

## 摘要

自“精神分裂症”这个概念被提出以来，精神分裂症的许多精神病性症状，如被动体验，幻听等被认为是由于感觉衰减异常，即无法抑制自主动作结果，导致无法区分自主动作生成的事件和外部生成的事件所致。长期以来，感觉衰减的异常被假定为临床精神病症状的原因，感觉衰减异常与精神分裂症的密切关系已经得到广大研究者的认可。但是，有关精神分裂症感觉衰减异常的原因，目前尚未得到一致的研究结论。本论文分别基于听觉、视觉和视听交互的条件，采用动作—结果范式，系统的探讨其感觉衰减异常在不同感觉通道的行为特征，以期厘清精神分裂症与感觉衰减关系的本质。

研究一采用动作—结果范式考察精神分裂症患者在动作预测线索下听觉衰减的特征，并在此基础上，通过匹配动作—刺激和线索—刺激两种条件下对目标刺激的可预测性，探讨精神分裂症患者在非动作预测线索下听觉衰减的特征。结果发现，无论是在动作预测还是非动作预测线索下，与健康对照组相比，精神分裂症患者对于自主动作引发的声音刺激表现出更高的感知强度，这表明精神分裂症患者在行为层面对于自生动作结果表现出感觉衰减异常。此外，两组被试的感知敏感性无显著差异，表明感觉衰减的差异不能归因于被试之间感知敏感性的差异，进一步证明自主动作会导致感知强度降低，但不一定会导致辨别能力减弱。

研究二旨在考察精神分裂症患者的视觉衰减。实验结果发现，与健康对照组相比，精神分裂症患者对于自主动作生成的视觉刺激表现出异常的感觉衰减。在非动作预测线索下的实验结果同样发现，患者组在两种条件下的感知强度无显著差异，而健康对照组在动作—线索条件下的感知强度显著小于线索—刺激条件，这表明对于视觉通道下自主动作生成的视觉刺激表现出感觉衰减异常，这种感觉衰减异常可能与动作预测机制故障有关。另外，在预测一致条件下，动作—刺激和线索—刺激条件下的感知强度无显著差异，在预测不一致条件下，动作—刺激条件的感知强度显著小于线索—刺激条件，这可能说明，感觉衰减虽然受自主动作以外的一些预测线索影响，但当预测线索不可用时，自主动作可能是感觉衰减存在的前提条件。

研究三通过操纵动作生成条件下预测刺激和实际感觉反馈之间的一致性程度对感觉衰减的影响，进一步探讨精神分裂症患者在视听交互条件下感觉衰减的特征。实验结果发现，无论预测的视觉/听觉刺激与实际感觉反馈是否一致，精神分裂症的感觉衰减异常仅表现在动作—刺激条件下，这进一步证明精神分裂症患者

的感觉衰减异常可能是由动作预测机制异常所导致，且从视觉到听觉通道的跨模态影响可能与非动作预测线索无关。

三个研究发现精神分裂症患者对于自主动作诱发的动作结果表现出感觉衰减异常，且这种异常存在于不同感觉通道。以上结果揭示了精神分裂症患者感觉衰减异常的潜在机制：精神分裂症在听觉、触觉和视觉通道所表现出的感觉衰减异常可能与动作结果的反馈加工故障有关。

**关键词：**精神分裂症；听觉衰减；视觉衰减；视听交互衰减

## Abstract

Since the concept of "schizophrenia" was proposed, many psychotic symptoms of schizophrenia, such as passivity experiences and hallucinations, have been considered to be due to abnormal sensory attenuation, which refers to the inability to suppress the results of self-generated actions, leading to an inability to distinguish between events generated by oneself and those generated externally. For a long time, abnormal sensory attenuation has been assumed to be the cause of clinical psychotic symptoms, and the close relationship between abnormal sensory attenuation and schizophrenia has been widely recognized by researchers. However, there is currently no consensus on the cause of abnormal sensory attenuation in schizophrenia. This paper systematically explores the behavioral characteristics of abnormal sensory attenuation in different sensory channels based on the auditory, visual, and audio-visual conditions using the action-effect paradigm, in order to clarify the nature of the relationship between schizophrenia and abnormal sensory attenuation.

