

# 车载计算机系统可用性评价指标体系研究<sup>①</sup>

陈建明, 王洪艳, 金传洋

(装甲兵工程学院 信息工程系, 北京 100072)

**摘要:** 针对目前车载计算机系统可用性研究中缺少可用性评估指标体系的问题, 进行了深入地分析与研究, 首先研究了构建车载计算机系统可用性评估体系的基本原则, 分析了可用性评估的主要内容, 最后提出了可用性评估的指标体系. 研究表明: 可用性评价一方面能从用户角度反映车载计算机系统存在的问题, 为设计者决策提供依据, 另一方面也能为供应商改进系统性能提供参考.

**关键词:** 车载计算机系统; 可用性; 评价指标体系; 评价方法; 模糊评价

## Research on Usability Evaluation Index of Armored Vehicle Computer System

CHEN Jian-Ming, WANG Hong-Yan, JIN Chuan-Yang

(Department of Information Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

**Abstract:** This paper conducted in-depth analysis and research of the problem of the lack of armored vehicle computer system usability evaluation index system. This paper firstly studied the basic principles of building the usability evaluation index system of armored vehicle computer system, then analyzed the main contents of usability evaluation, finally it brought forwards the usability evaluation index system of armored vehicle computer system from the effectiveness, efficiency and satisfaction aspects. The research shows that usability evaluation can not only find usability problems of armored vehicle computer system to provide basis for designer, but also improve system to give reference for the seller.

**Key words:** armored vehicle computer system; usability; evaluation index system; evaluation method; fuzzy evaluation

随着武器装备信息化程度的提高, 各种车载计算机嵌入到信息设备中以完成特定的控制任务, 使武器装备的作战效能得到了极大地提升. 目前, 装甲主战装备都配有车载计算机系统, 包括软件和硬件两部分, 完成作战指挥、信息通信、武器控制、状态检测等功能. 这些设备提升了部队的战斗力, 同时也对使用人员提出了更高的素质要求. 鉴于部队目前人员的文化背景、信息素养的现状, 许多装备的使用训练受到限制, 收不到应有的训练效果. 通过到部队调研, 发现除训练本身的技术原因外, 存在车载计算机系统的可用性问题, 如: 随着系统功能的增加, 操作界面繁琐、操作方式复杂、各分系统互连互通能力弱; 随着装备信息化程度的提高, 车内信息设备多, 各种噪音、频率

干扰增加、作业空间小等构成人机环境欠佳, 等等. 如何使车载计算机系统产品实现人机合一, 目前表现得尤为突出, 成为必须解决的问题, 需要建立一套评估机制. 评估和改进现有产品的设计, 需要有一种客观、统一和定量的衡量标准作为参考, 然而如何建立这样一种标准及构建怎样的标准, 一直是个难题, 目前还没有一致的理论和方法. 特别是在装备领域中, 还没有针对车载计算机产品的可用性评估指标体系, 因此建立科学合理的可用性评估指标体系具有重要的理论意义和现实意义. 结合自身的研况, 借鉴其他产品的可用性研究成果, 针对车载计算机系统可用性的评估指标问题, 从构建指标体系的基本原则, 评估的主要内容, 评估指标等方面进行了研究.

<sup>①</sup> 收稿时间:2013-03-29;收到修改稿时间:2013-05-06

## 1 可用性的基本概念

### 1.1 可用性的含义<sup>[1,2,3]</sup>

可用性是从用户角度来评价系统,即用户能否用产品完成他的任务,效率如何,主观感受怎样,实际上是从用户角度所看到的产品质量,是产品竞争力的核心.国际标准化组织在 ISO9241-11(1997)中对可用性作了如下定义:在特定的用户环境中特定用户使用产品完成特定任务时所具有的有效性、效率和用户主观满意程度.其中有效性、效率和用户主观满意程度是可用性的核心属性,是进行可用性评估的重要指标.有效性指用户完成特定任务和达到特定目标时所具有的正确和完整程度,即用户满足特定信息需求时所获得的准确性和完整性;效率指用户完成任务的正确和完整程度与所使用资源(如时间)之间的比率;满意度指用户在使用产品过程中所感受到的主观满意和接受程度.

### 1.2 指标体系来源

可用性评价指标体系的来源从以下几个方面对其进行解释.

