

UDC

中华人民共和国行业标准

**TB**

**TB 10120—2002**  
**J 160—2002**

P

---

# 铁路瓦斯隧道技术规范

Technical code for railway tunnel with gas

2002-03-16 发布

2002-07-01 实施

---

中华人民共和国铁道部 发布

中华人民共和国行业标准

铁路瓦斯隧道技术规范

Technical code for railway tunnel with gas

TB 10120—2002

J 160—2002

主编单位：中铁五局(集团)有限公司

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：2002年7月1日

中国铁道出版社

2003年·北京

# 关于发布《铁路工程节能设计规范》等 12个铁路工程建设标准的通知

铁建设〔2002〕24号

《铁路工程节能设计规范》(TB 10016—2002)、《铁路生产污水处理设计规范》(TB 10079—2002)、《铁路特殊路基设计规范》(TB 10035—2002)、《铁路隧道喷锚构筑法技术规范》(TB 10108—2002)、《铁路瓦斯隧道技术规范》(TB 10120—2002)、《铁路路基施工规范》(TB 10202—2002)、《铁路桥涵施工规范》(TB 10203—2002)、《铁路隧道施工规范》(TB 10204—2002)、《铁路给水排水施工规范》(TB 10209—2002)、《铁路客车车辆设备设计规范》(TB 10029—2002)、《铁路电力牵引变电所所用电力系统设计规范》(TB 10080—2002)、《铁路通信光纤用户接入网工程施工规范》(TB 10222—2002)等12个铁路工程建设标准,经审查现予发布,自2002年7月1日起施行。届时原《铁路工程设计节能技术规定》(TBJ 16—86)、《铁路特殊土路基设计规则》(TBJ 35—92)、《铁路隧道喷锚构筑法技术规则》(TBJ 108—92)、《铁路路基施工规范》(TBJ 202—86,含1996年局部修订版)、《铁路桥涵施工规范》(TBJ 203—86,含1996年局部修订版)、《铁路隧道施工规范》(TBJ 204—86,含1996年局部修订版)、《铁路给水排水施工规范》(TBJ 209—86,含1996年局部修订版)及《铁路客车技术整备所设计规则》(TBJ 29—90)同时废止。

对工程延续项目勘测设计中新老规范衔接问题,按《关于实施新发布设计规范有关问题的通知》(建技〔1999〕88号)办理。

以上标准由部建设管理司负责解释，由中国铁道出版社和铁路工程技术标准所组织出版发行。

中华人民共和国铁道部  
二〇〇二年三月十六日

## 前 言

本规范是根据铁道部铁建函〔1999〕50号文的要求，并参照铁道部《铁路瓦斯隧道技术暂行规定》（以下简称《暂规》）修编而成的。

本规范共分10章，另有12个附录。其主要内容包括：总则、术语、勘测、设计、钻爆作业、揭煤防突、施工通风、电气设备与作业机械、施工安全及事故处理、质量检验及工程验收等。

本规范修订的主要内容有：

(1) 对瓦斯隧道进行了科学、合理的分类，并对不同类型的瓦斯隧道采用不同的设计标准和施工措施。

(2) 增列了关于“揭煤防突”的有关规定。

(3) 瓦斯隧道运营期间，隧道内瓦斯允许浓度由0.3%改为不得大于0.5%。

(4) 修订了钻爆作业、施工通风、电气设备与作业机械的有关规定。

在执行本规范过程中，希望各单位结合工程实践，认真总结经验，积累资料。如发现需要修改和补充之处，请及时将意见及有关资料寄交中铁五局（集团）有限公司（贵阳市枣山路23号，邮政编码：550003），并抄送铁路工程技术标准所（北京市海淀区羊坊店路甲8号，邮政编码：100038），供今后修订时参考。

本规范由铁道部建设管理司负责解释。

本规范主编单位：中铁五局（集团）有限公司。

本规范参编单位：铁道第二勘察设计院、中铁隧道集团有限公司。

本规范主要起草人：白继承、罗自品、张祉道、陆茂成、张风林、张开鑫、管健、熊祥雪、向贤鹤、康帆。

## 目 次

1	总 则 .....	1
2	术 语 .....	2
3	勘 测 .....	5
3.1	一般规定 .....	5
3.2	地质勘探与瓦斯测定 .....	5
3.3	瓦斯预测与评估 .....	6
4	设 计 .....	7
4.1	瓦斯隧道分类 .....	7
4.2	衬砌结构 .....	7
4.3	辅助坑道 .....	9
4.4	运营通风 .....	10
5	钻爆作业 .....	12
6	揭煤防突 .....	14
6.1	煤层超前探测 .....	14
6.2	揭煤前瓦斯突出危险性预测 .....	14
6.3	防治煤与瓦斯突出措施 .....	16
6.4	防突措施效果检验 .....	17
6.5	石门揭煤及煤巷掘进 .....	18
7	施工通风 .....	20
7.1	一般规定 .....	20
7.2	通风系统 .....	20
7.3	通风设备 .....	21
8	电气设备与作业机械 .....	23
8.1	一般规定 .....	23
8.2	电 缆 .....	23

8.3 电器与保护	24
9 施工安全及事故处理	26
9.1 施工安全	26
9.2 事故预防及处理	30
10 质量检验及工程验收	32
10.1 质量检验	32
10.2 工程验收	32
附录 A 煤的破坏类型分类	34
附录 B 瓦斯自动检测报警断电装置的安设要求	35
附录 C 瓦斯测定仪检测质量的控制	37
C.1 便携式瓦斯检测报警仪	37
C.2 光干涉甲烷测定器	39
附录 D 煤层瓦斯压力测定方法	44
附录 E 瓦斯放散初速度指标测定方法	45
附录 F 煤的坚固性系数测定方法	46
附录 G 钻屑指标法	48
附录 H 综合指标法	49
附录 J 钻孔瓦斯涌出初速度、瞬间解吸压力、钻粉量 测定方法	51
附录 K “R”指标法	52
附录 L 独头坑道瓦斯涌出量的计算	53
附录 M 混凝土掺气密剂后透气系数测定方法	58
本规范用词说明	62
《铁路瓦斯隧道技术规范》条文说明	63

# 1 总 则

**1.0.1** 为统一铁路瓦斯隧道勘测、设计、施工及验收的技术标准，使铁路瓦斯隧道建设符合安全实用、技术先进、经济合理的要求，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于新建铁路瓦斯隧道的勘测、设计、施工及验收。

**1.0.3** 铁路隧道勘测与施工过程中，通过地质勘探或施工检测表明隧道内存在瓦斯，该隧道应定为瓦斯隧道。

**1.0.4** 瓦斯隧道施工期间，当发现有关煤与瓦斯的地质情况与原设计不符时，应根据实际揭示的地质资料，及时修正设计。

**1.0.5** 铁路瓦斯隧道的勘测、设计、施工及验收，除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 瓦斯 gas

从煤（岩）层内逸出的各种有害气体的总称，其主要成分为甲烷（ $\text{CH}_4$ ）。

### 2.0.2 煤系地层 coal formation

在成因上有共生关系并含有煤层（或煤线）的沉积岩地层。

### 2.0.3 瓦斯工区 work area with gas

地层含有瓦斯的隧道施工区段。

### 2.0.4 吨煤瓦斯含量 gas content for each ton of coal

每吨煤含有的瓦斯数量，系游离瓦斯与吸附瓦斯量之总和，以  $\text{m}^3/\text{t}$  计。

### 2.0.5 瓦斯压力 gas pressure

隧道开挖前煤（岩）中瓦斯的原始压力。

### 2.0.6 石门 rock cross-cut

在与煤层走向正交或斜交的岩石水平坑道中揭煤时，开挖工作面与煤层间的岩柱，其厚度一般取为 1.5~2.0 m，当岩层松软、破碎时应适当增大。

### 2.0.7 岩柱 rock column

岩石坑道开挖工作面与煤层之间的岩体，其厚度即开挖工作面与煤层之间的垂直距离。

### 2.0.8 石门揭煤 coal mining at the rock cross-cut

掘进石门和煤层的全过程，它包括揭开石门、半煤半岩掘进、全煤层掘进，过完煤层等。

### 2.0.9 密闭门 sealing door

巷道中为隔离瓦斯而安装的专用门。

### 2.0.10 瓦斯检测断面 cross-section for gas detection

坑道中设置瓦斯检测点的断面。

**2.0.11 瓦斯浓度** gas concentration

空气中瓦斯占有量与空气体积之比，以百分数表示。

**2.0.12 瓦斯逸出** gas escaped

从隧道围岩中或衬砌背后释放出的瓦斯。

**2.0.13 突出** ejection

在地应力和瓦斯压力共同作用下，破碎的煤（岩）与大量瓦斯从煤体内突然喷向开挖空间的现象。

**2.0.14 倾斜煤层** declined coal bed

煤层层面与水平面斜交的煤层，当倾角为 $8^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 时，称缓倾斜煤层；倾角为 $25^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 时，称倾斜煤层；当倾角为大于 $45^{\circ}$ 时，称急倾斜煤层。

**2.0.15 煤层厚度** thickness of coal seam

煤层顶底板之间的垂直距离。厚度小于1.3m的为薄煤层；厚度在1.3~3.5m的为中厚煤层；厚度大于3.5m的为厚煤层。

**2.0.16 超前探孔** probing drift

为探明开挖工作面前方煤层位置及赋存条件和瓦斯情况的钻孔，简称探孔。

**2.0.17 预测孔** forecasting hole

用以预测煤层各项突出危险性指标的钻孔。

**2.0.18 检验孔** detection hole

检验防突措施是否有效的钻孔。

**2.0.19 排放孔** gas releasing hole

专门排放开挖工作面前方煤层中的瓦斯和缓解应力的钻孔。

**2.0.20 打钻动力现象** dynamic phenomenon

钻孔过程中大量的瓦斯、煤浆、煤粉、水从钻孔中喷出（喷孔、喷水）或高压瓦斯将钻杆向外推（顶钻）、夹钻、抱钻、顶水等现象。

**2.0.21 震动爆破** shock blasting

在石门揭煤时，用增加炮眼数量，加大装药量等措施诱导煤

与瓦斯突出的特殊爆破作业。

**2.0.22 微震动爆破 low vibration blasting**

用于揭煤的一种低爆破力的震动爆破。

**2.0.23 煤矿许用炸药 explosive permitted for coal mining**

允许用于有瓦斯和煤尘爆炸危险的地下工程爆破的专用炸药。

**2.0.24 气密性 air tightness**

在一定的压力和时间条件下气透过混凝土的程度，以透气系数衡量。

**2.0.25 透气系数 air permeability**

在规定压力下，单位时间、单位面积内混凝土的透气量。

**2.0.26 气密性混凝土 air-tight concrete**

透气系数不大于  $10^{-11}$  cm/s 的混凝土。

## 3 勘 测

### 3.1 一般规定

3.1.1 确定隧道位置时，应经过技术经济比较，绕避煤系地层及其他含瓦斯地层，难以绕避时，宜以较短距离通过。

3.1.2 隧道穿越或邻近煤系地层和其他含瓦斯地层时，应开展瓦斯隧道的地质工作，其范围应较一般隧道适当扩大，内容适当加深，其成果应满足隧道设计和施工的需要。

### 3.2 地质勘探与瓦斯测定

3.2.1 瓦斯隧道勘测时，应调查、收集邻近煤矿和油气田的既有资料，其内容包括：

1 区域性地质、矿产地质、水文地质、有害气体的实测资料，油气田、气井资料及有关瓦斯赋存、突出的其他地质资料（含地质平面图、剖面图、煤系柱状图、煤层对比图、钻孔资料、井田勘察报告、各阶段地质报告等）；

2 井田的分布、开采水平、通风方式、瓦斯等级、采空区范围、采煤及顶板管理办法、接替采区和规划采区的位置及范围等资料；

3 有关瓦斯矿井通风和煤与瓦斯突出的历史记载和实测资料。

3.2.2 瓦斯隧道的地质工作除查明一般地形、地貌、工程地质、水文地质条件外，应着重调查和确定以下内容：

1 隧道的瓦斯来源；

2 隧道通过的地层层序、年代、岩层种类及含煤地层的分布，煤层数及顶底板特征和位置，煤层厚度、倾角，隧道穿煤里程及长度；

3 煤层的主要物理性质和指标以及工业成分分析,包括颜色、光泽、重度、硬度、水分、挥发分、固定碳、灰分、瓦斯含量、瓦斯压力、瓦斯放散初速度等;

4 煤的自然及煤尘爆炸性判断,煤与瓦斯突出危险性判断;

5 采空区形态,接替及规划采区位置及压煤量;

6 煤层的瓦斯带和瓦斯风化带位置;

7 查明形成瓦斯的地质构造,包括煤层、油页岩层所处的构造部位,天然气的生成、运移、储集、封闭条件及影响因素,地下水对天然气运移、储存的影响。

3.2.3 瓦斯隧道除应按一般隧道布置勘探工作外,尚应适当增加钻孔,采取煤样和气样进行成分分析,并在现场进行瓦斯及天然气含量、涌出量、压力等测试工作。

3.2.4 工程地质报告应有专门篇章评述煤层、瓦斯和天然气的情况,以及瓦斯地质分析、采空区及压煤量、邻近的煤矿和油气田、气井情况、隧道瓦斯严重程度预测及对工程的影响、建议技术措施等。

3.2.5 瓦斯隧道施工期间,应进行地质复查工作。对于揭露的煤层,应取样复测煤层的瓦斯含量和其他有关参数,必要时应钻孔埋管实测瓦斯压力,以及通过通风和瓦斯检测计算全坑道的瓦斯涌出量,根据检测结果核对施工工区和煤系地层的瓦斯等级,必要时应进行修正,同时应相应修改设计。

### 3.3 瓦斯预测与评估

3.3.1 勘测阶段应根据煤与瓦斯参数,结合施工方案、进度安排,分段分煤层预测隧道及辅助坑道的绝对瓦斯涌出量。

3.3.2 勘测阶段应根据煤体结构及有关参数,进行煤层突出危险性预测和瓦斯隧道的瓦斯工区、含瓦斯地段的等级划分。

3.3.3 高瓦斯隧道和瓦斯突出隧道的设计阶段应编制指导性施工组织设计,内容包括探煤、揭煤和防突的方法及措施、施工通风布置和必要的技术装备,以及施工阶段的瓦斯检测、煤与瓦斯突出参考指标及要求等。

## 4 设计

### 4.1 瓦斯隧道分类

4.1.1 瓦斯隧道分为低瓦斯隧道、高瓦斯隧道及瓦斯突出隧道三种，瓦斯隧道的类型按隧道内瓦斯工区的最高级确定。

4.1.2 瓦斯隧道工区分为非瓦斯工区、低瓦斯工区、高瓦斯工区、瓦斯突出工区共四类。

4.1.3 低瓦斯工区和高瓦斯工区可按绝对瓦斯涌出量进行判定。当全工区的瓦斯涌出量小于  $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$  时，为低瓦斯工区；大于或等于  $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$  时，为高瓦斯工区。

4.1.4 瓦斯隧道只要有一处有突出危险，该处所在的工区即为瓦斯突出工区。判定瓦斯突出必须同时满足下列 4 个指标：

- 1 瓦斯压力  $P \geq 0.74 \text{ MPa}$  (测定方法按附录 D)；
- 2 瓦斯放散初速度  $\Delta P \geq 10$  (测定方法按附录 E)；
- 3 煤的坚固性系数  $f \leq 0.5$  (测定方法按附录 F)；
- 4 煤的破坏类型为Ⅲ类及以上 (破坏类型按附录 A)。

### 4.2 衬砌结构

4.2.1 瓦斯工区根据其含瓦斯的情况，可划分为非瓦斯地段和三级、二级与一级三种含瓦斯地段，并分别采用不同的衬砌结构。含瓦斯地段的等级应按表 4.2.1 确定。

表 4.2.1 瓦斯地段等级

地段等级	吨煤瓦斯含量 ( $\text{m}^3/\text{t}$ )	瓦斯压力 (MPa)
三	$<0.5$	$<0.15$
二	$\geq 0.5$	$\geq 0.15$ 并 $<0.74$
一	—	$\geq 0.74$

注：当按吨煤瓦斯含量及瓦斯压力确定的地段等级不一致时，应取较高者。

4.2.2 一、二级瓦斯地段应采用复合式衬砌，其初期支护和二次衬砌应根据埋置的深度、围岩级别、工程地质和水文地质条件、瓦斯严重程度按全封闭原则进行设计。

4.2.3 瓦斯隧道的衬砌结构应有防瓦斯措施，宜按表 4.2.3 选用。确定防瓦斯处理范围时，瓦斯较重、等级较高地段应向瓦斯较轻、等级较低地段适当延长。

表 4.2.3 衬砌防瓦斯措施

封 闭 措 施	瓦 斯 地 段 等 级		
	三	二	一
围岩注浆	—	—	选用
喷射混凝土中掺气密剂	—	选用	采用
设置瓦斯隔离层	—	采用	采用
模筑混凝土中掺气密剂	采用	采用	采用
模筑混凝土中掺钢纤维	—	—	选用
施工缝气密处理	采用	采用	采用

