

内 部

七十年代国内外 煤田地质勘探技术现状及发展趋向

(地质部分)

煤炭工业部地质局

一九八三年六月

前 言

为了及时掌握煤田地质勘探在科研、生产实践中积累的新资料、新技术、新方法、新设备的发展情况和发展趋势，加强我国煤田地质勘探科学技术研究，提高技术水平，提高工作质量，促进煤田地质勘探科学技术的发展，以适应我国煤炭工业建设发展的需要，特编写《七十年代国内外煤田地质勘探技术现状及发展趋势》，以供广大煤田地质勘探职工们参考。

《七十年代国内外煤田地质勘探技术现状及发展趋势》分为地质和钻探二分册。地质分册中，为使用和阅读方便起见，按专题分为含煤地层、沉积学和煤田地质、煤质、煤田勘探方法、遥感地质、数学地质、水文地质等七个部分，资料内容初步反映出七十年代国内外在煤田地质方面的技术状况和发展动向。

本资料中，含煤地层部分，主要反映地层划分与代表剖面，地层界线，地层对比，生物组合研究现状，含煤地层研究和发展趋向；沉积学和煤田地质部分，着重反映沉积岩研究，沉积环境及古环境研究，有关成煤作用问题，大地构造理论与煤田地质，含煤建造岩相古地理图编制等；煤质部分，着重反映分析研究煤质新技术，煤岩学中自动图象分析的应用，煤炭分类，煤岩研究与煤田勘探方法部分，着重反映煤田勘探程序，勘探类型划分新技术，新方法应用和发展趋势；遥感地质部分，反映卫星遥感方法，岩性地层、构造、成矿地质条件解释，航空地质解释等；数学地质部分，重点反映地质数据统计中的十五种方法和某些数学地质方法在煤田地质工作中的应用，地质数据自动处理等；水文地质部分，着重反映水文物探技术，矿井涌水量计算理论及目前水文地质发展动态，岩溶水文地质等。

编写本资料的依据是：勘探和科技部门发表的有关资料，煤田地质学术会议文件，地层会议文件，科技情报资料，国外有关新技术资料（1981年以后的资料未收入），经整理编写而成。在资料搜集过程中由于得到各有关单位热情帮助，特别是得到煤炭科学院煤化所、地质勘探研究所大力帮助，因而使资料搜集工作进行的比较顺利，谨表示谢意。

本资料由部地质局科技处主持，参加本资料编写、校审工作的单位和人员有：辽宁、吉林、广东、山西、甘肃、江西、云南、陕西、湖南、四川、福建、安徽煤田地质勘探公司的刘世昌、李文敏、刘松才、杜丕、杨基正、王杰、沈玉蔚、涂光绶、应文亮、谷坤树、朱挺晖、李凤炎、郭爱勤、叶贵钧、张忠元诸同志。

遥感地质初稿完成后经武汉地院研究生部谷上礼同志审阅，数学地质初稿完成后经西安所门桂珍同志审阅，在此一并致谢。

由于我们水平及编辑能力有限，资料中有失误和不当之处欢迎读者指正。

煤炭工业部地质局科技处

一九八一年九月

— 目 录 —

含 煤 地 层

一、石 炭 系

(一) 地层区划与含煤地层分布·····	(1)
(二) 地层划分与代表剖面·····	(3)
(三) 地层界线·····	(5)
(四) 生物组合与地层对比·····	(9)
(五) 小 结·····	(18)

二、二 迭 系

(一) 地层区划与含煤地层分布·····	(20)
(二) 地层划分与代表剖面·····	(23)
(三) 地层界线·····	(25)
(四) 生物组合与地层对比·····	(28)
(五) 小 结·····	(50)

三、三 迭 系

(一) 地层区划与含煤地层分布·····	(52)
(二) 地层划分与代表剖面·····	(54)
(三) 地层界线·····	(56)
(四) 生物组合与地层对比·····	(58)
(五) 小 结·····	(73)

四、侏 罗 系

(一) 地层区划与含煤地层分布·····	(75)
(二) 地层划分与代表剖面·····	(77)
(三) 地层界线·····	(78)
(四) 生物组合与地层对比·····	(85)
(五) 小 结·····	(105)

五、第 三 系

(一) 地层区划与含煤地层分布·····	(106)
(二) 地层划分与代表剖面·····	(108)

(三) 地层界线·····	(108)
(四) 生物组合与地层对比·····	(111)
(五) 小 结·····	(117)

沉 积 学 和 煤 田 地 质

一、沉积学研究的现状和趋势

(一) 研究沉积学的重大意义·····	(119)
(二) 当前沉积学研究的主要特点·····	(120)
(三) 美苏两国沉积学研究的现状和趋势·····	(124)
(四) 国内沉积学研究的现状和趋势·····	(128)

二、沉积岩研究的新动向

(一) 陆源碎屑岩的研究近况·····	(129)
(二) 碳酸盐岩的研究近况·····	(133)
(三) 沉积岩分类方案简介·····	(137)

