

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.02.008

# 基于人机工程学的智能酒精测试仪设计研究<sup>\*</sup>

贾璇,刘燕<sup>\*</sup>,刘和山,赵睿敏  
(山东大学机械工程学院,山东济南250061)

**摘要:**针对当前酒精测试仪的使用还存在体积大、测试识别不方便等诸多问题,引用人机工程学原理和人体测量尺寸数据进行了深入研究,提出了更便携的、智能化的酒精测试仪改良设计方案。立足手的解剖学特征和立姿静态尺寸,对酒精测试仪进行了完善,能够更加贴合人手握的舒适感受;在满足有效监测饮酒驾驶的同时,充分考虑了酒精测试仪的交互方式,对手柄、连接结构及各部件进行了材质选择、色彩搭配等具体设计工作。利用APP客户端,实现了产品的实时数据交接。研究表明,该产品的设计创新为提高该类产品的使用舒适性提供了思路。

**关键词:**人机工程学;智能酒精测试仪;产品设计;交互设计

中图分类号:TB47;TH87

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2017)02-0141-05

## Intelligent alcohol tester based on ergonomics

JIA Xuan, LIU Yan, LIU He-shan, ZHAO Rui-min

(School of Mechanical Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China)

**Abstract:** Aiming at the current use of alcohol tester and the existing problems of large volume, inconvenient identification test, the principle of ergonomics and reference body measurement data were researched, the design scheme of alcohol tester improved more portable and intelligent was put forward. Based on the anatomical features and standing hand static and dynamic size, the alcohol tester was improved to be more fit a person holding comfort; to meet the effective monitoring of drinking and driving at the same time, considering the interaction of alcohol tester, material selection, color collocation of the handle and the connecting structure and the component was specific designed. By using APP client, real-time data transfer products was achieved. The results show that the design of the product innovation provide new ideas to improve the comfort using of products.

**Key words:** ergonomics; intelligent alcohol tester; product design; interactive design

## 0 引言

2008年世界卫生组织的事故调查显示,大约50%~60%的交通事故与酒后驾驶有关,酒后驾驶已经被列为车祸致死的主要原因。在中国,每年由于酒后驾车引发的交通事故达数万起;而造成死亡的事故中50%以上都与酒后驾车有关,酒后驾车的危害触目惊心,已经成为交通事故的第一大“杀手”。

人机工程学的研究在中国虽然起步较晚,但发展迅速。1989年正式成立的中国人类工效学学会(Chi-

nese Ergonomics Society, CES)已成为国际人类工效学学会(International Ergonomics Association, IEA)的会员。随着包括计算机技术在内的新技术和新材料在产品设计领域的应用和发展,人机工程学愈来愈受到现代制造技术界及用户的重视,已导致设计理念发生深刻的变化<sup>[1]</sup>。人使用产品,就构成了“人-机”系统,要使整个系统能达到最高的效率,这就必须把产品和人的生理状况视为整体,使人、机合作形成统一的功能。这样能使工业产品在其外观造型、操纵装置、信息显示装置等方面得到合理布局,为使用者创造安全、舒适、

收稿日期:2016-07-15

基金项目:山东大学基本科研业务费资助项目(2015TS003)

作者简介:贾璇(1992-),女,山东潍坊人,硕士研究生,主要从事产品设计、人机交互方面的研究。E-mail: catherine\_jx@163.com

通信联系人:刘燕,女,副教授,硕士生导师。E-mail: liuyan2008@sdu.edu.cn

健康、高效的工作条件。因此,为了预防机动车辆驾驶人员酒后驾车,应能够对用户呼气中酒精含量进行实时检测,与智能手机相连,获取相关的测试数据,并通过语音提醒用户不要酒后驾驶。

“人的因素”在设计中是不能忽视的一个重要条件<sup>[2]</sup>。本研究在智能酒精测试仪的设计中运用人机学原理,结合手的解剖学特点,以及立姿、坐姿生理学等科学知识,使人—机—环境系统相协调,为用户创造安全、舒适的驾车环境。本研究从手柄、连接结构等造型、布局、材料问题出发,分析现有的产品存在的问题,进行设计创新,提出酒精测试仪的设计方案。

## 1 酒精测试仪的人机结构分析

### 1.1 酒精测试仪的分类与所存在的问题

目前的酒精测试仪都为被动式测试,产品无主动测试功能和主动提醒功能。产品设计笨重、呆板,色彩不美观,与汽车内饰的搭配不符,这些因素都直接影响了用户使用的使用率和使用产品的舒适性、便捷性。两款市面上售卖的酒精测试仪如图 1 所示。



