

湘黔桂毗邻地区南华纪岩相古地理特征及地质意义

卢定彪,张德明,骆 珊,吴开彬,龚桂源,王文明

(贵州省地质调查院,贵州 贵阳 550081)

[摘 要] 为了寻找连续完整且有研究价值的南华系剖面、推进南华系建系工作。本文依据对湘黔桂交界地区南华系主要剖面观察研究所获资料,以沉积岩相类型分析、分布特点为线索,划分出了 12 种沉积岩相类型,在此基础上反演南华纪各主要阶段古地理环境。得出:南华纪湘黔桂交界地区北西侧为古陆、南东侧为南华裂谷盆地,南华纪早晚两个冰期仅在古陆与盆地过渡的浅海地带,也就是现今的湘黔桂交界地区存在连续完整的沉积,连续完整的具研究价值的南华系剖面应在该区域寻找这一结论。

[关键词] 湘黔桂毗邻区;南华纪;沉积相;古地理

[中图分类号] P512.2 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2024)01-009-09

1 引言

“南华系(纪)”这一年代地层单位(地质年代)名称自提出并在 2001 年《中国地层指南及中国地层指南说明书》及其所附《中国区域年代地层(地质年代)表》(全国地层委员会,2001)中正式使用以来,地质工作者做了大量的研究工作,在关于南华系(纪)定义(尹崇玉等,2010;张启锐,2010)、层型剖面(尹崇玉等,2004;卢定彪等,2010;张启锐等,2010;林树基等,2013a)、内部划分对比(彭学军等,2004;林树基等,2010;卢定彪等,2019;卢定彪等,2018)等方面均取得了很多成果,但是对南华纪岩相古地理方面的研究则较为缺乏。何处才是南华系发育最好的地区,层型剖面该在哪里寻找仍然是一个问题。

南华纪被正式使用前归属于早震旦世,对应于国际地层表中的成冰纪,是地质历史上一个以持续时间长、影响范围广的以寒冷气候为显著特征的时期,其冰成沉积记录在全球几大洲均有发现,以南澳大利亚和我国华南发育最为完整、保存较好,研

究最深入(王鸿祯,1956;刘鸿允等,1980;刘鸿允,1991)。在我国华南,前人依据气候特征从老到新将其划分为“长安冰期”、“富禄间冰期”、“南沱冰期”(卢定彪等,2010;林树基等,2010;林树基等,2013b)。J. L. Kirschvink 研究发现南澳大利亚新元古代冰碛岩沉积于赤道附近浅海环境,提出了“雪球地球”假说(Kirschvink J L, 1987; 1992),该假说得到了随后大量的研究所证实(Hoffman P F et al., 1998; 储雪蕾等,2004;孙知明等,2004)。研究表明,该时期的上下两个冰期,地球表面大部分被冰雪覆盖,海洋范围内沉积作用停滞,基本没有沉积,陆地范围内则主要是遭受冰川剥蚀,海陆过渡地区,由于冰盖将海陆连为一体,沉积作用也极其微弱,极难发育和保存有研究价值的沉积记录,这就是现今寻找具有研究价值的南华系(成冰系)剖面,建立“层型”困难重重的原因。我们的思路是,介于该时期的气候特点,连续而有效的沉积作用仅发生于低纬度地区小范围海陆过渡带内,冰川前缘延伸入海洋,其携带的沉积物连续沉积并得以保存下来,这样的地区才是寻找有研究价值南华系(成冰系)剖面的地区。

[收稿日期] 2023-10-03 [修回日期] 2023-12-04

[基金项目] 贵州省地质三维空间战略调查评价(2019-02 号、DKJJ2020-01 号)

[作者简介] 卢定彪(1969—),男,正高级工程师,长期从事区域地质矿产调查工作。E-mail:ldb101@sina.com。

本文根据系统调查桂北、黔东南、湘西南、黔东南、湘西北、鄂西南(峡东)等地区南华系剖面所获资料,结合前人相关研究成果(贵州省地质调查院,2017;夏文杰等,1991;刘巽锋,1989;杨彦均等,1984;许效松等,1991),以岩相古地理特征为线索,对南华纪岩相古地理特征进行阐述,目的是证明黔湘桂交界区是南华纪最有利的沉积区,该地区的南华系才是完整的南华系,南华系底界层型应该在该地区寻找。

2 研究区大地构造背景

研究区位于湘黔桂交界区,所处大地构造位置为扬子陆块江南地块与南华活动带过渡区,经

历了新元古代青白口纪以来完整的地史演化历程,完好记录了南华裂谷盆地的发展演化过程(程裕淇等,1994)(图1)。区内出露:梵净山群、四堡群等活动型沉积建造;板溪群、下江群、丹洲群、南华系等裂谷盆地及其边缘沉积建造;震旦系-中三叠统稳定型沉积建造;晚三叠统-第四系陆相沉积建造。区内南华纪以来的岩浆活动微弱,加里东运动和燕山运动的构造变形以褶皱和断层为主,相对较简单,原始沉积建造未遭明显破坏,各时期地层叠置有序。扬子地块,定形于四堡-晋宁期,自晚元古代,沉积作用逐渐过渡为以稳定型为主,南华纪-早古生代均为稳定型沉积。南华活动带是一个由南华裂谷盆地演化而来的加里东褶皱带,南华裂谷盆地为新元古代青白口纪约820 Ma至

