

注册安全工程师辅导：煤矿瓦斯爆炸的风险评价安全工程师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/645/2021\\_2022\\_\\_E6\\_B3\\_A8\\_E5\\_86\\_8C\\_E5\\_AE\\_89\\_E5\\_c62\\_645287.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/645/2021_2022__E6_B3_A8_E5_86_8C_E5_AE_89_E5_c62_645287.htm) 把安全工程师站点加入收藏夹

摘要:运用系统安全学原理和事故致因理论，结合煤矿瓦斯爆炸的特点，给出了瓦斯爆炸风险性的半定量评价模型，对煤矿瓦斯爆炸的风险评价作了初步的研究。通过事前对瓦斯爆炸的风险性进行可靠性评价，将对瓦斯爆炸预防和矿井安全生产具有重要的现实意义。关键词:瓦斯爆炸.不安全系数.可靠性.风险评价 煤炭是我国第一大能源，占一次性能源的70%左右。由于我国煤炭分布范围广泛，埋藏地质条件复杂，煤炭生产一直受到各种灾害，如瓦斯、火灾、水灾、煤尘及冒顶等的威胁，其中尤以瓦斯爆炸事故后果最为严重。据不完全统计，我国采矿企业每年因伤亡事故所造成的直接经济损失高达20亿元人民币。如果能在事前对瓦斯爆炸的风险性进行正确评价，将对瓦斯爆炸预防和安全生产具有重要的现实意义。目前煤矿风险评价方法存在相当大的经验成分，很少对危险源评价进行系统的研究。本文从系统论的观点建立了一个风险评价模型，来分析评价煤矿瓦斯爆炸重大危险源以及瓦斯爆炸的发生概率。

### 1煤矿瓦斯爆炸的特征及危害

#### 1.1瓦斯爆炸的形成条件

煤矿瓦斯爆炸的重大危险源主要是甲烷，瓦斯爆炸的必要条件有：甲烷积聚超限且浓度达到5%—15%。空气中氧含量大于12%。引燃引爆热源必须大于甲烷最小点燃温度650-750。在一般的矿井条件下，氧浓度是满足的，只要积聚的瓦斯达到爆炸浓度范围，同时具有引燃热源，就有发生瓦斯爆炸事故的可能。煤矿井下瓦斯在

不同浓度下危险程度是不同的，根据2005年3月国家煤矿安全监察局颁布的《煤矿瓦斯治理经验五十条》，现将瓦斯积聚严重程度分为以下4种状态，并予以处理。如表1所示。瓦斯的引燃温度为650 -750 ，最低点燃能量为0.28 mJ，明火、煤炭自燃、电弧(4 000 )、电气火花、赤热的金属表面、吸烟、撞击火花、磨擦火花，甚至静电产生的火花等煤矿井下所能遇到的绝大多数火源都足以引燃瓦斯。所以，考察火源严重程度主要是看该火源在危险的瓦斯环境下暴露的频率。如表2所示。

### 1.2 瓦斯爆炸的危害

矿井瓦斯爆炸是受限空间的爆炸，它的传播和影响范围特别大，往往造成重大的人员伤亡和巨大的财产损失。分析其危害主要为:高温、冲击波和有害气体。

#### 高温。

瓦斯爆炸会产生高温的焰面。焰面是巷道中运动着的化学反应区和高温气体，其速度大、温度高。正常的燃烧速度为1 - 2.5 m/s,爆轰时传播速度可达2 500 m /s。焰面温度高达2 150 - 2 650 。焰面经过之处，人被烧伤或大面积烧伤，可燃物被点燃而发生火灾。

#### 冲击波。

瓦斯爆炸会产生很强的冲击波，冲击波锋面压力可由几个大气压到20个大气压，前向冲击波叠加和反射时可达100个大气压。其传播速度总是大于声速，所到之处会造成人员伤亡、设备和通风设施损坏、巷道跨塌。

#### 有害气体。

瓦斯爆炸后生成大量的有害气体，某些煤矿分析爆炸后的气体成分为:O<sub>2</sub>浓度6%-10%. N<sub>2</sub>浓度82%-88%. CO<sub>2</sub>浓度4%-8%. CO浓度2%-4%。如果有煤尘参与爆炸，CO的生成量更大，往往成为人员大量伤亡的主要原因。

