

Guizhousheng Meicengqi Dimian Choucai Guanjian Jishu Yu Gongcheng Yingyong

贵州省煤层气

地面抽采关键技术与工程应用

贵州省煤田地质局

主 编 易同生 桑树勋 金 军

副主编 周效志 汪凌霞 陈 捷 高 为



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

Guizhousheng Meicengqi
Dimian Choucai Guanjian Jishu Yu Gongcheng Yingyong

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

Guizhousheng Meicengqi

Dimian Choucai Guanjian Jishu Yu Gongcheng Yingyong

责任编辑 仓小金 周 红 王美柱

封面设计 肖新生



ISBN 978-7-5646-453



9 787564 645335 >

定价：48.00 元

Dimian Choucai Guanlian Jishu Yu Gongcheng Yingyong

Guizhousheng Meicengqi

贵州省煤层气

地面抽采关键技术与工程应用

贵州省煤田地质局

主 编 易同生 桑树勋 金 军

副主编 周效志 汪凌霞 陈 捷 高 为

主 编：易同生 桑树勋 金 军
 副 主 编：周效志 汪凌霞 陈 捷 高 为
 参 编：胡智华 姜其斌 白利坤 曹德福 陈忠勤 陶广金 周黎明 杨明辉 周 洋 郭志军

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

内 容 简 介

本书以贵州省煤层气开发过程中的工程技术为基础,系统介绍了贵州省上二叠统龙潭组煤层煤层气地面开发中的抽采工艺及适应性评价,包括丛式井成井、含气层识别与层段优选、“小层射孔、分段压裂、合层排采”关键技术等新技术与新工艺以及相应的技术成果和施工认识等。全书共分为十章:第一章为煤层气地质基础;第二章为煤储层特征;第三章为煤层气成藏类型与关键控制因素;第四章为煤层气地面抽采技术;第五章为开发技术适应性及工程有效性评价;第六章为复杂山区丛式井部署与成井技术;第七章为煤层群含气层识别与开发层段优选技术;第八章为小层射孔与分段压裂技术;第九章为合层排采技术;第十章为产能预测与数据监测。

本书可供从事煤层气勘查开发的研究人员、工程技术人员及高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

贵州省煤层气地面抽采关键技术与工程应用/易同生,桑树勋,金军主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2019.8

ISBN 978 - 7 - 5646 - 4533 - 5

I. ①贵… II. ①易… ②桑… ③金… III. ①煤层—
地下气化煤气—油气开采—研究—贵州 IV. ①P618.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 177915 号

书 名 贵州省煤层气地面抽采关键技术与工程应用
主 编 易同生 桑树勋 金 军
责任编辑 仓小金 周 红 王美柱
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83884103 83885105
出版服务 (0516)83995789 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 虎彩印艺股份有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16 印张 13 字数 324 千字
版次印次 2019 年 8 月第 1 版 2019 年 8 月第 1 次印刷
定 价 48.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《贵州省煤层气地面抽采关键技术与工程应用》

编 委 会

主任委员：王 剑

副主任委员：易同生

委 员：周传芳 刘 毅 赵 霞

杨通保 洪愿进

主 编：易同生 桑树勋 金 军

副 主 编：周效志 汪凌霄 陈 捷 高 为

参 编：颜智华 姜秉仁 赵凌云 罗 沙

白利娜 曾家瑶 杨 雪 付 炜

韩忠勤 陶斤金 邓 兰 慕熙玮

周培明 韩明辉 蔡 杰 王 乔

周 泽 郭志军

前 言

贵州省是中国南方煤炭资源最丰富的省份,其煤层气资源具有储量大、分布集中、品位高等特点。据相关资料,贵州省 2 000 m 以浅煤层气地质资源量为 3.05 万亿 m^3 ,居全国前列,具备煤层气规模化勘探开发的资源条件。

贵州省煤层气赋存地质条件复杂,上二叠统含煤地层龙潭组煤层群发育,主采煤层含气量高。省内绝大多数煤矿为高瓦斯矿井,其风排瓦斯量大、井下瓦斯利用率低,矿井瓦斯不仅直接威胁井下生产安全,也加剧了温室效应。因而,全面推进贵州省煤层气(瓦斯)勘查开发,不仅可从根本上打破贵州省“缺油少常规气”的能源格局,为全省经济高速发展提供能源基础,同时也可保障煤矿安全和促进矿井高效生产,从而带动全省能源经济快速发展,这具有重大的安全、环境、经济与社会效益。

