

# 基于脑电的梦境情绪生成艺术与疗愈研究进展

陈赟冰<sup>1,2</sup>, 王依晨<sup>1,2</sup>

1. 清华大学美术学院, 北京 100084

2. 清华大学未来实验室, 北京 100084

**摘要** 睡眠科学和神经科学研究已取得巨大进展, 对梦的研究也有了更深入的理解, 但从艺术与神经科学交叉的角度进行梦的疗愈功能的探索尚显不足。梳理了以情绪为中心的梦境疗愈功能的相关研究进展, 并介绍了清华大学未来实验室进行的梦境抽象艺术形式的探索。在梦境文化和科学研究背景下, 试图重新定位科学与艺术融合下梦境研究的日常实践, 结合心理学、睡眠科学、艺术学的相关研究成果交叉探索, 重启梦境生成艺术对健康疗愈的重要方向。

**关键词** 梦境; 脑电; 疗愈

梦是每个人的切身经验, 人类对它的探索也从未停止。在古代, 梦被视为是某种对于现实的预言, 或来自更高维世界的天启。19世纪末期, 奥地利精神病理学家弗洛伊德将梦从天人的所有权中挣脱出来, 成为神经科学的一个明确的领域, 他在《梦的解析》中指出, 梦是一个人内心的渴望和焦虑的表现, 通常与压抑的童年记忆或强迫症有关<sup>[1]</sup>。弗洛伊德的思想影响持久, 一直到20世纪50年代, 美国心理学家卡尔文·霍尔(Calvin Hall)挑战了弗洛伊德的叙述, 他认为梦不是人类对暗藏渴望的隐晦表达, 而是清醒生活的延续, 是每天的体验和情

绪的无意识表现。

20世纪50年代末, 随着认知科学和神经生物学兴起, 人们对梦境有了更多神经科学的研究, 关于梦的解释也被基于科学的自然主义理论替代, 开始关注人类为什么做梦、梦的功能意义和对梦境的分析<sup>[2]</sup>。1973年, 美国哈佛医学院精神病学家霍布森(Allan Hobson)和他的同事麦卡利(Robert McCarley)通过在大脑脑中植入微电极来识别产生电脉冲的个别神经细胞, 提出了一种新理论——梦仅是大脑在睡眠中从记忆存储中随机抽取一些记忆片断产生的大脑电脉冲活动。1977年他们提出

收稿日期: 2022-03-15; 修回日期: 2022-11-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(62172252)

作者简介: 陈赟冰, 博士后, 研究方向为梦境可视化, 电子信箱: ybchenfuture@mail.tsinghua.edu.cn

引用格式: 陈赟冰, 王依晨. 基于脑电的梦境情绪生成艺术与疗愈研究进展[J]. 科技导报, 2023, 41(8): 83-93; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2023.08.008

了活化-合成模型(activation-synthesis model),更明确地提出梦是前脑对脑干随机输出的反应,是大脑试图理解快速眼动期(rapid eye movement, REM)发生的神经活动的副产物<sup>[3]</sup>。2002年,Fagioli<sup>[4]</sup>将梦定义为醒来后具有不同程度复杂性和碎片化的心理睡眠的检索。2011年,马扎诺(Cristina Marzano)<sup>[5]</sup>成功解释了人类是如何记住梦的,并根据脑电波的特征模式来预测成功回忆梦境的可能。2013年,日本科学家神谷幸安(Yukiyasu Kamitani)研究团队提出了一种神经解码方法,通过功能性磁共振成像发现人类脑活动模式与词汇和图像数据库之间的联系,并通过机器学习模型预测睡眠初期的视觉图像内容。研究表明,睡眠期间特定的视觉体验与清醒时视觉刺激的大脑感知一致,这为利用客观的神经测量来揭示梦的主观内容提供了一种方法<sup>[6]</sup>。该团队还以大于60%的准确率将梦的图像与被试的主观报告相对应,大于偶发频率<sup>[7]</sup>。2016年,胡特(Huth A G)等<sup>[8]</sup>从人类大脑活动中解码自然电影的语义内容,通过功能核磁共振来获取信号并通过层次回归模型建立语义信息,为后续通过语义直接分析梦境建立可能。

近年来,对梦的研究普遍聚焦在梦的功能意义上,总的来说有3个重点,即增强记忆力、提高创造力和情绪疗愈的功能。非快速眼动睡眠中的梦可能与睡眠中的记忆巩固过程有关<sup>[9]</sup>,Ngo等<sup>[10]</sup>通过实验证明听觉同步刺激诱导慢波振荡活动能够增强夜间记忆任务的表现。2019年,Schoch等通过实验证明唤醒收集梦境报告的方法适合必要的梦和记忆研究。对于梦能够启发灵感、提高创造力的说法非常普遍。霍布森在“梦是前脑对脑干随机输出的反应”基础上,提出梦的功能正源于这种随机性——梦是“最具创造性的意识状态,在这种状态下,混乱的认知元素经自发重组产生了新的信息配置”。梦中自由发散的思维不受现实世界中条条框框的约束,促使做梦者建立新的联系,激发无限创新的潜能。也确实有许多人成功地从梦中汲取灵感,并在现实世界中成功应用<sup>[3]</sup>。而近年来,麻省理工学院(MIT)的研究者也关注梦的互动是否可以帮助人类探索和增强自身思想的创造潜力<sup>[11]</sup>。

尽管灵感与创造性本身就被一些科学家质疑,但梦有时的确被报道可以使人产生创造性的想法,例如为人熟知的德国化学家凯库勒在梦中梦到衔尾蛇联想到苯环分子结构的例子<sup>[12]</sup>。而随着社会发展,人的压力和心理问题逐渐突显,梦与情感情绪之间的关系研究增多,梦的疗愈作用被越来越多的科学家证实。1983年,以合作发现DNA双螺旋结构著名的克里克(Francis Crick)和米奇森(Graeme Mitchison)对REM睡眠及梦的机制作出了新的解释——正如计算机在关机时擦除运行中的程序,梦也擦除了大脑中无用的节点和“垃圾”,俗称“垃圾处理理论”的解释梦的方式<sup>[13]</sup>。2017年,加哥拉什大学的罗莎琳德·卡特莱特博士已经表明,在解决我们的情感问题时,仅仅有睡眠甚至一般的梦境是不够的。只有那些明确梦见痛苦经历的患者,才能完成临床缓解,让他们走向新的情感未来<sup>[14]</sup>。本文主要针对梦境的疗愈功能作一分析。

