

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：网络游戏中化身参照的加工优势：来自行为与 ERPs 的证据

作者：曹敏 谢和平 孙丽君 张冬静 孔繁昌 周宗奎

第一轮

审稿人 1 意见：

作者采用 r/k 范式和 ERP 技术从行为与脑两个方面考察了网络游戏中化身参照的加工结果与加工过程的优势。总体上来说研究问题比较有意义，对认识网络游戏化身的认知加工具有一定意义。但是请作者思考如下问题：

意见 1：摘要部分，研究二的“结果发现：（1）加工化身名字比外国熟悉他人名字诱发更大的 P2（160-260ms）波幅，比本国和外国熟悉他人名字在右侧脑区的 P2 潜伏期更短；（2）加工化身名字比本国和外国熟悉他人名字诱发更大的 P3（370-600ms）波幅，比外国熟悉他人名字的 P3 潜伏期更短。”请作者进一步明确“诱发更大的 P2（160-260ms）波幅”、“P2 潜伏期更短”、“诱发更大的 P3（370-600ms）波幅”、“P3 潜伏期更短”这些脑活动记录反映了具体什么样的加工优势？作者在这里列出这几个波幅或潜伏期的差异，由此得出化身的加工优势，那么除了这四个波幅或潜伏期的差异之外，还有没有其他差异？如果有又反映了什么？

回应：非常感谢专家的宝贵建议！研究二的结果发现：（1）加工化身名字比外国熟悉他人名字诱发更大的 P2(160-260ms)波幅。这一结果说明化身名字相比较外国熟悉他人名字，更能够迅速地吸引大脑的注意（Thorpe et al., 1996）。因为以往研究表明 P2 成分可能是对刺激特征的快速侦查，易使人敏感的刺激会得到更多的注意（Karayanidis & Michie, 1996）。高自我相关的名字能够激发更大的 P2 波幅这一结论已被证实，原因是高自我相关的信息能够更迅速得获得大脑的早期注意（范伟 等, 2016）。研究还发现：（2）加工化身名字比本国和外国熟悉他人名字诱发更大的 P3（370-600ms）波幅，比外国熟悉他人名字的 P3 潜伏期更短。”这一结果说明大脑在加工化身名字（高自我相关）的时候比在加工本国和外国熟悉他人名字时进行了更加深入和精细地加工（钟毅平 等, 2018），因为 P3 成分能够反映大脑在晚期阶段对中枢控制加工的朝向（Yuan et al., 2007），对比低自我相关的刺激，人脑在加工高自我相关的刺激时会投入更多的认知和控制加工资源，所以在加工高自我相关的刺激时会诱发更大的 P3 波幅（钟毅平 等, 2018）。除了这四个差异之外，研究二的结果并未显示出其它差异。

综上所述，更大的 P2 波幅反映了大脑在加工前期能够更加迅速注意到化身相关信息；而更大的 P3 波幅和更短的 P3 潜伏期则反映了大脑在加工后期对化身相关信息进行了更加精细和深入的加工。根据专家的建议，本文已在摘要部分进行补充说明并用蓝色标记。

意见 2：前言部分，作者对于为什么要研究网络游戏化身对个体记忆优势和加工优势没有进行充分论述，也缺乏足够的理论与文献支持这种优势的可能性。建议作者紧扣研究问题进行梳理文献。

回应：非常感谢专家的仔细审读！对于本文为什么要研究网络游戏化身以及网络游戏化身具有记忆加工优势的理论和文献支持，主要原因有四点：

第一，网络游戏日趋流行，化身不仅是网络游戏的核心因素，也成为一种特殊的虚拟自我呈现方式。在互联网日益发达的时代背景下，网络游戏已经成为人们进行社交和娱乐的重

要平台。根据第 46 次中国互联网络发展状况统计报告，截至 2020 年 6 月，我国网络游戏用户规模达到 5.40 亿，较 2020 年 3 月增加 805 万，占整体网民的 57.4%(中国互联网络信息中心，2020)。其中游戏化身被认为是网络游戏的核心因素之一(魏华 等, 2014)，因为玩家一旦进入网络游戏的世界，化身便成为其开展各项行为动作、实现目标以及与其它玩家进行互动的唯一媒介(Mancini et al., 2019)。与其它虚拟自我呈现方式(如网名和头像)相比，网络游戏化身具有可操控性、形象具体化和高情感卷入度等特征(衡书鹏 等, 2017; Yee & Bailenson, 2007)。自我扩展理论认为将他人纳入自我是人们社会化的核心动机之一 (Aron & Aron, 2010)。如今，人们的生活也逐步向互联网迈进，网络游戏化身可以看作是个体在网络环境中的自我扩展对象。

第二，网络游戏化身与自我紧密相联。随着网络游戏的发展，玩家不仅可以主动操控化身，还能够根据个人审美创建化身的具体形象(Peña et al., 2009)。每个化身都拥有玩家特制的姓名和形象，这种化身定制功能与可操控性使得玩家的某些自我需求(如自尊和自我效能感)在游戏中得到满足 (Sibilla & Mancini, 2018)。通过化身与其它玩家进行互动的时候，玩家经常用“我”作为主语来表达自己在游戏中体验到的情绪和感受。化身-自我关联性模型认为游戏中的玩家不仅仅作为观看者，还能够定制化身形象和控制化身行为，这拉近了化身与自我之间的距离，也使得化身与自我之间的联系更加紧密 (Ratan & Dawson, 2016)。

第三，自我相关信息具有加工优势。以往研究对多种与自我相关的信息(如面孔、人名、人格特征词等)的研究结果均发现自我相关信息在记忆加工方面成绩要好于非自我相关信息，具体表现为在记忆测验中用时更短，正确率更高 (Caudek, 2014; Klein, 2012)。现实生活中的与自我紧密相关的亲密他人(父母、朋友、恋人等)在很多项实验结果中均表现出了和自我类似的加工优势 (周丽, 苏彦捷, 2008; Sui et al., 2007)。不仅如此，研究还发现高自我相关信息能够更大程度地激活大脑的 P2、N2 和 P3 成分，能够诱发更大的波幅 (范伟等, 2016; Fan et al., 2011)，这说明大脑对高自我相关信息进行了更加精细和深入地加工。网络游戏化身作为虚拟自我相关信息也在多方面与现实自我产生联结，对现实自我的认知和行为产生影响 (Green & Bavelier, 2015; Yee, et al., 2009)，因此也可能具有和现实自我扩展对象一致的加工优势。

