



煤矿瓦斯抽采工程设计标准

Standard for design of the gas drainage
engineering of coal mine

2018 — 01 — 16 发布

2018 — 09 — 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

煤矿瓦斯抽采工程设计标准

Standard for design of the gas drainage
engineering of coal mine

GB 50471 - 2018

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 1 8 年 9 月 1 日

中国计划出版社

2018 北 京

中华人民共和国国家标准
煤矿瓦斯抽采工程设计标准
GB 50471-2018

☆

中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.75 印张 68 千字

2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 155182·0315

定价: 17.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1815 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《煤矿瓦斯抽采工程设计标准》的公告

现批准《煤矿瓦斯抽采工程设计标准》为国家标准,编号为 GB 50471—2018,自 2018 年 9 月 1 日起实施。其中,第 5.1.1、6.2.1 条为强制性条文,必须严格执行。原国家标准《煤矿瓦斯抽采工程设计规范》GB 50471—2008 同时废止。

本标准在住房和城乡建设部门户网站(www.mohurd.gov.cn)公开,并由住房和城乡建设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

2018 年 1 月 16 日

前 言

本标准是根据住房城乡建设部《关于印发〈2015 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2014〕189 号)的要求,由中煤科工集团重庆设计研究院有限公司会同有关单位,在对原国家标准《煤矿瓦斯抽采工程设计规范》GB 50471—2008 进行修订的基础上完成。

本标准在编制过程中,编制组进行了深入调查研究,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。

本标准共分 8 章和 1 个附录,主要内容包括总则、术语和符号、矿井瓦斯资源量及抽采量、瓦斯抽采方法、瓦斯抽采系统、瓦斯抽采泵站、安全与监控、节能及环保等。

本次修订的主要内容是:

1. 增加了第 8 章节能及环保、第 2.2 节符号和第 3.2 节矿井瓦斯涌出量及抽采量等内容,删除原规范第 4 章瓦斯抽采设计参数和第 7.2 节井下固定瓦斯抽采泵站等内容。

2. 对其他章节内容做了相应调整,主要体现在瓦斯资源量及可抽量计算方法、备用抽采泵及附属设备配备要求、泵站内的电气设备布置及防爆要求等内容。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本标准由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,中国煤炭建设协会负责日常管理工作,中煤科工集团重庆设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,注重积累资料,如发现需要修改或补充之处,请将意见及有关资料提交中煤科工集团重庆设计研究院有限公司《煤矿瓦斯抽采工程设计标准》编制组(地址:

重庆市渝中区长江二路 179 号; 邮政编码: 400016; 传真: 023 - 68898213), 以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 中煤科工集团重庆设计研究院有限公司

参 编 单 位: 中煤科工集团重庆研究院有限公司

煤科集团沈阳研究院有限公司

煤炭工业合肥设计研究院

煤矿瓦斯治理国家工程研究中心

中煤科工集团武汉设计研究院有限公司

中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司

中煤科工集团北京华宇工程有限公司

中煤科工集团南京设计研究院有限公司

煤炭工业济南设计研究院有限公司

中煤西安设计工程有限责任公司

中煤邯郸设计工程有限责任公司

大地工程开发(集团)有限公司

山西约翰芬雷华能设计工程有限公司

煤炭工业太原设计研究院

北京圆之翰工程技术有限公司

昆明煤炭设计研究院

主要起草人: 卢溢洪 万祥富 肖代兵 张 刚 蒲 毅

邱林彬 赵春慧 夏吉均 成 刚 严天良

杜子健 周厚权 黄玉玺 吴志坚 王 勇

吴如喜 张世良 包 勇 李君利 李瑞锋

张吉禄 郭宝德 魏 洋 陈 云 窦玉康

罗承伟 王连生 田新华 杨纯东

主要审查人: 冯冠学 宫守才 白锦胜 严志刚 龙伍见

李定明 赵旭生 姜筱瀛

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(4)
3	矿井瓦斯资源量及抽采量	(9)
3.1	矿井瓦斯资源量及可抽量	(9)
3.2	矿井瓦斯涌出量及抽采量	(10)
4	瓦斯抽采方法	(15)
4.1	一般规定	(15)
4.2	井下瓦斯抽采	(15)
4.3	地面钻井抽采	(16)
5	瓦斯抽采系统	(18)
5.1	一般规定	(18)
5.2	抽采管路	(18)
5.3	抽采设备	(22)
6	瓦斯抽采泵站	(24)
6.1	泵站布置	(24)
6.2	电气及通信	(24)
6.3	建筑、消防	(25)
6.4	给排水、供暖及通风	(26)
7	安全与监控	(27)
7.1	安全设施及措施	(27)
7.2	瓦斯抽采监测监控	(28)
8	节能及环保	(30)

8.1 节能	(30)
8.2 环保	(31)
附录 A 煤层瓦斯抽采难易程度分类	(32)
本标准用词说明	(33)
引用标准名录	(34)
附:条文说明	(35)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(4)
3	Gas resource quantity and amount of drainage in coal mine	(9)
3.1	Gas resource quantity and drainable gas quantity	(9)
3.2	Mine gas emission quantity and amount of drainage	(10)
4	Gas drainage method	(15)
4.1	General requirements	(15)
4.2	Mine gas drainage	(15)
4.3	Ground drilling gas drainage	(16)
5	Mine gas drainage system	(18)
5.1	General requirements	(18)
5.2	The gas extraction pipe	(18)
5.3	The gas extraction equipment	(22)
6	Gas drainage pump station	(24)
6.1	The layout of pump station	(24)
6.2	Electrical and communications	(24)
6.3	Construction, fire	(25)
6.4	Drainage, heating and ventilation	(26)
7	Security and monitoring	(27)
7.1	Safety facilities and measures	(27)
7.2	Monitoring of gas drainage system	(28)

8	Energy saving and environmental protection	(30)
8.1	Energy saving	(30)
8.2	Environmental protection	(31)
Appendix A	Difficulty degree of coal seam gas drainage	(32)
	Explanation of wording in this standard	(33)
	List of quoted standards	(34)
	Addition;Explanation of provisions	(35)

1 总 则

1.0.1 为规范煤矿瓦斯抽采工程设计,提高瓦斯抽采设计质量,保障煤矿安全生产,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建、扩建煤矿及生产煤矿的瓦斯抽采工程设计。

1.0.3 新建矿井瓦斯抽采设计应以批准的地质勘探报告为设计依据,并可参考邻近生产矿井实际的瓦斯地质资料;当新建矿井为突出矿井时,则应以审核的先抽后建达标后的瓦斯地质资料为设计依据;改建、扩建和生产矿井应以实测的瓦斯参数为设计依据。

1.0.4 瓦斯抽采系统设计规模应满足矿井安全生产要求并留有一定富余量,同时还应兼顾矿井瓦斯利用。

1.0.5 瓦斯抽采工程设计应遵循“应抽尽抽、多措并举、先抽后采、煤气共采”的原则;抽采系统设计应遵循“抽采泵用备结合,高低负压系统独立”的原则,并应因地制宜采用新技术、新工艺、新设备、新材料。

1.0.6 瓦斯抽采工程建设应与矿井建设同时设计、同时施工、同时投入生产,并应满足矿井安全生产所需要的预抽时间。

1.0.7 在进行煤矿瓦斯抽采设计时,应提出瓦斯利用方案建议。

1.0.8 根据矿井建设情况,瓦斯抽采工程应一次设计分期建设分期投入使用。

1.0.9 煤矿瓦斯抽采工程设计除应执行本标准外,尚应符合国家现行有关法规和标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 矿井瓦斯资源量 mine gas resource

矿井可采煤层的瓦斯资源量、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资源量之和。

2.1.2 矿井可抽瓦斯量 drainable gas quantity, gas volume to be drained

瓦斯资源量中在当前技术水平下能被抽出来的最大瓦斯量。

2.1.3 预抽煤层瓦斯 gas drainage from virgin coal seam

在煤层未受到采动以前进行的瓦斯抽采。

2.1.4 抽采卸压瓦斯 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。

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

抽采开采煤层的瓦斯。

2.1.6 邻近层瓦斯抽采 gas drainage from near coal seam

抽采邻近煤(岩)层瓦斯。

2.1.7 采空区瓦斯抽采 gas drainage from gob

抽采工作面采空区或老采空区的瓦斯。

2.1.8 地面钻井抽采 gas drainage on ground

在地面向井下煤(岩)层施工钻井抽采瓦斯。

2.1.9 综合抽采方法 combined gas drainage

在一个矿井或工作面同时采用两种及以上方法抽采瓦斯。

2.1.10 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。

2.1.11 顺层钻孔 hole drilled along seam

在煤层巷道内,沿煤层布置的钻孔。

2.1.12 高位钻孔 highly-located hole

在风巷向开采煤层顶板裂隙带施工的抽采钻孔。

2.1.13 高抽巷 highly-located drainage tunnel

布置在回采工作面上部采动影响裂隙带内并采用密闭方式抽采上邻近层卸压瓦斯或工作面采空区瓦斯的专用巷道。

2.1.14 瓦斯抽采巷 the gas extraction tunnel

布置有钻场、钻孔,并敷设抽采管路的巷道。

2.1.15 瓦斯抽采量 gas drainage volume, gas drainage rate

矿井抽出瓦斯气体中的纯瓦斯量(20°C 、 $1.01\times 10^5\text{Pa}$)。

2.1.16 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。

2.1.17 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。

2.1.18 水力割缝 hydraulic cutting seam

在钻孔内运用高压水射流对钻孔周边的煤体进行切割,形成一定深度的扁平缝槽的措施。

2.1.19 水力压裂 hydraulic cracking

在无自由面的情况下,钻孔内以高压水作为动力使煤体裂隙连通的一种措施。

2.1.20 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等,利用爆破作为动力,使煤体裂隙增大,提高煤层透气性的一种措施。

2.1.21 钻孔有效抽采半径 effective radius of degassing borehole

在一定时间内从钻孔内能抽出瓦斯的有效距离。

2.1.22 高负压抽采系统 high negative-pressure drainage system
抽采钻孔孔口或高抽巷巷道口抽采负压大于或等于 10kPa 的抽采系统。

2.1.23 低负压抽采系统 low negative-pressure drainage system
抽采钻孔孔口或高抽巷巷道口抽采负压小于 10 kPa 的抽采系统。

2.1.24 采动影响区 mining influence region
因受到井下煤层开采影响,岩层产生剧烈运动,岩层内裂隙发育、连通性得到明显提高的区域,简称采动区,具体可分为采动活跃区和采动稳定区。

2.1.25 采动活跃区 mining active region
经历煤炭开采过程、岩层剧烈运动和应力调整的区域,岩层连续两个月沉降位移大于或等于 5mm/月的区域。

2.1.26 采动稳定区 stable region after mining
因煤层开采造成的采场围岩内应力重新分布过程已经停止,岩层连续两个月沉降位移小于 5mm/月的区域,包括老采空区和废弃矿井。

2.1.27 老采空区 the old goaf
已经开采完毕的采区所留下的封闭空间。

2.1.28 现有采空区 the new goaf
生产采区内已开采区域所留下的封闭空间和正在开采的工作面后方尚未封闭的空间。

2.2 符 号

2.2.1 矿井瓦斯资源量及可抽量:

A ——煤层的煤炭资源量;

K ——围岩瓦斯储量系数;

K_i ——可采煤层瓦斯资源可抽系数;

K_j ——不可采煤层瓦斯资源可抽系数;

K_w —— 围岩瓦斯资源可抽系数；
 R —— 矿井瓦斯资源总量；
 R_1 —— 可采煤层瓦斯资源量；
 R_2 —— 受采动影响不可采煤层瓦斯资源量；
 R_3 —— 受采动影响围岩瓦斯资源量；
 R_c —— 矿井可抽瓦斯量；
 R_{1c} —— 可采煤层可抽瓦斯量；
 R_{2c} —— 不可采煤层可抽瓦斯量；
 R_{3c} —— 围岩可抽瓦斯量；
 W_0 —— 煤层的原始瓦斯含量；
 W_c —— 煤层残存瓦斯含量；
 k_1 —— 负压抽采作用系数；
 k_2 —— 煤层瓦斯预计抽采率；
 k_3 —— 煤层瓦斯在井下排放率。

2.2.2 瓦斯抽采系统规模的确定：

C —— 矿井或采区总回风巷允许瓦斯浓度；
 F —— 设计供风量；
 K_1 —— 瓦斯抽采不均衡系数；
 K_c —— 工作面回采期间本煤层预抽量与预抽期间抽采量之比；
 K_f —— 矿井供风备用系数；
 K_y —— 邻近层卸压瓦斯抽采率；
 L_1 —— 预抽煤层区段或工作面回采区域宽度；
 L_2 —— 预抽煤层区段或回采工作面长度；
 L_3 —— 回采工作面宽度；
 L_4 —— 回采工作面年推进度长度；
 L_k —— 穿层钻孔煤孔段总长度或顺层钻孔总长度；
 M —— 预抽煤层平均厚度；
 Q —— 绝对瓦斯涌出量；
 Q_1 —— 预计可达到的瓦斯抽采量；

Q_2 —— 瓦斯抽采达标要求的瓦斯抽采量；
 Q_3 —— 通风要求的瓦斯抽采量；
 Q_{bc} —— 工作面回采期间本煤层预抽量；
 Q_c —— 采掘期间瓦斯抽采量；
 Q_h —— 预抽煤层区段或工作面回采区域瓦斯量；
 Q_j —— 预抽煤巷条带瓦斯量；
 Q_k —— 采空区抽采瓦斯量；
 Q_{lk} —— 老采空区瓦斯抽采量；
 Q_p —— 通风所能允许的绝对瓦斯涌出量；
 Q_s —— 预抽石门揭煤区域瓦斯量；
 Q_y —— 采掘前预抽瓦斯量；
 Q_{yc} —— 工作面回采期间邻近层和围岩卸压瓦斯抽采量；
 Q_{xk} —— 现有采空区瓦斯抽采量；
 S —— 钻孔有效控制面积；
 W_1 —— 预抽达标瓦斯含量；
 m_j —— 邻近层煤厚；
 q_h —— 穿层钻孔煤孔段或顺层钻孔百米钻孔平均抽采量；
 t —— 预抽时间；
 γ —— 煤的视密度；
 η_j —— 邻近层瓦斯排放率；
 η_k —— 矿井瓦斯抽采率。

2.2.3 抽采管路及摩擦阻力：

H —— 阻力损失；
 L —— 管路长度；
 P —— 管道内气体的绝对压力；
 P_0 —— 标准大气压力；
 P_d —— 管路最大工作压力；
 Q_0 —— 标准状态下的混合瓦斯流量；
 Q_L —— 管路内混合瓦斯流量；

T —— 管路中的气体温度为 t 时的绝对温度；
 T_0 —— 标准状态下的绝对温度；
 V —— 经济流速；
 d —— 管路内径；
 δ —— 管路壁厚；
 $[\sigma]$ —— 容许压力；
 ν_0 —— 标准状态下的混合瓦斯运动黏度；
 ρ —— 管道内混合瓦斯密度；
 Δ —— 管路内壁的当量绝对粗糙度。

