

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50915 – 2013

有色金属矿山井巷工程设计规范

Code for design of underground opening of
non-ferrous metals mine

2013 – 09 – 06 发布

2014 – 05 – 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

有色金属矿山井巷工程设计规范

Code for design of underground opening of
non-ferrous metals mine

GB 50915 - 2013

主编部门:中国有色金属工业协会

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2014年5月1日

中国计划出版社

2013 北 京

中华人民共和国国家标准
有色金属矿山井巷工程设计规范
GB 50915-2013

☆

中国计划出版社出版

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)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 5.5印张 137千字

2014年2月第1版 2014年2月第1次印刷

☆

统一书号: 1580242·172

定价: 33.00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 143 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《有色金属矿山井巷工程设计规范》的公告

现批准《有色金属矿山井巷工程设计规范》为国家标准,编号为 GB 50915—2013,自 2014 年 5 月 1 日起实施。其中,第 3.3.1(4)、4.2.2、5.1.2、7.1.1、8.4.2(2)、10.2.1(1、2)、10.3.1、10.3.2、11.4.1 条(款)为强制性条文,必须严格执行。

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

2013 年 9 月 6 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2008〕105 号)的要求,由中国恩菲工程技术有限公司会同有关单位共同编制而成。

本规范在编制过程中,规范编制组经调查研究,认真总结实践经验,吸收了国内外井巷工程设计和生产的新经验和新成果,并借鉴了有关规范、标准,广泛征求了设计、科研、生产单位等多方面的意见,经多次讨论、反复修改,最后经审查定稿。

本规范共分 16 章和 1 个附录,主要内容包括总则,术语和符号,基本规定,竖井,斜井,斜坡道,平巷与平硐,溜井、溜槽与装卸矿硐室,地下破碎系统,硐室,锚杆喷射混凝土支护,地下动力设备基础,管线布置,软岩类矿山井巷工程的特殊要求,消防,井巷安全标志等。

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。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理,由中国恩菲工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,如有意见或建议,请寄送中国恩菲工程技术有限公司(地址:北京市海淀区复兴路 12 号,邮政编码:100038),以便今后修订时参考。

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:中国恩菲工程技术有限公司

参 编 单 位:长沙有色冶金设计研究院有限公司

昆明有色冶金设计研究院股份公司

金川集团股份有限公司
金诚信矿业管理股份有限公司
中国有色金属工业昆明勘察设计研究院
中国瑞林工程技术有限公司

主要起草人:刘育明 安建英 束国才 杜贵文 夏长念
丁金刚 杨建中 姚维信 王永才 李红辉
刘文连 杨国刚 王清来 徐长磊 王建中
刘 杰 张小飞
主要审查人:刘文成 刘福春 高士田 赵君政 郭慧高
张增贵 陶平凯 李计发 丁志云

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	(4)
3.1	基础资料	(4)
3.2	岩石力学工作	(5)
3.3	井巷工程布置与支护原则	(6)
4	竖 井	(9)
4.1	一般规定	(9)
4.2	断面设计	(9)
4.3	井筒装备	(11)
4.4	马头门	(14)
4.5	井颈与井筒支护	(15)
4.6	井筒底部结构与井底水窝	(16)
4.7	箕斗矿仓、装矿硐室及粉矿回收	(17)
4.8	盲竖井	(18)
4.9	风井	(19)
4.10	电梯井、设备井及管缆井	(20)
4.11	竖井延深	(21)
4.12	井筒装备防腐蚀	(21)
5	斜 井	(24)
5.1	一般规定	(24)
5.2	有轨运输斜井	(27)

5.3	胶带斜井	(29)
5.4	其他用途斜井	(30)
6	斜坡道	(31)
6.1	斜坡道位置选择	(31)
6.2	斜坡道线路	(31)
6.3	坡度	(32)
6.4	断面	(32)
6.5	平曲线和竖曲线	(34)
6.6	其他	(34)
7	平巷与平硐	(36)
7.1	一般规定	(36)
7.2	断面设计	(36)
7.3	支护	(39)
7.4	硐口及硐门	(40)
7.5	水沟	(41)
7.6	平巷交岔点	(41)
7.7	有轨运输井底车场	(42)
8	溜井、溜槽与装卸矿硐室	(44)
8.1	溜井、溜槽	(44)
8.2	卸矿硐室	(45)
8.3	装矿硐室	(46)
8.4	溜井安全设施	(47)
9	地下破碎系统	(48)
9.1	一般规定	(48)
9.2	破碎系统平面及竖向布置	(48)
9.3	破碎系统硐室	(49)
10	硐室	(52)
10.1	一般规定	(52)
10.2	水泵硐室	(53)

10.3	中央变配电硐室	(54)
10.4	水仓	(55)
10.5	井下爆破器材库及发放硐室	(56)
10.6	通风机硐室	(58)
10.7	电机车修理硐室	(59)
10.8	无轨设备修理硐室	(60)
10.9	防水门硐室	(60)
10.10	避灾硐室	(62)
10.11	储油硐室	(65)
10.12	其他硐室	(66)
11	锚杆喷射混凝土支护	(68)
11.1	一般规定	(68)
11.2	锚杆支护	(70)
11.3	锚索支护	(75)
11.4	喷射混凝土支护	(77)
12	地下动力设备基础	(80)
12.1	一般规定	(80)
12.2	破碎机基础	(81)
12.3	板式给矿机基础	(83)
12.4	提升机基础	(84)
12.5	岩石锚杆基础	(84)
13	管线布置	(88)
13.1	一般规定	(88)
13.2	竖井管线布置	(88)
13.3	斜井管线布置	(89)
13.4	平巷和斜坡道管线布置	(89)
14	软岩类矿山井巷工程的特殊要求	(90)
15	消 防	(91)
16	井巷安全标志	(93)

附录 A 防水门墙体长度计算	(98)
本规范用词说明	(100)
引用标准名录	(101)
附:条文说明	(103)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirement	(4)
3.1	Basic material	(4)
3.2	Rock mechanics work	(5)
3.3	Principle of underground opening design and support	(6)
4	Shaft	(9)
4.1	General requirement	(9)
4.2	Design of cross-section	(9)
4.3	Shaft installation	(11)
4.4	Ingate	(14)
4.5	Support of collar and shaft	(15)
4.6	Structure at bottom of shaft and shaft sump	(16)
4.7	Shaft pocket, loading chamber and spillage recovering	(17)
4.8	Blind shaft	(18)
4.9	Ventilation shaft	(19)
4.10	Elevator shaft, machine shaft, cable and pipe shaft	(20)
4.11	Shaft extension	(21)
4.12	Anticorrosion of shaft installation	(21)
5	Slope	(24)
5.1	General requirement	(24)
5.2	Slope for track haulage	(27)

5.3	Belt incline	(29)
5.4	Other slope	(30)
6	Ramp	(31)
6.1	Location of ramp	(31)
6.2	Route of ramp	(31)
6.3	Gradient	(32)
6.4	Cross-section	(32)
6.5	Plane curve and vertical curve	(34)
6.6	Other	(34)
7	Drift and adit	(36)
7.1	General requirement	(36)
7.2	Design of cross-section	(36)
7.3	Support	(39)
7.4	Adit opening and portal	(40)
7.5	Drainage ditch	(41)
7.6	Drift intersection	(41)
7.7	Shaft station of rail transport	(42)
8	Orepass, chute, loading and unloading chamber	(44)
8.1	Orepass and chute	(44)
8.2	Unloading chamber	(45)
8.3	Loading chamber	(46)
8.4	Safety facility for orepass	(47)
9	Underground crushing system	(48)
9.1	General requirement	(48)
9.2	Plane and vertical layout of crushing system	(48)
9.3	Chamber of crushing system	(49)
10	Chamber	(52)
10.1	General requirement	(52)
10.2	Pump chamber	(53)

10.3	Central substation	(54)
10.4	Sump	(55)
10.5	Explosive magazine and discharge chamber	(56)
10.6	Fan chamber	(58)
10.7	Maintenance chamber for electric locomotive	(59)
10.8	Maintenance chamber for trackless equipment	(60)
10.9	Water-proof door chamber	(60)
10.10	Emergency refuge chamber	(62)
10.11	Oil storage chamber	(65)
10.12	Other chamber	(66)
11	Bolt and shotcrete support	(68)
11.1	General requirement	(68)
11.2	Bolt support	(70)
11.3	Cable support	(75)
11.4	Shotcrete support	(77)
12	Underground dynamic machine foundation	(80)
12.1	General requirement	(80)
12.2	Crusher foundation	(81)
12.3	Plate feeder foundation	(83)
12.4	Hoister foundation	(84)
12.5	Foundation using rock-bolts	(84)
13	Layout of cable and pipe	(88)
13.1	General requirement	(88)
13.2	Layout of cable and pipe in shaft	(88)
13.3	Layout of cable and pipe in slope	(89)
13.4	Layout of cable and pipe in drift and ramp	(89)
14	Specific requirement of underground opening in soft rock mine	(90)
15	Fire control	(91)

16	Safety signs in underground opening	(9 3)
Appendix A	The length caculation of water-proof door's wall	(9 8)
	Explanation of wording in this code	(100)
	List of quoted standards	(101)
	Addition;Explanation of provisions	(103)

1 总 则

1.0.1 为提高有色金属矿山井巷工程设计技术水平,促进技术进步,规范设计工作要求,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于有色金属矿山井巷工程的设计。

1.0.3 有色金属矿山井巷工程的设计应从技术方案、材料选用及结构设计等方面,做到技术先进、经济合理、安全适用、施工可行。

1.0.4 有色金属矿山井巷工程的设计除应符合本规范外,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 竖井 shaft

为采矿活动而开凿的铅垂井筒,一般为圆形断面。包括明竖井和盲竖井。

2.1.2 斜井 incline/slope

为采矿活动而开凿的直线式倾斜巷道。包括明斜井和盲斜井。

2.1.3 斜坡道 ramp/decline

通行无轨自行设备或无轨车辆的公路式倾斜巷道,其形式有直线式、折返式和螺旋式。

2.1.4 井颈 collar

稳定基岩层以上至地面,支护加强段井筒的通称(包括锁口),常为钢筋混凝土支护。

2.1.5 井壁 lining

在井筒围岩表面构筑的具有一定厚度和强度、维护井筒稳定和安全的支护体,一般为混凝土或钢筋混凝土现浇而成。

2.1.6 罐道 guide

竖井提升容器运行的导向设施,分刚性罐道和柔性罐道。

2.1.7 楔形罐道 wedged guide

提升机发生过卷或过放时,减缓提升容器冲击挡罐梁或托罐梁的带有一段楔形的罐道,一般为木材质。其设于竖井井底进出车水平或装载水平以下、井上进出车水平或卸载水平以上。

2.1.8 罐道梁 guide girder

固定于井壁或井筒围岩上用以支承罐道和楔形罐道的钢梁。

采用工字钢、槽钢和 H 型钢等型钢加工而成。

2.1.9 竖向附加力 vertical additional load

因疏水等原因导致地层沉降而施加于井壁的竖直向下的力。

2.1.10 主排水泵房 main pump chamber

用以排出全矿、一个水平或几个水平坑内水的泵房。

2.2 符 号

RQD ——长度大于或等于 10cm 的岩芯累计长度与钻进总长度之比,以百分数表示;

R_c ——岩石单轴饱和抗压强度;

f_{ck} ——混凝土轴心抗压强度标准值;

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值;

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值;

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值;

E_c ——混凝土的弹性模量;

f_{yk} ——普通钢筋屈服强度标准值;

f_y ——普通钢筋抗拉强度设计值;

f'_y ——普通钢筋抗压强度设计值;

E_s ——钢筋的弹性模量。

3 基本规定

3.1 基础资料

3.1.1 井巷工程应根据矿区地质变化规律和生产工艺要求进行设计,对竖井、斜井和其他重要工程设计,尚应取得工程地质和水文地质勘察资料。

3.1.2 竖井、斜井施工图设计应有工程地质勘察钻孔资料,对于已有勘探资料表明地质条件简单和不通过含水冲积层的井筒,符合下列条件之一者,可不打工程地质勘察钻孔:

1 在竖井井筒周围 25m 范围内有勘探钻孔,并有符合勘察钻孔要求的工程地质和水文地质资料。

2 矿区已有生产矿井,掌握新设计井筒穿过岩层的物理力学性质、水文地质条件及其变化规律,并经专业评审和业主确认。

3.1.3 竖井工程地质勘察钻孔布置及数量应符合下列规定:

1 水文地质条件简单时,可在井筒中心或距井筒中心 10m~25m 范围内布置一个勘察钻孔;水文地质条件复杂时,勘察钻孔的位置和数量应依据具体条件确定。

2 两条竖井相距不大于 50m 时,可在两井筒中间布置勘察钻孔。

3 专为探测溶洞或施工特殊要求的勘察钻孔,可布置在井筒圆周范围内。

4 在任何情况下,勘察钻孔不应布置在井底车场巷道的上方。

3.1.4 斜井工程地质勘察钻孔布置及数量应符合下列规定:

1 工程、水文地质条件复杂的斜井工程应开展工程地质勘察工作,勘察钻孔应沿斜井轴线方向布置,其数量不宜少于 3 个。

2 距离不大于 50m 的两条平行斜井,勘察钻孔应布置在两条井中间的平行线上;当只有一条斜井时,勘察钻孔应布置在距井中心线 10m~20m 的平行线上。

3.1.5 工程地质勘察钻孔的技术要求应符合下列规定:

1 勘察钻孔深度应大于设计井深(斜井底板以下)3m~5m,有延深要求的竖井勘察钻孔应一次打到底;终孔直径不宜小于 91mm,采用金刚石钻机钻进时,其终孔直径不应小于 75mm。

2 勘察钻孔偏斜率应控制在 1.5%以内。

3 工程地质勘察钻孔应采用全孔取芯,其岩芯采取率在冲积层与岩层中不宜小于 75%,在破碎带及软弱夹层中不宜小于 60%。

3.1.6 工程地质勘察钻孔应提供下列工程地质和水文地质资料:

1 有关岩石力学和地表建筑物、构筑物的技术参数。

2 对主要含水层提出岩层的渗透系数、涌水量及水质分析等水文地质资料。

3 岩芯 *RQD* 值的质量指标。

4 勘察钻孔地质柱状图。

5 垂直深度超过 800m 的井筒,应提供地温、原岩应力资料和岩爆倾向的说明;特殊地形、地温和特殊工程地质条件时,井筒深度未超过 800m 时,应提供地温、原岩应力和岩爆倾向说明等资料。

6 按序编排、有标高标识的全部岩芯照片。

3.2 岩石力学工作

3.2.1 井巷工程存在下列条件之一时,应开展岩石力学工作:

1 地质构造复杂。

2 工程地质条件复杂。

3 大型矿山的关键工程。

4 高应力条件。

5 有岩爆倾向。

3.2.2 在各设计阶段中,岩石力学的工作深度应符合下列规定:

1 可行性研究阶段,应配合地质勘察工作,对工程作出岩石力学的可行性论证。

2 初步设计阶段,应通过实地工程地质测绘和岩体稳定性分析、评价,为井巷工程设计提供依据,提出补充勘察工作内容。

3 施工图设计阶段,对矿山的关键工程应进行工程地质勘察工作,并应提出合理的岩石力学参数、支护计算模型,建议的支护形式。

4 在建设期间,岩石力学工作应着重研究巷道开挖后的围岩变形、失稳及其地压显现规律。

3.2.3 井巷工程岩体分类应按现行国家标准《工程岩体分级标准》GB 50218 的有关规定执行。

3.2.4 井巷工程设计所需的岩石基本参数,应有抗压、抗拉、抗剪等极限强度和弹性模量、泊松比、内聚力、内摩擦角等基本参数。

3.2.5 地质构造调查应为井巷工程设计提供优势节理组合及其围岩破坏模式。

3.2.6 测量原岩应力时,原岩应力量测地点应布置在该工程的附近,并应避开应力畸变区和干扰源。量测深度应穿过井巷工程的松动圈,宜为已施工井巷掘进半径的3倍~5倍。

3.2.7 大硐室的稳定性宜采用数值分析法模拟。在计算中应正确地选择计算剖面,确定计算模型和岩体力学参数,选择单元类型及网格细度等。计算结果应为井巷支护设计提供围岩的位移矢量图和应力分布图。

3.2.8 重要工程的复杂特殊地段应按现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定,提出典型井巷工程围岩地段实施现场的监控量测要求。

3.3 井巷工程布置与支护原则

3.3.1 主要井巷工程布置应符合下列规定:

1 竖井、斜井、主要斜坡道及平硐均应布置在设计的矿床开采移动范围以外；当条件所限，布置在矿床开采最终移动范围以内时，应采取保护措施。

2 竖井、斜井和主要斜坡道应避免冲积层、流砂层、断层、富含水层等不良岩层。

3 井口或硐口的建筑物和构筑物不应受地表滑坡、滚石、雪崩、山洪和泥石流的危害，并应符合保护带要求；保护带宽度应按其等级确定，Ⅰ级应为 20m，Ⅱ级应为 15m，Ⅲ级应为 10m。井口或硐口的建筑物和构筑物的等级划分应符合现行国家标准《有色金属采矿设计规范》GB 50771 的有关规定。

4 井口、硐口的标高应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。

5 井口、硐口场地应满足施工和生产的需要。

3.3.2 井口位置的选择应符合下列规定：

1 具有进风功能的井筒或巷道入口应避开有害物质污染区，并应布置在当地常年主导风向的上风侧。

2 回风井井口位置应远离居民区和生产区，并应选择在当地常年主导风向的下风侧。

3.3.3 主要巷道、重要硐室的布置应符合下列规定：

1 岩体结构复杂、埋深大时，巷道、硐室的轴线方向宜与矿区最大主应力方向平行或成小角度相交。

2 节理发育的岩体中，巷道、硐室的轴线宜与潜在的不连续面的交线走向成直角。

3 高应力区中，巷道、硐室应选择合适的断面形式。

3.3.4 井巷工程支护设计应符合下列规定：

1 支护设计应以工程类比法为主，必要时应进行理论验算。

2 支护设计应充分利用围岩自身的承载能力，确定合理的断面形式。

3 支护设计宜采用喷锚支护，喷锚支护设计应符合现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定。

4 应不用或少用木材支护。

5 在软岩或破碎岩体中,应采用先临时后永久的两次支护方法,必要时应采用监控量测的手段进行设计。

6 受动压影响严重,并能引起围岩较大变形时,宜采用摩擦型锚杆、钢纤维喷射混凝土、可拉伸锚杆、锚索、可缩性钢架或多种支护形式组合支护等,并应采用监控量测手段调整支护形式和参数。

3.3.5 井巷工程支护材料的强度等级应符合下列规定:

1 竖井、主斜井及提升机硐室、地下破碎硐室、装卸矿硐室、主平硐口等重要工程,当采用混凝土或钢筋混凝土支护时,其强度等级不应小于 C25。

2 其他斜井、平巷等井巷工程,当采用混凝土支护时,其强度等级不应小于 C20;采用钢筋混凝土支护时,其强度等级不应小于 C25。

3 在井巷工程中,当采用喷锚或喷射混凝土支护时,应符合本规范第 11.4.1 条的规定;当采用石材支护时,其强度等级不应小于 MU40;当采用混凝土预制块支护时,其强度等级不应小于 C25。

3.3.6 竖井位于冲积层厚度大、有可能产生沉降的地层中时,应分析地层沉降对竖井井筒的影响。必要时可采用适应冲积地层沉降的竖向可缩型井壁结构。

3.3.7 竖井井筒支护形式应根据井筒穿过地层的工程地质和水文地质资料及施工方法确定,宜采用浇筑混凝土或钢筋混凝土支护。

3.3.8 在地震烈度大于或等于 7 度的地区,竖井、斜井、斜坡道、平硐等井巷出口的支护设计应进行抗震验算。

4 竖 井

4.1 一 般 规 定

- 4.1.1 主、副井之间布置破碎系统时,两井之间距离不应小于 50m。
- 4.1.2 井筒断面为圆形时,净直径宜按 0.5m 进级;当井筒净直径大于 5.0m 或井深超过 600m 时,可按 0.1m 进级。矩形井筒应按 0.1m 进级。
- 4.1.3 竖井设计,应标出竖井中心坐标及井口地面标高、提升容器中心线与井筒中心线的间距,在竖井及马头门的平面图上应分别标出方位角。
- 4.1.4 箕斗井不应兼作进风井。混合井作进风井时,应采取保证风源质量的净化措施。
- 4.1.5 当竖井处于冲积层、流砂层厚度较大,且含水丰富的软岩层和破碎岩层等不良地层中时,宜采用特殊凿井法施工。
- 4.1.6 提升竖井在井底进出车水平或装载水平以下、井上进出车水平或卸载水平以上,均应设置楔形罐道。
- 4.1.7 装备一套罐笼提升、有人员上下的竖井,应设置梯子间;装有两部在动力上互不依赖的罐笼设备,且提升机均为双回路供电的竖井,可不设梯子间;其他竖井作为安全出口时,应设置梯子间。
- 4.1.8 无隔离设施的混合井应符合现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的相关规定。
- 4.1.9 竖井井筒装备构件均应进行防腐处理或采用耐腐蚀材料制作。防护层使用年限应与其服务年限相适应。

4.2 断 面 设 计

- 4.2.1 断面设计应根据提升容器种类、数量、最大外形尺寸,井筒

装备类型、规格,提升容器之间、容器与井壁和井筒装备之间的安全间隙,以及井筒延深方式及通风等要求确定。

4.2.2 竖井提升容器之间以及提升容器与井壁或罐道梁之间的最小间隙应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 竖井提升容器之间以及提升容器与井壁或罐道梁之间的最小间隙(mm)

罐道和井梁布置		容器和 容器之间	容器和 井壁之间	容器和 罐道梁之间	容器和 井梁之间	备 注
罐道布置在容器一侧		200	150	40	150	罐道和导向槽之间为 20
罐道布置在 容器两侧	木罐道	—	200	50	200	有卸载滑轮的容器,滑轮和罐道梁间隙增加 25
	钢罐道	—	150	40	150	
罐道布置在 容器正面	木罐道	200	200	50	200	—
	钢罐道	200	150	40	150	
钢丝绳罐道		450	350	—	350	设防撞绳时,容器之间的最小间隙为 200

4.2.3 井筒存在变形可能时,容器与井壁和井梁之间的间隙应加大,加大值应根据变形预测确定,不宜小于 100mm~150mm。

4.2.4 竖井深度、提升终端荷载、提升速度大的井筒,采用钢丝绳罐道的安全间隙应适当加大。

4.2.5 专用风井的风速不应大于 15m/s。兼作通风的竖井断面应进行风速验算,其风速应符合下列规定:

- 1 专用物料提升井不应超过 12m/s。
- 2 提升人员和物料的井筒及修理中的井筒不应超过 8m/s。

4.3 井筒装备

4.3.1 刚性罐道可选用方形冷弯空心型钢罐道、玻璃钢复合罐道、钢木复合罐道或木罐道等,并应符合下列规定:

1 刚性罐道应根据提升容器要求、终端荷载、提升速度及结构布置等计算确定,并应验算强度、刚度等。

2 方形冷弯空心型钢罐道技术参数应符合现行国家标准《结构用冷弯空心型钢尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 6728 的有关规定。

3 玻璃钢复合罐道应采用内衬厚度不小于 6mm 钢芯、外包厚度不小于 4mm 的玻璃钢经模压热固化处理而成。玻璃钢性能应符合现行国家标准《煤矿井下用玻璃钢制品安全性能检验规范》GB 16413 的有关规定。

4 钢木复合罐道应采用型钢和木材为基材由粘结剂和内螺栓复合而成,应具有较强的抗腐蚀性能。

5 木罐道宜采用木质致密、强度高的红松制作,并应进行防腐处理。当采用其他木材时,其顺纹、横纹的抗压强度不应低于东北红松,收缩率不应大于东北红松。

6 罐道荷载可按下列公式计算:

$$P_{y,k} = Q_k / 12 \quad (4.3.1-1)$$

$$P_{x,k} = 0.8 P_{y,k} \quad (4.3.1-2)$$

$$P_{v,k} = 0.25 P_{y,k} \quad (4.3.1-3)$$

式中: Q_k ——提升绳端荷重(包括容器自重、滚动罐耳、首绳悬挂装置、尾绳悬挂装置及载重之和)标准值(MN);

$P_{y,k}$ 、 $P_{x,k}$ 、 $P_{v,k}$ ——罐道与罐道梁正面水平力、侧面水平力、垂直力标准值(MN)。

7 钢罐道的强度、刚度宜按下列公式验算:

$$\frac{M_{x1}}{W_{x1}} + \frac{M_{y1}}{W_{y1}} \leq f_1 \quad (4.3.1-4)$$

$$\frac{Z_1}{L_1} \leq \frac{1}{400} \quad (4.3.1-5)$$

式中： M_{x1} ——在正面水平力作用下罐道的最大弯矩设计值（MN·m）；

M_{y1} ——在侧面水平力作用下罐道的最大弯矩设计值（MN·m）；

W_{x1} 、 W_{y1} ——对 x 轴、 y 轴的净截面抵抗矩（ m^3 ）；

f_1 ——罐道材料的强度设计值（MN/ m^2 ）；

Z_1 ——罐道的挠度（m）；

L_1 ——罐道的跨度（m）。

8 罐道断面尺寸（型号）可按表 4.3.1 选用。

表 4.3.1 罐道断面尺寸（型号）

罐道名称	方形空心型钢罐道 (mm×mm)	玻璃钢复合罐道 (mm×mm)	钢木复合罐道 (mm×mm)	木罐道 (mm×mm)
断面尺寸	180×180	180×180	160×160(180)	150×120
（型号）	200×200	200×200	180×180(200)	180×160(150)
	220×220	-	200×200(220)	200×180

4.3.2 采用钢丝绳罐道时，应符合下列规定：

1 单绳提升人员的罐笼应装备防坠器。

2 宜选用密封式钢丝绳。每根罐道绳的最小刚性系数不应小于 500N/m。同一提升容器各罐道绳张紧力应相差 5%~10%，内侧张紧力应大，外侧张紧力应小。

3 井底应设罐道绳的定位装置。采用重锤拉紧时，重锤的最低位置到井底水窝最高水面的距离不应小于 1.5m。

4 罐道绳应有 20m~30m 的备用长度。

5 采用钢丝绳罐道的罐笼提升系统，中间各中段应设置稳罐装置。

4.3.3 罐道接头位置应符合下列规定：

1 型钢罐道及复合罐道的接头应设置在罐道梁中间,接头间应留有 2mm~4mm 的间隙。

2 木罐道接头位置宜设置在罐道梁上,当不在罐道梁上时,应采取补强措施。木罐道接头的间隙不应大于 5mm。

3 同一提升容器的两根罐道接头位置不应设在同层罐道梁上;当几根罐道安装在同一根罐道梁上时,相邻两根罐道及同一容器同侧两根罐道的接头也应错开。

4 罐道与罐道梁的连接应有足够的强度,并应结构简单、安装和维修方便。

4.3.4 罐道梁可采用工字钢、槽钢、H 型钢等,设计应符合下列规定:

1 罐道梁的层间距,木罐道不宜大于 2.5m,型钢罐道和复合罐道宜为 4m~6m。

2 采用悬臂梁时,梁的长度不宜超过 600mm。

3 罐道梁的截面选择应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定设计,并应对罐道梁的强度和刚度进行验算。

4 罐道梁的总挠度与跨度之比不应大于 1/400。

4.3.5 井壁为竖向可压缩结构时,井筒内竖向安装的罐道、管路等应采用适应井壁沉降的结构。

4.3.6 井筒中钢梁不宜设接头;管路支承大梁、楔形罐道挡梁、挡罐梁、箕斗装矿点大梁、起吊梁等受力较大的梁不得有接头。当钢梁必须设接头时,应符合下列规定:

1 每根梁应只允许 1 个接头,接头应设在弯矩较小的地方。

2 上下两层梁的接头应错开布置,并不得设在罐道连接处。

3 两段钢梁宜采用夹板焊接或螺栓连接,连接处的强度不应小于钢梁的强度。

4.3.7 梯子间设计及管缆敷设应符合下列规定:

1 梯子间上下两层平台间距不应大于 8m;梯子倾角不应大

于 80° ; 梯子宽度不应小于 0.4m ; 梯子蹬间距不应大于 0.3m ; 梯子上端应高出平台 1m , 梯子下端距井壁不应小于 0.6m ; 上下相邻平台梯子孔应错开布置, 平台梯子孔的尺寸不应小于 $0.6\text{m} \times 0.7\text{m}$ 。

2 梯子间与提升间、管子间、电缆间之间应设置安全隔网, 安全网可用玻璃钢复合材料或金属材料制作。

3 梯子平台板应防滑。

4 管道布置应便于安装、检修与更换。

5 竖井内电缆悬挂点的间距不应大于 6m 。

4.3.8 井筒中各种钢梁与井壁的连接宜采用锚杆托架(板)、预埋钢板或梁窝固定, 并应符合下列规定:

1 锚杆规格和托架(板)强度应计算确定。锚杆应采用快硬水泥卷锚固或树脂锚固方式, 锚杆的锚固长度应满足锚固力要求。

2 锚杆的锚固长度, 树脂锚杆在单层井壁中不应超过井壁厚度的 $3/5$, 双层井壁中不应超过内层井壁厚度的 $4/5$; 其他锚杆在双层井壁中, 也不宜超过内层井壁厚度的 $4/5$ 。

3 井筒内淋水大于 $6\text{m}^3/\text{h}$ 或存在集中出水的位置, 应在处理淋水后再用锚杆方式连接。

4 在不稳定的含水冲积层内设置梁窝时, 应预先进行防水处理。

5 管路支承大梁和次梁、马头门的托罐梁、井底装矿点钢梁、楔形罐道挡梁、挡罐梁、设备安装和检修起吊梁等应采用梁窝埋入式固定。钢梁埋入井壁的深度不应小于井壁厚度的 $2/3$, 且不应小于梁的高度。

