

# 顿悟(SMI)视角下积极音乐对工业设计专业学生创意思维影响的研究

周 昇\*, 吴 群

浙江理工大学, 艺术与设计学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2023年6月21日; 录用日期: 2023年9月4日; 发布日期: 2023年9月12日

## 摘 要

优秀的工业设计方案可以满足人类社会健康、合理、可持续生存发展的需要。对于工业设计师而言, 创意思维在设计过程中会使思维更发散、想法更多样, 是创新方案产生的内在动力。积极音乐会令人产生积极情绪, 从而使创意思维得到一定程度的提升。利用积极音乐带来的创意思维的提升帮助工业设计师产生更好的设计方案, 但过往许多研究都只关于音乐对抽象设计或基础设计的创意思维做出了验证。而工业设计创意思维的解决对象往往比抽象设计和基础设计的对象更加具体且多样, 并且工业设计师在进行设计时的阶段性也更强。本文将顿悟(SMI)视角与工业设计的阶段性特点结合, 利用改良后的SMI视角分析积极音乐对设计师在进行设计过程中三个阶段的创意思维的影响。研究结果发现积极音乐对设计师进行工业设计和可持续设计时创意思维的积极影响在解决问题阶段最为明显, 问题解决阶段包括设计草案阶段和细节优化阶段。设计师可以在这两个设计阶段中利用好积极音乐带来的积极影响, 从而使自己的创意思维达到最活跃状态, 让灵感的迸发更加频繁, 从而产出最优的设计方案。

## 关键词

创意思维, 积极音乐, 工业设计, 顿悟(SMI)

# The Effect of Positive Music on Creative Thinking in the Design Process from the Perspective of Sudden Moments of Inspiration (SMI)

Sheng Zhou\*, Qun Wu

School of Art and Design, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou Zhejiang

\*第一作者。

文章引用: 周昇, 吴群. 顿悟(SMI)视角下积极音乐对工业设计专业学生创意思维影响的研究[J]. 设计, 2023, 8(3): 1490-1500. DOI: 10.12677/design.2023.83179

## Abstract

The need for sound development and sustainable survival of human society can be met through fabulous Industrial Design. For industrial designers, creative thinking leads to more divergent thinking and a better variety of ideas in the design process, and it is an intrinsic motivation for outputting innovative solutions. Positive music generates positive emotions, which in turn leads to a degree of creative thinking. The creative thinking that positive music can bring about helps industrial designers to produce better design solutions, but much of the previous research has only tested the creative thinking of music on abstract design or foundation design. The objects of creative thinking in industrial design are often more concrete and varied than those of abstract design or foundation design, and industrial designers are more staged in their approach to design. In this study, the SMI was combined with the stage-specific characteristics of industrial design, and the researchers used the modified SMI to go deeply into the influence of positive music on the creative thinking of designers in the three stages of the design process. The study found that the positive impact of positive music on designers' creative thinking in industrial design and Sustainable Design is most evident in the problem-solving phase, which includes the draft design phase and the detail optimised phase. Designers can take advantage of the positive effects of positive music during these two phases of design, so that their creative thinking can be more active, and their inspiration is more frequent. And it finally results in optimal design solutions.

## Keywords

Creative Thinking, Positive Music, Industrial Design, Sudden Moments of Inspiration (SMI)

Copyright © 2023 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. 引言

在当今社会, 工业设计师所做的是重构知识结构和产业链, 以此将设计更好地融入人们的生活[1][2]。通过资源的整合和创新, 工业设计被用来指导人类社会的健康发展和可持续生存的需要[3][4][5]。工业设计是一种以满足人类广泛需求为目的的技术性人文创意活动[6], 设计对象可以是服务, 也可以是事物[7]。创意思维可以让人思维变得更灵活, 让问题拥有更新颖的解决方式[7][8]。所以对于工业设计专业的设计师和学生而言, 为了产出更好的创新方案, 工业设计师需要在思维上变得更加灵活, 更加发散, 更加多样[9][10]。例如, 一家瑞士公司推出了一系列办公亭, 其整体结构由废旧纸板、塑料瓶、锯末和橡胶等回收材料制成。它不仅保证了隔音效果, 还提高了回收材料的回收率。阿迪达斯推出了一系列由来自海洋的回收塑料制成的运动鞋, 其中高达 95% 的鞋面材料来自海洋垃圾和渔网[11]。这些优秀的设计方案均在一定程度上对环境的保护和人类社会的发展起到了作用[12][13]。此外, 与其他需要创意思维的领域不同, 工业设计师经常需要创意思维来解决更具体的问题和需求。所以工业设计师经常使用创意思维来创新或优化迭代新方案, 他们在实践工作中把创意思维表现为解决问题的思维能力和经验[14][15]。

