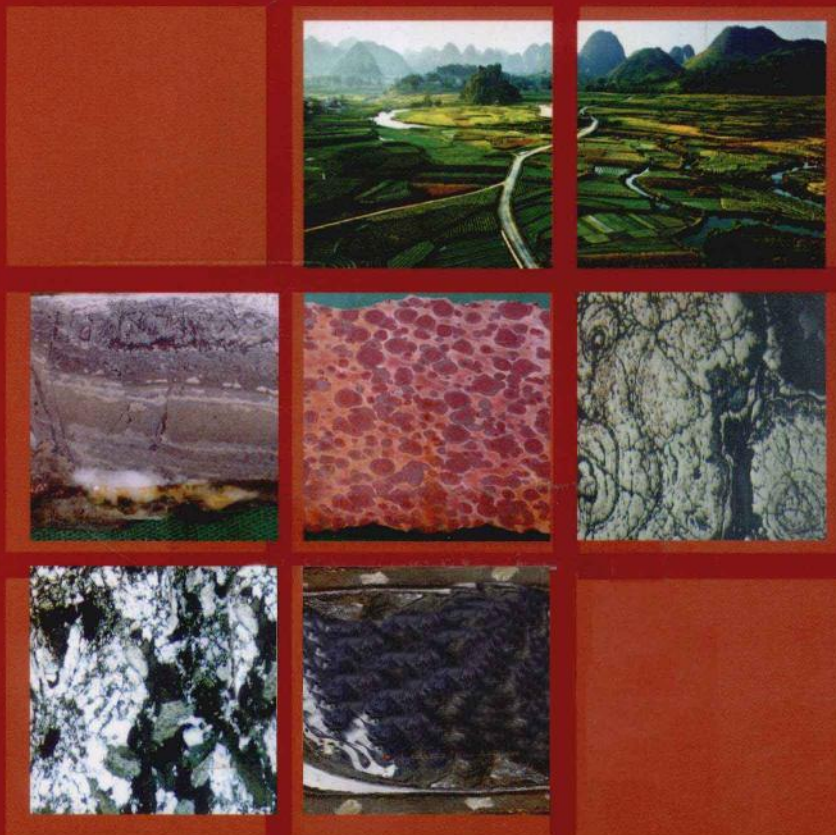


广西科学基金资助项目(桂科基0236066) 资助
广西“新世纪十百千人才工程专项资金”

广西**热水**沉积矿床

成矿作用及找矿评价

李 毅 陈大经 李赋屏 著
彭振安 徐文杰 杨 勋



地 质 出 版 社

广西科学基金资助项目（桂科基 0236066） 资助
广西“新世纪十百千人才工程专项资金”

广西热水沉积矿床成矿作用 及找矿评价

李 毅 陈大经 李赋屏 著
彭振安 徐文杰 杨 勋

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书介绍了广西热水沉积矿产的种类、主要热水沉积岩及典型热水沉积矿床的地质特征,划分了广西热水沉积矿床成矿系列的类型,论述了矿床成矿系列的地质特征及成矿机理,建立了矿床成矿系列的成矿模式,系统论述了广西热水沉积矿床的成矿环境、矿床时空分布规律、矿化富集规律及热水沉积地球化学,总结提出了广西热水沉积矿床的找矿评价标志,指出了找矿方向,是作者多年来应用热水沉积成矿理论对广西热水沉积成矿作用进行系统研究的最新总结。

本书内容丰富、资料翔实、观点新颖、图文并茂,可供从事热水沉积矿床勘查和研究的地质人员、高等院校地质专业师生及地勘行业管理干部参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

广西热水沉积矿床成矿作用及找矿评价 / 李毅等著.

—北京:地质出版社,2010.3

ISBN 978-7-116-06609-0

I. ①广… II. ①李… III. ①沉积矿床-成矿作用-研究-广西②沉积矿床-找矿-研究-广西 IV. ①P611.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 042533 号

责任编辑:宫月莹 孙亚芸

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

咨询电话:(010)82324508 (邮购部);(010)82324569(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京天成印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17 彩版:7 面

字 数:410 千字

版 次:2010 年 3 月北京第 1 版·第 1 次印刷

审 图 号:GS (2009) 1754 号

定 价:52.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-06609-0

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

热水沉积矿床是指“在热水介质中（海水、湖水、热泉等，水温在 70 ~ 350℃ 或更高）形成的矿床。矿床主体以沉积方式形成于水 - 岩石界面之上的水体中，但也包括此界面之下可能存在的、以交代和充填方式形成的筒状、锥状或面型热液含矿蚀变体，二者可共生或分别出现”（涂光炽，1989a）。

从 20 世纪初叶至 50 年代，国外以 H. 施奈德洪（Schneiderhohn）、C. H. 奥夫特达尔（Oftedahl）、R. L. 斯坦顿（Stanton）为代表的一些学者提出了海底喷气 - 沉积成矿的假说，诸如“矿化流体海底上升喷气”成矿、“火山喷气沉积矿床”及“火山喷气和生物成因”矿床等一系列新的矿床成因观点，并命名为“Exhalativesedimentary”，即“喷气沉积”矿床（引自刘家军等，1991；桑斯特，1984a, b；涂光炽等，1984；黄瑞玺^①，1994）。20 世纪 60 ~ 70 年代，红海海渊规模巨大的多金属硫化物矿床（约 $1 \times 10^8 \text{t}$ ）、太平洋洋脊、大西洋洋脊及其邻区、西南太平洋岛弧及弧后盆地，以及太平洋西缘和地中海火山岛弧等区域现代海底喷流热液活动、热泉沉积及海底热水生物的发现使热水沉积作用的研究提高到一个新的阶段（戴问天，1985；侯增谦，1996）。现代海底热水活动区域被认为是研究成矿作用（包括生物成矿作用）、地球物理能量交换与平衡、海洋化学组分特征及洋底生态环境的天然实验室，同时海底热水活动既是一种潜在的能源，又能形成一系列矿产资源，而海底热液作用与极端生态系统更是地球科学与生命科学的新的结合点，因此，海底热水活动引起了地学及其他领域专家学者的极大关注，也成为地球科学最活跃的研究领域之一。海底热水活动的发现被认为是继板块构造理论确立以来地学界的又一革命性事件，从此，成矿作用的研究不再是单纯停留于对已成矿床的描述、归纳综合、模拟和推理上，而是可以对自然界正在发生的成矿作用进行实地观察、记录、采集样品，并开展地质、地球化学及地球物理的系统研究，从而极大地推动了海底热水沉积成矿理论的发展，使喷气 - 沉积成矿假说逐渐为大多数学者所接受，并成为一种新的成矿理论。在 1986 年举行的“第七届国际矿床成因学术讨论会”上，英国学者 M. J. Russell 将喷气沉积矿床称为 Sedex 型矿床。我国学者涂光炽于 1987 年提出了“热水沉积矿床”的概念，并于 1989 年给出了明确的定义。到 1992 年“第 29 届国际地质大会”时已将海底热水成矿作用作为一个主要议题。近 20 多年来，热水沉积成矿作用的研究已成为地学领域一个重要的热点，国内外对热水沉积矿床的研究及找矿工作取得了较大进展，许多大型矿床的成因被认为与热水沉积成矿作用有关，如世界上储量大于 $500 \times 10^4 \text{t}$ 的 44 个超大型铅锌矿床，被认为是热水沉积成因的就有 20 个（戴自希，1996），因而具有很高的经济价值。对该类矿床的成矿构造背景、矿床类型、矿床地质特征、热水沉积地球化学、成矿规律、

