

中国地质科学院

宜昌地质矿产研究所所刊

第 15 号

地质出版社

中国科学院

宜昌地质矿产研究所所刊

第 15 号

(滇东黔西晚二叠世煤系成煤模式)

地质出版社

**中国地质科学院
宜昌地质矿产研究所所刊**

第 15 号

责任编辑：孙旭荣

地质出版社 出版发行
(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷
(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：10.625 插页：8 页 铜版页：10页 字数：250000

1990年8月北京第一版·1990年8月北京第一次印刷

印数：1—905册 国内定价：7.75元

ISBN 7-116-00641-9/P·546

目 录

滇东黔西晚二叠世煤系成煤模式概述.....	谌建国 陈家怀 王树才 徐安武等 (1)
滇东黔西上二叠统地质构造背景及含煤性.....	谌建国 肖建新 李树惠 (5)
滇东田坝黔西土城晚二叠世煤系上段沉积相和煤中硫成因探讨	陈家怀 陈善庆 赵时久 (31)
贵州水城二塘-大河边晚二叠世煤系上部沉积相与厚煤层分布规律	王树才 陈锦海 覃 洪 陈桂婷 (71)
贵州织金地区晚二叠世煤系上部沉积相与煤层参数的关系研究	徐安武 谌建国 肖建新 李树惠 (101)
滇东黔西晚二叠世煤系若干成煤模式.....	谌建国 肖建新 李树惠 (137)

BULLETIN OF THE YICHANG INSTITUTE
OF GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES
CHINESE ACADEMY OF GEOLOGICAL
SCIENCES

No. 15

CONTENTS

- The Summary on the Coal-Forming Models for the Late Permian Coal Measures in Eastern Yunnan and Western Guizhou
.....Chen Jianguo, Chen Jiahuai, Wang Shucui and Xu Anwu (3)
- The Geological and Tectonic Background and Coal-Bearing Properties of the Upper Permian in Eastern Yunnan and Western Guizhou..... Chen Jianguo, Xiao Jianxin and Li Shuhui (20)
- On the Sedimentary Facies and the Origin of Sulfur in Coal of the Upper Member of the Late Permian Coal Measures in Tianba(Eastern Yunnan)and Tuchen(Western Guizhou)
..... Chen Jiahuai, Chen Shanqing and Zhao Shijiu (64)
- Distribution Pattern of the Thick Coal Seams and Sedimentary Facies of the Upper Part of Late Permian Coal Measures in Ertang-Dahebian, Shuichen Area, Guizhou Province
.....Wang Shucui, Chen Jinhai, Qin Hong and Chen Guiting (93)
- A Study on the Relations between Sedimentary Facies and Coal Seam Parameters of the Upper Part of Late Permian Coal Measures in Zhijin Area, Guizhou Province
.....Xu Anwu, Chen Jianguo, Xiao Jianxin and Li Shuhui (130)
- Several Coal-Forming Models for Late Permian Coal Measures in Eastern Yunnan and Western Guizhou
.....Chen Jianguo, Xiao Jianxin and Li Shuhui (164)

滇东黔西晚二叠世煤系成煤模式 概 述

湛建国 陈家怀 王树才 徐安武等

在我国能源构成中,煤炭占70%,而且在相当长的时期内它都将是主要能源。至1986年底,我国探明的煤炭储量已达8400亿吨,主要分布于华北和西北;长江以南的中南和华东九省(区)仅有煤炭储量700亿吨。对华南来说,无论是煤炭资源远景或其产量与经济发展要求都有相当大的距离。而贵州西部和云南东部却犹如华南的一颗明珠,煤炭资源相当丰富。至1984年,贵州省已探明煤炭储量490亿吨,绝大多数产地在贵阳以西。但是,开发程度还比较低,1986年研究区内煤炭产量仅二千余万吨。其主要原因是受运输条件的限制。随着交通条件的改善和当地工农业的发展,丰富的煤炭资源必将加速开发。而在已拥有一定储量的条件下,从勘探到开发,煤层厚度稳定性和质量分布规律的研究始终是必要的,因为煤层厚度和质量往往取决于沉积环境。这是我们选题的出发点。

地壳中的聚煤作用,在石炭纪和二叠纪曾一度达到高潮,至二叠纪末又下降到低潮。但是在华南,从东到西随着时间的发展和古地理的变迁,二叠纪的聚煤作用却不断加强,到晚二叠世晚期(长长期),滇东黔西地区的富煤程度大大高于华南不同地质时期的储量。因而,阐明世界上晚古生代最后一个成煤期的聚煤特点,自然成为本研究的重要目的。

成煤模式是在相模式的基础上对泥炭形成环境的全面概括,包括成煤的原始质料、成煤环境的水介质性质、水动力条件、泥炭厚度和质量等方面的概括。成煤模式的价值不仅在于可以预测煤层的厚度、质量和顶底板性质,而且可演化为勘探模式,提出合理的勘探密度,有效地节约勘探费用,或应用于解决矿山开采中的问题。因此,本研究项目以成煤模式为主题。

