

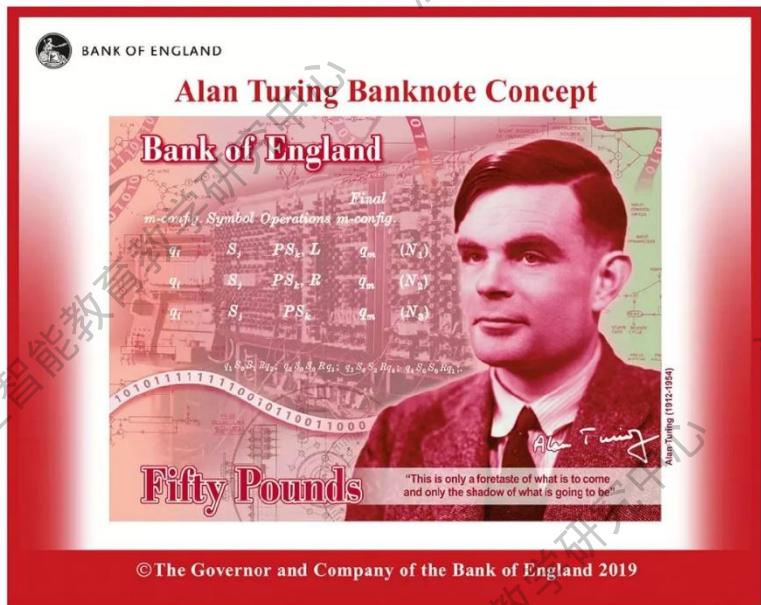


# 大模型：从单词接龙到行业落地

杨洋，浙江大学

# 人工智能前夜：图灵测试

- 图灵测试会在测试人在与被测试者（一个人和一台机器）隔开的情况下，通过一些装置（如键盘）向被测试者随意提问。
- 问过一些问题后，如果超过 30% 的答复不能使测试人认出哪个是人、哪个是机器的回答，那么这台机器就通过了测试，并被认为具有人类智能。



Alan Mathison Turing (1912-1954)  
英国数学家、计算机科学家

——理论计算机科学之父



I. The Imitation Game  
I PROPOSE to consider the question, "Can machines think?" This should begin with an analysis of the meaning of the words "think" and "machine". The definition of "think" is difficult to give in a short sentence. It is possible that several uses of the words "thinking" and "think" are to be found in the meaning of the words "thinking machine". It is difficult to escape the conclusion that the meaning of the answer to the question, "Can machines think?", is to determine a standard answer, as in a foolproof poll. But it is also possible that there is such a definition. I shall replace the question by another, which is closely related to it and is expressed in relatively unambiguous words.

The new form of the problem can be described as terms of a game which we call the "imitation game". It is played with three people, a tester (A), a computer (B) and an interrogator (C) who asks and answers questions. The computer's object is to receive the questions from the interrogator in order to determine which of the other two is the man and which is the woman. He leaves them by labels X and Y, and at the end of the game he says either "X is A and Y is B" or "X is B and Y is A". The interrogator is allowed to put questions to A and B thus:

C: Will X please tell me the length of his hair?

433

# 人工智能前夜：图灵测试

- 在提出图灵测试的《计算机与智能》一文里，图灵描述了想象中未来的智能计算机测试可能的样子（人提出问题，计算机回答）：

文学

Q: 请给我写一首有关福思桥 (Forth Bridge) 主题的十四行诗。  
A: 这种事情别找我。我从来都不会写诗。

数学

Q:  $34957 + 70764$  等于多少?  
A: (停顿了约 30 秒后再给出答案) 105621。

逻辑

Q: 在国际象棋中，我在K1处有一个王，除此之外没有棋子了。你在K6处有一个王且在R1处有一个车。现在你会怎么走?  
A: (15 秒停顿后) 将车移动到R8，然后将死。

# 大模型与图灵测试

## 文学

You

请给我写一首有关福思桥 (Forth Bridge) 主题的十四行诗。



ChatGPT

在福思桥上横跨天际，

钢铁雄伟贯穿云霄。

巍峨身姿如梦幻，

苍穹下，展翅飞翔。

红色肃穆如晚霞，

寻常人间难得见。

迎风飘扬铁索声，

音律奏响过往年。

过去百年光阴深，

桥上列车穿梭间。

时光荏苒如梦幻，

福思桥，永垂不朽颜。

## 数学

You

34957 + 70764 等于多少？

## 逻辑

You

你会下国际象棋吗？

ChatGPT

是的，我可以提供国际象棋方面的信息和建议。如果你有任何关于国际象棋的问题，或者想要进行象棋对局的话，我会尽力帮助你。

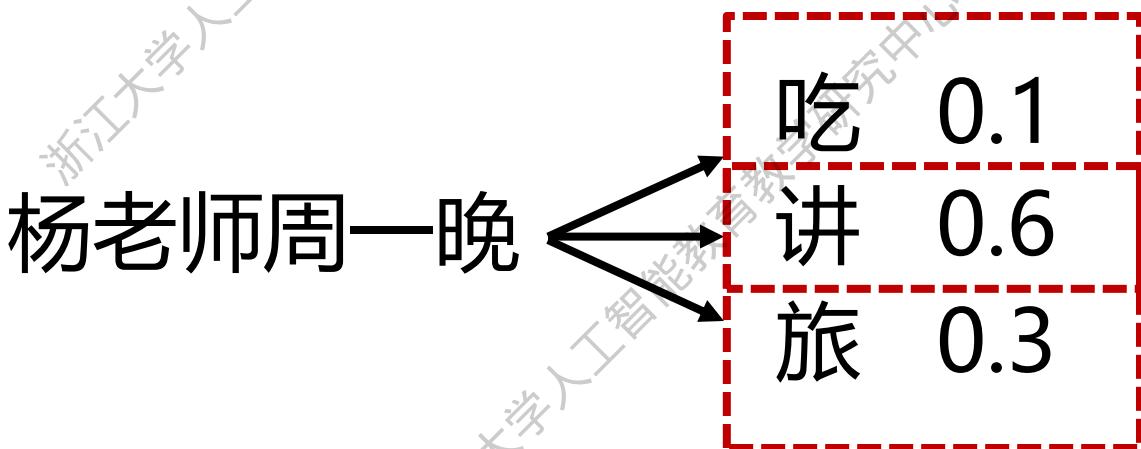
You

我在 K1 处有一个王，除此之外没有棋子了。你在 K6 处有一个王且在 R1 处有一个车。现在由你走，你会怎样走？

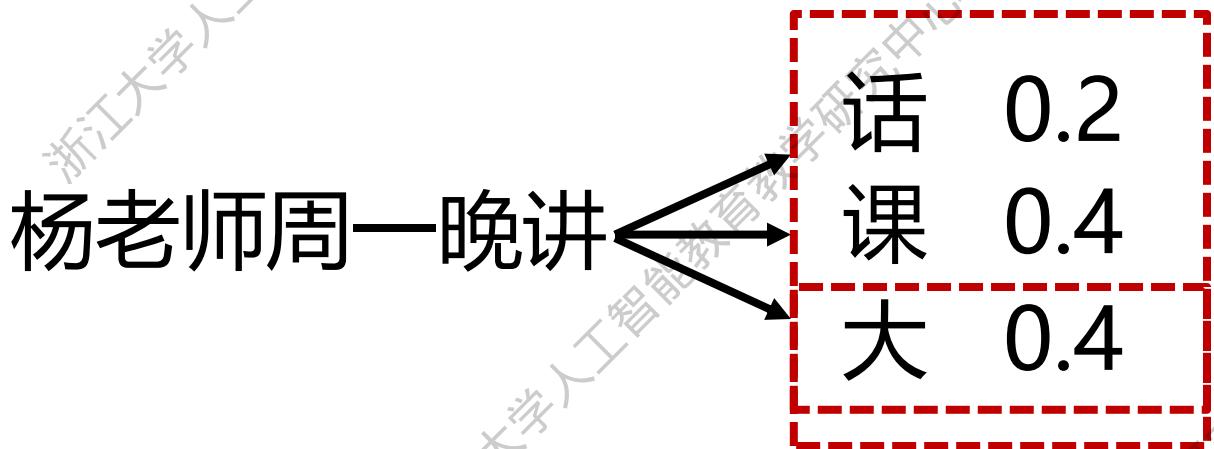
ChatGPT

在这种情况下，我可以进行一次长移动，将王移动到 L6 处。这是合法的走法，因为在这个位置，你的车无法直接捉住我的王。

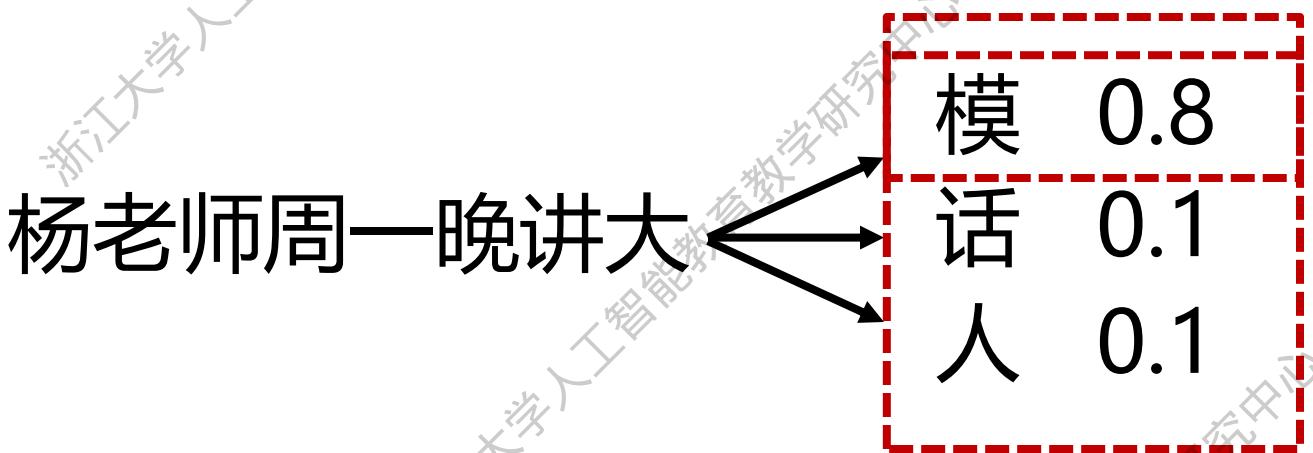
# 大语言模型：单词接龙



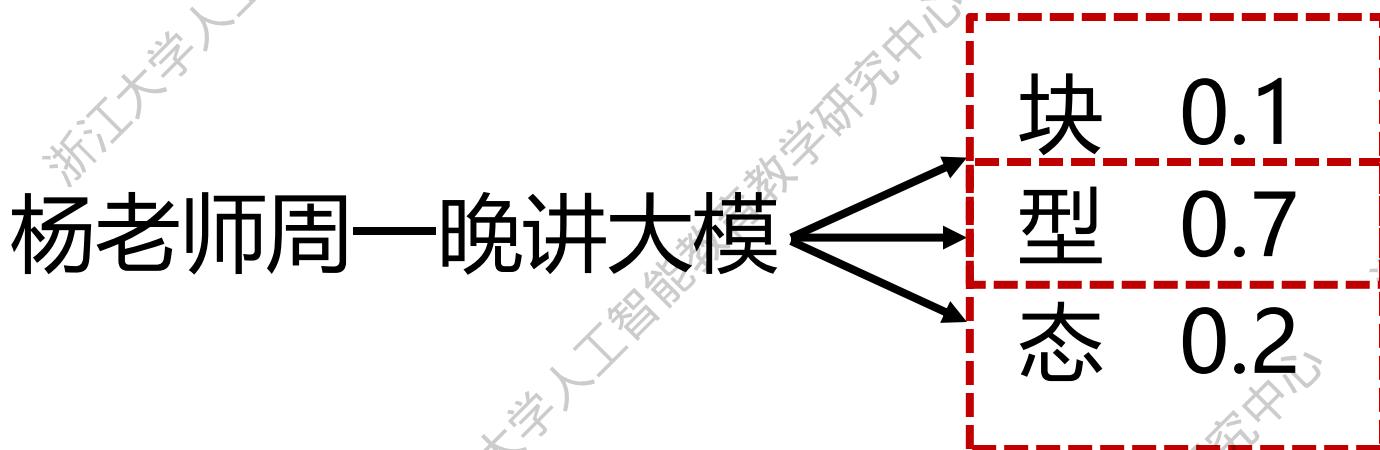
# 大语言模型：单词接龙



# 大语言模型：单词接龙



# 大语言模型：单词接龙



# 大语言模型：单词接龙



# 单词接龙：通过条件概率计算实现

- 给定上下文 (Context)，计算下一个生成词 (Token) 的概率
- 根据所计算的条件概率进行采样获得生成词，拼接至上下文末尾，并预测下一个生成词，直至生成一个结束符 (End-of-Sequence, EOS)
- 利用Transformer计算条件概率

$$P(\boxed{\text{token}_i} \mid \boxed{\text{context}})$$

下一个单词                    上下文（用户提问+  
                                          已生成的句子）

# 将各类下游任务转化为单词接龙

输入: 景点 (如断桥残雪)

输出: 该景点所在城市

## 传统机器学习模型

断桥残雪在哪? → 模型 → 杭州

## 拆分成一连串的单词接龙

断桥残雪在哪? → LLM → 杭

断桥残雪在哪? 杭 → LLM → 州

断桥残雪在哪? 杭州 → LLM → [EOS]

# 为什么单词接龙？

针对特定任务的端到端学习

断桥残雪在哪? → 模型 → 瓢虫

训练数据：需要标注，成本高

<断桥残雪, 杭州>, <长城, 北京>, <故宫, 北京> ...