## 1 基于脑电的梦境情绪研究相关理论及疗愈现状

### 1.1 基于脑电的REM睡眠及情绪

1924年,德国精神病学家汉斯·伯杰(Hans Berger, 1873—1941年)记录了人脑的电活动<sup>[15]</sup>,标志着脑电图(electroencephalogram, EEG)的开始,这种神经成像技术,在计算神经科学中得到了广泛应用。脑电的本质是一种生物电,脑电波能够准确反映一个人的大脑活动,是目前全世界睡眠研究最为客观的依据。脑电图是一种非侵入性记录脑电活动的电生理监测方法,通过精密的仪器,从头皮将大脑皮层的自发性生物电位加以放大记录而得到的图形,记录下大脑在一段时间内自发性、节律性电活动。虽然20世纪以来,正电子发射断层扫描(PET)和功能性磁共振成像(fMRI)技术的出现,能够使科学家更加直观深入了解大脑活动的情况,但是由于脑电时间敏感度强,可以跟踪毫米级的大脑事件,特别是其非侵入、小型化、便携性,以及价格相对较低的优势,更适合在睡眠实验中使用。

1952年, Nathaniel Kleitman 与其学生 Eugene

Aserinsky通过记录睡眠中的脑电、眼电(EOG)和肌电(EMG),发现了一种大脑高度活跃、眼球快速运动的特殊睡眠阶段——快速眼动期,同时证明了“快速眼动”与做梦和大脑活动的普遍增加有关,使梦学这一领域得到了发展<sup>[16]</sup>。随后 Kleitman 和 William C. Dement 在睡眠的这一特定时期,用脑电设备测量到的大脑电活动与清醒时的眼睛活跃地扫视非常相似,确定了快速眼动睡眠和做梦之间高度相关,同时将仪器检测引入了睡眠及梦境检测中<sup>[17]</sup>。霍布森(Allan Hobson)等在其活化-合成模型基础上,认为脑干中的桥脑在快速眼动期会不断发出随机的内部信号(PGO波),能够刺激、活化高级功能脑区,特别是涉及情绪、感觉和记忆的边缘系统区域(如杏仁核和海马)。这些被动活化的高级脑区会合成和解释这些随机信号,但由于缺乏清醒状态时的自觉及反省,这些自下而上的神经活动所合成的梦总是反常甚至怪异的<sup>[3]</sup>。因此根据规律的周期,睡眠大概分为非快速眼动期(non-rapid eye movement sleep, NREM sleep)和快速眼动期(rapid eye movement sleep, REM sleep)2个状态。

睡眠的NREM又包括N<sub>1</sub>、N<sub>2</sub>、N<sub>3</sub>3个阶段(N<sub>1</sub>、N<sub>2</sub>期被称为浅睡眠,N<sub>3</sub>期称为深睡眠或慢波睡眠)。从梦的特点上来说,N<sub>1</sub>阶段的梦明显较短,且与入睡前的想法意识有明显关系,随着时间和这些想法的推进,慢慢进入近期记忆的生活情境中,或出现一些随机的图案和想法,也就是N<sub>2</sub>梦阶段的特征,时间较短、也不那么生动<sup>[18]</sup>。N<sub>3</sub>的梦具有过度性质,而到REM梦的内容与白天事情的关系更加遥远。也就是说一般情况下,梦从N<sub>1</sub>开始到N<sub>2</sub>和N<sub>3</sub>,然后再过渡到REM睡眠,接着在N<sub>2</sub>/N<sub>3</sub>和REM睡眠期之间循环出现。随着夜晚的推移,NREM睡眠减少,REM睡眠增加,大脑与白天的联想越来越弱,梦也就越来越具有奇幻色彩。因此,REM睡眠并不是人类做梦的唯一时间,但与NREM睡眠期产生的梦相比,REM睡眠期产生的梦更长、更生动、更荒诞、也更情绪化,常常具有超现实主义的元素,充满了奇异和复杂的故事。大多数人所认为的梦——具有丰富叙事性的幻觉、运动、情感和奇异的体验——来自于REM睡眠,许多睡眠研究者对真正的梦的定义仅限于REM睡眠中发生的梦<sup>[19]</sup>(表1)。

表1 REM梦与NREM梦的特点对比

睡眠阶段	梦的特点	身体状态
N <sub>1</sub>	与睡前的想法相关。梦的时间较短,情绪平缓,风景或图案的画面	心跳、呼吸和眼球运动减慢,肌肉放松,偶尔会抽搐
NREM N <sub>2</sub>	与白天的经历相关。梦的时间较短,非情绪化,有情节性	体温下降,眼球运动停止,脑电波活动减慢
N <sub>3</sub>	与白天的经历相关。梦的时间较短,非情绪化,有情节性	心跳和呼吸缓慢到最低水平,肌肉很放松,脑电波变得更慢
REM	与现实生活相差甚远,像离奇的故事,生动、荒诞。梦的时间较长,具有情绪化和情节性	呼吸更快且不规则,心率和血压增加到接近清醒水平

情绪作为人意识的重要反馈,是人类从清醒的生活到无意识的梦境中一直贯穿的重要线索,也是连接自我与社会的纽带,人们在梦中痛苦或快乐的感受与清醒时的感受是一样的。REM期的梦境是睡眠中产生的自发性与周期性的心像活动和复合性体验,让人产生知觉的影像,它被认为是一种以大脑中视觉、运动、情感和自传性记忆区域的强烈激活为特征的状态,而情绪尤其突出。在REM睡

