

学校编码：10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号：B200227003

UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

博 士 学 位 论 文

$^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$  的海洋生物地球化学及其  
颗粒物循环与输出的意义

Marine Biogeochemistry of  $^{210}\text{Po}$  and  $^{210}\text{Pb}$  and Their  
Implications Regarding the Cycling and Export of Particles

杨 伟 锋

指导教师姓名： 黄奕普 教授

专业名称： 海洋化学

论文提交日期： 2005 年 4 月

论文答辩日期： 2005 年 5 月

学位授予日期： 2005 年 月

答辩委员会主席：\_\_\_\_\_

评 阅 人：\_\_\_\_\_

2005 年 4 月

Marine Biogeochemistry of  $^{210}\text{Po}$  and  $^{210}\text{Pb}$  and  
Their Implications Regarding the Cycling and  
Export of Particles

A Dissertation Presented

By

**Weifeng Yang**

Supervisor: Professors **Yipu Huang**

Submitted to the Graduate School of Xiamen University

for the Degree of

**DOCTOR OF PHILOSOPHY**

Department of Oceanography, Xiamen University

April 2005

## 厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，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的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：**杨伟锋**

年 月 日

# 目 录

摘 要	I
ABSTRACT	V

## 第一部分 研究背景和方法

第一章 绪 论	1
一 前 言	1
二 研究背景	2
1 国际研究进展	2
1.1 真光层 POC、PON 输出通量的估算	3
1.2 近岸海域颗粒物的来源与运移	3
1.3 硫族元素生物地球化学循环的示踪研究	4
1.4 近岸沉积物的年代测定	5
2 国内研究现状	5
三 本研究的目标和内容	6
第二章 方 法	8
一 海水中不同粒级颗粒物样品的采集	8
1 不同粒级颗粒物样品采集流程	8
2 滤膜对不同粒级颗粒物样品采集的影响	8
2.1 过滤速率与滤孔有效截面积的关系	8
2.2 滤膜的有效收集极限	9
2.3 不同孔径滤膜的有效收集极限	9
二 海水中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的富集、分离与测定	10
1 海水中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的富集	11
2 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的分离与纯化	11

---

2.1	离子交换	11
2.2	液-液萃取	12
2.3	电沉积法	12
2.4	自沉积法	12
3	$^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的测量	12
3.1	$\alpha$ -能谱测量	12
3.2	$\beta$ -计数和 $\gamma$ -能谱测量	14
3.3	液体闪烁计数	14
三	环境样品中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的 $\alpha$ 能谱测定	14
1	方法原理	15
2	主要仪器和化学试剂	15
3	海洋样品中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的预富集	16
3.1	溶解态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的预处理	16
3.2	颗粒态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的预处理	17
4	不同自沉积条件对 $^{210}\text{Po}$ 回收率的影响	17
4.1	pH 对回收率的影响	17
4.2	温度 (T) 对回收率的影响	17
4.3	沉积时间 (t) 对回收率的影响	19
4.4	银片的沉积面积对回收率的影响	19
4.5	其它影响因素	20
4.6	质量平衡实验	21
4.7	滤膜空白的测定	21
4.8	样品中稳定 Pb 的空白值	22
5	$^{210}\text{Pb}$ 的分析	22
6	$^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的计算	23

7 其它环境样品中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的分析	23
三 其它相关要素的测定	25
1 总悬浮颗粒物浓度 (SPM) 的测定	25
2 Chl.a 的测定	25
3 营养盐 ( $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ ) 的测定	25
4 POC 和 PN 的测定	26

## 第二部分 开阔大洋 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 的地化行为 及其不平衡对 POC 输出通量的估算

第三章 不同海洋环境表层水中 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡及其海洋学意义	27
一 LNLC 海区—南沙海域表层水中 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡及其海洋学意义	27
1 引言	27
2 样品的采集与分析	28
3 结果	29
3.1 表层海水中理化要素的分布	29
3.2 溶解态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	30
3.3 颗粒态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	31
3.4 总 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	33
3.5 $\text{D}^{210}\text{Po}$ 和 $\text{D}^{210}\text{Pb}$ 的水平分布	33
3.6 $\text{P}^{210}\text{Po}$ 和 $\text{P}^{210}\text{Pb}$ 的水平分布	34
3.7 $\text{T}^{210}\text{Po}$ 和 $\text{T}^{210}\text{Pb}$ 的水平分布	35
4 讨论	36
4.1 表层水体 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 及 $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ 不平衡	36
4.2 表层水体各相态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的停留时间	37
4.3 寡营养海域微生物在 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 生物地球化学循环中的作用	39

