

# 多层次灰色评价法在军事数据质量评价中的应用<sup>①</sup>

张 权, 毕于慧, 刘茂林

(31008 部队, 北京 100091)

**摘 要:** 数据质量评价是军事数据建设中的重要环节, 为了提高数据质量评价的科学性和合理性, 本文针对军事数据自身的特点, 构建了数据质量评价指标体系, 采用多层次灰色评价法构建综合评价模型对多个部门上报的数据进行评价, 通过实验表明, 该方法的评价结果客观合理有效, 对于提高军事数据质量管理的科学水平具有重要意义。

**关键词:** 军事数据质量; 多层次灰色评价; 指标体系; 权重

## Application of Multilevel Grey Evaluation Method in the Military Data Quality Evaluation

ZHANG Quan, BI Yu-Hui, LIU Mao-Lin

(No.31008 Unit of PLA, Beijing 100091, China)

**Abstract:** Data quality evaluation is very important for military data construction. To improve the science and rationality of the military data quality evaluation, a data quality evaluation index system is constructed according to the feature of military data in the paper, and then an evaluation comprehensive model is constructed with multilevel grey evaluation method to estimate the data of several departments. The evaluation test shows that the results of the proposed method is reasonable and effective, and have great significance to enhance the scientific level of the management of military data quality.

**Key words:** military data quality; multilevel grey evaluation method; index system; weight

近年来, 随着军队信息系统建设的深入发展, 军事数据越来越成为一种重要的战略资源. 军事数据是军事信息的载体, 包括军事指挥、军事教育、军事卫生、编制员额、战争潜力、国防动员、军事历史等各类数据, 是数据的一个重要领域. 没有好用、管用的军事数据, 各类信息系统不可能产生良好的军事效益, 所以数据质量是军事数据建设过程中的生命线, 而制定一套全面、系统的评价指标体系, 采用科学有效的方法准确而客观地评价数据质量, 则是有效指导军事数据建设的重要前提. 但是, 军事数据含有大量非数值型的数据项, 例如指挥员简历、部队驻地等, 对这些数据进行定性评价时, 无法完全排除人为因素带来的偏差, 导致了军事数据评价过程的“灰色”特性. 目前, 国内外有关数据评价的方法可以分为定性描述法、定量方法、定性与定量结合法. 其中, 定性与定量结合法

集定性、定量两种方法之长, 比较适用于复杂性系统, 常用的有层次分析法、模糊综合评价法和多层次灰色评价法. 多层次灰色评价法融合了层次分析法和灰色评价法的优点, 相比模糊评价具有更高的辨别能力且操作简单. 文献[2]和文献[3]中分别使用了层次分析法和改进的模糊综合评价法, 但都没有考虑主观因素在评价过程中造成的影响, 导致评估结果的精确度和有效性相对欠缺. 因此本文研究了如何利用多层次灰色评价法构建综合评价模型对军事数据进行质量评价, 为数据质量监管部门提供合理的评价依据, 进一步提高军事数据质量管理的科学性.

### 1 军事数据评价指标体系建立

建立一套有效的评价指标体系是正确评价军事数据质量的基础, 影响军事数据质量的因素很多而且复

<sup>①</sup> 基金项目: 国家自然科学基金(61301159)

收稿时间: 2016-07-12; 收到修改稿时间: 2016-08-22 [doi: 10.15888/j.cnki.csa.005689]

杂, 对其评价涉及到很多方面, 在评价时只能选取有限的主要指标来分析, 评价指标的选取既要能够全面地反映数据的客观真实情况, 又要具有一定的合理性和可操作性. 本文根据实践过程中常用的评价因素, 建立多层次的评价指标体系, 具体的评价指标体系如图 1 所示. 其中, 时效性根据数据上报和更新时间进行评价, 完整性和有效性根据数据库中数据填写情况进行评价, 准确性根据对一些特定数据内容的检查情况进行评价. 军事数据对准确性有着极高的要求, 因为任何一个错误都可能在战时造成严重后果, 所以设计了一些数据项专门用来验证数据是否准确.

