

生物笔记9:记忆系统作为一个 Method VI 相变(粗颗粒度分析)

秦汉(Han Qin) · ORCID 0009-0009-9583-0018

DOI: 待定 · CC BY 4.0

摘要

本笔记把整个记忆系统(11DD)作为一个 Method VI 相变进行粗颗粒度分析。四阶段结构为萌芽(工作台激活态)经谱翻转(入库事件)到翻转(进入不可逆睡眠压缩窗口)直至确立(远期分布式存储), $r \gg 1$ 。
严格意义上是构-涌现拓扑距离比,而非单纯时间比;本笔记用时间作为粗略代理,真正的 r 需要信息论代理量精化。

核心论断有三:记忆系统可以被粗颗粒度地视为一个 Method VI 相变;12DD 工作台和 11DD 萌芽阶段在结构上不是同一个东西;过滤是默认,入库是例外。

辅助贡献有三。其一,情绪度被定位为跨阶段调制信号,12DD 基础情绪作为主参数(猫锚定 heuristic),14DD 复杂情绪作为价值标准来源,13DD 作为执行否决的过滤器对 11DD 痕迹的叙事整合施加选择性切断。其二,13DD 的否决只在叙事整合层起作用,不下沉到 12DD;被否决的痕迹仍存于 11DD,12DD 仍可读取并生成身体反应,但主观叙事层拿不到。这解释了为什么创伤记忆被"压抑"时身体仍对相关线索有反应(皮肤电导以及回避行为和情绪爆发),以及婴儿期失忆中痕迹仍塑造成成年心理但无法被意识检索。其三,各类记忆病理可被定位到四阶段中的具体失败点(经典遗忘症以及 Alzheimer's 和 PTSD 与睡眠障碍和 SDAM 与 HSAM 和情绪钝化与抑郁以及解离性失忆和婴儿期失忆)。

方法论副产品:为 Method VI 的跨领域应用提供一条一般性原则,即首先要识别该系统的拓扑距离量,时间只在没有更准代理时才退而求其次。这条原则给整个 SAE 系列的 r 估计提供认识论上的精确化。

更细颗粒度的子相变结构留给后续笔记。

第一节 引言:记忆作为相变问题

1.1 问题的提出

传统记忆研究通常把记忆描述为"存储加固和检索"的连续过程,或者拆成短期与中期和长期三层存储的渐进模型。这两种描述在大量经验数据上确实可用,但它们都是构层描述,即只刻画过程的表面接续,不触及结构上的离散跃迁。

然而记忆系统内部有几个无法被连续模型吸收的现象。其一,工作记忆在任务结束后内容消散,这种消散不是逐渐衰减,而是近似瞬时的;一个人心算结束后,中间结果几乎立刻失去可用性,与他刚才的"记得"之间有一个难以弥补的断裂。其二,睡眠带来的记忆巩固不能被"继续加工"来解释;同样一段时间的清醒无论如何重复回忆,都无法代替一夜睡眠对记忆的转化效果。其三,Alzheimer's 病的临床典型模式是近期记忆先丢失而远期记忆相对保留,这个时间梯度在连续衰减模型下难以自然出现;连续衰减应当让较旧的内容先消失,而非相反。

这些现象共同提示一件事:记忆不是连续过程,是一系列相变的串联。每一个相变有自己的阈值,有自己的 Le Chatelier 缓冲,有自己的越翻条件,各自展现出 $r \gg 1$ 的不对称结构。

本笔记使用 SAE 框架(Self-as-an-End,秦汉 2024,DOI 10.5281/zenodo.18528813)中的 Method VI(相变窗口与实验设计,秦汉 2026,DOI 10.5281/zenodo.19464507)作为分析工具,把整个记忆系统作为一个粗颗粒度的相变进行分析。目标不是替代既有的神经科学模型,而是为那些精细模型提供一个共同的结构坐标。

1.2 本笔记的方法论定位

Method VI 的核心命题是:任何具有阈值响应加 Le Chatelier 缓冲加构-涌现关系的系统,其相变结构都可以用四个阶段建模,这四个阶段分别是萌芽与谱翻转和翻转与确立。其中不对称比 r 满足 $r \gg 1$,即从干预开始到翻转点的萌芽距离远大于从翻转点到确立点的距离。ZFCp

的数学结构给出 r 约为 5 的先验预测,但 Method VI 的核心论证只依赖更弱的条件 $r \gg 1$ 。

本笔记的关键声明是:Method VI

具有分形性质。它不是一个只适用于某个固定尺度的方法论,而是可以在不同精细度上递归应用。Anth-1(秦汉 2026,DOI 10.5281/zenodo.19531334)用它分析物种 DD 层级的跨层涌现,Anth-2 和 Anth-3 与 Anth-4 用它分析文明尺度的 14DD 到 15DD 涌现,本笔记用它分析一个更窄的尺度,即 11DD 系统自身的运作相变。不同精细度看到不同的相变,各自都可以是四阶段结构,各自的 r 可能不同,但彼此不矛盾。

本笔记聚焦最粗颗粒度:把整个记忆系统从信息进入到长期存储的全过程,作为一个相变处理。这个选择有两个理由。其一,最粗颗粒度的相变在经验上最容易识别,工作记忆消散以及睡眠压缩和远期存储这三个点是任何记忆研究者都承认的经验事实,先把它们放到 Method VI 的四阶段框架里,比直接去刻画细颗粒度的子相变更稳。其二,先把粗颗粒度立住,再往细颗粒度递归,符合 SAE 框架在其他领域的应用习惯(Anth-1 先讲 13DD 涌现的大相变,后续论文再拆细);这样写出来的笔记彼此之间有清晰的分工,不会在同一篇里试图处理所有尺度。

更细颗粒度的子相变,比如从 12DD 工作台到 11DD 缓冲,从早期稳定化到远期转化,以及每一个子相变内部的四阶段,这些都留给后续笔记展开。

1.2.1 Method VI 跨领域应用的关键澄清

使用 Method VI 分析一个新领域之前,有一个方法论环节必须先完成,那就是识别该领域的拓扑距离量。

在 Method VI 的原始数学来源中,不对称比 r 是 Ω 空间(整数素因子复杂度空间)的距离比。这不是时间距离,也不是空间距离,而是结构复杂度的比值,衡量两个状态之间在复杂度坐标上的距离。 $\Omega = 2.75$ 到 $\Omega = 3.79$ 是萌芽到翻转的距离(约 1.04 个单位), $\Omega = 3.79$ 到 $\Omega = 4.01$ 是翻转到确立的距离(约 0.22 个单位),比值 r 约为 4.7 接近 5。这里的“距离”是 Ω 空间的内在坐标,不是地球上的时间或者空间。

Method VI 跨领域应用时,首先要识别该系统的拓扑距离量。时间只在没有更准代理时才退而求其次。Anth-1 用几百万年除以几万年作为 13DD 涌现的 r 估计,Anth-2 用约 96000 年除以约 1500 年作为 14DD 涌现的 r 估计,Anth-3 用 2300 年除以 200 年作为 15DD 涌现的 r 估计。这些时间比都是退化代理的使用,是因为人类学没有直接测量物种主体性涌现的拓扑距离的方法。时间能用是因为它与真正的拓扑距离在群体平均上有粗略相关,但它不是拓扑距离本身。

在记忆系统中,有比时间更接近原意的代理量可用。12DD 工作台累积的信息熵总量,以及睡眠期有效 ripple-spindle

耦合事件携带的负熵注入量,都是可以被神经科学测量的物理量。本笔记出于稳健考虑,仍然以时间作为粗略代理给出初步 r 估计,但同时显式承认这是退化代理,并指出更接近原意的代理方向。

这个方法论澄清不只为 Note 9 自己服务。它为整个 SAE 系列对 Method VI 的跨领域应用提供一条一般性的原则:首先要识别该系统的拓扑距离量,时间只在没有更准代理时才退而求其次。Anth 系列已有的 r 估计因此可以被理解为“退化代理的合理使用”,而不是对真正 r 的直接测量。这条原则在 Method VI 未来的版本更新中值得显式纳入。

1.3 与已有 SAE 文献的关系

Anth-1 第三节把 11DD 加 12DD 定义为构层,并明确声明这是一个“连续积累过程,不存在内部相变”。本笔记识别出 11DD 自身有内部相变结构,这似乎与 Anth-1 的声明相冲突。但实际上两者不矛盾,关键在于它们在不同的分辨率下观察同一个对象。

Anth-1 关心的是 13DD 涌现这个事件:自我完备性作为一个跨层涌现,从 11DD 加 12DD 的构层基础上生长出来。在那个分辨率下观察构层,构层作为一个整体被看作“连续积累的基础”,内部的细微结构被暂时忽略,这是正确的,因为 Anth-1 的论证目标不需要分辨构层内部。就像从地表看山脉时,山脉作为一个整体被看作“连续的隆起”,山脉内部的断层与褶皱在那个分辨率下看不见。

本笔记在更高的分辨率下观察 11DD 自身的运作,内部的相变结构随之浮现。这不是对 Anth-1 的修正,是分辨率提升后的进一步观察。两种观察在各自的分辨率下都正确,合起来构成对同一个对象的分层刻画。这种“分辨率提升”(zoom in)本身对应 Method VI 的分形性声明,即不同分辨率看到不同层次的相变结构。换个角度说,本笔记对 11DD 内部相变结构的识别,与 Anth-1 第三节“构层连续积累”的声明在 13DD 涌现尺度上是完全一致的:Anth-1 从 13DD 向下看,构层作为整体提供“连续积累的基础”;本笔记在 11DD 自身尺度上看,同样的“连续基础”内部才露出离散相变。两个声明在各自的观察尺度上各自正确,合起来构成对构层的完整立体描述。

本笔记与其他 SAE 文献的关系如下。Method VI 为本笔记提供分析框架本身;Method VII(Via Negativa,秦汉

2026,DOI 10.5281/zenodo.19481305)为本笔记的"从病理反推正常结构"提供否定方法论的基础,并在 13DD 过滤器对 11DD 痕迹的否决一节中再次被调用作为机制实例。SAE 意识系列第五篇(秦汉 2026,DOI 10.5281/zenodo.19385464)提出的"13DD 我的/不是我的过滤器"为本笔记第六节婴儿期失忆的机制说明提供直接框架。Bio Note 8(ADHD/AI transplant 笔记)在其第十一节留下了 12DD 相关病理地基的未完成部分,本笔记为那个部分提供结构基础。未来的 Methodology IX(意识方法论,撰写中)需要 11DD 作为构层枢纽的完整描述,本笔记提供其粗颗粒度版本。

第二节 Method VI 背景与分形应用原则

2.1 Method VI 核心要素

Method VI 的响应函数形式如下。设状态变量 z 描述受试对象在状态空间中的穿透深度,响应函数 $g(z)$ 分为三段。当 z 小于 F 时, $g(z)$ 等于零,属于萌芽区,此时微观层面已有扰动,但宏观净效应为零或为负。当 z 介于 F 和 E 之间时, $g(z)$ 等于 δ 乘以 $(z - F)$ 除以 $(E - F)$,属于从翻转到确立的升段,净效应从零上升到最大值 δ 。当 z 大于等于 E 时, $g(z)$ 等于 δ ,属于确立后的全效应态。

F 是翻转点, E 是确立点, δ 是真实最大效应量。不对称比 r 定义为 F 除以 $(E - F)$,即萌芽距离与翻转-确立距离的比值。 r 等于 1 时两段对称, r 远大于 1 时萌芽距离远长于翻转-确立距离。

Le Chatelier 缓冲是 Method VI 的物理直觉来源。萌芽期全程有缓冲在起作用,不断抵抗系统向确立态的跃迁;一旦缓冲被突破(z 越过 F),确立过程迅速完成,因为维持旧态的机制本身已经跌破最低阈值。这个几何特征是 r 远大于 1 的结构性来源。

Method VI 在 ZFCp 中给出的数值是 r 约等于 5。但其核心论证只依赖更弱的条件 r 远大于 1。具体数值可能在不同系统中不同,但不对称性本身是跨领域稳定的预测。

2.2 分形应用原则

Method VI 的一个重要性质是分形性:它可以在不同精细度上递归应用。SAE 框架中已有的 Method VI 应用分布在多个尺度上。

在宇宙尺度上,物种 DD 层级的跨层涌现符合四阶段结构。例如 13DD 从 11DD 加 12DD 构层涌现的过程中,动物界卡在萌芽区(大猿有 MSR 但无语言化自我表达),智人在约 50000 年前经历谱翻转(洞穴艺术与符号葬)和翻转(神话-仪式闭合),此后进入确立期。

在文明尺度上,14DD 制度涌现和 15DD 普世人格尊严涌现都是四阶段过程。Anth-2 分析了 14DD 从 Göbekli Tepe 萌芽到法典确立的完整相变,Anth-3 分析了 15DD 从 Axial Age 萌芽到 UDHR 确立的完整相变,Anth-4 把这些放入文明级别的宏大叙事中。

在个体尺度上,DD 层级的个体成长(如 Note 7 所讨论的 13DD 三功能位的形成)也是四阶段过程。

在系统尺度上,本笔记要做的就是在这一层的工作,也就是记忆系统的内部运作作为一个相变过程。

在更细的尺度上,单次记忆编码事件内部的毫秒级动力学以及突触可塑性的分子级过程,原则上也可以用 Method VI 分析。这些留给后续笔记。

不同精细度的 r 可能不同。在 Anth-1 的大尺度上, r 大约在 100 量级(几百万年除以几万年),反映物种尺度相变的极端不对称。在文明尺度上,Anth-2 的 r 大约在 50 量级,Anth-3 的 r 大约在 10 量级。在本笔记的粗颗粒度上, r 的初步估计在 5 到 8 量级,接近 ZFCp 的原始预测。越向下细化,单次事件级的 r 可能反而超大,这本身是一个值得研究的分形特征。本笔记不处理这个跨尺度的比较问题,留给开放问题一节。

不同尺度的相变结构同形,但各自有自己的物理内容。本笔记的四阶段对应记忆系统中的四个具体过程,下一节展开。

2.3 本笔记粗颗粒度的操作定义

在本笔记的粗颗粒度框架下,潜在状态变量 Z 定义为信息进入记忆系统的穿透深度。穿透深度是一个抽象量,它的具体代理指标有多个候选:编码强度;情绪度与注意力的乘积;重复次数;睡眠后持续时间。本笔记在不同位置使用不同代理指标,但核心都指向同一个抽象量,即信息离长期存储有多近。

