

基于模糊综合评价方法的装备维修训练效果评价

刘建友,曹继平,陈桂明,代海飞

(第二炮兵工程大学,西安 710025)

摘要:为有效评估装备维修训练的效果,分析了装备维修训练的特点,运用模糊综合评价方法,建立评价指标,确定各指标权重并建立模糊综合评价模型。实例证明,模糊综合评价较为客观地反映了实际情况,为装备维修训练的效果评估提供了一种行之有效的方法。

关键词:装备维修训练;模糊综合评价;指标权重;效果评价

本文引用格式:刘建友,曹继平,陈桂明,等.基于模糊综合评价方法的装备维修训练效果评价[J].四川兵工学报,2014(1):58-61.

中图分类号:TH17

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2014)01-0058-04

Effect Evaluation on Equipment Maintenance Training Based on the Fuzzy Comprehensive Assessment Method

LIU Jian-you, CAO Ji-ping, CHEN Gui-ming, DAI Hai-fei

(The Second Artillery Engineering University, Xi'an 710025, China)

Abstract: To evaluate the effect of equipment maintenance training effectively, this paper analyzed the characteristic of equipment maintenance training, utilized the fuzzy comprehensive evaluation method, established evaluation indicators, determined the index weight and set up the fuzzy comprehensive evaluation model. Instance proves that the fuzzy comprehensive evaluation could objectively reflect the actual situation, which provides an effective method for the effect evaluation of equipment maintenance training.

Key words: equipment maintenance training; fuzzy comprehensive assessment; index weight; effect evaluation

Citation format: LIU Jian-you, CAO Ji-ping, CHEN Gui-ming, et al. Effect Evaluation on Equipment Maintenance Training Based on the Fuzzy Comprehensive Assessment Method[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2014(1): 58-61.

装备维修训练作为军事训练的重要组成部分,是对技术理论知识、使用维护、管理保障技能等为主要内容的训练,能够使受训人员熟练掌握装备的技术理论知识,检查、维修、保养的方法和手段及预防和排除故障的措施和方法等。

模糊综合评价是通过构造等级模糊子集把反映被评事物的模糊指标进行量化(即确定隶属度),然后利用模糊变换原理对各指标综合^[1]。它是一种以模糊推理为主的定性与定量相结合、精确与非精确相统一的分析评价方法。

装备维修训练效果评估是一个多因素、多指标的复杂评估过程,不能简单的只区分效果的好与坏,应综合这些因素。

运用模糊综合评价方法对装备维修训练效果进行评估,能够充分检验训练效果,对优化维修训练的方式具有促进作用。

1 装备维修训练

1.1 维修训练的概念

装备维修训练在目前还没有统一的定义,但大致可认为是为了使从事装备维修的人员及分队为掌握指定的维修知识和技能所进行的一系列活动。

1.2 装备维修训练的任务

装备维修训练,是部队修理机构军事训练的重要组成部分,是提高维修保障能力的根本途径。其根本任务就是,使所属人员熟练掌握维修设备的业务知识和使用技能,能够对装备实施有效的保护、修理和技术支持,检验维修保障理论,演练维修保障方法,研究维修专业技术,全面提高各类维修人员的综合素质和修理机构的整体维修保障能力。

1.3 维修训练的手段

训练手段是为实现训练目的,运用训练设备和器材进行训练实施的具体措施。主要包括网络化训练、模拟化训练、实装化训练等。训练手段运用恰当,能够有效提高训练效果和质量。

1) 网络化培训

网络化培训,是指利于计算机网络及其配套设备所进行的装备维修训练,主要包括网上教学、网上研讨、网上作业、网上考核等。网络化培训能有效提高培训效益,有利于培训资源共享,具有远程培训、培训监督等优点。