中国地质科学院将“滇东黔西晚二叠世煤系成煤模式”列为1982年科研计划书中之第十八项。工作区范围为东经104—107°,北纬25°40′—27°20′,面积为350×200km²。具代表性的研究区是滇东田坝-黔西土城、贵州水城二塘-大河边和贵州织金。我们于1982年着手调查地质和研究状况,1983年5月选点实地踏勘和编写设计,1983年8月—1986年3月完成第一阶段三个代表区域的研究,1986年—1987年第二阶段全面综合,提交项目研究报告。进而着手编辑本论文集。

选定晚二叠世煤系上部(或称上段),即包括含C409煤层(水域或称11号、盘县12号、织金6号煤层)含煤旋回在内的含煤地层作为第一阶段研究目的层的原因在于:①以长兴阶为主的含煤层位和较高的含煤程度在华南有独特的意义;②研究区内从西到东包含河流、三角洲和障壁-泻湖等重要沉积体系,对整个煤系有代表性;③C409煤层是研究分

布最广的煤层;④ 出露较好,便于野外研究沉积相。

本项目成果的形成从第一阶段选定的目的层沉积相分析入手,详细研究沉积相与煤层厚度、煤中硫及其他煤层参数的关系,探索规律性的认识,然后,在纵向上(不同含煤层位)和横向上(整个区域)检验和扩展已有的认识,上升为成煤模式。同时,收集大量数据,通过趋势分析,滤去局部性的因素,化为量的规律性信息。

本项目先后完成的课题有:① 滇东田坝-黔西土城晚二叠世煤系上段沉积相和煤中硫研究(1983年8月—1986年3月);② 贵州水城二塘-大河边晚二叠世煤系上段沉积相与厚煤层分布规律(1983年8月—1988年5月);③ 贵州织金地区晚二叠世煤系上部沉积相与煤层参数的关系(1983年8月—1986年4月);④ 滇东黔西晚二叠世煤系若干成煤模式(1986年7月—1988年4月)。

在上述成果分别评审验收以后,着手编辑“滇东黔西晚二叠世煤系成煤模式”论文集。由于几项成果完成的时间前后不一,又都是以独立成果分别验收的,因此这个论文集以保持原成果特色为基础,作了提炼和修饰,并适当地将各成果中共同性的部分予以集中,减少不必要的重复。论文集于1988年底完稿。主要内容包括:

① 综合滇东黔西上二叠统,煤系组成的主要岩石类型,煤层和煤质特征,并着重从玄武岩的喷发和深大断裂的活动,讨论了古构造背景对煤系沉积的重大作用。说明了华南晚二叠世煤系在特定条件下所具有的特色。

② 以滇东田坝-黔西土城为例,全面系统地论述了康滇地轴以东古生代最后一个三角洲的形成和发展过程,讨论该区煤系上段的煤岩及煤质特征,并划分了煤相类型,在滇东黔西有代表意义。通过硫的稳定同位素研究,探讨了(低及中硫)煤中硫的成因。

③ 讨论了水城地区煤系上段三角洲体系岩相和含煤性特点,探讨沉积相对煤层的控制作用和以C409煤层为代表的煤层厚度分布规律。

④ 以贵州织金地区晚二叠世煤系上部为例,着重叙述泻湖-障壁岛体系的岩相组成和分布,本区障壁岛虽然成坝的能量较小,坝的高度较低,但作为地球化学障对煤层形成有重大作用。

⑤ 着眼整个研究区,综合获得的成果和勘探资料,将上二叠统沉积相系统化为三相区、四相系及若干相和亚相,讨论河流体系、三角洲体系、泻湖-障壁岛体系、泥坪-沼泽和藻坪沼泽成煤模式,重点讨论三角洲-障壁岛复合体的成因和聚煤作用,并以C409煤层为例,以厚度模式为基础作煤层预测。

在工作过程中,贵州、云南两省地矿局及所属资料处、研究所,贵州省区域地质调查大队,云南省第一地质大队,贵州、云南两省煤炭局,盘江矿务局、水城矿务局及所属煤矿,云南田坝、富源煤矿,贵州、云南省煤田地质公司及所属资料室,贵州159队、142队、174队、地质测量队等,提供了大量地质勘探资料,给予大力支持。宜昌地矿所有关研究室在资料、多种理化数据测试方面提供了服务。中国地质大学陈钟惠和李思田教授在课题设计中曾给予学术指导。杨起、韩德馨、李思田、黄迺和、郭云麟教授,杨士恭副教授,沈德麒副研究员,钱大都、饶家光、苏邑民、谷白湮、杨宏、周义平、丁铭林、何泽官、王立亭、梁福谅高级工程师等为文集中的几项成果提出了大量宝贵意见。在此表示衷心的感谢!

THE SUMMARY ON THE COAL-FORMING MODELS FOR THE LATE PERMIAN COAL MEASURES IN EASTERN YUNNAN AND WESTERN GUIZHOU

Chen Jianguo, Chen Jiahuai, Wang Shucui, Xu Anwu et al.

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, CAGS)

Abstract

The particular collected works are the achievements in the implementation of the No. 18 research project of CAGS(1982). The study area is 104° — 107° (E) and $25^{\circ}40'$ — $27^{\circ}20'$ (N), and is $350 \times 200 \text{ km}^2$. The investigations are divided into two stages. Stage I ranges from 1983—1986, where the relationship between the sedimentary facies and several parameters of coal seams of upper part of Upper Permian have been studied in representative areas, including the Tianba and Xuanwei(Yunnan)—Tucheng and Panxian(Guizhou)delta system (A); the Ertang at Dahe-Shuicheng(Guizhou)delta system(B); and Zhijin(Guizhou)barrier-lagoon system(C). Stage II ranges from 1986—1988, where 5 coal-forming models for the Late Permian coal measures have been established in whole study area, with the local elements having been removed.

