

中国东南部 石炭纪 沉积地质 及矿产

张 瑛 李耀西 陈宏明 等 著



地质出版社

中国东南部石炭纪沉积 地质及矿产

张 瑛 李耀西 陈宏明 付德鑫 等 著

地质出版社

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

本书是石炭纪沉积地质学研究的综合性专著。内容涉及区域地层、沉积相、成岩作用、古构造及沉积、层控矿床等。其中突出了板块地质构造与沉积关系的研究中,论述了石炭纪区域沉积相和相模式,并编制了四个期的岩相古地理图。运用碳酸盐岩微相、微量元素地球化学、阴极发光等方法探讨了区域成岩作用和白云岩的成因,以及它们与沉积、层控矿产形成的内在联系。划分了中国东南部石炭纪三个成矿带,分析了层控矿床的控矿条件和成矿规律。

此书适用于沉积地质、区域地质、构造地质、石油地质、矿床地质等学科领域的科技人员阅读和参考。也可供地质院校师生参阅。

中国东南部石炭纪沉积地质及矿产
张 瑛 李耀西 陈宏明 付德鑫 等著

责任编辑:王章俊

地质出版社出版发行
(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销



开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 8.875 插页: 2 页 铜版图: 2 页 字数: 211000

1993年12月北京第一版·1993年12月北京第一次印刷

印数: 1—420 册 定价: 6.80 元

ISBN 7-116-01419-5/P·1161

序

《中国东南部石炭纪沉积地质及矿产》一书是南京地质矿产研究所张瑛副研究员等积10余年研究成果的一部专著。研究区包括苏、浙、皖、赣、闽、粤、琼、台诸省，面积达80余万平方公里，涉及的学科内容很广泛，研究也很深入。

在地层学方面，划出37个一级地层区，若干二、三级分区，建立了中国东南部石炭纪地层层序；对某些地层和时代的划分进行了厘定。在苏南地区发现并创名建立早石炭世早期的地层单元——茨山组。

作者根据沉积学、构造地质、地层及地球物理的综合研究，认识到区内几条主要深大断裂控制了沉积盆地的发展和演化；据古地磁资料所做的地块位移及根据沉积层序和地壳构造活动所作出的海平面变化周期的分析都很有参考价值。

书中通过大量剖面研究，总结了我国东南部石炭纪的沉积相、遗迹相；在对典型的、有代表性的沉积相剖面分析基础上，提出了石炭纪地方性相模式；讨论了沉积作用与沉积盆地演化的关系。这种全面的、大区域的沉积学分析研究和系统总结，大大地提高了该区的研究程度和水平。编出的石炭纪四个期的岩相古地理图是研究成果的提炼和概括。把沉积相和地壳构造活动结合起来研究古地理演化是当代沉积学的发展方向，作者给今后的研究工作提供了很好的范例。

对碳酸盐岩成岩作用的研究是另一重要成果。作者令人信服地论证了黄龙组下段白云岩的成因，这给沉积相古地理和成矿研究提供了重要依据；著作中归纳出研究区内白云岩化的类型和白云岩化模式，总结了碳酸盐岩成岩环境、成岩作用类型、成岩作用阶段、成岩作用的地球化学性质等，无论在理论上和实践上均有很高的价值。

石炭系是长江中下游和华南地区的重要含矿层位，对其成因历来有不同的观点。作者通过研究，提出铁、铜硫化物矿床的富集受多种因素控制，认为成矿带沿深大断裂分布，亦即沿古陆边缘分布，矿化有利岩相带为古陆及古陆边缘海侵超覆面上的潮坪相白云岩，从沉积学角度开辟了一个新的找矿方向，这对找矿勘探有十分重要的意义。

总之，这本著作不仅研究范围遍及东南诸省，学科内容也很广博，既发挥了沉积学的优势，又注意到学科间的结合和渗透。在沉积学、岩相古地理、区域沉积相和板块构造、沉积及成岩与成矿结合等项研究均有不少创见。这是该区迄今在该学科领域内的第一部专著，也是最好的一项沉积学方面的大型综合型研究成果，不仅具有很高的学术价值，对找矿勘探和矿产的远景评价亦有重要的指导意义，值得向全国的地质界推荐。

刘宝琨

1992年11月26日

目 录

绪 论	1
第一章 区域地层	5
一、地层区划	5
二、地层划分与分布情况	6
(一) 地层的划分	6
(二) 地层的特征	8
三、研究进展	15
第二章 古构造	18
一、基底地质概况	18
(一) 基底古构造格局	18
(二) 加里东末期的古地理景观	19
(三) 基底断裂系统	19
二、石炭纪的古构造	20
(一) 古构造轮廓及古地理位置	20
(二) 构造单元划分的地球物理资料验证	23
三、古构造单元的划分和特征	23
(一) 北方板块 (I)	26
(二) 南方板块 (II)	27
(三) 南海板块 (III)	30
(四) 东南板块 (IV)	31
四、断裂系统	33
(一) 板块间断裂	33
(二) 陆块间断裂	34
(三) 陆块内的同沉积断裂	35
第三章 沉积相	39
一、沉积相区的划分	39
(一) 下扬子相区 (I)	40
(二) 华南相区 (II)	41
(三) 下扬子—华南过渡相区 (III)	43
(四) 华北相区 (IV)	43
(五) 北淮阳相区 (V)	43
(六) 海南相区 (VI)	44
(七) 福鼎相区 (VII)	44
二、火成活动	44
(一) 侵入岩	44
(二) 火山活动	44

