

厦门滨海湿地冬季鸟类群落多样性研究

方文珍¹, 陈志鸿², 陈小麟¹, 林清贤¹

(1.厦门大学 生命科学学院, 福建 厦门 361005 ; 2.厦门市环境保护科学研究所, 福建 厦门 361006)

摘要: 1999年12月~2000年2月对厦门滨海湿地12个样区冬季鸟类的种类和数量进行调查。并选取调查地的7个参数定量分析滨海湿地鸟类群落多样性的主要影响因子。结果显示, 厦门冬季滨海湿地鸟类共有15科45种。其中, 凤头潜鸭 (*Aythya fuligula*)、红嘴鸥 (*Larus ridibundus*)、黑腹滨鹬 (*Calidris alpina*) 和白鹭 (*Egretta garzetta*) 为优势种, 其数量之和占总数量的76%。白鹭为厦门湿地的广布种, 在12个样区均有分布。厦门冬季湿地鸟类群落的相似性与其滩涂底质的相似性之间存在一定的关系。湿地鸟类群落多样性的主要影响因素包括湿地周边建筑物、交通干扰、人工水产养殖场和周边陆地植被覆盖状况等。湿地鸟类的种群密度则受水域含盐量、交通干扰的显著影响。

关键词: 湿地鸟类; 群落多样性; 水鸟; 涉禽; 环境影响

中图分类号: Q958.15 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096 (2007) 01-0010-07

厦门岛位于台湾海峡西部, 118°4' E, 24°20' N, 属典型的亚热带海洋性季风气候, 年平均气温 20.8℃, 年降雨量约 1 100 mm。厦门岛三面隔海与大陆相邻, 一面朝向东海; 潮汐是规则的半日潮, 同时具有日潮不等的特征, 潮间带每日两次暴露于空气中^[1]。国内学者对于潮间带湿地鸟类的研究及环境对湿地鸟类群落的影响因素的研究尚不多见^[2-3]。厦门地处鸟类南北和东西迁徙路线的交点, 滨海湿地鸟类冬季较丰富。厦门鸟类区系及生态分布情况, 曾几位国内学者作过零星报道^[4]。陈小麟^[1]做过厦门潮间带春季鸟类群落的生态分析。作者在以往春季调查的基础上, 于1999年12月及2000年1, 2月继续对厦门各种主要湿地鸟类群落进行调查, 其目的在于了解厦门不同湿地环境的冬季鸟类种类组成和多度, 分析环境因子对鸟类群落结构的影响, 探讨厦门湿地鸟类多样性的保护。

1 研究方法

1.1 研究地点

研究区域包括厦门本岛及其相邻大陆上的同安海湾和厦门海沧的九龙江口。共选取12个样区并标志。主要湿地类型包括滩涂、河口、半咸水湖以及淡水湖。其中, 香山、钟宅、浦口、石湖、澳头、西堤和高浦为滩涂湿地, 员当湖和刘山为半咸水湖, 杏

林为淡水湖, 东屿和海沧属于河口湿地。

1.2 鸟类调查

鸟类调查方法依 Reynolds 等^[5]的可变大小样方法。面积较小的滩涂湿地及湖泊采用绝对统计法。面积较大的滩涂湿地和湖泊根据湿地的具体情况选取不同大小和不同形状的样方。

滩涂湿地鸟类的调查在低潮时开始进行, 早上日出后或傍晚日落前的2~3 h内进行调查统计。湖泊湿地鸟类的调查则不必考虑潮水的情况。每月调查1~2次, 每次用望远镜观察0.5 h, 记录样地内的所有鸟类种类和数量。观察记录后, 对个别种类用500 mm长焦距镜头照相机摄影记录。

1.3 栖息地参数的选定

在湿地鸟类群落的研究中, 许多研究者^[3, 6, 7]选取不同的栖息地参数, 以便定量分析鸟类群落与环境的关系。作者根据厦门滨海湿地的特征, 选取水域含

收稿日期: 2003-12-08; 修回日期: 2004-05-15

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目 (D9910003); 厦门市环境保护研究所资助项目

作者简介: 方文珍 (1963-), 女, 湖北鄂州人, 副教授, 硕士, 主要从事动物分类学及生物多样性研究; 陈小麟, 通讯作者, E-mail: xlchen@jingxian.xmu.edu.cn