三、沉积环境及古环境研究的进展

(一) 岩相古地理研究概况·····	(149)
(二) 关于三角洲沉积环境的研究·····	(161)
(三) 关于浊流和等深线流环境的研究·····	(166)
(四) 关于沉积建造的研究·····	(171)

四、有关成煤作用几个问题

(一) 是湿热气候成煤还是湿冷气候成煤·····	(175)
(二) 是原地成煤还是异地成煤·····	(176)
(三) 关于海相环境成煤·····	(177)
(四) 关于如何恢复成煤期的同沉积构造·····	(181)
(五) 关于富煤带和厚煤层的形成·····	(183)

五、大地构造理论与煤田地质

(一) 地质力学·····	(187)
(二) 断块构造·····	(190)
(三) 地壳的波浪状镶嵌构造·····	(193)
(四) 多旋回构造运动·····	(198)
(五) 地洼学说·····	(203)
(六) 板块构造·····	(209)
(七) 各学派间的相互关系·····	(213)

六、含煤建造岩相古地理图的编制

- (一) 编制岩相图古地理图的一般问题..... (215)
- (二) 岩相图的编制..... (217)
- (三) 古地理图的编制..... (230)

煤 质

一、煤样采取及国外煤质分析内容实例

- (一) 煤样采取方法简介..... (237)
- (二) 煤质测试方法标准化研究..... (241)
- (三) 国外煤质分析内容实例..... (243)

二、国外分析研究煤质新技术简介

- (一) 自动计数显微镜..... (253)
- (二) 电子显微镜..... (253)
- (三) 高温显微镜..... (254)
- (四) 荧光显微镜和荧光光度计..... (254)
- (五) X 射线分析技术的应用..... (254)
- (六) 电子顺磁共振法..... (255)
- (七) 红外光谱的应用..... (256)
- (八) 用铜—252—锂漂移锗井下仪作原地煤分析..... (257)
- (九) 激光显微镜热解装置..... (258)
- (十) 钻孔煤芯放射照相装置..... (259)

三、煤岩学研究与应用

- (一) 国内煤岩研究进展..... (261)
- (二) 国外煤岩学研究与应用..... (271)
- (三) 煤岩组分分类与命名..... (277)
- (四) 煤岩分析标准化与自动化..... (280)

四、煤变质作用的研究与地质应用

- (一) 煤变质因素的研究与变质指标..... (284)
- (二) 煤变质作用类型..... (288)
- (三) 煤变质理论的地质应用..... (296)

五、煤炭分类标准

- (一) 我国煤炭分类状况..... (300)

(二) 国外煤炭分类述评·····	(302)
六、煤中伴生元素的研究与应用	
(一) 煤中伴生元素的研究任务·····	(310)
(二) 煤中伴生元素形成机理简述·····	(311)
(三) 国内研究现状及应用·····	(312)
(四) 国外煤中伴生元素研究与应用·····	(315)
七、煤层瓦斯赋存、测试的研究	
(一) 概 况·····	(320)
(二) 瓦斯地质研究状况·····	(320)
(三) 勘探过程中瓦斯采样与测试新技术·····	(329)
附件：煤岩学中自动图象分析的应用·····	(337)

煤 田 勘 探 方 法

一、国外煤田地质勘探程序、勘探类型划分及储量分级概况	
(一) 勘探程序的划分·····	(355)
(二) 勘探类型的划分·····	(357)
(三) 煤炭储量的分级·····	(359)
二、国内外煤田地质勘探方法、手段、新技术及新方法的应用	
(一) 提高勘探程度的方法和手段·····	(373)
(二) 国外对隐蔽地区普查找煤及露天煤矿勘探方法·····	(380)
(三) 地面物探技术在煤田地质勘探中的应用·····	(383)
(四) 航空、卫星照片摄影技术在煤田地质勘探中的应用·····	(389)
(五) 数学地质在煤田地质勘探中的应用·····	(389)
(六) 电子计算技术在煤田地质勘探中的应用·····	(392)
(七) 煤层的不同对比方法在煤田地质勘探中的应用·····	(398)
三、国外煤田地质勘探方法发展趋势	
(一) 不均匀布孔的复合勘探系统代替了均匀勘探网系统·····	(404)
(二) 探索确定合理的勘探工程间距的方法·····	(407)
(三) 研究开采地质条件的定量预测·····	(411)
(四) 引进新的勘探技术·····	(416)

