

# 以用户心智模型为基础的全自动移栽机界面优化探究

朱思羽

江苏大学艺术学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2023年10月18日; 录用日期: 2023年11月8日; 发布日期: 2024年2月22日

## 摘要

随着农业现代化步伐的加快, 农业生产现场使用到越来越多的电子设备或界面, 然而现有的农机企业往往会忽略这些关键点。本文以普朗特科技有限公司现有全自动移栽机研究及设备基础, 结合用户心智模型理论, 总结设计要点, 为农业机械智能界面设计提供可参考的建议。

## 关键词

智能农机, 用户心智模型, 全自动移栽机, 界面设计

# Research on Interface Optimization of Fully Automatic Transplanter Based on User Mental Model

Siyu Zhu

School of Arts, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Oct. 18<sup>th</sup>, 2023; accepted: Nov. 8<sup>th</sup>, 2023; published: Feb. 22<sup>nd</sup>, 2024

## Abstract

With the acceleration of agricultural modernization, more and more electronic devices or interfaces are used in agricultural production sites. However, existing agricultural machinery enterprises often overlook these key points. This article is based on the research and equipment foundation of Prante Technology Co., Ltd.'s existing fully automatic transplanting machines, combined with the theory of user mental models, to summarize the design points and provide reference suggestions for the intelligent interface design of agricultural machinery.

文章引用: 朱思羽. 以用户心智模型为基础的全自动移栽机界面优化探究[J]. 设计, 2024, 9(1): 640-649.

DOI: 10.12677/design.2024.91077

## Keywords

Intelligent Agricultural Machinery, User Mental Model, Fully Automatic Transplanting Machine, Interface Design

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 研究背景

近年来, 国家大力推进农业全程全面现代化、智能化发展, 农机产品更新市场空间较大。新的发展环境和任务对农业的高质量、高层次发展提出了更新更高的要求——那就是在实现全程机械化的基础之上, 大力推动农机信息化、智能化融合发展, 进一步扩大农业生产规模, 提高生产效率, 改善用户满意度。实现农机信息化、智能化融合一机即智慧作业是发展农业全程全面现代化的必经之路。

普朗特科技有限公司花费多年精力研制农民愿意用、用得起、符合我国蔬菜育苗工艺的自走式蔬菜穴盘苗全自动移栽机。该移栽机界面包括蔬菜种类选择、间距调整、种植数量调整等内容。为提高农机作业效率、改善用户体验、升级产品智能、提升企业知名度等各方面要求, 对普朗特全自动移栽机操作界面进行优化设计研究具有必要性。本文通过构建全自动移栽机用户心智模型帮助设计者消除操作界面与用户之间认知间隙和摩擦, 解决用户在使用过程中遇到的困难, 降低用户使用负担, 提升用户体验, 探究更好满足用户的智能全自动移栽机界面需求的针对性解决方案。

## 2. 心智模型概述

心智模型是对人们内心活动的一种外显表达, 个体不同的知识背景、活动记忆都会帮助其形成对外界各种事物的独特理解, 这种理解所包含的综合知识体系即为个体的心智模型[1]。通过对特定人群的在具体环境下的观察和测试, 对相应的做出的行为活动进行解释与预测([2]: p. 1)。构建心智模型有助于设计者明确用户需求, 便于其更好地针对用户需求进行个性化设计, 当产品设计中最终产品的呈现模型越接近用户心智模型时, 产品的易用性和用户体验就会越好([2]: p. 2), 从而达成产品价值与用户体验的融合。

用户的先天条件和所处的后天环境, 以及当前的生活状态都会影响用户的心智模型。先天条件包括性别、身高、体重等具体的生理性条件, 也包含天生性格差异这样的心理因素; 后天环境有教育背景、家庭教育、学历水平、社会教育等教育因素, 也有兴趣爱好、生活习惯、社交情感因素。不同类型的因素都会引起认知、行为、情感这三个方面的差异性需求([2]: p. 2), 见图 1。因此对用户进行心智模型的观察、测试和剖析, 首先就要提取用户这三个方面的差异性特征。

