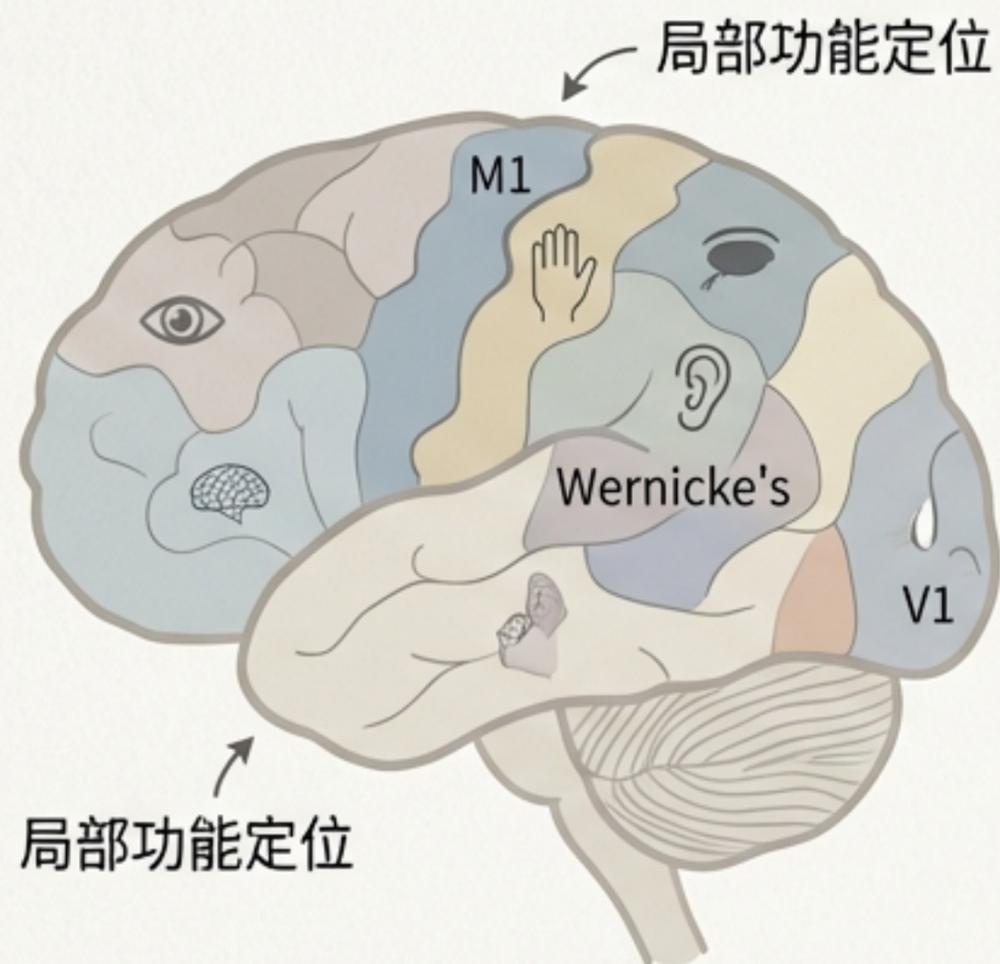


脑区、机制与网络：语言与认知控制的神经基础

从单一模块到动态网络的权威综述



从“定位”走向“网络与计算机制”



