

ICS 93.060
CCS P 21

DB50

重 庆 市 地 方 标 准

DB50/T 962—2025
代替DB50/T 962—2019

公路瓦斯隧道施工技术规范

2025 - 12 - 19 发布

2026 - 03 - 19 实施

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	3
5 基本规定	4
6 瓦斯工区类别	4
7 施工通风	6
8 超前地质预报	8
9 电气设备与作业机械	9
10 瓦斯检测与监控	14
11 钻爆作业与支护	17
12 揭煤防突	21
13 施工安全及应急救援	25
附录 A（规范性） 煤层瓦斯压力测定方法	31
附录 B（规范性） 煤的破坏类型分类	33
附录 C（规范性） 煤的瓦斯放散初速度测定方法	34
附录 D（规范性） 煤的坚固性系数测定方法	35
附录 E（规范性） 绝对瓦斯涌出量和测风方法	42
附录 F（规范性） 钻屑指标法	36
附录 G（规范性） 钻孔瓦斯涌出初速度测定方法	40
附录 H（资料性） 瓦斯自动监控报警与断电系统	43
附录 I（资料性） 瓦斯隧道施工管理表格	47
参考文献	70

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。

本文件代替 DB50/T 962—2019《公路瓦斯隧道施工技术规范》，与 DB50/T 962—2019 相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 增加了采用“四新技术”的相关内容（见 4.5）；
- b) 将“一般规定”更改为“基本规定”（见第 5 章，2019 版的第 5 章），其后各章均增加“一般规定”相关内容；
- c) 增加了施工前相关工作（见 5.1）、“辅助通道、辅助洞室”的相关规定（见 5.14）、检测仪器检校规定（见 5.15）；
- d) 更改了“绝对瓦斯涌出量”（见 6.2.1，2019 版的 6.3）、“瓦斯工区动态管理示意图”（见 6.2.3，2019 版的 6.4）、“突出煤（岩）层鉴定”（见 6.2.5，2019 版的 6.6）；
- e) 增加了“三、四车道隧道瓦斯工区类别划分指标建议值”（见 6.2.2）；
- f) 增加了“地质调查”相关内容（见 8.2.1）、“钻孔成像”的相关内容（见 8.3.8、8.3.9、8.3.10）；
- g) 更改了“探测距离”的相关描述（见 8.2.3，2019 版的 8.2.2）；
- h) 更改了“照明灯具”的相关描述（见 9.2.12，2019 版的 9.2.11）；
- i) 增加了“漏电保护器”的检查周期规定（见 9.2.15）；
- j) 更改了“瓦斯人工检测”（见 10.2，2019 版的 10.1）、“自动监控系统”（见 10.3，2019 版的 10.2）；
- k) 更改了“瓦斯浓度限制”（见 10.2.10，2019 版的 10.1.15）；
- l) 增加了“出渣作业”要求（见 11.4）、“瓦斯区段二次衬砌施工和养护作业”要求（见 11.5.5）、“瓦斯区段施工缝设置”要求（见 11.5.6）；
- m) 增加了“专职防突员”相关描述（见 12.1.5）；
- n) 更改了“接近煤层时超前探测的法向距离”（见 12.2.2，2019 版的 12.2.2）；
- o) 增加了“停工复工管理”（见 13.8）、“有害气体防治和环境保护”（见 13.10）；
- p) 更改了“事故应急救援与预案”（见 13.9，2019 版的 13.11）；
- q) 删除了“质量检验与验收”（见 2019 版的第 14 章）、“作业机械防爆改装技术指标与验收方法”（见 2019 版的附录 I）、“气密性混凝土透气系数测定方法”（见 2019 版的附录 J）。

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专利的责任。

本文件由重庆市交通规划和技术发展中心提出。

本文件由重庆市交通运输委员会归口并组织实施。

本文件起草单位：重庆市交通规划和技术发展中心、重庆中环建设有限公司、中国水利水电第七工程局有限公司、重庆成渝垫丰武高速公路有限公司、招商中宇工程咨询（重庆）有限公司、重庆交通大学、重庆大学、中煤科工集团重庆研究院有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、中交一公局集团有限公司。

本文件主要起草人：沈小俊、贾家银、袁坤、代高飞、张毅、林志、周翔、胡运兵、吴梦军、晁元昭、谭大龙、周世均、吴清高、杨红运、李好、刘戎、程亮、李怀友、谭消、刘小龙、沈骥、庞佳、章文峰、罗国新、何清、张凌云、肖剑。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2019 年首次发布为 DB50/T 962—2019；
——本次为第一次修订。

公路瓦斯隧道施工技术规范

1 范围

本文件确立了公路瓦斯隧道施工的总则,规定了公路瓦斯隧道施工的基本要求,以及瓦斯工区类别、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等要求。

本文件适用于以钻爆法开挖为主的公路瓦斯隧道施工管理。

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/T 2887 电子计算机场地通用规范

GB 6722 爆破安全规程

GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则

JT/T 1375.1 公路水运工程施工安全风险评估指南 第1部分:总体要求

JT/T 1496 公路隧道施工门禁系统技术要求

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

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

TB 10120 铁路瓦斯隧道技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

瓦斯 gas

在地层中赋存或逸出的以甲烷(CH_4)为主的有害气体,根据其生成、赋存条件将其分为煤层瓦斯、非煤瓦斯两类。

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.1]

3.2

瓦斯地层 rock stratum with gas

含有瓦斯的地质层。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。

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.2]

3.3

瓦斯隧道 tunnel with gas

在隧道勘察或施工过程中,内部存在瓦斯的隧道。

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.4, 有修改]

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。

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.7]

3.5

绝对瓦斯涌出量 absolute gas emission quantity

单位时间涌出的瓦斯量, 以 m^3/min 计。

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.8, 有修改]

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, 以 m^3/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、岩和瓦斯由煤体内突然喷出到开挖空间的动力现象。

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.9, 有修改]

3.8

吨煤(岩)瓦斯含量 gas content per ton

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

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.11]

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。

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.12]

3.10

瓦斯压力 gas pressure

在煤(岩)层孔隙、裂隙中的瓦斯作用于孔隙壁的应力。一般为绝对瓦斯压力。

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.13, 有修改]

3.11

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

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

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.14]

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危险性的工作。

[来源: JTG/T 3374—2020, 2.0.15]

3.13

局部瓦斯积聚 local gas accumulation

隧道内任一体积大于 0.5 m^3 的空间内积聚的瓦斯浓度达到 2.0% 的现象。

[来源：JTG/T 3374—2020，2.0.16，有修改]

3.14

瓦斯排放 gas emission

对于隧道内的积聚瓦斯实施的安全排除措施，或指通过未开挖的煤（岩）体内施工钻孔排除瓦斯、减小瓦斯压力的措施。

[来源：JTG/T 3374—2020，2.0.19]

3.15

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。

[来源：JTG/T 3374—2020，2.0.20]

3.16

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开挖作业前和开挖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的“四位一体”的防突措施。

[来源：JTG/T 3374—2020，2.0.21]

3.17

防突效果检验 test of 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。

[来源：JTG/T 3374—2020，2.0.23]

3.18

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。

[来源：TB 10120—2019，2.0.17，有修改]

3.19

预测孔 forecasting hole

用以预测煤层各项突出危险性指标的钻孔。

[来源：TB 10120—2019，2.0.22，有修改]

3.20

检验孔 detection hole

用以检验防突措施是否有效的钻孔。

[来源：TB 10120—2019，2.0.23，有修改]

3.21

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。

[来源：JTG/T 3374—2020，2.0.25]

3.22

风电闭锁和甲烷电闭锁装置 fan-stoppage and methane-monitor breaker

当开挖工作面的局部通风机停止运转或隧道内甲烷浓度超过规定值时，能立即自动切断该供风隧道中的一切电源，并只有在局部通风机恢复运转和甲烷浓度低于规定值时，通过人工送电才能恢复供风隧道的电气设备供电的安全装置。

[来源：JTG/T 3374—2020，2.0.26]

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 瓦斯隧道在施工准备和施工过程中均应加强地质复核工作，并根据地质预测、预报及监控量测信息实施动态管理。
- 4.3 瓦斯隧道施工应强化专项管理制度建设与全过程制度管理。
- 4.4 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。
- 4.5 瓦斯隧道施工应贯彻国家有关技术经济政策，积极慎重地采用新技术、新工艺、新材料、新设备。

5 基本规定

- 5.1 瓦斯隧道施工参建各方应保障资金、人员、设备的投入。
- 5.2 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，实施动态风险控制和跟踪处理。
- 5.3 瓦斯隧道施工应编制隧道施工组织设计、临时用电和施工安全专项方案，并按 JT/T 1375.1 的规定组织评审。
- 5.4 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报。
- 5.5 根据检测监测及超前地质预报情况，及时评定瓦斯工区类别。
- 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，并全过程检测瓦斯浓度。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 进入瓦斯工区的人员宜配备便携式甲烷检测仪。
- 5.9 瓦斯隧道内严禁存放汽油、柴油、煤油、液压油、变压器油、雷管、炸药等易燃易爆物品。
- 5.10 施工单位应建立健全通风、动火、气体检测、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。
- 5.11 施工单位应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订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。
- 5.12 瓦斯隧道施工现场应设立通风、气体检测、机电防爆测试及安全消防救援等人员，并定期维护和检查所用设备。
- 5.13 瓦斯隧道施工应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 24 h 值班制度，复工前应进行全面安全检查。
- 5.14 瓦斯工区内的辅助通道、辅助洞室的施工安全技术要求应按瓦斯隧道的规定执行。
- 5.15 各类检测仪器应按规定进行定期检校。

6 瓦斯工区类别

6.1 一般规定

- 6.1.1 瓦斯隧道类别可分为微瓦斯隧道、低瓦斯隧道、高瓦斯隧道及煤（岩）与瓦斯突出隧道四种，瓦斯隧道的类型按隧道内瓦斯地层或瓦斯工区的最高类别确定。
- 6.1.2 瓦斯隧道工区可分为非瓦斯工区和瓦斯工区两类。瓦斯工区可分为微瓦斯工区、低瓦斯工区、高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区四类。

6.1.3 施工期间，应及时核查瓦斯工区类别。

6.2 瓦斯工区评定指标

6.2.1 两车道隧道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 公路两车道隧道瓦斯地层或瓦斯工区绝对瓦斯涌出量判定指标

瓦斯地层或瓦斯工区类别	绝对瓦斯涌出量 Q_{CH_4} (m^3/min)
非瓦斯	0
微瓦斯	$0 < Q_{CH_4} < 0.8$
低瓦斯	$0.8 \leq Q_{CH_4} < 2.7$
高瓦斯	$2.7 \leq Q_{CH_4}$

6.2.2 其他多车道隧道瓦斯地层与瓦斯工区类别的判定指标为隧道内绝对瓦斯涌出量，计算公式如下：

$$Q_{CH_4} = \frac{V \times A \times \omega}{K \alpha} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q_{CH_4} —绝对瓦斯涌出量 (m^3/min)；

ω —最高瓦斯浓度（微瓦斯取 0.25%，低瓦斯取 0.50%）；

V —隧道回风最低风速（微瓦斯取 0.15 m/s，低瓦斯取 0.25 m/s）；

A —回风断面积，表 1 中两车道取 $70 m^2$ ，其他多车道断面面积根据实际情况定；

α —瓦斯涌出不均衡系数，两车道取 1.2，三车道取 1.3，四车道取 1.5；

K —安全系数，两车道取 1.6；三车道取 1.7；四车道取 1.8。其中， $K=K_1 \times K_2$ ， K_1 为风速安全系数， K_2 为瓦斯浓度安全系数。

6.2.3 当施工区段内全部瓦斯地层穿越完毕，经检测评定为无瓦斯时，后续施工区段为非瓦斯工区。两瓦斯地层间的非瓦斯地层段宜结合地层段长度、实测瓦斯情况、施工情况等确定瓦斯工区类别，并根据瓦斯工区类别采取瓦斯防治和施工方法。瓦斯工区动态管理可按图 1 实施。

