

# 松藻矿区瓦斯抽采的发展现状和研究方向

黄昌文 杨良智

重庆松藻煤电公司, 重庆 401420

**摘要:** 重庆松藻矿区煤层属于南方二迭系低透气性煤层, 本文介绍了松藻矿区的煤炭生产情况与瓦斯抽采现状, 并对矿区瓦斯抽采的技术实践和现场管理经验进行了深入阐述, 文章提出了进一步提高低透气性煤层瓦斯抽采技术的研究方向, 对同类矿井有借鉴意义。

**关键词:** 矿井 低透气性煤层 瓦斯抽采 抽采技术

## 1 概况

松藻煤电公司位于重庆市南, 渝、黔两省交界的綦江县赶水、打通、石壕、安稳境内。

矿区煤层属中灰-高灰, 富硫-高硫, 低磷的无烟煤, 煤炭地质储量 12.5 亿 t, 工业储量 9.8 亿 t。8<sup>#</sup> (K<sub>3</sub>) 煤层全区稳定可采, 为本矿区主要可采煤层, 平均厚度为 2.5-2.9m, 占矿区总储量 60%左右, 其余煤层均为局部可采煤层。

松藻矿区现有打通一矿、渝阳煤矿、石壕煤矿、逢春煤矿、同华煤矿(原松藻二井)、松藻煤矿(原松藻一井)六对生产矿井。现年生产原煤 420 万 t/a, 2010 年通过技改扩能可达产 732 万 t/a。2011 年以后, 3 对新建矿井投产, 原煤产量将达到 1075 万 t/a。

各矿井瓦斯含量均高, 涌出量大, 给矿井生产造成了严重的安全隐患。

松藻煤电公司瓦斯抽采始于 1969 年, 矿区现建有瓦斯抽采泵站 11 个(其中采空区抽采 1 个), 共有瓦斯抽采泵 21 台, 其中运行 11 台。安装抽采管 95.68Km, 其中直径 200mm 以上主管 43.67Km。配备抽采钻机 60 台

三十多年来, 随着原煤产量逐年递增, 不断改进抽采技术, 更新抽设备, 完善抽采系统, 提高抽采能力, 2004 年瓦斯抽采量达到 12178 万 m<sup>3</sup>。2005 预计达 14000 万 m<sup>3</sup>。2011 年矿区扩大生产能力后, 瓦斯抽采量达到 36238 万 m<sup>3</sup>/年

以上。

矿区煤炭储量已划定为 1259274 Kt , 可利用储量为 983632Kt , 原有设计能力 4500 Kt/a , 改建能力 2010 年达 732 Kt/a , 规划能力 2011 年达 10800 Kt/a( 表 1)。

表 1 矿区建设顺序及产量增长规划表

序号	矿井名称	煤炭资源储量(Kt)		设计能力(Kt/a)		建设性质	服务年限(a)
		基础储量	利用储量	原有	规划		
1	松藻煤矿	80479	64864	600	900	扩建矿井	55
2	同华煤矿	44035	36167	300	300	生产矿井	71
3	打通煤矿	214525	176428	1500	2400	扩建矿井	56
4	渝阳煤矿	102849	83482	900	900	生产矿井	71
5	石壕煤矿	195909	159894	900	1800	扩建矿井	68
6	逢春煤矿	82612	67167	300	900	扩建矿井	53
7	梨园坝矿	179962	108508		900	新建矿井	80
8	小鱼沱矿	205698	164558		1500	新建矿井	78
9	大罗煤矿	153205	122564		1200	新建矿井	73
10	合计	1259274	983632	4500	10800		

## 2 瓦斯赋存基本状况

### 2.1 瓦斯含量

矿区煤系共含煤 12 层 , 各煤层均属高变质阶段无烟煤 , 煤层瓦斯平均含量在  $17.1\text{m}^3/\text{t} \sim 29\text{m}^3/\text{t}$  ( 纯量 ) , 均富含瓦斯。煤层瓦斯压力  $1.2 \sim 4.5\text{MPa}$  , 原始透气性系数  $5.71 \times 10^{-3} \sim 3.19 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{MPa}^2 \cdot \text{d}$ 。