输入数据

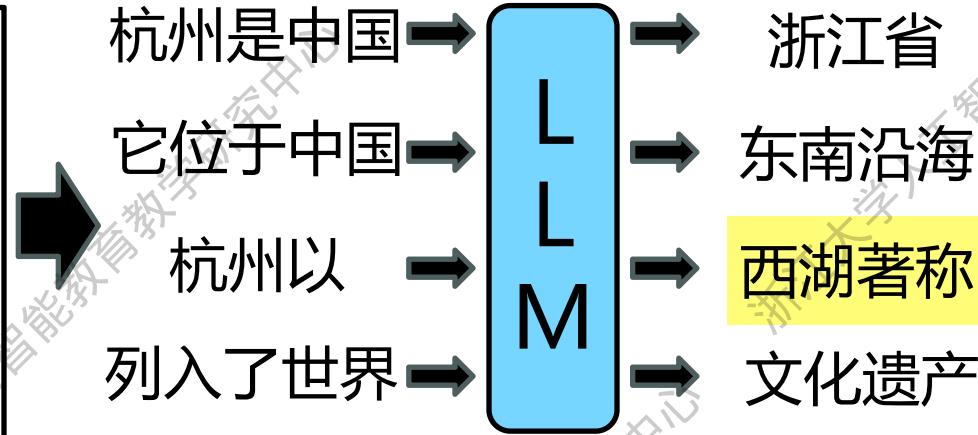
标注



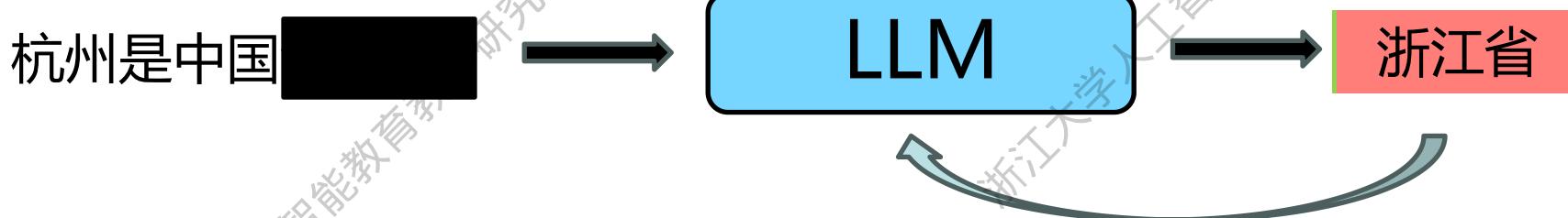
# 预训练-微调：机器学习新范式

## 预训练

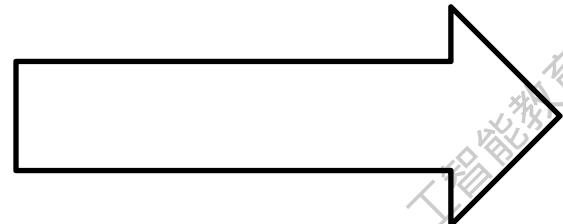
杭州是中国浙江省的省会城市，是一座历史悠久且富有文化的城市，被誉为“人间天堂”。它位于中国东南沿海的长江三角洲经济区，拥有丰富的自然景观和人文遗产。杭州以西湖著称，西湖是中国著名的风景名胜，也被列入了世界文化遗产。除了西湖，杭州还有其他许多著名的景点，如京杭大运河、钱塘江、灵隐寺、断桥等。



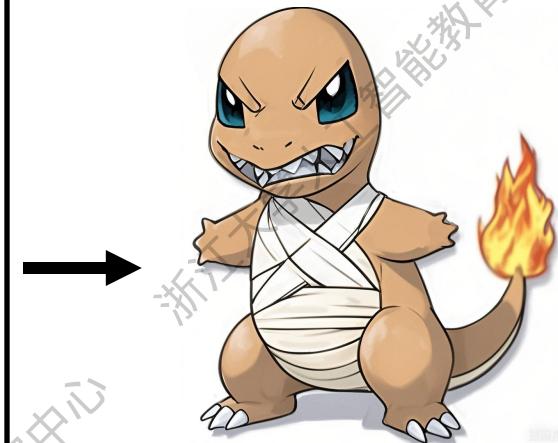
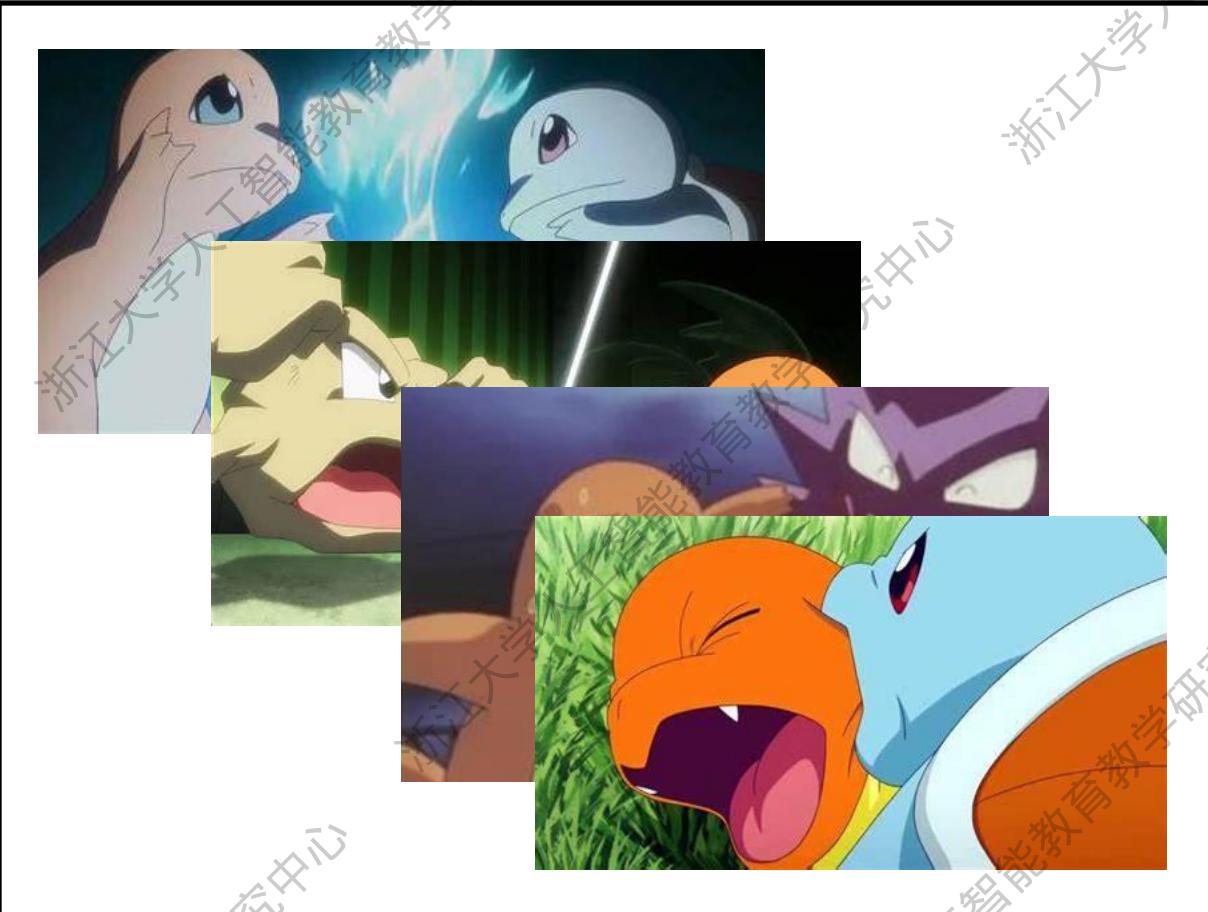
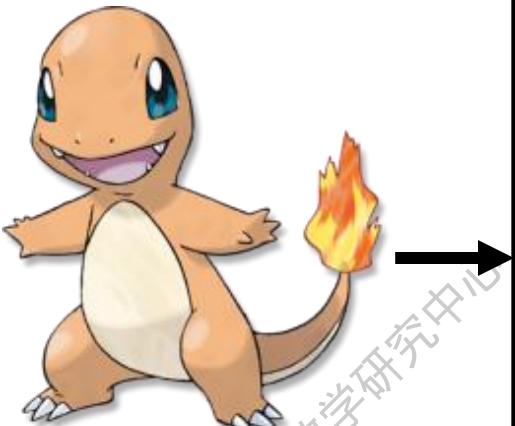
采样很多句子做单词接龙



# 如何培育小火龙，成为宝可梦世界冠军？



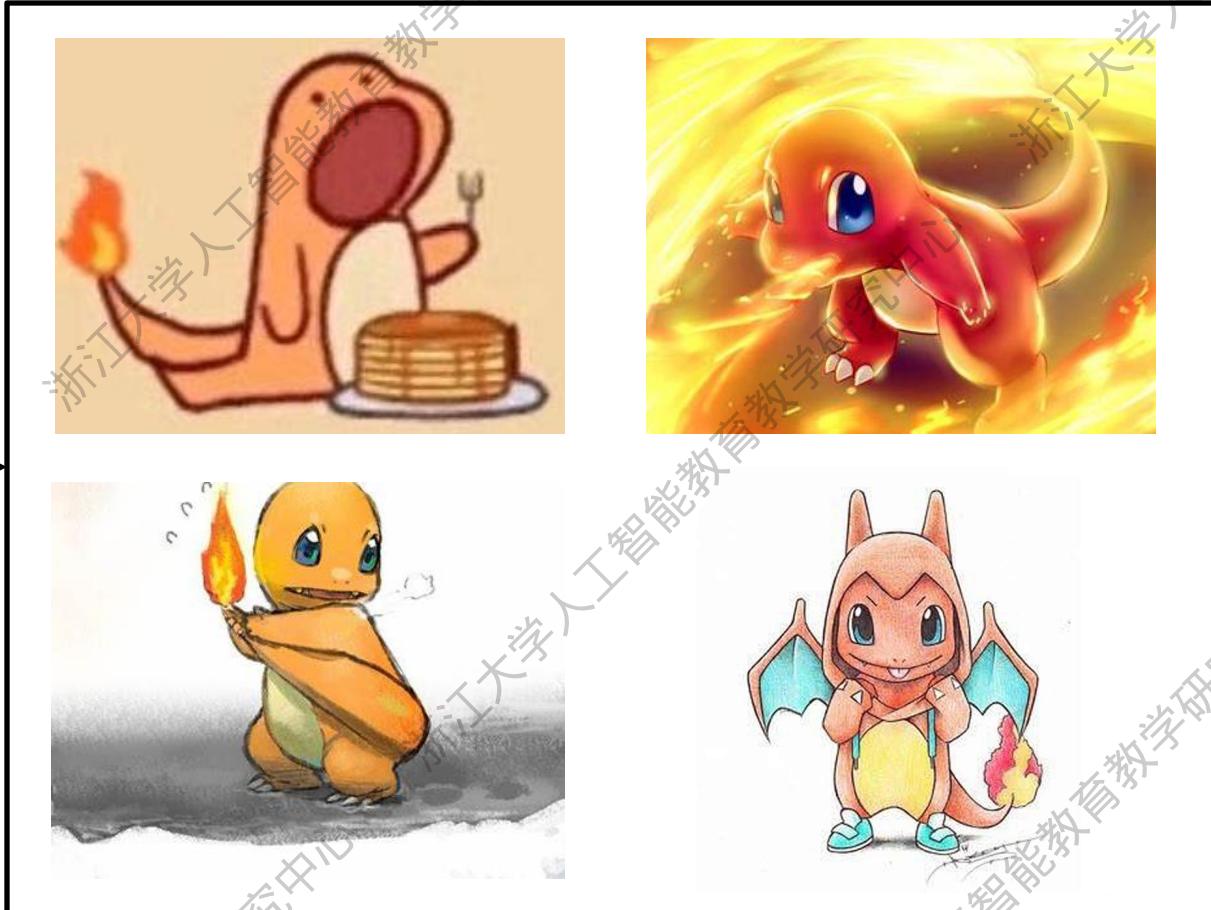
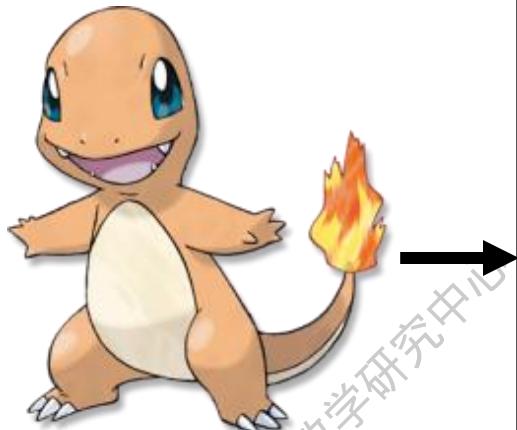
# 如何培育小火龙，成为宝可梦世界冠军？



- 1、只会打架
- 2、打不过没见过的宝可梦

端到端学习  
(应试教育)

# 如何培育小火龙，成为宝可梦世界冠军？



- 1、多功能火恐龙
- 2、灵活运用技能

预训练  
(素质教育)

# 预训练的优势：从训练的角度

**预训练数据：**网页、书籍、新闻、对话等多种类型的**无标注**数据

杭州是中国浙江省的省会城市，是一座历史悠久且富有文化的城市，被誉为“人间天堂”。它位于中国东南沿海的长江三角洲经济区，拥有丰富的自然景观和人文遗产。杭州以西湖著称，西湖是中国著名的风景名胜，也被列入了世界文化遗产。除了西湖，杭州还有其他许多著名的景点，如京杭大运河、钱塘江、灵隐寺、断桥等。

10月下旬，这则消息引发广泛关注。玛莎拉蒂母公司斯泰兰蒂斯集团15亿欧元入股浙江零跑科技股份有限公司，10月下旬，这则消息引发广泛关注。拥有自研智能动力、智能网联、智能驾驶三大核心技术，工厂预计年产可达70万辆……在零跑科技创始人朱江明看来，这次强强联合，将是企业欧洲布局的重要一步。

传统NLP任务鲜有超过**1GB**的标注数据用于模型训练  
GPT3使用**45TB**数据进行预训练

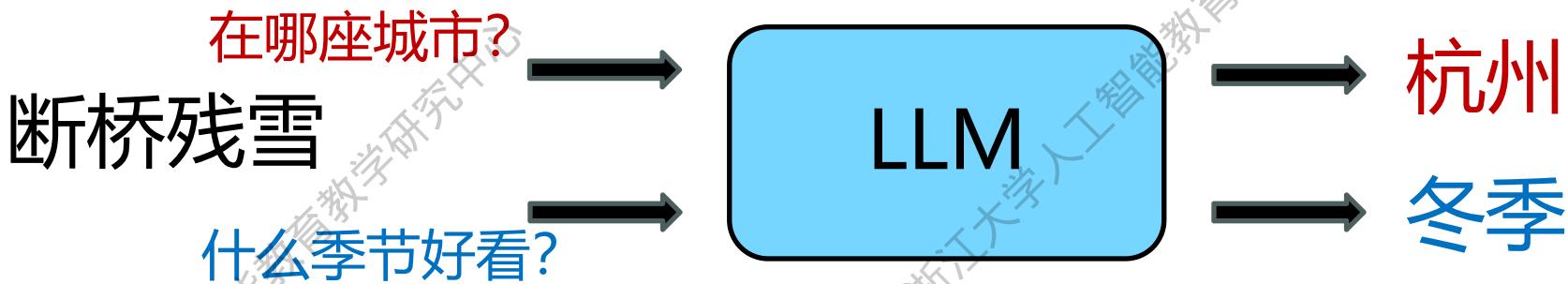
大模型从海量无标注数据中学习了物理世界的知识以及人类遣词造句的模式

# 预训练的优势：从应用的角度

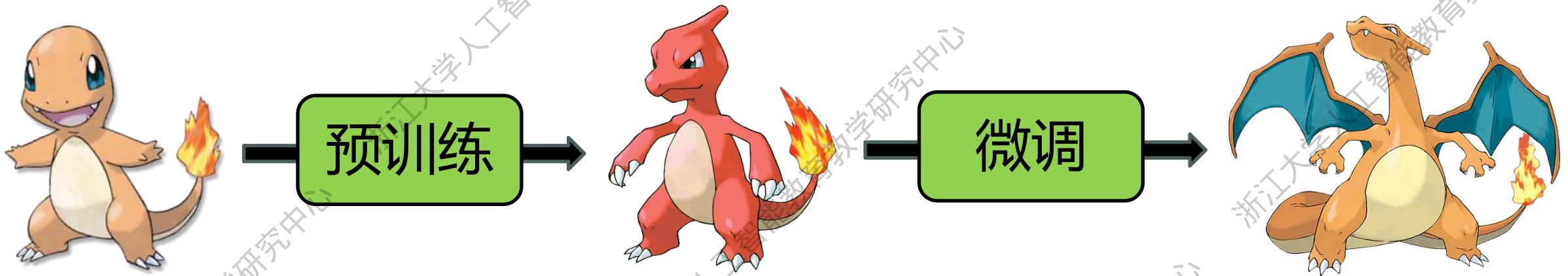
**功能单一** (窄)