贵州省地处云贵高原,地形高差大,地质构造复杂,尤其是主要含煤地层上二叠统龙潭组沉积于上扬子地台康滇古陆前缘的三角洲—潮坪—泻湖环境,造就了煤层层数多、单层厚度薄、层间距小、侧向变化大、渗透率及单层煤层气资源丰度低、总资源丰度高等煤层气成藏地质特点,煤层气开发地质条件不同于国内外其他煤层气勘探开发区块,开发难度大。早在 20 世纪 90 年代,贵州省就开始了煤层气(矿井瓦斯)勘查与开发试验工作,但一直未取得工业突破。自 2012 年贵州省煤层气地面开发示范工程实施以来,省内煤层气地面开发中的关键问题得到了很好的解决和突破,并创新性地引入了多元化思路,建立了与本省低渗、薄至中厚煤层群发育条件相匹配的、本土化的煤层气勘探开发新模式、新技术及新工艺。为了及时总结近几年煤层气开发过程中的关键技术和经验成果,本书对贵州省煤层气地质基础、煤储层特征、成藏特征、地面抽采工艺及适应性评价、丛式井完井、含气层识别与层段优选以及“小层射孔、分段压裂、合层排采”关键技术等进行了系统介绍。

全书由易同生、桑树勋、金军担任主编,周效志、汪凌霞、陈捷、高为担任副主编。易同生对全书进行了修改、补充、完善和审定,颜智华、姜秉仁、赵凌云、陈捷、高为等对各章节进行了审读与修改,付炜、罗沙、白利娜、周培明、韩明辉等进行了数据分析,曾家瑶、杨雪、韩忠勤、陶斤金、邓兰、慕熙玮、蔡杰、王乔、周泽、郭志军等进行了资料收集和图件绘制。

本书借鉴了贵州省煤田地质局等单位取得的大量煤炭勘探资料、煤层气开发试验取得的经验以及勘查开发研究成果。其中,示范工程得到了贵州省科学技术厅、贵州盘江投资控股(集团)有限公司和贵州盘江煤层气开发利用有限责任公司的大力支持;样品测试分析由

贵州省煤田地质局实验室完成。本书中的部分插图由贵州省自然资源厅进行审核。谨此，对上述单位和个人为本书所做的贡献表示衷心感谢！

本书主要成果完成于2017年年底，具体内容是理论研究在工程实践探索中的经验总结与体现，许多内容属首次公开出版，希望能给从事相关技术研究的人员提供借鉴和指导。

本书不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2019年6月

目 录

第一章 煤层气地质基础	1
第一节 煤田地质	1
第二节 煤炭资源及其分布	14
第三节 煤层气资源	16
第二章 煤储层特征	22
第一节 煤层厚度分布	22
第二节 煤储层含气性	26
第三节 煤储层渗透性及其地质控制	34
第四节 储层压力与地应力	40
第三章 煤层气成藏类型与关键控制因素	43
第一节 煤层气成藏类型及特征	43
第二节 煤层气成藏地质控制因素	47
第四章 煤层气地面抽采技术	55
第一节 煤层气直井抽采新技术与新工艺	55
第二节 煤层气水平井抽采技术	60
第三节 卸压煤层气地面抽采新技术与新工艺	64
第五章 开发技术适应性与工程有效性评价	67
第一节 开发技术的地质控制因素	67
第二节 主流煤层气开发技术的适应性评价	69
第三节 煤层气勘探开发工程有效性模拟与评价	70
第六章 复杂山区丛式井部署与成井技术	92
第一节 煤层气开发井型优选	92
第二节 丛式井靶区优选方法	93
第三节 丛式井网部署技术	95
第四节 井眼轨迹优化	98
第五节 井身结构设计	99
第六节 丛式井钻井关键技术	101

第七节 超压—高饱和储层丛式井完井技术·····	105
第七章 煤层群含气层识别与开发层段优选技术·····	108
第一节 煤系含气层识别技术·····	108
第二节 含气层综合评价技术·····	112
第三节 开发层段优选技术·····	137
第八章 小层射孔与分段压裂技术·····	143
第一节 小层射孔技术·····	143
第二节 分段压裂技术·····	147
第九章 合层排采技术·····	162
第一节 合层排采原则及工艺·····	162
第二节 贾敏效应及其排采控制·····	172
第三节 应力敏感性及其排采控制·····	178
第四节 速敏效应及其排采控制·····	181
第十章 产能预测与数据监测·····	184
第一节 储层参数反演与产能预测·····	184
第二节 排采数据监测与资料录取·····	188
参考文献·····	192

