

公路瓦斯隧道施工技术规范

Construction Technical specifications of highway gas tunnel

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路建设行业协会

发布

目 次

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	1
4	总体要求	3
5	瓦斯工区与隧道分类	4
6	瓦斯地质超前预报	5
6.1	一般规定	5
6.2	地质调查与素描	5
6.3	超前预报与预测	5
7	施工	6
7.1	一般规定	6
7.2	准备	6
7.2.1	专项方案	6
7.2.2	人员	7
7.2.3	材料与设备	7
7.3	电气设备与作业机械	8
7.3.1	配置	8
7.3.2	电缆防爆	8
7.3.3	电气设备防爆	9
7.3.4	作业机械防爆	10
7.4	开挖	11
7.4.1	一般规定	11
7.4.2	洞身开挖	11
7.5	通风	12
7.5.1	一般规定	12
7.5.2	通风要求	13
7.5.3	通风设备	14
7.6	瓦斯检测与监测	14
7.6.1	一般规定	14
7.6.2	瓦斯人工检测	15
7.6.3	自动监控系统	16
7.7	支护与衬砌	16
7.8	揭煤防突	16
7.8.1	一般规定	16
7.8.2	突出煤层探测	17
7.8.3	瓦斯突出危险性预测	18

7.8.4	防治煤与瓦斯突出措施	19
7.8.5	防突措施效果检验	23
7.8.6	揭煤及煤巷掘进	23
7.8.7	安全防护措施	24
8	安全管理	24
8.1	机构与制度	24
8.2	人员	25
8.3	通风与瓦斯管理	25
8.5	作业管理	26
8.5	防突管理	27
8.6	设备管理	28
8.7	安全防护	29
8.8	应急	29
9	质量检验及工程验收	30
9.1	质量检验	30
9.2	工程验收	30

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由贵州省公路工程集团有限公司提出。

本文件由中国公路建设行业协会归口。

本文件起草单位：贵州省公路工程集团有限公司、贵州省交通运输厅、贵州省交通建设工程质量监督局、中南大学、贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司、贵州高速公路集团有限公司。

本文件主要起草人：母进伟、许湘华、计中彦、张学民、陈健蕾、胡 涛、周 森、周争菊、阳军生、罗亨文、谭捍华、汤 怀、袁 立、徐爱军、周 平、金书滨、苟德明、王瑞甫、任达成、李克伟、陈洁金、纪为祥、龙万学、戴德江、陈 进、石 磊、陈 勇、彭 夔、韩光钦、王树辉、孔 矗、李 东。

公路瓦斯隧道施工技术规范

1 范围

本文件规定了公路瓦斯隧道设计与施工的术语和定义、基本要求、瓦斯隧道分类、瓦斯地质勘察、设防设计、超前地质预报、电气设备与作业机械、施工准备、施工通风、瓦斯检测与监测、开挖与支护作业、揭煤防突、施工安全管理、质量检验与工程验收等。

本文件适用于以钻爆法开挖为主的新建、改扩建公路瓦斯隧道及穿越瓦斯地层段辅助坑道的勘察、设计、施工、管理。其它类型公路瓦斯隧道可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB 3836.1 爆炸性环境设备通用要求

AQ 1025 矿井瓦斯等级鉴定规范

AQ 1027 矿井瓦斯抽放管理规范

JTG F80 公路工程质量检验评定标准

MT 818.1 煤矿用电缆 第1部分：移动类软电缆一般规定

JTG 3370.1 公路隧道设计规范 第一册 土建工程

JTG/T 3374 公路瓦斯隧道设计与施工技术规范

JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范

JTG/T D31-03 采空区公路设计与施工技术细则

原中华人民共和国交通部令 2004 年第 3 号 公路工程竣(交)工验收办法

原国家安全生产监督管理总局令第 44 号 安全生产培训管理办法

煤矿安全培训规定(2018 年版)

防治煤与瓦斯突出细则(2019 年版)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

瓦斯 gas

各种有毒、有害气体的总称，甲烷(CH₄)。

3.2

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。

3.3

瓦斯地层 gas formation

含有瓦斯的地质层。根据瓦斯成因，瓦斯地层可分为煤系瓦斯地层和非煤系瓦斯地层。非煤系地层中的瓦斯包括天然气(油田气、气田气、泥火山气、生物生成气等)和邻近煤系地层渗透至非煤系地层的瓦斯。

3.4

瓦斯工区 work area with gas

隧道施工区段内任一处有瓦斯，则洞口至开挖掌子面的施工区段为瓦斯工区。

3.5

绝对瓦斯涌出量 absolute gas emission rate

单位时间涌出的瓦斯量称为绝对瓦斯涌出量，单位：m³/min。

3.6

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

未开挖煤（岩）层在自然条件下，每吨煤（岩）所含有的瓦斯体积数（标准状态），是游离瓦斯与吸附瓦斯量之总和，单位： m^3/t 。

3.7

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。

3.8

瓦斯压力 gas pressure

煤（岩）层中瓦斯的原始压力，单位：MPa。

3.9

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

在特定条件下，标准煤样在一定时间内解吸出的瓦斯量，单位：Pa。

3.10

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，称为缓倾斜煤层；倾角为 $25^\circ \sim 45^\circ$ 时，称为倾斜煤层；倾角大于 45° 时，称急倾斜煤层。

3.11

近水平煤层 flat coal seam

煤层层面与水平面之间的倾角在 8° 以下的煤层，称为近水平煤层。

3.12

近距离煤层群 contiguous seams

地下隧道穿越煤层群间距离较小，掘进过程中相互有较大影响的煤层。

3.13

煤层厚度 thickness of coal seam

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

3.14

瓦斯涌出 gas emission

由开挖洞壁暴露面以及由钻爆后产生的破碎煤块、矸石向开挖空间释放瓦斯的現象。

3.15

局部瓦斯积聚 local gas accumulation

瓦斯工区内任一体积大于 0.5m^3 的空间内积聚的瓦斯浓度达到 2% 的现象。

3.16

突出煤（岩）层 outburst coal seam

经鉴定、认定具有煤（岩）与瓦斯突出危险的煤层。

3.17

煤（岩）与瓦斯突出 coal (rock) and gas out-burst

在地应力和瓦斯压力的共同作用下，破碎的煤、岩和瓦斯由煤体或岩体内突然向开挖空间抛出的异常动力现象，简称“突出”或“瓦斯突出”。

3.18

钻孔动力现象 gas dynamic phenomenon of bore

钻孔施作过程顶钻、抱钻、夹钻等现象以及由瓦斯、地应力诱发的钻孔喷孔（喷水汽、煤屑、岩粉、泥沙等）现象。

3.19

超前探孔 probing hole

为探明开挖工作面前方煤层位置、赋存条件及瓦斯情况的钻孔。

3.20

喷孔 borehole blowout

在具有煤（岩）与瓦斯（ CO_2 ）突出危险的煤（岩）体中打钻时，钻屑和瓦斯（ CO_2 ）突然从钻孔中喷射出孔口外的动力现象。

3.21

卡钻 drill pipe jamming

在具有煤（岩）与瓦斯（CO₂）突出危险的煤（岩）体中打钻时，钻杆被钻屑抱死，钻杆无法钻进、退出和旋转的动力现象。

3.22

顶钻 drill pipe blocking

在具有煤（岩）与瓦斯（CO₂）突出危险的煤（岩）体中打钻时，钻杆无法前进，但可以退出和旋转的异常动力现象。

3.23

突出预测预报 outburst forecast

根据煤（岩）结构、煤的物理力学性质、瓦斯、地应力等特征参数及其变化，或利用工作面的某些特征、突出前的预兆，预测开挖工作面突出危险性的工作。

3.24

预测孔 forecasting hole

用以预测煤（岩）与瓦斯（CO₂）突出危险的钻孔。

3.25

瓦斯排放 degas

对于开挖空间的积聚瓦斯实施的安全排除措施。

3.26

排放孔 gas releasing hole

用于排放开挖工作面前方具有煤（岩）和瓦斯（CO₂）突出危险煤岩体内瓦斯（CO₂）的专门钻孔。

3.27

检验孔 detection hole

检验防突措施是否有效的钻孔。

3.28

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，其厚度即开挖工作面与煤层之间的垂直距离。

3.29

石门揭煤 coal mining at the rock cross-cut

隧道自底（顶）板岩层与煤层法线一定距离外开始，进入或穿过突出煤层顶（底）板法线一定距离的全部作业过程，即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。

3.30

密闭门 sealing door

巷道中为隔离瓦斯而安装的专用门。

3.31

煤矿许用炸药 explosive permitted for coal mining

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。

3.32

混凝土气密性 air tightness

在一定压力和时间条件下气体透过混凝土的程度，以透气系数衡量。

3.33

混凝土透气系数 air permeability

在规定压力下，单位时间、单位面积内混凝土的透气量，单位：cm/s。

3.34

气密性混凝土 air-tight concrete

透气系数不大于 10^{-11} cm/s 的混凝土。

4 总体要求

4.1 公路瓦斯隧道建设应贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，坚持“以人为本、安全经济”的原则，采取安全技术措施。

- 4.2 确定隧道位置时，宜绕避瓦斯地层；当绕避困难时，应以较短距离通过。
- 4.3 瓦斯隧道应进行专项瓦斯地质勘察工作，根据建设需要分阶段进行，提供公路瓦斯隧道设计与施工所需基础资料。
- 4.4 瓦斯隧道应根据瓦斯地层类别提出超前地质预报、钻爆作业、衬砌结构防护的技术要求，按瓦斯工区类别提出电气设备、作业机械、施工通风、瓦斯检测和监测等技术要求。
- 4.5 瓦斯隧道施工前应编制实施性瓦斯专项施工组织设计，施工期间应校核评定瓦斯工区类别。当瓦斯工区类别发生变化时应动态调整瓦斯专项施工组织设计。
- 4.6 瓦斯工区电气、瓦斯检测与监测、通风及作业机械等设备应按瓦斯工区的最高类别要求配置。
- 4.6 瓦斯工区施工应连续通风，瓦斯工区应全程检测瓦斯。
- 4.7 瓦斯隧道设计与施工阶段应进行安全风险评估。
- 4.8 瓦斯隧道施工期间应由具有相关资质的专业机构进行瓦斯超前预报、瓦斯参数检测或监控、瓦斯突出危险性评估、瓦斯工区类别评定等。
- 4.9 瓦斯工区除按 JTG/T 3660 规定进行施工准备外，尚应满足本规程规定。

5 瓦斯工区与隧道分类

5.1 瓦斯地层类别

5.1.1 瓦斯地层类别分为非瓦斯地层、微瓦斯地层、低瓦斯地层、高瓦斯地层、煤（岩）与瓦斯突出地层。

5.1.2 微瓦斯地层、低瓦斯地层、高瓦斯地层类别，依据施工工作面的绝对瓦斯涌出量按表 1 进行判定。

表 1 绝对瓦斯涌出量判定指标

瓦斯地层类别	绝对瓦斯涌出量 ^a ($Q_{\text{绝}}$) m^3/min		
	双车道	三车道	四车道
微瓦斯	$Q_{\text{绝}} < 0.5$	$Q_{\text{绝}} < 0.5$	$Q_{\text{绝}} < 0.5$
低瓦斯	$0.5 \leq Q_{\text{绝}} < 1.5$	$0.5 \leq Q_{\text{绝}} < 2.0$	$0.5 \leq Q_{\text{绝}} < 3.0$
高瓦斯	$Q_{\text{绝}} \geq 1.5$	$Q_{\text{绝}} \geq 2.0$	$Q_{\text{绝}} \geq 3.0$

^a 设计阶段绝对瓦斯涌出量估算方法见附录 I；施工阶段绝对瓦斯涌出量测定方法见附录 J，采用巷道式通风时应取两个工作面绝对瓦斯涌出量的较大值确定瓦斯地层类别。

5.1.3 瓦斯突出地层根据以下突出煤（岩）层判定条件确定：

- a) 隧道埋置于瓦斯风化带以下，且穿越具有下列情况之一的煤层时，应进行煤层突出危险性鉴定，或直接认定为突出煤层：
- 1) 煤（岩）层有喷孔、顶钻等明显瓦斯动力现象的；
 - 2) 煤（岩）层瓦斯压力达到或超过 0.74MPa，尚未进行突出危险性鉴定的煤层；
 - 3) 相邻矿井开采或工程穿越的同一煤层发生突出的；
 - 4) 相邻矿井开采或工程穿越的同一煤层被鉴定、认定为突出煤层的。
- b) 煤与瓦斯的突出危险性可借用隧址区矿井的临界值进行鉴定。全部指标均达到或超过表 2 所列临界值的，应确定为突出煤层。如无矿井资料，应当根据实测软分层煤的破坏类型（见附录 A）、最大瓦斯压力（测点方法见附录 B）、瓦斯放散初速度（测定方法见附录 E）和煤的坚固性系数（测定方法见附录 G）等指标进行鉴定。但当 $f \leq 0.3$ 、 $P \geq 0.74\text{MPa}$ ，或 $0.3 < f \leq 0.5$ 、 $P \geq 1.0\text{MPa}$ ，或 $0.5 < f \leq 0.8$ 、 $P \geq 1.50\text{MPa}$ ，或 $P \geq 2.0\text{MPa}$ 的，一般鉴定为突出煤层。

表 2 评估煤层突出危险性的单项指标临界值

判定指标	破坏类型	瓦斯放散初速度 (Δp)	坚固性系数 (f)	煤层瓦斯压力 (P) MPa
有突出危险的临	III、IV、V	≥ 10	≤ 0.5	≥ 0.74

界值及范围				
-------	--	--	--	--

5.2 瓦斯隧道类别

5.2.1 瓦斯隧道类别分为微瓦斯隧道、低瓦斯隧道、高瓦斯隧道及煤（岩）与瓦斯突出隧道（简称瓦斯突出隧道）。

5.2.2 瓦斯隧道的类别按隧道内瓦斯地层的最高级别确定。

5.3 瓦斯工区等级

5.3.1 隧道施工工区分为非瓦斯工区和瓦斯工区，瓦斯工区等级分为微瓦斯工区、低瓦斯工区、高瓦斯工区、煤（岩）与瓦斯突出工区。

5.3.2 瓦斯工区等级应根据施工穿越瓦斯地层的最高级别确定。瓦斯工区划分示意图见图 1。

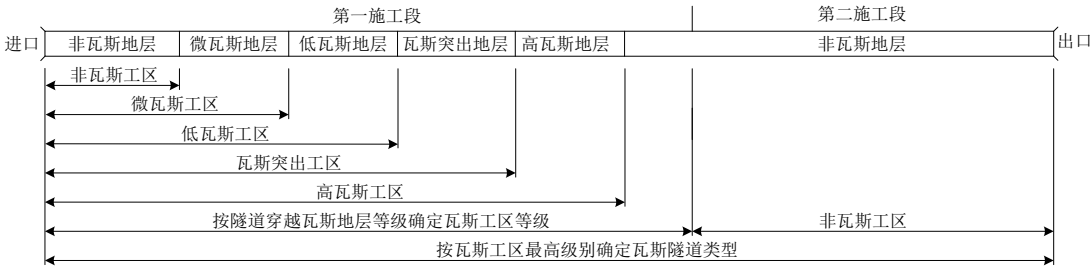


图 1 瓦斯工区划分示意图

5.3.3 瓦斯工区内全部瓦斯地层施工完毕，经检测评定无瓦斯，且后续施工区段无瓦斯地层，后续施工区段确定为非瓦斯工区。

5.3.4 瓦斯突出工区施工完毕，经检测评定无突出风险，后续施工区段按施工穿越瓦斯地层的最高级别确定。

6 瓦斯地质超前预报

6.1 一般规定

6.1.1 瓦斯隧道设计应结合煤层与瓦斯地层地段实际地质条件，提出施工中的超前地质预报相关内容与要求。

6.1.2 瓦斯隧道超前预报应采用综合预报方法，以地质素描、地质调查为基础，辅以物探手段，最终采用超前钻探和瓦斯检测加以验证。

6.1.3 承担瓦斯地质超前预报的第三方机构，应指导隧道施工单位完成瓦斯超前预报与检测钻孔，并负责预报与检测数据的采集与分析，据此出具正式的瓦斯参数测试与评定报告用于指导动态设计。

6.2 地质调查与素描

6.2.1 瓦斯隧道施工前应进行地质调查工作，内容主要包括：

- a) 对地质勘察成果的熟悉、核查和再次确认；
- b) 瓦斯地层及地质构造在地表的出露位置、厚度及产状变化；
- c) 采煤巷道走向、展布、高程及其在空间上和隧道的关系；
- d) 采集岩样测定饱水抗压强度、软化系数等围岩物理力学参数，进行围岩分级判定。

6.2.2 微瓦斯、低瓦斯地层段隧道内掌子面地质素描断面间距不宜大于 5m，高瓦斯、煤（岩）与瓦斯突出地层段每个开挖循环均应作地质素描。

6.3 超前预报与预测

6.3.1 瓦斯隧道超前预报基本规定如下：

- a) 穿越含瓦斯地层地段应采用超前钻孔进行探测；
- b) 在具有煤(岩)与瓦斯突出危险地层中开挖施工时，应及时进行隧道地质素描，加强地质预测预报。

6.3.2 瓦斯隧道超前地质预报应在地质分析和物探预报的基础上，结合超前钻探手段，准确查明以下内容：

- a) 前方岩体破碎程度及范围、岩体裂隙及发育情况；
- b) 煤层分布、厚度、倾角及走向，煤的破坏类型；
- c) 前方岩体瓦斯赋存及瓦斯压力；
- d) 瓦斯涌出量预测及涌出初速度；
- e) 百米钻孔瓦斯衰减系数。

6.3.3 采用物探方法预报煤层及采空区，可采用地质雷达、TSP 等物探方法。开挖工作面距离煤层较远时，可采用物探初步判断前方 100m~150m 内可能存在的较大煤层异常情况 & 岩体的完整状况；临近煤层 30m 以内时，煤层瓦斯预测预报应以超前钻孔为主。

6.3.4 以电法为基础的物探方法不宜用于过煤系地层的瓦斯隧道超前地质预报。

6.3.5 瓦斯地层地段（过煤层、采空区）的超前钻孔设计应符合下列规定：

- a) 初次发现施工工区存在瓦斯时，应在开挖掌子面上布设不少于 3 个超前钻孔连续对后续瓦斯地层地段进行超前地质预报，初探煤层位置；
- b) 初探煤层超前钻位置可布设在开挖断面中上部和两侧拱脚附近，钻孔直径不宜小于 76mm，钻孔深度不宜小于 50m，前后两循环钻孔搭接长度不宜小于 15m。

6.3.6 进行突出危险性预测时，超前探孔设计应符合以下规定：

- a) 接近煤层前，在距煤层最小法向距离 $\geq 20\text{m}$ 处的开挖工作面进行超前探孔，探孔数量不应少于 3 个，且至少有 1 个钻孔需要取芯；
- b) 每个探孔均宜穿透煤层并进入顶（底）板不小于 0.5m，钻孔直径不宜小于 76mm。当探孔不能一次穿透煤层全厚时，应当保证探孔末端至少超前工作面 20m；
- c) 当超前探孔兼作预测钻孔时应测定煤层瓦斯压力或含量等参数；
- 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，按各探孔见煤、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，标定煤层位置，并分析煤层顶、底板岩性及地质构造。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 瓦斯隧道开工前，施工单位应熟悉、核对勘察设计文件，对包括瓦斯灾害防治等在内的问题进行归类，以书面形式报送监理、设计、业主等单位。

7.1.2 瓦斯隧道施工前，施工单位应开展瓦斯地质相关的专项施工调查工作，编写调查报告。当与勘察设计文件不符时，应报送业主、设计、监理等单位核对。

7.1.3 瓦斯工区开工前，应进行瓦斯隧道施工安全专项设计的编制、评审、审批和备案。

7.1.4 瓦斯工区内使用的各种电气设备、作业机械、电力和通信系统，应根据瓦斯工区类别要求进行专门设计、安装、试运行、验收，合格后投入使用。

7.1.5 参建单位应配置满足瓦斯工区安全施工与瓦斯安全防护要求的相关人员。

7.2 准备

7.2.1 专项方案

7.2.1.1 瓦斯隧道施工安全专项设计应包括：

- a) 隧道瓦斯情况综合分析与评价；
- b) 安全生产管理机构的设置及安全培训计划；
- c) 与瓦斯工区等级匹配的作业机械配置及防爆要求；
- d) 与瓦斯工区等级匹配的电气设备配置与供配电系统设计；
- e) 满足瓦斯稀释、通风距离和作业环境等要求的通风系统设计与管理；
- f) 高瓦斯工区或瓦斯突出工区瓦斯安全监测监控系统配置与瓦斯日常管理；
- g) 瓦斯地层段钻爆法开挖设计及安全施工作业；
- h) 瓦斯地层段超前地质预报与探煤设计；

- i) 针对瓦斯突出煤层的揭煤防突设计;
- j) 采空区或采矿巷道的充填加固和防排水治理 (如有);
- k) 施工安全管理要求;
- l) 事故预防与应急救援预案等。

7.2.1.2 瓦斯工区施工安全专项设计, 应通过有安全生产监督管理部门参加的专家评审, 经审批后备案。完成施工准备工作, 方可申请开工报告。

7.2.1.3 施工单位应将审查通过的瓦斯隧道施工安全专项设计纳入实施性施工组织设计。施工组织设计中应加强以下内容:

