

机械系统人机界面优化匹配仿真试验台的研制^①

宋正河^② 毛恩荣 林建 周一鸣

(中国农业大学车辆工程学院)

摘要 研制了一台机械系统人机界面动态优化匹配仿真试验台。试验台由台架、仪表板、台面、底座、显示器、控制器等部件组成,各部件的相对位置可以调节,能够模拟多数机械系统的人机界面;在不变换试验台主体的情况下,可对大多数机械系统人机界面进行匹配试验,以评价其匹配优度。

关键词 机械系统; 人机界面; 优化匹配; 仿真试验台

中图分类号 TB 18

Development of a Simulator Stand for Dynamic Optimal Matching of Man-machine Interface in Mechanical System

Song Zhenghe Mao Enrong Lin Jian Zhou Yiming

(College of Vehicle Engineering, CAU)

Abstract A multiparameter adjustable simulator stand for the dynamic optimal matching of man-machine interface in mechanical system is developed. It is composed of frame, instrument panel, stage surface, indicator, controller, pedestal and other components. The relative position between them can be adjusted to simulate the different man-machine interface in various mechanical systems. The experiment evaluation for the optimal matching degree of man-machine interface in mechanical system can be realized by this simulator.

Key words mechanical system; man-machine interface; optimal matching; simulator stand

人、机器、环境在生产作业过程中组成一个系统。人机工程学就是研究该系统中人、机器和环境之间的相互关系,探讨如何使机器、环境符合人的形态学、心理学、生理学特性,使三者相互协调来达到人的可能性与作业活动要求的相互适应。研究人机工程学的主要目的在于设计合理的机械系统,创造最舒适的劳动条件,改善作业环境,减少作业差错,提高生产效率,最大限度降低发生事故的概率。为了达到上述目的,机械系统设计中人机界面的优化匹配至关重要。机械系统的人机界面是指操作人员和机器之间相互作用的区域,其优化匹配就是使操作人员和机器相互协调,在提高系统工效的同时,保障操作人员身心健康。大量经验教训表明,操作界面不合理,人机界面匹配不当,将影响系统运行的安全性,导致操作人员的失误,造成重大事故,同时还会对操作人员造成心理或生理上的伤害。

人机界面包括的内容很多,如显示、操纵、几何位置、照明、声音、振动、温度等,综合研究它们对操作人员的影响是很困难的。人机界面各元件的几何位置在机械系统设计中占有重要的

收稿日期:1997-10-17

①国家自然科学基金资助项目

②宋正河,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)214信箱,100083

基础地位,直接关系到人机界面匹配的合理程度,是任何机械系统总体设计都必须考虑的因素;因此,选择它作为研究目标,来探索评价人机界面的一般方法,为综合评价机械系统人机界面的匹配合理程度提供理论依据。

1 设计理论基础

在前期的课题研究中,已给出了机械系统人机界面匹配优度的概念^[1],从理论上系统研究了机械系统人机界面的优化匹配问题,提出了基于人机工程学原理的机械系统人机界面优化匹配理论。本文介绍的试验台首先是适应这一理论,以试验的方式和手段验证其正确性和可行性,并为它提供可靠的实验基础,同时也为其匹配合理程度的仿真试验评价,提供一种通用的试验设备。

2 调节参数的确定

试验台设计时,充分考虑到应满足模拟大多数机械系统人机界面的通用性要求,几个主要部分均为可调式。

1)为适应不同百分位人体尺寸的被试对象参与评价试验的要求,充分考虑坐姿操作时操作人员的舒适性,座椅的安装位置(包括距离试验台的前后、左右位置)、座位高度(座面、座垫的高度)、靠背倾斜角度、座面纵深、座面宽度、腰靠位置以及座椅旋转角度均可调节。