心智模型是个体为了解释自我经验所建构的知识体系。用户受到外界环境刺激后, 接收并选择需要处理的信息, 然后根据自身经验对信息进行分析, 从而得到进一步反馈, 如果被判断是正面的反馈就会成为心智模型的一部分, 反之则会被抛弃[3]。Young [4]提出将心智模型作为一种用户研究方法, 将心智模型的构建分解为五步: 项目定义与商业探索, 用户分类与招募, 构建心智模型, 根据心智模型检验产品策略。

通过构建出的心智模型导出信息构架。在界面设计中, 心智模型可以更直观、系统地表达用户的认知、行为体系, 所得出的模型可以更好地指导设计者将用户心智模型与界面设计匹配, 减少用户与界面间的认知摩擦, 提高界面可用性。心智模型的基本构建步骤, 见图 2。

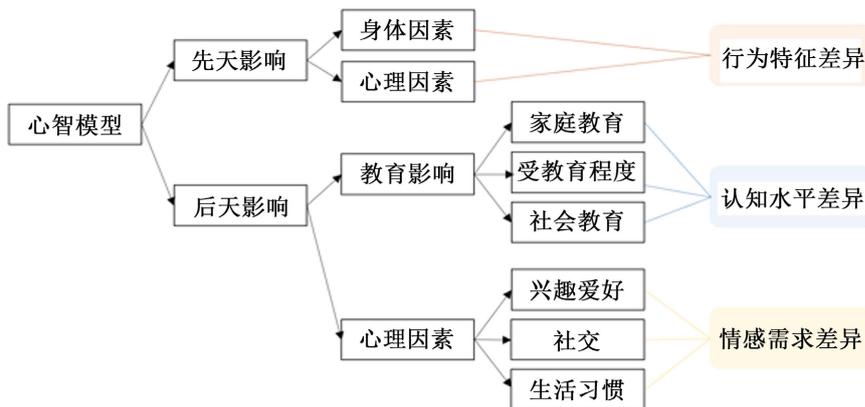


Figure 1. Analysis of the causes of user mental model

图 1. 用户心智模型成因分析<sup>①</sup>



Figure 2. Schematic diagram of the steps for constructing mental model [2]

图 2. 心智模型构建步骤示意图[2]<sup>②</sup>

### 3. 构建移栽机界面用户心智模型

全自动移栽机属于移栽型小型农用机械，在操作过程当中，需要对机器进行界面操作控制机器，在操作过程中，需要额外注意电机工作状况，并且需要根据实际操作情况的不同，调整机器的运作状态。全自动移栽机并没有做到“全自动”，很多情况下属于人为参与的“自动化”，这样的情况除了产品本身还需要更新迭代的原因，与界面操作系统的智能化程度不够，以及用户与现有界面存在认知摩擦指数较高有关。

农用机械界面的合理设计，需要综合考虑用户群体的人体尺寸、视线范围和角度、心理状态、行为习惯、功能需求、受教育水平等多层面因素，满足用户操作移栽机期间的要求，提高使用感。在针对全自动移栽机界面设计的调研中，应当对产品的设计需求进行分类，基本需求、性能需求和期望需求[5]。用户调研方法中的问卷法可以搜集用户的基本资料以及主观偏好，访谈法用于挖掘用户在操作时的感受以及强烈的需求。对于用户心智模型理论而言，其重点在于观察行为、实验测试，通过观察测试使用者切实的使用过程，通过分析使用者的行为，去探求深层需求。通过以上四种调研方式，来了解用户的真实需求，并且站在用户的角度上，切身实地地获取用户心智信息，在此基础上构建心智模型，以此作为设计的依据，满足用户需求。

