

基于可拓层次分析法的维修保障装备种类确定研究

吴同晗¹, 陈春良¹, 张仕新¹, 王雄伟², 刘彦¹

(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 95969 部队, 湖北 432200)

摘要: 组建合成旅后, 部队作战装备进行了大范围的融合, 现有的维修保障装备已无法与作战装备的保障需求相适应, 不利于战时维修保障任务的完成; 针对该问题, 利用可拓层次分析法对维修保障装备的种类确定进行研究; 以部队完成战时维修保障任务为目标, 通过对战时维修保障任务进行分析确定维修保障装备功能需求; 运用可拓层次分析法计算每类作战装备对维修保障装备功能需求的权重, 并设置合理阈值, 将小于该阈值权重剔除, 得到各作战装备不同的维修保障装备功能需求, 从而实现维修保障装备与作战装备的合理匹配, 为维修保障力量体系装备要素的构建打下理论基础。

关键词: 种类确定; 功能需求; 可拓层次分析

Research of Determining the Types of Maintenance Support Equipment Based on Extension Analytic Hierarchy Process

Wu Tonghan¹, Chen Chunliang¹, Zhang Shixin¹, Wang Xiongwei², Liu Yan¹

(1. Department of Technical Engineering, Academy of Army Armored Force, Beijing 100072, China;
2. Troop No. 95969, Hubei 432200, China)

Abstract: After the component brigades are organized, equipments in the army are mixed together, the existing maintenance support equipments do not agree with the requirement of fighting equipments, which is unfavorable for the accomplishment of wartime maintenance support tasks. Aiming at this condition, research of determining the types of maintenance support equipments based on extension analytic hierarchy process is put forward. Regarding the accomplishment of wartime maintenance support tasks as the target, the requirement demand of maintenance support equipments' functions are confirmed by analyzing the procedure of wartime maintenance support tasks. Extension analytic hierarchy process is used to calculate the weights of the fighting equipments' requirement for the function of maintenance support equipments' and reasonable threshold is set. The weight which is less than the threshold is rejecting, thus different function requirements can be confirmed. The research can match fighting equipments and maintenance support equipments, reaching the theoretical basis for structuring the equipment part of maintenance support force' s system.

Keywords: sort determining; function requirement; extension analytic hierarchy process

0 引言

维修保障装备作为部队维修保障人员的作业平台, 对完成战时维修保障任务具有不可或缺的作用。目前大部分维修机构的维修保障装备存在冗余功能较多、与作战装备不相匹配等问题。如何针对不同种类的作战装备设置符合其战时维修保障需求的维修保障装备已成为部队保障力量建设急需解决的难题。目前分析维修保障装备功能需求多是以数量规模确定为目标^[1-3], 而进行维修保障装备种类方面的研究相对较少。文献 [4] 提出了基于遗传算法的维修保障装备功能规划, 通过计算维修保障装备的容积之和确定维修保障装备的种类。但其对于战时的维修保障任务分析不明确, 所提出的维修保障装备种类确定方法与战时维修保障活动联系不够紧密, 具有一定的局限性。因此笔者从战

时维修保障任务出发, 明确战时维修保障装备需要发挥的作用, 将任务实际与功能需求紧密联系。在此基础之上, 借鉴可拓学理论将定性的专家意见进行量化, 运用EAHP方法 [5-6] 计算针对不同种类作战装备的维修保障装备功能需求指标权重值。该法以模糊区间的形式构造判断矩阵, 不仅能够解决传统AHP法将具有模糊属性的专家判断值确定成无弹性的硬指标的问题^[7], 也能够弥补AHP法不考虑一致性检验的欠缺, 从而能够合理实现维修保障装备与作战装备合理匹配, 有效地提高维修保障装备的工作效率, 为数字化机步旅维修保障力量体系装备要素的构建奠定基础。

1 维修保障装备种类确定总体思路

为避免维修保障装备功能配置冗余, 有针对性地完成战时的维修保障任务, 更加合理地服务于作战力量, 考虑以功能需求作为切入点, 保证完成各种维修保障任务需要什么样的功能进行支撑就设置什么样的维修保障装备, 实现维修保障装备效能发挥的最大化。在确定功能需求之后,

收稿日期: 2018-05-02; 修回日期: 2018-05-29。

作者简介: 吴同晗(1994-), 男, 辽宁丹东人, 硕士研究生, 主要从事装备维修保障方向的研究。

根据不同作战装备的特点判断其具体需要哪些功能，因此需要通过邀请多位相关领域内的专家以每一类作战装备为研究对象，通过该类装备对每一项功能的需求程度进行两两比较计算各功能需求的权重值，舍弃小于预先设置的阈值的权重值对应的功能需求指标，由此得到不同装备的维修保障功能需求，并据此设置维修保障装备。维修保障装备种类确定思路模型如图 1 所示。

