

煤矿巷道断面和交岔点设计规范

Code for design of roadway section and junction of coal mine

2017 – 05 – 04 发布

2018 – 01 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

煤矿巷道断面和交岔点设计规范

Code for design of roadway section and junction of coal mine

GB 50419 - 2017

主编部门：中 国 煤 炭 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 8 年 1 月 1 日

中国计划出版社

2017 北 京

中华人民共和国国家标准
煤矿巷道断面和交岔点设计规范
GB 50419-2017

☆

中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3.75 印张 93 千字

2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 155182·0140

定价: 23.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1545 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》的公告

现批准《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》为国家标准,编号为 GB 50419—2017,自 2018 年 1 月 1 日起实施。其中,第 3.2.9、4.1.1(1、2、3)、4.2.1、4.2.2、4.2.3、4.3.2、12.1.1、12.2.1、12.2.2、12.2.4(2)、12.2.7、12.2.8、12.2.9、12.3.3、12.3.4 条(款)为强制性条文,必须严格执行。原国家标准《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》GB 50419—2007 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2017 年 5 月 4 日

前 言

本规范是根据住房城乡建设部《关于印发〈2014 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2013〕169 号)的要求,由中煤西安设计工程有限责任公司和中国煤炭建设协会勘察设计委员会会同相关单位,对原国家标准《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》GB 50419—2007 进行修订的基础上完成的。

本规范在修订过程中,规范编制组经广泛调查研究,认真分析、总结和吸取了近年来煤矿建设发展的实践经验,特别是国内外煤矿建设的新技术、新工艺和新的科研成果,注意与相关规范的衔接,并广泛征求意见,反复修改,最后由中国煤炭建设协会组织审查定稿。

本规范共 13 章,1 个附录,主要内容有:总则、术语、巷道断面形状和支护方式、巷道净断面、锚喷支护、拱碲支护、金属支架支护、联合支护和全封闭支护、巷道交岔点、轨道敷设、水沟、管线敷设、辅助设施和铺底等。

本次修订的主要内容是:

(1)根据《煤矿安全规程》(2016 版),调整了相关安全间隙及行人道等的要求。

(2)鉴于我国各矿区地质条件的差异性和现场反馈意见,对部分锚喷支护参数进行了调整。

(3)取消了对斜巷轨道人车及铺轨的相关规定。

(4)将第 1.0.3 条、第 4.1.1 条第 4 款、第 4.3.1 条、第 4.3.6 条、第 6.1.2 条、第 7.1.3 条不再作为强制性条款。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,

中国煤炭建设协会负责日常管理工作,中煤西安设计工程有限责任公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,注意积累资料,随时将意见和建议反馈给中煤西安设计工程有限责任公司(地址:西安市雁塔路北段 66 号;邮政编码:710054;E-mail: xmsxms @ pub. xaonline. com),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中煤西安设计工程有限责任公司

参 编 单 位:中煤邯郸设计工程有限责任公司

煤炭工业合肥设计研究院

中煤科工集团武汉设计研究有限公司

中煤科工集团沈阳设计研究有限公司

山西约翰芬雷华能设计工程有限公司

煤炭工业郑州设计研究院股份有限公司

主要起草人:宫守才 晏学功 何春诗 刘清宝 郑忠友

宋 伟 李 伟 孙东飞 孟 飞 李德春

王 勇 吴金现 施佳音 罗承伟 李 明

主要审查人:耿建平 杨裕官 于为芹 何芳现 于新胜

郭俊生 丁 易

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	巷道断面形状和支护方式	(3)
3.1	巷道断面形状	(3)
3.2	巷道支护方式	(3)
4	巷道净断面	(5)
4.1	一般规定	(5)
4.2	人行道	(6)
4.3	巷道的净高与净宽	(6)
5	锚喷支护	(11)
5.1	一般规定	(11)
5.2	锚喷支护类型与支护参数	(11)
5.3	锚喷支护材料	(17)
6	拱碇支护	(20)
6.1	一般规定	(20)
6.2	拱碇类型与支护参数	(20)
6.3	拱碇支护材料	(21)
7	金属支架支护	(23)
7.1	一般规定	(23)
7.2	金属支架类型与支护参数	(23)
7.3	金属支架材料	(24)
8	联合支护和全封闭支护	(25)
8.1	联合支护	(25)
8.2	全封闭支护	(25)

9 巷道交岔点 (27)

9.1 一般规定 (27)

9.2 交岔点平面设计 (27)

9.3 交岔点柱墙与墙高 (28)

9.4 交岔点支护 (29)

10 轨道敷设 (30)

10.1 轨型与道岔 (30)

10.2 道床与轨枕 (30)

10.3 轨道敷设的其他要求 (31)

11 水 沟 (33)

11.1 水沟布置与坡度 (33)

11.2 水沟断面 (33)

11.3 水沟构筑与盖板 (34)

12 管线敷设 (36)

12.1 一般规定 (36)

12.2 管线布置 (36)

12.3 管线敷设方式与敷设要求 (37)

13 辅助设施和铺底 (39)

13.1 辅助设施 (39)

13.2 铺底 (39)

附录 A 构筑水沟的净断面和允许最大流量 (41)

本规范用词说明 (43)

引用标准名录 (44)

附：条文说明 (45)

Contents

1	General regulations	(1)
2	Terms	(2)
3	Shapes of roadway section and supporting way	(3)
3.1	Shapes of roadway section	(3)
3.2	Supporting pattern of roadway	(3)
4	Inner section of roadway	(5)
4.1	General requirements	(5)
4.2	Sidewalk	(6)
4.3	Net high and width of drift	(6)
5	Bolting and shotcrete lining	(11)
5.1	General requirements	(11)
5.2	Types and supporting parameters of bolting and shotcrete lining	(11)
5.3	Materials for bolting and shotcrete lining	(17)
6	Arch lining	(20)
6.1	General requirements	(20)
6.2	Arch types and lining parameters	(20)
6.3	Arch lining materials	(21)
7	Metal supports	(23)
7.1	General requirements	(23)
7.2	Types of metal supports and supporting parameters	(23)
7.3	Materials of metal supports	(24)
8	Combined supporting and full supporting	(25)
8.1	Combined supporting	(25)

8.2	Full supporting	(25)
9	Roadway junction	(27)
9.1	General requirements	(27)
9.2	Plane design for junction	(27)
9.3	Prop and wall height at junction	(28)
9.4	Junction supping	(29)
10	Track laying	(30)
10.1	Rail and turnout	(30)
10.2	Track bed sleepers	(30)
10.3	Other requirements for track laying	(31)
11	Water ditch	(33)
11.1	Water ditch layout and slope	(33)
11.2	Section of water ditch	(33)
11.3	Water ditch construct and cover	(34)
12	Pipeline laying	(36)
12.1	General requirements	(36)
12.2	Pipeline layout	(36)
12.3	Method and requirement of pipeline laying	(37)
13	Auxiliary facilities and paving	(39)
13.1	Auxiliary facilities	(39)
13.2	Paving	(39)
Appendix A: net section of water ditch and allowable		
	maximum flow	(41)
Explanation of wording in this code		(43)
List of quoted standards		(44)
Addition; Explanation of provisions		(45)

1 总 则

1.0.1 为在煤矿巷道断面和交岔点设计中贯彻执行国家相关的法律、法规,做到安全适用、技术先进、经济合理,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于煤矿中的平巷、斜巷、平硐硐身的断面设计以及平巷交岔点设计。

1.0.3 煤矿巷道断面和交岔点应根据围岩条件和矿压特点设计,并应满足行人、运输、通风、管线敷设、设备与设施安装,以及检修、施工的要求。

1.0.4 煤矿巷道和交岔点的支护设计,宜采用工程类比法,必要时应结合监控量测法、理论计算法和数值模拟法多种方法组合进行。

1.0.5 煤矿巷道断面和交岔点设计除应执行本规范的规定外,尚应符合国家现行的有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 巷道断面 section of drift; section of roadway

与巷道走向(长轴)垂直相交的横切面,由巷道净断面和支护结构物、水沟,以及轨道、铺底、底拱充填体横断面组成。

2.0.2 巷道净断面 inner section of drift; inner section of roadway

巷道支护结构物内侧,扣除水沟、轨道道床、铺底、底拱充填体及敷设管线、扶手、台阶后的断面。

2.0.3 人行道 sidewalk; man way

矿井中专供行人的巷道或巷道中专供行人的通道。

2.0.4 全封闭支护 full supporting

沿巷道断面四周(360°)方向进行的不间断的连续支护方式。

2.0.5 巷道辅助设施 auxiliary installation of drift; auxiliary facilities of drift

为确保行人、运输安全,沿巷道设置的台阶、扶手、栏杆、轮廓标、安全标志,以及为方便行人、运输等而设置的巷道名称标牌、里程标志、避灾路线、指路标识等设施的总称。

2.0.6 轮廓标 delineator

沿无轨运输巷道行车道两侧设置,用于指示车辆行驶方向和行车道边界的,具有逆反射性能的运输安全设施。

3 巷道断面形状和支护方式

3.1 巷道断面形状

3.1.1 巷道断面形状应根据巷道的用途、围岩条件、矿压特点、服务年限、支护方式、掘进工艺等因素确定,并应符合承压性能好、断面利用率高、掘进与支护费用低,便于施工的要求。

3.1.2 巷道断面形状可按下列原则选择:

1 开拓及准备巷道宜采用拱形断面,当沿煤层布置时可采用矩形或梯形断面;

2 回采巷道宜采用矩形或梯形断面;

3 全封闭支护的巷道,宜选用带底拱的拱形、马蹄形或圆形断面。

3.1.3 拱形断面巷道宜采用直墙半圆拱形、直墙三心拱形或直墙圆弧拱形;侧压明显的巷道宜采用曲墙半圆拱形、曲墙三心拱形或曲墙圆弧拱形。

三心拱形与圆弧拱形断面,其净断面矢高与宽度的比值宜选用 $1/3$ 。

3.1.4 梯形断面巷道侧帮的倾角宜取 80° 。

3.2 巷道支护方式

3.2.1 巷道支护应有效地控制围岩的变形与松动,并应做到施工安全、方便、经济。

3.2.2 巷道的支护方式应根据围岩条件、矿压特点、巷道断面形状、用途和服务年限等因素选择。

3.2.3 巷道可采用锚喷支护、拱碛支护、金属支架支护或联合支护,不得采用木支架作永久支护。

- 3.2.4** 在条件适宜时巷道应采用锚喷支护。
- 3.2.5** 服务年限长、不受采动影响、围岩破碎、变形量小或有大面积淋水的巷道,可采用拱碯支护。
- 3.2.6** 服务年限短、金属支架可多次重复使用的巷道;受动压影响、围岩变形量较大的回采巷道,可采用金属支架支护。
- 3.2.7** 围岩条件差、巷道断面大、承受地应力大的巷道,采用单一支护方式不适宜时,应采用锚网喷支护、拱碯支护、金属支架支护等组成的联合支护。
- 3.2.8** 承受地应力大且底板松软、有底鼓的软岩巷道宜采用全封闭支护。
- 3.2.9** 布置在容易自燃和自燃煤层中的开拓和准备巷道,必须采用喷射混凝土、砂浆或拱碯封闭煤层,碯后的空隙和冒落处必须用无腐蚀、无毒的不燃性材料充填密实。

4 巷道净断面

4.1 一般规定

4.1.1 巷道净断面除应符合本规范第 1.0.3 条的规定外,尚应符合下列规定:

1 巷道净断面必须按支护最大允许变形后的断面设计。

2 主要巷道的净高不得低于 2.2m,采用轨道机车运输的巷道净高,自轨面起不得低于 2.0m。架线电机车运输巷道的净高,在井底车场内、从井底到乘车场,不得低于 2.4m;其他地点,行人的不得低于 2.2m,不行人的不得低于 2.1m。

3 采(盘)区内的上山、下山和平巷的净高不得低于 2.0m,薄煤层内的巷道不得低于 1.8m。

4 巷道净宽不宜小于 2.0m。

4.1.2 采煤工作面开切眼的高度应与工作面支架安装及正常生产要求相适应。

4.1.3 运输巷道的净断面,应按巷道内运行的运输设备及需要运送的最大件的尺寸设计,并按通风能力校核。

4.1.4 不承担运输任务的回风巷和进风巷,其净断面应按通风能力设计;其他巷道应根据其功能要求设计。

4.1.5 巷道的通风能力应根据有效过风断面进行计算。

4.1.6 无轨运输巷道宜按单车道设计,必要时可设会让站或会让硐室。

4.1.7 巷道的净宽和净高(或三心拱、圆弧拱形巷道的壁高)宜以 100mm 为模数进级。

4.1.8 在满足巷道不同使用功能的前提下,宜减少矿井内巷道断面的形式与净断面的尺寸规格。

4.2 人 行 道

4.2.1 有人员行走的巷道必须设置人行道。人行道上不得有妨碍人员行走的任何设施和物件。

4.2.2 人行道的净高不得小于 1.8m。

4.2.3 在净高 1.6m 范围内人行道的宽度必须符合下列要求：

1 行驶无轨运输设备的巷道不得小于 1.0m。

2 轨道运输巷道,综采矿井不得小于 1.0m,其他矿井不得小于 0.8m。

3 单轨吊运输、架空乘人装置运人巷道不得小于 1.0m。

4 人车停车地点上下人侧,不得小于 1.0m。

4.2.4 倾角大于 15° 的斜巷中,人行道的净高宜按铅垂高度计算。

4.2.5 当水沟设于人行道侧,且水沟净宽大于 0.5m 时,有轨巷道人行道的宽度应根据轨道铺设的要求进行校核。

4.3 巷道的净高与净宽

4.3.1 巷道的净高与净宽,应根据巷道中运输设备及所运送的物件的高度与宽度、人行道的高度与宽度、安全间隙、检修与操作空间以及管线敷设的高度与宽度计算确定;巷道管线敷设的高度与宽度,应按管线及其敷设装置的最外缘确定。

4.3.2 运输巷道直线段的安全间隙、检修与操作空间必须符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 运输巷道直线段的安全间隙、检修与操作空间的最小值(mm)

序号	项 目	最小值
1	综采矿井轨道运输设备与巷道侧帮的支护、管线、设施之间的安全间隙	500
2	综采矿井轨道运输设备与巷道顶部的支护、管线、设施之间的安全间隙	300

续表 4.3.2

序号	项 目	最小值
3	其他矿井轨道运输设备与巷道的支护、管线、设施之间的安全间隙	300
4	双轨运输巷道两股道列车之间的安全间隙	200
5	带式输送机与巷道侧帮的支护、管线、设施之间的检修空间	500
6	带式输送机机头、机尾与巷道侧帮的支护、管线、设施之间的检修空间	700
7	采区装载点两股道列车之间的操作空间	700
8	矿车摘挂钩点两股道列车之间的操作空间	1000
9	移动变电站、工作面平巷设备列车与巷道侧帮的支护或管线之间的安全间隙	300
10	移动变电站、工作面平巷设备列车与输送机之间的检修空间	700
11	无轨运输设备与巷道顶部、侧帮的支护、管线、设施之间的安全间隙	500
12	无轨运输设备运送的液压支架与巷道顶部的支护、管线、设施之间的安全间隙	300
13	架空乘人装置蹬座中心与巷道侧帮的支护、管线、设施之间的安全间隙	700
14	架空乘人装置物料斗箱与巷道侧帮的支护、管线、设施之间的安全间隙	500
15	架空乘人装置蹬座、物料斗箱与巷道底板之间的安全间隙	300
16	循环运行的架空乘人装置运载索中心之间的安全间隙	900
17	循环运行的架空乘人装置物料斗箱之间的安全间隙	500
18	单轨吊运输设备与巷道侧帮的支护或管线、设施之间的安全间隙	850
19	单轨吊运输设备与巷道底板之间的安全间隙	300
20	单轨吊运输设备与巷道顶部的支护或设施之间的安全间隙	500

注：1 运输设备包括设备本身及运送的物件，管线包括管线本身和敷设装置。

2 安全间隙按运输设备、支护结构、管线及其他设施的最突出部分计算。

4.3.3 运输巷道曲线段及与之相连的一定长度的直线段中,运输设备两侧的人行道与安全间隙,应在直线段人行道与安全间隙的基础上加宽。

4.3.4 轨道运输设备在巷道曲线段运行时,其超宽值可按下列公式计算:

1 外侧超宽值:

$$K_P > L_{B2} \text{ 时} \quad \Delta_w = \frac{L^2 - S_B^2}{8R} \quad (4.3.4-1)$$

$$L_{B2} > K_P > L_{B1} \text{ 时} \quad \Delta_w = \frac{K_P(L^2 - S_B^2)}{8RL_{B2}} \quad (4.3.4-2)$$

$$K_P < L_{B1} \text{ 时} \quad \Delta_w = \left(L_{B1} - \frac{K_P}{2} \right) \sin \beta \quad (4.3.4-3)$$

2 内侧超宽值:

$$K_P > S_B \text{ 时} \quad \Delta_N = \frac{S_B^2}{8R} \quad (4.3.4-4)$$

$$K_P < S_B \text{ 时} \quad \Delta_N = \frac{S_B^2}{8R} + \frac{(S_B - K_P)}{2} \sin \frac{\beta}{2} \quad (4.3.4-5)$$

式中: Δ_w 、 Δ_N ——分别为曲线外侧、内侧超宽值(mm);

L ——车厢长度(mm);

L_{B1} ——车厢正面至第一根轴的距离(mm);

L_{B2} ——车厢正面至第二根轴的距离(mm);

S_B ——车辆的轴距(mm);

K_P ——按轨道中心线计算的曲线弧长(mm);

R ——轨道中心线的曲线半径(mm);

β ——曲线段转角(°)。

4.3.5 运输巷道曲线段运输设备两侧人行道与安全间隙的设计加宽值,应符合下列规定:

1 无轨运输巷道宜按下列要求选取:

1)行车道中心线曲线半径大于 10m 时,宜采用 300mm;

2)行车道中心线曲线半径等于或小于 10m 时,宜采用

600mm。

2 有轨运输巷道可按本规范第 4.3.4 条计算并取整确定,也可按下列要求选取:

1)内侧宜采用 100mm;

2)外侧宜采用 200mm。

4.3.6 双轨巷道的轨道中心距,应根据运输设备及所运送的物件的宽度与双轨间的安全间隙确定;双轨巷道曲线段及与之相连的一定长度的直线段的轨道中心距,应在直线段轨道中心距的基础上加宽。

4.3.7 双轨巷道的轨道中心距宜按表 4.3.7 选取。

表 4.3.7 双轨巷道的轨道中心距(mm)

序号	运 输 设 备	600mm 轨距		900mm 轨距	
		直线段	曲线段	直线段	曲线段
1	1t 固定矿车	1100	1300	—	—
2	600 轨距 1.5t 固定矿车、5t 及以下电机车	1300	1500	—	—
3	900 轨距 1.5t 固定矿车	—	—	1400	1600
4	平巷人车、5t~14t 电机车	1300	1600	1600	1900
5	3t 底卸式矿车	1500	1700	—	—
6	5t 底卸式矿车	1600	1800	1800	2000
7	液压支架与 14t 及以下电机车机车并列运行	1500	1700	1800	2000
8	液压支架与平巷人车并列运行	1600	1800	1800	2000
9	20t 架线式电机车	—	—	1900	2100

注:双轨巷道的轨道中心距应按并列运输设备要求的最大值确定。

4.3.8 运输巷道中与曲线段相连的直线段,运输设备两侧的人行道、安全间隙和双轨轨道中心距加宽段的长度,应符合表 4.3.8 的规定。

表 4.3.8 运输巷道中与曲线段相连的直线段加宽段长度(mm)

序号	运输设备及车辆	直线段加宽段长度
1	1t 固定矿车	1500
2	1.5t 固定矿车、5t 及以下电机车	2000
3	3t 底卸式矿车	2500
4	5t 以上、14t 以下电机车	3000
5	14t 架线式电机车、5t 底卸式矿车	3500
6	无轨运输设备	4500
7	20t 架线式电机车	5000

4.3.9 无轨运输巷道会让站的净宽,宜按一辆车停车等候、另一辆车减速行,且会车时人员暂停通行的原则设计。会让站可不设人行道。会让站的安全间隙应符合本规范表 4.3.2 的规定。

5 锚 喷 支 护

5.1 一 般 规 定

5.1.1 巷道围岩级别的划分应符合现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218 的规定,锚喷支护巷道围岩级别的划分在符合上述标准的基础上具体可按现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086 执行。

5.1.2 锚杆的防腐保护等级和措施,应根据锚杆的类型、设计使用年限和所处地层有无腐蚀性确定。

5.1.3 锚喷支护类型与支护参数应根据揭露围岩条件变化和支护经验积累进行不断优化。

5.2 锚喷支护类型与支护参数

5.2.1 锚喷支护类型应根据围岩条件、矿压特点、巷道断面形状、巷道用途和服务年限等因素,按下列原则选择:

1 围岩条件好的巷道,宜采用锚杆和喷射混凝土支护;巷道宽度小或服务年限短时,可采用锚杆或喷射混凝土支护;