2.2.4 抽采设备：

C_r —— 抽采泵入口处预计的瓦斯浓度；
 K_L —— 抽采设备流量富余系数；
 H_c —— 抽采设备出口侧正压段管路阻力损失；
 H_r —— 抽采系统服务年限内入口侧负压段最大阻力损失；
 H_z —— 抽采系统压力；
 K_x —— 抽采系统压力富余系数；
 P_d —— 抽采泵站的大气压力；
 P_g —— 抽采泵工况压力；
 P_r —— 抽采泵入口绝对压力；
 Q_b —— 标准状态下抽采泵的计算流量；
 Q_g —— 工况状态下单台抽采泵流量；
 Q_s —— 抽采系统设计抽采量；
 T_1 —— 抽采泵入口气体温度为 t_1 时的绝对温度；
 h_{cj} —— 出口侧正压段管路局部阻力；
 h_{cm} —— 出口侧正压段管路最大摩擦阻力；
 h_{cz} —— 出口侧正压段的出口正压；
 h_{kf} —— 井下抽采钻孔的设计孔口负压；
 h_{rj} —— 入口侧负压段管路局部阻力；
 h_{rm} —— 入口侧负压段管路最大摩擦阻力；

n —— 工作泵台数；

t_1 —— 抽采泵入口的气体温度；

η_b —— 泵的机械效率。

3 矿井瓦斯资源量及抽采量

3.1 矿井瓦斯资源量及可抽量

3.1.1 矿井瓦斯资源量应按下列公式计算：

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad (3.1.1-1)$$

$$R_1 = \sum_i A_i \times W_{0i} \quad (3.1.1-2)$$

$$R_2 = \sum_j A_j \times W_{0j} \quad (3.1.1-3)$$

$$R_3 = K \times (R_1 + R_2) \quad (3.1.1-4)$$

式中： R ——矿井瓦斯资源总量(Mm^3)；

R_1 ——可采煤层瓦斯资源量(Mm^3)；

R_2 ——受采动影响不可采煤层瓦斯资源量(Mm^3)；

R_3 ——受采动影响围岩瓦斯资源量(Mm^3)；

A ——煤层的煤炭资源量(Mt)；

W_0 ——煤层的原始瓦斯含量(m^3/t)；

K ——围岩瓦斯储量系数，可取 0.05~0.20，当围岩溶洞、裂隙中瓦斯量较小或未编号煤线数量少且厚度很薄时，可取小值，否则应取大值。

3.1.2 矿井可抽瓦斯量可按下列公式计算：

$$R_c = R_{1c} + R_{2c} + R_{3c} \quad (3.1.2-1)$$

$$R_{1c} = \sum_i A_i \times W_{0i} \times K_i \quad (3.1.2-2)$$

$$K_i = k_1 \times k_2 \times k_3 \times (W_{0i} - W_{ci})/W_{0i} \quad (3.1.2-3)$$

$$R_{2c} = \sum_j A_j \times W_{0j} \times K_j \quad (3.1.2-4)$$

$$K_j = k_1 \times k_2 \times k_3 \times (W_{0j} - W_{cj})/W_{0j} \quad (3.1.2-5)$$

$$R_{3c} = R_3 \times K_w \quad (3.1.2-6)$$

式中： R_c ——矿井可抽瓦斯量(Mm^3)；

R_{1c} ——可采煤层可抽瓦斯量(Mm^3)；

R_{2c} ——不可采煤层可抽瓦斯量(Mm^3)；

R_{3c} ——围岩可抽瓦斯量(Mm^3)；

K_i ——可采煤层瓦斯资源可抽系数；

K_j ——不可采煤层瓦斯资源可抽系数；

K_w ——围岩瓦斯资源可抽系数，可取 0.3~0.4；

k_1 ——负压抽采作用系数，可取 1.2；

k_2 ——煤层瓦斯预计可达到的抽采率(%)；

k_3 ——煤层瓦斯在井下排放率(%)；

W_c ——煤层残存瓦斯含量(m^3/t)。

3.1.3 采用地面钻井抽采采动稳定区瓦斯时，采动稳定区瓦斯资源量及可抽采量应根据采动稳定区遗留煤炭总量、采动稳定区内空隙体积及瓦斯浓度等进行估算。

3.2 矿井瓦斯涌出量及抽采量

3.2.1 矿井瓦斯涌出量应按现行行业标准《矿井瓦斯涌出量预测方法》AQ 1018 进行预测。

3.2.2 应根据采区接替、煤层开采顺序、采掘工作面接替计划分别预测投产或达产时瓦斯涌出量以及抽采系统服务时间和范围内最大瓦斯涌出量。

3.2.3 预计可达到的瓦斯抽采量应按下列公式计算：

$$Q_1 = Q_y + Q_c + Q_k \quad (3.2.3-1)$$

$$Q_y = \sum Q_h + \sum Q_j + \sum Q_s \quad (3.2.3-2)$$

$$Q_h = \frac{K_1 \times L_1 \times L_2 \times M \times \gamma \times (W_0 - W_1)}{365 \times 1440 \times t} \quad (3.2.3-3)$$

$$Q_j = q_h \times L_k \quad (3.2.3-4)$$

$$Q_j = \frac{K_1 \times S \times M \times \gamma \times (W_0 - W_1)}{365 \times 1440 \times t} \quad (3.2.3-5)$$

$$Q_c = \sum Q_{bc} + \sum Q_{yc} \quad (3.2.3-6)$$

$$Q_{bc} = Q_h \times K_c \quad (3.2.3-7)$$

$$Q_{yc} = \frac{K_1 \times L_3 \times L_4 \times \gamma \times \sum_j m_j \times (W_{0j} - W_{ej}) \times \eta_j}{330 \times 1440} \times K_y \quad (3.2.3-8)$$

$$Q_k = \sum Q_{sk} + \sum Q_{lk} \quad (3.2.3-9)$$

式中: Q_1 —— 预计可达到的瓦斯抽采量(m^3/min);

Q_y —— 采掘前预抽瓦斯量(m^3/min);

Q_c —— 采掘期间瓦斯抽采量,包括回采工作面开采期间继续预抽本煤层瓦斯量、上下邻近层和围岩卸压瓦斯抽采量、煤巷掘进时边掘边抽瓦斯量等(m^3/min);

Q_k —— 采空区抽采瓦斯量,包括现有采空区和老采空区瓦斯量(m^3/min);

Q_h —— 预抽煤层区段或工作面回采区域瓦斯量(m^3/min);

Q_j —— 预抽煤巷条带瓦斯量(m^3/min),对于已掌握瓦斯抽采基本参数的生产矿井或改扩建矿井,按式(3.2.3-4)计算;对于新建矿井或未取得瓦斯抽采基本参数的生产矿井或改扩建矿井,按式(3.2.3-5)计算;

Q_s —— 预抽石门揭煤区域瓦斯量(m^3/min),应按式(3.2.3-5)计算;

K_1 —— 瓦斯抽采不均衡系数。预抽煤层区段或工作面回采区域时,取 1.05~1.20;预抽煤巷条带或石门揭煤区域时,取 1.50~2.00;抽采邻近层和围岩卸压瓦斯时,取 1.20~1.50;

L_1 —— 预抽煤层区段或工作面回采区域宽度(m);

L_2 —— 预抽煤层区段或回采工作面长度(m);

M —— 预抽煤层平均厚度(m);

γ —— 煤的视密度(t/m^3);

W_1 —— 预抽达标瓦斯含量(m^3/t),对于突出煤层,预抽达

标瓦斯含量按煤层始突深度处的瓦斯含量取值,没有考察出煤层始突深度处的煤层瓦斯含量时,按 $8\text{m}^3/\text{t}$ 取值;对瓦斯涌出量主要来自本煤层的采煤工作面,预抽达标时可解吸瓦斯含量按表 3.2.3 取值;对于瓦斯涌出量主要来自突出煤层的采煤工作面,预抽达标瓦斯含量应同时满足上述两项要求;

t ——预抽时间(a);

q_h ——穿层钻孔煤孔段或顺层钻孔百米钻孔平均抽采量 $[\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{hm})]$;

L_k ——穿层钻孔煤孔段总长度或顺层钻孔总长度(hm);

S ——钻孔有效控制面积(m^2);

Q_{bc} ——工作面回采期间本煤层预抽量(m^3/min);

Q_{yc} ——工作面回采期间邻近层和围岩卸压瓦斯抽采量 (m^3/min);

K_c ——工作面回采期间本煤层预抽量与预抽期间抽采量之比,可取 0.3~0.5;

L_3 ——回采工作面宽度(m);

L_4 ——回采工作面年推进度长度(m);

m_j ——邻近层煤厚(m);

η_j ——邻近层瓦斯排放率(%);

K_y ——邻近层卸压瓦斯抽采率(%),当采用穿层钻孔抽采时,根据布置穿层钻孔数量、钻孔终孔间距和钻孔控制卸压区域范围,取邻近层瓦斯涌出量的 20%~80%,采用高抽巷抽采、高位钻孔抽采时,取邻近层瓦斯涌出量的 20%~60%;

Q_{xk} ——现有采空区瓦斯抽采量(m^3/min),生产矿井通过现场实际考察实测取值,新建矿井可参考类似矿井取值,也可取预抽、卸压抽后工作面剩余瓦斯涌出量的 20%~60%,以邻近层瓦斯涌出为主时取大值,

以本煤层瓦斯涌出为主时取小值,并用风量验算回采工作面瓦斯浓度是否超限;

Q_{lk} ——老采空区瓦斯抽采量,通过考察实测或参考类似矿井取值,如无考察实测资料,可取回采工作面采空区瓦斯抽采量的 30%~50%。

表 3.2.3 预抽达标时可解吸瓦斯含量

工作面日产量(t)	可解吸瓦斯量 W_j (m ³ /t)
≤1000	≤8.0
1001~2500	≤7.0
2501~4000	≤6.0
4001~6000	≤5.5
6001~8000	≤5.0
8001~10000	≤4.5
>10000	≤4.0

3.2.4 瓦斯抽采达标要求的瓦斯抽采量应满足下式要求:

$$Q_2 \geq Q \times \eta_k \quad (3.2.4-1)$$

式中: Q_2 ——抽采达标要求的瓦斯抽采量(m³/min);

Q ——绝对瓦斯涌出量(m³/min);

η_k ——矿井瓦斯抽采率(%),按表 3.2.4 选取。

表 3.2.4 矿井瓦斯抽采率

矿井绝对瓦斯涌出量 Q (m ³ /min)	矿井瓦斯抽采率 η_k (%)
$Q < 20$	≥25
$20 \leq Q < 40$	≥35
$40 \leq Q < 80$	≥40
$80 \leq Q < 160$	≥45
$160 \leq Q < 300$	≥50
$300 \leq Q < 500$	≥55
$500 \leq Q$	≥60

3.2.5 满足通风要求的瓦斯抽采量应按下列公式计算:

$$Q_3 \geq Q - Q_p \quad (3.2.5-1)$$

$$Q_p = \frac{F \times C}{100 \times K_f} \quad (3.2.5-2)$$

式中： Q_s ——通风要求的瓦斯抽采量(m^3/min)；

Q_p ——通风所能允许的绝对瓦斯涌出量(m^3/min)；

F ——设计供风量(m^3/min)；

C ——矿井或采区总回风巷允许瓦斯浓度(%)；

K_f ——矿井供风备用系数，取 1.15~1.25。

3.2.6 瓦斯抽采系统设计能力应分别大于瓦斯抽采达标要求和满足通风要求的瓦斯抽采量，并不应大于预计可达到的瓦斯抽采量。

4 瓦斯抽采方法

4.1 一般规定

4.1.1 瓦斯涌出来源多、涌出量大、瓦斯灾害严重、开采强度大的矿井,应采用综合抽采方法进行瓦斯抽采。

4.1.2 矿井区域防突措施采取的抽采方式和钻孔控制范围应符合现行《煤矿安全规程》和《防治煤与瓦斯突出规定》的相关要求。

4.1.3 开采保护层时,应同时抽采被保护层和邻近层卸压瓦斯。

4.2 井下瓦斯抽采

4.2.1 预抽煤层瓦斯方式应根据煤层突出危险性、抽采时间和抽采目的等因素确定,并应符合下列规定:

1 突出煤层宜设置瓦斯抽采巷,并应布置穿层钻孔预抽煤巷条带及工作面区域的瓦斯;

2 非突出煤层宜采用顺层钻孔预抽;

3 厚及中厚稳定煤层可采用大直径、长钻孔等预抽。

4.2.2 较难抽采的煤层,可选用水力割缝、水力压裂、松动爆破、深孔预裂爆破、高压水射流扩孔等方法增加煤层透气性。煤层抽采难易程度可按本标准附录 A 划分。

4.2.3 抽采卸压瓦斯方法应符合下列规定:

1 宜利用顶、底板瓦斯抽采巷布置穿层钻孔抽采;

2 根据上邻近层瓦斯涌出情况可采用高抽巷、高位钻孔、水平长钻孔等方式抽采。

4.2.4 抽采采空区瓦斯方法应符合下列规定:

1 封闭采空区宜采用钻孔或插管等方式抽采;

2 回采工作面采空区可采用埋管、高抽巷或布置钻孔等方式

抽采。

4.2.5 储存有瓦斯的溶洞、裂隙带,影响采掘时应预先抽采瓦斯。

4.2.6 瓦斯抽采巷和高抽巷层位选择应符合下列规定:

- 1 有利于长时间、大范围实施瓦斯抽采;
- 2 便于巷道安全掘进,与突出危险煤层的安全距离应符合现行《防治煤与瓦斯突出规定》的相关要求。

4.2.7 抽采钻场布置应符合下列规定:

- 1 宜布置在围岩地质条件稳定区域;
- 2 宜利用现有的开拓、准备和回采巷道布置;
- 3 钻场尺寸应满足钻孔施工、封孔等需要。

4.2.8 抽采钻孔设计应符合下列规定:

- 1 钻孔参数应满足抽采效果要求;
- 2 钻孔直径应根据煤层硬度、突出危险性和地应力等确定;
- 3 钻孔间距应根据煤层透气性系数、抽采时间和钻孔有效抽采半径确定。

4.2.9 封孔材料选择应符合下列规定:

- 1 应满足密封性能好、操作简单、封孔速度快、造价低的要求;
- 2 可选用水泥砂浆、膨胀水泥等充填材料,亦可选用聚氨酯、马丽散等新型发泡材料。

4.2.10 封孔长度应根据孔口段围岩裂隙发育程度、封孔材料、孔口负压等因素确定,并应符合下列规定:

- 1 穿层预抽钻孔封孔段长度不应小于 5m,顺层钻孔的封孔段长度不应小于 8m;
- 2 抽采卸压瓦斯钻孔封孔段长度应满足抽采浓度要求并不应小于 7m。

4.3 地面钻井抽采

4.3.1 地面钻井预抽应符合下列规定:

1 有突出危险煤层的新建矿井必须先抽后建;矿井建设开工前,应对首采区突出煤层进行地面钻井预抽瓦斯,且预抽率应达到30%以上;

2 应根据地形、储气层条件等选择井型;生产矿井近期开采区域预抽,宜采用直立井;

3 应符合煤层气开采相关标准的要求。

4.3.2 具备下列条件之一的矿井,可采用地面钻井抽采采动区瓦斯:

1 开采煤层群矿井,回采工作面上邻近层瓦斯涌出量大;

2 采动稳定区瓦斯资源丰富,具有经济开采价值。

4.3.3 地面钻井井位选择应符合下列规定:

1 应避开滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害易发地带;

2 应避免井孔穿过断层、陷落柱及强含水层等地质构造;

3 应满足长时间、大面积抽采要求。

4.3.4 钻井井身结构应根据地层、煤层埋藏深度等因素确定,可采用二开或三开,在保证安全的前提下,应简化井身结构。

4.3.5 采动区抽采钻井套管结构应符合下列规定:

1 表土段表层套管下端应深入基岩20m~35m;

2 进入采动裂隙带及煤层段的生产套管应采用筛管,管外可不固定,并应设防止断管的防护装置。

4.3.6 地面抽气管应采用波纹金属软管与生产套管井口装置连接,并应在井口安装压力表、流量计、瓦斯浓度检测孔、低压闸阀、放水装置、放空管、避雷针、防爆器等装置。

4.3.7 地面钻井抽采管路的选型和敷设应符合本标准第5.2节的要求,抽采设备的选型应符合本标准第5.3节的要求。

5 瓦斯抽采系统

5.1 一般规定

5.1.1 突出矿井必须建立地面永久瓦斯抽采系统。有下列情况之一的矿井,必须建立地面永久瓦斯抽采系统或井下移动瓦斯抽采系统:

