

学校编码：10384

分类号_____密级_____

学号：22420080150102

UDC_____

廈門大學

博 士 学 位 论 文

西北冰洋淡水收支平衡的¹⁸O示踪研究

The freshwater balance derived from oxygen isotopes
in the western Arctic Ocean

童金炉

指导教师姓名：陈敏 教授

专业名称：海洋化学

论文提交日期：2014年5月

论文答辩时间：2014年7月

学位授予日期：2014年 月

答辩委员会主席：_____

评 阅 人：_____

2014年5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(厦门大学海洋与地球学院同位素海洋化学)课题(组)的研究成果,获得(厦门大学海洋与地球学院同位素海洋化学)课题(组)经费或实验室的资助,在(厦门大学海洋与地球学院同位素海洋化学)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

摘要	XVII
Abstract.....	XX
第一章 绪论	1
1.1 北冰洋地理环境	1
1.2 北冰洋的水团和海流	3
1.2.1 北冰洋的水团.....	3
1.2.2 北冰洋的海流.....	6
1.3 ^{18}O 在水体来源、水团组成和水体运动中的示踪研究	12
1.4 北冰洋的淡水收支平衡	14
1.5 海水 $\delta^{18}\text{O}$ 在北冰洋水团组成和水体运动研究中的应用	16
1.6 本研究的内容和目标	18
1.6.1 研究区域.....	18
1.6.2 研究目标.....	18
第二章 方法	19
2.1 引言	19
2.1.1 $\delta^{18}\text{O}$ 值.....	19
2.1.2 氧同位素标准.....	20
2.1.3 海水 ^{18}O 测定方法简述	20
2.1.4 氧同位素的质谱测量.....	21
2.2 方法流程	22
2.3 海水 $\delta^{18}\text{O}$ 的确定.....	24
第三章 北冰洋水团来源的同位素解构技术	27
3.1 引言	27
3.2 质量平衡方程	29
3.2.1 S、 $\delta^{18}\text{O}$ 的质量平衡关系.....	30
3.2.2 S、 $\delta^{18}\text{O}$ 和 PO_4^* 的质量平衡关系	30
3.3 端元水体示踪要素特征值的确定	31

3.3.1 S、 $\delta^{18}\text{O}$ 和 PO_4^* 的质量平衡关系的端元特征值	31
3.3.2 S、 $\delta^{18}\text{O}$ 的质量平衡关系的端元特征值	36
3.4 端元特征值的灵敏度分析	37
3.4.1 S、 $\delta^{18}\text{O}$ 的质量平衡关系端元特征值的灵敏度分析	38
3.4.2 S、 $\delta^{18}\text{O}$ 和 PO_4^* 的质量平衡关系端元特征值的灵敏度分析	53
第四章 2003 年夏季楚科奇海和加拿大海盆的淡水收支平衡	70
4.1 引言	70
4.2 样品采集和测量方法	71
4.2.1 样品采集	71
4.2.2 海水氧同位素组成的测量	73
4.2.3 营养盐和溶解氧的测定	74
4.3 温度、盐度和 $\delta^{18}\text{O}$ 的分布	74
4.3.1 白令海峡	74
4.3.2 楚科奇海	75
4.3.3 加拿大海盆	78
4.4 营养盐、溶解氧以及地球化学示踪剂 NO, PO_4^*, NO/PO 的分布	82
4.4.1 楚科奇海	83
4.4.2 加拿大海盆	88
4.5 海水 $\delta^{18}\text{O}$ 与盐度的关系	91
4.5.1 楚科奇海	91
4.5.2 加拿大海盆	93
4.6 河水组分的空间分布	94
4.6.1 白令海峡和楚科奇海	94
4.6.2 加拿大海盆	104
4.7 海冰融化水组分的空间分布	114
4.7.1 白令海峡和楚科奇海	114
4.7.2 加拿大海盆	120
4.7.3 小结	124
4.8 结论	125