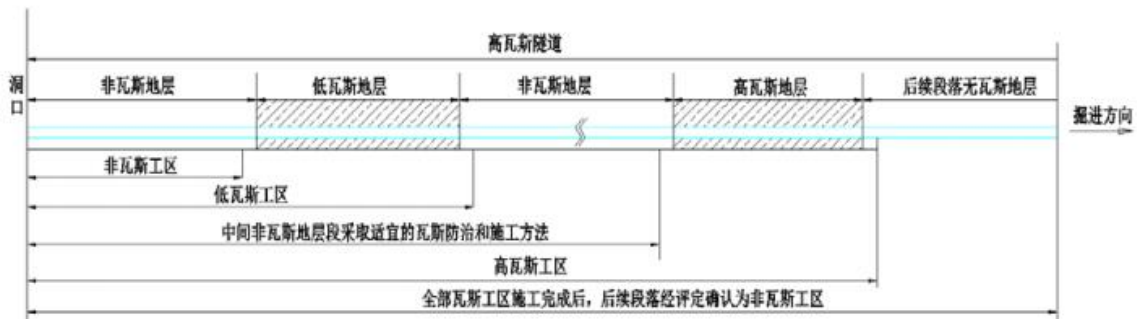


图 1 瓦斯工区动态管理示意图

6.2.4 瓦斯地层有下列情况之一的，应进行煤（岩）与瓦斯突出危险性鉴定，或直接认定为突出煤（岩）层：

- a) 邻近矿区或工程发生经调查认定为突出事故的同一煤层；

- b) 邻近矿区或工程已鉴定为突出的同一煤层；
- c) 钻孔施工过程中发生过喷孔、顶钻等明显突出预兆的；
- d) 煤（岩）层有瓦斯动力现象的；
- e) 瓦斯压力达到或超过 0.74 MPa 的，尚未进行突出危险性鉴定的煤层。

6.2.5 煤（岩）与瓦斯突出评定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）、煤的破坏类型（见附录 B）、煤的瓦斯放散初速度 ΔP （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，应鉴定为突出煤（岩）层。但当 $f \leq 0.3$ 且 $P \geq 0.74$ MPa，或 $0.3 < f \leq 0.5$ 且 $P \geq 1.0$ MPa，或 $0.5 < f \leq 0.8$ 且 $P \geq 1.50$ MPa，或 $P \geq 2.0$ MPa 的，可鉴定为突出煤（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 ΔP	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	≥ 10	≤ 0.5	≥ 0.74

6.2.6 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。

7 施工通风

7.1 一般规定

7.1.1 瓦斯隧道施工前应编制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。

7.1.2 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，校核瓦斯工区类别。

7.1.3 施工通风贯通方案应符合下列规定：

- a) 瓦斯隧道相向开挖掌子面在相距 50m 时，应停止一个掌子面，做好调整通风系统的准备工作；
- b) 停止施工的掌子面应保持正常通风，设置栅栏及警示，每班检查风管的完好状况和掌子面及其回风流中的瓦斯浓度；
- c) 施工的掌子面爆破前，应派专人和瓦检员共同到停止施工的掌子面检查掌子面及其回风流中的瓦斯浓度，瓦斯浓度超限时，应先停止在施工作业的工作，并对瓦斯进行处理；
- d) 贯通时，应由专人在现场统一指挥；
- e) 贯通后，应停止隧道内的一切非必要作业，待风流稳定后方可恢复工作；
- f) 当两个开挖掌子面的瓦斯工区类别不同时，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。

7.1.4 瓦斯工区应建立测风制度，并应遵守以下规定：

- a) 每旬进行一次全面测风，对开挖掌子面等用风地点，根据需要随时测风；
- b) 通风方式改变后，及时组织一次全面测风；
- c) 根据测风结果核定每个掌子面的通风能力，及时进行风量调节；
- d) 每次测风结果记录并在测风地点的记录牌上更新；
- e) 重点部位进行连续监测并随时抽查检测。

7.1.5 微瓦斯和低瓦斯工区日常通风检查每天应不少于 1 次，高瓦斯与突出工区每班应不少于 1 次，

包括下列内容：

- a) 通风安全检测仪表是否具备相应资质检验单位颁发的检验合格证，数量是否足够，仪表是否完好；
- b) 风机是否正常运行，风机运行记录、维护记录是否连续、完整，测风记录牌信息是否及时更新；
- c) 风速、风量是否满足 7.2.6 的最低要求；
- d) 风管是否平顺通畅，转弯处是否弯度平缓，风管内是否有积水，风管口到掌子面距离是否满足要求，风管是否存在破损漏风问题等。

7.2 通风系统

7.2.1 瓦斯隧道进洞后应有完整独立的机械通风系统。

7.2.2 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 瓦斯工区两个开挖掌子面之间应采用独立通风，任何两个掌子面之间不应串联通风。

7.2.4 瓦斯工区施工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，取其中的最大值作为需风量并进行风速验算，风量计算应按下列要求：

- a) 按隧道同时工作的最多人员计算，每人每分钟供给风量不应少于 4 m^3 ；
- b) 内燃机械作业供风量不小于 $4.5 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{kW}$ 。

7.2.5 按绝对瓦斯涌出量计算需风量，风量应能将高、低瓦斯工区内各处瓦斯浓度稀释到 0.5% 以下，将微瓦斯工区内各处瓦斯浓度稀释到 0.25% 以下。

7.2.6 微瓦斯工区隧道洞内通风风速不应小于 0.15 m/s，低瓦斯工区隧道洞内通风风速不应小于 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不应小于 0.5 m/s，回风风速不应大于 6 m/s。

7.2.7 瓦斯隧道施工中，瓦斯易于积聚处应实施局部通风，风速不应小于 1.0 m/s。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，消除瓦斯积聚。

7.2.8 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，应撤出人员，切断电源。恢复通风前，应检查瓦斯浓度。当停风区中瓦斯浓度不超过 1%，且压入式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，方可人工启动通风机。当停风区中瓦斯浓度超过 1% 且不超过 3% 时，应采取安全措施，控制风流排放瓦斯。停风区中瓦斯浓度超过 3% 时，应制定安全排放瓦斯措施。

7.2.9 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，瓦检员、放炮员、安全员进洞确认爆破地点无危险后可继续作业。

7.2.10 采用巷道式通风方式时，除用作通风联络通道的横通道外，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。

7.3 通风设备

7.3.1 隧道通风设备的布置及安装满足以下规定：

- a) 瓦斯隧道内所有风机进风口空气中瓦斯浓度不应达到或超过 0.5%，进风口应布置在粉尘、有害和高温气体不能侵入的地方；
- b) 压入式通风的主风机应设置在洞外新鲜风流中，宜在洞口 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风流中，风机距回风排污口的距离不小于 30m；
- c) 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 10min 内启动；

- d) 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；
 - e) 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，高瓦斯工区及煤(岩)与瓦斯突出工区应采用专用变压器、专用开关、专用线路、风电闭锁和甲烷电闭锁。
 - f) 瓦斯工区应采用抗静电、阻燃的风管，风管直径不宜小于 1.2m，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 10m，风管安装应平顺，接头严密，百米漏风率小于 2%。
- 7.3.2 通风机由专人负责管理，每半月至少进行一次风电闭锁和甲烷电闭锁试验，试验记录存档备查。
- 7.3.3 隧道应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。

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报工作，掌子面不应向前掘进施工。
- 8.1.2 瓦斯隧道超前地质预报应根据瓦斯工区（地层）类别选择合适的预报方法，主要方法包括地质调查法、地质素描、物探、地质钻探、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) 地层岩性预报，特别是对软弱夹层、破碎地层、煤层及特殊岩土的预报；
 - b) 地质构造预报，特别是对断层、节理密集带、褶皱轴部等影响岩体完整性的构造发育情况的预报；
 - c) 不良地质预报，特别是对瓦斯及其采空区、岩溶、人为坑洞等分布情况的预报；
 - d) 地下水预报，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报；
 - e) 煤层瓦斯预报，应进一步校核穿越瓦斯地层、采空区位置以及与隧道空间位置关系，并复核其瓦斯工区类别。
- 8.1.4 瓦斯隧道超前地质预报工作所采用具有防爆性能的仪器设备或参照 9.2.1 执行。
- 8.1.5 瓦斯隧道超前地质预报可采用地质调查法与既有勘察相结合、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。
- 8.1.6 穿越瓦斯地层段超前地质钻孔宜进行单工序作业。

8.2 地质调查和物探

- 8.2.1 瓦斯隧道进洞施工前，应进行地质调查，具体内容包括：对既有勘察资料的熟悉、核查和再次确认；瓦斯地层及地质构造在地表的出露位置、厚度及产状变化；采煤巷道走向、展布、高程及其在空间上与隧道的关系。
- 8.2.2 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）与瓦斯突出等地层以及含石油天然气或页岩气的特殊地层每个开挖循环均应作地质素描。
- 8.2.3 距勘察设计成果确定的煤层、采空区 50m~100m 时应采用 2 种及以上物探方法探测煤层、采空区的具体位置及其与隧道的空间关系。

8.3 超前钻探和试验检测

- 8.3.1 瓦斯隧道应全里程实施超前地质钻探，进一步查明煤层、采空区、断层、岩溶发育区、含石油天然气或页岩气的特殊地层等规模形态以及与隧道的空间关系。
- 8.3.2 瓦斯地层应采用超前地质钻探，高瓦斯地层、煤（岩）与瓦斯突出地层超前钻孔不少于 3 个，低瓦斯地层、微瓦斯地层超前钻孔可布置 1 个~3 个。
- 8.3.3 超前钻探应在距煤层垂距 20m 的位置进行初次探测，钻孔数不小于 3 个。在距煤层垂距 10m 的位置再次探测，钻孔数不少于 3 个，并进行地质编录与钻孔内瓦斯浓度、瓦斯压力的检测。
- 8.3.4 超前钻探应符合下列规定：
- 应采用湿式钻孔，严禁干钻，揭煤防突应使用方便钻机；
 - 钻孔直径不宜小于 65 mm，取芯钻孔直径不宜小于 75 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；
 - 钻孔过程中应观察记录孔口瓦斯浓度、钻屑变化情况、喷孔和顶钻等信息；
 - 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开展后续相关工作。
- 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 3m~5m 辅助探测孔并检测瓦斯浓度。当钻孔出现不良地质征兆时，应及时采取应对措施。
- 8.3.7 瓦斯地层超前地质预报过程中应配备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。
- 8.3.8 可采用钻孔成像进一步查明钻孔孔壁揭露的地层岩性、裂隙发育等地质情况。
- 8.3.9 实施钻孔成像前，应对实施钻孔成像的钻孔进行孔壁清洁，孔内不应残留钻渣等干扰物，且应在超前地质钻探实施完毕后立即进行钻孔成像现场数据采集。
- 8.3.10 在瓦斯工区实施钻孔成像时，其仪器设备应为防爆型仪器设备。若为非防爆仪器，应在孔内无瓦斯或瓦斯浓度低于 5% 以下时实施。孔内最高瓦斯浓度超过 5% 时严禁采用非防爆钻孔成像仪器设备。

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，应定期由专人检查维修，不应失爆。
- 9.1.3 瓦斯工区内不应进行作业机械和机电设备拆卸和修理。
- 9.1.4 瓦斯工区内的瓦斯地层施工完成前，电气设备应按最高瓦斯工区类别配置；当全部瓦斯地层施工完成后，后续的电气设备和作业机械可按检测评定结果配置。

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 24 V；
- d) 用电设备电压超过 3300 V 时，应制定专门的安全措施。

9.2.3 瓦斯工区供电应符合下列规定：

- a) 高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区供电应配置两路独立电源，且任一路电源线上均不得分接隧道以外的任何负荷。不能配置两路独立电源而采用单回路供电时，应配备满足一级负荷供电的备用电源，并在公用电网断电 10min 内启动。隧道洞内电源线路上不得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 10 A；
- 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，应装设风电闭锁装置。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，应加装护罩或遮栏等防护设施。

9.2.4 隧道内变电站设置应符合下列规定：

- a) 隧道内设置变电站时，应制定专门的安全措施；
- b) 隧道内变电站，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应小于 80 cm，同时应按规定设置灯光、轮廓标等安全防护设施；
- c) 隧道内高压变电站应采用矿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) 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；
- b) 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；

