

基于模糊聚类分析的军用附属油料包装规格优化研究

张树勋, 朱霞, 陈俊斌, 姚晓玲, 赵萍, 武小琴

(后勤工程学院, 重庆 400016)

摘要: **目的** 为军用附属油料包装规格的优化找到科学的研究方法, 以改善现有包装。**方法** 运用聚类和模糊聚类方法, 实例研究附属油料包装规格优化问题。**结果** 模糊聚类方法在处理军用附属油料包装规格优化这类复杂问题时更加贴近实际。**结论** 对开展基于装备需求为牵引的军用附属油料包装规格优化研究有一定的指导意义。

关键词: 附属油料; 包装规格; 优化; 模糊聚类分析

中图分类号: TB485.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2014)11-0028-05

Optimization of Packaging Specifications for Military Auxiliary Oil Based on Fuzzy Clustering Analysis

ZHANG Shu-xun, ZHU Xia, CHEN Jun-bin, YAO Xiao-ling, ZHAO Ping, WU Xiao-qin

(Logistical Engineering University, Chongqing 400016, China)

ABSTRACT: Objective To find scientific research methods for optimization of military subsidiary oil packaging specifications, and to improve the existing packaging. **Methods** Using the methods of clustering and fuzzy clustering, the problems in subsidiary oil packing optimization were analyzed in case studies. **Results** The results of fuzzy clustering method was closer to those in the actual handling of the complicated optimization problems concerning military oil packaging specifications. **Conclusion** There is certain significance for studying the optimization of military auxiliary oil packaging, which is under the guidance of equipment requirements.

KEY WORDS: auxiliary oil; packaging specifications; optimization; fuzzy clustering analysis

近年来,我国军用附属油料包装有了一定的进步,但在方便性、安全性、合理性和经济性方面与世界先进水平相比差距还比较明显。军用油料是用于军事装备的液体燃料、润滑油、润滑脂和特种液的统称^[1-2]。军用附属油料包装是指为了保护附属油品质,实现系列化、集装化、基数化、箱组化的目标^[3],采用适当的方法或者技术,所选用的包装材料、容器、辅助物的总称。规格由生产单位对产品和所使用的原材料作出相关要求^[4]。

国内在附属油料包装和保障方面的研究各有侧重^[6-9],但研究附属油料包装规格优化的却很少。在

美军一些 AD 报告中^[10-11],有关包装规格上的分析研究。国外一些专家研究了包装改善、包装尺寸选择、包装容量是否能够促进产品的使用等问题^[12-14]。

美军在附属油包装上规格系列化程度较高,尤其是针对地面装备,每种附属油都有相应的包装规格。MIL-STD-2073《美军包装标准实践》对我军军品包装的标准化工作有着重要的启示^[15],对军用附属油料包装规格也有着重要的影响^[16]。美军单元包装的容器类型有:管、筒、袋、瓶、盒、金属罐、鼓形桶、罐坛、提桶等 9 种。美军常见的附属油包装规格见图 1。

收稿日期: 2013-12-02

基金项目: 总后勤部物资油料部项目

作者简介: 张树勋(1985—),男,甘肃人,后勤工程学院硕士研究生,主攻军品包装。



图1 美军附属油料常见包装规格

Fig.1 Common packaging specifications of USA military auxiliary oil

我军军用附属油料在包装规格、类型划分上按照计量单位的不同可以分为2类:按照容量单位L和mL计量,具体有200,100,80,20,10,4,2.5,1.8 L和250 mL;按照质量单位kg和g计量,如25,20,10,4,3.5,3,2.5,2,1 kg和800,500,450,250,150,100 g等。部队最常见的主要是200 L钢桶、20 L注塑桶、4 L方桶、4 L塑料桶、1 kg圆铁罐等。

1 一般聚类方法及应用

1.1 聚类分析方法

“物以类聚,人以群分”,聚类这一古老的问题伴随着人类社会的发展不断深化,要认识世界,就要区别不同的事物并认识事物间的相似性,聚类分析就是按照确定的标准对客观事物进行分类的数学方法^[17]。聚类分析的原则是同一类个体之间有较强的相似性,不同类的个体之间差异较大。

