



实用隧道及地铁工程施工技术与管理丛书

# 隧道施工高瓦斯防治指南

张立坤 马福民 高峰 编著  
王维 申建峡 主审



NLIC 2970695670



人民交通出版社  
China Communications Press



实用隧道及地铁工程施工技术与管理丛书

# 隧道施工高瓦斯防治指南

张立坤 马福民 高峰 编著  
王维 申建峡 主审



NLIC 2970695670



人民交通出版社

China Communications Press

## 内 容 提 要

本书依托高瓦斯隧道的施工经验及相关技术资料,系统地介绍了高瓦斯隧道超前地质预报、瓦斯突出防治、瓦斯检测、隧道通风及钻爆控制等瓦斯防治措施,以及施工用设备、仪器、机械和各项安全保障措施,内容简明实用,参照性强。

本书可供从事各类高瓦斯隧道施工的技术人员参考使用,亦可用作培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

隧道施工高瓦斯防治指南/张立坤,马福民,高峰  
编著. —北京:人民交通出版社,2011.4  
ISBN 978-7-114-08965-7

I. ①隧… II. ①张…②马…③高… III. ①隧道工程—工程施工—瓦斯爆炸—防治—指南 IV. ①U458-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第040397号

书 名: 隧道施工高瓦斯防治指南  
著 者: 张立坤 马福民 高 峰  
责任编辑: 刘彩云  
出版发行: 人民交通出版社  
地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号  
网 址: <http://www.ccpres.com.cn>  
销售电话: (010) 59757969, 59757973  
总 经 销: 人民交通出版社发行部  
经 销: 各地新华书店  
印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司  
开 本: 720×960 1/16  
印 张: 11.5  
字 数: 163千  
版 次: 2011年4月 第1版  
印 次: 2011年4月 第1次印刷  
书 号: ISBN 978-7-114-08965-7  
定 价: 32.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 前 言

随着国家加大基础设施建设投资力度,全国一大批铁路、公路、水电项目相继开工建设或即将开工,为众多建筑施工企业提供了前所未有的发展良机。为了降低投资,一些项目不可避免的要穿越瓦斯富集区地层,在这些地层环境下施工,除了常规操作控制要点以外,瓦斯安全工作显得尤为重要。目前,我国在高瓦斯条件下进行地下工程施工所能执行的技术规范、技术条款还很不完善,许多方面还在引用煤矿行业的相关技术标准和规范。由于煤矿开采施工与隧道施工在工程规模、施工周期、技术标准、质量要求、相关配套设施的投入、施工条件等许多方面存在一定的差异,所以,煤矿行业的技术标准、行业要求、施工工法不完全适用于工程类施工的要求,在其基础上很多方面亟待优化、调整,使其更趋合理,满足工程要求。基于上述原因,书中系统地阐述了超前地质预报、瓦斯突出的防治、瓦斯检测、隧道通风、钻爆控制等瓦斯防治措施。

本书依托成简快速路龙泉山二号隧道工程编写,龙泉山二号隧道横穿龙泉山山脉中段,位于龙泉山背斜含气构造上,是天然气运输的有利指向区和储集区,并且在石油钻探中已有显示该隧道为高瓦斯隧道,只是未达到工业开采要求,其瓦斯成分与煤层气相同,存在状况及危险程度与煤层气相似,可以作为瓦斯隧道的实例。

本书依据现行《公路隧道施工技术规范》、《煤矿安全规程》、《铁路瓦斯隧道技术规范》及相关法规,总结龙泉山二号高瓦斯隧道施工经验,借鉴紫坪铺地下导流及引水系统、家竹箐隧道、都汶高速路董家山隧道(后来改名紫坪铺隧道)等高瓦斯隧道控制成果,并灵活运用重庆煤矿安全监察局组织编写的煤矿工人岗位安全培训丛书《瓦斯检测工》(修订版)和国家安全生产监督管理总局宣传教育中心编写的最新版全国煤矿安全培训考核系列教材《煤矿通风安全监测监控工》等书中阐述的内容、观点和方法系统整理而成。

本书由张立坤、马福民、高峰编著，中国水电建设集团路桥工程有限公司总经理助理、四川分公司总经理王维同志和安全总监申建峡同志主审。

限于编者的水平、经验和资料来源，本书缺点和不足之处在所难免，敬请同行和广大读者批评指正。如有赐教，请联系：E-mail:wsndg937@sohu.com 或 QQ:108348675。

