

# 阳泉煤矿 瓦斯治理技术



煤炭工业出版社

# 阳泉煤矿瓦斯治理技术

主 编 包剑影 苏 燧 李贵贤  
副主编 金元斌 马维绪 郁康文

煤炭工业出版社

## 内 容 提 要

本书全面系统地总结了阳泉煤矿瓦斯防治技术的经验和成果,内容包括阳泉矿区开采概况,煤、岩瓦斯赋存及矿井瓦斯涌出,通风治理瓦斯,矿井瓦斯抽放,瓦斯突出防治,矿井瓦斯利用,通风瓦斯管理,瓦斯事故防治等。本书对瓦斯矿井的瓦斯治理有较大的参考和使用价值。

本书可供煤矿管理干部、工程技术人员参考阅读,也可作为矿业院校有关专业师生的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

阳泉煤矿瓦斯治理技术/包剑影主编. —北京:煤炭工业出版社,1996.9

ISBN 7-5020-1320-2

I. 阳… II. 包… III. 瓦斯-防治-技术 IV. TD712

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 07278 号

## 阳泉煤矿瓦斯治理技术

主编 包剑影 苏燧 李贵贤

责任编辑: 金连生 刘瑾 辛广龙 孙辅权

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街 21 号)

北京宏伟胶印厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

\*

开本 787×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 25<sup>1</sup>/<sub>4</sub> 插页 2

字数 593 千字 印数 1—1,100

1996 年 9 月第 1 版 1996 年 9 月第 1 次印刷

书号 4088 G0369 定价 49.00 元



## 编辑委员会

主任	万宝成					
副主任	刘建荣	包剑影	苏 燧	李贵贤	金元斌	
委 员	付建华	陈国兴	何秉权	温秉汉	<b>宋绍章</b>	
	郟兵印	王德祯	陈忠孝	郁康文	付长亭	
	张崇义	郭录培	杨忠贤	吴润书	马维绪	
	郝锁江	雷昌安	袁敦序	吕绍林		
主 编	包剑影	苏 燧	李贵贤			
副主编	金元斌	马维绪	郁康文			
	(以下按姓氏笔划为序)					
编写人员	王占起	王德祯	付长亭	杜志刚	陈寿海	
	陈忠孝	张吉林	张福喜	郭录培	韩振贵	
	雷昌安	赵青云				
制图人员	王保林	张建明	袁敦序			
审稿人员	王占起	王德祯	陈忠孝	郭录培	赵健楹	
	雷昌安					

1362/08

## 序 言

座落在太行山西麓、石太线中段的阳泉矿区,是全国最大的无烟生产基地,素有“太行明珠”之称。现矿区总面积 1105 平方公里,开采着沁水煤田东北部,地质总储量达 107.3 亿吨。阳泉矿务局从 1950 年建局,至今已走过了四十五年的历程,累计生产煤炭 4.3 亿吨,上缴利税 18.5 亿元,有力地支援了国家经济建设。

阳泉矿区不但无烟煤(俗称白煤)享誉中外,生产矿井的瓦斯之大和治理之难也全国闻名。阳泉矿务局成立 45 年来,既是广大煤矿工人勤奋工作、为国家生产工业食粮的 45 年,也是广大干部、工人和科技人员与瓦斯这个“气老虎”顽强拼搏的 45 年。广大干部、工人和科技人员,面对煤层瓦斯含量高,个别矿井还有煤与瓦斯突出,有的矿井一个工作面的瓦斯涌出量高达每分钟 100 立方米以上的严重安全生产隐患,不畏难、不退缩,孜孜不倦地寻求着防治灾害和变害为宝的办法和手段。经过几代人的流血、流汗和不断的实践、摸索、探讨及反复的科学试验,终于总结出了一套比较完整科学的瓦斯治理技术。夺去过无数生命,令煤矿工人不寒而栗的“气老虎”在广大干部、工人和科技人员的手中降服了,本书的编审人员便是降伏“气老虎”的带头人。

《阳泉煤矿瓦斯治理技术》一书是对阳泉矿区瓦斯治理经验的全面总结。书中既全面介绍了煤(岩)层瓦斯抽放技术,也详述了建井穿越高瓦斯地层的治理瓦斯技术,同时还反映了完整的通风瓦斯管理办法,以及化害为利、变害为宝,充分利用瓦斯资源造福于人民、改善矿区环境的情况。

《阳泉煤矿瓦斯治理技术》一书约 60 余万字,既是阳泉矿区瓦斯治理失败与成功的教训和经验的总结,也是一笔宝贵的煤矿科技财富,她饱含着历届领导、矿工和科技工作者的心血和汗水,是他们一生为煤矿安全生产治理瓦斯而奋斗的群体智慧的结晶。本书的出版无疑是全国同类型高瓦斯矿井的一大幸事,其经过生产实践检验的科学理论将对全国同类型矿井今后治理瓦斯搞好安全生产和长远的发展起着不可估量的作用,她是广大科技工作者尤其是瓦斯治理人员不可缺少的具有实用参考价值的技术书籍。