遥 感 地 质

一、国内外遥感地质现状及发展状况

(一) 国外遥感地质现状及发展状况·····	(419)
(二) 国内遥感地质现状及近期发展目标·····	(423)
二、遥感技术概述	
(一) 遥感种类·····	(425)
(二) 传感器的种类·····	(426)
三、卫星图象地质解译的基本原理 ·····	(428)
四、陆地卫星图象的解译方法	
(一) 目视解译方法·····	(431)
(二) 假彩色影象增强解译方法·····	(432)
(三) 电子计算机解译方法·····	(437)
五、卫星图象的地质解译	
(一) 岩性地层解译·····	(437)
(二) 构造解译·····	(440)
(三) 成矿地质条件解译·····	(445)
(四) 水文地质解译·····	(445)
六、航空遥感图象地质解译方法与解译标志	
(一) 概述·····	(447)
(二) 航空象片地质解译标志·····	(447)
(三) 航空地质解译方法·····	(457)
七、航空象片的岩性解译	
(一) 第四纪沉积的解译·····	(458)
(二) 沉积岩的解译·····	(458)
(三) 变质岩的解译·····	(459)
(四) 岩浆岩的解译·····	(460)
八、航空象片的地质构造解译标志	
(一) 岩层产状标志的解译·····	(461)
(二) 褶皱构造的解译·····	(462)
(三) 断裂构造的解译·····	(463)
(四) 构造形迹力学性质的判别·····	(464)
九、遥感技术在煤田、水文地质工作中的应用	
(一) 遥感技术在煤田地质工作中的应用·····	(465)
(二) 遥感技术在寻找地下水中的应用·····	(469)

(三) 利用航片、陆地卫星象片解译成果编制地质图·····	(471)
(四) 编制航空象片略图要点·····	(471)

数 学 地 质

一、地质数据统计分析

(一) 统计量的应用·····	(478)
(二) 各种概率公式的应用·····	(483)
(三) 统计推断方法在煤田地质中的应用·····	(486)
(四) 方差分析·····	(488)
(五) 有序量最优分割·····	(492)
(六) 回归分析·····	(494)
(七) 逐步回归分析·····	(496)
(八) 相关分析·····	(498)
(九) 典型相关分析·····	(500)
(十) 趋势面分析·····	(502)
(十一) 调和趋势面分析·····	(505)
(十二) 典型趋势面分析·····	(506)
(十三) 判别分析·····	(508)
(十四) 聚类分析·····	(510)
(十五) 因子分析·····	(513)
(十六) 对应分析·····	(514)
(十七) 非线性映射分析·····	(516)
(十八) 单位向量场分析·····	(517)
(十九) 地质统计学·····	(519)
(二十) 马尔科夫链·····	(520)
(二十一) 数字滤波及序列分析·····	(523)
(二十二) 测井资料数字处理·····	(524)

二、地质过程的分析与模拟····· (526)

三、地质数据的自动处理····· (529)

四、某些数学方法在煤田地质学中的应用

(一) 数量化理论·····	(532)
(二) 列联表分析·····	(533)
(三) 试验设计·····	(533)
(四) 不适定问题在地质学中的应用·····	(534)

（五）模糊数学·····	（ 535 ）
（六）地层对比的数学表示法·····	（ 536 ）

水 文 地 质

一、水文物探

（一）地面地球物理方法·····	（ 539 ）
（二）地下地球物理方法·····	（ 542 ）

二、国外及国内各系统水文物探应用现状及动态

（一）地面地球物理方法·····	（ 545 ）
（二）航空遥感方法·····	（ 546 ）
（三）地下地球物理方法·····	（ 547 ）

三、矿井涌水量预测

（一）水文地质比拟法·····	（ 550 ）
（二）井试验法·····	（ 550 ）
（三）块段计算法·····	（ 550 ）
（四）水均衡法·····	（ 551 ）
（五）地下水动力学法·····	（ 551 ）
（六）随机模型法·····	（ 555 ）

四、岩溶地下水资源和岩溶充水矿床

（一）岩溶地下水资源·····	（ 556 ）
（二）岩溶充水矿床·····	（ 560 ）

一、石 炭 系

我国的石炭系分布广泛，地层齐全，经济价值大，研究历史长。自 1882 年有记载以来已有近百年时间。在 20~30 年代，我国地质界老前辈对石炭纪地层、古生物做了较多的研究，建立了初步的分层系统，奠定了我国石炭系分类基础。

解放后，在党的领导下地质力量迅速壮大，研究水平不断提高。1959 年第一届全国地层会议对我国石炭纪地层进行了较全面的总结。此后，大量空白区普查工作的开展，众多地层专题研究的完成，特别是七十年代全国地层编表及全国煤田预测成果的汇总，在此基础上于 1979 年又召开了第二届全国地层会议和第一届全国煤田地质学术会议。使我国石炭纪地层、古生物的研究取得了重大进展，迈出了新的一步。

（一） 地层区划与含煤地层分布

1、 地层区划

1979 年第二届全国地层会议提出了两个石炭系区划方案：本资料采用较简单的一个方案，基本上沿用了第一届全国地层会议的区划，即划分为五个大区（见图 I-1）

（1）北方沉积区（或北方槽区）：我国天山、阴山以北地区。属地槽型沉积，厚度大，夹火山岩，除上统见个别煤点外，未发现煤层。

（2）西北沉积区：天山南麓以南，喀喇昆仑山以北，甘肃中部以西地区。沉积有巨厚的碳酸盐岩及碎屑岩，生物群面貌与华南区相似。上石炭统分布广泛并含有煤层，局部地区具工业价值。