- c) 非固定敷设的高压电缆，采用煤矿用橡套软电缆；
 - d) 移动变电站应采用监视型屏蔽橡套电缆。
- 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，在竖井内不应大于 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 0.2m。高压与高压、低压与低压电缆间的距离不应小于 0.05m；
 - e) 在有瓦斯抽采管路的隧道内，电缆(包括通信电缆)应与瓦斯抽采管路分挂在隧道两侧。
- 9.2.9 电缆的连接应符合下列规定：
- a) 电缆与电气设备连接时，电缆芯线应使用齿形压线板(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，应经过符合要求的接线盒、连接器或母线盒进行连接；
 - c) 同型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；
 - d) 低瓦斯、高瓦斯工区及瓦斯突出工区内，电缆间采用接线盒连接时，应选用防爆型接线盒；
 - e) 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逐级回路保护的原则，设计和安装总配电箱及开关箱设置两级检漏继电器，其额定漏电动作电流和额定漏电动作时间应合理配合，实现分级保护；
 - 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；
 - f) 洞内低压馈电线路上，应装设具备自动切断漏电线路功能的检漏保护装置。直接向洞内供电的馈电线路，不应装设自动重合闸。手动合闸前，应与工区联络确认安全操作条件；
 - g) 每天应对低压漏电保护装置进行一次跳闸试验。
- 9.2.11 照明供电应符合下列规定：
- a) 供电应采用动照分供法，洞内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) 照明配电装置应集成短路、过载及漏电的综合保护装置，并应采用分支专用电缆和防爆接线盒接入照明灯具。
- 9.2.12 照明灯具的选用应符合下列规定：

- a) 低、高瓦斯工区及瓦斯突出工区的固定照明灯具应采用 Exd I 型矿用防爆照明灯；
- b) 低、高瓦斯工区及瓦斯突出工区的移动照明应使用矿灯（配备专用充电装置），洞内开挖支护、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，可配置移动防爆型投光灯。

9.2.13 隧道内电压在 36V 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) 所有电气设备的保护接地装置与局部接地装置应与主接地极连接成一个总接地网；
- b) 接地网上任一保护接地点的接地电阻值不应超过 $2\ \Omega$ ；每一移动式 and 手持式电气设备与接地网间的保护接地，所用电缆芯线和接地连接导线的电阻值不应超过 $1\ \Omega$ ；
- 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，其面积不应小于 $0.75\ \text{m}^2$ 、厚度不应小于 $5\ \text{mm}$ ；
- 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) 专用保护接地线不应断线，且不应安装任何开关或熔断器；
- g) 洞外地面变电所高压馈电线应装设具选择功能的单相接地保护装置；供洞内移动变电站的高压馈电线不应单相接地运行，应装设具动作与跳闸选择功能的单相接地保护装置；发生单相接地时，应立即切断电源；
- h) 洞内的配电变压器不应采用中性点直接接地方式；洞外中性点直接接地的变压器或发电机不应直接向洞内供电；
- i) 洞内低压馈电线应装设具备自动切断漏电线路功能的检漏保护装置或具选择功能的漏电保护装置。

9.2.14 避雷接地措施应满足下列要求：

- a) 由地面架空线引入洞内的供电线路（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) 由地面直接进入隧道的轨道和露天架空引入（出）的风、水等管路金属体应接地，洞口附近应设置不少于 2 处集中接地；
- c) 通信线路应在隧道洞口附近装设熔断器和避雷装置。

9.2.15 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 20m 范围内瓦斯浓度应小于 1%；
- b) 应检查专用供电线路、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；
- c) 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) 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调整
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	漏电保护器	每月1次	—

9.3 作业机械

9.3.1 瓦斯工区内作业机械防爆的技术条件应符合下列要求：

- a) 洞内作业机械应使用蓄电池电机车或柴油机车，不应使用汽油机车；
- b) 挖掘机、装载机、出渣运输车等作业机械应安装尾气水封阻火器；
- c) 挖掘机、装载机、出渣运输车等作业机械尾气排放口与顶、底板及两侧含瓦斯岩层的距离应大于 0.5 m；
- d) 洞内瓦斯工区施工作业机械应避免摩擦发热部件产生高温及火花。电动装渣、开挖等作业机械防爆开关表面温度超过 150℃ 高温时，应立即停止作业；
- e) 机械动力传动部位或机构可能产生摩擦热处，应及时润滑、保养，清除污物；
- f) 作业机械不应在停风或甲烷浓度超限的作业区段作业。

9.3.2 瓦斯工区的蓄电池机车应符合下列要求：

- a) 停机后应切断机车电动机电源；
- b) 机车应定期检查和维修；
- c) 机车的闸、撒砂装置出现任何一项不正常或电气部分失去防爆性能时，不应使用；
- d) 机车及矿灯充电房至洞口距离应大于 50 m。

9.3.3 微瓦斯和低瓦斯工区作业机械防爆技术条件应符合下列要求：

- a) 洞内作业机械可使用非防爆型；
- b) 应配置便携式甲烷检测报警仪；
- c) 应加强现场通风、瓦斯检测和施工安全管理；
- d) 瓦斯浓度 > 0.5% 时，应停止作业机械运行。

9.3.4 高瓦斯工区作业机械的防爆技术条件应符合下列要求：

- a) 挖掘机、装载机、运输车、混凝土罐车、混凝土泵车等行走机械应安装车载瓦斯自动监控报警、断电系统和尾气水封阻火器等防爆装置；
- b) 防爆装置应具备瓦斯浓度超过 0.5% 时，进行声光报警，立即切断电源，控制机车熄火等功能；

- c) 作业环境瓦斯浓度降至 0.5% 以下时, 装置应解除锁定, 作业机械可重新启动;
- d) 衬砌台车、水泵、注浆机、钢筋切断机、钢筋冷挤压机等非行走机械的电机、控制箱等电气部分, 应按矿用防爆型进行设备选型。

9.3.5 瓦斯突出工区作业机械的防爆技术条件应符合下列要求:

- a) 洞内作业机械应使用矿用防爆型;
- b) 燃油作业机械应使用矿用防爆型柴油动力装置;
- c) 非行走机械的电机、控制箱等电气部分, 应按矿用防爆型进行设备选型。

9.3.6 三臂凿岩台车、物探设备等难以安装防爆装置的装备, 应安装便携式瓦斯检测报警仪, 并应加强设备工作区域的瓦斯检测, 作业应参照动火审批程序获得许可。

9.3.7 进入现场的电气设备和作业机械应加强检查, 并应符合下列要求:

- a) 防爆的电气设备和作业机械进入瓦斯工区安装或使用前, 应检查其防爆验收报告和验收合格证、厂家资质、防爆产品合格证等证明文件, 确认齐全有效, 方可进洞使用;
- b) 应定期检查电气设备的安全性能, 发现塌方、瓦斯突出征兆时, 行走机械不应进入现场作业。

10 瓦斯检测与监控

10.1 一般规定

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、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。微瓦斯工区和非瓦斯工区可采用人工检测的方式。

10.1.3 瓦斯检测设备、仪器调试校正应满足以下要求:

- a) 安全监控设备应定期进行调试、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 7d 应使用校准气样和空气样调校 1 次。

10.1.4 瓦斯工区应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, 每次检查结果应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。

10.1.5 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 24h 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 I)。值班人严禁擅离职守、脱岗离岗。

10.2 瓦斯人工检测

10.2.1 瓦斯隧道施工期间应配置专职瓦检员, 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。

10.2.2 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。

10.2.3 瓦斯人工检测应满足以下规定:

- a) 瓦检员应具备上岗资格;
- b) 瓦斯检测仪器应在检定期内、定期校正、使用前应校对;
- c) 现场瓦斯巡回检测图表应符合规定要求;
- d) 瓦斯检测记录牌信息应及时更新;

- e) 人工或自动监控瓦斯日报表和瓦斯台账应准确、完整、连续。
- 10.2.4 瓦检员发现隐患，应及时进行整改处理，瓦斯超限时应停止作业，组织人员撤离到安全地点。
- 10.2.5 瓦斯检测仪器仪表配备应符合下列规定：
- 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；
 - 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；
 - 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。
- 10.2.6 洞内工程技术人员、班组长、特殊工种等人员，进入瓦斯工区应配备便携式甲烷检测报警仪。
- 10.2.7 人工瓦斯巡检地点应包括：
- 隧道内各工作面，如掌子面、仰拱及二次衬砌等作业面；
 - 爆破地点附近 20 m 内风流中；
 - 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；
 - 过煤层、断层破碎带、裂隙带及瓦斯异常涌出点；
 - 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；
 - 岩层裂隙、溶洞、出水点等其他通风死角处。
- 10.2.8 人工巡检频率应符合下列规定：
- 非瓦斯工区不宜少于 1 次/d，微瓦斯工区不应少于 1 次/4h，低瓦斯工区、高瓦斯工区不应少于 1 次/2 h；
 - 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；
 - 瓦斯浓度高于检测仪器误差值且低于 0.5% 时，应每 0.5h~1h 检测一次；高于 0.5% 时，应随时检测；
 - 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。
- 10.2.9 瓦斯工区的开挖工作面及台车位置的拱顶以下 25 cm 的范围内应悬挂便携式甲烷检测报警仪，实时检测瓦斯浓度。
- 10.2.10 瓦斯浓度超限时，应按表 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20 m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20 m停工，断电、撤人，进行处理，加强通风
4		开挖工作面风流中	1.0%	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	1.0%	停工、撤人、处理
6		放炮地点附近20 m风流中	1.0%	严禁装药放炮

表5 隧道内瓦斯浓度限值及超限处理措施（续）

序号	工区	地点	限值	超限处理措施
7	高瓦斯工区 煤(岩)与瓦斯突出 工区	煤层放炮后工作面风流中	1.0%	继续通风、不应进入
8		局扇及电气开关 10 m范围内	0.5%	停机、通风、处理
9		电动机及开关附近 20 m范围内	1.0%	停止运转、撤出人员，切断电源， 进行处理

10.2.11 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。

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

10.2.13 隧道内动火作业应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，禁止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%。动火点附近应布置消防用品。

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

10.3 自动监控系统

10.3.1 瓦斯自动监控报警系统应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。

10.3.2 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。

10.3.3 瓦斯自动监控系统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。

10.3.4 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。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。

10.3.5 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，宜悬挂在开挖工作面(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 50m 处回风流中四个地点，且应悬挂在拱顶下 25cm 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宜悬挂便携式瓦斯检测报警仪。

10.3.6 严禁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 煤系地层隧道施工应根据地质条件、断面大小、煤层及瓦斯的赋存情况合理选择开挖方法。初期支护应尽快封闭成环，缩短煤岩体暴露时间。

11.1.2 瓦斯工区爆破工作应由专职爆破员担任，爆破作业应严格执行“一炮三检”和“三人连锁爆破”制度。

11.1.3 应按规定对爆破实施条件进行检查，应包括下列主要项目：

- a) 瓦斯工区使用的爆破器材、爆破网络和连线；
- b) 炮眼堵塞长度；
- c) 工作面附近瓦斯浓度、风速与风量；
- d) 控制爆破效果等。

11.1.4 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。

11.1.5 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。

11.1.6 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。

11.1.7 煤矿许用炸药和煤矿许用电雷管应根据方案要求按规定选择。一次爆破应使用同一厂家、同一品种的煤矿许用炸药和煤矿许用电雷管。

11.1.8 隧道内同一瓦斯区段宜划分在同一工区，各工区间的贯通点不应处于揭煤段。

11.1.9 对具有煤层自燃倾向、煤尘爆炸危险的瓦斯工区，应采取相应的预防措施。

11.1.10 应制定爆破用品保存、领用、运输管理制度并报批。

11.1.11 不应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。

11.1.12 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。

11.1.13 瓦斯隧道各工区间的贯通点宜设置于瓦斯地层外 50m 以上，且各工区间贯通前 50m 应采用单工作面掘进方式组织施工。

11.1.14 瓦斯地层防水板铺设后应及时施作二次衬砌，二次衬砌距掌子面的距离不宜超过 70m；瓦斯隧道采用全机械化施工时，应编制专项施工方案并经评审确定合理安全步距。

11.1.15 瓦斯隧道开工前，监控量测单位应制定施工监控量测专项方案，并作为现场作业、检查验收的依据。

11.2 钻孔作业

11.2.1 钻孔作业前，作业人员应加强安全防护，应安排专人检查开挖作业面安全状况，检测瓦斯浓度，及时消除安全隐患。

11.2.2 瓦斯隧道钻孔作业应符合下列规定：

- a) 钻孔应采用湿式作业；突出煤层不应使用煤电钻；
- b) 作业过程中应注意观察开挖工作面有无异常漏水、气体喷出、围岩变化等情况；
- c) 钻孔应先开水、后开风、再送电；钻孔完毕应先关风、后关水、再断电，降低粉尘；当作业工区内粉尘浓度超标时，应采取降尘措施；
- d) 开挖工作面附近 20 m 风流中的瓦斯浓度应小于 1.0%；

