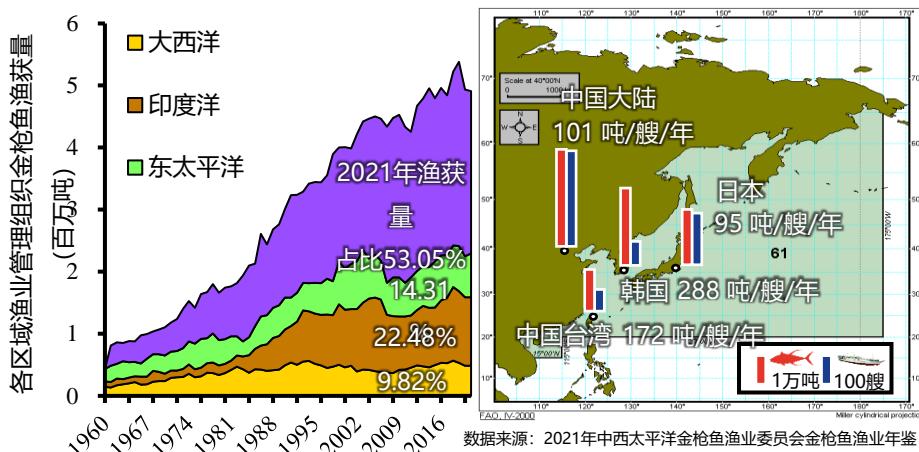


## 研究背景与内容

### 研究背景

■ 发展远洋渔业是我国十四五海洋渔业高质量发展规划的重要内核。金枪鱼是全球分布广泛的高价值大洋性鱼类，其中太平洋海域金枪鱼年捕捞量最高（左）。近年来我国大陆延绳钓捕捞能力仅在约100吨/艘/年，不足高产国或地区的50%（右）。



■ 洄游性金枪鱼群体的时空分布变动特征是表征不同生活史阶段金枪鱼环境偏好的生态学证据。掌握金枪鱼群体栖息、洄游、繁殖、摄食等生物习性是提升我国远洋渔业“找鱼”、“捕鱼”能力的重要理论基础。如何区分金枪鱼同种异群，掌握不同金枪鱼群体时空分布变动规律，解析金枪鱼生活史历程是突破远洋金枪鱼找鱼困难技术瓶颈的重要科学问题。

## 材料与方方法

- ◆ 历史数据来源: 1950-2019年WCPFC渔业年鉴
- ◆ 数据模型: 基于无监督学习的有限混合模型 Flexmix (R 4.3.3)
- ◆ 模型理论

1) 具有 $k$ 个类别的混合分布的概率密度函数:

$$p(x) = \sum_{k=1}^K \pi_k f(x|\theta_k)$$

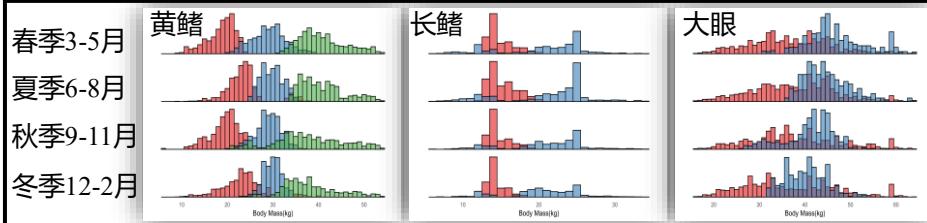
式中:  $x$ 是数据集中的任意值,  $f$ 为单模概率密度函数,  $\pi_k$ 是混合系数,  $\theta_k$ 是函数 $f$ 的参数向量。使用参数为 $\alpha$ 和 $\beta$ 的gama分布, 使得 $f(x|\theta_k) = \Gamma(x|\alpha_k|\beta_k)$ , 用来处理数据集。

2) 观察组个数为 $G$ ,  $G$ 组中的观察个数为 $N_g$ 的对数似然函数:

$$\log \varphi = \sum_{g=1}^G \sum_{n=1}^{N_g} \log \left( \sum_{k=1}^K \pi_k \Gamma(x_{g,n}|\alpha_k|\beta_k) \right)$$