2)操纵装置(包括手动和脚动控制器)的安装位置可调。

3)仪表板在台面上的倾斜角度、距操作人员的距离、仪表板板面上所有仪表及指示灯的安装位置可调。

4)试验台台面高度和台面相对于水平面的倾角可调。台面高度的调节可配合座椅调节进行,而通过台面倾角的调节,可调节手动控制器相对于人体正中面的倾角,同时辅助仪表板位置及倾角的调节。

5)试验台周围的摄像系统的安装位置也能随时根据试验要求进行调节,以获得被试不同方位的实时操作图像,便于图像处理系统对所摄图像进行分析处理。

以上各种调节均在一定范围内进行。这里所说的“一定范围”是指根据成年人人体尺寸范围确定的操作人员所能达到的实际元件布置区域(包括最大区域、一般区域、最佳区域及限制区域)^[1]。

3 设计与制造

根据人机工程学的基本原理,参考文献[2~6]各项标准的要求,针对机械系统人机界面动态优化匹配方法研究的实际需要,研制出一台机械系统人机界面动态优化匹配仿真试验台。功能上,它能够模拟大多数机械系统的人机界面匹配关系;结构上,各部分几何位置都是可调节的。必要时,可设计多种试验工况,并记录试验过程及数据,供后续研究分析。

试验台的总体结构见图1,2,3,4。为了便于说明,把试验台分成7个区域,各个区域的元件布置如下:

1区 布置部分手动控制器,如按键、旋钮、开关等。

2区 此区域一般不用,即手动控制器在大多数情况下不布置在该区域内,但仍在此区域

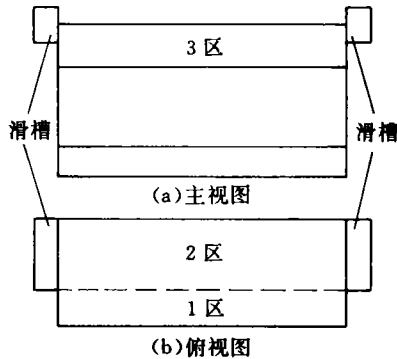


图 1 试验台台面视图

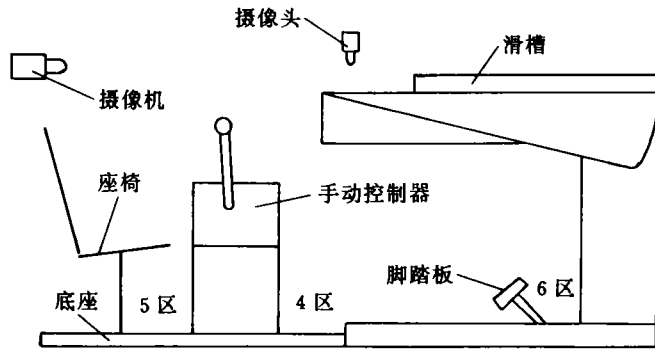


图 2 试验台结构简图

内设置了几个位置以满足特殊界面需要。

3 区 布置手轮、方向盘、通讯设施或其它装置。

4 区 布置控制杆等手动控制器,其长度可调(调节方式可模仿相似装置),它距离人体的位置也可以调节。此类控制器都布置在底座上。

5 区 座椅安装区域。座椅也安装在底座上。

6 区 布置脚踏板、脚踏钮等脚动控制器。其位置可仿 3 区有关控制器的布置方法。

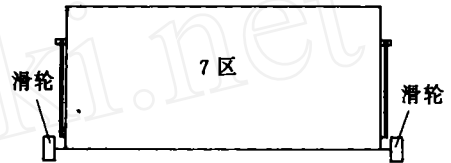


图 3 仪表板外形图

7 区 布置各种仪表及指示灯。

试验台底座用于固定、移动座椅或其他控制器的位置。

滑槽(见图 2)用于安装仪表板。制造时,把滑槽部分标注尺寸,设计成标尺,与试验台做成一体,便于在试验时读取有关数据。

仪表板用于布置各种仪表(包括数字式仪表和指针式仪表)、显示器、指示灯、警报器等。上面安装的滑轮镶嵌在试验台主体的滑槽内,可使其在试验台上相对于操作人员前后移动;同时,仪表板在试验台上的倾角也是可调的(60°

