农业机械的用户体验关键要素及其设计应用

李江泳，姚湘，张顺峰
（湘潭大学，湘潭 411105）

摘要：目的 关注农业机械的用户体验设计，提升农业机械的用户体验满意度，为农业机械和其他机械产品的体验设计提供方法指导。**方法** 基于国内外农业机械的用户体验设计现状，结合农业机械设计特征和用户体验设计理论，分析农业机械用户体验的用户特征、使用环境、人机交互和视觉感官等 4 个关键设计要素,并针对各要素提出相应的解决方法。**结论** 以秸秆生化处理制肥机的用户体验设计为例，对制肥机的用户体验关键要素进行分析和设计，初步证明研究的可行性和有效性。

关键词：用户体验；农业机械；制肥机；设计
中图分类号：TB472　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1001-3563(2017)18-0093-05

Key Elements to User Experience and User Experience Design of Farm Machinery

LI Jiang-yong, YAO Xiang, ZHANG Shun-feng
(Xiangtan University, Xiangtan 411105, China)

ABSTRACT: It aims to provide guidance on how to design farm machinery products to increase user satisfaction by studying the user experience of existing farm machinery. Based on the status quo of user experience design of farm machinery both at home and abroad, combined with the design features of farm machinery and theory of user experience design, four design elements to user experience of farm machinery including user characteristics, operating environment, man-machine interaction and visual elements are analyzed. The feasibility and effectiveness of this study are preliminarily justified by case study of biochemical fertilizer-making machine which can turn crop straw into biochemical fertilizer.

KEY WORDS: user experience; farm machinery; fertilizer-making machine; design

农业机械装备是《中国制造 2025》重点发展的 10 个领域之一，是提高农业生产效率、实现资源有效利用、推动农业可持续发展的不可或缺工具，对促进农业增产增效和推动农村发展起着非常重要的作用[1]。中国农机企业通过原始创新和引进消化吸收再创新，逐步缩小与国际农机先进设计水平的差距，填补国内市场空白，替代进口产品，并向全球农业机械市场发展。在产品科技含量和生活品质全面提升的时期，用户对农业机械的需求，从低层次的基本功能满足和产品性能稳定向高层次的操作安全便捷和用户体验优良转变。

1　国内外农业机械的设计研究现状

国外农业机械设计研究起步比国内早，对产品的人机设计、安全性和可靠性等用户体验因素做了细致研究，如 Vyavahare 和 Kallurkar 开展印度女性农业人员的人体测量和工具设计[2]，Federica Caffaro 和 Eugenio Cavallo 对农机的安全标示贴图进行了用户调查[3]。迪尔(Dcere)公司、凯斯纽荷兰(CNH)公司、阿格科(AGCO)公司和克拉斯(Claas)等一批国际知名的农业机械品牌都对全系列产品开展了用户体验设计，产品操作便捷、性能优越、品质稳定，塑造了独特的品牌形象。

当前我国用户体验设计研究主要集中在互联网、移动设备、旅游业、家具业和公共设施等行业，这些研究为农业机械的用户体验研究提供了理论研究基础[4]。我国农业机械以中小型为主，产品门类较齐全，节能和多功能设计开发受到企业的重视，而用户体验设计研

收稿日期：2017-06-27
基金项目：国家自然科学基金资助项目(51505405)
作者简介：李江泳（1979—），男，长沙人，硕士，湘潭大学讲师，主要从事产品设计理论和用户体验研究。

究相对缺乏，如吴俊等人[5]分析了农业装备驾驶室人机界面的特点及其设计和评价的知识需求。从用户体验本质特征是协调“人-产品-环境”所组成情境动态关系概念出发，结合营销专家贝恩特·施密特“人脑模块分析”和心理社会学研究提出的感官、关联、行为、思考和情感用户体验体系和农业机械设计特征[6]，将用户特征、使用环境、人机交互和视觉感官做为农业机械用户体验设计关键要素（见图 1）。在国内农业机械产业迅猛发展时期，有必要对农业机械用户体验做深入分析，以有效地提升产品品质和用户愉悦感。