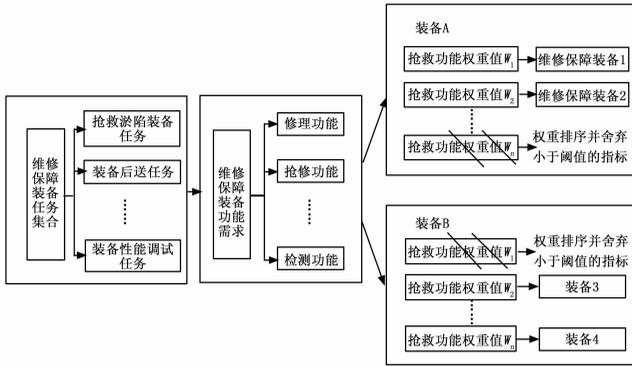


图 1 维修保障装备种类确定思路模型

2 基于任务流程的维修保障装备功能需求确定

确定维修保障装备的功能需求首先要明确战时维修保障装备需要发挥的作用，即需要完成的维修保障任务，通过对战时维修保障任务流程进行分析，明确维修保障装备在任务流程中的各个环节所应发挥的具体作用。战时的维修保障不仅包括战斗进行阶段，也包括战斗与战斗之间的间隙阶段，需要对这两个阶段的任务都进行详细的分析，从而得到整个战斗中维修保障装备所应完成的任务集合。

在明确了维修保障任务后，就要分析维修保障装备为完成任务所需具备的功能。对于多种相似的维修保障任务，其功能需求可以进行统一设置，以维修保障装备功能能够支撑维修保障任务的完成为目标构建“维修保障任务—维修保障装备功能需求”的映射模型，由此便可确定基于维修保障任务的维修保障装备功能需求。

维修保障力量在战时主要负责对装备的维护与修理，使得主战装备及其附属设备的功能水平达到参加战斗的条件，而维修保障装备更多的是起到辅助维修保障人员完成相应维修保障任务的作用，所以若要确定维修保障装备功能需求，首先必须要明确战时维修保障任务的实施流程，才能够进一步分析战时需要维修保障装备的能够支撑整个流程中所有任务的功能模块种类。

根据各个阶段维修保障任务的不同属性特点，可以确定一个战斗周期中的维修保障任务主要包括：抢救淤陷装备任务、装备后送任务、检测装备受损部位任务、装备现地抢修任务、装备清洁任务、装备加油与充电任务、装备软件维护、装备性能调试与检测任务与后送装备修理任务。据此构建“维修保障任务—维修保障装备功能需求”映射模型如图 2 所示。

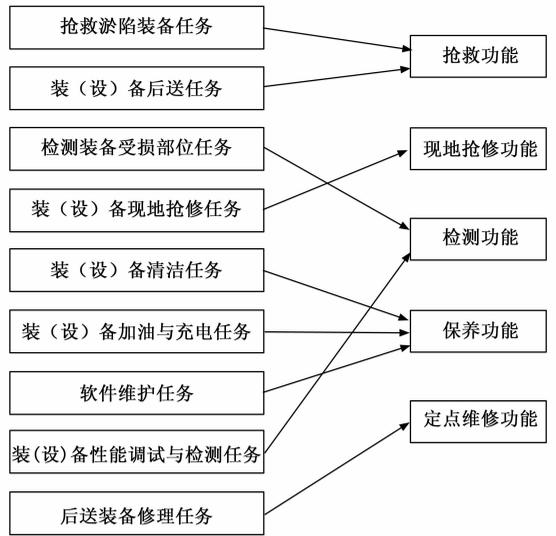


图 2 维修保障任务—维修保障装备功能需求映射模型

由图 2 可知，维修保障任务的完成需要维修保障装备具备抢救功能、现地抢修功能、检测功能、定点维修功能和保养功能 5 类功能。

抢救功能：该功能主要负责将战场上受到敌方火力、核、化袭击从而导致战损而不能继续发挥其作战效能或因地形等因素导致淤陷或沉没的作战装备以最快速度离开敌人的火力覆盖网向隐蔽处或集中修理点转移，从而避免被彻底摧毁，减少维修工作量，最大程度地挽回作战力量的损失。