第一章 煤层气地质基础

第一节 煤田地质

一、区域地层与含煤地层

(一) 区域地层

贵州位于中国西南部的云贵高原东部,沉积岩层分布广泛,地层发育较齐全,古生物化石丰富,煤、磷、铝等沉积矿产种类多,是我国沉积地层和沉积矿产研究的典型地区之一。

根据全国地层区划,贵州属华南地层大区中的扬子地层及东南地层区,从蓟县系至第四系均有发育,厚 30 000 余米,绝大部分属海相沉积,厚度巨大。前震旦系及震旦系以碎屑岩为主,普遍变质,发育完整;古生界至三叠系海相地层分布广泛,化石丰富,层序完整。中、晚元古宙以海相碎屑沉积为主,古生代至晚三叠世中期则是海相碳酸盐岩沉积占优势,晚三叠世晚期以后则全为陆相碎屑沉积(见表 1-1)。

表 1-1 贵州区域地层简表

年代地层			岩石地层		岩性描述	厚度 /m		
界	系	统	群	组(段)				
新生界	第四系	全新统			黄色-灰色黏土、亚黏土及沙、砾岩。局部夹泥炭 1~2 层	0~120		
		更新统						
	新近系			高坎子组	灰褐色或灰绿色亚砂土、亚黏土、黏土及紫红色砾岩、泥岩。夹褐煤 0~10 层	65~135		
				翁哨组				
古近系			石脑群	上坝组	灰紫色厚层砾岩、砂砾岩、砂质泥岩、泥质粉砂岩、细砂岩	0~2 156		
				彭家屯组				
中生界	白垩系	上统			泥岩、砂质泥岩、细砂岩和石英砂岩等。产植物化石碎片	4~1 440		
		下统			洪积-河流相砾岩、石英砂岩。产介形类化石	235		
	侏罗系	上统			蓬莱镇组	紫红色砂岩、长石石英砂岩、泥岩。偶产叶肢介等化石	1 420	
					遂宁组			
		中统			上沙溪庙组	紫红色泥岩、粉砂岩、石英砂岩,局部夹泥灰岩透镜体。产叶肢介、双壳类等化石	1 330	
					下沙溪庙组			
		下统			自流井群	凉高山组	紫红色为主的泥岩、石英砂岩,夹泥质灰岩。底部为一铁矿层位,偶夹碳质泥岩或煤线。产双壳类等化石	401
						大安寨组		
马鞍山段								
东岳庙段								
				珍珠冲段				

续表 1-1

年代地层		岩石地层		岩性描述	厚度 /m
界	系	群	组(段)		
中生界	三叠系	上统	二桥组	灰色-灰绿色泥岩、砂岩、石英砂岩,中上部夹碳质泥岩及煤层(线)。产粗菊石、云南蛤、鳞羊齿等化石	2 300
			火把冲组		
			把南组		
		中统	法郎组	灰色-黄灰色泥岩、泥灰岩、灰岩及白云岩,底层为“绿豆岩”。产粗菊石等化石	1 236
			关岭组		
		下统	永宁镇组	紫红色-灰绿色-灰色泥岩、粉砂岩及灰岩、白云岩、溶塌角砾岩。产克氏蛤、蛇菊石、提罗菊石等化石	1 079
飞仙关组					
古生界	二叠系	上统	长兴组(汪家寨组)	绿灰色-灰色-深灰色玄武岩、砂岩、泥岩及灰岩、硅质岩,夹碳质泥岩及煤层。产大羽羊齿、欧姆贝、喇叭螭、古螭、假提罗菊石等化石	425
			龙潭组 (宣威组、吴家坪组)		
			峨眉山玄武岩组		
		中统	茅口组	灰色-灰黄色石英砂岩、泥岩、灰岩、燧石灰岩、白云岩,底部夹碳质泥岩及煤层(线)。产米斯螭、新希瓦格螭、矢部螭等化石	743
			栖霞组		
			梁山组		
	下统	包磨山组	深灰色灰岩,夹石英细砂岩及泥岩。产螭、珊瑚等化石	56	
		龙吟组			
	石炭系	上统	马平组	灰白色中厚层灰岩、白云质灰岩、白云岩和瘤状灰岩,含燧石团块或条带、紫红色泥质物。产假史塔夫螭、谢尔文氏纺锤螭等化石	848
			达拉组		
			滑石板组		
	下统	摆佐组	灰黑色中厚层石灰岩、泥质灰岩、白云质灰岩及紫褐色石英砂页岩、钙质或砂质页岩;旧司组和祥摆组含煤1~5层。产沟珊瑚、假乌拉珊瑚、贵州珊瑚及细线贝等化石	1 210	
		上司组			
		旧司组			
		打屋坝组			
	祥摆组				
	汤耙沟组				
泥盆系	上统	革老河组	灰色-灰黑色白云质灰岩、泥质灰岩、灰岩及泥岩。产弓石燕、介形类等化石	627	
		尧梭组			
		望城坡组			
	中统	独山组	灰色-灰黑色-黄褐色灰岩、泥质灰岩及石英砂岩、页岩。产巛石燕、鸚头贝、乌塔拉图珊瑚等化石	700	
		邦寨组			
		龙洞水组			
下统	舒家坪组	灰白色-深灰色石英砂岩、页岩。产阔石燕、鱼等化石	255		
	丹林组				
志留系	中统	回星哨组	灰绿色页岩、粉砂岩,夹薄层灰岩。产湖南笔石、翼肢鲎等化石	720	
		韩家店组			
	下统	石牛栏组	深灰色页岩、粉砂岩及泥质灰岩,底部为碳质页岩。产笔石等化石	417	
		龙马溪组			