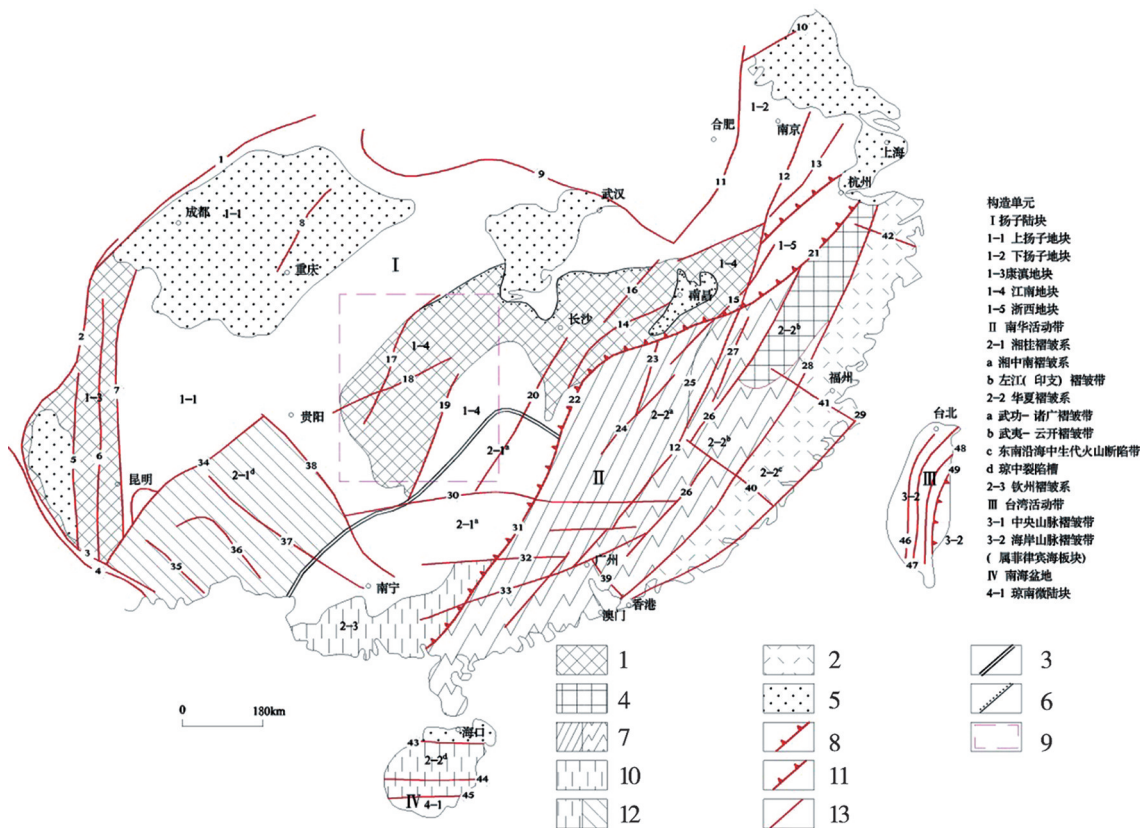


图1 研究区大地构造背景图(据程裕淇,1994修)

Fig. 1 Tectonic background of the study area(modified after Cheng Yuqi,1994)

1—扬子基底隆起;2—中-新生代火山断陷;3—二级构造单元界线;4—华夏基底隆起;5—中-新生代盆地;6—三级构造单元界线;7—南华基底隆起 右:卷入了华夏基底岩块;8—板块结合带;9—研究区;10—华力西期残留海槽;11—地壳拼接带;12—裂陷槽 左:华力西期右:印支期;13—断裂带

主要断裂带:1—龙门市;2—箐河;3—红河;4—哀牢山;5—绿汁江;6—安宁河;7—小江;8—华莹山;9—扬子陆块北缘;10—嘉山—响水;11—郧庐;12—屯溪—安远;13—江南;14—长兴—宜丰;15—歙县—德兴;16—修水—铜鼓;17—慈利—凯里;18—怀化—贵阳;19—溆浦—三江;20—长寿街—双牌;21—绍兴—鹰潭;22—宜春—郴州;23—赣江;24—抚州—遂川;25—宜黄—宁都;26—崇安—河源;27—光泽—武平;28—丽水—边花山;29—南澳—香港;30—宜山—全南;31—藤县—北海;32—四会—吴川;33—钦州—梅州;34—师宗—弥勒;35—那坡;36—靖西—崇左;37—右江;38—紫云—南丹;39—连县—香港;40—上杭—云霄;41—松溪—宁慈;42—余杭—三门湾;43—王五—文昌;44—感城—万宁;45—九所—陵水;46—台西山麓;47—苏澳;48—屈尺;49—台东纵谷

志留纪期间,扬子地块与华夏地块之间的一个裂谷盆地,其北缘的湘黔桂交界地区,为江南地块上的断阶式大陆斜坡沉积,自北而南,沉积建造由陆向海递变,其沉积序列从 820 Ma 直至志留纪,主体部分基本连续且产出状态近一致,南华大冰期沉积在其北西岸完好的记录下来(图 2)。该套冰期沉积记录 20 世纪八九十年代贵州、湖南、广西的区域地质志和岩石地层均进行过较详细的描述,笔者 2008 年以来也进行过系统的研究,并基于连续完整的剖面提出了新的划分和区域对比方案(卢定彪等,2010;卢定彪等,2019;卢定彪等,2018),本文不再赘述,仅从岩相古地理的角度证实湘黔桂交界区是南华系建系研究工作最重要的

目标区。

3 湘黔桂交界地区南华纪各时期岩相特征和古地理特征

3.1 南华纪长安时期岩相特征和古地理特征

3.1.1 长安时期岩相特征
该时期研究区的岩石地层为长安组,主要由块状浅变质冰碛含砾砂泥岩组成,中下部夹粉砂质板岩、绢云母板岩,在区内自北西向南东,厚度急剧变厚。可识别出三种岩相类型。