2) 模拟化培训

装备维修模拟化培训,是指运用模拟器材包括计算机仿真器材模拟装备性能、战场环境、维修作业及战场抢修等进行的培训。模拟培训效果逼真,不受外界环境条件影响,组训简便,能够大大减少武器装备及维修设备的磨损、消耗、老化等问题,还能够模拟复杂维修作业。

3) 实装化训练

利用实装进行装备维修训练,能够使受训者最直观地进行观察、操作、拆卸、装配等活动,但由于武器装备及维修设备一般造价比较昂贵、结构复杂、装备精密,极易造成磨损甚至损坏,使实装培训受到一定限制。

1.4 维修训练的考核

装备维修训练的考核应对被考评的人员或分队进行综合、客观的检验,并通过考评实现以考促训的目的。考核方式应灵活多样,采取抽考与普考相结合,个人考核与分队考核相结合,单项考核与综合评定相结合等。

2 维修训练效果评估

2.1 评估流程

建立维修训练效果评估流程,如图1所示。其关键环节主要包括评价指标建立及综合评价的实施。

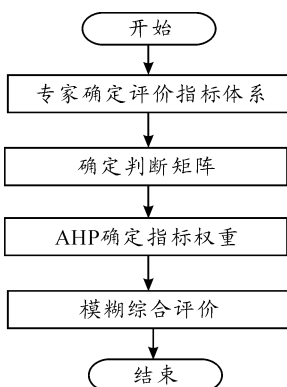


图1 维修训练效果评估流程

2.2 维修训练评价指标体系构建

初级钳工判断绩效主要分为理论知识和实际技能的考评,根据钳工训练的具体情况,将这2方面进行深化细分建立其评价指标如表1所示。

表1 初级钳工判断绩效评价指标

初级 钳工 判断 绩效 评价 指标	理 论 知 识	基础知识	基础知识
			机械制图
			加工知识
			材料知识
			构造原理
	实 际 技 能	专业知识	维修
			维修机具
			维护
			修理
			工具仪器
		相关技能	修复技能

2.3 评价指标的数据收集方法

评价指标的数据收集方法用以在维修训练的适当时机进行数据收集,主要包括以下集中方式:调查问卷法、面谈法、检验法、业绩报告分析法等^[2,3]。

2.4 评价算法及步骤

2.4.1 确定评价指标权重

因装备维修训练指标体系对培训效果的影响程度各不相同,邀请相关专家按照萨蒂1~9比例标度法,通过模糊因素两两比较,构造判断矩阵并计算权重^[4]。

1) 建立判断矩阵

通过分析比较同一分层中评价指标间的相互重要程度,进而建立一系列判断矩阵,用 $A = (a_{i,j})_{n \times n}$ 表示,其中, $a_{i,j}$ 表示 w_i 和 w_j 的影响大小之比,即 $a_{i,j} = \frac{w_i}{w_j}$ 。

2) 评价指标权重的确定

根据判断矩阵 $A = (a_{i,j})_{n \times n}$,采用层次分析法中的“特征值法”^[5]确定各评价指标权重。

从分析解决问题的步骤可以看出,求出判断矩阵的特征值和特征向量是解决问题的根本。本文采用和积法进行求解,方法如下:

用式(1)对 $A = (a_{i,j})_{n \times n}$ 进行列规范化

$$\bar{a}_{i,j} = \frac{a_{i,j}}{\sum_{i=1}^n a_{i,j}} \quad (1)$$

式中: $i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,n$ 。判断矩阵规范后,用式(2)按行相加

$$\bar{w}_i = \sum_{j=1}^n \bar{a}_{i,j} \quad (2)$$

式中, $i=1,2,\dots,n$ 。利用式(3)将向量 $\bar{W} = (\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_n)^T$

规范化

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{w}_i} \quad (3)$$

得到 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 即最大特征向量的值。最大特征值为 λ_{\max}