滇东黔西上二叠统地质构造 背景及含煤性

湛建国 肖建新 李树惠

〔内容提要〕 滇东黔西上二叠统所含的煤炭资源,显然富于华南的其他地区。本文叙述上二叠统含煤层位龙潭阶和长兴阶划分为三个岩性段及主要可采煤层对比依据,以岩屑砂岩、粘土岩和泥晶灰岩为主的岩石组成和多样的沉积构造。用趋势模型模拟龙潭阶和长兴阶的煤层厚度和煤质特征。着重讨论峨眉山玄武岩喷发和古断裂对煤系和煤层沉积的重大影响。

一、地质构造背景

(一) 地层划分方案和煤层对比

1. 上二叠统的划分

滇东黔西的上二叠统根据古生物组合和岩性特征,划分为:峨眉山玄武岩、龙潭阶、长兴阶。龙潭阶和长兴阶可按岩性旋回分别划分为三段和两段(图1)。

2. 主要煤层的对比(表1)

在历年地质勘探中所形成的煤层对比方案的基础上,作者进行了验证和补充,主要的方法有①古生物群和标志层,如表1所示,织金、晴隆和水城等地的标七以其特殊的岩性和含 *Metacoceras* 等动物群易于将标志层标七和相应的煤层对比;织金2号煤顶板所含 *Colaniella* 可以对比到晴隆、水城。② C409煤层所具有的下粗晶、上细晶的两层高岭石粘土夹矸,配合沉积旋回,不难在整个研究区对比。富源7号煤,盘县12号煤和水城的11号都有极相似的夹矸和相应的结构。以水城C409煤层顶板“五灰”所含的化石组合向东可以和织金、晴隆的6号煤(顶板标三)对比。此外结合沉积旋回、煤中硫在剖面上的变化,获得了如表1的对比方案。

(二) 煤系岩石特征

按物质来源分类方案^[1]本文讨论上二叠统沉积岩特征。各类岩石在剖面中的比例见表2。随着岩相的变化自西而东由陆源碎屑岩为主渐变为以石灰岩为主。

1. 陆源沉积岩

本区上二叠统的陆源沉积岩的显著特点是以细砂岩、粉砂岩及泥质岩居多,粒度偏细,砾岩很少;碎屑颗粒大部分是玄武岩屑;泥质岩作为煤层的顶底板和煤层夹矸,在煤层、煤层对比和成因上独具意义。

(1) 砾岩:砾石成分主要是玄武岩屑,细砾级($d=2-8\text{mm}$)为主。填隙物为泥

表 1 滇东黔西上二叠统煤层对比和常见化石

Tab.1 Coal seams correlation and common fossils of Upper Permian in eastern Yunnan and western Guizhou

地名 地层	富 源	盘 县	水城汪家寨	织金岩背后	晴隆中营	安顺轿子山
长 兴 阶	上 段	<i>Gigantopteris dictyophylloides</i> <i>Gigantonoclea guizhouensis</i>	<i>Pseudotirolites</i> <i>Colaniella</i>	<i>Pseudotirolites</i> <i>Colaniella</i> 标二	<i>Pseudotirolites</i> <i>Palaeofusulina</i>	<i>Pseudotirolites</i>
	下 段	3号煤 <i>Compsopteris</i> <i>Lobatannularia</i>	6号煤 <i>Lobatannularia</i> <i>Ullmannia</i>	C602煤层 <i>Palaeofusulina</i> <i>Spinomarginifera</i>	2号煤 <i>Palaeofusulina</i> <i>Orthotetina</i>	<i>Palaeofusulina</i> <i>Gallowayinella</i>
			标志层7	五 灰	标 三下	标 三
龙 潭 阶	上 及 中 段	7号煤 <i>Lobatannularia Cathaysiana</i> <i>Gigantonoclea guizhouensis</i>	12号煤 <i>Lepidodendron</i> <i>Gigantonoclea</i>	C409或11号煤 <i>Gigantopteris nicotianaeifolia</i> <i>Gigantonoclea guizhouensis</i>	6号煤 <i>Tyloplecta yangtzeensis</i> <i>Squamularia grandis</i> 标 七	6号煤 <i>Metacoceras</i> 标 七 <i>Squamularia grandis</i> <i>Codonofusiella lui</i>
	下 段		26号煤	C103或24号煤	23号煤	26号煤
						14号煤
		<i>Gigantopteris Rhipidopsis pani</i>	<i>Compsopteris contracta</i> <i>Fuscipteris</i>	<i>Gigantopteris</i> <i>Astartella</i> <i>Haydenella</i>	<i>Guizhoupecten</i> <i>Punctospirifer</i>	<i>Codonofusiella</i> <i>Aviculopecten</i> <i>Edriosteges</i>

