

doi: 10.7690/bgzdh.2018.06.017

基于能力需求的维修保障人员专业种类确定方法

吴同晗¹, 张仕新¹, 陈春良¹, 陈伟龙¹, 许亚平²

(1. 陆军装甲兵学院装备保障与再制造系, 北京 100072; 2. 中国人民解放军 69236 部队, 新疆 沙湾 832100)

摘要: 针对维修保障人员专业重复设置、资源交叉利用等问题, 提出基于能力需求的维修保障人员专业确定方法。通过深入部队调研掌握装备列装情况, 对装备集合按功能系统进行分解, 从而映射出维修保障人员能力需求; 通过分析能力需求要素之间的相似程度, 采用构建模糊最大树的方法对这些要素进行聚类处理, 并根据聚类结果确定维修保障人员的专业种类, 从而有效避免所设置专业性质的重复, 为下一步研究打下基础。

关键词: 维修保障; 能力需求; 专业种类

中图分类号: TJ07 **文献标志码:** A

Method of Maintenance Support Staff Specialties Type Determining Based on Requirement of Ability

Wu Tonghan¹, Zhang Shixin¹, Chen Chunliang¹, Chen Weilong¹, Xu Yaping²

(1. Department of Equipment Support & Remanufacturing, Academy of Army Armored Force, Beijing 100072, China; 2. No. 69236 Unit of PLA, Shawan 832100, China)

Abstract: Aiming at the specialties repeat setting and overlap-utilize of the resource, the method of defining the maintenance support staff specialties based on the ability requirement is put forward. By investigating the army equipment, analyze the equipment integration by function system, then it reflects the ability requirement of maintenance support staff. By analyzing the similarity degree of ability requirement factor, use fuzzy max tree establishment method to carry out factor cluster processing, and ascertain maintenance support staff specialties type according to clustering result, which can refrain from the duplication of the specialties. It can lay theoretical basis for the following research.

Keywords: maintenance support; ability requirement; specialties types

0 引言

维修保障人员作为部队维修保障力量的能动因素, 对战时维修保障效能的发挥起到决定性作用^[1]。如何使得维修保障人员能够高效参与到战时维修保障活动中, 保证高标准地完成维修保障任务已成为装备保障领域急需解决的难题。多年来, 我军对维修保障人员体系建设的研究多是基于能力建设的角度^[2-3]或从确定人员数量入手^[4-5], 对维修专业种类的设置主要根据经验, 缺乏足够依据^[6]。随着武器装备的发展, 传统经验已无法完全适用, 笔者提出基于能力需求的维修保障人员专业确定方法, 为部队的维修保障力量建设提供理论参考。

1 维修保障人员专业种类确定总体思路

为使设置的专业种类更加合理与实用, 考虑从维修保障对象即部队列装装备出发, 将维修保障对象这一实体向维修保障人员这一要素进行转化, 为维修保障人员专业种类的确定构建联系的“桥梁”。在分析维修保障能力需求时, 应将所有装备按功能

系统进行细化分解, 针对各个功能系统确定相应的维修保障人员能力需求, 以此作为维修保障人员专业种类确定依据; 通过对这些能力需求要素之间相关程度的衡量构建模糊等价矩阵; 对模糊等价矩阵的数据进行分析处理, 实现对维修保障人员能力需求的聚类, 即合并相关度强的能力需求要素, 优化维修保障人员能力需求体系; 最后根据优化的能力需求类别设置对应的维修保障人员专业。

2 面向装备的维修保障人员能力需求确定

2.1 确定思路

构建“维修保障对象-维修保障人员能力需求”映射模型, 旨在将维修保障对象向维修保障人员能力需求进行转化, 确定部队需要维修保障人员具备的能力要素, 实现专业与能力需求的无缝对接。

