

滇东北公路瓦斯隧道施工技术规范

2023 - 02 - 23 发布

2023 - 05 - 23 实施

云南省市场监督管理局 发 布

目 次

前言III

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 符号4

5 基本规定4

6 瓦斯隧道等级划分5

7 施工准备6

 7.1 一般规定6

 7.2 施工调查6

 7.3 技术准备6

 7.4 现场准备7

8 超前地质预报7

 8.1 一般规定7

 8.2 地质调查法8

 8.3 超前钻探法8

 8.4 物探法9

9 施工通风10

 9.1 一般规定10

 9.2 通风方式11

 9.3 通风设计11

 9.4 通风设备12

10 瓦斯检测与监测12

 10.1 一般规定12

 10.2 人工检测13

 10.3 自动监测13

11 开挖及爆破作业15

 11.1 一般规定15

 11.2 开挖及爆破作业15

 11.3 支护与衬砌17

12 电气设备与作业机械17

 12.1 一般规定17

 12.2 电缆17

 12.3 洞内照明18

 12.4 电气保护18

 12.5 作业机械19

13 揭煤防突	20
13.1 一般规定	20
13.2 煤层超前探测	20
13.3 超前突出危险性预测	21
13.4 超前防突措施	21
13.5 超前防突措施效果检验	21
13.6 区域验证	22
13.7 工作面综合防突措施	22
13.8 揭煤及开挖	22
13.9 安全防护措施	24
14 施工安全	24
14.1 一般规定	24
14.2 施工风险管理	24
14.3 瓦斯检测与监测安全管理	25
14.4 通风安全管理	25
14.5 电气设备与作业机械安全管理	25
14.6 预防煤（岩）与瓦斯突出安全管理	26
14.7 人员及安全防护管理	26
14.8 塌方处理	27
14.9 采空区处理	27
14.10 防治煤层自燃和煤尘爆炸	27
14.11 消防管理	27
15 应急预案	28
15.1 一般规定	28
15.2 专项应急预案	29
15.3 现场处置方案	29
附录 A（规范性） 煤层瓦斯压力测定方法	31
附录 B（规范性） 瓦斯放散初速度指标测定方法	33
附录 C（规范性） 煤的坚固性系数测定方法	34
附录 D（规范性） 煤的破坏类型分类	35
附录 E（规范性） 绝对瓦斯涌出量实测方法	36
附录 F（资料性） 开工条件及检查验收	40
附录 G（资料性） 瓦斯隧道施工管理表格	42
附录 H（规范性） 揭煤防突工作流程	50
附录 I（规范性） 煤层瓦斯含量直接测定方法	51
附录 J（规范性） 钻屑指标法	55
附录 K（资料性） 动火作业审批	56

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。

本文件由昭通市交通运输局提出。

本文件由云南省交通运输标准化技术委员会（YNTC 13）归口。

本文件起草单位：昭通市交通运输局、昭通市交通建设工程质量安全监督局、昭通市高速公路投资发展有限责任公司、昭通市宜毕高速公路投资开发有限公司、中煤科工集团重庆研究院有限公司、四川大学、交通运输部科学研究院、云南省公路科学技术研究院、重庆科安铭源科技有限公司、中铁十九局集团有限公司和中铁十七局集团有限公司。

本文件主要起草人：刘和开、艾永练、谢光莹、李文龙、念良宏、袁广学、陈钰、朱剑平、董洪凯、赵疆、符文熹、魏道新、栗海涛、杨朝红、王毅、余祥银、陈汉斌、刘维青、宋宝、陈涛、崔志成、吕俊男、姚峰、叶飞、文竞舟、程广、毕敬伟、周景波。

滇东北公路瓦斯隧道施工技术规范

1 范围

本文件规定了滇东北公路瓦斯隧道等级划分、施工准备、超前地质预报、施工通风、瓦斯检测与监测、钻爆作业与支护、电气设备与作业机械、揭煤防突、施工安全和应急预案等内容。

本文件适用于滇东北钻爆法施工的新建公路瓦斯隧道。

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 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

AQ 1024 煤与瓦斯突出矿井鉴定规范

AQ 6201 煤矿安全监控系统通用技术要求

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

TB 10417 铁路隧道工程施工质量验收标准

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JT/T 1405 公路水运工程生产安全事故应急预案编制要求

煤矿安全规程

煤安监技装[2019]28号 防治煤与瓦斯突出细则

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烷烃类气体，其成分以甲烷（CH₄）为主。根据其生成条件将其分为煤系地层瓦斯和非煤系地层瓦斯两类。

3.2

瓦斯地层 gas formation

含有瓦斯的地层，分为煤系瓦斯地层和非煤系瓦斯地层。

3.3

煤系瓦斯地层 coal measure strata

在成因上与瓦斯有共生关系并含有煤层或煤线的地层，简称“煤系地层”。

3.4

非煤系瓦斯地层 non-coal measure strata

有别于煤系地层但含有瓦斯的地层，包含有油田气、气田气、泥火山气、生物生成气等油页岩、泥灰岩、炭质页岩和炭质板岩等地层以及受邻近煤系地层瓦斯渗透影响的地层，简称“非煤系地层”。

3.5

瓦斯隧道 gas tunnel

通过地质勘探或施工检测表明隧道通过的地层存在瓦斯时，该隧道为瓦斯隧道。

3.6

瓦斯工区 work area with gas

在瓦斯隧道施工过程中，隧道施工区段内任意一处检测出瓦斯时，则隧道洞口至掌子面的施工区段为瓦斯工区。

3.7

瓦斯涌出 gas emission

受开挖影响，煤体或岩体的裂隙、孔洞、炮眼中向作业空间释放瓦斯，但不会对煤层或岩体产生破坏的现象。

3.8

瓦斯喷出 gas blowout

从煤体或岩体的裂隙、孔洞或炮眼中大量瓦斯涌出的异常现象。通常指涌出口外20m隧道范围内，瓦斯涌出量大于或等于 $1.0\text{m}^3/\text{min}$ 且持续8h以上时，为瓦斯喷出。

3.9

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

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

3.10

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： m^3/min 。

3.11

局部瓦斯积聚 local gas accumulation

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

3.12

钻孔瓦斯动力现象 gas dynamic phenomenon in drilling

钻孔在施作过程中，由瓦斯和地应力诱发的钻孔喷孔（喷水汽、煤屑、岩粉和泥沙等）、钻孔变形、顶钻、抱钻和夹钻等现象。

3.13

瓦斯压力 gas pressure

瓦斯作用于煤系地层或非煤系地层中的孔隙、裂隙壁面上的压力，单位：MPa。一般指隧道开挖前地层中瓦斯的原始压力。

3.14

钻屑指标法 drilling index

根据钻屑指标预测隧道开挖工作面瓦斯突出危险性的方法，主要包括钻屑瓦斯解吸指标和钻屑量。

3.15

瓦斯含量 gas content

煤层在自然条件下每吨煤所含有的瓦斯体积（标准状态），是游离瓦斯量和吸附瓦斯量的总和，单位： m^3/t 。

3.16

瓦斯区段 one section of work area with gas

沿隧道轴线方向的瓦斯地层及其前后一定长度的非瓦斯地层统称为瓦斯区段。

3.17

突出预测预报 outburst forecast

根据煤（岩）结构、煤的物理力学性质、瓦斯和地应力等特征参数及其变化，或利用隧道开挖面的某些突出前的预兆特征，预测隧道开挖工作面突出危险性的工作。

3.18

超前综合防突措施 advance comprehensive anti-outburst measures

在煤（岩）与瓦斯突出隧道工作面前方较大范围，采取消除突出危险性的工程措施。

3.19

工作面综合防突措施 comprehensive anti-outburst measures of tunnel face

针对隧道工作面前方有局部突出危险的煤层，采取消除突出危险性的工程措施。

3.20

岩墙 rock wall

隧道掌子面与前方煤层之间的岩体。

3.21

揭煤作业 coal mining at the rock wall

距突出煤层最小法向距离10m开始至穿过煤层最小法向距离5m的开挖作业过程。

3.22

煤矿许用炸药 coal permitted explosive

允许用于有瓦斯和煤尘爆炸危险的地下工程爆破的专用炸药。

3.23

主要通风机 main ventilator

向隧道工作面提供新鲜风的通风机，简称“主风机”。

3.24

局部通风机 local ventilator

隧道内用于防止瓦斯局部积聚或引导风流的通风机，简称“局扇”。

3.25

串联通风 series ventilation

风流经过用风地点或区域后，不排入回风系统而进入另一用风地点的通风方式。

3.26

风墙 air barrage

在隧道中设置隔断风流的隔墙。

3.27

风帘 air curtain

在隧道内用柔性材料做成的控制风量或改变风流方向的设施。

3.28

瓦斯爆炸 gas explosion

瓦斯和空气混合后达到瓦斯爆炸浓度界限时，遇高温热源的热-链式氧化反应，并伴有高温及压力（压强）上升的现象。瓦斯爆炸发生的浓度界限为5.0%~16.0%。

3.29

煤层倾角 dip angle of coal seam

煤层层面与水平面的夹角 θ ，划分为近水平煤层（ $\theta < 8^\circ$ ）、缓倾斜煤层（ $8^\circ \leq \theta < 25^\circ$ ）、倾斜煤层（ $25^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ ）和急倾斜煤层（ $\theta > 45^\circ$ ）。

3.30

煤层厚度 thickness of coal seam

煤层顶、底板层面间的垂直距离 d ，分为极薄煤层（ $0.3\text{ m} < d \leq 0.5\text{ m}$ ）、薄煤层（ $0.5\text{ m} < d \leq 1.3\text{ m}$ ）、中厚煤层（ $1.3\text{ m} < d \leq 3.5\text{ m}$ ）、厚煤层（ $3.5\text{ m} < d \leq 8.0\text{ m}$ ）、特厚煤层（ $d > 8.0\text{ m}$ ）。

3.31

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

当开挖工作面的局扇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，并只有在局扇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，简称“风电闭锁和瓦电闭锁”。

4 符号

下列符号适用于本文件：

- a) Q_{CH_4} —绝对瓦斯涌出量；
- b) P —瓦斯压力；
- c) ΔP —煤的瓦斯放散初速度；
- d) f —煤的坚固性系数；
- e) S —炮眼深度；
- f) L —炮堵封泥长度；
- g) W —瓦斯含量；
- h) Δh_2 —钻屑瓦斯解吸指标；
- i) K_1 —钻屑瓦斯解吸指标。

5 基本规定

5.1 瓦斯隧道建设应遵循超前预报先行、施工通风为主、检测监测并重、综合措施配套、应急预案落实的基本原则，坚持安全第一，体现以人为本、技术先进的理念。

5.2 瓦斯隧道施工前应开展施工安全风险评估，编制实施性瓦斯专项施工方案，并建立动态风险评估机制。施工期间应校核评定瓦斯工区等级，当瓦斯工区等级发生变化时应修正瓦斯专项施工组织设计，并实施风险动态管理。

5.3 瓦斯隧道应根据瓦斯地层类别确定超前地质预报、钻爆作业的实施方案，并根据瓦斯工区类别提出电气设备、作业机械、施工通风、瓦斯检测与监测等技术要求。

5.4 瓦斯工区的电气、检测、监测、通风、作业机械等设备，应按隧道通过的最高瓦斯等级的要求配置。

5.5 瓦斯隧道施工应全程检测瓦斯浓度，瓦斯工区应连续通风。

5.6 瓦斯隧道施工阶段应对隧道周边一定范围内隐伏采空区进行探查，评估其对隧道施工、运营的影响，对存在安全隐患的隐伏采空区进行处理。

5.7 瓦斯隧道应强化全过程施工管理，积极采用机械化、信息化、智能化相结合的施工方法。

5.8 瓦斯隧道施工与管理应遵循国家节能、环保等有关法律，探索并推广应用新技术、新材料、新设备、新工艺，实现双碳目标。

6 瓦斯隧道等级划分

6.1 瓦斯隧道分为微瓦斯隧道、低瓦斯隧道、高瓦斯隧道、煤（岩）与瓦斯突出隧道，瓦斯隧道的等级按隧道内瓦斯工区的最高等级确定。

6.2 瓦斯隧道施工工区分为非瓦斯工区、微瓦斯工区、低瓦斯工区、高瓦斯工区、煤（岩）与瓦斯突出工区。

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

6.4 施工阶段微瓦斯工区、低瓦斯工区、高瓦斯工区类别判定应按工区内绝对瓦斯涌出量进行（表1）。

表1 施工阶段瓦斯工区类别判定

瓦斯工区类别	绝对瓦斯涌出量 Q_{CH_4} (m^3/min)		
	小、中等跨度	大跨度	特大跨度
非瓦斯工区	0	0	0
微瓦斯工区	$0 < Q_{CH_4} < 0.5$	$0 < Q_{CH_4} < 0.5$	$0 < Q_{CH_4} < 0.5$
低瓦斯工区	$0.5 \leq Q_{CH_4} < 1.0$	$0.5 \leq Q_{CH_4} < 1.5$	$0.5 \leq Q_{CH_4} < 2.0$
高瓦斯工区	$1.0 \leq Q_{CH_4}$	$1.5 \leq Q_{CH_4}$	$2.0 \leq Q_{CH_4}$
注：跨度为隧道的开挖宽度B，可以分为以下几类：小跨度： $B < 9\text{ m}$ ；一般跨度： $9\text{ m} \leq B < 14\text{ m}$ ；中等跨度： $14\text{ m} \leq B < 18\text{ m}$ ；大跨度： $B \geq 18\text{ m}$ 。			

6.5 煤（岩）与瓦斯突出工区的鉴定和认定工作，应由具备煤（岩）与瓦斯突出鉴定资质的机构承担。当隧道通过具有下列情况之一的煤（岩）层时，应进行鉴定，或直接认定为突出煤（岩）层：

- 邻近矿区或工程发生经调查认定为突出事故，或已鉴定为突出的同一煤（岩）层；
- 煤（岩）层有瓦斯动力现象；
- 瓦斯压力 $P \geq 0.74\text{ MPa}$ ，尚未进行突出危险性鉴定的煤（岩）层。

6.6 煤（岩）与瓦斯突出鉴定应根据实测的最大瓦斯压力（测定方法参考附录A）、瓦斯放散初速度（测定方法参考附录B）、煤的坚固性系数（测定方法参考附录C）和煤的破坏类型（判定方法参考附录D）等指标进行鉴定。这四个指标均达到或者超过表2所列临界值，或者钻孔施工过程中发生喷孔、顶钻等明显突出预兆的，应确定为突出煤（岩）层。否则，煤（岩）与瓦斯突出危险性应由鉴定机构结合直接法测定结果等实际情况综合分析确定，但当 $f \leq 0.3$ 、 $P \geq 0.74\text{ MPa}$ ，或者 $0.3 < f \leq 0.5$ 、 $P \geq 1.0\text{ MPa}$ ，或者 $0.5 < f \leq 0.8$ 、 $P \geq 1.50\text{ MPa}$ ，或者 $P \geq 2.0\text{ MPa}$ 的，一般鉴定为突出煤（岩）层。

表2 突出煤（岩）层鉴定单项指标临界值

煤层突出危险性	瓦斯压力 P (MPa)	瓦斯放散初速度 ΔP (mmHg)	煤的坚固性系数 f	煤层破坏类型
临界值	≥ 0.74	≥ 10	≤ 0.5	III、IV、V

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

6.8 施工阶段瓦斯绝对瓦斯涌出量可根据实测通风量与回风流中最大瓦斯浓度计算确定，可参考附录 E。

7 施工准备

7.1 一般规定

7.1.1 瓦斯隧道施工前，建设、施工和监理等单位应分别配备具有丰富瓦斯隧道施工经验的专职管理人员。

7.1.2 瓦斯隧道施工前，应由施工单位项目技术负责人组织编制瓦斯隧道专项施工方案，并经施工单位技术负责人审核、签字，加盖单位公章后报总监理工程师及建设单位审批后方可实施。