眠中,大脑的这些情绪区域比清醒时的活跃度要高出30%<sup>[1]</sup>。Solms<sup>[20]</sup>对做梦的脑功能定位和神经机制进行了大量临床研究,提出神经精神分析模型,强调情绪、需要和动机对做梦的潜在意义。Nielsen等<sup>[21]</sup>对焦虑、恐惧和创伤后应激障碍患者综合研究,提出恶梦的恐惧消退和情感网络紊乱模型,认为恶梦对在情绪加工中有重要作用。Perogamvros等<sup>[22]</sup>针对做梦时的情绪提出了奖赏激活模型,揭示

出中脑边缘多巴胺能够优先加工情绪较高的信息、参与情绪调节并利用情感驱力促进梦的形成。2017年, Marquis 等<sup>[23]</sup>通过检测频繁噩梦(NM)回忆者的清醒和睡眠时脑电图频谱活动,发现睡眠 $\theta$ 波的脑电活动较高,主要是额部和中央电极,在快速眼动睡眠中尤其明显。该研究结果支持了快速眼动睡眠期 $\theta$ 波在情感处理中的作用。2019年, Pilleriin 等使用脑电图来探索额叶 $\alpha$ 不对称(FAA)是如何与做梦的情绪产生关联。额叶 $\alpha$ 力量的相对差异与清醒时情绪处理和情绪调节有关。在快速眼动睡眠和晚上清醒时,拥有更强 FAA 的人在梦中会经历更多愤怒的情绪。因此, FAA 可能不仅反映了在清醒状态下,也同时反映做梦状态下调节情绪的能力<sup>[24]</sup>。本研究是以 REM 梦境及情绪为中心的数据可视化与疗愈研究,重点关注 REM 梦境的情绪及其疗愈功能。

## 1.2 基于脑电的梦境情绪疗愈研究现状

REM 梦境在情绪处理中起着关键作用,在这期间大脑中与情感和记忆相关的关键结构都会被重新激活,进行情绪和记忆的巩固,这也是一天内大脑完全没有引发焦虑的分子的唯一时间<sup>[25]</sup>。当人类不处理自己的情绪尤其是负面情绪时,焦虑感就会大大增加。REM 梦境本质上是试图创造一种记忆来剥离某种经历的情感,通过编码和构建情感记忆来帮助我们处理情绪。Pilleriin 等的实验证明,情感体验可能依赖于清醒状态和快速眼动睡眠中相同的神经过程,尽管它们有不同的神经生理学基础<sup>[24]</sup>。人类在梦中看到和经历的不一定是真实的,但与这些经历相关的情感肯定与日常一致的。可以说,梦境支持一种特别形式的内省生活回顾,达到情绪疗愈的目的。

有研究指出,极度缺少梦境可能与精神障碍的发展高度相关。在梦境独特的大脑活动和神经化学成分——低去肾上腺素的基础上,通过将情绪疗养、溶解和剥离,对抑制焦虑和缓解日常痛苦具有重要作用。Lara-Carrasco 等<sup>[26]</sup>在睡眠实验中发现,快速眼动睡眠的剥夺会损害情绪刺激的巩固。也有相关研究曾得出 REM 梦境可以暂时缓解抑郁症患者的焦虑症状的结论<sup>[27]</sup>。2008年, Daoust 等<sup>[28]</sup>

研究了非典型个体和自闭症谱系障碍(ASD)患者情绪梦境内容与脑电活动的关系。结论表明自闭症患者的梦境叙事中包含的情感元素较少。2011年, de Gennaro 等的情绪调节模型(emotional regulation model)认为,梦能帮助人们在安全的睡眠空间内调节情绪或处理创伤。在情节生动、情绪强烈的梦境中,参与情绪处理的杏仁核和参与浓缩信息并将其从短期记忆转为长期记忆的海马体都非常活跃,这也说明做梦、记忆存储和情绪处理之间存在密切联系<sup>[29]</sup>,梦对大脑的情绪调节至关重要。更有研究证实处理情绪的能力和 REM 梦境时长之间存在联系<sup>[30]</sup>。以上研究或许有助于解释为什么 REM 时期的梦总是具有强烈的情感色彩,以及为什么生活中的负面情绪或创伤经历会在梦中反复出现。根据情绪调节模型可以看出,梦境作为一种心理治疗形式,做梦者可以在相对放松的睡眠和安全的思维状态里处理不好的情绪或不安的经历,以获得心理疗愈。因此,睡眠困难、缺乏做梦可能是造成或加重许多情绪障碍和创伤后应激障碍患者情绪失调的重要因素,也是失眠焦虑与情绪抑郁恶性循环的重要原因。目前通过对颧肌的肌电图检测可以预测健康女性在 REM 期间的积极影响体验<sup>[31]</sup>。也有研究表明,成年人在 REM 期会一直皱眉,但具有负面情绪意义的面部表情仅限于睡眠异常患者。对于快动眼睡眠行为障碍(RBD)患者明显的负面面部表情可以作为获取梦境情绪的直接途径<sup>[32]</sup>。而帕金森病(PD)患者的一些梦境内容可以被认为是认知能力下降的预测因子。在多元模型中,负性情绪指数是认知能力下降的最强预测因子,说明梦境内容对帕金森病认知功能障碍进展具有预测价值<sup>[33]</sup>。阿尔茨海默病涉及脑内废物的积累,脑毛细血管血流增加对清除脑内废物是个重要问题,“在 REM 睡眠期间,腺苷 A2a 受体至少是造成大脑血流变化的部分原因,进一步研究腺苷 A2a 受体可能导致开发治疗阿尔茨海默病等疾病的新疗法<sup>[34]</sup>。”

梦不是非物质的偶发现象,而是植根于大脑和身体的具体运作,由人自身和睡眠环境的持续构建<sup>[35]</sup>。越来越多的研究证明,人们在睡觉的时候特

别容易受到暗示的影响,梦可能会被感官刺激操纵,从而刺激特定的线索融入梦的场景。通过可穿戴设备以及改变灯光、声音、气味刺激进行梦境交互,可以营造特定的氛围引导梦境走向或进行梦境孵化<sup>[36]</sup>。如睡眠期间出现的嗅觉刺激显著影响梦的情绪:积极的刺激产生更积极的梦,而消极的刺激产生更消极的梦。由于嗅觉刺激一般不会产生唤醒活动,因此强烈的嗅觉刺激是研究睡眠期间信息处理的主要范式<sup>[37]</sup>。有研究者使用了一系列相关的虚拟现实(VR)技术,包括专为刺激触觉、温

