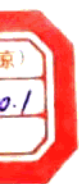


# 海南岛

## 大地构造与金成矿学

侯 威 陈惠芳 等著



科学出版社

## 序

海南岛,无论从其大地构造发展史特点,还是从找矿实践看,都已证明是具有重要成矿作用的构造区。系统地对这些成矿作用开展深入研究,阐明其矿产的分布规律及找矿依据,是有重大意义的。多年以来,许多地质学者对此早已注意,并已从各种不同学科、不同角度、不同学术观点,采用不同的技术手段,沿着不同的思路从事研究和勘探,发挥了各自的作用,且已取得重大的成就收到明显的效果。为了加快查明该处的地下资源,以利于宝岛的开发,为社会主义现代化建设服务,侯威博士(研究员)及课题组的同志们,从历史-因果论大地构造学的角度,对于上述问题作出初步研究,这应认为是有价值的尝试。

本专著的特色颇多,主要有以下几点:

1. 运用历史动力综合分析法的若干原则,对海南岛一些成矿作用的大地构造背景和控矿构造系进行分析,有助于对本区成矿时空规律的认识。

2. 通过前寒武纪结晶基底所代表的前地槽构造层的发现,为认识及重建海南岛有关地段早期壳体演化-运动史提供了依据,并为长期争论的一些有关大地构造问题开辟了一个途径。

3. 通过与前地槽阶段超镁铁质火山岩有关的绿岩带型金矿的发现,揭示了海南地区金矿蕴藏的前景,并为今后在区内找矿、勘探、成果决策的制订和找矿方向的确定提供了依据。

4. 根据本区金矿一些“多因复成矿床”的论证及模拟实验,对成矿作用与地壳演化的同步性,以及对“递进成矿”理论和“构造成矿”概念做了初步的阐明和验证。

5. 根据对本区脆韧性叠加剪切带与金成矿密切关系的阐述,以及把变形与变质统一研究的结果,使其在“构造地球化学”及“成矿构造学”中具有重要意义,又可为本区不同大地构造发展阶段变质作用差异的研究以及“叠加变质成矿作用”的研究提供一种依据。

总之,本专著提出了一些新的发现和新的看法,具有一定的开拓性和启发性,可为今后进一步研究海南岛及其邻近有关地区大地构造及金成矿学提供了有价值的参考文献。

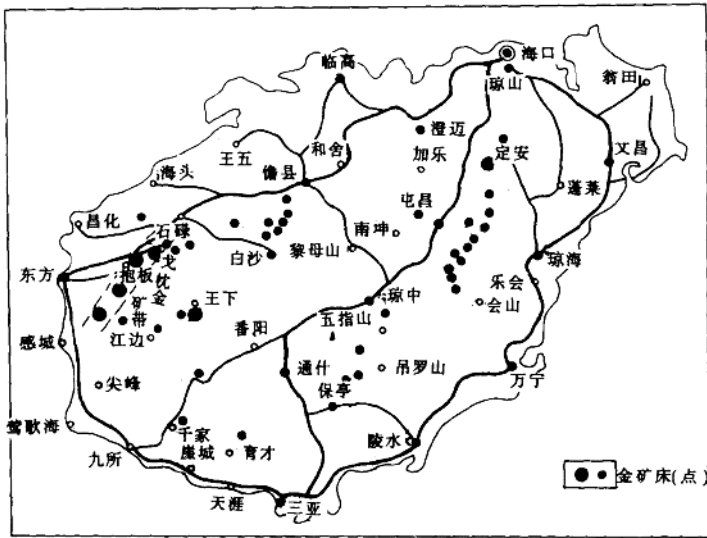
科学的进步要靠科研成果的不断积累。无数前人已经作出的辛勤劳动及卓越贡献为本成果的取得打下了良好的基础。不要忘记我们是站在先辈的成就累叠起来的基石上向上攀登的。

中国科学院院士 陈国达

1992.3.18,北京

# 前 言

海南岛是我国南海海域中最大的岛屿。该岛矿产资源丰富,尤以石碌富铁矿著称于世,素有宝岛之称。近年来,随着地质找矿工作的不断深入,又在该岛发现了金矿床,从而使其矿产资源更富有特色。海南金矿资源十分丰富,目前已发现 40 多个金矿(床)点,其分布遍及整个海南岛,但目前具有工业意义的金矿床集中分布在西部地区的戈枕金矿成矿带内(见海南岛金矿床分布示意图)。



海南岛金矿床分布示意图

在地质构造上,海南岛具有地洼区的活动性质(陈国达,1978),其地壳演化经历了前地槽、地槽、地台及地洼四个大地构造发展阶段。岛中、岛北太古宙-古元古代前地槽发展阶段形成的花岗(质)-绿岩系、中元古-早古生代地槽发展阶段形成的浅变质岩系、岛南区早古生代地台发展阶段形成的沉积岩系、全岛中新生代地洼发展阶段形成的砂砾岩,以及海西-印支期混合花岗岩、燕山期中酸性侵入岩、基性、中基性-酸性火山喷出岩、新生代玄武岩,构成岛内岩石基本组成部分。因本区地壳演化经历了多阶段,构造活动长期而剧烈,所以成矿作用具有长期性。太古宙-古元古代前地槽的大洋与大陆过渡型火山-沉积岩和火山岩,并形成原始金的矿源层或矿源岩。吕梁运动后地槽型海洋沉积作用伴随着从酸性到基性的火山喷溢,又形成铁、钴、铜、金等沉积矿床或矿源层,至加里东末期地槽回返发生褶皱时,产生区域变质作用。印支运动导致海南地壳演化进入地洼发展阶段,褶皱伴随着广泛的岩浆侵入活动,形成岩浆热液金矿床,前地洼构造层又受到热变质和动力变质作用的影响,形成相关的岩浆期后金矿床,或多次成矿作用叠加而形成的多因复成金矿床。

在太古宙-古元古代,本区受古北东构造系控制。从中元古至晚古生代以韧性→脆韧→韧脆→脆性递进变形的剪切作用为主,形成近东西向褶皱及断裂。中生代以北北东向的短轴状隆起与拗陷以及环状构造显著。新生代时,大部分地壳上升遭受剥蚀,另一部分则形成断陷盆地。海南岛局部地区,自新第三纪以来,发生下沉,在其邻近海域形成某些东西和南北向断陷盆地,并伴随有强烈的基性火山岩浆喷发。