- a) 与瓦斯工区等级相适应的电气设备和作业机械选型和配套、劳动力配备、材料供应计划等;
- b) 综合考虑瓦斯超前探测、揭煤防突、瓦斯排放及设备工效降低、窝工等影响因素制定施工进度计划。

7.2.1.4 瓦斯工区施工应编制施工阶段安全风险评估报告, 制定风险控制措施, 动态进行瓦斯风险管理。

7.2.1.5 监理单位应根据隧道瓦斯专项勘察报告、瓦斯隧道专项设计和瓦斯隧道施工安全专项设计等文件, 制定瓦斯安全防治专项监理大纲和细则, 明确瓦斯安全监理工作重点。

7.2.2 人员

7.2.2.1 配置

- a) 施工单位应配置人员: 配置项目经理、技术负责人、副经理、安全负责人及安全管理人员、工程技术负责人及技术人员、班组长、瓦检员、爆破员、通风管理员、电工等进洞作业人员。
- b) 监理单位应配置总监理工程师、副总监理工程师 (分管安全)、总工程师、隧道主管工程师; 现场高级驻地监理工程师、副高级驻地监理工程师、隧道专业监理工程师、安全监理工程师、监理员等进洞人员。
- c) 业主单位管理人员、设计单位设计代表、超前预报作业人员、监控量测作业人员等进洞人员。

7.2.2.2 培训

- a) 瓦斯工区开工前, 应组织相关人员有计划进行瓦斯隧道施工专项安全培训, 并经考核合格后上岗。
- b) 瓦检员、爆破员、电工、焊工等特种作业人员, 应有资质的单位培训, 考核合格方可持证上岗。
- c) 瓦斯隧道施工前的安全培训内容包括: 有关防治瓦斯灾害知识、瓦斯隧道安全施工技术及技术交底、特殊材料、设备使用、维护与管理、瓦斯灾害的预防、处置和抢险等。
- d) 瓦斯工区开工前及施工过程中的人员安全培训, 应按《安全生产培训管理办法》和《煤矿安全培训规定》执行。

7.2.3 材料与设备

7.2.3.1 材料

- a) 依据喷射混凝土和衬砌混凝土的瓦斯防渗等级设计要求, 进行喷射混凝土和衬砌混凝土的配合比设计和试验。
- b) 根据瓦斯隔离板的防气体渗透、防水性能及规格要求, 进行相关检测和试验。
- c) 按计划配备进洞作业人员安全防护用品、应急救援物资和消防设施等。

7.2.3.2 设备

- a) 配置与瓦斯工区等级相符合并经检定合格的瓦斯检测、测风仪器仪表或瓦斯自动监测与报警系统。
- b) 配置双电源供电系统或备用发电机组。

- c) 根据瓦斯工区类别和瓦斯工区通风专项设计, 配置主风机和备用风机, 设两路电源, 装设风电闭锁、瓦电闭锁装置, 风机性能满足设计要求。
- d) 衬砌模板台车应优化台车支撑体系, 减小回风阻力, 并提供通风风管平顺通过空间。模板台车加工完毕, 应按程序报监理验收。

7.3 电气设备与作业机械

7.3.1 配置

7.3.1.1 瓦斯工区的电气设备和作业机械应按以下规定配置和使用:

- a) 微瓦斯工区的电气设备和作业机械可使用非防爆型;
- b) 低瓦斯工区的电气设备应使用矿用一般型, 作业机械可使用非防爆型;
- c) 高瓦斯工区、瓦斯突出工区的电气设备和非行走式作业机械应使用矿用防爆型, 行走式作业机械可使用非防爆型, 但应进行主动防爆改装;
- d) 瓦斯突出工区进行超前探测、突出危险性预测、采取防突措施及防突措施效果检验过程中, 禁止其它与防突工作无关的任何作业;
- e) 瓦斯工区非防爆型行走式作业机械应在瓦斯浓度低于 0.5% 以下时方可使用。瓦斯浓度大于 0.5% 时应采取加强通风等措施;
- f) 采用风机进洞的巷道式通风时, 新鲜风流区段的电气设备和作业机械可使用非防爆型。

7.3.1.2 瓦斯工区内使用的普通型电气测量仪器仪表, 应在瓦斯浓度 0.5% 以下的地点使用, 瓦检员应跟班作业, 随时检测瓦斯浓度。瓦斯浓度大于 0.5% 时应采取加强通风等措施。

7.3.1.3 高瓦斯工区和瓦斯突出工区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。当受条件限制时, 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、照明和自动监控系统等一级负荷供电。

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

- a) 高压不超过 10000V;
- b) 低压不超过 1140V;
- c) 照明、信号、电话和手持式电气设备的供电额定电压, 在微瓦斯、低瓦斯工区不应大于 220V, 在高瓦斯、瓦斯突出工区不超过 127V;
- d) 远距离控制线路的额定电压不超过 36V。

7.3.1.5 低瓦斯以上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工区内设备供电。

7.3.1.6 防爆电气设备或改装作业机械进入瓦斯工区安装或使用前, 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。应定期检查电气设备的安全性能。

7.3.2 电缆防爆

7.3.2.1 瓦斯工区内电缆的选用应符合下列规定:

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

7.3.2.2 瓦斯工区内高压电缆的选用应符合下列规定:

- a) 固定敷设的高压电缆应符合以下要求:
 - 1) 在竖井或倾角为 45° 及其以上斜井内, 应采用聚氯乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆、交联聚乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆;
 - 2) 在隧道、平行导坑或倾角 45° 以下的斜井内, 应采用聚氯乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆、交联聚乙烯钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆。
- b) 非固定敷设的高压电缆, 采用的橡套软电缆应符合 MT 818.1 的规定。

7.3.2.3 瓦斯工区内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, 应采用 MVV (矿用聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套) 铠装、非铠电缆或对应电压等级的移动橡套软电缆;

b) 非固定敷设的低压电缆，采用的橡套软电缆应符合 MT 818.1 规定。移动式 and 手持式电气设备

应使用专用阻燃橡套电缆；

c) 开挖面的电缆严禁采用铝芯，应采用铜芯橡套软电缆。

d) 固定敷设的照明、通信、信号和控制用的电缆，应采用铠装或非铠装通信电缆、橡套电缆或 MVV 型塑力缆（塑料绝缘电力电缆）。

7.3.2.4 瓦斯工区内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 6m，在正洞、平行导坑或斜井内不应大于 3m；

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，应敷设在管子的上方，其间距应大于 0.3m；

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 0.3m 以外的地方。在正洞或平行导坑内，应敷设在电力电缆上方 0.1m 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 0.1m。高压与高压、低压与低压电缆间的距离不应小于 0.05m。

7.3.2.5 瓦斯工区内电缆的连接应符合下列要求：

a) 电缆连接使用的接线器和接线盒应采用防爆型；

b) 电缆与电气设备的连接，应使用与电气设备性能相符的接线盒；电缆芯线应使用齿形压线板或线鼻子与电气设备连接；

c) 不同型电缆之间严禁直接连接，应经过符合要求的接线盒、连接器或母线盒进行连接；

d) 同型电缆之间直接连接时应遵守下列规定：

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。热补或冷补后的橡套电缆，应经浸水耐压试验，合格后方可进洞使用；

2) 塑料电缆连接处的机械强度及电气、防潮密封、老化等性能，应符合该型电缆的技术标准要求。

7.3.3 电气设备防爆

7.3.3.1 瓦斯工区电气设备的配置，应按不同施工阶段分别编制临时供电系统图、电气设备布置图和电力、电话、信号等线路敷设图。图中应注明：

a) 电动机、变压器、配电设备、信号装置、通信装置等装设地点；

b) 每一设备的型号、容量、电压、电流种类及其它技术性能；

c) 馈出线的短路、过负荷保护的整定值，熔断器熔体的额定电流值以及被保护干线和支线最远点两相短路电流值；

d) 线路电缆的用途、型号、电压、截面和长度；

e) 保护接地装置的安设地点等。

7.3.3.2 电气设备均不应大于额定值运行。

7.3.3.3 瓦斯工区内严禁使用油浸式低压电气设备（油断路器、带油的起动器和一次线圈为低压的油浸变压器）。

7.3.3.4 瓦斯工区内高压电网应采取措施限制单相接地电容电流不超过 20A。

7.3.3.5 瓦斯工区洞外地面变电所高压馈电线上，应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，应装设有选择性的动作于跳闸的单相接地保护装置。当发生单向接地时，应立即切断电源。洞内低压馈电线上，应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。

7.3.3.6 向瓦斯工区内供电的高、低压馈电线上严禁装设自动重合闸装置。手动合闸时，应事先同工区内联系，在接到送电指令后方可人工合闸供电。

7.3.3.7 瓦斯工区内低压馈电线路应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应装设漏电保护开关，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应采用防爆型。

7.3.3.8 瓦斯工区内电压在 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，铠装电缆的钢带（或钢丝）、屏蔽护套等应进行保护接地。洞内电气设备等的保护接地应符合以下规定：

- a) 瓦斯工区内电气设备严禁接零，保护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 2Ω 。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 1Ω ；
- 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 0.75m^2 、厚度不得小于 5mm；
- 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 50mm^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 25mm^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。

7.3.3.9 应防止雷电引起瓦斯工区内瓦斯爆炸，并遵守下列规定：

- a) 由地面架空线路引入瓦斯工区内的供电线路（动力电缆、照明电缆、瓦斯监控信号电缆、通信电缆等），应在隧道洞口处装设避雷装置；
- b) 由地面直接进入瓦斯工区内的轨道和露天架空引入（出）的风、水等管路，应在隧道洞口处将金属体进行不少于 2 处的集中接地。
- c) 通信线路应在隧道洞口处装设熔断器和避雷装置。

7.3.3.10 洞内照明供电与照明灯具的选用，应符合下列规定：

- a) 供电应采用分路分供法，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、防水板铺设和衬砌施工等作业平台处及未施做衬砌地段的移动照明，均采用具有短路、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），将 380V/220V 电压降为 127V（潮湿等特定条件 36V），用分支专用电缆、防爆接线盒接入防爆照明灯具；
- d) 固定照明灯具应符合下列要求：
 - 1) 采用压入式通风时，已衬砌地段的固定照明灯具，可采用 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，应采用 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可采用 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，应采用 Exd I 型矿用防爆照明灯。
- e) 移动照明灯具应符合下列要求：
 - 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、防水板铺设及衬砌浇筑等工序作业照明亮度要求较高处，配置移动隔爆型投光灯。

7.3.3.11 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，应加装护罩或遮栏等防护设施。

7.3.3.12 瓦斯工区内使用的局部通风机和开挖工作面附近使用的电气设备，应同时装设风电闭锁和瓦电闭锁装置。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。

7.3.4 作业机械防爆

7.3.4.1 瓦斯工区内作业机械应使用蓄电池电机车或柴油机车，严禁使用汽油机车。

7.3.4.2 瓦斯工区作业机械严禁在停风或瓦斯超限的作业区段进行作业。

7.3.4.3 微瓦斯、低瓦斯工区的作业机械可使用非防爆型，并应配置便携式甲烷检测报警仪，加强通风、瓦斯检测及施工安全管理。当瓦斯浓度超过 0.5% 时，应停止机车运行。

7.3.4.4 高瓦斯、瓦斯突出工区的行走式作业机械，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 O），适时监测机车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，控制机车熄火。作业环境中瓦斯浓度降至 0.5% 以下，装置解除锁定，可重新启动机车。

7.4 开挖

7.4.1 一般规定

7.4.1.1 瓦斯工区施工阶段应通过瓦斯超前预测预报、瓦斯浓度和风速、风量测定、瓦斯动力现象观察、瓦斯突出危险性预测等工作进行瓦斯工区等级验证，并根据验证的瓦斯工区等级动态调整施工组织。

7.4.1.2 瓦斯工区钻爆作业前应进行专项爆破设计，并根据实际爆破效果及时调整爆破设计参数。

7.4.1.3 瓦斯工区开挖工作面不宜在煤层段贯通，宜选择地质条件较好位置。隧道在瓦斯地层地段贯通时，两端施工应加强联系，统一指挥。当两开挖面间距离 50m 时，应改为单向开挖，并按规定落实瓦斯检测、风流调整等安全措施，直到贯通为止。

7.4.1.4 隧道过具有自燃倾向性煤层时，洞内及弃渣场均应采取综合预防煤层自燃发火的安全技术措施；弃渣处置应符合环境保护和水土保持的有关规定。

7.4.1.5 瓦斯隧道穿越采空区地段，组织施工应按设计文件及 JTG/T D31 的规定。

7.4.1.6 监理单位应按规定对瓦斯工区使用的爆破器材、爆破网络和连线、炮眼堵塞长度、工作面附近瓦斯浓度、风速与风量、控制爆破效果等是否符合规定要求进行检查和监督。

7.4.2 洞身开挖

7.4.2.1 瓦斯工区钻爆作业，除应符合 JTG F3360 有关规定外，还应满足本文件规定。

7.4.2.2 瓦斯工区钻爆作业应执行“一炮三检制”和“三人联锁放炮制”。在装药前、放炮前、放炮后，放炮员、专职瓦检员、安全员应同时检查开挖工作面附近 20m 范围内的瓦斯浓度，并填写一炮三检记录表（见附录 P）。

7.4.2.3 隧道穿越非瓦斯地层、微瓦斯地层地段的爆破器材可采用常规爆破器材。

7.4.2.4 隧道穿越低瓦斯地层、高瓦斯地层及瓦斯突出地层地段使用的爆破器材应符合下列规定：

a) 炸药使用应满足以下要求：

- 1) 低瓦斯工区内开挖工作面应使用安全等级不低于二级煤矿许用乳化炸药；
- 2) 高瓦斯工区、煤与瓦斯突出工区开挖工作面应使用安全等级不低于三级的煤矿许用乳化炸药；
- 3) 同一工作面不得使用两种不同品种的炸药，严禁使用黑火药和冻结或半冻结的硝化甘油类炸药。

b) 雷管使用应满足以下要求：

- 1) 应使用煤矿许用瞬发电雷管或煤矿许用毫秒延期电雷管，严禁使用秒及半秒级电雷管，严禁使用火雷管；
- 2) 选用煤矿许用毫秒延期电雷管时，最后一段延期时间不得超过 130ms，不可跳段使用；
- 3) 电雷管发放出库前，应用电雷管检测仪逐个测定其电阻，排除断电、电阻过大或过小的电雷管，电阻差应 $\leq 0.25\Omega$ ，并将脚线扭结短路。严禁发放电阻不合格的电雷管；
- 4) 不同厂家生产的或不同品种的电雷管，不得混合使用。

c) 起爆器使用应满足以下要求：

- 1) 应采用电力起爆；
- 2) 应选用防爆型起爆器作为起爆电源；
- 3) 一个开挖工作面不得同时使用两台以上起爆器起爆。

d) 起爆母线使用应满足以下要求：

- 1) 采用具有良好绝缘和柔顺性的铜芯电缆，严禁用裸线或铝线芯代替。
- 2) 母线应采用单回路。

7.4.2.5 瓦斯工区钻孔作业应遵守下列规定：

- a) 开挖工作面附近 20m 风流中瓦斯浓度应小于 1%；
- b) 应采用湿式钻孔；
- c) 炮眼深度不应小于 0.6m；炮眼最大抵抗线不得小于 0.3m；
- d) 移挪钻机时，应切断电源进行，严禁带电作业。

7.4.2.6 瓦斯工区装药和爆破作业应严格遵守下列规定：

- a) 爆破地点 20m 内，风流中瓦斯浓度应小于 0.5%；
- b) 爆破地点 20m 内，各类施工机具设备、碎石、煤碴、材料等堵塞开挖断面不得大于 1/3；
- c) 开挖工作面风量足、风向稳定，局部通风机无循环风；
- d) 炮孔内无异状、无明显瓦斯逸出、煤岩松动等现象；
- e) 装药前，应首先清除炮眼内的煤粉或岩粉，再用木质或竹炮棍将药卷轻轻推入，不得冲撞或捣实。炮眼内的各药卷应彼此密接。有水的炮眼，应使用抗水型炸药；
- f) 装药后，应把电雷管脚线悬空，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；
- g) 装配起爆药卷，电雷管应由药卷顶部装入，严禁用电雷管代替竹、木棍扎眼。电雷管应全部插入药卷内。严禁将电雷管斜插在药卷中部或捆在药卷上。电雷管插入药卷后，应用脚线将药卷缠住，并将电雷管脚线扭结成短路；
- h) 只准采用绝缘母线单回路放炮，严禁用轨道、金属管、水或大地当作回路；
- i) 严禁裸露爆破，炮眼应采用规定长度的炮泥封严，无封泥、封泥不足或不实的炮眼严禁爆破。

7.4.2.7 瓦斯工区炮眼封泥应采用水炮泥（水袋），水炮泥外剩余的炮眼部分应用机制粘土炮泥填塞封实，严禁用煤粉、块状材料或其它可燃性材料作炮泥。炮眼深度和炮眼的封泥长度应符合下列要求：

- a) 炮眼深度为 0.6m~1.0m 时，封泥长度不得小于炮眼深度的 1/2；
- b) 炮眼深度在 1.0m 时，封泥长度不得小于 0.5m；
- c) 炮孔深度超过 2.5m 时，封泥长度不应小于 1.0m；
- d) 光面爆破周边眼采用空气柱装药结构时，应用炮泥封实，且封泥长度不得小于 0.3m。

7.4.2.8 炮眼装药时，应依次装入座底泥或水炮泥、炸药、水炮泥和封口泥。为防止炮眼空余部分积聚瓦斯，炮眼剩余部分应用炮泥全部封满。无封泥、封泥不足或不实的炮眼严禁起爆。采用正向连续装药结构时，雷管以外不得装药卷。

7.4.2.9 爆破网路和连线，应符合下列要求：

- a) 应采用串联连接方式。放炮母线、连接线和雷管脚线之间的所有连接接头应相互扭结牢固，不得虚接，明线部分应包覆绝缘层并悬空。放炮母线严禁使用裸线，不得有明接头；
- b) 爆破母线与电缆、电线、信号线应分别挂在隧道的两侧。若挂在同一侧时，母线应挂在电缆下方，并应保持 0.3m 以上的悬挂距离；
- c) 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。母线长度应大于规定的爆破安全距离；
- d) 应采用绝缘母线单回路爆破；
- e) 严禁将瞬发电雷管与毫秒电雷管在同一串联网路中使用；
- f) 爆破前，放炮母线拉至规定放炮地点后，爆破工应用电爆网路全电阻测试仪检查电爆网路的全电阻值。

7.4.2.10 微瓦斯工区和低瓦斯工区每次爆破至少通风 15min、高瓦斯工区和瓦斯突出工区每次爆破至少通风 30min 后，应由瓦检员、放炮员、安全员一同进入工作面进行验炮工作，检查通风、瓦斯、煤尘、瞎炮、残炮等情况，遇到问题应立即处理。在确认瓦斯浓度小于 1%，二氧化碳浓度小于 1.5%后，方可由瓦检员通知电工送电，方可允许施工人员进入工区开挖工作面作业。

7.4.2.11 瓦斯工区开挖爆破应采用控制爆破技术，严格控制超欠挖。当围岩软弱时，宜采用机械法开挖作业。

7.4.2.12 隧底仰拱开挖深度和开挖轮廓应符合设计要求。仰拱施工前应清除虚碴、杂物和积水。

7.4.2.13 瓦斯工区隧道爆破应采用远距离放炮，工区内应停电、撤人。

7.5 通风

7.5.1 一般规定

7.5.1.1 加强通风防止瓦斯积聚、避免瓦斯浓度超限、预防瓦斯事故发生的重要技术措施。瓦斯隧道施工前应编制通风专项方案，并按程序进行评审和报批后实施。

7.5.1.2 瓦斯工区应实施连续通风，加强通风管理，将测风和通风管理作为瓦斯防治的独立工序。

7.5.1.3 瓦斯隧道应编制全隧道和各工区的施工通风设计。各工区贯通前、后要考虑风流调整和防爆安全措施。

7.5.1.4 施工单位应设置专职通风管理员，配置经检定合格的测风仪表，负责通风系统的安装、维护及测风工作，测定气象参数、风速、风量等参数。

7.5.1.5 施工单位应按程序要求对测风工作自查，并报监理单位备案和检查。每班自查内容应包括：

- a) 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、转弯处是否安设钢性弯头且弯度平缓、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。

7.5.1.6 监理单位应建立瓦斯隧道通风监督管理制度，设置专职通风监理工程师和监理员，对通风系统运行状况随时进行监督和检查，每 10 天组织 1 次全面测风平行检验（参考附录 J）。

7.5.2 通风要求

7.5.2.1 瓦斯隧道施工应采用机械通风。施工通风方式的选择应进行方案比选，根据瓦斯涌出量、通风长度及隧道断面等条件，可选择压入式、混合式、巷道式或斜（竖）井通风。

7.5.2.2 采用斜（竖）井通风方案时应进行专项设计。采用单斜（竖）井辅助施工通道进行正洞施工时，可采用压入式通风。采用双斜井辅助施工通道进行正洞施工时，应进行压入式与巷道式通风方案的比选，根据气候、通风长度动态调整。

