

【其他研究】

某新型坦克武器系统训练模拟器 使用成绩评定方法

卢皓^{1a,2}, 刘全胜^{1b}, 邵思杰^{1a}, 王帅帅^{1a}, 刘新亮^{1a}

(1 装甲兵工程学院 a. 兵器工程系; b. 训练部, 北京 100072;
2. 68262 部队, 宁夏 青铜峡 751601)

摘要:基于层次分析法、模糊综合评价法、专家评分法对某新型坦克武器系统使用训练模拟器成绩评定方法进行了研究,围绕评定学员操作的“准”、“全”、“快”构建了成绩评定指标体系,最后建立了该模拟器的成绩评定模型。

关键词:坦克武器系统;使用训练;模拟器;成绩评定

中图分类号: O22

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2011)10-0122-03

随着科学技术的发展,我军主战坦克的作战技术性能不断提高,以某型坦克为代表的新型坦克陆续装备部队。新型坦克武器系统结构复杂、技术先进,这就对使用人员的技能提出了更高的要求。为了保证训练效果同时克服实装训练的各种弊端,利用模拟器进行模拟训练将是新装备乘员训练的重要方式。

成绩评定作为模拟训练的最后一个环节,对于科学合理地评价学员的训练效果,找出训练中存在的问题具有重要的意义。本文基于层次分析法(AHP)、模糊综合评价法、专家评分法对该模拟器的成绩评定方法进行了研究。

1 成绩评定方法

本文选取层次分析法、模糊综合评价法、专家评分法作为成绩评定的方法。在进行模糊综合评价时,若权重系数采用经验来直接取定,会使评价带有某种倾向,不具有客观性,使综合评价结果产生一定的偏差。而层次分析法是对非定量事件作定量分析的有效方法,该方法保证了定性科学性和定量精确性,又保证了定性和定量两类指标综合评价的统一性^[1-2]。本文首先建立该型坦克武器系统使用训练模拟器评分系统评分指标,最高级评判指标通过层次分析法建立各指标间的权重关系,采用综合评判计算学员最终得分,而下级指标采用综合评判模型计算得分。

1.1 专家评分法

专家评分法是评分者根据自己的知识水平,依靠自己的感官,对学员的操作做出评价。这种方法带有很强的主观性。在现代社会中,专家评分法被广泛的应用,如技术方案的选评,各种比赛的评分等^[3]。虽然专家评分法带有很强的

主观性,不能公正客观地反映事实,但在目前该型坦克武器系统使用训练模拟器成绩评定技术并不成熟的条件下,适当利用专家评分法,使评分系统总分中有一部分专家印象评分权重很有必要。利用专家评分法进行评分,可以有效地弥补计算机对部分主观性较强训练内容成绩评定上的不足,增加评分的合理性。

1.2 层次分析法

在利用模拟器进行坦克武器系统使用训练时,仅仅依靠教员对学员的操作进行定性评价,缺乏定量分析依据,显然并不合理,也不科学。层次分析法就是一种将定性分析与定量分析进行结合的决策方法^[4-5]。其基本原理是对复杂问题分解为不同的组成因素,确定因素间的相互关联影响以及隶属关系,并将因素按不同层次聚集组合形成一个多层次的分析结构模型,从而使问题归结为最低层相对于最高层的相对重要权值的确定^[6]。

用AHP分析问题大体要经过以下5个步骤:建立层次结构模型;构造判断矩阵;层次单排序;层次总排序;一致性检验。其中后3个步骤在整个过程中需要逐层地进行。

1.3 模糊综合评价法

在研究一个问题时,将特定范围内中所研究的全体对象称为论域。假设就是一个论域, U 到区间 $[0,1]$ 的一个映射 $\mu:U \rightarrow [0,1]$ 就确定了 U 的一个模糊子集 A 。映射 μ 称为 A 的隶属函数,记为 $\mu_A(u)$ 。对于任意的 $\mu \in U, \mu_A(u) \in [0,1]$ 称为 u 属于模糊子集 A 的程度即隶属度。

隶属度为0到1闭区间上的一个数值,它表示了一个元素属于一个集合的程度。当隶属度值越接近1,则表明隶属程度越强;而隶属度值越接近0,则表明隶属程度越弱。隶属度具有客观规律。在一些资料中给出了隶属函数具体形式,

有三角形、梯形、正态分布形、S形等等。下而是几种隶属函数的数学模型。

1) 下降型隶属函数

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & b \leq x \end{cases} \quad (1)$$

2) 梯形隶属函数

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ 1, & b < x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \quad (2)$$