翻转点 F 的定义是关键。本笔记把 F 严格钉为:进入不可逆的睡眠压缩窗口,即跨越有效 SWS 级联的阈值。

这个定义需要澄清三件事。第一, F 不是 SWS 级联的完成;完成的语义更接近 E 而不是 F 。 F

是进入不可逆状态的事件,是门的跨越而不是房间的住满。第二,F 的跨越需要 SWS 加纺锤波和海马体尖波的三重级联同时启动;任何一个震荡缺失都可能让 F 无法被跨越。第三,F 是一个阈值而不是一个固定时刻;具体哪一秒进入不可逆是由当时的神经状态决定的,但从经验上看,F 通常在深睡眠的早段出现。

确立点 E
定义为远期分布式皮层存储稳定。这是一个过程性的状态,不是瞬间的事件;皮层痕迹从翻转完成后开始分布,随着时间推移逐渐稳定。E 不是一个明确的时刻,而是一个状态概念。但在粗颗粒度上,E 与 F 之间的“翻转-确立距离”仍然可以被粗略地衡量:从跨越 SWS 级联阈值开始,到远期分布式存储稳定到可以在更长时间尺度上抵抗衰减,这段过程构成翻转-确立距离。

萌芽距离定义为从信息进入工作台到跨越 F 之间的全过程,包括工作台激活期与入库事件(谱翻转)和早期稳定化期。这段距离在粗颗粒度上,以一段清醒期的时长作为代理。翻转-确立距离以一夜睡眠的关键 SWS 窗口及其后续转化期作为代理。两者之比给出 r 的粗略估计。

这些代理都是时间代理,是退化代理的使用。真正的 r 应该用信息论的拓扑距离量来表达,详见第四节。

第三节 粗颗粒度的四阶段

本节展开记忆系统在粗颗粒度上的四阶段结构。每个阶段给出界定以及 Le Chatelier 缓冲的特征和神经科学锚点。四阶段是萌芽(工作台激活态)与谱翻转(入库事件)以及翻转(进入不可逆睡眠压缩窗口)和确立(远期分布式存储)。

3.1 萌芽:工作台激活态

界定。萌芽阶段的内容存在于 12DD 工作台,即运行时激活态,但尚未被 11DD 系统接收。这个阶段是本笔记对传统记忆研究的第一个几何切割。

一个重要的区分必须放在这里:12DD 工作台与 11DD 萌芽阶段是结构上的两个位点。这是 SAE 框架在粗颗粒度上对现有文献中交叠构造的几何切面。文献中“工作记忆”与“短期记忆”常常混用,但它们在 SAE 框架下指向的是不同的东西:12DD 工作台处理运行时的心理运算(心算的中间结果以及当前意图和计算过程),11DD 萌芽阶段处理的是已经被 11DD 系统接收但尚未跨越后续翻转点的内容。

这个区分不否定文献中工作记忆的多成分模型(Baddeley 以及 Cowan 和 Oberauer 等)。Baddeley 的语音环路与视空间画板和中央执行系统,Cowan 的 4±1 注意力焦点,Oberauer 的基于状态的激活模型,这些都是对 12DD 工作台内部结构的精细刻画。本笔记的贡献是从 SAE 框架的层级视角提供一个几何切面,把“工作记忆”这个术语长期以来的混淆对象切成两个结构位点。Daume 等 2024 年在 *Neuron* 上的研究为这个区分提供了后验证据:工作记忆任务中海马体的持续活动预测后续长期识别。也就是说,经验上 12DD 工作台与 11DD 萌芽之间不是完全隔离的硬墙,而是半透边界,两者之间存在连续关系。但这种连续关系不取消结构位点的区分,就像液态水到水蒸气之间存在连续的相变过程,但液态与气态仍然是两个可以明确区分的位点。

12DD 工作台与 11DD 萌芽的候选物理判据。海马体是否触发持续活动。纯 12DD 工作台的内容(比如心算 47 乘以 23 的中间结果)在前额叶-顶叶网络维持,不触发海马体持续活动;当内容具有显著性或情绪凸显性时,海马体开始持续活动,这就进入了 11DD 萌芽阶段。Daume 等的研究显示,工作记忆任务中海马体的持续活动强度预测了该内容后续能否被长期识别,也就是说,海马体持续活动是 12DD 工作台向 11DD 萌芽跨越的物质基础。这个判据是候选的而不是定论,还需要更多后续神经科学工作来精化,但在当前证据下它是最接近结构界定的操作化指标。

Le Chatelier
缓冲。萌芽阶段的缓冲机制有四个来源。其一是注意力瞬态,即注意力的持续时间有限,注意力消散后未被接收的内容即刻丢失。其二是任务目标终止,即任务完成后工作台清空,与任务直接相关但与长期记忆无关的内容在此消散。其三是工作台容量限制,Cowan 的 4±1 注意力焦点是对这个限制的粗略估计。其四是干扰,即新刺激进入工作台时挤掉旧内容。这四个缓冲机制合起来抵抗“所有工作台内容进入 11DD 通道”这件事,使得绝大多数工作台内容在此阶段消散。

过滤是默认。大多数工作台内容从不越过 F。心算的中间结果以及瞬时感知和短暂念头,99% 以上在此消散。这不是记忆系统的“遗忘失败”,而是系统的正常工作,就像过滤器的正常工作是把大部分水挡在外面,只让少数水通过。如果工作台的所有内容都进入 11DD 通道,12DD 的预测系统会被噪声淹没,长期存储会在几天内耗尽。萌芽阶段的 Le Chatelier 缓冲不是缺陷,是设计。

跨物种对比。猫的 12DD

工作台在两个维度上都“短”:预测窗口浅(前瞻深度只够即时任务)和维持时间短(任务完成即消散)。这两个特征共同构成强 Le Chatelier 缓冲,大部分信息在到达任何可被识别的 11DD 萌芽之前就已消散。需要特别澄清一个可能的误解:猫的瞬时反应延迟可以比人更快,但这条通路不经过 12DD 工作台,其架构细节涉及 SAE 的跨层方向性问题,超出本笔记的范围(见系列大纲留给跨层方向性笔记的专题)。本笔记只需承认:工作台的短是为了经济性(不需要长预测就不维持长工作台),不是为了反应快;反应延迟与工作台长短是独立的两个维度。狗的情况不同,驯化使狗的 12DD 在预测主人意图这个单一通道上深化,工作台可以维持相当长时间的目标导向行为,但这种深化并不自动转化为进入 11DD 萌芽,狗的长期记忆仍然受严格限制。人类的 12DD 工作台容量和维持时间中等,但情绪度以及意图和叙事对 Le Chatelier 缓冲突破的调制最复杂,因此越翻概率 π_{cross} 的调节范围最大。这个跨物种观察为后续章节(§5)关于 12DD 基础情绪作为跨物种古老调制信号的论证提供了基础。

人类内部的可训练性。人类个体之间 12DD 工作台的有效维持时间有相当大的可塑性。通过领域特定的训练,工作台的有效维持可以从基线的几分钟延长到十几分钟甚至更长。一个日常可见的例子是咖啡店店员:“一杯大杯燕麦奶拿铁加糖浆,一杯中杯冰美式不加糖,一杯小杯卡布奇诺多奶泡”,这种多维订单可以在店员的工作台中稳定维持接近十分钟直到出杯完成。类似的工作台延长也见于国际象棋大师(同时维持多步棋局推演)以及同传译员(源语言片段在翻译输出的几秒到十几秒内维持)和急诊医生(同时维持多位患者的状态清单)。

这种延长很可能不是“工作台本身变大”,而是 chunking 加 schema 整合让同样数目的 chunks 承载更多的原始信息。Cowan 的 4±1 工作记忆容量仍然成立,但每个 chunk 的内容结构化程度因训练而大幅提高。咖啡师的每个“中杯冰美式不加糖”在工作台中不是多个独立槽位的维持,而是一个已存 schema 的整体调用:“中杯”加“冰”加“美式”加“不加糖”的组合,在咖啡师的 11DD 中已经是一个预先存在的 schema 节点,工作台只维持一个指针就够了。

这个观察的一个含义是:12DD 工作台的“长”与“短”,不完全由 12DD 自己决定,更由 12DD 调用 11DD 已存 schema 的能力决定。工作台训练的实质是 12DD 与 11DD schema 基底之间耦合效率的训练,而不是工作台自身容量的训练。这恰好对应 Oberauer 的 state-based working memory 理论的核心主张,也指向一个更深的问题:12DD 枢纽对 11DD 长期存储的调用关系,值得后续笔记专门展开(见系列大纲 Paper A)。

神经科学锚点。前额叶-顶叶网络的持续活动维持工作台内容;state-based working memory 理论(Oberauer)把工作记忆刻画为长期知识的被激活子集加注意力焦点的组合;Daume 等 2024 年的关键发现显示海马体持续活动强度是越翻概率的物质基础。更精细的毫秒级动力学以及突触级机制留给后续笔记展开。

3.2 谱翻转:入库事件

界定。谱翻转是从 12DD 工作台转入 11DD 早期稳定化通道的离散事件。这不是平滑过渡,而是一个明确的跃迁:跨越这个事件后,内容不再依赖 12DD 工作台的持续维持,而是进入 11DD 的早期稳定化机制。

需要区分谱翻转与翻转。谱翻转(本节)是入库事件,即从工作台进入 11DD 通道;翻转(§3.3)是从早期稳定化转入不可逆睡眠压缩窗口的事件。两者都是相变,但处于相变链的不同位置。谱翻转通常发生在清醒期,翻转通常发生在睡眠期。谱翻转是“信息跨越进入 11DD”的门,翻转是“信息进入长期分布式存储”的门。

Le Chatelier

缓冲在此阶段的特征。谱翻转阶段的缓冲比萌芽期弱,因为信息已经在海马体等结构中获得一定程度的持续活动。但缓冲依然存在:编码效率限制以及干扰和后续遗忘都可能让信息在此阶段丢失。关键是情绪度首次在这个阶段显著调节越翻概率 π_{cross} ,也就是说,注意力乘以情绪度乘以显著性的联合信号决定某项内容是否能跨越谱翻转进入 11DD 早期稳定化通道。

这里的情绪度包括多个维度。在最基础层面,恐惧与惊讶和愤怒这些 12DD 基础情绪通过杏仁核-海马体协同机制增强编码效率(McGaugh 传统)。在更高层面,个人相关性以及自我相关性和任务重要性这些由前额叶调节的判断也进入 π_{cross} 的计算。这些调制在跨越谱翻转后继续影响信息在后续阶段的命运,但在谱翻转本身的事件中,它们首次作为选择信号发挥作用。

神经科学锚点。杏仁核-海马体协同是经典的情绪记忆增强机制(McGaugh 2000 年以来的传统,以及后续大量实验证据)。蓝斑-去甲肾上腺素系统在情绪凸显事件中产生相位性发放,放大海马体的编码效率。预测误差在海马体触发编码,这是海马体作为新奇-预测整合器的经典角色。Qasim 等 2023 年在 Nature Human Behaviour 上的研究提供了直接证据:人类颅内记录显示,杏仁核与海马体的高频活动同步增强标志情绪编码成功,这是谱翻转事件的神经标志物。

注意。谱翻转不等于“进入长期记忆”。跨越谱翻转只意味着进入 11DD 的早期稳定化通道,内容仍然可能在后续阶段被丢弃,特别是在翻转(§3.3)的睡眠期选择性遗忘环节。所以从“我记得今天中午吃了什么”到“我一年后仍然记得今年某天的中午吃了什么”,中间至少需要跨越两个相变:谱翻转与翻转。每一个都是 Le Chatelier 缓冲的独立战场。

3.3 翻转:进入不可逆睡眠压缩窗口

界定。翻转是记忆系统相变的核心事件。翻转点 F 严格定义为:进入不可逆的睡眠压缩窗口,即跨越有效 SWS 级联的阈值。这不是 SWS 级联的完成,也不是某段睡眠过程的全部,而是进入不可逆状态的那个阈值。SWS 级联(慢波睡眠加纺锤波和海马体尖波的三重震荡耦合)启动之后,信息从早期稳定化(海马体依赖以及易脆弱和 episodic 特征丰富)转向远期稳定化通道(皮层分布式以及稳定和趋向 semantic)。

这是你最早指出的“睡觉可以压缩到长期记忆”所对应的相变。清醒期无法跨越这个 F,无论清醒期持续多长时间都不能。清醒状态的认知处理反而是缓冲:清醒期的持续回想不但不能促成翻转,某种程度上还在延迟翻转,因为回想让信息保持在早期稳定化的活跃状态,而不是让它进入 SWS 级联的离线处理。睡眠不是“休息”,而是 11DD 的在线到离线处理切换的相变机制。清醒期干我们自己的事,睡眠期 11DD 才有机会做它最重要的工作。

Le Chatelier 缓冲突破条件。F 的跨越需要 SWS

加纺锤波和海马体尖波的三重级联同时启动。任何一个震荡缺失或者耦合失败都可能让 F 无法被跨越。慢波睡眠提供底层的同步化节奏,纺锤波为信息的时序组织提供窗口,海马体尖波携带压缩后的信息重播。三者耦合时,信息才能跨越 F 进入远期通道;任何一个缺席,信息就卡在早期稳定化阶段,最终被遗忘或者被次日的新信息挤掉。Staresina 2024 年在 Trends in Cognitive Sciences 上的综述为这个三重耦合的重要性提供了当前最系统的证据汇总。

一个重要但不常被强调的事实是前额叶尖波在 SWS 期间对海马体重播实施 top-down suppression,这是 12DD 对 11DD 的反向调制在睡眠中作用。换句话说,哪些信息值得跨越 F,哪些不值得,这个选择并不是海马体单方面决定的,而是前额叶与海马体在睡眠期共同完成的协商。12DD 预测系统在睡眠中仍然保持某种程度的影响力,它通过前额叶尖波对海马体重播进行选择抑制,从而让跨越 F 的内容更符合当前的预测框架。这个机制在临床上可能对应许多与睡眠相关的认知症状(详见 §6)。

$r \gg 1$ 的关键位置。翻转阶段是 r 在粗颗粒度上被赋值的关键位置。萌芽期以整个清醒期(大约 16 小时)作为时间代理;翻转-确立距离以从 F 跨越到远期分布式存储稳定的过程(大约 2 到 3 小时的关键 SWS 窗口加上后续几天的皮层稳定化)作为代理;两者之比大致在 5 到 8 量级。这个估计与 ZFCp 预测的 r 约为 5 在量级上吻合。但必须明确,这是时间代理给出的退化估计,真正的 r 需要信息论代理量精化(详见第四节)。