续表 1-1

年代地层			岩石地层		岩性描述	厚度 /m
界	系	统	群	组(段)		
古生界	奥陶系	上统		五峰组	灰色瘤状泥质灰岩、页岩及碳质页岩。产南京三瘤虫、小达尔曼虫、双角笔石等化石	21
				涧草沟组		
		中统		宝塔组	灰色碳质泥岩、泥灰岩及龟裂纹灰岩。产双房角石、震旦角石等化石	44
				十字铺组		
		下统		湄潭组	灰色灰岩、白云质灰岩、白云岩及黄绿色砂岩、页岩。产对笔石、雕笔石等化石	388
				红花园组		
	桐梓组					
	上统	毛田组	灰色白云岩、白云质灰岩及灰岩。产卡尔文虫等化石	603		
		后坝组				
	寒武系	中统	平井组	灰色白云质砂质泥岩、泥质白云岩、白云岩及白云质灰岩、灰岩。产高台虫等化石	725	
			石冷水组			
			高台组			
		下统	清虚洞组	灰黑色碳质页岩,灰色、灰绿色砂岩、页岩、古杯灰岩及白云质灰岩,底部时含石煤。产软舌螺、遵义盘虫、莱德利基虫等化石	837	
	金顶山组					
明心寺组						
牛蹄塘组						
震旦系			灯影组	深灰色-灰黑色泥岩、碳质泥岩及浅灰色白云岩,局部含硅质条带。产叠层石、疑源类化石	353	
			陡山沱组			
新元古界	南华系	上统		南沱组	灰色-灰绿色石英杂砂岩、泥岩、含砾砂岩及冰川角砾岩,松桃、凯里、江口等地夹碳质页岩。产藻类、疑源类等化石	2 968
				大塘坡组		
		下统		富禄组		
				长安组		
	青白口系		板溪群	隆里组	灰色-灰绿色片岩、千枚岩、板岩、变余砂岩及变余沉积灰岩,下部夹少量大理岩或透镜体。产疑源类、叠层石等化石	9 249
		清水江组				
		番召组				
		乌叶组				
		甲路组				
元古界	蓟县系		梵净山群	独岩塘组	浅灰色-深灰色-灰绿色千枚岩、板岩、变余砂岩、变余凝灰岩等	>9 500
				洼溪组		
				铜厂组		
				回香坪组	变质基性-超基性熔岩(未见底)	
				肖家河组		
				余家沟组		
				淘金河组		

(二) 含煤地层

含煤地层自下而上有下寒武统,下石炭统,中二叠统,上二叠统,上三叠统,新近系和第四系。其中:下寒武统牛蹄塘组夹有层状石煤;下石炭统祥摆组和旧司组局部含有薄煤层,少数地段达可采厚度;中二叠统梁山组局部含有薄煤或煤线;上二叠统龙潭组(宣威组、吴家坪组)含有多层可采煤层,长兴组(汪家寨组)含煤线或薄煤,局部可采;上三叠统火把冲组局部含煤线或薄煤层;新近系翁哨组见有褐煤;第四系有泥炭堆积。其中,具有工业开采价值的为下石炭统祥摆组、中二叠统梁山组、上二叠统长兴组和龙潭组、上三叠统火把冲组,以上二叠统煤层群最为发育。

