种海况和海面的基本物理量。其中海况主要包括海浪、海流、潮汐等现象，海水基本物理量包括海水温度、海水盐度、海水密度等。

海洋气象环境与海洋水文环境类型，主要的影响要素包括天气现象、大气传输特性、能见度等。其中天气现象较为复杂，主要有风、云、雨等。海洋气象环境与海洋水文环境关系密切，两者之间会有大量的交互，如风会对海浪产生影响等。

海洋电磁环境按其性质与形成方式来看可以分为人为电磁辐射和自然电磁辐射 2 类。其中人为辐射占主导地位，包括敌我双方的电磁设备以及民用电磁设备产生的辐射。海洋电磁环境复杂多变，主要通过电磁辐射类别、辐射强度进行描述。

4.3 实体信息

海战仿真想定实体信息是海战仿真想定中的重要组成部分，涉及到大量数据。根据类别不同可以将实体信息分为平台信息、弹药信息、装备信息 3 类，其具体描述要素各有不同，但归纳起来主要体现在它们的基本信息和相互间的层次结构 2 个方面，并且同类型的实体数据之间存在继承关系。

实体基本信息包括实体标志信息、物理尺寸、运动学参数和性能属性。实体结构包括上层实体名称和下层实体信息。其中下层实体较为复杂，一个实体的下层实体可以是平台、装备、弹药的任何一种。下层实体信息主要描述其标志信息和数量。

实体间的层次结构一般包括 3 类：

一是实体之间的搭载关系。处于这种关系的实体既相互统一又各自独立。相互统一体现在两实体属于搭载与被搭载关系时，搭载实体的运动状态与被搭载实体一致。相互独立体现搭载实体可以脱离被搭载实体执行任务，此时，搭载实体产生其独立的运动状态。如航空母舰上搭载的飞机、水面舰艇上搭载的小艇等。

二是实体之间的编成关系。处于这种关系的实体之间，低层级的战斗序列作为高层级战斗序列一个组成部分。此时，低层级的各实体不再独立，执行整个战斗序列的军事任务，如多种类型的水面舰

艇构成一个水面舰艇编队、不同型号飞机构成一个飞行编队等。

三是实体之间的从属关系。由于一个实体可能装载着不同的武器装备，而一个武器装备一般只从属与一个实体，武器装备使用的路径在仿真想定运行时不会更改；因此，处于这种关系的实体之间一般能够构成树形结构，其叶节点为各类武器装备，如水面舰艇装备某型对空导弹、飞机装载某型电子对抗设备等。

4.4 兵力信息

兵力信息可以分为参演方、作战单位、战略目标 3 类。

参演方一般分为红方、蓝方以及中立方 3 类，包括参演方名称、代号、级别等信息。

作战单位是对各参演方下属的作战编成情况的描述，一般包括作战单位名称、所属方、级别、作战能力、下属实体、部署情况、上级作战单位、下级作战单位等要素。作战单位一般与实体信息相互关联，一般由参演方事先选定该作战单位下属有哪些实体，共同隶属于某参演一方，且在仿真想定的运行过程中其下属实体与结构通常不会发生变化。

战略目标包括分为军用、民用和临时 3 类，如机场、码头等。通常在仿真初始会划分各自的所属方，但在想定运行中可能会发生变化。

4.5 任务信息

任务信息可以分为任务标志、执行兵力、执行方式 3 个方面。并且任务可以进行层层细分，自上而下分为多个子任务，上下两层之间相互存在关联。

任务标志是对任务基本内容的描述，包括任务名称、任务 ID、任务级别、任务目的等要素。

执行兵力是对执行任务的具体单位的描述，包括执行单位所属方、执行单位名称、执行单位级别、下属单位、下属实体等。

执行方式是对执行兵力完成任务的方法的描述，包括执行时间、执行地点、动作等。其中动作依据执行兵力的不同会略有差异，部分典型实体动作如表 1 所示。

表 1 部分典型实体动作

实体	动作
水面舰艇/潜艇	攻击、防御、登陆、运输、护航、警戒、巡逻、侦查干扰... ..
飞机	攻击、防御、预警、侦查、巡逻、运输... ..
电子对抗设备	干扰、探测... ..
⋮	⋮

