

基于 DEMATEL-ISM 的军事通信网络系统结构分析

付凯¹ 夏靖波²

(1.空军工程大学 信息与导航学院,陕西 西安 710077; 2.厦门大学 嘉庚学院,福建 漳州 363105)

摘要:为厘清军事通信网络的系统结构及各专业网系的相互影响程度,提出一种基于 DEMATEL-ISM 的系统结构分析算法。利用区分要素层次的判断等级表,兼顾要素自身重要程度和相互影响程度确定要素权重,并通过忽略不重要的影响关系以简化系统结构。通过对军事通信网络系统结构的实例分析表明,该算法能够定量分析要素的权重及相互影响程度,并合理地简化系统结构,具有一定的客观性和可行性。

关键词:军事通信网络;系统结构分析;决策试验与评价实验法;解释结构模型

中图分类号:E917;E96 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-8211(2017)01-0046-06

1 引言

随着云计算、大数据、网络虚拟化^[1]等信息技术在军事领域的广泛应用,军事通信网络正朝着一体化综合信息网络的方向发展,呈现出多网系融合、多业务承载、服务化保障^[2]等特点。军事通信网络作为一个复杂系统,不同专业网系之间相互影响、相互制约。分析其网络系统结构,厘清各专业网系的重要程度及相互影响关系,对于实现网络智能化管理具有重要意义。

系统结构分析方法是实施系统结构分析的主要手段。决策试验与评价实验法^[3](DEMATEL)能够分析系统中各要素的贡献度及关联度,解释结构模型^[4](ISM)能够对系统进行等级结构划分,网络分析法^[5](ANP)在层次分析法(AHP)的基础上增加了要素之间的相互影响或制约关系。DEMATEL-ISM^[6,7]方法通过综合影响矩阵向可达影响矩阵的转换将两种方法联系起来构建系统层次结构,但未能体现要素之间的影响程度。张相斌^[8]等人利用 DEMATEL-ISM 方法给出制造业 ERP 关键要素的递阶结构模型,在划分等级结构的同时实现要素影响程度的量化。李明辉^[9]等人提出基于 DE-

MATEL-ISM 含可达影响因子的系统结构分析算法,可以在合理忽略不重要要素的基础上实现区域分解和等级划分,但忽略要素的处理可能造成孤立要素的等级划分不正确。DEMATEL-ANP 方法^[10]引入混合权重的概念,解决了 DEMATEL 方法在计算过程中忽略要素权重差别的问题,使要素的权重评价更加全面,但对要素影响关系和要素重要程度的两次判断增加了操作的复杂性。

结合军事通信网络建设与管理实际,针对以上算法存在的问题,本文提出一种基于 DEMATEL-ISM 的系统结构分析算法,将其应用到军事通信网络系统结构分析中,通过实例分析及对比验证了算法应用的合理性及优势。

2 问题描述

本文将整个军事通信网络作为一个系统进行研究,以各专业网系之间的影响关系为切入点,从网系重要程度和网系等级划分两个方面进行分析。

2.1 网系重要程度

军事通信网络种类繁多、业务丰富,不同专业网系之间存在服务与被服务、影响与被影响的复杂

收稿日期:2016-03-14;修回日期:2016-10-27

作者简介:付凯(1987—)男,博士研究生,主要研究方向为空天信息网络系统仿真与评估;夏靖波(1963—)男,教授,博士,博士生导师,主要研究方向为通信网络管理与评估。

关系。除了网系的自身重要程度外,这种影响关系也能够反映网系的重要性。例如,如果光纤网出了问题可能导致数据承载网无法正常运行,而依托卫星网传输的电报业务不会受到影响;视频会议网流量剧增时可能导致网络拥塞,从而对数据承载网中传输的其他业务流量造成影响。因此,如果某网系对多个网系存在较大程度的影响,它的运行质量好坏直接影响了其他网系的运行情况,那么该网系在整个军事通信网络系统中就处于相对重要的地位。

2.2 网系等级划分

在军事通信网络中,有些网系只影响其他网系而不受其他网系的影响(处于服务的地位),有些网系只受其他网系影响而对其他网系没有影响(处于被服务的地位),有些网系同时存在影响和被影响的关系(处于连接地位),有些网系不具有影响和被影响的关系(处于孤立地位),这些网系之间影响与被影响的关系造成了军事通信网络系统的层次性。对各网系进行等级划分,厘清它们之间的影响关系,能够更加直观地展现军事通信网络系统的结构层次,为网络维护及故障分析提供参考。

