

10.16638/j.cnki.1671-7988.2019.06.039

基于 DEMATEL-ISM 的车辆装备运行安全分析

尉永信, 王申强

(中国人民武装警察部队工程大学研究生大队, 陕西 西安 710086)

摘要: 车辆装备运行安全是部队安全管理的重点和难点。为了深入分析影响车辆装备运行安全的各因素间的关联关系和影响程度, 根据专家经验和部队实际, 采用集成 DEMATEL-ISM 的方法, 构建车辆装备运行安全影响因素递阶层次结构模型, 确定影响安全的主要因素, 为抓建车辆装备安全管理工作提供依据。

关键词: 车辆装备; 运行安全; DEMATEL-ISM; 影响因素

中图分类号: U462 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-7988(2019)06-111-03

Military vehicles operational safety analysis based on DEMATEL and ISM method

Yu Yongxin, Wang Shenqiang

(Engineering university of PAP graduate brigade, Shaanxi Xi'an 710086)

Abstract: The safety of military vehicles operation is the key and difficult point of the safety management of the troops. In order to deeply analyze the influence relationship and degree of the factors affecting the safety of military vehicles operation, according to the expert experience and the actual situation of the troops, the integrated DEMATEL-ISM method is used to construct the hierarchical structure model of the factors affecting the safety of military vehicles operation and determine the safety impact. The main factors provide a basis for the military vehicles safety management.

Keywords: military vehicles; operational safety; DEMATEL-ISM; influencing factors

CLC NO.: U462 **Document Code:** A **Article ID:** 1671-7988(2019)06-111-03

引言

当前, 全军已经进入摩托化阶段, 车辆装备既是部队动用最频繁, 依赖最紧密、管理最重要的装备系统之一, 也是部队安全管理的重点和难点。从查阅的相关数据资料看, 驻四川省的某团级部队有通用车辆装备超过 100 余台, 该单位 5 年内共发生一般安全事故 8 起, 其中车辆安全事故就达 7 起。可见, 车辆装备事故在部队安全事故的占比最大。本文通过对影响车辆装备安全的因素进行明确, 分析各因素间的相互影响关系, 建立因素间的层次结构模型, 从而对关键影响因素进行深入分析, 为车辆装备安全管理和风险防范提供

抓建依据。

决策实验室分析法 (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL) 和解释结构模型 (Interpretive Structural Modeling, ISM) 是对复杂系统进行分析和决策的重要方法, 两种方法均已得到了广泛应用^[1]。周德群等最早提出了集成 DEMATEL-ISM 构建系统层次结构的方法^[2], 并给出了二者集成的理论依据和算法; 杜纯等在提取复杂系统安全事故的致因因素后, 给出了集成 DEMATEL-ISM 方法分析事故致因因素的算法步骤^[3]; 张宇飞等对 DEMATEL-ISM 进行改进^[4]; Deepak Singhal 等人用 DEMATEL 方法进行决策评估^[5]; 吕智勇运用统计学、管理学和系统论等方法, 对部队车辆安全管理问题进行研究^[6]。鉴于 DEMATEL-ISM 方法在分析因素层次结构的有效性且在部队车辆装备安全管理研究方面应用较少, 本文将通过分析车辆装备运行安全影

作者简介: 尉永信 (1985-), 男, 在读硕士研究生, 就读于中国人民武装警察部队工程大学, 研究方向: 军事装备。

响因素,采用 DEMATEL-ISM 方法,划分因素之间的层次结构并得出关键因素,从而为加强车辆装备安全管理,防范车辆装备安全事故提供决策依据。

1 车辆装备运行安全影响因素分析

通过咨询专家和查阅武警部队车辆安全管理相关文件资料,可将影响车辆装备运行安全的主要因素归纳为 4 个方面,即:车辆装备性能、人员能力素质、管理制度措施、车辆运行环境。将每个影响方面进一步分解,共得出如图 1 所示 12 个影响因素:

- (1) 装备车龄(a_1): 车龄是指车辆装备自出厂日起的使用年限。
- (2) 车辆性能(a_2): 车辆装备以最高效率遂行任务的能力。
- (3) 安全设施(a_3): 车辆配套的工器具、应急物资及设施设备。
- (4) 人员驾龄(a_4): 驾驶员取得驾驶资格的年限。
- (5) 能力素质(a_5): 驾驶员的技能水平、职业素养、纪律意识等。
- (6) 干部履职(a_6): 带车干部履职尽责情况。
- (7) 车辆派遣(a_7): 车辆派遣审批、调度、管理等。
- (8) 监控管理(a_8): 车辆运转动态监控手段等。
- (9) 检查教育(a_9): 车辆安全制度的教育和落实情况。
- (10) 交通环境(a_{10}): 包括道路条件, 交通流量, 社会车辆情况, 交通秩序等。
- (11) 天情天候(a_{11}): 天气情况, 比如雨雪雾风, 气温高低等。
- (12) 任务强度(a_{12}): 遂行任务的难易程度和持续时间等情况。比如执行一般任务, 急难险重任务, 跨区域机动, 昼夜不间断运行等。