表 2 煤层瓦斯压力 ( MPa )

矿井	松藻煤矿	同华煤矿	打通一矿	打通二矿	石壕煤矿	逢春煤矿	张狮坝煤矿	梨园坝煤矿
压力	3.2	1.8	2.05	2.1	1.25			

随着矿井延深和开采深度的增加 , 今后深部勘探的瓦斯含量将增加。

表 3 松藻矿区各矿井-100 以上水平煤层沼气含量表 ( m<sup>3</sup>/t )

矿井 煤层编号	松藻 煤矿	同华 煤矿	打通 一矿	渝阳 煤矿	石壕 煤矿	逢春 煤矿	张狮 坝矿	梨园 坝矿
6 号	-	16	17.14	17.28	12.3	14.83	16.02	18.39
7 号	-	10	17.45	17.66	11.8	18.13	14.65	9.96
8 号	29	29	20.59	20.56	21.34	20.46	20.26	22.17
9 号	-	-	17.76	-	17.76	18.21	-	-
10 号	13	13	16.65	-	16.65	-	-	-
11 号	-	-	17.37	-	13.65	18.21	-	13.55
12 号	21	21	19	-	17.74	-	13.55	-

## 2.2 瓦斯储量

矿井瓦斯探明储量在按容积法、分块段、分煤层在不同埋深条件下的进行分别计算。煤层底板标高 - 100 m 以上拥有矿区瓦斯地质储量 227.44 亿 m<sup>3</sup>( 纯量 ), 可利用储量为 183.31 亿 m<sup>3</sup>( 纯量 ), 可抽采瓦斯储量 131.22 亿 m<sup>3</sup>( 纯量 )。

随着矿井扩建和新增开采储量后, 瓦斯储量也将增加。其中: 瓦斯储量增加 208.61( 亿 m<sup>3</sup> ), 可抽采瓦斯量增加 104.3( 亿 m<sup>3</sup> )。矿区瓦斯储量共计达 435.74 亿 m<sup>3</sup>, 可抽采瓦斯量达 217.72 亿 m<sup>3</sup>。

现有技术条件下, 若按每年 3 亿 m<sup>3</sup>/a 开采, 可抽采 73 年以上。

## 2.3 瓦斯涌出量

近年来, 随着矿井延深和开采深度变化, 瓦斯涌出量逐年增加增加, 2001 年达 403.8 m<sup>3</sup>/min, 2004 年达 436.2 m<sup>3</sup>/min; 近 4 年增幅达 8.02%。今后随矿井延深加大, 瓦斯涌出量更大。

表 4 松藻煤电公司 2002 ~ 2005 年各矿瓦斯涌出量表

	矿井瓦斯涌出量							
	绝对瓦斯涌出量 ( m <sup>3</sup> /min )				相对瓦斯涌出量(m <sup>3</sup> /t)			
	02 年	03 年	04 年	05 年	02 年	03 年	04 年	05 年
松藻公司	426.2	433.2	436.2	511.58	69.2	67.5	63.5	67.91
松藻煤矿	87.5	96.6	99.7	89.13	86.1	80.5	78.5	62.64
打通一矿	137.9	121.1	144.7	151.17	71.4	60.1	63.8	66.25
打通二矿	78.6	82.3	74.9	90.71	80.4	80.1	74.2	75.1
石壕煤矿	71.5	80.7	99.6	112.3	48.1	53.9	72.5	67.17
逢春煤矿	27.5	33.4	30.8	31.66	55.8	74.5	49.9	47.74
同华煤矿	-	-	-	36.61	-	-	-	108.7

### 3 松藻矿区瓦斯抽采现状

#### 3.1 近 10 年瓦斯抽采现状

##### 3.1.1 抽采系统

矿区现建有瓦斯抽采泵站 10 个，共有瓦斯抽采泵 21 台，其中运行 10 台。

矿井瓦斯涌出量大，尤其是保护层工作面，绝对瓦斯涌出量达 60 ~ 70m<sup>3</sup>/min，最高达 110m<sup>3</sup>/min。公司 6 对矿井相对瓦斯涌出量平均为 63m<sup>3</sup>/t，平均瓦斯抽采量达 32.472m<sup>3</sup>/t，位居全国 45 对重点监控企业榜首。

