

国家自然科学基金重点项目 (41030315、40032010)

中国地质调查局地调项目 ([2011] 02-050、1212011121105、12120114067901)

/ 联合资助

# 华南新元古代

## 裂谷盆地演化与岩相古地理

王 剑 江新胜 卓皆文 崔晓庄 / 著  
江卓斐 魏亚楠 蔡娟娟 廖忠礼



科学出版社

国家自然科学基金重点项目 (41030315、40032010)

中国地质调查局地调项目 ([2011] 02-050、1212011121105、12120114067901)

联合资助

# 华南新元古代裂谷盆地演化与 岩相古地理

王 剑 江新胜 卓皆文 崔晓庄 著  
江卓斐 魏亚楠 蔡娟娟 廖忠礼



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书对华南新元古代中期 (ca.820~635Ma) 板溪—南华纪沉积演化、沉积相时空展布、沉积旋回、事件地层、多重地层划分对比等开展了详细研究,探讨了沉积盆地各阶段充填样式,厘定了盆地地层格架。在此基础上,首次编制了华南新元古代中期早板溪、晚板溪、早南华、中南华及晚南华 5 个重要时期(世)的构造-岩相古地理图,它们分别对应裂谷盆地演化的 5 个阶段:裂谷幼年期、裂谷成熟期、早冰期、间冰期和晚冰期。通过对华南新元古代岩相古地理编图与研究,重建了华南新元古代裂谷盆地模式。本书成果为华南古大陆重建及资源评价等提供了新的重要的基础资料。

本书可供前寒武研究人员、沉积学研究人员及地质学相关专业在校大学生参考使用。

审图号: GS (2019) 634 号

图书在版编目(CIP)数据

华南新元古代裂谷盆地演化与岩相古地理 / 王剑等著. —北京: 科学出版社, 2019.4

ISBN 978-7-03-060627-3

I. ①华… II. ①王… III. ①元古宙—大陆裂谷—构造盆地—华南地区 IV. ①P534.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 034996 号

责任编辑: 罗 莉 / 责任校对: 彭 映  
责任印制: 罗 科 / 封面设计: 墨创文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

http: //www.sciencep.com

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2019 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2019 年 4 月第一次印刷 印张: 22 1/4

字数: 497 952

定价: 249.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前 言

在中国南方新元古代中期 (ca.820~635Ma), 沉积了一套侧向延伸不连续、底界面不等时的“楔状地层”(王剑, 2000; Wang J et al., 2013, 2015), 它们主要分布于扬子陆块东南缘、西缘及北缘。这套沉积超覆于“晋宁-I”造山不整合面之上、整合于震旦系之下的“楔状地层”, 其沉积学特征直接反映了华南新元古代沉积盆地的大地构造属性及古大陆演化过程。

纵观我国近十多年来对这套“楔状地层”的研究进展, 最重要的成果主要体现在年代地层学、元素地球化学及同位素地球化学等领域 (Li X H et al., 2008; Zheng Y F et al., 2007; Li W X et al., 2005; Li Z X et al., 2008; 周汉文等, 2002; 周继彬等, 2007; 葛文春等, 2001; 李献华等, 2002; Zhou M F et al., 2006a, 2006b; Zhao J H et al., 2008a, 2008b)。然而, 对这套与华南新元古代古大陆演化密切相关的“楔状地层”的沉积充填过程及沉积演化模型, 一方面是研究还不够, 或相对较薄弱, 尤其是岩相古地理资料, 在此之前尚属空白; 另一方面, 已有的认识与学术观点还存在着许多激烈的争论。

第一, 华南裂谷盆地是什么时候开始接受沉积的? 这就不得不探讨“楔状地层”沉积超覆的最低层位, 也就是“楔状地层”沉积超覆是什么时候开始的。目前尽管已有少量年龄资料 (Wang J et al., 2003a, 2013b, 2015; 王剑, 2005; 王剑等, 2003, 2009; 周汉文等, 2002), 但由于“楔状地层”沉积超覆具有形成移地滨岸相的特点, 因此, 需要通过详细的岩相古地理学工作, 才能找到“楔状地层”真正的沉积起点, 在此基础上才能开展详细的年代学研究, 确定真正的最低层位的起始沉积时间。

第二, 华南新元古代沉积盆地性质、盆地演化动力学机制问题。究竟是裂谷盆地还是弧后盆地? 是地幔柱作用机制还是后造山“垮塌”构造作用过程? 正如前面所提到的, 以往的工作成果大多集中在地球化学及大地构造学方面, 忽视了冰成沉积层及“楔状地层”的沉积充填序列、沉积相与微相、沉积环境与岩相古地理演化等问题。自刘宝珺和许效松 (1993, 1994) 编制《中国南方岩相古地理图集 (震旦纪—三叠纪)》以来, 有关华南新元古代中期 (ca.820~635Ma) 沉积学研究, 由于受弱变质作用等露头条件的限制, 目前还没有更多更详细的可供盆地分析的岩相古地理资料及沉积学资料。例如, “楔状地层”早期陆相沉积的分布范围及成因相组合、陆相与移地滨岸相的区域分布特征及其演化过程、与古隆起有关的边缘相及古流向数据、“楔状地层”剖面沉积序列与海平面变化特征等等, 这些问题从根本上制约了“楔状地层”上下时限的确定及地层格架的建立, 也制约了沉积盆地地球动力学模式的建立。