4.2.4 含瓦斯地段的喷射混凝土厚度不应小于 15 cm，模筑混凝土衬砌厚度不应小于 40 cm。

4.2.5 喷射混凝土中掺用气密剂后，透气系数不应大于  $10^{-10}$  cm/s，模筑混凝土中掺用气密剂后，透气系数不应大于  $10^{-11}$  cm/s。模筑混凝土衬砌施工缝应进行气密处理，其封闭瓦斯性能不应小于衬砌本体。

4.2.6 掺气密剂的混凝土施工材料应符合下列规定：

1 水泥宜选用强度等级为 32.5 的硅酸盐和普通硅酸盐水泥，不得采用其他水泥；

2 砂的细度模数  $M_x \geq 2.7$ ，含泥量不大于 3%，不得使用细砂；

3 石子的最大粒径  $D_{\max} \leq 40$  mm，级配宜为 2~3 级，含泥量不大于 1%，不得有泥土块，或泥土包裹石子表面，针片状颗粒含量不大于 15%；

4 气密剂宜选用 FS-KQ 型, 掺量应符合设计要求, 气密剂为硅灰、粉煤灰及高效减水剂的复合剂。

4.2.7 掺气密剂的混凝土施工应符合下列要求:

1 C20 混凝土配合比宜为 1:2.5:3.5, 水灰比宜取 0.48;

2 原材料应按以上配合比进行称量, 水的允许偏差为  $\pm 1\%$ , 水泥及气密剂的允许偏差为  $\pm 2\%$ , 砂石允许偏差为  $\pm 3\%$ ;

3 原材料应按采用强制式搅拌机搅拌, 不得采用人工拌合; 水泥、气密剂及砂应先干拌 1~1.5 min, 达到颜色均匀后, 再加入石子及水搅拌 1.5~2.0 min, 形成均匀的拌合物;

4 混凝土拌合物从搅拌机卸出至灌注完毕所需时间宜为 40~60 min;

5 应采用机械震捣, 不得用人工震捣;

6 连续养护时间不得少于 28 d, 并应避免在 5℃ 以下施工。

4.2.8 当衬砌内设置瓦斯隔离层时, 其垫层应采用闭孔型泡沫塑料, 厚度不应小于 4 mm。

4.2.9 全封闭防瓦斯地段有地下水时, 宜采取在左右边墙下部外侧铺设纵向透水管, 将地下水引离含瓦斯地段的排水措施。透水管终点宜设置气水分离装置, 分离出的瓦斯气体可用管道引出洞外在高处放散。

4.2.10 从隧道内引出瓦斯的金属管, 其上端管口距地面不应小于 10 m, 并应妥善接地, 防止雷击。瓦斯放空管的接地电阻不得大于 5  $\Omega$ , 其周围 20 m 内禁止有明火火源及易燃易爆物品。

4.2.11 当隧道内含瓦斯地段较长且初始瓦斯压力大于 0.74 MPa 时, 宜在衬砌背后预埋通向大气的降压管; 有平行导坑时, 可从平行导坑向正洞施钻瓦斯降压孔, 防止隧道建成后瓦斯压力回升。

### 4.3 辅助坑道

4.3.1 瓦斯隧道辅助坑道的设置, 应按瓦斯工区与非瓦斯工区, 结合施工通风需要, 综合研究, 确定方案。

**4.3.2** 在确定斜井、竖井、横洞位置时，应避免通过或靠近煤层，不能避免时，宜减少通过或靠近煤层的长度。

**4.3.3** 高瓦斯工区和瓦斯突出工区宜设置平行导坑，采用巷道式通风，设置灾害避难所，进行远距离爆破等安全措施。

**4.3.4** 瓦斯隧道的斜（竖）井作为抽出式通风井时，不得兼作提升井。井内应设方便检修人员工作及避难行走的人行台阶（竖井为梯子间）。

**4.3.5** 瓦斯隧道的辅助坑道，当在运营期间予以利用时，应设置永久性支护。

**4.3.6** 隧道竣工交付运营前，在辅助坑道洞口及与正洞相交处、含瓦斯地段两端等位置，宜修建永久性防瓦斯密闭门和采取其他防瓦斯措施，并应定期维修。

**4.3.7** 隧道竣工后，必要时应在辅助坑道内设置专供运营期间使用的瓦斯检测仪表和通风设备，保障辅助坑道维修管理工作的安全。

## **4.4 运营通风**

**4.4.1** 瓦斯隧道在运营中，瓦斯浓度在任何时间、任何地点都不得大于 0.5%。

**4.4.2** 瓦斯隧道运营期间，必须进行瓦斯检测，低瓦斯隧道可采用人工检测，高瓦斯和瓦斯突出隧道，则应采用自动检测。自动检测系统应具有瓦斯超限报警、通风机自动控制等功能，系统可采用洞口或远程计算机集中控制。

**4.4.3** 隧道运营期间瓦斯检测断面的位置，应根据施工期间的瓦斯涌出情况确定。施工期间有瓦斯涌出地段，每 50~100 m 设置一处，其他地段视具体情况确定。人工检测点或自动检测探头应位于隧道断面中部拱顶下 25 cm 处。自动检测时，检测系统应能抗强电磁干扰，探头的安装结构应便于定时检查维修。

**4.4.4** 瓦斯隧道的机械通风方式，可采用壁龛式射流风机、洞口风道式纵向通风或竖（斜）井分段式纵向通风，应在技术经济

比较后确定。

**4.4.5** 瓦斯隧道运营通风机可采用普通型，有特殊要求时可采用防爆型。

**4.4.6** 设置机械通风的瓦斯隧道的通风量，应在稀释隧道内瓦斯所需风量和防止瓦斯积聚最小风速之相应风量中取大者确定。计算风压时需计入适量自然反风。防止瓦斯积聚的最小风速按  $1\text{ m/s}$  计。

**4.4.7** 机械通风的风机应有一定的备用量，采用射流风机时应有 50% 的备用量，采用大型风机时应有 100% 的备用量。备用风机必须能在 10 min 内启动。

**4.4.8** 瓦斯隧道的机械通风运转时间由计算确定，风机每次运转时间不应小于 15 min。风机应具有短时反转控制风流大小及方向的消防功能。

**4.4.9** 瓦斯隧道运营期间宜采用定时通风；当隧道内瓦斯浓度达到 0.4% 时，必须启动风机进行通风。保证隧道内瓦斯浓度不大于 0.5%，当瓦斯浓度降到 0.3% 以下时，可停止通风。

**4.4.10** 设置机械通风的瓦斯隧道的监控中心与车站运转室和风机房之间应设置直通专线电话。

**4.4.11** 设有运营机械通风或瓦斯自动监控设施的瓦斯隧道，应视情况确定是否需要设置双回路电源。

## 5 钻爆作业

5.0.1 瓦斯工区钻孔作业应符合下列规定：

- 1 开挖工作面附近 20 m 风流中瓦斯浓度必须小于 1.5%；
- 2 必须采用湿式钻孔；
- 3 炮眼深度不应小于 0.6 m。

5.0.2 瓦斯工区装药与爆破作业应符合下列规定：

- 1 爆破地点 20 m 内，风流中瓦斯浓度必须小于 1%；
- 2 爆破地点 20 m 内，矿车、碎石、煤碴等物体阻塞开挖断面不得大于 1/3；
- 3 通风应风量足，风向稳，局扇无循环风；
- 4 炮眼内煤、岩粉应清除干净；
- 5 炮眼封泥不足或不严不应进行爆破。

5.0.3 瓦斯工区的爆破作业必须采用煤矿许用炸药，有突出地段安全等级不低于三级的煤矿许用的含水炸药。

5.0.4 瓦斯工区必须采用电力起爆，并使用煤矿许用电雷管。严禁使用秒或半秒级电雷管。使用煤矿许用毫秒延期电雷管时，最后一段的延期时间不得大于 130 ms。

5.0.5 瓦斯工区采用电雷管起爆时，严禁反向装药。采用正向连续装药结构时，雷管以外不得装药卷。

在岩层内爆破，炮眼深度不足 0.9 m 时，装药长度不得大于炮眼深度的 1/2；炮眼深度为 0.9 m 以上时，装药长度不得大于炮眼深度的 2/3。在煤层中爆破，装药长度不得大于炮眼深度的 1/2。

所有炮眼的剩余部分应用炮泥封堵。炮泥应用水炮泥和黏土泡泥。水炮泥外剩余的炮眼部分应用黏土炮泥填满封实。严禁用煤粉、块状材料或其他可燃性材料作炮泥。

**5.0.6 爆破网路和连线，必须符合下列要求：**

**1** 必须采用串联连接方式。线路所有连结接头应相互扭紧，明线部分应包覆绝缘层并悬空。

**2** 母线与电缆、电线、信号线应分别挂在巷道的两侧，若必须在同一侧时，母线必须挂在电缆下方，并应保持 0.3 m 以上间距。

**3** 母线应采用具有良好绝缘性和柔软性的铜芯电缆，并随用随挂，严禁将其固定。母线的长度必须大于规定的爆破安全距离。

**4** 必须采用绝缘母线单回路爆破。

**5** 严禁将瞬发电雷管与毫秒电雷管在同一串联网路中使用。

**5.0.7** 电力起爆必须使用防爆型起爆器作为起爆电源，一个开挖工作面不得同时使用两台及以上起爆器起爆。

**5.0.8** 在低瓦斯工区和高瓦斯工区进行爆破作业时，爆破 15 min 后应巡视爆破地点，检查通风、瓦斯、煤尘、瞎炮、残炮等情况，遇有危险必须立即处理。在瓦斯浓度小于 1%，二氧化碳浓度小于 1.5%，解除警戒后，工作人员方可进入开挖工作面工作。瓦斯突出工区爆破作业应按本规范第 9.1.3 条第 3 款执行。

## 6 揭煤防突

### 6.1 煤层超前探测

**6.1.1** 接近突出煤层前，必须对设计标示的各突出煤层位置进行超前探测，标定各突出煤层准确位置，掌握其赋存情况及瓦斯状况。

**6.1.2** 超前探孔施工应符合下列规定：

1 接近突出煤层前，应在距设计煤层位置 15~20 m（垂距）处的开挖工作面打超前探孔 1 个，初探煤层位置；

2 在距初探煤层位置 10 m（垂距）处的开挖工作面上打 3 个超前探孔，并取岩（煤）芯，分别探测开挖工作面前方上部及左右部位煤层位置；

3 按各孔见煤、出煤点计算煤层厚度、倾角、走向及与隧道的关系，并分析煤层顶、底板岩性；

4 掌握并收集探孔施工过程中的瓦斯动力现象；

5 各探孔施工应满足下列条件：

- 1) 每个探孔应穿透煤层并进入顶（底）板不小于 0.5 m；
- 2) 正式探测孔应取完整的岩（煤）芯，进入煤层后宜用干钻取样；
- 3) 各探孔直径不宜小于 76 mm；
- 4) 钻孔过程中应观察孔内排出的浆液、煤屑变化情况，并作好记录。

### 6.2 揭煤前瓦斯突出危险性预测

**6.2.1** 在瓦斯突出工区施工时，应在距煤层垂距 5 m 处的开挖工作面打瓦斯测压孔，或在距煤层垂距不小于 3 m 处的开挖工作

面进行突出危险性预测。

6.2.2 瓦斯突出危险性预测应从下列五种方法中选用两种方法，相互验证。石门揭煤可采用瓦斯压力法、综合指标法或钻屑指标法，对于煤巷掘进宜采用钻孔瓦斯涌出初速度法、钻屑指标法或“R”指标法。

- 1 瓦斯压力法（附录 D）；
- 2 综合指标法（附录 H）；
- 3 钻屑指标法（附录 G）；
- 4 钻孔瓦斯涌出初速度法（附录 J）；
- 5 “R”指标法（附录 K）。

6.2.3 突出危险性预测方法中有任何一项指标超过临界指标，该开挖工作面即为有突出危险工作面。其预测时的临界指标应根据实测数据确定，当无实测数据时，可参照表 6.2.3 中所列突出危险性临界值。

表 6.2.3 突出危险性预测指标临界值

序号	预测类型	预测方法	预测指标	突出危险性临界值
1	石门揭煤突出危险性预测	瓦斯压力法	$P$ (MPa)	0.74
		综合指标法	$D$	0.25
			$K$	20 (无烟煤)、15 (其他煤)
		钻屑指标法	$\Delta h_2$ (Pa)	160 (湿煤)、200 (干煤)
$K_1$ [mL/(g·min <sup>1/2</sup> )]	0.4 (湿煤)、0.5 (干煤)			
2	煤巷开挖工作面突出危险性预测	钻孔瓦斯涌出初速度法	$Q$	4
		“R”指标法	$R_m$	6
		钻屑指标法	$\Delta h_2$ (Pa)	160 (湿煤)、200 (干煤)
			$K_1$ [mL/(g·min <sup>1/2</sup> )]	0.4 (湿煤)、0.5 (干煤)
			最大钻屑量 (kg/m)	6

6.2.4 钻孔过程中出现顶钻、夹钻、喷孔等动力现象时，应视该开挖工作面为突出危险工作面。

## 6.3 防治煤与瓦斯突出措施

6.3.1 经预测有煤与瓦斯突出危险时，施工单位应在揭煤前制定包括技术、组织、安全、通风、抢险、救护等技术组织措施。

6.3.2 防治煤与瓦斯突出宜采用钻孔排放。

6.3.3 钻孔排放瓦斯应按下列要求进行：

1 钻孔排放应先进行设计；

2 钻孔排放设计内容应包括：煤层赋存状况、煤层参数、预测时的各项指标、排放范围、钻孔排放半径、排放时间、排放孔个数、每孔长度和角度、排放孔施工及排放期间的安全措施等；

3 排放时间、排放半径及排放孔个数，应根据排放范围及隧道总工期综合分析确定，其排放范围及排放孔角度可参照表

6.3.3 取值；

表 6.3.3 钻孔排放参数值

排放范围 (m)				排放半径 (m)	排放时间 (d)	排放孔角度 (°)		
左	右	上	下			水平角	仰角	倾角
≥5	≥5	≥5~7	≥3	0.3~1.0	15~30	0~90	0~45	0~20

4 钻孔排放位置应设在距煤层垂距不小于 3 m 的开挖工作面上；施钻时各孔应穿透煤层，并进入顶（底）板岩层不小于 0.5 m；

5 钻孔排放布孔时，在煤层厚度 1/2 处的孔距不应大于 2 倍排放半径，一般孔底间距不大于 2 m，并以此计算各孔的角度和长度；

6 当煤层倾角小、煤层厚、一次排放钻孔过长、俯角过大时，可采用分段分部多次排放，但首次排放钻孔的穿煤深度不得小于 1.0 m；

7 瓦斯突出工区，宜采用上下半断面长台阶法开挖，利用上部台阶排放下部台阶的部分瓦斯，其台阶长度应根据通风需要

和隧道结构安全性、围岩稳定性综合考虑确定；

8 下部台阶瓦斯排放应采取下列措施：

- 1) 可在上部台阶底部打俯角孔排放；
- 2) 孔距与排距宜为 1.0 m；
- 3) 每排排放钻孔连线应与煤层走向平行；

9 排放孔施工前应加强排放工作面及已开挖段的支护，防止坍塌造成突出；

10 排放孔施工必须严格按设计施钻，钻孔过程中应有专人检查其角度和长度；

11 排放孔施工过程中应注意观察各种异常情况及动力现象，当某孔施工中动力现象严重，可暂停该孔施工，待其他孔施工完后再补贴该孔；

12 每钻完一个孔应检测该孔瓦斯浓度，以后每天进行两次，掌握排放效果和修正排放时间。

6.3.4 钻孔过程中应加强工作面风流及回风道风流中瓦斯浓度检测，当排放工作面瓦斯浓度达到 1.5% 时，应立即撤出人员，切断电源，加强通风。

## 6.4 防突措施效果检验

6.4.1 防突措施实施后，必须进行效果检验，以确认防突措施是否有效。防突措施效果检验应在距煤层 2.0 m 垂距的岩柱以外进行。

6.4.2 防突措施的效果检验宜按表 6.4.2 中的方法之一进行。

表 6.4.2 防突措施效果检验指标及临界值

序号	检验类型	检验方法	检验指标	检验指标临界值
1	石门揭煤防突措施效果检验	钻屑指标法	$\Delta h_2$ (Pa)	200 (干煤)、160 (湿煤)
			$K_1$ [mL/(g·min <sup>1/2</sup> )]	0.5 (干煤)、0.4 (湿煤)
		钻孔瓦斯涌出初速度法	$q_m$ (L/min)	4

续表 6.4.2

序号	检验类型	检验方法	检验指标	检验指标临界值
2	煤巷掘进工作面防突措施效果检验	“R”指标法	$R_m$	6
		钻屑指标法	$K_1$ [mL/(g·min <sup>1/2</sup> )]	0.5
			$\Delta h_2$ (Pa)	200
			最大钻屑量 (kg/m)	6

6.4.3 防突效果检验指标的临界值应根据实测数据确定，当无实测数据，可参照表 6.4.2 所列指标。检验结果其中任何一项指标超标，或在打检验孔时发生喷孔、顶钻、夹钻等动力现象时，则认为防突措施无效，必须采取补充防突措施。