度、视觉、嗅觉和听觉感觉而设计的设备,通过睡前与睡中的VR引导来辅助做梦,实现梦的可控,实验性地调节睡眠身体和跟踪梦中内容的变化,同时列举了现有的梦境工程技术(表2)<sup>[35]</sup>。MIT的研究团队则通过梦境孵化与可穿戴设备多米欧(Dormio)相结合,并和创伤后应激障碍的精神病学家合作,进行噩梦疗法,取得了显著的成果<sup>[38]</sup>。此类技术所展现出的前景表明,神经科学家和心理学家不仅能更深入地了解产生梦的机理和原因,还能推进梦境控制带来健康和认知方面的应用。

表2 梦境工程的技术和功能

感觉	科学技术	功能
声音	骨传导、多米欧、蓝牙音响	改善睡眠深度和睡眠效率、增强创造力、改善梦效价、增强记忆
视觉	光刺激面罩、头戴显示器、视频监控	增强创造力、改善梦效价、减轻噩梦、改善睡眠深度和效率
温度	热板、热片、加热眼罩、暖手宝	改善梦效价、减少噩梦、降低睡眠时相延迟、改善睡眠深度和效率
触觉	压力带、电机刺激、摇晃	改善梦效价、降低睡眠时相延迟、调节学习力
气味	嗅觉检测器、气味扩散器、喷雾	增强记忆、改善睡眠深度和效率、减轻噩梦、降低睡眠时相延迟、改善梦效价

## 2 清华大学未来实验室的梦境生成艺术与疗愈思考

### 2.1 未来实验室REM梦境情绪的抽象艺术生成实验

本次实验是未来实验室梦境项目组研究的一个案例,实验环境在未来实验室具有居家氛围的睡眠实验空间,共11名被试,6男5女,平均年龄20~30岁,整夜睡眠8h左右。用于监测受试者脑电信号和其他生理信号的装置是一种多导睡眠描记仪。该装置能自动记录睡眠中的睡眠阶段、脑电图信号、眼电信号、肌电信号等生理指标。图1显示了设备的佩戴过程。

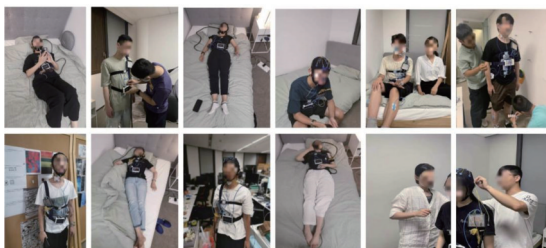


图1 佩戴多导睡眠监测设备的11名被试者

在佩戴好设备后,被试按要求填写一份PANAS-X情感评估问卷(Positive and Negative Affect Schedule, 正性负性情绪量表-扩展版),以提供睡前的心情状态量化评估。本实验采用PANAS-X问卷评估被试情绪状态。问卷通过60个描述情绪的词汇定量评估被试积极-消极情绪值<sup>[39]</sup>,该问卷经过翻译及回翻过程被证明适用于中国人群<sup>[40]</sup>。

图2显示了由多导睡眠描记仪监测的受试者的用户界面,其中PSG多导睡眠设备的内部算法自动划分为5个可能的REM周期。最后一个REM周期(紫色圆圈)被仪器视为低置信区间(上方置信轴上为红色)。通过监控视频,发现被试者在早上醒来后进行了一些活动。同时,被试者醒来后回忆有4个梦,这与多导睡眠图自动睡眠分期的结果一致。研究者提取了前4个(红色圆圈)REM周期的顶枕电极EEG数据进行可视化,大脑顶枕叶区域被认为与做梦体验高度相关。第2天早晨待自然睡醒后,第一时间根据梦境发生时的记忆填写PANAS-X情感评估问卷,若夜晚先后做了多个梦,则需要依次填写多份问卷,以供研究者评估做梦时被

试的情绪。此外,被试按照要求将梦境内容以录音 或文字的方式简单记录,以备后续反馈所需。

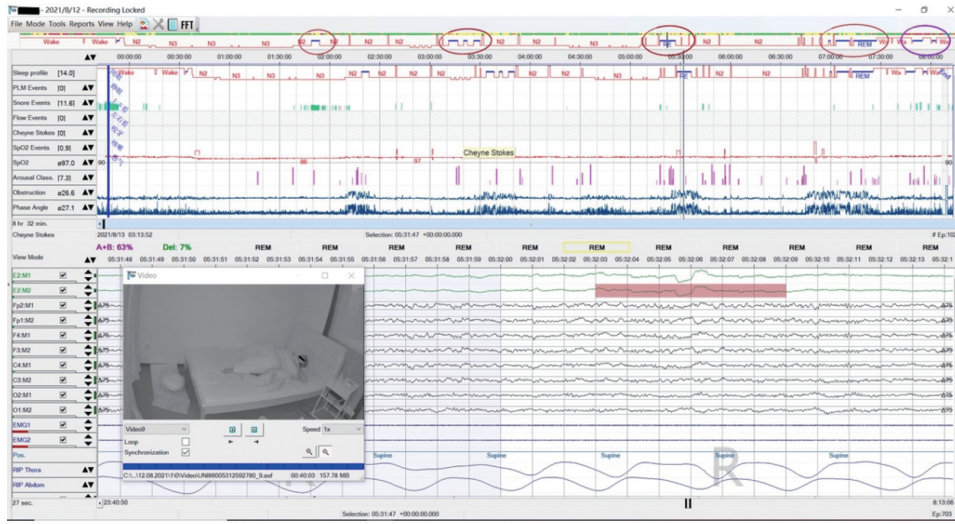


图2 多导睡眠描记仪的信号波

PANAS-X 问卷中每个词汇具有 1~5 分的评分,一般正性情绪包括:活跃的、警觉的、注意的、坚决的、热情的、兴奋的、有灵感的、有兴趣的、自豪的、坚强的;一般负性情绪包括:害怕的、恐惧的、焦虑的、战战兢兢的、易怒的、不友善的、内疚的、感到羞愧的、苦恼的、痛苦的。计算结果如图3所示,可