第三, 虽然, 近年来在华南新元古代冰成沉积年代学及地球化学研究方面取得了较多进展 (尹崇玉等, 2003, 2006; 储雪蕾等, 2005; 黄晶等, 2007; 张同钢等, 2003; 周传明等, 2001; Zhou C M et al., 2004), 但是, 华南新元古代冰期启动的最初年龄、延续时

限及与全球冰川沉积事件的对比研究,还有待进一步深入研究。正如前面所提到的,在华南,超覆于“晋宁-I”造山不整合面之上的沉积地层是一套“楔状地层”,因此,确定冰期启动的最初时间(其底界最低层位的形成时间)显得十分重要。例如,一方面,在上扬子古陆及江南古陆等古地理高构造单元区,通常缺失与“长安”或“江口—古城”相对比的沉积地层;另一方面,南沱冰碛岩本身也需进一步开展详细的成因相与环境组合类型研究(刘宝珺和许效松,1993,1994),以确定哪些是陆相冰川、哪些是海相冰川、哪些是冰川泥石流、哪些是冰水重力流或碎屑流沉积。

围绕上述关键性科学问题,本书以中国南方新元古代中期(ca.820~635Ma)板溪纪及南华纪沉积超覆“楔状地层”为研究对象,重点开展了构造-岩相古地理填图与编图工作。通过完成680多条实测剖面或踏勘路线资料卡片(地层-沉积相)研究(附图4-1、附图4-2、附图16、附图26~附图28),结合研究区上百幅1:25万及1:5万区调图幅、几十组重新获得的高精度同位素年龄数据,在系统、全面开展剖面沉积相、沉积微相、沉积环境及其演化特征研究的基础上,建立了沉积盆地的岩石地层、事件地层和年代地层格架;首次编制了华南新元古代中期早板溪、晚板溪、早南华、中南华及晚南华5个演化阶段(世)的构造岩-相古地理图,它们分别对应盆地演化的5个阶段:裂谷幼年期、裂谷成熟期、早冰期、间冰期和晚冰期;同时还重新确定了华南新元古代中期裂谷盆地性质及其动力学模型,探讨了沉积盆地的开启时间、冰川事件等重大科学问题。上述研究成果,为华南古大陆重建及资源评价等提供了新的重要的基础资料,同时对于探讨华南新元古代古大陆演化与全球地质事件、特别是与罗迪尼亚(Rodinia)超大陆裂解事件的响应关系,提高我国华南新元古代研究在全球对比中的地位,都具有十分重要的意义。

本书是2项国家自然科学基金重点项目“华南新元古代‘楔状地层’沉积充填序列及其大地构造属性研究”(项目编号:41030315;实施年限:2011—2014年)、“华南和华北地块对Rodinia全球超大陆事件的响应”(项目编号:40032010;实施年限:2001—2004年),1项中国地质调查局地质调查计划项目“华南扬子古大陆演化及其资源效应”(项目编号:(2011)02-050;实施年限:2011—2013年),2项中国地质调查局地质调查工作项目“康滇地轴前震旦系地层划分对比及古大陆再造研究”(项目编号:1212011121105;实施年限:2011—2013年)、“川滇黔及邻区南华纪地层区区域地质专项调查”(项目编号:12120114067901;实施年限:2014—2016年)的综合性集成成果的重要组成部分。

本书由王剑、江新胜共同策划并负责组织编写,各章节撰写分工如下:前言由王剑、卓皆文执笔;第一章由王剑、江新胜执笔;第二章由崔晓庄、王剑执笔;第三章、第四章由江卓斐、江新胜执笔;第五章、第六章、第八章由江新胜执笔;第七章由卓皆文、江新胜执笔;结语由卓皆文、江新胜、王剑执笔。构造-岩相古地理图及地层划分对比图等由江新胜、卓皆文、王剑、魏亚楠、蔡娟娟、廖忠礼等草编,沉积剖面柱状对比图由卓皆文、江新胜、王剑、崔晓庄、江卓斐、魏亚楠、蔡娟娟、廖忠礼等草编,文字报告初稿由卓皆文统稿。全书由王剑统撰、审核和修改定稿。

本项研究的实施与成果交流讨论过程中,得到了张国伟、郑永飞、李正祥、李献华、张世红、陆松年、张传林、李怀坤、潘桂棠、肖庆辉、耿元生、高林志、丁孝忠、刘福来等同行专家的热心指导与帮助;项目实施过程中还始终得到项目实施单位中国地质调

查局成都地质调查中心、中国地质调查局南京地质调查中心、湖南省地质调查院、湖北省地质调查院、贵州省地质调查院的大力支持，同时还得到了中国地质调查局总工程师室、中国地质调查局科技外事部等有关管理部门及徐学义、刘凤山、齐先茂、谢渊、牟传龙、雷鸣、杜谷、谭富文、付修根、余谦等有关领导的大力支持与帮助。在此，一并致以衷心的感谢！