4.3.1	清除速率常数计算的 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 分馏因子	39
4.3.2	固-液分配系数计算的 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 分馏因子	40
4.3.3	微生物在 $^{210}\text{Po}$ 海洋生物地球化学循环中的作用	41
5	结论	43
二	南极普里兹湾及邻近海域表层水中 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡及其海洋学意义	45
1	引言	45
2	样品的采集与分析	45
3	结果	48
3.1	普里兹湾及邻近海域表层水中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	48
3.1.1	$^{210}\text{Po}$ 比活度	48
3.1.2	$^{210}\text{Pb}$ 比活度	48
3.2	普里兹湾及邻近海域表层水中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的分布	49
3.2.1	$^{210}\text{Po}$ 的分布	49
3.2.2	$^{210}\text{Pb}$ 的分布	52
4	讨论	53
4.1	$^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 和 $^{226}\text{Ra}$ 之间的不平衡	53
4.2	表层水各相态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的停留时间	54
4.2.1	各相态核素停留时间的计算	54
4.2.2	普里兹湾及其邻近海域表层水中的过剩 $^{210}\text{Po}$	55
4.3	普里兹湾及其邻近海域表层水中 $^{210}\text{Po}$ 与 $^{210}\text{Pb}$ 的分馏因子	58
4.3.1	基于清除与迁出速率常数计算的结果	58
4.3.1.1	清除过程分馏因子 ( $f_S$ )	59
4.3.1.2	迁出过程分馏因子 ( $f_R$ )	60
4.3.1.3	总的分馏因子 ( $f$ )	60
4.3.2	基于固-液分配系数计算的结果	60

4.4 普里兹湾及其邻近海域表层水中 $^{210}\text{Po}$ 与 $^{210}\text{Pb}$ 的沉降通量比	61
5 结语	61
三 南沙海域渚碧礁泻湖表层水中的 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡	64
1 引言	64
2 样品采集	64
3 表层水 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	64
3.1 溶解态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度及其不平衡	64
3.2 颗粒态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度及其不平衡	67
3.3 总 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	67
4 高、低潮 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的水平分布	68
4.1 高、低潮 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的分布	68
4.2 高、低潮 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡的分布	70
5 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 与 $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ 不平衡	70
6 高、低潮各相态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的停留时间	72
6.1 停留时间的计算	72
6.2 高、低潮各相态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的停留时间	73
7 结论	74
四 渚碧礁礁坪海水中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的时间演化及其海洋学意义	76
1 引言	76
2 样品采集与分析	76
3 结果与讨论	77
3.1 采样期间潮位的变化	77
3.2 $^{210}\text{Po}$ 比活度的时间演化	77
3.2.1 溶解态 $^{210}\text{Po}$ 比活度及其时间演化	77
3.2.2 颗粒态 $^{210}\text{Po}$ 比活度及其时间演化	80



---

3.2.3	总 $^{210}\text{Po}$ 比活度及其时间演化	80
3.3	$^{210}\text{Pb}$ 比活度的时间演化	80
3.3.1	溶解态 $^{210}\text{Pb}$ 比活度及其时间演化	81
3.3.2	颗粒态 $^{210}\text{Pb}$ 比活度及其时间演化	81
3.3.3	总 $^{210}\text{Pb}$ 比活度及其时间演化	81
3.4	$^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡的时间演化	82
3.4.1	溶解态 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡	82
3.4.2	颗粒态 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡	82
3.4.3	总 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 之间的不平衡	82
3.4.4	$^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡的时间演化	83
3.5	颗粒物对 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 固-液分配的影响	83
3.6	$^{210}\text{Po}$ 从沉积物向上覆水体扩散的速率	85
4	结论	86
五	世界大洋表层水中 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 的不平衡	88
1	引言	88
2	样品采集与分析	88
3	世界大洋表层水中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度及其不平衡	89
3.1	溶解态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	89
3.2	颗粒态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	97
3.3	总 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	97
4	世界大洋表层水中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的水平分布	98
4.1	表层海水中 $^{210}\text{Pb}$ 的分布	98
4.2	表层海水中 $^{210}\text{Po}$ 的分布	99
5	世界大洋表层水中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 及其不平衡的纬度分布	99
5.1	$^{210}\text{Po}$ 的纬度分布	99

5.2	$^{210}\text{Pb}$ 的纬度分布	102
5.3	$^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡的纬度分布	103
6	结语	104
六	小结	105
1	表层海水中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的来源及分布	105
2	生源颗粒物对 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 生物地球化学循环的影响	105
3	$^{210}\text{Po}$ 循环与 N 循环之间的关系	106
第四章	真光层输出生产力	107
一	渚碧礁泻湖 POC 输出通量的 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 示踪	107
1	引言	107
2	样品采集与分析	107
3	结果	108
3.1	$^{210}\text{Pb}$ 比活度及其分布	108
3.2	$^{210}\text{Po}$ 比活度及其分布	111
3.3	$^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 活度比的分布	114
3.4	POC 和 PN	115
4	讨论	116
4.1	生源颗粒物对 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的亲合力	116
4.2	$^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的清除和迁出速率	118
4.3	$^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的停留时间	120
4.4	输出生产力估算	120
4.5	$e$ 比值	122
5	结论	123
二	普里兹湾邻近海域输出生产力的 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 示踪	125
1	引言	125