阳泉矿区在治理瓦斯、降伏“气老虎”的过程中,煤炭科学研究总院所属的抚顺分院、重庆分院以及中国矿业大学、山西矿业学院等科研部门和院校的专家给予了大力合作。在此书的编撰过程中,瓦斯专家金元斌、局原总工程师包剑影、科技处长马维绪等同志付出了辛勤的劳动,山西煤管局总工程师苏燧给予了大力支持与帮助,阳泉矿务局的部分通风瓦斯工作者参加了编审或提供了宝贵的资料。我作为通风瓦斯战线上的一名老兵,对本书的出版甚感欣慰,衷心希望此书能继续指导阳泉矿区的瓦斯治理工作,并愿将此书推荐给全国煤矿,供防治瓦斯工作的领导干部、工人和技术人员参考、借鉴。也希望阳泉矿务局防治煤矿瓦斯技术在实践中继续总结、探索、发展和提高,取得新的成就,以弥补本书的遗漏和不足。

阳泉矿务局局长 **万宝成**  
一九九五年十月

# 目 录

<b>1 阳泉矿区开采概况</b> .....	1
1.1 矿区开采历史 .....	1
1.2 矿井生产概况 .....	1
1.2.1 生产矿井状况 .....	1
1.2.2 采煤技术状况 .....	2
1.2.3 矿井通风概况 .....	2
1.3 矿区地质构造 .....	3
1.3.1 区域地质构造 .....	3
1.3.2 井田地质构造 .....	3
1.4 矿区煤层概况 .....	3
<b>2 煤、岩瓦斯赋存及矿井瓦斯涌出</b> .....	6
2.1 煤、岩瓦斯及瓦斯成分 .....	6
2.1.1 煤、岩瓦斯显现 .....	6
2.1.2 煤、岩瓦斯成分 .....	9
2.2 煤、岩特征及其微观结构 .....	10
2.3 煤、岩瓦斯压力 .....	14
2.3.1 煤层瓦斯压力测定 .....	14
2.3.2 岩层瓦斯压力测定 .....	19
2.4 煤、岩瓦斯存在状态 .....	21
2.5 煤、岩瓦斯含量 .....	25
2.5.1 瓦斯含量测定方法 .....	25
2.5.2 瓦斯含量测定结果分析 .....	26
2.5.3 煤层瓦斯含量系数 .....	29
2.6 煤、岩瓦斯赋存规律 .....	30
2.6.1 三个瓦斯储集层段 .....	30
2.6.2 向斜构造区富集瓦斯 .....	30
2.7 煤、岩瓦斯涌出与突出 .....	30
2.7.1 掘进工作面的瓦斯涌出 .....	31
2.7.2 采煤工作面的瓦斯涌出 .....	35
2.7.3 围岩瓦斯的涌出 .....	48
2.7.4 煤与瓦斯的突出 .....	49
2.8 矿井瓦斯涌出量 .....	51
2.8.1 开采矿井瓦斯涌出量情况 .....	52
2.8.2 矿井瓦斯来源情况分析 .....	54
2.8.3 现采矿井瓦斯涌出量与抽放量 .....	55
2.9 矿井瓦斯涌出规律 .....	56
2.9.1 采煤工作面瓦斯涌出 .....	56
2.9.2 掘进巷道瓦斯涌出 .....	58

2.9.3	老空区及其它来源瓦斯的涌出 .....	59
2.10	矿井瓦斯涌出量预测 .....	60
2.10.1	矿井瓦斯涌出量预测方法 .....	60
2.10.2	应用计算机预测矿井瓦斯涌出量 .....	66
3	<b>通风治理瓦斯</b> .....	73
3.1	矿井通风 .....	73
3.1.1	矿井通风的地位和作用 .....	73
3.1.2	矿井通风的任务及标准 .....	78
3.1.3	矿井通风计划的编制 .....	82
3.1.4	矿井通风系统的改造 .....	92
3.1.5	矿井供风量及通风能力计算 .....	100
3.2	掘进通风治理瓦斯 .....	103
3.2.1	矿井全风压通风 .....	103
3.2.2	局部通风机通风 .....	104
3.2.3	掘进串联通风 .....	109
3.2.4	排放盲巷瓦斯 .....	109
3.2.5	“三专两闭锁”及掘进安全装备系列化 .....	112
3.2.6	掘进通风管理 .....	116
3.3	采煤工作面通风治理瓦斯 .....	117
3.3.1	采煤工作面 U 型通风方式 .....	117
3.3.2	采煤工作面 U+L 型通风方式 .....	121
3.3.3	采煤工作面 Y 型通风方式 .....	126
3.3.4	采煤工作面偏 Y 型通风方式 .....	131
3.3.5	调节风压控制采煤工作面瓦斯流向 .....	135
3.3.6	采煤工作面各种通风方式的适用条件分析 .....	137
3.4	建井期间瓦斯治理 .....	139
3.4.1	覆盖黄土层全断面爆破法 .....	140
3.4.2	预排放瓦斯、增大风量法 .....	140
3.4.3	加强通风及钻孔抽放瓦斯法 .....	144
3.4.4	增加风量与钻孔注浆封堵岩石裂隙法 .....	148
4	<b>矿井瓦斯抽放</b> .....	156
4.1	邻近层瓦斯抽放 .....	156
4.1.1	邻近层瓦斯抽放的试验和推广 .....	158
4.1.2	瓦斯抽放方法及其应用 .....	165
4.1.3	大直径岩石钻机研制及其抽放瓦斯试验 .....	178
4.1.4	邻近层瓦斯抽放理论及瓦斯抽放参数优化 .....	181
4.2	开采煤层瓦斯抽放 .....	188
4.2.1	巷道法和钻孔法预抽开采煤层瓦斯 .....	188
4.2.2	煤层钻孔注水促进预抽放瓦斯的试验 .....	194
4.2.3	大直径密集钻孔预抽瓦斯试验 .....	198
4.3	采空区瓦斯抽放 .....	206
4.3.1	地面垂直钻孔抽放下部采空区瓦斯 .....	206
4.3.2	采空区相邻巷道或钻孔抽放采空区瓦斯 .....	207