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{w_i} \quad (4)$$

3) 单层次一致性检验

根据判断矩阵的最大特征值及对应的特征向量进行一

致性检验,一致性比率 $CR = \frac{CI}{RI}$,其中,一致性指标 $CI =$

$\frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, RI 的取值如表 2 所示。

表 2 平均随机一致性指标 RI

阶数	1	2	3	4	5
RI	0	0	0.58	0.9	1.12
6	7	8	9	10	
RI	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

当 $CR < 0.10$ 时,即认为判断矩阵的一致性可以接受,否则,调整判断矩阵的元素取值,直至得到满意的一致性为止。

2.4.2 隶属函数的确定

关于隶属函数的确定,本文采用指派法进行隶属度的确定。指派法就是利用现有的某些模糊分布并根据测量的数据确定分布中的参数。利用“正态隶属度模型”,即正态函数确定隶属度如下:

优秀隶属度函数为

$$r_{i1} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu_1)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (5)$$

良好隶属度函数为

$$r_{i2} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu_2)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (6)$$

及格隶属度函数为

$$r_{i3} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu_3)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (7)$$

不及格隶属度函数为

$$r_{i4} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu_4)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (8)$$

求的隶属度函数进行归一化得

$$r'_{in} = r_{in} / \sum_{n=1}^4 r_{in} \quad (9)$$

2.4.3 模糊综合评价

模糊综合评价是一种发展迅速的数学建模方法,随着问题的不确定性、复杂性及人思维的模糊性不断增强,人类很难做出客观的评价^[6]。利用模糊数学求解综合评价问题备受人们关注,不少学者对模糊综合评价的方法进行了

研究^[7]。

首先对评估对象因素集 U 中的第 i 个因素 u_i 进行评估,并在评估等级标准集 V 中的第 j 个元素 v_j 的隶属度为 g_{ij} ,则用模糊集合表示 u_i 的评估结果为: $G_i = (g_{i1}, g_{i2}, \dots, g_{in})$, ($i = 1, 2, \dots, n$)。对所有因素进行模糊评估得评估矩阵

$$G = \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ \vdots \\ G_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \cdots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{n1} & g_{n2} & \cdots & g_{nn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

各因素的权重向量为: $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 。其中, w_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 是元素 u_i 对 U 的权重系数,由各单因素评估矩阵与对应的权重集进行模糊变换,即得出模糊综合评判的最终结果,表示为

$$X = W * G = (w_1, w_2, \dots, w_n) *$$

$$\begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \cdots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{n1} & g_{n2} & \cdots & g_{nn} \end{bmatrix} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (11)$$

其中,“*”表示 W 与 G 的一种合成算法,本文采用加权平均型算法。采用最大隶属度原则确定最终的模糊评价结果。

3 维修训练效果模糊综合评价

通过对考核因素进行两两比较得到理论知识考核效果的判断矩阵,如表 3 所示,利用前述方法求得最大特征值 w' 及特征向量 λ_{\max} 。

表 3 理论知识考核判断矩阵

A	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7
B_1	1	3/2	1	3/2	4/3	3/5	3/1
B_2	2/3	1	3/2	1	1/2	2/5	2
B_3	1	2/3	1	4/3	3/4	4/5	3
B_4	2/3	1	3/4	1	1/2	2/5	2
B_5	3/4	2	4/3	2	1	3/4	4
B_6	5/3	5/2	5/3	5/2	4/3	1	5
B_7	1/3	1/2	1/3	1/2	1/4	1/5	1

计算得特征向量 $w' = (0.1647, 0.1162, 0.1404, 0.1014, 0.1842, 0.2432, 0.0499)$,特征值为 $\lambda_{\max} = 7.1206$, $CI = 0.0201$,查找相应的一致性指标,得 $RI = 1.45$,则 CR 计算得 $0.0148 < 0.1$,符合一致性要求。

确定考核评判因素后,还应将各因素分成等级,按照定义的分级标准,将各因素评价等级统一设置为 {优秀 (V_1),良好 (V_2),及格 (V_3),不及格 (V_4)},采用指派法将已得到的数据进行评价。