以看出,大部分被试的睡前情绪偏积极,睡眠中既有正性情绪主导的梦境(P1 梦 2、P2 梦 1、P4 梦 1 等)、负性情绪主导的梦境(P1 梦 1),也有中性情绪梦境(P3 梦 1、P7 梦 1、P8 梦 3 等)。情绪评估结果作为梦境的情绪标签值,被输入到艺术生成算法中,得到具有情绪风格的艺术作品。

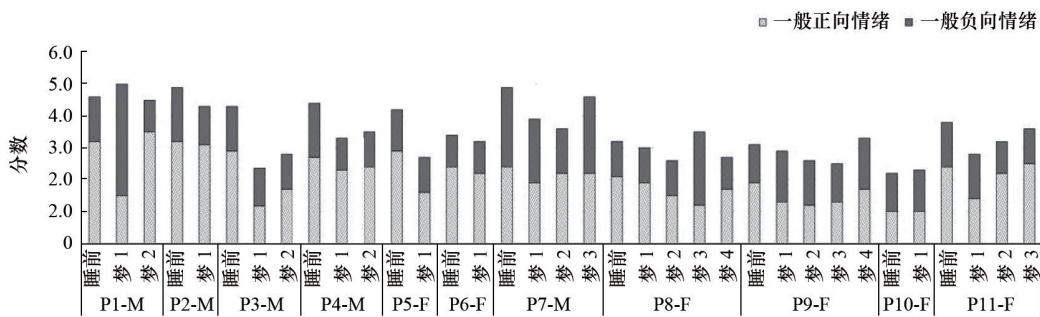


图3 PANAS-X 情绪评估分析结果

本实验对梦境情绪可视化通过中国重彩水墨的抽象艺术风格表现,将被试者在REM睡眠期的脑电数据转化为水墨氤氲的艺术效果。作品中的色彩对应方法中,主要根据色彩心理学中的基本情绪与色彩的对应关系,设计出情绪量表所对应的情绪颜色色卡,并以此进行在作品中的颜色配对。

在具体操作上,集中REM期全频段的数据进

行可视化呈现,数据采集点以跟情绪相关的为主。通过可视化编程软件,将REM期的数据导入软件,并选择其中几个通道的数据来控制通过可视化编程制作出的笔刷中的某些元素。例如,这些数据可以实时对应到笔刷的大小、位置、边界大小以及α通道的数值,在绘制过程中笔刷会结合脑电数据、带有不确定性的低频振荡器产生的数据以及噪声

数据使笔刷的绘制更加生动,最后再通过算法生成出每个人REM期的情绪图像。在TOUCHDESIGNER软件中的算法读完梦境数据后,算法会模拟梦境在我们大脑中逐渐模糊的状态。

在作品的色彩对应方法中,研究者主要根据色彩心理学中的基本情绪与色彩的对应关系,同时还参考了《Facial Expressions, Colour and Basic Emotions》中的情绪色彩对应关系中人在6种基本情绪下会对应的不同种颜色进行整合设计,从而设计出了我们情绪量表所对应的情绪颜色色卡,并以此对作品中的颜色配对,如图4所示。

根据PANAS-X情绪量表得出被试人员在做梦时的情绪状态,首先要判断出被试人员是正性情绪

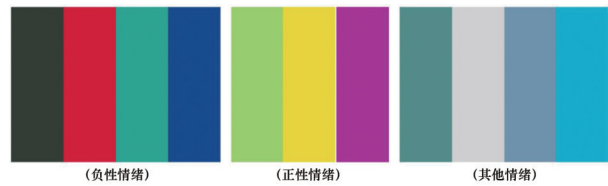


图4 情绪色卡设计

还是负性情绪,在每一幅生成的作品中,颜色匹配需要4个特征的颜色进行绘制。因此在确定之后根据主导情绪选择其中最高的2项情绪特征名词,以该特征所代表的颜色进行特征匹配,同时非主导情绪中也会选择2种特征,并以此所代表的颜色做为辅助配色。图5和图6是梦生成绘画的示例及其相应的情绪评估分数。

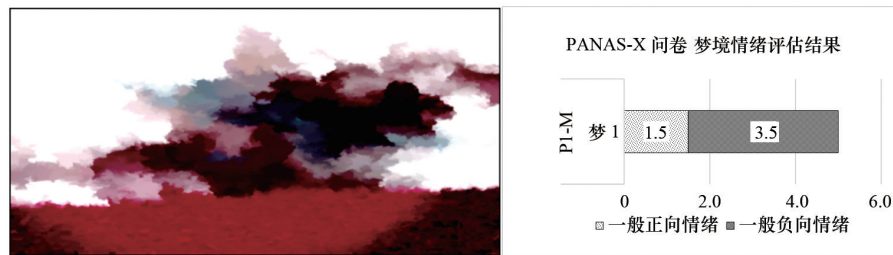


图5 被试1梦1的梦境情绪抽象艺术生成,消极风格明显;情绪关键词:愤怒(阶段性成果)



图6 被试6梦1的梦境情绪抽象艺术生成,明显积极风格;情绪关键词:爱(阶段性成果)

最后根据REM期脑电生成的梦境图像进行问卷回访以验证实验的有效性。方式是每名被试将看到自己梦境的一幅画面,并根据画面填写问卷,并再次使用PANAS-X量表来调查被试看到画面后的情绪唤起情况。被试对画面的情绪反馈信息同样根据PANAS-X情绪量表计分标准计算。结果如表3所示。

为验证画面生成算法有效性。以正向情绪为横坐标、负向情绪为负坐标建立平面直角坐标系。由于Panax-X每项情绪词得分范围为1~5,在此按照正向、轻微正向、中性、轻微负向、负向讲平面直角坐标系的第一象限均分为5等份,每18°一份为一个类别。把每名被试的2个情绪向量画在直接坐标系中,可以直观展示每名被试睡梦情绪生成的