6.4.4 采用一次性排放时，应检验工作面前方上、中、下、左、右各部位的排放效果；当采用分段分部分次排放时，每次只检验排放部位的排放效果。

## 6.5 石门揭煤及煤巷掘进

6.5.1 揭煤前应进行石门揭煤设计，其内容包括：揭开石门、半煤半岩等各阶段施工方法、支护手段、组织指挥、抢险救灾方案及安全措施等。

6.5.2 采用震动放炮措施时，石门开挖工作面距煤层的最小垂距是：急倾斜煤层 2 m、倾斜和缓倾斜煤层 1.5 m，如果岩层松软、破碎，还应适当增加垂距。

6.5.3 石门揭煤宜用微震动爆破法。

6.5.4 不同倾角、厚度的煤层可用下列方法揭煤：

- 1 急倾斜和倾斜的薄煤层，应一次全断面揭穿煤层全厚；
- 2 急倾斜和倾斜的中厚、厚煤层，一次全断面揭入煤层深度宜为 1~1.3 m；

- 3 缓倾斜煤层，应一次全断面揭开岩柱。当倾角小于 12°，岩柱水平长度大时，可刷斜面揭开煤层。

6.5.5 在半岩半煤和全煤层中掘进应符合下列要求：

1 揭开煤层后，应检验开挖工作面前方 10 m 上、中、下、左、右范围内煤与瓦斯突出的危险性，如各项指标均符合要求，可掘进 5 m，再检验 10 m，再掘进 5 m，即应始终保持工作面前方有 5 m 的安全区。如任一指标达到或超过临界值时，应采取补充防突措施，直至有效。

2 每循环进尺不宜超过 1.0 m，在全煤层中掘进应少钻孔、少装药，且必须采用电煤钻钻孔。

3 在半煤半岩中掘进应在岩石炮眼中装药，其总药量为普通爆破药量的  $\frac{1}{3}$  或  $\frac{1}{2}$ ，煤层中如煤质坚硬，需爆破时，必须采用松动爆破。

4 在软弱破碎岩层或煤层中掘进，应采用超前支护或预注浆，防止坍塌，引起突出。

5 爆破后应以喷锚支护，及时封闭瓦斯。

6.5.6 仰拱应先施工，保证拱、墙、仰拱衬砌形成闭合整体。

6.5.7 煤系地层设防段的二次模筑衬砌应预留注浆孔，衬砌完成后应及时压浆，充填空隙，封闭瓦斯。

## 7 施工通风

### 7.1 一般规定

7.1.1 瓦斯隧道的施工组织设计中，应编制全隧道和各工区的施工通风设计，并考虑各工区贯通后的风流调整和防爆要求。

7.1.2 瓦斯隧道施工期间，应建立瓦斯通风监控、检测的组织系统，测定气象参数、瓦斯浓度、风速、风量等参数。低瓦斯工区可用便携式瓦检仪，高瓦斯工区和瓦斯突出工区除便携式瓦检仪外，尚应配置高浓度瓦检仪和瓦斯自动检测报警断电装置并配备救护队。瓦斯自动检测报警断电装置的安设应符合附录 B 的要求。

### 7.2 通风系统

7.2.1 非瓦斯工区的施工通风方式宜采用压入式或混合式。低瓦斯工区的施工通风方式应采用压入式，也可采用巷道式。

7.2.2 高瓦斯工区和瓦斯突出工区，施工通风方式宜采用巷道式。

7.2.3 瓦斯隧道各工区在贯通前，应做好风流调整的准备。贯通后，必须调整通风系统，防止瓦斯超限，待通风系统风流稳定后，方可恢复工作。

7.2.4 瓦斯隧道各开挖工作面必须采用独立通风，严禁任何两个工作面之间串联通风。

7.2.5 瓦斯隧道需要的风量，必须按照爆破排烟、同时工作的最多人数以及瓦斯绝对涌出量分别计算，并按允许风速进行检验，采用其中的最大值。独头坑道瓦斯涌出量计算可按附录 L 规定进行。

**7.2.6** 按瓦斯绝对涌出量计算风量时，对于低瓦斯工区，应将洞内各处的瓦斯浓度稀释到 0.5% 以下；对于高瓦斯工区和瓦斯突出工区，其长度较大的独头坑道，应将开挖工作面风流中的瓦斯浓度稀释到 0.5% 以下；平行导坑仅作巷道式通风的回风道时，其瓦斯浓度应小于 0.75%。

**7.2.7** 瓦斯隧道施工中防止瓦斯积聚的风速不宜小于 1 m/s。

**7.2.8** 瓦斯隧道施工中，对瓦斯易于积聚的空间和衬砌模板台车附近区域，可采用空气引射器、气动风机等设备，实施局部通风的方法，消除瓦斯积聚。

**7.2.9** 瓦斯隧道在施工期间，应实施连续通风。因检修、停电等原因停风时，必须撤出人员，切断电源。恢复通风前，必须检查瓦斯浓度。当停风区中瓦斯浓度不超过 1%，并在压入式局部通风机及其开关地点附近 10 m 以内风流中的瓦斯浓度均不超过 0.5% 时，方可人工开动局部通风机。当停风区中瓦斯浓度超过 1% 时，必须制定排除瓦斯的安全措施。回风系统内还必须停电撤人。只有经检查证实停风区中瓦斯浓度不超过 1% 时，方可人工恢复局部通风机供风的坑道中一切电气设备的供电。

**7.2.10** 采用平行导坑作回风道时，除用作回风的横通道外，其他不用的横通道应及时封闭。留作运输用的横通道应设两道风门，防止风流短路。

### 7.3 通风设备

**7.3.1** 压入式通风机必须装设在洞外或洞内新鲜风流中，避免污风循环。瓦斯工区的通风机应设两路电源，并应装设风电闭锁装置。当一路电源停止供电时，另一路应在 15 min 内接通，保证风机正常运转。

**7.3.2** 瓦斯工区，必须有一套同等性能的备用通风机，并经常保持良好的使用状态。

**7.3.3** 瓦斯突出隧道掘进工作面附近的局部通风机，均应实行专用变压器、专用开关、专用线路供电、风电闭锁、瓦斯电闭锁

装置。

**7.3.4** 瓦斯隧道应采用抗静电、阻燃的风管。风管口到开挖工作面的距离应小于 5 m，风管百米漏风率不应大于 2%。

## 8 电气设备与作业机械

### 8.1 一般规定

8.1.1 隧道内非瓦斯工区和低瓦斯工区的电气设备与作业机械可使用非防爆型，其行走机械严禁驶入高瓦斯工区和瓦斯突出工区。

8.1.2 隧道内高瓦斯工区和瓦斯突出工区的电气设备与作业机械必须使用防爆型。

8.1.3 高瓦斯工区和瓦斯突出工区供电应配置两路电源。工区内采用双电源线路，其电源线上不得分接隧道以外的任何负荷。

8.1.4 瓦斯工区内各级配电电压和各种机电设备的额定电压等级应符合下列要求：

1 高压不应大于 10 000 V；

2 低压不应大于 1 140 V；

3 照明、手持式电气设备的额定电压和电话、信号装置的额定供电电压，在低瓦斯工区不应大于 220 V；在高瓦斯工区和瓦斯突出工区不应大于 127 V；

4 远距离控制线路的额定电压不应大于 36 V。

8.1.5 瓦斯工区内的配电变压器严禁中性点直接接地。严禁由洞外中性点直接接地的变压器或发电机直接向瓦斯隧道内供电。

8.1.6 凡容易碰到的、裸露的电气设备及其带动机械外露的传动和转动部分，都必须加装护罩或遮栏。

### 8.2 电 缆

8.2.1 瓦斯工区内高压电缆的选用应符合下列规定：

1 固定敷设的电缆应根据作业环境条件选用；

2 移动变电站应采用监视型屏蔽橡套电缆；

3 电缆应采用铜芯。

**8.2.2** 瓦斯工区内低压动力电缆的选用应符合下列规定：

1 固定敷设的电缆应采用铠装铅包纸绝缘电缆、铠装聚氯乙烯电缆或不延燃橡套电缆；

2 移动式或手持式电气设备的电缆，应采用专用的不延燃橡套电缆；

3 开挖面的电缆必须采用铜芯。

**8.2.3** 瓦斯工区内固定敷设的照明、通信、信号和控制用的电缆应采用铠装电缆、不延燃橡套电缆或矿用塑料电缆。

**8.2.4** 电缆的敷设应符合下列规定：

1 电缆应悬挂。悬挂点间的距离，在竖井内不得大于6m，在正洞、平行导坑和斜井内不得大于3m。

2 电缆不应与风、水管敷设在同一侧，当受条件限制需敷设在同一侧时，必须敷设在管子的上方，其间距应大于0.3m。

3 高、低压电力电缆敷设在同一侧时，其间距应大于0.1m。高压与高压、低压与低压电缆间的距离不得小于0.05m。

**8.2.5** 电缆的连接应符合下列要求：

1 电缆与电气设备连接，必须使用与电气设备的防爆性能相符合的接线盒。电缆芯线必须使用齿形压线板或线鼻子与电气设备连接。

2 在高瓦斯工区和瓦斯突出工区内，电缆之间若采用接线盒连接时，其接线盒必须是防爆型的。高压纸绝缘电缆接线盒内必须灌注绝缘充填物。

### 8.3 电器与保护

**8.3.1** 瓦斯工区内的电气设备不应大于额定值运行。

**8.3.2** 瓦斯工区内的低压电气设备，严禁使用油断路器、带油的起动器和一次线圈为低压的油浸变压器。

**8.3.3** 瓦斯工区照明灯具的选用，应符合下列规定：

1 已衬砌地段的固定照明灯具，可采用 EXd II 型防爆照明灯；

2 开挖工作面附近的固定照明灯具，必须采用 EXd I 型矿用防爆照明灯；

3 移动照明必须使用矿灯。

8.3.4 隧道内高压电网的单相接地电容电流不得大于 20 A。

8.3.5 瓦斯工区内禁止高压馈电线路单相接地运行，当发生单向接地时，应立即切断电源。低压馈电线路上，必须装设能自动切断漏电线路的检漏装置。

8.3.6 高瓦斯工区和瓦斯突出工区内的局部通风机和开挖工作面的电气设备，必须装设风电闭锁装置。当局部通风机停止运转时，应立即自动切断局部通风机供风区段的一切电源。

8.3.7 为了防止雷电波及隧道内引起瓦斯爆炸，必须遵守下列规定：

1 经由地面架空线路引入隧道内的供电线路，必须在隧道洞口处装设避雷装置；

2 由地面直接进入隧道内的轨道和露天架空引入（出）的管路，必须在隧道洞口附近将金属体进行不少于 2 处的集中接地；

3 通信线路必须在隧道洞口处装设熔断器和避雷装置。

8.3.8 隧道内 36 V 以上的和由于绝缘损坏可能带有危险电压的电气设备的金属外壳、构架等，都必须有保护接地，其接地电阻值应满足下列要求：

1 接地网上任一保护接地点的接地电阻值不得大于  $2\ \Omega$ ；

2 每一移动式或手持式电气设备与接地网间的保护接地，所用的电缆芯线的电阻值不得大于  $1\ \Omega$ 。

## 9 施工安全及事故处理

### 9.1 施工安全

9.1.1 开工前必须对施工作业及管理人员进行安全技术培训。爆破、电工、瓦检等特种作业人员必须持证上岗。

9.1.2 瓦斯隧道应建立专门机构进行通风、防突、防爆及瓦斯检测工作，设置消防设施。高瓦斯工区及瓦斯突出工区应配备救护队。

9.1.3 在揭开有煤与瓦斯突出危险的煤层时，应遵守下列安全规定：

1 开挖工作面出现下列煤与瓦斯突出预兆时，应立即报警，停止工作，撤出人员，切断电源，并上报有关部门。

- 1) 瓦斯浓度忽大忽小，工作面温度降低，闷人，有异味等；
- 2) 开挖工作面地层压力增大，鼓壁，深部岩层或煤层的破裂声明显、响煤炮、掉碴、支护严重变形；
- 3) 煤层结构变化明显，层理紊乱，由硬变软，厚度与倾角发生变化，煤由湿变干，光泽暗淡，煤层顶、底板出现断裂、波状起伏等；
- 4) 钻孔时有顶钻、夹钻、顶水、喷孔等动力现象。

2 石门揭煤爆破时，应在洞外起爆，洞内必须停电，停止一切作业，人员撤至洞外。在煤层中开挖时，可在洞内远距离爆破。

3 揭煤爆破 15 min 后，应由救护队员配戴防毒面具或自救器到开挖工作面对爆破效果、瓦斯浓度等进行检查，确认安全后通知送电、开动局部通风机。通风 30 min 后，由瓦检人员检测

开挖工作面、回风道瓦斯浓度，当开挖工作面瓦斯浓度小于1.0%，二氧化碳浓度小于1.5%时，方可通知工地负责人允许施工人员进洞。

4 揭煤时，主风机正常运转，备用主风机及二路电源应保持待启动状态。

5 揭煤工作应由揭煤领导小组统一协调指挥。揭煤时救护队员及设备在洞口待命，一旦发生险情立即抢救。

9.1.4 在瓦斯隧道顶部进行作业时，应随时检测作业范围的瓦斯浓度，尤其应注意检测塌空区、拱顶、脚手架顶、台车顶等易于形成瓦斯积聚且风流不易到达的地方，当瓦斯积聚体积大于 $0.5\text{m}^3$ ，浓度大于2%时，附近20m范围内必须立即停止作业，撤出人员，切断电源，进行处理。

9.1.5 在有煤尘爆炸危险的煤层开挖过程中，除加强通风外，放炮前后在开挖工作面附近20m内必须喷雾洒水。

9.1.6 高瓦斯工区及瓦斯突出工区，不应进行电焊、气焊、喷灯焊接、切割等工作。当情况特殊不可避免时，在焊接、切割等工作地点前后各20m范围内，风流中瓦斯浓度不得大于0.5%，并不得有可燃物，两端应各设一个供水阀门和灭火器，并在作业完成前由专人检查，确认无残火后方可结束作业。

9.1.7 隧道内瓦斯浓度限值及超限处理措施应符合表9.1.7的规定。

表 9.1.7 隧道内瓦斯浓度限值及超限处理措施

序号	地 点	限 值	超 限 处 理 措 施
1	低瓦斯工区任意处	0.5%	超限处20m范围内立即停工，查明原因，加强通风监测
2	局部瓦斯积聚（体积大于 $0.5\text{m}^3$ ）	2.0%	超限处附近20m停工，断电，撤人，进行处理，加强通风
3	开挖工作面风流中	1.0%	停止电钻钻孔
		1.5%	超限处停工，撤人，切断电源，查明原因，加强通风等
4	回风巷或工作面回风流中	1.0%	停工、撤人、处理

续表 9.1.7

序号	地 点	限值	超 限 处 理 措 施
5	放炮地点附近 20m 风流中	1.0%	严禁装药放炮
6	煤层放炮后工作面风流中	1.0%	继续通风、不得进入
7	局扇及电气开关 10m 范围内	0.5%	停机、通风、处理
8	电动机及开关附近 20m 范围内	1.5%	停止运转、撤出人员，切断电源，进行处理
9	竣工后洞内任何处	0.5%	查明渗漏点，进行整治

**9.1.8** 在高瓦斯工区和瓦斯突出工区施工期间，应利用避车洞或横通道设置避难所，并应有向外开启的隔离门和电话，所内应有安全设施和足够数量的自救器。

**9.1.9** 机电设备应符合下列防爆安全规定：

1 瓦斯工区使用的光电测距仪及其他有电源的设备，应采用防爆型，当采用非防爆型时，在仪器设备 20 m 范围内瓦斯浓度必须小于 1%。

2 安装后的机电设备，必须经过外观、防爆性能、操作性能的检查，合格后方可投入使用。

3 机电设备应重点检查专用供电线路、专用变压器、专用开关、瓦斯浓度超限与供电的闭锁、局扇与供电的闭锁情况。供电线路应无明接头，无接头连接不紧密或散接头，有漏电保护装置，有接地装置，电缆悬挂整齐，防护装置齐全等。

4 电动装碴、开挖等作业机械在操作中，防爆开关表面温度过高时应立即停止作业。

5 瓦斯工区使用蓄电池机车应遵守下列规定：

- 1) 司机离开座位时，必须切断电动机电源；
- 2) 机车和矿车必须定期检查和维修，保证防爆性能良好；
- 3) 机车的闸、撒砂装置，任何一项不正常或电气部分失去防爆性能时，不得使用该机车。