1 任一采煤工作面的瓦斯涌出量大于 $5\text{m}^3/\text{min}$ 或任一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。

2 矿井绝对瓦斯涌出量达到下列条件的:

- 1) 大于或等于 $40\text{m}^3/\text{min}$;
- 2) 年产量 $1.0\text{Mt}\sim 1.5\text{Mt}$ 的矿井,大于 $30\text{m}^3/\text{min}$;
- 3) 年产量 $0.6\text{Mt}\sim 1.0\text{Mt}$ 的矿井,大于 $25\text{m}^3/\text{min}$;
- 4) 年产量 $0.4\text{Mt}\sim 0.6\text{Mt}$ 的矿井,大于 $20\text{m}^3/\text{min}$;
- 5) 年产量小于或等于 0.4Mt 的矿井,大于 $15\text{m}^3/\text{min}$ 。

5.1.2 同时采用预抽煤层瓦斯和抽采采空区瓦斯两种抽采方法的矿井,应分别建立高、低负压抽采系统。

5.1.3 瓦斯抽采泵站宜采用集中建站方式,当有下列情况之一时,可采用分散建站方式:

- 1 分区开拓或分期建设的大型矿井,集中建站技术经济不合理;
- 2 矿井瓦斯抽采量较大且瓦斯利用点分散;
- 3 一套瓦斯抽采系统难以满足抽采要求。

5.2 抽采管路

5.2.1 井下瓦斯抽采管路敷设应符合下列规定:

1 主干管应根据矿井开拓部署、巷道布置、抽采地点分布、瓦斯利用要求以及采区接替等因素确定敷设路径；

2 主管宜从专用管道井或回风井出地表，井下主、干管宜敷设在回风巷内；

3 主干管宜敷设在车辆不经常通过的巷道中，若必须敷设在辅助运输巷道内时，应采取必要的安全防护措施；

4 管路敷设应便于管路运输、安装、维修和日常检查。

5.2.2 抽采管路管径应根据主管、干管、支管中不同的瓦斯流量，按下式分别计算：

$$d = 0.1457 \sqrt{\frac{Q_L}{V}} \quad (5.2.2)$$

式中： d ——管路内径(m)；

Q_L ——标准状态下管路内混合瓦斯流量(m^3/min)；按各类管路使用年限或服务区域内的最大值，再考虑 1.2~1.8 的富裕系数确定；

V ——经济流速(m/s)，可取 $5\text{m/s} \sim 12\text{m/s}$ 。

5.2.3 管壁厚度计算应符合下列规定：

1 当采用负压抽采时，应采用刚性管材。

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，壁厚可按下式计算：

$$\delta = \frac{P_d \times d}{2[\sigma]} \quad (5.2.3)$$

式中： δ ——管路壁厚(mm)；

P_d ——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。

5.2.4 抽采管路管材宜选用金属管材。若选用非金属管材,必须具有煤矿许用合格证、煤安标志(MA)和由质检部门出具的抗静电、抗冲击、耐腐蚀、阻燃等鉴定资料。

5.2.5 管路摩擦阻力应根据管路管径、流量分段计算,各段管路摩擦阻力可按下列公式计算:

$$H = 69 \times 10^5 \left(\frac{\Delta}{d} + 192.2 \frac{\nu_0 d}{Q_0} \right)^{0.25} \frac{L \rho Q_0^2}{d^5} \frac{P_0 T}{P T_0} \quad (5.2.5-1)$$

$$T = 273 + t \quad (5.2.5-2)$$

$$T_0 = 273 + 20 \quad (5.2.5-3)$$

式中: H ——摩擦阻力(Pa);

Δ ——管路内壁的当量绝对粗糙度(mm),钢管可取 0.10mm~0.15mm,聚乙烯管材可取 0.17mm~0.20mm,铸铁管可取 0.36mm~0.45mm;

ν_0 ——标准状态下的混合瓦斯运动黏度(m^2/s),可依据管路中瓦斯浓度采用加权平均法计算,标准状态下空气运动黏度为 $1.5 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$,标准状态下纯瓦斯运动黏度为 $1.87 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$;

Q_0 ——标准状态下的混合瓦斯流量(m^3/h);

L ——管路长度(m);

ρ ——管道内混合瓦斯密度(kg/m^3),可依据管路中瓦斯浓度采用加权平均法计算,标准状态下空气密度为 $1.293 \text{kg}/\text{m}^3$,标准状态下纯瓦斯密度为 $0.715 \text{kg}/\text{m}^3$;

P_0 ——标准大气压力(101.325kPa);

P ——管道内气体绝对压力(Pa);

T ——管路中的气体温度为 t 时绝对温度(K);

T_0 ——标准状态下绝对温度(K)。

5.2.6 管路局部阻力可取摩擦阻力的 10%~20%。

5.2.7 井下瓦斯抽采管路布置及敷设应符合下列规定：

1 抽采管路应具有良好的气密性、足够的机械强度，并应采取防腐蚀、防漏气、防砸坏、防静电等措施，通往井下的金属管路应采取防雷接地措施；

2 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；

3 在倾斜巷道中敷设管路时，应采取防滑措施；

4 管路应平直敷设，并应避免急转弯或折返，减少弯头数目；管路应保持一定的坡度，其坡度应根据巷道的坡度确定，并不宜小于 1‰；

5 当管路敷设在辅助运输巷内时，应将管路牢固地悬挂或架在支架上，并应保证运输设备正常通过；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 井下敷设管路应采用法兰盘或快速接头连接；

7 管路安装后应按规定进行气密性检验，并应符合有关规范要求；

8 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；

9 抽采管路不应与电缆敷设在巷道的同一侧；

10 抽采管路与其他管道敷设在同一巷道内时，应采用不同颜色或标志进行区分。

5.2.8 地面管道布置及敷设应符合下列规定：

1 应采用架空或直埋方式；

2 应避免布置在车辆通行频繁的主干道旁；

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、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，也不宜穿过其他管网，当必须穿过其他管网时，应按有关规定采取措施。

5.2.9 抽采管路附属装置及设施应符合下列规定：

- 1 主管、干管、支管、钻场连接处应装设瓦斯计量装置；
- 2 钻场、管道垂直拐弯、低洼、温度突变处应设置放水器，间距取 500m~800m，最大不超过 1000m；
- 3 在管路的适当部位应设置除渣装置；
- 4 管路分岔处应设置控制阀门，并宜选择自动手动两用阀，规格应与安装地点的管径相匹配；
- 5 地面主管直埋时，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 抽采钻孔连接管宜设抽采负压和瓦斯浓度检测孔，并宜安装控制阀门。

5.3 抽采设备

5.3.1 标准状态下抽采系统压力应按下列公式计算：

$$H_z = (H_r + H_c) \times K_x \quad (5.3.1-1)$$

$$H_r = h_{rm} + h_{rj} + h_{kf} \quad (5.3.1-2)$$

$$H_c = h_{cm} + h_{cj} + h_{cz} \quad (5.3.1-3)$$

式中： H_z ——抽采系统压力(Pa)；

H_r ——抽采系统服务年限内入口侧负压段最大阻力损失(Pa)；

H_c ——抽采设备出口侧正压段管路阻力损失(Pa)；

K_x ——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_{kf} ——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_{cz} ——出口侧正压段出口压力(Pa)；出口进入瓦斯储气罐可取 3.5kPa~5.0kPa。

5.3.2 抽采泵工况压力应按下式计算:

$$P_g = P_d - H_z \quad (5.3.2)$$

式中: P_g —— 抽采泵工况压力(Pa);

P_d —— 抽采泵站的大气压力(Pa)。

5.3.3 标准状态下抽采系统流量应按下式计算:

$$Q_b = \frac{Q_s}{C_r \times \eta_b} \times K_L \quad (5.3.3)$$

式中: Q_b —— 标准状态下抽采系统的计算流量(m^3/min);

Q_s —— 抽采系统设计抽采量(m^3/min);

C_r —— 抽采泵入口处预计瓦斯浓度(%);

η_b —— 泵的机械效率(%),可取 80%;

K_L —— 抽采系统流量富余系数,取 1.2~1.8。

5.3.4 抽采泵工况流量可按下列公式计算:

$$Q_g = \frac{Q_b}{n} \frac{P_0 T_1}{P_r T_0} \quad (5.3.4-1)$$

$$P_r = P_d - H_r \quad (5.3.4-2)$$

$$T_1 = 273 + t_1 \quad (5.3.4-3)$$

式中: Q_g —— 工况状态下单台抽采泵流量(m^3/min);

n —— 工作泵台数(台);

P_r —— 抽采泵入口绝对压力(Pa);

T_1 —— 抽采泵入口气体温度为 t_1 时的绝对温度(K);

t_1 —— 抽采泵入口的气体温度($^{\circ}\text{C}$)。

5.3.5 抽采设备选型应符合下列规定:

1 抽采设备应配备防爆电机;

2 矿井瓦斯抽采设备能力,应满足瓦斯抽采系统服务范围或服务年限 10a~15a 内的最大瓦斯抽采量和最大抽采负压要求;

3 各抽采系统抽采泵及附属设备应分别至少备用一套,备用泵能力不得小于运行泵中最大一台单泵的能力。

6 瓦斯抽采泵站

6.1 泵站布置

6.1.1 地面固定瓦斯抽采泵站的设置应符合下列规定：

1 应设置在不受洪涝威胁且工程地质条件可靠地带，并应避免开滑坡、溶洞、断层、破碎带、塌陷区及架空电力线路等；

2 泵房距进风井口和主要建筑物不应小于 50m；

3 泵站内各建(构)筑物间安全距离应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定；

4 泵站应设置防雷电、防洪涝及防冻等附属设施。

6.1.2 井下移动瓦斯抽采泵站设置应符合下列规定：

1 泵站位置应选择在稳定、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；

2 泵站应设置在硐室或进风巷中；

3 泵站设置地点应有利于泵站设备运输、安装、工艺系统布置及检修。

6.2 电气及通信

6.2.1 瓦斯抽采泵站应有两回直接由变(配)电所馈出的供电线路，并应符合下列规定：

1 两回供电线路应来自不同的变压器(或母线段)，线路上不应分接任何负荷；

2 瓦斯抽采泵的控制回路和辅助设备，必须有与主要设备同等可靠的备用电源。

6.2.2 地面瓦斯抽采泵站内的电气设备宜布置在爆炸危险区域

外,否则应采用防爆型,并应符合现行《煤矿安全规程》和现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

6.2.3 地面瓦斯抽采泵站的照明设计应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 有关规定;爆炸性环境的照明设计还应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 有关规定。站内泵房、变配电室、控制室应设置应急照明。井下瓦斯抽采泵站的照明设计应按现行国家标准《煤矿井下供配电设计规范》GB 50417 有关规定执行。

6.2.4 瓦斯抽采泵站必须有直通矿调度室的电话。

6.3 建筑、消防

6.3.1 地面泵站建筑设计应符合下列规定:

- 1 泵房建筑必须用不燃性材料,耐火等级不应低于二级;
- 2 泵站周围必须设置栅栏或围墙。

6.3.2 地面泵站消防设计应符合下列规定:

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 和《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定;

- 2 地面泵房及周围 20m 内严禁堆积易燃物、严禁明火。

6.3.3 井下移动瓦斯抽采泵站设置于硐室内时,应符合下列规定:

1 硐室必须有两个及以上供人员撤离的安全出口,安全出口间距不小于 5m;

- 2 硐室必须采用不燃性材料支护;

3 硐室出口应装设向外开启的防火铁门,铁门上应装设便于关闭的通风孔;

- 4 与硐室连接的进回风巷道内严禁堆积易燃物。

6.3.4 井下移动瓦斯抽采泵站应铺设消防管路、配备消防器材,并应符合现行国家标准《煤矿井下消防、洒水设计规范》GB 50338

和《煤炭矿井设计防火规范》GB 51078 的有关规定。

6.4 给排水、供暖及通风

6.4.1 地面泵站给排水、供暖及通风设计应符合下列规定：

- 1 泵站应有供水系统，泵房设备冷却水宜采用敞开式循环系统；
- 2 硬度较大的冷却水应采取软化处理；
- 3 供暖地区瓦斯泵房供暖计算温度应取 $10^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ ；
- 4 瓦斯泵房应采取机械通风，通风换气次数宜取 8 次/h，事故排风量按换气次数不宜小于 12 次/h，通风机应采用防爆型设备；
- 5 事故通风机开启应与瓦斯浓度报警装置连锁。

6.4.2 井下移动瓦斯抽采泵站给排水与通风设计应符合下列规定：

- 1 井下移动瓦斯抽采泵站宜设冷却水系统，硬度较大的冷却水宜进行软化处理；
- 2 井下移动瓦斯抽采泵站设置于硐室内时，必须有独立的通风系统，回风风流必须直接引入矿井的总回风巷或主要回风巷中，硐室通风换气次数应与地面泵房一致。井下移动瓦斯抽采泵站设置于巷道内时，应安设在全风压通风的新鲜风流中。

7 安全与监控

7.1 安全设施及措施

7.1.1 地面瓦斯泵房应按第二类防雷建筑物设计;瓦斯放空管应按第一类防雷建筑物的排放爆炸危险气体放散管设计,并宜采用架空接闪线防直击雷。瓦斯泵房及站内其他建(构)筑物的防雷措施应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 有关要求。

7.1.2 瓦斯抽采泵站电力设备应有接地保护,并应按现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 规定执行。由地面直接入井的抽采管道,在井口附近应对金属体设置不少于 2 处集中接地。

7.1.3 瓦斯泵房内的瓦斯输送管路、瓦斯放空管及使用瓦斯的固定设备、电子设备等处均应进行可靠接地。

7.1.4 利用瓦斯时,抽采泵出气侧管路系统必须设置防回火、防回流和防爆炸作用的安全装置。干式瓦斯抽采泵吸气侧管路系统必须装设有防回火、防回流和防爆炸作用的安全装置。

7.1.5 地面瓦斯抽采泵房入口、出口应分别设放空管,放空管直径不应小于主管直径,放空管管口的高度应超过泵房房顶 3m。

7.1.6 低浓度瓦斯管道输送安全保障设施应符合下列规定:

1 采用低浓度瓦斯发电时,应安设阻火泄爆、抑爆、阻爆型阻火防爆装置;阻火泄爆装置应选择水封式,抑爆装置可选择自动干粉式、细水雾输送式和气水两相流输送式中的一种,阻爆装置应选择自动式;

2 抽出的低浓度瓦斯不利用时,其地面排放管路应安设阻火泄爆、抑爆型阻火防爆装置;阻火泄爆装置宜采用水封式,抑爆装

置宜采用自动喷粉式；

3 抽采易自燃、自燃煤层采空区低浓度瓦斯时，应在靠近抽采地点的管道上安设抑爆装置；抑爆装置宜采用自动喷粉式；

4 阻火泄爆装置、抑爆装置、阻爆装置安装位置及顺序应符合现行行业标准《煤矿低浓度瓦斯管道输送安全保障系统设计规范》AQ 1076 的规定。

7.1.7 地面瓦斯抽采泵房内电气设备、照明和其他电器仪表，应采用防爆型。

7.1.8 架空电力线路不得跨越瓦斯泵站的甲、乙类厂房或仓库，甲、乙、丙类液体储罐或可燃气体的储罐；架空电力线路与瓦斯泵站内此类建构筑物的水平距离不应小于杆塔高度的 1.5 倍。

7.1.9 井下移动泵站抽采的瓦斯应排入总回风巷、一翼回风巷或分区回风巷时，应保证稀释后风流中的瓦斯浓度低于 0.75%。排瓦斯管路出口必须设置栅栏、警戒牌等。栅栏设置位置应为上风侧距管路出口 5m、下风侧距管路出口 30m，两栅栏间应禁止任何作业。

