

# DB50

重 庆 市 地 方 标 准

DB50/T 962-2019

---

## 公路瓦斯隧道施工技术规范

Technical specifications for construction of highway gas tunnel

2019-12-30 发布

2020-04-01

重庆市市场监督管理局 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总则 .....	5
5 一般规定 .....	5
6 瓦斯工区等级评定 .....	6
7 施工通风 .....	7
8 超前地质预报 .....	9
9 电气设备与作业机械 .....	11
10 瓦斯检测与监控 .....	15
11 钻爆作业与支护 .....	18
12 揭煤防突 .....	22
13 施工安全及应急救援 .....	28
14 质量检验与验收 .....	34
附录 A 煤层瓦斯压力测定方法 .....	36
附录 B 煤的破坏类型分类 .....	38
附录 C 煤的瓦斯放散初速度测定方法 .....	39
附录 D 煤的坚固性系数测定方法 .....	40
附录 E 绝对瓦斯涌出量和测风方法 .....	41
附录 F 钻屑指标法 .....	45
附录 G 钻孔瓦斯涌出初速度测定方法 .....	47
附录 H 瓦斯自动监控报警与断电系统 .....	48
附录 I 行走作业机械防爆改装技术指标与验收方法 .....	52
附录 J 气密性混凝土透气系数测定方法 .....	58
附录 K 瓦斯隧道施工管理表格 .....	61

## 前 言

本规范按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本规范由重庆市交通委员会工程质量安全监督局提出。

本规范由重庆市交通局归口。

本规范准起草单位：重庆市交通委员会工程质量安全监督局、重庆高速公路集团有限公司、中电建路桥集团有限公司、中国水利水电第七工程局有限公司、重庆交通规划勘察设计院、重庆大学、煤矿灾害动力学与控制国家重点实验室、中煤科工集团重庆研究院有限公司。

本规范主要起草人：沈小俊、孙立东、吴志辉、陈钊、余世刚、袁坤、杨松、张明强、罗立翔、李建军、郭成川、李联成、郑志高、廉虎山、高建、周翔、王学军、吴军、洪泽兵、李铁军、冯康武、庞佳、王进进、张鹏、刘杰、李好、李冬冬、刘戎、高鹏杰。

# 公路瓦斯隧道施工技术规范

## 1 范围

本规范规定了公路瓦斯隧道施工的总则、一般规定、瓦斯工区等级评定、施工通风、超前地质预报、电气设备与作业机械、瓦斯检测与监控、钻爆作业与支护、揭煤防突、施工安全及应急救援、质量检验与验收等要求。

本规范适用于重庆市新建、改建以钻爆法开挖为主的公路瓦斯隧道施工管理、安全监管、质量检验和工程验收。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准第一册土建工程

JTG F60 公路隧道施工技术规范

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

TB 10120 铁路瓦斯隧道技术规范

GB 6722 爆破安全规程

《煤矿安全规程》国家安全监管总局签署第87号总局令（2016年）

《防治煤与瓦斯突出规定》国家安全监管总局签署第19号总局令（2009年）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

瓦斯 gas

主要是从煤、岩中逸出，以甲烷（CH<sub>4</sub>）为主的有害气体。本规范主要指甲烷（CH<sub>4</sub>），其他有害气体如乙烷、二氧化碳、一氧化碳、硫化氢、二氧化硫、氮氧化物、氮等可参照使用。

### 3.2

瓦斯地层 gas formation

含瓦斯的地质层。根据瓦斯成因及来源，瓦斯地层可分为煤系瓦斯地层和其它瓦斯地层（如：油页岩及页岩气、天然气、石油地层等）。

### 3.3

瓦斯工区 work area with gas

隧道穿越含瓦斯地层或施工区段内通过检测存在瓦斯时，洞口至掌子面为瓦斯工区，反之为非瓦斯工区。

3.4

瓦斯隧道 tunnel with gas

在勘测或施工中，只要发现隧道任一处存在瓦斯，该隧道为瓦斯隧道。

3.5

绝对瓦斯涌出量 absolute gas emission quantity

单位时间涌出的瓦斯量称为绝对瓦斯涌出量，以 $\text{m}^3/\text{min}$ 计。

3.6

相对瓦斯涌出量 relative gas emission quantity

隧道正常掘进条件下，在煤系范围（煤层顶板至底板范围），每开挖一吨煤（岩）所涌出的瓦斯量，称为相对瓦斯涌出量，以 $\text{m}^3/\text{t}$ 计。

3.7

煤（岩）与瓦斯突出 coal (rock) and gas outburst

在地应力和瓦斯的共同作用下，破碎的煤、岩和瓦斯由煤体或岩体内突然向采掘空间抛出的异常的动力现象，简称“突出”。

3.8

吨煤（岩）瓦斯含量 gas content of each ton of coal

煤（岩）层在自然条件下，每吨煤（岩）所含有的瓦斯数量，是游离瓦斯与吸附瓦斯量之总和，单位： $\text{m}^3/\text{t}$ 。

3.9

瓦斯浓度 gas concentration

空气中瓦斯量与空气体积之比，以百分数表示。

3.10

瓦斯压力 gas pressure

在煤（岩）体孔隙中气体分子自由热运动所产生的作用力，瓦斯作用于孔隙壁的压力。一般指的是绝对瓦斯压力。

3.11

瓦斯放散初速度 Initial velocity of diffusion of coal gas

3.5g 规定粒度的煤样在0.1MPa压力下吸附瓦斯后向固定真空空间释放时，用压差 $\Delta p$  (mmHg)表示的10s~60s时间内释放出瓦斯量指标。

3.12

突出预测预报 outburst forecast

利用煤层的煤结构，煤的物理力学性质、瓦斯、地应力等的某些特征参数及其变化或利用工作面的某些瓦斯地质特征、突出前的预兆，预测开挖工作面突出的危险性的工作。

## 3.13

突出预测敏感指标 outburst forecast sensitive index  
预测煤(岩)和瓦斯突出具有敏感性的指标。

## 3.14

突出预测临界值 outburst forecast critical value  
预测煤(岩)和瓦斯突出发生的临界指标值。

## 3.15

局部瓦斯积聚 local gas accumulation  
隧道内任一体积大于0.5m<sup>3</sup>的空间内积聚的瓦斯浓度达到2.0%的现象。

## 3.16

瓦斯排放 gas emission  
对于采掘空间的积聚瓦斯实施的安全排除措施，或指通过在未开挖的煤岩体内施工钻孔，使瓦斯释放到采掘空间并排出到大气的措施。

## 3.17

瓦斯抽放 gas drainage  
采用专用设备和管路把煤层、岩层或采空区瓦斯抽出的措施。

## 3.18

综合防突措施 synthesized coal and gas outburst prevention measure  
在煤(岩)和瓦斯突出煤岩体中进行采掘作业前和采掘过程中实施的突出预测、防突措施、措施效果检验和安全保护措施“四位一体”的防突措施。

## 3.19

钻屑量法(钻屑法) drill cuttings quantity method  
用每单位钻孔体积排出的钻屑量来评估煤(岩)和瓦斯突出的危险程度的方法。

## 3.20

防突效果检验 verifying outburst prevention effect  
用突出预测的方法对防突措施进行效果检验的技术措施。

## 3.21

安全防护措施 safe preventive measure  
经防突效果检验无突出危险的区域和地点进行采掘作业时采用的保障人身安全的技术措施。

## 3.22

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。

3.23

预测孔 forecasting hole

用以预测煤层各项突出危险性指标的钻孔。

3.24

检验孔 detection hole

检验防突措施是否有效的钻孔。

3.25

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。

3.26

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。

3.27

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。

3.28

气密性混凝土 air-tight concrete

透气系数不大于 $10\text{cm/s}$ - $11\text{cm/s}$ 的混凝土。

3.29

超前地质预报 geological prediction

通过掌子面的超前钻探、超前导坑或各种类型的地球物理探测等手段来查明隧道岩体的状态、特征以及可能发生地质灾害的不良地质体的位置、规模和性质，预测前方未施工段地质情况的方法。

3.30

监控量测 monitoring measurement

在隧道施工和运营阶段，通过使用各种量测仪器和工具，对围岩变化情况及支护结构的工作状态进行监测，及时提供围岩稳定程度和支护结构可靠性信息的工作。

3.31

接地 ground connection

设备的一部分为形成导电通路与大地的连接。

3.32

接地线 ground line

连接设备金属结构和接地体的金属导体-(包括连接螺栓)。

## 3.33

接地装置 grounding device  
接地体和接地线的总和。

## 3.34

接地电阻 ground resistance

接地装置的对地电阻。它是接地线电阻、接地体电阻、接地体与土壤之间的接触电阻和土壤中的散流电阻之和。接地电阻可以通过计算或测量得到它的近似值，其值等于接地装置对地电压与通过接地装置流入地中电流之比。

## 4 总则

4.1 瓦斯隧道建设应符合安全、先进、经济、环保的要求。

4.2 在勘察与施工过程中，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，该施工区域应定为瓦斯工区。

4.3 瓦斯隧道施工期间，当发现有关煤（岩）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。

4.4 瓦斯隧道施工必须强化专项管理制度建设与全过程制度管理，从制度层面落实针对性管控措施，预防煤与瓦斯突出，防止瓦斯、煤尘燃爆等事故。

4.5 瓦斯隧道施工应根据所采取的安全技术措施，编制瓦斯灾害防治预算。

4.6 瓦斯隧道的施工管理、安全监管、质量检验和工程验收，除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

## 5 一般规定

5.1 瓦斯隧道施工前应开展施工安全风险评估，辨识施工过程中的主要危险源及危害因素，制定安全防护措施，并应根据工程建设条件、技术复杂程度、地质与环境条件、施工管理模式，以及工程建设经验对隧道工程实施动态风险控制和跟踪处理。

5.2 瓦斯隧道施工应编制隧道施工组织设计和施工安全专项方案。其中高瓦斯及煤（岩）与瓦斯突出隧道还应专门编制临时用电方案、超前地质预报方案、通风方案、瓦斯监测方案等，并组织专家论证、审查；瓦斯隧道施工期间应校核评定瓦斯地层和瓦斯工区类别，并确认或调整设计及施工组织。

5.3 瓦斯隧道施工应根据设计要求制订施工方案，并在超前地质预报、超前煤与瓦斯探测、煤与瓦斯突出预测或鉴定成果的指导下进行。当地质条件发生变化时，应及时进行调整。

5.4 瓦斯隧道施工期间，应委托具有相关资质的机构进一步评定瓦斯工区等级，并编制瓦斯工区评定文件，当瓦斯工区等级发生变化或与勘察设计不符时，动态调整设计及施工方案。

5.5 瓦斯隧道施工过程中应采用地质调查法、物探法、钻探法等综合地质预报方法对隧道地质构造、煤岩体和采空区进行超前地质预测预报。

5.6 瓦斯隧道应建立健全人工检测、自动监测等瓦斯及其他有毒有害气体浓度检查制度，并全程检测瓦斯浓度。瓦斯工区应连续通风。

5.7 瓦斯隧道施工超前地质预报、瓦斯监测、施工通风以及围岩监控量测应作为必要工序统一纳入施工组织管理。

5.8 瓦斯隧道内严禁存放汽油、柴油、煤油、变压器油、雷管、炸药等易燃易爆物品。

5.9 施工单位应当落实应急管理主体责任，建立健全事故预警、应急值守、信息报告、现场处置、应急投入、救援装备和物资储备、安全避险设施管理和使用等规章制度，主要负责人是应急管理和事故救援工作的第一责任人。

5.10 施工单位必须编制应急救援预案并组织评审，由本单位主要负责人批准后实施；应急救援预案应当与所在地人民政府组织制定的生产安全事故应急救援预案相衔接。应急救援预案的主要内容发生变化，或者在事故处置和应急演练中发现存在重大问题，以及隧道区域地质发生重大改变时，应及时修订完善。

5.11 瓦斯隧道施工现场应设立专门的通风瓦检、机电防爆测试、安全消防救援等机构，并定期维护和检查所用设备。

5.12 瓦斯隧道施工必须制定停工期间的安全技术措施，保证隧道供电、通风、排水和瓦斯监测系统正常运行，实行 24h 值班制度，复工前必须进行安全全面检查。

## 6 瓦斯工区等级评定

6.1 施工阶段应依据勘察设计文件、探测或揭露的煤层赋存特征、实测瓦斯地质参数、瓦斯涌出量以及工作面实际发生的煤（岩）与瓦斯动力现象等指标，分段分煤层进一步评定瓦斯工区等级，并据此调整施工组织设计。