7.5.2.3 瓦斯工区所需风量，应按照爆破排烟、同时工作的最多人数、作业机械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。根据式（1）按瓦斯绝对涌出量计算风量时，应将洞内各处的瓦斯浓度稀释到 0.5% 以下。

$$Q_{req(CH_4)} = \frac{60 Q_{CH_4} \cdot \alpha}{B_g} \dots\dots\dots (1)$$

式中，

$Q_{req(CH_4)}$ ——稀释瓦斯所需风量，单位：立方米每分钟（ m^3/min ）；

α ——瓦斯涌出的不均衡系数，1.5~2.0；

B_g ——瓦斯工区内瓦斯浓度安全控制值，0.5%；

Q_{CH_4} ——瓦斯工区内单位时间瓦斯涌出量，单位：立方米每秒（ m^3/s ）。

7.5.2.4 瓦斯工区应建立测风制度，并遵守以下规定：

- a) 每 10 天进行 1 次全面测风；
- b) 全面测风由通风管理员和瓦检员相互合作，共同完成；
- c) 通风方式改变或延长压入式风管后，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。

7.5.2.5 对瓦斯易于积聚处，应实施局部通风，风速不宜小于 1m/s。全隧道最低风速不小于 0.25m/s。

7.5.2.6 对瓦斯易积聚的空间、衬砌模板台车附近、防水板背后及瓦斯溢出点等区域，应采用空气引射器、气动风机、局部通风机等设备或从主风管引出分支风管，实施局部通风的方法，消除瓦斯积聚。

7.5.2.7 瓦斯工区各开挖工作面应采用独立通风，严禁两个开挖工作面之间串连通风。

7.5.2.8 微瓦斯工区和低瓦斯工区放炮后应至少通风 15min，高瓦斯工区和瓦斯突出工区放炮后应至少通风 30min，再由瓦检员、放炮员、安全员进洞巡视检测。当按规定时间不能将瓦斯浓度

稀释到 0.5% 以下时，应提高风速、增大风量、延长通风时间或采取钻孔排放等措施，经检测有效后，方可恢复施工。

7.5.2.9 瓦斯工区施工期间，因检修、停电等原因停风时，应撤出人员，切断工区电源，并制定恢复通风、排除瓦斯和送电的安全措施。恢复洞内通风和供电前，应遵循“先通风、后瓦检、再送电”的原则，并按下列程序执行：

- a) 分级启动主风机通风 15min~30min 后，由瓦检员、通风管理员、安全员进洞检测瓦斯浓度，当停风区瓦斯浓度超过 1% 时，继续加强通风，稀释瓦斯；
- b) 经检测证实停风区瓦斯浓度不超过 1% 时，通知专职电工恢复停风区电气设备供电；
- c) 当检测确认停风区瓦斯浓度不超过 1%，且局部通风机及其开关附近 10m 以内风流中瓦斯浓度均不超过 0.5% 时，方可由专职通风管理员启动局部通风机。

7.5.2.10 瓦斯工区对向掘进工作面相距 50m 前，应停止并封闭一个掘进工作面，改为单向掘进，但两个开挖工作面均不得停风，并做好风流调整的准备工作。当两个对向掘进工作面风流中瓦斯浓度低于 1% 时，方可采用钻爆法贯通。贯通后，应调整通风系统，检测瓦斯浓度，待风流稳定且两端瓦斯浓度低于 0.5% 后，方可恢复施工。

7.5.2.11 特长公路瓦斯隧道采用巷道式通风时，除用作回风的横通道外，其它不用的横通道应及时封闭（设为避难硐室的除外）。留作运输用的横通道应设两道双向风门，防止风流短路。

7.5.2.12 专职通风管理员、通风监理工程师和监理员应配备经检定合格的气象参数测定仪、风速测定仪等通风安全检测仪表。

7.5.3 通风设备

7.5.3.1 压入式通风机应装设在距洞口 20m 洞外或洞内新鲜风流中，避免污风循环。

7.5.3.2 瓦斯工区的主要通风机应设两路电源，并装设风电闭锁装置。当一路电源停止供电时，另一路应在 10 min 内接通，保证风机正常运转。

7.5.3.3 瓦斯工区应安装 2 套同等能力的主要通风机，其中一套作备用，并保持良好的使用状态。备用通风机应能在 10min 内启动。

7.5.3.4 瓦斯工区内使用的局部通风机、射流风机均应采用矿用防爆型，均应实行三专（专用变压器、专用开关、专用线路）供电、风电闭锁和瓦电闭锁。

7.5.3.5 瓦斯工区应采用抗静电、阻燃的大直径风管。风管口到开挖工作面的距离应小于 5 m，风管安装应平顺，接头严密，百米漏风率不应大于 2%。

7.5.3.6 通风机安装后，应按程序要求报监理进行验收，确认其符合设计要求后投入使用。风机应由专职风机操作人员负责管理和开启。

7.6 瓦斯检测与监测

7.6.1 一般规定

7.6.1.1 瓦斯工区应采用瓦斯浓度、风速/风量双指标进行安全施工组织管理。

7.6.1.2 微瓦斯工区可采用人工检测的方式，低瓦斯工区宜采用自动监测系统与人工检测相结合的方式，高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区应采用自动监测系统与人工检测相结合的方式。瓦斯工区独头掘进长度大于 1000m，应采用自动监测系统与人工检测相结合的方式。

7.6.1.3 施工单位应建立瓦斯检测制度和专门机构，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。

7.6.1.4 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，应送有资质的临近煤矿或当地煤炭部门进行校正。按检定计划定期检验，做好送检记录。

7.6.1.5 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。

7.6.1.6 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) 现场瓦斯循环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。

7.6.1.7 监理单位应设置专职瓦斯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。

7.6.1.8 开展瓦斯检测或瓦斯等级评定的第三方单位，应具备有效资质资格。

7.6.2 瓦斯人工检测

7.6.2.1 瓦斯监理员、专职瓦检员和其它作业人员进入瓦斯工区携带的瓦斯检测仪器、仪表应符合下列规定：

- a) 专职瓦斯监理员、瓦检员应配备光干涉式甲烷测定器。非瓦斯工区、微瓦斯工区、低瓦斯工区配备低浓度光干涉式甲烷测定器。高瓦斯工区、瓦斯突出工区除配备低浓度光干涉式甲烷测定器外，尚应配备光干涉式高浓度甲烷测定器。当地层富含 H_2S 、 CO 、 N_2 等有害气体时，还应配备相应的多气体测定器；
- b) 洞内工程技术人员、施工班组长、专职电工等主要管理人员配备便携式甲烷检测仪。

7.6.2.2 专职瓦检员应严格执行瓦斯巡检制度，按时到岗，跟班作业，不得擅自离岗空班、漏检和假检，根据瓦斯巡检图规定路线和频率进行瓦斯巡检工作。每次检查结果应记入瓦斯检测日报表和瓦斯记录牌。测定甲烷浓度应重点在隧道风流的上部，测定二氧化碳浓度应重点在风流下部。无作业台架处应配置辅助工具。巡检地点应包括：

- a) 瓦斯工区内各工作面（掌子面超前探测钻孔、掌子面开挖、掌子面初期支护、仰拱开挖、仰拱混凝土施工、防水板挂设、衬砌立模、衬砌混凝土灌注、隧道防堵水治理等）。每个断面应采用四点法或六点法检测瓦斯，取平均值作为该断面瓦斯浓度。检测点距离周边轮廓 20cm；
- b) 瓦斯可能产生积聚的地点（二衬台车部位、防水板背后、加宽带、加宽带、联络通道及预留洞室上部、塌腔内、局部超挖具有明显凹陷的地点等）；
- c) 瓦斯工区内可能产生火源的地点（电机附近、变压器、电气开关附近、电缆接头的地点）。
- d) 瓦斯可能渗出或异常涌出的地点（地质破碎地带、地质变化地带、煤线地带、裂隙发育的砂岩、泥岩及页岩地带及其它瓦斯异常涌出点）；
- e) 被批准允许洞内电气焊接作业地点、内燃机具、电气开关、电机附近 20m 范围内；
- f) 爆破地点附近 20m 范围内风流中。
- g) 其它通风死角处。

7.6.2.3 瓦斯人工巡检频率应符合下列规定：

- a) 正常情况下微瓦斯工区、低瓦斯工区日常巡检频率每班应不少于 2 次。高瓦斯工区、瓦斯突出工区日常巡检频率每班应不少于 3 次。测定完毕，及时填报瓦斯巡检表，并按程序报送巡检结果。
- b) 高瓦斯工区、瓦斯突出工区的开挖工作面及瓦斯涌出量较大、变化异常区域时，应固定专人随时检测瓦斯。
- c) 以下作业环节，瓦检员应跟班作业，随时检测瓦斯：
 - 1) 瓦斯工区钻爆作业（钻眼、装药、放炮前、放炮后）时；
 - 2) 瓦斯超前探测钻孔、焊接动火、塌腔及采空区处治等作业时。

7.6.2.4 瓦斯浓度大于 0.5% 时，严禁瓦斯工区内一切动火作业。对于瓦斯突出工区，在未消除瓦斯突出危险期内，严禁瓦斯工区内一切动火作业。瓦斯工区经审批进行焊接等动火作业时，瓦检员应跟班作业，随时检测动火点前后 20m 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。

7.6.2.5 瓦斯工区停风或停电，恢复送电和启动洞内风机前，瓦检员应按 7.5.1.5 规定加强瓦斯检测。

7.6.2.6 瓦斯工区开挖工作面作业过程中，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。

7.6.2.7 瓦斯工区瓦检员应严格洞内交接班制度，并应在岗位上进行现场交接班，交清工区内瓦斯异常涌出变化、煤层赋存变化、是否存在瓦斯突出预兆现象、各种电气设备、局部通风机和作业机械等状态；瓦检员交接班时应在交接手册上互相签字，做到有据可查。

7.6.3 自动监控系统

7.6.3.1 高瓦斯工区、瓦斯突出工区应采用人工检测与自动监测相结合的方式，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 K。

7.6.3.2 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。

7.6.3.3 瓦斯自动监控系统应具备甲烷断电仪和甲烷风电闭锁装置的全部功能，应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、瓦斯、电闭锁和声光报警。瓦斯浓度达到报警值时，传感器应发出声、光报警信号、断电仪发出光报警信号，计算机发出声音报警信号。瓦斯浓度超过断电值时，断电仪可自动切断超限区的电源，而自动检测系统仍正常工作。

7.6.3.4 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 20~30m 回风流处、衬砌模板台车作业面及已完成衬砌距离洞口 50m 处回风流中四个地点，且应悬挂在拱顶下 20cm 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。

7.6.3.5 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，熟悉微机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 P）。值班人员严禁擅离职守、脱岗离岗。

7.6.3.6 严禁任何人随意更改甲烷等气体传感器的预设参数，发现各类传感器数据显示异常时，应及时上报项目技术负责人，对监控系统进行校核、检验，并采取处理措施。

7.6.3.7 每班人工瓦斯检测结果应及时上交瓦斯监控中心，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。

7.7 支护与衬砌

7.7.1 气密性喷射混凝土和衬砌混凝土拌合用水泥、细骨料、粗骨料及外加剂等材料的质量、规格与性能指标应符合现行有关规范规定和设计要求。

7.7.2 气密性混凝土配合比，应通过试验确定并满足设计强度、气密性及施工工艺要求。

7.7.3 瓦斯工区应加强超前支护和超前预加固，防止塌方引发瓦斯事故；锚喷支护应紧跟开挖及时施作，尽快封闭围岩，减少瓦斯溢出。

7.7.4 超挖部分应回填密实；严重超挖部位应在初期支护上预留注浆管，初期支护封闭后及时注浆回填。

7.7.5 喷射混凝土的厚度和表明平整度应满足设计与施工规范要求，表面应密实、平整，无凹陷、空鼓、脱落、裂缝、漏喷和露筋等现象，避免瓦斯溢出和局部积聚。

7.7.6 环向钢架节段之间应采用螺栓连接，相邻两榀钢架之间纵向连接筋宜用螺栓或预焊在钢架上的套管连接。当采用焊接作业时，动火要求应符合 7.6.2.4 的规定。

7.7.7 隧道衬砌环向受力钢筋接头宜采用冷挤压套筒机械连接方式，接头性能应符合强度和变形要求；其它钢筋可采用绑扎搭接。当采用焊接作业时，动火要求应符合 7.6.2.4 的规定。

7.7.8 防水卷材应采用无钉铺设工艺，搭接宜采用冷粘法，其纵向和横向搭接尺寸均不小于 100mm。当采用热熔焊接工艺时，应符合 6.2.4 条款的动火要求。

7.7.8 瓦斯工区应严格控制防水板铺设长度，并及时施作衬砌，避免瓦斯积聚在防水板背后。

7.7.10 瓦斯工区衬砌距掌子面的距离应根据监控量测反馈信息确定，不宜大于 50m。

7.7.11 隧道衬砌施工时拱顶部位应预留注浆孔，衬砌完成后及时压浆回填拱部空洞，封闭瓦斯。

7.7.12 隧道衬砌的施工缝和变形缝应按设计要求做好防瓦斯渗透处理。

7.8 揭煤防突

7.8.1 一般规定

- a) 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。

b) 揭穿突出煤层前，施工单位应依据施工图编制揭煤专项防突设计，制定工作面突出危险性预测、工作面防治突出措施、工作面防突措施效果检验、安全防护措施的综合防突措施，并按程序要求上报监理、建设单位批准后，严格按“四位一体”综合防突措施要求实施。揭煤防突工作流程见图 2。

7.8.2 突出煤层探测

7.8.2.1 在具有煤与瓦斯突出危险性的地层中施工时，应及时进行隧道工作面地质素描，加强地质分析和预测预报工作。

7.8.2.2 揭穿突出煤层前，应对设计标示的突出煤层进行超前探测，准确控制煤层层位，掌握其赋存位置和形态。

7.8.2.3 突出煤层超前探孔应符合下列规定：

- a) 在距煤层最小法向距离 15m~20m 处的开挖工作面打设 1 个超前探孔，初探煤层位置；
- b) 在距初探煤层最小法向距离 10m（地质构造复杂、岩体破碎的区域，应适当加大最小法向距离）处的开挖工作面上，打设 3 个以上的穿透煤层全厚的超前取芯探孔，分别探测开挖工作面前方上部及左、右部位煤层位置；
- c) 详细记录岩芯资料。按各孔见煤、出煤点确切计算煤层厚度、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；
- d) 收集并掌握探孔施工过程中的瓦斯动力现象；
- e) 各探孔施工过程应满足下列条件：
 - 1) 每个探孔应穿透煤层（或煤组）全厚并进入顶（底）板不小于 0.5m；
 - 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 76mm；
 - 4) 观察孔内排出的冲洗液、煤屑变化情况，并做好记录。
- f) 当需要测定瓦斯压力、瓦斯含量等参数，超前取芯探孔可用作测定钻孔。若二者不能共用时，则测定钻孔应布置在工作面各钻孔见煤点间距最大的位置。

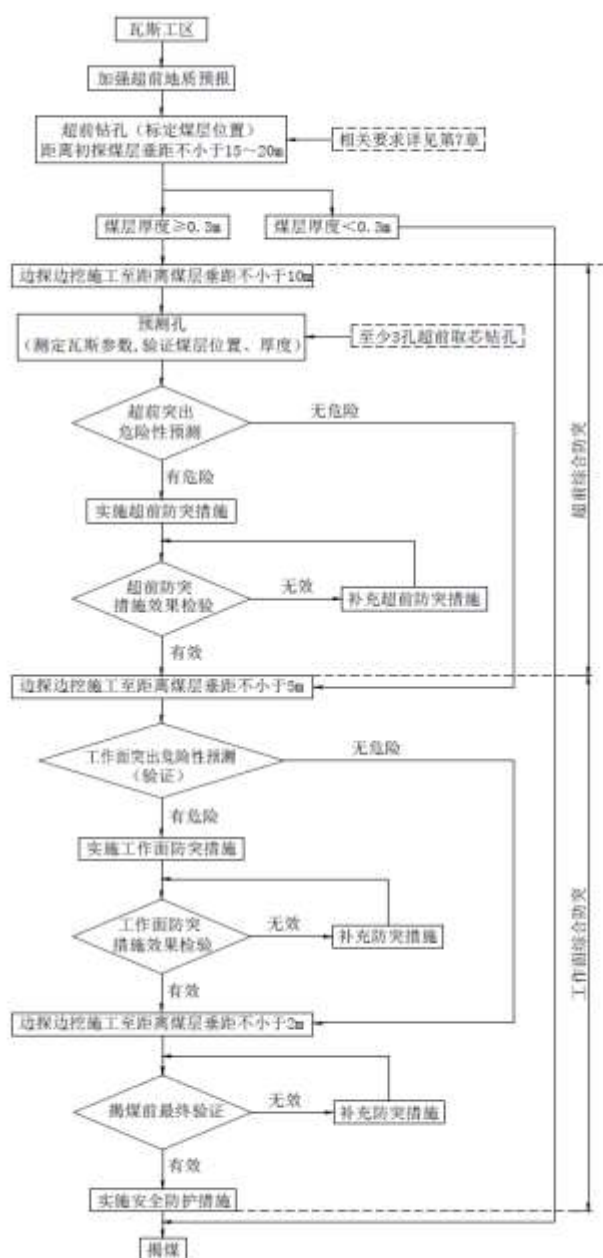


图 2 揭煤防突工作流程图

7.8.3 瓦斯突出危险性预测

7.8.3.1 煤与瓦斯突出工区施工时，应在距煤层最小法向垂距 10m（地质构造复杂、岩体破碎的区域，应适当加大最小法向距离）处的开挖工作面打瓦斯测压孔，或在距煤层垂距不小于 7m 处的开挖面进行突出危险性预测。经预测后划分为突出危险工作面和无突出危险工作面。

7.8.3.2 揭煤工作面瓦斯突出危险性预测可采用钻屑瓦斯解吸指标法，或其他经试验验证有效的方法；煤层中掘进可采用复合指标法、R 值指标法、钻屑指标法，或其他经试验验证有效的方法。

7.8.3.3 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，当无当地煤矿的实测临界指标值时，瓦斯突出危险性预测指标临界值可参照表 17。

表 17 瓦斯突出危险性预测指标临界值

预测类型	预测方法	预测指标	突出危险性临界值
揭煤突出危险性预测	钻屑瓦斯解吸	Δh_2 (Pa)	160 (湿煤) 200 (干煤)

	指标法	K_1 [mL/ (g min ^{1/2})]	0.4 (湿煤) 0.5 (干煤)
煤层中掘进突出危险性预测	复合指标法	钻孔瓦斯涌出初速度/ (L/min)	5
		钻屑量 S (kg/m)	6
	R 值指标法	R_m	6
	钻屑指标法	Δh_2 (Pa)	160 (湿煤)、200 (干煤)
		K_1 [mL/ (g min ^{1/2})]	0.4 (湿煤)、0.5 (干煤)
		钻屑量 S (kg/m)	6

7.8.3.4 当采用突出危险性区域预测指标时，应根据现场实测煤层瓦斯压力或煤层瓦斯含量（见附录 L）进行预测。预测临界值应根据临近煤矿资料确定，当无资料时煤层瓦斯压力或瓦斯含量预测突出危险性的临界值可参考表 18 取值。

表 18 煤层瓦斯压力或瓦斯含量预测突出危险性的临界值

区域类别	危险性的临界值	
	瓦斯压力 MPa	吨煤瓦斯含量 m ³ /t
无突出危险区	$P < 0.74$	非构造带 $W < 8$ ，构造带 $W < 6$
突出危险区	$P > 0.74$	非构造带 $W > 8$ ，构造带 $W > 6$

7.8.3.5 钻孔过程中出现明显顶钻、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。

7.8.3.6 非煤瓦斯突出工区，应根据实际地质情况、瓦斯赋存状况布置预测孔。

7.8.4 防治煤与瓦斯突出措施

7.8.4.1 防治煤与瓦斯突出措施包括排放钻孔、预抽瓦斯、超前管棚、煤体固化或其它经试验证明有效的措施。施工单位应在揭煤前根据揭煤防突设计文件制定技术、组织、安全、通风、抢险、救护等技术组织措施。

7.8.4.2 防治煤与瓦斯突出可根据瓦斯地质情况采用钻孔排放或预抽瓦斯措施。对于突出厚煤层或煤层群，经技术经济指标论证后，宜采用预抽瓦斯的防治突出措施。

7.8.4.3 实施防突措施时揭煤工作面与突出煤层间的最小法向距离为：预抽瓦斯为 7m，排放瓦斯钻孔为 5m。地质构造复杂、岩体破碎的区域，应适当加大法向距离。

7.8.4.4 钻孔排放瓦斯应按下列要求进行：

- 钻孔排放瓦斯应进行专项设计。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；
- 排放时间、排放半径及排放孔数量，应根据煤层参数、预测指标、排放范围等综合分析确定，钻孔直径 75mm~120mm。排放范围及排放孔角度可参照表 19 取值。根据实测瓦斯参数，可对排放范围适当加大，排放半径适当加密。非煤瓦斯突出段的排放时间、排放半径及排放孔数量，根据实际情况确定；

