

维修性人素工程要求评价指标体系的构建

黄德所^a, 杨善超^b

(陆军军官学院 a. 十一系; b. 研究生管理大队, 合肥 230031)

摘要:针对维修性人素工程要求评价理论体系不够完善、难以评价和分析的问题,根据现阶段我军装备维修特点,通过对维修性人素工程要求以及装备维修事件进行分析,构建了基于维修事件的维修性人素工程要求评价指标体系。实践表明:该指标体系解决了维修性人素工程要求难以评价的问题,为评价的精确性和可重复性提供了理论和技术支撑。

关键词:人素工程;评价;维修事件;指标体系

本文引用格式:黄德所,杨善超. 维修性人素工程要求评价指标体系的构建[J]. 兵器装备工程学报,2017(3):98-100.

Citation format:HUANG De-suo, YANG Shan-chao. Study on the Maintainability Human Element Engineering Requirement Evaluation Index System Based on Maintenance Event[J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering,2017(3):98-100.

中图分类号:U692

文献标识码:A

文章编号:2096-2304(2017)03-0098-03

Study on the Maintainability Human Element Engineering Requirement Evaluation Index System Based on Maintenance Event

HUANG De-suo^a, YANG Shan-chao^b

(a. The Eleventh Department; b. Graduate Management Team, Army Officer Academy, Hefei 230031, China)

Abstract: To solve the issues that maintainability human element engineering requirement faces on evaluation and analysis, the paper built up a maintainability human element engineering requirement evaluation index system based on maintenance event, according to typical three-level equipment repair process. Practice shows that the index system can solve the difficult problem to evaluate maintainability human element engineering requirement. The paper provides theoretical and technical support for the maintainability human element engineering requirements evaluation.

Key words: human element engineering; evaluation; maintenance event; index system

维修性人素工程要求是《GJB368B—2009 产品维修性工作通用要求》^[1]规定的九项定性要求之一,维修性人素工程要求评价也是维修性评价的重要组成部分。对于人素工程的研究由来已久,人素工程是基于对人、装备、环境的综合研究,发现并利用人的、生理特性、行为方式、工作能力、作业限

制等特点,通过对于工具(用具)、机器(设施)、系统、任务和环境进行合理设计,以提高生产、维修等活动的效率、安全性、健康性、舒适性和有效性的一门工程技术学科^[2-5]。

目前,在维修性评价工作中,还没有形成完善的针对人素工程要求评价的指标体系。大多数是在综合的维修性定

收稿日期:2016-10-06;修回日期:2016-11-15

基金项目:部委预研基金项目;装备维修性定性要求验证方法研究(9140A27010213JB91)

作者简介:黄德所(1963—),男,博士,教授,主要从事复杂系统与装备维修性评价研究。

通讯作者:杨善超(1992—),男,硕士研究生,主要从事装备维修性评价研究。

性要求评价指标中将人素工程要求指标简单定义为:维修舒适度、环境适宜度,不能很好地体现出人素工程的要求,对其进行的评价也不全面^[6-7]。这导致在装备研制早期维修性人素工程要求评价依据不足,难以对装备维修性的人素工程设计提出改进性的建议。基于此,本文从维修性人素工程要求出发,根据装备维修的主要流程,构建了一套科学完善的、具有可操作性的维修性人素工程要求评价指标体系。

1 维修性人素工程要求分析

评价指标体系要能全面反映维修性人素工程要求,因此先对维修性人素工程要求进行具体分析。

根据人素工程的定义,维修中的人素工程就是用科学的知识进行产品设计以实现有效地使用、维修和人机结合的人的因素领域;研究在维修中人的各种因素,包括生理因素、心理因素与装备和环境的关系,较好地解决维修人员的安全性、舒适性、高效性,强调设备、环境更好地适应于人^[8-10]。装备维修人素工程设计是根据一系列国标、军标(GB10000、GB/T 12985、GB/T 13547等)规定的人的体形、力量、视力、听觉等的限制,对装备以及装备维修进行设计,使装备及所提供的环境确保维修人员舒适安全完成维修任务,使降低维修人员作业效率的因素减为最少。

维修性人素工程要求便是为了达到人素工程的目标,依据人的生理、心理特征,对装备设计、装备维修提出要求,保证维修人员的舒适性、安全性等。根据上述分析,可将其分为对装备的要求、对环境的要求两类(如图1所示)。



