

UDC

中华人民共和国国家标准

GB

P

GB 50533 – ××××

煤矿井下辅助运输设计标准

Standard for design of underground
auxiliary haulage system of coal mine

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

煤矿井下辅助运输设计标准

Standard for design of underground
auxiliary haulage system of coal mine

GB 50533-202×

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:202×年××月××日

中国计划出版社

202× 北京

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2019年工程建设规范和标准编制及相关工作计划〉的通知》（建标函〔2019〕8号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，以及国内外矿井建设的新技术、新工艺和新的科研成果，并在广泛征求意见的基础上，修订了本标准。

本标准的主要技术内容是：总则、术语与符号、基本规定、辅助运输方式、轨道机车运输、绳牵引运输、单轨吊车运输、无轨胶轮车运输、辅助运输车辆配备、带式输送机运输、人员运送、巷道硐室与轨道、信息化与智能化、安全环保与节能等。

本标准修订的主要技术内容是：

1. 合并了辅助运输系和基本规定。
2. 修改了电机车运输等要求。
3. 删除了卡轨车运输等要求。
4. 增加了单轨吊车起吊梁等要求。
5. 删除了运人带式输送机和助行器章等要求。
6. 增加了辅助运输设备的制动及安全保护要求。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理。

本标准起草单位：通用技术集团工程设计有限公司等

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

| | | |
|-----|---------------------|--------|
| 1 | 总 则 | (1) |
| 2 | 术语和符号 | (2) |
| 2.1 | 术语 | (2) |
| 2.2 | 符号 | (3) |
| 3 | 基本规定 | (7) |
| 4 | 辅助运输方式 | (8) |
| 5 | 轨道机车运输 | (9) |
| 5.1 | 一般规定 | (9) |
| 5.2 | 架线电机车运输 | (11) |
| 5.3 | 矿用防爆型蓄电池电机车运输 | (12) |
| 5.4 | 矿用防爆型柴油机车运输 | (12) |
| 5.5 | 防爆型胶套轮机车运输 | (12) |
| 5.6 | 齿轨车运输 | (13) |
| 6 | 绳牵引运输 | (15) |
| 6.1 | 一般规定 | (15) |
| 6.2 | 单绳缠绕式绞车牵引 | (15) |
| 6.3 | 无极绳绞车牵引 | (16) |
| 6.4 | 无极绳连续牵引车运输 | (17) |
| 7 | 单轨吊车运输 | (19) |
| 7.1 | 一般规定 | (19) |
| 7.2 | 机车牵引单轨吊车运输 | (20) |
| 7.3 | 绳牵引单轨吊车运输 | (21) |
| 7.4 | 单轨吊车起吊梁 | (21) |
| 8 | 无轨胶轮车运输 | (22) |
| 9 | 辅助运输车辆配备 | (25) |
| 9.1 | 一般规定 | (25) |
| 9.2 | 轨道运输车辆 | (25) |

| | |
|-----------------------------|-------|
| 9.3 单轨吊车运输列车 | (25) |
| 9.4 无轨胶轮车运输车辆 | (26) |
| 10 带式输送机运输 | (27) |
| 10.1 运矸带式输送机 | (27) |
| 10.2 双载带式输送机 | (27) |
| 11 人员运送 | (28) |
| 11.1 一般规定 | (28) |
| 11.2 轨道运输 | (28) |
| 11.3 无轨胶轮车运输 | (29) |
| 11.4 架空乘人装置 | (30) |
| 12 巷道、硐室与轨道 | (33) |
| 12.1 轨道运输 | (33) |
| 12.2 单轨吊车运输 | (34) |
| 12.3 无轨胶轮车运输 | (36) |
| 12.4 架空乘人装置 | (38) |
| 13 信息化与智能化 | (39) |
| 13.1 一般规定 | (39) |
| 13.2 信号 | (39) |
| 13.3 通信 | (41) |
| 13.4 智能监控 | (41) |
| 14 安全、环保与节能 | (42) |
| 附录 A 煤矿井下辅助运输主要运输方式分类 | (43) |
| 本标准用词说明 | (45) |
| 引用标准名录 | (46) |

Contents

| | | |
|-----|--|--------|
| 1 | General provisions | (1) |
| 2 | Terms and symbols | (2) |
| 2.1 | Terms | (2) |
| 2.2 | Symbols | (3) |
| 3 | Basic requirements | (7) |
| 4 | Mode of auxiliary haulage | (8) |
| 5 | Track locomotive transport | (9) |
| 5.1 | General requirements | (9) |
| 5.2 | Trolley electric locomotive transport | (11) |
| 5.3 | Mining explosion-proof battery electric locomotive transport | (12) |
| 5.4 | Mining explosion-proof diesel locomotive transport | (12) |
| 5.5 | Explosion-proof rubber tyred locomotive transport | (12) |
| 5.6 | Rack locomotive transport | (13) |
| 6 | Rope tractive haulage | (15) |
| 6.1 | General requirement | (15) |
| 6.2 | Single Rope winding hoist traction | (15) |
| 6.3 | Endless rope hoist traction | (16) |
| 6.4 | Endless rope continuous driving tractor haulage | (17) |
| 7 | Overhead monorail transport | (19) |
| 7.1 | General requirement | (19) |
| 7.2 | Locomotive overhead monorail transport | (20) |
| 7.3 | Rope haulage overhead monorail transport | (21) |
| 7.4 | Lifting beam of overhead monorail | (21) |
| 8 | Trackless rubber wheels transport | (22) |
| 9 | Auxiliary haulage car equipment | (25) |
| 9.1 | General requirements | (25) |
| 9.2 | Track transport car | (25) |

| | | |
|--|--|-------|
| 9.3 | Overhead monorail transport car | (25) |
| 9.4 | Trackless rubber wheels transport car | (26) |
| 10 | Belt conveyor transport | (27) |
| 10.1 | Haulage gangue belt conveyor | (27) |
| 10.2 | Double-road belt conveyor | (27) |
| 11 | Personnel carry | (28) |
| 11.1 | General requirements..... | (28) |
| 11.2 | Track transport..... | (28) |
| 11.3 | Trackless rubber wheels transport..... | (29) |
| 11.4 | Overhead manned equipment..... | (30) |
| 12 | Roadway ,chamber and track | (33) |
| 12.1 | Track transpourt | (33) |
| 12.2 | Overhead monorail transport | (34) |
| 12.3 | Trackless rubber wheels transport | (36) |
| 12.4 | overhead manned equipment | (38) |
| 13 | Informatization and intelligentization | (39) |
| 13.1 | General requirements | (39) |
| 13.2 | Signaling | (39) |
| 13.3 | Communication | (41) |
| 13.4 | Intelligent monitoring | (41) |
| 14 | Safety, environmental protection and energy saving | (42) |
| Appendix A Sort of coal mine underground auxiliary | | |
| | haulage mode | (43) |
| Explanation of the wording in this code | | |
| | | (45) |
| List of quoted standards | | |
| | | (46) |

1 总 则

1.0.1 为推广应用煤矿井下辅助运输的先进技术和经验，简化运输环节，保障安全生产，提升智能化水平，推动绿色发展，提高生产效率，保证设计水平和设计质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于煤炭工业井工开采的新建、改建、扩建矿井可行性研究、初步设计和施工图设计。

1.0.3 煤矿井下辅助运输设计应因地制宜地采用新技术、新工艺、新设备和新材料，体现安全、智能、绿色、高效、经济的原则。

1.0.4 煤矿井下辅助运输设计除应符合本标准外，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 辅助运输 auxiliary haulage

煤矿中人员、设备、材料、矸石等的运输方式及设备。

2.1.2 轨道运输 railway transport

利用轨道作承托导向体，以车辆作运输容器的运送方式。

2.1.3 架线电机车 trolley electric locomotive

用架空线供电的矿用电机车。

2.1.4 矿用防爆型蓄电池电机车 mining explosion-proof battery electric locomotive

电动机、控制器、灯具、电缆插销等为隔爆型，蓄电池采用防爆型措施的电机车。

2.1.5 矿用防爆型柴油机车 mining explosion-proof diesel locomotive

使用防爆型柴油机作动力，低污染排放的机车。

2.1.6 胶套轮机车 rubber tyred locomotive

车轮踏面包敷特种材料以加大粘着系数提高爬坡能力的矿用机车。

2.1.7 齿轨车 rack locomotive

借助道床上的齿条与机车上的齿轮实现增加爬坡能力的矿用机车。

2.1.8 绳牵引 rope traction

用钢丝绳牵引车辆运送物料、人员的运输方式。

2.1.9 无极绳绞车 endless rope hoist

驱动循环运行钢丝绳牵引矿车运输的矿用绞车。

2.1.10 无极绳连续牵引车 endless rope continuous driving tractor

由无极绳绞车、张紧装置、梭车、轮组、尾轮等部件以钢丝绳串联形成的运行于普通轨道上的辅助运输设备。

2.1.11 单轨吊车 overhead monorail

在悬吊的单轨上运行，由驱动车或牵引车、制动车、承载车等组成的运输设备。

2.1.12 防爆型无轨胶轮车 explosion-proof trackless rubber wheels

以防爆型柴油机或蓄电池为动力,可在煤矿井下运行的非轨道承载的胶轮式车辆。

2.1.13 双载带式输送机 double-road belt conveyor

拥有无极挠性输送带上下层可同时载运物料的输送机。

2.1.14 架空乘人装置 overhead manned equipment

在井巷中采用无极绳系统运送人员的一种乘人装置。

2.1.15 井底车场 shaft bottom

连接井筒和井下主要运输巷的一组巷道和硐室的总称。

2.1.16 采区车场 district station

采区上(下)山与区段平巷、大巷或采区石门相连接的一组巷道和硐室的总称。

2.1.17 躲避硐室 escape chamber

在斜井或巷道一侧专为人员躲避行车或爆破作业危害而开凿的硐室。

2.1.18 换装硐室 changing chamber

用于不同运输方式(如有轨与无轨运输车辆)间相互交换运载物的硐室,又称换装站。

2.1.19 智能监控系统 Intelligent monitoring system

采用图像处理、模式识别和计算机视觉技术,通过智能视频分析模块,抽取关键有用信息,快速准确定位事故现场,并发出警报或触发其它动作,有效进行事前预警,事中处理,事后及时取证的全自动、全天候、实时监控的智能系统。