表 19 钻孔排放参数值

距离开挖轮廓的投影排放范围 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	俯角
≥5	≥5	≥7	≥3	1~2	15~30 (视瓦斯参数 确定)	0~90	0~45	0~20

c) 钻孔排放位置应设在距煤层最小法向距离不小于 10m（地质构造复杂、岩体破碎的区域，应适当加大探测距离）的开挖工作面处；施钻时各孔应穿透煤层，并进入顶（底）板岩层不小于 0.5m；

d) 钻孔排放布孔时，应根据煤层赋存状况和实测瓦斯参数等，经计算后确定各孔的角度和长度；

- e) 当煤层倾角小、煤层厚、一次排放钻孔过长、俯角过大，不能一次打穿煤层全厚时，可采用分段分部多次排放，但首次排放钻孔宜进入煤层深度 5m~10m；
- f) 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；
- g) 排放孔施工应严格按设计施钻，钻孔过程中应有专人检查验收其角度和长度；
- h) 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；
- i) 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；
- j) 揭穿突出煤层应综合考虑隧道断面、围岩稳定性等因素，合理选择上下台阶法、三台阶法、三台阶临时仰拱法或超前导洞法等工法开挖。施工过程中，可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 1m~2m；
 - 3) 每排排放钻孔连线应与煤层走向平行。

7.8.4.5 预抽煤层瓦斯应按下列要求进行：

- a) 突出煤层预抽瓦斯应根据煤层赋存条件（煤层和岩层的性质、厚度、倾角、层间距等）、煤层瓦斯参数（瓦斯压力、瓦斯含量、煤层透气性系数、钻孔流量衰减系数、可抽瓦斯量等）编制专项瓦斯抽放工程施工设计；
- b) 瓦斯抽放专项施工设计应依据揭煤防突设计文件并参考《防治煤与瓦斯突出细则》、AQ 1027 等编制。
- c) 采取预抽煤层瓦斯措施时，现场应测定煤层的瓦斯压力或瓦斯含量基本参数，以便于评价预抽瓦斯效果；
- d) 煤层透气性系数较小时，可在洞身范围内采用水力割缝增透措施；
- e) 瓦斯抽放应建立专门机构，配备专业施工队伍，负责瓦斯抽放工作的施工和日常管理工作。所有人员应经过培训合格并持证上岗；
- f) 瓦斯抽放工程应制定针对钻孔、封孔、管路铺设及巡回检查等环节的安全技术措施。抽放工作面应保持通风良好，定期进行测风工作，瓦斯不能积聚和超限；
- g) 钻孔布置及进尺应符合下列规定：
 - 1) 抽放钻孔应有瓦斯钻孔设计图和说明书，并标明钻孔数目、位置、间距、方位、倾角、孔径、孔深、封孔长度、封孔材料、注意事项及特殊要求等；
 - 2) 隧道轮廓线外顶帮、底帮、左帮、右帮的预抽瓦斯控制范围（隧道轮廓线至控制范围外边缘的最小法向距离）可参考表 19 确定。对于严重瓦斯突出煤层或缓倾斜煤层，宜适当增大预抽瓦斯控制范围；
 - 3) 预抽瓦斯钻孔宜采用 75mm~120mm 的孔径。钻孔间距应根据煤层透气性按钻孔抽放半径确定。无实测钻孔抽放半径时，钻孔孔底间距不宜大于 3m；
 - 4) 钻孔开孔位置应严格按设计用红、白漆进行标定。严格按设计要求控制预抽瓦斯钻孔的方位、倾角、孔径、孔深、孔间距等参数，确保钻孔施工质量。钻孔开孔部分应圆且光滑。钻孔施工中不得出现三角孔、偏孔、台阶等变形孔；
 - 5) 钻孔宜一次性穿透煤层并进入顶（底）板 0.5m。对于突出厚煤层、煤层群、缓倾斜煤层和近水平煤层，当钻孔工程量大或钻孔不能一次穿透煤层全厚时，可采取分段多循环抽放方式，并保持煤孔最小超前距 10m~15m；
 - 6) 钻孔过程中，密切观察孔口出水颜色，根据颜色变化及时接水并停钻，判定煤、半煤及岩石类别，并记录见煤岩情况。同时观察钻孔瓦斯动力现象，出现异常情况及时停钻采取安全措施；
 - 7) 钻孔至设计深度后，退出钻杆时应用清水或压风冲孔，排净煤、岩粉；
 - 8) 钻孔施工中，每班应做好钻孔施工记录。抽放钻孔施工完成后，应及时根据钻孔原始记录绘制钻孔成果图。
- h) 预抽瓦斯钻孔的封孔应符合下列规定：
 - 1) 钻孔验收合格后，应进行严密封堵，不得泄漏。封孔方法的选择应根据抽放方法及孔口所处煤层位、岩性、构造等因素综合确定；

上

- 2) 穿层钻孔宜采用封孔器封孔。封孔器械应满足密封性能好、操作简单、封孔速度快的要求;
- 3) 顺层钻孔宜采用充填材料封孔。封孔材料可选用膨胀水泥、聚氨酯等新型材料。孔口段所处围岩条件较好情况下,亦可选用水泥砂浆或其它封孔材料。不宜采用黄泥封孔;
- 4) 孔口段围岩条件好、构造简单或孔口负压较低时,封孔长度不应低于 5m。当在煤壁开孔或围岩裂隙较发育、孔口负压较高时,封孔长度不应低于 8m;
- 5) 钻孔埋设的抽放管应选用矿用抗静电阻燃 PVC-KM 管。
- i) 瓦斯抽放管路系统的选择、敷设及验收应符合下列规定:
 - 1) 瓦斯抽放主管、干管、分管、支管等管路的管径应符合设计要求,管路管材应符合抗静电、耐腐蚀、阻燃、抗冲击、安装维护方便等要求;
 - 2) 瓦斯抽放管路应具有良好的气密性、足够的机械强度,并根据实际环境条件采取防冻、防腐蚀、防漏气、防砸坏、防静电和雷电等措施;
 - 3) 瓦斯抽放管路不得与动力电缆敷设在隧道同一侧,以防管路带电;
 - 4) 瓦斯工区内抽放瓦斯支管可采用沿底板或悬挂等方式敷设。沿底板敷设管路时,应采用高度 0.3m 以上的支撑墩,并应保证每节管子下面有两个支撑墩。悬挂管件时,应牢固悬挂或架在专用支架上,管件外缘距边墙不宜小于 0.1m;
 - 5) 管路宜平直敷设,并宜减少弯头等附属管件,同时宜避免急转弯;敷设的管路应保持不小于 1%的坡度,以排除管路中的积水;
 - 6) 斜井中敷设倾斜管路时,应采用管卡将管件固定在斜井支架上。在斜井倾角小于或等于 30°时,管卡间距宜采用 15m~20m;在斜井倾角大于 30°时,管卡间距宜采用 10m~15m。当沿竖井敷设管路时,应将管道固定在专用管架上。
 - 7) 敷设管路,宜采用法兰盘或快速接头连接。法兰盘中间应夹有橡胶垫,且垫的厚度不宜小于 5mm。
 - 8) 瓦斯管线与相关设施(地面或地下建(构)筑物、或其它管线)的安全距离应符合表 20 的规定;
 - 9) 新敷设的管路应按规定进行漏气检验。

表 20 瓦斯管线与相关设施的安全距离

项目	安全要求					
	厂房(地基)	动力电缆	水管、水沟	热水管	铁路	电线杆
距离/m >	5.0	1.0	1.5	2.0	4.0	2.0

- j) 抽放附属装置及抽放计量装置应满足下列规定:
 - 1) 抽放系统附属装置和计量装置应严格按设计和规范要求,在主管、干管、抽放工作面支管、泵站内及其它必要地点装设放水器、除渣器、控制阀门等附属装置及瓦斯浓度、一氧化碳浓度、负压、流量、温度等抽放参数计量装置;
 - 2) 抽放钻孔处的抽放支管应采取分组联接方式,合理分组并集中设置集气箱和放水器,再连接到抽放干管;
 - 3) 每个钻孔的接抽管上均应留设观测孔,按规定检测钻孔抽放负压、瓦斯浓度或一氧化碳浓度。分组抽放集气箱应安设孔板流量计,以测定每组钻孔的负压、浓度、流量等参数;
 - 4) 抽放工作面、管路拐弯、低洼、温度突变处应设置放水器,管路宜每隔 200m~300m 设置一个放水器,最大不应超过 500m;
 - 5) 管路分岔处应设置控制阀门,阀门规格应与安装地点的管径相匹配。
- k) 瓦斯隧道抽放设备选型应符合下列规定:
 - 1) 瓦斯抽放泵应选用湿式,严禁使用干式抽放瓦斯泵;
 - 2) 瓦斯抽放设备应配备防爆电气设备及防爆电动机;
 - 3) 泵站装机能力和管网能力应满足瓦斯抽放要求。煤层预抽瓦斯钻孔的孔口负压不得低于 13kPa;

- 1) 地面临时抽放泵站应符合下列规定:
- 1) 隧道洞口应建立地面临时瓦斯抽放泵站。泵站应设置在洞口开阔、工程地质条件可靠及无高压线、无滑坡等地质灾害的地带,距洞口、主要建筑物及居住生活区不得小于 50m;
 - 2) 泵站建筑应采用不燃性材料,耐火等级应为一级或二级。泵房周围 20m 范围内应设置栅栏,并应悬挂醒目的安全警戒标识牌;
 - 3) 泵站应设置防雷电、防火灾、防洪涝、防冻等设施,配备消防设施和器材;
 - 4) 抽放泵站应安设瓦斯传感器,瓦斯浓度不得超过 0.5%。泵站内电气设备、照明、其它电气和检测仪表均应采用矿用防爆型;
 - 5) 泵站应设供水系统,设备冷却水可采用开路循环,水量及水质应满足瓦斯抽放泵安全连续运行的需要。泵站消防水池宜结合隧道洞口消防水池统一设置,且应与泵站循环水池分建;
 - 6) 泵站采暖与通风根据具体条件采取安全措施,并符合相关安全规定。
- m) 抽放出的瓦斯采用地面直接排空或利用瓦斯时应符合下列规定:
- 1) 放空地点距隧道洞口和主要建筑物的距离不应小于 50m,放空地点附近 20m 以内严禁堆积易燃物和有明火;
 - 2) 泵站放空管的高度应超过泵房房顶 3m;
 - 3) 在排空管附近应安设避雷装置和防爆炸、防回火等安全装置;
 - 4) 利用瓦斯时,抽放泵出气侧管路系统应装设防回火、防回气、防爆炸的安全装置。抽放瓦斯浓度低于 30%时,不得作为燃气直接燃烧。
- n) 抽放监控与巡回检查工作应符合下列规定:
- 1) 瓦斯突出隧道临时抽放泵站宜在已有的瓦斯自动监控系统基础上建立瓦斯抽放自动监控系统,实时监控管网瓦斯浓度、压力、流量、温度和一氧化碳等参数及泵站环境瓦斯浓度、设备开停状态等。小范围穿越突出煤层时,可采用人工监测和巡回检查为主的方式;
 - 2) 配备专人携带符合国家计量标准的测试仪器定期检查抽放主管和分支管路上的瓦斯浓度、流量、抽放负压、温度和 CO 等抽放参数。每班至少人工测定 1 次抽放参数,并做好记录;
 - 3) 泵站值班人员每小时测定一次抽放参数,并做好泵房值班记录和抽放参数测定记录;当出现瓦斯浓度过低、负压波动较大等异常情况时应及时采取处理措施;
 - 4) 瓦斯抽放流量通过测定抽放负压、浓度、压差、温度等参数间接计算;
 - 5) 瓦斯抽放钻孔应实行挂牌管理制度,设置抽放钻孔抽放参数管理牌板、放水器管理牌板等。测试检查人员进行检查后,将结果认真按项填入检查牌板和检查记录中;
 - 6) 瓦斯抽放设备和管路系统应建立日常维护和定期检查维修制度。配备专人进行定期放水、排渣和管路维修,处理管路积水和漏气,保证管路畅通。泵站值班人员应定时观察各种电气设备运行参数(电压、电流和温度)和机电设备运行参数(轴温、水温),发现泵站设备运行异常、环境瓦斯浓度超限和供水系统发生故障等异常情况时应及时采取措施进行处理。
- o) 预抽煤层瓦斯效果评判应符合下列规定:
- 1) 瓦斯抽放工程施工过程中,第三方专业瓦斯抽放单位应及时分析钻孔、抽放参数等数据,根据规定编制瓦斯抽放达标评判报告,并报监理、业主批准,方可进行隧道开挖工作面的揭煤掘进;
 - 2) 预抽煤层瓦斯效果评判应包括以下四个主要内容和步骤:抽放钻孔有效控制范围界定、抽放钻孔布孔均匀程度评价、抽放瓦斯效果评判指标计算与测定、抽放效果达标评判;
 - 3) 预抽煤层瓦斯的抽放钻孔施工完毕后,应根据钻孔设计图、说明书及现场钻孔记录对开挖工作面预抽瓦斯钻孔的有效控制范围进行界定,并对预抽钻孔在有效控制范围内的均匀程度进行评价。预抽钻孔间距不得大于设计间距;
 - 4) 抽放瓦斯过程中应及时分析瓦斯抽放量、浓度、负压、流量等计量参数,依据煤层有效抽放半径和煤体初始瓦斯量等参数,计算煤层瓦斯预抽率(瓦斯抽放量/瓦斯储量)、残余瓦斯含量或残余瓦斯压力等指标,从而确定停止瓦斯抽放的时间。预抽钻孔控制范围内的瓦斯预抽率不宜低于 30%;

5) 将抽放工作面划为一个评价单元进行预抽瓦斯效果评判, 应首先根据抽放计量等参数间接计算抽放后的残余瓦斯含量或残余瓦斯压力。当计算煤层残余瓦斯压力小于 0.74MPa 或残余瓦斯含量低于 $8\text{m}^3/\text{t}$ (构造带 $6\text{m}^3/\text{t}$) 达到预期防突控制指标要求后, 再采用残余瓦斯压力法 (见附录 B)、瓦斯含量直接测定法 (见附录 L)、钻屑瓦斯解吸指标法 (见附录 C) 等直接测定防突效果检验指标做进一步验证。

7.8.4.6 揭煤工作面超前管棚防突措施可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 0.5m, 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 15m。钻孔间距不大于 0.3m。纵向两组管棚的搭接长度应大于 3m。

c) 超前管棚施作完成后, 应向孔内灌注水泥砂浆等固化材料。

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。

7.8.4.7 瓦斯突出工区排放瓦斯过程中, 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 1.0%, 应立即撤出人员, 切断电源, 加强通风。

7.8.4.8 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。

7.8.4.9 非煤瓦斯突出工区, 应根据实际地质情况、瓦斯赋存状况、预测各项指标等布置排放孔。

7.8.5 防突措施效果检验

7.8.5.1 防突措施实施后, 应在同一工作面进行防突措施效果检验, 确认防突措施是否有效。防突措施效果检验可采用表 7.8.3.3 中所列的方法, 在距煤层垂距 5m 以外工作面进行。

7.8.5.2 揭煤防突措施效果检验应包括以下两部分内容:

a) 检查所实施的防突措施是否达到了设计要求和满足有关标准规定, 并检查措施实施情况、掌握并记录喷孔、卡钻等突出预兆, 作为措施效果检验文件的内容之一, 用于综合分析、判断;

b) 各检验指标的测定情况及主要数据。

7.8.5.3 在实施防突措施效果检验时, 检验孔应不少于 3 个, 深度应小于防突措施钻孔, 且至少有一个测点位于距离控制边缘不大于 2m 的范围。各部位的检验钻孔应布置于所在部位防突措施钻孔密度相对较小、孔间距相对较大的位置, 并远离周围各防突措施钻孔或尽可能与周围各防突措施钻孔保持等距离。在地质构造复杂地带应根据情况适当增加检验钻孔。

7.8.5.4 对突出煤层采用全断面一次性排放时, 效果检验孔数不宜少于 5 个, 应分别检验工作面前方上、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。

7.8.5.5 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 7.8.3.3 和表 7.8.3.4 所列指标。当评价范围内所有测点测定的指标达标, 且施工测定钻孔时没有喷孔、顶钻或其它动力现象时, 则判定为防突措施有效, 防突效果达标。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, 应采取补充防突措施。

7.8.5.6 工作面防突措施效果检验有效后, 边探边掘至距煤层最小法向距离 2m 后, 应采用工作面预测或措施效果检验的方法进行防突措施的最后验证, 且边探边掘时钻孔无喷孔、顶钻等异常动力现象时, 方可在采取安全防护措施并用远距离爆破一次或分次揭穿煤层。

7.8.5.7 非煤瓦斯突出工区, 采取钻孔排放、加深炮孔等防突措施后, 以钻孔是否出现喷孔、顶钻等动力现象进行效果检验。

7.8.6 揭煤及煤巷掘进

7.8.6.1 揭煤前应进行专项揭煤设计, 其内容包括: 揭煤作业各阶段施工方法、支护措施、组织指挥、抢险救灾预案及远距离爆破安全防护措施等。

7.8.6.2 揭开煤层应采取远距离爆破安全防护措施。远距离爆破应满足下列要求:

a) 采用远距离爆破揭煤时, 应制定包括放炮地点、避灾路线及停电、撤人和警戒范围等专

- 项措施；
- b) 远距离爆破揭煤工作面距煤层的最小垂距应满足急倾斜煤层 2m、倾斜和缓倾斜煤层 1.5m 的规定。如果岩层松软、破碎，应适当增加垂距；
 - c) 远距离爆破揭开突出煤层后，仍应按照远距离爆破要求组织施工，直至穿过煤层并进入顶（底）板 5m 以上。
- 7.8.6.3 不同倾角、厚度的煤层可用下列方法揭煤：
- a) 急倾斜和倾斜的薄煤层（厚度小于 0.3m），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 1.0 m~1.3m；
 - 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。
- 7.8.6.4 当开挖工作面揭穿厚度小于 0.3m 的突出煤层时，在边探边掘至最小安全岩柱留设断面处并采取必要的安全防护措施后，可直接采用远距离爆破方式揭穿煤层。
- 7.8.6.5 远距离爆破揭开煤层后，若未能一次揭穿进入煤层顶（底）板，则仍应当按照远距离爆破的要求执行，直至完成揭煤作业全过程。打设爆破钻孔前，为防治瓦斯超限，可喷射 5cm~10cm 厚的混凝土临时封闭开挖工作面，后钻眼。
- 7.8.6.6 在半岩半煤和全煤层中掘进应符合下列要求：
- a) 揭开煤层后，应检验开挖工作面前方 10m 范围内煤与瓦斯突出的危险性，如各项指标均符合要求，可允许掘进 5m，再检验 10m，始终保持工作面前方有 5m 的超前安全距离。
- 如
- 任一指标达到或超过临界值时，应采取补充防突措施，直至效果检验有效；
 - b) 每爆破循环进尺不宜超过 1.0m，在全煤层中掘进时应少钻孔、少装药；
 - c) 在半煤半岩中掘进应在岩石炮眼中装药，其总药量应为普通爆破药量的 1/3~1/2，煤层中如煤质坚硬，需爆破时，宜采用松动爆破；
 - d) 软弱破碎围岩或过煤层段，应采用超前支护或预注浆，防止坍塌，引起突出；
 - e) 爆破后应及时锚喷支护，支护结构尽快闭合成环，减少瓦斯溢出。

7.8.7 安全防护措施

- 7.8.6.1 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，回风系统内应停电撤人。
- 7.8.6.2 穿越煤（岩）与瓦斯突出地层时，开挖工作面应全程检测瓦斯浓度，当有煤（岩）与瓦斯突出预兆时，应停止工作面作业。
- 7.8.6.3 揭煤爆破通风 30min 后，应检测开挖工作面、回风道等位置的瓦斯浓度，确认安全后方可允许施工人员进洞。
- 7.8.6.4 揭煤过程中，应保持主风机正常运转、备用主风机及二路电源待启动状态。

8 安全管理

8.1 机构与制度

- 8.1.1 瓦斯工区施工前，业主、施工、监理单位应分别设置专门针对瓦斯防治的安全生产管理机构，并建立健全各项管理制度。
- 8.1.2 瓦斯隧道施工应建立专门机构进行通风、瓦斯监控以及防突、防爆管理，并设置消防设施，配备应急救援物资。
- 8.1.3 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。
- 8.1.4 瓦斯突出工区应与当地有资质的矿山救护队签定救护协议，委托其进行相关的必要工作和事故抢救工作。
- 8.1.5 瓦斯突出工区施工应与附近有资质的矿山救护队签订服务协议。
- 8.1.6 建立完善的人员、设备进洞管理制度，洞口设立值班室，严格进洞管理人员值班制度。

8.2 人员

8.2.1 瓦斯工区施工期间，应定期进行专门的施工安全知识和继续教育。

8.2.2 瓦斯工区进洞人员应遵守下列规定：

- a) 进、出瓦斯工区的所有人员应在洞口进行登记；
- b) 严禁穿戴易于产生静电的化纤服装等进入瓦斯工区；
- c) 进入瓦斯突出工区的作业人员进洞应携带隔离式自救器。

8.2.3 瓦斯工区各道工序、各种作业施工前，应对作业人员严格执行安全技术交底制度。

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

8.2.5 瓦斯隧道开工前除对施工作业及管理人员进行安全技术培训，还须对应急预案进行演练。

8.3 通风与瓦斯管理

8.3.1 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。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。