过往有许多研究在其他研究领域证明了不同的环境因素对创意思维会产生影响, 其中直接影响因素包含有团队合作者、环境光线和色温等, 间接因素含有环境装饰和声音等[16] [17]。音乐是日常生活中最能瞬间打动人的声音之一, 它能在不知不觉中作用于人的情绪[16]。声音是影响创意思维的间接因素, 而音乐是通过唤起情感而对创意思维产生影响的声音之一[18] [19]。不同类型的音乐可以唤起不同的情绪, 然后对创意思维产生不同程度的影响[20]。积极的音乐是创造轻松气氛的音乐类型。同时, 它使听众不那么沮丧, 且更有积极向上的动力[17]。研究发现, 听积极的音乐可以产生积极的情绪, 这将更好地帮助设计师在设计过程中提高他们的创意思维[21]。从而使设计师产出更多创新且实用的设计方案[22]。然而, 关于音乐对创意思维影响的研究目前仅限于对抽象事物的创造性想法, 并没有关注到工业设计和具体问题的解决方案。例如, Emily Frith 要求被试者对限定的日常物品产生不寻常的和原始最初的用途, 以确定剧烈运动和听音乐对认知创造力的影响[23]。Tilanka Chandrasekera 从 SMI 的角度分析了设计过程中潜意识建议对创意思维的影响[24]。Yunzi Xie 分析了特定的负面情绪和他人的存在对洞察力问题解决过程中的原型激发效果的影响[25]。

为了研究音乐对工业设计师在设计过程中的创意思维的影响, 我们需要对设计过程中的创意思维进行可视化 and 量化。顿悟(SMI)被视为在实验室条件下可以观察到的创意思维, 它们可以作为确定创意思维在工业设计过程中是否收到影响的基础[26] [27] [28]。同时, 工业设计手绘提供了一种观察设计过程背后创意思维变化的方法, 它是通过将设计者的认知思想即时转化为外部可见的媒介来实现的。结合 SMI 和工业设计的阶段性特点, 并比较听积极音乐的设计师和不听的设计师在 SMI 上的差异, 再探讨积极音乐对工业设计师所需的创意思维的影响。然后经过分析, 研究人员确定了设计师是否可以利用积极的音乐来增加他们的 SMI 和改善他们的创意思维, 从而帮助他们的工业设计过程。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 实验被试者选取

来自浙江理工大学的 20 名研一学生被邀请成为实验志愿者。这些被试者的平均年龄为 24 岁, 其中一半为女性, 另一半为男性。此外, 他们的专业都是工业设计, 而且在研究生入学考试中, 他们的专业考试成绩都处于统一水平, 上下分差不高于 5 分且分数较高( $\geq 120$  分, 120 分占总分 150 的 80%, 为优良分数线)。因此, 被试者的手绘能力和设计能力水平相近, 新老手在设计过程中的思维差异可以降低到最低。同时, 被试者都在学校接受过产品设计草图的专业培养和教育, 所以他们都有足够的设计经验和必要的实验技能。在提供书面知情同意书和同意书后, 被试者被随机分为两组, B 组在整个设计过程中戴着耳机听指定的音乐, A 组则不戴。

### 2.2. 音乐材料选取

在目标情绪唤醒实验中, 研究人员会给 B 组的被试者播放 5 分钟的指定实验音乐, A 组的被试者则不被进行此操作。在此实验中 B 组被试者们将被唤起的积极情绪是兴奋, 这是因为兴奋是最容易被被试者自我感知的积极情绪, 所以该情绪在被唤起时会被被试者强烈感知, 以此减少不同被试者在情绪感知方面的误差影响。同时因为其余四种积极情绪对被试者各方面的影响较小, 尤其是对创意思维方面, 所以这些情绪的影响在实验中暂时不被考虑。唤起目标情绪的积极音乐材料名为“Themes (From ‘Pirates of the Caribbean’)”, 在参考文献中已被证明对唤起目标情绪是有效的[23] [24] [25]。在音乐播放时, B 组被试者会以单曲循环的播放模式听实验音乐, 使用的音乐聆听设备是飞利浦 SHE4205 耳机[29], 这种听音乐的方式在前期预调研实验的基本信息获取阶段中被被试者选择得最多, 因此选择该耳机进行实验

可以将被试者的耳机使用习惯对听觉体验和情绪唤醒的影响降到最低[30] [31] [32]。同时该耳机的降噪功能还可较好地隔绝其他可能会对实验造成影响的声音。在音乐播放前后, B 组的被试者都会被要求完成一份情绪自评表, 以记录指定音乐对被试者的情绪影响。A 组的被试者会在正式开始设计实践实验前完成对自身的情绪自评表。该评分表主要供研究人员用来确定被试者是否成功显著地被唤起了目标情绪。情绪自评表采用五评分量表, 根据文献选择了十种情绪作为测量的变量[33] [34]。这十种情绪分别是兴奋(目标情绪)、快乐、悲伤、惊讶、愤怒、恐惧、放松、沮丧、紧张和平静。被试者需要从 0 到 5 中选择一个数字以代表自身当前情绪值(0 代表没有, 5 代表非常强烈), 被试者的选择取决于他们在情绪唤醒阶段所经历的情绪状态和强烈程度。