**多种功能** (通用)



# 大模型的训练

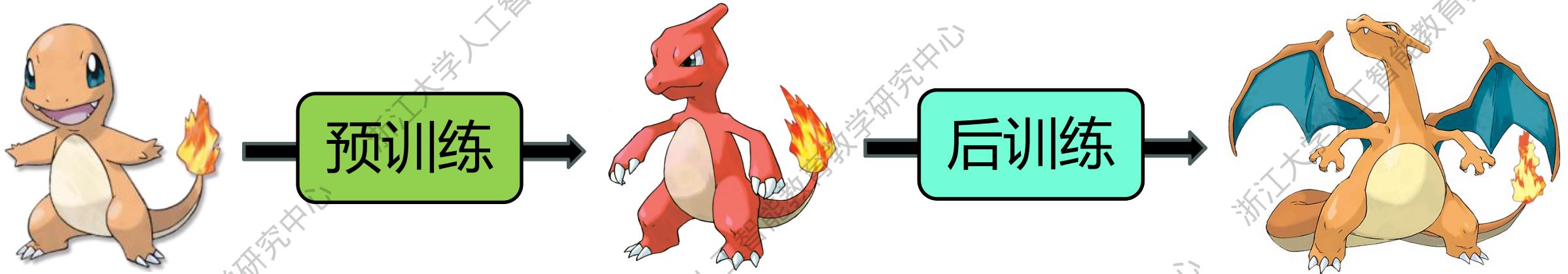


**监督微调 (SFT)**：通过经标注的**[输入-输出]**对数据调整模型**部分参数**，优化特定任务性能

**指令微调 (Instruction Tuning)**：通过**[指令-输出]**对使模型泛化到未见过的指令

<5%

# 大模型的训练



**监督微调 (SFT)**：通过经标注的**[输入-输出]**对数据调整模型**部分参数**，优化特定任务性能

**指令微调 (Instruction Tuning)**：通过**[指令-输出]**对使模型泛化到未见过的指令

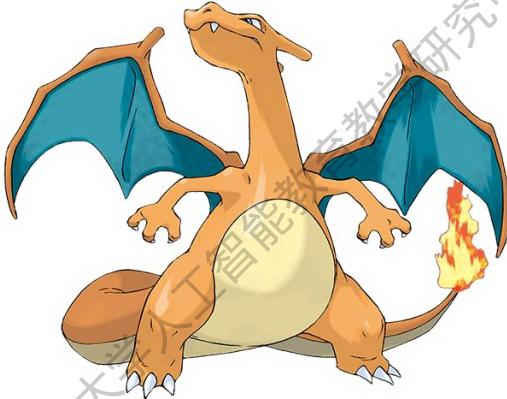
**强化学习 (RLHF)**：通过人类对回答的评分训练奖励模型，再用强化学习对齐人类偏好（如安全性、流畅性等）

# 如何让大模型输出更好的结果?

充分的上下文 →

提示  
Prompt

单词接龙

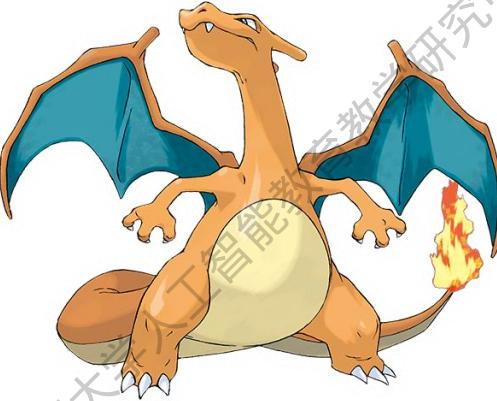


# 如何让大模型输出更好的结果？

断桥残雪



单词接龙

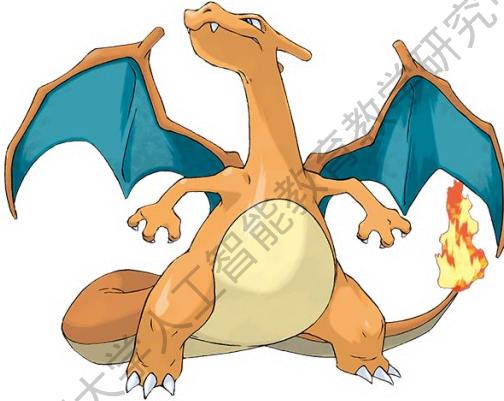


？？？

# 如何让大模型输出更好的结果?

断桥残雪在哪? →

单词接龙



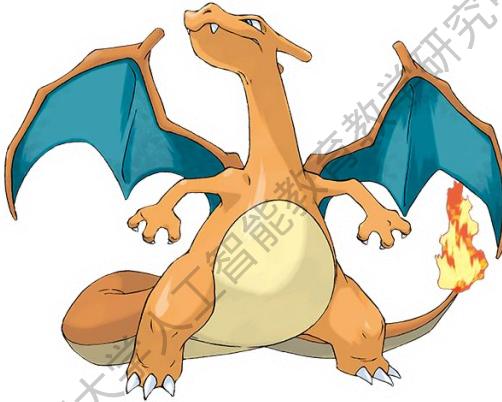
→ 在杭州

# 如何让大模型输出更好的结果?

帮我翻译成英文：  
断桥残雪



单词接龙



Remnant Snow  
on the Broken  
Bridge

# 大模型的三大问题

## 幻觉

“在一个黑暗的夜晚，古堡里的居民们聚在壁炉旁...”

“..突然，一群穿着未来科技装备的士兵从天而降，他们携带着激光枪，手中高举光剑，准备与古堡中的恐龙进行战斗。”

## 偏见

性别偏见



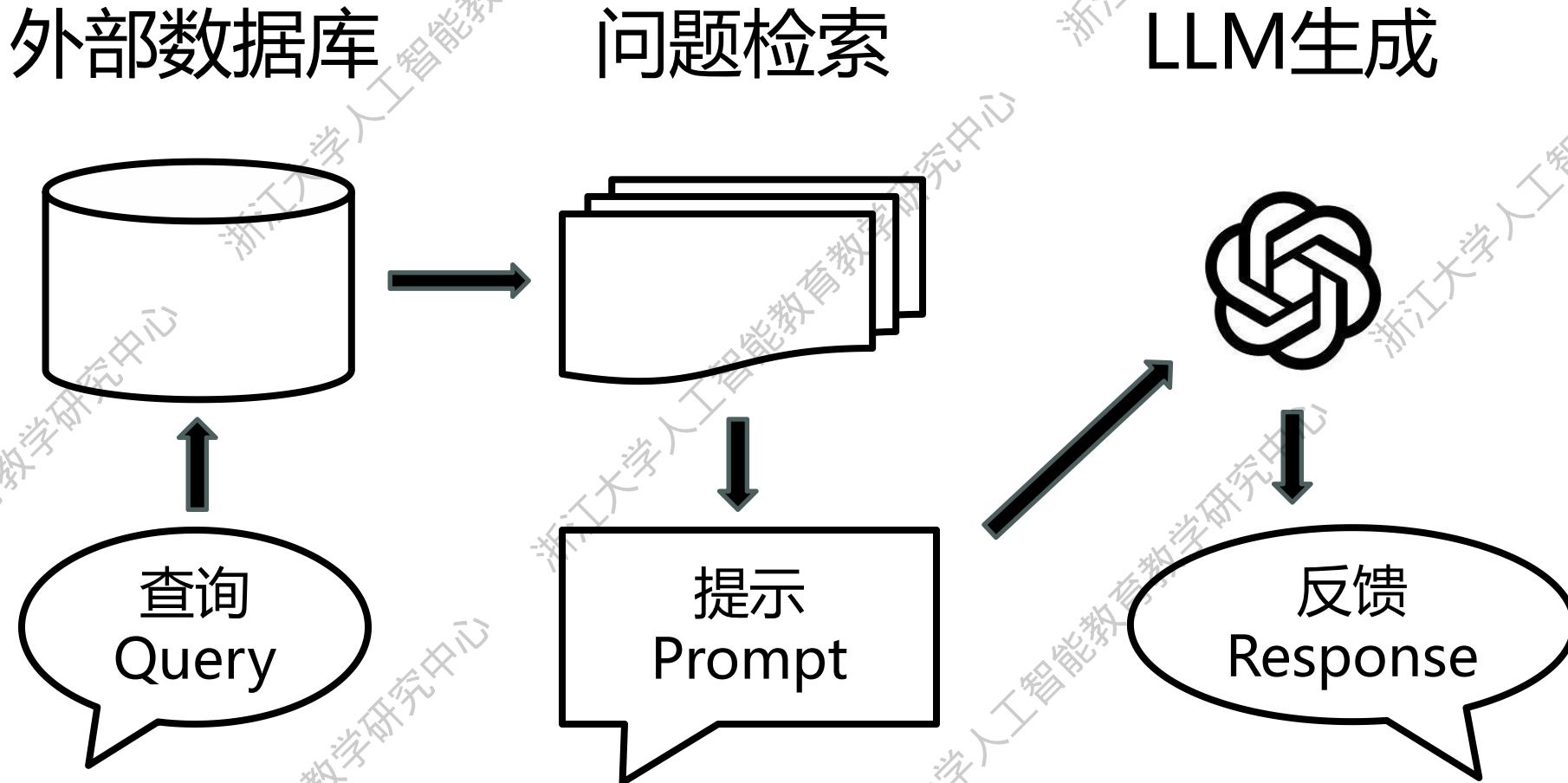
此外还有语言、政治、文化、社会经济等所引起的偏见

## 过时

2024年欧洲杯西班牙赢了几场比赛？

很抱歉，作为一个基于GPT-3.5的语言模型，我的知识截止时间是2021年无法提供2024年欧洲杯的最新情况

# 检索增强生成 (RAG)



Search results

1 搜狐 2024/11/06 《宝可梦》系列销量即将突破1亿,2025年新作来袭!\_游戏\_玩家\_全球  
新作的前景 在即将迈入1亿销量的辉煌时刻,任天堂还宣布,《宝可梦》系列的新作《宝可梦传说Z-A》将于2025年全球同步发布...

2 搜狐 2024/02/27 《宝可梦 传说 Z-A》新作正式公布:2025 年发售,MEGA 回归\_mon\_Pok\_活动  
,在今晚举行的《宝可梦》特别直播活动“Pokémon Presents”发布会上,Game Freak 正式公布了全新的《宝可梦 传说 Z-A》新作,...

3 今日头条 2024/03/01 创电竞酒店-宝可梦新作预计于2025年发售;米哈游登顶202 - 今日头条  
首先说说宝可梦系列的新游戏《宝可梦传说Z-A》，听说这款游戏将在2025年推出哦!故事背景设定在卡洛斯密阿雷市,你知道吗?在...

4 腾讯网 2025/03/19 《Pokémon Sleep》首度出现「三圣兽」雷公、炎帝、水君!《Pokémon GO》联动《宝可梦 地平线》  
在今年的“宝可梦日”,除了公布将于 2025 年发行的新作《宝可梦传说 Z-A》,以及“宝可梦集换式卡牌游戏”推出应用程序...

5 3DM游戏网 2024/02/27 《宝可梦传说 Z-A》公布 2025年登陆Switch\_3DM单机  
今日口袋妖怪公司公布了宝可梦系列游戏新作《宝可梦传说Z-A》，该作将于2025年正式登陆Switch,一起发布的还有首支预告,一起...

6 搜狐 2025/01/09 《宝可梦传说 Z-A》发售日期或定于2025年8月15日,亚马逊揭示潜在新作信息\_游戏\_玩家\_进化  
近日,来自英国亚马逊网站的一则消息,引发了万千宝可梦粉丝的热切关注——这款新作的发售日期或将定于2025年8月15日。促使...

7 3DM游戏网 2025/01/07 《宝可梦》官方宣布2025年为“伊布年”\_3DM单机  
对此外媒“Eurogamer”猜测,将于2025年发售的《宝可梦传说Z-A》,或许会出现全新的伊布进化形态,毕竟自伊布的第8个进化形...

8 搜狐 2025/01/09 亚马逊意外泄露《宝可梦传说Z-A》发售日期:2025年8月15日值得期待!\_游戏\_玩家\_系列  
近日,游戏圈内一则动态引发了众多玩家的关注——英国亚马逊意外将《宝可梦传说Z-A》的预购发售日期标记为2025年8月15日...

9 搜狐 2025/01/05 期待新《宝可梦传说》!任天堂2025年Switch新作阵容\_游戏\_玛格诺利亚\_平台  
已确定将于2025年发售的Switch平台游戏:《神奇刚:归来HD》(1

Found 49 results >

根据最新的官方消息和可靠爆料, 2025年宝可梦系列将有一款重磅新作发售, 而2024年暂无全新正统作品推出。以下是具体信息:

## 2025年宝可梦新作

### 1. 《宝可梦传说 Z-A》

- 发售时间: 2025年 (具体日期可能为8月15日, 根据亚马逊泄露信息) 6 8。

- 游戏特点:

- 回归MEGA进化系统, 战斗策略性更强 2。
- 舞台设定在“密阿雷市”(卡洛斯地区), 主打“人与宝可梦共存”的都市再开发主题 2 6。
- 由《宝可梦传说: 阿尔宙斯》团队开发, 可能延续开放世界玩法 10。

- 其他信息:

- 该作已获评“2025年最受期待游戏”奖项 10。

- 2025年被官方定为“伊布年”, 可能暗示新伊布进化形态登场 7。

## 2024年宝可梦相关动态

### • 无全新正统续作, 但有以下更新:

- 《宝可梦 朱/紫》持续推出“七星最强太晶团体战”等活动 2。
- 衍生手游《Pokémon Trading Card Game Pocket》(宝可梦卡牌手游)预计2024年上线 2。
- 《Pokémon Sleep》新增“三圣兽”(雷公、炎帝、水君)等更新 4。

## 总结

- 2024年: 主要是现有游戏的更新和衍生手游, 无全新正统作品。
- 2025年: 《宝可梦传说 Z-A》将是核心新作, 预计8月发售, 值得期待 6 8 10。

如需更详细的信息, 可关注官方发布或相关游戏媒体更新。



# RAG的优势

幻觉

明确信息的来源，提升可解释性

偏见

利用外部数据源补充长尾知识

过时

利用互联网保持信息及时性

实现轻量级的垂域私有化部署

# 思维链“咒语”

Q: A juggler can juggle 16 balls. Half of the balls are golf balls, and half of the golf balls are blue. How many blue golf balls are there?