6.2 瓦斯隧道分为微瓦斯、低瓦斯、高瓦斯及煤（岩）与瓦斯突出四类，瓦斯隧道与瓦斯工区类别按瓦斯地层的最高类别确定。

6.3 瓦斯工区与瓦斯地层类别判定指标为隧道内绝对瓦斯涌出量，并应符合表 1 规定：

表1 瓦斯地层或瓦斯工区绝对瓦斯涌出量判定标准

瓦斯地层或瓦斯工区类别	绝对瓦斯涌出量 $Q_{CH_4}$ ( $m^3/min$ )
微瓦斯	$Q_{CH_4} < 0.5$
低瓦斯	$1.5 > Q_{CH_4} \geq 0.5$
高瓦斯	$Q_{CH_4} \geq 1.5$

6.4 在瓦斯隧道掘进过程中，隧道施工区段内检测有瓦斯时，则洞口至开挖掌子面的施工区段为瓦斯工区；当施工区段内经检测并评定无瓦斯时，则洞口至开挖掌子面的施工区段为非瓦斯工区。瓦斯工区划分参考图 1。

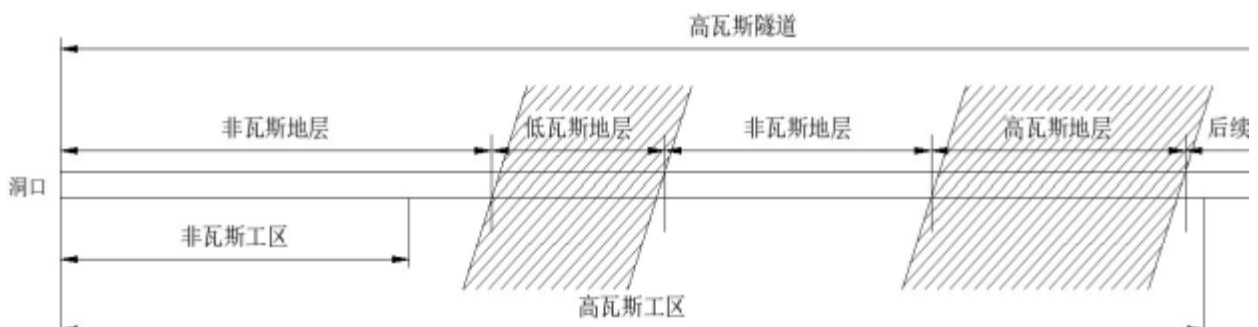


图1 瓦斯工区动态管理示意图

6.5 瓦斯隧道有下列情况之一的，勘察阶段应进行煤（岩）与瓦斯突出评估，施工阶段应进行煤（岩）与瓦斯突出复核或鉴定：

- a) 煤（岩）层有瓦斯动力现象的；
- b) 隧道穿越相邻矿井开采的同一煤（岩）层发生突出或被鉴定、认定为突出煤层的；
- c) 煤（岩）层瓦斯压力达到或超过 0.74 MPa 的。

6.6 突出煤（岩）层鉴定应首先根据实际发生的瓦斯动力现象进行。当动力现象特征不明显或者没有动力现象时，应根据实际测定的煤层最大瓦斯压力  $P$ （测定方法见附录 A）、软分层煤的破坏类型（见附录 B）、煤的瓦斯放散初速度  $\Delta P$ （测定方法见附录 C）和煤的坚固性系数  $f$ （测定方法见附录 D）等指标进行鉴定。全部指标均达到或超过表 2 所列临界值的，确定为突出煤（岩）层。

表2 突出煤（岩）层鉴定的单项指标临界值

判定指标	煤的破坏类型	瓦斯放散初速度 $\Delta P$	煤的坚固性系数 $f$	煤层瓦斯压力 $P$ (MPa)
有突出危险的临界值及范围	Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ	$\geq 10$	$\leq 0.5$	$\geq 0.74$

6.7 瓦斯工区内只要有一处含瓦斯地层有突出危险，该工区即为瓦斯突出工区。施工阶段瓦斯突出工区的判定宜首先以超前探孔实际发生的顶钻、喷孔等明显动力现象特征为依据，当瓦斯动力特征不明显时应按 6.6 条规定进行煤（岩）与瓦斯突出危险性预测。

## 7 施工通风

### 7.1 一般规定

7.1.1 瓦斯隧道施工前应编制全隧各阶段施工通风方案，建立施工通风监控制度和组织系统，并设置专职通风管理员，测定气象参数、瓦斯浓度、风速、风量等参数。

7.1.2 瓦斯工区必须制定并执行瓦斯巡回检测制度、请示报告制度和交接班制度，瓦检员应填写瓦斯检测班报。每次检查结果必须记入瓦斯检测班报手册和检测地点的记录牌上，并通知现场工作人员。

7.1.3 瓦斯工区施工过程中应按附录 E 实测瓦斯浓度和通风量，计算绝对瓦斯涌出量，校正瓦斯工区类别。

7.1.4 瓦斯隧道施工应编制全隧道和各工区的施工通风设计文件，并考虑各工区贯通后的风流调整和防爆要求。

7.1.5 施工单位应做好瓦斯工区日常通风检查，每班应不少于 1 次，每班自查内容应包括：

- a) 通风管理人员上岗资格、到岗及交接班情况；
- b) 是否使用经检验合格的通风安全检测仪表；
- c) 风机是否正常运行，是否存在无计划停电、停风问题；
- d) 风机运行记录、测风记录、系统维护记录、自动监控记录等是否保持连续性、完整性。分类建档，专人负责；
- e) 风速、风量是否满足工区各作业点稀释瓦斯的规定要求，是否及时更新测风记录牌信息；

- f) 瓦斯易积聚处采取的防止瓦斯积聚措施是否有效;
- g) 风管是否平顺通畅、转弯处是否安设刚性弯头且弯度平缓、风管内是否有积水、风管口到工作面距离是否满足要求、风管是否存在破损漏风问题等。

7.1.6 瓦斯工区必须建立测风制度，并遵守以下规定：

- a) 每 7 天进行 1 次全面测风，内容包括通风的风速、风量、风管漏风率等；
- b) 全面测风由通风管理员和瓦检员相互合作，共同完成；
- c) 通风方式改变或压入式风管延长 100m 后，应及时组织一次全面测风；
- d) 对开挖工作面等用风地点，应根据需要随时测风；
- e) 根据测风结果核定每个工作面通风能力，及时进行风量调节；
- f) 每次测风结果应记录并写在测风地点的记录牌上；
- g) 重点部位进行连续监测并随时抽查检测。

7.1.7 监理单位应建立瓦斯隧道通风监督管理制度，设置通风监理工程师和监理员，对通风系统运行状况进行监督和检查，每 7 天组织 1 次全面测风平行检验。

## 7.2 通风系统

7.2.1 瓦斯隧道进洞后应进行机械通风。

7.2.2 微瓦斯工区、低瓦斯工区可采用压入式通风，高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区通风长度大于 1500 m 时宜采用巷道式通风。

7.2.3 瓦斯工区两个开挖工作面之间应采用独立通风，任何两个工作面之间不得串联通风。

7.2.4 瓦斯工区施工通风需风量应按照爆破排烟、工作的最多人数、作业机械、最小风速及稀释瓦斯涌出量分别计算，取其中的最大值。

7.2.5 按绝对瓦斯涌出量计算需风量，风量应能将洞内各处瓦斯浓度稀释到 0.5% 以下。

7.2.6 隧道施工通风应能提供洞内各项作业所需要的最小风量，风速不得大于 6 m/s；每人供应新鲜空气不得小于 4 m<sup>3</sup>/min，内燃机械作业供风量不宜小于 4.5 m<sup>3</sup>/(min·kw)；全断面开挖时风速不得小于 0.15m/s，导洞内不得小于 0.25 m/s。

7.2.7 微瓦斯工区、低瓦斯工区隧道洞内通风风速应不小于 0.25 m/s，高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区隧道洞内通风风速应不小于 0.5 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。瓦斯易于积聚处应实施局部通风，风速不应小于 1.0 m/s。

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 10m 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 瓦斯隧道相向掘进工作面在相距 50 m 时，必须停止并封闭其中一个掘进工作面，做好风流调整的准备；当两个掘进工作面的瓦斯工区类别不同时，贯通前应编制通风调整专项方案，贯通后应

调整通风系统，严禁风流从较高类别的瓦斯工区流向较低类别的瓦斯工区，并检测瓦斯浓度，待风流稳定且瓦斯浓度低于 0.5%后方可恢复施工。

7.2.11 高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区放炮后通风时间应不少于 30min，微瓦斯工区和低瓦斯工区放炮后通风时间应不少于 15min，然后由瓦检员、放炮员、安全员进洞巡视爆破地点，无危险情况时才可进场作业。当按规定时间不能将开挖作业面瓦斯浓度稀释到规定值以下时，应提高风速、增大风量、延长通风时间或采取钻孔抽放（预排放）瓦斯措施。

7.2.12 采用巷道式通风时，除用作通风联络道的横通道外，其他横通道应及时封闭。运输用的横通道应设两道双向风门，防止风流短路。

7.2.13 瓦斯隧道内所有风机进风口空气中甲烷浓度不得达到或超过 0.5%。

### 7.3 通风设备

7.3.1 隧道通风设备的布置及安装应满足以下规定：

- a) 压入式通风的主风机必须设置在洞外新鲜风流中，宜在洞口里程 30m 以外。巷道式通风的洞内送风轴流风机应布设在进风巷道的的新鲜风流中，风机距回风排污口的距离应大于 2 倍洞径；
- b) 必须有一套同等性能的备用通风机，并保持良好的使用状态，备用通风机应能在 15min 内启动；
- c) 通风机应设两路电源，并设置风电闭锁装置，当一路电源停止供电时，另一路应在 10min 内接通；
- d) 低瓦斯工区、高瓦斯工区及煤（岩）与瓦斯突出工区内使用的局部通风机、射流风机均应采用防爆型，应实行“三专供电”和“两闭锁”；
- e) 瓦斯工区应采用抗静电、阻燃的风管，风管直径不宜小于 1.2 m，且在隧道断面净空允许的前提下应优先采用大直径风管。风管出风口到开挖工作面的距离应小于 10 m，风管安装必须平顺，接头严密，百米漏风率小于 1%。

7.3.2 通风机由专人进行管理，每 7 天至少进行一次风电闭锁试验，试验记录存档备查。

7.3.3 隧道必须有足够数量的通风安全检测仪表。仪表必须由具备相应资质的检验单位进行检验。

7.3.4 通风设备设施管理应符合以下要求：

- a) 必须按照施工通风设计要求安装主要通风机，主要通风机的运转应由专人负责；
- b) 当工作通风机需要停运时，必须先启动备用通风机，严禁出现先停后启动或工作通风机及备用通风机均停止运行的情况；
- c) 瓦斯隧道内均应设置测风牌板；
- d) 通风管理人员必须每班检查局部通风机和风电闭锁装置的完好性，发现问题应及时处理；
- e) 通风设施必须有专人维护和保养，施工期间应保持正常运行。

## 8 超前地质预报

### 8.1 一般规定

8.1.1 瓦斯隧道应开展超前地质预报工作。未按要求实施超前地质预测、预报工作，掌子面不得向前掘进施工。

8.1.2 瓦斯隧道超前地质预报应根据瓦斯地层类别选择合适的预测预报方法，主要方法包括地质素描、物探、超前钻探、超前导坑和试验检测等。

8.1.3 超前地质预报应包括下列主要内容:

- a) 地层岩性预测预报,特别是对软弱夹层、破碎地层、煤层及特殊岩土预测预报;
- b) 地质构造预测预报,特别是对断层、节理密集带、褶皱轴等影响岩体完整性的构造发育情况的预测预报;
- c) 不良地质预测预报,特别是对岩溶、人为坑洞、瓦斯等发育情况的预测预报;
- d) 地下水预测预报,特别是对岩溶管道水及富水断层、富水褶皱轴、富水地层中的裂隙水等发育情况的预测预报;
- e) 煤层瓦斯预测预报,应进一步校核穿越瓦斯地层、采空区位置以及瓦斯工区类别。

8.1.4 瓦斯隧道工程参建各方超前地质预报工作应符合下列规定:

- a) 建设单位应负责瓦斯隧道超前地质预报实施方案的审批,并对地质预报工作的实施情况进行监督和检查;
- b) 施工单位在开工前应编制超前地质预报实施大纲,并纳入实施性施工组织设计,按程序审查和批准后负责组织实施;应及时将超前地质预报成果报监理、勘察设计、建设单位,并对超前地质预报成果及数据的真实性负责;
- c) 监理单位应对瓦斯隧道超前地质预报实施过程进行监督,负责监督检查施工单位现场专业技术人员(地质、物探)数量及能力、设备类型及数量、超前地质预报的实施和数据采集以及相关协调工作等。

8.1.5 瓦斯隧道超前地质预报实施单位应具有复杂地质条件瓦斯隧道超前地质预测预报的工作能力及业绩。超前地质预报实施单位应根据预报方案和合同规定配备专业人员和仪器设备,并应落实预报工作期间的安全防护措施。仪器设备的性能、精度及效率应能满足预报和工期的要求。

8.1.6 瓦斯隧道超前地质预报可采用地质调查法与勘探相结合、物探与钻探相结合、长距离与短距离相结合、地面与地下相结合、超前导坑与主洞相结合的方法,并对各种方法预报结果综合分析,相互验证,提高预报准确性。

8.1.7 超前地质预报应进行实际揭露地质情况、超前预报地质情况、设计文件地质情况三者之间的对比分析,提高瓦斯隧道超前地质预报质量。

8.1.8 穿越瓦斯地层段超前地质钻孔宜进行单工序作业。

8.2 地质素描和物探

8.2.1 微瓦斯、低瓦斯地层地质素描断面间距不宜大于 5m,高瓦斯、煤(岩)与瓦斯突出等地质以及特殊地质(含石油天然气、页岩气)每个开挖循环均应作地质素描。

8.2.2 距勘察设计成果确定的煤层、采空区 30 m 时应采用 2 种及以上物探方法探测煤层、采空区具体位置以及与隧道的空间关系。

8.3 超前钻探和试验检测

8.3.1 穿越瓦斯地层段施工前,应实施超前地质钻孔探测,具体掌握煤层、采空区、断层、岩溶发育区、特殊地质(含石油天然气、页岩气)等规模形态以及与隧道的空间关系。

8.3.2 高瓦斯地层、煤(岩)与瓦斯突出地层必须采用超前钻孔进行探测,超前钻孔不少于 3 个;低瓦斯地层、微瓦斯地层可采用超前钻孔进行探测,超前钻孔可布置 1~3 个。

8.3.3 超前钻探应在距煤层垂距 20 m 的位置进行初探,钻孔数不小于 3 个。在距煤层垂距 10 m 的位置再次探测,钻孔数不小于 3 个,并进行地质编录、钻孔内瓦斯浓度、瓦斯压力的检测。

#### 8.3.4 超前钻孔应符合下列规定：

- a) 钻机应采用 I 类防爆型钻机，湿式钻孔，严禁干钻。施工过程中专职瓦检员必须随时检查孔内瓦斯情况，发现异常及时记录、汇报、处理；
- b) 钻孔作业时，应对工作区域进行实时瓦斯监测，瓦斯浓度应小于 0.5%；
- c) 钻孔直径不宜小于 65 mm，钻孔深度不宜小于 50 m，前后两循环钻孔搭接长度不小于 5 m；
- d) 钻孔过程中应观察记录孔口排出的浆液、煤屑变化情况、喷孔和顶钻等信息；
- e) 每个超前钻孔结束后均应及时整理钻孔原始记录表和成果图。

8.3.5 超前钻孔过程中出现顶钻、喷孔等瓦斯动力现象时，应按揭煤防突的要求进行超前探测和试验检测。

8.3.6 瓦斯隧道掘进过程中，每循环在隧道拱部打 5 个、底部 3 个加深炮孔并检测瓦斯浓度，使工作面始终保持距不良地质 2m 以上的安全距离。当钻孔出现不良地质征兆时，及时采取应对措施。

8.3.7 瓦斯地层超前预测预报过程中必须有一名专职瓦检员全过程跟班作业，并作好瓦斯监测记录。钻孔过程中应加强工作面及回风流中瓦斯浓度检测，当工作面瓦斯浓度达到 0.5% 时，应立即撤出人员，切断电源，加强通风。

## 9 电气设备与作业机械

### 9.1 一般规定

9.1.1 全部瓦斯地层衬砌结构施工完毕且经测定后续施工段落均为非瓦斯工区，施工的电气设备与作业机械设备可按非瓦斯工区配置。

9.1.2 瓦斯工区使用的防爆电气设备和作业机械，在使用期间，除日常检查外，尚应随时由专人检查维修，不得失爆。

9.1.3 瓦斯工区内不得进行作业机械和机电设备拆卸和修理。如遇特殊情况，应编制专项安全技术措施，按规定审批后执行。

9.1.4 作业机械进入瓦斯工区安装或使用前，监理单位应检查其产品合格证、煤矿矿用产品安全标志或改装合格证明，确认证件齐全后方可允许进洞使用。监理单位应定期检查电气设备的安全性能。

### 9.2 电气设备

9.2.1 不同类别瓦斯工区隧道内电气设备应按表 3 选用。

表3 隧道内电气设备选型

设备类别	突出工区/高瓦斯工区	低瓦斯工区	微瓦斯工区
高低压电机和电气设备	矿用防爆型	矿用一般型	普通型
照明灯具	矿用防爆型	矿用一般型	普通型
通信、自动控制的仪表、仪器	矿用防爆型	矿用一般型	普通型
电缆、电缆连接及敷设等	防爆型	防爆型	普通型

9.2.2 瓦斯工区内各级配电电压和各种机电设备额定电压等级应符合下列规定：

- a) 高压不大于 10000 V，低压不大于 1140 V；
- b) 照明、信号、电话和手持式电气设备的供电额定电压，微瓦斯、低瓦斯工区不应大于 220 V，高瓦斯工区、煤（岩）与瓦斯突出工区不超过 127 V；
- c) 远距离控制线路的额定电压不超过 36 V；
- d) 用电设备电压超过 3300 V 时，必须制定专门的安全措施。

9.2.3 瓦斯隧道供电应符合下列规定：

- a) 瓦斯隧道供电应配置两路电源，且任一路电源线上均不得分接隧道以外的任何负荷。应至少配备满足一级负荷供电的可靠备用电源，并在公用电网断电 10min 内启动，保证隧道通风、排水、照明和自动监控系统等一级负荷供电。隧道洞内电源线路上严禁装设负荷定量器等各种限电断电装置；
- b) 严禁瓦斯工区内的配电变压器中性点直接接地。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工区内供电；
- c) 隧道内严禁使用油浸式高低压电气设备（油断路器、带油的起动器和一次线圈为低压的油浸变压器）；
- d) 电气设备均不应大于额定值运行。隧道内高压电网单相接地电容电流不超过 20A；
- e) 向隧道内供电的高、低压馈电线上严禁装设自动重合闸装置。手动合闸时，应和工区内联系确认后方可人工合闸供电；
- f) 隧道内使用的局部通风机和开挖工作面附近使用的电气设备，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；
- g) 容易碰到的、裸露的电气设备及机械外露的转动和传动部分，必须加装护罩或遮栏等防护设施。

9.2.4 洞内变电站设置应符合下列规定：

- a) 洞内设置变电站时，应制定专门的安全措施；
- b) 洞内变电站，应设置在干燥的紧急停车带或不使用的横通道内，变压器与周围器物或洞壁的最小距离不得小于 80cm，同时应按规定设置灯光、轮廓标等安全防护设施；
- c) 洞内高压变电站应采用井下高压配电装置或相同电压等级的防爆开关柜，应有防尘措施。

9.2.5 电缆的选用应符合下列规定：

- a) 应根据作业环境条件严格选用；
- b) 电缆应采用铜芯，严禁采用铝芯电缆；
- c) 应带有保护接地专用的足够截面的导体；
- d) 主线芯的截面应满足供电线路负荷及末端电压降不大于-10%的要求；
- e) 选用取得矿用产品安全标志的阻燃电缆。

9.2.6 高压电缆的选用应符合下列规定：

- a) 对固定敷设的高压电缆：
  - 1) 隧道、平导或倾角 45。以下的斜井内，采用煤矿用钢带或细钢丝铠装电力电缆；
  - 2) 在竖井或倾角为 45。及其以上斜井内，采用煤矿用粗钢丝铠装电力电缆。
- b) 非固定敷设的高压电缆，采用煤矿用橡套软电缆。

9.2.7 低压动力电缆的选用应符合下列规定：

- a) 固定敷设的低压电缆，采用煤矿用铠装或者非铠装电力电缆或者对应电压等级的煤矿用橡套软电缆；
  - b) 非固定敷设的低压电缆，采用煤矿用橡套软电缆；
  - c) 移动式 and 手持式电气设备应使用专用橡套电缆。
- 9.2.8 电缆的固定敷设应符合下列规定：
- a) 电缆应悬挂。电缆悬挂点间的距离，在竖井内不得大于 6 m，在正洞、平行导坑或斜井内不得大于 3 m；
  - b) 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 0.3 m；
  - c) 通信和信号电缆应与电力电缆分挂在隧道两侧。如果受条件所限，竖井内应敷设在距电力电缆 0.3 m 以外的地方；在正洞或平行导坑内应敷设在电力电缆上方 0.1 m 以上的地方；
  - d) 高、低压电力电缆敷设在同一侧时，其间距应大于 0.2 m。高压与高压、低压与低压电缆间的距离不得小于 0.05 m；
  - e) 在有瓦斯抽采管路的隧道内，电缆(包括通信电缆)必须与瓦斯抽采管路分挂在隧道两侧。
- 9.2.9 电缆的连接应满足下列要求：
- a) 电缆与电气设备连接时，电缆芯线必须使用齿形压线板(卡爪)、线鼻子或快速连接器与电气设备进行连接；
  - b) 不同型电缆之间严禁直接连接，必须经过符合要求的接线盒、连接器或母线盒进行连接；
  - c) 同型电缆之间直接连接时必须遵守下列规定：
    - 1) 橡套电缆的修补连接(包括绝缘、护套已损坏的橡套电缆的修补)应采用阻燃材料进行硫化热补或与热补有同等效能的冷补，并应进行浸水耐压试验，合格后方可使用；
    - 2) 塑料电缆连接处的机械强度以及电气、防潮密封、老化等性能，应符合该型电缆的技术标准。
- 9.2.10 隧道内低压馈电线路装设的漏电保护装置应符合下列规定：
- a) 配电系统应按三级配电两级保护的原则，总配电箱至开关箱设置两级检漏继电器，两级检漏继电器的额定漏电动作电流和额定漏电动作时间应作合理配合，使之具有分级保护的功能；
  - b) 检漏继电器应分别装设在总电源断路器和分路开关的负荷侧；
  - c) 洞内所有电气设备控制必须装设漏电保护开关，其动作特性应根据电气设备的不同使用环境，选用适当的漏电动作电流；
  - d) 检漏继电器和漏电保护开关安装完毕后，应按规定做人工漏电跳闸试验，如不跳闸，应切断电源做全面检查，合格后方可投入使用；
  - e) 洞内使用的检漏继电器和漏电保护开关必须采用防爆型。
- 9.2.11 照明供电与照明灯具的选用，应符合下列规定：
- a) 供电应采用动照分供法，照明供电应从洞外或洞内低压变压器专用电缆单独引出；
  - b) 分路动力开关与照明开关应分别设置，照明线路接线应接在动力开关的上侧；
  - c) 照明电压：工作面、防水板铺设和二次衬砌施工等作业平台处及未施做二次衬砌地段的移动照明，均应采用具有短路、过载和漏电保护的照明信号综合保护装置(集干式变压器和开关为一体)，电压不大于 127 V(潮湿等特定条件 36 V)，用分支专用电缆、防爆接线盒接入防爆照明灯具；

- d) 固定照明灯具的选用，应符合下列规定：
  - 1) 采用压入式通风时，已衬砌地段的固定照明灯具，采用 Exd II 型防爆照明灯；开挖工作面附近、未衬砌地段的移动照明灯具，采用 Exd I 型矿用防爆照明灯；
  - 2) 采用巷道式通风时，进风巷道已衬砌地段采用 Exd II 型防爆照明灯，开挖工作面附近、未衬砌地段及回风巷道内的照明灯具，采用 Exd I 型矿用防爆照明灯。
- e) 移动照明灯具的选用，应符合下列规定：
  - 1) 移动照明使用矿灯，并配置专用矿灯充电装置；
  - 2) 对洞内工作面开挖支护、仰拱施作、防水板铺设及二次衬砌浇筑等工序作业照明亮度要求较高处，可配置移动隔爆型投光灯。