### 2.3. 实验过程

设计实验分三个阶段进行: 设计准备、设计实践和设计回溯。A 组和 B 组的被试者除了在整个实验过程中是否听音乐是不同的之外, 其他的实验过程均保持一致。

第一阶段是设计准备的准备阶段, 每个被试者在进入实验室的时候都会和研究人员有一次非正式的谈话, 并被告知实验的流程和注意事项。其目的是为了让被试者放松并帮助他们适应实验环境, 以降低自身情绪对情绪唤醒过程的干扰。同时, 实验中还采取了以下措施用于最大程度减少其他环境变量对被试者情绪的干扰。首先, 实验是在一间没有自然光的教室里进行的, 照明中没有额外的色度, 在被试者完成设计手绘的时候, 门一直保持关闭[35]。其次, 教室里除了被试者之外没有其他人在场, 也没有其他声音因素的干扰[36]。此外, 情绪唤醒实验也是在该阶段进行。

在实验的第二个阶段, 被试者得到一张写有设计主题的纸, 他们有三分钟的时间来阅读主题。参考相关文献, 设计题目被定为“基于医院场景下可循环使用的饭盒设计(不限定目标人群)”, 即为医院里的人(如病人或医生)设计一个可持续使用的午餐盒。为了不限制设计师的创意思维, 该主题对产品的设计要求比较开放, 只要符合主题即可。同时, 为了排除不同手绘速度和限制时间对设计者产生的压力等变量的影响, 手绘阶段没有设置时间限制。被试者还被告知, 他们可以在任何时候向研究人员提出任何问题, 并被要求尽可能的将脑海中对自己设计实践的所有想法都通过草图的方式记录下来。此外, 在整个手绘设计过程中, 被试者不允许使用手机等电子通讯设备。实验还在被试者知情且同意的情况下对设计全程进行了录影录音。

在第三阶段的设计过程回顾中, 被试者对照其完成的手绘图和手绘过程中被录制的视频, 阐述他们的设计过程和想法, 并对研究人员进行了详细解释。在被试者知情的情况下对整个阐述过程进行了记录和存档。这些都使研究者能够深入了解被试者在不同时间点上的设计过程、设计要点和想法。

### 2.4. SMI 识别方法

SMI 的发生主要是基于问题解决前一段时间的混乱或沉默, 而这段时间后到问题解决的过渡是一个突变的过程[26]。要发现它并不是一件简单的事情。分段式结构法在每个阶段中根据被试者设计过程中的实际情况划分了焦点变化、常规设计进程和 SMI [37], 一个阶段内也可能出现多个独立模块的情况, 而独立模块的切换通常代表着当前一个问题的解决或焦点变化转移。该方法使研究人员能够更加直观地查看和比较不同被试者们 SMI 的发生情况。设计过程阶段的划分采用工业设计的设计阶段划分方法, 共计包括三个阶段分别为: 头脑风暴、设计草案和细节优化[38]。根据工业设计三个设计阶段的不同特点, 对分段式结构法进行改良优化。图 1 展示了改良后的分段式结构法方法的示例图。每个阶段的分类依据包括手绘过程的视频记录和设计回顾的音频记录, 它们被用来让研究者深入了解设计过程、设计要点和被试者在每个设计阶段的想法。被试者在设计过程中的焦点变化和 SMI 的数量也由此得出。

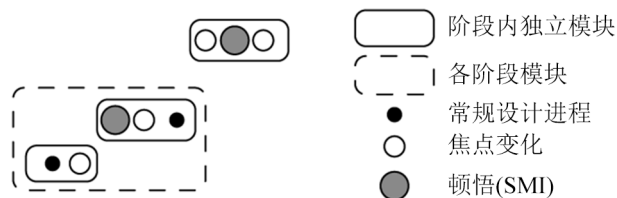


Figure 1. Sample diagram of a segmented structure

图 1. 分段式结构的样本图

### 3. 实验结果

#### 3.1. 情绪唤醒评估

Table 1. The results of the nonparametric tests for the ten types of emotions

表 1. 十类情绪的非参数检验结果

p	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
A	0.011	0.208	0.097	0.208	0.704	0.001	0.208	0.189	0.001	0.189
B	0.564	1.000	0.257	1.000	0.157	0.380	1.000	1.000	0.317	0.048

A 组和 B 组在情绪唤醒阶段的十种情绪的非参数检验结果详见表 1。表 1 的表头从 a 到 i 的字母代表快乐、悲伤、惊讶、愤怒、恐惧、放松、沮丧、紧张和平静。而字母 j 代表目标情绪——兴奋。此外，表格第一列中字母 A 代表 A 组在进行设计前情绪的显著性(p)，该数值是通过多独立样本的 Kruskal-Wallis H 检验得到的。从表格数据中可以看出，除了快乐、放松和平静这三种情绪比较显著( $p < 0.05$ )，其他几种情绪都不显著，这表明 A 组的目标情绪没有被唤醒。表格第一列中字母 B 代表 B 组被试者在听音乐前后的两次情绪显著性( $p_1 \sim p_2$ )，这是由匹配样本 Wilcoxon 检验得到的。数据显示，除了目标情绪是显著的( $p = 0.048 < 0.05$ )，其余九种情绪都不显著。在上述实验的基础上，对 A 组和 B 组的目标情绪进行了二次验证分析。