2 样品采集与分析	126
3 结果	126
3.1 南极普里兹湾及邻近海域 73°E 断面的水文特征	126
3.2 溶解态和颗粒态 $^{210}\text{Pb}$ 的分布	128
3.3 $^{210}\text{Po}$ 的比活度及其分布	132
3.4 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡的分布	134
3.5 POC 分布	135
4 讨论	136
4.1 上层水体 $^{210}\text{Pb}$ 和 $^{210}\text{Po}$ 的地球化学行为	136
4.2 真光层 $^{210}\text{Pb}$ 和 $^{210}\text{Po}$ 的贮量	137
4.3 真光层 $^{210}\text{Pb}$ 和 $^{210}\text{Po}$ 的停留时间	138
4.4 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡法估算真光层的输出生产力	139
4.5 $e$ 比值	141
5 结论	142
三 南沙海域真光层层化结构及输出生产力的 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 示踪	144
1 引言	144
2 样品的采集与分析	145
3 结果与讨论	146
3.1 研究站位的水化学特征	146
3.2 $^{210}\text{Pb}$ 的分布	147
3.2.1 溶解态 $^{210}\text{Pb}$ 的分布	147
3.2.2 颗粒态 $^{210}\text{Pb}$ 的分布	151
3.2.3 总 $^{210}\text{Pb}$ 的分布	151
3.3 $^{210}\text{Po}$ 的分布	152
3.3.1 溶解态 $^{210}\text{Po}$ 的分布	152

3.3.2	颗粒态 $^{210}\text{Po}$ 的分布	155
3.3.3	总 $^{210}\text{Po}$ 的分布	155
3.4	POC 和 PN 的分布	156
3.5	从 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡看真光层的层化结构	157
3.6	$^{210}\text{Po}$ 的再循环	160
3.7	近底层水中 $^{210}\text{Po}$ 的清除	161
3.8	真光层的输出生产力	162
3.8.1	输出生产力的估算	162
3.8.2	南沙海域 $e$ 比值	164
4	结论	164
四	小结	166
1	大气 $^{210}\text{Pb}$ 沉降对不同海域表层 $^{210}\text{Pb}$ 的贡献	166
2	输出生产力与 $e$ 比值的估算	166
3	真光层层化结构及其对 $^{210}\text{Po}$ 和 POC 的影响	167
4	$^{210}\text{Pb}$ 和 $^{210}\text{Po}$ 的再循环	167

### 第三部分 近岸河口海湾 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 的地化行为 及其对颗粒物循环的示踪

第五章	厦门地区 $^{210}\text{Po}$ 的大气沉降通量及海洋生源物质对大气中 $^{210}\text{Po}$ 的贡献	168
1	引言	168
2	样品的采集与测量	168
3	结果与讨论	169
3.1	$^{210}\text{Po}$ 的大气沉降通量和停留时间	169
3.2	$^{210}\text{Po}$ 大气沉降通量与降雨量的关系	170
3.3	$^{210}\text{Po}$ 、 $^7\text{Be}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 沉降通量的相关性	171

3.4	厦门地区大气中 $^{210}\text{Po}$ 的过剩	171
3.5	大气中过剩 $^{210}\text{Po}$ 的来源	172
3.5.1	平流层 $^{210}\text{Po}$ 的输入	172
3.5.2	陆地土壤碎屑的再悬浮	173
3.5.3	海洋对大气 $^{210}\text{Po}$ 的贡献	173
4	结论	175
第六章	九龙江河口区 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 的地球化学行为及其意义	176
1	引言	176
2	方法	177
2.1	采样海区及样品采集	177
2.2	各粒级组分的收集	177
2.3	$^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的测定	179
3	结果与讨论	179
3.1	$^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	179
3.1.1	$^{210}\text{Po}$ 的比活度	179
3.1.2	$^{210}\text{Pb}$ 的比活度	183
3.1.3	$^{210}\text{Po}$ - $^{210}\text{Pb}$ 之间的不平衡	183
3.1.4	$^{210}\text{Pb}$ - $^{226}\text{Ra}$ 之间的不平衡	185
3.2	胶体态 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	185
3.2.1	胶体态 $^{210}\text{Po}$ 的比活度	185
3.2.2	胶体态 $^{210}\text{Pb}$ 的比活度	187
3.2.3	胶体中 $^{210}\text{Po}$ - $^{210}\text{Pb}$ 之间的不平衡	188
3.2.4	胶体中 $^{210}\text{Pb}$ - $^{226}\text{Ra}$ 之间的不平衡	190
3.3	颗粒物中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的质量比活度	190
3.4	河口区 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的地球化学行为	192

