

中华人民共和国国家标准

煤矿瓦斯抽采工程设计规范

Code for design of the gas drainage
engineering of coal mine

GB 50471 - 2008

主编部门：中 国 煤 炭 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 0 9 年 6 月 1 日

中国计划出版社

2009 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 192 号

关于发布国家标准 《煤矿瓦斯抽采工程设计规范》的公告

现批准《煤矿瓦斯抽采工程设计规范》为国家标准,编号为 GB 50471—2008,自 2009 年 6 月 1 日起实施。其中,第 3.1.1、3.2.1、7.1.2(2)、7.1.4(1、2)、7.2.3、8.1.4 条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
二〇〇八年十二月十五日

中华人民共和国国家标准
煤矿瓦斯抽采工程设计规范
GB 50471-2008

☆

中国煤炭建设协会 主编
中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行
世界知识印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 1.75 印张 41 千字

2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—10100 册

☆

统一书号:1580177·155

定价:10.00 元

前 言

本规范是根据建设部“关于印发《2005 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)》的通知”(建标[2005]124 号)的要求,由中煤国际工程集团重庆设计研究院会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组进行了调查研究,广泛征求意见,参考国内外有关资料,反复修改,最后经审查定稿。

本规范共 8 章,主要内容包括总则,术语,建立矿井瓦斯抽采系统的条件及抽采系统选择,瓦斯抽采设计参数,瓦斯抽采方法,抽采管路系统选择,计算及抽采设备选型,瓦斯抽采泵站,安全与监控等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国煤炭建设协会负责日常管理工作,由中煤国际工程集团重庆设计研究院负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,注意积累资料,如发现需要修改或补充之处,请将意见及有关资料寄交中煤国际工程集团重庆设计研究院《煤矿瓦斯抽采工程设计规范》管理组(地址:重庆市渝中区长江二路 177-8 号,邮政编码:400016;传真:023-68811613),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人:

主 编 单 位: 中煤国际工程集团重庆设计研究院

参 编 单 位: 煤矿瓦斯治理国家工程研究中心

煤炭科学研究总院重庆分院

煤炭科学研究总院抚顺分院

主要起草人：卢溢洪 卿恩东 袁 亮 张 刚 王学太
李旭霞 龙伍见 李 平 万祥富 胡仕俸
肖代兵 何大忠 刘 林 杜子健 罗海珠
王魁军

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	建立矿井瓦斯抽采系统的条件及抽采系统选择	(5)
3.1	建立矿井瓦斯抽采系统的条件	(5)
3.2	抽采系统选择	(5)
4	瓦斯抽采设计参数	(7)
5	瓦斯抽采方法	(9)
5.1	一般规定	(9)
5.2	瓦斯抽采方法选择	(9)
5.3	专用瓦斯抽采巷道	(10)
5.4	钻场及钻孔布置	(11)
5.5	封孔	(12)
5.6	地面钻孔	(12)
6	抽采管路系统选择、计算及抽采设备选型	(15)
6.1	抽采管路系统选择的原则	(15)
6.2	抽采管路管径、壁厚计算及管材选择	(15)
6.3	管路阻力计算	(16)
6.4	管路布置及敷设	(17)
6.5	抽采附属装置及设施	(18)
6.6	抽采设备选型	(18)
7	瓦斯抽采泵站	(21)
7.1	地面固定瓦斯抽采泵站	(21)
7.2	井下固定瓦斯抽采泵站	(22)
7.3	井下移动瓦斯抽采泵站	(23)

8 安全与监控 (24)

8.1 安全设施及措施 (24)

8.2 矿井瓦斯抽采监测监控系统 (24)

附录 A 煤层瓦斯抽采难易程度分类 (26)

本规范用词说明 (27)

附:条文说明 (29)

1 总 则

- 1.0.1 为适应科学技术的发展,保证我国煤矿瓦斯抽采事业健康发展,提高瓦斯抽采设计技术,制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于新建、改建、扩建及生产煤矿的瓦斯抽采工程设计。
- 1.0.3 凡国家政策、法规等规定要求进行瓦斯抽采的矿井均应建立瓦斯抽采系统,并应编制专项瓦斯抽采工程设计。
- 1.0.4 对于新建矿井,瓦斯抽采设计应依据批准的勘探地质报告并参考邻近生产矿井实际的瓦斯、地质资料进行;对于改建、扩建和生产矿井,应以实测的瓦斯基础参数作为设计依据。
- 1.0.5 设计的瓦斯抽采规模应保证矿井安全生产,并使抽采量保持相对稳定。
- 1.0.6 煤(岩)层瓦斯抽采应当按“应抽尽采、先抽后采、煤气共采”的原则进行,抽采系统设计应采用“泵站用备结合,高低负压管路相区别”的原则进行,并应因地制宜地采用新技术、新工艺、新设备、新材料。
- 1.0.7 瓦斯抽采工程的建设应与矿井建设实现设计、施工、投入生产和使用三同时,并应保证有足够的预抽时间。
- 1.0.8 在进行煤矿瓦斯抽采设计时,除应对瓦斯抽采的必要性和可行性进行论证外,还应论证瓦斯利用的可行性,在年抽采量大于1Mm³时应提出加以利用的方案。
- 1.0.9 煤矿瓦斯抽采工程设计除应执行本规范外,尚应符合国家现行有关政策及法规的规定。