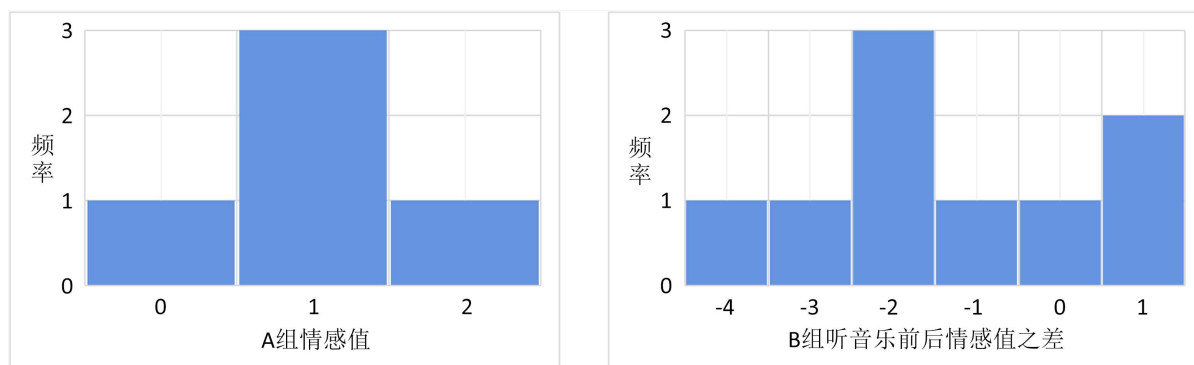


Figure 2. The normality test results for the data on the emotion self-rating scale for group A and group B

图 2. A 组和 B 组的情绪自评量表数据的正态性检验结果

A 组的目标情绪自评量表数据的正态性检验结果见图 2 左。当结合直方图分析其显著性( $p = 0.33 > 0.05$ )时，A 组的目标情绪(兴奋)数据服从正态性检验。在情绪自评量表上，情绪唤醒的阈值范围是 0 到 1。参照极限法的原则，取 0.5 作为测试值。对自评量表数据和它进行了独立样本 T 检验。图 2 右是 B 组目标情绪唤醒实验数据的正态性检验结果直方图。考虑到该实验的样本量不足 50，显著性选择 S-W 检验来进行分析和判断。结合差异的显著性( $p = 0.51 > 0.05$ )和直方图，B 组的目标情绪的前差异和后差异数据服从正态性检验。

在 A 组和 B 组的数据被正态性检验验证为正态分布后, 再对 A 组的数据进行独立样本 T 检验, 对 B 组的数据进行匹配样本 T 检验。对 A 组和 B 组的情绪数据进行 T 检验分析的结果见表 2。当 A 组的被试者没有听积极的音乐时, 他们的目标情绪没有被明显唤醒( $p = 0.189 > 0.05$ )。结果表明, A 组的目标情绪没有受到其他可能因素的影响和诱导。这可同时侧面证明, 在实验环境中没有出现其他可以影响目标情绪的因素。B 组的被试者在听完音乐后的情绪值是听音乐前情绪值的两倍(听音乐前为  $1.000 \pm 1.323$ , 听音乐后为  $2.333 \pm 1.118$ )。B 组的目标情绪在听音乐前后的差异是显著的( $p = 0.049 < 0.05$ ), 因此可以得出结论, B 组被试者的目标情绪被积极的音乐有效且显著地唤醒。

**Table 2.** The results of the T-test analysis of the emotional data of group A and group B  
**表 2.** A 组和 B 组的情感数据的 T 检验分析结果

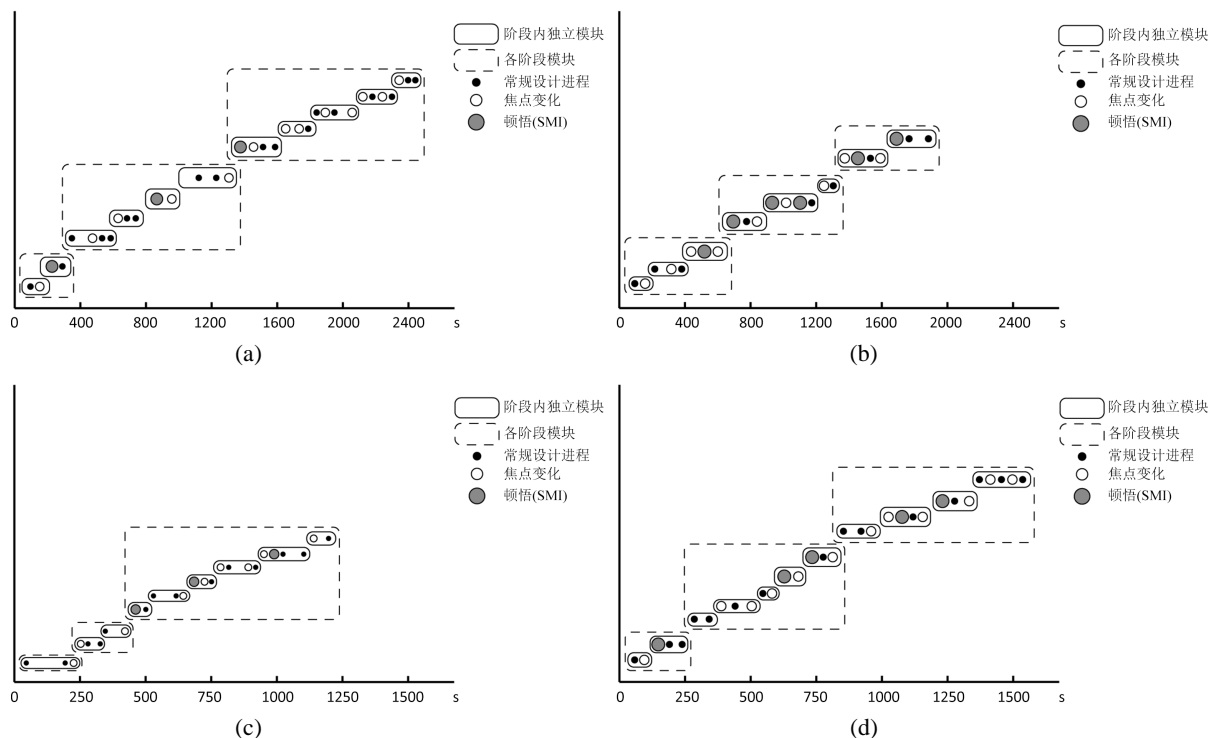
组别	实验措施	平均值	t	p	95%CI
A	未听音乐	$1.000 \pm 0.707$	1.581	0.189	-0.380~1.380
B	听音乐前	$1.000 \pm 1.323$	-2.309	0.049	-2.665~-0.002
	听音乐后	$2.333 \pm 1.118$			