- e) 移动钻机时，应切断钻机电源。

11.3 爆破施工

11.3.1 瓦斯区段不应裸露爆破，宜采用水压爆破，炮眼封泥应使用水炮泥。水炮泥外剩余的炮眼部分应用黏土炮泥或不燃、可塑、松散材料制成的炮泥封实，不应应用煤粉、块状材料或其他可燃性材料作炮眼封泥。无封泥、封泥不足或不实的炮眼，不应爆破。

11.3.2 炮眼深度和炮眼封泥长度应符合下列要求：

- a) 炮眼深度小于 0.6 m 时，不应装药、爆破；在特殊条件下确需进行炮眼深度小于 0.6 m 的浅孔爆破时，应制定安全措施并封满炮泥；
- b) 炮眼深度为 0.6 m~1 m 时，封泥长度不应小于炮眼深度的 1/2；
- c) 炮眼深度超过 1 m 时，封泥长度不应小于 0.5 m；
- d) 炮眼深度超过 2.5 m 时，封泥长度不应小于 1 m；
- e) 深孔爆破时，封泥长度不应小于孔深的 1/3；
- f) 光面爆破时，周边光爆炮眼应用炮泥封实，且封泥长度不应小于 0.3 m；
- g) 工作面有 2 个及以上自由面时，在煤层中最小抵抗线不应小于 0.5 m，在岩层中最小抵抗线不应小于 0.3 m；浅孔装药爆破大块岩石时，最小抵抗线和封泥长度均不应小于 0.3 m。

11.3.3 微瓦斯工区可采用常规爆破器材，但应加强通风、瓦斯检测等灾害预防工作。

11.3.4 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应符合下列规定：

- a) 低瓦斯地层应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应使用安全等级不低于一级的煤矿许用炸药；高瓦斯地层应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应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；
- b) 应使用煤矿许用瞬发电雷管、煤矿许用毫秒延期电雷管或煤矿许用型电子雷管；使用煤矿许用毫秒延期电雷管时，最后一段的延期时间不得超过 130 ms；从起爆到最后一段的延时时间不应超过 130 ms，并应当与专用起爆器配套使用；
- 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，应作绝缘处理；严禁用裸线；严禁用铝芯线；
- d) 起爆器应选用防爆型。

11.3.5 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。

11.3.6 瓦斯工区装药应符合下列规定：

- 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，不应冲撞或捣实；炮眼内的各药卷应彼此密接；
- c) 高瓦斯工区及煤（岩）与瓦斯突出工区不应采用反向起爆；
- 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，不应手拉脚线硬拽管体，不应手拉管体硬拽脚线；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，应将其脚线末端扭结成短路；

- f) 雷管不应受到震动、冲击；不应折断电雷管脚线和损坏脚线绝缘层；
 - g) 电雷管应由药卷的顶部装入，严禁将电雷管斜插在药卷的中部或捆在药卷上；电雷管应全部插入药卷内；
 - h) 严禁用电雷管代替竹、木棍扎眼；电雷管插入药卷后，应用脚线将药卷缠住，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。
- 11.3.7 瓦斯工区炮眼封泥应符合下列规定：
- a) 炮眼封泥应使用水炮泥，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 的规定。

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	$d \geq 0.3$
$0.6 \leq L < 1.0$	$d \geq L/2$
$1.0 \leq L < 2.5$	$d \geq 0.5$
$L > 2.5$	$d \geq 1.0$

- 11.3.8 瓦斯工区爆破网络和连线应符合下列规定：
- a) 爆破网络应采用串联连接方式，不应并联或串并联；
 - b) 应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；不应不设在同一侧时，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，爆破母线应扭结成短路，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，起爆器应设置在洞外；非煤（岩）与瓦斯突出工区，不应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 20m 以内风流中瓦斯浓度应小于 1.0%；起爆器安装位置应根据爆破安全距离、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；一次装药不应分次起爆。
- 11.3.9 瓦斯工区爆破作业应符合下列规定：
- a) 瓦斯工区爆破前，所有人员应撤至洞外；
 - b) 爆破前，爆破母线拉至规定起爆地点后，应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路；
 - 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 应洒水降尘；
 - d) 爆破后人员进场条件，浓度限值应符合本规范第 10.2.11 条规定；
 - e) 在有煤尘爆炸危险的煤层中，爆破前后，爆破地点附近 20 m 应洒水降尘。
- 11.3.10 盲炮处理应符合 GB 6722 的相关规定。

11.4 出渣作业

11.4.1 微、低瓦斯工区出渣作业安全管理应符合下列要求：

- a) 放炮后通风时间应不少于 15 min，自动监控系统监测的瓦斯浓度等指标符合规定值后解除警戒，由安全员通知电工送电后，施工人员方可进入开挖工作面作业；
- b) 未配置瓦斯浓度自动监控系统时，首先应由安全检查人员佩戴防毒面具或自救器进入工作面，检查通风、瓦斯、煤尘、瞎炮、残炮等情况，发现险情应立即处理；确认安全后由安全检查人员通知电工送电，开动局部通风机，恢复正常通风 15 min 后，应检测开挖工作面、回风道瓦斯浓度，确认瓦斯浓度小于 0.5% 后，方可解除警戒，允许施工人员进入开挖工作面作业；
- c) 当按规定时间不能将瓦斯浓度稀释到规定值以下时，应采取提高风速、增大风量、延长通风时间或采取钻孔抽（排）放瓦斯等措施。

11.4.2 高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区出渣作业安全管理应符合下列要求：

- a) 放炮后通风时间应不少于 30 min，自动监控系统监测的瓦斯浓度等指标符合规定值后，应由安全检查人员佩戴防毒面具或自救器进入工作面，检查通风、瓦斯、煤尘、瞎炮、残炮等情况，发现险情应立即处理；
- b) 确认安全后由安全检查人员通知电工送电，开动局部通风机，恢复正常通风 30 min 后，应由检测开挖工作面、回风道瓦斯浓度，确认瓦斯浓度小于 0.5%，方可解除警戒，允许施工人员进入开挖工作面作业；
- c) 当按规定时间不能将瓦斯浓度稀释到规定值以下时，应采取提高风速、增大风量、延长通风时间或采取钻孔抽（排）放瓦斯等措施。

11.4.3 出渣前和出渣过程中，爆破地点附近 20 m 范围和隧道内道路应洒水降尘。渣堆应分层进行高压喷雾洒水，运输道路应洒水保持湿润，减少装渣和运输过程中扬尘。

11.5 支护与衬砌

11.5.1 瓦斯区段开挖后应及时初喷并经检查后进行后续作业；锚杆支护应紧跟工作面，严禁空顶作业；围岩破碎时应超前支护。

11.5.2 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。

11.5.3 二次衬砌台车及施工机具等物体阻塞进、回风断面面积不应大于 1/3。

11.5.4 瓦斯区段钢筋及钢结构作业应符合下列要求：

- a) 钢筋工程宜减少焊接作业，二衬主筋宜采用套筒连接，其余钢筋可采用绑扎连接；当遇特殊情况应采用电焊、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；
- b) 钢架宜采用装配式钢架，锁脚锚杆宜采用穿孔栓接；
- c) 全过程跟踪检测动火区域前后 20 m 内瓦斯浓度，作业区域应按规定配足消防设施。

11.5.5 瓦斯区段二次衬砌施工和养护作业应符合下列要求：

- a) 衬砌混凝土浇筑应采用模板台车，拱墙宜一次整体连续浇筑完成；
- b) 仰拱施作应分段一次成型，不应分幅浇筑；仰拱混凝土应纵向分段、全幅整体浇筑，不应左右分幅施工；
- c) 仰拱和仰拱填充应按两道工序作业，填充混凝土应在仰拱混凝土终凝后浇筑；
- d) 混凝土宜使用气密性混凝土，应分层对称浇筑，机械振捣密实；
- e) 二次衬砌施工应在拱顶预留注浆孔，作业完成后应及时带模注浆，充填空隙，封闭瓦斯；

- f) 混凝土浇筑后的养护要求应根据洞内环境条件确定，养护时间应满足强度要求；气温低于 5℃ 时不应洒水养护。
- 11.5.6 瓦斯区段施工缝设置应符合下列要求：
- 施工缝应尽量避免揭示的煤层，无法避开时宜设置在瓦斯压力小、逸出量较小的地段；
 - 环向施工缝宜与瓦斯隔离板（防水板）搭接缝错开设置，错开距离应大于 1 m；
 - 仰拱施工缝宜与仰拱填充施工缝错开设置，错开距离应大于 1 m。
- 11.5.7 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。
- 11.5.8 掺气密剂的混凝土建筑材料及施工工艺应符合下列规定：
- 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，不应采用其它水泥；
 - 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，不应使用细砂或海砂；
 - 粗骨料应选用最大颗粒粒径 $D_{max} \leq 40\text{mm}$ 、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，不应有泥土块或泥土包裹石子表面；
 - 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；
 - 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。揭煤防突工作流程可参照图 2 进行。
- 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）板最小法向距离 5 m 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专业机构协助进行。瓦检员应严格按照突出工区规定的检测频次，开展人工瓦斯检测工作，同时应配置专职防突员平行检测瓦斯情况，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、防突员均有权发出停工、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地质预报，加强地质分析及综合预测预报工作。
- 12.2.2 掌子面距煤层最小法向距离 10 m 时，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。

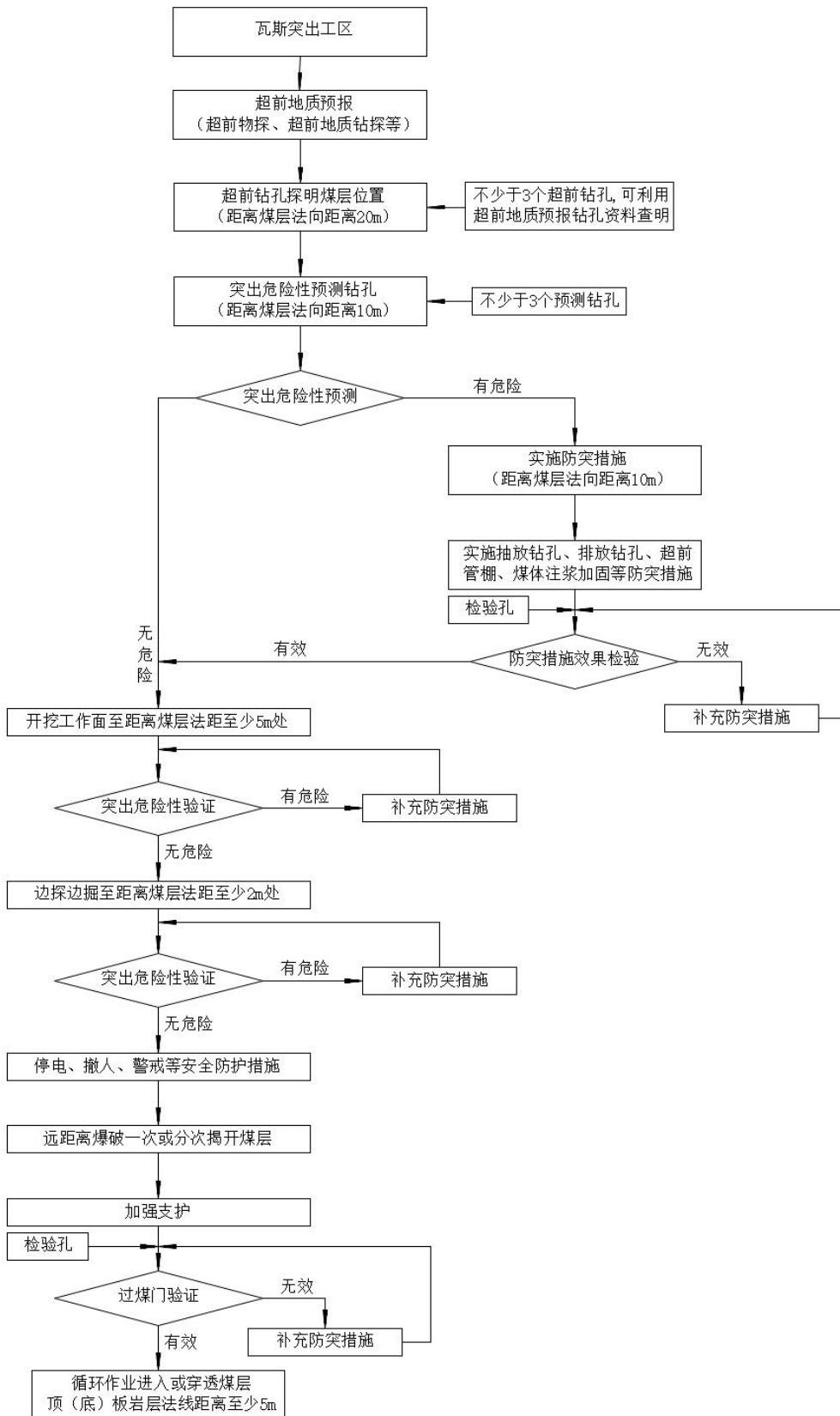


图 2 揭煤防突工作流程图

12.2.3 突出煤层超前钻探应符合下列规定：

- a) 接近煤层前，在距煤层最小法向距离 20m 位置的开挖工作面初探煤层位置，钻孔数量不少于 3 个，取芯钻孔直径不小于 75mm，开孔方向宜为探测煤层法方向，若其为非探测煤层法方向时应准确记录开孔角度、探测煤层及其上下顶底板地层产状参数；
- b) 在距初探煤层最小法向距离 10m 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 0.5m，钻孔直径不小于 75mm，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 10m 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满足 6.2.4 和 6.2.5 条相关规定要求。

