摘要

本文主要依据数学模型预测濒危物种江豚的种群数量。首先利用Vortex旋涡模型分别对天鹅洲和所有迁地保护区的江豚数量进行了预测，继而用ARIMA模型，灰色预测模型和元胞自动机模型对天鹅洲的江豚种群20年后的数量进行预测。在其他条件不变的情况下，利用Vortex旋涡模型，通过改变雄雌比并比较20年后种群数量和基因多样性的情况，评价其对所有迁地保护区江豚种群发展的影响。为了判断在不迁地保护的条件下是否会功能性灭绝，我们选择灰色预测模型和Vortex旋涡模型对该条件下所有江豚种群的数量进行预测，通过观察数量是否会低于200或者江豚种群是否会只剩一种性别来判断是否会出现功能性灭绝。最后我们探究江豚种群的死亡率对江豚种群数量发展的影响来检验模型的灵敏度。

针对问题一，我们使用Vortex旋涡模型分别对五个迁地保护区和天鹅洲迁地保护区的江豚20年后的数量进行预测，得到所有迁地保护区的结果为185只，天鹅洲迁地保护区的结果为50只。然后我们建立了ARIMA模型，灰色预测模型以及元胞自动机模型来对天鹅洲迁地保护区的江豚种群在20年后的数量进行预测，结果分别为62只,49只,49只。

针对问题一的第二问，我们从1:9到9:1调整性别比例（雄雌比），用Vortex旋涡模型进行分析，选择20年后的江豚数量以及通过加权得到的基因多样性参数为指标，来评价性别比例对江豚种群发展造成的影响。可以发现，随着雄性占比增大，20年后的种群数量随之减少，而基因多样性随之先增加后减少，在雄雌比为6:4的时候达到峰值。  
 针对问题二，我们首先将功能性灭绝定义为种群数量小于200或者只剩一种性别，在不进行迁地保护的情况下，选择灰色预测模型和Vortex旋涡模型对江豚种群数量的发展情况进行预测，并判断是否会出现功能性灭绝。在往年数据的基础上，灰色预测模型每隔5年对数量进行预测，发现在2082年时种群数量首次低于200，即功能性灭绝时间为55~60年；由于不进行迁地保护，我们相比之前的Vortex旋涡模型改变了性别比例，灾害发生率和死亡率三个参数，预测江豚种群功能性灭绝时间为55.1年或71.3年，彻底灭绝时间为95.5年。在这两种模型的结果基础上，我们可以得出结论：在不进行迁地保护的条件下，江豚种群会出现功能性灭绝，且灭绝时间为55~71.3年。

最后，我们利用Vortex旋涡模型进行了灵敏度检验，通过设定灾害增加或幼龄死亡率增加两种情况来改变江豚种群的死亡率，再对种群的数量发展情况和灭绝情况进行预测，灾害增加情况下江豚功能性灭绝时间为45.3年，幼龄死亡率增加情况下江豚功能性灭绝时间为34.8年，因此两种情况都能使得江豚种群的灭绝时间提前，灭绝概率增加，并且可以发现其中幼龄死亡率增加对江豚种群数量发展的影响最大。

基于以上所有分析，我们针对性地向有关部门提出了保护江豚的建议，主要包括减少对江豚生存繁衍存在破坏性的人类活动，制定有效的繁殖策略，增加迁地保护区的数量，扩大自然保护区的范围，采取适当的人工繁育措施，加大国家立法力度，尽快出台相关保护江豚的法律法规等。

关键字：Vortex旋涡模型，ARIMA时间序列预测，灰色预测模型，元胞自动机模型，江豚种群，种群生存力分析