旧范式：模块化定位

1. 功能角色：

在什么任务条件下被招募？

2. 连接：

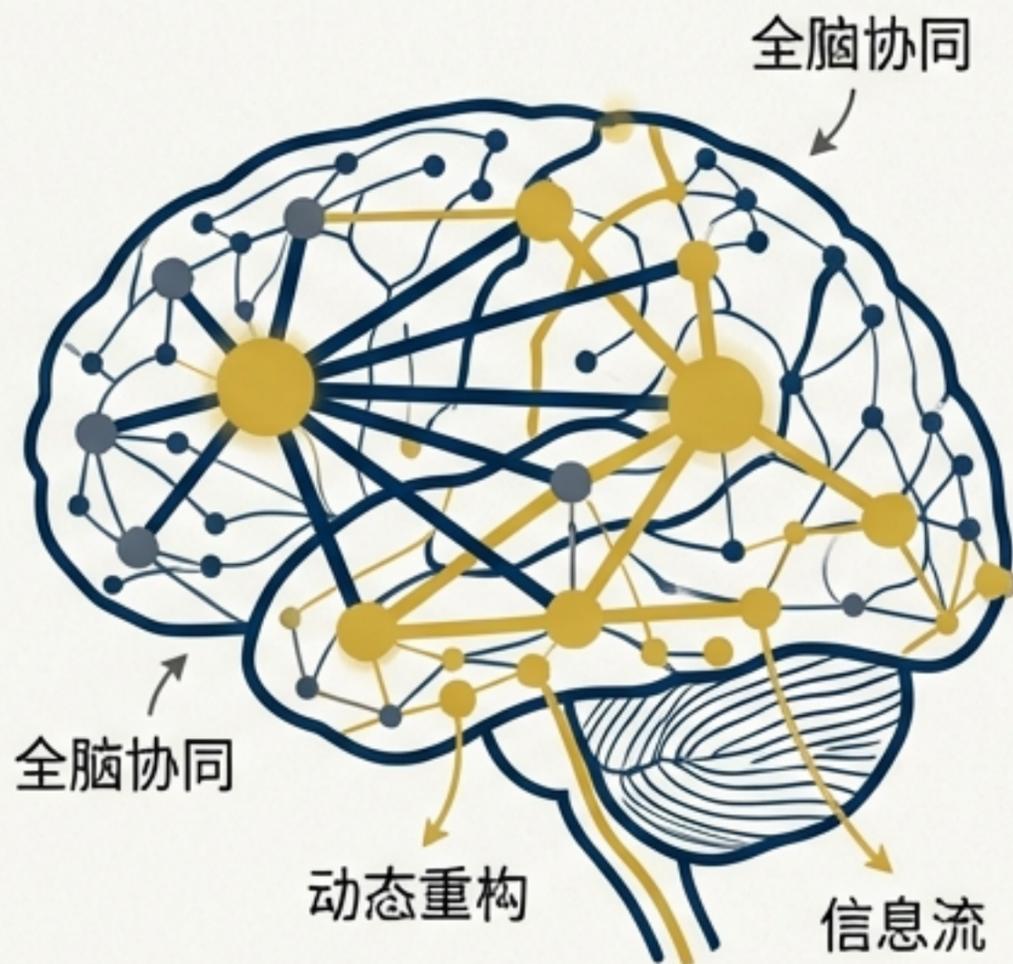
与哪些区域形成通路？

3. 计算机制：

维持、门控、预测、绑定或压缩？

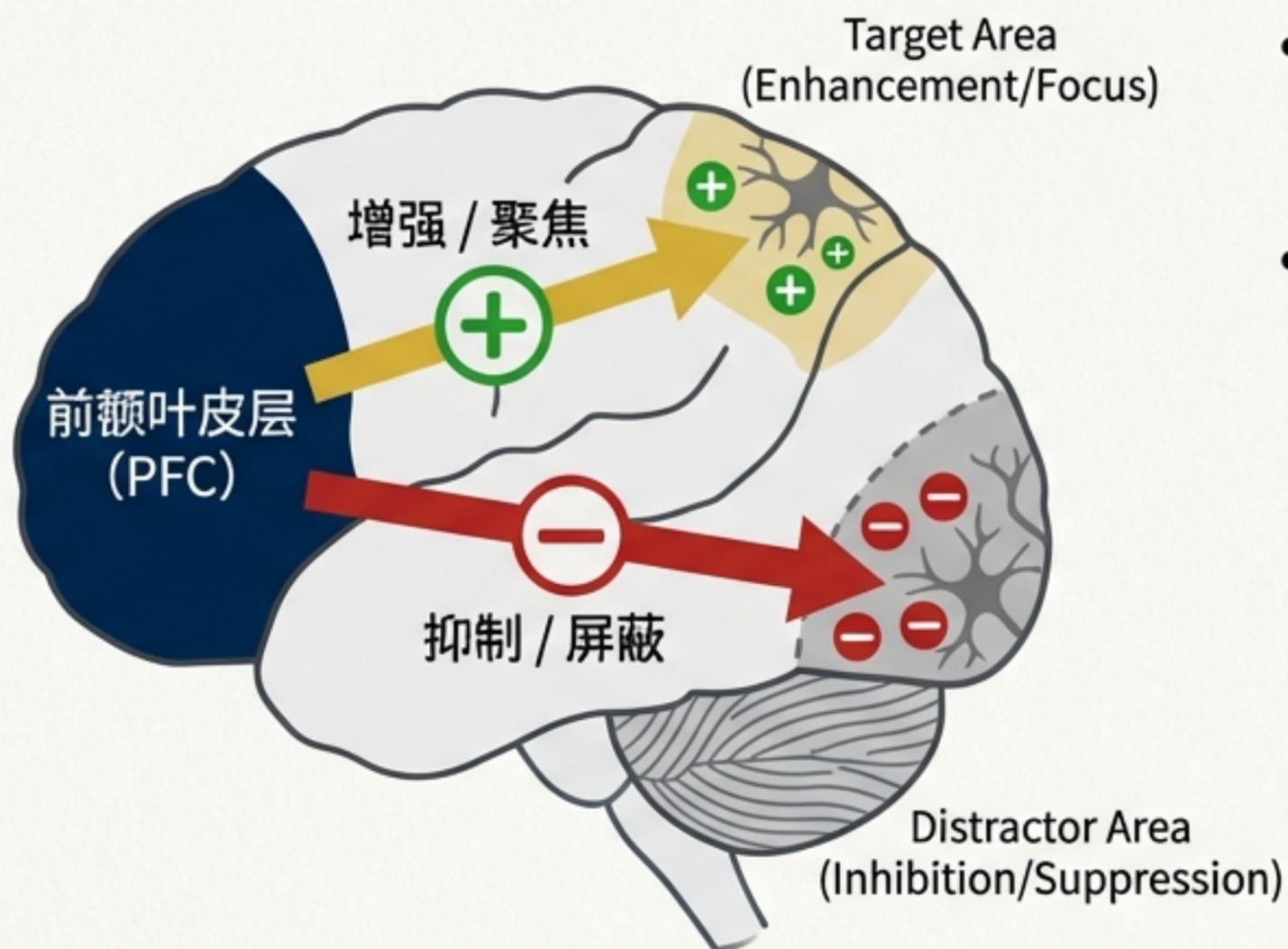
4. 证据来源：

fMRI, EEG/MEG, 损伤研究等。



新范式：网络动力学

前额叶皮层 (PFC) : 控制器与协调器



- 核心功能：自上而下的偏置 (Top-down bias)
- 关键任务：
 - 目标维持 (Goal Maintenance)
 - 抑制优势反应 (Inhibition of Dominant Responses)
 - 规则切换 (Rule Switching)