现地抢修功能：该功能主要负责迅速对战场上因受损伤而无法继续参战的主战装备就地展开抢修，由于时间是抢修的主要因素，因此该功能只需要在短时间内恢复装备必要的作战功能及技术状态即可，一般采用原件修理与换件修理等工序简单的修理方式。

检测功能：该功能主要负责对产生战损或技术故障的装备的具体故障位置进行判断与检查，为修理工作的重点提供依据。

定点维修功能：该功能主要负责利用战斗间隙这段时间在集中修理点对后送回来的且在己方能力范围内的战损装备进行修理，恢复其作战功能；对参战的技术性能仍完好的装备进行部件技术状态的简单维护，确保其在下一阶段的战斗中发挥最大的作战效能。

保养功能：该功能主要负责对已被现地抢修或战斗间隙时修理的装备进行清洁、加油、充电、软件维护等保养工作，将装备的技术性能调整到最佳状态。

3 基于可拓层次分析法的维修保障装备种类确定

3.1 可拓层次分析方法^[8]的实施步骤

3.1.1 构造可拓判断矩阵

邀请相关领域的专家若干名对所有因素相互之间的优劣程度以区间数的形式进行量化表达，从而构造出可拓判断矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 。

3.1.2 计算群体可拓判断矩阵

定理: 设 $a = (a^-, a^+), b = (b^-, b^+)$ 为两个可拓区间数, 则有:

$$a \otimes b = (a^-, a^+) \otimes (b^-, b^+) = (a^- b^-, a^+ b^+) \quad (1)$$

对第 t 位专家给出的可拓区间数 $a_{ij}^t = (a_{ij}^{-t}, a_{ij}^{+t})$ 根据公式:

$$a_{ij}^* = \frac{1}{T} \otimes (a_{ij}^{-1} + a_{ij}^{-2} + \dots + a_{ij}^{-T}) \quad (2)$$

可求得专家群体可拓判断矩阵:

$$A_0 = (A_0^-, A_0^+) = (a_{ij}^*)_{n \times n}$$

3.1.3 计算每位专家与专家群体的偏差

将 $A_0 = (A_0^-, A_0^+)$ 分解为 A_0^-, A_0^+ , 根据欧氏距离公式, 可得每位专家给出可拓判断矩阵与专家群体可拓判断矩阵的每一项元素偏差为:

$$\theta_{ij}^t = \sqrt{(a_{ij}^{-t} - a_{ij}^{*-})^2 + (a_{ij}^{+t} - a_{ij}^{*+})^2} \quad (3)$$

$$\Delta \theta^t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \theta_{ij}^t \quad (4)$$

这里 θ_{ij}^t 表示第 t 位专家给出的可拓区间数 a_{ij}^* 的相对偏差, $\Delta \theta^t$ 表示第 t 位专家的可拓判断矩阵与专家群体可拓判断矩阵的偏差。

根据专家判断一致性的原则, $\Delta \theta^t$ 越小, 则表明第 t 位专家的判断结果越类似于专家群体的判断结果, 应对该专家赋予较高的权重。

3.1.4 计算专家权重 λ^t

根据各专家给出的可拓判断矩阵与专家群体可拓判断矩阵的偏差 $\Delta \theta^t$ 可得专家权重, 即:

$$\rho^t = \frac{\sum_{t=1}^T \Delta \theta^t - \Delta \theta^t}{\sum_{t=1}^T \Delta \theta^t} \quad (5)$$

对 ρ^t 进行归一化处理可得第 t 位专家的权重系数 λ^t 为:

$$\lambda^t = \frac{\rho^t}{\sum_{t=1}^T \rho^t} \quad (6)$$

3.1.5 计算综合可拓判断矩阵

这里运用加法集结法将每位专家给出的可拓判断矩阵集成为一个综合可拓判断矩阵 \bar{A} , 设 \bar{a}_{ij} 为 \bar{A} 中元素, 结合公式:

$$a \oplus b = (a^-, a^+) \oplus (b^-, b^+) = (a^- + b^-, a^+ + b^+) \quad (7)$$

可计算出综合可拓判断矩阵元素值, 即:

$$\bar{a}_{ij} = \lambda_1 a_{ij}^1 \oplus \lambda_2 a_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \lambda_T a_{ij}^T \quad (8)$$

由此可得综合判断矩阵为:

$$\bar{A} = (\bar{A}^-, \bar{A}^+) = (\bar{a}_{ij})_{n \times n} \quad (9)$$

3.1.6 确定指标权重

运用 MATLAB 工具分别计算矩阵 \bar{A}^- 和 \bar{A}^+ 的最大特征值所对应的具有正分量的归一化特征向量, 分别记为 x^-, x^+ 。