图 1 市面上售卖的酒精测试仪

从图 1 中可知,产品比较笨重,不方便携带。虽然部分考虑到了手指的形状,但是结构简单,会给用户带来手部的不适,影响测试心情。

### 1.2 人机关系分析

研究人员设计的产品要适合人的生理、心理因素,设计中应着重研究“物”与“人”之间的协调关系。在设计时应全面考虑“人的因素”提供的人体结构尺度、人体生理尺度和心理尺度等数据,并将这些数据有效地运用到设计中去,从而设计出适合人使用的产品<sup>[3,4]</sup>。

由于人体腕部关节的自身特性,也限制了手掌的运动水平,只能做出简单的两轴旋转动作,手部生理结构图与手部握持方式设计如图 2 所示。

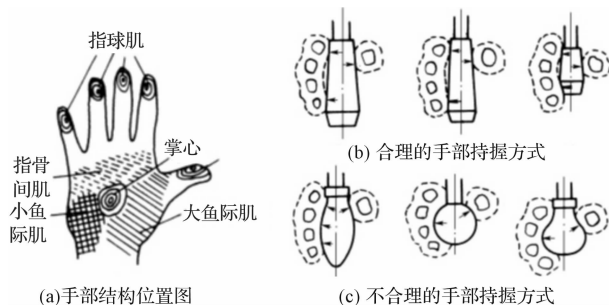


图 2 手部生理结构图与手部握持方式设计

手部结构位置图如图 2(a)所示,指球肌、大鱼际肌、小鱼际肌是手部肌肉分布最为广泛的区域,与其他手部结构位置相比这几个部位的减振与舒缓压力的效果最好。尽可能不要使产品使用过程中紧紧贴合于掌心。手部握持方式的设计如图 2(b)、2(c)所示,其中图 2(b)设计的合理;图 2(c)过于贴切掌心,会产生疲劳或操作错误。

便携式酒精测试仪的设计需要遵循手的是尺寸约束,即保证最小或是最大百分位尺寸。尺寸参考人体手部尺寸。我国现在手势尺寸的研究理论与数据的依据来源于 GB/T10000-1988 中的我国成年人的手部基本尺寸,有关数据如表 1 所示。

表 1 人体手部基本尺寸

| 年龄分组        | 男(18~60岁) |     |     |     |     |     |     |  | 女(18~55岁) |     |     |     |     |     |     |  |
|-------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 百分位数        | 1         | 5   | 10  | 50  | 90  | 95  | 99  |  | 1         | 5   | 10  | 50  | 90  | 95  | 99  |  |
| 手长/mm       | 164       | 170 | 173 | 183 | 193 | 196 | 202 |  | 164       | 170 | 173 | 183 | 193 | 196 | 202 |  |
| 手宽/mm       | 73        | 76  | 77  | 82  | 87  | 89  |     |  | 67        | 70  | 71  | 76  | 80  | 82  |     |  |
| 食指长/mm      | 60        | 63  | 64  | 69  | 74  | 76  |     |  | 57        | 60  | 61  | 66  | 71  | 72  |     |  |
| 食指近位食指节宽/mm | 17        | 18  | 18  | 19  | 20  | 21  |     |  | 15        | 16  | 16  | 17  | 18  | 19  |     |  |
| 食指远位指关节宽/mm | 14        | 15  | 15  | 16  | 17  | 18  |     |  | 13        | 14  | 14  | 15  | 16  | 16  |     |  |

## 2 智能酒精测试仪设计

### 2.1 结构与功能分析

笔者根据本研究的人机结构分析,通过对智能酒精测试仪的初步构想和对设计方案的多次修改,最终确定智能酒精测试仪的设计方案,智能酒精测试仪的

整体效果图如图 3(a)所示。

结构上,智能酒精测试仪由显示屏、开关按钮、吹管和手柄 4 部分组成。该款智能酒精测试仪选用了包裹式后盖,方便用户拆卸,更换电池;并且考虑用户手握的感受,原来笨重的酒精测试仪大约高度 140 mm,宽度 65 mm,几乎占据整个手的大小,不容易拿握;便

携式的酒精测试仪的大小大约高度73 mm,宽度39 mm,造型较为轻巧,要时刻注意拿捏,易造成在实验过程中手部僵硬;对于着力抓握,手掌与手柄接触面积越大,压应力越小,以圆截面或近圆截面手柄为佳。手柄直径太大会减小握力,直径太小会导致疲劳,取30 mm~40 mm为宜。所以,该款酒精测试仪的大小造型取其的集中值,设计的高度(不包括吹管的高度)95 mm,宽度40 mm,有利于操作时保持最大握力,而且不费力,操作简单、便捷,节省车内的空间。