7.1.3 施工单位应组织召开包括应急部门、煤矿部门和具有瓦斯隧道施工经验等方面的技术专家对高瓦斯或煤（岩）与瓦斯突出隧道的专项施工方案进行论证，并出具论证会专家意见，总监理工程师在审批专项施工方案前应对论证会专家意见执行情况进行审核。

7.1.4 瓦斯隧道施工前，应执行三级交底制度，对专项施工方案进行交底，各级交底应形成书面记录，并履行复核、签认手续，交底资料应留存备查。

7.1.5 瓦斯隧道开工条件应经施工单位自检、监理单位复检、建设单位审核，通过后方可施工。开工条件及检查验收可参考附录 F。

7.1.6 瓦斯隧道施工前，监理单位应根据瓦斯隧道专项施工方案，制定瓦斯防治专项监理方案，明确瓦斯安全监理工作重点。

7.2 施工调查

7.2.1 瓦斯隧道施工前，应进行瓦斯隧道专项施工调查。

7.2.2 瓦斯隧道专项施工调查，应根据设计文件和相关资料制定调查大纲，重点调查煤与瓦斯赋存情况、油气、断层、采空区分布、邻近隧道施工或煤矿开采历史以及发生过的瓦斯事故等内容。

7.2.3 专项施工调查由施工单位的主管领导牵头，组织工程管理部门、安全管理部门及项目部主要负责人参加，必要时委托具有法定资质的第三方单位共同开展施工调查工作，并形成瓦斯隧道专项施工调查报告。

7.2.4 当专项施工调查瓦斯工区等级结论与勘察设计文件不符时，应书面报告监理、设计和建设等单位予以确认，按规定程序对设计文件进行调整。

7.3 技术准备

7.3.1 根据施工条件、地质条件、隧道长度、隧道横断面、埋置深度、工期要求、环境保护和资源状况等编制施工组织设计与施工方案。

7.3.2 测量、检测、试验、临时用水用电方案等分部、分项施工方案编制应与实施性施工组织设计相一致。应包含以下内容：

- a) 施工安全措施、工程质量措施、工程进度措施、环保措施等内容；
- b) 与瓦斯工区等级相适应的电气设备、作业机械选型与配套、劳动力配备和材料供应计划；
- c) 综合考虑瓦斯超前地质预报、钻爆作业、施工通风及瓦斯检测、揭煤防突、设备工效降低和窝工等影响因素制定施工进度计划。

7.3.3 瓦斯隧道施工前，项目部宜委托具有资质的第三方单位编制瓦斯隧道施工安全风险专项评估报告，并制定风险控制措施。

7.3.4 瓦斯隧道施工前，施工单位项目部应根据施工安全风险专项评估报告的结论，编制瓦斯隧道专

项施工方案。专项施工方案应包括以下内容：

- a) 工程概况、编制依据；
- b) 瓦斯地层超前地质预报与探煤设计；
- c) 通风系统设计与通风管理；
- d) 瓦斯安全检测与监测系统设计与瓦斯日常管理；
- e) 瓦斯地层段钻爆法开挖设计与施工作业；
- f) 电气设备配置与供配电系统设计；
- g) 作业机械配置与防爆要求；
- h) 突出煤层的揭煤防突设计；
- i) 采空区治理（如有）；
- j) 防尘、防灭火、防治水等措施；
- k) 事故预防与应急救援预案；
- l) 安全生产管理机构的设置与安全培训计划；
- m) 计算书和图纸。

7.3.5 瓦斯隧道应编制瓦斯隧道专项应急预案，制定应急预案演练计划。

7.3.6 瓦斯隧道开工前，应依据喷射混凝土和衬砌结构混凝土的瓦斯防渗等级要求，进行气密性混凝土的配合比设计和试验。

7.4 现场准备

7.4.1 施工前应完成以下基础准备工作：

- a) 四通一平：路通、水通、电通、电讯通、场地平；
- b) 相关设施：施工所需的设施配置（如：压缩空气供应系统、修理车间等）；
- c) 物资准备：施工所需的原材料、构建加工设备、施工机具等准备。

7.4.2 生产区、办公生活区现场布置应遵循以下原则：

- a) 生产区应遵循工序有效衔接、布局紧凑的原则，并结合隧道具体情况进行布置；
- b) 所有生产、生活、办公设施不应正对隧道口且应布置在隧道洞口侧面安全距离之外；
- c) 生活、办公设施与生产设施分开设置，并采取措施进行安全隔离；
- d) 瓦斯隧道洞口 20 m 范围不应有明火。

7.4.3 施工现场布置和临时工程施工应符合《“两区三厂”建设安全标准化指南》的相关要求，并设置隧道洞外监测室静电消除器、瓦斯监测告示牌、进洞人员定位系统等设施。

8 超前地质预报

8.1 一般规定

8.1.1 超前地质预报可采用地质调查法、钻探法、物探法等。隧道施工超前地质预报应以地质调查法为基础，针对不同地段地质情况和预报目的，采用两种或多种方法相互补充和印证，进行综合超前地质预报。

8.1.2 瓦斯隧道超前地质预报应纳入施工工序进行管理。

8.1.3 超前地质预报实施单位应结合风险评估报告编制超前地质预报实施细则。

8.1.4 瓦斯隧道进行超前地质预报设计前，应根据工程地质与水文地质条件等对隧道施工影响程度和诱发环境问题等进行预评估，并分段对隧道进行地质复杂程度分级。隧道地质复杂程度分级，应根据施工过程中的超前地质预报成果和实际地质条件进行动态调整。

8.1.5 瓦斯隧道超前地质预报应加强不良地质的预测预报，特别是对煤层、瓦斯、岩溶、物探异常带等发育情况的预测预报，校核瓦斯地层段落、瓦斯工区等级、采空区位置等。

8.1.6 承担地质条件复杂隧道超前地质预报实施单位，应具备有实施超前地质预报的工作能力，或委托有相应资质的第三方单位实施。

8.1.7 超前地质预报实施单位，应根据预报方案和合同有关规定配备专业人员和仪器设备，仪器设备的性能、精度、效率应满足预报和工期的要求。

8.2 地质调查法

8.2.1 地质素描是地质调查法工作的一部分，应将隧道所揭露的地层岩性、地质构造、结构面产状、地下水出露点位置及出水状态、出水量、煤层、溶洞等准确记录下来并绘制成图表，包括隧道掌子面地质素描和洞身地质素描。

8.2.2 地质调查法应符合以下规定：

- a) 在洞内超前地质预报实施前进行隧道地表补充地质调查，并在洞内超前地质预报实施过程中根据需要随时补充，现场做好记录并于当天及时整理；
- b) 地质素描图采用现场绘制草图、室内及时誊清的方式完成，记录现场完成，不应回忆编制或室内制作，地质素描原始记录、图、表当天整理完成；
- c) 地表补充地质调查和隧道洞内地质素描资料，及时反映在隧道工程地质平面图和纵断面图上，并分段完善和总结；
- d) 按要求采集标本，并及时整理。

8.2.3 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 5 m；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。

8.3 超前钻探法

8.3.1 瓦斯地层段隧道施工前，应实施超前钻孔探测，查明煤层、采空区、断层等的规模、形态以及与隧道的空间位置关系，相关记录可参考附录 G.1 和附录 G.2。

8.3.2 超前钻探应符合以下规定：

- a) 实施超前钻探前地质技术人员应进行技术质量交底，超前钻探作业人员应进行技术培训和考核；
- b) 超前钻探过程中应在现场做好钻探记录，包括钻孔位置开孔时间、终孔时间、孔深、钻进压力和钻进速度随钻孔深度变化情况、冲洗液颜色和流量变化、涌砂以及空洞振动、卡钻位置、突进里程和冲击器声音的变化等；
- c) 超前钻探过程中应及时鉴定岩芯、岩粉并判定岩性。对于断层带、溶洞填充物、煤层等代表性岩土，应拍摄照片备查，并选择代表性岩芯整理保存；
- d) 在富水地段进行超前钻探时，应采取防突水措施，并测量钻孔内水压；
- e) 应加强钻探设备的维修与保养，使钻机处于良好状态；应强化协调和管理，各方积极配合，减少施钻时间；
- f) 超前地质钻探为单工序作业，施钻过程中监理单位应进行现场监督；
- g) 高瓦斯地层、煤（岩）与瓦斯突出地层超前钻孔不应少于 3 个；微瓦斯地层、低瓦斯地层超前钻孔可布置 1 个～3 个。每循环钻孔长度不宜小于 50 m，前、后两循环重叠长度不小于 10 m，钻进方向宜与煤层层面大角度相交。

8.3.3 煤（岩）层瓦斯超前钻探，应探明煤（岩）层分布位置和煤层厚度，测定瓦斯含量、瓦斯压力、瓦斯涌出量、瓦斯放散初速度和煤的坚固性系数等，判定煤的破坏类型，鉴定煤层自燃倾向性等级、煤尘爆炸性和煤（岩）与瓦斯突出危险性，评价隧道瓦斯严重程度及对工程的影响，并提出技术措施建议。

8.3.4 隧道掌子面接近煤层前，应对煤层位置进行超前钻探，标定各煤层准确位置和空间展布，掌握

其赋存情况、瓦斯状况，并应符合以下规定：

- a) 在掌子面距煤层最小法向距离 ≥ 20 m 时进行超前探测，钻孔数量不少于 3 个，地质复杂及岩石破碎区域钻孔数量不少于 5 个，且至少有 2 个钻孔需要取芯，钻孔布置示意图参见图 1；
- b) 在距初探煤层最小法向距离 10 m 处掌子面，至少施作 3 个超前钻孔，分别探测掌子面前方上部、左侧、右侧的煤层位置，采取煤样和气样进行物理化学分析和煤层瓦斯参数测定，并测试瓦斯含量、涌出量、压力等；
- c) 根据各孔见煤、出煤点计算煤层厚度、倾角、走向及与隧道的关系，并分析煤层顶、底板岩性；
- d) 掌握并收集钻孔过程中的瓦斯动力现象；
- e) 揭煤前应进行煤与瓦斯突出危险性预测；
- f) 综合分析，编制并提交超前地质预报分析报告。

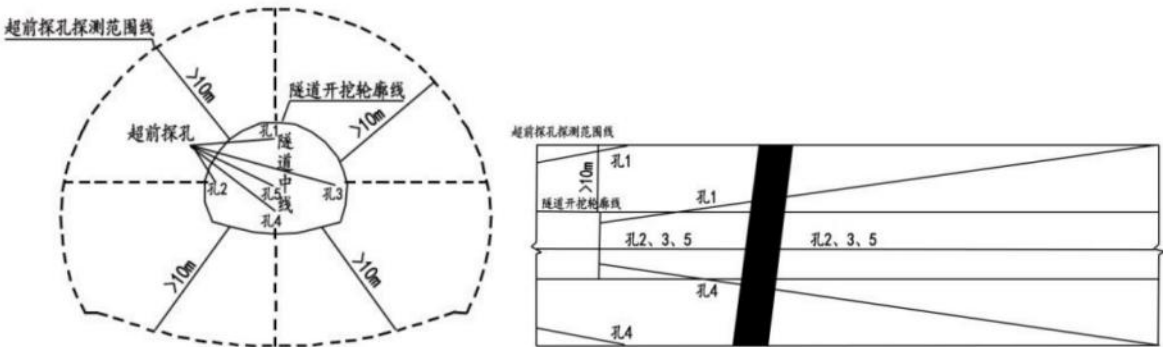


图 1 瓦斯超前钻孔布置示意图

8.3.5 煤层瓦斯超前钻探应符合以下规定：

- a) 瓦斯工区应采用防爆型钻机、湿式钻孔；
- b) 每个钻孔均应穿透煤层并进入顶（底）板不小于 0.5 m；
- c) 煤层瓦斯超前探测钻孔应取完整的煤（岩）芯，进入煤层后宜采用干钻取样；
- d) 各钻孔直径不宜小于 76 mm；
- e) 钻孔过程应观察孔内排出的浆液、煤屑变化情况，并做好记录；
- f) 钻孔施工过程瓦检员应全程跟班检测。

8.3.6 施钻过程出现顶钻、夹钻、顶水、喷孔等动力现象时，应立即上报、停止工作、撤出人员、切断电源，并进行分析和处理。

8.3.7 在煤系地层及其他可能含瓦斯地层开挖施工时，应加强瓦斯检测，瓦斯浓度超过规定指标时应立即采取措施以确保安全，并上报有关部门查明瓦斯来源，分析可能带来的危害程度，制定下一步地质预报工作的方案和措施，做好瓦斯检测记录并存档。

8.3.8 瓦斯地层段施工应采用加深炮孔对洞周进行探测，加深炮孔应符合以下规定：

- a) 高瓦斯和煤（岩）与瓦斯突出区段拱墙范围不少于 5 个，底部不少于 3 个；
- b) 微瓦斯和低瓦斯区段拱墙范围不少于 3 个，底部不少于 3 个；
- c) 炮孔长度不小于 5 m，加深长度不应小于 2 m；
- d) 探测煤（岩）与瓦斯的周边加深炮孔，应严禁装药放炮；
- e) 当加深炮孔施工中出现异常情况时，应及时采取应对措施，严禁盲目装药放炮。

8.4 物探法

8.4.1 隧道瓦斯地层物探宜采用长、短距离物探相结合的方式，主要包括地质雷达法、弹性波反射法、瞬变电磁法等。地质条件复杂的隧道和存在多种干扰因素的隧道，应根据被探测对象的物性条件开展综

合物探,对所测得的物探资料进行综合分析。

8.4.2 距煤层、采空区 50 m~100 m 时,应采用不少于两种物探方法,初步查明煤层、采空区位置以及与隧道的空间关系。

8.4.3 物探应按搜集资料、踏勘、编制计划、施测、初步解释、最终解释、成果核对和报告编制的程序进行。

8.4.4 物探原始资料的搜集应符合以下规定:

- a) 原始资料主要内容应包括隧道工程地质资料和钻探资料,物探施测的各种原始记录和检查记录,以及物探仪器校验、标定及一致性检查的记录;
- b) 原始记录应完整、真实、清晰,标示清楚,签署齐全,不应随意涂改或重抄。

8.4.5 物探资料解释应符合以下规定:

- a) 在分析各项物性参数的基础上,按已知到未知、先易后难、点面结合、反复认识、定性指导定量的原则进行,宜采用两种以上的方法进行定量解释,并选用典型断面作正演计算;
- b) 各物探方法的解释应相互补充、相互印证;当解释结果不一致时,应分析原因,并对推断的前提条件予以说明;
- c) 解释结果应说明探测对象的形态、产状、延伸等要素;对于已知资料不足,暂时不能得出具体结论的异常情况,应说明原因;
- d) 解释应充分利用各种探测方法的成果;有钻孔验证的隧道,应充分利用钻探资料对解释结果进行全面的修正。

8.4.6 物探成果资料的编制应符合以下规定:

- a) 物探成果资料应包括物探测线布置图、各种定性分析图件、各种定量解释图件、平面与断面成果图表、质量检查数据、质量评定表;
- b) 物探成果报告应包括任务依据与要求、地质与物性特征、物探方法的选择原则与采取的技术措施、测线布置与数据采集、资料整理与解释、质量评价、结论与建议,以及建议验证钻孔等内容;
- c) 物探地质图件应结合地质资料综合分析后编制,图上应标明异常分布位置、推断地质界线及地质构造位置和产状等,并标明其与隧道里程的关系。

9 施工通风

9.1 一般规定

9.1.1 高瓦斯及煤(岩)与瓦斯突出隧道必须编制通风专项方案,通过专家论证并经监理单位和建设单位审批后实施。

9.1.2 微瓦斯工区隧道洞内风速不应小于 0.15 m/s,低瓦斯工区洞内风速不应小于 0.25 m/s,高瓦斯工区和突出工区洞内风速不应小于 0.5 m/s,防止瓦斯局部积聚的风速不应小于 1.0 m/s。

9.1.3 瓦斯隧道施工组织设计应包括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,隧道施工的任何作业面不应存在通风盲区。