9.2.12 隧道内电压在 36 V 以上和可能带有危险电压的电气设备的金属外壳、构架，铠装电缆的钢带（或钢丝）、屏蔽护套等应保护接地。保护接地应符合以下规定：

- a) 隧道内电气设备保护接地装置和局部接地装置，应与主接地极连接成 1 个独立的接地网；
- b) 接地网上任一保护接地点的接地电阻值不得超过  $2 \Omega$ 。每一移动式 and 手持式电气设备与接地网间的保护接地，所用的电缆芯线和接地连接导线的电阻值，不得超过  $1 \Omega$ ；
- c) 主接地极应在洞口或洞内集水沟处专门埋设。主接地极应用耐腐蚀的镀锌钢板制成，其面积不得小于  $0.75 \text{ m}^2$ 、厚度不得小于  $5 \text{ mm}$ ；
- d) 各保护接地装置与主接地极之间的接地母线，应采用截面不小于  $50 \text{ mm}^2$  的专用黄/绿双色 PE 铜芯接地线；
- e) 电气设备的外壳等与接地母线的连接，应采用截面不小于  $25 \text{ mm}^2$  的 PE 铜芯接地线；
- f) 专用保护接地线不允许断线，且不允许安装任何开关或熔断器；
- g) 洞外地面变电所高压馈电线上必须装设有选择性的单相接地保护装置；供洞内移动变电站的高压馈电线严禁单相接地运行，必须装设有选择性的动作于跳闸的单相接地保护装置。当发生单相接地时，应立即切断电源；
- h) 洞内低压馈电线上，必须装设能自动切断漏电线路的检漏保护装置或有选择性漏电保护装置。

9.2.13 避雷接地措施应满足下列要求：

- a) 由地面架空线路引入隧道内的供电线路（动力电缆、照明电缆、瓦斯监控信号电缆、通信电缆等），必须在隧道洞口处装设避雷装置；
- b) 由地面直接进入隧道内的的轨道和露天架空引入（出）的风、水等管路，必须在隧道洞口附近将金属体进行不少于 2 处良好的集中接地；
- c) 通信线路必须在隧道洞口附近装设熔断器和避雷装置。

9.2.14 瓦斯工区电气设备应符合下列防爆安全规定：

- a) 当不得不使用非防爆型光电测距仪及其他有电源的设备时，在仪器设备  $20 \text{ m}$  范围内瓦斯浓度必须小于  $0.5\%$ ；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 电动装碴、开挖等作业机械在操作中，防爆开关表面温度超过  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  时应立即停止作业；

- e) 瓦斯工区内使用的机电设备, 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 4 的规定。

表4 电气设备和电缆检查周期规定

序号	检查、调整项目	检查周期	备注
1	使用中的防爆电气设备的防爆性能检查	每月 1 次	每日由电工检查一次外部
2	配电系统断电保护装置检查整定	每半年 1 次	负荷变化时应当及时整定
3	高压电缆的泄漏和耐压试验	每年 1 次	
4	主要电气设备绝缘电阻的检查	至少每半年 1 次	
5	固定敷设电缆的绝缘和外部检查	每季 1 次	每周由电工进行一次巡查
6	移动式电气设备的橡套电缆绝缘检查	每月 1 次	每班由电工检查 1 次外皮有无破损
7	接地电网接地电阻值测定	每季 1 次	
8	新安装的电气设备绝缘电阻和接地电阻值测定		投入运行以前

### 9.3 作业机械

9.3.1 瓦斯工区内作业机械应使用蓄电池车或柴油车, 不得使用汽油车。

9.3.2 蓄电池车必须符合下列要求:

- a) 必须具备防爆预警功能;
- b) 充电必须在隧道洞外进行;
- c) 检修必须在隧道洞外进行, 测定电压时必须在揭开电池盖 10min 后测试。

9.3.3 微瓦斯工区、低瓦斯工区的作业机械应安装车载瓦斯自动监控报警与断电系统等主动防爆装置 (改装方法见附录 I), 实时监测机械作业环境中瓦斯浓度。当瓦斯浓度超过 0.5% 时, 装置可及时发出声光报警, 切断电源, 控制机械熄火。作业环境中瓦斯浓度降至 0.5% 以下, 装置解除锁定, 可重新启动机械。非防爆设备严禁驶入高瓦斯和煤与瓦斯突出工区。

9.3.4 高瓦斯工区作业机械可采用瓦斯电闭锁型的防爆改装, 煤 (岩) 与瓦斯突出工区作业机械应采用矿用整车防爆改装。防爆改装标准可参照附录 I 执行。

9.3.5 瓦斯工区洞内施工作业机械应采取如下措施:

- a) 在机械摩擦发热部件上安设过热保护装置和温度检测报警装置;
- b) 对机械动力传动部位或机构可能产生摩擦热处, 要及时润滑、保养、清除污物, 严防异物进入;
- c) 在机械摩擦部件金属表面, 溶敷活性低的金属;
- d) 在铝合金表面涂丙烯酸甲基酯等涂料, 以防摩擦火花的发生;
- e) 作业机械宜在洞外加油, 条件受限时应在二次衬砌已完成的通风良好地段设置专用加油区, 并按动火作业管理;
- f) 出渣设备在铲装洞渣时, 应先喷淋洒水, 防止摩擦和撞击产生火花。

## 10 瓦斯检测与监控

## 10.1 瓦斯检测

10.1.1 瓦斯工区应采用瓦斯浓度、风速双指标进行安全施工组织管理。

10.1.2 高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区应采用自动监控报警系统与人工检测相结合的方式，低瓦斯工区宜采用自动监控报警系统与人工检测相结合的方式，微瓦斯工区可采用人工检测的方式。

10.1.3 施工单位应配置专职瓦检员，编制瓦斯巡回检测图表，开展瓦斯巡检或根据需要随时测定瓦斯浓度，并悬挂记录牌。

10.1.4 瓦检员应严格遵守瓦斯检测仪器仪表操作规程，熟悉仪器仪表，加强日常管理和维护，按规定校正。当不具备条件时，应送有资质的单位进行校正。按检定计划定期检验，做好送检记录。

10.1.5 施工单位应按程序要求对瓦斯检测工作自查，并报监理单位备案和检查。每班自查内容应包括：

- a) 瓦检员上岗资格、到岗及交接班情况；
- b) 瓦斯检测仪器是否在检定期内、是否定期校正、使用前是否校对；
- c) 现场瓦斯巡回检测图表是否符合规定要求；
- d) 瓦斯检测记录牌信息是否及时更新；
- e) 人工或自动监控瓦斯日报表和瓦斯台账是否准确、完整、连续；
- f) 自动监控报警系统安装是否符合要求，传感器是否悬挂在规定位置。

10.1.6 监理单位应配置专职监理工程师和监理员，配备瓦斯检测仪，对施工单位瓦斯检测工作进行监督检查和定期平行检验，填写瓦斯平行检验表。

10.1.7 开展瓦斯检测或瓦斯等级评定的第三方单位，应具备相应的资质（资格）。

10.1.8 瓦检员发现事故隐患，有权指挥当班班长组织人员及时进行整改处理，瓦斯超限时有权责令现场人员停止作业，组织人员撤离到安全地点。

10.1.9 瓦斯工区专职瓦检员的瓦斯检测仪器、仪表应符合下列规定：

- a) 高瓦斯工区、煤（岩）与瓦斯突出工区应同时配备低浓度光干涉式甲烷测定器和高浓度光干涉式甲烷测定器；
- b) 非瓦斯工区、微瓦斯工区、低瓦斯工区应配备低浓度光干涉式甲烷测定器；
- c) 当地层富含  $H_2S$ 、 $CO$ 、 $N_2$ 、 $NO_2$ 、 $NH_3$  等有害气体时，应配备相应的气体测定器。

10.1.10 洞内工程技术人员、班组长、特殊工种等主要管理人员进入瓦斯工区应配备便携式甲烷检测报警仪。

10.1.11 人工瓦斯巡检地点应包括：

- a) 隧道内各工作面，如：掌子面、仰拱及二次衬砌等作业面；
- b) 爆破地点附近 20 m 内风流中；
- c) 瓦斯易发生积聚处，如：拱顶、脚手架顶、台车附近、塌腔区、超挖凹腔、断面变化处、联络通道及预留洞室等风流不易到达的位置；
- d) 过煤层、断层破碎带、裂隙带及瓦斯异常涌出点；
- e) 隧道内可能产生火源的地点，如：局部通风机、电机、变压器、电气开关附近、电缆接头等；
- f) 岩层裂隙、溶洞、出水点等其他通风死角处。

10.1.12 人工巡检频率应符合下列规定：

- a) 微瓦斯工区不少于 1 次/4h，低瓦斯工区、高瓦斯工区不少于 1 次/2h；

- b) 高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区开挖工作面及瓦斯涌出量较大、变化异常区域，应专人随时检测瓦斯浓度；
- c) 瓦斯工区内在进行钻孔作业、塌腔及采空区处治和焊接动火时，专职瓦检员应跟班作业，随时检测瓦斯。

10.1.13 瓦斯工区的开挖工作面及台车位置的拱顶部位应悬挂便携式甲烷检测报警仪，随时检测瓦斯浓度。

10.1.14 瓦斯自动监控报警系统设备及安装要求可参照附录 H，其功能应满足下列最低要求：

- a) 具有断电、馈电状态监测和报警功能，显示、存储和打印报表功能；
- b) 应能实时监测瓦斯浓度，洞内风速；
- c) 可对主要风机实现瓦斯、风速和电的闭锁功能；
- d) 瓦斯浓度超过要求时，自动切断超限区的电源后，自动监控报警系统仍可正常工作。

10.1.15 瓦斯浓度超限时，瓦检员有权责令现场人员按表 5 的规定执行。

表5 隧道内瓦斯浓度限值及超限处理措施

序号	工区	地点	限值	超限处理措施
1	微瓦斯工区	任意处	0.25%	查明原因，加强通风监测
2	低瓦斯工区	任意处	0.5%	超限 20m 范围内立即停工，查明原因，加强通风监测
3	高瓦斯工区 煤（岩）与 瓦斯突出工 区	瓦斯易积聚处	1.0%	超限附近 20m 停工，断电、撤人，进行处理，加强通风
4		开挖工作面风流中	0.5%	停止钻孔，超限处停工，撤人，切断电源，查明原因加强通风等
5		回风巷或工作面回风流中	0.5%	全隧道停工、撤人、处理
6		放炮地点附近 20m 风流中	0.5%	严禁装药放炮，加强通风
7		煤层放炮后工作面风流中	0.5%	继续通风、不得进入
8		局扇及电气开关 10m 范围内	0.5%	停机、通风、处理
9		电动机及开关附近 20m 范围内	0.5%	停止运转、撤出人员，切断电源，进行处理

10.1.16 瓦斯检测设备、仪器调试、校正应满足以下要求：

- a) 安全监控设备必须定期进行调试、校正，每月至少 1 次；
- b) 采用载体催化元件的甲烷传感器、便携式甲烷检测报警仪，便携式光学甲烷检测仪，每 7 天必须使用校准气样和空气样调校 1 次；

c) 每 7 天必须对“风电”、“瓦电”闭锁试验、甲烷超限断电功能进行测试。

10.1.17 每班人工瓦斯检测结果应及时上交瓦斯监控室，由值班瓦斯监控员对人工检测结果与自动监控系统相应位置、时间的自动监控值进行比对，并填写光学瓦斯检测仪与甲烷传感器对照表，两种方式相互验证，发现异常应及时查明原因。瓦斯检测和监测记录应保持连续性、完整性，分类建档，专人负责。

10.1.18 在瓦斯工区隧道拱部进行作业时，应随时检测作业范围的瓦斯浓度，重点检测瓦斯易积聚且风流不易到达的地方。

10.1.19 隧道内动火作业必须编制专门措施报安全部门和现场负责人审批。瓦斯浓度大于 0.5%时，严禁隧道内一切动火作业。对于瓦斯突出工区，在未消除瓦斯突出危险期内，严禁隧道内一切动火作业。瓦斯工区经审批进行焊接等动火作业时，瓦检员必须跟班作业，随时检测动火点前后 20 m 范围内的瓦斯浓度，确保动火作业区域瓦斯浓度小于 0.5%。动火点附近还应采取消防措施。

10.1.20 同一地点、同一时间，不同的瓦斯检测装备仪器仪表显示不同的瓦斯浓度值，以最大值为准。

## 10.2 自动监控系统

10.2.1 高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区必须建立自动监控报警系统与人工检测相结合的瓦斯监测方式，配置瓦斯自动监控报警系统，对各作业面和回风流中甲烷等有害气体浓度进行连续监测。瓦斯自动监控报警与断电系统安装可参照附录 H。

