

学校编码: 10384

密级 _____

学号: 22420080150101

厦 门 大 学

博 士 学 位 论 文

海洋沉积物和铁锰结壳碘的地球化学

与¹²⁹I年代学

The geochemistry of iodine and ¹²⁹I dating in marine
sediments and ferromanganese crusts

纪丽红

指导教师姓名: 黄奕普 教授

刘广山 教授

专 业 名 称: 海洋化学

论文提交日期: 2011 年 月

论文答辩日期: 2011 年 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()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

目 录

Contents.....	VIII
图目录	XVI
Figure Contents	XX
表目录	XXV
Table Contents	XXVII
摘 要.....	XXIX
Abstract	XXXI
缩略语表.....	XXXIV
第一章 绪论.....	1
1 碘的性质和研究意义	1
1.1 碘的性质.....	1
1.2 碘的研究意义.....	1
2 碘的海洋地球化学	3
2.1 碘在自然界中的分布.....	3
2.1.1 大气中的碘.....	3
2.1.2 河口中的碘.....	4
2.1.3 海水中的碘.....	4
2.1.4 生物圈中的碘.....	5
2.1.5 土壤中的碘.....	6
2.1.6 海洋沉积物中的碘.....	7
2.1.7 铁锰结壳中的碘.....	8
2.2 影响沉积物中碘分布的因素.....	8
2.3 碘的地球化学循环.....	10
3 碘的测定方法简介	11

3.1 样品预处理方法.....	12
3.2 碘的测定方法.....	12
4 地球环境中的 ^{129}I 及其测量方法.....	13
4.1 ^{129}I 来源和贮量.....	13
4.2 放射性碘污染.....	14
4.3 ^{129}I 的测量方法.....	14
4.3.1 γ 能谱法.....	14
4.3.2 液体闪烁计数法.....	15
4.3.3 中子活化分析法.....	15
4.3.4 AMS 方法.....	15
5 应用 ^{129}I 的海洋放射年代学.....	15
5.1 应用宇生 ^{129}I 的年代学.....	16
5.2 人工放射性核素测年方法的应用.....	18
6 本研究的意义、内容和技术路线.....	18
6.1 研究意义.....	18
6.2 研究内容.....	19
6.3 技术路线.....	19
第二章 样品与测量方法.....	20
1 研究海区.....	20
1.1 近岸海区.....	20
1.1.1 兴化湾.....	20
1.1.2 九龙江.....	21
1.1.3 东山湾.....	21
1.1.4 胶州湾.....	21
1.2 东海.....	22
1.3 东太平洋海盆CC区.....	22

1.4 中太平洋海山区.....	23
1.4.1 中太平洋海山群.....	23
1.4.2 莱恩群岛海山.....	24
1.4.3 马尔库斯-威克海岭.....	24
2 样品采集	24
2.1 沉积物样品采集与样品描述.....	24
2.2 铁锰结壳样品采集与样品描述.....	28
3 沉积物中的放射性核素测量和岩心年代序列建立	31
3.1 样品的测量.....	31
3.2 沉积物沉积速率的估算.....	32
3.2.1 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 测定沉积速率.....	32
3.2.2 ^{137}Cs 测定沉积速率.....	32
3.3 岩心年代序列.....	33
4 沉积物中碘的测定及 AMS 测量 ^{129}I 的样品制备.....	33
4.1 沉积物中碘的测定方法.....	33
4.1.1 测量方法的选择.....	33
4.1.2 仪器与试剂.....	35
4.2 沉积物碘的测定步骤.....	35
4.2.1 标准工作曲线.....	36
4.2.2 检测限.....	37
4.2.3 沉积物中碘的提取与测定的条件试验.....	37
4.2.4 沉积物参考物质中碘的测定.....	44
4.3 沉积物中 ^{129}I 的AMS测量样品的制备.....	44
4.3.1 碘离子与干扰离子的分离.....	44
4.3.2 沉积物中碘的提取和 ^{129}I 的 AMS 测量样品的制备.....	45
4.4 误差计算.....	46
4.4.1 碘测定数据计算模型.....	46