#### 3.1. 全自动移栽机界面用户心智信息收集

招募被试样本的数量、质量以及不同的行业背景、受教育程度的内、外双面因素会导致研究方向、结果迥异，所以在挑选访谈用户时尽可能均衡。在前期的问卷调研中，收集了 312 份有效问卷，该问卷对用户的基本信息例如年龄、性别、从事的职业以及个人偏好等进行了解，受访者男性所占比例略高于女性，年龄主要分布在 18~50 岁，有 30.13% 的受访者是就业于农、林、牧、渔、水利业，有 72.12% 的受访者听说或接触过全自动移栽机。

在对全自动移栽机评价标准的调查中，有 27.7% 的受访者将移栽蔬菜品种多少排在第一位，有 26.12% 的受访者将移栽效率排在第一位，有 25.27% 受访者将操作便捷度放在第一位；排在第二占比较高的三项

分别为移栽蔬菜移栽品种数量、操作便捷度和移栽成活率。受访者认为全自动移栽机评价标准重要程度较低的主要集中在全自动移栽机造型，有 72.43% 的受访者将该选项排在最后一位，见图 3。

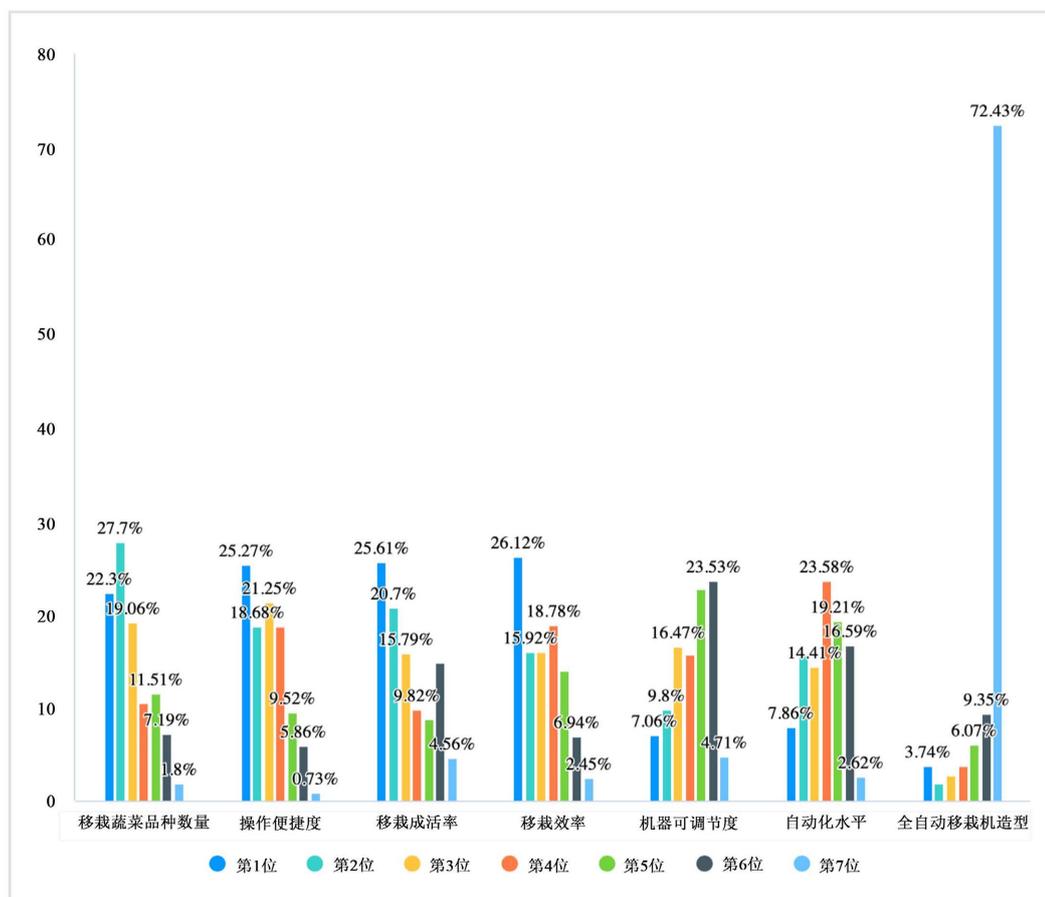


Figure 3. Priority ranking of evaluation angles for fully automatic transplanting machines  
图 3. 全自动移栽机的评价角度优先级排序<sup>③</sup>