A: The answer (arabic numerals) is

(Output) 8 X

Q: A juggler can juggle 16 balls. Half of the balls are golf balls, and half of the golf balls are blue. How many blue golf balls are there?

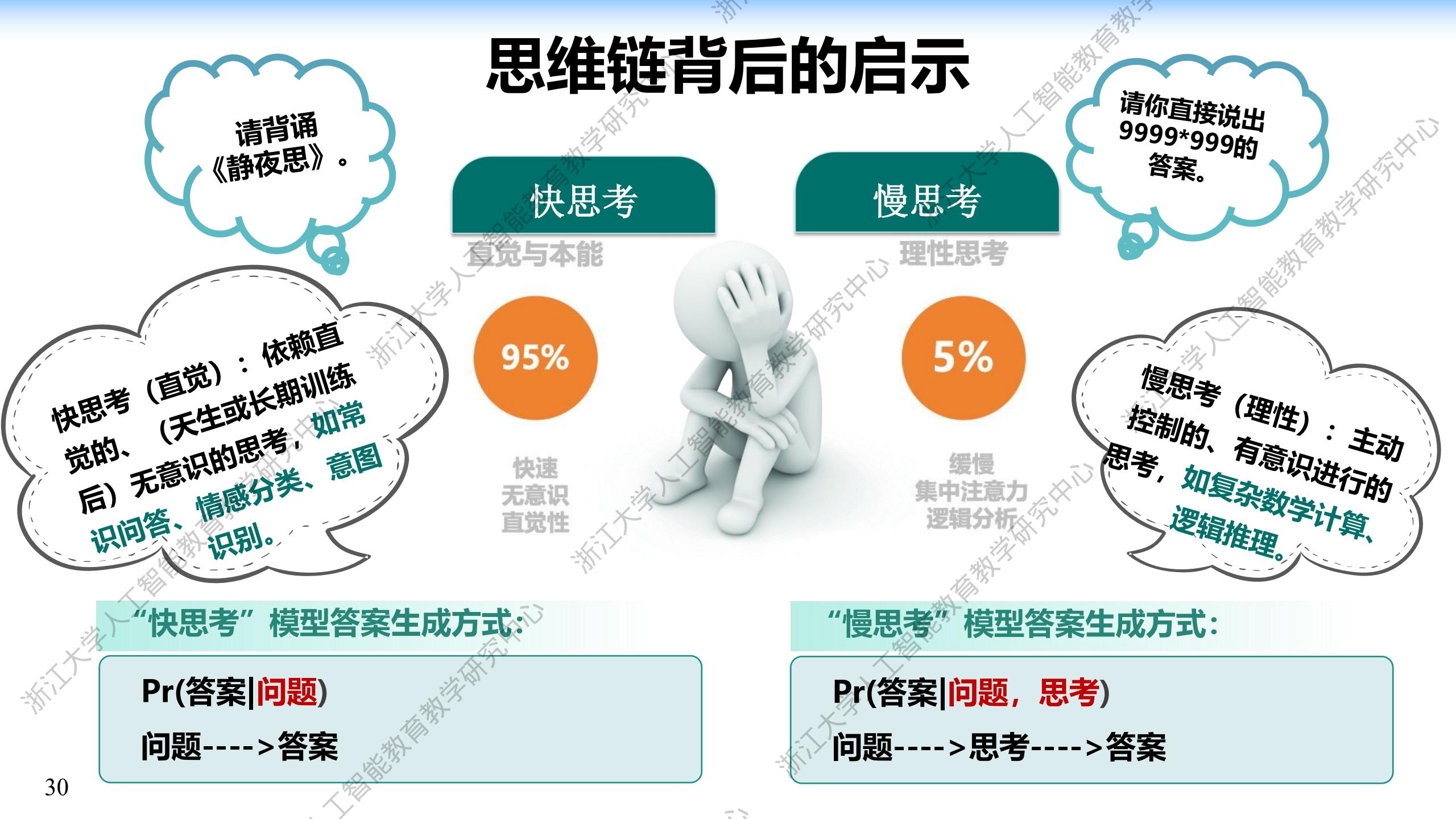
A: **Let's think step by step.**

(Output) *There are 16 balls in total. That means that there are 8 golf balls. That means that there are 4 blue golf balls. That means that there are 2 blue golf balls.*

InstructGPT (*text-davinci-002*)

No.	Category	Template	Accuracy
1	instructive	Let's think step by step. First, (*1)	78.7
2		Let's think about this logically.	77.3
3	有效“咒语”	Let's solve this problem by splitting it into steps. (*2)	74.5
4		Let's be realistic and think step by step.	72.2
5		Let's think like a detective step by step.	70.8
6		Let's think	70.3
7		Before we dive into the answer,	57.5
8		The answer is after the proof.	55.7
9			45.7
10	misleading	Don't think. Just feel.	18.8
11	误导	Let's think step by step but reach an incorrect answer.	18.7
12		Let's count the number of "a" in the question.	16.7
13		By using the fact that the earth is round,	9.3
14	irrelevant	By the way, I found a good restaurant nearby.	17.5
15	无关词	Abrakadabra!	15.5
16		It's a beautiful day.	13.1
-		(Zero-shot)	17.7

# 思维链背后的启示



# 推理时扩展 (Test-time Scaling)

- 扩展大规模自监督预训练阶段的计算量 → 扩展**推理时的计算资源**以获得更好的结果

How many r in raspberry? **Question**

Let's break down the process of counting the letter 'r' in the word "raspberry" ...

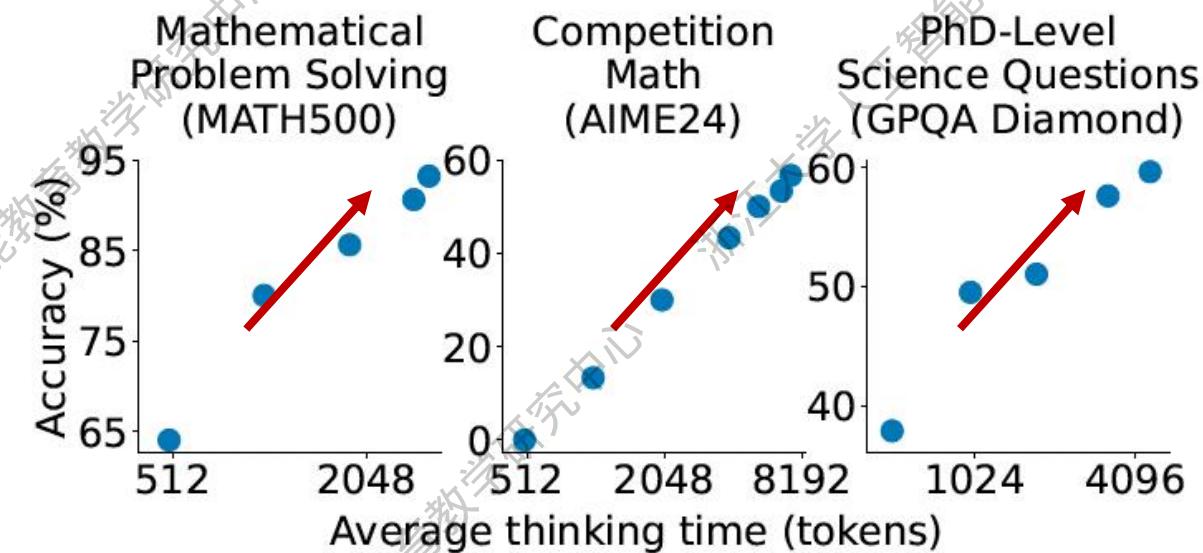
- \* First letter: 'r' - This is an 'r', count = 1.
- \* Second letter: 'a' - Not an 'r', count remains 1 ...
- \* Sixth letter: 'e' - Not an 'r', count remains 1.
- \* Seventh letter: 'r' - This is an 'r', count = 2.
- \* Eighth letter: 'y' - Not an 'r', count remains 2 ...

The number of 'r's in "raspberry" is 2.

*Wait*, let's re-read the question carefully. It asks "How many r in raspberry?" ... \* r - a - s - p - b - e - r - r - y ... \* First 'r' ... \* Second 'r' ... \* Third 'r' ... Count = 3 ... **Reasoning trace**

My initial answer of 2 was incorrect due to a quick reading of the word. **Final Answer:** The final answer is 3 **Response**

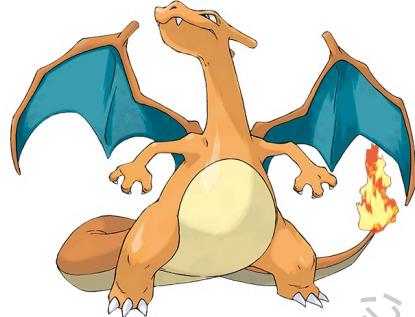
S1-32B (SFT + budget forcing) : 通过接龙“wait”引导模型进行自我反思



模型准确率随着推理时token数的增加而提升

# 如何训练大模型自主生成思维链

我是数学家  
...吗?



A quantum mechanical particle of mass  $m$  moves in two dimensions in the following potential, as a function of the polar coordinates  $(r, \theta)$ :

$$V(r, \theta) = \frac{1}{2}kr^2 + \frac{3}{2}kr^2 \cos^2(\theta)$$

Find the energy spectrum. Hint: Write the potential in Cartesian coordinates.

思维链

标注!

答案

We can rewrite the potential as:

$$V(r, \theta) = \frac{1}{2}kr^2(1 + 3\cos^2(\theta)).$$

The Hamiltonian for a particle in 2D is given by:

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) + V(x, y).$$

In polar coordinates  $(r, \theta)$ , the Laplacian operator is:

$$\nabla^2 = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}.$$

So the

H =

The  
equa  
to se  
lution  
[...]

You can you up a  
你行你上啊!



$$\text{Final Answer: } E = \hbar \sqrt{\frac{k}{m}} \left( 2n_x + n_y + \frac{3}{2} \right).$$

我善良  
我忍了



# 监督学习 Vs. 强化学习



喷射火焰我会，  
躲开是啥？

**监督学习：**通过标注数据学习输入到输出的映射，本质上是在**模仿**人类标注者的决策行为

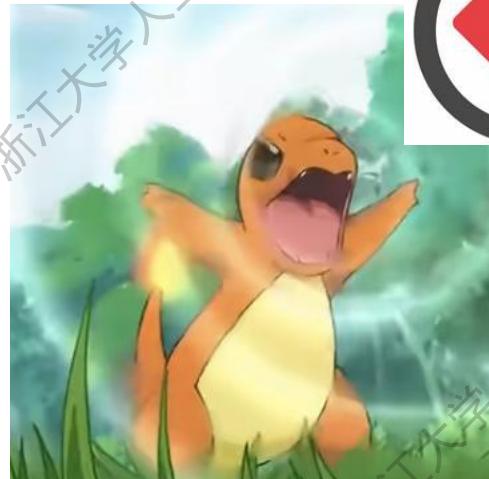
## 挑战：

- 长思维链过程标注难度大、成本高；
- 能够正确解题的思维链并不唯一，人工标注的COT甚至不一定是最优解

# 监督学习 Vs. 强化学习



**强化学习：**通过与环境的交互学习最优策略，是一种基于**奖励/惩罚**信号的**反馈**学习



# 强化学习

目标：学习能够最大化奖励的策略函数



# 强化学习

	下围棋 AlphaGo	解数学题 DeepSeek R1-Zero
动作 (Action)	 合法落子位置	生成的下一个Token 生成一个数字 3 (完成方程 $x = 3$ )。 生成一个推理步骤 "两边减去 2"。
状态 (State)	19*19的矩阵，表示当前棋盘中黑白子的分布	当前生成的上下文 问题输入: "已知 $x + 2 = 5$ , 求 $x$ ." 已生成部分: "解: $x + 2 = 5 \Rightarrow x = "$
奖励 (Reward)	输/赢/平局	解题正确/错误

大部分动作的奖励为0, 太稀疏!

# 如何学习策略

下这里!

A B C D E F G H J K L M N O P Q R S T  
The Hamiltonian for a particle in 2D is given by:  
$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) + V(x, y).$$
  
In polar coordinates  $(r, \theta)$ , the Laplacian operator is:  
$$\nabla^2 = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}.$$

策略网络  
(Policy)

价值网络  
(Value)

奖励

评估

根据策略网络所计算的概率做出下一步动作

通过价值网络优化策略网络

讲得不错，下次别讲了.....



根据特定状态和动作评估未来能获得的**累积奖励期望值**

# DeepSeek R1

- 基于规则的奖励模型
  - 准确性奖励 (Accuracy rewards) : 用于评估回答是否正确。例如，在数学题中验证模型解答的正确性；在LeetCode编程题中，使用编译器执行生成的代码，并基于测试用例生成反馈。
  - 格式奖励 (Format rewards) : 强制模型将推理过程置于 `<think>` 和 `</think>` 标签之间，以确保输出结构符合要求。

---

A conversation between User and Assistant. The user asks a question, and the Assistant solves it. The assistant first thinks about the reasoning process in the mind and then provides the user with the answer. The reasoning process and answer are enclosed within `<think>` `</think>` and `<answer>` `</answer>` tags, respectively, i.e., `<think>` reasoning process here `</think>` `<answer>` answer here `</answer>`. User: **prompt**. Assistant:

用于训练R1的模板

# 评审叮当：大模型赋能智慧评审

## ■ 基于LLM的智慧评审

- 『评审叮当』平台基于大语言模型技术，提供**多专业**、**多类别**项目与**多环节**的智能评审助力，有效提升项目质量管理，缓解专家压力。
- 提供：领域规范知识仓库问答、专业项目合规性预审、申报材料智慧评审、项目智能查重等多项技术支持。