# 目 录

第一章 区域地质背景 .....	1
第一节 区域地质 .....	1
第二节 控盆断裂系统 .....	2
第三节 华南裂谷盆地演化与 Rodinia 解体 .....	5
第二章 地层划分与对比 .....	7
第一节 地层分区 .....	7
第二节 裂谷基地层划分 .....	9
第三节 裂谷系地层划分 .....	15
第四节 典型剖面描述 .....	34
第五节 旋回地层 .....	74
一、第 I 旋回 (Sq <sub>1</sub> ) .....	74
二、第 II 旋回 (Sq <sub>2</sub> ) .....	76
三、第 III 旋回 (Sq <sub>3</sub> ) .....	78
四、第 IV 旋回 (Sq <sub>4</sub> ) .....	79
五、第 V 旋回 (Sq <sub>5</sub> ) .....	80
第六节 事件地层 .....	80
一、幕式构造岩浆热事件 .....	81
二、冰川寒冷事件 .....	86
第七节 年代地层 .....	89
一、板溪系 .....	90
二、南华系 .....	97
第八节 多重地层划分对比 .....	100
一、裂谷作用期次及时限 .....	100
二、区域地层多重对比 .....	103
第三章 岩相古地理编图方法与古地理格局 .....	106
第一节 编图单元与思路 .....	106
第二节 沉积相划分方案 .....	107
第三节 裂谷盆地构造-沉积模型 .....	112
一、裂谷盆地幼年期 (ca.820~800Ma) 构造-沉积模型 .....	112
二、裂谷盆地成熟期 (ca.800~720Ma) 构造-沉积模型 .....	113
三、裂谷盆地早冰期 (ca.720~670Ma) 构造-沉积模型 .....	114
四、裂谷盆地间冰期 (ca.670~650Ma) 构造-沉积模型 .....	120

五、裂谷盆地晚冰期 (ca.650~635Ma) 构造-沉积模型	121
第四节 构造-岩相古地理格局	121
一、裂谷盆地幼年期 (ca.820~800Ma)	121
二、裂谷盆地成熟期 (ca.800~720Ma)	122
三、裂谷盆地早冰期 (ca.720~670Ma)	123
四、裂谷盆地间冰期 (ca.670~650Ma)	123
五、裂谷盆地晚冰期 (ca.650~635Ma)	123
第四章 扬子西缘裂谷系构造-岩相古地理	125
第一节 早板溪世 (ca.820~800Ma)	127
第二节 晚板溪世 (ca.800~720Ma)	134
第三节 早南华世 (ca.720~670Ma)	143
第四节 中南华世 (ca.670~650Ma)	148
第五节 晚南华世 (ca.650~635Ma)	151
第五章 扬子北缘裂谷系构造-岩相古地理	153
第一节 早板溪世 (ca.820~800Ma)	153
第二节 晚板溪世 (ca.800~720Ma)	162
第三节 早南华世 (ca.720~670Ma)	167
第四节 中南华世 (ca.670~650Ma)	170
第五节 晚南华世 (ca.650~635Ma)	170
第六章 扬子东南缘裂谷系北段构造-岩相古地理	171
第一节 早板溪世 (ca.820~800Ma)	171
第二节 晚板溪世 (ca.800~720Ma)	177
第三节 早南华世 (ca.720~670Ma)	184
第四节 中南华世 (ca.670~650Ma)	188
第五节 晚南华世 (ca.650~635Ma)	189
第七章 扬子东南缘裂谷系南段构造-岩相古地理	193
第一节 早板溪世 (ca.820~800Ma)	193
第二节 晚板溪世 (ca.800~720Ma)	201
第三节 早南华世 (ca.720~670Ma)	212
第四节 中南华世 (ca.670~650Ma)	220
第五节 晚南华世 (ca.650~635Ma)	223
第八章 华夏陆块新元古代中期构造-岩相古地理	228
结语	232
一、成果与进展	232
二、问题与讨论	235
参考文献	237
附图 1 华南新元古代裂谷盆地控盆断裂构造	253
附图 2 华南扬子古大陆新元古代裂谷盆地充填系列地层划分与对比	254

附图 3 华南扬子古大陆新元古代地层柱状对比图总图例	256
附图 4-1 研究区早板溪世剖面位置分布图	258
附图 4-2 研究区早板溪世剖面名称	260
附图 5 扬子西缘云南禄丰-云南陆良板溪纪沉积剖面柱状对比图	262
附图 6 扬子北缘湖北随县-京山早板溪世充填序列 I 剖面柱状对比图	264
附图 7 扬子东南缘北段浙江衢县-浙江富阳早板溪世充填序列 I 剖面柱状对比图	266
附图 8 扬子东南缘北段江西弋阳-江西上饶早板溪世充填序列 I 沉积剖面柱状对比图	268
附图 9 扬子东南缘北段安徽东至-安徽歙县早板溪世充填序列 I 沉积剖面柱状对比图	270
附图 10 扬子东南缘南段湖南沅陵-湖南衡山早板溪世充填序列 I 沉积剖面柱状对比图	272
附图 11 扬子东南缘南段湖南株洲-江西新余早板溪世充填序列 I 沉积剖面柱状对比图	274
附图 12 扬子东南缘南段贵州印江-广西鹰扬关早板溪世充填序列 I 沉积剖面柱状对比图	276
附图 13 扬子西缘裂谷幼年期构造模型与充填样式	278
附图 14 扬子东南缘南段裂谷幼年期构造模型与充填样式	280
附图 15 华南早板溪世 (ca.820~800 Ma) 构造-岩相古地理图	282
附图 16 研究区晚板溪世剖面位置分布图	284
附图 17 扬子东南缘北段浙江常山-浙江绍兴晚板溪世充填序列 II 沉积剖面柱状对比图	286
附图 18 扬子东南缘北段江西弋阳-江西广丰晚板溪世充填序列 II 沉积剖面柱状对比图	288
附图 19 扬子东南缘北段安徽东至-安徽休宁晚板溪世充填序列 II 沉积剖面柱状对比图	290
附图 20 扬子东南缘南段湖北宜昌-湖南衡阳晚板溪世充填序列 II 沉积剖面柱状对比图	292
附图 21 扬子东南缘南段贵州印江-湖南城步晚板溪世充填序列 II 沉积剖面柱状对比图	294
附图 22 扬子东南缘南段贵州金沙-广西鹰扬关晚板溪世充填序列 II 沉积剖面柱状对比图	296
附图 23 扬子西缘裂谷成熟期构造模型与充填样式	298
附图 24 扬子东南缘南段裂谷成熟期构造模型与充填样式	300
附图 25 华南晚板溪世 (ca.800~720Ma) 构造-岩相古地理图	302
附图 26 研究区早南华世剖面位置分布图	304
附图 27 研究区中南华世剖面位置分布图	306
附图 28 研究区晚南华世剖面位置分布图	308