10.2.2 瓦斯自动监控系统安装完毕应报监理单位验收，合格后方可投入使用。运行期间应加强巡视和维护，按规定进行传感器校正和检定，保证系统各项性能、技术指标达到设计要求。

10.2.3 瓦斯自动监控系统应具备瓦电闭锁装置和风电闭锁装置的全部功能，必须具有断电状态和馈电状态监测、报警、显示、存储和打印报表功能，实现风电、瓦电闭锁和声光报警功能。瓦斯浓度超过断电值时，监控系统应自动切断超限区动力电源，照明及自动检测系统仍应正常工作。

10.2.4 瓦斯自动监测点应分别布设高、低浓度甲烷传感器。甲烷传感器悬挂位置应能反映风流中瓦斯的最高浓度，重点悬挂在开挖工作面（开挖作业台车）、距开挖工作面 20 m~30 m 回风流处、二次衬砌模板台车作业面及已完成衬砌距离洞口 50 m 处回风流中四个地点，且应悬挂在拱顶下 20 cm 位置处，其迎风流和背风流附近无障碍物阻挡。防水板作业面、仰拱作业面、局部通风机和固定电气设备集中放置地点可悬挂便携式瓦斯报警仪。

10.2.5 隧道洞口应建立瓦斯监控中心，配置经安全培训并考核合格的瓦斯监控员，并建立 24 小时连续值班制度。瓦斯监控员应严格遵守瓦斯检测操作规程，熟悉监控操作和瓦斯自动监测设备性能，随时注意各类瓦检监测设备的运行状态，填写瓦斯隧道安全监控系统运行记录表（见附录 K）。值班人员严禁擅离职守、脱岗离岗。

10.2.6 不得随意更改瓦斯自动监控系统的甲烷等气体传感器的预设参数，各类传感器数据显示异常时，应及时上报，对监控系统进行校核、检验，并采取处理措施。

## 11 钻爆作业与支护

### 11.1 一般规定

11.1.1 瓦斯工区施工应遵循“多打眼、少装药、短进尺、管超前、快喷锚、强支护、勤检测、早封闭”原则。

11.1.2 瓦斯工区应采用光面爆破，严格控制超挖，减少开挖面坑洼形成瓦斯局部积聚。

- 11.1.3 爆破作业必须执行“一炮三检”和“三人连锁爆破”制度。
- 11.1.4 应制定综合防尘措施、预防和隔绝煤尘爆炸措施及管理制度，并组织实施。
- 11.1.5 发生瓦斯涌出、喷出等异常状况或其他煤（岩）与瓦斯突出预兆时，应立即报警、切断电源、停止工作、撤出人员，并上报后按预防应急预案采取安全措施。
- 11.1.6 应制定爆破用品保存、领用、运输管理制度并报批。
- 11.1.7 不得使用过期或者变质的爆炸物品。爆破后剩余的爆炸物品，当天退回爆炸物品库，严禁私自存放和销毁。
- 11.1.8 瓦斯隧道施工应保证初期支护施工质量 and 加强围岩监控量测管理，保持支护环环紧跟，严禁弱化初期支护结构，全力避免塌方。
- 11.1.9 瓦斯隧道各工区间的贯通点宜设置于瓦斯地层外 50 m 以上，且各工区间贯通前 50 m 应采用单工作面掘进方式组织施工。
- 11.1.10 瓦斯工区含煤地层段二次衬砌距掌子面的距离不宜超过 70 m。

## 11.2 钻爆作业

### 11.2.1 瓦斯工区钻孔作业必须符合下列规定：

- a) 开挖工作面附近 20m 风流中瓦斯浓度必须小于 0.5%；
- b) 钻孔应采用湿式钻孔；
- c) 开始钻孔应按先开水、再开风、最后送电的顺序操作；
- d) 结束钻孔应按先关风、再关水、最后断电的顺序操作；
- e) 炮眼深度应不小于 0.6 m。欠挖处理等特殊情况下确需进行炮眼深度小于 0.6 m 的爆破时，必须制定安全措施并封满炮泥；
- f) 有 2 个或 2 个以上自由面时，煤层中，最小抵抗线不得小于 0.5 m，岩层中，最小抵抗线不得小于 0.3 m；
- g) 大块石爆破，最小抵抗线不得小于 0.3 m；
- h) 严禁裸露爆破；
- i) 移动钻机时，必须切断钻机电源。

### 11.2.2 微瓦斯工区可采用常规爆破器材，但必须加强通风、瓦斯检测等灾害预防工作。

### 11.2.3 低瓦斯地层、高瓦斯地层及煤（岩）与瓦斯突出地层使用的爆破器材必须符合下列规定：

- a) 低瓦斯地层必须使用安全等级不低于二级的煤矿许用炸药；低瓦斯工区的其它地层必须使用安全等级不低于一级的煤矿许用炸药。高瓦斯地层必须使用安全等级不低于三级的煤矿许用炸药。煤（岩）与瓦斯突出工区瓦斯地层和揭煤施工必须使用安全等级不低于三级的煤矿许用含水炸药。严禁使用冻结或者半冻结的硝化甘油类炸药。一次爆破必须使用同一厂家、同一品种的煤矿许用炸药；
- b) 严禁使用秒及半秒延期雷管。应使用煤矿许用瞬发电雷管、煤矿许用毫秒延期电雷管、煤矿许用数码电雷管。毫秒延期电雷管不得跳段使用。一次起爆总时间差不得超过 130 ms。不得混合使用不同厂家生产的雷管。不得混合使用不同品种的雷管；
- c) 起爆母线应选用具有良好绝缘和柔顺性的铜芯电缆。放炮母线或辅助母线的破皮、裸露接头，必须作绝缘处理。严禁用裸线。严禁用铝芯线；
- d) 起爆器应选用防爆型。

## 11.2.4 存在下列任意一种情况，严禁装药，严禁爆破：

- a) 爆破地点 20 m 以内，风流中瓦斯浓度达到或超过 0.5%；
- b) 爆破地点 20 m 以内，各类施工机具、设备、碎石、煤渣、材料等堵塞开挖断面面积达到或超过 1/3；
- c) 爆破地点风量不足、风向不稳定，局部通风机有循环风，停局部通风机和无风放炮；
- d) 炮孔异状、温度骤高骤低、显著瓦斯涌出、煤岩松散、穿透既有巷道空腔等情况。

## 11.2.5 瓦斯工区装药必须符合下列规定：

- a) 装药前应清除炮眼内的煤粉、岩粉，应准备好足够的炮眼封堵材料；
- b) 装药时，应用木质或竹质炮棍将药卷轻轻推入，不得冲撞或捣实。炮眼内的各药卷必须彼此密接；
- c) 高瓦斯工区及煤（岩）与瓦斯突出工区不得采用反向起爆；
- d) 炮眼有水时，应使用抗水型炸药；
- e) 从成束的电雷管中抽取单个电雷管时，不得手拉脚线硬拽管体，不得手拉管体硬拽脚线；应将成束的电雷管顺好，拉住前端脚线将电雷管抽出。抽出单个电雷管后，必须将其脚线末端扭结成短路；
- f) 雷管不应受到震动、冲击。不得折断电雷管脚线和损坏脚线绝缘层；
- g) 电雷管必须由药卷的顶部装入，严禁将电雷管斜插在药卷的中部或捆在药卷上。电雷管必须全部插入药卷内；
- h) 严禁用电雷管代替竹、木棍扎眼。电雷管插入药卷后，必须用脚线将药卷缠住，并将电雷管脚线扭结成短路；
- i) 装药后，电雷管脚线应悬空。严禁电雷管脚线、爆破母线与运输设备、电气设备等导电体接触。

## 11.2.6 瓦斯工区炮眼封泥必须符合下列规定：

- a) 炮眼封泥必须使用水炮泥，水炮泥外剩余的炮眼部分应采用粘土炮泥或其他不燃可塑松散材料制成的炮泥封实；
- b) 严禁用煤粉、块状材料或其他可燃性材料进行炮眼封泥；
- c) 光面爆破周边眼应进行炮眼封泥；
- d) 存在无封泥、封泥不足或不实的炮眼，严禁爆破；
- e) 炮眼封泥长度应符合表 6 规定。

表6 炮眼封泥长度

炮眼深度 L (m) 或炮眼类型	炮眼封泥长度 d (m)
光面爆破周边眼	$d \geq 0.3$
$0.6 \leq L < 1.0$	$d \geq L/2$
$1.0 \leq L < 2.5$	$d \geq 0.5$
$L > 2.5$	$d \geq 1.0$

## 11.2.7 瓦斯工区爆破网络和连线必须符合下列规定：

- a) 爆破网络必须采用串联连接方式，不得并联或串并联；
- b) 必须采用绝缘母线单回路爆破，严禁用轨道、金属管、金属网、水或大地等作为爆破回路；

- c) 严禁将毫秒延期雷管和瞬发雷管接入同一串联网路中混合使用；
  - d) 爆破母线与电缆、电线、信号线不应设在同一侧。不得不设在同一侧时，爆破母线应设在下方，且距离不小于 0.3 m。母线应随用随设；
  - e) 爆破前，爆破母线必须扭结成短路，并包覆绝缘层；
  - f) 起爆器宜设置在洞外。煤（岩）与瓦斯突出工区的瓦斯地层，起爆器必须设置在洞外。非煤（岩）与瓦斯突出工区，不得不将起爆器设在洞内时，起爆器应安装在新鲜风流中，起爆器 20 m 以内风流中瓦斯浓度必须小于 0.5%；起爆器安装位置必须根据爆破安全距离、预计煤（岩）与瓦斯突出强度、通风系统等，在施工方案中确定，经过审批，并在作业规程中明确；
  - g) 一个开挖工作面严禁同时使用两台及两台以上起爆器起爆。一次装药不得分次起爆。
- 11.2.8 瓦斯工区爆破作业必须符合下列规定：
- a) 爆破前，所有人员必须撤至隧道外，不得在洞室中、设备附近躲避；
  - b) 爆破前，爆破母线拉至规定起爆地点后，爆破工应采用电爆网络全电阻测试仪检查电爆网络全电阻值。严禁采用起爆器打火放电方法检测电爆网络；
  - c) 在有煤尘爆炸危险的煤层中，爆破前后，爆破地点附近 20 m 必须洒水降尘。
- 11.2.9 通电以后整体拒爆时，爆破工必须取下把手或钥匙，将爆破母线从电源上摘下，扭结成短路。使用瞬发电雷管时，应等待不少于 5min。使用延期电雷管时，应等待不少于 15min，才可沿线路检查，查找拒爆原因。
- 11.2.10 处理拒爆时，必须符合下列规定：
- a) 由于连线不良造成的拒爆，可重新连线起爆；
  - b) 可在拒爆炮眼 0.3 m 以外另打与拒爆炮眼平行的新炮眼，重新装药起爆；
  - c) 严禁用镐刨或从炮眼中取出原放置的起爆药卷，或从起爆药卷中拉出电雷管。不论有无残余炸药，严禁将炮眼残底继续加深；严禁使用打孔的方法往外掏药；严禁使用高压风吹拒爆、残爆炮眼；
  - d) 处理拒爆的炮眼爆炸后，必须详细检查炸落的洞渣，收集未爆的电雷管；
  - e) 拒爆处理完毕前，严禁在该地点进行与处理拒爆无关的工作。
- 11.2.11 铲装洞渣前洒水润湿，防止产生火花。拆卸钢模板和铺设轨道时应使用木锤，防止金属器械摩擦和撞击产生火花。
- 11.2.12 开挖完成后应及时对裸露围岩进行初喷封闭，以防止瓦斯逸出。
- ### 11.3 支护与衬砌
- 11.3.1 超前支护或预加固应严格按设计施工，其质量未经监理单位检查、验收合格，不得进行开挖作业，以防止坍塌，诱发瓦斯异常涌出。
- 11.3.2 瓦斯工区钢筋网片施工应采用洞外预制、洞内拼装绑扎连接的方式。
- 11.3.3 瓦斯工区钢架宜采用装配式型钢钢架，采用螺栓连接，尽量减少焊接。
- 11.3.4 瓦斯工区隔离板（防水板）的搭接宜采用冷粘法，两幅隔离板的搭接宽度不应小于 15 cm。
- 11.3.5 瓦斯工区二次衬砌内主筋应采用绑扎或套筒连接，其余钢筋可采用绑扎连接，尽量减少焊接。
- 11.3.6 掺气密剂的混凝土建筑材料及施工工艺应符合下列规定：
- a) 宜选用强度等级不低于 42.5 级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，不得采用其它水泥；