2 术 语

2.0.1 地面固定瓦斯抽采系统 gas drainage system with ground-fixed pump station

采用地面固定抽采泵站的瓦斯抽采系统。

2.0.2 井下固定瓦斯抽采系统 gas drainage system with underground-fixed pump station

采用井下固定抽采泵站的瓦斯抽采系统。

2.0.3 井下移动瓦斯抽采系统 gas drainage system with underground movable pump station

采用井下可移动式抽采泵站的瓦斯抽采系统。

2.0.4 卸压瓦斯抽采 gas drainage with pressure relief

抽采受采动影响和经人为松动卸压煤(岩)层的瓦斯。

2.0.5 开采层瓦斯抽采 gas drainage from extracting seam

抽采开采煤层的瓦斯。

2.0.6 围岩瓦斯抽采 gas drainage from surrounding rock

抽采开采层围岩内的瓦斯。

2.0.7 地面钻孔瓦斯抽采 gas drainage on ground

在地面向井下煤(岩)层打钻孔抽采瓦斯。

2.0.8 综合瓦斯抽采 combined gas drainage

在一个抽采瓦斯工作面同时采用两种及以上方法进行抽采瓦斯。

2.0.9 强化抽采 forced gas drainage

针对一些透气性低、采用常规的预抽方式难以奏效的煤层而采取的特殊抽采方式。

2.0.10 矿井瓦斯储量 gas reserves

指矿井可采煤层的瓦斯储量、受采动影响后能够向开采空间排放的不可采煤层及围岩瓦斯储量之和。

2.0.11 瓦斯抽采量 gas drainage volume

指矿井抽出瓦斯气体中的纯瓦斯量。

2.0.12 可抽瓦斯量 drainable gas quantity

指瓦斯储量中在当前技术水平下能被抽出来的最大瓦斯量。

2.0.13 煤层透气性系数 gas permeability coefficient of coal seam

表征煤层对瓦斯流动的阻力、反映瓦斯沿煤层流动难易程度的系数。

2.0.14 钻孔瓦斯流量衰减系数 damping factor of gas flow-rate per hole

表示钻孔瓦斯流量随时间延长呈衰减变化的系数。

2.0.15 煤层预抽 gas drainage from virgin coal seam

在煤层未受到采动以前进行的瓦斯抽采。

2.0.16 邻近层卸压抽采 gas drainage from released near coal seam

回采工作面采动后因采空区垮落而造成邻近煤(岩)层瓦斯卸压解析,对该类瓦斯进行抽采的方法。

2.0.17 边采边抽 gas drainage while extraction

抽采采煤工作面前方卸压煤(岩)体的瓦斯或厚煤层开采时抽采未采分层卸压煤体的瓦斯。

2.0.18 边掘边抽 gas drainage with drivage

掘进巷道的同时,抽采巷道周围卸压煤体内的瓦斯。

2.0.19 穿层钻孔 crossing hole

在岩石巷道或煤层巷道内向相邻煤层施工的钻孔。

2.0.20 顺层钻孔 hole drilled along seam

在煤层巷道内,沿煤层布置的钻孔。

2.0.21 斜交钻孔 inclined cross hole

与采煤工作面开切眼方向呈一定夹角布置的顺层钻孔。

2.0.22 平行钻孔 paralel hole

与采煤工作面开切眼方向平行布置的顺层钻孔。

2.0.23 交叉钻孔 cross holes

平行钻孔与斜交钻孔交替布置的钻孔。

2.0.24 高位钻孔 highly-located hole

指在风巷向开采煤层顶板施工的抽采钻孔(进入裂隙带)。

2.0.25 高抽巷 highly-located drainage roadway

在开采层顶部处于采动影响形成的裂隙带内掘进的专用抽采瓦斯巷道。

2.0.26 水力压裂 hydraulic cracking

在钻孔内以高压水作为动力,在无自由面的情况下使煤体裂隙畅通的一种措施。

2.0.27 水力割缝 hydraulic cutting

在钻孔内运用高压水射流对钻孔两侧的煤体进行切割,形成一定深度的扁平缝槽的一种措施。

2.0.28 深孔预裂爆破 deep-hole pre-splitting blasting

在工作面采掘前施工一定深度的钻孔,并在钻孔内装填炸药,利用炸药爆破作为动力,使煤体裂隙增大,提高煤层透气性的一种措施。

2.0.29 高负压抽采系统 high negative-pressure drainage system

抽采瓦斯钻孔或高抽巷口处抽采负压大于等于 10kPa 的抽采系统。

2.0.30 低负压抽采系统 low negative-pressure drainage system

抽采瓦斯钻孔或高抽巷口处抽采负压小于 10kPa 的抽采系统。

3 建立矿井瓦斯抽采系统的条件及抽采系统选择

3.1 建立矿井瓦斯抽采系统的条件

3.1.1 凡符合下列情况之一时,必须建立瓦斯抽采系统:

1 高瓦斯矿井。

2 一个采煤工作面的瓦斯涌出量大于 $5\text{m}^3/\text{min}$ 或一个掘进工作面瓦斯涌出量大于 $3\text{m}^3/\text{min}$,且用通风方法解决瓦斯问题不合理的矿井。

3 矿井绝对瓦斯涌出量达到下列条件时:

1) 大于或等于 $40\text{m}^3/\text{min}$;

2) 年产量(1.0~1.5)Mt 的矿井,大于 $30\text{m}^3/\text{min}$;

3) 年产量(0.6~1.0)Mt 的矿井,大于 $25\text{m}^3/\text{min}$;

4) 年产量(0.4~0.6)Mt 的矿井,大于 $20\text{m}^3/\text{min}$;

5) 年产量小于或等于 0.4 Mt 的矿井,大于 $15\text{m}^3/\text{min}$ 。

4 开采有煤与瓦斯突出危险煤层的矿井。

3.1.2 分期建设、分期投产的矿井,瓦斯抽采工程可一次设计、分期建设、分期投入使用。

3.2 抽采系统选择

3.2.1 凡符合下列情况之一时,应建立地面固定瓦斯抽采系统:

1 开采有煤与瓦斯突出危险煤层的矿井。

2 瓦斯抽采系统设计抽采量大于或等于 $2\text{m}^3/\text{min}$ 的矿井。

3.2.2 地面固定瓦斯抽采系统宜根据下列具体情况分别布置高负压或低负压瓦斯抽采系统:

1 采用采空区抽采等抽采方法的矿井宜采用低负压抽采系统。

2 采用本煤层预抽、边采边抽、边掘边抽、邻近层卸压抽采等抽采方法的矿井,宜采用高负压抽采系统。

3 本条第1、2款的抽采方法均采用的矿井,且矿井设计抽采量大于或等于 $10\text{m}^3/\text{min}$ 时,宜采用两套管路分别建立高、低负压抽采瓦斯系统。

3.2.3 当地面抽采泵产生的负压不能满足要求时,可在井下安设瓦斯抽采系统与地面瓦斯抽采系统串联工作,同时应对瓦斯抽采系统网络进行分析计算,并应做好井上、井下瓦斯抽采系统的匹配选择。

4 瓦斯抽采设计参数

4.0.1 矿井瓦斯储量可按下列公式计算:

$$W=W_1+W_2+W_3 \quad (4.0.1-1)$$

$$W_1=\sum_{i=1}^n A_{1i}X_{1i} \quad (4.0.1-2)$$

$$W_2=\sum_{i=1}^n A_{2i}X_{2i} \quad (4.0.1-3)$$

$$W_3=K(W_1+W_2) \quad (4.0.1-4)$$

式中 W ——矿井瓦斯储量(Mm^3);

W_1 ——可采煤层的瓦斯储量(Mm^3);

W_2 ——受采动影响后能够向开采空间排放的各不可采煤层的瓦斯储量(Mm^3);

W_3 ——受采动影响后能够向开采空间排放的围岩瓦斯储量(Mm^3),实测或按式(4.0.1-4)计算;

A_{1i} ——矿井可采煤层 i 的资源量(Mt);

X_{1i} ——矿井可采煤层 i 的瓦斯含量(m^3/t);

A_{2i} ——受采动影响后能够向开采空间排放的不可采煤层 i 的资源量(Mt);

X_{2i} ——受采动影响后能够向开采空间排放的不可采煤层 i 的瓦斯含量(m^3/t);

K ——围岩瓦斯储量系数,可取 $0.05\sim 0.20$;当围岩瓦斯很小时,可取 $W_3=0$;若含瓦斯量较多时,可按经验取值或实测确定。

4.0.2 可抽瓦斯量可按下列公式计算:

$$W_c=W \cdot K \quad (4.0.2-1)$$

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (4.0.2-2)$$

$$K_1 = K_4 (M_y - M_c) / M_y \quad (4.0.2-3)$$

式中 W_c ——可抽瓦斯量(Mm^3);

K ——可抽系数;

K_1 ——瓦斯涌出程度系数;

K_2 ——负压抽采时的抽采作用系数,可取 1.2;

K_3 ——矿井瓦斯抽采率(%).预抽煤层瓦斯时,可取 25%~35%;抽采上下邻近层瓦斯时,可取 35%~45%;

K_4 ——煤层瓦斯排放率(%);

M_y ——煤层原始瓦斯含量(m^3/t);

M_c ——运到地面煤的残余瓦斯含量(m^3/t).

4.0.3 设计瓦斯抽采率,可根据煤层瓦斯抽采难易程度、瓦斯涌出情况、采用的瓦斯抽采方法等因素综合确定,也可按邻近生产矿井或条件类似矿井数值选取;并应符合国家现行标准《煤矿瓦斯抽采基本指标》AQ 1026 的有关规定,同时应满足采、掘工作面的通风要求。

4.0.4 设计瓦斯抽采规模可根据目前的抽采技术水平预计的瓦斯抽采量和按矿井通风能力计算需要抽采的最低瓦斯量综合分析确定。

4.0.5 矿井瓦斯抽采量预计可根据预测的矿井瓦斯涌出量和确定的矿井瓦斯抽采率计算,也可根据选用的瓦斯抽采方法分别计算抽采量。

4.0.6 矿井设计瓦斯年抽采量可按式计算:

$$Q_N = 1440 \times 365 \times Q / 1000000 \quad (4.0.6)$$

式中 Q_N ——矿井设计瓦斯年抽采量(Mm^3);

Q ——矿井设计瓦斯抽采规模(m^3/min).