第四，精细化加工理论和组织化加工理论。精细加工理论认为加工一个单词需要在记忆中形成该单词与外界材料的多重联系。记忆化身时就要将化身与化身姓名和化身形象建立连接，从而为提取化身相关信息提供更多途径(Wisco, 2009)；组织加工理论则认为记忆单词时可以通过组织化加工增强材料之间的语义联系，从而为提取信息提供更多途径 (Klein, 2012)，如两个化身都产生于同一个游戏，具有一些类似的主要特征玩家会与在游戏中最经常操纵的化身进行精细化加工和组织化加工，一旦与该化身相关的信息被激活，记忆网络中与之匹配的信息就会建立连接，从而提升记忆效果。

综上所述，本研究拟探讨网络时代背景下的虚拟自我相关信息(网络游戏化身)对个体认知加工产生的影响。根据专家的建议，已重新梳理文献，并在前言部分补充相关论述、理论和文献支持，主要补充部分已在前言用蓝色标记。

意见 3: 作者的研究假设是什么？通过哪些理论与文献能支持这些假设？请作者务必清楚梳理。

回应: 非常感谢专家的仔细审读和宝贵建议！本文主要基于自我扩展理论 (Aron & Aron, 2010) 和化身-自我关联性模型 (Ratan & Dawson, 2016) 以及相关文献，提出两个研究假设：实验一假设：相比较他人参照条件，化身和自我参照具有更好的记忆加工成绩，即自我参照和化身参照均具有加工优势；实验二假设：相比较他人参照条件，网络游戏中化身能够诱发更大的 P2、N2 和 P3 波幅和更短的潜伏期，在加工时间进程指标上也同样具有加工优势。

根据专家的建议，已在前言部分补充研究假设，并重新梳理相关理论和文献支撑部分，用蓝色字体标记。

意见 4: 关键概念不清楚，化身与化身参照是一个概念？还是不同概念？作者请说明之，全文统一。

回应: 感谢审稿专家的建议！化身与化身参照是不同的概念，化身就是指个体在虚拟世界中可以实时看到并主动操控的数字化自我呈现方式（衡书鹏 等, 2017），而化身参照是基于自我参照提出的概念，化身参照（avatar-referencing）是指在探究化身的加工优势时将呈现的词语等材料与化身联系在一起进行认知加工，一般都会设置他人参照作为对照组（Ganesh et al., 2012）。根据专家的建议，本文已核对全文，将化身与化身参照两种概念区分开来。在前言部分介绍网络游戏化身时采用“化身”这一概念，而在实验条件下和结果论述中统一采用“化身参照”这一概念。

意见 5: 实验一，“研究预期：相比较他人参照条件，网络游戏中的化身参照存在记忆加工优势。”作者设置了“化身名字、自己名字和他人名字”，但是假设仅仅涉及化身参照与他人参照，自我参照呢？

回应: 非常感谢专家的仔细审读和宝贵建议！本文已在实验一的研究预期中补充关于自我参照的假设。补充后的假设为：“相比较他人参照条件，化身和自我参照具有更好的记忆加工成绩，即自我参照和化身参照均具有加工优势。”

意见 6: 实验一材料部分，“另外 48 词作为“新词”出现在再认阶段（各参照条件及新、旧词之间均平衡了词频、笔画、愉悦度、唤醒度、熟悉度和褒贬义），”作者是如何做到在这些方面的平衡？

回应: 文中关于实验所用词语的平衡描述确实过于简单，根据专家的意见已在文中补充关于这些方面的平衡，具体论述如下：

“在正式实验开始之前，21 名同学（不参加正式实验）对这 100 个人格形容词的熟悉度、愉悦度、唤醒度进行了 1-9 点评估，之后将词语分配到各参照条件下。方差分析结果发现：三种参照条件下的词语在熟悉度 $[F(2, 45) = 1.33, p = 0.274]$ 、愉悦度 $[F(2, 45) = 0.66, p = 0.521]$ 和唤醒度 $[F(2, 45) = 0.21, p = 0.809]$ 上均不存在显著的差异。词频是从《现代汉语常用词词频词典》中提取（刘源, 1990），方差分析结果发现三组词语在词频 $[F(2, 45) = 1.01, p = 0.371]$ 上不存在显著差异。除此之外，三组词语也不存在显著的褒贬差异 $[F(2, 45) = 0.98, p = 0.384]$ 和笔画差异 $[F(2, 45) = 0.65, p = 0.527]$ ，从而平衡了各参照条件之间词频、笔画、愉悦度、唤醒度、熟悉度和褒贬义。”

意见 7: 实验一的讨论过于简单，由实验一的研究如何看出必须做实验二呢？实验二采用 erp 研究是要解决实验一的什么问题呢？

回应: 感谢专家的仔细审读和建议！已经在实验一的讨论部分补充实验一与实验二之间的联系，补充后的内容如下：

“实验一的结果发现，化身参照和自我参照在总再认正确率、R 反应判断正确率和辨别力 d' 上均表现出了优于他人参照的记忆加工成绩，具有加工优势。虽然化身参照的效应不如自我参照效应强，但是这一结果也在一定程度上验证了化身作为虚拟网络环境中与自我紧密相关的信息具有优于其它信息的记忆加工优势。这一结果与以往关于虚拟自我参照效应的研究结论一致，陈莉和陈美荣（2017）采用加工深度范式和随意编码范式证实了虚拟环境中的网名作为虚拟自我相关信息也具有记忆加工优势。网络游戏化身参照的加工优势还可以用自动化模型（Bargh & Chartrand, 2000）来解释。因为化身作为虚拟环境中一种特殊的自我呈

