连接理解与表达：翻译心理过程的感知运动转换双流动态框架

韩志力*，刘忆宁

浙大宁波理工学院　浙江宁波

【摘要】同声传译是一项高度复杂的语言任务，要求译员在听取源语言的同时几乎同步生成目标语言。为理解其背后的心理机制，本文以 Poeppel 提出的双流模型为理论基础，构建了一个用于解释翻译心理过程的“双流动态框架”。该框架强调语言感知与语言产出之间的神经通路分工：腹侧通路主要负责源语的语义理解，背侧通路则将理解结果转化为目标语的语音编码和言语输出。两条通路通过语言工作记忆和认知控制机制实现动态协作，支持译员在信息输入和输出之间进行并行加工与实时切换。本文结合神经成像与行为研究证据，系统阐述了双流机制在同传中的作用，并探讨其在翻译训练和认知研究中的潜在应用价值。该研究为翻译认知机制的神经基础提供了理论深化，也为未来多语种信息处理研究提供了参考路径。

【关键词】同声传译；双流模型；感知-运动整合；工作记忆；认知控制；神经语言学

【基金项目】浙大宁波理工学院校级人才引进科研启动项目（项目编号：20250113Z0038）

【收稿日期】2025 年 7 月 16 日　【出刊日期】2025 年 8 月 18 日　【DOI】10.12208/j.ssr.20250328

Bridging comprehension and expression: a dynamic dual-stream framework for sensorimotor transformation in translation psychological processes

Zhili Han, Yining Liu*

NingboTech University, Ningbo, Zhejiang

【**Abstract**】Simultaneous interpreting is a highly complex linguistic task that requires interpreters to listen to the source language while almost simultaneously producing the target language. To understand the underlying cognitive mechanisms, this paper builds on Poeppel’s dual-stream model and proposes a Dynamic Dual-Stream Framework to account for the psychological processes involved in translation. This framework highlights the division of labor between two neural pathways: the ventral stream, which is responsible for semantic comprehension of the source language, and the dorsal stream, which transforms the interpreted meaning into phonological encoding and speech production in the target language. These two streams operate in dynamic coordination through working memory and cognitive control mechanisms, enabling interpreters to perform parallel processing and real-time switching between input and output. Drawing on neuroimaging and behavioral evidence, this study systematically articulates the neural basis of simultaneous interpretation and discusses its implications for translator training and cognitive research. The proposed model offers a refined theoretical perspective on the neurocognitive mechanisms of translation and contributes to the broader understanding of multilingual information processing.

【**Keywords**】Simultaneous interpreting; Dual-stream model; Sensorimotor integration; Working memory; Cognitive control; Neurolinguistics

1 引言

同声传译是一种需要听者在听取源语言的同时几乎同步产出目标语言的复杂语言活动。这一过程要求大脑并行进行听觉理解和言语产生[1]。研究表明，同传涉及广泛的脑区网络，包括言语感知相关区域和言语产出相关区域，以及语言切换、自我监控等控制区域。因此，同声传译为我们研究听觉输入与言语输出之间的联系提供了独特窗口。听觉输入到言语输出的快速

*通讯作者：韩志力

转换暗示着感知系统与运动系统的紧密耦合，这种感知-运动机制被认为对同传的成功至关重要。

在神经语言学领域，David Poeppel 提出的双流模型（dual-stream model）为理解语言处理的感知和运动通路提供了重要理论框架[2,3]。根据该模型，人类大脑中存在两条并行的语言处理通路：腹侧通路和背侧通路。腹侧通路主要双侧分布，负责将语音信号映射到意义，即完成听觉输入的语义和语法理解，被称为“声音到意义”的映射。与此相对，背侧通路主要位于左半球，连接颞叶的听觉皮层和额叶的运动言语区，负责将语音信号映射到发音动作，即执行“声音到发音”的转换[4]。这一背侧听觉-运动接口允许大脑将听到的语音信息直接用于指导言语产出，被视为感知与动作之间的重要桥梁[3]。双流模型在一定程度上继承和拓展了经典的 Wernicke-Lichtheim-Geschwind 语言网络模型[5]，强调了语言感知和产出在神经通路上的相对独立又相互交互的流程[2,3]。