三、三大板块区域沉积相的特征及对比	48
四、沉积相区划与微量元素地球化学	50
(一) 泥质岩类的微量元素丰度	50
(二) 碳酸盐岩微量元素丰度	52
五、沉积相分类	52
(一) 大陆相系	52
(二) 过渡相系	54
(三) 海洋相系	55
六、遗迹相	65
(一) 冲积平原相	65
(二) 三角洲相	65
(三) 碎屑岩潮坪相	68
(四) 碳酸盐潮坪相	68
(五) 浅水缓坡相	68
(六) 较深水缓坡相	69
七、沉积相模式	70
(一) 下扬子浅陆表海碳酸盐台地相模式	71
(二) 华南冲积—碳酸盐缓坡相模式	71
(三) 东南、南海陆棚—盆地相模式	72
第四章 沉积盆地的类型和沉积作用特征	74
一、构造作用和沉积作用	74
二、沉积盆地分类	75
三、各类盆地的沉积作用特征	76
(一) 克拉通盆地	76
(二) 边缘前陆盆地	78
(三) 克拉通边缘盆地	78
(四) 被动大陆边缘盆地	79
(五) 裂谷盆地	81
第五章 岩相古地理	82
一、古陆性质和古地貌	82
二、物源区母岩的性质	83
三、石炭纪古环境分析	84
(一) 古盐度	84
(二) 古温度、古气候	85
(三) 古海水深度	86
(四) 古水流方向	87
四、石炭纪岩相古地理	87
(一) 岩关期岩相古地理	88
(二) 大塘期岩相古地理	90
(三) 威宁期岩相古地理	92
(四) 马平期岩相古地理	94

五、层序地层及海平面变化旋回	96
(一) 下扬子石炭系四个沉积层序	96
(二) 华南广海区域石炭系二个沉积层序	98
(三) 华南海边缘永梅坳陷沉积层序	98
(四) 中国东南部石炭系沉积层序、海平面变化旋回与全球海平面变化的对比	99
第六章 成岩作用	101
一、碳酸盐成岩环境	101
二、碳酸盐成岩作用类型	103
(一) 同化学成岩作用	103
(二) 异化学成岩作用	103
(三) 埋藏成岩作用	103
三、碳酸盐的成岩作用阶段	104
四、白云岩成因	105
(一) 白云岩岩石类型	105
(二) 白云岩地球化学性质	107
(三) 白云岩成因模式	109
五、去白云化作用和下扬子巨晶灰岩的成因	110
(一) 下扬子去白云化巨晶灰岩的分布	110
(二) 巨晶灰岩岩性	111
(三) 去白云化巨晶灰岩的成因机理	112
六、成岩作用与矿产形成的关系	112
(一) 同生成岩期矿产——黄铁矿、赤铁矿、鲕绿泥石	112
(二) 晚期、埋藏成岩、近变质成岩矿产——层控铁、铜、铅、锌多金属硫化物矿床、菱铁矿、锰矿	113
(三) 表生成岩矿床——铁、锰、金矿	113
第七章 沉积和层控矿床	114
一、沉积矿产	114
(一) 岩关期沉积铁矿	114
(二) 大塘期沉积矿产	115
(三) 威宁期沉积矿产	116
二、层控矿床	118
(一) 成矿区矿床地质特征	118
(二) 控矿条件和成矿作用	125
三、成矿规律	130
参考文献	132
图版说明及图版	134

绪 论

近 20 年来国际沉积地质学的研究成果令人目不暇接。70 年代,当人们的注意力还集中在沉积相和沉积环境的研究时,许靖华先生就把大地构造与沉积学的研究结合起来,对不同类型的板块碰撞带的沉积作用进行了创造性的研究,从而推动了沉积学和板块构造理论的发展。接着盆地分析又成为新的研究热点,沉积地质学研究开始从沉积学和沉积标志的判别这一狭窄空间扩展到从地壳运动、沉积作用、盆地演化、成矿作用等多学科综合研究入手,去认识地质历史中各种沉积物形成的古构造、古地理、古气候条件;把有用矿产的富集和就位作为盆地演化和发展的某个阶段的产物。至此,沉积地质学的研究已发展到区域性和综合性研究阶段。1986 年以美国 R. N. Ginsburg 教授为代表的沉积学家提出了“全球沉积地质学计划”,这种全球规模的研究方法提供了一种新的尺度,把区域性和单科性的研究与全球变化联系起来,为探索地球发展演化的历史提供了有效途径,也为沉积地质学的研究开拓了广阔前景。