This study used the action-effect paradigm to investigate the characteristics of auditory attenuation in schizophrenia patients under action prediction cues. Based on this, the study explored the characteristics of auditory attenuation in schizophrenia patients under non-action prediction cues by matching the predictability of the target stimuli under two conditions: action-stimulus and cue-stimulus. The results showed that compared with the healthy control group, schizophrenia patients showed higher perceptual intensity of sound stimuli triggered by self-generated actions, both under action prediction and non-action prediction cues. This indicates that at the behavioral level, schizophrenia patients exhibit abnormal sensory attenuation for self-generated action results. In addition, there was no significant difference in perceptual sensitivity between the two groups of participants, indicating that differences in sensory attenuation cannot be attributed to differences in perceptual sensitivity between subjects. This further confirms that self-generated actions can lead to a decrease in perceptual intensity, but not necessarily a weakening of discriminative ability.

Study 2 was aim to investigate visual sensory attenuation in patients with schizophrenia. The results showed that compared with the healthy control group, patients with schizophrenia exhibited abnormal sensory attenuation for visual stimuli generated

by their own voluntary actions. In the experiment with non-action prediction cues, the perceived intensity of the patient group was not significantly different between the two conditions, whereas in the healthy control group, the perceived intensity in the action-cue condition was significantly smaller than that in the cue-stimulus condition. This suggests that the sensory attenuation abnormality for visual stimuli generated by one's own voluntary actions may be related to a malfunction in action prediction mechanisms. In addition, there was no significant difference in perceived intensity between the action-stimulus and cue-stimulus conditions under prediction consistent conditions. Under prediction inconsistent conditions, the PSE value in the action-stimulus condition was significantly smaller than that in the cue-stimulus condition. This may indicate that although sensory attenuation is influenced by some prediction cues other than voluntary actions, voluntary actions may be a prerequisite for the existence of sensory attenuation when prediction cues are not available.

Study 3 investigated the impact of manipulating the consistency between predicted and actual sensory feedback under the condition of manipulating action generation on sensory attenuation in schizophrenia, aiming to explore the characteristics of sensory attenuation in schizophrenia under audiovisual interaction conditions. The experimental results showed that regardless of whether the predicted visual/auditory stimulus was consistent with the actual sensory feedback, the sensory attenuation abnormality in schizophrenia was only observed under the action-stimulus condition. This further confirms that the sensory attenuation abnormality in schizophrenia may be caused by abnormal action prediction mechanisms, and the cross-modal influence from the visual to auditory channel may be unrelated to non-action prediction cues.

Three systematic studies found that schizophrenic patients exhibited abnormal sensory attenuation for action outcomes evoked by voluntary movements, and that such abnormalities existed in different sensory channels. These results reveal a potential mechanism for the abnormal sensory attenuation in schizophrenia: the abnormal sensory attenuation in the auditory, tactile and visual channels in schizophrenia may be related to the feedback processing failure of action outcomes.

**Keywords:** schizophrenia; auditory attenuation; visual attenuation;  
audio-visual integration

## 目 录

<b>1 引言</b> .....	<b>1</b>
<b>2 文献综述</b> .....	<b>3</b>
2.1 感觉衰减研究 .....	3
2.1.1 感觉衰减的界定 .....	3
2.1.2 感觉衰减及预测 .....	4
2.1.3 感觉衰减的认知机制 .....	7
2.2 精神分裂症的感觉衰减 .....	9
2.2.1 精神分裂症的特点 .....	10
2.2.2 精神分裂症的感觉衰减异常 .....	11
2.2.3 精神分裂症感觉衰减异常的理论基础 .....	12
<b>3 问题提出与研究意义</b> .....	<b>14</b>
3.1 已有研究不足与问题提出 .....	14
3.2 研究意义 .....	15
3.2.1 理论意义 .....	15
3.2.2 实践意义 .....	15
<b>4 研究框架</b> .....	<b>16</b>
<b>5 研究一：精神分裂症患者的听觉衰减</b> .....	<b>17</b>
5.1 实验 1a：动作预测线索下听觉衰减的特征 .....	17
5.1.1 研究目的 .....	17
5.1.2 研究假设 .....	17
5.1.3 研究方法 .....	17
5.1.4 实验结果 .....	20
5.1.5 讨论与小结 .....	22
5.2 实验 1b：非动作预测线索下听觉衰减的特征 .....	23
5.2.1 研究目的 .....	23
5.2.2 研究假设 .....	23
5.2.3 研究方法 .....	24
5.2.4 实验结果 .....	27
5.2.5 讨论与小结 .....	30
<b>6 研究二：精神分裂症患者的视觉衰减</b> .....	<b>32</b>