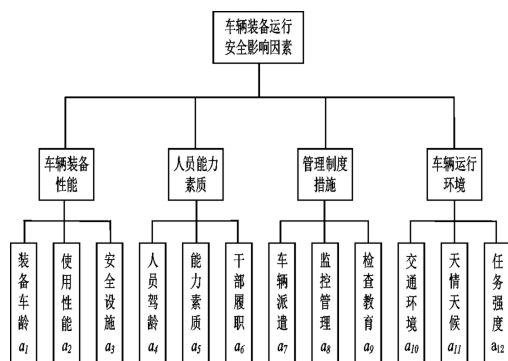


图 1 车辆装备运行安全影响因素

2 方法步骤

步骤 1: 确定直接影响矩阵 B 。依据专家打分法, 构建

因素之间的直接影响矩阵 $B(B=[a_{ij}]_{n \times n})$, $a_{ij}(i=1,2,\dots,n)$ 表示因素 a_i 对因素 a_j 的直接影响程度; 若 $i=j$, $a_{ij}=0$ 。

$$B = \begin{bmatrix} 0 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 0 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & 0 & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

步骤 2: 得到规范化后的直接影响矩阵 $C(C=[c_{ij}])$ 。

$$C = \frac{B}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

步骤 3: 计算综合影响矩阵 $T(T=[t_{ij}]_{n \times n})$, 其反映因素之间直接影响和间接影响的综合关系, 矩阵计算公式为:

$$T = C(I - C)^{-1} \quad (3)$$

其中 I 为单位矩阵。

步骤 4: 计算各因素的影响度 (f_i)、被影响度 (e_i)、中心度 (M_i)、和原因度 (N_i)。

$$f_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad i=1,2,\dots,n \quad (4)$$

$$e_i = \sum_{j=1}^n t_{ji} \quad i=1,2,\dots,n \quad (5)$$

$$M_i = f_i + e_i \quad i=1,2,\dots,n \quad (6)$$

$$N_i = f_i - e_i \quad i=1,2,\dots,n \quad (7)$$

步骤 5: 计算整体影响矩阵 $H(H=[k_{ij}]_{n \times n})$

$$H = I + T \quad (8)$$

其中 I 为单位矩阵。

步骤 6: 计算可达矩阵 $K(K=[k_{ij}]_{n \times n})$ 。选取合适阈值 λ ,

$$\begin{aligned} h_{ij} \geq \lambda (i, j=1, \dots, n), & \text{ 则 } k_{ij} = 1; \\ h_{ij} < \lambda (i, j=1, \dots, n), & \text{ 则 } k_{ij} = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

步骤 7: 确定各因素的可达集合 R_i 以及前项集合 S_i , 计算公式为:

$$\begin{aligned} R_i &= \{a_j | a_j \in A, k_{ij} \neq 0\}, (i=1, \dots, m) \\ S_i &= \{a_j | a_j \in A, k_{ji} \neq 0\}, (i=1, \dots, m) \end{aligned} \quad (10)$$

步骤 8: 对于属于同一区域的要素, 找出集合 $R_i = R_j \cap S_j (i=1, \dots, m)$ 的要素作为最高层级因素, 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。

步骤 9: 绘制影响因素层次结构图。

3 案例应用

图 1 中 12 个影响因素虽然列出, 但是因素间的影响程度和结构层次并不清晰。下文将通过专家数据, 采用 DEMATEL-ISM 方法来解决。邀请 5 位领域专家对上述 12 个因素根据很强、较强、一般、弱、无 5 个等级分别赋值 4, 3, 2, 1, 0 来确定因素间的直接影响关系, 利用平均值法分析数据后, 得到如表 1 所示直接影响矩阵。

利用 MATELAB 软件编写需要的程序代码, 依次按公式得到如表 2 所示综合影响矩阵 T 。

表 1 直接影响矩阵

B	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}
a_1	0	4	3.2	0	2.2	1.2	2	1.2	0	0	0	0
a_2	0	0	2	0	3.2	2	3.8	1.2	2.2	0	0	0
a_3	0	3.8	0	0	3	2	3	2	3.8	2	0	0
a_4	0	2.6	1.4	0	3.2	2	3.6	2.2	2	1	0	2
a_5	0	2.2	1.4	0	0	2	3.6	1.4	2.2	1.8	0	2
a_6	0	0	1	0	1.4	0	1	1.4	1.2	0.4	0	1
a_7	0	0	1.2	0	2.4	0	0	0.3	0	3.2	0	5
a_8	0	1.6	1.4	0	2	1	3	0	2.8	0	0	1
a_9	0	3.4	3.8	0	3.2	2.8	2.2	4	0	3.2	0	3
a_{10}	0	3	3.6	0	2.4	2.6	3.2	3.2	2.8	0	0	4
a_{11}	0	2.4	3	0	2.2	2.6	3	3.8	2.8	3	0	3
a_{12}	0	3.2	3.2	0	3.4	2.8	3	3.6	3	1	0	0