质及粉砂。滚圆度为半圆。具大型板状斜层理。

(2) 砂岩: 砂岩在上二叠统煤系中所占比例最高, 各种粒径均有, 以细—粉砂为主。岩石的碎屑颗粒中, 以玄武岩屑为主 (图版 I-1—5), 含量常大于25%, 局部见较多石英岩屑和石英 (图版 I-2)。刘宝珺^[1]和裴蒂庄^[2]称这种砂岩为岩屑杂砂岩或岩屑砂岩。本文采用“岩屑砂岩”术语, 为简便起见, 后文中凡未冠以其他名称的砂岩, 均指岩屑砂岩。砂岩中的岩屑和峨眉山玄武岩相似, 常见绿泥石化、水云母化和方解石化。玄武岩屑圆度较差, 以次棱角一半滚圆为主。砂岩的胶结物主要是菱铁矿、水云母, 说明煤系的沉积环境是还原的, 因为只有处于还原状态时, 铁和锰才能在碳酸盐矿物中存在^[3]。其他的颗粒, 如同生泥砾常见于潮道沉积物中; 有机质在煤系的岩石中相当丰富, 有时将岩石染成黑或灰色, 角质层、孢粉可以见到, 丝炭在层面上也很丰富 (图版 VI-5, 6, II-5)。砂岩的化学成分见表3。和玄武岩的成分很相似。由于胶结物多为菱铁矿以及颗粒在成岩过程中菱铁矿化, 才显得亚铁含量高。

(表 2 贵州上二叠统剖面各类岩石含量

Tab. 2 Rocks contents of Upper Permian in Guizhou Province

地 点	层 位		砂岩	粉砂岩	泥质岩	凝灰岩	石灰岩	白云岩	铁质岩	硅质岩	铝质岩	煤	合计
织金三塘	长 兴 阶	m	10.81	31.44	17.5	0.4	26.0					2.99	89.19
		%	12.1	35.2	19.6	0.5	29.2					3.4	100.0
	龙潭阶中、上段	m	61.00	53.76	26.9		10.98		9.08			24.64	186.36
		%	32.7	28.9	14.4		5.9		4.9			13.2	100.0
	龙潭阶下段	m	4.9	34.08	21.05		9.61		9.2		1.0	9.49	89.33
		%	5.5	38.2	23.5		10.8		10.3		1.1	10.6	100.0
贵定闻江寺	长 兴 阶	m					72.6			3.7		1.5	77.8
		%					93.3			4.7		2.0	100.0
	吴家坪组	m	2.0		8.0		182.9	7.1		57.0	6.0	0.3	263.3
		%	0.8		3.0		69.4	2.7		21.6	2.3	0.2	100.0
水城汪家寨	长 兴 阶	m	38.16	21.1	6.0		1.2					6.94	73.4
		%	52.0	28.7	8.3		1.6					9.4	100.0
	龙 潭 阶	m	64.4	65.52	18.0							13.28	161.2
		%	40.0	40.6	11.2							8.2	100.0
盘县土城焦炭沟	长 兴 阶	m	19.85	9.45	39.7							10.3	79.3
		%	25.0	11.9	50.1							13.0	100.0
	龙 潭 阶	m	42.5	73.9	38.9						1.5	23.91	180.7
		%	23.5	40.9	21.5						0.8	13.3	100.0

(3) 泥质岩: 煤系中的泥质岩含量较高, 尤其作为煤层顶、底板和夹矸, 更具成因意义 (图版Ⅲ-5, Ⅱ-3)。

高岭石粘土岩: 在水城和盘县的煤系中分布最多。最为特征的是煤层的夹矸。一般厚数厘米, 其宏观特征一般为致密块状, 节理发育, 断口粗糙或贝壳状。肉眼常见碧玉状, 小椭球状或砂状结构, 结晶完好的为六方柱状集合体。高岭石的微观结构为结晶、均质、隐晶或微晶。根据岩石的宏观和微观结构特征, 可以区分出五种主要的岩石类型 (王绍伟等, 1974): a. 结晶高岭石泥岩, 又分为粗晶 (图版Ⅱ-1, Ⅱ-3) 和细晶的 (图版Ⅱ-2); b. 均一隐晶质高岭石泥岩; c. 显微球状、椭球状高岭石泥岩; d. 含一些大晶体的均一状高岭石泥岩; e. 混合状高岭石泥岩, 由较大的晶体、显微球状及隐晶基质高岭石以一定比例的混合。盘县和水城等地见埃洛石 (图版Ⅱ-4)。

高岭石夹矸是火山灰降落在沼泽中生成的^{[4][5]}。伊利石在织金等地的煤系中较多 (图版Ⅱ-7)。此外上二叠统还含钙质泥岩、硅质泥岩、炭质泥岩 (图版Ⅰ-7)。

2. 火山物源沉积岩

表 3 滇东黔西上二叠统岩屑砂岩及其他岩石化学成份 (%)

Tab.3 Chemical composition of litharenite and other rocks of Upper Permian in Yunnan and western Guizhou(%)