2.2 符号

B ——巷道断面净宽;

ΔB ——弯道巷道加宽宽度;

b ——运输设备宽度;

b_1 ——不行人侧运输设备与巷道之间的最小距离;

b_2 ——运输设备的最大宽度;

b_3 ——行人侧运输设备与巷道之间的最小距离;

b_4 ——双轨运行的运输设备最突出部分之间的最小距离;

b_5 ——运输设备与巷道侧壁的最小距离;

F ——牵引力;

F_{em} ——空列车运行时的牵引力；
 F_L ——重列车运行时的牵引力；
 f_d ——运行比阻力；
 f_h ——机车车辆下滑力；
 f_k ——运行阻力系数；
 f_m ——机车车辆静摩擦力；
 G ——运输最大质量；
 G_d ——机车及配套设备自重；
 G_o ——梭车质量；
 G_y ——每一集装箱或承载车（梁）净载质量；
 g ——重力加速度；
 H ——巷道断面净高；
 h ——运输设备（至其运输物件顶部）高度；
 h_1 ——运输设备与巷道顶壁的最小距离；
 h_2 ——运输设备高度（至轨道底部）；
 h_3 ——运输设备与巷道底板的最小距离；
 h_4 ——运输设备向下摆动幅度；
 k ——运输（提升）不均衡系数；
 k_1 ——无轨胶轮车运载量利用系数；
 k_2 ——无轨胶轮车工作时间利用系数；
 k_3 ——乘车延误系数；
 k_s ——速度影响系数；
 L ——运输距离；
 l ——列车制动距离；
 l_d ——吊椅间距；
 m_1 ——乘坐人员的质量；
 m_o ——运人车辆的质量；
 N ——运输机车台数；
 N_1 ——列车矿车数；
 N_n ——列车数；

N_r ——每班运人需用机车台数；
 n ——牵引矿车数量；
 n_1 ——乘车人数；
 n_b ——最大班下井人数；
 n_M ——电机车牵引电动机的数量；
 n_r ——运人能力；
 n_w ——每车乘人数；
 P ——往返次数；
 Q ——设备的运输能力（班运输量）；
 Q_1 ——运矸量；
 Q_2 ——运其它设备、材料折算量；
 Q_b ——（台）班提升（运输）量；
 Q_n ——运载货物的质量；
 Q_k ——每辆矿车的载重量；
 Q_w ——无轨胶轮车运载量；
 Q_y ——次提升量；
 q_c ——每辆矿车的质量；
 q_g ——单位长度钢丝绳质量；
 q_j ——机车质量；
 q_z ——机车制动质量；
 R_1 ——无轨胶轮车内轮曲率半径；
 R_2 ——无轨胶轮车外轮曲率半径；
 S ——乘人装置上、下人员休止时间；
 T ——运输时间；
 T_j ——人员运送时间；
 T_r ——乘人装置在运输段内所需总时间；
 t ——无轨胶轮车往返一次总时间；
 t_1 ——装车时间；
 t_2 ——卸车时间；
 t_3 ——无轨胶轮车调车等待停歇时间；

t_d ——装载和调车辅助时间；
 t_G ——挂车间隔时间；
 t_t ——调车作业总时间；
 t_y ——提升循环（往返）一次所需（运行）时间；
 v ——运行速度；
 v_k ——空车运行速度；
 v_0 ——列车制动前运行速度；
 v_z ——重车运行速度；
 W ——运行阻力；
 W_{bem} ——空列车运行时的单位运行阻力；
 W_{bl} ——重列车运行时的单位运行阻力；
 W_r ——坡道对列车的单位运行阻力；
 Z_x ——一次串车数；
 Z ——成组（列）矿车（集装箱或承载车）数；
 ω_1 ——胶套（胶）轮与轨道（路面）间的滚动摩擦系数；
 ω_2 ——承载车轮与轨道间的滚动摩擦系数；
 ω_3 ——胶套（胶）轮与轨道（路面）间的滑动摩擦系数；
 ω_4 ——齿轨车与齿轨、轨道间的滚动摩擦系数；
 ω_y ——重列车运行阻力系数；
 ω_z ——制动时的粘着系数；
 α ——运行巷道坡度；
 α_{\max} ——运行巷道最大坡度；
 μ ——钢丝绳摩擦阻力系数。

3 基本规定

3.0.1 井下辅助运输方式应根据地质条件、煤层赋存条件和开采技术条件，结合矿井开拓方式、开拓布置，分析设备、物料、人员及矸石运输等因素综合确定。

3.0.2 井下辅助运输系统应符合下列规定：

- 1 与煤炭运输系统、提升系统相互协调；
- 2 实现辅助运输连续化、高效化；
- 3 煤巷、半煤岩巷的煤和夹矸等宜进入煤炭运输系统。

3.0.3 井下辅助运输应采用机械化运输，宜实现智能化运行。

3.0.4 当矿井采用副平硐、缓坡斜井、副斜井开拓，且井下巷道坡度适宜时，井下辅助运输宜采用直达运输。

3.0.5 井下辅助运输设备应具有可靠的制动系统，并应符合下列规定：

- 1 安全制动和停车制动装置应为失效安全型；
- 2 安全制动和停车制动装置的制动力应为额定牵引力的1.5~2倍；
- 3 胶套轮车、齿轨车、无极绳连续牵引车、单轨吊车应设置既可手动又能自动的安全闸。安全闸应当具备下列性能：

1) 绳牵引运输设备运行速度超过额定速度30%时，其他设备运行速度超过额定速度15%时，能自动施闸；施闸时的空动时间不大于0.7s；

2) 在最大载荷最大坡度上以最大设计速度向下运行时，制动距离应当不超过相当于在这一速度下6s的行程；

3) 在最小载荷最大坡度上向上运行时，制动减速度不大于 5m/s^2 。

3.0.6 井下辅助运输选用的电动机和电气设备应符合下列要求：

- 1 在低瓦斯、高瓦斯矿井的井底车场、总进风巷和主要进风巷可选用矿用一般型；

- 2 其它运行的巷道和硐室应选用矿用防爆型。

3.0.7 用防爆型柴油机作为动力装置时，必须配备防爆型监控和安全保护装置，当柴油机的表面温度、排气温度及油压超出规定值时，应具备及时报警和自动停车功能，并应配置自动降温装置。

4 辅助运输方式

4.0.1 煤矿井下辅助运输的轨道机车、绳牵引、单轨吊车、无轨胶轮车、带式输送机、架空乘人装置等运输方式，可按附录 A 选用。

4.0.2 井下辅助运输方式宜采用单一运输方式，可采用以一种运输方式为主、多种运输方式组成的混合运输方式。

4.0.3 不同运输方式的转换处，应设置相应的转换站或转乘站。

4.0.4 地质构造简单，近水平煤层的大、中型矿井，辅助运输宜采用无轨运输系统。其井筒的辅助运输（提升）应符合下列规定：

1 平硐和缓坡斜井宜采用无轨运输，井筒应满足全部运输车型重载运行的要求；

2 采用副立井的矿井，其提升容器应满足井下最大运输物件的装运、主要无轨运输车型直接进出和大型无轨运输车型拆解进出的要求。

4.0.5 采用轨道运输的矿井，应根据矿井的具体条件确定大巷、采区巷道的牵引方式，应在下列位置设置车场：

1 不同牵引方式的转换处；

2 采用多台缠绕式绞车、无极绳绞车或无极绳连续牵引车接力运输时，在两台牵引装置的交接处。

4.0.6 采用斜井开拓方式时，宜采用架空乘人装置运送人员。

5 轨道机车运输

5.1 一般规定

5.1.1 井下辅助运输距离较长、运输巷道坡度小于5‰时,可选用轨道电机车或柴油机车运输。

5.1.2 轨道铺设应符合下列规定:

1 轨道运输巷道与井底车场轨道铺设,应根据运输设备类型、使用地点确定,并应符合现行国家标准《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》GB 50419、《煤矿斜井井筒及硐室设计规范》GB 50415、《煤矿井下车场及硐室设计规范》GB 50416、《煤炭工业矿井设计规范》GB 50215的有关规定;

2 卡轨车轨道应与选型卡轨车相适应。普通轨卡轨车运行的轨道宜在弯道和起伏坡道两侧加设护轨装置。

5.1.3 井下辅助运输采用轨道运输时,其轨道机车动力源选择应符合下列规定:

1 低瓦斯矿井进风、使用不燃性材料支护的主要运输巷道,可使用架线电机车;

2 低瓦斯矿井的主要回风巷、采区进(回)风巷应使用符合防爆型要求的机车;

3 煤(岩)与瓦斯突出矿井、瓦斯喷出区域及新建高瓦斯矿井应选用矿用防爆型蓄电池电机车或矿用防爆型柴油机车。

5.1.4 机车牵引列车组成和机车台数计算,应符合下列规定:

1 列车组成应按重列车上坡启动、牵引机车温升和重列车下坡制动三个条件计算,应取其最小值作为列车组成;

2 机车台数应根据全矿井或水平投产初期和达产时不同的要求确定,应按初期所需台数配置机车,并按后期所需台数选择供电设备和配套设施。机车的在籍台数应按工作台数 1.25 倍确定;

3 每班机车工作台数可按下式计算:

$$N = \frac{k(Q_1 + Q_2)}{N_1 Q_k T} \left[1.33L \left(\frac{1}{v_z} + \frac{1}{v_k} + t_t \right) \right] \quad (5.1.4)$$

式中: N ——运输机车台数(台/班);

k ——运输不均衡系数,取 1.25;