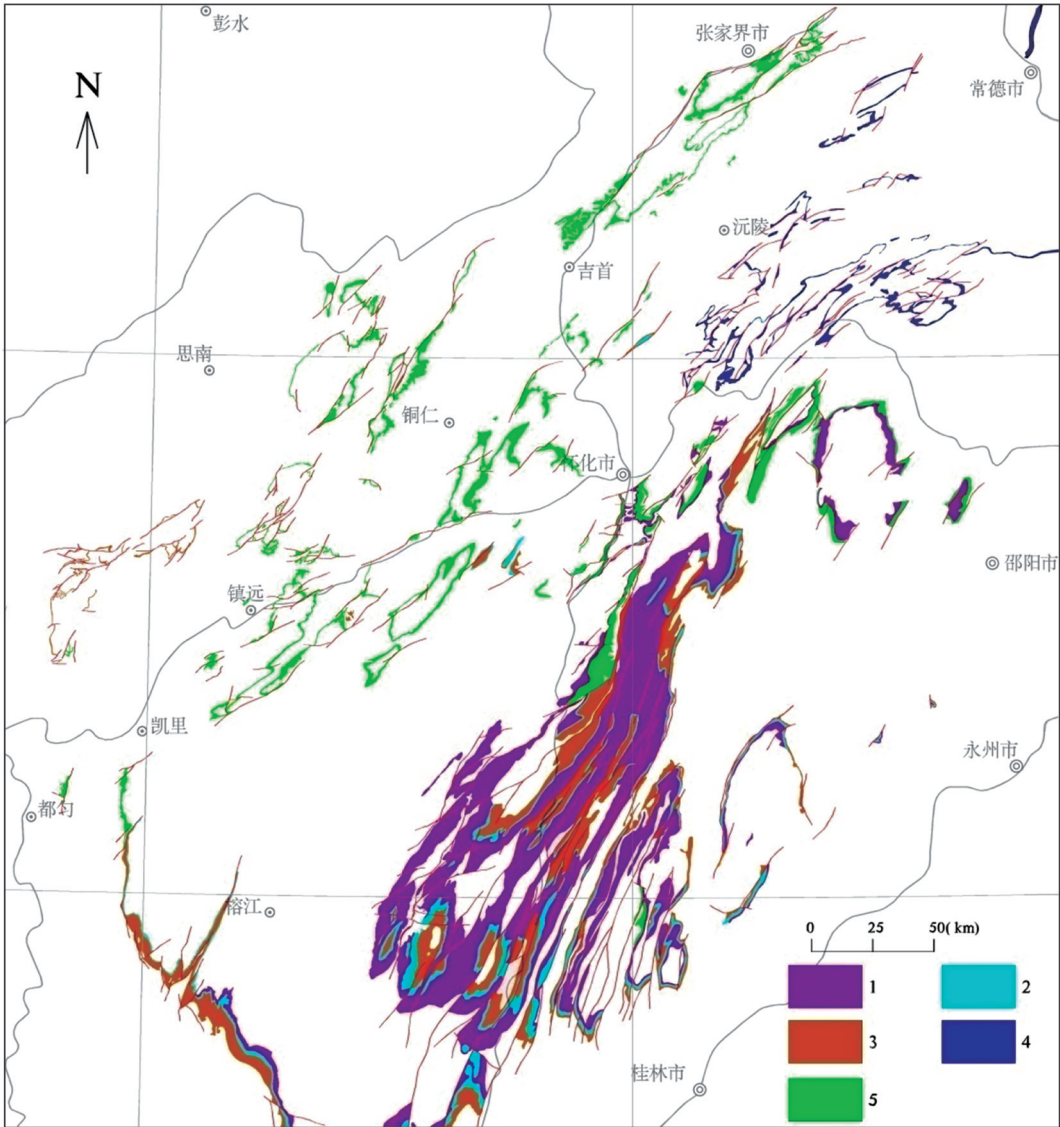


图 2 研究区南华纪岩相分布图

Fig. 2 Lithofacies distribution in Nanhua period of the study area

1—长安时期;2—富禄时期;3—南沱时期;4—长安时期+富禄时期+南沱时期;5—富禄时期+南沱时期

3.1.1.1 冰川(冰筏)浅海沉积

主要分布于黎家坡、党郎、洪江、洞口、通道、三江、肇兴、托口等地,以黎家坡南华系剖面长安组第一段(下冰碛杂砾岩段)为代表,岩性为灰色、灰绿色块状变余砂砾质板岩、变余含砾不等粒岩屑砂岩,下部夹较多变余含绿泥石含绢云母含砾岩屑长石砂岩-粉砂岩。砾石含量从底界向上由<1%至2%~5%,砾径0.2~0.5 cm,具向上变大增多趋势,形态呈次棱角状至棱角状,成分有脉石英、变余粉砂岩、硅质岩等,局部发育由粒度和成分差异而显现的条纹条带状构造。与下伏正常浅海沉积主要呈假整合-整合接触,渐变过渡。厚79.23 m。该类型沉积为长安冰期下冰阶段(卢定彪等,2019)气候逐渐寒冷、冰川作用逐渐增强,部分冰川沿沟谷流动、其前缘进入海洋形成冰筏与无冰筏区域正常沉积交织在一起构成。其中的含砾冰碛岩一般不发育层理,总体呈块状产出,为冰筏消融连续沉积产物;而少量的板岩夹层呈薄至中厚层状,内部见不太清晰的水平层理,为水动力较弱的浅海环境沉积。该类型沉积在不同地区特征相似,厚度略有变化,冰碛砾石含量和粒度因地而异,局部砾石含量较多,粒径最大达20 cm以上,显示冰筏沉积特征。

3.1.1.2 正常海相浅海洼地或浅海盆地沉积

主要分布于黎家坡、洪江、肇兴等地,托口也有产出但不完整,以黎家坡长安组板岩段为代表,由灰绿色、部分灰紫色块状绢云母板岩、含粉砂绢云母板岩、粉砂质板岩组成,岩石中局部含黑褐色碳酸盐岩(软锰矿化)斑点或透镜体,局部可见绿泥石斑点,除局部发育水平层理外,大多层次不清,总体呈块状产出,厚204.67 m。该类型沉积为长安冰期间冰阶段(卢定彪等,2019)气候稍微转暖、冰川减弱且未进入海洋的正常沉积,沉积物中未见含砾,以泥质或粉砂等细屑物质为主,岩石中基本不发育层理,显示无明显的沉积间断或流向改变,可能为先前较寒冷气候时期(下冰阶段)的冰筏消融、粗碎屑物质快速沉积之后,悬浮于水体中的细屑物质在水体较深较静的浅海洼地或浅海盆地连续而较缓慢沉积而成。