按下式计算权重系数 k, m :

$$k = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^-}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^+}}} \quad (10)$$

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{ij}^-}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^+}}} \quad (11)$$

当求得的 k, m 满足 $0 \leq k \leq 1 \leq m$, 则说明各位专家给出的可拓判断矩阵一致性良好, 否则应请专家重新判断, 直至给出的可拓判断矩阵具备合理的一致性为止。

按下式求取各指标的权重向量:

$$S = (S^1, S^2, \dots, S^n)^T = (kx^-, mx^+) \quad (12)$$

3.1.7 层次单排序

定义可拓区间数 $a \geq b$ 的可能性程度为:

$$V(a \geq b) = \frac{2(a^+ - b^-)}{(b^+ - b^-) + (a^+ - a^-)} \quad (13)$$

根据上式计算 $V(S^i \geq S^j)$, 如果其结果不为负值, 则有:

$$P^i = 1, P^j = V(S^i \geq S^j) (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (14)$$

其中: n 为指标个数。

P_i 经归一化处理后可得向量:

$$P = (P^1, P^2, \dots, P^n)^T \quad (15)$$

表示某一层上各指标对其上一层某指标的层次单排序。

3.1.8 层次总排序

根据研究内容可知, 层次单排序结果即为最终的评价指标主观权重总排序的特殊形式, 故这里不再进行叙述。

3.2 维修保障装备种类确定过程

以某保障分队的维修保障装备种类设置为例, 假设该保障分队对应的作战分队具有的装(设)备有 8×8 轮式装甲装备、工程装备、光电设备、通信指控设备、轻武器设备, 现对其保障分队的维修保障装备种类进行确定。(注: 经过专家统一约定, 若出现小于 0.1 的功能需求指标, 则认为该类装备不需要该功能, 或认为该功能附属于其他功能中可以进行通用性设计, 在设置维修保障装备功能模块时应将其舍去。)

3.2.1 构造可拓判断矩阵

邀请 4 位从事数字化机步旅维修保障力量研究的专家以不同的列装(设)备为研究对象, 按照定点维修功能、保养功能、检测功能、抢救功能、現地抢修功能的顺序对其所需维修保障装备维修保障装备的功能需求重要度以 1~10 标度进行区间评分, 评分标准如表 1 所示。

表 1 维修保障装备功能需求重要度评分标准

重要度标准	评分区间
同等重要	1~3
稍微重要	3~5
明显重要	5~7
重要得多	7~9
绝对重要	9~10

打分情况如下(以 8×8 轮式装甲装备(下脚标为 1)为例):

$$A_1^1 = \begin{pmatrix} (1.00, 1.00) & (1.20, 2.10) & (8.80, 9.10) \\ (0.48, 0.83) & (1.00, 1.00) & (7.80, 8.50) \\ (0.11, 0.11) & (0.12, 0.13) & (1.00, 1.00) \\ (0.45, 0.56) & (0.43, 0.59) & (7.69, 8.29) \\ (0.42, 0.56) & (0.42, 0.59) & (6.67, 7.69) \\ (1.80, 2.20) & (1.80, 2.40) \\ (1.70, 2.30) & (1.70, 2.40) \\ (0.12, 0.13) & (0.13, 0.15) \\ (1.00, 1.00) & (1.30, 1.80) \\ (0.56, 0.77) & (1.00, 1.00) \end{pmatrix}$$

$$A_1^2 = \begin{pmatrix} (1.00, 1.00) & (1.50, 3.70) & (8.50, 9.70) \\ (0.27, 0.67) & (1.00, 1.00) & (7.60, 8.60) \\ (0.10, 0.12) & (0.12, 0.13) & (1.00, 1.00) \\ (0.67, 0.83) & (0.32, 0.36) & (7.14, 7.69) \\ (0.42, 0.56) & (0.45, 0.63) & (6.25, 7.33) \\ (1.20, 1.50) & (1.80, 2.40) \\ (2.80, 3.10) & (1.60, 2.20) \\ (0.13, 0.14) & (0.14, 0.16) \\ (1.00, 1.00) & (1.60, 2.20) \\ (0.45, 0.63) & (1.00, 1.00) \end{pmatrix}$$