结合理论知识考核所得的定量指标数据,得到模糊综合评价矩阵,结果如表 4 所示。

表4 模糊综合评价表

指标	G				W
基础知识	0.49	0.41	0.10	0.00	0.164 7
机械制图	0.37	0.48	0.15	0.00	0.116 2
加工知识	0.48	0.45	0.05	0.02	0.140 4
材料知识	0.68	0.23	0.08	0.01	0.101 4
构造原理	0.21	0.49	0.30	0.00	0.184 2
维修	0.56	0.28	0.13	0.03	0.243 2
维修机具	0.53	0.25	0.22	0.00	0.049 9

通过计算,最终得到结果为 $X = W * G = (0.46, 0.38, 0.15, 0.01)$, 根据最大隶属度原则,理论知识考核总体水平为“优秀”。

4 结束语

本文研究分析了装备维修训练并运用模糊综合评价的方法对维修训练效果进行评价,克服了评估过程中的随意性,能客观准确地进行评价。实例证明,评价结果可信、可靠,为维修训练效果评估提供了一种客观、符合实际的方法。

(责任编辑 杨继森)

(上接第36页)性能或研发新型机构,将使用者的部分工作分配给武器,将人从适应武器中解放出来,少训练甚至不训练就能达到预期效果)方面考虑共同减少人-机配合过程中产生的误差,必将成为新型或者智能武器研发的一种趋势。

参考文献:

- [1] 谢大雄. 在手枪射击过程中人-枪系统的响应分析[J]. 兵工学报, 1988(1): 17-25.
- [2] 高列兵. 手枪射击时枪“点头”的成因及对策[J]. 警察实战训练研究, 2012(5): 36-39.
- [3] 沈宏斌, 韩稼梓, 魏俊杰. 影响手枪射击成绩的主要因素分析[J]. 空军雷达学院学报, 2007(21): 154-156.

(责任编辑 杨继森)

参考文献:

- [1] 王新洲. 模糊空间信息处理[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003: 130-131.
- [2] 钟定国. 培训效果评估的方法选择[J]. 中国培训, 2003(3): 22-24.
- [3] 蒋太才. 企业人力资本培训投资收益的综合评估研究[J]. 改革与战略, 2006(8): 35-38.
- [4] 丁少忠, 武璇. 层次分析法在确定绩效指标权重中的应用[J]. 中国电力教育, 2005(4): 29-31.
- [5] 常建娥, 蒋太立. 层次分析法确定权重的研究[J]. 武汉理工大学学报: 信息与管理工程版, 2007(1): 153-156.
- [6] 于海波. 网络学习模糊综合评价模型研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2009.
- [7] 陈守煜. 复杂水资源系统优化模糊识别理论与应用[M]. 吉林: 吉林大学出版社, 2002.
- [7] 胡晓倩, 张莲, 李山, 等. 住宅光环境舒适度的模糊综合评价方法[J]. 重庆理工大学学报: 自然科学版, 2013(7): 103-107.
- [8] 谢化勇, 肖明清, 方甲永, 等. 自动测试系统多层次模糊综合评价方法[J]. 火力与指挥控制, 2012(7): 102-106.

- [4] 付忆民. 轻武器射击[M]. 北京: 解放军出版社, 2003.
- [5] 卢德明. 我国高水平手枪慢射运动员瞄准技术动作的生物力学研究[J]. 北京体育大学学报, 2005, 12(2): 67-68.
- [6] 陆卫良. 手枪精度射击中的据枪[J]. 体育世界, 2006(4): 12.
- [7] 白士红, 李晓雷, 张春林. 人体动力学模型建立方法的研究[J]. 机械设计与制造, 2004(4): 7-9.
- [8] 丁玉兰. 人机工程学[M]. 3版. 北京: 北京理工大学出版社, 2004.