8.3.2 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。

8.3.3 瓦斯工区内严格执行瓦斯浓度分级管理制度。瓦斯工区内瓦斯浓度日常管理限值及处理措施应符合表 21 规定。

表 21 瓦斯工区内瓦斯浓度限制值及处理措施

序号	地点	限值	处理措施
1	微瓦斯工区任意处	0.25%	加强通风与瓦斯检测，查明原因
2	低瓦斯工区任意处	0.5%	超限 20 m 范围内立即停工，查明原因，加强通风和瓦斯检测
3	局部瓦斯积聚 (体积大于 0.5 m ³)	2.0%	超限处附近 20m 停工，撤人，断电，及时进行处理，加强通风
4	开挖工作面风流中	1.0%	停止电钻钻孔，超限处停工、撤人、断电，加强通风，查明原因
5	回风巷或工作面回风流中	0.5%	非防爆设备停止工作
6	放炮地点附近 20m 风流中	0.5%	严禁装药和放炮作业
7	过煤层段放炮后工作面风流中	1.0%	继续通风、不得进人
8	局部风机及开关附近 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	1.0%	停机、撤人、断电，进行处理

8.3.4 瓦斯工区应严格按表 22 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 22 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
一	<0.5%	正常	a) 正常施工作业； b) 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； c) 连续通风。

二	0.5%~1.0%	警戒	a) 禁止焊接等明火作业; b) 加强通风或优化通风系统; c) 加强瓦斯检测, 调查瓦斯发生源; d) 按程序及时上报, 其它工序正常作业。 e) 禁止装药、爆破作业; f) 禁止行走式作业机械作业。
三	≥1.0%	应急	a) 停工、撤人; b) 断电, 切断洞内全部非本质安全型电源; c) 加强通风或优化通风系统; d) 加强瓦斯监测, 调查瓦斯发生源; e) 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。

8.3.5 在有煤尘爆炸危险的煤层开挖过程中, 除加强通风外, 放炮前后应在开挖工作面附近 20m 范围内喷雾洒水, 防治煤尘爆炸。

8.3.6 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, 防治瓦斯积聚。

8.3.7 瓦斯工区开挖工作面至模板台车地段的通风死角、塌腔等部位, 应采用吹入高压风措施将瓦斯排出。

8.3.8 瓦斯工区通风管吊挂应做到平、直、紧、稳, 无破口, 防止弯折变形, 所有进洞作业人员应加强风管防护意识, 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。

8.3.9 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。

8.3.10 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。

8.3.11 瓦斯工区临时或永久封闭的横洞、洞室或辅助坑道, 应进行封闭前的瓦斯检测, 并采取防止瓦斯积聚的措施。

8.5 作业管理

8.5.1 瓦斯工区开挖与支护作业应坚持“多打眼、少装药、短进尺、管超前、快喷锚、强支护、勤检测、早封闭”的原则。

8.5.2 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。

8.5.3 穿越瓦斯地层地段超前地质探测钻孔应严格按“有掘必探、先探后掘”的原则进行单一工序作业, 避免误穿煤层。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。

8.5.4 瓦斯工区爆破材料的场内储存、运输、使用和领退管理应遵守下列规定:

- 严禁使用不符合标准的爆破器材;
- 炸药和电雷管应分开存放、分开运输, 严禁炸药和电雷管存放一起;
- 装卸与搬运炸药时, 要轻拿轻放, 不准扔甩、碰撞和脚踏, 严防冲击和剧烈震动;
- 电雷管脚线应扭结短路, 由专职爆破员负责运输。运输和使用中, 防止电雷管受到冲击、碰撞或接触漏电和杂散电流;
- 炸药、雷管应随用随领, 当班剩余的炸药、雷管应及时退回炸药库房, 并做好记录。严禁在作业面存放炸药、雷管。严禁私藏炸药、雷管;

8.5.5 瓦斯工区爆破管理应按以下要求执行:

- 爆破作业应严格遵守有关安全爆破的规定;
- 所有接触爆炸材料人员, 应穿棉质或抗静电衣服;
- 打眼、装药、封泥和放炮应符合有关规定, 严禁采用明火放炮;
- 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;
- 放炮前工作面不装药的钻眼应用封泥全孔长堵塞。
- 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 20m 以内风流中瓦斯浓度超过 0.5%时, 严禁装药和放炮;

g) 放炮后应严格控制通风排烟、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。

8.5.6 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。

8.5.7 为避免隧道过采空区或老巷诱发突水突泥或瓦斯突然涌出, 应加强超前探测、瓦斯检测、积水提前排放、超前加固等安全技术措施。

8.5.8 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。围岩破碎时应加强超前支护;
- c) 严格焊接等动火作业审批程序。当遇特殊情况采用电焊、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及时形成闭闭环, 以防止初支沉降侵界。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) 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。

8.5 防突管理

8.5.1 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。

8.5.2 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、顶水、喷孔等动力现象。

8.5.3 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。

8.5.4 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。

8.5.5 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。工作面应悬挂便携式瓦斯、一氧化碳或硫化氢报警仪, 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。

8.5.6 每钻完一个孔, 应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。

8.5.7 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。

8.5.8 瓦斯突出工区揭穿突出煤层钻爆作业, 应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。

8.5.9 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。

8.6 设备管理

8.6.1 安装后的机电设备，应对外观、防爆性能、操作性能等进行检查，经相关单位验收合格后方可投入使用。

8.6.2 不得在洞内拆卸和维修设备和机械，使用期间应由专人进行日常检查和定期保养。防爆机电设备不得失爆。

8.6.3 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 0.5m。

8.6.4 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) 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闭锁、局部通风机与供电闭锁情况。供电线路应无明接头，无接头连接不紧密或散接头，应有漏电保护装置、接地装置、防雷装置，电缆悬挂整齐，防护装置齐全等；
- d) 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，应切断设备电源，检测瓦斯，保证检修或搬迁作业范围内瓦斯浓度低于 1.0%；
- e) 采用阻燃抗静电的电缆。
- f) 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 GB 3836.1 规定的 150℃ 高温时，应立即停止作业；
- g) 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，应切断电动机电源。
 - 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。
- h) 蓄电池机车及矿灯的充电房应距洞口 50m 以外或其它安全地点。对于特长瓦斯隧道，因条件限制设在洞内时，应有专门的洞室，超过一组电池（5 吨以上）或三组（5 吨以下）同时充电，应实现独立通风。

8.6.5 瓦斯工区内的机电设备，在使用期间，除日常检查外，应按规定周期进行检查，其检查周期应符合表 23 的规定，发现问题及时维修或更换。

表 23 机电设备和电缆的检查周期

序号	检查项目	周 期	要 求
1	使用中的防爆机电设备的防爆性能	每月一次	专职电工每日检查外部一次
2	配电系统继电保护装置检查、整定	每半年一次	负荷变化应及时调整
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	由专职电工每班检查一次外表有无破损
7	接地网接地电阻测定	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

8.6.6 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，操作人员应戴绝缘手套，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接触的部分应有良好绝缘。

8.6.7 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，应检测断电或停风区内瓦斯浓度。

8.7 安全防护

8.6.1 瓦斯工区施工消防设施应遵守下列规定：

- a) 瓦斯工区内开挖工作面等各作业点应设置足够数量的灭火器及消防设施，并经常保持良好状态；
- b) 高瓦斯、瓦斯突出工区应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 200m³ 储水量，并保持一定的水压。

8.6.2 瓦斯工区施工火源管理应遵守下列规定：

- a) 严控火源进入瓦斯工区。严格执行“严禁烟火进入隧道”的安全规定，施工作业人员和其它人员进洞前，应经洞口值班人员检查，严禁携带手机、电子表、火机、火柴、烟草及其它易燃易爆品；
- b) 洞口、洞口监控室、洞口主风机附近 20m 范围内不得有火源；
- c) 严格执行洞内电焊、气焊、喷灯焊、切割等作业动火审批程序，不得擅自动火作业。经审批进行动火作业时，应制定安全措施，加强动火过程管理，并遵守以下规定：
 - 1) 指定专职安全员、瓦检员现场跟班检查和监督。
 - 2) 动火点附近 20m 风流中瓦斯浓度不得超过 0.5%。
 - 3) 动火地点前后两端各 10m 范围内不得有可燃物，应有专人负责喷雾洒水，并至少配置 2 个灭火器。
 - 4) 动火作业完成后由专人检查，确认无残火后方可结束作业。

8.6.3 瓦斯工区施工易燃品管理应遵守下列规定：

- a) 瓦斯工区内及洞口附近不得存放各种油类，废油应及时运出洞外，不得洒在洞内。加强油料运输管理，严禁在瓦斯工区内及洞口附近发生油料“跑、冒、滴、漏”现象。
- b) 瓦斯工区内待用和使用过的棉纱、布头和纸张等，应存放在密闭的铁桶内，并由专人送到洞外处理。

8.6.4 隧道穿越易自燃或自燃煤层时，应采取及时清运煤（石）碴和喷、灌浆封闭煤层、喷雾等综合预防煤层自燃发火的措施。

8.8 应急

8.8.4 编制瓦斯灾害突发事件的预警和应急预案；做好应急预案准备，进入瓦斯工区施工前应开展应急预案演练。

8.8.1 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。

8.8.2 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；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。

8.8.3 瓦斯工区开挖工作面与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。

8.8.4 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。

8.8.5 瓦斯事故一旦发生，应立即启动瓦斯事故救援预案，由专业队伍实施救援。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) 预案中应建立明确的应急救护组织机构，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，应首先切断通往洞内的电源；
- 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;
- f) 救援人员进入灾区应佩戴安全防护设施、干粉灭火器、甲烷测定器等, 进入灾区应首先检测瓦斯气体浓度, 经确认瓦斯浓度低于 1.0%, 无再次爆炸危险后深入灾区内部开展救援作业;
- g) 发现明火火源应及时扑灭, 以防二次爆炸; 确认工区内无火源后, 尽快修复通风系统, 迅速排除瓦斯爆炸产生的烟雾和有毒有害气体, 为救护创造条件;
- h) 在条件允许的情况下, 应及时清除坑道堵塞物, 以便于开展后续救援工作;
- i) 救护人员穿过支护结构破坏区段或冒落堵塞区段时, 应安排专人架设临时支护, 保证人员通行安全。

8.8.6 瓦斯工区处理塌方、冒顶应遵守下列规定:

- a) 对塌方体上方聚积的瓦斯应设置局部通风排除;
- b) 加强对塌方地段围岩岩隙瓦斯溢出监测, 掌握瓦斯浓度变化, 及时发出险情报告;
- c) 尽快处理塌方, 减少瓦斯涌出量。

8.8.7 火灾处理应遵守下列规定:

- a) 瓦斯工区发生火灾时, 应立即组织人员撤离, 启动灭火预案, 不得停风, 但应论证并控制风向、风量;
- b) 电气设备着火时, 应首先切断电源;
- c) 不能直接灭火时, 可设置防火墙封闭火区, 并悬挂警示牌;
- d) 封闭火区确认火已经熄灭, 方可启封。启封已熄灭火区应制定安全措施, 逐段恢复通风, 加强有害气体检测; 发现复燃征兆, 须立即停止送风重新封闭火区。

9 质量检验及工程验收

9.1 质量检验

9.1.1 掺用气密剂后的喷射混凝土和模筑混凝土的气密性质量检验, 每 50m 衬砌不少于 1 组 (6 块) 试件, 测定方法按附录 M 规定进行。喷射混凝土透气系数不应大于 10^{-10} cm/s, 模筑混凝土透气系数不应大于 10^{-11} cm/s。

9.1.2 衬砌结构施工缝气密性的质量检验, 采用原位检测法检测。施工缝封闭瓦斯性能不应小于衬砌本体。

9.1.3 其它项目质量检验评定应按 JTG F80 规定进行。

9.2 工程验收

9.2.1 瓦斯隧道交付运营前, 应对全隧道进行瓦斯检测。

9.2.2 瓦斯隧道竣 (交) 工验收时, 瓦斯设防应满足 8.2 规定, 隧道内任意一处空气中瓦斯浓度不得大于 0.5%。

9.2.3 运营通风设施或设有瓦斯自动监控系统的各项参数应满足 8.4、8.5 的规定。

9.2.4 瓦斯隧道竣 (交) 工文件应包括煤层探测素描图、煤层赋存纵断面地质图、揭煤与瓦斯排放图、瓦斯排放管竣工图、瓦斯处理记录及瓦斯隧道施工技术总结等专项资料。

9.2.5 瓦斯隧道其它项目竣 (交) 工验收应按《公路工程竣 (交) 工验收办法》的规定进行。

附录 A
(规范性)
煤岩破坏类型

煤岩结构破坏类型见表 A.1。

表 A.1 煤岩结构破坏类型

破坏类型	光泽	构造与构造特征	节理性质	断口性质	强度
I (非破坏煤)	亮与半亮	层状、块状构造，条带清晰明显	一组或二、三组节理	阶状、贝状、波浪状	坚硬，用手难以掰开
II (破坏煤)	亮与半亮	尚未失去层状，较有次序；条带明显，有时扭曲，有时错动，不规则状，多棱角；有挤压特征	次数节理面多，不规则	参差多角	中等硬度，用手易剥成小块
III (强烈破坏煤)	半亮与半暗	弯曲成透镜体构造；小片状构造，细小碎块，层理教紊乱，无次序	节理不清，次生节理密度大	参差及粒状	硬度低，用手捻成粉末
IV (粉碎煤)	暗淡	粒状或小颗粒胶结而成，似天然煤团	节理失去意义	粒状	偶尔较硬，用手捻成粉末
V (全粉煤)	暗淡	土状构造，似土质煤；如断层泥状	—	土状	疏松

附录 B
(规范性)
煤层瓦斯压力测定方法

B.1 方法选用

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。

B.2 黏土测压法

采用黏土测压法时，可按下列步骤进行：

- a) 在测压钻孔内插入带有压力表接头的紫铜管，管径为 6mm~8mm，长度不小于 7 m；
- b) 将特制的柱状猫土（含自然水分经炮泥机挤压成型的炮泥）送入孔内，柱状猫土末端距紫铜管末端 0.2m~0.5m，每次送入 0.3m~0.5m，用堵棍捣实；
- c) 每堵 1m 黏土柱打入 1 个木塞，木塞直径小于钻孔直径 10mm~15mm。打入木塞时应保护好紫铜管，防止折断；
- d) 在孔口 0.5m~1.0m 处用水泥砂浆封堵。经 24h 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。

B.3 地质勘探钻孔直接测定法

采用勘探钻孔瓦斯压力测定仪直接测定地质勘探钻孔瓦斯静态平衡压力，勘探钻孔煤层气压测定仪总体结构主要包括封孔机构、卸压机构及井下压力计三部分：

- a) 当钻孔揭穿待测目的层位后停止钻井，提出钻具，等待压力测试；
- b) 通过钻探或测井数据确定封孔位置，封孔位置应处于待测目的层的顶板上覆岩层内，并且选择孔壁较完整井段；
- c) 瓦斯压力测定仪组装好后接入一定长度的支撑杆（应保证支撑杆支撑在井底），连接在钻具上，以相对均匀的速度下到钻孔预定深度（见图 A.3）。利用钻具重量和钻机液压作用力，使封孔机构部分的三个胶囊膨胀达到封孔目的；
- d) 用泥浆泵将钻孔冲洗液（泥浆水）通过钻杆送入测压仪，推动卸压机构，使测试目的层气体通过压力计侧壁进气孔与压力计相通，压力计在瓦斯的压力作用下开始测试，直到瓦斯压力达到动态平衡为止。

附录 C
(规范性)
钻屑瓦斯解吸指标法

C.1 质量法与容量法

钻屑量可用质量法或容量法测定：

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

C.2 钻屑解吸指标 (Δh_2) 测定

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，将筛分好的似~3mm 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（约 10g），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 Δh_2 （单位为 Pa）。

C.3 钻屑解吸指标 (K_1)测定

钻孔取样按 C.2 的要求，使用仪器为 ~~WTC~~型突出预测仪，测定时每钻进 2m，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，最后把已筛分好的似 $\phi 1\sim 3\text{mm}$ 的煤样装入 ~~WTC~~型仪器的煤样罐内，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 min~2 min），启动仪器采样键进行测定，经 5min 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 D
(规范性)
综合指标法

D.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须侧时应符合下列要求:

- a) 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 B。
- b) 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 G。
- c) 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。
- d) 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 (ΔP),见附录 E。

D.2 煤层突出危险性,可按下列两个综合指标判断:

$$D = (0.0075 H / f - 3)(P - 0.74) \quad (D.1)$$

$$K = \Delta P / f \quad (D.2)$$

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,单位为米(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,单位为兆帕 (MPa);

ΔP ——软分层煤的瓦斯放散初速度指标,单位为毫米汞柱 (mmHg);

f ——软分层煤的平均坚固性系数。

D.3 综合指标 D 和 K 预测煤层突出危险性的临界值应符合表 D.1 的规定。

表 D.1 综合指标 D 和 K 临界值

煤层突出危险性综合指标 (D)	煤层突出危险性综合指标 (K)	
	无烟煤	其它煤种
0.25	20	15
注 1: 当 $D = (0.0075 H / f - 3)(P - 0.74)$ 式中两个括号内的计算值都为负时, 则不论 D 值多少, 都为突出威胁煤层。		
注 2: 地质勘探时进行煤层突出危险性预测时, 突出威胁应为无突出危险煤层。		

附录 E
(规范性)
瓦斯放散初速度指标测定方法

E.1 仪器设备

瓦斯放散初速度指标测定仪、真空泵、甲烷瓶(浓度大于 95%)、分样筛(孔径 0.2 mm, 0.25mm 各一个)、天平(最大称量 250 g, 感量 0.5 g)、小锤、漏斗等。

E.2 取样

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

E.3 制样

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

E.4 测定步骤

测定时可按下列步骤进行:

- a) 将 2 个试样用漏斗分别装入瓦斯放散初速度指标测定仪的 2 个试样瓶中;
- b) 用真空泵对试样脱气 1.5h;
- c) 将甲烷瓶与脱气后的试样瓶连接、充气(充气压力为 0.1MPa), 使煤样吸附瓦斯 1.5h;
- d) 关闭试样瓶和甲烷瓶阀门, 使试样瓶与甲烷瓶隔离;
- e) 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;
- f) 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, 10s 时关闭阀门, 读出汞柱计两端汞柱差, 45s 时再打开阀门, 60s 时关闭阀门, 再一次读出汞柱计两端差。

E.5 计算

瓦斯放散初速度指标可按式 (E.1) 计算。

$$\Delta P = P_2 - P_1 \quad \dots \dots \dots (E.1)$$

式中:

- ΔP ——瓦斯放散初速度指标;
 P_1 ——第一次的两端汞柱差, 单位为毫米 (mm)
 P_2 ——第二次的两端汞柱差, 单位为毫米 (mm)

E.6 结果判定

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

附录 F
(规范性)
R 指标法

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：

- a) 在工作面钻不少于 3 个直径为 42 mm，深度为 10m 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，其它钻孔的终孔点应位于隧道轮廓线外的 2m~4m 处；
- b) 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式（F.1）计算，确定各孔的 R 值；

$$R = (S_{\max} - 1.8)(q_{\max} - 4) \dots \dots \dots (F.1)$$

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）。

- c) 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 G
(规范性)
煤的坚固性系数测定方法

G.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 0.5mm 各一个)、天平(最大称量 1000g, 感量 0.5g)、小锤、漏斗、容器等仪器设备或用具。

G.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 10cm 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 10cm 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。

G.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。

G.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 50g 为 1 份, 每 5 份为 1 组, 共称取 3 组。

G.5 测定时可按下列步骤进行:

a) 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 2.4kg 重锤提到 600mm 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。

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

c) 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它各组的测定。

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 。

G.6 煤的坚固性系数可按式(G.1)计算:

$$f = 20n/L \quad (G.1)$$

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), 取算数平均值, 计算结果取一位小数。

G.7 当取得的煤样粒度不到测定 f 值所要求粒度 (20 mm~30 mm) 时, 可采取粒度为 1 mm~3mm 的煤样按上述要求进行测定, 并按下式换算:

当 $f_{1\sim3} > 0.25$ 时, $f = 1.57 f_{1\sim3} - 0.14$

当 $f_{1\sim3} \leq 0.25$ 时, $f = f_{1\sim3}$

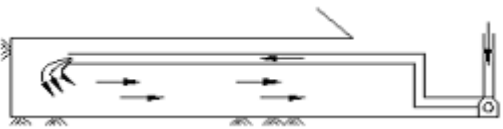
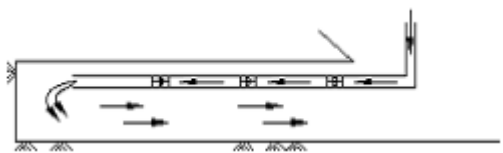
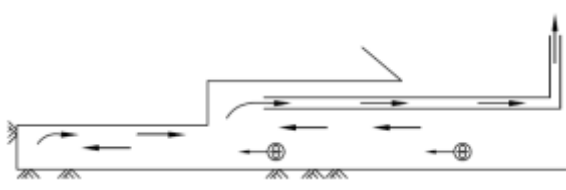
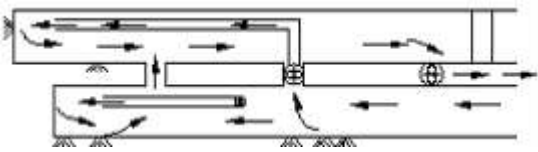
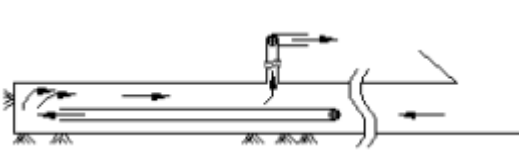
式中:

$f_{1\sim3}$ ——粒度为 1~3mm 时煤样的坚固性系数。

附录 H
(规范性)
瓦斯隧道施工通风方案设计

H.1 瓦斯隧道施工通风应根据隧道长度、瓦斯涌出段位置及隧道内瓦斯浓度等因素进行施工通风方案的选取。各通风方案适用范围见表 H.1。

表 H.1 瓦斯隧道施工通风方式的种类

通风方式	概要图	说明
1. 压入式		将排风管送风口设在开挖面附近, 通过风管将新鲜风从洞口吸入开挖面, 并由隧道排出废风。该通风方式可用于短隧道施工及瓦斯涌出在开挖初期的隧道。
		在风管内设置小型风机, 随开挖面推进, 可接长风管和增加风机, 通过风管排出废风。该通风方式可用于中隧道施工及瓦斯涌出在开挖 1000m 范围内的隧道。
2. 混合式		由下导坑或侧壁导坑作超前开挖时, 在超前导坑部采取送风式, 在全断面部(扩挖处)采取排风式。该通风方式可用于特长隧道施工及瓦斯涌出在隧道中部的隧道。
3. 巷道通风方式		利用隧道作排风道, 正洞/另一隧道做进风道, 在隧道的洞口附近设门, 安设大容量风机。该通风方式可用于特长隧道施工及瓦斯涌出在隧道中部及开挖长度较长的隧道。
		设置有通风斜(竖)井的隧道, 可利用通风斜(竖)井排风, 并在正洞口内竖井底口附近段设送风机送风至开挖面。该通风方式可用于特长隧道施工及瓦斯涌出在通风斜(竖)井的隧道。

H.2 瓦斯隧道需风量需采用稀释隧道内所有污染空气中的大者。

H.3 稀释瓦斯需风量按式 (H.1) 计算, 隧道内单位时间瓦斯涌出量按式 (H.2) 计算。

$$Q_{\text{req}(\text{CH}_4)} = \frac{Q_{\text{CH}_4} \cdot \alpha}{B_g} \quad (\text{H.1})$$

式中:

$Q_{\text{req}(\text{CH}_4)}$ —隧道全长稀释瓦斯的需风量 (m^3/s);

α —瓦斯涌出的不均衡系数, 1.5~2;

B_g —隧道内瓦斯设计浓度, 0.5%;

Q_{CH_4} —隧道内单位时间瓦斯涌出量 (m^3/s)。

$$Q_{\text{CH}_4} = \frac{K \cdot S \cdot (p_1^2 - p^2) \times 10^5}{2 \cdot b \cdot p \cdot \gamma_A} \quad (\text{H.2})$$

式中:

K —透气系数 (m/s) ;
 p_1 —封闭后地层瓦斯压力 (MPa) ;
 p —隧址区大气压 (MPa) ;
 S —透气面积 (m²) ; 其中 $S = L_{CH_4} \cdot L_r$;
 L_{CH_4} —隧道穿越瓦斯地层段长度 (m) ;
 L_r —隧道断面周长 (m) ;
 γ_A —瓦斯密度 (kg/m³) , 可取 0.716kg/m³;
 b —衬砌厚度 (m) 。

H.4 按瓦斯隧道最小风速需风量可按式 (H.3) 计算:

$$Q_{req(v_{min})} = v_{min} \cdot A \quad (H.3)$$

式中:

$Q_{req(v_{min})}$ —隧道全长最小风速需风量 (m³/s) ;

v_{min} —瓦斯隧道最小风速, 取 1m/s;

A —隧道通风断面面积 (m²) 。

H.5 按施工隧道同一时间内工作最多人数需风量可按式 (H.4) 计算:

$$Q = 3 \cdot m \cdot k \quad (m^3/min) \quad (H.4)$$

式中:

Q ——工作面需风量, m³/min;

m ——同一时间内隧道内工作最多人数;

k ——风量备用系数, 取 1.1~1.25。

H.6 按爆破工作量确定需风量可按式 (H.5) 计算, 每公斤炸药供风量不得小于每分钟 25m³, 按洞内同一时间内爆破使用最多炸药量计算风量, 按式 (H.6) 计算爆破后稀释一氧化碳 (CO) 至许可的最高浓度。

$$Q = \frac{5Gb}{t} \quad (m^3/min) \quad (H.5)$$

式中: G ——同时爆破的炸药消耗量, kg;

b ——一公斤炸药爆破时所构成的一氧化碳体积, 可简化取值为 $b=40L$;

t ——通风时间, min。

$$Q = \frac{5}{6} \times \frac{10 \cdot G \cdot k}{t} \times 60 \quad (m^3/min) \quad (H.6)$$

式中: G ——同时爆破的炸药消耗量, kg;

k ——风量备用系数, 取 1.1~1.25;

t ——通风时间, min。

H.7 采用内燃机作业时的需风量可按式 (H.7) 计算。

$$Q = q \cdot \sum_{i=1}^n N_i \cdot \eta \quad (m^3/min) \quad (H.7)$$

式中:

Q ——所需风量, m³/min;

q ——内燃机每 1kW 功率所需最小供风量, m³/min kW;

n ——同时工作的内燃机台数;

N_i ——每台内燃机的额定功率, kW;

η ——洞内机械设备的平均利用率, 应根据实际工作情况, 确定 70%。

H.8 通风管径的选择应综合考虑风量、通风距离、隧道断面等技术因素和经济性因素, 合理确

定风管的直径。

H.9 通风管应与风机应合理匹配。同一管路的直径宜一致，对长、大隧道宜选用大口径风管。

H.10 风管内的风速控制在 10~15 m/s。

H.11 为避免污风循环，混合式通风中的压入式风机进风口与吸出式风管吸风口的重合距离应 $\geq 10\text{m}$ ，并应使排出的污风处于下风向。

H.12 隧道施工通风机应选择风量较大的风机。

H.13 隧道施工通风机应结构简单、重量轻、体积小、噪音低、效率高、风量可调、使用安全可靠、易维护修理，同时耐腐蚀、防污染，能在较恶劣环境下工作。在高瓦斯隧道中通风设备应有防爆性能。

H.14 隧道施工通风宜选用轴流式通风机。

H.15 主通风机应根据确定的风量、压力选定。

H.16 主通风机的选型应满足下列条件：

- a) 应能根据隧道掘进长度、需风量、风压的变化进行调整，以达到节约用电的目的；
- b) 风机的各工况点应在稳定的工作范围内；
- c) 最高工况点的风压不超过风机额定全压的 90%；
- d) 任何工况点的效率不低于风机最高效率的 80%；
- e) 通风机应配有保险装置，当发生故障时应能自动停机；
- f) 通风机应有适当的备用数量。

H.17 主通风机的布置及安装应符合下列要求：

- a) 洞口压入式送风风机应设置在洞口外 30~50m 处。洞内送风机应设置在新鲜风流处；
- b) 洞内局部通风的风机距开挖面要有一定的距离，爆破前应对风机进行防护或移开，以防止炸损；
- c) 通风机的安装基础要能充分承受本机重量和运行时的振动；
- d) 通风机前后 5m 范围内不得堆放杂物，通风机进气口应设置铁算。

附录 I
(规范性)
设计阶段绝对瓦斯涌出量估算方法

I.1 隧道掘进相当于煤矿独立掘进，其绝对瓦斯涌出量 $Q_{\text{绝}}$ 可按式 (I.1) 确定：

$$Q_{\text{绝}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (\text{I.1})$$

式中：

Q_1 —隧道开挖工作面爆落煤块瓦斯涌出量(m^3 / min)；

Q_2 —新暴露煤壁瓦斯涌出量(m^3 / min)；

Q_3 —洞身多次穿越煤层且仅施作喷混凝土段洞壁瓦斯逸出量 (m^3 / min)。

I.2 隧道开挖工作面爆落煤块瓦斯涌出量 Q_1 可按式 (I.2) 计算，煤块瓦斯逸出量按式 (I.3) 计算，煤块中残存瓦斯量按式 (I.4) 计算。

$$Q_1 = V_a \rho W / 1440 \quad (\text{I.2})$$

式中：

V_a —每日开挖各循环爆落煤块体积 (m^3)；

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

W —每吨煤块瓦斯逸出量 (m^3 / t)。

$$W = W_0 - W'_0 \quad (\text{I.3})$$

式中：

W_0 —每吨煤瓦斯含量(m^3 / t)；

W'_0 —煤块中残存瓦斯量(m^3 / t)。

$$W'_0 = \frac{W'_k (100 - W^f - A^f)}{100(1 + 0.31W^f)} \quad (\text{I.4})$$

式中：

W^f —煤中水分；

A^f —煤中灰分；

W'_k —与煤的挥发分 V^f 有关，可按表 I.1 取值。

表 I.1 残余瓦斯含量与挥发分对应表

挥发分 V^f (%)	2~8	8~12	12~18	18~26	26~35	35~42	42~50
W'_0 (m^3 / t)	12~8	8~7	7~6	6~5	5~4	4~3	3~2

I.3 新暴露煤壁瓦斯涌出量 Q_2 可按式 (I.5) 计算。当洞壁上岩壁与煤壁有相同强度的瓦斯逸出时，新暴露未支护煤壁面积按式 (I.6) 计算。坑壁面积瓦斯逸出初始强度按式 (I.7) 计算。

$$Q_2 = A Q_0 f(t) \quad (\text{I.5})$$

式中：

A —每天新暴露未支护煤壁面积 (m^2)。

$$A = A_0 + SV \quad (\text{I.6})$$

式中：

A_0 —巷道断面积 (m^2)

S —巷道断面周长 (m)

V —每日开挖进尺

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

$$Q_0 = 0.026W_0[0.0004(V^r)^2 + 0.16] \quad (I.7)$$

式中：

V^r —煤层挥发分（m）；

$f(t)$ —时间衰减函数。

$$f(t) = e^{-at} \quad (I.8)$$

式中：

a —衰减系数，可实测，当不能实测时，可按式（I.9）计算。

$$a = 0.0047\lambda + 0.026(d^{-1}) \quad (I.9)$$

式中：

λ —煤的透气性系数（m）；

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

I.4 洞身多次穿越煤层且仅施作喷混凝土段洞壁瓦斯逸出量 Q_3 按式（I.10）计算。

$$Q_3 = \frac{10^5 KVS}{2P_2\rho_a\Delta} \left[\frac{P_0^2(e^{-2a_1} - e^{-2a_1(n+1)})}{1 - e^{-2a_1}} - nP_2^2 \right] \quad (I.10)$$

式中：

K —喷射混凝土层的瓦斯渗透系数，可取 $1 \times 10^{-10} \text{m/min}$ ；

P_2 —洞内大气压，可取 0.1MPa；

ρ_a —瓦斯气体密度，可取 0.716kg/m^3 ；

Δ —喷射混凝土厚度（m）；

P_0 —瓦斯初式压力（MPa）；

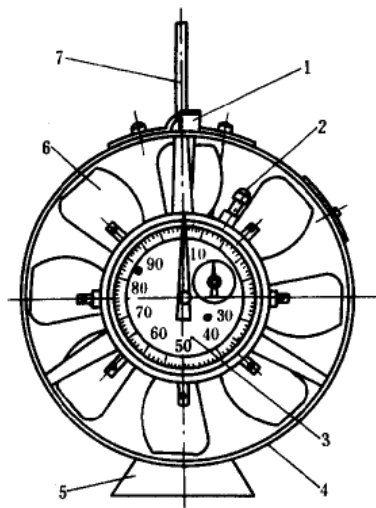
a_1 —喷射混凝土支护地段瓦斯压力衰减系数，可取 $0.5a$ ；

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

附录 J
(规范性)
施工阶段绝对瓦斯涌出量测定方法

J.1 瓦斯工区内绝对瓦斯涌出量根据实测通风量与回风流中最大瓦斯浓度计算确定。

J.2 瓦斯工区风速测定仪表可采用机械翼式中速风表（0.5~10m/s）、低速风表风表（0.3~5m/s）或其它经检验合格的电子叶轮式风表、超声波风速计等。



说明：1—开关闸板；2—回零推杆；3—表头；4—外壳；5—底座；6—风轮；7—提环

图 J.1 中速翼式风表

J.3 压入式风管口距离掌子面不大于 10m。测风断面可选择在距出风口约 10~20m 处的稳定回风流中，测风点及数量可参考图 J.3 确定（将隧道断面分为若干格，每格内测风 1min 时间）。当风速较小，无法采用机械风表准确测定风速时，可采用风管出口风速和风管断面积参数计算压入新鲜风量。



图 J.2 风速测点布置断面

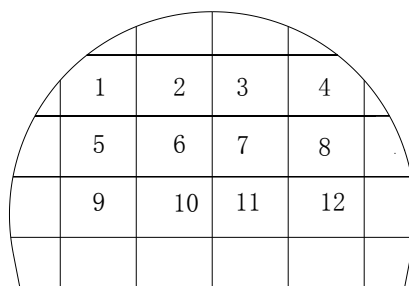


图 J.3 风速测点示意图

J.4 用机械翼式风表测风步骤应遵守下列规定：

a) 测风断面前后 10m 内无分支风流、无拐弯、无障碍、断面无变化。测风员进入开挖工作面待测断面处，先估测风速范围，后选用相应量程的风表。

b) 测风方法可选用迎风法或侧身法。采用侧身法时，将风表指针回零，人背向隧道侧壁，伸直手臂，手持风表，与风流方向垂直，并使风表背面正对风流方向，待翼轮转动正常后（约 20~30s），同时打开风表的计数器和秒表，在断面处每格中的每个点每次测定 1min 的时间，然后关闭秒表和风表，读取风表指针读数（格/min），并记录在附表 J.1 中。

c) 测风时，每个测点测风次数不少于 3 次，每次测量误差不应超过 5%，后取 3 次测风结果的平均值（格/min）。如果测量误差大于 5%，应增加 1 次测风。

d) 测风结束后，用皮尺或钢尺测量测风断面尺寸，计算测风断面面积。

e) 把测风数据和隧道开挖断面尺寸参数记录在测风表中。

J.5 风表表速按式（J.1）进行计算，并根据表速查风表校正曲线或按式（J.2）计算隧道测风断面真风速 $V_{真}$ 。风表校正曲线表达式见式（J.2）：

$$V_{表} = \frac{n}{t} \quad (\text{格/s}) \quad (J.1)$$

式中：

$V_{表}$ ——测点表速，格/s；

n ——三次测风风表刻度盘读数的平均值，格/s；

t ——测风时间，s。可取 60s。

$$V_{真} = a + bV_{表} \quad (\text{m/s}) \quad (J.2)$$

式中：

$V_{真}$ ——真风速，m/s；

a ——表明风表启动初速的常数；

b ——校正常数，决定于风表的构造尺寸；

$V_{表}$ ——风表的指示风速，格/s。

J.6 测风断面实际平均风速，按式（J.3）对真风速 $V_{真}$ 进行校正后确定。

$$V_{均} = kV_{真} \quad (\text{m/s}) \quad (J.3)$$

式中：

$V_{均}$ ——测试断面平均风速，m/s；

$V_{真}$ ——真风速，m/s；

k ——修正系数，与测风方法有关，迎风法 $k=1.14$ ；侧身法 $k=(S-0.4)/S$ ；

S ——测风断面面积， m^2 ；

0.4——测风员阻挡风流面积， m^2 。

J.7 测风断面的隧道通风量，按式（J.4）计算确定。

$$Q = S \times V_{均} \times 60 \quad (\text{m}^3/\text{min}) \quad (J.4)$$

式中：

Q ——通过巷道的风量， m^3/min ；

S ——巷道断面积， m^2 ；

$V_{均}$ ——巷道内平均风速，m/s。

J.8 开挖工作面附近瓦斯浓度的测定应遵守下列规定：

a) 测量瓦斯一定要在瓦斯工区风流范围内进行。工区内风流划定的范围：对于模板台车处是指距支架和巷底各为 50mm 的断面空间；对于无支架或用锚喷支护、已衬砌段，距拱顶、侧壁、底板各为 200mm 的断面空间；

b) 开挖工作面附近检测瓦斯断面位置可按图（J.4）确定，检测点可按图（J.5）确定，但应重点在隧道风流的上部即拱顶部位进行；

- c) 每个测点处的瓦斯浓度应连续检测 3 次，取其平均值；
- d) 测风断面应同时测定瓦斯浓度；
- e) 以开挖工作面附近及稳定回风流中测定的最大瓦斯浓度值作为该断面处的瓦斯浓度；
- f) 将瓦斯检测记录表中最大瓦斯浓度登记在表 J.1 中。

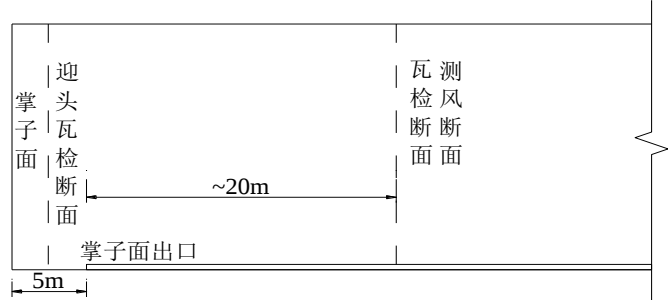


图 J.4 瓦斯监测断面布置

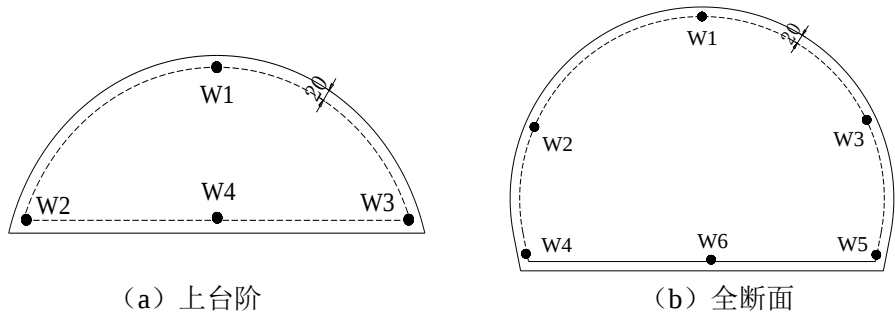


图 J.5 瓦斯检测断面测点示意图

J.9 瓦斯工区瓦斯绝对涌出量根据隧道实际通风量和实测最大瓦斯浓度按式（J.5）计算确定。

$$Q_{CH_4}=Q\times\overline{\omega}$$
 (J.5)

式中：

- Q_{CH_4} ——瓦斯工区内绝对瓦斯涌出量（m³/min）；
- Q ——隧道断面通风量（m³/min）；
- $\overline{\omega}$ ——工作面迎头及回风流中实测最大瓦斯浓度（%）。

表 J.1 施工阶段瓦斯工区鉴定报表

工程名称：		工区：		年 月 日							
序号	实测最大 瓦斯浓度	断面尺寸 (m)		测点 断面 面积 (m ²)	风表读数 (转/分)				实际 风速 (m/s)	计算 风量 (m ³ /min)	计算绝 对瓦斯 涌出量 (m ³ /min)
	CH ₄	宽 度	高 度		一	二	三	表速			
1											
2											
3											
4											
5											
...											