6 蓄电池机车及矿灯的充电房应距洞口 50 m 以外。

7 瓦斯隧道使用的机电设备，在使用期间，除日常检查外，

尚应按规定的周期进行检查，其检查周期应符合表 9.1.9 的规定。

表 9.1.9 机电设备和电缆的检查周期

序号	检查项目	周 期	备 注
1	使用中的防爆机电设备的防爆性能	每月一次	专职电工应每日检查外部一次
2	配电系统继电保护装置检查、整定	每半年一次	
3	高压电缆的泄漏和耐压试验	每年一次	
4	主要机电设备绝缘电阻检查	每月一次	
5	固定敷设电缆的绝缘和外部检查	每季一次	外观和悬挂情况由专职电工每周检查一次
6	移动式机电设备的橡胶电缆绝缘检查	每月一次	由当班司机或专职电工每班检查一次外表有无破损
7	接地电阻测定	每季一次	
8	新安装的机电设备绝缘电阻和接地		投入运行前测定
9	瓦斯检测仪器仪表	10d 一次	检查校正方法见附录 C

### 9.1.10 瓦斯工区施工应遵守下列防火安全规定：

#### 1 消防设施：

- 1) 瓦斯工区必须在洞外设置消防水池和消防用砂，水池中应经常保持不小于 200 m<sup>3</sup> 储水量，保持一定的水压；
- 2) 瓦斯工区内必须设置消防管路系统，并每隔 100 m 设置一个阀门（消火栓）；
- 3) 瓦斯作业区内应设置灭火器及消防设施，并经常保持良好状态。

#### 2 火源管理：

- 1) 严禁火源进洞，洞口、洞口房、通风机房附近 20 m 范围内不得有火源，当通风机房不在洞口作业场内时，需另制订防火措施；

2) 瓦斯工区作业人员进洞前必须经洞口检查人员检查确认无火源带入洞内。

### 3 易燃品管理

1) 瓦斯工区内不得存放各种油类，废油应及时运出洞外，不得洒在洞内；

2) 瓦斯工区内待用和使用过的棉纱、布头和纸张等，必须存放在密闭的铁桶内，并由专人送到洞外处理。

#### 9.1.11 瓦斯工区进洞人员应遵守下列规定：

1 进入瓦斯隧道的人员必须在洞口进行登记；

2 严禁穿着易于产生静电的服装进入瓦斯工区；

3 进入瓦斯突出工区的作业人员必须携带个人自救器。

## 9.2 事故预防及处理

9.2.1 发生瓦斯事故后，应尽快探明事故性质、原因、范围、遇难人数和事故地点所在的位置，以及洞内瓦斯及通风情况，并立即制订抢救方案。

9.2.2 瓦斯工区处理塌方、冒顶应遵守下列规定：

1 对塌方体上方聚积的瓦斯应设置局部通风排除；

2 对塌方地段的岩隙应加强监测工作，掌握瓦斯浓度变化情况，及时发出险情报告；

3 塌方地段应尽快衬砌，封闭瓦斯。

9.2.3 火灾处理应遵守下列规定：

1 瓦斯爆炸引起火灾时，不得停风，但应控制风向、风量；

2 电气设备着火时，应首先切断电源；

3 不能直接灭火时，必须设置防火墙封闭火区。

9.2.4 火区处理应遵守下列规定：

1 防火墙应编号并在附近设置栏杆及警示牌，并经常检查，做到封闭严密；

2 封闭的火区确认火已经熄灭，达到启封条件方可启封；启封已熄灭的火区必须制订安全措施；

3 启封火区时应逐段恢复通风，同时测定回风流中一氧化碳浓度，当发现复燃征兆时，应立即停止送风重新封闭火区；

4 启封火区及火区初期恢复通风等工作由救护队进行，火区回风流经过的坑道内的人员必须全部撤出。

## 10 质量检验及工程验收

### 10.1 质量检验

**10.1.1** 喷射混凝土和模筑混凝土掺气密剂后的质量检验应包括抗压强度及透气系数两项指标；其抗压强度的检验应符合《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TBJ 10201—2001)的规定。透气系数的检验可采用在位测试或试件检测。试件检测应每 50 m 衬砌制做不少于 1 组 (6 块) 试件，测试的透气系数应满足设计要求。混凝土掺气密剂后透气系数的测定按附录 M 的规定。

**10.1.2** 混凝土掺气密剂后施工缝应严密平整，不得有蜂窝、孔洞、疏松裂缝等现象。

**10.1.3** 混凝土掺气密剂后施工缝气密性的测试，在混凝土硬化两周后，宜采用在位检测法或取蕊样检测法抽点检测；每三条施工缝或每 100 延米 (纵缝) 制作 1 组 (6 块) 检查试件。施工工艺变化时，另做 1 组。

**10.1.4** 瓦斯隧道除按以上项目进行质量检验外，其他项目应按《铁路隧道工程质量检验评定标准》(TB 10417) 的规定检验。

### 10.2 工程验收

**10.2.1** 瓦斯隧道竣工验收时，应达到瓦斯设防标准；在内拱顶以下 25 cm 处的空气中瓦斯浓度不得大于 0.5%。在有运营通风条件下，通风后应达到以上标准。

**10.2.2** 运营通风设施及自动监控系统功能的各项参数应满足设计要求。

**10.2.3** 瓦斯隧道交付运营前，必须对全隧道进行瓦斯检测。

**10.2.4** 瓦斯隧道除按以上项目进行工程验收外，其他项目应按《铁路隧道施工规范》(TB10204)的规定验收。

## 附录 A 煤的破坏类型分类

表 A 煤的破坏类型分类

破坏类型	光泽	构造与构造特征	节理性质	节理面性质	断口性质	强度
I 类煤 (非破坏煤)	亮与半亮	层状或块状构造, 条带清晰明显	一组或二组节理, 系统发达, 有次序	有充填物(方解石等)次生节理面很少, 节理、劈理面平整	参差阶状, 贝壳状, 波浪状	坚硬, 用手难以掰开
II 类煤 (破坏煤)	亮与半亮	(1) 尚未失去层状, 较有次序 (2) 条带明显, 有时扭曲, 有错动 (3) 不规则块状, 多棱角 (4) 有挤压特征	次生节理面多, 且不规则, 与原生节理呈网状节理	节理面有擦痕、滑皮, 节理面平整, 易掰开	参差多角	用手极易剥成小块, 中等硬度
III 类煤 (强烈破坏煤)	半亮与半暗	(1) 弯曲呈透镜体构造 (2) 小片状构造 (3) 细小碎块, 层理较紊乱无次序	节理不清, 系统不发达, 次生节理密度大	节理面有大量擦痕	参差及粒状	用手捻之成粉末, 硬度低
IV 类煤 (粉碎煤)	暗淡	粒状或小颗粒胶结而成, 形似天然煤团	节理失去意义, 成黏块状		粒状	用手捻之成粉末, 偶尔较硬
V 类煤 (全粉煤)	暗淡	(1) 土状构造, 似土质煤 (2) 如断层泥煤			土状	可捻成粉末, 疏松

## 附录 B 瓦斯自动检测报警断电装置的安设要求

**B.0.1** 在瓦斯突出工区和煤层中开挖时，应安设瓦斯自动检测报警断电装置，探头的设置应符合下列要求：

1 巷道式通风时，瓦斯自动检测报警断电装置探头的布置可按图 B.0.1—1 进行。

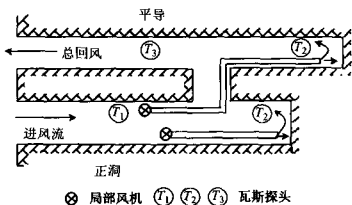


图 B.0.1—1 巷道式通风瓦斯自动检测探头布置

断电浓度： $T_1 \geq 0.5\%$

$T_2 \geq 1.5\%$

$T_3 \geq 0.75\%$

断电范围： $T_1$  局扇及局扇供风坑道中的全部电气设备

$T_2$  开挖工作面及其附近 20 m 内全部电气设备

$T_3$  总回风道中及开挖工作面和进风道中全部电气设备

2 单纯压入式通风时，瓦斯自动检测报警断电装置探头的布置可按图 B.0.1—2 进行。

断电浓度： $T \geq 1.5\%$

断电范围：开挖工作面及其附近 20 m 内全部电气设备

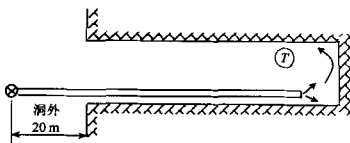


图 B.0.1—2 压入式通风瓦斯自动检测探头布置

## 附录 C 瓦斯测定仪检测质量的控制

### C.1 便携式瓦斯检测报警仪

**C.1.1 仪器测定原理：**仪器应用载体热催化燃烧原理，当仪器所处位置存在甲烷气体时，由于甲烷在元件表面产生无焰燃烧，使检测元件的电阻变化，桥路失衡产生信号输出，从而实现检测与报警。其信号大小与甲烷含量有关。

**C.1.2 浓度测量范围及质量控制浓度范围应满足下列要求：**

甲烷浓度测定范围：0~5.0%

质量控制浓度范围：0~2.0%

**C.1.3 瓦检仪器质量控制用设备：**

1 甲烷标准气：标准气的浓度为 0.6%、1.0%、2.0% 三种，其不确定度应小于标气称值浓度的 4.0%；

2 清洁空气：实验室内空气中残留甲烷的浓度（包括其他干扰气体）应低于 0.03%；

3 校准用配套装置：采用由政府计量部门批准制定的瓦斯校准器；

4 直流稳压器：输入电压 AC 220 V；输出电压 DC 0~6 V；

5 电子秒表；

6 万用电表；

7 计算器：具备统计功能；

8 原始记录表格：质检汇总表。

**C.1.4 质量控制项目、方法及校正结果处理：**

1 外观及通电检查

仪器外观名称、型号、编号、防爆标志应齐全，整机结构完整，无抖动现象，各旋钮可正常调节，机壳等部件外观不应有摔

损痕迹，通电后显示部分应清晰。

## 2 仪器电源电压测定

打开仪器后盖，暴露仪器开关，在关机状态下，用万用表测定开关上两点电压值。在正常情况下仪器电源电压值不应小于3.3V。

## 3 零点调节

仪器开机预热20min后，以清洁空气清洗仪器气路，准确调节仪器零点，反复2次。

在温度恒定的情况下，当测定量为零时，仪器示值应不大于0.03%甲烷的正值。

4 采用2.0%的甲烷标准气，以160ml/min流量通入被检仪器，40s后连续通气的状态下，调校仪器示值应不大于标气标称值再加0.03%。清洁空气清洗仪器回零后再重复调校一次。

## 5 注意事项

- 1) 操作应严格，标气流量应准确控制；
- 2) 调校定值操作应在尽可能短的时间内完成，以节约甲烷标气和减少高浓度甲烷对仪器的冲击时间；
- 3) 定标值严禁低于标气称值。

## 6 仪器响应时间

以清洁空气清洗，仪器回零，用2.0%的标气以160mL/min的速度在通入仪器的同时起动电子秒表，待仪器示值达到定标值的90%处止住秒表。所记时间为仪器响应时间。如此重复测定一次。取其平均时间为检测结果。

检测结果反映仪器对甲烷气体在一定浓度时的灵敏性能。仪器响应时间不应大于30s。

## 7 仪器报警点设置

采用0.5%甲烷标准气通入仪器，待示值升至0.3%时调节仪器报警旋钮使仪器处于声、光报警状态。清洁空气清洗回零后再重复调校二次。

报警点设置准确与否直接关系施工安全及正常的工作秩序。要求设定值在  $(0.3 \pm 0.02)\%$  范围内。

### 8 仪器示值误差测定

采用 1.0% 甲烷标准气，以 160 mL/min 流量通入被检仪器 40 s 后读取仪器示值。再以清洁空气清洗仪器回零，重复测定二次。计算出 3 次测定结果的均值  $\bar{X}$ ；绝对误差  $\Delta$ ；3 次结果间的极差值  $R$ 。

要求： $X$  减去甲烷标气标称值不应大于 0.05%。

单次结果  $\Delta$  不超过  $-0.05\%$ ， $+0.1\%$ ； $R$  不超过 0.05%。

该指标较客观地反映了瓦检仪的测试准确度和精密度性能，是检查仪器测定质量的主要指标和判断依据。

以上质量控制内容应为定期必测项目。同时每 3~6 个月还应进行一次电源电压的影响误差测定，便携式瓦斯检测仪每次送检应按表 C.1.4 格式作好记录。

表 C.1.4 便携式瓦斯检测报警仪送检记录

机号：	出厂日期：	机内编号：		
使用单位：	负责人员：	外观检查：		
仪器定标用标气浓度： %	仪器标定值：			
送检日期： 年 月 日	检定室温：			
测定用的标气浓度： %	电 压：			
测定次数	1	2	3	均 值
测定浓度				
报警点浓度设定值 %				
测定结果				
检测人				

监测仪器应采用质量控制图对其准确度和精密度进行控制。

## C.2 光干涉甲烷测定器

C.2.1 - 仪器测定原理：由仪器光源发出的光，经聚光、反射与

折射形成两束光，分别通过仪器内部的空气室和甲烷室。当空气室和甲烷室同时充入空气时，两束光所经过的光程相同，干涉条纹便发生移动；当两室的温度、压力相等时，干涉条纹的移动量与甲烷浓度成正比。由此通过测定移动量来测定甲烷的浓度含量。

**C.2.2 浓度测量范围及质量控制浓度范围应满足下列要求：**

甲烷浓度测定范围：0~10%

质量控制浓度范围：1%~10%

**C.2.3 光干涉甲烷测定器配套检定装置：**

- 1 补偿式微压计：量程0~(2500±5)Pa；
- 2 单管水柱压力计：量程0~(7355±30)Pa；
- 3 手摇调压给压器；
- 4 电子秒表及计算器；
- 5 记录表格及汇总表格；
- 6 水银温度计。

**C.2.4 测定前准备工作**

#### 1 零点调节

将检定装置安放于平整无振动影响的工作台上，按检定装置《说明书》安装连接各部件，调整补偿式微压计和单管水柱计调节螺钉，使水准泡指示水平。

将微压计的刻度盘和指针调整到零点位置。加入适量蒸馏水，调节调整帽使微压计液面镜像锥尖相接。

#### 2 气密性能检查

- 1) 补偿式微压计气密性能检查：卡死连接被检仪器端的胶管，关闭水柱计开关，开启微压计开关。在转动微压计刻度的同时摇动给压计给压；始终保持液面在可视范围的情况下施于微压计250 mm水柱的空气压力。观测1 min。要求液面镜像间锥尖不得移开。合格后小心将微压计和给压器同时退回零位，关闭微压计开关。

- 2) 水柱压力计气密性能检查：开启水柱计开关，摇动给压器使水柱上升至 700 mm 刻度，观测 1 min，其液面下降不应大于 0.5 分格。合格后，退回给压器至水柱零点刻度，关闭水柱计开关。

### C.2.5 质量控制项目、方法和校正结果处理。

#### 1 外观检查

仪器外观应良好，名称、型号、编号和防爆标志等应清晰。附件齐全，连接可靠。胶管不应老化，吸气球不应漏气，电池电压应充足并接触良好，吸收性能正常。

#### 2 通电检查

- 1) 干涉条纹检查：转动调节手轮干涉条纹能全量程移动，并不得有急跳现象。亮度均匀充足，干涉条纹清晰，在目镜视野内不得有影响读数的干扰物。转动微调手轮应能使干涉条纹有微小移动。捏动吸气球可见到干涉条纹的移动。
- 2) 主分度盘检查：调节目镜可看到全中分度线和分度数字。
- 3) 微分度盘检查：调节微分度盘微调手轮应能显示全部分度线和数字。

#### 3 气密性能检查

将待检仪器吸气球卡死，进气口与检定装置的胶管接口相连。开启水柱计开关，摇动给压器使水柱上升至 700 mm 刻度处，观测 1 min。水柱液面不应下降。合格后将水柱通回零位。关闭水柱计开关。

#### 4 仪器示值基本误差测定

- 1) 理论压值的计算：根据质控实验室的温度，以下列公式计算 1.0%、4.0%、7.0%、10.0% 四点的理论给压值：

$$P = (273 + t) \div 293 \times 52.87X \quad (\text{C.2.5})$$

式中  $P$ ——理论给压值 (mmH<sub>2</sub>O)；

$t$ ——实验室温度 (°C);

$X$ ——仪器示值测定点 (百分数的分子)。

- 2) 被检仪器零点设置: 捏动吸气球向被检仪器打入新鲜空气, 将仪器微分度盘调至零位并记住干涉条纹与主分度盘零点刻度线的重合位置和程度。
- 3) 1.0%、4.0% 两点示值误差测定: 把被检仪器进气口与检定装置相连, 开启微压计开关。转动微压计刻度盘, 同时小心摇动给压器, 保持液面在可观范围内调节压力至 1.0% 点的理论给压值的位置。调节被检仪器微调手轮, 从主分度盘和微分盘上仔细读取测定示值。以同样方式继续给压至 4.0% 点的理论给压值的位置。读取测定示值。回零后关闭微压计开关。继续以下操作测定。
- 4) 7.0%、10% 两点示值误差测定: 开启水柱计开关, 给压至 7.0% 点理论给压值, 调节微调手轮仔细读取测定示值。再给压至 10.0% 点理论给压值, 以同样方法读取测定示值。回零后, 关闭水柱计开关。

重复上述 4 点测定示值二次。每点共计测定 3 个示值。

5 误差计算和误差限合格要求: 各点测定结果的示值误差可用绝对误差形式表示, 符号记为  $\Delta$ ;  $\Delta =$  测定示值 - 测定点标称值。

