

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: 21720091152031

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

黄嘴白鹭(*Egretta eulophotes*)集群繁殖对营  
巢区土壤重金属累积的影响及黄嘴白鹭脱  
羽的研究

*Egretta eulophotes*' Cluster Breeding

Impact on Heavy Metals in Soil of Nest Area and The  
Study of Their Molt

指导教师姓名: 方文珍

专 业 名 称: 动物学

论文提交日期: 5 月 7 日

论文答辩时间: 6 月 5 日

答辩委员会主席: 陈小麟

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2012 年 05 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 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( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )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):

年 月 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。

声明人（签名）：

年 月 日

---

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 目 录

摘要.....	1
Abstract.....	3
第一章 前言 .....	5
1.1 重金属污染介绍 .....	5
1.1.1 重金属污染对动物的影响.....	5
1.1.2 鸟类在湿地生态系统重金属污染研究中的应用.....	7
1.2 鹭科鸟类重金属排除和繁殖对营巢区重金属的影响 .....	8
1.2.1 鹭科鸟类重金属的排除.....	8
1.2.2 鹭科鸟类繁殖对营巢区重金属的影响.....	9
1.3 鸟类的脱羽与繁殖 .....	10
1.3.1 鸟类的脱羽规律以及新羽的生长.....	10
1.3.2 鸟类脱羽与繁殖的关系.....	11
1.4 黄嘴白鹭的概况 .....	12
1.5 本课题的研究内容、目的和意义 .....	13
第二章 材料与方法 .....	14
2.1 研究地点.....	14
2.2 研究方法仪器.....	14
2.2.1 仪器.....	14
2.2.1 试剂.....	14
2.3 研究方法.....	15
2.3.1 实验原理.....	15
2.3.2 样品的采集.....	15
2.3.3 实验步骤.....	16
2.3.3.1 样品制备 .....	16
2.3.3.2 样品的消解 .....	17
2.3.3.3 ICP-MS .....	17
2.3.4 数据分析.....	17
第三章 结果和分析 .....	18

<b>3.1 小菜屿土壤重金属的含量及累积分析 .....</b>	<b>18</b>
3.1.1 小菜屿 2008~2011 年繁殖前后营巢区和非巢区土壤中的重金属含量的 差异分析.....	18
3.1.2 营巢区土壤中重金属的累积分析.....	26
<b>3.2 营巢区土壤中重金属累积具体原因分析 .....</b>	<b>35</b>
3.2.1 蛋壳、粪便中的重金属的变化.....	35
3.2.2 粪便对土壤重金属累积影响.....	38
<b>3.3 人工饲养黄嘴白鹭脱羽 .....</b>	<b>49</b>
3.3.1 脱落顺序.....	49
3.3.2 脱羽时间.....	50
3.3.3 初级飞羽生长速率.....	54
<b>第四章 讨论 .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1 黄嘴白鹭集群繁殖对营巢区土壤中重金属的含量的影响 .....</b>	<b>57</b>
4.1.1 2008 年~2011 年营巢区繁殖后土壤中的重金属变化 .....	57
4.1.2 营巢区繁殖后土壤中的重金属累积.....	57
<b>4.2 黄嘴白鹭蛋壳、粪便重金属含量 .....</b>	<b>57</b>
<b>4.3 黄嘴白鹭脱羽的研究 .....</b>	<b>57</b>
<b>第五章 结论与展望 .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 结论 .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 展望 .....</b>	<b>57</b>
<b>硕士期间发表的论文 .....</b>	<b>57</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>57</b>
<b>致谢.....</b>	<b>57</b>



Contents

<b>Chinese abstract.....</b>	<b>1</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>3</b>
<b>Chapter one preface.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Intraduction of heavy metal pollution.....</b>	<b>5</b>
1.1.1 The affect of heavy metal on animals .....	5
1.1.2 Applaction of birds in heavy metal pollution on wetland ecosystem .....	7
<b>1.2 Heavy metals discharge in herons and the effects of heavy metals in breeding area on account of their breeding.....</b>	<b>8</b>
1.2.1 Discharge mechansim of heavy metals in herons .....	8
1.2.2 The effects of heavy mentals in breeding area on account of herons' cluster breeding.....	9
<b>1.3 Birds' molt and breeding.....</b>	<b>10</b>
1.3.1 Regular pattern of birds' molt and the growth of new feather.....	10
1.3.2 Relationship of breeding and molt.....	11
<b>1.4 Introduction of <i>Egret eulophotes</i>.....</b>	<b>12</b>
<b>1.5 The study of the subject content, purpose and meaning .....</b>	<b>13</b>
<b>Chapter two material and methods .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Instruction of sites and samples collection.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Insructment and research .....</b>	<b>14</b>
2.2.1 Instructments .....	14
2.2.1 Reagent .....	14
<b>2.3 Medthods .....</b>	<b>15</b>
2.3.1 Principle .....	15
2.3.2 Samples collection .....	15
2.3.3 Approach.....	16
<b>2.3.3.1 Samples preparation.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3.2 Digestion of samples.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.3.3 ICP-MS .....</b>	<b>17</b>
2.3.3.4 Data processing.....	17
<b>Chapter three Results and Analysis.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Concentration and accumulation of heavy metals in soils of Caiyu.....</b>	<b>18</b>
3.1.1 Concentration and variation of heavy metals before and after breeding in	