海南岛颇有特色的地质环境和金矿资源,吸引着人们的注意。据东方县志记载,早在唐朝时期,于海南西部抱板、大田、二甲一带就有开采砂金矿史。1958年海南行署地质局对东方县甲田乡开展砂金普查工作。1960—1964年,广东省地质局区测队开展全岛1/20万区域地质测量时,发现了提那、二甲、长田、居便等砂金矿点,圈出黄金重砂异常区。尔后广东省地质局和冶金局下属的地质队也先后在区内开展过普查找矿工作。1976年中国科学院华南富铁科学研究所、广东冶金地质九三四队、南京大学等单位对抱板混合岩进行过地质调查,但未发现原生金矿。1981年中国地质科学院杨开庆在野外指导研究生论文工作时,曾指出石碌铁矿可能有伴生金矿。1982—1984年中国地质科学院地质力学研究所董法宪等对石碌铁矿伴生金进行了调查,证实石碌群这套变质岩系含金丰度很高,并有金矿化存在,提出有继续深入进行调查研究的必要性。1984年抱板、二甲原生金矿床相继被发现,并分别由有色九三四队和海南地矿局黄金分队进行勘探。1985年中国科学院大地构造研究所和地球化学研究所、冶金工业部海南铁矿联合开展石碌矿区及外围找金工作,找到了原生金矿点三处,陈国达院士曾亲临野外考察并对开展找金工作予以指导。继抱板、二甲发现原生金矿后,海南掀起了找金热潮,仅几年时间已发现遍及全岛的40多个金矿(床)点。但总的来说,海南岛原生金矿的发现及勘探与国内其他产金地区相比起步较晚。

自1985年以来,在海南岛,特别是西部地区,加强了地质科研工作,相继有中国科学院长沙大地构造研究所和地球化学研究所、中山大学、海南地质勘查局、海南地质矿产局等单位对戈枕金矿带内的矿床成因特征,以及成矿区中的地层、岩石、构造、物质组分等分别做了专题研究,提出了许多新认识,这些新认识对于全面总结海南西部金矿成矿条件、成矿规律,提高本区地质研究水平都是有益的。这些研究成果主要可归纳如下:

1. 金矿的形成是在抱板群富含Au的背景上,经混合岩化作用、构造糜棱岩化作用、岩浆热液作用及地下热卤水成矿作用,形成多因复成型金矿床(侯威,1989)。

2. 抱板-土外山金矿床是产于中晚元古代-早古生代混合岩中,具有混合岩化热液型、大气降水-变质水-岩浆水混合热液所形成的破碎蚀变岩型金矿床(赵吉良,1989)。

3. 加里东期的抱板群地层发生变质-混合岩化作用。在混合岩化过程中,金被活化而初步富集,燕山期岩浆侵入,携带大量金的岩浆热液与携带成矿物质的大气降水在深部混合,在有利构造部位形成矿床(肖志峰,1990)。

4. 抱板金矿床是典型的混合岩化过程中成矿,根本不存在后来的岩浆热液。矿床的形成经历两个阶段:一是混合岩化过程中形成的含金矿脉;二是进一步构造破碎矿化,故称之为混合岩化成矿-断裂作用富集型矿床(冯连顺,1989)。

5. 抱板地区赋存金矿的抱板群混合岩是侵入于中元古代的似斑状花岗岩体。金矿成矿时代为燕山期,成矿物质主要来自燕山期深部岩浆,矿床成因类型属含金剪切带型金矿叠加中温岩浆热液型金矿床及中温岩浆热液型金矿床(俞受鋈,1991)。

回顾以上的研究历史,不同观点争论焦点在于(1)成矿物质来源问题:是来自原始矿

源层,还是来自侵入的花岗岩岩浆?是来自海西-印支期混合花岗岩分异出的成矿热液,还是来自燕山期花岗岩岩浆热液?是纯属岩浆的热液,还是岩浆热液混入大气降水后形成的混合型成矿热液?(2)赋矿围岩的性质:赋矿围岩是区域变质岩,还是剪切动力变质糜棱岩?是混合岩化作用形成的混合岩,还是侵入的花岗岩体?(3)成矿时代问题:是前寒武纪,还是加里东期、海西期或燕山期?(4)矿床成因是单一成因,还是多因复成?

总之,关于戈枕金矿带及其矿床形成条件和矿床成因问题是一个争论不休,悬而未决的问题。除此之外,海西-印支期花岗岩及燕山期花岗岩是异地侵入体,还是原地重熔物?富铁矿床与金矿床是否有生因联系等问题,都是涉及找矿工程布置及制定矿产开发战略的关键问题。尤其是在海南金矿研究起步很晚,有些地质问题由于缺乏系统而完整的数据资料、没有认清其成矿规律,以及国家又急需勘探查清金矿资源的情况下,我们认为深入开展海南岛金矿成矿条件及成矿规律的研究具有重要的理论和实际意义。为此,我们提出在海南岛进行与地质找矿密切结合的基础地质研究,总结出符合客观实际的成矿规律,并将所获得的规律性认识及时向找矿生产延拓,以便产生社会效益和经济效益的设想。1988年2月,中国科学院召开“七五”黄金攻关论证会议,通过论证及专家们的审查,我们所提出的“海南岛金矿成矿规律与勘查”得以批准立项。

课题研究目的及任务是查清海南岛金矿成矿条件及成矿规律;划分金矿成矿区带;找到一批金矿(床)点,并从中优选靶区;及时将科研成果向找矿勘探延拓,与生产部门紧密合作,加速海南黄金地质找矿工作。为此,我们从以下五方面进行研究:(1)海南岛地壳演化与Fe-Co-Cu-Au成矿系列研究;(2)海南岛含金变质岩系基本特征;(3)典型金矿床成因与成矿模式,地球化学特征;(4)海南岛西部地区构造特点及金矿成矿条件;(5)海南岛地壳演化特征、金矿成矿条件、成矿规律。

这个研究课题在实际工作中经历了野外工作、勘探靶区优选及隐伏矿体预测,成矿理论向找矿生产延拓及实践验证、室内测试整理及编写报告几个阶段,至1991年2月已按期完成全部报告的编写工作,并于1991年8月通过了中国科学院科学技术成果鉴定。