① 黄瑞玺. 1994. 喷气 - 沉积矿床成矿作用研究现状与进展.

成矿作用及成矿模式,以及找矿评价标志等内容都进行了较深入的研究,并已取得长足进展,其理论体系逐渐建立。现在大陆地壳古代热水沉积矿床的研究及勘查工作正形成一个热潮,深海潜水器的海底调查活动又在更广阔的海域及更多的热水活动区域开展,并且随着国际海洋科学钻探计划(包括深海钻探计划——DSDP,1968~1983年;大洋钻探计划——ODP,1983~2003年;综合大洋钻探计划——IODP,2003年至今)的实施,在一些热水活动的重点区域获得了大量地质、地球化学及地球物理资料。这些工作的进行及其成果必将进一步促进人类对热水活动的认识,并使热水沉积成矿理论得到更加深入的发展,其理论体系将更加成熟、完善。

热水沉积矿床是一种兼具热液与沉积、内生与外生特点的新的矿床类型。该类矿床进一步的分类依据主要是容矿岩系及其反映的成矿环境、矿物及金属组合、矿床产出的大地构造环境。目前,人们通常将与火山作用有关的块状硫化物矿床称为火山喷流成因矿床,即VMS型(Volcanic-Massive Sulfide);与火山作用无关、以沉积岩为容矿岩石的称为喷流-沉积矿床,即Sedex型(Sedimentary-exhalation);条带状含铁建造称为BIF型(Banded Iron Formation)。哈钦森(Hutchinson,1973)首先按容矿围岩不同将矿床分成喷气-火山成因类和喷气-沉积成因类,进而依据不同矿种又分出6个亚类;桑斯特(Sangster,1976)根据容矿岩系及成矿环境将矿床划分为3类,即产于以火山岩为容矿主岩环境中的矿床、产于以沉积岩为容矿主岩环境中的矿床及产于火山-沉积环境中的矿床;芮宗瑶(1989)按容矿岩系将热水喷流沉积矿床分成两大类,再按大地构造环境和矿石组分划分出6个亚类;李朝阳等(1993)将热水沉积矿床划分为海相热水沉积矿床与陆相热水沉积矿床。

热水沉积矿床主要形成于拉张环境。其成矿作用从大洋中脊到大陆裂谷都有发生,但主要发生在大陆边缘或拗拉槽裂谷中;形成于高的古地热场环境。同生断裂对热水沉积矿床的形成具有重要的控制作用,大型沉降盆地与同生断裂复合部位是热水沉积矿床产出的有利部位,控矿沉积盆地一般分为3~4级,其分级控矿特征明显,一级盆地相当于裂谷盆地或裂陷槽,与区域性同生断裂一起控制着成矿带的分布,二级盆地及次级同生断裂控制矿田的分布,三级、四级盆地与次级隆起边缘的同生断裂一起控制着矿床或矿体的分布。虽然该类矿床从太古宙到现代都可形成,但因该矿床明显受裂谷构造控制,而裂谷作用发生的时代主要是太古宙、古元古代、新元古代、古生代和新生代(陈国达,1985),因此热水沉积矿床也表现出明显的时控性,其成矿时代主要集中在太古宙、古一中元古代(国外)、中一新元古代(国内)、早一中生代(国外)、震旦纪-寒武纪(国内)、晚古生代(国内)及中生代。

区域性不整合面上第一个沉积旋回的中、上部位,尤其是有礁硅岩套岩石组合时,是热水沉积矿床发育的有利场所(陈先沛等,1988,1992)。矿床中常有硅质岩、钠长石岩、电气石岩、重晶石岩、铁镁碳酸盐岩、绿泥石岩、层状矽卡岩、锰质岩及铁质岩等热水沉积岩伴生。矿床由产于上部与地层整合产出的层状矿及产于下部或附近的切层的细脉带状矿组成,脉状矿体与围岩交切,但不穿切上部的层状矿体。矿石具细、微粒状、球粒状及草莓状结构,以及纹层状、条带状及角砾状构造。矿化分带有多种类型,一般由喷流中心向旁侧或由矿床下部向上的矿化分带为:Cu-PbZn(Cu)-S Pb Zn(Ag)-Ba-Fe³⁺,或者为磁黄铁矿+铁闪锌矿+黄铜矿+毒砂→方铅矿+闪锌矿+黄铁矿→重晶石(+石

膏+菱铁矿)→赤铁矿的矿物分带。矿床中常存在不对称的蚀变作用,即热水通道周围或脉状矿体周围及层状矿的下盘有较强蚀变,而上盘一般不具蚀变现象,称为“底蚀构造”(哈钦森,1988),这种热液蚀变也常具与矿化分带相对应的蚀变分带。

近20多年来,在热水沉积地球化学研究方面取得了较明显的进展,尤其是通过对现代温泉和海底热泉及海底热水含金属沉积物的研究,以及一些典型热水沉积矿床的研究,提出了一系列判别热水与非热水沉积物的指标和图解,包括判别热水沉积物常量元素、微量元素、稀土元素及同位素的地球化学标志,使该类矿床的研究在宏观与微观的结合上、矿床地质与地球化学研究的结合上更加密切和深入。