情绪度的二次筛选。跨越 F

后,睡眠期的重播不是随机的。情绪度高的内容被优先重播,这是一个关键的二次筛选机制。但重播优先度不是单调的:极端情绪度可能破坏正常重播进程。这是 PTSD 的一个重要机制:极端创伤事件的情绪度过高,导致 SWS 级联本身被打断(出现碎片化睡眠或噩梦唤醒),结果内容无法顺利跨越 F,停留在早期稳定化阶段反复被重新激活。具体机制在第五节(倒 U 型响应)和第六节(PTSD)展开。

神经科学锚点。coupled sleep rhythms(Staresina 2024)以及 sleep-dependent engram reactivation(Wang 等 2024 年在 iScience 上的研究);前额叶尖波的 top-down 作用是前额叶睡眠尖波研究近年的突破,相关证据显示前额叶在 SWS 期间不是被动休眠,而是主动参与海马体重播的选择性抑制。Denis 等 2022 年在 PNAS 上的研究提供了一个具体的经验事实:睡眠优先巩固记忆的负面方面,这与情绪度二次筛选的理论预测一致,也与后续病理学(§6)中关于 PTSD 与抑郁的机制论述呼应。

睡眠剥夺作为自然实验。如果翻转相变的 $r \gg 1$

成立,那么睡眠剥夺不应该是“等比例伤害记忆”,而应该呈现阈值型特征。 $r \gg 1$ 的含义是:翻转-确立距离在总窗口中只占很小一部分,剥夺这一部分造成的伤害远大于剥夺等长的萌芽期时间。具体预测是,一夜完全无 SWS 的睡眠(总时长正常但 SWS 窗口缺失)的记忆伤害远大于一夜只睡 4 小时的睡眠(总时长减半但 SWS 级联仍然正常)。这个预测为 §9 的非平凡预测提供了 P-N9-1 的理论基础。

3.4 确立:远期分布式存储

界定。确立阶段是信息进入远期分布式皮层存储后的长期命运。痕迹从海马体主导转向新皮层分布式存储;海马体依赖性降低(但并未消除,contextual binding theory 认为对于语境丰富的情景记忆,海马体依赖性可能永远保留);semanticization 开始并持续进行;episodic 特征逐渐衰减,gist 加 schema 逐渐主导。

确立不是“到达终点”,而是一个持续进行的过程。远期分布式存储的内容在时间尺度上不是静止的:它在不断地被更新以及被抹除重写和被重新组织。这个动态过程对应三个重要机制:complementary learning systems 的渐进整合;reconsolidation 的反向重编辑;13DD 对 11DD 痕迹的否决性过滤加 14DD 提供部分价值标准(详见 §5.3)。每一次检索都是一次潜在的重写机会;每一次反复回忆都在微调已存痕迹;每一次新的相关经历都在调整旧痕迹的结构。

Le Chatelier

缓冲在确立后的角色。确立阶段的缓冲机制与前三个阶段不同:前三个阶段的缓冲抵抗"信息进入更深层级",确立阶段的缓冲变得更复杂,既有抵抗衰减的机制(比如反复检索与语义网络的支持,这些保护痕迹不被彻底丢失),也有鼓励重构的机制(比如 reconsolidation 打开痕迹的编辑窗口)。两种机制的平衡决定了特定痕迹在长期尺度上的命运。

这里出现一个看似悖论的现象:反复检索反向触发

reconsolidation,即反复回忆同一段记忆让这段记忆在每次回忆后被微调。这意味着最常回忆的记忆,其实最容易被改造,而不是最稳定。这与 Loftus 1970

年代以来关于目击者记忆可变性的经典工作一致:反复回忆目击事件的目击者,其记忆的细节往往被逐次回忆所污染,而不是被反复回忆所强化。

高情绪度内容倾向于抵抗 semanticization,因此保留 episodic

特性更久。这是为什么创伤性记忆的感官画面感可能持续数十年不褪色(虽然语境整合可能损坏),而一般日常记忆则逐渐变得模糊抽象。涉及 14DD 级复杂情绪的痕迹(比如羞耻以及内疚和悔恨相关的事件)在此阶段会被 13DD 依照 14DD

提供的价值标准施加否决性过滤,这不只是温和的重编辑,而是系统性切断特定痕迹到叙事整合层的通道,这个机制在 §5.3 展开。

关键事实。确立不是"永恒保存"。确立的痕迹仍在不断重构,每次检索都可能改变内容。这就是为什么老记忆往往和当前叙事一致:它已经被当前叙事反复重编辑过。一个人对自己童年的回忆,与其说是对童年经历的忠实再现,不如说是用当前的理解与价值观和叙事框架反复重写过的当前作品。这个事实对自我理解有重要含义,对创伤治疗也有临床含义:reconsolidation 窗口的可利用性是当前创伤治疗研究的重要方向之一。

神经科学锚点。complementary learning systems(McClelland 以及

O'Reilly)提供海马体到皮层渐进整合的经典框架;systems consolidation 的多轨迹与转化理论(Nadel 以及 Moscovitch)把确立过程刻画为多条并行痕迹的协同演化;fuzzy-trace theory(Brainerd 以及 Reyna)指出 gist 和 verbatim 痕迹并行衰减,gist 更稳定;Sekeress 以及 Moscovitch 与 Winocur 2018 的 contextual binding theory

提供对海马体依赖性长期保留的理论辩护。这些模型在细节上不完全一致,但都指向同一个粗颗粒度图景:确立阶段的远期分布式存储是一个动态过程,而不是静态档案。

第四节 Le Chatelier 缓冲与 r 的拓扑距离本质

4.1 四阶段的 Le Chatelier 缓冲汇总

在每个阶段,缓冲机制不同但方向一致:抵抗升级。萌芽阶段的缓冲是工作台消散倾向以及注意力瞬态和容量限制,突破条件是持续注意力加情绪度加任务目标。谱翻转阶段的缓冲是编码效率限制以及干扰,突破条件是足够的 encoding gain。翻转阶段的缓冲是清醒状态抑制压缩进入不可逆,突破条件是进入睡眠加正常 SWS 级联。确立阶段的缓冲变得更复杂,既有抵抗衰减的机制(反复检索与语义网络的支持),也有鼓励重构的机制(rec onsolidation 打开痕迹的编辑窗口),两种机制的平衡决定了特定痕迹在长期尺度上的命运。

这四种缓冲在机制上各不相同,但在相变结构上共享同一种几何:Le Chatelier

式的系统性抵抗,以及突破后的相对迅速确立。这个几何共性是 Method VI 作为共同分析框架的根据。

4.2 r 的本质:拓扑距离比,不是时间比

ZFCp 原文中 r 的严格定义:r 是 Ω 空间(整数素因子复杂度空间)的距离比。 $\Omega = 2.75$ 到 $\Omega = 3.79$

是萌芽到翻转的距离(约 1.04 个单位), $\Omega = 3.79$ 到 $\Omega = 4.01$ 是翻转到确立的距离(约 0.22 个单位),比值 r 约为 4.7 接近 5。这里的"距离"是 Ω 空间的内在坐标,即结构复杂度的比值,既不是时间距离也不是空间距离。

这个事实对跨领域应用 Method VI 非常重要。Method VI

应用到记忆系统时,理想情况下应该用信息论意义上的拓扑距离:萌芽距离应是 12DD

工作台累积的信息熵总量(进入工作台的内容量乘以维持时间和 encoding 强度的积分);翻转-确立距离应是

SWS 期间有效 ripple-spindle 耦合事件携带的负熵注入量,也就是从 episodic 到 schema

的压缩功。神经代理的候选是:萌芽距离用海马体 theta

振荡的累积积分加杏仁核触发的蓝斑-去甲肾上腺素释放总量,翻转-确立距离用 spindle-ripple 耦合事件计数乘以平均耦合强度乘以 replay 选择性。

真正的 r 因此应写为:

$$r = \frac{\text{萌芽期累积信息熵}}{\text{SWS 有效耦合事件的负熵注入量}}$$

分子与分母都是信息论单位的量,不含时间维度。

4.3 为什么时间不等于拓扑距离

本笔记出于可操作性的考虑,暂时使用时间作为 r 的粗略代理表象:萌芽期用一段清醒期(约 16 小时)时长,翻转-确立距离用一夜睡眠的关键 SWS 窗口(约 1 到 3 小时)时长,两者之比给出 r 在 5 到 8 量级的估计。这个估计数值与 ZFCp 原始预测的 r 约为 5 在量级上吻合。但必须明确,这只是退化代理,不是真正的 r 。

时间作为代理不准确的根本原因是:同一段清醒期时长对应的信息熵累积量可以相差几个数量级。无聊一天与高强度学习日同样是 16 小时清醒期,但累积到工作台的信息熵总量可以差几千倍。同一段睡眠时长,SWS 期间的有效耦合事件计数也可以相差几倍到十几倍(年龄以及健康和情绪状态都会调制)。时间作为代理在群体平均上还能用,但在个体水平基本失效,这是个体间记忆保留率差异看似飘忽不定的重要原因之一。这不是说时间代理无用:在缺乏精细神经学测量的条件下,它是一个可操作的最弱下限,跨个体平均仍能给出 r 量级的粗估。本笔记承认这个可操作性,同时明确它不是真正的 r ,真正的 r 需要信息论代理量精化。

这个澄清不只为 Note 9 自己服务。它指向一个更一般的方法论原则:Method VI 跨领域应用时,首先要识别该系统的拓扑距离量,时间只在没有更准代理时才退而求其次。Anth-1 用几百万年除以几万年作为 13DD 涌现的 r 估计,Anth-2 用约 96000 年除以约 1500 年作为 14DD 涌现的 r 估计,Anth-3 用 2300 年除以 200 年作为 15DD 涌现的 r 估计。这些时间比都是退化代理的使用,因为人类学没有直接测量物种主体性涌现的拓扑距离的方法。时间能用是因为它与真正的拓扑距离在群体平均上有粗略相关,但它不是拓扑距离本身。本笔记在记忆系统中有比时间更接近原意的代理量可用(信息熵加负熵注入量),这算是一个小幅进步,但仍然只是逼近,真正的精化需要后续神经科学工作。

这条方法论原则对整个 SAE 系列的 r 估计有认识论上的精确化作用。Anth 系列已有的 r 估计因此可以被理解为"退化代理的合理使用",而不是对真正 r 的直接测量。未来 Method VI 的版本更新可以显式纳入这条原则。本笔记的这一小节,某种意义上是作为 Method VI v1 的一个外部补丁提出,为 Method VI 的跨领域应用提供一个架构澄清。

4.4 "过滤是默认,入库是例外"

$r \gg 1$ 的哲学含义可以用一句话表述:过滤是默认,入库是例外。

人每天经历数以万计的事件以及念头和感知。只有极少数越过谱翻转进入 11DD 通道。再经过睡眠期的翻转筛选,更少数进入远期存储。最终被长期记住的部分,相对于当天的总经验,可能不到万分之一。

这不是记忆系统的缺陷。如果所有经历都被保留,12DD 预测系统会被噪声淹没,长期存储会在几天内耗尽,检索成本会变得不可承受。相反,默认过滤是系统的正常工作,就像过滤器的正常工作是把大部分水挡在外面,只让少数水通过。问题不是"为什么我的记忆这么差",而是"为什么有一小部分内容竟然能够突破层层缓冲进入长期存储"。回答这个问题的一个关键信号是情绪度,详见第五节。

这个视角对日常的记忆自我归因有实际意义。大多数人说"我记性不好"时,其实是对记忆系统默认行为的误解。记忆系统默认就是过滤掉大部分内容,"记性不好"只有在某个内容本应越过谱翻转但实际没越过的情况下才有意义。如果内容从一开始就在 12DD 工作台阶段就消散,那不是记忆失败,是系统正常工作。

4.5 对记忆研究方法论的含义:暴露验证

Method VI

的第四个非平凡预测是:在宣布干预无效之前,必须先验证暴露是否达标。应用到记忆研究:许多"记忆训练无效"的研究可能是训练未越过翻转点,而不是训练机制无效。

具体而言,一项声称记忆训练对长期保留无效的研究,需要回答以下问题。训练期间受试者的编码强度达到了可能越过谱翻转的水平吗?训练后的睡眠是否包含正常的 SWS 级联?训练内容在翻转阶段是否被优先 replay?如果这些问题的答案都是"未验证",那么"训练无效"的结论只是说明训练未达到有效暴露,不等于训练机制本身无效。真正的机制证伪需要在验证暴露达标的条件下仍然观察到无效果。

这个观察对记忆研究的实验设计提出具体要求:暴露验证应作为记忆训练研究的标准组件,而不是事后补充。这条要求未来可能改变记忆训练的证据评价标准。

第五节 情绪度作为跨阶段调制信号

5.1 情绪度不属于任何单一阶段

传统记忆研究常把情绪度定位在"编码阶段":情绪化的事件编码更强,因此记得更牢。这个说法在经验上有部分支持,但在粗颗粒度的相变结构下是误导的。

Method VI 视角下,情绪度不属于任何单一阶段,而是贯穿四阶段的调制信号:

(1)在萌芽阶段,情绪度决定工作台内容是否维持到足以进入 11DD

萌芽(高情绪度让内容在工作台维持得更久,或者直接触发海马体持续活动);

(2)在谱翻转阶段,情绪度通过杏仁核-海马体协同机制降低翻转阈值(McGaugh 传统),让高情绪度内容更容易跨越谱翻转进入 11DD 早期稳定化;

(3)在翻转阶段,情绪度调节睡眠期 replay 的优先度,高情绪度内容被优先 replay,影响翻转的选择性;

(4)在确立阶段,情绪度决定 semanticization 的抵抗度,高情绪度内容更慢地被压缩为 gist,保留 episodic 特性更久。

这个跨阶段视角解释了许多传统单阶段视角无法解释的现象。比如为什么情绪化事件有时编码时并不特别突出,但经过一晚或几天的睡眠后反而记忆更稳固:这不是"后来才想起来",而是情绪度在翻转阶段继续调制 replay 选择,让那些情绪化内容获得了二次强化。又比如为什么创伤记忆在事件后许多年仍然保留着鲜活的感官细节:这不是某一阶段编码过强的结果,而是极端情绪度在所有四个阶段同时施加调制,让内容在每一个缓冲点都获得了优先通过。