本书是在科研报告《海南岛(北部)金矿成矿规律与勘查》基础之上,尊重专家审定意见修改而成,作为黄金勘查及靶区优选和储量预测保密资料部分没有撰入本书。文章由前言、结论和结束语以及正文八章组成。编写分工如下:

前言、结论 侯威;第一章 侯威;第二章 王可伏、侯威、彭格林;第三章 侯威、唐红峰;第四章 梁新权;第五章 陈惠芳;第六章 许德如、侯威、马金龙;第七章 侯威、许德如;第八章 侯威、陈惠芳、梁新权、唐红峰。全文最后由侯威、陈惠芳、彭格林修改整理。

本书中提出了海南岛构造演化及构造格局变迁、金的原始矿源层的存在,论述了花岗岩成岩作用中金的活化迁移,韧性剪切带的构造成岩成矿作用,金的赋存状态,金矿的矿化形式及垂直分带,探讨了构造应力场与物质调整对应规律,进行了金的构造成岩成矿实验学模拟研究;对典型金矿床的成矿条件、成矿作用、成因特点进行了专门论述,并建立了成矿模式,指出了成矿规律。因而较全面系统地阐明了含矿变质岩系、岩浆、构造与金矿之间的生因关系及海南岛大地构造与金成矿学。

由于我们水平有限,加之时间仓促,书中肯定存在不少问题甚至错误,望广大读者来函批评指正,以便我们今后做得更好。

· · ·

# 目 录

## 序

## 前言

<b>第一章 海南岛地质概况及其地壳演化基本特征</b> .....	(1)
第一节 海南岛地质概况.....	(1)
第二节 海南岛构造层的划分.....	(2)
第三节 海南岛构造系的基本特征.....	(4)
一、东西构造系.....	(4)
二、北东构造系.....	(5)
三、南北构造系.....	(5)
四、环状构造系.....	(6)
第四节 海南岛地壳演化与构造格局变迁.....	(8)
<b>第二章 变质地层及其与金矿成矿作用关系</b> .....	(10)
第一节 变质地层层序及时代.....	(10)
一、前寒武纪地层的提出.....	(10)
二、变质地层层序及其分布.....	(19)
第二节 变质作用.....	(21)
一、变质岩的岩石矿物特征.....	(21)
二、变质相带的划分.....	(24)
三、变质岩的时代研究及期次划分.....	(25)
第三节 变质岩的微量元素和稀土元素特征.....	(28)
一、变质岩的微量元素特征.....	(28)
二、海南岛变质岩的稀土元素地球化学特征.....	(33)
第四节 变质岩的原岩恢复及其成因.....	(40)
一、各类变质岩原岩恢复结果.....	(40)
二、抱板群变质岩的成因.....	(49)
第五节 变质地层的含金性.....	(52)
一、变质地层的原始含金性.....	(52)
二、混合岩系列的含金性.....	(53)
<b>第三章 海南岛花岗岩及脉岩的成岩作用基本特征</b> .....	(54)
第一节 花岗岩空间分布规律、地质特征及研究历史与现状.....	(54)
一、海南岛岩浆岩基本概况.....	(54)
二、花岗岩空间分布规律及地质特征.....	(54)
三、花岗岩的研究历史与现状.....	(59)
第二节 花岗岩形成时代.....	(60)

一、儋县岩体、琼中岩体形成时代	60
二、三狮岭岩体形成的时代	61
第三节 花岗岩岩石学和岩石化学特征	62
一、岩石学特征	62
二、岩石化学特征	63
第四节 花岗岩地球化学特征	67
一、微量元素分布	67
二、稀土元素含量	69
三、同位素组成	72
第五节 花岗岩的成因及其与成矿的关系	73
第六节 脉岩的成岩作用特征及其与成矿的关系	74
一、酸性岩脉	75
二、中、基性岩脉	75
<b>第四章 脆、韧性叠加剪切带基本特征及其金的成矿作用</b>	<b>79</b>
第一节 剪切带的基本概念	79
第二节 戈枕脆、韧性叠加剪切带基本特征	80
一、戈枕脆、韧性叠加剪切带的宏观特征	80
二、戈枕脆、韧性叠加剪切带糜棱岩及其显微构造	84
三、戈枕脆、韧性叠加剪切带应变分析及其演化史	88
第三节 剪切带金的成矿作用	91
一、戈枕脆、韧性叠加剪切带的成岩成矿特点	91
二、剪切带内矿物的转变作用研究	94
三、剪切带内元素的迁移与富集	99
四、剪切带金的成矿作用探讨	101
<b>第五章 金及金的赋存状态、金矿石的物质组成及主要矿物特征</b>	<b>103</b>
第一节 金及戈枕金矿带金的赋存状态	103
一、金的物化性质及结晶学特征	103
二、金的地球化学行为	104
三、金矿物及其分类	106
四、戈枕金矿带金的赋存状态	107
第二节 戈枕金矿带矿石的物质组成及主要矿物特征	108
一、矿石类型	108
二、矿石的结构构造	109
三、矿石的化学组成及微量元素含量	109
四、矿石中主要矿物特征	111
<b>第六章 元素地球化学行迹与金的成矿关系</b>	<b>118</b>
第一节 元素地球化学特征与金的成矿关系	118
一、元素分布特征	118
二、微量元素的共生组合特征及其指示意义	141

三、小结 .....	(153)
第二节 构造应力场与物质调整对应关系的探讨 .....	(154)
一、戈枕金矿成矿带构造应力场特征 .....	(154)
二、戈枕金矿成矿带物质调整 .....	(157)
三、戈枕金成矿带构造应力场与物质调整的规律 .....	(169)
<b>第七章 金的构造成岩成矿的实验学研究 .....</b>	<b>(170)</b>
第一节 实验的地质依据 .....	(171)
一、戈枕式金矿床成因 .....	(171)
二、石碌式铁、钴、铜、(金)矿床成因 .....	(171)
第二节 实验样品及设备概况 .....	(172)
一、实验设备概况 .....	(172)
二、实验样品的加工及其岩石特征 .....	(172)
第三节 实验方案的选择、实验过程及结果分析 .....	(174)
一、实验方案的选择及实验过程 .....	(174)
二、实验结果观察及分析测试 .....	(175)
第四节 小结 .....	(192)
<b>第八章 金的成矿作用、矿床成因及成矿规律 .....</b>	<b>(193)</b>
第一节 金的成矿作用 .....	(193)
一、金的物质来源 .....	(193)
二、成矿热液的性质 .....	(201)
三、成矿溶液的迁移途径和迁移形式 .....	(209)
四、金的成矿时代与成矿期次 .....	(212)
第二节 戈枕式金矿成因与成矿模式 .....	(216)
一、矿床成因分析 .....	(216)
二、戈枕式多因复成金矿床成矿模式 .....	(217)
第三节 戈枕式金矿成矿规律与找矿方向 .....	(219)
一、金矿源层分布特点及规律 .....	(219)
二、“三位一体”规律 .....	(220)
三、矿化形式的垂直分带规律 .....	(220)
四、金成矿带受韧性剪切带控制规律 .....	(220)
五、侧羽、等距规律 .....	(220)
六、围岩蚀变与金的迁移富集 .....	(221)
<b>结语 .....</b>	<b>(223)</b>
<b>主要参考文献 .....</b>	<b>(228)</b>
<b>图版</b>	