4.3.3	下部煤层开采时抽放上部采空区瓦斯 .....	207
4.4	围岩瓦斯抽放 .....	210
4.4.1	一矿北四尺井三下山巷道围岩瓦斯抽放 .....	210
4.4.2	二矿西四尺主、副斜井开凿时的围岩瓦斯抽放 .....	211
4.4.3	三矿二号井井底水仓围岩瓦斯抽放 .....	211
4.4.4	五矿小丈八斜井围岩瓦斯抽放 .....	212
4.5	抽放瓦斯钻孔施工和封孔方法 .....	214
4.5.1	钻孔施工的设备和机具 .....	214
4.5.2	钻孔封孔方法 .....	216
4.6	抽放瓦斯系统、设备和检测计量装置 .....	220
4.6.1	抽放瓦斯管网系统 .....	220
4.6.2	抽放瓦斯的计量流量计 .....	229
5	<b>瓦斯突出防治</b> .....	243
5.1	煤与瓦斯突出特征及机理 .....	243
5.1.1	突出特点及原因分析 .....	243
5.1.2	煤与瓦斯突出机理 .....	252
5.2	煤与瓦斯突出预测 .....	252
5.2.1	静态预测 .....	253
5.2.2	动态预测 .....	253
5.2.3	突出预测及其效果 .....	255
5.3	煤与瓦斯突出防治技术 .....	257
5.3.1	预抽3号煤层瓦斯防突试验 .....	257
5.3.2	水力压裂煤体试验 .....	261
5.3.3	动力致裂法试验 .....	267
5.3.4	密集钻孔预抽煤层瓦斯 .....	271
5.3.5	采煤工作面长卸压钻孔防突试验 .....	275
5.3.6	浅孔煤壁注水防治采煤工作面瓦斯突出 .....	277
5.3.7	深孔煤体松动爆破防突试验 .....	283
5.3.8	超前钻孔防治掘进工作面瓦斯突出 .....	286
5.3.9	刨煤机采煤防突试验 .....	288
6	<b>矿井瓦斯利用</b> .....	293
6.1	瓦斯用户分析 .....	293
6.1.1	矿井瓦斯组分及可利用量 .....	293
6.1.2	用户分类及耗气定额 .....	293
6.1.3	用户用气规律 .....	295
6.2	瓦斯输配系统 .....	296
6.2.1	集输系统和输配系统的构成 .....	296
6.2.2	压力级制 .....	296
6.2.3	中、低压煤气管道布置原则 .....	297
6.2.4	管道计算和设计参数 .....	297
6.2.5	煤气输配系统的特点 .....	298
6.3	瓦斯储存和输送 .....	298
6.3.1	储配站 .....	298



6.3.2	低压湿式螺旋储气罐 .....	300
6.3.3	输送设备 .....	302
6.4	瓦斯压力调节和计量 .....	303
6.4.1	调压站 .....	303
6.4.2	调压器 .....	304
6.4.3	矿井瓦斯的计量 .....	305
6.5	民用瓦斯的使用 .....	307
6.5.1	瓦斯管道系统的布置 .....	307
6.5.2	燃具的布置 .....	307
6.5.3	室内管道计算 .....	309
6.5.4	室内管道验收与试验 .....	310
6.6	工业利用矿井瓦斯 .....	310
6.6.1	利用矿井瓦斯生产碳黑 .....	310
6.6.2	利用矿井瓦斯制取甲醛 .....	311
<b>7</b>	<b>通风瓦斯管理 .....</b>	<b>314</b>
7.1	矿井瓦斯的检查与监测 .....	314
7.1.1	瓦斯浓度的有关规定 .....	314
7.1.2	矿井瓦斯检查与监测 .....	315
7.1.3	矿井集中监视遥测系统 .....	325
7.2	通风瓦斯管理机构与制度 .....	332
7.2.1	组织机构及职责 .....	332
7.2.2	通风瓦斯管理制度 .....	333
7.3	矿井瓦斯管理与积聚处理 .....	335
7.3.1	瓦斯抽放管理 .....	335
7.3.2	防突管理 .....	336
7.3.3	矿井瓦斯管理 .....	337
7.3.4	瓦斯积聚处理 .....	341
7.4	抽放利用矿井瓦斯的效益 .....	345
7.4.1	矿井抽放瓦斯的效益 .....	345
7.4.2	矿井瓦斯利用的效益 .....	346
<b>8</b>	<b>瓦斯事故防治 .....</b>	<b>348</b>
8.1	矿井瓦斯危害 .....	348
8.1.1	瓦斯爆炸 .....	348
8.1.2	井下瓦斯燃烧 .....	349
8.1.3	瓦斯爆炸与燃烧的条件 .....	349
8.2	瓦斯事故预防 .....	351
8.2.1	加强火源管理 .....	351
8.2.2	预防事故对策 .....	355
8.3	瓦斯事故分析 .....	357
8.3.1	事故原因分析 .....	358
8.3.2	防止事故扩大 .....	363
8.3.3	吸取事故教训 .....	364
8.4	瓦斯事故案例 .....	372