6.1 实验 2a: 动作预测线索下视觉衰减的特征 .....	32
6.1.1 研究目的 .....	32
6.1.2 研究假设 .....	32
6.1.3 研究方法 .....	32
6.1.4 实验结果 .....	36
6.1.5 讨论与小结 .....	37
6.2 实验 2b: 非动作预测线索下视觉衰减的特征 .....	38
6.2.1 研究目的 .....	38
6.2.2 研究假设 .....	38
6.2.3 研究方法 .....	39
6.2.4 实验结果 .....	42
6.2.5 讨论与小结 .....	44
<b>7 研究三: 精神分裂症患者的视听交互衰减.....</b>	<b>47</b>
7.1 实验 3a: 视觉预测线索下听觉衰减的特征 .....	47
7.1.1 研究目的 .....	47
7.1.2 研究假设 .....	47
7.1.3 研究方法 .....	47
7.1.4 实验结果 .....	51
7.1.5 讨论与小结 .....	54
7.2 实验 3b: 听觉预测线索下视觉衰减的特征 .....	55
7.2.1 研究目的 .....	55
7.2.2 研究假设 .....	55
7.2.3 研究方法 .....	55
7.2.4 实验结果 .....	60
7.2.5 讨论与小结 .....	62
<b>8 总讨论.....</b>	<b>64</b>
8.1 动作预测线索下感觉衰减跨通道特征 .....	64
8.2 非动作预测线索下感觉衰减跨通道特征 .....	65
8.3 跨通道线索预测条件下视听交互衰减的特征 .....	67
<b>9 结论与应用启示.....</b>	<b>69</b>
9.1 结论 .....	69
9.2 应用启示 .....	69
<b>10 研究不足与展望.....</b>	<b>71</b>

参考文献.....	72
附录 1: 被试知情同意书.....	79
附录 2: 阳性症状评定量表.....	80
附录 3: 阴性症状评定量表.....	82
致谢.....	80
在学期间发表的学术论文及研究成果.....	82

# 1 引言

根据 2019 年公布的中国精神卫生调查(China Mental Healthy Survey, CMHS)数据显示, 中国有高达 2.3 亿人患有精神疾病, 其中包括心境障碍、焦虑障碍、酒精药物使用障碍、间歇爆发性障碍、进食障碍和精神病性障碍等六大类别。这些精神障碍的终身患病率达到 16.60%。其中, 精神分裂症及其他精神病性障碍的终身患病率为 0.75%, 患者总数超过 1000 万。精神分裂症及其他精神病性障碍的致残率较高, 是我国和全世界重点防治的精神疾病, 而在这六大类别中, 精神分裂症(schizophrenia)是最常见的临床障碍(Huang et al., 2019)。

精神分裂症是一种复杂的精神障碍, 其病因尚未完全阐明。该疾病表现为阴性症状、阳性症状、认知障碍以及社会功能的严重受损。据研究调查显示, 中国精神分裂症的患病率为 0.6%, 目前已有超过 780 万的患者, 是中国精神疾病负担中的一个突出问题。研究发现, 精神分裂症多在青壮年期(15-25 岁)缓慢或亚多急性发生, 容易迁徙不愈, 导致部分患者出现精神残疾, 给社会和家庭带来沉重负担(潘超超, 2022; 周爱保, 潘超超, 2021)。长期以来, 感觉衰减的异常被假定为临床精神病症状的原因, 感觉衰减异常与精神分裂症的密切关系已经得到广大研究者的认可(Blakemore et al., 2000; Martin & Pacherie, 2019; Hua, 2021)。但是, 精神分裂症患者感觉衰减异常的原因, 即精神分裂症预测障碍的潜在原因, 目前学界还没有统一、明确的结论。