(1) 下石炭统含煤地层(C_1)

下石炭统祥摆组集中分布于黔南、黔西一带,大致在赫章—纳雍—安顺—麻尾一线以东及威宁地区(据《贵州省岩石地层》,祥摆组和旧司组在罗甸—紫云—六盘水—普安一带称为打屋坝组,不含煤)。含煤地层主要由砂泥岩组成,灰岩夹层罕见,岩性和厚度变化大,煤层薄,且多呈透镜状、扁豆状,稳定性差。

(2) 中二叠统含煤地层(P_2)

中二叠统梁山组分布广泛,除雪峰古陆及黔北时有缺失外,其余广大地区均有分布。梁山组岩性变化较大,以黔中、黔西北及黔南一带较为典型,由石英砂岩、泥岩、碳质泥岩及煤层组成;向北砂岩逐渐减少,泥岩增多,至桐梓、仁怀一带为泥岩或“铁铝岩”;向南砂岩亦逐渐减少,灰岩逐渐增多,至紫云、安龙一带为灰岩夹泥岩。

梁山组厚 0~257 m,南西厚、北东薄,以水城矿区白泥濠坝一带最厚,达 257 m。梁山组含煤区主要分布在黔西北(水城、毕节、大方一带)、黔东(凯里、福泉、黄平、麻江、丹寨一带)、黔东北(务川、德江、印江、石阡一带),其次零散分布于黔中(贵阳附近)、黔北(遵义周围)、黔南荔波及黔东南从江附近。

梁山组含煤 0~8 层。黔西北区含煤(线)层数较多,最长达 8 层,一般 2~6 层;其他含煤区一般含煤 1~2 层。煤层通常较薄,厚度变化大,呈透镜状或扁豆状产出,一般不可采。含煤性较好的地区为黔东凯里一带,含煤 1~3 层,一般 1~2 层;含可采或局部可采煤层 1 层(局部 2 层);煤层可采总厚 0~6.5 m,平均 1.3 m;含煤系数 5%~15%。其次为从江贯洞,含煤 2 层,其中有 1 层可采,最大厚度达 2 m。其余含煤区除局部区域(如水城山王庙煤厚 1.2 m)外,煤层厚度一般在 0.4 m 以下。水城一带梁山组煤层发育较全,多达 8 层,上部的 1、2 号煤层连续性稍好,中下部的 3、4、5 号煤层稳定性差,向北至毕节、赫章一带逐渐尖灭。

(3) 上二叠统含煤地层(P_3)(见表 1-2)

上二叠统是贵州省最主要的含煤地层,分布广泛,发育完好,化石丰富。沉积类型多样,自西向东,依次发育陆相、海陆过渡相和海相沉积。在西部地区,晚二叠世早期有大规模基性岩浆喷溢,形成含煤地层下伏的玄武岩组。根据岩性、岩相、古生物、含煤性及煤质特征,全省可划分为三大相区、九个小区(见图 1-1),不同区域含煤地层和煤层的发育特征明显不同。

陆相区宣威组分布于赫章、水城、盘州一线以西。以碎屑岩沉积为主,偶夹泥灰岩和透镜状菱铁岩。一般含煤 30 余层,可采 0~4 层,厚 0.6~3 m。煤质为中灰、低硫~中硫,煤种为气煤~无烟煤。

表 1-2

贵州省上二叠统含煤地层及煤层发育特征

含煤性	陆相区	过渡相区						海相区			
		六盘水小区			织纳 小区	黔北 小区	兴义 小区	贵阳 小区	黔东北 小区	黔东南 小区	黔南 小区
		盘州矿区	水城矿区	六枝矿区							
地层厚度/m	0~192	220~460	220~425	358~513	273~422	136~255	366~434	204~698	93~257	144~1 081	138~2 380
含煤层数/层	0~30	14~58	9~83	9~47	5~57	6~55	11~41	0~16	0~3	1~7	0~1
煤层总厚/m		14.8~46.2	13.1~46.9	12.33~39.67	8.76~38.13	3.25~28.54	1.93~15.05	0~9.10	0~2.4	0.27~4.80	0~0.51
含煤系数/%	1	4.0~15.5	5.4~11.7	2.5~8.2	2.1~10.1	1.5~13.3	0.5~4.0	0~2.8		0.2~1.4	
可采煤层数/层	0~4	2~24	2~19	1~16	1~18	1~12	0~6	0~3	0~1	0~2	
可采厚度/m	0.6~3	3.0~29.8	3.49~24.92	3.77~23.31	2.14~17.58	1.84~14.81	0~9.02	0.7~4.71	0.55~1.08	0.60~2.68	
可采系数/%	0~2.2	0.8~7.6	1.6~7.3	0.8~5.0	0.7~4.9	0.8~6.9	0~2.3	0.3~1.2		0.2~0.4	