核心文献: Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001) *An integrative theory of PFC function.*

信息维持机制：持续活动 vs. 活动静默

经典观点 - 持续放电



Goldman-Rakic (1995)

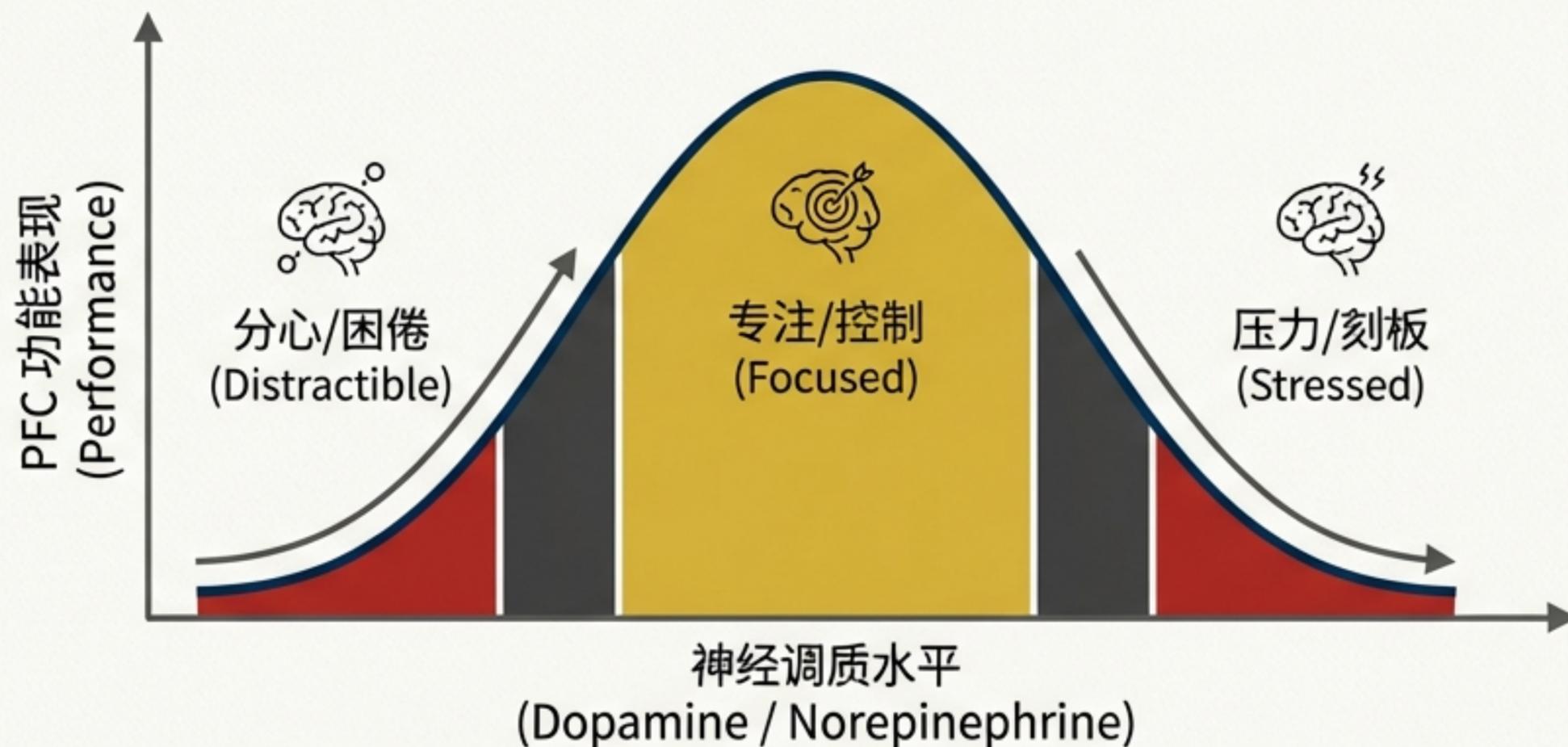
现代观点 - 活动静默



Stokes (2015)