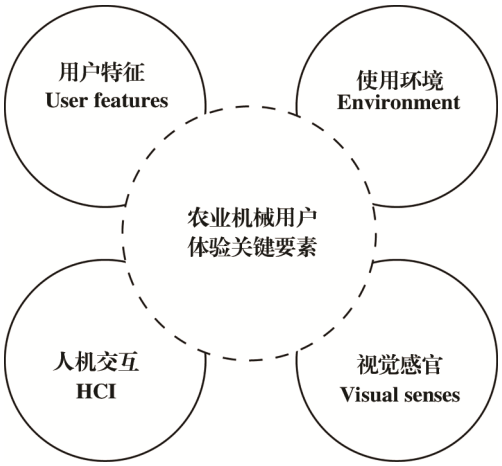

图 1 农业机械用户体验关键要素

Fig.1 User experience key elements of agricultural machinery

2 农业机械的用户体验关键设计要素分析

2.1 用户特征提取

用户状态、产品或服务的性能、环境是影响用户体验的 3 个要素，其中用户是体验主体。在产品或系统开发过程中，对用户特征的理解和研究成为各种设计决策的依据。用户特征提取分 3 个步骤：（1）列出主要用户、收集用户信息、选择和总结用户特征；（2）列出主要用户是从多角度考虑用户类型，区分某类“人”而不是部门、机构或单位；（3）收集用户信息可以通过发放问卷、观察和倾听用户心声、访谈等方法获取。总结用户特征一般包括性别、年龄、文化背景、技术水平、经济水平和生活方式等。在农业机械原型设计初期，设计师通过用户调研获取用户特征，才能进一步开展人机交互和界面设计[7]。中国农业机械的用户群体具有独特性，传统农业留守人员以老龄化为主，而现代农业产业化地区又聚集了一批中青年，因此，认定农业机械的目标用户存在复杂性。用户群体年龄跨度越大，背景信息就更加复杂，如文化程度、记忆能力、逻辑思维能力和体能等存在相当大的差异性，对机械的多功能性、产品易用性和智能化程度也提出了不同要求，这些都直接影响设计目标的制定与执行。

2.2 使用环境分析

使用环境是指用户使用某种产品的特定环境，对使用环境研究的目的是探寻人在特定环境中与机器最佳匹配关系，使用户使用产品安全、经济、高效和舒适[8]。根据作业场所的一致性和稳定性，农业机械的使用环境分为固定使用环境和流动使用环境。固定使用环境一般是厂房和其他半封闭场所，主要因素有水电气、地面基础、周围设备、空气流通情况等。流动使用环境可能涉及多种环境情况相对复杂，大部分农业机械的使用流程复杂主要包括道路运输、配套部件安装、作业适用性调试、作业服务、产品维护等。农业机械使用环境存在多样性、复杂性和特殊性，需对各种具有代表性的使用环境和流程进行实地考察，收集和整理产品使用环境的主要因素，并分析各因素对产品设计的支持或制约关系。如水稻收割机使用流程，一般先由轻型卡车运送到指定作业农田附近，再借助有利地形或辅助工具自行下车，最后自行穿越农田基础设施到达指定作业农田。由于天气和人为等因素，水稻收割机需面对积水田、湿润田和干旱田等多种作业环境完成作业。中国南方丘陵地区稻田面积较小、形状不规则，稻田之间都存在一定高度差，对收割机的转弯半径、灵活性和通过性也提出了新要求。农机用户设计必须综合考虑各种环境因素，提出可行的解决方案，以保证机械在特定作业环境的可用性和有效性。

2.3 人机交互设计

伴随信息技术和智能科技在农业机械设计中的应用，农业机械的驾驶空间、人机界面、操作与机构运行等构成复杂的人机交互系统，并呈现出“硬件”和“软件”相结合的交互趋势[9]。农业机械“硬件”交互是用户直接物理上接触操纵器来实现控制功能，如旋转方向盘控制机械运行方向、拨动上下开关使机构升降等，设计应考虑操纵器的操纵力大小、形状和位置，避免操作干涉和用户误操作；“软件”交互是用户对显示界面的操作实现控制设备或计算机软件界面本身，多与人的感知特征和图标单位精度有关。在设计过程中，“硬件”和“软件”交互一般不可分离，硬件控制与显示界面之间存在切换和交叉。传统农业机械的信息化和智能化程度较低，机械运行和维护信息往往得不到及时反馈，利用信息智能技术用户可以随时掌握机械的工作状态、效率、故障等数据，厂家可实现远程监控提供维护和保养信息，是加强人机交互的有效方法（见图 2）。人机交互设计决定农业机械的可用性、易用性和友好性，是产生良好用户体验的基础[10]。