在对全自动移栽机的功能优先级排序调研中，受访者认为功能重要程度从高到低依次为株距调节、覆土轮调节、灌溉、成活率生成、调节移栽数量、设备状态异常警报功能、监控设备状态、栽插深度调节、清盘设置、选择蔬菜移栽种类、故障报修、调试、自定义、实时显示种植数量。见图 4。

在对受访者进行基本信息筛选后，我们邀请符合条件的用户进行访谈调研、试验测试等。并在在试验过程中观察用户的行为、表情，以此挖掘用户的潜在需求。通过分析和整合调研对象中具有普遍性的用户需求，提取有效心智信息创建用户的角色模型，见图 5。以此用户角色模型为参考，研究全自动移栽机界面用户的具体需求。用户的年龄范围确定在 40~50 岁之间，从事的工作类别主要为农业，受教育水平在初中及以上，智能设备使用情况良好。根据以上分析构建用户画像，建立明确的用户画像可以对后续设计起到良好的指导。

通过问卷的基本情况调查，筛选 12 名用户进行访谈，这些目标用户的年龄为 20~30 岁 4 名，30~40 岁 4 名，40~50 岁 4 名，见表 1。考虑到全自动移栽机界面在使用过程中大多数问题都产生于接触机器前期，所以我们的访谈对象涵盖 2 位专家用户，4 位中级用户和 6 位新手用户。主要采用线上、线下结合的访谈形式。