5.2 12DD 基础情绪作为主参数:猫锚定作为操作 heuristic

情绪度的来源是 12DD 的基础情绪系统。这里需要一个关于情绪 DD 层级归属的操作 heuristic。

作为本笔记使用的操作 heuristic:凡是没有 13DD 的物种也表现出的情绪反应,可以视为 12DD 级情绪。猫有恐惧以及愤怒和厌恶以及满足和惊讶以及好奇这些情绪反应,因此根据这个 heuristic,这些可以被视为 12DD 基础情绪。大鼠的一次学习恐惧条件反射(one-trial fear learning)是这个 heuristic 的强支持:一次学习的恐惧记忆可以保留终生,说明 12DD 级情绪就足以让记忆系统跨越多个相变阈值完成全部四阶段。

这个 heuristic 需要明确其认识论地位。它在 SAE 框架下作为操作 heuristic 使用,不作为情绪分类的本体论判据。复杂边界案例,比如大象的哀伤以及灵长类的羞耻萌芽和乌鸦的复仇式反应,留待专门的跨物种情绪研究。本笔记的中心不是情绪分类,是记忆作为相变加情绪度作为跨阶段调制信号的结构论证。猫锚定原则的工具性价值就在这里:为本笔记提供一个清晰的 12DD 级情绪起点,让结构论证可以推进。过度追求本体论定义会让论证的火力被情绪分类的边界争议抢走,偏离主题。

神经基础方面,几个事实支持这个

heuristic(但不证明它作为定义):杏仁核的古老性,从爬行动物到哺乳动物都保留相似的核心结构;蓝斑-去甲肾上腺素系统的跨哺乳类保守性;下丘脑加杏仁核和海马体轴的基本架构跨物种一致。这些神经证据说明 12DD 情绪系统的基本硬件在哺乳类中高度保守,因此跨物种 heuristic 有神经学上的合理性。

对本笔记的具体意义:情绪度排序机制不是高级认知,它是跨物种古老的基底,依附于 12DD 的预测系统。猫也有完整的情绪度排序压缩:恐惧记忆一次学成,一辈子保留,这是 12DD 级情绪通过相变链完整运作的典型证据。人类的情绪记忆系统在 12DD 基础之上增加了 14DD 复杂情绪的调制层,但 12DD 基础层的核心机制与猫是同一个。

5.3 13DD 过滤器的否决性作用与 14DD 提供的价值标准

架构澄清。SAE 框架中,"否决"功能的宿主是 13DD,不是 14DD。这是 SAE 架构的基本定义的一部分:13DD 作为 self-completeness

层,其核心能力就是自我区分,也就是"我的/不是我的"的判定。这个判定能力本身就是否决能力:判定为"不是我的"的痕迹,被拒绝进入叙事整合。14DD 提供价值标准(某事违背我的"不得不"),但执行否决的是 13DD。14DD 是老板,定标准;13DD 是执行者,切通道。

过滤发生的精确位置。这个区分对理解 SAE 架构的方向性约束非常关键。13DD 的过滤只作用在 12DD 到 13DD 的交接处,不下沉到 11DD 或 12DD 的内部运作。

具体流程:- 11DD 存储的痕迹一直可以被 12DD

读取并生成身体反应以及情绪和预测以及行为调节(这条通路永远通畅) - 痕迹到达 13DD 时,被 13DD

的"我的/不是我的"过滤器审核 - 过滤器按照 14DD 提供的价值标准(以及 13DD

自身的身份连续性判定)决定是否接受整合 - 被拒绝的痕迹不进入叙事层,但仍在 11DD 保留,12DD 仍可读取

也就是说:13DD

的否决是"我不收",不是"你不许送"。上层不穿透到下层去修改下层的运作,上层只决定自己这一层接不接收。这是 SAE 方向性约束在过滤器架构中的自然体现。

机制的四种具体表现:

(1)羞耻:13DD 按 14DD 提供的"这段不可接受"标准,切断某段 11DD 记忆到叙事整合层的通道。痕迹仍在 11DD,12DD 仍能读取,身体对相关线索仍产生反应(皮肤电导以及回避行为和生理唤起),但当前意识的自传体检索拿不到。这个机制的病理性强化对应解离性失忆(详见 §6.6)。

(2)内疚:13DD 按 14DD 提供的"这段需要重新定性"标准,在 reconsolidation 窗口中修改痕迹的叙事标签。同一件事,经过内疚调制后被重新编码为"我对 X 的伤害",这不是创造新痕迹,是对旧痕迹的叙事层重标签。

(3)悔恨:13DD 在 14DD 持续提供"这段需要被标记为严重"标准的情况下,反复 reconsolidation 同一事件,每次加深负面情绪标签。这是 rumination 的机制基础。

(4)骄傲与庄严:同样是 13DD 执行的否决性过滤,只是 14DD 提供的标准是"不允许这段记忆停留在中性默认"。正向情绪与负向情绪在 13DD 执行层面是对称的,都是否决当前叙事默认,用方向性的标签重新塑造痕迹。

一个关键的观察:否决不阻止 12DD 使用痕迹。这个观察有重要的经验支持。创伤性记忆即使被"压抑"(叙事层不接受),身体仍然对相关线索产生强烈反应:皮肤电导以及回避行为和情绪爆发与梦中重现。这些反应通过 12DD 通路直接生成,不需要 13DD 的叙事整合。面孔识别症以及盲视和 PTSD 的自主反应都是同一架构模式:意识检索失败,身体/情绪反应仍存。这些现象在 SAE 架构下不是"潜意识神秘运作",是 12DD 正常读取 11DD 痕迹并生成输出,只是 13DD 过滤器不让这些痕迹进入叙事整合层。

Via Negativa 的位置。14DD 提供价值标准不是 Via Negativa 本身,价值标准可以是正面的("这应该被记住为光荣")或负面的("这应该被拒绝")。Via Negativa 是 13DD 的执行方式:不创造新痕迹,只对已存痕迹施加"不允许它停留在现有位置"的否决。每一个 13DD 过滤动作都是一次"这不是我的/这不能这样被整合进我的故事",这是否定方法论在记忆系统中的下行通路具体实例。

只有 13DD 承担这个角色。这是 SAE 架构中一个值得显式声明的事实。9DD 到 12DD 的各层都不需要"我的/不是我的"判定。10DD 不问"这是我的感知吗",11DD 不问"这是我的痕迹吗",12DD 不问"这是我的预测吗"。只有 13DD 这一层,self-completeness 的涌现必然带出否决功能。14DD 和 15DD 各有自己的角色,但执行"我的/不是我的"过滤的唯一位置是 13DD。

研究纲领声明:具体的 guilt/shame/pride 经 13DD 执行的否决性 reconsolidation 印记与 fear/anger 的区别,当前文献证据尚稀薄。本笔记提出作为研究纲领,不作为已立定结论。预测 P-N9-5(见 §9)为这个研究纲领提供具体的可测方向。

5.4 倒 U 型响应:指向开放问题

情绪度与记忆保留率的关系不是单调的。Ouyang 与 Dunsmoor 2024 年在 Learning & Memory 上的研究显示了一个重要的经验区分:情绪强度对条件学习呈线性关系,但对情景记忆呈倒 U 型关系。中等情绪度的情景事件记忆最好,极端情绪度的情景事件记忆反而更差或更混乱。

Method VI 框架下对倒 U 型的初步理解:极端情绪度让相变 2(谱翻转)的阈值大幅降低,内容极易跨越谱翻转进入 11DD 早期稳定化;但同时极端情绪度破坏相变 3(翻转进入 SWS 级联)的正常进程,睡眠被噩梦以及 hyperarousal 打断,SWS 级联无法完整形成,F 无法被正常跨越。

结果是一个看似悖论的模式:内容异常容易进入 11DD 通道,但无法完成向远期分布式存储的转化。痕迹卡在早期稳定化阶段,反复以接近原始的形态被激活。这正是 PTSD 闪回的机制(详见 §6.3)。

本笔记对倒 U 型的完整机制解释留给开放问题(§10.2)。这需要多相变联动分析,单一相变无法完整解释。但粗颗粒度上的观察已经足够清楚:倒 U 型不是"中等情绪度是最优编码强度"这种简单解释,而是两个相变的阈值在极端情绪度下分别被不同方向地推动,联动产生非单调响应。这个方向上的精细机制,是未来记忆研究的一个值得追踪的目标。

第六节 病理作为阶段失败的谱系

6.0 认识论地位与医学免责声明

认识论地位。本节对各类记忆病理的阶段定位是 Method VI 框架下的当前最有解释力的粗粒度结构假设,不是已经被神经科学经验完全证成的相变诊断。各定位的证据强度不同。其中经典遗忘症的谱翻转失败有最强的文献支持(H.M. 案例半个多世纪的研究);PTSD 的相变 2

过度加相变 3

未完成定位有中等强度的文献支持(近年关于选择性过度稳定和语境整合缺陷的研究提供了方向);Alzheimer's 的相变 4 通道损坏定位有解剖学和病理学证据但机制细节仍在研究中;SDAM 与 HSAM 的相变 4 对称两极定位是本笔记新提出的结构假设,文献支持部分证据但需要更多专门研究;情绪钝化的跨阶段 π_{cross} 降低是一个本笔记可以生成具体预测的方向(文献当前稀薄)。§9 给出对应的可证伪预测。

医学免责声明。本节的病理分析不是临床指南。不应被解读为对任何具体患者的诊断或治疗建议。患者的诊断与治疗必须由具备资质的临床医生根据个体情况做出。本笔记的目的是为 Method VI 框架在记忆系统中的应用提供病理学侧面的概念诊断,服务于理论和研究,而非临床决策。

方法论说明。本节使用粗颗粒度诊断:把每个病理定位到四阶段中哪一段失败。精细亚型差异留给后续笔记。这样做的目的是在粗颗粒度上把诊断谱系的结构暴露出来,为未来的细颗粒度工作提供一张可追踪的地图。

6.1 经典遗忘症:谱翻转失败

经典遗忘症(classic amnesic syndromes)是记忆相变链在谱翻转处断裂的经典案例。H.M. 案例(双侧内侧颞叶切除后的严重顺行性遗忘)提供了半个多世纪的研究积累。典型模式是:

- (1)保留工作记忆:H.M. 可以在对话中维持几分钟的连贯对话,说明 12DD 工作台功能正常;
- (2)保留远期记忆:手术前已完成确立的远期记忆大部分保留,说明相变 4 已完成的痕迹不依赖受损的内侧颞叶;
- (3)新学习不能建立:手术后的新经验无法形成长期记忆,每天醒来对前一天的事件没有陈述性记忆。

Method VI 诊断:相变链在谱翻转处断裂。工作台内容可以在短时间内维持,但无法跨越谱翻转进入 11DD 早期稳定化。信息到达 12DD 工作台,维持一小段时间,然后消散,从未进入 11DD 通道。

神经基础上,这个诊断对应内侧颞叶(特别是海马体)作为谱翻转事件的关键执行器。Daume 等 2024 年的海马体持续活动预测长期识别的发现,为这个定位提供了正向证据:海马体损伤后,这个"持续活动预测长期识别"的机制被切断,谱翻转事件无法发生。Korsakoff 综合征(mammillary bodies 与丘脑损伤导致的遗忘症)呈现类似模式,诊断上同样是相变链在谱翻转处断裂,但具体的神经基础涉及海马体-丘脑环路中的不同节点。

6.2 Alzheimer's 病:相变 4 通道损坏与痕迹崩塌

Alzheimer's

病呈现一个典型但不完美的时间梯度:近期记忆首先丢失,远期记忆相对保留,疾病晚期远期记忆也会崩塌。这个模式与经典遗忘症不同:经典遗忘症的近期与远期分界明确(手术前 vs 手术后),Alzheimer's 的分界是连续的时间梯度,反映一种逐渐推进的退化过程。

Method VI 诊断:相变 3 到相变 4 的通道损坏,加已确立痕迹的持续崩塌。- 新近的内容难以越过翻转(相变 3)进入远期通道,因为内侧颞叶受累最早,SWS 级联的海马体端失效;- 已确立的远期痕迹在皮层分布式存储中逐渐崩塌,反映新皮层的渐进性退化;- 时间梯度是因为已稳定的远期痕迹对新一轮退化的抵抗力,比新近尚未完全稳定的痕迹更强,这不是真正的保留机制的差异,而是退化时间线的差异。

神经基础:内侧嗅皮层(entorhinal cortex)与海马体最早受累,tau 病理从内侧颞叶开始扩散,逐渐侵犯皮层分布式存储网络。这对应 Method VI 的诊断:从相变 3 到相变 4 的通道(内侧颞叶到皮层的对话)首先被切断,之后皮层分布式存储本身开始受损。

这是当前最有解释力的粗粒度定位。疾病的实际进程涉及多种并行机制(淀粉样斑块以及 tau 缠结和神经炎症与突触丢失),这些机制在不同阶段贡献不同,粗颗粒度的 Method VI 诊断不替代对这些具体机制的研究,只提供一结构上的坐标。

6.3 PTSD:相变 2 过度加相变 3 未完成

PTSD 是本笔记中 Method VI 诊断最具解释力的案例之一。传统文献一度将 PTSD 描述为"过度巩固"(over-consolidation),意指创伤记忆被异常强烈地巩固导致难以消退。但近年研究提示,这个简单模型不完整。PTSD 实际呈现一种悖论组合:某些方面的记忆异常稳固(反复闯入的感官片段以及强烈的情绪唤起),另一些方面的记忆却异常脆弱(语境整合以及时间顺序和连贯叙事)。

Method VI 框架下,这个悖论得到自然解释。PTSD 诊断为:相变 2 异常强加相变 3 的 F 跨越异常弱。

具体机制:- 极端情绪度让内容异常容易越过相变 2(谱翻转),杏仁核-海马体协同异常放大,内容获得优先进入 11DD 早期稳定化通道的待遇;- 同时极端情绪度破坏相变 3 的正常 SWS 级联进入,睡眠本身因过度唤醒以及噩梦和碎片化而无法形成完整的三重震荡耦合,F 无法被正常跨越;- 结果是痕迹卡在早期稳定化阶段,反复以近似原始形态激活(闪回);- 同时内容未能进入远期分布式皮层存储的正常整合,所以不能被有效地 semanticized,不能被编入连贯的自传体叙事,不能被时间定位("那件事已经过去了"这种语义脱敏无法生效)。