Q_1 ——运矸量 (t/班);
 Q_2 ——运其它设备、材料折算量 (t/班);
 N_1 ——列车矿车数 (辆);
 Q_k ——每辆矿车的载重量 (t);
 T ——运输时间 (h/班);
 L ——运输距离 (km);
 v_z ——重车运行速度 (km/h);
 v_k ——空车运行速度 (km/h);
 t_t ——调车作业总时间 (h)。

5.1.5 列车的制动距离应符合下列规定:

- 1 运送物料时, 不应超过40m;
- 2 运送人员时, 不应超过20m。

5.1.6 列车的制动距离可按下式验算:

$$l = \frac{0.04147v_0^2}{\frac{q_z g \omega_z}{q_j + N_1(Q_k + q_c)} + (\omega_y - \alpha)g} \quad (5.1.6)$$

式中: l ——列车制动距离 (m);

v_0 ——列车制动前运行速度 (km/h);

q_z ——机车制动质量, 为机车全部质量, 如有制动车应包括制动车的全部质量 (t);

g ——重力加速度, 9.8m/s²;

ω_z ——制动时的粘着系数, 撒砂时取 0.17;

q_j ——机车质量 (t);

q_c ——每辆矿车的质量 (t);

ω_y ——重列车运行阻力系数;

α ——运行巷道坡度 (‰)。

5.1.7 机车牵引力应按下列公式计算:

$$F_{em} = \frac{q_j + nq_c}{n_M} (W_{bem} + W_r) \quad (5.1.7-1)$$

$$F_L = \frac{q_j + n(q_c + Q_k)}{n_M} (W_{bL} - W_r) \quad (5.1.7-2)$$

式中： F_{em} ——空列车运行时的牵引力（N）；
 F_L ——重列车运行时的牵引力（N）；
 n ——牵引矿车数量（辆）；
 n_M ——电动机的数量（台）；
 W_{bem} ——空列车运行时的单位运行阻力（N/t）；
 W_{bl} ——重列车运行时的单位运行阻力（N/t）；
 W_r ——坡道对列车的单位运行阻力（N/t）。

5.2 架线电机车运输

5.2.1 架空线应符合下列规定：

- 1 架空线悬挂高度应保证人员、机车及运输最大物件的安全运行；架空线及触电弓与巷道顶或者棚梁之间的距离应不小于0.2m；
- 2 架空线的直流电压不得超过600V；
- 3 经由地面引入井下的电机车架空线，应在入井处装设防雷电装置。

5.2.2 轨道应符合下列规定：

- 1 两平行钢轨之间，每隔50m应连接1根断面不小于50mm²的铜线或者其他具有等效电阻的导线；
- 2 线路上所有钢轨接缝处，应用导线或者采用轨缝焊接工艺加以连接，连接后每个接缝处的电阻不应大于下列规定：
 - 1) 22kg/m钢轨，0.00021 Ω ；
 - 2) 24kg/m钢轨，0.00020 Ω ；
 - 3) 30kg/m钢轨，0.00019 Ω ；
 - 4) 38kg/m钢轨，0.00017 Ω ；
 - 5) 43kg/m钢轨，0.00016 Ω ；
- 3 不回电的轨道与架线电机车回电轨道之间，应加以绝缘。第一绝缘点设在2种轨道的连接处；第二绝缘点设在不回电的轨道上，其与第一绝缘点之间的距离应大于1列车的长度。在与架线电机车线路相连通的轨道上有钢丝绳跨越时，钢丝绳不应与轨道相接触；
- 4 由地面直接入井的轨道，应在井口附近对金属体设置不少于2处集中接地。

5.3 矿用防爆型蓄电池电机车运输

5.3.1 机车井下充电时应设置充电硐室。充电硐室内的充电及其他电气设备应采用矿用防爆型。

5.3.2 机车电池应配置充放电安全保护装置。

5.4 矿用防爆型柴油机车运输

5.4.1 选用的矿用防爆型柴油机车应符合中国第三阶段或以上阶段排放标准要求。

5.4.2 矿用防爆型柴油机车排气口的排气温度不应超过 77℃，其表面温度不应超过 150℃。

5.5 防爆型胶套轮机车运输

5.5.1 井下运输线路起伏较大时，可采用齿轨机车或防爆型胶套轮机车牵引。防爆型胶套轮机车不宜在有淋水巷道中运行。

5.5.2 防爆型胶套轮机车运行坡度不宜大于 10%。

5.5.3 防爆型胶套轮机车的运输能力及牵引特性宜按设备各自的牵引特性曲线确定。

5.5.4 防爆型胶套轮机车的牵引力可按下式计算：

$$F = g(q_j + q_c + Q_h) \sin \alpha + g[\omega_1 q_j + \omega_2 (q_c + Q_h)] \cos \alpha \quad (5.5.4)$$

式中：F——牵引力（kN）；

g——重力加速度（m/s²）；

q_j——机车质量（t）；

q_c——每辆矿车的质量（t）；

Q_h——运载货物的质量（t）；

α——运行巷道坡度（°）；

ω₁——胶套轮与轨道间的滚动摩擦系数，取0.02~0.03；

ω₂——承载车轮与轨道间的滚动摩擦系数，取0.007~0.010。

5.5.5 防爆型胶套轮机车车辆下滑力可按下式计算：

$$f_h = g(q_j + q_c + Q_h) \sin \alpha - g\omega_2 (q_c + Q_h) \cos \alpha \quad (5.5.5)$$

式中：f_h——机车车辆下滑力（kN）。

5.5.6 防爆型胶套轮机车车辆静摩擦力可按下式计算：

$$f_m = g\omega_3 q_j \cos \alpha \quad (5.5.6)$$

式中： f_m ——机车车辆静摩擦力（kN）；

ω_3 ——胶套轮与轨道间的滑动摩擦系数，不得小于0.40。

5.5.7 防爆型胶套轮机车运行的防滑性能可按下式计算：

$$\frac{f_m}{f_h} > 2 \quad (5.5.7)$$

5.5.8 防爆型胶套轮机车的制动力应为额定牵引力的1.5倍~2倍。

5.6 齿轨车运输

5.6.1 齿轨车运行坡度应符合下列规定：

1 大巷的线路坡度小于7‰时，机车可靠车轮粘着钢轨运行，不需铺设齿轨，机车粘着运行与齿轨运行转换处应设置齿轨导入装置；

2 大巷或坡度不大的采区上（下）山巷道，当局部倾角大于5°，且巷道底板无底臃及积水较少时，轨道中间可铺设齿轨采用齿轨车运输；

3 除齿轨卡轨车外，运行坡度不宜大于8°；当坡度大于8°时，除应铺设齿轨外，还应在齿轨两侧增设护轨；

4 防爆型胶套轮机车运行巷道坡度大于5°时，应铺设齿轨采用防爆型胶套轮齿轨卡轨车；

5 齿轨卡轨车运行巷道坡度不宜大于12°。

5.6.2 齿轨车运输应符合下列规定：

1 齿轨车运行速度不应大于2.5m/s；

2 齿轨车通过的弯道曲率半径应满足设备技术特征要求。

5.6.3 齿轨车的牵引力可按下式计算：

$$F = g(q_j + q_c + Q_h) \sin \alpha + g[\omega_4 q_j + \omega_2 (q_c + Q_h)] \cos \alpha \quad (5.6.3)$$

式中： F ——牵引力（kN）；

g ——重力加速度（m/s²）；

q_j ——机车质量（t）；

q_c ——每辆矿车的质量（t）；

Q_h ——运载货物的质量（t）；

α ——运行巷道坡度（°）；

ω_2 ——承载车轮与轨道间的滚动摩擦系数，取0.007~0.010；

ω_4 ——齿轨车与齿轨、轨道间的滚动摩擦系数，取0.015。

6 绳牵引运输

6.1 一般规定

6.1.1 采区上（下）山（或暗斜井）、工作面巷道、掘进工作面的辅助运输（提升）可采用绳牵引运输设备，坡度不大于 18° 起伏不平的巷道中可采用无极绳绞车或无极绳连续牵引车。

6.1.2 绳牵引运输距离应符合下列规定：

- 1 采用单绳缠绕式绞车时，应满足其卷筒上钢丝绳缠绕层数的规定；
- 2 采用无极绳绞车或无极绳连续牵引车时，不宜大于 2000m，也可根据运行要求及选用设备的技术性能确定。

6.2 单绳缠绕式绞车牵引

6.2.1 煤矿井下能满足下放要求的倾斜井巷可采用单绳缠绕式绞车。

6.2.2 采用单绳缠绕式绞车牵引的倾斜巷道坡度不宜大于 25° 。

6.2.3 倾斜井巷内使用串车提升应符合现行国家标准《煤矿提升系统工程设计规范》GB/T 51065 的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 在倾斜井巷内应安设跑车防护装置；
- 2 在上部平车场入口及接近变坡点处应安设阻车器；
- 3 在变坡点下方略大于 1 列车长度的地点应设置挡车栏；
- 4 当为甩车场时，在各车场应安设甩车时能发出警号的信号装置；
- 5 跑车防护装置、阻车器、挡车栏应为常闭型。在提升人员时，倾斜井巷内的挡车栏、跑车防护装置应是常开状态并闭锁。

6.2.4 调度绞车、慢速绞车牵引应符合下列规定：

- 1 空、重车辆的调度编组站场、短距离内的辅助运输可采用调度绞车、慢速绞车牵引；
- 2 应根据所需的牵引力、牵引速度、容绳量选型；
- 3 电气配备应具有隔爆性能；
- 4 不应运送人员；
- 5 暗斜井、上（下）山不应使用调度绞车、慢速绞车。