(1) 借鉴国内、外学者关于 IT 产品可用性评价的指标体系

可用性是交互式 IT 产品(计算机软硬件、网站、电子出版物等)的重要质量指标.对于这些交互式产品的可用性评估, Jakob Nielsen 在《Usability Engineering》一书中分五个方面进行考察<sup>[4]</sup>, ISO/IEC9126 对产品的可用性定义了四种因素<sup>[5]</sup>. ISO9241 的可用性标准第 11 部分指出<sup>[2]</sup>:可用性测试和评价的目标是为了让用户在特定使用环境中达到目的满足需要,主要测试三方面:有效性、效率和用户的主观满意度.以可用性理论和标准为基础,国内外学者进行了大量的研究,并投入实际应用,如:电子商务网站可用性评价指标体系研究<sup>[6]</sup>、电子资源质量评价指标体系研究<sup>[7]</sup>、电子地图可用性评价指标体系研究<sup>[8]</sup>、手机界面设计可用性评价指标体系研究<sup>[9]</sup>等.联想公司、HP 公司、TCL 公司等对自己的 IT 产品进行可用性评价起得了巨大的经济效益.

(2) 借鉴国内外学者关于软件可用性评价的指标体系<sup>[10-13]</sup>

国外的一些著名软件公司早在上世纪 80 年代初就已经意识到软件可用性的重要性并开始这方面的研究和实践. IBM 早在 1970 年就引入了可用性测试,微软公司在 1988 年也开始进行可用性测试.大家所熟

知的 Microsoft 公司 Windows 操作系统和其他软件产品在推向市场前就经过了大量的可用性测试,从而保证了该产品除了具有强大的功能和稳定的性能外,还具有很强的可用性,能够为多数人所接受.微软的可用性指南,主要以五个主指标形成对 Web 软件进行启发式评价的基础.国内大连海事大学欧盟可用性研究中心的学者们,分析了网站设计中存在的 14 个可用性常见问题,提出了提高网站软件设计可用性的八个设计准则.

(3) 来源于对部队车载计算机系统可用性的调查结果

通过对基层部队的调研,发现在使用的过程中还存在许多问题<sup>[14]</sup>,部队官兵对车载计算机系统的实际使用的满意程度,是评价的关键,也是质量的核心.因此,在进行评价指标体系设计时应充分考虑到.

## 2 评价指标体系设计

对车载计算机系统可用性评估,主要是从功能性与人机交互界面两个方面进行的.

(1) 功能性方面,车载计算机系统所具有的功能是实现其可用性的基本前提,其功能分软件、硬件两部分,硬件功能包括与外部的接口连接、输入、输出以及内部控制与数据处理等.软件功能主要指操作系统及指控软件的功能.

(2) 人机交互界面方面,它为车载计算机系统实现其功能提供了支持,直接影响着用户完成任务的工作方式与工作绩效,是可用性评估的重要内容.在车载计算机系统人机交互界面方面,主要是要对界面布局、符号设计、色彩设计、注记设计、图层显示设计、交互工具按钮图标设计等内容进行评估.

根据 1.2 节的指标来源,经过考虑采用 ISO9241 的可用性标准定义的有效性(effectiveness)、效率(efficiency)和用户的主观满意度(satisfaction)三个方面作为本次指标体系设计的一级指标(目标层),二级指标(属性层)有 10 个小类,每一类二级指标都可由相应的评估标准从多维度进行评价,具体内容见图 1.

## 3 评价方法

### 3.1 评价流程<sup>[15]</sup>

确定指标体系后,应采用适当的评价方法进行数据采集和统计数据处理,按照一定的流程进行评价.