$$A_1^3 = \begin{pmatrix} (1.00, 1.00) & (2.20, 3.10) & (7.70, 8.20) \\ (0.32, 0.45) & (1.00, 1.00) & (7.60, 8.20) \\ (0.12, 0.13) & (0.12, 0.13) & (1.00, 1.00) \\ (0.45, 0.56) & (0.43, 0.53) & (8.80, 9.09) \\ (0.48, 0.53) & (0.48, 0.56) & (6.67, 7.69) \\ (1.80, 2.20) & (1.90, 2.10) \\ (1.90, 2.30) & (1.80, 2.10) \\ (0.11, 0.11) & (0.13, 0.15) \\ (1.00, 1.00) & (2.80, 3.30) \\ (0.30, 0.36) & (1.00, 1.00) \end{pmatrix}$$

$$A_1^4 = \begin{pmatrix} (1.00, 1.00) & (2.90, 3.10) & (7.90, 8.20) \\ (0.32, 0.34) & (1.00, 1.00) & (7.90, 8.50) \\ (0.12, 0.13) & (0.12, 0.13) & (1.00, 1.00) \\ (0.31, 0.40) & (0.48, 0.67) & (5.56, 6.25) \\ (0.67, 0.91) & (0.29, 0.32) & (8.84, 9.09) \\ (2.50, 3.20) & (1.10, 1.50) \\ (1.50, 2.10) & (3.10, 3.50) \\ (0.16, 0.18) & (0.11, 0.11) \\ (1.00, 1.00) & (1.20, 1.80) \\ (0.56, 0.83) & (1.00, 1.00) \end{pmatrix}$$

3.2.2 计算群体可拓判断矩阵

根据式 (1) 和式 (2) 可得群体可拓判断矩阵并将其分解为:

$$A_1^{*-} = \begin{pmatrix} 1.00 & 1.95 & 8.23 & 1.83 & 1.65 \\ 0.35 & 1.00 & 7.73 & 1.98 & 2.05 \\ 0.11 & 0.12 & 1.00 & 0.13 & 0.14 \\ 0.47 & 0.42 & 7.30 & 1.00 & 1.73 \\ 0.49 & 0.41 & 7.11 & 0.47 & 1.00 \end{pmatrix}$$

$$A_1^{*+} = \begin{pmatrix} 1.00 & 3.00 & 8.80 & 2.28 & 2.10 \\ 0.57 & 1.00 & 8.45 & 2.45 & 2.55 \\ 0.12 & 0.13 & 1.00 & 0.14 & 0.14 \\ 0.59 & 0.54 & 7.83 & 1.00 & 2.28 \\ 0.64 & 0.52 & 7.95 & 0.65 & 1.00 \end{pmatrix}$$

3.2.3 计算每位专家与专家群体的偏差

根据式 (3) 和式 (4) 可得:

$$(\theta_1^1) = \begin{pmatrix} 0.00 & 1.17 & 0.65 & 0.08 & 0.34 \\ 0.29 & 0.00 & 0.09 & 0.31 & 0.38 \\ 0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.01 & 0.01 \\ 0.03 & 0.06 & 0.61 & 0.00 & 0.64 \\ 0.11 & 0.07 & 0.51 & 0.15 & 0.00 \end{pmatrix}$$

$$(\theta_1^2) = \begin{pmatrix} 0.00 & 0.83 & 0.94 & 1.00 & 0.34 \\ 0.12 & 0.00 & 0.20 & 1.05 & 0.57 \\ 0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.02 \\ 0.31 & 0.20 & 0.21 & 0.00 & 0.15 \\ 0.11 & 0.11 & 1.06 & 0.02 & 0.00 \end{pmatrix}$$

$$(\theta_1^3) = \begin{pmatrix} 0.00 & 0.27 & 0.80 & 0.80 & 0.25 \\ 0.12 & 0.00 & 0.28 & 0.17 & 0.51 \\ 0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.04 & 0.01 \\ 0.04 & 0.02 & 1.96 & 0.00 & 1.49 \\ 0.11 & 0.08 & 0.51 & 0.33 & 0.00 \end{pmatrix}$$

$$(\theta_1^4) = \begin{pmatrix} 0.00 & 0.96 & 0.68 & 1.15 & 0.81 \\ 0.23 & 0.00 & 0.18 & 0.59 & 1.42 \\ 0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.05 & 0.04 \\ 0.25 & 0.14 & 2.35 & 0.00 & 0.71 \\ 0.32 & 0.23 & 2.07 & 0.21 & 0.00 \end{pmatrix}$$

$$\Delta\theta_1^1 = 5.51, \Delta\theta_1^2 = 7.25, \Delta\theta_1^3 = 7.07, \Delta\theta_1^4 = 12.40$$