2 围岩条件较好的巷道,宜采用锚杆和喷射混凝土支护、锚喷网支护;巷道宽度较小或服务年限短时,可采用锚梁支护、锚网支护;巷道宽度较大时,可在顶板或拱部增加锚索加强支护;

3 围岩条件差的巷道,宜采用锚喷网支护、锚网梁支护,必要时应增加锚索加强支护;

4 回采巷道,宜采用锚网支护、锚梁支护、锚网梁支护,必要时应增加顶板锚索加强支护;

5 对于围岩较软、断面大、围岩破碎、承受地应力较大的巷道,可采用注浆锚杆、预应力锚杆或锚索加固围岩。

5.2.2 各类巷道锚喷支护的参数,可按表 5.2.2-1~表 5.2.2-5 选取。

表 5.2.2-1 锚喷支护的类型和支护参数(mm)
(拱形断面,不受采动影响)

围岩 级别	巷道净宽 $B(m)$ 支护参数 支护类型		$B \leq 3.5$	$3.5 < B \leq 5.0$	$5.0 < B \leq 6.5$	$6.5 < B \leq 8.0$	$8.0 < B \leq 9.0$
I	喷射混凝土(砂浆)厚度		—	—	50	50	50
II	锚杆	长度	—	—	—	1800	1800
		间距	—	—	—	900	800
	喷射混凝土厚度		50	50	80	80	80
III	锚杆	长度	1800	2000	2200	2200	2400
		间距	900	900~1000	900~1000	800~900	800~900
	喷射混凝土厚度		50	80	80	100	120
	金属网		—	—	加	加	加
IV	锚杆	长度	1800	2000	2200	2200	2400
		间距	800~900	800~900	800~900	700~800	700~800
	喷射混凝土厚度		100	100	120	120	150
	金属网		加	加	加	加	加
V	锚杆	长度	1800	2000	2200	2400	2600
		间距	700~800	700~800	700~800	700	700
	喷射混凝土厚度		150	150	200	200	200
	金属网		加	加	加	加	加

表 5.2.2-2 锚喷支护的类型和支护参数(mm)
(拱形断面,受采动影响)

围岩 级别	巷道净宽 B(m) 支护参数 支护类型		$B\leqslant 3.5$	$3.5<B\leqslant 5.0$	$5.0<B\leqslant 6.5$	$6.5<B\leqslant 8.0$	$8.0<B\leqslant 9.0$
I	锚杆	长度	1800	1800	2000	2000	2000
		间距	900	900	900	900	800
	喷射混凝土厚度		--	—	50	50	50
II	锚杆	长度	1800	1800	2000	2000	2200
		间距	900	800	800	800	800
	喷射混凝土厚度		—	50	80	100	100
III	锚杆	长度	1800	2000	2200	2400	2400
		间距	800	800~900	800~900	800~900	700~800
	喷射混凝土厚度		50	80	100	100	120
	金属网		—	—	加	加	加
IV	锚杆	长度	1800	2000	2200	2400	2400
		间距	800~900	800~900	800~900	800~900	700~800
	喷射混凝土厚度		100	100	120	120	150
	金属网		加	加	加	加	加
V	锚杆	长度	1800	2000	2200	2400	2600
		间距	700~800	700~800	700~800	700~800	700~800
	喷射混凝土厚度		120	120	150	180	200
	金属网		加	加	加	加	加

表 5.2.2-3 锚喷支护的类型和支护参数(mm)
(矩形断面,不受采动影响)

顶板 围岩 级别	巷道净宽 $B(m)$ 支护参数 支护类型			$B\leqslant 3.0$	$3.0<B\leqslant 4.0$	$4.0<B\leqslant 5.0$	$5.0<B\leqslant 6.0$	$6.0<B\leqslant 7.0$
I	锚杆	顶板	长度	—	—	1800	1800	1800
			间距	—	—	900	900	900
		侧帮	长度	1800	1800	1800	1800	1800
			间距	900	900	900	900	900
	侧帮金属网			加	加	加	加	加
	喷射混凝土 厚度		顶板	—	—	—	50	50
			侧帮	50	50	50	100	100
II	锚杆	顶板	长度	1800	1800	1800	2000	2200
			间距	900	900	800	900	900
		侧帮	长度	1800	1800	1800	2000	2000
			间距	900	900	900	1000	1000
	侧帮金属网			—	—	加	加	加
	喷射混凝土 厚度		顶板	50	50	50	80	80
			侧帮	50	50	100	100	100
III	锚杆	顶板	长度	1800	2000	2200	2200	2400
			间距	800	800~900	800~900	800~900	800
		侧帮	长度	1800	1800	1800	2000	2200
			间距	900	900	800~900	800~900	800
	侧帮与顶板金属网			—	—	加	加	加
	喷射混凝土 厚度		顶板	50	50	100	120	120
			侧帮	50	50	100	120	120
IV	锚杆	顶板	长度	2000	2000	2200	2400	2400
			间距	800~900	800~900	800~900	800	700
		侧帮	长度	1800	1800	2000	2200	2200
			间距	900	900	900	900	700
	侧帮与顶板金属网			加	加	加	加	加
	喷射混凝土 厚度		顶板	100	100	120	120	120
			侧帮	100	100	120	120	120

表 5.2.2-4 锚喷支护的类型和支护参数(mm)
(矩形断面,受采动影响)

顶板 围岩 级别	巷道净宽 B(m)			支护参数	支护类型	$B \leq 3.0$	$3.0 < B \leq 4.0$	$4.0 < B \leq 5.0$	$5.0 < B \leq 6.0$	$6.0 < B \leq 7.0$
I	锚杆	顶板	长度	—	1800	1800	2000	2200		
			间距	—	900	800~900	800~900	800~900		
		侧帮	长度	1800	1800	1800	2000	2000		
			间 距	900	900	900	900	900		
	侧帮金属网			加	加	加	加	加		
	喷射混凝土 厚度		顶板	—	—	50	50	50		
			侧帮	50	50	100	100	100		
	II	锚杆	顶板	长度	1800	1800	2000	2200	2400	
间距				900	800	800	800	800		
侧帮			长度	1800	1800	1800	2000	2000		
			间距	900	900	800~900	800~900	800~900		
侧帮金属网			加	加	加	加	加			
喷射混凝土 厚度		顶板	50	50	80	80	80			
		侧帮	100	100	100	100	100			
III		锚杆	顶板	长度	1800	2000	2200	2400	2400	
	间 距			800~900	800~900	800~900	800~900	700~800		
	侧帮		长度	1800	1800	2000	2000	2200		
			间距	900	800~900	800~900	800~900	800		
	侧帮与顶板金属网			加	加	加	加	加		
	喷射混凝土 厚度		顶板	80	80	100	120	120		
			侧帮	100	100	100	120	120		
	IV	锚杆	顶板	长度	2000	2200	2400	2400	2600	
间距				800~900	800~900	800~900	700~800	700		
侧帮			长度	1800	1800	2000	2200	2200		
			间距	900	800~900	800~900	800~900	700		
侧帮与顶板金属网			加	加	加	加	加			
喷射混凝土 厚度		顶板	100	100	120	120	120			
		侧帮	100	100	120	120	120			

表 5.2.2-5 锚喷支护的类型和支护参数(mm)
(矩形回采巷道)

顶板 围岩 级别	巷道净宽 B(m) 支护参数 支护类型			$B \leq 3.0$	$3.0 < B \leq 4.0$	$4.0 < B \leq 5.0$	$5.0 < B \leq 6.0$	$6.0 < B \leq 7.0$
I	锚杆	顶板	长度	—	1800	1800	2000	2200
			间距	—	900	900	800~900	800~900
		侧帮	长度	1800	1800	1800	1800	1800
			间距	900	900	900	900	900
	侧帮金属(或塑料)网			加	加	加	加	加
II	锚杆	顶板	长度	1800	1800	2000	2200	2400
			间距	900	800~900	800~900	800~900	800
		侧帮	长度	1800	1800	1800	1800	2000
			间距	900	900	800~900	800~900	800
	侧帮金属(或塑料)网			加	加	加	加	加
III	锚杆	顶板	长度	1800	2000	2200	2400	2400
			间距	800~900	800~900	800~900	800~900	700~800
		侧帮	长度	1800	1800	2000	2000	2200
			间距	900	800~900	800~900	800~900	800
	侧帮金属(或塑料)网			加	加	加	加	加
IV	锚杆	顶板	长度	2000	2200	2400	2400	2600
			间距	800~900	800~900	800~900	700~800	700
		侧帮	长度	1800	1800	2000	2200	2200
			间距	900	800~900	800~900	800~900	700~800
	侧帮金属(或塑料)网			加	加	加	加	加
V	锚杆	顶板	长度	2000	2200	2400	2600	2600
			间距	700~800	700~800	700~800	700~800	700
		侧帮	长度	2000	2200	2400	2400	2600
			间距	800	700~800	700~800	700~800	700~800
	侧帮金属(或塑料)网			加	加	加	加	加

5.2.3 锚喷支护巷道可根据巷道围岩条件、巷道断面及使用条件等,分别选用下列类型的锚杆:

- 1 端头锚固型锚杆;
- 2 全长黏结型锚杆;
- 3 摩擦型锚杆;
- 4 预应力锚杆。

5.2.4 端头锚固型锚杆的锚头应位于Ⅰ级~Ⅲ级岩体内。黏结型锚头的锚固长度应大于或等于 15 倍锚杆直径,且不得小于 240mm。

5.2.5 锚杆的设计锚固力不应小于 50kN;锚索的设计预拉力不应小于 100kN。

5.2.6 锚杆布置应遵守下列规定:

- 1 在巷道断面上,锚杆应与岩体主结构面成较大角度布置,当主结构面不明显时,应与巷道周边轮廓垂直布置;

- 2 在岩面上,锚杆宜成菱形排列;

- 3 锚杆间距不宜大于锚杆长度的 1/2;Ⅳ、Ⅴ级围岩中的锚杆间距宜采用 0.7m~1.0m,并不得大于 1.25m。

5.2.7 拱腰以上局部锚杆的布置方向应有利于锚杆受拉,拱腰以下局部锚杆的布置方向应有利于提高抗滑力。

5.2.8 黏结型锚杆锚固体长度内的胶结材料与杆体间黏结摩擦力设计值和胶结材料与孔壁岩石间黏结摩阻力设计值均应大于锚杆杆体受拉承载力设计值。

5.2.9 锚杆杆体露出岩面的长度不应大于 50mm。

5.2.10 喷射混凝土的厚度应符合下列要求:

- 1 无金属网时,应为 50mm~150mm;
- 2 有金属网时,应为 100mm~200mm;
- 3 含水岩层中,不应小于 80mm。

5.3 锚喷支护材料

5.3.1 锚杆杆体材料应按现行行业标准《树脂锚杆:第 2 部分:金

属杆体及附件》MT/T 146.2 选用,并应符合下列规定:

1 全长黏结型锚杆宜采用 HRB400 钢筋,直径 16mm~25mm 的小直径锚杆宜采用 HPB300 钢筋;

2 端头锚固型锚杆宜采用直径 16mm~25mm 的 HRB400 钢筋;

3 缝管锚杆杆体宜采用壁厚 2.0mm~2.5mm 的 16Mn、20MnSi 钢管;

4 采用其他材料作杆体,应经过试验和鉴定,确保锚杆的锚固力和其他技术性能符合本规范和现行国家标准《岩土锚固与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086 的有关规定。

5.3.2 锚杆的锚固材料应符合下列规定:

1 锚杆的锚固材料宜选用树脂锚固剂并应符合现行行业标准《树脂锚杆:第 1 部分:锚固剂》MT/T 146.1 的有关规定;

2 当采用水泥砂浆时,强度等级不应低于 M20;对自稳时间短的围岩应添加早强剂,并应符合现行行业标准《煤矿预应力锚固施工技术规范》MT/T 879 的有关规定;

3 端头锚固型锚杆的黏结型锚头,树脂锚固剂的固化时间不应大于 10min,快硬水泥的终凝时间不应大于 12min。

5.3.3 端头锚固型锚杆的托盘宜采用 HPB400 钢蝶形托盘,厚度不宜小于 6mm,尺寸不宜小于 100mm×100mm 或 ϕ 100mm。

5.3.4 与锚杆共同使用的钢梁宜采用 W 形钢带、槽钢或钢筋梯。

5.3.5 用于锚喷支护的金属网和塑料网,应符合下列规定:

1 与喷射混凝土共同使用的金属网片,宜采用 HPB300 钢筋制作,钢筋直径宜采用 4mm~12mm,网距宜采用 100mm~200mm;

2 不与喷射混凝土共同使用的金属网,可采用符合上款规定的金属网片,也可采用符合现行行业标准《煤矿假顶用菱形金属网》MT 314 要求的煤矿井下假顶用金属网;

3 塑料网应采用符合现行行业标准《煤矿井下用塑料网假顶

带》MT 141 要求的煤矿井下假顶用塑料网。

5.3.6 喷射混凝土的设计强度等级不应低于 C20。在含水岩层中,喷射混凝土的抗渗强度不应低于三级。

5.3.7 加固型矿用锚索宜采用钢绞线并应符合现行行业标准《矿用锚索》MT/T 942 相关规定。

6 拱 碇 支 护

6.1 一 般 规 定

6.1.1 拱碇支护巷道的围岩分级,应符合现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218 的有关规定。

6.1.2 拱碇与巷道顶、帮之间必须采用不燃物充满填实。

6.1.3 拱碇应设置基础。基础的厚度与深度应符合下列规定:

1 基础的厚度,巷道底板围岩松软时应大于侧墙厚度,一般巷道应与侧墙厚度相同;

2 基础的深度,无水沟侧宜采用 250mm,有水沟侧不应小于水沟掘进底面的深度。

6.1.4 混凝土拱碇、钢筋混凝土拱碇和砌体拱碇的设计还应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《砌体结构设计规范》GB 50003 的有关规定。

6.2 拱碇类型与支护参数

6.2.1 拱碇类型应按下列原则选择:

1 一般巷道宜采用混凝土拱碇;

2 跨度大、承受地应力大的巷道宜采用钢筋混凝土拱碇;

3 巷道有大面积淋水,或要求拱碇及时承压时,应采用砌体拱碇;

4 需采用砌体拱碇支护的巷道,当单层砌体拱碇支护强度不能满足要求时,宜采用外层为砌体,内层用混凝土、钢筋混凝土浇筑的混合结构拱碇。

6.2.2 拱碇的碇拱与侧墙宜采用同一厚度。半圆拱形混凝土拱碇和砌体拱碇的厚度,可按表 6.2.2 选取。

表 6.2.2 半圆拱形混凝土拱碇和砌体拱碇的厚度 (mm)

巷道净宽 B (m)	混凝土拱碇					砌体拱碇				
	围岩级别					围岩级别				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
2.0	200	200	200	200	250	200	200	200	250	300
$2.0 < B \leq 2.5$	200	200	200	250	300	200	200	250	300	350
$2.5 < B \leq 3.0$	200	200	250	250	300	200	250	250	300	350
$3.0 < B \leq 3.5$	200	250	250	300	350	250	250	300	350	—
$3.5 < B \leq 4.0$	250	250	300	300	350	250	300	300	350	—
$4.0 < B \leq 4.5$	250	250	300	350	400	250	300	350	—	—
$4.5 < B \leq 5.0$	250	300	350	400	450	300	350	350	—	—
$5.0 < B \leq 5.5$	300	300	350	400	450	300	350	—	—	—
$5.5 < B \leq 6.0$	300	350	400	450	500	350	—	—	—	—
$6.0 < B \leq 6.5$	350	350	400	500	—	350	—	—	—	—
$6.5 < B \leq 7.0$	350	400	450	500	—	—	—	—	—	—
$7.0 < B \leq 7.5$	400	400	450	—	—	—	—	—	—	—
$7.5 < B \leq 8.0$	400	400	450	—	—	—	—	—	—	—
$8.0 < B \leq 8.5$	400	450	500	—	—	—	—	—	—	—
$8.5 < B \leq 9.0$	450	450	500	—	—	—	—	—	—	—

注：“—”表示在对应的巷道净宽和围岩级别条件下，不宜采用本表所列的拱碇支护类型。

6.3 拱碇支护材料

6.3.1 浇筑拱碇的混凝土强度等级，混凝土拱碇不应低于 C20，钢筋混凝土拱碇不应低于 C25。

6.3.2 钢筋混凝土拱碇的钢筋宜采用 HPB300、HRB400 钢筋。钢筋的直径，受力钢筋宜采用 10mm~25mm，其他钢筋宜采用 6mm~12mm。

6.3.3 砌筑拱碛的砌块应选用符合下列要求的预制混凝土砌块或料石：

1 砌块应为长方体、底面为等腰梯形的四棱柱体，其边长不应小于 200mm，重量不宜超过 40kg；

2 预制混凝土砌块的强度等级不应低于 MU30；

3 料石应选用无明显风化、无裂缝、致密坚硬、遇水不软化的砂岩、石灰岩等天然石材，强度等级不应低于 MU40。料石叠砌面的凹入深度，粗料石不应大于 20mm，毛料石不应大于 25mm。

6.3.4 砌筑拱碛的砂浆的强度等级不应低于 M10。

6.3.5 碛体与巷道顶、帮之间的充填料应选用强度等级为 C10 的混凝土、不含可燃物的矸石或毛石。

7 金属支架支护

7.1 一般规定

7.1.1 巷道围岩级别的划分应符合现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218 的规定,金属支架支护巷道围岩级别的划分在符合上述标准的基础上具体可按现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086 的规定执行。

7.1.2 金属支架的支腿应埋入巷道底板。支腿埋入巷道底板的深度,无水沟侧不得小于 100mm,有水沟侧应低于水沟掘进底面 50mm。

7.1.3 金属支架间应设牢固的撑杆或拉杆。支架与巷道顶、帮之间必须采用背板和楔子塞紧背实。可缩性金属支架的卡缆必须采用机械或力矩扳手拧紧。

7.1.4 服务年限较长的金属支架及其附件应采取防腐蚀措施。

7.2 金属支架类型与支护参数

7.2.1 金属支架支护巷道应根据围岩条件、矿压特点、断面尺寸、巷道用途和服务年限等因素,分别选用下列支架类型:

1 回采巷道、受动压影响的准备巷道,以及围岩条件差、矿压大的巷道,应选用可缩性金属支架;

2 其他巷道可选用刚性金属支架。

7.2.2 可缩性金属支架的最大允许变形量应与围岩条件和矿压特点相适应。

7.2.3 煤层回采巷道金属支架及其支护参数的设计,无矿压观测资料时宜采用工程类比法,有矿压观测资料时应根据矿压观测资料设计;无矿压观测资料的回采巷道,其金属支架的类型,以及支

护强度、支架间隙、可缩量等参数,可按表 7.2.3 选取。

表 7.2.3 煤层回采巷道金属支架类型与支护参数

围岩类别	围岩稳定状况	巷道顶底板移近率(%)	支护强度(kPa)	支架类型	主要支护参数(mm)		
					支架间隙	垂直可缩量	侧向可缩量
I	非常稳定	<5	0~30	不支护、点柱	1000	—	—
II	稳定	5~10	30~70	刚性金属支架	800	—	—
III	中等稳定	10~20	70~150	梯形可缩支架	600~800	200~400	—
				拱形可缩支架	600~800	200~400	200~400
IV	不稳定	20~35	100~200	梯形可缩支架	600~800	400~600	—
				拱形可缩支架	600~800	400~600	400~600
V	极不稳定	>35	150~250	梯形可缩支架	600	400~600	400~600
				拱形可缩支架	600	600~800	600

7.2.4 金属支架的选用,应符合现行行业标准《巷道金属支架系列》MT 143 中的有关规定。

7.3 金属支架材料

7.3.1 刚性金属支架和梯形可缩性金属支架的顶梁宜选用矿用工字钢制作。拱形、马蹄形可缩性金属支架和梯形可缩性金属支架的支腿宜选用矿用 U 形钢制作。

7.3.2 制作金属支架的矿用工字钢,其材质应采用 Q255、Q275 或 16Mn,型号宜选用 11 号、12 号,或 24H、28H。

7.3.3 制作金属支架的矿用 U 形钢,其材质应采用 16Mn;型号宜选用 25U、29U 或 36U。

7.3.4 金属支架附件的材料应符合下列规定:

- 1 卡缆、撑杆与拉杆,宜采用钢材制作;
- 2 背板宜采用钢筋、W 形钢带或槽钢制作。

8 联合支护和全封闭支护

8.1 联合支护

8.1.1 巷道的联合支护,可由锚喷、拱碇、金属支架三种支护中的两种或三种组成。

金属支架仅作为混凝土拱碇或喷射混凝土的加强骨架使用时,可不设置背板,也可采用钢筋制作的格栅钢架代替金属支架。格栅钢架的钢筋直径,主筋宜采用 18mm~25mm,联系钢筋宜采用 10mm~14mm。

8.1.2 联合支护应按新奥法的原则设计,并按下列要求合理确定初次支护的方式与参数:

1 初次支护应能及时施工、及时承载,有效地控制围岩的初期变形与松动,并应具有与围岩条件相适应的可缩性;