岩 性	层位	产 地	样号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	SO ₃	CO ₂
岩屑细砂岩	长兴阶	会泽理可	Q6062	46.60	17.67		9.52	8.32	1.68		0.57	0.67			0.47
岩屑细砂岩	龙潭阶	纳雍坐拱	Q6057	34.4	12.30		1.15	15.25	10.23	2.16	0.22	1.78			14.31
岩屑细砂岩		晴隆中营	Q6107	48.60	14.71		1.35	11.70	3.90	3.81	0.30	3.22			6.0
岩屑细砂岩		晴隆中营	Q6110	44.80	12.04		1.26	12.00	6.73	4.19	0.13	1.80			7.84
岩屑细砂岩		织金三塘	ZK66	63.66	3.02	0.64	0.04	13.07	3.36	2.66	0.00	0.17	1.92	0.32	10.06
岩屑粉砂岩		织金三塘	ZK72	35.48	9.40	1.89	0.76	12.43	10.67	4.73	0.60	1.11	2.24	0.32	19.70
砂岩平均				45.59	11.52	1.27	2.34	12.13	6.10	3.51	0.30	1.46			9.73
泥 岩	长兴阶	会泽理可	Q6064	38.60	18.44		3.19	13.15	6.03	2.09	0.83	0.10			4.43
菱铁矿水云母泥岩	龙潭阶	织金小田坝	Z7-4	49.38	33.31	0.26	0.33	33.31	0.50	0.91	2.25	2.59	7.77	0.55	1.52
蒙脱石泥岩	长兴阶	贵定洗马	Q6024	54.00	24.34		2.05	0.50	1.53	3.60	2.13	0.22			
高岭石泥岩		水城汪家寨		47.10	35.23	0.48	0.38	0.11	0.37		0.15	0.05			
裸海松藻灰岩		贵定洗马	Q6032	13.40	5.81		0.05	0.50	43.40	0.30	0.25	0.34			30.0
泥晶藻灰岩		贵定洗马	Q6016	5.00	5.07		0.15	0.28	44.69	0.28	0.27	0.42			31.52
泥 晶 灰 岩		织金三塘	ZK 51	3.94	1.95	0.09	0.70	0.23	48.10	1.34	0.41	0.41	2.30	0.45	38.91
拉斑玄武岩	玄武岩组	盘县淤泥河		48.25	13.20	4.09	5.91	8.24	8.52	4.48	1.42	2.06	(据贵州地矿局, 1987)		

盘县马依龙潭阶下部见到玄武质熔接凝灰岩—含斑屑凝灰岩—凝灰岩—粉砂岩及凝灰质粘土岩—煤层的沉积旋回 2 或 3 个。织金等地上统顶部夹层凝灰岩, 火山凝灰方解石化和蒙脱石化 (图版 I-8)。

3. 内源沉积岩

研究区上二叠统的内源沉积岩有非蒸发岩的石灰岩等, 和以煤为代表的可燃有机岩。

(1) 石灰岩和铁质岩: 石灰岩在龙潭阶下段和长兴阶居多。铁质岩的菱铁矿以薄的夹层或为岩石的基质出现。

灰岩的岩石类型主要是泥晶生屑灰岩或生屑泥晶灰岩。其结构特点是①全部以泥晶为基质, 几乎没有亮晶胶结物(不包括礁灰岩)。泥晶的矿物成分为方解石和菱铁矿各半, 基质中常混入泥质(如伊利石)和炭质。菱铁矿交代方解石泥晶, 也部分或全部交代生物壳。②内碎屑以生物屑为主, 如红藻纲裸海松藻(图版Ⅲ-1, 3, V-3)、有孔虫、瓣鳃类、腹足类、腕足类等(图版Ⅲ-2、3)。其中以裸海松藻科最多, 有时含量多达60%以上, 成为裸海松藻灰岩(图版Ⅲ-1, V-3), 有孔虫以胶质壳的球旋虫居多。此外还有少量的鲕粒和砂屑。③灰岩中常有陆源岩屑混入, 主要是玄武岩屑。④成岩变化除了菱铁矿化(图版Ⅲ-2), 还有硅化(图版Ⅲ-4), 也能交代生物壳体, 但发生在菱铁矿化以后。

(2) 硅质岩: 主要是燧石岩, 常见于长兴阶和吴家坪组。通常以椭圆状、串珠状结

核顺层分布于灰岩中。燧石结核的成因和火山活动有关,形成在成岩期(图版Ⅲ-4)。

(3) 铝质岩:见于上二叠统龙潭阶或吴家坪组的底部。往往是粘土岩、岩屑砂岩和铝土矿的混层。

(4) 铁质岩:菱铁矿和黄铁矿在煤系中广泛分布,见于纳雍、大方一带上统底部为黄铁矿层。杂斑状矿石全硫含量平均为6.85—14.59%,硫的同位素组成自下而上由富轻硫逐渐富重硫。

(三) 煤系中的主要沉积构造

上二叠统煤系中沉积构造丰富且又多样,本文集中的论文中都将讨论,本文仅按分类系统^[6]列举。

1. 物理成因的沉积构造

(1) 流动层理

① 层理 以交错层理为主,主要有板状交错层理(图版Ⅳ-1)、楔状交错层理(图版Ⅳ-2)、槽状交错层理、冲洗交错层理即面状交错层理(图版Ⅳ-7)。韵律层理(图版Ⅳ-5)是由于季节变化^[7]影响有机物在沉积物中含量变化而显示的韵律。显示潮汐作用的脉状层理、透镜状层理及砂泥互层层理(图版Ⅲ-6, Ⅳ-8)在研究区东部常见。

