

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50830 – 2013

---

# 冶金矿山采矿设计规范

Code for design of metal mine

2013 – 03 – 14 发布

2013 – 10 – 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

冶金矿山采矿设计规范

Code for design of metal mine

**GB 50830 - 2013**

主编部门：中 国 冶 金 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 3 年 1 0 月 1 日

中国计划出版社

2013 北 京



中华人民共和国国家标准  
冶金矿山采矿设计规范  
GB 50830-2013



中国计划出版社出版

网址: [www.jhpress.com](http://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 140 千字

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷



统一书号: 1580242·058

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 7 号

## 住房城乡建设部关于发布国家标准 《冶金矿山采矿设计规范》的公告

现批准《冶金矿山采矿设计规范》为国家标准，编号为 GB 50830—2013，自 2013 年 10 月 1 日起实施。其中，第 8.1.1、9.1.10、9.1.12 条为强制性条文，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 3 月 14 日



## 前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2007〕126 号)的要求,由中冶北方工程技术有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,规范编制组进行了广泛的调查分析,认真总结了我国冶金矿山采矿设计和生产经验,与相关规范标准进行了协调,并借鉴了有关规范、标准,广泛征求了设计、科研、高等院校、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 11 章和 7 个附录,主要内容包括总则,术语,基本规定,矿山地质,矿山防治水,岩石力学,露天开采,地下开采,矿山机械,井巷工程,矿山安全生产与环境保护等。

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,中国冶金建设协会负责日常管理,中冶北方工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行本规范过程中,注意总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议寄交中冶北方工程技术有限公司国家标准《冶金矿山采矿设计规范》管理组(地址:辽宁省大连市经济技术开发区同汇路 16 号,邮政编码:116622,传真:0411-88036711),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:中冶北方工程技术有限公司

参 编 单 位:中冶长天国际工程有限责任公司

东北大学

中国科学院武汉岩土力学研究所

梅山冶金发展有限公司矿业分公司

鲁中冶金矿业有限公司

攀钢集团矿业有限公司

<b>主要起草人:</b>	刘召胜	王少泉	刘仲文	刘长海	于殿江
	金丕振	金哲奎	田庆林	郭 杰	刘儒臣
	任凤玉	陈光富	于海涛	李小春	韩 波
	吴荣高	张文哲	刘建峰	周 育	魏兵团
	王立田	文孝廉	于天亮	刘海洪	蒋胜文
	吴虎勇	刘本宏	朱晓杰		
<b>主要审查人:</b>	王洪俊	张成金	车 群	余南中	邓星良
	余 斌	张向东	王 军	章 光	谢 良
	安建英	王振平	许凤彩	朱邦洲	罗政书
	赵春涛				



## 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术 语 .....	( 2 )
3	基本规定 .....	( 7 )
4	矿山地质 .....	(10)
4.1	一般规定 .....	(10)
4.2	矿床工业指标 .....	(10)
4.3	矿石选矿试验采样设计 .....	(10)
4.4	资源/储量估算与矿石质量研究 .....	(11)
4.5	基建勘探和生产勘探 .....	(12)
5	矿山防治水 .....	(13)
5.1	一般规定 .....	(13)
5.2	露天采场涌水量计算 .....	(13)
5.3	地下开采矿山井下涌水量计算 .....	(13)
5.4	露天开采矿山防排水 .....	(14)
5.5	地下开采矿山防排水 .....	(14)
5.6	矿山地面防治水 .....	(15)
5.7	井下防治水 .....	(16)
5.8	矿床疏干 .....	(16)
5.9	注浆防渗帷幕 .....	(16)
6	岩石力学 .....	(18)
6.1	一般规定 .....	(18)
6.2	露天开采边坡 .....	(18)
6.3	地下开采岩石力学设计 .....	(21)
7	露天开采 .....	(23)
7.1	境界的确定 .....	(23)



7.2	采掘要素 .....	(23)
7.3	矿石损失与贫化 .....	(25)
7.4	开拓运输 .....	(25)
7.5	规模与采剥进度计划 .....	(26)
7.6	穿孔、爆破与铲装 .....	(27)
7.7	硐室爆破 .....	(28)
7.8	排土场 .....	(29)
7.9	露天转地下开采 .....	(29)
8	地下开采 .....	(31)
8.1	一般规定 .....	(31)
8.2	矿山生产规模的确定 .....	(31)
8.3	矿床开拓 .....	(32)
8.4	采矿方法 .....	(35)
8.5	采掘设备 .....	(38)
8.6	基建与采掘进度计划 .....	(38)
8.7	坑内运输 .....	(39)
8.8	通风与防尘 .....	(40)
8.9	充填料制备站及充填料输送 .....	(46)
9	矿山机械 .....	(49)
9.1	竖井提升 .....	(49)
9.2	斜井提升 .....	(56)
9.3	压气设施 .....	(59)
9.4	排水设施 .....	(60)
9.5	井筒防冻 .....	(61)
9.6	井下供水 .....	(62)
9.7	带式输送机与排土机 .....	(63)
9.8	矿山破碎 .....	(64)
10	井巷工程 .....	(68)
10.1	一般规定 .....	(68)
10.2	竖井 .....	(70)

10.3	斜井	(73)
10.4	平巷与平硐	(75)
10.5	溜井、溜槽	(78)
10.6	主要硐室	(79)
11	矿山安全生产与环境保护	(86)
11.1	矿山安全技术与工业卫生	(86)
11.2	矿山环境保护	(87)
附录 A	矿山规模类型与矿山服务年限	(88)
附录 B	地表径流系数经验值	(89)
附录 C	塌陷区设计频率暴雨渗入系数参考值	(90)
附录 D	矿石损失与贫化指标	(91)
附录 E	地下矿山主要采掘设备	(92)
附录 F	阶段运量与电机车粘着重量、矿车容积、轨距、 轨型的关系	(93)
附录 G	井下供水水质标准	(94)
本规范用词说明		(95)
引用标准名录		(96)
附:条文说明		(97)

## Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms .....	( 2 )
3	Basic requirement .....	( 7 )
4	Mining geology .....	( 10 )
4.1	General requirement .....	( 10 )
4.2	Industrial index of mineral deposit .....	( 10 )
4.3	Sampling design for ore beneficiation test .....	( 10 )
4.4	Resources/reserves assessment and ore quality research .....	( 11 )
4.5	Constructive prospecting and productive prospecting .....	( 12 )
5	Mine water control .....	( 13 )
5.1	General requirement .....	( 13 )
5.2	Caculation of water inflow in open-pit mine .....	( 13 )
5.3	Caculation of water inflow in underground mine .....	( 13 )
5.4	Waterproof and drainage of open-pit mine .....	( 14 )
5.5	Waterproof and drainage of underground mine .....	( 14 )
5.6	Water control in mine surface .....	( 15 )
5.7	Water control in underground mine .....	( 16 )
5.8	Mineral deposit dewatering .....	( 16 )
5.9	Anti-seepage grouting curtain .....	( 16 )
6	Rock mechanics .....	( 18 )
6.1	General requirement .....	( 18 )
6.2	Slope of open-pit mine .....	( 18 )
6.3	Rock mechanics design of underground mine .....	( 21 )



7	Open-pit mining .....	( 23 )
7.1	Determination of open-pit limit .....	( 23 )
7.2	Open-pit mine elements .....	( 23 )
7.3	Ore loss and dilution .....	( 25 )
7.4	Development and haulage .....	( 25 )
7.5	Scale and production schedule .....	( 26 )
7.6	Drilling, blasting and loading .....	( 27 )
7.7	Chamber blasting .....	( 28 )
7.8	Waste dump .....	( 29 )
7.9	Transition from open-pit mine to underground mine .....	( 29 )
8	Underground mining .....	( 31 )
8.1	General requirement .....	( 31 )
8.2	Determination of mine production capacity .....	( 31 )
8.3	Development of mineral deposit .....	( 32 )
8.4	Mining method .....	( 35 )
8.5	Mining equipment .....	( 38 )
8.6	Construction and mining schedule .....	( 38 )
8.7	Underground haulage .....	( 39 )
8.8	Ventilation and dust-proof .....	( 40 )
8.9	Fill material preparation station and fill material transmission .....	( 46 )
9	Mining machinery .....	( 49 )
9.1	Vertical shaft hoisting .....	( 49 )
9.2	Inclined shaft hoisting .....	( 56 )
9.3	Compressed air facilities .....	( 59 )
9.4	Drainage facilities .....	( 60 )
9.5	Shaft antifreeze .....	( 61 )
9.6	Underground water supply .....	( 62 )
9.7	Belt conveyor and spreader .....	( 63 )

9.8	Mine crushing .....	( 64 )
10	Shaft sinking and drifting .....	( 68 )
10.1	General requirement .....	( 68 )
10.2	Vertical shaft .....	( 70 )
10.3	Inclined shaft .....	( 73 )
10.4	Drift and adit .....	( 75 )
10.5	Draw shaft and chute slipway .....	( 78 )
10.6	Main chamber .....	( 79 )
11	Mining safety and environmental protection .....	( 86 )
11.1	Mining safety technology and industrial hygiene .....	( 86 )
11.2	Mine environmental protection .....	( 87 )
Appendix A	Type of mine scale and mine life .....	( 88 )
Appendix B	Empirical value of the surface runoff coefficient .....	( 89 )
Appendix C	Reference value of design frequency rain permeability coefficient in subsidence area .....	( 90 )
Appendix D	Index for ore loss and dilution .....	( 91 )
Appendix E	Table of the main excavating equipment in underground mine .....	( 92 )
Appendix F	Relationships among horizontal transportation quantity, electric locomotive adhesive weight, mining truck volume, gauge, track type .....	( 93 )
Appendix G	Underground supplied water quality standard .....	( 94 )
	Explanation of wording in this code .....	( 95 )
	List of quoted standards .....	( 96 )
	Addition: Explanation of provisions .....	( 97 )

## 1 总 则

**1.0.1** 为推动技术进步和创新,提高设计质量,保证安全生产和资源的合理开发利用,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于冶金矿山新建、改建和扩建工程的采矿设计。

**1.0.3** 矿山设计应贯彻执行安全生产、职业健康和环境保护法规。安全设施、环保工程、水土保持和土地复垦工程设计应与主体工程设计同时进行。

**1.0.4** 冶金矿山采矿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

### 2.0.1 矿山地质 mining geology

在矿山生产过程中,为保证生产顺利进行和矿产资源的合理开发利用,延长矿山服务年限,对矿床继续进行的勘探和研究以及储量管理等工作的总称。

在矿山设计过程中,为保证矿产资源的合理开发利用和采矿设计的进行,建立矿床地质模型和提出基建勘探和生产勘探要求,满足采矿设计需要的工作总称。

### 2.0.2 边界品位 cut-off grade

在资源/储量计算圈定矿体时,对单个矿样或单工程矿样中有用组分含量的最低要求,是区分矿石和岩石的界线。也称边际品位。

### 2.0.3 基建勘探 construction exploration

矿山基建过程中,按矿山设计确定的先期开采矿段,为投产所需要的三级(开拓矿量、采准矿量、备采矿量)或二级矿量(开拓矿量、备采矿量)做准备而进行的勘探工作。

### 2.0.4 突水 water inrush

掘进或采矿过程中,当巷道揭穿含水层、导水断裂、溶洞和积水老空区时,大量地下水突然涌入矿山井巷的现象。

### 2.0.5 矿床疏干 mineral deposit dewatering

用人工排水措施降低含水层的水位或水压,使某个采矿水平(阶段)的地下水部分或全部排除,并使底板承压含水层的水头低于安全水头的过程。

### 2.0.6 岩体 rock mass

含有结构面的原生地质体。

**2.0.7 抗剪强度** shearing strength

岩石(体)在法向应力作用下,沿剪切应力方向剪断时,剪切面上的极限剪应力值。

**2.0.8 结构面** structural plane

岩体中各式各样大小不等的、力学强度相对较低的面状不连续地质界面。也称构造面。

**2.0.9 露天采场境界** open-pit limit

由露天采场的底面和边帮限定的可采空间的边界。

**2.0.10 分期开采** mining by stages

露天矿在开采期间以开采深度或范围划分成不同的区段,按一定顺序进行开采。

**2.0.11 陡帮开采** steep slope mining

加陡露天矿剥岩工作帮  $18^\circ$  以上坡角所采用的采场要素、技术措施和采剥程序的总称。

**2.0.12 露天开拓** surface development

从地表至采掘工作面建立矿岩运输通道的总称。

**2.0.13 安全平台** safety berm

在边坡上设置供拦截滚石的平台。

**2.0.14 清扫平台** cleaning berm

在边坡上设置供拦截并满足清扫滚石要求的平台。

**2.0.15 运输平台** haulage berm

在边坡上设置供运输设备通行的平台。

**2.0.16 堑沟** trench

从地表至采掘工作面以及工作面之间的运输通道。

**2.0.17 最小工作平台宽度** minimum working bench width

为正常生产需具备的最小台阶宽度,以便于布置穿孔、爆破、采掘和运输设备进行作业。

**2.0.18 硐室爆破** chamber blasting

在专门的巷道或硐室中,集中装药进行爆破的方法。



**2.0.19 阶段 horizon**

地下开采矿山沿矿体铅垂方向,按选取的段高划分若干开采的矿段。也称中段。

**2.0.20 矿块 block**

为便于回采,用平巷、天井等把矿床分割成的块段。

**2.0.21 矿床开拓 mine development**

从地表掘进一系列井巷工程通达矿体,以形成提升、运输、通风、排水、供水、供电、压气等完整系统。

**2.0.22 采准 development**

在完成开拓工程的基础上,掘进一系列井巷将阶段划分为矿块,在矿块内为行人、通风、运料、凿岩、放矿等创造条件,并获得采准矿量所进行的采矿准备工作。

**2.0.23 切割 cutting**

在已完成采准工程的矿块内,为回采工作面落矿和出矿等创造条件,并获得备采矿量所进行的采矿准备工作。

**2.0.24 拉底 under cutting**

由拉底巷道扩帮至矿块的边界所形成的底部空间。也称拉底层。

**2.0.25 空场采矿法 open-stope mining method**

在回采过程中,主要依靠采场围岩自身的稳固性或少量矿柱等支撑能力,维护采空区稳定的采矿方法。

**2.0.26 崩落采矿法 caving mining method**

随着回采工作的进行,强制性或自然崩落矿体上部覆盖岩石和顶底盘围岩充填采空区,以控制采场地压和处理采空区的采矿方法。

**2.0.27 充填采矿法 cut and fill method**

随着回采工作面推进到一定距离后,用充填材料充填采空区,以控制采场地压的采矿方法。

**2.0.28 充填倍线 length-height ratio**



充填管路的总长度与充填管路入料口至料浆出口之间的垂直高差的比值。也称输送倍线。

**2.0.29 粒级** grade

充填材料的粒度等级。

**2.0.30 坑内通风系统** underground mine ventilation system

为实现井下换气而设置的由风井、通风机、通风巷道、通风管道等通风设施组成的系统。

**2.0.31 中央式通风系统** central ventilation

进、回风井集中布置在矿区中央或矿区一翼的通风系统。

**2.0.32 分区通风系统** regional ventilation system

坑内各作业区均有独立进风井及回风井的通风系统。

**2.0.33 压入式通风** forced ventilation

通风机安装在进风口,将新鲜空气压入坑内,使空气在正压下通过井巷和各作业地点的通风方式。

**2.0.34 抽出式通风** exhaust ventilation

通风机安装在出风口,使空气在负压下通过井巷和作业地点,将污浊空气排出的通风方式。

**2.0.35 多级机站压抽式通风系统** forced and exhaust system of ventilation on multi-stage fan station

由数级通风机站接力,将地表新鲜空气,经进风井巷压送到坑内作业地点,再将污浊空气经回风井巷抽送到地表的通风系统。

**2.0.36 矿井反风** mine ventilation reversal

为抢救坑内作业人员和防止灾害扩大而采取的使坑内风流反向流动的非常措施。

**2.0.37 通风构筑物** ventilation structures

引导、遮断风流和控制风量的设施。

**2.0.38 风门** air door

在人员、车辆通过的巷道中设置的隔断风流的门。

**2.0.39 提升高度** hoisting distance

提升容器在装载点与卸载点之间运行的距离。

**2.0.40 钢丝绳最大静张力** maximum static load of rope

钢丝绳最大悬垂重量与终端荷载之和。

**2.0.41 井巷工程** shaft sinking and drifting

为采矿而设置的竖井、斜井、巷道及硐室等构筑物的总称。

**2.0.42 马头门** ingate

竖井井筒与各水平连接处有一定仰角的巷道。

**2.0.43 斜坡道** ramp

通行无轨自行设备或无轨车辆的公路式倾斜巷道。

**2.0.44 竖井** vertical shaft

直通地表用于提升或通风的铅垂井。

**2.0.45 硐室** chamber

在矿岩内开凿的,用于安置设备或存放材料等专门用途的地下构筑物。

**2.0.46 水仓** water sump

用以汇存、沉淀井下涌水并与排水泵硐室配套的一组集水巷道。

**2.0.47 罐道** shaft guide

提升容器及平衡锤在运行中的导向装置。

**2.0.48 矿山安全** mine safety

为消除能导致人员伤害、发生疾病、死亡,或造成设备破坏、财产损失以及危害环境的隐患,并为保护矿山职工的安全与健康,促进采矿业的发展而制订的各种法规、制度和措施的总称。

**2.0.49 安全出口** emergency exit

坑内发生灾变事故时,为撤出井下作业人员而设置的通往地表的出口。



### 3 基本规定

**3.0.1** 新建矿山设计应有经国土资源管理部门评审备案的地质勘查报告。

**3.0.2** 改建、扩建矿山设计应有经国土资源管理部门评审备案的地质勘查报告或审批的新增矿量补充勘探报告和矿山生产地质综合资料。

**3.0.3** 矿山设计应以现行国家标准《固体矿产资源/储量分类》GB/T 17766 中的有关基础储量为依据。因工业指标变更、矿业权变更,资源/储量发生重大变化以及工程建设项目压覆等,矿山设计应依据经评审备案的资源/储量核实报告。

**3.0.4** 水文地质条件复杂的矿床应有经国土资源管理部门批准的水文地质勘查报告,或依据现行国家标准《矿区水文地质工程地质勘探规范》GB 12719 进行的水文地质补充勘查等相关资料。

**3.0.5** 特大型、大型露天矿和边坡工程地质条件复杂的露天矿应有边坡稳定性研究报告。

**3.0.6** 矿山排土场应有工程地质和水文地质资料。

**3.0.7** 改建、扩建矿山应有矿山现有设施的调查和现状实测资料。

**3.0.8** 有自燃发火可能的矿山,应有经审批的矿岩自燃发火试验报告。

**3.0.9** 采矿工程设计应符合下列规定:

- 1 应处理好近期工程与远期工程之间的关系。
- 2 应优先开发矿石质量好、易采易选、外部建设条件有利、经济效益和社会效益好的矿床。

- 3 露天开采与地下开采方式的选择应充分依据技术、经济、



资源开发利用、生态环境保护、地质灾害防治、水土保持、土地复垦等因素。

4 应加强矿产资源开发的综合利用,并应确定合理的开采顺序,同时应有效利用和保护资源。在同一开采区段内,应实行贫富兼采、大小兼采,并应降低贫化、损失;对暂时不能利用的资源应加以保护;在开采主要金属的同时,应综合回收共生、伴生有用组分。

5 对矿石资源丰富、开采规模大、服务年限和达到建设规模时间较长的矿山,应根据市场需求,按技术可行和经济合理的原则,进行开采方式和开采规模的方案比较,并应论证开采方式和分期建设技术上的可行性和经济上的合理性。

6 应积极采用行之有效的新技术、新工艺、新设备、新材料。

3.0.10 矿山规模类型划分应符合本规范第 A.0.1 条的规定。

3.0.11 矿山建设投产条件应符合下列规定:

1 矿山建设的投产时间应根据各矿山的具体情况经计算确定。

2 矿山主要开拓运输系统、采切井巷工程、剥离工程、矿石加工工程、通风防排水工程、供电供水工程、机汽修设施等应已建成。

3 安全设施、工业卫生设施和环境保护设施应已按设计要求建成。

4 行政、生活福利设施应基本建成。

5 主要工艺设备应安装配套,应经负荷联动试车合格构成生产线,并应形成一定生产能力,同时应能够生产出设计文件中规定的产品,使生产准备矿量达到规定的标准且能保证矿山投产后安全持续生产,并应按规定时间达到设计规模。

6 矿山形成的综合生产能力应已达到设计规模的下列要求:

1)特大型、大型矿山为 30%~40%;

2)中、小型矿山为 40%~60%。

3.0.12 露天矿山投产时的生产准备矿量保有期限可按投产后第一年的生产规模计算,也可按开拓矿量 1 年~3 年、备采矿量 1 个

月~3个月确定。

**3.0.13** 地下矿山投产时的采矿生产准备矿量保有期限可按设计规模计算,也可按开拓矿量3年~5年、采准矿量6个月~12个月、备采矿量3个月~6个月确定。

**3.0.14** 新建矿山基建剥离量及基建井巷工程量计算应符合下列规定:

1 露天矿山为保证矿山投产时应具备的采矿生产准备矿量而进行的采剥工程量,应为基建剥离量。

2 地下矿山为保证矿山投产时应具备的采矿生产准备矿量和必要的采矿工作面数目而掘进的井巷和硐室工程量,应为基建井巷工程量。

**3.0.15** 改建、扩建矿山应按新增部分规模计算基建剥离量及基建井巷工程量。

**3.0.16** 矿山服务年限宜按本规范第A.0.2条确定。

**3.0.17** 矿山宜采用连续工作制,年工作天数宜为300d~330d,每天宜为3班,每班宜为8h。



## 4 矿 山 地 质

### 4.1 一 般 规 定

4.1.1 矿山设计依据的地质勘查报告应经国土资源部或省、自治区、直辖市国土资源厅评审、备案。

4.1.2 矿山设计应对设计依据的地质勘查报告的矿床勘查程度、资源可靠性、开采技术条件等进行分析、评价。

### 4.2 矿床工业指标

4.2.1 矿床工业指标的制订应在符合矿床地质特征的基础上,保持矿体的连续性和完整性,资源的综合利用和市场需求,在开采技术上可行和经济上合理前提下确定出最佳方案。矿床工业指标的制订所采用的方法应包括类比法、地质方案法、经济分析法等。

4.2.2 矿床工业指标基本内容应包括边界品位、最低工业品位、最小可采厚度和夹石剔除厚度。

4.2.3 圈定矿体时,边界品位应用于单个样品;最低工业品位可用于单个探矿工程连续样品段,也可用于小块段;最小可采厚度和夹石剔除厚度应为工程中矿岩的真厚度。

4.2.4 编制地质勘查报告的工业指标应由建设方提出矿床工业指标委托书,地质勘查单位提出工业指标建议书,并应报国土资源部门审查、备案。当矿石性质复杂时应由设计单位经技术经济论证,提出工业指标方案,并应报国土资源部门审查、备案。

### 4.3 矿石选矿试验采样设计

4.3.1 采样设计应根据地质详查或地质勘探报告、矿山建设方案及实验室提出的试样要求进行编制。



**4.3.2** 选矿试验应采取能够代表整个矿床的试样。在矿山筹建阶段,应采取前期生产 5 年~10 年的代表性试样。

**4.3.3** 当矿床中有两种或两种以上类型、品级的矿石,且能分采时,应分别采样。

**4.3.4** 试样代表性应与生产入选矿石基本一致,应包括矿样中主要和伴生有用组分含量、矿物组成、矿石结构构造、矿物嵌布粒度特征、氧化程度等。

**4.3.5** 采样设计内容应包括矿样的种类、数量、采样点布置、采样方法、采样施工、样品制备、配样和矿样包装等。

#### **4.4 资源/储量估算与矿石质量研究**

**4.4.1** 矿产资源/储量的估算应在地质勘查报告提交的资源/储量基础上,按矿山设计要求,对资源/储量进行分配和估算。

**4.4.2** 资源/储量估算应包括下列内容:

1 露天开采应估算露天开采境界内各开采阶段的不同资源/储量级别、不同矿石类型的矿石量和品位,以及各阶段岩石(表土)及近矿围岩品位。

2 地下开采矿床应估算地下开采阶段的不同资源/储量级别、不同矿石类型和品级的矿石量和品位。

**4.4.3** 资源/储量估算应符合下列规定:

1 资源/储量估算方法可采用几何图形法和地质统计学法,矿山设计宜采用地质统计学法。

2 矿山设计估算的资源/储量结果应与《地质勘查报告》提交的矿产资源/储量进行对比,在工业指标、矿石体重和估算范围相同的前提下,矿石量允许误差不应大于 5%,主要有用组分的品位允许误差不应大于 5%;采用分配法估算资源/储量时允许误差不应大于 1%。

**4.4.4** 矿石质量研究应包括下列内容:

1 研究矿石矿物组成、主要有用和有害组分、各类型矿石空

间分布特征及共生互变关系、分采分选条件的可能性、围岩与夹层主要组分平均含量。

2 计算开采设计范围内矿石主要有用、有害组分的平均含量及其估计方差和置信限,预测不同开采周期内采出矿石的品位波动范围。

#### 4.5 基建勘探和生产勘探

4.5.1 符合下列情况之一应进行基建勘探:

- 1 地质条件复杂的矿床,地质勘查后仍不能求得探明的可采储量;
- 2 地质勘查阶段探明的可采储量,因数量不足或分布范围不在首期开采地段内;
- 3 地质勘查阶段探明的可采储量因开采方案变动,不能为基建利用;
- 4 基建开拓范围内需回采的地质勘查阶段控制程度低的小矿体;
- 5 当存在不同矿石类型或工业品级的矿体,需要分采、分选利用时,地质勘查阶段未查明空间分布规律和特征。

4.5.2 露天矿基建勘探范围宜超前基建开拓深度 3 个~4 个台阶,地下矿山基建勘探范围宜超前基建采准矿块数的 1.5 倍。

4.5.3 基建勘探与生产勘探工程间距和手段应符合下列规定:

- 1 基建勘探与生产勘探工程间距,应根据矿床勘查类型及地质勘查阶段所采用的工程间距及控制效果,结合基建采场的具体规格条件确定。要求达到探明的资源/储量,应在原地质勘查的工程间距基础上进行加密。
- 2 露天开采的基建勘探与生产勘探,宜采用槽探、井探和钻探,并应以采矿爆破孔为辅助。
- 3 地下开采的基建勘探与生产勘探,宜采用坑探、钻探或坑探与钻探相结合,坑探应与采矿工程相结合。



## 5 矿山防治水

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 矿山防治水设计应依据国土资源部或省、自治区、直辖市国土资源厅评审、备案的地质勘查报告(含水文地质部分)或专门的水文地质勘查报告,并应对依据的水文地质勘查资料进行评述。
- 5.1.2 矿山防治水设计应有矿山所在地区的水文手册或矿区附近观测站的水文、气象资料。
- 5.1.3 采用矿床疏干或注浆防渗帷幕的矿山,应提供工业性试验报告。
- 5.1.4 矿山地面防洪工程设计应有岩土工程勘察报告。

### 5.2 露天采场涌水量计算

- 5.2.1 露天开采矿山采场涌水量应包括地下水涌水量和采场大气降雨径流量,并应计算正常和最大涌水量。
- 5.2.2 计算露天采场的大气降雨径流量时,设计暴雨频率选取应根据矿山规模、服务年限、淹没时间及所造成的损失等因素综合分析确定。露天采场设计暴雨频率:特大型、大型矿山应为 5%,中型矿山应为 10%,小型矿山应为 10%~20%。
- 5.2.3 地表径流系数应采用矿区实测数据,当无实测数据时,可按本规范附录 B 的规定选取。

### 5.3 地下开采矿山井下涌水量计算

- 5.3.1 地下开采矿山应计算最低开拓阶段的地下水涌水量,分期、分阶段排水的矿山还应计算各排水阶段的地下水涌水量。矿山开采过程中,岩体错动到地表时,应估算塌陷区正常降雨径流渗



入量和最大降雨径流渗入量。

**5.3.2** 估算塌陷区降雨径流渗入量时,渗入系数应采用所在矿区的实测数据或条件相类似矿山的实测数据。无渗入系数资料时,可根据开采后预计的岩体破坏程度及特征,按本规范附录 C 选取。

**5.3.3** 塌陷区降雨径流渗入量应按 24h 设计频率暴雨量估算。设计暴雨频率:特大型、大型矿山应为 5%,中型矿山应为 10%,小型矿山应为 20%。露天转地下开采矿山塌陷区降雨渗入量可按本条规定估算。

## 5.4 露天开采矿山防排水

**5.4.1** 受洪水威胁的露天采矿场应设置地面防洪工程。

**5.4.2** 当地下水对露天采矿场的安全及正常生产构成严重威胁时,宜采取疏干或堵截等防治水措施。

**5.4.3** 露天矿排水方式应符合下列规定:

- 1 山坡露天矿应采用自流排水方式。
- 2 深凹露天矿排水方式应符合下列规定:
  - 1) 露天采矿场汇水面积小,地下水涌水量不大的矿山,可采用坑底集中排水方式;
  - 2) 汇水面积和地下水涌水量大,可采用井巷排水方式;
  - 3) 汇水面积、地下水涌水量、开采深度均大,可采用分段接力或井巷分段排水方式;
  - 4) 采用单一排水方式经济上不合理、技术上不可行时,可采用联合排水方式。