表3 实验者睡梦及反馈情绪PANAS-X得分

被试编号	阶段	正性情绪	负性情绪	害怕	敌意	内疚	悲哀	愉快	自信	关心
1	睡梦	1.50	3.50	3.33	3.67	2.50	2.20	1.00	1.50	2.00
	反馈	1.60	2.70	2.83	2.00	1.83	2.80	1.50	1.67	1.75
2	睡梦	3.10	1.20	1.83	1.17	1.17	1.60	2.74	2.33	5.00
	反馈	3.60	1.60	1.67	1.67	1.33	2.00	4.00	3.50	2.75
3	睡梦	2.90	1.50	1.83	1.00	1.17	2.00	3.00	1.67	2.25
	反馈	2.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.88	1.67	2.25
4	睡梦	2.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.88	1.67	2.25
	反馈	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.63	1.83	2.00
5	睡梦	1.60	1.10	1.67	1.00	1.00	1.00	1.25	1.67	1.75
	反馈	1.40	1.50	1.67	1.17	1.00	1.40	1.13	1.33	1.50
6	睡梦	2.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.88	1.33	2.25
	反馈	2.20	2.20	2.17	2.00	1.67	2.60	2.38	2.17	1.50
7	睡梦	1.90	2.00	2.33	1.00	2.33	1.60	1.50	1.50	2.50
	反馈	1.90	2.00	2.33	1.83	1.50	2.20	1.63	1.67	2.25
8	睡梦	1.90	1.10	1.67	1.00	1.00	1.00	2.25	1.67	2.00
	反馈	2.00	1.30	1.50	1.17	1.00	1.20	2.50	1.83	2.50
9	睡梦	1.30	1.60	1.67	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
	反馈	1.90	2.10	1.83	2.67	1.50	2.00	1.50	1.33	3.00
10	睡梦	1.00	1.20	1.50	1.00	1.00	1.40	1.00	1.00	1.00
	反馈	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.20	1.13	1.00	1.00
11	睡梦	1.40	1.40	2.00	1.17	1.00	1.60	1.00	1.33	2.25
	反馈	2.40	1.20	1.67	1.33	1.17	1.60	3.00	1.67	2.25

图片是否唤起了被试同样的情绪。据情绪向量的夹角计算,共有3名被试睡梦中的情绪与看到画面的反馈情绪没有落在同一情绪区间,均为中性情绪与相对正向性情绪差异(图7)。

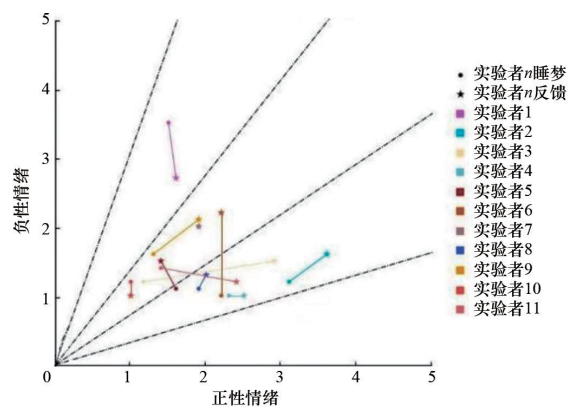


图7 实验者睡梦及反馈情绪相关性分析

## 2.2 以梦境生成艺术为基础的疗愈思考

清华大学未来实验室在梦境疗愈研究中,将运

用多种科技手段进行监测,如电脑收集问卷数据、麦克风记录口述梦境、脑电图记录神经活动、手持睡眠跟踪仪评估心率与肌电反应等,也将通过塑梦、控梦、织梦、绘梦等自主化设计手段开展梦境疗愈的探索。针对绘梦,目前已经开发出一套完整的脑机绘梦系统。脑机绘梦系统应用了艺术设计学领域的创作与审美评判以及心理学的研究与效价指标,对情绪状态与视觉图形、色彩的映射关系进行了严谨考量,使脑机绘梦作品具有一定的艺术审美价值的同时,也可以判断被试者的基本的情绪。艺术本身能够给予人们灵感和抚慰,梦境情绪的“艺术性”呈现可以使人进行自我投射和反思,因此研究团队将梦境疗愈理论与艺术心理疗愈相结合展开探索,试图真正从潜意识的梦境情绪出发对患者作出调节,从而更好地为精神和心理障碍群体服务,比如艺术作品的感染,艺术心理学的角度的引导,或通过睡眠状态的监测分析判断患者的隐性情绪状态等。

目前清华大学未来实验室对梦境艺术疗愈的实验探索也将结合认知行为治疗(CBT)的框架进行梦境分析,如阐述梦境的访谈模式(DIM)、行为模式和情感反应模式等,促进患者的自我意识和自我认知。尤其是对于孤独症患者,研究团队正在探索更具针对性的方案,如图8所示。孤独症患者总是表现出白日梦似的“神游”,似乎是一种“感官编辑”消失的状态,弗洛伊德曾经提出艺术创作就像白日梦的说法。而自闭症患者常常拥有非凡的视觉思考能力,如果将这种能力转化为视觉信息和图像处理的能力,患者就能通过绘画进行沟通 and 表达思想。当自闭症患者利用好绘画这种白日梦分心的方式时,对情绪的积极效应更为显著。

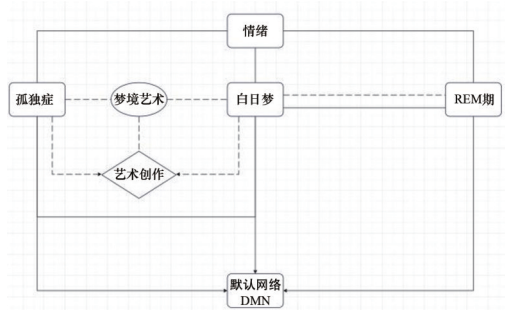


图8 未来实验室针对孤独症的梦境艺术疗愈模型

有研究发现,大脑的默认网络(default mode network, DMN)区域在休息状态下自发活跃,并支持清醒时的走神和白日梦,这是一组涉及回忆、想象和思考等内心想法的大脑区域,对认知能力的调节有重要作用。做梦同样构成了一种“强化思维漫游”的大脑状态,其神经基础就是DMN,大部分的默认网络区域在REM期也被激活,这表明白日梦这个词可能比语言表达得更恰当<sup>[41]</sup>,甚至可以说做梦是白日梦的一种强化表达<sup>[42]</sup>。麦吉尔大学(McGill University)的研究确定了孤独者大脑的神经生物学特征集中在“默认网络”上<sup>[43]</sup>,也有研究表明孤独症患者的大脑默认网络存在异常自发的脑活动模式<sup>[44]</sup>。白日梦、REM梦境和孤独症患者的神游状态涉及类似的大脑机制,内容主要是视听和情感的。因此针对孤独症患者,更适合梦境艺术疗愈的探索和尝试。例如基于英国心理学家温尼克特的