6.2.5 倾斜巷道使用绞车提升应符合下列规定：

1 倾斜巷道上端为甩车场时，应具有足够的过卷距离，过卷距离应根据巷道坡度、设计载荷、最大提升速度、实际制动力等参数确定；

2 串车提升的各车场应设有信号硐室、躲避硐室或候车硐室，候车硐室应具有足够的空间。

6.2.6 多水平运输的倾斜巷道宜采用单钩提升，系统的中部车场宜采用甩车场，上、下部车场宜采用平车场。

6.2.7 倾斜巷道提升运输可按下列公式计算：

1 一次提升量应按下列公式计算：

$$Q_y = \frac{kQ_b t_y}{3600T} \quad (6.2.7-1)$$

式中： Q_y ——一次提升量（t）；

k ——提升不均衡系数；

Q_b ——班提升量（t/班）；

t_y ——提升循环一次所需时间（s）；

T ——运输时间（h/班）。

2 倾斜巷道提升一次串车数应按下列公式计算：

$$Z_x = \frac{Q_y}{Q_k} \quad (6.2.7-2)$$

式中： Z_x ——一次串车数（辆）；

Q_k ——每辆矿车的载重量（t）。

6.2.8 一次串车提升的终端荷重不应大于矿车连接器允许强度。

6.3 无极绳绞车牵引

6.3.1 煤矿井下运输巷道、中间平巷、采区上（下）山的单区间（多区间）辅助运输可采用无极绳绞车牵引。

6.3.2 采用无极绳绞车牵引应符合下列规定：

1 不运送液压支架的巷道，坡度不宜大于 18° ；运送液压支架的巷道，坡度不宜大于 10° ；采用无极绳绞车作辅助运输的倾斜巷道，应设置跑车防护装置；

2 无极绳绞车牵引运输线路弯道处的转角不宜小于 120° ，弯道平面曲率

半径宜大于 40m;

3 轨道的水平曲线和竖曲线段应有可靠的导绳、压绳、托绳装置;

4 矿车与牵引绳的连接应牢固可靠;

5 线路空绳运行应不影响行人、设施、设备的运行;

6 应设置越位、超速、张紧力下降等保护;

7 应设置司机与相关岗位工之间的信号联络装置。在驱动部、各车场, 应设置行车报警和信号装置。

6.3.3 无极绳绞车牵引在多区间运行时, 应在矿车摘挂钩处设置车场, 车场坡度不应大于 3‰、水平段长度不应小于车辆长度加 5m。

6.3.4 无极绳绞车牵引运输宜设有机械化摘挂钩装置。

6.3.5 无极绳绞车牵引运输宜采用双轨, 一轨应为重车运行, 另一轨应为空车运行。运输量较小的可采用单轨单向运输。

6.3.6 无极绳绞车硐室应设在重车方向的终端。

6.3.7 无极绳绞车运输能力可按下式计算:

$$Q = \frac{3600Q_k Z}{t_G} \quad (6.3.7)$$

式中: Q ——设备的运输能力 (t/h);

Q_k ——每辆矿车的载重量 (t);

Z ——成组矿车数;

t_G ——挂车间隔时间 (s), 当采用自溜或机械方法摘挂钩时 t_G 取 25s、自动摘挂钩时取 20s~22s, 人工推车时取 40s。

6.4 无极绳连续牵引车运输

6.4.1 井下采区巷道掘进后配套材料、设备的运输, 可采用无极绳连续牵引车。其运输工况应适用于回采工作面大型设备的运输。

6.4.2 无极绳连续牵引车运行应符合下列规定:

1 运行坡度不宜大于 18° ;

2 运输距离不宜大于 2000m, 也可依据选用设备特性确定;

3 水平曲率半径不应小于 9m, 弯道处不得有变坡和道岔;

4 竖曲率半径不应小于 15m;

5 多区间运行时，应在矿车摘挂钩处设置车场，车场坡度不应大于 3‰、水平段长度不应小于车组长度加 5m；

6 应设置越位、超速、张紧力下降等保护；

7 应设置司机与相关岗位工之间的信号联络装置。在驱动部、各车场，应设置行车报警和信号装置；

8 运送人员时，必须设置卡轨或者护轨装置，采用具有制动功能的专用乘人装置。

6.4.3 无极绳连续牵引车应根据井下实际使用条件采用下列布置形式：

1 采用单轨运输时，可采用轨道内侧布置、轨道内外侧布置；

2 当受运输线路巷道的限制时，可将牵引绞车、张紧装置布置在与运输线路相交的巷道或专用硐室内。

6.4.4 无极绳连续牵引车系统运行阻力可按下式计算：

$$W=(G+G_o)(f_k \cos \alpha_{\max} + \sin \alpha_{\max})g + 2\mu q_g L / 1000 \quad (6.4.4)$$

式中： W ——运行阻力(kN)；

G ——运输最大质量(t)；

G_o ——梭车质量(t)；

f_k ——运行阻力系数，取0.02；

α_{\max} ——运行巷道最大坡度(°)；

g ——重力加速度(m/s²)；

μ ——钢丝绳摩擦阻力系数，取0.25；

q_g ——单位长度钢丝绳质量(kg/m)；

L ——运输距离(m)。

6.4.5 无极绳连续牵引车额定牵引力 F 应大于计算阻力 W 。

7 单轨吊车运输

7.1 一般规定

7.1.1 井下巷道底臆或底板条件差，且顶板稳定性较好的巷道，可采用单轨吊车运输。

7.1.2 单轨吊车应按牵引性能、运输能力、特性曲线选型。

7.1.3 单轨吊车应具有跟车司机进行直接停车的功能，应配备通信装置。

7.1.4 柴油机和蓄电池单轨吊车，应具备 2 路以上相对独立回油的制动系统，应设置超速保护装置。

7.1.5 绳牵引单轨吊车应设置越位、超速、张紧力下降等保护。应具有与牵引绞车司机联络用的信号装置。在驱动部、各车场，应设置行车报警和信号装置。

7.1.6 单轨吊车连接装置的安全系数运人时不应小于 13，运物时不应小于 10。

7.1.7 单轨吊车吊轨应安全可靠，悬挂结构应符合下列规定：

1 采用锚喷（杆）支护时，每个吊轨悬挂点应采用双锚杆或锚索吊挂；

2 采用矿用工字钢梯形棚支护时，可用顶梁或在顶梁间加小短梁悬挂吊轨，支架间应设纵向拉杆；

3 U 型可缩性金属支护时，可采用支架顶梁悬挂吊轨，支架间应设纵向拉杆；

4 料石或混凝土墙金属横梁支护时，可采用横梁悬挂吊轨；

5 悬挂吊轨应满足对锚杆锚固力或对悬挂点进行预定集中载荷试验的要求；

6 吊轨及悬挂点应按列车运行中的最大负载进行设计。

7.1.8 单轨吊车吊轨应符合下列规定：

1 吊轨宜采用 I140E 型和 I140V 型专用轨，并应与单轨吊车设备型号配套使用。吊轨起始端、终止端应设置阻车机构；

2 吊轨设置应符合下列规定：

1) 直轨每段长度不应大于 3m；

2) 水平弯轨曲率半径不应小于 4m，每节弧长不应大于 2m，弧长超过 1.6m 时，应在其中点设一吊耳；

3) 垂直弯轨曲率半径不应小于 10m，每节弧长不应大于 3m，弧长超过

1.6m 的凸轨，应在其中点设一吊耳；

3 同一线路应使用同型号吊轨，吊轨接头间隙不应大于 3mm，高低和左右允许偏差分别不应大于为 2mm 和 1mm，接头摆角垂直不应大于 7° ，水平不应大于 3° ；

4 道岔轨型应与吊轨型号一致，并宜布置在不大于 5° 的吊轨线路段，道岔活动轨的摆角不应大于 11° ；

5 吊轨悬挂结构应符合本标准第 7.1.6 条的规定。道岔框架 4 个悬挂点的受力应均匀，对每个悬挂点应做不小于 90kN 预定集中荷载试验。

7.2 机车牵引单轨吊车运输

7.2.1 机车牵引单轨吊车吊轨线路的竖曲率半径不应小于 10 m，吊轨线路的水平曲率半径不应小于 4m。机车牵引单轨吊车可运行于分岔巷道。

7.2.2 防爆型柴油机车单轨吊车运行巷道的坡度不宜大于 25° ，防爆型蓄电池单轨吊车运行巷道的坡度不宜大于 15° 。

7.2.3 机车牵引单轨吊车轨道岔宜布置于不大于 5° 的吊轨线路段，道岔活动轨的摆角不应大于 11° 。

7.2.4 机车牵引单轨吊车运输能力可按下式计算：

$$Q = \frac{F}{g(\sin \alpha + f_d \cos \alpha)} - G_d \quad (7.2.4)$$

式中：Q——设备的运输能力 (t)；

F——牵引力 (kN)；

g——重力加速度 (m/s^2)；

α ——运行巷道坡度 ($^\circ$)；

f_d ——运行比阻力 (kN/t)，水平直道不大于 0.3kN/t，水平弯道不大于 0.55kN/t；

G_d ——机车及配套设备自重 (t)。

7.2.5 机车牵引单轨吊车运送材料、设备、矸石的台数可按下式计算：

1 机车往返一次运行时间可按下式计算：

$$t_y = \frac{2L}{60k_y v} \quad (7.2.5-1)$$

式中： t_y ——往返一次运行时间（s）；

L ——运输距离（m）

k_s ——速度影响系数，一般取0.8；

v ——运行速度（m/s）。

2 每台机车每班往返次数可按下式计算：

$$P = \frac{60T}{t_y + t_d} \quad (7.2.5-2)$$

式中： P ——往返次数（次/台·班）；

T ——运输时间（h/班）；

t_d ——装载和调车辅助时间（min）。

3 每班需用列车数可按下式计算：

$$N_n = \frac{kQ_b}{ZG_y} \quad (7.2.5-3)$$

式中： N_n ——列车数（列/班）；

k ——运输不均衡系数，取1.2；

Q_b ——班运输量（t）；

Z ——成列集装箱或承载车（梁）数；

G_y ——每一集装箱或承载车（梁）净载质量（t）。

4 单轨吊车机车台数可按下式计算：

$$N = \frac{N_n}{P} \quad (7.2.5-4)$$

式中： N ——运输机车台数（台/班）。

7.3 绳牵引单轨吊车运输

7.3.1 绳牵引单轨吊车运行的巷道坡度不宜大于 25° ，单轨吊车吊轨线路的竖曲率半径不宜小于 10 m。

7.3.2 绳牵引单轨吊车应用于运行线路固定，运输距离不宜大于 2000m。

7.4 单轨吊车起吊梁

7.4.1 单轨吊车起吊梁额定起吊质量应满足最大重物运输要求。

8 无轨胶轮车运输

8.0.1 地质条件简单、采用缓坡斜井开拓、平硐开拓的近水平煤层矿井的辅助运输设备，可选用防爆型无轨胶轮车。

8.0.2 无轨胶轮车运行的巷道坡度不宜大于 6° ，局部不应大于 14° 。巷道坡度小于 6° 时，连续坡道长度应小于 1000m，大于 1000m 时，宜每隔 800m 左右增加不小于 50m 的缓冲平段。巷道坡度大于等于 6° 时，连续坡道长度应小于 500m，大于 500m 时，宜每隔 500m 左右增加不小于 50m 的缓冲平段。运行转弯半径应按设备相应的技术性能选取。