9.1.4 施工单位应设置专职通风管理员,配置合格的测风仪表;瓦斯工区施工期间应建立通风管理制度,测定风速、风量、瓦斯浓度等参数,测试表格参考附录 G.3。

9.1.5 施工单位应按程序开展测风工作,并报监理单位备案,工作内容应包括:

- a) 通风管理员上岗资格、到岗、交接班情况(记录表格参考附录 G.4);
- b) 是否使用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、自动监测记录等是否保持连续性、完整性；
- 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板信息；
- f) 瓦斯易积聚处采取的安全措施是否有效；
- g) 风管是否平顺通畅、转弯处是否安设刚性弯头且弯度平缓、风管内是否有积水、风管口到工作面距离是否满足要求、风管是否存在破损漏风问题等。

9.1.6 采用巷道式通风时，除用作回风的横通道外，其他不用的横通道应及时封闭。

9.1.7 微瓦斯工区和低瓦斯工区放炮后通风时间应不少于 15 min，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 30 min。根据瓦斯安全综合监测系统数据和视频，显示爆破地点无危险情况时，瓦检员与安全员方可进洞排查隐患。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。

9.1.8 监理单位应建立瓦斯隧道通风监督管理制度，应配备专门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 d 组织 1 次全面测风平行检验，检验表格参考附录 G.5。

9.2 通风方式

9.2.1 瓦斯工区应进行机械通风，可采用压入式或巷道式通风方式。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。

9.2.2 瓦斯工区施工阶段，对瓦斯易于积聚的空间和衬砌模板台车附近区域可实施局部通风的方法，消除瓦斯积聚。

9.2.3 瓦斯工区各开挖掌子面应采用独立通风，不应使用 1 台通风机同时向两个及以上掌子面供风，严禁两个掌子面之间串联通风。

9.3 通风设计

9.3.1 瓦斯隧道应根据各工区通风方式合理布置通风系统，根据需风量要求合理选择风机、风管等通风设备。瓦斯工区需风量计算应符合以下要求：

- a) 施工通风需风量应按照同时作业的最多人数、最小风速、爆破排烟、洞内作业机械、瓦斯绝对涌出量分别计算，取其最大值；
- b) 独头隧道瓦斯涌出量计算可参考 JTG/T 3374 附录 F；
- c) 高海拔地区瓦斯隧道总需风量应根据大气压力进行修正；
- d) 瓦斯工区作业人员需风量不小于 $4.5 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{人})$ ，作业机械需风量不小于 $4.5 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{kW})$ ；
- e) 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。

9.3.2 瓦斯隧道相向掘进掌子面贯通前，在相距 50 m 前，应停止一个掌子面的掘进，做好调整通风系统的准备工作；停止掘进的掌子面应保持正常通风和瓦斯检测，设置栏杆及警标。

9.3.3 掘进工作面爆破前，应按规定检测工作面及其回风流中的瓦斯浓度，两端工作面及其回风流中的瓦斯浓度均符合要求时，掘进的工作面方可爆破；两端工作面入口应有专人警戒。

9.3.4 瓦斯隧道任意两个工作面贯通后，应停止一切作业，立即调整通风系统，待风流稳定后并确认安全后方可恢复施工。当贯通的两端工作面的瓦斯工区类别不同时，风流不得从较高类别的瓦斯工区流向低类别的瓦斯工区。

9.3.5 因检修、设备故障和停电等原因停风时，应撤出人员、切断电源、设置栅栏和警示标志、禁止人员入内。恢复通风前，应由瓦检员检查瓦斯浓度，并符合以下规定：

- a) 当停风区内瓦斯浓度不超过 1.0%，且在局扇及其开关地点附近 10 m 以内风流中的瓦斯浓度均不超过 0.5% 时，方可人工启动局扇；
- 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，控制风流稀释与排放瓦斯；

- c) 当停风区中瓦斯浓度超过 3.0%时,应制定安全排放瓦斯措施,由矿山救护队组织实施。

9.4 通风设备

9.4.1 瓦斯隧道的主风机应实现“双风机、双电源”供电,并装设风电闭锁和瓦电闭锁装置;当采用备用电源供电时,应保证风机在 10 min 内启动和运行。

9.4.2 主风机在洞外时,应装设在距洞口 30 m 外的新鲜风流中,并避免污风循环,通风机 5 m 范围内不应堆放杂物,通风机进气口应设置金属面罩,并安装保险装置;主风机在洞内时,应采用防爆型且安设在新鲜风流中,污风和新鲜风流之间应设置风墙(风帘),风墙(风帘)距回风横洞距离不大于 30 m。

9.4.3 高瓦斯工区、煤(岩)与瓦斯突出工区的洞内通风机,均应配备专用变压器、专用开关、专用线路供电、风电闭锁和瓦电闭锁装置;当通风机停止运转或隧道内瓦斯超限时,应立即自动切断通风机供风区段内的全部非本质安全型电气设备的电源。

9.4.4 瓦斯工区内局扇和射流风机均采用防爆型。

9.4.5 风管应采用抗静电和阻燃的风管,其直径不宜小于 1.2 m,每 100 m 平均漏风率不宜大于 2%。

9.4.6 风管布置应遵循以下规定:

- a) 风管的节长尽量加大,以减少接头数量,接头应严密;弯管平面轴线的弯曲半径不应小于通风管直径的 3 倍;
- b) 风管出风口靠近工作面的距离可根据具体情况确定,且应满足下列要求:
 - 1) 风管出风口距开挖面的距离不宜大于 10 m;
 - 2) 开挖掌子面附近风速及瓦斯浓度应满足安全要求;
 - 3) 通风管路应安装平顺,无扭曲和褶皱。

9.4.7 瓦斯工区施工通风设备设施管理应符合以下规定:

- a) 当主风机需要停运时,应先启动备用通风机,严禁出现先停后启动以及主风机与备用通风机均停止运行的情况;
- b) 应定期对风管等通风设施进行检查,并指定专人进行维修、保养;
- c) 瓦斯隧道内均应设置测风牌板,每次测风结果应记录清楚并公示在测风地点的测风牌板上;
- d) 通风管理员每月至少检查 1 次主风机并进行切换试验,每天应进行一次正常工作的局扇与备用局扇自动切换试验,发现问题应及时处理。各试验记录应存档备查;
- e) 瓦斯工区通风方式改变、压入式风管长度每增加 100 m 或每隔 10 d,应对隧道通风进行检测,主要内容为通风的风速、风量、风管漏风率等。

9.4.8 通风机安装后,应报监理进行验收,确认符合要求后使用。

10 瓦斯检测与监测

10.1 一般规定

10.1.1 施工单位必须制定瓦斯工区检测与监测专项方案,通过专家论证并经监理单位和建设单位审批后实施。

10.1.2 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,配置专职瓦斯监理员,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。

10.1.3 瓦斯工区应采用自动监测系统与人工检测相结合的方式,自动监测的探头宜采用双探头。

10.1.4 班组长和特殊工种人员进入瓦斯工区,应配备便携式甲烷检测报警仪。

10.1.5 瓦斯工区的瓦斯检测仪器、仪表的配备应符合以下规定:

- a) 高瓦斯和煤（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仪；
- b) 非瓦斯工区、微瓦斯工区、低瓦斯工区应配备低浓度光干涉式甲烷测定器；
- c) 当地层含有 H₂S、CO、N₂、NO₂、NH₃ 等有害气体时，应配备相应的气体测定仪器。

10.1.6 安全监测设备应定期进行调校、测试，瓦斯检测设备、仪器、仪表应按要求定期进行标定，调校、标定工作应由专职人员负责，记录表格参考附录 G.6。

10.1.7 停风、停工封闭的瓦斯隧道复工前，应制定安全专项技术措施并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，排除积聚的瓦斯，瓦斯浓度降到 0.5% 以下方可恢复作业。

10.2 人工检测

10.2.1 人工检测应配备专职瓦检员并持证上岗，检测时应携带光干涉式甲烷测定器和便携式甲烷检测报警仪。专职瓦检员单工区单洞不少于 3 人，单工区双洞不少于 6 人；专职瓦斯监测员单工区不少于 2 人。

10.2.2 人工瓦斯巡检地点应包括：

- a) 隧道内掌子面、仰拱、二次衬砌等所有作业地点及隧道总回风流中；
- b) 爆破地点附近 20 m 内风流中；
- c) 拱顶、脚手架顶、台车顶、塌腔区、断面变化处、联络通道、预留洞室、局部超挖凹陷位置、边沟等通风盲区和通风薄弱区，瓦斯易发生积聚处；
- d) 作业台车和作业机械附近 20 m 内的风流中；
- e) 局扇、电动机及电气开关 20 m 内风流中；
- f) 通过煤层、断层破碎带、裂隙带地段，瓦斯异常涌出点；
- g) 变压器、电缆接头等隧道内可能产生火源的地点；
- h) 采用巷道式通风的回风流中。

10.2.3 瓦斯隧道存在冒落区时，应及时充填并随时检测瓦斯。

10.2.4 人工瓦斯巡检频率应符合下列规定：

- a) 非瓦斯工区及微瓦斯工区不应少于 1 次/4h，低瓦斯工区、高瓦斯工区不少于 1 次/2h；
- b) 高瓦斯工区和煤（岩）与瓦斯突出工区的掘进工作面、瓦斯涌出量较大且变化异常区域，应随时检测瓦斯浓度；
- c) 瓦斯浓度低于 0.5% 时，应每 0.5 h~1 h 检测一次；高于 0.5% 时，应随时检测；
- d) 放炮作业执行“一炮三检”制，记录表格参考附录 G.7；
- e) 瓦斯工区内进行钻孔作业、塌腔及采空区处治、焊接与切割动火时，应随时检测瓦斯。

10.3 自动监测

10.3.1 瓦斯自动监测系统应具备数据采集、传输、存储、处理显示、打印、声光报警、人员定位、视频监控、通讯广播等功能，用来监测甲烷浓度、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度、氧气浓度、硫化氢浓度、风速、温度、馈电状态、主风机开停、局扇开停等，并对主风机及局扇实现风电闭锁和瓦电闭锁功能，其他设备实现甲烷超限声光报警和断电闭锁功能；洞内监测分站、监测仪器和控制线缆等应满足国家和行业相关标准的防爆等级要求。

10.3.2 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。

10.3.3 每班人工瓦斯检测结果应与自动监测系统相应位置、时间的自动监测值进行比对，两种方式相互验证，发现异常应及时查明原因。

10.3.4 自动监测设备发生故障时应及时处理，在故障处理期间应采用人工检测等安全措施，并填写故

障记录，记录表格参考附录 G.8。

10.3.5 自动监测数据应定期备份。

10.3.6 隧道内各类传感器布置要求应符合表 3 的规定，瓦斯浓度限值及超限处理措施应符合表 4 的规定，记录表格参考附录 G.9。

表 3 传感器布置要求

类别	布置地点	要求及标准
甲烷传感器	掌子面迎头及距掌子面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。	甲烷传感器宜自由悬挂在拱顶以下25 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。
风速传感器	距掌子面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。	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°。吊挂时必须固定，传感器不得左右摇摆。
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。	一氧化碳传感器、温度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。
设备开停传感器、馈电状态传感器	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。	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。
硫化氢传感器	掌子面、二衬台车、开挖施工完成段等。	硫化氢传感器应垂直悬挂在距隧道底部1.0 m~1.2 m位置，并不影响行人和行车，方便安装、维护工作。

表 4 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	0.5	停止钻孔, 超限处停工、撤人, 切断电源, 查明原因, 加强通风等
5		回风巷或工作面回风流中	0.5	全隧停工、撤人、处理
6		放炮地点附近20 m风流中	0.5	严禁装药放炮
7		煤层放炮后工作面风流中	0.5	继续通风、不得进入
8		焊接、切割地点20 m范围内	0.5	严禁作业
9		局扇及电气开关10 m范围内	0.5	停机、通风、处理
10		电动机及开关附近20 m范围内	0.5	停止运转、撤出人员、切断电源, 进行处理
11		试运行后洞内任意处	0.25	查明渗漏点, 进行处置

11 开挖及爆破作业

11.1 一般规定

11.1.1 瓦斯区段应严格控制超欠挖, 减少开挖面的坑凹, 避免瓦斯局部聚集。对于超挖部分应及时回填密实; 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。

11.1.2 隧道内同一瓦斯区段宜划分在同一施工工区, 各施工工区间的贯通点不应处于揭煤段。

11.1.3 瓦斯工区爆破作业应由专职爆破工担任, 专职爆破工应持有“煤矿井下爆破作业”特种作业操作证, 并填写钻爆作业安全检查记录表, 记录表格参考附录 G.10。

11.1.4 爆破作业应执行“一炮三检”和“三人连锁爆破”制度。

11.1.5 钻爆作业过程中发生瓦斯喷出等异常状况或其他煤(岩)与瓦斯突出预兆时, 应立即切断电源、停止工作、撤出人员、上报, 并启动应急预案。

11.2 开挖及爆破作业

11.2.1 瓦斯区段开挖方法应根据地层岩性、断面大小、煤层、瓦斯的赋存情况进行合理选择, 高瓦斯区段和煤(岩)与瓦斯突出区段宜采用台阶法开挖。

11.2.2 瓦斯区段钻爆作业应符合以下规定:

- 应采用湿式钻孔;
- 炮眼深度应不小于 0.6 m;
- 开挖工作面附近 20 m 风流中瓦斯浓度应符合本规范表 4 的规定。

11.2.3 瓦斯区段应使用煤矿许用炸药和电雷管。

11.2.4 瓦斯区段雷管的选用应符合以下规定:

- 应使用煤矿许用瞬发电雷管、煤矿许用毫秒延期电雷管、煤矿许用数码电雷管, 严禁使用导爆管;
- 使用煤矿许用毫秒延期电雷管时, 最后一段的延期时间不应超过 130 ms;

- c) 使用煤矿许用数码电雷管时，一次起爆总时间差不应超过 130 ms，并应当与专用起爆器配套使用；
 - d) 一次爆破应使用同一厂家、同一品种的煤矿许用雷管。
- 11.2.5 瓦斯区段煤矿许用炸药的选用应遵守下列规定：
- a) 微瓦斯、低瓦斯地层中煤层段，应使用安全等级不低于二级的煤矿许用炸药；
 - b) 高瓦斯地层中的煤层段，应使用安全等级不低于三级的煤矿许用炸药；
 - c) 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乳化炸药；
 - d) 一次爆破应使用同一厂家、同一品种的煤矿许用炸药。
- 11.2.6 瓦斯区段装药和爆破作业应符合以下规定：
- a) 距爆破地点 20 m 内，各类施工机具设备、碎石、煤碴或其他物体堵塞隧道断面不应大于 1/6；
 - b) 开挖工作面应保证通风风量足、风向稳定；
 - c) 炮眼内无异状、无温度骤高骤低、无显著瓦斯涌出、无煤岩松散、无穿采空区等情况；
 - d) 装药前，炮眼内煤粉、岩粉应清除干净；
 - e) 高瓦斯工区、煤（岩）与瓦斯突出工区严禁采用反向起爆；
 - f) 可根据瓦斯浓度监测情况动态调整单段最大炸药使用量。
- 11.2.7 瓦斯区段炮眼封泥应使用水炮泥。水炮泥外剩余的炮眼部分应当用黏土炮泥或不燃性、可塑性松散材料制成的炮泥封实，其长度不应小于 0.3 m。严禁用煤粉、块状材料或其他可燃性材料作炮眼封泥。无封泥、封泥不足或封泥不实的炮眼，严禁爆破，严禁裸露爆破。
- 11.2.8 炮眼封泥长度应符合表 5 规定。

表 5 炮眼封堵长度

炮眼深度S（m）或炮眼类型	炮堵封泥长度L（m）
光面爆破周边眼	$L \geq 0.3$
$0.6 \leq S < 1.0$	$L \geq S/2.0$
$1.0 \leq S < 2.5$	$L \geq 0.5$
$S \geq 2.5$	$L \geq 1.0$
注：炮眼深度小于0.6 m时，不得装药、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。	