大量研究支持言语感知系统与言语产出系统之间存在紧密的耦合关系。例如，运动理论（Motor Theory）就曾假设言语感知本质上涉及对说话者发音动作的内部模拟[6,7]。经验上也发现，听觉和发音系统相互影响：先天耳聋者由于缺乏听觉输入，其言语产出能力往往受限，仅能达到初级水平[8]；反之，实时改变说话者的听觉反馈会干扰其正常发音[9]。临床证据同样印证了这一点——损伤连接听觉理解区和言语产生区的神经通路（例如左侧弓状束所在的背侧通路）会导致复述困难，即传导性失语症，这说明听觉-运动接口对将听到的词汇顺畅转换为口语表达是必要的[10]。在双流模型框架下，背侧通路被认为承担了这一听觉-运动接口功能：它通过弓状束连接颞上回/顶叶（包括经典的 Wernicke 区及周围，如平面颞区的 Spt 区）与额下回（包括 Broca 区）等言语产出区域，将听觉语言信息转化为言语运动指令。神经成像研究发现，左侧顶颞交界的 Spt 区在同时参与言语感知和言语产出时被激活，提示其作为听觉和发声之间的转换枢纽作用[11]。这些发现从神经层面证实了感知-运动整合机制在语言处理中的存在。

在同声传译情境中，由于需要将一种语言的听觉输入快速转换为另一种语言的言语输出，背侧通路的“听觉到发音”接口功能显得尤为重要。译员在听的过程中需要持续地为即将输出的译文做准备，这意味着他们的大脑可能提前激活与目标语言发音相关的编码。这一推测得到了神经研究的支持：Elmer 等人的脑电研究比较了职业同传译员和多语对照者，发现同传译员的大脑在任务早期即表现出更强的左半球背侧通路连接同步，主要体现在听觉相关皮层与 Broca 区这两个背侧通路关键节点之间的相位同步增强。这种增强的听觉-运动耦合与译员的专业训练时长正相关，说明反复的同传训练加强了背侧通路的功能连通，有助于更快速地将听觉输入转换成发音输出[4]。此外，功能性磁共振成像研究也表明，同传任务会同时激活语言感知和产出网络，尤其是涉及语言控制和选择的额叶区域（如 Broca 区）在同传中被视为整合多重信息的中枢[1,12]。这些发现共同强调，在同声传译中背侧通路发挥着关键作用：它将译员听到的源语声音迅速映射为自身的发声动作，从而实现跨语言的即时转换。

当然，同声传译中的语言转换不仅仅是机械的语音复述，还涉及复杂的理解和重新表述。译员需要通过腹侧通路理解源语的含义，然后在产出时检索并构造目标语的适当表达。这一过程可以借鉴一般言语产生模型加以理解。例如，Levelt 等提出的言语产生模型将产出过程分为概念化、语言编码和发音三个阶段[13,14]。在同传中，译员一边理解概念（概念化），一边需要即时进行双语转换，在目标语言中进行词汇选择和句法构造（语言编码），并几乎同步地启动发音。背侧通路在此过程中可能参与了目标语的语音编码和输出：当腹侧通路完成功能意义的处理后，背侧通路迅速介入，将语义映射到目标语言的音韵表征，并通过大脑的运动言语区域驱动口语输出。这相当于在大脑内部架起一座从理解到表达的桥梁，使译员能够在不间断听取的同时连续输出译文。感知-运动接口的高效运作确保了同声传译的流畅进行，而任何这一接口的延误或障碍都可能导致同传过程中的卡顿或错误。

本综述借助双流模型的视角，可以更深入地理解同声传译中听觉输入到言语输出的转换机制。腹侧通路保障了对源语的理解，而背侧通路则充当了听觉-运动接口，将理解后的内容快速转码为目标语的言语输出。相关神经语言学研究与言语产生理论均支持背侧通路在这一过程中发挥核心作用：它不仅连接和协调了语言感知与产出系统，还通过训练可以增强其效率。对同声传译这一极端语言多任务现象的研究，有望揭示大脑感知-运动整合的可塑性和极限，对于完善语言加工理论具有重要意义。

2 翻译心理过程的双流动态框架

在同声传译中，译员需要同步进行聆听理解、语义转换和目标语输出等多重任务，并通过自我监控来校准译语。这种高度复杂的认知活动必须调用多种语言

处理机制和认知控制机制，以协调大脑中不同系统的合作，前文讨论了感知-运动通路在听觉到言语转换中的作用[1,2]，表明听觉输入与言语输出之间存在直接的感觉运动映射支持。本节将在此基础上，引入一个更具理论深度的神经-认知整合模型——以 Poeppel 提出的双流模型为核心，阐述翻译过程中大脑腹侧与背侧两条通路的动态协作框架（见图 1）。这一框架整合了语言感知、语义处理、语言选择、语音编码、言语产生，以及工作记忆与认知控制等关键机制，系统解释源语到目标语转换的心理过程。