7.1.10 瓦斯管路及相关设施的安全距离应大于表 7.1.10 给出的距离。

表 7.1.10 瓦斯管路及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

7.2 瓦斯抽采监测监控

7.2.1 瓦斯抽采泵房必须有检测管道瓦斯浓度、流量、压力等参数的仪表或自动监测系统。设置自动监测系统时，该系统应接入矿井安全监控系统。

7.2.2 应对瓦斯抽采管路中的瓦斯浓度、压力、流量、温度等参数进行监测。

当抽采容易自燃和自燃煤层的采空区瓦斯时，还应监测抽采

管路中的一氧化碳浓度。传感器的设置应按现行国家标准《煤炭工业矿井监测监控系统装备配置标准》GB 50581 有关规定执行。

7.2.3 应监测抽采泵房内环境瓦斯浓度、抽采泵及主电机轴承温度、水量、水温、水位、抽采泵开停状态、阀门开闭状态等参数。

7.2.4 井下移动抽采时,还应监测泵站环境瓦斯浓度及排放口下风侧栅栏外瓦斯浓度。

7.2.5 当管路中一氧化碳超限、环境瓦斯浓度超限、泵站设备运行异常、供水系统发生故障时,应报警;当环境瓦斯浓度达到断电浓度、供水系统发生故障时,应断电。

7.2.6 地面泵房每台瓦斯泵的入口、出口应分别设静压管,值班室应设人工检测装置。

7.2.7 低浓度瓦斯管道输送抑爆装置的火焰传感器设置应按现行行业标准《煤矿低浓度瓦斯管道输送安全保障系统设计规范》AQ 1076 执行。

8 节能环保

8.1 节能

8.1.1 矿井瓦斯抽采工程设计应遵循“应抽尽抽、多措并举”原则,提高瓦斯抽采率。

8.1.2 抽采钻孔封孔应选择密封效果好的工艺和材料,提高瓦斯抽采浓度。

8.1.3 矿井抽采出的瓦斯应进行综合利用,利用率应符合现行国家标准《煤炭工业矿井节能设计规范》GB 51053 的有关规定。

8.1.4 瓦斯抽采泵应选择高效节能设备,配套减速器传动效率应大于 92%。

8.1.5 抽采管路系统应采取下列节能措施:

1 瓦斯抽采泵站位置选择应有利于缩短瓦斯管路长度,必要时可采用垂直孔或井敷设管路;

2 管路宜平直敷设,管路最低处应设放水设施;

3 宜选择阻力小的流量检测装置。

8.1.6 电气设备及线缆应采取下列节能措施:

1 应选用高效电动机,电动机功率应在经济运行范围内确定;

2 宜根据具体工况选择变频器,变频装置效率不应低于 97%;

3 供电线路导线截面应根据供电最大负荷按经济电流密度选择;

4 电线电缆与设备连接应采取减少接触电阻的措施。

8.1.7 抽采泵站宜采用处理后的矿井水,抽采泵冷却水应循环利用。

8.2 环 保

8.2.1 瓦斯抽采泵房噪声声级限值应为 85dB(A),应优先选用低噪声瓦斯抽采设备,并应采取隔声、消声、吸声、减振、减少接触时间等降噪措施。

8.2.2 在井下施工抽采钻孔时,应采取湿式作业。在煤(岩)与瓦斯突出煤层或软煤层中难以采取湿式钻孔时,可采取干式钻孔,但必须采取捕尘、降尘措施。

8.2.3 抽采的瓦斯甲烷浓度在 30%及以上时,禁止对空直接排放。

8.2.4 抽采泵站应有相应的生态保护措施,场地绿化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。

附录 A 煤层瓦斯抽采难易程度分类

A.0.1 煤层预先抽采时,煤层瓦斯抽采难易程度可按表 A.0.1 划分。

表 A.0.1 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 [$\text{m}^2/(\text{MPa}^2 \cdot \text{d})$]
容易抽采	<0.003	>10
可以抽采	$0.003 \sim 0.050$	$10 \sim 0.1$
较难抽采	>0.050	<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。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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:

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:

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:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《建筑照明设计标准》GB 50034
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065
- 《工业企业总平面设计规范》GB 50187
- 《煤炭工业矿井设计规范》GB 50215
- 《煤矿井下消防、洒水设计规范》GB 50338
- 《煤矿井下供配电设计规范》GB 50417
- 《煤炭工业矿井监测监控系统装备配置标准》GB 50581
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974
- 《煤炭工业矿井节能设计规范》GB 51053
- 《煤炭矿井设计防火规范》GB 51078
- 《矿井瓦斯涌出量预测方法》AQ 1018
- 《煤矿低浓度瓦斯管道输送安全保障系统设计规范》AQ 1076

中华人民共和国国家标准

煤矿瓦斯抽采工程设计标准

GB 50471 - 2018

条 文 说 明

编制说明

《煤矿瓦斯抽采工程设计标准》GB 50471—2018,经住房城乡建设部 2018 年 1 月 16 日以第 1815 号公告批准发布。

本标准是在《煤矿瓦斯抽采工程设计规范》GB 50471—2008 的基础上修订而成,上一版的主编单位是原中煤国际工程集团重庆设计研究院,参编单位是煤矿瓦斯治理国家工程研究中心、原煤炭科学研究总院重庆分院、原煤炭科学研究总院抚顺分院,主要起草人是卢溢洪、卿恩东、袁亮、张刚、王学太、李旭霞、龙吾见、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。

为便于各单位和有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《煤矿瓦斯抽采工程设计标准》编制组按章、节、条顺序编写了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明,并着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(41)
3	矿井瓦斯资源量及抽采量	(42)
3.1	矿井瓦斯资源量及可抽量	(42)
3.2	矿井瓦斯涌出量及抽采量	(46)
4	瓦斯抽采方法	(54)
4.1	一般规定	(54)
4.2	井下瓦斯抽采	(57)
4.3	地面钻井抽采	(61)
5	瓦斯抽采系统	(65)
5.1	一般规定	(65)
5.2	抽采管路	(67)
5.3	抽采设备	(69)
6	瓦斯抽采泵站	(72)
6.1	泵站布置	(72)
6.2	电气及通信	(73)
6.3	建筑、消防	(74)
7	安全与监控	(75)
7.1	安全设施及措施	(75)
7.2	瓦斯抽采监测监控	(76)
8	节能及环保	(77)
8.1	节能	(77)
8.2	环保	(77)

1 总 则

1.0.3 本条依据《煤矿安全规程》和《煤矿瓦斯抽采达标暂行规定》制定。为使瓦斯抽采系统可靠性高、符合实际情况,达到预期的抽采效果,作为设计依据的基础资料应是可靠的。

1.0.6 按照瓦斯治理“先抽后采”的方针,瓦斯抽采工程的施工应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。

1.0.7 瓦斯利用方案主要包括利用方式,如民用或工业利用、利用量、利用规模;主要设备包括输送瓦斯管网、民用燃气具、储配站、调压站等设备,以及工业利用瓦斯时的相关设备,均衡安全供气的主要措施和资金估算等。

1.0.9 目前我国煤炭安全生产形势严峻,近期内国务院及各部委出台了多个法规、政策,对瓦斯治理提出了一系列规定和要求,并可能日趋严格,因此要求符合国家现行的有关标准、规范、政策及法规的要求。

3 矿井瓦斯资源量及抽采量

3.1 矿井瓦斯资源量及可抽量

3.1.1 本条是关于矿井瓦斯资源量计算的有关内容。与原规范和现行行业标准《煤矿瓦斯抽放规范》AQ 1027 思路一致,矿井瓦斯资源量主要由可采煤层瓦斯资源量、受采动影响的不可采煤层瓦斯资源量和受采动影响的围岩瓦斯资源量组成。需要说明以下几点:

(1)不可采煤层往往既无煤炭资源量,也无瓦斯含量,此时可按不可采煤层总厚度占可采煤层总厚度之比估算不可采煤层瓦斯资源量。

(2)围岩瓦斯是指煤层顶底板岩石裂隙中瓦斯,地勘报告中无编号煤层或煤线中瓦斯均视为围岩瓦斯,需要特别说明的是,各矿井的围岩瓦斯资源量差异性很大,当围岩含瓦斯量很小时, K 值可取 0.05,当围岩含瓦斯量较大时, K 值可取 0.20,特殊情况下,如溶洞、裂隙带储存有大量瓦斯时, K 值可取 0.2~0.5。生产矿井也可按经验取值或实测确定,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资源量的 20%~30%。

(3)计算可采煤层和不可采煤层瓦斯资源量时采用煤层平均原始瓦斯含量,若开采煤层瓦斯含量在全井田范围内变化幅度较大时,可参照煤炭资源量计算方法来计算各水平、各块段或首采区瓦斯资源量。

以观音山煤矿一井为例,举例说明矿井瓦斯资源量计算过程:

1)可采煤层瓦斯资源量。

根据地勘报告,本矿井可采煤层仅有 C_1 、 C_5 共 2 层, C_1 煤层保

有地质资源量 48.73Mt, C_5 煤层保有地质资源量 155.97Mt。全矿井共划分为 4 个水平, 依据中煤科工集团重庆研究院有限公司《威信云投粤电煤炭有限公司观音山煤矿一井 C_1 、 C_5 煤层瓦斯基本参数测定报告》, 同时参考原勘探报告和补充勘探报告钻孔瓦斯资料, 确定 +800m、+500m、+250m、 ± 0 m 水平平均瓦斯含量, 详见表 1。经计算, C_1 瓦斯资源量为 545.50Mm³, C_5 瓦斯资源量为 2678.42Mm³。

表 1 观音山煤矿一井瓦斯资源量计算结果表

类别	煤层	水平	煤炭地质资源量 (Mt)	瓦斯含量 (m ³ /t)	瓦斯资源量 (Mm ³)
可采 煤层	C ₁	+800m 水平	19.70	7.40	145.78
		+500m 水平	12.52	11.31	141.60
		+250m 水平	9.65	14.45	139.44
		±0m 水平	6.86	17.30	118.68
	小 计		48.73		545.50
	C ₅	+800m 水平	55.34	10.80	597.67
		+500m 水平	39.04	16.93	660.95
		+250m 水平	31.95	21.19	677.02
		±0m 水平	29.64	25.06	742.78
	小 计		155.97		2678.42
	不可采煤层(按 25%计)				805.98
	围岩(按 20%计)				805.98
合 计				4835.88	

2) 不可采煤层瓦斯资源量。

根据地勘报告, 该矿井长兴组地层和龙潭组地层均含煤线及薄煤 1 层~8 层, 一般可以对比的编号煤层有 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5^a 、 C_5^b 、 C_6 等几层, 长兴组单层厚 0.13m~2.30m, 煤层总厚 1.19m~5.14m, 龙潭组地层含煤系数为 3%~13%, 单层厚 0.10m~11.51m, 普遍集中分布于上段($P_2 l_2$)顶部, 煤层总厚 1.85m~12.17m, 含煤系数为 2%~12%。除 C_1 为局部可采、 C_5 为全区可

采煤层外,其他均为不可采煤层。地勘报告未提供各不可采煤层煤炭资源量,按不可采煤层总厚度估算,本井田内不可采煤层总厚度占可采煤层总厚度的 30%左右,不可采煤层瓦斯含量比可采煤层低,因此不可采煤层资源量按可采煤层的 25%考虑。经计算,不可采煤层瓦斯资源量为 805.98Mm^3 ,详见表 1。

3) 围岩瓦斯资源量。

根据地勘报告, C_1 煤层顶板为灰白色灰岩、粉晶结构,具缝合线构造,坚硬致密,底板为灰岩、粉砂质泥岩; C_5 煤层顶板为炭质泥岩,老顶为灰色粉砂质泥岩,底板为灰白色泥岩,岩芯较破碎。因此围岩瓦斯储量系数 K 取 0.2。经计算,围岩瓦斯资源量为 805.98Mm^3 ,详见表 1。

3.1.2 本条是关于矿井可抽瓦斯量计算的有关内容。矿井可抽瓦斯量是指矿井瓦斯资源量中在当前技术水平下能被抽采出来的最大瓦斯量。目前矿井可抽瓦斯量没有统一的计算方法。本标准计算方法是以前规范为基础修订而成,计算方法和思路与原规范保持一致,分别计算可采煤层、不可采煤层和围岩可抽瓦斯量。可采煤层和不可采煤层瓦斯资源可抽系数依据该煤层瓦斯最大排放率,再考虑负压抽采作用系数 k_1 ,煤层瓦斯预计可达到的抽采率 k_2 和煤层瓦斯在井下排放率 k_3 等系数。其中煤层瓦斯预计可达到的抽采率 k_2 系数除应考虑煤层赋存、瓦斯含量和煤层透气性系数等因素外,还应符合《防治煤与瓦斯突出的规定》《煤矿瓦斯抽采达标暂行规定》和现行行业标准《煤矿瓦斯抽采基本要求》AQ 1026 等规程规范的要求,尤其是突出煤层必须满足防突达标的要求。若不可采煤层缺瓦斯含量等资料,可按围岩可抽瓦斯量方法计算。

需要说明的是:可抽瓦斯量计算看似简单,实际影响因素多,难以准确计算。此外可抽瓦斯量结果对瓦斯抽采工程实际意义并不大,既不会决定抽采系统的建立与否,也不会影响抽采系统规模大小和抽采系统服务年限的长短。

仍以观音山煤矿一井为例,为简化计算过程,不再分水平计

算, C_1 、 C_5 煤层平均瓦斯含量分别为 $12.62\text{m}^3/\text{t}$ 、 $18.50\text{m}^3/\text{t}$, C_1 、 C_5 煤层残存瓦斯含量均为 $2.16\text{m}^3/\text{t}$ 。 C_1 、 C_5 煤层最大瓦斯排放率分别为 0.829、0.883; 负压抽采作用系数 k_1 取 1.2; 按防突要求, C_1 、 C_5 煤层瓦斯预抽率分别为 36.6%、56.7%, 因此 C_1 、 C_5 煤层瓦斯预计抽采率分别取 40%、60%。 C_1 、 C_5 煤层瓦斯在井下排放率 k_3 均按 90% 考虑。 围岩可抽瓦斯量按 35% 计, 不可采煤层缺瓦斯含量资料, 与围岩一样, 可抽瓦斯量按其瓦斯资源量的 35% 计。 可抽瓦斯量计算结果详见表 2。

表 2 观音山煤矿一井可抽瓦斯量计算结果表

类别	煤层	瓦斯资源量 (Mm^3)	$(W_0 - W_c)/W_0$	k_1	k_2	k_3	可抽 系数	可抽瓦斯量 (Mm^3)
可采 煤层	C_1	545.50	0.829	1.2	0.40	0.9	0.358	195.30
	C_5	2678.42	0.883	1.2	0.60	0.9	0.572	1532.06
	小计	3223.92						1727.36
不可采煤层		805.98					0.35	280.09
围岩		805.98					0.35	280.09
合计		4835.88						2287.54

3.1.3 采用地面钻井抽采采动稳定区瓦斯对井下通风和安全生产关系不密切, 主要目的是瓦斯资源的完全开采。 但由于地面钻井抽采投资较大, 而煤炭开采及井下瓦斯抽采、通风等对井下煤层中瓦斯资源造成较大的破坏, 因此应估算采动稳定区瓦斯资源量及可抽瓦斯量, 并根据估算瓦斯资源量及可抽瓦斯量的大小, 评价地面钻井抽采采动稳定区瓦斯的必要性和可行性, 并考虑成本投入和经济效益的平衡。 评估过程中, 首先是分析采动卸压区域范围, 划定采动稳定区评估范围; 其次是收集现场有关资料, 确定采动稳定区瓦斯来源种类, 并选择合理的瓦斯资源量评估模型; 再次是确定采动稳定区遗留煤炭总量、遗留煤炭残余瓦斯含量、采动稳定区内空隙体积及瓦斯体积浓度、邻近卸压煤层残余瓦斯资源量、采动稳定区生产时风排瓦斯量、卸压围岩孔隙率等。