在矿床成因方面提出了诸如对流循环模式、岩浆热液模式、地层含水层模式、同生水库模式、烟囱-丘堤堆积模式、生物成因模式等不同的成因观点及模式,Finlow-Bates^①综合世界上著名的热水沉积矿床的特征,建立了一个海底热水沉积矿床的理想成矿模式:①成矿溶液在深部形成;②溶液沿通道向上运移,通道中溶液化学性质的变化导致以黄铜矿和磁黄铁矿为主的交代矿化沉淀作用;③溶液喷气进入海水导致其他组分沉淀,尤其是方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、重晶石和赤铁矿的沉淀;④结果导致层状矿化上覆于或产于交切矿化带附近;⑤若出现重晶石、石膏和锰矿物,则产于矿床的边部;⑥在矿体边部,如果存在氧化铁则多呈 Fe_2O_3 产出,还原铁则呈 FeS 产出,它更多地产于矿床的底部及“源端”;⑦矿体和(或)伴生的沉积岩中炭质异常富集;⑧有一些同沉积期的火成活动迹象。这些成矿模式的提出和建立,有助于对热水沉积成矿理论认识的深化。

国内对热水沉积成矿作用的研究始于20世纪70年代末至80年代初,90年代以后对热水沉积成矿作用的研究逐渐深入,矿种涉及几乎所有的金属矿床及重晶石、磷、硅、黄铁矿、硼、雄黄、萤石、滑石及钾盐等非金属矿床,地区几乎涉及我国主要的成矿区(带),时代从太古宙到新生代,包括了海相与陆相的许多大型、超大型矿床。如西成-凤太铅锌矿带、内蒙古狼山铜多金属矿集区、滇黔桂金矿成矿区、大厂锡多金属矿带、桂西南锰矿带、白云鄂博铁铈稀土矿、石碌铁矿、宁芜地区部分铁矿、黄铁矿、中条山铜矿、东川铜矿、金顶铅锌矿、可可塔勒铅锌矿、莫托萨拉铁锰矿、岬村银矿、八卦庙金矿、大降坪硫铁矿、新晃重晶石矿、石门雄黄矿、四子王旗萤石矿,等等。除发表了相应论文外,还有一些专著出版,如《广东大宝山矿床喷气-沉积成因地质地球化学特征》(葛朝华等,1987),《中条山式热液喷气成因铜矿床》(孙海田等,1990),《华南元古宙基底演化和成矿作用》(涂光炽等,1993),《狼山造山带喷溢成矿研究》(王思源等,1993),《喷流型和浊流型层控金矿床》(郑明华,1994),《秦岭泥盆纪热水沉积》(薛春纪,1997),《大厂锡多金属矿床地质及成因》(韩发等,1997),《广西大厂锡矿92号矿体矿床地质与技术经济》(秦德先等,2002)。此外,我国自1988年开始开展了以国际合作为主的海底热液区调查,自2003年起开展了以中国独立组织为主的海底热液区调查,通过对现代海底热水活动、特别是现代海底热水沉积成矿作用的研究,以及与古代热水沉积矿床的对比研究,我国热水沉积成矿作用的研究必将会提高到一个新的水平。

自20世纪80年代开始,国内一些学者开始对广西的一些矿床从热水沉积成矿角度进

^① Finlow-Bates T. 沃杏宝译,李志锋校. 1987. 海底喷气矿床形成的物理和化学控制因素及其对确立勘查模式的意义. 见:中国有色金属工业总公司矿产地质研究院编. 金属矿床地质与勘查译丛,第12辑,169~189.

行研究,如张明星(1983)对桂东南安垌、六苏、大岭等白钨矿床(点),蔡宏渊等(1985)、张国林等(1987)、韩发等(1989、1990、1997)及曾允孚等(1993)对大厂锡多金属矿床,涂光炽(1987,1989a)及曾友寅(1994)对下雷锰矿床,陈先沛等(1987,1988b)对来宾、三江重晶石矿床及木圭锰矿床,毛景文等(1988)、陈毓川等(1995)对桂北中元古代锡矿化,黄世坤等(1992、1994)对下雷、木圭锰矿床,张清才(1994、1995)、姚敬勋等(1995)对龙头锰矿床,张青枝等(1995)对鸡笼顶铜银多金属矿床,王剑等(1998)对大瑶山地区乐梅等铅锌矿床,杨斌等(2000a, b, 2001, 2002)对佛子冲、东桃铅锌矿床,郇兆典(2000)对大丰、怀群钒矿床,黄永平等(2000)对庆丰、锡基坑铅锌矿床,刘建明等(2001)、陈大经等^①(2001、2003)对高龙金矿床的研究,等等,都对广西境内的这些矿床提出了喷气沉积或喷流沉积或热水沉积的认识。无疑,这些工作对广西热水沉积成矿作用的研究起到了先导和重要的推动作用。

作者从20世纪90年代起参与对广西热水沉积成矿作用的研究,承担了“广西田林高龙金矿找矿研究”项目(1998~1999年),首次提出了高龙金矿为海底喷流热水沉积成因的认识;承担了武警黄金指挥部项目“桂西北微细浸染型金矿成矿规律及找矿方向研究”(2004~2005年),提出了桂西北地区的微细浸染型金矿为受裂谷构造控制、与热水沉积成矿作用有关的热水沉积型金矿成矿系列的认识;承担了广西科学基金项目“广西热水沉积矿床的成矿作用研究”(2002~2005年);李毅在此期间完成了博士学位论文“广西热水沉积矿床成矿规律及找矿方向研究”。在这些研究工作的基础上,开始了本书的撰写工作,以对广西的热水沉积成矿作用作一初步总结。然而在正式实施过程中困难仍然不少。可喜的是李毅、陈大经、李赋屏及彭振安等作者当年工作的桂林矿产地质研究院从1982年就开始了对热水沉积成矿作用的研究,如蔡宏渊、张国林等完成的“广西大厂锡矿田成矿控制条件、成矿作用及成矿预测研究”专题就首次提出了大厂锡多金属矿床早期存在海底火山喷气或热泉成矿作用的认识(蔡宏渊等,1985;张国林等,1987),还有吴健民、赵化琛等对秦岭铅锌矿的研究,陈大经等对浙闽粤地区洪岩头式火山岩型金银(铅锌)矿的研究,黄有德等对云南东川铜矿的研究,吴健民、黄永平等对扬子地块西缘铜矿的研究,韦龙明、吴烈善等对陕西八卦庙金矿的研究,蔡宏渊等对新疆乌拉根铅锌矿的研究,陈大经等对新疆沙尔布尔铁矿的研究,黄永平等对广西贵港—平南铅锌矿的研究,李毅等对云南蓑衣坡铜矿的研究,吴烈善等对广西佛子冲铅锌矿的研究,等等,都从热水沉积成矿作用的观点对矿床成因进行过论述。而桂林矿产地质研究院原矿床室、矿山室、成矿实验室、同位素地质室的同仁对广西的锡矿、铅锌矿、金矿、铁矿、锰矿、铜矿、矿物包裹体和矿床同位素地球化学特征也进行大量研究工作,众多的研究成果及资料,浓浓的学术氛围,地质同仁的帮助与鼓励,有关矿山、地质队的热情帮助,使我们能面对困难而信心百倍地前行。工作中还参阅了国内有关科研院所、高等院校、矿山、地质队的研究成果及地质资料,最后又得到广西“新世纪十百千人才工程”专项资金的支持,使我们最终完成了本书的撰写工作。

在热水沉积成矿理论的研究中,我们只是奉献了微薄之力。但我们相信,本书的出版

^① 陈大经,黄有德,谢世业等.2001.广西高龙金矿热水沉积成矿作用特征.见:全国矿产资源发展战略及隐伏矿床寻找学术研讨会论文摘要集.广西桂林.

