

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：智能时代人因科学研究的新范式取向及重点

作者：许为, 高在峰, 葛列众

第一轮

审稿人 1 意见：

本文梳理了智能时代下人因科学研究涉及的新的概念和理论模型，分析了传统和现代人因科学研究对象、研究方法和研究问题的异同，并提出了当前和未来研究的重点。本文综述的文献涵盖心理学、人因工程和人机交互等多个领域，资料详实全面，提出的理念和观点新颖，且结合了自动驾驶等有很强应用价值的问题，有很好的理论和实践意义。本人尚有几点疑问，望作者解答。

意见 1：作者在文中提出人因科学是一个新的概念，能否明确解释下这个概念的含义，以及它与已有的人因工程、工程心理学等概念的区别？

回应：人因科学是这些相近领域的一个“统称”。如文中所说：“基于‘以人为中心’的共同理念，这些相近领域通过优化人、机器以及环境之间的交互，确保系统实现安全、高效和宜人的目标，因此，我们将这些领域统称为人因科学(human factors science)。”

本文中讨论的许多研究问题，不能归属于人因工程学(human factors engineering)或者工程心理学(engineering psychology)中的某一个特定领域，人因科学的概念是比这两个概念更高一级的表达(类似认知科学与认知心理学的关系)。在本文中，我们首次提出用人因科学这个上位的概念，实现了“一网打尽”，把整个面都概括进去，便于讨论。同时，实践证明这些领域在实际研究和应用中针对许多研究问题也是互相牵在一起。

同时我们在措辞方面也做了一些改进(见“1.引言”部分)

意见 2：作者总结的智能技术的人因新问题为相关领域的研究人员提供了很好的参考。表 3、4、5 分别从三个领域总结了人因新问题和研究重点，而表 6 则列出了研究重点和不同学科，以及三个领域的关系，那么如何理解表 3、4、5 与表 6 的关系，表 6 是作为前几个表格的补充或者具体化？还是从不同角度总结人因新问题？

回应：我们在“5. 人因科学研究范式对今后研究的作用”节增加了内容来说明了各表之间的关系，请见第 5 节 1、2、3 段。

意见 3：作者在第 3 部分提出了三个研究范式，人智组队合作，人智协同认知生态系统和智能社会技术系统。但“范式”这个说法，似乎与心理学里对范式的理解不同，个人认为，这三方面更像是三个研究领域，或者说是三个研究智能交互的角度。

回应：通俗地说，可以认为我们这里讲的“范式取向”是指研究的角度。请注意我们文中用的是“**范式取向**”(不是“**范式**”)。我们并不认为我们提出了三种新范式，我们强调的是在人因科学研究范式进一步演进中的三种新**范式取向**。这同时也说明了为什么我们采用“人因科学”这个名称。我们这篇文章不仅仅是针对工程心理学或其他某个领域，我们是采用“系统化”的视野来

考核整个人因“学科群”。请参考以下原来正文中的说明。

我们做了以下两方面的修改：

- (1) 论文名字增加“取向”： 智能时代人因科学研究的新范式取向与重点
- (2) 在“1.引言”中给“范式取向”下了一个定义。

1 引言

进入智能时代，基于人工智能(AI)技术的智能自主化系统带来了一系列新特征和新问题(Kaber, 2018; 许为, 2020)，这必将对人因科学研究以及相应的研究范式取向带来新的要求，需要我们系统的梳理，保证人因科学能够为智能新技术的优化设计做出更加有效的学科贡献。本文将一门领域的研究范式取向(paradigmatic orientation)定义为该领域开展研究所采用的角度和层面，一个研究范式取向决定了该研究范围、重点以及相应的方法。从人因科学的整体角度出发，本文对人因科学中相近领域的研究范式取向与研究重点展开全面系统的评估。

- (3) 在以下 3.1 小节、全文的各个部分从措辞上进一步澄清“范式取向”(见 3.1 人因科学研究范式取向的探索)

意见 4：另外，作者能否补充说明一下，这三个方面(3.2,3.3 和 3.4)，包括这三个概念模型/框架的差别？

回应：

- 在“3.5 人因科学研究范式取向的跨时代演变”的最后一段补充了说明
- 增加了图 5，以便读者进一步了解三个取向之间的关系

.....

审稿人 2 意见：

该论文对人因科学这些年的发展进行了梳理，总结了近 5 年提出的用于丰富人因科学研究范式的新概念模型和框架，包括人智组队合作模型、人智协同认知生态系统框架及智能社会技术系统框架，从“人-AI 交互”、“智能人机界面”、“人智组队合作”三方面展望了今后人因科学的研究重点，并且分析了人因科学研究范式对未来研究重点的作用。论文对于整个工程心理学的发展具有很强的总结和指导意义。这里有一些小意见和建议，供作者参考。

意见 1：将“人智组队合作模型、人智协同认知生态系统框架及智能社会技术系统框架”列为“研究范式”的发展，这种提法是不是可以再考虑一下？

回应：请参见我们对审稿专家#1 问题 3 的答复，我们强调的是范式取向(不是研究范式)，我们认为“范式取向”的说法是合适的。

另外我们分别在以下段落进一步澄清我们的定义和概念：

1. 引言

进入智能时代，基于人工智能(AI)技术的智能自主化系统带来了一系列新特征和新问题(Kaber, 2018; 许为, 2020)，这必将对人因科学研究以及相应的研究范式取向带来新的要求，需要我们系统的梳理，保证人因科学能够为智能新技术的优化设计做出更加有效的学科贡献。本文将一门领域的研究范式取向(paradigmatic orientation)定义为该领域开展研究所采用的角度和层面，一个研究范式取向决定了该研究范围、重点以及相应的方法。从人因科学的整体角度出发，本文对人因科学中相近领域的研究范式取向与研究重点展开全面系统的评估。