3.1.1.3 浅海或冰川浅海盆地沉积

主要分布于黎家坡、党郎、洪江、洞口、通道、三江、肇兴等地,以黎家坡剖面长安组上冰碛杂砾岩段为代表,由灰绿色、灰色厚层块状含砾砂质板

岩、变余含绢云母含砾砂质粉砂岩、变余含绢云母含绿泥含砾粉-细砂岩构成。岩石中砾石成份有硅质岩、脉石英、变余砂岩、变余粉砂岩、板岩等,含量1%~15%不等,多>5%,砾径多在0.5~3 cm之间,少数15~20 cm,呈棱角状、次棱角状,少数次圆状,无分选、排列无序,局部见“坠石”现象。厚1 001.7 m。该类型沉积为长安冰期上冰阶段(卢定彪等,2019)气候极寒、冰川进入极盛期,大陆冰川(冰盖)全面流入海洋所发生的沉积,总体不发育层理,呈块状产出。以“砾石大小混杂、无分选或分选很差、无层理”为特征。应为冰川运动过程中,在环境相当“安静”的条件下,处于融冰浆或融冰乳状态的冰融阶段,边消融、边堆积,基本上未经过正常水动力搬运的,也未发生明显沉积间断的产物。

3.1.2 长安时期古地理特征

该时期在沅陵-托口-剑河-三都一线北西侧为低缓的古陆,南东侧为海盆。古陆地势北西高南东低,地形坡度较小,随着气候发生渐冷→转暖→极寒变化,古陆上则发生冰川沿山谷进退直至形成大陆冰盖,这些冰川由北西向南东流动,直至进入南东侧的海盆中,沿途基本未发生沉积。在沅陵-托口-剑河-三都一线与淑浦-洪江-锦屏-荔波一线之间为滨岸-浅海沉积环境,发生正常海相沉积及零星冰川(冰筏)浅海沉积、该区域水体较浅、冰川沿床底进入海洋,底蚀作用强烈,沉积物保存不全,与下伏、上覆地层主要为假整合接触。在淑浦-洪江-锦屏-荔波一线以东为浅海、浅海洼地及浅海盆地,由下向上依次发生冰川(冰筏)浅海沉积、正常海相浅海洼地或浅海盆地沉积、冰川浅海或冰川浅海盆地沉积,沉积厚度大,与上覆、下伏地层均呈连续的整合接触。在洪江、洞口、通道、三江、肇兴、黎家坡一线,长安组沉积厚度达最大,反映出其环境,属残留的南华裂谷盆地范畴(图3)。

3.2 南华纪富禄时期岩相特征和古地理特征

3.2.1 富禄时期岩相特征

富禄时期研究区的沉积以陆源碎屑沉积为主,岩石地层主要是富禄组,在毗邻地区与其或其中部分层段相当的岩石地层有西冲组、莲沱组、古城组、大塘坡组、两界河组、铁丝垌组,分别代表不同沉积环境的产物。可划分出5种岩相类型:

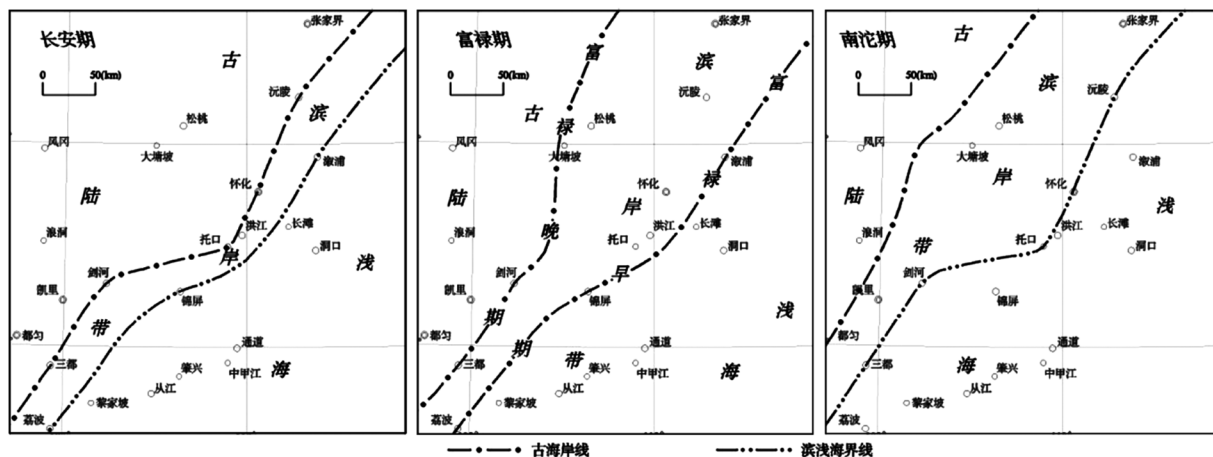


图3 湘黔桂交界地区南华纪古地理略图

Fig. 3 Lithofacies paleogeographic sketch in Nanhua period of Hunan, Guizhou and Guangxi adjoining area

3.2.1.1 局限海盆或泻湖铁质沉积

广泛分布溱浦—洪江—锦屏—荔波一线南东地区,以富禄组下部铁质岩段为代表,由紫红、灰紫色、薄—中厚层状铁质板岩、含铁板岩、条带状赤铁矿组成,夹层状或透镜状变余细粒长石岩屑砂岩,具明显的 BIF 铁矿特征。板岩主要发育条带状及细纹状水平层理,局部发育小型交错层理,变余砂岩中可见平行层理。与下伏长安组为整合接触。厚 36.9 m。据 J. L. Kirschvink (Kirschvink J L, 1992)、P. F. Hoffman (Hoffman P F et al, 1998)、储雪蕾(储雪蕾, 2004)等研究,该类型沉积是在长安冰期,海洋大部分被冰层覆盖,海水处于缺氧状态,来自海底火山作用喷溢的铁质、洋底沉积物析出的铁质、冰川带来的陆源碎屑物中铁质呈 Fe^{2+} 状态溶解于海水中不断富集,富禄间冰期开始,大陆冰川和海冰迅速融化,海侵及上升洋流把富含 Fe^{2+} 的海水带到浅部,在局限海盆、半封闭的海湾或泻湖等区域氧化成 Fe_2O_3 与较细的陆源碎屑及硅质发生化学沉积和机械沉积而成。