盐量、滩涂面积、滩涂底质、植被覆盖状况、人工养殖面积、交通干扰（样地距公路和铁路的距离）、样地距周边建筑物的距离等 7 项参数纳入多元回归分析，定量分析影响滨海湿地鸟类多样性分布的主要因子。有关各项参数及其说明见表 1。

1.4 数据分析

根据样区的面积、鸟类种类和数量记录，计算每个样区的鸟类种群密度 (D)、群落物种多样性指数

(H) 及均匀性指数 (E)。其中，物种多样性指数 (Shannon—Weiner Index) $H = -\sum P_i \ln P_i$ ^[8]；均匀度指数 $E = H/H_{\max}$ ^[8]；种群密度 $D = \text{鸟类数量}/\text{ha}$ 。

根据 Sorensen 群落系数 $S_k = 2c/(a+b)$ 计算各样区群落的相似性，其中， a 为样地 A 当中的物种数， b 为样地 B 当中的物种数， c 为样地 A 和样地 B 当中的共有物种数^[1,8]。采用 STATISTIC 5.0 统计软件中的多元聚类分析将数据标准化处理后进行群落相似性聚

表 1 厦门滨海湿地调查的栖息地参数

Tab.1 The habitat variables investigated in Xiamen wetlands

参数	说明
水域含盐量	估测值，分为 3 个等级。1 表示样方水域为淡水湖泊；2 表示样方水域为半咸水湖泊或河口；3 表示样方水域为滨海滩涂。
周围植被覆盖量	估测值，分为 3 个等级。1 表示样方周围没有植物；2 表示样方周围有少量的植物，分布稀疏；3 表示样方周围植被较为茂密。
水域水产养殖量	估测值，分为 4 个等级。1 表示样方水域无人工养殖；2 表示样方内人工养殖面积在 1 500 m ² 以下；3 表示样方内人工养殖面积在 1 500~3 000 m ² 之间；4 表示样方内人工养殖面积在 3 000 m ² 以上。
滩涂面积	实测值，根据实地测算。
建筑物指数	表示样方周围建筑物的面积大小及其距离远近状况。建筑指数=样方中心 500 m 范围内建筑的面积+0.5(样方中心 1 000 m 范围内的建筑面积)+0.25(样方中心 2 000 m 范围内的建筑面积)+0.125(样方中心 3000m 范围内的建筑面积)
交通干扰	估测值，分为 5 个等级。1 表示距样方中心 2 000 m 以内没有道路相通；2 表示距样方中心 2 000 m 以内有人行小路相通；3 表示距样方中心 2 000 m 以内有小车道相通；4 表示距样方中心 2 000 m 以内有柏油公路相通；5 表示距样方中心 2 000 m 以内有铁路通过。
样方滩涂底质	估测值，分为 3 种类型。1~3 分别表示样方滩涂为沙质、泥沙质和泥质。

类。采用该软件中的多元逐步回归分析确定环境因子对群落结构的影响。

2 结果

2.1 鸟类的物种及其多度

冬季在各样地中共记录到鸟类 15 科 45 种(表 2)。其中以鹭科、鸭科、鹬科和鸥科种类最为多见，数量最多。白鹭的分布最为广泛，在 12 个样区中均可见到。数量最多的物种为风头潜鸭、红嘴鸥、白鹭和黑腹滨鹬，分别占鸟类总数量的 28.7%、23.7%、12.2% 和 11.4%。在居留状况方面，共有留鸟 10 种占 22.2%，冬候鸟和旅鸟 35 种占 77.8%。

2.2 各样区冬季鸟类群落结构参数及相似性聚类

各样区的鸟类群落结构参数见表 3。12 个样区的群落相似性系数见表 4。应用多元簇类分析进行群落

相似性聚类，详见图 1。

2.3 影响数量和多样性分布的主要因子

对 12 个栖息地参数与各鸟类参数分别进行多元逐步回归分析，结果见表 5。

3 讨论

厦门滨海湿地冬季鸟类的种类组成和数量以鸥科、鹬科、鸭科和鹭科等游禽和涉禽占优势，相反，雀形目等陆地鸟类所占比例则较少，充分显示出湿地鸟类组成的特点。优势种为风头潜鸭、红嘴鸥、黑腹滨鹬和白鹭，这四种的数量之和占全部鸟类总数的 76%。其中前三种均为在厦门越冬和越冬迁飞的鸟类，有集大群的特性，也显示厦门滨海湿地作为湿地水鸟越冬栖息场所的重要性。而白鹭在厦门地区为留鸟，且厦门白鹭自然保护区对白鹭的繁育和种群数量