第五章 2008 年夏季楚科奇海和加拿大海盆的淡水收支平衡	128
5.1 引言	128
5.2 方法	129
5.2.1 样品采集.....	129
5.2.2 海水 ^{18}O 的分析.....	131
5.3 温度、盐度和$\delta^{18}\text{O}$ 的分布.....	132
5.3.1 白令海峡.....	132
5.3.2 楚科奇海.....	133
5.3.3 加拿大海盆.....	136
5.4 海水 $\delta^{18}\text{O}$ 与盐度的关系.....	146
5.4.1 楚科奇海.....	146
5.4.2 加拿大海盆.....	148
5.5 河水组分的空间分布	149
5.5.1 白令海峡和楚科奇海.....	149
5.5.2 加拿大海盆.....	158
5.6 海冰融化水组分的空间分布	178
5.6.1 白令海峡和楚科奇海.....	178
5.6.2 加拿大海盆.....	183
5.6.3 海冰融化水的空间分布及影响因素.....	194
5.7 结论	195
第六章 楚科奇海和加拿大海盆淡水时空变化的作用机制	198
6.1 引言	198
6.2 楚科奇海淡水储量的变化和主控因素	199
6.3 加拿大海盆淡水储量的变化及调控因素	201
6.3.1 总河水组分.....	202
6.3.2 北极河流河水组分.....	204
6.3.3 太平洋入流河水组分.....	205
6.3.4 海冰融化水组分.....	205
6.3.5 淡水储量变化的总体特征及其主要影响因素.....	205

6.4 河水组分和海冰融化水组分的变化及其影响因素	205
6.4.1 总河水组分.....	208
6.4.2 北极河流河水组分.....	211
6.4.3 太平洋入流河水组分.....	214
6.4.4 海冰融化水组分.....	217
6.5 与文献报道值的比较	217
6.5.1 河水组分.....	219
6.5.2 海冰融化水组分.....	224
6.6 结论	225
第七章 结论	225
7.1 楚科奇海淡水组分的积分高度	226
7.2 楚科奇海淡水组分的储量	226
7.3 加拿大海盆河水组分的积分高度	226
7.4 加拿大海盆淡水组分的储量	227
7.5 冰边缘区海冰融化水的累积	227
7.6 加拿大海盆北部海域高河水组分的来源	228
7.7 太平洋入流河水组分的停留时间	230
参考文献	247

Table of Contents

Abstract in Chinese	XIX
Abstract in English	XXII
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Geography in the Arctic Ocean	1
1.2 The water masses and circulation in the Arctic Ocean	3
1.2.1 Water masses	3
1.2.2 Circulation.....	6
1.3 The water masses and their sources and circulation using H₂¹⁸O tracer 12	
1.4 The freshwater balance in the Arctic Ocean	14
1.5 The water masses and their circulation evaluated by H₂¹⁸O in the Arctic Ocean	16
1.6 Object of this thesis	18
1.6.1 Study areas	18
1.6.2 Object.....	18
Chaper 2 Methods	19
2.1 Introduction	19
2.1.1 δ ¹⁸ O	19
2.1.2 Standards for oxygen isotopes measurement	20
2.1.3 Measurement of δ ¹⁸ O in sea water	20
2.1.4 Isotopic composition of oxygen determined by mass spectrometer ...	21
2.2 Procedure for δ¹⁸O determination	22
2.3 Calculation of δ¹⁸O value in sea water	24
Chaper 3 Isotopic tracer for assessment of water masses in the Arctic Ocean	27
3.1 Introduction	27
3.2 Mass balance	29
3.2.1 Mass balance of three componets in S-δ ¹⁸ O tracers	30
3.2.2 Mass balance of four componets in S-δ ¹⁸ O-PO ₄ * tracers.....	30
3.3 End-member characteristics	31
3.3.1 End-member characteristics in S-δ ¹⁸ O-PO ₄ * tracers	31

3.3.2 End-member characteristics in S- $\delta^{18}\text{O}$ tracers	36
3.4 Sensivity of the end-member values	37
3.4.1 Sensivity test of end-member in S- $\delta^{18}\text{O}$ tracers.....	38
3.4.2 Sensivity test of end-member in S- $\delta^{18}\text{O}$ - PO_4^* tracers	53
Chapter 4 Freshwater balance in the Chukchi Sea and the Canada Basin in 2003	
summer	70
4.1 Introduction.....	70
4.2 Material and methods.....	71
4.2.1 Sampling	71
4.2.2 Determination of $\delta^{18}\text{O}$ in seawater.....	73
4.2.3 Determination of nutrients and DO.....	74
4.3 Distribution of temperature, salinity and $\delta^{18}\text{O}$	74
4.3.1 Bering Strait	74
4.3.2 Chukchi Sea	75
4.3.3 Canada Basin	78
4.4 Distribution of nutrients, DO and geochemical tracers (NO, PO_4^*, NO/PO).....	82
4.4.1 Chukchi Sea	83
4.4.2 Canada Basin	88
4.5 Relationship bewteen $\delta^{18}\text{O}$ and salinity	91
4.5.1 Chukchi Sea	91
4.5.2 Canada Basin	93
4.6 Distribution of river water components.....	94
4.6.1 Bering Strait and Chukchi Sea.....	94
4.6.2 Canada Basin	104
4.7 Distribution of of sea ice melted water component.....	114
4.7.1 Bering Strait and Chukchi Sea.....	114
4.7.2 Canada Basin	120
4.7.3 Summary	124
4.8 Conclusions.....	125
Chapter 5 Freshwater balance in the Chukchi Sea and the Canada Basin in 2008	
summer	128
5.1 Introduction.....	128