2 无大面积淋水的巷道,初次支护宜采用锚喷支护。

8.1.3 联合支护巷道的支护材料应符合本规范第 5 章~第 7 章的相关规定。

8.2 全封闭支护

8.2.1 全封闭支护巷道,宜采用下列支护类型:

- 1 整体式完全支架;
- 2 锚喷和整体式完全支架组成的联合支护;
- 3 杆件式完全支架;
- 4 锚喷和杆件式完全支架组成的联合支护;
- 5 整体式完全支架和杆件式支架组成的联合支护;
- 6 锚喷、整体式完全支架和杆件式支架组成的联合支护。

8.2.2 全封闭支护应具有与围岩条件相适应的可缩性。

8.2.3 整体式完全支架可采用带底拱的直墙半圆拱形、曲墙半圆拱形、马蹄形或圆形拱碇。

8.2.4 整体式完全支架的底拱与侧墙宜采用小半径圆弧圆滑连接。

8.2.5 全封闭支护的巷道,其底部的弧形部分应采用混凝土充填,充填的混凝土强度等级不宜低于 C10;需要铺底的巷道,当充填面积不大时,充填混凝土也可采用与铺底相同的强度等级。

9 巷道交岔点

9.1 一般规定

9.1.1 巷道交岔点的平面与断面设计均应符合本规范第 1.0.3 条的规定。

9.1.2 交岔点的巷道断面形状应与相连巷道的断面形状相同。若交岔点相连巷道采用不同的断面形状,则交岔点的巷道断面形状应与主巷的断面形状相同。

9.1.3 交岔点的结构形式应根据交岔点的断面形状选择。拱形断面宜选用牛鼻子交岔点;矩形、梯形断面宜选用穿尖交岔点。

9.2 交岔点平面设计

9.2.1 轨道运输巷道交岔点道岔处的直线段,两侧的人行道和安全间隙应在直线巷道正常值的基础上加宽。加宽值和加宽范围应符合下列规定:

1 单开道岔直线侧的加宽值宜采用 200mm,分岔侧的加宽值宜采用 100mm;

2 对称道岔两侧的加宽值均宜采用 200mm;

3 轨道运输巷道交岔点道岔处的直线段,两侧的人行道和安全间隙应在直线巷道正常值的基础上加宽,加宽范围从基本轨起点开始,加宽段的长度应符合表 4.3.8 的规定。

9.2.2 双轨运输巷道交岔点,除直线段两侧的人行道和安全间隙应按本规范第 9.2.1 条的规定加宽外,轨道中心距也应加宽。轨道中心距加宽值和加宽范围应符合下列规定:

1 主巷为双轨直线,岔巷为单轨曲线,采用单开道岔连接时,轨道中心距加宽值宜采用 200mm;

2 主巷在交岔点前为双轨直线,过交岔点后为双轨曲线,岔巷为单轨直线,采用单开道岔连接时,轨道中心距加宽值宜采用 300mm;

3 主巷在交岔点前为双轨直线,过交岔点后为双轨曲线,岔巷为单轨曲线,采用对称道岔连接时,轨道中心距加宽值宜采用 400mm;

4 交岔点处无道岔,主巷在交岔点前为双轨直线,过交岔点后分为一条单轨直线和一条单轨曲线时,轨道中心距加宽值宜采用 200mm;

5 交岔点处无道岔,主巷在交岔点前为双轨直线,过交岔点后分为两条单轨曲线时,轨道中心距加宽值宜采用 400mm。

9.2.3 无轨运输巷道交岔点宜采用自然交岔点。

9.2.4 无轨运输巷道交岔点范围内主巷和岔巷需要加宽时,加宽值和加宽范围应符合下列规定:

1 加宽值:在直线巷道允许安全间隙的基础上,应按无轨胶轮车内、外轮曲率半径计算需加大的巷道宽度;

2 加宽范围:巷道内外侧加宽要从转弯曲线两侧直线段开始,加宽段的长度应满足安全运输的要求。

9.2.5 有轨运输巷道交岔点运行无轨胶轮车时,应按有轨运输要求设计,用无轨运输要求进行校核。

9.3 交岔点柱墙与墙高

9.3.1 交岔点柱墙的设置应符合下列规定:

1 采用拱碇支护的牛鼻子交岔点应设置柱墙;

2 采用锚喷支护的交岔点和采用金属支架支护的穿尖交岔点,围岩为Ⅲ级~Ⅴ级且岔尖角不大时应设置柱墙;围岩为Ⅰ级、Ⅱ级,或围岩为Ⅲ级~Ⅴ级但岔尖角较大时可不设置柱墙。

9.3.2 交岔点柱墙的最小宽度宜采用 500mm。柱墙的长度,在两分岔巷道侧均应不小于 2000mm。

9.3.3 交岔点柱墙宜采用混凝土浇筑。柱墙的基础深度,无水沟侧应不小于 250mm;有水沟侧应不小于水沟掘进底面的深度。

9.3.4 牛鼻子交岔点的墙高应符合下列规定:

1 墙高应随断面宽度的增加而逐渐降低,但墙高的最大降低值小于 200mm 时,可不降低;

2 墙高的最大降低值不宜大于 500mm;

3 墙高降低后的净断面应符合本规范第 4 章的相关规定。

9.4 交岔点支护

9.4.1 交岔点应加强支护,其支护应符合下列规定:

1 交岔点的支护参数应按交岔点的最大宽度选取,当最大宽度与主巷的宽度相差较大时也可分两段按每段的最大宽度选取;

2 必要时,最大断面处还应采取其他加强支护的措施。

9.4.2 围岩为Ⅳ、Ⅴ级时,交岔点处分岔巷道应加强支护。加强支护段的长度宜取 2m~5m,支护参数可按交岔点最大宽度选取。

9.4.3 采用金属支架支护的交岔点,岔巷的开口处应设置过梁。

10 轨道敷设

10.1 轨型与道岔

10.1.1 巷道中铺设的钢轨型号应根据巷道的类别、运输设备及运送的最重物件,按表 10.1.1 选择。

表 10.1.1 巷道中铺设的钢轨型号(kg/m)

巷道类别	运输设备及车辆	钢轨型号
井底车场巷道 主要运输巷 盘区运输巷	14t~20t 机车、5t 底卸矿车	38
	7t~14t 机车、3t 底卸矿车、液压支架	30、38
	7t 以下机车、卡轨车、绳牵引设备、1t 或 1.5t 固定矿车	22、30
采区上(下)山	液压支架	30
	卡轨车、绳牵引设备、1t 及 1.5t 固定矿车、斜巷人车	22
回采巷道	7t 以上机车、液压支架	30
	7t 以下机车、卡轨车、绳牵引设备、1t 及 1.5t 固定矿车	22
	1t 及 1.5t 固定矿车(非机械运输)	15
其他巷道	1t 及 1.5t 固定矿车(机械运输)	22
	1t 及 1.5t 固定矿车(非机械运输)	15

10.1.2 同一巷道内的同一线路应采用同一型号的钢轨。

10.1.3 道岔的型号应根据线路钢轨的轨型、通过的运输设备、运行速度等选择。道岔的轨型不得小于所连接轨道的轨型。

10.2 道床与轨枕

10.2.1 道床的类型应根据运输设备的类型和运输的繁忙程度,按下列原则选择:

1 采用底卸式矿车运煤的井底车场和主要运输巷道,应采用

混凝土固定道床；

2 既有无轨运输设备，又有轨道运输设备运行的巷道，应采用钢轨埋入式铺设的混凝土固定道床；

3 其他矿井的井底车场和主要运输巷道、采区石门和倾角小于 23° 的采区上、下山，宜采用石碴道床，倾角大于 23° 的采区上、下山，宜采用固定道床；

4 采区内无机车运行的巷道，可不铺设人工道床。

10.2.2 石碴道床应选用坚硬、不易风化的碎石或卵石，粒度宜采用 20mm~40mm。

10.2.3 轨枕应按下列原则选择：

1 回采巷道和临时性巷道可采用木轨枕；

2 固定道床应采用钢筋混凝土轨枕或型钢轨枕；

3 其他巷道应采用钢筋混凝土轨枕。

10.2.4 采用石碴道床的线路，轨枕埋入道碴深度应为轨枕高度的 $1/2 \sim 2/3$ ，轨枕底面以下的道碴厚度不应小于 100mm。自巷道底板到轨面的铺轨高度应符合下列规定：

1 铺设 15kg/m 钢轨，铺轨高度宜采用 350mm，道碴厚度宜采用 200mm；

2 铺设 22kg/m 钢轨，铺轨高度宜采用 380mm，道碴厚度宜采用 220mm；

3 铺设 30kg/m 及其以上重型钢轨时，铺轨高度不应小于 410mm，道碴厚度不应低于 220mm。

10.2.5 无人工道床的线路，铺轨高度应符合下列规定：

1 铺设 15kg/m 钢轨，铺轨高度宜采用 220mm；

2 铺设 22kg/m 钢轨，铺轨高度宜采用 250mm；

3 铺设 30kg/m 钢轨，铺轨高度宜采用 280mm。

10.3 轨道敷设的其他要求

10.3.1 倾角大于 15° 的斜巷，应采取防止轨道下滑的措施。

10.3.2 单轨吊运输的悬挂吊轨应根据巷道的支护型式采用锚杆(索)或横梁悬挂方式敷设。

11 水 沟

11.1 水沟布置与坡度

11.1.1 水沟布置应符合下列规定：

- 1 水沟不得影响运输与行人，并应便于清理；
- 2 非全封闭支护巷道，水沟应布置在巷道侧帮；轨道运输巷宜布置在行人侧；
- 3 全封闭支护巷道，水沟宜布置在巷道中间。

11.1.2 锚喷支护和拱碇支护的巷道，布置在巷道侧帮的水沟应紧贴巷道侧帮；金属支架支护的巷道，布置在巷道侧帮的水沟外缘与柱腿的距离不应小于 300mm。

11.1.3 铺设有人行台阶（或防滑条）的斜巷，布置在行人侧的水沟宜与人行台阶（或防滑条）平行布置。

11.1.4 水沟的坡度应与巷道坡度保持一致，并应符合下列规定：

- 1 灌浆、水砂充填矿井的泄水巷，水沟坡度宜大于 5‰；
- 2 其他巷道的水沟坡度不应小于 3‰；
- 3 沿煤层布置且坡度随煤层的起伏而变化的煤巷，水沟坡度可不受本条第 1 款、第 2 款规定的限制。

11.1.5 必要时巷道的局部可设置反水沟。反水沟的坡度应符合本规范第 11.1.4 条第 1 款、第 2 款的规定。

11.1.6 巷道的淋水处、底板涌水处、洒水点和水幕的下方，应设横向截水沟。横向截水沟的坡度不应小于 2‰；无轨运输巷道横向截水沟宜斜向布置。

11.2 水 沟 断 面

11.2.1 水沟断面形状应根据水沟位置、巷道支护方式、水沟是否

构筑、是否加设盖板等因素选择,并应符合下列规定:

1 构筑水沟,紧贴巷道侧帮布置或加设盖板的宜选用倒直角梯形、矩形断面,其他构筑水沟宜选用矩形、倒等腰梯形断面;

2 无构筑水沟应选用倒等腰梯形断面。

11.2.2 水沟的净断面尺寸应根据水沟流量、坡度、构筑材料等因素设计,并应符合下列规定:

1 水沟宽度与深度的模数应为 50mm;

2 水沟的底宽应大于清理工具的宽度;

3 水沟的充满系数不应大于 0.75,水面至水沟沟缘的高度不应小于 50mm;

4 无构筑水沟的沟帮倾角宜取 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。

11.2.3 构筑水沟的净断面可根据水沟的设计流量与坡度按本规范附录 A 选取。

11.3 水沟构筑与盖板

11.3.1 水沟构筑应符合下列规定:

1 下列巷道的水沟应采用混凝土或预制钢筋混凝土板构筑:

1) 主要运输大巷和服务年限 5 年以上的采区运输巷道;

2) 水量较大的采区巷道。

2 下列巷道的水沟可不构筑:

1) 回采巷道;

2) 服务年限小于 5 年且水量较小的采区巷道;

3) 专用回风巷、无运输设备运行的巷道。

3 水沟构筑厚度不宜小于 50mm。

11.3.2 水沟盖板的设置应符合下列规定:

1 采用轨道运输的井底车场、主要运输巷和采区石门,水沟应设置盖板。

2 采用无轨运输的井底车场和主要运输巷,应设置盖板。设置的盖板应能承受车辆碾压。当水沟位于非行人侧时,可不设置

盖板。

3 无运输设备运行的巷道、倾斜巷道、采区中巷与回采巷道的水沟可不设置盖板。

11.3.3 水沟盖板的宽度,应大于水沟上口净宽 150mm。

11.3.4 轨道运输巷道的水沟盖板宜采用钢筋混凝土制作,并应符合下列要求:

1 厚度不应小于 50mm,重量不宜大于 40kg;

2 混凝土强度等级不应低于 C25;

3 钢筋可采用 HRB400、HPB300 钢筋,直径不应小于 6mm。

11.3.5 能承受车辆碾压的水沟盖板应选用算子状金属盖板,并应符合下列要求:

1 盖板宜采用型钢、铸钢、铸铁制作;

2 盖板上表面算条的宽度不应小于 25mm,算条间空隙的宽度不应大于 25mm,盖板重量不应大于 50kg;

3 盖板框缘的高度宜采用 50mm;

4 盖板上表面不得有尖棱、毛刺和其他可能损害轮胎的突出物。

12 管 线 敷 设

12.1 一 般 规 定

12.1.1 巷道和交岔点中敷设的各种管路、电缆、电机车架空线及其他缆线,不得影响运输、行人和安全。

12.1.2 巷道和交岔点中的各种管线必须统筹安排,合理布置,并应便于施工及维护。

12.1.3 服务年限大于 5 年的金属管道及其敷设装置应采取防腐蚀措施。

12.1.4 电缆不得遭受淋水。在巷道淋水处,应采取防止电缆遭受淋水的措施。

12.2 管 线 布 置

12.2.1 电缆与管道的相对位置必须符合下列要求:

- 1 电缆不应悬挂在管道上;
- 2 电缆与风管或水管在巷道同一侧敷设时,必须敷设在管道上方,并保持 300mm 以上的距离;
- 3 敷设有瓦斯管路的巷道,电缆必须与瓦斯管路分挂在巷道两侧。

12.2.2 敷设于巷道顶部和人行道上方的管道,其高度必须符合下列要求:

- 1 吊挂在人行道上方的管道及其悬吊装置下部的净高不得低于 1.8m;
- 2 用钢梁支托的管道,钢梁下缘的高度不得低于 1.8m。

12.2.3 行驶无轨运输设备的巷道内,敷设在侧帮的管道底部宜高于运输设备的高度,否则应采取防止车辆撞击管道的措施。

12.2.4 瓦斯管道的布置应符合下列要求：

1 回风巷、无移动运输设备的巷道内，瓦斯管道可敷设在巷道底板；

2 采用轨道运输或无轨运输的主要运输巷道内，瓦斯管道应敷设在巷道顶部或固定在人行道侧的巷道壁上，管道底部应高于运输设备的高度；

3 瓦斯管道外缘距巷道壁不宜小于 100mm。

12.2.5 管道之间的间隙应便于安装与检修；敷设在水沟上方的管道不得影响水沟的清理。

12.2.6 电缆的悬挂高度应满足下列要求：

1 有轨道的巷道内，在运输设备掉道时电缆不应受运输设备的撞击；

2 行驶无轨运输设备的巷道内，电缆应不受无轨车辆的撞击与摩擦；

3 电缆坠落时不应落在轨道或输送机上。

12.2.7 电力电缆与通信、信号电缆应分挂在巷道两侧。当受条件限制挂在同侧时，通信、信号电缆应敷设在电力电缆的上方，其间隙应大于 100mm。

12.2.8 高压电力电缆之间、低压电力电缆之间的距离不得小于 50mm。高、低压电力电缆敷设在巷道同侧时，高压电力电缆应敷设在低压电力电缆的上方，且间距不应小于 100mm。

12.2.9 架空线悬挂高度、与巷道顶或棚梁之间的间隙等，应保证机车的安全运行。

12.2.10 需要运送液压支架的巷道，电机车架空线的高度应满足液压支架运输的要求。

12.3 管线敷设方式与敷设要求

12.3.1 管道可采用下列敷设方式：

1 采用锚杆悬吊敷设在巷道顶部；

- 2 采用钢梁支托敷设在巷道顶部；
- 3 采用型钢制作的悬臂构件支托敷设在巷道侧帮；
- 4 采用混凝土支墩固定敷设在巷道底板。

12.3.2 巷道和交岔点中各种管路和线缆的敷设必须牢固可靠。

12.3.3 瓦斯管道不得与带电物体接触,并应采取防止砸坏管道的措施。

12.3.4 电缆上严禁悬挂任何物件。

13 辅助设施和铺底

13.1 辅助设施

13.1.1 倾角大于 10° 的斜巷,应按表 13.1.1 的规定在人行道设置防滑条、人行台阶、扶手、梯道。

表 13.1.1 斜巷行人安全设施

行人安全设施		防滑条	人行台阶	扶手	梯道
巷道倾角 β	$10^\circ < \beta \leq 16^\circ$	√	—	√	—
	$16^\circ < \beta \leq 30^\circ$	—	√	√	—
	$30^\circ < \beta \leq 45^\circ$	—	√	√	√

注:1 当人行道位于巷道中部,设置扶手有困难时,可不设扶手。

2 设置人行台阶、扶手时不设置梯道;不设置人行台阶、扶手时应设置梯道。

13.1.2 防滑条、人行台阶的宽度应符合下列规定:

1 巷道中的防滑条、人行台阶的宽度不应小于 400mm;

2 运人设备上下人处的防滑条、人行台阶的宽度,采用卡轨人车及单轨吊人车时不应小于 600mm,采用架空乘人装置时不应小于 1000mm。

13.1.3 扶手的安设应牢固可靠。其安设高度,在铅垂方向宜采用 800mm~1000mm。

13.1.4 行驶无轨运输设备的矿井开拓巷道和准备巷道,宜在巷道两侧设置轮廓标。

13.2 铺底

13.2.1 运行无轨运输设备和安装带式输送机的下列巷道宜采用混凝土铺底:

1 井底车场和主要运输巷道;

2 大型矿井的采区运输巷道。

13.2.2 铺底厚度应符合下列规定：

- 1 运行无轨运输设备的巷道不宜小于 150mm；
- 2 安装带式输送机的巷道宜采用 100mm~150mm。

13.2.3 铺底混凝土强度等级应符合下列规定：

- 1 运行无轨运输设备的巷道不应低于 C20；
- 2 安装带式输送机的巷道宜采用 C10。

附录 A 构筑水沟的净断面和允许最大流量

表 A-1 大巷矩形水沟的净断面和允许最大流量

净 断 面			允许最大流量(m ³ /h)		
净宽 (mm)	净深 (mm)	净断面积 (m ²)	坡 度(‰)		
			3	4	5
300	350	0.105	86	97	112
400	400	0.160	172	205	227
500	450	0.225	302	349	382
500	500	0.250	374	432	472
600	550	0.330	554	662	716
600	600	0.360	662	748	846
700	650	0.455	921	1083	1206
700	700	0.490	1069	1249	1382

注:有盖板,充满系数 0.75。

表 A-2 大巷倒直角梯形水沟的净断面和允许最大流量

净 断 面				允许最大流量(m ³ /h)		
上宽 (mm)	下宽 (mm)	净深 (mm)	净断面积 (m ²)	坡 度(‰)		
				3	4	5
350	300	350	0.114	96	110	123
400	350	450	0.169	197	227	254
500	450	450	0.238	340	408	450
500	450	550	0.261	397	458	512
600	550	600	0.345	629	726	812

续表 A-2

净 断 面				允许最大流量(m ³ /h)		
上宽 (mm)	下宽 (mm)	净深 (mm)	净断面积 (m ²)	坡 度(‰)		
				3	4	5
600	550	650	0.374	727	840	939
700	650	700	0.473	1018	1175	1314
700	650	750	0.506	1150	1320	1485

注:有盖板,充满系数 0.75。

表 A-3 矩形水沟的净断面和允许最大流量

净 断 面			允许最大流量(m ³ /h)						
净宽 (mm)	净深 (mm)	净断面 积(m ²)	坡 度						
			3‰	4‰	5‰	5°	10°	15°	20°
150	200	0.030	—	—	—	—	—	312	363
200	200	0.040	47	58	63	266	382	468	551
300	200	0.060	86	97	112	471	669	820	—
300	300	0.09	144	173	191	—	—	—	—

注:无盖板,水面至水沟沟缘的高度 50mm。

表 A-4 倒直角梯形水沟的净断面和允许最大流量

净 断 面				允许最大流量(m ³ /h)						
上宽 (mm)	下宽 (mm)	净深 (mm)	净断面 积(m ²)	坡 度						
				3‰	4‰	5‰	5°	10°	15°	20°
200	150	200	0.035	—	—	—	—	—	379	422
250	200	200	0.045	63	73	81	339	482	595	—
300	250	250	0.069	106	122	136	569	810	999	—
300	250	300	0.083	133	153	170	—	—	—	—