39

平台功能



平台界面与功能示例

# 时间序列数据



能源消耗



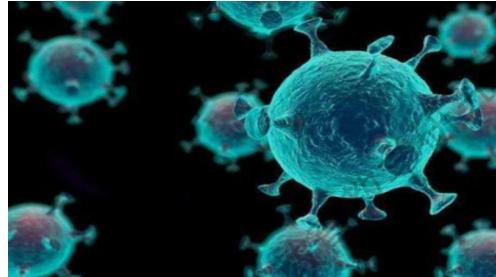
交通流量



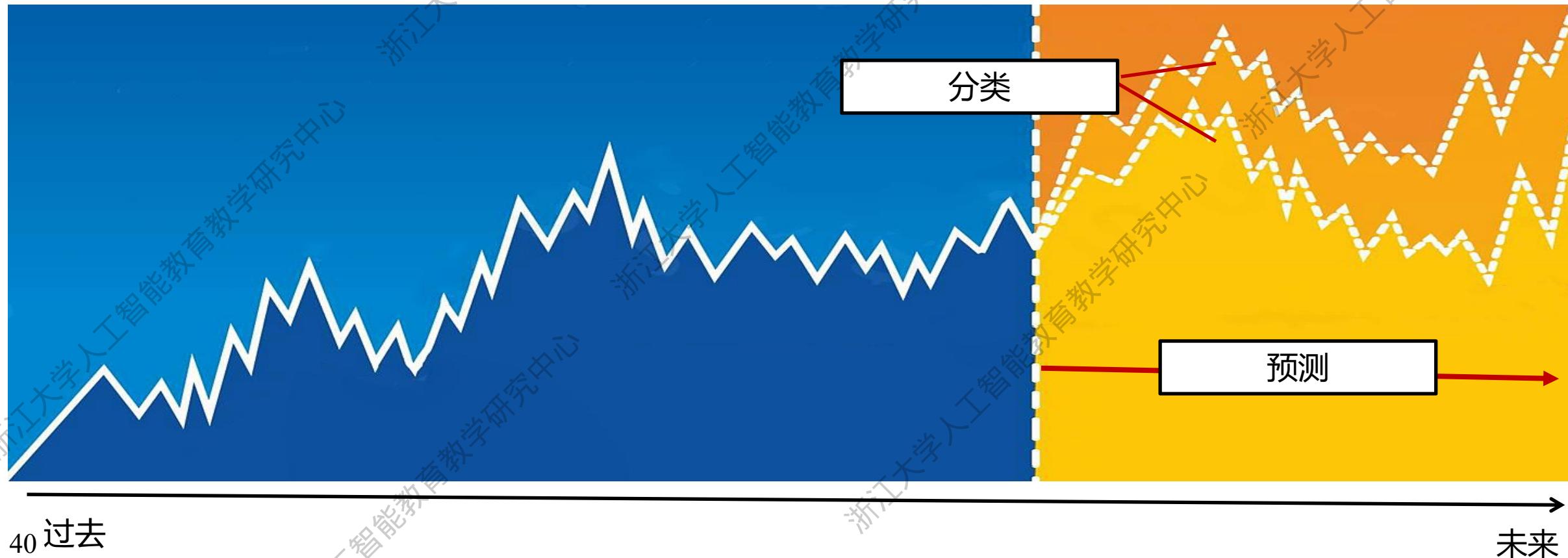
经济变化



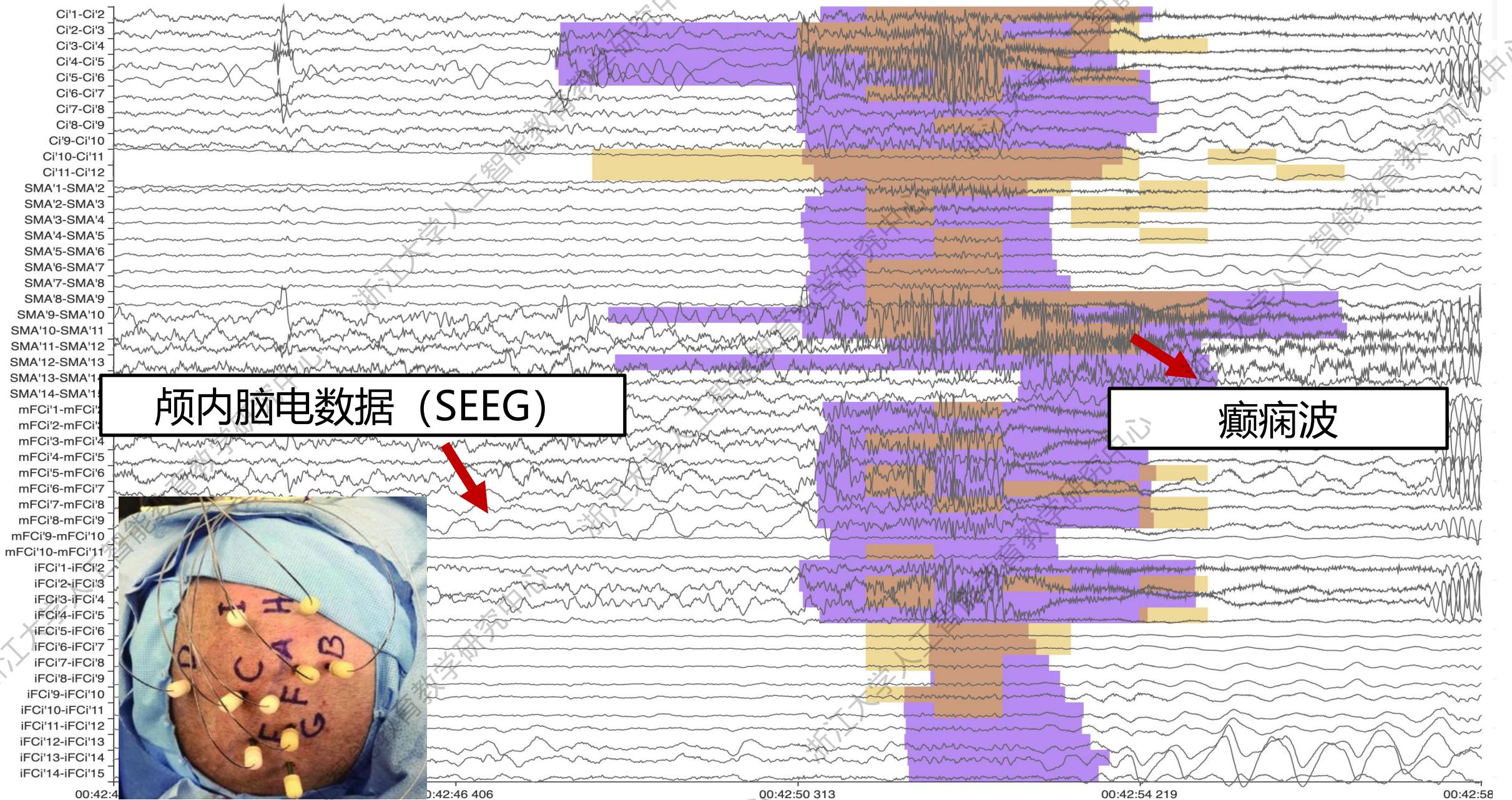
天气变化



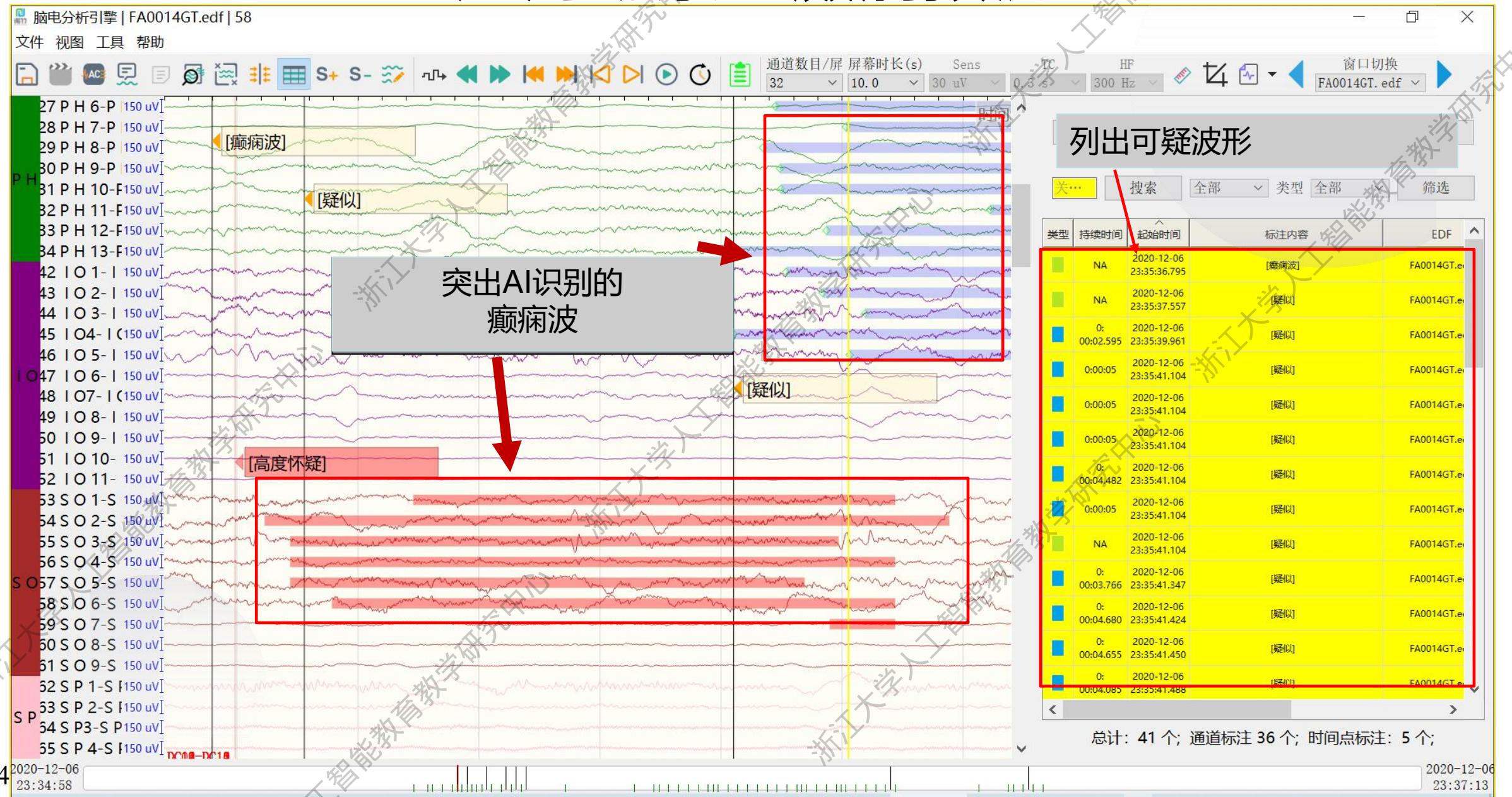
疾病传播



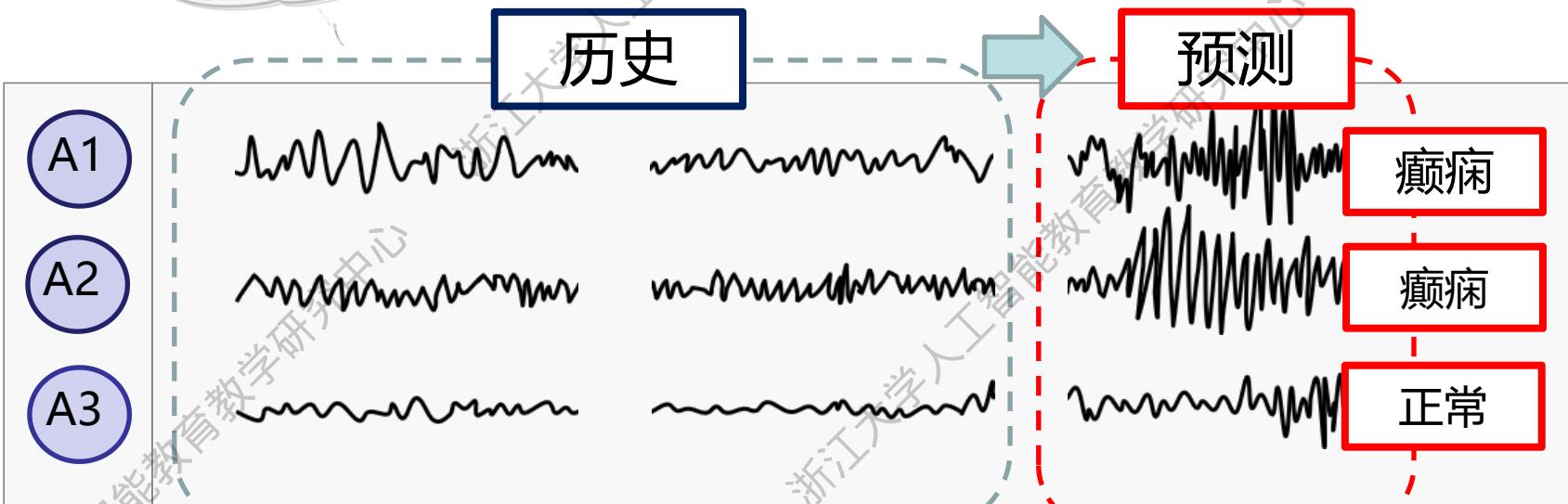
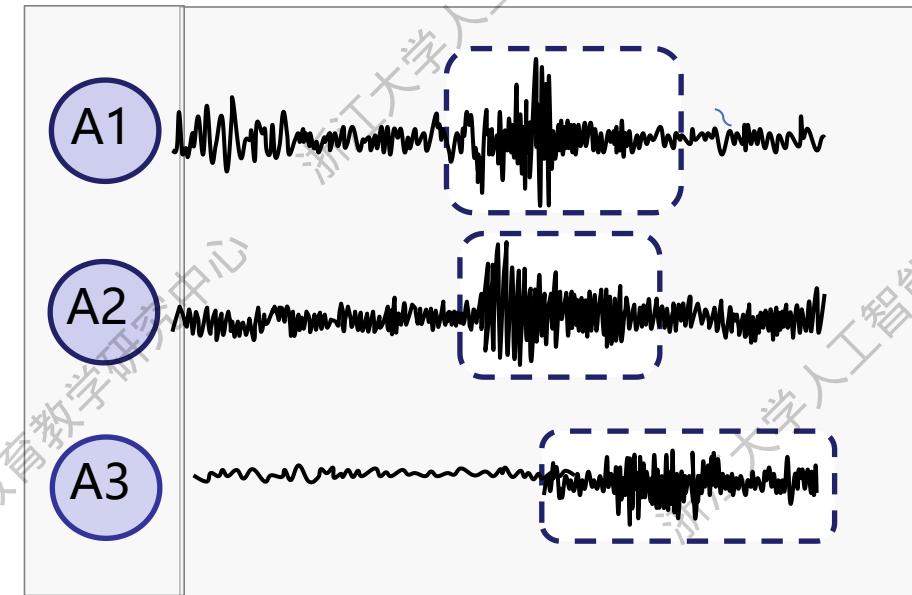
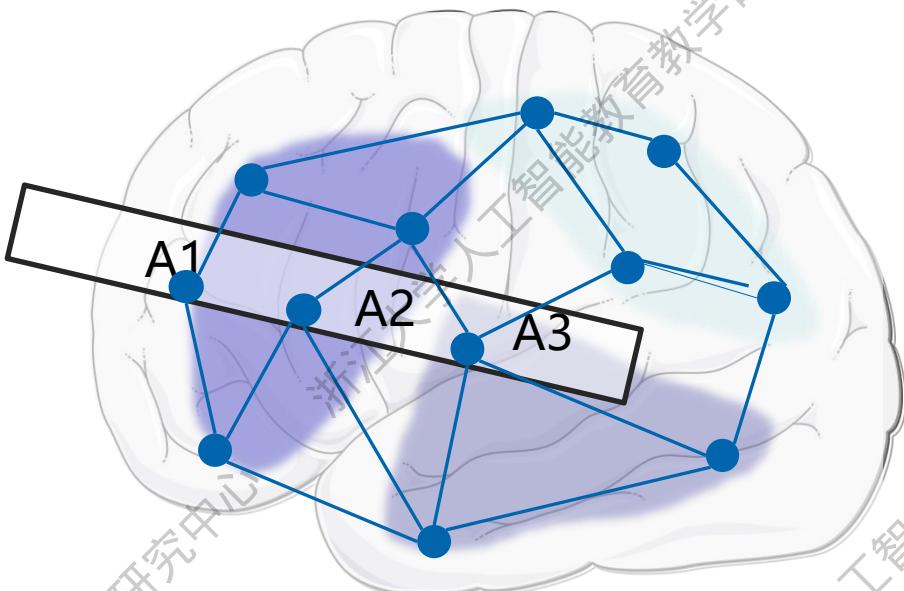
# 应用场景：癫痫预测