# 第一章 海南岛地质概况及其地壳演化基本特征

## 第一节 海南岛地质概况

海南岛整体轮廓似椭圆形,屹立于南海之中,以琼州海峡与中国大陆相隔。在地质构造上,本岛具有地洼区的活动性质。以近东西走向的九所-陵水深大断裂为界,岛南、岛北具有不同的地壳演化历史,岛北区属东南地洼区(一级)琼雷地洼系(二级)的南延部分;岛南区属南海地洼区的北缘(陈国达,1978)。因此整个海南岛大地构造位置处于东南地洼区与南海地洼区的交接与过渡地带(图1-1)。

海南岛地壳演化经历了前地槽、地槽、地台及地洼四个大地构造发展阶段(侯威,1992)。东南沿海有浙-闽-粤-桂古海西地槽褶皱带,其弧顶部分恰经海南岛岛北地区,因此,岛北区属于古海西地槽的组成部分。岛北区的地槽阶段构造发展与东南沿海大陆构造发展基本相同,不同的在于地槽发展迁移方向不是由北而南,而是由南向北。岛南区与南海陆缘海型地洼区的北部海域构造发展类同。岛南区经晋宁运动地槽褶皱回返进入地台发展阶段,属于晋宁古地槽或后晋宁古地台;岛北区地槽发展阶段一直延续到二叠纪末,经海西运动才褶皱回返,属于继承性古海西地槽或后海西古地台。整个海南岛又都于中生代之初同时进入地洼发展阶段,它现今的大地构造性质属于活动性的地洼区。

海南岛出露古元古代以来的地层,其中包括早古生代寒武-志留纪的南碧沟群和晚古生代石炭纪至二叠纪的南好组、青天峡组、乐东河组、峨查组、鹅顶组、南龙组。过去一度曾被认为寒武纪及泥盆-早石炭世的抱板群和石碌群,经近年来研究认为其时代属前寒武纪(张仁杰,1989)。抱板群由花岗-绿岩地体组成,为金矿的主要赋存层位,构成前地槽构造层的主体部分,确定其形成时代为太古宙-古元古代;石碌群由具复理石碎屑建造的沉积变质岩系和变质火山岩系组成,为铁矿的重要层位、属地槽早期构造层的主要组成部分,确定其形成时代为新元古代,岛南地台型沉积的寒武-奥陶系大茅群、大葵群、沙塘群、山坡群、干沟群集中分布于三亚一带,为后晋宁古地台;岛北地台型沉积石炭系至二叠系属后加里东古地台。在后晋宁古地台型沉积建造和后加里东古地台夷平面之上尚不整合着中生代的岭文群、鹿母湾群、报万群和新生代第三纪的具有陆相类磨拉石建造组合特征的地洼型沉积岩系。

海南岛岩浆岩分布广泛,具有多期多次活动特点,以地槽晚期(袁奎荣等,1982)和地洼初动期的印支期酸性混合花岗岩、花岗岩及地洼激烈期中酸性花岗闪长岩、花岗斑岩侵入为主,其次为地洼激烈期末的中酸性火山岩的喷发,中生代晚期-新生代初期有少量基性-超基性岩的侵入和较大面积的玄武岩的喷发。前寒武纪的前地槽型花岗(质)岩、古生代的地槽型辉长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩均以残留体形式残存在海西-印支期混合花

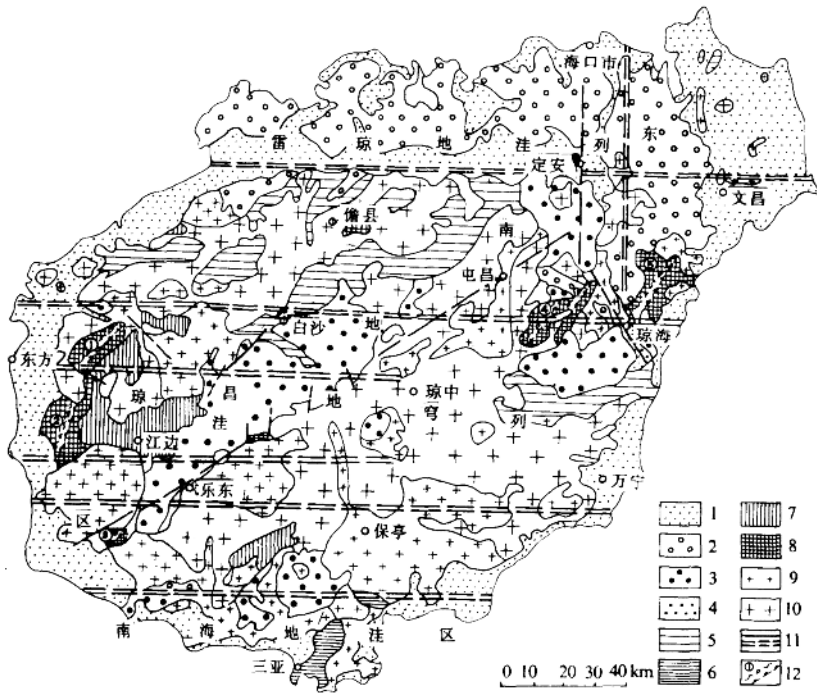


图 1-1 海南岛大地构造略图

地槽构造层(■): 1, 2——余动期亚构造层; 3——激烈期亚构造层; 4——初动期亚构造层。地台构造层(□): 5——后加里东地台构造层; 6——后晋宁地台构造层; 地槽构造层(□): 7——海西期地槽构造层; 前地槽构造层(X): 8——前寒武纪地槽构造层; 9——燕山期花岗岩; 10——海西-印支期花岗岩; 11——断裂及推测断裂; 12——脆、韧性叠加剪切带①: 枕, ②: 大蟹, ③: 冲卒, ④: 黄竹, ⑤: 烟塘

