

装甲车辆驾驶舱人机界面评价因素分析

祁丽霞 白雅娟 毛恩荣

(中国农业大学工学院,北京 100083)

摘要 为改进我国装甲车辆驾驶舱设计,改善其现有人机界面匹配差的状况,须对装甲车辆驾驶舱人机界面进行综合评价研究。分析了影响驾驶员操作及装甲车辆性能的主要因素,提出人机界面评价涉及的主要问题为驾驶员人体尺寸特征,驾驶舱元件形状和位置及其最佳、一般和功能限制区域。据此,将装甲车驾驶舱人机界面组成划分为驾驶员操纵空间、座椅、重要操纵元件、仪表板、潜望镜、其他操纵元件6部分,并按照系统分析和人机工程学原理,选择了装甲车驾驶舱人机界面评价因素,详细划分了装甲车辆驾驶舱人机界面各组成部分的评价指标与评价层次,构成了完整的装甲车辆驾驶舱人机界面匹配评价体系。

关键词 装甲车辆驾驶舱;人机界面;评价因素

中图分类号 TJ 811

文章编号 1007-4333(2003)06-0048-03

文献标识码 A

Analysis of evaluation factors influencing the human-machine interface match on tank driving cabin

Qi Lixia, Bai Yajuan, Mao Enrong

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract To improve the design of tank driving cabin and change the current bad match condition of its human-machine interface, an overall research of tank driving cabin human-machine interface evaluation should be taken on. Body-size of drivers, structure and position of components as well as the optimum area, general area and function-limited area of each component, which are determined by the performances of the components, were considered as the main factors during evaluation. Based on the System-analysis and Ergonomics principles, the human-machine Interface of tank driving cabin is divided into 6 parts: manipulated space, driver's seat, some important controls, periscope, instrument panel and other controls. The evaluation factors were selected and the evaluation items and levels of the human-machine interface were described specially. All of these form the evaluation system of human-machine interface of tank driving cabin.

Key words tank driving cabin; human-machine interface; evaluation factors

我国装甲车辆是建国后发展起来的,在从引进仿制到自行设计的过程中,苏式“向心式”设计思想对我国装甲车辆的设计影响很大^[1]。随着现代战争对装甲车辆战术性能的要求不断提高,我国现有装甲车辆设计在“机宜人”问题上的负面效应日益彰显。首先,苏式“向心式”设计思想主要特点之一是车体设计尽量低矮,以增加装甲车辆机动时的隐蔽防护性能,这样就直接导致了驾驶员操作空间狭小。其次,在仿制和自行设计过程中没有考虑人种差异。俄罗斯人种体态多为短躯干、亚长腿型,而中国人则

大多数为亚长躯干、短腿型,体态差异很大;因此,即使在特选驾驶员的前提下,我国装甲车辆驾驶员在操作中仍处于强迫体位,操作比较困难。其三,大量高新技术的应用使驾驶舱内增加了很多仪器仪表,使驾驶舱内空间更趋狭小,而且,增加的仪器仪表及操纵部件没有经过总体设计,操纵元件布局不合理,仪表不易观察等问题大量存在。上述诸类情况均不符合“机宜人”的设计要求,加之装甲车辆行驶路面状况复杂,环境恶劣,驾驶员在机动过程中极易疲劳,产生焦躁情绪和导致误操作,直接影响装甲车辆

收稿日期:2003-06-12

基金项目:国防科技“十五”预研项目子课题

作者简介:祁丽霞,博士研究生;毛恩荣,博士生导师,教授,主要从事人机工程学和车辆工程的研究

人机系统的操作可靠性和作业持续时间,严重影响装甲车机动系统作战性能的正常发挥。长期驾驶人机界面匹配情况差的车辆还会对驾驶员的身体造成伤害。据解放军第159医院骨科路闯^[2]等对坦克乘员腰痛发病率所做的调查,坦克驾驶员腰痛发病率高达94.0%。因此,以我国成年人人体尺寸为依据,对装甲车辆驾驶舱的人机界面匹配状况进行综合评价研究,成为装甲车辆研制工作中一项十分必要的内容。在装甲车辆驾驶舱人机界面诸因素中,元件的几何位置在系统设计中占有重要的基础地位,对其他性质的人机界面情况有决定性的影响,因此,在本研究中,主要选用装甲车辆驾驶舱诸元件的几何位置界面作为评价研究对象。