表 2 厦门滨海湿地的冬季鸟类物种及其相对多度

Tab.2 The bird species and their relative abundance in Xiamen wetlands during winter

种 类	相对多度													居留型
	员当湖	香山	刘山	钟宅	浦口	石湖	澳头	西堤	杏林	东屿	海沧	高浦		
一、鸬鹚科 (Podicipedidae)														
1. 小鸬鹚 (<i>Tachybaptus ruficollis</i>)	0.036		0.008											留鸟
2. 黑颈鸬鹚 (<i>Podiceps nigricollis</i>)			0.002											冬候
3. 凤头鸬鹚 (<i>Podiceps cristatus</i>)			0.004											冬候
二、鸬鹚科(Phalacrocoracidae)														
4. 普通鸬鹚 (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	0.277		0.073		0.037				0.045	0.026				冬候
三、鹭科(Ardeidae)														
5. 大白鹭 (<i>Egretta alba</i>)	0.033		0.002					0.016		0.064	0.005			冬候
6. 中白鹭 (<i>Egretta intermedia</i>)											0.013			冬候
7. 白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	0.03	0.2	0.151	0.048	0.52	0.078	0.009	0.021	0.005	0.103	0.426	1		留鸟
8. 池鹭 (<i>Ardeola bacchus</i>)	0.046	0.066				0.005			0.004	0.013	0.014			留鸟
9. 岩鹭 (<i>Egretta sacra</i>)		0.066												留鸟
10. 苍鹭 (<i>Ardea cinerea</i>)	0.181		0.151								0.007			冬候
四、鸭科(tidae)														
11. 绿翅鸭 (<i>Anas crecca</i>)	0.099													冬候
12. 针尾鸭 (<i>Anas acuta</i>)									0.007					冬候
13. 斑背潜鸭 (<i>Aythya fuligula</i>)			0.018											冬候
14. 凤头潜鸭 (<i>Aythya fuligula</i>)			0.079						0.909					冬候
五、鹰科(Accipitridae)														
15. 黑翅鸢 (<i>Elanus caeruleus</i>)				0.005										旅鸟
16. 鸢 (<i>Milvus migrans</i>)									0.001	0.013				留鸟

表 2 (续)

种 类	相对多度												居留型
	员当湖	香山	刘山	钟宅	浦口	石湖	澳头	西堤	杏林	东屿	海沧	高浦	
17. 鸮 (<i>Pandion haliaetus</i>)										0.013			旅鸟
六、隼科(Falconidae)													
18. 红隼 (<i>Falco tinnunculus</i>)				0.009									冬候
七、秧鸡科(Rallidae)													
19. 黑水鸡 (<i>Gallinula chloropus</i>)									0.009				留鸟
八、鸻科(Charadriidae)													
20. 金眶鸻 (<i>Charadrius dubius</i>)		0.066		0.005									冬候
21. 环颈鸻 (<i>Charadrius alexandrinus</i>)	0.008	0.134	0.006	0.241	0.26	0.159	0.091			0.167	0.002		冬候
22. 金斑鸻 (<i>Plubialis dominica</i>)						0.045	0.017						冬候
23. 灰斑鸻 (<i>Pluvialis squatarola</i>)				0.005							0.002		冬候
24. 铁嘴沙鸻 (<i>Caradrius leschenaultii</i>)										0.013			旅鸟
九、鹬科(Scolopacidae)													
25. 白腰杓鹬 (<i>Numenius arquata</i>)						0.01	0.013				0.103		冬候
26. 中杓鹬 (<i>Numenius phaeopus</i>)						0.003							冬候
27. 泽鹬 (<i>Tringa stagnatilis</i>)	0.003												旅鸟
28. 鹤鹬 (<i>Tringa erythropus</i>)											0.002		冬候
29. 青脚鹬 (<i>Tringa nebularia</i>)	0.005	0.134	0.004			0.033				0.026	0.012		冬候
30. 红脚鹬 (<i>Tringa tetanus</i>)											0.002		冬候
31. 矶鹬 (<i>Tringa hypoleucos</i>)	0.056		0.002		0.037	0.01		0.027					冬候
32. 灰尾鹬 (<i>Heteroscelus brevipes</i>)						0.008							旅鸟
33. 黑腹滨鹬 (<i>Calidris alpina</i>)		0.134		0.68	0.037	0.631	0.034			0.474	0.062		冬候