3.2.1.2 海陆过渡区河口湾或滨海浅滩沉积

分布于莲沱-杨家坪-大塘坡-剑河-三都一线南东地区,以富禄组变质砂岩段为代表,在峡东地区被称为莲沱组,在黔东北地区被称为两界河组。由灰紫、浅灰色厚层至块状变余细粒岩屑长石砂岩、变余中粗粒长石石英砂岩、变余含绢云母砂质粉砂岩、变余含绢云母不等粒长石砂岩等构成。在湘西北及峡东地区底部尚可见含砾粗粒长石砂岩、砾质砂岩。变余砂岩中主要发育平行层理、局部发育大型交错层理及底冲刷构造。变余含砾(质)砂岩中的砾石成分主要有花岗岩、变余

砂岩、石英等,砾径 0.2~2 cm 不等,磨圆度好,呈浑圆状-次圆状。石门杨家坪富禄组(原溧水河组)中的底冲刷构造面起伏约 20 cm。

3.2.1.3 潮坪泻湖沉积

零星分布于肇兴、中甲江、大塘坡—举贤一带及莲沱等地区,以通道县中甲江村附近的富禄组最为典型。由泥晶白云岩、板岩、砂质板岩、变余粉—细砂岩构成,白云岩呈夹层或透镜体产出。变余砂岩、粉砂岩中发育沙纹层理、交错层理,局部具粒序递变,在通道中甲江见不对称浪成波痕构造,其波脊走向 10° ,迎流坡较缓,长约5 cm,倾向北西约 280° ,倾角约 15° ,背流坡陡,长约2 cm,倾向南东约 100° ,倾角约 25° ;波长 $6\sim 7$ cm,波高1 cm;不对称指数约为2.5,波痕指数 $6\sim 7$ 。板岩及砂质板岩中发育水平层理。白云岩一般呈块状,基本不发育层理,白云石呈微晶级自形—半自形粒状,含量在80%以上,其余约15%为粉砂级陆源碎屑,分选性及磨圆度良好,矿物成分成熟度高。上述特征显示,该类型沉积应为潮坪沉积为主,兼有咸化泻湖或封闭海湾沉积,而其中的一些规模较大的、粒度较粗的砂体可能为潮道沉积。

3.2.1.4 冰川(冰筏)滨岸沉积

主要分布于古城、杨家坪、大塘坡—剑河一带,三都及黎家坡地区零星可见,以湘西北地区 and 峡东地区的古城组为代表,在大塘坡—台江一带被称为铁丝垌组,在黎家坡归入富禄组古城段。厚度多小于 10 m。在黔东北、湘西北和峡东地区以含砾砂质板岩,变余含砾泥质砂岩、变余砂泥质冰碛砾岩为主,砾石成分复杂,主要有石英、板岩、变余凝灰岩、变余砂岩等,含量在 2%~40% 之间,砾径

在 0.2~30 cm 之间,呈棱角状至圆状随机地分布于较细的砂-泥级碎屑之中,局部见“坠石”构造,总体上呈块状产出。在古城地区与上覆大塘坡组过渡层段砾石含量逐渐减少,由不显层理逐渐变为水平层理。在石门杨家坪剖面上张启锐推断存在冰足刻蚀迹(张启锐,2010)。说明该类型沉积是陆地冰川流入海洋后,在滨岸环境消融沉积而成,应为冰川滨岸沉积。该类型沉积厚度小,可确认的与冰川或冰筏有关的沉积厚度均小于 10 m,除部分冰融泥石流沉积外,主要为冰筏沉积。

3.2.1.5 浅海盆地(洼地)沉积

广泛分布于古城-大塘坡-剑河-三都一线南东区域,以黔东南、湘西北和鄂西南地区的大塘坡组(段)含锰岩系为代表。由黑色炭质或含碳质粘土岩(板岩)和粉砂质粘土岩(板岩)构成,夹似层状或透镜状菱锰矿层及锰白云岩透镜体,厚度多在数米至二十余米之间,大塘坡附近>200 m。具不清晰的细纹状水平层理,富含有机质,含草莓状黄铁矿集合体,产丰富的生存于海域的浮游藻类及微古化石,Co、Ni、Cu、Mo、U 的含量高,V/Ni 比值为 1.22,为弱还原-还原环境,大致反映了水体较深的沉积环境。上述特征说明该类型沉积是由于地形低洼长期处于风暴浪基面之下,造成水体滞留的环境,或者是由于周围有相对隆起地形(浅滩或岛屿)起障壁作用而形成的局限闭塞还原环境产物,从空间分布位置来看,可能为远离古陆的浅海盆地沉积。

3.2.2 富禄时期古地理特征

该时期在秀山-江口-三穗-三都一线北西侧为古陆,仅局部发育山麓冲积扇-河湖沉积,本研究未涉及。

在秀山-江口-三穗-三都一线南东侧为滨岸-浅海环境。在宽广的滨岸-浅海之上发生局限海盆或泻湖铁质沉积、潮坪泻湖沉积、海陆过渡区河口湾或浅海浅滩沉积、冰川(冰筏)滨岸-浅海浅滩沉积、浅海盆地沉积。该区域内锦屏-荔波一线之南东,富禄组出露完整,与下伏长安组为连续沉积,古城冰阶段以冰筏滨岸-浅海浅滩沉积为主,其冰成沉积不易识别;在锦屏-荔波一线之北西,富禄组出露不完整,缺失下部的局限海盆或泻湖铁质沉积,古城冰阶段以冰川滨岸冰融泥石流沉积为主,易于识别。说明整个富禄时期,随着间冰期的到来,冰川消融,由南东向北西发生水动力型海侵,至大塘坡