附图 29	扬子西缘云南陆良-云南屏边南华纪沉积剖面柱状对比图 .....	310
附图 30	扬子西缘四川盐边-四川汉源南华纪沉积剖面柱状对比图 .....	312
附图 31	扬子东南缘北段江西广丰-浙江建德南华纪沉积剖面柱状对比图 .....	314
附图 32	扬子东南缘北段安徽黟县-安徽宁国南华纪沉积剖面柱状对比图 .....	316
附图 33	扬子东南缘北段安徽全椒-江苏丹阳南华纪沉积剖面柱状对比图 .....	318
附图 34	扬子东南缘南段贵州遵义-广西贺县早南华世充填序列Ⅲ沉积剖面柱状对比图 .....	320
附图 35	扬子东南缘南段湖北宜昌-湖南汝城早南华世充填序列Ⅲ沉积剖面柱状对比图 .....	322
附图 36	扬子东南缘南段贵州遵义-广西贺县中南华世充填序列Ⅳ沉积剖面柱状对比图 .....	324
附图 37	扬子东南缘南段湖北宜昌-湖南汝城中南华世充填序列Ⅳ沉积剖面柱状对比图 .....	326
附图 38	扬子东南缘南段湖北宜昌-湖南汝城晚南华世充填序列Ⅴ沉积剖面柱状对比图 .....	328
附图 39	扬子东南缘南段贵州遵义-广西贺县晚南华世充填序列Ⅴ沉积剖面柱状对比图 .....	330
附图 40	研究区早冰期构造模型与充填样式 .....	332
附图 41	研究区间冰期构造模型与充填样式 .....	334
附图 42	研究区晚冰期构造模型与充填样式 .....	336
附图 43	华南新元古代裂谷盆地早冰期构造-岩相古地理图 .....	338
附图 44	华南新元古代裂谷盆地间冰期构造-岩相古地理图 .....	340
附图 45	华南新元古代裂谷盆地晚冰期构造-岩相古地理图 .....	342
附图 46	现代大陆冰川物质、能量平衡系统 .....	344
附图 47	现代大陆冰川环境划分系统 .....	345
附图 48	研究区南华冰期构造模型与大陆冰川沉积相带划分 .....	346

# 第一章 区域地质背景

## 第一节 区域地质

华南陆块是包括塔里木陆块和华北陆块在内的中国三大前寒武纪陆块之一。华南陆块北隔秦岭-大别造山带,与华北陆块相望,西北以龙门山断裂带为界,与松潘-甘孜地体相连,西南边界为昌宁-马江断裂带,与印支陆块相接,其东南为西太平洋构造域(王剑, 2000; 舒良树, 2012; Zhao G C and Guo J H, 2012b; Zhao G C and Cawood P A, 2012a)。一般认为,华南陆块是由扬子陆块和华夏陆块在中新元古代时期沿江南造山带拼合而成的古大陆(Li Z X et al., 1995, 1999, 2003, 2008; Li X H et al., 2002, 2003a, 2008; Wang X C et al., 2008; Qiu X F et al., 2011; Li W X et al., 2008; Shu L S et al., 2011; Wu Y B et al., 2012; Xia Y et al., 2012; Yu J H et al., 2012; Zhao G C and Guo J H, 2012b),它是华南新元古代裂谷盆地的基底,其中,扬子地区中元古代以来的地层系统发育较为完整,太古代和古元古代地层也有发现,为华南古大陆形成演化研究提供了有利的条件。

### 1. 太古代—早新元古代

扬子陆块的基底由太古代—古元古代结晶基底和晚中元古代—早新元古代褶皱基底组成。

太古代—古元古代结晶基底岩系零星出露,仅出露在崆岭、钟祥、黄土岭、后河、鱼洞子、东川和大红山地区,其中,在崆岭、钟祥地区出露的地层最具代表性,被称为崆岭片岩(Lee S G and Zhong K, 1924)、崆岭群(李福喜和聂学武, 1987)或崆岭杂岩(马大铨等, 1997)。晚中元古代—早新元古代褶皱基底分布较为广泛,沿扬子西缘和北缘分布,由晚中元古代—早新元古代变质地层组成,以滇中晚中元古代昆阳群、川南晚中元古代会理群和早新元古代盐边群、汉南中新元古代火地垭群和三花石群、湖北中晚元古代神农架群和打鼓石群为代表。