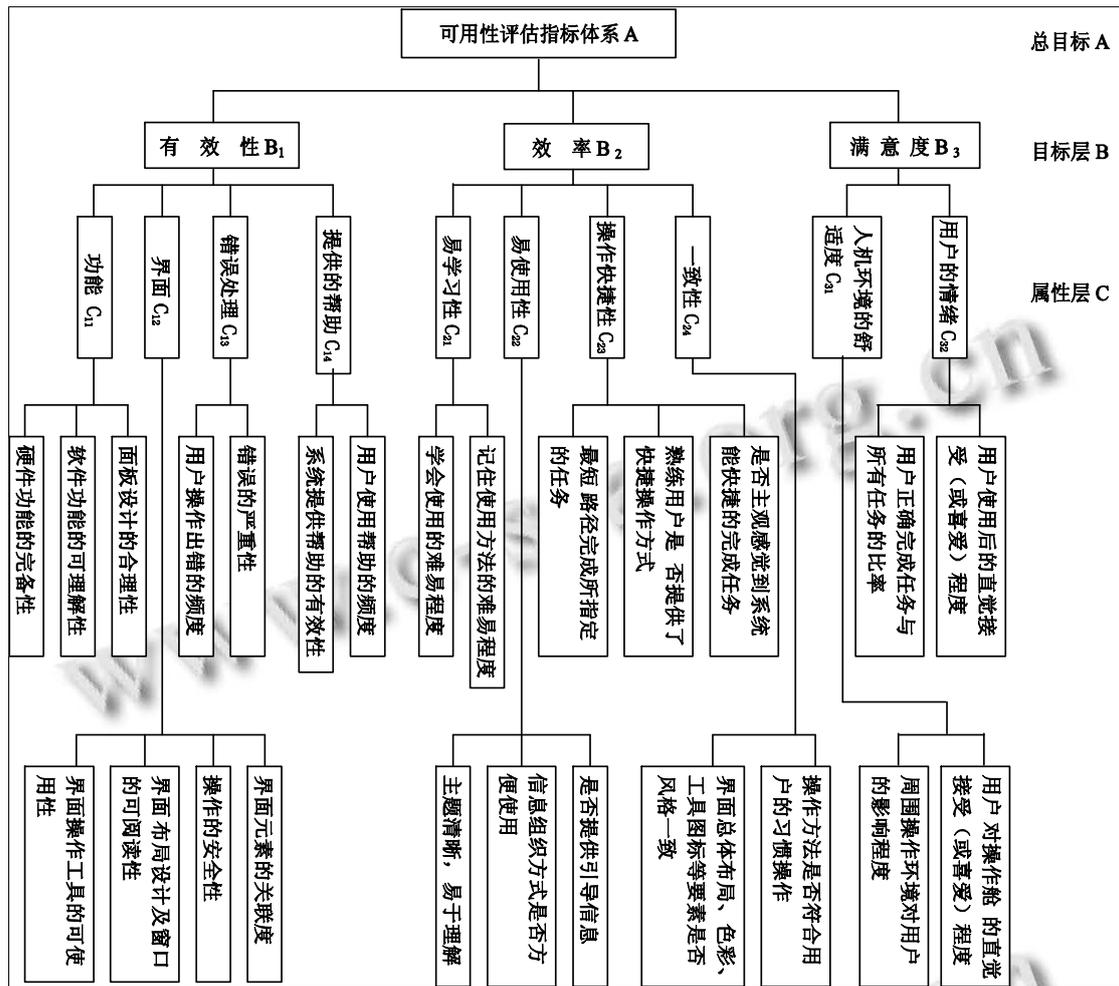


图 1 车载计算机系统可用性评估的指标体系

评价流程分以下几步:

- (1) 确定评价指标体系. 如图一所示建立的评价指标体系作为车载计算机系统的标准.
- (2) 确定可用性测试指标. 根据二级指标相应的评价标准确定计算指标, 设计测试方案和数据采集与处理算法.
- (3) 组织测试人员. 测试人员分可用性测试专家和一般测试人员, 测试专家用于确定一、二级评价指标权重, 便于用模糊数学方法进行计算. 一般测试人员用于可用性测试, 包括回答调查问卷和动手操作车载计算机系统, 记录操作测试过程并采集数据, 便于数据分析.
- (4) 实施可用性测试. 在可用性测试实验室进行.
- (5) 回收数据并进行数据处理.
- (6) 测试结果反馈, 并对产品进行改进建议.

对车载计算机系统的可用性评价的流程如图 2 所示.

### 3.2 模糊评价步骤

#### (1) 建立评价的测试人员

测试人员分两类: 可用性专家和终端用户, 一定不是系统设计和开发人员. 可用性专家用于指标权重的确定, 终端用户用于对系统的测试. 由于每个被评价对象的专业类型不同, 对于不同类型采用不同的专家组. 专家组组成后, 根据实际需要确定评语集. 假设对可用性等级进行五级划分, “a、b、c、d、e”, a 为最高, e 为最低, 则其评语集为:

$$V=(a、b、c、d、e)=(v_1、v_2、v_3、v_4、v_5).$$

#### (2) 确定指标权重

指标权重的计算可采用 AHP 方法<sup>[10]</sup>, 先算出目标层和属性层各指标的权重分配, 然后属性层、目标层相对于总目标层 A 的权重分配计算如下式:

$$W = \sum_{j=1}^n WB_i WC_{ij}$$

$WB_i$  为  $B_i$ (如图 1 目标层,  $1 < i < 3$ ) 相对于  $A$  的重要性权值,  $WC_{ij}$  为  $C_{ij}$ (如图 1 的属性层) 相对于  $B_i$  的重要性权值; 当  $B_i$  与  $C_{ij}$  没有联系时,  $WC_{ij} = 0$ .