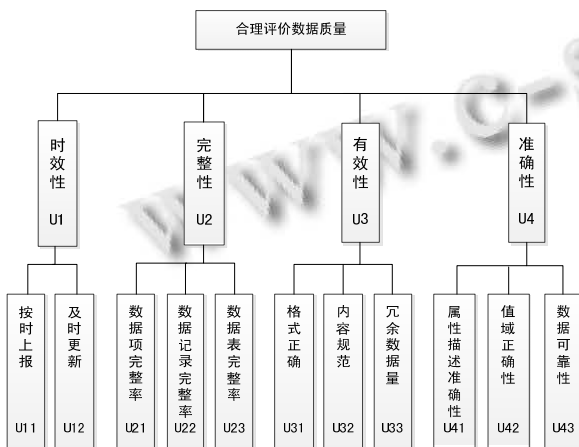


图 1 军事数据质量评价指标体系

## 2 多层次灰色评价原理

多层次灰色评价法, 基于系统工程的思想, 针对影响评价结果的因素多, 难以量化, 评价过程中由于评价者的知识水平、认识能力和个人偏好等因素带来的偏差等“灰色”特性, 在评价过程中, 利用已有的白化信息最大程度地综合考虑每一个样本数据对最终评价结果的影响, 从而减少人为误差, 所得结论在理论上更符合被评对象的本原属性. 当评价对象的指标分为不同层次时, 需要采用多层次综合评价模型.

以二层灰色综合评价为例, 说明其评价过程, 如图 2 所示. 评价过程首先根据评价样本和评价灰类确定评价权向量, 形成第一级评价矩阵, 第二级指标评价在第一级指标评价的基础上进行, 一级评价矩阵与该层上对应的指标权重相乘得到二级评价矩阵, 二级评价矩阵与该层对应的指标权重相乘得到最后的综合评价结果. 整个多层次灰色评价过程中关键的环节是指标权重和评价权向量的确定.

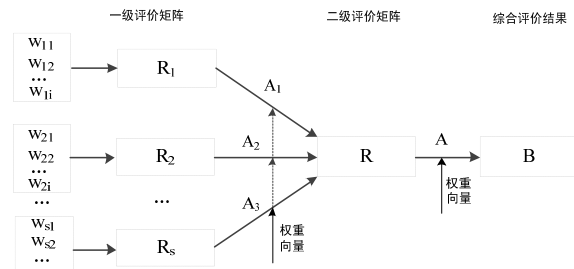


图 2 二级灰色综合评价过程

多层灰色评价基本步骤包括以下 5 个方面:

- (1) 确定各层次评价指标的权重. 不同的评价指标对目标的重要程度是不同的, 即权重不同, 常用层次分析法来确定权重.
- (2) 构建评价样本矩阵. 组织不同的专家对评价对象按照一定的评分等级标准进行打分, 根据评价者的评价结果得到样本评价矩阵.
- (3) 确定评价灰类. 评价灰类的确定是选取一定的灰类的白化权函数来描述评价对象的灰类灰数.
- (4) 确定灰色评价权向量及矩阵. 计算不同层级评价指标的灰色评价系数, 形成不同层级的评价矩阵.
- (5) 综合评价. 对由步骤(4)形成的评价矩阵作综合评价, 按“灰水平”进行赋值, 依据最大接近原则判定评价对象的评价等级.

## 3 军事数据多层次灰色评价应用

本文以某部门上报的军事数据为评价对象, 建立多层次灰色评价模型, 进行综合评价, 具体评价步骤如下.