4.4 马 头 门

4.4.1 马头门高度应根据用途、提升容器、上下材料长度、通风要求等因素确定。

4.4.2 马头门宽度应满足井口机械化、大件设备下放运输、人行

道等要求,两侧均应设置宽度不小于 1.2m 的人行道。

4.4.3 设有井口机械化时,马头门延长段的长度应适应机械化布置要求。有轨运输中段应设矿车阻车器。

4.4.4 盲竖井提升容器安装水平的马头门,高度和宽度应满足设备安装、检修的起吊和运输要求。马头门顶板宜设起吊梁,附近应设提升容器组装硐室。

4.4.5 马头门处应设安全门、栅栏、信号硐室。

4.4.6 双侧马头门在井筒旁应设人行绕道,其宽度不应小于 0.8m,高度不应小于 2.0m。

4.5 井颈与井筒支护

4.5.1 井颈的厚度应根据地层情况,凿井方法,井口附近的建筑物、构筑物、设备及其他荷载施加的垂直力和水平力,以及井颈围岩产生的侧压力等计算确定。

4.5.2 井塔基础直接作用于井颈上时,基础下的井颈可视为深埋单根管桩,应按弹性桩基理论“m”法计算。

4.5.3 井颈的最小深度应根据表土层厚度、井颈内各种装置及各种孔洞之间的最小距离要求确定。井颈或壁座应进入稳定岩层中 3m~5m。

4.5.4 井颈为混凝土或钢筋混凝土整体结构,井颈上开孔边长大于 1.5m 时,应对孔的四角及跨中的弯矩进行计算。当边长小于 1.5m 时,可不进行计算,应在孔的周围配以构造钢筋。

4.5.5 井筒宜采用整体浇筑混凝土支护。当井筒涌水量小于 $6\text{m}^3/\text{h}$,且围岩坚固稳定时,可采用喷射混凝土支护。

4.5.6 井筒支护厚度应根据围岩条件、井筒直径和深度、支护材料、凿井方法等因素,通过理论计算与工程类比相结合的方法确定。

4.5.7 基岩段井筒混凝土井壁厚度,当井深小于 600m 时,可按表 4.5.7 确定;当深度大于 600m 时,宜加大井壁厚度或提高混凝土强度等级。

表 4.5.7 基岩段井壁厚度经验值

井筒直径(m)	3.0~4.5	4.5~5.0	5.0~6.0	6.0~7.0	7.0~8.0	8.0~9.0
井壁厚度(mm)	300	300~350	350~400	400~450	450~550	550~650

注:1 混凝土强度等级不得低于 C25;

2 破碎岩层、不稳定岩层、富水岩层井壁厚度应加大或提高混凝土强度等级。

4.5.8 采用冻结法凿井,井筒支护应符合下列规定:

1 冻结段井筒壁基应深入稳定基岩一定深度,并应由计算确定,且不应小于 10m。

2 冻结深度应在井筒掘砌深度之下 5m~8m,井筒净直径大、冻结深度较大时,可适当加大。

3 井筒宜采用复合井壁、双层钢筋混凝土或混凝土井壁支护。冻结段井壁厚度宜采用计算、工程类比法等确定,内层和外层井壁厚度均不应小于 300mm;双层井壁之间宜注浆防水。

4 应将冻结法井筒掘砌的底部一定高度的内、外层井壁整体浇筑作为壁座,壁座应经计算确定。

5 井壁的混凝土强度等级不宜小于 C30。

4.6 井筒底部结构与井底水窝

4.6.1 井筒底部结构深度应根据井筒用途、提升设备、提升方式、罐道类型、井底水窝排水及清理方式确定。井筒最下部阶段至井底应设梯子或爬梯。

4.6.2 竖井井底应设置 1%斜度的整体式楔形罐道,其位置应在发生过放时,下行提升容器应比上行提升容器先进入楔形罐道,楔形段长度应小于或等于过卷高度。

4.6.3 楔形罐道的下端应设置底座梁,其截面应经计算选取。

4.6.4 井筒下部托罐梁应设在楔形罐道底座梁的下部,可与底座梁合为一体;单独设置时,应在托罐梁上设置缓冲装置。

4.6.5 提升容器有平衡尾绳时,应在托罐梁下设木挡梁或金属挡

梁隔离装置。当采用钢丝绳罐道时,罐道绳与尾绳间尚应设隔离装置。

4.6.6 井底应设排水设施;当有井底清理巷道时,可将水泵(房)布置在清理巷道附近。水窝较浅、涌水量小时,可用自溢排水。

4.6.7 井底围岩不稳定时,井底水窝底部宜用混凝土浇筑成球形。球面矢高宜为井筒净直径的 $1/10$ 。

4.6.8 箕斗井的积水宜在井底粉矿回收水平设置水仓及沉淀池经水泵或自流排出。

4.7 箕斗矿仓、装矿硐室及粉矿回收

4.7.1 箕斗矿仓有效容积宜按 4h 提升量计算,当矿仓高度受限时,其容积不应小于 2h 的提升量;单井提升能力大于或等于 500 万 t/a 的箕斗井,宜按 2h 提升量计算。

4.7.2 矿仓与井筒间应留有不小于 8m 的安全岩柱。矿仓内壁及其底板应铺设钢轨或其他耐磨衬板。

4.7.3 装矿硐室的尺寸应按箕斗装载设备及其安装、检修、操作要求确定。装矿闸门两侧应留不小于 0.8m 宽的操作空间,并应设置 1.2m 高的安全栏杆。箕斗装矿水平到卸矿水平或破碎水平应有联络通道,混合井应在胶带装矿水平设停罐点。

4.7.4 装矿硐室与井筒之间应设安全隔离网,且应在隔网顶部的井壁上设置坚固的倾斜挡板。

4.7.5 粉矿应及时清理。粉矿仓的容积不宜小于 7d 正常提升时的撒矿量,提升能力大于或等于 500 万 t/a 的竖井可适当减少。撒矿量宜按底卸式箕斗装矿量的 3% 或翻转式箕斗装矿量的 15% 确定。

4.7.6 混合井或其他有人行格的井筒,其粉矿仓与提升间、人行格之间应隔开。粉矿漏斗底板坡角应大于 50° 。延深的主井,其粉矿漏斗可用钢材制作,不延深的主井可用井筒本身作为粉矿仓。

4.8 盲 竖 井

4.8.1 天轮平台板可按等效均布荷载计算。天轮平台板可用花纹钢板或普通钢板；当用普通钢板时，其表面应采取防滑措施。

4.8.2 提升机落地式布置时，天轮梁设计应符合下列规定：

1 天轮梁宜选用 H 型钢或焊接工字形钢梁制作，应采用埋入式固定，钢梁埋入混凝土壁的深度应大于 400mm，且不宜小于梁高的 $2/3$ 。

2 梁的设计应按简支梁计算，其荷载应包括钢丝绳的所有钢丝破断力总和、天轮总重量及天轮梁自重等；多绳提升时，钢丝绳的破断力应按全部提升钢丝绳计算。

3 天轮梁的挠度，天轮直径小于 2.0m 时，不应超过天轮梁跨度的 $1/600$ ，直径大于 2.5m 时，不应超过天轮梁跨度的 $1/750$ 。

4 天轮梁等金属构件应进行防腐蚀处理。

4.8.3 天轮硐室断面形状可为拱形或矩形，其平面尺寸应满足检修场地和人员进出通道的要求。硐室内应设起重梁或起吊锚环。

4.8.4 盲竖井头部应设置防过卷设施及挡罐梁。盲竖井的最上一个阶段至天轮平台宜设置人行梯子。

4.8.5 上部挡罐梁位置应使下放端容器先落在井下挡罐梁上，而上升端容器顶部还未碰到井上挡罐梁。其所受荷载应为提升钢丝绳所有钢丝的破断力总和。

4.8.6 上部楔形罐道的总长度和过卷高度应相同，楔形罐道的斜度应为 1%，其材质宜为东北红松。楔形罐道挡梁应做强度计算，单绳提升荷载应按钢丝绳所有钢丝破断力总和计算；多绳提升时应按全部钢丝绳所有钢丝破断力总和计算。

4.8.7 塔式布置的多绳提升机硐室应有与阶段平巷相通的大件道，并应兼作安全出口。大件道至卷扬机硐室内应铺设轨道。

4.8.8 塔式多绳提升机硐室的提升机层、导向轮层、罐道绳拉紧层或悬挂装置层之间应设钢梯。梯子孔周围应设高度 1.2m 的安

全围栏。

4.8.9 塔式多绳提升机硐室的提升机层应设置提升最大件的吊装孔,并应留有 400mm~500mm 的安全间隙。吊装孔周围应设置 1.2m 高的活动栏杆。

4.8.10 落地提升机绳道底板倾角应与卷筒下部钢绳出绳仰角一致。绳道内应设有人行道、台阶和扶手或梯子,台阶宽度不应小于 0.8m。绳道底板距下部钢丝绳不应小于 0.5m,顶板距上部钢丝绳不应小于 0.3m。绳道宽度尚应满足运送天轮的要求。

4.8.11 提升机硐室的布置应满足机械、电气设备安装、运转、检修,以及电气设备通风的要求。

4.8.12 提升机硐室宜采用钢筋混凝土砌碯或喷锚网联合支护,大型提升机硐室的支护应进行计算。

4.8.13 提升机硐室地面宜高出邻近运输巷道底板 0.3m,且不应低于邻近运输巷道轨面,底板浇筑混凝土厚度不应小于 0.1m,并向运输巷道方向做 3‰的下坡面。

4.8.14 提升机硐室通道应设置向外开启的铁栅栏门,在有火灾危险的矿井,还应设防火门。防火门全部敞开时,不应妨碍运输最大部件的通过。

4.8.15 与提升机配套的配电硐室应靠近提升机硐室布置,配电硐室地面应高出提升机硐室地面 0.3m。配电硐室底板应向巷道等标高较低的方向设坡度 2‰~3‰的下坡。

4.9 风 井

4.9.1 风井作为安全出口时应设梯子间;井深超过 300m 时,应结合马头门,每隔 200m 左右设一休息硐室。休息硐室应避免破碎的不稳定岩层和含水层。

4.9.2 装有扇风机的风井井口应封闭。

4.9.3 在有风道的情况下,风道与风井连接处应做成圆弧形,其夹角应为 40°~50°,风道应减少转角。

4.9.4 风井井底与井底巷道连接时宜做成圆弧形,其曲线半径应为 6m~8m,圆心角宜为 35° ~ 45° ,连接处长度不应小于 3.5m;连接处应用非燃烧材料砌筑,并应设栅栏门。

4.9.5 专作风井的井底可不留井底水窝;需延深的风井井底应留 15m~20m 的深水窝,其底部应设置壁座。

4.9.6 风井安全出口设计应符合下列规定:

1 风井的安全出口应布置在梯子间一侧,与风道宜成 90° 。采用暗风道时,出口应位于风道口以上不小于 2m 处,风道内应设置风门。采用明风道时,应用栏杆把梯子出口及行人通道与风道隔开,栏杆高度不应小于 1.5m;通向外面的出口应设置向外开启的密闭门。

2 安全出口与风井连接处应有 4m~6m 的一段平巷,平巷标高与风井内梯子平台标高应相适应。

3 安全出口应采用非可燃性材料砌筑,出口宽不应小于 1.2m,高不应小于 2m。通到地表的斜道部分应设人行踏步。

4 无提升设备的主风井井口,当不作为安全出口时,可在风道口以上采用永久性密封井盖。

4.9.7 通风机直接设置在风井口上时,其风机基础梁可坐于井颈上,井口应用钢筋混凝土板进行密封,并应对井颈受力进行计算。

4.10 电梯井、设备井及管缆井

4.10.1 电梯井设计应符合下列规定:

1 电梯井内应设梯子间及管缆间,并应与各水平相通。

2 电梯井的提升机硐室不应漏水和渗水。

3 电梯井提升机硐室内应设置起重设施,硐室底板应设有吊装孔,在孔口处应安装活动盖板或活动栏杆。

4 电梯井内的金属部件应做防腐处理。

5 电梯井井底应埋设固定缓冲器的钢板。

6 电梯井井底积水应做导出处理。

4.10.2 设备井设计应符合下列规定：

1 设备井断面大小应由设备的最大外形尺寸、梯子间、管线布置等因素确定。

2 设备井内应设置 2 根稳绳，在有梯子间时，应将稳绳布置在梯子间一侧。

3 设备井为多水平服务时，各水平均应设置联系信号，马头门设计应使设备大件进出方便。

4 设备井的提升机硐室可设在井筒的最上部，亦可放在井底马头门内。

4.10.3 管缆井内应设人行梯子间。管缆井的断面布置应满足管缆安全间距及维修方便的要求。

4.11 竖井延深

4.11.1 竖井延深工程设计应根据矿山竖井工程地质条件和矿山持续生产要求，提出竖井延深的初步施工方案。

4.11.2 竖井延深工程设计应符合下列规定：

1 竖井延深工程施工期间应确保竖井持续生产和安全施工。

2 竖井延深工程应预留保护岩柱或构筑人工保护盘等安全保护措施。

4.11.3 竖井延深方法应符合下列规定：

1 利用梯子间作提升格时，应按提升与卸载方式对梯子间进行改造。

2 利用箕斗延深竖井时，应采取防止箕斗撒矿的措施。

3 在竖井延深地段内有可利用的巷道时，可采用从下向上的延深方法。

4.12 井筒装备防腐蚀

4.12.1 竖井井筒装备应根据环境条件、服务年限等设计防腐，使井筒装备的使用期限与其服务年限同步。防腐设计应符合现行国

家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的有关规定。钢构件可采用金属覆盖层、非金属覆盖层和复合涂层防护;防腐蚀防护、复合涂层防护不宜小于 25a,金属覆盖层和玻璃钢覆盖层防护不宜小于 20a,涂料防护不宜小于 10a。

4.12.2 井筒梯子间宜选用耐腐蚀的玻璃钢复合材料制作,也可采用金属等材料制作。玻璃钢梯子间制成品的机械、安全性能应符合现行国家标准《煤矿井下用玻璃钢制品安全性能检验规范》GB 16413 的有关规定。

4.12.3 金属构件防腐前应先进行表面预处理,表面预处理等级应达到现行国家标准《涂覆材料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 中的 Sa2.5 级。金属表面预处理等级及质量要求应符合表 4.12.3 的规定。

表 4.12.3 金属表面预处理等级及质量要求

除锈等级	除锈方法	质量要求
St2	手工机械除锈	要求除去钢铁表面松动的氧化皮、疏松的铁锈和其他污物
St3	动力机械除锈	要求除去钢铁表面松动的氧化皮、疏松的铁锈和其他污物,钢铁表面呈明显的金属光泽
Sa1	轻度喷射除锈	除去表面疏松的氧化皮、锈蚀及污物,在基底金属上显露大量均匀散布的金属斑点
Sa2	工业喷射除锈	除去表面几乎所有的氧化皮、锈蚀及污物,最后用干燥的压缩空气清理表面,表面稍呈银色
Sa2.5	接近出白级喷射除锈	金属表面清除到仅有轻微的点状或条纹痕迹的程度,并用干燥的压缩空气或其他工具清理表面,表面呈银灰色
Sa3	出白级喷射除锈	除去金属表面的氧化皮、锈蚀及污物,用干燥的压缩空气或其他工具清理表面,其外观具有均匀一致的金属光泽

4.12.4 采用金属镀层防腐应符合下列规定:

- 1 金属镀层可采用喷锌(铝)及其合金工艺或热镀浸锌工艺。
- 2 采用喷锌(铝)及其合金镀层,厚度可为 $100\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$,且应用有机涂料封闭,并应涂刷 2 道。
- 3 采用热镀浸锌镀层,厚度可为 $60\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 。

4.12.5 采用涂料防护时,应符合下列规定:

- 1 在 pH 值大于 6 的中、碱性水质条件下,宜选用环氧沥青类涂料。
- 2 在 pH 值小于 6 的酸性水质条件下和地下水含盐量高的地区,宜选用氯化橡胶类涂料。
- 3 涂料防护宜选择环氧富锌底漆或氯化橡胶富锌底漆作为涂料底漆,应涂刷 1 道~2 道,漆膜厚度可为 $30\mu\text{m}\sim 70\mu\text{m}$ 。
- 4 防护面漆可选用相应的环氧沥青类防腐蚀涂料或氯化橡胶类防腐蚀涂料,应至少涂刷 3 道。
- 5 漆膜总厚度不应小于 $200\mu\text{m}$ 。
- 6 漆膜附着力用划格法测试不应低于 85%。

4.12.6 采用复合涂层防腐时,应符合下列规定:

- 1 复合涂层的金属镀层可采用热浸镀锌或热喷涂锌(铝)防护层,镀层厚度应为 $60\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ 。
- 2 外部封闭涂层应选用环氧沥青或氯化橡胶等类涂料。涂刷遍数不应少于 3 遍。
- 3 涂膜总厚度不应小于 $250\mu\text{m}$ 。

4.12.7 木构件防腐应符合下列规定:

- 1 防腐剂宜采用氟化钠和防腐沥青漆。
- 2 氟化钠宜用热冷槽浸注法、常温浸渍法和涂刷法,沥青漆宜用涂刷法。

5 斜 井

5.1 一 般 规 定

5.1.1 斜井倾角应符合下列规定：

- 1 箕斗、台车斜井倾角不宜小于 25° 。
- 2 矿车组斜井(包括材料斜井)倾角不宜大于 25° 。
- 3 普通胶带输送机斜井倾角,向上输送物料时不应大于 15° ,向下输送物料时不应大于 12° 。
- 4 吊桥斜井倾角不应小于 20° 。

5.1.2 斜井安全间隙不应小于表 5.1.2 的规定。

表 5.1.2 斜井安全间隙(mm)

运 输 方 式	设 备 之 间	设备与支护之间
有轨运输	300	300
带式运输	400	600

5.1.3 斜井为人员上、下的主要通道,且其倾角小于 30° 、垂直深度超过 90m 或倾角大于 30° 、垂直深度超过 50m 时,在斜井内应安设运送人员的机械设备;非主要行人通道时,应在斜井内人行道侧设休息洞室。

5.1.4 行人的运输斜井应设置人行道,人行道应符合下列规定：

- 1 采用有轨运输时,人行道的宽度不应小于 1.0m。
- 2 人行道的有效净高不应小于 1.9m。
- 3 行人专用斜井宽度不应小于 1.8m。
- 4 对于带式输送机斜井,井筒内设独立的检修道时,人行道宽度不得小于 0.8m;井筒内不设检修道时,人行道宽度不得小于 1.0m。

5 设有人车的斜井,在井口上部及下部应设乘车场。乘车场长度不应小于一组人车长度的 1.5 倍,乘车场宽度不得小于 1m。

6 斜井倾角为 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 时,应设人行踏步; $15^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 时,应设踏步及扶手;大于 35° 时,应设梯子。

7 有轨运输的斜井,车道与人行道之间应设隔离设施。未设隔离设施,提升时不应有人员通行。

8 踏步宽度不宜小于 0.5m。

5.1.5 作为安全出口的斜井井筒,当倾角大于 45° 时,应设置梯子间。梯子应分段错开设置,每段斜长不得大于 10m。

5.1.6 井口为平车场的矿车组提升斜井,应在井口车场设置阻车器及安全门,井筒内应设置防跑车装置,下部车场应设躲避硐室。

5.1.7 在带式输送机斜井内,带式输送机的一侧宜设置检修运输道和人行道;当检修运输道和人行道合一时,应设躲避硐室,其间距不应大于 50m。

5.1.8 斜井道床形式的选用应符合下列规定:

1 道碴道床可用于提升速度小于 3.5m/s,且倾角小于 10° 的斜井。

2 整体道床宜用于服务年限超过 20a 的矿山。带式输送机斜井的检修道宜采用整体道床。

3 简易整体道床宜用于倾角小于 30° 的斜井,固结道碴的水泥砂浆强度等级不宜低于 M10。

5.1.9 当斜井倾角大于 10° 时,应对轨道采取防滑措施。

5.1.10 斜井水沟设计应符合下列规定:

1 服务年限较长,涌水量较大的斜井应设置水沟,并应加盖板。

2 服务年限较短,井筒底板岩石稳定、坚硬,涌水量在 $5\text{m}^3/\text{h}\sim 10\text{m}^3/\text{h}$ 的斜井应设小断面水沟。

3 服务年限短,井筒底板岩石稳定,且涌水量在 $5\text{m}^3/\text{h}$ 以下的斜井可不设水沟。

4 水沟宜设在人行道一侧,坡度与斜井坡度应相同。

5 斜井内除应设纵向水沟外,还应根据井筒涌水量大小在井筒内每隔 30m~50m 设一道横向截水沟,其坡度不应小于 3‰。在含水层下方、斜井交岔点上方、阶段与斜井井筒连接处附近,应设横向截水沟。

5.1.11 斜井内管缆敷设应符合下列规定:

1 充填管道不应敷设在主、副斜井内。

2 电缆宜敷设在无矿车组或箕斗等机械提升的斜井井筒中。在采用矿车组或箕斗等机械提升的斜井井筒中敷设电缆时,应对电缆采取保护措施。

3 管缆敷设除应符合本条第 1 款和第 2 款的规定外,还应符合本规范第 13.2.1 条的规定。

5.1.12 斜井井筒兼作矿井主要进、回风通道时,其断面应按风速校验,并应符合下列规定:

1 矿车组提升的斜井井筒只用于升降物料时,风速不得超过 12m/s;用于升降物料和人员或升降物料兼作安全出口时,风速不得超过 8m/s。

2 箕斗提升的斜井井筒兼作回风井时,风速不得超过 8m/s。

3 带式输送机提升的斜井井筒兼作回风井时,风速不得超过 6m/s,但不应作为主要回风通道;兼作进风井时,风速不得超过 4m/s。

5.1.13 井筒断面应根据运输设备的类型、下井设备外形最大尺寸、管路和电缆布置、人行道宽度、操作维修要求及所需通过风量确定。

5.1.14 井筒断面形状及支护方式应根据井筒穿过的围岩性质、地压情况、井筒用途及服务年限等确定。

5.1.15 井筒断面形状可选用三心拱形、半圆拱形、圆弧拱形,或圆形、椭圆形、马蹄形等特殊断面形状。

5.1.16 井颈设计应符合下列规定:

1 在斜井井口设置井门时,其设计要求应符合本规范第 7.4 节的有关规定。

2 在井颈部位设防火门时,在防火门侧面应留有人员安全出口和通风道,在寒冷地区进风井应留有暖风道。

3 井口建筑物、构筑物不得与井颈相连,当必须相连时,应留沉降缝。

5.1.17 井颈长度应根据工程地质、水文地质条件确定,并应延伸到稳定岩层内 5m。

5.1.18 井颈支护应符合下列规定:

1 井颈应采用浇筑混凝土支护。

2 在地震烈度为 7 度及以上的地区,应采用钢筋混凝土支护。

3 井颈支护在软、硬岩分界地段或软岩层内,斜井断面在跨度的变化处,应设置沉降缝;在井口以下的 20m~30m 范围内,应采用非燃烧材料支护。

4 表土或围岩稳定性较差时,应采用钢筋混凝土支护,有底鼓时,应设置底拱。

5 当斜井倾角大于 30° 时,井颈部位墙的基础宜采用台阶式,台阶的长度应大于 1m,宽度应按地基承载力确定。

6 井颈墙的基础应埋入冻结线以下 250mm。

5.2 有轨运输斜井

5.2.1 矿车组斜井与阶段连接形式及其适用条件应符合表 5.2.1 的要求。

表 5.2.1 矿车组斜井与阶段连接形式及其适用条件

连接形式	适用条件
甩车道连接	倾角不大于 25° 的斜井
高低差吊桥连接	倾角在 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 的斜井
吊桥式甩车道连接	倾角在 $20^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 的斜井
阶段吊桥连接	倾角在 $20^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 的斜井

- 5.2.2** 甩车道车场存车线长度应根据阶段平巷的运输方式确定,当电机车运输时,存车线长度宜为列车长度的1倍~1.5倍。吊桥式甩车道自溜坡度宜取10%,自溜坡的水平长度应取列车长度的1.5倍。
- 5.2.3** 甩车道的提升牵引角不宜大于 10° 。主要提升斜井的平曲线半径应大于20m。竖曲线半径应大于30m,并应满足长材料运输的要求。
- 5.2.4** 在箕斗装矿点范围内的斜井应采用混凝土底板。
- 5.2.5** 箕斗斜井装矿硐室的结构尺寸应根据装矿闸门的类型及其配置形式确定。硐室内应设置安全出口及通风除尘设施。
- 5.2.6** 箕斗斜井贮矿仓的最小容积应为箕斗1h~1.5h的正常提升量,并不应小于阶段运输2列车的卸矿量。
- 5.2.7** 箕斗斜井贮矿仓宜布置在岩层稳定地段,其倾角应大于 60° ,支护混凝土强度等级不应低于C25,厚度不应小于300mm。矿仓内壁及其底板应铺设钢轨或其他耐磨衬板。
- 5.2.8** 箕斗斜井井底应设排水设施、水仓及粉矿回收设施。
- 5.2.9** 盲箕斗斜井卸矿硐室内应设置人行道及安全出口,人行道宽度不应小于1m,并应安设高度不小于1.2m的安全栏杆。硐室内应设置喷雾除尘及通信、信号设施。
- 5.2.10** 在矿车组斜井中,信号硐室宜设在井底车场起坡点附近高道侧;在箕斗斜井中,宜设在箕斗斜井装载口斜上方3m~6m处的人行道一侧。
- 5.2.11** 信号硐室的净宽不应小于1.5m,净高不应小于2.0m,净深不应小于1.5m。
- 5.2.12** 躲避硐室应符合下列规定:
- 1 采用矿车组提升的斜井井筒,起坡点附近低道侧应设躲避硐室。
 - 2 躲避硐室的净宽不应小于1.2m,净高不应小于1.8m,净深不应小于1.0m。

5.2.13 采用人车运送人员的斜井,应在井口或井底乘车场附近设置人车存车场。

5.2.14 采用斜井人车运送人员的井筒,乘车场设置应符合下列规定:

1 井底乘车场应设在井底竖曲线以上,井口车场应设在井口竖曲线以下。上、下乘车场相互对应位置应经计算确定。

2 乘车场长度应根据人车类型和数量确定,宜为一组人车长度的1.5倍~2倍。

5.3 胶带斜井

5.3.1 带式输送机驱动装置硐室应符合下列规定:

1 硐室内应留有检修场地。

2 各类设备相互间的通道不应小于0.8m,设备与硐室壁之间的距离应满足设备检查和检修的需要,并不得小于0.7m。

3 硐室内应设起吊装置。

4 硐室尺寸应根据驱动装置布置尺寸、设备安装要求等确定。

5 硐室宜采用混凝土或钢筋混凝土支护,当围岩破碎时应加强支护。

6 硐室通道不应小于2个,硐室应有新鲜风流通过。

7 头部卸料口周围应设防护栏。

5.3.2 带式输送机斜井的配电硐室应靠近驱动装置硐室,并应符合本规范第10.3节的规定。

5.3.3 带式输送机拉紧装置硐室尺寸应根据拉紧装置布置和检修道运输的最大设备宽度确定。当采用重载车式拉紧装置时,可延长一段井筒作为拉紧装置硐室。

5.3.4 带式输送机斜井的卸矿硐室尺寸应根据装载机架、矿仓卸矿口和卸矿硐室的布置形式确定。卸载机架外缘距硐室墙间距不应小于0.5m;当作为人行道时,其宽度不应小于1.0m;硐室内应

设起吊装置；当硐室内设有其他管线或提升钢绳等通过时，卸载机架外缘距硐室间距和人行道宽度应相应加大。

5.3.5 带式输送机斜井的装矿硐室尺寸应根据给(放)矿机、闸门等安装尺寸、操作平台结构及检修起吊设备的工作高度等因素确定，各安全间隙应符合下列规定：

1 给矿设备活动部位的最高点与硐室拱顶间隙不应小于 1.0m。

2 硐室内应设起吊装置。

3 硐室内带式输送机两侧均应设人行道，操作平台上应设保护栏杆及人行梯子。

4 应设通风除尘设施。

5.3.6 带式输送机重锤拉紧硐室高度应根据重锤行程和上部平台的起重高度确定，硐室壁上应设爬梯；重锤区四周应设置 1.2m 高的栏杆。

5.3.7 带式输送机盲斜井的胶带硫化装置硐室宜设在驱动装置硐室附近，硐室尺寸应根据设备的外形和起吊系统的布置要求确定，硐室内工作台的两侧应留有 0.7m 以上的操作通道。硐室应采用非燃烧材料支护，并应设防火及通风设施。

5.3.8 带式输送机转载硐室的尺寸应根据其布置尺寸确定。

5.3.9 带式输送机提升运输的井筒宜设机架基础，应用 C15 混凝土铺底，厚度不应小于 0.1m。

5.3.10 带式输送机斜井内应设消防设施。

5.4 其他用途斜井

5.4.1 在管道斜井内，应设置人行道、管道材料运输道及照明设施。管道斜井兼作进风井时，其断面应以风量和风速进行校核。

5.4.2 充填斜井内设置的充填管和冲洗管，不应与电力缆线、通信电缆同侧布置。

6 斜 坡 道

6.1 斜坡道位置选择

6.1.1 斜坡道的位置应根据矿体赋存条件、工程地质特征和工业场地的总体布置,并应选择在工程量较小、利于缩短工期的稳定性较好岩层中。在具体位置选择时,还应符合下列规定:

1 斜坡道的布置应符合矿山及其发展的总体规划的要求,并根据道路性质和使用要求布置线路,应做到纵坡均衡、连接合理。

2 斜坡道的线路设计应根据矿山地形、矿体的赋存状态、开采范围、开采顺序、各开采(阶段)标高以及卸矿点位置,结合采矿工艺,并兼顾深部开采要求,合理布设路线。

3 斜坡道穿过的地层宜避开厚表土层、流砂层、强含水层、岩溶、断层破碎带、软弱岩层和采空区。

4 斜坡道应处于本次开采的影响范围及可预见的未来开采移动范围以外。

5 斜坡道的地表出口和坑内各岔口应方便车辆出行,并应具有良好的瞭望距离,必要时应设立限速标志。

6 斜坡道地表出口的位置选择和底板标高应符合本规范第 3.3.1 条和第 3.3.2 条的规定。

6.1.2 寒冷冰冻、积雪地区,进风的斜坡道口应设置空气预热设施,并使空气温度符合现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的有关规定。

6.2 斜坡道线路

6.2.1 斜坡道的线路应根据运输要求和运输量、运输设备的技术性能和规格、运输距离、行车密度、运行速度等因素综合确定。

- 6.2.2 斜坡道形式宜采用直线式或折返式。
- 6.2.3 斜坡道的曲线段、连接处及安设风门处,应设指示标志。
- 6.2.4 斜坡道每隔 300m~400m 应设纵坡不大于 3%,且长度能满足错车要求的缓坡段。错车道宜选择在稳定性较好的岩层中,其长度应根据车辆行驶和停放的需要确定。
- 6.2.5 斜坡道的平面交叉宜设纵坡不大于 2%的平缓路段,其长度应从路面两侧向外算起,均不应小于主要运行车辆长度的 1.2 倍;斜坡道的支线进入下线的连接处应设停车让行标志。
- 6.2.6 立体交叉布置的斜坡道线路宜大角度相交,上、下斜坡道之间以及斜坡道同相邻其他工程之间的岩柱高度和宽度应根据岩体的稳定程度确定。