3.2.4 计算专家权重 λ^i

结合上述结果, 根据式 (5) 和式 (6) 可计算各专家的权重分别为:

$$\lambda_1^1 = 0.276, \lambda_1^2 = 0.258, \lambda_1^3 = 0.261, \lambda_1^4 = 0.205$$

3.2.5 计算综合可拓判断矩阵

根据式 (7)、式 (8) 和式 (9) 可计算综合可拓判断矩阵为:

$$\overline{A_1^-} = \begin{pmatrix} 1.00 & 1.89 & 8.25 & 1.79 & 1.68 \\ 0.35 & 1.00 & 7.71 & 2.00 & 1.99 \\ 0.11 & 0.12 & 1.00 & 0.13 & 0.13 \\ 0.48 & 0.41 & 7.40 & 1.00 & 1.75 \\ 0.48 & 0.42 & 7.01 & 0.46 & 1.00 \end{pmatrix}$$

$$\overline{A_1^+} = \begin{pmatrix} 1.00 & 2.98 & 8.84 & 2.22 & 2.14 \\ 0.59 & 1.00 & 8.45 & 2.47 & 2.50 \\ 0.12 & 0.13 & 1.00 & 0.14 & 0.14 \\ 0.60 & 0.53 & 7.93 & 1.00 & 2.30 \\ 0.62 & 0.54 & 7.89 & 0.64 & 1.00 \end{pmatrix}$$

3.2.6 确定指标权重

运用 MATLAB 工具计算矩阵 $\overline{A_1^-}$ 和 $\overline{A_1^+}$ 的最大特征值

所对应的具有正分量的归一化特征向量 x_1^- , x_1^+ , 分别为:

$$x_1^- = (0.324, 0.249, 0.154, 0.181, 0.092)$$

$$x_1^+ = (0.309, 0.223, 0.108, 0.159, 0.201)$$

根据式 (10) 和 (11) 可计算权重系数 k_1, m_1 分别为:

$$k_1 = 0.928, m_1 = 1.098$$

所求结果满足 $0 \leq k \leq 1 \leq m$, 则一致性良好。

根据式 (12) 求得各指标的权重向量:

$$S_1^1 = (k_1 x_1^{1-}, m_1 x_1^{1+}) = (0.300, 0.339)$$

$$S_1^2 = (k_1 x_1^{2-}, m_1 x_1^{2+}) = (0.231, 0.245)$$

$$S_1^3 = (k_1 x_1^{3-}, m_1 x_1^{3+}) = (0.143, 0.119)$$

$$S_1^4 = (k_1 x_1^{4-}, m_1 x_1^{4+}) = (0.169, 0.174)$$

$$S_1^5 = (k_1 x_1^{5-}, m_1 x_1^{5+}) = (0.085, 0.220)$$

3.2.7 层次单排序

根据式 (13) 计算 $V(S_1^i \geq S_1^j)$, 以 S_1^5 为基准, 得:

$$V(S_1^i \geq S_1^5) = (2.921, 2.141, 0.607, 1.267, 1.000)$$

由于上述结果不为负值, 因此根据式 (14) 可得:

$$(P_1^i) = (2.921, 2.141, 0.607, 1.267, 1.000)$$

对 $P_1^1 - P_1^5$ 进行归一化处理, 根据式 (15) 可得:

$$P_1 = (0.368, 0.270, 0.077, 0.160, 0.125)$$

按照先前专家统一约定的规则, 将对应权重值小于 0.1 的功能需求指标舍去, 即可得到 8×8 轮式装甲装备的维修保障装备功能需求种类为: 定点维修功能、保养功能、现地抢修功能、抢救功能。

按照该算例对其他种类的列装装(设)备的需要维修保障装备具备的功能种类进行确定, 如表 2 所示。

从表 2 中可知, 所有作战装备皆需要的维修保障功能为定点维修功能与保养功能, 但是由于各类装备的构造原理及自身性能具有本质上的区别, 因此无法将定点维修功能进行整合, 而对不同装备来说保养功能作用的发挥都是以除油、防锈、防腐蚀、防霉烂变质、技术状况检查与校正等技术手段为目标, 因此可将维修保障装备的保养功能

表 2 某保障分队维修保障装备功能需求种类

作战装备类别	维修保障装备功能需求种类
轮式装甲装备	定点维修功能、保养功能、现地抢修功能、抢救功能
工程装备	定点维修功能、保养功能
光电设备	定点维修功能、保养功能、检测功能
通信指控设备	定点维修功能、保养功能、检测功能
轻武器设备	定点维修功能、保养功能、现地抢修功能

