

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.08.025

# 电磁频谱管理系统需求模型

于江<sup>1</sup>, 范万水<sup>1</sup>, 秦爱祥<sup>1</sup>, 沈刘平<sup>2</sup>, 张磊<sup>3</sup>

(1. 中国人民解放军 73691 部队, 南京 210014; 2. 中国人民解放军 73681 部队, 南京 210042;  
3. 解放军理工大学通信工程学院, 南京 210007)

**摘要:** 为准确描述电磁频谱管理系统 (electromagnetic spectrum management system, ESMS) 的需求, 在研究其系统结构和 workflows 的基础上, 从业务需求、技术需求和功能操作需求 3 个方面来描述系统的需求模型。利用 XML 语言和 UML 关系图, 对电磁频谱管理系统需求模型体系的构建过程进行详细阐述, 并给出系统各部分实现信息交互的通用数据报文模板。结果表明: 该模型既能有效降低系统内和系统间各功能单元信息交互的复杂性, 又能充分考虑潜在用户的所有功能需求。

**关键词:** 电磁频谱管理系统; 需求模型; XML; 频管数据报文

**中图分类号:** TJ03 **文献标志码:** A

## The Models of Electromagnetic Spectrum Management System Requirement

Yu Jiang<sup>1</sup>, Fan Wanshui<sup>1</sup>, Qin Aixiang<sup>1</sup>, Shen Liuping<sup>2</sup>, Zhang Lei<sup>3</sup>

(1. No. 73691 Unit of PLA, Nanjing 210014, China; 2. No. 73681 Unit of PLA, Nanjing 210042, China;  
3. Institute of Communications Engineering, PLA University of Science & Technology, Nanjing 210007, China)

**Abstract:** To describe requirements of electromagnetic spectrum management system (ESMS) accurately and completely, the models of the system are described in the aspects of business requirements, technology requirements and functional operation requirements, based on studying the structure of ESMS and its workflow. The process of constructing models of ESMS requirement is discussed in detail by means of Extensible Markup Language (XML) and the relationship diagram of UML, and the general model of datagram is presented, in order to realize interoperability. The results show that the models can effectively reduce the complexity of information exchange among functional units within system and systems, but also take full account of all the functional requirements of potential users.

**Key words:** ESMS; requirement model; XML; spectrum management datagram

### 0 引言

电磁频谱管理系统 (electromagnetic spectrum management, ESMS) 的主要功能是利用技术手段对不同场景环境中的各种通信设备进行合理频率分配, 减少有害干扰, 提高通信质量, 以保证管制区域内所有用频台站正常有序的工作, 达到节约频谱资源的目的<sup>[1]</sup>。作为无线电信号必不可少的管理工具, ESMS 的顶层设计复杂而庞大, 搭建需求模型十分困难, 而现有 ESMS 底层结构的差异性, 又大大增加了跨系统频管数据共享的难度。为解决这个问题, 需要构建统一的 ESMS 需求模型; 因此, 笔者围绕 ESMS 的系统组成和简化工作流程, 从业务、技术、功能操作需求 3 个方面详细描述了 ESMS 的通用需求模型, 并在此基础上, 给出了频管系统数据报文描述模板。

### 1 系统结构和工作流程

目前, 国内外知名厂商都推出了各具特色的

ESMS 平台, 这些产品都大同小异, 主要包括电磁频谱管控、频谱监测和无线电测向定位 3 大基本功能模块<sup>[2]</sup>, 如图 1 所示。

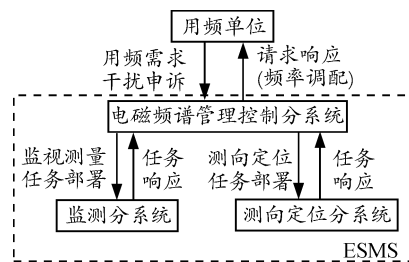


图 1 ESM 系统组成及功能运作

从图 1 中可以看出, ESMS 包含的这 3 个子模块互相促进、互为联系、密不可分, 电磁频谱管理控制分系统属于核心管理层, 对上解决用频单位的频率使用需求和干扰申诉问题, 对下根据需向监测分系统和测向定位分析系统下达监测、测向任务, 所得结果信息再回传上报, 作为电磁频谱管理控制分系统频率调配的重要决策依据。