聚类分析分为分解法和凝聚法。分解法是在聚类开始时,把所有的个体(观测量或者变量)都视为同一大类,然后依距离和相似性来逐层分解,直到参与聚类的每个个体自成一类为止。凝聚法刚好相反。

附属油添加量的聚类,主要是指虽然装备类型有可能不同,但是在某一种附属油料的标准添加量上,有着相同或者非常相近的规格,可以聚类分析。

1.2 实例研究

选取地面部队的11种轮式车辆装备使用SD 15W/40汽油机油的标准添加量为原始数据,分别标号1~11。建立模糊相似矩阵,根据矩阵 R 进

行动态直接聚类,依次取其中的最大值、次大值、第三大值……,并将各型装备归为相似类,再按照一定的聚类组内差划分为某几类,确定该附属油料包装的规格系列。SD 15W/40汽油机油在部分轮式车辆中的标准添加量情况以序号为类别号进行聚类,见图2。

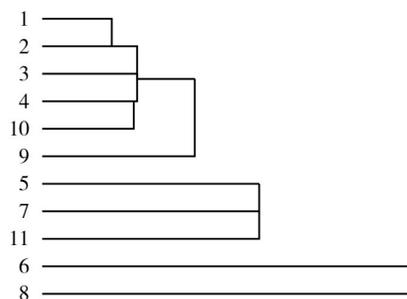


图2 军用附属油料模糊聚类分析

Fig.2 Fuzzy clustering analysis of military auxiliary oil

1.3 结果分析

根据图2,当聚类组内差不超过2 L时,可将图2中11种不同轮式车辆装备的SD 15W/40汽油机油添加量归为3类:第1类包括1,2,3,4,9,10等6种装备;第2类包括5,7,11等3种装备;第3类包括6,8等2种装备。

根据聚类结果,结合具体数据,对上述3类装备作如下讨论。

1) 对于第1类的6种装备,添加量的范围为3.0~3.8 L之间,该添加量的范围小于第2类的5,7和11,还小于第3类的6和8,属于3类添加量中的最小类。

2) 对于第2类的3种装备,添加量均为10.5 L,该添加量的范围大于第1类的1,2,3,4,9和10,却小于第3类的6和8,属于3类添加量中的中间类。

3) 对于第3类的2种装备,添加量均为34 L,该添加量的范围大于第1类的1,2,3,4,9和10,也大于第2类的5,7和11,属于3类添加量中的最大类。

这样,SD 15W/40汽油机油的包装规格系列可确定为4,10,20 L。

各个装备中冷却液的添加量划分比较清晰,用聚类分析较好见图3。车辆齿轮油各个装备的添加量情况比较复杂,辨识度很低,则需要用模糊聚类的方法见图4。

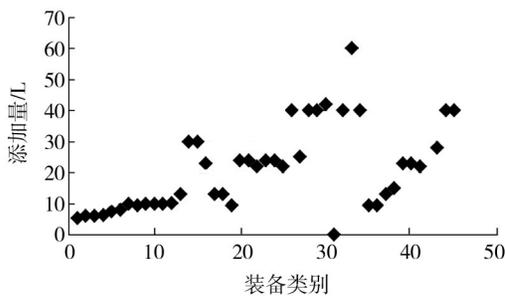


图3 轮式车辆冷却液用量分布

Fig.3 Cooling liquid dosage distribution of wheeled vehicles

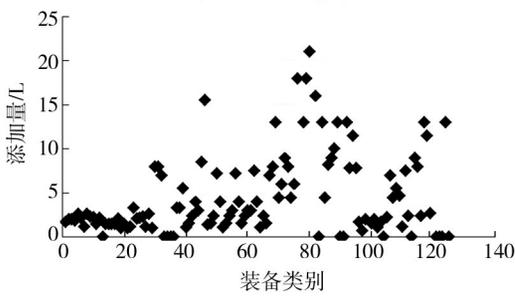


图4 轮式车辆齿轮油用量分布

Fig.4 Gear oil dosage distribution of wheeled vehicles

2 模糊聚类方法及应用

模糊聚类分析是根据研究对象本身的属性构造模糊矩阵,并以此为基础,按照一定的隶属度来确定研究对象的分类关系^[18]。在一般的聚类也就是硬聚类划分中,每个样本最多只能属于1个类,而模糊聚类分析是在一般聚类分析的基础上,去掉上述限制,使得1个样本可以在一定的隶属度下属于所有的类^[19]。