进行整合, 使得保养功能能够满足所有类别作战装备的需求。

此外, 对于同时具有定点维修与现地抢修两类功能需求的装(设)备如轮式装甲装备与轻武器设备来说, 由于在战时修理与抢修工作性质相似, 因此考虑将二者进行合并, 从而设置相应的维修保障装备。

由此可确定该保障分队的维修保障装备种类, 如图 3 所示。

4 结论

本文从维修保障任务出发, 提出了基于可拓层次分析法的维修保障装备种类确定过程。采用该方法设置维修保障装备更具针对性, 既能够以维修保障任务为瞄准点保证了所设置的维修保障装备能够支撑战时维修保障任务的完成, 也通过按需设置保证了维修保障装备种类的精简性以及与作战装备的高契合度。

本文能够为确定维修保障力量的装备要素提供依据, 确保了维修保障装备体系构建的科学性与可行性, 为下文维修保障装备数量计算奠定理论基础, 但仅是从装备类别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类别维修保障装备数量配备进行研究。

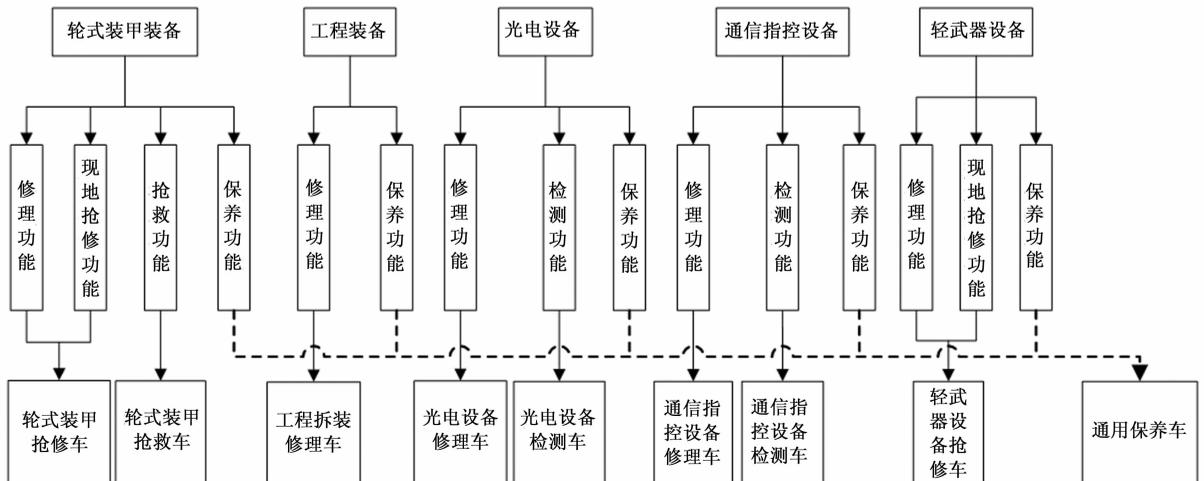


图 3 某保障分队维修保障装备种类

参考文献:

[1] 陈 威, 郭齐胜, 穆 歌, 等. 维修保障装备数量需求分析方法 [J]. 火力指挥与控制, 2011, 36 (12): 167-169.

[2] 董学斌, 马 懿, 陈立云, 等. 战时维修保障装备数量求解问题研究 [J]. 装备指挥技术学院学报; 2011, 22 (3): 52-57.

[3] 郭齐胜, 陈 威, 穆 歌, 等. 基于任务需求分析的维修保障装备数量确定 [J]. 装甲兵工程学院学报, 2011, 25 (4): 6-9.

[4] 史宪铭, 陈春良, 等. 基于遗传算法的维修装备功能规划 [J]. 系统工程与电子技术, 2014, 36 (7): 1346-1350.

[5] 寿志勤, 陶建平, 周 健, 等. 基于可拓层次分析法的校园网络安全评估指标体系研究 [J]. 合肥工业大学学报, 2010, 33 (11): 1643-1647.

[6] 刘增勇, 欧阳欢, 俞雁华, 等. 基于可拓理论的装备维修人员保障能力评价 [J]. 军事交通学院学报, 2011, 13 (1): 29-32.

[7] 高 洁, 盛浩瀚. 可拓层次分析法研究 [J]. 系统工程, 2002, 20 (5): 6-11.

[8] 郑慧娟. 基于改进的可拓层次分析法的指挥控制系统作战效能评估指标赋权 [J]. 装甲兵工程学院学报, 2014, 28 (1): 12-15.