- 11.2.9 爆破网络及连线应符合以下规定：
- a) 采用绝缘母线单回路爆破，不应采用轨道、金属管、金属网、水或大地等作为爆破回路；
 - b) 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；
 - c) 爆破母线与电缆、电线、信号线不应设在同一侧；不得不设在同一侧时，爆破母线应设在下方，且距离不小于 0.3 m。爆破母线应随用随设；
 - d) 高瓦斯工区、煤（岩）与瓦斯突出工区进行爆破作业时，起爆器应设置在洞外；微瓦斯工区、低瓦斯工区施工时起爆器可设置在洞内，但应与起爆点保持安全距离，安装在新鲜风流中；
 - e) 洞内起爆器应选用防爆型，一个开挖工作面不应同时使用两台及以上起爆器起爆，且一次装药不应分次起爆。
- 11.2.10 瓦斯地层爆破作业应符合以下规定：
- a) 瓦斯地层段爆破前，所有人员不应在爆破隧道内躲避；微瓦斯、低瓦斯地层爆破前，爆破隧道内人员宜撤至非爆破隧道内或洞外；高瓦斯地层、煤（岩）与瓦斯突出地层爆破前，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；不应采用起爆器打火放电方法检测电爆网路；
- c) 在有煤尘爆炸倾向性的煤层中，爆破前后，爆破地点附近 20 m 应洒水降尘。

11.2.11 处理拒爆、残炮时，应符合 GB 6722 的相关规定。

11.3 支护与衬砌

11.3.1 瓦斯区段开挖后应及时支护。

11.3.2 瓦斯区段钢架宜采用装配式钢架；二次衬砌主筋宜采用绑扎或套筒连接，其余钢筋可采用绑扎连接。

11.3.3 瓦斯区段二次衬砌的施工工艺、养护应符合以下规定：

- a) 拱墙衬砌混凝土应采用模板台车，拱墙一次整体连续浇筑完成；
- b) 仰拱施作应各段一次成型，不应分幅浇筑；
- c) 混凝土应分层对称、边浇筑边振捣，应采用机械振捣；
- d) 二次衬砌应预留注浆孔，二次衬砌完成后应及时注浆、充填空隙、封闭瓦斯；
- e) 二次衬砌混凝土浇筑后应根据气候条件进行养护，养护时间应满足相关要求。

12 电气设备与作业机械

12.1 一般规定

12.1.1 瓦斯工区内使用的各种电气设备、作业机械、电力和通信系统应专门设计、安装、试运行，验收合格后方可投入使用。

12.1.2 低瓦斯、高瓦斯、煤（岩）与瓦斯突出工区的电气设备应使用矿用防爆型；高瓦斯、煤（岩）与瓦斯突出工区的作业机械应使用矿用防爆型；低瓦斯工区作业机械、微瓦斯的电气设备及作业机械可按非瓦斯工区配置。

12.1.3 高瓦斯、煤（岩）与瓦斯突出工区供电应配备双回路电源。采用双回路电源线路，电源线路上不应分接隧道以外的任何负荷。当不具备双回路电源条件而采用单回路供电时，应有备用电源，其容量应满足通风、排水、监测等要求。隧道内电源线路上不应装设负荷定量器等各种限电断电装置。

12.1.4 瓦斯工区内各级配电电压、各种机电设备额定电压等级，应符合以下规定：

- a) 高压不超过 10000 V；
- b) 低压不超过 1140 V；
- c) 低瓦斯、高瓦斯、煤（岩）与瓦斯突出工区的照明、手持式电气设备的供电额定电压不应大于 127 V；
- d) 远距离控制线路的额定电压不应超过 36 V。

12.1.5 瓦斯工区内的配电变压器中性点不应直接接地，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。

12.1.6 防爆或改装电气设备、作业机械进入瓦斯工区进行安装或使用前，应检查产品合格证、煤矿矿用产品安全标志或经由资质单位出具的改装合格证明，确认证件齐全后方可进洞使用；设备在使用过程应定期检查并确保电气设备的安全性能。

12.2 电缆

12.2.1 瓦斯工区内电缆应采用铜芯，主线芯的截面应满足供电线路负荷的要求。电缆应带有供保护接地用的足够截面的导体。

12.2.2 瓦斯工区内高压电缆的选用应符合以下规定：

- a) 在隧道、平导或倾角 45° 以下的斜井内敷设的固定高压电缆应采用煤矿用钢带或细钢丝铠装电力电缆，在竖井或倾角 45° 及其以上斜井内敷设的固定高压电缆应采用煤矿用粗钢丝铠装电力电缆；
- b) 非固定敷设的高压电缆，采用煤矿用橡套软电缆，移动式、手持式电气设备使用专用橡套电缆。

12.2.3 瓦斯工区内低压电缆的选用应符合以下规定：

- a) 固定敷设的低压电缆，采用煤矿许用铠装、非铠装电力电缆或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，移动式、手持式电气设备使用专用橡套电缆。

12.2.4 电缆的敷设应符合以下规定：

- a) 电缆不应悬挂在管道上，不应遭受淋水；电缆上严禁悬挂任何物件；悬挂点间的距离，竖井内不应大于 6 m，隧道正洞、平行导坑、横洞、斜井内不应大于 3 m；
- b) 电缆不应与风、水管敷设在同一侧，当受条件限制时需敷设在同一侧时，应敷设在管道上方，其间距应大于 0.3 m；
- c) 在有瓦斯抽采管路的洞内，电缆（包括通信电缆）应与瓦斯抽采管路分挂在隧道两侧；
- d) 通信与信号电缆应与电力电缆分挂在洞内两侧。当受条件限制时，竖井内应敷设在距电力电缆 0.3 m 以外的地方，隧道正洞、平行导坑、横洞、斜井内应当敷设在电力电缆上方 0.1 m 以上的位置；
- e) 高压、低压电力电缆敷设在同一侧时，其间距大于 0.2 m；高压与高压、低压与低压电缆之间的距离不小于 0.05 m；
- f) 隧道内的所有电缆，沿线每隔一定距离、拐弯或分支点，以及连接不同直径电缆的接线盒两端、穿墙电缆的墙两边，应当设置标注有编号、用途、电压和截面的标志牌；
- g) 电缆穿过墙壁部分应当用套管保护，并严密封堵管口。

12.2.5 电缆的连接应符合以下规定：

- a) 电缆与电气设备连接时，电缆线芯应使用齿形压线板（卡爪）、线鼻子或快速连接器与电气设备连接；
- b) 不同类型电缆之间严禁直接连接，应采用符合要求的接线盒、连接器或母线盒进行连接；
- c) 同类型橡套电缆的修补连接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) 瓦斯工区电缆之间若采用接线盒连接，接线盒应为防爆型。

12.3 洞内照明

12.3.1 瓦斯工区洞内照明供电，应从洞外或洞内低压变压器专用电缆单独引出。照明配电装置应当具有短路、过负荷、漏电保护的综保功能。

12.3.2 低瓦斯、高瓦斯、煤（岩）与瓦斯突出工区的照明灯具应符合以下要求：

- a) 固定照明灯具应采用 Exd I 型防爆照明灯；
- b) 移动照明应使用煤矿专用矿灯；洞内工作面作业照明亮度要求较高处，可配置移动隔爆型投光灯。

12.4 电气保护

12.4.1 瓦斯工区的电气设备均不应大于额定值运行。

12.4.2 瓦斯工区严禁使用油浸式电气设备。40 kW 及以上的电动机，应当使用真空电磁起动器控制。

12.4.3 隧道内高压电网应采取措施限制单相接地电容电流不超过 10 A。

12.4.4 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不得单相接地运行，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。

12.4.5 直接向洞内供电的馈电线路，严禁装设自动重合闸。手动合闸时，应事先和工区内联系确认。

12.4.6 隧道内低压馈电线路装设的漏电保护装置应符合以下规定：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 检漏继电器和漏电保护开关安装完毕后，应按规定进行人工漏电跳闸试验；如不跳闸，应切断电源做全面检查，合格后方可投入使用；
- d) 洞内使用的检漏继电器和漏电保护开关应采用防爆型。

12.4.7 隧道内电压在 36 V 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。保护接地应符合以下规定：

- a) 隧道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，所用的电缆芯线和接地连接导线的电阻值不应超过 $1\ \Omega$ ；
- c) 主接地极应在洞内集水沟处专门埋设；主接地极采用耐腐蚀的镀锌钢板制成，其面积不应小于 $0.75\ \text{m}^2$ 且厚度不应小于 5 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，或截面不小于 $100\ \text{mm}^2$ 的专用耐腐蚀铁线，或厚度不小于 4 mm 且截面不小于 $100\ \text{mm}^2$ 的专用耐腐蚀扁钢；
- 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，或截面不小于 $50\ \text{mm}^2$ 的专用耐腐蚀铁线，或厚度不小于 4 mm 且截面不小于 $50\ \text{mm}^2$ 的专用耐腐蚀扁钢；
- 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。

12.4.8 为防止雷电引起隧道内瓦斯爆炸，应遵守以下规定：

- a) 由地面架空线路引入隧道内的供电线路（动力电缆和照明电缆等），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) 瓦斯监测信号电缆、通信电缆和通信线路应在隧道洞口处装设熔断器和避雷装置。

12.4.9 易触、裸露的电气设备及其机械外露的转动、传动部分，应加装护罩或遮栏防护设施。

12.4.10 隧道内使用的局扇、开挖工作面附近使用的电气设备，应装设风电闭锁和瓦电闭锁装置。当局扇停止运转时，应立即自动切断局扇供风区段的一切电源。

12.5 作业机械

12.5.1 隧道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。

12.5.2 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。

12.5.3 作业机械使用非防爆型时应设置便携式甲烷报警仪，当瓦斯浓度超过 0.5% 时，应停止作业机械运行。

12.5.4 高瓦斯工区的防爆型作业机械应安装车载瓦斯自动监控报警与断电系统的防爆装置；煤（岩）与瓦斯突出工区的燃油作业机械应使用矿用防爆型柴油动力装置。

12.5.5 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。

13 揭煤防突

13.1 一般规定

13.1.1 隧道穿越平均厚度为 0.3 m 及以上的煤层前，应委托相关资质机构进行突出危险性预测。经预测具有突出危险性的煤层，应按照突出煤层开展设计与施工；经预测没有突出危险性的煤层，按照“工作面综合防突措施”的原则开展设计与施工。

13.1.2 隧道穿越突出煤（岩）层时，必须委托相关资质机构严格按照“超前综合防突措施先行、工作面综合防突措施补充”的原则开展设计与施工，编制揭煤防突专项设计和专项施工方案。

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

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

13.1.5 在煤层实施超前探孔、预测孔、检验孔过程中，钻孔出现顶钻、夹钻、喷孔等动力现象或工作面出现明显的突出预兆时，应按突出煤层进行管理。

13.1.6 隧道穿越煤（岩）与瓦斯突出煤层时，应随时检测瓦斯，观察并掌握突出预兆，当发现有煤（岩）与瓦斯突出预兆时，应立即停工、撤人、断电。

13.1.7 揭穿具有煤（岩）与瓦斯突出危险的地层时，应严格按突出危险性预测、防突措施、措施效果检验、安全防护措施的工序组织实施，工作流程可参考附录 H。

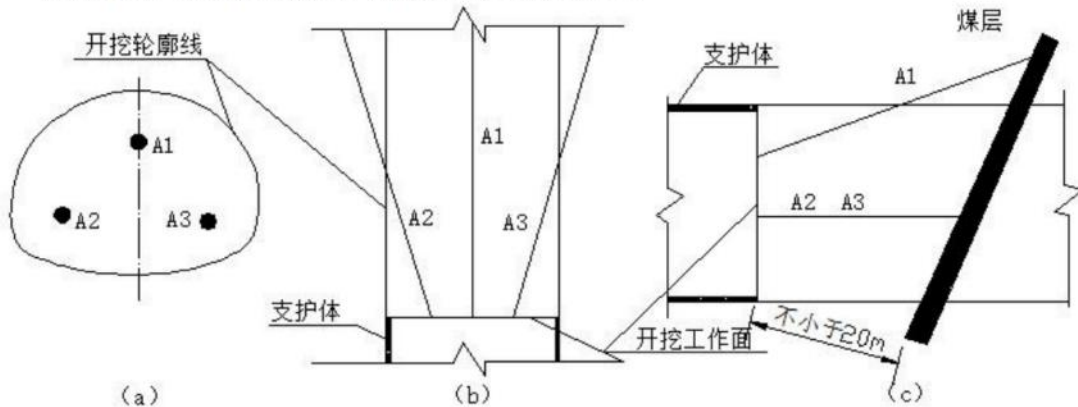
13.1.8 隧道揭露煤（岩）与瓦斯突出煤层前，施工单位应设置专门揭煤指挥领导小组。

13.2 煤层超前探测

13.2.1 在煤（岩）与瓦斯突出危险性的地层中施工时，应加强地质分析及预测预报工作。

13.2.2 接近突出煤层前应实施超前探孔。超前探孔应符合以下规定：

- a) 接近煤层前，在掌子面距煤层最小法向距离 ≥ 20 m 时进行超前探测，钻孔数量不少于 3 个，且至少有 1 个钻孔需要取芯，探孔布置见图 2；
- b) 超前探孔应穿透煤层（或煤组）全厚且进入顶（底）板不小于 0.5 m，钻孔直径不宜小于 76 mm；当超前探孔兼作预测钻孔时，应测定煤层瓦斯压力或瓦斯含量等参数；
- c) 观察并记录施钻过程中的瓦斯动力现象、孔口排出的浆液、煤屑变化情况；
- d) 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。



a-开挖工作面；b-钻孔平面图；c-钻孔剖面图

图 2 超前探孔设计示意图

13.3 超前突出危险性预测

- 13.3.1 开挖工作面突出危险性预测应采用瓦斯压力法和瓦斯含量法（测定方法参考附录 I）作为主要预测方法。根据实测的煤层瓦斯压力或瓦斯含量进行超前突出危险性预测。
- 13.3.2 突出危险性预测工作一般在掌子面距煤层最小法向距离 10 m 前进行，在地质构造复杂、围岩破碎的区域应适当增加最小法向距离，预测钻孔不少于 3 个，钻孔直径不宜小于 76 mm，钻孔应穿透煤层全厚且进入顶（底）板不小于 0.5 m。
- 13.3.3 施工预测钻孔过程中出现明显顶钻、卡钻、喷孔等动力现象及其他突出预兆时，应视该开挖工作面为突出危险工作面；突出危险性预测指标有任何一项超过临界指标，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指标临界值确定，无当地煤矿的实测指标临界值时，可参照表 6 中所列突出危险性预测临界值。

表 6 超前突出危险性预测临界值

预测指标	临界值	突出预测结果
瓦斯压力 P 、瓦斯含量 W	$P < 0.74 \text{ MPa}$ 且 $W < 8 \text{ m}^3/\text{t}$	无突出危险
	$P \geq 0.74 \text{ MPa}$ 或 $W \geq 8 \text{ m}^3/\text{t}$	突出危险

13.3.4 超前突出危险性预测工作应委托具有相应资质的机构进行，预测报告中应附有相关资质并加盖单位公章。

13.4 超前防突措施

- 13.4.1 预测为具有突出危险的煤层，应在距煤层法距 10 m 前实施超前防突措施。超前防突措施以预抽瓦斯为主，并应符合以下规定：
- a) 预抽范围应保证隧道开挖轮廓外沿煤层走向不小于 15 m（底部不小于 10 m），且外边缘至开挖轮廓的距离不小于 10 m（底部不小于 8 m）；
 - b) 预抽孔直径不宜小于 76 mm，各孔应穿透煤层并进入顶（底）板不小于 0.5 m，当钻孔不能一次穿透煤层全厚时，应当保证钻孔末端至少超前掌子面 20 m；
 - c) 预抽孔应在整个预抽区域内均匀布置，钻孔间距应根据实际的煤层有效抽放半径确定，在未采取增透措施情况下，孔底间距不宜大于 3 m；
 - d) 穿层预抽孔的封孔段长度不应小于 5 m，顺层预抽孔的封孔段长度不应小于 8 m，孔口抽采负压不应小于 15 kPa；预抽瓦斯浓度 $<30\%$ 时，应检查封孔质量及管路气密性；
 - e) 瓦斯抽放时间可根据瓦斯有效抽放率、钻孔瓦斯衰减系数等参数计算确定；
 - f) 煤层进行瓦斯预抽前，可采用水力压裂、水力割缝等增透措施提高瓦斯抽放效果；
 - g) 应做好钻孔施工参数的记录及抽采参数的测定。
- 13.4.2 揭煤工作面超前支护防突措施一般在隧道拱顶和两侧一定范围内布置超前支护，并注浆加固。超前支护、注浆加固防突措施应与隧道超前地层加固相结合进行设计和施工。