**5.4.4** 露天采场的允许淹没时间可根据同时开采的台阶数确定,允许淹没时间宜为 1d~7d;采用井巷排水方式时,允许淹没时间宜为 1d~5d。

## 5.5 地下开采矿山防排水

**5.5.1** 地表水体对井口或地表塌陷区构成威胁时,应对地表水体



采取改移、防渗、堵截等措施。

**5.5.2** 地下水对矿山开采正常生产构成严重威胁时,应采取疏干、堵截或留设防水矿柱等控制措施。

**5.5.3** 水文地质条件复杂或有突水淹井危险的矿山,应在关键巷道内设置防水门。

**5.5.4** 防水门设计水压的确定应符合下列规定:

1 设计水压不宜小于所预防含水层的静止水位至防水门设置阶段标高差的水柱压力值。

2 使用井巷排水的露天矿,设计水压宜大于防水门设置标高至设计频率最大暴雨时露天坑允许淹没标高的水柱压力值。

## 5.6 矿山地面防治水

**5.6.1** 中小河流改道、截洪沟等防水工程的洪峰流量计算,应根据当地水文站的实测资料确定。当缺少当地水文站的实测数据时,可选用下列方法进行计算:

- 1 洪水调查法;
- 2 地区经验公式法;
- 3 公路科学研究所简化法公式;
- 4 简化推理公式。

**5.6.2** 河流改道、防洪水库等大、中型地表水体的防洪工程设计应符合现行国家标准《防洪标准》GB 50201 的有关规定。

**5.6.3** 截(排)水沟防洪设计标准应根据矿山的规模、服务年限等因素确定。冶金矿山防洪设计标准应符合表 5.6.3 的规定。

表 5.6.3 冶金矿山防洪设计标准

截(排)水沟		洪水重现期(年)	
露天矿	地下矿	设计	校核
—	特大型	50~100	200
特大型	大型	50	100

续表 5.6.3

截(排)水沟		洪水重现期(年)	
大型	中型	20	50
中、小型	小型	10	20

注:1 表中数值是冶金矿山常用的设计标准,设计中可根据企业性质,失事后造成的损失程度等具体情况确定。

2 防洪水位标高应高于或等于校核水位,但岸边防护以设计水位为准。

## 5.7 井下防治水

5.7.1 有突然涌水危险的矿山应采用超前探水、预先疏干、注浆防渗帷幕和其他防水措施。

5.7.2 有突水危害的矿山应设置地下水位观测孔,观测孔应布置在塌陷区安全距离之外。

## 5.8 矿床疏干

5.8.1 矿床疏干可适用下列条件:

- 1 矿体的直接顶、底板为涌水量大,水压高的含水层;
- 2 矿体间接底板赋存有含水丰富,水压高的含水层;
- 3 矿体直接顶板或间接顶板为流砂层。

5.8.2 矿层及其顶、底板均为含水丰富、透水性强的含水层时,可采用地面降水孔疏干。

5.8.3 需要疏干的含水层渗透性较差,且含水性不均一的矿山,可采用地下疏干。

## 5.9 注浆防渗帷幕

5.9.1 注浆防渗帷幕设计应符合下列规定:

- 1 应避免大量排水。
- 2 对于岩溶充水矿床,应避免严重的地面塌陷、水土大量流失,以及大量工业设施和村庄搬迁。



### 5.9.2 注浆防渗帷幕可适用下列条件：

- 1 矿床地下水补给径流通道较集中,进水断面较狭窄,边界条件清楚可靠地段；
- 2 进水通道两侧和底部应有稳固、可靠和连续分布的隔水层或相对隔水层；
- 3 注浆层具有良好的灌注条件,含水层全段埋藏浅。

5.9.3 观测线、观测孔应在帷幕内、外分期分批布置。观测线条数及在线上的孔数,应根据帷幕范围、水文地质边界条件确定。

## 6 岩石力学

### 6.1 一般规定

6.1.1 岩石力学设计应为采矿设计提供基础资料,并应提出保证矿山生产安全的对策措施。

6.1.2 矿山开采岩石力学设计应包括露天开采的边坡设计和地下开采的地压管理与岩层控制设计等。

6.1.3 岩石力学设计基础资料应包括下列内容:

- 1 地质勘查报告;
- 2 边坡稳定性研究报告;
- 3 地下岩体稳定性等专题研究报告;
- 4 有地质灾害发生可能的专项评估报告。

6.1.4 露天矿边坡稳定性设计应包括最终合理边坡角度确定、边坡稳定性估算、边坡监测、边坡安全对策措施、排土场安全稳定性与对策措施等。

6.1.5 地下开采岩石力学设计应包括地表错动界线的确定、不同采矿方法的采场结构参数确定、岩体稳定性分析、变形与地压监测和灾害防治对策措施等。

### 6.2 露天开采边坡

6.2.1 露天矿边坡设计应符合安全可靠、技术先进、经济合理的原则。

6.2.2 边坡稳定性的估算应采用经验类比法和分析计算法进行,应给出最终边坡角的合理范围,应计算设计边坡的稳定性,并应提出边坡稳定性监测建议方案及边坡稳定性对策措施。

6.2.3 中型以上及复杂开采条件的露天开采矿山,应开展边坡稳



定性研究工作。边坡设计应以边坡稳定性研究报告为依据确定最终边坡角和安全对策措施。

#### 6.2.4 矿山边坡分类应符合下列规定：

- 1 可按保存时间分为临时性边坡和永久性边坡。
- 2 可按岩质划分为土质边坡、岩质边坡和土岩组合边坡。
- 3 可按边坡高度划分为下列等级：
  - 1) 超高边坡为高度大于 500m；
  - 2) 高边坡为高度 200m~500m；
  - 3) 中高边坡为高度 100m~200m；
  - 4) 低边坡为高度小于 100m。
- 4 可按边坡长度划分为下列等级：
  - 1) 长边坡为长度大于 1000m；
  - 2) 中长边坡为长度 500m~1000m；
  - 3) 短边坡为长度小于 500m。

#### 6.2.5 设计边坡安全系数限值的确定应符合下列规定：

1 应根据评价所依据的资料及计算参数的可靠程度、边坡的服务年限、边坡的重要程度和研究程度确定。对于总体边坡，其安全系数当不计地震力时，可取 1.10~1.40，计及地震力时不应小于 1.10；中低边坡和服务时间短的边坡可取下限值。对于台阶边坡及临时性工作帮，安全系数可适当降低，但其稳定性不应影响总体边坡稳定性以及生产运输、采场设施、设备的安全。

2 矿山设计边坡稳定性计算安全系数应与矿山边坡稳定性研究报告选取值一致。

#### 6.2.6 露天开采设计边坡稳定性计算方法应符合下列规定：

1 设计边坡稳定性计算方法可采用极限平衡法和数值计算法，应以极限平衡法作为定量计算依据，计算方法应根据边坡破坏模式选取。

2 超高边坡稳定性计算应结合数值模拟确定其破坏模式，并结合极限平衡计算法确定其边坡稳定性。



**6.2.7** 露天开采设计边坡稳定性计算荷载及影响因素应包括重力、地下水、地震(地震烈度大于7度)或爆破振动等。

**6.2.8** 岩体及其弱面的抗剪强度可按岩体的分类、节理密度、边坡高度、地下水特征、应力特征等计算折减系数,也可根据地区资料采取直接折减法选取。

**6.2.9** 设计边坡角的确定应符合下列规定:

1 设计边坡角应按边坡稳定性研究报告推荐值选取,并应满足边坡稳定性研究报告提出的稳定性条件;未进行边坡稳定性研究的露天开采矿山,应根据边坡组成的地质结构特征进行计算,并推荐各分区边坡角和稳定性条件。

2 设计应按各分区推荐边坡角圈定露天开采境界,其设计边坡角应满足总体边坡角的要求。对于实际圈定境界的边坡稳定性应进行验算,并应提出设计边坡的稳定性特征、稳定条件和安全对策措施。

**6.2.10** 台阶边坡和组合台阶边坡设计应满足安全稳定性原则。安全平台和清扫平台的设计除应满足总体边坡稳定性和采矿工艺的要求外,还应满足拦截上部滚石和小规模滑体的要求。对于重要运输线路和露天采场内的重要设施部位,应提高其安全度,必要时可采取保证台阶边坡稳定性的局部加固措施。

**6.2.11** 露天采场内建(构)筑物与露天采场边坡的距离应符合下列规定:

1 露天采场内的建(构)筑物与露天采场边坡的距离应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的有关规定,并应保证其影响区域的总体边坡的稳定性。

2 重型设备平盘距稳定边坡的安全距离应通过计算确定。

**6.2.12** 采场附近有河流、湖泊和海洋等地表水体时,应分析与边坡稳定性之间的相互影响。

**6.2.13** 露天采场边坡监测的基本内容和要求应符合下列规定:

1 高陡边坡应提出监测措施和监测设备。



2 边坡监测应以边坡变形为主,对于高大边坡还应进行应力监测,具有水压的边坡应对其进行水压监测。

**6.2.14** 露天采场边坡防治方法应符合下列规定:

- 1 可采用水平疏干孔、垂直疏干井、地下疏干巷道等措施。
- 2 可采用抗滑桩、锚杆(索)、岩体注浆、挡土墙等方法。
- 3 可采用预裂爆破、控制同段起爆药量等方法。

**6.2.15** 排土场边坡设计应符合下列规定:

1 开采设计阶段应对设计所选择的排土场区进行必要的工程地质和水文地质勘察。

2 排土场设计应与矿山开采设计同时进行,并应根据排土场区的水文地质条件、工程地质条件、自然条件,以及安全可靠性专题研究成果进行方案比较。

3 排土场的最大排弃高度和边坡角应根据排土场基底稳定性、地形坡度、排弃物料的性质确定。

4 排土场稳定性计算安全系数可按露天采场边坡安全系数限值选取。

5 沟谷型排土场应采取截排水措施。采用底部渗流排水方式的排土场应按高于露天矿防洪标准一个等级验算排土场的稳定性。有泥石流灾害发生可能的排土场,应进行评价并提出对策措施。

6 排土场安全监测可采用人工观察与仪器监测相结合的方式。

### 6.3 地下开采岩石力学设计

**6.3.1** 地下开采岩石力学设计应满足安全可靠、技术先进、合理开采的原则。

**6.3.2** 地下开采岩石力学设计应根据矿体赋存条件、采矿方法、矿山开采安全要求、地表设施保护、环境保护进行。

**6.3.3** 地下开采矿山应对矿山的地应力场进行测量或根据区域



构造特征进行分析,并应对岩体结构进行分析。

**6.3.4** 地下开采矿山岩石力学设计宜进行岩体分级。岩体分级可按现行国家标准《工程岩体分级标准》GB 50218、RMR 分类体系、Q 分类体系及 MRMR 分类体系进行。

**6.3.5** 岩石物理力学性质参数应依据地质勘查报告、岩石力学分析研究报告等选取。岩体参数的确定可采用直接折减法、Hoek-Brown 经验准则等。

**6.3.6** 地下开采矿山岩石力学设计应根据矿体赋存特征、矿区地质特征、构造特征、水文地质特征、岩体结构特征、岩体物理力学性质参数、矿区地应力场特征、采矿开采过程,采用经验分析法、类比分析法、岩体分级分析法及数值模拟分析方法进行。

**6.3.7** 崩落法开采矿山应提出围岩冒落与塌陷的预计状况,按分区特征、围岩性质提出矿体围岩的错动角、开采塌陷特征等。改建、扩建矿山应根据已获得的岩移观测资料和矿床地质条件有无变化等情况,对原设计岩石移动角进行修正。

**6.3.8** 空场法开采矿山应提出岩石力学参数,应包括顶板暴露面积、采场结构参数及稳定性分析,并按分区特征、围岩性质提出围岩错动角、岩层与地表塌陷特征等。

**6.3.9** 采用阶段空场与分段空场嗣后充填采矿法矿山,应按空场法特征提出采场结构参数及稳定性分析,并应对充填体的作用效果进行分析。

**6.3.10** 崩落法开采矿山及空场法开采矿山,可根据塌陷理论划定地表错动范围。

**6.3.11** 充填法开采矿山应在地表划定可能的沉降变形区,井筒位置应布置在可能的沉降变形区之外,且应按保护级别留有安全距离。

**6.3.12** 地下开采矿山存在大面积采空区、工程地质复杂、有严重地压活动的采区,应建立地压监测监控系统,对采空区稳定性、顶板压力、位移变化进行动态监控。



## 7 露天开采

### 7.1 境界的确定

7.1.1 露天开采境界的确定应符合下列原则：

- 1 应以“基础储量”为基础，并应充分利用资源。
- 2 露天采矿场的最终边坡应满足边坡稳定的要求。
- 3 露天境界底平台尺寸应满足铲装和运输设备要求。
- 4 中型以上露天矿境界宜采用计算机软件圈定。

7.1.2 露天矿分期开采境界的确定应符合下列规定：

- 1 采用分期开采的矿山，一期开采年限不宜小于 10 年。
- 2 分期开采过渡期间不宜使矿山减产或出现剥离洪峰。一期宜为二期扩帮提供技术条件。

3 临时边帮上的安全平台宽度不应小于 15m；采用陡帮扩帮作业时，在临时边帮上，每隔 60m～90m 高度应布置一个宽度不小于 20m 的接滚石平台。

7.1.3 露天采矿场最终边坡构成要素应符合下列规定：

- 1 露天矿最终边坡应由台阶高度、台阶坡面角和安全平台、清扫平台、运输平台等要素构成。
- 2 平台上设置排水沟时，其宽度应满足排水沟的设置要求。
- 3 最终台阶宜实行并段，并段台阶数不宜超过 3 个。
- 4 安全平台宽度不宜小于 5m。
- 5 清扫平台宽度应满足清扫设备作业要求。

### 7.2 采掘要素

7.2.1 台阶高度的确定应符合下列规定：

- 1 需穿爆的矿（岩），台阶高度不应超过挖掘机最大挖掘高度

的 1.5 倍。

2 不需穿爆的矿(岩),台阶高度不应超过挖掘机的最大挖掘高度。

7.2.2 工作台阶坡面角可根据岩体结构面产状、岩体力学性质及水文地质特征通过计算确定,也可按围岩强度指标和围岩完整性特征通过类比法选取。

7.2.3 最小工作平台宽度应按爆堆宽度、装载和运输设备所需宽度、动力管线布置方式,以及采剥作业的安全宽度等计算确定,也可按表 7.2.3 选取。

表 7.2.3 最小工作平台宽度

岩石硬度系数 $f$	阶段高度(m)		
	10	12	15
13~16	33~36	37~41	44~48
7~12	27~32	30~36	35~43
2~6	21~26	23~29	27~34

注:1 表中数值采用铁路运输时取上限,采用汽车环形运输时取下限;

2 表内数值加上铁路中心线间距为双线运输时最小工作平台宽度。

7.2.4 挖掘机最小工作线长度应满足挖掘机的正常作业和运输设备调车要求。挖掘机最小工作线长度宜按表 7.2.4 选取。

表 7.2.4 挖掘机最小工作线长度

挖掘机斗容( $m^3$ )	挖掘机最小工作线长度(m)	
	铁路运输	汽车运输
1~2	>200	150
3~4	300~400	300
>4	450~500	400

7.2.5 段沟、出入沟及运输堑沟的沟底宽应根据运输方式、掘进设备型号、岩石性质确定。

7.2.6 陡帮开采最小采剥带宽度的确定应满足年下降速度、剥离



循环周期、开采工艺、采剥运输设备、运输道路技术条件等要求。  
陡帮开采最小采剥带宽度不应小于缓帮开采最小工作平台宽度。

### 7.3 矿石损失与贫化

7.3.1 露天开采矿石损失与贫化的大小应根据具体条件进行计算,计算标准应按爆破进尺中原矿混入岩石后的品位满足工业上允许的边界品位要求。

7.3.2 矿石损失率和贫化率过大时,应采取下列技术措施:

- 1 人工装运的矿山,矿石损失率和贫化率不应超过 3%。
- 2 产状规整、夹层少的露天矿,矿石损失率和贫化率不应超过 5%。
- 3 产状不规整、夹层多或品级复杂的露天矿,矿石损失率和贫化率不应超过 15%。
- 4 易选和建有干选设施的磁铁矿石贫化率可适当提高。

### 7.4 开拓运输

7.4.1 开拓运输方式的选择应符合下列规定:

- 1 生产工艺应简捷,应安全可靠、技术先进。
- 2 基建工程量应少,投资省,建设时间短,生产运营费低。
- 3 应节约用地。

7.4.2 下列情况下,宜采用公路开拓运输方式:

- 1 地形条件和矿体产状变化大的露天矿;
- 2 服务年限短和矿体分散的中、小型露天矿;
- 3 矿石需分采、分运;
- 4 采用陡帮开采。

7.4.3 下列情况下,宜采用公路-铁路联合开拓方式:

- 1 运输量较大、运距较长的露天矿;
- 2 地表地形平缓、平面尺寸较大的大型深凹露天矿。

7.4.4 下列情况下,宜采用公路-破碎机-带式输送机联合开拓

方式:

- 1 特大型、大型露天矿;
- 2 矿岩运距较长的露天矿;
- 3 开采深度大的露天矿。

7.4.5 下列情况下,宜采用平硐-溜井开拓方式:

- 1 地形复杂,山坡陡,比高较大的高山型矿床;
- 2 矿石不结块、不膨胀、不泥化;
- 3 具有开凿溜井的工程地质条件。

7.4.6 汽车载重应与挖掘机相匹配,汽车车箱容量与挖掘机斗容量之比宜为 3~6。

7.4.7 运输设备计算应选取 1.05~1.15 的运输不均衡系数。

7.4.8 矿岩运输应符合现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ 22 的有关规定。

7.4.9 矿岩运输全部采用电动轮汽车或大型液力机械传动矿用汽车时,矿山生产干线道路纵坡不宜大于 10%。

7.4.10 露天开采铁路设计应符合国家现行标准《冶金露天矿准轨铁路设计规范》GB 50512 和《冶金矿山地面窄轨铁路设计规范》YB 9065 的有关规定。

## 7.5 规模与采剥进度计划

7.5.1 露天矿生产规模应根据矿山资源条件、开采技术条件、设计计算的生产能力、经济合理性等因素综合确定。

7.5.2 露天矿生产能力验证应符合下列规定:

- 1 可按布置的采矿挖掘机工作台数及设备效率计算。
- 2 可按采矿工程延深速度计算。
- 3 可按矿山合理的服务年限计算。
- 4 应编制采剥进度计划落实。

7.5.3 采剥进度计划的编制应符合下列规定:

- 1 应满足用户对矿石产量和产品方案的要求。



- 2 应均衡生产剥采比。
- 3 应满足新水平开拓延深速度要求。
- 4 每台挖掘机应有合理的工作线长度。
- 5 分区或分期开采时,采矿工程与产量应衔接。
- 6 应确定合理的首采区段和开采顺序。
- 7 采剥进度计划应编至矿山投产第五年年末。

## 7.6 穿孔、爆破与铲装

### 7.6.1 穿孔设备的选择应符合下列规定:

- 1 穿孔设备应根据矿山规模、台阶高度、爆破孔径和矿岩可钻性等因素选择。
- 2 坚硬岩层宜选用高风压潜孔钻机,硬岩及中硬岩层宜选用牙轮钻机或潜孔钻机,软岩层宜选用回转钻机。

### 7.6.2 矿用炸药品种及起爆材料的选择应符合下列规定:

- 1 无水钻孔宜选用多孔粒状铵油炸药。
- 2 水孔或坚硬矿(岩)钻孔应选用乳化炸药。
- 3 起爆材料应选用非电起爆器材,起爆药包宜选用中继起爆具。

### 7.6.3 露天矿深孔爆破应符合下列规定:

- 1 露天矿深孔爆破宜采用松动爆破。
- 2 应确定合理爆破参数。
- 3 宜采用炸药混装车装药、炮孔填塞机填塞。
- 4 大区段多排孔爆破应采用微差爆破。
- 5 最终边坡爆破应采用控制爆破。
- 6 陡帮开采工艺的作业台阶,应采用横向起爆方式。
- 7 组合台阶作业区之间或组合台阶与采场下部作业区之间应在平面上错开。
- 8 两个相邻的组合台阶不应同时进行爆破。

### 7.6.4 爆破允许安全距离应符合现行国家标准《爆破安全规程》

GB 6722 的有关规定。

**7.6.5** 铲装设备的选择应符合下列规定：

- 1 应与矿山生产规模相适应。
- 2 特大型、大型露天矿宜选用斗容大于  $10\text{m}^3$  的挖掘机。
- 3 中型露天矿宜选用斗容为  $4\text{m}^3 \sim 10\text{m}^3$  的挖掘机。
- 4 小型露天矿宜选用斗容为  $1\text{m}^3 \sim 2\text{m}^3$  的挖掘机。

## 7.7 硐室爆破

**7.7.1** 下列情况可采用硐室爆破：

- 1 山坡露天矿基建初期上部(或侧向)覆盖岩层的剥离；
- 2 开挖堑沟及半壁路堑；
- 3 平整工业场地；
- 4 定向爆破筑路堤及堆石坝。

**7.7.2** 硐室爆破设计应符合下列规定：

- 1 确定爆破范围和爆破方案应根据矿山地形、地质条件。
- 2 在采场边帮附近进行硐室爆破时,应保证边帮稳定。
- 3 在工业场地、重要建筑物或重要设施附近爆破时,应保证周围环境的安全。
- 4 应采用复式起爆网路。
- 5 地震波和冲击波的安全距离应通过计算确定。

**7.7.3** 硐室爆破类型的选择应符合下列规定：

- 1 爆区及周围地形较平缓,要求爆堆集中时,宜采用松动爆破。
- 2 爆区周围地形扩散条件好时,宜采用加强松动爆破。
- 3 地形条件利于筑坝时,宜采用定向抛掷爆破。

**7.7.4** 硐室爆破一次爆破应以一次爆破炸药用量  $Q_z$  为基础,并应根据工程重要性及环境的复杂性,按下列规定调整：

- 1  $1000\text{t} \leq Q_z \leq 3000\text{t}$  应为 A 级。
- 2  $300\text{t} \leq Q_z < 1000\text{t}$  应为 B 级。



3  $50\text{t} \leq Q_z < 300\text{t}$  应为 C 级。

4  $0.2\text{t} \leq Q_z < 50\text{t}$  应为 D 级。

7.7.5 装药量大于 3000t 时,应报有关部门批准,其等级可按 A 级管理。

## 7.8 排 土 场

7.8.1 排土场位置的选择应符合下列规定:

1 宜在露天采场境界外就近设置。对于分期开采的露天矿,经技术经济比较合理时,可设在远期开采境界以内;条件允许的矿山应设置内部排土场。

2 应利用沟谷、荒地、劣地。

3 应选择在工程地质条件较好的地段。

4 应避免对环境的危害和污染。

5 暂时不能回收利用的有价值的矿物、有回收利用价值的岩石(表土)和耕植土应单独堆存,并应为其利用创造有利的装运条件。

7.8.2 排土场设计应与矿山总体布置协调一致,并应充分利用地形条件。

7.8.3 排土场的总容量应能容纳矿山所排弃的全部剥离物。排土场宜一次规划,并应分期实施。

7.8.4 排土场不宜设在居民区或工业建筑物主导风向的上风侧和生活水源的上游。

7.8.5 当遇有软弱层或松软表土等不良地基时,应采取处理措施。

7.8.6 排土场宜设置截流、防洪、排水设施。

## 7.9 露天转地下开采

7.9.1 露天转地下开采过渡应符合下列规定:

1 矿体走向长或分区开采的露天矿宜采取分区过渡方案。

2 露天采场后期的开采顺序应使露天采场和地下采场在水平面错开。

3 地下采矿方法的选择应保证过渡期露天生产和地下生产的安全。

4 地下井巷工程与露天采场之间的安全距离应通过计算确定。

**7.9.2** 露天采场边帮残留矿体的回采应符合下列规定：

1 露天底三角矿柱回采宜在该部位露天采场结束后进行。

2 边帮残留矿体的开拓宜利用露天开拓系统和深部矿体开拓系统。

**7.9.3** 露天转地下开采过渡采用空场采矿法留境界顶柱时，境界顶柱的厚度可通过岩石力学计算确定，且不得小于 20m。

**7.9.4** 采用崩落法回采露天底以下深部矿体应形成覆盖层，覆盖层厚度可采用类比法或专题研究确定。

**7.9.5** 露天底以下深部矿体开拓系统中的主、副井等重要设施，宜布置在露天境界外和深部矿体开采错动界线外的岩体稳定区。

**7.9.6** 露天采场深部开拓宜与后期转地下开拓系统互相结合、互相利用，并应统筹规划。



## 8 地下开采

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 每个矿井应至少有两个独立的直达地面的安全出口,安全出口的间距不得小于 30m。
- 8.1.2 大型矿井,矿床地质条件复杂,走向长度一翼超过 1000m 时,应在矿体端部增设安全出口。
- 8.1.3 每个生产水平(阶段)、每个采区(盘区、矿块)均应至少有两个便于行人的安全出口,并应经上、下阶段巷道与通往地面的安全出口相通。
- 8.1.4 矿山的竖井井口、斜井井口、平硐口的标高应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。工业场地的地面标高应高于当地历史最高洪水位。
- 8.1.5 矿山开采岩体错动范围应按开采矿体最深部位进行圈定。分期开采的矿山可按分期开采深度圈定。
- 8.1.6 矿山主要建筑物、构筑物应布置在矿体开采的岩体错动范围外。
- 8.1.7 地下开采矿山应按国家有关规定建立安全防护与保障系统。

### 8.2 矿山生产规模的确定

- 8.2.1 矿山生产规模应根据设计计算的生产能力、资源和建设条件等研究确定。
- 8.2.2 计算矿山生产能力时,应以现行国家标准《固体矿产资源/储量分类》GB/T 17766 中的基础储量为计算基础,并应取 0.7~0.9 的地质差异系数,对推断的资源量可取 0.3~0.5 的地质差异

系数。

**8.2.3** 地下矿的生产能力应按可同时回采的矿块数和矿块生产能力计算确定,并应通过矿山经济合理服务年限和新水平准备时间进行验证,必要时,可编制采掘进度计划落实。

**8.2.4** 划分矿房、矿柱两步骤回采的矿山生产能力应以一个阶段回采矿房、一个阶段回采矿柱为基础进行计算。

**8.2.5** 采用一步骤连续回采的矿山,应以一个阶段回采计算其生产能力。

**8.2.6** 采用无底柱分段崩落法回采的矿山,应以一个回采单元(矿块)有效进路条数、允许同时回采的分段数、每台出矿设备占有有效进路条数,以及出矿设备效率等计算确定。

### 8.3 矿床开拓

**8.3.1** 矿山主要开拓工程位置的选择应符合下列规定:

1 井口和平硐口位置应保证其建筑物和构筑物不受地表塌陷、滑坡、山洪、泥石流和雪崩等灾害影响。

2 主要井巷位置应选在稳定的岩层中,不宜布置在含水层、流砂层、断层或破碎带中。

3 竖井井位宜布置在矿体厚大部分中央下盘。

4 主要井巷出口位置应满足井口工业设施布置要求。

5 进风井井口位置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;回风井井口位置应选择在当地常年主导风向的下风侧。

**8.3.2** 平硐开拓应符合下列规定:

1 赋存在当地侵蚀基准面以上的矿体,宜采用平硐开拓。

2 长平硐开拓,宜在平硐中部设措施工程(竖井、斜井或平硐)。

3 平硐较长时,应通过单轨双巷和双轨单巷的工程量比较后确定。



4 运输平硐的坡度宜采用 3‰~5‰,应重车下坡。

### 8.3.3 斜井开拓应符合下列规定:

1 矿车组斜井提升,可用于矿体埋深小于 200m,且生产能力小于 30 万 t/年的小型矿山。

2 箕斗斜井提升,可用于矿体埋深小于 300m 的中、小型矿山。

3 带式输送机斜井提升,可用于大型和特大型矿山。

### 8.3.4 竖井开拓应符合下列规定:

1 小型矿山宜采用罐笼提升,中型以上矿山宜采用箕斗提升。

2 采用混合竖井开拓,箕斗与罐笼之间应设置隔离设施。未设隔离设施时,箕斗和罐笼严禁同时运行。混合井作进风井时,应采取空气净化措施。

### 8.3.5 斜坡道开拓应符合下列规定:

1 矿床开拓深度小于 300m 时,可采用无轨斜坡道开拓。

2 斜坡道的坡度宜为 10‰~12‰。

3 斜坡道的转弯半径应按通行设备规格通过计算确定。

4 斜坡道每隔 300m~400m 应设坡度不大于 3‰、长度不小于 20m 的缓坡段,并应满足错车要求。

8.3.6 单一开拓系统不能满足矿山开采要求时,可采用联合开拓。

8.3.7 阶段高度应根据开采矿体的赋存条件、采矿方法、天溜井掘进工艺等综合确定。

### 8.3.8 阶段平面布置应符合下列规定:

1 阶段运输巷道布置形式应根据矿山生产规模、矿体产状和采矿方法及运输设备类型等确定。

2 阶段运输巷道应满足运输和矿井通风系统的需要。沿脉运输巷道兼作下一阶段生产的回风巷道时,应布置在下阶段开采的岩体错动界线之外。



3 有轨运输矿山采用穿脉装车、沿脉运输的布置形式时,沿脉运输巷交岔点的警冲标与第一个溜井的距离应大于一列车长度。

8.3.9 井底车场设计应符合下列规定:

1 井底车场通过能力应大于矿井生产能力的 20%。

2 采用定向卸载时,井底车场卸载站的布置应与采区装载布置相适应。

3 矿车组提升的斜井,中段宜采用甩车道或吊桥,井底应采用平车场。

4 井底车场储车线长度应符合下列规定:

1)罐笼井井底车场的重车储车线不宜小于列车长度的 1.5 倍~2 倍,空车储车线不宜小于列车长度的 1.5 倍;

2)副井井底车场材料线长度宜为 15m~30m,人车专用线长度宜为 15m~20m;

3)调车线长度宜为一列车长度;

4)斜井矿车组提升的储车线长度宜为 2 组~3 组矿车长度。

5 井底车场轨道线路坡度应符合下列规定:

1)箕斗井卸载站的空、重车线宜采用平坡。

2)罐笼井的重车线坡度,采用电机车调车时,宜取 2‰~4‰;采用自溜车场时,启动段宜为车辆运行静阻力系数的 2.5 倍~3 倍,其余段宜为车辆运行静阻力系数的 1.8 倍~2.5 倍。

3)罐笼井的空车线坡度,采用自溜时,与井筒连接部分空车线宜取 13‰~18‰,其余部分取 6‰~8‰,弯道处应加大 1‰~2‰。

4)绕道的坡度,采用 7t 及以下电机车牵引空列车时,空车上坡应控制在 13‰以内;采用 7t 以上电机车时,空车上坡应控制在 15‰以内。



5)重车上坡坡度不应超过 7‰。

## 8.4 采 矿 方 法

8.4.1 房柱法应符合下列规定：

- 1 宜用于矿岩稳固、水平或缓倾斜的中厚以下矿体。
- 2 矿体厚度小于 3m 时，应一次回采；矿体厚度为 3m～8m 时，宜分层回采。
- 3 矿体厚度大于 8m 时，宜采用先切顶后用中深孔进行回采。
- 4 盘区内同时回采的采场数不应超过 3 个，各工作面间的超前距离不应小于 10m。

8.4.2 浅孔留矿法应符合下列规定：

- 1 宜用于矿体和围岩稳固、矿石不粘结、不自燃、遇水不膨胀、不泥化的急倾斜薄和中厚的矿体。
- 2 回采工作面宜采用梯段布置，矿体稳固时，宜采用上向炮孔落矿，梯段工作面长度宜为 10m～15m；矿体稳固性较差时，宜采用水平炮孔落矿，梯段长度宜为 2m～4m。
- 3 矿房回采后应及时回收矿柱并处理采空区。
- 4 用崩落法回采矿柱时，应采用微差爆破一次崩矿，应先崩间柱后崩顶、底柱，并应在覆盖层下放矿。

8.4.3 分段空场法应符合下列规定：

- 1 宜用于倾斜和急倾斜的中厚矿体和厚矿体。
- 2 矿岩稳固的急倾斜矿体应采用分段凿岩，并应阶段出矿；矿岩稳固性稍差或倾斜的矿体，宜采用分段凿岩，并应分段出矿。
- 3 分段高度应根据矿体赋存条件和凿岩设备的能力确定。
- 4 矿房回采后应及时回收矿柱并处理采空区。
- 5 用崩落法回采矿柱时，应采用微差爆破一次崩矿，应先崩间柱后崩顶、底柱，并应在覆盖层下放矿。

8.4.4 崩落法应符合下列规定：

- 1 宜用于地表允许塌陷,矿体上部应无水体和流砂。
  - 2 地表有厚层覆土和雨量充沛的地区,应采取防止大量泥水涌入采场的措施。
  - 3 矿体开采的水平推进方向,宜按有利于控制地压的顺序安排。
  - 4 崩落法回采矿柱,间柱和顶、底柱应采用微差爆破一次崩矿,应先崩间柱后崩顶、底柱,并应在覆盖层下放矿。
- 8.4.5 有底柱分段崩落法应符合下列规定:**
- 1 宜用于倾斜或缓倾斜的中厚或厚矿体。
  - 2 宜采用中深孔、垂直分条、小补偿空间挤压爆破。挤压爆破的补偿空间系数应按不同落矿方式选取,水平落矿时宜取20%,垂直分条落矿时宜取15%~20%。
  - 3 上、下分段同时出矿时,上分段应超前于下分段,超前的水平距离不应小于分段高度的1.5倍。
- 8.4.6 无底柱分段崩落法应符合下列规定:**
- 1 宜用于急倾斜厚矿体或缓倾斜厚大矿体。
  - 2 开采厚大矿体时,沿矿体厚度方向应布置分段进路联络巷,间距宜为50m~90m。
  - 3 上、下分段同时回采时,上分段回采应超前于下分段回采。每个分段只有一条脉外分段联络巷,且有分支溜井与采区溜井相连时,其超前距离应大于20m;每个分段有多个分段进路联络巷,且没有分支溜井时,其超前距离应大于分段进路联络巷间距。
  - 4 回采工作面上方应有大于2个分段高度的覆盖岩层;上盘不能自行崩落或冒落的岩石量达不到所规定的厚度时,应及时进行放顶。
  - 5 分段高度和进路间距可根据矿体倾角、厚度、回采凿岩设备型号和开采规模等按类比法确定。
  - 6 地表有厚层覆土和雨量充沛的地区,应采取防止大量泥水涌入采场的措施。



#### 8.4.7 自然崩落法应符合下列规定：

- 1 宜用于地表允许塌陷，矿、岩无自燃性和结块性，且节理裂隙发育或中等发育、形状规整、夹石少、矿岩界限明显的厚大矿体。
- 2 自然崩落法应依据矿岩可崩性和崩落机理的评价研究报告。
- 3 应根据矿岩性质、崩落高度和预测的崩落块度等因素综合确定放矿点间距和其他底部结构参数。
- 4 底部结构应采用喷、锚、网或高强度混凝土支护，眉线处宜设横向挡梁。
- 5 应根据整个采区的构造分布、岩石性质、品位分布等因素综合确定初始拉底位置和拉底方向；初始拉底位置宜布置在可崩性好的部位。
- 6 应编制放矿计划，并应严格进行控制放矿；崩落面与崩落下的松散物料面之间的空间高度宜为 5m~7m；雨季出矿应采取相应的安全措施。

#### 8.4.8 充填采矿法应符合下列规定：

- 1 地表应有需要保护的建筑物、构筑物。
- 2 地表应有水体、湖泊、海洋。
- 3 开采区上部应有强含水层及开采水文地质条件。
- 4 其他宜采取充填开采的矿山。

#### 8.4.9 上向进路充填法应符合下列规定：

- 1 宜用于矿岩条件中等稳固或不稳固的矿床。
- 2 矿体厚度小于 20m 时，进路可沿矿体走向布置；矿体厚度大于 20m 时，进路可垂直矿体走向布置。
- 3 回采进路应采用光面爆破。

#### 8.4.10 上向水平分层充填法应符合下列规定：

- 1 宜用于矿岩稳固或中等稳固的矿体。
- 2 开采厚大矿体，采场跨度大时，在采场中应留有点柱。
- 3 溜井布置在脉内时，采场宜设置不少于 2 条顺路出矿

溜井。

**8.4.11** 阶段空场嗣后充填法应符合下列规定：

1 阶段空场嗣后充填法宜用于矿岩稳固的中厚以上规整矿体。

2 阶段空场嗣后充填法采场凿岩宜使用潜孔钻机，钻孔偏斜率应控制在 1% 以下。

3 阶段空场嗣后充填法采场出矿采用平底结构时，宜使用遥控铲运机。

4 当采用球状药包垂直后退式（VCR）水平分层爆破时，应进行爆破漏斗试验。球状药包应采用高威力、低感度炸药。

**8.4.12** 分段空场嗣后充填法应符合下列规定：

1 分段空场嗣后充填法宜用于矿岩中等稳固的中厚以上规整矿体。

2 分段空场嗣后充填法采场凿岩宜采用中深孔凿岩台车和铲运机出矿。

**8.4.13** 矿石损失、贫化指标应根据矿体赋存条件、采矿方法确定。设计时矿石损失与贫化指标可按本规范附录 D 选取。

## 8.5 采掘设备

**8.5.1** 矿山主要采掘设备选择应符合下列规定：

1 采掘设备选择应满足矿山开采规模的要求，并应与选用的采矿方法相适应。

2 宜选用凿岩台车、铲运机等液化无轨采掘设备。

3 设备数量计算时，设备效率指标宜按同类型矿山的实际指标选取。

**8.5.2** 地下矿山主要采掘设备可按本规范附录 E 选取。

## 8.6 基建与采掘进度计划

**8.6.1** 基建进度计划的编制应符合下列规定：



- 1 基建进度计划编制应从矿山井巷工程开工至矿山投产。
- 2 基建进度计划编制应包括施工准备时间和设备安装调试时间。
- 3 需疏干的矿山应估算疏干时间。
- 4 采用新采矿方法或工艺复杂的采矿方法时,应安排试验或试采时间。

#### 8.6.2 采掘进度计划的编制应符合下列规定:

- 1 矿山采掘进度计划应与基建进度计划相适应,开拓、采准、回采应有合理的超前关系,保有的三级矿量应满足矿山持续生产。
- 2 应遵守合理的开采顺序,并应保持矿山逐年产量和品位的稳定。
- 3 采掘进度计划应编制到矿山达产3年以上。
- 4 应编制矿山服务期间的产量计划。

### 8.7 坑内运输

#### 8.7.1 机车运输应符合下列规定:

- 1 坑内运输宜采用架线式电机车。新水平开拓、巷道断面小、运距短,以及受条件限制不宜使用架线式电机车时,可采用蓄电池电机车。
- 2 有爆炸性气体、高硫和有自燃发火危险的矿井不得使用架线式电机车,应使用防爆型蓄电池电机车。
- 3 采用内燃机车时,废气排放应符合国家规定的排放标准。
- 4 矿车形式应根据运输矿物种类、岩石性质、运量和运距、装卸形式、使用地点等条件确定,宜选用一种或两种车型(辅助及杂用车辆除外)。
- 5 矿石阶段运输与电机车粘重、矿车容积、轨距、轨型的配置关系,可按本规范附录F选取。

6 电机车牵引能力应按机车启动条件计算,并按发热和制动条件校核。

7 电机车备用台数应按工作电机车台数的 20%~25% 选取,双机牵引时不应少于 2 台。

8 矿车备用数量宜为使用矿车数的 20%~30%,材料车、平板车数量可分别取矿车总数的 10% 和 3%。

9 机车运输的列车制动距离,运送人员时不应超过 20m,运送物料时不应超过 40m;14t 以上机车或双机牵引时,不应超过 80m。

10 运输线路的纵坡宜按 3%~5% 重车下坡设计,且应与水沟的排水方向一致。

11 运输线路的弯道曲线半径,行车速度不大于 3.5m/s 时,不应小于固定轴距的 10 倍;行车速度大于 3.5m/s 时,不应小于固定轴距的 20 倍。

12 运输线路应有 20%~30% 的富余能力。同一线路上同时工作的机车台数超过 3 台时,应采用双线或环行运输线路,并应设置信号集中闭锁装置。

#### 8.7.2 无轨车辆运输应符合下列规定:

1 使用柴油发动机无轨运输设备,每台设备应有废气净化装置,净化后的废气中有害物质的浓度应符合国家现行有关工业企业卫生标准和工作场所有害因素职业接触限值的规定,每台设备应配备灭火装置。

2 无轨运输的线路布置,中、小型矿山宜采用单行道加错车道的布置形式,特大型、大型矿山宜采用环形运输道布置形式。

3 采用无轨运输的矿山,坑内应设有设备维修设施。

### 8.8 通风与防尘

#### 8.8.1 井下空气应符合下列规定:

1 进入矿井的空气,不应受到有毒、有害物质的污染。放射



性矿山出风井与入风井的距离应大于 300m。

2 井下空气中空气成分、温度、风速以及粉尘和有毒、有害物质的浓度,应符合国家现行标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423和《金属非金属地下矿山通风技术规范》AQ 2013.1 的有关规定。

#### 8.8.2 通风系统应符合下列规定:

- 1 矿井通风的有效风量率应大于或等于 60%。
- 2 采掘作业地点的干球温度大于 28℃时,应采取降温措施。
- 3 下列条件下,宜采用集中通风系统:
  - 1) 矿体埋藏较深,走向长度不太长,矿体分布比较集中的矿山;
  - 2) 矿体走向较长,矿体分布较为分散,各矿段共用进风井而不共用回风井,或者共用回风井而不共用进风井的矿山。
- 4 下列条件下,宜采用分区通风系统:
  - 1) 矿体走向长、产量大、漏风大的矿山;
  - 2) 天然形成几个区段的浅埋矿体,专用的通风井巷工程量小的矿山;
  - 3) 矿岩有自燃发火危险的矿山;
  - 4) 通风网络复杂的含放射性元素的矿山。

5 分区通风系统的分区范围应与矿山回采区段相一致,并应以各区之间联系最少的部位为分界线。

6 进风井和回风井宜采用对角式布置;采区短、风量小的矿山,可中央式布置。

7 通风系统的一翼最大长度,对角式布置时宜小于 1500m,中央式布置时宜小于 750m。

8 矿山主要进、回风井巷宜按经济断面设计,通风阻力大的井巷应采取增大通风断面、提高巷道周壁的光滑度或与其他井巷并联、角联等措施。

#### 8.8.3 通风方式的选择应符合下列规定:

1 下列条件下,宜采用压入式通风:

- 1) 矿井回风网路与地表沟通多,难以密闭维护时;
- 2) 回采区有大量通向地表的井巷或塌陷区覆盖岩层较薄、透气性强的矿山;
- 3) 矿石或围岩含放射性元素的矿山;
- 4) 海拔 3000m 以上的低气压地区矿山。

2 下列条件下,宜采用抽出式通风:

- 1) 矿井回风网路与地表沟通少,易于密闭维护时;
- 2) 矿体埋藏深,空区易密闭或崩落覆盖层厚、透气性弱的矿山。

3 下列条件下,宜采用混合式通风:

- 1) 需风网路与地面沟通多、漏风量大,而进、回风网路易于密闭的矿山;
- 2) 通风线路长、阻力大,采用分区通风和多井并联通风技术上不可能或不经济的矿山。

4 下列条件下,宜采用多级机站压抽式通风系统:

- 1) 不能利用贯穿风流通风的进路式采矿方法的矿山;
- 2) 通风阻力大、漏风点多或生产作业面广的矿山。

5 多级机站通风系统应符合现行行业标准《金属非金属地下矿山通风技术规范》AQ 2013.1 的有关规定。

8.8.4 风量计算应符合下列规定:

1 矿井的总进风量应按下列方法分别计算,并应取其中最大值:

- 1) 按各采掘工作面、需独立通风的硐室与其他通风量以及矿井漏风量的总和计算,计算公式如下:

$$Q_T = k_1 k_2 (\sum q_h + \sum q_j + \sum q_d + \sum q_l) \quad (8.8.4)$$

式中:  $Q_T$ ——矿井总进风量( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$q_h$ ——回采工作面(包括备用采场)所需风量( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$q_j$ ——掘进工作面所需风量( $\text{m}^3/\text{s}$ );



$q_d$ ——独立通风的硐室所需风量( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$q_e$ ——其他工作面所需风量( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$k_1$ ——外部漏风系数;

$k_2$ ——内部漏风系数。

2)按井下同时工作最多人数计算,所需总风量不应少于每人  $4\text{m}^3/\text{min}$ 。

3)有柴油设备运行的矿井,按同时作业机台数每千瓦供风量  $4\text{m}^3/\text{min}$  计算。

2 新建矿山的内、外部漏风系数宜按表 8.8.4 选取,内、外部漏风系数之积不应小于 1.2。

表 8.8.4 内、外部漏风系数

控制漏风难易程度	内部漏风系数	外部漏风系数
较易	1.05~1.15	1.10~1.20
一般	1.10~1.20	1.15~1.25
较难	1.15~1.25	1.20~1.30

3 海拔高度大于 1000m 的矿井总进风量,应以海拔高度系数校正。

4 对于含铀金属矿井,除计算正常需风量外,尚应做特殊风量的校核。

5 高温矿床可按降温风速计算,采掘工作面风速可取  $0.5\text{m/s}\sim 1.0\text{m/s}$ 。

8.8.5 通风装置与设施应符合下列规定:

1 矿井通风的总阻力应按通风最困难、最容易时期分别计算。

2 通风机选择应符合下列规定:

1)通风机风量不应小于机站风量乘以机站漏风系数,风机的风压不应小于井巷阻力、机站局部阻力、风机出口动压损失以及自然风压之和;

- 2) 机站漏风系数可取 1.1~1.15;
- 3) 通风机工况点的效率,按全压计算不宜低于 70%,按静压计算不宜低于 60%;
- 4) 轴流式风机的工况点应位于风机特性曲线最高点的右方,其最大风压不应超过最高点的 90%;
- 5) 轴流式风机叶片安装角宜留有上调的余地;
- 6) 排送高硫或有腐蚀性气体的风机,应采取防腐蚀措施或选用耐腐蚀风机;
- 7) 海拔高度超过 1000m 的地区,风机特性曲线应按高原大气条件进行换算;
- 8) 在同一井巷宜选择单台风机工作,双机并联运转应选择同规格型号风机。

### 3 通风机电动机的选择应符合下列规定:

- 1) 通风机的电动机应选用交流异步电动机或可调速的电机,当功率大时,可选用同步电动机。对于轴流式风机选用电动机时,应满足反转反风的需要。
- 2) 通风机电动机的功率应满足风机运转期间所需的最大功率。轴流式风机的电动机功率备用系数应取 1.1~1.2,离心式风机应取 1.2~1.3。
- 3) 每台主通风机应备用一台相同规格型号的电动机。对有多台主通风机工作的矿山,型号规格相同的备用电动机数量可适当减少。
- 4) 主通风机应在 10min 内能使风流反向。离心式风机应采用反风道反风;轴流式风机反转风量满足反风要求时,可采用反转反风。
- 5) 通风机机房布置应符合下列规定:
  - 1) 机房布置应满足设备正常运转和维护检修的要求;
  - 2) 机房高度应满足检修安装设备起吊的要求。
- 6) 主扇风道布置应符合下列规定:



- 1) 风道内风速宜取  $10\text{m/s} \sim 12\text{m/s}$ , 不应大于  $15\text{m/s}$ 。压入式通风的百叶窗风速宜取  $4\text{m/s} \sim 5\text{m/s}$ 。
- 2) 测量风压的风道, 应有一段大于风道直径或高度 6 倍长的直线段。
- 3) 扩散器出口应布置在通风机房的主导风向下风侧。
- 4) 进、出风道上均应设有密封性能良好的检查门。
- 5) 进、出风道上设置消声装置时, 应保证通风有效面积不小于原风道的面积。
- 6) 离心式风机进口或出口风道上, 应设置启动闸门。

#### 8.8.6 通风构筑物、局部通风及除尘应符合下列规定:

- 1 通风构筑物宜设在回风网路, 进风量较大的主要阶段巷道不应设置风窗, 高压区不应设置自动风门。
- 2 设风门的主要运输巷道应设两道风门, 两道风门的间距, 有轨运输时应大于一列车长度, 无轨运输时应大于运行设备长度的 2 倍。
- 3 新风巷与污风巷交叉时应设风桥。
- 4 井下各主要进、回风道均应设测风站。测风站应设在直线巷道内, 长度应大于  $4\text{m}$ , 断面应大于  $4\text{m}^2$ ; 测风站前、后的直线段巷道长度均应大于  $10\text{m}$ 。
- 5 独头采掘工作面 and 通风不良采场应安装局部通风设备, 局部扇风机应有完善的保护装置。独头工作面距进风巷不超过  $7\text{m}$  时, 可采用自然扩散。
- 6 掘进和回采工作面应采取湿式凿岩、喷雾洒水、设置局部通风除尘系统、个体防护等综合防尘措施。
- 7 主溜井卸矿口宜采取喷雾洒水等除尘措施。
- 8 地下破碎硐室除尘应采用机械除尘, 污风宜排至回风道。

#### 8.8.7 风机控制与通风监测应符合下列规定:

- 1 主通风机房应设有风量、风压、电流、电压和轴承温度等的监测仪表。



2 多级机站通风系统应设置风机远程集中控制系统。

3 主要进、回风巷,通风机站,采掘工作面应设置有毒有害气体、风速、风压等监测装置。

## 8.9 充填料制备站及充填料输送

8.9.1 充填料制备站及充填料输送设计应符合下列规定:

1 充填骨料应采用有一定强度、不泥化、无毒无害、没有工业回收价值的物料,应利用尾矿和废石作充填料。

2 分层充填法用尾砂充填时,尾砂的分级界限应为 $0.037\text{mm}$ ,渗透速度不宜小于 $8\text{cm/h}$ 。当分级尾砂不能满足充填量要求或采用胶结充填时,分级界限可适当降低。

3 孤立的或可与作业区严密隔离的空区可采用全粒级尾砂充填。

4 水泥作胶结材料时,宜用低标号散装水泥,也可掺用适量的代用品。

5 充填系统的能力应根据井下各采场所需充填量及其作业周期确定,可按大于日平均充填量确定,并应留有一定的备用能力。

6 设计每班纯充填时间不宜小于 $5\text{h}$ ,胶结充填应采用连续作业。

8.9.2 充填料制备站应符合下列规定:

1 充填料制备站应设于充填负荷中心,并宜建在地表,标高应满足向井下自流输送的要求。

2 尾砂胶结充填制备系统应采用立(卧)式砂仓、水泥仓、搅拌桶的组合方式。对物料的配比及砂浆浓度,宜设计计量、显示和控制装置及报警信号装置。

3 充填料制备站应设专用水池,其容量不得小于日平均充填需水量的 $2$ 倍或最大一次充填需水量,供水水压不应小于 $0.15\text{MPa}$ 。



4 充填用水的 pH 值不应小于 5。

5 散装水泥仓容积可为 1d~7d 平均充填量。

6 水泥仓所有孔口均应密闭,仓顶应有收尘设施。采用集中压缩空气系统供气时,充填料制备站的压缩空气使用点前应设油水分离装置。

7 计算给料机能力时,水泥松散密度应取  $1\text{t}/\text{m}^3$ ;计算水泥仓容量时,松散密度应取  $1.3\text{t}/\text{m}^3$ ;计算仓底仓壁荷载时,松散密度应取  $1.6\text{t}/\text{m}^3$ 。

8 尾砂水力输送充填采用的立式砂仓或卧式砂仓宜设两个,其总仓容不应小于日平均充填量的 2 倍或最大一次充填量,立式砂仓宜用于粒级均匀的细粒物料。

9 用电耙出料的卧式砂仓应有溢流和滤水设施,宜用大功率箱式电耙,耙运线上应埋设钢轨;用水枪造浆出料时,应设调节流量和浓度的料桶或搅拌桶,砂仓底应有  $6\%\sim 7\%$  的自流坡度;用抓斗出料时,砂仓底部应有排水设施。

10 胶结充填料制备站内的砂浆搅拌桶,其有效容积应满足  $2\text{min}\sim 3\text{min}$  输送流量。

11 制备站内应设井下堵管报警信号和联系充填点的通信和声光信号系统。

12 胶结充填料制备站内应设通风除尘和排污设施。

### 8.9.3 充填料输送应符合下列规定:

1 自流输送时,采用小于  $3\text{mm}$  骨料的胶结充填砂浆的重量浓度宜大于  $68\%$ ,充填倍线不宜大于 5;尾矿胶结充填砂浆的重量浓度宜大于  $65\%$ ,充填倍线不宜大于 8;充填倍线超过 8 时,宜通过输送试验确定。

2 似均质结构流砂浆的管道输送参数,应经试验确定。

3 主干充填管不应设在主、副井内,宜设在管道井、通风井、充填钻孔、措施井等辅助井巷内,并应有备用。当矿体埋藏浅、服务年限长时,亦可设置专用充填井。

- 4 采用钻孔充填时,在钻孔中应设充填套管。
- 5 井下水力充填管路应布置在水力坡度线以内,竖管和平管连接处以及平管的最低处应设排砂阀。
- 6 一条充填管路系统不应在同一时间内充填多个采区。



## 9 矿山机械

### 9.1 竖井提升

#### 9.1.1 竖井提升应符合下列规定：

- 1 满足摩擦提升防滑条件的竖井，应采用多绳摩擦式提升机，并宜选用电子电力变流器供电的交、直流传动系统。
- 2 提升机应满足矿山服务年限的需要，后期可采用轻金属提升容器。
- 3 年提升能力大于 30 万 t 的竖井宜采用箕斗提升系统。
- 4 两个以上水平同时生产时，罐笼提升宜采用单罐笼配平衡锤的提升方式。
- 5 竖井缠绕式提升宜采用双钩提升方式。

#### 9.1.2 提升能力计算应符合下列规定：

##### 1 主井提升能力计算应符合下列规定：

- 1) 单一物料箕斗每天提升作业时间宜取 19.5h，多种物料箕斗每天提升作业时间宜取 18h；
- 2) 作为主提升井的罐笼井宜取 18h，兼作主、副井提升的罐笼井宜取 16.5h；
- 3) 有矿仓时主井提升不均衡系数宜取 1.15，无矿仓时主井提升不均衡系数宜取 1.25；
- 4) 箕斗井提升井筒阻力系数宜取 1.05~1.15，罐笼井提升井筒阻力系数宜取 1.1~1.25；
- 5) 主井提升能力应有 15%~30% 的富裕量。

##### 2 副井班提升能力计算应符合下列规定：

- 1) 最大班人员下井时间不应超过 45min。
- 2) 最大班作业时间应按 5.5h 计算。

- 3) 计算罐笼升降人员次数时, 每班升降生产人员数应按每班井下生产人员数的 1.5 倍计算; 每班升降其他人员时间应按井下生产人员数的 20% 计算, 且每班升降次数不得少于 5 次。
- 4) 提升岩石应按日出岩石量的 50%。
- 5) 下放支护材料应按日需求量的 50%。
- 6) 升降小型设备不应少于 2 次。
- 7) 其他非固定任务的提升次数, 每班不应少于 4 次。
- 8) 提升设备应满足运送井下设备的最重部件需要, 电机车宜整体运输。

3 提升容器在井口、井底同时作业时的休止时间应符合下列规定:

- 1) 标称容积  $3.1\text{m}^3$  及以下箕斗休止时间宜为 8s,  $3.1\text{m}^3 \sim 5\text{m}^3$  箕斗休止时间宜为 10s,  $5\text{m}^3 \sim 8\text{m}^3$  箕斗休止时间宜为 14s,  $8\text{m}^3$  以上箕斗每增加  $1\text{m}^3$  休止时间增加 1s, 靠外动力卸载的箕斗应增加 5s 设备联动时间;
- 2) 罐笼进、出矿车休止时间应符合表 9.1.2-1 的规定;

表 9.1.2-1 罐笼进、出矿车休止时间

罐笼型式		单层装车罐笼			双层装车罐笼			
进出车方式		两侧进、出车		同侧进、出车	两侧进、出车		两层同时进、出车	
每层矿车数(辆)		1	2	1	1	2	1	2
矿车规格 ( $\text{m}^3$ )	$\leq 0.75$	15	20	35	35	45	15	20
	1.2~1.6	18	25	41	41	55	18	25
	2~2.5	20		—	45	—	20	

3) 罐笼升降人员休止时间应符合表 9.1.2-2 的规定;



表 9.1.2-2 罐笼升降人员休止时间

罐 笼	同侧进人(s)	两侧进人(s)
单层	$(n+10) \times 1.5$	$n+10$
双层	$2 \times (n+10) \times 1.5+5$	$2 \times (n+10)+5$
双层(同时进人)	$(n+10) \times 1.5$	$n+10$

注： $n$  为每层乘罐人数。

4) 同侧进出车的材料车、平板车进、出罐笼的休止时间宜为 60s, 两侧进出车宜为 40s;

5) 每种长材料直接装入或卸出罐笼的休止时间宜为 25min~30min;

6) 装入或卸出爆破材料的休止时间宜为 1min。

#### 4 提升容器的运行速度应符合下列规定:

1) 提升系统的最大运行速度应根据提升荷载和提升高度确定;

2) 竖井用罐笼升降人员时, 加速度和减速度不得超过  $0.75\text{m/s}^2$ ; 最高速度不应超过下式的计算值, 且最大不得超过  $12\text{m/s}$ ;

$$V = 0.5\sqrt{H} \quad (9.1.2-1)$$

式中:  $V$ ——最高速度(m/s);

$H$ ——提升高度(m)。

3) 竖井升降物料时, 提升容器的最高速度不得超过式(9.1.2-2)的计算值; 采用箕斗提升时, 进出曲轨时的速度不应大于  $1.5\text{m/s}$ ;

$$V = 0.6\sqrt{H} \quad (9.1.2-2)$$

式中:  $V$ ——最高速度(m/s);

$H$ ——提升高度(m)。

4) 用罐笼运送爆破材料时, 运行速度不应超过  $2\text{m/s}$ ;

5) 低速下放大型设备或长材料, 运行速度不应超过  $0.5\text{m/s}$ ;