华夏陆块未出露太古代基底岩系,但包含大量的新元古代变质岩和少量古元古代—中元古代基底岩石,其上被南华纪-奥陶纪的韵律状泥砂质岩系夹碳质岩、碳酸盐岩所覆盖(Zhao G C and Cawood P A, 1999; Li L M et al., 2011a, 2011b, 2011c; Xia Y et al., 2012; Yu J H et al., 2012)。所有前泥盆纪岩石均卷入一个强烈褶皱和区域低绿片岩相变质的过程中,形成一个宽广的志留纪变质变形岩石-花岗岩复合体系(Li L M et al., 2009; Wong J et al., 2009, 2011; Wang Y J et al., 2013)。

### 2. 新元古代早期 (ca.1000~820Ma)<sup>①</sup>

新元古代早期地层以江南造山带为主,沿扬子陆块的东南缘分布,为华夏陆块与扬

<sup>①</sup> ca.为circa的缩写,意为“大约”。

子陆块汇聚过程多岛弧盆系关闭、褶皱而成,主要由变质火山-沉积地层组成,包括桂北的四堡群、黔东南的梵净山群、湘北的冷家溪群、赣西北的双桥山群、皖南的上溪群和浙北的双溪坞群,局部被新元古代中期弱变质地层(板溪期地层)和新元古代晚期未变质的震旦系所覆盖(Li X H et al., 2002, 2003a, 2008; Wang X C et al., 2008; Qiu X F et al., 2011; Shu L S et al., 2011; Wu Y B et al., 2012; Xia Y et al., 2012; Yu J H et al., 2012; Zhao G C and Cawood P A, 2012a)。上述地层曾经被广泛划为中元古界,随着近年来同位素年代学研究的深入,地层的时代归属发生了出乎意料的变化。最新同位素年龄资料显示,四堡群及冷家溪群沉积碎屑锆石年龄均小于 860Ma,黔北梵净山群沉积碎屑锆石年龄为 ca.874~869Ma,属于新元古代产物(王剑和潘桂棠, 2009)。高林志等(2010a)在黔东南-桂北地区的四堡群中获得凝灰岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为  $842 \pm 6$ Ma,黔东南摩天岭地区侵入四堡群花岗岩锆石 U-Pb 年龄为  $827 \pm 6$ Ma,并据此将四堡群及相当地层冷家溪群、梵净山群、双桥山群、双溪坞群、盐边群等置于新元古界青白口系。

### 3. 新元古代中期 (ca.820~635Ma)

新元古代中期地层为华南新元古代裂谷盆地的充填序列,属于晋宁-四堡不整合面之上“楔状地层”,这也是本论著的主要研究对象。“楔状地层”的地层划分对比、沉积演化、岩相古地理及盆地构造属性,是华南古大陆形成演化研究的主线。王剑和潘桂棠(2009)研究认为,华南新元古代裂谷盆地的形成与 Rodinia 超大陆的裂解密切相关,其开启时间在 820Ma 左右,充填序列为板溪群、高涧群、下江群、丹洲群、登山群、沥口群、河上镇群以及南华冰期、间冰期地层,构成了沉积超覆于“晋宁-I”造山不整合面之上、整合于震旦系之下的楔状充填体。

## 第二节 控盆断裂系统

断裂系统是裂谷盆地的形成演化及其充填样式的重要控制因素。裂谷盆地的控盆断裂以深大断裂为主,主要有岩石圈断裂、地壳断裂和基底断裂,可构成裂谷盆地的主边界断裂和次边界断裂。由于新元古代裂谷盆地时代久远,后期变质、构造改造强烈,其存在的依据主要有边缘相沉积记录、地表构造特征、地球物理资料、岩浆活动带等,其中边缘相沉积记录是确定控盆断裂系统的最重要依据。综合最新 1:5 万及 1:25 万区域地质调查资料,结合前人成果(夏文杰等, 1994; 王剑, 2000),研究区主要控盆断裂有 22 条(图 1-1; 表 1-1; 附图 1)。

这些断裂主要包括:安宁河-易门断裂构成康滇裂谷盆地主边界断裂,龙门山断裂构成川西北裂谷盆地、西乡裂谷盆地主边界断裂,城口-广济断裂构成扬子北缘花山裂谷盆地主边界断裂,甘洛-小江断裂、松桃-鹤峰断裂、咸宁-大庸断裂、新晃-宜丰断裂联合构成南华裂谷盆地主边界断裂,沿江断裂、南昌-歙县断裂、德兴-乌镇断裂联合构成下扬子裂谷盆地的主边界断裂,邵武-河源断裂、丽水-大埔断裂联合构成政和-建瓯裂谷盆地主边界断裂。上述断裂在裂谷幼年期控盆、控相作用明显,在裂谷成熟期控盆、

