[1] Tran, K. T., Dao, D., Nguyen, M. D., Pham, Q. V., O'Sullivan, B., & Nguyen, H. D. (2025). Multi-Agent Collaboration Mechanisms: A Survey of LLMs. *arXiv preprint arXiv:2501.06322*.

* **协作类型**
  + **合作**：智能体将个人目标与共同目标保持一致，共同努力实现互利结果，在代码生成、决策等任务中有效，但存在目标不一致和单个智能体失败可能影响整体等挑战。
  + **竞争**：当存在目标冲突或资源有限时发生，能推动智能体表现更好，但需要解决冲突的机制，在辩论、游戏等场景有应用。
  + **竞合**：合作与竞争的战略融合，使智能体在某些任务上协作以实现共享目标，同时与其他智能体竞争，如混合专家（MoE）框架。
  + **不同协作通道类型的协调**：在 LLM-based MAS 中，常需要超越单一协作类型的复杂交互，不同智能体可能参与不同协作通道，结合多种协作类型的优势。
* **通信结构**
  + **集中式结构**：每个智能体都连接到一个中央智能体，中央智能体作为枢纽管理和协调交互，设计和实现简单、资源分配高效，但中央节点故障可能导致整个系统崩溃。
  + **分散式和分布式结构**：控制和决策分布在智能体之间，每个智能体基于本地信息和与其他智能体的有限通信运行，系统在部分智能体故障时仍可继续运行、可扩展性高，但资源分配效率低、通信开销高。
  + **分层结构**：智能体按具有不同角色和权威级别的分层系统排列，通信瓶颈低、任务分布在不同级别，但边缘设备故障会导致系统故障、复杂性和延迟高。

[2] Chen, W., Su, Y., Zuo, J., Yang, C., Yuan, C., Qian, C., ... & Zhou, J. (2023). Agentverse: Facilitating multi-agent collaboration and exploring emergent behaviors in agents. *arXiv preprint arXiv:2308.10848*, *2*(4), 6.

* **水平通信（Horizontal Communication）**：民主讨论，各智能体共享决策并整合（适用于创意 brainstorming、咨询）。
* **垂直通信（Vertical Communication）**：“求解者” 提出方案，其他智能体审核反馈，迭代优化（适用于需要精确解的任务，如数学推理、代码生成）。
* **动态通信结构**：设计更通用的通信机制，适应不同任务（如多轮辩论、资源竞争）。