《中国东南部石炭纪沉积地质及矿产》一书是作者 10 余年来研究工作的总结。自 80 年代以来,作者先后承担了地质矿产部和国家重点科研攻关项目:“巢湖地区下石炭统沉积环境研究”、“下扬子—钱塘地区石炭系沉积相和储油条件的研究”、“下扬子盆地石炭系沉积地质”、“中国东南部石炭系沉积相和有关矿产”、“湘赣地区石炭纪膏盐盆地沉积相及找钾远景”等。研究区域包括苏、浙、皖、赣、湘、粤、闽、琼、台等九省,通过大量的野外及室内研究,取得了许多重要成果,主要反映在以下几个方面。

1. 区域沉积地质学研究方向的确立和深化

70 年代初,国内沉积相的研究尚停留在单个剖面上以岩类学研究为基础,识别各类相标志,判别各沉积单元的沉积相和沉积环境。80 年代初,随着工作的深入和发展,区域沉积相研究逐步发展起来。它是在研究各个相剖面的基础上,从垂向相序分析和横向对比入手,进行相区划分并编制岩相古地理图。从已出版的著作看,大多属单科性的研究,仅考虑到沉积相及相区的划分,没有考虑到各种地质作用的内在联系及历史演化,特别是构造活动与沉积相和沉积、层控矿床展布的关系。编出的沉积相图是以固定论为前提的,不能反映古地理的真实面貌。尤其在广及 100 多万平方公里的区域内,进行大面积的沉积相和古地理研究时,这种固定论的方法必然导致错误的结论。为了克服这些不足,作者采取了多学科、全方位的系统研究。主要方面有:①判别各个沉积相单元的沉积特征、环境标志、垂向相序,了解沉积相区及各个相带的平面展布状况,恢复其沉积时的古地理条件;②沉积作用和构造作用相互关系的研究,特别是板块活动和地壳构造活动对沉积相区时空展布的控制和改造作用。研究沉积盆地的类型、演化与发展的历史,尤其对控制盆地形成和演化的同沉积断裂的识别和确定是研究的重点;③沉积地球化学和成岩作用的研究。沉积物中的元素和微量元素的分布特征是研究地层对比、判别沉积环境、确定地层含矿条件的极重要手段,也是成岩作用研究的重要方面,尤其对碳酸盐岩成岩环境的判别更是如此。不同的沉积相区和成岩相区,其地球化学特征是不同的;④对石炭系中赋存的沉积、层控矿

床的控矿因素和形成条件的研究。主要是对控制这些矿床就位和富集的古构造、古地理条件, 储矿层位的沉积相、地层的岩性和物理化学特征, 各个矿带的分布特征等进行较深入的研究; ⑤地层、古生物学的研究。这是编制岩相古地理图的基础, 主要目标是确定编图单元的等时性。古生物群落的研究则是综合各类生物化石的分布特征, 确定生物区系, 这是判别沉积相、古沉积环境、古气候的重要而可靠的标志。

上述这些研究结合起来, 不仅编出的岩相古地理图修正了“固定论”的偏颇, 考虑了地壳板块运动对沉积相区的控制和改造, 而且研究成果也不再局限于岩相古地理方面, 且是一个新的研究领域, 即区域沉积地质学研究。它是在某一划定区域内进行沉积相、沉积作用和构造作用、沉积与层控矿床的成矿规律并进行找矿预测的综合研究。这项研究不仅具有巨大的科学价值, 而且有显著的经济效益。

这一研究方向的广阔前景还在于它和全球沉积地质计划(GSGP)密切关联。沉积岩是地球发展历史、生命演化的可靠记录, 它记录了约30余亿年水圈、生物圈和大气圈的演化, 因而沉积地质学的研究从根本上就具有区域性和全球性特点。随着全球沉积地质计划的实施和发展, 区域沉积地质学的研究必将进入全盛时期。作者对中国东南部石炭纪的沉积层序和全球海平面变化的关系也进行了研究, 划分了层序地层单元, 使得我国沉积地质学的研究水平与国际水平相适应。

2. 大区域沉积相、成岩作用与板块活动的研究

区域沉积地质学研究的基础是区域沉积相、沉积岩岩石学和区域成岩作用的研究。80年代前我国区域沉积相的研究主要依靠地层古生物资料, 对沉积相、古地理的认识相当粗浅。作者为了更准确、深入认识石炭纪岩相古地理面貌, 提出每个亚相区至少要有两条实测剖面控制, 同时辅以若干踏勘剖面, 使沉积相的研究建立在可靠的实际材料之上。先后共实测剖面28条, 观测剖面40余条, 鉴定岩石薄片1500余片。确定了区内陆相—过渡相—海相共12个相类、32个亚相; 提出了早石炭世以碎屑岩相为主, 包括冲积扇、河流、潮坪、三角洲、泻湖等, 华南西部为清水碳酸盐沉积区, 属碳酸盐缓坡; 晚石炭世海域扩至全区, 绝大部分地区为碳酸盐沉积。下扬子区属台地相; 华南区为碳酸盐缓坡相, 发育浅水缓坡、半深水缓坡, 与钦防海槽相接处为深水缓坡。

沉积相的平面展布与地壳板块活动有内在的联系, 两者是互为表里的。地壳板块的运动控制了沉积相的展布, 沉积相区的分布特征也反映了地壳板块活动和演化的历史。作者根据沉积相区划, 各相区沉积特征及古构造轮廓, 论证了石炭纪时研究区内存在着四个板块: 北方板块、南方板块、南海板块和东南板块。这四个板块的离散、拼合, 控制了区内石炭纪沉积相的展布及大、中型沉积盆地的分布、性质和类型。