5.2 Material and methods.....	129
5.2.1 Sampling	129
5.2.2 Determination of $\delta^{18}\text{O}$ in seawater	131
5.3 Distribution of temperature, salinity and $\delta^{18}\text{O}$	132
5.3.1 Bering Strait	132
5.3.2 Chukchi Sea	133
5.3.3 Canada Basin	136
5.4 Relationship between $\delta^{18}\text{O}$ and salinity	146
5.4.1 Chukchi Sea	146
5.4.2 Canada Basin	148
5.5 Distribution of river water components.....	149
5.5.1 Bering Strait and Chukchi Sea.....	149
5.5.2 Canada Basin	158
5.6 Distribution of sea ice melted water component	178
5.6.1 Bering Sea Strait and Chukchi Sea.....	178
5.6.2 Canada Basin	183
5.6.3 Distribution of sea ice melted water and its controlling factors.....	194
5.7 Conclusions.....	195
Chapter 6 The mechanisms controlling the distribution of freshwater in the	
Chukchi Sea and the Canada Basin	198
6.1 Introduction.....	198
6.2 Variation of the total amount of freshwater and their controlling factors	
in the Chukchi Sea	199
6.3 Variation of the total amount of freshwater and their controlling factors	
in the Canada Basin	201
6.3.1 Total river water	202
6.3.2 Indigenous river water	204
6.3.3 Pacific river water	205
6.3.4 Sea ice melted water	205
6.3.5 Variation of freshwater inventory and their controlling factors.....	205
6.4 Variation of river water and sea ice melted water and their controlling	
factors.....	205
6.4.1 Total river water	208

6.4.2 Indigenous river water	211
6.4.3 Pacific river water	214
6.4.4 Sea ice melted water	217
6.5 Preliminary study of freshwater balance in the Arctic Ocean	217
6.5.1 River water	219
6.5.2 Sea ice melted water	224
6.6 Conclusions	225
Chapter 7 Conclusions	225
7.1 Total amount of freshwater in the Chukchi Sea	226
7.2 Inventory of freshwater in the Chukchi Sea	226
7.3 Total amount of river water in the Canada Basin	226
7.4 Inventory of freshwater in the Canada Basin	227
7.5 Accumulation of the sea ice melted water on the ice edge	227
7.6 High river waters in the northern Canada Basin and its formation	228
7.7 The residence time of Pacific river water in the Canada Basin	230
References	247

表目录

表 2.1	氧同位素测定的国际标准物质及其 $\delta^{18}\text{O}$ 值	20
表 2.2	海水氧同位素组成测定所用 IAEA 和国标标准的同位素丰度	24
表 2.3	海水氧同位素组成测量的实验室工作标准	24
表 3.1	S、 $\delta^{18}\text{O}$ 和 PO_4^* 的质量平衡关系的端元特征值	32
表 3.2	输入北冰洋的 6 条大河流的流量、河水 $\delta^{18}\text{O}$ 平均值和 $\delta^{18}\text{O}$ 的流量 加权平均值.....	34
表 3.3	S、 $\delta^{18}\text{O}$ 的质量平衡关系中各端元的特征值.....	37
表 3.4	S、 $\delta^{18}\text{O}$ 的质量平衡关系端元特征值灵敏度测试所采用的端元参数	38
表 3.5	大西洋水端元盐度由 35.00 调整至 35.05 时所引起的河水组分和海 冰融化水组分积分高度偏差及其相应的百分比.....	39
表 3.6	大西洋水端元 $\delta^{18}\text{O}$ 由 0.3‰ 提高至 0.4‰ 后计算出的河水组分和海 冰融化水组分的积分高度偏差及其相应的百分比.....	41
表 3.7	河水端元 $\delta^{18}\text{O}$ 由 -20.0‰ 提高至 -18.0‰ 后计算出的河水组分和海冰 融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	42
表 3.8	海冰融化水端元的盐度由 4.0 提高至 5.0 后计算得到的河水组分和 海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	43
表 3.9	海冰融化水端元 $\delta^{18}\text{O}$ 由 -2.0‰ 提高至 -1.9‰ 时计算出的河水组分和 海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	44
表 3.10	大西洋水作为海水端元时, 河水组分积分高度偏差及其百分比的平 均值.....	45
表 3.11	大西洋水作为海水端元时, 海冰融化水组分积分高度偏差及其百分 比的平均值.....	46
表 3.12	白令海冬季水端元的盐度由 33.1 提高至 33.2 时所计算出的河水组 分和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	47
表 3.13	白令海冬季水端元 $\delta^{18}\text{O}$ 由 -1.1‰ 提高至 -0.97‰ 后计算出的河水组分	