4.4.2 分光光度计示值误差计算.....	47
4.4.3 工作曲线线性回归引起的误差计算.....	47
4.5 重要的注意事项.....	48
5 铁锰结壳中碘的测量及 AMS 测量 ^{129}I 的制样	48
5.1 仪器与试剂.....	49
5.2 碘的提取和测定.....	49
5.3 条件实验.....	51
5.3.1 溶解温度的选定.....	51
5.3.2 溶解时间的选定.....	52
5.3.3 $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ 用量.....	52
5.3.4 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 用量.....	53
5.3.5 Na_2SO_3 用量.....	54
5.3.6 洗脱体积.....	55
5.3.7 洗脱效率.....	55
5.3.8 方法的准确度.....	56
5.3.9 方法的精密度.....	56
5.4 AMS测定铁锰结壳中 ^{129}I 的样品制备方法.....	57
5.5 待测样品组分的鉴定.....	58
5.6 铁锰结壳 ^{129}I 提取和纯化的一些注意事项	59
第三章 海洋沉积物碘的地球化学.....	60
1 沉积物中碘的含量水平	60
1.1 潮间带沉积物岩心中碘含量.....	60
1.1.1 潮间带沉积物岩心中碘的含量及分布.....	60
1.1.2 潮间带岩心碘含量比较.....	66
1.2 胶州湾沉积物中碘的含量及分布.....	67
1.2.1 胶州湾岩心 C23 中碘含量及分布.....	67
1.2.2 胶州湾沉积物岩心 4C3 中碘含量及深度分布.....	68

1.2.3 胶州湾海相表层沉积物碘含量.....	70
1.2.4 胶州湾周围陆相沉积物碘含量.....	72
1.3 东海沉积物岩心S1004 中碘含量的深度分布	72
1.4 东太平洋沉积物岩心碘含量的深度分布.....	74
1.5 不同海域沉积物样品碘含量比较.....	75
2 沉积物碘的分解速率常数	77
2.1 潮间带沉积物岩心碘分解速率常数.....	78
2.1.1 兴化湾岩心 C45 碘的分解速率常数.....	78
2.1.2 东山湾岩心 C145 碘的分解速率常数.....	79
2.1.3 九龙江河口 C125 岩心碘的分解速率常数.....	79
2.2 东海S1004 沉积物岩心碘的分解速率常数	80
2.3 东太平洋C1 岩心碘的分解速率常数.....	81
2.4 不同海域沉积物岩心碘分解速率常数比较.....	82
3 沉积物碘含量与有机碳的关系	83
3.1 不同样品烧失量的比较.....	83
3.2 有机碳分解速率常数.....	84
3.2.1 潮间带沉积物岩心有机碳分解速率常数.....	84
3.2.2 东海 S1004 岩心	87
3.2.3 东太平洋 C1 岩心.....	88
3.2.4 不同海域沉积物岩心有机碳分解速率常数比较.....	88
3.3 不同海域沉积物影响碘分布的因素.....	89
3.3.1 潮间带沉积物.....	89
3.3.2 胶州湾沉积物.....	92
3.3.3 东海 S1004 沉积物岩心	100
3.3.4 东太平洋沉积物岩心.....	101
3.4 小结.....	103
4 海洋沉积物中碘与有机碳比值 I/C_{org}.....	103