3. 区域成岩作用和白云岩成因的讨论

众所周知, 沉积物沉积以后, 使其固结成岩并直到遭受变质前发生的一系列物理化学变化, 称成岩作用。影响成岩作用的因素与沉积物所处的大地构造背景、古地理和古气候环境、埋藏情况密切相关。成岩作用对于石油、天然气矿藏的生成和运移, 金属矿床的形成都具有重要的意义, 近年来一直是沉积地质研究的重点。作者对区域成岩作用和白云岩的成因进行了长期的研究, 重点在碳酸盐岩的成岩作用方面。

文中提出全区碳酸盐岩可分为六类成岩环境, 三种成岩作用类型和三个成岩作用阶段; 对成岩作用的地球化学性质也进行了较深入的研究。研究区内白云岩的分布相当广泛,

主要产于上石炭统中。作者通过对白云岩的野外观察和室内微相研究,对研究区内的白云岩进行了岩石分类,对白云岩的微量元素、碳、氧同位素均作了大量的分析研究,总结出区内白云岩有三种成因模式:①渗透回流白云岩;②混合水模式白云岩;③埋藏淡水混合模式白云岩。在如此广阔区域内,进行这种深入细致的研究工作,在本区尚属首次,这类区域成岩作用的研究是前人很少涉足的领域。

4. 地层、古生物研究的新进展

在实测沉积相剖面的过程中(包括各协作单位在内),对地层、古生物的研究亦取得了不少进展。岩关早期的沉积——茨山组不仅在南京东郊一带出露,在铜陵、宜兴等地均有发现;证实了平远—丰顺一线以东无岩关期沉积;肯定了福建经畲组为黄龙组的碎屑相沉积;确认了船山组碎屑相的存在;证实了浙江石浦群并非石炭纪地层,而属古—始新统;对广东海南石岭群的地质时代也作了厘定。这些新资料对区域地层和区域沉积学的研究都有重大意义。

5. 沉积、层控矿床的控矿条件与远景预测

中国东南部,特别是长江中下游地区蕴藏着丰富的铁、铜硫化物矿床,它们赋存在特定的层位中,主要分布在威宁阶底段的白云岩下部,在三叠系青龙群白云岩中也有一定数量的分布。这一现象引起地质界的广泛重视,有许多探讨这一问题的著作问世。这些作者认为此类矿床的成矿物质与容矿层是同时沉积的,并受沉积相控制。成矿物质来源是火山喷出物质,或是深大断裂中的深部卤水。李文达先生(1989)对此有精辟的评述。

矿床的形成是多种因素控制的,有人不同意这种看法,认为多成因就是无成因,强调某一种因素起主导作用。这种单成因的观点导致他们作出错误判断。各种地质事实充分证明某一控制因素在成矿作用的各个阶段所起作用是不同的。矿床学研究应从单一物质来源、单一成矿作用和一次成矿论中解放出来,科学地研究成矿作用各个阶段中各种地质作用的有机联系。长江中下游铁、铜硫化物矿床的形成是多因素、多期次的,并且随着地壳的活动和变化而被不断地改造。

中下扬子区石炭纪威宁期是一个范围极广的海侵期,黄龙组底部白云岩是海进超覆过程中形成的,大多为潮坪白云岩。该相带分布范围很广,遍及苏、浙、皖、赣、闽、粤诸省,而长江中下游成矿带仅在湖北大冶、江西九江至安徽铜陵、延伸至江苏南京栖霞一线存在,大体顺长江沿岸分布,这一成矿带穿越了几个相带。大量化石资料证明容矿层白云岩是一个穿时的岩石地层单元。在纵向上含矿层位可以是石炭纪威宁期的白云岩,也可以赋存于三叠系青龙群白云岩中。以上事实说明这些矿床的就位时间晚于容矿层的沉积时间,它们不是同沉积矿床而是后成矿床。

作者认为长江中下游铁、铜硫化物矿床是一种层控矿床,有二个主要的赋矿层位,即石炭系黄龙组底段白云岩和三叠系青龙群白云岩。黄龙组白云岩的层位大多紧接在海侵超覆面之上,其下伏地层通常是碎屑岩。这一层序结构形成了成矿溶液良好的碱性化学屏障,加之早期成岩白云岩孔隙发育,致使这层白云岩成为有利的储矿层位,这就是导致矿床沿特定层位分布的主要原因。此外还有几个重要的控矿条件,主要是:①构造位置,成矿带沿深大断裂分布,这些地区矿液通道畅通,是形成大型或特大型矿床的有利部位。矿田一般受次级构造控制,如背斜或向斜的倾伏端、次级断裂的交会处等;②古陆及古陆边缘海进超覆面之上的潮坪相带,尤其是白云岩段为成矿的有利相带;③岩浆活动强烈地区,

特别是燕山期岩浆活动发育地带，为成矿作用提供了丰富的物质来源及热源，亦是控矿的重要条件。根据这些控矿条件，作者编制了“中国东南部沉积、层控矿床分布图”，为进一步找矿提出了指导性意见。