non-nest soil and nest soil from 2008 to 2011 .....	18
3.1.2 Heavy metals' accumulation analysis in nest soil.....	26
<b>3.2 Specific heavy metals' accumulation reaason analysis in nest soil.....</b>	<b>35</b>
3.2.1 Variation of heavy metals in eggshells and feces .....	35
3.2.2 Effects of heavy metals in nest soil due to feces .....	38
<b>3.4 Molt of <i>Egret eulophotes</i> in captive bred.....</b>	<b>49</b>
3.4.1 Drop sequence.....	49
3.4.2 Drop time .....	50
3.4.3 Growth velocity of primaries .....	54
<b>Chapter four Disscusion .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1 Effects of heavy metals'contentration in nest soil on account of <i>Egret eulopotes</i>' cluster breeding .....</b>	<b>57</b>
4.1.1 Variation of heavy metals' concentration in nest soil after breeding from 2008 to 2011 .....	57
4.1.2 Accumulation of heavy metals in nest soil after breeding.....	57
<b>4.2 Heavy metals in <i>Egret eulophotes</i>' eggshell , feces .....</b>	<b>57</b>
<b>4.4 Study of <i>Egret eulophotes</i>' molt .....</b>	<b>57</b>
<b>Chapter five Conclusion and perspective.....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 Conclusion .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Perspective .....</b>	<b>57</b>
<b>Papers and projects .....</b>	<b>57</b>
<b>References.....</b>	<b>57</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>57</b>

## 摘要

本研究采用电感耦合等离子质谱 (ICP-MS) 对取得的土壤、蛋壳、粪便样品进行了钒 (V)、铬 (Cr)、锰 (Mn)、镍 (Ni)、铜 (Cu)、锌 (Zn)、砷 (As)、硒 (Se)、镉 (Cd) 和铅 (Pb) 等 10 种重金属元素含量的测定, 并且对大屿岛上人工饲养的黄嘴白鹭的脱羽进行了研究。

为了研究黄嘴白鹭集群繁殖对营巢区土壤重金属累积的影响, 我们对小菜屿 2008 年~2011 年繁殖前后的非巢区和营巢区土壤中的重金属含量进行了测定和分析。营巢区繁殖后土壤中重金属含量与营巢区繁殖前土壤相比, 有差异性的元素逐年增加 (除 2010 年), 得出水鸟繁殖对湿地和海岛生态系统中重金属的搬迁作用越来越明显。黄嘴白鹭集群繁殖会造成营巢区土壤中 Cu、Zn、Cd、Pb 的累积, 对营巢区土壤中 V、Mn、As 累积作用不大。

为了进一步研究营巢区土壤重金属累积原因, 我们对 2008 年~2011 年黄嘴白鹭繁殖后掉落蛋壳以及 2008 年和 2011 年采得粪便进行重金属测定。由 2008~2011 年黄嘴白鹭掉落蛋壳中重金属含量分析得出: 相比于之前三年, 2011 年小菜屿环境中 V、Mn、As 极显著增大 ( $P < 0.01$ ), 所以营巢区土壤中 V、Mn、As 的累积主要由外界环境导致。通过 2008 年和 2010 年的蛋壳、粪便、土壤中重金属含量对比得出: 黄嘴白鹭体内的 Mn、Cu、Zn、Pb 主要通过粪便排出体外, 由粪便排出的 Mn、Cu、Zn、Pb 会造成营巢区土壤中这四种元素的累积; Cr、Ni、As 元素主要既通过蛋壳有粪便排出体外, 蛋壳全部被我们采样带走, 对土壤中重金属含量不做贡献, 由粪便中排出 Cr、Ni、As 对土壤中这几种元素的累积影响很小; Cd 和 Se 通过其它方式排出。因此黄嘴白鹭集群繁殖时由亲鸟、幼鸟排出的粪便中高含量的 Cu、Zn、Pb 导致了营巢区土壤中这三种元素的累积, Cd 的累积由黄嘴白鹭集群繁殖导致, 但是其具体来源尚不明确。