1 驾驶舱人机界面评价因素选择依据

评价因素的选择与评价所涉及的具体问题有直接关系。人机界面系统由不同类型和形式的元件通过某种方式组合而成,对系统中的任一元件 C_i 来讲,评价^[3]首先与元件形状、尺寸、大小等结构参数 S_i 有关,只有元件的结构参数符合人的感知特性,使用者才能对其做出较好的评价。当元件被安装在特定使用环境中时,对元件的评价与元件的安装位置 P_i 和操作者的人体尺寸特征 $S_{Human, k}$ 有关。 $S_{Human, k}$ 因操作者的性别、年龄段和人体结构尺寸的不同而不同。根据元件在系统中的功能和使用特性的不同,对元件 C_i 的评价还必然与下列因素有关:最佳区域 $A_{b, i}$, 一般区域 $A_{g, i}$, 功能限制区域 $A_{lim, i}$, 这几个参数表现了几何人机界面系统评价的特性。因此,对元件 C_i 的评价结果可以表示为:

$$E_{C_i} = f(S_i, P_i, S_{Human, k}, A_{b, i}, A_{g, i}, A_{f, lim, i})$$

由此可见,对装甲车辆驾驶舱人机界面的综合评价研究,应依据我国装甲车辆驾驶员的人体结构尺寸,分析装甲车辆驾驶舱内各类机构的适宜几何尺寸和安装位置。首先,如果驾驶舱的视觉元件、按钮等的安装位置不合理,操纵不方便,容易造成驾驶员的误操作而导致故障的发生。统计数据表明,人为因素造成的故障约占装甲车辆故障总数的1/3^[4]。其次,如果驾驶舱主要操纵元件的安装位置及结构参数等不合理,驾驶员就要依靠肌肉的长时间收缩来维持各种强迫体位(如颈部扭曲、长时间低头弯腰等),这样就会使驾驶员着力肌肉产生静态负荷,导致其肌肉疲劳,使其驾驶可靠性和车辆的技战术性

能受到影响。

2 驾驶舱人机界面评价因素选择

驾驶员对驾驶舱的评价与操作空间有很大关系。过于狭窄的操作空间会使驾驶员产生空间压抑感,且行驶中的颠簸使驾驶员易因磕碰受伤。根据人机界面匹配的评价规律和驾驶舱内元件的使用特性,对装甲车辆驾驶舱进行系统分析,将舱内元件划分为座椅、重要操纵元件、仪表板、潜望镜和其他操纵元件5部分。由于驾驶员是坐在驾驶座椅上进行操作的,因此,选择驾驶座椅做为评价的基准点。根据人机工程学原则,对装甲车辆驾驶舱人机界面各组成部分进一步细化分析,确定各部分的评价点。

1) 座椅评价因素。由于座椅是评价基准点,对它的评价不涉及安装位置的因素,只与其自身静态参数有关。依据座椅设计的人机工程准则,合理的座椅设计应具备如下特点^[3]:a. 人体腰椎下部应有适当的腰靠支撑;b. 腰靠形状应保证人体的腰凹部与腰靠较好的贴合;c. 椅面高度应确保驾驶员大腿肌肉和血管不受压迫;d. 座深应保证腿的主动脉不受压迫,座宽应保证坐者能够方便自如地变换姿势而不致滑脱;e. 椅面应有倾角或前沿隆起,防止人体滑动,并有保证舒适的体腿夹角。据此选定的座椅评价因素见图1。

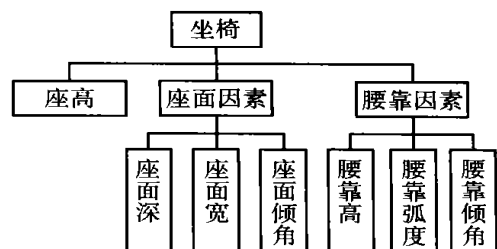


图1 驾驶座椅评价因素

Fig. 1 Evaluation factors of driver's seat

2) 重要操纵元件评价因素。操纵元件分为手操纵元件和脚操纵元件2类。这些元件确定了驾驶员驾驶时的主要体位形式。装甲车辆驾驶舱内需要频繁使用的手操纵元件主要有:操纵拉杆(或方向盘)、变速杆;脚操纵元件主要有:油门踏板、制动踏板、离合器踏板。

按照对元件评价的分析和设计原则,较好的操纵元件其外形应便于使用,安装位置应适合人的操纵习惯,按照合理的操作顺序和逻辑关系进行安排。因此,选定操纵元件的评定因素为:a. 形状和样式,

主要考察操纵元件是否便于抓握、踩踏;b. 安装位置,主要考察操纵元件是否便于操纵用力,是否符合人的操纵习惯;c. 操作行程,考察操纵元件的极限操作位置是否都在驾驶员的舒适操作范围内。重要操纵元件的评价因素见图 2。