6.3 坡 度

- 6.3.1 斜坡道的坡度应根据坑内无轨设备的技术性能,斜坡道的用途、类型、运输量及服务年限确定。设计时宜按表 6.3.1 选取。

表 6.3.1 斜坡道的坡度(%)

斜坡道用途、类型	坡 度
以柴油卡车运输为主的斜坡道	7~12
以架线式电动卡车运输为主的斜坡道	10~15
辅助斜坡道(运送人员、材料和设备)	10~18
采准与联络斜坡道	14~20

- 6.3.2 斜坡道平曲线段的外侧超高应使横向坡度控制在 2%~10%,当行车速度大、平曲线段半径小、路面条件差时,应取大值;曲线段超高和加宽部分与正常段的过渡段宜取 4m~6m。

- 6.3.3 斜坡道的平曲线段的坡度不宜大于 10%。

6.4 断 面

- 6.4.1 斜坡道断面设计应符合下列规定:

1 无轨运输的斜坡道应设人行道或躲避硐室。人行道的有效净高不应小于 1.9m,有效宽度不应小于 1.2m。躲避硐室的间距,在曲线段不应超过 15m,在直线段不应超过 30m。躲避硐室的高度不应小于 1.9m,深度和宽度均不应小于 1.0m。躲避硐室应有明显的标志,并应保持干净、无障碍物。

2 斜坡道断面宽度的确定应符合下列规定:

1)有人行道时,不应小于下式的计算值:

$$B_0 = A + a + b \quad (6.4.1-1)$$

式中: B_0 ——斜坡道净断面宽度(m);

A ——无轨设备外缘最大宽度(m);

a ——人行道宽度(m),不小于 1.2m;

b ——无轨设备至斜坡道墙壁最小距离(m),不小于 0.6m。

2)无人行道时,不应小于下式的计算值:

$$B_0 = A + 2b \quad (6.4.1-2)$$

3 斜坡道的高度应按无轨运输设备外缘与支护、悬挂物之间的间隙不小于 0.6m 确定。

4 斜坡道内车辆运行频繁、行车速度快及车辆的外形尺寸较大时,对本条第 1 款~第 3 款计算断面的宽度和高度宜适当加大。

6.4.2 斜坡道曲线段的加宽值应根据运行设备的转弯半径、巷道的平曲线半径、设备的外形尺寸综合确定,宜通过平面作图法确定最小加宽值。

6.4.3 错车道的长度、宽度(图 6.4.3-1 和图 6.4.3-2)宜按下列公式确定:

$$L = L_1 + 2L_2 \quad (6.4.3-1)$$

$$\text{设人行道时, } B = 2A + a + 2b \quad (6.4.3-2)$$

$$\text{不设人行道时, } B = 2A + 3b \quad (6.4.3-3)$$

式中: L_1 ——等宽长度,不小于行驶车辆中的最大车长(m);

L_2 ——渐宽长度,不小于行驶车辆中的最大车长的 50%(m);

B ——双车道宽度(m)。

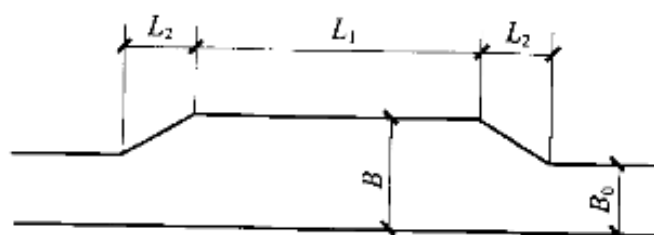


图 6.4.3-1 错车道结构示意(一)

B_0 —斜坡道正常段宽度



图 6.4.3-2 错车道结构示意(二)

B_0 —斜坡道正常段宽度

6.5 平曲线和竖曲线

6.5.1 斜坡道的平曲线半径应根据运输设备的技术性能和运行速度确定,以卡车运输为主的斜坡道不宜小于 20m,辅助斜坡道不宜小于 15m,采准与联络斜坡道不宜小于 10m。斜坡道尽头的调车场、支线进入干线的连接处,平曲线半径应满足运输设备的技术性能要求。

6.5.2 斜坡道的竖曲线半径宜采用 20m~25m;当斜坡道的纵坡变更处相邻两个坡度代数差大于 10‰时,宜设置半径不小于 50m 的竖曲线。

6.6 其 他

6.6.1 斜坡道的路基和路面,应根据斜坡道的用途、服务年限、无轨设备运行速度和运量等确定,并应符合下列规定:

1 当斜坡道位于表土层或围岩条件较差的岩体中时,应结合

路面对地基进行处理。

2 斜坡道路面等级可按表 6.6.1-1 选用。

表 6.6.1-1 斜坡道路面等级

斜坡道分类	行车速度(km/h)	路面等级
以卡车运输为主的斜坡道	≥ 30	高级或次高级
	20~30	次高级或中级
辅助斜坡道	≥ 15	次高级或中级
	8~15	中级或低级
联络斜坡道	—	中级或低级

3 当路基条件好时,路面可不设基层和垫层,可只设面层。
斜坡道路面面层可按表 6.6.1-2 选用。

表 6.6.1-2 斜坡道路面面层

路面等级	面层类型	厚度(mm)
高级路面	混凝土、钢筋混凝土	≥ 300
次高级路面	混凝土、钢筋混凝土	200~300
中级路面	碎、砾石(泥结或配级),不整齐石块,其他粒料	≥ 200
低级路面	粒料加固,平整的底板	—

6.6.2 斜坡道两侧或单侧应设置排水沟或顺水槽。

7 平巷与平硐

7.1 一般规定

7.1.1 平巷和平硐的安全间隙不应小于表 7.1.1 的规定。

表 7.1.1 平巷和平硐的安全间隙(mm)

运输方式	设备之间	设备与支护之间
有轨运输	300	300
无轨运输	600	600
带式运输	400	600

7.1.2 人行道设置应符合下列规定：

1 人行道有效净高度不应小于 1.9m,有效宽度应符合表 7.2.2 的规定。

2 有轨和带式运输巷道的一侧应设置人行道,人行道不宜穿越运输线路。

3 运输线路之间及溜口或卸矿口一侧,不应设人行道。

7.1.3 矿用轨枕宜采用预制钢筋混凝土轨枕。

7.1.4 矿用道床应采用道碴道床或整体道床。主溜井装矿硐室、带式运输巷道及马头门处的巷道均宜采用整体道床。

7.1.5 道碴道床应符合下列规定：

1 永久性路基应铺以碎石或砾石道碴,轨枕下面的道碴厚度不应小于 90mm,轨枕埋入道碴深度不应小于轨枕厚度的 2/3。

2 道碴道床上部宽度应大于轨枕长度 50mm~100mm。

7.2 断面设计

7.2.1 平巷宽度及高度应根据运输设备及通过大件的尺寸,运输

设备之间、运输设备与支护(或管缆)之间的安全间隙,人行道、架线、管缆敷设等要求确定。平巷宽度和高度应以 100mm 为模数,并应进行风速校核。

7.2.2 人行道宽度不应小于表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 人行道宽度(mm)

运输方式 或地点	电机车运输		无轨 运输	带式 输送机	人力 运输	人车停车 处的巷道 两侧	矿车摘挂 钩处巷道 两侧
	矿车 <10m ³	矿车 ≥10m ³					
人行道 宽度	800	1000	1200	1000	700	1000	1000

7.2.3 平巷弯道加宽应符合下列规定:

1 有轨运输弯道加宽值应根据运行设备外形校验,并不应小于表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 有轨运输弯道加宽值(mm)

运输方式		内侧加宽	外侧加宽	线路中心距加宽
电机车 运输	矿车 <10m ³	100	200	200
	矿车 ≥10m ³	200	300	300
人力运输		50	100	100

2 弯道加宽段应向直线段延伸,其长度应按下式计算:

$$L_1 \geq \frac{L + L_s}{2} \quad (7.2.3)$$

式中: L_1 ——延伸长度(mm);

L ——车辆长度(mm);

L_s ——轴距(mm)。

3 无轨运输弯道加宽应符合本规范第 6.4.2 条的规定。

7.2.4 平巷高度的确定应符合下列规定:

1 当采用装配式支架支护时,平巷的高度应留有 100mm 的下沉量。

2 采用架线式电机车运输的平巷高度应满足滑触线悬挂高度的要求,滑触线悬挂高度(从轨面算起)应符合下列规定:

1) 运输平巷,线路电压低于 500V 时,悬挂高度不低于 1.8m;线路电压大于或等于 500V 时,不低于 2m;采用 750V 的电压时,不低于 2.1m。

2) 井下调车场、架线式电机车道与人行道交岔点,当线路电压低于 500V 时,架线高度不低于 2m;当线路电压大于或等于 500V 时,不低于 2.2m;采用 750V 的电压时,不低于 2.3m。

3) 从竖井的中段马头门或斜井的井底到运送人员车场处的架线高度不应低于 2.2m。

4) 电机车的受电弓到巷道支护的安全间隙不应小于 300mm。

3 用蓄电池电机车或用其他有轨运输方式时,轨面至巷道顶板(支护)的高度不应小于 1.9m。

4 无轨运输时,车辆顶部至巷道顶板(支护)的距离不应小于 0.6m。

7.2.5 巷道断面形状可按表 7.2.5 选择。

表 7.2.5 巷道断面形状

断面形状	适用条件
三心拱	用于顶压较小的平巷
圆弧拱	用于顶压小,无侧压或侧压小于顶压的平巷
半圆拱	用于顶压、侧压较大,服务年限长的巷道
圆形、椭圆形	用于围岩松软,有膨胀性,顶压和侧压很大且有底压的巷道

7.2.6 拱形巷道拱高和墙高的确定应符合下列规定:

1 拱形巷道的拱高应根据岩石的稳定性,取巷道净宽的 $1/2$ 、

1/3 或 1/4。

2 拱形巷道的墙高应按架线高度、人行道高度、安全间隙及所选拱高等因素计算确定。

7.2.7 平巷底板至轨面高度经计算后应以 10mm 为进级。平巷底板至轨面的高度可按表 7.2.7 选取。

表 7.2.7 平巷底板至轨面的高度

轨型 (kg/m)	12	15	22、30	38、43	50
高度(mm)	320	350	400	450	500

注:轨型 12kg/m、15kg/m、22kg/m、30kg/m 依据现行国家标准《热轧轻轨》GB/T 11264,轨型 38kg/m、43kg/m、50kg/m 依据现行国家标准《铁路用热轧钢轨》GB 2585。

7.2.8 管缆布置应符合本规范第 13.3.1 条和第 13.3.2 条的规定。

7.3 支 护

7.3.1 巷道支护应依据岩体基本质量级别、服务年限等因素确定,并宜选用锚杆喷射混凝土支护形式。

7.3.2 当采用锚杆喷射混凝土支护时,应符合现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定。

7.3.3 当巷道采用浇筑混凝土、混凝土块等整体式支护时,其支护厚度可按表 7.3.3 选取。特殊情况下应进行支护结构计算。

表 7.3.3 混凝土、混凝土块支护厚度

巷道净宽 (mm)	支 护 厚 度(mm)			
	$40\text{MPa} \leq R_c < 60\text{MPa}$		$R_c < 40\text{MPa}$	
	混凝土	混凝土块	混凝土	混凝土块
3000	250	250	250	250
3500	250	300	300	300
4000	250	300	300	350

续表 7.3.3

巷道净宽 (mm)	支 护 厚 度(mm)			
	$40\text{MPa} \leq R_c < 60\text{MPa}$		$R_c < 40\text{MPa}$	
	混凝土	混凝土块	混凝土	混凝土块
4500	300	350	350	350
5000	300	350	350	350
5500	300	350	350	—
>5500	350	350	400	—

注:采用混凝土块支护时,壁后应充填 50mm 厚的混凝土层,混凝土强度等级为 C5~C10。

7.3.4 当采用预制钢筋混凝土支架时,构件的混凝土强度等级不应小于 C25。受力钢筋可用 HPB300、HRB400、HRB500 钢筋。梁柱结合处应加防腐木垫板或橡胶垫板。支架间距宜为 0.3m~1.2m,支架背面应铺设背板,背板与围岩间应充填密实,各支架间应有横撑。

7.3.5 支护材料的强度等级应符合本规范第 3.3.5 条的规定。特殊地段应满足抗渗及抗侵蚀要求。

7.4 硐口及硐门

7.4.1 硐口设计应符合下列规定:

1 主平硐口应设置硐门,硐门宜与硐口中心线正交或接近正交。

2 当地形等高线与硐口巷道斜交且岩石条件许可时,可采用斜交型硐门,硐门端墙与巷道中心线交角不应小于 45° 。

3 硐口边坡、仰坡的开挖高度及坡度应根据工程地质、水文地质条件确定。但最大开挖高度不宜大于 15m,坡度不宜大于 1:0.3。

4 硐口段应加强支护,加强段的最小长度不宜小于 10m。

7.4.2 硐门的端墙、翼墙宜按重力式挡土墙设计。

7.4.3 硐门的结构应符合下列规定:

1 硐门的结构应适应地形、工程地质、水文地质条件和硐门建筑设计要求。

2 硐门端墙、翼墙的结构设计应便于墙后积水迅速排出,必要时应在墙后设泄水导管或排水沟。

3 翼墙应在工程地质情况变化处(段)设置沉降缝。

4 端墙的高度确定除应保证硐口巷道的净高外,还应满足巷道上部岩层覆盖厚度及水沟挡墙高度的要求。

7.5 水 沟

7.5.1 水沟设计应符合下列规定:

1 水沟的位置宜设在人行道一侧,当非人行侧宽度允许时,也可设在非人行侧。

2 在专用排水巷道或有底拱的巷道中,以及在铺设整体道床的巷道中,水沟也可设在巷道中间。

3 水沟的位置应避免或少穿越运输线路。

7.5.2 水沟坡度应与巷道一致,不宜小于3‰,在井底车场或巷道平坡线段内,水沟坡度应按排水要求设计。水沟中的水流速度不宜小于0.5m/s。

7.5.3 水沟断面形状宜采用梯形。断面尺寸应根据流量、坡度、水沟壁面粗糙程度及水流速度确定。

7.5.4 水沟盖板宜采用钢筋混凝土预制板,其厚度不应小于50mm,宽度宜大于水沟上宽200mm,混凝土强度等级不应小于C25。

7.6 平巷交岔点

7.6.1 有轨运输巷道交岔点平面尺寸应符合下列规定:

1 平巷交岔点应根据道岔型号、运输设备、线路布置、线路最小曲线半径、巷道断面规格、巷道的外侧加宽、安全间隙等因素

确定。

2 交岔点断面形状应与相连接的巷道相同。

3 交岔点弯道转弯半径应按下式确定：

$$R_{\min} = CL_B \quad (7.6.1)$$

式中： $R_{\min}$ ——线路允许最小曲线半径(m)；

L_B ——车辆轴距(m)；

C ——系数，当行车速度 $V \leq 1.5\text{m/s}$ 时， $C \geq 7$ ； $V > 1.5\text{m/s}$ 时， $C \geq 10$ ； $V \geq 3.5\text{m/s}$ 时， $C \geq 15$ ；线路弯道转角大于 90° 时， $C \geq 10$ ；对于带转向架的大型车辆不得小于车辆技术文件的要求。

4 道岔与曲线线路连接时，应插入直线段，其长度应大于通过车辆的轴距。

5 交岔点弯道处巷道断面的加宽应符合本规范第 7.2.3 条的规定。

7.6.2 交岔点墙高应根据巷道宽度的增加逐渐降低，并应符合现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的有关规定。

7.6.3 当采用混凝土支护时，其厚度宜按交岔点断面最宽处确定；当交岔点较长时，也可分段采用不同支护厚度。交岔点柱墩处应加固。

7.7 有轨运输井底车场

7.7.1 井底车场形式应根据矿山井筒类型、矿井生产能力、运输方式以及车场内主要硐室布置的要求等因素，经方案比较确定。

7.7.2 车场线路设计应符合下列规定：

1 箕斗竖井空、重车线的长度应为列车长度的 1.5 倍～2.0 倍。当采用曲轨卸载或翻笼卸载矿车不摘钩时，空、重车线的长度应为列车长度的 1.1 倍～1.2 倍。

2 罐笼井作主、副井时，重车储车线不宜小于列车长度的 1.5 倍～2.0 倍，空车储车线不宜小于列车长度的 1.5 倍；当年产

矿石 30 万 t 以下时,储车线可按列车长度的 1.0 倍~1.5 倍确定。

3 副井空、重车线长度应为列车长度的 1.0 倍~1.5 倍,并应增加 15m~30m 长的材料、设备的临时占用线;用人车运送人员时,应设置 15m~20m 的专用线。

4 矿车组斜井的空、重车储车线长度宜为提升矿车组长度的 2 倍~3 倍。

5 调车线的长度宜为一列车长。

7.7.3 井底车场弯道最小曲线半径的选取应符合本规范第 7.6.1 条的规定。

7.7.4 线路坡度设计应符合下列规定:

1 井底车场线路坡度应根据车场形式、矿车卸载方式、调车作业以及设备配置要求,经计算确定。

2 井底车场标高应进行闭合计算,作为线路标高闭合计算的±0 点的选取,应符合下列规定:

1)当采用罐座时,应选取罐笼轨面;当采用摇台时,应选取进车摇臂转轴点轨面。

2)可选取翻笼轨面、卸载站轨面。

3)可选取斜井井底车场竖曲线起点轨面。

7.7.5 井底车场巷道断面应符合下列规定:

1 井底车场巷道断面设计应符合本规范第 7.2.1 条的规定。

2 井底车场处人行道的布置应符合下列规定:

1)主井空、重车线均应设置单侧人行道,同时人行道的总长度应与电机车进入的范围一致。

2)副井空、重车线应设置双侧人行道。

3)材料车线及马头门线段应设置双侧人行道。

4)车场绕道及调车线应设置单侧人行道,但调车线需在两侧进行摘钩作业时,应设置双侧人行道。

5)人车车场处应设双侧人行道。

8 溜井、溜槽与装卸矿硐室

8.1 溜井、溜槽

8.1.1 溜井、溜槽的结构应避免断面突变,溜井宜选用单段式直溜井。生产规模大于100万t/a的矿山,主溜井不宜少于2条。

8.1.2 溜井断面形状的选择,直溜井宜选用圆形,斜溜井宜选用矩形或半圆拱形,溜槽宜采用梯形断面。

8.1.3 溜井、溜槽断面尺寸设计应符合下列规定:

1 溜井直径应为矿石最大块度的4倍~8倍,且不得小于2m;溜井直径或最小边长度宜符合表8.1.3的规定。

表 8.1.3 溜井直径或最小边长度

溜放矿石 最大块度 (mm)	非贮矿段直径 或最小边长 (mm)	贮矿段直径或最小边长(mm)	
		无黏性矿石	黏性较大矿石
350	2000	3000	5000
500	2500	3500	5000
750	3000	4000	5000
1200	5000	6000	6000

2 溜槽底宽应为矿石最大块度的3倍~5倍,且不宜小于2m,溜槽两侧坡角宜为 60° ~ 75° 。溜槽起点深度应为3m,并应由起点按1/30~1/12坡度加深。

8.1.4 溜槽底板坡度,在贮矿段宜为 55° ~ 75° ,非贮矿段宜为 45° ~ 55° 。溜槽斜长不宜大于200m。

8.1.5 斜溜井坡度的选择,在贮矿段应大于矿(岩)石的流动角,当溜放不粘结矿石时,宜为 55° ~ 70° ;溜放粘结性矿石时,宜为 65° ~ 80° ;在非贮矿段斜溜井坡度不宜小于 55° 。

8.1.6 溜口宽度不应小于矿石最大块度的 2.5 倍。溜口高度应为溜口宽度的 80%。

8.1.7 溜口底板倾角应为 $45^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，顶板倾角应大于矿石流动角。溜口斜脖长度应为 0.5m~2m。

8.1.8 对于小型矿车，双溜口中心距离应为矿车长度的整数倍。

8.1.9 溜井井口、溜井井筒穿过不良地层段、矿流冲击点、溜井井筒的变坡或转向处、斜溜道、溜口、额墙、排矿口等部位，均宜进行加固。

8.1.10 溜井应根据实际情况选择加固类型和加固材料。当采用刚性加固时，加固材料的连接形式和固定方法应做到连接可靠和施工方便。

8.2 卸矿硐室

8.2.1 侧卸式、翻转式矿车卸载站卸矿口应设有格筛，其两侧和卸矿方向对侧应留有便于人行和处理大块矿石的平台，平台宽不应小于 1.0m，卸矿口应设置 1.2m 高的护栏。

8.2.2 卸矿口应加固，卸矿口尺寸和形式应与卸矿方式相适应，并宜满足中心落矿要求。

8.2.3 翻车机硐室设计应符合下列规定：

1 单车翻车机硐室宜采用直筒式卸矿口，双车翻车机硐室宜采用矩形槽式卸矿口。

2 翻车机基坑至操作平台应设爬梯，翻车机两侧应设护栏。

3 翻车机硐室高度应满足翻车机起吊、搬运和安装的要求。

4 翻车机驱动装置硐室净高不应小于 1.9m；翻车机两侧留人行道，其宽度不应小于 0.8m；有让车线时，翻车机与电机车之间的安全间隙不应小于 0.4m。

8.2.4 曲轨卸矿硐室宜采用矿槽式卸矿口，卸矿槽长度应大于卸矿曲轨长度 0.5m 以上。曲轨外侧人行道宽度不应小于 0.8m。

8.2.5 底卸式矿车卸矿硐室设计应符合下列规定：

1 硐室高度应按起重高度要求确定，硐室宽度应满足卸矿槽

宽度和两侧人行道宽度要求。

2 矿槽挡墙、托滚基础均应采用钢筋混凝土结构,托滚基础面、地沟基础面应做二次浇灌。

8.2.6 底侧卸式矿车卸矿硐室的设计除应符合本规范第 8.2.5 条的规定外,对底侧卸式曲轨还应增设支点,并应进行强度计算。

8.3 装 矿 硐 室

8.3.1 装矿硐室设计应符合下列规定:

1 硐室长度应由下式确定:

$$L=b+s-C \quad (8.3.1)$$

式中: L ——装矿硐室长度(m);

b ——装矿溜口宽度(m);

s ——双溜口中心距(m);

C ——溜口两侧间隙之和(m),取 1.2m~2m。

2 硐室宽度应根据运输线路的布置、装矿设备最大尺寸以及与墙壁之间的安全间隙、放矿闸门和操作硐室布置要求确定。

3 硐室高度应根据检修平台高度、设备起重高度、气缸伸长最大高度和操作高度要求确定。

8.3.2 装矿硐室的装矿设备与车辆相关尺寸可按表 8.3.2 选取。

表 8.3.2 装矿硐室的装矿设备与车辆相关尺寸

矿车规格 (m^3)	活动溜槽或振动台板 伸入矿车距离(mm)	活动溜槽或振动台板 高于矿车距离(mm)
0.50,(0.55,0.75)	150~200	≥ 200
1.2,2.0	200~300	> 250
(3.5),4.0	250~300	> 300
6.0,(9.0)	300~400	> 300
10.0,20.0	> 300	> 350
准轨矿车	> 300	> 350

注:括号内为非定型矿车系列产品。

8.3.3 硐室侧墙应采用钢筋混凝土结构,厚度不宜小于 0.5m,并进行加固。

8.3.4 两个相邻装矿硐室之间的岩柱宽度应根据围岩稳定程度确定,不宜小于 8m。

8.4 溜井安全设施

8.4.1 溜井井口格筛应采用倾斜布置,采用侧卸式矿车或翻车机卸矿时,倾角可取 30° ;翻斗车卸矿时,倾角可取 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。格筛孔或条筛间距应按矿石合格块度尺寸确定,并应留处理大块矿的操作空间。

8.4.2 主溜井的装矿硐室及翻车机卸矿硐室应设操作硐室或操作平台。操作硐室应有新鲜风流供应,并应将污浊风流经通风系统排入回风巷,操作硐室设计应符合下列规定:

1 操作硐室位置应便于观察装、卸矿情况。

2 装矿操作硐室应有确保人员安全撤离的通道。硐室底板标高应高出运输平巷轨面 0.3m~0.5m,并应设有照明。

8.4.3 当采用无轨运输时,在溜井或溜槽上口应设置挡车装置。挡车装置应符合下列规定:

1 应采用钢结构或钢筋混凝土结构。

2 高度应大于无轨设备轮胎直径的 2/5。

3 最小长度应按无轨设备宽度、同时卸车的台数和其安全间隙确定。

8.4.4 溜井井口和溜槽口上部及两侧应设防排水设施。

9 地下破碎系统

9.1 一般规定

- 9.1.1 地下破碎系统应包括主溜井、上下部贮矿仓、破碎硐室、给矿硐室、装矿带式输送机巷道以及与破碎生产工艺配套的辅助硐室和通道。
- 9.1.2 地下破碎系统应设有单独的通风除尘系统。
- 9.1.3 破碎硐室应设 2 个出口。
- 9.1.4 破碎硐室至卸矿水平 and 下部矿石转运水平应设有人行通道。
- 9.1.5 破碎系统硐室宜采用整体混凝土或喷锚(网)支护,地面应采用混凝土抹面。

9.2 破碎系统平面及竖向布置

- 9.2.1 平面布置应符合下列规定:
 - 1 当采用主、副井开拓,且两条井相距不远时,破碎硐室与副井间应设联络通道。
 - 2 大件道应直接与主要提升运输的井巷及破碎硐室检修场地连通。
 - 3 颚式破碎机宜采用硐室端部给矿方式,单机宜采用一端布置形式;双机宜采用两端布置,中间应为检修场地。
 - 4 旋回破碎机宜采用硐室侧向给矿方式,单机宜偏向硐室一端布置;双机宜偏向两端布置,中间应为检修场地。
- 9.2.2 平面尺寸确定应符合下列规定:
 - 1 破碎硐室到箕斗井(或混合井)的岩柱厚度应大于 8m。
 - 2 破碎机排矿口中心到上部矿仓或溜井中心距 L 宜按下式

计算:

$$L=b+d+\frac{D}{2} \quad (9.2.2)$$

式中: b ——破碎机排矿口中心到硐室端墙或侧墙的距离(m);

d —— 额墙厚度(m);

D —— 上部矿仓直径(m)。

3 当设有两个下部矿仓时,两个矿仓间的岩柱厚度应大于矿仓直径的 2 倍。

9.2.3 地下破碎系统竖向布置总高度应根据上部矿仓、下部矿仓、给矿硐室等高度确定。破碎硐室、大件道等主要工程的标高宜与采矿中段相匹配。

9.2.4 上部矿仓的容积不应小于 2 列车的矿石量和 1h 破碎量。竖井提升时,下部矿仓的容积应满足箕斗 4h 的提升量,当矿仓高度受限制或单井提升能力大于或等于 500 万 t/a 时,矿仓容积不应小于 2h 提升量。

9.3 破碎系统硐室

9.3.1 破碎硐室内应设置起重设施,并应设置检修场地。

9.3.2 破碎硐室长度、宽度和高度应符合下列规定:

1 破碎硐室长度宜按下列公式计算:

$$\text{颚式破碎机单机布置: } L=b_1+b_2+b_3 \quad (9.3.2-1)$$

$$\text{颚式破碎机双机布置: } L=2(b_1+b_2)+b_3 \quad (9.3.2-2)$$

$$\text{旋回破碎机单机布置: } L=a+b_1+b_3 \quad (9.3.2-3)$$

$$\text{旋回破碎机双机布置: } L=2(a+b_1)+b_3 \quad (9.3.2-4)$$

式中: L ——破碎硐室长度(m);

a ——破碎机基础宽度(m);

b_1 ——破碎机排矿口中心到硐室端墙距离(m);

b_2 ——破碎机排矿口中心到设备基础最外缘线距离(m);

b_3 ——检修场地的长度(m);

b_4 ——破碎机基础外缘到硐室端墙距离(m)。

2 破碎硐室宽度宜按下式计算:

$$B = B_1 + 2C \quad (9.3.2-5)$$

式中: B ——破碎硐室净宽度(m);

B_1 ——吊车跨度(m);

C ——吊车轨道中心到硐室边墙安全间距(m)。

3 破碎硐室高度宜按下式计算:

$$H = h + h_1 + f_0 \quad (9.3.2-6)$$

式中: H ——破碎硐室高度(m);

h ——硐室地面到吊车轨面高度(m);

h_1 ——吊车桁架高度(m);

f_0 ——硐室拱矢高(m)。

9.3.3 破碎硐室吊车梁设计应符合下列规定:

1 吊车吨位应按检修设备的最大部件重量确定。

2 吊车梁和立柱应经计算确定。

3 硐室围岩稳定时,可采用间断式或连续式岩壁锚杆牛腿。

9.3.4 大件道断面应满足最大部件运输要求,大件道与箕斗井相连部分宜按马头门形式设计。

9.3.5 配电硐室应布置在进风侧,地面应铺设混凝土,并应高出破碎硐室地面 300mm。

9.3.6 除尘硐室应设在回风侧,且不宜布置在破碎机硐室内。

9.3.7 操作硐室应布置在破碎硐室进风侧、易观察的部位,并应与尘源隔离。

9.3.8 值班硐室应布置在进风侧。

9.3.9 装矿带式输送机巷道设计应符合下列规定:

1 断面尺寸应根据带式输送机的规格及检修方式、人行等要求确定。设单侧人行道时,其宽度一侧应为 0.6m,另一侧不应小于 1.2m。设双侧人行道时,其宽度一侧应为 1.0m,另一侧不应小

于 1.2m。

- 2 与破碎硐室之间应设置人行、通风联络道。
- 3 底板应采用混凝土浇筑,并应满足排水坡度要求。
- 4 带式输送机中心线宜与箕斗受矿方向中心线相重合。

10 硐 室

10.1 一 般 规 定

10.1.1 中央变配电硐室应采用浇筑混凝土支护,其他机电硐室应用非燃烧材料支护。硐室内不应渗水。电缆沟应无积水。

10.1.2 矿山防水门设置应符合下列规定:

1 主要泵房的进口处应装设防水门。

2 水文地质条件复杂的矿山应在关键巷道内设置防水门。防水门的位置、设防水头高度等应在矿山设计中总体确定。

3 同一矿区的水文条件复杂程度明显不同时,在通往强含水带、积水区和有大量突然涌水可能区域的巷道以及专用的截水、放水巷道,也应设置防水门。

4 防水门应设置在岩石稳定的位置,并应由专人管理,同时应定期维修。

10.1.3 硐室布置应满足使用方便以及便于设备运输、安装及检修的要求。必要时还应满足通风、防水、防火及防爆等安全要求。

10.1.4 硐室位置宜选择在稳定岩层中,并应避开断层、破碎带、含水层、采空区及采动影响区。

10.1.5 硐室断面形状和支护方式应根据使用要求、硐室跨度、围岩稳定性、施工方法等因素因地制宜确定,并应符合下列规定:

1 硐室断面形状设计应适应围岩变形要求。

2 硐室支护应符合本规范第 3.3 节和第 7.3 节的有关规定。

3 机电硐室地面应采用混凝土地面,混凝土厚度不应小于 0.1m,并宜设不小于 3‰ 的排水坡度。混凝土强度等级不应低

于 C15。

10.2 水泵硐室

10.2.1 主水泵硐室的布置应符合下列规定：

1 水泵硐室不应少于 2 个出口。当水泵硐室靠近井筒布置时，其中一个出口应通往井底车场，并应设置防水门，另一个出口应用斜巷与井筒相连。

2 水泵硐室地面标高应高出其入口处巷道底板标高 0.5m（潜没式泵房除外），并应低于变配电硐室地面 0.3m；斜井水泵硐室通道与设有高低道的巷道连接时，应以高道一侧巷道底板计算硐室地面高程。潜没式水泵硐室地面应低于井底车场巷道轨面 4m~5m，泵房联络道底板的最高点应高出其入口处巷道底板 0.5m。

3 水泵硐室宜靠近井筒敷设排水管道的一侧。

10.2.2 水泵硐室的吸水井、配水井（巷）应符合下列规定：

1 吸水井、配水井（巷）应采用混凝土砌碯。

2 吸水井井壁应设便于检修的爬梯，上部井口应铺设盖板。

3 吸水井井底板宜低于配水井（巷）底板 1.0m。

4 配水井与水仓或配水井与吸水井之间应设置不小于 300mm 厚的混凝土挡水墙，配水井底板应低于水仓底板。

10.2.3 潜没式水泵硐室的分水巷应设置分水闸阀硐室，并应安装操作平台，其高度不宜低于 4.5m。进水巷应设置钢筋混凝土挡水墙，并应采取防渗漏措施。

10.2.4 水泵硐室内设备运输及检修应符合下列规定：

1 泵房宜敷设轨道，轨面宜与硐室地面一致。

2 泵房内轨道转向方式宜采用转盘。

3 硐室通道与车场巷道连接处的设备转运宜设置起吊设施。

4 硐室与车场巷道连接的通道，其断面应满足设备最大件的运输要求。

5 水泵硐室应设置起吊设施。

10.2.5 管子斜道布置应符合下列规定：

1 管子斜道宜布置在水泵硐室端部，其净断面应满足铺设排水管道和作为泵房安全出口的要求。

2 管子斜道倾角不应大于 30° ，潜没式水泵硐室管子斜道倾角应小于 45° 。普通水泵房管子斜道出口应高于硐室底板 7.0m 以上，潜没式水泵房管子斜道出口应高于马头门底板 7.5m 以上。管子斜道断面宽度应根据排水管数量、规格、布置形式、安装要求及人行踏步或梯子的宽度确定。管子斜道断面高度不应低于 2m。

3 管子斜道角度不大于 15° 时，应设人行踏步； $15^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 时，应设踏步及扶手；大于 35° 时，应设梯子。

10.2.6 管子斜道设施应符合下列规定：

1 管子斜道应设托管梁或管墩，有电缆通过时，应设电缆架。

2 管子斜道与竖井连接处的平台长度应大于 2m，并应使人员能从平台进入梯子间。

3 管子斜道与竖井连接处应设栏杆，平台顶部宜设起吊梁或吊环。

4 人行台阶宽度应大于 600mm，高度不应大于 300mm。

10.3 中央变配电硐室

10.3.1 中央变配电硐室长度超过 6m 时，应在两端各设一个出口；当硐室长度大于 30m 时，应在中间增设一个出口；各出口处均应装有向外开的铁栅栏门，潜在淹没、火灾、爆炸危险的矿井，还应设置防火门或防水门。

10.3.2 中央变配电硐室的地面标高应高出其入口处巷道底板标高 0.5m；与水泵房毗邻时，应高出水泵房地面 0.3m；潜没式水泵房的变配电硐室应高出其入口处巷道底板标高 0.8m。

10.3.3 中央变配电硐室与水泵房毗邻时，应设置向水泵房开启

的防火栅栏两用门。

10.3.4 中央变配电硐室通道断面应满足最大设备运输要求,通道底板宜以 3‰坡度坡向出口。

10.3.5 硐室内电缆沟宜以 3‰坡度坡向水泵房硐室。

10.4 水 仓

10.4.1 水仓布置应符合下列规定:

1 水仓的布置形式应根据井底车场形式、泵站位置及围岩稳定条件确定。

2 水仓入口应靠近井底车场或运输巷道的最低点。

3 应有不少于 2 个独立的水仓。

4 两条水仓之间不得漏水。水仓的坡度和底板形式应根据排泥的方式设计。采用人工或无轨铲装设备清泥时,坡度不宜小于 3‰,应向吸水井方向上坡,水仓最低点应设在斜巷的下部,并应设集水窝。水仓的平曲线半径宜为 8m~10m。清理斜巷倾角宜为 10°~20°。

5 水仓进水口应设置算子和闸板。采用充填采矿法的矿山,在水进入水仓前宜设沉淀池。

6 岩体节理裂隙发育、透水性强的围岩条件下,水仓应做防水处理。

10.4.2 水仓容量、清理方式、支护应符合下列规定:

1 涌水量较大的矿井,每个水仓的容积应能容纳 2h~4h 的井下正常涌水量;一般矿井主要水仓总容积应能容纳 6h~8h 的正常涌水量。

2 水仓顶板标高应低于水泵硐室底板 1m 以上,并应低于水仓入口水沟底板标高。

3 水仓清理方式应根据水仓清理量的大小确定,宜采用机械清理。

4 当水仓清理采用矿车运输时,应铺设轨道。

5 水仓宜采用喷锚网联合支护或混凝土支护;在稳定岩石中,服务年限不长的水仓可不支护。水仓清泥量大、底板松软时,水仓底板应铺设混凝土。

10.5 井下爆破器材库及发放硐室

10.5.1 井下爆破器材库及发放硐室的设计应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。

10.5.2 井下爆破器材库除应设专门贮存炸药和爆破器材的硐室或壁槽外,还应设连通硐室或壁槽的巷道和辅助硐室。辅助硐室中应有雷管检选、发放炸药、放炮工具存放、管理人员室等专用硐室。硐室内应配备干粉灭火器、消防水桶、消防软管等,不应挪用。

10.5.3 井下爆破器材库的布置形式应根据矿山规模确定。炸药消耗量较大的矿山宜采用硐室式库房,炸药消耗量较小的矿山可采用壁槽式库房。

10.5.4 井下爆破器材库的位置选择应符合下列规定:

- 1 爆破器材库不应设在含水层和岩体破碎带内。
- 2 炸药库距井筒、井底车场和主要巷道的距离,硐室式库不应小于 100m,壁槽式库不应小于 60m。
- 3 炸药库距经常行人巷道的距离,硐室式库不应小于 25m,壁槽式库不应小于 20m。
- 4 炸药库距地面或上下巷道的距离,硐室式库不应小于 30m,壁槽式库不应小于 15m。

10.5.5 爆破器材库应设置单独的通风风流,并应保证每小时有 4 倍于爆破器材库总容积的风量。回风风流应直接进入矿山的回风巷道内。

10.5.6 井下爆破器材库的容量及爆破材料的存放应符合下列规定:

- 1 库容量不应超过炸药 3 昼夜的生产用量和起爆器材 10 昼

夜的生产用量。

2 单个硐室贮存的炸药不应超过 2t。

3 单个壁槽贮存的炸药不应超过 0.4t。

10.5.7 井下爆破器材库的布置应符合下列规定：

1 井下爆破器材库不应在一个硐室内既设硐室式又设壁槽式。

2 壁槽式库房的壁槽宜设在库房的一侧，壁槽设在库房两侧时，两侧壁槽应相互错开。

3 贮存爆破器材的各硐室、壁槽的间距应大于殉爆安全距离。

4 爆破器材库应设防爆门，防爆门在发生意外爆炸事故时应可自动关闭，且应能限制大量爆炸气体外溢和缓冲井下空气冲击波。

5 井下爆破器材库应设 2 个出口，其中一个出口应用作发放爆破材料及人员出入，另一个出口应布置在爆破器材库回风侧；出口均应设防爆门、甲级防火门和栅栏门。

6 贮存雷管和硝化甘油类炸药的硐室或壁槽应设金属丝网门。

7 井下爆破器材库地面高于外部巷道地面不应小于 0.1m，与外部巷道之间的联络巷道坡度应能满足排水要求，联络巷道应设置水沟。

8 井下爆破器材库应采用混凝土铺底，并应在其上铺设木地板或胶板；库房、发放炸药室、发放台、电雷管检查室、操作台应加橡胶垫层。

10.5.8 井下爆破器材库的支护应符合下列规定：

1 井下爆破器材库和距库房 15m 以内的连通巷道，需要支护时应用非可燃材料支护。

2 防爆门的门框基础应连续浇筑，并应适应门的强度要求。

10.5.9 多中段开采的矿山，井下爆破器材库距采区工作面超过

2.5km 或井下不设爆破器材库时,可在各中段设置井下爆破器材发放硐室。

10.5.10 发放硐室设计应符合下列规定:

1 发放硐室应有专用通风巷道。

2 发放硐室存药室距经常行人的巷道不应小于 25m。

3 发放硐室存放的炸药不得超过 500kg,雷管不应超过 1000 发;炸药与雷管应分开存放,并应用砖或混凝土隔墙隔开,墙厚度不应小于 250mm。

4 发放硐室通道入口处应设置防火门和栅栏门,回风道处应设置调节风门,硐室内应配备必要的消防器材。

5 发放硐室支护应符合本规范第 10.5.8 条的规定。

10.6 通风机硐室

10.6.1 通风机硐室位置应选择在相对稳定的岩体中,隔墙应坚固稳定。

10.6.2 连接通风机硐室进风侧和出风侧的联络道之间应设两道风门。

10.6.3 风机进风口前应设栅栏或防护网。

10.6.4 硐室内应设置起吊设施。

10.6.5 硐室与两端风道之间应设过渡段,过渡段表面应平滑。

10.6.6 硐室底板应高出风道底板 200mm,并应采用混凝土浇筑。

10.6.7 通风机硐室进风巷道和出风巷道断面应根据总风量、风速确定。风机硐室大件道应满足设备最大件运输要求。

10.6.8 变配电硐室与通风机硐室相互贯通时,硐室之间应安装密闭门。

10.6.9 通风机硐室底板应预埋排水管,排水管两端应连接进风道和出风道水沟。排水管两端应采取水封措施,水封高度应按风机负压计算确定。

10.7 电机车修理硐室

10.7.1 硐室应设在井底车场或主要运输巷道附近,且应在进出车方便、岩层稳定的位置。

10.7.2 硐室布置形式应符合下列规定:

1 当围岩稳定性为中等时,宜采用硐室型车库;当岩石稳定、车辆数量不多,且使用年限不长时,车库可设在运输巷道加宽部分,其间应以隔墙或栅栏分隔开。

2 蓄电池电机车修理硐室宜与变流室、充电室联合布置。

10.7.3 硐室的尺寸应根据电机车规格、行人及检修宽度、电机车起重高度和电机车数量确定。

10.7.4 工作机车台数在 10 台以下,电机车修理硐室可设一个机车出口,并应有兼作人行道的通风道作为第二个出口,其宽度应在 1m 以上,高度不应小于 1.9m。

10.7.5 工作机车台数在 10 台以下时,可设置一个修理坑;超过 10 台时,应设 2 个修理坑,并应根据修理坑的位置、数量设置相应的入车线。

10.7.6 硐室内应设起吊设施,硐室的进出口应设栅栏门。

10.7.7 对有淋水的围岩,修理间、变流室和充电硐室的支护应有防水措施。当变流室变流设备为整流变压器时,变流室的进出口应增设向外开的防火门。各硐室内应备有灭火器材。

10.7.8 充电硐室尺寸应根据充电台的布置形式(单排式或双排式)、蓄电池机车规格、数量、电池箱规格、充电台数量、人行道宽度以及起吊设施高度等确定。

10.7.9 当充电硐室设置 1 个~6 个充电台时,可设置 1 个电机车出口;6 个以上充电台时,应设置 2 个电机车出口。

10.7.10 充电硐室应选在井底车场附近的新鲜风流处,且应有贯穿风流。充电硐室与变流室串联通风时,充电硐室应布置在下风侧位置。充电硐室内空气中氢气的含量不应超过 0.5%(按体积

计算)。

10.7.11 修理硐室内应采用混凝土底板、整体道床。硐室地面向外部巷道应有 3‰的下坡,检修坑内地面向集水坑应有 3‰~5‰的下坡。

10.8 无轨设备修理硐室

10.8.1 硐室应设在进出车方便、岩层稳定的位置。

10.8.2 硐室宜设有车辆检修室、液压件检修室、电器仪表检修室、备件库、油脂室、轮胎室、蓄电池室、维修值班室、车辆冲洗场地和停车场地等。无轨设备修理硐室进出口宜设栅栏门。

10.8.3 车辆检修室应设检修坑,检修坑数量应根据井下车辆类型和数量确定。检修坑的规格应根据车辆及机修要求设置,其底板应采用混凝土浇筑并设 3‰的坡度,在最低端应设 300mm 深的集油坑。

10.8.4 车辆检修室的宽度应满足检修需要,硐室高度应按起吊设备最大件及起吊设施的要求确定。

10.8.5 硐室应有贯穿风流或通风设施。硐室内应设消防设施。

10.8.6 油脂室宜设在维修硐室的下风向部位,并应设严禁烟火标志及防火门。

10.8.7 硐室应采用混凝土地面,地面应高于出入口处巷道路面 300mm。

10.9 防水门硐室

10.9.1 防水门硐室位置的选择除应符合本规范第 10.1.2 条的规定外,尚应符合下列规定:

1 硐室宜设置在坚硬、完整、稳定的岩层中。

2 硐室应设在能隔断突然涌水的地段或井底车场附近主要运输巷道内。

3 硐室应设在直线巷道中。

4 硐室宜布置在小断面的巷道中。

10.9.2 防水门硐室所承受的最大水压值应符合下列规定：

1 应取最高静止水位与开采水平间的高差作为最大水压。

2 矿井延深水平的防水门和硐室所承受的最大水压,当保留原有水平的排水能力时,可取原有水平与延深水平间的高差作为最大水压,并应留有余地。

3 应按防水门能起到最大防水效果的水压高度确定,并应留有余地。

10.9.3 通过防水门的轨道、架线应能在关闭门时迅速断开、拆卸。

10.9.4 通过防水门硐室墙的电缆孔应在里侧封堵密实。

10.9.5 防水门硐室通道内的水沟应与设有阀门的水管相通,并应在进水管口设置铁箅子。

10.9.6 防水门应向来水方向打开,门前应设置用于安装、检修防水门的起吊设施。硐室墙壁应埋设观测孔、放水孔所用的钢管和阀门。

10.9.7 防水门硐室支护应符合下列规定：

1 硐室的混凝土强度等级不应低于 C25。

2 防水门前、后 5m 范围内,应采用钢筋混凝土整体浇筑。

3 硐室砌筑后应进行注浆,其注浆压力应大于设防水压的 1.5 倍。

10.9.8 防水门墙体结构形式可根据硐室承受水压的大小选用圆柱形结构、楔形结构、倒截锥形结构,并应符合下列规定：

1 圆柱形结构和楔形结构宜用承受不大于 1.6MPa 水压的防水门硐室。

2 倒截锥形结构宜用承受 1.6MPa 以上水压的防水门硐室。

10.9.9 防水门硐室结构形式可分为圆柱形结构(图 10.9.9-1)、楔形结构(图 10.9.9-2)和倒截锥形结构(图 10.9.9-3)等,其墙体长度的计算公式应符合本规范附录 A 的规定。

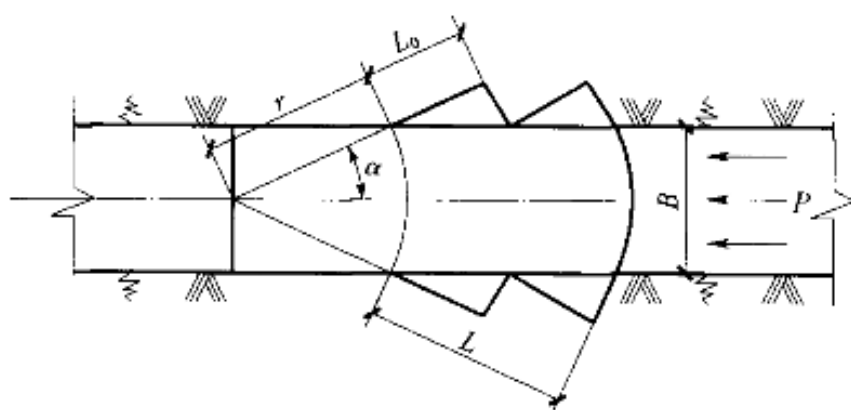


图 10.9.9-1 圆柱形防水闸门硐室结构形式示意

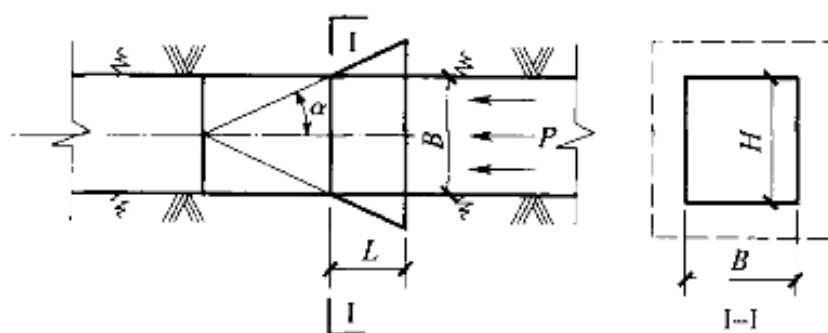


图 10.9.9-2 楔形防水闸门硐室结构形式示意

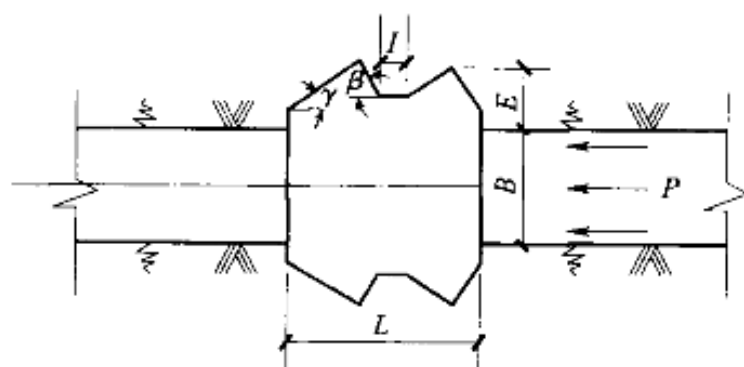


图 10.9.9-3 倒截锥防水闸门硐室结构形式示意

β 不小于 50° ; γ 一般取 20° ;

l —围岩较软时所设的平直段,其值取 $0.5\text{m} \sim 1.0\text{m}$,闸门墙体长度长时取大值

10.10 避灾硐室

10.10.1 避灾硐室应按防水防火类和防火类设置。防水防火类

避灾硐室的设置除应符合本规范的规定外,尚应符合现行行业标准《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》AQ2033 的有关规定。

10.10.2 防水防火类硐室的设置应符合下列规定:

1 水文地质条件中等及复杂或有透水风险的地下矿山,应至少在最低生产中段设置防水防火类硐室或其他避险设施。

2 生产中段在地面最低安全出口以下垂直距离超过 300m 的矿山,应在最低生产中段设置防水防火类硐室或其他避险设施。

3 距中段安全出口实际距离超过 2000m 的生产中段,应设置防水防火类硐室或其他避险设施。

10.10.3 水灾隐患小的主要生产中段和分段、人员集中的位置,可设置防火类硐室或其他避险设施。

10.10.4 防水防火类硐室应符合下列规定:

1 避灾硐室净高度不应低于 2m,长度、深度应根据同时避灾最多人数以及避灾硐室内配置的各种装备确定,每人应有不少于 1.0m²的有效使用面积。

2 避灾硐室进出口应有 2 道隔离门,隔离门应向外开启;避灾硐室的设防水头高度应在矿山设计中总体确定。

3 紧急避灾额定防护时间不应低于 96h。

4 避灾硐室内应具备对有毒有害气体的处理能力,室内环境参数应满足人员生存要求。

5 避灾硐室的设置应满足本中段最多同时作业人员避灾需要,单个避灾硐室的额定人数不应大于 100 人。

6 避灾硐室外应有清晰、醒目的标识牌,标识牌中应明确标注避灾硐室的位置和规格。

7 在井下通往紧急避灾硐室的入口处,应设有“紧急避险设施”的反光显示标志。

8 矿山井下压风自救系统、供水施救系统、通信联络系统、供电系统的管道、线缆以及监测监控系统的视频监控设备应接入避

灾硐室内,各种管线在接入避灾硐室时,应采取密封等防护措施。

10.10.5 防水防火类硐室内的配备应包括下列内容:

- 1 不少于额定人数的自救器。
- 2 一氧化碳、二氧化碳、氧气、温度、湿度和大气压的检测报警装置。
- 3 额定时间不少于 96h 的备用电源。
- 4 额定人数生存不低于 96h 所需的食品和饮用水。
- 5 逃生用矿灯的数量不少于额定人数。
- 6 空气净化及制氧或供氧装置。
- 7 急救箱、工具箱和人体排泄物收集处理装置等设施设备。

10.10.6 防火类硐室应符合下列规定:

1 避灾硐室净高度不应低于 2m,长度、深度应根据同时避灾最多人数以及避灾硐室内配置的各种装备确定,每人应有不少于 1.0m² 的有效使用面积。

2 避灾硐室进出口应有 2 道防火隔离门,防火隔离门应向外开启。

3 紧急避灾额定防护时间不应低于 8h。

4 避灾硐室内应具备对有毒有害气体的处理能力,室内环境参数应满足人员生存要求。

5 避灾硐室的设置应满足本中段最多同时作业人员的避灾需要,单个避灾硐室的额定人数不应大于 100 人。

6 避灾硐室外应有清晰、醒目的标识牌,标识牌中应明确标注避灾硐室的位置和规格。

7 在井下通往紧急避灾硐室的入口处,应设有“紧急避险设施”的反光显示标志。

8 矿山井下压风自救系统、供水施救系统、通信联络系统、供电系统的管道、线缆应接入避灾硐室内,各种管线在接入避灾硐室时,应采取密封等防护措施。

10.10.7 防火类硐室内的配备应包括下列内容:

1 一氧化碳、二氧化碳、氧气、温度、湿度和大气压的检测报警装置。

2 额定时间不少于 12h 的备用电源。

3 额定人数生存不低于 8h 所需的饮用水。

4 逃生用矿灯的数量不少于额定人数。

5 空气净化及制氧或供氧装置。

6 急救箱、工具箱和人体排泄物收集袋等设施设备。

10.11 储油硐室

10.11.1 储油硐室布置应符合下列规定：

1 储油硐室宜单独布置，各种油类应分开存放。

2 动力油储油量不应超过 3 昼夜的需用量。

3 储油硐室宜靠近车辆作业集中的地点。

4 宜选在进出车方便、岩层稳定、地质构造简单的位置，并应避开断层和破碎带。

5 储存动力油的硐室应有独立回风道，并应设可调节风门。

6 出口应安装防火栅栏两用门。

10.11.2 硐室内储存的柴油钢板油桶或油罐应符合现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》GB 50128 的有关规定。

10.11.3 储油硐室油桶的堆放应符合下列规定：

1 重、空桶应分区存放，且应方便操作、互不干扰。

2 重桶应立式单层摆放；空桶可卧式堆码，卧式堆码层数不宜超过 6 层。

3 桶垛之间的辅助通道宽度不应小于 1.0m。

10.11.4 储油硐室宜设独立加油间，无轨设备加油不应影响其他车辆通行。

10.11.5 储油硐室应采用非燃烧材料支护，底板应采用混凝土浇筑，并应在硐室内设集油坑。

10.11.6 储油硐室应设消防设施及严禁烟火等安全警示标志,硐室内应设置防爆开关及防爆照明。

10.11.7 储油硐室应远离车辆维修硐室、井底车场,直线距离不应小于15m。与主运输巷通道相连处应设置甲级防火门,其他位置不应低于乙级防火门。

10.12 其他硐室

10.12.1 采用提升设备升降人员的主要井筒宜在主要运输中段的井底车场设置井下等候室,并应符合下列规定:

1 等候室宜有2个通道。

2 竖井井底车场为环形车场时,井下等候室两个通道宜分别与井筒两侧车场巷道相连接。

3 斜井井下候车室通道,一个应通往井底车场,另一个应与井筒上下人车场连接。

4 等候室底板应采用混凝土浇筑,硐室内应无滴水现象。

10.12.2 井下调度室应设在车场附近运输车辆作业频繁的位置,并应有良好的通风条件。硐室底板宜采用混凝土浇筑,并应高出巷道底板300mm~500mm。

10.12.3 采区变配电硐室应符合下列规定:

1 应采用非可燃材料支护。

2 长度超过6m的变配电硐室,应在两端各设1个出口;当硐室长度大于30m时,应在中间增设一个出口;各出口处均应装有向外开的铁栅栏门。

3 硐室的电缆进、出线或穿过墙壁部分应采用金属管保护。

4 硐室底板应高出其入口处的巷道底板0.5m。

10.12.4 井下消防器材硐室设计应符合下列规定:

1 硐室宜设置在中段或分段进风侧方便取用的位置。

2 硐室内应设有消防器材存放设施。

10.12.5 凿岩机修理硐室宜与电机车修理硐室、无轨设备维修硐

室联合布置。

10.12.6 井下食堂宜设在作业人员集中且有新鲜风流处,食堂硐室地面应高出相邻运输巷道底板 $0.3\text{m}\sim 0.5\text{m}$ 。

10.12.7 井下医务室,其位置宜布置在副井井底车场。医务室内地面应高出相邻运输巷道底板 $0.3\text{m}\sim 0.5\text{m}$ 。

10.12.8 井下厕所的设施宜采用环保收集可移动装置。

11 锚杆喷射混凝土支护

11.1 一般规定

11.1.1 锚喷支护设计应以有效加固围岩、合理利用围岩自承能力为原则。当采用钻爆法施工时,井巷工程掘进应采用光面爆破。

11.1.2 有色金属矿山井巷支护工程应以围岩级别为设计依据,围岩分级应以工程地质勘察为基础。

11.1.3 围岩岩体分级应符合现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 和《工程岩体分级标准》GB 50218 的有关规定。

11.1.4 喷锚支护设计宜采用工程类比法,必要时应结合监控量测法、理论验算法和数值模拟法。

11.1.5 对Ⅳ、Ⅴ级围岩中掘进跨度大于 5m 的工程,除应按现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定选择初期支护的类型与参数外,尚应进行监控量测。

11.1.6 对Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级围岩掘进跨度大于 15m 的工程,除应按现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定选择支护类型与参数外,尚应对围岩进行稳定性分析和验算,对Ⅲ级围岩还应进行监控量测。

11.1.7 对围岩整体稳定性验算可采用数值解法或解析解法,对局部可能失稳的围岩块体的稳定性验算可采用块体极限平衡方法。

11.1.8 理论计算和监控设计所需的围岩物理力学计算指标应通过现场实测取得。计算用的岩体弹性模量、粘结力值应根据实测弹性模量和粘结力的峰值乘以 0.6~0.8 的折减系数后确定。

当无实测数据时,各级围岩物理力学参数和岩体结构面的粘结力及内摩擦角可采用表 11.1.8-1 和表 11.1.8-2 中的数值。

表 11.1.8-1 岩体物理力学参数

围岩 级别	重力密度 γ (kN/m^3)	抗剪断峰值强度		变形模量 $E(\text{MPa})$	泊松比 ν
		内摩擦角 $\varphi(^{\circ})$	粘聚力 $C(\text{MPa})$		
I	26.50	>60	>2.1	>33.0	>0.20
II		$60\sim50$	$2.1\sim1.5$	$33.0\sim20.0$	$0.20\sim0.25$
III	$26.50\sim24.50$	$50\sim39$	$1.7\sim0.7$	$20.0\sim6.0$	$0.25\sim0.30$
IV	$24.50\sim22.50$	$39\sim27$	$0.7\sim0.2$	$6.0\sim1.3$	$0.30\sim0.35$
V	<22.50	<27	<0.2	<1.3	<0.35

表 11.1.8-2 岩体结构面抗剪断峰值强度

序号	两侧岩体的坚硬程度及 结构面的结合程度	内摩擦角 $\varphi(^{\circ})$	粘聚力 $C(\text{MPa})$
1	坚硬岩, 结合好	>37	>0.22
2	坚硬-较坚硬, 结合一般 较软岩, 结合好	$37\sim29$	$0.22\sim0.12$
3	坚硬-较坚硬, 结合差 较软岩-软岩, 结合一般	$29\sim19$	$0.12\sim0.08$
4	较坚硬-较软岩, 结合-结合很差 软岩, 结合差 软质岩的泥化面	$19\sim13$	$0.08\sim0.05$
5	较坚硬岩及全部软质岩, 结合 很差 软质岩泥化层本身	<13	<0.05

11.1.9 喷锚支护设计应符合下列规定:

- 1 巷道交岔点、断面变化处、硐轴线变化段等特殊部位均应

加强支护结构。

2 对与喷射混凝土难以保证粘结的光滑岩面,应以锚杆或钢筋网喷射混凝土支护为主。

3 围岩较差地段的支护应向围岩较好地段适当延伸。

4 I、II、III级围岩中的个别断层或不稳定块体应进行局部加固。

5 遇岩溶时,应进行处理或局部加固。

6 对可能发生大体积围岩失稳、部分流变特征明显的围岩或需对围岩提供较大支护力时,应采用预应力锚杆加固。

11.1.10 对下列地质条件的喷锚支护设计应通过试验后确定:

- 1 膨胀性岩体。
- 2 未胶结的松散岩体。
- 3 有严重湿陷性的黄土层。
- 4 大面积淋水地段。
- 5 能引起严重腐蚀的地段。
- 6 严寒地区的冻胀岩体。

11.1.11 受采动影响的巷道工程宜采用喷射混凝土支护、钢纤维喷射混凝土支护;在塑性流变岩体或者大变形巷道中,宜采用联合支护形式,并应同时进行底板加固。

11.2 锚杆支护

11.2.1 锚杆设计应根据井巷工程围岩的围岩级别、工程地质条件、岩体力学特性、工程断面和使用条件等,分别选用下列类型的锚杆:

1 普通水泥砂浆锚杆、早强水泥砂浆锚杆、树脂卷锚杆、水泥卷锚杆和玻璃纤维增强塑料锚杆等全长粘结型锚杆。

2 机械锚固锚杆、树脂锚固锚杆、快硬水泥卷锚固锚杆等端头锚固型锚杆。

3 缝管锚杆、楔管锚杆、水胀锚杆等摩擦型锚杆。

4 预应力锚杆。

5 自钻式锚杆。

11.2.2 全长粘结型锚杆设计应符合下列规定：

1 杆体材料宜采用螺纹钢筋，钻孔直径为 28mm~32mm 的小直径锚杆的杆体材料宜用 HRB 400、HRB 500 钢筋。

2 杆体钢筋直径宜为 16mm~32mm。

3 杆体钢筋保护层厚度，采用水泥砂浆时不应小于 8mm，采用树脂时不应小于 4mm。

4 杆体直径大于 32mm 的锚杆应采取杆体居中的构造措施。

5 锚杆长度应超出围岩(危岩)松动范围，锚杆应呈梅花形交错布置。

6 树脂锚杆的钻孔直径、锚杆直径和树脂锚固剂卷直径应合理匹配。

7 水泥砂浆的强度等级不应低于 M20；早强砂浆可用硫铝酸盐早强水泥，应加砂后掺入早强剂。

8 锚杆设计锚固力不应小于 50kN。

9 对于自稳时间短的围岩，宜用树脂锚杆或早强水泥砂浆锚杆。

11.2.3 端头锚固型锚杆的设计应符合下列规定：

1 杆体材料宜用 HPB300 钢筋，杆体直径应为 16mm~32mm。

2 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。

3 树脂锚杆锚头的锚固长度宜为 200mm~250mm，快硬水泥卷锚杆锚头的锚固长度宜为 300mm~400mm。

4 托板可用 Q235 钢，厚度不宜小于 6mm，尺寸不宜小于 150mm×150mm。

5 锚头的设计锚固力应大于 50kN。

6 服务年限大于 5 年的工程,应在杆体与孔壁间注满水泥砂浆。

11.2.4 摩擦型锚杆的设计应符合下列规定:

1 缝管锚杆的管体材料宜用 16 锰或 20 锰硅钢,其屈服强度不应低于 350MPa,壁厚应为 2.0mm~2.5mm;楔管锚杆的管体材料可用 Q235 钢,壁厚应为 2.75mm~3.25mm。

2 缝管锚杆的外径应为 38mm~45mm,缝宽应为 13mm~18mm;楔管锚杆缝管段的外径应为 40mm~45mm,缝宽宜为 10mm~18mm,圆管段内径不宜小于 27mm。

3 缝管锚杆直径和钻孔直径应合理匹配,钻孔直径应小于摩擦型锚杆的外径;其差值应满足表 11.2.4 的要求。

表 11.2.4 缝管锚杆、楔管锚杆与钻孔的径差

岩石单轴饱和抗压强度(MPa)	径差(mm)
>60	1.5~2.0
30~60	2.0~2.5
<30	2.5~3.5

4 宜采用碟形托板,材料应为 Q235 钢,厚度不应小于 6mm,尺寸不应小于 120mm×120mm。

5 杆体极限抗拉力不宜小于 120kN,挡环与管壁焊接处的抗脱力不应小于 80kN;挡环宜采用 $\phi 12\text{mm} \sim \phi 14\text{mm}$ 的圆钢。

6 缝管锚杆的初锚固力不应小于 25kN/m,当需要较高的初锚固力时,可采用带端头锚塞的缝管锚杆或楔管锚杆。

7 当缝管锚杆、楔管锚杆作为永久支护时,管内应灌入有膨胀性的水泥砂浆。

8 水胀式锚杆材料宜选用直径为 48mm、壁厚 2mm 的无缝钢管,并应加工成外径为 29mm、前后端套管直径为 35mm 的杆体。

9 水胀式锚杆的托板材料规格应与摩擦型锚杆相同。

11.2.5 预应力锚杆的设计应符合下列规定:

1 锚固深度大、锚固支护抗力高的特殊工程部位宜采用预应力锚杆。

2 硬岩锚固宜采用拉力型锚杆。

3 设计锚杆锚固体的间距应避免锚杆相互作用的不利影响。

4 锚杆的长度及方向应根据围岩松动范围和围岩产状选择,锚杆倾角应避开与水平面夹角为 $-10^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 的范围。

5 预应力筋材料宜用高强精轧螺纹钢筋。当预应力值较小或锚杆长度小于 20m 时,预应力筋也可采用 HPB300 或 HRB 400、HRB 500 钢筋。

6 锚头宜采用胶结锚固或机械锚固形式。

7 预应力筋的截面尺寸应按下式确定:

$$A = \frac{KN_t}{f_{ptk}} \quad (11.2.5-1)$$

式中: A ——预应力筋的截面积(mm^2);

N_t ——锚杆轴向拉力设计值(N);

f_{ptk} ——预应力筋抗拉强度标准值(MPa);

K ——预应力筋截面设计安全系数,临时锚杆取 1.6,永久锚杆取 1.8。

8 预应力锚杆的锚固段灌浆体宜选用水泥浆或水泥砂浆等胶结材料,其抗压强度不宜低于 30MPa,压力分散型锚杆锚固段灌浆体抗压强度不宜低于 40MPa。

9 预应力锚杆的自由段长度不宜小于 5.0m。

10 预应力锚杆采用粘结型锚固体时,锚固段长度可按下式计算,并应取其中的较大值:

$$L_a = \frac{KN_t}{\pi D q_s} \quad (11.2.5-2)$$

式中: L_a ——锚固段长度(mm);

N_t ——锚杆轴向拉力设计值(N);

K ——安全系数,当锚杆的服务年限小于或等于 2 年时,取值不应小于 1.4,当锚杆的服务年限大于 2 年时,取值不应小于 1.8;

D ——锚固体直径(mm);

q_r ——水泥结石体与岩石孔壁间的粘结强度设计值,取表 11.2.5 中数值的 80%(MPa)。

表 11.2.5 岩石与水泥结石体之间的粘结强度标准值

岩石种类	岩石单轴饱和抗压强度 R_c (MPa)	岩石与水泥浆之间的 粘结强度标准值(MPa)
硬岩	>60	1.5~3.0
中硬岩	30~60	1.0~1.5
软岩	5~30	0.3~1.0

注:粘结长度小于 6.0m。

11 压力分散型或拉力分散型锚杆的单元锚杆锚固长度不宜小于锚杆钻孔直径的 15 倍。

12 设计压力分散型锚杆,还应验算灌浆体轴向承压力。注浆体的轴心抗压强度宜由试验确定。

13 预应力锚具及连接锚杆杆体的受力部件均应能承受 95%的杆体极限抗拉力。

14 锚固段内的预应力筋每隔 1.5m~2.0m 应设置隔离架。永久性的拉力型或拉力分散型锚杆锚固段内的预应力筋宜外套波形管,预应力筋的保护层厚度不应小于 20mm。临时性锚杆预应力筋的保护层厚度不应小于 10mm。

15 自由段内预应力筋宜采用带塑料套管的双重防腐,套管与孔壁间应灌满水泥砂浆或水泥净浆。

16 永久性预应力锚杆的拉力锁定值不应小于拉力设计值,临时性预应力锚杆可等于或小于拉力设计值。

11.2.6 自钻式锚杆的设计应符合下列规定:

1 自钻式锚杆可用于散体结构、成孔困难的岩体。

2 锚杆灌浆料宜采用纯水泥浆或 1:1 水泥砂浆,水灰比宜为 0.4~0.5。采用水泥砂浆时,砂子粒径不应大于 1.0mm。

3 灌浆料应由杆体中孔灌入,水泥浆体强度达 5.0MPa 后,可上紧螺母。

11.2.7 系统锚杆布置应符合下列规定:

1 在井巷横断面上,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,可与井巷周边轮廓垂直布置。

2 在岩面上锚杆宜呈菱形排列或梅花形交错布置。

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为 0.5m~1.0m,并不得大于 1.25m。

11.2.8 拱腰以上局部锚杆的布置方向应有利于锚杆受拉,拱腰以下及边墙的局部锚杆布置方向应有利于提高抗滑力。

11.2.9 局部锚杆的锚固体应位于稳定岩体内。粘结型锚杆锚固体长度内的胶结材料与杆体间粘结摩阻力设计值、胶结材料与孔壁岩石间粘结摩阻力设计值均应大于锚杆杆体受拉承载力设计值。

11.3 锚索支护

11.3.1 大跨度巷道、复杂地段、锚固深度大、锚固支护抗力高的特殊工程部位宜采用锚索支护。

11.3.2 永久锚索的有效寿命不应小于被加固井巷工程的服务年限;必要时,可根据锚索锚固性能试验确定锚索设计参数。

11.3.3 锚索宜采用高强钢丝或多股钢绞线,宜选用抗拉强度等级不低于 1860MPa、延伸率不小于 4%,且直径不小于 $\phi 15.2\text{mm}$ 的锚索。

11.3.4 锚索用钢绞线应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的有关规定,与矿用锚索配套的锚具应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 的有

关规定。预应力锚具及连接锚杆杆体的受力部件均应能承受95%的杆体极限抗拉力。

11.3.5 锚索托板的承载力不应低于钢绞线的破断荷载。

11.3.6 硬岩锚固宜采用拉力型锚索,软岩锚固宜采用压力分散型或拉力分散型锚索。

11.3.7 锚索长度及方向应根据围岩松动范围和围岩产状选择,锚索倾角应避免与水平面夹角为 $-10^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 的范围。

11.3.8 预应力筋材料宜用钢绞线或高强钢丝。对穿型锚索及压力分散型锚索的预应力筋应采用无粘结钢绞线。

11.3.9 预应力筋的截面尺寸可按本规范式(11.2.5-1)确定。

11.3.10 预应力锚索的锚固段灌浆体宜选用水泥浆或水泥砂浆等胶结材料,其抗压强度不宜低于30MPa。压力分散型锚索锚固段灌浆体抗压强度不宜低于40MPa。

11.3.11 预应力锚索的自由段长度不宜小于5.0m。

11.3.12 永久性预应力锚索的拉力锁定值不应小于拉力设计值,临时性预应力锚索可等于或小于拉力设计值。

11.3.13 预应力锚索采用粘结型锚固体时,锚固段长度可按下列式计算,并应取其中的较大值:

$$L_a = \frac{KN_t}{n\pi d\xi q_s} \quad (11.3.13)$$

式中: L_a ——锚固段长度(mm);

N_t ——锚索轴向拉力设计值(N);

K ——安全系数,当锚索的服务年限小于或等于2年时,取值不应小于1.4,当锚索的服务年限大于2年时,取值不应小于1.8;

d ——单根钢筋或钢绞线直径(mm);

n ——钢绞线或钢筋根数;

q_s ——水泥结石体与钢绞线或钢筋间的粘结强度设计值,取表11.3.13中数值的80%(MPa);

ξ ——采用 2 根或 2 根以上钢绞线或钢筋时界面粘结强度降低系数,取 0.60~0.85。

表 11.3.13 钢绞线与水泥浆之间的粘结强度标准值

类 型	粘结强度标准值(MPa)
水泥结石体与钢绞线之间	3.0~4.0

注:1 粘结长度小于 6.0m;

2 水泥结石体抗压强度标准值不小于 30MPa。

11.3.14 当需要设计群锚支护时,其锚索的间距应大于锚固段最大直径的 4 倍,相邻锚固段间距应大于 1.5m。锚固段与相邻井下设施基础或其他设施的距离应大于 3m。

11.3.15 锚头宜采用胶结锚固或机械锚固形式。

11.3.16 压力分散型或拉力分散型锚索的支护设计应符合本规范第 11.2.5 条的规定。

11.4 喷射混凝土支护

11.4.1 喷射混凝土的设计强度等级不应低于 C15;竖井、斜井及重要井巷工程,喷射混凝土的设计强度等级不应低于 C20;喷射混凝土 1d 龄期的抗压强度不应低于 5MPa;钢纤维喷射混凝土的设计强度等级不应低于 C20,其抗拉强度不应低于 2MPa,抗弯强度不应低于 6MPa。

11.4.2 喷射混凝土的设计强度及弹性模量应符合表 11.4.2 的规定。

表 11.4.2 喷射混凝土的设计强度及弹性模量

强度种类	喷射混凝土强度等级			
	C15	C20	C25	C30
轴心抗压(MPa)	7.5	10.0	12.5	15.0
弯曲抗压(MPa)	8.5	11.0	13.5	16.5
抗拉(MPa)	0.9	1.1	1.3	1.5
弹性模量(MPa)	1.8×10^4	2.1×10^4	2.3×10^4	2.5×10^4

11.4.3 喷射混凝土的体积密度可取 2200kg/m^3 。喷射混凝土与围岩的粘结强度,Ⅰ、Ⅱ级围岩不应低于 0.8MPa ,Ⅲ级围岩不应低于 0.5MPa 。喷射混凝土与围岩粘结强度试验方法应符合现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定。

11.4.4 喷射混凝土支护的厚度最小不应低于 50mm ,最大不宜超过 200mm 。钢筋网喷射混凝土支护的厚度不应小于 100mm ,且不宜大于 250mm 。

11.4.5 含水岩层中的喷射混凝土支护厚度最小不应低于 80mm 。喷射混凝土的抗渗强度不应低于 0.8MPa 。

11.4.6 Ⅰ、Ⅱ级围岩中的井巷工程,喷射混凝土对局部不稳定块体的抗冲切承载力应符合下列规定:

1 喷层内不配置钢筋网时,其抗冲切承载力可按下式计算:

$$KG \leq 0.6 f_t u_m h \quad (11.4.6-1)$$

式中: G ——不稳定岩面块体重量(N);

f_t ——喷射混凝土抗拉强度设计值(MPa);

h ——喷射混凝土厚度;当 $h > 100\text{mm}$ 时,以 100mm 计算;

u_m ——不稳定块体出露面的周边长度(mm);

K ——安全系数,取 2.0 。

2 当喷层内配置钢筋网时,其抗冲切承载力可按下式计算:

$$KG \leq 0.3 f_t u_m h + 0.8 f_{sv} A_{svu} \quad (11.4.6-2)$$

式中: f_{sv} ——钢筋抗剪强度设计值(MPa);

A_{svu} ——与冲切破坏锥体斜截面相交的全部钢筋截面面积(mm^2)。

11.4.7 速凝剂使用前,应做相容性试验和水泥净浆凝固效果试验,掺入量宜为水泥重量的 $2.5\% \sim 5\%$ 。

11.4.8 钢纤维喷射混凝土的钢纤维应符合下列规定:

1 普通碳素钢纤维的抗拉强度不得低于 380MPa 。

2 钢纤维的直径宜为 $0.3\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$ 。

3 钢纤维的长度宜为 $20\text{mm} \sim 25\text{mm}$,且不得大于 25mm 。

- 4 钢纤维掺量宜为混合料重量的 3.0%~6.0%。

11.4.9 钢筋网的设计应符合下列规定：

- 1 钢筋网材料宜采用 HPB300 钢筋,钢筋直径宜为 6mm~12mm。
- 2 钢筋间距宜为 100mm~300mm。
- 3 钢筋网喷射混凝土联合支护,钢筋网的保护层厚度不应小于 20mm。
- 4 钢筋网搭接应牢固可靠。
- 5 锚杆钢筋网联合支护,钢筋网应由锚杆固定。

11.4.10 通过塑性流变岩体的井巷工程或受采动影响的巷道宜采用钢纤维喷射混凝土支护。

11.4.11 大变形不良岩层采用 U 型钢、钢管、型钢等可缩性钢支架时,背后应使用喷射混凝土密实充填。

11.4.12 钢架喷射混凝土支护的设计应符合下列规定：

- 1 刚性钢架宜采用钢筋焊接成的格栅钢架,可缩性钢架可选用 U 型钢钢架。
- 2 钢架的搭接处应设置锚杆与围岩固定。
- 3 钢架间距不宜大于 1.20m,钢架之间应设置纵向钢拉杆,钢架的立柱埋入地坪下的深度不应小于 250mm。
- 4 覆盖钢架的喷射混凝土保护层厚度不应小于 40mm。

12 地下动力设备基础

12.1 一般规定

12.1.1 动力设备基础设计应取得下列资料:

- 1 动力设备的型号、规格、重量、重心位置及其轮廓尺寸图;
- 2 动力设备的功率、转速及传动方式;
- 3 设备基础轮廓尺寸图,图上应注明沟(槽)、孔洞、地脚螺栓、预埋件等的尺寸和位置;
- 4 当基础需要进行振动计算时,应取得设备的动荷载及作用位置和设备质量惯性矩等资料;
- 5 基础场地的工程地质、水文地质及其有关物理力学性质资料。

12.1.2 动力设备基础与相邻构筑物或设备基础应分开。

12.1.3 动力设备宜采用混凝土或钢筋混凝土基础,当其设置在整体性较好的基岩上时,可采用锚杆基础。

12.1.4 动力设备底座边缘至基础边缘的距离不宜小于 100mm,在设备底座下应预留不小于 30mm 的找平层或二次浇灌层。

12.1.5 大块式或不直接承受冲击力的墙式基础采用的混凝土强度等级不应低于 C15;框架式或受冲击力的墙式基础混凝土强度等级不应低于 C20;有防水、防油要求的基础,其混凝土强度不应低于 C20;二次浇灌的混凝土强度应比基础的混凝土强度提高一级。

12.1.6 设备基础的配筋宜采用 HPB300 或 HRB400、HRB500 钢筋,不得使用冷轧钢筋。受冲击力较大的部位应采用热轧变形钢筋。钢筋连接不宜采用焊接接头。

12.1.7 动力设备基础地脚螺栓的设置应符合下列规定:

1 地脚螺栓埋置深度,带弯钩底脚螺栓的埋置深度不应小于螺栓直径的 20 倍,带锚板地脚螺栓的埋置深度不应小于螺栓直径的 15 倍;构造螺栓埋置深度可不受限制。

2 螺栓中心线距基础边缘不应小于螺栓直径的 4 倍,预留孔边距基础边不应小于 100mm,不能满足要求时,应采取加强措施。

3 预埋地脚螺栓底面下的混凝土净厚度不应小于 50mm,预留孔孔底混凝土净厚度不应小于 100mm。

12.1.8 基组(包括设备、基础和基础上的回填物)的总重心与基础底面形心宜位于同一垂直线上。当有偏心时,偏心距和平行偏心方向基底边长的比值应符合下列规定:

1 当地基承载力标准值 f_k 小于或等于 150kPa 时,不应大于 3%。

2 当地基承载力标准值 f_k 大于 150kPa 时,不应大于 5%。

12.1.9 设备的垂直扰力宜作用在通过基础的重心线上,设备的水平扰力宜作用在通过基础重心的平面内。

12.1.10 低频设备基础的自振频率应高于设备的扰力频率。

12.1.11 基础传至地基的静压力应包括设备及辅助设备、基础及其上的回填物、支承在基础上的平台、管架及其他结构构件的重量。

12.2 破碎机基础

12.2.1 破碎机基础设计时,除应符合本规范第 12.1.1 条的规定外,还应取得下列资料:

1 破碎机、电机的相互位置及传动方式。

2 破碎机的扰力值和作用位置。

12.2.2 基础应采用钢筋混凝土结构,其形式可为大块式、墙式或框架式。

12.2.3 墙式基础各构造尺寸应符合下列规定:

1 基础顶板的厚度不宜小于 600mm,且不应小于顶板跨度

的 $1/6$ 。

- 2 顶板的悬臂长度不宜大于 1500mm 。
- 3 纵墙的厚度不宜小于 400mm , 高厚比不宜大于 6 。
- 4 横墙的厚度不宜小于 500mm , 高厚比不宜大于 4 。
- 5 基础底板厚度不宜小于 600mm , 且不宜小于墙厚。
- 6 基础底板悬臂长度不宜大于底板厚度的 2.5 倍。

12.2.4 框架式基础的底板宜用平板, 其厚度不应小于 600mm 。

12.2.5 两台破碎机可设置在同一基础上, 可构成联合基础, 其底板厚度不应小于 800mm 。

12.2.6 基础的动力计算可采用水平扰力作用下所产生的振动线位移。破碎机基础顶面的水平向允许振动线位移可按表 12.2.6 采用。

表 12.2.6 破碎机基础顶面的水平向允许振动线位移

机器转速 $n(\text{r/min})$	≤ 300	$300 < n \leq 750$	> 750
允许振动线位移 (mm)	0.25	0.20	0.15

12.2.7 基础的承载力计算, 荷载应包括构件、设备自重和 4 倍的锤式及反击式破碎机的扰力或 3 倍的其他类型破碎机的扰力值。

12.2.8 当设备制造商未能提供破碎机扰力值及作用点时, 可根据下列原则确定:

1 旋回式圆锥破碎机可仅采用动锥体(包括平衡块)绕垂直轴线作水平回转时所产生的扰力。

2 复摆颚式破碎机可只采用动颚(包括平衡块)在偏心轴带动下所产生的扰力; 简摆颚式破碎机除应采用动颚在偏心轴带动下所产生的扰力外, 尚应计算连杆的扰力。

3 颚式破碎机的扰力具有水平和垂直两个方向的分量, 扰力幅值在动力计算中对水平和垂直两个方向的量, 可不同时采用。

12.2.9 基础的配筋设计应符合下列规定:

1 当大块式基础体积为 $20\text{m}^3 \sim 40\text{m}^3$ 时, 应在基础顶面配置直径 10mm 、间距 200mm 的钢筋网。当体积大于 40m^3 时, 应沿四

周和顶、底面配置直径 10mm~14mm、间距 200mm~300mm 的钢筋网。

2 墙式基础沿墙面应配置钢筋网,竖向钢筋直径宜为 12mm~16mm,水平向钢筋直径宜采用 14mm~16mm,钢筋网格间距宜为 200mm~300mm。上部梁板的配筋应按强度计算确定。墙与底板、上部梁板连接处应适当增加构造钢筋。

3 基础底板悬臂部分的钢筋配置应按强度计算确定,并应上下配筋。

4 当基础上的开孔或切口尺寸大于 600mm 时,应沿孔或切口周围配置直径不小于 12mm、间距不大于 200mm 的钢筋。

5 框架式基础的配筋应按计算确定。

12.3 板式给矿机基础

12.3.1 基础设计除应符合本规范第 12.1.1 条的规定外,还应取得下列资料:

1 板式给矿机受矿方式、受矿仓的尺寸、溜口位置、溜口形状和尺寸图。

2 被输送的矿石体积密度、平均块度及矿石的内摩擦角。

12.3.2 基础形式宜采用墙式、框架式或柱式基础。

12.3.3 基础设计应按现行国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040 的有关规定进行强度和稳定性验算。其荷载应包括下列内容:

1 板式给矿机各部分的自重。

2 板式给矿机链板上矿石自重。

3 松散矿石在矿仓溜口处链板上的矿柱自重。

12.3.4 墙式基础设计应符合下列规定:

1 纵墙厚度应大于 400mm,高厚比不应大于 6;横墙厚度应大于 500mm,高厚比不应大于 4;底板厚度宜大于墙厚。

2 当满足结构尺寸要求时,可按构造配筋;当无法满足结构

尺寸时,配筋应通过计算确定。

3 当地基较差时,应增设加强锚杆或锚桩。

12.3.5 框式基础设计应符合下列规定:

1 顶板厚度不应小于计算跨度的 $1/8$;柱截面边长不宜小于 500mm ,长细比不应大于 4 ;底板厚度不应小于柱截面边长。

2 各构件配筋宜按计算和构造要求确定。顶板及底板最小配筋率宜为 0.15% 。

3 当孔洞直径或边长大于 300mm 时,应沿其四周配置钢筋。

12.3.6 柱式基础设计应符合下列规定:

1 柱的截面尺寸不宜小于 $400\text{mm}\times 400\text{mm}$,长细比不应大于 14 。

2 基础配筋宜按矩形截面偏心受压构件计算。

12.4 提升机基础

12.4.1 基础设计时,除应符合本规范第 12.1.1 条的规定外,尚应取得提升机钢丝绳所有钢丝的破断拉力总和和工作拉力、钢丝绳出绳角、提升机主轴至基础顶面的高度等资料。

12.4.2 基础宜采用具有联合底板的块式基础,将卷筒电机和减速机安装在同一基础上。基础最小埋深应大于或等于 1m 。

12.4.3 提升机基础设计应对地基承载能力及在钢绳最大拉力作用下的滑动和倾覆稳定进行验算。抗滑动的安全系数宜取 1.3 ,抗倾覆的安全系数宜取 1.5 。

12.4.4 提升机基础应在固定卷筒支架和制动闸下的螺栓孔壁处配置水平钢筋网,在孔洞稳定性削弱严重部位应用钢筋局部加固。

12.5 岩石锚杆基础

12.5.1 符合下列条件之一时,可采用岩石锚杆基础:

1 岩石的单轴饱和极限抗压强度大于或等于 30MPa,且地质构造影响轻微,节理、裂隙不发育,无黏土质层理夹层,整体性较好的岩体。

2 动力设备运行时,产生较大的拉力或水平力。

12.5.2 岩石锚杆基础可不做共振计算。

12.5.3 岩石锚杆基础(图 12.5.3)设计应符合下列规定:

1 锚杆孔直径宜取锚杆直径的 3 倍,但不应小于锚杆直径的 1 倍加 50mm。

2 锚杆孔中心距不应小于锚杆直径的 6 倍。

3 锚杆插入上部基础的长度应符合钢筋锚固长度的要求,插入基岩深度不应小于锚杆直径的 40 倍。

4 锚杆宜采用 HRB400、HRB500 钢筋,水泥砂浆强度等级不宜低于 M30,采用细石混凝土时其强度等级不宜低于 C30。灌浆前,应将锚杆孔清理干净。

5 锚杆的安全系数应大于或等于 2。

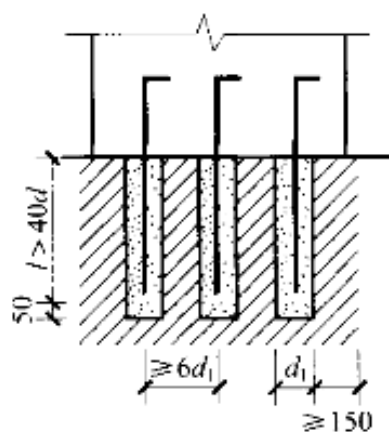


图 12.5.3 岩石锚杆基础

d_1 —锚杆孔直径; l —锚杆有效锚固长度; d —锚杆直径

12.5.4 锚杆基础中单根锚杆所承受的拔力应按下列公式验算:

$$N_{ii} = \frac{F_k + G_k}{n} - \frac{M_{rk} y_i}{\sum y_i^2} - \frac{M_{yk} x_i}{\sum x_i^2} \quad (12.5.4-1)$$

$$N_{\max} \leq R_i \quad (12.5.4-2)$$

式中: F_k ——相应于荷载效应标准组合作用在基础顶面上的竖向力(kN);

G_k ——基础自重及其上的土自重(kN);

M_{xk}, M_{yk} ——按荷载效应标准组合计算作用在基础底面形心的力矩值(kN·m);

x_i, y_i ——第 i 根锚桩至基础底面形心的 y, x 轴线的距离(m);

N_u ——按荷载效应标准组合下,第 i 根锚杆所承受的拔力值(kN);

R_i ——单根锚杆抗拔承载力特征值(kN)。

12.5.5 岩石锚杆锚固段的抗拔承载力应按现场原位试验确定。对于永久性锚杆的初步设计或对于临时性锚杆的施工阶段设计,可按下式计算:

$$R_i = \xi f u_r h_r \quad (12.5.5)$$

式中: R_i ——锚杆抗拔承载力特征值(kN);

u_r ——锚杆的周长(mm);

h_r ——锚杆锚固段嵌入岩层中的有效锚固长度,按地区经验确定(mm);

f ——水泥砂浆和混凝土与岩石间的粘结强度特征值(MPa),由试验确定,当缺乏试验资料时,可按表 12.5.5 取用;

ξ ——经验系数,对于永久性锚杆取 0.8,对于临时性锚杆取 1.0。

表 12.5.5 水泥砂浆和混凝土与岩石间的粘结强度特征值(MPa)

岩石坚硬程度	软岩	较软岩	硬质岩
粘结强度	<0.2	0.2~0.4	0.4~0.6

注:水泥砂浆强度为 30MPa,混凝土强度等级为 C30。

12.5.6 大块式基础的锚杆总截面面积应按基础底面积的

0.05%~0.12%选取,并应均匀布置,同时不应小于设备地脚螺栓的总截面面积。

12.5.7 墙式或框架式基础的锚杆总截面不应小于墙内或柱内主筋截面面积的总和。

13 管 线 布 置

13.1 一 般 规 定

13.1.1 电缆布置应符合现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 和《矿山电力设计规范》GB 50070 的有关规定。

13.1.2 通讯电缆、信号电缆不宜与电力电缆设在井筒的同一侧。必须敷设在同一侧时,在井筒中其距离不应小于 300mm,在平巷中其间距不应小于 100mm,并应将电力电缆设在下方。

13.1.3 电缆与水管、风管平行敷设时,电缆应在管道上方,且净距不应小于 300mm。

13.1.4 人行道一侧不宜敷设电力电缆。

13.1.5 平巷管路宜敷设在巷道拱顶部位。当敷设在人行道侧时,管路宜布置在人行道顶部,且不应占用人行道有效净空。

13.1.6 电缆悬挂点的距离,电力电缆不应大于 3m,控制和信号电缆及小断面电缆应为 1.0m~1.5m;电缆与巷道壁的最小净距离不应小于 50mm。

13.2 竖井管线布置

13.2.1 竖井井筒中的管路敷设应符合下列规定:

- 1 管路布置应便于安装、检修和更换,宜集中一侧布置。
- 2 在设有梯子间的井筒中,管路宜靠近梯子间主梁或罐道梁;管子导向梁宜利用罐道梁或梯子梁,其层间距宜与罐道梁、梯子梁相一致。
- 3 排水、排泥管路应设弯管支座和直管支座,其他管路应设直管支座;支座竖向间距应计算确定,支座支撑梁应采用埋入式固定。

4 不应在主要提升人员的井筒中布置充填管路。

13.2.2 井筒中电缆的敷设应符合下列规定：

1 电缆敷设应使出线简单，并应易于安装、检修和更换。

2 电缆悬挂点的间距，在竖井内不应超过 6m，并宜与罐道梁、梯子梁的层间距相一致。

13.3 斜井管线布置

13.3.1 架空式托管梁间距及落地式管座间距不应大于 5m。

13.3.2 电缆悬挂高度，在非人行侧应高于提升设备，其距离不得小于 0.3m；在人行侧不得低于 1.9m。

13.4 平巷和斜坡道管线布置

13.4.1 管道布置应符合下列规定：

1 管道宜布置在人行道一侧，管道架设宜采用托架、管墩及锚杆悬挂。

2 管道与管道呈交叉或平行布置时，应保证管子之间有足够的更换距离。管子架设在平巷顶部时，不应妨碍其他设备的维修和更换。

13.4.2 电缆悬挂的位置应高于矿车高度。

13.4.3 布置在斜坡道中的管线应采取保护措施。

14 软岩类矿山井巷工程的特殊要求

14.0.1 软岩类巷道和硐室长轴方向宜与原岩最大主应力方向平行或小角度相交。

14.0.2 软岩类井巷工程支护设计应符合下列规定：

- 1 应发挥围岩的承载能力。
- 2 应加大初期支护刚度。
- 3 应维护和保持围岩残余强度。

14.0.3 位于变形量大且延续时间长的软岩岩体中的巷道和硐室，宜采用圆形、椭圆形、直墙半圆拱、马蹄形等曲线形断面；设计断面尺寸应适当扩大。

14.0.4 软岩类井巷工程的支护设计可根据软岩的类型、围岩级别、巷道跨度和服务年限等因素确定，宜采用工程类比法，必要时应结合监控量测法、理论验算法和数值模拟法。

14.0.5 软岩类井巷工程支护宜采用喷锚网联合支护方式，同步进行巷道封底。应结合现场实际和监控量测结果，必要时在第一次喷锚网支护后，可增加喷锚网、网构拱架、锚注、预应力锚索、钢筋混凝土浇筑等二次支护。

14.0.6 对于膨胀类软岩，应采用全长粘结式锚固。

14.0.7 软岩岩体中喷锚网支护的设计应符合下列规定：

- 1 采用分期支护时，初期支护应采用喷锚网支护，后期支护应根据具体情况采用喷锚网支护或其他类型支护。
- 2 巷道宜及时采取封底措施，并应形成封闭支护结构。
- 3 应根据监测结果，及时调整支护时间和支护形式。

15 消 防

15.0.1 有自燃发火危险的矿山,主要运输巷道、进风巷道、总回风道应布置在无自燃发火危险的围岩中,主要运输巷道、进风巷道、总回风道不可避开有自燃发火危险的围岩中时,应采取预防性灌浆或其他防止自燃发火的措施。

15.0.2 消防给水系统应结合生产或生活供水系统设置,井下消防系统和设施的设置应符合现行国家标准《有色金属工程设计防火规范》GB 50630 的有关规定。

15.0.3 井巷工程的消防给水系统应符合下列规定:

1 消防给水系统宜与生产或生活供水管道系统一并设计,并应能满足消防给水要求;共用的供水管道系统应能在生产用水达到最大用水量时,仍可保证全部消防给水量。

2 消防用水量应按井下同一时间内发生 1 次火灾,火灾的延续时间大于或等于 3.0h 的条件,通过计算确定。

3 井下灭火时,消火栓栓口水压不应低于 0.35MPa,且不应超过 1.0MPa,出水压力超过 0.5MPa 时应采取减压措施。

4 消火栓的用水量应根据水枪充实水柱长度和同时使用水枪数量、水量经计算确定,最不利点水枪充实水柱长度不应小于 7.0m;水量不应小于 5L/s;同时使用水枪数量不应少于 2 支。

5 消火栓的最大间距应保证每个防火分区至少有 2 支水枪的充实水柱同时达到任何部位,在一般巷道内宜为 50m。

6 管道系统可采用枝状管网,给水管道应沿巷道一侧铺设,管径不应小于 DN80,消火栓宜靠近可通行的联络巷布置。

15.0.4 采用可燃材料支护的矿井、斜坡道、运输巷道、井底车场以及硐室等场所应设置消火栓。

15.0.5 下列场所宜设置消火栓:

- 1 经常通行以燃油为动力的移动设备的斜坡道、运输巷道、平硐。
- 2 提升人员、材料的井口,各中段马头门及材料运输的井底车场。
- 3 带式输送机巷道。
- 4 排班室、生活间和其他易发生火灾的巷道。
- 5 机电维修硐室、材料库等。

15.0.6 井下变配电硐室、电器设备硐室或其他可能引起电类火灾的硐室应配备可用于带电设备类火灾的灭火器材,燃油库及其他油类硐室应配备可用于B类火灾的消防器材。

15.0.7 主要斜坡道和带式输送机运输巷道一侧应设置磷酸铵盐干粉灭火器或卤代烷灭火器,每个设置点应设置不少于2具、规格不小于5kg的灭火器,设置点的间距不应大于300m。

15.0.8 斜坡道口值班室应配备灭火器材。

15.0.9 主要进风巷道、进风井筒及其井架和井口建筑物,主要扇风机房和压入式辅助扇风机房,风硐及暖风道,井下电机室、机修室、变压器室、变配电硐室、电机车库、爆破器材库和油库等均应用不燃材料建造,室内应有醒目的防火标志和防火注意事项,并应配备相应的灭火器材。

16 井巷安全标志

16.0.1 有色金属矿山井巷工程应设置安全标志。

16.0.2 安全标志应分为主标志和补充标志。

16.0.3 安全标志的基本图形、规格、材料、颜色、大小等应符合现行国家标准《矿山安全标志》GB 14161 的有关规定。

16.0.4 井巷工程安全标志的设置地点、种类和名称应符合表 16.0.4 的规定。

表 16.0.4 安全标志的设置地点、种类和名称

序号	设置地点	禁止标志	警告标志	指令标志	路标、名牌、提示标志
1	罐笼井 (含混合井)井口	禁止酒后入井,禁止人料同罐,禁止井下随意拆卸、敲打、撞击矿灯	注意安全,当心坠落	必须戴矿工帽,必须携带矿灯,必须随身携带自救器,必须持证上岗	—
2	罐笼井 (含混合井)马头门	禁止扒、登、跳入车,禁止攀牵线缆,禁止人料同罐	当心坠落	走人行道	安全出口,电话,进风巷道,路标
3	斜坡道入口	禁止酒后入井,禁止井下随意拆卸、敲打、撞击矿灯	注意安全	必须戴矿工帽,必须携带矿灯,必须随身携带自救器,必须持证上岗	—

续表 16.0.4

序号	设置地点	禁止标志	警告标志	指令标志	路标、名牌、提示标志
4	斜坡道各中段联络道口	—	当心列车通过, 当心交叉口, 当心弯道, 当心巷道变窄	走人行道, 鸣笛	安全出口, 躲避硐室, 前方慢行, 路标
5	箕斗井井口	禁止入内	当心坠落	—	—
6	斜井井口(矿车组斜井)	禁止酒后入井, 禁止扒乘矿车, 禁止扒、登、跳人车, 禁止车间接乘人, 禁止登钩, 禁止攀牵线缆, 禁止井下随意拆卸、敲打、撞击矿灯	注意安全, 当心列车通过, 当心滑跌	必须戴矿工帽, 必须携带矿灯, 必须随身携带自救器, 必须持证上岗	—
7	斜井井口(胶带斜井)	禁止酒后入井, 禁止跨、乘输送带, 禁止攀牵线缆, 禁止井下随意拆卸、敲打、撞击矿灯	注意安全, 当心滑跌	必须戴矿工帽, 必须携带矿灯, 必须随身携带自救器, 必须持证上岗	—
8	斜井井口(箕斗斜井)	禁止入内	注意安全, 当心滑跌	—	—

续表 16.0.4

序号	设置地点	禁止标志	警告标志	指令标志	路标、名牌、提示标志
9	主要运输巷道	禁止扒乘矿车,禁止扒、登、跳入车,禁止车问乘人,禁止攀牵线缆,禁止停车	注意安全,当心车辆通过,当心弯道,当心巷道变窄	走人行道,鸣笛	安全出口,电话,急救站,前方慢行,进风巷道、运输巷道,路标
10	井下变配电硐室	禁止烟火,禁止明火,禁止启动,禁止合闸,禁止井下睡觉	注意安全,当心触电	必须穿戴绝缘保护用品,必须持证上岗	指示牌,安全出口
11	井下维修硐室	禁止启动,禁止合闸,禁止井下睡觉	注意安全,当心触电	必须持证上岗	安全出口,可动火区,指示牌
12	油库	禁止烟火,禁止明火,禁止井下睡觉	注意安全,当心火灾	注意通风	—
13	井下爆破器材库	禁止烟火,禁止明火,禁止井下睡觉	注意安全,当心火灾,当心爆炸	必须加锁,必须持证上岗,注意通风	安全出口
14	材料硐室	禁止烟火,禁止明火,禁止井下睡觉	当心火灾,当心绊倒	—	—
15	溜井口		当心坠入溜井		

续表 16.0.4

序号	设置地点	禁止标志	警告标志	指令标志	路标、名牌、提示标志
16	人行天井	—	当心坠落	—	—
17	生产采场及掘进工作面	禁止放明炮、糊炮,禁止井下睡觉	注意安全,当心冒顶,当心有有害气体中毒,当心片帮、滑坡,当心发生冲击地压,当心绊倒,当心滑跌	必须戴防尘口罩,注意通风	安全出口,爆破警戒线,电话
18	已废弃空区及废弃巷道	禁止入内,禁止通行,禁止驶入	—	—	危险区,永久封闭
19	井下水泵房	禁止启动,禁止合闸	注意安全,当心触电	—	—
20	风机硐室	禁止启动,禁止合闸,禁止同时打开两道风门	注意安全,当心触电	—	—
21	井下皮带运输巷道	禁止明火,禁止跨、乘输送带	—	—	安全出口,电话
22	破碎硐室	禁止启动,禁止合闸	注意安全,当心触电	必须戴防尘口罩,注意通风	安全出口

续表 16.0.4

序号	设置地点	禁止标志	警告标志	指令标志	路标、名牌、提示标志
23	消防器材放置处	—	—		消防器材指示牌
24	避险硐室	—	—		避险硐室指示牌

16.0.5 矿山安全标志牌的设置与管理应符合下列规定：

1 矿山安全标志牌位置应设在与安全有关的位置，并应保证有足够的时间注意它所表示的内容。

2 矿山安全标志牌应定期清洗，每季应至少检查一次；有变形、损坏、变色、图形符号脱落、亮度老化等现象时，应及时修理或更换。

3 矿山安全标志牌应由矿山安全部门监督、检查。

附录 A 防水门墙体长度计算

A. 0. 1 圆柱形结构防水门墙体长度应采用下列公式计算:

$$L_{\text{总}} = \frac{r}{\frac{0.85nf_c}{\gamma_0\gamma_i\gamma_dP} - 1} \quad (\text{A. 0. 1-1})$$

$$r = \frac{B}{2\sin\alpha} \quad (\text{A. 0. 1-2})$$

$$L = nL_0 \quad (\text{A. 0. 1-3})$$

式中: L ——闸门墙体长度(m);

L_0 ——一段闸门墙体长度(m);

n ——闸门墙体分段段数;

r ——闸门墙体圆柱内侧半径(m);

P ——防水闸门硐室设计承受的水压(MPa);

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值(MPa);

γ_0 ——结构的重要性系数,取 1.1;

γ_i ——作用的分项系数,取 1.3;

γ_d ——结构系数,取 1.20~1.75,硐室净断面积大时取大值;

B ——闸门墙体前后巷道净宽(m);

α ——凸基座支承面与硐室中心线间夹角,宜取 $20^\circ \sim 30^\circ$ 。

当围岩分类为 I、II 类时,取小值;当围岩分类小于 II 类时,取大值。

A. 0. 2 楔形结构防水门墙体长度应采用下式计算:

$$L = \frac{H+B}{4\tan\alpha} \left[\sqrt{1 + \frac{4\gamma_0\gamma_i\gamma_dHBP}{0.85(H+B)^2f_c}} - 1 \right] \quad (\text{A. 0. 2-1})$$

式中: H ——闸门墙体前后巷道净高(m)。

A. 0. 3 倒截锥形结构防水门墙体长度应采用下列公式计算：

$$L = L_1 + L_0 \quad (\text{A. 0. 3-1})$$

$$L_1 = \frac{\ln(\gamma_0 \gamma_t \gamma_d P) - \ln f_t}{0.3986} \quad (\text{A. 0. 3-2})$$

$$S_2 = \frac{\gamma_0 \gamma_t \gamma_d \gamma_{sd} PS}{0.85 f_c} - S \quad (\text{A. 0. 3-3})$$

$$E = \frac{-(\pi B + 2B + 4h_3) + \sqrt{(\pi B + 2B + 4h_3)^2 - 4(4 + \pi)(2Bh_3 + 0.25\pi B^2 - 2S_2)}}{2(4 + \pi)} \quad (\text{A. 0. 3-4})$$

式中： L_1 ——闸门墙体应力衰减计算长度(m)；

L_0 ——闸门墙体应力回升段长度，取 1.0m~2.0m；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值(MPa)；

γ_d ——结构系数，取 1.2~2.0，水压大、洞室净断面积大时取大值；

E ——闸门墙体嵌入围岩深度(含砌壁厚)(m)；

S ——闸门墙体前后巷道净断面积(m²)；

S_2 ——防水闸门洞室最大掘进断面积(m²)；

h_3 ——闸门墙体前后巷道墙高(m)；

γ_{sd} ——作用不定性系数，取 1.2~2.0，水压大、围岩抗压强度较低时取大值。

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

- 《钢结构设计规范》GB 50017
- 《动力机器基础设计规范》GB 50040
- 《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046
- 《矿山电力设计规范》GB 50070
- 《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086
- 《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》GB 50128
- 《工程岩体分级标准》GB 50218
- 《有色金属工程设计防火规范》GB 50630
- 《有色金属采矿设计规范》GB 50771
- 《铁路用热轧钢轨》GB 2585
- 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224
- 《爆破安全规程》GB 6722
- 《结构用冷弯空心型钢尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 6728
- 《涂覆材料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1
- 《热轧轻轨》GB/T 11264
- 《矿山安全标志》GB 14161
- 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370
- 《煤矿井下用玻璃钢制品安全性能检验规范》GB 16413
- 《金属非金属矿山安全规程》GB 16423
- 《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》AQ 2033

中华人民共和国国家标准

有色金属矿山井巷工程设计规范

GB 50915 - 2013

条文说明

制 订 说 明

《有色金属矿山井巷工程设计规范》GB 50915—2013 经住房和城乡建设部 2013 年 9 月 6 日以第 143 号公告批准发布。

本规范在编制过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了我国有色矿山生产的实践经验,在已有的通用标准和有关行业标准的基础上,对有色金属矿山井巷工程设计制订了更先进、更具体的规定。

为便于广大设计、施工、科研、高等院校等有关单位和人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《有色金属矿山井巷工程设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,并对本规范中强制性条文的强制性理由作了解释。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	(111)
3	基本规定	(112)
3.1	基础资料	(112)
3.2	岩石力学工作	(113)
3.3	井巷工程布置与支护原则	(114)
4	竖 井	(118)
4.1	一般规定	(118)
4.2	断面设计	(119)
4.3	井筒装备	(121)
4.4	马头门	(122)
4.5	井颈与井筒支护	(123)
4.6	井筒底部结构与井底水窝	(124)
4.7	箕斗矿仓、装矿硐室及粉矿回收	(125)
4.8	盲竖井	(125)
4.9	风井	(126)
4.10	电梯井、设备井及管缆井	(127)
4.11	竖井延深	(127)
4.12	井筒装备防腐蚀	(127)
5	斜 井	(129)
5.1	一般规定	(129)
5.2	有轨运输斜井	(131)
5.3	胶带斜井	(131)
6	斜坡道	(133)
6.2	斜坡道线路	(133)

6.3	坡度	(133)
6.4	断面	(133)
6.6	其他	(134)
7	平巷与平硐	(135)
7.1	一般规定	(135)
7.2	断面设计	(135)
7.3	支护	(135)
7.4	硐口及硐门	(136)
7.5	水沟	(136)
7.6	平巷交岔点	(137)
7.7	有轨运输井底车场	(137)
8	溜井、溜槽与装卸矿硐室	(138)
8.1	溜井、溜槽	(138)
8.2	卸矿硐室	(138)
8.3	装矿硐室	(139)
8.4	溜井安全设施	(139)
9	地下破碎系统	(140)
9.1	一般规定	(140)
9.2	破碎系统平面及竖向布置	(140)
9.3	破碎系统硐室	(141)
10	硐室	(143)
10.1	一般规定	(143)
10.2	水泵硐室	(143)
10.3	中央变配电硐室	(144)
10.4	水仓	(145)
10.5	井下爆破器材库及发放硐室	(145)
10.7	电机车修理硐室	(146)
10.8	无轨设备修理硐室	(146)
10.9	防水门硐室	(146)

10.10	避灾硐室	(147)
10.11	储油硐室	(148)
11	锚杆喷射混凝土支护	(150)
11.1	一般规定	(150)
11.2	锚杆支护	(151)
11.3	锚索支护	(151)
11.4	喷射混凝土支护	(151)
12	地下动力设备基础	(152)
12.1	一般规定	(152)
12.2	破碎机基础	(152)
12.3	板式给矿机基础	(153)
12.4	提升机基础	(153)
12.5	岩石锚杆基础	(153)
13	管线布置	(155)
13.1	一般规定	(155)
13.2	竖井管线布置	(155)
13.4	平巷和斜坡道管线布置	(155)
14	软岩类矿山井巷工程的特殊要求	(156)
15	消 防	(158)
16	井巷安全标志	(160)

1 总 则

1.0.1 有色金属矿山井巷工程是矿山设计中不可缺少的重要组成部分。新中国成立以来,在有色金属矿山建设中已有丰富的设计经验和生产实践,特别是改革开放以来,通过技术交流、调研考察、引进国外先进技术等积累了较多的技术资料。为了统一有色金属矿山井巷设计技术要求,推动技术进步,提高设计质量,因此在行业标准的基础上编制了本规范。

1.0.3 设计中应吸收国内外先进的技术、成熟的工艺流程,选择质量好、性能可靠的设备和材料,作出经济效益和社会效益好的设计,确保安全生产。

3 基本规定

3.1 基础资料

3.1.1 对于平巷、运输巷道和一般性硐室等井巷工程,根据矿区地质和生产工艺要求进行布置即可。但是,对于竖井、斜井、主斜坡道、地下破碎硐室、盲井及其提升机硐室、主溜井系统等重要工程,还应进行工程地质和水文地质工作。其目的在于保证生产工艺要求的前提下,将这些工程布置在坚硬、稳定的围岩中,尽可能避开潜在的断层、破碎带、溶洞、老窿、含水带等不良围岩区。

3.1.2 竖井、斜井必须在有工程地质资料的前提下才能进行施工图设计。一般情况下,工程地质资料通过打工程地质检查钻孔的手段取得。打检查钻孔对工程所在处地质和水文条件进行检查和验证,一方面为工程支护设计提供可靠依据,另一方面也为确定施工方法和施工工艺提供依据。

矿山已有工程地质资料或通过其他途径也能获得工程地质和水文地质资料时,可不打工程地质检查钻孔。新建矿山、工程地质和水文地质复杂矿山的竖井和斜井、延深竖井等应打井筒检查钻孔。竖井利用已有钻孔时,其应在井筒周围 25m 范围内,且钻孔资料应满足设计要求;利用生产矿井推测出的工程地质资料,应能满足设计要求,并应经业主确认。

主要溜井和大硐室的施工图设计时需要的工程地质资料也参照本条执行。

3.1.3、3.1.4 水文地质条件复杂的含义是指钻孔单位涌水量 $q > 1\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$,井巷工程围岩直接接触冲水空间发育、涌水量大的含水层;或者不直接接触,但含水层位于未来井巷顶板裂隙带内,底板隔水层强度又不足以抵抗含水层静水压力的破坏,地质构

造复杂,断层及破碎带导水,地下水与地表有水力联系。在这样的条件下,竖井检查钻孔位置和数量的确定应与生产、地质勘探及设计部门共同研究确定。

检查钻孔应布置在推荐范围内,以准确地反映建设工程处的地质和水文条件变化规律及其性能参数。

3.1.6 因井口附近地表建筑物的实施,应有工程地质资料,坑内要进行节理统计并做岩石力学试验,对检查钻孔布置和岩芯规格尺寸也有要求。所以在提交检查钻孔任务书时,应与土建、岩石力学等专业密切配合,尽量做到一孔多用。

岩芯照片有助于对围岩性质进行直观了解和判断。照片应按从上而下的顺序排列,并需标明每箱岩芯的起止标高和对应的深度。

3.2 岩石力学工作

3.2.2 岩石力学工作应根据不同的设计阶段,分别开展不同深度和不同内容的有关工作,同时还应贯彻于勘探、设计、基建、生产的全过程中,其目的是为了研究井巷开挖后的围岩变形、破坏和移动过程,分析围岩与支护的相互作用,为井巷设计提供岩石力学基础数据,提出防止地压危害的方法,并为施工生产进行安全预报,以便对设计进行完善或修改。

3.2.4 工程开挖后的围岩将产生不同程度的变形或破坏。影响变形或破坏的主要参数是岩石的抗压强度和岩石的摩擦系数(内聚力和内摩擦角)。围岩强度取决于岩石极限强度和岩石间的摩擦系数。岩石的基本参数是井巷工程支护设计的重要依据。

3.2.5 根据开挖工程的临空面和围岩的优势节理产状,绘制成赤平投影图,对围岩的稳定程度可进行定性判断,还可预估危岩的块度,为支护设计提供加固范围和加固方法。

3.2.6 原岩应力是指未受扰动岩层中的应力,是工程稳定性计算中必不可少的边界条件,是引起围岩变形、破坏的主要作用力,其

分布规律复杂多变,故需要进行实地量测。量测地点应布置在设计工程附近,避开应力畸变区(应力集中或降低区)、不稳定区和干扰源。实测采用钻孔应力解除法,应力量测孔需穿过巷道围岩应力降低区和应力升高区,因此量测深度一般为3倍~5倍的巷道掘进半径。

3.2.7 数值计算在解答复杂的岩体力学问题中是一种有效的手段。数值计算法以有限元法和边界元法应用的较为广泛。计算模型多采用线弹性模型。计算结果可为井巷工程作出稳定性评价。

3.2.8 地质条件复杂的特殊工程中缺乏经验类比资料时,应进行监测设计。通过有效的监测手段,研究围岩应力、位移变化规律,从而进一步验证工程设计的正确性,也为修改和完善设计提供依据。选用的监测手段应具有长期性和可靠性,量测项目及量测精度应满足工程要求。

3.3 井巷工程布置与支护原则

3.3.1 矿床开采最终移动范围系指因采矿引起的岩层与地表移动、变形、塌陷和破坏的范围。在设计中应将本条中提出的井巷出口布置在移动范围以外;当受地形、河流等自然条件所限,经过方案比较,只能将上述井巷出口布置在移动范围以内时,应采取预留保安矿柱,改善采矿方法或加固等措施。其目的是保证矿山安全生产。

井筒施工时,井口地面提绞设施布置要占用一定场地,各种建筑材料堆放及其他一些辅助设施也需要场地,因此,井口场地条件在满足生产工业场地要求的同时尚须满足施工场地的需要。

井口、硐口标高,在矿山设计时应根据当地条件充分论证,在矿山建设时应严格按照设计要求进行施工,确保其真正满足防水要求。特别是对于地势低平的矿区,井口标高对矿山防水是至关重要的。对于山区,井位的选择应避开洪水通道。特别是当洪水通道比较狭窄时,矿山工程建设可能会使天然水流条件出现很大

变化,此时应根据当地历史最高洪水位和设计的洪峰流量,针对改变后洪水通道的水流条件,分析今后相应的洪水位,并据此确定合适的井口标高。

本条第4款涉及矿山井下人员和矿井自身的安全,一旦发生事故,则会给国家和社会带来巨大的损失和不利影响,因此本款为强制性条款,必须严格执行。

3.3.2 矿井进风井为井下提供新鲜风流,需保证进风质量;避开有害物质污染区并将井口布置在主导风向的上风侧,目的是不使地面的有害物质或被污染的气流进入坑内,污染新鲜风流。回风井排出的废风也不应污染居民区和生产区。

3.3.3 合理的井巷工程布置可使巷道或硐室的计算断面受力最小、结构合理,保证周边受力趋于均匀,增加工程的稳定性,减少工程的支护量;在高应力矿山,井巷断面形式应结合应力特征确定。

3.3.4 井巷工程支护设计,在初步设计阶段以工程类比法为主,在施工图设计阶段以结构受力分析为主,在施工阶段以监控量测及修改调整为主。

本条第1款中要求必要时应进行理论验算,是指当类比法缺少工程实例、围岩的工程地质条件复杂时,应通过岩石力学研究并经理论验算确定支护。

应根据井巷围岩特性、工程特征,确定合理、可靠、经济实用的支护形式。在塑性岩体中,因有变形地压产生,巷道易出现底鼓、支护体变形和位移现象。应以光面爆破技术为前导,采用“先柔后刚、刚柔结合、先让后抗、抗让结合”等有效的支护方法,并进行先临时、后永久的二次支护。二次支护的时间非常重要,需要通过监测的手段确定。

支护设计还应尽量不用或少用木支护、砌块支护。木支护可能会便宜些,但需要消耗森林资源,无益于环境保护,不予提倡。砌块支护劳动强度大、效率低,也不应提倡。

3.3.5 井巷工程支护混凝土强度的标准值、设计值和弹性模量应

符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定,分别见表 1~表 3。普通钢筋强度标准值、设计值及弹性模量见表 4。

表 1 混凝土强度标准值(N/mm²)

强度 种类	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_{ck}	10.0	13.4	16.7	20.1	23.4	26.8	29.6	32.4	35.5	38.5	41.5	44.5	47.4	50.2
f_{tk}	1.27	1.54	1.78	2.01	2.20	2.39	2.51	2.64	2.74	2.85	2.93	2.99	3.05	3.11

表 2 混凝土强度设计值(N/mm²)

强度 种类	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_c	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.1	25.3	27.5	29.7	31.8	33.8	35.9
f_t	0.91	1.10	1.27	1.43	1.57	1.71	1.80	1.89	1.96	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22

表 3 混凝土弹性模量 E_c ($\times 10^4$ N/mm²)

混凝土强度等级	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
E_c	2.20	2.55	2.80	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80

表 4 钢筋强度标准值、设计值和弹性模量

种 类		符号	d	标准值 f_{yk} (N/mm ²)	设计值 (N/mm ²)		弹性模量 E_s ($\times 10^5$ N/mm ²)
					抗拉 f_y	抗压 f_y'	
热轧 钢筋	HPB300	Φ	8~20	300	270	270	2.1
	HRB400	Φ	6~50	400	360	360	2.0
	HRB500	Φ	6~50	500	435	410	2.0

3.3.6 在煤矿和金属矿山均发生过冲击层井壁破坏,经专家研究,认为这与地层疏水而引发地表下沉有关。地层的工程地质及水文地质情况不同对其影响较大,地层沉降对井壁产生竖向附加

力,导致井壁出现压缩破坏。应对这个问题的措施也不尽相同,有加强井壁双层钢筋混凝土强度,以抵抗竖向附加力和水平力的共同作用;也有井壁结构采用“内抗外让”型滑动井壁及“可缩”型井壁,使沉降施加于井壁的附加力得以释放。采用何种井壁结构形式,应根据井筒穿过冲击地层的厚度、水文地质情况等因素,经综合比较后确定。

3.3.7 竖井浇筑混凝土井壁的厚度不宜小于 300mm。

3.3.8 强度较大的地震,易造成上段井筒破坏。在地震烈度大于或等于 7 度的地区建井,上部井筒井壁应采用钢筋混凝土结构。

4 竖 井

4.1 一 般 规 定

4.1.1 当主、副井之间设破碎系统时,两井之间的距离过小可能会影响溜井及破碎系统的布置;高溜井承受长期放矿的冲击有可能出现垮落,也可能对井筒的稳定产生一定影响。

4.1.2 直径小于 5.0m 的井筒过去较为常用,且施工机具也已配套,多数为 0.5m 进级,因此设计宜按 0.5m 进级。随着开采深度和产能的加大,井筒直径也在加大,在直径大于 5.0m 或井深超过 600m 时,按 0.5m 进级会使井筒工程量增加较多,可按 0.1m 进级。

4.1.3 竖井中心坐标是施工定位的依据,井壁上口标高依据井口最终地面标高确定。竖井施工设施布置要兼顾井下各中段的施工,因此在竖井及马头门的平面图上应分别标示方位角,对于罐笼井应标注进(出)车的方位角,对于箕斗井应标注箕斗装载方向的方位角。

4.1.4 本条是依据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423的规定制订的。箕斗装矿及卸矿时会产生粉尘,为了保证井下进风的质量,规定箕斗井不应兼作进风井。混合井可以进风,但需采取有效的净化措施,最常采用的是将箕斗间隔离密闭,也可在装载处和卸载处设除尘、降尘设施等。

4.1.5 井筒支护形式与凿井方法密切相关。当采用冻结法凿井时,宜设计为双层钢筋混凝土井壁,井壁强度应考虑水平力及竖向附加力的共同作用。

4.1.6 在金属矿山,普遍采用在井上和井下设置楔形罐道,保障过放、过卷情况下的提升安全性。近年来,国内煤矿竖井通过设置

过放、过卷保护装置保障提升安全性,一些金属矿山也引用了这项技术。是两种措施都采用,还是仅采用其中之一即可,有待进一步调研后再作结论。

4.1.7 装备罐笼(包括其他允许乘人的设备)的竖井一般均应作为安全出口,也有箕斗井作为安全出口的情况,风井常常也是矿井的安全出口之一。竖井作为安全出口时,不仅要满足正常情况下的安全生产,还应满足紧急情况下的人员撤离。因此作为安全出口的竖井,除装有两部在动力上互不依赖的罐笼设备且提升机均为双回路供电的可以不设梯子间外,其余均应装备完好的梯子间,以确保一旦井下发生火灾、提升设备发生故障或事故时,井下人员(包括停罐时在罐笼中的人员)能及时从安全出口撤离到井上。