阶段达到最大,海岸线也由锦屏-荔波一线向北西迁移至秀山-江口-三穗-三都一线,迁移距离达 60 km。另以大塘坡组(段)为代表的浅海盆地沉积在整个研究区及毗邻地区,厚度变化大,可由数米到 200 多米变化,反映出当时的浅海并不平整,局部尚存在深度较大的浅海盆地或洼地(图 3)。

3.3 南华纪南沱时期岩相特征和古地理特征

3.3.1 南沱时期岩相特征

该时期研究区的沉积以陆源碎屑沉积为主,岩石地层主要是黎家坡组,在毗邻地区与其或其中部分层段相当的岩石地层为南沱组,分别代表不同沉积环境的产物。岩性总体为一套浅变质的块状冰碛杂砾岩。除冰川(冰水)沉积特征之外,其他沉积构造匮乏,相标志不明显。大致可划分出 3 种岩相类型:

3.3.1.1 冰川浅海或冰川浅海盆地沉积

主要分布于沅陵-托口-剑河-三都一线南东地区,以黎家坡剖面黎家坡组为代表,由灰-灰绿色、局部灰紫色厚层块状含砾砂质绢云母板岩、变余不等粒含砾泥质粉-细砂岩、变余含绢云母含砾长石岩屑砂岩组成。其中的砾石含量在 2%~15%之间,成分有变余粉-细砂岩、脉石英、硅质岩、变余(沉)凝灰岩、辉长岩、花岗岩、流纹岩(或石英安山岩)等,砾径一般 0.5~5 cm,最大达 45 cm,次圆状至次棱角状产出,随机而无序地分布于较细的砂-泥级碎屑之中。部分砾石表面可见冰川擦痕。厚 2 339.96 m。该类型沉积物以不发育层理,呈块状产出为特征。常见“以砾石大小混杂、无层理、无分选或分选很差的块状构造”、“坠石构造”,局部可见“絮雾状构造”、“散漫状构造”、“隐层纹构造”等。应为冰川运移过程中,在相当“安静”的环境,处于融冰乳或融冰浆状态的融冰阶段,边消融、边堆积,基本上未发生明显沉积间断,也未经过正常水动力搬运的产物。结合上覆、下伏地层的相环境分析,其冰川类型属“浅海冰川”,可与现今南极大陆周围广泛分布的“棚冰”类比,又因其厚度巨大,沉积环境应为浅海或浅海盆地。

3.3.1.2 冰川滨岸-浅海沉积

局限分布于印江-黄平-都匀一线之南东至沅陵-托口-剑河-三都一线之北西之间,以该区

域内的黎家坡组或南沱组为代表。由灰-灰绿色、局部灰紫色块状变余冰碛泥砂质砾岩、变余砾泥质不等粒砂岩、少量变余含砾砂质板岩等构成。局部夹灰紫色、灰绿色变余砂岩-粉砂岩透镜体及粉砂质板岩薄层。厚度在数米至>300 m之间变化。岩石中的砾石成分复杂,与下伏地层或岩体岩性基本一致,常见脉石英、变余凝灰岩、硅质岩等,局部见花岗岩;砾径大小不等,一般在0.5~15 cm之间,最大达2.6 m,呈棱角状-次圆状产出,大小混杂,排列无序,随机分布于较细的砂-泥级碎屑中,填隙物为砂泥质,呈基底式紧密胶结,个别砾石表面可见到压裂痕、磨光面、冰川擦痕。该类型沉积除局部板岩夹层及变余砂岩透镜体中可见到水平层理外,其余均不发育层理,总体呈块状产出,其他沉积构造匮乏,相标志不明显,厚度变化大,但相对于沅陵-托口-剑河-三都一线之南东的黎家坡组厚度显著变小。与上覆陡山沱组底部帽白云岩段、下伏富禄组大塘坡段均为连续沉积。应为冰川滨岸-浅海沉积。

3.3.1.3 大陆冰川底碛及冰湖沉积

大陆冰川底碛零星分布于遵义松林、金沙黑石头、黄平浪洞、瓮安朵丁等地,以印江-黄平-都匀一线以西的南沱组为代表。由灰紫色、灰绿色块状冰碛砾岩、冰碛含砾泥岩等构成。砾石含量15%~40%不等,大小混杂,排列无序,砾径一般几厘米至20 cm,小者不足5 mm,大者>1 m;砾石成分主要是下伏地层的岩石,偶见中酸性火成岩;砾石形态以棱角状、次棱角状为主,少量次圆状,部分呈扁枕状、马鞍状及熨斗状,表面常见磨光面、压坑、冰川擦痕等冰川动力特征。厚38~62 m。该类型沉积总体上呈块状产出,层次不清。与下伏老地层呈假整合接触,与上伏陡山沱组呈整合或平行不整合。应为大陆冰川底碛。

大陆冰川冰湖沉积零星分布于开阳洋水及翁安老坟嘴等地,仍以印江-黄平-都匀一线以西的南沱组为代表。由紫红色、灰绿色薄层状粘土岩、含粉砂质粘土岩、偶含砾石的粘土岩、粉砂岩及块状冰碛砂砾岩、冰碛泥砾岩透镜体构成。厚129.0 m。粘土岩、含粉砂质粘土岩中发育明显的条纹-条带状水平层理,具典型的冰湖纹泥沉积特征,含砾粘土岩中局部可见“落石”构造,冰碛泥砂质砾岩中砾石含量>80%,呈碎屑颗粒支撑,成分复杂,大小悬殊,圆球度差别甚大,排列杂乱,个