因而此书是以沉积地质学的区域研究为主导，结合构造地质、地层古生物、矿床地质等多学科的综合研究成果，既发挥了沉积学的优势，又注意了各学科间的交叉和渗透。是中国东南地区第一部区域沉积地质学的大型综合性研究成果。这部专著的出版对沉积地质、区域构造、石油地质、区测找矿、矿床地质等部门的科技人员将会有重要的参考价值。

该书绪论由陈宏明副研究员撰述；第一章区域地层由刘卫红助理研究员编写；第二章古构造、第四章沉积盆地的类型和沉积特征由副研究员李耀西执笔；第三章沉积相，第五章岩相古地理由副研究员张瑛、陈宏明编写；第六章成岩作用由张瑛编写；第七章沉积和层控矿床由付德鑫副研究员编写；张晓东助理研究员编写了遗迹相一节；全书由张瑛主编，李耀西、陈宏明协助。吴礼道助理研究员参加了部分野外工作；广东地矿局区调队高级工程师陈耀钦、福建省地矿局区调队高级工程师吴岐、安徽省地矿局区调队工程师徐家聪等协作单位的课题负责人均提供了大力协作，所以此著作也是集体劳动的结晶。

研究工作得到中国科学院地学部委员、成都地矿所所长刘宝珺教授多方面的帮助和指导，成都地矿所许效松研究员、江西、江苏、安徽、浙江、广东、福建等省地矿局的总工程师及业务部门的关怀和帮助，作者在此向他们深表谢意。

第一章 区域地层

生物地层学的研究任务，一则确立等时面，建立了沉积环境的时空演化的时间概念；二则通过地层岩性和生物群落类型、性质的分析，提供沉积环境信息，因而它是岩相古地理研究的基础和不可缺少的手段。

一、地层区划

中国东南部石炭系广泛发育，沉积类型多样，岩相分异显著，各类化石丰富。根据石炭系岩性、厚度、层序、岩相、变质程度及古生物群等方面的异同，可以分为华北、扬子、华南、东南及南海等5个一级地层区，其下再细分为10个二级地层区(分区)和19个三级地层区(小区)(表1—1)，其地理分布如图1—1所示。区划系统及区划特征见表1—2。

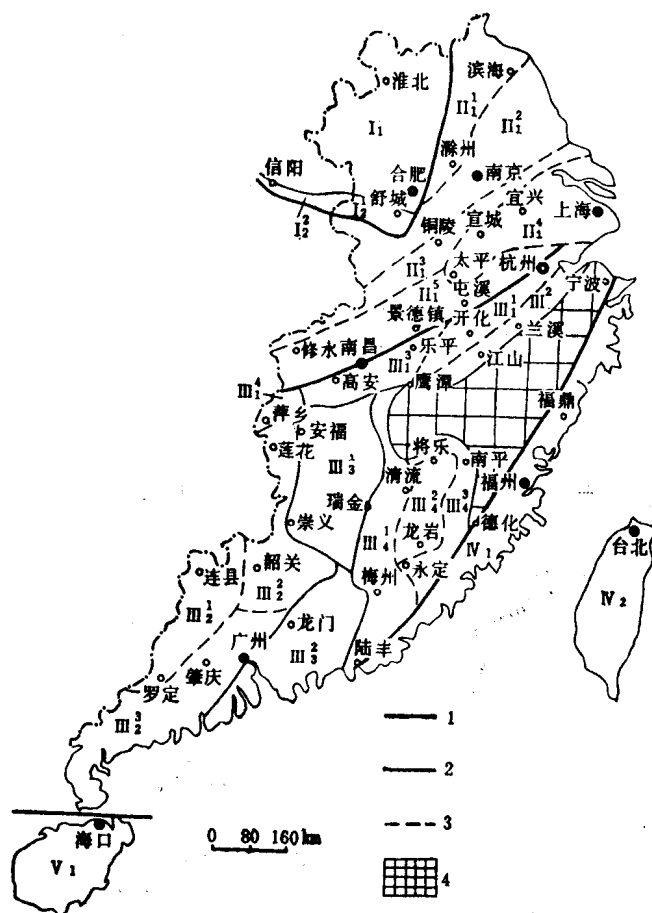


图 1—1 中国东南部石炭系地层区划图

1—地层区界线；2—地层分区界线；3—地层小区界线；4—古陆

表 1—1 中国东南部石炭纪地层区划表

一 级 地 层 区	二 级 地 层 区	三 级 地 层 区
I 华北地层区	I ₁ 淮北分区	
	I ₂ 北淮阳分区	I ₁ ¹ 金寨小区
		I ₂ ² 信阳小区
II 扬子地层区	II ₁ 下扬子分区	II ₁ ¹ 滨海小区
		II ₁ ² 南京小区
		II ₁ ³ 铜陵小区
		II ₁ ⁴ 宜兴—宣城小区
		II ₁ ⁵ 屯溪—修水小区
III 华南地层区	III ₁ 钱塘—萍乐分区	III ₁ ¹ 杭州—开化小区
		III ₁ ² 兰溪—江山小区
		III ₁ ³ 高安—乐平小区
		III ₁ ⁴ 萍乡小区
	III ₂ 莲花—肇庆分区	III ₂ ¹ 粤西小区
		III ₂ ² 粤北—赣西小区
		III ₂ ³ 粤西南小区
	III ₃ 赣中—粤东分区	III ₃ ¹ 赣中小区
		III ₃ ² 粤东小区
	III ₄ 永梅分区	III ₄ ¹ 清流—梅州小区
		III ₄ ² 将乐—龙岩小区
		III ₄ ³ 南平—永定小区
IV 东南地层区	IV ₁ 闽东分区	
	IV ₂ 台湾分区	
V 南海地层区	V ₁ 海南分区	