- b) 细骨料应选用细度模数  $M_x \geq 2.7$ 、含泥量  $\leq 3\%$  的级配合理、质地均匀坚固的洁净中粗河砂或专门机组生产的机制砂，不得使用细砂或海砂；
- c) 粗骨料应选用最大颗粒粒径  $D_{\max} \leq 40$  mm、级配 2~3 级、含泥量  $\leq 1\%$  及针片状含量  $\leq 15\%$  的粒形良好、质地坚固的洁净碎石，不得有泥土块或泥土包裹石子表面；
- d) 气密剂掺量应满足设计要求。气密剂宜选用性能稳定的硅灰、粉煤灰及高效减水剂的复合剂；
- e) 水胶比宜取 0.4~0.45。

## 12 揭煤防突

### 12.1 一般规定

12.1.1 具有煤（岩）与瓦斯突出危险的隧道，应编制揭煤防突专项设计和专项施工方案。

12.1.2 揭穿具有煤（岩）与瓦斯突出危险的地层时，应严格按照“四位一体”综合防突措施要求组织实施，而揭穿厚度小于 0.3 m 的突出煤层时，可直接用远距离爆破方式揭穿煤层。揭煤防突工作流程可参照图 2 进行。

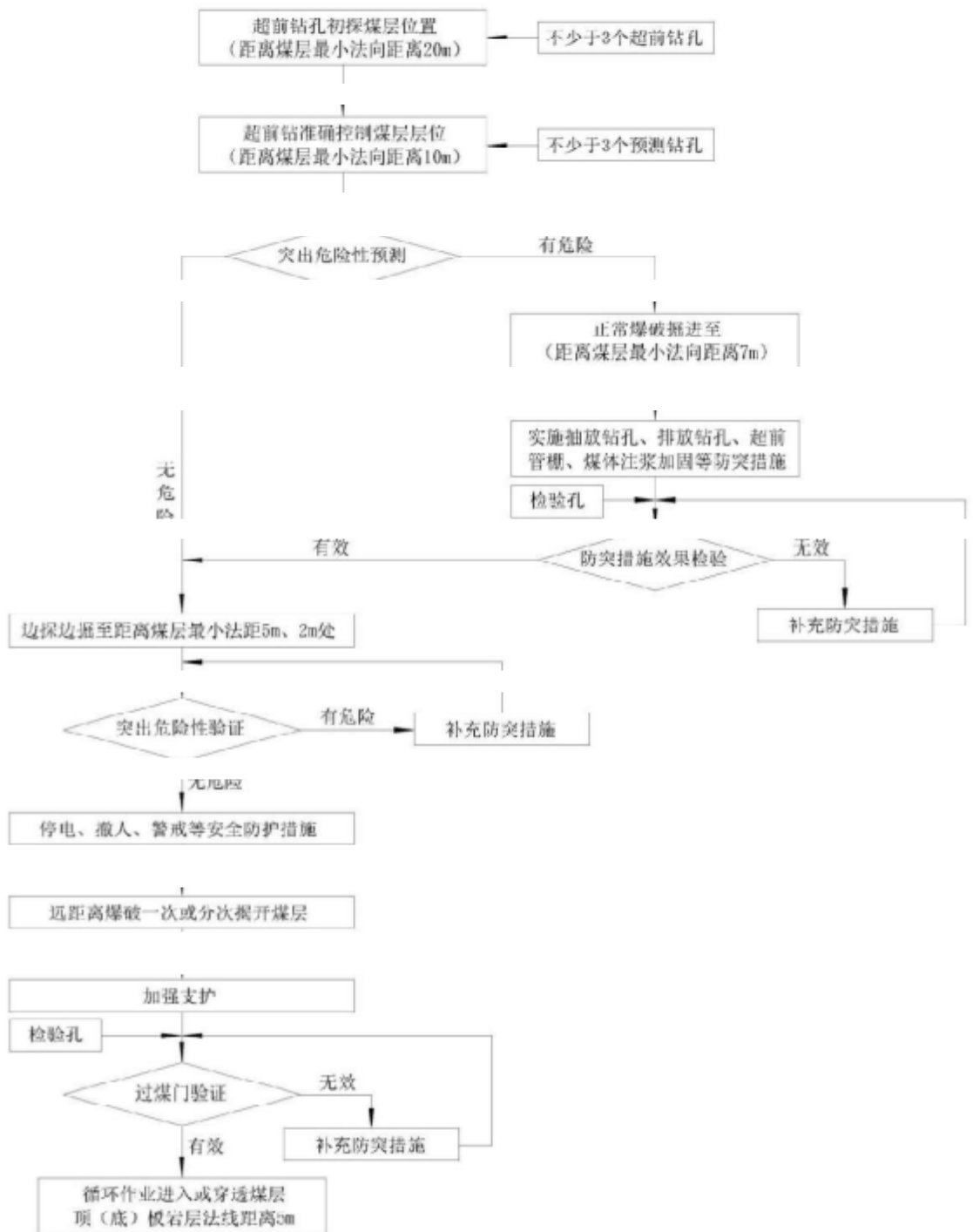


图2 揭煤防突工作流程图

12.1.3 隧道开挖工作面从距煤层底（顶）板的最小法向距离 10 m 开始到穿过煤层进入顶（底）板 5 m（最小法向距离）的整个过程，均属于揭煤作业。

12.1.4 煤（岩）与瓦斯突出地层在进行超前探测、突出危险性预测、防突措施及防突措施效果检验过程中，应停止其他与防突工作无关的作业。

12.1.5 穿越煤（岩）与瓦斯突出煤层时，应由具有相应技术能力、救护经验和资质资格的第三方单位协助进行。瓦检员应随时检测瓦斯，观察并掌握突出预兆，当发现煤（岩）与瓦斯突出预兆时，瓦检员有权发出停工、撤人和断电指令，并协助救援人员组织撤离。

12.1.6 在具有煤（岩）与瓦斯突出危险工区施工时，任意 2 个相向开挖掌子面距离不应小于 100 m，同向（相邻）开挖掌子面距离不应小于 50 m。

## 12.2 超前探测

12.2.1 在有煤（岩）与瓦斯突出危险性的地层中施工时，应进行隧道地质素描和超前探测，加强地质分析及预测预报工作。

12.2.2 接近煤层前，应对煤层进行超前探测，准确控制煤层层位，掌握其赋存位置和形态。

12.2.3 突出煤层超前探孔应符合下列规定：

- a) 接近煤层前，在距煤层最小法向距离 20 m 位置的开挖工作面初探煤层位置，钻孔数量不少于 3 个；
- b) 在距初探煤层最小法向距离 10 m 位置的开挖工作面处（地质构造复杂、岩石破碎的区域，应适当增加最小法向距离），应准确探测开挖工作面前方及周边煤层分布位置，取芯钻孔数量不少于 3 个，分别控制在隧道的上部及左右侧；
- c) 超前探孔应穿透煤层（或煤组）全厚且进入顶（底）板不小于 0.5 m，钻孔直径不宜小于 76 mm，当需测定煤层瓦斯压力或含量等参数时，超前探测钻孔兼做预测钻孔；
- d) 观察并记录探孔过程中的瓦斯动力现象、孔口排出的浆液、煤屑变化情况；
- e) 记录岩芯资料，按各孔见煤、出煤点确切位置，计算煤层的厚度、倾角、走向及与隧道的相对位置关系，并分析煤层顶、底板岩性及地质构造。

## 12.3 突出危险性预测

12.3.1 隧道施工时，煤层突出危险性预测工作应在距煤层最小法向距离 10 m 前进行，地质构造复杂、岩石破碎的区域，应适当增加最小法向距离。超前预测孔的数量不少于 3 个。

12.3.2 开挖工作面煤（岩）与瓦斯突出危险性预测，应以瓦斯压力法或瓦斯含量法作为主要预测方法，并至少选取下列一种其它方法辅助验证，且宜选用便于现场操作实施的方法进行：

- a) 瓦斯压力法（附录 A）；
- b) 瓦斯含量法；
- c) 钻屑指标法（附录 F）；
- d) 综合指标法；
- e) R 值指标法；
- f) 钻孔瓦斯涌出初速度法（附录 G）。

12.3.3 开挖工作面突出危险性预测方法中有任何一项指标超过临界指标，该工作面即为突出危险工作面。预测临界指标值应根据当地煤矿的实测临界指标值确定，无当地煤矿的的实测临界指标值时，可参照表 7 中所列突出危险性临界值。

表7 突出危险性预测指标临界值

预测	瓦斯	瓦斯	综合指标	钻屑瓦斯解吸指标	R 值	钻孔瓦

指标	压力 (MPa)	含量 (m <sup>3</sup> /t)	D	K		Δh <sub>2</sub> 指标临界值 (Pa)		K <sub>1</sub> 指标临界值 (mL/(g·min <sup>1/2</sup> ))		指标	斯涌出 初速度 (L/min)
				无烟 煤	其它 煤种	干燥样	湿煤样	干燥样	湿煤样		
临界值	0.74	8	0.25	20	15	200	160	0.5	0.4	6	5

12.3.4 钻孔过程中出现明显顶钻、卡钻、喷孔等动力现象及其他突出预兆时，应视该开挖工作面为突出危险工作面。

#### 12.4 防治煤（岩）与瓦斯突出措施

12.4.1 防治煤（岩）与瓦斯突出措施应在距突出煤层最小法向距离 7 m 前的位置进行。

12.4.2 防治煤（岩）与瓦斯突出措施包括抽放钻孔、排放钻孔、超前管棚、煤体注浆加固或其它经试验证明有效的措施，施工单位在揭煤前根据揭煤防突设计文件编制技术、组织、安全、通风、抢险、救护等技术组织措施。

12.4.3 防治煤（岩）与瓦斯突出措施应优先采用钻孔瓦斯排放。若采用瓦斯抽放，需要编制瓦斯抽放设计。

12.4.4 钻孔抽（排）放瓦斯应遵守下列规定：

- 对具有煤（岩）与瓦斯突出地层的钻孔抽（排）放瓦斯进行设计。设计内容主要包括：煤层赋存状况、煤层参数、预测时的各项指标、抽（排）放范围、钻孔抽（排）放半径、抽（排）放时间、抽（排）放孔个数、钻孔长度和角度、抽（排）放孔施工及抽（排）放期间的安全措施等；
- 抽（排）放时间、抽（排）放半径应根据煤层参数、预测指标等综合分析确定，抽（排）放孔的角度、长度、抽（排）放孔个数应根据煤层赋存状况、抽（排）放范围和抽（排）放半径计算确定；
- 抽（排）放钻孔控制隧道轮廓线左、右帮外不小于 12 m，下帮不小于 12 m（急倾斜煤层不小于 6 m），上帮不小于 12 m，且上帮控制范围的外边缘到隧道轮廓线的最小法向距离不小于 5 m。具体抽（排）放范围及抽（排）放孔角度可参照表 8 取值；

表8 措施钻孔参数值

距开挖轮廓的抽（排）放范围（m）				抽（排）放 半径（m）	抽（排）放 时间（d）	抽（排）放孔角度（°）		
左	右	上	下			水平角	仰角	俯角
≥12	≥12	≥12	≥6	1~2	15~30 视瓦斯参数确定	0~90	0~45	0~20

- 抽（排）放孔直径一般为 75 mm~120 mm，各孔应穿透煤层，并进入顶（底）板岩层不小于 0.5 m。当煤层倾角小、煤层厚，不能一次打穿煤层全厚时，可采用分段分部多次抽（排）放，但首次抽（排）放钻孔宜进入煤层深度 5 m~10 m；

- e) 抽（排）放孔施工前应加强抽（排）放工作面及已开挖段的支护，防止坍塌造成突出；
- f) 抽（排）放孔施工应严格按设计钻孔，钻孔过程中应有专人检查验收钻孔角度和长度等竣工情况；
- g) 抽（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，待其它孔施工完后再补钻该孔；
- h) 采用抽放措施时，每钻完一个孔应及时封孔抽放；采用排放措施时，每钻完一个孔应检测该孔瓦斯涌出量，以后每天进行 2 次，计算衰减系数，掌握排放效果和修正排放时间；
- i) 揭穿突出煤层宜采用上下台阶法开挖，利用上台阶排放下台阶的部分瓦斯，其台阶长度应根据通风需要和隧道围岩稳定性、支护结构安全性综合考虑确定，下台阶排放应采用下列措施：
  - 1) 在上部台阶底打俯角孔排放；
  - 2) 孔距与排距宜为 1 m~2 m；
  - 3) 每排排放钻孔连线应与煤层走向平行。