##### 3.1.2 矿井瓦斯抽采方式

松藻矿区采用邻近层抽采+本层抽采+采空区瓦斯抽采+围岩瓦斯抽采的综合方式抽采。

###### 3.1.2.1 邻近层抽采

松藻矿区开采煤层均为煤与瓦斯突出煤层，开采保护层是最主要的区域防突措施，邻近层瓦斯抽放是矿区使用最普及的抽采方法。

由于开采上保护层，所以，瓦斯抽采又以下邻近层穿层钻孔抽放为主，抽采钻孔布置见图 3。抽采设计参数为：钻场间距 10-12m；钻孔终孔间距 10-15m；钻孔开孔直径 87mm，终孔直径 65mm，孔深 40-112m，穿过开采层 0.5m 终孔，封孔长度 3-6m，见图 3。钻孔机械普遍使用重庆煤科院生产的 ZYG-150/150B，MYZ-150 型钻机。

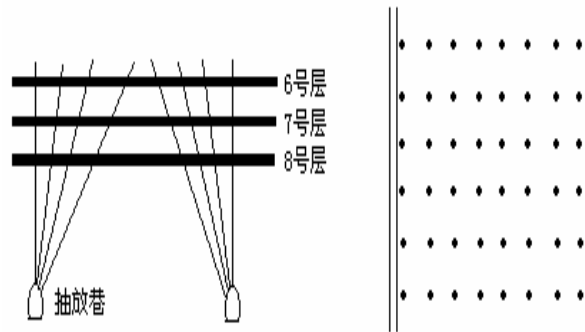


图 1 邻近层瓦斯抽放钻孔布置

### 3.1.2.2 本层抽采

本层瓦斯抽采是指在开采保护煤层时抽采瓦斯。

本层瓦斯抽采按抽放的时间可分为采（掘）前预抽，边采（掘）边抽；按抽放工艺可分为巷道抽采和钻孔抽采。钻孔抽采又可分为穿层钻孔和顺层钻孔抽采。松藻矿区使用较多的是顺层钻孔抽采，抽采时间一般从采前 6 个月开始直到工作面开采结束，顺层钻孔可布置成平行孔和交叉孔。顺层钻孔设计参数为：开孔间距 6-10m，钻孔角度 3-5 度，钻孔开孔直径 87mm，终孔直径 65mm，封孔长度 10-15m，孔深 40\_60m。

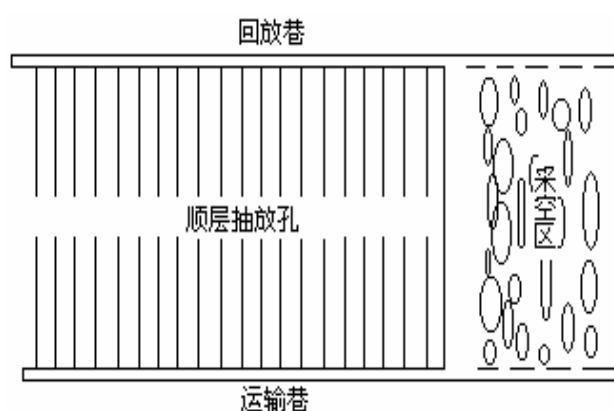


图 2 本层瓦斯抽采钻孔布置

### 3.1.2.3 采空区瓦斯抽采

采空区瓦斯抽采是指抽采现采工作面采空区和老空区瓦斯，前者称为现采空区（半封闭式）瓦斯抽放，后者称老采空区（全封闭式）瓦斯抽放，按抽放工艺可分为巷道抽放和钻孔抽放。

松藻矿区半封闭式和全封闭式抽采从 1997 年开始在打通二矿 N1814 工作面试验，试验成功后，逐步推广到了全局。在推广应用过程中，从未发生抽燃事故，采空区抽采技术得到进一步完善，抽放浓度可达 30% 以上。

