

基于指数标度和灰色理论的空军通信能力评估模型

王剑钦^{1,2}, 张伟华¹, 马润年¹

(1. 空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077; 2. 中国人民解放军 95333 部队, 湖南 长沙 410114)

摘要:根据层次分析法(AHP)原理,构建了空军通信能力指标体系,提出了基于指数标度和灰色理论的空军通信能力评估模型。该评估模型主要通过采用指数标度法进行指标权重设置,使判断矩阵的一致性指标真实反映思维一致性程度,确保了相对权重计算结果的真实可靠性。同时,针对指标体系中部分指标或难以完全确定及在一定范围内变化的现象,通过德尔菲法确定了空军通信能力指标的灰类阈值,运用灰色白化三角权函数对指标体系的不确定性数据进行白化处理,计算出空军通信能力综合聚类系数,得出空军通信能力评估结果。仿真分析验证了该模型合理、有效,且所需信息量少,易于程序实现,为科学评估空军通信能力提供了新的思路和方法。

关键词:AHP;指数标度;灰色理论;空军通信;能力评估

DOI:10.3969/j.issn.1009-3516.2009.05.014

中图分类号:TN914;N941.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2009)05-0064-06

空军通信能力的强弱直接影响遂行空军作战通信导航保障的质量。通过对其实施有效的评估,可为通信指挥员和指挥机关在制定指挥决策时提供参考依据,使得通信组织更加合理,通信计划更加周密,通信保障更加充分。

空军通信能力的评估,难在指标体系中部分指标无法采用定量的测度,如抗毁生存能力、快速反应能力、装备保障能力等。灰色理论^[1]主要用于解决“少数据不确定性”问题,已广泛应用于经济、工业、军事等领域。为降低评估过程中人为主观因素影响,本文采取指数标度法进行指标权重设置。与常用的1—9标度法相比,它体现了指标因素间客观重要性之比,而不是1—9标度法体现的是指标因素间客观重要性之差,使判断矩阵的一致性指标真实反映思维一致性程度,确保了相对权重计算结果的真实可靠性。确定权重后,通过德尔菲法确定空军通信能力指标阈值,运用灰色白化三角权函数对数据进行白化处理,计算出空军通信能力综合聚类系数,从而实现对空军通信能力的科学评估。

1 空军通信能力指标体系

空军通信能力评估指标体系,是指空军通信、导航和指挥控制系统保障空军作战时,其系统能力组成要素实际表现程度的数值化表示。它是用来评估通信能力的标准,为正确制定通信保障方案提供参考,并衡量方案实施后的效果。根据层次分析法(AHP)原理^[2],依据空军作战对空军通信系统的客观要求和通信系统的功能,按照系统性、科学性、有效性和可行性等原则,确定空军通信能力指标体系^[3]。

* 收稿日期:2008-10-06

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30670486);陕西省自然科学基金资助项目(SJ08-ZT13)

作者简介:王剑钦(1975—),男,江西景德镇人,硕士,主要从事指挥控制系统应用研究;E-mail:radar@ sina .com

张伟华(1959—),男,山东文登人,教授,主要从事通信学,作战指挥研究;

马润年(1963—),男,陕西绥德人,教授,主要从事军事通信理论研究。

2 空军通信能力评估模型

在运用 AHP 确定指标体系结构的基础上,采用德尔菲法与指数标度法,确定各指标的权重系数和灰类阈值。然后运用灰色三角白化权函数对实际观测值进行评估,从而构建出空军通信能力评估模型。其流程如下:

1)建立判断矩阵。采用指数标度法^[4]对指标体系各层的指标要素分别进行比较。取相邻两指标要素重要性之比为 1.618,比较结果构成决策矩阵 $A=[a_{ij}]_{n \times n}$ 。

2)求解最大特征值。运用规范列平均法对判断矩阵 $A=[a_{ij}]_{n \times n}$ 的特征矢量 $W=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ 求解。

进行最大特征值 $\alpha_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i}$ 求解,其中, $\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j$ 是判断矩阵 A 与列矢量 W^T 的乘积 AW^T 第 i 个分量。