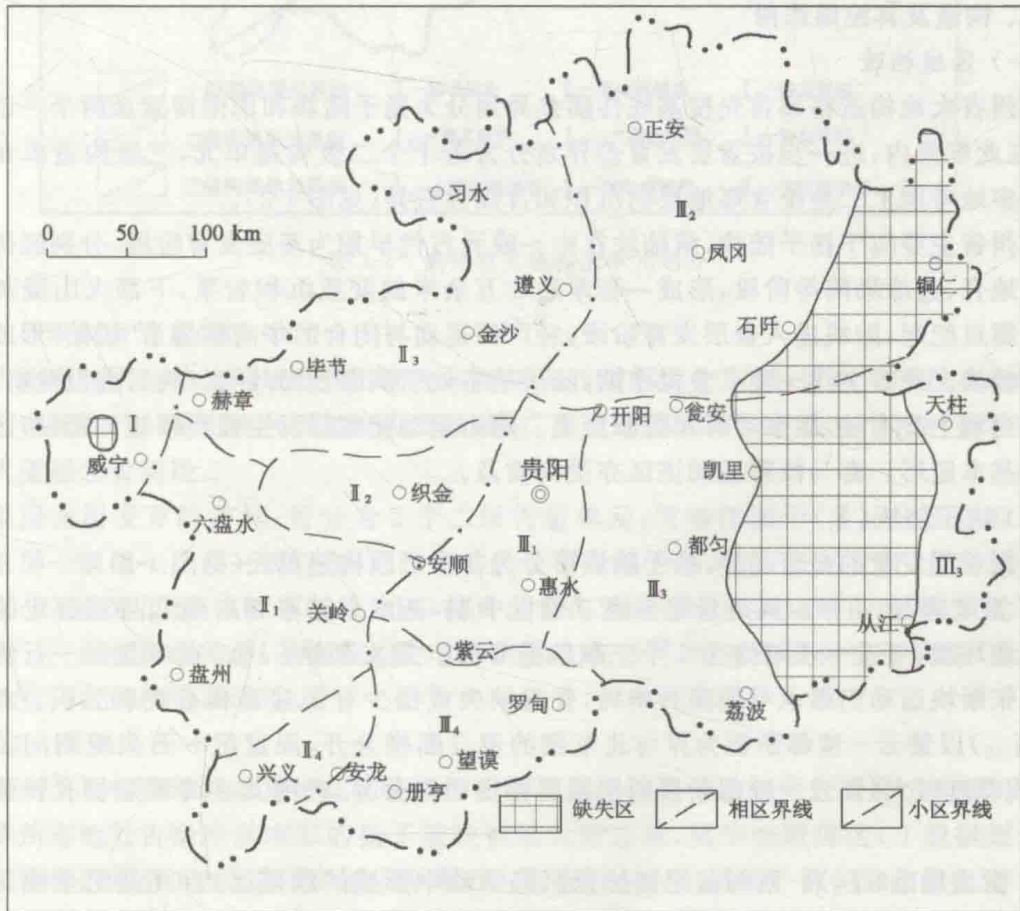


图 1-1 贵州省晚二叠世地层分区

I—陆相区(黔西北小区); II—过渡相区(II₁—六盘水小区; II₂—织纳小区;

III—黔北小区; II₄—兴义小区); III—海相区(III₁—贵阳小区; III₂—黔东北小区; III₃—黔东南小区; III₄—黔南小区)

海陆过渡相区长兴组和龙潭组位于陆相区以东,桐梓、贵阳、兴仁一线以西。由碎屑岩、灰岩、煤层组成,灰岩层数和厚度自西向东递增。煤组厚度、煤层层数变化较大。六枝矿区煤组一般厚 360 m,含煤 8~32 层,可采煤层一般 6 层,厚 12 m 左右,多为中灰、中高硫煤,以无烟煤为多,也有部分烟煤。