8.4.1 采煤工作面瓦斯事故 .....	372
8.4.2 掘进工作面瓦斯事故 .....	377
8.4.3 煤矿其它瓦斯事故 .....	383
8.4.4 瓦斯利用的事故 .....	390

# 1 阳泉矿区开采概况

## 1.1 矿区开采历史

阳泉煤矿是目前我国最大的无烟煤生产基地,位于山西省东部,太行山脉中段西侧,是沁水煤田的东北部分。矿区地跨山西省境内的阳泉、昔阳、和顺、左权、寿阳等市、县,全矿区包括阳泉生产区、平昔区、寿阳区和后备的和左区。目前,矿区内的阳泉矿务局面积 2592.4km<sup>2</sup>,截至 1988 年末保有地质储量 222.8 亿 t。

阳泉煤矿开采历史源远流长,据史书推断,最迟在北宋时期,阳泉地区即已开采煤炭。到了元代,阳泉煤炭开采已有了明确的文字记载。明代中叶,阳泉煤炭开采已颇为发达,当地人民普遍将煤炭用于炊事。到了清末,当地不少居民以采煤为生,采煤已成了一种专门的职业。1898 年英国福公司在清政府总理衙门的支持下,获得了山西盂县、平定州等地的煤铁开采权,从 1905 年 7 月起,插足阳泉,占山绘图,强行开矿。1907 年山西商办全省保晋矿务有限总公司(简称保晋公司)成立后,于 1908 年 1 月 20 日从英国福公司赎回了矿权。保晋公司作为民族资本企业,打破了传统的手工开采方式,开始使用机器生产,惨淡经营了 30 年。1937 年 10 月日本侵略军入侵阳泉后,保晋公司即被其劫夺,在阳泉煤矿进行了掠夺性开采。8 年间开采煤炭 480 万 t,并将其中的 200 万 t 运往日本。1945 年日军投降后,阎锡山又将保晋公司的煤矿抓到自己手中,使其成为官僚资本主义的企业。1947 年 5 月 2 日阳泉解放,1950 年 1 月 7 日成立阳泉矿务局,使阳泉煤矿获得了新生,走上了蓬勃发展的道路。

解放前的阳泉煤矿,由于受帝国主义的掠夺和官僚资本主义的垄断,以及落后的手工开采的影响,煤炭产量很低。据不完全统计,从 1908 年至 1947 年的 40 年间(其中有 8 年无统计资料)共产原煤 837.09 万 t,平均年产量约 26 万 t。解放后的 1948 年至 1992 年的 45 年间,仅阳泉矿务局就产原煤 36602.69 万 t,平均年产达到 813.4 万 t。特别是从 1974 年起,阳泉矿务局年产原煤达到了 1000 万 t 以上,其中 1990 年创造了年产 1623.38 万 t 的历史最好水平,使阳泉矿务局跻身于我国年产原煤千万吨以上大局的行列,阳泉煤矿成为我国最大的无烟煤生产基地。

## 1.2 矿井生产概况

### 1.2.1 生产矿井状况

解放前阳泉煤矿,多为沿煤层露头开采的小煤窑。经过解放初期的恢复和发展,在矿务局成立时,有了四矿、裕公、裕公二坑等三个矿井。经过 40 多年的投资建设,特别是通过老矿挖潜、革新、改造,生产能力逐年提高。目前,全局有 5 个矿 12 对矿井。其中一矿有北头嘴平硐、北头嘴四尺斜井和北头嘴丈八斜井;二矿皮带斜井;三矿有七尺一号平硐、七尺二号斜井、裕公斜井与竖井;四矿皮带斜井;五矿有六号层井、丈八斜井与贵石沟大井。1991 年全局核定能力为 1735 万 t。由于阳泉矿区为煤层群多矿井开采,给生产技术管理造成诸多

不便,特别是矿井通风管理和地面选、运系统管理十分困难。

### 1.2.2 采煤技术状况

在解放前和解放初期,阳泉矿区多用旧的搬根凿壕方法采煤,即用长柄尖嘴镢在煤壁两侧凿成宽0.3m、深1m的壕沟,再沿底板凿出壕沟,最后凿开沿底板壕留下的支子,将煤落下。据统计,1950年采区回收率仅为30.27%,采煤工效率2.2t/工,而百万吨死亡率高达20.97人。

1951年9月开始试验煤皮假顶走向长壁采煤法并取得成功,实现了落煤、运煤、回柱机械化。据1951年统计,采区回收率达到了53%,采煤工效率2.4t/工,矿井百万吨死亡率下降为9.92人。

1953年后,在15号煤层试验人工假顶走向长壁采煤法,试验成功后进行了推广。这种采煤方法使用后,取得了明显的技术经济效益和社会效益。据1956年统计,采区回收率提高到78.37%,采煤工效达到5.65t/工,而百万吨死亡率下降到2.86人。

1965年起开始试用康拜因改制的浅截式采煤机,实现了落煤、装煤机械化,逐渐推广以后,由普通机械化采煤代替了炮采。1970年,全局普通机械化采煤程度达到了82.85%。