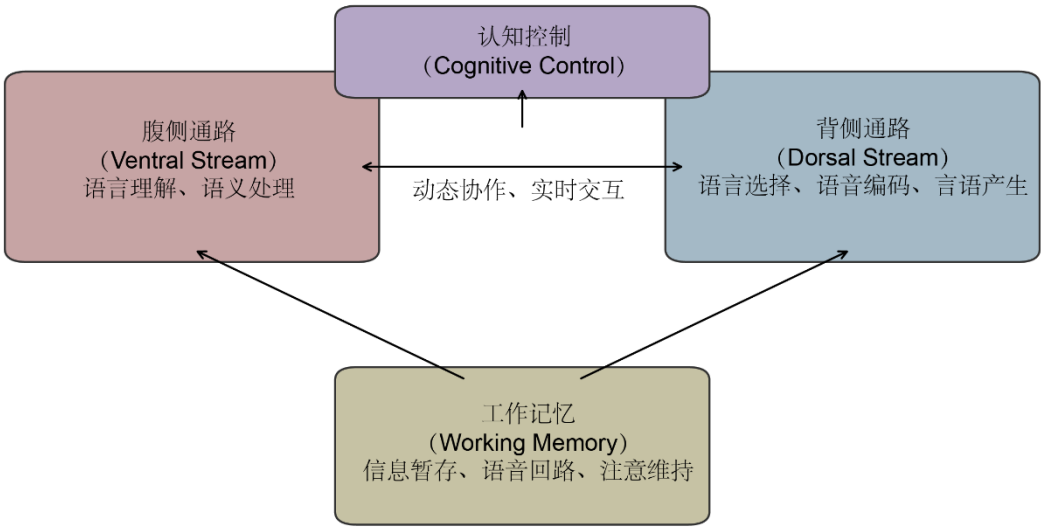

图 1　翻译心理过程的双流动态框架

2.1 腹侧通路：语言感知与语义处理

腹侧通路（ventral stream）主要负责语音信号的感知与语义理解，即将声音映射为意义[15]。听觉皮层接收到源语的语音信号后，经过声学-语音分析和音位解码，信息沿腹侧方向传递到颞叶中部和前部的语言区域（如颞中回、颞极等）。这些区域承担词汇检索和语义整合的功能，将连续的语音串转换为抽象的语言内容表征。在该过程中，腹侧通路实现对源语言的理解：包括词汇意义的提取、句法结构的解析，以及话语层面语义与语境的融合。研究表明，腹侧通路在构建语义依存关系方面至关重要，对于理解句子中的概念意义和语义关联起核心作用[16]。因此，在同声传译中，腹侧通路支持译员迅速准确地理解源语信息，为后续翻译奠定语义基础。

值得注意的是，腹侧通路在双语者的大脑中呈现一定的语言非特异性特征。根据“会聚假说”，不同语言的词汇语义表征在大脑中高度重叠[17]。这意味着译员通过腹侧通路提取的概念意义可以不带源语言痕迹地传递到概念层次，为目标语表达做准备。同时，腹侧通路与大脑广泛的概念网络相互连接，使译员能运用世界知识和上下文来丰富对源语的理解。这种对语义的深层处理有助于译员在目标语中选取最贴切的表达，而不仅是逐字对应翻译。

2.2 背侧通路：语音编码与言语产生

背侧通路（dorsal stream）主要负责将语言输入映射到运动表征，实现语音的编码和输出[15]。简言之，背侧通路将听到的语言信号转化为说出的语言。听觉信息在颞叶后部和顶叶交界处（特别是左侧颞顶交界区，即所谓 Spt 区）形成感觉-运动接口，将解析出的语音片段同发音运动程序相关联。这个接口相当于工作记忆的语音缓冲：它不仅让译员能够暂时保留语音信息，还为言语产出提供参考。随后，信息沿背侧通路投射至额叶的语言产出区，包括左侧下额回（Broca 区）和辅助运动区等。这些区域生成目标语的发音计划，调用相应的音位和音节的运动程序，并经由初级运动皮层控制发声器官说出译文。