（3）西藏—滇西沉积区：包括昆仑山以南的西藏区，云南西部和四川西部地区。以碳酸盐岩为主，夹碎屑岩。个别地区有火山岩（滇西），局部含可采煤层。

（4）华北沉积区：阴山以南，贺兰山六盘山以东，秦岭、大别山以北，大致相当于中朝地台区。下石炭统缺失。主要为晚石炭世海陆交替相含煤沉积。

（5）华南沉积区：云南元江以东和长江以南广大地区。除台湾省无沉积外，是我国石炭系最发育的地区。以碳酸盐岩沉积为主，亦夹有海陆交替相与陆相沉积，下石炭统有含煤地层。

2、 含煤地层分布

石炭系是我国重要含煤地层之一。从老到新不同地区含煤程度不尽一样，北方的上石炭统为主要含煤系。

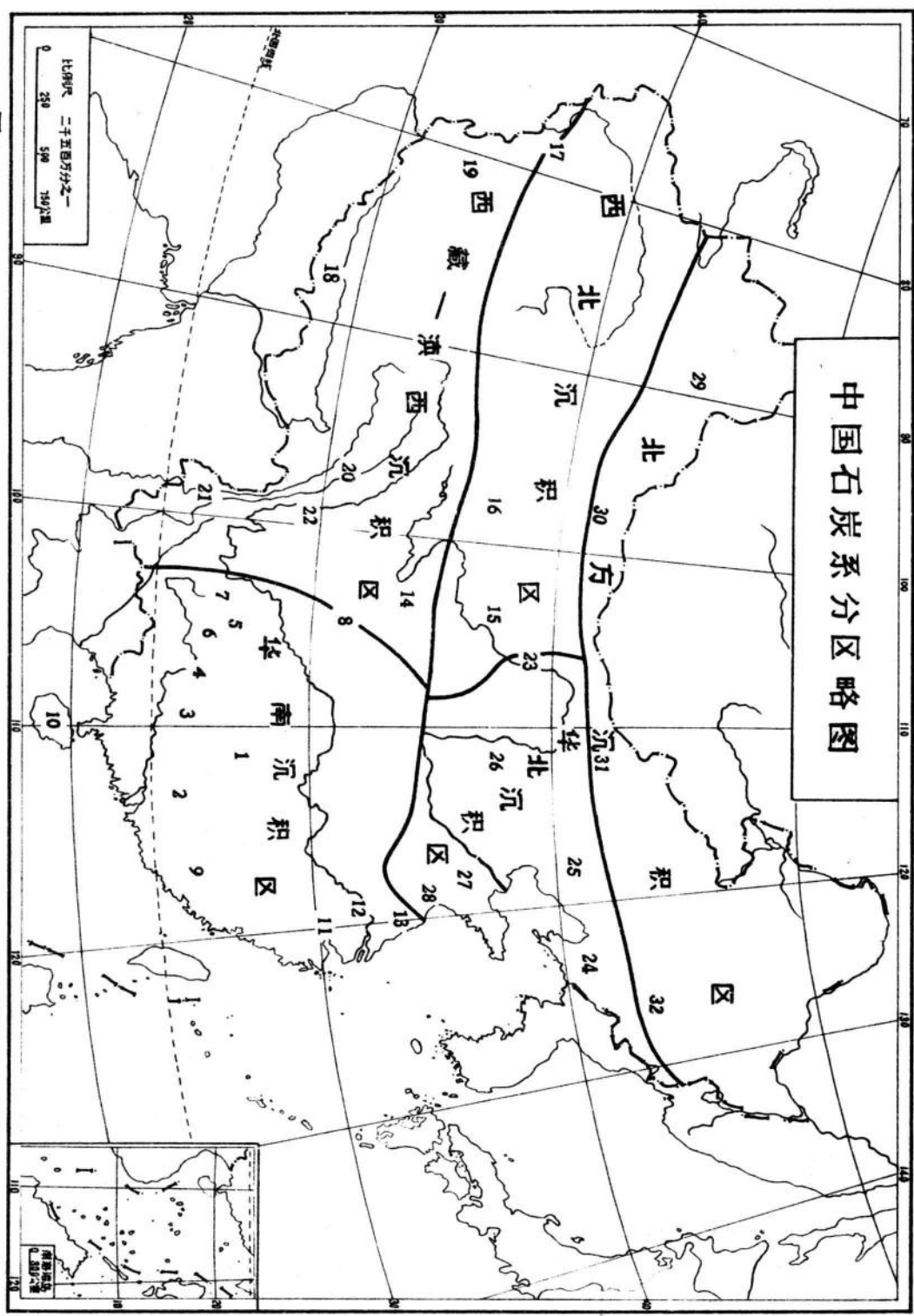


图 I-1

据杨敬之等 (1979)

南方仅下石炭统大塘阶为含煤地层，主要分布于滇东(万寿山组)，黔南(旧司组)，广西(寺门组)，湘中、南，赣西、粤中、北(测水组)、赣中(梓山组)，粤东(忠信组)，闽西南(林地组)，皖南、苏南、浙北(高骊山组)，浙西(叶家塘组)等广大地区，含煤性较差。