	和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	48
表 3.14	河水端元 $\delta^{18}\text{O}$ 由-20.0‰提高至-18.0‰后计算出的河水组分和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	49
表 3.15	海冰融化水端元的盐度由 4.0 提高至 5.0 后计算得到的河水组分和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	50
表 3.16	海冰融化水端元 $\delta^{18}\text{O}$ 由-2.0‰提高至-1.9‰后计算得到的河水组分和海冰融化水组分积分高度偏差及其百分比.....	51
表 3.17	白令海冬季水作为海水端元时, 河水组分积分高度偏差及其百分比的平均值.....	52
表 3.18	白令海冬季水作为海水端元时, 海冰融化水组分积分高度偏差及其百分比的平均值.....	53
表 3.19	S、 $\delta^{18}\text{O}$ 和 PO_4^* 的质量平衡关系灵敏度测试采用的各端元参数 ..	54
表 3.20	大西洋水端元的盐度由 35.00 提高至 35.05 后计算出的大西洋水组分、太平洋水组分、河水组分和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	55
表 3.21	大西洋水端元的 $\delta^{18}\text{O}$ 值由 0.3‰提高至 0.4‰后计算得到的大西洋水、太平洋水、河水和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	56
表 3.22	大西洋水端元的 PO_4^* 值由 $0.70 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 提高至 $0.75 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 计算出的大西洋水、太平洋水、河水和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	57
表 3.23	太平洋端元的盐度由 32.7 提高至 33.7 后计算出的大西洋水、太平洋水、河水和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	58
表 3.24	太平洋水端元 $\delta^{18}\text{O}$ 值由-1.1‰提高至-0.9‰后计算出的的大西洋水、太平洋水、河水和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比...	59
表 3.25	太平洋水端元的 PO_4^* 由 $2.40 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 提高至 $2.70 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 后计算出的大西洋水、太平洋水、河水和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	60
表 3.26	河水端元 $\delta^{18}\text{O}$ 值由-18.0‰降低至-20.0‰后计算出的大西洋水、太	

	平洋水、河水和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	61
表 3.27	河水端元 PO_4^* 由 $0.1 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 提高至 $0.2 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 后计算出的大西洋水、太平洋水、河水和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	62
表 3.28	海冰融化水端元的盐度由 4.0 提高至 5.0 后计算出的大西洋水、太平洋水、河水和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	63
表 3.29	海冰融化水端元 $\delta^{18}\text{O}$ 值由 -2.0‰ 提高至 -1.9‰ 后计算出的大西洋水、太平洋水、河水和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比...	64
表 3.30	海冰融化水端元 PO_4^* 由 $0.4 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 提高至 $0.6 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ 后计算出的大西洋水、太平洋水、河水和海冰融化水组分的积分高度偏差及其百分比.....	65
表 3.31	大西洋水组分积分高度偏差及其百分比的平均值	66
表 3.32	太平洋水组分积分高度偏差及其百分比的平均值	66
表 3.33	河水组分积分高度偏差及其百分比的平均值	67
表 3.34	海冰融化水组分积分高度偏差及其百分比的平均值	68
表 6.1	2003 年和 2008 年夏季楚科奇海、加拿大海盆总河水组分、北极河流河水组分和太平洋入流河水组分的积分高度和储量.....	201
表 6.2	北冰洋河水组分与海冰融化水组分的报道值	221