13.5 超前防突措施效果检验

- 13.5.1 防突措施实施后，应在同一位置检验防突措施是否有效。防突措施效果检验，应通过检验孔直接测定预抽区域煤层的残余瓦斯压力和残余瓦斯含量等指标进行评定。
- 13.5.2 防突措施效果检验孔数不应少于 4 个，当采用全断面一次性抽放时检验孔数不宜小于 5 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；在地质构造复杂区域，抽放孔密度较小、间距较大和预抽时间较短的位置应适当增加检验孔。

13.5.3 防突措施效果检验指标均应小于指标临界值，且未发现其他异常情况，判定为措施有效；判定为措施无效时，应采取补充防突措施。

13.5.4 突出煤层经防突措施效果检验仍存在突出危险时，应延长抽放时间、增加钻孔或补充其他防突措施；实施超前综合防突措施并经效果检验无突出危险后，继续掘进至距煤层法向距离 5 m 处，应进行区域验证。

13.6 区域验证

13.6.1 预测为无突出危险区或者区域措施效果检验有效时，在距煤层法向距离 5 m 前，应对无突出危险区进行区域验证。区域验证主要采用钻屑指标法（测定方法参考附录 J），也可采用其他经试验验证有效的方法。

13.6.2 区域验证时，应于距煤层法向距离 5 m 的工作面设置至少 5 个验证孔，分别检验工作面前方的上、中、下、左、右各部位的措施效果。验证结果超标或发生施钻瓦斯动力现象时，应补充工作面防突措施；验证为无突出危险时，采取安全防护措施后可掘进至距煤层法向距离 2 m 处。钻屑瓦斯解吸指标临界值见表 7。

表 7 钻屑瓦斯解吸指标临界值

煤样	Δh_2 指标临界值/Pa	K_1 指标临界值/ $\text{mL} \cdot (\text{g} \cdot \text{min}^{1/2})^{-1}$
干煤样	200	0.5
湿煤样	160	0.4

13.7 工作面综合防突措施

13.7.1 工作面突出危险性预测主要采用钻屑指标法，也可采用其他经试验验证有效的方法。

13.7.2 工作面突出危险性预测孔应符合以下规定：

- a) 距煤层法向距离 5 m 前的工作面至少施做 5 个预测孔，预测孔应穿透煤层全厚且进入顶（底）板不小于 0.5 m 或见煤深度不小于 10 m；
- b) 钻孔过程中应观察孔内排出的浆液、煤屑变化情况，并作好记录。

13.7.3 工作面预测煤层具有突出危险时，可选用钻孔预抽瓦斯、钻孔排放瓦斯、水力冲孔、超前管棚、注浆加固煤体等措施。措施选用应符合以下规定：

- a) 应优先选用钻孔排放措施，当钻孔排放瓦斯较困难时，可采用抽放；
- b) 水力冲孔、超前管棚及注浆加固煤体措施，应当在采用了其他防突措施并检验有效后在揭煤前实施；
- c) 实施工作面防突措施时要求揭煤工作面与突出煤层间的最小法向距离为：预抽瓦斯、排放钻孔均为 5 m，超前管棚及注浆加固煤体为 2 m。

13.7.4 防突效果检验时，应于距煤层法距 5 m 的工作面设置至少 5 个检验孔，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，每次可只检验排放部位的排放效果。

13.7.5 检验结果不达标或施钻发生瓦斯动力现象时，应补充防突措施。

13.7.6 经工作面预测或防突效果检验为无突出危险工作面时，可掘进至距煤层法距 2 m 前，按照工作面突出危险性预测的方法进行最后验证。

13.7.7 验证为无突出危险时，采取安全防护措施后方可掘进；否则，应补充工作面防突措施。

13.8 揭煤及开挖

13.8.1 高瓦斯工区、煤（岩）与瓦斯突出工区应编制揭煤专项方案，内容包括揭开岩墙、煤层等各阶

段的施工方法、支护手段、组织指挥、抢险救灾方案及安全措施等。

13.8.2 揭穿突出煤层宜采用台阶法开挖，利用上台阶排放下台阶的部分瓦斯，其台阶长度应根据通风需要、隧道围岩稳定性、支护结构安全性综合确定，下台阶排放应采用以下措施：

- a) 在上部台阶底打俯角孔排放；
- b) 每排排放钻孔连线应与煤层走向平行。

13.8.3 隧道开挖工作面揭开煤层时，所有人员撤出洞外并在隧道外起爆，禁止使用震动爆破揭穿突出煤层。

13.8.4 揭开不同倾角、厚度的煤层应符合以下规定：

- a) 急倾斜和倾斜的薄煤层，宜一次全断面揭穿煤层全厚；
- b) 急倾斜和倾斜的中厚、厚煤层，一次全断面揭入煤层深度宜为 1 m~1.3 m；
- c) 缓倾斜煤层应一次全断面揭开岩墙。当倾角小于 12° ，岩柱水平长度大时，可刷斜面揭开煤层。

13.8.5 在煤系地层中掘进时，揭穿煤层后应对揭煤断面周边法线距离 5 m 范围的煤层进行突出危险性验证，验证有突出危险性则应采取工作面防突措施。

13.8.6 在煤系地层中开挖应符合以下规定：

- a) 揭开煤层后，应检验开挖工作面前方 10 m 上、中、下、左、右范围内煤（岩）与瓦斯突出的危险性，如各项指标均符合要求，可开挖 5 m，再检验 10 m，再开挖 5 m，应始终保持工作面前方有 5 m 的安全区；如任一指标达到或超过临界值时，应采取补充防突措施，直至检验效果有效；
- b) 全煤层中开挖应少钻孔、少装药；煤系地层中开挖应在岩石炮眼中装药，其总药量为普通爆破药量的 $1/3$ 或 $1/2$ ，煤层中如煤质坚硬，需爆破时，应采用松动爆破；
- c) 应根据煤的破坏程度、瓦斯压力、地应力、顶底板岩层完整性等合理确定揭煤断面大小，当隧道开挖断面较大时，可采用分部揭煤；
- d) 开挖软弱破碎岩层或煤层时，应采用钢架、超前管棚、预注浆、掌子面临时封闭等加强措施，防止坍塌引起突出；
- e) 严禁使用风镐作业。

13.8.7 在揭开有煤（岩）与瓦斯突出危险的煤层时，应符合以下规定：

- a) 开挖工作面出现下列煤（岩）与瓦斯突出征兆时，应立即报警、停止工作、撤出人员、切断电源，并上报有关部门：
 - 1) 瓦斯浓度忽大忽小，工作面温度降低，闷人，有异味；
 - 2) 开挖工作面地层压力增大，鼓壁，深部岩层或煤层的破裂声明显，支护变形严重；
 - 3) 煤层结构变化明显，层理紊乱，由硬变软，厚度与倾角发生变化，煤由湿变干，光泽暗淡，煤层顶、底板出现断裂和波状起伏等；
 - 4) 钻孔时有顶钻、夹钻、顶水、喷孔等动力现象；
 - 5) 工作面发出瓦斯强涌出的嘶嘶声，同时带有粉尘；
 - 6) 工作面有移动感。
- b) 揭煤作业应明确起爆地点、避灾路线、警戒范围等；爆破时，应停止工区内一切作业，切断洞内电源，撤出所有洞内人员至隧道洞口 50 m 外，并应在洞外起爆；
- c) 揭煤爆破 30 min 后应由矿山救护队员配戴防毒面具或自救器到开挖工作面，对爆破效果、瓦斯浓度等进行检查，确认安全后通知送电，开动局扇，恢复正常通风 30 min 后，由瓦检员检测开挖工作面、回风道瓦斯浓度，在瓦斯浓度小于 0.5%、二氧化碳浓度小于 1.5% 时，方可通知施工人员进洞；
- d) 揭煤时，主风机正常运转，备用主风机及备用回路电源应保持待启动状态；

- e) 揭煤工作应由揭煤领导小组统一协调指挥,揭煤时矿山救护队员应在洞口待命,并配置应急设备及物资,一旦发生险情立即采取救援措施。

13.9 安全防护措施

- 13.9.1 隧道揭煤作业期间,采用超前管棚和小导管相结合的支护方式,严格执行注浆围岩加固措施,以增强过煤段煤岩体稳定性,避免煤(岩)体冒落诱发煤(岩)与瓦斯突出。
- 13.9.2 隧道揭煤作业应采取远距离爆破的安全防护措施,隧道内应停电,左、右洞均停止一切作业,全部人员撤至隧道外。
- 13.9.3 隧道揭煤作业前,应在距掌子面 25 m~40 m 范围至少设一组压风自救装置。压风自救系统设置应保障每人供风量 $\geq 0.1 \text{ m}^3/\text{min}$ 。压风自救系统派专人维护,确保设备完好、风量足够,且要求随时可以使用。
- 13.9.4 隧道揭煤作业人员应随身携带隔离式自救器,自救器防护时间达到相关性能要求。
- 13.9.5 煤(岩)与瓦斯突出隧道或隧道揭露特厚煤层时可根据实际需求设置避难硐室。避难硐室应具备安全防护、氧气供给保障、有害气体去除、环境监测、通讯、照明、人员生存保障等基本功能,在无任何外界支持的情况下额定防护时间不低于 96 h。

14 施工安全

14.1 一般规定

- 14.1.1 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通过的最高瓦斯工区类别的要求配置。
- 14.1.2 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外,还应进行应急预案演练。进入瓦斯工区前,应进行一次突发瓦斯事故应急演练;进入煤(岩)与瓦斯突出工区前,应进行一次突发煤(岩)与瓦斯突出事故应急演练。
- 14.1.3 瓦斯工区施工应遵循“加强通风、勤测瓦斯、严控火源”等原则。
- 14.1.4 瓦斯隧道施工应建立专门机构进行通风、瓦斯监测以及防突、防爆管理,并设置消防设施,配备应急救援物资。高瓦斯工区和煤(岩)与瓦斯突出工区,应与当地有资质的矿山救护队签定救护协议,委托其进行相关工作。
- 14.1.5 瓦斯地层防水板铺设后应及时施作二次衬砌。
- 14.1.6 隧道内、外施工场所应设置警示标识,警示标志和标牌应设置在工地醒目处,并配以相应的警示语句。建立完善的人员和设备进洞管理制度,洞口设立值班室,严格执行进洞人员管理和值班制度。
- 14.1.7 按计划配备进洞作业人员的安全防护用品、应急救援物资、消防设施,禁止在洞内吸烟、使用明火。

14.2 施工风险管理

- 14.2.1 瓦斯隧道应编制施工安全风险评估报告,实施过程中发生瓦斯风险因素变化、重大施工方案调整,应进行施工安全风险再评估,并将再评估结果报监理单位和建设单位备案。
- 14.2.2 施工阶段风险管理应包括以下内容:
 - a) 开展超前地质预报、施工通风、瓦斯检测等方案的评估;
 - b) 开展煤(岩)与瓦斯突出地段、高瓦斯地段施工安全风险评估;
 - c) 开展瓦斯工区的施工组织、施工工艺、工法评估;
 - d) 开展电气设备、作业机械及进洞人员等风险因素评估;

- e) 建立健全现场风险管理制度及组织机构,完善现场施工安全防范措施,储备救援物资。
- 14.2.3 瓦斯隧道施工阶段应建立瓦斯风险监控和预警预报体系,并符合以下要求:
 - a) 确定合理的瓦斯监测方案和预警阈值;
 - b) 确定基于瓦斯监测结果的风险预警等级;
 - c) 建立风险预警等级和风险处理措施的对应关系;
 - d) 发现异常或超过预警阈值,应及时采取风险处理措施。
- 14.2.4 瓦斯隧道试运行后应进行瓦斯、通风等参数检测,形成检测报告并随竣工文件一并交付。

14.3 瓦斯检测与监测安全管理

- 14.3.1 瓦斯工区应制定并执行瓦斯巡回检测制度、请示报告制度、交接班制度,交接班记录表格参考附录 G.11。
- 14.3.2 瓦斯检测应做到“三对口”,即检测地点的记录牌板、瓦检员随身携带的检测手册、瓦斯检测日报表完全一致,瓦斯检测日报表可参考附录 G.12。
- 14.3.3 瓦斯浓度超过规定限值时,瓦检员有权责令现场人员停止工作,并撤到安全地点。
- 14.3.4 瓦斯检测设备、仪器调试和校正应满足下列要求:
 - a) 安全监控设备每 15 d 调校 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 15d 应使用校准气样和空气样调校 1 次;
 - c) 每 7d 应进行风电闭锁和瓦电闭锁功能的测试。
- 14.3.5 不应随意更改瓦斯自动监测系统的预设参数,各类传感器数据显示异常时,应及时上报,对监测系统进行校核和检验。
- 14.3.6 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。
- 14.3.7 在瓦斯工区顶部进行作业时,应随时检测作业范围的瓦斯浓度,重点检测瓦斯易积聚且风流不易到达的地方,当瓦斯积聚时,附近 20 m 范围内应立即停止作业、撤出人员、切断电源、进行处理。

14.4 通风安全管理

- 14.4.1 主风机、局扇应指定专人负责,挂牌管理。
- 14.4.2 瓦斯工区应严格执行停风报批制度。
- 14.4.3 瓦斯隧道应按照施工通风设计要求安装通风机,通风机的运转应由专职司机负责。
- 14.4.4 瓦斯隧道内均应设置测风牌板。
- 14.4.5 通风管理员应每班检查局扇、风电闭锁和瓦电闭锁装置的完好性,发现问题应及时处理。
- 14.4.6 通风设备设施应有专人维修和保养。
- 14.4.7 其他通风安全管理内容参照第 9 章、10 章执行。

14.5 电气设备与作业机械安全管理

- 14.5.1 瓦斯工区使用的防爆电气设备和作业机械,除日常使用检查外,应由专人检查维护。
- 14.5.2 安装后的机电设备,应经过外观、防爆性能、操作性能的检查合格后方可投入使用。
- 14.5.3 瓦斯工区内不应进行作业机械、机电设备拆卸和修理。
- 14.5.4 瓦斯工区洞内施工作业机械应采取以下措施:
 - a) 在机械摩擦发热部件上安设过热保护装置和温度检测报警装置;
 - b) 避免机械动力传动部位或机构摩擦发热部件产生高温及火花,及时润滑、保养、清除污物,严防异物进入;
 - c) 在机械摩擦部件金属表面,溶敷活性低的金属涂层;

- d) 在铝合金表面涂丙烯酸甲基酯等涂料，以防摩擦火花的发生。
- 14.5.5 瓦斯工区电气设备应符合下列防爆安全规定：
- a) 当需使用非防爆型光电测距仪及其他有电源的设备时，在仪器设备 20 m 范围内瓦斯浓度应小于 0.5%；
- b) 机电设备应重点检查专用供电线路、专用变压器、专用开关，瓦斯浓度超限与供电的闭锁、局扇与供电的闭锁情况。供电线路应无明接头，无接头连接不紧密或散接头，有漏电保护装置，有接地装置，电缆悬挂整齐，防护装置齐全等；
- c) 电动装碴和开挖等作业机械在操作中，防爆开关表面温度超过 150 ℃时应立即停止作业；
- d) 瓦斯工区内使用的机电设备，在使用期间，除日常检查外，应按规定的周期进行检查，检查周期应符合表 8 的规定。