岗岩、花岗岩组成的巨大岩基之中。

海南岛的矿产资源比较丰富, 现已发现的各类矿产有 50 多种, 已探明有各级储量的矿产 30 多种, 产地 80 多处。其中有大、中型矿床 45 个(原生矿 27 个, 砂矿 18 个), 小型矿床 39 个。岛西北地区矿产比较丰富多样, 金属矿产有铁、钴、铜、铅、锌、金、银、钨、锡、铀; 燃料矿产有褐煤、油页岩; 非金属矿产有磷、水泥灰岩、白云岩、重晶石、石英岩、石英砂、粘土; 岛北火山岩区有铝土矿、宝石、沸石、膨润土、硅藻土; 滨海砂钛矿、锆英石、独居石、金红石等则集中分布于东部海岸带。其中, 石碌富铁矿床早著称于世, 近年来又在岛西发现土外山、抱板、二甲、布磨等金矿床, 从而使海南岛的矿产资源变的更具特色。

## 第二节 海南岛构造层的划分

根据大地构造单元基本特征的识别依据, 对海南岛的实际地质资料及其获得的新认识进行对比、分析、加以判别和划分, 其中沉积建造、岩浆建造、变质建造及构造型相是划分构造层的最主要依据。下面我们就上述的三大建造和一个改造对海南岛进行构造层划

分(表1-1)。从表1-1中可以看出,海南岛大地构造发展经历了前地槽、地槽、地台、地洼四大发展阶段。

表 1-1 海南岛地质特征及大地构造发展阶段划分

地 层 系 统			岩 性	沉积建造与岩相	岩浆活动	变质作用		构造型相	大地构造发展阶段				
界	系(统)	群(组)				期	阶段		期	阶段			
新 生 界	第四系		砂质粘土、砂、砂砾玄武岩及火山碎屑岩	陆相、滨海相,砂泥、砂砾沉积	强 烈 玄 武 流 发 小 的 岩 岩 侵 入	断 裂 边 缘 接 触 变 质	断 裂 发 育。以 东 西 向 压 剪 断 裂 为 主,次	级 北 东、北 西 南 北 向 断 裂 与 其 配 套	余 地 动 地 动 地	余 地 动 地	余 地 动 地	余 地 动 地	
		上 新 统	海口组	贝壳碎屑、砂砾、粘土夹玄武岩层									砂泥、砂砾、岩建造;浅海、滨海相
	中 新 统	长流组	含海绿石页岩,粘土质砂砾岩夹玄武岩层	含煤,油页岩建造									
	下 第三系	渐新统	瓦窑组	含砾、粗砂岩、细砂岩互层									陆相砂砾岩建造
		始新统	长昌组	砂砾岩、油页岩夹褐煤									陆相砂砾岩建造
		古新统	昌头组	红色砂砾岩、油页岩									陆相砂砾、泥岩建造
	中 生 界	白垩系	上统	报万群									复矿砂砾岩、页岩夹火山碎屑岩
下统			鹿母群	红色复矿砂砾岩、粉砂岩、页岩	类磨拉石建造								
侏罗系		中统	岭文群	复矿砂砾岩、石英长石砂岩、页岩	陆相砂砾、砂页岩建造								
		下统		(岛北) (岛南) (岛北) (岛南)	(岛北) (岛南) (岛北) (岛南)								
上 古 生 界	叠 系	上统	南龙组	硅质页岩、泥灰岩、砂岩互层、夹煤线	海陆交互相;含煤建造	中 酸 性 岩 浆 侵 入	未 见 有 岩 浆 岩 活 动	短 轴 宽 缓 褶 皱	余 地 动 地 台	余 地 动 地 台	余 地 动 地 台		
		下统	鹅项组	含生物碎屑燧石灰岩、页岩	浅海碳酸盐建造								
		峨查组	石英砂砾岩,中细粒砂岩及泥质页岩	浅海、滨海相;砂页岩建造									
	石 炭 系	上统	乐东组	砂岩、粉砂岩夹灰岩	浅海相;砂页岩、碳酸盐建造								
		下统	青天峡	砂质页岩夹白云岩、灰岩,石英砾岩	浅海相;页岩建造								
		南好组	页岩、白云岩、灰岩、石英砂岩	浅海相;页岩建造									
泥盆系													

续表 1-1

地层系统			岩性	沉积建造与岩相	岩浆活动	变质作用	构造型相	大地构造发展阶段														
界	系(统)	群(组)						期	阶段	期	阶段											
下古生界	奥陶系	下沟群	碎屑岩	浅海相, 碳酸盐建造、复理石建造	粗碎屑岩建造 碎屑岩建造 笔石页岩建造 碎屑岩—碳酸盐建造 碳酸岩建造 含磷酸盐建造	未见有岩浆岩活动	弱断裂变质	半紧闭型褶皱	箱状褶皱	稳定	地台	余动	地									
		上统	山坡群							石英岩、碎屑岩				稳定								
		中统	南塘群							碳质页岩、含砂页岩、互层白云岩、灰岩				初定								
		下统								礁沟				结晶灰岩、石英砂岩								
		上统	寒武系							大茅群				含多层块状岩、钙质石英	初定							
		中统								大茅群												
		下统																				
		上古界	震旦系							石上亚群				白云岩、二透岩、长英质火山岩夹赤铁矿、铜钴(金)矿	海相含铁长英质碳酸岩建造	基性火山岩喷发	中浅变质	半紧型褶皱及脆韧性剪切带		地槽	激烈	槽
		青白口系	群下亚群							石英岩、白云母片岩、熔结角砾岩				火山—沉积碎屑岩建造	混合花岗质岩形成结晶基底	深变质						
		中元古界	蓟县系							群下亚群				石英岩、白云母片岩、熔结角砾岩	火山—沉积碎屑岩建造	混合花岗质岩形成结晶基底	深变质	紧闭型褶皱及韧性剪切带	前地槽	前地槽	前地槽	前地槽
下元古界	长城系	地板群	白云母片岩、斜长角闪片岩、花岗岩、科马提岩	海相火山岩沉积建造、花岗岩(质)—绿岩建造	混合花岗质岩形成结晶基底	深变质	紧闭型褶皱及韧性剪切带	前地槽	前地槽	前地槽	前地槽	前地槽										