### 3.1 确定评价指标的权重

设一级指标为  $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4\}$ , 二级指标为  $U_1 = \{U_{11}, U_{12}\}$ ,  $U_2 = \{U_{21}, U_{22}, U_{23}\}$ ,  $U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}\}$ ,  $U_4 = \{U_{41}, U_{42}, U_{43}\}$ , 不同的评价指标对于目标层的重要程度不同, 采用层次分析法, 通过两两对比, 建立判断矩阵, 求解矩阵特征值来确定各级指标的权重. 确定评价指标  $U_i (i=1, 2, 3, 4)$  的权重向量  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4) = (0.078, 0.226, 0.112, 0.584)$ ;

评价指标  $U_{1j} (j=1, 2)$  的权重向量  $A_1 = (a_{11}, a_{12}) = (0.875, 0.125)$ ;

评价指标  $U_{2j} (j=1, 2, 3)$  的权重向量  $A_2 = (a_{21}, a_{22}, a_{23}) = (0.429, 0.429, 0.142)$ ;

评价指标  $U_{3j} (j=1, 2, 3)$  的权重向量

$$A_3 = (a_{31}, a_{32}, a_{33}) = (0.618, 0.297, 0.085);$$

评价指标  $U_{4j}(j=1,2,3)$  的权重向量

$$A_4 = (a_{41}, a_{42}, a_{43}) = (0.400, 0.400, 0.200).$$

### 3.2 确定评价样本矩阵

为了更好的量化评价指标, 将军事数据质量的各项指标划分为“优”、“良”、“中”、“差”四个等级, 并相应量化为 5、4、3、2 四个值. 评价指标的评分等级标准设定如表 1 所示.

表 1 军事数据质量评价指标评分等级标准表

评分	5.0~4.0	4.0~3.0	3.0~2.0	2.0~0
评价指标	优	良	中	差

组织 5 位专家对某部门上报军事数据质量按评分等级标准进行打分, 根据打分结果, 求得受评对象的样本矩阵  $D$ .

$$D = \begin{bmatrix} 3.5 & 5 & 4 & 3 & 2 & 3 & 4 & 3 & 3 & 4 & 4 \\ 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 2 & 3 & 4 & 4 & 4.5 & 5 \\ 4 & 4 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3.5 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 3 & 5 & 3 & 3 & 3 & 3 & 4 & 3 & 4 & 4 & 4 \\ 3 & 4 & 3 & 3 & 2 & 3.5 & 3 & 4 & 3 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

### 3.3 确定评价灰类

确定评价灰类就是确定评价灰类的等级数, 灰类的灰数以及灰数的白化权函数. 本研究设定评价灰色类为 4 类, 分别为优、良、中、差, 用序号  $e$  来表示,  $e=1,2,3,4$ . 其相应的灰类白化权函数表示如下:

灰类“优”: 灰数  $\otimes_1 \in [0, 4, +\infty]$ , 白化权函数

$$f_1(x) = \begin{cases} x/4, x \in [0, 4] \\ 1, x \in [4, +\infty] \\ 0, \text{其他} \end{cases}$$

灰类“良”: 灰数  $\otimes_2 \in [0, 4, 8]$ , 白化权函数

$$f_2(x) = \begin{cases} x/3, x \in [0, 3] \\ 2-x/3, x \in [3, 6] \\ 0, \text{其他} \end{cases}$$

灰类“中”: 灰数  $\otimes_3 \in [0, 3, 6]$ , 白化权函数

$$f_3(x) = \begin{cases} x/2, x \in [0, 2] \\ 2-x/2, x \in [2, 4] \\ 0, \text{其他} \end{cases}$$

灰类“差”: 灰数  $\otimes_4 \in [0, 2, 4]$ , 白化权函数

$$f_4(x) = \begin{cases} 1, x \in [0, 1] \\ 2-x, x \in [1, 2] \\ 0, \text{其他} \end{cases}$$

### 3.4 计算灰色评价系数

设评价指标  $U_{ij}$  的第  $s$  个指标属于第  $e$  个评价灰类的灰色评价系数记为  $x_{ije}^s$ , 则:

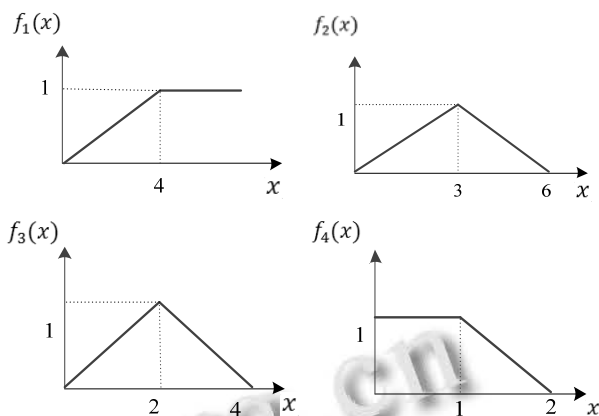


图 3 各灰类函数示意图

$$x_{ije}^s = \sum_{k=1}^p f_e(d_{ijke}^s)$$

对评价指标  $U_{ij}$ , 第  $s$  个指标属于各个评价灰类的总灰色评价系数记为  $x_{ij}^s$ , 则

$$x_{ij}^s = \sum_{e=1}^4 x_{ije}^s$$

对于评价指标  $U_{11}$ , 被评价对象属于第 1 灰类的灰色评价系数为:

$$x_{111} = f_1(3.5) + f_1(3) + f_1(4) + f_1(3) + f_1(3) = 4.125$$

属于第 2 灰类的灰色评价系数为:

$$x_{112} = f_2(3.5) + f_2(3) + f_2(4) + f_2(3) + f_2(3) = 4.500$$

属于第 3 灰类的灰色评价系数为:

$$x_{113} = f_3(3.5) + f_3(3) + f_3(4) + f_3(3) + f_3(3) = 1.875$$

属于第 4 灰类的灰色评价系数为:

$$x_{114} = f_4(3.5) + f_4(3) + f_4(4) + f_4(3) + f_4(3) = 0$$

对于评价指标  $U_{11}$ , 各个评价灰类的总灰色评价系数为:

$$x_{11} = \sum_{e=1}^4 x_{11e} = 4.125 + 4.500 + 1.875 + 0 = 10.5$$

同理, 可计算其他指标的灰色评价数.

### 3.5 计算灰色评价权向量及权矩阵

评价指标  $U_{ij}$  属于第  $e$  个灰类的灰色评价权记为  $r_{ije}$ , 则:

$$r_{ije} = x_{ije} / x_{ij}$$

灰色评价权向量  $r_{ij}$ :

$$r_{ij} = (r_{ij1}, r_{ij2}, r_{ij3}, r_{ij4})$$

评价指标  $U_{11}$  对于各个灰类的灰色评价权向量  $r_{11}$  为:

$$\begin{aligned} r_{11} &= (r_{111}, r_{112}, r_{113}, r_{114}) \\ &= (4.125/10.5, 4.500/10.5, 1.875/10.5, 0) \\ &= (0.393, 0.429, 0.178, 0) \end{aligned}$$

指标  $U_{ij}$  对于各评价灰类的灰色评价权矩阵记为  $R_i$ , 则

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{i1} \\ r_{i2} \\ \vdots \\ r_{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \cdots & r_{i1p} \\ r_{i21} & r_{i22} & \cdots & r_{i2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{ij1} & r_{ij2} & \cdots & r_{ijp} \end{bmatrix}$$

$$R_1 = \begin{bmatrix} r_{11} \\ r_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.393 & 0.429 & 0.178 & 0 \\ 0.653 & 0.347 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} r_{21} \\ r_{22} \\ r_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.422 & 0.430 & 0.148 & 0 \\ 0.375 & 0.437 & 0.188 & 0 \\ 0 & 0.553 & 0.447 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} r_{31} \\ r_{32} \\ r_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.355 & 0.375 & 0.270 & 0 \\ 0.447 & 0.426 & 0.127 & 0 \\ 0.474 & 0.421 & 0.105 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} r_{41} \\ r_{42} \\ r_{43} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.333 & 0.445 & 0.222 & 0 \\ 0.564 & 0.376 & 0.060 & 0 \\ 0.625 & 0.375 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