现方式，不仅具有更加具体的形象，还具有可操控性（衡书鹏 等, 2017; Yee & Bailenson, 2007），玩家在与之互动的过程中已经形成与化身相关的图式和刻板印象，所以化身线索一旦被激活，便能迅速吸引玩家注意。化身在加工结果上体现出来的优势很可能是因为玩家对其进行了更加精细和深入的加工（Fan et al., 2016）。

虽然实验一在一定程度上验证了化身参照的记忆加工优势，但是记忆加工成绩只能反映化身相关信息在加工结果上的优势，而导致这种记忆加工结果优势的原因可能是其加工过程存在差异。以往研究发现与自我相关程度不同的刺激能够激活不同的大脑成分，即不同刺激的加工时程存在差异（Chen et al., 2011）。高自我相关的刺激比其他刺激诱发了更大的 P2、N2 和 P3 波幅，更长的 P2 潜伏期和 P3 潜伏期（范伟 等, 2016）。实验一主要采用的是再认正确率和辨别力等记忆指标，是检验被试进行信息加工之后再次被呈现该信息时的保持效果的量度。但是这种事后的记忆指标不能反映个体是如何对呈现的信息进行即时加工的。基于此，实验二拟采用时间分辨率较高的 ERPs 技术探讨化身参照在即时的认知加工过程中的时程特点，进一步验证网络游戏化身在认知加工过程中的优势。”

意见 8：实验二设计部分：“自变量为参照条件（熟悉化身名字、本国熟悉他人名字、外国熟悉他人名字）”这个设计与实验一设计条件有明显差异，为什么？

回应：非常感谢专家的仔细审读！实验二的设计部分相比较实验一减少了自我参照，而增加了外国熟悉他人这一参照条件，具体原因如下：

因为化身参照加工优势的对照组别是他人参照而非自我参照，即化身参照加工优势表现为实验中的加工材料与化身相联系时的加工效果要优于他人参照条件。而且实验一已经在一定程度上证实了网络游戏中的化身参照和自我参照均表现出了优于他人参照的记忆加工成绩，只是化身参照效应没有自我参照效应强。因此，实验二重点比较了化身参照和他人参照。由于本实验选用的网络游戏载体为《英雄联盟》，游戏中的化身名字都是汉译的英文名字，而西方语言其特点与汉语差异较大，汉字多具有音、形、义相结合的特点，形音义的加工还具有时间进程上的差异（陈宝国, 彭聆龄, 2001）。因此为避免由于语词结构造成的干扰，实验二加入了外国熟悉他人这一参照条件。

根据专家的建议，已将该部分说明补充在文中实验二的第一段中。

意见 9：实验二被试仅仅对目标刺激进行反应，那么偏差刺激即三个条件呢？不进行反应吗？这样作者对后面数据分析是又如何进行三组数据分类？请作者详细说明实验过程与数据分组等细节问题。

回应：非常感谢专家的提醒！实验二中被试确实只需要对目标刺激进行反应，对偏差刺激不需要进行反应，具体原因如下：

实验二采用的是经典的三类刺激 oddball 范式，Oddball 范式的实验过程是随机向被试呈现三类不同的刺激，即标准刺激、目标刺激和偏差刺激，其中标准刺激出现的概率要远远大于目标刺激和偏差刺激（标准刺激概率为 76%，标准刺激和三种偏差刺激各占 6%），而被试只对目标刺激进行反应，不对标准刺激和偏差刺激反应（Snyder & Hillyard, 1976）。在实验过程中被试只需要执行一些无关任务，而对三种偏差刺激（三种不同的参照条件）的加工是一种“非主动”的无意识、自动化的加工（丁小斌 等, 2020）。因此，实验二的数据分析部分只关注三种偏差刺激呈现后的脑电数据。

根据专家的建议，已在文中 3.1.3 部分补充说明实验过程与数据分析等细节问题。

意见 10：实验二“正式实验完成后，要求被试继续填写《将他人纳入自我量表》以测量自我与他人的亲密度（Aron et al., 1992），然后评定对不同名字的熟悉度。”这个测量是不是应该放在正式实验之前完成，而不是之后呢？

回应: 感谢专家提出的质疑! 实验二将亲密度和熟悉度的测量放在正式实验之后而不是之前主要是为了防止被试在实验前猜到实验目的, 影响到实验效果。因此, 参考以往研究的做法 (钟毅平 等, 2014), 本研究将与参照条件相关的测量放在实验之后完成。

意见 11: 讨论部分, 对于前人研究没有解决的什么问题, 而本文进行了研究并给予了回答, 这是作者需要详细讨论与说明的。

回应: 非常感谢专家的宝贵建议! 对于前人研究没有解决但本文进行研究并给出回答的问题主要有以下两点:

首先, 以往研究较少关注网络游戏化身作为虚拟自我相关信息的加工特点, 多关注现实生活中的自我相关信息的加工优势 (杨群 等, 2019; 周爱保 等, 2015)。本研究结合互联网时代背景, 将自我相关信息的记忆加工优势从现实生活中的自我相关信息拓展到了网络虚拟环境中, 通过两项实验研究证实了网络游戏化身作为虚拟环境中的高自我相关信息也具有和现实自我相关信息一致的加工优势, 表现出更好的记忆加工成绩。

不仅如此, 以往关于虚拟化身与自我之间关系的研究大多停留在理论层面的描述, 并且提出了化身-自我关联性 (Ratan, & Dawson, 2016) 等理论模型, 但缺乏实证研究来探讨化身与个体之间的关系。本研究基于自我参照效应的研究范式, 验证了化身参照与自我参照的记忆加工优势。不仅如此, 研究还通过事件相关电位考察了化身参照在加工时间进程方面的优势, 同时从加工结果层面和加工过程层面证实了网络游戏化身参照的加工优势。这些结果为自我扩展理论和化身-自我关联性模型提供了实证依据。

综上所述, 本研究将传统自我相关信息的加工优势拓展到了网络虚拟环境中, 还通过实验弥补了以往网络游戏化身与自我研究领域缺乏实证研究的缺憾, 证实网络游戏中化身参照具有加工优势的同时, 也为自我扩展理论和化身-自我关联性模型提供了证据。研究还通过 ERPs 技术从认知神经层面解释了化身参照的加工过程优势, 表明大脑在加工化身时投入了更多的认知资源, 进行了更精细和深入地加工, 因此化身具有更好的加工成绩。不仅验证了化身参照的加工优势, 还通过加工时程指标解释了出现加工优势的原因。

已在总讨论部分对于前人研究没有解决而本文进行了研究并给予了回答的问题进行详细讨论与说明, 详见总讨论中用蓝色标记部分。

.....