二、地层划分与分布情况

(一) 地层的划分

长期以来,中国石炭系沿用三分方案,划分为上、中、下三统。自第一届全国石炭纪地层会议(1983)以后,开始趋向于采用二分方案,而且在湘黔等地区还给统级单位以专名:下统沿用丁文江(1931)所建的“丰宁统”,上统则选用“壶天统”。本文亦采用两分方案,但统的名称不给专名,而用下统、上统(包括过去的中、上统)的称谓。

南方石炭系的研究程度较高,已试行建阶。尽管各家建阶多少和名称有别,但界线基本可以对照。本研究区地层的划分和区域地层对比以年代地层单位(统、阶)为标准、生物带为依据,结合生物组合序列,将石炭系划分为两统、四阶(表1—3)。

表 1—3 中国东南部石炭纪生物地层划分标准

年代地层		生物地层单位					
单位		笔	珊瑚	牙形石	腕足类	植物	孢子
上统	马平阶	<i>Pseudoschwagerina</i> 或 <i>Sphaeroschwagerina</i> 带		<i>Streptognathodus elongatus</i> - <i>S. wabaunensis</i> 组合带	Meekella 组合带		
		<i>Triticites</i> 带		<i>Streptognathodus cancellatus</i> - <i>Gondolella elegantulus</i> 组合带			
	威宁阶	<i>Fusulinella</i> - <i>Fusulina</i> 带		<i>Idiognathodus magnificus</i> - <i>Neognathodus roundyi</i> 组合带	Choristites 组合带		
		<i>Profusulinella</i> 带	<i>Lithostrotionella stylaxis</i> - <i>Kionophyllum</i> 组合带	<i>Neognathodus bassleri</i> - <i>N. symmetricus</i> 组合带			
		<i>Pseudostaffella</i> 带		<i>Idiognathoides sinuatus</i> 组合带			
	下统	大塘阶	<i>Eostaffella hohsienica</i> 带	<i>Yuanophyllum kansuense</i> - <i>Lithostrotion asiaticum</i> 组合带	<i>Gnathodus bilineatus</i> 组合带	<i>Gigantoproductus edelburgensis</i> - <i>Kansuella kansuensis</i> 组合带	<i>Neuropteris gigantea</i> 组合带
			<i>Aulina carinata</i> - <i>Archonolasma sinense</i> 组合带		<i>Rugosochonetes kansuensis</i> - <i>Marginifera viseeniana</i> 组合带	<i>Archaeopteridium</i> - <i>Sphenopteris obtusiloba</i> 组合带 <i>Cardiopteridium spetsbergense</i> - <i>Adiantites gothani</i> 组合带	
			<i>Kueichowphyllum</i> 带		<i>Pugilis hunanensis</i> - <i>Vitiliproductus groberi</i> 组合带	<i>Archaeocalamites scrobiculatus</i> - <i>Anisopteris</i> cf. <i>transitionis</i> 组合带	
			<i>Thysanophylloides</i> 带		<i>Megachonetes zimmermanni</i> 组合带		

年代地层 单位	生物地层单位					
	筴	珊瑚	牙形石	腕足类	植物	孢子
下 关 统 阶		<i>Pseudouralinia</i> 带	<i>Siphonodella isosticha</i> - <i>S. cooperi</i> 组合带	<i>Eochocistites neipentaiensis</i> - <i>Camarotoechia kinglingensis</i> (或 <i>Martiniella elongata</i>) 组合带	<i>Sublepidodendron mirabile</i> - <i>Lepidodendropsis hirmieri</i> 组合带	
		<i>Cystophrenitis</i> 带	<i>Polygnathus bischoffi</i> - <i>Pseudopolygnathus</i> 组合带	<i>Paulonia menggongaoensis</i> - <i>Cleiothyridina meelia</i> 组合带		<i>Spelaeotriletes pretiosus</i> 组合带 <i>Vallatisporites vallatus</i> - <i>Aneurospora incohatu</i> 组合带

(二) 地层的特征

由于沉积环境的差异,同一时间里在不同区域沉积了不同岩性的地层,包含了不同的生物群落,因而人们建立了不同的岩石地层单位。现将各区的地层特征分述于后。

1. 华北地层区

(1) 淮北地层分区,包括本溪组和太原组。

威宁阶本溪组^① 本溪组分布广泛,但在地表零星出露,仅淮北萧县发育较好。本组岩性为灰岩夹杂色泥岩、铝土质泥岩,系近滨泻湖-潮坪沉积。厚度3—26.78m不等。灰岩中含丰富的牙形石,并有筴类、腕足类及海百合茎化石。据所含牙形石 *Idiognathodus delicatus*, *Idiognathoides sinuatus* 及 *Streptognathodus parvus*, 可以确定其时代为威宁期。