② 叠瓦状构造见于潮渠沉积中(图版Ⅳ-6)。

(2) 准同生变形构造

坑丘构造是沉积物中有机质腐烂产生的气体向上逸出产生坑丘,层面有数毫米中心坑,断面上相似于岩床。而液化作用则产生泄水构造(图版Ⅴ-1)。

2. 化学成因的沉积构造

(1) 结晶构造有碳酸盐岩中的鸟眼构造和示顶底构造(图版Ⅴ-6)。

(2) 压溶构造见于灰岩中的有缝合线。

(3) 增生与交代构造主要有球状、透镜状(图版Ⅴ-7)菱铁矿结核,饼状和层状菱铁矿常见于碎屑岩中(图版Ⅲ-8),硅质结核主要见于灰岩中。

3. 生物成因的沉积构造

主要有植物根生长造成的植物扰动构造,常见于煤层底板根土岩。动物活动破坏沉积物原始形态为动物扰动构造(图版Ⅴ-9)。还有多种形态的潜穴(图版Ⅴ-5, 8)。

(四) 古构造轮廓

滇东和贵州作为扬子地台的一部分,在震旦纪前的晋宁运动未固结,属于稳定陆壳区^[8]。加里东和海西阶段发育陆表海沉积。本文将讨论对晚二叠世煤系沉积有重大影响古构造等问题。

1. 古纬度

马醒华、张正坤(1982)最早研究了扬子地块二叠纪的古地磁,后来黄开年^[9]、周姚秀^[10]又分别发表了一批数据。他们的研究富有说服力地证实,二叠纪时期的扬子地块位于低纬度区,如四川乐山县峨眉山地区的古纬度是2.4°S。云贵和青藏地区的二叠系沉积中,多处发现冈瓦纳植物*Glossopteris*^[11]可为佐证。他们的资料还提出,山西太原二叠系

的古纬度是 14.8°N , 说明中朝(即华北)地块也处于低纬度地区, 但是在北半球, 和扬子地块相距较远, 相对纬度差为 17.2° 。这为我们认识扬子地台上二叠统含煤沉积显然有别于华北地台提供了一个新的信息。他们还认为二叠纪时期扬子地块有大规模的旋转。滇东黔西晚二叠世岩相及富煤带的分布说明, 从早期到晚期地块有自北东方向向北西方向的逆时针旋转(见“含煤性”一节)。

2. 隆起和坳陷

研究区西侧的康滇古隆起(包括相邻的牛首山古隆起), 虽然自震旦纪以来有不同程度的沉积, 但仍然显示隆起性质。尤其是晚二叠世早期峨眉山玄武岩喷发以后, 是云南东部-贵州西部重要的陆源区。

研究区的中心部位是贵州中部的黔中隆起, 自奥陶纪至泥盆纪没有接受沉积, 石炭纪

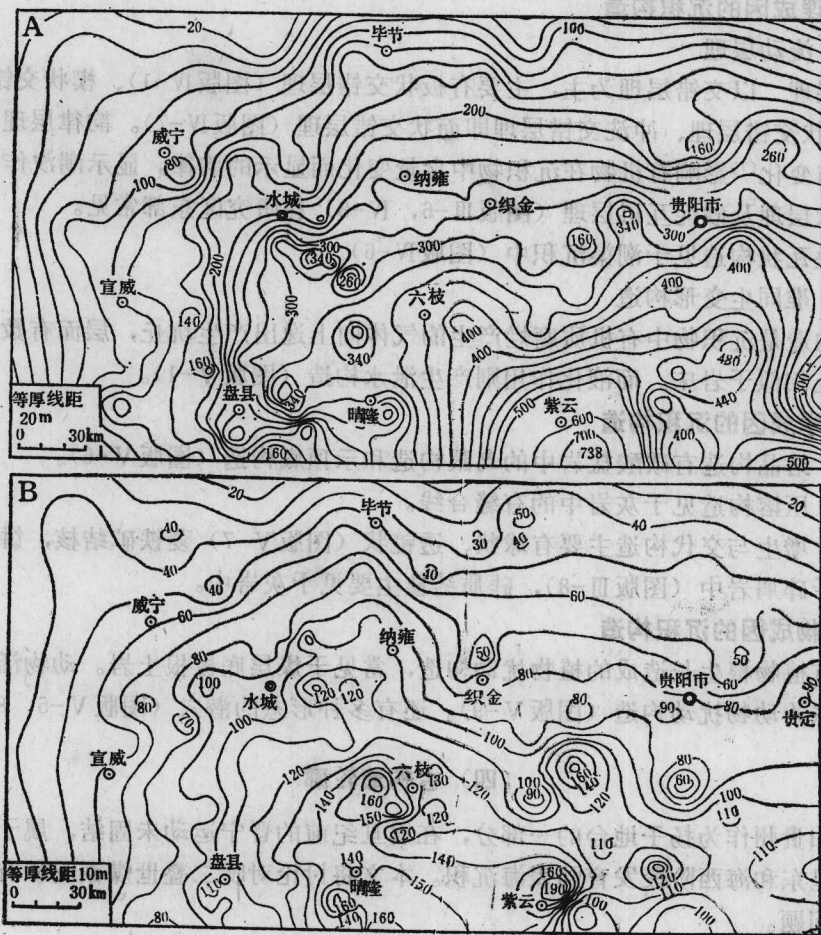


图 2 滇东黔西上二叠统沉积厚度等值线图

A—龙潭阶; B—长兴阶; 由VICTOR-9000微机自动绘图, 原图比例尺1:100万。等值线大体反映沉积盆地的相对隆起和坳陷, 但紫云一带的厚度是生物礁建隆