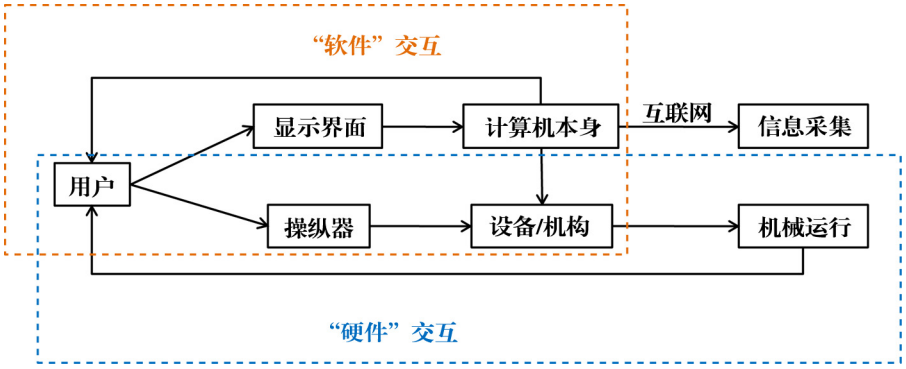

图 2　农业机械人机交互关系

Fig.2 Human computer interaction in agricultural machinery

2.4　视觉感官设计

视觉体验是用户体验的第一步，视觉感官设计主要受企业品牌形象、用户情感需求和产品使用环境 3 个因素影响，由产品的功能结构、色彩材质和图像标示等视觉要素共同构成（见图 3）。有证据表明，视觉上令人愉悦的产品能促进用户更好地工作，用户认为视觉感官良好的产品或系统更易于操作，日本学者 Masaaki Kurosu 和 Kaori Kashimura 在自动取款机的设计研究中，发现对于功能和操作一样的设备，用户认为界面设计良好的机器更易用。由于功能特征、使用环境和生产成本等因素制约，农业机械造型设计相对于汽车和家电的设计限制因素更多、造型自由度较小，暴露机构和覆盖件使农业机械整体造型呈现功能性、技术性和行业性特征，表现出一种功能、结构和技术美[11]。

农业机械产品已进入品牌竞争时代，品牌的意义体现在用户与产品之间的全部体验，产品的视觉感官对塑造独特品牌形象起着重要的作用。在产品设计开发中，国际知名农业机械企业根据产品设计理念，塑造独特的覆盖件和机构造型、色彩搭配和图形标识等视觉特征，建立了统一的产品形象识别系统，给用户带来持续的、稳定的视觉体验，如德国克拉斯公司（CLAAS KGaA mbH）系列农业机械（见图 4）。

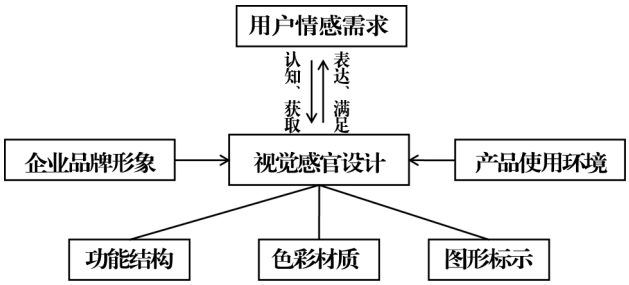

图 3　视觉感官设计

Fig.3 Visual sensory design

图 4　CLAAS 系列农业机械

Fig.4 CLAAS series of agricultural machinery

3　秸秆生化制肥机的用户体验设计案例

以湖南碧野农业机械科技责任有限公司的秸秆生化处理制肥机设计项目为例（见图 5），论证农业机械用户体验关键设计要素研究方法的可行性和有效性。项目小组从公司制肥机的客户名单中，选取 10 个代表性客户发放调查问卷，现场监督用户填写完成，获取第一手用户信息。开展现场访谈，听取用户对现有产品安装、使用、维护的设计评价。从 36 份调查问卷中筛选出 29 份有效性问卷，分析和总结用户特征（见表 1）。秸秆生化处理制肥机的用户年龄跨度大，导致文化程度、记忆力和体能等方面也存