1974年3月3日,开始在四矿试验国产配套的综合机械化采煤,并一次性获得成功,实现了落煤、装煤、运煤、支护等综合机械化。综合机械化采煤的大量推广使用,加速了矿井的技术改造,迅速地改变了矿井和矿区面貌。特别是1989年试验成功放顶煤综采后,很快在全局各矿得到推广,并先后出现了4个年产百万吨以上的综采队,而且初步实现了矿井集中生产。据全局1992年度资料统计,采区回采率为77.41%,采煤机械化程度达到100%(其中综采机械化程度73.40%,高档普采程度26.60%),采煤工作面单产达到45314t/个·月,采煤工效率达到16.149t/工,百万吨死亡率下降到0.5人。

### 1.2.3 矿井通风概况

阳泉矿区是目前我国瓦斯涌出量较大的矿区之一,解放前曾发生多次瓦斯爆炸事故,解放初期恢复生产中,又发生一起较大的瓦斯爆炸事故,因此通风瓦斯管理始终是矿务局生产技术管理的重点。阳泉矿务局目前生产的12对矿井中,除一矿北头嘴丈八斜井和三矿竖井外,其它10对矿井均属高瓦斯矿井。在高瓦斯矿井中,一矿北头嘴平硐、三矿七尺一号平硐及五矿六号层井等三对矿井为煤与瓦斯突出矿井。

治理矿井瓦斯,主要是靠提高矿井通风能力、加强矿井瓦斯抽放及强化通风管理。全局12对矿井中共有风井20对,均采用抽出式通风。全局正常运转的主要通风机的总容量为22810kW,总排风量为15520m<sup>3</sup>/min,1992年度全局仅主要通风机耗电量就高达13681.27万kW·h,占原煤总电耗的37.90%,平均每产1t煤用于主要通风机的电耗为8.8kW·h。鉴于煤层瓦斯涌出量大,故采取大风机、大风量、大容量及多风井进行分区式通风,其通风系统复杂,通风管理难度大,同时也制约了矿井生产能力的发挥。

治理矿井瓦斯的另一个主要措施是进行瓦斯抽放,全局5个矿均建有瓦斯抽放站,共建有瓦斯抽放站8座,经常运转的瓦斯风机总容量为1010kW,抽放能力为887.7m<sup>3</sup>/min。全局共敷设抽放管路12.8万m,其中 $\phi$ 510mm管路2.4万m, $\phi$ 380mm管路4.2万m, $\phi$ 226mm管路6.2万m。全局从1970年开始利用井下抽放的瓦斯,截至1991年底累计抽放瓦斯173283万m<sup>3</sup>,抽放矿井平均吨煤抽放量为7.26m<sup>3</sup>/t,既保证了矿井安全生产,又满足了瓦斯利用。

治理矿井瓦斯的第三个有效措施是强化通风管理。阳泉矿务局除局设通风处外,各矿均设有通风区、队、班,进行三级管理,全局从事通风工作的职工有 4000 余人;瓦斯较大的生产区,除人工检查瓦斯外,还进行自动监测。

## 1.3 矿区地质构造

### 1.3.1 区域地质构造

阳泉矿区位于沁水凹陷东北部边缘。较低序次的娘子关—平定帚状构造、寿阳局部经向构造分处矿区东西两侧,北面为阳曲—盂县东西褶皱带,南面为老庙山莲花状构造。新华夏系统较低序次的武乡—阳城凹褶皱带呈北北东向纵贯整个矿区。由于经过多次不同时期、不同方式、不同方向的区域性构造运动的综合作用,特别是新华夏系与阳曲—盂县纬向构造带的影响,形成了阳泉矿区在走向北西、倾向南西的单斜构造基础上,沿走向和倾向均发育有较平缓的褶皱群,其主体构造轴线多呈北北东、北东向,局部发生复合变异。

### 1.3.2 井田地质构造

1)断层。从勘探和开采中发现的断层看,一矿的断层较多,断层密度一般为 7.5~8.3 条/ $\text{km}^2$ ,落差大于 20m 的大中型断层较少(一矿只发现 2 条),落差小于 5m 的断层为大多数。断层的排列方式以北西和北东东向两组斜列展布。排列形式为走向近似相同的断层以尖灭侧向的形式做雁行斜列,也可以数条走向近似平行的断层沿正交或斜交于断层做带状排列。逆断层走向多为北北东向,落差一般在 2.0m 以上,延伸长度较大,分布比较零散,对采煤工作面影响较大,一般需开掘断层绕巷绕过或重掘切割巷跳过。

2)褶皱。阳泉矿区的褶皱密度一般为 1 条/ $\text{km}^2$ ,其中背斜、向斜较多,短轴背斜和短轴向斜较少,穹窿与构造盆地更少。褶皱两翼倾角一般在  $14^\circ$  以下,少量较为紧密,可达  $26^\circ$  以上。在 15 号煤层中广泛发育有挠曲,挠曲带倾角可达  $50^\circ \sim 70^\circ$ ,由于褶皱及短轴褶皱较发育,给采区划分及生产技术管理造成一定困难,往往形成上山中有“下山”、下山中有“上山”,巷道坑坑洼洼起伏不平,给运输、通风、排水等增加了许多困难。