或 75°)。仪表板的位置及安装见图 3。

试验台台面倾角可调,使试验台在模拟一些特殊的机械系统的人机界面时具有更大的通用性。参考有关资料和数据,这一倾角的调节范围在 10°左右。倾角调节完毕后的固定与仪表板的固定相似。

4 安装和调试

试验台调试的目的在于保证系统运行的安全性、稳定性和可靠性。其内容包括:安装调节试验台的各部分、各元件、辅助设备,使之处于正常运行状态;安装调节摄像系统,使之处于最佳拍摄方位并处于正常运行状态;每个百分位尺寸的被试各选 1 名进行试验,针对出现的问题改进试验系统。

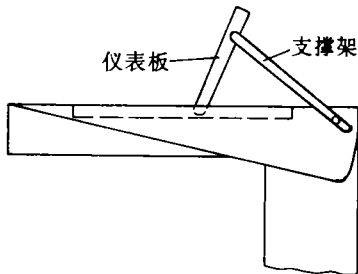


图 4 试验台侧面局部视图

5 试 用

选择 27 名典型被试在试验台上进行 20 个工况的试验,每个工况代表各组成元部件的一种位置组合。试验结果表明:该仿真试验台完全可以作为一种通用设备参与有关机械系统人机界面匹配合理程度的评价研究;在试验台上布置多种不同的试验工况,被试对其进行的评价打分具有显著的差异,这种差异真实地反映了试验台的可用性和可靠性。具体分析结果见表 1。

表 1 各试验工况下综合评价成绩差异的 H 检验结果

工况	平均成绩	标准差	平均秩	工况	平均成绩	标准差	平均秩
1	2.074 1	0.615 6	159.037 0	11	2.333 3	0.554 7	206.037 0
2	3.074 1	0.675 2	350.537 0	12	2.777 8	0.640 5	294.611 1
3	2.333 3	0.679 4	207.166 7	13	2.925 9	0.675 2	322.574 1
4	2.370 4	0.492 1	210.444 4	14	2.740 7	0.655 9	286.166 7
5	2.370 4	0.629 3	211.574 1	15	2.296 3	0.465 3	193.555 6
6	3.703 7	0.608 6	452.074 1	16	2.777 8	0.800 6	292.833 3
7	2.259 3	0.594 4	193.185 2	17	3.296 3	0.823 4	379.537 0
8	2.518 5	0.509 2	244.222 2	18	3.185 2	0.735 7	365.833 3
9	2.666 7	0.620 2	272.185 2	19	2.222 2	0.577 4	184.740 7
10	2.963 0	0.517 5	336.833 3	20	2.555 6	0.640 5	246.851 9

说明:1) H 检验统计量的计算值为 153.09,近似服从 χ^2 分布;2) H 检验的显著性概率为 0.000 1;3)综合评价成绩计分方法——很舒服为 1,舒适为 2,一般为 3,不舒适为 4,很不舒适为 5。

6 结 论

仿真试验台组合后可模拟汽车拖拉机驾驶室、电气控制室控制台和飞机驾驶舱等大多数机械系统的人机界面,并可对模拟后的各种人机界面进行相关试验,评价当前人机界面匹配的合理程度,指导多数机械系统人机界面的设计,为机械系统人机界面的设计、评价及优化提供了一种有效的手段和方法。

参 考 文 献

- 1 林 建. 机械系统人机界面匹配优度的研究. 人类工效学, 1997, 3(3): 5~8
- 2 GB 10000—88 中国成年人人体尺寸
- 3 GB/T 14776—93 人类工效学: 工作岗位尺寸设计原则及其数值
- 4 GB 13547—92 工作空间人体尺寸
- 5 GB/T 12985—91 在产品设计中应用人体尺寸百分位数的通则
- 6 ISO 3411—1982 土方机械—司机的身材尺寸与司机的最小活动空间