

红卫煤矿 煤与瓦斯突出

(内部资料)

辽宁省煤炭科学研究所
湖南省煤炭科学研究所
湖南省红卫煤矿

一九七三年九月

毛主席语录

实践的观点是辩证唯物论的认识论之第一的和基本的观点。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

团结起来，争取更大的胜利。

前 言

湖南省郴耒地区是江南煤炭资源比较丰富、煤种比较齐全的地区之一。解放以来，特别是大跃进和文化大革命以来，在伟大领袖毛主席：“大打矿山之仗”、“开发矿业”和“改变北煤南运”的伟大号召下，贯彻执行“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义的总路线”，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国的方针；1958年以来，我矿各井相继建设并投产，这对我省经济建设，保障城乡人民的生活需要，发挥了应有的作用。

煤与瓦斯突出，是煤矿井下一种动力现象。据调查，早在清朝光绪年间，矿区內浅部煤层的小窑开采就已兴盛起来，并发生响煤炮、煤炭抛出和发生瓦斯燃烧爆炸等现象，矿工们称之为“打冲”，后来随着窑道向深部的延深接连发生过较大的“打冲”和燃烧爆炸事故，抛出煤炭埋没巷道数十米和烧死不少矿工。资本家唯利是图，不管工人的死活，结果灾害越发扩大，有的干脆关窑。

随着矿业的发展，特别是我矿瓦斯严重的里王庙、坦家冲两井相继开发；不但有大量的瓦斯涌出，而且于1959年8月23日首次揭开Ⅱ煤时，就发生了当时罕见的强度达1600吨喷出瓦斯量52万立方米的煤与瓦斯突出。到目前为止，已发生煤与瓦斯突出124次，瓦斯喷出多次；其中千吨以上特大强度的就有5次。这对于矿井安全生产影响极大，它影响到整个矿井和职工的生命安全；影响到矿井生产的发展和国家计划的完成等等，因此，迫切要求解决这个问题。

1958年以来，全矿职工在毛泽东思想指引下，在各级党组织的关怀和各兄弟单位大力协助下，在三大革命运动中，我们英勇顽强地与瓦斯展开斗争，在实践中，随着客观矛盾的逐步暴露，我们的认识水平与斗争艺术有了一定的提高，从中也找到了一些规律性的东西。

总结十五年来的斗争实践，对预防煤与瓦斯突出采取的措施方面大致是：回避办法、防御局部办法、初步转向进攻性的区域性防治瓦斯方面的发展。人们的思想认识在实践——认识——再实践——再认识中逐步提高，逐步建立起战胜瓦斯突出的坚强信心。如开始阶段打外围战进行Ⅱ煤的顶底板岩巷和局部的、小范围的，实验性的Ⅱ煤探掘工作，采取能掘就掘，发现征兆遇险就撤离纯属于消极回避的办法。然而由于通过了这些实践，感性知识的积累，使人们的思想认识产生了新的飞跃。

在这基础上，采用局部防止煤与瓦斯突出的措施，如煤巷掘进用“留大根”“下山掘进”等辅助措施，以及“大直径超前排放占孔”措施和“三不挖一监护”（预兆大不挖、瓦斯超限不挖、无排放占孔不挖；老工人或救护队员在场监护）等措施。这些均属于防御性的、局部性的，可是对于验证Ⅱ煤的可掘性却收到了良好效果，增强了全体职工开采Ⅱ煤的信心。

近年来，在同煤与瓦斯突出作斗争中，初步地从防御转入进攻，主要采用水力压裂

法防止煤与瓦斯突出的措施、配合抽放瓦斯的实验。通过实践,使我们的认识又有提高。

但是,一切事物总是一分为二的,一切新生事物的成长都要经过艰难曲折的,水力压裂抽放瓦斯防止煤与瓦斯突出实验,对低透气性具有严重煤与瓦斯突出的单一煤层,煤质松软,是否能得到成功。依马列主义观点看,需要多次反复的实践,反映到人们的头脑中:一种是一次成功论,犯了急性病;一种是坚持唯物论的反映论主张多次的反复,寻找适合本煤层条件下的水力压裂法的科学数据,进而彻底战胜之。我们要坚持后一种的做法。

遵照伟大领袖毛主席:“要认真总结经验”。“需要把我们工作中的主要经验,包括成功的经验和错误的经验,加以总结,使那些有益的经验得到推广,而从那些错误的经验中取得教训”的教导,将我矿历年来生产斗争中的实践成果进行一次初步的分析总结,分析研究煤与瓦斯突出的规律,以便指导我们今后同煤与瓦斯突出作斗争。显然由于自然条件复杂,我们的认识水平低,因此这个总结很不完善,需要在今后实践中加以检验和纠正错误。