2.1 模糊聚类的步骤

模糊聚类分析的一般步骤如下所述。

1) 建立数据矩阵。设论域 $U=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 是选取的分类对象,每个分类对象又包括 m 个因素或指标,即 $x_{i1}=(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im})$ ($i=1, 2, \dots, n$)。

由此,得到原始数据矩阵 \mathbf{X} :

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2m} \\ \vdots & & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

2) 数据标准化。由于实际问题中一般数据之间有着不同的量纲,为了能够实现相互比较,需要将这些数据进行标准化变换,一般是将得到的数据压缩到区间 $[0, 1]$ 上。这种变换有标准差变换、极差变换和对数变换。通常要作如下标准差变换:

$$x'_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{s_k} \quad (i=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, m) \tag{1}$$

其中,

$$\bar{x}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ik} \tag{2}$$

$$s_k = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2} \tag{3}$$

经过变换后,每个变量的均值为0、标准差为1,且消除了量纲的影响。这样得到的 x'_{ik} 还不一定在 $[0, 1]$ 区间上。

3) 建立模糊相似矩阵。设论域 $U=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, $x_{i1}=(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im})$, 依照传统聚类方法确定相似系数,建立模糊相似矩阵, x_i 与 x_j 的相似程度用 $r_{ij}=R(x_i, x_j)$ 来表示。这里用欧式距离法确定 $r_{ij}=R(x_i, x_j)$ 。

$$r_{ij} = 1 - c \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2} \tag{4}$$

式中, c 为适当选取的参数,它使得 $0 \leq r_{ij} \leq 1$ 。

4) 传递闭包法聚类。根据前面所得到的模糊相似矩阵 \mathbf{R} 不一定具有传递性,即 \mathbf{R} 不一定是模糊等价矩阵。为了进行分类,还需要将 \mathbf{R} 改造为模糊等价矩阵 \mathbf{R}^* 。二次方法求 \mathbf{R} 的传递闭包 $t(\mathbf{R})$, $t(\mathbf{R})$ 就是所求的模糊等价矩阵 \mathbf{R}^* , 即 $t(\mathbf{R})=\mathbf{R}^*$ 。再让 λ (置信水平) 由大变小,就可形成动态聚类图。

2.2 模糊聚类应用

选取某部队4种装备所用10种附属油作为研究对象,以调研和计算得到的数据作为原始数据,见表1。10种附属油分别编号1~10,选取附属油年均需求量 D 、附属油单价 P 、附属油占主油比值 R 、单次平均添加量 T 、年均添加次数 C 、用油装备数量 Z 作为变量。

利用公式(1)~(4),对原始数据进行计算,得到模糊相似矩阵 \mathbf{R} :

表1 10种附油的原始数据
Tab. 1 Primary data for ten kinds of auxiliary oil

序号	附油品种及名称	D/kg	P/(万元每吨)	R	T/L	C/次	Z/辆
1	CC50 低增压柴油机油	5494	1.3	4.5	101.74	1	54
2	CD+ 10W/40柴油机油	1065	3.28	4.5	19.7	1	54
3	2号坦克锂基脂	560	3.25	0.7	5.19	2	54
4	RP-4652D润滑油	26 266	6.8	4.5	18.45	4	356
5	80W/90重负荷齿轮油	1206	3.32	0.5	3.38	1	356
6	2号坦克锂基脂	5969	3.25	0.7	8.38	2	356
7	8D液力传动液	7140	1.7	0.3	10.03	2	356
8	汽车通用锂基脂	4040	1.96	0.2	3.1	4	323
9	85W/90重负荷齿轮油	5010	3.54	0.2	7.75	2	323
10	HM 46抗磨液压油	2125	2.93	0.3	163.46	0.5	26