图1 维修性人素工程要求分类

对装备的要求是指装备结构的设计要让维修姿势舒适,例如不用跪、趴等易疲劳姿势,维修空间适合人体尺寸;举、提、推拉重物时不超过人的力量限度等。对环境的要求是指维修时的光照、电磁、振动、噪音等要符合国家标准、适合于维修的范围,不能对人的视力、听力产生影响,也不能干扰维修人员的积极性。但是不能直接将二者作为评价指标,因为这两类要求还是属于定性描述,难以直接获取指标值。本研究以上述维修性人素工程要求分析为基础,对维修事件进行分析,构建基于维修事件的人素工程要求评价指标体系。

2 评价指标体系的构建

2.1 装备维修事件分析

本研究所构建的指标体系以维修事件的划分为基础,所以先进行装备维修事件的分析。

维修事件是指由于装备发生故障、产生预警或者按照维修计划进行的一种或多种维修活动^[11]。现在的装备维修主要是三级维修模式,文献[8]给出了系统层析维修职能流程图,它表明在装备使用过程中,进行装备维修主要分为3个级别,分别为基层级维修、中继级维修、基地级维修。在三级维修体制下,维修活动主要是对可更换单元进行拆卸、更换和维修。针对不同的维修级别,可更换单元分为外场可更换单元(LRU,对应基层级)、车间可更换单元(SRU,对应中继级)、车间可更换子单元(SSRU,对应基地级)。

图2是装备典型的三级维修流程图。在基层级,对于发生故障的系统,一般是对故障LRU进行整体的拆卸、更换,对于拆卸的故障LRU,该级别一般不负责维修,而是送往中继级。中继级在接收到该待修LRU后,利用相关测试设备,将故障隔离到SRU一级,然后对故障SRU进行拆卸、更换,并将故障SRU送往基地。在基地级,维修人员利用检测能力更强的设备,将SRU故障进一步隔离到SSRU级别,并对故障SSRU进行拆卸更换,再根据实际情况对更换下来的故障SSRU进行处理。图2中反映的是不同级别的维修活动关系,在每一维修级别上完成其对应的维修活动或者维修事件,共同完成了对装备的维修。

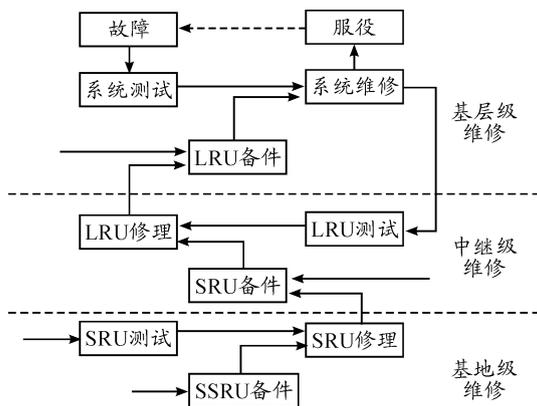


图2 装备典型三级维修流程

2.2 评价指标体系的一二级指标

依据上述维修事件分析,可将装备的维修任务分解成独立的维修事件,以维修事件为基础,将每一维修事件所对应的人素工程要求评价指标作为一级指标^[12]。

上文将维修性人素工程要求进行了分解,分别为对装备的要求和对环境的要求。装备维修性设计中,满足这两类要求的情况直接反映了维修性人素工程设计的好坏。针对每一维修事件,装备和环境的满足要求程度直接影响和反映了此维修事件维修性人素工程要求评价指标的好坏。所以将装备满足要求程度、环境满足要求程度作为每一维修事件所对应的人素工程要求评价指标下的二级指标(见图3)。同时,这些二级指标也能全面的反映维修性人素工程要求。

2.3 评价指标体系的三级指标

根据上文中对于维修性人素工程要求的分析,在某一维修事件里,不同的装备设计会影响到维修人员的作业姿势舒

适度,包括作业姿势是否易引起疲劳、作业空间是否合理。此外维修装备不同的部件对于人的操作力要求程度也不同,部分部件对人体操作力的要求可能超过 GJB703 里规定的限度,容易对人体造成伤害。另一方面,在某一维修事件里,所要进行的维修动作是否容易造成人为差错,出现人为差错后是否会造成严重后果,相应的装备部件在设计时有没有进行防差错和容错设计以保证关键的维修动作错不了、不怕错。这些都会对人的细心谨慎性提出不同程度的要求,也会影响到整个维修任务。所以将作业姿势舒适度、对人的操作力要求程度、对人的细心谨慎性要求程度作为装备满足要求程度的三级指标。