为了研究黄嘴白鹭脱羽规律, 我们对大屿岛人工养殖的黄嘴白鹭的飞羽、尾羽进行掉落日记登记、拍照, 并且对初级飞羽生长进行了测量。得出黄嘴白鹭的脱羽顺序为: 初级飞羽和次级飞羽以及三级飞羽从内侧向外侧依次脱落, 并且左右两侧飞羽几乎同时脱落; 尾羽的离心型的方式在鸟类中较常见。黄嘴白鹭脱羽时间上主要集中在 8、9、10 三个月, 时间长短上符合: 三级飞羽 > 次级飞羽 >

初级飞羽>尾羽。对黄嘴白鹭的初级飞羽的生长速率的测定分析,发现黄嘴白鹭飞羽的生长不是等速的,得出黄嘴白鹭初级飞羽的平均生长速度大致为 1cm/天。

**关键词:** 黄嘴白鹭; 土壤; 蛋壳; 粪便; 脱羽

厦门大学博硕士论文摘要库

## Abstract

The concentrations of ten elements vanadium (V), chromium (Cr), manganese (Mn), nickel(Ni), copper (Cu), zinc (Zn), arsenic (As), selenium (Se), cadmium (Cd), lead (Pb)] in the soil, eggshells as well as feces which we got were measured with ICP-MS. And we also made a pilot study of molt in captive bred *Egret eulophotes* in Dayu.

In order to study the impact of heavy metals in soil of *Egret eulophotes*' nest area after their cluster breeding, we measured element concentration in nest area and non-nest area before and after their breeding from 2008 to 2011. The difference of nest area before breeding and after breeding proclaim that: after breeding, the elements which possessed significant difference increased year by year(except for 2010) in contrast to before breeding. So we grasped a distinct conclusion that the relocation of heavy metals between wetland and island ecosystem by water birds had become more and more obviously. *Egret eulophotes*' cluster breeding could lead to the accumulation of Cu, Zn, Cd ,Pb in soil of nest area.

For the sake of the reason of heavy metals' accumulation in soil of nest area ,we measured the dropped eggshells after breeding from 2008 to 2011 and feces which collected in 2008 and 2011 in Caiyu. After analysed heavy metals in eggshell from 2008 to 2011, the results revealed that: compare to other years, V, Mn, As in Caiyu' s environment in 2011 were significant greater ( $P < 0.01$ ) which could give rise to the accumulation of V, Mn, As in nest soils. We also made comparison among eggshells and feces as well as soil in nest area in 2008 and 2011. We found that Mn, Cu, Zn, Pb in *Egret eulophotes* were discharged by means of feces which could aroused Cu, Zn, Pb accumulated in nest soil after breeding. Cr, Ni As were eliminated through both eggshells and feces, however, eggshells were sampled that can' t affect soils and Cr, Ni As in feces can' t influenced soil approximately. Cd, Se, were expeled by other methods. So the accumulation of Cu, Zn, Pb in nest area were brought by feces of parents and bridling when their were breeding. Cd was also caused by their cluster breeding, however, its true source was still an unstructured problem.

So as to study molt of *Egret eulophotes* which were captive bred in Dayu, we recorded the days when their flihg feathers and tail feather dropped and then took photos as well as measured the primaries' growth velocity. The results displayed that:

the primaries and secondaries as well as tertiaries started from the innermost to the outermost and right and left wings shed simultaneously. Rectrix moult started at final stage, descendant from the most proximal feather expanding distally, which was common in birds. From the perspective of molt time, it concentrated on August to October approximately. From the view of length of time, tertiaries > secondaries > primaries > rectrix. After investigation, we found that the growth velocity of *Egret eulopotes*' primaries were not at a constant speed which was roughly at 1.0cm/day .