4.1.8 本条是依据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423的规定制订的。对于装备一套罐笼与箕斗互为配重的混合井,箕斗间需隔离,罐笼升降人员时,箕斗空载起平衡锤作用;对于装备两套及以上提升系统的混合井,若罐笼间与箕斗间之间无隔离设施,则罐笼升降人员期间,箕斗提升系统应终止运行,以确保人员乘罐安全。

4.1.9 井筒装备处于阴暗潮湿、有淋水、风速大、供氧充分或干湿交替的地下环境中,由于地下长年相对湿度都在钢铁被腐蚀的临界值以上,不但有金属被大气腐蚀的基本因素——水和氧,而且还有各种腐蚀介质的作用,对井筒装备的腐蚀就更为严重。因此应对井筒装备构件进行防腐,设计的防护层使用年限不应低于井筒的服务年限。

4.2 断面设计

4.2.1 提升竖井井筒内布置有罐道、罐道梁、梯子间、风水管路、电缆等设施,应依据这些设施的种类和数量合理布置井筒断面,并满足现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 对容器安全间隙的规定;当井筒有通风要求时,断面应满足风量和风速的

规定。

4.2.2 本条是关于竖井内提升容器之间以及提升容器与井壁或罐道梁之间的最小间隙的规定。本条为强制性条文。

由于提升容器是借助钢丝绳悬吊升降的,而钢丝绳特别是顺捻钢丝绳承重后会产生一定的扭力,在该扭力的作用下,提升容器会产生横向摆动和冲撞,对罐道造成磨损,如果提升容器和井壁、罐道梁之间的间隙过小,就相应增加了提升容器与井壁、罐道梁之间相撞的危险,最终危及提升容器的安全运行,甚至导致重大人身伤亡、设备事故,给矿山生产带来严重影响。

这里规定的最小间隙,在生产实践中一直应用,并且对设备的安全运行起到了良好的作用。国外的规程中安全间隙数值较小,主要是国外的施工安装技术水平比国内高。在国内目前还没有足够的依据修改上述数值,但在以后的生产实际中,应研究减小上述间隙的可能性,以便尽可能地利用井筒直径,降低施工成本。

4.2.3 在高应力矿山,井筒潜在变形可能时,一旦井筒变形发生,将会使容器与井壁之间的间隙减小,罐道梁和井筒内的其他钢梁也可能出现变形而危及提升安全,这类矿山竖井的安全间隙应适当加大。

4.2.4 南非一家公司在竖井设计中,通过动态模拟方法确定安全间隙;对于井深 1200m、采用钢丝绳罐道时,提升容器与井壁之间的最小间隙确定为 350mm,容器之间通过加设防撞绳减小间隙。井深超过 1200m 时,认为安全间隙应加大。

井筒深度、终端荷载及提升速度与罐道绳摆动幅度之间的关系,目前尚无完善的计算公式。对于千米以上的深井,其最小安全间隙加大多少为宜,目前尚无法给出确切数值。有观点认为井筒深度在 1000m~1500m 时,容器与井壁之间的间隙宜加大 100mm~150mm,容器与容器之间不设防撞绳时宜加大 150mm~250mm;超过 1500m 时,容器与井壁之间的间隙加大值不应小于 150mm,容器与容器之间不设防撞绳时加大值不应小于 250mm。

4.2.5 本条来源于现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423的规定。

4.3 井筒装备

4.3.1 井筒装备刚性罐道包括方形空心型钢、钢轨、型钢组合等钢质罐道及木质罐道和钢木复合罐道。近些年,钢轨罐道和型钢组合罐道已基本不再采用;木罐道因其所用东北红松的匮乏,价格昂贵,除特殊情况外使用也越来越少。

钢木复合罐道是将木材通过胶合剂粘结在型钢上的一种钢芯木罐道,解决了纯木质罐道强度小、罐道梁层间距小、井筒安装工作量大的问题,是纯木质罐道的替代品,钢木复合罐道已实现工厂化生产。

近些年,玻璃钢罐道因其耐腐蚀性能好、服务年限长的优点,在煤矿应用较多,金属矿山应用甚少。煤矿对玻璃钢制品及罐道已有较为严格的标准和规定,金属矿山可参照执行。

4.3.2 与刚性罐道比较,钢丝绳罐道结构简单、节省钢材、安装和维护方便;井内不设罐道梁,减少了井壁负荷,也有利于提高井壁的整体性和防水性能、井筒通风阻力小;提升容器运行平稳,没有冲击碰撞和噪声,可允许较高的提升速度。但要求提升容器之间、容器和井壁之间的安全间隙较大,因而井筒断面一般要加大;由于罐道绳多采用重锤拉紧,井底深度也要求较大;当容器为罐笼时,需在中间水平设停罐稳罐装置。因此,钢丝绳罐道多用于箕斗提升竖井。

4.3.3 木罐道的接头位置宜放在罐道梁上,其优点是接头强度高,连接件易固定,但木材利用率低;为了提高木材的利用率,可将罐道接头设在非罐道梁位置,但木罐道的接头应采取加强措施,接头位置也应符合条文中的规定。

4.3.4 罐道梁的层间距应根据提升容器终端荷载、提升速度及罐道型材的长度确定,合理的层间距可以提高罐道材料的利用率。

4.3.5 为了避免井筒发生竖向压缩,导致罐道、管路等出现变形而影响正常生产,对罐道和管路也应采取适应压缩的结构。

4.3.6 井筒中钢梁利用型钢加工而成,应尽可能不设接头。为了提高型钢的利用率,允许部分钢梁设 1 个接头,本规范对接头的要求作出规定。当一根罐道梁由两段梁连接组成时,无论采用夹板焊接还是螺栓连接,均应对连接处的强度进行验算,连接处的强度不得小于正常罐道梁的强度。

4.3.7 梯子间的规定系根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 制订。竖井设置梯子间,一方面是满足作为安全出口时所必需的;另一方面也是一旦出现紧急情况,如发生较长时间的停罐,使罐笼中的乘罐人员能从梯子间撤离到安全的地方。为使梯子间使用方便,当井筒深度超过 300m 时,宜每隔约 200m 在稳定围岩中设置 1 个休息室,休息室宽度可为 1.5m,长度 2.0m。梯子间应有安全隔网,保护人员在其中的通行安全;安全网、梯子等可用玻璃钢等耐腐蚀材料制作,采用钢材加工时应做好防腐处理。

竖井内动力电缆应与信号电缆分开布置,间距应符合规定。电缆悬挂在井筒钢梁上时,电缆竖向固定间距与钢梁层间距(不大于 6m)一致;当设置锚杆单独固定电缆架(夹)时,间距 5m 为宜,最大不得超过 6m。

4.3.8 钢梁与井壁的联接,除承受较大荷载的管路支撑梁、挡罐梁、起吊梁等外,宜优先采用施工简单、安装方便快速的锚杆托架固定形式;锚杆可采用快硬水泥(卷)和树脂锚固剂,托板应贴紧井壁。钢梁和托架的联结处宜设计成十字交叉的长孔以便于安装,钢梁沿长度方向开长孔,托架开另一个方向的长孔。

4.4 马 头 门

4.4.2 由竖井下放的大件、设备和材料均经过马头门输送到各水平,人员也通过马头门上下罐笼、升井或到达各作业点,因此马头

门处常是人员聚集较多的地方。为了装卸罐笼作业方便、交接班时人员上下罐笼不致拥挤,竖井马头门要求设置双侧人行道,且人行道的宽度不小于 1.2m。

4.4.4 盲竖井由于其提升容器要在井下马头门附近组装,容器也要由马头门进入井筒就位安装,因此容器安装水平的马头门要满足起吊、安装的要求,其高度较大;为了方便容器安装起吊,在马头门顶板一般都要设置起吊梁。

4.4.5 竖井装有可升降人员的提升容器时,其马头门应设置安全门;风井、箕斗井等不装备提升人容器的马头门,均需设置隔离栏杆,栏杆高度不应小于 1.5m。

4.4.6 设置双侧马头门时,人员不得穿过井筒从一侧马头门到另一侧马头门,而应由人行绕道通行。

4.5 井颈与井筒支护

4.5.1 井颈厚度及结构形式根据围岩条件、施工方法和井口附近建筑物等因素确定。井颈处于厚度较大的风化岩层中,可选 2 段~3 段厚度;位于中等风化以上岩层,且井塔基础与井颈分开时,其厚度可为一段。井颈一般采用钢筋混凝土支护。

4.5.2 当井塔直接坐落在井颈上,并和井颈整体连接时,则将井颈视为深埋在土层中的单根管桩,借助于弹性桩基理论“m”法进行计算。其基本假设为:

(1)将上层看作弹性介质,它具有随深度成正比增长的地基系数,在井颈嵌固面以下任何深度处,土层的抗力和井颈的内力均为地基系数“m”的函数;

(2)从地表以下 8m~10m 处视为嵌固水平,以上部分由于开挖和水的影响,不考虑土层的弹性抗力;

(3)不考虑基础和土层之间的摩擦力和粘着力;

(4)井塔受风荷载、地震惯性力、自重等的作用,对嵌固水平处产生垂直力、水平力和弯矩,并产生水平位移和角位移;

(5)当位于嵌固水平以下的井颈深度 $h \leq 2.5/\alpha$ (α 为基础变形系数)时,认为井颈具有无穷大的刚度;当 $h > 2.5/\alpha$ 时,按弹性基础考虑。

4.5.4 井颈根据井筒的用途及井筒布置不同,其装置有井架基框梁、托罐梁、摇台等,可能需要预留不同的孔(洞),如摇台坑、风道、人行安全通道、风水管道洞、电缆洞等。各种预留孔(洞)应错开布置,以利于提高井颈的整体强度。

4.5.6 当井筒处在中等稳定以上、工程地质和水文地质条件简单的岩层中时,可采用类比法或经验数据确定井壁支护厚度。

4.5.8 冻结法凿井在有色金属矿山使用较少,本规范中给出一些基本要求。煤炭行业在冻结凿井方面有丰富的经验和大量研究成果,也制定了许多详细规定。冻结井壁设计可参照煤矿的相关规定和要求执行。

4.6 井筒底部结构与井底水窝

4.6.1 不同用途的竖井,其底部结构各不相同。罐笼井、箕斗井、混合井、单绳提升、多绳提升、粉矿回收方式、井底排水方式等,由于生产工艺的不同,井筒底部设施及结构相差很大,井底深度相差也大。

4.6.2 金属矿山竖井过卷、过放保护设计,除了设置楔形罐道外,一些矿山竖井还增加了过卷、过放保护的机械装置,为过卷、过放提供双重保护。井底楔形木罐道宜为红松,并应进行防变形、防潮、防腐蚀处理;每根罐道允许有接头,但应设在罐道梁处;楔形木罐道与型钢罐道连接处,罐道宽度应一致。

4.6.5 提升容器的尾绳处于井下恶劣环境中,圆尾绳随提升容器升降会发生扭转,造成扭转事故,故在同一提升容器悬挂的平衡尾绳间或两个提升容器悬挂的尾绳间均设置挡梁隔离装置。若采用钢丝绳罐道,则尾绳与钢丝绳罐道间亦应设置隔离保护措施。

4.6.8 井筒中的积水系指建成后井筒局部渗水、马头门摇台坑中

的积水、装矿胶带道内的渗水和冲洗水、细粉矿与水的混合物,以及经计量闸门流入井底的泥浆等。不同形式的井筒底部结构,其井底的排水方法不同。对于箕斗井,多采用在粉矿回收水平设置单独沉淀池及水仓,将水仓中的水用水泵排至上部中段主泵房水平。

4.7 箕斗矿仓、装矿硐室及粉矿回收

4.7.1 箕斗矿仓是给箕斗装矿设施供矿的矿仓,设有破碎系统时为成品矿仓;其容积要合理确定,直径和高度要统筹考虑,以保障有效容积。对于特大型箕斗井,若其矿仓仍按 4h 提升量计算,则需要的矿仓高度较大,也使井筒及相关辅助工程的高度加大,因此推荐按 2h 提升量计算矿仓有效容积。

4.7.3 箕斗装矿水平至上部破碎水平、卸矿水平设置人行天井,一方面为人员提供一个安全通道,另一方面利用其通风以改善下部的通风条件。

4.7.4 箕斗卸载和提升过程中出现的撒矿有可能落入井内,装载胶带头部时常会有人员通行,将装矿硐室与井筒提升间隔离,以保障作业安全。

4.7.5 箕斗装、卸矿时,漏撒矿石难以避免,因而在箕斗提升的竖井井底设粉矿仓,并设置粉矿清理系统及时清理。撒矿量与箕斗形式、装矿闸门形式及矿石块度等因素有关。在金属矿山,底卸式箕斗撒矿量为 3%~6%,一般取下限;翻转式箕斗撒矿量为 10%~20%,一般取平均值。粉矿仓的起止高程与提升方式、底部结构形式、粉矿回收方式等有关。

4.7.6 粉矿具有一定的黏性,对粉矿漏斗底板角度作出要求是为了便于放矿。

4.8 盲 竖 井

4.8.1 天轮平台的等效均布荷载包括天轮重量,操作人员、工具、

安装或检修用材料重量等。

平台铺板的挠度,荷载不大于 2000N/m^2 的天轮平台为铺板跨度的 $1/100$,荷载大于 2000N/m^2 的天轮平台为铺板跨度的 $1/150$ 。

4.8.3 天轮梁规格较大,硐室设计中还应注意考虑其吊装空间。

4.8.5 挡罐梁是防止过卷发生时撞坏天轮梁和提升机所设置的一道防护措施。安设位置应先使下部容器撞击下部挡罐梁,减少撞击上部挡罐梁。挡罐梁的位置应合理设置,防止提升钢丝绳打结或脱出绳槽。挡罐梁所受荷载为提升钢丝绳所有钢丝的破断力总和,挡罐梁规格应经计算确定。

4.8.6 楔形罐道总长度包括:导向段、楔形段及大端平直段。导向段长度一般取 2m (最长为 4m ,最短为 0.5m),楔形段一般为 5m ,其余为大端平直段的长度。

4.8.8 不同水平之间设置梯子连通,便于检修。

4.8.10 绳道是通达天轮硐室的最主要通道,应设人行道、台阶和扶手或梯子。

4.8.12 提升机硐室是盲井提升的关键部位,支护应可靠牢固,硐室内不得有滴、漏水,并应进行适当装修,以保证提升机、电器及操作人员有良好的工作环境。

4.8.14 提升机硐室是重要场所,设置栅栏门是禁止无关人员入内。

4.9 风 井

4.9.1 主回风井不应作为生产时期的人行通道,但可以作为矿井的一个安全出口。作为安全出口时应符合现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的规定,应装备完好的梯子间。当井筒深度大于 300m 时,紧急情况下人员爬梯子间疏散体力消耗太大,应在井筒每隔约 200m 设 1 个休息点。休息点为在井壁梯子间侧开凿的 1 个硐室,与梯子间连通。为了保证通行人员的安

全,梯子间应采用栅栏封闭。

4.9.2 为了防止风流短路,确保井下通风效果,规定装有扇风机的风井井口应封闭。

4.9.4 风井与中段连接处,应在马头门之外全断面设置带门的栅栏,悬挂警示标志,以防人员误入井内。

4.10 电梯井、设备井及管缆井

4.10.1 电梯井头部为机电设备硐室,顶部不得有淋水和滴水;当有出水现象时,应采取措施治理并对硐室做防水处理。电梯井井底设有缓冲器,应埋设固定缓冲器的钢板,钢板位置应按照电梯设备要求确定。由于井下环境温度高、湿度大,空气中含有有害气体,易使钢构件严重腐蚀,因此所有金属构件均应做防腐处理。电梯井底部难免会积存水,应设置导出或排除积水的设施。

4.10.2 设备井设有梯子间时,为了防止吊运设备摆动和增大提运空间,应将稳绳布置在梯子间一侧。设备井的提升机硐室位置应根据井口及井下空间实际情况确定。

4.10.3 管缆井内管缆的安全间距应按支承管座尺寸、管路连接方式、维修要求等因素确定。

4.11 竖井延深

4.11.2 竖井延深工程,首先要在确保矿山持续生产和安全施工的前提下,作出工程量小、投资省、效益好的设计方案。为了施工安全,条文中强调竖井延深工程应预留安全保护岩柱或构筑坚固的人工保护盘。

4.12 井筒装备防腐蚀

4.12.1 井筒装备处于阴暗潮湿、有淋水、风速大、供氧充分或干湿交替的地下环境中,由于地下长年相对湿度都在钢铁被腐蚀的临界值以上,不但有金属被大气腐蚀的基本因素——水和氧,而且

还有各种腐蚀介质的作用,因而对井筒装备的腐蚀就更为严重。井筒是矿山的咽喉,其装备的设计防护类型及强度应适应井筒的服务年限,使井筒装备防腐一次到位。

4.12.2 玻璃钢复合材料良好的防腐蚀性能,使玻璃钢梯子、栅栏、平台板在井筒装备中应用越来越普遍。对于矿山回风井及服务年限较长的井筒梯子间,宜优先考虑玻璃钢复合材料制成品。

4.12.3 金属防腐施工前的表面除锈是非常重要的,它直接影响防腐层和被处理材质之间的附着力及防护效果。不同的表面处理方法对涂料耐久性有很大影响,钢构件表面处理在防腐效果中所占比例接近 50%,所以金属构件在进行防腐前,都需先进行严格的表面预处理,以保障防护效果。

5 斜 井

5.1 一 般 规 定

5.1.1 对于采用矿车组、箕斗或带式输送机提升的斜井井筒,其倾角的确定应从井筒工程量、提升效果及安全等方面综合考虑。本规范中所规定的各类斜井井筒的倾角,均是经长期生产实践证明是经济合理、安全可靠的。

5.1.2 本条是关于斜井中,运输设备之间以及运输设备与支护之间最小间隙的规定。本条为强制性条文。

最小间隙即安全间隙,是指巷道内运行的最大断面设备的最突出部位与巷道或巷道内固定设施之间的最小距离。存在围岩变形的矿山,安全间隙宜适当加大。

在矿山生产中,因安全间隙不够发生事故的不乏其例。对设备之间及设备与支护之间的间隙作出规定,能确保运输设备的安全运行,防止设备在运行过程中刮蹭巷道(或其支护体)或巷道内的管缆设施或两辆(列)之间发生刮蹭。

5.1.3 本条规定的目的是为了避免人员在斜井中行走劳累。

5.1.6 现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 对提升矿车的斜井跑车防护装置有明确规定。

5.1.7 为便于安装、更换、维修带式输送机并减轻工人的劳动强度,对大、中型矿井采用带式输送机提升的井筒应设置检修道,配备检修(绞)车;而对于小型矿井,当有其他可靠的检修运输措施时,可不设检修道。

5.1.8 斜井道床有道碴道床和整体道床两种形式。道碴道床施工简单、投资少,但线路质量相对较差、维修量大,适用于提升量不大、服务年限较短的斜井井筒。整体道床线路稳定,车辆运行平

稳,维修量小,但初期工程量大、施工复杂、投资高,适用于提升量大、服务年限较长的斜井井筒。

5.1.9 由于斜井轨道重力作用,促使轨道下滑,造成上部轨道接缝加大,下部轨道接缝缩小,导致轨道连接螺栓被剪断。轨道下滑后,使局部线路或轨道变形,行车安全得不到保证,影响生产。轨道的下滑程度与斜井倾角、提升速度、道床结构、线路铺设质量、斜井底板岩石性质及斜井井筒涌水量大小等因素有关,设计时应综合考虑。本条仅对斜井倾角作了规定。其防滑措施视矿山的具体情况而定,可采用固定钢轨法或固定轨枕法等加以解决。

5.1.10 本条对斜井水沟设置的具体要求作出规定。当斜井水沟作为矿山主要排水通道时,应按矿山总排水系统综合考虑。斜井内设横向截水沟,其目的是防止不能归入水沟的涌水长距离冲刷井筒底板。

5.1.11 充填管道在工作过程中可能发生泄漏事故,为了避免事故发生后影响人员的安全和正常生产,因此充填管严禁敷设在主、副斜井内。主斜井是指主要用于提升矿石的斜井,副斜井是指经常运送人员和材料的斜井。

本条第2款是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423的有关规定而制订的。采用矿车组或箕斗等机械提升的斜井井筒中,掉道或跑车时有发生,如在其中敷设电缆,一旦损坏,轻则造成通信、监控中断,影响生产,重则酿成井下火灾,威胁井下职工生命安全。所以在采用矿车组或箕斗等机械提升的斜井井筒中,应尽量把管线布置在提升设备上部,或对其采取可靠的保护措施,如井壁设电缆槽、底板设电缆沟等。

5.1.14 井筒支护材料应遵照因地制宜、就地取材的原则,结合围岩实际情况选择,做到经济合理、安全可靠。

锚喷支护是井巷工程支护的一项经济合理、适应性强、掘进速度快的先进技术,在条件适宜时应优先采用。

穿过软岩、含水基岩或断层破碎带的井筒,采用锚喷或挂网锚

喷和混凝土或钢筋混凝土联合支护,效果较好,应积极推广。

底板松软、破碎或底鼓的井筒,应对底板进行支护,必要时采用圆形、马蹄形或带底拱断面。

5.1.15 梯形断面因具有断面利用率高、施工简单、掘砌费用低等特点,仍被小型矿井使用,但因存在跑车砸坏支架、影响生产、断面稳定性差等原因,不提倡。因此,梯形断面不宜用于大中型主提升的斜井井筒。

5.1.18 本条是根据有色金属矿山设计经验和矿山的生产实践而制订的。本条提到的非燃烧材料是指混凝土、金属等火焰或高温作用时不着火、不冒烟、不被烧焦的建筑材料。

5.2 有轨运输斜井

5.2.3 甩车道的提升牵引角是影响矿车在甩车道山上运行是否顺畅、甩车道线路是否适宜的主要参数,设计中应采用小角度的道岔,减少提升牵引角。斜井甩车道平曲线半径大小与选用车辆的轴距和一次提升的矿车组的长度有关。

5.2.4~5.2.9 这几条是根据有色矿山的设计经验和生产实践而制订的。

5.2.12 本条对斜井躲避硐室的设置要求作了规定。斜井井筒在施工期间如兼作提升和人行通道时,则斜井井筒一侧要设专用人行道,在人行道一侧应设躲避硐室。躲避硐室的间距不得大于40m。生产期间,对于采用提升机提升的斜井井筒,在提升任务不大的情况下,如兼作提升和人行通道,也应按本规定设置躲避硐室。上、下人员必须走人行道,行车时,行人立即进入躲避硐室;不行车时,人员方可行走。保证行车不行人,实现安全生产。

5.3 胶带斜井

5.3.1 长距离盲胶带斜井一般都需设置驱动装置硐室。在满足工艺及使用要求的条件下,硐室布置应合理、紧凑,避免跨度过大;

硐室内需设照明及起吊设施,以方便设备的安装和检修维护;硐室应有大件道与之相连,方便设备运输,并应有贯穿风流。胶带的卸料口应设防护栏,防止人员不慎坠落。

5.3.6 在重锤区域四周设置 1.2m 高的栏杆,其目的是防止人员进入该区域内而发生重锤伤人事故。

5.3.7 硫化装置硐室是胶带接头粘接和修补的操作车间,在粘接过程中有烟雾,胶带易着火,所以应有可靠的防火和通风设施。

6 斜 坡 道

6.2 斜坡道线路

6.2.2 斜坡道形式要尽量避免螺旋式,因为车辆在螺旋式斜坡道中行驶时,司机的视距受到限制,因此事故的发生率会相对较高;另外,运行时对车辆的差动磨损大,并且行驶速度也会受到限制,从而会增加车辆的维修量和降低其工作效率。因此斜坡道布置时要尽量增加直线段的长度,减少转弯次数。

6.2.3 在斜坡道的曲线段、与联络巷道连接处和安装风门的出入口设置指示灯或反光镜等标志,目的在于提醒司机、引起注意。

6.2.4 斜坡道长度每隔 300m~400m,设坡度不大于 3%、长度能满足错车要求的缓坡段,其目的的一方面是为了避免运输车辆始终在坡道上行驶,加速车辆制动系统的磨损,导致制动系统失灵,出现飞车和车毁人亡的重大恶性事故;另一方面是为了便于错车,保证会车安全。缓坡段的设置间隔要根据斜坡道的坡度和运输繁忙程度确定。如果斜坡道的坡度较陡,运输较繁忙,则两缓坡段之间的间隔距离取小值,反之则取大值。

6.3 坡 度

6.3.2 车辆在弯道中行驶,会向外侧滑,加高外侧路面(超高)以克服、降低侧滑现象,提高运行的安全性。超高值与车辆行驶速度成正比,与平曲线半径成反比。当车辆行驶速度大、平曲线半径小时,横向坡度宜取大值,反之取小值。

6.4 断 面

6.4.1 人员通行频繁的斜坡道应设人行道,一方面为了斜坡道上

步行人员的安全,另一方面为了提高车辆的通过效率;当斜坡道内人员通行较少时,为了保证行人安全,应设躲避硐室。躲避硐室的高度和宽度应符合本规范的要求,间距不应过大,也不应过小。

斜坡道的最小尺寸即安全尺寸。存在围岩变形的矿山,断面尺寸宜适当放大。在矿山生产中,因巷道断面尺寸不够发生事故的不乏其例,对斜坡道断面的最小尺寸作出规定,是为了确保斜坡道内运输设备的安全运行,防止车辆在运行过程中刮蹭斜坡道(或其支护体)或斜坡道内的管缆设施或车辆设备之间发生刮蹭。

6.4.2 巷道的平曲线半径大,巷道加宽值可取小值;反之,巷道的平曲线半径小,巷道加宽值则取大值。设备的转弯半径和外形尺寸大,巷道加宽值亦大;反之,设备的转弯半径和外形尺寸小,巷道加宽值则小。

6.6 其 他

6.6.1 路面由面层、基层和垫层三部分组成。路面下部为路基,矿山斜坡道路面下部多为岩石路基,质地坚固,但在地表附近也会遇到上层或不稳定的风化岩层等不良的地质条件,为此路基要进行处理。

根据矿山斜坡道路基通常为岩石路基的特点,当路基条件好时,路面可不设基层和垫层,只设面层。其面层类型可按行车密度、运输量、服务年限、运距、行车速度及无轨车辆载重量等因素综合考虑,一般采用水泥混凝土面层。

低级路面所采用的平整底板是指爆破成巷后,要对巷道底板进行简单处理,使之平整。

7 平巷与平硐

7.1 一般规定

7.1.1 本条是关于平巷中,运输设备之间以及运输设备与支护之间安全间隙的规定。本条规定的目的及意义同 5.1.2 条的条文说明。本条为强制性条文。

7.1.3 井巷工程中的井底车场及运输平巷应优先使用预制钢筋混凝土轨枕,在交岔点处、弯道处宜采用木轨枕。

7.1.4 道碴道床施工简单、更换轨枕容易、工程造价低,有利于轨道调平。在易撒粉矿地段由于粉矿难于清理,使道碴道床弹性减弱并影响正常运行,故在装矿硐室、带式输送机巷道及马头门处不宜采用道碴道床,为便于清理粉矿宜采用整体道床。

7.2 断面设计

7.2.2~7.2.5 这几条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的有关规定和设计经验、生产实践确定的。

7.2.6 巷道拱高应根据围岩稳定程度确定。围岩稳定性差时,宜取巷道净宽的 $1/2$;围岩中等稳定时,宜取巷道净宽度的 $1/3$;围岩中等以上稳定时,宜取巷道净宽度的 $1/4$ 。

巷道墙高还应按架线高度进行调整,应满足受电弓与巷道拱壁的安全间隙或受电弓与法兰盘的安全间隙要求,当达不到安全间隙 300mm 时,需增加墙高来满足安全间隙要求,因此本条强调应通过计算确定。

7.3 支护

7.3.3 本条规定“特殊情况下应进行支护结构计算”,特殊情况是

指工程地质条件复杂、跨度大或还有其他外力作用。但由于作用在巷道支护结构上的荷载受岩石强度、节理裂隙、岩体构造、水文地质等多种因素的影响,对这些因素很难准确预计,计算结果也难准确,所以支护结构的计算不能作为设计的唯一依据,计算后也还应结合工程类比及现场观测等方法综合确定。

7.3.5 本条所指“特殊地段”是指地下水量大或水质有腐蚀性。

7.4 硐口及硐门

7.4.1 本条第2款所允许的斜交型硐门是指当硐口线路与地形等高线斜交时,如仍要求硐门和线路正交则会出现外侧硐壁过薄或硐门墙后露空,而靠山一侧边坡及仰坡开挖过高不能保证安全,因此在这种情况下允许采用斜交型硐门,但由于斜交型硐门结构受力条件差,因此条文规定在岩石条件许可,而且硐门端墙与中心线交角不小于 45° 时,才能采用斜交型硐门。岩石条件许可是指岩石稳固程度为中等或中等以上,且岩层完整性较好,无不良地质现象。在松软地层中不宜采用斜交型硐门。

本条第3款对边坡、仰坡高度规定了最大限值为15m,这是因为虽然根据工程地质条件有可能允许更大的开挖高度,但开挖土石方量过大,不经济。根据已有矿山设计的经验,最大开挖高度不宜超过15m,如超过此限制时可将硐口外移或设置明硐与硐口相接。

本条第4款要求硐口应加强支护是基于硐口岩层易于风化,因此硐口的支护应比平硐内加强,其加强段的长度应延伸到围岩较好的地段,但最少不宜少于10m。即使在不支护的平硐内,硐口也应支护,其长度也不小于10m。

7.4.3 本条第2款规定“必要时应在墙后设泄水导管或排水沟”,“必要时”是指水量较大或排水不良时。

7.5 水 沟

7.5.2、7.5.3 井底车场巷道的坡度因运输和巷道标高闭合计算

的要求,各段线路坡度不一,甚至线路坡度相反,此时水沟坡度应根据排水要求结合巷道坡度进行调整,如仍不能满足排水要求时,应采取其他排水措施。

水沟中的水流速度与水沟断面形状、水沟壁面的粗糙程度以及水沟底板的坡度有关,本条规定水流速度的最低限值是为了保证水流中的泥砂在水流动过程中不致沉淀,如达不到此要求时,应加大水沟底板坡度,或改善水沟壁面粗糙程度和断面形状,以加快水流速度,保证水中泥砂不沉淀。