3)一致性检验。计算 $R_c = \frac{I_c}{I_R} = \frac{\alpha_{\max} - n}{I_R(n-1)}$,其中, R_c 为一致性比例; I_c 为一致性指标;且 $I_c = \frac{\alpha_{\max} - n}{(n-1)}$; I_R 为平均随机一致性指标,其取值参照表 1。通过 R_c 计算结果进行一致性判断。如果 R_c 小于 10%,可以认为其一致性是满意的。当 R_c 大于 10%,应重新进行元素的两两比较,对已经建立的判断矩阵进行修正。

表 1 平均随机一致性指标 R_I

Tab. 1 Average random consistency index sign R_I

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
R_I	0.00	0.00	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56

4)计算权重系数。利用公式 $\eta = \eta'_j \cdot U_i$, η'_j 为二级指标相对权重系数, U_i 为一级指标相对权重系数,求得二级指标在整个体系中的权重系数 η 。

5)按评估要求划分灰类,选取阈值。按评估要求,将空军通信能力的指标值划分为“差”、“较差”、“一般”、“较好”、“好”等 5 个灰类。选取阈值 $\alpha_k (k=1, 2, \dots, 6)$,将各个指标的取值范围 $[\alpha, \alpha]$ 划分为 $[\alpha, \alpha)$ 、 $[\alpha, \alpha)$ 、 $[\alpha, \alpha)$ 、 $[\alpha, \alpha)$ 、 $[\alpha, \alpha]$ 。阈值一般根据专家定性定量研究结果或实战要求来确定。在空军通信能力评估指标中,将定性分析的指标统一用定量数字来约定^[5-6]。

6)建立灰色白化三角权函数,计算白化值^[1]。对于指标体系中的指标 x_j ,令 $\lambda_k = (\alpha_k, \alpha_{k+1})/2$ 属于第 k 个灰类的白化权函数值为 1,连接 $(\lambda_k, 1)$ 与第 $k-1$ 个灰类的起点 α_{k-1} 和第 $k+1$ 个灰类的终点 α_{k+2} ,得到指标 x_j 关于 k 灰类的三角白化权函数 $f_j^k(\cdot)$, $j=1, 2, \dots, 26; k=1, 2, \dots, 5$ 。将 $f_j^1(\cdot)$ 和 $f_j^k(\cdot)$ 按指标 x_j 取值范围分别向左、右延拓至 α 和 α ,见图 1。

7)计算观测值的白化值。对于指标 x_j 的任一观测值,可由公式:

$$f_j^k(x_j) = \begin{cases} 0 & x_j \notin [\alpha_{k-1}, \alpha_{k+2}] \\ \frac{x_j - \alpha_{k-1}}{\lambda_k - \alpha_{k-1}} & x_j \in [\alpha_{k-1}, \lambda_k] \\ \frac{\alpha_{k+2} - x_j}{\alpha_{k+2} - \lambda_k} & x_j \in [\lambda_k, \alpha_{k+2}] \end{cases} \quad (1)$$

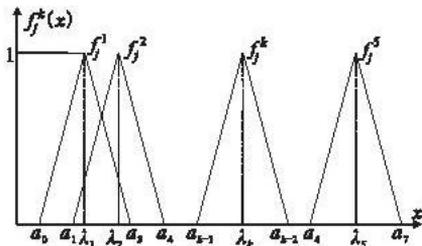


图 1 白化三角函数构造图

Fig. 1 The whiten triangle function structure diagram

求解出属于灰类 $k(k=1, 2, \dots, 5)$ 的白化值 $f_j^k(x)$ 。

8)计算综合聚类系数 σ^k ,得出评估结论。计算空军通信能力综合聚类系数 $\sigma^k = \sum_{j=1}^m f_j^k(x_j) \eta$,其中 $f_j^k(x_j)$ 为 j 指标关于灰类 k 的白化权函数, η 为 j 指标在综合聚类中的权重。由 $\max_{1 \leq k \leq 5} \{\sigma^k\} = \sigma^{k^*}$,判断空军通信能力属于灰类 k^* 的综合聚类系数 σ^{k^*} ^[6-7]。