表 2 (续)

种 类	相对多度												居留型
	员当湖	香山	刘山	钟宅	浦口	石湖	澳头	西堤	杏林	东屿	海沧	高浦	
十、鸥科(Laridae)													
34. 黑嘴鸥 (<i>Larus saundersi</i>)									0.001	0.013	0.1		冬候
35. 红嘴鸥 (<i>Larus ridibundus</i>)	0.176		0.48			0.013	0.832	0.915		0.077	0.24		冬候
36. 黑尾鸥 (<i>Larus crassirostris</i>)					0.037								冬候
十一、翠鸟科(Alcedinidae)													
37. 斑鱼狗 (<i>Ceryle rudis</i>)	0.005	0.134	0.004		0.037								留鸟
38. 白胸翡翠 (<i>Halcyon smyrnensis</i>)	0.008												留鸟
39. 普通翠鸟 (<i>Alcedo atthis</i>)	0.01	0.066	0.002	0.005	0.037	0.008					0.002		留鸟
十二、鹡鸰科(Motacillidae)													
40. 白鹡鸰 (<i>Motacilla alba</i>)	0.02		0.006					0.021	0.003		0.004		冬候
41. 黄鹡鸰 (<i>Motacilla flava</i>)									0.001				冬候
十三、燕科(Hirundinidae)													
42. 家燕 (<i>Hirundo rustica</i>)			0.006										旅鸟
十四、椋鸟科(Sturnidae)													
43. 紫背椋鸟 (<i>Sturnus philippensis</i>)									0.015				旅鸟
十五、鹟科(Muscicapidae)													
44. 鹟 (<i>Copsychus saularis</i>)	0.003												留鸟

表 3 各样区鸟类群落参数

Tab.3 The parameter of bird community in each sampled site

样区	员当湖	香山	刘山	钟宅	浦口	石湖	澳头	西堤	杏林	东屿	海沧	高浦
<i>H</i>	3.10	3.06	2.36	1.26	2.05	1.88	0.94	0.59	0.65	2.49	2.39	0
<i>H_{max}</i>	4.17	3.17	4.09	3.00	3.00	3.58	2.59	2.32	3.46	3.58	4.00	—
<i>E</i>	0.743	0.965	0.58	0.42	0.68	0.53	0.36	0.25	0.19	0.695	0.597	0
<i>D</i>	16.37	2.50	42.00	8.66	2.25	16.50	14.50	15.67	57.63	4.88	34.50	1.06

表 4 鸟类群落相似性系数矩阵

Tab.4 Matrix of similarity coefficients for the avian communities

样区	相似性系数											
	员当湖	香山	刘山	钟宅	浦口	石湖	澳头	西堤	杏林	东屿	海沧	高浦
员当湖	-											
香山	0.41	-										
刘山	0.67	0.37	-									
钟宅	0.23	0.38	0.24	-								
浦口	0.46	0.59	0.4	0.5	-							
石湖	0.47	0.48	0.41	0.4	0.5	-						
澳头	0.25	0.4	0.2	0.43	0.25	0.67	-					
西堤	0.43	0.14	0.36	0.15	0.31	0.35	0.36	-				
杏林	0.34	0.2	0.29	0.1	0.19	0.17	0.12	0.25	-			
东屿	0.47	0.48	0.41	0.3	0.4	0.42	0.44	0.24	0.43	-		
海沧	0.53	0.48	0.48	0.42	0.33	0.57	0.45	0.38	0.3	0.57	-	
高浦	0.11	0.2	0.11	0.22	0.22	0.15	0.29	0.33	0.17	0.15	0.12	-