12.4.5 揭煤工作面超前管棚防突措施一般在隧道拱顶和两侧一定范围内布置管棚，并注浆固化煤体。超前管棚和煤体固化防突措施应与隧道超前地层加固相结合进行设计和施工。当采用超前管棚和煤体固化措施时，应遵守以下规定：

- a) 管棚支护设计参数如钢管直径、长度、间距、仰角、水平搭接长度、与之连接的钢拱架间距、注浆参数等，应进行专门设计，并严格按设计施工；
- b) 超前管棚钻孔应穿过煤层并进入煤层顶（底）板至少 0.5 m，当钻孔不能一次施工至煤层顶（底）板时，则进入煤层的深度不应小于 15 m。钻孔间距一般不大于 0.3 m。纵向两组管棚的搭接长度应大于 3 m；
- c) 超前管棚施作完成后，应向孔内灌注水泥砂浆等不燃性固化材料；
- d) 超前管棚及煤体注浆固化措施，应当配合其它措施一起使用，并在采用了其它防突措施并检验有效后方可在揭开煤层前实施。

12.4.6 煤（岩）与瓦斯突出工区钻孔排放瓦斯过程中，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 0.5%，应立即撤出人员，切断电源，加强通风。

12.4.7 每次工作面防突措施施工完成后，应当绘制工作面防突措施竣工图。

## 12.5 防突措施效果检验

12.5.1 采取防突措施实施后，应在同一位置进行效果检验，以确认防突措施是否有效。当掘进至距煤层最小法向距离 5 m、2 m 的位置时应分别再次对煤层突出危险性进行验证。

12.5.2 防突措施效果检验孔数应不少于 5 个，当采用全断面一次性抽（排）放时检验孔数不宜小于 7 个，检验孔的深度不应大于防突措施钻孔。检验钻孔应布置在防突措施钻孔密度相对较小、孔间距相对较大的位置，并远离周围各种防突措施钻孔或与各种钻孔保持等距离。

12.5.3 防突措施效果检验的方法应参照 12.3 条“突出危险性预测”的规定进行，防突措施效果检验指标均小于表 7 指标临界值，且未发现其他异常情况，判定为措施有效；当判定为措施无效时，必须采取补充防突措施。

## 12.6 揭煤与掘进

12.6.1 专项揭煤设计内容应包括：揭煤作业各阶段施工方法、支护措施、组织指挥、抢险救灾应急预案及远距离爆破安全防护措施等。

12.6.2 隧道开挖工作面揭开具有突出危险性煤层时，应在隧道外起爆。

12.6.3 揭开不同倾角、厚度的煤层宜采用下列方法：

- a) 急倾斜和倾斜的薄煤层（厚度小于 0.3 m），应一次揭穿煤层全厚；
- b) 急倾斜和倾斜的中厚、厚煤层，一次揭煤深度宜为 0.5 m~1.0 m；
- c) 缓倾斜煤层，应一次揭开最小保护厚度的岩柱。当倾角小于 12°，岩柱水平长度较大时，可刷斜面揭开煤层；
- d) 揭煤爆破工作面距煤层的最小垂距为急倾斜煤层 2 m、倾斜和缓倾斜煤层 1.5 m。

12.6.4 在半岩半煤和全煤层中掘进应符合下列要求：

- a) 揭穿煤层后必须对揭煤断面的周边 5 m 范围（法线距离）的煤层进行验证，验证超标则必须采取局部防突措施防治煤与瓦斯突出；
- b) 过煤期间（过煤门）必须在洞外进行放炮；
- c) 过煤门必须编制专项安全技术措施，报相关部门审批后执行；
- d) 每次循环进尺不宜超过 1.5 m（应执行短掘短进，掘进控制在 1 m 为宜），在全煤层中爆破掘进时应少钻孔、少装药。

12.6.5 揭煤施工过程中只要钻孔存在喷孔、顶钻或其他动力现象时，均应停止施工，采取防突措施并经效果检验有效后方可继续进入下一循环开挖作业。

12.6.6 爆破钻孔前，为防止瓦斯超限，可采用喷射混凝土临时封闭开挖工作面。

12.6.7 隧道开挖工法宜采用分部开挖法，原则上先行揭煤断面不宜超过 30 m<sup>2</sup>。

## 12.7 安全防护

12.7.1 对煤（岩）与瓦斯突出地层钻孔排放瓦斯期间，应提高洞内风速和风量，延长通风时间，回风系统内还应停电撤人。

12.7.2 穿越煤（岩）与瓦斯突出地层时，开挖工作面的专职瓦检员应随时检测瓦斯浓度，掌握煤（岩）与瓦斯突出预兆，瓦检员有权停止工作面作业。

12.7.3 开挖工作面出现下列煤（岩）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，并上报有关部门采取专门安全措施：

- a) 瓦斯浓度忽大忽小，工作面温度降低，闷人，有异味等；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 钻孔时有顶钻、卡钻、喷孔等动力现象。

12.7.4 煤（岩）与瓦斯突出工区在揭穿突出煤层和过煤门期间钻爆作业爆破时，应停止洞内一切作业，切断洞内电源、撤出人员，并在洞口实行警戒。

12.7.5 揭煤爆破 30min 后，救护队员配戴呼吸机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 30min 后，由专职瓦检人员检测开挖工作面、回风道等位置的瓦斯浓度，当洞内瓦斯浓度小于规定值时，方可通知工地负责人允许施工人员进洞。

12.7.6 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。

12.7.7 长度大于 1500 m 的煤（岩）与瓦斯突出工区，宜利用避车洞或横通道设置避难所，并配置高压供风管、供水、通讯设施，足够数量的自救器等。

12.7.8 揭煤工作应由揭煤领导小组统一协调指挥。揭煤时救护队员及应急设备在洞口待命，一旦发生险情立即采取救援措施。

### 13 施工安全及应急救援

#### 13.1 一般规定

13.1.1 瓦斯工区施工应按该隧道实测瓦斯最高值进行安全施工管理。

13.1.2 瓦斯工区施工中应严格落实“加强通风、勤测瓦斯、严控火源”等原则。

13.1.3 监理单位应建立专门机构，制定瓦斯防治监理工作计划和实施细则，配置专职瓦斯监理工程师和专职瓦斯及通风监理员，在瓦斯工区施工的全过程中进行全方位的瓦斯防治监理工作，采用旁站监督、巡视检查、见证抽样检测和平行检验等方式进行严格监督管理。

13.1.4 瓦斯隧道开工前必须对施工作业及管理人员进行安全技术培训。爆破工、电工、瓦检员等特种作业人员必须持证上岗。在高瓦斯工区有煤（岩）与瓦斯突出危险区域，必须配备足够的专职防突员，并持证上岗。

13.1.5 瓦斯工区应建立专门机构对“一通三防”、电气设备与作业机械进行管理，并设置消防设施。

13.1.6 瓦斯隧道应制定施工通风、瓦斯检测、施工人员管理等制度，编制事故预防与应急预案，并进行演练。

13.1.7 洞外瓦斯排气管口应高出隧道拱顶 10 m 以上，并应妥善接地，防止雷击，其周围 20 m 内禁止有明火及易燃易爆物品。

#### 13.2 施工通风与瓦斯检测管理

13.2.1 瓦斯工区通风、瓦斯检测应作为瓦斯防治的关键工序，严格过程控制和精细化管理。通风系统设计、调整、维护和管理应坚持合理布局、优化匹配、防漏降阻、按时巡检、定期测风、严格管理、确保效果的原则。

13.2.2 瓦斯工区通风和瓦斯检测应配置足够数量的通风和瓦斯检测仪器、仪表，统一管理。投入使用前，应经有国家授权资质的检定单位检定，并取得合格证。每次使用前应按要求进行校对，使用过程中轻拿轻放，加强仪表保护，并定期检定和维护。

13.2.3 瓦斯工区应严格按表 9 规定的瓦斯浓度实行分级管理，瓦斯浓度超限时应采取相应的瓦斯防治措施。

表9 瓦斯工区安全施工管理等级

安全管理等级	开挖工作面回风流中瓦斯浓度	管理状态	安防措施与作业规定
—	<0.5%	正常	(1) 正常施工作业； (2) 按程序要求审批进行焊接等动火作业，瓦检员跟班随时检测动火点附近瓦斯浓度； (3) 连续通风。

二	0.5%~1.0%	警戒	(1) 禁止所有工序作业，按程序及时上报； (2) 加强通风或优化通风系统； (3) 加强瓦斯检测，调查瓦斯发生源。
三	≥1.0%	应急	(1) 停工、撤人； (2) 断电，切断洞内全部非本质安全型电源； (3) 加强通风或优化通风系统； (4) 加强瓦斯监测，调查瓦斯发生源； (5) 瓦斯浓度进一步升高超过 1.5%时，禁止任何非瓦斯专业人员进洞，采取专项安全措施。

13.2.4 洞内除施工需要外，严禁长期堆放材料、停放大型机具设备等。瓦斯工区内易于瓦斯积聚的地点，应装设防爆型局部通风机，提高风速，防止瓦斯积聚。

13.2.5 瓦斯工区通风管吊挂必须做到平、直、紧、稳，无破口，防止弯折变形，所有进洞作业人员必须加强风管防护意识，避免机械、材料和衬砌台车等搬移过程中对风管的人为损坏。

13.2.6 发生瓦斯涌出、喷出等异常状况时，应及时采取安防措施。首先考虑杜绝一切可能产生火源的作业，同时尽快撤出施工人员、切断电源、加强通风，对隧道入口进行警戒，进一步制定排放瓦斯的具体安全措施。

13.2.7 瓦斯工区内各作业点应悬挂瓦斯检测和测风记录牌，并及时更新瓦斯和通风数据。

13.2.8 处理瓦斯积聚，瓦斯排放，必须编制专项措施报安全部门和主管领导审批。

### 13.3 开挖与支护作业管理

13.3.1 瓦斯工区钻孔应采用湿式钻孔，做到先开水、后开风、再送电，打眼结束，应先关风、后关水、再断电，降低粉尘。当作业工区内粉尘浓度超标时，应采取喷雾降尘等措施。

13.3.2 瓦斯工区隧道施工宜采用台阶法开挖，光面爆破，严格控制超欠挖，当围岩软弱时可采用机械法开挖，应及时喷混凝土封闭围岩以减少瓦斯逸出。

13.3.3 穿越瓦斯地层地段超前地质探测钻孔应进行单一工序作业。钻孔过程中，应有 1 名专职瓦检员全过程跟班作业，对钻孔内及开挖工作面附近的瓦斯进行随时检测，并做好瓦斯检测记录。钻孔过程中应加强工作面及回风流中瓦斯浓度检测，当工作面瓦斯浓度达到 1.0%时，应立即撤人，切断电源，加强通风。

13.3.4 瓦斯工区爆破管理应按以下要求执行：

- a) 爆破作业应严格遵守有关安全爆破的规定；
- b) 所有接触爆炸材料人员，应穿棉质或抗静电衣服；
- c) 打眼、装药、封泥和放炮应符合有关规定，严禁采用明火放炮；
- d) 炮眼装药后应用水炮泥和粘土炮泥封孔，避免产生爆破火花；
- e) 放炮前工作面不装药的钻眼应用封泥全孔堵塞；
- f) 严格执行“一炮三检”制。放炮员、瓦检员、安全员应同时检查瓦斯，放炮地点附近 20 m 以内风流中瓦斯浓度超过 0.5%时，严禁装药和放炮；

- g) 放炮后必须严格控制通风排烟、排放瓦斯时间，由专职瓦检员、放炮员和安全员进入工作面进行瓦斯检测和验炮工作。瓦斯浓度低于安全标准，确认无异常情况解除警戒、送电并允许人员进洞作业。

13.3.5 为避免挖掘机和装载机械在操作过程中产生摩擦火花，出碴前和出碴过程中应对碴堆分层进行高压喷雾洒水，出碴机械方可进行出碴作业，同时运输道路洒水保持湿润，减少装碴和运输过程中扬尘。