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 10m 前的位置进行。

12.4.2 防治煤（岩）与瓦斯突出措施可优先采用钻孔自然排放方式，若采用抽排时应编制相应的专项方案。

12.4.3 钻孔抽（排）放瓦斯遵守下列规定：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 抽（排）放钻孔控制范围及抽（排）放孔角度可参照表 7 取值；
- d) 抽（排）放孔直径不小于 76mm，各孔应穿透煤层，并进入顶（底）板岩层不小于 0.5m；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 5m~10m；
- 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。

表 7 抽（排）放钻孔参数值

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

12.4.4 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：

- 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；
- 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；钻孔间距一般不大于 0.3m；纵向两组管棚的搭接长度应大于 3m；
- 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；
- 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。

12.4.5 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。

12.4.6 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 防突措施实施后，应在同一位置进行效果检验。当掘进至距煤层最小法向距离 5m、2m 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按照 12.3 进行，防突措施效果检验指标均满足 6.2.4 和 6.2.5 的相关规定，若采用钻屑指标法、钻孔瓦斯涌出初速度测定法时具体的检验法分别见附录 F、附录 G，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，应采取补充防突措施。

12.6 揭煤与掘进

12.6.1 揭煤防突专项方案内容应包括：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、厚度的煤层采用下列方法：

- 倾斜和急倾斜的薄煤层，应一次全断面揭穿煤层全厚；
- 倾斜和急倾斜的中厚、厚煤层，一次揭煤深度宜为 0.5m~1.3m；
- 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；
- 揭煤爆破工作面距煤层的最小垂距为急倾斜煤层 2m、倾斜和缓倾斜煤层 1.5m。

12.6.4 在半岩半煤和全煤层中掘进符合下列要求：

- a) 揭穿煤层后应对揭煤断面的周边 5 m 范围（法线距离）的煤层进行验证，验证超标则应采取局部防突措施防治煤与瓦斯突出；
- b) 过煤期间（过煤门）应在洞外进行放炮；
- c) 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 揭煤施工过程中钻孔存在喷孔、顶钻或其他动力现象时，应停止施工，采取防突措施并经效果检验有效后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。

12.7 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，开挖工作面的专职防突员应随时检测瓦斯浓度，掌握煤（岩）与瓦斯突出预兆，防突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 揭煤爆破通风 30 min 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，并通知专职瓦检员进一步检测开挖工作面、回风道等位置的瓦斯浓度，当洞内瓦斯浓度小于规定值时，方可进洞施工。

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 1500m 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 瓦斯突出工区抽（排）放工作面应设置逃生管道，专职瓦检员、防突员及抽放作业人员应佩戴隔离式自救器和矿灯。

12.7.9 加强工作面钻孔作业地点的气体监测和检查，在瓦斯浓度小于 1% 时，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，应停止工作面作业。

12.7.10 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砂进行灭火，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 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 瓦斯工区施工应加强瓦斯灾害防治与施工安全管理。
- 13.1.4 瓦斯隧道开工前应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应持证上岗。在高瓦斯工区有煤（岩）与瓦斯突出危险区域，应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通风、防治瓦斯、防治煤尘、防火灭火（简称“一通三防”）以及电气设备与作业机械进行管理，并设置消防设施。
- 13.1.6 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。
- 13.1.7 瓦斯工区应严格按表 8 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 8 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	(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 塌方处理

- 13.2.1 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。
- 13.2.2 瓦斯工区处理塌方、冒顶应遵守下列规定：
- 应有专项排瓦斯方案，确保施工安全；
 - 对塌方体上方聚积的瓦斯应设置局部通风机排除；
 - 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；
 - 塌腔宜采用混凝土或注浆回填密实。

13.3 采空区处理

- 13.3.1 采空区处理应遵循“先探明、后通过”的原则。
- 13.3.2 隧道在揭穿采空区前，应遵守下列规定：
- 应制定探查采空区的安全措施，包括接近采空区应预留的安全距离和探明水、瓦斯等内容；
 - 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, 应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。
- 13.3.3 采空区处理应遵守下列规定:**
- 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;
 - 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;
 - 采空区段落初期支护质量检验合格后方可施作二次衬砌。
- 13.3.4 采空区段落二次衬砌施作前应检查下列内容:**
- 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;
 - 初期支护后存在大于 $0.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 的集中渗水点;
 - 喷射混凝土表面有明显裂缝, 或大于 0.3 mm 的贯穿性裂缝。
- 13.4 防治煤层自燃和煤尘爆炸**
- 13.4.1** 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、水炮泥封孔处置措施。
- 13.4.2** 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。
- 13.4.3** 通过容易发生煤层自燃的地层时, 应对暴露面及时封闭, 若有空洞则应采用阻燃性材料回填密实。
- 13.4.4** 具有煤层自燃倾向性的煤或煤矸石不应作为路基填料。
- 13.4.5** 发生煤层自燃、煤尘爆炸后的处理应由专业矿山救护队组织实施。
- 13.5 消防安全**
- 13.5.1 瓦斯工区消防设施应满足以下要求:**
- 应在洞外设置消防水池和消防用砂, 水池中应保持不少于 200 m^3 储水量, 保持一定的水压;
 - 应设置消防管路系统, 并每隔 100 m 设置一个阀门(消防栓);
 - 洞内应设置灭火设备或设施, 并保持良好状态;
 - 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。
- 13.5.2 瓦斯工区火源管理要求:**
- 应严格执行“严禁携带烟火进入隧道”的安全规定;
 - 洞口值班房、通风机房等洞口附近 20 m 范围内不应有火源;
 - 瓦斯工区作业人员进洞前应经洞口检查人员检查确认无火源带入洞内;
 - 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, 应制定安全措施, 并遵守下列规定:
 - 指定专人在现场检查和监督;
 - 工作地点前后两端各 10 m 范围内不应有可燃物, 应有专人负责喷水并备有灭火器;
 - 工作地点附近 20 m 风流中瓦斯浓度不应大于 0.5% ;
 - 工作完成后由专人检查, 确认无残火后方可结束作业。
- 13.5.3 瓦斯工区动火作业安全管理要求:**
- 应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;
 - 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;
 - 动火作业点附近应配备灭火器、消防砂、消防用水等消防设施, 瓦检员应现场跟踪检查动火作业点周围 20 m 范围内的瓦斯浓度。
- 13.5.4 瓦斯工区易燃品管理要求:**
- 瓦斯工区内不应存放各种油类, 废油应及时运出洞外, 不应洒在洞内;

- 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。

13.6 施工人员管理

13.6.1 瓦斯隧道门禁管理系统应符合 JT/T 1496 的规定，宜建立人员定位管理系统和通信联络系统。进洞人员严禁穿能产生静电的衣物，禁止携带烟草及点火物品、手机、钥匙等违禁物品。洞内作业人员应配备防爆型通讯设备，并在洞内作业区、洞外调度室、值班室内等地方建立通讯联络系统。

13.6.2 进入煤（岩）与瓦斯突出工区的作业人员应随身携带隔绝式自救器。

13.6.3 瓦斯隧道各道工序、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。

13.6.4 隧道内任意位置瓦斯超限、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。

13.7 停工复工管理

13.7.1 瓦斯隧道应制定停工期间的安全技术措施，保证洞内供电、通风、排水和安全监控系统正常运行，落实 24 h 值班制度。

13.7.2 恢复停工停风的瓦斯隧道，复工前应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，应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。

13.7.3 瓦斯工区因停电、检修、设备故障等原因停风时，应撤出所有人员，切断电源，设置警示标志，禁止人、车辆进入隧道；恢复通风前，应由瓦检员检测瓦斯浓度，并按照瓦斯浓度采取下列措施：

- a) 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 10m 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；
- b) 当停风区中瓦斯浓度超过 1.0% 但不超过 3.0% 时，应采取安全措施，控制风流排放瓦斯；
- c) 当停风区中瓦斯浓度超过 3.0% 时，应制定安全排瓦斯措施，由矿山救护队组织实施。

13.8 事故应急救援与预案

13.8.1 瓦斯工区专项应急救援预案编制应符合 GB/T 29639 的规定，包括适用范围、应急组织结构及职责、响应启动、处置措施、应急保障等内容。

13.8.2 瓦斯隧道按应急预案配备安全防护用品、应急救援物资及消防设施等。

13.8.3 煤（岩）与瓦斯突出隧道，应与附近有资质的专业矿山救护队签订服务协议。

13.8.4 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，并配置相应的设备、器材、物资。

13.8.5 应急组织机构应设置应急救援指挥部办公室，包括但不限于以下结构：应急救援领导小组、抢险技术组、抢险突击组、通讯联络组、医疗救护组、疏散警戒组、后勤保障组、善后处理组等。

13.8.6 瓦斯隧道应按计划组织应急预案演练，在煤系地层段演练频率至少每半年 1 次，首次进入煤系地层段前进行 1 次，并作好演练过程的记录和总结。

13.8.7 瓦斯隧道瓦斯事故预警可采用以下方式方法：

- a) 网络安全监测监控系统报警；
- b) 瓦检人员检测气体异常情况下利用隧道内电话报警；
- c) 隧道内作业人员发现事故预兆后隧道内电话报警。

13.8.8 瓦斯事故一旦发生，应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、进洞管理人员和班组人员名单及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；
 - f) 救援人员进入灾区应携带安全防护设施、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 0.5%，无再次爆炸危险后，再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；
 - j) 隧道内一旦发生了瓦斯爆炸事故，应按照事故救援预案通知专业矿山救护队进行救援，并向有关单位汇报情况。
- 13.8.9 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，不应停风，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。
- 13.8.10 瓦斯（煤尘）爆炸处理应当遵守下列规定：
- a) 立即切断灾区电源；
 - b) 检查灾区内有害气体的浓度、温度及通风设施破坏情况，发现有再次爆炸危险时，应立即撤离至安全地点；
 - c) 进入灾区行动要谨慎，防止碰撞产生火花，引起爆炸；
 - d) 经侦察确认或者分析认定人员已经遇难，并且没有火源时，应先恢复灾区通风，再进行处理。
- 13.8.11 煤（岩）与瓦斯突出事故处理应当遵守下列规定：
- a) 不应停风和反风，防止风流紊乱扩大灾情。通风系统及设施被破坏时，应当安装局部通风机恢复通风；
 - b) 恢复突出区通风时，应当以最短的路线将瓦斯排出洞外；
 - c) 隧道洞口 50 m 范围内不应有火源，并设专人监视；
 - d) 是否停电应当根据洞内实际情况决定；
 - e) 处理煤（岩）与二氧化碳突出事故时，还应加大灾区风量，迅速抢救遇险人员；
 - f) 矿山救护队进入灾区时要戴好防护眼镜。

13.9 有害气体防治和环境保护

13.9.1 瓦斯隧道监测有害气体时应当选择有代表性的作业地点，其中包括空气中有毒物质浓度最高、作业人员接触时间最长的地点。应当在正常施工状态下采样。

13.9.2 瓦斯隧道洞内存在硫化氢、二氧化硫等有害气体时，应当加强通风降低有害气体的浓度。在采用通风措施无法达到作业环境标准时，应当采用集中抽取净化、化学吸收等措施降低硫化氢、二氧化硫等有害气体的浓度。