### 3.1.2.4 围岩瓦斯抽采

松藻矿区煤系地层上部有嘉陵江灰岩，下部有茅口灰岩，喀斯特岩溶发育。上部有嘉陵江灰岩埋藏浅，岩溶瓦斯少，对矿井威胁不大，下部茅口灰岩则不然，巷道掘进时，常揭穿溶洞瓦斯。松藻矿区处理围岩瓦斯一般采用钻孔抽采方法，当探到掘进工作面前存在溶洞瓦斯时，若瓦斯不大，就自然排放，若瓦

斯不大，就接管抽采。

### 3.2 抽采输送管道

采用较大管径的无缝钢管、玻璃管或碳钢卷管，降低系统阻力，提高矿井抽采能力。

### 3.3 封孔

各矿井均推广机械封孔工艺，保证钻孔封孔深度 6-10m。并坚持“高负压、严封孔、综合抽”的方针。

### 3.4 瓦斯抽放管理

30 多年来，松藻矿区在抓瓦斯抽放技术的同时也抓抽放管理，现已形成了一套切实可行的管理方法，其主要作法如下：

#### 3.4.1 坚持抽放部署审查制度

瓦斯抽放工作是生产工序之一，在部署采掘接替工作时必须同时部署瓦斯抽放工作。公司各矿井在人财物和时间空间上确保抽放工作的实施，确保保护层工作面在投产前预抽时间半年以上，严重突出危险掘进工作面预抽时间一年以上。

#### 3.4.2 抽采设计

每个工作面都必须根据地质资料进行正规设计，不允许搞通用设计或先施后设计，边施工边设计。

#### 3.4.3 抽采工程施工

抽采工程必须严格按设计施工，工程完成之后必须通过有关部门验收合格才能投入使用。抽采钻孔抽检率不低于 30%，保证钻孔穿过煤层。封孔质量，抽检率不低于 5%。

#### 3.4.4 现场管理

邻近层抽采管理采取工作面前三后四挂牌管理，在保护层工作面开采线前方 3 个钻场及后方 5 个钻场内必须挂抽放牌，按旬测定瓦斯浓度、负压、压差，

测定参数上牌。其它抽放钻孔按旬测定瓦斯浓度，浓度低 10%的钻孔，查明原因，及时封堵。

抽放管路系统安装放水器和排渣器，按旬检查设施的完好情况，实行挂抽放牌。

### 3.4.5 抽放组织管理

各矿井都成立了专门的瓦斯抽放队，负责抽采工程的设计、施工、管理工作。抽采队队级领导 3-4 人，配有技术员或工程师。抽放队人数根据本矿抽放工作量大小而定，几十至百人不等，抽采队归矿通风科直接管理，在矿总工的领导下开展工作。

### 3.5 矿井瓦斯抽采效果

目前，我公司各矿井瓦斯治理方法主要是瓦斯抽采。

2006 年，全公司瓦斯实际抽采量 1.688 亿  $m^3$ 。预计在 2006 年瓦斯抽采量将突破 1.68 亿  $m^3$ 。公司自 1970 年建立瓦斯抽采泵站以来的瓦斯抽采量统计结果见松藻煤电公司历年瓦斯抽采情况统计表。历年矿井瓦斯抽采率在 41% ~ 65.2%（详见松藻煤电公司近 10 年瓦斯抽放统计表）。全公司瓦斯平均抽采浓度在 41% ~ 50%。2005 年 t 煤瓦斯抽采量高达 34.88 $m^3/t$ 。

表 5 松藻煤电公司近 10 年瓦斯抽放统计表

年别	原煤产量 (万 t)	解放面积 (万 $m^2$ )	年抽放量 (万 $m^3$ )	矿井抽 采率 (%)	相对瓦斯 量 ( $m^3/t$ )	t 煤抽放 量 ( $m^3/t$ )	抽放瓦斯 浓度 (%)
1996	306.42	48.53	6521	41.35	51.48	21.28	49
1997	266.01	40.78	6360	41.98	56.95	23.91	41
1998	237.69	33.54	6852	44.28	65.20	28.83	44
1999	245.73	34.84	7471	46.20	65.75	30.40	46
2000	285.72	45.51	7634	44.59	58.22	26.72	45
2001	308.25	52.10	8009	44.98	60.42	25.98	49
2002	339.81	72.13	9269	45.27	60.25	27.28	50
2003	357.11	76.97	9983	46.48	60.14	27.96	47
2004	378.70	70.73	12179	49.26	65.29	32.16	45
2005	420.9	74.42	14683	51.36	63.11	34.88	48
合计	3146.3	519.25	82961				