在党的“十大”团结胜利路线的指引下,我们只要紧紧地依靠广大职工的共同努力,为彻底治理瓦斯灾害的目的一定会到来。

目 录

前 言

第一章 概 况	(1—7)
第一节 地质特征	(1)
第二节 开拓与开采	(7)
第二章 瓦斯涌出	(8—22)
第一节 煤层瓦斯含量	(8)
第二节 煤层的透气性	(10)
第三节 矿井瓦斯涌出	(11)
第四节 煤层巷道的瓦斯涌出	(14)
第五节 回采工作面的瓦斯涌出	(16)
第三章 煤与瓦斯突出	(23—36)
第一节 突出的一般情况	(23)
第二节 煤与瓦斯突出实例	(24)
第四章 突出的一般特征	(37—43)
第一节 突出的种类	(37)
第二节 突出的一般特征	(38)
第三节 煤与瓦斯突出的区域性	(41)
第五章 突出原因的分析	(44—49)
第一节 瓦斯在突出中所起的作用	(44)
第二节 岩压在突出中所起的作用	(46)
第三节 煤与瓦斯突出原因的分析	(47)
第六章 预防煤与瓦斯突出的措施	(50—72)
第一节 开采解放层	(50)
第二节 煤巷防止突出措施	(55)
第三节 石门穿煤预防突出措施	(65)
第四节 回采面预防突出措施	(71)
第七章 矿井瓦斯抽放	(73—78)

第一节 煤层瓦斯预抽试验.....	(73)
第二节 钻孔爆破并高负压预抽试验.....	(74)
第八章 水力压裂防止煤与瓦斯突出及提高预抽效果试验.....	(79—86)
第一节 试验区概况.....	(79)
第二节 水力压裂原理和工艺.....	(79)
第三节 水力压裂初步效果.....	(81)
第四节 几点看法.....	(86)
结 论.....	(87)

第一章 概 况

红卫煤矿开采白沙向斜煤田的南段；北与白沙煤矿相邻，南与新生煤矿相邻，位于京广线东侧，距耒阳火车站19公里。目前生产矿井有：沈家湾井、坦家冲井、里王庙井和龙家山井，设计能力分别为15、30、15、21万吨。其中里王庙井已突破设计能力达21万吨。

第一节 地质特征

白沙向斜煤田为郴耒复式向斜煤田之一，北起红花岭，南至鲁塘，西由里王庙，东到黄沙。面积约125平方公里。向斜两端的白沙矿与新生矿其地层略有抬起，形似船形，两翼倾角大，中部平缓，地层走向与向斜轴大致相同，西翼倾角较缓 20° — 30° ，东翼较陡 25° — 50° ，局部加大至 90° 。

白沙向斜被耒河横切，构造轴受到东西方向扭力作用成弯曲，将向斜分成南北两段。南段向斜轴向近似南北，北段转为北北东。共划分为19个井田，北段有资家台、磨田、江头、横冲、龙塘铺、白山坪、夏塘、淝江和南阳庙井田；南段有龙家山、里王庙、坦家冲、觉光寺、周家坳、伍家冲、长槽里、元山槽、沈家湾和前进井田（图1—1）。

白沙向斜由两翼向轴部，岩层出露自老到新有二迭系阳新统棲霞阶、当冲阶、乐平统龙潭阶、大隆阶；三迭系大冶统，老第三系衡阳阶及第四系。现将地层情况简述于后：

一、地层

二迭系阳新统棲霞阶、当冲阶呈整合接触，构成煤系地层基底。

二迭系乐平统龙潭阶，厚约535米，分布在白沙向斜两翼，出露完整为向斜的主要含煤建造。据岩性、岩相、化石及含煤特征，划分为下部不含煤段和上部含煤段，含煤段止于E煤层之下灰白色中厚层状富含云母的中粒长石石英砂岩。

1. 下部不含煤段：厚约150—300米，岩性主要为灰白、灰黑色页岩、粉砂岩与含云母质的砂岩互层，页岩中常有铁质结核，属滨海或浅海相沉积。

2. 上部含煤段：厚约280米，本含煤建造，属滨海及海陆交互相沉积；主要是由粉砂岩、泥质岩、细砂岩、炭质页岩及煤层组成。地层两极厚约40—300米，平均厚280米。向斜内共含煤九层；由下而上分别为E、D₃、D₂、D₁、C₂、C₀、C₁、B、A煤层。其中主要可采一层D₁，厚度由0.08—25.7米，平均煤厚3.62米；局部可采层有三层B、C₁、C₂煤层。其它层偶尔可采或为不可采的煤线，有时则变为炭质页岩。