3.2 矿井瓦斯涌出量及抽采量

3.2.1 本条是关于矿井瓦斯涌出量预测方法的有关内容。

3.2.2 本条是关于矿井瓦斯涌出量预测内容和具体要求的有关规定。首先投产初期开采区域往往位于煤层露头附近,瓦斯含量较小,瓦斯涌出量较小,随着开采深度的增大,瓦斯含量增加,瓦斯涌出量增大,因此本标准不仅要求预测投产初期瓦斯涌出量,为确保设计的瓦斯抽采系统规模满足后期抽采的要求,还应根据煤层瓦斯赋存和开采接替计划安排分析何时瓦斯涌出量将达到最大,并预测此时采掘工作面瓦斯涌出量、采区或矿井瓦斯涌出量。

此外为分析采掘工作面、采区或矿井瓦斯抽采效果;预计采区或矿井瓦斯抽采量和计算采掘工作面、采区或矿井的需风量,还应预测抽采后采掘工作面、采区或矿井瓦斯涌出量。

3.2.3 本条是关于预计矿井或采区可达到的瓦斯抽采量的有关内容,可达到的瓦斯抽采量是指设计的抽采方式方法在当前抽采技术条件下所能达到的最大抽采量,需要说明的是该值实质是一个抽采强度值,即单位时间内的抽采量,与抽采总量本质不同。可达到的瓦斯抽采量与抽采方法、钻场及钻孔间距等、煤层透气性系数等密切相关,目前尚无明确统一的计算方法,有关规程规范、教材、手册等也未涉及如何确定瓦斯抽采量的问题,但该问题又是确定瓦斯抽采系统能力所必需的,因此,本次修订特补充该内容。

瓦斯抽采的方式方法很多,按瓦斯汇集来源分为本煤层抽采、邻近层抽采和采空区抽采;按抽采机理分为抽采未卸压瓦斯和抽采卸压瓦斯;按汇集瓦斯的方法分为钻孔抽采、巷道抽采和混合式抽采;按开采情况分为采前预抽、回采期间的抽采和开采后的采空区抽采等。本条第一层次按瓦斯抽采与采掘的先后关系来进行预测统计,分为采掘前预抽、采掘期间抽采和采后采空区抽采,这里采掘前预抽指对尚未形成工作面的区段煤层或已形成工作面的回采区域预抽和煤巷条带预抽;采掘期间抽采包括回采工作面生产

期间继续预抽本煤层、上下邻近层和围岩卸压瓦斯抽采、煤巷掘进时边掘边抽等；采后采空区抽采包括现有采空区抽采及老采空区抽采。第二层次再按抽采地点统计。在预计可达到的瓦斯抽采量过程中应注意以下几点：

(1)投产初期采掘工作面往往位于煤层露头附近，瓦斯含量较小，瓦斯抽采量较小，随着开采深度的增大，瓦斯含量增加，瓦斯抽采量增大，因此预计瓦斯抽采量时不能仅考虑投产初期瓦斯抽采量，应根据采、掘、抽接替计划安排，并结合煤层瓦斯赋存情况和煤层开采顺序分析确定在瓦斯抽采系统服务年限内何时瓦斯抽采量将达到最大，并预计此时瓦斯抽采量。

(2)预计采掘前预抽瓦斯量、采掘期间瓦斯抽采量和采后采空区抽采量时，应根据设计的抽采方式方法和具体抽采点数量确定。如临近层卸压瓦斯量很小，设计也并未考虑抽采临近层卸压瓦斯，即不必预计邻近层卸压瓦斯抽采量。另外采掘期间瓦斯抽采量计算式(3.2.3-6)虽未考虑煤巷掘进时边掘边抽瓦斯量，设计中可根据按钻孔控制范围和抽采时间按计算式(3.2.3-5)预测或依据类似矿井经验评估煤巷掘进时边掘边抽瓦斯量，并将其考虑采掘期间瓦斯抽采量中即可。

(3)本标准也未考虑到厚煤层分层开采的情况，若开采上分层需抽采下分层卸压瓦斯时，可参考预计邻近层卸压瓦斯抽采量的方法预计下分层卸压瓦斯抽采量，并将其考虑采掘期间瓦斯抽采量中即可。

(4)在预计煤层区段或工作面回采区域预抽瓦斯量、煤巷条带或石门揭煤区域预抽瓦斯量、回采期间邻近层和围岩卸压瓦斯抽采量时均有一个瓦斯抽采不均衡系数，三者含义完全一致，但取值略有不同。在预计煤层区段或工作面回采区域预抽瓦斯量时，由于抽采的负压作用可能将围岩或抽采区域范围之外的一部分瓦斯抽出，但相对于预抽区域而言该部分瓦斯所占比例较小，因此瓦斯抽采不均衡系数取 1.05~1.20；在预计煤巷条带或石门揭煤区域

预抽瓦斯量时,由于煤巷条带为狭窄的长条状、石门揭煤区域范围较小,在抽采的负压作用下煤巷条带两侧或石门揭煤区域四周的瓦斯可能运移到煤巷条带或石门揭煤区域中而被抽采出来,但相对于回采工作面而言,该部分瓦斯所占比例较大,因此瓦斯抽采不均衡系数取 $1.50 \sim 2.00$;在预计回采期间邻近层和围岩卸压瓦斯抽采量时,同样由于抽采的负压作用可能将不可采煤层和围岩中瓦斯抽出,该值与不可采邻近煤层层数、瓦斯含量大小和围岩含瓦斯的多少等有关,此时瓦斯抽采不均衡系数可取 $1.20 \sim 1.50$,也可参考对应地层范围内不可采煤层和围岩瓦斯资源量与可采煤层瓦斯资源量比例的确定。

(5)邻近层瓦斯排放率 η_i 指不考虑瓦斯抽采效果情况下邻近层瓦斯自然排放率,该值大小与层间距大小和层间岩石性质有关,应按现行行业标准《矿井瓦斯涌出量预测方法》AQ 1018 的要求取值。邻近层卸压瓦斯抽采率 K_y 的大小应根据针对邻近层的卸压瓦斯的抽采方式方法种类、钻孔对邻近层卸压区域控制范围的大小和钻孔间距等因素确定。

(6)回采工作面和煤巷条带预抽时间 t 长短主要受煤层透气性系数大小、设计要求达到的煤层瓦斯预抽率高低和钻孔间距大小等影响。目前生产矿井可通过在不同区域布置不同钻孔间距的抽采钻孔来考察它们抽采效果,并确定抽采达标的时间。新建矿井尚无成熟的计算方法可采用,设计时大多凭经验确定或采用条件类似矿井经验数据。

以观音山煤矿一井为例,本矿井为煤与瓦斯突出矿井,设计推荐采用底板穿层钻孔预抽区段煤层瓦斯(包括工作面回采区域和煤巷条带区域),煤巷条带区域钻孔间距 6m ;工作面回采区域因预抽时间充分,沿走向方向钻孔间距 8m ,沿倾斜方向间距 10m 。

C_5 煤层透气性系数为 $0.607\text{m}^2/\text{MPa}^2 \cdot \text{d} \sim 2.67\text{m}^2/\text{MPa}^2 \cdot \text{d}$,钻孔瓦斯流量衰减系数为 $0.59\text{d}^{-1} \sim 1.0\text{d}^{-1}$,从透气性系数评价 C_5 煤层属于可以抽采放煤层,从钻孔瓦斯流量衰减系评价 C_5 煤层

属于较难抽采煤层,总体来讲 C_5 煤层介于较难抽采煤层至可以抽采煤层之间。

+800m 水平西一一采区 C_5 煤层瓦斯含量为 $5.2\text{m}^3/\text{t} \sim 13.62\text{m}^3/\text{t}$,西一二采区 C_5 煤层瓦斯含量为 $7.1\text{m}^3/\text{t} \sim 14.6\text{m}^3/\text{t}$,按《防治煤与瓦斯突出规定》的要求,在开采前原煤瓦斯含量应降到 $8.0\text{m}^3/\text{t}$ 以下,西一一、西一二采区 C_5 煤层最下一个区段原煤瓦斯含量预抽率应分别不低于 41.3%、45.2%,最下一个区段煤巷条带区域时间均按 9 个月至 12 个月设计,工作面回采区域预抽时间按 12 个月至 15 个月设计。

(7)采空区瓦斯抽采包括现有采空区抽采及老采空区抽采,该处现有采空区及老采空区即现行行业标准《矿井瓦斯涌出量预测方法》AQ 1018 中生产采区采空区及已开采完毕采空区,现有采空区抽采主要指正在开采工作面采空区抽采。当采掘前预抽、回采期间预抽和卸压抽采后工作面瓦斯涌出量仍较大,通风排放仍有困难时,应考虑抽采回采工作面采空区瓦斯,主要是针对回采工作面后方顶底板来压后上、下邻近层涌入采空区的瓦斯,当开采单一煤层,采煤工作面瓦斯涌出量主要来自本煤层,采空区的瓦斯来源仅有残余浮煤和围岩,此时采空区瓦斯抽采量宜取小值,当开采煤层群时,采煤工作面瓦斯涌出量主要来自上、下邻近层,而上、下邻近层的卸压主要是通过顶板冒落、底板卸压底鼓后形成的通道进入工作面,此时采空区瓦斯抽采量宜取大值。

此外,当确定回采工作面采空区瓦斯抽采量后,应根据回采工作面过风断面和风速验算回采工作面瓦斯浓度是否超限,否则应考虑适当提高回采工作面采空区瓦斯抽采量或降低回采工作面推进度。

(8)如设计有高低负压瓦斯抽采系统,按各系统承担的抽采任务分配高低负压瓦斯抽采系统可达到的瓦斯抽采量。

(9)以观音山煤矿一井为例,举例说明预计可达到的瓦斯抽采量计算过程:

观音山煤矿一井达产时共有西一一、西一二两个采区生产,两个采区各布置 1 个综采工作面。

1)采前预抽瓦斯量计算。当开采西一一采区、西一二采区最下一个区段时,预抽瓦斯量最大。根据采掘抽接替计划安排,西一一采区、西一二采区各考虑一个 C_5 煤层区段预抽瓦斯面(同时预抽工作面回采区域瓦斯和煤巷条带区域瓦斯)。

西一一采区煤层平均厚 5.49m,预抽工作面斜长 215m(含煤巷条带),回采工作面长度为 1200m, C_5 煤层最大瓦斯含量为 $13.62\text{m}^3/\text{t}$,抽采后 C_5 煤层最大瓦斯含量降为 $8.0\text{m}^3/\text{t}$,预抽时间按 15 个月考虑, K_1 值取 1.20,西一一采区区段煤层预抽瓦斯量为:

$$Q_h = \frac{1.20 \times 1200 \times 215 \times 5.49 \times 1.56 \times (13.63 - 8.0)}{365 \times 1440 \times 1.25} \\ = 22.72(\text{m}^3/\text{min})$$

西一二采区东翼煤层平均厚 4.62m,预抽工作面斜长 215m(含煤巷条带),回采工作面长度为 1320m, C_5 煤层最大瓦斯含量为 $14.60\text{m}^3/\text{t}$,抽采后 C_5 煤层最大瓦斯含量降为 $8.0\text{m}^3/\text{t}$,预抽时间按 16 个月考虑, K 值取 1.20,西一二采区区段煤层预抽瓦斯量为:

$$Q_h = \frac{1.20 \times 1320 \times 215 \times 4.62 \times 1.56 \times (14.60 - 8.0)}{365 \times 1440 \times 1.33} \\ = 23.17(\text{m}^3/\text{min})$$

2)回采期间瓦斯抽采量计算。

①回采期间本煤层预抽量。

西一一采区、西一二采区回采期间工作面继续预抽,其抽采量按预抽面的 40%考虑,故西一一采区、西一二采区回采期间工作面预抽量分别为 $11.36\text{m}^3/\text{min}$ 、 $11.59\text{m}^3/\text{min}$ 。

②回采期间邻近层卸压瓦斯抽采量。

上邻近层部不可采邻近层有 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_{3+1} 、 C_{3+2} 、 C_4 等煤层,西一一采区回采期间邻近层卸压瓦斯抽采量计算详见表 3。

表 3 西一一采区各邻近层卸压瓦斯抽采量计算表

煤层	K_1	L_3	L_4	γ	m_j	W_{0j}	W_{cj}	η_j	K_y	Q_{yc}
C ₁	1.25	150	1200	1.50	0.86	9.60	2.16	0.58	0.50	1.32
C ₂	1.25	150	1200	1.50	0.39	8.81	2.16	0.70	0.50	0.64
C ₃	1.25	150	1200	1.50	0.38	8.58	2.16	0.72	0.50	0.62
C ₃₊₁	1.25	150	1200	1.50	0.30	8.47	2.16	0.75	0.50	0.50
C ₃₊₂	1.25	150	1200	1.50	0.40	8.25	2.16	0.82	0.50	0.71
C ₄	1.25	150	1200	1.50	0.47	8.26	2.16	0.82	0.50	0.83
合计										4.62

经计算,西一一采区回采期间邻近层卸压瓦斯抽采量为 $4.62\text{m}^3/\text{min}$ 。同样西一二采区回采期间邻近层卸压瓦斯抽采量为 $4.78\text{m}^3/\text{min}$ 。

③掘进工作面局部抽采量预计。

C₅煤层掘进前已实施底板穿层钻孔预抽煤层瓦斯,仅对 C₅煤层局部有突出危险的区域需再实施抽采。根据同类矿井的经验,预计每个掘进工作面局部抽采量为 $2.0\text{m}^3/\text{min}$,西一一、西一二采区最多时各按 2 个掘进局部抽采工作面考虑。即西一一、西一二采区掘进工作面局部抽采量均按 $4.0\text{m}^3/\text{min}$ 考虑。

西一一采区回采期间瓦斯抽采量: $11.36 + 4.62 + 4 = 19.98$ (m^3/min)

西一二采区回采期间瓦斯抽采量: $11.59 + 4.78 + 4 = 20.37$ (m^3/min)

3)采空区瓦斯抽采量预计。

采空区瓦斯抽采率通常可取预抽、卸压抽后工作面剩余瓦斯涌出量的 20%~60%。本矿井采空区瓦斯抽采量与风排量按 3:7 分配,即采空区抽采 30%,风排 70%。经预测,西一一采区 C₅煤层工作面量采空区抽采量为 $5.27\text{m}^3/\text{min}$,西一二采区 C₅煤层工作面量采空区抽采量为 $4.16\text{m}^3/\text{min}$ 。设计考虑到本矿井煤层厚度变化较大,采空区浮煤较多,采空区瓦斯抽采量波动范围较大,因此西一一采区、西一二采区采空区瓦斯抽采量均按 $6.0\text{m}^3/\text{min}$

考虑。

4) 预计可达到的瓦斯抽采量。

西一一采区预计可达到的瓦斯抽采量为: $22.72 + 19.98 + 6.0 = 48.70(\text{m}^3/\text{min})$

西一二采区预计可达到的瓦斯抽采量为: $23.17 + 20.37 + 6.0 = 49.54(\text{m}^3/\text{min})$

3.2.4 本条是关于满足瓦斯抽采达标要求的瓦斯抽采量计算的有关内容。需要说明的是该处绝对瓦斯涌出量 Q 是指以原煤瓦斯含量预测的瓦斯涌出量值。

以观音山煤矿一井为例,举例说明满足瓦斯抽采达标要求的瓦斯抽采量计算过程。观音山煤矿一井达产时共布置西一一、西一二两个采区,经预测西一一、西一二两个采区最大绝对瓦斯涌出量分别为 $67.26\text{m}^3/\text{min}$ 、 $63.96\text{m}^3/\text{min}$,按表 3.2.4 可知,西一一、西一二两个采区瓦斯抽采率应大于或等于 45%。西一一、西一二两个采区满足瓦斯抽采达标要求的瓦斯抽采量分别为:

$$Q_2 \geq Q \times \eta_k = 67.26 \times 45\% = 30.27(\text{m}^3/\text{min})$$

$$Q_2 \geq Q \times \eta_k = 63.96 \times 45\% = 28.78(\text{m}^3/\text{min})$$

3.2.5 本条是关于满足通风要求的瓦斯抽采量计算的有关内容。该处绝对瓦斯涌出量 Q 同样也是指以原煤瓦斯含量预测的瓦斯涌出量值,另外需要说明的是该方法仅仅是近似计算,实际瓦斯抽采量与风排瓦斯量之和可能大于矿井或采区瓦斯涌出量。