注:无盖板,水面至水沟沟缘的高度 50mm。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《砌体结构设计规范》GB 50003
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086
- 《工程岩体分级标准》GB/T 50218
- 《巷道金属支架系列》MT 143
- 《树脂锚杆:第 2 部分:金属杆体及附件》MT/T 146.2
- 《煤矿假顶用菱形金属网》MT 314
- 《煤矿预应力锚固施工技术规范》MT/T 879
- 《矿用锚索》MT/T 942

中华人民共和国国家标准

煤矿巷道断面和交岔点设计规范

GB 50419 - 2017

条文说明

编制说明

本规范是在原《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》GB 50419—2007 的基础上,结合近年来成熟的科技成果和生产实践经验修订而成。

本规范在修订过程中,编制组进行了深入的调查研究,并以多种形式广泛征求了设计单位、施工单位、质检单位和生产单位的意见,经过多次专家会议讨论、审查,编制组反复修改、补充和完善,最后审查定稿。

本次修订重点是修订了锚喷支护参数取值范围。由于我国幅员辽阔,煤矿井下地质条件差异较大,过去制订的井巷工程锚喷支护参数选取表难以适应各种地质条件,本次修订在尽量与《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—2016 保持一致的前提下,结合《工程岩体分级标准》GB/T 50218—2014 进行了调整,部分锚喷支护参数由一个定值调整为区间值,给使用者留下一定的调整空间。其次,按照《煤矿安全规程》(2016 版)统一了巷道断面中的各种安全间隙和无轨胶轮车运输时的人行道宽度。

为了便于广大设计、生产、施工单位有关人员在使用本规范时正确理解和执行本规范,《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》编制组按章、节、条的顺序编写了本规范条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(51)
2	术 语	(54)
3	巷道断面形状和支护方式	(56)
3.1	巷道断面形状	(56)
3.2	巷道支护方式	(57)
4	巷道净断面	(62)
4.1	一般规定	(62)
4.2	人行道	(63)
4.3	巷道的净高与净宽	(66)
5	锚喷支护	(69)
5.1	一般规定	(69)
5.2	锚喷支护类型与支护参数	(69)
5.3	锚喷支护材料	(74)
6	拱碇支护	(76)
6.1	一般规定	(76)
6.2	拱碇类型与支护参数	(77)
6.3	拱碇支护材料	(78)
7	金属支架支护	(80)
7.1	一般规定	(80)
7.2	金属支架类型与支护参数	(83)
7.3	金属支架材料	(84)
8	联合支护和全封闭支护	(86)
8.1	联合支护	(86)
8.2	全封闭支护	(87)

9	巷道交岔点	(89)
9.1	一般规定	(89)
9.2	交岔点平面设计	(90)
9.3	交岔点柱墙与墙高	(90)
9.4	交岔点支护	(92)
10	轨道敷设	(93)
10.1	轨型与道岔	(93)
10.2	道床与轨枕	(93)
10.3	轨道敷设的其他要求	(95)
11	水 沟	(96)
11.1	水沟布置与坡度	(96)
11.2	水沟断面	(98)
11.3	水沟构筑与盖板	(100)
12	管线敷设	(103)
12.1	一般规定	(103)
12.2	管线布置	(103)
12.3	管线敷设方式与敷设要求	(105)
13	辅助设施和铺底	(107)
13.1	辅助设施	(107)
13.2	铺底	(107)

1 总 则

1.0.1 本条说明了制定本规范的目的。

煤炭工业必须遵守国家相关的法律、法规。《煤炭工业技术政策》是根据以人为本的科学发展观,相关法律、法规和国家的产业政策制定的,是指导煤炭工业健康发展的纲领性文件,也是制定煤炭工业的规范、规程的基本依据。《煤矿安全规程》是为保障煤矿职工人身安全和生产安全而制定的安全法规。只有贯彻执行国家相关的法律、法规,《煤炭工业技术政策》和《煤矿安全规程》,才能使煤矿巷道断面和交岔点设计做到安全适用、技术先进、经济合理。因此,本条明确了制定本规范的目的在煤矿巷道断面和交岔点设计中贯彻执行国家相关的法律、法规,《煤炭工业技术政策》和《煤矿安全规程》。

安全适用、技术先进、经济合理是煤矿巷道断面和交岔点设计的总要求。安全适用是指巷道断面和交岔点设计必须满足巷道的行人、运输、通风、排水、管线敷设等各项功能要求,并确保巷道中行人和作业人员的人身安全、运输安全、各种管线和其他设施的安全。技术先进是指巷道断面和交岔点设计应有利于促进煤炭工业技术进步,有利于采用先进的支护方式、支护材料和先进的施工设备、施工工艺,以改善施工作业条件,降低施工劳动强度,确保工程质量,并提高施工效率与施工进度。经济合理是指在安全适用的前提下,尽可能降低巷道和交岔点的工程费用和服务期内的维护费用。

1.0.2 本条规定了本规范的适用范围。

在煤矿井巷的设计规范中,没有适用于平硐的设计规范,除硐口与明槽开挖部分外,平硐硐身的断面设计与平巷实际上并无区

别,因此,将平硐硐身纳入本规范的适用范围。

斜巷交岔点的岔巷断面需要以巷道轴线为轴扭转将巷道横断面底板变成水平,因而较平巷交岔点复杂,其设计与采区上(下)山和采区中部车场连接处相同,而采区上(下)山和采区中部车场连接处的设计在相关规范中已有规定,因此,本规范的适用范围仅包括平巷交岔点。

原规范的适用范围不包括倾角大于 45° 的斜巷,倾角大于 45° 的斜巷除了在满足人员安全通行等方面(如可能需要设置梯子间等)有特殊要求外,断面及支护方式的确定与倾角小于 45° 的巷道并无差别,因此,本次修订扩大了适用范围,倾角大于 45° 的斜巷也纳入本规范的适用范围。

需要说明的是,不同规模的矿井,其技术和经济条件也不相同,小型矿井的技术装备、技术力量、经济能力等和大、中型矿井可能有较大的差异,这种差异必然会影响巷道断面和交岔点的设计。考虑到大、中型矿井是我国煤炭工业的主力,其技术水平及其发展代表着我国煤炭工业的技术水平和发展方向,本规范的制定侧重考虑大、中型矿井的条件和需要,同时也兼顾了小型矿井。因此,本规范适用于大、中、小型各类矿井。

1.0.3 本条规定了煤矿巷道断面和交岔点设计的依据和总要求。本条所说的围岩条件包括围岩的工程地质条件(主要是岩石的坚固程度、耐水性和岩体的完整程度)和水文地质条件(主要是富水性、水压、涌水形式和涌水量);矿压包括由覆岩重力产生的原始地压在巷道开挖后重新分配而形成的应力、地质构造活动形成的构造应力和采掘活动产生的采动压力,矿压特点主要指矿压(应力)的类别、大小、方向、时空分布及其变化;设施包括隔爆水棚、水幕、供水压风施救设施及安全监控系统等安全设施。

在巷道断面和交岔点设计中,行人、运输、通风和管线敷设的要求往往是明示的或明确的,而安全设施及设备安装、检修、施工的要求一般是隐含的,设计时应特别注意加以识别。

1.0.4 煤矿巷道和交岔点,其支护结构按支护原理大体可分为两类:一类为被动承受矿压,如整体式支架和杆件式支架;另一类以主动加固围岩,充分发挥围岩的自承能力为主,如锚喷支护。由于矿压的复杂性和岩体的非均一性,再加上支架与围岩之间的相互作用对矿压的影响,被动承受矿压的整体式支架和杆件式支架,其荷载难以准确计算;主动加固围岩的锚喷支护目前尚无公认的理论计算办法。因此,煤矿巷道和交岔点的支护设计普遍采用工程类比法。与煤矿巷道和交岔点类似的铁路、公路与水工隧道等岩石工程也是如此。

对巷道和交岔点的矿压进行监控量测,能为巷道断面和交岔点的支护设计提供十分宝贵的实际资料,这些资料可以用来对已完成的支护设计进行验证和必要的修正,也可以为理论验算提供必要的依据。对于围岩条件较复杂,类似工程经验不足的巷道和交岔点的支护设计,结合采用监控量测、理论验算、数值模拟法来确定支护设计参数往往是必要的。

1.0.5 煤矿巷道断面和交岔点设计涉及的内容十分广泛,很多方面的内容在相关标准中有相应的规定。因此,煤矿巷道断面和交岔点设计除应执行本规范的规定外,尚应符合国家现行的有关标准的规定。

2 术 语

现行国家标准《煤矿科技术语》GB/T 15663.1~11—2008 和全国自然科学名词审定委员会 1996 年公布的《煤炭科技名词》中包含有与煤矿巷道断面和交岔点有关的术语,如巷道、交岔点、围岩、矿山压力、支架、支护、拱碯、完全支架、锚杆等。上述两个标准中已包含的术语,除本规范的含义与上述标准不完全一致的个别术语外,本规范不再列出。在使用本规范时,请注意依据上述两个标准正确理解这些术语的含义。

根据煤矿巷道断面和交岔点设计规范编制的需要,本规范共给出了 6 个术语,从巷道断面和交岔点设计的角度赋予其特定的含义,但不一定是严格的定义。所给出的英文译名,也不一定是国际上的标准术语。

部分术语说明如下:

2.0.1、2.0.2 在煤矿巷道断面设计中,“巷道断面”和“巷道净断面”两个术语的含义远远超出几何学的范畴,不仅包括巷道横断面的几何形状、尺寸与面积,还包括巷道的支护和横断面内的所有构筑物、管线,以及运输设备与人行道的布置等内容。本规范第 2.0.1 条、第 2.0.2 条分别给出了“巷道断面”和“巷道净断面”两个术语,从巷道断面和交岔点设计的角度赋予了其特定的含义。

在煤矿工程实践中,人们常常将“断面面积”简称为“断面”,如某巷道“掘进断面 11.5m^2 ,净断面 10.6m^2 ”,某巷道“断面较大”。因此,在生产实际中人们允许将“掘进断面”和“净断面”作为“掘进断面面积”和“净断面面积”的同义词使用。但这种将“断面面积”简称为“断面”仅限于定性或定量地说明巷道断面的尺寸与面积时使用,而在巷道断面设计中,“断面”的含义则是本规范所赋予的含

义。在工程实践中,应注意区分“断面”的这两种不同含义。

为了更准确地定义,本次修订时,强调巷道断面是指与巷道走向(长轴)垂直相交的横断面。

2.0.3 本条“人行道”的含义采用现行国家标准《煤矿科技术语 第2部分:井巷工程》GB/T 15663.2—2008 和《煤炭科技名词》中“人行道”的含义。考虑到巷道中的人行道不一定沿巷道一侧布置,也有可能沿巷道中部布置,因此,本次修订时,对“人行道”进行了修改,去掉了“一侧”的限定。

2.0.5 为确保行人、运输安全,标示避灾路线,沿巷道设置的台阶、扶手、栏杆、轮廓标、安全标志和为方便行人、运输等而设置的巷道名称标志、里程标志、指路标志等设施,是巷道工程不可缺少的组成部分,长期以来没有一个涵盖这些设施的专门术语,口头和文字表述均不方便。因此,本规范引入术语“巷道辅助设施”,作为此类设施的总称。

2.0.6 轮廓标是高等级公路和公路隧道中沿公路或隧道两侧(帮)设置,用于指示道路前进方向和边界的具有逆反射性能的交通设施。本规范根据煤矿井下无轨运输的需要,引入了术语“轮廓标”,参考交通行业标准《轮廓标技术条件》JT/T 388—1999,从煤矿矿井巷道断面和交岔点设计的角度赋予其特定的含义。

3 巷道断面形状和支护方式

3.1 巷道断面形状

3.1.1 本条规定了巷道断面形状设计的依据和要求,是第 1.0.3 条规定在巷道断面形状设计中的具体体现。

在钻爆法施工的条件下,掘进工艺对巷道断面形状没有影响;但采用掘进机或连续采煤机施工时,截割装置的结构有可能影响巷道断面形状。如采用连续采煤机掘进煤巷,就只能选用矩形断面。因此,本条将掘进工艺也作为巷道断面形状设计的依据之一。

对巷道断面形状设计的要求,有的互相矛盾,设计时难以两全。如一般而言,拱形断面承压性能比矩形断面好,断面利用率却不如矩形断面高;断面利用率较高的断面形状,其掘进费用往往较低,但若承压性能不好,支护费用则会较高。在实际的工程设计中,应根据工程的具体情况进行综合分析,按总体最优的原则满足本条的要求。

3.1.2 本条规定了选择巷道断面形状的一般原则。

1 开拓及准备巷道服务时间长,采用拱形断面承压性能好,巷道维护量小;当沿煤层布置时,矩形断面和梯形断面便于机械化施工,又能保证顶板的完整性,有利于顶板支护和提高断面利用率,因此,规定当开拓巷道和准备巷道沿煤层布置时,可采用矩形断面或梯形断面。

2 回采巷道包括工作面运输巷、回风巷和开切眼。工作面运输巷与回风巷服务时间一般为 1 年~3 年,在工作面开采过程中,其靠近回采工作面的一定长度范围内因受回采工作面支承压力的影响需要加强支护,采用拱形断面在加强支护时需要换棚并挑顶,使加强支护作业复杂化,而且挑顶时拱部两侧的三角煤跨落在巷

道中也不便清理,因此,其断面以矩形或梯形为宜。开切眼是为安装工作面设备而开凿的临时性工程,为便于工作面初采时工作面的推进,其顶板需要与工作面保持一致,断面形状也应采用矩形或梯形。

本条规定是选择巷道断面形状的一般原则。由于不同的矿井、不同的巷道情况千差万别,设计时不应教条地理解本条的规定,而应按照第 3.1.1 条、第 3.1.2 条的要求,根据巷道的具体条件综合分析,慎重选择。

3.1.3 一般巷道的矿压主要是顶压,侧压不明显,直墙半圆拱形断面承受顶压的性能最好,而且施工方便,因此,本规范将其作为优先选用的拱形断面。直墙三心拱形、直墙圆弧拱形断面的断面利用率较直墙半圆拱形断面高,但承压性稍差,在矿压较小时可选用。由于直墙抗侧压能力差,侧压明显的巷道宜选用曲墙的拱形断面。

拱形断面拱部的高度称为“矢高”。三心拱形与圆弧拱形断面的承压性和断面利用率,和矢高与宽度的比值有关。根据煤矿井巷工程的实践经验,该比值选用 $1/3$ 较为适宜。

3.1.4 梯形断面巷道一般采用梯形杆件式支架支护。侧帮有一定的倾角时,可使支腿具有一定的抗侧压能力,并缩小巷道顶板的跨度,降低支架承受的顶压;但侧帮倾角太小,会使支腿承受的侧压过大,致使支腿容易折损。根据煤矿井巷工程的实践经验,梯形断面巷道侧帮的倾角以 80° 左右为宜。

3.2 巷道支护方式

3.2.1 本条规定了巷道支护的总要求,是第 1.0.1 条规定在巷道支护上的具体体现。

巷道围岩在矿压的作用下不可避免地会发生变形与松动,要求巷道支护完全阻止围岩的变形与松动是不可能的。在工程实践中,只要围岩的变形与松动控制在一定的范围内,就不影响巷道的

稳定和正常使用。因此,本条不要求巷道支护完全阻止围岩的变形与松动,只要能有效地控制围岩的变形与松动即可。

巷道在其服务期内若围岩发生影响稳定和正常使用的变形与松动,就需要进行维修。维修巷道不仅效率低,而且影响巷道的正常功能,从而影响矿井生产。根据煤矿多年的生产实践,为避免因巷道维修影响矿井生产,除回采工作面巷道需进行超前加强支护外,其他巷道的支护应按“免维”的原则进行设计。因此,本条所说的“有效地控制围岩的变形与松动”是指巷道在其服务期内无须维修而保持稳定和正常使用。

3.2.2 本条规定了选择巷道支护方式的依据,是第 1.0.3 条规定在巷道支护设计中的具体体现。

巷道支护的主要功能是控制围岩的变形与松动。而围岩条件和矿压特点是影响围岩的变形与松动的最主要的因素,因而也是选择巷道支护方式最重要的依据。

有的支护方式适用于任何巷道断面形状,如锚喷支护、金属支架支护。有的支护方式则只能用于某些特定巷道断面形状,如拱碯支护就只能用于拱形、马蹄形、圆形断面形状,而不能用于顶部平直的矩形、梯形断面形状。因此,选择巷道的支护方式时应考虑巷道断面形状,选择与断面形状相适应的支护方式。

巷道的用途决定巷道的断面布置和功能要求,并导致对巷道支护的不同要求,因而影响巷道支护方式的选择。如井底车场、主要运输巷道断面大,运输繁忙,要求巷道支护的可靠性高;采区准备巷道一般有采动压力的影响,其支护应能承受采动压力;工作面运输巷与回风巷需随工作面推进进行加强支护,其支护应有利于加强支护的实施;工作面开切眼是安装工作面设备的场所和工作面开采的起始位置,其支护要方便工作面设备的安装、工作面的初始推进和初次放顶。

不同的支护方式,其使用寿命、造价均不相同,因而巷道的服务年限对其经济性有较大影响,而且围岩的变形与松动是一个随

时间的推移而发展的渐进过程,对巷道支护强度的要求与巷道的服务年限成正相关。因此,选择巷道支护方式时应考虑巷道的服务年限。如拱碛支护造价高,服务年限短的巷道一般不宜选用;金属支架虽然造价高,但可以重复使用,服务年限短的巷道也可选用;巷道的服务年限长,要求支护强度较高,反之亦然。

3.2.3 煤矿井巷工程曾采用过许多种支护方式。随着煤矿支护技术的发展,有些支护方式(如梯形装配式钢筋混凝土支架)已经被淘汰;有些支护方式(如混凝土或钢筋混凝土墙与矿用工字钢顶梁或工字钢混凝土平板梁组成的混合结构支护)仅用于硐室、风桥等有特殊要求的地点;而一些新型支护方式(如锚喷支护、以锚喷为主或以锚喷为初期支护的联合支护)经过数十年的发展,技术已经成熟,并在继续发展提高,适用范围也不断扩大。目前,我国煤矿井巷工程采用的支护方式主要是锚喷支护、拱碛支护、金属支架支护和联合支护。本条规定就是根据我国煤矿井巷工程的实践和支护技术的发展方向做出的。

木支架强度低、易燃、服务年限短,而且需要消耗大量优质木材,严重影响自然环境和生态,国家已明令禁止用作永久支护。

3.2.4 锚喷支护以主动加固围岩、充分发挥围岩的自承能力为主,其支护原理先进科学,经过数十年的发展,技术上已相当成熟,成为一种技术先进、性能可靠、适用范围广、施工方便、安全经济的支护方式,在煤矿井巷工程中得到广泛的应用,取得了良好的经济效益和社会效益。因此,巷道和交岔点应优先选用锚喷支护。

3.2.5 现行国家标准《煤矿科技术语 第2部分:井巷工程》GB/T 15663.2—2008 和《煤炭科技名词》中均有“拱碛”这一术语,其含义是“用砖、石、混凝土或钢筋混凝土等建筑材料构筑的整体或弧形支架的总称”。但不少人习惯将“拱碛”称之为“砌碛”。就字面意义而言,“砌碛”指的是一种作业,而不是一种支护结构。现行国家标准《煤矿科技术语 第2部分:井巷工程》GB/T 15663.2 和《煤炭科技名词》赋予“砌碛”的含义分别是“构筑碛体的作业”、

“构筑拱碯的作业”。本规范依据现行国家标准《煤矿科技术语 第2部分:井巷工程》GB/T 15663.2 和《煤炭科技名词》将用砖、石、混凝土或钢筋混凝土等建筑材料构筑的整体式弧形支架称之为“拱碯”,采用拱碯的支护方式称之为“拱碯支护”。

拱碯是一种历史悠久的传统支护结构,施工进度慢、效率低、不能紧靠掘进工作面及时支护,在煤矿井巷工程中使用已日渐减少。但拱碯(特别是钢筋混凝土拱碯)支护强度大、服务年限长、巷道净断面形状规整。一般用于服务年限长、不受采动影响、围岩变形量小的巷道。在有大面积淋水的巷道,采用锚喷支护不合适时,采用砌体拱碯支护可能是较好的选择。

拱碯一般属刚性支护,但如果在砌筑时加入可缩性材料,砌体拱碯也可具有一定的可缩性,能适应围岩的变形。这种拱碯多用于全封闭支护的巷道。

3.2.6 杆件式支架可以采用各种天然和人造材料制作,人们也曾在煤矿井巷工程中使用过各种天然和人造材料制作的杆件式支架,但由于金属支架具有其他材料制作的杆件式支架无法比拟的优点,因而成为目前仍在使用的主要杆件式支架。其主要优点是:支架可回收并重复使用、可设计成需要的任何形状并具有与巷道条件相适应的可缩性、支架安设方便、能及时支护并立即承载、可工厂化制作。