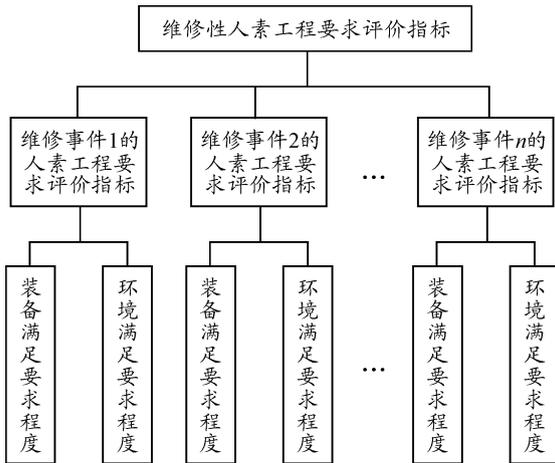


图3 维修性人素工程要求评价一、二级指标

GJB/Z91—97《维修性设计技术手册》里将维修环境分为自然环境和诱发环境,自然环境包括地形、气候、生物等,诱发环境包括核、电磁辐射等。在这些环境因素里,温度、风的强度会干扰人员的维修进程,照明、噪声会影响人的视觉和听觉,振动同样也会影响人的维修动作和人的心理。将自然环境适宜度、诱发环境适宜度作为环境满足要求程度三级指标(见图4)。

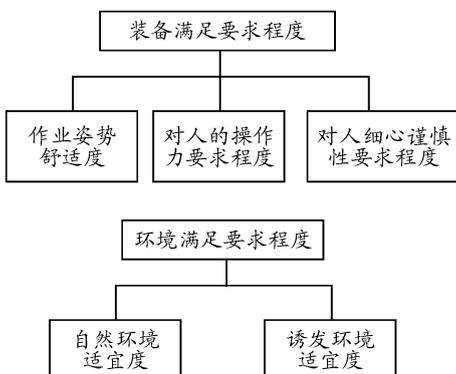


图4 三级评价指标

2.4 关键三级指标分析

作业姿势舒适度:作业姿势舒适度是对作业姿势是否容

易引起疲劳、作业空间是否合理等进行度量,通过虚拟维修仿真方法获取量化值。利用虚拟维修软件进行静态仿真或者动态仿真,结合软件模块对维修姿势、虚拟人低背受压、虚拟人快速上肢、关节活动角度等进行分析,获得维修舒适度的量化值。

对人的操作力要求程度:被维修部件的质量不同、对其搬运方式不同,所需操作力不同。GJB703 规定了人体不同动作操作力的标准,可以据此判断维修事件里每一维修作业对操作力的要求程度。对维修事件而言,其对人的操作力要求程度由一系列维修作业里对人的操作力要求程度最高的维修动作决定;先针对每一维修作业获取其对人的力操作力要求程度量化值,将其中最大值视为整个维修事件的量化值。

对人的细心谨慎性要求程度:维修事件里的维修作业是否容易出现差错,出现差错是否易造成严重后果,能否做到不怕错或者错不了,都会影响到维修人员的心理。如果不易造成严重后果,或者有防差错设计,则对人细心谨慎性要求程度就低。同时,整个维修事件对人细心谨慎性要求程度指标值,由一系列维修事件里该指标值最大的维修作业决定。

自然环境适宜度、诱发环境适宜度:自然环境是指起源是自然的环境因素,诱发环境是指由人引起的环境因素。自然环境里的气温、风强等,诱发环境里的照明、振动等,会对人的视觉听觉或者维修舒适感产生影响。通过对这些环境因素进行监测,结合我国军标里规定的相关保持人体舒适的参数界限,获取环境适宜度的指标值。

3 结束语

从维修性人素工程要求着手,将其分解成对装备的要求、对环境的要求两部分。在此基础上,对装备三级维修活动进行分析,构建基于维修时间的维修性人素工程要求评价指标体系,对关键指标的含义、获取途径进行了阐述。指标体系能全面合理地反映人素工程要求,为维修性人素工程要求评价、维修性人素工程设计水平的提高,提供技术支撑,完善了维修性评价理论体系。

参考文献:

- [1] GJB368B—2009,产品维修性工作通用要求[S].
- [2] 赵江宏.人机工程学[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [3] 刘刚田.产品造型设计方法[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [4] 刘刚田.人机工程学[M].北京:北京大学出版社,2012.
- [5] 孙林岩,崔凯,孙林辉.人因工程[M].北京:科学出版社,2011.
- [6] 祝华远,纪云飞,史凤隆.基于灰色系统理论的军机维修性定性要求评价[J].装备环境工程,2014,11(3):40-44.