表 2 综合影响矩阵

T	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}
a_1	0.000	0.250	0.217	0.000	0.214	0.135	0.221	0.137	0.112	0.079	0.000	0.095
a_2	0.000	0.112	0.187	0.000	0.258	0.172	0.290	0.153	0.195	0.100	0.000	0.127
a_3	0.000	0.298	0.170	0.000	0.312	0.219	0.330	0.233	0.302	0.201	0.000	0.172
a_4	0.000	0.256	0.218	0.000	0.321	0.217	0.353	0.239	0.241	0.164	0.000	0.242
a_5	0.000	0.219	0.198	0.000	0.178	0.197	0.316	0.191	0.223	0.176	0.000	0.221
a_6	0.000	0.070	0.105	0.000	0.134	0.059	0.126	0.118	0.114	0.068	0.000	0.104
a_7	0.000	0.134	0.176	0.000	0.239	0.116	0.167	0.141	0.136	0.205	0.000	0.302
a_8	0.000	0.169	0.165	0.000	0.212	0.134	0.255	0.108	0.211	0.093	0.000	0.153
a_9	0.000	0.338	0.351	0.000	0.378	0.291	0.370	0.351	0.230	0.269	0.000	0.310
a_{10}	0.000	0.319	0.342	0.000	0.349	0.279	0.394	0.321	0.321	0.157	0.000	0.343
a_{11}	0.000	0.313	0.339	0.000	0.356	0.293	0.406	0.361	0.337	0.277	0.000	0.330
a_{12}	0.102	0.134	0.180	0.000	0.252	0.224	0.232	0.182	0.201	0.107	0.000	0.086

列出如表 3 所示影响因素综合分析结果表，画出如图 2 所示原因结果图。

表 3 影响因素综合分析结果表

因素	影响度	被影响度	中心度	原因度
a_1	1.46	0	1.46	1.46
a_2	1.593	2.78	4.373	-1.186
a_3	2.236	2.772	5.008	-0.536
a_4	2.251	0	2.251	2.251
a_5	1.92	3.307	5.227	-1.387
a_6	0.899	2.379	3.278	-1.479
a_7	1.617	3.589	5.206	-1.972
a_8	1.501	2.664	4.164	-1.163
a_9	2.887	2.725	5.612	0.162
a_{10}	2.826	1.97	4.796	0.855
a_{11}	3.012	0	3.012	3.012
a_{12}	2.567	2.584	5.151	-0.016

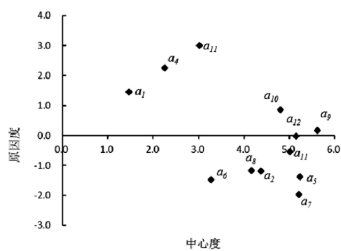


图 2 原因结果图

从图 2 可知，检查教育(a_9)、交通环境(a_{10})是车辆装备

运行安全的关键影响因素。取阈值 $\lambda=0.3$ ，可得到如表 4 所示的可达矩阵 K 。根据步骤 7、步骤 8，经计算分析得到各层次影响因素集合，最后绘制如图 3 所示影响因素层次结构图。

表 4 可达矩阵

K	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}
a_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a_2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a_3	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
a_4	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
a_5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
a_6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
a_7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
a_8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
a_9	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
a_{10}	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
a_{11}	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
a_{12}	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1

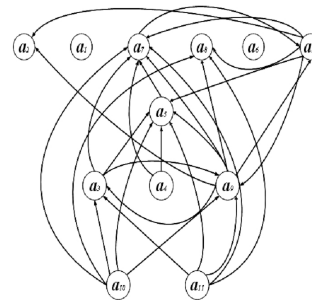


图 3 影响因素层次结构图

4 结论

本文运用集成 DEMATEL-ISM 的方法，对影响车辆装备运行安全的因素间的因果关系、影响程度及层次结构进行了分析，经过分析得出：安全设施(a_3)、能力素质(a_5)、车辆派遣(a_7)和监控管理(a_8)是车辆装备运行安全的关键影响因素，检查教育(a_9)是车辆装备运行安全隐患整治的重要手段。

参考文献

- [1] 吴彪,许洪国,戴彤炎.基于 DEMATEL-ISM 的高速公路作业区交通安全影响因素辨识[J].交通运输系统工程与信息,2010,10(5): 130-136.
- [2] 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.
- [3] 杜纯,王瑛,汪送等.集成 DEMATEL/ISM 的复杂系统安全事故致因因素分析[J].数学的实践与认识,2012,42(22):143-150.
- [4] 张宇飞,汪送,段雄义.集成 DEMATEL-ISM 的防暴弹药寿命影响因素分析[J].火力与指挥控制,2017,42(12):35-39.
- [5] Deepak Singhal,Sushanta Tripathy,Sarat Kumar Jena.DEMATEL approach for analyzing the critical factors in remanufacturing process[J].Materials Today:Proceedings,2018,5(9).
- [6] 吕智勇.军队车辆安全管理探析[D].西南交通大学,2016.