3)岩溶陷落柱。矿区内岩溶陷落柱较发育,尤以一矿和五矿最甚,如在一矿井田范围内目前已发现的岩溶陷落柱就有 183 个,其中绝大部分为井下采掘工程中所揭露,地面调查和勘探查明的岩溶陷落柱仅占总数的 10% 左右。陷落柱的平面形态多为椭圆形,少数为长圆形、圆形、长条形,极个别为葫芦形。陷落柱的直径大小相差悬殊,最大的直径将近 400m,最小的仅为 10m。陷落柱的剖面呈切顶锥体状,一般是下部比上部大(也有极个别反常现象),陷落角一般为  $78^\circ \sim 80^\circ$ 。在上部煤层中揭露的陷落柱在下部煤层中肯定存在,而在下部煤层中揭露的陷落柱上部煤层中却不一定有。

陷落柱柱体内岩性杂乱,排列无章。岩性以本层上方 10~20m 范围内岩层的岩性为主。陷落柱内的岩石块度不一,大小悬殊,岩块之间多为泥质充填,胶结较为紧密。陷落柱内的岩石块度以 1m 以下的居多,但也有连续 8~9m 长的砂岩、石灰岩及煤层横亘于柱体之中,稍有疏忽易误判为断层。

## 1.4 矿区煤层概况

阳泉矿区含煤地层主要为石炭二叠系的太原组、山西组。太原组主要为灰白、灰黄绿色砂质泥岩、中粗粒砂岩、灰岩夹炭质泥岩和煤层所组成的一套海相、过渡相的含煤建造,该组

有 K<sub>2</sub>(四节石)、K<sub>3</sub>(钱石)及 K<sub>4</sub>(猴石)石灰岩三层,含煤 5~8 层,是本矿区的主要含煤地层,其岩性及岩相柱状如图 1—1 所示。太原组含煤性最好,平均煤层总厚为 12.04m,含煤系数为 9.6%,以 15 号煤层为主,全矿区煤田范围内稳定可采,12 号煤层次之,其余的 9 号、8 号煤层只局部可采。

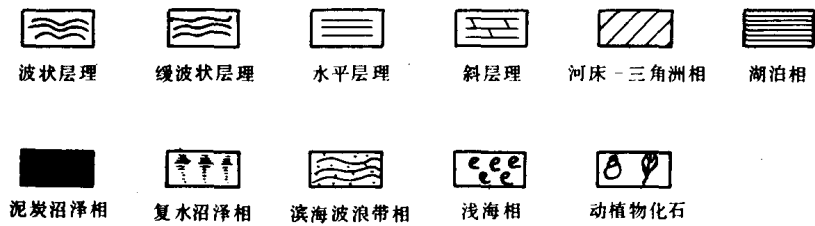
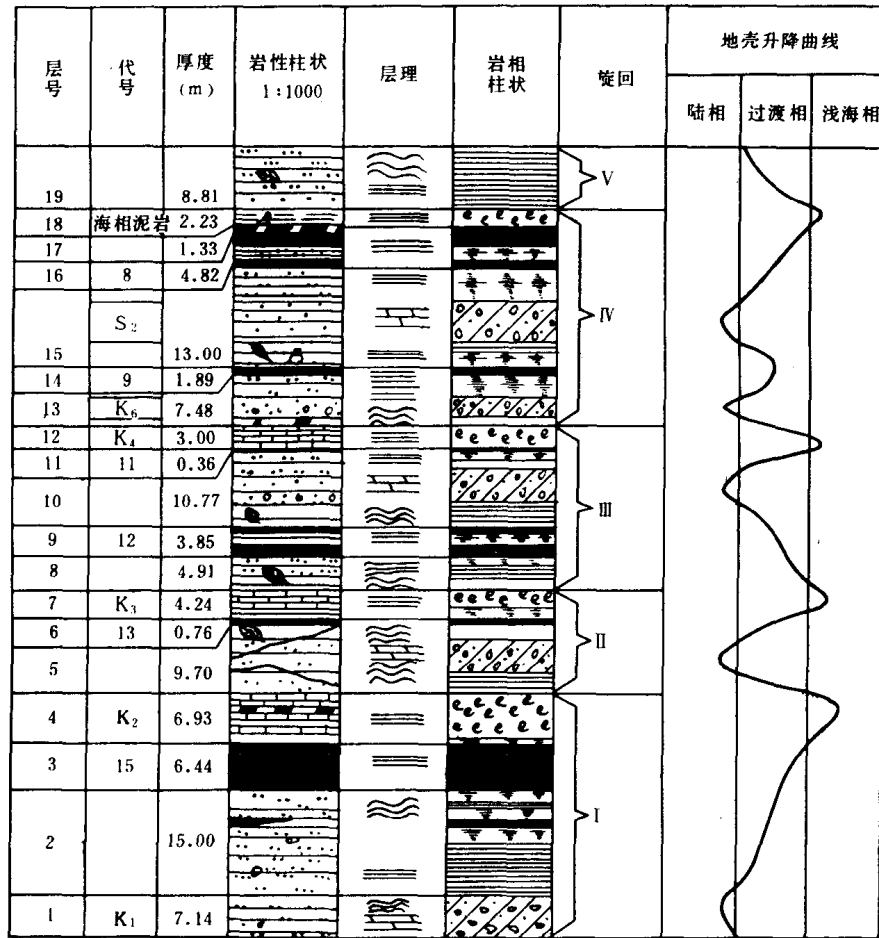


图 1—1 太原组岩性岩相旋回柱状图

山西组主要由砂岩、砂质泥岩及煤组成,含煤 2~6 层,亦为本矿区的主要含煤地层,其岩性岩相旋回柱状如图 1—2 所示。山西组煤层总厚平均为 3.61m,含煤系数为 5.9%,以 3 号煤层为主,矿区煤田范围内绝大部分可采,6 号煤层局部可采。