## 2 煤矿瓦斯爆炸的风险评价模型

### 2.1 瓦斯爆炸的“人—机—环境”系统事故致因理论

认为:人、机(物)和环境这3个因素在同一时间和空间两两相遇时才可能发生事故。图1是危险

因素组成的瓦斯爆炸人一机一环境系统图，图中两圆交叉部分为事故易发生区，而3个圆相交部分为事故高发区。

## 2.2 瓦斯爆炸的风险评价模型

为了研究煤矿瓦斯爆炸事故的危害，寻找系统的薄弱环节以及系统安全性的技术途径，在对瓦斯爆炸的“人一机一环境”，系统进行分析的基础上，根据科学性、系统性、可行性和可比性的原则，建立危险源风险评价模型。同时根据矿井瓦斯爆炸的特点和以往事故原因的分析，参照其他行业的评估方法，提出煤矿瓦斯爆炸风险评价模型方程： $H = KD / 6$  (1) 式中H危险源系统的风险度.H的范围: $0 < H < 1$ . K系统不安全系数. D系统的风险度。为使H的值标准化即处在0和1之间所以将KD的值再除以6。很明显，有了危险源系统的风险度H，便可得出瓦斯爆炸可能性的大小。现用自然语言去描述危险源系统的风险度H，见表3。

### 2.2.1 系统不安全系数K的确定

根据系统论的观点，系统不安全系数应该是人、机、环境的不安全系数的交集，本应按照概率论的方法去计算，但为简便起见，现采用下面的方法去估算K，即： $K = (P1 P2 P3) / 3$  (2) 式中P1人的不安全系数. P2机的不安全系数. P3环境的不安全系数。(1)系统的不安全系数具有模糊性。瓦斯爆炸破坏性很强，事故现场难以保护，因此历次事故的真正原因不是很准确.加之长期以来我国对设备故障率未作系统分析，很难收集这方面的资料。因此瓦斯爆炸基本事件具有模糊性。也就是说人、机、环境的不安全系数具有模糊性。所以，我们可对某煤矿的人、机、环境的不安全系数作自然语言判断，然后采用特尔斐(Delphi)法将这些自然语言数字化，得到人、机、环境的不安全系数P1、P2、P3。对一基本事件的的危险程度，我们可用自然语言集A

= {严重, 中等, 一般}中的一个值表示。根据特尔斐(Delphi)方法, 我们将自然语言集A大致映射成相应的数值集 $C=\{0.6,0.3,0.1\}$ 。(2)对人、机、环境的不安全系数 $P_1, P_2, P_3$ 的评估方法。对人的因素进行评价时, 主要对人的素质进行评估。评估时主要考虑以下几个方面: 领导安全意识及管理者接受安全教育和培训情况. 管理者的安全管理水平. 对安全技术、安全教育的资金投入情况. 安全机构及人员配备情况. 职工安全教育和培训情况. 职工自救能力. 安全部门的职能是否得到有效发挥。对机的不安全状态因素分析。导致瓦斯爆炸的机的因素很多, 评估时主要对以下几个方面进行评估: 通风系统安全可靠性能. 生产设备安全可靠性能; 仪器仪表完好率及安全可靠性能. 瓦斯监测系统及其有效性. 电气防爆及防静电能力. 电力系统的安全可靠性能. 安全投入资金的多少。对环境的不安全状态因素分析。导致瓦斯爆炸的环境因素比较复杂, 评估时主要参照以下几个方面: 瓦斯的抽放情况. 作业场所的温度湿度. 有害气体和粉尘的浓度. 作业场所的风速、风量. 作业场所的安全出口. 地质构造情况. 消防管路情况. 防爆、隔爆设施的情况。通过上面的评估标准, 我们可以给出人、机、环境的不安全程度的自然语言, 从而得出 $P_1, P_2, P_3$ 的值, 继而我们可算出系统不安全系数 $K$ 的值。

### 2.2.2系统的风险度 $D$ 的估算

风险度的值为事故概率与事故后果的乘积, 由于煤矿生产系统中与生产安全有关的因素较多, 本文中风险度的计算采用格雷哈母提出的LE C法, 即:  $D=LEC$  (3 式中 $D$ 风险度.  $L$ 发生事故的.  $E$ 作业场所人员密度.  $C$ 事故严重度。)

(1)发生事故概率 $L$ 的确定。确定发生事故的. 为简化评价过程, 可采取半定量

方法。首先对导致瓦斯积聚的可能因素进行分析，然后对引燃瓦斯爆炸的可能因素进行分析。根据瓦斯爆炸的条件，氧气浓度的因素在井下各作业地点是满足要求的，评估时可不予考虑。综合以上两种可能因素得到10种有效的组合方式，然后按照不同组合方式的可能性给予不同的指标。(2)作业场所人员密度E的确定。根据作业场所人员的多少，给予E不同的值，确定方法如表5。(3)事故严重度C的确定。瓦斯爆炸的后果是造成人员伤亡、设备和通风设施损坏及巷道的垮塌。为简化计算，对C值不再分级，取值为1。

3结论 在矿井瓦斯爆炸研究中，建立定量的分析模型，对矿井瓦斯爆炸进行定量分析是十分必要的，它可以量化矿井瓦斯爆炸的可能性，为防止瓦斯爆炸提供量化指标。并可以对瓦斯爆炸发生的原因作出明确的认定，从而进行积极的预防和监控。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问  
[www.100test.com](http://www.100test.com)