背侧通路在翻译过程中起着桥梁作用：它将腹侧通路获得的抽象意义转换为具体的目标语形式。这一转换涉及多个步骤：首先，译员需要在目标语中检索与源语概念相对应的词汇，并根据目标语的语法结构重新组合句子。这意味着背侧通路不仅执行语音层面的编码，还参与序列组织和句法重构。神经学研究表明，

背侧通路对序列加工尤为重要，负责将单词按正确的语序串联成句[16]。在同声传译中，源语和目标语往往句法结构不同，译员必须即时调整表达顺序，这正是背侧通路所擅长的功能。此外，在目标语发音阶段，背侧通路持续接受来自听觉系统的反馈，译员会通过自我监控（monitoring）来纠正发音或用词偏差，保证译文流畅准确。综上，背侧通路为翻译提供了从概念到语音输出的通道，使译员能够将理解的内容实时地转化为另一种语言的表述。

3 双流协同与高级认知控制机制

腹侧和背侧两大通路并非独立工作，而是在翻译过程中紧密协同，形成动态交互的双流系统。当译员聆听源语时，腹侧通路不断提取语义并将关键信息存入工作记忆；几乎同时，背侧通路根据已获取的内容启动目标语的表达构思。这种并行处理意味着译员可能一边听后面的句子，一边已经开始翻译前面的内容。双流系统通过信息的渐进交接实现无缝合作：腹侧通路输出的部分语义结果可以即时馈送给背侧通路，用于提前规划目标语语句；背侧通路在产生译文时遇到不确定之处（例如未听清的词）时，又可依赖腹侧通路提供更多源语上下文予以纠正。这种实时协作提高了翻译效率，也体现了大脑中感知与动作系统之间的高度耦合。

在双流动态框架下，工作记忆和认知控制是确保协同顺畅的关键高级机制。工作记忆，尤其是语言工作记忆，充当信息暂存和加工的“缓冲区”。译员需要记住所听到的内容片段，直到将其译出。在神经层面，这涉及额顶网络对信息的维持，以及背侧通路中语音回路的作用——例如 Spt 区和顶叶辅助语音区帮助暂存语音信息。研究表明，职业译员往往具有卓越的工作记忆容量，能够同时保留和处理大量语言信息[18]。这意味着他们可以在不牺牲译文连贯性的情况下处理较长的句子和复杂的内容。工作记忆的支持使腹侧通路的理解和背侧通路的产出可以错位重叠进行：即使源语信息暂时超过了瞬时处理能力，工作记忆也能暂存该信息，等待适当时机由背侧通路输出。

与此同时，认知控制机制确保译员在双语之间灵活切换并避免干扰。翻译需要在两种语言的词汇和语法规则之间迅速转换，这对大脑的控制系统提出了巨大挑战[1]。一方面，译员必须选择适当的目标语词语表达，同时抑制直接套用源语结构或受到源语词汇干扰。神经成像研究已经揭示，一组与双语言语控制相关的大脑区域在翻译中高度活跃，包括前额叶皮层（执行控制和注意分配）、前扣带回（监测冲突）、顶下小叶（管理语言转换）以及基底神经节中特别是尾状核和壳核（实现语言抑制与切换）。例如，Abutalebi 和 Green 提出的模型认为，双语者的大脑通过上述网络的协作来解决词汇竞争并选择目标语言[17]。在同声传译情境下，由于源语和目标语同时处于激活状态，这套控制网络会表现出极高的调控需求[1]。经验丰富的译员往往发展出更高效的控制能力，以适应这种极端的双语并行任务[18]。这不仅体现在行为层面的更快反应和更少错误上，也反映为大脑结构和功能的适应性变化，如额叶-纹状体通路的强化等[17]。

综合而言，“双流”动态框架为翻译心理过程提供了一个神经整合视角：腹侧通路贡献了对源语的理解，背侧通路负责目标语的表达，两者通过工作记忆的缓冲和认知控制的调节实现实时交互。这一框架阐明了译员大脑如何在数百毫秒内完成从听觉理解到言语输出的跨语言映射：既有赖于大脑固有的感知-动作通路分工，又有赖于高级认知功能的协调配合。这种多层次的动态协作正是熟练同传译员得以胜任复杂翻译任务的神经基础。

4 结论

本文从神经语言学的角度，系统地探讨了同声传译这一复杂认知活动背后的心理与神经机制，提出了一个基于双流模型的动态整合框架。首先，Poeppel 提出的双流模型为我们理解语言处理中的感知-运动机制提供了重要基础，其中腹侧通路主要负责语言的语义理解，背侧通路则将语言输入转化为具体的言语动作。结合同声传译这一特殊语言任务的特征，本文进一步明确了腹侧通路在源语理解与语义抽象过程中的核心作用，以及背侧通路在目标语产出、序列组织和言语动作规划中的桥梁作用。