自然物质材料经过空间排列组合,构成符合形式规律美的产品设计<sup>[5]</sup>。手柄采用了圆角和斜角设计,加大了用户使用的舒适性,减少手部的疲劳,从而使产品语言、功能表达清晰明了;出气孔和声音口均采用简单而美丽的圆孔设计,使整个产品显得更为精致。按钮与出气孔及音响口相呼应,均运用了圆形,并且,与外檐跟后盖的颜色相一致。

智能酒精测试仪的细节如图3(b)所示。人对色彩有直接的生理反应,并且往往从联想开始。运用色彩时,要依据产品功能特点来选择主色调。所以,色彩选择上,产品整体采用白色和绿色的颜色搭配;白色代表纯净,绿色则代表清新自然。当用户使用本产品时,有种清新、明朗的感觉。颜色搭配与喝醉酒的灰暗感觉形成鲜明的对比。材质则选用ABS工程塑料即PC+ABS,既具有PC的尺寸稳定性和耐冲击性,又兼顾ABS的优良加工性能,在薄壁和复杂形状制品中使用这一工程塑料,能够保证产品优异的性能。因此,在这款酒精测试仪的设计中,外壳材料选择为ABS工程塑料,采用注塑成型工艺加工。智能酒精测试仪的效果图如图3所示。



图3 智能酒精测试仪的效果图

该款智能酒精测试仪,在功能上,不仅能及时地在显示屏上显示即时数据,还能通过蓝牙与智能手机相连,实现数据的交接,及时提醒用户。

## 2.2 酒精测试仪的产品设计实现

这款智能酒精测试仪,采用基于灵敏度较高、体积小巧的MQ-3酒精传感器,测量便捷、结果可靠;处理器采用性价比极高的STM32系列芯片,功耗低、功能强,能胜任酒精检测、实时通讯等模块的控制工作,且为日后的拓展应用打下了良好的基础;手机通信选用应用广泛、功耗较低的蓝牙模块,在10 m内可与指定手机通信,将测试数据实时地传递到APP客户端进行分析测试。

另外,该测试仪跟智能手机相连后,既能方便用户随时随地通过手机来检测身体里的酒精浓度,来判断用户能否安全驾车,避免酒驾;也能根据用户的身体状况或测试记录的数据,来分析用户的酒精分解能力,推测出多久之后能安全驾驶。APP客户端通过手机的定位,能够显示用户所在位置信息,提供滴滴出行的第三方服务。

## 2.3 酒精测试仪的测试及结果分析

为检验所设计的酒精测试仪是否舒适,本研究采用人机工程学研究方法,通过对手部的压力分布测试和主观评价方法对智能酒精测试仪的操作舒适性进行研究。

本研究通过随机挑选的20个用户进行测试,从酒精测试仪的持握方式、操作方式以及酒精测试仪外观的美学角度出发等方面进行分析。

酒精测试的过程大致分为“拿起——坐着/站着握持——酒精测试——放置”等4个过程。其中,以持握这个阶段的手势最为重要,并且也最为复杂。手部的持握姿态所产生的交互动作基本上都贯穿了整个手持式产品的每一个使用环节。

在握持状态下的时候,手部姿态基本处于静态状态,动作上的变化幅度较少,主要的交互行为产生在手的动作与姿态上。在产品尺寸与手的关系比较合适的情况下,持握基本上不会产生太大的问题。手部姿态的持握状态也直接关联到了产品与人的手部模型之间的关系。但是其最终所影响的效果会产生在使用产品的过程当中所产生的人机交互,所以笔者在该阶段要计算的目标包括产品在人手中的定位,手当时的状态,以便于为产品操作环节的分析提供前提和依据。另外,本研究还能够通过用户对持握时的感受在感性层面为描述持握状态提供支持。