共识：两者共存。PFC根据任务负荷与阶段，在持续活动与动态编码间切换。

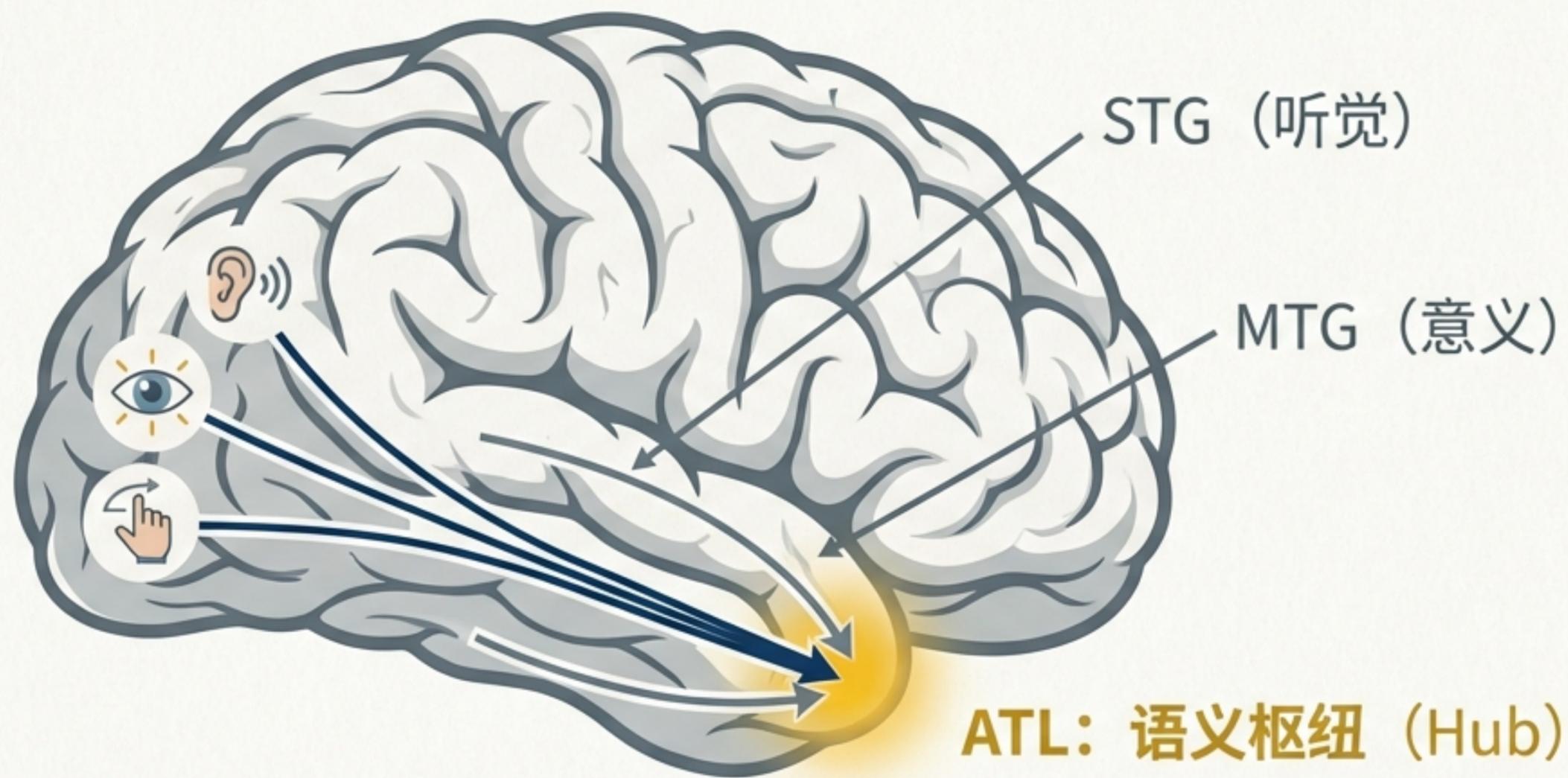
门控与调节：稳定性与灵活性的权衡



- 多巴胺与去甲肾上腺素调节神经元的“信噪比”。
- 皮层-基底节环路负责“门控”（Gating）——决定何时更新工作记忆。

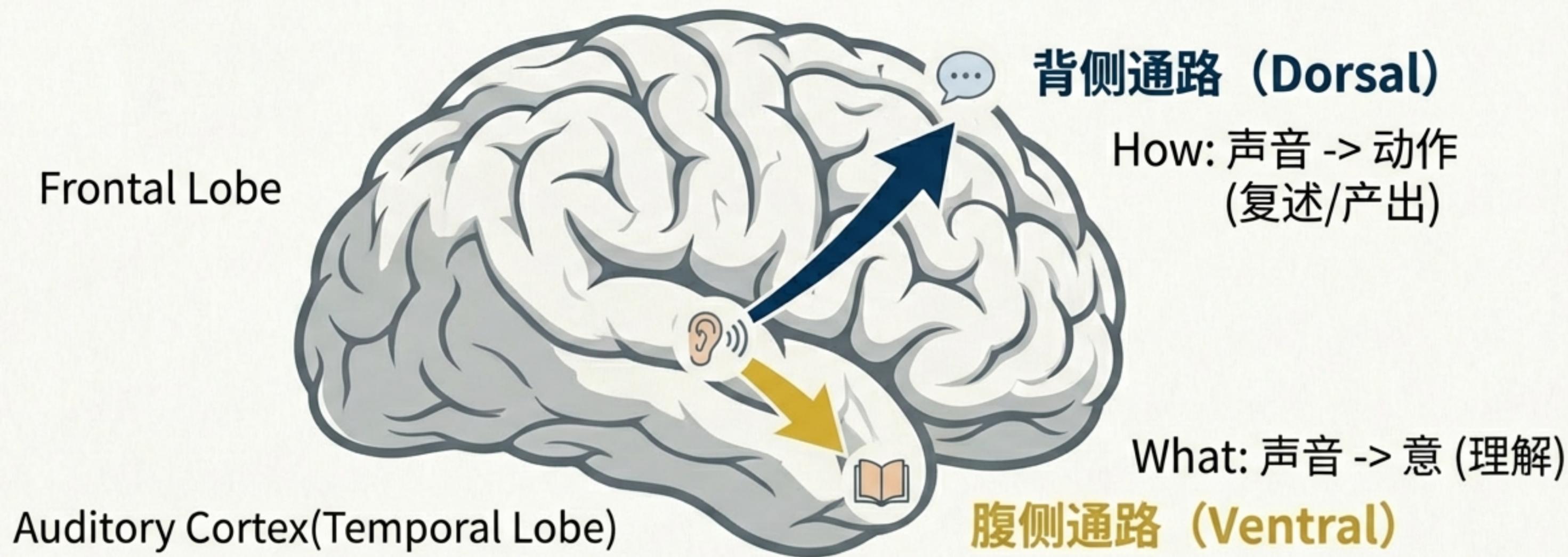
📖 核心文献：Arnsten (2009) Stress signalling pathways; Cools & D'Esposito (2011).