表 8 电气设备和电缆进行检查周期规定

序号	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	1次/月	每日由电工检查一次外部
2	配电系统继电保护装置检查、整定	1次/半年	负荷变化应及时调整
3	高压电缆的泄漏和耐压试验	1次/年	
4	主要电气设备绝缘电阻的检查	1次/半年	
5	固定敷设电缆的绝缘和外部检查	1次/季度	
6	移动式电气设备橡套电缆绝缘检查	1次/月	每班由当班人或电工检查一次外皮有无破损
7	接地电网接地电阻值测定	1次/季度	
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

14.6 预防煤（岩）与瓦斯突出安全管理

- 14.6.1 超前综合防突措施、工作面综合防突措施，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。
- 14.6.2 煤（岩）与瓦斯突出工区抽（排）放工作面专职瓦检员、抽（排）放作业人员应佩戴隔离式自救器和矿灯。
- 14.6.3 采用钻孔抽（排）放瓦斯时，应制定抽（排）瓦斯的安全措施，提高风速、风量，合理控制风流。
- 14.6.4 加强工作面钻孔作业地点的气体监测和检查，只有在瓦斯浓度小于 0.5%时，方可进行作业，严禁瓦斯超限作业。工作面应悬挂便携式甲烷报警仪、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（岩）与瓦斯突出预兆。
- 14.6.5 施钻完毕后，应由专职人员及时进行封孔，封孔质量应符合封孔要求。
- 14.6.6 钻孔施工中一旦出现冒烟起火等紧急情况，应先向孔内进行注水灭火，并对孔口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。

14.7 人员及安全防护管理

- 14.7.1 瓦斯隧道应建立门禁管理系统、人员定位管理系统和通信联络系统。进洞人员严禁穿化纤衣服，禁止携带烟草及点火物品、手机和钥匙等违禁物品。洞内作业人员应配备防爆型对讲机，并在洞内作业区、洞外调度室和值班室内等地方建立通讯联络系统。
- 14.7.2 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。

14.7.3 瓦斯隧道开工前，参建单位应按照《煤矿安全培训规定》及《安全生产培训管理办法》对相关人员进行瓦斯隧道施工专项安全培训和技术交底，并经考核合格后上岗。

- a) 建设单位参加培训和考核的人员：总工程师、副总工程师（分管安全）、工程管理与安全管理部门等相关人员；
- b) 监理单位参加培训和考核的人员：高级驻地监理工程师、副高级驻地监理工程师、专业监理工程师等相关工程技术人员；
- c) 施工单位参加培训和考核的人员：项目经理、技术负责人、副经理、安全负责人、工程部部长及技术人员、安质部部长及安全管理人员、班组长、爆破员、电工、瓦检员、通风员等所有进洞作业人员。

14.7.4 瓦检员、监控员、爆破员、电工、焊工等作业人员，应取得特种作业资格证后方可上岗。

14.8 塌方处理

14.8.1 瓦斯隧道塌方处理应遵循“先治理瓦斯、后处理塌方”的原则。

14.8.2 瓦斯隧道塌方区域前后 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。

14.8.3 塌方段的瓦斯处理应符合以下规定：

- a) 应有专项瓦斯引排、瓦斯监测措施，确保施工安全；
- b) 应采取局部通风等措施排除塌腔内聚积的瓦斯；
- c) 应加强塌方地段瓦斯检测及围岩监控量测；
- d) 应尽快封闭塌方地段塌方体，并及时施作塌方段衬砌；
- e) 当通风无法及时排出塌腔内的瓦斯时，应采用抽排措施降低瓦斯浓度。

14.9 采空区处理

14.9.1 采空区处理应遵循“先探明、后通过”的原则。

14.9.2 接近采空区应进行超前地质预报，探明采空区水、瓦斯等情况，并进行危险性影响分析。

14.9.3 采空区应开展专项瓦斯、涌水及围岩监测等工作，并采取抽排、封堵等措施处治瓦斯，确保施工安全。

14.10 防治煤层自燃和煤尘爆炸

14.10.1 具有煤层自燃倾向性、煤尘爆炸性的煤层施工，应采取湿式钻眼、水炮泥封孔、热源明火控制等措施。

14.10.2 具有煤层自燃倾向性、煤尘爆炸性的煤层爆破前后、挖掘、装载和运输等产尘环节，应加强通风、洒水等综合防尘、降尘措施。

14.10.3 通过具有自燃倾向性的煤层时，应采取以下防治措施：

- a) 应及时喷混凝土封闭暴露面煤层，初期支护背后空洞应采用注浆或混凝土回填密实；
- b) 开挖的煤或煤矸石应堆放至指定渣场处理，不应作为路基填料、塌方区域采空区的空腔充填材料。其渣场处理措施主要有打孔灌浆、分层碾压堆积、分层覆土等。

14.10.4 具有煤尘爆炸危险的瓦斯工区，应采取以下防治措施：

- a) 加强通风，控制热源；
- b) 施工中应及时清扫或冲洗沉积的煤尘或浮煤。

14.11 消防管理

14.11.1 瓦斯工区消防设施应满足以下规定：

- a) 应在洞外设置消防水池和消防用砂，水池储水量应保持不小于 200 m³，且保持一定的水压；

- b) 瓦斯工区内应设置消防管路系统，并每隔 100 m 设置一个阀门（消防栓）；
- c) 洞内各种作业区内、机电设备及其他施工设备安装洞室内，应设置灭火设备或设施，并经常保持良好状态；
- d) 每季度应对洞、内外的消防管路系统、消防材料库、消防器材的设置情况进行 1 次检查。

14.11.2 瓦斯工区严禁火源进洞，洞口、洞口房、通风机房等附近 20 m 范围内不应有火源，当通风机房不在洞口作业场内时，需另制订防火措施。

14.11.3 瓦斯工区动火作业安全管理应符合以下规定：

- a) 应建立瓦斯隧道内动火作业审批制度，制定动火作业安全技术措施，动火作业审批可参照附录 K；
- b) 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 20 m 范围内的瓦斯浓度；
- c) 高瓦斯工区、煤（岩）与瓦斯突出工区进行动火作业应遵守以下规定：
 - 1) 指定专人在现场检查和监督；
 - 2) 工作地点前后两端各 10 m 范围内不应有可燃物，应有专人负责喷水并备有不少于 2 个灭火器；
 - 3) 工作地点附近 20 m 风流中瓦斯浓度不应大于 0.5%；工作地点附近 20 m 范围隧道顶部等易于瓦斯积聚处无瓦斯积存；
 - 4) 工作完成后，再次用水喷洒作业地点，并应由专人至少检查 1 h，确认无残火、高温物品后方可结束作业。

14.11.4 瓦斯工区易燃品管理应符合以下规定：

- a) 瓦斯工区内不应存放各种油类，洞内使用的各种油类物资，应由专人押运至使用地点，剩余的油类及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、布头和纸张等易燃可燃物品，应存放在密闭的铁桶内。使用过的易燃可燃物品应由专人送到洞外处理。

15 应急预案

15.1 一般规定

15.1.1 瓦斯隧道生产安全事故应急预案体系一般由项目综合应急预案、合同段施工专项应急预案与现场处置方案组成。建设单位应组织项目参建单位，根据项目组织管理体系、建设规模和风险特点等科学合理确定瓦斯隧道应急预案体系。

15.1.2 项目综合应急预案是建设单位为应对项目可能发生的各种生产安全事故而制定的总体工作方案，应从总体上阐述项目应急领导机构、预警预防、应急联动、现场救援、应急资源调配等要求。

15.1.3 合同段施工专项应急预案是施工单位为应对单位工程、分部分项工程施工中某一种或者多种类型的生产安全事故而制定的专项应对方案，重点规范应急组织机构以及应急救援处置程序和措施。

15.1.4 现场处置方案是施工单位根据不同生产安全事故类型，针对具体部位、作业环节和设施设备等制定的应急处置措施，重点分析风险事件，规范应急工作职责、处置措施和注意事项，应突出班组自救互救与先期处置的特点。

15.1.5 项目综合应急预案、合同段施工专项应急预案和现场处置方案之间应相互衔接，项目综合应急预案还应与本单位的上级部门、项目属地负有安全生产监督管理职责的交通运输管理部门和应急管理部门等相关单位的应急预案相衔接，合同段施工专项应急预案应与本企业的应急预案相衔接。

15.1.6 应根据隧道险情或事故情况下洞内作业人员避险的实际需要，建立紧急撤离和避险设施，并与

监测监控、人员定位、通信联络等系统结合，构成隧道安全避险系统。安全避险系统应当随隧道掌子面的变化及时调整和完善，由项目负责人动态组织开展有效性评估。

15.1.7 施工单位应当制定本单位的应急预案演练计划，根据本单位的事故风险特点，每年至少组织一次综合应急预案演练或专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。应急演练计划、方案、记录、总结评估报告等资料保存至项目竣工验收。

15.2 专项应急预案

15.2.1 根据施工安全专项风险评估结论，分析合同段施工专项应急预案适用的瓦斯风险事件，包括名称、可能发生的工程部位或作业环节、影响程度与范围等。

15.2.2 明确合同段应急组织机构的构成、各职能部门与工程区段参加人员与职责要求，可用结构图的形式表示。

15.2.3 应急组织机构可结合合同段实际设置相应的应急工作组，工作组主要工作内容可以包含但不限于以下方面：

- a) 综合协调组主要负责与外部救援力量、地方政府相关部门等协调救援及事故调查处理、事故信息的收集、报告，以及提供工程抢险通信、物资、人员等资源保障等工作；
- b) 技术支持组主要负责工程抢险技术方案支持等工作；
- c) 工程抢险组主要负责事故现场人员搜救及工程本身抢险等工作；
- d) 善后处置组主要负责事故伤亡人员医疗救护、被困及伤亡人员医疗救护、善后处理和家属接待安置等工作。

15.2.4 明确事故信息报告的程序、方式、时限及内容等。

15.2.5 明确应急响应分级、响应启动、响应终止等程序要求，并明确与项目综合应急预案应急响应相衔接要求。

15.2.6 明确与处置措施相匹配的应急物资装备名称、型号及性能、数量、存放地点及保管人员等，并要求动态更新管理。

15.2.7 合同段施工专项应急预案的培训应明确培训的计划、内容和方式，并侧重现场前期处置措施、自救互救基本知识、应急物资使用等要求；应急演练、应急预案修订与备案应符合相关要求。

15.3 现场处置方案

15.3.1 风险事件描述应包含但不限于以下内容：

- a) 类型名称；
- b) 发生的具体工程部位或作业环节、设施设备名称；
- c) 可能的危害程度及其影响范围；
- d) 发生前可能出现的应力、变形指标异常等征兆信息；
- e) 可能引发的次生、衍生事故。

15.3.2 结合工程部位或作业环节班组管理人员与作业人员工作职责，明确现场应急处置的工作分工和职责要求。

15.3.3 根据工作岗位分工与涉及的施工工艺、物资设备等，明确现场应急处置措施确定的原则和自救互救的基本要求。

15.3.4 现场应急处置措施要求应包含但不限于以下内容：

- a) 应急处置程序。明确事故上报要求、现场管控要求、防止事故扩大要求等内容；
- b) 现场处置措施。简述作业人员避险方式及撤离时机、人员搜救、医疗救治、设施加固、现场监测与防护、防止事故扩大等处置措施；

- c) 外部救援处置措施。明确外部救援的要求,所需的应急队伍、物资与装备,以及与外部救援到达现场前的准备工作方案与到达后的配合工作方案;
- d) 应急物资装备配置应满足要求。

15.3.5 应急处置卡应包含但不限于以下内容:

- a) 工程部位或作业环节;
- b) 作业岗位名称;
- c) 不同风险事件的应急处置措施;
- d) 应急电话。

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，即：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）-密封粘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 测压钻孔施工完后应在 24 h 内完成钻孔的封孔工作，应在完成封孔工作 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；
- 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应符合下列规定：

- a) 采用主动测压法时应每天观测一次测定压力表，采用被动测压法应至少 3d 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 3d 内小于 0.015MPa，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、撤卸表头时（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，则需对钻孔水对测定结果的影响进行修正，修正方法可根据测量从钻孔中放出的水量、钻孔参数、封孔参数等进行；
- d) 测定结果按式 A.1.6-1 确定：

$$P = P_0 + P' \quad \text{..... (A.1.6-1)}$$

式中：P——测定的煤层瓦斯压力值，MPa；

P_0 ——测定地点的大气压力值，MPa；大气压力的测定应采用空盒气压计进行测定，空盒气压计应遵循标准 QX/T 26 的相关规定；

P' ——测压孔内的煤层瓦斯压力（修正）值，MPa。

- e) 同一测压地点以最高瓦斯压力测定值作为测定结果。

附录 B
(规范性)

瓦斯放散初速度指标测定方法

- B.1 瓦斯放散初速度指标 (ΔP) 的测定方法分为变容变压式和等容变压式。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。
- B.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 250g。煤样应附有标签, 注明采样地点、层位、采样时间等。
- B.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 3.5 g。
- B.4 测定时可按下列步骤进行:
- 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;
 - 用真空泵对两个试样脱气 1.5 h;
 - 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 1.5h;
 - 关闭试样瓶和甲烷瓶阀门, 使试样瓶与甲烷瓶隔离;
 - 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;
 - 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, 10s 时关闭阀门, 读出 U 形管汞真空计两端汞柱差 P_1 , 45s 时再打开阀门, 60 s 时关闭阀门, 再一次读出汞柱计两端差 P_2 。
- B.5 瓦斯放散初速度指标可按下式计算:
- $$\Delta P = P_2 - P_1 \dots\dots\dots (B.1.5-1)$$
- 式中: P_1 ——汞柱计两端汞柱差, mm;
 P_2 ——汞真空计两端汞柱差, mm。
- B.6 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 C

(规范性)

煤的坚固性系数测定方法

C.1 煤的坚固性系数 f 测定可采用捣碎筒、计量筒、分样筛（孔径 20 mm、30 mm 和 0.5 mm 各一个）、天平（最大称量 1000 g，感量 0.5 g）、小锤、漏斗、容器等仪器设备或用具。

C.2 在煤层采样时，应沿新暴露煤层的上、中、下部分别采取块度为 10 cm 左右的煤样各两块，在地面采样时应沿煤层厚度的上、中、下部分别采取块度为 10 cm 的煤芯各两块。煤样采出后应及时用纸包上并浸蜡封固（或用塑料袋包严），避免风化。

C.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。

C.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。

C.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 2.4 kg 重锤提到 600 mm 高度，再自由落下冲击试样，每份冲击 3 次，把 5 份捣碎后的试样装在同一容器中；
- b) 把每组（5 份）捣碎后的试样一起倒入孔径 0.5 mm 分样筛中筛分，筛至不再漏下煤粉为止；
- 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）：
 - 1) 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；
 - 2) 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 。

C.6 煤的坚固性系数可按下式计算，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。

$$f = 20n/L \quad \text{..... (C.1.6-1)}$$

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）。

C.7 当取得的煤样粒度不到测定值所要求粒度（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：

$$\text{当 } f_{1\sim3} > 0.25 \text{ 时, } f = 1.57f_{1\sim3} - 0.14 \quad \text{..... (C.1.7-1)}$$

$$\text{当 } f_{1\sim3} \leq 0.25 \text{ 时, } f = f_{1\sim3} \quad \text{..... (C.1.7-2)}$$

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

附录 D
(规范性)
煤的破坏类型分类

煤的破坏类型参照表D.1。

表 D.1 煤的破坏类型分类表

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 E
(规范性)
绝对瓦斯涌出量实测方法

- 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机械翼式中速风表（0.5 m/s~10 m/s）、低速风表风表（0.3 m/s~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。
- E.3 压入式风管口距离掌子面不大于 10 m。测风断面可选择在距出风口约 10 m~20 m 处的稳定回风流中，将隧道断面分为若干格，每格内测风 1 min 时间，风速测点布置可参考图 E.1 和图 E.2 确定。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.1 风速测点布置断面