## 3.2. SMI 视角下创意思维差异分析

### 3.2.1. 设计过程结构分段

四名被试者的设计过程被筛选出用以进行了分段式结构法分析。这几位被试者有着相似的设计背景和设计经验, 这使得他们能够避免任何个人无关因素带来的影响, 其设计过程结构分段结果如图所示。

图 3(a)和图 3(c)显示了 A 组两名被试者的设计过程分段结果, B 组两名被试者设计过程的分段结果显示



**Figure 3.** The normality test results for the data on the emotion self-rating scale for group A and group B

**图 3.** A 组和 B 组的 4 名被试者的案例研究结果

在图 3(b)和图 3(d)。如图所示, A 组在 SMI 发作前的思考时间较长, 而 B 组在 SMI 发作前的思考时间较短, 且 B 组被试者的 SMI 有时甚至是连续多次的。B 组被试者的设计行为比 A 组更加密集, SMI 发生的频率也更高, 同时 B 组被试者的设计阶段的区分比 A 组更加清晰, 每个阶段的设计行为和持续时间也更加均匀。这些都表明 B 组的两名被试者在每个设计阶段都能更顺利地进行设计。

### 3.2.2. 阶段性行为

在过往的研究中研究人员发现 SMI 的发生往往紧随焦点变化的出现, 将这两项放在一起分析可以更准确地分析创意思维是如何受到影响的。表 3 提供了在三个设计阶段中所有被试者的焦点变化和 SMI 的发生情况的数据, 表格第一列(阶段分块)中, 数字 1 代表第一阶段头脑风暴, 数字 2 代表第二阶段设计草案, 数字 3 代表第三阶段细节优化。从分阶段的行为统计数据可以得出, A 组中焦点变化的发生率随着时间的推移增加了近 1.5 倍。相比之下, SMI 的发生率并没有像焦点变化那样成倍增加, 在三个设计阶段中发生的数量是相对缓慢的。这一现象表明, A 组被试者的创意思维随着时间的推移变得不如开始时活跃, 他们的注意力逐渐被分散导致焦点变化的特别频繁。与 A 组相比, B 组在第二阶段的焦点变化是第一阶段的近 3 倍, 第二阶段的 SMI 是第一阶段的近 4 倍。在这之后, 第三阶段的焦点变化和 SMI 的处于和第二阶段相似的稳定状态。这很可能是由于音乐在第二阶段有最强的效果。此外不分阶段的行为总计数据显示, B 组的被试者在设计过程的三个阶段中相比较 A 组, SMI 平均发生数多一倍, 即 B 组被试者在全设计过程中都保持有活跃的创意思维。此外, B 组的被试者在每分钟的行为频率数据中同样表现

**Table 3.** Information on the occurrence of focus change and SMI for all participants during the three design phases  
**表 3.** 三个设计阶段 AB 两组被试者的焦点变化和 SMI 的发生情况统计表

组别-阶段	分阶段行为统计		行为总计		行为频率(/分钟)	
	焦点变化	SMI	焦点变化	SMI	焦点变化	SMI
A 组-1	平均数	2.00				
	标准差	1.73				
	中位数	1.00				
A 组-2	平均数	3.60				
	标准差	1.14	10.40	4.40	0.30	0.12
	中位数	4.00				
A 组-3	平均数	4.80				
	标准差	2.39				
	中位数	5.00				
B 组-1	平均数	1.89				
	标准差	1.05				
	中位数	2.00				
B 组-2	平均数	5.22				
	标准差	2.22	11.33	7.33	0.37	0.23
	中位数	4.00				
B 组-3	平均数	4.44				
	标准差	1.94				
	中位数	4.00				

出比 A 组更多的焦点变化和 SMI, 这辅助证明了上一项结论。上述数据和结论初步证实了积极的音乐对设计过程中的创意思维有积极的影响, 尤其对设计的第二阶段和第三阶段影响最大。