仍以观音山煤矿一井为例,举例说明满足通风要求的瓦斯抽采量计算。西一一、西一二两个采区设计供风量均为 $120\text{m}^3/\text{s}$,风量备用系数取 1.25,采区总回风巷允许瓦斯浓度为 0.70%,西一一、西一二两个采区满足通风要求的瓦斯抽采量分别为:

$$Q_3 \geq Q - \frac{F \times C}{100 \times K_f} = 67.26 - \frac{120 \times 60 \times 0.7}{100 \times 1.25} = 26.94(\text{m}^3/\text{min})$$

$$Q_3 \geq Q - \frac{F \times C}{100 \times K_f} = 63.96 - \frac{120 \times 60 \times 0.7}{100 \times 1.25} = 23.64(\text{m}^3/\text{min})$$

3.2.6 本条是关于矿井或采区瓦斯抽采系统规模确定的原则。

要求首先预计矿井或采区可达到的瓦斯抽采量,再分别计算满足矿井或采区瓦斯抽采达标和通风要求必须抽采的瓦斯量,确定瓦斯抽采系统规模应大于瓦斯抽采达标要求的瓦斯抽采量和满足通风要求的瓦斯抽采量,小于或等于预计可达到的瓦斯抽采量。

以观音山煤矿一井为例,举例说明瓦斯抽采系统规模的确定,西一一、西一二两个采区满足瓦斯抽采达标要求的瓦斯抽采量分别为 $30.27\text{m}^3/\text{min}$ 、 $28.78\text{m}^3/\text{min}$;满足通风要求的瓦斯抽采量分别为 $26.94\text{m}^3/\text{min}$ 、 $23.64\text{m}^3/\text{min}$;西一一、西一二两个采区预计可达到的瓦斯抽采量分别为 $48.70\text{m}^3/\text{min}$ 、 $49.54\text{m}^3/\text{min}$ 。设计考虑到本矿井瓦斯灾害较重, C_5 煤层厚度变化较大和产量波动,西一一采区、西一二采区两个采区抽采系统规模均按 $50\text{m}^3/\text{min}$ 设计,西一一采区、西一二采区分别建立高、低负压抽采系统, C_5 煤层预抽由高负压系统负责,采空区埋管抽由低压抽采系统负责,故高负压系统规模按 $44.0\text{m}^3/\text{min}$ 设计,低负压系统规模按 $6.0\text{m}^3/\text{min}$ 设计。

在设计过程中可能出现以下三种情况:

(1)若预计可达到的瓦斯抽采量大于瓦斯抽采达标和满足通风要求抽采的瓦斯量,说明矿井或采区煤炭产能设计合理,拟实施的瓦斯抽采方式方法和抽采点配置合理,通过瓦斯抽采可满足安全生产需要。

(2)若预计可达到的瓦斯抽采量小于瓦斯抽采达标和满足通风要求抽采的瓦斯量二者之一,则说明矿井或采区煤炭产能设计过高,或拟实施的瓦斯抽采方式单一,或抽采点配置偏少,需要采取的措施是降低煤炭产能以减少瓦斯涌出量,或加大抽采力度,增加抽采方式和抽采点来提高瓦斯抽采量。

(3)若预计瓦斯抽采量远远大于瓦斯抽采达标和通风要求抽采的瓦斯量,应考虑瓦斯抽采的经济性和必要性,最后综合分析确定矿井或采区瓦斯抽采系统规模。

4 瓦斯抽采方法

4.1 一般规定

4.1.1 瓦斯抽采方法分类比较多,一般按照瓦斯涌出来源、抽采时序和抽采工艺分类,如表 4 所示。

表 4 矿井瓦斯抽采方法分类表

分类方法	抽采方法
按瓦斯涌出来源分类	1. 开采层瓦斯抽采; 2. 邻近层瓦斯抽采; 3. 采空区瓦斯抽采; 4. 围岩瓦斯抽采
按照时序分类	1. 采前抽; 2. 采中抽; 3. 采后抽
按工艺方式分类	1. 钻孔抽采; 2. 巷道抽采; 3. 采空区插(埋)管抽采; 4. 地面钻井抽采

从 20 世纪 80 年代开始随着机采、综采和综放采煤技术的发展和运用,采区巷道布置方式有了新的改变,采掘推进速度加快、开采强度增大,使工作面绝对瓦斯涌出量大幅度增加,尤其是煤层群开采,矿井瓦斯涌出来源多,涌出量大,需要采用分源综合抽采方法治理瓦斯,确保矿井安全生产。开采突出煤层、瓦斯含量高的煤层和煤层群的矿井,瓦斯灾害严重,需要通过采前抽采、采中抽采和采后抽采的综合抽采方法来实现各时间段的考核要求。

对于一个矿井、一个工作面而言,需结合煤层地质、瓦斯赋存、巷道布置以及抽采的作用等因素,择优选定几种抽采方法进行有

机组合,最大限度地利用时间及空间,缓解抽、掘、采的接替矛盾,增加瓦斯抽采量、提高瓦斯抽采率。

综合抽采方法在我国各大矿区均得到了推广应用,各矿根据本矿的特点各种抽采方法的组合不尽相同,表 5 中列出了常用的瓦斯抽采方式和使用条件,设计中可参考。

表 5 矿井瓦斯抽采方式及使用条件一览表

抽采分类	抽采方法	抽采方式	适用条件
预抽	开采层 大面积 抽采	地面钻井抽采	1. 新建突出矿井; 2. 煤层瓦斯丰度高,有地面抽采条件; 3. 煤层瓦斯含量高,有充裕预抽时间
		穿层钻孔 条带抽采	1. 首采层为突出煤层; 2. 不宜采用煤巷超前钻孔作为区域防突措施的煤层; 3. 有下邻近层卸压瓦斯需要抽采的煤层
		穿层钻孔 网格抽采	1. 设有瓦斯抽采岩巷; 2. 煤层透气性较好或能采取增透措施的煤层; 3. 煤层瓦斯含量高,有充裕预抽时间
		定向长钻孔抽采	1. 厚及中厚稳定煤层; 2. 煤层透气性好; 3. 成孔容易
		工作面顺层 钻孔抽采	1. 煤层顺层钻孔施工容易; 2. 煤层透气性好或能采取增透措施的煤层; 3. 工作面接替紧张
	开采层 局部抽采	穿层钻孔 揭煤区域抽采	1. 有突出危险煤层; 2. 预抽井巷(含石门、立井、斜井、平硐) 揭煤区域煤层瓦斯
		煤巷超前 钻孔抽采	1. 宜采用煤巷超前钻孔作为区域防突措施的煤层; 2. 预抽不充分、掘进工作面瓦斯涌出量较大

续表 5

抽采分类	抽采方法	抽采方式	适用条件
卸压抽采	邻近层	地面钻井抽采	1. 上邻近层瓦斯涌出量较大; 2. 有条件地面抽采; 3. 需要代替井下抽采巷道的情况
		瓦斯抽采巷穿层 钻孔网格抽采	1. 下邻近层或围岩瓦斯涌出量大; 2. 拦截下邻近层煤层卸压瓦斯
		定向长钻孔抽采	1. 需替代瓦斯抽采岩巷; 2. 邻近层层位较好、成孔容易
		巷道抽采	1. 上邻近层或围岩瓦斯含量高; 2. 上邻近层或围岩向开采层采场瓦斯涌出量大
		穿层钻孔 接力抽采	上邻近层或围岩向开采层采场瓦斯涌出量较小
	开采层	工作面顺层 钻孔边采边抽	1. 煤层透气性差; 2. 预抽不充分、采场瓦斯涌出量较大, 易超限
		煤巷边掘边抽	1. 煤层透气性好; 2. 煤巷掘进瓦斯易超限
采空区、 裂隙、 溶洞区 抽采	现有 采空区	地面钻井抽采	1. 邻近层瓦斯涌出量较大; 2. 有条件地面抽采
		埋管抽采	1. 瓦斯涌出量较大的回采工作面; 2. 上隅角瓦斯容易超限; 3. 有低负压抽采系统
		钻孔抽采	1. 邻近层瓦斯涌出量较大的回采工作面; 2. 上隅角瓦斯容易超限; 3. 有低负压抽采系统
	老采空区	地面钻井抽采	1. 瓦斯涌出量较大的已采区; 2. 有条件地面抽采; 3. 瓦斯抽采可利用
		钻孔抽采	1. 瓦斯涌出量较大的已采区; 2. 有低负压抽采系统
		密闭插管抽采	1. 瓦斯涌出量较大的已采区; 2. 有低负压抽采系统
	围岩 裂隙溶洞	裂隙钻孔抽采	存在裂隙、溶洞的围岩瓦斯涌出量较大 或有瓦斯喷出危险
		溶洞钻孔抽采	

4.1.2 《防治煤与瓦斯突出规定》第 45 条规定：“预抽煤层瓦斯可采用的方式有：地面井预抽煤层瓦斯以及井下穿层钻孔或顺层钻孔预抽区段煤层瓦斯、穿层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯、顺层钻孔或穿层钻孔预抽回采区域煤层瓦斯、穿层钻孔预抽石门（含立、斜井等）揭煤区域煤层瓦斯、顺层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯等。预抽煤层瓦斯区域防突措施应当按上述所列方式的优先顺序选取，或一并采用多种方式的预抽煤层瓦斯措施。”对于“顺层钻孔预抽煤巷条带煤层瓦斯”在现行《煤矿安全规程》第 210 条中给出了适用条件。

预抽区段煤层瓦斯的钻孔、预抽煤巷条带煤层瓦斯的穿层钻孔、预抽井巷（含石门、立井、斜井、平硐）揭煤区域煤层瓦斯穿层钻孔、预抽煤巷条带煤层瓦斯的顺层钻孔，钻孔控制范围在现行《煤矿安全规程》第 209 条和《防治煤与瓦斯突出规定》第 49 条均做了规定。

4.1.3 开采保护层必须同时抽采被保护层瓦斯，是因为当开采远距离保护层时，如果不同时抽采被保护层瓦斯，将可能不足以消除被保护层的突出危险；当开采近距离保护层时，尽管不存在不足以消除突出危险的问题，但若不抽采，大量瓦斯则会涌入保护层工作面，威胁生产安全；而且在开采保护层时，被保护层在卸压后瓦斯大量解吸、透气性急剧增加，是抽采效率最高的时候。在现行《防治煤与瓦斯突出规定》第 47 条第 1 款中也把它作为了一条规定。

4.2 井下瓦斯抽采

4.2.1 影响选择预抽煤层瓦斯方式的因素很多，应根据煤层突出危险性、抽采时间和抽采目的等因素确定。井下预抽煤层瓦斯主要有穿层钻孔和顺层钻孔两种方式，穿层钻孔是在抽采煤层的顶底板内的巷道或钻场向抽采煤层施工钻孔；顺层钻孔是在抽采煤层内的巷道或钻场沿煤层施工钻孔。突出煤层采掘前，为了避免直接面对突出煤层，在煤层底板或顶板布置瓦斯抽采巷，在瓦斯抽

采巷道中布置穿层钻孔预抽煤巷掘进条带,或者网格抽采工作面区域,降低煤层瓦斯含量,消除突出,保证不掘突出头、不采突出面。由于布置底板或顶板瓦斯抽采巷,岩巷工程量大,投资高,同时穿层钻孔见煤段较短,抽采时间较长,因此,对于非突出煤层优先采用顺层钻孔抽采煤层瓦斯。

随着施工钻孔设备和工艺技术的发展,在煤层中施工大直径、长钻孔预抽煤层瓦斯得到了很好的利用;同时随着定向钻孔技术的发展,部分矿井利用开拓、准备巷道施工钻场施工,利用定向钻孔拐弯的特点,向抽采煤层施工顺层钻孔,替代瓦斯抽采巷施工穿层钻孔,节约成本。根据全国各地采用定向大直径长钻孔应用情况,在煤层较厚、赋存比较稳定、成孔比较容易的矿井应用较好。

4.2.2 预抽煤层瓦斯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,还可通过提高煤层透气性来达到提高抽采率的目的。增加煤层透气性的方法主要有水力割缝、水力压裂、松动爆破、深孔预裂爆破、高压水射流扩孔等方法,近年来还发展起利用惰性气体二氧化碳、氮气等进行压裂技术来提高煤层的透气性。

4.2.3 在煤层群开采条件下,由于开采层的采动,在上部空间形成上部卸压区(冒落带、裂隙带和缓慢下沉带)和下部空间形成下部卸压区。在卸压区内,含有瓦斯的煤岩层透气性增大,吸附瓦斯解吸,变为游离瓦斯充满在层间空隙中,钻孔或巷道进入层间空隙或裂隙区,在负压作用下,瓦斯很容易被抽出。

对于邻近层的卸压抽采一般有如下两种方式:①开采层层内巷道施工穿层钻孔抽采;②开采层层外巷道(即顶底板瓦斯抽采巷)施工穿层钻孔抽采。顶底板瓦斯抽采巷布置穿层钻孔开采期间拦截邻近层卸压瓦斯,避免涌入工作面采场,开采后钻孔还可继续抽采卸压瓦斯;由于开采层工作面进、回风巷道向邻近层施工的钻孔,随工作面推进会被破坏,抽采服务时间短,因此优先利用瓦

斯抽采巷布置穿层钻孔抽采邻近层瓦斯。对于上邻近层,开采后上邻近层卸压范围大,卸压充分,对于上部煤层较多、瓦斯涌出量大,可采用高抽巷抽采或水平走向(倾向)长钻孔抽采(水平长钻孔使用的目的主要是为了替代高抽巷);对于上部煤层少、瓦斯涌出量小可采用高位钻孔接力抽采。从抽采量来看,一般高抽巷抽采量较大,水平长钻孔次之,最后是高位钻孔;从服务时间来看,由于工作面采过钻孔后,受采动影响或冒落,钻孔基本破坏,不能长时间抽采,高抽巷如果层位选择合适,工作面开采期间拦截上邻近层及围岩卸压瓦斯,开采后可以继续抽采上邻近层及围岩卸压瓦斯。

本煤层卸压瓦斯抽采主要有边掘边抽和边采边抽。边掘边抽是指:煤巷掘进时瓦斯涌出量较大的煤层,掘进巷道的同时抽采巷道周围卸压煤体内的瓦斯;边采边抽是指:工作面开采时本煤层瓦斯涌出量较大,利用原有穿层预抽钻孔或顺层预抽钻孔边采边抽。本煤层卸压瓦斯抽采时间较短、区域较小,可作为补充措施。

4.2.4 采空区瓦斯的来源主要有两个:①采空区浮煤残存瓦斯;②顶板和周围煤岩中的瓦斯。在工作面开采过程中,采空区瓦斯会随漏风流带入到工作面上隅角及回风巷,导致瓦斯浓度超限;工作面开采完后,采空区瓦斯会因采动影响或封闭不严,随漏风流进入回风巷,造成矿井风排瓦斯量增加。为了有效地防止采空区瓦斯涌出对矿井安全生产的危害,同时为了开发利用瓦斯利用资源,减少对大气环境的污染,对采空区瓦斯进行抽采是十分必要的。