北方的早石炭世含煤地层，查明的仅有青海东北部的怀头他拉组、西藏东部的马查拉组和甘肃东部的臭牛沟组等。

北方的晚石炭世含煤地层太原组，分布于广大的中朝地台区，並延至甘肃东部、青海东北部及新疆的塔里木和天山以北等地区。煤层丰富，分布广泛，是我国最主要的含煤地层。此外，上述地区还分布有本溪组及其相当的含煤地层，但仅局部地区有可采煤层，经济价值较小。

综上所述石炭纪含煤地层的分布，不但空间上广泛，而且时间较长，因而含煤地层的研究与整个石炭纪地层密切相关。

(二) 地层划分与代表剖面

1、 地层划分

我国石炭系的划分过去有二分的意见(丁文江, 1933、孙云铸, 1943)但历来采用三分法。1979年杨敬之等根据生物群特征等整体研究, 又提出二分方案。並给统以专名, 即将原来三分的下统仍归为下统, 称丰宁统; 而将原中、上统合为上统, 称壶天统。次一级单位的划分, 在第二届全国地层会议文献中, 则有杨敬之等分为四个阶的方案(即南古所方案)和地科院分为七个阶的两种方案。如下表所示。

南古所方案		地科院方案	
壶天统	马平阶	上统	马平阶
	威宁阶		达拉阶
丰宁统	大塘阶		滑石板阶
	岩关阶	下统	德乌阶
			大塘阶
			岩关阶
			待建阶(邵东阶或者王阶)

关于二分的意见基本是统一的。许多人指出二分的合理性及其依据, 如尹赞勋(1979)提出三点根据: 第一, 从生物群特征看表现了两个显著不同的发展阶段, 下统以腕足和珊瑚类为主, 地方性较显著, 而上统则以蜓和菊石为主, 世界性占优势; 第二, 从沉积旋回上看, 不论华南与华北都有明显差异, 代表两个完全不同的沉积环境, 在华南下统以灰岩、碎屑岩为主, 韵律明显, 地层较厚, 含煤; 而上统则以较单一的碳酸盐岩为主, 较薄, 不含煤。华北下统缺失, 阴山以北为地槽型沉积, 有火山岩, 不含

煤，而上统在地槽区以海相、混合相为主，一般不含煤，在地台区以陆相、海陆交替为主，含煤沉积普遍发育；第三，从古地理看，早石炭世海域较狭窄，陆地面积大，各盆地间海水沟通不畅。而晚石炭世地势夷平，海域扩大，各盆地间海水易于沟通。还有人指出（侯鸿飞，1979）从上、下两统所代表的时间值来看，二分也是适宜的，两者具有大致相等的年代范围。

关于是否给统以专名问题，第二届全国地层会议有的主张给统以专名。有人指出壶天群（代表剖面在湘中）剖面不甚完整，且其下部还包括有经化石证明属早石炭世的地层（许寿永等，1979）。有的表示“统的名称一般不给专名”（尹赞勋，1979）。

石炭系的建阶问题，过去已有部分建立，如船山阶（李四光，1939），岩关阶和大塘阶（第一届全国地层会议，1959）等。但尚不统一、不完善。七十年代中，根据大量研究成果进行了全面建阶。但仍有四分与七分之争，而多数人主张四分，即上、下统各建两个阶，并认为七分方案中的某些阶目前研究程度不足，尚不具备建阶条件。如许寿永（1979）指出“邵东阶（组）”、“德乌阶”生物群面貌尚不够明确，前者不仅没有较好的代表剖面，特别是其下部尚包括有不应属石炭系的艾特隆（*Etroeungt*）层。后者不但某些代表分子（如*Gondolina*等）尚未在面上被证实，连该组能否成立，即使在代表剖面所在地的贵州也未得到公认。

对于四分方案中所建的阶，也认为有某些不足。如有人指出（许寿永，1979）代表剖面在贵州的威宁阶的涵义和应用，即使在当地也未完全统一。并认为黄龙组研究较详，上、下界与生物群面貌基本清楚，且中外知名，华南惯用，故提出改用黄龙阶。尽管如此，石炭系二分方案的确立和阶的全面建立乃是七十年代中我国石炭系生物地层研究方面的重大进展之一。

2、代表剖面

按四分建阶方案各阶的代表剖面简介如下：

（1）岩关阶：

第一届全国地层会议定名。代表剖面位于贵州独山城东南的革老河至汤耙沟。

岩关阶包括革老河和汤耙沟组，总厚 280 米。

革老河组代表岩关阶下部，可分为两部分。下部以不产珊瑚 *Cystophrentis* 为特征，腕足类种属比较单一，主要分子为 *Schuchertella gelaohoensis*，其它共生化石有牙形刺、介形虫、有孔虫等。上部产珊瑚，称 *Cystophrentis kolaohoensis* 组合，为岩关阶中靠下部的化石带。

汤耙沟组由砂岩页岩及 2~4 层泥灰岩组成，厚约 160 米。含珊瑚 *Pseudouralinia gigantea* 组合和腕足类 *Eochoristites*—*Martiniella* 组合，代表岩关阶的上部。

岩关阶的底界一般以珊瑚 *Cystophrentes* 的出现为标志。但革老河组下部的归属问题是有争议的，主要是 *Etroeungt* 层的研究与划分问题。目前已趋于解决，即将 *Etroeungt* 层划归晚泥盆世，因而岩关阶的底界代表化石亦将有变更，即其底界将有所提高。