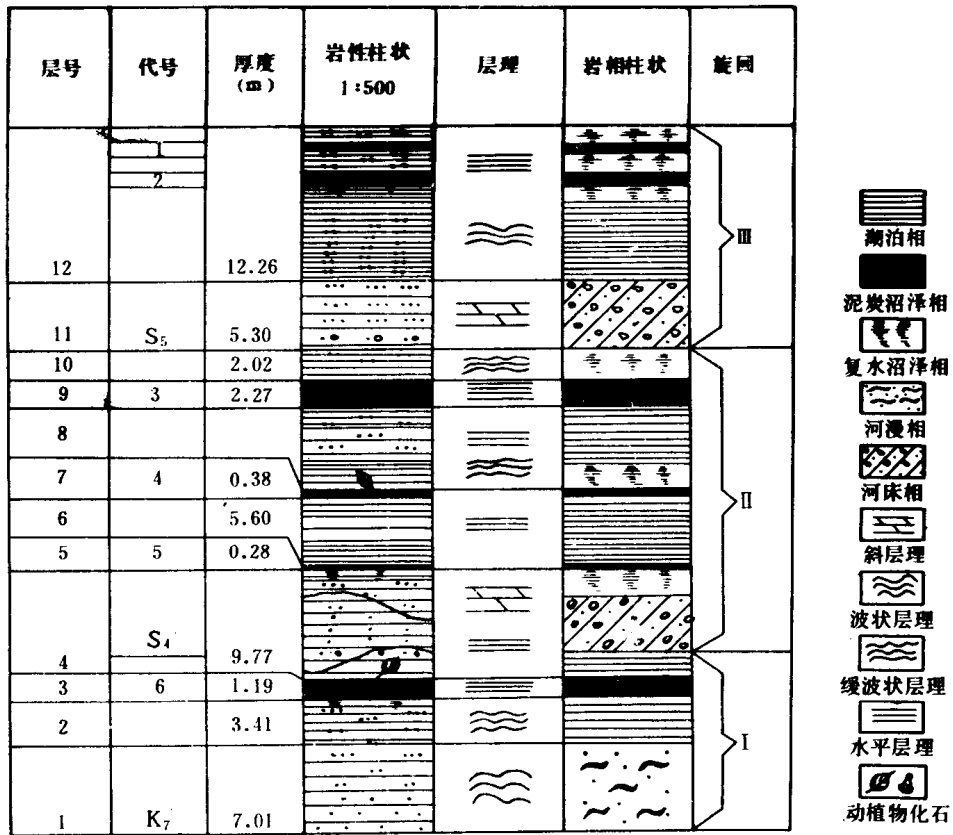


图 1—2 山西组岩性岩相旋回柱状图

K<sub>7</sub> 砂岩厚度较大, 在全矿区煤田内发育。它与相伴的 8 号煤顶板“海相泥岩”将其上的 6 号煤和其下的 8 号煤清楚地分开。

## 2 煤、岩瓦斯赋存及矿井瓦斯涌出

### 2.1 煤、岩瓦斯及瓦斯成分

阳泉煤矿各煤层均含有瓦斯,含瓦斯量的多少,各个煤层不尽相同,同一煤层也因地而异;煤系地层中的石炭系太原组含有三层薄石灰岩层,局部地区也含有瓦斯,均属煤在生成炭化过程中形成的煤成气。煤的生成气一部分逸散,一部分残留在煤体内,煤层既是生气层,又是储气层,逸散的部分气体在局部石灰岩裂隙、溶洞内积聚。这些积聚和储存的煤成气,构成了当今的煤田的瓦斯。在煤田开采时,以一般和特殊形式向矿井涌出,给安全生产以威胁。

#### 2.1.1 煤、岩瓦斯显现

阳泉地区很早就有井筒开凿,并在矿井开采时发生瓦斯燃烧和爆炸事故。1909年,燕子沟煤矿东主立井开凿到38m时,见 $K_3$ 石灰岩涌出瓦斯而冒险作业,先后引起4次瓦斯燃烧和爆炸事故,死、伤矿工多名。1928年,贾地沟煤矿在大赛鱼村开凿斜井因瓦斯爆炸而停工报废。日寇占领时期,燕子沟煤矿曾多次发生瓦斯爆炸,1942年10月的瓦斯大爆炸死伤100多人。1947年阳泉煤矿得到解放,在开展民主运动和恢复矿山中,煤矿才开始走向正常生产。建国初期,由于各方面条件很差,对瓦斯的危害性认识不够,先后也曾发生几起瓦斯事故。1951年1月裕公矿发生瓦斯燃烧,被迫停产。1952年1月8日四矿本坑在东北大巷10顺槽整修风桥时,发生一起瓦斯爆炸事故,死亡14人,受伤46人。

为了解决矿井改扩建和扭转开采程序中的瓦斯问题,燃料工业部,煤矿管理总局和阳泉矿务局于1953年4月成立了瓦斯研究委员会,专门指导瓦斯治理的研究,并组建了瓦斯研究小组以实施研究计划。当时的任务是,研究瓦斯来源、涌出规律和治理方法。