图 5 原产品照片
Fig.5 Original product photo

表 1 用户特征
Tab.1 User features

用户年龄	文化程度	视听能力	记忆力	逻辑思维能力	体能	比例
25~35	大专	好	较强	较强	强	28%
35~50	中学	一般	中等	一般	中	20%
50~60	小学	较差	较弱	较弱	弱	52%

在较大差异。全面掌握用户特征为后续的研究提供设计基础和思路。

秸秆生化处理制肥机的使用环境固定。项目组根据使用环境差异性，把客户分为 3 大类：生产加工型企业、农业合作社和农场（简易厂房），实地考察发现制肥机的使用环境有封闭性厂房和半封闭临时工棚。封闭性厂房实施较齐全，生产条件得到满足，而半封闭临时工棚的水、电和地面基础设施不配套，操作空间的光线不稳定，缺乏配套的除尘、转运铲车和安全防护栏设施。调查收集了一系列使用环境中的设计问题（见表 2）。

表 2 使用环境中的设计问题
Tab.2 Design issues in the use of the environment

使用环境	电源线	清洁卫生	显示屏	局部高温	产品表面
开放空间	易被损坏	难清洁	日照强不清晰	危险	易生锈
工厂室内	正常	易清洁	清晰	存在隐患	正常

针对制肥机的操作与机构运行、人机界面和维修保养的人机交互问题。项目组重点研究了制肥机观察梯的“硬件”交互，工程设计忽略了人体基本尺寸而设定踏步的高度超标、深度过大和级数偏少，用户上下观察梯查看产品运行情况存在安全隐患，设计组根据内部元器件空间布置和人机参数重新设计观察梯（见图 6），并加装上下梯扶手启到安全防护作用。在“软件”交互层面，分析发现控制界面的按键布置顺序与操作过程没有形成对应关系（见图 7），使得操作与机构运行的过程错综复杂，易产生误操作。深入分析制肥机的操作过程，根据操作过程进行控制按键功能分区，建立控制按键与机构运行的相应的秩序关系，避免误操作，提升产品的易用性。制肥机的传热结构局部暴露，钣金件表面温度高达 70 ℃，应该避免人体直接接触，建议在设备周围 800 mm 处地面画黄色警戒线，并在高温暴露结构上贴高温标示。