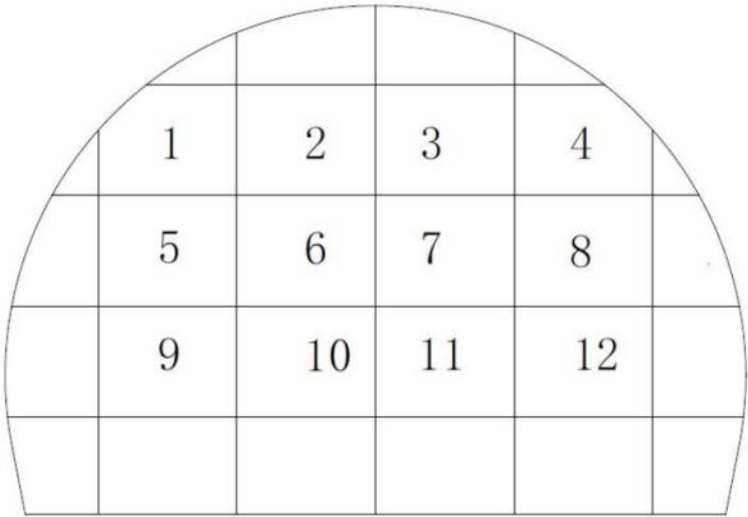


图 E.2 风速测点示意图

- E.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 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；
- 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 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 1min 的时间，然后关闭秒表和风表，读取风表指针读数（格/min），并记录在表 E.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。

E.5 风表表速按式（E.1.5-1）进行计算，并根据表速查风表校正曲线或按式（E.1.5-2），求出隧道测风断面真风速 $V_{真}$ 。

$$V_{表} = \frac{n}{t} \quad (E.1.5-1)$$

式中： $V_{表}$ ——测点风速，格/s；

n ——三次测风风表刻度盘读数的平均值，s；

t ——测风时间，s。可取60s。

风表校正曲线表达式见式（E.1.5-2）：

$$V_{真} = a + bV_{表} \quad (E.1.5-2)$$

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。

E.6 测风断面实际平均风速，按式（E.1.6-1）对真风速 进行校正后确定。

$$V_{均} = kV_{真} \quad (E.1.6-1)$$

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 。

E.7 测风断面的隧道通风量，按式（E.1.7-1）计算确定。

$$Q = S \times V_{均} \times 60 \quad (E.1.7-1)$$

式中： Q ——通过隧道的风量， m^3/min ；

S ——隧道断面积， 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) 开挖工作面附近检测瓦斯断面位置可按图 E.3 确定，检测点可按图 E.4 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 E.1 中。

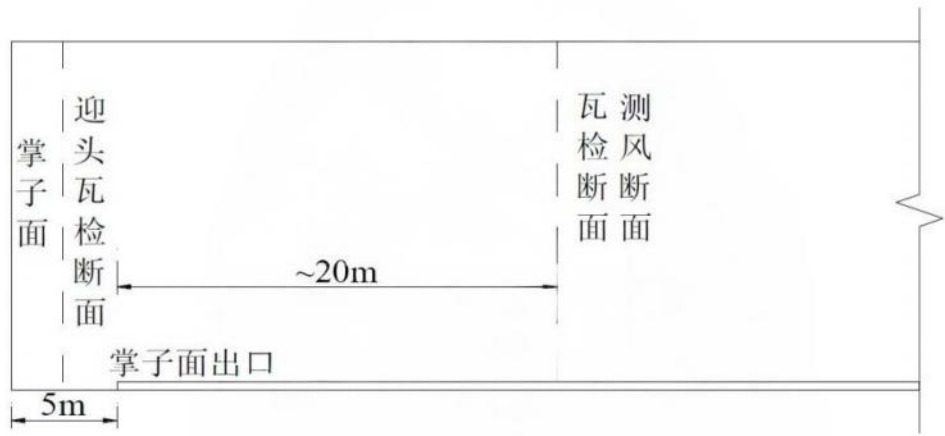


图 E.3 瓦斯监测断面布置

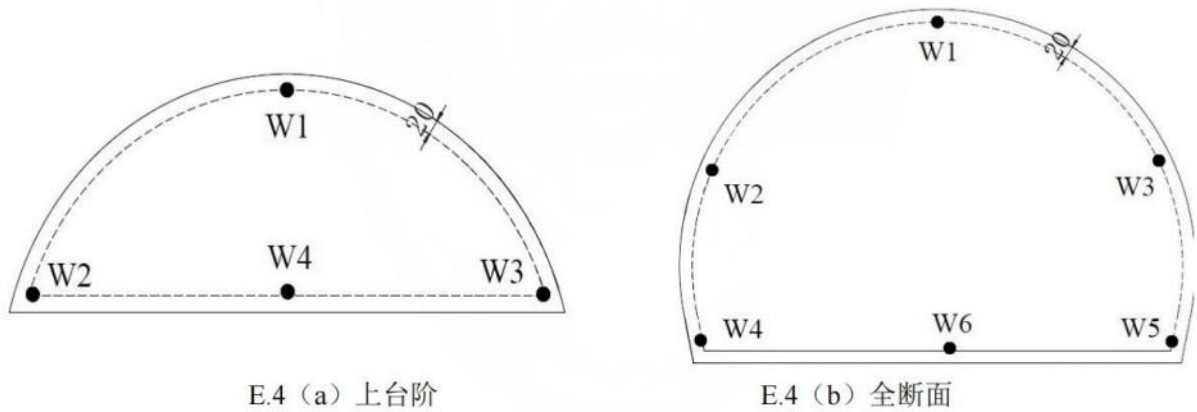


图 E.4 瓦斯检测断面测点示意图

E.8.1 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 (E.1.9-1) 计算确定。

$$Q_{CH_4} = Q \times \bar{\omega} \dots\dots\dots (E.1.9-1)$$

式中： Q_{CH_4} ——瓦斯工区内绝对瓦斯涌出量， m^3/min ；
 Q ——隧道断面通风量， m^3/min ；
 $\bar{\omega}$ ——工作面迎头及回风流中实测最大瓦斯浓度，%。

表 E.1 施工阶段瓦斯工区鉴定报表

序号	实测最大 瓦斯浓度	断面尺寸 (m)		测点 断面 面积 (m²)	风表读数 (转 / 分)				实际风 速 (m / s)	计算 风量 (m³ / min)	计算绝对瓦 斯涌出量 (m³/min)
	CH₄	宽度	高度		一	二	三	表速			
1											
2											
...											
分析及结论:											
测风: _____ 记录: _____ 计算: _____ 审核: _____											

附 录 F
(资料性)
开工条件及检查验收

开工条件及检查验收表见表F. 1。

表 F. 1 开工条件及检查验收表

序号	主要检查验收内容	开工条件	检查验收标准	检查验收情况		
				施工单位自检	监理单位复检	建设单位审核
1	组织体系	瓦斯隧道安全管理机构	落实专职管理人员，明确管理职责，制定针对性的管理制度，岗位职责，操作规程等			
2		专项管理机构或班组	建立通风、防突、防爆及瓦斯检测专门机构；建立通风、瓦斯监测、进洞、施工爆破、应急抢险等专项班组			
3	管理制度	风险评估管理制度	有无			
4		领导包保和干部跟班管理制度	有无			
5		瓦斯隧道施工操作细则	有无，监理单位是否审批			
6		其他管理制度	有无，是否按照施工进行细化			
7	人员配置	人员配置	相关管理、专业人员应配置齐全，数量应满足施工需要			
8		人员培训、教育	人员应经过培训，特种人员应经培训合格并持证上岗			
9	设置装备	电气、通信设备	洞内所有电气、通信设备等均满足对应防爆等级			
10		仪器仪表	洞内所有仪器仪表等均满足对应防爆等级			
11		机械设备	高瓦斯工区及煤（岩）与瓦斯突出工区的作业机械应使用防爆型			
12		通信设备	应按照批准的方案配置			
13	方案审批、编制	专项施工方案	有无编制及程序审批			
14		其他专项方案	编制完善超前地质预报、通风、瓦斯监测等相关方案并按程序审批通过			
15		应急预案	是否组织专家论证程序审批			

附录 G
(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。

表 G.1 瓦斯隧道超前地质预报探孔施工原始记录

隧道名称:		工区:		时间: 年 月 日					
桩号:		钻孔编号:		施钻日期时间:					
钻孔布置示意简图: (画出简易图)									
钻孔柱状剖面图: (画出剖面图)									
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								

表 G.2 超前探孔原始报表

超前探孔原始报表

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：该表格适用于揭穿具有突出危险性的煤层。

表 G.3 瓦斯隧道风速风量原始记录表

隧道名称:		工区:		时间: 年 月 日								
序号	桩号/检测部位	检测时间	测风处断面面积 (m²)	每次测定风表读数 (r/min)				真实风速 (m/s)	风量 (m³/min)	温度 (℃)	氧气含量 (%)	备注
				第一次	第二次	第三次	平均					
1												
2												
问题描述（含通风系统巡视情况）：填写巡视情况及存在问题，如风带破损、风带未接至掌子面规定范围内等。 测风人员签字：								处理意见：根据存在问题提出整改或处理意见。 现场负责人签字：				

注：1、一般隧道洞内通风风速不得小于0.15m/s，微瓦斯工区和低瓦斯工区隧道洞内通风风速不得小于0.25m/s，高瓦斯工区隧道洞内通风风速不得小于0.5m/s。2、通风管每100m平均漏气率不得大于2%；3、通风管理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处断面回风流及其他作业点处风速巡检1次。检测结果及时上报项目技术负责人，发现问题及时处理；4、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。（分左右洞、每日填写）

表 G.4 瓦斯隧道监控员（通风员）交接班记录

隧道名称：		工区：	
交班地点			
交班人		接班人	
日期		时间	
监控设备运行情况（工区内瓦斯监控情况或通风系统运行情况） 上班存在的问题及下班应注意事项	（交班人填写）填写上一班监控设备运行情况、存在问题及下班注意事项		

表 G.5 瓦斯隧道测风平行检验表

隧道名称：		工区：		时间： 年 月 日								
洞口风机型号、功率等参数				测风时主风机档位								
序号	实测最低瓦斯浓度（%）	回风断面尺寸（m）		检测断面面积（m²）	风表读数（转/分）				实际风速（m/s）	计算风量（m³/min）	计算绝对瓦斯涌出量（m³/min）	备注
		宽度	高度		一	二	三	表速				
1												
2												
3												
...												
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）：												
安全专业监理工程师：				现场监理工程师：				驻地监理工程师：				
注：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10d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。（填写分左右洞）												

表 G. 6 甲烷传感器调试记录

隧道名称：				工区：					
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	

表 G. 7 瓦斯隧道“一炮三检”记录表

隧道名称：				工区：											
日期	班次	爆破地点	装药前			爆破前			爆破后			瓦检 员签 字	爆破 员签 字	安全 员签 字	备注
			时间	CH ₄	CO ₂	时间	CH ₄	CO ₂	时间	CH ₄	CO ₂				
注：瓦斯隧道装药爆破时，爆破地点20 m内风流中瓦斯浓度必须小于1.0%；总回风道风流中瓦斯浓度必须小于0.5%。（分左右洞填写）															

表 G.8 瓦斯隧道安全监控系统运行记录表

隧道名称：		工区：				
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
注：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；隧道技术负责人负责对瓦斯超限情况的处理。						

表 G.9 瓦斯超限处理记录表

隧道名称：		工区：		时间： 年 月 日				
时间	桩号/部位	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：由监控员负责填写完成。								

表 G. 10 瓦斯隧道钻爆作业安全检查记录表

隧道名称:		工区:	本次钻爆桩号部位:	时间:	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				
注: 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 G.11 瓦检员交接班记录表

隧道名称： 工区： 交接班地点：					
上班存在的问题及下班应注意事项 监控设备运行情况（工区内瓦检情况或通风系统运行情况） 上班存在的问题： 填写上班瓦斯检测情况、存在问题（如放炮、动火等）及下班注意事项					
交接班时 间		交班人		接班人	

表 G. 12 瓦斯检测日报表

隧道名称:			工区:			时间: 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)	

注: 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。

附录 H
(规范性)
揭煤防突工作流程

揭煤防突工作流程见图H.1。

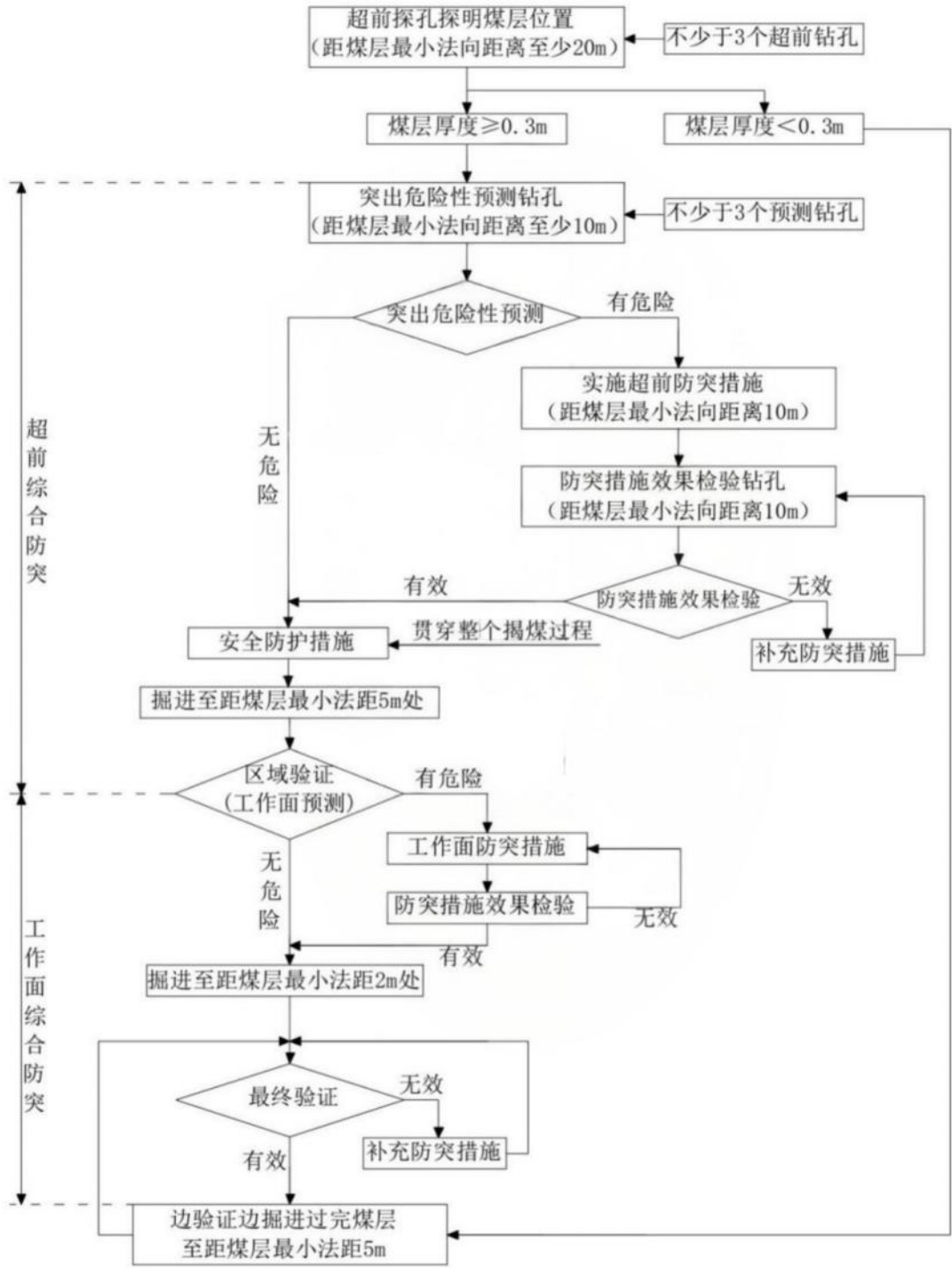
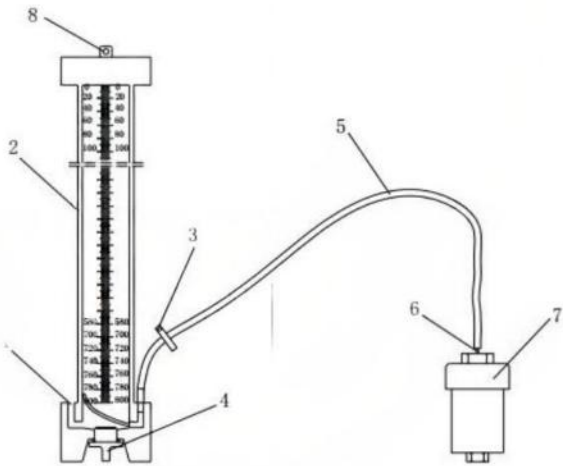