3) 上升型隶属函数

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \end{cases} \quad (3)$$

对于一个评价问题,假设存在评判因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, 一共 n 个因素;评价集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 一共 m 个等级。 U 的单因素评价子集为 $r_i = \{r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}\}$, 则对 n 个因素的综合评价矩阵

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{pmatrix} = (R_{ij})_{n \times m} \quad (4)$$

其中 $R_{ij}(i:1 \sim n; j:1 \sim m)$ 为第 i 个因素对于第 j 个等级的隶属度值。

利用专家知识或经验采用层次分析法确定各影响因素问的权重关系,即 $F(f_1, f_2, \dots, f_n)$, 则模糊评判向量

$$E = F \otimes R = (e_1, e_2, \dots, e_m) \quad (5)$$

其中, $e_j(j:1 \sim m)$ 可采用式(6)计算得到。

$$e_j = \bigcup_{i=1}^n (F_i \cap R_{ij}) \quad (6)$$

利用评价向量的分量形成权重,对各个评语的得分进行加权平均以得总分,令

$$WF_j = \frac{E_j^k}{\sum_{j=1}^m E_j^k} \quad (7)$$

其中 k 为选定正实数。设判断集合对应的分值集合为 $S\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$, 则评价所得最终结果为^[7]

$$Result = \sum_{j=1}^m S_j \cdot WF_j \quad (8)$$

2 成绩评定指标体系

成绩评定指标体系基于判断学员动作“准”、“全”、“快”进行设计。“准”即反映对学员操作正确性的要求,要求学员

操作动作准确,操作流程符合该型坦克武器系统使用训练的操作要求;“全”即要求学员操作内容全面、内容无遗漏,完成训练科目规定的训练内容;“快”则反映学员操作的熟练程度。为体现以上原则,同时兼顾部分科目的特殊要求,在指标体系中,设置了4类评估类型:错误操作类、未达要求操作类、参数装定类及教员印象类。

1) 错误操作类。错误操作即不该进行某种操作时进行了此种操作。为了体现学员对知识的掌握程度的不同,本文将学员的错误操作分为2类:一类是与本训练科目无关的错误操作,定义为训练科目外误操作;一类是本训练科目所要求的操作,但是操作前提条件不具备,学员进行了错误操作,定义为训练科目内误操作。

2) 未达要求操作类。训练初期学员进行训练时,由于对训练内容和操作规程不熟悉,会出现规定训练科目未完成或者训练超过规定时限的情况。为了对以上情况进行判断,设立了以下3个二级评判指标:操作步骤完成情况得分;操作步骤错误数;训练超时。其中,操作步骤完成情况得分主要依据各步骤是否完成及完成该步骤的时间依据相关公式计算得到。

3) 参数装定类。当战场发生变化时,需要对火控系统人工装定参数进行设置,参数装定类主要考察学员按要求设置火控系统参数的能力。

4) 教员印象类。在坦克武器系统使用训练过程当中,部分训练内容需要对故障定位是否准确,学员操作是否熟练等主观性较强的内容进行判断,设置教员印象分,以弥补对学员训练成绩评定不完整,增加训练成绩的科学性。

评定系统指标体系如图1所示。

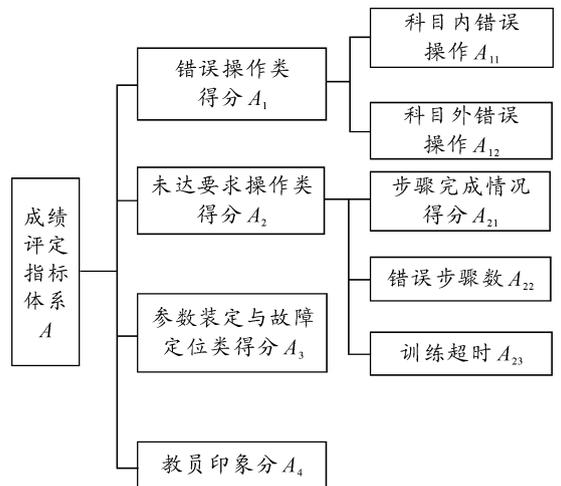


图1 成绩评定指标

3 成绩评定模型

3.1 确定指标权重

通过征求专家意见,得到成绩评定指标体系的判断矩阵。表1~2根据调查结果整理而得。

用和积法求得表 1 的特征向量为 $\omega = [0.24 \quad 0.3 \quad 0.26 \quad 0.22]$, $\lambda_{\max} = 4.174 \ 051$, $CI = 0.058 \ 016$, $CR = CI/RI = 0.058 \ 016/0.9 = 0.064 \ 46 < 0.10$ 。判断矩阵满足一致性要求。