分析及结论:
测风: _____ 记录: _____ 计算: _____ 审核: _____

附录 K (规范性) 瓦斯自动监控报警与断电系统

K.1 自动监控系统

K.1.1 工作原理

自动监控系统由监控中心站、分站、输入、输出设备构成。监控中心站与分站之间通信，接收分站内的信息，可以对分站发出指令。对接收的信息进行处理、显示、报警。通过外围设备可以将信息进行打印、上传、发送等。分站接收由输入设备采集到的信号，通过逻辑变换，输出控制信号，通过断电器对控制对象进行通、断电控制。系统原理如图 K.1 所示。

系统通过在洞内安装的瓦斯传感器、风速传感器、一氧化碳传感器、烟雾传感器等测定洞内瓦斯参数，并将此信息回馈主控计算机分析处理，对洞内瓦斯、风速、风量和主要风机实施风电瓦斯闭锁及风量控制，瓦斯超标自动进行洞内传感器和洞外监控中心自动声光报警，再通过设备开停传感器、馈电断电器对被控设备自动断电。系统可及时准确地对洞内各工作面的瓦斯状况进行 24 小时全方位监控。

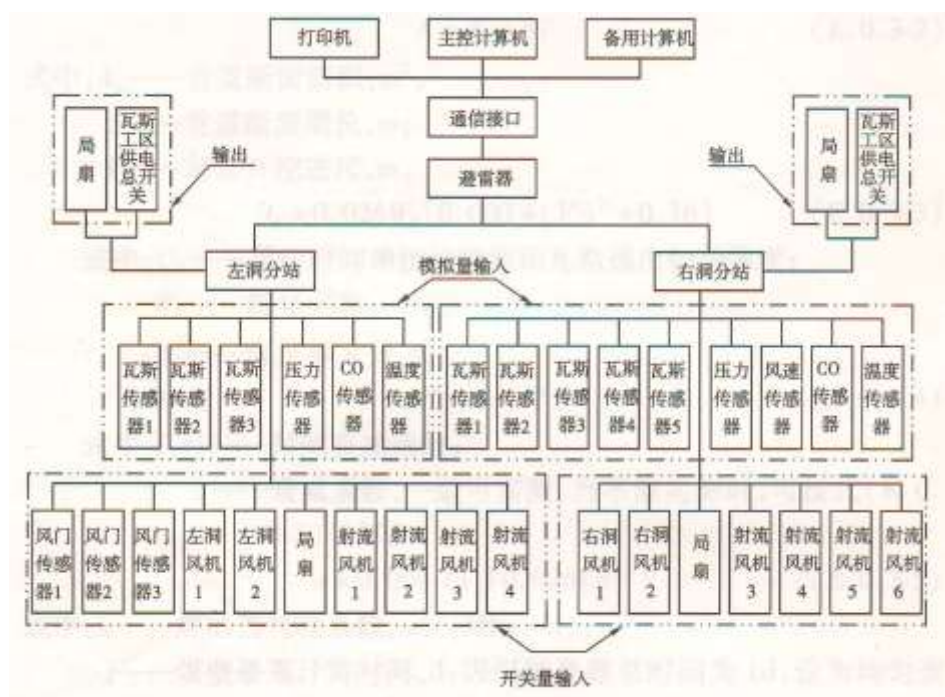


图 K.1 瓦斯隧道自动监控系统原理图

K.1.2 组成

系统包括主控计算机、洞内分站、高浓度瓦斯传感器、低浓度瓦斯传感器、风速传感器、远程断电仪、报警器、设备电源和备用电源、电缆、防雷设施等。

K.2 传感器布置

K.2.1 瓦斯传感器

在开挖工作面迎头及距开挖工作面 20m 回风流处、模板台车前后、横通道、巷道式通风的回风巷、局部通风机附近、错车带、洞内变压器集中安设处或机电设备洞室的进风侧应设置瓦斯传感器。瓦斯传感器的报警参数设定见表 8.2.3 的规定。

K.2.2 风速传感器

安装在距开挖工作面 20m 回风流处、防水板台车处、已衬砌地段回风流处、巷道式通风回风巷等主要测风站。

K.2.3 一氧化碳传感器、温度传感器

在煤层易自燃或有煤尘爆炸危险的瓦斯工区地段，应设置一氧化碳传感器和温度传感器。模板台车前应布置温度传感器。

K.2.4 设备开停传感器、馈电状态传感器

瓦斯工区使用的主通风机、局部通风机应设置设备开停传感器。主要风门应设置风门传感器。被控设备开关的负荷侧应设置馈电状态传感器。

K.2.5 远程断电仪

根据传感器的数量及种类按控制要求，配置远程断电仪。

K.2.6 其他

在满足要求的情况下，结合工程实际情况可调整增加各种传感器的种类和数量。

K.3 自动监控系统安装

K.3.1 洞口主控计算机监控中心

K.3.1.1 洞口主控计算机监控中心机房设置在隧道进口、出口安全位置处，机房基本环境应符合《电子计算机场地通用规范》（GB28872）的要求，在动力、温度、防尘、防静电、防雷击等方面采取措施满足相应的指标要求。

K.3.1.2 机房设专用配电箱，使用前对电源进线检测，满足供电电压和频率偏移要求。采用双路两级稳压电压供电，第一级为交流稳压器供一台 UPS 及其它计算机外设，第二级为 UPS，其输出主要供主控计算机，UPS 供电时间不少于 10min。

K.3.2 洞内分站

分站应安装在系统维护人员易于观察、调试、检修、维护的位置，同时应远离可燃物、杂物等、无滴水积水、方便安装。安装时垫支架，支架距离底板不小于 300mm 或悬挂在隧道侧壁并可靠接地，接地电阻小于 2Ω 。设专用配电箱，使用前对电源进线检测，分站电源箱所接入的动力电缆及控制电缆，应与所配密封圈相匹配。接线端子与外接电压等级应相符。

K.3.3 瓦斯断电仪和瓦斯风电闭锁装置

设瓦斯断电仪和瓦斯风电闭锁装置的监控系统，远程断电使用 1.5mm^2 电缆，分站到被控开关距离应小于 30m，严禁使用 DW 系列开关作为被控开关，被控开关应使用磁力防爆开关，在断电安装完成后，应在瓦斯工区内用 1% 的标准气样检测是否正常断电。独立的声光报警箱悬挂位置应满足警声能让附近的人听到的要求。

K.3.4 阻燃专用传输电缆

K.3.4.1 监控中心机房到工区内的通讯电缆应选用铠装电缆、不延燃橡胶套电缆或矿用塑料电缆。

K.3.4.2 各设备之间的连接电缆需加长或分支连接时，被连接电缆的芯线盒，应用螺钉压接，不得采用电缆芯线导体直接搭接或绕接。接线盒应使用防爆型。

K.3.4.3 电缆线多路同向延伸布设时，可将其绑扎成束，固定在隧道洞壁上，支撑点间距不得大于 3m，与电力电缆的间距不得小于 0.5m，以防电磁干扰。

K.3.5 传感器安装

所有传感器的安装应充分考虑吊点、支撑及卡固强度、传感器接线走向及固定等。安设点应保证传感器位于系统维护人员易于观察、调试、检修、维护的位置，传感器前后无障碍物，并确保安装点无滴水、积水，安装应符合以下要求：

- a) 甲烷传感器宜自由悬挂在拱顶以下 20cm 处，其迎风流和背风流 0.5m 内不得有阻挡物。悬挂处支护良好，无滴水，走台架过程等不会损坏传感器。工作面迎头安装的瓦斯传感器距离工作面不大于 5m。洞口瓦斯传感器距离洞口 10 m~15m 之间。用于监测局部通风机进风流的瓦斯传感器除满足上述要求外，还应考虑安装在典型的进风流中；
- b) 风速传感器安装在主要测风站处，安装点前后 10m 内无分支风流、无拐弯、无障碍、断

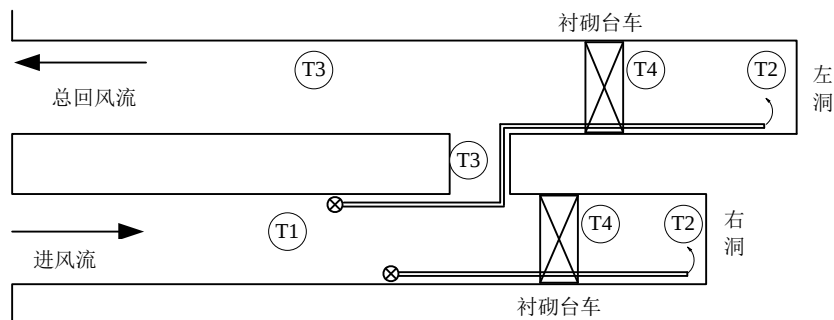
面无变化、能准确检测和计算测风断面平均风速、风量的位置。隧道拱顶应干燥、无明显淋水，不影响行人和行车。传感器探头风流指向与风流方向应一致，偏角不得大于 5 度。吊挂时应固定，传感器不得左右摇摆；

- c) 一氧化碳传感器、温度传感器及压力传感器应垂直悬挂在隧道拱顶上部，并不影响行人和行车，方便安装、维护工作；
- d) 对设风门的瓦斯工区，应安装风门传感器，在满足通用要求基础上，根据风门的结构现场固定。
- e) 设备开、停传感器主要用于监测瓦斯工区内机电设备（如主风机、局部通风机、水泵等）的开停状态。安装时将本安电源及输出信号与系统电源及信号输入口对应接线正确，在负荷电缆上按传感器调整要求寻找合适的位置卡固好传感器即可正常工作。

K.4 报警设置

瓦斯传感器和自动断电仪的报警设置应符合下列要求：

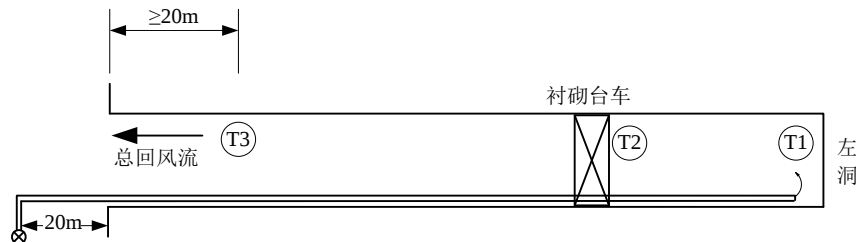
- a) 巷道式通风时，瓦斯自动监测报警断电系统中的传感器布置可按图 K.2 进行，要求如下：



说明：⊗：局部通风机；①：瓦斯探头

图 K.2 巷道式通风瓦斯自动监测传感器布置

- 1) 断电浓度： $T_1 \geq 0.5\%$ ， $T_2 \geq 1.0\%$ ， $T_3 \geq 1.0\%$ ， $T_4 \geq 1.0\%$ ；
- 2) 断电范围： T_1 ：局部通风机及其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； T_4 ：衬砌台车至开挖工作面之间的全部电气设备。
- b) 压入式通风时，瓦斯自动监测报警断电装置探头布置可按图 K.3 进行，要求如下：



说明：⊗：通风机；①：瓦斯探头

图 K.3 压入式通风瓦斯自动监测传感器布置

- 1) 断电浓度： $T_1 \geq 1.0\%$ ， $T_2 \geq 1.0\%$ ， $T_3 \geq 1.0\%$ ；
- 2) 断电范围： T_1 ：开挖工作面及其附近 20m 内全部电气设备； T_2 ：衬砌台车至开挖工作面之间的全部电气设备； T_3 ：已衬砌地段的全部电气设备。

K.5 验收、维护和管理

K.5.1 瓦斯自动监控系统应有具有国家授权生产资质的单位提供，并负责系统的安装、调试、验收、维护等工作，符合国家有关瓦斯监测监控标准及技术相关要求。

K.5.2 瓦斯工区施工期间，应成立专门的瓦斯监控系统使用、维护及维修中心，设置经安全培训并考核合格的监控人员。

K.5.3 瓦斯自动监控系统安装后应进行验收，每月对监控系统进行定期检查、校正。甲烷传感器等采用载体催化元件的检测元件，每 7 天应使用校准气样和空气样调校 1 次。每 7 天应对对甲烷超限断电功能进行测试。

附录 L
(规范性)
瓦斯含量直接测定法

- L.1 采用瓦斯含量指标进行工作面煤与瓦斯突出危险性预测或防突措施效果检验时, 应采用瓦斯含量直接测定装置测定工作面煤层瓦斯含量。
- L.2 试验采用的仪器设备包括: 煤样罐、瓦斯解吸速度测定仪、空盒气压计、秒表、穿刺针头、温度计、真空脱气装置或常压自然解吸测定装置、粉碎机、气相色谱仪、天秤、超级恒温器、水分快速测定仪。
- L.3 测定步骤包括: 采样、水分测定、工作面自然解吸瓦斯量测定、地面解吸瓦斯含量测定、煤样称重、粉碎解吸、气体组分分析、数据处理及瓦斯含量计算。
- L.4 现场钻孔煤样采集应满足以下基本要求:
- a) 同一地点应至少选择 2 孔, 取芯点钻孔间距不小于 5m;
 - b) 煤芯采集首选煤芯采取器或定点取样装置定点采集煤样;
 - c) 测定煤层的原始瓦斯含量, 在石门或岩石巷道采样时, 距煤层的垂直距离应视岩性而定, 但不应小于 5m。在全断面煤层工作面取样时, 采样深度应根据工作面暴露时间来确定, 但不应小于 12m;
 - d) 测定煤层的残余瓦斯含量时, 应符合 AQ1026 的规定。
- L.5 采样时间是指用于瓦斯含量测定的煤样从暴露到被装入煤样罐密封所用的实际时间, 不应超过 5min。
- L.6 采集煤样时应满足以下要求:
- a) 对于柱状煤芯, 采取中间不含矸石的完整的部分;
 - b) 对于粉状及块状煤芯, 要剔除矸石及研磨烧焦部分;
 - c) 不应用水清洗煤样, 保持自然状态装入密封罐中, 不可压实, 罐口保留约 10mm 空隙。
- L.7 采样时应同时收集采样地点、采样时间、罐号、样品编号等有关参数, 并记录在采样记录表中。
- L.8 工作面自然解吸瓦斯量的测定可采用排水集气法。
- L.9 地面实验室内残存瓦斯含量测定方法可选择:
- a) 脱气法: 常温脱气→恒温脱气→粉碎后脱气→气体体积计算;
 - b) 常压自然解吸法: 粉碎前自然解吸→粉碎后自然解吸→粉碎后脱气→气体体积计算。
- L.10 气样组分分析可在工作面采集气样, 也可采用脱气法在实验室采取气样, 然后在实验室按 GB/T 13610 进行气体各种成分分析。
- L.11 数据处理与煤层瓦斯含量计算步骤包括:
- a) 气体体积的校正包括工作面自然解吸瓦斯量的换算和两次脱气气体体积的换算;
 - b) 损失瓦斯量的计算可采用 $\sqrt{t}$ 法或幂函数法;
 - c) 煤层自然瓦斯成分分析采用气相色谱仪, 计算煤层自然瓦斯气体组分;
 - d) 分别计算不同阶段的各种气体体积;
 - e) 计算煤层瓦斯含量。
- L.12 采用脱气法测定煤层瓦斯含量时, 包括现场煤芯瓦斯解吸量、损失瓦斯量、粉碎前瓦斯量、粉碎后瓦斯量四部分。采用常压自然解吸法测定煤层瓦斯含量时, 包括现场煤芯解吸瓦斯量、损失瓦斯量、粉碎前自然瓦斯解吸量、粉碎自然瓦斯解吸量与常压不可解吸瓦斯量五部分。
- L.13 瓦斯含量直接测定法的具体操作步骤和要求按照《煤层瓦斯含量井下直接测定方法》(GB/T 23250) 的规定执行。

附录 M
(规范性)
气密性混凝土透气系数测定方法

M.1 测定混凝土的透气系数应在恒定气压下进行。

M.2 测定混凝土透气系数可采用下列设备及材料：

- a) 透气系数测定仪：可借用 HS-40 型混凝土抗渗仪进行改装；
- b) 空气压缩机：工作压力 1.2-1.4MPa，排汽量 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ ；
- c) 气体量测装置：测量精度不低于 0.1mL；
- d) 压力机或其它加压装置；
- e) 电烘箱、电炉及钢丝刷等；
- f) 密封材料：石蜡、多功能胶、环氧粘结剂、沥青等。

M.3 模筑混凝土试件制作应符合下列要求：

- a) 试件尺寸可按混凝土抗渗试件制备，其尺寸宜为：上径 175mm、下径 185mm、高 150 mm 的圆台体；
- b) 试件成型后应在 24h 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 28d，继续室内气干 14-28d，当试件湿度与大气平衡后，方可进行透气性测试。

M.4 模拟施工缝混凝土试件制作应符合下列要求：

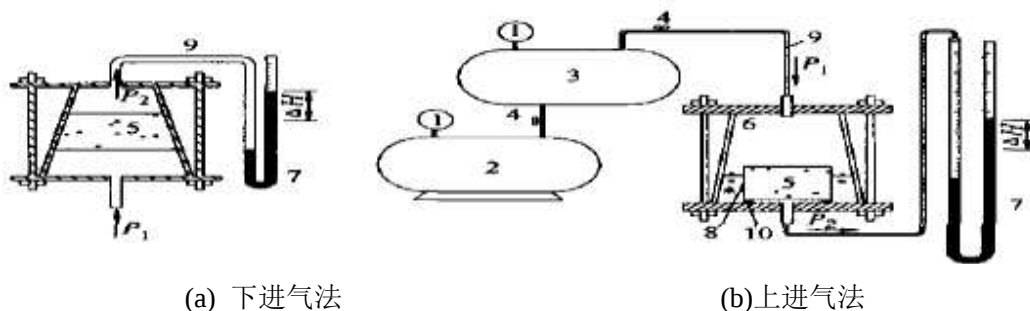
- a) 试件尺寸：同模筑试件；
- b) 试件制备：在混凝土抗渗试模中，事先放置用木材或其它材料制成的半块圆锥台体，侧面涂刷隔离剂备用，将施工用的模筑混凝土拌合物浇入抗渗试模的另一半空模中，震动捣实，24h 后拆模，将试件与模筑混凝土同条件养护，至再次浇注模筑混凝土前，将其置于试模中并在侧面（新旧混凝土交接面）作接缝处理并涂喷界面粘结剂（处理方法及粘结剂同施工缝）30 min 内将模筑混凝土浇入抗渗模的另一半空模中，震动捣实，48h 后用钢丝刷清除试件表面水泥浆膜，小心拆模，试件与模筑混凝土同条件下养护至 28d，继续室内气干 14d~28d 后，方可进行透气性测试。

M.5 喷射混凝土试件制作应符合下列要求：

- a) 试件尺寸：可从喷棍凝土大板中切取尺寸为 $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 100\text{mm}$ 的立方体试件，或钻取直径 110 mm~130mm、高 100mm 的试件，一组 6 块；
- b) 试件养护条件与喷棍凝土相同，28d 后取出，继续室内气干 14~28d，当试件湿度与大气湿度平衡后，方可进行透气性测试。

M.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：

- a) 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；
- b) 用压力机或其它加压装置将涂有密封材料的试件压入预热（ 50°C ）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；
- c) 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.1(a)；



说明：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； ΔH —透气量；8—密封涂层；9—胶管；10—钢环

图 M.1 透气系数测试装置示意图

d)测试压力可根据需要确定,从 0.3MPa 开始,经稳压 6h 后,开始测读透气量(精确至 0.1mL),每隔 0.5h 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 0.5h 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

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 6h 后,继续测试;

e)在透气量测读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。

M.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:

- a) 试件密封:除规定的透气面外,试件的其它暴露面均需密封,密封剂可采用多功能耐磨胶、环氧树脂等。密封剂涂刷 2~3 遍,试件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;
- b) 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.1(b);
- c) 透气量测定:可按下进气法透气性测试相同步骤进行;
- d) 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、底座间有无渗水,试件本身有无透水痕迹,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于密封测试。

M.8 混凝土透气系数可从每组 6 块试件的透气量测试中,舍去最大值和最小值,取中间 4 块试件透气量平均值作为该组试件透气量,按式 (M.1) 计算其透气系数:

$$K = \frac{2LP_2\gamma_a}{(P_1^2 - P_2^2)} \times \frac{Q}{A} \times 10^{-2} \quad (M.1)$$

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(cm²);

Q ——平均单位时间透气量(cm³/s);

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

附录 O
(规范性)
行走式作业机械主动防爆改装方法

O.1 系统功能

O.1.1 瓦斯工区施工采用的挖掘机、装载机、运渣车、运输车、混凝土罐车、混凝土泵车等行走式作业机械，施工中不可避免会产生摩擦或碰撞火花，采用传统的被动防爆改装方法（对机车设备进行特殊的设计和改装以实现设备在瓦斯超限等危险条件下具备继续作业的能力）导致机车工效降低，防爆装置使用寿命短，瓦斯浓度超限作业风险高。

O.1.2 主动防爆改装方法是在行走机车上安装车载瓦斯自动监控报警与断电系统，瓦斯超限时自动断油断电而停止作业，瓦斯浓度降低到正常范围后机车自动解锁，可重新启动机车作业。该系统适用于瓦斯隧道中作业机车如挖掘机、装载机、运输机车等作业环境瓦斯监控。系统安装在内燃机车设备上，实时监测其周围环境空气中的瓦斯浓度，当环境瓦斯浓度超过报警限值，装置发出声光报警，当瓦斯浓度继续上升达到断电值时，装置发出车辆自动断油断电信号，控制机车熄火，并进入闭锁状态，人工无法启动机车，预防瓦斯事故发生。当环境瓦斯浓度降至设定安全阈值以下时，系统自动解除锁定，方可再次启动机车。

O.1.3 车载瓦斯自动监控报警与断电系统的主要功能和特点：

- a) 安装后不改变机车动力特性；
- b) 装置安装快捷，维护简便，具有良好抗振和防水性能，运行稳定可靠。
- c) 装置先报警后熄火，具有安全处理时间间隙；
- d) 可根据使用环境动态设定瓦斯超限报警和断电阈值；
- e) 当瓦斯参数超过报警限值时可自动发出声、光报警；
- f) 当瓦斯参数超过断电限值时可自动输出断电和熄火控制信号。

O.2 系统构成

系统主要包括车载式甲烷断电仪主机和低浓度甲烷传感器。系统主要由三部分组成：系统维护与配置管理中心、控制分站、检测控制器，见图 O.1。

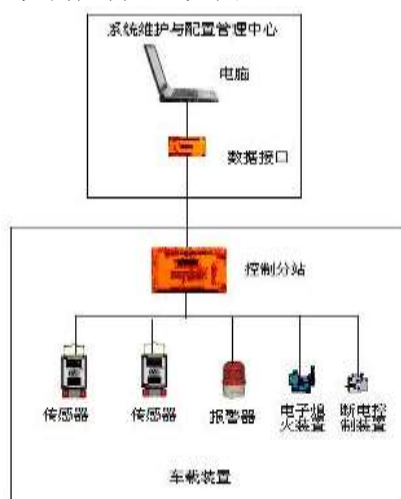


图 O.1 车载瓦斯自动监控报警与断电系统组成

- a) 系统维护与配置管理中心：系统维护与配置管理中心主要用于设置、调试系统配置参数和控制逻辑。主要由中心电脑、系统软件、数据传输接口组成。该装置主要由设备提供方使用，施工单位也可配置用于平时系统维护。行走式作业机车正常运行时不需要该部分设备。
- b) 控制分站：分站是系统的数据采集处理和逻辑控制中心，负责从传感器采集环境参数，并将结果按照管理中心软件所设计的控制逻辑进行判断处理，根据配置方案在检测到异常时输出报警和断电等控制信号；分站还具备与管理中心进行数据通信的功能，接收管