（2）大塘阶：

阶名是1959年第一届全国地层会议提出的。代表剖面选于贵州惠水摆金附近。地层包括旧司组砂页岩、泥灰岩和上司组灰岩,划分两个生物组合带,下部为 *Thysanophyllum chui*—*Vitilipproductus groberi* 珊瑚腕足组合带,上部为 *Kueichouphyllum heshih-kuanense*—*Delepinea* 珊瑚组合带。

大塘阶底界在贵州不太明确,因旧司组下部为滨海相碎屑岩夹煤层,没有特征明显的海相化石,故大塘阶与岩关阶的界线代表剖面应选在湘中界岭石碇子灰岩下部。即底界以腕足类 *Megachonetes*、*Fusella shaoyangensis* 同时出现为标准。

(3) 威宁阶:

标准剖面在贵州西部威宁,岩性为灰白色中至厚层块状灰岩,夹中厚层状硅质层或燧石团块及条带,厚115~312米。含有蜓 *Pseudostaffella* 带、*Profusulinella* 和 *Fusulina*—*Fusulina*带;珊瑚 *Carinthiaphyllum exquisitum*—*Kionophyllum ovatum*组合和腕足 *Choristites mansuyi*—*Semicostella panxianensis* 组合。

在威宁组(阶)的下部含西欧纳缪尔阶的R带和G带的分子(*Reticuloceras*, *Proshumardites*和 *Gastrioceras*, *Branneroceras*)。其下伏赵家山组上部产 *Homoceras* cf. *Subglobosum*, *Homoceraoides* sp. 相当于纳缪尔阶的H带。依此可与下石炭统分界。亦有提出以蜓类 *Pseudostaffella* 和腕足类 *Choristites* 的出现为(“滑石板阶”)底界标志的(侯鸿飞,1979)。

(4) 马平阶:

阶名来自广西柳州的旧称马平灰岩。代表剖面可选贵州威宁鸭子塘赵家山。以马平组浅色灰岩为代表,主要动物群为蜓类,可分为三个带, *Montiparus* 带、*Triticites* 带和 *Pseudoschwagerina*—*Zellia*带。

关于马平阶的底界,有人认为应以蜓类 *Fusulina*、*Beedeina* 等的绝灭和 *Triticites* 的出现为马平阶的开始(许寿永等,1979)。

(三) 地 层 界 线

1、底 界

石炭系与泥盆系的界线是一个颇为复杂的问题。国内外争论较大,由于大量研究工作的开展,目前看来这一问题已经趋向于解决。

在国外,1927年第一届国际石炭系会议划在腕足珊瑚相的艾特隆(*Etreungt*)层的底界。1935年第二届国际石炭系会议又改划在菊石相 *Gattendorfia* 带的底界。1979年第九届国际石炭系会议提议划在牙形刺相 *Siphonodella sulucata* 带与 *Siphonodella praesulucata* 带之间。

在国内,华南地区石炭系发育较好,剖面完整,化石丰富,早石炭世含煤地层多分布在本区,是我国石炭系划分研究的重点区。特别是底界的划分,以贵州和湖南两地研究时间较早研究程度较高,早在六十年代初期底界多划在湖南邵东组及贵州革老河组底,但自七十年代中期有的研究者提出革老河组归泥盆系(吴祥和,1976)以来,我国泥

盆、石炭系分界的研究有了新的发展,并取得一些新的成就(如贵州珊瑚的分带,某些标准化石穿时性的发现、牙形刺的研究应用等),同时出现了许多不同划分意见。

概括起来看,在贵州有四种意见:(1)把界线置于旧司组底界,即将整个岩关阶归于泥盆世;(2)有人依四射珊瑚的研究,主张置于 *Pseudouralinia tangpakouense* 带之底,即汤耙沟组之底(张明发,1978);(3)是传统的划法,仍划在珊瑚相 *Cystophrentis kolaohoensis* 带之底,即革老河组之底(吴祥和,1978);(4)认为界线可能在革老河组上、下段之间(杨敬之等,1979)。

在湖南有以下几种划法:(1)传统的划法,界线置于晚泥盆世锡矿山组顶界;(2)以 *Yunanellina* (小云南贝)动物群的消失作为泥盆系的顶界;(3)依珊瑚和腕足类化石面貌将邵东组对比于艾特隆层,界线决定于艾特隆层时代,置于邵东组顶界或其底界;(4)依牙形刺划在邵东组顶界。

目前,石炭系与泥盆系界线划分的分歧焦点,在湖南集中于邵东组的时代上;在贵州焦点在于革老河组时代的进一步研究划分上。因为旧司组、汤耙沟组归石炭系已属公认,锡矿山组、代化组属晚泥盆世本无异议。此外,还牵涉到艾特隆层的归属问题。

前述第九届国际石炭会议依牙形刺划分的界线,大致相当于第二届国际石炭会议的结论,即划在菊石 *Gattendorfia* 带/*Wocklumeria* 带之间。不过牙形刺 *S. sulcata* 带底界略低于菊石 *Gattendorfia* 带的底界。