2.3 本文研究约定

军事通信网络包含不同种类的专业网系,各网系存在层次的区分,如基础类层次、承载类层次、应用类层次等。考虑到不同层次网系的性质不同,而同一层次内网系之间的影响相对较小,因此对本文的研究做如下约定:专家根据经验能够区分网系所属的层次,对网系之间的影响关系及影响程度能够进行基本的判断;不同层次的网系之间存在影响关系,而不考虑其相对重要程度(即不同性质的网系之间不直接进行权重比较);同一层次的网系之间不存在影响关系,但重要程度有区别(即属于同一层次的网系才进行权重比较)。

3 基于 DEMATEL-ISM 的系统结构分析算法

3.1 基本思想

为合理简洁地呈现军事通信网络系统结构,本文算法在原有 DEMATEL-ISM 算法的基础上进行改进,兼顾要素影响程度、自身重要程度、等级划分效果,定量地给出系统中各要素的权重及相互影响程度。在分析要素影响关系时,通过区分要素层次

进行要素影响程度和自身重要程度的等级判断,从而得到要素之间的混合影响矩阵,不仅减少了主观判断的次数,而且避免了要素自身重要程度被忽略的问题,使要素权重的确定更加全面、客观;在进行系统等级划分时,依据要素之间的综合影响值,忽略不重要的影响关系,并根据专家经验对孤立要素进行系统结构修复,既简化了系统结构,又不破坏系统原有的层级关系。

3.2 算法设计

3.2.1 分析系统要素

记系统所包含的 n 个要素为 $E_i (i = 1, 2, \dots, n)$, 分析要素所属的层次。

3.2.2 计算混合影响矩阵 M

请 m 位熟悉系统结构的专家分别对各要素之间的相互影响程度或相对重要程度进行两两比较,采用如表 1 所示的 10 个等级进行描述,其中 $i, j = 1, 2, \dots, n$ 。专家首先需要区分 E_i 和 E_j 两个要素是否属于同一层次,然后依据研究约定,对不同层次的两个要素判断其相互影响程度,对同一层次的两个要素判断其相对重要程度。要素 E_i 对要素 E_j 的影响越大,要素 E_i 相对要素 E_j 越重要,则 E_i 对 E_j 的判断等级值越大。对于 m 位专家的判断结果,计算其算术平均值得到混合影响矩阵 M 。由于矩阵 M 包含了要素之间的相互影响程度及相对重要程度,因此是一种具有混合关系的矩阵。

表 1 判断等级表

判断等级	等级说明 (对不同层次的要素)	等级说明 (对同一层次的要素)
0	E_i 对自身的影响记为 0	E_i 相对自身的重要程度记为 0
1	E_i 对 E_j 的影响极小	E_i 相对 E_j 极端不重要
3	E_i 对 E_j 的影响较小	E_i 相对 E_j 非常不重要
5	E_i 对 E_j 的影响一般	E_i 与 E_j 同样重要
7	E_i 对 E_j 的影响较大	E_i 相对 E_j 非常重要
9	E_i 对 E_j 的影响极大	E_i 相对 E_j 极端重要
2,4,6,8	对应以上两相邻判断的中间情况	对应以上两相邻判断的中间情况

3.2.3 计算标准化影响矩阵 N

对矩阵 M 进行标准化处理,得到标准化影响矩

$$N = \frac{M}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n M_{ij}}$$

3.2.4 计算综合影响矩阵 T

在传统 DEMATEL 方法中,专家仅判断要素之间的影响程度,其综合影响矩阵是由直接影响矩阵通过一系列矩阵运算得出,反映了要素之间的直接和间接影响关系。而在本文算法中,不同层次要素之间的判断等级代表其相互影响程度,同一层次要素之间的判断等级代表其相对重要程度,因此需要分类处理。对于不同层次的两个要素,经过矩阵运算后将其直接和间接影响程度之和作为其综合影响值;对于同一层次的两个要素,直接将其相对重要程度作为其综合影响值。具体计算方式如下:

$$N_{ij}^* = \begin{cases} 0 & E_i \text{ 和 } E_j \text{ 属于同一层次} \\ N_{ij} & E_i \text{ 和 } E_j \text{ 属于不同层次} \end{cases} \quad (1)$$

$$T^* = N^* + (N^*)^2 + \dots + (N^*)^n = N^* (I - N^*)^{-1} \quad (2)$$

式(2)中 I 为单位阵 $\lim_{n \rightarrow \infty} (N^*)^n = 0$ 。

$$T_{ij}^* = \begin{cases} N_{ij} & E_i \text{ 和 } E_j \text{ 属于同一层次} \\ T_{ij}^* & E_i \text{ 和 } E_j \text{ 属于不同层次} \end{cases} \quad (3)$$

3.2.5 计算要素权重

计算要素 E_i 的影响度为 $\sum_{j=1}^n T_{ij}^*$, 要素 E_i 的被影

响度为 $\sum_{j=1}^n T_{ji}^*$, 要素的权重为 $W_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n T_{ij}^*}{\sum_{j=1}^n T_{ji}^*}$ 。由于不同

层次要素的权重含义不同,因此按照不同层次对要素权重进行归一化处理,即要素 E_i 的归一化权重

为 $W_i = \frac{W_i^*}{\sum_{i=1}^p W_i^*}$, 其中 $\sum_{i=1}^p W_i^*$ 为要素 E_i 所属层次内的

p 个要素的权重之和。要素的权重体现在其自身重要程度。

3.2.6 计算整体影响矩阵 H 和可达影响矩阵 R

在综合影响计算中得到的 T^* ,是排除同一层次要素之间的相对重要程度之后而计算得出的,反映了不同层次要素之间的直接和间接影响程度。进而计算反映完整影响关系的整体影响矩阵 $H = T^* + I$, 其中 I 为单位阵。

为简化系统结构,可以忽略要素之间较小的影响关系,只体现主要的要素影响关系,使要素影响

关系更加简明,进而得到可达影响矩阵。在忽略关系时仍需要按要素层次进行分类处理,对于不同层次的两个要素,通过设置阈值参数 T_m 忽略影响较小的影响关系;对于同一层次的两个要素,按照研究约定,它们之间不存在影响关系,因此直接进行忽略。经过处理后得到的可达影响矩阵 R 能够在忽略不重要影响关系的基础上定量地给出要素之间的影响程度, R 中的元素 R_{ij} 即影响程度的大小。具体计算方式如下:

$$R_{ij} = \begin{cases} 0 & E_i \text{ 和 } E_j \text{ 属于同一层次} \\ 0 & E_i \text{ 和 } E_j \text{ 属于不同层次且 } T_{ij}^* \leq T_m \\ H_{ij} & \text{其他} \end{cases} \quad (4)$$

3.2.7 进行区域分解和等级划分

由于 H 反映了完整的要素影响关系,因此对 H 进行区域分解,能够避免忽略不重要影响关系后导致的区域划分错误。针对每一个要素 E_i 根据 H 计算其可达集合 $R^*(E_i) = \{E_j \mid H_{ji} > 0, j = 1, 2, \dots, n\}$ (即 E_i 所能到达的所有要素的集合) 和前因集合 $A^*(E_i) = \{E_j \mid H_{ij} > 0, j = 1, 2, \dots, n\}$ (即所有能到达 E_i 的要素的集合)。对于集合 $B^*(E_i) = \{E_i \mid R^*(E_i) \cap A^*(E_i) = A^*(E_i)\}$, 若集合 $B^*(E_i)$ 中的两个元素 E_p 和 $E_q (p \neq q)$ 满足 $R^*(E_p) \cap R^*(E_q) \neq \emptyset$, 则 E_p, E_q 以及 $R^*(E_p), R^*(E_q)$ 中的元素均属于同一区域,否则属于不同区域。