图目录

图 1.1	北冰洋地形图	1
图 1.2	北冰洋与大西洋、太平洋的边界及陆架边缘海	3
图 1.3	加拿大海盆 SCIEX'96 站温度、盐度的垂直分布	5
图 1.4	北冰洋不同水团的特征	6
图 1.5	北冰洋表层环流示意图	7
图 1.6	北冰洋盐跃层和大西洋层水体的流动示意图	10
图 1.7	楚科奇海海流示意图	12
图 2.1	同位素比值质谱仪测量海水氧同位素组成的分析流程示意图	23
图 2.2	实验室工作标准实测值与标定值的关系	25
图 4.1	中国第二次北极科学考察楚科奇海和白令海峡海水 ^{18}O 采样站位	72
图 4.2	加拿大海盆和楚科奇海北部海域海水 ^{18}O 采样站位	73
图 4.3	BS01-BS09 断面温度、盐度和 $\delta^{18}\text{O}$ 的分布	75
图 4.4	R01-R16 断面温度、盐度和 $\delta^{18}\text{O}$ 的分布	76
图 4.5	C11-C10 断面温度、盐度和 $\delta^{18}\text{O}$ 的分布	78
图 4.6	S11-B80 断面 600 m 以浅水柱温度、盐度和 $\delta^{18}\text{O}$ 的分布	80
图 4.7	M02-P47 断面 600 m 以浅水柱温度、盐度和 $\delta^{18}\text{O}$ 的分布	81
图 4.8	R01-R16 断面 DO、 NO_3^- 和 PO_4^{3-} 的分布	83
图 4.9	R01-R16 断面 PO_4^* 、NO 和 NO/PO 的分布	85
图 4.10	C11-C10 断面 DO、 NO_3^- 和 PO_4^{3-} 的分布	86
图 4.11	C11-C10 断面 PO_4^* 、NO 和 NO/PO 的分布	87
图 4.12	加拿大海盆 600 m 以浅水柱 DO, NO_3^- , PO_4^{3-} 和 NO_2^- 的垂直分布	88
图 4.13	加拿大海盆 600 m 以浅水柱中 NO, PO, NO/PO, PO_4^* 和 $\delta^{18}\text{O}$ 的垂直分布	90
图 4.14	楚科奇海海水 $\delta^{18}\text{O}$ 与 S 的关系	93

图 4.15	加拿大海盆海水 $\delta^{18}\text{O}$ 与 S 的关系.....	94
图 4.16	BS01-BS09 断面 f_{RAW} 和 I_{RAW} 的分布	96
图 4.17	R01-R16 断面 f_{RAW} 、 f_{WBSW} 和 I_{R} 的分布	98
图 4.18	C11-C10 断面 f_{RAW} 、 f_{WBSW} 和 I_{R} 的分布	100
图 4.19	楚科奇海河水组分积分高度 I_{RAW} 、河水组分平均份额的分布...	101
图 4.20	楚科奇海河水组分积分高度 I_{WBSW} 和平均份额的分布	102
图 4.21	楚科奇海太平洋入流河水组分积分高度和平均份额的分布	103
图 4.22	楚科奇海总河水组分中太平洋入流河水组分贡献的分布	103
图 4.23	S11-B80 断面 f_{RAW} 、 f_{WBSW} 、 f_{PO} 和河水组分积分高度的分布	106
图 4.24	S11-B80 断面太平洋水入流河水组分份额、积分高度及其对总河水 组分的贡献.....	107
图 4.25	M02-P47a 断面 f_{RAW} 、 f_{WBSW} 、 f_{PO} 和河水组分积分高度的分布	109
图 4.26	M02-P47a 断面太平洋水入流河水组分份额、积分高度及其对总河 水组分的贡献.....	111
图 4.27	加拿大海盆总河水组分积分高度的分布	112
图 4.28	加拿大海盆北极河流河水组分积分高度及其占总河水组分百分比 的分布.....	113
图 4.29	加拿大海盆太平洋入流河水组分积分高度及其占总河水组分百分 比的分布.....	113
图 4.30	加拿大海盆北极河流河水组分积分高度 I_{PO} 及其占总河水组分百 分比的分布.....	114
图 4.31	BS01-BS09 断面 f_{IAW} 和 I_{IAW} 的分布	116
图 4.32	R01-R16 断面 f_{IAW} 、 f_{WBSW} 和 I_{IAW} 、 I_{WBSW} 的分布.....	117
图 4.33	C11-C10 断面 f_{IAW} 和 I_{IAW} 的分布.....	118
图 4.34	白令海峡和楚科奇海海冰融化水积分高度的分布	119
图 4.35	S11-B80 断面 f_{IAW} 、 f_{WBSW} 、 f_{PO} 和 I_{IAW} 、 I_{WBSW} 、 I_{PO} 的分布..	121
图 4.36	M02-P47a 断面 f_{IAW} 、 f_{WBSW} 、 f_{PO} 和 I_{IAW} 、 I_{WBSW} 、 I_{PO} 的分布	124
图 4.37	加拿大海盆海冰融化水积分高度的分布	125

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts 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.