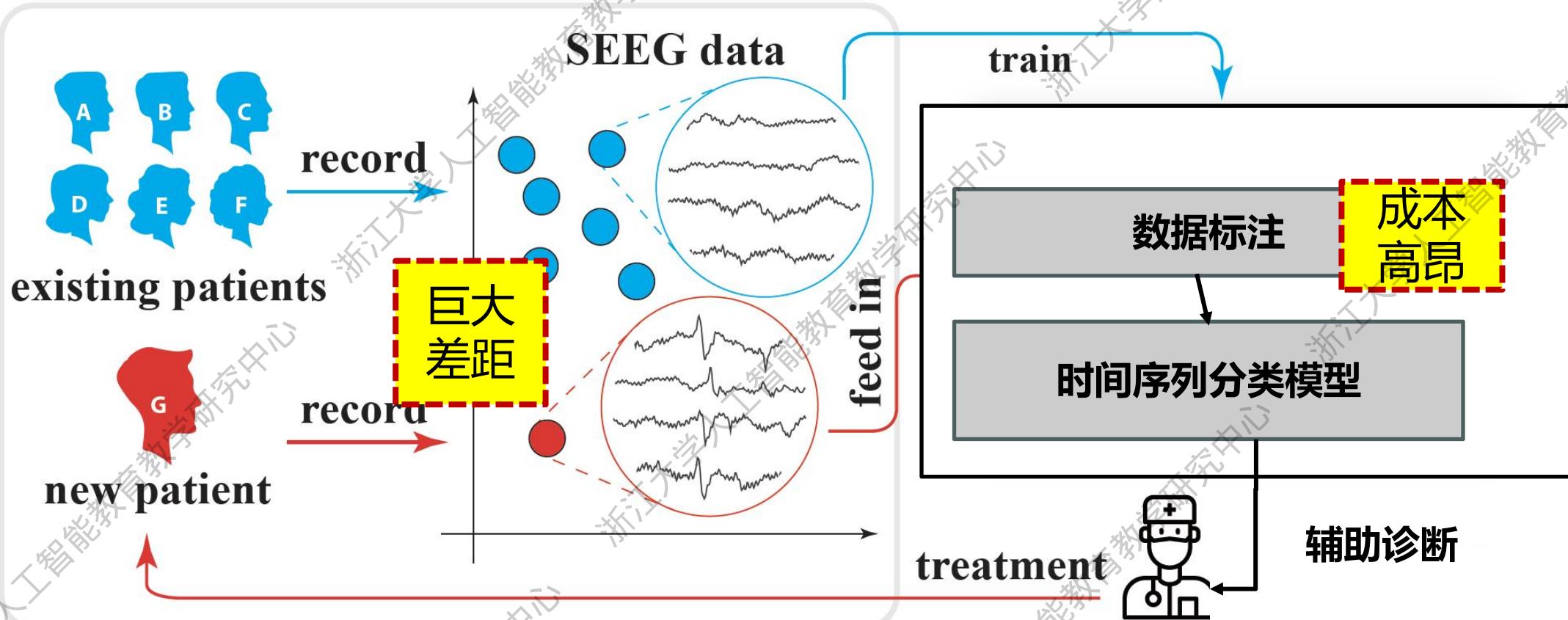
# 应用场景：癫痫预测



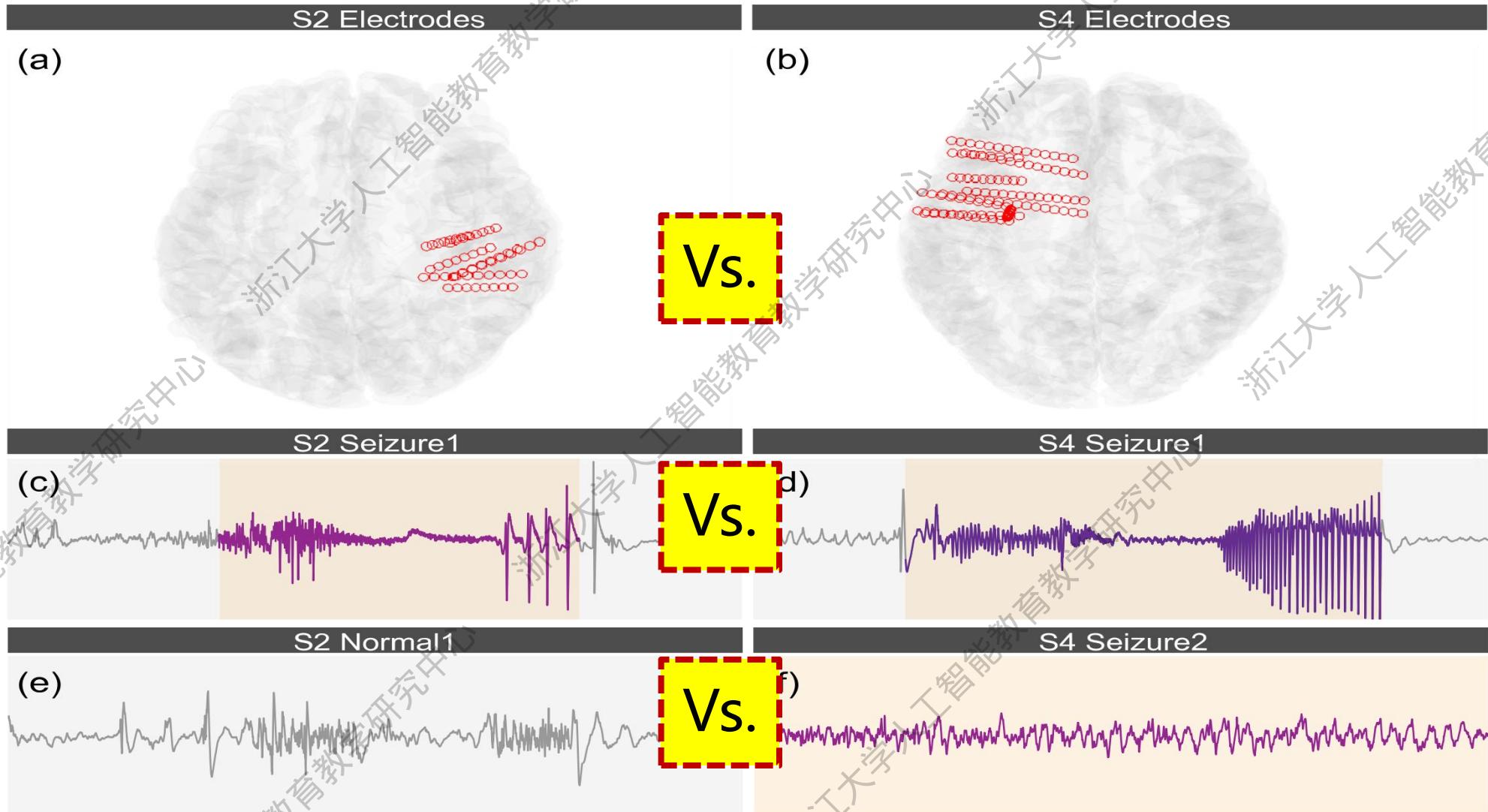
# 问题构建



# 传统的端到端学习



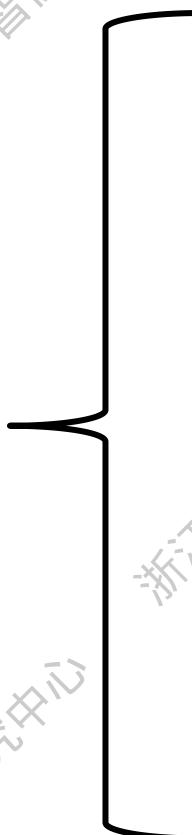
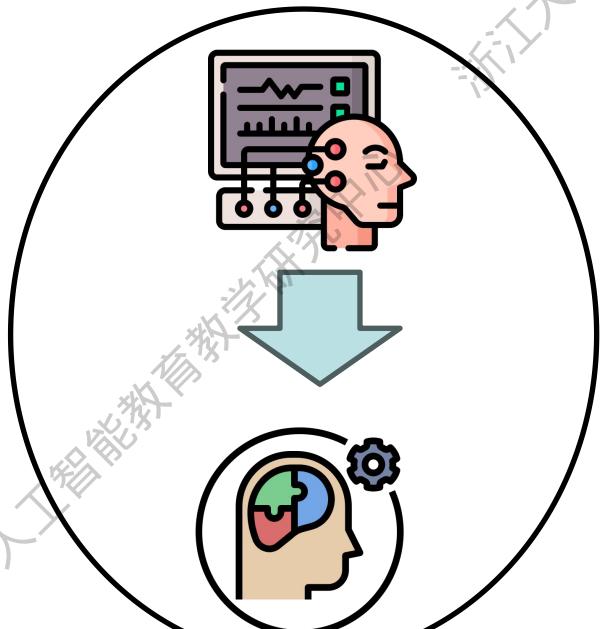
# 个体层面的泛化



两位患者的比较

# 任务层面的泛化

目标：解码脑信号



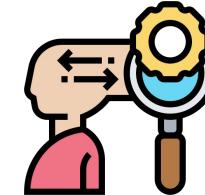
**神经系统疾病**



**情绪识别**



**认知科学**



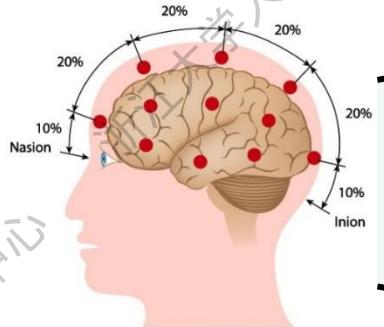
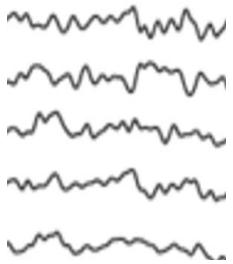
**多种应用**

# 领域层面的泛化

EEG

头皮表层粗泛记录

~240Hz

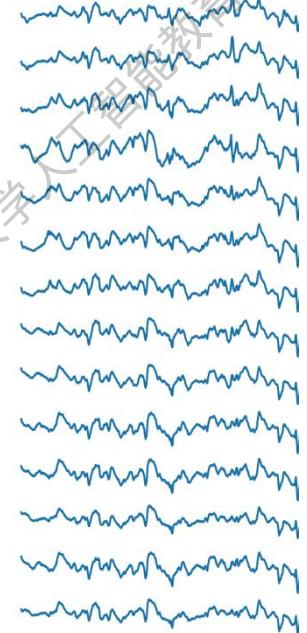
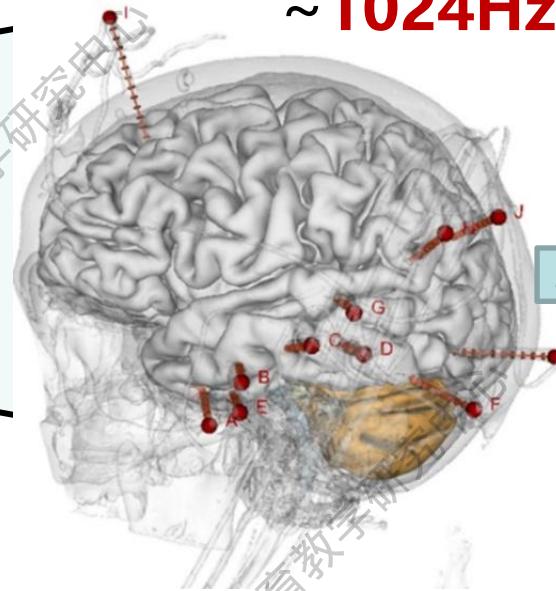


更丰富的信息  
更庞大的记录

SEEG

丰富的立体颅内记录

~1024Hz



- [1] S. Mamli and H. Kalbkhani, "Gray-level co-occurrence matrix of Fourier synchro-squeezed transform for epileptic seizure detection," *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, vol. 39, no. 1, pp. 87–99.
- [2] P. Bizopoulos, G. I. Lambrou, and D. Koutsouris, "Signal2Image Modules in Deep Neural Networks for EEG Classification," *2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, pp. 702–705.
- [3] I. Daubechies, J. Lu, and H.-T. Wu, "Synchrosqueezed wavelet transforms: An empirical mode decomposition-like tool," *Applied and Computational Harmonic Analysis*, vol. 30, no. 2, pp. 243–261.
- [4] S. Madhavan, R. K. Tripathy, and R. B. Pachori, "Time-Frequency Domain Deep Convolutional Neural Network for the Classification of Focal and Non-Focal EEG Signals," *IEEE Sensors Journal*, vol. 20, no. 6, pp. 3078–3086.
- [5] Q. Lian, Y. Qi, G. Pan, and Y. Wang, "Learning graph in graph convolutional neural networks for robust seizure prediction," *J Neural Eng*, vol. 17, no. 3, p. 035004.
- [6] D. Kostas, S. Aroca-Ouellette, and F. Rudzicz, "BENDR: Using Transformers and a Contrastive Self-Supervised Learning Task to Learn From Massive Amounts of EEG Data," *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 15.
- [7] H. Banville, O. Chehab, A. Hyvärinen, D.-A. Engemann, and A. Gramfort, "Uncovering the structure of clinical EEG signals with self-supervised learning," *J. Neural Eng.*, vol. 18, no. 4, p. 046020.

广泛的现有工作

有待深入研究

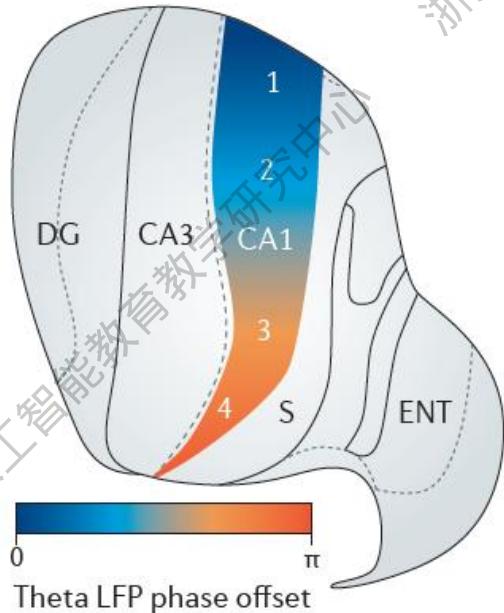
- [1] Z. Zhang and K. K. Parhi, "Low-Complexity Seizure Prediction From iEEG/sEEG Using Spectral Power and Ratios of Spectral Power," *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, vol. 10, no. 3, pp. 693–706.
- [2] Y. Wang et al., "SEEG-Net: An explainable and deep learning-based cross-subject pathological activity detection method for drug-resistant epilepsy," *Computers in Biology and Medicine*, p. 105703.