使用该系统可以开展区域频率资源保障业务,

收稿日期: 2012-03-01; 修回日期: 2012-03-26

作者简介: 于江(1982—), 男, 山东人, 工程硕士, 工程师, 从事电磁频谱管理研究。

其简化流程<sup>[3]</sup>如图 2 所示。首先, 监测分系统在执行重点频段扫描任务时发现未知信号, 随即将此情况上报给电磁频谱管理控制分系统。电磁频谱管理控制分系统基于这个情况进行方案酝酿、任务部署, 决定是否需要查处该不明信号, 如果需要则立即出动干扰查处分队, 借助测向定位分系统进行干扰排查; 否则直接由电磁频谱管控分系统进行频率使用方案调整, 以消除潜在用频干扰的影响<sup>[4]</sup>。

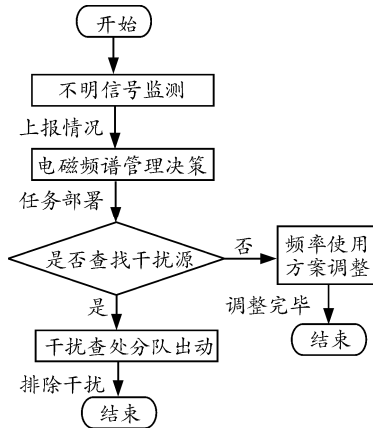


图 2 区域频率资源保障业务流程图

## 2 需求模型体系

由电磁频谱管理系统的系统组成和 workflows 可以看出, 只有对 ESM 系统进行全方位、多角度分析研究, 才能将其通用需求模型表述清楚, 为此, 在参考国内外相关文献资料的基础上, 准备从业务需求模型、技术需求模型、功能操作需求模型 3 个方面对 ESMS 通用需求模型体系结构进行阐述, 由于篇幅有限, 只给出部分描述。

### 2.1 业务需求模型描述

业务需求模型描述是: 利用需求工程对特定业务进行建模, 明确业务概念, 使用户对有关业务有一个共同的认识。笔者使用 XML 作为基本业务描述语言, 用范围、目标、角色、功能、环境、结果、资源和行为 8 个概念<sup>[5]</sup>, 对 ESMS 业务需求模型进行有重点描述。具体描述过程如下:

```

<business_process
  business_id="PG" parent_business=NULL>
  <scope> <sub_scope scope_id="s1"
    "应用于区域频率资源保障业务的 ESM 系统"/>
  </scope>
  <objective> <sub_object object_id="o1"
    "监视各重点频段的频率使用情况, 查处干扰合法用频的不明信号, 根据需要调整频率使用方案"/>
  </objective>

```

```

<role>
  <subrole role_id="r1" "监测站站长" </subrole>
  <subrole role_id="r2" "频管中心主任" </subrole>
  <subrole role_id="r3" "干扰查处分队队长" </subrole>
</role>
<functionality> <sub_fun fun_id="f1" "无线电监测"/>
  <sub_fun fun_id="f2" "干扰查处"/>
  <sub_fun fun_id="f3" "频率使用方案调整"/>
</functionality>
<place> <sub_place place_id="place1" "管制区域"/>
</place>
<result>
  <product product_id="product1" "查处不明信号, 调整频率使用方案, 频段合法用户受干扰影响情况"/>
</result>
<resource>
  <sub_res res_id="res1" "无线电信号监测子系统"/>
  <sub_res res_id="res2" "ESM 决策支持子系统"/>
  <sub_res res_id="res3" "频率资源调配子系统"/>
  <sub_res res_id="res4" "通信子系统"/>
  <sub_res res_id="res5" "干扰源定位子系统"/>
</resource>
<behavior> <sub_behavior behavior_id="PGZX"/>
  <sub_behavior behavior_id="JCZ"/>
  <sub_behavior behavior_id="GRCCFD"/>
</behavior>
</business_process>