### 3.2.3. 对比结果

为了进一步验证 A 组和 B 组的被试者在三个设计阶段中创意思维的差异, 即音乐对三个设计阶段中创意思维的影响, 对 A 组 B 组被试者在三个阶段的焦点变化和 SMI 发生情况进行了 Mann-Whitney U 检验, 结果见表 4。表中 f1-3 表示三个设计阶段中焦点变化的发生情况, s1-3 表示三个设计阶段中 SMI 的发生情况。在三个设计阶段中, A 组和 B 组的被试者的焦点变化的显著性分别为 0.606、0.240 和 0.797, 均大于 0.05, 表明差异不大。s1-3 的数据显示 A 组和 B 组的被试者在第一阶段的 SMI 发生率也不显著( $p = 0.438 > 0.05$ ), 但在第二阶段( $p = 0.029 < 0.05$ )和第三阶段( $p = 0.042 < 0.05$ )的差异显著。这一结果进一步证实了阶段性行为分析的初步结果, 即积极的音乐对设计过程中的创意思维有积极的影响, 尤其对设计的第二和第三阶段的影响最大。这意味着在工业设计的进行过程中, 积极音乐对设计师的创意思维的积极影响在解决问题的阶段(第二阶段和第三阶段)最为明显。

**Table 4.** Information on the occurrence of focus change and SMI for all participants during the three design phases

**表 4.** 三个设计阶段 AB 两组被试者的焦点变化和 SMI 的发生情况统计表

	f1	f2	f3	s1	s2	s3
Mann-Whitney U	18.500	13.500	20.500	16.500	6.000	7.500
Wilcoxon W	33.500	28.500	65.500	61.500	21.000	22.500
Z	-0.577	-1.234	-0.269	-1.006	-2.364	-2.082
Asymptotic Significance (2-sided)	0.564	0.217	0.788	0.315	0.018	0.037
Exact Significance[2*(1-tailed Significance)]	0.606	0.240	0.797	0.438	0.029	0.042

## 4. 总结与展望

过往许多研究都证明了音乐可以影响创意思维, 但是这些实验中设计过程中的创意思维无一例外都是比较抽象或简单的。工业设计中所需要的创意思维与抽象设计或基础设计中所需要的创意思维不同, 进行工业设计时创意思维的对象往往是更加具体和复杂的实际问题[39]。当面对一个需要创意思维的问题时, 工业设计师需要对问题进行具体的分析, 以便产生解决这个问题的具体步骤[40]。SMI 被看作是在实验室条件下可以观察到的创意思维, 它可以作为确定创意思维在工业设计过程中是否受到影响的基础。设计阶段包括头脑风暴(第一阶段)、设计草案(第二阶段)和细节优化(第三阶段) [38]。SMI 视角被用来分阶段分析整个设计过程, 并量化积极的音乐对设计过程的影响。

通过对比实验法来比较工业设计师在听积极音乐和不听积极音乐的情况下进行设计过程中的创意思维的差异, 基于 SMI 视角分析得出积极音乐在工业设计师进行设计时对设计师创意思维的影响, 并同时依据实验数据分析积极音乐在设计过程中各个阶段中对创意思维的影响差异。对比实验中, 目标情绪是否被积极音乐唤醒是研究实验的自变量, 被试者被相应地分为两组(A 组和 B 组), 得到实验数据后非参数检验被用来分析和验证在三个设计阶段中积极音乐对创意思维的影响, 即 AB 两组被试者之间在设计过程中创意思维的差异。研究结果显示, B 组的被试者在被积极音乐唤起积极情绪后, 在第二和第三阶段, 焦点变化和 SMI 的数量和频率都比第一阶段要高。相比之下, A 组的被试者在三个阶段中, 焦点变化和 SMI 的发生相对均匀和稳定, 没有大的变化。同时, 两组之间的焦点变化差异不大, 但两组之间的 SMI 差异在第二和第三阶段却很显著。此外, 在设计过程的三个阶段中, 积极音乐的影响在设计草案阶



段和细节优化阶段尤为明显, 其中设计草案阶段是对目标设计问题点的解决, 细节优化阶段是对设计实践中遇到的小问题点的解决。因此, 第二和第三优化阶段也可以被称为设计过程中的问题解决阶段, 也就是说, 在工业设计过程中, 积极音乐对设计师的创意思维的积极影响在问题解决阶段表现得最为明显。

针对目前的研究和实验, 未来仍有许多探索的可能性。以前的研究汇编表明, 音乐通过唤醒设计师的情感来影响他们的创意思维[18]。在工业设计中, 当创意思维集中于解决具体问题时, 人们不禁要问音乐是否还有其他影响创意思维的方式, 例如它是否能使设计师更容易回忆和利用过去的设计经验。同时, 对工业设计的研究应该考虑到个体设计师之间的差异。例如, 不同性格的人可能对自己的创意思维有不同程度的易感性[40]。此外, 不同类型的音乐可能对创意思维有不同的影响[41], 但以前的研究对负面音乐对创意思维的影响是消极的还是积极的进行了辩论, 这可能是由于相当多的研究没有考虑到设计场景和设计对象之间创意思维的差异。未来的研究可以关注这些可能性并更深入地探索这些方向。