8.0.3 副井为立井开拓、条件适宜时，井下辅助运输可采用防爆型无轨胶轮车，可采用整体直达运输，也可在井底车场或合适地点设置换装站。

8.0.4 无轨胶轮车应设置工作制动、紧急制动和停车制动，工作制动必须采用湿式制动器。

8.0.5 无轨胶轮车应设置车前照明灯和尾部红色信号灯，应配备灭火器和警示牌。

8.0.6 无轨胶轮车运人时不应超过 25km/h，运送物料时不应超过 40km/h。

8.0.7 井下行驶特殊车辆或者运送超长、超宽物料时，应制定下列安全措施：

1 运送物料超出货厢长度 $1/3$ 、单侧超出货厢宽度 150mm 时，应采取强化的捆绑固定措施，在车辆上应设置警示闪光灯，在车辆后方应设置有“危险”字样警示的反光牌；

2 应禁止相向车辆行驶，应加大同向行驶车辆间的间距；

3 车辆运行速度不应超过规定最高运行速度的 70%。

8.0.8 连续坡道内应采取车辆失速安全措施，可设置避险车道硐室或无轨胶轮车失速保护装置等；巷道转弯处应设置防撞装置，可设置反光条防撞带、沙体防撞物等；人员躲避硐室、车辆躲避硐室附近应设置标识。

8.0.9 无轨胶轮车所需最大牵引力可按下式计算：

$$F = g(q_j + Q_h) \sin \alpha + g \omega_1 (q_j + Q_h) \cos \alpha \quad (8.0.9)$$

式中： F ——牵引力 (kN)；

g ——重力加速度 (m/s^2);

q_j ——机车质量 (t);

Q_b ——运载货物的质量 (t);

α ——运行巷道坡度 ($^\circ$);

ω_1 ——胶轮与路面间的滚动摩擦系数, 混凝土路面取 0.010~0.012; 处理后的碎石路面取 0.012~0.020; 碎石、砂石路面取 0.015~0.025。

8.0.10 无轨胶轮车运行速度应按机车的牵引特性曲线选定。无轨胶轮车往返一次运行时间可按下式计算:

$$t_y = k \frac{2L}{60v} \quad (8.0.10)$$

式中: t_y ——往返一次运行时间 (min);

k ——运输不均衡系数, 取 1.1~1.2;

L ——运输距离 (m);

v ——运行速度 (m/s)。

8.0.11 无轨胶轮车运输能力可按下式计算:

1 无轨胶轮车往返一次总时间可按下式计算:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_y \quad (8.0.11-1)$$

式中: t ——无轨胶轮车往返一次总时间 (min);

t_1 ——装车时间 (min);

t_2 ——卸车时间 (min), 在正常情况下, 取 0.5min~1.0min;

t_3 ——无轨胶轮车调车等待停歇时间 (min), 调车时间可取 1min, 等待停歇时间可取 2min~4min。

2 无轨胶轮车台班运输能力可按下式计算:

$$Q_b = \frac{60Q_w T}{t} k_1 k_2 \quad (8.0.11-2)$$

式中: Q_b ——无轨胶轮车台班运输量 (t);

Q_w ——无轨胶轮车运载量 (t);

T ——运输时间 (h/班);

k_1 ——无轨胶轮车运载量利用系数取 0.9;

k_2 ——无轨胶轮车工作时间利用系数, 每日一班工作取 0.9, 两班工作取 0.85, 三班工作取 0.8。

8.0.12 无轨胶轮车台数可按下式计算:

$$N = \frac{kQ}{Q_b} \quad (8.0.12)$$

式中: N ——运输机车台数 (台/班);

k ——运输不均衡系数, 可取 1.05~1.15; 无轨胶轮车的备用台数可取 15%~20%的备用系数;

Q ——班运输量(t)。

8.0.13 无轨胶轮车防滑条件应按下式确定:

1 无轨胶轮车下滑力可按下式计算:

$$f_h = g(q_j + Q_h) \sin \alpha - g\omega_1(q_j + Q_h) \cos \alpha \quad (8.0.13-1)$$

式中: f_h ——机车车辆下滑力 (kN)。

2 无轨胶轮车静摩擦力可按下式计算:

$$f_m = g\omega_3(q_j + Q_h) \cos \alpha \quad (8.0.13-2)$$

式中: f_m ——机车车辆静摩擦力 (kN);

ω_3 ——胶轮与路面间的滑动摩擦系数, 不得小于 0.6。

3 无轨胶轮车安全防滑应符合下式规定:

$$\frac{f_m}{f_h} > 2 \quad (8.0.13-3)$$

9 辅助运输车辆配备

9.1 一般规定

9.1.1 当煤炭运输采用矿车运输时，井下辅助运输车辆选型宜与煤炭运输车辆相适应。

9.1.2 运输车辆配备数量应根据采掘机械化水平、采煤工作面、掘进工作面的设置、输送物料和设备的种类、数量、运距、最大班下井人员数量等因素计算确定，并宜取 5%~15% 的备用系数。

9.1.3 轨道机车、单轨吊车、齿轨车乘人装置和无轨胶轮人车应符合本标准第 11 章的有关规定。

9.2 轨道运输车辆

9.2.1 井下使用的散装物料、小型物件运输时，宜采用集装箱或预包装，可采用固定箱式矿车、材料车、平板车或专用矿车。

9.2.2 为适应井下需要应配备的专用车辆，其车架或车盘上应设有能固定物件的构件。

9.2.3 采用轨道运输时，应符合下列规定：

1 运送矸石、材料，应选用 1t、1.5t 或 3t 固定箱式矿车、专用矿车及材料车；

2 运送大件重型设备，应配备专用平板车；

3 拱形支架用量较大时，可配备专用车辆；

4 运送特种材料，应根据具体要求选用相应车辆；

5 运送人员，应配备人员专用车辆。

9.2.4 采用轨道运输时，车辆配备数量应符合下列规定：

1 矿井各类车辆，应根据运距、运量和最大件重量计算确定；

2 各类矿车的备用数量宜为使用数量的 5%~10%。

9.3 单轨吊车运输列车

9.3.1 单轨吊车运输列车的承载设备和配套车辆应包括安全制动车、专用乘人装置、集装箱或集装箱式矿车及与之配套的起吊梁。

9.3.2 专用乘人装置、集装箱或集装箱式矿车及与之配套的起吊梁的备用数量宜为使用数量的 5%~10%。

9.4 无轨胶轮车运输车辆

9.4.1 采用矿用防爆型无轨胶轮车时，应根据运输功能要求，配备液压支架搬运车、铲运车、多功能车、材料车及人员输送车等各类专用车辆。

9.4.2 无轨胶轮车可采用由牵引机车和承载车组成的铰接式无轨胶轮车，铰接式无轨胶轮车的承载车可根据运送物料的要求更换为不同用途的车型。当运载物料较稳定、运载量较小时，可采用整体式无轨胶轮车。

9.4.3 各型号无轨胶轮车配备数量应根据输送物料的种类、数量、运距等因素计算确定，其备用数量宜为使用数量的 15%。

10 带式输送机运输

10.1 运矸带式输送机

10.1.1 井下掘进矸石量较大时可采用带式输送机运矸；带式输送机的设置应结合输送地点、能力、运距、倾角等因素综合确定。应采取控制矸石粒度，减小装载时对输送带的冲击和磨损的措施。且应符合下列规定：

- 1 向上运输时不宜大于 16° ；
- 2 向下运输时不宜大于 12° ；
- 3 输送的矸石流动性较大时，应减小带式输送机倾角；
- 4 向上运输要求坡度更大时，应采用大倾角带式输送机。

10.1.2 运矸带式输送机设计选型应按现行国家标准《带式输送机工程技术标准》GB50431 执行。

10.2 双载带式输送机

10.2.1 巷道坡度、宽度、高度允许的情况下，掘进工作面需要连续双向运输时，可采用双载带式输送机。

10.2.2 双载带式输送机应设有安全可靠的装料、卸料装置和防护措施。

10.2.3 双载带式输送机下层运送的物料应适应带式输送机的结构。

10.2.4 双载带式输送机的速度应根据输送物料的输送量、特性、搬运装卸条件选取，不宜超过 2.5m/s 。

11 人员运送

11.1 一般规定

11.1.1 井下长度超过 1.5km 的主要运输平巷或高差超过 50m 的人员上下的主要倾斜井巷，应采用机械方式运送人员。

11.1.2 采用乘人装置运送人员时，应符合下列规定：

1 运送人员的装置应为专用乘人装置，并按规定取得煤矿矿用产品安全标志证书；

2 携带爆炸物品、易燃性物品或腐蚀性物品的人员应专车、专程运输，且物品不应同时运输；

3 应选用具有完善的制动和保护装置的单轨吊乘人装置或绳牵引的乘人装置；

4 采用平巷人车运送人员时，列车行驶速度不应超过4m/s。

11.1.3 乘人站点的设置应符合下列规定：

1 应设置完备的照明、信号通信系统；

2 架空线应安设分段开关或自动停送电开关，人员上下车时应切断该区段架空线电源；

3 应设置人员上、下平台，路面应做防滑处理；

4 双轨巷道乘车站点应设信号区间闭锁，人员上下车时，其他车辆不应进入乘人车场。

11.1.4 乘人装置的安全间隙应符合本标准第 12 章的有关规定。

11.2 轨道运输

11.2.1 专用乘人装置应根据巷道坡度，按下列规定选用：

1 平巷运送人员时，应选用平巷专用乘人装置；

2 倾斜巷道运送人员时，应选用具有卡轨装置，并具有制动功能的倾斜井巷专用乘人装置；

3 起伏巷道运送人员时，应选用具有卡轨装置，并具有制动功能的起伏巷专用乘人装置。

11.2.2 专用乘人装置座椅宜选用可调节式。

11.2.3 卡轨车乘人装置应符合下列规定:

- 1 行走车轴应能在水平面内回转,前轴应能在垂直面内摆动一定的角度;
- 2 车体自身应装设有防掉道的卡轨装置。

11.2.4 井下采用乘人装置运送人员时,数量应根据运输距离、最大班人员数量等计算确定。

11.2.5 乘人站点附近应设置停放乘人装置的巷道或硐室。

11.2.6 乘人装置数量和运行时间可按下式计算:

- 1 从乘车点至下车点所需总时间可按下式计算:

$$T_r = \frac{L}{60k_s v} + \frac{S}{60} \quad (11.2.6-1)$$

式中: T_r ——乘人装置在运输段内所需总时间(min);

L ——运输距离(m);

k_s ——速度影响系数,取0.8;

v ——运行速度(m/s);

S ——乘人装置上、下人员休止时间,8人/辆以下平巷人车,可取20s,每辆车每增加1人增加1s;两侧同时上下人员的斜巷乘人装置休止时间宜按25s~30s计算,同侧上下人员的斜巷乘人装置,休止时间宜按80s~90s计算;单轨吊乘人装置可在斜巷乘人装置的休止时间基础上增加10s。

- 2 运送人员的机车台数可按下式计算:

$$N_r = \frac{n_b}{n_1} \quad (11.2.6-2)$$

式中: N_r ——每班运人需用机车台数(台/班);

n_b ——最大班下井人数(人/班);

n_1 ——乘车人数(人/列)。

11.3 无轨胶轮车运输

11.3.1 无轨胶轮牵引车摘挂专用载人车厢时,专用载人车厢的安全控制系统应与无轨胶轮牵引车直接相连。

11.3.2 无轨胶轮运人车能力可按下列公式计算:

1 无轨胶轮运人车运输最大牵引力可按下式计算:

$$F = (m_o + n_w m_1)(\sin \alpha + \omega_1 \cos \alpha)g \quad (11.3.2-1)$$

式中: F ——牵引力 (N);

m_o ——运人车辆的质量 (kg);

n_w ——每车乘人数 (个);

m_1 ——乘坐人员的质量 (kg);

α ——运行巷道坡度 ($^\circ$);

ω_1 ——胶轮与路面间的滚动摩擦系数, 混凝土路面取 0.010~0.012; 处理后的碎石路面取 0.012~0.020; 碎石、砂石路面取 0.015~0.025;

g ——重力加速度 (m/s^2)。

2 无轨胶轮运人车在运输区段内所需时间可按下式计算:

$$T_r = k \frac{L}{60v} + \frac{S}{60} \quad (11.3.2-2)$$

式中: T_r ——无轨胶轮运人车在运输段内所需时间 (min);

k ——运输不均衡系数, 取 1.2;

L ——运输距离 (m);

v ——运行速度 (m/s);

S ——乘人装置上、下人员休止时间, 两侧同时上下人员的乘人装置, 休止时间宜按 25s~30s 计算, 同侧上下人员的乘人装置, 休止时间宜按 90s~100s 计算。

3 无轨胶轮运人车台数可按下式计算:

$$N_r = \frac{Q_b}{n_w} \quad (11.3.2-3)$$

式中: N_r ——每班运人需用机车台数 (台/班);

Q_b ——无轨胶轮运人车台班运输量 (人)。

11.3.3 无轨胶轮运人车安全制动应符合本标准第 8 章的有关规定。

11.4 架空乘人装置

11.4.1 架空乘人装置运送人员时, 应符合下列规定:

- 1 乘坐间距不应小于牵引钢丝绳5s的运行距离，且不应小于6m；
- 2 除采用固定抱索器的架空乘人装置外，应设置乘人间距提示或保护装置。

11.4.2 固定抱索器最大运行坡度不得超过28°，可摘挂抱索器最大运行坡度不得超过25°。

11.4.3 运行速度应符合表11.4.3的规定。运行速度超过1.2m/s时，不得采用固定抱索器；运行速度超过1.4m/s时，应设置调速装置，并应实现静止状态上下人员。

表 11.4.3 架空乘人装置运行速度规定 单位：m/s

| 巷道坡度 $\theta / (^{\circ})$ | $28 \geq \theta > 25$ | $25 \geq \theta > 20$ | $20 \geq \theta > 14$ | $\theta \leq 14$ |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| 固定抱索器 | ≤ 0.8 | ≤ 1.2 | | |
| 可摘挂抱索器 | — | ≤ 1.2 | ≤ 1.4 | ≤ 1.7 |

11.4.4 驱动系统应设置失效安全型工作制动装置和安全制动装置，安全制动装置应设置在驱动轮上。

11.4.5 架空乘人装置应设置完善的安全保护装置。

11.4.6 架空乘人装置的巷道沿线应设置延时启动声光预警信号，并应设置照明。

11.4.7 架空乘人装置与其他运输设备在同巷道布置时，应符合下列规定：

- 1 架空乘人装置与轨道提升系统同巷道布置时，应设置电气闭锁，2种设备不应同时运行；

- 2 架空乘人装置与带式输送机同巷道布置时，应设置安全隔离设施。

11.4.8 架空乘人装置宜用于直道运行，其运行距离宜小于3000m，直道运行的坡度及竖曲线半径可按设备的技术特征确定。

11.4.9 架空乘人装置运送能力可按下式计算：

- 1 小时运送能力可按下式计算：

$$n_r = \frac{3600v - L}{l_d} \quad (11.4.9-1)$$

式中： n_r ——运人能力(人/h)；

L ——运输距离 (m)；

v ——运行速度(m/s);

l_d ——吊椅间距 (m)。

2 人员运送时间可按下式计算:

$$T_j = \frac{k_3(n_1-1)l_d + L}{60v} \quad (11.4.9-2)$$

式中: T_j ——人员运送时间(min);

k_3 ——乘车延误系数, 取 1.1~1.2;

n_1 ——乘车人数(人)。

12 巷道、硐室与轨道

12.1 轨道运输

12.1.1 井下轨道运输巷道应符合下列规定：

1 井下轨道运输巷道应符合现行国家标准《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》GB50419的有关规定；

2 采用轨道机车运输的巷道净高应满足最大物件的要求，自轨面起不应低于2m。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，不应小于2.4m；其他地点，行人不应小于2.2m，不行人不应小于2.1m。架线电机车运输的巷道最低风速不应低于1.0m/s，最高风速不应高于8.0m/s，无瓦斯涌出的架线电机车运输巷道中的最低风速不应低于0.5m/s；

3 改扩建矿井井下巷道人行道的宽度不符合规定时，应在巷道的一侧设躲避硐室，2个躲避硐室之间的距离不应超过40m。躲避硐室宽度不应小于1.2m，深度不应小于0.7m，高度不应小于1.8m；

4 卡轨车单轨运输巷道宽度应大于2.8m，双轨道运输巷道宽度应大于4m。运输巷道两侧和顶部与运输车辆最突出部分之间的距离不应小于0.3m；

5 齿轨机车运输巷道两侧和顶部与运输车辆最突出部分之间的距离不应小于0.3m，单轨运输巷道宽度应大于2.8m，双轨道运输巷道宽度应大于4m。平巷净高不应小于2.6m，倾斜巷道净高不应小于2.8m。

12.1.2 井底车场应符合下列规定：

1 井底车场应符合现行国家标准《煤矿井下车场及硐室设计规范》GB 50416的有关规定；

2 井底车场仅为辅助运输服务时，井底车场形式应根据通过的运输量、副井井筒提升方式、井底车场及主要硐室所处围岩条件等因素确定。运输量较大时，宜采用环形车场。运输量较小时，可采用折返式车场。

12.1.3 轨道机车粘着牵引的运行坡度应符合现行国家标准《煤矿井下车场及硐室设计规范》GB50416的有关规定。

12.1.4 井底车场附近应设置相应的轨道机车专用硐室，并应符合现行国家标准《煤矿井下车场及硐室设计规范》GB50416的有关规定。

12.2 单轨吊车运输

12.2.1 单轨吊车巷道应符合下列规定：

1 巷道形式应符合现行国家标准《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》GB50419的有关规定；

2 直线巷道净断面尺寸应符合下列规定：

1) 巷道断面宽度应按下列式计算：

$$\text{单轨巷道： } B \geq b_1 + b_2 + b_3 \quad (12.2.1-1)$$

$$\text{双轨巷道： } B \geq b_1 + 2b_2 + b_4 \quad (12.2.1-2)$$

式中： B ——巷道断面净宽（m）；

b_1 ——不行人侧运输设备与巷道之间的最小距离（m），不应小于0.85m；

b_2 ——运输设备的最大宽度（m）；

b_3 ——行人侧运输设备与巷道之间的最小距离（m），不应小于1.0m；

b_4 ——双轨运行的运输设备最突出部分之间的最小距离（m），不应小于0.8m。

2) 巷道断面净高应按下列式计算：

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (12.2.1-3)$$

式中： H ——巷道断面净高（m）；

h_1 ——运输设备与巷道顶壁的最小距离（m），不应小于0.80m；

h_2 ——运输设备高度（至轨道底部）（m）；

h_3 ——运输设备与巷道底板的最小距离（m），不应小于0.30m；

h_4 ——运输设备向下摆动幅度，取0.20m。

3 单轨吊车运输曲线巷道段应在直线巷道允许最小距离的基础上，内侧加宽不应小于0.10m，外侧加宽不应小于0.20m，每侧与曲线段巷道相连的直线段巷道长度不宜小于5.0m；