颞叶：语义系统的分布式表征与“枢纽”



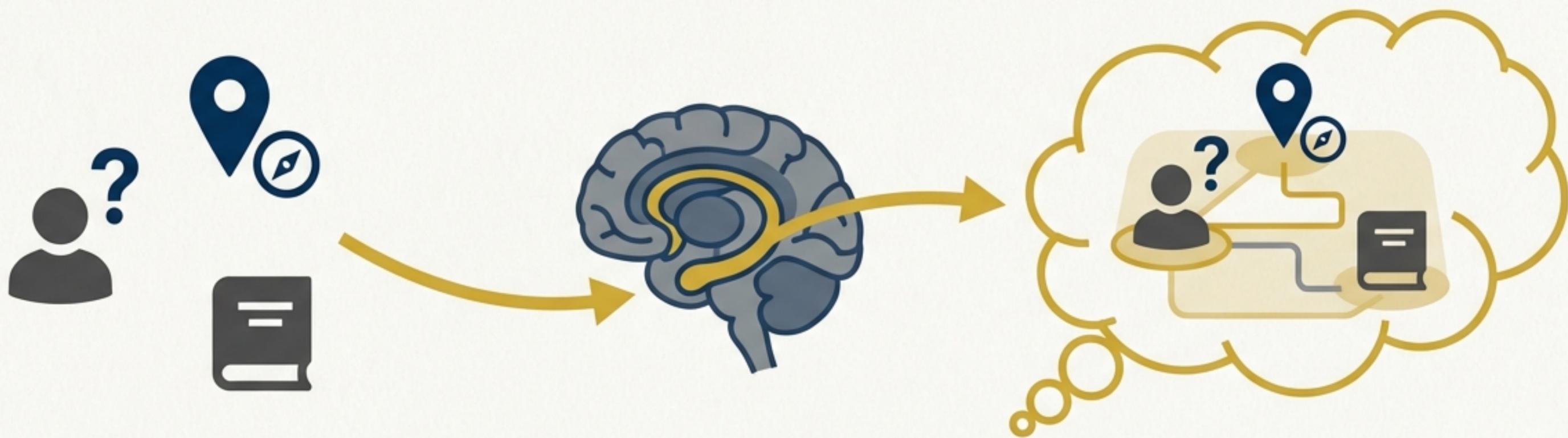
理论核心：语义知识 = 模态特异的分布式表征 + 前颞叶枢纽整合。

语言处理的双通路模型 (Dual Stream Model)