马平阶太原组^② 该组与本溪组相伴出现,主要见于淮北萧县及淮南上窑。上部由灰岩与细碎屑岩及不稳定煤层组成韵律性旋回;下部为杂砂岩与泥岩互层,局部夹劣质煤。系滨海沼泽-潮坪-泻湖沉积。总厚129—145m。古生物群有牙形石、筴类、腕足类、腹足类及植物等。中上部所产牙形石 *Streptognathodus elongatus*-*S. wabaunsensis* 组合带与筴类 *Pseudoschwagerina* sp., *Sphaeroschwagerina* sp. 共生,反映了存在石炭系的最高层位。

(2) 北淮阳地层分区,北淮阳地层分区的地层层序是一个复杂而棘手的问题。自1919年便开始有人对此进行研究,至今已有70余年的历史。解放前,刘季辰(1919)、谭锡畴(1924)、李琳(1937)认为该区存在两套不同岩系,一套为古老的变质岩系,曾划出太古界泰山系与元古界五台系;另一套即是含植物化石的地层,谭氏曾定为侏罗系,而李琳确认为石炭一二叠系。1956—1964年间,苏育民、聂宗笙(1964)将石炭系划分为中、

① 安徽区调队,1988,安徽省石炭纪岩相古地理及含矿性研究报告

② 据安徽区调队,1988,安徽省石炭纪岩相古地理及含矿性研究报告

上石炭统的双石头组、杨小庄组、胡油坊组、两冲头组；下石炭统杨山组、寒坡岭组、花园墙组，为该區石炭系的研究奠定了基础。杨志坚（1964）在研究安徽佛子岭群时，也肯定了金寨西部的浅变质岩系亦为石炭一二叠系。近十多年来，随着研究程度的提高，获得了不少成果，但在该区的地层层序、时代以及划分、对比等问题上，仍存在着明显对立的观点。一种观点认为，北淮阳的浅变质岩系全部由晚古生代地层组成，如佛子岭群、信阳群等，皆属石炭一二叠系（杨志坚，1982）；另一种观点认为，区域内存在着石炭纪地层，但它与下伏浅变质岩系是两套不同时代的产物（金福全等，1987）。

研究区内（即安徽境内）的石炭系称梅山群，据金福全等（1987）研究，认为它就是河南固始、商城一带石炭纪地层的东延部分，并认为其确切时代是以晚石炭世马平期为主，含有部分威宁期地层，完全可以和河南固始、商城一带的威宁期胡油坊组及马平期杨小庄组、双石头组对比。它与下伏厚度巨大的受区域变质的佛子岭群是性质完全不同的两套沉积建造。

梅山群出露较好的剖面在安徽金寨县全军，其厚度为113.5m，未见顶底。中、下部为杂砂岩与泥板岩互层，偶夹复成分砾岩。含植物化石 *Neuropteris gigantea*, *Mesocalamites* sp., *Calamites* sp. 等；上部以泥板岩为主，夹石墨化煤层和结晶灰岩。

信阳地区的石炭系发育较全，地表出露亦好，未遭受变质。以河南固始杨山一带最佳。上统分为双石头组、杨小庄组、胡油坊组、道人冲组，为河湖相-沼泽相的细碎屑岩系；下统为杨山组、花园墙组，系山间河流-河漫沼泽的粗碎屑岩与细碎屑岩间互沉积。

2. 扬子地层区

（1）岩关阶，包括老坎、茨山、金陵和王胡村四个组。

老坎组 见于苏北一带井下，为下扬子分区石炭系的最低层位。上部为陆相粉砂岩、粘土岩，含植物化石；下部为潮坪相含砂白云岩，产珊瑚及牙形石化石。本组厚30m左右。根据其所含的 *Polygnathus bischoffi*-*Pseudopolygnathus* 牙形石动物群[●]，地质时代应为岩关早期。

茨山组 本组是老坎组的同期异相地层，主要分布于南京和宜兴一宣城小区，铜陵小区则保存不全。南京地区茨山组以页岩、泥岩和粉砂岩为主，夹少量砂岩，下部产植物化石，顶部富含腕足类化石。该组厚14.16m，属冲积平原亚相沉积。铜陵小区沉积环境与南京同，但其顶部层位因后期剥蚀缺失，残厚仅5.6m；宜兴一宣城小区属近海湖泊相，厚25.2m。本组含丰富的孢粉化石，下部为 *Vallatisporites vallatus*-*Aneurospora incohatus* 组合带，上部为 *Spelaeotriletes pretiosus* 组合带，时代属杜内期 Tn16-Tn2，亦即岩关早期。此外，还见虫颚和疑源类化石，表明有间歇性海泛影响。