### 3.6 综合评价

对受评对象的指标  $U_i$  作综合评价, 其评价结果记为  $B_i$ , 则:

$$B_i = A_i \cdot R_i$$

则  $U_1$  的评价结果为:

$$B_1 = A_1 \cdot R_1$$

$$= [0.875 \quad 0.125] \times \begin{bmatrix} 0.393 & 0.429 & 0.178 & 0 \\ 0.653 & 0.347 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= [0.426 \quad 0.419 \quad 0.156 \quad 0]$$

同理可得

$$B_2 = [0.342 \quad 0.450 \quad 0.208 \quad 0],$$

$$B_3 = [0.392 \quad 0.394 \quad 0.212 \quad 0],$$

$$B_4 = [0.484 \quad 0.403 \quad 0.112 \quad 0].$$

对受评对象的指标  $U$  作综合评价, 其评价结果记为  $C$

$$C = A \cdot B = A \times \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix}$$

$$= [0.078 \quad 0.226 \quad 0.112 \quad 0.584]$$

$$\times \begin{bmatrix} 0.426 & 0.419 & 0.156 & 0 \\ 0.342 & 0.450 & 0.208 & 0 \\ 0.392 & 0.394 & 0.212 & 0 \\ 0.484 & 0.403 & 0.112 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= [0.437 \quad 0.413 \quad 0.148 \quad 0]$$

如上所述,  $C$  即为受评对象的综合灰色评价, 为

为了使结果单值化, 对综合评价指标作量化处理, 各评价灰类的等值化向量为  $M = [5, 4, 3, 2]$ , 将所得的各灰类按“灰水平”赋值结果记为  $Z$ , 则:

$$Z = C \cdot M^T$$

于是, 受评对象的综合评价值为:

$$Z = [0.437 \quad 0.413 \quad 0.148 \quad 0] \times \begin{bmatrix} 5 \\ 4 \\ 3 \\ 2 \end{bmatrix} = 4.281$$

与评分标准比对可知, 该受评部门上报的军事数据质量为“优”。同理, 可以评价出其他部门的数据质量的情况。

### 4 结语

为了对军事数据有一个全面、客观和科学的认识, 本文尝试利用多层次灰色评价法对军事数据质量进行了评价, 该方法采用定性和定量相结合, 将评价指标之间的相关性进行灰色处理, 较好的解决指标之间的不确定性和关联性, 减少了主观因素的影响, 能够较为准确地反映数据的真实情况, 通过对多个部门数据质量的评价, 验证了这一方法的科学有效性, 为军事数据质量评价提供了较为准确的理论和方法依据, 具有良好的应用价值。

### 参考文献

- 林平, 刘永辉, 陈大勇. 军事数据工程基本问题分析. 军事运筹与系统工程, 2012, 26(1): 14-17.
- 高起蛟, 严凤斌, 池斌. 层次分析法(AHP)在数据质量评估中的应用. 信息技术, 2011, 3: 168-173.
- 杨槐, 宫研生. 作战数据在指挥决策中的作用评估方法研究. 兵工自动化, 2012, 31(6): 25-27.
- 杨栋枢, 杨德胜. 基于熵权和层次分析法的数据质量评估研究. 现代电子技术, 2013, 36(22): 39-42.
- 张红亮, 王军玲, 罗强一. 军事数据质量检查方法研究与实现. 现代军事通信, 2012, 20(3): 50-54.
- 潘昶, 李可津. 靶场实时数据质量评估方法研究. 战术导弹技术, 2012, (4): 44-47.
- 官亦兵, 侯银涛, 罗永健. 军事信息系统数据质量管控研究. 西安通信学院学报, 2012, (11): 4-7.