4.1 潮间带沉积物岩心的I/C _{org} 比值.....	104
4.2 胶州湾沉积物I/C _{org} 比值.....	106
4.3 东海沉积物岩心S1004的 I/C _{org} 比值.....	108
4.4 东太平洋沉积物岩心I/C _{org} 比值.....	109
4.5 小结.....	109
第四章 铁锰结壳碘的地球化学与 ¹²⁹I 年代学.....	110
1 铁锰结壳碘含量水平与富集因子.....	110
1.1 铁锰结壳碘含量水平.....	110
1.2 铁锰结壳碘元素富集因子.....	113
2 铁锰结壳中碘的深度分布特征.....	114
3 文献给出的铁锰结壳中其它元素分布.....	117
4 铁锰结壳中 ¹²⁹I/¹²⁷I 丰度比值及其深度分布.....	120
4.1 结壳MP5D44中 ¹²⁹ I/ ¹²⁷ I的深度分布.....	120
4.2 结壳CXD08-1中 ¹²⁹ I/ ¹²⁷ I的深度分布.....	121
5 铁锰结壳生长速率与生成年代.....	122
5.1 结壳中碘的有效扩散系数.....	122
5.2 ¹²⁹ I年代学.....	123
5.2.1 结壳MP5D44的 ¹²⁹ I年代学.....	123
5.2.2 结壳CXD08-1的 ¹²⁹ I年代学.....	125
5.2.3 铁锰结壳生长速率的变化.....	128
5.3 不同结壳生长速率比较.....	130
6 小结.....	131
第五章 总结.....	134
1 主要研究结果.....	134
1.1 方法学.....	134
1.2 沉积物中碘的地球化学.....	134

1.3 铁锰结壳中碘的地球化学.....	135
1.4 铁锰结壳 ¹²⁹ I年代学	135
2 本研究创新点	136
3 展望.....	136
参考文献.....	137
附录：发表论文、会议交流论文及参加的课题.....	151
致 谢.....	159

Contents

Abstract in Chinese.....XXIX

Abstract in English.....XXXI

Chapter 1 Introduction.....1

1 The nature of iodine and research significance.....1

 1.1 The nature of iodine.....1

 1.2 The research significance1

2 The marine geochemistry of iodine.....3

 2.1 The distribution of iodine in nature3

 2.1.1 Iodine in the atmosphere.....3

 2.1.2 Iodine in the Estuary.....4

 2.1.3 Iodine in the marine water.....4

 2.1.4 Iodine in the biosphere.....5

 2.1.5 Iodine in the soil.....6

 2.1.6 Iodine in the sediments.....7

 2.1.7 Iodine in the ferromanganese crusts8

 2.2 The influence factors of iodine distribution in sediments8

 2.3 The geochemistry cycle of iodine10

3 Measurement of iodine11

 3.1 The retreatment methods of sample.....12

3.2 The measurement methods of iodine	12
4 ^{129}I in the environment and measure methods	13
4.1 The source and sink of ^{129}I in the environment	13
4.2 The pollution of radioactive iodine	14
4.3 Measurement of ^{129}I	14
4.3.1 Gamma spectrometry	14
4.3.2 Liquid scintillation counting	15
4.3.3 Neutron activation analysis	15
4.3.4 Accelerator mass spectrometry	15
5 The dating of ^{129}I	15
5.1 The applications of dating by cosmogenic radionuclides	16
5.2 The applications of dating by artificial radionuclides	18
6 The study of the significance, contents and technical	18
6.1 Study significance	18
6.2 Study contents	19
6.3 Technical route	19
Chapter 2 Methods	20
1 The study sea area	20
1.1 The coastal area	20
1.1.1 The Xinghua Bay	20
1.1.2 The Jiulong Jiang River	21
1.1.3 The Dongshan Bay	21

1.1.4 The Jiaozhou Bay	21
1.2 East China Sea	22
1.3 The eastern Pacific basin CC area	22
1.4 The Central Pacific Ocean area	23
1.4.1 The Central Pacific Ocean Seamount group	23
1.4.2 The Line Islands seamount	24
1.4.3 The Marcus-Wake seamount	24
2 Sampling	24
2.1 Collection and discription of sediment samples	24
2.2 Collection and discription of ferromanganese crusts	28
3 The measurement of radionuclides and establishment of chronology of marine sediments	31
3.1 Measurement of radionuclides	31
3.2 The calculation of sedimentary rate	32
3.2.1 The sedimentary rate calculatedy by $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$	32
3.2.2 The sedimentary rate calculatedy by ^{137}Cs	32
3.3 The dating in sediment core	33
4 Measurement of iodine in sediments and ^{129}I sample preparation for AMS measurement	33
4.1 Measurement method of iodine in sediments	33
4.1.1 The choice of measurement method	33
4.1.2 Instruments and reagents	35
4.2 The determination procedure of iodine in sediments	35