审稿人 2 意见:

论文作者通过两个实验分别从加工结果和加工过程两个视角考察了网络游戏中化身参照的加工优势, 实验结果表明在加工结果和加工过程中均存在网络游戏中化身参照的加工优势现象。论文选题具有较高的理论价值与社会现实意义, 论文的研究视角创新性较高。论文在如下几个方面可作进一步完善:

意见 1: 引言部分, 作者介绍“化身作为网络环境中的一种特殊自我呈现方式和网络游戏中的重要载体及操控对象, 已经得到了很多研究者的关注, 但目前为止尚未有研究者从认知加工的角度将网络游戏中的化身作为参照条件来考察其可能存在的加工优势。所以本研究将通过行为实验和 ERPs 的方法分别从加工结果和加工时间进程两个方面考察网络游戏中的化身作为参照条件是否存在加工优势”。作为本论文的问题提出, 作者需要阐述加工结果和加工时间进程是否是两个并列的信息加工阶段? 再者, 作者需要阐明将认知加工细分为加工结果和加工时间进程的合理性, 这有助于读者理解本论文的研究逻辑。

回应: 非常感谢专家的宝贵建议! 本研究中所说的加工结果和加工时间进程不是两个并列的信息加工阶段, 反应的加工优势也有所差异。实验一主要采用的是再认正确率和辨别力等记忆指标, 是检验被试对信息进行加工之后再次被呈现该信息时的保持效果的量度。但是这一

记忆加工成绩它不能反映个体在首次呈现信息时是如何对其进行加工的。实验一所指的加工结果只是从再认成绩这一层面来考察个体对不同参照条件的记忆效果，而实验二则采用 ERPs 方法从时间进程方面反映出个体对网络游戏化身的精细加工阶段，并从认知加工时间进程的角度揭示出这一认知活动的脑机制。

从因变量指标类型的角度考虑，本文区分了加工结果和加工时间进程，原因有二：一是因为以往研究也发现自我相关信息不仅表现出了在加工结果上的优势（高虹等, 2018; Rogers et al., 1977），还表现出了在加工时程上的优势（Chen et al., 2011; Jiang et al., 2016）；二是因为记忆效果只能体现出个体对信息的加工结果，是一种事后的指标；而脑电成分是个对信息的加工过程的体现，是一种即时的指标。综合考察加工结果和加工过程上的优势不仅能够帮助我们直观地确认化身参照是否具有和现实自我相关信息一致的加工优势，还能帮助我们理解个体是如何对化身进行加工。

感谢专家的提醒，对于加工结果和加工时间进程是否是两个并列的信息加工阶段以及将认知加工细分为加工结果和加工时间进程的合理性已在文中引言部分的最后一段进行补充说明，并用蓝色标记。

意见 2: 实验一的结果发现，在总再认正确率、R 反应判断正确率和辨别力 d' 上都是自我参照的成绩显著优于化身参照，且化身参照的成绩优于他人参照。这一发现是否可以理解为自我参照加工的程度效应呢？

回应: 感谢专家的仔细审读！实验一的结果发现在总再认正确率、R 反应判断正确率和辨别力 d' 上都是自我参照的成绩显著优于化身参照，且化身参照的成绩优于他人参照，这一发现确实说明自我参照和化身参照均具有记忆加工优势，但是化身参照的加工优势没有自我参照加工优势强。以往研究在探究自我相关信息的加工优势时也对刺激与自我的相关程度有所探讨，结果发现自我参照效应确实要强于其它参照效应，比如集体参照效应（Zhao et al., 2009）。因此，相比非自我参照，自我参照加工具有明显优势，并且当参照物的社会距离与自我越亲近，个体便会进行更加精细化的加工（Fields & Kuperberg, 2015）。

生活中有很多与自我相关的信息，但是不同的刺激与自我的接近程度不同，对于个体而言往往意义也会不一样，对高自我相关刺激的加工比低自我相关刺激的加工具有更大的生理和社会意义（钟毅平等, 2014）。比如，自己的名字和好朋友的的名字都具有优于无关自我信息的加工优势，但是相比较朋友的的名字，自己的名字总是会引起更大的警觉性。不仅如此，Chen 等人也从认知神经的角度考查了自我相关加工的程度效应，结果发现被试自己的名字比所在的省份的名字和国家的名字激发了更大的 P3 波幅（Chen et al., 2011）。

综上所述，确实如专家所言，从自我到化身到他人，自我相关程度依次降低，因此实验一的结果确实可以理解为自我参照加工的程度效应。

意见 3: 在实验二的脑电数据分析中，作者选择 15 个电极点对不同参照条件下的三个脑电成分 P2、N2 和 P3 的平均波幅和潜伏期进行参照条件、大脑半球和脑区的三因素重复测量方差分析。建议作者在此处阐述选择这 15 个电极点进行分析的理由，通常对于 P2 和 N2 成分选择额区（F3、Fz、F4）、额中区（FC3、FCz、FC4）和中央区（C3、Cz、C4）的电极点进行分析，而对于晚期正成分 P3 选择中央区（C3、Cz、C4）、顶中区（CP3、CPz、CP4）和顶区（P3、Pz、P4）的电极点进行分析。此外，本研究中作者关注的是三种参照条件之间的时序加工差异，建议作者可以去掉脑半球和脑区的分析，这样结果更加简洁明了。