由于 R 仅反映重要的要素影响关系,因此对 R 进行区域分解,能够简化系统结构。针对每一个要素 E_i 根据 R 计算其可达集合 $R(E_i) = \{E_j \mid R_{ij} > 0, j = 1, 2, \dots, n\}$ 和前因集合 $A(E_i) = \{E_j \mid R_{ji} > 0, j = 1, 2, \dots, n\}$ 。对于属于同一区域的要素,找出满足集合 $E(E_i) = \{E_i \mid R(E_i) \cap A(E_i) = R(E_i)\}$ 的要素作为最高等级,然后删除这些要素后按同样方法依次找出低一等级的要素,直到等级划分完毕。由于在计算可达影响矩阵时进行了忽略关系的处理,有可能出现低等级的孤立要素被置于最高等级,从而造成对原有系统结构的破坏,因此需要进行系统结构修复。按照研究约定,根据专家经验能够区分要素所属的层次,因此需要将孤立要素移动到其所属层次,从而得到正确的等级划分结果。

3.2.8 绘制系统结构图

根据以上步骤,给出基于 DEMATEL - ISM 的系统结构分析算法流程图,如图 1 所示。

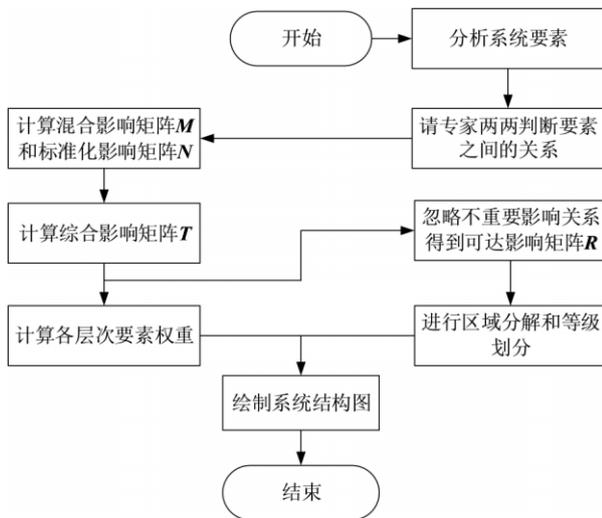


图1 算法流程图

3.3 参数设置

在进行忽略要素影响关系的处理时,需要设置参数 T_m 。参数 T_m 直接影响到忽略关系的数量,应尽量忽略不重要的影响关系以简化系统结构,同时又不对系统造成严重的破坏。对于参数 T_m ,其含义是若综合影响值低于 T_m ,则认为它是可忽略的影响关系。而综合影响值的相对大小与所有影响关系的综合影响值有关,因此可设置 T_m :

$$T_m = \min_{1 \leq i, j \leq n} T_{ij}^* + \lambda (\max_{1 \leq i, j \leq n} T_{ij}^* - \min_{1 \leq i, j \leq n} T_{ij}^*) \quad (5)$$

式(5)中 T_{ij}^* 为非零综合影响值 ($T_{ij}^* \neq 0$) $0 < \lambda < 1$ λ 的值通过关系忽略效用 θ 来确定。设 T^* 中所有元素的和为 M_a , T^* 中非零元素的个数为 N_a 。进行忽略关系处理后, T^* 中所有元素的和为 M_b ($M_b \leq M_a$), T^* 中非零元素的个数为 N_b ($N_b \leq N_a$)。定义关系忽略效用为 $\theta = \left(\frac{M_b}{M_a}\right) / \left(\frac{N_b}{N_a}\right)$ 其中,

$\frac{M_b}{M_a}$ 为综合影响值的剩余率, $\frac{N_b}{N_a}$ 为影响关系数量的剩余率。进行关系忽略处理,应尽量减少影响关系的数量而保持综合影响值不至于过小,即保留重要影响关系而对系统破坏程度较小,因此 θ 值越大则忽略关系的效用越高,采用 θ 取最大值时对应的 λ 值计算 T_m 。

4 军事通信网络系统结构分析实例

4.1 计算综合影响矩阵

某军事通信网络包含光纤网、卫星网、数据承载网、电话网、视频会议网等 10 个网系,包含有线、无线多种通信手段,网系之间涉及语音、数据、视频等多种业务的承载关系。为厘清该军事通信网络的系统结构,定量地给出各网系的权重及相互影响程度,本文基于 DEMATEL-ISM 的系统结构分析算法对其进行分析。记各网系为该军事通信网络系统中的要素 E_i ($i = 1, 2, \dots, 10$),请 5 位军事通信网络领域的专家对各网系的相对重要程度或相互影响程度进行判断,得到混合影响矩阵 M ,并计算综合影响矩阵 T :