- 理中心下达的配置逻辑指令并可将采集的数据发送至管理中心进行实时监测调试；
- c) 检测控制器：检测控制器包括传感器和报警器。传感器主要是采集机车作业环境中瓦斯参数。报警器接收分站发来的报警信号，发出声光报警提示，提前发出预警。

O.3 系统工作原理

O.3.1 系统主要采集施工机车工作区域的环境瓦斯气体浓度参数，控制分站根据采集瓦斯浓度值和控制逻辑进行分析处理。机车作业环境瓦斯浓度报警值宜设定为 0.3%，断油断电瓦斯浓度值宜设定为 0.5%。见图 O.2。



图 O.2 车载瓦斯自动监控报警与断电系统工作原理

O.3.2 当机车作业环境瓦斯浓度达到 0.3%报警值时，分站向报警器发出报警信号，报警器发出声光报警，驾乘人员听到或看到报警信号后，立即停止作业，通知跟班作业瓦检员核查瓦斯浓度，查明原因并采取措施解除危险后再行作业。当瓦斯浓度上升较快，瓦斯浓度达到断油断电阈值 0.5%时，控制分站向安装在机车上的断油熄火控制器和电源控制器发出控制信号，使机车自动停止工作并关闭总电源，实现闭锁，防止机车因火花造成瓦斯燃烧或爆炸事故。当环境瓦斯浓度降至设定安全阈值 0.5%以下时，系统自动解除锁定，可再次启动机车。断电后在特殊情况下需要开动机车时，应使用专用工具操作，才能手动解锁强行送电。

O.4 系统安装方法

O.4.1 监测分站安装位置可根据内燃施工机车本身的结构特点进行选择，安装于驾驶室、内燃机车设备底部或侧面以及驾驶室与车箱连接处等。传感器安装于驾驶室顶部通风处。内燃施工机车在运行中为一个振动剧烈的载体，安装时需对车载监控断电系统设备进行专门的加固与防振设计。系统安装布置见图 O.3。该系统设备轻便、安装快捷、维护简便、只需要施工维修场地即可完成安装、系统运行稳定可靠、不会改变该内燃施工机车动力特性。

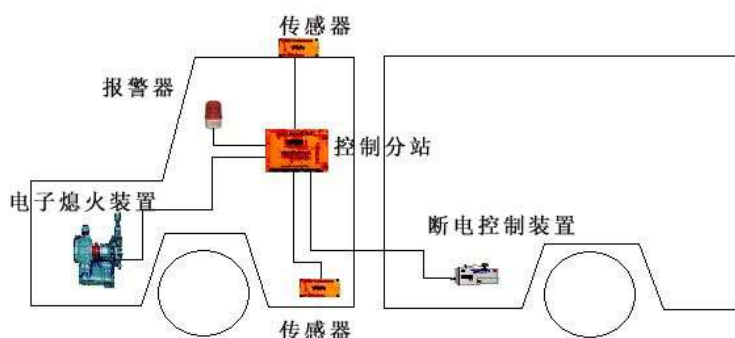


图 O.3 车载瓦斯自动监控报警与断电系统安装示意图

O.4.2 高瓦斯、瓦斯突出工区的挖掘机、装载机、运渣车、运输车、混凝土罐车、混凝土泵车等行走式作业机械，均应安装车载瓦斯自动监控报警与断电系统。

O.5 系统设备主要技术参数及性能指标

煤矿瓦斯监测设备目前市面上型号众多，但多数设备都比较笨重，价格质量也参差不齐，设备的安装维护也各有不同。考虑监测系统在内燃机车上应用与矿井条件的差别，推荐选用车载式甲烷断电仪主机（DJ4Y220-Z）和 GJC4(B)低浓度甲烷传感器或其它符合规定要求的设备。系统

应具有体积小、安装方便、运行稳定等特点，监控分站和传感器应具有较好的防尘、防水和防震等设计。

a) ~~DJ4Y220~~型车载式甲烷断电仪：主机主要技术指标见表 O.1；

表 O.1 车载式甲烷断电仪主机主要技术指标

项目	技术指标	
防爆型式	矿用本质安全兼隔爆型	
防爆标志	Exd[ib]I(+150℃)	
测量范围	0~4%CH ₄	
响应时间	≤30s	
显示方式	四位LCD红色发光数字显示	
工作方式	长时间连续式工作	
开机延时	0~255s可选	
测量误差	0~1%CH ₄	≤±0.10% CH ₄ （真值，下同）
	1~2% CH ₄	≤±0.20% CH ₄
	2~4% CH ₄	≤±0.30% CH ₄
超限报警功能	报警范围	瓦斯隧道超限报警瓦斯浓度值宜设定为0.3%
	报警误差	±0.01%CH ₄
	报警方式	红色发光管闪光、警报声
	报警声级强度	≥80dB
超限闭锁(断电)功能	断电范围	瓦斯隧道超限断电瓦斯浓度值宜设定为0.5%
	断电点设定误差	±0.01%CH ₄
	断电显示方式	红色数字闪光
	断电接点容量	A组：DC 440V，250A；B组：DC 440V，250A
自动解锁(恢复供电)功能	解锁范围	瓦斯隧道供电解锁瓦斯浓度值宜设定为0.50%
	解锁误差	±0.01%CH ₄
	解锁最短时间	60 s
电源电压范围	48~220V	
断电仪本质安全电源	开路电压15V，短路电流200mA	
使用环境条件	工作温度0~40℃，相对湿度 ≤98%RH，气压85~110kPa，风速：≤10m/s，含有甲烷爆炸气体及强烈震动施工区域。	

b) ~~GJC4(B)~~型矿用低浓度甲烷传感器：断电仪配接的矿用低浓度甲烷传感器应具有就地甲烷浓度显示、超限声光报警、通过遥控器进行零点、精度、报警点设置及报警、断电测试等功能。传感器外壳应采用高强度不锈钢材料，具有抗振动、抗冲击能力。主要技术指标见表 O.2。

表 O.2 配接矿用低浓度甲烷传感器主要技术指标

项目	技术指标
防爆型式	矿用本质安全兼隔爆型
防爆标志	Exibd I
测量范围	0~4%CH ₄

响应时间	$\leq 20\text{s}$	
显示方式	三位LCD红色发光数字显示	
工作方式	长时间连续式工作	
测量误差	0~1%CH ₄	$\pm 0.10\%\text{CH}_4$
	1~2% CH ₄	真值的 $\pm 10\%$
	2~4% CH ₄	$\pm 0.30\%\text{CH}_4$
超限报警功能	报警点范围	报警点0.30~3.50%CH ₄ 范围内可任意设置
	报警误差	$\pm 0.01\%\text{CH}_4$
	报警方式	红色发光管闪光、警报声
	报警声级强度	$\geq 80\text{dB}$
工作电压	(9~24) V DC	
断电输出	0/5V脉冲	
显示值稳定性	在(0.00~4.00)%CH ₄ 范围内,当甲烷浓度保持稳定时,传感器显示值或输出信号值(换算为甲烷浓度值)的变化量应不超过0.04%CH ₄ 。	
使用环境条件	工作温度0~40℃,相对湿度 $\leq 98\%$,气压85~110kPa,风速: $\leq 8\text{m/s}$	

O.6 系统调试、验收与维护

O.6.1 系统调试和验收

车载瓦斯自动监控报警与断电系统安装完毕,应通过系统维护与配置管理中心并用标准甲烷气体对改装机车进行调试和校验,校验精度控制在 $\pm 0.1\%$ 以内。同时采用标准甲烷气体对设定的报警和断电甲烷浓度进行检验,实现报警、瓦机闭锁和解锁功能。车载瓦斯自动监控报警与断电系统应符合《爆炸性环境用防爆电气设备 第1部分:通用要求》(GB3836.1)、《爆炸性环境用防爆电气设备 第2部分:隔爆型“d”》(GB3836.2)和《爆炸性环境用防爆电气设备 第4部分:本质安全型“i”》(GB3836.4)等标准,并具有矿用产品安全标志证书和防爆电气设备防爆合格证。

O.6.2 机车整机验收

车载瓦斯自动监控报警与断电系统安装完成后,应对整个机车动力性能进行验收,在瓦斯工区内作业时瓦检员应跟踪检查主动防爆系统对瓦斯浓度的灵敏度,与光干涉甲烷测定器检测数据进行比对。

O.6.3 系统维护和维修

O.6.3.1 应指定专门维护人员对防爆系统的性能进行定期维护。配接的低浓度甲烷传感器应每7天至少进行1次调校,误差在规定的要求之内。瓦斯断电仪每月至少调校1次。

O.6.3.2 系统的日常维护工作应由机车司机配合瓦斯员每天对防爆系统分站、传感器和熄火装置进行检验,及时清理系统表面的尘埃、烟气、尾气等污染物,发现问题及时处理。

O.6.3.3 传感器发生故障后,应联系生产厂家专业人员进行维修,严禁非专业人员擅自维修和拆卸。

O.6.3.4 严禁在瓦斯工区内对机车防爆系统进行检查,有故障时必须在洞外进行。

附录 P
(资料性)
瓦斯隧道施工管理表格

瓦斯隧道安全管理表格格式见表 P.1～表 P.25。

表 P.1 瓦斯检测日报表

工程名称：		工区：		年 月 日		
检测时间	桩号/部位	班次	作业内容	CH ₄ 浓度 (%)	CO ₂ 浓度 (%)	瓦检员 (驻地监理 人员)

填表说明：值班人员交接班后，及时将日报表上报瓦斯安全监控中心进行比对。在甲烷传感器布设位置应进行备注。该表格同时可用于监理单位驻地监理人员对工区瓦斯状况进行抽检使用。

表 P.2 瓦斯隧道风速风量原始记录表

隧道名称：		工区：		资料编号：					
序号	桩号/ 检测部位	时间	测风 处断 面积 (m ²)	每次测定风表读数 (r/min)				真实风 速 (m/s)	风量 (m ³ /min)
				第一 次	第二 次	第三 次	平均		
1									
2									
3									
4									

问题描述（含通风系统巡视情况）：	处理意见：
测风人员签字：	技术负责人签字：

填表说明：通风管理人员每日对工作面风流、工作面回风流、二衬模板台车前后、距离洞口 20m 处断面回风流及其它作业点处风速巡检一次。检测结果及时上报工区技术负责人，发现问题及时处理。该表格同时可用于监理单位驻地监理人员对工区通风系统进行抽检使用。

表 P.3 瓦斯隧道测风平行检验表

隧道名称：

工区：

资料编号：

洞口风机型号、功率等参数						测风时主风机档位					
序号	实测最大瓦斯浓度	回风断面尺寸 (m)		检测断面面积 (m ²)	风表读数 (转/分)				实际风速 (m/s)	计算风量 (m ³ /min)	计算绝对瓦斯涌出量 (m ³ /min)
	CH ₄	宽度	高度		一	二	三	表速			
1											
2											
3											
4											
...											
监理单位平行检验结论（通风风速和风量、最小风速是否满足要求）： 驻地监理工程师：_____ 驻地总监：_____											
填表说明：该表格由监理单位配置测风、瓦检仪表独立完成。测风平行检验工作每 10 天进行一次。可测风管出口风速代替测风断面风速检测来计算风量。最小风速测试宜分别在工作面回风流、二衬台车前、已衬砌段回风流断面处进行。											

表 P.4 瓦斯隧道一炮三检记录表

隧道名称：

工区：

资料编号：

日期	班次	放炮地点	装药前			放炮前			放炮后			瓦检员签字	爆破员签字	安全员签字
			时间	CH ₄	CO ₂	时间	CH ₄	CO ₂	时间	CH ₄	CO ₂			

表 P.5 瓦斯隧道安全监控系统运行记录表

隧道名称：

工区：

资料编号：

日期	值班班次	监控设备运行情况	瓦斯超限地点、浓度及持续时间	超限上报人员	瓦斯超限处理情况	值班人员

填表说明：时间格式按 24 小时制填写，精确至分；班次填写早、中、晚；监控员值班期间应认真填写此表，发现瓦斯超限必须上报，并明确上报人员；工区技术负责人负责对瓦斯超限情况的处理。

表 P.6 瓦斯隧道监控员（瓦检员、通风员）交接班记录

隧道名称：

工区：

资料编号：

序号	监控设备运行情况 (工区内瓦检情况或通风系运行情况)	交班人	接班人	交班时间

填表说明：交接班人员认真填写此表，监控中心负责人（工区技术负责人）监督落实。

表 P.7 光学瓦斯检测仪与甲烷传感器对照表

隧道名称：

工区：

资料编号：

序号	瓦斯传感器 安装位置	时间	光学瓦检仪 测定值	瓦斯传感器 监控值	误差值	比对结果
1						
2						
3						
4						
...						
存在问题						
处理措施						
监控员签字： 日期			瓦检员签字： 日期			
瓦检员签字： 日期			系统安装维护人员签字： 日期			
工区技术负责人签字： 日期						
填表说明：监控员负责该表格的填写和数据对比分析，人工检测数据由瓦检员确认，位置由系统安装和维护人员确认，比对结果由工区技术负责人审核。						

表 P.8 安全监控系统巡检记录

隧道名称：

工区：

资料编号：

年 月 日	班次		巡检人员	
巡检线路及地点				
发现问题及隐患				
处理结果				
备注				

表 P.9 甲烷传感器调试记录

隧道名称：

工区：

资料编号：

序号	设备名称	设备编号	检查情况	处理情况	检查人	检查日期

填表说明：由专业电气工程师或电工完成。

表 P.12 瓦斯隧道“两闭锁”检测记录表

隧道名称：

工区：

资料编号：

序号	闭锁事项	检测方式	检测情况	处理情况	检测人	检查日期

填表说明：由专业电气工程师或电工完成。

表 P.13 瓦斯隧道电焊施工申请表

隧道名称:

工区:

资料编号:

施焊日期			施焊部位		
施焊班组		施焊者		证件号	
瓦检员		证件号		施焊时间段	
施工内容 (原因)	申请人：日期：				
现场技术员 意见	签字：日期：				
现场安全员 意见	签字：日期：				
工区技术负 责人意见	签字：日期：				
驻地监理工 程师意见	签字：日期：				
注：瓦检员、安全员、技术员应落实焊接过程中瓦斯检测和安全措施。技术负责人和监理工程师应加强现场检查和监督。					

表 P.14 瓦斯隧道钻爆作业安全检查记录表

隧道名称： 瓦斯工区等级： 资料编号：
 本次钻爆桩号部位： 日期： 年 月 日

序号	检查内容	检查结果	责任人	签名
1	超前钻孔起讫桩号		技术员	
2	钻屑指标分析许掘距离（m）		防突员	
3	钻眼前瓦斯浓度（%）		瓦检员	
4	钻眼个数（个）		班组长	
5	钻眼深度（m）		班组长	
6	领用炸药质量（kg）		安全员	
7	领用雷管数量（发）		安全员	
8	装药前瓦斯浓度（%） （爆破一检）		瓦检员	
9	实际装药质量（kg）		爆破员	
10	实际领用管数量（发）		爆破员	
11	雷管脚线连接方式		安全员	
12	炮孔是否正确堵塞		安全员	
13	装药后瓦斯浓度（%） （爆破二检）		瓦检员	
14	起爆方式		爆破员	
15	撤出洞内全部人员（人）		安全员	
16	洞口警戒（50m 无人，熄灭火源）		安全员	
17	起爆时间	时 分	爆破员	
18	持续通风时间（min）		安全员	
19	炮后进洞安全检查时间	时 分	瓦检员	
20	爆破通风后瓦斯浓度（%） （爆破三检）		瓦检员	
21	瓦检员下达作业口令	允许口；不允许口 时 分	瓦检员	
22	班组长接到允许作业口令 进洞作业		安全员 班组长	
填表说明：每次爆破均需按实际情况填写。本表流程执行完成后由安全员保存，过程中依次传递责任人。表中不适用项，用“/”标识。				

表 P.15 瓦斯隧道安全日常检查记录表

隧道名称：

瓦斯工区等级：

资料编号：

序号	检查事项	桩号/部位	检查情况描述
1	洞口 20m 范围内是否存在火源		
2	洞口人员登记、检查记录		
3	是否穿着易产生静电的服装进洞		
4	进洞人员是否存在携带香烟、火机或手机进洞		
5	是否按规定携带甲烷检测报警仪等仪表		
6	个人防护用品		
7	洞内灭火器等消防设施		
8	通风机运行情况、通风筒是否顺直、漏风、距离掌子面距离等		
9	各作业点甲烷等传感仪吊挂是否符合要求		
10	焊接动火安全措施是否到位		
11	一炮三检制的落实情况		
12	洞内电缆		
13	真空电磁启动器		
14	检漏继电器		
15	防爆插销		
16	真空馈电开关		
17	综合保护装置		
18	隔爆型母线盒		
19	照明灯具		
20	安全监控线路		
21	台车运行		
22	人员遵章守纪情况		
23	排班管理		
24	CH ₄ (%)		
25	CO ₂ (%)		
26	风速 (m/s)		
...	...		

安全员签字：

日期：

技术负责人签字：

日期：

填表说明：本表格可用于监理单位对瓦斯隧道施工的日常检查和监督使用。

表 P.16 瓦斯隧道超前地质预报探孔施工原始记录

隧道名称:

工区:

资料编号:

桩号:		钻孔编号:		施钻日期时间:					
钻孔布置示意简图:									
钻孔柱状剖面图:									
进尺 (m)		煤层 深度 (m)	岩性 描述	岩芯轴 夹角 (°)	裂隙发 育程度	地下水 位情况 (m³)	围岩 级别	超前地 质 预报验 证 及说明	备注
自	至								

现场记录:

技术员:

监理工程师:

日期:

表 P.17 超前探钻孔原始班报表

隧道/工区名称： 桩号部位： 年 月 日 时 至 年 月 日 时 距中心 m 孔号：

累计 计次 钻数	本次 钻具 全长 (m)	使用 钻杆 长度 (m)	孔深(m)		进尺 (m)	岩芯 长 (m)	累计 岩芯 长度 (m)	残留岩芯记录			采取 率 (%)	岩芯编号		钻头 规格	钻头 种类	换径 深度 (m)	备注
			自	至				钻头 空位	石子 是否 卡紧	残留 岩芯 (m)		自	至				
地质 编录																	

钻孔负责人： 现场技术员： 监理工程师： 日期：

注：本表格适用于揭穿具有突出危险性的煤层。

表 P.18 瓦斯压力测定原始记录表

隧道/工区名称:

资料编号:

[illegible]

测定人: 核定人: 监理工程师: 日期:

注：本表格适用于突出煤层的危险性预测。

表 P.19 瓦斯排放孔（抽放孔）钻孔记录表

隧道/工区名称:

桩号/部位:

资料编号:

孔号	方位角(°)	倾角(°)	孔深(m)	孔径(mm)	钻孔描述
钻孔布置图					

钻孔:

记录:

监理工程师:

日期:

注：本表格适用于高瓦斯地层钻孔排放或突出煤层抽放钻孔。

表 P.20 瓦斯隧道瓦斯抽放参数测定记录表

隧道/工区名称:

资料编号:

[illegible]

表 P.21 瓦斯隧道抽放瓦斯泵房值班记录

隧道/工区名称:

资料编号:

[illegible]

表 P.22 瓦斯隧道瓦斯抽放日报表

隧道/工区名称:

资料编号:

序号	日期	煤层或 煤层组 编号	负压 (mmHg)	浓度 (%)	温度 (℃)	混合 瓦斯量 (m ³ /min)	纯瓦 斯量 (m ³ /min)	日抽 放量M (m ³)	抽放 时间 (h)	备注
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
最大										
最小										
平均										
累积抽放量 M					m ³	累计抽放时间			天	

工区长:

技术员:

记录人:

注：该表格适用于突出煤层瓦斯抽放。

表 P.23 瓦斯隧道瓦斯抽放量月报表

隧道/工区名称:

资料编号:

月份	泵号	运转时间	负压(mmHg)		压差 (Pa)		平均流量 (m ³ /min)		累计抽放量 M (m ³ /月)	
			最大	最小	最大	最小	混合量	纯量	混合量	纯量
各月累计抽放纯量 M									m ³	

工区长:

技术员:

记录人:

注: 本表格适用于突出煤层瓦斯抽放。

表 P.24 瓦斯隧道瓦斯泵停开时间记录表

隧道/工区名称:

资料编号:

序号	开泵时间	停泵时间	共计开泵时间	记录日期	记录人	备注

工区长:

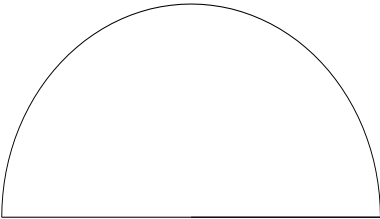
技术员:

记录人:

注: 本表格适用于突出煤层瓦斯抽放。

表 P.25 防突措施效果检验报表

隧道/工区名称：资料编号：

部门		检验部位		检验日期												
孔号	方位(°)	倾角(°)	孔深(m)	项目	钻孔深度(m)											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				A 煤(kg/m)												
				K ₁												
				A 煤(kg/m)												
				K ₁												
				A 煤(kg/m)												
				K ₁												
钻孔布置图										综合分析	防突员：					
工区长意见 同意掘进长度：				监理意见 同意掘进长度：				现场技术员 签 收：								
注：本表格适用于突出煤层瓦斯抽放。此表应在检测现场如实填写，当 K ₁ 指标达到 0.5 时，应及时采取措施，防止煤与瓦斯突出。																