4.6 事件信息

事件与作战任务类似，也可以分为事件标志、相关兵力、方式3个方面。

事件标志是对事件基本内容的描述，包括事件名称、事件ID、事件级别等要素。

相关兵力是指事件发生的具体参与的作战单位，包括参与单位所属方、参与单位名称、参与单位级别、下属单位、下属实体等。

方式是对事件发生过程的描述，包括事件时间、事件地点、执行方、交互方、路线、动作等。其中路线可以通过采集一系列的航迹点构成一条折线的方式进行描述。

4.7 动态信息

动态信息主要分为环境动态信息、实体动态信息、作战单位动态信息以及参演方动态信息4类。

环境动态信息与环境信息相互关联，主要对当前主要环境要素进行状态显示，如对水面舰艇来说，主要显示当前风力、浪高、流速等。此外还应对战略目标动态信息进行描述，包括目标损毁情况、目标使用状态等。

实体动态信息较为复杂，这里以平台实体为例，平台动态信息主要包括：平台感知能力、平台装备能力、平台损毁状态3类。对于平台损毁状态可以借助状态转换来定义^[9]，如规定一艘舰艇全功能时状态定义为M，而受到一枚导弹攻击时为n1，其受损度为a，受到鱼雷攻击时为n2，其受损度为b等，则当该水面舰艇状态小于M时，舰艇由全功能状态转变为受损状态。而总受损度超过M时，自动判断该舰艇转变为死亡状态。如水面舰艇受到导弹攻击后状态转为受损的描述如下：

```
<transitions>
  <entity>
    <name> surface </name>
    <attack> missile </attack>
    <range> xx </range>
    <effect> xx </effect>
    <state> casualties </state>
  </entity>
</transitions>
```

其中<attack>指水面舰艇遭受攻击的种类，<range><effect>指受到攻击的距离与影响程度。不同类型的攻击、不同攻击距离都会产生不同的受损度，使实体状态发生不同变化。依据平台损毁状态

可以将平台感知能力和平台装备能力进行分级，可分为较好、中等、较差3级，具体情况可以根据平台损毁状况进行规定。

作战单位动态信息与参演方动态信息描述较为接近，可以借鉴实体状态转换的描述方式，对作战单位或参演方的全状态设定一个初始值，随着总受损度不断增加，其各项能力逐级下降。对于作战单位，受损度超出初始值时，判定为死亡状态。而对于参演方，其受损度超出初始值时，判定为失败，想定结束。

5 海战仿真想定数据框架的实现

海战仿真想定数据框架能够为各仿真系统提供数据支持的前提是对仿真想定的数据进行一致、完整、无歧义的分类及描述。XML(可扩展标记语言)作为一种数据存储、传递和交换的元语言标准，具有良好的可扩展性、高度结构化、平台无关性等特点^[10]。XML能够对各类数据进行清晰的定义，便于分布、异构数据同一管理、交换和传输，且XML所依赖的Unicode标准是一个支持世界上所有主要语言的混合文字编码系统，支持中英混合的信息交互，便于理解；因此，将XML应用于海战仿真系统想定数据框架能大大提高数据框架的灵活性。如某战术想定部分形式化描述如下：

```
<? xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<仿真想定>
  <管理信息>
    <想定标志信息>
      <想定名称>XX</想定名称>
      <安全级别>XX</安全级别>
      .....
    </想定标志信息>
    <想定适用范围>
      .....
    </想定适用范围>
    <想定控制信息>
      <运行次数>XX</运行次数>
      <仿真结束条件>
        <任务判断>
          .....
        </任务判断>
      </仿真结束条件>
    </想定控制信息>
  </管理信息>
```

```

<环境信息>
  <海洋地形环境>
    <海域位置>XXXX</海域位置>
    <海区面积>XX×XX</海区面积>
    .....
  </海洋地形环境>
  <海洋水文环境>
    <海浪>X-X</海浪>
    <海流>XX</海流>
    .....
  </海洋水文环境>
  <海洋气象环境>
    <风>X</风>
    <能见度>X</能见度>
    .....
  </海洋气象环境>
</环境信息>
<实体信息>
  <实体基本信息>
    <标志信息>XX</标志信息>
    <物理尺寸>XX</物理尺寸>
    .....
  </实体基本信息>
  <实体结构>
    <上层实体名称>XX</上层实体名称>
    <下层实体信息>
      <下层实体名称>XX</下层实体名称>
      <下层实体数量>XX</下层实体数量>
      </下层实体信息>
    </实体结构>
</实体信息>
<兵力信息>
  <参演方> XX</参演方>
  <作战单位>
    <作战单位标志>XX</作战单位标志>
    <作战能力>XX</作战能力>
    <下属实体>
      <实体名称> XX</实体名称>
      <实体数量> XX</实体数量>
    </下属实体>
    .....
  </作战单位>
  <战略目标>
    <战略目标标志>XX</战略目标标志>
    <所属方>XX</所属方>
  </战略目标>
  </兵力信息>
  <任务信息>
    <任务标志>
      <任务名称>XX</任务名称>
      <任务 ID>XX</任务 ID >
      .....
    </任务标志>
    <执行兵力>
      <执行兵力标志>XX</执行兵力标志>
      <作战能力>XX</作战能力>
      <下属实体>
        <实体名称> XX</实体名称>
        <实体数量> XX</实体数量>
      </下属实体>
      .....
    </执行兵力>
    <执行方式>XX</执行方式>
  </任务信息>
  <事件信息>
    <事件标志>
      <事件名称>XX</事件名称>
      <事件 ID>XX</事件 ID >
      .....
    </事件标志>
    <相关兵力>
      <发送兵力标志>XX</发送兵力标志>
      <源兵力影响>XX</源兵力影响>
      <接收兵力标志>XX</接收兵力标志>
      <目标兵力影响>XX</目标兵力影响>
      .....
    </相关兵力>
    <方式>XX
      <动作>XX</动作>
      <路线>XX</路线>
      .....
    </方式>
  </事件信息>
  <动态信息>
    <环境动态信息>
      <环境要素名称>XX</环境要素名称>
      <当前数据>XX</当前数据>
    </环境动态信息>