智能酒精测试仪的手持压力图如图 4 所示。

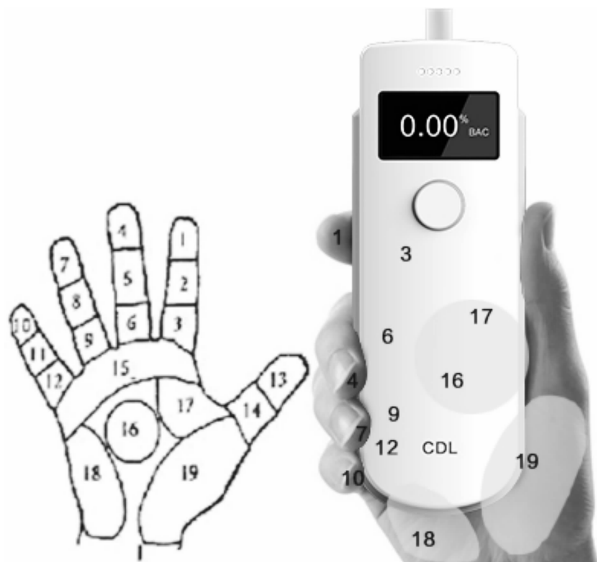


图 4 智能酒精测试仪的手持压力分析图

单手掌握完全不费力,手部承受压力较强的 18、19 两个区域成为了主要的承压区域,手指和拇指作为辅助也承受部分压力,3、6、9、12 同样承受部分剩余压力,而手心作为上文分析中承受压力最差的区域得到了回避,尽量减少了场强仪与手心部分的压力接触。

根据测试结果发现,本研究所设计的智能酒精测试仪符合人机工程学原理,设计外形新颖,颜色明亮,操作方式便捷,能较好地缓解手部持握疲劳,增加产品的舒适性。

### 3 手机 APP 端界面设计

酒精测试仪之所以智能,在于其利用了物联网技术,将设备与设备、设备与人紧紧地联系在一起,具备了传统单品不具备的便利性及可操控性。

#### 3.1 手机应用功能和信息架构设计

APP 是连接手机和设备,满足远程控制的应用。它除了满足机身界面的信息展示功能和基本的控制功能以外,最大的功能是实现远程控制和数据收集。机器采集的数据将通过它上传到 APP 客户端。用户通过它可以管理酒精测试仪,并全面了解酒精测试数据的状况。

本研究根据酒精含量来判断用户能否安全驾车,避免因饮酒驾驶机动车所带来的交通违发,以及所引起安全事故,保护用户的人身财产安全;通过多次测试的记录数据,并根据用户的身体状况,来分析用户的酒精分解能力,从而推测能够安全驾驶所

需时间。

用户按下开关按钮,酒精测试仪会有“哔哔哔”2 s 的警报提示音,提示用户测试准备就绪,可以开始测试,用户测试完成后,在屏幕中显示测试结果,当测试结果的数值在 20 mg/100 ml 以内,则会有“哔哔哔”2 s 的提示音;建议用户不要开始驾驶机动车;当测试的酒精浓度达到酒驾标准及以上标准时,酒精测试仪会有“哔哔哔”2 s 的急促警报提示音,提醒喝酒的用户不要发动机动车。

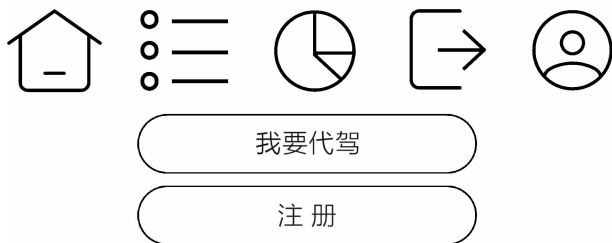
#### 3.2 手机端 APP 界面设计

界面存在于人—物信息交流中,甚至可以说,存在人—物信息交流的一切领域都属于界面,它的内涵要素是极为广泛的<sup>[6]</sup>。交互界面设计可以引起用户使用时的心理和生理的反应,如何抓住用户的注意力并感染用户,需要设计师合理地去统筹整个界面系统的布局和设计。用户界面的设计涉及到用户与机器操作过程中产生的所有反馈和交互细节。所以,交互设计不仅仅是审美的选择问题,而是基于对用户和认知原理的理解<sup>[7]</sup>。