5 瓦斯抽采方法

5.1 一般规定

5.1.1 瓦斯抽采方法,应根据煤层赋存条件、瓦斯来源、巷道布置、时间配合、瓦斯基础参数、瓦斯利用要求等因素经技术经济比较确定,并应符合下列要求:

- 1 宜利用开采巷道抽采瓦斯,必要时可设布置钻场、钻孔的专用瓦斯抽采巷道。
- 2 应能适应煤层的赋存条件及开采技术条件。
- 3 应有利于提高瓦斯抽采率。
- 4 抽采效果应好,抽采的浓度宜满足利用要求。
- 5 宜采用综合瓦斯抽采方法。
- 6 瓦斯抽采工程系统宜简单,并宜有利于维护和安全生产,投资宜省,抽采成本宜低。

5.2 瓦斯抽采方法选择

5.2.1 开采层瓦斯抽采方法选择应符合下列规定:

- 1 容易抽采及可以抽采的煤层,宜采用本层预先抽采的抽采方法,可采用沿层或穿层布孔方式。
- 2 可以抽采及较难抽采的煤层,宜采用边采边抽的抽采方法。煤层抽采难易程度可按本规范附录 A 划分。
- 3 单一较难抽采的煤层,可选用密集顺层钻孔、密集网格穿层钻孔、交叉钻孔、水力割缝、水力压裂、松动爆破、深孔预裂爆破、高压水射流扩孔等方法强化抽采。
- 4 对煤与瓦斯突出危险严重的煤层,宜选择穿层网格布孔方式。

5 煤巷掘进时瓦斯涌出量较大的煤层,可采用边掘边抽或先抽后掘的抽采方法。

5.2.2 邻近层瓦斯抽采方法选择应符合下列规定:

1 可采用从开采层回风巷或专用排放瓦斯巷向邻近层打穿层钻孔进行抽采。

2 当邻近层或围岩瓦斯涌出量较大时,可采用顶(底)板抽采巷道进行抽采,也可在工作面回风侧沿开采层顶板布置水平长钻孔或高位钻孔抽采上邻近层瓦斯。

5.2.3 采空区瓦斯抽采方法选择应符合下列规定:

1 老采空区应采用全封闭式抽采方法。

2 现采空区可根据煤层赋存条件和巷道布置情况,采用顶(底)板钻孔法、有煤柱及无煤柱钻孔法、插(埋)管法等抽采方法,并应采取提高抽采瓦斯浓度的措施。

5.2.4 在开采的厚煤层、煤层群瓦斯涌出量较大时,可选用“高抽巷”的抽采方法,也可选择直径为 300~500mm 的顶板水平长钻孔进行抽采,不易自燃煤层也可选择尾抽巷进行抽采。

5.2.5 当围岩瓦斯涌出量大,以及溶洞、裂隙带储存有高压瓦斯并喷出时,应采取抽采围岩瓦斯的措施。

5.2.6 煤层埋藏较浅、瓦斯含量较高、地面施工钻孔条件较好的厚煤层或煤层群,可采用地面钻孔预抽开采层瓦斯、邻近层卸压瓦斯或采空区瓦斯的抽采方法。

5.2.7 对瓦斯涌出来源多、分布范围广、煤层透气性差、煤层赋存条件复杂的矿井,应采用多种抽采方法相结合的综合瓦斯抽采。

5.2.8 有煤与瓦斯突出危险的矿井开采保护层时,应同时抽采被保护层的瓦斯。

5.3 专用瓦斯抽采巷道

5.3.1 开采煤层群时的邻近层卸压瓦斯抽采,可设置专用瓦斯抽采巷道布置钻场和钻孔。

5.3.2 专用瓦斯抽采巷道的位置、数量应能满足选用的抽采方法的要求,并应保证抽采效果。

5.3.3 专用瓦斯抽采巷道应保证有足够的抽采时间和较大的抽采范围。

5.3.4 有人进入进行工作活动的专用瓦斯抽采巷道的风速不得低于 0.5m/s。

5.4 钻场及钻孔布置

5.4.1 钻场布置应符合下列规定:

1 不应受采动影响,并应避开地质构造带,同时应便于维护、利于封孔、保证抽采效果。

2 宜利用现有的开拓、准备和回采巷道。

3 顶板钻孔或顶板“高抽巷”应布置在顶板上覆岩层裂隙带内;走向高抽巷宜布置在工作面偏回风顺槽 1/3 工作面长度以内的卸压带内。

5.4.2 钻孔布置及进尺应符合下列规定:

1 钻孔开孔部分应圆且光滑。钻孔施工中不得出现三角孔、偏孔、台阶等变形孔。

2 抽采开采层未卸压瓦斯时,钻孔间距应按钻孔抽采半径确定,宜增大钻孔的见煤长度。

3 高位钻孔抽采时,应将钻孔打到采煤工作面顶板冒落后形成的裂隙带内,并应避开冒落带。

4 强化抽采布孔方式应能取得较好的抽采效果,并宜方便施工。

5 边采边抽钻孔的方向应与开采推进方向相迎(交叉钻孔除外),并应避免采动首先破坏孔口或钻场。

6 抽采采空区瓦斯的钻孔或插管应布置在采空区回风侧。

7 钻场内的钻孔个数应由试验得出,一般顺层钻孔宜采用 3~5 个孔;穿层钻孔宜采用 6~9 个孔。

8 穿层钻孔的终孔位置,应位于穿透煤层顶(底)板 0.5m 处。

9 吨煤钻孔工程量应根据抽采方式、钻孔抽采半径、预抽期、煤层厚度等综合确定。顺层钻孔预抽时,吨煤钻孔工程量可取 0.04~0.1m/t。

10 钻孔直径宜采用 42mm、50mm、64mm、73mm、89mm、110mm、130mm 等规格。

5.5 封 孔

5.5.1 封孔方法的选择应根据抽采方法及孔口所处煤(岩)层位、岩性、构造等因素综合确定。

5.5.2 封孔材料的选择应符合下列规定:

1 穿层钻孔宜采用封孔器封孔。封孔器应满足密封性能好、操作简单、封孔速度快的要求。

2 顺层钻孔宜采用充填材料封孔。封孔材料可选用膨胀水泥、聚氨酯等新型材料。在钻孔所处围岩条件较好的情况下,亦可选用水泥砂浆或其他封孔材料。

3 不宜采用黄泥封孔。

5.5.3 封孔长度应符合下列规定:

1 孔口段围岩条件好、构造简单、孔口负压较低时,封孔长度不应低于 3m。

2 孔口段围岩裂隙较发育或孔口负压较高时,封孔长度不应低于 5m。

3 在煤壁开孔的钻孔,封孔长度不应低于 7m。

5.5.4 采空区抽采时插管周围应封闭严密,宜减少外部空气漏入,有条件时可设置均压密闭。

5.5.5 当采用地面钻孔抽采瓦斯时,抽采结束后应全孔封实。

5.6 地 面 钻 孔

5.6.1 地面钻孔抽采方法选择应符合下列规定:

1 容易抽采的煤层,宜采用竖直钻孔或 L 形钻孔预先抽采瓦斯。

2 可以抽采及较难抽采的煤层,宜采用竖直钻孔或 L 形钻孔抽采邻近层卸压瓦斯或采空区瓦斯。

3 地面钻孔预抽瓦斯可选用压裂方法强化抽采。

5.6.2 钻孔布置应符合下列规定:

1 地面钻孔的布置应便于地面设施维护,并应利于封孔,同时应保证抽采效果。

2 卸压抽采时,沿开采层工作面走向地面钻孔间距宜采用 300~350m;沿倾斜方向应位于开采层工作面中部;两相邻孔抽采瓦斯半径上、下交汇点应超过开采层工作面上、下顺槽 5m。