对进一步丰富、完善热水沉积成矿理论将会起到应有的作用，同时对广西及邻区一些矿床成矿作用的认识将会提供新的思路，对进一步的找矿评价也将会提供新的理论指导，对此我们深感欣慰！诚然，对广西热水沉积矿床成矿作用的研究还有许多问题需要我们去探索。因此，本书只能算是抛砖引玉之作，不足之处，敬请读者批评指正。

高龙、浪全、隆或金矿，下雷、茶屯、龙头锰矿，长坡—铜坑及龙头山锡多金属矿，一洞锡矿，盘龙及东桃铅锌矿，鸡笼顶铜多金属矿，大明山钨矿，大丰钒矿，鹰阳关铁矿，古潭重晶石矿，广西黄金局，有关县、市国土资源局及有关地质队、地质所在我们野外工作期间给予了热情帮助，国土资源部同位素实验室、国土资源部武汉矿产资源监督检查中心承担了部分测试工作，有色金属桂林矿产地质测试中心承担了研究工作中大量的矿物分选、岩矿磨片及样品的加工、分析测试工作，显微照片由简可清同志制作完成，图件清绘由张紫峰、陈世文和汤静裳同志完成，文稿打印制作主要由汤静裳同志完成。桂林矿产地质研究院科技处从科研项目立项到成果验收及本书成稿、出版都付出了辛勤的劳动。温少光、栾继深、王瑞湖、刘大成、何国朝等教授级高级工程师，杨明寿、谢世业、王正云、杨佑、陈德松等高级工程师，李小莲、张永祥、莫荣志等工程师曾参加过部分专题的野外或室内工作。谨向这些单位及个人表示衷心的感谢！还要特别提到的是，作者之一李毅的博士学位论文导师戴塔根教授，以及黄有德、谭运金、徐文炘等教授级高级工程师在李毅完成博士学位论文或专题研究工作期间及本书的撰写过程中都曾给予了热情的指导与帮助，在此谨致深深的谢意！

目 录

前 言

第一章 区域成矿地质背景	(1)
第一节 地层	(1)
第二节 构造	(6)
第三节 岩浆岩	(12)
第二章 热水沉积岩	(13)
第一节 硅质岩	(13)
第二节 重晶石岩	(17)
第三节 电气石岩	(20)
第四节 层状砂卡岩	(22)
第三章 典型矿床地质特征	(25)
第一节 鹰阳关铁矿床	(25)
第二节 牛塘界钨矿床	(35)
第三节 佛子冲铅锌(银)矿床	(43)
第四节 大明山钨矿床	(56)
第五节 盘龙铅锌矿床	(64)
第六节 上林大丰钨矿床	(73)
第七节 古潭重晶石矿床	(83)
第八节 长坡-铜坑锡多金属矿床	(89)
第九节 下雷锰矿床	(103)
第十节 高龙金矿床	(116)
第四章 热水沉积矿床成矿系列	(133)
第一节 桂北-桂东地区新元古代-寒武纪热水沉积型铁、钒、钨、锡、 铜、重晶石矿床成矿系列	(133)
第二节 桂东南地区早古生代热水沉积型铅锌铜钨多金属矿床成矿系列	(141)
第三节 桂中-桂北地区泥盆纪热水沉积型铅锌重晶石黄铁矿矿床 成矿系列	(146)
第四节 桂北(丹池)地区晚古生代热水沉积型锰锡多金属矿床 成矿系列	(152)
第五节 桂西南地区泥盆纪一早三叠世热水沉积型锰、重晶石、黄铁矿、 铅、锌、磷矿床成矿系列	(160)
第六节 桂西北地区晚古生代一中三叠世热水沉积型金矿床成矿系列	(168)

第五章 热水沉积地球化学	(174)
第一节 热水沉积岩常量元素地球化学	(174)
第二节 热水沉积岩微量元素地球化学	(184)
第三节 热水沉积岩稀土元素地球化学	(192)
第四节 热水沉积岩的硅氧同位素地球化学	(200)
第五节 部分矿床硫同位素组成及其特征	(205)
第六节 矿物中流体包裹体地球化学	(214)
第六章 成矿作用及成矿规律	(223)
第一节 矿产类型	(223)
第二节 成矿时代	(228)
第三节 成矿环境	(229)
第四节 矿化富集规律	(233)
第五节 热水沉积成矿作用与大型、超大型矿床的关系	(239)
第六节 与国内外热水沉积型矿床的对比	(242)
第七章 找矿评价	(244)
第一节 成矿带的划分及其主要特征	(244)
第二节 找矿评价标志	(246)
第三节 找矿方向	(251)
结束语	(254)
参考文献	(256)
图版及其说明	

第一章 区域成矿地质背景

第一节 地 层

广西地层分布广泛, 面积超过 $21 \times 10^4 \text{ km}^2$, 约占全区面积的 90% (图 1-1)。出露地层自中元古界至第四系, 共有 12 个系和两个相当于系的岩群, 其中古生界最为发育, 尤以泥盆系得天独厚, 与热水沉积矿床关系密切。其地层岩性岩相特征据《广西壮族自治区区域地质志》(1985) (表 1-1) 简述如下:

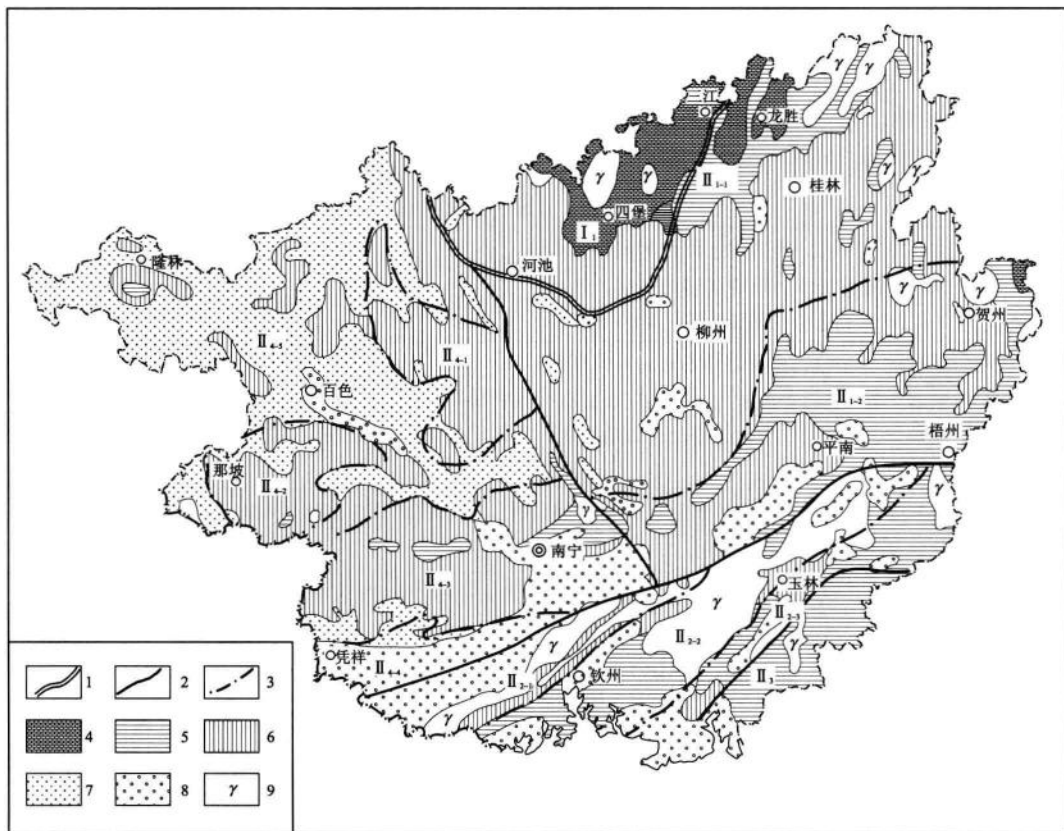


图 1-1 广西大地构造单元划分略图

(据张起钻, 1991)

1—二级构造单元界线; 2—三级构造单元界线; 3—四级构造单元界线; 4—中、新元古界; 5—下古生界;
6—上古生界; 7—中、下三叠统; 8—上三叠统—第四系; 9—花岗岩

I₁ 等构造单元名称见表 1-2

表 1-1 广西前侏罗系地层岩性系统简表

界	系	统	组、岩性、厚度特征	热水沉积型 矿化
中生界	三叠系	上统	扶隆坳组 (T_3f): 陆相砂、泥岩、砾岩、含砾砂岩, 夹薄煤线; 厚 425 ~ 4552m	
			平垌组 (T_3p): 由紫红色砂岩、粉砂岩、含砾不等粒砂岩及泥岩组成; 厚 210 ~ 3114m	
		中统	河口组 (T_2h): 砂、泥岩互层或为泥岩夹粉砂岩、细砂岩、灰岩等; 厚 794 ~ 3129m	
			果化组 (T_2g): 灰岩、白云岩、鲕粒灰岩, 夹少量薄层凝灰岩; 厚 1057 ~ 1395m	金
			百逢组 (T_2b): 除底部普遍具凝灰岩、凝灰质砂岩或凝灰角砾岩外, 全由细砂岩、粉砂岩、泥质岩组成, 复理石、类复理石韵律发育, 具浊积岩特征, 厚 1252 ~ 6484m	
		下统	北泗组 (T_1b): 白云岩、白云质灰岩或灰岩, 局部夹泥质灰岩、鲕状灰岩、砾状灰岩及多层含锰灰岩或贫锰矿层。普遍夹 1 ~ 4 层酸性熔岩、凝灰岩; 厚 37 ~ 659m	金、(锰)
上古生界	二叠系		马脚岭组 (T_1m): 薄层灰岩、泥质灰岩、条带状灰岩, 局部夹白云岩、鲕状灰岩、泥岩、中酸性火山岩; 厚 350 ~ 500m	
		上统	长兴组 (P_2c): 深灰色灰岩、泥质灰岩和燧石灰岩, 岩性厚度均较稳定; 厚 20 ~ 103m	金
			合山组 (P_2h): 深灰色、黑色灰岩、燧石灰岩、泥质灰岩夹炭质页岩和煤层, 底部 0 ~ 20m 为铁铝岩或铝土矿层; 厚 0 ~ 543m	
			龙潭组 (P_2l): 上部为海 - 陆交互相细屑岩, 下部为陆相粗屑岩; 厚 400 ~ 588m	
		下统	茅口阶 (P_1m): 主要为浅色灰岩, 另有礁灰岩, 有时夹白云质灰岩、白云岩或燧石, 局部夹玄武岩、中性熔岩及火山角砾岩; 厚 0 ~ 932m	(锰)
			孤峰组 (P_1g): 主要为灰岩、泥灰岩、硅质岩、含锰硅质岩夹页岩; 厚 54 ~ 214m	
			栖霞阶 (P_1q): 深灰色、黑色薄层至厚层状灰岩, 富含泥质、燧石和有机质, 击之具硫化氢臭味; 厚 15 ~ 688m	金
		上统	马平群 (C_3Mp): 浅灰色厚层 - 块状灰岩, 致密灰岩夹生物灰岩及细粒结晶灰岩。局部地区为白云质灰岩、白云岩、燧石层或结核; 厚 32 ~ 1679m	
		中统	黄龙组 (C_2h): 主要由灰岩组成, 其中夹白云质灰岩、白云岩; 厚 60 ~ 790m	
			大埔组 (C_2d): 浅灰、灰白色厚层、块状白云岩、白云质灰岩, 丹池等地颜色较深, 夹较多燧石条带及团块; 厚 23 ~ 704m	
	石炭系	下统	大塘阶 (C_1d): 上、下部主要为碳酸盐岩, 中部主要为砂页岩, 夹煤层或煤线; 桂西及玉林局部地区为硅质岩, 夹多层磷矿; 宜山龙头等地相变为含锰灰岩及锰矿层; 厚 29 ~ 893m	锰
			岩关阶 (C_1y): 桂北为碳酸盐岩夹碎屑岩及少许硅质岩, 局部为纯碳酸盐岩; 南丹 - 鹿寨区为碎屑岩、泥质岩、含锰硅质岩、碳酸盐岩等; 桂西为深灰色灰岩夹白云质灰岩、白云岩, 局部夹基性喷发岩; 厚 114 ~ 1812m	金