通过对仿真和试验的数据分析,可以得出,调节两个脉冲的开通关断时间以及脉冲之间的间隔时间可以达到抑制输出电流某次谐波的要求。

3 结论

本文提出了一种 DC-DC 变换器的双脉宽调制方式,为单载波双脉冲调制;分析了单脉宽调制方式与双脉宽调制方式的控制信号频谱,进行了仿真研究。仿真结果表明:通过改变双脉宽调制方式的脉宽比和脉冲时间间隔可以改变控制信号的特定次谐波。基于这一结论,以 DC-DC 电路为典型,对双脉宽调制方式进行了深入的研究,验证了双脉宽调制方式可以对输出电流的特定次谐波进行抑制。

参考文献:

[1] 陈坚. 电力电子学[M]. 北京:高等教育出版社,2004:55

(责任编辑 杨继森)

(上接第 80 页)

- [4] 孙明太,王涛,韩强等. 火箭上浮定向攻击水雷攻击效果分析[C]//水雷战装备发展战略研讨会论文集,武汉:海军工程大学,1999.
- [5] 王立红,宋军. 高海情对反导舰炮命中概率的影响[J]. 指挥控制与仿真,2016(1):53-56.
- [6] 孙明太,王涛,韩强. 应用统计法计算主动攻击水雷命中概率的仿真研究[J]. 系统仿真实报,2000(6):678-680.
- [7] 张旭,腾兆新. 定向主动攻击型水雷命中概率的计算模型[J]. 海军大连舰艇学院学报,2002(8):57-59.
- [8] 洪星,洪志平,马爱民. 定向攻击水雷打击概率模型研究

-90.

- [2] 赵良炳. 现代电力电子技术基础[M]. 北京:清华大学出版社,1995.
- [3] WANG J, XU J. A novel PWM control method for switching DC-DC converters with improved dynamic response performance[C]//IEEE International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems. [S. l.]: [s. n.], 2010:85-88.
- [4] JIA Jingbin. A Digital-PID-Control Single-Inductor Triple-Output (SITO) DC-DC Converter with Pre-Sub-Period Inductor-Current Regulation[D]. China: The Chinese University of Hong Kong, 2009.
- [5] WISAM M. AL-HOOR. Adaptive efficiency optimization for digitally controlled DC-DC converters[D]. USA: University of Central Florida, 2009.

[J]. 情报指挥控制系统与仿真技术,2004(10):50-52.

- [9] 闫岩,赵向涛. 水面舰艇采用不同规避方式对潜射声自导鱼雷命中概率影响研究[J]. 舰船电子工程,2015(8):134-139.
- [10] 曹庆刚,毛秋丹,房毅. 某型潜艇尾流自导鱼雷命中概率方法研究[J]. 舰船电子工程,2015(3):132-136.
- [11] 张运龙,张旭,罗一丁. 主动攻击水雷可攻区域研究[J]. 火力与指挥控制,2015(10):80-82.
- [12] 李洪涛,奚慧巍,高顺林,等. 沉底水雷毁伤能力研究[J]. 兵器装备工程学报,2016(7):42-46.

(责任编辑 周江川)

(上接第 100 页)

- [7] 徐达,李闯,李洋,王宝琦. 基于 TOPSIS 的装备维修性定性指标综合评价研究[J]. 航天控制,2014,32(5):92-96.
- [8] 吕川. 维修性设计分析与验证[M]. 北京:国防工业出版社,2012.
- [9] GJB/Z91—97, 维修性设计手册[S].
- [10] GJB451A—2005, 可靠性维修性保障性术语[S].

- [11] 李俊,黄德所,李琴. 基于维修事件的维修性定性要求验证与评价指标体系研究[J]. 装备学院学报,2016,26(5):22-25.
- [12] 黄德所,李琴,李俊,等. 装备维修性定性评价指标体系构建研究[J]. 工程设计学报,2015,22(2):101-105.

(责任编辑 唐定国)