5.6.3 卸压抽采地面钻孔结构可分为护孔管、生产管、筛管和标志孔,并应符合下列规定:

1 护孔管应符合下列规定:

1)表土层厚小于或等于 200m 时,可采用 $\phi 216$ 钻孔、管径 $D245 \times 10\text{mm}$ 无缝钢管,外围水泥浆固孔,护孔管上端与地表平齐,下端超深表土进入基岩 35m。

2)表土层厚大于 200m 时,可采用 $\phi 216$ 钻孔、管径 $D244.5 \times 11\text{mm}$ (带管箍)石油管,外围水泥浆固孔,护孔管上端与地表平齐,下端超深表土进入基岩 35m。

2 生产管宜由地面进入抽采煤层或煤层群顶层煤顶板 3~5m,管径可采用 $D180 \times 10\text{mm}$ 石油管,管外围宜用水泥浆固孔,上端应比护孔管高 3m。

3 筛管应全段管钻小孔。上端应套入生产管内,套入长度应为开采煤层厚度加 2m,下端应至开采煤层顶板 4~5m,管外可不注水泥浆。

4 标志孔可采用 $\phi 91$ 的裸孔,长度应由筛管下口至开采煤层底板。

5.6.4 地面钻孔的各钻孔口应安装压力表、流量计、瓦斯浓度测

孔、闸阀(低压)、放空管、干式灭火器、避雷针、防爆器等装置,在孔口还应增加一段波纹金属软管。

5.6.5 地面钻孔至瓦斯抽采泵之间输气管路,应根据钻孔单井和同时抽采井的最大混合量计算支管和干管管径、验算管路阻力、选择瓦斯抽采泵。

6 抽采管路系统选择、计算及抽采设备选型

6.1 抽采管路系统选择的原则

6.1.1 抽采管路系统应根据矿井开拓部署、井下巷道布置、抽采地点分布、瓦斯利用要求,以及矿井的发展规划等因素确定,并应避免或减少主干管路系统的改动。

6.1.2 管路的敷设宜减少曲线,并宜使管路的长度较短。

6.1.3 管路宜敷设在矿车不经常通过的巷道中。若必须敷设在运输巷道内时,应采取必要的安全措施。

6.1.4 当抽采设备或管路发生故障时,应使管路内溢出的瓦斯不流入采、掘工作面及机电硐室内。

6.1.5 抽采管路系统宜符合管道运输、安装和维护方便的要求。

6.2 抽采管路管径、壁厚计算及管材选择

6.2.1 抽采管路管径可根据主管、干管、分管、支管中不同的瓦斯流量,按下式分别计算:

$$d=0.1457\left(\frac{Q}{V}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (6.2.1)$$

式中 d ——管路内径(m);

Q ——管路内混合瓦斯流量(m^3/min);各类管路的流量应按照其使用年限或服务区域内的最大值确定,并应有1.2~1.8的富余系数;

V ——经济流速(m/s),可取5~12 m/s 。

6.2.2 管壁厚度计算应符合下列规定:

- 1 当采用负压抽采时,可不计算管材壁厚。
- 2 当采用正压输送时,管材壁厚应符合下列规定:

1)采用聚乙烯类管材时,壁厚应按公称压力选择。

2)采用金属管材时,壁厚可按式计算:

$$\delta = \frac{P \cdot d}{2[\sigma]} \quad (6.2.2)$$

式中 δ ——管路壁厚(mm);

P ——管路最大工作压力(MPa);

d ——管路内径(mm);

$[\sigma]$ ——容许压力(MPa),可取屈服极限强度的60%;缺少此值时,铸铁管可取20MPa,焊接钢管可取60MPa,无缝钢管可取80MPa。

6.2.3 抽采管路管材应符合抗静电、耐腐蚀、阻燃、抗冲击、安装维护方便等要求。

6.3 管路阻力计算

6.3.1 管路阻力应由摩擦阻力和局部阻力组成。

6.3.2 管路摩擦阻力应根据每段管路管径、流量的不同分段计算,各段摩擦阻力可按下列公式计算:

$$H = 69 \times 10^5 \left(\frac{\Delta}{d} + 192.2 \frac{\nu_0 d}{Q_0} \right)^{0.25} \frac{L \rho Q_0^2 P_0 T}{d^5 P T_0} \quad (6.3.2-1)$$

$$T = 273 + t \quad (6.3.2-2)$$

$$T_0 = 273 + 20 \quad (6.3.2-3)$$

式中 H ——阻力损失(Pa);

L ——管路长度(m);

Q_0 ——标准状态下的混合瓦斯流量(m^3/h);

d ——管路内径(mm);

ν_0 ——标准状态下的混合瓦斯运动黏度(m^2/s);

ρ ——管道内混合瓦斯密度(kg/m^3);

Δ ——管路内壁的当量绝对粗糙度(mm);

P_0 ——标准大气压力(101325 Pa);

P ——管道内气体的绝对压力(Pa);

T ——管路中的气体温度为 t 时的绝对温度(K);

T_0 ——标准状态下的绝对温度(K);

t ——管路中的气体温度($^{\circ}\text{C}$)。

6.3.3 管路局部阻力可按管路摩擦阻力的10%~20%计算。

6.4 管路布置及敷设

6.4.1 抽采管路应具有良好的气密性、足够的机械强度,并应采取防冻、防腐蚀、防漏气、防砸坏、防静电和雷电等措施。

6.4.2 选用金属管材时,在安装前应涂抹防腐蚀剂。防腐蚀材料可采用经过热处理的沥青、油漆和红丹等。

6.4.3 在沿巷道底板敷设管路时,应采用高度0.3m以上的支撑墩,并应保证每节管子下面有两个支撑墩。

6.4.4 在敷设倾斜管路时,应采用管卡将管子固定在巷道支架上。在巷道倾角小于或等于 30° 时,管卡间距宜采用15~20m;在巷道倾角大于 30° 时,管卡间距宜采用10~15m。当沿立井敷设管路时,应将管道固定在罐道梁上或专用管架上。

6.4.5 管路宜平直敷设,并宜减少弯头等附属管件,同时宜避免急转弯;管路应保持一定的坡度,其坡度应根据巷道的坡度确定,不宜小于1‰。

6.4.6 当管路敷设在运输巷道内时,应将管路牢固地悬挂或架在专用支架上,在人行道侧管路架设高度不应小于1.8m,管件的外缘距巷道壁不宜小于0.1m。

6.4.7 敷设的管路应能排除管路中的积水。

6.4.8 井下敷设管路,宜采用法兰盘或快速接头连接。法兰盘中间应夹有橡胶垫,且垫的厚度不宜小于5mm。

6.4.9 新敷设的管路应按规定进行漏气检验。

6.4.10 当采用专用管道井敷设管路时,专用管道井的直径应大于管道外形尺寸200mm。

6.4.11 管路不得与动力电缆敷设在巷道的同一侧。

6.4.12 地面管路布置及敷设应符合下列规定：

- 1 宜避免布置在车辆通行频繁的主干道旁。
- 2 不得将管路和其他管线敷设在同一条地沟内。
- 3 主、干管应与城市及矿区的发展规划和建筑布置相结合。
- 4 管道与地上、地下建(构)筑物及设施的间距,应符合现行国家标准《工业企业总平面设计规范》GB 50187 的有关规定。
- 5 管道不得从地下穿过房屋或其他建(构)筑物,一般情况下也不得穿过其他管网,当必须穿过其他管网时,应按有关规定采取措施。

6.5 抽采附属装置及设施

- 6.5.1 主管、干管、钻场及其他必要地点应装设瓦斯量测定装置。
- 6.5.2 钻场、管路拐弯、低洼、温度突变处应设置放水器,管路宜每隔 200~300m 设置一个放水器,最大不应超过 500m。
- 6.5.3 在管路的适当部位应设置除渣装置和测压装置。
- 6.5.4 管路分岔处应设置控制阀门,阀门规格应与安装地点的管径相匹配。
- 6.5.5 地面主管上的阀门应设置在观察井内,观察井应位于地表以下,并应采用不燃性材料砌成,且不应透水。
- 6.5.6 干式瓦斯抽采泵吸气侧管路中,应装设具有防回火、防回气和防爆作用的安全装置。