# 脑信号的扩散

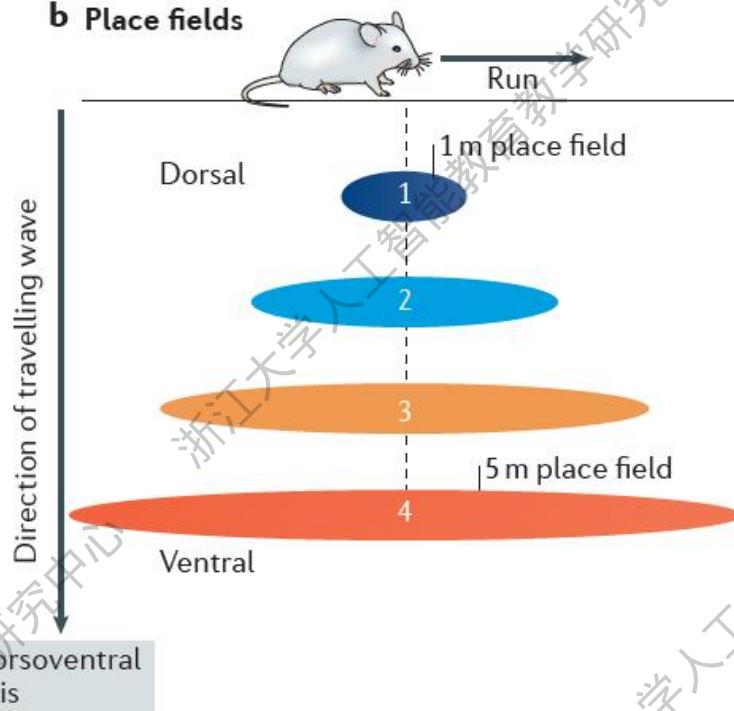
□ 脑信号的扩散: 脑信号被认为在不同脑区之间传播。

- 脑波活动的传播路径是统一建模脑信号的关键因素。

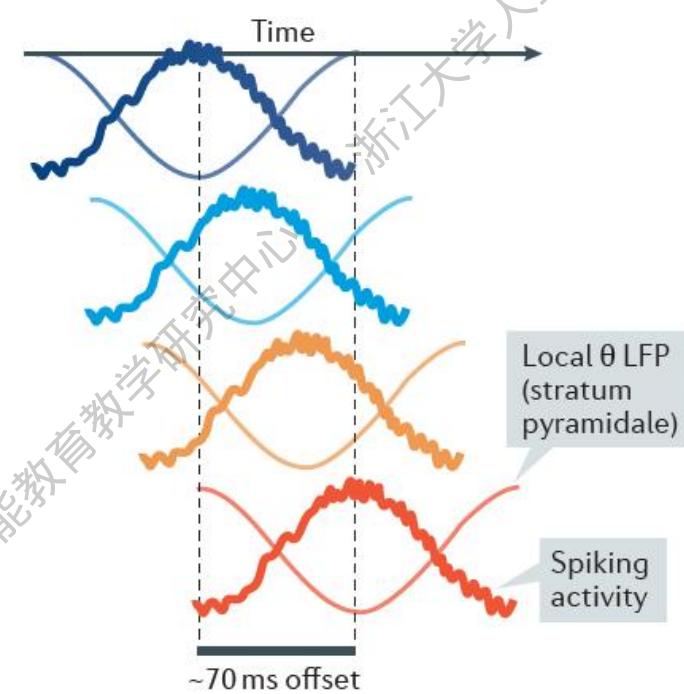
a CA1 travelling wave



b Place fields



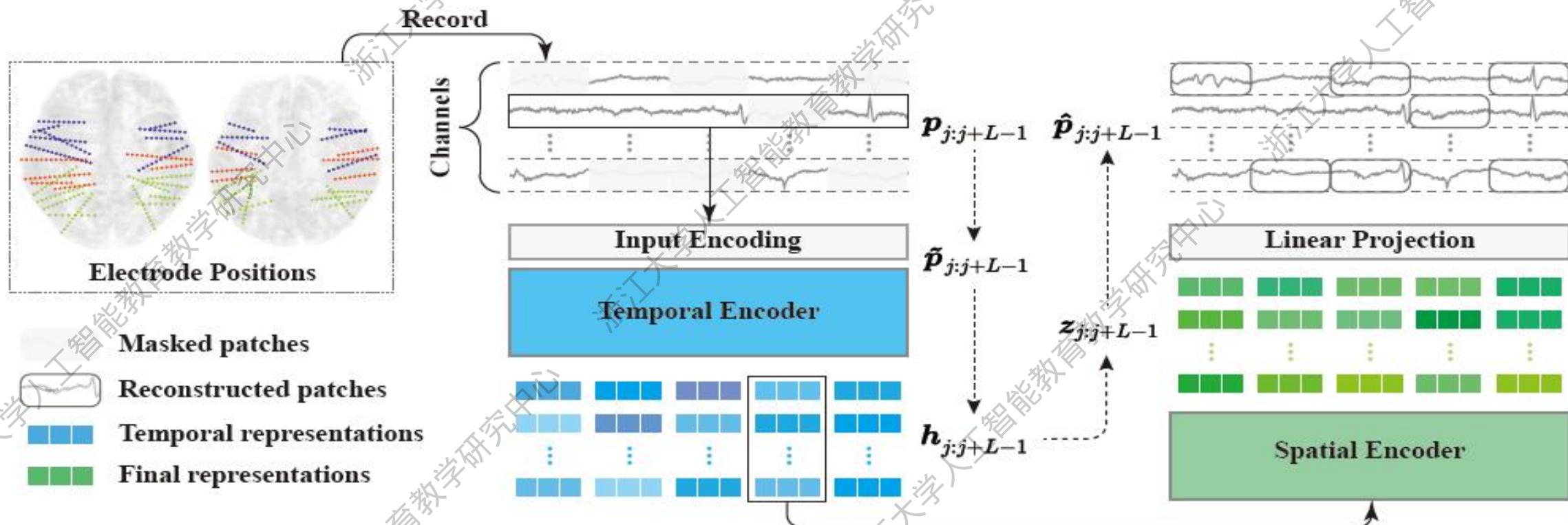
c Single  $\theta$  LFP cycle





# Brant: 面相颅内脑信号的基础模型

- Brant 1.0 在一个1.01TB的颅内数据集上进行了预训练
- 能够捕捉长期时间依赖性和空间相关性
- 在个体水平和任务水平上都具有泛化能力

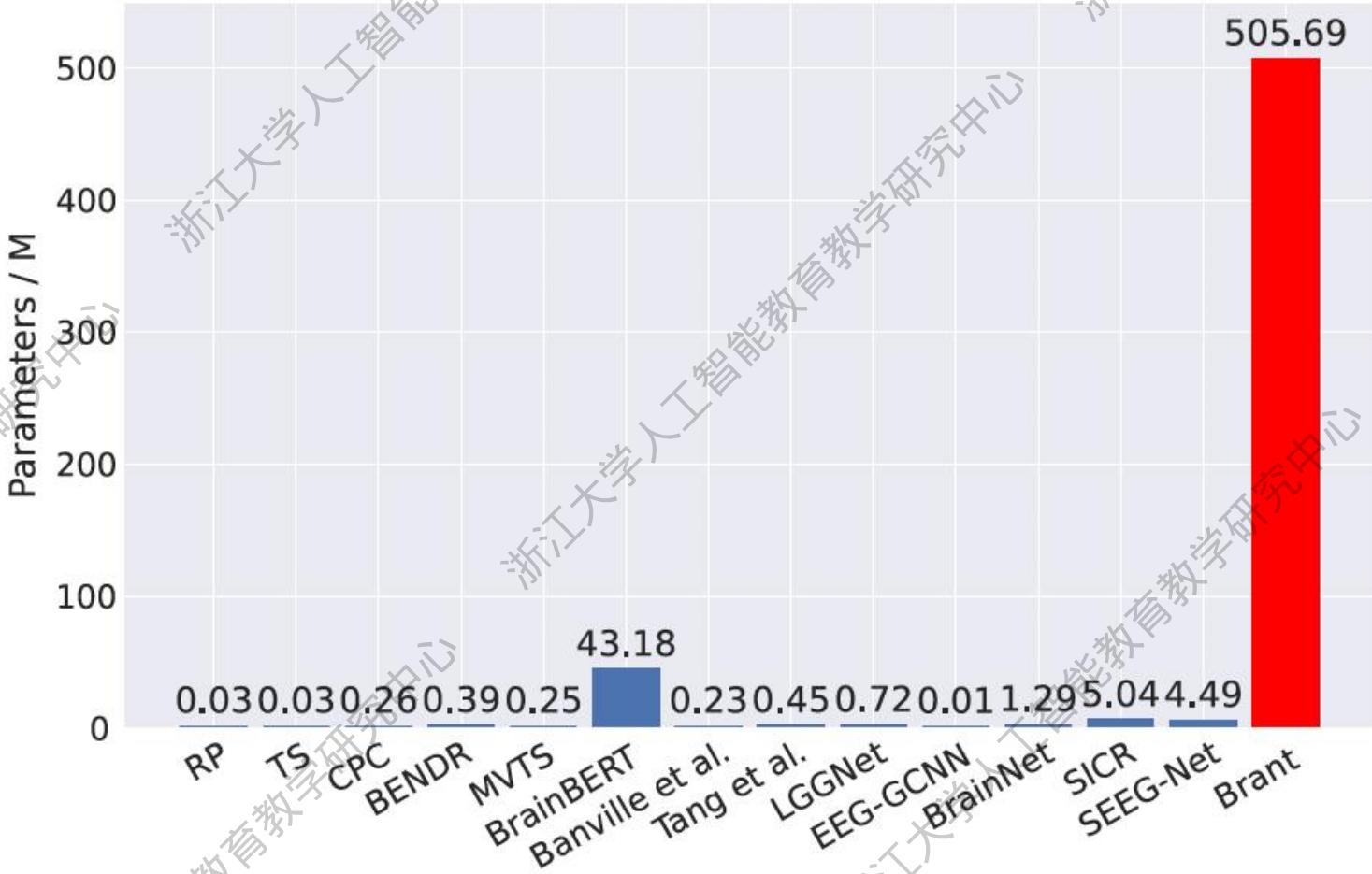


- Daoze Zhang\*, Zhizhang Yuan\*, Yang Yang, Junru Chen, and Yafeng Li. **Brant: Foundation Model for Intracranial Neural Signal.** In NeurIPS, 2023.