2.2 映射模型的构建

针对维修保障对象的修理与保养工作, 构建由维修保障对象向维修保障能力的映射模型。由于一

收稿日期: 2018-03-22; 修回日期: 2018-04-17

作者简介: 吴同晗(1994—), 男, 辽宁人, 锡伯族, 硕士研究生, 从事装备维修保障研究。

种装备自身具备多种功能系统，如底盘系统、火力系统、通信系统等，因而通常装备的功能系统与对

应维修该功能系统的人员能力需求存在着映射关系，如图 1 所示。

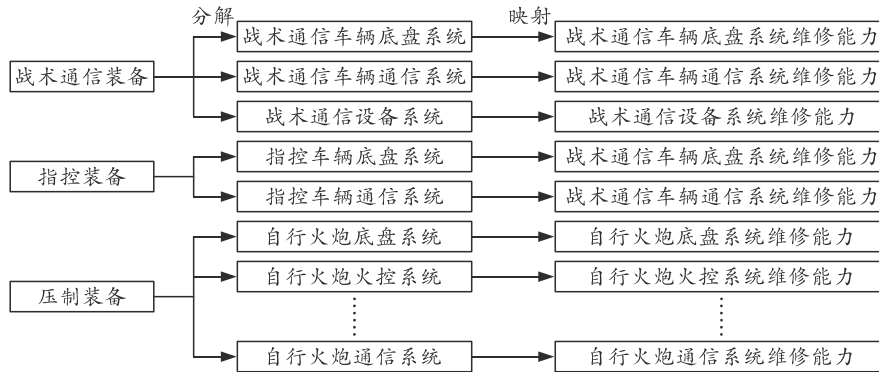


图 1 “维修保障对象-维修保障人员能力需求”的映射模型

3 基于模糊聚类最大树法的能力需求聚类

3.1 模糊聚类最大树方法

模糊最大树聚类方法是一种按照要素间的相似程度以树图形式进行聚类的方法，具有一定的模糊性，能够将系统内部要素与阈值紧密联系，并且以树状图的形式展现聚类结果，具有直观形象、便于理解的特点。将模糊等价矩阵作为构建最大树的输入，通过取不同阈值实现对模糊最大树的不同类别的分割，从而将其分为若干个子树，子树上的要素集合即可聚为一类。

由于模糊等价矩阵具有对称性，因此笔者仅对其下三角部分进行分析。模糊聚类最大树方法的步骤^[7-8]如下。

1) 排列数值。将矩阵中所有要素记为顶点，将矩阵中除对角线外的所有位置上的数值由大到小进行排列。

2) 构建模糊最大树。从下三角中要素最多的一行(最后一行)起，将最大数值对应的两顶点连线，并在连线上记下对应数值，将所有最大数值取尽之后，再从最后一行起将次大数值对应的两顶点连线，并记下数值。上述过程中若将某 2 个要素连线时恰好产生闭合回路，则放弃该连线。按以上方式依次类推，直到将矩阵中除对角线所有数值取尽为止，便得到一棵最大的树。

3) 根据阈值分割模糊最大树。模糊等价矩阵具有不同的聚类水平，采用阈值 λ 的大小对聚类水平进行量化表达，选择不同阈值则将对聚类质量产生不同的影响。根据阈值对该最大树进行分割，若 2 个要素间的数值小于选取的阈值，则将该 2 个要素截断；反之，则保留二者间的连线。根据阈值对模糊最大树进行上述处理完毕后，可得到不同的小树，

这些小树即为不同的类别，同一小树上的要素聚为一类。

至此，聚类完毕。

3.2 维修保障人员能力需求聚类

3.2.1 模糊等价矩阵的构建

设某分队的维修保障人员能力需求有 A 、 B 、 C 、 D 、 E 等要素，对其进行聚类分析，首先要明确各要素之间的相关程度，因此需要邀请专家若干名对上述能力需求要素两两之间的相关程度进行评分，这里采用“0~1”标度打分，评分标准如表 1 所示。

表 1 维修保障人员能力需求要素相关度评分标准

| 相关度标准 | 评分区间 |
|-------|---------|
| 不相关 | 0 |
| 相关度很弱 | 0.1~0.3 |
| 相关度一般 | 0.3~0.6 |
| 相关度强 | 0.7~1 |

为便于研究，这里忽略各专家因个人经验等主观因素给相关度评价带来的影响，即认为各专家权重相同，将专家给出的各要素相关度量值取平均值，从而得到能力需求要素的相关度矩阵，记为 R 。对该矩阵运用等价闭包法^[7-8]进行计算，在计算时采用最小最大法求解，最终输出具有对角阵特点的模糊等价矩阵，记为 R^* 。