含煤建造位于向斜内各井田发育各不相同，如坦家冲井C₂与D₁煤层间多为灰黑色粉砂岩，而至觉光寺井田相变为灰白色细砂岩。龙家山井田含煤建造，多被第三系红色岩系所侵蚀，使煤系及煤层发育不完整。（里王庙井综合柱状图，见图1—2）。

二、构造

白沙向斜构造运动及断层产生的原因，主要是受大地构造运动控制，三迭系末期印支运动强烈的影响，使地层产生褶皱、隆起呈波形褶皱，伴随二组断裂的出现主要分布向斜两翼。

1. 褶曲：区内小型褶皱甚为发育，但紧密的褶皱少见。

2. 断裂：位于向斜南段面积60平方公里范围内，发现大小断层23条（元山槽3条、伍家冲2条、觉光寺5条、坦家冲7条、里王庙2条、龙家山3条、前进沅江走向逆断层1条。）据其性质分为两组：

（1）走向与近似走向断层组：全区普遍发育的有11条，其中正断层3条，断层延长长度较大，500—1800米，倾向多向东，个别向西如元山槽走向一、二号断层，高波洞走向逆断层等。断层距小，一般30米。个别如沅江走向逆断层，断距50—130米，对煤系及煤层具有一定的破坏。

（2）倾向及略斜交断层组：发育较为普遍，共12条，断层性质平推为主，正逆两性质均有，一般断距大，垂直断距40—100米，水平断距100—260米，延伸长度300—1200米，对煤系及煤层破坏较大，常为井田划分的天然边界。

三、煤层

将主要开采煤层 D_1 (Ⅶ煤) 和局部可采煤层 C_2 (Ⅴ煤) 等分述如下：

1. D_1 煤层 (Ⅶ煤或四槽煤)：

序号	厚度 (米)	柱状	岩石名称
4	$\frac{3-10}{7}$		粉砂岩
5	$\frac{0-1.0}{0.3}$		Ⅰ煤
6	$\frac{25-57}{27}$		石英砂岩
7	$\frac{16.5-43}{30}$		黑色泥岩含动物化石
8	$\frac{0-0.79}{0.24}$		Ⅱ煤
9	$\frac{20-40}{29}$		砂岩 泥质砂岩
10	$\frac{0-1.09}{0.58}$		Ⅲ煤
11	$\frac{15-25}{18}$		粉砂岩及砂岩 含植物化石
12	$\frac{0-1.32}{0.74}$		Ⅳ煤
13	$\frac{30-40}{33}$		粉砂岩及泥质粉砂岩
14	$\frac{0.08-25.7}{5.92}$		Ⅵ煤
15	70		泥质砂岩及泥岩互层 含黄铁矿及动物化石结核

图1-2 里王庙井综合柱状图 1:1000

位于龙潭阶含煤段中下部,煤厚变化幅度大,但一般均在可采厚度以上。(表1—1)

表 1—1

井 田 名 称	煤厚 (最小—最大) (M) 平均	井 田 名 称	煤厚 (最小—最大) (M) 平均
周 家 垧	2.6	沈 家 湾	$\frac{0.11-12.58}{3.23}$
觉 光 寺	2.91	前 进	
伍 家 冲	2.20	白 山 坪	2.0—3.0
坦 家 冲	$\frac{0.69-17.7}{6.45}$	龙 潭 铺	0.7—2.0
里 王 庙	$\frac{0.08-25.7}{5.92}$	磨 田	0.98
龙 家 山	$\frac{0.2-12.15}{1.89}$	资 家 台	1.0—2.0
元 山 槽	1.2	夏 塘	1.42

煤层顶板为灰黑色粉砂岩,靠近煤层厚约2.5米岩性逐渐变细为黑色泥质岩,煤层直接顶板常夹有0.2米左右的炭质页岩或粘土岩。煤层底板为灰白色致密坚硬的石英细砂岩,厚度比较稳定。在里王庙、坦家冲井田内,一般有8.0米左右。

本煤层形态为似层状,厚煤段常呈煤包分布(图4—1),坦家冲井田煤包长达200—500米,宽约20—200米不等,延伸方向与构造线方向相一致呈北北西及南南东。在里王庙井田内,±0水平沿走向500米内,煤厚变化为2.6米—22.4米。

煤包厚度沿走向倾向上均有变化,但沿倾向上变化较走向为大。

Ⅶ煤在厚煤地段,如坦家冲与里王庙井其煤层构造呈三个自然分层:第一分层坚硬块状,条带状构造,其煤层原生层状构造清楚。肉眼煤岩组合,呈条带状分布,原生节理也清晰可见,有时原生构造受到轻度破坏,按构造破坏类型属Ⅰ—Ⅱ类,此煤靠顶板。