13.9.3 瓦斯隧道应设置专用排水系统；未经处理的废水，不准许直接排入河流、湖泊或城市排水设施。

13.9.4 瓦斯隧道废渣专用场应遵循“先挡后弃”的原则，瓦斯隧道的废渣未经处理不准许直接堆放、填埋。废渣场地应按设计规定布置，并设置警戒线、警示牌。

附 录 A
(规范性)
煤层瓦斯压力测定方法

A.1 煤层瓦斯压力的测定方法，按测压方式的不同（测压时是否向测压孔内注入补偿气体），可分为主动测压法和被动测压法；按测压钻孔封孔的材料不同，可分为胶囊（胶圈）—密封黏液封孔测压法和注浆封孔测压法。

A.2 打设测压孔应遵守下列规定：

- a) 在距测压煤层不少于 5 m（垂距）的开挖工作面钻孔，孔径一般宜为 65 mm~95 mm，钻孔长度应保证测压所需的封孔深度。
- b) 钻孔宜垂直煤层布置。
- c) 从钻孔进入煤层开始，应不停钻直至贯穿煤层。然后清除孔内积水和煤（岩）屑，放入一根刚性导气管，立即进行封孔。
- d) 在钻孔施工中应准确记录钻孔方位、倾角、长度，钻孔开始见煤长度及钻孔在煤层中的长度，钻孔开钻时间、见煤时间及钻毕时间。

A.3 测压钻孔施工完成后，应在 24 h 内完成钻孔的封孔工作，在完成封孔工作 24 h 后进行测定工作。

A.4 采用主动测压时，只在第一次测定时向测压钻孔充入补偿气体，补偿气体的充气压力宜为预计煤层瓦斯压力的 1.5 倍；采用被动测压法时，不进行气体补偿。

A.5 采用环形胶圈、黏液或水泥砂浆等封孔测压时，可按下列步骤进行：

- a) 在钻孔内插入带有压力表接头的紫铜管，管径为 6 mm~20 mm，长度不小于 7 m。岩石硬而无裂隙时封孔长度不宜小于 5 m，岩石松软或裂隙发育时应增加封孔长度。
- b) 将经炮泥机挤压成型的特制柱状炮泥送入孔内，柱状翻土末端距紫铜管末端 0.2 m~0.5 m，每次送入 0.3 m~0.5 m，用堵棍捣实。
- c) 每堵 1 m 黏土柱打入 1 个木塞，木塞直径小于钻孔直径 10 mm~15 mm。打入木塞时应保护好紫铜管，防止折断。

A.6 观测与测定结果的确定方法如下。

- a) 采用主动测压法时应每天观测一次测定压力表，采用被动测压法时应至少 3 d 观测一次测定压力表。
- b) 将观测结果绘制在以时间（d）为横坐标、瓦斯压力（MPa）为纵坐标的坐标图上，当观测时间达到规定时，如压力变化在 3 d 内小于 0.015 MPa，测压工作即可结束；否则，应延长测压时间。
- c) 在结束测压工作、拆卸表头时（应制定相应的安全措施），应测量从钻孔中放出的水量，如果钻孔与含水层、溶洞导通，则此测压钻孔作废并按有关规定进行封堵；如果测压钻孔没有与含水层、溶洞导通，则需考虑钻孔水对测定结果的影响进行修正，修正时可根据从钻孔中放出的水量、钻孔参数、封孔参数等进行。
- d) 测定结果的确定见公式（A.1）。其中，大气压力应采用空盒气压计进行测定，空盒气压计应遵循 QX/T 26 的相关规定。同一测压地点以最高瓦斯压力测定值作为测定结果。

$$p = p_0 + p' \dots \dots \dots (A.1)$$

式中：

P ——测定的煤层瓦斯压力值（MPa）；

DB50/T 962—2025

p_0 ——测定地点的大气压力值 (MPa) ；

p' ——测压孔内的煤层瓦斯压力 (修正) 值 (MPa) 。

附录 B
(规范性)
煤的破坏类型分类

煤的破坏类型分类参照表 B.1。

煤的破坏类型分类表

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

附录 C

(规范性)

煤的瓦斯放散初速度测定方法

C.1 瓦斯放散初速度 (Δp) 的测定方法有变容变压式和等容变压式两种, 可采用变容变压式测定仪、等容变压式测定仪、试样瓶 (容积 5 mL)、真空泵、甲烷气源 (0.1 MPa, 纯度 >99.9%)、分样筛 (孔径 0.2 mm、0.25 mm 各一个)、天平 (最大称量 100 g, 感量 0.05 g)、漏斗、脱脂棉等仪器设备或用具进行测定。

C.2 煤样应在煤层新暴露面上采取, 煤样质量为 250 g, 地面打钻取样时, 应取新鲜煤芯 250 g。煤样应附有标签, 注明采样地点、层位、采样时间等。

C.3 制样时应将所采煤样进行粉碎, 筛分出粒度为 0.2 mm~0.25 mm 的煤样。每一煤样取 2 个试样, 每个试样质量为 3.5 g。

C.4 测定时可按下述步骤进行:

- a) 将同一煤样的 2 个试样用漏斗分别装入 Δp 测定仪的 2 个试样瓶中;
- b) 用真空泵对两个试样脱气 1.5 h;
- c) 将甲烷瓶与脱气后的试样瓶连接、充气 (充气压力为 0.1 MPa), 使煤样吸附瓦斯 1.5 h;
- 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, 关闭仪器固定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固定空间相连并同时启动秒表计时, 10 s 时关闭阀门, 读出汞柱计两端汞柱差 p_1 (mm), 45 s 时再打开阀门, 60 s 时关闭阀门, 再一次读出汞柱计两端汞柱差 p_2 (mm)。

C.5 瓦斯放散初速度指标可按下式计算:

$$\Delta p = p_2 - p_1 \dots\dots\dots (C.1)$$

Δp ——瓦斯放散初速度;

p_1 ——10 s 时汞柱计两端汞柱差 p_1 (mm);

p_2 ——60 s 时汞柱计两端汞柱差 p_2 (mm)。

C.6 同一煤样的 2 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 D

(规范性)

煤的坚固性系数测定方法

- D.1 煤的坚固性系数 (f) 可采用捣碎筒、计量筒、分样筛 (孔径 20 mm、30 mm 和 0.5 mm 各一个)、天平 (最大称量 1000 g, 感量 0.5 g)、小锤、漏斗、容器等仪器设备或用具进行测定。
- D.2 在煤层采样时, 应沿新暴露煤层的上、中、下部分别采取块度为 10 cm 左右的煤样各 2 块; 在地面采样时, 应沿煤层厚度的上、中、下部分别采取块度为 10 cm 的煤芯各 2 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。
- D.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。
- D.4 制样时应把煤样用小锤碎制成 20 mm~30 mm 的小块, 用孔径为 20 mm 或 30 mm 的筛子筛选; 称取制备好的试样 50 g 为 1 份, 每 5 份为 1 组, 共称取 3 组。
- D.5 测定时可按下列步骤进行:
- 将捣碎筒放置在水泥地板或 2 cm 厚的铁板上, 放入一份试样, 将 2.4 kg 重锤提到 600 mm 高度, 再自由落下冲击试样, 每份试样冲击 3 次, 把 5 份捣碎后的试样装在同一容器中。
 - 将每组 (5 份) 捣碎后的试样一起倒入孔径 0.5 mm 的分样筛中筛分, 筛至不再漏下煤粉为止。
 - 将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, 每份试样的冲击次数 n 可定为 3 次, 按以上步骤继续进行其他各组的测定;
 - 当 $L < 30$ mm 时, 第一组试样作废, 每份试样的冲击次数 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 。
- D.6 煤的坚固性系数可按下式计算:

$$f = 20n/L \quad \text{..... (D.1)}$$

式中:

 f ——坚固性系数; n ——每份试样的冲击次数; L ——每组试样筛下煤粉高度 (mm)。

测定平行样 3 组 (每组 5 份), 取算术平均值, 计算结果取一位小数。

- D.7 当取得的煤样粒度不到测定 f 值所要求的粒度 (20 mm~30 mm) 时, 可采取粒度为 1 mm~3 mm 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,

$$f = 1.57f_{1\sim3} - 0.14 \quad \text{..... (D.2)}$$

当 $f_{1\sim3} \leq 0.25$ 时,

$$f = f_{1\sim3} \quad \text{..... (D.3)}$$

式中:

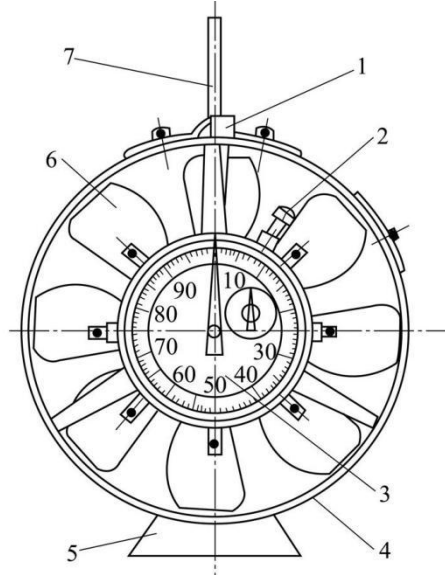
 $f_{1\sim3}$ ——粒度为 1 mm~3 mm 时煤样的坚固性系数。

附录 E
(规范性)

绝对瓦斯涌出量和测风方法

E.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。

E.2 瓦斯工区风速测定仪表可采用图 E.1 示机械翼式中速风表 (0.5 m/s~10 m/s) 或低速风表 (0.3 m/s~5 m/s), 或其他经检验合格的电子叶轮式风表或超声波风速计等。



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 E.1 机械翼式中速风表

E.3 送风式通风管的送风口距离掌子面不大于 5 m。测风断面可选择在距开挖工作面 10 m~20 m 处的稳定回风流中, 测风点及数量可参考图 E.2、图 E.3 确定 (将隧道断面分为若干格, 每格内测风时间 1 min)。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。

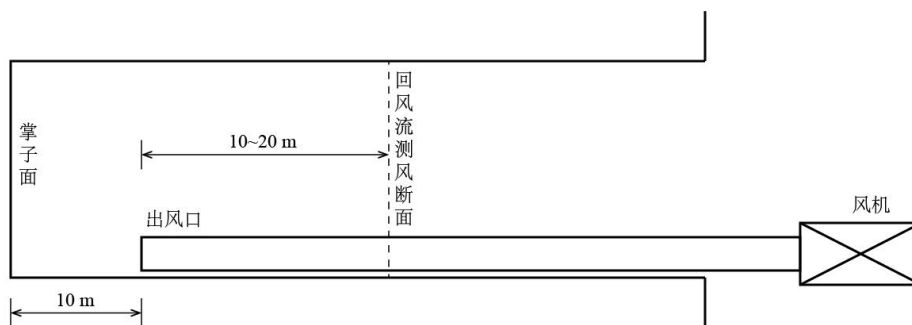


图 E.2 风速测点布置断面图

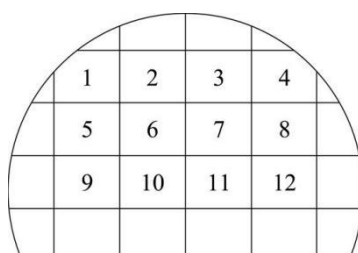


图 E.3 风速测点示意图

E.4 用机械翼式风表测风时应遵守下列规定：

- 测风断面前后 10 m 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；
- 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（20 s~30 s），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 1 min 的时间，然后关闭秒表和风表，读取风表指针读数（格/min），并记录在表 E.1 中。
- 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。
- 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。
- 将测风数据和隧道开挖断面尺寸参数记录在测风表中。

E.5 风表表速按式（E.1）进行计算，并根据表速查风表校正曲线或按式（E.2）计算，求出隧道测风断面真风速 $v_{真}$ 。

$$v_{表} = \frac{n}{t} \quad \text{..... (E.1)}$$

式中：

$v_{表}$ ——风表表速（格/s）；

n ——3 次测风风表刻度盘读数的平均值（格/s）；

t ——测风时间（s），一般为 60 s。

风表校正曲线表达式为：

$$v_{真} = a + bv_{表} \quad \text{..... (E.2)}$$

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，取决于风表的构造尺寸；

$v_{表}$ ——风表的指示风速（格/s）。

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

$$v_{均} = kv_{真} \quad \text{..... (E.3)}$$

式中：

$v_{均}$ ——测风断面实际平均风速（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) 。

E.7 隧道断面通风量, 按式 (E.4) 计算确定:

$$Q = S \times v_{均} \times 60 \dots\dots\dots (E.4)$$

式中:

Q ——隧道断面通风量 (m^3/min) ;
 S ——隧道断面面积 (m^2) ;
 $v_{均}$ ——隧道内平均风速 (m/s) 。

E.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 50 mm 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 200 mm 的断面空间;
- b) 开挖工作面附近瓦斯检测断面位置可按图 E.4 确定, 检测点可按图 E.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) 测风断面必须同时测定瓦斯浓度;
- 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 E.1 中。

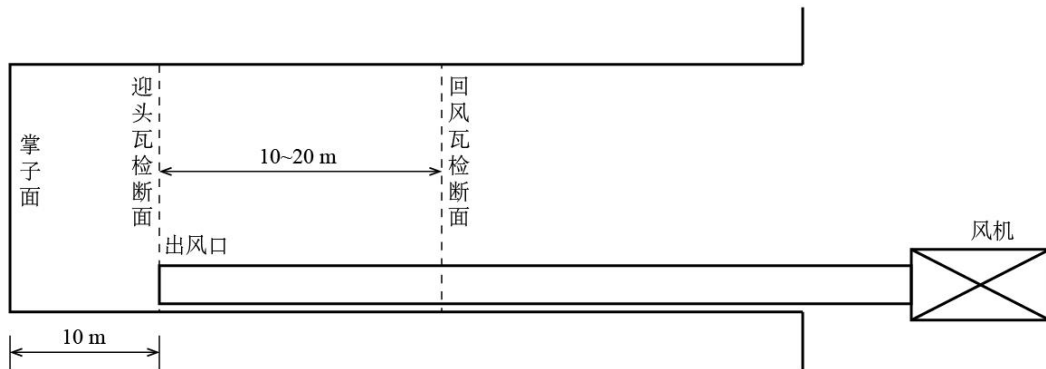
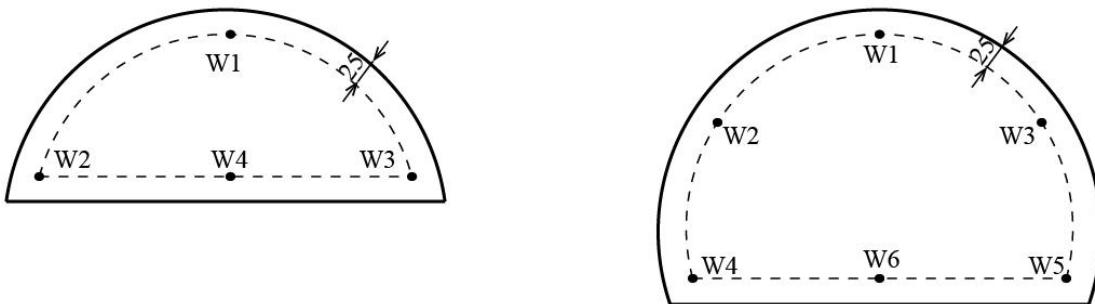


图 E.4 瓦斯检测断面位置



注: 尺寸单位为cm。

图 E.5 瓦斯检测点示意图

表 E.1 施工阶段瓦斯工区鉴定报表

隧道名称:		工区:				日期:		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 (r/min)				实际风速 (m/s)	计算风 (m ³ /min)	计算瓦斯 绝对涌出 (m ³ /min)
	CH ₄	宽度	高度		第一次	第二次	第三次	平均			
1											
2											
3											
...											
分析及结论:											
测风:			记录:			计算:			审核:		

E.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公式 (E.5) 计算确定:

$$Q_{CH_4} = Q \times \bar{\omega} \quad \text{..... (E.5)}$$

式中:

Q_{CH_4} —— 瓦斯工区瓦斯绝对涌出量 (m³/min) ;

Q —— 隧道断面通风量 (m³/min) ;

$\bar{\omega}$ —— 工作面迎头及回风流中实测最大瓦斯浓度 (%)。

附录 F
(规范性)
钻屑指标法

F.1 采用钻屑指标法进行工作面煤（岩）与瓦斯突出危险性预测或防突措施效果检验时，钻屑量可用质量法或容量法测定：

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

F.2 预测或措施效果检验时，钻孔布置和取样工艺应符合下列要求。

- a) 在岩石段宜采用湿式打钻，钻孔孔径 50 mm~75 mm，见煤后退出钻杆，先用压风将孔内泥浆吹净，再用干式打钻直至见到煤层顶板或底板。
- b) 钻孔数量不得少于 3 个，1 个钻孔位于开挖工作面中部，沿工作面前进方向略偏上布置，另 2 个钻孔分别位于左上角和右上角，终孔点应位于工作面轮廓线外上部 5 m、两侧 3 m 以外。
- c) 各钻孔每隔 1 m 取 1 个煤样测定钻屑瓦斯解吸指标 K_1 或 Δh_2 。当钻孔钻至预定取样深度前 0.2 m~0.3 m 时，用 1 mm 和 3 mm 分样筛取样进行筛分，将筛分好的粒径为 1 mm~3 mm 的煤样装入煤样杯或煤样瓶中。在孔口开始接取煤样的同时启动秒表，直至开始启动瓦斯解吸仪测量的时间间隔 t_0 。 t_0 应满足瓦斯解吸仪给定的要求，测定 K_1 指标时要求 $t_0 \leq 2$ min，测定 Δh_2 指标时要求 $t_0 = 3$ min。
- d) 在钻孔钻至离预定取样深度小于 0.5 m 至接取煤样结束前不允许停钻，否则该煤样作废。打钻过程中，应保持钻进速度稳定，钻进速度保持在 1 m/min 左右；同时保持钻进方位、倾角一致，平稳钻进，以免孔壁煤样混入。

F.3 钻屑瓦斯解吸指标 K_1 的测定可按下列步骤进行：

- a) 将筛分好的粒径为 1 mm~3 mm 的煤样装入瓦斯解吸仪的煤样杯口齐平位置；
- b) 将已装煤样的煤样杯置于煤样罐中，盖好煤样罐盖，转动阀门使煤样与大气连通；
- c) 秒表计时到时间 t_0 ，转动阀门使煤样罐与测量系统连通，与大气隔绝，启动仪器；5 min 后按仪器提示输入钻孔长度 L 、时间 t_0 。仪器屏幕显示则为 K_1 ，单位为 $\text{cm}^3/\text{g} \cdot \text{min}^{1/2}$ 。

F.4 钻屑瓦斯解吸指标 Δh_2 的测定可按下列步骤进行：

- a) 将筛分好的粒径为 1 mm~3 mm 的煤样装入瓦斯解吸仪的煤样瓶刻度线齐平位置；
- b) 将已装煤样的煤样瓶迅速装入瓦斯解吸仪测量室，拧紧测量室上盖，然后打开三通阀，使解吸测量室与大气、水柱计均连通，同时打开单通旋塞，使仪器室处于暴露状态，同时观察秒表读数；
- c) 秒表计时到 3 min 时转动三通阀，使煤样瓶与测量系统连通，与大气隔绝，秒表计时到 5 min 时瓦斯解吸仪的示值即为 Δh_2 ，单位为 Pa。

F.5 钻屑瓦斯解吸指标 K_1 和 Δh_2 预测煤层突出危险性临界值应符合表 F.1 规定。

表 F.1 钻屑瓦斯解吸指标 K_1 和 Δh_2 预测煤层突出危险性临界值

煤样	指标临界值	
	Δh_2 (Pa)	K_1 ($\text{cm}^3/\text{g} \cdot \text{min}^{1/2}$)
干燥样	200	0.5
湿煤样	160	0.4

F.6 钻屑指标法的具体操作步骤和要求可参考 AQ/T 1 065 及《防治煤与瓦斯突出细则》第八十九条和第九十条相关规定。

附录 G

(规范性)

钻孔瓦斯涌出初速度测定方法

- G.1 钻孔瓦斯涌出初速度的测定，可采用 1.2 kW 电煤钻、直径 42 mm 麻花钻杆 10 m、镀锌白铁皮水桶、弹簧秤（量程 25 kg）、初速度测定装置、水银温度计（0 °C~50 °C）、管钳、秒表、高压气枪、煤气表等仪器设备。
- G.2 测试过程中，当钻孔进入煤层后，应换电煤钻钻孔，并启动秒表计时，钻进速度宜控制在 1 m/min 左右，每钻完 1 m 煤孔后，应立即撤出钻杆，插入钻孔瓦斯涌出初速度测定装置。在 2 min 后开始读取瓦斯涌出量值，然后关闭通向煤气表的阀门，读出压力表上显示的瞬间解吸压力值。在测定瓦斯涌出量前，测定 K_1 值的煤样采集与钻粉量的收集应一并完成。当钻孔瓦斯涌出量大于 6 L/min 时，在 5 min 后应继续读取 1 min 瓦斯涌出量并计算衰减系数，当衰减系数 $\alpha \leq 0.65$ 时，煤层有突出危险。
- G.3 钻孔速度应严格控制，钻杆拖动排煤粉时，必须控制孔径扩大。
- G.4 孔位应选在排放孔之间或瓦斯排放空白区煤层的软分层中。
- G.5 钻杆进尺应有明确的标记，接煤粉的容器应保证煤粉能够全部进入容器内。
- G.6 初速度测定装置的封孔压力必须保持 0.25 MPa，保证封孔严密，初速度测试结果准确。
- G.7 初速度测定装置各段连接处，应配有胶垫，保证气密性。测试管胶端的小孔应通畅无阻，应避免煤粉堵塞小孔造成涌出量降低。
- G.8 钻孔瓦斯涌出初速度测定方法的具体操作步骤和要求可参考 MT/T 639 和《防治煤与瓦斯突出细则》第九十一条和第九十二条相关规定。

附录 H (资料性) 瓦斯自动监控报警与断电系统

H.1 瓦斯自动监控报警与断电系统

H.1.1 系统工作原理及组成

H.1.1.1 工作原理

H.1.1.1.1 系统由监控中心站、分站、输入与输出设备构成。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，通过断路器对控制对象进行通、断电控制。系统原理如图 H.1 所示。

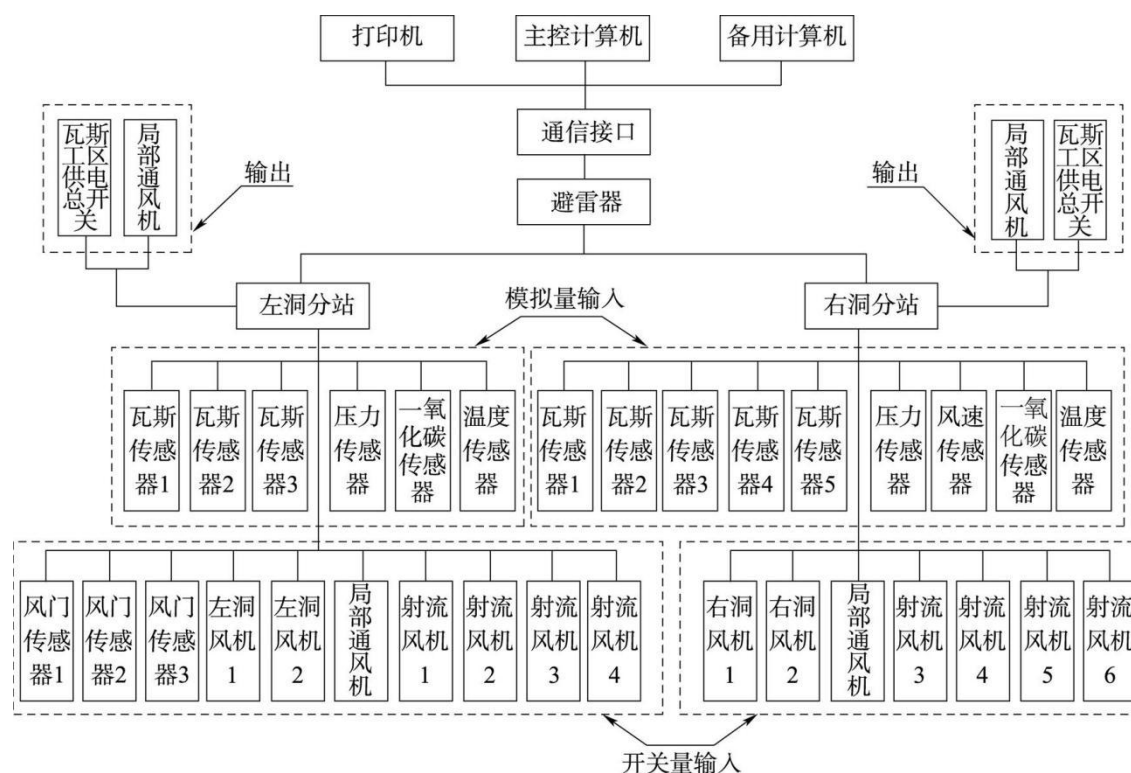


图 H.1 瓦斯自动监控报警与断电系统原理图

H.1.1.1.2 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声光报警，再通过设备开停传感器、馈电断路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 h 全方位监控。