在规定工作条件下, 被检仪器的绝对误差不应超过表 C.2.5—1 的规定:

表 C.2.5—1 光干涉甲烷测定器绝对误差 (%)

量程范围	1.0	4.0	7.0	10.0
绝对误差	$\pm 0.05$	$\pm 0.1$	$\pm 0.2$	$\pm 0.3$

光干涉甲烷测定器每次送检应按表 C.2.5—2 作好记录。

表 C.2.5—2 光干涉甲烷测定器送检记录

机 号				出厂日期	
使用单位				负责人员	
外观检查					
通电检查	干涉条纹		主分度盘		
	微分度盘		光学零件		
气密性检查					
检测浓度	1.0%甲烷	4.0%甲烷	7.0%甲烷	10.0%甲烷	
给定压力值					
测定次数	1				
	2				
	3				
均 值					
测定温度					
测定结论					
检测人:			年 月 日		

## 附录 D 煤层瓦斯压力测定方法

**D.0.1** 煤层瓦斯压力的测定可采用专用的机械装置测压、液体测压、水泥砂浆封孔测压及黏土测压等方法。采用黏土测压法时，可按下列步骤进行：

1 在测压钻孔内插入带有压力表接头的紫铜管，管径为 6~8 mm，长度不小于 7 m。

2 将特制的柱状黏土（含自然水分经炮泥机挤压成型的炮泥）送入孔内，柱状黏土末端距紫铜管末端 0.2~0.5 m，每次送入 0.3~0.5 m，用堵棍捣实。

3 每堵 1 m 黏土柱打入 1 个木塞，木塞直径小于钻孔直径 10~15 mm。打入木塞时应保护好紫铜管，防止折断。

4 在孔口 0.5~1.0 m 处用水泥砂浆封堵。经 24 h 水泥凝固后，安上压力表测压，并详细记录压力上升与时间关系，直到压力稳定为止。稳定后的压力即为煤层瓦斯压力。

## 附录 E 瓦斯放散初速度指标测定方法

**E.0.1** 瓦斯放散初速度指标 ( $\Delta P$ ) 测定可采用  $\Delta P$  测定仪、真空泵、甲烷瓶 (浓度大于 95%)、分样筛 (孔径 0.2 mm、0.25 mm 各一个)、天平 (最大称量 250 g, 感量 0.5 g)、小锤、漏斗等仪器设备或用具。

**E.0.2** 煤样应在煤层新暴露面上采取, 煤样质量为 250 g, 地面打钻取样时, 应取新鲜煤芯 250 g。煤样应附有标签, 注明采样地点、层位、采样时间等。

**E.0.3** 制样时应将所采煤样进行粉碎, 筛分出粒度为 0.2 ~ 0.25 mm 的煤样。每一煤样取 2 个试样, 每个试样质量 3.5 g。

**E.0.4** 测定时可按下列步骤进行:

- 1 将 2 个试样用漏斗分别装入  $\Delta P$  测定仪的 2 个试样瓶中;
- 2 用真空泵对试样脱气 1.5 h;
- 3 将甲烷瓶与脱气后的试样瓶连接、充气 (充气压力为 0.1 MPa), 使煤样吸附瓦斯 1.5 h;
- 4 关闭试样瓶和甲烷瓶阀门, 使试样瓶与甲烷瓶隔离;
- 5 开动真空泵对仪器管道进行脱气, 使 U 形管汞真空计两端液面相平;
- 6 停止真空泵, 关闭仪器死空间通往真空泵的阀门, 打开试样瓶的阀门, 使煤样与仪器被抽空的死空间相连并同时启动秒表计时, 10 s 时关闭阀门, 读出汞柱计两端汞柱差  $P_1$  (mm), 45 s 时再打开阀门, 60 s 时关闭阀门, 再一次读出汞柱计两端差  $P_2$  (mm)。

**E.0.5** 瓦斯放散初速度指标可按下式计算:

$$\Delta P = P_2 - P_1 \quad (\text{E.0.5})$$

**E.0.6** 同一煤样的两个试样测出  $\Delta P$  值之差不应大于 1, 当  $\Delta P > 1$  时应重新进行测定。

## 附录 F 煤的坚固性系数测定方法

**F.0.1** 煤的坚固性系数 ( $f$ ) 测定可采用捣碎筒、计量筒、分样筛 (孔径 20 mm、30 mm 和 0.5 mm 各一个)、天平 (最大称量 1000 g, 感量 0.5 g)、小锤、漏斗、容器等仪器设备或用具。

**F.0.2** 在煤层采样时, 应沿新暴露煤层的上、中、下部分别采取块度为 10 cm 左右的煤样各两块, 在地面采样时应沿煤层厚度的上、中、下部分别采取块度为 10 cm 的煤芯各两块。煤样采出后应及时用纸包上并浸蜡封固 (或用塑料袋包严), 避免风化。

**F.0.3** 煤样应附标签, 注明采样地点、层位、时间等; 煤样的携带、运送不得摔碰。

**F.0.4** 制样时应把煤样用小锤碎制成 20~30 mm 的小块, 用孔径为 20 或 30 mm 的筛子筛选; 称取制备好的试样 50 g 为 1 份, 每 5 份为 1 组, 共称取 3 组。

**F.0.5** 测定时可按下列步骤进行:

1 将捣碎筒放置在水泥地板或 2 cm 厚的铁板上, 放入一份试样, 将 2.4 kg 重锤提到 600 mm 高度, 再自由落下冲击试样, 每份冲击 3 次, 把 5 份捣碎后的试样装在同一容器中。

2 把每组 (5 份) 捣碎后的试样一起倒入孔径 0.5 mm 分样筛中筛分, 筛至不再漏下煤粉为止。

3 把筛下的粉末用漏斗装入计量筒, 轻轻敲击使之密实, 然后轻轻插入具有刻度的活塞尺与筒内粉末面接触。在计量筒口相平处读取数  $L$  (即粉末在计量筒内实际测量高度, 读至毫米)。

当  $L \geq 30$  mm 时, 冲击次数  $n$  可定为 3 次, 按以上步骤继续进行其他各组的测定。

当  $L < 30$  mm 时, 第一组试样作废, 每份试样冲击次数  $n$  改为 5 次, 按以上步骤进行冲击, 筛分和测量, 仍以每 5 份作一

组，测定煤粉高度  $L$ 。

**F.0.6** 煤的坚固性系数可按下式计算：

$$f = 20n/L \quad (\text{F.0.6})$$

式中  $f$ ——坚固性系数；

$n$ ——每份试样冲击次数；

$L$ ——每组试样筛下煤粉的计算高度 (mm)。

测定平行样 3 组 (每组 5 份)，取算术平均值，计算结果取一位小数。

**F.0.7** 当取得的煤样粒度不到测定  $f$  值所要求粒度 (20 ~ 30 mm) 时，可采取粒度为 1 ~ 3 mm 的煤样按上述要求进行测定，并按下式换算：

当  $f_{1-3} > 0.25$  时， $f = 1.57f_{1-3} - 0.14$

当  $f_{1-3} \leq 0.25$  时， $f = f_{1-3}$

式中  $f_{1-3}$ ——粒度为 1 ~ 3 mm 时煤样的坚固性系数。

## 附录 G 钻屑指标法

**G.0.1** 钻屑量可用质量法或容量法测定：

- 1 质量法：每钻1 m钻孔，收集全部钻屑，用弹簧秤称量质量。
- 2 容量法：每钻1 m钻孔，收集全部钻屑，用量具测量钻屑体积。

**G.0.2** 钻屑解吸指标 ( $\Delta h_2$ ) 的测定可按下列步骤进行：

钻孔时，在预定的位置取出钻屑，用孔径1 mm和3 mm的筛子筛分，将筛分好的  $\phi 1\sim 3$  mm粒度的试样装入 MD-2 型解吸仪的煤样瓶中，试样装至煤样瓶刻度线水平（10 g左右），自钻孔钻至该采样段起经3 min后，启动秒表，转动三通阀，使煤样瓶与大气隔离，在2 min时记录解吸仪的读数，该值即为  $\Delta h_2$ ，单位为 Pa。

**G.0.3** 钻屑解吸指标 ( $K_1$ ) 测定可按下列步骤进行：

钻孔取样同第 G.0.2 条，使用仪器为  $\bar{W}$ TTC 型突出预测仪，测定时每钻进2 m，取一次钻屑作解吸特征测定。取样时，应备好秒表、筛子，钻孔钻到预定深度时，用组合筛子在孔口接钻屑，同时启动秒表，一面取样，一面筛分，当钻屑量不少于100 g时，停止取样，并继续进行筛分，最后把已筛分好的  $\phi 1\sim 3$  mm 的煤样装入  $\bar{W}$ TTC 仪器的煤样罐内，盖好煤样罐，准备测试。当秒表走到  $t_0$  时（通常规定  $t_0$  为1~2 min），启动仪器采样键进行测定，经5 min后，当仪器显示  $t_0$  时，用键盘输入  $t_0$ ，按监控键，仪器显示  $L_0$ ，输入  $L_0$  按监控键，仪器进行计算，并显示  $F_i$ ，此值即为  $K_1$  值。

## 附录 H 综合指标法

**H.0.1** 采用综合指标法对煤层进行工作面的煤与瓦斯突出危险性预测时应符合下列要求:

1 在岩石工作面向突出煤层应至少钻两个测压孔,测定煤层瓦斯压力,测压方法见附录 C。

2 在钻测压孔的过程中,每米煤孔应采取一个煤样,测定煤的坚固性系数 ( $f$ );坚固性系数测定方法见附录 E。

3 应将两个测压孔所得的坚固性系数最小值平均,作为煤层软分层的平均坚固性系数。

4 应将坚固性系数最小的两个煤样混合后,测定煤的瓦斯放散初速度指标 ( $\Delta P$ ),见附录 E。

**H.0.2** 煤层突出危险性,可按下列两个综合指标判断:

$$D = (0.0075H/f - 3)(P - 0.74) \quad (\text{H.0.2—1})$$

$$K = \Delta P/f \quad (\text{H.0.2—2})$$

式中  $D$ ——煤层的突出危险性综合指标;

$K$ ——煤层的突出危险性综合指标;

$H$ ——开挖工作面埋深 (m);

$P$ ——煤层瓦斯压力,取两个测压钻孔实测瓦斯压力的最大值 (MPa);

$\Delta P$ ——软分层煤的瓦斯放散初速度指标 (mmHg);

$f$ ——软分层煤的平均坚固性系数。

**H.0.3** 用综合指标  $D$  和  $K$  预测煤层突出危险性的临界值应符合表 H.0.3 的规定。

表 H.0.3 综合指标  $D$ 、 $K$  的临界值

煤层突出危险性综合指标 $D$	煤的突出危险性综合指标 $K$	
	无烟煤	其他煤种
0.25	20	15

- 注：1 当  $D = (0.0075H/f - 3)(P - 0.74)$  式中两个括号内的计算值都为负时，则不论  $D$  值多小，都为突出威胁煤层；
- 2 地质勘探时进行煤层突出危险性预测时，突出威胁应无突出危险煤层。

## 附录 J 钻孔瓦斯涌出初速度、瞬间解吸压力、钻粉量测定方法

**J.0.1** 钻孔瓦斯涌出初速度、瞬间解吸压力、钻粉量测定可采用1.2 kW电煤站、42 mm直径麻花钻杆10 m、镀锌白铁皮水桶、弹簧秤（量程25 kg）、初速度测定装置一套、水银温度计（0℃～50℃）、管钳、秒表、高压气枪、煤气表等仪器设备。

**J.0.2** 测试过程中，当钻孔进入煤层后，应换电煤钻钻孔，并启动秒表，钻进速度宜控制在1 m/min左右，每钻完1 m煤孔后，应立即撤出钻杆，插入钻孔瓦斯涌出初速度测定装置。在2 min后开始读取瓦斯涌出量值，然后关闭通向煤气表的阀门，读出压力表上显示的瞬间解吸压力值。在测定瓦斯涌出量前，测定  $K_1$  值的煤样采集与钻粉量的收集应一并完成。当钻孔瓦斯涌出量大于6 L/min时，在第5 min后应继续读取1 min瓦斯涌出衰减量，衰减系数  $\alpha$  应大于0.65。当  $\alpha \leq 0.65$  时，煤层有突出危险。

**J.0.3** 钻孔速度必须严格控制，钻杆拖动排煤粉时，必须控制孔径扩大。

**J.0.4** 孔位应选在排放（或抽放）孔之间或瓦斯排放空白区煤层的软分层中。

**J.0.5** 钻杆进尺应有明确的标记，接煤粉的容器应保证煤粉能够全部进入容器内。

**J.0.6** 初速度测定装置的封孔压力必须保持0.25 MPa，保证封孔严密，初速度测试结果准确。

**J.0.7** 初速度测定装置各段联接处，必须配有胶垫，保证气密性。测试管胶端的小孔必须通畅无阻，应避免煤粉堵塞小孔造成涌出量降低。

## 附录 K “R” 指标法

**K.0.1** 采用“R”指标法进行防突措施效果检验时应按下列步骤进行:

1 在工作面钻不少于 3 个直径为 42 mm, 深度为 10 m 的钻孔, 钻孔应在软分层中, 一个钻孔位于巷道工作面中部, 并平行于掘进方向, 其他钻孔的终孔点应位于隧道轮廓线外的 2~4 m 处。

2 钻孔每打 1 m, 测定一次钻屑量和钻孔瓦斯涌出初速度, 根据每个钻孔的最大钻屑量和最大瓦斯涌出初速度按下式确定各孔的  $R$  值:

$$R = (S_{\max} - 1.8)(q_{\max} - 4)$$

式中  $S_{\max}$ ——钻孔最大钻屑量 (kg/m);

$q_{\max}$ ——钻孔最大瓦斯涌出初速度 (L/min)。

3 临界指标  $R_m$  取 6, 当任何一个钻孔中的  $R \geq R_m$ , 该工作面为突出危险工作面, 当  $R$  为负值时, 用单项 (取公式中的正值项) 指标。

## 附录 L 独头坑道瓦斯涌出量的计算

L.0.1 独头坑道瓦斯涌出量  $q$  可按下式计算

$$q = q_1 + q_2 + q_3 \quad (\text{m}^3/\text{min}) \quad (\text{L.0.1})$$

式中  $q_1$ ——开挖工作面爆落煤块瓦斯涌出量;

$q_2$ ——新暴露煤壁瓦斯涌出量;

$q_3$ ——喷射凝土地段洞壁瓦斯逸出量。

L.0.2 开挖工作面爆落煤块的瓦斯涌出量  $q_1$  可按式 (L.0.2) 计算:

$$q_1 = V_a \rho W / 1440 \quad (\text{m}^3/\text{min}) \quad (\text{L.0.2})$$

式中  $V_a$ ——每日开挖各循环爆落煤块总体积 ( $\text{m}^3$ );

$\rho$ ——煤的密度,  $1.2 \sim 1.4 \text{ t/m}^3$ ;

$W$ ——每吨煤块瓦斯逸出量 ( $\text{m}^3/\text{t}$ );

$$W = W_0 - W_0'$$

$W_0$ ——每吨煤瓦斯含量 ( $\text{m}^3/\text{t}$ );

$W_0'$ ——煤块中残存瓦斯量 ( $\text{m}^3/\text{t}$ );  $W_0'$  与煤的挥发分  $V^r$  有关, 可按表 L.0.2 取值  $\overline{W}_K'$  为可燃物的残存瓦斯量, 考虑煤的水分、灰分即可换算为  $W_0'$ 。

表 L.0.2 煤块中残存瓦斯量计算参数

$V^r$ (%)	2~8	8~12	12~18	18~26	26~35	35~42	42~50
$\overline{W}_K'$ ( $\text{m}^3/\text{t}$ 可燃物)	12~8	8~7	7~6	6~5	5~4	4~3	3~2

L.0.3 新暴露煤壁瓦斯涌出量  $q_2$  可按式 (L.0.3—1) 计算:

$$q_2 = A Q_0 f(t) \quad (\text{m}^3/\text{min}) \quad (\text{L.0.3—1})$$

式中  $A$ ——每天新暴露未支护煤壁面积 ( $\text{m}^2$ ), 当洞壁上岩壁

与煤壁有相同强度的瓦斯逸出时,

$$A = A_0 + SV$$

$A_0$ ——巷道断面面积 ( $\text{m}^2$ );

$S$ ——巷道断面周长 ( $\text{m}$ );

$V$ ——每日开挖进尺 ( $\text{m}$ );

$Q_0$ ——单位时间单位坑壁面积瓦斯逸出初始强度 [ $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ ].

$$Q_0 = 0.026 W_0 [0.0004 (V^r)^2 + 0.16] \quad (\text{L.0.3—2})$$

式中  $W_0$ ——符号同前;

$V^r$ ——煤层挥发分 (%);

$f(t)$ ——时间衰减函数。

$$f(t) = e^{-\alpha t} \quad (\text{L.0.3—3})$$

式中  $\alpha$ ——衰减系数, 可实测, 当不能实测时, 可按下式计算:

$$\alpha = 0.0047\lambda + 0.0026(d^{-1}) \quad (\text{L.0.3—4})$$

$\lambda$ ——煤的透气性系数 [ $\text{m}^2/(\text{MPa} \cdot \text{d})$ ];