Fig. 2 Isopach map of Upper Permian sediments in eastern Yunnan and western Guizhou

A—Longtan stage; B—Changxing stage

在南缘仅有很薄的台地型沉积,也显示相对隆起性质,大体呈东西向分布。晚二叠世以前,贵州沉积相分布方向也主要是东西向,黔中隆起横亘于贵州中部,起了重要作用,东吴运动后才转变为NE向。

用地层厚度近似地模拟拗陷的幅度(图2),可以大体地说,研究区的西部和西北部是相对隆起区,而东南部是相对拗陷区,从而构成了本区北部及西部高,向东南缓倾斜的地形,紫云以南的上二叠统出现盆地槽谷相沉积。海浸来自西南。缓倾斜的斜坡中部水城-织金是煤层最发育地带。

此外,被称为茅口组的黑区,早二叠世晚期的沉积可能属台盆相,反映了相对拗陷的性质,如水城-六枝一线,茅口期为颜色深、含燧石结核,层序变薄的较深水灰泥沉积。上二叠统则相对较厚,如水城以南格目底向斜厚近500m,而水城以北大河边向斜厚不及400m。沉积线走向也和黑区分布方向一致呈NW向。这个北西向的拗陷是在西北高东南低缓倾斜的盆地背景上的次级拗陷,受深断裂控制,可视为微裂陷槽。

3. 峨眉山玄武岩

基于贵州省区域地质调查大队(1981)的研究,峨眉山玄武岩喷发的时代和机制都有较大进展,可以明显区分出早二叠世及晚二叠世的喷发活动性质和分布区。第一阶段喷溢活动始于早二叠世茅口期,结束于晚二叠世。以深断裂或大型断裂为通道,“间歇性地以裂隙式喷溢为主,多期、多口持续喷溢时间较长”^①。总体上说,由东南向西北递变,东南部105°(E)以东,27°(N),以南喷发早,厚度薄,有海相喷发;向西北出现 $P_{1-2}\beta$ 的叠加区;至北西部喷发晚(P_2),期次多,厚度大,均为陆相。沈发奎^[12]计算这次西至云南盐源丽江,东至云贵的喷发玄武岩流量为220000km³。峨眉山玄武岩喷发对于晚二叠世煤系沉积的影响表现在:

(1) 玄武岩是巨大的陆源碎屑供给者:上二叠统的碎屑岩,包括砾岩,砂岩,粉砂岩的碎屑绝大多数是玄武岩屑,可以推论粘土中的陆源碎屑形成部分也是来源于玄武岩,统计了织金三塘经过详细鉴定的不同层位的31个砂岩、粉砂岩样品,碎屑平均含量为54.8%,全部是玄武岩屑和少量基性斜长石。又统计了104°—106°(E) 25°40′—26°40′(N)范围内16个上统剖面中所含的砾岩,粉砂岩和粘土的厚度,平均为275.2m,乘以岩石中玄武岩屑含量54.8%(也假定54.8%的粘土是碎屑成因的)那么 $275.2 \times 54.8\% = 150.8\text{m}$ 即平均每个地点[以碎屑为主的106°(E)以西]的沉积物,都要依靠风化破碎150m玄武岩来补偿。而玄武岩是极不耐风化的岩石。我们曾在海南岛南渡江下游观测河道砂的颗粒成份。主要由石英、长石、花岗岩屑、玄武岩屑等组成。南渡江流域沿岸有花岗岩和玄武岩的露头距海口市最近距离分别是120km和6km。南渡江是高弯度河,流水水动力弱,对河床的切割也很弱,河床已堆积大量第四纪冲积物。因此选择了有河道流经裸露基岩的下游,来观察河流碎屑的变化。从海口市到安定50km,只在旧州有支流河道流经玄武岩区(图3)。不同地点观察结果如表4。

南渡江沉积的碎屑岩中,除了玄武岩屑,主要是石英。表4说明岩屑的含量随着搬运距离的增加急剧减小,尽管在有露头受冲刷的河道附近,岩屑含量也不很高,而每搬运10

① 贵州省地质局,1981年资料。



表 4 海南岛南渡江沉积物中玄武岩屑含量

Tab. 4 Basaltic debris contents of
Nandu River on Hainan Island

地 点	距河道穿过玄武岩区的距离(km)	沉积物含岩屑%
龙 塘	15	15
南渡江公路桥下	24	7
海口市三联村	36	3—5

图 3 海南岛南渡江沉积物分布图

(据中国科学院南海海洋研究所,
1975, 有修改)Fig. 3 Distribution of sediments
at Nandu river on Hainan Island
(after South China Sea Institute
of Ocean, Academia Sinica, 1975.
modified)