3 仿真分析

假想空军通信能力的一组指标观测值 $X'(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, x_{19}, x_{20}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{25}, x_{26})$ 为 $X'(0.9, 0.85, 0.82, 0.9, 0.9, 0.8, 0.8, 75, 80, 75, 82, 75, 78, 85, 86, 85, 80, 75, 78, 60, 55, 40, 80, 75, 80, 85)$, 运用构建的评估模型对其进行评估。

3.1 引入指数标度法, 确定判断矩阵

采用指数标度法, 按指标体系分别建立关于通信业务能力、导航保障能力、指挥控制系统保障能力、频谱管控能力、快速反应能力、抗毁生存能力、互连互通能力、安全保密能力、装备保障能力和空军通信能力的判断矩阵 $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9$ 和 A_{10} 。

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} \\ 1.618 & 1 & 1 \\ 1.618 & 1 & 1 \end{pmatrix}, A_2 = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{1.618} & 1.618 & \frac{1}{1.618} \\ 1.618 & 1 & 2.618 & 1 \\ \frac{1}{1.618} & \frac{1}{2.618} & 1 & \frac{1}{2.618} \\ 1.618 & 1 & 2.618 & 1 \end{pmatrix}, A_3 = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{1.618} & 1 \\ 1.618 & 1 & 1.618 \\ 1 & \frac{1}{1.618} & 1 \end{pmatrix}, \\
 A_4 &= \begin{pmatrix} 1 & 1.618 & 1 \\ \frac{1}{1.618} & 1 & \frac{1}{1.618} \\ 1 & 1.618 & 1 \end{pmatrix}, A_5 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \frac{1}{1.618} \\ 1 & 1 & \frac{1}{1.618} \\ 1.618 & 1.618 & 1 \end{pmatrix}, A_6 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \frac{1}{1.618} \\ 1 & 1 & \frac{1}{1.618} \\ 1.618 & 1.618 & 1 \end{pmatrix}, \\
 A_7 &= \begin{pmatrix} 1 & 2.618 & 6.854 \\ \frac{1}{2.618} & 1 & 2.618 \\ \frac{1}{6.854} & \frac{1}{2.618} & 1 \end{pmatrix}, A_8 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, A_9 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \\
 A_{10} &= \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1.618 & 1.618 & 2.618 & 1.618 & 1.618 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1.618 & 1.618 & 2.618 & 1.618 & 1.618 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1.618 & 1.618 & 2.618 & 1.618 & 1.618 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1.618 & 1.618 & 2.618 & 1.618 & 1.618 \\ \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & 1 & 1 & 1.618 & 1 & 1 \\ \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & 1 & 1 & 1.618 & 1 & 1 \\ \frac{1}{2.618} & \frac{1}{2.618} & \frac{1}{2.618} & \frac{1}{2.618} & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & 1 & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} \\ \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & 1 & 1 & 1.618 & 1 & 1 \\ \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & \frac{1}{1.618} & 1 & 1 & 1.618 & 1 & 1 \end{pmatrix}。
 \end{aligned}$$

3.2 进行一致性检验

因 1 阶和 2 阶判断矩阵在任何情况下都具有有一致性, 所以运用规范列平均法对其他判断矩阵进行近似求解, 解得各判断矩阵一致性检验数据 (见表 2), 该指标体系的各个判断矩阵具有完全一致性^[8]。

3.3 确定各指标权重系数

进行判断矩阵检验运算时, 可计算出各层指标相对权重系数 η'_j, U_i 。利用公式 $\eta = \eta'_j \cdot U_i$, 可求得空军通信能力各指标的权重系数 η (见表 3)。

对指标权重进行分析, 发现通信容量、通信有效性、辅助决策能力和频谱资源规划能力、电磁频谱控制能力在整个通信能力中所占的比重大于平均值, 符合当前空军通信能力建设的侧重点。整个权重分布具有一定的合理性, 基本符合通信能力建设的实际。

3.4 进行灰色三角白化权函数计算

采用德尔菲法,确定空军通信能力指标体系5类灰类的取值域,见表3。

以 x_1 为例,将该指标取值域延拓至 $x_1^0=0.05, x_1^7=1.05, x_1^1, x_1^2, x_1^3, x_1^4, x_1^5, x_1^6$ 分别取“差”、“较差”、“一般”、“较好”、“好”5个灰类的阈值,即 $x_1^1=0.1, x_1^2=0.4, x_1^3=0.6, x_1^4=0.75, x_1^5=0.9, x_1^6=1$ 。