$t$ ——煤壁暴露计算时间 ( $\text{d}$ ); 因煤壁暴露总时间为  $1 \text{d}$ , 设为均匀衰减, 可取  $t = 0.5 \text{d}$ 。

**L.0.4** 喷射混凝土地段洞壁瓦斯逸出量  $q_3$  可按下式计算:

$$q_3 = \frac{10^5 KVS}{2P_2 \rho_a \Delta} \left\{ \frac{P_0^2 (e^{-2\alpha_1} - e^{-2\alpha_1(n+1)})}{1 - e^{-2\alpha_1}} - nP_2^2 \right\} (\text{m}^3/\text{min}) \quad (\text{L.0.4})$$

式中  $K$ ——喷射混凝土层的瓦斯渗透系数, 气密性喷混凝土取  $6 \times 10^{-11} \text{m}/\text{min}$ , 普通混凝土取  $6 \times 10^{-10} \text{m}/\text{min}$ ;

$V, S$ ——符号同前;

$P_2$ ——洞内气压, 可取  $0.1 \text{MPa}$ ;

$\rho_a$ ——瓦斯气体密度, 可取  $0.716 \text{kg}/\text{m}^3$ ;

$\Delta$ ——喷射混凝土支护厚度 ( $\text{m}$ );

$P_0$ ——瓦斯初始压力 ( $\text{MPa}$ );

$\alpha_1$ ——喷射混凝土支护地段瓦斯压力衰减系数，可近似取

$$\alpha_1 = 0.5\alpha;$$

$n$ ——坑道内煤巷与半煤半岩巷长度  $L$  除以每日进尺  $V$ ，

$$\text{即： } n = L/V。$$

### L.0.5 独头坑道瓦斯涌出量计算示例

设已知正在煤层中开挖的独头坑道，施工速度为每日开挖 2m，喷射混凝土支护起点距开挖面 2m，已施作喷射混凝土 500m，其中前 300m 为煤巷或半煤巷，后 200m 为岩巷，其他有关参数如下：

坑道 断面积  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ ；

周长  $S = 15 \text{ m}$ ；

喷射气密性混凝土支护厚度  $\Delta = 0.10 \text{ m}$ ；

煤层 吨煤瓦斯含量  $W_0 = 10 \text{ m}^3/\text{t}$ ；

挥发分  $V^r = 17\%$ ；

透气系数  $\lambda = 12.21 \text{ m}^2/(\text{MPa}\cdot\text{d})$ ；

瓦斯初始压力  $P_0 = 1.5 \text{ MPa}$ ；

煤层密度  $\rho = 1.2 \text{ t/m}^3$ ；

瓦斯密度  $\rho_a = 0.716 \text{ kg/m}^3$ 。

计算该坑道瓦斯涌出量  $q$ ：

#### 1 爆落煤块瓦斯涌出量 $q_1$

查表 L.0.2，由  $V^r = 17\%$  得  $W'_0 = 6.7 \text{ m}^3/\text{t}$  (内插)

每吨爆落煤块瓦斯涌出量

$$W = W_0 - W'_0 = 10 - 6.7 = 3.3 \text{ m}^3/\text{t}$$

每日开挖所爆落煤块总体积  $V_d = VA_0 = 2 \times 10 = 20 \text{ m}^3$

将  $V_d$ 、 $W$  及煤的密度  $\rho$  代入式 (L.0.2) 得

$$\begin{aligned} q_1 &= V_d \rho W / 1440 \\ &= 20 \times 1.2 \times 3.3 / 1440 \\ &= 0.055 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

#### 2 每天新暴露洞壁煤层瓦斯涌出量 $q_2$

每天新暴露未支护洞壁面积  $A = A_0 + SV$

代入已知数得:  $A = 10 + 15 \times 2 = 40 \text{ m}^2$

每分钟每平方米洞壁逸出瓦斯初始强度  $Q_0$  按式 (L.0.3—2) 计算:

$$\begin{aligned} Q_0 &= 0.026 W_0 [0.0004 (V^r)^2 + 0.16] \\ &= 0.026 \times 10 \times (0.0004 \times 17^2 + 0.16) \\ &= 0.0717 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{min}) \end{aligned}$$

由式 (L.0.3—4), 瓦斯逸出衰减系数为

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.0047\lambda + 0.0026 \\ &= 0.0047 \times 12.21 + 0.0026 \\ &= 0.06 \end{aligned}$$

由式 (L.0.3—1) 及式 (L.0.3—3) 有

$$\begin{aligned} q_2 &= A Q_0 f(t) \\ &= 40 \times 0.0717 \times e^{-\alpha t} \\ &= 40 \times 0.0717 \times e^{-0.06 \times 0.5} \\ &= 2.78 \text{ m}^3 / \text{min} \end{aligned}$$

### 3 喷射混凝土地段洞壁瓦斯逸出量 $q_3$

由式 (L.0.4) 有

$$q_3 = \frac{10^5 KVS}{2P_2 \rho_a \Delta} \left( \frac{P_0^2 (e^{-2\alpha_1} - e^{-2\alpha_1(n+1)})}{1 - e^{-2\alpha_1}} - nP_2^2 \right)$$

式中  $K$ ——喷层瓦斯渗透系数, 对于气密性喷射混凝土为

$$K = 6 \times 10^{-11} \text{ m/min}$$

$V$ ——每日进尺, 2 m;

$S$ ——巷道周长, 15 m;

$P_2$ ——洞内气压, 0.1 MPa;

$\rho_a$ ——瓦斯气体密度, 0.716 kg/m<sup>3</sup>;

$\Delta$ ——喷层厚, 0.10 m;

$P_0$ ——瓦斯初始压力, 1.5 MPa;

$\alpha_1$ —— $\alpha/2 = 0.03$ 。

$$n = L/V = 300/2 = 150$$

将各已知数代入上式得

$$q_3 = \frac{10^5 \times 6 \times 10^{-11} \times 2 \times 15}{2 \times 0.1 \times 0.716 \times 0.10} \times \left[ \frac{1.5^2 (e^{-2 \times 0.03} - e^{-2 \times 0.03 \times 151})}{1 - e^{-2 \times 0.03}} - 150 \times 0.1^2 \right]$$

$$= 0.44 \text{ m}^3/\text{min}$$

300 m 长喷混凝土坑道平均每  $1 \text{ m}^2$  逸出瓦斯:

$$0.44 / (300 \times 15) = 0.0001 \text{ m}^3 / (\text{min} \cdot \text{m}^2)$$

此值仅为煤壁瓦斯涌出强度  $Q_0$  的  $1/717$ , 可见用  $10 \text{ cm}$  厚的气密性喷混凝土及时封闭洞壁, 可以有效地减少瓦斯逸出。

#### 4 该独头坑道涌出瓦斯总量

$$q = q_1 + q_2 + q_3 = 0.055 + 2.78 + 0.44 = 3.28 \text{ m}^3/\text{min}$$

## 附录 M 混凝土掺气密剂后透气系数测定方法

**M.0.1** 测定混凝土的透气系数应在恒定气压下进行。

**M.0.2** 测定混凝土透气系数可采用下列设备及材料：

1 透气系数测定仪：可借用 HS-40 型混凝土抗渗仪进行改装；

2 空气压缩机：工作压力 1.2~1.4 MPa，排气量 0.3 m<sup>3</sup>/min；

3 气体量测装置：测量精度不低于 0.1 mL；

4 压力机或其他加压装置；

5 电烘箱、电炉及钢丝刷等；

6 密封材料：石蜡、多功能胶、环氧粘结剂、沥青等。

**M.0.3** 模筑混凝土试件制作应符合下列要求：

1 试件尺寸可按混凝土抗渗试件制备，其尺寸宜为：上径 175 mm、下径 185 mm、高 150 mm 的圆台体；

2 试件成型后应在 24 h 后拆模，可用钢丝刷刷除两端面水泥浆膜，并在标准养护室养护，或与构件同条件养护至 28 d，继续室内气干 14~28 d，当试件湿度与大气平衡后，方可进行透气性测试。

**M.0.4** 模拟施工缝混凝土试件制作应符合下列要求：

1 试件尺寸：同模筑试件。

2 试件制备：在混凝土抗渗试模中，事先放置用木材或其他材料制成的半块圆锥台体，侧面涂刷隔离剂备用，将施工用的模筑混凝土拌合物浇入抗渗试模的另一半空模中，震动捣实，24 h 后拆模，将试件与模筑混凝土同条件养护，至再次浇注模筑混凝土前，将其置于试模中并在侧面（新旧混凝土交接面）作接缝处理并涂喷界面粘结剂（处理方法及粘结剂同施工缝）30 min

内将模筑混凝土浇入抗渗模的另一半空模中，震动捣实，48 h后用钢丝刷清除试件表面水泥浆膜，小心拆模，试件与模筑混凝土同条件下养护至28 d，继续室内气干14~28 d后，方可进行透气性测试。

**M.0.5** 喷射混凝土试件制作应符合下列要求：

1 试件尺寸：可从喷射混凝土大板中切取尺寸为100 mm×100 mm×100 mm的立方体试件；或钻取直径110~130 mm，高100 mm的试件，一组6块。

2 试件养护条件与喷射混凝土相同，28 d后取出，继续室内气干14~28 d，当试件湿度与大气湿度平衡后，方可进行透气性测试。

**M.0.6** 采用下进气法测试（适用于圆锥台体标准抗渗试件）透气性时应符合下列要求：

1 将气干试件的侧面用熔化状态的密封材料均匀滚涂一层涂膜。

2 用压力机或其他加压装置将涂有密封材料的试件压入预热（50℃）过的抗渗试模内，使试件与试模底面压平，待试模稍冷后解除压力，取下试件。

3 将密封好的试件安装在渗透仪上，加压至最大压力检查密封的气密性，确认密封无漏气后即可开始测试，见图 M.0.6(a)。

4 测试压力可根据需要确定，从0.3 MPa开始，经稳压6 h后，开始测读透气量（精确至0.1 mL），一般每隔0.5 h测读一次，直到连续两次的透气量读数差不大于平均值的+10%时止，其两次透气量的平均值，即为试件的0.5 h透气量。若透气量很大，也可按透气量达到某一固定值时所经历的时间进行控制，连续两次的经历时间读差，也应控制在平均值的+10%内，取其平均值作为该试件的透气时间，计算出在该测试压力下单位时间的透气量。然后继续提高压力，稳压6 h后，继续测试。

5 在透气量测续过程中发现透气量不正常，突然增大时，卸压后应重新检查其密封情况，必要时需重新测定。

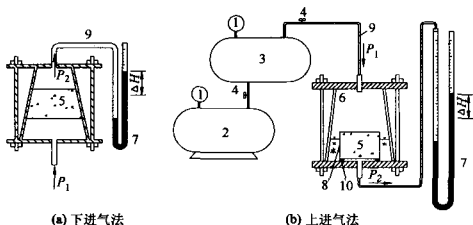


图 M.0.6 透气系数测试装置示意图

1—气压表；2—空气压缩机；3—恒压容器；4—气阀；5—试件；6—气压室；  
7—U形透气量仪； $\Delta H$ —透气量；8—密封涂层；9—胶管；10—钢环

**M.0.7 采用上进气法测试（适用于非标准圆锥台体试件）透气性时，应符合下列要求：**

1 试件密封：除规定的透气面外，试件的其他暴露面均需密封，密封剂可采用多功能耐磨胶、环氧树脂等。密封剂一般涂刷2~3遍，涂刷前试件的表面应平整无油污及浮渣等妨碍粘结的杂物，并用有机溶剂清洗。待第一道密封剂固化后，可用砂纸将表面打毛，用有机溶剂擦净之后继续涂刷第二遍。

2 试件与抗渗仪底座密封：

在试件与抗渗仪底座间设置金属过渡环，用环氧树脂将试件与金属环、金属环与抗渗仪底座粘牢，防止漏气，待环氧树脂固化后，即可加上抗渗仪的钢套并密封，送气测试，见图 M.0.6 (b)。

3 透气量测定：可按下进气法透气性测试相同步骤进行。

4 试件密封检查：为检查试件及试件、钢环、底座间的密封性，待透气测读完成后，应在钢套与试件周围注入清水继续加压至气压最大值，经24h后检查透气通道中是否有水流出，当卸压并放出清水后再仔细检查试件、钢环、底座间是否有渗水，试件本身是否有透水痕迹，当无漏水痕迹时，表明密封良好，透气量测定

有效，否则试件应重新烘干密封测试。

**M.0.8** 混凝土的透气系数可从每组 6 块试件的透气量测试中，舍去最大值和最小值，取中间 4 块试件的透气量平均值作为该组试件的透气量，按下式计算其透气系数：

$$K = \frac{2LP_2\gamma_a}{(P_1^2 - P_2^2)} \times \frac{Q}{A} \times 10^{-2} \quad (\text{M.0.8})$$

式中  $K$ ——透气系数 (cm/s)；

$L$ ——试件厚度 (cm)；

$P_1$ ——施压一侧气体压力 (MPa)；

$P_2$ ——测流一侧气体压力 (MPa)；

$A$ ——透气面积 (cm<sup>2</sup>)；

$Q$ ——平均单位时间透气量 (cm<sup>3</sup>/s)；

$\gamma_a$ ——空气单位容积重量，取  $1.205 \times 10^{-5}$  N/cm<sup>3</sup>。

## 本规范用词说明

执行本规范条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

(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”。

表示允许有选择，在一定条件下可这样做的，采用“可”。

# 《铁路瓦斯隧道技术规范》

## 条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅，只列条文号，未抄录原条文。

**1.0.1** 随着铁路建设的发展，瓦斯隧道尤其是高瓦斯隧道明显增多。由于铁路瓦斯隧道与煤矿施工存在着明显差异，行业习惯和技术用语各不相同，套用“煤规”或延用“铁路瓦斯隧道技术暂行规定”已不能满足设计、施工和运营的需要。为统一铁路瓦斯隧道勘测、设计、施工的技术标准，处理好安全、技术、经济三者的关系，满足铁路工程建设的需要，制定本标准。

**1.0.2** 本规范适用于新建的各种铁路瓦斯隧道的勘测、设计、施工及验收。

**1.0.3** 瓦斯隧道由于瓦斯浓度与煤（岩）中的瓦斯含量常有对应关系，不确定因素很多，因此定义瓦斯隧道尚无规定的定量指标，为确保安全，本条规定只要隧道内存在瓦斯，不论瓦斯出现早晚、时间长短、地点位置、数量大小，该隧道即定为瓦斯隧道。

**1.0.4** 具有煤与瓦斯突出危险的隧道，由于瓦斯在煤（岩）中的含量、压力的存在形式、涌出规律、煤层的赋存条件、含水、涌水等，很难在勘测设计阶段中完全、准确掌握，为确保安全，应根据施工实际揭示的瓦斯和地质情况，及时修正设计。

**1.0.5** 本条所指国家现行的有关标准和规范，主要有《煤矿安全规程》（能源安保〔1992〕1017号）、《防治煤与瓦斯突出细则》（煤安字〔1995〕30号）、《爆破安全规程》（GB 6722—86）、《铁

路隧道设计规范》(TB 10003—2001)、《铁路隧道施工规范》(TB 10204—2001)、《铁路隧道施工技术安全规程》(TB J404—87)、《铁路隧道喷锚构筑法技术规范》(TB 10108—2001)、《铁路隧道工程质量检验评定标准》(TB 10417—98)、《新建铁路工程测量技术规范》(TB 10101—99)、《铁路工程地质技术规范》(TB 10012—2001)等。

**3.1.2** 瓦斯隧道地质工作的目的是通过调查、勘测和测试、取样分析,掌握隧道通过地区影响瓦斯赋存的各种地质条件和瓦斯赋存、分布规律,进行瓦斯预测,为隧道设计、施工提供必要的依据和参数。由于瓦斯的来源除煤系地层外还有油页岩及含天然气、石油地层,所以本规范将后者统称为含瓦斯地层,与煤系地层一起作为瓦斯地质的工作对象。因瓦斯有流动、运移的特性,所以规定瓦斯地层工作的范围应较一般隧道适当扩大,内容也要适当加深。

**3.2.1** 邻近矿井的既有资料是确定瓦斯隧道地质条件和有关瓦斯参数的重要依据。收集利用邻近矿井的既有资料,既能减少铁路瓦斯隧道的勘测成本,又可提高勘测成果质量,故必须重视此项工作。

**3.2.3** 本规范规定瓦斯隧道地质工作内容比原《铁路瓦斯隧道技术暂行规定》有所增加,要求在勘测成果中能定量地为设计提供含瓦斯地层的有关参数,因此在勘测阶段应适当增加钻孔进行现场测试,并采取煤样、气样进行物理、化学分析等工作。

**3.2.4** 由于瓦斯隧道一旦发生灾害,将产生重大损失,设计、施工均十分重视,要求提供的勘探资料也较多,本规范规定工程地质报告中应有专门篇章介绍瓦斯和煤层情况,可使设计和施工人员获得系统、详尽的资料,从而有利于瓦斯隧道的修建工作。

**3.3.1** 巷道中各含煤地段的瓦斯绝对涌出量(单位:  $\text{m}^3/\text{min}$ ),是确定施工工区瓦斯等级的重要依据。一个瓦斯工区的瓦斯涌出量,既与煤(岩)层的瓦斯含量、瓦斯压力有关,也与开挖断面大小、施工速度、喷射混凝土支护厚度以及模注混凝土衬砌滞后