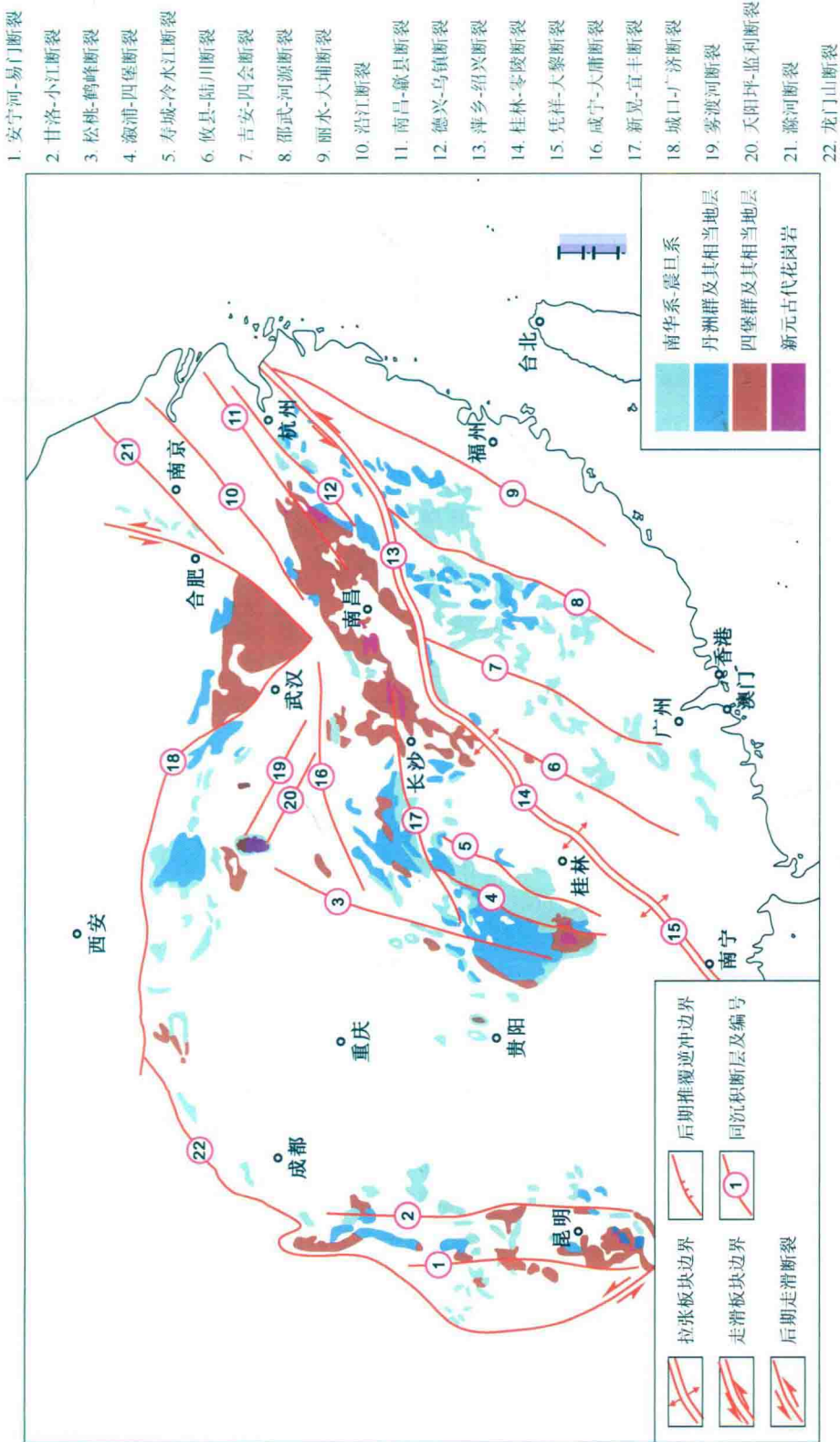


图 1-1 华南新元古代裂谷盆地控盆断裂构造 [据夏文杰等 (1994)、王剑 (2000) 修改]

控相作用减弱,在冰期、间冰期仅对充填样式产生一定程度的控制作用。萍乡-绍兴断裂、桂林-零陵断裂、凭祥-大黎断裂为扬子陆块和华夏陆块的拼合带,为南华盆地所覆盖,控盆作用不明显。

各断裂的具体控盆作用将在随后的各章节中加以阐述。

表 1-1 华南新元古代裂谷盆地控盆断裂构造一览表

编号	断裂名称	深度	性质	地球物理特征	岩浆活动	备注
1	安宁河-易门断裂	基底断裂	张性	重力、航磁梯度带	流纹岩、玄武岩、花岗岩	控盆、控相作用明显
2	甘洛-小江断裂	基底断裂	张性	重力、航磁梯度带		控盆、控相作用明显
3	松桃-鹤峰断裂	地壳断裂	张性	重力梯度带	蛇绿岩套	
4	溱浦-四堡断裂	地壳断裂	张性	重力、航磁梯度带	流纹岩	
5	寿城-冷水江断裂	地壳断裂	张性	西高东低重力梯度带、 航磁正异常带	超基性岩、玄武岩、 花岗岩	
6	攸县-陆川断裂	地壳断裂	张性	西高东低重力梯度带	花岗岩、安山岩、玄武岩、 细碧岩	
7	吉安-四会断裂	岩石圈断裂	张性-剪性	重力正负异常交界带、 航磁负异常带	安山岩、玄武岩、流纹岩	
8	邵武-河源断裂	地壳断裂	张性-剪性	重力、航磁异常带	玄武岩、流纹岩	
9	丽水-大埔断裂	岩石圈断裂	张性-剪性	沿海重力梯度带西界		
10	沿江断裂	地壳断裂	压性-张性	航磁负异常间夹正 异常带		
11	南昌-歙县断裂	基底断裂	压性-张性	重力、航磁正负异常 交界带	超基性岩、基性岩、 蛇绿岩套	
12	德兴-乌镇断裂	基底断裂	张性	重力、航磁梯度带		陡山沱期台坡
13	萍乡-绍兴断裂	岩石圈断裂	压性-剪性- 张性	重力梯度带、航磁 异常串珠带		控盆、控相作用明显
14	桂林-零陵断裂		压性-剪性- 张性	重力梯度带、航磁 异常带	超基性岩、基性岩	控盆、控相作用明显
15	凭祥-大黎断裂	地壳断裂	压性-剪性	重力、航磁梯度带		
16	咸宁-大庸断裂	岩石圈断裂	张性			晚震旦世台坡
17	新晃-宜丰断裂	基底断裂	剪性-压性- 张性	重力、航磁正负异常 交界带		
18	城口-广济断裂	基底断裂	张性	重力梯度带	基性岩	控盆、控相作用明显
19	雾渡河断裂	基底断裂	压性-剪性	航磁正负异常突变带	基性岩、花岗岩	陡山沱期磷矿仅分 布于断裂北侧
20	天阳坪-监利断裂	基底断裂	压性-剪性			对锰矿的形成起 一定控制作用
21	滁河断裂	基底断裂	张性	重力正负异常交界带、 航磁梯度带		
22	龙门山断裂	基底断裂	张性-压性	重力梯度带		控盆、控相作用明显