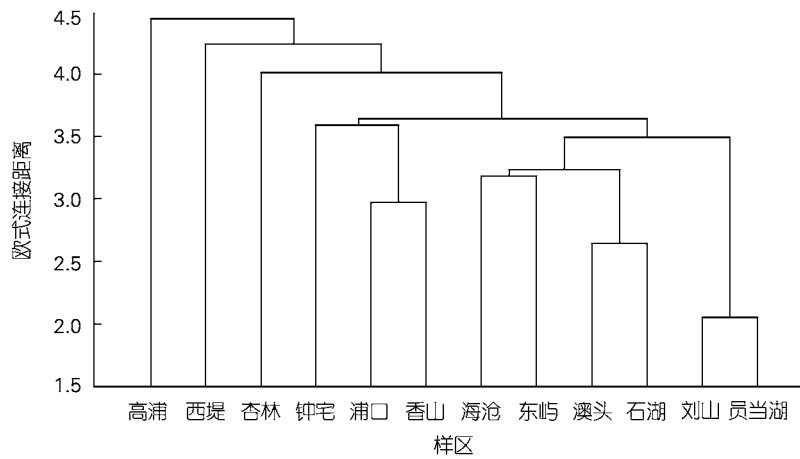


图 1 12 个样区的鸟类群落聚类树形图

Fig.1 Tree diagram resulting from a cluster analysis of the similarity coefficients in 12 sampled sites

表 5 鸟类密度和多样性指数与栖息地参数的回归系数

Tab.5 Coefficients for multiple regression of species density and diversity versus habitat variables

参数	水域 含盐量	植被 覆盖量	人工 养殖量	样方 滩涂面积	建筑物 指数	交通 干扰	样方 滩涂底质
<i>H</i>	-	0.58*	-0.42**	-	-0.37**	-0.5**	-
<i>D</i>	-0.80**	-	-	-	-0.29*	-0.37**	-

*: $P \leq 0.05$; **: $P \leq 0.01$

的增长起着重要的作用,所以其数量较多,分布也较广,在12个样区中均有分布,为广布种。

湿地的食物资源是影响水鸟分布的重要因子^[9]。陈小麟等^[1]对厦门春季潮间带鸟类群落的研究显示,潮间带底质的相似性在一定程度上决定着鸟类群落结构的相似性。潮间带底质通过影响作为鸟类食物资源的底栖动物的种类组成和数量分布,进而对潮间带鸟类的种类和数量及其群落结构产生影响作用^[10]。冬季鸟类群落结构的相似性与潮间带底质的相似性也有一定关联,从图1中显示出其关联性。如样区中的海沧、东屿、澳头和石湖均为大面积滩涂,且底质均为泥质,因此其鸟类群落结构相似而被归为一组。香山、浦口和钟宅的滩涂面积大小虽不同,但底质均为沙泥质,鸟类群落结构也同样相似被归为一组。被归为一组的刘山和员当湖,鸟类群落结构最为相似,这可能是由于这两个样区均为半咸水湖,其岸边的滩涂很小,也不受潮汐的影响,所以决定这两个样区鸟类群落相似性的主要因素应为水域环境。另3个样区,杏林、西堤和高浦的鸟类群落结构与其他样区差别较大而被分离出来。这可能是由于杏林为淡水湖泊类型,而高浦、西堤两个样区受人的有形干扰较大。高浦样区周边有铁路、公路相通,人工养殖设备也很多。西堤样区位于城市中心地段,样区周边建筑工地和建筑物较多。高浦和西堤样区的鸟类种类和数量都为最少,多样性指数也是所有样区中最小的,分别为0和0.59。

在相对自然的大面积湿地中,栖息地面积对于湿地鸟类群落多样性的影响并不大;另一方面,水鸟的密度和多样性均随城市化程度的提高而下降^[3]。我们的研究也证明了这一点。从表5中显示,样方滩涂面积的大小和鸟类群落的密度及多样性并没有相关关系。样方滩涂底质虽影响到鸟类群落的相似性,但对鸟类群落的多样性和密度的影响并不大。表5所选的7个栖息地参数中,交通干扰、人工养殖量和建筑物指数等3项参数均与城市化直接有关,对鸟类群落的多样性也有十分显著的影响。随着交通干扰和建筑物指数等参数的升高,城市化程度上升,水鸟群落多样性和种群密度下降。水域含盐量虽然对鸟类多样性的影响不明显,但对水鸟密度却有显著性的影响,这可能是由于迁飞的水鸟喜集大群停栖于风力相对较小的淡水湖泊。