6)低速检查井筒及钢丝绳,运行速度不应超过  $0.5\text{m/s}$ 。

### 9.1.3 提升容器与平衡锤应符合下列规定:

1 采用箕斗提升时,缠绕式提升宜采用翻转箕斗,摩擦式提升宜采用底卸式箕斗。

2 平衡锤质量应符合下列规定:

- 1)专门升降人员的罐笼,平衡锤质量等于罐笼质量加规定乘罐人员总质量的  $1/2$ ;
- 2)提升人员和物料的罐笼,平衡锤质量等于罐笼与矿车的质量再加矿车有效荷载的  $1/2$ ;
- 3)专门升降物料的箕斗,平衡锤质量等于箕斗质量加箕斗有效荷载的  $1/2$ 。

3 乘罐人员质量可按  $75\text{kg/人}$  计算。

### 9.1.4 提升系统钢丝绳的选择应符合下列规定:

1 单绳缠绕式提升钢丝绳,悬挂时的安全系数应符合下列规定:

- 1)专作升降人员用时,不小于 9;
- 2)升降人员和物料用时,升降人员用时不小于 9,升降物料用时不小于 7.5;
- 3)专作升降物料用时,不小于 6.5。

2 多绳摩擦提升钢丝绳,悬挂时的安全系数应符合下列规定:

- 1)专作升降人员用时,不小于 8;
- 2)升降人员和物料用时,升降人员用时不小于 8,升降物料用时不小于 7.5;
- 3)专作升降物料用时,不小于 7;
- 4)作罐道或防撞绳用时,不小于 6。

3 缠绕式提升钢丝绳宜选用圆股线接触同向捻钢丝绳,采用钢丝绳罐道时,提升绳应采用不旋转钢丝绳;多绳摩擦提升高度小于  $1000\text{m}$  时,首绳宜选用三角股钢丝绳,且左、右捻应各一半。



4 平衡尾绳宜采用不旋转圆股钢丝绳；采用普通圆股钢丝绳时，在容器底部应装设尾绳旋转装置。

5 平衡尾绳根数宜取首绳数的  $1/2$ ，但不应少于 2 根。

6 过卷挡梁以下应装设尾绳隔离装置。

7 钢丝绳罐道应选用密闭式钢丝绳；每根罐道绳的最小刚性系数不应小于  $500\text{N/m}$ ；各罐道绳张紧力应相差  $5\% \sim 10\%$ ，内侧张紧力应大于外侧张紧力。

8 罐道绳拉紧可采用重锤拉紧或液压拉紧，且井底应设罐道绳的定位装置。采用重锤拉紧时，拉紧重锤的最低位置到井底水窝最高水位的距离不应小于  $5\text{m}$ 。

9 采用多绳摩擦提升机，粉矿仓设在尾绳之下时，粉矿顶面距离尾绳最低位置不应小于  $5\text{m}$ ；穿过粉矿仓时，应用隔离套筒保护。

10 罐道绳应有  $20\text{m} \sim 30\text{m}$  的备用长度。

#### 9.1.5 提升系统设备的选择与布置应符合下列规定：

1 提升装置的天轮、卷筒、主导轮和导向轮的最小直径与钢丝绳直径之比应符合下列规定：

1) 摩擦轮式提升装置的主导轮，有导向轮时，不小于 100，无导向轮时，不小于 80；

2) 落地安装的摩擦轮式提升装置的主导轮和天轮，不小于 100；

3) 地表单绳提升装置的卷筒和天轮，不小于 80；

4) 井下单绳提升装置和凿井的单绳提升装置的卷筒与天轮，不小于 60；

5) 排土场的提升或运输装置的卷筒和导向轮，不小于 50；

6) 其他移动式辅助性绞车根据情况确定。

2 提升装置的天轮、卷筒、主导轮和导向轮的最小直径与钢丝绳中最粗钢丝最大直径之比应符合下列规定：

1) 地表提升装置，不小于 1200；



- 2) 井下或凿井用的提升装置, 不小于 900;
- 3) 凿井期间升降物料的绞车或悬挂水泵、吊盘用的提升装置, 不小于 300。
- 3 各种提升装置的卷筒缠绕钢丝绳的层数应符合下列规定:
  - 1) 竖井中升降人员或升降人员和物料时, 宜缠绕单层; 专用于升降物料时, 可缠绕 2 层;
  - 2) 盲竖井中专用于升降物料或地表运输用时, 可缠绕 3 层;
  - 3) 开凿竖井期间升降人员和物料时, 可缠绕 2 层; 深度超过 400m 时, 可缠绕 3 层;
  - 4) 移动式或辅助式专为提升物料用, 以及凿井期间专为升降物料用时, 可多层缠绕。
- 4 单绳缠绕式提升机, 天轮与卷筒上的钢丝绳偏角不得超过  $1^{\circ}30'$ , 双层或多层缠绕时不得超过  $1^{\circ}10'$ 。
- 5 单绳缠绕式提升机, 卷筒上的钢丝绳出绳仰角应符合提升设备的规定, 但不宜小于  $30^{\circ}$ , 且不宜大于  $50^{\circ}$ 。
- 6 多绳摩擦式提升系统, 两提升容器的中心距小于主导轮直径时, 应装设导向轮; 主导轮上的钢丝绳的围包角应小于  $200^{\circ}$ 。
- 7 提升电动机的选择应符合下列规定:
  - 1) 采用交流异步电动机、同步电动机或直流电动机传动, 应根据生产安全需要和电机容量通过技术经济比较后确定。
  - 2) 电动机的功率应按最大静张力差进行计算选择, 按等效力校核; 双筒缠绕式提升机, 还应按单独提升平衡锤或空容器进行过载能力校核; 计算过载能力不应超过电机过载能力的  $85\% \sim 90\%$ 。
  - 3) 电动机功率储备系数宜按  $1.05 \sim 1.10$  选取。
  - 4) 在提升机服务年限内需要更换电动机时, 宜更换一次。
  - 5) 提升机与电动机连接装置传动效率应按生产厂家给定值选取, 在无厂家给定值时, 直联宜取 1, 行星齿轮减速器宜取 0.95, 平行轴减速器宜取 0.90。



**9.1.6** 竖井提升过卷高度应符合下列规定:

- 1 提升速度小于  $3\text{m/s}$  时,不应小于  $4\text{m}$ 。
- 2 提升速度为  $3\text{m/s} \sim 6\text{m/s}$  时,不应小于  $6\text{m}$ 。
- 3 提升速度为  $6\text{m/s} \sim 10\text{m/s}$  时,不应小于最高提升速度下运行  $1\text{s}$  的提升高度。
- 4 提升速度大于  $10\text{m/s}$  时,不应小于  $10\text{m}$ 。

**9.1.7** 提升井架(塔)内应设置过卷挡梁和楔形罐道;楔形罐道楔形部分的斜度应为  $1\%$ ,其长度(包括较宽部分的直线段)不应小于过卷高度的  $2/3$ ,楔形罐道顶部应设封头挡梁。

**9.1.8** 多绳摩擦提升时,井下楔形罐道安装位置应使下行容器比上提容器提前接触楔形罐道,提前距离不应小于  $1\text{m}$ ;单绳缠绕式提升时,井下应设简易缓冲式防过卷装置,有条件时可再设楔形罐道和过卷托台。

**9.1.9** 主井箕斗提升应采用定重装载。井口矿仓容量宜为  $1\text{h} \sim 2\text{h}$  箕斗提升量,井下矿仓容量宜为  $2\text{h} \sim 4\text{h}$  箕斗提升量;对于特大型矿山,在满足矿山生产的条件下,矿仓容量可适当调整。

**9.1.10** 采用罐笼提升时,井上和井下各阶段的井口必须装设安全门,并应在进车侧线路上安设阻车器。

**9.1.11** 罐笼与井口、井底车场的衔接,刚性罐道时,应采用摇台;钢丝绳罐道时,各中间阶段应设稳罐装置;缠绕式提升系统井口和井底可使用托台,特殊情况下,可在中间阶段设置自动托台。

**9.1.12** 摇台、稳罐器、托台与提升机必须连锁。

**9.1.13** 摇台长度应满足与罐笼安全搭接要求,出车侧摇台高度应低于进车侧摇台高度。

**9.1.14** 提升系统的安全与防滑应符合下列规定:

- 1 提升机应有能独立操纵的工作制动和安全制动系统;提升机在制动状态时所产生的制动力矩不得小于实际提升最大静荷载产生的旋转力矩的  $3$  倍。

- 2 提升设备安全制动的减速度,满载下放时不应小于



1.5m/s<sup>2</sup>,满载提升不应大于5m/s<sup>2</sup>。

3 多绳摩擦提升系统,静防滑安全系数应大于1.75,动防滑安全系数应大于1.25,重载侧和空载侧的静张力比应小于1.5。

4 安全制动装置应能实现二级制动,有条件时宜采用恒减速安全制动装置。

5 摩擦式提升系统进行防滑验算时,其差重应计入重载侧;防滑验算应计入导向轮或天轮的惯性力,并应不计井筒阻力。

6 摩擦式提升系统宜采用摩擦系数为0.25的摩擦衬垫。

## 9.2 斜井提升

9.2.1 斜井(坡)提升应符合下列规定:

1 矿车组提升可用于倾角小于25°、最大不超过30°的斜井(坡)。当倾角大于30°时,应采用箕斗或台车提升。

2 矿车组提升宜选用交互捻钢丝绳。

3 在坡度较小的斜井(坡)提升中,提升加、减速度应满足自然加、减速度的要求。

4 矿车组提升的斜井中不宜设两套提升设备。

5 矿车组提升的斜井(坡)中应设置防跑车的安全设施。

9.2.2 斜井提升能力计算应符合下列规定:

1 斜井提升的每天提升作业时间,箕斗提升宜取19.5h,矿车组提升宜取18h,副井提升或主、副井提升宜取16.5h。

2 最大班升降人员时间不应超过60min。

3 斜井用人车升降人员,当两侧同时上下人员时,休止时间宜按25s~30s计算;同侧上下人员时,休止时间宜按80s~90s计算。

4 斜井矿车组提升的休止时间,双钩宜取30s~40s,单钩宜取45s。

5 采用矿车组提升,倾角小于25°时,矿车装满系数宜为0.85;倾角为25°~30°时,装满系数宜为0.8;确定矿车组矿车的



数量时,应校核矿车连接装置的强度。

6 箕斗装卸矿仓的有效容量应为  $1h \sim 2h$  箕斗提升量,最小不应少于 2 列车的载重量;箕斗装满系数宜为  $0.65 \sim 0.85$ 。

### 9.2.3 提升机的选择与布置应符合下列规定:

1 提升装置的天轮、卷筒的最小直径与钢丝绳直径之比应符合下列规定:

- 1) 地表单绳提升装置的卷筒和天轮,不小于 80;
- 2) 井下单绳提升装置和凿井的单绳提升装置的卷筒与天轮,不小于 60;
- 3) 排土场的提升或运输装置的卷筒和导向轮,不小于 50;
- 4) 其他移动式辅助性绞车根据情况确定。

2 提升装置的天轮、卷筒的最小直径与钢丝绳中最粗钢丝最大直径之比应符合下列规定:

- 1) 地表提升装置,不小于 1200;
- 2) 井下或凿井用的提升装置,不小于 900;
- 3) 凿井期间升降物料的绞车或悬挂水泵、吊盘用的提升装置,不小于 300。

3 各种提升装置的卷筒缠绕钢丝绳的层数应符合下列规定:

- 1) 斜井中升降人员用或升降人员和物料用时,可缠绕 2 层;升降物料用时,可缠绕 3 层。
- 2) 盲斜井中专用于升降物料或地表运输用时,可缠绕 3 层。
- 3) 开凿斜井期间升降人员和物料用时,可缠绕 2 层;斜长超过 400m 时,可缠绕 3 层。
- 4) 移动式或辅助式专为提升物料用,以及凿井期间专为升降物料用时,可多层缠绕。

4 游动轮或导轮直径与钢丝绳直径之比,当围包角大于或等于  $10^\circ$  时,宜取 60。

5 托辊直径不应小于钢丝绳直径的 8 倍。

#### 9.2.4 斜井安全与防护应符合下列规定：

##### 1 斜井提升的最高速度应符合下列规定：

- 1) 提升人员或矿车,斜井长度不大于 300m 时,为 3.5m/s;  
斜井长度大于 300m 时,为 5m/s。
- 2) 提升箕斗,斜井长度不大于 300m 时,为 5m/s;斜井长度  
大于 300m 时,为 7m/s。

##### 2 斜井提升人员的加、减速度不应超过 $0.5\text{m/s}^2$ 。

##### 3 车辆在甩车道运行的速度不应大于 1.5m/s。

##### 4 斜井提升过卷距离应根据斜井倾角、设计荷载、最大提升 速度计算确定。

##### 5 斜井矿车组提升时应符合下列规定：

- 1) 斜井内应设常闭式防跑车装置,斜井上部和中部车场应  
设阻车器或挡车栏;
- 2) 在上部平车场入口,应设能控制车辆进入摘挂钩地点的  
阻车器;
- 3) 在各车场甩车时,应设信号报警装置;
- 4) 在各车场应设信号硐室及避车硐室。

##### 6 运送人员的斜井,乘人车场设置应符合下列规定：

- 1) 井口乘人车场应设在井口竖曲线以下,井底乘人车场应  
设在井底竖曲线以上;上、下乘人车场相互对应位置应经  
计算确定。
- 2) 乘人车场长度应为一组人车长度的 1.5 倍,乘人车场人  
行道宽度不应小于 1.0m。
- 3) 各乘人车场应设信号硐室和候车硐室。

##### 7 提升设备用的钢丝绳的安全系数应符合下列规定：

- 1) 专作升降人员用时,不小于 9;
- 2) 升降人员和物料用时,升降人员用时不小于 9,升降物料  
用时不小于 7.5;
- 3) 专作升降物料用时,不小于 6.5。



### 9.3 压气设施

**9.3.1** 压气设施设计应符合下列规定：

1 压缩空气站应设置于地表。

2 压缩空气站区附近应无可燃性、腐蚀性气体和有毒性气体；与排土场、烟筒、排风井等污染源的最小距离不应小于 150m，并应位于排土场、烟筒、排风井污染源全年风向最小风频的上风侧。

3 集中布置空气压缩机的数量不宜超过 6 台。

4 压缩空气站内备用空气压缩机台数宜按计算供气量的 20% 计取，当分散设置的压缩空气站之间有管道连接时，应统一设置备用空气压缩机。

**9.3.2** 供气能力除应满足矿山达到设计生产能力时的风动设备用气量外，还应满足矿山其他用气需要。

**9.3.3** 压缩空气站的布置应符合下列规定：

1 站内空气压缩机宜单排布置，通道宽度应满足生产和维修需要。

2 单机排气量大于  $20\text{m}^3/\text{min}$ 、总装机容量大于  $60\text{m}^3/\text{min}$  时，站内宜设单梁起重机。

3 储气罐应布置在室外阴凉一侧，与站房外墙的净距离不宜小于 3m。

4 空气压缩机与储气罐之间应装设止回阀，空气压缩机与止回阀之间的排气管道应装设放气阀。

5 空气压缩机吸气管路长度不宜超过 10m。

**9.3.4** 压缩空气管道设计应符合下列规定：

1 压缩空气站至最远用气点的压力降不应大于 0.1MPa。

2 压缩空气管道的连接宜采用焊接，与设备、阀门的连接除外。

3 沿地面敷设的压缩空气管道宜采用直接埋地的敷设方式，埋设深度应在冰冻线以下、地下水位以上；管顶埋深不应小于

0.7m,管底距地下水位不应小于0.5m,且应采取防腐措施。

4 穿越铁路或不便开挖的道路时,应加套管,套管两端伸出铁路路基或道路路边不应小于1m;铁路或道路边有排水沟时,应伸出沟边1m。

5 在压缩空气管道上,每隔500m~600m或管道低点处应设排水装置。

6 竖井井筒中的压缩空气管道每隔100m~150m应设直管支座。

7 集中用气点应设置储气罐。

## 9.4 排水设施

9.4.1 矿山排水设施应符合下列规定:

1 井底主要泵房宜设在副井附近,并应与井下主变电所联合布置。

2 井底主要泵房的出口不应少于两个,其中一个应通往井底车场,其出口应装设防水门;另一个应用斜巷与井筒连接,斜巷上口应高出泵房地面标高7m以上;泵房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。

3 泵房内水泵宜单排布置,通道宽度应满足生产、维修及抽出水泵主轴和电机转子需要。

4 泵房内应设起重梁设施,并应铺设轨道与车场连通。

5 泵房地面向吸水井或排污井应有3‰的排水坡度;潜没式泵房应设排污井和排污泵,并应能排除泵房内排水管破裂时的事故水。

9.4.2 井下排水设施应符合下列规定:

1 井下主要排水设备应至少由同型号的三台泵组成,工作水泵应能在20h内排出一昼夜的正常涌水量;除检修泵外,其他水泵应能在20h内排出一昼夜的最大涌水量。

2 井筒内除工作水管外应至少装设一条备用水管;工作水管



的能力应能在 20h 内排出一昼夜的正常涌水量,工作和备用水管的总能力应能在 20h 内排出一昼夜的最大涌水量。

3 水文地质条件复杂的矿山,可在泵房内预留安装一定数量水泵的位置;有突发淹井的矿山,可增设具有抗灾强排能力的潜水泵排水系统,且供电系统应设置在地表。

4 每台水泵应能分别向两条或两条以上的排水管输水。

5 排水管中水流速度最大不应超过 3m/s。

6 在管子斜巷与竖井相连的拐弯处,排水管应设支承弯管,竖井内每隔 100m~150m 应设置支承直管。

7 对于 pH 值小于 5 的酸性水,应采取防腐措施。

#### 9.4.3 露天排水设施应符合下列规定:

1 特大型、大型露天矿确定排水能力时,应进行储排平衡计算。

2 在暴雨量较小的地区,设在同一台阶上的水泵应选择同一型号规格的水泵。当“设计频率”下的暴雨径流量为正常涌水量的 3 倍及以上时,可选择两种不同规格的水泵。

3 工作水泵应能在 20h 排出露天坑内 24h 正常降雨径流量与地下涌水量之和,备用和检修水泵的能力不应小于正常水泵能力的 50%;所有水泵工作时,应能在设计预定淹没深度下,在允许的时间内排出露天采场内暴雨径流量与地下涌水量之和。

4 露天排水泵站储水池的最小容积应能容纳 0.5h 以上的水泵排水量。

5 露天排水管不应少于两条;其中任意一条应能满足正常排水的要求,全部排水管投入工作时,应能排除暴雨时最大排水量。

6 管路沿地形敷设时,在管路最高点应设排气阀,最低点应设泄水阀;寒冷地区应采取防冻措施。

### 9.5 井筒防冻

9.5.1 进风井巷冬季的空气温度低于 2℃ 时,应设置空气加热

设备。

**9.5.2** 井筒空气加热的室外计算温度应符合下列规定：

- 1 竖井与斜井应取历年的极端最低温度平均值。
- 2 平硐应取历年的极端最低温度与采暖计算温度的平均值。

**9.5.3** 通过加热器加热后的热风计算温度,可按热风与冷风混合地点及条件采用下列数值：

- 1 在井筒内混合时,竖井可取  $50^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ ,斜井及平硐可取  $40^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。
- 2 在井口房混合时,热风压入式可取  $30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ,热风吸入式可取  $15^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

**9.5.4** 热风与冷风混合后温度可按  $2^{\circ}\text{C}$  计。

**9.5.5** 井口房应采取密闭措施,经常开启的大门宜设热风幕。

**9.5.6** 加热空气的热媒宜采用高温水,当采用蒸汽作为热媒时,蒸汽压力不应低于  $0.3\text{MPa}$ 。

## 9.6 井下供水

**9.6.1** 井下供水管道除应满足井下生产、生活需求外,还应满足井下消防与其他需要;有条件的矿山,宜单独设立生活供水管道。

**9.6.2** 消防用水应按井下只有一处用水确定。耗水量应按  $2 \times (5 \sim 10)\text{L/s}$  计,用水持续时间应为  $3\text{h}$ 。

**9.6.3** 井下供水水池容量不得小于  $200\text{m}^3$ ,并应保证任何时候水池中储有不小于  $200\text{m}^3$  水的需求。

**9.6.4** 井底车场、井下主要运输巷道、斜井、火药库、电机车及铲运机硐室等均应敷设消防水管。生产供水管兼作消防水管时,应每隔  $50\text{m} \sim 100\text{m}$  设支管和消火栓。

**9.6.5** 生产供水水质应符合本规范附录 G 的规定。有机组冷却用水时,除应符合本规范附录 G 的规定外,其碳酸盐硬度不应超



过 300mg/L。

**9.6.6** 井下供水管兼作生活供水管时,除应便于井下供水管和生活供水管的切换外,还应保证生活水的水质。

## **9.7 带式输送机与排土机**

**9.7.1** 带式输送机的设计应符合下列规定:

**1** 带式输送机运输物料的最大坡度,向上不应大于  $15^{\circ}$ ,向下不应大于  $12^{\circ}$ ;带式输送机最高点与顶板的距离不应小于 0.6m;物料的最大外形尺寸不应大于 350mm。

**2** 输送带的最小宽度不应小于物料最大外形尺寸的 2 倍加 200mm。

**3** 带式输送机胶带安全系数应根据输送带类型、工作条件、接头特性,以及带式输送机启动、制动性能等因素确定,并应符合下列规定:

1) 棉织物芯输送带可取 8~9,尼龙、聚酯织物芯输送带可取 10~12;

2) 钢丝绳芯输送带可取 7~9;带式输送机采取可控软启动、制动措施时,可取 5~7。

**4** 钢绳芯带式输送机的滚筒直径不应小于钢丝绳直径的 150 倍,并不应小于钢丝直径的 1000 倍,且最小直径不应小于 400mm。

**5** 长距离带式输送机无横向通道时,应设人行跨梯,人行跨梯的间距不宜大于 150m。

**6** 带式输送机应设有防止跑偏、打滑、撕裂、过载和断带的保护装置,线路上应设有开车声光信号、紧急停车装置以及电气连锁保护。

**7** 各装、卸料点应设有与输送机连锁的空仓、满仓、堵料等保护装置,并应设有声光信号。

**8** 可能发生逆转的向上输送的带式输送机应装设逆止装置;



可能发生逆转的向上输送的大型带式输送机,应同时装设制动装置。

9 向下输送的带式输送机应装设制动装置,并应设超速和断电保护。

10 有动力张紧装置的自动控制的输送机宜装设瞬时张力检测器。

9.7.2 排土机的设计应符合下列规定:

1 排土机的设计生产能力宜为破碎机设计生产能力的 1.2 倍~1.6 倍。

2 排土机行走的坡度不宜超过 1:20。

3 排土机排土时,宜采用上排台阶和下排台阶的组合台阶排弃方式,并应符合下列规定:

1) 上排台阶高度应根据排料臂长度、倾角,排弃物料抛出水平距离,排土机中心线至排土台阶坡底线安全距离,以及排土台阶坡面角等确定;

2) 下排台阶高度应根据排料臂水平投影长度、排土机中心线至排土台阶坡顶线安全距离,以及排土台阶坡面角等确定;

3) 上排台阶宽度应根据排土机中心线与卸料臂间夹角、排土台阶坡面角等确定;

4) 下排台阶宽度应根据排土机卸料半径和排土机中心线至排土台阶坡顶线安全距离等确定。

4 排土机最小工作平台宽度应根据排土宽度、排土机至下排台阶坡顶线安全距离、排土机至带式输送机中心线距离和带式输送机中心线至上排台阶坡底线的安全距离计算确定。

5 排土机排土线长度宜为 1000m~2000m。

## 9.8 矿山破碎

9.8.1 矿山破碎设计应符合下列规定:



1 矿山破碎的工作制度应与采矿工作制度一致,应采用连续工作制,设备年工作时间不宜超过 4950h。

2 矿山破碎能力应满足采矿规模的要求。

3 破碎机类型、规格应与矿岩性质及采矿规模相适应,并应符合高效、节能、耐用及备品备件来源可靠的要求。

4 存在不同类型破碎机方案时,宜通过技术经济比较后确定。

5 破碎机处理能力应通过计算确定,并可根据类似矿山的破碎机生产指标确定。

6 检修起重机吊装应满足起吊最重零部件或难以拆卸的装配件的要求。

7 破碎硐室的空间、跨度在满足生产与安全的前提下,应紧凑布置,并应合理布置运输通道及通风、除尘、排污、排水或降温设施。

9.8.2 露天破碎设计应符合下列规定:

1 露天破碎站的类型及位置应根据矿山开采规模、采矿工艺、开拓方案及矿岩运输距离等因素确定。

2 固定式破碎站宜设在露天境界外附近,并应位于工业场地和居民区最小频率风向的上风侧,有条件时也可设在露天境界内台阶上。服务年限不宜小于 10 年。

3 露天破碎站的布置应符合下列规定:

1) 露天破碎站宜设大块矿岩处理设备;

2) 大型矿山破碎站卸车平台应设限位车挡及安全指示信号;

3) 旋回破碎机的受矿仓及其下部缓冲矿仓的贮矿量应大于运输矿车两车的矿量,颚式破碎受矿仓的贮矿量应根据破碎机实际处理能力及贮矿时间计算确定;

4) 破碎站布置应有安装与检修设备的通道和场地。

4 辅助设施选取应符合下列规定:

- 1) 固定式破碎站宜选用桥式起重机;
- 2) 半移动式破碎站宜选用回转式单臂起重机或汽车吊;
- 3) 受矿仓卸载处应采用喷雾降尘,其他扬尘处应设通风除尘设施。

### 9.8.3 地下破碎设计应符合下列规定:

- 1 地下开采破碎硐室宜靠近主井,辅助硐室应布置在破碎硐室周围。
- 2 地下开采破碎设备的选择应符合下列规定:
  - 1) 地下破碎宜选择能解体吊、装、运的设备;
  - 2) 破碎机前给矿机的宽度不应小于矿岩最大块度的 2 倍~2.5 倍,长度根据配置确定,并宜选用调速装置;
  - 3) 给矿机前宜选用指状检修闸门。
- 3 地下破碎配置应符合下列规定:
  - 1) 重型板式给矿机宜水平布置,上倾布置时,倾角应小于  $12^{\circ}$ 。传动部应置于起重机垂直起吊范围内,尾部拉紧装置处应设改向滑轮,上部应设检修吊装设施。
  - 2) 硐室起重机轨面高度应保证吊起部件底面与其他设备间净空不小于 400mm,吊钩极限位置应保证垂直工作,进操作室平台标高宜低于操作室底面 200mm。
  - 3) 破碎硐室应设两条通道,一条为人行联络通道,一条为运输设备的大件道。操作室应有两个出口,一个出口出入破碎硐室,另一个出口通往人行安全通道。
  - 4) 板式给矿机走道宽不应小于 1m,宽边走道宽应满足检修要求。
  - 5) 板式给矿机下部粉矿漏斗角度不应小于  $60^{\circ}$ ,并不应影响破碎机检修。
  - 6) 硐室检修场地面积根据破碎机规格及台数确定,可按表 9.8.3 选取。



表 9.8.3 硐室检修场地面积

类型	破碎机规格(mm)	台数	检修场地面积 (m <sup>2</sup> )
颚式	600×900	1~2	50
	900×1200	1~2	60
	1200×1500	1~2	100
	1500×2100	1~2	130
旋回	900	1~2	150
	1200	1~2	170

## 10 井巷工程

### 10.1 一般规定

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

**10.1.2** 竖井、斜井施工图设计应有工程地质勘察报告,对已有勘探资料表明地质条件简单、不通过含水层及有害气体突出危险的井筒,并符合下列条件之一者,可不施工工程地质勘探钻孔:

1 在竖井井筒周围 25m 范围内已有工程地质勘探钻孔,并有符合勘探钻孔要求的工程地质和水文地质资料;

2 附近已有生产矿井,可掌握新设计井筒工程地质条件、水文地质条件及其变化规律。

**10.1.3** 竖井工程地质勘探钻孔的布置和数量应符合下列规定:

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

2 两条竖井相距不大于 50m 时,可在两条井筒中间布置勘探钻孔。

3 专为探测溶洞或施工特殊要求的勘探钻孔,可布置在井筒范围内。

4 勘探钻孔不应布置在井底车场巷道的上方。

**10.1.4** 斜井工程地质勘探钻孔的布置和数量应符合下列规定:

1 勘探钻孔应沿斜井中心线方向布置,其数量不应少于三个,一个应在井口,一个应在井筒中部,一个应在井底平巷连接处附近。勘探点间距宜为 100m~200m,对深埋斜井可增大,但不宜



超过 400m。

2 一条斜井钻孔应布置在斜井中心线两侧 6m~8m 的平行线上,两条平行斜井距离不大于 50m 时,钻孔应布置在两条斜井中间的平行线上。

**10.1.5** 工程地质勘探钻孔的技术要求应符合下列规定:

1 钻孔深度应大于设计井深 5m,钻孔终孔孔径应满足测试工作和取样尺寸的要求。

2 钻孔偏斜率应控制在 1.5% 以内。

3 工程地质勘探钻孔应全孔取芯;其岩芯采取率,在基岩与黏性土中不应低于 80%,在破碎带、软弱夹层和粗颗粒土层中不应低于 65%。

**10.1.6** 工程地质勘察报告应提供下列工程地质及水文地质资料:

1 钻孔通过各岩(土)层的物理和力学性质指标,通过地段的岩石种类、岩性、工程地质特性、风化程度、岩体完整性,划分围岩级别。

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资料。

3 岩体质量指标(RQD 值)。

4 钻孔地质柱状图。

5 垂直深度超过 600m 的井筒,应提供地温、地应力变化及岩爆资料。

6 评定围岩的稳定性,预测工程施工中可能出现的问题,并对井巷工程的施工方法、支护形式等提出建议。

**10.1.7** 井巷工程布置应符合下列规定:

1 井巷工程宜避开下列地段:

1)地质构造复杂地段或断裂构造破碎带;

2)岩溶发育地带;

3)地下水富集地段;

4)其他不良地质条件区域。

2 巷道、硐室的布置应符合下列规定:

- 1)巷道、硐室的布置方位,应使其轴线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,巷道、硐室的最佳形状,宜使跨度与高度之比近似或等于最大水平应力与垂直主应力之比。

10.1.8 井巷工程支护应符合下列规定:

- 1 支护设计方法应以工程类比法或理论计算为主。
- 2 支护设计应充分利用围岩自身的承载能力选择支护方式。
- 3 软弱岩体中,可采用二次支护方案,并应进行监测。

10.1.9 井巷工程支护的材料等级应符合下列规定:

- 1 用于竖井井筒支护的钢筋混凝土,其混凝土强度等级不应低于 C30,素混凝土的强度等级不应低于 C25。
- 2 用于硐室支护的钢筋混凝土,其混凝土强度等级不宜低于 C25,素混凝土的强度等级不宜低于 C20。
- 3 在井巷工程中,当采用锚喷或喷射混凝土支护时,其混凝土强度等级不应低于 C20。
- 4 设备基础的混凝土强度等级不应低于 C20。

## 10.2 竖 井

10.2.1 井筒断面宜为圆形,井筒直径宜小于 5.0m,井深较浅时,净直径宜按 0.5m 模数进级;井筒直径大于 5.0m 或井深超过 600m 时,宜按 0.1m 模数进级。矩形井筒应按 0.1m 模数进级。

10.2.2 井筒断面应根据提升容器类型、数量、最大外形尺寸、井筒的装备方式、梯子间、管路、电缆布置、安全间隙及通过风量等要求确定。



**10.2.3** 竖井内提升容器之间以及提升容器最突出部分和井壁、罐道梁、井梁之间的最小安全间隙应符合表 10.2.3 的规定。

表 10.2.3 竖井内最小安全间隙(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	罐道与导向槽 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 在容器正门	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, 容器之间最小间 隙为 200

**10.2.4** 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大于 12m/s。
- 2 提升人员和物料的井筒及修理中的井筒不应大于 8m/s。

**10.2.5** 竖井梯子间的设置应符合下列规定:

1 上、下相邻两梯子平台的垂直距离不应大于 8m,梯子的倾角不应大于 80°。上、下相邻两层平台的梯子孔应错开布置,平台梯子孔的长和宽分别不应小于 0.7m 和 0.6m,梯子上端应高出平台 1m,下端距井壁不应小于 0.6m,梯子宽度不应小于 0.4m,梯蹬间距不应大于 0.3m。

- 2 梯子平台板应防滑。
- 3 梯子间与提升间应设置安全网隔开,安全网可采用玻璃钢



或金属制品。

4 井深超过 300m 时,宜每隔 200m 设置一个休息点。休息点可在靠近梯子间位置处的井壁上开凿一硐室与梯子间连通。

**10.2.6** 罐道与罐道梁的连接、罐道梁的布置与固定应符合下列规定:

1 钢罐道接头应在罐道梁上,接头处应留有 2mm~3mm 的伸缩间隙。木罐道接头位置宜设在梁上,不在梁上时,木罐道应有补强措施。同一提升容器的两根罐道接头不应设在同一水平面上。不同容器的两根罐道安装在同一根梁上时,两根罐道的接头应错开。

2 罐道梁的层间距,木罐道宜为 2m~3m,金属罐道宜为 4m~6m。采用悬臂梁时,梁的长度不宜超过 600mm。

3 马头门的托罐梁、装卸矿点钢梁及楔形罐道梁等应采用梁窝固定,梯子间梁与罐道梁宜采用锚杆托架固定。

**10.2.7** 竖井内所有金属构件及连接件应采取防腐措施。

**10.2.8** 马头门尺寸应根据提升容器、上下材料和设备尺寸确定,并应符合下列规定:

1 采用双层罐笼同时上下人员的马头门,应设二层平台及上下人员的梯子,马头门高度应按上层平台站立人员允许高度确定,其宽度应满足井口机械化及人行道要求。

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

**10.2.9** 电梯井、设备井、管缆井应符合下列规定:

1 电梯井内应设梯子间及管缆间,并应与各阶段水平相通。

2 设备井的断面大小应根据设备的最大外形尺寸、管线布置等因素确定,各阶段马头门设计应满足设备大件进出的要求。

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要求。

**10.2.10** 井颈及井筒支护应符合下列规定:



1 井颈的厚度应根据井口附近的建(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;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,井颈壁座应进入稳定岩层 2m~3m。

2 井筒支护厚度应根据围岩条件、井筒直径、支护材料等因素,通过理论计算与工程类比相结合的方法确定。井壁支护厚度宜采用等厚井壁,个别地段强度不足时,可采用配筋或打锚杆、注浆等方法补强。

3 井筒穿过深厚表土层、断层、破碎带或含水层时,应通过论证,采用注浆、冻结、钻井、沉井、帷幕等特殊法施工,其井壁结构可采用混凝土、钢筋混凝土或复合材料。

### 10.3 斜 井

10.3.1 斜井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、安全间隙、操作维修要求及需要通过风量等确定,并应符合下列规定:

1 斜井内有轨运输设备之间以及运输设备与支护之间的间隙不应小于 0.3m。带式输送机与其他设备突出部分之间的间隙不应小于 0.4m,与支护之间的间隙不应小于 0.6m。

2 行人的运输斜井应设人行道,斜井人行道的有效宽度不应小于 1.0m,有效净高不应小于 1.9m。斜井倾角为  $10^{\circ}$ ~ $15^{\circ}$  时,应设人行踏步; $15^{\circ}$ ~ $35^{\circ}$  时应设人行踏步及扶手,大于  $35^{\circ}$  时应设梯子。

3 有轨运输的斜井,车道与人行道之间宜设坚固的隔离设施,未设隔离设施,提升时不应有人员通行。

4 带式输送机提升的斜井井筒兼作进风井时,风速不得超过 4m/s;矿车组提升的斜井兼作进风井时,风速不得超过 6m/s;斜风井当无提升设备又不作为安全出口时,风速不得超过 15m/s;当无提升设备但兼作安全出口时,风速不得超过 8m/s。

10.3.2 斜井兼作提升和人行通道时,在人行道一侧宜设躲避硐,



躲避硐的间距宜为 30m~50m,躲避硐的净高不应小于 1.9m,净宽和净深不应小于 1.0m。

### 10.3.3 斜井井筒道床应符合下列规定:

- 1 倾角大于  $10^{\circ}$  的斜井,应设置轨道防滑装置,轨枕下面的道碴厚度不应小于 50mm。
- 2 采用矿车组提升的斜井井筒,倾角不大于  $23^{\circ}$  时,宜采用道碴道床,并宜采用钢筋混凝土轨枕。
- 3 采用箕斗提升或倾角大于  $23^{\circ}$  矿车组提升的斜井井筒,宜采用固定道床。
- 4 采用人车运送人员的井筒,其道床、轨枕及轨道连接件应按人车制动要求选取。

### 10.3.4 斜井水沟应符合下列规定:

- 1 服务年限长、涌水量大的斜井应设置水沟。
- 2 服务年限短、井筒底板岩石稳定、涌水量在  $5\text{m}^3/\text{h} \sim 10\text{m}^3/\text{h}$  的斜井,可沿井筒墙边挖顺水槽。
- 3 服务年限短、井筒底板岩石稳定、涌水量在  $5\text{m}^3/\text{h}$  以下的斜井可不设水槽。
- 4 斜井内除设纵水沟外,应根据井筒涌水量大小,在井筒内每隔 30m~50m 设一横向截水沟,其坡度不得小于 3%。
- 5 斜井在含水层下方时,阶段与斜井井筒连接处附近应设横向截水沟。

### 10.3.5 无轨斜坡道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。
- 2 人行道的有效净高不应小于 1.9m,有效宽度不应小于 1.2m。
- 3 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。
- 4 躲避硐室的高度不应小于 1.9m,深度和宽度不应小于 1.0m。无轨运输设备与支护之间的间隙不应小于 0.6m。

### 10.3.6 斜井支护应符合下列规定:



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

2 斜井井口至稳定岩层之间应采用混凝土或钢筋混凝土支护,且向稳定岩层内应至少延伸 5m。

3 地震烈度为 7 度及以上的地区,斜井井口至稳定岩层之间应采用钢筋混凝土支护,且向稳定岩层内应至少延伸 5m。

## 10.4 平巷与平硐

10.4.1 平巷断面应根据运输设备的类型、运送设备外形最大尺寸、管路和电缆布置、人行道宽度、安全间隙、通过风量等确定,并应符合下列规定:

1 平巷内有轨运输设备之间以及运输设备与支护之间的间隙不应小于 0.3m,带式输送机与其他设备突出部分之间的间隙不应小于 0.4m,无轨运输设备与支护之间的间隙不应小于 0.6m。

2 行人的运输巷道应设人行道,人行道的有效净高不应小于 1.9m,有效宽度应符合下列规定:

1)人力运输的巷道,不应小于 0.7m;

2)机车运输的巷道,不应小于 0.8m;

3)调车场及人员乘车场,两侧均不应小于 1.0m;

4)井底车场矿车摘挂钩处应设双侧人行道,人行道净宽不应小于 1.0m;

5)带式输送机的巷道,不应小于 1.0m;

6)运输平硐内人行道宽度不应小于 1.0m,无轨运输的平硐人行道宽度不应小于 1.2m。

3 架线式电机车运输的滑触线由轨面算起的悬挂高度应符合下列规定:

1)在主要运输巷道,当线路电压低于 500V 时,不应低于 1.8m;当线路电压高于 500V 时,不应低于 2.0m。

2)在井下调车场架线式电机车道与人行道交叉点,当线路



电压低于 500V 时,不应低于 2.0m。

3)井底车场(至运送人员车站),不应低于 2.2m。

4 巷道内电缆敷设应符合下列规定:

1)在水平巷道内,电缆悬挂高度和位置应使电缆在矿车脱轨时不致受到撞击,在电缆坠落时不致落在轨道或运输机上。电力电缆悬挂点的间距不应大于 3m,控制与信号电缆及小断面电力电缆悬挂点间距应为 1.0m~1.5m,与巷道周边最小净距不应小于 50mm。

2)不应将电缆悬挂在风、水管上,电缆上不应悬挂任何物件。电缆与风水管平行敷设时,电缆应敷设在管子的上方,其净距不应小于 300mm。

3)高、低压电力电缆敷设之间的净距不应小于 100mm;高压电缆之间、低压电缆之间的净距不小于 50mm,并不应小于电缆外径。

5 永久性轨道路基应采用碎石或砾石道碴,轨枕下面的道碴厚度不应小于 90mm,轨枕埋入道碴的深度不应小于轨枕厚度的 2/3。道碴道床上部宽度应大于轨枕长度 50mm~100mm。

6 巷道断面平均最高风速应符合下列规定:

1)运输巷道、采区进风巷道最高风速为 6m/s;

2)中段的主要进、回风巷道最高风速为 8m/s;

3)专用总进、回风巷道最高风速为 15m/s。

7 水沟设计应符合下列规定:

1)水沟坡度应和巷道坡度一致,不宜小于 3‰;井底车场或巷道平坡段内,水沟坡度应按排水要求设计。

2)水沟断面形状宜采用梯形。

3)水沟盖板宜采用钢筋混凝土预制板,其厚度应不小于 50mm,宽度宜大于水沟上宽 200mm,混凝土强度等级宜为 C20。

10.4.2 有轨平巷弯道加宽应符合下列规定:



1 有轨车辆在弯道上运行时,弯道应加宽,加宽值应符合表 10.4.2 的要求。

表 10.4.2 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	100	200	200
人力运输	50	100	100

2 无轨弯道加宽段应向直线段延伸,其长度应按下式计算:

$$L_1 \geq (L + L_s) / 2 \quad (10.4.2)$$

式中: $L_1$ ——延伸长度(mm);

$L$ ——车辆长度(mm);

$L_s$ ——轴距(mm)。

10.4.3 巷道断面形状和适用条件应符合表 10.4.3 的规定。

表 10.4.3 断面形状和适用条件

断面形状	使用条件
梯形	用于围岩稳定、服务年限短、跨度小于 3m 的巷道
三心拱	用于顶压较小的巷道
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,服务年限长的平巷
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

10.4.4 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、线路曲线半径、巷道断面规格、巷道的内外侧加宽和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,交岔点相邻巷道采用不同的断面形状时,交岔点的断面形状应与主巷道断面相同。

3 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。

4 交岔点弯道处巷道断面的加宽值应符合本规范表 10.4.2 的要求。

#### 10.4.5 巷道支护应符合下列规定：

1 巷道支护方式应根据巷道穿过围岩性质、地压情况、巷道用途及服务年限等确定。

2 平硐硐口至稳定岩层之间应采用混凝土或钢筋混凝土支护，且向稳定岩层内应至少延伸 5m。

3 地震烈度为 7 度及以上的地区，平硐硐口至稳定岩层之间应采用钢筋混凝土支护，且向稳定岩层内应至少延伸 5m。

### 10.5 溜井、溜槽

10.5.1 含泥量多、黏性大的矿石不宜采用主溜井贮、放矿。

10.5.2 主溜井位置选择应符合下列规定：

1 溜井井筒宜选择在工程地质和水文地质条件简单、中等坚固以上的岩层中。

2 溜井宜避开破碎带、断层、溶洞和节理裂隙发育地带。

10.5.3 主溜井数量应根据溜井的生产能力、服务年限、溜井系统生产期间的经济合理性、溜井检修、降段、堵塞及跑矿事故对生产的影响程度和不同矿石品种对溜井数量的要求确定。

10.5.4 溜井结构形式应根据矿山地形条件、开拓运输方式、溜井卸矿及装矿方式、运输设备和溜井的服务年限等因素确定。

10.5.5 溜井、溜槽尺寸应符合下列规定：

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宜符合表 10.5.5 的规定。

表 10.5.5 溜井直径或最小边长

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	
750	3000	4000	
1200	4000	5000	≥6000



2 溜槽底宽宜为矿石最大块度的 3 倍~5 倍,且不宜小于 2m,溜槽两侧坡角宜为  $60^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。溜槽起点深度应为 3m,并应由起点按  $1/30\sim 1/12$  的坡度加深。溜槽底板坡度,在贮矿段宜为  $55^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ,非贮矿段宜为  $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ,溜槽斜长不宜大于 200m。

3 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  $55^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ;溜放粘结性矿石时,宜为  $65^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。在非贮矿段斜溜井坡度不宜小于  $55^{\circ}$ 。

**10.5.6** 溜口的宽度不应小于矿石最大块度的 2.5 倍,溜口高度宜为溜口宽度的 0.8 倍。溜口底板倾角宜为  $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ,顶板倾角应大于矿石自然流动角。

**10.5.7** 溜井井口、溜井井筒穿过不良地段、矿流冲击点、溜井井筒的变坡或转向处、斜溜道、溜口、额墙、排矿口等部位应进行加固。

**10.5.8** 采用无轨运输卸矿时,溜井井口应设置格筛,并应在溜井上口设置挡车装置。

## 10.6 主要硐室

**10.6.1** 破碎系统设计应符合下列规定:

1 地下破碎系统应包括卸矿硐室、上部矿仓、给矿硐室、破碎硐室、下部矿仓、地下破碎及与破碎生产工艺配套的辅助硐室和通道。

2 地下破碎系统的服务年限不宜少于 10 年。

3 地下破碎系统应设有独立的通风、除尘系统。

4 破碎硐室应设置两个通道。

5 大件道宜呈水平布置,其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。

6 操作室应布置在破碎机硐室进风侧、易观察的部位,并应与尘源隔离。

7 破碎系统上部矿仓的容积宜满足 2 列~4 列车的矿石量

或 1h 破碎量,下部矿仓的容积宜满足箕斗 2h~4h 的提升量。

8 地下破碎系统竖向布置总高度应根据上部矿仓、给矿硐室、下部矿仓等高度确定,其总高度宜为采矿阶段高度的整倍数。

9 破碎硐室布置应满足机械、电气设备安装、运转、检修,以及电气设备通风的要求。

10 破碎系统硐室宜采用整体混凝土或锚喷支护。

#### 10.6.2 主排水泵房应符合下列规定:

1 主排水泵房应靠近井筒敷设排水管路的一侧,其间距不宜小于 20m,并应与井下中央变电硐室毗邻。

2 水仓与配水井或配水井与吸水井之间应设置不小于厚 0.3m 的钢筋混凝土挡水墙。

#### 10.6.3 水仓布置应符合下列规定:

1 水仓应由两个独立的巷道系统组成,水仓长度及断面大小应根据水仓容量、围岩条件和清理设备外型尺寸等确定,水仓顶板应低于水仓入口水沟底板标高。

2 每个水仓的容积应容纳 2h~4h 的井下正常涌水量。水仓总容积应容纳 6h~8h 的正常涌水量。

3 水仓进水口应设置算子。采用充填法的矿山,水仓前应设沉淀清理设施。

4 两个水仓之间的岩柱不应小于 8m,且不得漏水。

#### 10.6.4 变电硐室布置应符合下列规定:

1 中央变电硐室地面标高应高于其入口处井底车场(或运输巷道)的底板标高 0.5m。中央变电硐室与水泵硐室毗邻布置时,应高于水泵硐室地面 0.3m。

2 中央变电硐室与水泵硐室毗邻布置时,应设置隔墙和栅栏防火两用门。通向井底车场的通道上应装设向外开启的栅栏防火两用门和防水门。

3 变(配)电硐室的长度大于 6m 时,应在硐室的两端各设一个出口。硐室长度大于 30m 时,应在中间增设一个出口。



4 采区变电硐室的地面标高应高于其入口处巷道底板标高 0.5m。其他机电硐室的地面标高应高于其入口处巷道底板标高 0.2m 以上。变电硐室的出口应装设向外开启的栅栏防火两用门。

#### 10.6.5 井下爆破器材库设计应符合下列规定：

1 井下爆破器材库应包括炸药及起爆器材存放库、辅助硐室和通向库房的一组巷道等。辅助硐室中应有雷管检选、发放炸药、发炮工具存放、管理人员室等专用硐室。

2 井下爆破器材库的位置应选择在岩层稳固地段。

3 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。

2) 井下爆破器材库的炸药库容量不应超过 3 昼夜的生产用量，起爆器材库容量不应超过 10 昼夜的生产用量。井下爆破器材库单个硐室贮存的炸药量不应超过 2t，单个壁槽不应超过 0.4t。

3) 硐室式库房炸药库距井筒、井底车场和主要运输巷道的距离不应小于 100m，壁槽式库房不应小于 60m。

4) 硐室式库房炸药库距经常行人巷道的距离不应小于 25m，壁槽式库房不应小于 20m。

5) 硐室式库房炸药库距地面或上、下巷道的距离不小于 30m，壁槽式库房不小于 15m。

6) 贮存爆破器材的各硐室、壁槽的间距应大于殉爆安全距离。

7) 贮存雷管的硐室或壁槽应设金属丝网门。

8) 库房的联络巷道应设三个直角弯，联络巷道在拐弯处应延长 2m，断面不小于  $4\text{m}^2$ ；库房两端的通道与库房连接处应设置齿形阻波墙。

9) 爆破器材库应有独立的回风道。

10) 爆破器材库应有两个出口(不含回风出口), 其中一个出口应用作发放爆破材料及人员出入, 出口的一端应装有自动关闭的抗冲击波活门和栅栏门; 另一个出口应布置在爆破材料库回风侧, 可铺设轨道运送爆破器材, 该出口与库房相连接的一端应装有一道抗冲击波密闭门, 另一端应安设栅栏门; 爆破器材库回风出口应装设铁制调节风门和栅栏门。

11) 库房及各辅助硐室应采用混凝土铺底并铺设木地板, 库房、发放炸药室、雷管检选室、操作台应加橡胶垫层。

12) 库房及各辅助硐室混凝土地面高于外部通道地面不应小于 0.1m。

#### 10.6.6 井下爆破器材发放站的布置应符合下列规定:

- 1 发放站存放的炸药不应超过 0.5t, 雷管不应超过一箱。
- 2 炸药和雷管应分开存放, 并应用砖或混凝土墙隔开, 墙的厚度不应小于 0.25m。
- 3 发放站存药库距经常行人巷道的距离不应小于 25m, 应至少设一个直角弯与行人巷道相连。
- 4 发放间应布置在硐室进风通道一侧, 该通道应设一道可自动关闭的抗冲击波活门和栅栏门。硐室回风出口应装设铁制调节风门和栅栏门。

#### 10.6.7 防水门硐室布置应符合下列规定:

- 1 防水门硐室应设在坚硬、稳固、完整、致密的岩层中。
- 2 防水门硐室所承受的最大水压值应根据矿山的水文地质资料确定。
- 3 防水门硐室泄水方式可采用水管泄水或水沟泄水。
- 4 通过防水门墙体的管路应采用能承受相应水压的高压管, 并应采取防止钢管滑动的措施。
- 5 通过硐室的电缆管应封堵严实。



6 防水门硐室前后 5m 范围内应采用混凝土或钢筋混凝土砌筑。

7 防水门硐室的混凝土强度等级不应低于 C25。

8 防水门硐室砌筑后应进行注浆处理。

9 防水门硐室密闭墙厚度应由计算确定。

**10.6.8** 塔式提升机硐室布置应符合下列规定：

1 硐室应有与阶段平巷相通的大件道，并应兼作安全出口。

2 硐室的提升层、导向轮层、罐道拉紧层或悬挂装置层之间应设钢梯，钢梯宽度宜为 600mm~900mm，倾角宜为 45°。

**10.6.9** 多绳落地式和缠绕式提升机硐室布置应符合下列规定：

1 硐室应高出临近运输巷道轨面 0.20m。

2 硐室应有大件道，通道兼作大件道时，其断面应满足设备最大件运输要求。

3 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，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，顶部距离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。

**10.6.10** 装矿硐室布置应符合下列规定：

1 装矿硐室尺寸应根据运输线路的布置、运输车辆及装矿设备的安装、运行、检修等因素确定。

2 溜井额墙应采用钢筋混凝土结构，厚度不宜小于 0.5m，并应采用耐磨材料加固。

3 装矿硐室的操作室宜有两个出口，一个出口应通向装矿硐室，另一个出口应经安全通道至运输平巷，安全通道出口应设在进车侧。

**10.6.11** 卸矿硐室布置应符合下列规定：

1 卸矿硐室不应布置在主要运输巷道和通风巷道中。

2 采用曲轨侧卸矿时，卸矿口应设格筛，其两侧和卸矿方向的对侧应留有便于行人和处理大块矿石的平台，平台宽度宜大于

1.0m。

3 卸矿硐室尺寸及卸矿口加固应与卸矿方式相适应。

**10.6.12** 电机车修理硐室布置应符合下列规定：

1 电机车修理硐室应布置在围岩稳定的井底车场附近。

2 加宽式修理间与巷道之间应设隔墙。

3 电机车修理硐室的尺寸应根据电机车规格、行人及检修宽度、电机车起吊高度和电机车数量确定。

4 工作机车台数在 10 台以下时，硐室应设一个检修坑、一个机车进出口，并应有兼作人行道的通风道作为第二个出口；工作机车台数在 10 台以上时，硐室应设两个检修坑、两个机车进出口。硐室每个进出口均应设置栅栏门。

**10.6.13** 其他主要硐室布置应符合下列规定：

1 采用机械提升设备运送人员的中型以上矿山，宜在主要运输阶段的副井车场设置井下等候室。

2 中型以上矿山，井下工人集中生产阶段宜设置井下食堂，位置应选择在交通便利的新鲜风流处，并应设置两个安全出口。

3 中型以上矿山，井下调度硐室宜设在井底车场附近运输车辆来往频繁的地方，并应有良好的通风条件。硐室底板应高出运输巷道底板 0.3m。

4 有火灾危险的矿山应设置井下消防材料硐室，硐室布置应符合下列规定：

1) 消防材料硐室宜设置在每个阶段的井底车场或主要运输巷道附近；

2) 消防材料硐室应设两个出口，一条为进出车线，另一条为人行通道，出入口均应设栅栏门；

3) 消防材料硐室内应设停车线，停车线一侧应设有材料、消防器材堆放平台。

5 设置避灾硐室的矿山，其硐室布置应符合下列规定：

1) 避灾硐室应设置在围岩稳固、支护良好、靠近人员相对集



中的地方,高于巷道底板 0.5m 以上,前后 20m 范围内应采用非可燃性材料支护;

2)避灾硐室净高不应低于 2m,长度、深度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,每人应有不低于 1.0m<sup>2</sup>的有效使用面积。

6 中型以上矿山宜在井底车场或采区设置工具、备品保存硐室。

## 11 矿山安全生产与环境保护

### 11.1 矿山安全技术与工业卫生

11.1.1 矿山设计中应采取保证安全生产、创造良好的劳动条件,且防止和消除各种职业病害的措施,并应符合下列规定:

1 在粉尘较多的采、装、运和破碎等生产过程中,应采取湿式凿岩、洒水、喷雾和加除尘罩等防护措施,设计中应配备专用洒水车。

2 对炸药库、油库及开采有自燃发火危险的矿床应采取防火防爆措施。

3 开采大水矿床及有突然涌水的矿床应采取防水措施。

4 在有可能发生各种生产事故的作业地点和生产过程应采取安全措施。

5 开采超过标准规定的放射性元素矿床应采取防护措施。

6 对于超过卫生标准的噪声量的采掘设备,操作人员应配备个人防护措施。

7 寒冷地区的坑口、井口应设防寒设施。

11.1.2 设计中对尘毒、噪声、高温等危害职工身体健康的治理措施和防止发生伤亡事故的安全措施,应与主体工程同时设计、同时施工,并应同时验收投产使用,所需投资应一并列入概算中。

11.1.3 设计的主要工业建筑物应布置在露天采矿场爆破危险区和地下开采错动界线以外。

11.1.4 采矿场内不合格大块宜采用碎石机进行二次破碎。

11.1.5 矿山上班人员至主要作业点,里程超过现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的有关规定时,应配备车辆接送人员上下班。



## 11.2 矿山环境保护

- 11.2.1 新建矿山工程,应有环境保护部门和其他有关部门审查批准的环境影响报告书。
- 11.2.2 文物保护区、风景游览区、自然保护区、水源保护区、温泉、疗养区和城镇居住区不宜从事开采活动。
- 11.2.3 采、装、运作业过程的设计应减少粉尘的发生,并应采取抑尘措施。对破碎车间的尘源应采取密闭洒水措施。
- 11.2.4 对洗矿污水、炸药加工厂污水,从露天采矿场、排土场和矿井排出的污水和有毒水,以及其他工业污水和生活污水应采取治理措施。
- 11.2.5 内燃机设备排放的超过标准的有害烟气应采取净化措施。
- 11.2.6 排土场位置选择应避免对自然山林、天然水系的破坏。对于雨水较大的地区可能形成泥石流危害的排土场,应采取防洪、截流、排水等防治措施。
- 11.2.7 对各种超过噪声标准的设备应采取防治措施。
- 11.2.8 采空区、排土场应有复垦规划。
- 11.2.9 防止污染和其他公害的设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。
- 11.2.10 基本建设项目的初步设计应编制环境保护篇,应提出环境保护设计的依据,排放污染物的种类、数量、处理工艺和达到的排放标准,防治污染设施的种类、构造和操作规范,对资源开发而引起的生态变化可采取的防范措施和绿化复垦规划、环境监测任务,以及范围、内容、环保管理机构的设置及定员、环保投资等。

# 附录 A 矿山规模类型与矿山服务年限

A.0.1 矿山规模类型应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 矿山规模类型(万 t/年)

矿山 区分	特大型		大型		中型		小型	
	矿石	矿岩	矿石	矿岩	矿石	矿岩	矿石	矿岩
露天 矿山	≥1500	≥6000	500~1500	1500~6000	100~500	500~1500	<100	<500
地下 矿山	≥500	--	200~500	--	60~200	--	<60	--

- 注:1 表内矿山规模系指单个铁矿山的规模;
- 2 符合表中“矿石”和“矿岩”两项中任一项即可;
- 3 表中数值除标明的大于或等于和小于外,上限数值为不包含值,下限数值为包含值。

A.0.2 矿山服务年限应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 矿山服务年限

矿山规模类型	特大型	大型	中型	小型
服务年限(年)	≥20	≥20	≥15	≥5

- 注:1 矿山服务年限系指矿山从投产到开采终了的全部年限;
- 2 对于国家或市场急需的资源和邻近有接续矿山的,其服务年限可适当缩短;
- 3 达到设计规模的年限宜超过矿山服务年限的 2/3 以上。



