

高瓦斯多层采空区公路隧道勘察、设计与施 工技术指南

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	5
3	采空区及瓦斯地层勘察	7
3.1	一般规定	7
3.2	工程地质调查与测绘.....	8
3.3	勘探与取样.....	10
3.4	地球物理勘探.....	11
3.5	原位测试与室内试验.....	12
3.6	稳定性评价.....	13
3.7	围岩分级	13
4	高瓦斯多层采空区公路隧道设计	14
5	采空区处治设计	17
5.1	一般规定	17
5.2	非注浆方法.....	18
5.3	注浆法	19
6	揭煤防突设计	25
7	高瓦斯多层采空区隧道施工	28
7.1	一般规定	28
7.2	超前地质预报.....	29
7.3	隧道钻爆	30
7.4	隧道开挖	33
7.5	隧道通风	34
7.6	瓦斯监测	35
7.7	隧道机电设备.....	38
8	采空区注浆施工	41
8.1	准备工作	41

8.2	注浆钻探	41
8.3	一般施工工艺	43
8.4	特殊施工工艺	47
8.5	注浆材料及其浆液	48
8.6	理想注浆材料的要求	49
8.7	注浆材料选择	50
8.8	无机系注浆材料	50
8.9	无机系注浆材料	55
8.10	浆液主要性能及其测试方法	56
8.11	外加剂的作用及分类	59
8.12	主要经济技术指标	62
9	质量控制及工程验收	65
9.1	质量检测	65
9.2	工程验收	66
附录 A	工程物探方法及适用条件	67
附录 B	煤岩破坏类型	69
附录 C	煤层瓦斯压力测定方法	70

1 总 则

1.0.1 为贯彻执行国家有关技术经济政策，做到技术先进、经济合理，确保工程质量，制定本指南。

1.0.2 本指南适用于通过高瓦斯多层采空区的公路隧道勘察、设计和施工。

1.0.3 公路隧道勘察、设计和施工必须重视每一环节的技术质量，建立完善的质量保证体系和质量追溯责任制度。

1.0.4 通过高瓦斯多层采空区的公路隧道勘察、设计和施工，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 采空区

地下固体矿床开采后的空间及其围岩失稳而产生位移、开裂、破裂垮落，直到上覆岩层整体下沉、弯曲所引起的地表变形和破坏的地区或范围，统称为采空区。

2.1.2 老采空区

已停止开采且地表移动衰退期已结束的采空区。

2.1.3 新采空区

正在开采或虽已停采但地表移动变形仍未结束的采空区。

2.1.4 顶板

赋存在煤层之上的邻近岩层

2.1.5 人工顶板

分层开采时，为阻止上分层矸石垮落进入工作空间而铺设的隔离层。

2.1.6 地表移动

因采煤引起的岩层移动，逐步波及到地表，使地表产生移动、变形和破坏的过程和现场统称为地表移动。

2.1.7 地表移动盆地

由采煤引起的采空区上方地表移动与变形的范围。

2.1.8 地表下沉

地表移动的垂直分量。

2.1.9 地表水平移动

地表移动的水平分量。

2.1.10 地表倾斜

地表两相邻点下沉值与其水平距离的比值。

1.1.1 垮落带（冒落带）

直接位于采空区上方的顶板岩层，在自重和上覆岩层重力作用下，因所受应力大大超过本身强度，发生断裂、破碎而塌落、堆积于采空区，已塌落部分称垮落带。垮落带的下部为不规则垮落带；垮落带的上部为规则垮落带。