### 第三节 海南岛构造系的基本特征

#### 一、东西构造系

海南岛东西构造系以断裂带为主, 概括起来有 6 条, 自北向南为: (1) 王五-文教构造带, (2) 昌江-琼海构造带, (3) 东方-琼中构造带, (4) 感城-五指山构造带, (5) 尖峰-吊罗构造带, (6) 九所-陵水构造带(图 1 2)。其中横贯全岛, 对地层、构造、岩浆发展起重要控制作用的有两条, 即九所-陵水东西构造带和王五-文教东西构造带, 尤其是前者。现将其主要地质构造特点概述如下:

九所-陵水构造带位于海南岛南部  $18^{\circ}15'$ — $18^{\circ}38'$  之间, 呈近东西向, 延长约 105km。由于这条构造带形成于前寒武纪前地槽阶段并具有长期的活动历史, 使构造带南、北两侧的地层分布、岩性、岩相及大地构造性质产生明显的差异。该带以南是后晋宁期古地台发育区, 而以北是古加里东期地槽发育区。构造带内有东西向破碎带、断面擦痕、构造透镜体, 除具东西向压性断裂外还伴随产生次级南北向张性断裂及北西、北东向剪性断裂。构造带对地槽型花岗岩, 特别是对地注型岩浆活动起着明显控制作用。该构造带又明显地控制着地形地貌, 它是海南岛中部山区和南部丘陵、平原的分界线。根据断裂带控制着后晋宁古地台和加里东古地槽的发展, 构造带内又有燕山期地注阶段花岗岩和火山岩呈东西

分布,以及构造带控制第三纪火山活动及近代地震,说明从前寒武纪已开始活动,活动持续时间较长,一直延续到目前尚在活动。

由6条东西构造带组成的东西构造系,根据它们对地层分布、岩浆活动等方面的控制作用分析,各构造带的主要发生、发展时期,在全岛范围内,似有从南往北,由老到新的规律性:九所-陵水构造带元古代前地槽阶段已初具规模;尖峰-吊罗构造带、感城-五指山构造带、东方-琼中构造带、感城-五指山构造带、东方-琼中构造带,控制中生代地洼早期阶段的大量酸性岩浆侵入;昌江-琼海构造带控制了燕山晚期地洼中期阶段的许多补充侵入体的分布;王五-文教构造带主要控制了新生代的玄武岩和地层分布,说明它的强烈活动时期主要在喜马拉雅期。

## 二、北东构造系

海南岛北东构造系表现为北东向短轴隆起(地穹)和拗陷(地洼盆地)以及它们的边缘断裂。北东构造系自岛东至岛西由阳江拗陷、琼中隆起、白沙拗陷、儋县隆起、琼西拗陷,以及龙门-莺歌海断裂、戈枕脆、韧性叠加剪切带等组成。北东构造系在空间上呈雁行有规律的分布,在时间上开始于地洼阶段印支期。不过通过近期对北东向戈枕脆、韧性叠加剪切带的研究,该断裂带内的构造岩或地层常具有三组片理,根据片理的穿插关系,可分出早期北东向片麻理、中期近东西向片理和晚期北北东向片理。中期近东西向片理又与海西地槽发展阶段形成的近东西向褶皱带方向一致,北北东向片理与地洼阶段印支期花岗岩原生片理相吻合,因此可推测早期北东向片麻理形成时间可能在前地槽发展阶段。综上所述,北东构造系可能产生于前寒武纪,古生代岛南北先后进入地台发展阶段后活动较为缓和。中三叠世以后,再度强烈活动,并于白垩纪达到高潮。北东向构造系控制了海南岛主要金矿带的分布,如北东向戈枕脆韧性叠加剪切带控制了土外山、抱板、二甲等金矿床形成戈枕金矿带。

## 三、南北构造系

海南岛南北构造系大致在岛内 $110^{\circ}10'$ — $111^{\circ}00'$ 、北纬 $19^{\circ}10'$ 以北地区,呈现出一个宽缓的南北向隆起带,称为琼东北隆起带。隆起带中有海口-定安、海军-乌坡等南北向大断裂(图1-2)。整个南北向构造系控制了海南岛东部新生代基性、超基性岩浆多次喷发和溢出,大面积的玄武岩呈南北向展布,同时对新生代沉积的分布、发育也具有一定的控制作用,位于此带中的第三纪长昌盆地,长轴呈南北向延伸。构造带内沉积地层的展布方向与构造带一致。岩层中的挤压片理、片麻理方向亦呈南北向延伸。海军-乌坡南北向断裂带明显地控制了部分中、酸性岩浆活动。屯昌岩体及其南端的中酸性、基性岩脉成群作南北向分布。该南北构造系向北可和雷州半岛南北向构造断续相连。从上述构造特征可以发现,海南岛南北构造系在印支时期已有显示,而主要的活动时间是燕山运动以后,表现为深大断裂发育,地震十分强烈。南北向构造系与北东或东西构造系的交接部位常是金矿床(点)的产出位置。

## 四、环状构造系

### 1. 环形构造

海南岛整体是一个大的环形构造,该环形构造是由中心环体(五指山,中生代地洼期侵入火成岩体)及环绕它的中间环带、外环带构成。其中,中间环带内又含若干个小环形构造,这些小环形构造控制着中生代地洼期花岗岩、花岗斑岩、石英斑岩的侵入及地洼阶段安山玢岩、流纹岩、火山碎屑岩的喷发,外带则控制着海西-印支混合花岗岩、花岗岩分布。它们的地球物理特性表现为:中心环体具有较高的负值布格异常,外环带则有较低的负布格异常或正布格异常,中间环带界于两者之间。由中心环体向外环带地壳厚度由厚变薄。在中心环体与中间环带、中间环带与外环带的接触带上,见有弧形压剪性断面、斜向阶步及擦痕。通过对各环带之间错动方式分析,该环形构造在水平方向上,外环带(外旋层)具有右旋顺时针扭动方式,中环带(中旋层)具有左旋逆时针扭动方式,中心环体具有右旋顺时针的扭动方式,同时在垂向上又有差异的升降运动,从外环带到中心环体,差异升降逐渐增大。这种具有旋转拱升的现象,可能是水平和垂直两个方向作用力叠加、复合及联合作用所致(乐光禹,1981)。

