

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 21720061152118

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

福建岛屿四种鹭卵及

白鹭雏鸟组织中重金属含量的研究

Heavy metal distribution in the eggs of four species of  
ardeids and in the body tissues of *Egretta garzetta* in some  
Fujian islands

王晓彦

指导教师姓名: 陈小麟 教授

专业名称: 动 物 学

论文提交日期: 2009 年 04 月

论文答辩时间: 2009 年 06 月

学位授予日期: 2009 年 月

答辩委员会主席: 王重刚教授

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2009 年 06 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( 陈小麟 )课题(组)的研究成果,获得( 陈小麟 )课题(组)经费或实验室的资助,在( 陈小麟 )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名): 王晓彦

2009 年 06 月 1 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于  
年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 目 录

中文摘要 .....	i
英文摘要 .....	iii
<b>第一章 前 言 .....</b>	<b>1</b>
1.1 重金属污染概述 .....	1
1.2 重金属污染对湿地环境的影响 .....	2
1.3 重金属污染对鸟类的影响 .....	2
1.4 研究鸟类重金属含量的价值及现状 .....	3
1.5 本课题研究的内容和目的 .....	5
<b>第二章 材料与方 法 .....</b>	<b>7</b>
2.1 研究地点概况 .....	7
2.2 仪器与试剂 .....	7
2.2.1 仪器 .....	7
2.2.2 试剂 .....	8
2.3 研究方法 .....	8
2.3.1 样品采集 .....	8
2.3.2 实验原理 .....	8
2.3.3 实验步骤 .....	9
<b>第三章 结果与分析 .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 四种鹭鸟卵中的重金属含量分析 .....</b>	<b>11</b>
3.1.1 鹭鸟卵各部位的重金属含量 .....	11
3.1.2 不同鹭鸟卵内容物及卵壳的重金属含量差异 .....	16
3.1.3 不同繁殖地黄嘴白鹭卵壳的重金属含量差异 .....	16
3.1.4 厦门鸡屿白鹭和池鹭卵壳的重金属含量差异 .....	17
<b>3.2 白鹭雏鸟各组织中的重金属含量分析 .....</b>	<b>18</b>
3.2.1 雏鸟各组织中的重金属含量与分布 .....	18

3.2.2 B组3窝白鹭雏鸟各组织中的重金属含量变化.....	24
<b>第四章 讨论.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 福建地区四种鹭鸟重金属残留量分析.....</b>	<b>34</b>
4.1.1 Cr 元素.....	34
4.1.2 Mn 元素.....	36
4.1.3 Ni 元素.....	36
4.1.4 Cu 元素.....	37
4.1.5 Zn 元素.....	38
4.1.6 Cd 元素.....	39
4.1.7 Pb 元素.....	40
<b>4.2 鹭鸟不同组织对重金属的富集.....</b>	<b>41</b>
4.2.1 三种鹭鸟卵中各部位对重金属的富集.....	41
4.2.2 白鹭雏鸟各组织对重金属的富集.....	43
<b>4.3 不同鹭鸟卵中的重金属含量差异.....</b>	<b>45</b>
<b>4.4 不同日龄白鹭雏鸟组织中重金属含量的差异及变化.....</b>	<b>46</b>
4.4.1 AB 两组白鹭雏鸟组织中重金属含量的差异.....	46
4.4.2 B组3窝白鹭雏鸟组织中的重金属含量的变化.....	47
<b>第五章 小结.....</b>	<b>48</b>
<b>参考文献.....</b>	<b>49</b>
<b>攻读硕士期间发表的论文及参加的课题项目.....</b>	<b>55</b>
<b>致 谢.....</b>	<b>57</b>