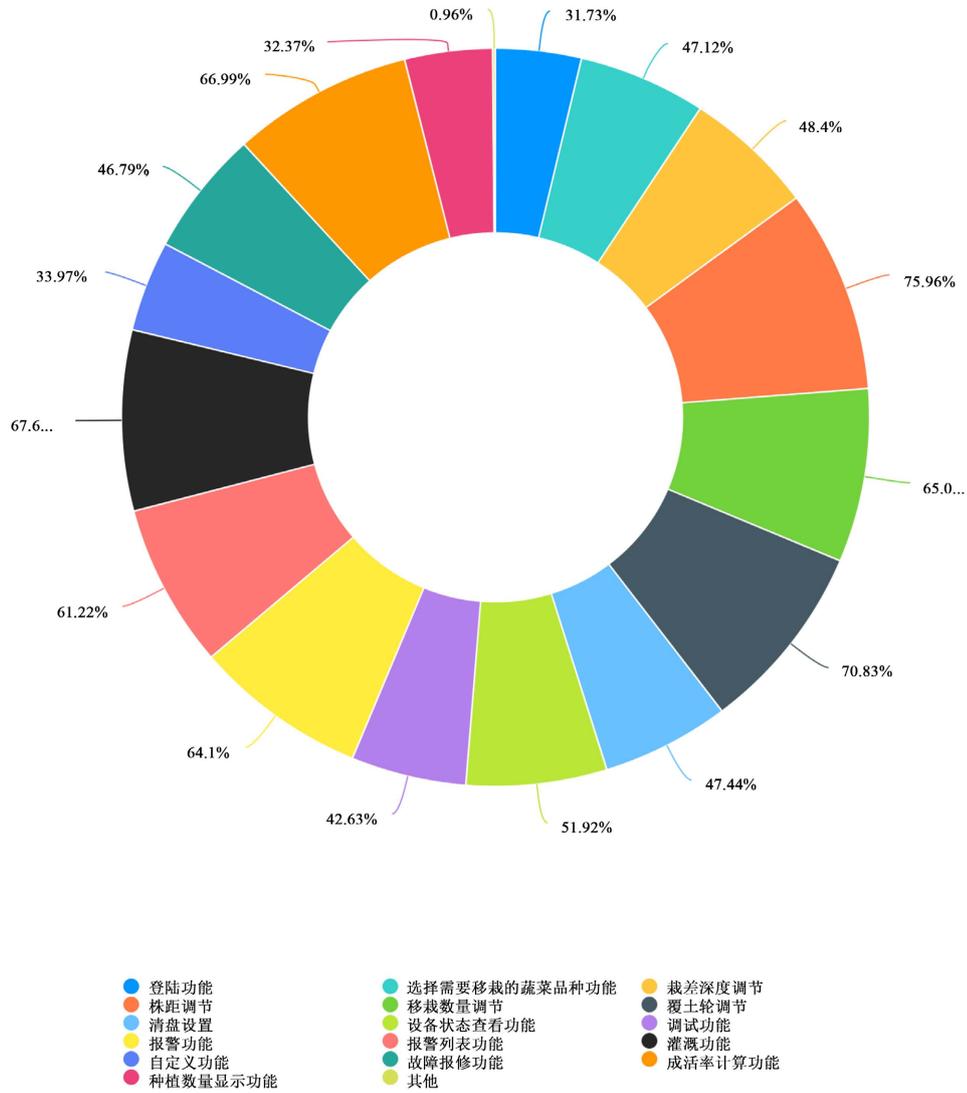


Figure 4. Priority ranking of fully automatic transplanting machine functions  
图 4. 全自动移栽机功能优先级排序<sup>④</sup>



Figure 5. User profile  
图 5. 用户画像<sup>⑤</sup>

**Table 1.** Interviewee list**表 1.** 访谈对象列表

用户序列	姓名	用户类型	年龄	教育程度	身份
P1	周女士	新手用户	46	初中	农民
P2	盛先生	新手用户	44	初中	农民
P3	赵先生	新手用户	40	初中	农民
P4	姚女士	专家用户	25	博士	学生
P5	朱先生	新手用户	50	小学	农民
P6	施先生	中级用户	32	大专	村委会
P7	朱女士	中级用户	42	初中	农民
P8	吕先生	新手用户	48	初中	农民
P9	耿女士	新手用户	36	小学	农民
P10	苏女士	中级用户	42	初中	农民
P11	陈先生	专家用户	27	博士	学生
P12	陈先生	中级用户	34	高中	大队书记

通过问卷的基本情况调查，筛选 12 名用户进行访谈，这些目标用户的年龄为 20~30 岁 4 名，30~40 岁 4 名，40~50 岁 4 名。考虑到全自动移栽机界面在使用过程中大多数问题都产生于接触机器前期，所以我们的访谈对象涵盖 2 位专家用户，4 位中级用户和 6 位新手用户。主要采用线上、线下结合的访谈形式。

**Table 2.** Basic characteristics of interviewed users**表 2.** 受访用户基本特征

年龄	20~50 岁
生理特征	身体机能良好、反应敏捷、操作能力强
心理特征	心理素质佳、乐观、使命感、40~50 岁对智能产品发展具有危机意识

入户访谈观察部分主要深入探访了上述 12 位访谈对象，他们的年龄在 20~50 岁之间不等，身体机能良好、反应敏捷、操作能力强；从心理角度总结，他们的心理素质佳、乐观、具有家庭使命感、40~50 岁受访者对智能产品发展具有危机意识，见表 2。他们对于现有全自动移栽机界面的操作性和智能化程度以及功能显性等方面存在较大提升空间。对于全自动移栽机界面的优化方向，他们提出以下期望，总结如下：

- 1) 期望全自动移栽机的界面能够简洁明了。在农忙季节，农民们需要在短时间内掌握设备的使用方法，他们希望设备的界面设计能够简单易懂，操作步骤清晰，避免因为复杂的操作流程而浪费时间。
- 2) 期望能够通过界面与设备进行有效的沟通，了解设备的工作情况，如移栽深度、速度等信息。同时，农民也希望设备能够根据他们的操作反馈，自动调整工作状态，以提高工作效率。
- 3) 期望全自动移栽机的界面能够具备一定的智能化程度。他们希望设备的界面设计能够具备一定的智能化功能，如自动识别作物种类、自动调整移栽深度等，这样不仅可以减少农民的操作负担，也可以