Flexmix

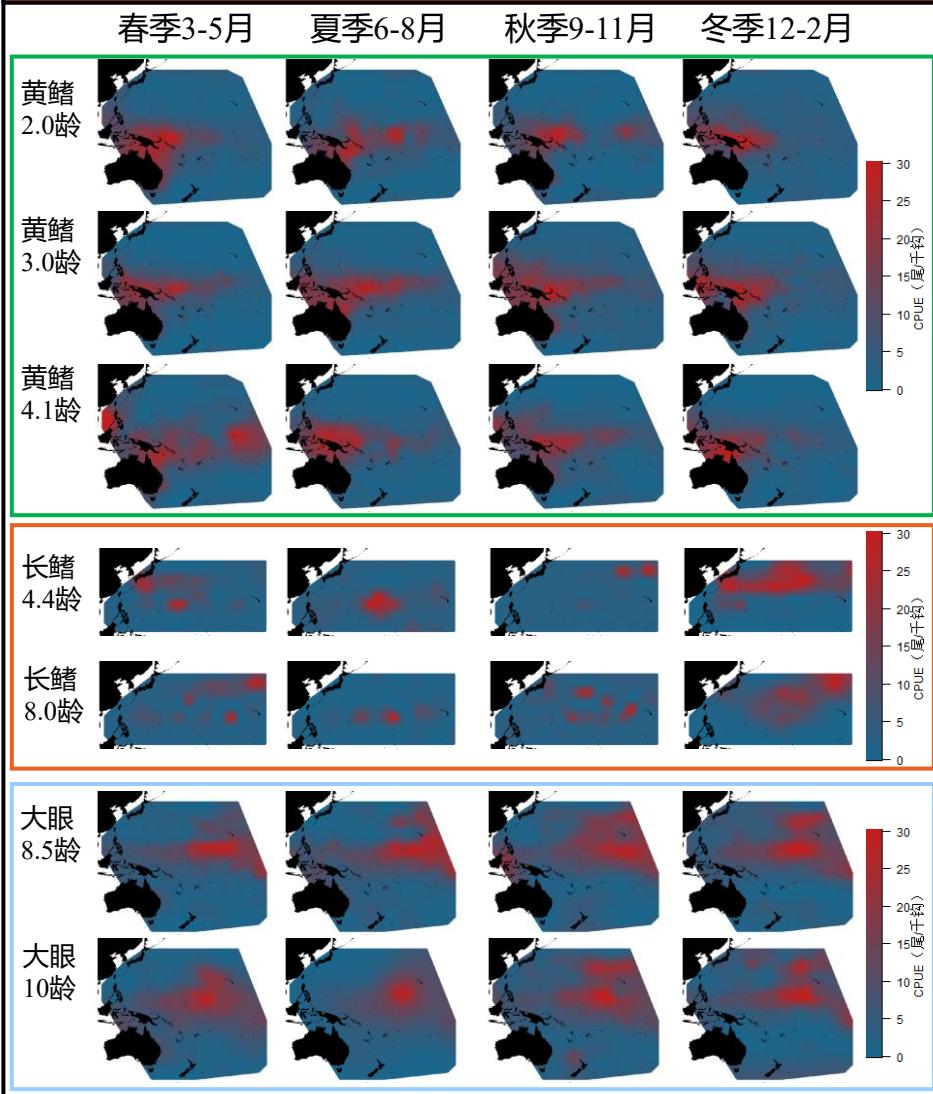
## 结果 重要金枪鱼的群体分类



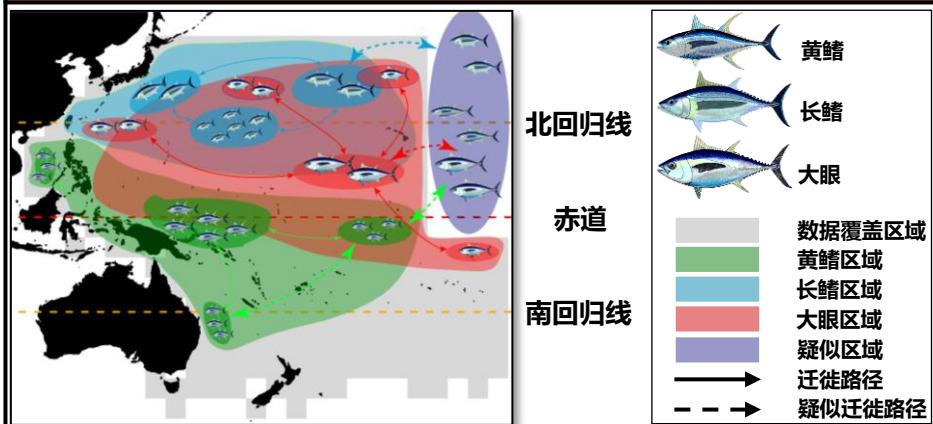
## 结果 不同金枪鱼群体的生物学特征

月份	分类	黄鳍			长鳍			大眼		
		平均体重/kg	体长/cm	年龄/龄	平均体重/kg	体长/cm	年龄/龄	平均体重/kg	体长/cm	年龄/龄
春季	1	18.65	120.08	2.01	14.84	88.46	4.43	36.56	125.08	8.55
	2	29.10	139.84	3.01	21.09	99.75	7.47	48.36	137.27	10.35
	3	41.72	158.20	4.37						
夏季	1	19.95	122.88	2.13	15.15	89.09	4.55	37.77	126.45	8.73
	2	28.89	139.49	2.99	22.46	101.91	8.48	45.14	134.16	9.86
	3	41.56	157.99	4.35						
秋季	1	22.51	128.07	2.38	14.66	88.10	4.36	38.40	127.14	8.83
	2	29.04	139.74	3.00	21.78	100.85	7.95	41.09	130.03	9.24
	3	38.18	153.47	3.96						
冬季	1	23.22	129.44	2.44	14.36	87.48	4.25	36.53	125.05	8.54
	2	29.81	141.00	3.08	20.80	99.28	7.28	40.22	129.11	9.11
	3	38.64	154.10	4.01						

## 结果 金枪鱼群体的时空分布



## 猜想 太平洋重要金枪鱼生活史假说



## 结论与展望

- 分类结果显示黄鳍、长鳍、大眼金枪鱼分别由3种、2种以及2种组成，三种金枪鱼群体分布均存在明显的空间分化，但季节性差异并不显著；
- 黄鳍金枪鱼产卵洄游目的地主要聚集在中西太平洋赤道两侧的群岛附近；长鳍金枪鱼洄游范围覆盖西北太平洋海域并在北回归线附近进行产卵；大眼金枪鱼洄游目的地主要聚集在太平洋中部，不同群体的洄游路径出现了明显的纬度差异，这可能由于历年海水温度升高等环境因素造成了大眼金枪鱼的渔场北移现象。