回应: 感谢专家的建设性意见！本文选择 15 个电极点对不同参照条件下的三个脑电成分 P2、N2 和 P3 的平均波幅和潜伏期进行重复测量方差分析的原因如下：一是参考以往研究（范伟等, 2016; 钟毅平等, 2014）在探讨自我相关信息加工时程优势时选择参考电极点的方法；

二是根据波形图判断这 15 个电极点均可以作为分析的电极点，并未出现大脑偏侧化（Fan et al., 2016）。基于此，本研究选择了分析该 15 个电极点：F3/FC3/C3/CP3/P3/Fz/FCz/Cz/CPz/Pz/F4/FC4/C4/CP4/P4。

根据专家的建议，已在文中补充电极点选择理由（见文中 3.1.5），并且去掉脑半球和脑区的分析，简化了实验二的研究结果（见文中 3.2.2）。

意见 4：建议作者在实验一和实验二中都增加一个实验流程图有助于读者更好理解实验程序。

回应：非常感谢专家的仔细审读和宝贵建议！已经在文中相应位置补充如下实验流程图：

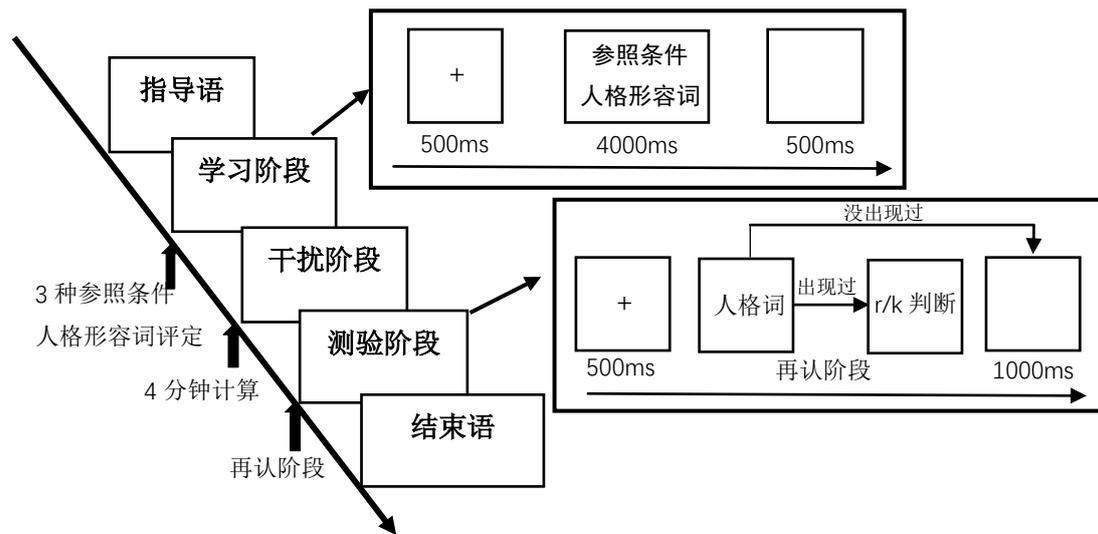


图 1 实验一流程图

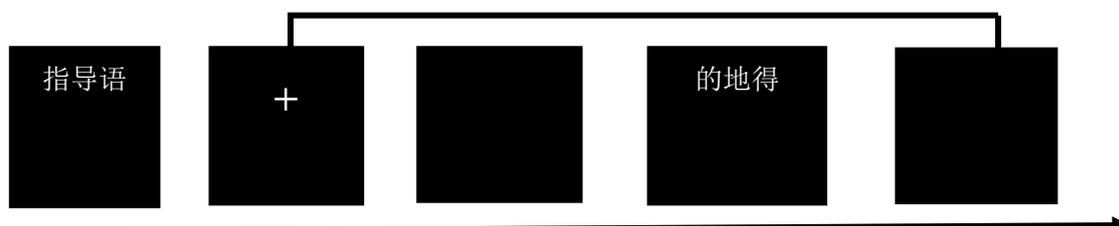


图 2 实验二流程图

参考文献：

- Aron, A., & Aron, E. N. (2010). Rusbult's investment model and the expansion of the self-expansion model. *Personal Relationships*, 17, 152–154.
- Bargh, J. D., & Chartrand, T. (2000). The mind in the middle: a practical guide to priming and automaticity research. In H. T. Reis & C. M. Judd (Eds.), *Handbook of research methods in social and personality psychology* (pp. 253–285). New York, USA: Cambridge University Press.
- Caudek, C. (2014). Individual differences in cognitive control on self-referenced and other-referenced memory. *Conscious and Cognition*, 30, 169–183.
- Chen, B., & Peng, D. (2001). The time course of graphic, phonological and semantic information processing in Chinese character recognition(I). *Acta Psychologica Sinica*, 33(1), 1–6.
- [陈宝国, 彭聆龄. (2001). 汉字识别中形音义激活时间进程的研究(I). *心理学报*, 33(1), 1–6.]
- Chen, J., Yuan, J., Feng, T., Chen, A., Gu, B., Li, H. (2011). Temporal features of the degree effect in self-relevance: Neural correlates. *Biological Psychology*, 87(2), 290–295.