## 4 松藻矿区瓦斯抽放的主要特征

### 4.1 坚持综合抽采方式，对煤层群立体抽放

松藻矿区开采的煤层群共 12 层，可采 3 层（其中局部可采 1 层），主采层位于煤系中部。无论采用上、下保护层开采，都存在对煤层群综合抽放问题，因此松藻矿区必须由单一抽放方式向综合抽采方式发展。

松藻矿区综合抽采的主要模式是：

穿层钻孔卸压抽放+予抽+采空区抽放+岩巷裂隙抽放+其它方式抽放（上邻近层）

几种抽采方式在三维空间上构成了立体抽放。

### 4.2 合理选择钻孔抽采半径

松藻矿区地质构造为二选系乐平煤系龙潭煤组。成煤时期早，煤层结构致密，透气性差，根据多年科研考察结果，钻孔有效抽采半径为 7.8m，取定为 7.5m，并在全公司统一执行。

### 4.3 优化矿井抽采系统，减阻降耗，提高矿井抽放能力

#### 4.3.1 增大抽放泵站能力

松藻矿区抽采泵站始建初期，均采用 SZ—4 型真空泵抽采瓦斯，抽放量小，负压低。随着矿井生产规模不断扩大、矿井深部延深瓦斯涌出量增大和矿井安全生产瓦斯治理的需要，对瓦斯抽放的要求越来越高，抽放泵逐年更换选型，逐渐从 SK--60 型至现在的 SKA--500 型，目前打通一矿采空区抽采泵选型达 SKA--720 型，设计抽采混量达  $553\text{m}^3/\text{min}$ ，负压 600mmHg。

#### 4.3.2 优化管道系统减阻降耗

松藻矿区始建初期抽采管道直径：主管：d200mm，支管：d100mm，抽采管阻大，孔口负压低（仅 3~20mmHO<sub>2</sub>）。近年来改为：主管：d400mm，采区抽放采管：d250~300mm，抽放管阻大大降低，泵站总负压由 300mmHg 降到 200mmHg 左右，抽采泵电耗平均下降 30%，孔口负压上升到 50~100mmHg 左

右，为防突矿井瓦斯予抽创造了条件。

#### 4.4 采用大管径封孔管，减小孔口阻力

松藻矿区抽采孔终孔直径为  $d65\text{mm} \sim d87\text{mm}$ ，原采用 4~6 分钢管封孔，后发展为 1 寸钢管封孔，人为在孔口段形成了“瓶颈”。针对这种情况，公司对封孔管径统一扩大成  $d38\text{mm}$ ，封孔管材选用“双抗”塑料管，消除了“瓶颈”，大幅降低了孔口阻力。

#### 4.5 采用机械深封孔，提高瓦斯抽浓度

过去采用人工封孔，封孔深度 0.5~2m。采用封孔机封孔后，封孔深度 5~10m，提高了抽放钻孔气密性，泵站抽采总浓度由 30~40% 提高到 50~60%（个别矿井高达 70%）。有利于扩大矿井抽采和瓦斯利用。

#### 4.6 穿层抽采孔反向布置 30m，治理保护层初落顶时高瓦斯涌出

松藻矿区开采保护层时，采用煤系底板茅口灰岩专用瓦斯巷打穿层钻孔抽放保护层以下煤层群的瓦斯。过去在布置钻孔时，以保护层切割巷为界，退后 20~60m 布置钻孔。但在开采保护层时，初次垮顶瓦斯剧增，风流中瓦斯浓度达 2~5%，导致采煤工作面停产 3~7 天左右排放瓦斯。通过研究，发现煤层开采时，岩体移动影响区为 38m 左右，岩体移动后产生的裂隙为瓦斯抽采创造了条件。因此，公司统一规定穿层钻孔必须以保护层切割巷为界，向保护层后方原始煤体钻孔制距离不小于 30m。执行后效果显著，保护层采面顶板初落时，回风流瓦斯一般不再超限，回采工作正常进行，经济效益突出。