第二分层为碎屑状煤,层理模糊,次生裂隙多(俗称猪肝煤),构造破坏类型为Ⅲ—Ⅳ类。

第三分层为压、结而成鱼鳞片的粉末煤,构造破坏类型为Ⅳ—Ⅴ类。

其中二、三分层在一定的地压作用下,透气性低 $\lambda = 0.6 \times 10^{-2}$ 毫达西,相当于抚顺煤矿煤层透气性的五百分之一。所以煤层赋存瓦斯量大(14—16m³/吨)。白沙向斜内煤层厚度变化主要是该两个自然分层厚度的变化,而一分层厚度变化小,各井田普遍发育,如坦家冲、里王庙井煤层很厚,绝大部分为二、三分层煤,一分层煤所占比例小,到了北段的夏塘井,Ⅶ煤构造,变为粉末状煤与块状煤互层,及至到了磨田井田,Ⅶ煤全层为块状煤层,二、三分层已经尖灭。

白沙向斜内，Ⅱ煤结构较简单，一般含1—2层厚0.1—0.2米的炭质页岩夹矸，个别占孔所见煤层结构比较复杂。

特别是南段的坦家冲与里王庙井田，地质构造和煤层结构都是最简单的，断层褶曲都很少，只有一两条走向断层或斜交平移断层，大的褶曲也没有或很少，对煤层影响不大。

Ⅱ煤层在坦、里两井田内，不但原生结构简单，硃石层也少，也没发现砂岩与粉砂岩包裹体；而从白沙向斜看，向北、向南段煤变薄，夹矸层增多，分叉也多，砂岩、粉砂岩包裹体也多。小构造的明显特征是剖面上构造有变化，煤层的上部小断层很多，煤层的下部小褶曲很多，煤层的顶板较平直或有宽缓的起伏。

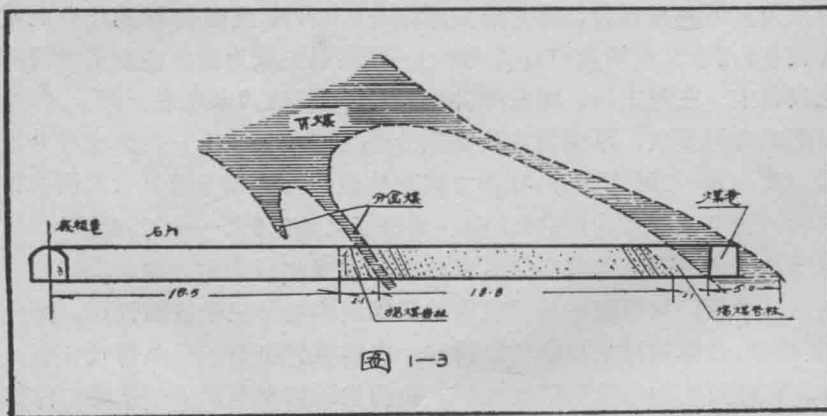
Ⅱ煤以下小褶曲的特征是：轴向与地层走向一致，褶曲幅度一般2—3米到10米。

Ⅱ煤以上小断层特征是：小褶曲伴生的走向小断层，正逆性质都有，断距不大，近褶曲枢纽部分消失。走向逆断层不是小褶曲伴生的，其断距较大，已见到有切割煤层现象造成Ⅱ煤剖面上重复。同一组两个走向的斜交平移断层，以平推为主，断层面平直，也见有切割煤层底板的现象。

这些煤层底板以下的褶曲决定了煤层厚度的变化，使煤层厚度沿倾向变化加剧。

Ⅳ煤层的底板分岔。分岔煤顶板与主煤呈不整合接触，分岔煤与主煤间夹粉砂岩或厚层砂岩，分岔煤与主煤间距0—30米，倾向一致，但分岔煤比主煤倾角大以至呈倒转状态。分岔煤尖灭处渐为炭质页岩代替。

坦家冲井田，南一采区+32水平北二横硐分岔煤（图1—3）。



2. C₂ 煤层（Ⅴ煤或称三槽煤）：

位于龙潭阶含煤段中部，距Ⅱ煤30—40米，一般为40米，煤厚小，变化大，为局部可采煤层（见表1—2）；但由于距离具有严重的煤与瓦斯突出威胁的Ⅱ煤层比较近，它作为解放层开采，是有一定意义的。尤其坦家冲与里王庙两井作为Ⅱ煤的解放层开采值得考虑。

该煤层系属不稳定煤层。且受构造影响变薄情况多；如里王庙井±0水平大巷有一小型阶梯状走向正断层，一直沿煤层延展，在几十公尺距离内，使煤层变薄或全部断失。Ⅴ煤硬度大，半金属光泽，梯状断口，立方节理，颜色呈灰黑色，煤岩结构清