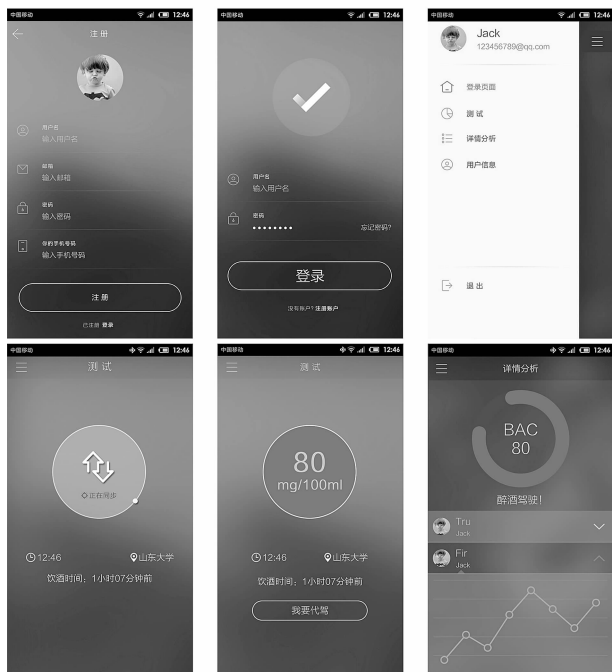
由于新时代多媒体和信息统一化步伐的不断加快,移动终端的人际交互界面已更加体现用户体验度和用户情感因素<sup>[8]</sup>。有研究表明色彩带来的直观感受会让用户产生视觉联想,并且是视觉艺术中各因素之间最为重要的沟通方式。色彩的明度、色相、纯度的差异会给人们造成不同的心理错觉<sup>[8]</sup>。在色彩选择上,笔者遵循一致性原则,从产品定位出发,以产品的属性和传达的理念为核心,综合流行趋势,寻找最能够传达产品理念的色彩。

手机应用的当前设计风格趋势,大致分为两类:扁平化风格和拟物化风格。扁平化大背景风格较为炫酷,具有高科技感,正适合此类智能产品。图标和按钮样式如图 5(a)所示,图标采用单线型扁平化风格。按钮同样采用圆角矩形,保持设计语言的统一性。

主要界面的视觉效果图、注册、登录及个人中心的界面视觉图如图 5(b)所示。界面元素以输入框和按钮为主。输入框采用单线形代替传统的方框形,使得信息明确,输入框带有灰色提示信息,提示用户填写。整个界面的字体选用纤细无装饰的方正兰亭黑体,使得界面效果简洁清晰。在个人中心界面为了信息的展示,采用白色背景与灰色背景分开,从界面展示上将功能界面作区分。手机端的界面设计如图 5 所示。



(a)图标和按钮样式



(b)手机端界面设计效果图

图5 手机端的界面设计

## 4 结束语

该产品把被动式酒精测试设计为主动式测试和主动式提醒用户,提高了交通行驶的安全性。通过人机学分析对产品作了优化设计,充分考虑用户,人性化的设计真正体现出对人的尊重和关心,是一种人文精神的体现,是人与产品完美和谐结合。

该方案应用人机工程学原理和人体测量尺寸数据展开对智能酒精测试仪的改良设计,解决了当前酒精测试仪体积大、测试识别不方便等诸多问题。结合手的解剖学特征和立姿静态尺寸,对酒精测试仪进行了改进和完善,能够更加贴合人手握的舒适感受,在实现有效监测饮酒驾驶的同时,充分考虑产品的交互方式,从手柄、连接结构及各个部件的材质、色彩等方面,为提高该类产品的使用舒适性提供了新的思路,开辟了酒精测试仪的智能时代,市场需求广泛,推广应用价值高,即能有效降低酒后驾车现象,提高交通安全出行,让人们的出行防范于未然。

## 参考文献 (References):

- [1] 韩春明. 工业产品造型设计[M]. 北京:机械工业出版社, 2002.
- [2] 杨明朗,袁桃. 基于人机工程学的键盘设计[J]. 包装工程, 2005, 26(5): 168-170.
- [3] 姜楠,李新媛. 腿障残疾人使用的电动三轮车造型设计[J]. 图学学报, 2008, 29(5): 141-145.
- [4] 陈伟超. 基于人机工程的婴儿车的创新性探究[J]. 机电工程技术, 2016, 45(8): 136-138.
- [5] 刘燕,宋方昊. 设计美学[M]. 武汉:湖北美术出版社, 2009.
- [6] 丁玉兰. 人机工程学[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2011.
- [7] 鲁群霞,熊兴福,张启亮. 论产品界面的人机交互设计[J]. 包装工程, 2006, 26(5): 163-164.
- [8] COOPER A. About Face 3: The Essentials of Interaction Design [M]. Beijing: Electronics Industry Press, 2012.
- [9] 赵健. 基于人机交互理论的测量仪器显示界面研究[D]. 天津:天津大学机械工程学院. 2008.

[编辑:李辉]

## 本文引用格式:

贾璇,刘燕,刘和山,等. 基于人机工程学的智能酒精测试仪设计研究[J]. 机电工程, 2017, 34(2): 141-145.

JIA Xuan, LIU Yan, LIU He-shan, et al. Intelligent alcohol tester based on ergonomics[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2017, 34(2): 141-145.

《机电工程》杂志; <http://www.meem.com.cn>