

学校代码：10491

研究生学号：22015xxxxx

中国地质大学 博士学位论文

XXXX 热液 XXXXXX 研究

研 究 生：郭 志 馗

学 科：地 球 物 理 学

指 导 教 师：xx 教 授

副指导教师：xxx 研 究 员

联合导师：xx Rüpke 教 授

培 养 单 位：地 球 物 理 与 空 间 信 息 学 院

本研论文研究得到了 国家留学基金委资助

二〇一八年十月

A Dissertation Submitted to China University of Geosciences
For the Doctor Degree of Science

Numerical simulation xxxxxx

Ph.D. Candidate : Zhikui Guo

Major : Geophysics

Supervisor : Prof. Dr. xx

Prof. Dr. xx

Prof. Dr. xx xx

China University of Geosciences

Wuhan 430074 P.R. China

关于学位论文使用授权的说明

本人完全了解中国地质大学（武汉）有关保留、使用学位论文的规定，即：

中国地质大学（武汉）拥有在著作权法规定范围内学位论文的使用权，其中包括：（1）已获学位的研究生必须按学校规定提交学位论文，学校可以采用影印、缩印或其他复制手段保存研究生上交的学位论文；（2）为教学和科研目的，学校可以将公开的学位论文作为资料在图书馆、资料室等场所供校内师生阅读，或在校园网上供校内师生浏览部分内容；（3）根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》，向国家图书馆报送可以公开的学位论文。

本人保证遵守上述规定。

（保密的论文在解密后应遵守此规定）

作者签名：_____

导师签名：_____

日 期：_____

日 期：_____

摘 要

论文的摘要是对论文研究内容和成果的高度概括。摘要应对论文所研究的问题及其研究目的进行描述，对研究方法和过程进行简单介绍，对研究成果和所得结论进行概括。摘要应具有独立性和自明性，其内容应包含与论文全文同等量的主要信息。使读者即使不阅读全文，通过摘要就能了解论文的总体内容和主要成果。

论文摘要的书写应力求精确、简明。切忌写成对论文书写内容进行提要的形式，尤其要避免“第 1 章……；第 2 章……；……”这种或类似的陈述方式。

本文介绍中国地质大学（武汉）论文模板 `ThUThesis` 的使用方法。本模板符合学校的本科、硕士、博士论文格式要求。

本文的创新点主要有：

- 用例子来解释模板的使用方法；
- 用废话来填充无关紧要的部分；
- 一边学习摸索一边编写新代码。

关键词是为了文献标引工作、用以表示全文主要内容信息的单词或术语。关键词不超过 5 个，每个关键词中间用分号分隔。（模板作者注：关键词分隔符不用考虑，模板会自动处理。英文关键词同理。）

关键词：`TEX`；`LATEX`；CJK；模板；论文

Abstract

An abstract of a dissertation is a summary and extraction of research work and contributions. Included in an abstract should be description of research topic and research objective, brief introduction to methodology and research process, and summarization of conclusion and contributions of the research. An abstract should be characterized by independence and clarity and carry identical information with the dissertation. It should be such that the general idea and major contributions of the dissertation are conveyed without reading the dissertation.

An abstract should be concise and to the point. It is a misunderstanding to make an abstract an outline of the dissertation and words “the first chapter”, “the second chapter” and the like should be avoided in the abstract.

Key words are terms used in a dissertation for indexing, reflecting core information of the dissertation. An abstract may contain a maximum of 5 key words, with semi-colons used in between to separate one another.