提高移栽的精准度。

依据访谈结果从目标、行为与观点三个角度分析操作全自动移栽机界面行为，见表 3。在操作界面的过程中，用户的主要目的在于准确、迅速、便捷地操作机器。而现有全自动移栽机界面操作行为主要包含调节蔬菜移栽品种、调节栽插深度、株距、控制各部分电机、再机器运作过程中，监测和控制设备、灌溉移栽苗盘等。因此设计需要考虑到用户在实际操作流程中遇到的问题，例如界面元素单一，只有文字，对用户造成了认知摩擦；界面功能分区不明确、逻辑不畅通，无法达到高效率作业；界面功能缺乏智能性。

**Table 3.** Analysis of interview results  
**表 3.** 访谈结果整理分析

目标	准确、迅速、便捷地操作全自动移栽机
行为	调节蔬菜移栽品种、调节栽插深度、株距、控制各部分电机、再机器运作过程中，监测和控制设备、灌溉移栽苗盘等
观点	界面元素单一，只有文字；界面功能分区不明确、逻辑不畅通，无法达到高效率作业；界面功能缺乏智能性；通过界面加强人机有效沟通

Young [4]提出，在建立心智模型时应当与目标用户沟通探讨其需求，之后找到与需求相应的模板，利用行为“亲和图”的结构总结归纳信息，整合到用户心智模型之中[6]。其行为“亲和图”的结构见图 6。图中上半部分由若干包含需解决任务的心智空间排列而成，然后以具体的任务为导向，调研收集用户的心智信息，通过用户心智信息了解目标用户的实际需求，最后依据实际需求在下半部分以解决方案的形式呈现，以与上方心智模型相匹配([2]: p. 3)。



**Figure 6.** Schematic diagram of the “affinity graph” structure of behavior [2]  
**图 6.** 行为“亲和图”结构示意图[2]<sup>®</sup>

通过前期广泛收集用户的心智数据，获得目标用户对研究内容的理解与想法。在模型构建的过程中，以农民群体参与式设计的模式，明确用户对全自动移栽机界面操作中的确切需求与偏好[7]。构建用户角色模型，并总结归纳出切实需求，提取全自动移栽机用户心智信息，以用户的需求为核心，综合考虑用户在全自动移栽机界面使用过程中的使用习惯和逻辑思维，在全自动移栽机作业流程规划合理的引导下构建全自动移栽机界面用户心智模型。

### 3.2. 全自动移栽机界面用户心智模型

心智模型是对用户行为、决策和思考方式的理解和模拟。在创建用户角色模型后，我们需要通过以下步骤来逐步掌握用户的使用习惯，理解用户的行为逻辑，构建用户在任务操作中不同环节的心智模型：

1) 用户行为观察：通过用户访谈、用户测试、数据分析等方式，观察用户在实际使用产品或服务时

的行为。

2) 用户行为分析：对收集到的用户行为数据进行分析，找出用户的行为模式和习惯。

3) 用户心理状况分析：通过心理学理论和方法，分析用户的心理状况，理解用户的决策过程。

4) 心智模型构建：根据用户行为和心理状况的分析结果，构建用户的心智模型。这个模型应该包括用户的目标、信念、偏好、限制等信息。

5) 心智模型验证：通过实验或者进一步的用户测试，验证心智模型的准确性。

6) 心智模型更新：随着用户行为和心理状况的变化，定期更新心智模型。

通过以上步骤，我们可以更好地理解用户，提高产品的用户体验和满意度。结合用户角色模型，应用行为亲和图的划分方法，分析总结用户才操作全自动移栽机使用需求，从整体上分解任务流程以及系统功能，将全自动移栽机界面设计时的心智空间分为五个部分：操作机器前期准备；参数调节；机器调试；机器工作中；机器停止运作，见图7。



Figure 7. User interface behavior affinity diagram of fully automatic transplanter