晰，俗称“铁炭”。

煤层顶板为灰白色石英细砂岩致密坚硬，比较稳定。底板为灰黑色细砂岩，有时亦含有少量的炭质页岩。

3. B₁ 煤层（Ⅱ煤或二槽煤）：

位于含煤段上部，距Ⅴ煤层约22米，煤层形态为似层状，厚度处于临界可采厚度，有的井则为不可采（表1—3）。

表 1—2

井 田 名 称	煤厚 ^(M) ($\frac{\text{最小}-\text{最大}}{\text{平均}}$)
龙家山井田	$\frac{0-1.19}{0.59}$
里王庙井田	$\frac{0-1.33}{0.78}$
坦家冲井田	$\frac{0-1.84}{0.52}$
觉光寺井田	$\frac{0.55-0.72}{0.72}$
沈家湾井田	$\frac{0.1-1.38}{0.39}$

表 1—3

井 田 名 称	厚度 ^(M) ($\frac{\text{最小}-\text{最大}}{\text{平均}}$)
沈家湾井田	$\frac{0-1.52}{0.73}$
觉光寺井田	$\frac{0.6-0.79}{0.72}$
坦家冲井田	$\frac{0-1.58}{0.45}$
里王庙井田	$\frac{0-0.79}{0.24}$
龙家山井田	$\frac{0-3.60}{0.95}$

煤厚度变化大，不稳定，煤层无夹石，成块状，半暗光泽，煤岩结构不甚明显，往往可采点分布不成片，开采价值不大。

四、煤质

各煤层均属高炭化程度的无烟煤，各井田主采煤（Ⅱ煤）煤质：灰份（A^c = 11—15%）、硫（小于5.0%）、发热量（Q = 5800—7800大卡/公斤）、水份（小于5%）、挥发份（5—7%）。

各井田Ⅱ煤化验结果如表1—4

表 1—4

项 目 井 别	水份 (W) (%)	灰份 (A ^c) (%)	挥发份 (V) (%)	固定碳 (C) (%)	容重	密度
里王庙井	$\frac{1.13-4.54}{1.95}$	$\frac{8.63-16.48}{12.66}$	$\frac{4.96-6.59}{4.0}$	$\frac{82.76-87.54}{84}$	1.4—1.6	1.68
坦家冲井	$\frac{0.58-4.92}{2.01}$	$\frac{6.53-17.27}{13.01}$	$\frac{2.43-5.97}{4.17}$	$\frac{80.81-87.52}{83}$	1.4—1.6	1.68

Ⅱ煤破坏类型高，煤层中瓦斯散放初速度(ΔP)* 大，硬度低，对各类型煤作了系统的测定，结果列于表 1—5；

表 1—5

项 目 破坏类型	试样个数	ΔP	试样个数	f值(硬度系数)	备 注
Ⅱ	17	13.2	17	2.9	
Ⅲ	30	16.0	29	1.4	
Ⅳ	100	18.0	97	0.5	
V	5	26.2	5	粉煤	

从表看出，Ⅱ煤硬度低、破碎，而且原煤含瓦斯又能在很短的时间内放出，所以从煤质角度来讲，这种煤便是具有突出危险的煤。事实证明了这一点。

从Ⅱ煤中取煤样做煤层瓦斯吸附试验，测定a、b值，列于表 1—6 中。

表 1—6

序 号	取 样 地 点	a 值	b 值
1	里王庙井Ⅴ煤	34.8494	0.0630
2	里王庙井±0南异Ⅱ煤	38.5429	0.1522
3	里王庙井±0南异Ⅱ煤	39.5779	0.1970
4	里王庙井±0南异Ⅱ煤	25.6613	0.2417
5	里王庙井南异±0Ⅱ煤软煤	29.1473	0.1127
6	里王庙井Ⅱ煤	54.2777	0.3489
7	里王庙井±0东北异Ⅱ煤	26.1376	0.0968
8	里王庙井±0Ⅱ煤软煤	53.8068	0.3420
9	里王庙井±0Ⅱ煤软煤	33.720	0.2571

瓦斯在煤介质中，煤之变形量和瓦斯压力的关系成曲线函数，即当瓦斯压力增大时，煤产生形变之值亦大。

Ⅱ煤一般弹性系数很小，仅 $2.3 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 。应力与应变的关系一般不服从虎克定律，而是符合于一般粘土质岩石类的变化，成如下函数关系：

$$\sigma^\alpha = E \epsilon \dots\dots (1-1)$$

* ΔP ：突出危险煤层与煤吸附瓦斯量没有直接关系，而与瓦斯放出的速度有直接关系。

式中 α 是常数,对Ⅱ煤实验测得结果是0.88小于1。证明,应力增加量不大时,应变值却迅速递增,量很大,即Ⅱ煤软而松极易变形。

对Ⅱ煤,我矿在里王庙、坦家冲两井,均进行了煤层透气性系数的测定工作(详见第二章)。就一般系数 0.6×10^{-2} 毫达西而言,仅仅为抚顺龙凤煤矿煤层透气系数3毫达西的五百分之一。可见Ⅱ煤的透气系数甚小,对原始煤体的抽放瓦斯是困难的。