## 附录 B 地表径流系数经验值

表 B 地表径流系数经验值

序号	岩土类别	地表径流系数
1	黏土、页岩	0.9
2	粉质黏土、砂页岩、凝灰岩、玄武岩、花岗岩	0.8~0.9
3	表土、砂岩、石灰岩、黄土、粉质黏土	0.6~0.8
4	粉土、大孔性黄土	0.6~0.7
5	粉砂	0.2~0.5
6	细砂、中砂	0~0.2
7	粗砂、砾石	0~0.4
8	坑内排土场,以土壤为主者	0.2~0.4
9	坑内排土场,以岩石为主者	0~0.2

注:1 表内数值适用于暴雨径流量计算,对正常降雨径流量计算应将表中数据减去 0.1~0.2;

2 表土指腐殖土,表中未包括的岩土按类似岩土性质采用;

3 当岩石有少量裂隙时,表中数据减去 0.1~0.2,中等裂隙减去 0.2;裂隙发育时,减去 0.3~0.4;

4 当表土、黏性土壤中含砂时,按其含量适当将表中地表径流系数减去 0.1~0.2。

## 附录 C 塌陷区设计频率暴雨渗入系数参考值

表 C 塌陷区设计频率暴雨渗入系数

塌陷区地表、矿体顶板岩(土)层破坏程度及特征		矿体上部覆岩(土)特征		设计频率暴雨渗入系数
冒落带未扩展到地表,仅导水裂隙带扩展到地表		无塑性隔水土层	脆性岩石	0.15~0.20
			塑性岩石	0.10~0.15
		有塑性隔水土层,厚度(m)	5~10	0.05~0.10
			11~20	≤0.05
冒落带扩展到地表	矿体顶部覆岩不重复塌陷	无塑性隔水土层	脆性岩石	0.30~0.35
			塑性岩石	0.20~0.30
		有塑性隔水土层,厚度(m)	5~10	0.15~0.20
			11~20	0.10~0.15
			21~30	0.05~0.10
			31~50	≤0.05
	矿体顶部覆岩重复塌陷	无塑性隔水土层	脆性岩石	0.30~0.40
			塑性岩石	0.25~0.30
		有塑性隔水土层,厚度(m)	5~10	0.20~0.25
			11~20	0.15~0.20
			21~30	0.10~0.15
			31~50	0.05~0.10

注:1 塑性岩石指页岩、凝灰岩、泥质砂岩、千枚岩等,脆性岩石一般指石灰岩、白云岩、大理岩、花岗岩、片麻岩、闪长岩等,塑性隔水土层指第四系黏土、粉质黏土和强风化成土状的基岩;

2 对表中设计频率暴雨渗入系数的波动值,当深厚比大时取小值;深厚比小、导水裂隙或冒落带刚波及到地表时取大值。



## 附录 D 矿石损失与贫化指标

表 D 矿石损失与贫化指标

采矿方法		损失率(%)	贫化率(%)
空场法	全面法	6~10	10~15
	房柱法	15~20	8~10
	分段空场法	10~15	10~15
	阶段矿房法	10~15	15~20
	留矿法	8~15	8~10
崩落法	壁式崩落法	10~17	10~15
	有底柱分段崩落法	10~20	15~20
	无底柱分段崩落法	15~20	15~20
	阶段强制崩落法	15~20	15~25
充填法	上向水平分层充填法	5~10	5~8
	上向进路充填法	5~8	5~8
	阶段空场嗣后充填法	5~10	10~15

## 附录 E 地下矿山主要采掘设备

表 E 地下矿山主要采掘设备

设备名称	矿山规模类型			
	特大型	大型	中型	小型
掘进凿岩设备	双机、单机液压掘进台车	双机、单机液压掘进台车	单机液压掘进台车	7655、YT 型手持式凿岩机
回采凿岩设备	双机、单机液压采矿台车, 孔径 115mm、165mm 的潜孔钻机	双机、单机液压采矿台车, 孔径 115mm 的潜孔钻机	单机液压采矿台车	YGZ-90 型凿岩机
出矿设备	$\geq 6\text{m}^3$ 铲运机	$3\text{m}^3 \sim 6\text{m}^3$ 铲运机	$1.5\text{m}^3 \sim 4\text{m}^3$ 铲运机	$0.5\text{m}^3 \sim 2\text{m}^3$ 铲运机
天溜井掘进设备	天井钻机		爬罐或吊罐	吊罐
装药设备	装药车	装药车或装药器	装药器	人工装药或装药器
放矿设备	振动放矿机			振动放矿机或人工装矿闸门



## 附录 F 阶段运量与电机车粘着重量、 矿车容积、轨距、轨型的关系

表 F 阶段运量与电机车粘着重量、矿车容积、轨距、轨型关系

阶段运量 (万 t/年)	电机车粘着 重量(t)	矿车容积 (m <sup>3</sup> )	轨距(mm)	轨型(kg/m)
<10	1.5、3	0.5、0.7	600	12、15
10~30	3、7	0.7、1.2	600	15、22
30~60	7、10	1.2、2	600	22、30
60~100	10、14	2、4	600、762	30、43
100~200	10(双机)、14	4、6	762、900	30、43
200~300	14(双机)、20	6、10	900	43
300~500	20(双机)、30	10	900	43、50
>500	40、65、80、110	≥10	900、1435	50、60

附录 G    井下供水水质标准

表 G    井下供水水质标准

项    目	标    准
悬浮物含量	≤30mg/L
悬浮物粒径	<30μm
pH 值	6.5～8.5
总大肠菌群	不得检出



## 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

- 《厂矿道路设计规范》GBJ 22
- 《防洪标准》GB 50201
- 《工程岩体分级标准》GB 50218
- 《建筑边坡工程技术规范》GB 50330
- 《冶金露天矿准轨铁路设计规范》GB 50512
- 《爆破安全规程》GB 6722
- 《矿区水文地质工程地质勘探规范》GB 12719
- 《金属非金属矿山安全规程》GB 16423
- 《固体矿产资源/储量分类》GB/T 17766
- 《冶金矿山地面窄轨铁路设计规范》YB 9065
- 《金属非金属地下矿山通风技术规范》AQ 2013.1



中华人民共和国国家标准

冶金矿山采矿设计规范

**GB 50830 - 2013**

条文说明

## 制 订 说 明

本规范在制订过程中,编写组对我国冶金矿山采矿设计现状及今后发展趋势进行了调查研究,同时参考了原有技术标准、设计手册以及国内外的先进经验,总结了几十年来我国冶金矿山在工程建设和生产方面的实践,取得了矿山地质、矿山防治水、岩石力学、采矿工艺、露天转地下开采、矿井通风、充填开采、破碎与运输、总图与生产设施、矿山井巷建设、矿山机械、安全与环境保护等方面的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《冶金矿山采矿设计规范》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、依据以及在执行过程中需要注意的有关事项进行了说明(还着重对强制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条文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。





## 目 次

1	总 则 .....	(103)
3	基本规定 .....	(104)
4	矿山地质 .....	(106)
4.2	矿床工业指标 .....	(106)
4.3	矿石选矿试验采样设计 .....	(106)
4.4	资源/储量估算与矿石质量研究 .....	(107)
4.5	基建勘探和生产勘探 .....	(107)
5	矿山防治水 .....	(108)
5.1	一般规定 .....	(108)
5.2	露天采场涌水量计算 .....	(108)
5.3	地下开采矿山井下涌水量计算 .....	(109)
5.4	露天开采矿山防排水 .....	(109)
5.5	地下开采矿山防排水 .....	(110)
5.6	矿山地面防治水 .....	(110)
5.7	井下防治水 .....	(111)
5.8	矿床疏干 .....	(111)
5.9	注浆防渗帷幕 .....	(112)
6	岩石力学 .....	(114)
6.1	一般规定 .....	(114)
6.2	露天开采边坡 .....	(115)
6.3	地下开采岩石力学设计 .....	(122)
7	露天开采 .....	(126)
7.1	境界的确定 .....	(126)
7.2	采掘要素 .....	(126)
7.4	开拓运输 .....	(128)



7.5	规模与采剥进度计划 .....	(130)
7.6	穿孔、爆破与铲装 .....	(131)
7.7	硐室爆破 .....	(132)
7.8	排土场 .....	(132)
7.9	露天转地下开采 .....	(134)
8	地下开采 .....	(136)
8.1	一般规定 .....	(136)
8.2	矿山生产规模的确定 .....	(136)
8.3	矿床开拓 .....	(138)
8.4	采矿方法 .....	(139)
8.6	基建与采掘进度计划 .....	(141)
8.7	坑内运输 .....	(141)
8.8	通风与防尘 .....	(141)
8.9	充填料制备站及充填料输送 .....	(145)
9	矿山机械 .....	(148)
9.1	竖井提升 .....	(148)
9.2	斜井提升 .....	(153)
9.3	压气设施 .....	(154)
9.4	排水设施 .....	(154)
9.5	井筒防冻 .....	(155)
9.6	井下供水 .....	(155)
9.7	带式输送机与排土机 .....	(156)
9.8	矿山破碎 .....	(157)
10	井巷工程 .....	(158)
10.1	一般规定 .....	(158)
10.2	竖井 .....	(159)
10.3	斜井 .....	(160)
10.4	平巷与平硐 .....	(160)
10.5	溜井、溜槽 .....	(160)
10.6	主要硐室 .....	(162)

## 1 总 则

**1.0.2** 本规范适用范围主要指黑色冶金矿山的新建、改建和扩建采矿工程,适用于各种类型铁矿山的采矿工程的各阶段设计。

**1.0.3** 本条是根据《中华人民共和国矿山安全法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国职业病防治法》等法律法规的有关规定制订的。



### 3 基本规定

**3.0.3** 根据《固体矿产资源/储量核实报告编写规定》(国土资发〔2007〕26号):凡因矿业权设置、变更、(出)转让或矿山企业分立、合并、改制等需对资源/储量进行分割、合并或因改变矿产工业用途或矿产工业指标以及工程建设项目压覆等,致使矿区资源/储量发生变化,需重新估算查明的资源/储量或结算保有的(剩余、残留、压覆的)资源/储量,应进行矿产资源/储量核实,编制矿产资源/储量核实报告。

**3.0.4** 水文地质条件复杂的矿床,详查阶段水文地质工作的广度和深度有限,重要的水文地质参数和结论以及制订的防治水方案可能依据不足,因此水文地质条件复杂的矿区,设计应以水文地质勘探报告为依据。

**3.0.5** 边坡稳定性研究报告是露天开采边坡设计的基础性文件,一般条件下,大型以上露天开采边坡设计应以边坡稳定性研究报告为基础,没有研究报告时,可根据地质勘探报告中关于岩体工程地质描述及相关试验资料进行分析,主要采用经验参数计算分析或类似矿山类比分析等方法,但需要在设计文件中注明,并提出资料需求和建议。

**3.0.6** 本条主要根据国家现行标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 和《金属非金属矿山排土场安全生产规则》AQ 2005 相关条文提出,所需资料是排土场设计及安全稳定性分析的依据。

**3.0.9** 本条对采矿工程设计作出规定。

**3** 露天开采主要体现在作业安全,技术管理较方便,机械化程度和劳动生产率高,技术难度小和贫化损失少。因而露天矿通常能按时建成达产、稳产,达到甚至超过预期效果。矿山开采方式

的选择应在充分考虑技术、经济、资源开发利用、生态环境保护、地质灾害防治、水土保持、土地复垦等影响因素的条件下,经综合比较后确定。

**4** 本款是引用《中华人民共和国矿产资源法》第四章矿产资源的开采中的相关规定,并结合部分行业准入条件制订的。矿产资源不能再生,设计应加强矿产资源综合回收,坚持合理的开采顺序,有效利用和保护资源。在同一开采区段内,实行贫富兼采,大小兼采,降低损失、贫化;对暂不能利用的资源应切实保护;对于伴生有用金属矿物或非金属矿物的矿床,在矿山设计开采主金属的同时,应综合回收共生、伴生有用组分。

**3.0.10** 矿山规模划分除保留原有的大、中、小三种类型外,还新增加了特大型矿山一类,同时对四种矿山的规模也作了相应调整。主要考虑到近年来国内外新建或改建、扩建的超大规模的铁矿山逐渐增多,太钢袁家村铁矿、鞍钢齐大山铁矿、本钢南芬铁矿、攀钢朱兰铁矿及澳大利亚 SINO 铁矿等露天矿山,矿山规模设计均大于 1500 万 t/年;鞍钢眼前山铁矿露天转地下工程,司家营铁矿二、三期工程,昆钢大红山铁矿等地下矿山设计规模均超过 500 万 t/年。因此新增特大型矿山规模,露天矿山大于或等于 1500 万 t/年,地下矿山大于或等于 500 万 t/年。

**3.0.17** 矿山工作制度一般按每年工作 300d~330d 考虑,对于高海拔、严寒、高温、多雷电、多雷雨、多雾地区的矿山,工作制度可与建设单位商量,共同确定。



## 4 矿 山 地 质

### 4.2 矿床工业指标

**4.2.2** 边界品位是划分矿石与废石的分界品位,是对圈定矿体单个样品有用组分含量的最低要求。凡达到边界品位的样品即圈入矿体,否则划为废石或无矿夹石。当前,铁矿石受市场价格的影响,矿床边界品位也处于不断变化之中,充分利用不可再生资源是国民经济发展的重要方针。对于采矿成本低、干选效果好的极贫铁矿资源已开始开发利用,增加了社会效益和企业效益。边界品位应随着采、选、冶技术水平的提高及市场价格的波动及时进行调整。

最低工业品位是圈定矿体时单工程连续样品段应达到的平均品位,有时可指小块段的平均品位。

最小可采厚度是指当前技术经济条件下,在矿石质量达到工业品位要求时,可供工业开采利用的单层矿体的最小真厚度。

夹石剔除厚度是指夹在矿体或单工程各连续样品段之间的,低于边界品位的样品厚度要求。厚度大于该指标的作为夹石剔除,反之,圈入矿体,参与资源/储量计算。

### 4.3 矿石选矿试验采样设计

**4.3.1~4.3.5** 在地质勘查阶段,矿石选矿试验采样设计应根据地质详查和地质勘探阶段的不同控制程度,合理进行采样设计。

在矿山进行预可行性和可行性研究阶段,矿石选矿试验采样设计应根据矿山未来的开采范围和首采地段,结合矿山生产条件,进行专项设计,使选矿试验采样设计与矿山生产状态相一致。

#### 4.4 资源/储量估算与矿石质量研究

4.4.1~4.4.3 资源/储量估算应以审批的地质勘查报告为依据。资源/储量估算所建立的矿床地质模型要符合矿床地质特征,其估算结果应充分体现出矿床地质模型的合理性及可靠性,因此对资源/储量估算结果作出允许误差的规定。资源/储量估算所产生的误差主要受矿床成因、矿体形态复杂程度、地质构造破坏程度等条件的影响。当资源/储量估算超出规定误差时,应认真研究处理。

4.4.4 本条是指在采矿设计中的矿石质量研究要充分考虑矿床开采技术条件对矿石质量产生的动态变化,作出客观的研究,使矿石质量研究与未来矿山实际生产状态相吻合,为矿山合理出矿、合理配矿提供完善的矿石质量条件。

#### 4.5 基建勘探和生产勘探

4.5.1、4.5.2 开展基建勘探工作,主要是由于原地质勘查程度局部偏低,尤其是探明的储量比例偏小,满足不了初期开采要求。另外,由于地质勘查时控制程度与开采技术条件所需的矿床控制程度之间存在一定差距,因此矿山开采初期,为保证早日投产、达产,需要开展基建勘探。基建勘探工作是矿山建设初期的重要任务。

4.5.3 基建勘探和生产勘探应充分利用地质勘查阶段所施工的有效工程,一般条件下,应在地质勘查工程密度的基础上进行加密。同时应充分利用基建勘探和生产勘探工程,为矿山生产服务。



## 5 矿山防治水

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 一般情况下,水文地质条件简单和中等的矿床可依据含水文地质部分的地质勘查报告,对于水文地质条件复杂的矿床,应依据专门的水文地质勘查报告。地质勘查报告(含水文地质部分)或专门的水文地质勘查报告的矿床水文地质条件类型的划分应符合现行国家标准《矿区水文地质工程地质勘探规范》GB 12719 的规定。

矿山水文地质勘查资料是设计的基础资料,其内容是否齐全、结论是否正确、数据是否可靠决定着矿山防治水设计方案的合理性。因此,设计应对依据的水文地质资料进行评述。

**5.1.2** 矿区所在地区水文手册一般指省级或市级水文手册,设计应优先采用市级水文手册。如矿区所在地区的水文手册收集有困难,应依据具有 20 年以上记录数据的矿区附近观测站的水文、气象资料。

**5.1.4** 对于矿山地面防洪工程,应在施工图设计之前提交地面防洪工程的岩土工程勘察报告,为确定防洪构筑物的基础埋深和具体结构尺寸提供依据。岩土工程勘察报告内容应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

### 5.2 露天采场涌水量计算

**5.2.2** 露天采场暴雨频率的确定是在充分考虑近年来矿山设计的实际情况,并参考有色、煤炭、水泥行业等矿山规范提出的相关设计标准而制订的。对于小型矿山暴雨频率,建议根据实际情况和矿山重要性进行选取。

### 5.3 地下开采矿山井下涌水量计算

**5.3.2** 很多矿山没有实测塌陷区降雨渗入系数,因此,在目前情况下,塌陷区降雨渗入量的计算大多采用经验值进行估算。

**5.3.3** 一般条件下,特大型露天矿山排水标准与大型矿山排水标准基本相同,因此本规范将特大型地下开采矿山排水标准与大型矿山排水标准划为同一个排水标准级别。地下开采矿山和露天转地下开采矿山,塌陷区降雨渗入量均按 24h 设计频率暴雨量计算。

露天转地下开采矿山的塌陷区降雨径流渗入量,目前是按照地下开采矿山设计标准进行水量估算,前提条件是:要求在露天开采结束后,开采露天底以下深部矿体时,为防止大气降雨急速汇入井下,要求在露天底构筑一定厚度的覆盖层。露天采场内塌陷区的降雨径流渗入量计算时,将露天坑底汇水面积的降雨径流渗入系数加大计算。

根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 中第 5.9.1.10 条的规定:“露天开采转为地下开采的防、排水设计,应考虑地下水最大涌水量和因集中降雨引起的短历时最大径流量。”露天转地下开采的防、排水设计,除应按 20h 排出 24h 的地下最大涌水量设计外,尚应在防、排水设计中制订综合措施,解决由集中降雨引起的短时涌水问题。

### 5.4 露天开采矿山防排水

**5.4.4** 露天采场的允许淹没时间,对于采用潜水泵、浮船、台车等排水方法的矿山,允许淹没时间可采用较长历时(5d~7d);当矿山采掘工程紧张,采矿工作台阶少,淹没损失较大,对安全持续生产有特殊要求的矿山,其允许淹没时间可采用短历时的较高标准,最少为 1d。

当矿山采掘工程不紧张,采矿工作台阶较多,或采场储水容积



较大,淹没损失较小的矿山,经过论证后,淹没时间可以适当延长。

## 5.5 地下开采矿山防排水

**5.5.3** 本条根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的有关规定制订,设置防水门是实施积极救援、减少水患造成损失的重要措施。

水下开采的矿山、受大流量暴雨洪水威胁的矿山,以及受地下暗河、强含水的溶洞含水系统、与区域含水层沟通的强含水的构造岩溶带影响的矿山,仅靠水泵的机械排水能力不能完全保证矿山的安全。这种情况下,需要设置防水门,并将其作为整个防排水系统的一个组成部分。

**5.5.4** 本条依据《采矿设计手册》(中国建筑业出版社 1988 年出版,下同)中有关煤炭部门的规定制订。现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 中规定,防水门的位置、设防水头高度等应在矿山设计中总体考虑。

防水门设计水压原则上不宜小于所预防含水层的静止水位至防水门设置阶段标高差的水柱压力值;经疏干降压的矿井,主要含水层静止水位已经降低,可采用降低后的水位与开采水平高差的水柱压力作为设计最大水压。矿井延深水平的防水门,当保持原水平的排水能力时,可取原有水平与延深水平间标高差的水柱压力为最大水压力,并留有一定余地。使用井巷排水的露天矿,设计水压宜大于防水门设置标高至设计频率最大暴雨时露天坑允许淹没标高的水柱压力值。

## 5.6 矿山地面防治水

**5.6.2、5.6.3** 现行国家标准《防洪标准》GB 50201—94 第 4 章规定:冶金、煤矿、石油、化工、林业、建材、机械、轻工、纺织、商业等工矿企业,应根据其规模分为四个等级,各等级的防洪标准按表 1 的规定确定。



表 1 工矿企业的等级和防洪标准

工矿企业等级	工矿企业规模	防洪标准〔重现期(年)〕
I	特大型	100~200
II	大型	50~100
III	中型	20~50
IV	小型	10~20

表 1 中各类工矿企业规模,按国家现行规定划分。如辅助厂区(或车间)和生活区单独进行防护的,其防洪标准可适当降低。

由于矿区截(排)水沟主要影响局限在矿区范围内,尤其是露天采场内的台阶截水沟,对于矿区外围的影响很小,因此,其防洪设计标准依照现行国家标准《防洪标准》GB 50201 进行调整。

## 5.7 井下防治水

### 5.7.1 本条所指的“有突然涌水危险”条件主要为:

(1)巷道接近或穿越导水带或充水状况不明的构造带,如断裂带、接触带、破碎带。

(2)巷道接近或穿越具有突水危险的“强含水层”。

(3)巷道或其他采掘工作面接近预测积水的老窿。

(4)巷道或其他采掘工作面接近已知的流砂层、地下暗河、规模较大的岩溶、裂隙。

(5)地表水(如湖、河、海、水库等)与地下水具有密切水力联系,当巷道或其他采掘工作面接近地表水体分布范围。

上述 5 个方面只是与设计有关的根据勘察报告可预知的需要超前探水的条件。在施工和生产过程中还可能出现其他一些具有突水危险的征兆,应按照“有疑必探、先探后掘”的原则布置超前探水工程。

## 5.8 矿床疏干

### 5.8.1~5.8.3 矿床疏干是采用地表降水孔、疏干巷道、放水孔及



疏水明沟等各种疏水构筑物,在矿山基建以前或基建时期,预先降低矿区的地下水水位,为采掘工作创造正常和安全条件的一种技术措施。矿床疏干技术的应用,不仅使水文地质条件复杂、矿坑涌水量大,长期受水害威胁严重的矿山得以安全开采,而且对于水文地质条件中等或比较简单的矿床,正确实施疏干技术亦可改善作业条件,提高劳动生产率、降低成本等。

但是随着对环境保护和保护水资源的要求越来越高,矿床疏干使用的局限性也日益明显,因为矿床疏干改变了矿区附近地下水的天然流场,破坏了地下水资源,岩溶充水矿床的疏干还会带来地面沉降、开裂和塌陷等,使得环境受到极大破坏。因此,目前矿床疏干正逐渐被一种新的保护水资源的防治水技术取代,与充填采矿方法相适应的坑内顶板注浆或顶板预留一定厚度的护顶矿柱,保护主要含水层的水不被疏干,是一种防治水发展的趋势。

## 5.9 注浆防渗帷幕

**5.9.1~5.9.3** 矿山地下水防治对岩溶含水层而言,采用单一的疏干模式,出现了越来越多难以解决的问题,如地表疏干塌陷、水资源遭到破坏、需要河流改道等。为了解决上述问题,我国将防渗帷幕应用于矿山治水已经有几十年历史,并且取得了较好的成效,注浆材料和注浆工艺也得到不断发展进步。坑内顶板高压注浆是注浆防渗帷幕工程发展进步的一种形式,近年来多有应用。

近 20 多年来,高压喷射注浆技术也在不断发展,特别是在大颗粒砂砾石层中构筑防渗墙施工中取得了较好的效果。高压喷射注浆设备也在不断更新,这项技术在第四系砂砾石含水层中的防渗墙建造中取得了较好的效果。

张马屯铁矿、黑旺铁矿、新桥硫铁矿、大红山铜铁矿、赵家湾铜矿和水口山铅锌矿鸭公塘矿区等矿山,是我国采用注浆防渗帷幕的成功案例,均取得了较好的防渗效果,大大减少了坑内涌水量,节省了大量的排水费用。张马屯铁矿注浆防渗帷幕经过补幕封

底,最终堵水效果达到 80%。

山东韩旺铁矿和大冶水库第四系砂砾石含水层中的防渗墙,是目前采用高压喷射注浆技术的成功案例,堵水效果达到 90%以上。

山东莱芜谷家台铁矿和山东业庄铁矿进行的坑内顶板高压注浆,配合充填法开采,保护矿体顶板,防止顶板含水层中的水大量涌入坑内采场,也取得了较好的效果。



## 6 岩石力学

### 6.1 一般规定

**6.1.1、6.1.2** 岩石力学设计内容一般包含在采矿、地质等设计内容中,在复杂的矿山开采条件下,岩石力学设计分析十分重要,其内容直接关系矿山开采的安全性、技术可靠性及经济合理性。特别是矿山开采安全要求的提高,许多矿山开采设计以章节的形式体现在设计文件中。

许多矿山在岩石力学方面一般以研究成果的方式体现,而现在越来越多的矿山需要在初步设计文件中体现岩石力学设计。因此将研究成果体现在设计文件中,满足开采工艺要求和安全保障要求已经成为设计审查过程中的重要环节。本规范在参考《采矿设计手册》的基础上,将岩石力学以章节的形式予以明确。

**6.1.3** 一般矿山在开采初期岩石力学设计资料不完全,主要在地质勘探报告中地质部分及工程地质部分中有叙述,一般难以满足设计分析资料要求。对于大型露天开采矿山,要求提供边坡稳定性研究报告;大型充填法开采矿山应有相应的充填开采研究分析报告;露天开采矿山排土场及部分地下矿山排土场应有排土场区水文地质、工程地质勘察报告;有地质灾害发生可能的矿区应有专项地质灾害评估报告。

**6.1.4** 露天开采岩石力学设计应按照不同设计阶段和基础资料内容进行。对于有边坡稳定性研究报告的矿山,可按照研究报告推荐结果进行设计,可行性研究设计阶段一般只推荐各设计分区边坡角并提出相关安全措施建议即可,初步设计阶段还应该对设计边坡进行计算分析,提出对策措施。对于未进行边坡稳定性的矿山或已有边坡稳定性研究成果深度不能满足设计

深度要求的矿山,需要根据地质资料对设计边坡进行概化,通过经验参数或类似矿山资料进行计算分析,根据计算分析成果推荐各分区边坡角。

排土场边坡稳定性分析应在排土场区工程地质、水文地质勘察资料基础上进行,缺少上述资料时,应根据地质勘探报告的内容,通过一定的现场踏勘分析排土场区地基土特征。设计中应结合排土工艺、排土方式,排岩量,通过稳定性分析推荐排土场阶段高度、堆置方式,堆积过程,提出相应的安全对策措施。

**6.1.5** 地下开采岩石力学设计一般按照采矿方法不同进行相应的分析。如对于崩落法开采矿山主要应分析地表塌陷、围岩变形、地压、塌陷控制等方面内容。一般采用经验类比法和岩体分级法等确定开采错动角、移动范围等,条件具备时也可通过数值模拟方法确定地表移动范围。对于空场法开采矿山,一般可按照岩体特征分析和经验分级初步提出采场结构参数,包括顶板暴露面积等。对于不同空场采矿法,应根据具体情况和资料的掌握程度分析采场稳定性,并提出相关的建议。充填采矿法包含采场结构参数的稳定性、充填体特征及强度要求等,一般应通过试验研究进行确定。设计一般提出初步建议和研究思路与方法。

## 6.2 露天开采边坡

**6.2.2** 新建矿山大多还未开展边坡稳定性研究工作,矿山开采设计依据的边坡稳定性分析研究基础资料主要是地质勘探报告,因此设计中的边坡稳定性分析需要通过类比法和经验参数计算分析法进行。但在设计中应明确类比条件、参数选取原则、存在问题及安全对策措施。

**6.2.3** 一般条件下,对于露天开采矿山均需要进行相应的边坡稳定性研究工作,在研究成果的基础上进行设计。对于小型矿山或工程地质条件简单的矿山可通过相关调查等方法进行边坡设计。中型以上矿山一般边坡高度大,边坡长,边坡组成岩体变化复杂,



因此需要进行边坡稳定性研究工作。

**6.2.4** 边坡分类是参考我国目前露天矿边坡一般情况划分的,目的是为边坡设计分区、稳定性评价以及安全对策措施的采取提出基础依据,特别是为边坡勘察、边坡研究等工作提出基础要求。长度和高度的分类主要参考现行行业标准《露天矿边坡工程地质勘察规范》YBJ 13。

**6.2.5** 边坡工程安全系数是衡量边坡稳定性的重要标准和原则,对于不同的边坡工程,允许安全系数的选取有不同的原则,通常应考虑边坡资料可靠度、破坏后果、类比经验、影响因素、地质环境、破坏概率、结构特征、服务年限、重要性等多方面。国内外对露天矿边坡一般取用允许安全系数  $F=1.10\sim1.50$ 。