海相区吴家坪组位于桐梓、贵阳、兴仁一线以东的贵州东部地区,自西向东龙潭组逐渐过渡为吴家坪组,以灰岩为主,夹碎屑岩、煤层。含煤一至数层,可采 1 层,厚约 1 m。煤质为中灰、中硫~高硫煤,煤种为肥煤~贫煤。

(4) 上三叠统(T_3)

省内上三叠统分布在罗甸—贵阳—遵义—正安一线以西地区,主要为一套陆相或海陆交互碎屑岩含煤沉积,厚 87~2 400 m。火把冲组主要分布在龙头山向斜和郎岱向斜,另在关岭断桥附近向斜核部有零星分布,但残存不全。以龙头山向斜发育最好,主要由泥岩、砂质泥岩、碳质泥岩和石英砂岩组成,含煤 40~50 层,其中,可采煤层 1~3 层,一般 2 层(即 2、3 号煤层)。

本书主要针对的层位是上二叠统海陆过渡相龙潭组。

二、构造及其控煤作用

(一) 区域构造

贵州省大地构造格架首先按基底性质差异划分为扬子陆块和华南褶皱系两个一级构造单元,在此框架内,进一步按盖层发育差异划分为若干个二级构造单元,三级构造单元的划分则更多地考虑上二叠统含煤地层的沉积和含煤性差异(见图 1-2)。

贵州省主要位于扬子陆块,该陆块在中~晚元古代早期为基底发育阶段,分别经历了陆缘大洋地壳、边缘拗陷等阶段,形成一套厚达 2 万余米的变质沉积岩系,下部火山凝灰岩发育。自震旦纪起,陆块进入盖层发育阶段,经广西运动与闭合的华南褶皱系“拼贴”形成统一的华南板块。晚古生代~晚三叠世中期,陆块基本处于滨海浅海环境。晚三叠世晚期,经安源运动全境上升为陆,结束了海相沉积历史。燕山运动使盖层发生强烈褶皱和断裂,区域构造格架基本定形。喜马拉雅运动该区亦受到波及。

(1) 扬子陆块(I)

根据盖层发育的显著差异,扬子陆块可分为 3 个二级构造单元(见图 1-2):

① 黔北隆起(I_1)。从震旦纪至晚三叠世中期,基本上处于相对隆起且较稳定的陆表浅海台地环境,可进一步划分为 2 个三级构造单元。遵义断拱(I_{1A})在泥盆纪~石炭纪期间的拉张断块运动仍继承早期隆升格局,普遍缺失或很少有泥盆系和石炭系沉积。六盘水断陷(I_{1B})以紫云—娅都断裂为界与北东侧的遵义断拱分开,泥盆纪~石炭纪期间拉张沉陷,沉积厚度较大;紫云—娅都断裂两侧地层特征明显分异,表明其在海西期仍有较强的活动性。

② 黔南拗陷(I_2)。系泥盆纪初拉张沉陷活动中形成的拗陷区,自泥盆纪至晚三叠世早期一直处于浅海一半深水环境。泥盆纪~石炭纪沉积地层十分发育,三叠纪为半深水的广海环境。

③ 川南盆缘拗陷(I_3)。自晚三叠世晚期至始新世,该区一直处于内陆湖泊环境,以侏罗系~白垩系发育且大面积分布为特征。喜马拉雅运动使该拗陷形成褶皱并抬升,褶皱多呈东西向展布,断裂不甚发育。