本区内各煤层经化验及生产矿井的实践证明:煤尘无爆炸性,如煤尘爆炸指数5左右;煤层也无自燃发火性质。

第二节 开拓与开采

白沙向斜煤田分井田或分区域的最终地质报告目前已全部提出,向斜南段所属的红卫煤矿各井和新生煤矿各井浅部水平亦普遍开发。北段白沙煤矿所属的各井除部分井田被开拓外,其它部分井田尚未开发。

各井田的开拓方式及有关开采情况见表1——7所列。

表1—7

顺序	矿井名称	设计生产能力 (万吨/年)	开拓方式	目前生产 水平(M)	主要采煤方法	通风方式
1	觉光寺井	15	反斜井底板岩石集中运输大巷,采区石门	+32	倾斜单翼长壁采煤法	中央边界式
2	伍家冲井	30	立井、底板岩石集中运输大巷,采区石门、上山	-180	倾斜单翼长壁采煤法	对角式
3	坦家冲井	30	斜井、底板岩石集中运输大巷,采区上山	+32	倾斜分层走向长壁采煤法	采区风井
4	里王庙井	15	斜井、底板岩石集中运输大巷,采区石门	± 0	倾斜分层走向长壁采煤法	对角式
5	龙家山井	21	反斜井、底板集中运输大巷,采区石门	-100	倾斜走向长壁采煤法	中央并列式
6	白山坪井	21	斜井底板集中运输大巷,采区上山		倾斜走向长壁	中央并列式
7	沈家湾井	15	立井、斜井底板集中运输大巷,采区上山	-140	水平分层和倾斜走向单翼长壁	对角式
8	龙潭铺井	15	斜井煤层集中运输大巷片盘式		倾斜走向单翼长壁式	对角式
9	夏塘井	15	斜井煤层集中运输大巷片盘式		倾斜走向单翼长壁	中央并列式
10	周家垅井	30	平硐及上山		走向短壁及水平分层	边界多风井
11	元山槽斜井	15	斜井片盘式		长壁式	中央并列式

第二章 瓦斯涌出

第一节 煤层瓦斯含量

1. 煤层瓦斯压力

红卫煤矿的里王庙井、坦家冲井，Ⅶ煤的煤层瓦斯压力，在各个水平（阶段）普遍进行了考察，使用的方法均采取堵孔测压法。图2—1是上述两井实测煤层最高瓦斯压力。横座标为绝对标高和以地面平均高度为138米时的距地表垂高。纵座标为绝对压力。由图看出，随着深度增加，煤层瓦斯压力增高，且基本上保持直线关系。所以：

$$P = 0.07H + 3.14 \quad \text{或}$$

$$P = 12.8 - 0.07H_m \dots\dots (2-1)$$

式中P——瓦斯压力， kg/cm^2

H——距地表垂深（米），地表按138米算起。

H_m ——矿井各水平的实际标高，米。

由上式看出，深度每增加一米瓦斯压力增加 0.07kg/cm^2 ；瓦斯压力梯度为14.3米。

在距地表80米处瓦斯压力高达 8.7kg/cm^2 ；在距地表40米处仍达 5.9kg/cm^2 ；由此可知，Ⅶ煤层的瓦斯风化带深度极小，这是由于煤层本身和顶板透气性小的缘故。