3.4.1	不同粒级颗粒物中 $^{210}\text{Po}$ 的地球化学行为	192
3.4.2	溶解态和胶体态 $^{210}\text{Po}$ 的地球化学行为	194
3.4.3	不同粒级颗粒物中 $^{210}\text{Pb}$ 的地球化学行为	198
3.4.4	溶解态和胶体态 $^{210}\text{Pb}$ 的地球化学行为	199
3.5	$^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 质量比活度随盐度的变化	201
3.6	$^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡随盐度的变化	204
3.7	$^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ 不平衡随盐度的变化	205
3.8	九龙江河口区颗粒物的停留时间	206
3.8.1	根据 $^{210}\text{Pb}$ 计算颗粒物停留时间	206
3.8.2	根据 $^{210}\text{Po}$ 计算颗粒物的停留时间	208
4	结语	210
第七章	不同海洋环境中 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 的粒级分布特征	212
1	引言	212
2	样品采集与分析	213
3	结果与讨论	213
3.1	河口及沿岸水体中 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 及 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡的粒径谱	220
3.1.1	$^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 及 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡的粒径谱	220
3.1.2	$^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 粒径谱的盐度和深度变化	223
3.2	近大洋水体中 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 的粒径谱	226
3.3	高、低潮 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 的粒径谱	227
3.4	颗粒物中 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 质量比活度的粒径谱	228
4	结语	232
第八章	厦门湾不同粒级 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 的季节变化及其对颗粒物来源的示踪	234
1	引言	234
2	温度、盐度、营养盐、SPM 及 Chl.a 的季节变化	234

2.1	水体来源的温度、盐度示踪	234
2.2	营养盐的季节变化	236
2.3	悬浮颗粒物和 Chl.a 的季节变化	236
3	不同粒级 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 的季节变化	241
4	不同粒级 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 质量比活度的季节变化	243
5	不同粒级 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ ) <sub>A.R.</sub> 的季节变化及其对颗粒物来源的示踪	246
6	结论	249
第九章	厦门湾不同粒级颗粒物中 Chl.a、 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的潮汐变化及其意义	251
1	引言	251
2	水文及水化学参数的潮汐变化	251
2.1	温度、盐度的变化	251
2.2	$\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 的变化	253
2.3	悬浮颗粒物 (SPM) 的潮汐变化	253
2.4	Chl.a 浓度的潮汐变化	255
3	不同粒级 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 比活度的潮汐变化	257
3.1	溶解态 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 体积比活度的潮汐变化	257
3.2	不同粒级颗粒态 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 体积比活度的潮汐变化	257
3.3	不同粒级颗粒态 $^{210}\text{Po}$ 、 $^{210}\text{Pb}$ 质量比活度的潮汐变化	259
4	不同粒级 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ ) <sub>A.R.</sub> 的潮汐变化	260
5	结论	261
第十章	颗粒物的聚集、解聚速率	264
1	引言	264
2	颗粒物的聚集、解聚模型	265
3	结果与讨论	268
3.1	聚集、解聚速率常数	268

3.2 不同海域颗粒物聚集、解聚速率常数	270
3.3 颗粒物沉降速率对聚集、解聚速率常数的影响	274
3.4 聚集、解聚速率常数的季节性变化	274
4 结论	275
第十一章 厦门湾不同粒级 POC 及颗粒物的输出通量	277
1 引言	277
2 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 输出通量的非稳态模型	277
3 POC、无机颗粒物 (nPOM) 的输出通量	279
3.1 POC、无机颗粒物 (nPOM) 对 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 亲和力的差异	279
3.2 POC、无机颗粒物的输出通量	280
4 结语	285

#### 第四部分 颗粒物循环与输出中若干问题的研究

第十二章 颗粒物化学组成及其通量对 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 清除的影响	287
1 引言	287
2 方法	288
3 结果与讨论	288
3.1 颗粒物组成对 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 固-液分配的影响	288
3.2 颗粒物通量对 $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 固-液分配的影响	290
3.3 $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ 不平衡示踪颗粒物来源	293
4 结论	294
第十三章 颗粒物浓度效应之颗粒物粒径探讨— $^{210}\text{Po}$ 和 $^{210}\text{Pb}$ 的示踪研究	295
1 引言	295
2 条件分配系数 $K_d$	296
3 不同颗粒态定义下的 $K_d$	297



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.

厦门大学博硕士学位论文摘要库