4 单轨吊车巷道净断面尺寸的确定还应符合下列规定：

1) 设备与人行道之间宜设护栏；

2) 巷道侧壁与护栏之间人行道的宽度，从井巷底板面起1.6m的竖直高度内，不应小于1.0m；

3) 设备最突出部分与护栏之间的距离，不应小于0.5m。

12.2.2 单轨吊车硐室应符合下列规定：

- 1 应符合《煤矿井下车场及硐室设计规范》GB50416 的有关规定；
- 2 应有单独的进风风流、回风风流，并应直接引入矿井总回风风流或主要回风风流；
- 3 单轨吊车与维修硐壁或其他设施的行人侧距离不应小于 1.0m；
- 4 维修硐室内吊轨铺设长度不宜小于机车长度的 1.5 倍；
- 5 防爆型柴油机单轨吊车硐室应符合下列规定：
 - 1) 矿井为斜井或平硐开拓，采用连续运输时，加油维修间宜设在地面。矿井为多水平生产时，每一水平可单设加油维修硐室；矿井为分区开采时，可在各分区设加油维修硐室；
 - 2) 单轨吊车最底部距维修硐室底板间距，设检修地沟时不应小于 0.5m，不设检修地沟时不应小于 1.0m，地沟深度不应小于 0.5m，硐室宜采用混凝土铺底；
 - 3) 室内应设加水嘴、消火栓，并应配备消防器材；应采取防水措施，维修间内不应有淋水、渗水现象；
 - 4) 单轨吊车维修硐室内底板四周应有围坎或其他防止柴油流出硐室的措施。硐室内不应设集油坑；
 - 5) 硐室内燃料油储存量不应超过 1d 的用量。
- 6 蓄电池单轨吊车充电硐室内电池箱与机车的距离不应小于 0.1m，与硐室墙壁的距离不应小于 0.5m；充电台之间的距离不宜小于 0.8m，充电台与硐室端墙的距离不应小于 1.5m；起重梁底面至巷道底板的高度不应小于 3.0m。
- 7 绳牵引单轨吊绞车硐室应符合下列规定：
 - 1) 设备与墙壁的距离不应小于 0.5m，设备之间的距离不应小于 0.8m；
 - 2) 不应设集油坑。不应有淋水、渗水现象；
 - 3) 电缆穿过墙壁部分，应有套管保护，并严密封堵管口；
 - 4) 应有足够的照明；
 - 5) 应设置瓦斯检测报警断电仪，并配备便携式检测仪；
 - 6) 室内地坪标高应高出邻近巷道底板 0.30m~0.50m，应采用混凝土等不燃性材料铺底，厚度不应小于 0.10m，并应设不小于 3‰的向外流水坡度；

- 7) 应设置在坚硬、稳定的岩层或煤层中；不能受正常开采岩层移动的影响；与相邻巷道间应留有不小于 10m 的岩（煤）柱。
- 8 单轨吊车列车存放库应符合下列规定：
- 1) 硐室式存放库必须设在进风风流中，硐室内吊轨线路应容纳井下单轨吊车总数的 50%以上，并应设灭火装置和专用照明设备，进出口应设双扇防火门；
 - 2) 巷道加宽式存放库应设在主要进风巷中，并设有隔墙与巷道分开，进出口应设栅栏门；
 - 3) 列车与硐室墙壁的距离，行人侧不应小于 1.0m，非行人侧不应小于 0.7m。

12.3 无轨胶轮车运输

12.3.1 无轨胶轮车巷道可按下列方式布置，并应符合下列规定：

- 1 单车道单向行驶方式，行车应按规定方向行驶；
- 2 单车道双向行驶方式，应根据运距、运量、运速及运输车辆特性在巷道的合适位置设置车辆绕行道或会车硐室，并应设置行车信号闭锁监控装置；
- 3 双车道双向行驶方式，行车应按规定方向行驶。

12.3.2 无轨胶轮车巷道应符合下列规定：

- 1 巷道坡度不宜大于 6°，当局部坡度超过 10° 时，路面应做防滑处理；
- 2 巷道断面应符合现行国家标准《煤矿斜井井筒及硐室设计规范》GB50415 和《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》GB50419 的有关规定，且应符合下列规定：
 - 1) 巷道断面高度不应小于 2.5m，断面高度可按下式计算：

$$H = h + h_1 \quad (12.3.2-1)$$

式中：H——巷道断面净高（m）；

h——运输设备（至其运输物件顶部）高度（m）；

h_1 ——运输设备与巷道顶壁的最小距离，不宜小于 0.5m。

- 2) 巷道断面宽度不应小于 3.5m，安全距离应按运行车辆最大外形尺寸确定，与巷道壁两侧间距不应小于 0.5m，断面宽度可按下式计算：

$$B = b + b_3 + b_5 \quad (12.3.2-2)$$

式中：B——巷道断面净宽（m）；

b ——运输设备宽度 (m);

b_3 ——行人侧运输设备与巷道之间的最小距离 (m), 不宜小于 1m, 宜取 1.2m;

b_5 ——运输设备与巷道侧壁的最小距离 (m), 不宜小于 0.5m。

3) 双向行驶车辆最突出部分之间的距离不宜小于 0.5m;

4) 弯道加宽宽度可按下式计算:

$$\Delta B = R_1 - R_2 - b + b_5 \quad (12.3.2-3)$$

式中: ΔB ——弯道巷道加宽宽度 (m);

R_1 ——无轨胶轮车内轮曲率半径 (m);

R_2 ——无轨胶轮车外轮曲率半径 (m)。

5) 运输巷道中与曲线段相连的直线段, 应按弯道加宽, 加宽长度不宜小于 4.5m。

4 行驶无轨胶轮车的巷道内每隔 300m 应设置一个人员躲避硐室; 应结合巷道布置、车辆运行设置加水点。

12.3.3 无轨胶轮车硐室应符合下列规定:

1 应设置相应的充电、存放等硐室 (站房), 并应符合现行国家标准《煤矿井下车场及硐室设计规范》GB50416的有关规定;

2 无轨胶轮车能直达工作点时, 宜在地面设置站房; 无轨胶轮车不能直达工作点时, 宜在井下设置相应硐室, 并宜设置在井底车场附近;

3 换装 (组装) 硐室应符合下列规定:

1) 当井下采用轨道运输和无轨运输混合方式或根据运输需要对牵引机车或货物 (设备) 中途需要转换、转载时, 应设置专用换装硐室;

2) 换装硐室宜设于井底车场与大巷或大巷与采区的衔接处, 并根据换装工况确定硐室空间、站场大小及配套相应的起吊设施;

3) 换装硐室应符合现行国家标准《煤矿井下车场及硐室设计规范》GB50416的有关规定。

4 可设置会车或换向硐室, 硐室内应设有信号装置、照明。

12.3.4 无轨胶轮车巷道路面不应有底臃现象, 应平整、硬化。井底车场、主要的辅助运输大巷、采区集中运输巷道路面宜采用强度为 C30 的混凝土铺设, 厚度不宜小于 300mm; 采区主要准备巷道路面宜采用 C20 混凝土铺设, 厚度不