(上接第 87 页)

传统系统的避障路径大大偏离了实际规划避障路径, 路径总距离长, 说明传统系统的避障行为能力较弱。图 10 (c) 为改进系统避障路径, 与实际避障路径近乎一致, 且在障碍物拐点处选取的路径比实际避障路径拐点处路径短, 总避障路径缩短, 提高了系统的避障速率。改进系统控制的割草机, 可以连续平稳的工作在景观物的边界, 能够最大程度的靠近景观物的边缘工作, 使割草机的工作范围完整的覆盖在景观物周围的区域。对比改进系统和传统系统的实验结果, 充分说明改进系统的避障行为能力更强, 验证了改进系统的有效性。

为了验证基于智能视觉的割草机自动控制系统的性能, 需要对基于智能视觉的割草机自动控制系统进行测试, 分别采用改进系统和基于 PLC 的割草机自动控制系统进行实验, 通过跟踪轨迹得到割草机的工作路径, 对比两种不同系统控制的割草机在障碍物边界旁区域的工作覆盖率, 得到两种系统边缘覆盖率对比结果如图 11 所示。

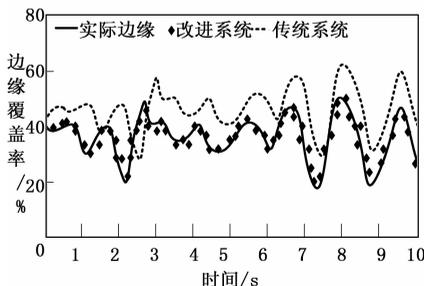


图 11 两种不同系统边缘覆盖率对比结果

分析图 11 可知, 在一个有边界的工作区域内进行测试, 采用传统系统控制的割草机在贴近边缘进行工作时, 其边缘覆盖率曲线偏离实际边缘覆盖率曲线, 无法实现对边界区域草坪的准确切割, 边缘覆盖率较低。采用改进系统控制的割草机在贴近边缘进行工作时, 其边缘覆盖率曲线与实际边缘覆盖率曲线基本保持一致。对比两种系统的实验结果可得, 改进系统的边缘覆盖率更高, 说明改进系统的控制精度高, 对割草机的控制效果更好。

综合以上实验可得, 所设计的基于智能视觉的割草机

自动控制系统, 其区域切换行为和避障行为能力强, 便捷覆盖率高, 对割草机的控制效果更好, 具有一定的实用性和有效性。

5 结论

为解决传统割草机自动控制系统存在区域切换行为和避障行为能力差、边缘覆盖率低的问题, 设计了一种基于智能视觉的割草机自动控制系统, 主要对割草机的区域切换行为和避障行为能力、边缘覆盖率进行研究, 通过在场地进行测试, 验证了所设计的基于智能视觉的割草机自动控制系统区域切换行为和避障行为能力强, 边缘覆盖率高, 在割草机运行应用方面具有很大的实用性。但在控制速度方面仍有欠缺, 未来将针对这一问题进行深入研究。

参考文献:

[1] 徐鸿鹏, 尹社会, 张 勇. 一个超混沌类 Lorenz 系统的非线性动力学行为及计算机仿真 [J]. 电子设计工程, 2016, 24 (10): 38-41.

[2] 邵书义, 陈 谋. 一类分数阶非线性混沌系统的同步控制 [J]. 计算机仿真, 2015, 32 (4): 394-398.

[3] 史增芳, 王 伟. 基于优化 FIR 滤波器的独立变桨矩前馈控制系统的仿真研究 [J]. 科技通报, 2016, 32 (6): 72-75.

[4] 王晓杰, 李 硕, 曾俊宝. 基于 I.MX6Q 的便携式自主水下机器人控制器设计与实现 [J]. 科学技术与工程, 2016, 16 (8): 212-217.

[5] 周 谦, 刘志勤, 王耀彬, 等. 基于 XMPP 的智能小区远程控制系统研究与设计 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (2): 481-484.

[6] 崔柏伟, 承 善, 王国良. 推式割草机机盘拉深成形规律分析与模具设计 [J]. 锻压技术, 2016, 41 (11): 77-81.

[7] 李少华, 王秀丽, 张 望, 等. 特高压直流分层接入交流电网方式下直流控制系统设计 [J]. 中国电机工程学报, 2015, 35 (10): 2409-2416.

[8] 王 松, 李庚银, 周 明. VSC-MTDC 控制系统的参数优化及柔性调整策略 [J]. 电网技术, 2015, 39 (2): 380-386.