编 者

2011.3

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 瓦斯的基本知识 .....	1
第二节 瓦斯隧道设计概述 .....	5
第三节 瓦斯分布状况与治理措施 .....	14
<b>第二章 隧道瓦斯超前地质预报</b> .....	20
第一节 地质素描分析 .....	20
第二节 TSP 超前地质预报 .....	26
第三节 地质超前钻探 .....	31
<b>第三章 瓦斯突出的防治</b> .....	36
第一节 瓦斯突出的基本知识 .....	36
第二节 瓦斯突出的防治 .....	39
<b>第四章 瓦斯检测</b> .....	45
第一节 瓦斯检测的基本知识 .....	45
第二节 人工检测 .....	52
第三节 综合安全监控系统 .....	62
<b>第五章 隧道施工通风</b> .....	77
第一节 隧道施工通风的基础知识 .....	77
第二节 施工通风设计 .....	82
第三节 实施通风 .....	87
第四节 瓦斯隧道施工通风的相关规定及实际应用 .....	91
<b>第六章 钻爆</b> .....	99
第一节 公路瓦斯隧道钻爆要求 .....	99
第二节 钻爆设计 .....	103

第三节 钻爆作业·····	111
<b>第七章 其他事项·····</b>	<b>121</b>
第一节 施工用设备、仪器、机械·····	121
第二节 结构封闭·····	129
第三节 完善各项安全保障措施·····	132
<b>附录一 龙泉山隧道瓦斯安全防治 100 问·····</b>	<b>145</b>
<b>附录二 瓦斯隧道施工超前地质预报实例·····</b>	<b>161</b>
<b>附录三 瓦斯超前探测报告实例·····</b>	<b>167</b>
<b>附录四 龙泉山二号隧道防瓦斯事故应急预案目录·····</b>	<b>170</b>
<b>附录五 龙泉山二号隧道瓦斯安全管理制度·····</b>	<b>172</b>
<b>参考文献·····</b>	<b>174</b>
<b>致谢·····</b>	<b>176</b>

# 第一章 绪论

高瓦斯隧道施工的安全工作不仅是施工企业的责任,同时也需要所有参与方的大力支持。在施工组织设计和工程造价中,业主要充分考虑到安全因素,并在施工过程中进行有效监督和管理。在广泛采纳以上控制要点和保证措施的基础上,深入开展安全标准化管理,认真执行现行的安全技术标准、规范和规程,隧道瓦斯事故是可以减少和避免的。

## 第一节 瓦斯的基本知识

从广义上讲,通常所说的瓦斯是指煤矿瓦斯。煤矿瓦斯是一种混合气体,其主要成分是甲烷(俗称沼气)。甲烷占混合气体成分的80%~90%,它是一种无色、无味、无臭、易燃的气体;难溶于水,扩散性比空气高;当瓦斯浓度高时,会引起窒息;当其在空气中具有一定浓度并遇到高温热源时能引起爆炸,对煤矿、隧道等安全生产威胁很大。瓦斯中除含有甲烷以外,还含有乙烷、丙烷、二氧化碳、硫化氢、氢气等其他气体,与天然气的主要成分大体相同。瓦斯从狭义上讲指的就是甲烷。

### 一、瓦斯的形成

瓦斯与煤炭如影随形,密不可分,是因为它们有相同的生成机制。在煤的形成过程中,一些古代植物在厌氧菌的作用下,纤维质分解产生大量瓦斯。此后,在煤的炭化变质过程中,随着化学成分和结构的变化,仍然继续有瓦斯生成。这些瓦斯无色、无味、无臭,难溶于水,但扩散性比空气要高,在长期地质运动中,由于瓦斯的相对密度小,扩散能力强,地层又具有一定的透气性以及地层的隆起、



侵蚀,大部分瓦斯都已逸散到大气中去,只有一小部分至今还被保存在煤体或岩体内。

组成瓦斯的混合气体根据其危害性及特性,大致可分为下面4种类型:

- (1) 可燃烧和爆炸的气体,主要是沼气;
- (2) 具有窒息性的气体,主要是二氧化碳;
- (3) 具有毒性的气体,主要是一氧化碳、硫化氢和二氧化氮;
- (4) 放射性气体,如氡气。