### 2. 花边构造

花边构造也是一种由于构造叠加并产生复合、联合而形成的较为复杂的构造。

在以五指山为中心的海南穹隆的四周围绕着由前寒武纪—古生代地层组成的长量向斜、南坤向斜、石碌向斜、钢村向斜、烈东向斜、江边向斜、钢材岭倒转向斜、沟濂倒转向斜为代表的呈弧形的压剪性结构面,这些结构面虽然没有固定的方向,但都围绕海南穹隆转来转去,并且可断断续续连接在一起,表现出“花边”构造的形态。在主干花边外围尚发育有一系列与之协调展布的次级背、向斜,这一系列的次等级的背斜和向斜所代表的压剪性结构面又构成了多层次的花边,侯威(1982)曾将其定为海南荷叶边构造,为了使其更加形象化,故改称花边构造。其基本特征如下:

(1)海南花边构造是多次构造叠加,并且叠加和被叠加构造相互交替重复为主发生持续作用形成的复合、联合构造系。它既受固有的东西构造系和北东向构造系的限制,又受它们复合、联合所形成的构造应力场的控制。

(2)在空间上,它们出现在海南隆起的周围。在时间上,根据受其改造的最新地层是三叠纪的岭文群,以及与之伴生的是白垩纪断陷地洼盆地,又根据其北部被第三纪基性火山喷出岩所覆盖,推断它形成及活动时代为地洼发展阶段印支-燕山期。

(3)它控制着被改造了的前地槽古老结晶基底和地槽变质岩系的分布。

### 3. 涡轮状构造

海南隆起并非是似圆球形的均匀隆起,而是以五指山为中心向岛四周,出现四座弧形辐射状山脉,这四座山脉是东黎母岭山脉、雅加大岭山脉、西黎母岭山脉和吊罗岭山脉。在四座山脉中间尚分布着弧形奔展的万泉河、南渡江、昌化江、宁远河四大水系,这些山脉以弧形展布的褶皱轴和断裂为特征,由旋转中心(五指山岩体或五指山环形体)为核心,向四

周撒开,大致呈涡轮状辐射式展布,其旋卷面的力学性质具有压剪性。涡轮状构造不仅在地形地貌上及遥感卫星照片中表现明显,而且在地球物理方面也有明显反映,旋转中心具有较高的负布格异常(-42mGal),旋卷层随着撒开由-38mGal 降到-12mGal。地壳厚度从中心体的 35km,沿旋卷面逐渐降至 31km。对雅加大岭旋卷面沿着其走向进行追索观察,该旋卷面由北东逐渐转变为东西向后,又转向北东后逐渐尖灭,总体形态呈向南西突出的弧形,它的弧顶在布磨、公爱一带发育着一系列向南西方向逆冲的断层,并有垂直旋卷面的次级断层。上述特点表明了旋卷中心和外旋层之间存在着差异运动。将涡轮构造与前述的环形构造对照分析,4 个旋卷面弧形突出的部分均处在环形构造的中环带,弧形突出所围的地段恰与中带的小环形构造复合,旋卷面局部地段常常迁就早期的剪切带。

上述的环形构造、花边构造、涡轮构造实际上是同处在一个壳体范围之内及被作用的范围大小基本一致,都产生在中生代地洼发展阶段并迁就和改造了前地洼阶段的不同构造系的成分,又都是由于多种力源复合、联合形成的统一应力场作用之中的构造成分,并依一定的分布配合方式所组合,在生因上具有紧密的联系复杂的构造系统,所以可将它们统称为海南环状构造系(图 1-2)。

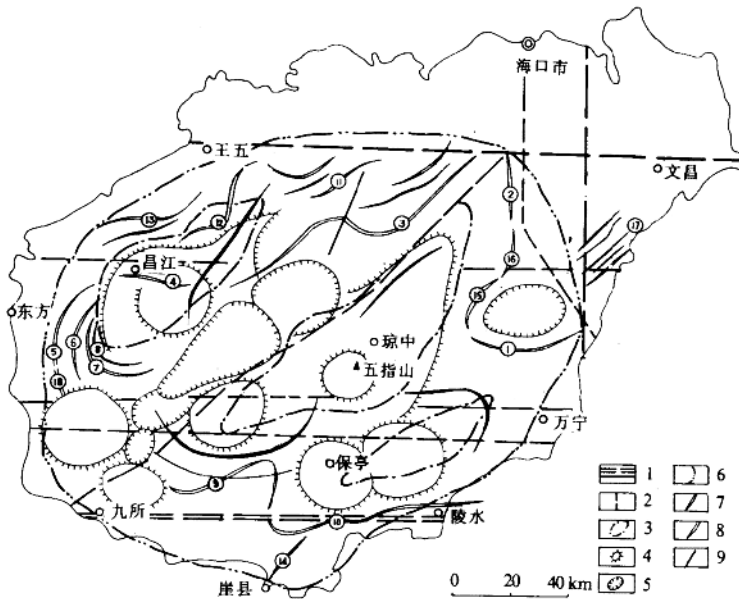


图 1-2 海南岛构造系略图

- 1——东西构造系的断裂带;2——南北构造系的断裂带;3——北东构造系的地穹;4——环状构造系的隆起区;  
 5——环状构造的拗陷区;6——环状构造带;7——背斜轴或岩体隆起轴;8——向斜轴;9——断裂;①——沟濠倒  
 转向斜;②——长量向斜;③——南坤园向斜;④——石碌复向斜;⑤——网村复向斜;⑥——陀烈向斜;⑦——江  
 边向斜;⑧——报白向斜;⑨——钢材岭倒转向斜;⑩——陵水向斜;⑪——加乐向斜;⑫——军营向斜;⑬——洛  
 南向斜;⑭——崖县向斜;⑮——龙江向斜;⑯——营琼向斜;⑰——琼村复式向斜;⑱——烈东向斜