距离等有关，一个施工工区的瓦斯涌出量是随施工过程而变化的，计算时必须考虑这些因素，最后选取瓦斯涌出量的最大值，作为判定工区瓦斯等级的依据。

**3.3.2** 设计阶段根据瓦斯地质资料划分瓦斯工区和含瓦斯地段的等级后，施工阶段尚应根据开挖后揭示的实际情况进行修正，尤其是对于煤层突出危险的判断，必须在开挖工作面进行现场检验和核实。这是因为，勘测和钻探所提供的资料含有一定误差，而且预测和推算的方法目前也不尽完善，所以在施工中进行重新核实工作是十分必要的。

**4.1.1** 瓦斯隧道类型根据隧道内各施工工区的最高级确定。如各工区中最高级为低瓦斯工区，则为低瓦斯隧道，如最高级为瓦斯突出工区，则为瓦斯突出隧道。

**4.1.2** 瓦斯隧道施工工区的划分应根据施工组织及瓦斯设防需要，经技术经济比较后确定。划分为不同类型的工区后，在施工机械和施工方法上可区别对待，从而达到简化施工和降低造价的目的。比如低瓦斯工区除加强通风和瓦斯监测外，可采用普通的非防爆施工机械和电气设备；高瓦斯工区则应采用防爆设备；而瓦斯突出工区，则除采用防爆设备外，还应有防突措施和相应的装备。

**4.1.3** 根据计算，一个工区的瓦斯涌出量不大于 $0.5\text{ m}^3/\text{min}$ 时，采用普通的通风设备即可把洞内瓦斯浓度降到 $0.3\%$ 以下。一般当独头通风长度为 $2000\text{ m}$ 时，配用一台88-1型风机及 $\phi 1000\text{ mm}$ 的风管或有平行导坑独头长 $400\text{ m}$ 时，采用2BJ56风机作为局扇及 $\phi 800\text{ mm}$ 风管，均可保证施工安全，从而可允许采用非防爆设备施工，所以本规范用瓦斯涌出量 $0.5\text{ m}^3/\text{min}$ 作为低瓦斯工区的上限，此种工区多数仅通过少数薄煤层或煤线，一般瓦斯不严重。

**4.1.4** 判定突出煤层的4个指标，勘测阶段可在工地通过钻孔测定，隧道施工期间，则部分在洞内直接测定，部分取煤样在实验室测定。

**4.2.1** 同一施工工区中既有含煤地层也有不含煤层，不同的地段对封闭瓦斯的要求是不同的，故应进一步把工区细分为不同等级的地段，一种地段对应一种结构措施，从而使设计更科学合理。

含瓦斯地段分为三、二、一共三级，经检算，当瓦斯压力小于0.15 MPa时（或吨煤瓦斯含量小于 $0.5 \text{ m}^3/\text{t}$ ），隧道结构采用一层40 cm厚气密性混凝土即可有效封闭瓦斯，此时隧道衬砌单位面积的瓦斯逸出量仅 $0.0022 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ，10 延长米隧道的逸出瓦斯累积6 h才达到 $0.01 \text{ m}^3$ ，可以认为已达到封闭目的，故取瓦斯压力0.15 MPa（或吨煤瓦斯含量 $0.5 \text{ m}^3/\text{t}$ ）作为三级地段上限。瓦斯再严重，则属二级或一级。一级地段有煤与瓦斯突出危险，需采用最严密的防瓦斯结构措施，其瓦斯压力下限为0.74 MPa。

**4.2.2** 一、二级瓦斯地段瓦斯涌出量较大，故宜采用复合式衬砌，以便形成封闭瓦斯的的多道防线。所谓“全封闭”是指隧道全部周边（含隧底）均应采取封闭瓦斯措施。

**4.2.3** 鉴于封闭瓦斯的技术措施经验不多。表 4.2.3 列出一些建议措施，供设计者参考。其中喷射混凝土及模注混凝土的气密剂已有市售成品。混凝土掺钢纤维后可增加衬砌的抗裂性能，有利于减少瓦斯渗漏。施工缝处理可在先后浇注混凝土界面掺界面剂，拆模后在衬砌内表面骑缝涂刷专用涂料，瓦斯压力大时还可预埋止水带。由于瓦斯具有由压力高地段向压力低地段渗透扩散的特点，上述的结构封闭措施应向瓦斯等级较低地段延长，一般延长 50~100 m，地层透气性低时取小值，透气性高时取大值。

**4.2.5** 透气系数指标参照南昆铁路家竹箐隧道的科研成果，喷射混凝土和模注混凝土掺气密剂后可达到  $10^{-11} \sim 10^{-12} \text{ cm/s}$  的气密效果，本规范采用其低值，已偏于保守。施工缝是衬砌渗漏的关键，必须处理好。

**4.2.6** 为防止塑料隔离层被一次支护（喷混凝土）的粗糙表面刺破，需配置垫层。闭孔 PE 泡沫垫层既能保护塑料隔离层，又

有较高的抗渗性（与土工布比较）。

**4.2.7、4.2.8** 过去的全封闭衬砌很少考虑给地下水留出出路，往往引起衬砌开裂导致漏水漏气，为了不使排到洞内排水沟的地下水混有瓦斯气体，本规范规定地下水在排出之前应先通过气水分离装置。为防止雷击起火，引向洞外的排瓦斯管道应有防雷击措施。

**4.2.10** 指导性施工组织设计内容除普通隧道要求的项目外，尚应包括：

- (1) 煤系地层及其他含瓦斯地层的局部详细平纵断面图；
- (2) 各煤层产状、厚度、物理力学参数和成分分析数据；
- (3) 典型探煤设计图；
- (4) 典型揭煤设计图；
- (5) 施工阶段瓦斯检测方法及要求，应配备的瓦斯检测设备；
- (6) 瓦斯突出预测参考指标及防突措施实施后的检验参考指标；
- (7) 防突措施设计；
- (8) 施工通风设计；
- (9) 煤层及石门坑道的施工支护设计；
- (10) 主要机械设备及通风照明设施一览表。

**4.3.4** 斜（竖）井在作抽出式通风井时，如兼作提升井，则必须安设两道风门并开凿支风道，这样不但工程复杂而且提升时频繁开闭风门增加漏风系数，降低了主风机效率，这是很不可取的。

**4.3.6** 瓦斯隧道运营以后，辅助坑道处于不通风状态，多有瓦斯积累。为防止辅助坑道中的瓦斯扩散到正洞及洞外发生事故，故规定在洞口、辅助坑道与正洞相交处、含瓦斯地层两端等部位应安设防瓦斯密闭门。

**4.3.7** 瓦斯隧道的辅助坑道在运营阶段需定期进入人员进行检查和维护（如清理水沟，加固裂损衬砌等），为保证养护人员人

身安全，辅助坑道应配置必要的通风和供配电设施，只有在彻底通风使瓦斯浓度小于 0.5% 以后，才能进入工作。必须指出的是，通风风量应逐渐由小变大，务必使坑道内排出的高浓度瓦斯与坑道口新鲜气流混合后其浓度不大于 1.5%。通风完毕，人员进入现场工作，应遵守专门制订的安全守则。

**4.4.1、4.4.2** 瓦斯隧道的含瓦斯地段，在施工中经过开挖排放、采用瓦斯隔离层、气密性混凝土封堵后，不可能有大量的瓦斯逸出。瓦斯隧道交付运营后，隧道内的瓦斯逸出地段及瓦斯逸出量将比施工期间大大减少。根据目前国内已建成的家竹箐、岩脚寨、炮台山等隧道的实际运营情况可知，隧道内尚不能达到运营期间完全没有瓦斯逸出，故在运营期间必须进行瓦斯检测。运营隧道内瓦斯允许浓度为 0.5%，系参照《铁路瓦斯隧道运营通风的技术标准研究》科研成果制定。条文中对各类瓦斯隧道，在运营期间的瓦斯检测方式作了具体规定。

**4.4.3** 参照家竹箐隧道科研成果和《煤矿安全规程》（能源部 1992 年版，以下简称《煤规》）有关规定制订。

**4.4.4** 目前铁路隧道运营通风均采用纵向式通风，根据通风技术的发展，采用壁龛式射流风机、控制上具有机动灵活，适应性强等优点，且避免了因设置风道产生的多余能耗，所以在条文中规定了壁龛式、洞口风道式通风或竖（斜）井分段式纵向通风的排列顺序，以供设计时根据实际条件选用。当隧道有施工的竖（斜）井可供利用且条件有利时，也可考虑竖（斜）井分段式纵向通风方案。

**4.4.5** 由于铁路瓦斯隧道运营期间瓦斯逸出量较少，且有严格的瓦斯允许浓度标准，当隧道内微量瓦斯集聚接近允许浓度时，就必须启动风机通风，稀释和排除隧道内集聚的瓦斯以保安全。

风机一般安装在洞口或竖（斜）井口，已远离瓦斯地段，所以一般可采用普通型风机。若风机安装在有瓦斯逸出地段时，可采用防爆型风机。

**4.4.6** 根据家竹箐隧道科研成果制订。自然反风的储备能力一

般按自然反风 $1.5\text{ m/s}$ 计。

**4.4.7** 参照《煤规》第126条和射流风机的特点制订。

**4.4.8** 为避免风机在短时间内频繁启动造成设备故障或损坏，故要求风机每次运转时间不应小于 $15\text{ min}$ 。

**4.4.9** 为保持隧道内瓦斯浓度在任何时间均在允许浓度以下，保证铁路不间断地进行安全运输，故在隧道内瓦斯浓度接近 $0.5\%$ 时应及时启动风机。

**4.4.10** 根据家竹箐隧道科研成果制订。

**5.0.1** 深度小于 $0.6\text{ m}$ 炮眼爆破的安全措施如下：

(1) 每孔装药量不得超过 $150\text{ g}$ ；

(2) 炮眼必须封满炮泥；

(3) 爆破前必须在爆破地点附近撒水降尘，并检查瓦斯浓度超过 $1\%$ 时，不准爆破；

(4) 检查并加强爆破地点附近的支护；

(5) 爆破时，必须做好警戒，并有工班长现场指挥。

**5.0.3** 在矿井下爆炸，根据国家标准《爆破安全规程》第4.4.3条规定“应按危险程度选用相应安全等级的煤矿许用炸药；高瓦斯矿井必须使用二级或三级以上的煤矿许用炸药。有煤与瓦斯突出危险的开挖工作面必须使用三级或三级以上的煤矿许用炸药。”而选用的煤矿许用炸药，目前大量使用2号、3号。其对瓦斯的安全性能随号数递增，威力则随号数递减。

**5.0.4** 秒或半秒级电雷管各段的间隔时间为 $1\text{ s}$ 或 $0.5\text{ s}$ ，在有瓦斯爆炸危险的工作面使用时，当前段爆炸瓦斯浓度已形成较高，下段炸药才爆炸，就容易引爆瓦斯。况且雷管内的延期药在燃烧，从雷管的排气孔喷出火焰或高温气体是引爆瓦斯的危险因素，从而严禁使用。

毫秒雷管则不然，只要最后一段延期时间不大于 $130\text{ ms}$ ，爆炸过程中瓦斯浓度尚未达到 $1\%$ 时，各段毫秒雷管就已爆炸完毕故安全。

**5.0.5** 水炮泥是一种用塑料薄膜制成 $\phi 35\text{ mm}$ 圆筒，筒内充水

封口，代替炮眼充填料，它的作用是降低爆温、缩短爆炸火焰延续时间、降尘等，爆炸时不易引起燃烧和引爆瓦斯。

**5.0.6** 瞬发雷管和毫秒雷管的电引火装置，使用的材料和形式均不相同，对电流的敏感程度亦各异，若将这两种雷管串联起爆，则对电流敏感程度高的雷管先起爆，随即可切断网路，导致其余雷管不能起爆，故严禁在同一网路中将这两种雷管同时使用。

电力起爆采用串联连接方式，要求的起爆电流较小，而安全的电爆破发出的电压虽较高，但电流较小，则两者可互相匹配。而并联起爆则要求电流大，需用动力电源，使用并联或混联时，若分路电阻安排不当，有的分路先爆炸，炸断仍在通电的其他分路或母线，则易产生电火花引爆瓦斯，故必须采用串联连接方式。

**5.0.7** 防爆型起爆器具有高强度的防爆外壳，电能的输出有时间限制，在6 ms内将足够的电流输送到爆破网路后而自动停止供电，可防止网路被炸开后的瞬间产生火花放电，从而消除了引爆瓦斯的可能性，故安全上有保障。

**6.1.2** 为防止误穿煤层而引发瓦斯事故，要对煤层进行初探和正式探测。因为煤系地层地质条件变化较大，煤层走向、厚度、倾角等又受地质构造影响，在不同地段各不相同。初探是标定煤层初步位置。正式探测一方面是标明煤层确切位置；二是为计算煤层参数提供资料；三是了解施钻中的动力现象。

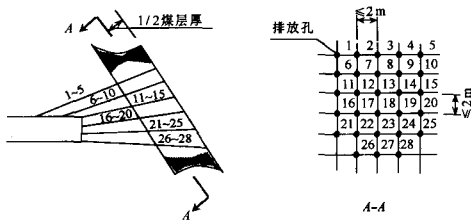
**6.2.3** 突出危险性指标临界值一般应根据各地煤层情况进行实测，但因隧道施工前难以实测，且实测又较复杂，难以采到煤样，因此如当地有煤矿生产部门，可借用煤矿部门临界值，如无煤矿部门资料则可参照本表中的临界值，该临界值是根据《防治煤与瓦斯突出细则》并结合南昆线家竹箐隧道和水柏线何家寨隧道施工的有关数据总结而得，可供参考。

**6.3.2** 防治煤与瓦斯突出可用钻孔排放、瓦斯抽放、水力冲孔、金属架等或其他经试验验证有明显效果的措施。经煤矿部门介绍

和家竹管隧道试验总结, 钻孔排放瓦斯具有技术简单, 施工难度小, 设备投入少, 排放时间短 (10~30 d)、安全可靠等优点, 且结合铁路隧道绝大多数是空过煤层, 接触煤层小, 属小范围防突 (煤矿称掘进工作面防突), 因此, 钻孔排放瓦斯这种措施适宜铁路施工防突, 最近煤矿部门研制生产了一种小型移动式瓦斯抽放泵, 适合小范围抽放瓦斯, 可在铁路施工中试用。

### 6.3.3

5 为了达到控制范围内瓦斯的均匀排放, 要求在煤层厚度  $1/2$  处的排放孔间距不大于 2 倍排放半径, 并由此计算各个长度、角度 (说明图 6.3.3)。



说明图 6.3.3 排放瓦斯孔布置图

6 排放孔单孔长度超过 30 m, 钻杆易折断, 钻进速度慢, 效率降低, 钻孔时间长, 俯角孔角度超过  $45^\circ$ , 排渣、排水困难, 出现堵钻, 钻不进。经实践, 采用分段分部位分次排放, 同样可达到排放目的, 确保揭煤安全。

7 铁路隧道断面大, 在煤系地层段围岩软弱、破碎、自稳能力差, 易造成坍塌, 石门揭煤断面越小, 实际发生危险可能性越小, 因此, 铁路隧道在煤系地层宜采用上、下分部台阶法开挖。上、下部台阶长度应根据围岩的稳定性和保证结构安全及通风需要确定, 且有利用下部台阶瓦斯排放。

6.3.4 《煤规》第 144 条规定综合机械化采掘工作面, 当其附

近瓦斯浓度达到 1.0% 时报警，达到 1.5% 时必须停止作业，切断机械电源。本条是根据以上规定而制定的。

**6.4.2** 效果检验临界值应根据实测或附近生产煤矿的数据确定，如无这两方面数据，我们根据《防治煤与瓦斯突出细则》及家竹箐隧道和何家寨隧道的实践提供了本表中的临界参考值。其中一项超标，则应判定防突措施无效，应采取增加排放孔或延长排放时间等补救措施。

**6.5.2** 本条引自《煤规》第 184 条。

#### **6.5.4**

3 揭缓倾斜煤层时，因倾角小，在相同垂距下，石门水平长度较长，可能达数十米。如一次揭开煤层，其水平钻孔深度长，一次用药量也大，可发生顶部坍塌，引起突出。根据家竹箐隧道和何家寨隧道近百次揭煤经验总结出以刷斜面形式揭开缓倾斜煤层，即每次石门开挖进尺为 1~1.2m，开挖高度以顶板有 1.2~1.5m（垂距）厚度为准，直至开挖到工作面距煤层 1.5~1.8m（水平距）时再揭开煤层。在每次开挖过程中应加强顶板临时支护，确保 1.2~1.5m 厚度的顶板不至坍塌。