金陵组 只分布于安徽无为—江苏句容高骊山一线以北。主要岩性为生物碎屑灰岩、泥质白云质灰岩。化石以珊瑚和腕足类为主。除滨海一带厚度>20m以外，其它地区一般不超过10m。是近岸泻湖和潮下浅滩沉积。据所含 *Pseudouralinia* 带的珊瑚以及腕足类 *Camarotoechia kinglingensis*-*Eochoristites neipentaiensis* 组合带，其时代属岩关晚期无疑。

王胡村组 本组主要见于为古陆三面包围的宜兴一宣城小区及铜陵半岛的北缘，系金

● 江苏省煤田地质勘探第三队，1979，江苏省盐城专区滨海地区普查找煤报告

陵组的同期异相沉积。岩性主要为细砂岩、泥岩和粉砂岩，局部地区夹灰岩或白云岩。铜陵半岛北缘厚度最薄，仅1.7—4m；其它地区5—17.9m不等。本组为滨岸碎屑砂泥坪沉积。所含化石组合与金陵组相同，但以腕足类为主，珊瑚次之。

(2) 大塘阶，包括高骊山、和州组。

高骊山组 广泛分布于下扬子分区的南京、宜兴—宣城和滨海小区。岩性为一套粉砂岩、泥岩夹砂岩。南京—巢湖一带夹泥质灰岩层或透镜体，属海陆过渡相。靠近鲁东古陆的滨海小区和靠近江南古陆的宜兴—宣城小区均以陆相为主，偶有海相夹层。本组厚度一般20—40m，最厚为80余米。沉积环境可从河流变为滨海三角洲及海湾泻湖。根据该组所含植物化石 *Sublepidodendron*, *Lepidodendron*, *Cardiopteridium* 和腕足类 *Pugilis hunanensis* *Vitiliproductus groberi* 等，地质时代应属大塘早中期。

和州组 分布于安徽宿松、怀宁、江苏句容赣船山一线以北。在南京小区，其岩性为灰岩夹粉砂岩、泥岩和砂岩，上部的灰岩常不同程度地白云岩化，为潮坪碳酸盐岩与细碎屑岩的混合沉积。珊瑚、腕足类、瓣类化石丰富，厚度2—25m。滨海一带下部为海相灰岩，上部陆相细碎屑岩，含植物化石。本组常见的化石有瓣类 *Eostaffella hohsienica*，腕足类 *Gigantoproductus edelburgensis* 和珊瑚 *Yuanophyllum kansuense* 等，属大塘晚期。但在句容赣船山等海盆边缘地带，其上部含 *Idiognathodus sinuosus*, *Idiognathoides sinuatus* 等威宁期的牙形石动物群（中、下部未发现化石），说明和州组穿时现象显著。

(3) 威宁阶黄龙组 发育于整个扬子区。岩性分上部纯灰岩段和下部白云岩段，两者之间有些地区夹厚薄不等的巨晶灰岩。是潮坪—开阔台地沉积的产物。在原江南古陆的主脊带缺白云岩段。白云岩段是一个穿时的岩石地层单位，在宁镇—巢湖一带中、下部含 *Gnathodus bilineatus* 牙形石动物群，其所夹灰岩中含以 *Eostaffella hohsienica* 为代表的瓣类 *Eostaffella* 种群，时代无疑属大塘晚期。但在南京东郊其上部已分析出 *Idiognathoides sinuatus* 带的牙形石动物群，时代属威宁早期。由此可见，宁镇—巢湖一带白云岩段实乃跨下统和上统的岩石地层单位，其间无沉积间断现象。向南到句容赣船山，整套白云岩及其下伏和州组上部层位均含有上述威宁期的牙形石动物群，层位较宁镇一带更高。纯灰岩段含丰富的瓣类化石，其次为腕足类和珊瑚等化石。苏浙皖交界地区黄龙组自下而上建立了 *Pseudostaffella* 带，*Profusulinella* 带和 *Fusulinella-Fusulina* 带。本组厚度一般50—70m，最厚为134m，大致有北薄南厚，东薄西厚的规律。

(4) 马平阶船山组 船山组与黄龙组常常是相伴而出。其岩性为生物碎屑灰岩，中、上部常含葛万藻核形石，俗称“船山球”，为潮下浅滩沉积。南京、巢湖和铜陵等地船山组底部有露出海面的标志——含植物茎的黑色粉砂岩覆于黄龙组灰岩喀斯特面上。滨海地区由于临近鲁东滨海准平原，船山组中夹泥岩条带。九江、瑞昌、德安及大冶湖以南地区船山组全部缺失，而其周围船山组很薄，缺失上部层位，残厚2—16m，向东逐渐增厚。由于该地区未见滨岸相带，不能认为存在马平期的古陆，而可能是石炭纪末期构造隆起遭受剥蚀所致。下扬子分区船山组10—98m，有东厚西薄的规律。本组瓣类化石异常丰富，珊瑚、腕足类化石亦较多。本区建立了两个瓣化石带，即上部的 *Pseudoschwagerina*（或 *Sphaeroschwagerina*）带和下部的 *Triticites* 带，属马平期无疑。

3. 华南地层区

钱塘—萍乐分区位于扬子稳定克拉通地块与华南加里东褶皱带交接的构造断陷带上，