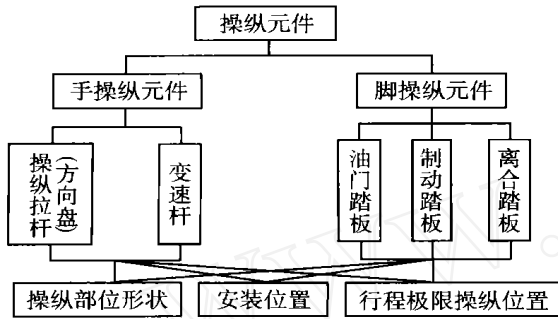


图 2 重要操纵元件评价因素

Fig. 2 Evaluation factors of important controls

3) 仪表板总成评价因素。装甲车辆仪表数量多,功能复杂,为了便于评价,按仪表板总成确定评价因素(图 3)。根据仪表盘的设计原则,将评价因素确定为:a. 显示仪表、指示灯、操纵按钮安装位置。考察仪表在仪表板上的空间排列顺序和实际操作中的使用顺序是否一致,完成特定操作活动或实现序列操纵活动所需的所有显示仪表是否组合在一起,功能上有联系的仪表是否靠近排列。b. 显示仪表、指示灯、操作按钮形状。考察显示仪表、指示灯、操作按钮形状是否符合人机工程学要求。c. 仪表板的安装。考察仪表板是否便于驾驶员观察。

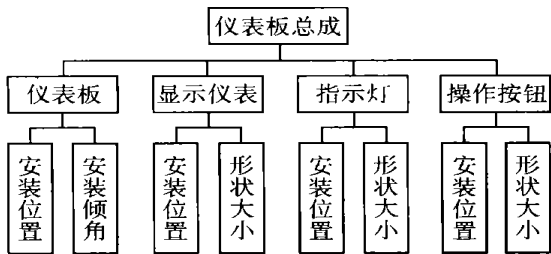


图 3 仪表板总成评价因素

Fig. 3 Evaluation factors of instrument panel

4) 潜望镜评价因素。潜望镜是闭窗驾驶时驾驶员的主要观测仪器,其安装位置直接决定驾驶员的观测体位,镜面大小则决定了驾驶员的观察范围;因此选择其安装位置和镜面大小作为评价因素。

5) 操作空间评价因素。操作空间用于考察驾驶员上身和下肢有无足够的活动空间,考察点选为操作空间的宽和高,考察其是否满足驾驶员以较舒适坐姿驾驶的需要。

6) 其他操纵元件评价因素。驾驶舱内除重要操纵元件外,还有驾驶窗开闭转把、百叶窗操纵握把、手加油杆握把和踏板固定器手柄等和空气起动开关、电路总开关、电动机油泵按钮及警报器等相对不常用操纵元件。对于此类元件,首先应保证操作不发生干涉,其次,应尽量安排于驾驶员处于舒适体位即可操纵的位置,因此,评价点选为安装位置,考察该元件是否与其他器件的操作存在干涉及操作元件时驾驶员操作体位是否合理。

将以上诸因素组合,即可得出装甲车辆人机界面匹配评价的评价系统(图 4)。由此构成了完整的装甲车辆驾驶舱人机界面匹配评价体系。

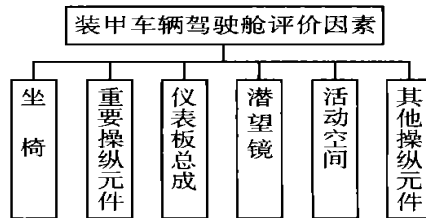


图 4 装甲车辆驾驶舱评价系统

Fig. 4 Evaluation system of tank driver cabin

3 结束语

为改进我国装甲车辆驾驶舱设计,解决其人机适应性较差的问题,需要对装甲车辆驾驶舱人机界面进行综合分析评价,评价因素的选择是一个关键问题。笔者对装甲车辆驾驶舱人机界面各组成部分按照元件的功能和使用特性逐一进行了分析,划分了评价层次,确定了评价因素,可为分析、比较装甲车辆驾驶舱人机界面的设计质量提供参考。

参 考 文 献

[1] 吴圣钰,牛海燕. 影响乘员持续作业能力可靠性的诸因素分析[A]. 龙升照 主编. 人-机-环境系统工程研究进展(第五卷)[C]. 北京:海洋出版社,2001. 30

[2] 路 闯,叶应荣,袁宏伟,等. 坦克乘员 552 名腰痛状况分析[J]. 临床军医杂志,2002,30(1):34~35

[3] 毛恩荣,林 建,周一鸣. 机械系统人-机界面评价指标的研究[A]. 龙升照 主编. 人-机-环境系统工程研究进展(第四卷)[C]. 北京:海洋出版社,1999. 168~169

[4] 刘立芳,吴圣钰,王振国. 影响装甲车辆人-机-环境系统可靠性的因素分析[J]. 龙升照 主编. 人-机-环境系统工程研究进展(第五卷)[C]. 北京:海洋出版社,2001. 325