- Chen, L., & Chen, M. R. (2017). The virtual self-reference effect based on the depth of processing and the incidental encoding research paradigms. *Psychological Exploration*, 37(01), 59–64.
- [陈莉, 陈美荣. (2017). 加工深度范式和随意编码范式下的网络虚拟自我参照效应研究. *心理学探新*, 37(01), 59–64.]
- Ding, X. B., Liu, J. Y., Wang, Y. P., Kang, T. J., & Dang, C. (2020). The automatic processing of changes in emotion: implications from EMMN. *Advances in Psychological Science*, 28(01), 85–97.
- [丁小斌, 刘建邑, 王亚鹏, 康铁君, 党宸. (2020). 情绪变化的自动化加工: 来自 EMMN 的启示. *心理科学进展*, 28(01), 85–97.]
- Fan, W., Zhang, Y., Wang, X., Wang, X., Zhang, X., Zhong, Y. (2011). The temporal features of self-referential processing evoked by national flag. *Neuroscience Letters*, 505(3), 233–237.
- Fan, W., Zhong, Y., Yang, Z., Li, J., Ouyang, Y., Cai, R. H., Fu, X.L. (2016). The degree of self-reference effect of extroversion individuals. *Acta Psychologica Sinica*, 48(08), 1002–1012.
- [范伟, 钟毅平, 杨子鹿, 李璉, 欧阳益, 蔡荣华, 傅小兰. (2016). 外倾个体的自我参照加工程度效应. *心理学报*, 48(08), 1002–1012.]
- Fields, E. C., & Kuperberg, G. R. (2016). Dynamic effects of self-relevance and task on the neural processing of emotional words in context. *Frontiers in Psychology*, 6, 2003.
- Ganesh, S., van Schie, H. T., de Lange, F. P., Thompson, E., & Wigboldus, D. H. J. (2012). How the Human Brain Goes Virtual: Distinct Cortical Regions of the Person-Processing Network Are Involved in Self-Identification with Virtual Agents. *Cerebral Cortex*, 22(7), 1577–1585.
- Gao Hong, Yangzhuo, L., Die, H., Min, Z., Xiangping, G., Tianyi, H. (2018). Cognitive advantage for self-information: Evidence from the orienting network of attention. *Acta Psychologica Sinica*, 50(12), 1356–1368.
- [高虹, 李杨卓, 胡蝶, 朱敏, 高湘萍, 胡天翊. (2018). 自我信息识别优势——来自注意定向网络的证据. *心理学报*, 50(12), 1356–1368.]
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2015). Action video game training for cognitive enhancement. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 103–108.
- Heng, S. P., Zhou, Z. K., & Sun, L. J. (2017). The avatar identification in video games. *Advances in Psychological Science*, 25(09), 1565–1578.
- [衡书鹏, 周宗奎, 孙丽君. (2017). 视频游戏中的化身认同. *心理科学进展*, 25(09), 1565–1578.]
- Jiang, Q., Wang, Q., Li, P., & Li, H. (2016). The Neural Correlates Underlying Belief Reasoning for Self and for Others: Evidence from ERPs. *Frontiers in Psychology*, 7, 1501.
- Karayanidis, F., & Michie, P. T. (1996). Frontal processing negativity in a visual selective attention task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 99(1), 38–56.
- Klein, S. B. (2012). Self, Memory, and the Self-Reference Effect. *Personality and Social Psychology Review*, 16(3), 283–300.
- Liu, Y. (1990). *The modern Chinese vocabulary word frequency dictionary*. Beijing: Aerospace Press.
- [刘源. (1990). *现代汉语常用词频词典/音序部分*. 北京: 宇航出版社.]
- Mancini, T., Imperato, C., & Sibilla, F. (2019). Does avatar's character and emotional bond expose to gaming addiction? Two studies on virtual self-discrepancy, avatar identification and gaming addiction in massively multiplayer online role-playing game players. *Computers in Human Behavior*, 92, 297–305.
- Peña, J., Hancock, J. T., & Merola, N. A. (2009). The priming effects of avatars in virtual settings. *Communication Research*, 36(6), 838–856.
- Ratan, R. A., & Dawson, M. (2016). When mii is me: a psychophysiological examination of avatar self-relevance? *Communication Research*, 43(8), 1065–1093.
- Rogers, T. B., Kuiper, N. A., & Kirker, W. S. (1977). Self-Reference and the Encoding of Personal Information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 35(9), 677–688.
- Sibilla, F., & Mancini, T. (2018). I am (not) my avatar: A review of the user-avatar relationships in Massively Multiplayer Online Worlds. *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace*, 12(3).

- Snyder, E., & Hillyard, S. A. (1976). Long-latency evoked potentials to irrelevant, deviant stimuli. *Behavioral Biology*, 16(3), 319–331.
- Sui, J., Zhu, Y., & Chiu, C. (2007). Bicultural mind, self-construal, and self- and mother-reference effects: Consequences of cultural priming on recognition memory. *Journal of Experimental Social Psychology*, 43, 818–824.
- Thorpe, S., Fize, D., & Marlot, C. (1996). Speed of processing in the human visual system. *Nature*, 381(6582), 520–522.
- Wisco, B. E. (2009). Depressive cognition: Self-reference and depth of processing. *Clinical Psychology Review*, 29(4), 382–392.
- Yang, H., & Huang, X. (2007). Group-reference Effect in Chinese. *Acta Psychologica Sinica*, 39(02), 235–241.
- [杨红升, 黄希庭. (2007). 中国人的群体参照记忆效应. *心理学报*, 39(02), 235–241.]
- Yang, H. S., Wang, F., Gu, N. J., & Huang, X. T. (2012). Processing priority for self-related information: Evidence from visual search of screen names. *Acta Psychologica Sinica*, 44(04), 489–497.
- Yang, Q., Feng, Y., & Zhang, J. (2019). The language and cultural differences of father-reference processing: Based on the retrieval-induced forgetting. *Acta Psychologica Sinica*, 51(3), 304–315.
- [杨群, 冯意然, 张积家. (2019). 父亲参照效应的语言与文化差异: 来自提取诱发遗忘的证据. *心理学报*, 51(3), 304–315.]
- Yee, N., & Bailenson, J. (2007). The proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior. *Human Communication Research*, 33, 271–290.
- Yee, N., Bailenson, J. N., & Ducheneaut, N. (2009). The Proteus Effect. *Communication Research*, 36(2), 285–312.
- Yuan, J., Zhang, Q., Chen, A., Li, H., Wang, Q., Zhuang, Z., & Jia, S. (2007). Are we sensitive to valence differences in emotionally negative stimuli? Electrophysiological evidence from an ERP study. *Neuropsychologia*, 45(12), 2764–2771.
- Zhao, K., Yuan, J., Zhong, Y., Peng, Y., Chen, J., Zhou, L., Ding, D. (2009). Event-related potential correlates of the collective self-relevant effect. *Neuroscience Letters*, 464(1), 57–61.
- Zhong, Y. P., Fan, W., Cai, R. H., Tan, Q., Xiao, L. H., Zhan, Y., Qin, M. H. (2014). The influence of positive emotion on the degree effect in self-referential processes: Evidence from ERPs. *Acta Psychologica Sinica*, 46(03), 341–352.
- [钟毅平, 范伟, 蔡荣华, 谭千保, 肖丽辉, 占友龙, 秦敏辉. (2014). 正性情绪诱导下的自我参照加工: 来自 ERPs 的证据. *心理学报*, 46(03), 341–352.]
- Zhong, Y., Yin, H., Wang, S., Fan, W., Zhan, Y., Cai, R. (2018). The self-reference processing of cognitive vulnerability of depression individuals: Evidence from ERPs. *Chinese Science Bulletin*, 63(20), 2026–2035.
- [钟毅平, 尹浩楠, 王双红, 范伟, 占友龙, 蔡荣华. (2018). 抑郁认知易感个体的自我参照加工: 来自 ERPs 的证据. *科学通报*, 63(20), 2026–2035.]
- Zhou, A. B., Liu, P. R., Zhang, Y. C., & Yin, Y. L. (2015). Friend-reference Effect in Older Adults. *Acta Psychologica Sinica*, 47(09), 1143–1151.
- [周爱保, 刘沛汝, 张彦驰, 尹玉龙. (2015). 老年人的朋友参照效应. *心理学报*, 47(09), 1143–1151.]
- Zhou, L., & Su, Y. J. (2008). The Role of Genuine Intimacy in the Lover-Reference Effect. *Acta Psychologica Sinica*, 40(4), 487–495.
- [周丽, 苏彦捷. (2008). 实际亲密度对恋人参照效应的影响. *心理学报*, 40(4), 487–495.]