这个诊断重新定义了 PTSD

的本质:不是记忆太强,是记忆卡在错误的阶段。闪回之所以持续几年甚至几十年,不是因为痕迹被特别牢地巩固,而是因为痕迹从未完成向远期分布式存储的转化,一直停留在高度脆弱以及易被感官线索触发和高度 episodic 的早期状态。

神经基础:PTSD

患者的杏仁核过度反应以及海马体体积减少和前额叶与海马体耦合异常。这些神经特征可以一致地映射到 Method VI 诊断:杏仁核过度反应对应相变 2 阈值降低;海马体体积减少和前额叶耦合异常对应相变 3 的 SWS 级联不能正常运作。Clancy et al. 2024

年关于海马体-皮层网络在创伤性闯入记忆中的时空动力学研究,为这个定位提供了近期的经验证据。

这是当前最有解释力的粗粒度定位。它不否定传统 over-consolidation

研究积累的经验事实,而是重新组织那些事实:创伤记忆的"异常稳固"是结构定位造成的(卡在早期稳定化),不是巩固过程本身异常强大。

6.4 睡眠障碍:相变 3 的 F 跨越被剥夺

睡眠障碍的记忆影响是 Method VI

诊断最直接的案例。慢性失眠以及睡眠呼吸暂停和碎片化睡眠这些状况共同的效应是关键 SWS 窗口缺失或破碎。

Method VI 诊断:相变 3 的 F 跨越直接被阻断。

具体机制:SWS

级联(慢波睡眠加纺锤波和海马体尖波)无法完整形成。慢波数量不足,纺锤波与慢波的耦合不精确,海马体尖波在关键窗口没有充分的放电。结果是内容已经进入 11DD 早期稳定化通道,但始终无法跨越 F 进入远期分布式存储通道。

粗粒度后果:选择性影响近期记忆转化,远期已稳定的痕迹相对保留。这个模式在临床上广泛观察到。长期失眠患者报告的记忆受损,几乎总是"最近的事情记不住",而不是"几年前的事情忘了"。这与 Method VI 诊断的预测完全一致:F 跨越被阻断只影响新内容的转化,已经跨越过 F 并完成一定远期稳定化的旧内容,在 SWS 级联失败的情况下仍然可以保留。

神经基础:coupled sleep rhythms 失败(Staresina 2024

年的综述提供了当前最系统的证据汇总)。具体的失败模式可能是慢波功率降低以及纺锤波密度降低和纺锤波与慢波的相位耦合精度降低等。这些测量可以用作 Method VI 诊断的客观指标:SWS 级联的完整性可以被量化,成为相变 3 的 F 跨越能力的神经学代理。

6.5 SDAM 与 HSAM:相变 4 的对称两极

本笔记把 SDAM(严重缺乏自传体记忆)和 HSAM(超忆症)作为相变 4 Le Chatelier

缓冲的对称两极重新组织。这是本笔记提出的一个新结构假设,文献有部分证据支持,但需要更多专门研究。

SDAM:语义化过度。 - 相变 4 的 Le Chatelier 缓冲异常弱 - 语义化(压缩)过度,把"我"的 episodic 体验全压缩到只剩冰冷事实 - 语义知识以及程序记忆和实验室记忆任务正常,说明相变 1 到相变 3 都正常 - 但缺乏 vivid 自传体记忆体验,说明在相变 4 阶段,episodic 特征被过早地被 semanticization 吞噬 - 对应的临床描述:"我知道我去过那里,但我无法重新体验当时的感觉"

Method VI 诊断:相变 4 的 Le Chatelier 缓冲弱,episodic 特征过早被 semanticization 吞噬。文献证据来自 Palombo 与 Levine 等对 SDAM 案例的研究。SDAM

个体在语义任务上正常甚至优于平均,但自传体回忆任务中缺乏 re-experiencing 的神经标记和主观体验。

HSAM:语义化失败。 - 相变 4 的 Le Chatelier 缓冲异常强 - 语义化(压缩)被持续抵抗,拒绝丢弃任何 episodic 细节 -

系统背负海量冗余结构:每天的日期以及天气和穿着什么衣服和吃了什么饭都可以精确回忆,即使是几十年前的琐事 - 自传体检索专门化,date-anchored 通路异常发达 - 但并非普遍抗遗忘:HSAM

个体在标准实验室记忆任务上通常不表现出显著优势,相变 1 与 2 和 3 都正常,异常只出现在相变 4 的 episodic 衰减被延缓或阻断

Method VI 诊断:相变 4 的 Le Chatelier 缓冲过强,episodic 特征抵抗

semanticization。这不是"容量更大"或"记忆更好",是相变 4 的缓冲机制在 episodic 衰减方向上的异常强化。

对称两极的结构意义:

SDAM 与 HSAM 不是两个独立病理,是相变 4 缓冲在两个方向上的极端: - SDAM 端:压缩过于强烈,episodic 信息过早被 semanticized - HSAM 端:压缩被过度抵抗,episodic 信息拒绝被 semanticized - 正常人在两极之间的连续谱上,大多数人的相变 4 缓冲调谐得恰好能在保留重要自传体内容与完成 semanticization 之间取得平衡

这个对称图景给 Method VI 在记忆系统的应用增加了一个诊断结构美。它也给 SDAM 与 HSAM 的未来研究提供了一个共同坐标:两者不是各自独立的奇异现象,是同一个相变的两种不同调谐。这是本笔记新提出的结构假设,是否能被后续研究验证,留待未来的工作。

6.6 解离性失忆:13DD 过滤器对特定痕迹的病理性强化过滤

解离性失忆的传统诊断描述:某段特定记忆被"压抑"或"解离",无法主动检索,但在特定线索下可能被意外触发。这个诊断在临床上有争议,与器质性记忆障碍的鉴别诊断重要,神经科学证据稳定性有限。但在 SAE 框架下,解离性失忆有一个自然的定位,与 §5.3 的 13DD 过滤器机制直接对接。

Method VI 诊断:13DD 过滤器对特定 11DD 痕迹的病理性强化过滤。

机制候选:13DD 按 14DD 提供的"不可接受"标准(羞耻以及内疚和创伤后否认等)对某段 11DD 已存痕迹施加强烈的过滤,切断该痕迹到叙事整合层的通道。关键的不是切断痕迹本身,也不是切断 12DD 到该痕迹的读取,而是切断 12DD 到 13DD 的叙事整合通路。因此出现一个典型的双分离:

- 叙事层:当前意识无法主动检索该记忆,言语报告"我不记得"
- 12DD 层:身体仍然对相关线索产生反应(心率加快以及皮肤电导升高和回避行为),因为 12DD 仍能读取 11DD 痕迹并生成预测和生理反应
- 痕迹本身:仍保留在 11DD,特定感官线索(气味以及特定声音和场景)可能在某个时刻让 13DD 过滤器暂时松动,允许痕迹进入叙事层,呈现为"突然想起"

这与 PTSD 在机制上是对偶的:- PTSD:痕迹卡在相变 2 与相变 3 之间,无法完成向远期的转化,反复以原始形态闯入 - 解离性失忆:痕迹已经完成相变 4 进入远期分布式存储,但 13DD 过滤器后续切断从意识到该痕迹的叙事整合通路

两者可以在同一个体上共存。创伤幸存者可能既有闪回(PTSD)又有对特定细节的解离性遗忘(事件的某些方面完全无法回忆,即使努力尝试也检索不到)。这不是矛盾,是两个不同位置同时失败:相变 3 未完成导致闪回,13DD 过滤器对特定痕迹的过度激活导致解离性遗忘。PTSD 与解离性失忆的共存是 Method VI 诊断的一个非平凡预测(见 §9)。

认识论谨慎:解离性失忆的临床定义本身有争议,文献证据稳定性有限,本笔记的 SAE 定位是理论假设而非诊断标准。当前最有解释力的粗粒度定位之一,但需要更细颗粒度的工作来精化。特别是 13DD 过滤器对特定痕迹的选择性强化机制本身在当前文献中仍是研究纲领(见 §5.3),因此解离性失忆的 SAE 诊断整体仍属于理论推论。

6.7 情绪钝化:跨阶段 π_{cross} 普遍降低

情绪钝化(emotional blunting)是一个常在抑郁症以及某些药物副作用(特别是 SSRI 的长期使用)和精分以及某些脑损伤中观察到的现象。其核心特征是:情绪体验的强度整体降低,但不表现为悲伤或焦虑,而是"麻木"或"没有感觉"。

Method VI 诊断:调制信号普遍衰减,跨所有阶段的 π_{cross} 下降。

具体后果:情绪度作为跨阶段调制信号在每一个阶段的作用都被削弱。相变 1 的越翻概率降低(工作台内容不再因情绪凸显而维持到入库);相变 2 的杏仁核-海马体协同减弱(情绪编码增强机制失效);相变 3 的睡眠期 replay 选择性降低(情绪内容不再被优先 replay);相变 4 的 episodic 抵抗 semanticization 能力降低(情绪化记忆不再特别保留 episodic 特征)。

这导致一个看似悖论的观察:情绪钝化患者的整体记忆保留率不一定下降,因为基线非情绪事件的保留本来就由低 π_{cross} 决定,这些不会因情绪钝化而显著下降。但是高情绪度本该被优先保留的内容,也不再被优先保留。结果是:

- 普通日常内容记忆保留率:不显著降低
- 高情绪化事件的记忆增强效应:显著减弱
- 记忆整体质感:变得灰暗以及均匀和缺乏标记

这就是为什么情绪钝化的患者常描述"我的记忆变得没有颜色了"或"我记得发生了什么,但我感受不到它的重要性"。这不是记忆系统的失败,是调制信号的失败。记忆的结构还在,但重要性权重的分布被压平了。

此为人群层面结构性解读,不替代个体临床决策。具体患者的情绪钝化可能涉及多种机制的组合,临床评估与治疗需要由具备资质的专业人员根据个体情况判断。

当前最有解释力的粗粒度定位。文献证据当前稀薄,这是 Method VI 框架能生成具体预测的地方。预测 P-N9-2(见

§9)为这个方向提供具体的可测预测:情绪钝化患者的高情绪度内容的记忆增强效应应显著减弱,而中性内容的保留率不应有显著差异。

6.8 抑郁症:调制信号的极性偏斜

抑郁症的记忆特征与情绪钝化有重要区别。情绪钝化是衰减(所有情绪的 π_{cross} 一致降低),抑郁症是极性偏斜(情绪度的正负极对 π_{cross} 的影响变得不对称)。两者可能在同一患者身上共存(抑郁症患者常同时经历情绪钝化),但在机制上可以分离。

Method VI 诊断:调制信号极性偏斜,不是跨阶段均匀降低,而是对不同 valence 差异化处理。

具体后果: - 负面情绪度的 π_{cross} 增强:负面事件的谱翻转阈值降低,容易进入 11DD 通道;睡眠期 replay 优先负面内容;确立后的 reconsolidation 反复加深负面叙事。这些共同导致 rumination 和 overgeneral autobiographical memory 的临床模式。 - 正面情绪度的 π_{cross} 降低:正面事件较少进入 11DD 通道,睡眠期较少被 replay,因此较少被长期保留。这对应 mood-congruent forgetting 的临床现象。

神经基础:mood-congruent recall 和 overgeneral autobiographical memory 是抑郁症记忆研究中被反复验证的现象。Method VI 提供的补充视角是把这些经验现象重新组织为"调制信号极性偏斜"这一结构性诊断。

与情绪钝化的关系(§6.7): - 情绪钝化是调制信号的绝对强度普遍降低 - 抑郁症是调制信号的极性不对称 - 两者是调制信号两种不同的病理性再调谐模式 - 具体患者可能呈现两者的组合,但在机制上仍可以通过仔细的临床测量分离

当前最有解释力的粗粒度定位。这个定位与既有抑郁症记忆研究文献高度兼容,Method VI 在这里提供的是重新组织而非颠覆。

6.9 婴儿期失忆:13DD 过滤器建立的发展性现象

婴儿期失忆(infantile amnesia)长期被认为是发展性现象而非病理。传统解释聚焦于海马体成熟以及语言与 theory of mind 发展等编码层面的不成熟。本笔记在 SAE 框架下提出一个检索层面的精化定位,与 §6.6 解离性失忆在机制上对偶,同时引用 SAE 意识系列第五篇(秦汉 2026,DOI 10.5281/zenodo.19385464)的 13DD"我的/不是我的"过滤器作为直接机制。

Method VI 诊断:婴儿期失忆的核心机制是 13DD 过滤器在建立后对前身份时期 11DD 痕迹的系统性否决。

机制说明。4 到 5 岁前,13DD 尚未稳定建立,"我的/不是我的"过滤器未建。此时期的经验通过 11DD 正常编码,12DD 正常读取。13DD 稳定后,过滤器开始运作:它按照当前"我"的身份连续性判定,把前身份时期的大量痕迹判为"不是我的",拒绝让它们进入叙事整合层。

这与单纯的"编码失败"解释有重要不同。按照本笔记的定位: - 编码没有失败:早期痕迹正常进入 11DD - 12DD 仍能读取:这些痕迹持续影响成年的行为以及情绪和预测与依恋模式 - 13DD 叙事层被切断:成年后的自传体检索拿不到这些痕迹,所以报告"我不记得 3 岁前的事"

硬后验:Newcombe et al. 1994 的皮肤电导双分离

Newcombe 和同事 1994 年在 Child Development 上发表了一项关键研究。9 到 10 岁的儿童面对一批面孔照片,一部分是他们 4 岁时上幼儿园时的同学(5 到 6 年未再见),一部分是陌生儿童对照。研究同时测量了两个指标:

- 显式认出(口头报告"你认识这个人吗?"):接近 chance 水平,儿童基本说不出哪些是老同学
- 皮肤电导反应(皮肤出汗导致的电导率自动变化,受交感神经调节,不受意识控制):对老同学的面孔显示出显著高于陌生人的 SCR

关键细节是研究者把儿童按显式认出分数分两组:显式认不出老同学的那组儿童,他们的 SCR 反应强度与显式能认出的那组没有显著差异。

这是"痕迹在,意识检索断"的教科书级硬证据。身体的自动反应系统记得这些面孔,大脑某处的痕迹保留了 5 到 6 年;但意识层面完全找不到检索通道。两个证据在同一个儿童身上同时出现。