Key words: T_EX; L^AT_EX; CJK; template; thesis

目 录

第 1 章 引言 1

 1.1 研究背景、目的和意义 1

 1.2 研究现状和存在问题 1

 1.2.1 国内外研究现状和发展趋势 1

 1.2.2 存在问题和发展趋势 2

 1.3 模板使用方法 2

 1.3.1 插入图片 2

 1.3.2 表格 2

 1.3.3 公式 3

 1.3.4 参考文献 3

插图索引 4

表格索引 5

参考文献 6

附录 A 表格 7

第一章 引言

1.1 研究背景、目的和意义

热液系统是洋中脊活动的重要组成部分,其热通量占全球总热通量的 20-25%,同时也在地表与地壳深部之间物质循环中扮演重要角色。洋中脊热液系统也是研究生命起源以及新型生物群落的理想场所,在热液循环和生物化学作用下会形成有经济价值的金属矿床。尤其近年来对超慢速扩张洋脊的调查发现,以岩浆集中供给为特征的超慢速扩张洋脊环境中的热液系统会形成大型多金属硫化物矿床。中国大洋矿产资源研究与开发协会已于 2011 年 11 月,率先与国际海底管理局正式签署了《西南印度洋脊多金属硫化物勘探合同》。本课题正是源于《多金属硫化物合同区资源勘探与评价》项目。自 2007 年我国在西南印度洋脊发现第一个高温热液喷口以来,在西南印度洋合同区开展了一系列热液活动调查和地质取样,在此区域海底获得了大量的地球物理、流体地球化学和岩石样品等资料,但是对于海底一下的热液系统活动规律和热液流动的动力学特征尚不清楚,而且通过深潜器和钻孔采集热液喷口数据和深部信息极度困难且昂贵。因此,数值模拟方法是研究热液系统内部循环机制、动力学特征、物质和能量运移以及与矿物形成的关系的有力工具。相比于快速和中速扩张洋脊,超慢速扩张洋脊的热液系统具有循环深度大、热源深度大、受断层控制作用强的特点。目前国际上对快速、中速扩张洋脊的热液系统数值模拟研究较多,几乎没有对超慢速扩张洋脊环境下的超深(16 km)的热液系统进行数值模拟研究。因此,以建立超慢速扩张洋脊热液系统数值模型为研究内容,开展博士论文研究工作(以便于表述,如无特别说明,下文所述的热液系统均指超慢速扩张洋脊热液系统)。

1.2 研究现状和存在问题

洋中脊热液系统数值模拟研究主要以国外研究机构(USGS, GEOMAR, ETH)为主,国内研究结构和学者对此领域研究较少。

1.2.1 国内外研究现状和发展趋势

耦合方案应该是求解这类问题的更好的选择,大的时间步长是三维模拟更容易处理。但是问题在于如何推导出耦合方案既能保证稳定性又不失精度。

1.2.2 存在问题和发展趋势

- 对于洋中脊热液系统的数值模拟，
论文主要成果如下：
- 1. 构建热液流体循环 xxxx 模拟方法
 - 2. 获得热液系统数值模拟程序，为后续研究打下了基础
 - 3. 发表两篇 SCI 论文