# Content

<b>Chinese abstract</b> .....	<b>i</b>
<b>English abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	<b>1</b>
1.1 Heavy metal pollution outline.....	1
1.2 The influence of heavy metal pollution on wetland environment.....	2
1.3 The influence of heavy metal pollution on birds.....	2
1.4 The value and development of studies on heavy metal in birds.....	3
1.5 The content and propose of this paper .....	5
<b>Chapter 2 Materials and methods</b> .....	<b>7</b>
2.1 Study sites.....	7
2.2 Apparatus and materials.....	7
2.3 Methods .....	8
2.3.1 Samples collection .....	8
2.3.2 Principle .....	8
2.3.3 Approach.....	9
<b>Chapter 3 Results and analysis</b> .....	<b>11</b>
3.1 The heavy metals content in eggs of four species of ardeids.....	11
3.1.1 The heavy metals content in different parts of eggs .....	11
3.1.2 The difference of elements content in egg contents and eggshells of different species.....	16
3.1.3 The difference of elements content in eggshells of yellow-rostra egrets from two sites .....	16
3.1.4 The difference of elements content in eggshells of little egrets and Chinese pond herons form the same site .....	17

<b>3.2 The heavy metal content in the body tissues of little egrets .....</b>	<b>18</b>
3.2.1 The heavy metals content and distribution in the body tissues of little egrets .....	18
3.2.2 The heavy metals alternation in tissues of little egrets from 3 nests of group B.....	24
<b>Chapter 4 Discussion .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Heavy metals residues in the four ardeids in Fujian.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 Heavy metals enrichment in different parts of ardeids .....</b>	<b>41</b>
4.2.1 Heavy metals enrichment in different parts of eggs of ardeids.....	41
4.2.2 Heavy metals enrichment in body tissues of little egrets.....	43
<b>4.3 The difference of heavy metals content in eggs of different ardeids.....</b>	<b>45</b>
<b>4.4 The difference and alternation of heavy metals in body tissues of little egrets in different age .....</b>	<b>46</b>
4.4.1 The difference of heavy metals content in tissues of little egrets between two groups.....	46
4.4.2 The alternation of heavy metals content in tissues of little egrets from 3 nests of group B .....	47
<b>Chapter 5 Conclusions.....</b>	<b>48</b>
<b>References .....</b>	<b>49</b>
<b>Papers and projects.....</b>	<b>55</b>
<b>Acknowledge.....</b>	<b>57</b>

## 摘 要

本研究采用电感耦合等离子质谱 (ICP-MS) 对福建岛屿白鹭 (*Egretta garzetta*)、池鹭 (*Ardeola bacchus*)、黄嘴白鹭 (*Egretta eulophotes*) 和岩鹭 (*Egretta sacra*) 卵的不同部位及白鹭雏鸟各组织中的重金属进行检测, 测定了铬 (Cr)、锰 (Mn)、镍 (Ni)、铜 (Cu)、锌 (Zn)、镉 (Cd) 和铅 (Pb) 等 7 种重金属元素的含量。对重金属元素在卵的各部位及雏鸟各组织中的含量差异进行研究, 探讨重金属在鹭卵及白鹭雏鸟中的分布规律及积累趋势。为福建鹭鸟栖息地环境评价提供依据, 并为今后研究重金属残留对鸟类的影响提供数据。

本研究结果显示, 7 种重金属元素在各样本中的残留量不同, 含量较高的为 Zn 和 Cu, 含量较低的为 Pb 和 Cd, 其中, Cd 元素只在鹭卵样本中有检出。Zn > Pb > Cd 的富集规律与已有报道相符。与国内外相关研究相比, 福建四种鹭卵及白鹭雏鸟各组织中的重金属含量基本处于中等水平。

本研究首次对鹭卵中的去膜卵壳、卵膜和内容物分别进行测定分析, 发现 Cr、Ni、Cu、Cd 和 Pb 等元素的单位含量在卵膜中最高; Zn 元素在内容物中最高。重金属元素在不同种鹭鸟内容物中的含量差异不显著, 在不同种鹭鸟卵壳中的含量差异显著, 甚至在不同繁殖地的同种鹭鸟卵壳中也差异显著。初步证实雌性亲鸟可通过卵壳将体内多余重金属排出体外, 从而保护自身及后代。