—12km, 岩屑含量减少1/2。以这个模式去类比云贵晚二叠世玄武岩的剥蚀和沉积是难以想象的, 因为根据推算距露头80km以外玄武岩屑就将磨蚀殆尽。实际并非如此。因为海南岛北岸玄武岩区的地形平缓, 河流侵蚀作用很弱, 因而被河流搬运走的玄武岩屑也不多; 上游花岗岩区的地形差异大, 河流侵蚀能力强, 能将大量的石英和花岗岩屑带到下游。但至少可以说明玄武岩屑不耐风化, 或者说要造成厚达275m的岩屑砂岩, 远不止剥蚀掉厚150m的玄武岩, 可能是它的2倍或更多。也可以说在云贵地区二叠纪时期每沉积1km²厚度平均为275m的煤系, 就要在裸露的1km²陆源区剥蚀掉玄武岩至少150m以至更多。这样的模拟也许不准确, 但是以海南岛南渡江玄武岩屑沉积的变化, 类比于云贵晚二叠世的沉积地貌是可能的, 可以说明云贵地区晚二叠世时期, 玄武岩喷发后, 地壳经受了风化剥蚀夷平, 地形坡度很平缓, 河流是高弯度河, 水动力条件较弱。

(2) 东吴运动伴随玄武岩的喷发, 是华力西运动在本区的强烈表现, 同时, 导致了研究区地壳性质的变化, 沉积格局的变迁。地壳改变了从加里东运动以来的稳定性而趋于活动, 沉积格局 (尤其是黔中) 由E-W向转变为NE向。在这种相对的活动性背景下沉积的煤系比华南多数地区的煤系厚, 煤层多, 含煤系数高得多。

4. 古断裂

深大断裂 (图4) 对煤系沉积相和富煤带分布有重大影响。小江深断裂是康滇古陆的边界, 也是华南二叠纪含煤盆地的西部自然边界。垭都—紫云深断裂沿NW-SE方向斜穿研究区, 向东南延伸到广西南宁附近, 对富煤带的展布有重大影响。黔中深断裂的影响表现在南北两侧煤系的突变, 北侧煤系薄, 煤层少; 南侧煤系厚, 煤层多。小江、垭都—紫云和黔中深断裂还是峨眉山玄武岩喷出的重要的通道。

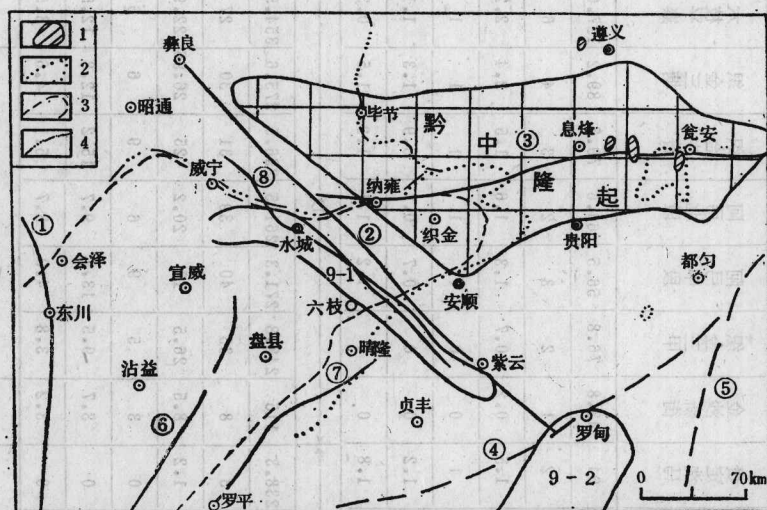


图4 滇东及贵州前二叠纪古构造

(据贵州省区域地质调查大队, 1981, 及云南省区域地质调查队, 1981)

- 1—前震旦系出露区; 2—早二叠世玄武岩分布区; 3—二叠纪玄武岩分布区; 4—晚二叠世玄武岩分布区
①—小江深断裂; ②—迤都-紫云深断裂; ③—黔中深断裂; ④—开远-平塘隐伏深断裂; ⑤—松桃-独山深断裂; ⑥—弥勒-师宗大断裂; ⑦—下甘河断裂; ⑧—水城断裂; ⑨—茅口组黑区

Fig. 4 Paleogeography of pre-Permian in eastern Yunnan and Guizhou Province

对煤系沉积有较明显影响的还有下甘河断裂和弥勒-师宗大断裂, 两断裂间是贵州的一个北东走向的富煤带, 以陆相为主, 上部含海陆交替相, 弥勒-师宗大断裂以西煤系基本上是陆相, 煤层显著减少。下甘河断裂以东, 煤系突变为以海相为主, 煤层极不发育, 含硫量也显著增高。

二、上二叠统含煤性

(一) 煤 层

分别垂直岩相走向沿NWW-SEE方向统计了A(北部)、B(中部)和C(南部)三断面, 沿岩相走向(NE-SW)方向统计了D断面的含煤程度(表5)。说明本区含煤性由西到东的贫—富—贫方向性变化。龙潭阶和长兴阶煤层总厚等值线图能较明显地说明区域间的变化(图5)。

1. 龙潭阶煤层厚度的主要特点

(1) 大于25m的富煤中心, 由南端的盘县火铺-盘县茨戛-织金少普沿NE向延伸。这是龙潭阶富煤带的主体方向。

(2) 次一级的富煤体, 盘县一带主体为NE方向、六枝-水城一线以北则是NW方向。

(3) 与龙潭阶地层厚度(图2)对应, 含煤程度较高的地区(总厚度大于5m)分布在龙潭阶沉积厚100—350m区间。