续表

界	系	统	组、岩性、厚度特征	热水沉积型矿化
上古生界	泥盆系	上统	五指山组 (D_3w): 主要为浅灰、灰绿、肉红色扁豆状灰岩, 泥质条带灰岩, 少量薄-中厚层泥灰岩, 夹硅质岩条带, 硅质结核; 局部地区夹多层碳酸锰或含锰灰岩; 厚 76 ~ 182m	锡、锌、铅、锑、银、锰
			融县组 (D_3r): 以灰岩、鲕状灰岩为主, 夹白云岩、白云质灰岩, 生物礁发育; 厚 300 ~ 1800m	锡、锌、铅、锑、银、汞、锰(磷)、重晶石、铁
		中统	榴江组 (D_3l): 浅灰-灰黑色薄层状硅质岩夹页岩、硅质页岩、含锰、磷硅质岩, 局部夹玄武岩、粗面斑岩, 凝灰熔岩; 厚 83 ~ 197m	
			罗富组 (D_2l): 为深灰-灰黑色含钙质泥岩、页岩与灰-深灰色泥质灰岩、灰岩互层, 夹砂岩、炭质泥岩、页岩, 局部夹少许硅质岩、含磷炭质泥岩; 厚 167 ~ 658m	铅、锌、黄铁矿、汞
			北流组 (D_2b): 灰岩、生物碎屑灰岩、生物灰岩、礁灰岩, 局部夹白云岩、石英砂岩、燧石灰岩等; 厚 52 ~ 800m	
			纳标组 (D_2n): 以灰黑色-黑色泥岩、页岩为主, 夹炭质泥岩、泥质灰岩、细砂岩; 厚 146 ~ 471m	锡、铅、锌、锑、银、重晶石、铁
			信都组 (D_2x): 以细砂岩、粉砂岩、页岩为主, 夹灰岩及鲕状赤铁矿; 厚 49 ~ 865m	
			应堂组 (D_2y): 主要为生物碎屑灰岩, 含燧石结核生物碎屑灰岩、泥岩及泥灰岩; 厚 18 ~ 180m	
			四排组 (D_2s): 主要为灰岩、生物碎屑灰岩、白云岩夹泥岩; 厚 40 ~ 800m	
		下统	塘丁组 (D_1t): 以灰黑色泥岩、页岩为主, 夹炭质泥岩、粉砂岩及浅色细砂岩、灰岩; 厚 175 ~ 403m	锡、锌、钒(重晶石)(磷)
			二塘组 (D_1e): 主要为白云岩、泥灰岩、灰岩、泥岩等; 厚 170 ~ 600m	
			益兰组 (D_1yl): 深灰、灰黑色泥岩、砂质泥岩, 夹浅灰色泥质粉砂岩、细砂岩; 厚 103 ~ 150m	铅、锌、重晶石、锑、黄铁矿、金
			郁江组 (D_1y): 灰黄、灰绿色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩及砂岩, 夹泥灰岩、灰岩; 厚 95 ~ 618m	
下古生界	志留系	上统	那高岭组 (D_1n): 灰绿、蓝灰色泥岩、页岩及泥质粉砂岩、粉砂岩, 局部夹泥质灰岩或白云岩、含磷生物碎屑岩; 厚 32 ~ 374m	
		中统	莲花山组 (D_1l): 灰色、灰白色砂岩或紫红、灰绿色砂岩、粉砂岩、砂质泥岩, 偶夹灰岩及白云岩、砾岩、砾状砂岩, 局部地区夹含铜砂岩; 厚 210 ~ 1482m	钨、铅多金属
		下统	防城群 (S_3fc): 长石砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、页岩, 夹细砂岩、灰岩透镜体, 桂东南局部在底部具复理石或类复理石建造; 厚 183 ~ 1593m	
		中统	合浦群 (S_2hp): 由一套粉砂岩、泥质岩等细碎屑岩组成, 具复理石或类复理石特征; 厚 120 ~ 670m	
		下统	灵山群 (S_1ln): 由细砂岩、粉砂岩、岩屑砂岩、页岩及少量炭质页岩组成 下部局部地区为砾岩或含砾砂岩, 中及上部夹 3 ~ 6 层沉积铁矿; 厚 2822 ~ 6745m	铅、锌、钨、钼