(3) 确定指标的隶属度

对车载计算机系统可用性进行评价时, 所有测试人员根据所确定的评语集对其评价指标进行评价, 评价结果用隶属度矩阵  $R$  表示如下:

$$R = (r_{ij})_{m \times l}$$

在矩阵  $R$  中  $r_{ij}$  表示在第  $i$  个评价指标上, 对它第  $j$  等级评定的人数占全部参加测试人数的百分比, 即:  $r_{ij} = d_{ij} / D$ ,  $d_{ij}$  表示第  $i$  个评价指标上, 对它作出第  $j$  等级评定的人数,  $D$  表示全部参加测试人数.  $m$  为指标

数,  $l$  为评定等级数.

(4) 计算评价值

在隶属度矩阵  $R$  获得后, 确定综合评价向量  $S$ , 为了在模糊综合评价中, 能适当兼顾各因素, 并保留单因素评价中的全部信息, 采用综合评判的加权平均型—— $M(\cdot, +)$  模型<sup>[16]</sup>, 可以获得较好的效果, 所以有:

$$S = W_c^a \cdot R$$

式中:  $W_c^a$  为指标  $C$  对目标  $A$  的综合权重. 若对评语集量化, 则综合评价值为:

$$P = V \cdot S^T$$

式中  $S^T$  表示综合评价向量矩阵  $S$  的转置, 由上式求出的评价值可确定等级值, 因而实现对车载计算机系统可用性的评价.

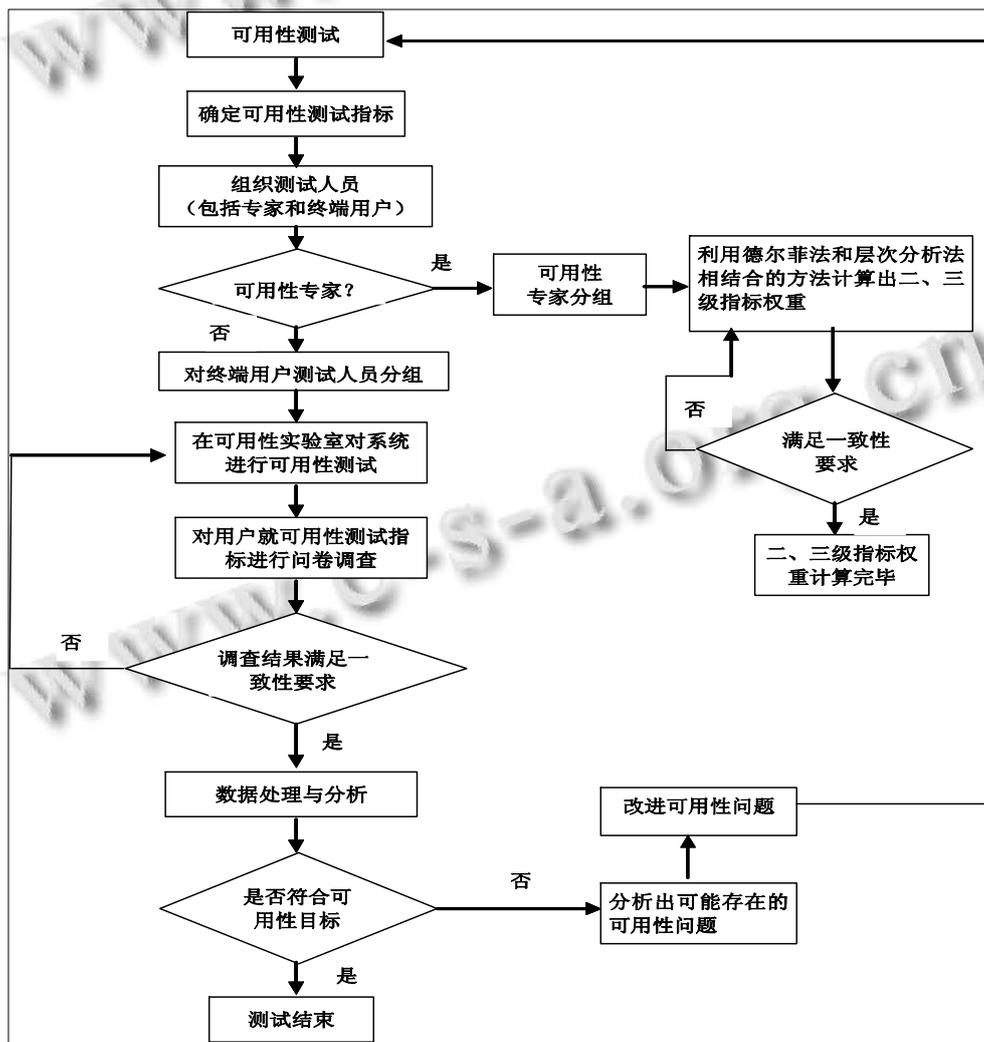


图 2 可用性评价流程

#### 4 结语

车载计算机系统作为指控系统的重要组成部分,通过对已存储的数据和所采集到的信息进行加工,以产生各种控制信息和显示信息,从而进行作战决策和控制,因此对其可用性进行评价和改进性能至关重要.本文所提出的评价指标体系和评价方法在某装备的车载计算机系统上进行了应用,在一定程度上解决了目前车载计算机系统的可用性评价问题.但具体的评价属性测量和定性数据量化还有许多工作要做.