```

```

<实体动态信息>
  <实体损毁情况>
    <受损类别>XX</受损类别>
    <受损度>XX</实体度>
  <实体当前状态>XX</实体当前状态>
</实体损毁情况>
<实体感知能力>XX</实体感知能力>
<实体装备能力>XX</实体装备能力>
</实体动态信息>

```

.....

```
</动态信息>
```

```
</仿真想定>
```

6 结束语

海战仿真想定数据框架能更加完善地描述整个海战过程,更好地表现系统的设计要求。笔者设计出一种海战仿真想定的数据框架,对仿真想定的各项内容进行一致、完整、无歧义的描述,并采用XML语言进行实现,现已初步应用在海战仿真相关系统研究中。应用结果表明:该数据框架能为海战仿真想定的开发提供快速构建数据模型的支持,并为开发同一项目与其他组织机构共享合作提供数据基础。

参考文献:

[1] 张宏军. 作战模拟系统概论[M]. 北京: 国防工业出版

社, 2012: 9.

- [2] 张宏军. 作战仿真数据工程[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 9.
- [3] 董志明, 郭齐胜, 黄玺琪. 战场环境建模与仿真[M]. 北京: 国防工业出版社, 2013: 4.
- [4] 陈重阳, 王平, 崔国恒. 海洋战场仿真想定编辑系统研究[J]. 舰船电子工程, 2011(10): 127-129.
- [5] 孙振. 仿真想定描述及想定生成的研究与实现[D]. 北京: 北京理工大学, 2015.
- [6] OMG. OMG XML Metadata Interchange Specification XMI. Version1. 2 [EB/OL]. <http://www.omg.org/xmi/>, 2002-01-01. 113-129.
- [7] DMSO. High Level Architecture [EB/OC]. 2000, <http://www.dmso.mil>. 6298-6303.
- [8] 张勇, 柳少军, 杨满喜, 等. 面向联合战役模拟的想定数据模型研究与设计[J]. 装备指挥技术学院学报, 2009(6): 18-22.
- [9] 周胜明, 赵育良, 张玉叶, 等. 用于飞行动作评估的飞参数据预处理方法[J]. 兵工自动化, 2015, 34(5): 22-25.
- [10] 阳东升, 刘宏芳. C2 组织测试的想定描述: 平台装备及其状态定义[J]. 计算机与数字工程, 2010(2): 31-34.
- [11] 张金春, 张家宾, 李超亚, 等. 基于可拓数据挖掘技术的故障诊断和预防方法[J]. 兵工自动化, 2015, 34(5): 1-4.
- [12] 张磊, 许腾, 李伟波. 基于 XML 的海军作战仿真想定设计方法[J]. 火力与指挥控制, 2010(1): 73-76.
- [13] 殷军, 胡晓峰, 司光亚. 战争决策综合集成研讨与模拟环境中的想定描述研究[J]. 军事运筹与系统工程, 2005(1): 38-42.