回采工作面采空区瓦斯分布特征为:在采空区近工作面区域,由于漏风风流流速较大,风流对瓦斯的扰动大,高浓度瓦斯随同被漏风流经上隅角带走的同时,瓦斯浓度也在这个区域内重新分布,由于漏风流的冲刷作用,在近进风巷瓦斯浓度低,近回风巷瓦斯浓度高。在这区域内涌入的瓦斯在随工作面的推进,瓦斯浓度在沿煤层方向上向采空区深部趋于平衡。在采空区远离工作面的区域,上、下邻近煤层涌入采空区的瓦斯,漏风流较小甚至影响不到,瓦斯的分布受到的扰动较小,因而其瓦斯浓度在平行于煤层方向

上的瓦斯涌入点附近,瓦斯浓度大,梯度大,且这种分布除了受浓度扩散和压力扩散作用外,不受其他作用的扰动而维持瓦斯在采空区的这种分布。回采工作面采空区为半封闭空间,根据瓦斯分布特点和能够利用或布置的抽采通道,可采用埋管、插管、高抽巷和钻孔抽采。

4.2.5 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,应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。

4.2.6 突出矿井为了不直接面对突出煤层,一般采用对突出煤层布置穿层钻孔抽采,然后再掘进煤层巷道进行顺层钻孔预抽,为了能布置穿层钻孔,需要提前设置底(顶)板瓦斯抽采巷,开采时还可施工穿层钻孔抽采邻近层卸压瓦斯。开采煤层群时,为了长时间抽采邻近层卸压瓦斯,也有布置顶底板瓦斯抽采巷施工穿层钻孔抽采邻近层瓦斯。瓦斯抽采巷工程量大、投资高,因此,在层位和位置选择时应保证有足够的抽采时间和较大的抽采范围,充分发挥其作用;同时,瓦斯抽采巷是治理瓦斯的辅助措施巷道,其层位选择应保证巷道安全、快速、低成本掘进,应避免巷道掘进时揭穿有突出危险的可采及不可采煤层,防止因瓦斯抽采巷距突出煤层太近需采取防突措施,额外增加工期和投资。

4.2.8 瓦斯抽采钻孔直径一般根据煤层硬度、突出危险性和地应力等综合确定。煤层硬度大、突出危险性大可选择小直径钻孔,煤层较软或地应力大一般选用直径较大的钻孔,瓦斯抽采钻孔直径一般有 42、50、64、73、89、110、130mm 等规格。钻孔参数应满足抽采效果的要求,如高位钻孔应打到裂隙带内,避开冒落带;边采边抽钻孔应与开采推进方向相迎,避免采动首先破坏孔口;抽采采空区瓦斯的钻孔或插管应布置在采空区回风侧等。

4.2.10 在选择抽采钻孔封孔长度时,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。《防治煤与瓦斯突出规定》第 50 条规定:“预抽穿层钻

孔的封孔段长度不得小于 5m,顺层钻孔的封孔段长度不得小于 8m。”对多个局、矿卸压抽采钻孔封孔长度进行调查均大于 7m,所以,本条规定不应小于 7m。

4.3 地面钻井抽采

4.3.1 现行《煤矿安全规程》第 35 条规定,“有突出危险煤层的新建矿井必须先抽后建。矿井建设开工前,应当对首采区突出煤层进行地面钻井预抽瓦斯,且预抽率应当达到 30%以上”。

新建矿井和生产矿井地面钻井大面积预抽煤层瓦斯,实际上为煤层气开发。目前开采煤层气的钻井技术主要井型有常规直井、丛式井和多分支水平井,衍生的新技术主要有定向羽状分支水平井技术。直井的井口和井底在同一条铅垂线上,直井是开发煤层气最常用的方式,同水平井、丛式井相比,直井与储层接触的面积最小,要想获得理想的产量,对储层有一定要求,含气量、储层厚度、储层压力以及渗透率中有 1 项较高才行。丛式井又称密集井、成组井,在一个位置和限定的井场上向不同方位钻数口至数十口定向井,其中可含 1 口直井,使每口井沿各自的设计井身轴线分别钻达目的层位,通常用于山区、城市、良田、沼泽等地区,可节省大量投资,占地少,并便于集中管理,可以开发渗透率较低或薄煤层。多分支水平井的优点为:增加有效供给范围、提高有效导流能力、减少对煤层的损害、单井产量高,经济效益显著,减少占地面积。根据调研,生产矿井在近五年开采区内布置的预抽钻井,一般采用直井,其主要目的是采前对全煤层群进行超前预抽,降低煤层瓦斯含量、消突;开采时依据采动抽采井布置原则,选择条件较好的抽采井作为二次开发井,加以技术改造成为采动区抽采井。采动区瓦斯抽采是基于煤层开采引起的地层剧烈活动,在采动区上覆岩层中产生大量的离层、裂隙大幅增加煤岩层的透气性,使得卸压煤层释放的瓦斯能够在其中汇集、流动。因此为了能满足预抽井能适应采动区抽采的条件,选择直立井型。对于五年以后的开采区

布置的预抽井,在煤层开采时,井壁基本锈蚀破坏,不能再改造为采动区抽采井,因此,可以根据预抽需要,选择合适的井型。

有突出危险煤层的新建矿井地面钻井预抽瓦斯、生产煤矿地面钻井大面积预抽,属于煤层气开发,我国经多年煤层气开发技术发展,已形成一套完整的开发技术体系,有比较完备的技术标准,因此,地面钻井预抽煤层瓦斯设计施工和排采等可遵循煤层气开发相关标准。

4.3.2 采动区地面钻井进行瓦斯抽采可在任意时间施工地面抽采井,既利用了采动区煤层瓦斯卸压的高效抽采条件,又没有与井下采掘作业的相互影响和依赖,是一种抽采效率高、易于大规模推广实施的新技术方法,对改变我国煤矿瓦斯治理的技术现状具有重要意义。淮南矿业集团公司进行抽采试验的地面钻井共有 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 个月至 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。经过近十年的理论研究及现场试验,淮南矿业集团已经初步形成了一套适用于“煤层群厚表土层”地质条件的采动区煤层气地面井设计、施工及抽采成套技术,并在各大矿区积极推广,大幅提高了矿区的瓦斯抽采效率和井下生产的安全性,实现了井下安全生产及经济成本控制的双赢。晋城矿区普遍具有工作面瓦斯治理难度高、治理压力大的困惑,经过“十一五”及“十二五”期间的国家科技重大专项采动区地面井技术研究及现场试验,切实解决了采煤工作面、回风巷及邻近层瓦斯量过大、瓦斯浓度过高的问题,大幅改善了煤矿井下安全生产问题。在晋城矿区已施工了 9 口井,其中有 8 口井都取得非常好的抽采效果,通过对每口地面井分别进行专业的设计,从地面井覆岩的岩性(分别在寺河矿、成庄矿及岳城矿进行了取心试验)进行了系统分析,获得了地面井的变形规律及其主控因素的时空效应,并得到了采动区地面井变形破坏模型,提出了晋城矿区地面井变形破坏规律及布井原则,优化了采动影响区地面井设计,给出合适的井型

结构,形成了一套适合于晋煤矿区采动影响区地面井的开发模式。

地面钻井抽采采动区卸压瓦斯技术要求高、施工难度大,地面井投资较大。煤层开采引起的地层活动剧烈,在采动区上覆岩层中产生大量的离层、裂隙,大幅增加煤岩层的透气性,使得卸压煤层释放的瓦斯能够在其中汇集、流动,在煤系地层中产生“卸压增透增流”效应;同时对地面井的破坏也比较大,有可能使地面井报废,井孔稳定性问题是影响地面井抽采效果的决定性因素。虽然在淮南、晋城取得了成功的经验,但还需要进一步研究。因此,本条结合目前技术水平实际,提出了两个推荐使用的定性条件:①当开采煤层上部赋存有多个可采或不可采煤层时,上邻近层有大量卸压瓦斯涌向工作面采场或采空区,采用井下高位钻孔、穿层钻孔及高抽巷都不能满足瓦斯抽采要求,造成工作面上隅角、回风巷瓦斯浓度超限,风排瓦斯量大,工作面抽采率不能达标时,常采用地面钻井抽采采动区卸压瓦斯;②煤层开采后,对于老采空区和卸压稳定区汇集瓦斯资源丰富,经论证有抽采经济价值或有抽采井可利用时,可对老采空区和卸压稳定区进行地面钻井抽采,提高矿井瓦斯抽采率和瓦斯资源回收利用率。

4.3.4 地面抽采井井身结构设计的原则是:①应满足钻井、完井和生产的需要;②满足处理漏、涌、塌、卡等复杂情况作业需要(一般应留有余地);③能确保钻井施工的安全、优质、快速、低成本。因此,地面井抽采卸压瓦斯井身结构在保证安全的前提下,应尽可能地简化井身结构,降低钻井成本。

4.3.5 抽采井井身结构是指由直径不同,且均注水泥封固环形空间而形成的轴心线重合的一组套管与水泥环的组合。主要由表层套管、技术套管、生产套管和各层套管外的水泥环等组成。表层套管是井套管程序里最外层的套管,其作用有:①隔离上部含水层,不使地面水和表层地下水渗入井筒;②保护井口,加固表土层井段的井壁;③对于继续钻下会遇到高压油气层的,在表层套管上安装防喷器预防井喷。技术套管又称中间套管,是套管程序罩中间一

层或两层的套管。主要用来分隔井下复杂地层。生产套管是抽采井套管程序里的最后一层套管,穿过主要产气井段,是瓦斯的主要通道。采动区抽采的井身结构与地面预抽的井身结构不同,目前采动区抽采钻井的井身结构主要有晋城模式和淮南模式:

晋城矿区采动区瓦斯地面井身结构主要采用三开井身结构,一开位于基岩下 30m,二开布置在裂隙带,三开钻至开采煤层底板内 30m。二开采用局部固井措施,具体位置根据采动影响下不同高位破坏位置的分布高度计算确定;三开为钻井主要产气井段,全程使用筛管。

淮南矿区采动区瓦斯地面井身结构主要采用三开井身结构,一开钻至基岩下 30m,二开钻至保护煤层上方 5m~10m,三开钻至开采煤层底板内 1m~2m。二开为钻井主要产气井段,在被保护煤层上方 20m~30m 采用局部固井措施,使用筛管贯穿整个被保护煤层群。

本条主要对表层套管和生产管进行了规定,在执行中可以参考上述两种模式进行设计。

4.3.7 本条只对地面钻井负压抽采的管路和设备选型进行了规定,对于地面钻井预抽采用排采工艺的抽气机和管网选型应符合煤层气开发相关标准。

5 瓦斯抽采系统

5.1 一般规定

5.1.1 本条是关于建立地面永久瓦斯抽采系统和井下临时瓦斯抽采系统的规定。依据现行《煤矿安全规程》《防治煤与瓦斯突出规定》和《煤矿建设项目安全设施设计审查和竣工验收规范》AQ 1055 有关内容制定。本条是强制性条文,必须严格执行。

我国煤矿瓦斯灾害事故较为严重的局面一直未能改变,特别重大瓦斯事故屡有发生。1999年8月24日17时,平顶山市韩庄矿务局二矿发生特大瓦斯煤尘爆炸事故,死亡55人;2000年9月27日,贵州水城矿务局木冲沟煤矿四采区发生瓦斯煤尘爆炸事故,造成162人死亡;2004年11月28日7时,陕西省铜川矿务局陈家山煤矿415采面发生特大瓦斯爆炸事故,造成166人死亡等。大力推广抽采煤层瓦斯的治本措施,是降低矿井瓦斯涌出量和减轻稀释瓦斯的通风负担、防止发生重大瓦斯事故的十分有效的措施与方法,十分必要;另外,矿井瓦斯也是一种资源,抽出的瓦斯可以利用,变害为宝,并减少对大气环境的污染。因此本标准强调具备相应条件的某些矿井必须建立瓦斯抽采系统。

首先明确煤与瓦斯突出矿井必须建立地面永久瓦斯抽采系统。煤与瓦斯突出不仅能够造成人员伤亡事故,还可能导致瓦斯爆炸的重大灾害。2004年10月20日,河南郑州煤电集团大平矿发生煤与瓦斯突出和瓦斯爆炸,造成死亡148人的特大事故。2012年11月24日,贵州盘南煤炭开发有限责任公司响水煤矿河西采区1135掘进工作面发生一起煤与瓦斯突出事故,共造成23人死亡,5人受伤。2013年1月18日17时25分,贵州盘江股份金佳矿发生特大型煤与瓦斯突出,造成13人死亡,3人受伤。抽

采煤层瓦斯可以降低煤层瓦斯压力和瓦斯含量,消除煤与瓦斯突出危险,大大减少煤与瓦斯突出事故发生的概率,因此煤与瓦斯突出矿井必须建立地面永久瓦斯抽采系统。

其他符合条件的矿井可依据矿井灾害等级、矿井生产能力、抽采量大小、瓦斯资源量、抽采系统服务年限等因素选择地面永久瓦斯抽采系统或者井下移动瓦斯抽采系统。地面固定抽采系统和井下移动式抽采系统在功能上互补、各有优缺点:井下移动式抽采系统的优点是抽采地点机动灵活、适应性强、投资较小,主要缺点是抽采泵能力较小,瓦斯抽采量不大,瓦斯浓度低,输送安全可靠性能差,低浓度瓦斯不便于利用。大多数矿井将抽采的瓦斯直接排在总回风流中,少部分矿井排到地面。移动式抽采系统虽然能有效解取局部区域瓦斯超限问题,但不能减轻矿井通风压力,适用于局部高瓦斯地点的抽采。地面固定抽采系统的优点是瓦斯抽采量大,瓦斯浓度高,抽采负压较高,服务年限较长,不仅能有效解取采掘区域瓦斯超限问题,也能减轻矿井通风压力,适用于瓦斯灾害较重矿井的抽采。

除煤与瓦斯突出矿井外,不再硬性要求全部高瓦斯矿井都必须建立瓦斯抽采系统,同时也不是全部低瓦斯矿井都不必建立瓦斯抽采系统,而是综合考虑矿井生产能力和绝对瓦斯涌出量两个因素,主要是考虑到将一些生产能力较小、相对瓦斯涌出量大于 $10\text{m}^3/\text{t}$ 而绝对瓦斯涌出量较小的高瓦斯矿井排除,而将一些生产能力较大、相对瓦斯涌出量低于 $10\text{m}^3/\text{t}$ 而绝对瓦斯涌出量较大的低瓦斯矿井纳入。

5.1.2 预抽和采空区抽采对抽采负压的要求差别较大,采用同一趟管路既不利于抽采负压调节又不易满足孔口负压要求。因此提出同时具有煤层瓦斯预抽和采空区瓦斯抽采方法的矿井,应分别建立高、低负压瓦斯抽采系统。

5.1.3 本条依据现行行业标准《煤矿瓦斯抽放规范》AQ 1027制定。

5.2 抽采管路

5.2.1 本条是关于井下瓦斯抽采管路敷设的有关原则要求。

2 当抽采设备或管路发生故障时,为确保管路内溢出的瓦斯不流入采、掘工作面及机电硐室内,故主管宜从专用管道井或回风井出地表,井下主、干管宜敷设在回风巷内。

3 若必须敷设在辅助运输巷道内时,采取的安全措施主要指将管路架设一定高度,并固定在巷道壁上。

5.2.2 本条是关于抽采管路管径计算的有关内容。需要说明的是,现有的规程规范对抽采管路能力的富余系数并没有明确要求,为保持与原规范的连续性,抽采管路能力的富裕系数仍按 1.2~1.8 考虑。考虑到经济流速变化幅度较大,计算管径经济流速可取较小值,即通常(或大多数)情况下,管路中瓦斯以较低经济流速流动,当瓦斯流量特殊(异常)情况下,管路中瓦斯流动速度提高,但仍可保持在经济流速内。