本条给出了金属支架的适用范围。

3.2.7 联合支护可充分发挥不同支护方式的优点,提高支护结构的支护能力。围岩条件差或断面大的巷道,采用单一支护方式有时技术上难度较大或不经济,而采用联合支护则往往能收到较好的效果。本条“采用单一支护方式不合适时”,是指采用单一支护方式技术上难度较大或不经济的情况。

3.2.8 一般巷道的矿压主要是顶压与侧压,只要对巷道的顶板和侧帮进行支护即可。但底板松软、有底鼓的巷道除顶压与侧压外,还有来自巷道底板的压力,这种情况下应采用有底拱或底梁的全

封闭支护。

3.2.9 布置在容易自燃和自燃煤层中的开拓巷道,因其服务年限长,巷道周帮长期裸露在空气中易发生煤层自燃。对煤层进行封闭是为了防止巷道周帮的煤层长期与空气接触引起自燃。本条是强制性条文,必须严格执行。

4 巷道净断面

4.1 一般规定

4.1.1 本条第1款～第3款是强制性条文,必须严格执行。本条是巷道净断面设计的总要求和对巷道最小净高与净宽的强制性要求。

要满足巷道净断面设计的总要求,在进行巷道净断面设计时应根据巷道的用途和本条的要求,对运输设备或其运行空间、人行道、安全间隙或检修空间、管线等进行统筹考虑,合理布置。

在巷道围岩的变形稳定之前,巷道的净断面会随巷道围岩与支护的变形而缩小。为了保证巷道净断面在巷道的服务期内始终满足要求,本条根据《煤矿安全规程》(2016版)的相关要求规定,巷道净断面的设计必须按支护最大允许变形后的断面设计。

净高小于1.8m~2.0m,净宽小于2m的巷道,施工设施、设备(通风设施、装载和运输设备等)布置困难,难以保证巷道在施工期有符合《煤矿安全规程》要求的人行道和安全间隙。因此,本条第2款～第4款根据《煤矿安全规程》的相关规定对巷道最小净高与净宽提出了要求。

4.1.2 采煤工作面开切眼属临时性巷道,在工作面设备安装完毕后即成为工作面开采的起始位置。原规范要求采煤工作面开切眼的高度应与工作面采高相同,这一要求不尽合理,比如,国内目前大采高工作面最大采高已达7.0m,开切眼的高度没必要和工作面采高相同,满足安装要求即可;而为了安装方便,薄煤层工作面开切眼的高度可能要高于工作面采高,因此,本次修订对本条进行了修改。

4.1.3~4.1.5 从运输、通风等方面提出了确定巷道净断面的基

本依据。原规范中第 4.1.3 条为:运输巷道的净断面,应按巷道内运行的运输设备及需要运送的最大件的尺寸设计,并应按偶尔运送的最大件尺寸和通风能力校核。原规范引入了“设计”和“校核”的概念,明确规定偶尔运送的最大件尺寸只作为运输巷道净断面校核的依据。本次修订认为偶尔运送的最大件不好确定,也没有太大的实际意义,因此,本次修订不再要求按偶尔运送的最大件尺寸进行校核。第 4.1.4 条中的其他巷道是指除运输巷和进、回风巷之外的巷道,包括机电设备硐室的专用检修巷道与通道、联络巷道、专用瓦斯抽采(放)巷道、专用排水巷道、专用行人通道等。

4.1.6 无轨运输巷道若按双车道设计,断面很大,增加支护的难度并大幅度增加工程费用。现行国家标准《有色金属井巷工程设计规范》GB 50915—2013,明确规定无轨运输斜巷按单车道设计,应设置设人行道或躲避硐室。煤矿的无轨运输巷道只承担辅助运输任务,运输工作量和车流量一般小于金属矿,根据神东等矿区的实践经验,按单车道设计是合理可行的,必要时隔一定距离设会让站或会让硐室完全可以满足矿井运输的需要。

4.1.7 多年的实践证明,巷道的净宽和净高以 100mm 为模数进级,可以减少断面的变化,方便设计与施工。三心拱与圆弧拱形巷道,其拱高一般为巷道净宽的 $1/3$,有时不符合以 100mm 为模数进级的原则,则其壁高应以 100mm 为模数进级。

4.1.8 一个矿井内巷道断面的形式与尺寸规格过多,会给施工带来诸多不便,影响施工进度和工效,因此,在满足巷道不同使用功能的前提下,宜减少矿井内巷道断面的形式与净断面的尺寸规格。

4.2 人 行 道

4.2.1 煤矿井下巷道空间狭小,照明条件差,并有各种固定或移动的设施、设备和物件,为了确保巷道中行人的安全,必须设置无障碍、方便行人的专用人行道。

“人行道上不得有妨碍人员行走的任何设施和物件”有两层意

思：一是人行道应该连续，而不应被妨碍人员行走的设施和物件所中断；除交岔点外，人行道也不应穿越轨道。二是不应有任何妨碍人员行走的设施和物件进入本规范第 4.2.2 条、第 4.2.3 条所规定的人行道的空间范围，因此，人行道的空间范围应按支护结构、运输设备、管线及其他设施的最突出部分计算。本条是强制性条文，必须严格执行。

4.2.2 井下人员穿胶鞋并戴安全帽的身高一般在 1.8m 以下，人行道的净高小于 1.8m 时，人员无法直立行走，既不方便，也使行人不得不特别注意防止头部受到碰撞，影响其发现和规避其他危险的能力。因此，规定人行道的净高不得小于 1.8m。

必须说明的是，本条规定是对巷道中人行道净高的最低要求。由于生活水平的提高，我国国民的身高也在增长，但考虑到种种原因，对巷道中人行道净高要求数十年来没有修改。在实际的工程设计中，条件允许时可适当增加人行道的净高。本条是强制性条文，必须严格执行。

4.2.3 本条是强制性条文，必须严格执行。人行道的限界按矩形断面设计时是最简单的。但对于拱形、圆形、马蹄形与梯形断面巷道，当人行道一侧为巷道侧帮时，人行道的限界按矩形断面设计可能导致巷道断面不必要的增大。由于人的身体最宽的部位是肩部，肩部的高度一般在 1.6m 以下；肩部以上的头、颈部宽度比肩部要小。对拱形与梯形断面巷道，当人的肩部及以下范围内人行道宽度满足本条要求时，肩部以上人行道的宽度虽然略小一些，但可以满足人员直立正面行走的要求。因此，本条只对净高 1.6m 范围内人行道的宽度做出规定。本条对净高 1.6m 范围以上的人行道的宽度虽未作出具体规定，但根据本规范第 4.2.1 条“人行道不得有妨碍人员行走的任何设施和物件”的规定，在净高 1.6m 范围以上的人行道，除拱形、圆形、马蹄形与梯形断面巷道可能因巷道侧帮形状的原因略小于净高 1.6m 范围内人行道的宽度外，不会有妨碍人员行走的任何设施和物件，不会影响行人的安全。

对人行道的宽度的具体规定说明如下：

(1)人行道的宽度的具体规定主要根据《煤矿安全规程》(2016版)确定。

(2)井下无轨运输车辆的行驶情况和汽车在公路隧道中的行驶情况大致相同,但行驶速度远低于汽车在公路隧道中的行驶速度,通视条件也不如公路隧道。由于没有轨道的约束,无轨运输车辆不可能严格地在设计的行车道内行驶,偏离设计的行车道是不可避免的,而且巷道的侧帮还会给驾驶员带来恐怕与之冲撞的心理影响(公路部门称之为“侧墙效应”),行人也会因空间狭窄而有害怕被撞的心理压力,因此,无轨运输巷道内人行道与安全间隙原则上应大于轨道运输巷道。由于车辆偏离行车道的幅度和“侧墙效应”的强度都与行车速度成正相关,无轨运输巷道的人行道宽度与安全间隙的大小也应与行车速度成正相关。

现行国家标准《有色金属井巷工程设计规范》GB 50915—2013 规定,无轨运输巷道的人行道宽度不得小于 1.2m,安全间隙不得小于 0.6m。煤矿井下行驶的无轨胶轮车主要为辅助运输,有其自身的特点,其井下运行车辆总的吨位和外形尺寸远小于金属矿山(支架搬运车除外),同时因防爆要求,煤矿井下无轨胶轮车发动机工作效率远低于金属矿山,导致设计斜巷坡度小于金属矿山,煤矿井下无轨胶轮车允许最高行驶速度也低于金属矿山,根据神东矿区 20 多年的使用经验,《煤矿安全规程》(2016 版)规定无轨运输巷道的人行道宽度不应小于 1.0m(较原规范降低 0.2m),运输设备与侧帮和运输设备与顶部的支护或管线之间的安全间隙不应小于 0.6m。本次修订以《煤矿安全规程》(2016 版)规定为准。

(3)单轨吊和架空乘人器的运行速度较轨道运输低,但运行时会有横向摆动。单轨吊和架空乘人器巷道人行道的宽度定为 1.0m,是综合考虑上述因素制定的。

4.2.4 巷道断面的高度是按垂直于巷道底板的法线方向计算的,人员行走时身体沿铅垂方向直立。对倾斜巷道而言,巷道法线方

向和铅垂方向之间有一与巷道倾角相同的夹角,人行道的净高值按法线方向计算会使巷道高度大于需要值。倾角较小的斜巷,按法线方向计算人行道高度与按铅垂方向计算人行道高度对巷道高度的影响甚微,可以忽略;倾角较大的巷道则宜加以考虑,以避免浪费。

4.2.5 铺设有轨道的巷道,当水沟设于人行侧时,水沟及其盖板需要占用一定的空间,人行道的宽度除满足行人的要求外,还应保证在行人侧有足够的空间铺设轨道。当水沟净宽不大时,满足行人要求的人行道宽度,一般均可满足轨道铺设的要求,但水沟净宽大于 500mm 时,为避免轨枕压到水沟上或影响水沟盖板的铺设,应根据轨道铺设的要求对人行道的宽度进行校核,必要时应加宽人行道。

4.3 巷道的净高与净宽

4.3.1 本条是对巷道净高与净宽的总要求。

4.3.2 本条是强制性条文,必须严格执行。对本条条文和表 4.3.2 说明如下:

(1)巷道中人行道的高度与宽度要求,在第 4.2 节人行道中已有规定,故本条不包括对人行道的要求。

(2)除人行道外,运输巷道内为安全的目的而留设的间隙(空间),其具体功能大体有两类:一类是确保运输设备及所运送的物件不与巷道的顶、帮、支护结构、管线等设施、设备发生摩擦或碰撞,以保证运输安全和巷道内设施设备的安全;另一类是必需的检修、操作空间,以保障检修、操作工作的正常进行和检修、操作人员的人身安全。为便于对这两类功能不同的间隙(空间)的理解,本规范将其分别称之为“安全间隙”和“检修与操作空间”。

(3)表 4.3.2 中各种安全间隙和检修与操作空间的数值,绝大部分根据《煤矿安全规程》(2016 版)及相关规范的规定确定,并根据巷道断面与交岔点设计的实际需要增加了有关无轨运输、单轨

吊运输系统和架空乘人器的内容。

(4)关于无轨运输巷道的安全间隙,参见第 4.2.3 条的条文说明。需要补充说明的是,由于无轨运输设备在行驶时可能因路面不平而发生上下颠簸,无轨运输设备与巷道顶部的支护、管线、设施之间的安全间隙应大于轨道运输。但采用无轨运输设备运送液压支架时,由于载重大,运行速度低,上下颠簸轻微,液压支架与巷道顶部的支护、管线、设备之间的安全间隙采用与轨道运输相同的数值是可行的。因此,表 4.3.2 中,采用无轨运输设备运送液压支架时,液压支架与巷道顶部的支护、管线、设备之间的安全间隙采用与轨道运输相同的数值 300mm。

(5)单轨吊运输系统和架空乘人器的安全间隙,考虑了单轨吊和架空乘人器在运行时横向摆动的因素。

4.3.3 无论是有轨运输还是无轨运输,理论上运输设备在巷道曲线段及与之相连的一定长度的直线段中运行时都会“超宽”,即运输设备外轮廓运行轨迹所形成的实际车道宽度超出在直线巷道内的车道宽度。为保证该范围内运输设备两侧的人行道和安全间隙满足安全要求,此范围内的巷道应在直线部分正常值的基础上加宽。

4.3.4、4.3.5 有轨运输巷道曲线段运输设备两侧人行道与安全间隙的经验加宽值,是根据煤矿巷道可能采用的各种轨道曲线半径和运输设备的技术参数,按第 4.3.5 条所列的公式计算的超宽值,取其最大者并以 100mm 为模数取整确定的,经多年的设计实践证明是合适的。按经验加宽值确定轨道运输巷道曲线段运输设备两侧人行道与安全间隙的设计加宽值,方便、快捷,是煤矿井巷工程设计常用的方法。由于此数值比实际的超宽值偏大,为了缩小巷道宽度,必要时也可根据设计采用的轨道曲线半径和运输设备的技术参数,按第 4.3.4 条所列的公式计算的运输设备超宽值取整确定。

无轨运输设备,无论是一段式结构,还是中间铰接的两段式结构,在曲线巷道中不可能严格地按设计的曲线半径在设计的曲线

车道上行驶,运输设备两侧人行道与安全间隙的实际超宽值难以准确地计算,也不一定要两侧加宽。根据理论计算,液压支架运输车的计算超宽值在 500mm 以内,其他无轨运输车辆的计算超宽值在 600mm 以内。第 4.3.5 条所列的无轨运输巷道曲线的经验加宽值(当两侧均加宽时,是两侧加宽值的总和),是参考相关理论计算结果,考虑实际超宽值与计算超宽值可能存在的差异,并根据神东矿区的实际经验确定的。

4.3.6 由于轨道运输设备在双轨巷道曲线段及与之相连的一定长度的直线段的两股轨道上运行时会“超宽”,双轨巷道曲线段及与之相连的一定长度的直线段的轨道中心距也必须随之加宽,否则就无法保证两股轨道上运行的运输设备及所运送的物件之间的安全间隙符合第 4.3.2 条的规定。

4.3.7 表 4.3.7 所列的双轨中心距,是根据运输设备及所运送的物件的宽度和两股道列车之间的安全间隙计算所得的结果以 100mm 为模数取整确定的,经多年的工程实践证明是合适的。其中:两股道列车之间的安全间隙,直线段按表 4.3.2 选取,曲线段按表 4.3.2 所列的数值和运输设备两侧安全间隙的计算超宽值之和选取。

4.3.8 表 4.3.8 所列的,与曲线段相连的直线段人行道、安全间隙和双轨轨道中心距加宽段的长度,是根据运输设备的技术参数取整确定的。

4.3.9 无轨运输巷道会让站若按车辆以正常行驶速度会车设计,并设人行道,巷道的净宽很大。由于煤矿井下无轨运输巷道车流量不大,行车速度低,车辆会车时会让站刚好有行人通过的概率也不高,会让站按一辆车停车等候,另一辆车减速行驶,会车时人员暂停通行的原则设计不会影响巷道的运输能力和安全,但可大幅度缩小巷道宽度。

本条规定是基于上述理由并结合神东等矿区 20 余年的实践经验做出的。

5 锚 喷 支 护

5.1 一 般 规 定

5.1.1 现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218—2014 和《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—2015 都涉及围岩分级。标准主要是针对某一类科学、技术、概念或经验的综合成果为基础制定的一种标准文件。而规范主要对某一类(个)具体的物品或事件(包括过程或服务)而制定的标准文件。所以巷道围岩分类在符合标准的基础上具体可以按规范执行。

5.1.2 锚杆的防腐保护等级和措施可参照现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—2015 中第 4.5 节,结合煤矿自身特点执行。

5.1.3 由于煤矿的特殊性,理论计算法和数值模拟法确定的支护参数往往与现场实际情况有较大的出入,设计通常以工程类比法来确定支护参数,但是随着巷道的开凿对相关巷道围岩物理力学性能指标的量化,同时随着巷道施工的向前延伸相关巷道围岩支护条件也在不断变化,有必要进行设计支护参数优化,也有条件进行动态优化设计,因此,增加本条内容。

5.2 锚喷支护类型与支护参数

5.2.1 本条说明如下:

(1)本规范以现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—2015 为基础制订煤矿巷道断面锚喷支护参数,考虑到煤矿井巷工程的特殊性,允许部分条款与上述规范不完全一致。

(2)考虑到目前煤矿实际使用的锚杆种类以树脂锚杆、快硬水

泥锚杆为主,其他各类的锚杆使用较少,本规范锚喷支护参数设计时以低预应力锚杆为主,其他种类的锚杆可以参照执行。

(3)原则上巷道开挖断面宽度 $B \leq 4.0\text{m}$ 的巷道,可以采用 1.8m 长的锚杆,当巷道开挖断面宽度 $B > 4.0\text{m}$ 时,锚杆长度应不小于 2.0m 。不受采动影响的拱形、矩形巷道,当开挖宽度 $B \leq 5.0\text{m}$ 时,在Ⅰ类围岩中原则上可以不支护,在Ⅱ类围岩中按喷 50mm 混凝土设计。

(4)对巷道开挖断面宽度为 $5 < B \leq 10\text{m}$ 的Ⅱ类围岩和 $B \leq 10\text{m}$ 的Ⅲ类围岩,现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—2015 有两款支护参数,本规范以第二款为基础制订煤矿巷道断面支护参数。对于围岩条件好的矿井也可以采用第一款支护参数,但必须符合现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086 规定。

(5)按照现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—2015 的分类,矿用锚索也是一种低预应力锚杆。因此,本规范在涉及锚喷支护的类型,并需要强调“锚索”加强支护的功能时,将采用高强度柔性材料、长度与锚固力均远大于一般锚杆的低预应力锚杆称为“锚索”,以区别于一般锚杆;但不将锚索看作一个独立于锚杆之外的另一种支护结构,仅作为锚杆的一种,在没有特别说明时,各条文中的“锚杆”一般包括均“锚索”。

(6)鉴于目前煤矿开采深度逐年加大,巷道断面越来越宽,巷道支护难度越来越大,因此提出了在正常锚喷支护的基础上增加注浆锚杆、预应力锚杆或锚索加强支护的要求。

5.2.2 本条的锚喷支护参数表(表 5.2.2-1~表 5.2.2-5)说明如下:

表 5.2.2-1~表 5.2.2-5 是根据现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—2015,结合近年煤矿锚喷支护技术的实践经验制订的。表中的巷道围岩分级采用现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—

2015 规定的围岩分级,该分级也与现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218—2014 基本一致,但侧重点不同,两者应结合使用。

使用本条的锚喷支护参数表时应注意:

(1)锚喷支护由各种不同类型和规格的锚杆、喷射混凝土、金属网、金属梁等支护结构物中的一种或多种组合而成,在具体工程中采用的支护结构物的组合可以有多种选择,相应的支护参数亦有多种组合,而且煤矿井下巷道围岩条件复杂多变,为了使设计在参考本表时有一定的灵活性,本次修改根据现场反馈意见,对部分围岩的锚杆间排距做了调整,给出了一个区间值。主要目的是让设计人有一个选择的余地,在实际的工程设计中,应根据工程的具体情况灵活掌握。

(2)是否受采动影响与巷道断面形状是锚喷支护设计考虑的主要因素之一。本表按基本不受采动影响(主要开拓巷道)、受采动影响(采盘区巷道)和直接受采动影响(回采巷道)三个层次分类。从结构稳定性分析,无疑拱形断面最优,应优先考虑,但是为了减少岩石工程,大量布置在煤层中的巷道,为充分利用顶板岩石自身的力学特性采用矩形断面,因此又按巷道断面形状进行分类。

(3)根据不同巷道承载的不同功能,其服务年限差别很大,其中主要开拓巷道与矿井设计服务年限相同;水平大巷、盘区或采区准备巷道服务年限一般在 5 年~20 年;回采巷道服务年限一般在 1 年~3 年,锚喷支护参数表未按巷道服务年限进行分类,实际使用中应根据不同的服务年限进行调整。

(4)工作面回采巷道除具有位于煤层中、服务时间短的特点外,还由于直接受采动影响,围岩应力变化起伏较大,同时为满足采煤工艺要求又多采用矩形断面,为此其支护参数专门成表,但并未考虑周期来压的影响。

(5)当矩形回采巷道位于 V 类围岩也就是软弱煤层中,采用单一锚喷支护已经很难达到设计要求,表 5.2.2-5 只给出了单一锚

网支护参数,实际工程中多采用锚喷加型钢或钢构架联合支护,设计中应结合具体情况增加其他支护手段组成联合支护体。

5.2.3 锚杆的种类很多,但按其结构、作用原理和施工特点,大体可分为本条所列的4种类型:端头锚固型、全长黏结型、摩擦型和预应力锚杆。

在煤矿井巷工程中,端头锚固型、全长黏结型锚杆使用最多;除砂浆锚杆、缝管锚杆外,其他摩擦型较少使用;除锚索外,其他预应力锚索也极少使用。

5.2.4 端头锚固型锚杆的锚固力主要决定于锚头的锚固强度。本条规定是为了保证锚头有足够的锚固强度。

在Ⅳ级、Ⅴ级岩体内,机械式锚头的锚固力无法得到保证,因此,机械式锚头应位于Ⅰ级~Ⅲ级岩体内。

5.2.5 足够的锚固力,是确保锚杆支护效果的必要条件。在工程设计中,应对锚杆的锚固力、锚索的锚固力与预拉力作出规定。因此,本条对锚杆(索)的锚固力提出了要求。

近年来随着锚杆材料标准和施工水平的提高,单根端头锚固型锚杆锚固力和矿用锚索的预应力已经远大于设计要求的不小于50kN和100kN,而现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—2015已经不再做具体规定,本次修订暂不做调整。需要强调的是本条规定是对设计锚固力或预拉力的最低要求,在具体的工程设计中,应根据工程的具体情况,按照安全可靠、经济合理的原则确定锚喷支护参数。