图7. 全自动移栽机用户操作界面行为亲和图<sup>⑦</sup>

## 4. 基于全自动移栽机用户心智模型的界面设计建议

应用全自动移栽机用户心智模型进行界面设计时，应充分把握用户对全自动移栽机及其界面的功能诉求，结合用户生理和心理特点，从以下三个方面进行设计：

### 4.1. 功能性设计

我们需要明确的是功能性设计是界面设计的基础。设计师需要充分了解用户对全自动移栽机的功能

需求，包括移栽深度、行距、株距等参数的设定，以及机器的启动、停止、故障诊断等功能。这些功能是全自动移栽机的核心，也是用户选择和使用该设备的主要依据。因此，设计师在设计界面时，必须将这些功能以直观、易操作的方式呈现给用户，使用户能够快速理解和掌握。

设计师还需要考虑用户在使用过程中可能遇到的问题，提供相应的解决方案或帮助信息。这需要设计师深入了解用户的使用习惯和心理需求，从而设计出既实用又人性化的界面。

## 4.2. 人性化设计

人性化设计，简单来说，就是将用户的需求、习惯和感受放在设计的中心，以创造出既美观又实用的产品。这种设计理念的实施，需要设计师深入了解用户的生理和心理特点，以满足他们的使用需求。本文将在全自动移栽机的界面设计为例，探讨人性化设计如何提升用户体验。

我们需要理解用户的基本需求。对于长时间操作全自动移栽机的农民来说，他们的主要需求是能够顺利完成工作，同时避免过度的疲劳。因此，设计师在设计界面时，需要考虑到用户的视觉舒适度。例如，界面的颜色搭配应该避免过于刺眼或暗淡的颜色，以防止用户的眼睛疲劳。字体大小也应该适中，既要保证用户能够清楚地看到文字，又不能过大或过小导致阅读困难。此外，图标的形状和大小也应该考虑到用户的视觉舒适度和操作习惯。

另外设计师还需要考虑到用户的操作流程。一个好的界面设计应该是简洁明了的，让用户在使用过程中不会产生困惑或挫败感。例如，全自动移栽机的操作界面应该清晰地显示出各个操作步骤，让用户一目了然。同时，操作流程应该尽可能简化，避免用户在操作过程中需要做出复杂的决策。这样不仅可以提高用户的工作效率，也可以减少他们的工作压力。

设计师还需要关注用户的心理状态。在设计过程中，设计师应该尽可能地站在用户的角度思考问题，了解他们在使用产品时可能遇到的困扰和挑战。例如，农民在使用全自动移栽机时可能会感到焦虑和压力，因为他们的工作直接关系到农作物的收成。因此，设计师在设计界面时，可以考虑加入一些放松和安抚的元素，如自然的背景图片、轻松的音乐等，以帮助用户缓解压力。

总的来说，人性化设计是提升用户体验的关键。设计师需要深入了解用户的生理和心理特点，以满足他们的使用需求。只有这样，才能创造出既美观又实用的产品，真正提升用户的满意度和忠诚度。

## 4.3. 交互性设计

在当今的数字化时代，用户体验已经成为产品和服务成功的关键因素。在这个背景下，交互性设计的重要性日益凸显。交互性设计不仅关注产品的外观和功能，更注重用户与产品之间的互动过程。它是提升用户满意度的重要手段，因为好的交互性设计能够使用户在使用产品的过程中感到舒适和愉快。

首先，我们需要明确什么是交互性设计。简单来说，交互性设计就是通过设计让用户能够更容易、更直观地使用产品的过程。这包括了用户如何与产品进行交互，以及产品如何反馈用户的操作。在这个过程中，设计师需要充分考虑用户的操作习惯和反馈机制，以提高界面的交互性。

设计师可以通过多种方式实现用户与界面的交互。例如，触摸屏、旋钮、按钮等都是常见的交互方式。这些交互方式可以根据用户的需求和习惯进行选择和配置，使用户可以根据自己的喜好和习惯选择最合适的操作方式。这种个性化的交互方式不仅能够提高用户的使用效率，也能够提升用户的使用体验。