## 二、瓦斯爆炸的机理、条件及影响因素

### 1. 瓦斯爆炸的机理

甲烷(CH<sub>4</sub>)与空气的混合物吸收一定热量后,分解为化学活性较大的游离基(如 -CH<sub>3</sub>、-H、-OH 等),这类游离基很容易与其余的 O<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 结合,产生更多的游离基,使反应速度迅速上升,高温高压下积蓄的能量瞬间释放,极速向外冲击,形成爆炸。

其最终反应式为



### 2. 瓦斯爆炸的条件

引起瓦斯爆炸或燃烧必须同时满足以下条件:

- (1) 瓦斯气体聚集到一定浓度

瓦斯爆炸主要是甲烷(CH<sub>4</sub>)爆炸,CH<sub>4</sub>爆炸浓度界限为5%~16%,当CH<sub>4</sub>浓度低于5%时,遇火不爆炸,但在火焰外围形成燃烧层,火焰呈淡蓝色;当CH<sub>4</sub>浓度为9.5%时,其爆炸威力最大(O<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>完全反应);CH<sub>4</sub>浓度在16%以上时,其失去爆炸性,必须不断供给新鲜空气,才能在接触界面上燃烧。

瓦斯爆炸(燃烧)示意图如图1-1所示。

- (2) 混入足够浓度的氧气

实践证明,空气中的氧气浓度降低时,瓦斯爆炸界限随之缩小,当氧气浓

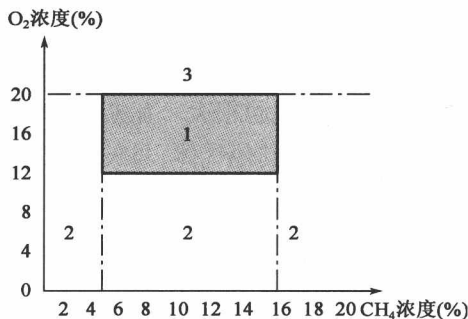


图1-1 瓦斯爆炸(燃烧)示意图

1-爆炸区;2-燃烧区;3-常态下不燃烧、不爆炸,但氧气的浓度超常态空气中的浓度时,则属于可燃、可爆炸区,具体是燃烧还是爆炸尚待试验研究

度减少到12%以下时,瓦斯混合气体即失去爆炸性。如果有新鲜空气进入,氧气浓度达到12%以上,就可能发生爆炸。

### (3) 接触高温热源

点燃温度是指点燃瓦斯所需的最低温度,一般认为是650~750℃。它的高低与瓦斯的浓度有关。瓦斯的浓度与点燃温度的对应关系见表1-1。我国煤矿瓦斯爆炸的火源主要是电火花和爆破作业,主要发生地点是采掘工作面。

瓦斯的浓度与点燃温度的对应关系<sup>①</sup> 表1-1

瓦斯浓度(%)	2	3.4	6.5	7.6	8.1	9.5	11	14.7
点燃温度(℃)	810	665	512	510	514	525	539	565

### (4) 瓦斯与氧气的混合气体有足够时间接触高温热源

瓦斯与高温热源接触时,并不立即燃烧、爆炸,而是经过一个很短的时间间隔,一般称此现象为引火延迟性,间隔的这段时间称为感应期,其值取决于CH<sub>4</sub>和O<sub>2</sub>的浓度、初压、点燃温度,几毫秒到十几秒不等。高温热源存在时间小于着火感应期时,CH<sub>4</sub>不会燃烧或爆炸。

## 3. 影响瓦斯爆炸的因素<sup>②</sup>

瓦斯爆炸界限并不是固定不变的,其变化同混合气体中其他可燃气体、煤尘、惰性气体的多少,混合气体所在环境温度的高低及压力大小等因素有关。

(1) 其他气体的掺入。多种气体混入,增加了爆炸性混合气体的浓度,使瓦斯爆炸界限扩大,即爆炸危险下限降低,爆炸危险上限增高。

(2) 煤尘掺入。煤尘能燃烧,有的本身还能爆炸;同时,当温度在300~400℃之间时,从煤尘之中可以挥发出可燃气体。因此,煤尘混入到瓦斯—空气的混合气体中,使瓦斯的爆炸下限降低,爆炸的危险性增加。

(3) 初始温度。温度是热能的体现,温度高说明具有的热能大。瓦斯—空气混合气体爆炸时的初始温度高低影响瓦斯的爆炸界限。实践证明,初始温度越高,瓦斯爆炸浓度范围越大(即上限上升,下限下降)。