别砾石具擦痕和磨蚀凹面,填屑物为粘土、砂、粉砂及铁质。该类型沉积总体显示湖相沉积特征,据其冰湖纹泥沉积构造、“落石”构造及其间所夹的冰碛泥砂质砾岩,可判断为冰湖沉积产物。

3.3.2 南沱时期古地理特征

南沱时期,研究区海岸线大致在印江-黄平-都匀一线,该线北西侧为陆地。古陆西高东低且被冰川(大陆冰盖)覆盖,古地貌山-谷相间,在山岳部位,以冰蚀为主;在古陆北西侧的河谷,局部发生底碛,形成底碛相南沱组冰碛砾岩;在古陆南东侧为山麓滨海冲积平原,局地发生冰湖沉积,形成南沱组冰湖相沉积。

在印江-黄平-都匀一线之南东至沅陵-托口-剑河-三都一线之北西之间较宽广区域为滨岸-浅海沉积环境,发育黎家坡组或南沱组冰川滨岸-浅海沉积,沉积厚度较小,与下伏大塘坡段之间接触关系以整合-假整合为主,局部以微角度不整合与下伏青白口系清水江组接触,冰川沉积多不完整。

在沅陵-托口-剑河-三都一线之南东为浅海盆地环境,发育以黎家坡组为代表的冰川浅海-冰川浅海盆地沉积,沉积厚度大,与上覆、下伏地层均呈整合接触,冰川沉积连续完整。

该时期的海盆沉积物几乎全由冰川所提供的陆源物质所组成,沉积过程连续,基本未见正常海相沉积,应为大陆冰川流入海洋后,继续以棚冰的形式向海移动直至浅海盆地部位消融沉积。

根据上述南华纪不同类型岩相特征及其分布特点可大致总结出湘黔桂交界地区南华纪的古地理特征如图3。

4 结论

本文在对新元古代南华裂谷盆地演化及南华纪寒冷气候大背景分析的基础上,将湘黔桂交界地区南华系地层实体作为一个整体,划分出12种沉积岩相类型,反演南华纪各主要阶段古地理环境,证明了湘黔桂交界区才是南华纪最有利的沉积区,层型剖面应该在该地区寻找。

(1)湘黔桂交界地区南华纪的沉积类型,长安时期主要有:冰川(冰筏)浅海沉积、正常海相浅海洼地或浅海盆地沉积、冰川浅海或冰川浅海盆地沉积;富禄时期主要有:局限海盆或泻湖铁质沉积、海陆过渡区河口湾或滨海浅滩沉积、潮坪泻湖

沉积、冰川(冰筏)滨岸-浅滩沉积、浅海盆地(洼地)沉积;南沱时期主要有:冰川浅海或冰川浅海盆地沉积、冰川滨岸-浅海沉积、大陆冰川底碛及冰湖沉积。

(2)南华纪湘黔桂交界地区古地理环境是:北西为古陆,南东局部属残留的南华裂谷盆地,由古陆向盆地依次出现陆地-滨岸-浅海-盆地的沉积格局。长安时期和南沱时期,气候寒冷,古陆被冰川覆盖,没有或仅有极少不连续的沉积,滨岸带由于冰川的底蚀作用,沉积亦不连续不完整,浅海盆地中冰川呈棚冰形式,不再发生底蚀,逐渐消融连续沉积,形成了连续完整的沉积记录。富禄时期,气候相对温暖,古陆处于剥蚀环境,仅局部见山麓冲积扇及河湖沉积,海盆中则发生连续的以滨岸浅滩为主的类型多样的沉积。

(3)南华纪沉积的完整性、连续性严格受古气候和古地理环境控制,南华系层型研究应着眼于整个湘黔桂交界地区,南华系层型剖面则应该在湘黔桂交界区寻找。

[参考文献]

- 程裕淇. 1994. 中国区域地质概论[M]. 北京:地质出版社:313-384.
- 储雪蕾. 2004. 新元古代的“雪球地球”[J]. 矿物岩石地球化学通报, 23(3): 233-238.
- 贵州省地质调查院. 2017. 中国区域地质志贵州志[M]. 北京:地质出版社:761-803.
- 林树基, 卢定彪, 肖加飞. 2013a. 南华系层型剖面选择与中国南方南华纪岩石地层序列[J]. 地层学杂志, 37(4): 631.
- 林树基, 卢定彪, 肖加飞, 等. 2013b. 贵州南华纪冰期地层的主要特征[J]. 地层学杂志, 37(4): 542-557.
- 林树基, 肖加飞, 卢定彪, 等. 2010. 湘黔桂交界区富禄组与富禄间冰期的再划分[J]. 地质通报, 29(2-3): 195-204.
- 刘巽锋. 1989. 贵州锰矿地质[M]. 贵阳:贵州人民出版社:1-211.
- 刘鸿允, 董榕生, 李建林, 等. 1980. 论震旦系划分与对比问题