宜小于 150mm~200mm。

12.4 架空乘人装置

12.4.1 架空乘人装置按运行方式分为双侧运行和单侧运行。

12.4.2 架空乘人装置的安全距离应符合下列规定：

1 吊椅中心与巷道一侧支护、管线、设施最突出部分之间的最小间距不应小于0.7m；

2 物料斗箱与巷道一侧支护、管线、设施最突出部分之间的最小间距不应小于0.5m；

3 吊椅、物料斗箱与巷道底板之间的最小间距不应小于0.3m，在上下人站处不应大于0.5m；

4 双向同时运送人员时钢丝绳间距不应小于 0.8m，固定抱索器的钢丝绳间距不应小于1.0m；

5 乘人平台处钢丝绳距巷道壁不应小于1m。

13 信息化与智能化

13.1 一般规定

13.1.1 辅助运输系统的信息与智能化的装备标准，应根据技术发展水平等因素合理确定。

13.1.2 低瓦斯矿井的井底车场、总进风巷和主要进风巷信号设备应选用矿用一般型，其他地点应选用矿用防爆型。

13.1.3 辅助运输系统应对运输车辆及交通状况进行监测和分析，进行智能物流调度和配送。

13.2 信号

13.2.1 轨道运输系统的信号设置应符合下列规定：

1 轨道机车运输系统信号设计应符合现行国家标准《煤矿井下机车车辆运输信号设计规范》GB50388的有关规定；

2 斜巷提升运输采用绳牵引运输时，宜选用定型的矿用斜井提升信号装置。

13.2.2 单轨吊车运输信号应符合现行国家标准《煤矿井下机车车辆运输信号设计规范》GB50388的有关规定。

13.2.3 无轨运输系统信号设置应符合下列规定：

1 同一水平运行的车辆为5台及以上时，应设置井下无轨运输车辆信号监控系统；宜接入矿井安全监控系统；

2 无轨运输车辆信号监控系统应对全部或大部进行检测与控制，应实现信号的自动开放与闭锁；

3 无轨运输车辆位置监测系统宜与人员位置监测系统统一设置，人员位置监测系统应满足车辆快速移动目标位置监测技术要求；

4 无轨运输系统设置信号灯的地点应符合下列规定：

1) 巷道交叉处和视线受阻区段；

2) 宽度只允许1台无轨运输车辆通过的双向行驶巷道出入口处及会让硐室；

3) 宽度可容许2台无轨运输车辆通过的双向行驶巷道中的换向硐室；

- 4) 井下车辆存放硐室、充电硐室、换装硐室等专用硐室出入口处;
 - 5) 其他需要防护的地点。
 - 5 无轨运输系统信号灯应采用色灯, 并应符合下列规定:
 - 1) 宜采用红、绿2色或红、黄、绿3色显示, 并配以箭头及叉号;
 - 2) 禁止使用白灯;
 - 3) 同一矿井信号显示应一致。
 - 6 无轨运输系统信号灯显示意义应符合下列规定:
 - 1) 红色灯光或红色叉号、红色箭头表示关闭信号, 禁止车辆越过该信号。严禁用红色灯光或红色叉号、红色箭头、红色闪光作为开放信号; 当信号灯出现不正常显示或灯光熄灭时, 应视为关闭信号;
 - 2) 绿色灯光或绿色箭头表示开放信号, 准许车辆越过该信号;
 - 3) 黄色灯光或黄色箭头表示谨慎开放信号, 许可车辆谨慎、减速通过该信号。
 - 7 无轨运输系统信号灯宜安装在巷道上部灯光显示不受影响的位置;
 - 8 无轨运输车辆进入只允许一辆车通过的巷道时, 应及时关闭反向进车信号;
 - 9 无轨运输车辆信号灯的可见距离应大于200m, 当信号灯显示距离因弯道等其他因素影响行车安全时, 应设置预告或复示信号灯, 预告或复示信号灯宜用黄色灯指示许可信号、红色灯指示禁止信号。
 - 10 无轨运输系统车辆位置传感器设置应符合下列规定:
 - 1) 应能满足询问、信号转换、区段解锁等不同功能的要求;
 - 2) 宜采用无线电传感器、激光传感器、红外传感器等非接触式传感器。
 - 11 无轨运输信号控制系统设备间设置应符合下列规定:
 - 1) 主控设备宜设于地面调度室, 当条件适宜时, 也可设于井下;
 - 2) 井下信号设备硐室应符合现行国家标准《煤矿井下机车车辆运输信号设计规范》GB50388的有关规定。
 - 12 无轨运输信号电源及电缆线路属于二级负荷, 应采用一路专用电源和一路备用电源。
- 13.2.4 架空乘人装置信号设置应符合下列规定:**
- 1 运行巷道全长应设置乘坐人员能随时发送停车信号的装置;

- 2 下人点前方应设置声光报警信号，乘坐人员越位时应立即停车。

13.3 通信

- 13.3.1 辅助运输车辆宜设置运输调度无线移动通信系统。
- 13.3.2 运输调度室应设有直通矿井调度室的有线调度电话。
- 13.3.3 辅助运输设备机头硐室、车场、乘人站点、车辆存放硐室、充电硐室、换装硐室等处应设固定调度电话。

13.4 智能监控

- 13.4.1 智能监控系统应包括前端监控子系统、传输系统、局端信息管理调度监控系统。前端运输监控子系统应独立运行。传输系统应采用独立 IP 以太网络承载平台，主干传输光纤不应与其他业务网共用，应保证 50%以上备用芯线数。
- 13.4.2 视频监控应在井底车场、人员乘车站点、井下运输调度室及其他需要监控的地点配备矿用本质安全型摄像机。可与矿井视频监控系统统一设置。
- 13.4.3 信号监控系统电源设置应符合下列规定：
 - 1 信号、监控系统属于二级负荷，应采用双回路供电，其中主电源应为专用电源；
 - 2 监控地面调度中心站电源系统应配备在线式不间断备用电源；后备供电时间不应小于2h；
 - 3 运输信号系统、监控系统设备应采取集中供电或专用干线供电方式，不应与井下照明线路共用同一回路。监控分站的供电电源应配备在线式不间断备用电源，后备供电时间不应小于2h。

14 安全、环保与节能

14.0.1 井下辅助运输设计与设备选型应符合下列规定：

- 1 应减少系统环节和设备数量，宜构建直达运输系统，应选用安全、可靠、高效、节能设备；
- 2 应符合煤矿井下防火、排气、排污等环保规定要求，可纳入井下环保系统设计，列出必备的环保检测手段和环保资金；
- 3 应选用低噪音、低污染产品，并符合相应的标准规定。

14.0.2 辅助运输系统与设备应有各类安全保护措施与设施，且宜纳入煤矿安全生产监测监控系统。

14.0.3 巷道转弯或驾驶员视线受阻的区段应设置限速、鸣笛标志，人员躲避硐室、车辆躲避硐室附近应设置提示标志，各类标志应符合现行国家标准《道路交通标志和标线》GB5768 的有关规定。行驶车辆的巷道平面交叉处宜设置自动交通信号装置。

14.0.4 主要巷道的侧壁及路面上应设置相应的反光或灯光警示标志。

14.0.5 采用防爆柴油动力装置时，应符合下列规定：

- 1 排气口的排气温度不得超过 70°C ，其表面温度不得超过 150°C ；
- 2 排出的各种有害气体被巷道风流稀释后，井下空气中的 CO 浓度不得超过 0.0024%、 NO_x (换算成 NO_2) 浓度不得超过 0.00025%。

14.0.6 行驶防爆型柴油动力装置机车巷道的供风量应当按同时运行的最多车辆数增加巷道配风量，配风量不应小于 $4\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{kW}$ 。

14.0.7 矸石宜在井下处理，装贮、运输、破碎等环节应设在回风巷道中，并应设置抑尘设施。

14.0.8 辅助运输方式及设备选型应进行能耗分析，经综合比较后确定。

附录 A 煤矿井下辅助运输主要运输方式分类

表 A 煤矿井下辅助运输主要运输方式分类

| 运 输 方 式 | 运 行 特 点 | 适 用 条 件 | |
|----------------|--|--|---|
| 轨道 机车 运输 | 架线电机车 | 1. 可在运输距离较长平直或有弯道、分岔的巷道中运行； 2. 防爆型蓄电池、防爆型柴油机车可在煤（岩）与瓦斯突出矿井及高瓦斯矿井使用； 3. 适用运行坡度小于 5‰ | |
| | 防爆型蓄电池电机车 | | |
| | 防爆型柴油机车 | | |
| | 防爆型胶套轮机车 | 1. 胶套轮粘着运行，对轨道环境要求高； 2. 机车功率较小，结构紧凑，运行灵活 | 运行坡度不宜大于 10%，适用运输线路起伏较大的巷道，不宜在有淋水巷道中运行。 |
| 齿轨车 | 1. 增加齿轨传动运行，爬坡能力大； 2. 设备比较复杂，齿轨轨道的铺设要求比较高 | 运行坡度不宜大于 8°，超过 8° 时需在齿轨两侧增设护轨；运行速度不应大于 2.5m/s；适宜短距离运输 | |
| 绳牵 引运 输 | 调度绞车 | 固定缠绕式绞车牵引，设备简单，单车或串车运行 | 空、重车辆的调度编组站场、短距离内的辅助运输 |
| | 斜巷提升绞车 | | 倾斜巷道坡度不宜大于 25° |
| | 无极绳绞车 | 摩擦轮无极绳式牵引，单车连续或成组车辆运行。连续牵引车梭车有紧急制动装置 | 运行坡度不宜大于 18° |
| | 无极绳连续牵引车 | | 运行坡度不宜大于 18°，运行速度较小，运载能力较大 |

续表 A

| | | | |
|----------|--------------|---|--|
| 单轨吊车运输 | 绳牵引单轨吊车 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 列车悬吊在巷道上方运行, 占用巷道空间小, 不受巷道底板影响; 2. 井下条件许可时, 可实现到工作点的不转载直达运输; 3. 列车自重及荷载由巷道支架或巷道拱顶承担, 要求巷道支架及拱顶具有一定的承载能力, 对载重有所限制 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 井下巷道底脚或底板条件差, 且顶板稳定性较好的巷道; 2. 适用于 U 形钢和矿用工字钢支护的巷道或用锚杆支护的巷道, 当采用锚杆吊挂单轨, 则需用双锚杆, 每根锚杆的锚固力不应小于 90kN; 3. 单轨吊运行坡度不应超过设计规定的数值; 4. 适用于水平曲率半径不小于 4.0m, 垂直曲率半径不小于 10m; 绳牵引单轨吊不适用于水平弯曲巷道及分支岔道中运行 |
| | 防爆型柴油机车单轨吊车 | | |
| | 防爆型蓄电池机车单轨吊车 | | |
| 无轨胶轮车运输 | 防爆型蓄电池无轨胶轮车 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 机车与车辆车体较宽, 对巷道宽度有一定要求; 2. 运行灵活, 在巷道坡度和系统需要的情况下, 可将货物等直接运送到各工作地点; 3. 运载能力较大 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 要求巷道底板路面平整、硬化, 不应有底脚现象; 2. 倾斜巷道坡度一般不宜大于 6°, 局部不大于 14°; 3. 可用于重型支架整体搬运 |
| | 防爆型柴油机无轨胶轮车 | | |
| 带式输送机运输 | 带式输送机 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 普通型带式输送机; 2. 具备防爆型阻燃性能 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 辅助运输巷的矸石运输; 2. 掘进工作面的双载运输 |
| 架空乘人装置运输 | 架空乘人装置 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 运输系统灵活, 运输效率高; 2. 可采用固定抱索器或可摘挂抱索器; 3. 可实现静止状态上下人, 中间可设乘人站点; 4. 可实现转弯运输 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 固定抱索器最大运行坡度不应超过 28°, 可摘挂抱索器最大运行坡度不应超过 25°; 2. 运行速度超过 1.2m/s 时, 不得采用固定抱索器; 运行速度超过 1.4m/s 时, 应当设置调速装置, 并实现静止状态上下人员, 人员不应在非乘人站上下 |

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1)表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”。

2)表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

3)表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《煤矿巷道断面和交岔点设计规范》 GB 50419

《煤矿斜井井筒及硐室设计规范》 GB 50415

《煤矿井下车场及硐室设计规范》 GB 50416

《煤炭工业矿井设计规范》 GB 50215

《煤矿提升系统工程设计规范》 GB/T 51065

《带式输送机工程技术标准》 GB 50431

《煤矿井下机车运输信号设计规范》 GB 50388

《道路交通标志和标线》 GB 5768