(4) 初始压力。压力本身就是能量。瓦斯—空气混合气体爆炸时的初始压力大小影响瓦斯的爆炸界限。实测表明,初始压力越大,瓦斯爆炸浓度范围越大。

(5) 点燃源能量。瓦斯爆炸的最小点燃能量0.28mJ。

<sup>①</sup>摘自中国矿业信息网(<http://www.chinakyxx.com/?jdfwkey=ekprs>)。

<sup>②</sup>摘自中国煤矿安全网(<http://www.mkaq.cn/>)。

### 三、瓦斯的危害与预防

#### 1. 瓦斯的危害

瓦斯有以下五大危害：

##### (1) 引发火灾

如前所述,达到瓦斯燃烧条件时,瓦斯开始燃烧,瓦斯燃烧可能引燃其他辅助设施设备,从而引发火灾,严重的还会引起设备油箱爆炸等后果,使人员、设备等遭受巨大损失。

##### (2) 发生爆炸

煤矿瓦斯爆炸产生的瞬间温度可达  $1\ 850 \sim 2\ 650^{\circ}\text{C}$ ,压力可达初压的 9 倍,爆源附近气体以每秒几百米以上的速度向外冲击,容易使人员伤亡、巷道和器材设施等毁坏。爆炸后氧浓度降低,生成大量  $\text{CO}_2$  和  $\text{CO}$ ,人员有窒息和中毒危险。

##### (3) 发生突出

岩土与瓦斯突出事故是指隧道或煤矿在掘进过程中,岩体在地应力和瓦斯共同作用下,破碎的岩土和瓦斯由岩体内突然向掘进空间抛出的异常动力现象。其表现为几吨至数千吨,甚至达万吨以上的破碎岩土在几秒至几十秒时间内,由岩体向掘进空间抛出,同时伴有大量瓦斯涌出,机械、人员被掩埋,危害较为严重。

其主要危害表现为:①破坏正常的生产秩序;②堵塞巷道、破坏支架、埋没设备、摧毁设施、伤亡人员;③破坏通风系统,造成风流紊乱或短时间的逆转;④导致掘进工作面或巷道中充满瓦斯,形成窒息和爆炸的条件。

##### (4) 导致人员缺氧窒息

常态下,大气中氧气含量接近 21%,也就是说这个浓度是最适合人类生存的大气浓度。当瓦斯含量在 16% 以上时,空气中的氧含量就相对地减少,同时因为瓦斯发凉、吸热量比空气大,燃烧时放出的热量被多余的瓦斯吸收了,因此不能引起燃烧和爆炸,但不能因此而麻痹大意,因为瓦斯超过 16%,虽然失去爆炸性,但却有严重的窒息作用。当瓦斯含量达到 40% 以上时,人会立即窒息死亡。

##### (5) 引起中毒

随着瓦斯聚集,瓦斯中  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}$  等有毒、有害气体浓度不断升高,当这些气

体浓度超过最高允许界限时,场内人员吸入后,会引起气体中毒事件。根据《公路隧道施工技术规范》(JTGF 60—2009)的规定,空气中的 CO、CO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 等有害气体浓度必须符合表 1-2 中的规定。

工作场所空气中有毒物质容许浓度(单位:mg/m<sup>3</sup>) 表 1-2

中文名		MAC	TWA	STEL
二氧化氮		—	5	10
二氧化硫		—	5	10
二氧化碳		—	9 000	18 000
一氧化氮		—	15	30
一氧化碳	非高原	—	20	30
	高原	海拔 2 000 ~ 3 000m	20	—
		海拔 > 3 000m	15	—

注:MAC—时间(8h)加权平均允许浓度;TWA—最高允许浓度,指在一个工作日内任何时间都不应超过的浓度;STEL—短时间(15min)接触允许浓度。

## 2. 预防瓦斯事故

根据瓦斯的危害性,预防瓦斯事故发生的总体要求是防燃烧、防爆炸、防聚集、防突出、防中毒。针对其危害的成因,制订不同措施加以防范。具体预防措施将在本书第二章~第七章分别详述。

瓦斯的知识在实际应用中,可根据所参与施工人员对瓦斯知识掌握程度,进行不同层次的培训,也可以把相关知识整理成册,供全员学习。笔者依据龙泉山一号隧道、二号隧道的瓦斯防治情况整理了一份“龙泉山隧道瓦斯安全防治 100 问”(见本书附录一),供隧道参建人员参考。