这个实验结构完美符合 13DD 过滤器机制的预测: - 痕迹在 11DD:皮肤电导反应说明痕迹编码正常并长期保留 - 12DD 正常读取:SCR 本身是 12DD 通路经由杏仁核等结构生成的自主反应 - 13DD 叙事层过滤:13DD 不接受把 4 岁时期的同学面孔整合进当前"我"的自传体,显式检索失败

其他相关后验

- Alberini 与 Travaglia 2017(Journal of Neuroscience)提供的证据显示,早期经历通过隐式记忆系统持续塑造成年神经结构。缺失的是显式回忆,不是痕迹本身。
- 面孔识别症(prosopagnosia):患者对配偶的脸"主观认不出",但 SCR

- 对配偶的脸显著强于陌生人。同样的双分离模式,只是病因是后天损伤而非发育性过滤。
- 盲视(blindsight):皮层损伤后的主观失明患者仍可对不同视觉刺激产生不同 SCR,证明非意识通路独立于13DD 意识层运作。
 - PTSD 自主反应:患者对创伤相关线索的强烈 SCR 即使其主观否认感到紧张。同一架构,即12DD 读取11DD 痕迹生成身体反应,13DD 叙事层的否决不干预这条通路。

关于催眠数据的诚实说明。临床和心理分析领域中,关于"催眠下可回忆出3岁前事件"的报告存在已久。但这些数据不能作为13DD 过滤器假说的支持,因为虚构记忆(false memory)的风险让催眠回忆的可信度严重存疑。Loftus 及其传统的大量研究显示,催眠下"回忆"的相当比例是在暗示下新生成的内容,而非真实 access 已存痕迹。司法系统已基本不接受催眠下的记忆作为证据。因此,本笔记不把催眠数据作为婴儿期失忆机制的后验支持。真正干净的证据来自 SCR 双分离以及隐式记忆保留等不依赖意识报告的测量范式。

机制的发展性对偶

婴儿期失忆与解离性失忆在 SAE 架构下构成完美对偶:

- 解离性失忆(§6.6):13DD 过滤器对某段特定痕迹的病理性强化过滤,通常由14DD 提供"这段不可接受"的价值标准触发
- 婴儿期失忆(§6.9):13DD 过滤器对前身份时期所有痕迹的发展性过滤,由13DD 自身的身份连续性判定触发

两者都是"痕迹在,12DD 可读,叙事层被切断",都符合"13DD 否决只在叙事层,不下沉到12DD"的架构约束。区别在于过滤的范围(特定痕迹 vs 全部前身份痕迹)和过滤标准的来源(14DD 价值 vs 13DD 身份)。

认识论地位。婴儿期失忆的13DD 过滤器定位在 SAE 框架下有清晰的理论根据(SAE 意识系列第五篇已系统论证),在后验层面有 Newcombe 1994 的 SCR 双分离和 Alberini & Travaglia 2017 等隐式记忆保留证据支持。这比"发展性汇聚"(多因素并列)的传统解释更有结构深度,但仍属于理论机制假说,需要后续更多专门研究精化。特别是13DD 过滤器的建立本身是一个渐进过程,其精细时间动力学仍是开放问题(见 §10.5)。此为理论机制假说,不是临床诊断工具。任何涉及个体发展或临床评估的应用,需要由具备资质的专业人员根据具体情况判断。

6.10 其他病理的简要定位

功能性失忆(如某些解离性漫游与失认症):机制不明,涉及13DD 过滤器的异常但具体与解离性失忆的区别以及与器质性疾病的鉴别需要更精细的工作(见 §10.7)。

第七节 跨层接口

本笔记的核心论证是11DD 记忆系统作为 Method VI 相变。但11DD 不是孤立的层,它与上下层通过多个接口耦合。本节梳理这些接口,每个接口都对应第三到第六节某个具体的机制或诊断。scope 限定在11DD 与12DD 和13DD 三层之间的接口,其他跨层问题(特别是9DD 与10DD 的参与)留给另外的专题(见系列大纲)。

7.1 12DD 工作台与11DD 萌芽的边界:结构分层

§3.1 详细展开了12DD 工作台与11DD 萌芽阶段的区分。这里把这个区分作为跨层接口的第一个典型案例重新梳理,强调其结构意义。

特征	12DD 工作台	11DD 萌芽阶段
功能	运行时运算维持	候选入库内容的早期激活
物理判据	PFC-parietal	海马体触发持续活动
持续时间(粗)	网络维持,海马体不触发持续活动	
结束方式	任务周期(秒到分钟)	秒到小时
典型内容	任务完成后消散	可能越过谱翻转进入11DD 通道
	心算中间结果以及当前意图	显著刺激以及情绪化事件

这个区分不否定文献中工作记忆的多成分模型(Baddeley 以及 Cowan 和 Oberauer 等),也不否定 Daume 2024 显示的两者之间存在半透边界(工作记忆强度与后续入库的连续关系)。SAE 框架在粗颗粒度上提供一个几何切面:把文献中交叠的构造切成两个结构位点。这是分层,不是替代。液态水与水蒸气之间有连续的相变过程,但液态与气态仍然是两个可以明确区分的位点,12DD 工作台与11DD 萌芽阶段之间的关系与此相类。

7.2 11DD 确立产物到 12DD 的训练数据

11DD 不只是接收 12DD 工作台内容的下游,也是 12DD 的上游。远期存储的内容作为 12DD 预测系统的训练数据回流,影响 12DD 的预测能力。

具体而言,12DD 的预测系统不是先天固定的,而是持续被 11DD 的历史压缩产物训练。相变 4 完成的痕迹构成 12DD 预测的基础;semanticization 提取出的 schema 成为 12DD 的预测模板;高情绪度抵抗 semanticization 的特殊痕迹成为 12DD 在特定情境下的优先调用样本。这个回流关系意味着:11DD 的压缩偏差导致 12DD 的预测偏差。

这给出一个在临床上有实际含义的关系。抑郁症的记忆极性偏斜(\$6.8)不是孤立现象,它通过这个回流机制进入 12DD 的预测系统,让患者对未来的预测持续偏向负面。每一次负面事件的优先编码加优先 replay 加优先 reconsolidation,都在训练 12DD"事情往往以负面方式发展"这个预测模板。结果是 11DD 的偏斜转化为 12DD 的偏斜,12DD 的偏斜强化 11DD 的继续偏斜,形成一个自我维持的循环。这是抑郁症难以靠单纯的事件干预(比如"让患者经历积极事件")就能打破的结构原因之一:不是经历不够,是 12DD 的预测框架已经把新经历的编码权重事先压低了。

这个反馈回路的打破通常需要同时在两个层上介入:一方面修复 12DD 的预测框架(比如认知行为疗法的信念修正),另一方面改变 11DD 的编码-巩固路径(比如通过药物调节或结构性的生活变化)。单层介入往往效果有限,因为另一层的持续偏斜会把介入效果重新吸回原来的循环。

7.3 13DD 过滤器对 11DD 痕迹的否决,以及 14DD 作为标准来源

13DD 对 11DD 施加过滤性 access,14DD 提供部分价值标准。这是 \$5.3 展开的核心机制,这里从跨层接口视角重新梳理其架构位置。

关键方向性约束:否决只在叙事整合层起作用。13DD 的过滤发生在 12DD 到 13DD 的交接处,不下沉到 11DD 或 12DD 的内部运作。具体含义:

- 11DD 到 12DD 的通路永远通畅:痕迹正常地被 12DD 读取并生成预测以及情绪和身体反应
- 13DD 过滤在叙事层:被过滤掉的痕迹不进入当前"我"的叙事整合,但不被从 11DD 抹除,12DD 对其的读取也不被阻止
- 上层的否决是"我不收",不是"你不许送":上层决定自己这一层接不接收,不干涉下层的内部运作

这个方向性是 SAE

架构的基本特征。它解释了一个临床上重要的事实:被"压抑"或"解离"的记忆,其相关的身体反应从未消失:皮肤电导对触发线索仍有强烈反应,回避行为仍然存在,情绪自动唤起不受意识控制。这些现象在 SAE 架构下不是"潜意识神秘运作",是 12DD 正常读取 11DD 痕迹并生成输出的结果,只是 13DD 过滤器不让这些痕迹进入叙事整合。

13DD 的过滤标准有两类来源:

(1)13DD 自身的身份连续性判定。典型案例:婴儿期失忆(\$6.9)。13DD 建立后判定前身份时期的痕迹"不是我的",不允许它们进入当前自传体整合。这类过滤没有 14DD 价值标准的参与,完全由 13DD 的身份连续性机制驱动。

(2)14DD 提供的价值标准。典型案例:羞耻以及内疚触发的叙事层切断(\$5.3)。14DD 判定某事违背"不得不",提供标准,13DD 按照标准执行过滤。病理性强化对应解离性失忆(\$6.6)。

注意 14DD 只提供标准,不执行过滤。执行的唯一位置是 13DD。这是 SAE

架构中一个值得显式声明的事实:只有 13DD 承担"我的/不是我的"过滤器的执行角色,其他 DD 层不共享这个功能。9DD 不问"这是我的感知吗",11DD 不问"这是我的痕迹吗",12DD 不问"这是我的预测吗";14DD 有价值判定但不执行过滤;15DD

有对他者目的性的先验确认但不涉及过滤。self-completeness 的涌现必然带出否决功能,这个功能就在 13DD 这一层。

日常情形。否决不只发生在病理。正常人的"羞耻让你不愿想起某事"就是这个机制的轻度日常版。在正常运作下,过滤服务于叙事的内在一致性:记忆不能与当前"我"的身份以及"不得不"标准严重冲突,否则自我连贯性本身会受到威胁。13DD 过滤器维护这种连贯性。病理性强化只是这个正常机制在某些方向上的过度激活。

Via Negativa 在哪里。14DD 提供的价值标准可以是正面的或负面的,本身不是 Via Negativa。Via Negativa 是 13DD 的执行方式:不创造新痕迹,只对已存痕迹施加"不允许它进入我的叙事"的否决。每一个 13DD

过滤动作都是一次"这不能这样被整合进我的故事",这是否定方法论在记忆系统中的下行通路具体实例。Method VII 的抽象方法论在这里有了一个具体的生物学实现。

7.4 睡眠中的 12DD 到 11DD 反向调制

这个接口在 §3.3 已详细展开,此处不重复。核心事实:前额叶尖波在 SWS 期间对海马体重播实施 top-down suppression,这是 12DD 对 11DD 的反向调制在睡眠中作用。睡眠中的选择性压制不是偶然机制,是 12DD 预测框架参与选择哪些内容被允许完成相变 3 的体现。这个接口与 7.3 的 13DD 过滤不同:7.3 主要作用于相变 4 的持续 reconsolidation 与叙事整合过滤,7.4 主要作用于相变 3 的 F 跨越。两个反向 access 在不同相变阶段各自运作,共同决定内容的长期命运。

第八节 与已有 SAE 文献关系

8.1 Anth-1 构层定义的分辨率提升

§1.3 已经展开了与 Anth-1 的关系。这里做一个结构性的总结。

Anth-1 在低分辨率(13DD 涌现的尺度)下观察 11DD 加 12DD 构层,看到的是连续积累的基础,内部的细微结构被暂时忽略。这在那个分辨率下是正确的描述。本笔记在高分辨率(11DD 自身运作的尺度)下观察 11DD,识别出离散的相变结构。两者在各自的分辨率下都正确,合起来构成对同一个对象的分层刻画。

分形性的两种表现: - 大尺度:构-涌现层级的跨层相变(Anth 系列) - 小尺度:每层内部的运作相变(本笔记)

Method VI 作为分析框架在这两种尺度都可以应用, $r \gg 1$ 的不对称性在两种尺度都成立。这是 Method VI 分形性的一个具体实证。

8.2 Method VI 的实例化应用与方法论补强

本笔记把 Method VI 从临床试验设计领域(原论文 scope)扩展到基础神经科学领域。有三个跨领域贡献值得记录:

(1) $r \gg 1$ 在记忆系统粗颗粒度仍然成立:时间代理给出的 r 在 5 到 8 量级,与 ZFCp 预测的 $r \approx 5$ 在量级上吻合。这是 Method VI 预测 3("多数构-涌现系统 $r > 1$ ")的又一次实证。

(2)四阶段结构可识别:萌芽(12DD 工作台激活态)加谱翻转(入库事件)和翻转(进入不可逆 SWS 级联)与确立(远期分布式存储)对应 Method VI 原始结构的自然映射。这四个阶段的识别为记忆研究提供了一个共同的结构坐标。

(3)方法论补强:Method VI 跨领域应用时,首先要识别该系统的拓扑距离量,时间只在没有更准代理时才退而求其次(§4.3)。这条原则给整个 SAE 系列的 r 估计提供认识论上的精确化。本笔记的这一小节可以作为 Method VI v1 的一个外部补丁提出,建议在 Method VI 的未来版本中显式纳入这条原则。

8.3 Method VII 的否定方法论应用

本笔记大量使用 Via Negativa 方法论。具体表现为两个层面。

方法论层面:§6 病理谱系是典型的 Via Negativa 应用。从病理反推正常结构,每个病理作为一条排除律 E_i :"如果系统正常,则不应出现这种失败模式"。病理汇总构成对正常结构的多角度排除律序列。病理之间的独立性(经典遗忘症以及 PTSD 和睡眠障碍与 SDAM 以及 HSAM 与解离性失忆和情绪钝化以及抑郁症等各自涉及不同神经基础)导向结构判断的硬度(Method VII 的 C5 原则)。

对象层面:§5.3 的 13DD 过滤器对 11DD 痕迹的否决本身是 Via Negativa 在 SAE 层级架构中的下行通路实例。13DD 不创造新痕迹,只对已存痕迹施加"不允许进入我的叙事"的否决。14DD 提供价值标准来源,13DD 执行过滤,痕迹在 11DD 保留且 12DD 仍可读取,只在叙事整合层被切断。每一个 13DD 过滤动作都是一次"这不能这样被整合进我的故事",这正是否定方法论在记忆系统中的具体体现。本笔记把 Via Negativa 从抽象方法论扩展到了具体的生物学实例,并且具体定位了否决发生的精确架构位置(12DD 到 13DD 的叙事整合交接处,不是 11DD 或 12DD 内部)。

8.4 Note 8 记忆异常的补完与 Methodology IX 的材料供给

Note 8(ADHD 与 AI transplant 笔记)第四节讨论记忆 transplant 现象。第十一节明确留下了 12DD 相关病理的未完成部分。本笔记提供了 Note 8 所需的 11DD 架构基础:

- Note 8 的"transplant 记忆"问题需要一个明确的 11DD 相变结构作为分析框架,本笔记提供了这个框架
- Note 8 涉及的 12DD 病理定位需要一个清楚的 11DD-12DD 边界,§7.1 的工作台-萌芽区分提供了这个边界
- Note 8 关于情绪度在认知中的作用需要一个跨阶段调制视角,§5 提供了这个视角

同时,本笔记为未来的 Methodology IX(意识方法论,撰写中)提供 11DD 作为构层枢纽的粗颗粒度版本。Methodology IX 需要意识涌现的完整分析,其中 11DD 作为构层的运作机制是必要的基础描述。本笔记提供这个基础的粗颗粒度版本,后续笔记(Paper A 讲 12DD 枢纽,Paper B 讲 15DD 神经基础)将继续补充。

第九节 非平凡预测(粗颗粒度)

本节给出 Method VI

记忆系统应用的六条非平凡预测,每条附对应的可证伪条件。这些预测是本笔记的主要可验证贡献。

预测 P-N9-1:睡眠剥夺伤害是 $r \gg 1$ 的拓扑特征,不是时间线性关系

先验:相变 3 的 F 跨越依赖 SWS 加纺锤波和海马体尖波的有效级联。 $r \gg 1$

预测这个级联的完整性比单纯的睡眠时长更重要。

可测:- 测量三组人群的 spindle-ripple 耦合事件总量(高密度 EEG + polysomnography),设计三种条件:- 条件 A:正常 spindle-ripple 耦合(高总量) - 条件 B:正常时长但耦合事件数目减半 - 条件 C:时长减半但耦合事件密度补偿(总量保持) - 比较三种条件对新学习记忆的保留率的影响 -

预测:记忆保留率与耦合事件总量呈阈值关系,而非线性关系;条件 C 的保留率应高于条件 B,即使 C 的总睡眠时长更短

否认条件:- 剥夺效应与睡眠时长(而非耦合事件总量)呈线性关系 - 或耦合事件总量与记忆保留率呈线性而非阈值关系

这是本笔记最硬的可测预测,直接检验 $r \gg 1$ 的核心主张。

预测 P-N9-2:情绪钝化削弱跨阶段 π_{cross}

先验:情绪钝化等于调制信号衰减,跨所有阶段 π_{cross} 降低(\$6.7)。这预测了一个精细的行为模式区分。

可测:- 比较情绪钝化患者(抑郁症以及 SSRI 长期使用者)与对照 - 对匹配情绪度的事件,测量其长期保留率 -

预测:情绪钝化组的高情绪度事件的记忆增强效应显著减弱(原本应该被优先保留的内容不再被优先保留);中性事件的保留率应不显著差异

否认条件:情绪钝化组的记忆受损是均匀的(所有事件保留率同样下降)

这个预测的重要性在于它给出了一个区分"记忆能力下降"与"调制信号失败"的实验范式。如果情绪钝化患者表现出均匀下降,说明问题在记忆能力本身;如果表现出选择性削弱,说明问题在调制信号。当前文献尚不能明确区分这两种模式,本笔记预测后者。

预测 P-N9-3:各病理的阶段定位是可检验的

先验:\$6 各病理的 Method VI 诊断应在功能指标与神经指标上显示对应阶段的选择性异常。

可测:- 经典遗忘症:保留工作台功能加保留远期记忆加新学习失败(已知文献支持) - PTSD:相变 2

过度(杏仁核-海马体协同异常强)加相变 3 未完成(睡眠 consolidation 异常)(部分文献支持) -

SDAM:四阶段通过但 episodic 重体验模块独立受损(文献开始支持) - HSAM:相变 4

缓冲异常强(语义化抵抗的神经特征需要被专门检测) - 抑郁症:调制信号极性偏斜(负面事件 π_{cross}

提升,正面事件下降)(文献支持) - 解离性失忆:相变 4 后 13DD 过滤器对特定痕迹的过度激活,痕迹仍存且 12DD 可读但叙事整合通路被切断(需要专门设计的实验来验证)

否认条件:这些病理的阶段定位不对应上述模式,或者在不同病理上观察到的神经特征彼此之间没有 Method VI 诊断所预测的独立性。

这个预测的强度在于它不是一条,而是一组相互独立的子预测。每一个病理都是一个独立的可证伪点,多个病理同时符合预测会显著增加 Method VI 诊断框架的可信度。Method VII 的 C5 原则在此适用:独立证据之间的一致性导向结构判断的硬度。

预测 P-N9-4:PTSD 与解离性失忆在同一个体上的共存模式

先验:\$6.6 指出 PTSD 与解离性失忆在同一个体上可以共存,这不是矛盾,是两个不同位置同时失败的表现:- PTSD 反映相变 3 未完成(痕迹卡在相变 2 与 3 之间) - 解离性失忆反映相变 4 后 13DD

过滤器对特定痕迹的过度激活(14DD 提供"不可接受"的价值标准,13DD 执行切断叙事整合通路;痕迹已存且 12DD 可读)

可测:- 在有严重创伤史的患者群体中,详细评估 PTSD

症状(闪回以及过度唤起)和解离性记忆症状(特定细节的无法检索) -

预测:两种症状在个体上可以独立出现,可以共存,也可以彼此无关。共存的患者应在神经学上显示两种不同的异常模式:创伤相关内容的 amygdala 过度反应(PTSD 机制)加同一组内容的 vmPFC-hippocampus

叙事整合通路抑制(解离性失忆机制)。

关键预测:即使解离性失忆症状严重的患者,其皮肤电导反应对创伤相关线索仍应显著高于中性对照(痕迹仍在 11DD,12DD 仍可读取),这与"完全失去痕迹"的假说可区分。 - 治疗对两种症状的反应应不同:针对相变 3 的干预(比如帮助完成睡眠期整合的治疗)对闪回有效但对解离性遗忘无效;针对 14DD-13DD 耦合的叙事重组干预(比如处理羞耻与内疚的心理治疗)对解离性遗忘有效但对闪回效果有限。

否认条件:两种症状在神经学上和治疗反应上无法区分,或者在个体上总是共变而非独立出现。

预测 P-N9-5:13DD 执行由 14DD 标准驱动的确定的独特神经印记

先验:14DD 复杂情绪(guilt 以及 shame 和 pride)提供价值标准,13DD

执行否决性过滤。这个组合的神经印记应与 12DD 基础情绪(fear 以及 anger)触发的 reconsolidation 神经模式不同。

可测: - 比较"想起一件让你羞耻的往事"与"想起一件让你恐惧的往事"时的神经活动 - 预测:前者应显著更多涉及 vmPFC 与 mPFC(14DD 叙事系统与 13DD 身份整合系统的典型位点);后者应更多涉及杏仁核与海马体(12DD 基础情绪的典型位点) - 反复做这种回忆后,后续检索的内容应出现与初次不同的重编辑模式。羞耻触发的 13DD 过滤(由 14DD 标准驱动)可能伴随叙事层检索变难的迹象,但皮肤电导反应应维持或增强(12DD 通路正常);恐惧触发的 reconsolidation 更可能伴随叙事层检索容易性与情绪强度共同维持。 - 解离性失忆患者的特定记忆应显示 12DD 到 13DD 叙事整合通路的异常切断模式,但 12DD 到 11DD 的通路应正常。

否认条件:两种情绪触发的神经模式无法区分,或者反复调制后的行为变化不符合"叙事层切断加 12DD 通路保留"的区别预测

预测 P-N9-6:婴儿期失忆的皮肤电导双分离

先验:\$6.9 把婴儿期失忆定位为 13DD 过滤器对前身份时期 11DD

痕迹的系统性否决。该定位的关键主张是痕迹在 12DD 可读,只在叙事整合层被切断。Newcombe et al. 1994 的 SCR 双分离实验在 9-10 岁儿童对 4 岁同学的结构上已提供初步支持,本预测将该结构延伸到 0-3 岁段。

可测: - 对成年受试(18 岁以上)呈现其婴儿期(0-3 岁)相关的视觉刺激:早期主要照料者以及童年住所内部场景和 0-3

岁期间常接触的物品。这些材料需要通过家庭档案独立确认,不依赖受试者自己的回忆能力。对照是匹配的陌生刺激。 - 同时测量两个指标: - 显式认出("你认识这个东西/这个人吗"):预期接近 chance -

皮肤电导反应:预期熟悉刺激的 SCR 显著高于陌生对照 - 关键预测:在显式认不出的那部分刺激上,SCR 仍显著区分熟悉与陌生。也就是说,即使受试者说"我完全不认识这个",他们的 SCR 仍然在悄悄告诉研究者:"这个在某处被记住了。"

方法学挑战的诚实说明。延伸到 0-3

岁段有一个需要警惕的问题:二次编码污染。家庭相册的反复翻看以及父母的口头讲述会让 0-3

岁的许多视觉刺激在 4-10 岁期间被二次编码,这种二次编码留下的痕迹属于后期 11DD 而非原始婴儿期 11DD。Newcombe 1994 在 4 岁段天然免疫(同学已离开,无二次编码机会),但 0-3

岁段不享有这个便利。本笔记作为 SAE

框架下的哲学级结构预测,只指出这个方法学挑战的存在,具体的控制条件设计(例如"3

岁后从未出现在任何家庭记忆载体中的时间胶囊刺激"的筛选与认证)属于神经科学实验方法学的专业领域,留给有能力执行该实验的脑科学研究者设计。

否认条件: - 如果 SCR 对婴儿期熟悉刺激与陌生对照没有显著差异,则 13DD

过滤器假说严重受挑战,这意味着婴儿期痕迹可能确实没有被稳定编码,或 12DD 无法再读取 - 如果 SCR 仅在显式认出的刺激上显著,而在显式认不出的刺激上无差异,则"痕迹在但叙事层被切断"的双分离不成立,这暗示机制可能是编码失败而非过滤

这个预测的特殊地位。Newcombe 1994 已经在 4 岁段给出正面证据,把它延伸到 0-3 岁段是结构外推。如果 0-3 岁段的预测在恰当控制后仍失败,那么可能的解释是 13DD 过滤器建立前的早期(约 2 岁以前)确实编码能力不足,但 2 到 3 岁段的痕迹应仍可被 SCR 检测到。这个预测因此也可以作为 13DD 过滤器建立的精确时间窗口的测量工具。

附加 speculative 推论

作为 speculative 推论(不作非平凡预测,只作思考方向):

$r >> 1$ 加"过滤是默认"共同暗示记忆系统的硬件容量本身可能不是首要瓶颈。HSAM 案例(在相变 4

缓冲异常强时,大量内容可以保留)与正常人之间的差异不在硬件容量,而在 Le Chatelier

缓冲的调谐。正常人的长期记忆容量远未使用满,真正限制长期保留的是过滤机制的调谐,而不是存储空间本身

。这一推论需要 HSAM 机制更精细的拆解才能严格论证,具体见 §10 开放问题。不作主预测,因为目前的 HSAM 机制研究还不足以给出严格的可证伪框架。

第十节 开放问题

10.1 细颗粒度的四个子相变

本笔记只做最粗颗粒度。中颗粒度的四个子相变(12DD 工作台到 11DD 缓冲以及缓冲到早期稳定化和早期稳定化到远期转化与远期转化到彻底 semanticization)各自的完整 Method VI 分析,留给后续笔记。可能编号:Note 10 讨论 12DD 到 11DD 接口相变,Note 11 讨论 11DD 内部子相变,Note 12 讨论远期转化与 semanticization。

10.2 倒 U 型响应的精确机制

§5.4 指出了倒 U 型的粗颗粒度解释:极端情绪度让相变 2 的 F 大幅降低(入库过量),同时破坏相变 3 的 SWS 进程(睡眠被噩梦或 hyperarousal 打断)。这两个相变的联动产生非单调响应。精确机制需要多相变联动分析,单一相变无法完整解释倒 U。这是一个具体的研究方向。

10.3 13DD 执行的否决性调制的精确印记,以及 14DD 标准的具体内容

§5.3 把 13DD 过滤器执行加 14DD 提供价值标准的组合机制作为研究纲领提出。具体印记(guilt 与 shame 和 pride 的价值标准如何具体被 13DD 转化为叙事层切断)需实证。预测 P-N9-5 提供一个可测方向。这个方向涉及情感神经科学以及社会神经科学和记忆研究的交叉,是跨学科合作的自然生长点。14DD 价值标准的具体内容(哪些"不得不"在何种情境下会被翻译成过滤指令)更属于精细化的临床心理学议题,本笔记仅提供架构,不做具体内容的映射。

10.4 HSAM 的具体机制

§6.5 把 HSAM 定位为相变 4 Le Chatelier 缓冲异常强。但具体是相变 4 缓冲的什么子机制?是 reconsolidation 通道异常,还是自传体检索系统专门化,还是 episodic encoding 本身异常持久?当前 HSAM 研究的案例数目有限,机制精化需要更多专门研究。这也是 speculative 推论(§9 末尾)未能升级为主预测的原因。

10.5 13DD 过滤器建立的精细时间动力学

§6.9 把婴儿期失忆定位为 13DD 过滤器建立后对前身份时期痕迹的系统性否决,并给出了 Newcombe 1994 等隐式记忆保留的硬后验。但 13DD 过滤器本身的建立是一个渐进过程,不是一个突然的开关。这个建立过程本身是不是一个 Method VI 相变?如果是,它的 F 在哪个具体发育节点?13DD 过滤器的建立是否与 mirror self-recognition 以及语言中第一人称代词的稳定使用和 theory of mind 的涌现等其他发育里程碑同步,还是彼此略有时差?这些精细时间动力学的测量需要纵向研究与多指标追踪。P-N 9-6 的 SCR 双分离范式可以作为测量工具,通过检测不同年龄段痕迹被 SCR 区分但不被显式认出的时间窗口边界,来推断 13DD 过滤器建立的精确时程。

10.6 Method VI 的 r 跨尺度变化与拓扑距离精化

粗颗粒度 r 在 5 到 8 量级是初步估计(用时间作为退化代理)。真正的 r 需要用信息论代理量(累积信息熵与负熵注入量)精化。中颗粒度的各子相变 r 可能不同,细颗粒度可能 r 非常大(比如相变 1 的 r 可能 100 量级)。跨尺度的 r 分布是否有规律?是否有分形关系?这个问题不只是 Note 9 的开放问题,也为 Anth 系列的 r 估计提供研究纲领:Anth 系列的真正 r 应该用什么物理量度量?这是 SAE 系列在未来版本中可以逐步精化的方向。