1.1.2 断裂带（裂隙带）

垮落带上部的岩层在重力作用下，所受应力超过本身强度时，产生裂隙、离层及断裂，但仍保持原有的岩层层次的那部分岩层，称为断裂带。

1.1.3 弯曲带

断裂带上部的岩层在重力作用下，所受应力尚未超过岩层本身的强度，产生微小变形，但整体性未遭破坏，也未产生断裂，仅出现连续平缓的弯曲变形，称为弯曲带。

1.1.4 地表松散层沉陷变形带

地下煤层大面积采空后，煤层上部的岩层失去支撑，平衡条件被破坏，使岩层塌落、弯曲，引起地表松散层下沉变形或裂缝，称为地表松散层沉陷变形带。

1.1.5 瓦斯

隧道以甲烷（ CH_4 ）为主的有毒、有害气体的总称。

1.1.6 瓦斯地层

含有瓦斯的地质层。根据瓦斯成因，瓦斯地层可分为煤系瓦斯地层和非煤系瓦斯地层（油页岩及含天然气、石油地层）。与瓦斯地层相对应，不含瓦斯的地质层，称之为非瓦斯地层。

1.1.7 瓦斯工区

隧道施工区段穿越含瓦斯地层时，该施工工区为瓦斯工区。

1.1.8 绝对瓦斯涌出量

单位时间涌出的瓦斯量称为绝对瓦斯涌出量，单位： m^3/min 。

1.1.9 相对瓦斯涌出量

隧道穿煤过程中，平均每吨煤（岩）所涌出的瓦斯量，单位： m^3/t 。

1.1.1 煤的工业分析

煤的水分（M）、灰分（A）、挥发分（V）和固定碳（Fc）四个分析项目指标的测定的总称。

1.1.2 局部瓦斯积聚

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% 的现象。

1.1.3 煤（岩）与瓦斯突出

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

1.1.4 瓦斯浓度

空气中瓦斯占有量与空气体积之比，以百分数表示。

1.1.5 瓦斯压力

瓦斯在煤岩体中所呈现的压力，单位：MPa。

1.1.6 瓦斯排放

对于围岩内所含瓦斯实施的安全排除措施。

1.1.7 瓦斯放散初速度

在特定条件下，标准煤样在一定时间内解吸出的瓦斯量，单位：mmHg。

1.1.8 突出预测预报

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

1.1.9 超前探孔

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。

1.1.10 倾斜煤层

倾角为 $8^\circ\sim 25^\circ$ 时，称为缓倾斜煤层；倾角为 $25^\circ\sim 45^\circ$ 时，称为倾斜煤层；倾角大于 45° 时，称急倾斜煤层。

2.1.11 揭煤

隧道自底（顶）板岩层与煤层法线距离 5m 外开始，进入或穿过突出煤层顶（底）板（法线距离大于 2m）的全部作业过程。

2.1.12 震动爆破

在隧道揭穿突出煤层或在突出煤层中推进时，在采取严格安全管理及防护措施的条件下，用增加炮眼数、加大装药量等方式诱导煤（岩）与瓦斯突出，以保障现场施工人员安全的一种爆破作业。

2.1.13 混凝土透气系数

在规定压力下，单位时间、单位面积内混凝土的透气量，单位：cm/s。

2.1.14 气密性混凝土

透气系数不大于 10^{-11} cm/s 的混凝土。

2.1.15 注浆

通过钻孔向含水或不含水的裂隙、空洞或不稳定的地层压注水泥浆或其他浆液，以堵水或充填加固地层的施工技术。

2.1.16 注浆孔

向地层或采空垮落带压送浆液的钻孔。

2.1.17 注浆压力

注浆时，克服浆液流动阻力使浆液扩散到一定范围所需的压力。

2.2 符 号

A_t —注浆总量浆液损耗系数；

A —单孔注浆量浆液损耗系数；

c —浆液相对密度；

C —浆液结石率；

H_c —受注层段 1/2 处至孔口压力表的浆液柱高度，m；

H_w —静水位至受注层段 1/2 处的水柱高度，m；

L —压水段长，m；

m —采空区煤层厚度，m；

- P —注浆压力, MPa;
- P_b —孔口压力, MPa;
- Q —压入流量, L/min;
- Q_t —采空区总注浆量, m^3 ;
- Q_s —单孔注浆量, m^3 ;
- R —浆液有效扩散半径, m;
- S —采空区治理面积, m^2 ;
- S_w —试验压力水头, m;
- ΔV —采空区剩余空隙率;
- V_1 —浆液的体积, m^3 ;
- V_2 —结石体 (凝胶体) 体积, m^3 ;
- V_u —浆液原来的体积, m^3 ;
- w —水的相对密度;
- W —岩层单位吸水量 (率), L/min m m;
- β —结石率;
- η —注浆充填系数;
- ρ —液体密度, kg/m^3 。