为了探寻地层瓦斯赋存情况,首先在许多地勘钻孔中,同时考察瓦斯存在地段和大小;并且还进行一些专项巷探和钻探,以及对旧有的瓦斯显示点做了实地测定和社会调查。

三、四矿部分地面钻孔在见煤前后和石灰岩层时,检测了钻孔口以下气体中的瓦斯浓度。不同层位钻进时的瓦斯显示情况见表2—1。

303号孔钻深180.79m时,钻孔漏水,孔口大量喷出瓦斯,瓦斯压力0.2~0.3MPa,瓦斯浓度79.76%;其它气体浓度, $CO_2$ 为0.58%, $O_2$ 为2.32%,CO无。该孔向大气排放瓦斯达数年之久,后由于一号井巷道掘进时遇到了该孔,即向矿井巷道喷出瓦斯,影响安全生产,立即对该孔下部分进行封堵,才停止了瓦斯喷出。

402号孔钻深146.24m时,钻孔钻过 $K_2$ 石灰岩下部页岩层,因钻孔漏水,瓦斯大量喷出,瓦斯压力43.12kPa,瓦斯浓度85%,孔口瓦斯流速73m/min,约为 $0.3m^3/min$ 混合气体,折算成瓦斯为 $0.26m^3/min$ 。钻孔层位及瓦斯检测情况如图2—1所示。

除三、四矿地质勘探钻孔有瓦斯外,在桃河沿岸钻探水井检查孔时,也有瓦斯喷出出现。平昔区平定境内在1960年宋家庄802号孔钻进时,钻孔喷出瓦斯,遇钻塔内明火,发生瓦斯燃烧。5—24号孔钻进时,钻孔喷出瓦斯,瓦斯带水喷出高度约20m,超过钻塔高度。



表 2-1 不同层位钻进时的瓦斯显示

孔号	地点	孔深(m)	层位	瓦斯浓度(%)
301	二矿 赛鱼庙后	110.5	细砂岩	0.4
		147.4	煤	0.5
		159.3	煤	0.4
303	前庄西掌沟	52.42	3号煤	0.3
		144.26	12号煤	1.1
		180.79	15号煤顶板	79.76
305	大脑梁	200	3号煤	1
		300.4	12号煤	1.6
		344.37	15号煤	0.5
四矿	二坑坑口东沟	77.533	3号煤层底板	4.5
		89.61	3号煤层底板	0.66
		112.13	K <sub>3</sub> 石灰岩	92
		144.77	K <sub>2</sub> 石灰岩	79.6

四矿一坑(开采 15 号煤层)进行了煤层顶板岩石探孔的考查,4 个钻孔中均不同程度的、在不同层位探出了瓦斯。这 4 个钻孔是西北区 13 西顺、16 西顺、东北大巷 38 西顺和正北大巷东大平巷 4 联络巷的顶板穿层孔。4 孔中, K<sub>2</sub> 石灰岩瓦斯以东北大巷孔为大, 其余 3 孔均以 K<sub>3</sub> 石灰岩瓦斯比较大, 并具有 0.3~0.4MPa 压力的瓦斯喷出。其共同的特点是水大、瓦斯大, 呈向斜构造区富集瓦斯的趋势。

对三矿蒙村河以东, 杨家洼东丈八(原为裕公矿二坑)西斜井瓦斯喷出点和由蒙村河到东丈八斜坡路北侧报废斜井瓦斯喷出进行了考察。东丈八西斜井为 14° 坡, 通至 15 号煤层底板, 在其底板向上 220m 斜距处有一喷瓦斯带, 根据资料分析, 认为该地段是 12 号煤层底板岩层。报废斜井系 1928 年开凿的, 原意开采 15 号煤层, 斜深 210m, 因开凿到 12 号煤层底板处发生瓦斯爆炸而停止。该井停工后井底有积水, 1953 年 1 月 18 日突然在井口处听到, 从井底发生瓦斯喷出鼓动水的响声, 随后进行检查。井口内 2m 处瓦斯浓度 4.2%, 5m 处顶板瓦斯浓度 6.0%。因该斜井为独眼井, 下部用隔墙分为进风侧和回风侧, 在自然通风下, 没有其它有害气体, O<sub>2</sub> 为 19.2%, 回风口瓦斯浓度 9.6%。

由于在 12 号煤层附近有不少瓦斯显示处, 因此, 该煤层能不能开采事关矿区按照开采程序, 先采 12 号煤层再采 15 号煤层的重要问题。

从 1953 年~1955 年, 在原裕公矿二坑开采 15 号煤层裕公斜井 12 号煤层处, 开拓了 12 号煤层巷道, 一方面向东探测 12 号煤层底板岩层瓦斯情况, 一方面向西掘进 200m, 准备一个采煤工作面进行试采。岩层巷探结果, 没有发现大量涌出瓦斯情况, 说明 K<sub>3</sub> 石灰岩在这个地区不存在瓦斯, 结论也就是 K<sub>3</sub> 石灰岩瓦斯存在的局部性。经过一年多时间主要巷道的掘进和采煤工作面的试验, 肯定 12 号煤层是可采的。有关瓦斯涌出方面, 分掘进和采煤两个部分概述于后。

12 号煤层厚度 1.7~1.8m, 中间有一层厚 0.20~0.25m 的黑色页岩夹石, 上煤约 0.4m, 下煤 1.05m, 干煤挥发份 7.5% 左右(洗选后)。在掘进过程中遇到小的断层和陷落柱, 一般说来较正常。整个试验期间共掘进巷道 861m, 包括一个采煤工作面。瓦斯涌出量