# 模型规模



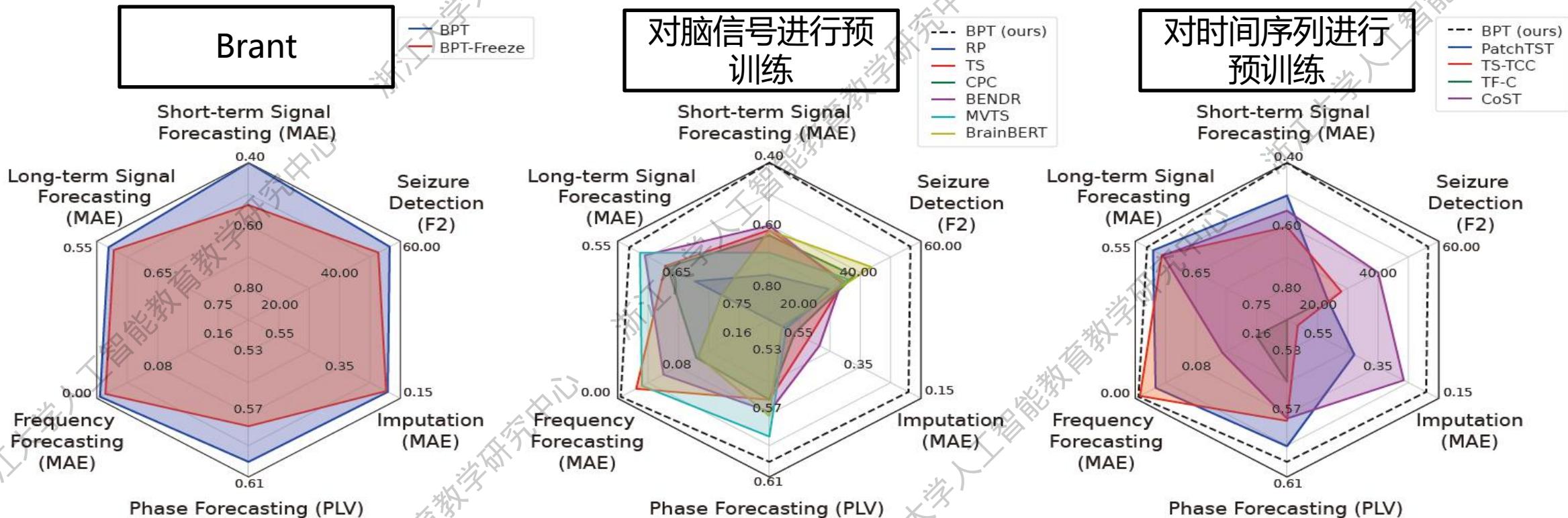
- 与现有脑信号模型的比较



# 实验结果

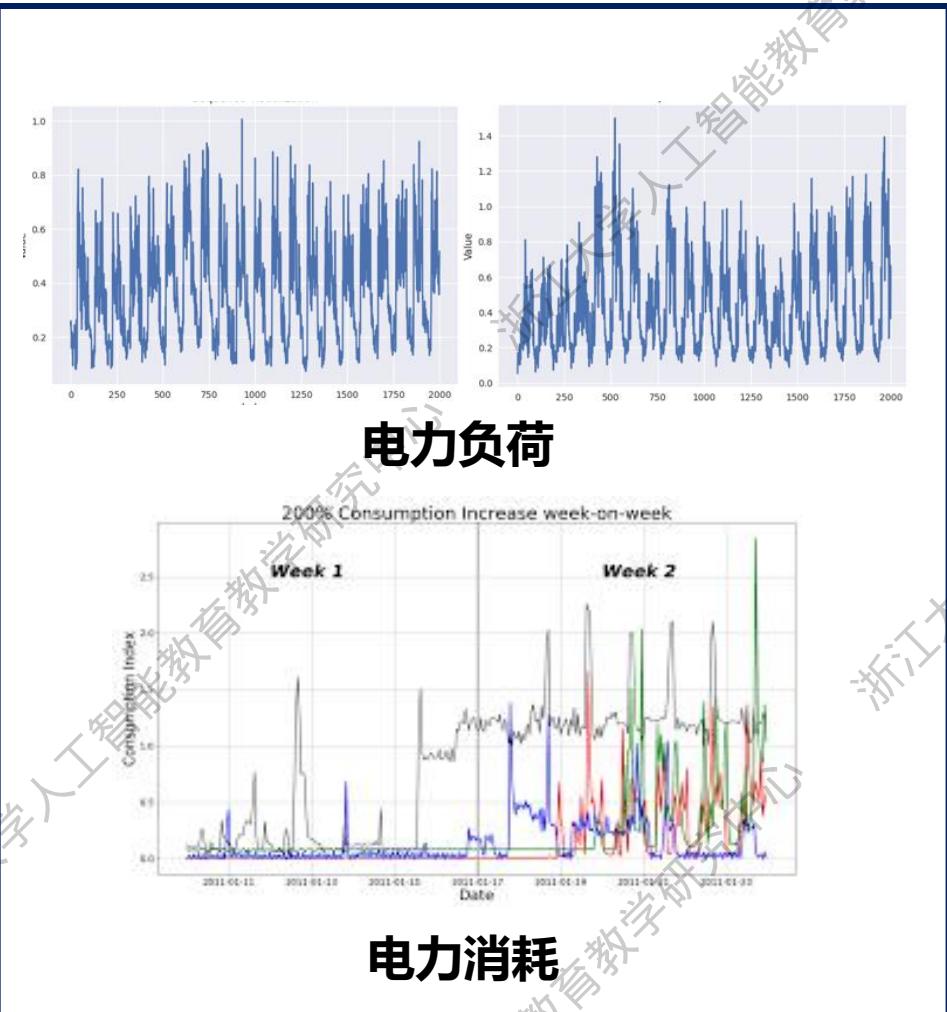


- 下游任务：预测、插补、癫痫检测
- 基线：对脑信号/一般时间序列进行预训练



# 电力系统中的挑战

数据

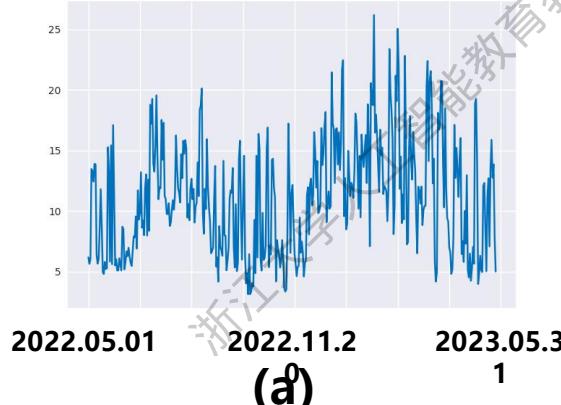


下游任务

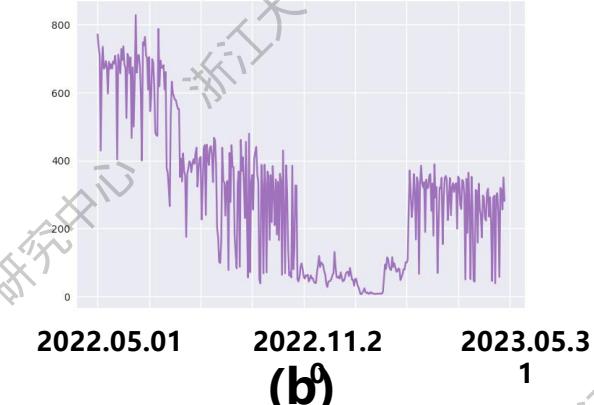


# 不同行业之间的差异

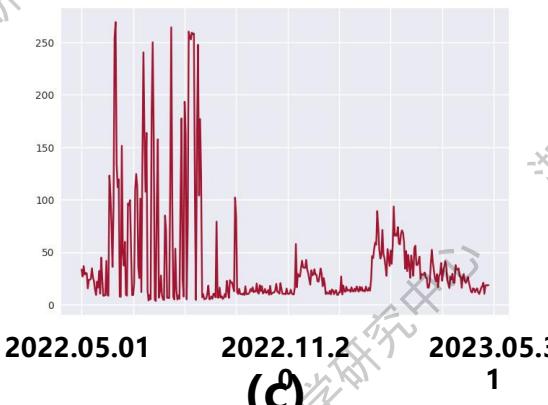
纺织业



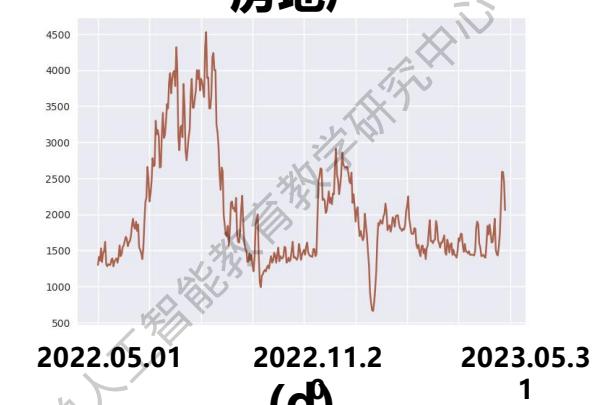
建筑业



农业



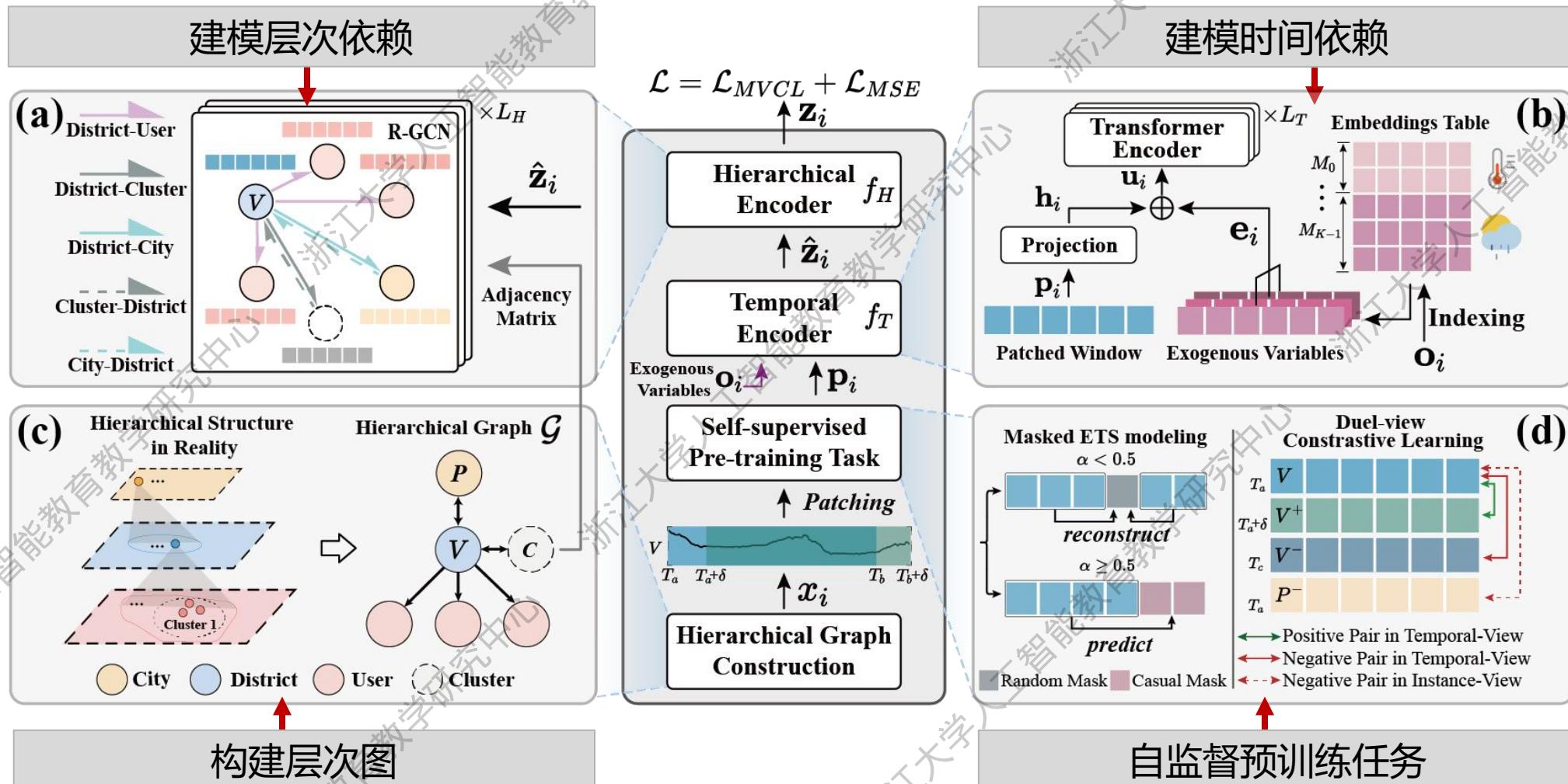
房地产



不同行业用户的用电行为有显著差异

# PowerPM: 电力系统基础模型

通过捕捉行业之间的上下游关系，基于海量电力数据（电量、负荷、线损），训练电力领域的时序基础模型 PowerPM，模型参数量为10亿。



# 实验结果

- 实验验证了统一模型在**44个不同任务**上的有效性，这些任务可以分为16个主要类别。

- 面相（独占用户/不同地区/城市的公共用户）的电力负荷、电力消耗和太阳能发电进行预测/填补
- 窃电检测
- 独居老人检测
- 高功率电器检测
- 用户性别分类
- 用户年龄分类
- 家庭结构分类

Tasks		PowerPM	PowerPM <sub>freeze</sub>	GPT4TS [52]	TimeLLM [17]	
		MSE	MSE	MSE	MSE	
Demand-side Management	Exclusive User Forecasting	4 96 288 672 Avg.	<b>0.3378</b> <b>0.4183</b> <b>0.4770</b> <b>0.5476</b> <b>0.4452</b>	0.3557 0.4354 0.5026 0.5831 0.4692	0.4102 0.4682 0.5319 0.5840 0.4986	*0.3923 0.4832 0.5207 0.5789 0.4938
	Public User Forecasting	4 96 288 672 Avg.	<b>0.2353</b> <b>0.2604</b> <b>0.3226</b> <b>0.3818</b> <b>0.3000</b>	0.2507 *0.3142 *0.3478 *0.4061 *0.3297	0.3044 0.3456 0.3914 0.4470 0.3721	*0.2857 0.3021 0.3449 0.3720 0.3262
	District Forecasting	4 96 288 672 Avg.	<b>0.2382</b> <b>0.2926</b> <b>0.3300</b> <b>0.3710</b> <b>0.3080</b>	0.2736 0.3348 *0.3760 0.4199 *0.3511	0.3239 0.3521 0.3836 *0.4110 0.3677	*0.2924 *0.3434 0.3656 0.3940 0.3489
	City Forecasting	4 96 288 672 Avg.	<b>0.1725</b> <b>0.2272</b> <b>0.2484</b> <b>0.3211</b> <b>0.2423</b>	0.2213 0.2818 0.3371 0.3706 0.3027	0.2754 0.2958 0.3311 0.3746 0.3192	0.2620 0.2885 0.3390 0.3933 0.3207
	Solar Generation Forecasting	4 96 288 672 Avg.	<b>0.0993</b> <b>0.1223</b> <b>0.2337</b> <b>0.3076</b> <b>0.1907</b>	0.1131 0.1646 0.2679 *0.3438 *0.2224	0.1219 0.1894 <b>0.2330</b> <b>0.2893</b> 0.2084	0.1315 0.2183 0.2862 0.3561 0.2480
Grid Stability	Exclusive User Imputation	0.125 0.25 0.375 0.5 Avg.	<b>0.2459</b> <b>0.2621</b> <b>0.3288</b> <b>0.3661</b> <b>0.3007</b>	0.2832 *0.3136 0.3573 0.4125 *0.3417	0.2902 0.3448 0.4025 0.4342 0.3679	<b>0.2442</b> 0.3036 0.3754 0.4243 0.3369
	Public User Imputation	0.125 0.25 0.375 0.5 Avg.	<b>0.2348</b> <b>0.2776</b> <b>0.3237</b> <b>0.3919</b> <b>0.3070</b>	*0.2651 *0.2949 *0.3320 *0.4295 *0.3304	0.2897 0.3327 0.4005 0.4623 0.3713	0.2614 0.2837 <b>0.3044</b> <b>0.3776</b> <b>0.3068</b>
	District Imputation	0.125 0.25 0.375 0.5 Avg.	<b>0.0811</b> <b>0.1284</b> <b>0.1666</b> <b>0.2269</b> <b>0.1508</b>	0.1212 0.1689 0.2223 0.2938 0.2016	*0.1225 0.2016 0.2430 0.3238 0.2227	0.1364 *0.1710 0.2381 *0.3068 *0.2131
	City Imputation	0.125 0.25 0.375 0.5 Avg.	<b>0.0753</b> <b>0.1114</b> <b>0.1451</b> <b>0.2412</b> <b>0.1433</b>	*0.1250 *0.1626 0.2155 *0.2623 *0.1914	0.1101 0.1524 *0.2175 <b>0.2357</b> 0.1789	0.1465 0.1912 0.2409 0.2965 0.2188
	Electricity Theft Detection	Pre. Rec. F0.5 F1	<b>0.3793</b> <b>0.5911</b> <b>0.4086</b> <b>0.4621</b>	0.3213 0.5487 0.3503 0.4053	0.2865 0.4444 0.3084 0.3484	0.2537 0.4991 0.2814 0.3364
Consumer Behavior Analysis	Clock Anomaly Detection	Pre. Rec. F0.5 F1	<b>0.4540</b> <b>0.7881</b> <b>0.4961</b> <b>0.5761</b>	0.3874 0.7391 0.4281 0.5083	0.3247 0.7255 0.3650 0.4486	0.3108 0.7120 0.3503 0.4327
	High Power Appliance Detection	Pre. Rec. F0.5 F1	<b>0.7427</b> <b>0.5832</b> <b>0.7042</b> <b>0.6534</b>	*0.7265 *0.5426 *0.6804 0.6212	0.6951 0.4924 0.6422 0.5765	0.6988 0.5024 0.6481 0.5845
	Elderly Alone Detection	Pre. Rec. F0.5 F1	<b>0.4540</b> <b>0.7881</b> <b>0.4961</b> <b>0.5761</b>	*0.4374 0.7587 *0.4779 *0.5549	<b>0.4677</b> *0.7355 <b>0.5044</b> 0.5718	0.4135 0.6898 0.4495 0.5171
	Gender CLS	Acc.	<b>0.7571</b>	0.7142	*0.6466	0.6340
	Age CLS	Acc.	<b>0.6830</b>	0.6418	0.6295	0.6001
	Family Structure CLS	Acc.	<b>0.6406</b>	*0.6129	0.5974	0.5687

# Thanks & Take-Home Message

- **剖析大语言模型**

- 预训练：大模型在海量无标注数据中畅玩单词接龙
- 强化学习：激活大模型主动生成有效思维链的能力
- 行业落地：基于LLM的智慧评审

- **利用预训练-微调范式打造时序大模型**

- 实现个体、任务和领域可泛化
- 脑电大模型、电力大模型

Email: [yangya@zju.edu.cn](mailto:yangya@zju.edu.cn)  
Homepage: <http://yangy.org>



个人主页