## 第二节 瓦斯隧道设计概述

### 一、瓦斯隧道

#### 1. 瓦斯隧道的界定和划分

##### (1) 瓦斯隧道的界定

围岩内含有瓦斯的隧道称瓦斯隧道,也就是说,隧道内任何位置、任何时间只要发现有一次瓦斯,即将该隧道界定为瓦斯隧道。

##### (2) 瓦斯隧道的划分

根据《铁路瓦斯隧道技术规范》(TB 10120—2002),瓦斯隧道分为低瓦斯、高瓦斯、瓦斯突出三种,瓦斯隧道的类型按隧道内瓦斯工区的最高级别确定。瓦斯隧道工区分为非瓦斯工区、低瓦斯工区、高瓦斯工区、瓦斯突出工区。瓦斯工区按绝对瓦斯涌出量进行判定:全工区的瓦斯涌出量小于 $0.5\text{m}^3/\text{min}$ 时,为低瓦斯工区;全工区的瓦斯涌出量大于或等于 $0.5\text{m}^3/\text{min}$ 时,为高瓦斯工区;当瓦斯压力 $p \geq 0.74\text{MPa}$ 、瓦斯放散初速度 $\Delta p \geq 10$ 或单孔瓦斯涌出量 $q \geq 4\text{L}/\text{min}$ 、岩体的坚固性系数 $f \leq 0.5$ 时为瓦斯突出工区,需要另行处理。

在现场施工时,主要以瓦斯浓度来判定,瓦斯隧道工区各部瓦斯浓度在 $0.3\%$ 以下,则可认为属于低瓦斯工区。

## 2. 瓦斯防治的要求

如前所述,根据瓦斯的五大危害,确定按照“防燃烧、防爆炸、防聚集、防突出、防中毒”的总体要求防治瓦斯。瓦斯突出的防治需要引排,此部分内容将在本书第三章专门叙述;其余四项危害主要是瓦斯积聚和遇到火源引起的,所以瓦斯防治主要是消除隧道作业区内瓦斯超限和积存,断绝一切可能引燃瓦斯爆炸的火源。

## 3. 瓦斯隧道施工作业环境要求

根据现行《公路隧道施工技术规范》(JTG F60—2009)、《铁路瓦斯隧道技术规范》(TB 10120—2002)、《煤矿安全规程》(2011年版)、《建筑施工现场环境与卫生标准》(JGJ 146—2004)等相关规范的要求,施工作业环境应符合下列要求后方可继续施工:

- (1) 粉尘允许浓度:每立方米空气中,含有 $10\%$ 以上游离二氧化硅的粉尘必须在 $2\text{mg}$ 以下;
- (2) 氧气不得低于 $20\%$ (按体积计);
- (3) 瓦斯或二氧化碳不得超过 $0.5\%$ (按体积计);
- (4) 一氧化碳浓度不得超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ;
- (5) 氮氧化物浓度在 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 以下;
- (6) 二氧化硫浓度不得超过 $15\text{mg}/\text{m}^3$ ;
- (7) 硫化氢浓度不得超过 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ;
- (8) 氨的浓度不得超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ;
- (9) 隧道内的气温不宜超过 $28^\circ\text{C}$ ;
- (10) 噪声不大于 $90\text{dB}$ 。

#### 4. 瓦斯隧道施工工艺流程

瓦斯隧道施工工艺流程是在常规隧道施工流程的基础上增加了瓦斯判断与处理流程(此处仅以 III 类围岩为例),瓦斯隧道 III 类围岩施工工艺流程如图 1-2 所示。瓦斯处理流程贯穿施工全过程,涉及超前探测、瓦斯突出与排放、瓦斯检测、通风、钻爆作业、电气设备等多项内容,这将在以后章节分别详述。