感觉衰减(sensory attenuation)指与外界刺激所诱发的感觉结果相比, 自生行为(self-generated action)引发的感觉结果产生较弱的神经反应, 在主观感知层面报告程度较弱的强度体验(Dewey & Knoblich, 2014; Han, Jack, Hughes, Elijah, & Whitford, 2021; Hughes, Desantis, & Waszak, 2013; 田昊月 et al., 2018)。它不仅有助于大脑成功区分自我和非自我, 也可以通过减弱与预期动作一致的动作结果, 帮助个体突出外部环境中的显著事件, 并告知个体潜在的威胁(Hughes & Waszak, 2011; Kiepe, Kraus, & Hesselmann, 2021)。已有研究发现, 精神分裂症患者在感觉衰减方面存在困难, 而这可能会导致被控制妄想(delusion of control)、思维插入(ideas of reference)、幻听(auditory hallucination)等精神病性症状的显现(Hua, 2021; Oestreich et al., 2016; Shergill, Samson, Bays, Frith, & Wolpert, 2005)。这表明, 感觉衰减异常可能与精神分裂症的精神病性症状紧密相关。经典的解释将感觉衰减归因于基于动作预测的前向模型。据此, 研究者们普遍假设精神分裂症感觉衰减异常则是由于前向模型中



传出副本(efference copy)故障所致(Hua, 2021; Martin & Pacherie, 2019; Whitford et al., 2011)。然而, 后续有研究发现当事件遵循其他可预测性线索时, 在非动作条件(non-motor condition)下也可观察到类似的感觉衰减, 这些研究质疑了感觉衰减的经典解释(前向模型), 并进一步表明感觉衰减可能是由一种更一般的预测机制(a more general predictive mechanism)所驱动, 而非仅限于动作预测(Dogge, Hofman, Custers, & Aarts, 2019; Kaiser & Schütz-Bosbach, 2018; Sato, 2008; Schröger, Marzecová, & SanMiguel, 2015)。但是, 关于这种非动作预测与精神分裂症感觉衰减异常有何关系, 目前尚未有研究进行系统的考察。精神分裂症患者预测缺陷的根本原因有待进一步探索。为此, 需要更多、更细致的研究去探讨精神分裂症感觉衰减的特征, 以期揭示感觉衰减异常的确切机制, 为精神分裂症的预防、诊断和干预提供理论依据。

## 2 文献综述

### 2.1 感觉衰减研究

#### 2.1.1 感觉衰减的界定

在日常生活中，我们通常会有这样的体验：当某些身体部位被别人触碰时会产生痒感并引人发笑，而自己触碰时这种感觉会衰减很多。该现象在科学领域被称为感觉衰减(Sensory Attenuation)，是人类在长期的生物进化过程中形成的一种适应机制。早在 1988 年，Blakemore 等人就对感觉衰减现象作出一个极为有趣的表述：

“Even the most ticklish person is unable to tickle oneself(即使最怕痒的人也无法自己‘挠痒痒’)” (王碧野, 2017)。在该实验中，被试需要用右手控制一个机械臂去“挠”自己的左手臂。结果发现，当机械臂由主试而不是由被试自己控制时，体感皮层的活动减少，这为感觉衰减现象提供了客观证据(Hughes et al., 2013)。在此之后，研究者在采用功能性磁共振成像研究技术，并继续采用类似的实验设计对被试的躯体感觉皮层的激活程度进行考察，结果发现，躯体感觉皮层的激活程度随着被试操作之间时间间隔的减小而降低，进一步从神经影像学层面表明自主动作结果的感知觉加工在皮层的激活会发生衰减(Blakemore, Wolpert, & Frith, 2000; 王碧野, 2017)。