背侧流负责语音映射与运动计划；腹侧流负责听觉理解与语义提取。

情景建构：用记忆模拟未来



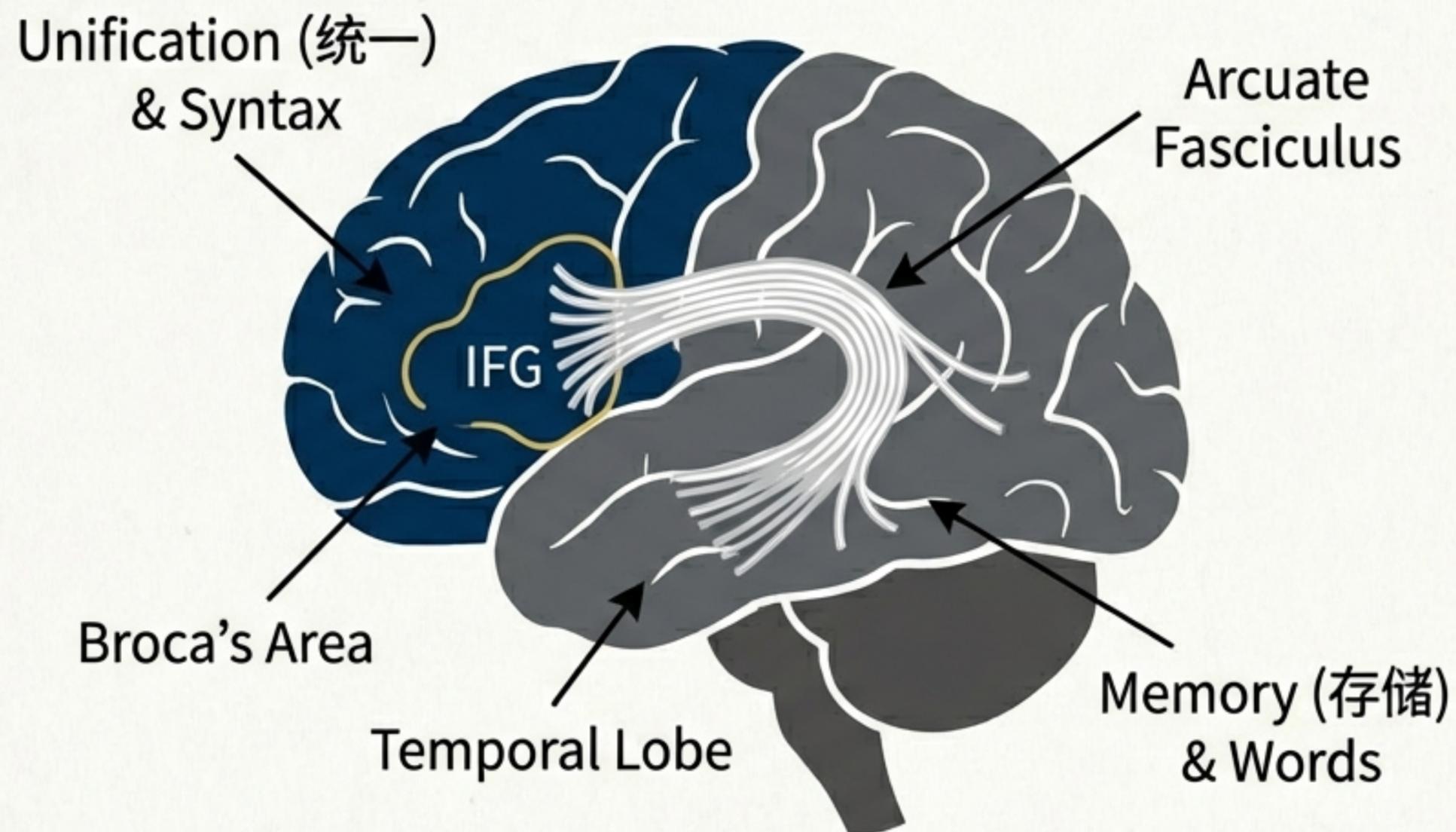
核心洞察：回忆过去与想象未来使用同一套神经机制。

功能： **情景建构** (Scene Construction) —— 将零散细节整合成连贯的心理场景。

意义：对语言理解中的**语境预测** (Prediction) 至关重要。

核心文献： Hassabis & Maguire (2007) *Deconstructing episodic memory*.

布洛卡区 (Broca's Area) : 统一与句法控制



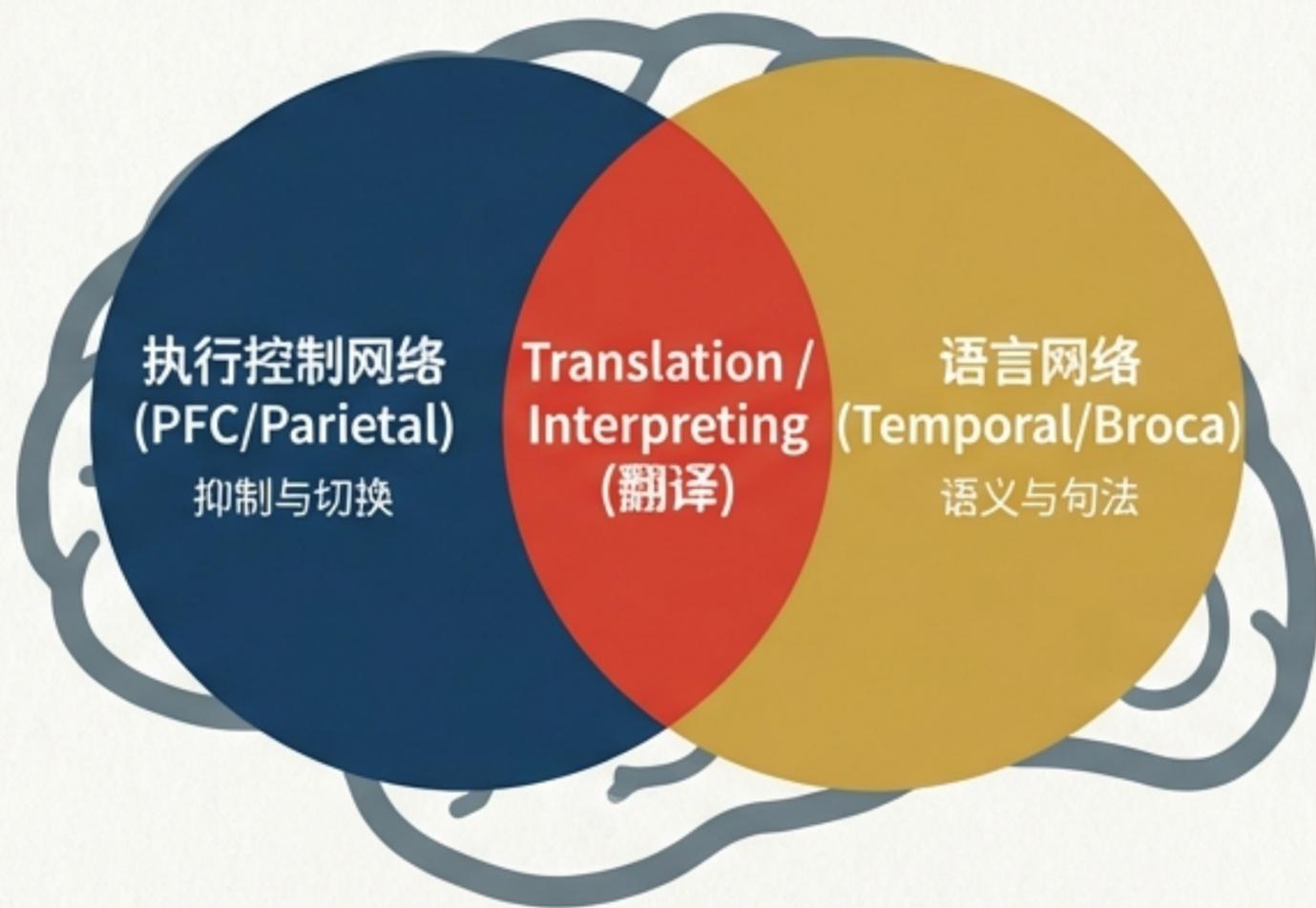
修正观点:

并非单纯的“产出中心”，而是 MUC 框架（记忆、统一、控制）的核心。

计算机制:

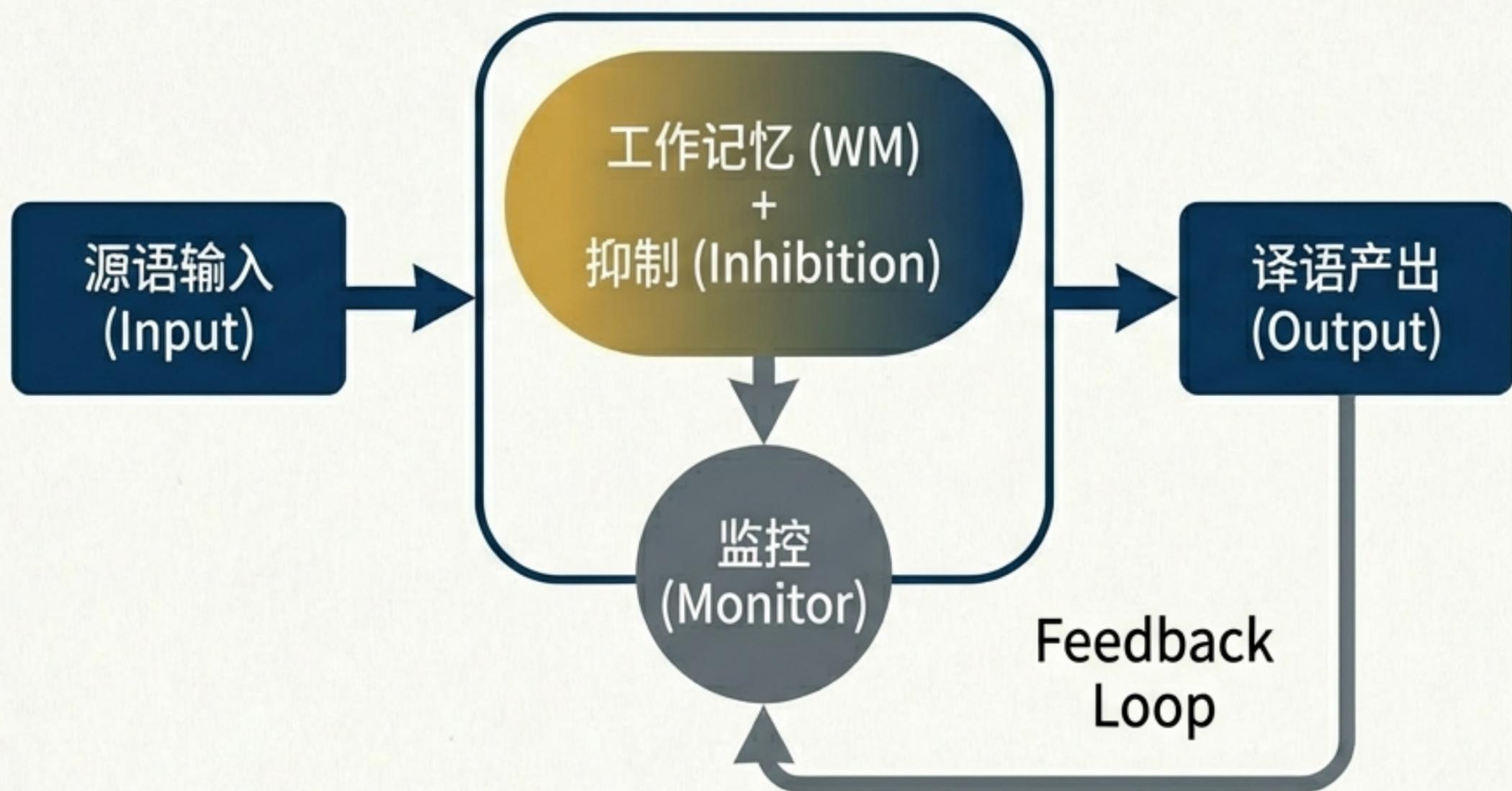
统一 (Unification) —— 将颞叶检索出的单词组合成句法结构。

翻译与双语控制：高负荷下的网络协作



1. 语言竞争：抑制非目标语言干扰。
2. 语义选择：快速检索对等词。
3. 产出计划：句法重组与语音输出。

适应性控制假说 (Adaptive Control Hypothesis)



场景：同声传译中的极端认知负荷。

机制：大脑根据单语、双语或翻译情境，动态调整控制策略。

需同时进行：高强度输入保持 + 实时产出监控。

核心文献库 I：控制与语义

PFC & Control (执行控制)

Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function.