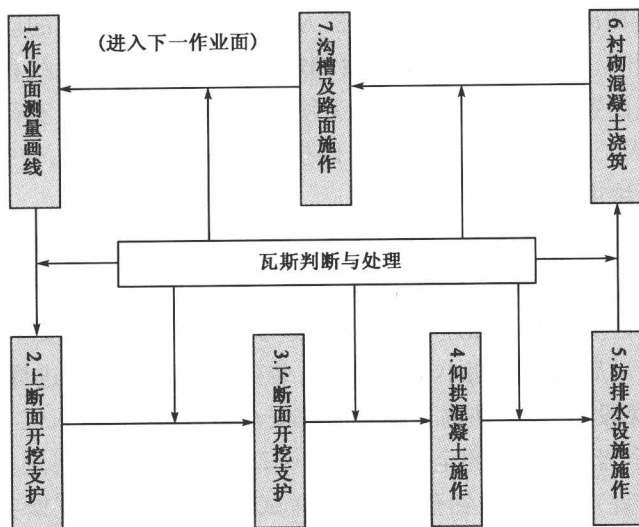


图 1-2 瓦斯隧道 III 类围岩施工工艺流程图

#### 5. 瓦斯隧道施工组织

瓦斯隧道按“短进尺、强支护、勤监测、弱爆破、加强通风、快喷锚”的原则组织施工。

(1)短进尺:当隧道通过煤层地区或气田区时有沼气逸出,围岩软弱,应力较大。每次开挖进尺控制在 2m 以内为宜,地质良好可采用上导坑开挖方案或长台阶开挖,台阶长度大于 50m 且大于 5 倍洞跨。保持每次开挖面积小,瓦斯逸出量不大,开挖轮廓能够迅速得到支护。

(2)强支护:按照“加固围岩、改善变形、先柔后刚、先放后抗、变形留够、底部加强”的支护原则,开挖前采用长锚杆或注浆导管超前支护;开挖后采用型钢加工成 U 形钢架支撑,并进行锁脚或加大拱脚支撑面积;然后分两次喷射初期支护混凝土:第一次稍厚些,待变形后再喷第二次混凝土;加大衬砌厚度和提高

衬砌材料强度来提高模筑混凝土衬砌刚度。

(3)勤监测:采用“双保险”监测措施,即建立遥控自动化监测系统与人工现场监测相结合。遥控自动化系统由洞口监测中心(配置主控计算机)和洞内的控制分站以及在洞内各工作面、巷道、塌方空洞、巷道转角等处设瓦斯浓度探头、风速探头、自动报警器、远程断电器。通过各探头,洞口和监测中心随时了解洞内各处瓦斯浓度和风速情况,如有超标立即报警并通过断电器关闭洞内电器电源。各工作面 and 瓦斯情况可及时被监控人员掌握,提高对事故的应变能力,特别是揭煤放炮期间,监测人员能立即观察到炮后瓦斯浓度变化曲线和涌出量,节省施工间隙。但设置自动监测系统的探头须离开挖面一定距离,实行在装药前、放炮前、爆破后人工配合进行瓦斯检查(即执行“一炮三检制”),使得开挖过程中做到监测瓦斯浓度不间断。

(4)弱爆破:采用低爆力部分露煤震动放炮方案。即采用低爆力的矿用安全炸药(目前大量生产和使用的2号和3号煤矿许用炸药以及相应的抗水型,其对瓦斯的安全性随号数增加递增,威力则随号数增加递减)与安全雷管(煤矿许用毫秒电雷管最后一段延期小于130ms),装药系数与普通掘进爆破相同,只在岩石段装药,煤段不装药,在揭开煤层前的安全岩柱开始,进入煤巷及半煤半岩巷,直到进入全岩巷2m时的全过程,均须采取预探(通过煤层之前先通过打探孔探测煤层位置)、预测(施钻预测孔,取样试验确定是否有瓦斯突出危险)、预排(对有瓦斯突出危险的煤层预先排放瓦斯)、检验(打孔取样检验预排效果)、震动放炮揭石门(用震动放炮把煤层之前的岩柱揭开)、超前支护下掘进煤巷及半煤巷、设置加强的初期支护等安全措施。通过以上措施防止瓦斯突出和软岩隧道出现坍方等失稳情况。

(5)加强通风:瓦斯隧道通风方案应结合施工期间的工区划分,在每个工区中采用独立的巷道式通风系统。各工区通风系统互不干扰,斜进工区设专用竖井,较长的隧道设计平行导坑,使其通风形成回路。

瓦斯隧道在施工期间,设专门的通风管理机构,负责通风系统各种设备的管理和检修,定期测试洞内风速、风量、气温、气压、瓦斯浓度等并作详细记录,计算有效风量。在特殊情况下停风时,应同时停止工作,撤出人员,切断一切电源,恢复通风前首先检查瓦斯浓度。