第二轮

审稿人 1 意见: 作者对前面的问题给予了很好的回复和修改, 修后文章质量明显提升, 没有进一步的问题了。

回应: 非常感谢审稿专家的评价和肯定。

审稿人 2 意见: 论文作者对上一轮审稿中本人提出的问题进行了较为系统的回复与修改, 论文学术水平得到了明显提高。论文在如下几个方面尚需进一步完善:

意见 1: 在“1 引言”部分, 作者并未对本研究所关注的核心脑电成分: P2、N2 和 P3 进

行较为系统的论述，因此，作者在引言部分提出实验二的假设尚缺乏足够的理论与前人研究的依据，建议作者在引言部分较为系统地论述 P2、N2 和 P3 成分所反映的潜在心理机制及其前人的相关研究进行更深入的阐述。

回应：非常感谢审稿专家的提出的意见和建议，本文已在“1 引言”部分补充论述了 P2、N2 和 P3 成分所反映的潜在心理机制及前人的相关研究。补充后的内容如下：

首先，自我相关信息不仅具有记忆加工优势，以往研究还发现高自我相关信息能够更大程度地激活大脑的 P2、N2 和 P3 成分，能够诱发更大的波幅(Fan et al., 2011; 范伟等, 2016)，这说明大脑对高自我相关信息进行了更加精细和深入地加工。其中，P2 成分体现出对刺激的快速侦察(钟毅平等, 2014)，与个体的早期注意加工有关(Doallo et al., 2007)。研究发现高自我相关的刺激能够激发更大的 P2 波幅(Muñoz & Martín-Loeches, 2015)，证实了高自我相关刺激能够快速吸引大脑的注意。P3 成分则与大脑的注意资源分配和记忆加工存在密切联系(肖英霞, 2015)。研究者通过多任务范式研究发现 P3 确实代表了注意资源在任务之间的分配，反映了大脑对资源的中央调控功能(Huang et al., 2015; Nash & Fernandez, 1996)，而对个体具有重要作用的自我相关信息也被证实能够调控高级认知加工过程(刘明慧等, 2014)。除此之外，记忆的不同加工阶段，如编码、存储和提取阶段都发现了 P3 成分(Liu et al., 2017; Wiswede et al., 2007)。因此，P3 的波幅降低与注意资源分配较少以及记忆加工比较有限有关。Chen 等人(2011)也发现高自我相关程度的刺激能够激发更大的 P3 波幅。除了 P2 和 P3 成分以外，N2 成分也被认为是与自我相关刺激加工高度相关的大脑成分(Chen et al., 2012; Zhao et al., 2011)。有研究者认为，其实大脑早在自我参照刺激呈现后的 200ms 左右就对其进行加工了(Fan et al., 2011)，即在 N2 阶段有可能就已经出现了自我参照效应，只是大脑在 P300 阶段可能会对自我相关刺激进行更加精细的加工。因为对于个体而言，加工高自我相关的信息具有更大的生理和社会意义，所以高自我相关的信息能够引起个体更多的注意，从而得到大脑更快更精细地加工(Fan et al., 2011)。而化身作为网络游戏中与自我紧密相关的信息也可能存在着优于其它参照条件的认知神经加工机制。

