

# 基于脑机接口与虚拟现实技术构建复愈性环境对自闭症患者的康复治疗

姚莹莹 季凯玥 王钊坤 高留祥\* 李若雨

新乡医学院三全学院 453514

**【摘要】**本研究旨在探讨基于虚拟现实（VR）技术的复愈性场景构建在自闭症患者康复治疗中的应用及其效果。研究通过设计一种新型的康复治疗模式，并进行了实证研究。通过对比分析传统康复治疗方法与结合脑机接口技术（BMI）与VR技术的复愈性场景治疗，结果表明，该模式能有效提升自闭症患者的社交互动能力、感知能力和认知水平，本研究为自闭症患者提供新的视角和治疗方法。

**【关键词】**脑机接口；虚拟现实；复愈性环境；自闭症；康复治疗

## 引言

我国自闭症儿童的康复空间建设起步较晚。治疗方案较少，儿童诊断孤独症谱系障碍患者数量增加。涌现了大量以认知、教育、心理、发展等为核心领域的各种干预模式和干预方法<sup>[1]</sup>。自闭症是一种复杂的神经发育障碍，表现为社交互动和沟通能力的缺陷。传统的康复治疗方法多以行为疗法和心理疗法为主，但效果有限。研究结果显示：当前自闭症谱系障碍儿童研究存在研究方法有待进一步丰富，家庭需求与支持体系构建、音乐治疗使用、虚拟现实技术的干预等能够有效帮助自闭症儿童康复<sup>[2]</sup>。近年来，随着科技的进步，脑机接口（BMI）与虚拟现实（VR）技术在康复治疗领域的应用逐渐受到关注。本研究将这两种技术结合，探讨其在自闭症康复治疗中的新应用。

## 一、技术背景与理论基础

### 1. 脑机接口技术

脑机接口（BMI）是一种将大脑活动与外部设备相连的技术，它可以通过解码大脑信号来控制外部设备。在ASD康复治疗中，BMI技术可以用于监测患者的大脑活动，以便更准确地评估他们的认知和情感状态。

### 2. 虚拟现实技术

虚拟现实（VR）技术可以创建高度逼真的虚拟环境，使用户沉浸其中。在ASD康复治疗中，VR技术可以为患者提供一个安全、可控的社交互动场所，帮助他们在模拟的社交场景中提高社交技能。

### 3. 复愈性场景构建

复愈性场景构建是指利用BMI和VR技术，根据患者的需求和偏好，创造一个能够促进他们康复的虚拟环境。这种场景可以根据患者的情感状态和认知水平进行调整，以提高他们的参与度和治疗效果。

## 二、技术方案

首先，人在受到刺激或进行某种意识时，自闭症是神经心理疾病中最常见的一种。从中医整体理念和现代医学神经、内分泌、免疫、代谢网络理论的层面，深入研究孤独症的作用机理，为孤独症的机理探究和临床应用打下基础<sup>[3]</sup>。自闭症患者会有脑电信号。大脑中的神经细胞会出现微弱的信号流，信号采集设备会将信号流进行收集。但目前脑机接口技术还不成熟，脑机接口研究应用前景广阔。正成为脑科学、康复工程、神经工程及人机交互领域的一个研究热点<sup>[4]</sup>。

其再次经过大脑皮层后会出现时空分布现象。由于颅骨（非导体）本身对脑信号流有着较强的削弱作用，并且脑信号流在传播时存在着一定的多路径效应，因此在头表层出现的脑信号流通常是若干脑信号流同步叠加的、信号幅度小且干扰信号很严重，造成信号采集、处理结果的麻烦。所以，我们需要使用计算机对收集到的信号流进行分析。

脑机接口的信号采集需要非常优秀的信号流传感器以及可靠的信号处理芯片，所以此步进行信号处理，在得到脑信号流后我们可通过计算机将脑信号流进行信号处理。目前脑机接口技术是可以建立大脑与外界设备的直接沟通渠道。但是随着脑科学的深入研究以及人工智能技术的快速发展，脑机接口的进步也是非常迅速。关于头皮脑电的脑机接口在