H.1.1.2 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。

H. 1. 2 传感器的布置

H. 1. 2. 1 瓦斯传感器：在开挖工作面迎头及距开挖工作面 20 m 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。

H. 1. 2. 2 风速传感器：安装在距开挖工作面 20 m 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。

H. 1. 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。

H. 1. 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。

H. 1. 2. 5 根据传感器的数量及种类按控制要求，配置远程断电仪。

H. 1. 2. 6 在满足上述要求的情况下，结合工程实际情况可调整或增加各种传感器的种类和数量。

H. 1. 3 系统安装

H. 1. 3. 1 洞口主控计算机监控中心

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 GB/T 2887 的规定，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。机房设专用配电箱，使用前对电源进线进行检测，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 及其他计算机外设；第二级为 UPS，其输出主要供主控计算机，UPS 供电时间不少于 10 min。

H. 1. 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。洞内分站安装时垫支架，支架间距距离地面不小于 300mm 并可靠接地，接地电阻小于 2 Ω。设专用配电箱，使用前对电源进线进行检测，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。

H. 1. 3. 3 瓦斯断电仪和瓦斯风电闭锁装置

装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 1.5 mm² 电缆，分站到被控开关的距离应小于 30m，被控开关应使用磁力防爆开关，严禁使用 DW 系列开关。在断电安装完成后，应在隧道内用 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报警声能让附近的人听到的要求。

H. 1. 3. 4 阻燃专用传输电缆

监控中心机房到工区内的通信电缆应选用铠装电缆、不延燃橡套电缆或矿用塑料电缆。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。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 3 m，与电力电缆的间距不得小于 0.5 m，以防电磁干扰。

H. 1. 3. 5 传感器

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。

- 甲烷传感器宜自由悬挂在拱顶以下 20 cm 处，其迎风流和背风流 0.5 m 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 5 m。洞口瓦斯传感器距离洞口 10 m~15 m。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。
- 风速传感器安装在主要测风站处，安装点前后 10 m 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°。传感器吊挂时必须固定，不得左右摇摆。
- 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。
- 对设风门的瓦斯工区，应安装风门传感器，在满足上述通用要求的基础上，根据风门的结构现场固定。
- 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。

H. 1.4 瓦斯监测传感器布置和自动断电仪的报警设置

H. 1.4.1 巷道式通风时，瓦斯自动监控报警与断电系统中的瓦斯监测传感器布置可按图 H. 2 进行。

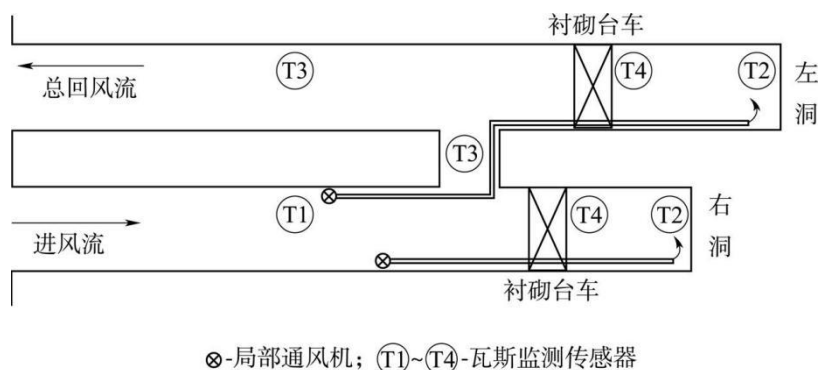


图 H. 2 巷道式通风瓦斯监测传感器布置图

断电浓度： $T1 \geq 0.5\%$ ；

$T2 \geq 1.0\%$ ；

$T3 \geq 1.0\%$ ；

$T4 \geq 1.0\%$ 。

断电范围： $T1$ ，局部通风机及其供风坑道中的全部电气设备；

$T2$ ，开挖工作面及其附近 20 m 内全部电气设备；

$T3$ ，总回风道中及开挖工作面和进风道中全部电气设备；

$T4$ ，二次衬砌台车至开挖工作面之间的全部电气设备。

H. 1.4.2 压入式通风时，瓦斯自动监控报警与断电系统中的瓦斯监测传感器布置可按图 H. 3 进行。

断电浓度： $T1 \geq 1.0\%$ ；

$T2 \geq 1.0\%$ ；

$T3 \geq 1.0\%$ 。

- 断电范围： $T1$ ，开挖工作面及其附近 20 m 内全部电气设备；
 $T2$ ，二次衬砌台车至开挖工作面之间的全部电气设备；
 $T3$ ，已衬砌地段的全部电气设备。

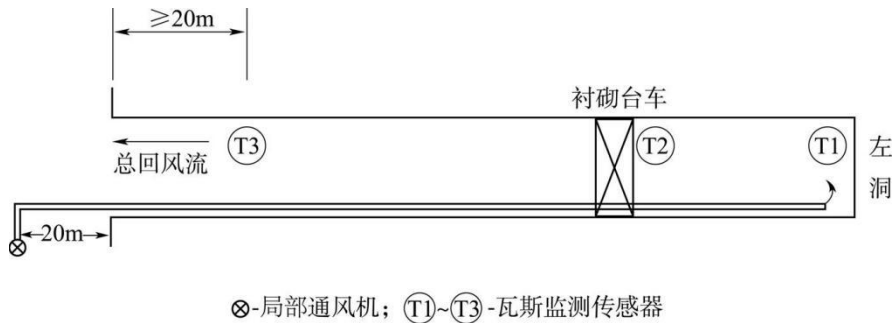


图 H.3 压入式通风瓦斯监测传感器布置图

H.1.5 系统验收、维护和管理

H.1.5.1 瓦斯自动监控报警与断电系统应由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。

H.1.5.2 瓦斯工区施工期间，应成立专门的瓦斯自动监控报警与断电系统使用、维护及维修中心，配备一定经安全培训并考核合格的监控人员。

H.1.5.3 系统安装后应进行验收，每月对该系统进行定期检查、校正。甲烷传感器等采用载体催化元件的检测元件，每 7 d 应使用校准气样和空气样调校一次。每 7 d 应对甲烷超限断电功能进行测试。

附 录 I
(资料性)
瓦斯隧道施工管理表格

本附录中列出的瓦斯隧道安全管理表格，可根据需要进行格式上的适当修改。对现场瓦斯安全管理需要而未列入的管理表格，可根据需要设计补充。

瓦斯检测日报表						
隧道名称:		工区:		日期: 年 月 日		
检测时间	桩号/检测部位	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。该表格可同时用于监理单位驻地监理人员对工区瓦斯状况进行抽检记录。

图 I.1 瓦斯检测日报表

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、二次衬砌模板台车前后、距离洞口 20 m 处断面回风流及其他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。该表格可同时用于监理单位驻地监理人员对工区通风系统进行抽检记录。

图1.2 瓦斯隧道风速风量原始记录表

瓦斯隧道风速风量原始记录表

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 (r/min)				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)
		宽度	高度		第一 次	第二 次	第三 次	平均			
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 d 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、二次衬砌台 车前、已衬砌段回风流断面处进行。											

图 1.3 瓦斯隧道风速风量原始记录表

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			

图1.4 瓦斯隧道“一炮三检”记录表

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 h 制填写，精确至分钟；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进行处理。

图1.5 瓦斯隧道安全监控系统运行记录表

瓦斯隧道监控员（瓦检员、通风员）交接班记录表

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统运行情况）	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。

图1.6 瓦斯隧道监控员（瓦检员、通风员）交接班记录表

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						
...						
存在问题						
处理措施						
监控员签字:			瓦检员签字:			
日期			日期			
系统安装维护人员签字:			工区技术负责人签字:			
日期			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，对比结果由工区技术负责人审核。

图1.7 光学瓦斯检测仪与甲烷传感器对照表

安全监控系统巡检记录表				
隧道名称:		工区:		资料编号:
年 月 日	班次		巡检人	
巡检线路及地点				
发现问题及隐患				
处理结果				
备注				

图1.8 安全监控系统巡检记录表

甲烷传感器调试记录表								
隧道名称:			工区:			资料编号:		
安装地点						电源开关		
报警值	≥	断电值	≥	复电值	<	被控开关		
安装负责人		断电范围						
调试日期	就地显示	空气样	标气浓度	通气示值	回显数值	校正值	调试人	断电状态

图1.9 甲烷传感器调试记录表

瓦斯超限处理记录表							
隧道名称:		工区:		资料编号:			
时间	超限浓度	原因分析	发现超限时间	恢复安全时间	超限时长	处理措施	记录人

填表说明：本表格由技术员负责填写完成。

图I.10 瓦斯超限处理记录表

瓦斯隧道电气防爆设备失爆检查记录表						
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：本表格由专业电气工程师或电工完成。

图I.11 瓦斯隧道电气防爆设备失爆检查记录表

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		施焊人		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:

填表说明: 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。

图 I. 13 瓦斯隧道电焊施工申请表

瓦斯隧道安全日常检查记录表

隧道名称:

瓦斯工区类别:

资料编号:

序号	检查事项	桩号/部位	检查情况描述
1	洞口 20 m 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、火机或手机进洞的情况		
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器吊挂是否符合要求		
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	台车运行情况		
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:

日期:

技术负责人:

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。

图 I.15 瓦斯隧道安全日常检查记录表

瓦斯隧道超前地质预报探孔施工原始记录表

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 (m)	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：

图 I. 16 瓦斯隧道超前地质预报探孔施工原始记录表

超前钻探孔原始班报表

隧道名称: _____ 工区: _____ 桩号部位: _____年____月____日____时至____年____月____日____时 距中心____m 孔号: _____

累计钻进次数	本次钻具全长 (m)	使用钻杆长度 (m)	孔深 (m)		进尺 (m)	岩芯长度 (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	残留岩芯长度 (m)		自	至					
地质编录																		

钻孔负责人: _____ 现场技术员: _____ 监理工程师: _____ 日期: _____

填表说明: 本表格适用于揭穿具有突出危险性的煤层。

图 I.17 超前钻探孔原始班报表

瓦斯排放孔（抽放孔）钻孔记录表					
隧道名称:		工区:		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:

填表说明: 本表格适用于高瓦斯地层钻孔排放或突出煤层抽放钻孔。

图1.19 瓦斯排放孔（抽放孔）钻孔记录表

瓦斯隧道瓦斯抽放日报表

瓦斯隧道瓦斯抽放日报表										
隧道名称:			工区:			资料编号:				
序号	日期	煤层或煤层组编号	负压 (mmHg)	瓦斯浓度 (%)	温度 (°C)	混合瓦斯量 (m ³ /min)	纯瓦斯量 (m ³ /min)	日抽放量 M_0 (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										
累计抽放量 M					m ³		累计抽放时间		d	
工区长:			技术员:			记录人:				
填表说明: 本表格适用于突出煤层瓦斯抽放。										

图1.22 瓦斯隧道瓦斯抽放日报表

防突措施效果检验报表

隧道名称：

工区：

资料编号：

部门			检验部位		检验部位												
孔号	方位 (°)	倾角 (°)	孔深 (°)	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							

填表说明：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K₁指标达到 0.5 时，应及时采取措施，防止煤与瓦斯突出。

图 I. 25 防突措施效果检验报表

参 考 文 献

- [1] 《煤矿安全规程》中华人民共和国应急管理部令第 17 号（2025 年版）
 - [2] 《防治煤与瓦斯突出细则》煤安监技装〔2019〕28 号
 - [3] GB 50213 煤矿井巷工程质量验收规范
 - [4] GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
 - [5] Q/CRCC 23101 瓦斯隧道施工安全技术规程
-