令 $\lambda^k = \frac{(x_1^k + x_1^{k+1})}{2}$, 得 $\lambda^1=0.25, \lambda^2=0.5, \lambda^3=0.675, \lambda^4=0.825, \lambda^5=0.95$ 。

将上述数值代入式(1)可得各灰类白化权函数。将实现值 $x_1=0.9$ 分别代入各灰类白化权函数中,计算出“差”、“较差”、“一般”、“较好”、“好”分别为 $f_1^1(0.9)=0, f_1^2(0.9)=0, f_1^3(0.9)=0, f_1^4(0.9)=0.571, f_1^5(0.9)=0.75$ 。

设所有指标的取值域延拓值(见表3)。各项指标关于5个灰类的白化权函数值的计算过程同上,分别计算出所有指标的白化权函数值和综合聚类系数^[9](见表4)。

表3 空军通信能力权重及灰类取值域表

Tab.3 Ability weights and ash take a value area form of the air force corresponds

指标	代号	权重(η)	差(x_1^1)	较差(x_2^2)	一般(x_3^3)	较好(x_4^4)	好(x_5^5)
通信覆盖能力	x_1	0.034 5	[0.1,0.4)	[0.4,0.6)	[0.6,0.75)	[0.75,0.9)	[0.9,1]
通信容量	x_2	0.055 8	[0.1,0.5)	[0.5,0.6)	[0.6,0.8)	[0.8,0.9)	[0.9,1]
通信有效性	x_3	0.055 8	[0.1,0.7)	[0.7,0.8)	[0.8,0.85)	[0.85,0.9)	[0.9,1]
导航覆盖能力	x_4	0.03	[0.1,0.4)	[0.4,0.6)	[0.6,0.75)	[0.75,0.9)	[0.9,1]
导航系统容量	x_5	0.048 6	[0.1,0.5)	[0.5,0.6)	[0.6,0.8)	[0.8,0.9)	[0.9,1]
导航精确度	x_6	0.018 5	[0.2,0.7)	[0.7,0.8)	[0.8,0.9)	[0.9,0.95)	[0.95,1]
导航信息更新率	x_7	0.048 6	[0.2,0.8)	[0.8,0.85)	[0.85,0.9)	[0.9,0.95)	[0.95,1]
信息处理能力	x_8	0.040 3	[10,50)	[50,65)	[65,75)	[75,90)	[90,100]
辅助决策能力	x_9	0.065	[10,40)	[40,60)	[60,80)	[80,90)	[90,100]
信息分发能力	x_{10}	0.040 3	[20,40)	[40,60)	[60,80)	[80,90)	[90,100]
频谱资源规划能力	x_{11}	0.055 8	[20,60)	[60,70)	[70,80)	[80,90)	[90,100]
电磁频谱监测能力	x_{12}	0.034 5	[20,60)	[60,70)	[70,80)	[80,90)	[90,100]
电磁频谱控制能力	x_{13}	0.055 8	[10,60)	[60,70)	[70,85)	[85,95)	[95,100]
快速决策能力	x_{14}	0.024 8	[10,50)	[50,70)	[70,80)	[80,90)	[90,100]
机动通信能力	x_{15}	0.024 8	[10,40)	[40,60)	[60,80)	[80,90)	[90,100]
应急组网能力	x_{16}	0.040 3	[10,40)	[40,60)	[60,80)	[80,90)	[90,100]
抗“硬”杀伤能力	x_{17}	0.024 8	[10,40)	[40,60)	[60,80)	[80,90)	[90,100]
抗“软”杀伤能力	x_{18}	0.024 8	[10,40)	[40,60)	[60,80)	[80,90)	[90,100]
系统重组能力	x_{19}	0.040 3	[10,50)	[50,70)	[70,80)	[80,90)	[90,100]
空军军种内互连互通能力	x_{20}	0.036 7	[10,30)	[30,50)	[50,70)	[70,90)	[90,100]
军种网系间互连互通能力	x_{21}	0.014	[10,30)	[30,50)	[50,70)	[70,90)	[90,100]
与民用网互连互通能力	x_{22}	0.005	[10,30)	[30,50)	[50,70)	[70,90)	[90,100]
通信保密能力	x_{23}	0.045	[10,40)	[40,60)	[60,80)	[80,90)	[90,100]
网络安全能力	x_{24}	0.045	[10,40)	[40,60)	[60,80)	[80,90)	[90,100]
装备器材保障能力	x_{25}	0.045	[10,40)	[40,60)	[60,80)	[80,90)	[90,100]
技术维修保障能力	x_{26}	0.045	[10,40)	[40,60)	[60,80)	[80,90)	[90,100]