## 致 谢

对导师吴群教授在研究方向和论文写作上的指导表示最深切和最诚挚的感谢。同时特别感谢所有参与实验的设计人员, 没有他们, 论文就无法完成。最后, 要感谢那些直接或间接支持我完成论文的人。真诚地祝愿你们, 愿你们一切愉快。

## 注 释

文中所有图片均为作者自绘。

## 参考文献

- [1] Yilmaz, S. and Seifert, C.M. (2011) Creativity through Design Heuristics: A Case Study of Expert Product Design. *Design Studies*, **32**, 384-415. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.01.003>
- [2] Kokotovich, V. (2008) Problem Analysis and Thinking Tools: An Empirical Study of Non-Hierarchical Mind Mapping. *Design Studies*, **29**, 49-69. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.09.001>
- [3] Ye, X.Z., Liu, H.Z., Chen, L., Chen, Z.Y., Pan, X. and Zhang, S.Y. (2008) Reverse Innovative Design—An Integrated Product Design Methodology. *Computer-Aided Design*, **40**, 812-827. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2007.07.006>
- [4] Goel, A.K., Vattam, S., Wiltgen, B. and Helms, M. (2012) Cognitive, Collaborative, Conceptual and Creative—Four Characteristics of the Next Generation of Knowledge-Based CAD Systems: A Study in Biologically Inspired Design. *Computer-Aided Design*, **44**, 879-900. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2011.03.010>
- [5] Daly, S.R., Christian, J.L., Yilmaz, S., Seifert, C.M. and Gonzalez, R. (2012) Assessing Design Heuristics for Idea Generation in an Introductory Engineering Course. *International Journal of Engineering Education*, **28**, 463-473.
- [6] Neto, V. (2019) Eco-Design and Eco-Efficiency Competencies Development in Engineering and Design Students. *Education Sciences*, **9**, Article 126. <https://doi.org/10.3390/educsci9020126>
- [7] O’Sullivan, N. (2019) Walking Backwards into the Future: Indigenous Wisdom within Design Education. *Educational Philosophy and Theory*, **51**, 424-433. <https://doi.org/10.1080/00131857.2018.1476236>
- [8] Sharma, A. (2009) Interdisciplinary Industrial Ecology Education: Recommendations for an Inclusive Pedagogical Model. *Asia Pacific Journal of Education*, **29**, 75-85. <https://doi.org/10.1080/02188790802655056>
- [9] Tu, J.C., Liu, L.X. and Wu, K.Y. (2018) Study on the Learning Effectiveness of Stanford Design Thinking in Integrated Design Education. *Sustainability*, **10**, Article 2649. <https://doi.org/10.3390/su10082649>
- [10] Cennamo, K., Douglas, S.A., Vernon, M., Brandt, C., Scott, B., Reimer, Y. and McGrath, M. (2011) Promoting Creativity in the Computer Science Design Studio. *Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, Dallas, 9-12, March 2011, 649-654. <https://doi.org/10.1145/1953163.1953344>
- [11] Hidayat, T., Susilaningih, E. and Kurniawan, C. (2018) The Effectiveness of Enrichment Test Instruments Design to Measure Students’ Creative Thinking Skills and Problem-Solving. *Thinking Skills and Creativity*, **29**, 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.02.011>
- [12] Byrne, E.K. and Thatchenkery, T. (2019) Cultivating Creative Workplaces through Mindfulness. *Journal of Organizational Change Management*, **32**, 15-31. <https://doi.org/10.1108/JOCM-10-2017-0387>