3.2.2 维修保障人员能力需求聚类

在明确基于模糊聚类最大树的聚类方法实施步骤后，对维修保障人员能力需求各要素进行聚类。将 A 、 B 、 C 、 D 、 E 等要素记为 n 个顶点，按照上述步骤构建模糊最大树，并对其按不同值进行截取，分析基于不同取值情况下的聚类合理性，找到最佳聚类，并以此为依据设置维修保障人员的专业种类。

4.2.2 维修保障人员能力需求聚类

由于模糊等价矩阵 R^* 为对角矩阵, 在此仅对其下三角部分进行研究, 按照 2.3 节的方法步骤构建维修保障人员能力需求 13 项要素的模糊最大树, 如图 3 所示。

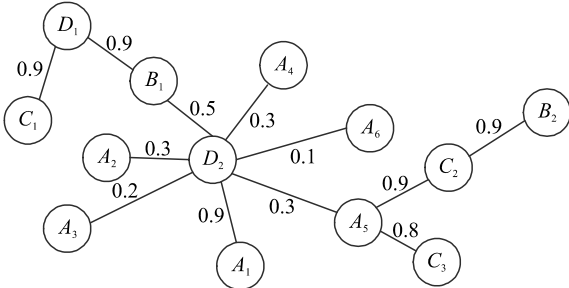


图 3 能力需求要素模糊最大树

下面将对该模糊最大树按不同阈值进行截取聚类。根据模糊相似矩阵可知, λ 的取值范围为 $\{0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.8, 0.9, 1\}$, 针对阈值 λ 的不同取值进行分析。

首先分析端点值, 当 $\lambda=0.1$ 时, 模糊最大树中所有的值皆不小于 0.1, 因此不截断任何要素, 所有要素归为 1 类, 即聚类结果为:

$$\{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, B_1, B_2, C_1, C_2, C_3, D_1, D_2\}。$$

将所有要素都归为 1 类, 这就失去了聚类的意义, 因此 $\lambda=0.1$ 不成立;

当 $\lambda=1$, 模糊最大树中所有的值皆比 1 小, 因此截断所有要素, 所有要素分为 13 类, 即聚类结果为:

$$\{A_1\}, \{A_2\}, \{A_3\}, \{A_4\}, \{A_5\}, \{A_6\}, \{B_1\}, \\ \{B_2\}, \{C_1\}, \{C_2\}, \{C_3\}, \{D_1\}, \{D_2\}。$$

所有要素各成 1 类, 同样也失去了聚类的意义, 因此 $\lambda=1$ 不成立。

然后分析中间值, 当 $\lambda=0.2$ 时, 可对 $\{D_2, A_6\}$ 进行截取, 上述 13 项要素可聚为 2 类, 即:

$$\{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, B_1, B_2, C_1, C_2, C_3, D_1, D_2\}、\{A_6\}。$$

当 $\lambda=0.3$ 时, 可对 $\{D_2, A_3\}$ 、 $\{D_2, A_6\}$ 进行截取, 上述 13 项要素可聚为 3 类, 即:

$$\{A_1, A_2, A_4, A_5, B_1, B_2, C_1, C_2, C_3, D_1, D_2\}、\{A_3\}、\{A_6\}。$$

当 $\lambda=0.5$ 时, 可对 $\{D_2, A_2\}$ 、 $\{D_2, A_3\}$ 、 $\{D_2, A_4\}$ 、 $\{D_2, A_5\}$ 、 $\{D_2, A_6\}$ 进行截取, 上述 13 项要素可聚为 6 类, 即:

$$\{A_2\}、\{A_3\}、\{A_4\}、\{A_6\}、\{A_5, B_2, C_2, C_3\}、 \\ \{A_1, B_1, C_1, D_1, D_2\}。$$

当 $\lambda=0.8$ 时, 可对 $\{D_2, A_2\}$ 、 $\{D_2, A_3\}$ 、 $\{D_2, A_4\}$ 、 $\{D_2, A_5\}$ 、 $\{D_2, A_6\}$ 、 $\{D_2, B_1\}$ 进行截取, 上述 13 项要素可聚为 7 类, 即:

$$\{A_1, D_2\}、\{A_2\}、\{A_3\}、\{A_4\}、\{A_6\}、\{A_5, B_2, C_2, C_3\}、 \\ \{B_1, C_1, D_1\}。$$

当 $\lambda=0.9$ 时, 可将 $\{D_2, A_2\}$ 、 $\{D_2, A_3\}$ 、 $\{D_2, A_4\}$ 、 $\{D_2, A_5\}$ 、 $\{D_2, A_6\}$ 、 $\{D_2, B_1\}$ 、 $\{C_3, A_5\}$ 进行截取, 上述 13 项要素可聚为 8 类, 即:

$$\{A_1, D_2\}、\{A_2\}、\{A_3\}、\{A_4\}、\{A_6\}、\{C_3\}、\{A_5, B_2, C_2\}、 \\ \{B_1, C_1, D_1\}。$$

4.3 结果分析

通过对不同阈值 λ 的分析, 得到了以上 7 种维修保障人员能力需求分类, 而 λ 值为 1 和 0.1 这 2 种情况的聚类无意义, 因此最佳聚类则是在 λ 值为 0.2、0.3、0.5、0.8、0.9 这 4 种情况中产生, 下面对这 4 种情况进行分析。

当 $\lambda=0.2$ 时, 13 项要素聚为 2 类。根据表 4 可知, 有许多相关度不高的元素被聚为一类, 例如: A_1 和 C_2 、 A_3 和 C_1 等要素的相关度均为 0, 属于不相关; A_1 和 A_5 、 A_5 和 D_2 等要素的相关度为 0.1, 属于相关度很弱, 因此阈值 λ 取 0.2 的情况应舍弃。

同理, 当 λ 取 0.3 与 0.5 时, 将许多相关度不高的元素聚为一类; 因此, 阈值 λ 取 0.3 和 0.5 的情况应舍弃。

当 $\lambda=0.8$ 时, 13 项要素聚为 7 类, 根据表 4 可知: 每类内部要素之间的相关度皆属于强相关, 并且类与类之间的相关度皆不高, 类别之间的区分度十分明显; 因此, 阈值 λ 取 0.8 的情况应保留。

当 $\lambda=0.9$ 时, 13 项要素聚为 8 类, 根据表 4 可知, A_1 和 B_1 的相关度为 0.9, A_1 和 D_2 、 A_5 和 B_2 、 A_5 和 C_2 、 B_1 和 C_1 的相关度都为 0.8, 皆属于强相关。该种聚类方式虽然能够保证每一类之间的相关度属于强相关, 但某些类与类之间的要素相关度依旧很强, 区分程度十分含糊, 例如: 在 $\{C_3\}$ 和 $\{A_5, B_2, C_2\}$ 中, C_3 和 A_5 的相关度为 0.7, 和 B_2 、 C_2 的相关度均为 0.8, D_3 与 A_5 、 B_2 、 C_2 皆属于强相关, 而将其分为不同的类别是不合理的; 因此, 阈值 λ 取 0.9 的情况应舍弃。

最佳阈值为 $\lambda=0.8$, 维修保障人员能力需求的 13 项要素可聚为 7 类, 即:

$$\{A_1, D_2\}、\{A_2\}、\{A_3\}、\{A_4\}、\{A_6\}、\{A_5, B_2, C_2, C_3\}、 \\ \{B_1, C_1, D_1\}。$$

$\{B_1, C_1, D_1\}$ 。

据此可确定该保障分队需设置的维修保障人员专业为轮式装甲底盘系统维修专业、火力系统维修

专业、火控系统维修专业、轻武器系统维修专业、电气系统维修专业、通信指控系统维修专业和通用保障车辆底盘系统维修专业共 7 种，如图 4 所示。

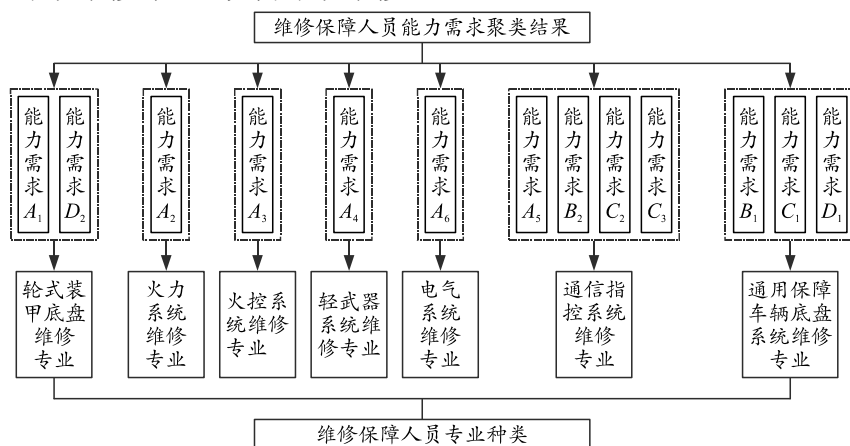


图 4 维修保障人员专业种类

5 结论

笔者从维修保障对象即部队列装装备出发，提出了基于能力需求的维修保障专业种类确定模糊聚类最大树方法，采用该方法得到的维修保障人员专业种类相对独立，既避免了专业的重复设置，整合了维修资源，又能够使维修保障人员最大程度地参与到维修保障工作中，避免人员冗余以及任务分工不明确。该方法为确定维修保障力量的人员要素提供了理论依据，确保了维修保障力量体系中人员力量构建的科学性与合理性。笔者仅从专业种类设置的角度进行了研究，下一步将结合战时维修任务工作量、维修规模等因素对各专业维修保障人员数量进行确定研究。

参考文献

[1] 庞升, 贾云献, 王强. 维修保障人员专业类别确定与优化配置[J]. 装甲兵工程学院学报, 2017, 31(2): 30-34.

[2] 张杨, 付浩, 马文超, 等. 基于 QFD-KLEE 的新型装甲机械化部队维修保障能力评价指标体系[J]. 价值工程, 2017, 36(19): 12-15.

[3] 吕瑞强, 胡涛, 杨阳. 基于改进熵值法的装备维修保障能力灰色评估[J]. 火力与指挥控制, 2017, 42(5): 108-111.

[4] 罗明洋, 刘通. 部队装备维修人员需求模型研究[J]. 装备学院学报, 2013, 24(2): 44-47.

[5] 伊洪冰, 张爱民, 宫丽. 部队装备维修人员需求模型研究[J]. 装备学院学报, 2013, 24(2): 44-47.

[6] 王雄伟. 数字化部队战时维修保障力量运用研究[D]. 北京: 陆军装甲兵学院, 2017, 12: 25-28.

[7] 刘芳. 最大生成树聚类算法研究[J]. 软件导刊, 2015, 14(5): 68-69.

[8] 宋剑, 季大琴, 王宝宁. 基于最大树法的舰艇编队综合作战能力评估[J]. 舰船电子工程, 2010, 30(4): 40-42.

[9] 魏兆磊. 数字化部队保障装备体系构建理论与方法研究[D]. 北京: 装甲兵工程学院, 2016, 12: 63-64.

(上接第 67 页)

[2] ENRIQUE A-H, MCLEMON D C, ALDO G O L, et al. Frame/Training Sequence Synchronization and DC-Offset Removal for (Data-Dependent) Superimposed Training Based Channel Estimation[J]. IEEE Tran. Signal Processing, 2007, 55(6): 2557-2569.

[3] TUGNAIT J K, MENG X. Synchronization of superimposed training for channel estimation[J]. in Proc. Int. Conf. Acoust, Speech, Signal Process. 2004(4): 853-856.

[4] LINDOF B, MALM P. BER Performance Analysis of a Direct Conversion Receiver[J]. IEEE Trans. Commun, 2002, 50(5): 856-865.

[5] 袁伟娜. 基于新型训练序列的多天线移动通信信道估

计[D]. 成都: 西南交通大学, 2007: 43-49.

[6] ALDO G O L, LARA M M, MCLEMON D C. Channel Estimation Using Implicit Training[J]. IEEE Trans. Signal Processing, 2004, 52(1): 240-254.

[7] 夏美文. 基于双 MCU 的多通道信号检测模块[J]. 兵工自动化, 2017, 36(3): 20-23.

[8] 王玉红, 崔波, 金梁, 等. 利用特征极值比的盲信道阶数估计方法[J]. 信号处理, 2015, 31(5): 528-535.

[9] 李润秋, 朱岸明, 王中阳, 等. 电压偏差及负荷不平衡补偿的静止无功补偿器控制方法[J]. 机电工程, 2016, 33(10): 1258-1262.