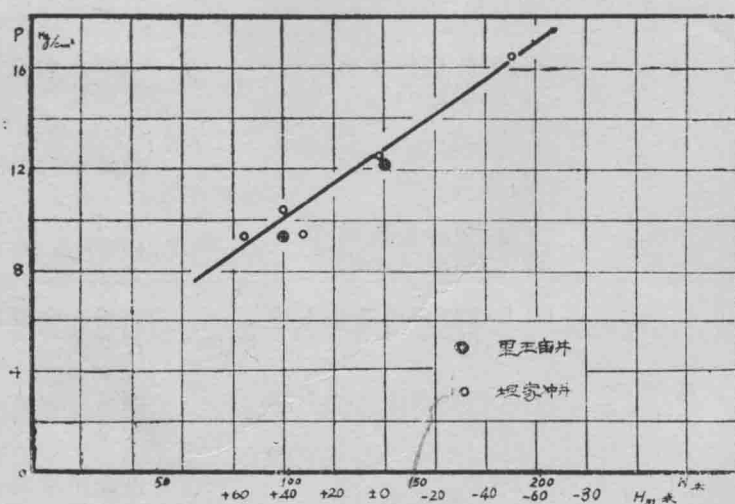


图2-1

2. 煤层瓦斯含量

生产实践与实验室实验证明煤层的瓦斯有二种存在形式，即吸附和游离瓦斯；前者吸附于煤的颗粒表面，吸附瓦斯量除与瓦斯压力有直接关系外；同时还受煤层温度、水份和煤中可燃物含量的影响。煤层中游离瓦斯量的大小则与煤层瓦斯压力和煤的孔隙体积成线性关系。

煤层瓦斯含量可按式计算：

$$X = X_{\text{吸}} + X_{\text{游}}$$

$$= \frac{abP}{1+bP} \left(\frac{100-A-W}{100} \right) \frac{1}{1+0.31W} + \pi_c P$$

$$X = \frac{abP}{1+bP} \left(\frac{100-A-W}{100} \right) \frac{1}{1+0.31W} + \left(\frac{\rho-\gamma}{\rho\gamma} 100\% - W \right) P \dots \dots (2-2)$$

式中 $X_{\text{吸}}$ ——煤的吸附瓦斯量 ($\text{m}^3/\text{吨}$)；

$X_{\text{游}}$ ——煤的游离瓦斯量 ($\text{m}^3/\text{吨}$)；

a, b ——吸附常数，通常由实验测定，无试验时亦可按经验公式确定。对Ⅱ煤试验得出常数的对应值为33.7200和0.2571。

P ——煤层的瓦斯压力 (kg/cm^2)，不同水平按(2-1)式计算。

A ——煤的灰份；(表1-4)

W ——煤的水份；(表1-4)

π_c ——煤的孔隙体积 ($\text{M}^3/\text{吨}$)， $\pi_c = \frac{\rho-\gamma}{\rho\gamma}$ ；

ρ ——煤的密度，Ⅱ煤测定得1.68吨/ m^3 ，(表1-4)；

γ ——煤的容重，Ⅱ煤测定得1.5吨/ m^3 ，(表1-4)；

矿井几个水平煤层瓦斯压力及其煤层瓦斯含量，见表2-1。按照式(2-1)计算出不同水平的瓦斯压力，代入(2-2)式，得出不同水平煤层的瓦斯含量，如表2-1所示。应当指出，实测煤层瓦斯压力范围仅110米，深部水平瓦斯压力是否偏离得

表 2—1

水 平 (M)	煤 层 瓦 斯 压 力 kg/cm^2 (绝)	煤 层 瓦 斯 含 量 ($\text{m}^3/\text{吨}$)			矿 井 瓦 斯 涌 出 量 ($\text{m}^3/\text{吨}$)
		吸附瓦斯量	游离瓦斯量	总 瓦 斯 量	
+ 40水平	10	12.82	0.52	13.34	22.68
± 0 水平	12.8	13.60	0.65	14.30	25.00
- 50水平	16.3	14.20	0.84	15.04	31.20
- 125水平	21.5	15.10	1.14	16.24	42.72
- 150水平	23.3	15.12	1.20	16.32	43.00
- 250水平	30.3	15.70	1.56	17.26	45.00

出的规律，尚须通过实测结果来验证。但考虑到在高瓦斯压力下，煤层瓦斯吸附量已接近饱和，因此，按计算出的瓦斯压力来计算煤层瓦斯含量，所造成的误差不会过大。

上表看出，煤中瓦斯含量主要是以吸附状态存在，占91—96.1%，而游离瓦斯量仅占3.9—9%，随着深度增加，煤层瓦斯量也增大，但增加速度逐渐变缓。

第二节 煤层的透气性

煤层是属于多孔隙裂隙的介质，构成煤层透气性的条件是层理、节理裂缝等孔隙，这些孔隙直径一般很小，有原生的也有次生的（地质破坏或采动影响而生成的）。

煤层的透气性系数，是表示气体在煤层中流动难易程度的指标。它对研究煤层中瓦斯流动理论，以及对估计预排瓦斯、矿井瓦斯涌出和预防煤与瓦斯突出均有普遍的意义。

测定未经采动的自然煤体的透气性系数的方法很多。我矿的里王庙、坦家冲井对Ⅶ煤均进行过测定，如里王庙井Ⅶ煤为 $0.00247—0.00646 \text{ m}^2/\text{at} \cdot \text{д} \cdot \text{с}$ 即 $0.3 \times 10^{-2}—0.8 \times 10^{-2}$ 毫达西。坦家冲井为 $0.00481—0.00947 \text{ m}^2/\text{at} \cdot \text{д} \cdot \text{с}$ 即 $0.6 \times 10^{-2}—1.18 \times 10^{-2}$ 毫达西。现将坦家冲井Ⅶ煤透气性系数的测定介绍如下：根据是钻孔瓦斯渗透径向流动原理，在井下测定钻孔内瓦斯压力及其流量经计算而得出。