3.1 人因科学研究范式取向的探索

纵观发展历史,借助于新兴技术,人因科学的研究范式取向一直在拓展。这种拓展提升了人因科学研究的方法论,扩展了学科研究的范围和解决问题的深度,进而推动了人因科学的不断发展。

在发展初期,传统人因科学(如早期的工效学)注重人类体力作业、人机界面等物理特征,研究主要借助人类体力作业分析、时间任务分析等手段来实现人机功能和任务的合理分配,达到优化人机系统效率的目的(Sanders & McCormick, 1993; Gardner, Mark, Dainoff, Xu, 1995)。

自从进入计算机时代,人因科学的研究范式基本上是基于信息加工的认知理论构建,但是这种研究范式在人因科学发展各阶段中呈现出不同的取向。在计算机时代,人因科学(如工程心理学、认知工效学)从信息加工机制出发,深入到人的心理活动层面,考察在人机操作环境中人类工作绩效与感知觉、注意、记忆、决策等心理活动间的关系,达到优化人机系统的设计目的(Wickens et al., 2021; 孙向红等, 2011)。为解决人与计算机交互中的人因问题,人因科学(如人机交互,用户体验)采用了基于“以用户为中心”理念的方法,构建用户心理和情景意识模型、人机交互认知模型及人机界面概念模型,采用基于心理学方法的可用性测试等验证方法,开发出符合用户需求和体验的交互式产品(Nielsen, 1994)。

意见 2: 在对以上三种范式模型进行论述时,边界是否可以再清晰一点?例如自动驾驶在人智组队合作模型、人智协同认知生态系统框架中的都有论述,个人水平所限,读起来还是带着点疑惑。三套模型之间的关系,是不是也可以讨论一下?例如,是完全分开的,还是有重叠?

回应:

- 在“3.5 人因科学研究范式取向的跨时代演变”的最后一段补充了说明
- 增加了图 5,以便读者进一步了解三个取向之间的关系

意见 3: 论文在部分标点使用中有一些错误(尤其在参考文献引用时),建议再修改一下。

回应: 已经改正。

审稿人 3 意见:

本文分析和提出的智能时代的人因学研究思路、研究范式的演变,对人因学具有非常好的牵引和指导意义。

文章中 3.4 节智能社会系统中的概念框架,所分析的新的发展思路中人智组队合作、人机智能优势互补、智能人机交互的优化设计几个方面的思路,需要进一步聚焦在对社会技术系统影响和交互作用的研究上,目前有些与前面的人智组队合作部分有所重复。

回应: 已修改。在“3.4.1 智能社会技术系统的概念框架”中做了较大幅度的修改。

另外,除了针对专家提出的意见修改以外,我们也更新以下一些内容

- 文章标题
 - 所有插图(修改个别用词和采用彩色图片)
 - 新增加图 3
-

第二轮

审稿人 1 意见：作者的修改稿回答了之前的疑问，我没有其他问题了。

回应：谢谢

审稿人 2 意见：作者已经根据意见进行了修改，同意接收。

回应：谢谢

另外，我们对全文进一步润饰文字，规范参考文献格式等的工作

- 1) 全文，将“人-智组队”、“人-智协同”改成“人智组队”、“人智协同”
- 2) 全文，将“人机组队”统一为“人智组队”、
- 3) 许多文字也进行了适当修改（用蓝色表明）

第三轮

编委意见： 同意发表

主编意见

意见 1：篇幅过长，建议压缩。

回应：谢谢主编的建议，我们做了如下修改

- （1）删去了原来 2.1 节的全部内容（“从“以用户为中心”到“以人为中心 AI”的理念”）。
- （2）删去了原来的 表 1（人机共驾协同认知生态系统中不同架构层面的主要组成部分）
- （3）另外我们对全文进一步润饰文字，简化内容，尽最大的努力进行了压缩。最终，我们减少了两页纸的内容
- （4）这篇稿子篇幅相对其他文稿是长，但是它不是一般的综述文章。本文是基于我们近几年针对智能技术的系列研究基础上所提出的一个完整的、原创的理论和应用框架体系，系统地阐述了我们提出的智能时代人因科学的三种新型范式取向、今后研究重点、新型范式取向与研究重点之间的关系。而且它针对的是整个人因科学（包括工程心理学、人因工程）领域。经过两轮的同行评审和编委的评审，评审人和编委都认可了这个框架体系的完整性，认为对于国内整个工程心理学的发展具有很强的总结、牵引和指导意义。工程心理学在智能时代有着极其重要的意义，工程心理学领域在心理学报从来没有发表过类似的文章。

我们反复看了全文，已经尽最大的努力进行了压缩，目前感到无法再进一步压缩，否则将影响到整个框架体系的完整性。同时，两轮的同行评审和编委的评审，评审人和编委也都认可了这个框架体系的完整性，没有提出需要我们压缩的地方。

所以，我们希望主编能够考虑到这个特殊情况（整个框架体系的完整性等），允许我们以目前的篇幅发表。谢谢。

意见 2：关键词过多，建议缩减。

回应：已减少至五个关键词。