续表

界	系	统	组、岩性、厚度特征	热水沉积型 矿化
下古生界	奥陶系	上统	厚层块状长石石英砂岩、岩屑砂岩、不等粒岩屑质砂岩与薄层页岩互层，同生页岩角砾发育，具复理石或类复理石特征；厚 300 ~ 1000m	铜（钨、钼、铅、锌、银）
		中统	岩性单一，基本上以薄层状页岩为主，局部夹细砂岩或粉砂岩，个别相变为黑色薄层硅质岩或炭质板岩；厚 100 ~ 200m	铅、锌、铁
		下统	升坪组 (O_1s)：由黑色页岩、炭质页岩夹少量细砂岩或粉砂岩组成，普遍含黄铁矿；厚 276 ~ 731m	
			黄隘组 (O_1h)：由砂岩及页岩组成，局部地区中部或中下部尚夹灰岩、白云岩及层间砾岩透镜体；厚 764 ~ 2114m	
			白洞组 (O_1b)：为灰白色及灰黑色厚层块状泥质灰岩、白云质灰岩或白云岩夹少量钙质页岩；厚 15 ~ 120m	
	寒武系	上统	桂东-桂东南区为异粒砂岩、长石石英细砂岩、粉砂岩夹页岩、少量炭质页岩及透镜状灰岩，底部、中部及上部有含砾粗砂岩或异粒砂岩；桂西区为浅灰褐色、灰黑色薄至中层白云岩夹灰色薄层状泥质条带灰岩；厚 500 ~ 671m	铜、锡、（铁）
		中统	桂东-桂东南区为灰绿色块状杂砂岩、岩屑砂岩、长石砂岩与页岩互层；桂西北区主要为灰岩、白云岩夹少量泥质岩；桂西区为灰色块状白云岩、泥质条带灰岩夹细砂岩或粉砂岩、泥岩；厚 2800 至大于 4000m	
		下统	桂东-桂东南区由灰绿色细砂岩、粉砂岩、页岩夹多层硅质岩组成，复理石韵律发育；桂北区称清溪组 (C_1q)，下部为灰黑色泥质页岩、炭质页岩夹薄层硅质岩，有些地区炭质增高为石煤，含磷结核，中部与上部由细粒石英砂岩与页岩组成复理石韵律；厚 391 ~ 1937m	重晶石、钒、钨、（金）
新元古界	震旦系	上统	老堡组 (Z_2l)：层状硅质岩为主，中上部夹炭质页岩或炭质硅质页岩；厚 25 ~ 228m	
			陡山沱组 (Z_2d)：深色的页岩、炭质页岩、硅质页岩，局部夹白云岩透镜体，以色深、层理薄、水平纹层或条带发育而有别于上下地层，局部含磷、黄铁矿及石煤；厚 27 ~ 157m	
	震旦系		下龙组 (Z_2x)：由板岩组成，下部夹白云岩透镜体，上部夹英安岩；厚 92m	
		南沱组 (Z_1n)：为浅灰、灰绿、深灰色含砾砂岩、含砾泥岩、岩屑质含砾砂岩、含砾板岩，局部夹长石砂岩、泥质粉砂岩、泥岩、页岩、含锰白云岩或砾岩透镜体；厚 50 ~ 1043m		
		下统	富禄组 (Z_1f)：由砂质岩、泥质岩局部夹白云岩组成，底部常夹 1 ~ 3 层条带状赤铁矿、铁质砂岩或含铁硅质页岩；厚 80 ~ 875m	赤铁矿、磁铁矿
			鹰阳关组 (Z_1y)：自下而上由火山岩段，钙质千枚岩、泥质灰岩段，绢云千枚岩段及千枚岩、板岩段组成；第一、四段局部夹白云岩，第三段底部为含磷石英岩，第四段底部为磁-赤铁矿；厚 2090m	
			长安组 (Z_1c)：块状含砾泥岩、含砾砂岩夹变质细砂岩、粉砂岩、板岩、泥岩；厚 125 ~ 2186m	

续表

界	系	统	组、岩性、厚度特征	热水沉积型 矿化
新元古界	丹洲群		拱洞组 (Pt_3Dng): 由浅灰、灰绿色绢云板岩、绢云千枚岩、绢云石英千枚岩夹变质砂岩、变质长石石英砂岩、变质粉砂岩组成, 复理石韵律明显; 厚 384 ~ 1793m	
			合桐组 (Pt_3Dnh): 主要由变质的泥质岩夹砂质岩组成, 局部尚夹基 - 中性火山岩及少量碳酸盐岩, 上部的泥质岩常含炭质; 厚 308 ~ 2008m	
			白竹组 (Pt_3Dnb): 下部为砾岩及砂质泥岩, 上部为碳酸盐岩夹泥质岩; 厚 276 ~ 976m	
中元古界	四堡群		鱼西组 (Pt_2Sby): 岩性为千枚岩及变质砂岩、粉砂岩、钙质砂岩及长石石英砂岩; 厚 > 1500m	(锡)
			文通组 (Pt_2Sbw): 由灰、深灰、绿灰色变质砂岩、粉砂岩、板岩及中 - 基性海底火山喷发岩组成, 喷发岩为细碧岩、角斑岩、熔角砾岩、熔集块岩、熔凝灰岩、熔凝灰角砾岩等; 厚 600 ~ 1200m	
			九小组 (Pt_2Sbj): 由灰、灰绿、黑灰色变粒岩、变质砂岩、片岩、千枚岩、板岩等组成。下部以砂质岩为主, 上部以泥质岩为主; 厚 > 3000m	

注: 据《广西壮族自治区区域地质志》(1985) 编制。

中一新元古界: 主要分布于桂北地区, 其次为桂东地区有少量分布。其中四堡群及丹洲群以半深海 - 深海相碎屑岩为主, 具复理石沉积特征, 部分地区夹多层枕状细碧角斑岩和火山碎屑岩, 并有似层状基性 - 超基性岩顺层侵入, 具蛇绿岩特征; 震旦系下统长安组和南陀组为冰海相含砾砂、泥岩夹砂岩或泥岩, 富禄组属间冰期海相碎屑岩, 鹰阳关组为半深海 - 深海相碎屑岩夹多层碳酸盐岩、细碧角斑岩和火山碎屑岩, 上统为深海或半深海相泥质岩、硅质岩 (桂东相变为泥质岩)。整个中一新元古界岩石普遍经受区域变质, 属浅变质的绿片岩相。

下古生界: 主要出露于桂北、桂东及桂东南, 桂西南及桂西亦有零星分布。寒武系自西至东依次由台地相碳酸盐岩、碳酸盐岩夹碎屑岩及槽盆相陆源碎屑浊积岩夹少量硅质岩、灰岩组成。过渡带位于靖西 - 天峨一带, 宽约 130km。奥陶系以桂北发育较全, 为富含笔石的砂页岩夹少量碳酸盐岩。桂东南下奥陶统与桂北基本相似。大明山下奥陶统下部尚夹砾岩及一层数十米厚的角斑岩。志留系以钦州至玉林一带较发育, 主要由半深海、深海陆源碎屑浊积岩、海底峡谷浊积扇组成。岑溪县太平白板附近, 下志留统尚夹一层厚 80m 的中基性火山岩。

上古生界: 遍布全区, 以浅海台地相碳酸盐岩为主, 兼有盆地相硅质岩及陆相碎屑岩等沉积。下泥盆统莲花山组 - 郁江组以陆相、海陆过渡相、滨海相砾岩、碎屑岩为主。下泥盆统二塘组 - 中泥盆统东岗岭组岩相分异明显: 南丹一带以黑色泥岩、泥灰岩为主, 沉积最大厚度 1300 余米; 象州、北流一带以灰岩、白云岩为主, 厚 2200 余米; 桂西南一带灰岩、白云岩、硅质岩均有沉积, 火山岩也较发育, 沉积最大厚度为 696m。钦州 - 玉林一带下、中泥盆统主要为槽盆相泥质岩、硅质岩, 以与上志留统连续沉积为特征。上泥盆统榴江组为硅质岩, 五指山组为扁豆状灰岩, 融县组为灰岩、白云岩。石炭系以台地相碳酸盐岩为主, 但下统在桂北及南丹 - 荔浦一带分别为海 - 陆交互相碳酸盐岩夹碎屑岩或滨海相碎屑岩; 钦州一带石炭系均为盆地相硅质岩、泥岩及碎屑岩。二叠系栖霞阶、茅口