一般认为,植被覆盖量的提高会提高鸟类群落

的多样性^[11]。厦门滨海滩涂湿地虽缺乏植被覆盖,但湿地周边陆地的植被覆盖对鸟类群落的多样性也有一定的影响。植被不仅为水鸟提供栖息或营巢的场所,而且也是一部分陆地森林鸟类的栖息地。有时,某些森林鸟类也会进入湿地觅食,从而增加了湿地鸟类的多样性。可见,在厦门滨海湿地鸟类保护中,除了注意保留一定面积的各种湿地环境以外,还应当重视以下几方面的问题:首先,在城市规划中应尽量减少交通通道和建筑物对湿地鸟类栖息地环境的不良影响。对滩涂和近海的人工养殖量也应进行合理化配置。此外,增加湿地周边陆地的植被覆盖量对改善湿地鸟类的栖息地条件也有一定的现实意义。

参考文献:

- [1] 陈小麟,宋晓军. 厦门潮间带春季鸟类群落的生态分析[J]. 生态学杂志, 1999, 18(4): 36-39.
- [2] 陆健健,施铭,崔志兴. 东海岸北部越冬鸕鹚群落的初步研究[J]. 生态学杂志, 1988, 7(6): 19-22.
- [3] 陈水华,丁平. 城市化对杭州湿地水鸟群落的影响研究[J]. 动物学研究, 2000, 21(4): 279-285.
- [4] 陈小麟. 岩鹭在厦门海岸带的分布及其生态考察[J]. 台湾海峡, 1999, 18(3): 355-358.
- [5] Reynolds R T, Scott J M, Nussbaum R A. A variable circular-plot method for estimating bird numbers [J]. *Condor*, 1980, 82: 309-313.
- [6] Bolger D T, Scott T A, Rotenberry J T. Breeding bird abundance in an urbanizing landscape in coastal southern California [J]. *Conservation Biology*, 1997, 11(2): 406-421.
- [7] Rottenborn S C. Predicting the impacts of urbanization on riparian bird communities [J]. *Biological Conservation*, 1999, 88: 289-299.
- [8] Krebs C J. Ecological methodology[M]. New York: Harper Collins Publishers, 1989. 310-321.
- [9] Erwin R M. Feeding habitats of nesting wading birds: spatial use and social influences[J]. *Auk*, 1983, 100: 960-970.
- [10] Lawler W. Draft management manual for migratory shorebird feeding habitat in New South Wales estuaries[M]. Australia: New south Wales National Parks & Wildlife Service, 1994. 41-62.
- [11] 颜重威, 邢莲莲, 杨贵生. 内蒙古草原繁殖鸟类群聚组成之比较[J]. 生态学报, 2000, 20(6): 992-1001.

(下接第27页)

Avian community diversity during winter in Xiamen wetlands

FANG Wen-zhen¹, CHEN Zhi-hong², CHEN Xiao-lin¹, LIN Qing-xian¹

(1.School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2.Xiamen Institute of Environmental Protection, Xiamen 361006, China)

Received: Dec.,8,2003

Key words: wetland bird ; community diversity ; water bird ; wader ; environmental impact

Abstract : The bird species and their relative abundance were investigated on the twelve quadrats in Xiamen wetlands from December 1999 to February 2000. Seven environmental parameters were selected for analyzing the main impact factors on the bird community diversity of this area. The results showed that there were 15 families and 45 species of birds found in Xiamen wetlands during the research period. The dominant species were Tufted Duck (*Aythya fuligula*), Black-headed Gull (*Larus ridibundus*), Dunlin (*Calidris alpina*) and Little Egret (*Egretta garzetta*), and the individual number of these 4 species occupied 76% of the total individual number. Little Egret was the commonest bird, which distributed in every quadrat of the area. There is a relationship between the similarities of bird communities and the similarities of sediment types of wetland. The factors mainly influencing the bird community diversity are artificial building, traffic disturbance, aquaculture and terrestrial vegetation, and those highly influencing the population density of wetland bird are the water salinity and traffic disturbance.

(本文编辑 : 刘珊珊)