$$M = \begin{bmatrix} 0.0 & 7.0 & 6.2 & 8.0 & 8.6 & 8.6 & 9.0 & 8.8 & 2.4 & 2.4 \\ 5.4 & 0.0 & 3.8 & 3.0 & 6.4 & 5.2 & 2.8 & 3.0 & 8.0 & 1.4 \\ 2.0 & 2.2 & 0.0 & 2.6 & 2.4 & 1.4 & 1.4 & 1.0 & 1.8 & 1.2 \\ 1.6 & 1.8 & 2.6 & 0.0 & 2.0 & 1.6 & 2.4 & 1.2 & 1.6 & 1.0 \\ 2.0 & 1.4 & 1.6 & 2.0 & 0.0 & 4.2 & 3.0 & 4.0 & 5.2 & 8.4 \\ 1.6 & 3.0 & 1.4 & 1.4 & 3.6 & 0.0 & 3.0 & 3.2 & 3.8 & 8.4 \\ 1.6 & 1.0 & 1.2 & 1.6 & 2.0 & 1.6 & 0.0 & 2.0 & 2.8 & 1.2 \\ 1.6 & 1.0 & 1.4 & 3.0 & 1.8 & 1.4 & 3.6 & 0.0 & 3.0 & 1.8 \\ 1.0 & 1.4 & 1.2 & 1.0 & 1.4 & 1.0 & 1.6 & 1.2 & 0.0 & 1.4 \\ 1.6 & 2.0 & 1.8 & 1.8 & 3.0 & 3.6 & 1.8 & 1.4 & 2.2 & 0.0 \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} 0.00 & 0.02 & 0.02 & 0.03 & 0.16 & 0.16 & 0.17 & 0.17 & 0.07 & 0.08 \\ 0.01 & 0.00 & 0.01 & 0.02 & 0.12 & 0.10 & 0.06 & 0.06 & 0.15 & 0.05 \\ 0.01 & 0.01 & 0.00 & 0.01 & 0.04 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.04 & 0.03 \\ 0.01 & 0.01 & 0.01 & 0.00 & 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.02 & 0.03 & 0.03 \\ 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.05 & 0.00 & 0.02 & 0.06 & 0.07 & 0.10 & 0.15 \\ 0.04 & 0.06 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 0.00 & 0.06 & 0.06 & 0.08 & 0.15 \\ 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.03 & 0.04 & 0.03 & 0.00 & 0.01 & 0.01 & 0.01 \\ 0.03 & 0.02 & 0.03 & 0.05 & 0.04 & 0.03 & 0.01 & 0.00 & 0.01 & 0.01 \\ 0.02 & 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.03 & 0.02 & 0.01 & 0.01 & 0.00 & 0.01 \\ 0.03 & 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.06 & 0.07 & 0.02 & 0.02 & 0.02 & 0.00 \end{bmatrix}$$

4.2 计算网系权重

根据 T 计算各网系的影响度和被影响度,然后按照网系的所属层次计算其归一化权重,见表 2。网系权重反映了该网系在其所属层次内的重要程度。

表 2 网系权重

网系层次	基础类层次				承载类层次		应用类层次			
网系编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
网系名称	光纤网	卫星网	短波网	微波网	公用数据网	专用数据网	人工电话网	自动电话网	电报网	视频会议网
影响度	0.88	0.58	0.20	0.21	0.57	0.54	0.21	0.23	0.16	0.32
被影响度	0.21	0.23	0.21	0.426	0.57	0.50	0.46	0.45	0.50	0.53
网系权重	0.49	0.30	0.11	0.10	0.48	0.52	0.24	0.27	0.17	0.32

4.3 计算可达影响矩阵

在计算可达影响矩阵 R 时 需要忽略不重要的影响关系。由 T^* 可知 $\max_{1 \leq i, j \leq n} T_{ij}^* = 0.1679$ $\min_{1 \leq i, j \leq n} T_{ij}^* = 0.0045$ $M_a = 3.9112$ $N_a = 90$ 。 λ 取 0.1—0.9 时的计算结果见表 3。

表 3 T_m 参数的设置

λ	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
N_b	60	32	23	14	10	8	7	7	4
M_b	3.50	2.67	2.28	1.73	1.42	1.22	1.10	1.10	0.66
θ	1.34	1.89	2.23	2.50	3.27	3.10	3.11	3.11	3.40