Gallagher 在 2000 年提出自主感(sense of agency)的概念，具体指个体通过控制自己的行为对外部世界产生影响的体验(Gallagher, 2000; 田昊月 et al., 2018)。根据自主感的不同成分，研究者们将自主感的研究范式分为外显和内隐两种。感觉衰减作为自主感研究中一个重要观测指标，并且逐渐发展成为稳定的内隐测量范式，被定义为与外界刺激所诱发的感觉结果相比，自生行为(self-generated action)引发的感觉结果产生较弱的神经反应，在主观感知层面报告程度较弱的强度体验(Dewey & Knoblich, 2014; Han, Jack, Hughes, Elijah, & Whitford, 2021; Hughes, Desantis, & Waszak, 2013; 田昊月 et al., 2018)。在神经生理学层面上，感觉衰减通常是通过事件相关电位来测量的，如听觉 N1，其波幅在自生动作结果下会发生抑制(与外生动作相比)。感知层面的衰减则一般是通过外显强度评级(如体验到的痒感)或更隐性的心理物理指标衡量，如主观相等点等(Weiss, Herwig, & Schütz-

Bosbach, 2011)。感觉衰减是与环境成功互动的必要条件，而且有助于大脑成功区分自我和非自我。此外，它通过减弱与预期动作一致的动作结果，帮助个体突出外部世界中的显著事件，并告知个体潜在的威胁。它也被认为是自我认同的基础，因此功能失调的衰减会导致精神病性症状出现(Hughes & Waszak, 2011; Kiepe et al., 2021; Mifsud, Beesley, Watson, & Whitford, 2016)。

## 2.1.2 感觉衰减及预测

感觉衰减已被证实存在于广泛的生物体中，且在触觉、听觉和视觉通道中均有研究。根据感觉衰减的经典的解释，即基于动作预测的前向模型，研究者在多个感觉通道探索了自主运动动作引发感觉衰减的表现，结果表明自主动作确实包含了一种独特的、与自我相关的机制，它会衰减随后的动作结果(Majchrowicz & Wierzchoń, 2021; Pyasik, Ronga, Burin, Salatino, & Pia, 2021; Storch & Zimmermann, 2022)。然而，另一些研究则发现在没有任何动作的情况下，当事件可以从不同的来源预测时，也可观察到类似的衰减效应(Dogge et al., 2019; Klaffehn, Baess, Kunde, & Pfister, 2019)。因此，自主动作引发感觉衰减的结论并不明确。

### 2.1.2.1 动作预测线索下的感觉衰减

在触觉通道，研究者大多采用力匹配范式来量化预测过程所引起的感觉衰减的程度。在该范式中，实验装置由一个连接在扭矩马达(torque motor)上的杠杆组成，杠杆末端连接了一个传感器(sensor)用来测量施加在被试手指上的力。被试需要在两种条件下匹配杠杆施加在右手食指上的目标力。在手指条件下，被试需要用左手食指主动向杠杆施力，作用于右手食指来直接匹配目标力；而在滑块条件下，被试需要通过控制滑块间接地匹配目标力。结果发现，当被试试图匹配目标力时，在手指条件下施加的力比滑块条件下更大，而在滑块条件下，被试可以更精确地匹配目标力。据此，研究者们认为，采用手指方式进行力匹配时，大脑的中枢神经系统可以使用运动命令的传出副本(efference copy)来预测动作的感觉结果，这种预测所引起的感觉衰减可以通过力的过度补偿进行测量。而在滑块条件下，被试的动作(在水平面上滑动滑块)及其感觉结果(感觉到力作用于其手指)间的关系较为罕见，因此被试可能不会产生任何预测加工来减弱感知能力 (Bays & Wolpert, 2008; Knoetsch & Zimmermann, 2021; Shergill, Samson, Bays, Frith, & Wolpert, 2005; Teufel, Kingdon, Ingram, Wolpert, & Fletcher, 2010)。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/025312320302011304>