同时，界面的反馈也非常重要。当用户进行操作时，界面应该及时准确地给出反馈，告诉用户操作是否成功，以及如何进行下一步操作。例如，操作成功时的提示音、操作失败时的警告信息等，都可以增强用户的使用信心和满意度。这种即时的反馈机制可以帮助用户更好地理解 and 掌握产品的使用方法，从而提高用户的使用效率和满意度。

然而，交互性设计并不是一蹴而就的过程，而是需要设计师不断地学习和实践的过程。设计师需要

深入了解用户的需求和习惯，以便设计出更符合用户需求的产品。同时，设计师也需要不断地尝试和改进，以便提供更好的用户体验。

总的来说，交互性设计是提升用户满意度的重要手段。通过充分考虑用户的操作习惯和反馈机制，设计师可以提高界面的交互性，从而提升用户的使用效率和满意度。

## 5. 总结

在当今科技高速发展的时代，自动化设备已经逐渐渗透到我们生活的各个领域。其中，全自动移栽机作为农业机械化的一环，其操作界面的优化对于提升用户体验和工作效率具有重要的意义。

以用户心智模型为基础的全自动移栽机界面优化，不仅可以提升用户的使用体验，提高工作效率，也是推动农业机械化发展的重要手段。在之后的实践研究中将继续深入研究用户心智模型，为全自动移栽机的界面优化提供更多的创新思路和方法。

## 注 释

①(自绘)

②<https://kns.cnki.net/KXReader/Detail?invoice=suzsgaJhexoJT17JDb4sLfO5BeA06R2Q0joEX1tZgA7M%2BQfVtvUG1Vn2NzY0f0%2B2d3KETJ%2FP8JLyEzqlrVGZZr%2BaDWLMYUJ68cBAu2A7j5clOBsjzePWb1dvyWSd3%2Bv3bnYf%2BoBl61mpLccK5QbOpepk6CCs3ZGgsaROk%2FzR0nI%3D&DBCOD=CFJQ&FileName=LCGY202011006&TABLEName=cjfdlast2020&nonce=86973DEAC15E49B4BB4B20819309B329&TIMESTAMP=1701707418520&uid=>

③(自绘——问卷星生成)

④(自绘——问卷星生成)

⑤(自绘)

⑥

<https://kns.cnki.net/KXReader/Detail?invoice=suzsgaJhexoJT17JDb4sLfO5BeA06R2Q0joEX1tZgA7M%2BQfVtvUG1Vn2NzY0f0%2B2d3KETJ%2FP8JLyEzqlrVGZZr%2BaDWLMYUJ68cBAu2A7j5clOBsjzePWb1dvyWSd3%2Bv3bnYf%2BoBl61mpLccK5QbOpepk6CCs3ZGgsaROk%2FzR0nI%3D&DBCOD=CFJQ&FileName=LCGY202011006&TABLEName=cjfdlast2020&nonce=86973DEAC15E49B4BB4B20819309B329&TIMESTAMP=1701707418520&uid=>

⑦(自绘)

## 参考文献

- [1] 龚蓉蓉. 用户体验中基于心智模型的手持移动设备界面设计研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2010.
- [2] 崔敦睿, 万千, 宋莎莎. 基于老年用户心智模型的厨房家具设计研究[J]. 北京: 北京林业大学, 2020.
- [3] 马婧. 数字界面交互模式与用户心智模型匹配度评估与研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2018.
- [4] Young, I. (2008) Mental Models: Aligning Design Strategy with Human Behavior. Rosenfeld Media, New York. <https://doi.org/10.1145/1376142.1376141>
- [5] Francalanza, E., Borg, J., Fenech, A., et al. (2019) Emotional Product Design: Merging Industrial and Engineering Design Perspectives. *Procedia CIRP*, **84**, 124-129. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.263>
- [6] 区文卉. 基于心智模型与叙事设计的家电控制器设计应用研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州大学, 2019.
- [7] Demirbilek, O. and Demirkan, H. (2004) Universal Product Design Involving Elderly Users: A Participatory Design Model. *Applied Ergonomics*, **35**, 361-370. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.03.003>