### 第三节 华南裂谷盆地演化与 Rodinia 解体

华南新元古代裂谷盆地包括扬子陆块东南缘、西缘及北缘三个次级沉积盆地, 华南新元古代裂谷盆地的开启、演化及其与 Rodinia 超大陆解体的关系, 一直是我国地质学界关注的热点问题之一。

Rodinia 是中、新元古代 (ca.1300~850Ma) 沿格林威尔造山带 (Grenville) 汇聚而成的一个超级泛大陆 (Dalziel I W D, 1991; Hoffman P F, 1991; Moores E M, 1991; Li Z X et al., 1995, 2008)。Moores E M (1991) 根据格林威尔造山带的构造-地层对比、古地磁极移轨迹 (APWP) 等证据, 提出了北美 (美国西南部)、东南极及澳大利亚板块等陆块曾连接在一起、构成了元古代超大陆的一部分, 这就是著名的 SWEAT 假说。Hoffman P F (1991) 与 Dalziel I W D (1991) 通过古地磁及构造地层对比, 证实了中元古代晚期 (ca.1300~1000Ma) 全球范围内发生的格林威尔碰撞造山运动是形成这一时期超大陆的纽带。该纽带以北美地区长达 13000km 的格林威尔巨型造山带为代表, 全球各大陆块通过此造山带拼合形成了 Rodinia 超大陆。据此, 他们首次建立了一个全球超大陆的完整模型。

自 20 世纪 90 年代以来, 华南古大陆在全球超大陆重建的位置及其作用, 一直受到全球地质学家的高度重视, 从一开始的“中国南方位置不明”到现今各种大地构造模式的提出, 充分反映了中国华南板块在全球构造讨论中的重要位置 (王剑, 2000)。格林威尔造山带的形成时间为 ca.1300~1000Ma (Zhou J C et al., 2009; Zhao J H et al., 2011), 过去通常认为, 这一事件可能与华南晋宁-四堡造山事件基本相当 (王剑, 2000; Li Z X et al., 2003; Wang J and Li Z X, 2003b)。然而, 近年来越来越多的研究资料证实, 冷家溪群及其相当地层最年轻的碎屑锆石 U-Pb 年龄集中为 860~825Ma (Wang X L et al., 2007; Zhou J C et al., 2009; 高林志等, 2010a, 2010b, 2011a, 2011b; Zhao J H et al., 2011), 表明冷家溪群及其相当地层实际应属中新元古代, “四堡运动”不整合面可能与导致 Rodinia 超大陆形成的格林威尔期造山作用没有直接关系 (Wang X L et al., 2007; Zhao J H et al., 2011; 周金城等, 2014)。

但可以肯定的是, 华南自 ca.850Ma 开始, 由于超级地幔柱的上涌, Rodinia 超大陆进入引张阶段, 发生了全球性裂谷作用 (Hoffman P F, 1991; Li Z X et al., 1995; Li Z X, 1998), 华南裂谷系可能是 Rodinia 超大陆解体的全球裂谷系统的重要部分。导致 Rodinia 超大陆解体的动力学机制, 一直以来存在着较大争议, 概括起来有“超级地幔柱”模式 (Powell C M et al., 1994; Li Z X et al., 1999; Li X H et al., 2003; Li Z X et al., 2008) (图 1-2)、“俯冲碰撞造山”模式 (Zhou M F et al., 2002a, b, c) 和“造山后垮塌”模式 (Zheng Y F et al., 2007)。

综上所述, 已有研究成果已基本证实华南裂谷系的形成演化与 Rodinia 全球超大陆裂解密切相关 (王剑, 2000; 王剑等, 2009; Li Z X et al., 2003; Li X H et al., 2008, 2009; Wang J et al., 2001, 2003, 2013, 2015; Zhao J H et al., 2011), 主要表现在: ①华南“晋宁-四堡”运动的时间, 虽然比格林威尔造山运动较晚, 但它仍然是全球古大陆拼合的组