4.2.1 The standard work curve	36
4.2.2 The detection limit	37
4.2.3 The extraction iodine from sediment and condition experiments	37
4.2.4 The measurement of iodine from preference material	44
4.3 The ^{129}I sample preparation for AMS measurement	44
4.4 Error calculation	46
4.5 Conclusions	48
5 The determination of iodine in ferromanganese crust and ^{129}I sample preparation for AMS measurement	48
5.1 Instruments and reagents	49
5.2 Extraction and determination of iodine	49
5.3 The condition experiment	51
5.3.1 The choice of dissolving temperature	51
5.3.2 The choice of dissolving time	52
5.3.3 Hydroxylamine hydrochloride amount	52
5.3.4 Oxalic acid amount	53
5.3.5 Sodium sulfite amount	54
5.3.6 Elution volume	55
5.3.7 Elution efficiency	55
5.3.8 The recovery rate of method	56
5.3.9 The precision of method	56
5.4 ^{129}I sample preparation of AMS	57
5.5 The identification of sample	58

5.6 Conclusions	59
Chapter 3 The geochemistry of iodine in sediments	60
1 The iodine contents in sediment samples	60
1.1 The iodine content in sediment cores from intertidal zone	60
1.1.1 The profile of iodine contents in sediment cores from intertidal zone	60
1.1.2 Comparisons of iodine in sediment cores from intertidal zone	66
1.2 The profile of iodine contents in sediment cores collected from Jiaozhou Bay	67
1.2.1 The profile of iodine contents in sediment core C23	67
1.2.2 The profile of iodine contents in sediment core 4C3	68
1.2.3 The iodine contents in marine surface sediments	70
1.2.4 The iodine contents in surface sediments from coast land	72
1.3 The profile of iodine contents in sediment core S1004	72
1.4 The profile of iodine contents in sediment core C1 from East Pacific Ocean	74
1.5 Comparisons of iodine content in different sea area sediment samples	75
2 The decomposition rate constant of iodine	77
2.1 The decomposition rate constant of iodine in sediment cores of intertidal zone	78
2.1.1 The decomposition rate constant of iodine in sediment core C45	78
2.1.2 The decomposition rate constant of iodine in sediment core C145	79
2.1.3 The decomposition rate constant of iodine in sediment core C125	79
2.2 The decomposition rate constant of iodine in core S1004	80
2.3 The decomposition rate constant of iodine in core C1	81

2.4 Comparisons of decomposition rate constants of iodine in different sea area sediments.....	82
3 The relationship between organic carbon and iodine content in sediments	83
3.1 Comparisons of ignition loss in different sediment samples	83
3.2 The decomposition rate constant of organic carbon	84
3.2.1 The decomposition rate constants of organic carbon in sediment cores of intertidal zone	84
3.2.2 The decomposition rate constant of organic carbon in S1004 core	87
3.2.3 The decomposition rate constant of organic carbon in C1 core	88
3.2.4 Comparisons of decomposition rate constants of organic carbon	88
3.3 The influence factors of iodine in sediment samples from different sea area	89
3.3.1 The sediments collected from intertidal zone	89
3.3.2 The sediments collected from Jiaozhou Bay	92
3.3.3 The sediment core S1004 from the East China Sea	100
3.3.4 The sediment core C1 collected the East Pacific Ocean	101
3.4 Conclusions	103
4 The I/ C_{org} ratio in sediments	103
4.1 The I/ C _{org} ratio in sediment cores from intertidal zone	104
4.2 The I/ C _{org} ratio in sediment cores from Jiaozhou Bay	106
4.3 The I/ C _{org} ratio in sediment core from the East China Sea	108
4.4 The I/ C _{org} ratio in sediment core from East Pacific Ocean	109
4.5 Conclusions	109

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 for delivery details.

廈門大學博碩士論文摘要庫