6.6 抽采设备选型

6.6.1 抽采设备选型应符合下列规定：

- 1 瓦斯抽采泵应选用湿式。
- 2 抽采设备应配备防爆电气设备及防爆电动机。
- 3 备用的抽采泵及附属设备应与抽采设备具有同等能力。

6.6.2 标准状态下抽采系统压力可按下列公式计算：

$$H = (H_r + H_c) \cdot K \quad (6.6.2-1)$$

$$H_r = h_{rm} + h_{rj} + h_k \quad (6.6.2-2)$$

$$H_c = h_{cm} + h_{cj} + h_z \quad (6.6.2-3)$$

式中 H ——抽采系统压力(Pa);

H_r ——抽采设备入口侧(负压段)10~15 年内管路最大阻力损失(Pa);

H_c ——抽采设备出口侧(正压段)管路阻力损失(Pa);

K ——抽采系统压力富余系数,可取 1.2~1.8;

h_{rm} ——入口侧(负压段)管路最大摩擦阻力(Pa);

h_{rj} ——入口侧(负压段)管路局部阻力(Pa);

h_k ——井下抽采钻孔的设计孔口负压(Pa);

h_{cm} ——出口侧(正压段)管路最大摩擦阻力(Pa);

h_{cj} ——出口侧(正压段)管路局部阻力(Pa);

h_z ——出口侧(正压段)的出口正压(Pa);出口进入瓦斯储气罐,可取 3500~5000Pa。

6.6.3 抽采泵工况压力可按下式计算：

$$P_g = P_d - H \quad (6.6.3)$$

式中 P_g ——抽采泵工况压力(Pa);

P_d ——抽采泵站的大气压力(Pa)。

6.6.4 标准状态下抽采泵流量可按下式计算：

$$Q_b = \frac{Q}{X\eta} K \quad (6.6.4)$$

式中 Q_b ——标准状态下抽采泵的计算流量(m^3/min);

Q ——10~15 年内最大的设计瓦斯抽采量(m^3/min);

X ——抽采泵入口处预计的瓦斯浓度(%);

η ——泵的机械效率(%),可取 80%;

K ——抽采能力富余系数,可取 1.2~1.8。

6.6.5 抽采泵工况流量可按下列公式计算：

$$Q_g = Q_b \frac{P_0 T}{P T_0} \quad (6.6.5-1)$$

$$P = P_d - H_r \quad (6.6.5-2)$$

$$T = 273 + t \quad (6.6.5-3)$$

式中 Q_s ——工况状态下的抽采泵流量(m^3/min);

Q_b ——标准状态下抽采泵的计算流量(m^3/min);

P ——抽采泵入口绝对压力(Pa);

T ——抽采泵入口瓦斯的绝对温度(K);

t ——抽采泵入口瓦斯的温度($^{\circ}\text{C}$)。

7 瓦斯抽采泵站

7.1 地面固定瓦斯抽采泵站

7.1.1 地面固定瓦斯抽采泵站的设置,应符合下列规定:

1 泵站应设置在不受洪涝威胁且工程地质条件可靠地带,并应避开滑坡、溶洞、断层、破碎带、塌陷区及高压线等。

2 泵站宜设置在回风井工业场地内,抽采泵站距井口和主要建筑物及居住区不得小于 50m。

3 泵站宜设置在靠近公路和有水源的地点。

4 泵站宜留有扩建的余地。

7.1.2 泵站建筑应符合下列规定:

1 泵站建筑用地应符合国家现行《煤炭工业工程项目建设用地指标》的有关规定。

2 泵站建筑必须采用不燃性材料,耐火等级应为一级或二级。

3 泵站周围必须设置栅栏或围墙。

7.1.3 泵站应设置防雷电、防火灾、防洪涝、防冻等附属设施。

7.1.4 泵站的供电、电气和通讯应符合下列规定:

1 抽采泵站应由两个电源供电,并应有双回供电线路。

2 泵房内电气设备、照明、其他电气和检测仪表均应采用矿用防爆型。

3 泵房与不防爆设备和设施之间应采取隔离措施。

4 泵站应设置直通矿井调度室和矿井变配电所的电话。

7.1.5 泵站给排水及采暖与通风应符合下列规定:

1 泵站应有供水系统,泵房设备冷却水宜采用开路循环,站内应设置消防水池,且应与循环水池分建。

2 对硬度较大的冷却水应进行软化处理。

3 污水应设置地沟排放。

4 泵站采暖与通风应符合现行国家标准《煤炭工业矿井设计规范》GB 50215 的有关规定。

7.1.6 泵站消防及环保应符合下列规定：

1 泵站应有消防设施和器材，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

2 地面泵房和泵房周围 20m 范围内，严禁堆积易燃物和有明火。

3 废水、噪声和对空排放瓦斯不得超过工业卫生规定指标，超过时，应采取治理措施。

4 泵站场地应绿化。

7.2 井下固定瓦斯抽采泵站

7.2.1 井下固定瓦斯抽采泵站的位置应选择在稳定、坚硬的岩层中，并宜避开较大的断层、含水层、松软岩层、煤与瓦斯突出煤层，不应受采动影响，并应采用不燃性材料支护。

7.2.2 泵站与主要巷道及硐室的安全距离应满足下列要求：

1 泵站与井筒、井底车场、主要运输巷道、主要硐室，以及影响全矿井或多个采区通风的风门的法线距离不应低于 60m。

2 泵站与行人巷道的法线距离不应低于 35m。

3 泵站与地面或上、下巷道的法线距离不应低于 30m。

7.2.3 泵站硐室应符合下列规定：

1 必须采用独立通风。

2 必须有两个供人员撤离的安全出口。

3 出口应设置向外开启的防火、防爆门。

4 泵站内除应设置消防管路系统，还应配备消防器材。

5 应设置完备的照明设施。

7.2.4 硐室的规格尺寸应符合泵站设备的运输、安装、工艺系统

布置及检修的要求。

7.2.5 泵站的输出管路宜通过矿井回风系统与地面泵房管路系统或放空管路相连接。

7.2.6 当抽采出的瓦斯采用地面直接排空方式时，放空地点应根据矿井抽采系统的具体情况，结合地面的建筑设施确定。放空地点距井口和主要建筑物的距离不应小于 50m，放空地点附近 20m 以内严禁堆积易燃物和有明火。在排空管附近应安设避雷装置和防爆炸、防回火等安全装置。

7.3 井下移动瓦斯抽采泵站

7.3.1 井下移动瓦斯抽采泵站应安设在抽采瓦斯地点附近的全风压通风新鲜风流中，安设位置应满足泵站运输、安装及检修的要求。

7.3.2 移动泵站抽出的瓦斯不并入矿井固定抽采系统的管道内时，在抽采管路出口应设置栅栏和悬挂警戒牌。栅栏设置的位置，上风侧应为管路出口外推 5m，上、下风侧栅栏间距不得小于 35m。栅栏内严禁人员通行及作业。

7.3.3 移动泵站抽出的瓦斯排放到地面时，应符合本规范第 7.2.6 条的规定。

7.3.4 移动泵站抽采的瓦斯在井下应引排到总回风巷、一翼回风巷或分区回风巷，并应保证稀释后风流中的瓦斯浓度符合现行《煤矿安全规程》的有关规定。

8 安全与监控

8.1 安全设施及措施

8.1.1 抽采容易自燃或自燃煤层采空区的瓦斯,应采取检测一氧化碳浓度和气体温度变化的措施。

8.1.2 瓦斯抽采泵站应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定,并应设置防雷电设施,通往井下的抽采管路应采取防雷电和隔离措施。