**Key words:** *Egret eulopotes*; soil; eggshells; feces; molt

## 第一章 前言

### 1.1 重金属污染介绍

#### 1.1.1 重金属污染对动物的影响

20世纪以来科学技术迅猛发展,促进了经济的发展,提高了人民的生活水平,然而,与此同时,人类也付出了惨重的代价。随着现代工业的发展环境污染问题已经突出地摆在人们面前。重金属指原子密度大于 $5\text{ g/cm}^3$ 的一类金属元素<sup>[1]</sup>。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。尽管锰、铜、锌等重金属是生命活动所需要的微量元素,但是大部分重金属如汞、铅、镉等并非生命活动所必须,而且所有重金属超过一定的浓度都对生物体有毒。重金属污染是指陆地生态系统中的重金属浓度超过自然水平的背景并且导致生态破坏或环境质量下降的一种现象<sup>[2]</sup>。重金属污染与其他有机化合物的污染不同。不少有机化合物可以通过自然界本身物理的、化学的或生物的净化,使有害性降低或解除。而重金属具有富集性,很难在环境中降解。目前我国由于在重金属的开采、冶炼、加工过程中,造成不少重金属如铅、汞、镉、钴等进入大气、水、土壤引起严重的环境污染。在重金属中汞、铬、镉、铅、砷(类重金属)具有很强的毒性,因而被称之为“五毒”。2011年4月初,我国首个“十二五”专项规划——《重金属污染综合防治“十二五”规划》获得国务院正式批复,其中第一类规划对象会以“五毒”等生物污染严重的重金属为主,第二类控制的重金属污染物为铊、锰、铍、镍、锡、铜、,钼等。这个计划要求重点区域重金属污染物排放量要比2007年减少15%,非重点区域重金属的排放量不得超过2007年水平。至2015年要建立起比较完善的重金属污染防治体系,事故应急体系和环境与健康风险评估体系。解决一批损害群众健康的突出问题,进一步优化重金属相关产业结构,基本遏制住突发性重金属污染事件高发态势<sup>[3]</sup>。

重金属元素经由各种工业(如采矿、冶炼、电镀等)废水和固体废弃物的渗液直接排入河流、湖泊或海洋等水体,致使水体含有较高含量的重金属。由于这种受重金属污染的水在颜色、气味等方面与正常水没有太大差别,所以不易引起

人们的警觉，很容易引起重金属污染事故。2012年1月15日，广西龙江河拉浪水电站网箱养鱼出现少量死鱼现象，经查，龙江河宜州拉浪码头前200米水质重金属超标80倍。农历龙年春节，龙江河段检测出重金属镉含量超标，使得沿岸及下游居民饮水安全遭到严重威胁。截止 2012年2月2日最新统计，龙江河宜州拉浪至三岔段共有不同规格133万尾鱼苗、4万公斤成鱼死亡，涉及养殖户237户，网箱758箱。死鱼经检测是镉超标所致。

重金属对动物体的危害表现为抑制铁血红蛋白的合成，阻碍细胞通透性，损害神经系统等<sup>[4]</sup>。Bryan G W指出在浮游植物→桡足类→鱼类这一典型海洋食物链的传递过程中，汞的浓度随营养级的升高而增加<sup>[5]</sup>。重金属的制毒机理是：重金属能被生物吸收，并与生物体内的蛋白质和酶等高分子物质结合，产生不可逆转的变性，导致生理或代谢过程的障碍，或者与脱氧核酸等相互作用而突变，对不同的官能团，各种重金属有相对不同的亲合力<sup>[4]</sup>。镉对动物的危害是导致骨质疏松，影响肾脏正常功能以及动物的生殖力等<sup>[6]</sup>。张育等通过每天对大鼠腹腔注射不同剂量的As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，二周后对大鼠进行睾丸精子计数，并计算每日精子生成量，结果表明，高剂量的As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>可引起精子生成量的减少和精子运动能力的降低<sup>[7]</sup>；张建新等在海兰白公鸡的日粮中添加1、5、10、15、20 mg/kg 的硒后发现，除1 mg/kg剂量组外，其他剂量组公鸡睾丸曲精细管上皮细胞脱落，管壁溶解，细胞核不规则，核膜部分溶解、破裂，核质外流，粗面内质网扩张，核糖体脱落等<sup>[8]</sup>。铬也是造成环境污染的重金属之一，对养殖生物有一定的毒性，可能会导致发育畸变。鱼类对铬的忍受能力较强，水环境中六价铬对鱼类的L<sub>C50</sub>为30~50mg/L，三价铬对鱼类L<sub>C50</sub>为117mg/L。六价铬0.016mg/L 就会对水蚤有致毒作用，0.05mg/L 对水蚤和鞭毛虫有致死作用。Cr<sup>6+</sup> 的毒性明显大于Cr<sup>3+</sup>。胡家会和张永忠等人研究了六价铬对玫瑰无须（*Puntius conchoni*）的生物毒性，结果表明，其最高存活浓度为20mg/L，最低全部死亡浓度200mg/L<sup>[9]</sup>。另外，Robert Sa 研究结果表明，虹鳟（*Oncorhynchus mykiss*）鳃组织对六价铬的毒性比较敏感，而且肝在鱼机体对六价铬毒性的适应过程中起重要的作用<sup>[10]</sup>。此外，Farag A M等人得出幼鲑露于六价铬浓度120μg/L以上时，随着铬浓度的增加，其肾脏中出现DNA损害、脂质过氧化物增加等，从而引起生长和成活率的下降<sup>[11]</sup>。TRAVACIO M和MARIAP J研究表明，在动物体内，六价铬还原为三价铬，会引起活性氧的形成和油脂的过氧化反应，从而导致抗氧化酶活性的增加，激



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