Fuster, J. M. (2015). The Prefrontal Cortex.

Arnsten, A. F. T. (2009). Stress signalling pathways.

Stokes, M. G. (2015). Activity-silent working memory.

Temporal & Semantics (语义系统)

Binder, J. R., & Desai, R. H. (2011). The neurobiology of semantic memory.

Lambon Ralph, M. A., et al. (2017). The neural and computational bases of semantic cognition.

Hickok, G., & Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing.

核心文献库 II: 记忆、语言与翻译

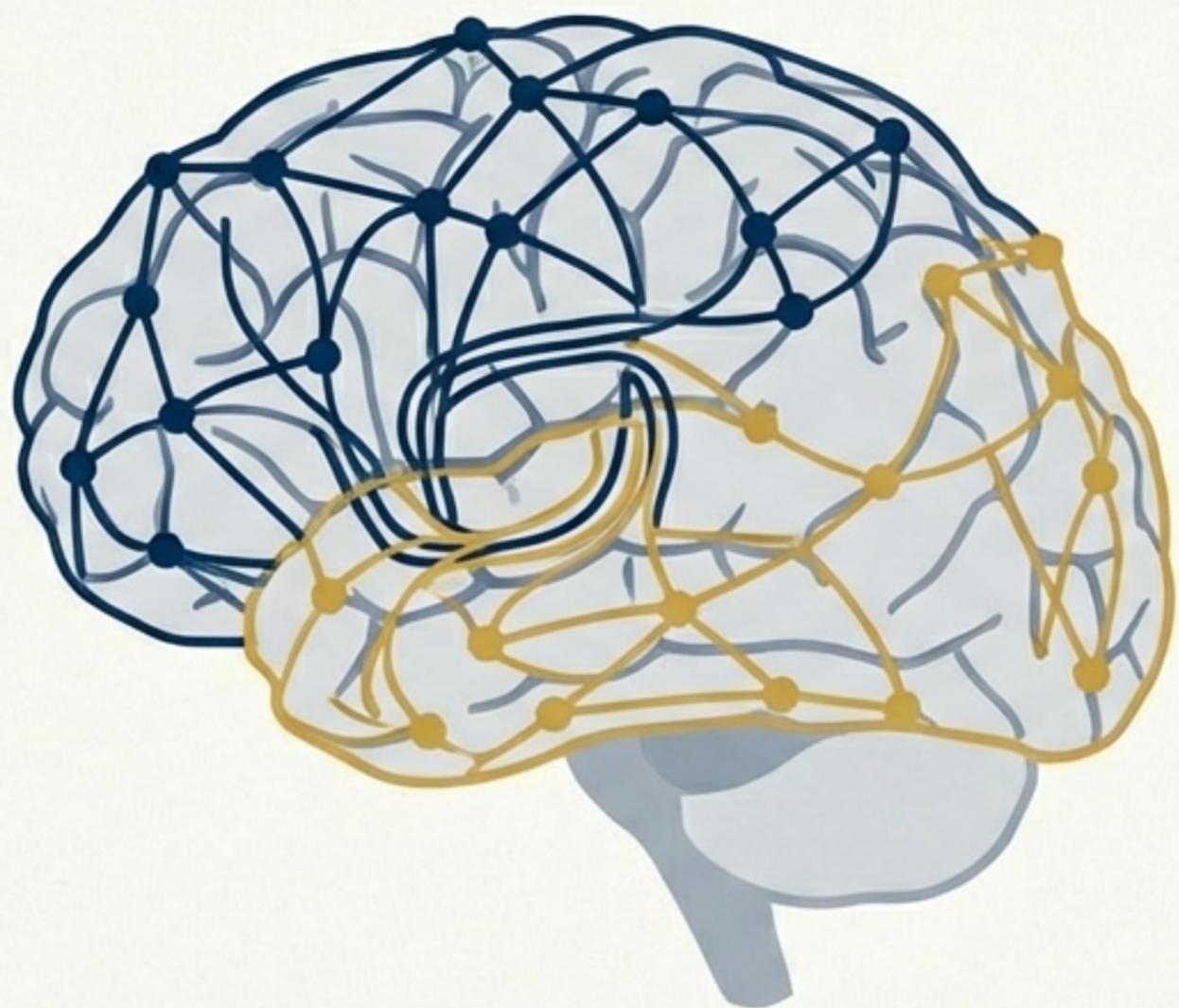
Memory & Language (记忆与语言)

- Scoville, W. B., & Milner, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions.
- O'Keefe, J., & Nadel, L. (1978). The Hippocampus as a Cognitive Map.
- Hagoort, P. (2013). MUC (Memory, Unification, Control).
- Friederici, A. D. (2017). Language in Our Brain.

Bilingual Control (双语控制)

- Abutalebi, J., & Green, D. W. (2007). Bilingual language production.
- Green, D. W., & Abutalebi, J. (2013). Language control in bilinguals: The adaptive control hypothesis.

总结与展望：神经机制的整合视角



总结：超越单一脑区定位，转向理解动态网络如何通过连接与计算机制支持高级认知。

展望：翻译认知神经科学的未来，在于探索“通用控制网络”与“特异语言网络”在高强度任务下的毫秒级动态协作。

Thank You.