由表 3 可以看出 当 $\lambda = 0.9$ 时 θ 取最大值 但此时 N_b 过小 对系统结构的破坏程度较大 不宜采用。除去 $\lambda = 0.9$ 之外 当 $\lambda = 0.5$ 时 θ 取最大值 N_b 取值也在合理范围 计算可得 $T_m = 0.0862$ 。依据 T_m 对整体影响矩阵 H 进行忽略影响关系的处理 得到可达影响矩阵 R ：

$$H = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.02 & 0.02 & 0.03 & 0.16 & 0.16 & 0.17 & 0.17 & 0.07 & 0.08 \\ 0.01 & 1.00 & 0.01 & 0.01 & 0.12 & 0.10 & 0.06 & 0.06 & 0.15 & 0.05 \\ 0.01 & 0.01 & 1.00 & 0.01 & 0.04 & 0.03 & 0.03 & 0.02 & 0.04 & 0.03 \\ 0.01 & 0.01 & 0.01 & 1.00 & 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.02 & 0.03 & 0.03 \\ 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.04 & 1.00 & 0.02 & 0.06 & 0.08 & 0.10 & 0.15 \\ 0.04 & 0.06 & 0.03 & 0.03 & 0.03 & 1.00 & 0.06 & 0.06 & 0.08 & 0.15 \\ 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.03 & 0.04 & 0.03 & 1.00 & 0.01 & 0.01 & 0.01 \\ 0.03 & 0.02 & 0.03 & 0.05 & 0.04 & 0.03 & 0.01 & 1.00 & 0.01 & 0.01 \\ 0.02 & 0.03 & 0.02 & 0.02 & 0.03 & 0.02 & 0.01 & 0.01 & 1.00 & 0.01 \\ 0.03 & 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.06 & 0.07 & 0.01 & 0.02 & 0.02 & 1.00 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.16 & 0.16 & 0.17 & 0.17 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.12 & 0.10 & 0.00 & 0.00 & 0.15 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.10 & 0.15 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.15 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 \end{bmatrix}$$

4.4 网系结构分析

对 H 进行区域分解 经过分析可知所有要素属

于同一区域。对 R 进行等级划分 经分析知 处于第一等级的网系 3(短波网) 和网系 4(微波网) 为孤立要素 而根据经验可知这两个网系属于基础类层次 因此通过结构修复将网系 3 和网系 4 移至第三等级 形成最终等级划分结果 即第一等级为应用类层次(包含网系 7—10) 第二等级为承载类层次(包含网系 5 和 6) 第三等级为基础类层次(包含网系 1—4)。在此基础上绘制军事通信网络系统结构图 能够定量地反映出各网系的权重及相互影响程度 如图 2 所示。

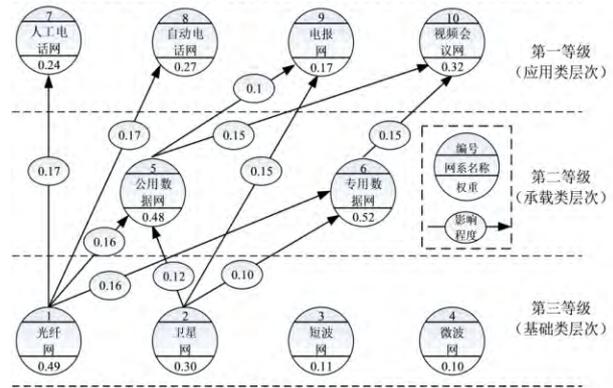


图 2 军事通信网络系统结构

(1) 分析各层次中网系的权重。在基础类层次中 光纤网和卫星网的权重相对较大 是军事通信中最常用的有线和无线通信网络 在整个军事通信网络系统中处于重要地位 因此在日常网络管理中应重点关注其运行质量。在承载类层次中 公用数据网和专用数据网的权重相当 分别对不同类型的业务起到数据承载的功能。在应用类层次中 自动电话网和视频会议网的权重相对较大 在军事通信中承担着主要的话音和视频业务 在日常办公及会议保障中发挥着重要作用。