水沟断面形状以梯形断面最有利于排水,但由于施工不易控制,因此条文规定为“宜采用梯形”。

7.6 平巷交岔点

7.6.2 交岔点处由于巷道跨度增大,交岔点的拱高也随之增大,在墙高不变的情况下,各安全间隙也随之增大,为节省开挖工程量,本条规定在保证安全间隙的前提下可适当调整或降低墙高。

7.7 有轨运输井底车场

7.7.1 井底车场形式一般按井筒类型划分。竖井车场形式通常有环形车场和折返式车场两种。

斜井井底车场形式通常有环形、折返式、甩车场式及吊桥式等车场形式。上述各类井底车场形式的选择都应按矿井生产规模、井筒类型、运输方法及车场内主要硐室布置的要求等因素,并经方案比较确定。

7.7.2~7.7.5 这几条规定是根据多年来的设计经验和生产实践而制订的。

8 溜井、溜槽与装卸矿硐室

8.1 溜井、溜槽

8.1.1 合理的溜井、溜槽结构对确保正常生产至关重要,为了减少磨损,延长使用寿命,应避免溜井、溜槽的断面突变。为了实现中心落矿,应优先选用单段式直溜井。生产规模大于或等于 100 万 t/a 的矿山,为了保证生产可靠,主溜井不宜少于 2 条。

8.1.3 实践证明,溜井直径以矿石最大块度的 4 倍~8 倍为宜;为了便于施工,溜井直径不得小于 2m。目前,溜井、溜槽的断面有扩大发展趋势。

8.1.4 溜槽底板坡度,在非贮矿段应大于矿石自然安息角,宜取 $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$;在贮矿段应大于粉矿的堆积角,宜取 $55^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。

8.1.9、8.1.10 这两条规定是根据全国溜井使用情况调查和经验总结的成果而制订的。

8.2 卸矿硐室

8.2.1 为了防止不合格的大块矿石进入溜井,造成溜井堵塞,在卸矿口应设格筛。留在格筛上面的大块矿石应进行处理和破碎,故在卸矿口处应设平台和安全护栏。

8.2.2 卸矿方式有翻车机卸矿、侧卸式曲轨卸矿、底卸式曲轨卸矿和底侧卸式曲轨卸矿等,在设计中卸矿口结构应与卸矿方式相适应。为了减少矿石对矿仓的磨损和撞击,卸矿口结构尺寸应满足中心落矿的要求。

8.2.5 本条中第 2 款对托滚和地沟基础面应做二次浇灌,其目的在于留出找平层,为设备安装提供方便条件。硐室留双侧人行道便于安装及检修。

8.3 装 矿 硐 室

8.3.2 对装矿设备与车辆相关尺寸的规定是提高装车质量、减少装矿时的撒矿量、合理确定装矿硐室位置的重要条件。表 8.3.2 中段参数系设计与生产经验的总结资料。

8.3.3 溜井额墙是受矿石流冲击的部位,应采用耐磨、抗撞击的材料加固。额墙厚度不宜小于 0.5m 是结构的构造需要,如小于 0.5m,不但难以满足强度要求,而且加固困难。

8.4 溜井安全设施

8.4.2 装矿、卸矿处都有人员操作,为保证空气质量,应设有同整个矿山通风系统相联系的独立通风系统。

装矿硐室的操作硐室应有确保人员安全撤离的通道,当溜井跑矿时,人员可通过安全通道撤离。本条第 2 款为强制性条款。

8.4.3 设车挡的目的是防止无轨运输设备落入溜井或溜槽。

8.4.4 防止地表水或巷道水流入溜井或溜槽内,以避免或减少溜井堵塞和跑矿事故,保证溜井、溜槽正常生产。

9 地下破碎系统

9.1 一般规定

9.1.1 地下破碎系统主要由破碎硐室、除尘硐室、变配电硐室、操作硐室、装矿胶带道和上下部贮矿仓及大件道、人行、通风天井等组成。本条强调地下破碎系统各部分应配套,同时满足生产、安全、通风、运输、环保等各项要求。

9.1.2 破碎硐室的除尘方式通常有用局扇加强通风,风机将粉尘抽至除尘器,把产尘处封闭起来,洒水除尘等。但实际调查表明,不设单独的通风除尘系统难以取得满意的除尘效果,故强调设独立的通风除尘系统。

9.1.3、9.1.4 破碎硐室的两个出口中,其中之一为大件运输道,一般情况下与井筒、斜坡道或卸矿中段等相通,解决破碎站大件设备的运输问题,大件道也可能兼作人行通道;另一个为通风和人行通道或兼作安全通道,并与上、下部水平相通,一般采用打天井的方式。

9.2 破碎系统平面及竖向布置

9.2.1 平面布置按矿山生产工艺的配套进行总体考虑,同时注意单项工程结构的合理性。破碎硐室一般布置在箕斗井(或混合井)、斜井或平硐附近,辅助硐室多布置在破碎硐室周围。

地下破碎硐室的布置按给矿硐室给矿方式和破碎机台数大致可分为五类:单机端部、单机单侧、双机两端、双机侧向和单机双侧。端部布置是指给矿机、破碎机沿破碎硐室的长轴方向布置,侧向布置则是垂直于硐室长轴方向布置。旋回破碎机宜采用侧向给矿方式,颚式破碎机宜采用端部给矿方式。

9.2.2 破碎硐室到箕斗井(或混合井)的岩柱厚度及两个矿仓之间的岩柱厚度应根据围岩性质决定。坚硬岩层应为 8m 以上,中等稳定岩层为 10m 以上,较软岩层为 12m 以上。当 1 个硐室内布设 2 台破碎机时,2 个下部矿仓(即成品矿产)之间的净岩柱厚度不得小于 $2D$ (D 为矿仓净直径)。

9.2.3 地下破碎系统的高度是指最低卸矿硐室底板至装矿胶带道底板的高度,主要由两个高度构成:卸矿硐室(巷道)底板至破碎硐室底板的高度,破碎硐室底板至装矿胶带道底板的高度。有延深要求时,地下破碎系统的总高度宜采用采矿中段的整数倍,其目的是充分利用中段井巷,并为延深施工提供方便。

9.3 破碎系统硐室

9.3.1 破碎硐室内的检修场地面积与破碎机的类型、台数及布置形式有关,不便作定量的规定。

9.3.3 地面工业建筑吊车梁设计,离不开柱、梁或框架结构等。而地下硐室吊车梁设计,除可采用地面的结构形式外,当硐室围岩条件许可时,还可以利用围岩自身的承载能力采用岩壁锚杆牛腿的结构形式,而且应优先考虑采用这种形式。

采用间断式岩壁锚杆牛腿时,应配置吊车梁,其设计计算与钢筋混凝土空腹间断式牛腿计算相同。采用连续式岩壁锚杆牛腿不需设吊车梁,吊车轨道可直接固定在牛腿梁上。吊车梁设计可从地面工业建筑吊车梁的标准图集选取。

9.3.4 大件道是破碎机等设备进入破碎硐室的运输道,也可能是安全出口之一。采用垂直或倾斜布置时,需配备提、吊设施,会给生产带来许多不便,一般情况下不宜采用此种布置方式,宜采用水平布置。大件道设弯道时,转弯半径需满足最长设备大件的运输要求。

大件道与井筒的连接点要考虑通过长材料和设备,应做成马头门形式,其高、宽等尺寸也应按马头门有关规定计算确定。

9.3.5 变配电硐室应避免破碎产生的粉尘影响,并供有新鲜风流,故本条规定变配电硐室应布置在进风侧。

9.3.7 矿山把操作开关放在破碎硐室内,操作人员的作业条件极为恶劣,本条规定应设置与尘源隔离的操作硐室,目的在于改善操作人员的作业条件。

10 硐 室

10.1 一 般 规 定

10.1.4 主要硐室是保证矿井正常生产的重要场所,担负着矿山安全、生产等方面的功能,一旦出现问题,有可能出现灾难性的安全后果。由于井底车场内硐室较多,施工时围岩的完整性要受到不同程度的破坏,因此硐室宜在稳定坚硬的岩层中,避开构造区段、含水层,布置在采场附近的硐室还应避开采动影响区。

10.1.5 软岩中的硐室,施工后支护断面往往发生较大的收敛变形,设计断面应为收敛变形留有余地,以免影响硐室的使用功能。

10.2 水 泵 硐 室

10.2.1 本条是关于井底主水泵硐室的出口和硐室底板标高的规定。

为便于集中管理、维护与检修,并尽量缩短排水管路的长度,便于在紧急情况下运送排水设施,水泵硐室一般设置在靠近设有管路的井筒附近,并毗邻井下中央变配电硐室。

水泵硐室通往车场的出口设防水门是为了在井下出现特大涌水,水泵硐室所在中段被水淹没时,关闭防水门可以保护主水泵硐室不被淹,保护硐室内的设备,使排水设施可以正常工作,保护人员的生命安全。另一个出口用斜巷与井筒相连,作为人员逃生的通道。当主中段被水淹没后,人员可以从斜巷进入竖井。水泵硐室底面标高比其入口处巷道底板标高高0.5m,是为了防止巷道内的流水进入水泵硐室。潜没式水泵硐室的特点是硐室处于井底水仓和大巷的下方,水泵利用水仓自然水头进水,因此单独作了相关规定。

水泵房作为井下排水设施,一旦出现事故,则会存在井巷被淹没的危险,严重的则会导致整座矿山停产,对井下维护安全生产具有重要意义,因此本条第1款和第2款为强制性条款,必须严格执行。

10.2.4 泵房与井底车场巷道连接处,以前采用转盘运转方式较多,转盘使用机会较少,对井底车场运输影响较大,现在大多采用起吊方式代替转盘转运。

10.3 中央变配电硐室

10.3.1 “超过6m的变配电硐室,应在两端各设一个出口”的定界问题,是考虑了我国金属非金属矿山井下复杂现状而定的。根据井下岩石情况、施工特点,认为6m长度内设两个出口,距离偏近、开凿不便且投资加大。也曾有人提出这一数值应增加至9m,但是能否加大这一数值,尚待通过生产实践的检验之后确定。

硐室长度大于30m时应在中间增设一个出口,目的主要是在发生较大电气事故情况时,保证运行维护人员及时安全逃生;另外,也利于硐室的通风散热、缩短电气线路的敷设长度和方便设备的搬运安装等。

一般情况下,有色金属矿山井下火灾、水灾发生概率小,设置栅栏门是为了便于通风,并且可以防止非电气维护或闲杂人员进入。但是对于有淹没、火灾、爆炸危险的矿山则应根据情况设置防水门或防火门。有淹没危险的矿山是指在开采过程中具有突发水灾威胁,如裂隙水丰富且矿体内含有溶洞,或有未处理的老空区、老窿且内部有积水,或采用崩落法开采等情况的矿山。有火灾、爆炸危险的矿山是指具有潜在火灾威胁的矿山,如矿石具有自燃性的高硫矿山,或开采中可能会产生可燃性气体或可燃性粉尘的矿山,或柴油设备使用较多的矿山等。本条为强制性条文。

10.3.2 硐室底板标高的规定是为了防止巷道积水流入硐室。发生水患时,可以利用巷道的容积得以缓冲,以便争取时间采取封堵

或密封措施。本条为强制性条文。

10.4 水 仓

10.4.1 本条对水仓布置作出规定。

1 水仓的布置形式和泵站的位置和车场形式有关,一般有两种:其一为单侧布置,即水仓入口在井底车场一侧,水仓的进水和清泥容易控制,该形式适用于中央竖井环形车场或侧翼竖井开拓的条件;其二为双侧布置,水仓入口分别设在井底车场两侧,两个水仓入口和清泥控制较单侧布置复杂,适用于中央竖井开拓的折返式车场。

2 为便于井底车场的积水和巷道水沟中的水流入水仓,其水仓入口处应靠近井底车场或运输巷道的最低点。

3 本款根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006第 6.6.4.3 条的规定:水仓应由两个独立的巷道系统组成。

4 根据有色金属矿山设计和实践经验制订本款。

5 为防止充填法矿山大量充填料流入水仓,减少水仓的有效容积,在水进入水仓前设置沉淀池或除泥设施。

10.4.2 水仓容积规定的目的为了保证水泵正常运行的需要,以及便于日常排水工作的安排和管理。规定了较小的容积小时数,即所需要的下限值,以尽量减少开拓工程量。建议设计中适当加大水仓容积,以便灵活安排排水时间,避开电价峰谷,降低矿山排水成本。

一般认为,中小型矿山的每天正常涌水量超过日生产矿石量的 5 倍时,则为大水矿山。大型矿山的这一比值应根据实际情况适当调整。

10.5 井下爆破器材库及发放硐室

10.5.4 井下炸药库的通风是根据它的特殊性所要求的。因为一

旦炸药库发生爆破器材着火或爆炸事故,会产生大量的有毒有害气体。如果这些气体不是直接进入独立的回风巷道,就会严重污染井下的其他区域,甚至造成作业人员中毒窒息的恶性事故。

10.5.7 一旦井下爆破器材库发生爆炸,所产生的空气冲击波具有非常大的破坏力和杀伤力。为充分降低其破坏能量,库内设置了各种安全设施。

井下爆破材料库的两个出口应分别设置防爆门,其抗冲击波压力应通过计算确定,并以此选择防爆门。

10.7 电机车修理硐室

10.7.10 如果充电硐室的空气中氢气的含量偏高,则可能发生燃爆事故。为防止硐室内氢气积聚,硐室必须有单独风流通风;充电硐室应布置在下风侧位置,是为防止串联通风时氢气影响变流硐室安全。

10.8 无轨设备修理硐室

10.8.5 无轨设备排放的尾气中含有一氧化碳、氮氧化物、碳氢化合物、硫的氧化物和碳烟等有毒有害物质,焊接作业、切割作业时也会产生大量有害气体,硐室应设回风道并加强通风,有条件的矿山宜设置独立回风道,防止有害气体积聚超标,危害作业人员的健康。

10.8.6 地下无轨矿山无轨设备加油比较频繁,如果加油室布置在修理硐室内,给设备加油带来不便,修理硐室内焊接和切割作业容易引起火花,可能引起火灾。

10.9 防水门硐室

10.9.9 井下防水闸门硐室墙体结构形式中,圆柱形、楔形公式分别来源于原苏联的布赫曼、莫特罗科夫著《矿井密闭工程》及卡尔迈科夫建议公式(发表于1968年第4期《уголь》杂志)。由于公式

比较陈旧,有关参数在长期使用中已作过调整,以上两公式宜在硐室承受水压不大于 1.6MPa 时采用。

倒截锥形的结构形式及计算公式是按控制墙体抗剪面末端剪应力及墙体末端自由边界主应力进行计算,以确定防水闸门硐室墙体长度和嵌入围岩深度。该公式是以水压 4.0MPa 为基础,经光弹性实验和相似材料模拟试验以及山东肥城矿务局陶阳矿水闸门硐室试验实测数据回归后提出的结构形式和计算方法。

在肥城矿务局陶阳矿进行的工业性试验中,水闸门硐室经受了 4.1MPa~4.2MPa 压力及稳压 24h 的考验,并且稳压中曾达到 5MPa 的压力。

根据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153—2008 第 1.0.3 条“工程结构设计宜采用以概率理论为基础、以分项系数表达的极限状态设计方法”的原则,在计算公式中采用 γ_c 、 γ_t 、 γ_s 、 γ_m 等分项系数,其中 γ_s 、 γ_m 由于在中高压水压条件下所进行的模拟试验与实际测试,闸门墙体承载结构应力分布较复杂,不定性因素多,需在大量试验基础上进行数据收集、回归工作,并结合实际情况确定取值。当缺少试验基础时,设计中可按条文的规定取值。所谓硐室净断面面积大,如双轨巷道水闸门;所谓水压大,如 4.0MPa 以上;所谓围岩抗压强度低,系指其抗压强度低于混凝土抗压强度,虽经加固措施,为安全计采用较大值。

图 10.9.9-3 中,平直段 l 一般情况下不设,当围岩较软时,两截锥体相交处岩石尖角不易保持,增加一平直段。

对于式(A.0.1-2)中的 α 取值,是按照现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 确定的,若按普氏系数取值,当 f 小于或等于 6 时取大值, f 大于 6 时取小值。

10.10 避灾硐室

10.10.1 避灾硐室设计的主要依据是现行行业标准《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》AQ 2033,但是考虑到不同的矿

山,甚至不同区域所面临的主要潜在危险因素不同,有色金属矿山主要潜在的危險有水灾和火灾两大类型,这两种灾害发生时的延续时间、灾害防治设施均有所不同,因此根据需要在井下设置防水防火类和单纯防火类两种避灾硐室。防水防火类的避灾硐室的设计要求同现行行业标准《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》AQ 2033 中的相关规定,防火类避灾硐室的设计考虑到火灾持续时间较短的特点,在本规范中作了相应的规定。

10.10.2 本条规定了防火防水类避灾硐室的设置地点,第1款和第2款中的地点均有潜在的水灾隐患;第3款主要考虑到距离安全出口较远,发生其他灾害事故时,安全路线可能被破坏,井下工作人员不能顺利逃出矿井,故需要设置具有一定时间避险功能的硐室或其他设施。

10.10.3 有些有色金属矿山的水文地质简单,基本上没有潜在的水灾危害,这类矿山除了在最低的生产中段设防火防水类避灾硐室外,其他的生产中段只需要设置防火类避灾硐室即可,防火类避灾硐室应设置在人员比较集中的地方,且能够满足发生火灾后该区域所有人员的避险需要。

10.10.4、10.10.5 这两条的主要内容来自国家安全生产监督管理总局发布的《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》AQ 2033。

10.10.6、10.10.7 这两条主要根据火灾持续时间短的特点,在防火防水类避灾硐室功能及配备的基础上修改而成。

10.11 储油硐室

10.11.1 井下使用的柴油、机油、润滑油等各种油类都属于极易燃烧的物质,与其他可燃物质比较,其燃烧的传播速度要快得多,且不宜用水扑灭。因此,应将其单独储存在安全的地方,避开火源和电气火花,不得与其他可燃物质混存。装油的铁桶应有严密的封盖,防止油类挥发遇到火源引发火灾。

储存动力油的硐室应独立回风,是根据动力油的特殊性所要求的。储存动力油的硐室一旦着火,所产生的废气直接进入回风巷道,可以减少对井下其他区域的影响。

10.11.2 采用油桶储油可以减少油类挥发。

10.11.7 耐火极限:在标准耐火试验条件下,建筑物构件、配件或结构从受到火的作用时起,到失去稳定性、完整性或隔热性时止的这段时间,用小时标示。甲级防火门要求耐火极限不应小于 1.2h,乙级防火门要求耐火极限不应小于 0.9h。

11 锚杆喷射混凝土支护

11.1 一般规定

11.1.1 锚杆喷射混凝土支护与传统支护不同,能发挥围岩自身支承能力,主动加固围岩;锚喷支护的设计和施工应正确有效地运用锚喷支护的特性。在钻爆法施工井巷的过程中,应采用光面爆破以减少爆破对巷道围岩的影响,增强围岩的自身承载能力。

11.1.2 做好工程的地质勘察工作是锚喷支护设计施工的一条总原则。准确的勘察资料可以为锚喷支护的设计、施工提供可靠依据。加强施工过程中的地质调查,能为完善设计和指导施工提供正确信息。由于地下工程和矿山井巷所通过的围岩地质条件错综复杂,正确的设计和合理的施工方法要根据当地的地质条件和工程要求来确定。因此,锚喷支护要遵循因地制宜的原则,以达到经济合理和安全可靠的目的。

11.1.4~11.1.9 这几条规定来自于现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086。

11.1.10 本条规定中提出了6种特殊类型的地质条件。一些实验表明,在膨胀性岩体中,采用锚喷支护与其他形式相结合的组合支护是行之有效的,采用锚喷支护作为多种方式组合支护的初期支护是合适的。在其余5种情况下,采用锚喷支护可能还不能解决问题。因此,其设计需要经过试验后确定。

11.1.11 受采矿爆破、放矿、采区等动压作用下的巷道,地压显现突出,采用普通钢筋混凝土支护屡遭破坏,故宜选用钢纤维喷射混凝土支护。钢纤维在混凝土中的作用是延缓裂缝的扩展,增强抗裂性,提高混凝土的韧性、抗冲击和抗剪切能力。

在塑性流变岩体中,巷道开挖后,围岩变形大、变形时间长,故

宜分两次支护,即初始支护与二次支护(最终支护),采用柔性较大的薄层锚喷支护作初始支护,待围岩变形处于减速时,再作刚性较大的永久支护,最终支护的作用是保证巷道的使用要求。

11.2 锚杆支护

11.2.5 本条第4款中,锚杆的倾角主要应考虑有利于地下工程与边坡的稳定性,一般锚杆轴线应与岩体主结构面或滑移面成大角度相交。但是与水平面夹角为 $-10^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 的区域不应作为安设锚杆的范围。因为倾角接近水平的锚杆,注浆后灌浆体的沉淀和泌水现象会影响锚杆的承载力。

11.3 锚索支护

11.3.7 同本规范第11.2.5条第4款的条文说明。

11.4 喷射混凝土支护

11.4.1 喷射混凝土强度等级是决定其力学性能和耐久性的重要指标,对支护结构的性能和效果影响很大。因此,本条规定对于重要地下工程,喷射混凝土的强度等级不应低于C20,施工中只要遵守有关规范的要求,一般均能达到该强度等级。由于地下工程与地面结构不同,喷射混凝土施工后要求具有较高的支护抗力,特别在软弱围岩中喷射混凝土早期强度至关重要。根据国外对喷射混凝土早期强度的试验资料,本条规定在添加速凝剂条件下,喷射混凝土1d龄期的抗压强度不应低于5MPa。

国内外的试验资料表明,与不掺钢纤维的喷射混凝土相比,钢纤维喷射混凝土的抗拉强度约提高30%~60%,抗弯强度约提高30%~90%,故本条规定在掺入速凝剂的情况下,钢纤维喷射混凝土的强度等级不得低于C20,抗拉强度不得低于2MPa。

为了规范井下喷射混凝土强度等级,保证矿山工程的安全,因此本条为强制性条文,必须严格执行。

12 地下动力设备基础

12.1 一般规定

12.1.1 目前动力设备生产厂家较多,满足生产要求的设备的型号、规格、重量、重心位置及其轮廓尺寸等也有不同,为使设计合理,应有动力设备的基础资料。

12.1.2 动力设备基础与其他构筑物或设备基础应分开,是因为动力设备运行中有一定的振动,如不分开会影响其他构筑物的稳定性。

12.1.3~12.1.7 这五条是设备基础的构造及材质的要求,它是保证基础整体刚度,防止构件的过大变形和裂缝出现的重要因素。

12.1.8、12.1.9 这两条根据现行国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040 的要求制订的。

12.1.10 对低频设备的基础在设计中可使其自振频率高于机器的扰力频率,使其基组处于共振前工作,此时,地基刚度取值低一点,则算出的自振频率偏小,因而偏于安全。若基组处于共振后工作,则地基刚度取低就不安全。据此可见,取较小的地基刚度并不是对所有情况都是偏于安全的,设计人员一定要根据机器的特性作出判断,估计到选择的地基土的动力参数值可能发生的误差,计算值要偏于安全。

12.2 破碎机基础

12.2.1~12.2.9 这几条适用于颚式、旋回和圆锥式破碎机基础设计,基础材料宜采用钢筋混凝土,其形式一般为墙式、大块式或框架式。各种破碎机的扰力值计算及其基组自振频率和振动线位移计算按现行国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040 的要

求执行。

纵墙系指与破碎机扰力方向平行的墙,横墙为与破碎机扰力方向垂直的墙。

12.3 板式给矿机基础

12.3.3 井下破碎机硐室中的板式给矿机墙式基础的结构尺寸在满足工艺要求后,一般只作地基承载力验算和墙的稳定验算,对基础的强度不作验算。

12.3.4 墙式基础的地基,在岩石比较软弱、破碎等情况下不能满足地基承载力的要求时,则可在墙基设加强锚杆,以增加地基强度。

12.4 提升机基础

12.4.3 因为卷筒的工作转数较低,工作时一般比较平稳,而且井下提升机基础在岩层中开挖,四周均是岩石基础并嵌入岩层,稳定情况好,一般不需做动力验算,只做地基承载力和基础稳定性验算。地基基础计算执行现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007。

12.5 岩石锚杆基础

12.5.1、12.5.2 当地基为坚硬岩石时,可采用锚杆基础代替大块式混凝土基础,其作用原理是将基础与其连成一个整体结构,将设备底座传来的力通过地脚螺栓与锚杆周围混凝土的握裹力传给混凝土,再通过混凝土与岩石的摩擦等传给基岩,形成岩石锚固设备基础,它可以减少岩石开挖量和节省混凝土工程量,该基础可不做设备基础的动力、共振计算。

12.5.3 本条是根据现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的规定编写的,锚杆与上部基础的锚固长度一般取钢筋直径的20倍~30倍。

12.5.6、12.5.7 这两条是根据设计经验和生产实践制订的。一般情况下,锚杆总截面面积应大于地脚螺栓或墙式及框架式基础主筋截面面积的总和。

13 管 线 布 置

13.1 一 般 规 定

13.1.2 电力电缆电流大,电磁场干扰大,为了不影响矿井的通讯,故规定电力电缆与通讯和信号电缆的距离:在井筒内不应小于300mm,在巷道内不应小于100mm。

13.2 竖井管线布置

13.2.1 竖井中管路集中一侧布置是为了利用同一托管梁和导向梁。

13.4 平巷和斜坡道管线布置

13.4.2 无轨运输设备是在无轨导向的状态下,靠司机驾驶,容易损坏井壁两侧的设施。所以斜坡道敷设管路和电缆时,管路和电缆尽可能高于无轨设备布置。

14 软岩类矿山井巷工程的特殊要求

14.0.2 本条对软岩类井巷工程支护设计作出规定。

1 支护应以柔性支护为主,如采用喷射混凝土、喷锚网、锚网、锚杆等支护方式,使支护与围岩充分结合共同发挥承载力。

2 在初期支护中应增加拱架等支护方式,提高初期支护刚度,限制围岩变形过大,以免巷道因变形而发生坍塌。

3 在工程设计及施工中尽量采用机械破岩或光面爆破,减少破岩成巷对围岩的扰动破坏,以尽可能维护和保持围岩残余强度。

14.0.4 地下工程设计中井巷支护方式的设计主要有工程类比法、监控量测法、理论验算法和数值模拟法,尤以工程类比法应用最广,通常在工程设计中占据主导地位。因此本条规定以工程类比法为主。但考虑到在某些地质条件复杂、经验不多的软岩类围岩中,单凭工程类比法不足以保证设计的可靠性和合理性,此时应结合其他方法。

监控量测法是一种较为科学的设计方法,应当予以高度重视和大力推广,特别是对软岩中的一些工程设计,应采用监控量测法。理论验算法和数值模拟法是工程支护设计中的一种辅助方法,又是今后设计的发展方向,但鉴于岩石力学参数难以准确确定以及计算模拟方面还存在一些问题,因而通常只作为工程支护设计的辅助手段。

14.0.5 喷锚网支护方式是一种积极的支护方式,能够主动加固围岩,充分发挥围岩的自身承载能力,同时喷锚网支护又是一种柔性支护方式,它能够允许围岩有一定的变形,围岩在变形过程中可以释放一部分能量,更加有利于今后巷道的稳定。因此,对于软岩类中的工程支护宜优先采用喷锚网联合支护。

当喷锚网支护不能满足工程要求时,可以采用多次支护的方式,第一次支护选择喷锚网支护,先维持围岩的基本稳定,待围岩释放部分能量后再次采用其他支护方式中的一种或多种方式的组合支护,确保工程稳定可靠。

15 消 防

15.0.1 主要运输巷道、进风巷道和总回风道是矿井的主要巷道,服务时间长;通过的风压较高,风量较大,且因采掘工作面的风量调节而经常发生变化;主要运输巷道经常有无轨或有轨设备在运行等,这些都为矿井发火创造了条件,因此主要运输巷道、进风巷道和总回风道应尽可能布置在不可燃的上下盘围岩中,以减少氧化发火的机会。

15.0.3 充实水柱长度:从水枪喷嘴起到射流 90% 的水柱量穿过直径 380mm 圆环处的一段射流长度。

15.0.5 马头门这里主要是指主要副井、混合井等生产运输频繁,有重要设施的马头门,其他如进、回风井等没有重要设施,且很少有人、设备通行的马头门可以不设消防栓。

斜坡道是指车辆运行比较频繁的斜坡道,包括主斜坡道、辅助斜坡道和采准斜坡道等。

15.0.6 现行国家标准《火灾分类》GB/T 4968 按物质的燃烧特性将火灾分为以下 6 类:

A 类火灾:固体物质火灾。这种物质通常具有有机物性质,一般在燃烧时能产生灼热的余烬。

B 类火灾:液体或可熔化的固体物质火灾。

C 类火灾:气体火灾。

D 类火灾:金属火灾。

E 类火灾:带电火灾。物体带电燃烧的火灾。

F 类火灾:烹饪器具内的烹饪物(如动植物油脂)火灾。

15.0.9 地下开采中以电为动力的提升、通风、排水、排泥、破碎等作业不可或缺,用电负荷很大,有的作业还不允许间断,因此

地下的供配电系统极为关键。而其配置空间有限,环境条件普遍较差,极易出现短路、损伤等事故苗头,为此强调严格执行相关要求。

16 井巷安全标志

16.0.2 主标志应包括禁止标志,警告标志,指令标志,路标、名牌、提示标志等。其中,禁止标志是禁止或制止人们某种行为的标志,警告标志是警告人们注意可能发生危险的标志,指令标志是指示人们必须遵守某种规定的标志,路标、名牌、提示标志是告诉人们目标方向、地点的标志。

补充标志是主标志的文字说明或方向指示,它只能与主标志同时使用。

16.0.4 表 16.0.4 中规定了矿山生产中所需要安全标志种类及其设置地点。由于地下矿山是一个非常复杂的系统工程,不同矿山的井巷工程差异很大,很难用一个表格将井下所有需要设置安全标志的地点全部覆盖,因此需要矿山根据自身的特点在合适的地点设置安全标志。

设置安全标志对矿山具有一定的提醒、警示作用,生产中矿山应加强安全监督、管理工作,确保生产安全。

S/N:1580242·172



158024217209>

中国计划出版社
电话 400-670-9365
网站 www.cn9365.org
副业层 轮盘码 盒装书

统一书号: 1580242·172

定 价: 33.00元