表 1 综合成绩层判断矩阵

	A_1	A_2	A_3	A_4
A_1	1	3	1/3	1/2
A_2	1/3	1	2	2
A_3	3	1/2	1	1
A_4	2	1/2	1	1

用和积法求得表 2 的特征向量为 $\omega = [0.75 \quad 0.25]$ 。

表 2 错误操作类判断矩阵

	A_{11}	A_{12}
A_{11}	1	3
A_{12}	1/3	1

用和积法求得表 3 的特征向量为 $\omega = [0.62 \quad 0.28 \quad 0.1]$, $\lambda_{\max} = 3.086 \ 7$, $CI = 0.043 \ 3$, $CR = CI/RI = 0.043 \ 3/0.58 = 0.074 \ 7 < 0.10$ 。判断矩阵满足一致性要求。

表 3 未达要求操作类判断矩阵

	A_{21}	A_{22}	A_{23}
A_{21}	1	3	5
A_{22}	1/3	1	4
A_{23}	1/5	1/4	1

3.2 成绩计算模型

1) 模糊综合评价模型。设评价因素集 $U_i = (u_{i1} \ u_{i2} \ \dots \ u_{in})$, 其中 u_{ij} 为指标体系中位于相同层次的评定指标。评价集 $V_i = (v_1 \ v_2 \ v_3 \ v_4)$, 其中: v_1 : 差; v_2 : 中等; v_3 : 良好; v_4 : 优秀。设第 i 个因素 $u_{i1} (i = 1, 2, \dots, n)$ 在隶属度函数的作用下所得的单因素模糊评价向量 R_i 为 $(r_{i1} \ r_{i2} \ r_{i3} \ r_{i4})$ 。得到综合评价矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & r_{n4} \end{bmatrix}$$

根据表 2 计算得到的权重, 根据式(5)、(6)可计算模糊评判向量 E , 依据评价集中对应的分值集合按式(8)即可求得错误操作类的得分。

2) 模糊评价向量 R_i 的确定。根据训练内容中的实际步

骤数 c 建立错误操作次数的隶属函数 $\mu(x)$, 如图 2 所示。

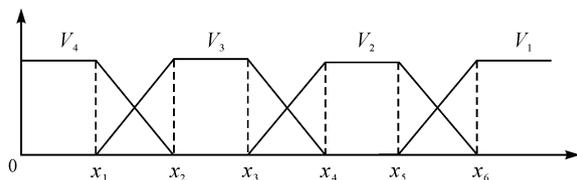


图 2 误操作隶属函数

图 2 中 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ 可以根据需要进行修改。本文提供的默认值如下: $x_1 = 0; x_2 = c/15; x_3 = c/15; x_4 = c/4; x_5 = 5c/15; x_6 = 7c/15$ 。学员操作结束后, 根据隶属度函数算出误操作的综合评价矩阵, 假如本训练科目共有 15 步操作, 学员训练科目内误操作发生次数为 1 次, 训练科目外误操作发生 2 次, 根据步骤数, 采用默认值建立的错误操作隶属函数见图 3。

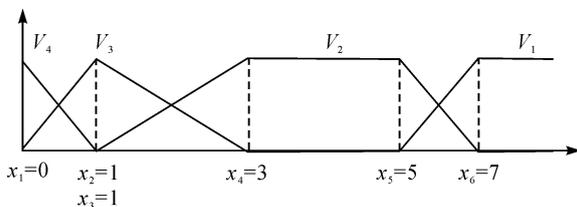


图 3 错误操作隶属函数

得到的错误操作类综合评价矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \end{bmatrix}$$

未达要求操作类中错误步骤隶属函数、操作超时隶属函数的建立与此类似。

得分类的隶属度通过征求专家意见以默认值的形式给出。例如本文给出的步骤完成情况隶属度默认值如表 4 所示。

表 4 步骤完成情况得分隶属度默认值

	40 分 以下	41 ~ 60 分	61 ~ 80 分	81 ~ 90 分	91 分 以上
v_1	1	0.4	0	0	0
v_2	0	0.6	0.5	0.2	0
v_3	0	0	0.4	0.3	0.1
v_4	0	0	0.1	0.5	0.9

3) 参数装定类成绩计算。按下式计算:

$$C = \frac{C_r}{C_i} \times 100$$

其中: C_r 为正确设定参数的个数; C_i 为科目中要求设定的参数个数。