3 采空区及瓦斯地层勘察

3.1 一般规定

3.1.1 隧道通过正在开采或已废弃的各类矿区、穿越煤层或邻近含瓦斯地层时，应进行采空区及瓦斯地层工程地质勘察。采空区及瓦斯地层勘察工作应包括下列内容：

- 1 查明区域地质构造、地层岩性以及煤层分布等工程地质条件。
- 2 查明采空区开采历史、开采现状和开采规划，以及开采方法、开采范围和深度。
- 3 查明采空区的井巷分布、断面尺寸及相应的地表对应位置，采掘方式和顶板管理办法。
- 4 查明采空区覆岩及垮落类型、发育规律、岩性组合及其稳定性。
- 5 查明地下水的赋存类型、分布、补给排泄条件及其变化幅度，分析评价地下水对采空区稳定性的影响。
- 6 查明地表移动变形盆地特征和分布，裂缝、台阶、塌陷分布特征和规律。
- 7 查明煤层特征、煤质特征和瓦斯含量及相关参数，分析评价有害气体的类型、分布特征和危害程度。
- 8 评价采空区与公路隧道的位置关系、地面变形可能影响的范围和变化趋势。
- 9 分析及预测采空区地表移动变形特征和规律。

3.1.2 采空区勘察一般可分为可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察、施工勘察共四个阶段。

- 1 可行性研究勘察阶段，应以资料搜集、采空区调查及工程地质测绘为主，以适量的物探和钻探工作为辅，应对场地的稳定性和工程建设适宜性进行初步评价。
- 2 初步勘察阶段，应搜集有关地质、采矿资料，并应以采空区专项调查、工程地质测绘、工程物探及地表变形观测为主，辅以适当的钻探工作验证及水文地质观测试验，应对工程场地的稳定性和工程建设的适宜性进行评价

和分区。

- 3 详细勘察阶段，应以工程钻探为主，并应辅以必要的物探、变形观测及调查、测绘工作，应对场地进行岩土工程评价，并应提供地基基础设计、施工所需的岩土工程参数和地基处理、采空区治理方案建议。
- 4 施工勘察阶段，当场地实际情况与详细勘察结果差异较大时，应进行施工勘察。

3.1.3 根据开采时间，采空区可分为老采空区、现代采空区和未来采空区。

3.1.4 根据开采规模，采空区可分为大面积采空区和小型采空区。小型采空区根据开采目的可进一步分为小煤窑采空区、采砂洞等。

3.1.5 根据采空区的地质条件，隧道选线应符合下列规定：

- 1 确定公路隧道位置时，应结合路线总体设计，并经技术经济比较，尽量绕避含瓦斯地层和大型采空区。绕避困难时，宜短距离或垂直通过。
- 2 隧道路线应避开变形延续时间长，井巷或坑、洞分布复杂的小型采空区。
- 3 路线通过埋藏较浅的小型采空区时，应降低路线的设计高程，采用明挖回填的方法对采空区处理后通过。

3.1.6 采空区工程勘察勘探点布置、岩（土）和水试样采取及试验、原位测试项目及数量等，还应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、《公路工程地质勘察规范》JTG C20-2011 等的有关规定。

3.2 工程地质调查与测绘

3.2.1 采空区调查与工程地质测绘，宜在工程项目的可行性研究或初步设计阶段进行；在详细勘察阶段，应针对专门工程地质问题提与现象做补充性的工程地质调查与测绘。工程地质测绘的比例尺宜符合下列规定：

- 1 可行性研究阶段测绘的比例尺宜为 1:2000~1:5000；
- 2 初勘阶段测绘的比例尺宜为 1:1000~1:2000，沿隧道中线两侧的调绘宽度各不宜小于 200m；
- 3 其他阶段或采空区分布复杂地段或为解决某一特殊地质问题时，比例尺可放大。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/668130113050007003>