(6)快锚喷:由于煤层软弱松散,爆破后往往不等支护即产生坍塌冒顶,因此必须设置超前支护。采用自进式注浆锚杆作为超前支护,利用中空立杆身注

浆(带止浆塞),注浆压力须达到 2.0MPa,水泥浆固结半径达到 15 ~ 20cm,锚杆间距为 0.25 ~ 30cm,胶结煤粉,使得环型相对稳定,不发生煤粉散落。

由于煤层地段围岩多为 II、III 类,应力高,开挖后不及时加强支护会产生大变形,其初期支护参数可参照表 1-3。

煤层地层初期支护参数

表 1-3

围岩类别	喷混凝土 (cm)	钢筋网 (mm)	锚杆 (cm)	预留变形量 (cm)	钢格栅栏 (cm)
II	20	$\phi 8 \times \phi 12 @ 20$	300@100	12	4 支@50
III	10	$\phi 6 \times \phi 8 @ 20$	300@100	8	

注:@表示间隔。

## 二、设计依据及总体设计原则

### 1. 设计依据

瓦斯隧道的设计依据如下:

- (1) 国家法律、法规以及地方政府强制性条文;
- (2) 行业标准、规范;
- (3) 拟建项目勘察设计合同文件;
- (4) 拟建项目的可行性研究报告;
- (5) 与设计有关的工作会议纪要;
- (6) 与拟建项目有关的工作会议纪要;
- (7) 《拟建项目可行性研究报告》专家评审意见;
- (8) 拟建路线方案评审意见;
- (9) 与沿线地方政府关于涵洞、通道、取弃土场及道路改移的协议;
- (10) 地勘等其他资料。

### 2. 总体设计原则

瓦斯隧道的总体设计原则如下:

(1) 隧道位置选择遵循“在稳定地层中、尽量避免穿越复杂和不良地质地段”原则。

(2) 隧道洞口遵循“早进洞、晚出洞、洞口工程和自然的和谐”原则设计,洞口工程与外围景观、地质地貌协调,洞门简洁、隐蔽、淡化,实现仰坡“零开挖”,以充分保护自然环境,风景区的隧道及重点隧道洞门结合当地建筑风格及自然



景观进行设计,避免宏大、雄伟和醒目的洞门结构。

(3)建筑界限按现行的《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)选用,在满足建筑界限及各种设备使用功能、施工工艺要求的基础上,考虑良好的结构受力、适当富裕量等因素确定内净空,内净空一般可采用三心圆断面形式。

(4)隧道衬砌结构使用寿命一般按 100 年进行设计,并保证结构在施工及使用期间具有足够的强度、刚度、稳定性要求,且满足施工、防水、防火等要求。浅埋、严重偏压段、自稳性差的软弱地层、断层破碎段隧道采用加强衬砌。

(5)暗挖隧道一般采用新奥法原理进行施工,采用光面爆破法开挖围岩,地质条件允许时优先采用机械非钻爆法开挖。

(6)施工过程中充分贯彻“动态设计、动态施工、动态管理”的理念。

(7)隧道防排水遵循“防、排、截、堵结合,因地制宜,综合治理”原则设计,对地表水、地下水妥善处理,使洞内外形成一个完整、通畅、便于维修的防排水体系。

(8)环境保护遵循“最大限度保护、最小限度破坏及最大限度恢复”原则,采取“以防为主,以治为辅的方法,防治结合,综合治理”原则。

(9)隧道弃渣优先考虑用作工程材料。隧道进出口以及明洞的边仰坡进行绿化、防护,以尽量减少对周围环境的影响。隧道施工期间产生的废水、废液必须经处理达标后方可排放,避免对环境造成危害。

### 三、现行规范和技术标准

瓦斯隧道设计、施工中主要用到的规范和技术标准如下:

- (1)《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》交公路发[2007]358号;
- (2)《公路工程技术标准》(JTG B01—2003);
- (3)《公路路线设计规范》(JTG D20—2006);
- (4)《公路隧道设计规范》(JTG D70—2004);
- (5)《公路隧道通风照明设计规范》(JTJ 026.1—1999);
- (6)《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002);
- (7)《公路工程抗震设计规范》(JTJ 004—89);
- (8)《锚杆喷射混凝土支护技术规范》(GB 50086—2001);
- (9)《铁路隧道喷锚构筑法技术规范》(TB 10108—2002,J 159—2002);