《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001 规定取  $F=1.15\sim1.3$ 。

《水利水电工程边坡设计规范》SL 386—2007 规定在正常运行条件下,其安全系数按边坡级别选取,一般在  $1.05\sim1.30$  之间。

《建筑边坡设计规范》GB 50330—2002 规定安全系数按边坡级别选取,一般在  $1.20\sim1.35$  之间。

《露天矿边坡工程地质勘察规范》YBJ 13—89 规定,安全系数当不计地震力时,一般可采用  $1.10\sim1.30$ ,计及地震力时,不应小于  $1.10$ 。

目前国内外矿山边坡采用的安全系数为:

英国、加拿大: $F=1.30$ ,

美国: $F=1.20\sim1.30$ 。

攀钢集团矿山公司兰尖矿: $F=1.15$ ,

攀枝花矿山公司白马铁矿: $F=1.25$ ,

武钢大冶铁矿: $F=1.15\sim1.20$ ,

海南铁矿: $F=1.15\sim1.25$ 。

福建行洛坑钨矿: $F=1.17\sim1.22$ ,

安徽新桥铜矿: $F=1.10\sim1.20$ 。



江西永平铜矿:  $F = 1.25$ ,  
 甘肃厂坝铅锌矿:  $F = 1.15$ ,  
 江西德兴铜矿:  $F = 1.25$ ,  
 本钢南芬铁矿:  $F = 1.25$ ,  
 排山楼金矿:  $F = 1.25$ ,  
 鞍钢大孤山铁矿:  $F = 1.15 \sim 1.25$ ,  
 西藏洛布莎铬矿:  $F = 1.20$ ,  
 湖北铜录山矿  $61^\circ$  陡边坡:  $F = 1.25 \sim 1.30$ ,  
 北台钢厂露天矿:  $F = 1.25$ ,  
 本钢歪头山铁矿:  $F = 1.20$ ,  
 攀钢集团朱矿南帮:  $F = 1.15$ ,  
 太钢尖山铁矿:  $F = 1.15$ ,  
 太钢峨口铁矿:  $F = 1.15$ 。

本规范在参考上述相关规范和实际矿山边坡研究报告的基础上提出用于露天开采矿山设计的安全系数限值,特殊条件下或国外工程应结合当地经验经综合分析后提出。

**6.2.6** 边坡稳定性计算方法大的方面分为极限平衡法、数值计算法和概率分析法,对于高陡边坡一般采用极限平衡法和数值分析法相结合。极限平衡法一般用于定量评价边坡稳定性,其计算方法的选择与边坡破坏模式密切相关。

对于土质边坡、碎裂结构边坡、散体结构边坡,破坏模式呈圆弧形时,可采用简化毕肖普法(Simplified Bishop)、斯宾塞斯法(Spencer)、简化的简布法(Simplified Janbu),摩根斯顿-普莱斯法(Morgenstern-Price);当滑动面呈非圆弧形时,可采用摩根斯顿-普莱斯法(Morgenstern-Price)和不平衡推力法;对于呈块体结构和层状结构的岩质边坡可采用萨尔玛法(Sarma)、简化毕肖普法(Simplified Bishop)、斯宾塞斯法(Spencer)或不平衡推力法计算。数值计算分析一般采用有限元法和有限差分法。

**6.2.7** 边坡稳定性的影响因素有许多,但在计算分析中应主要考



考虑重力、地下水、地震或爆破振动的影响。地下水一般通过边坡岩体内部的浸润线、孔隙水压力来考虑,地震荷载不与爆破荷载同时考虑,一般地震荷载可考虑水平荷载,必要时也可考虑垂直荷载。对于边坡范围内的建(构)筑物及设备荷载一般不需考虑,但对于低矮边坡和土质边坡等应考虑。

**6.2.8 岩体及其弱面的抗剪强度是边坡稳定性计算的重要力学参数**,通常根据边坡岩体不连续面强度对岩石材料力学参数的弱化及地下水对岩石材料力学参数的软化,将岩石的力学参数换算成岩体的力学参数。主要方法有:

(1)按岩体的分类考虑。

(2)M·格吉(M·Georgi)法。

M·Georgi 对片麻岩、大理岩、辉长岩、角闪岩、二长斑岩、安山岩、玄武岩、流纹岩等十五种坚硬的火成岩和变质岩的岩石强度和岩体强度进行了研究后,得出下述经验公式:

$$C_m = [0.114e^{0.48(i-2)} + 0.02] \cdot C \quad (1)$$

式中: $i$ ——结构面密度(条/m);

$C_m$ ——软化后岩体内聚力(MPa);

$C$ ——岩石试验的内聚力(MPa)。

M·Georgi 认为岩体的内摩擦角与岩块的内摩擦角之间差别不大,而内聚力差别较大。

(3)费辛科(фиеенког. д)法。

该法除考虑不连续面密度  $L$ (以不连续面间距表示)外,还考虑了岩体的破坏高度,该法多适用于煤田沉积岩层的较坚硬-较软岩层。其岩块内聚力  $C$  换算成岩体的内聚力  $C_m$  的经验公式为:

$$C_m = \frac{C}{1 + a \ln \frac{H}{L}} \quad (2)$$

式中: $a$ ——取决于岩石强度和岩体结构面分布的特征系数;

$L$ ——破坏岩体被切割的原岩尺寸,此处取不连续面间距(m);

$H$ ——岩体破坏高度,此处取边坡高度(m)。

(4)E. 霍克(E. Hoek)法。

E. Hoek 教授在坚硬节理岩体 CSIR 分类估计的基础上提出下列经验公式来估计岩体的强度:

$$\sigma_{1s} = \sigma_3 + \sqrt{m\sigma_3\sigma_c + s\sigma_c^2} \quad (3)$$

式中: $\sigma_{1s}$ ——破坏时的最大主应力(MPa);

$\sigma_3$ ——破坏时的最小主应力(MPa);

$\sigma_c$ ——完整岩石的单轴抗压强度(MPa);

$m, s$ ——依赖于岩石性质与节理化程度的常数,对于完整岩石  
 $s=1$ 。

(5)直接折减法。

将内聚力和内摩擦角乘以一个小于 1 的系数,一般可取 0.7~0.9。

**6.2.9** 风化带边坡角的推荐可根据自然坡调查的结果结合计算结果选取;基岩边坡角的推荐可根据各种方法的计算结果选取,但应考虑边坡凸凹的影响。当凹边坡的曲率半径小于边坡高度时,边坡角可以比常规稳定性分析方法建议的角度陡  $2^\circ \sim 5^\circ$ 。而在考虑曲率半径小于坡高的凸边坡时,其边坡角应当比稳定性分析预测的角度缓  $2^\circ \sim 5^\circ$ 。无论凹边坡或是凸边坡,当其曲率半径增加到超过边坡高度时,这些修正值应当减小。曲率半径超过边坡高度的 2 倍后,在露天采矿场设计中应当采用常规稳定性分析方法确定边坡角。推荐边坡角时还应考虑三维计算的成果约比二维计算成果提高 10%~20%。

按照推荐的边坡角圈定的露天开采境界需要按照不同的分区和不同的状态计算边坡稳定性,对于重要设施位置还应该补充计算方案。

**6.2.10** 露天开采矿山安全平台应满足拦截滚石的要求,清扫平台在满足了拦截滚石的条件还应保证清扫设备的通行,运输平台一般不应作为拦截滚石和清扫平台使用,主要用于矿山运输设



备的通行。露天境界台阶边坡的稳定性受结构面影响,一般易产生破坏,在不影响总体边坡稳定性的条件下是允许的。但对于运输道路等应避免破坏或采取相应的对策措施,台阶边坡角一般按照围岩类别经验选取。下盘边坡应考虑岩层产状,端部区和上盘区一般按照围岩类别选取。基岩台阶边坡:完整性好时一般取 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ,一般时取 $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ,差时取 $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ;风化岩台阶边坡一般取 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ;土质边坡(散体边坡)一般取 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。

**6.2.11** 本条内容一般在矿山开采边坡设计中不作具体表述,不属于采矿设计委托内容,但在实际设计过程中需要岩石力学专业进行配合计算与论证,具体问题需要根据实际情况确定,可依据不同的设计规范要求进行计算分析。

**6.2.12** 采场附近有河流、湖泊和海洋等地表水体时,主要对边坡稳定性造成影响,其影响方面主要体现在地下水的边界条件,计算分析过程中应考虑洪水期的地下水特征。

**6.2.13** 边坡监测的资料可用于对边坡变形破坏机制的定量研究,也可作出中长期或短期定量预报,同时也可作为生产和使用中的重要信息。边坡监测在理论上与实际应用上均有重要意义,有助于分析边坡整体或局部的变形情况和性质、边坡变形速度和速率、滑动面情况,浅层或深层以及变形原因等。边坡监测各类监测仪器或装置及其目的和内容详见表2。

表2 各类监测仪器或装置及其目的和内容

监测类型	仪 器	目的或内容
地表位移	常规测量仪器监测 (全站仪、水准仪)	利用坡顶和坡面上设置的测点,测定移动区的范围、垂直位移和位移速度、移动方向;确定破坏模式,进行安全监测
	钻孔伸长计监测	观测边坡深部岩体的移动规律,安全监测
	标桩和钢带监测	在坡顶和平台上测量张裂隙的位移,确定移动方向和位移量,安全监测

续表 2

监测类型	仪 器	目的或内容
地表位移	地表位移伸长计 (收敛计监测)	安装在坡顶和平台表面上,测定位移量和位移速度
	卫星定位监测(GPS)	主要用于地表位移监测,可实时采集边坡位移监测数据
	边坡稳定性预警雷达	主要用于地表位移及破坏模式监测,可实时采集边坡位移监测数据,实现三维动态显示和预警
地面震动	地震仪	测量爆破引起的质点速度、峰值质点加速度,监测生产爆破,使之不超过允许的震级;分析控制爆破技术的效果;建立震级、位移和边坡破坏之间的关系
	声波测试	可用于测定边坡组成岩体的剪切波速,分析相关爆破震动参数,也可用于边坡岩体的分级评价
水压计	水压计	确定坡体内地下水状态;确定作用在破坏面上的水压力,评价疏干效果

**6.2.14** 目前边坡防治方法有许多种,主要是针对影响边坡稳定性的因素而实施,主要体现在水的防治、软弱结构面的治理、减震等方面。边坡防治应结合矿山开采设计与重要性特征开展。新建大型露天开采矿山不宜在设计之初提出整体边坡加固治理方案。对于生产矿山的重要位置,应根据边坡稳定性研究成果针对性提出防治方案。加固治理的目的是确保露天矿正常生产,确保设备及生产人员的安全,提高露天矿开采的经济效益。

**6.2.15** 露天开采矿山排土场安全稳定性分析是一个大的课题,等同于露天开采边坡设计内涵,国家现行标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 和《金属非金属矿山排土场安全生产规则》AQ 2005 等相关规范的具体要求应执行。排土场设计原则应主要从



工艺设计角度(排土方式、堆置要素、排土场容积、排土计划)、排土场地基土特征、排土场安全稳定性分析、排土场安全防护距离、排土场安全对策措施、排土场防排洪、排土场软弱地基土处理、排土场安全监测与预警等方面进行。

### 6.3 地下开采岩石力学设计

**6.3.1、6.3.2** 地下开采矿山岩石力学设计内容与开采矿山的基本特征及采矿方法密切相关,目的是为地下开采矿山的安全可靠性、技术合理性提供依据。由于地下开采矿山在设计之初资料缺乏,一般需要根据地质勘探报告的相关内容进行比较和初步计算分析,设计过程中一定要明确基础条件,对于开采塌陷预测、采场结构参数的初步确定应说明其可靠性和相关研究要求。一般条件下,地下开采矿山相关岩石力学问题都需要通过专题研究来解决,特别是矿山开采所面临的关键技术和重要安全环节。设计中应提出研究目的、要求及原则。

**6.3.3** 地应力一般受岩石自重、地质构造、岩性、地形地貌条件的影响。地应力的测量与研究对于地下开采矿山有着重要意义。根据构造形变特征,属于高构造应力区的标志有以下几种情况:

(1)高温高压、低温高压变质岩带及深成岩浆岩带,往往是在强烈构造应力作用下形成的,残余构造应力很高。

(2)强烈挤压的紧逼褶皱,复式挤压褶皱和叠互式冲断层带,交叉冲断层带及岩浆岩脉穿插挤压带,虽然断裂和褶皱引起应力降低,但是多次错动和挤压,仍导致较高应变能的贮存。

(3)活动构造应力区,在地震带及活动断裂带,活动构造应力一般在区域侵蚀基准面以下才可能有较充分的发挥。

(4)由基底或老构造层构成的地块,在周边有明显挤压变形的构造带时,内部有时有较高的构造应力。

(5)由盖层或新构造层中的平缓沉积地层构成的盆地,在其边缘往往有较高的构造应力。



**6.3.4** 矿山岩体分级可以用于评估岩体完整性、岩体力学性质指标、支护方案、可崩性分析、顶板暴露面积估计、矿柱设计等多个方面。目前最为常用的是现行国家标准《工程岩体分级标准》GB 50218 提出的岩体完整性及基本质量指标(BQ)、南非科学和工业委员会(CSIR)的 Bieniawski 提出的 CSIR 分类体系(也称 RMR 分类体系)、挪威岩土工程研究所(Norwegian Gotechnical Institute, 简称 NGI)提出的 Q 分类体系和南非 D. H. Lanbubscher 在 CSIR 分类基础上提出的 MRMR 分类体系。各分类体系之间存在相互关联。

现行国家标准《工程岩体分级标准》GB 50218—94 中的岩体完整性及基本质量指标(BQ)分为五级,可以用于评价岩体参数估算和地下工程岩体自稳能力。

CSIR(RMR)分类体系也分为五级,主要依据岩石强度、岩石质量指标(RQD)、节理间距、节理状况和地下水状况,可以用于地下开挖体的无支护跨度与稳定时间的关系分析。

NGI(Q)分类体系主要依据岩石质量指标(RQD)、节理组数、节理粗糙度、节理蚀变、节理水状况和应力状况,可以用于根据地下开挖体的重要特征和存在时间提出开挖体的最大无支护跨度,同时还可以进行支护设计估算。

MRMR 分类体系与 CSIR 分类体系相似,也分为五级,主要依据岩石强度、岩石质量指标(RQD)、节理间距、节理状况和地下水状况。其分类经过修正后,最适合进行矿山开采分析。可以用于塌陷预测,拉底面积、可崩性、放矿设计、巷道支护估算,也可以用于进行分段空场法最小跨度和稳定性区域(暴露面积)估算,还可以用于矿柱强度分析与矿柱设计等。

**6.3.5** 岩体参数估算也可根据其岩体分级指标 RMR 值、Q 值等进行估算。

**6.3.6** 本条主要阐述地下开采矿山岩石力学设计的内容。由于以往设计文件本章节内容规定较少,但在有色金属采矿设计规范、



黄金矿山设计规范中有内容表述,故本规范将设计内容具体化。

**6.3.7** 崩落法开采属于高效,安全的采矿方法,一般为大多数冶金矿山所采用,其主要的岩石力学问题包括地压控制、冒落规律及地表塌陷移动范围的确定等。《采矿设计手册》中主要参考前苏联提出的根据普氏硬度系数  $f$  值等提出的岩体错动角,同时列举了国内各矿山的实际设计参数与实测参数。目前随着岩石力学的发展,地表塌陷预测开始采用经验类比与数值计算模拟相结合的方式,数值计算方法也有极大改进,有限元法、有限差分法、离散元法等计算程序十分成熟。

崩落法开采地压显现是影响矿山开采安全的重要特征,特别是复杂开采条件的矿山需要对地压监测提出要求。一般条件下,地压控制、地压监测、开采塌陷预测等需要进行专题研究确定,设计过程中可根据资料及数据采集程度,通过类比法和数值模拟法进行塌陷预测。

**6.3.8** 空场法在回采过程中围岩既不崩落也不进行充填,矿山开采在空场下作业,要求顶板、矿柱在矿体开采期间安全可靠,涉及的岩石力学问题包括顶板最大允许暴露面积的确定、矿柱的安全性分析、采场结构参数的确定,本阶段开采后的空去处理,冒落方式及地表塌陷范围的预测。

一般在设计中可采用岩体分级体系、经验类比及计算分析法确定采场结构参数。空场法开采地表塌陷和地压控制与崩落法开采矿山类似。

**6.3.9** 采用阶段空场与分段空场嗣后充填采矿法矿山应首先按照空场法开采设计内容进行设计,然后考虑充填开采的过程实施与控制分析。本方法需要借助数值模拟手段进行分析,包括充填体在不同暴露面条件下的自稳定性、充填体与围岩的协调变形作用机理、充填体强度等。

**6.3.10** 崩落法和空场法开采矿山,地表塌陷范围预测一般采用临界变形值,其定义为无需维修就能保持建筑物及各种设施正常

使用所允许的地表最大变形值。根据临界变形值可以圈定地表塌陷区。临界变形值应用地表倾斜( $i$ )、地表曲率( $K$ )和地表水平变形( $\epsilon$ )表述,对于一般砖石结构的建筑物,其临界变形值  $i=3\text{mm/m}$ ,  $K=0.2\times 10^{-3}\text{m}^{-1}$ ,  $\epsilon=2\text{mm/m}$ 。

错动角即在移动主断面上临界变形值的点和采空区边界的连线与水平线之间在采空区外侧的夹角。

崩落角即采空区上方地表最外侧的裂缝位置和采空区边界的连线与水平线之间在采空区外侧的夹角。

**6.3.11** 充填法开采的目的是保证地表不产生塌陷,但根据实际开采矿山状况,地表的沉降变形现象是存在的,设计应根据充填开采过程与要求,结合崩落法和空场法地表塌陷区的预测,提出地表可能的沉降变形区或监测区。对于矿山开采井巷工程及工业厂区等重要设施布置在可能的沉降变形区或监测区内的,地表原有设施应进行评估和监测,根据实际情况考虑搬迁和维护方案。

**6.3.12** 本条主要依据现行行业标准《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》AQ 2031 提出,补充提出地表塌陷区的监测要求。



## 7 露天开采

### 7.1 境界的确定

**7.1.1** 本条规定了露天开采境界确定的原则。

**4** 为保证圈定的露天境界技术可行、经济合理,中型以上露天矿开采境界的圈定宜采用境界优化软件。目前普遍采用的计算机境界优化方法主要包括浮动圆锥法(也称模拟法)和罗切斯·格罗斯曼(Lerch Grossman)图论法。在澳洲及西方发达国家,露天开采设计通常采用由威特(Whittle)软件优化的境界。以 Lerch Grossman 图论法为基础的 Whittle 软件可以快速提供多个露天采坑的境界评价,不仅提供了境界内矿岩量和服务年限,同时提供了开采该境界的净现值(NPV)数据,设计可据此选择合适的露天境界。

**7.1.3** 本条规定了露天采矿场最终边坡的构成要素。

**4** 安全平台是露天开采边坡的构成要素之一,安全平台的设置可以起到拦截滚石的作用。以往设计对安全平台宽度要求不小于 3m。矿山实践证实,如果安全平台宽度取 3m,往往由于边帮岩石稳定性不好、靠帮控制爆破效果不佳等因素,实际上达不到 3m 宽,出现上下台阶连帮,造成生产安全隐患。据此本规范提出安全平台宽度不宜小于 5m。

### 7.2 采掘要素

**7.2.3** 本条依据《采矿设计手册》相关内容提出,在无法取得相关计算参数的条件下,可参考岩石硬度系数和台阶高度初步选取。

**7.2.4** 每台挖掘机作业区应有穿孔、爆破、装载三个分段,当挖掘机工作线长度达不到规定长度时,挖掘机效率应适当降低。

每个阶段工作水平挖掘机的工作台数可根据运输方式配备,

一般铁路运输单侧进车时不超过 2 台,铁路运输双侧进车时不超过 3 台,汽车运输时为 2 台~3 台。国内外大、中型露天矿,一般每个工作水平配置 1 台~2 台挖掘机,只有当需要加强某水平的开采强度时才增至 2 台~3 台。

由于工作平台工作线长度的限制,一个工作平台布置 2 台或 2 台以上的挖掘机,挖掘机之间应保持一定的安全距离。两台挖掘机的距离过近,会相互影响或者影响运输车辆调车作业发生撞车事故。汽车运输时,挖掘机的间距应大于挖掘机最大挖掘半径的 3 倍,且应大于 50m;机车运输时,不应小于两列车长度。

**7.2.5** 堑沟底宽应满足挖掘机设备的安全作业,当采用汽车运输时,还应考虑汽车在作业面调车的要求,设计时可按表 3、表 4 选取。开段沟和入车沟底宽,一般按扩帮爆破不埋运输线路的条件确定,设计时可通过计算或按表 5、表 6 选取。

表 3 电机车运输的运输堑沟底宽

轨距 (mm)	单线 (m)	双线 (m)	三线 (m)	四线 (m)	会让线加宽 (m)
1435	9.0	13.0	17.0	21.0	1.0
900	7.5	11.5	15.0	18.5	0.5
762	7.0	10.4	13.4	16.4	0.5
600	6.5	9.0	11.0	13.0	0.5

表 4 汽车运输的运输堑沟底宽

汽车宽度(m)	路面宽度(m)	运输堑底宽(m)
<2.6	7	11
2.7~3.1	8	12
3.2~3.6	9	13
3.7~4.1	10	14
4.2~4.6	11	15



表 5 挖掘机掘沟、铁路运输时的堑沟底宽

阶段高度 (m)	挖掘机 铲斗容积 ( $\text{m}^3$ )	机车 粘着重量 (t)	运输堑沟 底宽 (m)	开段沟及入车沟底宽(m)		
				$f < 6$	$f = 6 \sim 12$	$f > 12$
10	0.5~1	20 以下	11	14	16	20
12	3~4	80 以下	12	18	20	24
14	6 以上	80 以上	16	20	24	30

表 6 挖掘机掘沟、汽车运输时的堑沟底宽

阶段高度 (m)	挖掘机 铲斗容积 ( $\text{m}^3$ )	汽车 载重量 (t)	运输堑沟 底宽 (m)	开段沟及入车沟底宽(m)		
				$f < 6$	$f = 6 \sim 12$	$f > 12$
10	0.5~1.0	3.5~7	16	16	18	20
12	3~4	7~25	20	20	20	24
14	8 以上	25 以上	20	20	20	30

#### 7.2.6 陡帮开采包括组合台阶开采和倾斜条带式开采。

组合台阶开采是把剥岩帮的台阶分为若干组,每组由一个工作台阶和若干临时非工作台阶组成,一般以 3 个~6 个台阶为一组。每组台阶内自上而下逐个台阶轮流开采,上个台阶推到预定宽度后,设备转移到下一台阶开采,当一组每个台阶均推进到预定宽度后,即完成一个剥离循环(或称周期)。

倾斜条带式开采是沿采场空间四周把剥岩帮划分为若干个倾斜条带,由里向外扩帮,各台阶从上到下尾随式开采。尾随的工作平台长度根据运输方式和工作面运输线路布置确定,一般为 200m~250m。每个作业台阶上一般布置 1 台挖掘机,双侧进车时,可布置 2 台,当剥岩帮上每个台阶推进到预定宽度后,即完成一个循环。

### 7.4 开拓运输

#### 7.4.2 公路开拓运输方式线路坡度大,转弯半径小,线路工程量

少,基建时间短,基建工程量少,因此适合在地形条件和矿体产状复杂,矿点多且分散的矿床使用;采用陡帮开采工艺的矿山,扩帮部位工作面狭小,下降速度快,采用公路开拓运输方式机动灵活,适应性强。根据国内外露天开采矿山经验,采用公路开拓运输方式,汽车运距一般在 3km 以内,国外矿山采用大型电动轮汽车或大型液力机械传动矿用汽车运输时,运距一般在 5km 以内。

**7.4.3** 目前采用单一准轨铁路开沟、直采的露天矿山极少,主要应用在已有铁路开拓的矿山。采用准轨铁路运输的矿山多采用准轨铁路与公路开拓相结合的方式,主要用于大型及特大型露天矿固定干线运输。准轨铁路经济合理运距较长,一般超过 4km 以上;窄轨铁路目前多用于地下开采矿山,一般情况下,同一矿山井下与地表采用相同轨距的窄轨铁路运输。

**7.4.4** 随着露天采矿设备的技术进步,公路-破碎机-带式输送机联合开拓在大型和特大型露天矿应用越来越多,其优点是生产能力大、能克服较大地形高差、运营费比单一汽车运输低。公路-破碎机-带式输送机联合开拓一般在运量超过 1000 万 t/年时考虑采用,带式输送机上行坡度不大于  $15^{\circ}$ ,下行坡度不大于  $12^{\circ}$ 。当条件具备时,也可考虑采用大倾角带式输送机。

**7.4.5** 采用平硐-溜井开拓能充分利用矿岩自重向下溜放,可减少运输设备和运输线路工程量,因此在具备条件地方要优先考虑采用。

平硐-溜井开拓一般适用于地形比高大于 120m,地形坡度大于  $30^{\circ}$  的高山型矿床。

溜井开凿要求具备下列地质条件:溜井开凿部位岩体稳定,整体性好,同时尽量避开破碎带、断层、溶洞及节理发育地段。

一般一个溜井只适用于一种矿石,矿石不结块、不膨胀、不泥化,溜井不宜溜放粉矿,多品级矿山宜有专用溜井。

**7.4.9** 现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ 22 是工厂及矿山专用道路设计规范,当运输矿岩全部采用电动轮汽车或大型液力



机械传动矿用汽车时,矿山生产干线道路纵坡设计可突破该规范限制,因为该规范编制于 1989 年,当时对电动轮汽车或大型液力机械传动矿用汽车了解不多,根据目前国内外矿山尤其是国外矿山电动轮汽车或大型液力机械传动矿用汽车的使用情况分析,国外露天开采矿山道路干线设计纵坡一般均采用 10% 坡度,且不设缓和坡段,通过多年运行实践证明,满足矿山汽车运输要求。大型液力机械传动矿用汽车一般指载重超过 100t 的液力机械传动矿用自卸汽车。

**7.4.10** 随着国内露天矿转入深部开采,为解决重载陡坡铁路运输要求,鞍钢弓长岭铁矿和攀枝花朱兰铁矿分别同电机车厂家联合开展专题研究,研制出了 200t 直流架线式工矿电机车和 224t 直流架线式工矿电机车,从现场试验和运行情况看,这两款电机车可基本解决 40% 以内坡度的铁路运输,但该型号电机车以及相关陡坡铁路没有更大范围成熟的使用数据以及经验,因此建议只有在铁路布线条件特别困难且没有其他可以替代的开拓方式时,根据情况考虑采用。

## 7.5 规模与采剥进度计划

**7.5.1** 露天矿的生产能力取决于技术装备水平、工作面数量。选择合理的技术装备水平是确定矿山生产能力的重要因素,同时工作面数主要与开采矿体可采厚度、矿体倾角、工作帮坡角和工作面推进方向有关,工作帮坡角大小取决于工作平台宽度。

**7.5.2** 随着露天采矿设备发展及采场自动化管理水平的提高,露天矿采矿场延深(下降)速度只是验证矿山生产能力的一项参考指标。露天矿生产能力主要取决于采场内可布置挖掘机的工作面数量,并通过编制采剥进度计划验证。

**7.5.3** 本条对采剥进度计划的编制作出规定。

**2** 生产剥采比是露天矿设计和生产的重要指标,在编制采剥进度计划前,应分析露天采场内各个开采时期的矿岩量分布情况,



结合开采顺序的选择,对生产剥采比进行均衡,尽量避免过早出现剥离洪峰,力求各期间的生产剥采比稳定。

## 7.6 穿孔、爆破与铲装

**7.6.1** 本条对穿孔设备的选择作出规定。

2 牙轮钻机因为钻头轴承的原因,不能够无限加大钻头负载,在相对坚硬的矿岩上其穿透能力受到限制,穿孔效率较低,在相对软的矿岩上,钻齿较容易穿透矿岩,穿孔效率较高;高风压潜孔钻机钻头在较硬的矿岩上,由于其被施加强大的冲击荷载,矿岩较易穿透,穿孔效率较高,在相对软的矿岩上,其冲击能量被矿岩吸收,破碎矿岩速度反而会降低,因此对于矿石硬度系数大于 20 的坚硬岩石,建议采用高风压潜孔钻机。

**7.6.2** 本条对矿用炸药品种及起爆材料的选择作出规定。

炸药品种的选择应根据矿岩物理力学性质、水文地质条件和气候条件、炸药成本等因素确定,如旱季使用成本低的铵油炸药,雨季和水孔使用抗水炸药,这样有利于降低爆破成本,提高矿山经济效益。

**7.6.3** 本条对露天矿深孔爆破作出规定。

2 深孔爆破参数包括孔径、孔深、底盘抵抗线、填塞长度、孔距、排距和单位炸药消耗量等。

孔径取决于选定的钻机类型。

孔深包括超深,超深一般是底盘抵抗线的 0.15 倍~0.35 倍,或为钻孔直径的 8 倍~12 倍,后排孔的超深值一般比前排孔小 0.5m。

底盘抵抗线的大小与炮孔直径、炸药威力、装药密度、岩石可爆性、要求的破碎程度及台阶高度等因素有关。底盘抵抗线一般是台阶高度的 0.6 倍~0.9 倍。

近年来,深孔爆破中采用大孔距、小抵抗线的爆破方法,明显改变了爆破质量。



单位炸药消耗量与矿岩结构的致密程度、炸药种类、爆破块度要求等因素有关。黑色冶金矿山的炸药单耗一般为  $0.1\text{kg/t} \sim 0.35\text{kg/t}$ , 中硬以上的矿岩为  $0.2\text{kg/t} \sim 0.35\text{kg/t}$ 。采用多排孔微差爆破的矿山, 后排孔比前排孔增加  $10\% \sim 20\%$  的装药量。