国际上头足类 *Gattendorfia* 带的时代归属,早已确定(Litrovitch, 1938),即归于杜内阶下部。贵州长顺的代化和惠水的王佑是我国南方晚泥盆世菊石的著名产地。但过去由于研究粗略,以至未能按欧洲菊石标准分带。前两年经阮亦萍(1978)的系统研究,已建立了与欧洲一致的菊石分带,这是七十年代在我国石炭系底界问题上的一个重大突破。他在惠水的王佑原泥盆系“代化组”顶部不到2米厚的灰岩中发现了菊石 *Gattendorfia*, *Eocanites* 和牙形刺 *Siphonodella duplicata*, *Pseudopolygnathus dentilineatus*, *Polygnathus biscoffi*。王成源等(1978)将这一地层命名为王佑组,其中含有菊石 *Gattendorfia*——*Eocanites* 和相当于 *Protognathus lockeli*——*Pseudopolygnathus dentilineatus* 带至 *Siphonodella*——*P. triangula triangula* 带的牙形刺动物群,层位位于 *Wocklumeria* 层之上。因此贵州王佑等地,依菊石对比可完全与国际上取得一致。将泥盆系与石炭系的分界置于 *Gattendorfia*/*Wocklumeria* 之间,即王佑组/代化组之间。这是没有争议的。

关于革老河组的时代问题,杨敬之等(1979)分析了该组样品后,只在珊瑚 *Cystophrentis* 带下部发现极少的牙形刺,其中 *Siphonodella? praesulcata* 是泥盆系最上部的一个牙形刺带化石(但只一块破碎标本,鉴定不全肯定),其它牙形刺时限较长,无助于问题的解决。亦未发现王佑组特有的牙形刺分子,据此认为 *Cystophrentis* 带可能归泥盆纪。意即革老河组下部可能归泥盆系;并认为其上部与王佑组可能是同期沉积,属石炭系。但目前尚缺乏直接化石证据。

关于邵东组时代问题。1965年侯鸿飞重新厘定孟公坳组(杨敬之等1962)时建立了邵东段(三个段中的下段),代表剖面在湖南邵东界岭。是限于珊瑚 *Cystoph-*

rentis 带之下和岳麓砂岩之间厚11.2米的海相层，以主要含腕足类和不具 *Cystophrentis* 为特征。侯鸿飞将其归入石炭系的最下部层。自此成为湖南石炭系的传统底界，一段时间内几乎无人怀疑。

最早认为邵东组可能归泥盆系的意见，不是根据古生物学研究而是彭骥根据湘东、赣西滨海相区的翻下段沉积岩石学研究结果提出的。

1976 年吴祥和提出贵州革老河组归泥盆系之后，杨敬之等（1977）在湖南新田黄公塘剖面，于含有“邵东段”（组）腕足类和珊瑚的层位中发现牙形刺。认为都是常见于法门阶的分子，据此对邵东组时代提出质疑，并认为可能属泥盆纪。

1979 年，吴望始等进一步研究了邵东段，改称邵东组。建立两个珊瑚组合：上部称 *Caninia dolodot* 组合，下部为 *Ceryphyllum*，进一步肯定了邵东段相当于艾特隆层。最近杨敬之等在邵东界岭刘家冲东约 500 米处的王冲剖面，于邵东段（组）底部发现大量牙形刺 *Polygnathus semicostus*, *Spathognathodus stabilis*, *S. strigosus*, *Pelekygnathus* sp. 等，其中虽然第二、三两种由法门阶可延至石炭系下部，但是第一种时限一般为法门阶牙形刺自最下部的 *Palmatolepis crepida* 带至中部的 *Spathognathus velifera* 带，也可延至最上部的 *Eispathodus costatus* 带。*Pelekygnathus* 的上限也只限于法门阶。因此，从牙形刺来看邵东组下部肯定属上泥盆系，其底界可能比 *Etroeungt* 层底界要低些。杨敬之等（1979）还认为邵东段的腕足类具有泥盆纪的特点已是公认的事实，邵东段的珊瑚既与 *Etroeungt* 层相当又与法门阶已发现的单体珊瑚也有相似之处，邵东组应归于泥盆系。并认为与邵东组相当的地层如湘东、赣西的翻下段，贵州的者王段，革老河组的下段也应归入泥盆纪。

关于艾特隆层问题。*Etroeungt* 是法国东部的一个村名，附近采石场露出 24 米多厚的灰岩、泥灰岩夹页岩的地层，含有腕足、珊瑚为主的泥盆—石炭系的过渡生物群。*J. Gosslet* (1875) 命名为 *Etroeungt* 层。百多年来不但对叫法极不一致，而且层位对比亦殊各异。计有三种对比意见：第一种是该层相当于 *Gattenhorfia* 带；第二种是相当于 *Wocklumeria* 带上的上部；第三是与 *Wocklumeria* 带、相区、层位均不同，属上下关系，艾特隆层在上。目前认为第二种意见较为正确。因此，在第九届国际石炭会议上已公认 *Etroeungt* 层相当于 *Wocklumeria* 带的上部，属法门阶。这样泥盆、石炭的分界国际上已有定论。在我国依菊石、腕足把层位对比清楚，即只要对准于艾特隆层，问题也算解决了。故过去依珊瑚、腕足或有孔虫等的研究，将邵东组对比于艾特隆层的结论，也证明了邵东组应归于泥盆系。