## 第四节 海南岛地壳演化与构造格局变迁

大地构造就型式上说,可因研究角度、组织成分及包含内容不同分为两种。一种是构造区,另一种是构造系。构造区是从地壳发展的角度去研究,它们是在一定发展阶段内由各种不同的中小构造、结合其他地质因素所组成。构造系则是从中小构造的组合形态出发去研究,它们是在各个构造区里面或它们之间,又或相邻若干构造区的较大范围内,于一定的地壳发展阶段中,由中小各级构造依一定方向和系统分布排列组合而成的。因此,研究大地构造时,应包括两方面,即一方面通过构造区的识别和划分来进行,另一方面也要通过构造系的鉴别和区别来配合。为了更全面地认识海南岛大地构造与成矿问题,我们将二者结合起来阐述海南岛地壳演化及其构造格局变迁的地质发展史。

太古宙-古元古代为前地槽发展阶段。这时海南岛的南、北地壳构造已有一定的差异,在九所-陵水断裂以北的岛北地区形成一套受过强烈区域变质和花岗岩化、混合岩化的“花岗(质)岩-绿岩”建造,抱板群构成了前地槽构造层的主体及本区的结晶基底(符国祥,1991)。构造型相为北东向的紧闭褶皱并形成穹隆。它是华夏古陆的一部分且处在华夏古陆的南部。岛南则可能仍然处在古地中海海槽的控制之中。控制前地槽发展阶段的构造是古北东构造系。

从中元古代早期开始进入地槽发展阶段。这时岛北区处于浅海环境,在抱板群花岗(质)岩-绿岩之上堆积了石碌群,它是一套厚达数千米的浅海相砂页岩、浊积岩,并有多次基性、中基性海底火山喷发,形成了具有复理石建造、砂页岩-火山岩建造、细碧角斑岩建造、拉斑玄武岩建造、含铁碳酸盐建造、火山碎屑岩建造及砂页岩-碳酸盐建造等(彭格林,1990)。经晋宁运动后,岛南褶皱回返并进入地台发展阶段,岛北则继续大幅度下沉,地槽继续发展,直到加里东运动后,岛北区才普遍发生近东西向褶皱和区域变质,并伴有加里东期花岗闪长岩岩浆侵入。随后,于泥盆纪岛北转入地台发展阶段,而岛南则于志留纪末整体上升隆起后,至早三叠世一直处在台地夷平剥蚀阶段(刘以宣,1984)。岛北地台发展阶段时间比岛南短,仅是晚古生代。

岛北区为后海西古地台区。它的地槽发展过程中产生了近东西向的半紧闭型褶皱,并伴随有东西向断裂带出现。通过岩相古地理恢复表明(侯威,1982):海南岛在地槽发展阶段主要受南北向挤压而产生的东西向构造系控制。

中三叠世整个海南岛进入地洼发展阶段。这时无无论在构造型相、沉积建造、岩浆活动、变质作用等方面都显现出了新型活动区所具有的特征(陈国能,1987)。地洼发展的初初期( $T_2-J_3$ )北东向的长亘形隆起、褶皱、断裂开始活跃,构造反差增强,出现地洼盆地。其中堆积有分选性差、稳定性小,厚度变化又相当大的陆相砾岩、砂页岩建造。同时还有大面积的重熔、交代型花岗岩形成。反映地壳重新强烈活动。白垩纪为地洼激烈期,此时地貌反差更大,在地洼盆地中堆积了红色复矿砂砾岩建造、类磨拉石建造。表明它们是构造运动强烈,地貌反差显著的大地构造环境产物。

激烈期中的岩浆活动十分强烈,以同熔型花岗岩侵入为主,并有中酸性、中基性火山岩喷发形成岩被。该期褶皱及剪切带活动强烈,多形成紧闭倒转褶皱和环形构造以及脆性剪切带。第三纪初( $E_1$ )开始进入余动期,主要形成含煤、油页岩碎屑岩建造和粘土砂岩建



造。余动期构造演化受东西向及南北向构造系的控制,形成许多断裂控制的拉张性盆地。岩浆活动以大量玄武质岩浆喷发为主。至今海南岛仍在继续上升,表现以垂向作用为主。

根据上述海南岛不同大地构造演化与构造格局特点可以看出:海南岛前地槽发展阶段受古北东构造系控制,于地槽发展阶段叠加了东西构造系,地洼初动期北东构造系又叠加在东西构造系之上,地洼激烈期北东构造系与东西构造系产生联合,地洼余动期的东西构造系和南北构造系又叠加在联合构造系之上。当南、北向挤压应力作用在早已存在的古北东构造系时,或者北西—南东向挤压应力作用在早已存在的东西构造系时,由于后期应力作用受到早期构造带作为边界条件的束缚,便产生应力分解,使先期构造带发生力学性质转化,致使古北东构造系变为压剪性质,并作左旋剪切;当北东-南西方向挤压时,东西构造带变为压剪带,并作右旋剪切;当晚期南、北向挤压应力作用在北东构造系时,又产生左旋剪切,这样重复的构造应力场变化,导致重复的左、右旋剪切作用,一方面使岛内的剪切带反复错动,另一方面使海南岛最终形成环形块体。

综合上述大地构造演化和构造格局变迁(表 1-2)可以看出,海南岛经历复杂和多阶段地壳演化过程。在复杂和多阶段的大地构造演化中,构造格局也不断变迁,它的变迁同大地构造演化一样,不是简单的重复,而是由简单到复杂,由低级向高级方向发展。多阶段的地壳演化与多阶段的构造格局变迁为金的多阶段成矿提供了条件(黄香定,1991)。

表 1-2 海南岛大地构造演化与构造格局变迁

	大地构造演化阶段	前地槽阶段	地槽阶段	地台阶段	地洼阶段		
					初动期	激烈期	余动期
构造格局变迁	主应力作用方向	北西-南东向	南北向	垂向升降	北西-南东向为主,南北向次之	北西-南东向和南北向同时作用	南北向为主,北西-南东向次之
	主应力作用方式	挤压	压剪	垂向挤压	压剪	压剪	压剪
	构造线展布方向	北东-南西向	东西向为主,北东向次之	无	北北东向为主,东西向次之	环状	南北向和东西向
	主要构造系	古北东构造系	东西构造系叠加在古北东构造系	不明显	北东构造系	环状构造系	东西构造系、南北构造系
	构造复合与联合	无	复合	无	复合为主,联合次之	联合	复合为主,联合次之