白鹭雏鸟各组织中, Cr 元素主要富集于肾脏和肌肉中; Mn 元素主要富集于骨骼和羽毛中; Ni、Cu 和 Pb 元素主要富集于肾脏和骨骼中; Zn 元素主要富集于心脏和骨骼中。20 日龄内白鹭雏鸟各组织中的重金属含量低于 3 日龄未进食的死亡个体, 只有 Cr 的含量显著增加, 提示雏鸟早期个体发育中的重金属排泄大于积累。

本研究首次对重金属元素在同一窝各雏鸟组织中的含量变化进行分析, 发现随着日龄的增长, 雏鸟各组织中重金属含量存在一定的变化趋势, 大部分重金属元素含量有所减少或变化不明显, 少数元素有所增加。

**关键词:** 重金属; 鹭科鸟类; 鹭卵

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## Abstract

The concentrations of 7 kinds of heavy metals (Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Cd and Pb) in the different parts of eggs of little egrets (*Egretta garzetta*), Chinese pond herons (*Ardeola bacchus*), Chinese egret (*E. eulophotes*) and eastern reef herons (*E. sacra*) in Fujian province were measured with ICP-MS. The concentrations of these heavy metals in the nestling body tissues of little egrets were also measured with the same method. The distribution and accumulating pattern of different elements in the body tissues and the different parts of eggs were analyzed. We aim at providing the basic data for the habitat evaluation of ardeids, and for the future study of the effect of the heavy metal to ardeids.

The result indicated the residua of the seven elements in these samples were different. The concentration of Zn and Cu were higher than other elements, and Pb and Cd were the lower. The trends of total contents of heavy metals,  $Zn > Pb > Cd$  were same to the other report. Compared these results with the published data in other different area, the content of the 7 elements in this study were in the medium level.

This paper was firstly to study the heavy metal concentration in three parts of eggs of ardeids (eggshell without membrane, shell membrane, and egg content). The results showed that Cr, Mn, Ni, Cu, Cd and Pb were mainly enriched in shell membranes, but Zn was enriched in egg contents. There's no significant difference of the concentrations of heavy metals among the egg contents of different species. However, there're significant differences among the eggshells of different species, and significant differences among the eggshells of same species in different area. These results indicated that the female parents might excrete heavy metal via eggshells to protect both themselves and their nestlings.

In the tissues of little egret nestlings, Cr was mainly enriched in kidney and muscle, Mn was mainly enriched in bone and feather, Ni, Cu and Pb were mainly enriched in kidney and bone, Zn was mainly enriched in heart and bone. The concentrations of heavy metals in the tissues of little egret nestlings within the age of

20 d were lower than the ones died in the age of 3 d without eating except that the concentration of Cr was the higher. It indicated that the wastage of heavy metals was larger than the accumulation in the early individual development.

This paper was firstly to study the change of heavy metal concentrations in the tissues of nestlings in the same nest. The change trends were found in different tissues when the nestlings grew, in which the heavy metal concentrations of most elements reduced or kept the level, and a few elements increased.

**Key words:** heavy metal; adeidae; adeid egg.

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 第一章 前言

### 1.1 重金属污染概述

一般意义上讲, 重金属指原子密度大于  $4.5 \text{ g/cm}^3$  的一类金属元素, 约有 45 种, 如铜(Cu)、铅(Pb)、锌(Zn)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、锰(Mn)、镉(Cd)、汞(Hg)、钨(W)、钼(Mo)、金(Au)、银(Ag)等。在环境污染等方面, 重金属主要指汞、镉、铅、铜、铬(Cr)和类金属砷(As)等生物毒性显著的元素, 以及具有一定毒性的锌、钴、镍、锡(Sn)等元素。自然状态下, 重金属元素随岩石风化、火山喷发、地质作用、雨水冲刷等进入环境, 以天然浓度广泛存在于自然界中, 不会对环境造成自发性污染。当生态系统中的重金属浓度超过自然背景水平且导致生态破坏或环境质量下降时, 重金属污染就形成了。