## 5 松藻矿区今后瓦斯抽采的研究方向

### 5.1 采空区瓦斯抽采

松藻区矿井目前瓦斯涌出量为  $550\text{m}^3/\text{分}$  左右，虽然矿区平均瓦斯抽放率 51.36%， $t$  抽放量已高达  $34.88\text{m}^3/t$ ，但仍有 53% 的瓦斯依靠风流排放。特是保护层工作面，瓦斯涌出量已达  $130\text{m}^3/\text{分}$ 。即使采面抽采率 60%，仍有  $52\text{m}^3/\text{分}$  左右的瓦斯需要风排，这部分瓦斯单靠配风稀释是无法稀释的。因此，已在

打通一矿试验采空区瓦斯抽放。目前主要研究大功率真空泵(900kw电机、混量625 m<sup>3</sup>/分),大管径(d1000mm),封闭尾排立眼插管+采空区打大直径钻孔方式进行抽放试验,抽放瓦斯浓度控制在30%左右。抽出的低浓度瓦斯与主泵站抽出的高度瓦斯混合后用于瓦斯发电。

## 5.2 深孔预裂爆破予抽煤体瓦斯

突出煤层中掘进和回采,瓦斯抽放予处理是治本的有效防突措施。瓦斯予抽利于释放瓦斯压力和地压的重新分布,提高煤层的机械物理强度,达到防突的目的。因此必然存在大量的予抽工作量,单一靠钻孔抽放,处理时间长,影响掘采进度,不利矿井发展。现已实验深孔预裂爆破予抽煤体瓦斯。

## 5.3 采大直径钻孔抽放瓦斯

已进行的试验表明,增大钻孔直径,即增大了钻孔中煤的暴露面积,利于游离瓦斯释放,又增大了钻孔卸压,利于煤分子的吸附瓦斯解吸成游离瓦斯,增加瓦斯抽出量。一般可提高钻孔抽出率5~10%。初步试验成果为:终孔直径由d65mm扩大到d94mm时,钻孔抽出率增加5%,抽放半径正在考察。

## 5.4 改穿层垂向钻孔布置方式为前向钻孔布置方式

原钻孔布置方式在空间关系上均为“垂向”。矿压理论和现场考察表明,松藻矿区在开采煤层前方35m左右岩体已产生位移裂隙,瓦斯涌出量已明显增加。根据这一理论,可将钻孔方向布置为迎向采面推进方向(前向)实现开采时予抽,减少工作面回采时煤壁瓦斯涌出量,实现安全回采。该项目正在试验中。

## 5.5 中厚煤层交叉钻孔抽放和上邻近层压叠式抽放

中厚煤层瓦斯富集区采用本层上、下交叉钻孔抽放,解决特殊区段瓦斯问题。对于保护层上邻近层的涌出瓦斯,研究“后向钻孔”压叠式抽放,防止上邻近层瓦斯向回采工作面涌出。

## 5.6 “保压钻进”和“水射流长钻孔”技术研究

“保压钻进”是在松软煤层中钻孔时,采用钻孔内充高压气体保护孔壁,防止发生垮孔事故的特殊系列技术。“水射流长钻孔”是利用钻头前方高压水射流冲击

钻头前方煤体，形成小孔洞后，钻头跟进作业的施工技术。有利于钻孔导向提高钻孔速度和钻孔深度，钻孔技术指标要求为：钻机功率 15Kw 时，钻孔深度为 150m。

## 结语

松藻矿区的瓦斯抽放工作历史期长，近年来随着矿井生产规模的扩大和深部延深瓦斯涌出量激增，又迫使瓦斯抽放必须走在生产前端，形成了瓦斯抽放的迅猛发展。随着煤矿安全生产和瓦斯作为洁净能源利用的发展，瓦斯抽放工作任重而道远，我们必将进一步深化对瓦斯抽放的认识，为矿区发展做出应有的贡献。

作者简介：黄昌文（1964-），男，重庆綦江人，煤电公司总工程师，长期从事煤电公司技术管理工作。