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.676 & 0.518 & 0.105 & 0.433 & 0.444 & 0.426 & 0.352 & 0.426 & 0.579 \\ 0.676 & 1 & 0.673 & 0.199 & 0.561 & 0.543 & 0.490 & 0.400 & 0.540 & 0.466 \\ 0.518 & 0.673 & 1 & 0.185 & 0.670 & 0.676 & 0.630 & 0.596 & 0.710 & 0.503 \\ 0.105 & 0.199 & 0.185 & 1 & 0.197 & 0.318 & 0.221 & 0.241 & 0.302 & 0 \\ 0.433 & 0.561 & 0.670 & 0.197 & 1 & 0.837 & 0.755 & 0.585 & 0.842 & 0.428 \\ 0.444 & 0.543 & 0.676 & 0.318 & 0.837 & 1 & 0.836 & 0.704 & 0.937 & 0.406 \\ 0.462 & 0.490 & 0.630 & 0.221 & 0.755 & 0.836 & 1 & 0.731 & 0.802 & 0.394 \\ 0.352 & 0.400 & 0.596 & 0.241 & 0.585 & 0.704 & 0.731 & 1 & 0.695 & 0.284 \\ 0.426 & 0.540 & 0.710 & 0.302 & 0.842 & 0.937 & 0.802 & 0.695 & 1 & 0.423 \\ 0.579 & 0.466 & 0.503 & 0 & 0.428 & 0.406 & 0.394 & 0.284 & 0.423 & 1 \end{bmatrix}$$

将R改造为模糊等价矩阵t(R):

$$t(R) = \begin{bmatrix} 1 & 0.676 & 0.673 & 0.318 & 0.561 & 0.543 & 0.528 & 0.518 & 0.540 & 0.579 \\ 0.676 & 1 & 0.673 & 0.318 & 0.670 & 0.673 & 0.630 & 0.596 & 0.673 & 0.579 \\ 0.673 & 0.673 & 1 & 0.318 & 0.710 & 0.710 & 0.710 & 0.695 & 0.710 & 0.518 \\ 0.318 & 0.318 & 0.318 & 1 & 0.318 & 0.318 & 0.318 & 0.318 & 0.318 & 0.318 \\ 0.516 & 0.670 & 0.710 & 0.318 & 1 & 0.842 & 0.836 & 0.731 & 0.842 & 0.503 \\ 0.543 & 0.673 & 0.710 & 0.318 & 0.842 & 1 & 0.836 & 0.731 & 0.937 & 0.503 \\ 0.528 & 0.630 & 0.710 & 0.318 & 0.836 & 0.836 & 1 & 0.731 & 0.836 & 0.503 \\ 0.518 & 0.596 & 0.695 & 0.318 & 0.731 & 0.731 & 0.731 & 1 & 0.731 & 0.503 \\ 0.540 & 0.673 & 0.710 & 0.318 & 0.842 & 0.937 & 0.836 & 0.731 & 1 & 0.503 \\ 0.579 & 0.579 & 0.518 & 0.318 & 0.503 & 0.503 & 0.503 & 0.503 & 0.503 & 1 \end{bmatrix}$$

λ=0.7时模糊等价矩阵t(R)的截矩阵为: {1}, {2}, {3}, {5,6,7,9}, {8}, {10}。

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

当置信水平 λ=0.7时,10种附油可以聚类为6类:

3 结语

聚类分析对于分类个体的辨识比较严格,划分比较清楚,但是实际分类中往往伴随着说不清、道不明的各种交织因素,在聚类划分的界限要求没那么分明时就伴随着一种模糊性。由此,在军用附属油料包装规格优化研究中,应用模糊聚类分析往往要比单纯的聚类分析更加贴近部队的实际情况。

参考文献:

- [1] 周庆忠. 军队油料勤务[M]. 北京:国防工业出版社,2008.
ZHOU Qing-zhong. Military POL Logistical[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 2008.
- [2] GJB 2576A—2005, 军用油料基本术语[S].
GJB 2576A—2005, Basic Terms of Petroleum, Oil & Lubricants[S].
- [3] 张春和,尹永超. 军用车辆器材托盘基数化组套包装研究[J]. 包装工程,2012,33(21):130—133.
ZHANG Chun-he, YIN Yong-chao. Research on Pallet Base Set-forming Packaging of Military Vehicle Equipment[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(21): 130—133.
- [4] 夏征农,陈至立. 辞海[M]. 上海:上海辞书出版社,2009.
XIA Zheng-nong, CHEN Zhi-li. Word-Ocean[M]. Shanghai: Shanghai Dictionary Press, 2009.
- [5] 罗峰. 附属油料集装箱的研究[J]. 包装工程,2010,31(5):74—76.
LUO Feng. The Research on Subsidiary Oil Container[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(5): 74—76.
- [6] 张志刚,刘振华,陈明杰. 新时期军品包装标准化建设的理性思考[J]. 包装工程,2008,29(4):153—155.
ZHANG Zhi-gang, LIU Zhen-hua, CHEN Ming-jie. Consideration for Construction of Military Packaging Standardization [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(4): 153—155.
- [7] 王凯俊,朱霞,赵萍,等. GM二维条码用于军用小包装油料的生命周期管理[C]/第三届全国军民融合包装发展论坛暨包装成果展论文集,2013:18—23.
WANG Kai-jun, ZHU Xia, ZHAO Ping, et al. GM Two-dimensional Bar Code for Military Small Packaging of POL Life Cycle Management[C]/Third National Civil Military Integration Packaging Development Forum & Packaging Exhibition Anthology, 2013: 18—23.
- [8] 陈文阁,汪春晖,朱霞. 面向军事物流需求的军品包装发展研究[J]. 包装工程,2008,29(11):196—198.
CHEN Wen-ge, WANG Chun-hui, ZHU Xia. Research on Development of Military Packaging for the Requirement of Military Logistics[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(11): 196—198.
- [9] 曹婷,朱霞,周晓敏. 基于CapePack的军用物资单元包装优化研究[J]. 包装工程,2009,30(10):64—67.
CAO Ting, ZHU Xia, ZHOU Xiao-min. Research of Military Material Unit Packaging Optimization Based on Cape Pack [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(10): 64—67.
- [10] LUIS V. POL Products Guide for Ground Vehicle and Equipment Materiel Systems[R]. AD-A554223, 2010.
- [11] BUTLER. W. J, FRAME E A, LACEY P L. Performance of Fuels, Lubricants, and Associated Products Used During Operation Desert Shield/Storm[R]. AD-A255633, 1992.
- [12] GLEANER I, ARTER R. Naval Aviation Packaging Improvement Initiative[J]. Naval Engineers Journal, 1993, 105(3): 146—151.
- [13] ODED K, RAJEEV K, RICARDO M. Package Size Decisions [J]. Management Science, 2010, 56(3): 485—494.
- [14] WANSINK B. Can Package Size Accelerate Usage Volume[J]. Journal of Marketing, 1996, 60(3): 1—14.
- [15] 周晓敏,朱霞,曹婷. 美军包装标准MIL-STD-2073的发展及对我军的启示[J]. 包装工程,2009,30(10):43—45.
ZHOU Xiao-min, ZHU Xia, CAO Ting. On the Development of MIL-STD-2073 and Its Inspiration[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(10): 43—45.
- [16] MIL-STD-290H. Packaging and Marking of Petroleum Related Products Department of Defense Standard Practice[S].
- [17] 刘合香. 模糊数学理论及其应用[M]. 北京:科学出版社, 2012.
LIU He-xiang. The Theory of Fuzzy Mathematics And Its Application[M]. Beijing: Science Press, 2012.
- [18] 魏明亮. 基于模糊聚类分析的坝址地下水水质检测网优化[J]. 勘察科学技术,2009(3):24—27.
WEI Ming-liang. Application of Fuzzy Cluster Analysis Method to Optimization of Groundwater Quality Monitoring Network Around Dam-site[J]. Site Investigation Science and Technology, 2009(3): 24—27.
- [19] 曲福恒. 模糊聚类算法及应用[M]. 北京:国防工业出版社, 2011.
QU Fu-heng. Fuzzy Cluster Algorithm and Its Application[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2011.