关于小云南贝动物群的上时限问题。最近杨敬之等（1979）系统分析了邵东王冲剖面的牙形刺，在上泥盆统“岳麓山砂岩”之下和 *Yunnanella*—*Yunnanellina* 层之上约 30~40 米厚的灰岩中发现 *Polygnathus normalis*, *P. obliquicostatus*, *Ionclodina* sp., *Apatognathus* sp., *Ligonodina* sp 等牙形刺。依前两个种的时限判断，“岳麓山砂岩”之下的这段灰岩的层位，大致相当于法门阶中部牙形刺 *Scaphignathus velifera*—*Polignathus styriacus* 带。因此，*Yunnanellina*（小云南贝）的层位只相当于法门阶的中下部，其上还有一段不含小云南贝的地层。所以，以小云南贝的消失作为泥盆系顶界的标

准易出误差,不宜再用。如湖南黄公塘的邵东段有可能就是这段不含小云南贝的地层。

综上所述,可见我国代表性的泥盆、石炭系界线问题正走向解决,贵州王佑剖面迄今未出现异议,将成为中国石炭系上界界线层型的候选地点。湖南邵东组时代,其下部属泥盆世似无非议;而上段尚有属泥盆世(牙形刺)或石炭世(孢粉)两种意见,贵州革老河组资料尚少,趋向待议。今后只要把这两个组的时代研究清楚,则石炭系的底界问题将会迎刃而解。

2. 统 界

我国石炭系研究的早期,依下界接触关系(如南方黄龙灰岩)与生物地层,把北方的本溪统和南方的黄龙群与莫斯科阶(苏联三分 C_2)对比。因此是否有纳缪尔期地层?第一届全国地层会议作为重要问题保留下来。后来在南方发现了纳缪尔期菊石,证实了我国有同期地层存在。但对该阶的归属问题认识不一,国际上也有争论。西欧比利时典型纳缪尔阶为深湖相沉积(下部为硫化铁页岩、上部为砂岩组)含标准菊石(*Eumorphoceras* 带, *Homoceras* 带, *Reticuloceras* 带和 *Gastrioceras* 带的第一亚带)及植物、双壳类化石(仅上部稍含腕足类),依菊石划分为 A、B、C 三个段,并全部归入中石炭统。以后,苏联对与纳缪尔阶相当的正常海相层中丰富的蜓类、菊石的研究证明,纳缪尔阶跨统、即纳缪尔 A 期接近维宪阶(三分 C_1),而 B、C 期接近莫斯科阶(三分 C_2)并将前者定为谢尔普霍夫阶(*Серпуховский*);后者定为巴什基尔阶(*Башкирский*)。因此,1975 年莫斯科第八届国际石炭系会议一致意见采纳了苏联的成果,在下石炭统顶部增加一个谢尔普霍夫阶。将上、下(原中、下)石炭统界线置于谢尔普霍夫阶或纳缪尔阶 A 之顶。

李星学(1974)把羊虎沟群下部划出来建立了靖远组。标准剖面在甘肃靖远磁窑。分为下、中、上三个段:下段为泻湖相含石膏的碎屑岩沉积,产有菊石 *Eumorphoceras bisulcatum* aff. *varicatum* 等,是西欧按棱角石类划分的 E_1 带上部的标准化石,时代属纳缪尔 A 期。所产植物 *Eleutherophyllum mirabile* 为欧洲纳缪尔 A 期特有的分子,故下段应属纳缪尔 A 期;中段是陆相沉积,产植物 *Lepidodendron aolungpylukense*, *Bothrodendron* cf. *circulare*, *Neuropteris gigantea*, 颇似青海克鲁克群的纳缪尔期分子,且本组上段属纳缪尔 C 期,故本段应属纳缪尔 B 期;上段为海陆交替相沉积,除含较多植物化石外,动物化石也很丰富。其中唱贝 *Choristites yanghukouensis* 常见于中石炭世,且本段顶部有棱角石类菊石 *Bilinguites* aff. *superbilingue*, *Gastrioceras* spp. 故本段属纳缪尔 C 期无疑。

完整的纳缪尔期(即包括 A、B、C 三个阶段)沉积的确立,是我国石炭系研究的重要进展之一。但至今对纳缪尔阶的归属问题尚存在着两种意见,从而上、下石炭系统的界线也有两种不同划法。

一种划法是按苏联第八届国际石炭系会议意见,认为纳缪尔 A 属于早石炭世,界线划在纳缪尔 A 之顶。杨式溥(1964)、吴望始(1974)根据海相化石的研究,结论与此基本一致。甘肃省地质局将靖远组下段单建榆树梁组并划归下石炭统,候鸿飞等