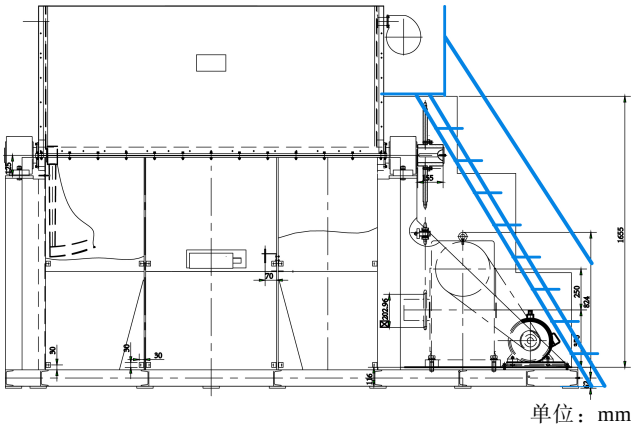

图 6 观察梯人机设计
Fig.6 Ergonomic design of observation ladder

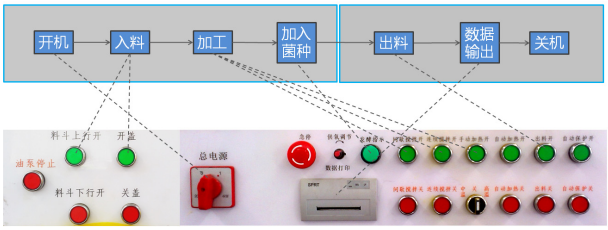

图 7 控制界面的人机交互分析
Fig.7 Human computer interaction analysis of control interface

在用户特征、使用环境和人机交互的设计研究基础上，项目组综合碧野农业机械科技责任有限公司的企业品牌形象（“蓝天白云”和绿色环保），用户情感需求（安全、高效、稳定、理性），使用环境特征（封闭性厂房和半封闭临时工棚）三大因素，开展视觉体验设计，完成了一整套秸秆生化制肥机的造型方案设计（见图 8）。优化观察梯人机交互设计并融入到产品的功能结构中，重新布置了控制界面位置、高度和按键顺序。以冰灰色作为主色调体现洁净、环保的企业理念，而易污损结构则使用深灰色。整体造型采用直线和折线塑造理性、简洁、安全的产品视觉效果。设计方案解决了使用环境中存在的安全隐患和卫生等问题，人机交互性能优良，造型符合视觉感官需求，全面提升了产品的用户体验。

图 8　生化处理制肥机设计方案
Fig.8 Design proposal of biochemical fertilizer-making machine

4　结语

农业机械设计，尤其是涉及因素较多的用户体验设计是一个复杂系统和过程，需要大量的设计开发和设计验证。作者对影响用户体验的用户特征、使用环境、人机交互和视觉体验 4 个关键设计要素进行分析，并结合农作物秸秆生化制肥机设计进行设计论证。本研究为机械类产品用户体验设计提供了重要的理论和实践基础。

参考文献：

[1] 工业与信息化部. 《中国制造 2025》规划解读之农业机械装备领域[N]. 中国农机化导报,2015-06-01.
Ministry of Industry and Information Technology. *Made in China 2025*Planning Interpretation Agricultural Machinery and Equipment in the Field [N]. China Agricultural Mechanization Herald, 2015-06-01.

[2] VYAVAHARE. Anthropometry of Male Agricultural Workers of Western India for the Design of Tools and Equipments[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2015(11): 80—85.

[3] FEDERICA C. Comprehension of Safety Pictograms Affixed to Agricultural Machinery: a Survey of Users [J]. Journal of Safety Research, 2015(11): 80—85.

[4] 罗仕鉴. 服务设计驱动下的模式创新[J]. 包装工程, 2015, 36(12): 1—3.
LUO Shi-jian. Model Innovation Driven by Service Design[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(12): 1—3.

[5] 吴俊. 农业装备驾驶室人机界面设计与评价知识库系统的构建[J]. 中国农机化学报, 2015, 36(3): 247—250.
WU Jun. Construction of the Knowledge Base System for Man-machine Interface Design and Evaluation of Agricultural Equipment Cab[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2015, 36(3): 247—250.

[6] 孙利. 用户体验形成基本机制及其设计应用[J]. 包装工程, 2014, 35(10): 29—32.
SUN Li. Basic Mechanism and Its Design Application of User Experience[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(10): 29—32.

[7] 张盈盈. 服务导向的博物馆可持续性体验设计研究[J]. 包装工程, 2015, 36(22): 1—4.
ZHANG Ying-ying. Service Oriented Sustainable Experience Design of Museum[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(22): 1—4.

[8] 向泽锐. 基于人-机-环境适配约束的产品设计方法[J]. 装饰, 2016, 274(2): 136—137.
XIANG Ze-rui. The Method of Product Design Based on Constrained Man-Machine-Environment Compatibilities[J]. Decorate, 2016, 274(2): 136—137.

[9] 曾庆抒. 汽车人机界面交互设计的情景板工具与方法[J]. 包装工程, 2014, 35(22): 22—26.
ZENG Qing-shu. Mood Board Tool and Methods in Vehicle HMI Interaction Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(22): 22—26.

[10] 谢伟. 无意识认知交互设计探讨[J]. 包装工程, 2015, 36(22): 57—61.
XIE Wei. The Interaction Design of Unconscious Cognition[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(22): 57—61.

[11] USHER M. The Impact of the Mode of Thought in Complex Decisions: Intuitive Decisions Are Better[J]. Frontiers in Psychology, 2011(2): 1—13.