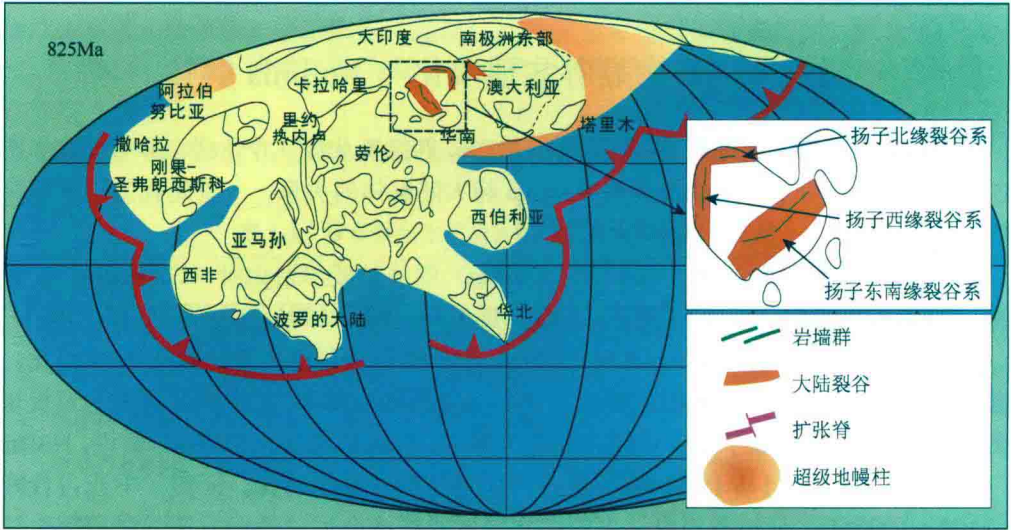


图 1-2 华南在新元古代 Rodinia 超大陆位置及 825Ma 超级地幔柱上涌 (Li Z X et al., 2008)

成部分；②新元古代，华南、南澳、北美西部三者均具克拉通裂谷盆地演化史，其盆地演化初始时间均在新元古代中晚期；③华南裂谷盆地的沉积-层序演化特征，与南澳、北美西部新元古代裂谷盆地的沉积-层序演化特征极为相似，其层序基本可相互对比；④具有相同或类似的火山-岩浆作用事件，尤以 ca.820~720Ma 为高峰的基性岩墙侵入、火山喷发及花岗岩侵入作用为特征；⑤新元古代全球冰川事件在华南、澳大利亚、东南极等古大陆上均有相同的形成时间及演化历史，各大陆均可对比；⑥新元古代之后，冰川作用事件在上述各大陆的发育情况完全不同，反映了华南从 Rodinia 超大陆裂谷盆地向被动大陆边缘盆地的转变。

有关华南新元古代裂谷盆地沉积旋回、火山岩浆事件、冰川事件、裂谷盆地形成演化过程及其与 Rodinia 解体的关系等，将在第二章有关章节详细讨论。

## 第二章 地层划分与对比

### 第一节 地层分区

为了便于构造-岩相古地理重建,本书地层区划分以大地构造单元为纲要,以三大裂谷系统为主线,以各省(自治区、直辖市)区域地质调查原有的地层区划划分方案为基础,并根据地层的岩性和沉积特征的空间变化进行适当的归并和调整。本书将研究区划为1个地层大区(华南地层大区)、2个地层区(扬子地层区和华夏地层区)、6个地层分区(扬子西缘分区、扬子北缘分区、扬子东南缘南段分区、扬子东南缘中段分区、扬子东南缘北段分区和东南地层分区)和若干个地层小区(表2-1,附图2)。

应当说明的几个问题是:

(1) 本书采用“板溪系”代表研究区裂谷开启(ca.820Ma)至冰期启动之前的裂谷充填序列,具体地层相当于原“板溪群”及其相当地层,大致与国际地层表中的拉伸系中、上部地层相当;采用“南华系”代表南华大冰期的早冰期、间冰期和晚冰期地层,与国际地层表的成冰系一致(附图2)。

(2) 在扬子西缘、北缘和东南缘北段和南段,原认为与湘黔桂、峡东地区南沱组相当的南华纪冰川杂砾岩,经确认实际包括早冰期和间冰期地层(王剑,2000;周传明等,2001;安志辉等,2014;邓乾忠等,2015;官开萍等,2016),已与南沱组原始定义不符,因此本书加引号(“南沱组”)以示区别。

(3) 扬子西缘的康定群(康定杂岩)一直被认为是古元古代—太古宙基底岩石(李复汉等,1988;冯本智,1990)。然而,随着锆石原位微区测年技术的广泛应用,大批新的高精度同位素年龄数据的提出,表明其实际上主要由新元古代(ca.850~750Ma)岩浆杂岩组成(Zhou M F et al., 2002b; 杜利林等, 2007; Zhao X F et al., 2008),且存在一些古生代岩浆成因锆石(赵俊香等,2006)。因此,康定群可能与哀牢山群一样,是后期构造推覆作用(如盐源-丽江推覆构造、龙门山推覆构造)形成的变质杂岩(王冬兵等,2013),已不属于本书研究范畴。

(4) 未将川西攀枝花盐边地区的盐边群纳入研究范围。一方面,其主要分布于安宁河-易门断裂以西,且与东侧的新元古代地层或岩体呈断层接触;另一方面,盐边群的形成时代一直存在争议,Zhou M F 等(2006a)认为其形成于ca.840~810Ma,Li X H 等(2006)认为是ca.920~860Ma,与杜利林等(2013)主张的ca.880~850Ma基本吻合,然而,任光明等(待发表资料)则获得了盐边群顶部凝灰岩的年龄为 $915 \pm 6$ Ma。因此,盐边群不属于本书研究范畴。

(5) 构造区划上,扬子北缘地层分区的武当小区、随县小区属于南秦岭构造带(张国伟等,1995)。南秦岭普遍接受扬子型震旦系陡山沱组和灯影组沉积,而北秦岭却完全缺