5 在半煤半岩或全煤层中开挖，爆破找顶后，应及时喷锚支护，一方面是为了加固围岩，防止坍塌，另一方面可部分封堵瓦斯，减少工作面瓦斯溢出。

**6.5.6** 煤系地层段围岩一般较软弱，容易发生底鼓和底部瓦斯溢出，仰拱与边墙能同步施工，可保证衬砌结构稳定和减少瓦斯溢出。但边墙与仰拱同时施工，施工难度大，一般不易做到，因此要求仰拱及早施工，使拱、墙、仰拱形成闭合整体达到隧道结构早稳定。

**6.5.7** 煤系地层设防段均采用复合式衬砌，在施工支护与二次模筑衬砌之间有瓦斯隔离层，在二次衬砌拱顶刹尖部位常有大量空隙，为防止瓦斯聚积，确保拱顶密实，需充填注浆，为了避免注浆孔施工打穿隔离板；要求二次衬砌应预留注浆孔。一般每 5m 在拱顶，拱腰两侧各一个。

7.1.1 瓦斯隧道因有易燃易爆的气态甲烷从煤层或岩缝中溢出，施工通风的好坏，直接关系到作业人员的人身安全，因此，必须根据瓦斯绝对涌出量编制通风设计。

7.2.2 巷道式通风必定是双巷掘进。对有瓦斯突出危险的隧道，有两条平行的巷道安全度大。

7.2.4 《煤规》第 119 条规定“采煤工作面和掘进工作面都应采用独立通风。同一采区内，同一煤层上下相连的两个同一风路中的采煤工作面，其工作面总长度不得超过 400 m。采煤工作面与其相邻的掘进工作面，掘进工作面与其相邻的掘进工作面，布置独立通风有困难时可采用串联通风，但串联通风的次数不得超过 1 次。在地质构造极为复杂或残采地区，采煤工作面确需串联通风时，应采取安全措施，经矿务局局长批准，可以采用串联通风，但串联通风次数不得超过 2 次，三个采煤工作面的总长度不得超过 100 m。本条文所规定的串联工作面的风流中，必须装有瓦斯自动检测报警断电装置，在此种风流中，瓦斯和二氧化碳浓度都不得超过 0.5%，其他有害气体浓度都应符合本规程第 106 条的规定。开采有瓦斯喷出或有煤与瓦斯（二氧化碳）突出的煤层，严禁任何两个工作面之间串联通风。”本条是参照上述规定制定的。

7.2.5 按瓦斯隧道内同时工作的最多人数计算通风量，每人每分钟至少供给新鲜空气量  $4 \text{ m}^3$ 。按瓦斯绝对量计算通风量，可参照下式计算。

$$Q = \frac{100qK}{n - n_0} \quad (\text{说明 } 7.2.5)$$

式中  $Q$ ——瓦斯隧道通风量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )；

$q$ ——瓦斯绝对涌出量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )，通过地质勘探或隧道内实测获得；

$n$ ——隧道内瓦斯最大容许含量的百分数；

$n_0$ ——进风中瓦斯含量的百分数；

$K$ ——瓦斯涌出不均衡系数， $K = 1.5 \sim 2.0$ ，抚顺煤炭研

究所建议取 1.6。

**7.2.6** 独头施工的瓦斯隧道，采用压入式通风，整个巷道都是回风流。考虑到洞内有电气设备，工作面还有后部工序作业，故工作面风流中瓦斯浓度稀释在 0.5% 以下。对于有平行导坑的巷道式通风，回风风流中瓦斯浓度应在 0.75% 以下。但其开挖工作面仍为独头，故风流中的瓦斯浓度应控制在 0.5% 以下。

**7.2.7** 《煤规》第 107 条规定在架线电机车巷道容许最低风速为  $1\text{ m/s}$ ，采煤工作面、掘进中的煤巷和煤岩巷为  $0.25\text{ m/s}$ ，国外有资料说，风速在  $0.3\text{ m/s}$  时，甲烷会从发生点反流形成甲烷带。当风速为  $0.5\text{ m/s}$  时，甲烷几乎不会发生反流，但也会形成甲烷带。当风速大于  $1\text{ m/s}$  时，甲烷散乱，则不会形成甲烷带，不会在上部聚积。我国南昆线家竹箐隧道实测资料，洞内防瓦斯聚积风速小于  $1\text{ m/s}$  时，拱顶瓦斯浓度大多大于 2%。

**7.2.8** 采用局部通风，目的就是使瓦斯形成停留区域。

**7.2.9** 参照《煤规》第 146 条“每一矿井必须从采掘工作、生产管理上采取措施，防止瓦斯积聚。当发生瓦斯积聚时，必须及时处理。矿井因停电和检修，主要通风机停止运转或通风系统遭到破坏以后，必须有恢复通风、排除瓦斯和送电的安全措施。恢复正常通风后，所有受到停风影响的地点，都必须经过通风、瓦斯检查人员检查，证实无危险后，方可恢复工作。所有安装电动机及其开关地点附近  $20\text{ m}$  的巷道内，都必须检查瓦斯，符合本规定有关条文的规定时，方可开动机器。因临时停电或其他原因，局部通风机停止运转。在恢复通风前，首先必须检查瓦斯，证实停风区中瓦斯浓度不超过 1% 或二氧化碳浓度不超过 1.5% 时，还必须遵守本规程第 135 条中关于局部通风机及其开关地点附近瓦斯浓度的规定，方可人工开动局部通风机，恢复正常通风。如果停风区中，瓦斯浓度超过 1% 或二氧化碳浓度超过 1.5% 时，必须制定排除瓦斯或二氧化碳的安全措施，控制风流，使排除的风流在同全风压风流混合处的瓦斯和二氧化碳浓度都不得超过 1.5%，回风系统内还必须停电撤人。只有经过瓦斯检查，证实

恢复通风的巷道风流中瓦斯浓度不超过 1% 和二氧化碳浓度不超过 1.5% 时, 方可人工恢复局部通风机供风的巷道中的一切电气设备的供电。临时停工的地点, 不得停风。否则, 必须切断电源, 设置栅栏, 提示警标, 禁止人员进入, 并向矿调度室报告。停工区内瓦斯或二氧化碳浓度达到 3% 或其他有害气体浓度超过本规程第 106 条的规定, 不能立即处理时, 必须在 24 h 内封闭完毕。恢复已封闭的停工区或采掘工作接近这些地点时, 必须事先排除其中积聚的瓦斯。排除瓦斯的工作, 应制定安全措施, 报矿总工程师批准。严禁在停风或在瓦斯超限的区域内进行停电、回收等作业” 制定。

**7.2.10** 有平行导坑的巷道式通风, 不用的横通道及时封闭非常重要, 是减少漏风的关键措施, 一定要做好。

**7.3.3** 参照《煤规》第 134 条 “……瓦斯喷出区域、高瓦斯矿井、煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井中, 掘进工作面的局部通风机都应实行三专(专用变压器、专用开关、专用线路)供电。经矿总工程师批准, 也可采用装有选择性漏电保护装置的供电线路供电, 但每天有专人检查 1 次, 保证局部通风机可靠运转” 制定。

**8.1.1** 瓦斯隧道的非瓦斯工区和低瓦斯工区可按非瓦斯隧道处理, 可采用非防爆型的电气设备和作业机械。当非瓦斯工区和低瓦斯工区与高瓦斯工区和瓦斯突出工区开挖贯通后, 如后者工区已封闭或设立风门, 可防止大量瓦斯涌入前者工区时, 则非瓦斯工区和低瓦斯工区仍可采用非防爆型的电气设备和作业机械。

**8.1.2** 高瓦斯工区和瓦斯突出工区采用防爆型机电设备是为了防止电气设备和作业机械工作时产生火花引爆瓦斯。当高瓦斯工区和瓦斯突出工区与非瓦斯工区和低瓦斯工区开挖贯通后, 如前者工区未采取防止瓦斯涌入后者工区的措施时, 则非瓦斯工区和低瓦斯工区的固定设备和照明从一开始就应采用防爆型。

**8.1.3** 两路电源指分别来至两个公用变电站或同一个公用变电站的不同母线段的两条电源线路; 或一条来自公用变电站和一条

来自自备电站的两条电源线路。为了保证施工用电，特别是通风机正常运转，隧道内供电应有双电源线路。

**8.1.4~8.1.6** 参照《煤规》第 420、424、425 条制定。

**8.2.1** 在竖井井筒或倾角  $45^\circ$  及以上的斜井内应采用钢丝铠装不滴流铅包纸绝缘电缆、钢丝铠装交联聚乙烯绝缘电缆、钢丝铠装聚氯乙烯绝缘电缆或钢丝铠装铅包纸绝缘电缆；在正洞和平导或倾角  $45^\circ$  以下的斜井内，应采用钢带铠装不滴流铅包纸绝缘电缆、钢带铠装聚氯乙烯绝缘电缆或钢带铠装铅包纸绝缘电缆。

**8.2.2、8.2.3** 参照《煤规》第 444 条制定。《煤规》第 444 条对井下选用电缆，有下列要求：

(1) 移动变电站必须采用监视型屏蔽橡套电缆；

(2) 低压动力电缆：

①固定敷设的应采用铠装铅包纸绝缘电缆、铠装聚氯乙烯绝缘电缆或不延燃橡套电缆；

②移动式 and 手持式电气设备都应使用专用的分相屏蔽不延燃橡套电缆；

③1140 V 设备及采掘工作面的 660 V 及 380 V 设备必须用分相屏蔽不延燃橡套电缆。

(3) 固定敷设的照明、通信、信号和控制用的电缆应采用铠装电缆、不延燃橡套电缆或矿用塑料电缆；非固定敷设的，应采用不延燃橡套电缆。

(4) 低压电缆不应采用铝芯。

**8.2.4** 参照《煤规》第 445 条和第 446 条制定。

《煤规》第 445 条规定：敷设电缆（同手持式或移动式设备连接的电缆除外），必须遵守下列规定：

(1) 电缆必须悬挂：

①在水平巷道或倾角  $30^\circ$  以下的井巷中，电缆应用吊钩悬挂；

②在立井井筒或倾角  $30^\circ$  及其以上的井巷中，电缆应用夹子、卡箍或其他夹持装置进行敷设，夹持装置应能承受电缆重

量，并不得损坏电缆。

(2) 水平巷道或倾斜井巷中悬挂的电缆应有适当的弛度，并在承受意外重力时能自由坠落。其悬挂高度应使电缆在有矿车掉道时不致受撞击，在电缆坠落时，不致落在轨道或运输机上。

(3) 电缆悬挂点的距离：在水平巷道或倾斜井巷内不得超过3 m，在立井井筒内不得超过6 m。

(4) 沿钻孔敷设电缆必须绑紧在钢丝绳上，钻孔必须加装套管。

《煤规》第446条规定：电缆不应悬挂在压风管或水管上，不得遭受淋水或滴水。在电缆上严禁悬挂任何物件。如果电缆同压风管、供水管在巷道同一侧敷设时，必须敷设在管子上方，并保持0.3 m以上的距离。电缆同风管等易燃物品应分挂在巷道两侧。否则，相互之间应保持0.3 m以上的距离。盘圈或盘8字型的电缆不得带电但采煤机等电缆车上的电缆不受此限。

井筒和巷道内的通信和信号电缆，应同电力电缆分挂在井巷的两侧，如果受条件所限；在井筒内，应敷设在距电力电缆0.3 m以外的地方；在巷道内，应敷设在电力电缆的上方0.3 m以上的地方。

高、低压电力电缆敷设在巷道同一侧时，高、低压电缆相互间的距离应大于0.1 m；高压电缆之间和低压电缆之间的距离不得小于50 mm，以便摘挂。

井下巷道内的电缆，沿线每隔一定距离、在拐弯或分支点以及连接不同直径电缆的接线盒两端，都应设置注有编号、用途、电压和截面的标志牌，以便识别。

**8.2.5** 参照《煤规》第449条制定。电缆与电气设备连接，必须使用与电气设备防爆性能相符的接线盒；即接线盒的防爆性能与电气设备的防爆性能一致。

《煤规》第449条规定，电缆的连接必须符合下列要求：

(1) 电缆同电气设备的连接，必须用同电气设备性能（矿用各种防爆型、矿用一般型等）相符的接线盒，电缆芯线必须使用

齿形压线板（卡爪）或线鼻子同电气设备进行连接；

(2) 不同型电缆（例如纸绝缘电缆同橡套电缆或同塑料电缆）之间不得直接连接，必须经过符合要求的接线盒、连接器或母线盒进行连接；

(3) 同型电缆之间，除按不同型电缆之间的连接方法进行连接外，还可直接连接，但必须遵守下列规定：

①纸绝缘电缆必须使用符合要求的电缆接线盒连接，高压纸绝缘接线盒必须灌注绝缘充填物。

②橡套电缆的连接（包括绝缘、护套已损坏的橡套电缆的修补）必须采用硫化热补或与热补有同等效能的冷补。在地面热补或冷补的橡套电缆，必须经浸水耐压试验，合格后方可下井使用。

③塑料电缆的连接，其连接处的机械强度以及电气、防潮密封、老化等性能应符合该型矿用电缆的技术标准要求。

**8.3.1** 参照《煤规》第 428 条制定。《煤规》第 428 条规定：电气设备不应超过额定值运行。电气设备变更额定值时，必须经过试验，提出技术鉴定报告，报矿务局批准。

**8.3.2** 参照《煤规》第 431 条规定。《煤规》第 431 条规定：井下低压电气设备，严禁使用油断路器、带油的起动器和一次线圈为低压的油浸变压器。但洞室内的变压器、整流器等不受此限。40 kW 及以上的起动频繁的低压控制设备，应使用真空接触器。

**8.3.3** 因 EXd I 型矿用防爆照明灯较 EXd II 型防爆照明灯有更坚固的外壳，更适用于条件较差的作业地段使用；移动式照明采用矿灯是为了安全和方便。

**8.3.4、8.3.5** 参照《煤规》第 434 条制订。《煤规》第 434 条规定：矿井高压电网的单相接地电容电流不得超过 20 A。否则，必须采取限制措施。

矿井地面变电所和井下中央变电所的高压馈电线上，应装设有选择性的单相接地保护装置；供移动变电站的高压馈电线上，必须装设有选择性的动作于跳闸的单相接地保护装置。

井下低压馈电线上，应装设带有漏电闭锁的检漏保护装置或有选择性的检漏保护装置。如无此种装置，必须装设自动切断漏电馈电线的检漏装置。

**8.3.6** 参照《煤规》第134条制订。《煤规》第134条规定：局部通风机和掘进工作面中的电气设备，必须装有风电闭锁装置。当局部通风机停止运转时，能立即自动切断局部通风机供风巷道中一切电源。在瓦斯喷出区域、高瓦斯矿井、煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出矿井中的所有掘进工作面应装设两闭锁（风电闭锁、瓦斯电闭锁）设施，当局部通风机停止运转或掘进巷道内瓦斯超限时，能立即自动切断局部通风机供风巷道中的一切电源。

**8.3.7** 参照《煤规》第436条制订。《煤规》第436条规定：为了防止地面雷电波及井下引起瓦斯、煤尘以及火灾等灾害，必须遵守下列规定：

（1）经由地面架空线路引入井下的供电线路（包括电机车架空线），必须在入井处装设避雷装置；

（2）由地面直接入井的轨道，露天架空引入（出）的管路，都必须在井口附近将金属体进行不少于两处的良好的集中接地；

（3）通信线路必须在入井处装设熔断器和避雷装置。

**8.3.8** 参照《煤规》第460条和第461条制定。《煤规》第460条规定：36V以上和由于绝缘损坏可能带有危险电压的电气设备的金属外壳、构架等，都必须有保护接地。电气保护接地工作，应按部颁布的有关矿井保护接地装置的安装、检查与测定工作细则执行。

《煤规》第461条规定：接地网上任一保护接地点测得的接地电阻值，不得超过 $2\Omega$ 。每一移动式 and 手持式电气设备同接地网之间的保护接地用的电缆芯线（或其他相当接地导线）的电阻值，都不得超过 $1\Omega$ 。

**9.2.4** 封闭的火区，具备下列条件时，方可认为火区已经熄灭，方准启封。

(1) 火区启封前，火区内空气温度、氧气、一氧化碳和水温的指标测取应符合下列条件：

①气温度下降到  $30^{\circ}\text{C}$  以下或与火灾发生该区日常温度相同。

②空气中的氧气浓度降到 5% 以下。

③空气中不含有一氧化碳，或封闭期间内一氧化碳浓度逐渐下降，并稳定在 0.001% 以下。

以上指标均应在大气压力稳定或下降期间于回风侧的防火墙内或钻孔中测取，并以最大值为准。

④火区内的出水温度低于  $25^{\circ}\text{C}$ ，或与火灾发生前该区的日常出水温度相同。该温度应以火区所有防火墙或钻孔的出水中测取的最大值为准。

(2) 以上 4 项指标持续稳定时间少于 1 个月，每天不少于 3 次。

(3) 火区启封后，原点回风侧的气温，水温和一氧化碳浓度在连续 3 d 以上无上升趋势，方可认定火区已完全熄灭。