5.2.6 本条所说的主结构面,对层状结构的岩体,是指岩体的层面;对块状结构的岩体,是指其主要的节理、裂隙面。锚杆与岩体主结构面成较大角度布置,能穿过更多的结构面,有利于提高结构面上的抗剪强度,使锚杆间的岩块相互咬合,充分发挥锚杆加固围岩的作用。

根据工程经验,为使一定深度的围岩形成承载拱(梁)锚杆长度必须大于锚杆间隙的两倍。因此锚杆间隙不宜大于锚杆长度的

1/2。在Ⅳ、Ⅴ类围岩中,当锚杆间隙大于 1.25m 时,锚杆间的岩块可能因咬合和联锁不良而导致掉块或坠落。因此,Ⅳ、Ⅴ类围岩中的锚杆间隙宜为 0.7m~1.0m,并不得大于 1.25m。

5.2.7 本条规定是为了充分发挥锚杆材料的作用,提供有效的支护抗力,阻止不稳定岩块的坠落。

5.2.8 黏结型锚头的破坏,在坚硬、较坚硬的岩体中,一般受胶结材料与杆体间的黏结强度控制;而在软弱岩体中,往往受胶结材料与岩面的黏结强度控制。故本条规定,黏结型锚杆锚固体长度的确定应同时验算两种不同情况的黏结强度。

5.2.9 锚杆杆体露出岩面的长度过大,不仅浪费材料,不美观,也影响行人和管线布置,根据煤矿矿井井巷工程的多年实践,锚杆杆体露出岩面的长度不应大于 50mm。

5.2.10 本条规定是为了保证喷射混凝土的支护质量。

(1)喷射混凝土的收缩较大,其厚度小于 50mm 时,喷层中粗骨料的含量甚少,致使喷层易收缩开裂。同时,喷层过薄也不足以抵抗岩块的移动,常出现局部开裂或剥落。有关部门对喷射混凝土支护使用情况的调查结果表明,喷射混凝土支护层产生局部开裂或剥落者,其厚度多在 50mm 以下,因此,无金属网时喷射混凝土的厚度应不小于 50mm。

(2)由于巷道周边的开凿表面凹凸不平,铺设的金属网不可能与岩面保持某一设定的距离。多年的工程实践表明,在有金属网的情况下,喷射混凝土支护层厚度小于 100mm 时,难以保证金属网有足够的混凝土保护层厚度,甚至出现金属网露出喷射混凝土支护层的现象。因此,有金属网时喷射混凝土的厚度不宜小于 100mm。

(3)根据锚喷支护原理,喷射混凝土支护层应具有一定的柔性。当喷层厚度过大时,其柔性大为降低;特别是在软弱围岩中作初期支护时,喷层过厚会产生过大的形变压力,易导致喷层出现破坏。本次修订,根据对部分煤矿井下锚喷支护巷道的实际调查,结

合现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—2015 和现行国家标准《有色金属矿山井巷工程设计规范》GB 50915—2013 规定,修订为无金属网时,喷射混凝土厚度一般不超过 150mm,有金属网时一般不超过 200mm。当喷层不能满足支护抗力时,应采用锚杆予以加强。

(4)本条规定含水岩层中喷射混凝土的厚度应不小于 80mm,是为了控制外水内渗,以保证喷层良好的工作条件。

5.3 锚喷支护材料

5.3.1 锚杆杆体材料的选择必须满足支护要求,而且材料来源广、便于施工、成本低。本条关于锚杆杆体材料的规定是按照上述原则和煤矿矿井井巷工程的支护实践做出的。

随着材料技术的发展,各种新的工程材料不断出现。玻璃钢等新型锚杆材料在工程中已有使用。由于支护的可靠性涉及矿井安全,对新型锚杆材料在煤矿矿井井巷工程中使用应秉持既积极又慎重的态度。本条关于采用其他材料(如玻璃钢)作杆体的规定正是基于上述考虑制定的。

5.3.2 锚固材料的选择,直接影响全长黏结型锚杆和端头锚固型锚杆的锚固力和支护的及时性。本条对锚杆、锚索的锚固材料的规定,是为了确保锚杆的锚固力和支护的及时性。树脂锚固剂凝胶及固化时间可控,操作方便,锚固效果好,应用广泛,因此,条件具备时应优先选用。

5.3.3 端头锚固型锚杆,煤矿巷道中曾使用过多种材料和规格的托盘。多年的实践表明,HPB300 钢制蝶形托盘,强度高,重量轻,加工方便,是较为理想的锚杆托盘。规定其厚度不小于 6mm,尺寸不小于 100mm×100mm 或 $\phi 100\text{mm}$,是结合煤矿锚杆杆体规格并与 MT/T 146.2—2011 标准保持一致。

5.3.4 根据煤矿井巷工程的实践经验,与锚杆共同使用的钢梁,采用 W 形钢带、槽钢或钢筋梯,支护效果较好,而且材料来源广、

加工与施工方便。

5.3.5 本条说明如下：

1 对金属网的要求。

- 1) 金属网必须有一定的柔性, 才能使之较好地适应巷道断面的要求。Ⅱ级及以上的钢筋刚度过大, 柔性不够, 因此, 规定宜采用的 HPB300(Ⅰ级) 钢筋制作, 或采用符合要求的煤矿井下假顶用金属网。
- 2) 喷射混凝土中设置金属网片, 其主要作用是提高喷射混凝土的整体性, 防止收缩, 使混凝土中的应力均匀分布, 并提供一定的抗剪强度, 有利于抵抗岩石塌落和承受冲击荷载。金属网片一般按构造要求设计, 钢筋直径一般 4mm~12mm, 网距以 100mm~200mm 为宜。
- 3) 不与喷射混凝土共同使用的金属网, 其主要作用是抵抗岩石塌落, 采用与喷射混凝土共同使用的金属网片或符合要求的煤矿井下假顶用金属网均可。

2 对塑料网的要求。

塑料网不与喷射混凝土共同使用, 其主要作用是抵抗岩石塌落, 除要保证有一定的强度外, 还应满足煤矿矿井防火等特殊要求, 因此, 必须采用符合要求的煤矿井下假顶用塑料网。

5.3.6 本条说明如下：

(1) 喷射混凝土的强度等级是决定其力学性能和耐久性的重要指标, 对支护结构的工作性能和使用效果关系重大, 根据现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086—2015 和煤矿井巷工程的实践经验, 不应低于 C20。

(2) 为防止巷道渗水、淋水, 含水岩层中喷射混凝土应采用防水混凝土。本条规定含水岩层中喷射混凝土的抗渗强度不应小于三级, 是参考现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 中第 8.5.2 条关于锚喷支护作为工程内衬墙考虑做出的规定。

6 拱 碇 支 护

6.1 一 般 规 定

6.1.1 本条说明如下：

根据现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218—2014 中的第 1.0.2 条及条文说明,该标准适用于包括矿井、巷道在内的各类型岩石工程。因此,拱碇支护巷道的围岩分级也应符合国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218—2014 的规定。过去以普氏系数(f)为依据的围岩坚固性分类法不再使用。

6.1.2 本条有两层意思:一是碇体与巷道顶、帮之间的间隙或孔洞必须充满填实;二是充填这些间隙或孔洞的材料必须采用不燃物。

砌筑砌体拱碇时,碇体与巷道顶、帮之间必须留有操作间隙;浇筑混凝土或钢筋混凝土拱碇时,碇体与巷道顶部岩石之间也不可避免地会有充填不实的间隙或孔洞。这些间隙或孔洞使碇体不能与围岩紧密接触,导致碇体不能有效地控制围岩的变形与破坏。若巷道在构筑拱碇之前发生过冒顶,碇体顶部还会出现较大的空隙,巷道顶部围岩再发生掉块时将对碇体拱部产生冲击,严重时甚至造成碇体拱部破坏。因此,碇体与巷道顶、帮之间必须充满填实。为了避免充填物中有可燃物而产生自燃,充填料必须采用不燃物。

6.1.3 拱碇基础的作用是将拱碇所承受的矿压和拱碇的自重传递给地基,并阻止拱碇墙脚的侧向位移,因此,拱碇应设置基础。本条关于基础厚度与深度的规定是根据煤矿井巷工程多年的实践经验做出的。

6.1.4 混凝土拱碇与钢筋混凝土拱碇属混凝土结构,砌体拱碇属

砌体结构。因此,其设计除应符合本规范外,尚应分别符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定。

6.2 拱碇类型与支护参数

6.2.1 本条规定了选择拱碇类型的一般原则。

拱碇的类型可按拱碇的断面形状或构筑材料划分。由于拱碇的断面形状决定于巷道的断面形状,本规范的拱碇类型是指按构筑材料划分的类型。煤矿采用的拱碇类型有混凝土拱碇、钢筋混凝土拱碇、砌体拱碇、混合结构拱碇四种。

钢筋混凝土拱碇的造价高,但其支护强度远高于同等厚度的混凝土拱碇,特别适用于跨度大、承受地应力大或受压不均匀的巷道,因此,跨度大、承受地应力大或矿压不均匀的巷道宜采用钢筋混凝土拱碇。

采用砌体拱碇时,由于巷道淋水呈无压状态在重力作用下沿碇体与围岩之间的间隙向下流动,虽然也可能会带走碇体拱部砌缝砂浆中的少量水泥,但对其支护能力不会产生明显的影响,而淋水对墙体砌缝砂浆的冲刷很小,基本不会影响墙体的支护能力,因而,砌体拱碇可以用在大面积淋水的地点。而且,砌体拱碇在砌筑完毕后立即具有承载能力。因此,巷道有大面积淋水,或要求拱碇及时承压时,应采用砌体拱碇。

和单层块砌体拱碇相比,砌筑双层砌体拱碇的劳动强度更大、施工进度更低,而且外层砌体的砌筑质量往往难以保证,一般不宜采用。因此,需采用砌体拱碇支护的巷道,当单层砌体拱碇支护强度不能满足要求时,宜采用外层为砌体,内层用混凝土、钢筋混凝土浇筑的混合结构拱碇。

6.2.2 本表是根据现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218,参考煤炭行业标准《煤矿矿井巷道断面和交岔点设计规范》MT/T 5024—1999 中“表 6.2.4 半圆拱形砌碇巷道支护厚度”编

制的。经过 10 年的过渡,工程技术人员已经适应了现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218—2014,本次修订在条文说明中取消了新旧标准对照说明内容。

6.3 拱碇支护材料

6.3.1 由于煤矿井下混凝土的制作条件与浇筑条件均较差,而煤矿井下巷道支护的可靠性要求较高,构筑拱碇的混凝土的强度等级应高于一般的混凝土结构的强度等级。根据近十几年煤矿井巷工程的实践,并参考现行国家标准《公路隧道设计规范》JTGD70/2—2014 等相关行业的标准,本条规定混凝土拱碇的混凝土的强度等级应不低于 C20,钢筋混凝土拱碇的混凝土的强度等级应不低于 C25,高于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求。

6.3.2 由于煤矿井下巷道空间狭小,Ⅲ级以上钢筋和直径超过 25mm 的钢筋因刚度太大在井下使用十分困难,因此,本条规定钢筋混凝土拱碇的钢筋宜采用 HPB300(Ⅱ级)、HRB400(Ⅲ级)钢筋;受力钢筋的直径宜不超过 25mm。

6.3.3 本条说明如下:

1 按砌体拱碇的结构特点,拱碇的墙体应采用长方体砌块;拱部砌块的几何形状以底面为等腰梯形的四棱柱体(即所谓“扇形”)最佳,长方体也可。由于“扇形”砌块加工较复杂,煤矿井巷拱碇的拱部也多采用长方体砌块。因此,规定砌体拱碇砌块的几何形状应为长方体、底面为等腰梯形的四棱柱体。

砌块的尺寸愈小,则砌缝愈多,砌筑工作量大;而且由于砂浆强度小于砌块强度,砌缝愈多,砌体的整体强度愈低,反之亦然。因此,砌块的尺寸不宜过小。砌块重量大于 40kg 时,砌筑拱碇的劳动强度过大,施工困难。因此规定,砌块的边长应不小于 200mm,重量应不超过 40kg。煤矿井巷工程多年实际使用的砌块尺寸一般为:300mm×250mm×200mm 和 350mm×200mm×

200mm。

2 预制混凝土砌块的强度等级应不低于 MU30,是根据煤矿井巷工程多年的实践规定的。

3 料石的选材和加工质量对保证料石拱碇的质量极为重要。本条关于料石的规定,其目的就是为了保证料石拱碇的质量。在用砂岩制作料石时,应特别注意砂岩的胶结类型。泥质胶结的砂岩一般遇水软化,不能选用。根据煤矿井巷工程多年的实践,料石的强度等级应不低于 MU40。细料石砌筑的拱碇质量最好,但细料石加工费用高,用于煤矿井下巷道拱碇不经济。煤矿井下巷道拱碇多采用粗料石或毛料石砌筑。料石叠砌面的凹入深度过大,不仅增加砂浆用量,也会影响砌体的强度,因此,本条对叠砌面的凹入深度做出了规定。

6.3.4 砂浆的强度对砌体的强度有直接影响,本条对砌筑拱碇的砂浆强度等级的规定,是根据煤矿井巷工程多年的实践做出的。

6.3.5 碇体与巷道顶、帮之间的充填物不是承载结构,有一定的强度即可。根据煤矿井巷工程的实践经验,强度等级为 C10 的混凝土、不含可燃物的矸石或毛石均可满足要求。

7 金属支架支护

7.1 一般规定

7.1.1 本条说明如下：

(1)煤矿井巷断面和交岔点设计原则上应符合国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218—2014。其理由详见第 6.1.1 条的说明。

原煤炭工业部针提出的《缓倾斜、倾斜煤层回采巷道围岩稳定性分类方案》，除对煤矿缓倾斜、倾斜煤层回采巷道围岩按其稳定性进行分类外，还提出了不同类别围岩宜采用的金属支架类型与参数，对缓倾斜、倾斜煤层回采巷道金属支架的选型与设计有一定的指导意义。

因此，本条规定，金属支架支护巷道的围岩分级，缓倾斜、倾斜煤层回采巷道可采用《缓倾斜、倾斜煤层回采巷道围岩稳定性分类方案》，其他巷道应符合现行国家标准《工程岩体分级标准》GB/T 50218—2014。

(2)《缓倾斜、倾斜煤层回采巷道围岩稳定性分类方案》。

该方案以顶板单轴抗压强度 $\sigma_{\text{顶}}$ 、煤层单轴抗压强度 $\sigma_{\text{煤}}$ 、底板单轴抗压强度 $\sigma_{\text{底}}$ 、直接顶厚度与采高比值 N 、巷道埋深 H 、护巷煤柱宽度 W （与护巷煤柱宽度 X 相关）、岩体完整性指数 D （直接顶初次垮落步距 L ）等 7 项作为分类指标，采用模糊聚类分析方法，将缓倾斜、倾斜煤层回采巷道围岩稳定性分为非常稳定（Ⅰ类）、稳定（Ⅱ类）、中等稳定（Ⅲ类）、不稳定（Ⅳ类）和极不稳定（Ⅴ类）5 类。确定围岩类别的过程包括分类指标原始数据的预处理、数据标准化、分类指标回权处理、标定及聚类等 5 个步骤，主要工作借助计算机完成。

7 个分类指标的权值见表 1。

表 1 分类指标的权值

指标	顶板 强度 $\sigma_{\text{顶}}$	煤层 强度 $\sigma_{\text{煤}}$	底板 强度 $\sigma_{\text{底}}$	直接顶与 采高比值 N	巷道 埋深 H	煤柱宽度 系数 W	岩体完整 性指数 D
权值	0.11	0.03	0.21	0.11	0.122	0.3	0.118

分类指标按照以下规定选取：

(1)三个围岩强度指标 $\sigma_{\text{顶}}$ 、 $\sigma_{\text{煤}}$ 、 $\sigma_{\text{底}}$ ：

围岩强度是指围岩的单向抗压强度,单位为 MPa。顶板强度取两倍巷道高度范围内的各层岩石强度的加权平均值,底板强度取一倍巷道高度范围内的各层岩石强度的加权平均值。

(2)埋深 H ：

巷道埋深是指巷道所在位置距地表的深度,单位为 m。

(3)岩体完整性指数 D ：

岩体完整性指数 D 以直接顶初次垮落步距 L 表示,单位为 m。初次垮落步距是:冒高大于 1.0m~1.5m,冒落长度大于工作面全长的 1/2,从开切眼的煤柱侧到工作面切顶排柱之间的距离。如果工作面长度不足 80m 时,可取等效步距即:

$$L = \frac{a \times b}{a + b} \quad (1)$$

式中: a ——工作面长度(m);

b ——直接顶初次垮落步距(m)。

对生产矿井, L 取值可参考同一煤层其他工作面直接顶初次垮落步距值。对于未开采煤层和新建矿井, L 值可参考表 2 选取。

表 2 直接顶初次垮落步距值

岩性及强度特征	直接顶初次 垮落步距 L (m)	备 注
页岩及低强度粉砂岩	<8~10	

续表 2

岩性及强度特征	直接顶初次 垮落步距 L (m)	备 注
一般砂质页岩	12~15	
层理不发育厚层砂页岩或厚层砂岩	15~20	开滦、淮南
厚度 4m~5m 细粒及中粒砂岩	25~30	开滦、阳泉
厚度大于 8m~10m 的砂岩	50~60	大 同
高强度的砂质砂岩	60~70	北 京

(4) 直接顶厚度与采高比值 N :

可从地质柱状图中直接量取直接顶厚度,但应根据具体条件分析直接顶的范围。直接顶是直接位于煤层或伪顶之上,强度小于 60MPa~80MPa,一般随回柱而冒落的岩层。当 N 大于 4 时,取 N 等于 4。

(5) 护巷煤柱宽度 X :

护巷煤柱宽度 X 是指顺槽侧的实际煤柱宽度,单位为 m。当巷道两侧为实体煤时,取 X 为 100m;当无煤柱护巷时,取 X 为零。

7.1.2 金属支架的支腿要承受来自巷道侧帮的水平压力。本条规定是为了保证支腿足够的抵抗巷道侧帮水平压力的能力。

7.1.3 在金属支架间设置牢固的撑杆或拉杆,可以使互不联系的平面结构支架变成一个相互联系的立体支撑结构,加强其沿巷道轴线方向的稳定性和整体支护能力。

支架与巷道顶、帮之间用背板和楔子塞紧背实,既能确保支架架设牢固,又可实现对围岩的及时支撑,有效地控制围岩的变形与破坏。可缩性金属支架的卡缆(可缩性连接装置)用机械或力矩扳手拧紧,是为了确保支架有足够的初撑力,及时有效的控制围岩的变形与破坏。在具体的工程设计中,应对撑杆、拉杆、背板的结构及其布置做出规定。

7.1.4 裸露的金属支架及其附件在空气和水的作用下会发生腐

蚀,导致承载能力降低。因此,服务年限较长的金属支架及其附件应采取防腐蚀措施。

7.2 金属支架类型与支护参数

7.2.1 本条规定了选择金属支架类型的依据和一般原则。

按支架是否具有可缩性,金属支架可分为可缩性金属支架与刚性金属支架两种类型。回采巷道、受动压影响的准备巷道,以及围岩条件差、矿压大的巷道,巷道的变形较大,因此应选用可缩性金属支架支护。

7.2.2 巷道的支架与围岩是一个矛盾的统一体。巷道开挖后围岩的应力变化以及由此而产生的围岩变形与破坏,和支架的支护抗力与收缩性能之间互相作用,形成矛盾统一的关系。初撑力过小、允许变形量过大的支架不能有效地阻止围岩变形、破坏;但支架的允许变形量过小将导致围岩对支架的压力急剧升高,致使支架损坏而失去阻止围岩变形、破坏的能力。只有支护特性(主要是支护抗力和允许变形量)与围岩条件和矿压特点相适应的支架,才能取得最佳的支护效果。因此,本条规定,可缩性金属支架的最大允许变形量应与围岩条件和矿压特点相适应。

7.2.3 金属支架及其支护参数的设计,无矿压观测资料时宜采用工程类比法,有矿压观测资料时应根据矿压观测资料设计。其理由见本规范第 1.0.4 条的条文说明。

表 7.2.3 是根据原煤炭工业部提出的《缓倾斜、倾斜煤层回采巷道围岩稳定性分类方案》中的相关表格编制的,表中的围岩分级采用《缓倾斜、倾斜煤层回采巷道围岩稳定性分类方案》中的围岩分类,但本规范将“分类”改称为“分级”。该表对无矿压观测资料的缓倾斜、倾斜煤层的回采巷道有一定的参考价值。因此,无矿压观测资料的缓倾斜、倾斜煤层的回采巷道的金属支架的类型,以及支护强度、支架间隙、可缩量等参数,可按该表选取。