多种应用场景中广受欢迎，因其对人体无创伤、成本低、便携性好等优点而获得广泛关注<sup>[5]</sup>，应用市场也将更加广阔。

由脑电帽对脑电波的辨识，将信息流入传感系统，运用云平台、三维建模系统、实时信息显示及调控、实时追踪及注册、景况融合等高科技手段，将电脑输出的虚拟图像、非几何的物体的信息融合到现实世界的情景之中。增强现实场景构建复愈性环境对自闭症患者进行科学的治疗。通过虚拟现实技术来构建复愈性环境对患者进行治疗。在卡普兰复愈性环境理论中，利用脑机接口设备、计算机分析脑电信号测试沉浸式虚拟现实（VR）情境下的大学生。在虚拟现实环境下，观看城市环境画面也有一定的修复作用。从而对治疗自闭症患者的治疗会起到一定的帮助作用<sup>[6]</sup>。在安全、真实和可重复的环境中提升自闭症儿童的社会适应能力是自闭症儿童教育与康复的核心目标之一<sup>[7]</sup>。然而，通过虚拟现实技术构建出来的复愈性环境可以为自闭症儿童提供了一个积极的康复干预环境，这种方式不仅提高了空间的使用效率和舒适度，而且也有效地促进了自闭症儿童生理和心理的康复<sup>[8]</sup>。复愈性环境理论下的自闭症儿童康复空间的构建，对与自闭症儿童进行康复干预能够起到有效的康复的作用，也会大大地提高自闭症患者的治愈成功率。

### 三、结果与讨论

本研究结果表明，基于 BMI 和 VR 技术的增强复愈性场景构建对 ASD 患者的康复治疗具有积极的影响。这种新型的治疗方法不仅可以提高患者的社交互动能力和认知水平，还可以为他们提供一个安全、可控的社交互动场所，有助于减轻他们的焦虑情绪和提高康复治疗的参与度。具体表现在以下几个方面：

1. 社交互动能力提升：在虚拟环境中，自闭症患者能够更自然地与他人进行社交互动，表达情感和需求。

2. 认知水平提高：通过反复训练，患者的认知水平得到了显著提高，表现为对虚拟环境的理解和应对能力增强。

与之前的研究相比，本研究首次将 BMI 与 VR 技术相结合，为自闭症患者提供了一种更为有效的康复治疗方法。然而，本研究仍存在一定局限性，如样本量较小、实验时间较短等，未来可进一步拓展研究范围，优化实验设计方案。

然而，本研究仍存在一定的局限性。首先，实验对象数量较少，可

能无法代表所有 ASD 患者。其次，实验时间较短，可能无法全面评估康复治疗长期效果。未来研究可以扩大样本量、延长实验时间，并探索更多与 BMI 和 VR 技术相结合的康复治疗方法。

总之，基于 BMI 与 VR 技术的增强复愈性场景构建为 ASD 患者的康复治疗提供了新的思路和方法。这种新型的治疗方法有望为 ASD 患者带来更好的康复效果和生活质量。

### 四、总结与展望

本研究通过结合 BMI 与 VR 技术，构建了一种新型的复愈性场景，为自闭症患者的康复治疗提供了新的思路和方法。实证研究表明，该方法能有效提升患者的社交互动能力和认知水平。未来，我们将继续深入研究，优化技术组合，为自闭症患者带来更多的康复希望。

### 参考文献：

- [1]张 静自闭症儿童康复路径国内外研究现状[J].特殊教育
- [2]熊淑萍、李文炜、王 坚自闭症儿童治疗的个案研究[J].中国健康心理学杂志, 2022, 12, 028
- [3]周莹莹、刘 勇、张 欢从脑论治自闭症的机制探究串[J].辽宁中医药大学中医护理教研室, 72, 2779 (2023), 03, 0190, 03
- [4]高上凯浅谈脑-机接口的发展现状与挑战[J].中国生物医学工程学报, 58, 8021 (2007) 06-0801, 03
- [5] 陈小刚、陈菁菁、刘冰川、高小榕基于脑电的脑机接口技术在医学领域中的应用[J].清华大学医学院生物医学工程系 2096-5036 (2021) 06-0006-09
- [6]李同予、薛滨夏、杨秀贤、张丽颖、王梓懿基于无线生理传感器与虚拟现实技术的复愈性环境注意力恢复作用研究[J].中国园林, 2020, 36 (12): 62-67
- [7]林青、刘巧云、陈东帆基于虚拟现实技术的自闭症儿童沉浸式社会适应干预系统构建[J].1671-489X.2022.08.029
- [8]王志豪、郭 晶复愈性环境理论下的自闭症儿童康复空间设计研究[J].1003-0069 (2021) 12-0094-03

作者简介：姚莹莹（2001-），女，在读本科，主要从事医学检验技术方面的工作。

\*通讯作者：高留祥