“潦草划线游戏”理论,治疗师先在一张纸上画一些潦草的线条,要求患者添加笔画的过程中,患者逐渐依据画面的内容表现出他们所关注的东西或他的人格特征。梦境抽象艺术自由的线条和色彩能够快速吸引患者的注意力,他们可以选择喜欢的瞬间画面继续创作,从而引导孤独症患者将被动认知逐渐转化为主动认知,促进其认知能力的改善,如图9所示。另外,研究团队也将自闭症患者正常意识下的脑电数据可视化和睡眠潜意识中的脑电数据可视化进行分析研究,从脑电图中收集认知控制神经机制的数据,再转化为多维视觉结构,以期更好地了解他们的需求并与他们进行交流。

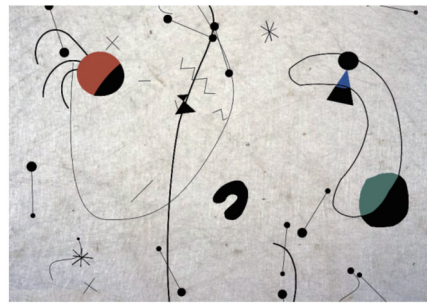


图9 未来实验室脑机绘梦系统生成的艺术作品

### 3 结论

梦境不是毫无意义的睡眠副产品,它与艺术作品一样,是由个人经验和情感构建的<sup>[45]</sup>,从梦境生成艺术的角度来研究一些心理或精神疾病具有重要意义。本文通过对梦境及梦境疗愈相关研究的论述,引出清华大学未来实验室梦境生成艺术相关研究,即通过多学科交叉的探索,提出了基于脑电数据的梦境情绪生成艺术的实现路径,试图开启精神疾病及交流障碍患者的新治疗途径。本研究还存在一些不足之处,比如梦境情绪生成艺术作品的审美性提升和多样化设计,以及梦境疗愈与艺术心理学相结合的疗愈模式的具体实施等。

### 参考文献(References)

- [1] Freud S. Observations on the theory and practice of

- dream interpretation[J]. *The International Journal of Psychoanalysis*, 1923, 9(1): 1–11.
- [2] Kavanau J L. Sleep, memory maintenance, and mental disorders[J]. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 2000, 12(2): 199–208.
- [3] Hobson J A, McCarley R W. The brain as a dream state generator: An activation–synthesis hypothesis of the dream process[J]. *The American Journal of Psychiatry*, 1977, 134(12): 1335–1348.
- [4] Fagioli I. Mental activity during sleep[J]. *Sleep Medicine Reviews*, 2002, 6(4): 307–320.
- [5] Marzano C, Ferrara M, Mauro F, et al. Recalling and forgetting dreams: Theta and alpha oscillations during sleep predict subsequent dream recall[J]. *Journal of Neuroscience*, 2011, 31(18): 6674–6683.
- [6] Horikawa T, Tamaki M, Miyawaki Y, et al. Neural decoding of visual imagery during sleep[J]. *Science*, 2013, 340(6132): 639–642.
- [7] Underwood E. How to build a dream–reading machine[J]. *Science*, 2013, 340(6128): 21.
- [8] Huth A G, Lee T, Nishimoto S, et al. Decoding the semantic content of natural movies from human brain activity[J]. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 2016, 10(81), doi: 10.3389/fnsys.2016.00081.
- [9] Schoch S F, Cordi M J, Schredl M, et al. The effect of dream report collection and dream incorporation on memory consolidation during sleep[J]. *Journal of Sleep Research*, 2019, 28(1), doi: 10.1111.
- [10] Ngo H V, Martinetz T, Born J, et al. Auditory closed–loop stimulation of the sleep slow oscillation enhances memory[J]. *Neuron*, 2013, 78(3): 545–553.
- [11] Horowitz A J H. Incubating dreams: Awakening creativity [EB/OL]. (2019–08–04) [2022–08–01]. <https://www.media.mit.edu/publications/incubating-dreams-awakening-creativity>.
- [12] McNeal S A. The scientific study of dreams: Neural networks, cognitive development, and content analysis[J]. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 2004, 46(3): 254–256.
- [13] Crick F, Mitchison G. The function of dream sleep[J]. *Nature*, 1983, 304(5922):111–114.
- [14] Walker M. *Why we sleep: Unlocking the power of sleep and dreams*[M]. Michigan: Scribner, 2017.
- [15] Haas L F. Hans Berger (1873–1941), Richard Caton (1842–1926), and electroencephalography[J]. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 2003, 74(1): 9.
- [16] Aserinsky E, Kleitman N. Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant phenomena, during sleep [J]. *Science*, 1953, 118(3062): 273–274.
- [17] Roffwarg H P, Muzio J N, Dement W C. Ontogenetic development of human sleep–dream cycle[J]. *Science*, 1966, 152(3722): 604–619.
- [18] Fosse R, Stickgold R, Hobson J A. Brain–mind states: Reciprocal variation in thoughts and hallucinations[J]. *Psychological Science*, 2001, 12 (1): 30–36.
- [19] Zadra A, Stickgold R. *When brains dream: Exploring the science and mystery of sleep*[M]. New York: W. W. Norton & Company, 2021.
- [20] Solms M. Dreaming and REM sleep are controlled by different brain mechanisms[J]. *Behavioral and Brain Sciences*, 2000, 23(6): 843–850.
- [21] Nielsen T, Levin R. Nightmares: A new neurocognitive model[J]. *Sleep Medicine Reviews*, 2007, 11(4): 295–310.
- [22] Perogamvros L, Schwartz S. The roles of the reward system in sleep and dreaming[J]. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2012, 36(8): 1934–1951.
- [23] Marquis L P, Paquette T, Blanchette–Carrière C, et al. REM sleep theta changes in frequent nightmare recallers [J]. *Sleep*, 2017, 40(9), doi: 10.1093.
- [24] Sikka P, Revonsuo A, Noreika V, et al. EEG frontal alpha asymmetry and dream affect: Alpha oscillations over the right frontal cortex during REM sleep and presleep wakefulness predict anger in REM sleep dreams[J]. *Journal of Neuroscience*, 2019, 39(24): 4775–4784.
- [25] Jones B E. From waking to sleeping: Neuronal and chemical substrates[J]. *Trends in Pharmacological Sciences*, 2005, 26(11): 578–586.
- [26] Lara–Carrasco J, Nielsen T A, Solomonova E, et al. Overnight emotional adaptation to negative stimuli is altered by REM sleep deprivation and is correlated with intervening dream emotions[J]. *Journal of Sleep Research*, 2009, 18(2): 178–187.
- [27] Vogel G W, Thurmond A, Gibbons P, et al. REM sleep reduction effects on depression syndromes[J]. *Archives of General Psychiatry*, 1975, 32(6): 765–777.
- [28] Daoust A M, Lusignan F A, Braun C M, et al. EEG correlates of emotions in dream narratives from typical young adults and individuals with autistic spectrum disorders[J]. *Psychophysiology*, 2008, 45(2): 299–308.
- [29] De Gennaro L, Cipolli C, Cherubini A, et al. Amygdala and hippocampus volumetry and diffusivity in relation to dreaming[J]. *Human Brain Mapping*, 2011, 32(9):1458–1470.
- [30] Gujar N, McDonald S A, Nishida M, et al. A role for REM sleep in recalibrating the sensitivity of the human brain to specific emotions[J]. *Cereb Cortex*, 2011, 21(1): 115–123.