```

### 2.2 技术需求模型描述

技术需求模型由系统结构及其接口定义、输入输出格式、技术参数指标 3 部分组成<sup>[6]</sup>。同业务需求模型一样, 首先给出其文本描述语言, 然后采取 UML 组件视图的形式, 分别从节点间接口、节点内接口和系统内接口 3 个方面对系统接口进行图形化描述。具体描述过程如下:

```

<Architecture>
  <node node_id="Node_PGZX">
    <LinkedBusiness> <Lbusiness business_id="PGZX">
    </LinkedBusiness>
    <Interface>
      <sub_if interface_id="JCInfReportInterface"
        source=JCZ target=PGZX/>
      <sub_if interface_id="Command&CtrlInterface"
        source=PGZX target=GRCCFD/>
    </Interface>
    <system system_id="FreqAllocationSystem">

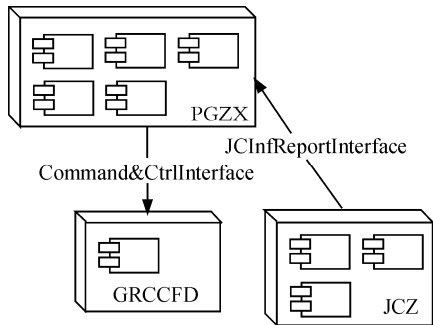
```

```

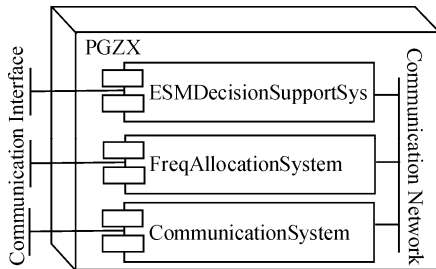
<LinkedBusinessOrActivity>
  <LBusinessorActivity
    activity_id="FreqAssignment"/>
  <LBusinessorActivity
    activity_id="FreqCoordination"/>
</LinkedBusinessOrActivity>
<Interface>
  <sub_if interface_id="CommunicationNetwork"
    source="ESMDecisionSupportSys"
    target="FreqAllocateSystem"/>
</Interface>
<GuideLine>
  <sub_guide paraname="数据传输速率"
    paravalue="xxx"/>
</GuideLine>
</system>
</node>
</Architecture>

```

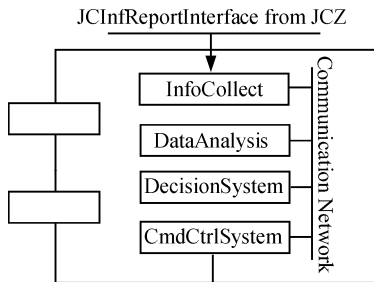
下面利用 UML 组件视图给出系统描述。



(a) 节点间接口



(b) PGZX 节点内系统间接口



(c) ESMDecisionSupportSys 内各部件间接口

图 3 接口描述

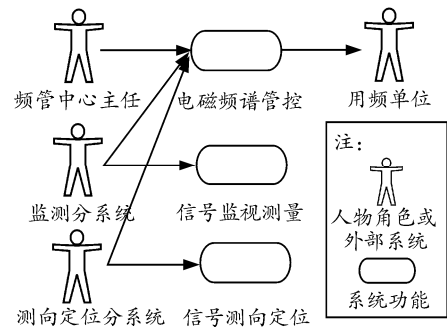
图 3(a)中 JCZ 为无线电信号监测站，简称监测站；PGZX 为电磁频谱管理中心，简称频管中心；GRCCFD 为干扰查处分队；JCInfReportInterface 为监测信息上报接口；Command&CtrlInterface 为指挥控制接口。

图 3(b)中，ESMDecisionSupportSys 为电磁频谱管理决策支持系统；FreqAllocationSystem 为频率资源调配系统；CommunicationSystem 为通信系统；Communication Interface 为通信数据传输接口；Communication Network 为通信网络。

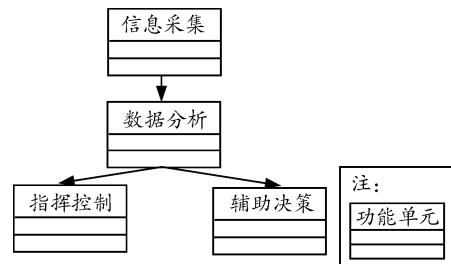
图 3(c)中，InfoCollect 为基础信息采集系统；DataAnalysis 为数据分析系统；DecisionSystem 为决策系统；CmdCtrlSystem 为指挥控制系统；JCInfReportInterface from JCZ 为通过监测信息上报接口与监测站的无线电信号监测系统连接；Command&CtrlInterface to GRCCFD 为通过指挥控制接口与干扰查处分队的干扰源定位系统连接。

### 2.3 功能操作模型描述

功能操作模型可采用 UML 的用例图，类图以及 UML 包的概念来表述功能的定义和分解。用例图可以描述人员、外部系统以及系统功能之间的交互<sup>[7]</sup>，图 4(a)为 ESMS 的用例图；类图描述了系统功能之间的关系，图 4(b)为 ESM 决策支持子系统的功能关系类图；通过包将类图和用例图连接起来则可以表示系统功能的分解，图 4(c)为以电磁频谱管理控制功能为研究对象的包。