1.3 模板使用方法

1.3.1 插入图片

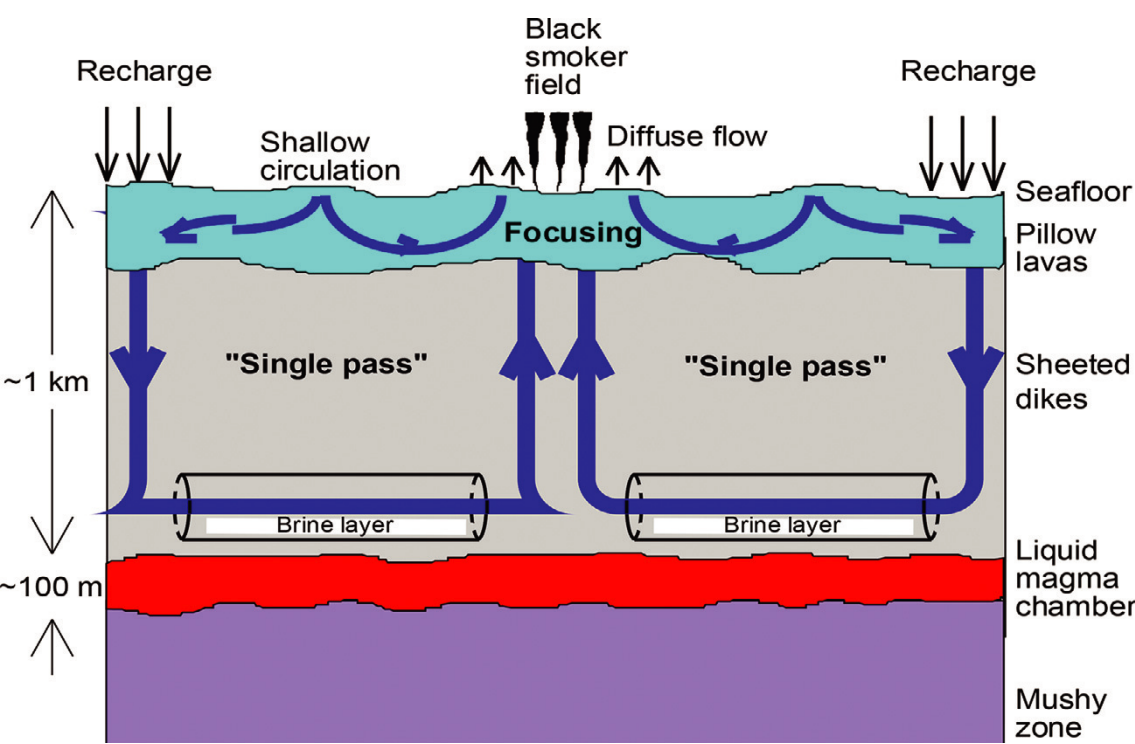


图 1.1 单通道模型

这是一段图注，乱按键盘：惊呆了撒娇来得及电路设计啊附近的骄傲而为的离开静安寺勋额黄飞鸿我积分对时间啊浪费我 hi 符合换个哈结尾勋哦啊见附件饿哦

在这里引用此图，如图 1.1 所示。在论文末尾会自动生成插图索引。
在这里引用此图，如图 1.1 所示。在论文末尾会自动生成插图索引。

1.3.2 表格

表格与图类似，参见清华大学学位论文模板说明。



图 1.2 Latex 模板获取方法
扫码关注微信公众号并发消息`latex 模板`即可获取模板文件

1.3.3 公式

行内公式，这个是行内公式 $E = MC^2$ ，下面是个带编号的独立公式：

$$\frac{\partial T}{t} = \lambda \nabla T \quad (1-1)$$

这里引用公式，公式1-1表示了温度的衰减。

1.3.4 参考文献

第一种引用方式：Vehling et al. (2018) 进行了相分离的数值模拟研究。第二种引用方式：三维数值模拟目前仅限于单相流体 (Coumou et al., 2008, 2006)。这样的引用方式可能更易读一些，有可能地大要求以编号的形式显示，name 只需要在 main.tex 里面把参考引用格式从 thuthesis-author-year 改为 thuthesis-numeric 即可

插图索引

图 1.1	Single-pass model	2
图 1.2	Single-pass model	3

表格索引

表 A.1 数学符号和常数定义 7

参考文献

- 李怀明, 翟世奎, 于增慧. 大西洋 tag 热液活动区流体演化模式[J]. 中国科学: D 辑, 2008, 38(9): 1136–1145.
- Andersen C, Theissen-Krah S, Hannington M, et al. Faulting and off-axis submarine massive sulfide accumulation at slow spreading mid-ocean ridges: A numerical modeling perspective[J]. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 2017, 18(6): 2305–2320.
- Coumou D. Numerical simulation of fluid flow in mid-ocean ridge hydrothermal systems [D]. Zurich: ETH, 2008.
- Coumou D, Driesner T, Heinrich C. The structure and dynamics of mid-ocean ridge hydrothermal systems[J]. *Science*, 2008, 321(5897): 1825–1828.
- Coumou D, Driesner T, Geiger S, et al. The dynamics of mid-ocean ridge hydrothermal systems: Splitting plumes and fluctuating vent temperatures[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2006, 245(1-2): 218–231.
- Tao C, Li H, Huang W, et al. Mineralogical and geochemical features of sulfide chimneys from the 49 39 e hydrothermal field on the southwest indian ridge and their geological inferences[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2011, 56(26): 2828.
- Tao C, Wu G, Deng X, et al. New discovery of seafloor hydrothermal activity on the indian ocean carlsberg ridge and southern north atlantic ridge—progress during the 26th chinese comra cruise [J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2013a, 32(8): 85–88.
- Tao C, Wu T, Jin X, et al. Petrophysical characteristics of rocks and sulfides from the swirl hydrothermal field[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2013b, 32(12): 118–125.
- Tao C, Li H, Jin X, et al. Seafloor hydrothermal activity and polymetallic sulfide exploration on the southwest indian ridge[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2014, 59(19): 2266–2276.
- Vehling F, Hasenclever J, Rüpk L. Implementation strategies for accurate and efficient control volume-based two-phase hydrothermal flow solutions[J]. *Transport in Porous Media*, 2018, 121(2): 233–261.

附录 零 表格

表 A.1 数学符号和常数定义

符号	定义	值/单位
K	渗透率	m^2