- [J]. 地质科学, 4: 307-321.
- 刘鸿允. 1991. 中国震旦系[M]. 北京:科学出版社:126-169.
- 卢定彪, 肖加飞, 林树基, 等. 2019. 黔湘桂交界地区南华系划分[J]. 地质通报, 38(2-3): 201-207.
- 卢定彪, 张德明, 吴开彬, 等. 2018. 华南新元古代南华大冰期气候岩石地层对比[J]. 中国科技论文, 13(9): 1060-1067.
- 卢定彪, 肖加飞, 林树基, 等. 2010. 湘黔桂交界区贵州省从江县黎家坡南华系剖面新观察[J]. 地质通报, 29(8): 1144-1151.
- 彭学军, 刘耀荣, 吴能杰, 等. 2004. 扬子陆块东南缘南华纪地层对比[J]. 地层学杂志, 28(4): 354-359.
- 全国地层委员会. 2001. 中国地层指南及中国地层指南说明书(修订版)[M]. 北京:地质出版社:1-56.
- 孙知明, 杨振宇, 裴军令, 等. 2004. 华南陡山沱期古地理环境及“雪球地球”研究新进展[J]. 地质通报, 23(8): 728-731.
- 王鸿祯. 1956. 中国之震旦系及其世界之对比[J]. 地质学报, 36(4): 477-493.
- 夏文杰, 杜森官, 徐新煌, 等. 1991. 中国南方震旦纪岩相古地理与成矿作用[M]. 北京:地质出版社:24-70.
- 许效松, 黄慧琼, 刘宝珺, 等. 1991. 上扬子地块早震旦世大塘坡期锰矿成因和沉积学[J]. 沉积学报, 9(1): 63-72.
- 杨彦均, 魏绪寿, 陈文斌, 等. 1984. 湖南省石门县杨家坪上寒武系剖面研究[J]. 湖南地质, 第3卷第4期: 1-96.
- 尹崇玉, 高林志. 2010. 中国南华系的范畴、时限及地层划分[J]. 地层学杂志, 37(4): 534-541.
- 尹崇玉, 高林志, 邢裕盛, 等. 2004. 新元古界南华系及其候选层型剖面研究进展[C]. 地层古生物论文集(第二十八辑): 1-10.
- 张启锐. 1991. 一个晚元古代水下冰足刻蚀作用的记录_水下冰推垄[J]. 地质科学, 4: 396-398.
- 张启锐. 2010. 南华系(Nanhua)建系研究的最新动态[J]. 地层学杂志, 34(2): 165-166.
- 张启锐, 储雪蕾. 2010. 扬子地区江口冰期地层的划分对比与南华系层型剖面[J]. 地层学杂志, 30(4): 306-314.
- Kirschwink J L. 1987. Runnegar B N. Soft-sediment paleomagnetic fold tests of late Precambrian glaciogenic sediments[J]. Eos., 1987, 68: 1251.
- Kirschwink J L. 1992. Late Proterozoic low-latitude global glaciation: The snowball earth[A]. Schopf J W, Klein C eds. The Proterozoic biospheres[C]. Cambridge: Cambridge University Press: 51-52.
- Hoffman P F, Kaufman A J, Halverson G Y, et al. 1998. A Neoproterozoic Snowball Earth [J]. Science, 281: 1342-1346.

Paleogeography Character and Geological Significance of Nanhua Period Lithofacies in Hu´nan- Guizhou-Guangxi Adjoining Area

LU Ding-biao, ZHANG De-ming, LUO Shan, WU Kai-bin, GONG Gui-yuan, WANG Wen-ming

(Guizhou Geological Survey, Guiyang 550081, Guizhou, China)

[Abstract] The purpose of this article is to find a continuous, complete, and research-worthy Nanhua section and to promote the establishment of its System. In this paper, based on the data obtained from the observation and research of the main sections of the Nanhua in Hu´nan- Guizhou-Guangxi border area, the types of

sedimentary facies and their distribution characteristics, 12 types of sedimentary facies are classified. The paleogeographic environment of the main stages of the Nanhuan Period has been inverted from this. It is concluded that the northwestern part of the south China Yangtze area is paleocontinent and the southeast is the rift basin during the Nanhuan Period. The two glacial periods (beginning and ending) continuous and complete sedimentation existed only in the transitional shallow sea areas between paleocontinent and basin, that is, the current junction of Hunan Guizhou and Guangxi. The continuous and complete Nanhuan System section with research value can only be found in this area.

[**Key Words**] Adjoining area of Hunan, Guizhou and Guangxi; Nanhuan Period; Sedimentary facies; Paleogeography

(上接第 79 页)

Analysis on the Spatial-temporal Distribution Characteristics of Natural Disasters in Guizhou Province in 2022

XU Qi-song

(1. *Department of Emergency Management of Guizhou Province, Guiyang 550001, Guizhou, China;*
2. *Disaster Reduction Center of Guizhou Province, Guiyang 550001, Guizhou, China*)

[**Abstract**] Based on the annual Disaster data of Guizhou Province in 2022, in this paper, it used the Natural Breaks spatial data classification and grading method and the Weighted Standardized Disaster Index (WSDI). Based on the weighted standardized disaster situation index and four dimensional index, the disaster situation in Guizhou Province was classified and graded, and the distribution and change trend of natural disasters in Guizhou province were analyzed. From the perspective of spatial distribution, the distribution of natural disasters in Guizhou Province in 2022 is generally heavier in the north and lighter in the middle. From the perspective of disaster types, flood and drought have the most serious impact. From the distribution of disaster time, June and July were the most severe.

[**Key Words**] Natural disasters; Weighted standardized disaster index; Spatial and temporal characteristics of disaster loss; Disaster distribution trend

(上接第 108 页)

Its major elements are Si, Al, Fe, and Ti. ② High-pressure closed microwave dissolution method is suitable for the dissolution of the concomitant rare earth element Sc, but for Nb and Zr, the data show a lower trend, while differences in other elements are not significant. ③ Alkali fusion-precipitation separation method is suitable for the decomposition of the insoluble metal minerals, which not only opens the mineral lattice but also effectively purifies the test solution through the use of precipitant or test complexing agents. It effectively reduces matrix interference and improves data accuracy. The method is suitable for the pre-treatment of elements Pr, Nd, Tb, Dy, Nb, and Zr. ④ Alkali fusion-acidification of fused material is suitable for the pre-fusion treatment of the dispersed element Ga. By using kinetic energy discrimination (KED) mode, it effectively reduces spectral interference and improves the accuracy of Ga determination. The detection limit of the system method ranged from 0.011 $\mu\text{g/g}$ to 1.66 $\mu\text{g/g}$, the lower limit of determination ranged from 0.044 $\mu\text{g/g}$ to 6.65 $\mu\text{g/g}$. The relative standard deviation (RSD) ranged from 2.06% to 11.1%, and the relative error (RE) ranged from 0.99% to 9.90%. Verified by sample testing, the methods above were found to be suitable for the determination of the associated critical three rare elements in kaolinite clay rocks in the studied region.

[**Key Words**] Three rare elements; Alkaline dissolving method; High-pressure microwave digestion method; Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)