13.3.6 瓦斯工区支护与衬砌作业应遵守下列规定：

- a) 加强超前支护。采用超前锚杆（或超前小导管）单液（或双液）注浆，加固围岩，固化煤体，堵塞岩体裂隙，减少或阻止瓦斯溢出；
- b) 严格控制锚喷支护工序。开挖后应首先进行初喷混凝土作业，封闭围岩，减少瓦斯溢出。锚杆支护应紧跟工作面，严禁空顶作业。围岩破碎时必须超前支护；
- c) 严格焊接等动火作业审批程序。当遇特殊情况必须采用电焊、气焊或喷灯作业时，应按动火审批程序和动火管理制度严格管理，加强瓦斯监控，并采取安全措施；
- d) 仰拱应整幅分层浇筑。仰拱混凝土应纵向分段、全幅整体浇筑，一次成型，严禁左右分幅施工。仰拱和仰拱填充应分两道工序作业，填充混凝土在仰拱混凝土终凝后浇筑；
- e) 加强施工缝和变形缝防气处理。瓦斯工区衬砌施工缝、变形缝处的中埋式止水带、背贴式止水带或止水条等防渗措施，应严格按设计文件和有关施工规范规定施工，位置准确，固定牢靠；
- f) 二次衬砌台车及施工机具等物体阻塞进、回风断面面积不得大于 1/3。

#### 13.4 塌方处理

13.4.1 瓦斯隧道塌方处理应遵循“先治理瓦斯、后处理塌方”的原则。在作业前，应先对瓦斯进行处理，待塌方区域前后 20 m 范围内的瓦斯浓度降至 0.5% 以下后，方可进行塌方处理。

13.4.2 瓦斯工区处理塌方、冒顶应遵守下列规定：

- a) 应有专项排瓦斯方案，确保施工安全；
- b) 对塌方体上方聚积的瓦斯应设置局部通风机排除；
- c) 加强对塌方地段围岩岩隙瓦斯逸出监测，掌握瓦斯浓度变化，及时发出险情报告；
- d) 塌腔宜采用矸或注浆回填密实。

#### 13.5 采空区处理

13.5.1 采空区处理应遵循“先探明、后通过”的原则。

13.5.2 隧道在揭穿采空区前，应遵守下列规定：

- a) 必须制定探查采空区的安全措施，包括接近采空区必须预留的安全距离和探明水、瓦斯等内容；
- b) 应有专项超前预报，探水及排瓦斯方案，确保施工安全；
- c) 在揭穿采空区时，必须将人员撤至安全地点。只有经过检查，证明采空区排除涌突水、瓦斯和其它有害气体等危险后，方可恢复施工。

13.5.3 采空区处理应遵守下列规定：

- a) 加强对采空区段围岩岩隙瓦斯逸出监测，掌握瓦斯浓度变化，及时发出险情报告；
- b) 采空区通过期间应加强监控量测，作好预防塌方、围岩变形的措施；
- c) 采空区通过后，在二次衬砌施作前应检查以下内容，若存在以下任一情况，均应先采取注浆的办法进行处治，待重新检测合格后方能进行二次衬砌施作：

- 1) 使用雷达检测仪对初期支护的喷射混凝土进行全覆盖检测，衬砌结构任何部位出现空洞、杂物；
- 2) 初期支护后存在大于 0.5 m<sup>3</sup>/h 的集中渗水点；
- 3) 喷射混凝土表面有明显裂缝，或大于 0.3 mm 的贯穿性裂缝。

### 13.6 预防煤与瓦斯突出

13.6.1 瓦斯突出工区开挖工作面进行的煤层超前钻孔探测、突出危险性预测、采取防突措施和措施效果检验，应分别进行单一工序作业，禁止任何开挖、支护、衬砌浇筑或设备检修等作业。

13.6.2 瓦斯突出工区抽（排）放工作面应设置逃生管道，专职瓦检员、抽放作业人员应佩戴隔离式自救器和矿灯。

13.6.3 采用钻孔抽（排）放瓦斯时，应制定抽（排）瓦斯的安全措施，提高风速和风量，合理控制风流。回风系统内还须停电撤人。工作面风量不足、沙和炮泥等消防设施、灭火器材及安全设施不到位时，严禁钻孔作业。

13.6.4 加强工作面钻孔作业地点的气体监测和检查，只有在瓦斯浓度小于 1% 时，方可进行作业，严禁瓦斯超限作业。工作面必须悬挂便携式瓦斯、一氧化碳和硫化氢报警仪，随时检查有毒有害气体。专职瓦检员应随时检测瓦斯浓度，掌握煤与瓦斯突出预兆。当发现突出预兆时，瓦检员有权停止工作面作业。

13.6.5 每钻完一个孔，必须由专职人员及时进行封孔，封孔质量应符合封孔要求，无瓦斯泄漏。

13.6.6 钻孔施工中一旦出现冒烟起火等紧急情况，应立即使用灭火器和沙进行灭火，或用炮泥堵塞孔口。当火情严重不能扑灭时，应立即沿预定避灾路线撤离。

13.6.7 瓦斯突出工区揭穿突出煤层钻爆作业，必须采用洞外远距离爆破、停止洞内一切作业，切断电源，撤出人员，实行洞口警戒等安全防护措施。

13.6.8 发生煤与瓦斯突出后的处理必须由专业矿山救援单位组织实施。

### 13.7 防治煤层自燃和煤尘爆炸

13.7.1 在具有煤层自燃倾向性和煤尘爆炸性的煤层施工时，应采取湿式钻眼、水炮泥封孔。

13.7.2 爆破前后、挖掘、装载、运输等产尘环节，应加强通风和洒水等综合防尘、降尘措施。

13.7.3 通过容易发生煤层自燃的地层时，必须对暴露面及时封闭，若有空洞必须采用阻燃性材料回填密实。

13.7.4 具有煤层自燃倾向性的煤或煤矸石不得作为路基填料。

13.7.5 发生煤层自燃、煤尘爆炸后的处理必须由专业矿山救援单位组织实施。

### 13.8 消防安全

13.8.1 瓦斯工区消防设施应满足以下要求：

- a) 必须在洞外设置消防水池和消防用砂，水池中应保持不小于 200 m<sup>3</sup> 储水量，保持一定的水压；
- b) 必须设置消防管路系统，并每隔 100 m 设置一个阀门（消防栓）；
- c) 洞内应设置灭火设备或设施，并保持良好状态；
- d) 隧道施工或停工期间，消防水池储水充足，管路系统保持完好畅通。

13.8.2 瓦斯工区火源管理要求：

- a) 必须严格执行“严禁携带烟火进入隧道”的安全规定；

- b) 洞口值班房、通风机房等洞口附近 20 m 范围内不得有火源；
- c) 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；
- d) 应减少瓦斯工区电焊、气焊、喷灯焊接、切割等工作，当须进行电焊、气焊、喷灯焊接、切割等工作时，必须制定安全措施，并遵守下列规定：
  - 1) 指定专人在现场检查和监督；
  - 2) 工作地点前后两端各 10m 范围内不得有可燃物，应有专人负责喷水并备有灭火器；
  - 3) 工作地点附近 20m 风流中瓦斯浓度不得大于 0.5%；
  - 4) 工作完成后由专人检查，确认无残火后方可结束作业。

#### 13.8.3 瓦斯工区动火作业安全管理要求：

- a) 必须建立隧道内动火作业审批制度，制定动火作业安全技术措施，并组织作业人员学习；
- b) 隧道内供风量不足或施焊点周围 20 m 范围内瓦斯浓度大于 0.5%时，严禁动火作业；
- c) 动火作业点附近必须配备灭火器、消防砂、消防用水等消防设施，瓦检员必须现场跟踪检查动火作业点周围 20 m 范围内的瓦斯浓度。

#### 13.8.4 瓦斯工区易燃品管理要求：

- a) 瓦斯工区内不得存放各种油类，废油应及时运出洞外，不得撒在洞内；
- b) 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。

### 13.9 施工人员管理

13.9.1 瓦斯隧道必须建立门禁管理系统，进洞人员严禁穿化纤衣服，禁止携带烟草及点火物品、手机、钥匙等违禁物品。

13.9.2 进入煤（岩）与瓦斯突出工区的作业人员必须随身携带隔绝式自救器。

13.9.3 瓦斯隧道各道工序、各种作业施工前，必须对作业人员严格执行安全技术交底制度。

13.9.4 瓦斯工区瓦斯超限、停电、停风时，受影响施工区域必须撤出全部作业人员，出洞后由负责人清点人数。

### 13.10 电气设备和作业机械管理

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

13.10.2 挖掘机、装载机、出碴运输车等作业机车的尾气排放口距离顶、底板及两侧煤层距离应大于 0.5 m。

13.10.3 机电设备的管理应符合下列安全规定：

- a) 防爆电气设备应有煤安标志，其防爆等级应符合要求；对无煤安标志的电气设备，应由具备相应资质的单位进行防爆改装或采取安全措施，测试符合防爆电器的防爆等级要求后方可使用；
- b) 瓦斯工区使用的光电测距仪及其它有电源的仪器设备，应采用防爆型，当采用非防爆型时，在仪器设备 20 m 范围内瓦斯浓度应小于 0.5%，瓦检员应跟班随时检测瓦斯浓度；
- c) 检查、搬迁电气设备、电缆和电线，不得带电作业。检查或搬迁时，必须切断设备电源，检测瓦斯，保证检修或搬迁作业范围内瓦斯浓度低于 1.0%；
- d) 采用阻燃抗静电的电缆；
- e) 瓦斯工区使用蓄电池机车时，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) 机车应定期检查和维修，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。

13.10.4 瓦斯工区电气设备操作应遵守下列规定：

- a) 非专职人员不得擅自操作电气设备；
- b) 操作高压电气设备主回路时，操作人员必须戴绝缘手套，并穿电工绝缘靴或站在绝缘台上；
- c) 手持式电气设备的操作手柄和工作中必须接触的部分应有良好绝缘。

13.10.5 瓦斯工区应建立并严格执行停、送电安全管理制度，严禁随意断电、送电操作。因停电、停风、瓦斯超限或远距离放炮等原因而切断电源的洞内电气设备，恢复供电前，必须检测断电或停风区内瓦斯浓度。

### 13.11 事故应急救援与预案

13.11.1 瓦斯工区施工应加强瓦斯灾害防治与施工安全管理，将连续通风和瓦斯检测作为瓦斯隧道施工中的关键工序进行管理，提高安全意识。

13.11.2 瓦斯工区因检修、设备故障、停电等原因停风时，必须撤出所有人员，切断电源，设置警示标志，禁止人、车辆进入隧道。恢复通风前，必须由瓦检员检测瓦斯。只有当停风区内瓦斯浓度不超过 1.0%，且在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，方可人工启动局部通风机。当停风区中瓦斯浓度超过 1.0% 但不超过 3.0% 时，必须采取安全措施，控制风流排放瓦斯。当停风区中瓦斯浓度超过 3.0% 时，必须制定安全排瓦斯措施，由救护队组织实施。

13.11.3 恢复停工停风的瓦斯隧道，复工前必须制定安全专项技术措施，进行全面的瓦斯浓度检测，应重点检测瓦斯易积聚且风流不易到达的地方，必须事先排除其中积聚的瓦斯，瓦斯浓度降到 0.5% 以下方可恢复作业。

13.11.4 提前制定事故预防与应急救援预案，按计划配备安全防护用品、应急救援物资及消防设施等；煤（岩）与瓦斯突出隧道应与附近有资质的矿山救护队签订服务协议，按计划组织应急预案演练。

13.11.5 瓦斯工区开挖工作面与二次衬砌之间地段应设置逃生通道。特长瓦斯隧道应设置避难洞室，并配置相应设备、器材、物资。

13.11.6 发生瓦斯事故后，建设、监理和施工单位应按照国家有关法律、法规要求，按事故应急救援处理程序进行。

13.11.7 瓦斯事故一旦发生，必须立即启动瓦斯事故救援预案，尽快探明事故性质、原因、范围、遇险人数、事故发生具体位置以及洞内瓦斯与通风情况，缩小事故范围。启动瓦斯事故救援处理预案应符合下列规定：

- a) 应建立明确的应急救援组织机构，分工明确，责任到人，联络通畅，外部救援满足最佳救援时间；
- b) 瓦斯工区通风系统图、电气设备配套分布图、每日施工进度计划图表、进洞管理人员、班组人员名单和人数登记表等与事故救援有关的文件、资料，应编制形成正式文件，如发生变动，及时修订，以便为事故抢救提供数据；
- c) 发生瓦斯事故，应首先切断通往灾区的电源；
- d) 尽快了解事故性质、原因、发生地点及出现的其它情况；
- e) 以抢救伤员为主，本着先活后亡、先重后轻、先易后难的原则组织抢救；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/318037105054006106>