- [13] Fiorineschi, L. (2018) Abstraction Framework to Support Students in Learning Creative Conceptual Design. *Journal of Engineering Design and Technology*, **16**, 616-636. <https://doi.org/10.1108/JEDT-02-2018-0017>
- [14] Hsiao, S.W., Wang, M.F. and Chen, C.W. (2017) Time Pressure and Creativity in Industrial Design. *International Journal of Technology and Design Education*, **27**, 271-289. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9343-y>
- [15] Camba, J.D., Soler, J.L. and Contero, M. (2017) Immersive Visualization Technologies to Facilitate Multidisciplinary Design Education. In: Zaphiris, P. and Ioannou, A., Eds., *LCT 2017: Learning and Collaboration Technologies. Novel Learning Ecosystems*, Springer, Cham, 3-11. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58509-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58509-3_1)
- [16] Koelsch, S. (2018) Investigating the Neural Encoding of Emotion with Music. *Neuron*, **98**, 1075-1079. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.04.029>
- [17] Naser, D.S. and Saha, G. (2021) Influence of Music Liking on EEG Based Emotion Recognition. *Biomedical Signal Processing and Control*, **64**, Article ID: 102251. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2020.102251>
- [18] 王玉龙, 姚明, 易明. 不同心理弹性个体在挫折情境下的注意偏向——积极音乐的作用[J]. 中国心理卫生杂志, 2015, 29(6): 470-475.
- [19] Vasconcelos, L.A. and Crilly, N. (2016) Inspiration and Fixation: Questions Methods Findings and Challenges. *Design Studies*, **42**, 1-32. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.11.001>
- [20] Corakli, E. and Batibay, D. (2013) The Efficacy of a Music Education Programme Focused on Creative Thinking. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, **46**, 3571-3576. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.107>
- [21] He, W.J., Wong, W.C. and Hui, A.N.N. (2017) Emotional Reactions Mediate the Effect of Music Listening on Creative Thinking: Perspective of the Arousal-and-Mood Hypothesis. *Frontiers in Psychology*, **8**, Article 1680. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01680>
- [22] Garcia-Garcia, C., Chulvi, V., Royo, M., Gual, J. and Felip, F. (2019) Does the Work Environment Affect Designers' Creativity during the Creative Phase Depending on Their Personality Profile? *Thinking Skills and Creativity*, **33**, Article ID: 100578. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100578>
- [23] Frith, E. and Loprinzi, P.D. (2018) Experimental Effects of Acute Exercise and Music Listening on Cognitive Creativity. *Physiology & Behavior*, **191**, 21-28. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.03.034>
- [24] Chandrasekera, T., Vo, N. and D'Souza, N. (2013) The Effect of Subliminal Suggestions on Sudden Moments of Inspiration (SMI) in the Design Process. *Design Studies*, **34**, 193-215. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2012.09.002>
- [25] 谢韵梓. 特定消极情绪与他人在场对顿悟的原型启发效应的影响[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2015.
- [26] Wu, Q. and Wang, Y.C. (2015) To Explore the Effect of Subconsciousness on Sudden Moments of Inspiration (SMI) in the Sketching Process of Industrial Design. *International Journal of Technology and Design Education*, **25**, 563-584. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9326-z>
- [27] Buchanan, R. (2010) Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issue*, **8**, 5-21.
- [28] Morita, J., Nagai, Y., Katsutani, Y. and Tanaka, Y. (2012) Influence of Background Music on Freehand Drawing. 2012 *Seventh International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems*, Melbourne, 8-10 November 2012, 161-164. <https://doi.org/10.1109/KICSS.2012.20>
- [29] Karreman, A., Vingerhoets, A.J.J.M. and Bekker, M.H.J. (2019) Attachment Styles and Secure Base Priming in Relation to Emotional Reactivity after Frustration Induction. *Cognition & Emotion*, **33**, 428-441. <https://doi.org/10.1080/02699931.2018.1458704>
- [30] Ribeiro, F.S., Santos, F.H., Albuquerque, P.B. and Oliveira-Silva, P. (2019) Emotional Induction through Music-Measuring Cardiac and Electrodermal Responses of Emotional States and Their Persistence. *Frontiers in Psychology*, **10**, Article 451. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00451>
- [31] Bi, H.L., Mi, S.S., Lu, S.S. and Hu, X.Y. (2021) Meta-Analysis of Interventions and Their Effectiveness in Students' Scientific Creativity. *Thinking Skills and Creativity*, **38**, Article ID: 100750. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100750>
- [32] Verawati, N.N.S.P., Hikmawati, H. and Prayogi, S. (2020) The Effectiveness of Inquiry Learning Models Intervened by Reflective Processes to Promote Critical Thinking Ability in Terms of Cognitive Style. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, **15**, 212-220. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.14687>
- [33] Tavani, J.L., Caroff, X., Storme, M. and Collange, J. (2017) Familiarity and Liking for Music: The Moderating Effect of Creative Potential and What Predict the Market Value. *Learning and Individual Differences*, **52**, 197-203. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.11.026>
- [34] 潘仲君. 情绪对个体创造性思维的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 苏州: 苏州大学, 2010.
- [35] Fancourt, D., Garnett, C., Spiro, N., West, R. and Mullensiefen, D. (2019) How Do Artistic Creative Activities Regulate Our Emotions? Validation of the Emotion Regulation Strategies for Artistic Creative Activities Scale (ERS-ACA). *PLOS ONE*, **14**, e0211362.

- [36] Hass, R.W. (2014) Domain-Specific Exemplars Affect Implicit Theories of Creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, **8**, 44-52. <https://doi.org/10.1037/a0035368>
- [37] Henriksen, D., Richardson, C. and Mehta, R. (2017) Design Thinking: A Creative Approach to Educational Problems of Practice. *Thinking Skills and Creativity*, **26**, 140-153. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.10.001>
- [38] Yin, H. (2012) A Research about the Design of Industrial Products Based on Cultural and Creative Mood Generation. *International Conference on Management Innovation and Public Policy (ICMIPP)*, Chongqing, 7-8 January 2012, 2830-2833.
- [39] Paige, M.A., Fillingim, K.B., Murphy, A.R., Song, H., Reichling, C.J. and Fu, K. (2021) Examining the Effects of Mood on Quality and Feasibility of Design Outcomes. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, **9**, 79-102. <https://doi.org/10.1080/21650349.2021.1890228>
- [40] Desmet, P.M.A., Xue, H.A. and Fokkinga, S.F. (2019) The Same Person Is Never the Same: Introducing Mood-Stimulated Thought/Action Tendencies for User-Centered Design. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, **5**, 167-187. <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2019.07.001>
- [41] So, C. (2020) Embodied Design: Design Inspiration and Mood Improvement Depend on Perceived Stimulus Sources and Predict Satisfaction with an Immersion Experience. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, **8**, 70-87. <https://doi.org/10.1080/21650349.2019.1638835>