5.2.4 本条是关于抽采管路管材的有关要求,依据现行行业标准《煤矿瓦斯抽放规范》AQ 1027 制定。

5.2.5 本条是关于抽采管路摩擦阻力计算的有关内容,本次修订仍采用现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 中的低压($<0.01\text{MPa}$)燃气管道摩擦阻力计算公式,管材按钢材考虑,混合瓦斯在管道内运动状态仍按湍流考虑。若采用其他管材或管道内混合瓦斯为其他运动状态时,可按照现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 中有关方法进行计算。

与现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 唯一不同的是考虑到抽采泵前端管道内混合瓦斯气体呈负压状态,增加压力换算(P_0/P_1)系数。

抽采管路中绝对压力由泵站主管到支管逐渐降低,计算抽采管网摩擦阻力时应先从管路末端开始,以当地大气压力减去孔口负压作为第一段管路内的绝对压力,以前一段管路末端绝对压力

作为后一段管路内的绝对压力,然后以此类推,逐段进行。

管路内壁的当量绝对粗糙度除与内壁的光滑程度有关外,还与混合瓦斯气体成分有关,根据现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028,天然气、液化石油气和人工煤气取值略有不同,本次修订参照该规范取值。

5.2.6 管路局部阻力可取摩擦阻力的 10%~20%,抽采管路系统长、网络复杂或附属设施较多时,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:

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

式中: h_1 ——瓦斯管路的局部阻力(Pa);

ξ ——局部阻力系数,见表 6;

ρ ——管道内混合瓦斯密度(kg/m³);

v ——瓦斯平均流速(m/s)。

表 6 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管路长度所产生的阻力,即阻力强度。

一支阀门相当于 $\frac{1}{5}d$ 的阻力长度(m);

一支丁形件相当于 $\frac{1}{10}d$ 的阻力长度(m);

一支滑阀相当于 $\frac{1}{20}d$ 的阻力长度(m);

一支弯头相当于 $\frac{1}{100}d$ 的阻力长度(m);

以上“ d ”的单位为 mm。

5.3 抽采设备

5.3.1 本条是计算标准状态下抽采系统所需压力的有关内容。以云南观音山煤矿一井西一一采区抽采系统为例,投产初期开采+800m水平,分别布置高、低负压抽采系统。

+800m水平西一一采区高负压抽采管路系统的最大阻力损失(包含局部阻力)为13208Pa,高负压抽采系统钻孔孔口负压 $h_{kf}=13000\text{Pa}$,抽采泵出口正压 $h_{cz}=3500\text{Pa}$,高负压抽采系统所需压力计算:

$$H_r = h_{rm} + h_{rj} + h_{kf} = 13208 + 13000 = 26208(\text{Pa})$$

$$H_c = h_{cm} + h_{cj} + h_{cz} = 0 + 0 + 3500 = 3500(\text{Pa})$$

$$H_z = (H_r + H_c) \times K_x = (26208 + 3500) \times 1.2 = 35650(\text{Pa})$$

+800m水平西一一采区低负压抽采管路系统的最大阻力损失为12889Pa,低负压抽采系统钻孔孔口负压 $H_{fl}=5000\text{Pa}$,抽采泵出口正压按3500Pa,低负压抽采系统所需压力计算:

$$H_r = h_{rm} + h_{rj} + h_{kf} = 12889 + 5000 = 17889(\text{Pa})$$

$$H_c = h_{cm} + h_{cj} + h_{cz} = 0 + 0 + 3500 = 3500(\text{Pa})$$

$$H_z = (H_r + H_c) \times K_x = (17889 + 3500) \times 1.2 = 25667(\text{Pa})$$

5.3.2 本条是关于计算抽采泵工况压力的有关内容。目前真空泵曲线是在“吸气温度为 20°C ,供水温度为 15°C ,出口压力为一个标准大气压,吸入气体为饱和空气时泵的性能曲线”。在计算抽采泵工况压力时除考虑抽采管网系统总阻力损失和孔口负压外,还必须满足抽采泵出口正压之需求。换句话讲,即抽采泵除必须将混合瓦斯气体压力从入口侧负压状态提升到泵站当地大气压力外,还必须保证抽采泵出口为正压。

仍以云南观音山煤矿一井西一一采区抽采系统为例,计算瓦斯泵运行工况压力,西一一采区抽采泵站场地标高+1216.0m,大气压力为87528Pa,高负压系统抽采泵工况压力为:

$$P_g = P_d - H_z = 87528 - 35650 = 51878(\text{Pa})$$

低负压抽采泵工况压力:

$$P_g = P_d - H_z = 87528 - 25667 = 61861 (\text{Pa})$$

5.3.3 本条是关于抽采泵标准状态流量计算的有关内容。考虑到已按抽采系统服务范围预计最大瓦斯抽采量或按抽采系统服务年限 10a~15a 内预计最大瓦斯抽采量,故抽采系统流量富余系数维持原规范不变。

仍以云南观音山煤矿一井西一一采区抽采系统为例,计算标准状态下抽采泵流量,+800m 水平西一一采区高负压抽采系统最大瓦斯抽采纯量为 $44.0 \text{ m}^3/\text{min}$,瓦斯抽采浓度按 40%设计,抽采泵机械效率取 80%,抽采系统流量富余系数取 1.6,高负压抽采系统抽采泵流量:

$$Q_b = \frac{Q_s}{C_r \times \eta_b} \times K_L = \frac{44.0}{0.40 \times 80\%} \times 1.6 = 220 (\text{m}^3/\text{min})$$

+800m 水平西一一采区低负压抽采系统最大瓦斯抽采纯量为 $6.0 \text{ m}^3/\text{min}$,拟采用 1 台泵运转,瓦斯抽采浓度按 7.5%设计,抽采泵机械效率取 80%,抽采系统流量富余系数取 1.6,低负压抽采系统抽采泵流量:

$$Q_b = \frac{Q_s}{C_r \times \eta_b} \times K_L = \frac{6.0}{0.075 \times 80\%} \times 1.6 = 160 (\text{m}^3/\text{min})$$

5.3.4 本条是计算抽采泵工况流量的有关内容。目前真空泵曲线是在“吸气温度为 20°C ,供水温度为 15°C ,出口压力为一个标准大气压,吸入气体为饱和空气时泵的性能曲线”。因抽采泵吸入气体为非饱和气体,因此在计算抽采泵工况流量时,必须将非饱和气体体积换算为饱和气体体积,换算时依据抽采泵吸入侧的温度和压力,与抽采泵出口正压无关。

仍以云南观音山煤矿一井西一一采区抽采系统为例计算抽采泵工况流量。高负压抽采系统拟采用 1 台泵运转,抽采泵入口绝对压力和运行工况流量为:

$$P_r = P_d - H_r = 87528 - 26208 = 61320 (\text{Pa})$$

$$Q_g = \frac{Q_b P_0 T_1}{n P_r T_0} = \frac{220}{1} \times \frac{101325 \times 293}{61320 \times 293} = 364 (\text{m}^3/\text{min})$$

低负压抽采系统拟采用 1 台泵运转, 抽采泵入口绝对压力和运行工况流量为:

$$P_r = P_d - H_r = 87528 - 17889 = 69639 (\text{Pa})$$

$$Q_g = \frac{Q_b P_0 T_1}{n P_r T_0} = \frac{160}{1} \times \frac{101325 \times 293}{69639 \times 293} = 233 (\text{m}^3/\text{min})$$

高负压抽采系统以计算工况压力 51878Pa 和工况流量 364m³/min 选择抽采泵, 低负压抽采系统以计算工况压力 61861Pa 和工况流量 233m³/min 选择抽采泵。

5.3.5 本条是抽采设备选型的有关内容。因目前并未淘汰干式抽采泵, 故取消了选择湿式抽采泵的要求。原规范对备用抽采泵及附属设备的要求是应与抽采设备具有同等能力, 在表述上有歧义, 本次修订该内容与现行《煤矿安全规程》保持一致, 其目的是当任意一台工作泵出现问题需要维护或检修时, 备用抽采泵均可接替其运行而不会降低抽采系统总能力。

6 瓦斯抽采泵站

6.1 泵站布置

6.1.1 地面固定瓦斯抽采泵站的设置应符合下列规定：

2 原规范要求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民区不得小于 50m。本次修订取消了“泵站宜设置在回风井工业场地内”的要求，同时根据《煤矿安全规程》2016 版进行调整，泵站改为泵房，井口明确为进风井口，并取消了居住区。

原规范主要考虑到瓦斯管路从矿井回风系统铺设出井，为防止瓦斯气体从管路中泄漏时威胁矿井生产安全，故要求瓦斯泵站设置在回风井工业场地内。近年来，国家对瓦斯的利用和节能要求不断提高，部分矿井瓦斯泵站设置在回风井工业场地内不利于瓦斯利用和节能。瓦斯利用主要有民用、化工、发电，大部分矿井回风井工业场地位置比较偏僻、地方狭窄、交通不便和远离居民驻地，不利于民用、化工和瓦斯发电厂设置；同时，瓦斯发电厂设置在回风井工业场地内，远离主工业场地，不利于瓦斯发电厂余热利用，根据现行国家标准《煤炭工业矿井节能设计规范》GB 51053，采暖与空气调节系统的冷、热源宜采用各种余热，故本次修订不再推荐将瓦斯泵站设置在回风井工业场地内，矿井可根据具体情况，综合考虑瓦斯泵站位置。

瓦斯抽采泵房为甲类厂房，其火灾危险性大，且以爆炸火灾为主，破坏性大。为减少站房发生爆炸时对进风井口和主要建筑物破坏，避免造成重大人员伤亡、财产损失，故要求泵房距进风井口和主要建筑物不得小于 50m。该处主要建筑物是指泵房失事后可能导致发生重大人员伤亡、财产损失和影响矿井安全生产的建筑

及设施,主要包括办公楼、联合建筑、职工住宅、食堂、变电所、通风机房、压风机房等,不包括泵站内的建筑及设施。

3 本款泵站内各建(构)筑物间安全距离主要从防火间距和爆炸危险区域两方面考虑,依据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 有关规定,取两者最大值。

泵站内各建(构)筑物主要包括泵房、加压机房、变配电室、控制室、气柜(储气罐)等,各建(构)筑物间的防火间距依储存物品的火灾危险性类别、建(构)筑物耐火等级、气柜(储气罐)总容积,按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 第 3.4.1 条和第 4.3.1 条对其取值进行了规定。

现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 对爆炸危险区域进行了划分。

6.2 电气及通信

6.2.1 本条根据现行《煤矿安全规程》和现行国家标准《煤炭工业矿井设计规范》GB 50215 有关要求编写。为保证瓦斯抽采泵站安全运行,应严格执行本条文。

瓦斯抽采泵站供电系统直接关系到瓦斯抽采系统连续运行,中断供电将引起井下风流中瓦斯浓度超限,巷道瓦斯积聚,甚至引起井下瓦斯、煤尘爆炸,导致煤矿井下人员伤亡或者重要设备损坏,造成重大经济损失,影响煤矿生产安全。所以瓦斯抽采泵站属于一级负荷。为保证瓦斯抽采泵站安全可靠运行,将本条作为强制性条文,应严格执行。

6.2.2 瓦斯泵站的变配电室、控制室布置在爆炸危险区域外分为两种情况:一种是变配电室、控制室单独布置,与瓦斯泵房的安全距离符合相关规范要求;另一种是变配电室、控制室与瓦斯泵房一面贴临布置。

当变配电室、控制室与瓦斯泵房一面贴临布置时,应满足以下

条件:

(1)采用无门、窗、洞口的防火墙分隔。

(2)变配电室、控制室的门窗位于爆炸危险区域以外(与瓦斯泵房相邻门窗的间距大于 4.5m;相邻窗的间距小于 4.5m 时,其中一扇窗采用防爆密闭型)。

6.3 建筑、消防

6.3.1 本条提出了地面泵站建筑有关规定:

1 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房、加压机房,因此规定泵房、加压机房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%,根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016,地面泵房、加压机房为甲类厂房,泵房建筑的耐火等级不应低于二级。

7 安全与监控

7.1 安全设施及措施

7.1.1 本条根据国家现行标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057—2010 第 3.0.3 条和《煤炭工业矿井设计规范》GB 50215—2015 第 12.8.3 条的相关规定编写。

煤矿瓦斯泵房属于在正常运行时不太可能出现爆炸性气体混合物,即使出现也仅是短时存在爆炸性气体混合物的环境,即爆炸性气体环境 2 区。

依据现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057—2010 第 3.0.3 条第 7 款“具有 2 区或 22 区爆炸危险场所的建筑物”,地面瓦斯泵房属于第二类防雷建筑物。

瓦斯放空管为直接排放瓦斯用,有过遭遇雷击点燃的案例发生,故按第一类防雷建筑物的排放爆炸危险气体放散管设计。由于瓦斯放空管设于泵房附近,同时周围还布有管道,而现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 对接闪杆的支柱及其接地装置与被保护建筑物及与其有联系的管道、电缆等金属物之间的间隔距离有明确要求(地上部分约大于 5m,地下部分大于 4m),这些因素导致接闪杆的保护范围更加有限,故建议瓦斯放空管采用架空接闪线保护。对于一些小型瓦斯泵房的放空管,在接闪杆能有效保护的情况下,可采用接闪杆保护。

同时,设计人员在确定接闪器的保护范围时,应严格按照现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 中滚球法计算确定,不能依据某些设计手册。两者间存在差异,而往往设计手册的保护范围偏大。

7.1.6 本条是关于低浓度瓦斯管道输送安全保障设施的有关要

求,依据现行行业标准《煤矿低浓度瓦斯管道输送安全保障系统设计规范》AQ 1076 制定。

7.2 瓦斯抽采监测监控

7.2.1 本条文根据现行《煤矿安全规程》第 182 条的相关规定编写。

8 节能及环保

8.1 节 能

8.1.5 本条主要是为了降低抽采管路系统阻力制定的。抽采泵站位置的选择应考虑管路长度,必要时可采用垂直钻孔或管道井敷设,以减少管路长度。抽采管路的附属设施如:流量计、放水器、法兰、转换接头等选择不当均会额外增加阻力。

8.1.6 供电线路应根据供电最大负荷按经济电流密度选择导线截面,并按照 5% 的电压降进行校核,在杆塔和主要金具不升级的情况下,线径可放大 1 级到 2 级。

8.1.7 有条件的矿井,瓦斯抽采泵站可采用处理后的矿井涌水作为水源,提高矿井水的回用率。

8.2 环 保

8.2.3 本条是关于高浓度瓦斯排放限值的规定,根据现行国家标准《煤层气(煤矿瓦斯)排放标准(暂行)》GB 21522 制定,制定本条的目的是促进高浓度瓦斯的利用。瓦斯主要成分为甲烷(CH_4),是《京都议定书》明确的六种温室气体之一,其温室效应是二氧化碳的 22 倍,对臭氧层的破坏程度是一氧化碳的 7 倍,对生态环境破坏性极强,同时它又是一种洁净、高效、优质、安全的能源,可用于发电、民用、汽车燃料、煤化工等领域。对其加以利用既可节约能源,又可减少对大气环境的污染。因此现行国家标准《煤层气(煤矿瓦斯)排放标准(暂行)》GB 21522 明确要求,对可直接利用的高浓度瓦斯,应建立瓦斯储气罐,配套建设瓦斯利用设施,利用方式可为民用、发电、化工等;对目前无法直接利用的高浓度瓦斯,可采取压缩、液化等方式异地利用;对目前无法利用的高浓度瓦

斯,可采取焚烧等方式处理。经过充分的处理和利用,达到本条规定的“抽采的瓦斯甲烷浓度在 30%及以上时,禁止对空直接排放”的要求。

S/N:155182 · 0315



9 155182 031500



统一书号: 155182 · 0315

定 价: 17.00 元