(a) 用例图



(b) 类图

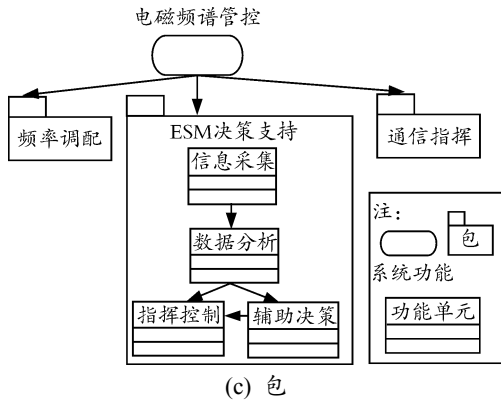


图 4 功能需求描述

### 3 ESM 系统通用数据报文描述模板

频管数据报文作为日常电磁频谱管理的信息载体, 是 ESMS 各部分之间进行海量信息交互的基本支撑, 其运作效能的发挥依赖于 ESMS 对报文的自动化解析与展现, 要求收发双方在报文的句法和语义上达成一致性理解, 客观上需要频管数据报文标准作保障。为真正实现 ESMS 的互操作, 需要建立统一规范的频管数据报文模板<sup>[8]</sup>。

这里仍使用 XML 作为报文基本结构的描述语言, 假设频管中心以测向命令报文的形式给干扰查处分队发出测向定位命令, 如图 5 所示。

```

报文编号: 7338
报文名称: 测向命令
识别标识: 人机识别
报文路径: 命令-测向命令
报文内容: 命令: 你部于(时间)起对(频点)MHz
进行测向定位。
  
```

图 5 测向命令报文

该测向命令报文的 XML 描述模板如下:

```

<?Xml version="1.0" encoding="gb2312"?>
<N α="7338" β="测向命令" i="3" p="命令-测向命令">
<!--i∈I, I={人工识别, 机器识别, 人机识别}-->
<N c="命令: 你部于 (">
<N t=1 μ="时间" dt="3" ID="1">
<!--t∈T, T={必填项, 可选项, 分类选择项}-->
<!--dt∈DT, DT={整形, 浮点型, 时间, ...}-->
</N>
<N c=")起对(">
  
```

```

<N t=1 μ="频点" dt="2" ID="2">
</N>
<N c=")MHZ 进行测向定位。"/>
</N>
  
```

其中:  $\alpha$  为报文编号;  $\beta$  为报文名称;  $i$  为报文识别类型;  $p$  为报文所属路径;  $c$  为联结词;  $t$  为数据项填写类型;  $\mu$  为数据名称;  $dt$  为数据类型;  $ID$  为数据项节点次序计数器, 其值从 1 开始递增。由此可见, 利用 XML 语言对 ESMS 涉及的频管数据报文各组成要素及其逻辑关系进行清晰描述是完全可行的。

### 4 结束语

电磁频谱管理系统需求模型的实现, 为 ESMS 产品研发提供了成熟稳健的顶层设计模型, 既有效降低了系统内和系统间各功能单元信息交互的复杂性, 又充分考虑了潜在用户的所有功能需求, 从而提高 ESMS 频谱资源管理效率奠定了基础。目前, 我国的 ESMS 需求模型研究尚处在起步阶段, 而系统开发商为了缩短产品研发周期, 大多忽略或简化这一阶段的设计过程, 所以在需求模型功能扩展性、数据兼容性、任务针对性等方面的技术突破难度大、经验少, 需要在今后的研究和摸索中寻求合理解决的途径。

### 参考文献:

- [1] 陈磊, 唐艺. 无线电磁频谱管理系统的设计探讨[J]. 科技信息, 2008(9): 28-29.
- [2] 于江, 沈刘平, 张磊, 等. 战场电磁频谱管理辅助决策系统构建研究[J]. 兵工自动化, 2011, 30(7): 42-44.
- [3] 周泓顺. 频谱监测手册[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [4] 丁浩, 孙翠娟, 詹明东. 军地电磁频谱管理资源共享技术[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(5): 116.
- [5] 桂浩, 陈刚, 范昊. XML 开发技术教程[M]. 湖北: 武汉大学出版社, 2008.
- [6] 王聪, 王智学. 军事电子信息系统的需求模型[J]. 解放军理工大学学报, 2008, 9(4): 328-334.
- [7] 纪晓东, 边馥苓. workflow 理论中系统需求模型及其形式化描述[J]. 武汉大学学报, 2005, 30(3): 230-232.
- [8] 刘洁, 张勇丁, 刘东红, 等. 战术数据报文通用描述模型设计[J]. 电讯技术, 2011, 51(11): 16-19.