7.2.4 现行煤炭行业标准《巷道金属支架系列》MT 143—1986,

是在对国内外使用金属支架的经验进行理论分析、计算和科学实验的基础上提出,经多次全国性会议讨论修改后完成的,反映了煤矿井巷支护多年的相关研究成果和工程实践经验。该标准包括了 9 种架型 131 种规格的支架,其内容包括支架的结构及参数、设计计算方法、承载能力计算、支架的选择方法与步骤等,并附有支护钢材的材质、规格与参数,以及卡缆、拉杆、背板和配套机具等资料,对金属支架的设计有重要的参考价值,也可用于金属支架的选型。因此,本条规定,选用定型金属支架时应符合该标准。但该标准编制时间较早,未能反映煤矿矿井巷道金属支架最新的技术发展成果,也不可能完全符合现行规程规范的要求,在使用时应注意吸收最新的技术发展成果和经验,并要满足现行规程规范的要求。

7.3 金属支架材料

7.3.1 矿用工字钢和矿用 U 形钢是煤矿井下支护的专用钢材。和普通工字钢相比,矿用工字钢具有翼缘宽,高度小,腹板厚的特点,稳定性能好,更能适应井下复杂多变的受力情况。矿用 U 形钢的特殊截面形状使其具有良好的搭接性能,专门用于制造可缩性支架。煤矿井巷工程多年的实践表明,矿用工字钢和矿用 U 形钢力学性能好、加工制作方便、材料来源广,是制作金属支架的理想钢质型材。两者相比,矿用工字钢价格便宜,但难以制作成的可缩性结构;U 形钢的优缺点则正好与之相反。因此,不需要可缩性结构的刚性金属支架和梯形可缩性金属支架的顶梁,宜选用矿用工字钢制作;拱形、马蹄形可缩性金属支架和梯形可缩性金属支架的支腿必须具有可缩性,宜选用矿用 U 形钢制作。

7.3.2、7.3.3 矿用工字钢的型号有新旧两种。旧型号矿用工字钢有 9 号、11 号、12 号 3 个型号;原煤炭科学研究总院北京开采所设计的新型矿用工字钢型号为 16H、24H、28H,其抗弯截面模量与承载能力分别相当于 9 号、11 号、12 号矿用工字钢,但重量较轻,耗钢量较小。矿用 U 形钢的型号有 18U、25U、29U、36U 4

种。由于 9 号、16H 矿用工字钢和 18U 矿用 U 形钢抗弯截面模量小,承载能力低,一般不宜用于制作金属支架。现行煤炭行业标准《巷道金属支架系列》MT 143—1986 中的支架也没有采用 9 号矿用工字钢和 18U 矿用 U 形钢。因此,规定制作金属支架的矿用工字钢宜选用 11 号、12 号,或 24H、28H;制作金属支架的矿用 U 形钢宜选用 25U、29U、36U。

7.3.4 支架附件是金属支架不可缺少的组成部分,其材料应符合强度大、耐腐蚀、加工运送与安设方便的要求,而且材料来源广、价格便宜。本条规定就是根据上述要求和煤矿井巷工程的实际经验做出的。煤矿井巷工程也曾使用过木质撑杆、木质背板和钢筋混凝土背板。由于木质撑杆与木质背板强度低,易腐蚀,钢筋混凝土背板加工不便,运送时易损坏,因此不宜采用。

8 联合支护和全封闭支护

8.1 联合支护

8.1.1 联合支护是联合采用锚喷支护和支架,或采用两种及两种以上支架共同维护围岩稳定的支护形式。当单一支护方式技术上、经济上不合理时,采用联合支护往往是必要的。随着煤矿井巷支护技术的发展,在围岩条件复杂或断面较大的巷道中采用联合支护已愈来愈多。

在煤矿井巷中,联合支护一般由锚喷、拱碇、金属支架三种支护中的两种或三种组成。

当金属支架与混凝土拱碇或喷射混凝土联合使用时,金属支架有时是作为初次支护,同时作为骨架对混凝土拱碇或喷射混凝土起加强作用,有时则仅作为混凝土拱碇或喷射混凝土的加强骨架使用。当金属支架不作为初次支护,仅作为混凝土拱碇或喷射混凝土的加强骨架使用时,背板没有任何作用,因而可不设置背板,也可采用钢筋制作的格栅钢架(格栅状支架)。对制作格栅钢架的钢筋直径的规定,是参考现行交通行业标准《公路隧道设计规范》JTG D70—2004 做出的。

8.1.2 新奥法由国际著名工程地质学家 L. 缪勒教授(奥地利人)提出,它以充分发挥围岩自承能力为基本原理,以锚喷支护及复合柔性支护为主要特征,是一个完整的动态设计与施工的概念,特别适合围岩条件复杂或大断面岩石工程的设计与施工。巷道联合支护一般用在围岩条件复杂或断面较大的巷道中,应按新奥法的原则设计。根据新奥法的原则,及时施工、及时承载,有效地控制围岩的初期变形与松动,并具有与围岩条件相适应的可缩性的初次支护至关重要,因此,应合理确定初次支护的方式与参数,使其有

效地控制围岩的初期变形与松动。煤矿井巷工程的实践证明,无大面积淋水的巷道,锚喷支护往往是最合适的初次支护。

8.2 全封闭支护

8.2.1 煤矿巷道支护一般只对巷道顶板和侧帮进行支护,而全封闭支护则对巷道顶板、侧帮和底板全部进行支护,形成全封闭的支护断面结构,主要用于底板松软、有底鼓的巷道。本条规定了煤矿巷道全封闭支护的类型。

本条中的整体式完全支架是指带底拱的拱碇,杆件式完全支架是指带底梁的金属支架。

8.2.2 需要采用全封闭支护的巷道,围岩条件差,巷道变形一般较大,因此,全封闭支护应具有可缩性,其允许的最大收缩量应与围岩条件相适应(参见本规范第 7.2.2 条条文说明)。

8.2.3 带底拱的直墙半圆拱形、曲墙半圆拱形、马蹄形拱碇和圆形拱碇,是较常用的整体式完全支架。

带底拱的直墙半圆拱形拱碇施工较简单,方便,但抗侧压能力小,仅用于无明显侧压的巷道。

带底拱的曲墙半圆拱形拱碇施工较带底拱的直墙半圆拱形拱碇复杂,但比带底拱的马蹄形拱碇和圆形拱碇简单;断面利用率也介于带底拱的直墙半圆拱形拱碇、马蹄形拱碇和圆形拱碇之间,并有一定的抗侧压能力。因此,带底拱的曲墙半圆拱形拱碇适用于有侧压,但侧压较小的巷道。

带底拱的马蹄形拱碇与圆形拱碇施工复杂,断面利用率低,但承压性能好,适用于围岩条件很差,顶压、侧压、底压均较大的巷道。

8.2.4 规定底拱与侧墙宜采用小半径圆弧圆滑连接,是为了避免围岩和碇体的急剧弯曲和棱角,减少围岩和碇体的应力集中。

8.2.5 全封闭支护的巷道,其支护结构的底部呈拱形,必须将其充填形成平整的巷道底板,才能正常使用。采用混凝土充填,施工

方便、快捷。由于充填材料主要起充填作用,对其强度没有特别要求,其强度等级 C10 较为适宜。当此类巷道需要铺底时,充填体与铺底采用不同的强度等级的混凝土将使施工复杂化,如果扣除铺底后剩余的充填面积不大,为方便施工,充填混凝土可采用与铺底相同的强度等级。

9 巷道交岔点

9.1 一般规定

9.1.1 本条规定了交岔点设计的总要求,是第 1.0.3 条规定在巷道交岔点设计中的具体体现。

9.1.2 交岔点的巷道断面形状若与所相连接巷道的断面形状不同,则在连接处要用变断面的巷道过渡,使设计和施工复杂化,因此,交岔点的巷道断面形状应与所相连接巷道的断面形状相同。当交岔点相连接巷道采用不同的断面形状时,交岔点的巷道断面形状不可能做到与所相连接巷道的断面形状都相同,此时,只能要求交岔点的巷道断面形状与主巷的断面形状相同。

9.1.3 交岔点的结构形式有牛鼻子交岔点和穿尖交岔点两种。本条规定了选择交岔点的结构形式的原则。

牛鼻子交岔点的两条巷道在交岔处合并成一个拱形断面,其高度与宽度逐渐变化,断面的承压性能好,适用于各种围岩条件,但交岔点工程量大、施工复杂。穿尖交岔点的两条巷道在交岔处自然相交,工程量小、施工简单。但拱形巷道的穿尖交岔点,交岔处断面的顶部呈“M”形,承压性能差,仅用于围岩条件很好,且分岔巷道断面宽度小的拱形巷道交岔点。因此,拱形断面宜选用牛鼻子交岔点。矩形、梯形断面巷道选用穿尖交岔点,交叉处断面的顶部仍是一条水平直线,断面的承压性能和一般的矩形、梯形断面没有区别,只是为满足运输设备运行的需要,交岔点处巷道的宽度大于两交岔巷道的正常宽度;若选用牛鼻子交岔点,则需要改变断面形状,有时还要改变支护方式,工程量大、施工复杂。随着锚喷技术的发展,采用锚喷支护的矩形断面巷道选用穿尖交岔点日益增多;采用金属支架支护的梯形断面巷道穿尖交岔点也可采用锚

杆、锚索加强支护。因此,矩形、梯形断面应选用穿尖交岔点。

9.2 交岔点平面设计

9.2.1、9.2.2 条文说明如下:

(1)道岔的分岔线路是曲线轨道,运输设备通过道岔的分岔线路是在曲线轨道上运行,因此,在道岔的分岔线路及与之相连的直线轨道处两侧的人行道和安全间隙,以及双轨的中心距,均应在直线巷道正常值的基础上加宽。条文中规定的加宽值,是根据本规范第 4.3.4 条的经验加宽值确定的。

(2)双轨的中心距加宽段与正常段之间需要有一过渡段实现平滑连接,其长度通常为 5m。

(3)为了减少交岔点处巷道断面的变化,双轨巷道交岔点的直线侧的加宽范围宜向交岔点前延伸至双轨中心距变化起点处。

9.2.3、9.2.4 考虑到无轨运输运行轨迹相对灵活,为了减少交岔点工程量、减少复杂程度,无轨运输交岔点宜采用自然交岔。因运输车辆信息系统的发展和普及,从管理角度可以做到不在交岔点范围内会车,按照不会车设计交岔点可减少工程量。若计算所需主巷或岔巷宽度小于对应相连巷道时,为了支护的稳定性,主巷或岔巷的断面应与对应相连巷道统一。原则上无轨运输车辆交岔点内运行时满足相关安全间隙即可。主巷及岔巷需要加宽时,按照需通行的各类车辆的内、外轮曲率半径计算需加大的巷道宽度和长度,各取最大值,满足安全运输要求。

9.2.5 有轨运输与无轨运输并存的交岔点,一般情况下按轨道运输交岔点进行设计,同时必须满足无轨车辆安全运输要求,校核后需要对主巷及岔巷进行加宽时,按第 9.2.4 条的规定计算加大巷道宽度及长度。

9.3 交岔点柱墙与墙高

9.3.1 交岔点岔尖处的围岩在平面上呈尖锐的突出状,岔尖两侧

巷道围岩的应力在此处相互叠加,形成集中压力,矿压较其他地点大。当交岔点采用钻爆法掘进时,岔尖处的围岩受两侧巷道爆破的震动破坏,稳定性较其他地点差。因此,岔尖处有时需设置柱墙进行加强支护。本条规定了设置柱墙的原则。

采用拱碇支护的牛鼻子交岔点,两侧巷道在岔尖处均需构筑侧墙,清除两侧墙之间残留的岩柱并将两侧墙适当加宽即成为柱墙。因此,规定采用拱碇支护的牛鼻子交岔点,岔尖处应设置柱墙。

采用锚喷支护的交岔点和采用金属支架支护的穿尖交岔点,一般采用光面爆破或机械破岩,岔尖处围岩遭受的震动破坏较轻或不遭受震动破坏,围岩为Ⅰ级~Ⅱ级,或围岩为Ⅲ级~Ⅴ级但岔尖角较大时可不设置柱墙;但围岩为Ⅲ级~Ⅴ级且岔尖角不大时,仍需设柱墙加强支护。本条所说的“岔尖角不大”,不是一个精确的指标,一般是指岔尖角小于 45° (Ⅲ级围岩)~ 60° (Ⅴ级围岩),在设计时应根据围岩条件进行判断。

9.3.2 交岔点柱墙的宽度与长度过小,施工不便,也起不到加强支护的作用;宽度与长度过大,又增加交岔点的掘进与柱墙的构筑工程量。根据煤矿井巷工程多年的实践经验,交岔点柱墙的最小宽度采用500mm,柱墙在两分岔巷道侧的长度不小于2000mm比较合适。

9.3.3 与砌体柱墙相比,混凝土柱墙有许多优点(参见本规范第6.2.1条条文说明),因此,规定交岔点柱墙宜采用混凝土浇注。

本条关于柱墙基础深度的规定与拱碇基础深度的规定相同,其理由参见本规范第6.1.3条条文说明。

9.3.4 牛鼻子交岔点的净断面随宽度的增加而逐渐增大,为了减小交岔点净断面积增大的幅度,节省工程量,交岔点的墙高应随宽度的增加而逐渐降低。但墙高的最大降低值小于200mm时,节省工程量的效果不太显著,为简化设计与施工,可不降低墙高。墙高的最大降低值大于500mm时,交岔点最大断面衔接处的拱脚

部位将出现较大的错茬,影响管线敷设和行人,因此,交岔点墙高的最大降低值不应大于 500mm,而且墙高降低后的净断面应符合本规范第 4 章的相关规定。

9.4 交岔点支护

9.4.1、9.4.2 由于巷道断面大,而且分岔巷道矿压互相叠加,交岔点的矿压较大,应加强支护。第 9.4.1 条、第 9.4.2 条规定了交岔点加强支护的具体要求。

第 9.4.1 条第 2 款所说的“必要时”,一般是指最大断面跨度大或围岩条件差;“最大断面处”指的是最大断面附近一定范围,包括最大断面与两分岔巷道之间的三角区域;“其他加强支护的措施”包括增加锚索、钢梁、采用钢筋混凝土支护等措施。

9.4.3 采用金属支架支护的交岔点,岔巷的开口处无法架设棚腿或立柱,因此,必须设置过梁承受支架顶梁的压力,并将其传递到安设在岔巷开口处两侧的过梁立柱上。

10 轨道敷设

10.1 轨型与道岔

10.1.1 不同型号的钢轨,垂直方向和侧向的截面系数等几何参数以及与其相关的承载能力和侧向刚度均不相同。钢轨的型号偏小时,其承载能力和侧向刚度不够,不能保证运输的安全;钢轨的型号过大,又造成浪费。因此,巷道中铺设的钢轨型号应根据巷道的用途、运输设备及运送的最重物件选择确定。表 10.1.1 所推荐的钢轨轨型是根据煤矿井下运输的实际经验并考虑煤矿的技术发展确定的。考虑到 43kg/m 钢轨在煤矿中极少使用,本次修订时取消了该型号。

10.1.2 一条巷道内的同一线路上运行的运输设备及运送的最重物件相同,根据第 10.1.1 条的条文说明,应该选用同一型号的钢轨。

10.1.3 不同型号的道岔其轨型、辙叉角和分岔轨道的曲线半径均不同,适用的运输设备及运送的最重物件、运行速度也不同。为了既保证运输安全,又不造成浪费,道岔的型号应根据线路钢轨的轨型、通过的运输设备及车辆的类型、运行速度等选择。为保证运输安全,道岔的轨型不得小于所连接轨道的轨型。当道岔所连接的线路轨型不同时,道岔的轨型应与轨型最大的线路相同。

10.2 道床与轨枕

10.2.1 本条说明如下:

1 混凝土固定道床施工复杂、工程造价高、维修不便,但车辆运行平稳、运行速度高、服务年限长、维修工作量极小、运营费用低、撒煤清理方便。煤矿多年的实践经验表明,采用底卸式矿车运

煤的井底车场和主要运输巷道选用混凝土固定道床效益十分明显。因此,采用底卸式矿车运煤的井底车场和主要运输巷道,应采用混凝土固定道床。

2 钢轨埋入式铺设的混凝土固定道床,其钢轨顶面与道床顶面等高,对无轨运输设备的行驶没有影响;其他道床和混凝土固定道床的其他钢轨铺设方式,因钢轨高出道床或底板,影响无轨运输设备行驶。因此,既行驶无轨运输设备,又有轨道运输设备运行的巷道,应采用钢轨埋入式铺设的混凝土固定道床。

3 石渣道床虽然维修工作量较大、运营费用较高,且在车辆运行一段时间后洒落的煤粉与岩粉使其弹性降低并影响其排水性能,但石渣道床施工简单、工程造价低、维修方便,并有一定的弹性。除采用底卸式矿车运煤的井底车场和主要运输巷道,以及既行驶无轨运输设备,又有轨道运输设备运行的巷道外,石渣道床使用效果良好。因此,一般矿井的井底车场和主要运输巷道、采区石门、倾角小于 15° 的综采采区上下山,宜采用石渣道床。倾角大于 15° 的综采采区上下山若采用石渣道床,应采取防止石渣滚动、下滑的措施。

4 一般巷道的底板都有一定的强度。采区内不行驶机车的巷道,轨道承受的荷载较小,车辆运行速度低,不铺设人工道床而将轨道直接铺设在巷道底板上,可保证运输的正常进行,并能节省工程费用。因此,采区内不行驶机车的巷道,可不铺设人工道床,轨道直接铺设在巷道底板上。

10.2.2 煤矿井巷工程使用的轨枕有钢筋混凝土轨枕、木轨枕和型钢轨枕三种。本条规定了选择轨枕的原则。

木轨枕使用年限短,需耗用优质木材,国家从环境和生态保护的角度限制其使用。回采巷道和临时性巷道,服务时间短,可采用木轨枕。

固定道床的轨枕在钢轨固定完毕后需要用混凝土浇筑固定,采用型钢轨枕也能达到理想的效果,因此,固定道床采用钢筋混凝

土轨枕或型钢轨枕均可。

钢筋混凝土轨枕虽然造价较高,但不消耗木材、使用年限长,在煤矿中使用效果良好。因此,其他巷道均应采用钢筋混凝土轨枕。

10.2.3、10.2.4 采用石渣道床的线路和不铺设人工道床的线路,其铺轨高度、轨枕埋入道碴的深度、轨枕底面以下的道碴厚度等参数,是根据煤矿井巷工程多年的实践经验规定的。

10.3 轨道敷设的其他要求

10.3.1 相邻的两根钢轨在连接处留有纵向间隙,其轨头间因施工误差也存在微小的高差与横向错茬,因而,车辆在通过钢轨连接处时会对钢轨产生沿钢轨轴线方向的冲击。在倾角大于 15° 的斜巷中,向下运行的车辆对钢轨的冲击会使钢轨向下滑动。因此,倾角大于 15° 的斜巷,应采取防止轨道下滑的措施。

10.3.2 采用锚杆(索)悬吊或横梁悬挂方式敷设单轨吊的天轨简单易行,是单轨吊天轨的常用敷设方式,具体的吊点间距、每一个吊点的锚杆(索)数量与轨型及巷道顶板围岩稳定性有关,应经过受力分析,通过计算确定。

11 水 沟

11.1 水沟布置与坡度

11.1.1 运输与行人是巷道和交岔点的基本功能,水沟不得影响运输与行人是对水沟布置的基本要求。由于水沟在使用一段时间会有淤积,需要进行清理,因此,水沟应便于清理。

布置在巷道侧帮的水沟不影响巷道的运输、行人等功能,采用非全封闭支护的巷道,巷道底板没有底拱、底梁等支护构筑物,水沟布置在侧帮没有困难,因此,水沟应布置在巷道侧帮。轨道运输巷道行人侧宽度较大,水沟布置在行人侧一般不会因水沟布置的要求而增加巷道宽度,并有利于水沟的清理与维护,水沟宜布置在巷道行人侧。其他巷道的水沟的布置比较灵活,是在行人侧还是非行人侧,不宜作统一规定,应根据巷道的具体情况经比较确定,力争做到既满足本条第 1 款的要求,又不因水沟而增加巷道的宽度。

采用完全支护的巷道,由于设置有底拱或底梁,难以在巷道侧帮布置水沟,也可将水沟布置在巷道中间,但必须采取措施满足本条第 1 款的要求。

11.1.2 锚喷支护和拱碯支护的巷道中,水沟紧贴巷道侧帮布置可以减小巷道宽度。但在金属支架支护的巷道中,为防止水沟渗水腐蚀支架柱腿,水沟外缘与柱腿应保持一定距离,根据煤矿的实践经验,这一距离不应小于 300mm。