图 H.1 揭煤防突工作流程图

附 录 I
(规范性)
煤层瓦斯含量直接测定方法

- 1.1 煤层瓦斯含量直接测定方法在现场利用解吸法直接测定煤层瓦斯含量。
- 1.2 取样位置距煤层垂直距离不应小于 5 m，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 5 min，做好采样记录工作。
- 1.3 井下自然解吸瓦斯量的测定可按下列步骤进行：
- a) 井下自然解吸瓦斯量采用解吸仪（图 I.1）测定。煤样罐通过排气管 5 与解吸仪连接后，打开弹簧夹 3，随即有从煤样泄出的瓦斯进入量管，用排水集气法将瓦斯收集在量管内；
 - b) 每间隔一定时间记录量管读数及测定时间，连续观测 60 min~120 min 或解吸量小于 2 cm³/min 为止。开始观测前 30 min 内，间隔 1 min，以后每隔 2 min~5 min 读数一次；记录观测结果，同时记录气温、水温及大气压力；
 - c) 如果量管体积不足以容纳 60 min 内从煤样泄出的全部瓦斯，可以中途用弹簧夹 3 夹住排气管与解吸仪断开，重新迅速给解吸仪补足清水，然后打开弹簧夹 3 连通解吸仪继续观测；
 - d) 如果在解吸仪观测中没有瓦斯泄出，应当检查穿刺针头、排气管及煤样罐上部排气孔是否堵塞。如果没有堵塞，则是瓦斯含量过小所致，此时，即可终止观测，送实验室测定；
 - e) 观测结束后，抽出穿刺针头，将压紧螺丝稍加拧紧（用力适度，不可过紧，以免胶垫失去弹性）；
 - f) 煤样罐密封运到井上后，要进行试漏，将煤样罐沉入清水中，仔细观察 5 min，检查有无气泡冒出。如果发现有气泡渗出，则要更换煤样罐或胶垫重新取样。如不漏气，可以送实验室继续进行实验。

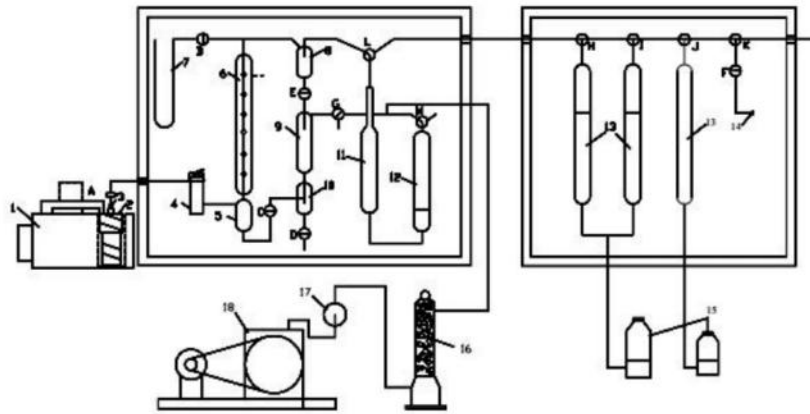


1—排水口；2—量管；3—弹簧夹；4—底塞；5—排气管；6—穿刺针头或阀门；7—煤样罐；8—吊环。

图 I.1 瓦斯解吸速度测定仪与煤样罐连接示意图

- 1.4 采用真空法测定残存瓦斯含量可按下列步骤进行：
- a) 采用真空法测量首先进行气密性检查，然后对仪器左侧真空系统抽气，达到最大真空度时停泵，真空计水银液面 10 min 保持不下降为合格，然后关闭真空计，通过穿刺针头及真空胶管将煤样罐与脱气仪连接；
 - b) 煤样首先在常温下脱气，直至真空计水银液面不动为止，每隔 30 min 重新抽气，一直进行到 30 min 内泄出瓦斯量小于 10 cm³；

- c) 常温脱气后，在将煤样加热至 $95\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温，脱气后关闭真空计，取下煤样罐，迅速地取出煤样立即装入球磨罐中密封；
- d) 在球磨罐中粉碎到粒度小于 0.25 mm 的质量超过 80% ，同样脱气后测量瓦斯解吸量，记录量管度数、大气压力、气压表温度及室温，称量煤样质量。

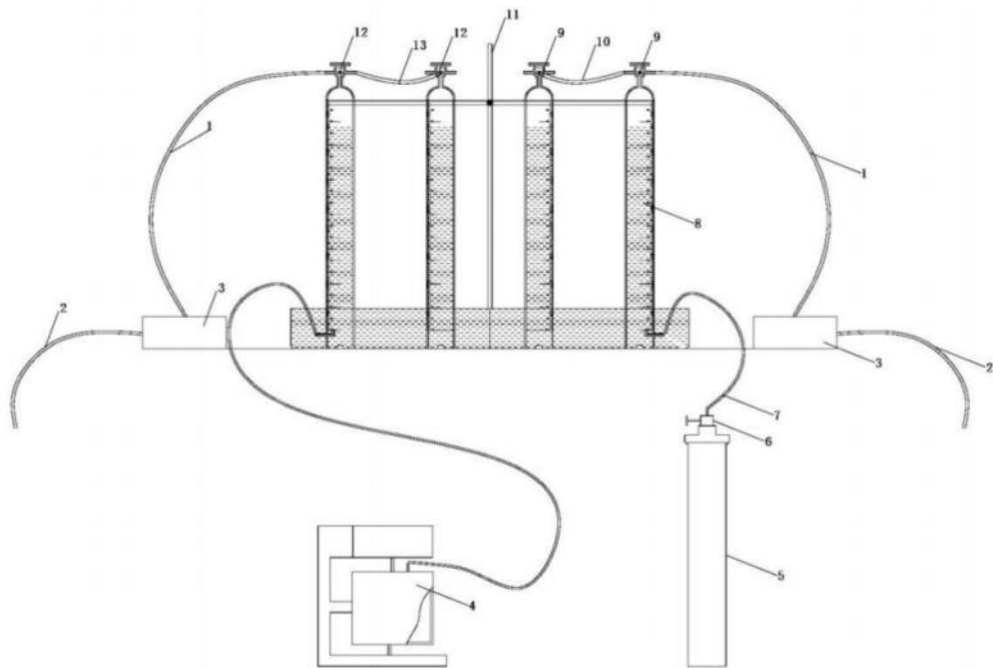


- 1—超级恒温器；2—密封罐；3—穿刺针头；4—滤尘管；5—集水瓶；6—冷却管；7—水银真空计；8—隔水瓶；9—吸水管；10—排水瓶；11—吸气瓶；12—真空瓶；13—量管；14—取气支管；15—水准瓶；16—干燥管；17—分球；18—真空泵；A—螺旋夹；B~F—单向活塞；G~K—三通活塞；L、M— 120° 三通活塞。

图 1.2 真空脱气装置

1.5 采用常压自然解吸法测定残存瓦斯含量可按下列步骤进行：

- a) 检查装置气密性后通过胶管将煤样罐与常压自然解吸装置连接；
- b) 将解吸管中充水至一定刻度，读取并记录量管液面初始读数，缓慢打开煤样罐阀门，隔一定时间间隔读取一次瓦斯解吸量，时间长短取决于解吸速度；
- c) 当解吸一段时间后，在 5 min 内玻璃管内不再有气泡冒出时解吸完毕，读取并记录解吸量管液面终止读数、环境温度、大气压力、煤样送达实验室和开始地面解吸的时间以及煤样质量；
- d) 取两份等量的二次煤样，质量一般是 $100\text{ g}\sim 300\text{ g}$ ，煤样称重后逐次放入粉碎机料钵内，用有密封圈的盖子密封严实，解吸管充水至一定刻度并记录初始读数，用胶管连接解吸量管与粉碎机气嘴，然后进行煤样粉碎；
- e) 运行时观测解吸瓦斯量体积，粉碎结束时记录量管终止读数，与初始读数之差即为解吸瓦斯体积，同时记录大气压力、室温。粉碎到 95% 煤样通过 60 目 (0.25 mm) 的分样筛时为合格。



1-抽气管；2-排气管；3-微型真空泵；4-粉碎机料钵；5-煤样罐；6-阀门；7-进气管；8-量管；9-大量管阀门；10、13-连接胶管；11-试验架；12-小量管阀门

图 1.3 常压自然解吸测定装置

1.6 按式（I.1.6-1）将瓦斯解吸过程中得到的煤样量管度数换算为标准状态下体积。

$$V_t' = \frac{273.2}{101.3 \times (273.2 \times T_w)} \times (p_1 - 0.00981 h_w - p_2) \times V_t \dots\dots\dots (I.1.6-1)$$

式中： V_t' ——换算为标准状态下的气体体积， cm^3 ；
 V_t —— t 时刻量管内气体体积读数， cm^3 ；
 p_1 ——大气压力， kPa ；
 T_w ——量管内水温， $^{\circ}\text{C}$ ；
 h_w ——量管内水柱高度， mm ；
 p_2 —— T_w 时的水的饱和蒸汽压， kPa 。

按式（I.1.6-2）将采用脱气法测量脱气气体体积换算到标准状态下的体积：

$$V_{Tn}' = \frac{273.2}{101.3 \times (273.2 \times T_n)} \times (p_1 - 0.0167 C_0 - p_2) \times V_{Tn} \dots\dots\dots (I.1.6-2)$$

式中： V_{Tn}' ——换算为标准状态下的气体体积， cm^3 ；
 V_{Tn} ——在实验室温度 T_n 、大气压力 p_1 条件下量管内气体体积， cm^3 ；
 p_1 ——大气压力， kPa ；
 T_n ——实验室温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
 C_0 ——气压计温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
 p_2 ——在室温 T_n 下饱和食盐水的饱和蒸汽压， kPa 。

1.7 根据煤样开始暴露一段时间内 V 与 $\sqrt{t+t_0}$ 呈直线关系来进行确定，按式（I.1.7-1）计算损失瓦斯量：

$$V = K \cdot \sqrt{t+t_0} + V_{损}' \dots\dots\dots (I.1.7-1)$$

式中：V——t 时间内的累计瓦斯解吸量，cm³；
 $V_{\text{损}}'$ ——暴露时间 t_0 内的瓦斯损失量，cm³；
 K——待定常数；

$$t_0 = t_2 - t_1 \quad \text{..... (I.1.7-2)}$$

式中： t_0 ——暴露时间（min）；
 t_2 ——取煤芯开始时刻（时：分：秒）；
 t_1 ——装罐结束时间（时：分：秒）。

计算 $V_{\text{损}}'$ 值前首先以 $\sqrt{t+t_0}$ 为横坐标，以 V 为纵坐标作图，由图大致判定呈线性关系的各测点，然

后根据这些点的坐标值，按最小二乘法或作图法求出 $V_{\text{损}}'$ 值。

1.7.1 采用常压自然解吸法测定时，常压不可解吸瓦斯量可按式（I.1.8-1）计算或采用 MT/T 752 方法测定的常压吸附量，常压吸附瓦斯量与标准大气压状态下游离瓦斯含量之和即为常压不可解吸瓦斯量。

$$X_b = \frac{0.1ab}{1+0.1b} \times \frac{100-A_{ad}-M_{ad}}{100} \times \frac{1}{1+0.31M_{ad}} + \frac{\pi}{r} \quad \text{..... (I.1.8-1)}$$

式中： X_b ——煤在标准大气压力下的不可解吸瓦斯量，cm³/g；
 a ——煤的瓦斯吸附常数，试验温度下煤的极限吸附量，cm³/g；
 b ——煤的瓦斯吸附常数，MPa⁻¹；
 A_{ad} ——煤的灰分，%；
 M_{ad} ——煤的水分，%；
 π ——煤的孔隙率；
 r ——煤的视密度，g/cm³。

1.8 采用脱气法测定时，煤层瓦斯含量包括井下解吸瓦斯量、损失瓦斯量、粉碎前脱气瓦斯量和损失后脱气瓦斯量之和。

1.9 采用脱气法测定时，煤层瓦斯含量包括井下解吸瓦斯量、损失瓦斯量、粉碎前自然瓦斯解吸量、粉碎后自然瓦斯解吸量和常压不可解吸瓦斯量之和。

附 录 J
(规范性)
钻屑指标法

J.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。

J.2 预测或措施效果检验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 。当钻孔钻进到预定取样深度前 0.2 m~0.3 m 时，用 1 mm 和 3 mm 分样筛取样进行筛分，将筛分后的 1 mm~3 mm 粒径煤样装入煤样杯或煤样瓶中。在孔口开始接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 指标的要求 $t_0 \leq 2$ min，测定 Δh_2 指标的要求 $t_0 = 3$ 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止钻进，否则该煤样应作废。打钻过程中，应保持钻进速度稳定，钻进速度保持 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。

J.3 钻屑解吸指标 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 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接通、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 $\text{mL} \cdot (\text{g} \cdot \text{min}^{1/2})^{-1}$ 。

J.4 钻屑解吸指标 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 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、水柱计均沟通，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接通，与大气隔绝，秒表计时到 5 min 时刻瓦斯解吸仪的示值即为 Δh_2 ，单位为 Pa。

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

表 J.1 钻屑解吸指标 K_1 和 Δh_2 临界值

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

J.6 钻屑指标法的具体操作步骤和要求可参考《钻屑瓦斯解吸指标测定方法》(AQ/T 1065) 及《防治煤与瓦斯突出细则》(煤安监技装[2019]28 号) 中第八十八条和第九十条相关规定。

附 录 K
(资料性)
动火作业审批

揭煤防突工作流程见表K. 1。

表 K. 1 揭煤防突工作流程

申请班组		班组负责人	
动火地点			
动火时间	自 月 日 时 分至 月 日 时 分		
操作人员		申请人	
隧道 动火 作业 安全 规定	一、电、气焊割前“八不”： 1.防火、灭火措施没落实不焊割； 2.周围的杂物和易燃品、危险品未清除不焊割； 3.附近难以移动的易燃结构物未采取安全防范措施不焊割； 4.凡盛装过油类等易燃、可燃液体的容器、管道用后未清洗干净不焊割； 5.储存易燃易爆物品的仓库、机房和场所未采取安全措施，安全隐患不消除不焊割； 6.现场焊割作业人员未佩戴便携式瓦斯报警仪不焊割； 7.未有配备灭火器材或器材不足不焊割； 8.现场瓦检员、专职安全员和现场负责人不在场不焊割。 二、电、气焊割中“四要”： 1.现场瓦检员和安全负责人要坚守岗位； 2.现场瓦检员、安全负责人和焊割作业人员要加强观察、精心操作，发现瓦斯浓度大于 0.3%等不安全苗头时，必须立即停止焊割； 3.一旦发生火灾或爆炸事故时要立即报警和组织扑救； 4.焊割作业人员要严格执行《煤矿安全操作规程》、《铁路瓦斯隧道技术规范》中施焊作业安全技术措施。 三、电、气焊割后“一清” 完成焊割作业后，焊割人员和现场责任人要彻底清理焊割作业现场做到工完料尽场地清，并对现场认真检查，确认无火灾隐患后方可离开。 四、未完成动火作业审批禁止动火。		
审批人	审批意见		签字 时间
安全员			
施工员			
现场负责人			
技术负责人			
主管副经理			
附近 20 m 范围内的瓦斯检测情况			瓦检员