8.1.3 抽采管路应采取防腐蚀、防漏气、防砸坏、防带电等措施。

8.1.4 利用瓦斯时,抽采泵出气侧管路系统必须装设防回火、防回气、防爆炸的安全装置。

8.1.5 泵站放空管的高度应超过泵房房顶 3m。

8.1.6 瓦斯管线与地面或地下建(构)筑物或其他管线的安全距离应大于表 8.1.6 的规定。

表 8.1.6 瓦斯管线与相关设施的安全距离

名称	厂房(地基)	动力电缆	水管、水沟	热水管	铁路	电线杆
距离(m)	5.0	1.0	1.5	2.0	4.0	2.0

8.2 矿井瓦斯抽采监测监控系统

8.2.1 矿井井上、下抽采瓦斯管路系统应装设监测设备,监测内容应包括抽采管道中的瓦斯浓度、流量、负压、温度。当出现瓦斯浓度过低、负压波动较大时,监测设备应能报警。对有自燃发火煤层瓦斯抽采管路和采空区瓦斯抽采管路,监测设备应能监测一氧化碳的浓度,当一氧化碳浓度超限时,监测设备应能自动报警。

8.2.2 矿井瓦斯抽采泵站宜设置自动监控系统,应实时监控抽采瓦斯浓度、负压、流量、泵站设备运行状态参数、环境瓦斯浓度、循

环供水、供电、设备开停状态等,同时对泵站设备运行异常、环境瓦斯浓度超限和供水系统发生故障时应报警和进行断电控制。抽采瓦斯监控系统应并入矿井安全监测监控系统。

附录 A 煤层瓦斯抽采难易程度分类

表 A 煤层瓦斯抽采难易程度

类 别	钻孔瓦斯流量衰减系数 (d^{-1})	煤层透气性系数 [$m^2/(MPa^2 \cdot d)$]
容易抽采	<0.003	>10
可以抽采	$0.003 \sim 0.05$	$10 \sim 0.1$
较难抽采	>0.05	<0.1

注:当按钻孔瓦斯流量衰减系数和煤层透气性系数判断出现结果不一致时,以煤层透气性系数为准。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

煤矿瓦斯抽采工程设计规范

GB 50471 - 2008

条文说明

前 言

《煤矿瓦斯抽采工程设计规范》GB 50471—2008,经住房和城乡建设部 2008 年 12 月 15 日以建设部第 192 号公告批准、发布。

为便于各单位和有关人员在使用本规范时能正确理解和执行本规范,特按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处,请将意见函告中煤国际工程集团重庆设计研究院。

本规范主要审查人:毕孔昶 陈建平 刘 毅 鲍巍超
杨晓峰 陈德跃 郑厚发 吴文彬
孟 融 李庚午 康忠佳 龙祖根
蒋晓飞 李明武 陆中原 杨纯东
范立新 郭钧生 阮国强 张爱科
冯志强

目 次

1 总 则	(35)
2 术 语	(36)
3 建立矿井瓦斯抽采系统的条件及抽采系统选择	(37)
3.1 建立矿井瓦斯抽采系统的条件	(37)
3.2 抽采系统选择	(37)
4 瓦斯抽采设计参数	(38)
5 瓦斯抽采方法	(39)
5.1 一般规定	(39)
5.2 瓦斯抽采方法选择	(40)
5.5 封孔	(42)
5.6 地面钻孔	(42)
6 抽采管路系统选择、计算及抽采设备选型	(44)
6.1 抽采管路系统选择的原则	(44)
6.2 抽采管路管径、壁厚计算及管材选择	(44)
6.3 管路阻力计算	(44)
6.6 抽采设备选型	(45)
7 瓦斯抽采泵站	(46)
7.1 地面固定瓦斯抽采泵站	(46)
7.2 井下固定瓦斯抽采泵站	(46)
8 安全与监控	(47)
8.1 安全设施及措施	(47)
8.2 矿井瓦斯抽采监测监控系统	(47)

1 总 则

1.0.4 为使瓦斯抽采系统可靠性高、符合实际情况,达到预期的安全效果,作为设计依据的基础资料应是可靠的,因此瓦斯抽采设计依据的资料和矿井设计依据的资料同等要求。

1.0.7 按照瓦斯治理“先抽后采”的方针,瓦斯抽采工程的施工要与矿井建设和生产准备工程同时施工和建成投产,并预留足够的预抽时间,以保证矿井安全。

1.0.8 瓦斯是一种使用方便、洁净、中热值的优质燃料,也可作为重要的化工原料,同时也是一种强烈的温室气体。对其加以利用既可节约能源,又可减少对大气环境的污染。在国家发展改革委、国土资源部、环保总局、国家安全监管总局等部委下发的《关于印发矿井瓦斯治理与利用实施意见的通知》(发改能源〔2005〕1119号)中也要求坚持“以抽保用、以用促抽”的原则,大力发展瓦斯民用、发电、化工。因此本规范强调应考虑瓦斯利用的可行性。

目前对瓦斯的利用主要是发电、民用和作为化工原料。一般而言,在利用时应优先考虑民用,主要是因为居民燃气比燃煤热效率提高幅度大、节能效果显著,且对环境的改善较为明显,但需要稳定的气源和相对较大的气量,许多矿井难以达到。而瓦斯发电是一项多效益型利用项目,目前已有成熟的发电机组可供使用,一般 500kW 的小型机组年耗气量在 1Mm^3 左右,且使用灵活,因此要求在抽采量大于 1Mm^3 时应提出加以利用的方案。

1.0.9 目前我国煤炭安全生产形势严峻,近期国务院及各部委出台了多个法规、政策性文件,对瓦斯治理作出了一系列规定和要求,而且可能日趋严格,因此要求煤矿瓦斯抽采工程设计要符合国家现行的有关标准、规范、政策及法规的要求。

2 术 语

本规范给出了 30 个有关抽采瓦斯方面的专用术语,并从抽采瓦斯设计的角度赋予其特定的涵义。所给出的英文译名是参考国外某些标准拟定的。

3 建立矿井瓦斯抽采系统的条件及抽采系统选择

3.1 建立矿井瓦斯抽采系统的条件

3.1.1 根据《国务院关于预防煤矿生产安全事故的特别规定》(中华人民共和国国务院令 第 446 号)中将高瓦斯矿井未建立瓦斯抽采系统作为重大安全生产隐患和行为,本规范制订时将高瓦斯矿井纳入必须建立瓦斯抽采系统的范围内。

3.2 抽采系统选择

3.2.1 本条说明如下:

1 地面固定瓦斯抽采系统与井下移动瓦斯抽采系统相比,投入相对较大,但整个系统负压高、抽采量更大、更为可靠。而在对煤与瓦斯突出矿井进行突出防治采用开采解放层时,被解放层的瓦斯将大量涌入解放层,不对被解放层的卸压瓦斯进行抽采将无法保证解放层的正常开采,且抽采量大,对抽采系统能力要求高。而采用预抽突出煤层瓦斯的措施,一般需采用高负压、密集钻孔等措施,井下移动抽采系统均不易满足要求,因此本规范要求煤与瓦斯突出危险煤层的矿井建立地面固定抽采系统。

2 本款规定与《煤矿瓦斯抽放规范》AQ 1027—2006 中的规定一致。

3.2.2 预抽、卸压等和采空区抽采方法对负压的要求差别较大,采用同一套管道既不好管理又不易达到效果,因此本规范推荐两类抽采方法均采用的矿井采用两套管路分别进行高、低负压抽采。但考虑到设备、资金投入较大,不做强行规定。