(2) 分析不同网系之间的影响关系。光纤网对所承载的公用数据网、专用数据网、人工电话网和自动电话网等 4 个网系的影响程度比较均匀 而卫星网对电报网的影响程度要大于对公用数据网和专用数据网 2 个网系的影响程度。可以看出 同

一网系对不同网系的影响程度是有差异的,因此如果某一网系出现故障则对其他网系的影响也是有区别的。短波网和微波网 2 个网系与其他网系的影响关系较小而被忽略,在通信网络系统中处于孤立地位。公用数据网和专用数据网 2 个承载类网系处于影响和被影响的中间层次,与其他层次网系的关联性较紧密。4 个应用类网系仅存在被影响关系,是因为电话网、视频会议网等均为直接面向用户的处于最高等级的网系。

通过以上分析,能够对整个军事通信网络的系统结构层次及网系影响关系有比较系统、直观的认识,可为军事通信网络建设与管理提供参考。例如,通过对各层次网系的权重分析,能够为网络运行质量评估等提供参考。当某一网系性能较差或出现故障时,能够依据上述军事通信网络系统结构,分析问题发生的原因以及对其他网系可能造成的影响程度,为网络故障处理与维护提供依据。

4.5 与其他几种算法相比

本文算法兼顾要素影响程度和自身重要程度进行系统结构分析,通过忽略不重要的影响关系以简化系统结构,并具有较好的等级划分效果。几种算法的对比情况见表 4。

表 4 算法对比

算法	专家判断次数	要素影响程度	要素重要程度	等级划分效果
文献[6]	1次	未分析	未分析	需要修正系统结构
文献[8]	1次	可分析	未分析	可简化系统结构
文献[9]	1次	可分析	未分析	可简化系统结构
文献[10]	2次	未分析	可分析	无法展现系统结构
本文	1次	可分析	可分析	简化而不破坏系统结构

5 结束语

在分析几种典型系统结构分析算法的基础上,基于 DEMATEL-ISM 算法提出了一种改进的系统

结构分析算法,并将其应用到军事通信网络系统结构分析中。实例分析表明,该算法在要素权重确定、系统等级划分等方面具有一定的优势。虽然算法仅涉及 1 次专家判断,但仍存在受主观因素影响、现实操作复杂等问题,下一步可研究采用神经网络^[11]等方法使分析结果更加客观。

参考文献

- [1] 江逸茗,兰巨龙,周慧琴.网络虚拟化环境下的资源监控策略[J].电子与信息学报,2014,36(3):708-714.
- [2] WU QINGHUA, LI ZHENYU, ZHOU JIANER, et al. SOFIA: Toward service-oriented information centric networking [J]. IEEE Network, 2014, 28(3): 12-18.
- [3] TSENG M L. Using the extension of DEMATEL to integrate hotel service quality perceptions into a cause-effect model in uncertainty [J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(5): 9015-9023.
- [4] ZHANG SHOUJIAN. Analysis on factors influencing standard informationization based on ISM [J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2010, 42(8): 1306-1310.
- [5] JAYAKRISHNA K, VIMAL K E K, SEKAR V. ANP based sustainable concept selection [J]. Journal of Modelling in Management, 2015, 10(1): 118-136.
- [6] 周德群,章玲.集成 DEMATEL/ISM 的复杂系统层次划分研究[J].管理科学学报,2008,11(2):20-26.
- [7] SHEN GUIXIANG, SUN SHUGUANG, ZHANG YINGZHI, et al. System failure analysis based on DEMATEL-ISM and FMECA [J]. Journal of Central South University, 2014, 21(12): 4518-4525.
- [8] 张相斌,姜妍丽,徐畅.制造业 ERP 实施的影响因素关联分析[J].情报科学,2006,24(12):1866-1869.
- [9] 李明辉,夏靖波,陈才强.基于决策试验和评价实验法与解释结构模型的含有可达影响因子的网络谱系模型[J].吉林大学学报(工学版),2012,42(3):782-788.
- [10] HUANG C N, LIU J J H, CHUANG Y C. A method for exploring the interdependencies and importance of critical infrastructures [J]. Knowledge-Based Systems, 2014(55): 66-74.
- [11] 崔强,武春友,匡海波.BP-DEMATEL 在空港竞争力影响因素识别中的应用[J].系统工程理论与实践,2013,33(6):1471-1478.