11.1.3 设有人行台阶(或防滑条)的斜巷,水沟与人行台阶(或防滑条)平行布置时可以不设水沟盖板。若水沟与人行台阶(或防滑条)重叠布置,虽然可减小巷道宽度,但水沟必须设置盖板;而且为了方便人员行走,盖板要铺设成台阶状或表面制作成防滑条,施工

复杂,维护工作量大,维修不便。因此,设有人行台阶(或防滑条)的斜巷,布置在行人侧的水沟宜与人行台阶(或防滑条)平行布置。

11.1.4 本条规定了对水沟坡度的要求。

1 水沟的坡度与巷道坡度一致时,水沟可保持恒定的深度与断面,水沟的工程量最省,因此,除某些特殊情况(如巷道坡度与需要的水流方向相反、巷道坡度小于本条第1款、第2款规定的水沟最小坡度)外,水沟的坡度应该与巷道坡度保持一致。

水沟坡度越大,水的流速越大,反之亦然。黄泥灌浆或水砂充填的泄出水中含有较多的泥沙,根据黄泥灌浆和水砂充填矿井的实践经验,为使水流保持一定的流速,减少水沟中的泥沙沉淀,水沟的坡度宜大于5‰。为避免大量泥沙进入主要巷道和井底车场主要水仓而增加主要巷道水沟与水仓的清理工作量,黄泥灌浆和水砂充填矿井一般在采区的适当位置设置有沉淀池,流出采区的水流经沉淀池沉淀后泥沙大幅减少,除采区内的泄水巷外,主要巷道和井底车场的水沟坡度可按一般矿井要求设计。

2 水沟的允许流量与其坡度呈正相关。坡度越大,允许流量越大,反之亦然。为减小水沟断面,水沟的坡度不宜过小。根据煤矿的实践经验,巷道坡度不应小于3‰。

3 沿煤层布置,坡度随煤层的起伏而变化的煤巷,其水沟不可能保持一定的坡度,巷道中的水也不可能通过水沟自流排出;其水沟的作用主要是将巷道中的水汇流至巷道的低洼处后用水泵排除。因此,沿煤层布置,坡度随煤层的起伏而变化的煤巷,水沟坡度可不受本条第1款、第2款规定的限制而与巷道坡度一致。

11.1.5 当巷道坡度与需要的水流方向相反时,需设置坡度方向与巷道坡度方向相反的水沟(即反水沟)才能实现自流排水。为了保证反水沟有合理的流速与足够的流量,其坡度应符合本条第1款、第2款的规定。由于反水沟工程量大,施工困难,设计中应尽量避免。

11.1.6 为避免巷道的淋水、底板涌水、洒水点的漏水与渗水、水

幕喷出水在巷道底板上无序流淌,影响巷道行人安全,应就地将其引入巷道水沟。因此,巷道淋水处、底板涌水处、洒水点和水幕的下方、应设横向截水沟。煤矿工程实践表明,要满足横向截水沟的功能要求,其坡度不应小于 2‰。无轨运输巷道为减小水沟对设备运行的影响,横向截水沟宜斜向布置。

11.2 水 沟 断 面

11.2.1 水沟断面形状主要有倒直角梯形、矩形和倒等腰梯形三种。

断面的高度或面积相同时,水沟的上部宽度以矩形断面为最小,倒直角梯形次之,倒等腰梯形最大。拱碯支护和锚喷支护的巷道中,紧贴巷道侧帮布置的倒直角梯形或矩形断面水沟工程量省,构筑方便,盖板宽度小。因此,砌筑的水沟,紧贴巷道侧帮布置或加设盖板的,宜选用倒直角梯形、矩形断面;其他宜选用矩形、倒等腰梯形断面。

倒等腰梯形断面侧帮稳定性好。因此,不砌筑的水沟应选用倒等腰梯形断面。

11.2.2 本条说明如下:

(1)水沟的允许最大流量必须大于设计流量,而水沟的允许最大流量又取决于水沟的断面尺寸、坡度和砌筑材料等因素。因此,水沟的断面尺寸应根据水流流量、坡度、砌筑材料等因素选择。

(2)水沟的允许最大流量可按公式 4 计算:

$$Q = Fv \quad (2)$$

$$v = C \sqrt{Ri} \quad (3)$$

$$R = \frac{F}{P} \quad (4)$$

$$C = \frac{1}{n} R^y \quad (5)$$

$$Y = 2.5 \sqrt{n} - 0.13 - 0.75 \sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.10) \quad (6)$$

式中： Q ——水沟流量(m^3/s)；

F ——水沟过水断面积(m^2)；

v ——水流速度(m/s)；

C ——谢基系数，其值见表 5；

R ——水力半径(m)；

P ——过水周界(m)；

i ——水沟底板坡度；

n ——水沟粗糙度，见表 6；

Y ——与 n 和 R 有关的指数，采用公式 8 计算，或按以下近似公式计算： $R < 1.0\text{m}$ 时， $Y = 1.5\sqrt{n}$ ； $R > 1.0\text{m}$ 时， $Y = 1.3\sqrt{n}$ 。

表 3 谢基系数 C 值

$n \backslash R(\text{m})$	0.014	0.015	0.017	0.018	0.02
0.01	32.51	29.85	24.11	21.82	18.11
0.02	37.61	33.78	27.68	25.23	21.21
0.03	40.17	36.31	30.01	27.45	23.26
0.04	42.26	38.22	31.77	29.15	24.84
0.05	43.87	39.77	33.21	30.54	26.13
0.06	45.24	41.08	34.43	31.72	27.23
0.07	46.41	42.25	35.51	32.75	28.22
0.08	47.46	43.24	36.45	33.68	29.07
0.09	48.40	44.16	37.31	34.51	29.85
0.10	49.43	45.07	38.00	35.06	30.85
0.12	50.86	46.47	39.29	36.34	32.05
0.14	52.14	47.74	40.47	37.50	33.10
0.16	53.29	48.80	41.53	38.50	34.05
0.18	54.29	49.80	42.47	39.45	34.90

续表 3

$R(m) \backslash n$	0.014	0.015	0.017	0.018	0.02
0.20	55.21	50.74	43.35	40.28	35.65
0.22	56.07	51.54	44.11	40.89	36.40
0.24	56.86	52.34	44.38	41.78	37.05
0.26	57.75	53.00	45.53	42.45	37.70
0.28	58.29	53.67	46.17	43.06	38.25
0.30	58.93	54.34	46.82	43.67	38.85

表 4 水沟粗糙度 n

壁面种类及表面衬砌的性质	n	$\frac{1}{n}$	$\sqrt{n}$
一般混凝土面	0.014	71.4	0.118
粗糙的混凝土面	0.017	58.8	0.130
不构筑的水沟	0.020	50.0	0.140

(3)水沟宽度与深度以 50mm 为模数,便于设计和施工。

(4)水沟在使用过程中,会有煤泥、岩屑等固体悬浮物沉淀于沟底,一般需要定期、不定期地进行清理。因此,水沟的底宽应大于清理工具的宽度,以便清理。

(5)若水沟中水流过满,流水易溢出水沟。规定水沟的充满系数应不大于 0.75,安全高度(水面至水沟沟缘的高度)应不小于 50mm,是为了保证水沟中的流水不溢出。

(6)不砌筑水沟的沟帮应有合适的倾角,以维持沟帮的稳定。根据煤矿井巷工程的实际,沟帮倾角以 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 为宜。

11.2.3 附录 A 给出了各类砌筑水沟不同净断面的允许最大流量,按附录 A 选取水沟断面可提高设计速度。

11.3 水沟构筑与盖板

11.3.1 构筑水沟粗糙度低,流速较大,允许的流量较大,清理方

便,服务年限长,但工程费用高。不构筑水沟的优缺点则正好相反。本条对水沟构筑的规定就是根据构筑水沟和不构筑水沟的上述优缺点做出的。

根据煤矿井巷工程的实际,水沟砌筑厚度不宜小于 50mm。

11.3.2 本条说明如下:

(1)采用轨道运输的井底车场、主要运输巷和采区石门,水沟一般布置在行人侧,运输频繁,行人较多。为方便行人,应设置盖板。

(2)根据矿井生产管理经验,采用无轨运输的井底车场及主要巷道应设置盖板,可避免车辆在会车或者其他操作失误时车轮掉入水沟内,造成车辆及水沟的损坏;同时也不影响行人。

由于水沟盖板有可能受到车辆的碾压,因此,无轨运输盖板必须能承受车辆碾压。

管线本身及托架都存在一定的宽度,一般在 500mm 左右。当水沟与管线在同侧布置时,管线及托架基本可以覆盖住水沟上面空间,可以避免车辆或者行人掉入,因此,可不设置盖板。

(3)无运输设备运行的巷道人行道宽度一般较大,倾斜巷道水沟宽度小,水沟不设置盖板一般不影响行人;采区中巷及顺槽不仅水沟断面小,水沟不设置盖板不影响行人,而且服务年限短。因此,上述巷道可不设盖板。

(4)无砌筑水沟沟帮不规则且稳定性差,加设盖板较为困难,而且巷道服务年限短,水沟流量小,因此,不应设置盖板。

11.3.3 水沟沟帮要承受盖板的自重与盖板上的荷载,若盖板宽度与水沟上口净宽的差值过小,则盖板在水沟沟帮上的支撑面积过小,盖板与水沟沟帮之间的压力过大,易导致水沟盖板和水沟沟帮的损坏;而且,盖板容易因外力移动而落入水沟。因此,根据生产实践经验,规定水沟盖板的宽度,应比水沟上口净宽大 150mm。

11.3.4 钢筋混凝土水沟盖板耐腐蚀、加工方便、造价低,轨道运输巷道的水沟盖板除人员行走并可能放置重量不大的小物件外,

不承受大的荷载,根据煤矿井巷工程多年的使用经验,轨道运输巷道的水沟盖板采用钢筋混凝土制作较为适宜。

钢筋混凝土水沟盖板的厚度小于 50mm 时,钢筋保护层的厚度过小,盖板的抗弯强度也难以保证;重量超过 40kg 时,搬运和施工困难。因此规定,钢筋混凝土水沟盖板的厚度应不小于 50mm,重量不应超过 40kg。煤矿矿井常用的钢筋混凝土水沟盖板尺寸(长×宽×厚,mm)为:500×500×50、550×450×50、600×400×50、650×350×50、750×350×50、850×300×50。

由于钢筋混凝土盖板使用的钢筋长度不大,又在地面制作,采用刚度较大的钢筋没有困难,因此,本条规定可采用 HRB400、HPB300 钢筋。对钢筋直径的要求,是根据煤矿井巷工程多年的使用经验规定的。

11.3.5 钢筋混凝土水沟盖板由于厚度不宜太大,难以承受车辆的碾压。采用型钢或铸钢、铸铁制作的算子形金属水沟盖板强度大,可以承受车辆碾压,而且重量适宜,搬运与施工方便,是较为理想的能承受车辆碾压的水沟盖板。对算子形金属水沟盖板的其他要求,是为了保证盖板不会对车辆的轮胎造成损害,并且便于搬运和施工。由于算子形金属水沟盖板比钢筋混凝土水沟盖板搬运方便,因此,规定其重量应不超过 50kg,比钢筋混凝土水沟盖板的重量要求放宽了 10kg。

12 管线敷设

12.1 一般规定

12.1.1 本条规定是为了确保巷道和交岔点中敷设的各种管线不会影
响巷道和交岔点的主要功能。本条是强制性条文,必须严格执行。

12.1.2 井下巷道和交岔点中敷设的管路有洒水管、注氮管、瓦斯抽放管、排水管、压风管、灌浆管、水砂充填管等,缆线有动力电缆、照明电缆、通信电缆、信号电缆、数据传输缆线、电机车架空线等。各种管线的功能、特性、对环境的要求等均不相同,相互之间还有可能产生不利的影响。有的巷道和交岔点中管线的种类和数量较多,若不统筹安排,合理布置,很可能导致运输对管线的破坏和管线之间的不利影响,造成施工不便,也无法满足管线正常使用与维护的需要。因此规定,巷道和交岔点中的各种管线必须统筹安排,合理布置,并符合《煤矿安全规程》和相关强制性标准的要求。

12.1.3 煤矿井下空气潮湿,金属构件易腐蚀,因此,服务年限大于 5a 的金属管道及其敷设装置(钢梁、金属吊环、金属卡箍等)应采取防腐措施。

12.1.4 电缆若遭受淋水,渗水容易进入电缆接线盒而使接线盒受损,发生断路或接地故障,因此,电缆不得遭受淋水。在巷道淋水处,应采取防止电缆遭受淋水的措施。

12.2 管线布置

12.2.1 本条是强制性条文,必须严格执行。本条的规定是为了避免电缆与管道之间的不利影响。

1 电缆若悬挂在风管或水管上,一旦漏水漏风,电缆将直接

受到水淋或风的吹袭,沿电缆的渗水容易进入电缆接线盒而使接线盒受损,发生断路或接地故障,电缆也有可能通过悬挂线使管道带电造成事故。因此,电缆不应悬挂在压风管或水管上。

2 电缆敷设在管道上方并与管道外缘保持 300mm 以上的距离,既可避免管道安装、检修和跌落时破坏电缆,又可避免电缆因悬垂度过大而与管道接触导致管道带电而造成事故。因此,电缆必须敷设在管子下方并与管道外缘保持 300mm 以上的距离。

3 虽然瓦斯抽放管路中的高浓度瓦斯压力低于巷道空气压力,但在事故或故障情况下仍有泄漏的可能,为避免泄漏的瓦斯被引爆,瓦斯抽放管路应尽量远离电缆等带电体。因此,在有瓦斯抽放管路的巷道内,电缆(包括通信、信号电缆)必须与瓦斯抽放管路分挂在巷道两侧。

12.2.2 本条规定是为了确保人行道符合第 4.2.1 条、第 4.2.2 条的规定。本条是强制性条文,必须严格执行。

12.2.3 由于没有轨道的约束,无轨运输车辆行驶时有可能偏离预设的行车道撞击敷设在侧帮的管道而导致管道受损。因此,行驶无轨车辆的巷道内,敷设在侧帮的管道底部应高于运输设备的高度,否则应采取防止车辆撞击管道的措施。

12.2.4 由于瓦斯管道输送的高浓度瓦斯是高度危险的爆炸性气体,对管路的完好性要求远高于其他管路,为确保其完好无损,需要经常检查与维修。瓦斯管道敷设在巷道底板检查维修最为方便。因此,在回风巷、无移动输设备(包括轨道运输设备和无轨运输设备)运行的巷道内,宜敷设在巷道底板。采用轨道运输或无轨运输的主要运输巷道内,敷设在巷道底板的管道有的可能被运输设备撞击破坏,将瓦斯管道固定在人行道侧,方便检查与维修。规定管道底部的高度大于运输设备的高度,是为了避免管道被运输设备撞击破坏。规定瓦斯抽放管道外缘距巷道壁宜不小于 100mm,是为了便于瓦斯抽放管道的安装与检修。本条第 2 款是强制性条文,必须严格执行。

12.2.5 本条规定是为了便于管道的安装、检修和水沟的清理。

12.2.6 本条规定是为了避免电缆因受运输设备的撞击、碾压或摩擦而受到损坏。

12.2.7 通信和信号电缆距电力电缆过近,电力电缆中的工频电流产生的电磁场会对其产生干扰,影响通信和信号的质量;而且,一旦电力电缆发生放炮、短路着火故障和巷道冒顶事故,电力电缆与通信、信号电缆有可能同时受到影响,使矿井供电和通信、信号同时中断,既影响矿井生产,也影响故障处理。因此规定,电力电缆与通信、信号电缆应分挂在巷道两侧。当受条件限制挂在同侧时,应敷设在电力电缆的上方,其间隙应大于 100mm。本条是强制性条文,必须严格执行。

12.2.8 高、低压电力电缆之间,或高压电缆之间、低压电缆之间的距离过小时,容易因绝缘损坏而发生短路,造成故障或事故。因此规定,高压电缆之间、低压电缆之间的距离不得小于 50mm;高、低压电力电缆敷设在巷道同侧时,高、低压电缆间隙应大于 100mm。本条是强制性条文,必须严格执行。

12.2.9 本条第 1 款的规定是为了确保在有架空线的巷道中行人的安全。第 2 款的规定是为了满足架空线安装和正常使用的需要。第 3 款的规定是为了确保不会因架空线与管道摩擦与接触而发生触电事故。本条是强制性条文,必须严格执行。

12.2.10 综采矿井液压支架的运输高度,有可能大于第 12.2.9 条第 1 款规定的架空线最小高度。因此,需要运送液压支架的巷道,电机车架空线的高度除应符合第 12.2.9 条第 1 款的规定外,还应考虑液压支架整体运输的要求,必要时应增加电机车架空线的高度。

12.3 管线敷设方式与敷设要求

12.3.1 本条列出了煤矿矿井通常采用的管道敷设方式。这几种敷设方式各有优缺点,设计时,应根据巷道和需要敷设管道的具体

情况综合考虑确定。

12.3.2 巷道和交岔点中各种管路和线缆若敷设不牢而掉落,不仅会损坏管路和线缆,也影响运输与行人,甚至造成事故。因此,巷道和交岔点中各种管路和线缆的敷设必须牢固可靠。

原规范中有关于管路和线缆敷设方式的要求,本次修订认为管路和线缆敷设方式应根据各自的专业要求进行选择,而不是巷道及交岔点规范中应该明确的内容,因此,本次修订时取消了管路和线缆敷设方式的相关要求。

12.3.3 瓦斯抽放管道与带电物体接触,有可能导致管道带电而引爆管道中的瓦斯。瓦斯抽放管道被砸坏将造成管道中的瓦斯泄漏而危及安全。因此规定,瓦斯管道,不得与带电物体接触,并应有防止砸坏管道的措施。本条是强制性条文,必须严格执行。

12.3.4 电缆上悬挂物件有可能使电缆受损,并因而导致电气故障和事故。因此,规定电缆上严禁悬挂任何物件。本条是强制性条文,必须严格执行。

13 辅助设施和铺底

13.1 辅助设施

13.1.1 本条规定是为了保证斜巷中行人的安全。

13.1.2 宽度小于 400mm 的防滑条与人行台阶,人员行走不便,因此,巷道中防滑条、人行台阶的宽度应不小于 400mm。为保证人员上下运人设备时的安全,运人设备上下人处防滑条与台阶的宽度,采用轨卡人车及单轨吊人车时应不小于 600mm,采用架空乘人装置时应不小于 1000mm。

13.1.3 安设不牢的扶手有可能诱发事故,不能保证行人的安全。因此,扶手的安设应牢固可靠。根据人体工程学,铅垂高度 800mm~1000mm 的扶手,人员抓握最方便、舒适,因此,规定扶手的安设高度,在铅垂方向宜为 800mm~1000mm。

13.1.4 煤矿井下巷道光照条件差,巷道侧帮颜色灰暗,无轨运输设备行驶时,司机不容易看清巷道两帮的轮廓和运输设备与两帮的距离,不利于行车安全。设置轮廓标,在车灯的照射下,轮廓标的反光使司乘人员能清楚地看到运输设备的行驶方向、巷道两帮的轮廓以及运输设备与两帮的距离,减小了司乘人员害怕运输设备与两帮撞擦的恐惧心理,提高了司乘人员的安全感和运输的安全保证度。实践表明,在运输频繁的无轨运输巷道设置轮廓标,是提高无轨运输安全的有效措施。因此,行驶无轨运输车辆的开拓巷道和准备巷道,宜在巷道两侧设置轮廓标。

13.2 铺底

13.2.1 无轨运输巷道采用混凝土铺底,为车辆提供了一个平整、洁净、耐水、抗压强度高的人工路面,改善了行车条件,降低了轮胎

的磨损和运输成本。国外和国内神东等矿区的经验表明,运输频繁,服务年限长的无轨运输巷道采用混凝土铺底效益明显。井底车场和主要运输巷道,以及大、中型矿井的采区运输巷道运输频繁,服务年限长,应采用混凝土铺底。

带式输送机在运行过程中不可避免地会撒落煤炭。安装带式输送机的开拓巷道和大、中型矿井的采区运输巷道采用混凝土铺底,可以提高底板的平整度,方便撒落煤炭的清理。

13.2.2 运行无轨胶轮车巷道的铺底,必须有足够的厚度,以保证受力均匀,并要考虑车辆轮胎对铺底(路面)的磨损,原规范规定不应小于 200mm。铺底厚度主要取决于巷道底板的稳定性、平整度及巷道的服务年限,根据国内外的经验,在底板岩性稳定且平整度好的巷道,甚至可以不铺混凝土底板,因此,本次修订将铺底厚度适当放宽,调整为其厚度不宜小于 150mm。带式输送机巷道铺底的主要目的是提高底板的平整度,对强度没有特别要求,采用 100mm~150mm 较为合适。

13.2.3 行走无轨胶轮车巷道,铺底混凝土的强度等级低于 C25 时,其强度和耐磨性能难以保证。因此,规定铺底混凝土强度等级应不低于 C25。安装带式输送机的巷道,对铺底的强度没有特别要求,采用 C15 较为适宜。

S/N:155182·0140



9 155182 014008

统一书号: 155182·0140

定 价: 23.00 元