10.7 解离性失忆的精细机制与其他功能性失忆

§6.6 把解离性失忆升入主论证,作为 13DD 过滤器对特定痕迹的病理性强化过滤的实例。但具体的 13DD 过滤器如何被选择性激活到特定痕迹以及 14DD 价值标准如何被翻译为过滤指令等机制仍需精细化。此外,与 PTSD 共存的机制(详见 P-N9-4)如何?与其他功能性失忆症状(如解离性漫游以及解离性身份障碍中的记忆分隔)的鉴别诊断?这些临床问题需要更精细的神经心理学工作。

第十一节 结论

11.1 本笔记的核心贡献

一。把记忆系统作为一个 Method VI

相变进行粗颗粒度分析。四阶段结构(萌芽以及谱翻转和翻转与确立)可识别, $r \gg 1$ 成立。F 钉死为“进入不可逆睡眠压缩窗口”,而非“完成”。这给记忆研究提供了一个统一的相变几何坐标。

二。明确区分 12DD 工作台与 11DD 萌芽阶段。这是 SAE

框架在粗颗粒度上对现有文献交叠构造的几何切面,海马体持续活动作为候选物理判据(Daume 2024)。这不是替代主流工作记忆模型,而是给它们一个新的几何切面。

三。将情绪度定位为跨阶段调制信号,而非某一阶段的局部性质。12DD 基础情绪作为主参数(猫锚定 heuristic,保持操作性,不升格为本体论定义);14DD 复杂情绪作为价值标准来源,13DD 作为执行过滤器对 11DD 痕迹的叙事整合施加选择性切断。14DD 提供“这段不可接受”的价值判定,13DD 按此标准切断叙事层通路。

四。把各类记忆病理系统性地定位到四阶段中的具体失败点(经典遗忘症以及 Alzheimer's 和 PTSD 与睡眠障碍以及 SDAM 与 HSAM 和情绪钝化与抑郁症以及解离性失忆和婴儿期失忆)。SDAM 与 HSAM 重组为相变 4 Le Chatelier 缓冲的对称两极。解离性失忆升入主论证作为 13DD

过滤器对特定痕迹的病理性强化过滤实例,与 PTSD 形成机制对偶。婴儿期失忆升入主论证作为 13DD 过滤器建立后对前身份时期痕迹的发展性否决实例,引用 SAE 意识系列第五篇的 13DD 过滤器机制,并用 Newcombe 1994 的皮肤电导双分离作为硬后验。

五。方法论补强:Method VI 跨领域应用时, r

严格意义上是拓扑距离比,而非时间比。时间只在没有更准代理时才退而求其次。这条原则给整个 SAE 系列的 r 估计提供认识论上的精确化,建议在 Method VI 未来版本中显式纳入。

六。“过滤是默认,入库是例外”作为 $r \gg 1$

的哲学含义。这不只是技术论断,也是一个对日常记忆自我归因的重要修正。记忆系统默认就是过滤掉大部分内容,“记性不好”只有在某个内容本应越过谱翻转但实际没越过的情况下才有意义。

七。13DD 作为 SAE 架构中唯一的过滤器执行点。这是一个架构性声明。“我的/不是我的”判定是 self-completeness 层的定义性能力,只有 13DD 承担这个角色,其他 DD 层(9DD 到 12DD 以及 14DD 与 15DD)各有自己的功能,但不共享过滤器执行角色。14DD 可以提供价值标准,但执行过滤的位置只在 13DD。而且 13DD 的否决只在叙事整合层起作用,不下沉到

12DD:上层的否决是“我不收”,不是“你不许送”。这个方向性约束是 SAE 架构的基本特征,解释了为什么被“压抑”的痕迹仍能生成身体反应(12DD 通路从未被切断),也统一了解离性失忆与婴儿期失忆等现象的架构机制。

11.2 Method VI 分形性的初步验证

本笔记是 Method VI 在基础神经科学的首次系统应用。四阶段结构在记忆系统尺度上可识别, $r \gg 1$ 在粗颗粒度仍成立(尽管时间是退化代理),与 ZFCp 预测数量级吻合。这初步支持 Method VI 预测 3(多数构-涌现系统 $r > 1$)。同时给 Method VI 跨领域应用提供方法论补强:首先识别拓扑距离量。

至此,Method VI 已在四个尺度被验证:- 宇宙-物种尺度(Anth-1 的 13DD 涌现, r 量级约 100) - 文明尺度(Anth-2 的 14DD 涌现以及 Anth-3 的 15DD 涌现, r 量级约 50 到 10) - 临床试验尺度(Method VI 原论文, r 约 5) - 基础神经科学尺度(本笔记, r 量级约 5 到 8)

这四个尺度跨越了十几个数量级的时间尺度(从 10 微秒的神经振荡到百万年的物种演化),同一个四阶段结构加 $r \gg 1$ 的不对称性都可识别。这是 Method VI 分形性的强实证。

11.3 留给后续笔记

本笔记只做最粗颗粒度。细颗粒度的子相变分析,基于粗颗粒度的病理亚型精细定位,12DD 枢纽层的完整展开(见系列大纲的 Paper A),15DD 后验同理心的神经基础(见系列大纲的 Paper B),以及跨层方向性架构(见系列大纲新增专题),都留给后续笔记。

记忆作为一个 SAE

对象,本笔记只完成了它的入门工作。记忆系统的细节是神经科学中最复杂的领域之一,Method VI 分析的价值在于提供一个统一的结构视角,让无数具体机制的研究能够找到各自的结构位置。后续工作在这个基础上可以继续推进。

11.4 一个观察

现代神经科学的记忆模型已经能精细刻画每个子过程(LTP 与 replay 和 reconsolidation 与 semanticization 以及 engram allocation 等),但缺少一个统一的相变几何视角。Method VI 提供了这个视角:不是替代已有机制模型,而是给那些机制提供共同的结构坐标。

每个阶段的具体神经机制各自精细,但它们共享相同的相变结构。这种跨机制的结构一致性是 Method VI

在不同领域反复验证的基础(代谢肿瘤学加人类学 13DD 与 14DD 和 15DD 以及经济学,现在是记忆系统),也是 SAE 框架跨领域统一性的证据。框架提供视角,具体机制研究填充细节,二者相辅相成。

粗颗粒度上的"过滤是默认,入库是例外"这句话,可能是本笔记留下的最持久的一个观察。它不只是 $r \gg 1$ 的技术论断,也是对记忆系统基本姿态的一个描述:系统默认是在拒绝,而不是在接受。每一个成功进入长期存储的内容,都是跨越了层层 Le Chatelier 缓冲以及赢得了情绪度优先权和完成了睡眠期压缩与在远期重构中幸存的少数派。记忆不是一个勤劳的档案员,是一个严格的守门人。

这个姿态的倒转,对我们如何理解自己的记忆也许有启发。你记住的每一件事,都是通过了所有关卡的。你忘记的大部分内容,从来没有真正进入过系统。两者都是系统在正确地工作。

致谢

感谢 Zesi Chen 在框架发展过程中的持续反馈与批判性讨论。否定方法论(Via Negativa)的形成与涵育方法论得益于 Zesi Chen 的艺术哲学对作者思想的长期涵育。本笔记中 13DD 过滤器作为 Via Negativa 下行通路执行位置的完整架构,直接受益于多年来对否定方法论的共同探讨。

本笔记在写作过程中特别受益于四个 AI 协同评审的反馈,其中独立 Claude 平行实例指出"精化"应改为"分辨率提升"(\$1.3),并指出 12DD 工作台与 11DD 萌芽的候选物理判据应使用海马体持续活动(\$3.1);Gemini(子夏)指出 r 严格意义上是拓扑距离比而非时间比,促成 \$4.2 与 \$4.3 的核心澄清,并指出对 11DD 痕迹的下行调制具有 Via Negativa 本质(\$5.3),以及 SDAM 与 HSAM 作为相变 4 的对称两极(\$6.5);ChatGPT(公西华)指出 F 的几何对位需要钉死为"进入不可逆 SWS 级联的阈值"(贯穿 \$2.3 以及 \$3.3 和 \$4.2),保持猫锚定的 heuristic 地位而不升格为本体论定义(\$5.2)。Grok(子贡)提供全面的文献交叉验证与若干关键的单句保险性补充。

写作过程中作者对"否决"功能的架构归属也进行了关键修正:从最初的"14DD 否决性反向调制"修正为"13DD 执行过滤加 14DD 提供部分价值标准",与 SAE 意识系列第五篇(秦汉 2026,DOI 10.5281/zenodo.19385464)已确立的 13DD"我的/不是我的"过滤器机制保持一致。这个修正让 \$5.3 的调制机制以及 \$6.6 的解离性失忆与 \$6.9 的婴儿期失忆形成统一的架构对偶,也让 \$11.1 第七条核心贡献成为可能。

AI 辅助声明

本笔记在写作过程中使用了 AI 语言模型的辅助。Claude(Anthropic)用于结构讨论以及大纲迭代和草稿推敲与语言编辑。ChatGPT(OpenAI)用于深度文献调研(deep research)和评审。Gemini(Google)与 Grok(xAI)用于评审。所有理论内容以及概念创新和规范性判断与分析结论均为作者本人的独立工作。

参考文献

SAE 内部引用

- Qin, H. (2024). Self-as-an-End: An Ethical and Ontological Framework. DOI: 10.5281/zenodo.18528813
- Qin, H. (2026). Methodology VI: Phase-Transition Windows and Experimental Design. DOI: 10.5281/zenodo.19464507
- Qin, H. (2026). Methodology VII: Via Negativa as Epistemic Method. DOI: 10.5281/zenodo.19481305
- Qin, H. (2026). SAE Consciousness Series Paper 5: A Structural Redefinition of "Reincarnation": 11DD Broadcasting and 13DD Filtering. DOI: 10.5281/zenodo.19385464
- Qin, H. (2026). SAE Anthropology Paper 1: The 13DD Emergence. DOI: 10.5281/zenodo.19531334
- Qin, H. (2026). SAE Anthropology Paper 2: The 14DD Emergence. DOI: 待补充
- Qin, H. (2026). SAE Anthropology Paper 3: The 15DD Emergence. DOI: 待补充
- Qin, H. (2026). SAE Anthropology Paper 4: Earth Civilization Self Emergence. DOI: 10.5281/zenodo.19563244
- Qin, H. (2026). Bio Note 7: Dissociative Disorders and the 13DD Three Functional Positions. DOI: 10.5281/zenodo.19600029
- Qin, H. (2026). Bio Note 8: ADHD and AI Transplant Memory. DOI: 待补充

工作记忆与短期记忆

- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? Trends in Cognitive Sciences, 4(11), 417-423.
- Cowan, N. (2024). The once and future story of 4 ± 1 items. Psychonomic Bulletin & Review.
- Oberauer, K., & Lin, H.-Y. (2024). An interference model for visual and verbal working memory. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition.
- Daume, J., et al. (2024). Persistent activity during working memory maintenance predicts long-term memory formation in the human hippocampus. Neuron.

巩固以及远期记忆和系统转化

- Goto, A. (2022). Synaptic plasticity during systems memory consolidation. Neuroscience Research.
- Krenz, V., et al. (2023). Time-dependent memory transformation in hippocampus and neocortex is semantic in nature. Nature Communications.
- Sekeres, M. J., Moscovitch, M., & Winocur, G. (2018). A contextual binding theory of episodic memory: systems consolidation reconsidered. Nature Reviews Neuroscience.
- Refaeli, R., et al. (2023). Engram stability and maturation during systems consolidation. Current Biology.

语义化以及 gist 和压缩

- Brainerd, C. J., & Reyna, V. F. (2016). Fuzzy-trace theory and memory. Journal of Applied Research in Memory and Cognition.

情绪记忆

- McGaugh, J. L., & Roesler, R. (2022). The Entorhinal Cortex as a Gateway for Amygdala Influences on Memory Consolidation. Neuroscience.
- Qasim, S. E., et al. (2023). Neuronal activity in the human amygdala and hippocampus enhances emotional memory encoding. Nature Human Behaviour.
- Ouyang, L., & Dunsmoor, J. E. (2024). Emotional intensity produces a linear relationship on conditioned learning but an inverted U-shaped effect on episodic memory. Learning & Memory.

睡眠与记忆

- Staresina, B. P. (2024). Coupled sleep rhythms for memory consolidation. Trends in Cognitive Sciences.
- Wang, L., et al. (2024). Sleep-dependent engram reactivation during hippocampal memory consolidation associated with subregion-specific biosynthetic changes. iScience.
- Denis, D., et al. (2022). Sleep preferentially consolidates negative aspects of human memory. Proceedings of the National Academy of Sciences.

病理

- Brewin, C. R. (2018). Memory and Forgetting. Current Psychiatry Reports.
- Clancy, K. J., et al. (2024). Spatiotemporal dynamics of hippocampal-cortical networks underlying the unique phenomenological properties of trauma-related intrusive memories. Molecular Psychiatry.
- Palombo, D. J., Levine, B., et al. (2018). SDAM case studies. Neuropsychologia.
- Alberini, C. M., & Travaglia, A. (2017). Infantile Amnesia: A Critical Period of Learning to Learn and Remember. Journal of Neuroscience.

婴儿期失忆与隐式记忆

- Newcombe, N., Drummey, A. B., & Lie, E. (1994). Children's memory for early experience: Evidence of nonconscious memory for former preschool classmates. Child Development, 65(1), 31-40.
- Josselyn, S. A., & Frankland, P. W. (2012). Infantile amnesia: A neurogenic hypothesis. Learning & Memory, 19(9), 423-433.
- Bauer, P. J., & Larkina, M. (2014). The onset of childhood amnesia in childhood: A prospective investigation of the course and determinants of forgetting of early-life events. Memory.
- Loftus, E. F. (1993). The reality of repressed memories. American Psychologist, 48(5), 518-537.

(引用以说明催眠数据的认识论地位)

预测编码与记忆

- Barron, H. C., Aukstulewicz, R., & Friston, K. (2020). Prediction and memory: A predictive coding account. *Progress in Neurobiology*.

自我-记忆系统

- Schacter, D. L., Greene, C. M., & Murphy, G. (2023). Bias and constructive processes in a self-memory system. *Memory*.

(完整引用列表依 deep research 报告的 citations 在正式发布版本中补充。)