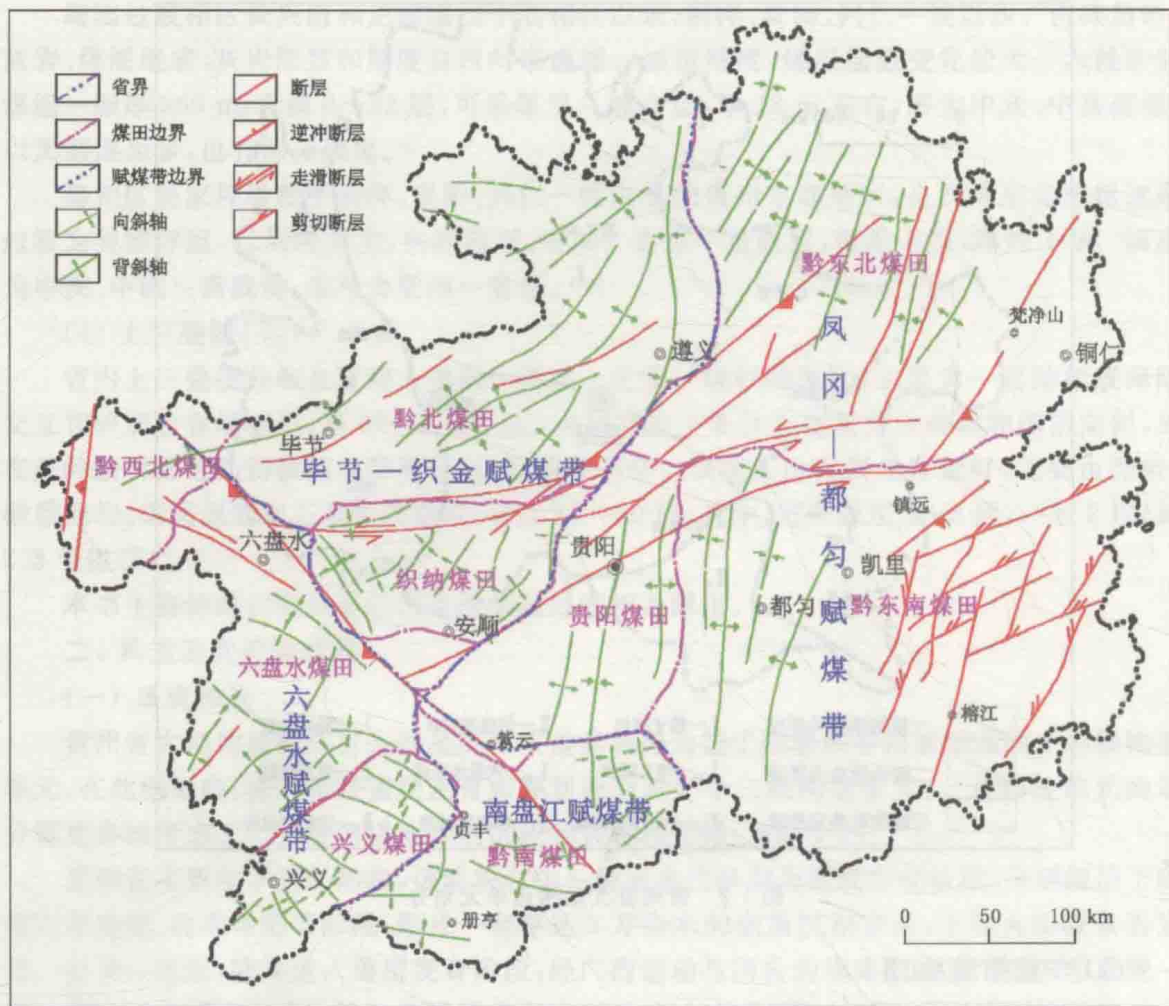


图 1-3 贵州省赋煤单元划分

该带位于贵州省西北部,主要地处交叉断裂(水城—紫云断裂与贵阳—镇远断裂)北部,遵义断裂以西,主要包括黔北煤田和织纳煤田。该赋煤带主要成煤时代为晚二叠世,地处海陆交互过渡相区,为贵州省一般含煤区,煤层厚度 10~30 m,位于黔中隆起两侧,地处毕节弧形构造区和织金宽缓褶皱区,煤田构造主体为北东向构造,以等势式、短轴式褶皱为主,西南部以水城—紫云断裂、坝都—蟒洞断裂为界,东南部以镇宁—平坝—息烽一线为界,东部大致以遵义断裂为界。

(2) 六盘水赋煤带

该带位于贵州省西部,地处水城—紫云断裂与册亨弧形断裂所围限的西部区域,包括黔西北煤田、六盘水煤田和兴义煤田。该赋煤带主要成煤时代为晚二叠世,地处海陆交互过渡相区,为贵州省富煤区,煤层厚度大于 30 m,位于黔南坳陷六盘水断陷区,地处六盘水复杂变形叠加褶皱区。东北部以水城—紫云断裂、坝都—蟒洞断裂为界,东南部以册亨弧形断裂为界。该赋煤带以隔档式褶皱为主,主体走向北西,南部普安山字形前弧构造主体亦走向北西,仅中部山字形前弧脊柱为一南北向构造带。

(3) 凤冈—都匀赋煤带