阶、合山组、长兴组基本为台地相。

中、新生界：除下 - 中三叠统大面积分布于桂西地区外，其余各层皆零星出露。下三叠统具盆地相和台地相沉积，前者为泥岩夹灰岩，局部夹中基性、酸性火山岩，后者为灰岩及白云岩。中三叠统除局部地区为碳酸盐岩外，基本上为具复理石特征的槽 - 盆相陆源碎屑浊积岩，其底部普遍夹一至数层中酸性火山碎屑岩（崇左市江州区昌蒲一带最厚达 1600m），那坡县百南一带尚夹泥砾岩。中三叠世末的印支运动，使晚三叠世及其以后的沉积转为以陆相为主；上三叠统为海 - 陆交互相或陆相；侏罗 - 白垩系为湖盆相；古近 - 新近系为山间湖盆相或陆架滨 - 浅海相；第四系具有河流、滨海、洞穴及坡残积等沉积。

第二节 构造

一、构造单元的划分

广西属于华南 - 东南亚板块（李春昱等，1982）、华南微大陆板块的组成部分，处于特提斯构造域与滨太平洋构造域的交接部位，是地质构造非常复杂的地区。许多地质学家为此进行了积极而有效的探索。张起钻（1991）依据板块构造理论对广西大地构造单元进行了研究，并将其划分为两个二级构造单元、5 个三级构造单元和 10 个四级构造单元（图 1-1；表 1-2）。

表 1-2 广西构造单元划分表

一级	二级	三级	四级
华南 - 东南亚板块、 华南微大陆板块	I 扬子地台构造区	I ₁ 江南（桂北）陆块	
	II 华南陆缘构造区	II ₁ 桂中 - 桂东边缘海（Pt ₃ - S）	II ₁₋₁ 柳州 - 桂林被动陆缘区
			II ₁₋₂ 大瑶山边缘海盆地
		II ₂ 钦州海西期末 - 印支期挤压拼接带	II ₂₋₁ 钦州前陆盆地
			II ₂₋₂ 六万大山岩浆岩带
			II ₂₋₃ 博白褶皱带
		II ₃ 云开地体	
		II ₄ 右江海西 - 印支期裂陷海	II ₄₋₁ 都阳断隆
			II ₄₋₂ 靖西断隆
			II ₄₋₃ 西大明山断隆
			II ₄₋₄ 凭祥 - 崇左断陷
			II ₄₋₅ 桂西断陷

（据张起钻，1991）

二、大地构造发展演化特征

根据有关资料分析，广西大地构造划分为以下几个主要阶段（张起钻，1991）：

1. 新太古代—古元古代原始华南陆壳形成阶段

根据康滇地区结晶基底资料,以及桂北四堡群中磨圆锆石年龄、摩天岭花岗岩残留锆石年龄、四堡群下部花岗质砾石等,推测华南地区存在新太古代—古元古代原始陆壳。

2. 中元古代扬子超大陆形成阶段

新太古代—古元古代的华南原始陆壳于中元古代四堡期,在黔东—桂北发生了陆内裂陷,局部形成陆间小洋盆,形成以四堡群为代表的复理石、细碧角斑岩、科马提岩组合。中元古代末发生四堡造山运动,四堡构造层褶皱成山,但在元宝山一带表现为平行不整合,横向变化为造陆运动。四堡造山运动形成四堡褶皱带。推测附近形成的扬子大陆范围远较现在广,称之为扬子超大陆。扬子超大陆是华南构造演化的基础。

3. 新元古代—中三叠世华南大陆边缘演化阶段

新元古代以来,扬子超大陆发生大规模的裂解离散,形成了扬子地台构造区及其东南侧的陆缘构造区(包括桂中—桂东加里东期边缘海、云开古陆壳碎片等),其构造格局类似于现今的南海。由于深部地幔热运动的改变,寒武纪末开始敛合,郁南运动、广西运动使桂中—桂东边缘海盆闭合,云开地体于早二叠世末挤压拼接,同时,从早泥盆世中晚期开始,印支地块沿红河断裂与扬子地台分离(王鸿祯,1985),古特提斯洋打开,区域性的扩张导致右江地区裂陷,向初始大洋发展。中三叠世之后,随着红河特提斯洋消减闭合,右江裂陷盆地褶皱闭合。至此,形成了统一的华南微大陆板块。

重要的大地构造演化事件有:丹洲陆内裂陷阶段、华南陆缘裂陷阶段、钦州裂陷阶段及右江裂陷阶段(郭福祥,1994)。

(1) 丹洲陆内裂陷阶段

新元古代早期,雪峰期,由浙皖赣经雪峰山至桂东北,发生了断续的陆内裂陷。自此扬子超大陆分裂。在桂东北,丹洲群记录了这一演化过程。其中俯冲杂岩代表了丹洲陆间小洋盆北西侧雪峰期局部性海沟堆积。海沟由北西向南东推移,三门街期推演至三门—龙胜一带。拱洞期小洋盆关闭,桂北皆处于广阔陆表海沉积盆地的大地构造环境;拱洞末期,发生了雪峰造陆运动,形成地理不整合,雪峰期地槽型建造在雪峰期末没有发生褶皱。云开古陆则可能是该期脱落在洋中的陆壳碎块。

(2) 华南陆缘裂陷阶段

早古生代江南隆起之南东的广大区域,长期扩张裂陷,堆积了巨厚的冒地槽型建造,呈面状展布,火山岩较贫乏,内部存在分异,隆起与坳陷大致呈带状分布,与盆地走向亚平行,表明其属性与活动大陆边缘相关联的弧后扩张盆地的一般特点相似,不是陆内盆地,而是陆缘盆地。早古生代时,华南大陆边缘位于现今闽粤平潭—南澳一带,面向东南,志留纪末,发生了广西造山运动,导致雪峰构造层—加里东构造层同步褶皱,形成华南大陆边缘弧后盆地褶皱带,并使四堡褶皱再度变形,亦称华南造山带(任纪舜等,1990)。

(3) 钦州裂陷阶段

桂东南局部地区,灵山—藤县断裂与博白—岑溪断裂之间的区域,广西造山运动在这里影响不明显,志留—泥盆纪连续堆积。继续保持早古生代华南陆缘盆地裂陷的大地构造环境至早二叠世,即钦州残余盆地。寒武纪至早二叠世,沉积了一套巨厚复理石—类复理石建造、硅质岩—碳酸盐岩建造。早二叠世末发生了东吴造山运动,形成局部性钦州造山