表2 一致性检验数据

Tab.2 Consistency examination data

	α_{max}	n	C_I	R_I	C_R
A_1	3	3	0	0.52	0
A_2	4	4	0	0.89	0
A_3	3	3	0	0.52	0
A_4	3	3	0	0.52	0
A_5	3	3	0	0.52	0
A_6	3	3	0	0.52	0
A_7	3	3	0	0.52	0
A_{10}	9	9	0	1.49	0

表4 值域延拓值、白化权值函数值及综合聚类系数表

Tab.4 The area postpones value ,whiten weighten function value and comprehensive gather function

代号	指标													
	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	
x_j^0	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	5	5	10	10	10	5	
x_j^7	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	110	110	110	110	110	110	
$f_j^1(x)$	0	0	0	0	0	0	0.143	0	0	0	0	0	0	
$f_j^2(x)$	0	0	0.3	0	0	0.667	0.96	0	0	0.167	0	0.333	0.35	
$f_j^3(x)$	0	0.25	0.96	0	0	0.667	0	0.75	0.5	0.75	0.533	1	0.971	$\sigma^k = \sum_{j=1}^{26} f_j^k(x_j) \eta$
$f_j^4(x)$	0.571	1	0.267	0.571	0.667	0	0	0.571	0.8	0.6	0.8	0.333	0.4	$\sigma^j = 0.0095$
$f_j^5(x)$	0.75	0.333	0	0.75	0.667	0	0	0	0	0	0.133	0	0	$\sigma^2 = 0.1534$

代号	指标													$\sigma^3 = 0.5178$
	x26	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22	x23	x24	x25	
x_j^0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	$\sigma^j = 0.6208$
x_j^7	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	$\sigma^5 = 0.1534$
$f_j^1(x)$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	
$f_j^2(x)$	0	0	0	0	0.167	0.1	0.333	0.5	1	0	0.167	0	0	
$f_j^3(x)$	0.333	0.2	0.25	0.5	0.75	0.8	1	0.833	0.333	0.5	0.75	0.5	0.25	
$f_j^4(x)$	1	0.933	1	0.8	0.6	0.533	0.333	0.167	0	0.8	0.6	0.8	1	
$f_j^5(x)$	0.333	0.4	0.333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.333	

3.5 结果分析

因 $\max_{1 \leq k \leq 5} \{\sigma^k\} = \sigma^4 = 0.6208$, 遂将空军通信能力评为“较好”。 σ^4 与 σ^3 相差不大,说明空军通信能力经过建设,其能力已由“一般”上升到“较好”,这是符合当前空军通信能力建设的实情。

从表中的数据 $f_j^5(x)$ 进行分析,目前制约空军通信能力建设的主要因素是 x_3 、 x_6 、 x_7 、 x_8 、 x_9 、 x_{10} 、 x_{12} 、 x_{18} 、 x_{19} 、 x_{20} 、 x_{21} 、 x_{22} 、 x_{23} 、 x_{24} 、 x_{25} 分别对应的指标。

4 结束语

空军通信能力是一个结构复杂、功能繁多的大系统,而且不同层次的评估者对通信能力的要求和认识不尽相同,所以需要从不同角度建立多个平行的分析评估通信能力的指标体系。本文通过综合运用了层次分析法、指数标度法与灰色理论,科学、合理的构建了通信能力的指标体系和评估模型。仿真实验分析表明,该评估方法相对于传统 1—9 标度法,降低了人为主观因素影响,与模糊综合评判、统计分析方法相比较,所需信息量少,易于程序实现。因此,为科学评估空军通信能力提供了新的思路和方法。

参考文献:

[1] 刘思峰,党耀国,方志耕,等.灰色系统理论及其应用[M].北京:科学出版社,2007.
 LIU Sifeng, DANG Yaoguo, FANG Zhigeng, et al. Theory and Application of Grey System [M]. Beijing: Science Press, 2007. (in Chinese)

[2] 韩本刚,董敏周,于云峰,等.用基于指数标度的层次分析法评估红外导弹导引头抗干扰性能[J].西北工业大学学报,2008,26(1):69—72.
 HAN Bengang, DONG Minzhou, YU Yunfeng, et al. AHP Based on Exponential Scale for Better Evaluation of IR Seeker's Anti-Jamming Performance during Missile Research Process [J]. Journal of Northwestern Polytechnical University, 2008, 26(1):69—72. (in Chinese)

[3] 曲天宝.通信能力概论[M].北京:解放军出版社,1999.
 QU Tianbao. Generality of Communication Ability [M]. Beijing: PLA Press, 1999. (in Chinese)

[4] 熊立,梁樑,王国华.层次分析法中数字标度的选择与评价方法研究[J].系统工程理论与实践,2005,25(3):72—79.
 XIONG Li, LIANG Liang, WANG Guohua. Method Research on Selection and Valuation of Numeric Scale in Analytic

- Hierarchy Process [J]. *Systems Engineering—theory & Practice*, 2005, 25(3):72—79. (in Chinese)
- [5] 陈波, 胡志强. 基于 AHP 和模糊理论的导弹快艇 C³I 系统效能评估[J]. *指挥控制与仿真*, 2008, 27(3):65—67.
CHEN Bo, HU Zhiqiang. Efficiency Evaluation of C³I System for Some Missile Yacht Based on AHP and Fuzzy Theory [J]. *Command Control & Simulation*, 2008, 27(03):65—67. (in Chinese)
- [6] 叶云, 屈洋, 罗顺武, 等. 基于多层次灰色理论的信息化部队作战效能评估[J]. *军事运筹与系统工程*, 2004, 26(9):21—25.
YE Yun, QU Yang, LUO Shunwu, et al. Combat Effectiveness Evaluation of Informational Corps Based on Multilayer Grey Theory [J]. *Military Operations Research and Systems Engineering*, 2004, 26(9):21—25. (in Chinese)
- [7] 王成. 多指标综合评价的一种灰色模糊决策方法[J]. *延边大学学报:自然科学版*, 2007, 46(1):16—19.
WANG Cheng. A Grey Fuzzy Decision-making Method of Multiindex Comprehensive Evaluation [J]. *Journal of Yanbian University: Natural Science Edition*, 2007, 46(1):16—19.
- [8] 李宏艳. 关于灰色关联度计算方法的研究[J]. *系统工程与电子技术*, 2004, 26(9):21—24.
LI Hongyan. Study on Calculation Method of Grey Relationship Degree [J]. *Systems Engineering and Electronics*, 2004, 26(9):21—24. (in Chinese)
- [9] 罗本成, 原魁, 眭凌, 等. 基于灰色关联度评价的投资决策模型及应用[J]. *系统工程理论与实践*, 2002, 22(9):132—137.
LUO Bencheng, YUAN Kui, SUI Ling, et al. DGR-based Investment Decision Model with Application [J]. *Systems Engineering—theory & Practice*, 2002, 22(9):132—137. (in Chinese)

(编辑:徐楠楠)

Evaluation Model of Air Force Communication Capability Based on Index Scale and Grey Theory

WANG Jian-qin¹, ZHANG Wei-hua², MA Run-nian²

(1. Unit 95333 of PLA, Changsha 410114, China; 2. Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China)

Abstract: An index system of air force communication capability is established by using Analytic Hierarchy Process (AHP) principle, and an evaluation model for air force communication capability is proposed on the basis of Index Scale and Gray Theory. In this model, the weights and confines of indexes are made certain based on Delphi method and Index Scale, then the data of indexes are whiten with the help of triangle whiten function, and the integration clustering coefficients of air force communication capability are calculated. The rationality and efficiency of the model are verified through experiments, which provide new ideas and methods in evaluating air force communication capability.

Key words: AHP; index scale; grey theory; air force communication; capability evaluation