- [31] Rivera-García A P, López Ruiz I E, Ramírez-Salado I, et al. Emotional facial expressions during REM sleep dreams[J]. *Journal of Sleep Research*, 2019, 28(1): e12716.
- [32] Maranci J B, Aussel A, Vidailhet M, et al. Grumpy face during adult sleep: A clue to negative emotion during sleep? [J]. *Journal of Sleep Research*, 2021, 30(6): e13369.
- [33] Bugalho P, Ladeira F, Barbosa R, et al. Do dreams tell the future? Dream content as a predictor of cognitive deterioration in Parkinson's disease[J]. *Journal of Sleep Research*, 2021, 30(3): e13163.
- [34] Tsai C J, Nagata T, Liu C Y, et al. Cerebral capillary blood flow upsurge during REM sleep is mediated by A2a receptors[J]. *Cell Reports*, 2021, 36(7): 109558.
- [35] Carr M, Haar A, Amores J, et al. Dream engineering: Simulating worlds through sensory stimulation[J]. *Consciousness and Cognition*, 2020, 83: 102955.
- [36] Dement W, Wolpert E A. The relation of eye movements, body motility, and external stimuli to dream content[J]. *Journal of Experimental Psychology*, 1958, 55(6): 543-553.
- [37] Schredl M, Atanasova D, Hörmann K, et al. Information processing during sleep: The effect of olfactory stimuli on dream content and dream emotions[J]. *Journal of Sleep Research*, 2009, 18(3): 285-290.
- [38] Horowitz H, Jedidiah A. Interfacing with dreams: Novel technologies and protocols for targeted dream incubation [EB/OL]. (2022-08-19)[2022-08-27]. <https://www.media.mit.edu/publications/interfacing-with-dreams-novel-technologies-and-protocols-for-targeted-dream-incubation/>.
- [39] Watson D, Clark L A. The PANAS-X: Manual for the positive and negative affect schedule-expanded form[M]. Iowa: The University of Iowa, 1999.
- [40] 郭明珠, 甘怡群. 中文正性负性情绪量表-扩展版在660名大学生中的信效度检验[J]. *中国心理卫生杂志*, 2010, 24(7): 524-528.
- [41] Fox K C, Nijeboer S, Solomonova E, et al. Dreaming as mind wandering: Evidence from functional neuroimaging and first-person content reports[J]. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2013, 7(412): 412.
- [42] Gusnard D A, Raichle M E. Searching for a baseline: Functional imaging and the resting human brain[J]. *Nature Reviews Neurosciences*, 2001, 2(10): 685-694.
- [43] Spreng R N, Dimas E, Mwilambwe-Tshilobo L, et al. The default network of the human brain is associated with perceived social isolation[J]. *Nature Communications*, 2020, 11(1): 6393.
- [44] 龙金金, 陈恒. 孤独症谱系障碍大脑默认网络异常活动模式研究[J]. *科技风*, 2021(8): 160-161.
- [45] Stickgold R, Malia A, Maguire D, et al. Replaying the game: Hypnagogic images in normals and amnesics[J]. *Science*, 2000, 290(5490): 350-353.

## Dream emotion generation art and therapy based on EEG

CHEN Yunbing<sup>1,2</sup>, WANG Yichen<sup>1,2</sup>

1. Academy of Arts & Design, Tsinghua University, Beijing 100084, China

2. The Future Laboratory, Tsinghua University, Beijing 100084, China

**Abstract** Over the past decades, there has been tremendous research progress in sleep science and neuroscience and a deeper understanding of dream, while the therapy function of dreams from the intersection of art and neuroscience has been deficient. This paper summarized the related research of emotion-centered dream therapy function, and introduced the visual attempt of dream abstract art form carried out by the Future Laboratory of Tsinghua University on this basis, which is also the basis of dream art therapy in the future. In the background of dream culture and scientific research, it tried to reposition the daily practice of dream research under the integration of science and art, combined the cross-exploration of related research results of psychology, sleep science and art, and restarted the significance of dream generation art research for health therapy.

**Keywords** dream; EEG; therapy ●



(责任编辑 徐丽娇)