4 瓦斯抽采设计参数

4.0.1 本条规定与《煤矿瓦斯抽放规范》AQ 1027—2006 中的规定一致。需要特别说明的是,各矿井的围岩瓦斯储量差异性极大,如重庆中梁山煤电气公司在底板岩层中掘进时即有瓦斯涌出,其围岩瓦斯可占瓦斯总储量的 20%~30%。

4.0.2 推荐的矿井瓦斯抽采率(K_3),是根据目前我国多数矿井的实际抽采技术水平确定的。部分抽采技术力量和管理水平较高的集团(局)或煤矿已超过推荐值,如重庆松藻煤电公司大部分矿井的抽采率已经达到 50% 以上。因此,在确定矿井瓦斯抽采率时,可根据矿井的技术力量和管理水平以及煤层赋存条件、技术进步等因素综合考虑。煤层瓦斯排放率(K_4)可根据《矿井瓦斯涌出量预测方法》AQ 1018—2006 中的规定选取。

5 瓦斯抽采方法

5.1 一般规定

5.1.1 随着采煤方法的发展以及瓦斯涌出量的增加,抽采瓦斯方法也出现了相应的变化,虽然从形式上看抽采瓦斯并没出现新的方法,但从实质内容上看确有许多创新之处。如淮南局在开采 13# 煤层时,在 11# 煤层(距 13# 煤层平均间距 70m)底板 10~20m 处掘出一专用瓦斯抽采巷,向 11# 煤层打穿层钻孔抽采 11# 煤层的瓦斯。这种方法从原理上讲虽然仍为邻近层卸压抽采,但突破了以往仅在开采层巷道向邻近层打钻抽采的老模式。虽然增加了一些巷道掘进和维护费用,但减少了打钻的费用,最主要的还是取得了好的抽采瓦斯效果,安全生产有了保障,也获得了好的经济效益。

本煤层抽采瓦斯方法,其难点在于低透气性煤层瓦斯抽采。我国 20 世纪 70 年代曾经试验过水力割缝、水力压裂等方法,但由于工艺复杂、技术难度大,还必须有一些特殊设备等原因,难以大面积推广使用。20 世纪 80 年代后又对预裂爆破增大煤层透气性的方法进行了试验研究。因为工艺复杂、技术难度大等原因,也没能大规模推广应用。20 世纪末,我国和俄罗斯合作在焦作开展了交叉钻孔抽采本煤层瓦斯的试验,取得了较好的效果。焦作局的试验表明:在不增加钻孔工程量的条件下,交叉布孔预抽开采层瓦斯量增加 56%~83%。分析认为,交叉布孔除了由于交叉增加煤体卸压范围、提高透气性外,还由于钻孔相互交叉影响,可避免因某一钻孔坍塌堵塞而影响正常抽采。另外斜向钻孔还可延长钻孔在采煤工作面前方卸压带内的瓦斯抽采时间。因而交叉钻孔可以较好地提高开采层的抽采瓦斯效果。

对于水平长钻孔抽采本煤层瓦斯,过去由于打钻装备及工艺问题,始终打不出理想的长钻孔。近几年由于钻机研究开发的突破,使得打本煤层长钻孔成为可能。西安分院研制开发的MK系列钻机,打出了超过700m的本煤层长钻孔。还有如中美合作开采的大宁矿井(山西晋城),将美国的长钻孔及拐弯钻孔等工艺技术推广应用到了我国,取得了好的抽采效果。

采空区抽采,过去一直没有克服抽采浓度低、抽采量小的瓶颈。近几年由于大型抽采泵的出现以及抽采工艺的进一步优化,使采空区抽采创造了前所未有的辉煌,如抚顺老虎台矿经过多年的实践摸索,采用了尾巷瓦斯道、两顺槽超前抽采瓦斯、顶板道超前抽采及上顺槽埋管抽采瓦斯等方式。其中采空区(尾巷瓦斯道抽采、顺槽埋管抽采)抽采量已占到抽采总量的70%以上,是目前老虎台矿抽采瓦斯的主要方式。

5.2 瓦斯抽采方法选择

5.2.1 开采层未卸压抽采的钻孔抽采量高低主要取决于煤层瓦斯压力和透气性两个因素。在透气性较低的情况下,提高未卸压煤层抽采率的途径除了增加揭露煤的暴露面、延长抽采时间和提高抽采负压外,还可采用开采层交叉钻孔抽采、浅孔抽采、地面钻井等技术,通过提高煤层透气性来达到提高抽采率的目的。

2003年平顶山煤业集团在平顶山矿区实施国家“九五”科技攻关项目“平顶山矿区煤层瓦斯预抽参数优化研究”中发现,在相同的钻孔密度和预抽时间下,交叉钻孔瓦斯抽采率最大,大直径钻孔次之,平行钻孔抽采率最小,交叉钻孔的预抽率较顺层平行布孔提高了63%~86%。从瓦斯抽采效果、工程量和钻孔施工难易程度三个方面综合考虑,交叉钻孔是平顶山矿区目前最合理的瓦斯预抽方式。数值模拟表明,交叉钻孔网中的平行钻孔和迎面斜向钻孔在空间上形成相互影响带,裂隙、节理相互连通,提高了煤层透气性。在平顶山矿区煤层条件下,交叉钻孔合理的布孔参数为:

高程差 Δh 为6~8倍钻孔孔径;钻孔间距依煤层瓦斯含量不同而异,瓦斯含量为 $10\sim 15\text{m}^3/\text{t}$,钻孔间距以2.5~3m为宜,瓦斯含量 $15\sim 20\text{m}^3/\text{t}$,钻孔间距以2~2.5m为宜;钻孔长度依单向、双向布孔形式而异;钻孔夹角取 $15^\circ\sim 20^\circ$ 为宜。淮北矿业集团在生产实践中应用交叉钻孔也证明了其是一项行之有效的科技成果。各矿井在抽采设计中应根据矿井煤层赋存条件、抽采要求积极推广交叉钻孔技术。

5.2.2 邻近层瓦斯抽采是国内外应用最广泛的抽采类型,其抽采效果主要取决于首采层开采后邻近层透气性的提高程度。选择对上、下邻近煤层的瓦斯抽采方法,要有利于钻孔布置在邻近层卸压范围内。

5.2.3 采空区瓦斯抽采可分为全封闭式抽采和半封闭式抽采两类。全封闭式抽采又可分为密闭式抽采、钻孔式抽采和钻孔与密闭相结合的综合抽采等方式;半封闭式抽采是在采空区上部开掘一条专用瓦斯抽采巷道(如黑龙江鸡西矿业集团城子河矿井),在该巷道中布置钻场向下部采空区打钻,同时封闭采空区入口,以抽采下部各区段采空区中从邻近层涌入的瓦斯。抽采的采空区可以是一个采煤工作面(如重庆松藻煤电公司渝阳矿井),或一两个采区的局部范围(如重庆天府矿业公司磨心坡矿井),也可以是一个水平结束后的大范围抽采(如重庆中梁山煤电气有限公司)。

5.2.4 顶板巷道抽采瓦斯是国内应用较广泛也较有效的一种瓦斯抽采方式,作为采空区瓦斯抽采方法之一,抽采效果较为明显,但也有明显缺点,即工程量大,工程费用高,如采煤工作面上部裂隙带内有煤层,则沿煤层做抽采巷抽采成本及效果会更好。

5.2.5 煤层围岩裂隙和溶洞中存在的高压瓦斯会对岩巷掘进构成瓦斯喷出或突出危险。为了施工安全,可超前向岩巷两侧或掘进工作面前方的溶洞裂隙带打钻,进行瓦斯抽采(如四川广旺能源发展(集团)有限责任公司唐家河矿井)。

5.2.6 地面钻孔抽采瓦斯具有不影响、不干扰井下安全生产,减

少井下工程量,钻孔口径大等特点,同时还能减少矿井建设费用(巷道和通风费用减少 1/4 左右)。与井下抽采相比,采用地面钻孔抽采的瓦斯浓度要高(井下抽采的瓦斯浓度为 40%~50%,地面抽采的瓦斯浓度在 90%以上)。但埋藏深度较大时,技术要求高、成孔难、投资大,因此一般认为 600m 以内可以采用。