在此基础上，本文还深入探讨了翻译过程中两个通路之间的协同机制。研究表明，腹侧与背侧通路并非孤立运行，而是依靠语言工作记忆与认知控制等高级认知功能实现动态协作。具体而言，工作记忆负责暂时存储和处理翻译过程中源语与目标语的信息片段，确保语言处理的连续性；认知控制则保障双语言语激活的灵活切换和适当抑制，避免源语干扰目标语表达。这种整合机制解释了译员如何在听觉输入与言语输出之间实现实时、高效的信息转换。综合相关研究证据，本文提出的双流动态框架不仅深化了我们对翻译过程中语言处理与认知控制互动关系的理解，也为翻译研究提供了新的神经认知视角。未来的研究可进一步运用

神经影像和行为实验等方法验证和细化该模型，推动翻译认知理论与实践的融合发展。

参考文献

[1] Hervais-Adelman A, Babcock L. The neurobiology of simultaneous interpreting: Where extreme language control and cognitive control intersect[J/OL]. Bilingualism: Language and Cognition, 2020, 23(4): 740-751.

[2] Hickok G, Poeppel D. Dorsal and ventral streams: a framework for understanding aspects of the functional anatomy of language[J/OL]. Cognition, 2004, 92(1): 67-99.

[3] Hickok G, Poeppel D. The cortical organization of speech processing[J/OL]. Nature Reviews Neuroscience, 2007, 8(5): 393-402.

[4] Elmer S, Kühnis J. Functional Connectivity in the Left Dorsal Stream Facilitates Simultaneous Language Translation: An EEG Study[J/OL]. Frontiers in Human Neuroscience, 2016, 10[2025-05-03]. https://www.frontiersin.orghttps://www.frontiersin.org/journals/human-neuroscience/articles/10.3389/fnhum.2016.00060/full.

[5] Tremblay P, Dick A S. Broca and Wernicke are dead, or moving past the classic model of language neurobiology[J/OL]. Brain and Language, 2016, 162: 60-71.

[6] Liberman A M, Mattingly I G. A specialization for speech perception[J/OL]. Science, 1989, 243(4890): 489-494.

[7] Liberman A M, Cooper F S, Shankweiler D P, 等. Perception of the speech code.[J/OL]. Psychological review, 1967, 74(6).

[8] Liberman A M, Mattingly I G. The motor theory of speech perception revised[J/OL]. Cognition, 1985, 21(1): 1-36.

[9] Houde J F, Jordan M I. Sensorimotor adaptation in speech production[J/OL]. Science (New York, N.Y.), 1998, 279(5354): 1213-1216.

[10] Geschwind N. The organization of language and the brain[J/OL]. Science (New York, N.Y.), 1970, 170(3961): 940-944.

[11] Hickok G, Okada K, Serences J T. Area Spt in the human planum temporale supports sensory-motor integration for speech processing[J/OL]. Journal of Neurophysiology, 2009, 101(5): 2725-2732.

[12] Tourville J A, Reilly K J, Guenther F H. Neural mechanisms underlying auditory feedback control of speech[J/OL]. NeuroImage, 2008, 39(3): 1429-1443.

[13] Levelt W J. Speaking: form intention to articulation[J]. Cambridge. MA: The MIT Press, 1989, 8: 13.

[14] Indefrey P, Levelt W J M. The spatial and temporal signatures of word production components[J/OL]. Cognition, 2004, 92(1): 101-144.

[15] Hickok G, Poeppel D. Neural basis of speech perception[J/OL]. Handbook of Clinical Neurology, 2015, 129: 149-160.

[16] Ries S K, Piai V, Perry D, 等. Roles of ventral versus dorsal pathways in language production: an awake language mapping study[J/OL]. Brain and language, 2019, 191: 17-27.

[17] Abutalebi J, Green D. Bilingual language production: The neurocognition of language representation and control[J/OL]. Journal of Neurolinguistics, 2007, 20(3): 242-275.

[18] Morales J, Padilla F, Gómez-Ariza C J, 等. Simultaneous interpretation selectively influences working memory and attentional networks[J/OL]. Acta Psychologica, 2015, 155: 82-91.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心（OAJRC）所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

OPEN ACCESS