具体修改内容见文中“1 引言”部分的第五段蓝色标记部分。

参考文献：

- Chen, J., Yuan, J., Feng, T., Chen, A., Gu, B., Li, H. (2011). Temporal features of the degree effect in self-relevance: Neural correlates. *Biological Psychology*, 87(2), 290–295.
- Chen, J., Zhong, J., Zhang, Y., Li, P., Zhang, A., Tan, Q., Li, H. (2012). Electrophysiological correlates of processing facial attractiveness and its influence on cooperative behavior. *Neuroscience Letters*, 517(2), 65–70.
- Doallo, S., Cadaveira, F., & Rodríguez Holguín, S. (2007). Time course of attentional modulations on automatic emotional processing. *Neuroscience Letters*, 418(1), 111–116.
- Fan, W., Zhang, Y., Wang, X., Wang, X., Zhang, X., Zhong, Y. (2011). The temporal features of self-referential processing evoked by national flag. *Neuroscience Letters*, 505(3), 233–237.
- Huang, W. J., Chen, W. W., & Zhang, X. (2015). The neurophysiology of P300—an integrated review. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 19(8), 1480–1488.
- Liu, M. H., Zhang, M., & Sui, J. (2014). Self-related Information Modulates Global Advantage Effect in Visual Selection. *Acta Psychologica Sinica*, 46(03), 312–320.
- [刘明慧, 张明, 隋洁. (2014). 自我信息对知觉选择中整体优先性的调控作用. *心理学报*, 46(03), 312–320]
- Liu, Y., Rosburg, T., Gao, C., Weber, C., & Guo, C. (2017). Differentiation of subsequent memory effects between retrieval practice and elaborative study. *Biological Psychology*, 127, 134–147.
- Muñoz, F., & Martín-Loeches, M. (2015). Electrophysiological brain dynamics during the esthetic judgment of human bodies and faces. *Brain Research*, 1594, 154–164.
- Nash, A. J., & Fernandez, M. (1996). P300 and allocation of attention in dual-tasks. *International journal of psychophysiology*, 23(3),

Wiswede, D., Rüsseler, J., & Münte, T. F. (2007). Serial position effects in free memory recall: an ERP-study. *Biological Psychology*, 75(2), 185-193.

Xiao, Y. (2015). P300 and Cognitive Process: Method, Mechanism and Application. *China Journal of Health Psychology*, 23(09), 1425-1430.

[肖英霞. (2015). P300 与认知加工: 方法、机制和应用. *中国健康心理学杂志*, 23(09), 1425-1430.]

Zhao, K., Wu, Q., Zimmer, H. D., & Fu, X. (2011). Electrophysiological correlates of visually processing subject's own name. *Neuroscience Letters*, 491(2), 143-147.

Zhong, Y. P., Wang, X. A., Fan, W., Qi, G. W., & Du, F. (2014). Self-reference Effect in Occupation Selection Conditions: Evidences from Behavior and ERPs. *Chinese Journal of Clinical Psychology*, 22(02), 218-222.

[钟毅平, 王锡爱, 范伟, 戚光威, 杜芬. (2014). 职业选择情境中的自我参照效应: 行为和 ERPs 证据. *中国临床心理学杂志*, 22(02), 218-222.]

意见 2: 在“2.2 实验一结果”部分, 关于总再认正确率的实验数据, 作者对方差分析违反球形假设检验时的 p 值采用 Greenhouse-Geisser 法校正。然而, 对于均值差异的事后多重比较, 作者是否对显著性水平 p 值采用了 Bonferroni 矫正? 从作者呈现的结果来看, 作者并未对事后多重比较的显著性水平 p 值采用 Bonferroni 矫正, 建议作者对论文中涉及事后多重比较的研究结果均进行修正。

回应: 感谢审稿专家的仔细审读和细心建议, 根据专家的建议, 我们已经对论文中涉及事后多重比较的研究结果进行了 Bonferroni 矫正, 修正后的事后多重比较结果总体上相对修改前没有太大变化 (仅个别指标的显著性水平 p 值由显著变为边缘显著), 详见文中 2.2 和 3.2 蓝色标记部分。

意见 3: 第三, 在“3.1.5 脑电记录与分析”部分, 作者根据以往研究 (钟毅平等, 2014; 范伟等, 2016) 在探讨自我相关信息加工时程优势时选择参考电极点的方法和数据分析的波形图 (Fan et al., 2016) 对本论文中实验二的脑电数据进行分析, 作者为何不基于本研究的脑电地形图进行分析, 而仅仅是基于前人研究选择电极点进行分析, 且前人研究的数据分析波形图对本研究选择电极点有何意义?

回应: 非常感谢审稿专家的意见。之前在“3.1.5 脑电记录与分析”的部分论述确实存在不妥之处, 根据专家提出的意见, 我们对自己本研究的总平均波形图进行观察和分析, 重新进行了电极点的选择 (其中 P2、N2 重新选择头部前 9 个电极点) 和数据分析, 修改后的内容如下: 根据本研究的总平均波形图特征, 再结合已有研究 (钟毅平等, 2014; 范伟等, 2016) 和本研究目的, 选取 P2 (160~260ms; F3, FC3, C3, Fz, FCz, Cz, F4, FC4, C4)、N2 (270~350ms; F3, FC3, C3, Fz, FCz, Cz, F4, FC4, C4) 和 P3 (370~600ms; F3, FC3, C3, CP3, P3, Fz, FCz, Cz, CPz, Pz, F4, FC4, C4, CP4, P4), 对脑电数据进行分析。

重新选择电极点后的数据分析结果也已在文中进行修正, 具体见文中 3.2.2。

第三轮

审稿人 1 意见: 论文作者对本人提出的问题进行了较为系统的修改与回复, 文章质量得到了明显提升, 没有进一步尚需修改的问题, 建议编辑部可以考虑发表。

编委专家意见: 论文作者对审稿专家提出的意见进行了详细的修改, 文章质量得到提高, 编委建议录用发表。

退修意见：请对照投稿指南和文献著录要求再次认真核查全文，进一步润饰文字，注意图、表、参考文献等符合规范。修后提交主编终审，要求同前。

回应：非常感谢审稿专家和编委专家的肯定。我们已经对照投稿指南和文献著录要求重新认真核查全文，对正文中的语言表述进行了完善，增强正文中图形清晰度，同时对参考文献进行了仔细核对。

第四轮

主编终审意见：本研究通过行为和脑电实验，从加工结果和加工时间进程两个方面对网络游戏中化身参照的加工优势进行了考察。本论文研究思路明确，数据处理过程规范，且具有较大理论价值和社会现实意义。经过修改后，本论文已经达到《心理学报》发表文章的相关要求。

回应：非常感谢主编的肯定。