20 世纪 80 年代,美国试验应用常规油气井(即地面钻孔)抽采瓦斯技术取得了重大突破,瓦斯产量从 1983 年的 8.07 亿 m^3 增至 1995 年的 275 亿 m^3 ,形成了瓦斯产业。我国瓦斯储层与美国相比普遍存在低压、低渗、低饱和的“三低”现象。但 20 世纪 80 年代末以来,国内外有关单位也先后在沁水盆地、河东盆地、两淮地区等矿区开展地面钻孔抽采瓦斯的试验工作。

5.2.7 综合抽采方法是抽采瓦斯技术的发展方向。我国阳泉、松藻、中梁山等矿区,自采用综合抽采技术以来,矿井的抽采率均有较大提高,其矿井平均年抽采率在 45%以上。凡有条件的矿井都应推行综合抽采技术。

5.5 封 孔

5.5.3 在选择封孔长度时,应考虑围岩或煤体的硬度、破碎情况、封孔技术及抽采孔口负压等因素,一般通过试验和生产实践确定。

5.6 地 面 钻 孔

5.6.1 淮南矿业集团进行抽采瓦斯试验的地面钻孔共有 9 口,抽采采动区卸压瓦斯单孔纯量平均在 100 万 m^3 以上,单孔最大纯量达到 363 万 m^3 ,抽采 10~12 个月可以达到井下底抽巷密集穿层孔抽采卸压瓦斯的效果。

5.6.2 淮南矿业集团在谢桥矿 1242(1)工作面做了井下底抽巷钻孔释放 SF_6 示踪气体接收试验,取得了 13-1 煤层卸压瓦斯抽采半径 235m 的可靠数据。

抽采采动区卸压瓦斯在选择地面钻孔间距时,要考虑工作面

长度,两相邻孔抽采瓦斯半径应交圈,上、下交汇点应超过被保护层上、下顺槽 5m,才能将被保护层工作面控制在充分卸压、瓦斯抽采有效半径范围之内。

5.6.3 淮南矿业集团在地面钻孔抽采瓦斯试验中发现,巨厚新地层条件下采动影响能够切断套管,基岩段涌水与进入筛管内的煤粉混合成煤泥沉淀在管底部会将下口堵塞,水位不断上升形成水封,造成地面钻孔抽采瓦斯达不到预期效果。根据实践经验,采用本条规定的钻孔结构,在新地层与基岩交接面岩石风化带处和三隔黏土层顶界面处各安装一组可调节管接头,提高了地面钻孔的强度和抗变形能力。

6 抽采管路系统选择、计算及抽采设备选型

6.1 抽采管路系统选择的原则

6.1.3 在运输巷道中敷设管路可将管路架设一定高度,并固定在巷道壁上,以确保安全。

6.2 抽采管路管径、壁厚计算及管材选择

6.2.1 主、干管路服务于整个矿井或水平或矿井一翼,如管径选择不合理,极易造成频繁的改动,既影响生产又不经济。因此规范在 Q 的取值上要求是管路使用年限或服务区域内的最大值,使主、干管路建成后不轻易改动,待到使用年限后再行选择管路。而分管或支管仅服务一个采区或工作面,服务时间较短,此时只需考虑服务的区域即可。同时考虑到管路和抽采泵应互相匹配,因此其富余系数等同于泵的富余系数。

6.3 管路阻力计算

6.3.2 本次规范采用《城镇燃气设计规范》GB 50028—93 使用的低压($<0.01\text{MPa}$)管道阻力损失计算公式,但抽采管路中的绝对压力是由里及外逐渐减小,设计计算时无法得知本段管路的绝对压力,因此在计算本段管路的绝对压力时,可采用前段管路末端的绝对压力进行计算,同时本规范中的后续公式已考虑到了这种偏差。

在计算管路摩擦阻力时,涉及标准状态下的混合瓦斯运动黏度和混合瓦斯对空气的相对密度等参数的取值,可依据管路中瓦斯的浓度采用加权平均法计算,标准状态下空气的运动黏度为 $1.5 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$,密度为 $1.293 \text{kg}/\text{m}^3$,标准状态下纯瓦斯的运动

黏度为 $1.87 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$,密度为 $0.715 \text{kg}/\text{m}^3$ 。

6.3.3 用估算法计算局部阻力时,管路系统长,网络复杂或主管管径较小时,可按上限取值,反之则按下限取值。局部阻力除采用估算法计算外,还可通过下式计算:

$$h_1 = \xi \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 \quad (1)$$

式中 h_1 ——瓦斯管路的局部阻力(Pa);

ξ ——局部阻力系数,见表1;

ρ ——管道内混合瓦斯密度(kg/m^3);

v ——瓦斯平均流速(m/s)。

表1 各种管件的局部阻力系数

管件	直通三通	分支三通	对管径相差 一级突然收缩	弯头	直通阀	90° 弯头	闸阀	球阀
ξ	0.30	1.50	0.35	1.10	2.00	0.30	0.50	9.00

实际计算时,可把各种管件局部阻力折算成相当于一定同径管路长度所产生的阻力,即阻力强度。

一支阀门相当于 $200D$ 的阻力长度;

一支丁形件相当于 $100D$ 的阻力长度;

一支滑阀相当于 $50D$ 的阻力长度;

一支弯头相当于 $10D$ 的阻力长度。

以上“ D ”为内径。

6.6 抽采设备选型

6.6.2 抽采系统压力计算主要是作为选择抽采泵的依据,由于抽采泵的服务年限一般在10年左右,之后需更换并重新选型,因此作为入口侧的阻力损失只考虑10~15年即可。

6.6.4 根据现场调查,一台抽采泵的使用年限一般在10年左右,之后就需重新进行设备选型,因此在 Q 的取值上要求为10~15年内最大的设计瓦斯抽采量,之后再进行重新选型。

7 瓦斯抽采泵站

7.1 地面固定瓦斯抽采泵站

7.1.2 瓦斯是一种具有燃爆性质的气体,为防止泵站发生火灾或泵站外发生火灾波及泵站,因此规定泵站建筑必须采用不燃性材料。由于瓦斯的爆炸下限浓度为5%,小于10%,根据《建筑设计防火规范》GB 50016—2006,泵站建筑的耐火等级应为一或二级。

7.1.4 本条说明如下:

1 为保证井下抽采瓦斯的连续性,保证矿井的安全生产,瓦斯抽采泵站与矿井的主要通风机应具有同等重要的作用,因此应采用双电源供电。

2 井下抽采瓦斯的条件比较复杂,有的地点(如采空区)抽采的瓦斯浓度较低,加上钻孔和管路存在发生漏气的可能,进、出泵的管路内瓦斯浓度下降到爆炸上限(15%)的可能性是存在的,因此作出此款规定。

7.2 井下固定瓦斯抽采泵站

7.2.5 井下泵站到地面泵站的管路一旦出现破坏,其危险性较大,应加强维护、检修及检测,设在回风系统中,有利于降低危害程度。

8 安全与监控

8.1 安全设施及措施

8.1.4 为防止地面引爆的瓦斯沿管路向井下传播而破坏抽采系统和威胁矿井安全,因此作出此条规定。

8.2 矿井瓦斯抽采监测监控系统

8.2.2 矿井瓦斯抽采监测系统一般可在矿井已有的安全监测系统的基础上配备高瓦斯浓度传感器、压差传感器、气压传感器和采样泵后,即可对瓦斯抽采系统进行监测。

目前,国内已有专为瓦斯抽采泵站服务的自动监控系统产品,其功能较为全面,可独立运行,也可并入矿井监测主网,设计可根据业主要求进行配置。