研究可用性评估的目的不是具体评价系统的可用性分数,而是评估系统目前所存在的主要问题,以便提出改进的方法与措施,提高车载计算机系统的质量,进而完善指控系统的功能和性能,达到提升装备的作战效能的目的.

#### 参考文献

- ISO 9421-10. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals(VDT's)-Part 10: Dialogue principles. International Organization of Standardization, 1994.
- ISO 9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals(VDT's)-Part 11: Guidance on usability. International Organization of Standardization, 1997.
- Gabbard JL, Swan JE II. Usability engineering for augmented reality: Employing user-based studies to inform design. IEEE Trans. on visualization and Computer Graphics, 2008, 14(3): 513-525.
- 尼尔森,刘正捷等译.可用性工程.北京:机械工业出版社, 2004.
- 李乐山.人机界面设计(实践篇).北京:科学出版社,2009.
- 贺桂和,谭春辉,邓艳华.C2C电子商务网站可用性评价指标体系设计研究.荆楚理工学院学报,2010,25(12):60-64.
- 唐琼,张新鹤.基于可用性的电子资源质量评价指标体系研究.图书馆理论与实践,2007(5):7-10.
- 任忠斌,孙庆珍.电子地图可用性评估指标体系问题研究.测绘与空间地理信息,2010,33(3):14-17.
- 刘陇,刘虎沉.手机可用性工程生命周期与评价方法.工业工程,2009,13(3):97-101.
- Upadhyay N, Deshpande BM, Agrawal VP. Concurrent usability evaluation and design of software component: a digraph and matrix approach. IET Softw., 2011, 5(2): 188-200.
- Kostas N, Xenos M, Skodras AN. Evaluating usability in a distance digital systems laboratory class. IEEE Trans. on Education, 2011, 54(2): 308-313.
- Garrido A, Rossi G, Distanto D. Refactoring for usability in web applications. IEEE Software, 2011, 28(5): 60-67.
- Mitsopoulos-Rubens E, Trotter MJ, Lenne MG. Usability evaluation as part of iterative design of an invehicle information system. IET Intell. Transp. Syst., 2011, 5(2): 112-119.
- 陈建明,王洪艳,宣亚克.指控软件可用性工程生命周期模型.指挥控制与仿真,2012,34(4):61-64.
- 李建光,申利民,赵承霞.面向用户的软件柔点可用性评估方法的研究.计算机应用与软件,2011,28(1):61-64.
- 梁保松.模糊数学及其应用.北京:科学出版社,2007.
- (上接第205页)
- mations. American Statistical Association, 2001,96:939-967.
- Zhang L, Zhou WD, Jiao LC. Wavelet support vector machine. IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics-Part B: Cybernetics YBERNATICS, Feb.2004, 34, (1).
- Vapnik V. The Nature of Statistical Learning Theory. New York, Springer-Verlag, 2000.
- Vapnik V. Statistical Learning Theory. New York, NY: John Wiley, 1998.
- Burges CJC. A Tutorial on support vector machines for pattern recognition. Data Mining and Knowledge Discovery, 1998, 2(2): 121-167.
- Almeida MB, Braga A, Braga JP. SVM-KM: Speeding SVMs learning with a priori cluster selection and k-means. Proc. of the 6th Brazilian Symposium on Neural Networks. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2000: 162-167.
- Hart PE. The condensed nearest neighbor rule. IEEE Trans. on Information Theory, 1968, 14(3): 515-516.
- Krantz SG, ed. Wavelet: Mathematics and Application. Boca Raton, FL: CRC, 1994.
- 陈安. Carousel 氧化沟系统水质特征动态分析的人工神经网络模型研究.武汉:武汉理工大学,2003:60-63.
- 陈学群,俞爱媚,吕斌. Carousel 氧化沟技术发展研究.煤矿环境保护,2002,16(4):46-49.
- 邓乃扬,田英杰.数据挖掘中的新方法-支持向量.北京:科学出版社,2004.