一、计算的理论公式

$$\text{流量准数: } Y = \frac{qr}{\lambda (p_0^2 - p_1^2)} \dots\dots (2-3)$$

$$\text{时间准数: } F_0 = \frac{4 \lambda p_0 l^2 t}{\alpha r^2} \dots\dots (2-4)$$

$$\text{上两式的关系: } Y = a F_0^b \dots\dots (2-5)$$

式中 q ——比流量：表示煤体单位面积，单位时间，时间的瓦斯涌出量（ $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{д}$ ）；

$$q = \frac{Q}{2\pi r L};$$

r ——钻孔中煤孔半径（米）；

L ——钻孔中煤孔长度（米）；

Q ——钻孔稳定瓦斯流量（ $\text{m}^3/\text{分}$ ）；

λ ——煤体平均透气性系数（ $\text{m}^2/\text{at} \cdot \text{д}$ ）；

p_0 ——煤体原始瓦斯绝对压力（ kg/cm^2 ）；

p_1 ——巷道空间瓦斯绝对压力（ kg/cm^2 ）；

α ——瓦斯含量系数（ $\text{m}^3/\text{m}^3 \text{at}^{1/2}$ ）；

t ——钻孔排放瓦斯时间（日）；

ab ——吸附常数。

二、测定方法及步骤：

测定是在该井南一采区轨道上山+2水平甩车场向Ⅶ煤打的钻孔中进行。

钻孔中测得煤体原始瓦斯压力12.6绝对大气压。经2天时间的连续测定，由原始压力降为一个绝对大气压条件下，测得占孔瓦斯稳定流量 $0.0026 \text{ m}^3/\text{分}$ 。其具体方法是：钻

孔得到稳定最高压力后，一次卸下压力表，并从卸下压力表开始就记下时间、接上流量计，随之间隔一定时间进行流量读数（前两小时要多读），直至流量稳定时，记下测定全过程的时间。

(1) 原始数据的整理：

原始煤体的瓦斯压力和巷道空间压力分别为12.6和1.0大气压；钻孔中煤孔长度与半径分别为3.6和0.031米。

$$\text{瓦斯含量系数 } \alpha = X_{\text{含}} / \sqrt{p_0} = \frac{21.0}{\sqrt{12.6}} = 5.88 \text{ (m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{at}^{1/2}\text{)}。$$

式中 $X_{\text{含}}$ (m^3/m^3) —— 瓦斯含量，由表1—4和表2—1计算得。

(2) 计算比流量

$$q = \frac{Q}{2\pi r L} = \frac{0.0062 \times 1440}{2 \times 3.1416 \times 0.031 \times 3.6} = 13.1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}；$$

(3) 流量准数：

$$Y = \frac{qY}{\lambda(p_0^2 - p_1^2)} = \frac{13.1 \times 0.031}{\lambda(12.6^2 - 1.0^2)} = 0.00258/\lambda；$$

(4) 时间准数：

$$F_0 = \frac{4\lambda p_0^{1.5} t}{\alpha r^2} = \frac{4\lambda 12.6^{1.5} \times 2}{5.88 \times 0.031^2} = 65700\lambda$$

$$\text{因 } Y = aF_0^b$$

而当 $F_0 = 10^2 - 10^3$ 时， $a = 0.588$ ， $b = -0.12$ （附录一）

$$\text{所以 } \frac{0.00258}{\lambda} = 0.588(65700\lambda)^{-0.12}$$

$$\frac{0.00258}{0.588} (65700)^{0.12} = \lambda^{0.88}$$

$$\lambda^{0.88} = 0.00439 \times 3.78 = 0.0166$$

$$\lambda = {}^{0.88} \sqrt{\frac{1.66}{100}} = 1.78/189$$

$$\lambda = 0.00947 \text{ m}^2/\text{at} \cdot \text{日}；$$

$$\lambda = 0.00947 \times 1.25 = 1.18 \times 10^{-2} \text{ 毫达西。}$$

第三节 矿井瓦斯涌出

一、矿井瓦斯涌出量：

根据瓦斯通风表报参考了历年来瓦斯鑑定资料，我矿历年来各生产井的瓦斯涌出情况如表2—2所示。应当指出除里王庙井外，其它各井产量远未达到设计产量，所以其数值的准确性较差。