随着工业的诞生与发展, 环境中的重金属浓度逐渐升高, 某些地区已大大超过了自然背景水平。目前, 大气中的重金属主要来源于工业废气排放、轮胎磨损产生的气体和粉尘; 水体中的重金属主要来源于未经处理即向外排放的工业废水和生活污水; 土壤中的重金属主要来源于金属矿床开发、固体废弃物堆积以及施用化肥、农药、污泥及污水灌溉等<sup>[5]</sup>。由此可见, 重金属污染主要由采矿、废气排放、污水灌溉和过量使用重金属制品等人为因素所致。应当注意的是, 重金属污染并不只是近代才发生的现象, 对距今 7000 年前格陵兰冰中铜浓度的检测表明, 大约从 2500 年前开始铜含量已超过自然水平。这种北半球早期大范围的污染是由于古罗马和中世纪原始的高污染炼铜技术所致, 特别是在欧洲和中国<sup>[6]</sup>。

20 世纪 60 年代, 《寂静的春天》一书的出版唤起了公众对环境污染危害的关注。随着日本 1953~1972 年水俣病(汞污染, 日本熊本县水俣湾的居民因食用被含汞废水污染的鱼虾, 导致近万人患中枢神经疾病, 283 人甲基汞中毒, 60 余人死亡)、1955~1972 年骨痛病(镉污染, 日本富山县居民长期食用含镉稻米和含镉水而造成镉中毒)以及 1961 年四日市哮喘( $\text{SO}_2$  和重金属粉尘复合污染)等事件的发生, 重金属污染问题开始引起人们的高度重视<sup>[3]</sup>。重金属污染, 不同于其它类型的污染, 具有来源广、残毒时间长、有蓄积性、能沿食物链转移自集、污染后不易被发现以及难于恢复等特点。随着现代工农业的发展, 重金属在人类生

产和生活中得到越来越广泛的应用，环境中存在着各种污染源，重金属污染对生态环境的影响日趋严重<sup>[4]</sup>。

## 1.2 重金属污染对湿地环境的影响

湿地约占地球陆地面积的 6.4%，广泛分布于世界各地。广阔众多的湿地蕴育着丰富的自然资源，是蓄水调洪的巨大贮库，被称为“地球之肾”。湿地不仅向人类提供了大量的食物、原料和水资源，而且在保护生态平衡、保持生物多样性和珍稀物种，以及经济发展中都具有不可替代的作用。

湿地生态系统是介于陆地生态系统和水生生态系统之间的一种过渡的生态类型，兼具水生和陆生生态的特点。由于受到陆地生态系统和水生生态系统的双重边缘效应，湿地生态系统的结构和功能更复杂和多样，易受自然和人为活动的干扰，生态平衡极易受到破坏。受破坏的湿地生态系统很难得到恢复<sup>[5]</sup>。而全球约有 50%的工业城市坐落在河口及临近海域地区，各种污染废弃物都直接或间接排放入河流或海湾。由于水体在重金属扩散方面有促进作用，重金属已成为湿地生态系统的重要污染物之一，而依赖于清洁水体的湿地鸟类也随之遭受到生存威胁。

我国湿地面积约占全球湿地总面积的 10%，是东半球水鸟的主要越冬地，世界水鸟的主要繁殖地，同时也是亚太地区鸟类迁徙路线的重要组成部分。《亚洲受胁鸟类红皮书》共收录在我国分布的鸟类 136 种，其中以湿地和水域为主要生境的鸟类有 46 种，占总数的 33.8%<sup>[6]</sup>。将水鸟作为研究重点，可以真实地反映环境状况。

## 1.3 重金属污染对鸟类的影响

环境中的重金属通过捕食，由消化道和呼吸道进入鸟体内，少量可通过皮肤和粘膜吸收。而重金属在环境中又具有一些更易造成污染的特性：水体中的某些重金属可在微生物作用下转化为毒性更强的金属化合物，如汞的甲基化作用；某些重金属在天然水体中只需微量即可产生毒性效应，如汞、镉等(致毒浓度为 0.01~0.001mg/L)；更重要的是食物链中的低等级生物从环境中摄取的重金属，可通过生物富集放大的作用，在较高等级生物体内成千万倍地富集起来，造成慢性



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库