**4** 微差爆破可实现多排孔爆破, 降低爆破成本, 破碎的块度均匀, 爆堆集中并减轻爆破地震波作用, 爆破质量好。

**5** 控制爆破广泛用于边坡工程中, 以保证露天矿最终边坡的平整和提高边坡的稳定性。控制爆破的方法有预裂爆破、光面爆破和缓冲爆破, 设计时视矿山具体情况确定。

**7.6.5** 本条对铲装设备的选择作出规定。

挖掘机的生产能力受各种技术条件和组织因素影响, 如矿岩性质、爆破质量、运输设备规格、操作技术水平和其他辅助作业配合条件等。挖掘机在特殊作业条件时要考虑效率降低, 如斜沟、段沟、选别开采、移动干线三角掌装车等, 汽车运输时, 铲效降低  $10\% \sim 15\%$ ; 机车运输时, 铲效降低  $20\% \sim 50\%$ 。对于高海拔、高寒地区的露天矿, 采剥设备效率应降低  $15\% \sim 20\%$ 。设计时, 挖掘机效率可通过计算得出, 也可依据同类型矿山实际生产效率选取。

## 7.7 硐室爆破

**7.7.2** 本条对硐室爆破设计作出规定。

**4** 硐室爆破起爆网路有电力起爆网路、导爆索起爆网路和非电导爆管起爆网路三种基本形式, 实际爆破作业采用两种或三种基本形式组成的混合网路, 但至少采用两套独立系统。

## 7.8 排土场

**7.8.1** 本条对排土场位置的选择作出规定。

**1** 利用采空区排弃剥离物(即所谓内排土), 主要目的是为了减少占地, 而且还可缩短运输距离, 降低剥离成本。内排土一般适用于缓倾斜薄矿层矿床, 如石灰石矿、煤矿等。冶金露天开采矿山

一般为急倾斜厚矿体矿床,从采矿工艺角度很难实现内排土,如果同时有几个采场,通过有计划的安排采剥进度,先强化部分采区的开采,也可有意识地开辟内排土场。

对于分期开采的矿山,为取得较好的经济效益,可将近期开采的剥离物堆放在远期开采境界内,后期进行二次倒运,但必须经过技术经济比较,确定合理时方可采用。

2 露天矿排土场占地面积较大,而我国国情是人均耕地面积较少,因此排土场充分利用沟谷、荒地、劣地,不占或少占良田、耕地,节约合理利用土地是一项极为重要的基本国策。

3 排土场荷载大,应位于水文地质工程地质良好的地段。

4 矿山排土场在排弃过程中,细颗粒尘埃随风飘扬,污染大气,对企业生产和居民影响较大。另外,排土场剥离物中如果含硫,经雨水侵蚀、淋滤和长期风化,会产生酸性水,这些酸性水从排土场渗流出来或雨季产生大量地表流水,将严重污染周围的农田和民用水,因此应治理和控制排土场对周围环境造成的污染和破坏。

5 矿山开采时,对暂不能利用的有用矿物,要求分采、分堆;此外,为了今后利用耕植土进行复垦,也要求有计划地将耕植土分采、分堆。另外,表土与岩石混排会影响排土场的总体稳定性,因此需要设置独立的排土场单独堆排。暂不能利用的有用矿物和耕植土在选择堆存位置时,要考虑运输线路的连接条件及装车作业等要求,以利于回收。

**7.8.2** 我国冶金露天矿山生产剥采比较高,一般在  $2t/t \sim 4t/t$ ,岩土运输费用在整个矿山开采成本中占有较大比例。因此在排土场设计中,应着重考虑岩土运输合理流向,尽量减少岩土特别是前期岩土运输距离,以求得最佳的经济效益。

**7.8.3** 排土场是露天开采矿山的一个重要组成部分,要占用大量土地满足废石堆置需要,根据调查,有不少矿山因为排土场不落实而造成采剥失调,影响矿山正常生产。因此排土场容积在总体规



划中应该满足容纳矿山所排弃的全部岩土。由于排土场占地很大,为避免过早地征用土地,造成土地长期闲置、浪费,排土场可按排土进度计划安排分期征用土地。

**7.8.4** 排土场排弃过程产生粉尘较多,依据现行国家标准《钢铁企业总图运输设计规范》GB 50603 的规定,排土场宜选在居民区或工业建筑集中点的最小风频的上风侧,以减少尘土污染;同时不应设在生活水源的上游,避免排土场产生的废水、粉尘污染生活水源。

**7.8.6** 排土场作为矿山的重要场所,其稳定性直接影响下游设施的安全,同时排土场的形成改变了原有排土场地下水和地表水流场,特别是沟谷型排土场,其上游汇水对排土场的稳定性造成极大的影响,因此从安全稳定性和泥石流灾害产生的因素方面考虑,排土场应设计可靠的截流、防洪和排水设施。

## 7.9 露天转地下开采

**7.9.1** 本条对露天转地下开采过渡作出规定。

**1** 对矿体走向长或多分区开采的露天矿,在转入地下开采时,宜采取分区过渡方案。这种过渡方案简单易行,一方面有利于露天采场后期岩石内排,如果转地下开采采用崩落法回采时内排岩石可作为覆盖层;另一方面可保证过渡期矿山产量平稳过渡。因此,露天转地下开采矿山有条件时宜采取分区过渡。

**2** 露天采矿场后期应调整露天采场推进顺序,使过渡期间露天采场和地下采场在水平面上错开,避免露天与地下同时作业时相互干扰。

**3** 如果过渡期存在露天与地下同时作业,地下采矿方法的选择既要保证地下开采的安全,同时还应考虑地下开采对露天采场边坡的影响,防止地下开采诱发露天采场边坡滑坡威胁露天生产和地下生产的安全。

**4** 为避免或防止露天爆破对地下井巷和采矿场产生破坏,临

近露天边坡的爆破应控制露天爆破的装药量,采用分段微差爆破等减震措施。在地下工程与露天采场之间应保持足够的距离,安全距离可根据允许的露天一段爆破药量产生的地震波强度等计算确定。

**7.9.2** 本条对露天采场边帮残留矿体的回采作出规定。

1 对于厚大的急倾斜矿体,在露天底上、下盘边坡或两端边帮会留下边坡三角矿柱。三角矿柱一般高度大,上、下盘三角矿柱厚度较矿体原厚度小,矿量较少。三角矿柱的开采对露天采场边坡的稳定有一定影响,一般而言,三角矿柱的回采应在露天采场结束后进行。

**7.9.3** 采用空场法留境界顶柱方案实现露天转地下过渡时,一般露天生产处于尾声,而地下开采刚开始,存在露天生产与地下开采同时并行。为保证露天生产和地下生产安全,境界顶柱厚度应根据矿体的赋存条件(如矿体的厚度、倾角等)、矿岩稳固程度、采场顶板允许暴露面积、露天爆破等因素,通过岩石力学分析研究确定,但不得小于 20m。

**7.9.4** 崩落法回采露天底以下深部矿体时,一般露天底部与崩落法采场直接贯通。为保证崩落法回采安全需在地下采场上部形成岩石覆盖层。同时崩落法回采露天底以下深部矿体时存在以下问题:暴雨期间露天采场汇水直接灌入地下采场;地下采场与露天底相通形成采场漏风,在寒冷地区冬季采场受冻;地下开采后原有露天边坡可能滑坡,从而对地下采场形成冲击地压。因此,为保证崩落法回采露天底以下深部矿体的安全,覆盖层的形成是一个重要环节。覆盖层的形成方式、物料和厚度可通过类比或专题研究确定。

**7.9.5** 露天转地下开采矿山的原有露天边坡的稳定性受很多因素的影响,随着地下开采的进行,原有露天边坡会产生滑坡和破坏,因此深部矿体开拓系统中的主、副井等重要设施宜布置在露天境界外和深部矿体开采错动界线之外的稳定区。



## 8 地下开采

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 本条为强制性条文。每个矿井应至少有两个独立的直达地面的安全出口,是为了保证在井下发生火灾、突水等重大事故时,井下生产作业人员能够安全撤出地面,避免造成人员伤亡。“独立的直达地面”是指两个直达地面的安全出口与井下采掘作业区段设有联络通道,一旦遇有井下重大事故发生时,井下作业人员可沿此通道直接到地表。

安全出口的间距不得小于 30m,主要是因为井下发生重大安全事故时,特别是火灾、大面积坍塌或空区冒顶,一般都会波及到相邻井巷工程,如果安全出口太近,就会失去安全出口作用。

罐笼井、进风井、回风井、措施井、主斜坡道和斜井等均可作为安全出口。

**8.1.2** 本条规定的目的在于一旦运输巷道发生火灾、严重坍塌时,远离井筒的井下作业人员可通过端部安全出口撤到地表。增设的安全出口位置可根据地质、地形等因素设在下盘或端部,也可设在矿体端部上盘。

**8.1.5** 矿山开采岩体错动范围的圈定,一般应依据地质勘查报告,按着开采矿体的最深部位进行圈定,“最深部位”的确定应考虑矿体控制范围、可采厚度、资源量、开采价值等因素。

对于矿体开采深度很大,服务年限很长或者能分期开采的矿床,一般可分期圈定岩体错动界限,避免一次征地范围过大,井巷工程量大幅度增加,基建投资加大,基建期延长。

### 8.2 矿山生产规模的确定

**8.2.2** 现行国家标准《固体矿产资源/储量分类》GB/T 17766 规



定,“基础储量”是查明矿产资源的一部分。它能满足现行采矿和生产所需的指标要求(包括品位、质量、厚度、开采技术条件等),经过详查、勘探所获控制的、探明的并通过可行性研究、预可行性研究认为属于经济的、边际经济的部分,用未扣除设计、采矿损失的数量表示。因此,在设计中,矿山生产能力的确定和产量验证应以“基础储量”为计算依据。

地质差异系数也称地质影响系数,它的含义是矿床的实际矿量与地质报告提供矿量之比。地质报告提供的资源量,鉴于矿床勘探类型不同,勘探线间距、钻孔疏密及钻孔质量以及在矿体圈连上和矿体外推上存在失实,按此计算的矿量与矿体实际矿量存在误差,为此,设计在确定矿山生产能力时,需考虑地质差异系数。

一些生产矿山探采对比资料表明,铁矿地质矿量变化一般在 $10\%\sim 30\%$ ,即地质影响系数为 $0.9\sim 0.7$ ,因此本规范确定地质差异系数为 $0.7\sim 0.9$ 。设计时可根据矿床成因和对矿体赋存规律的研究及了解程度、矿床类型、勘探质量情况进行选取,最多不应超过 $0.9$ 。

推断的资源量即 333 级的资源量,现行国家标准《固定矿产地质勘查规范总则》GB/T 13908 中规定推断的资源量的可靠性为 $15\%\sim 30\%$ 。按照上述规定,结合过去设计中对推断的资源量的利用情况,为确保矿山开采规模的可靠程度和延长矿山服务年限,本规范规定对推断的资源量的地质差异系数取 $0.3\sim 0.5$ 。

**8.2.3 矿山生产能力的确定**以同时工作的矿块数和矿块生产能力为基础进行计算确定,既要满足采矿设备配置要求,又能充分发挥采矿设备作业效率。

长期以来,国内各冶金矿山设计单位对地下矿山生产能力的验证通常按照三个方面进行,一是按照经济合理服务年限验证,二是按照矿山开采工作年下降速度验证,三是按照新水平准备时间验证。

本规范规定矿山生产能力的确定只采用按经济合理服务年限



和新水平准备时间两方面进行产量验证,而没采用矿山开采年下降速进行年产量验证,这主要是基于矿体开采年下降速度的影响因素较多,其中一些影响因素具有不可确定性,一般情况下,矿山开采年下降速度与矿体厚度和倾角、矿山开采规模、采矿方法、装备水平、生产组织管理水平以及新技术发展水平都有直接关系。而且地下开采每个矿山的具体情况都不尽相同,设计很难用类比方法准确确定矿山开采年下降速度是否合理、可行,用这种方法验证计算的生产能力,含有许多不确定的条件。

矿山生产实际证实,一个矿山不管开采年下降速度多大,只要按照可同时生产的矿块数确定的生产能力进行生产,且新水平准备时间与回采和采准工作相适应,矿山就能够持续正常生产,生产规模就能够得到保证。因此,矿山生产能力的确定可不按开采年下降速度验证。但是需要说明的是,在矿山规划阶段,宏观上亦可用类比法按开采年下降速度初步确定矿山开采规模。

工作矿块数是以有效矿块数为基础,有效矿块是考虑到在不规则的矿床条件下,使各矿块能基本上保持按标准矿块的储量比例均衡下降并考虑适当留有余地。对不是标准矿块应折算成标准矿块,这样计算一是具有平均含义,二是考虑到不完整矿块对生产能力的影响,三是适当留有生产能力的余地。

**8.2.6** 采用无底柱分段崩落法的矿山生产能力的确定,是以有效进路条数为基础,按一台出矿设备占用的有效进路条数、可同时回采的分段数、可布出矿设备数量、出矿设备效率计算矿山生产能力。

随着采矿设备的大型化、高效化、液压化,为充分发挥采掘设备作业效率,一台出矿设备占用有效进路数按 5 条~6 条考虑,铲运机斗容大于  $4\text{m}^3$  宜按 6 条,小于  $4\text{m}^3$  宜按 5 条。

### 8.3 矿床开拓

**8.3.5** 本条对斜坡道开拓作出规定。



1 斜坡道开拓深度小于 300m,是根据国外斜坡道开拓矿山统计资料,大多数矿山的开拓深度都小于 300m 而确定的。斜坡道开拓深度小于 300m 时,矿山基建时间短,生产见效快。当开拓深度超过 300m 时,斜坡道开拓比其他开拓方式工程量大,运矿成本也高,经济上不合适。

2 斜坡道坡度 10%~12%是根据斜坡道的井巷工程投资和矿石运输成本综合经济比较后确定的。目前国内外采用斜坡道开拓的矿山,大多采用 10%~12%的坡度,认为这是经济合理的坡度。

#### 8.4 采 矿 方 法

金属、非金属矿山因矿床成因不同,矿体的产状各异,矿体形态、厚度、倾角、矿岩稳定性差别较大,与其相适应的采矿方法种类也很多。本规范主要根据铁矿的赋存特点列出常用的采矿方法,而很少使用的采矿方法,如全面法、壁式崩落法、分层崩落法、削壁充填法等均未纳入本规范。

此外,随着采矿技术的进步和装备水平的提高,能用高效、安全、工艺简单的无底柱分段崩落法代替的采矿方法,如阶段矿房法、阶段强制崩落法等采矿方法也未纳入本规范中。

采矿方法的矿块划分、矿块构成要素等采矿技术参数,本规范不作具体规定。这是因为各种采矿方法的矿块划分、矿块构成要素的确定因矿而异,它与矿体产状、矿岩稳固程度、装备水平、开采规模有关,设计时应结合矿山实际情况参考《采矿设计手册》有关内容选取。

##### 8.4.1 本条对房柱法作出规定:

2 房柱法的特点是人和设备都进入采场里进行作业,采场顶板的稳固性对安全生产至关重要。回采时,采场爆破落矿后,要特殊强调检查顶板、处理浮石,然后才能进行采矿作业。

矿体厚度为 3m~8m 时,为便于处理顶板,保证安全生产,一



般采用浅孔凿岩设备进行分层回采,分层高度取 2.5m~3.0m,上分层是站在下分层崩落矿石堆上进行凿岩、爆破和顶板处理作业,使每个分层的回采都能保证方便顶板的处理作业,以保证生产安全。

3 矿体厚度大于 8m 时,一般采用中深孔房柱法。为保证回采作业的安全,采用预先切顶的办法,处理和维护好顶板后,用中深孔凿岩设备将切顶空间下部的矿石一次性进行回采。

**8.4.5** 本条对有底柱分段崩落法作出规定。

3 本款是为在回采放矿过程中减少矿石损失贫化而提出的。崩落法的特点是覆盖岩石下进行放矿,在放矿过程中,为减少矿石损失贫化,要求矿石与废石接触面沿矿体走向保持水平状态或一定的倾斜状态。一个分段出矿时,要求保持水平状态;多分段同时出矿时,要求一定的倾斜状态,而倾斜度越缓越好,一般情况下倾斜度不宜超过  $30^{\circ}$ 。超前水平距离不小于分段高度的 1.5 倍,就能保证矿岩接触面的倾斜度不超过  $30^{\circ}$ 。

**8.4.6** 无底柱分段崩落法应符合下列规定:

3 无底柱分段崩落法上、下两个分段同时回采时,在一般情况下不允许两个分段同时使用一条溜井,应各自使用一条溜井。这是因为在两个分段同时使用一条溜井的情况下,上分段放矿时产生的飞石和反冲上来的粉尘严重影响下分段的卸矿作业,使下分段无法进行正常生产。若要上、下两个分段同时生产共用一条溜井时,则应采取安全措施,即采区溜井与各分段卸矿口之间用分支斜溜井连结,在各分段卸矿口挂胶皮帘,以防止上分段卸矿时产生的飞石和粉尘窜出,影响下分段卸矿作业。采取此种措施后,上、下两个分段可以共用一条溜井,但上分段超前距离应按大于 20m 考虑。

矿体厚大的矿山(如梅山铁矿),采场每个分段设有多个分段联络巷和多排溜井(每条联络巷对应设有一排溜井),大部分分段联络巷和采区溜井都在矿体里,而矿体里的采区溜井无法设置每

个分段的分支溜斜井。因此,设有多个分段联络巷的矿山,同时生产的上、下分段不能共用一条溜井,应各自使用自己的溜井,上、下分段的超前距离应保持大于分段联络巷的间距。

**8.4.7** 国内外使用自然崩落法的矿山,主要有铜矿、钼矿、石棉矿,铁矿使用自然崩落法的矿山尚无先例。采用自然崩落法所需要的试验、测试数据繁多,准备时间长、工作量大,而这种方法缺少灵活性,巷道支护工作量大。本次规范中对自然崩落法只作了一些技术规定,在条件具备时可采用自然崩落法。

**8.4.8** 地表需要保护,主要是指开采矿体上方有建(构)筑物,以及矿体上方有河流、水体、大面积流砂层等,采用崩落法开采搬迁代价大,河流改道、水体迁移、流砂层封堵技术上难度大,投资过高,此时应采用充填采矿法。

## 8.6 基建与采掘进度计划

**8.6.1** 基建进度计划的编制要考虑基建工程量大小、基建期出渣口数量、施工单位的施工机具装备水平、选取的井巷掘进指标、施工准备等相关因素,还要考虑竖井开凿后更换提升设备的影响时间,以及井巷开凿工程量与出渣口提升能力的合理匹配。

## 8.7 坑内运输

**8.7.1** 运输线路的弯道曲线半径,当行车速度大于  $3.5\text{m/s}$  时的最小曲线半径,由过去规定的不小于运行车辆最大轴距的 15 倍改为 20 倍。生产实践证明,15 倍轴距的曲线半径显得偏小,车辆运行时车轮与钢轨之间的磨损严重,影响了车辆运行速度,降低了运输能力。现在设计和生产部门大都已改用不小于 20 倍的曲线半径。

## 8.8 通风与防尘

**8.8.2** 本条对通风系统作出规定。



4 分区通风是将矿井划分成几个独立的通风系统。分区通风的优点是简化了通风网络,风流容易控制,特别是在矿井发生火灾时不致波及全矿井,反风也比较容易实现。但是各系统之间的隔离设施往往给人行、运输带来不便,当连通井巷较多时,隔离较为困难。

1)矿体走向长、产量大、漏风大的矿井采用统一通风时,由于矿井阻力大、有效风量率低,所以通风能耗高。而采用分区通风时,增加的进、回风井巷工程投资可能与减少的通风经营费相当,因此,宜采用分区通风。

2)矿体埋藏浅,天然形成几个区,易于形成分区通风,专用井巷工程量小,宜采用分区通风。

3)对有自燃发火危险的矿井,分区通风可降低矿井压力,减少向采空区和火区漏风。更重要的是,各分区在通风上互不联系,一个分区发生火灾不会波及到全矿井,因此宜采取分区通风。

4)对于含放射性元素的矿山,要求通风风路短,风网简单,减少氡子体在井下的浓度,而分区通风可以满足上述要求,因此有放射性元素的矿山宜采用分区通风。

5 为保证各通风分区之间隔离可靠,不使各分区之间风流互相干扰或污风、火灾烟气互相串通,要求分区通风的范围与矿山回采区段保持一致。为减少隔离工程量和进行严密隔离各分区,应以各回采区段之间联系最少的部位作为分区通风的界线。

6 对角式风井布置的优点是新鲜风流进入井下冲洗工作面后,污风直接由回风井排出,风路短,阻力小,整个生产期间通风阻力较稳定,各分支风量自然分配较均匀,漏风少;通风井巷工程量少;因此,宜优先采用对角式通风系统。

### 8.8.3 本条对通风方式的选择作出规定。

1 压入式通风的特点是全矿井呈正压状态,当回风段漏风时,井下进风段风量漏风较少,工作面需风量可以满足要求,同时回风段漏风对降低矿井通风阻力有利,因此宜采取压入式。

对回采区有大量通向地表的井巷,或崩落区覆盖层较薄、透气性强的矿山,如果采用抽出式通风,则回风段漏风量较大,进风段和需风段风量不足,寒冷地区冬季采场受冻,因此宜采取压入式。

对矿岩裂隙发育的含放射性元素的矿山,压入式通风可使全矿井处在正压状态,减少氡子体的析出,降低矿井空气中氡子体的浓度,宜采用压入式通风。

对于海拔 3000m 以上的低气压地区矿山,压入式通风可增加井下空气中氧含量,因此宜采用压入式通风。

**2** 抽出式通风的特点是全矿呈负压状态,回风段负压高、漏风大,可利用多井进风降低进风段矿井阻力;风流在回风段调节,不妨碍进风段运输、行人,易于管理。对于回风网与地表沟通少、易于密闭维护的矿山和矿体埋藏较深、采空区易密闭或崩落覆盖层厚、透气性弱、不易漏风等矿井,宜优先采用抽出式通风。有自燃发火危险的矿井,抽出式通风可防止火灾蔓延,不引起采空区有毒有害气体突出。

**3** 混合式通风的特点是进、回风井都安装风机,进风段压入新风、回风段抽出污风。矿井进风段呈正压状态、回风段呈负压状态,而中间采场需风段相对压力较低,可克服较大的通风阻力,有效降低漏风。

对于需风段为主要漏风点的矿井采用混合式通风,需风段相对压力低,可降低漏风,提高有效风量。混合式通风可减少采空区漏风对自燃放火的影响。矿井通风线路长、通风阻力大时,采用混合式通风可克服较大通风阻力。

**4** 多级机站的通风特点是在矿井主风路的进风段、需风段和回风段内分别至少设置一级风机站,接力地将地表新鲜风流经由进风井巷送到井下工作面,同时污风由风机接力地经回风井巷抽送出地表。每级机站由多台相同的风机并联组成,各级机站之间为串联工作。优点是多级机站间为压抽式串联通风,可降低全矿通风网路压差,工作面形成零压区或相对压力小,可使漏风减少;



可以根据作业区需风量的变化而开闭风机、调节风流,做到按需分配风量,降低能耗;专用井巷进风,保证新风质量,减少内部漏风;结合风网特点,合理布置机站,使用风机进行分风,灵活可靠,提高了工作面的有效风量。

对于不能利用贯穿风流通风的进路式采场,通风较为困难,多级机站系统可较好地保证进路联络巷的通风;矿井通风阻力大、漏风点多或生产作业范围在平面上分布广的矿山,采用传统通风系统效果不好时也可采用多级机站通风系统。

**8.8.4** 本条对风量计算作出规定。

**3** 矿井通风的标准条件为:海拔高度为 0,地球纬度为南、北  $45^{\circ}$ ,1 个标准大气压,空气温度为  $20^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 50%,空气密度为  $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 。

海拔高度 1000m,空气温度为  $15^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$  时,空气密度约为  $1.07\text{kg}/\text{m}^3 \sim 1.08\text{kg}/\text{m}^3$ ,与标准条件下的空气密度相差 11% 左右,空气中氧含量比标准状态下低,但基本能满足矿井通风要求,因此高海拔矿井的高程确定为 1000m。超过此值时,应用海拔高度系数校正。

**5** 加大风量通风是降低高温矿床工作条件的有效方式之一,简便易行,因此,对高温矿床的矿井风量可按照降温风速计算。若采取加大通风风量后,工作面温度仍不能满足作业条件时,应采取其他降温措施或个体防护。

**8.8.6** 本条对通风构筑物、局部通风及除尘作出规定。

**1** 一般在进风网路人员、设备通行频繁,故通风构筑物宜设在回风网路。进风量较大的主要阶段巷道设置风窗时会增加矿井阻力,影响人员、设备通行,因此不应在其内设置风窗。

**8.8.7** 对风机控制与通风监测作出规定。

**1** 为加强主通风机的监测和检查,有利于及时发现主通风机出现的问题,避免主通风机带病运转,预防风机及电机损毁事故发生,应设置风机、电机工况点的监测仪表。



2 多级机站通风系统机站多,风机多,为便于管理和反风需要,应建立风机远程集中控制系统。

## 8.9 充填料制备站及充填料输送

8.9.1 本条对充填料制备站及充填料输送设计作出规定。

1 充填骨料的要求是指胶结充填用的骨料而言,骨料应有一定强度,一般为不含黏土、遇水不软化的岩石或砂粒。要求无毒无害是指不含放射性矿物或氰化物以及含硫过高的物料,这些有害物质下井后,易对工人健康造成不良影响,或对胶结充填体产生解体作用,故不能采用。没有工业回收价值的物料是指近一段时间内无法进行工业回收或低于国家现行规定的有用元素含量以下的尾砂或废渣。常用的充填骨料有尾砂、河砂、江砂、风砂、戈壁集料和掘进、剥离的废石等。

2 规定分级界限和渗透速度的目的是为了减少充填体细泥的渗出量,提高充填体的凝固速度和早期强度。渗透速度不宜小于  $8\text{cm/h}$ ,这是按照采场作业要求,充填  $24\text{h}$  后可以上设备作业的要求提出的。

尾砂用作胶结充填细骨料尤其是高浓度胶结充填时,分级界限可适当降低,这是因为胶结充填体对水的渗透速度要求已不严格,故对尾砂的粒度可适当降低。

3 孤立或可隔离的空区嗣后充填,因对脱水时间和充填体强度没有严格要求,只需保证与作业区严密隔离,不使流砂跑出影响安全,故可采用全粒级尾砂充填。

5 充填法矿山充填作业不可能是每天每班均衡生产的,这是因为采场作业限制因素多,各个采场的作业循环图表是有变化的,故各采场充填的日程、班次、顺序难以一成不变。充填制备站必须做到时刻准备好,随要随充。因此要求充填制备站日充填能力要大于按全年工作日平均计算的充填量,并留有一定的备用能力。

8.9.2 本条对充填料制备站作出规定。



2 本款规定的组合方式是根据加拿大克雷通矿、鹰桥镍矿等和国内的凡口、大厂、黄沙坪、铜录山、新城、焦家、三山岛等矿的经验提出的。实践证明,这种制备站机械化、自动化程度高,充填质量好。对物料的配比及砂浆浓度采用计量和控制装置的目的是为了保证充填砂浆的质量,从而保证充填体的强度。

3 充填作业是采矿的主要生产环节,不得在充填过程中停水,否则将造成生产事故。故要求建有专用水池,以保证生产。有条件时,应建专用高位水池,供水水压要求不小于 0.15MPa(仅指输送充填料和冲洗充填管用水水压,不包括立式料仓内造浆所需水压)。所谓“有条件时”,是指有合适标高的地形,建高位水池在经济上合适时。

7 计算料仓内水泥密度取  $1\text{t}/\text{m}^3 \sim 1.6\text{t}/\text{m}^3$ ,计算给料能力时因水泥为松散状态,故取最小密度为  $1\text{t}/\text{m}^3$ ;计算仓壁荷载按压实状态  $1.6\text{t}/\text{m}^3$  计,计算仓容按正常状态  $1.3\text{t}/\text{m}^3$  计,目的是为了设计符合实际。

8 仓料容积为日平均充填量的 2 倍或最大一次分层充填量。以其较大值定容积,这是考虑到分层充填作业不允许断续生产,否则将影响采场生产能力的缘故。

立式砂仓宜用于粒级均匀的细粒物料,这是因为粒级不均匀(如小于 3mm 棒磨砂),在仓内沉淀过程中会分层而影响放砂预订浓度。

8.9.3 本条对充填料输送作出规定。

1 尾砂和小于 3mm 骨料的胶结充填砂浆的浓度,分别宜大于 65% 和 68%,充填倍线宜分别小于 8 和 5,这些参数都是经过许多实践得来的生产常用数据,在技术经济上是可靠合理的。充填浓度低于 60% 是可以的,但经济上不够合理。充填倍线大于 8 也是可行的,但应结合具体使用条件,经过试验、计算确定。

3 主干充填管不应放在主、副井内,是因充填管的检修、漏浆会妨碍提升作业。当矿山有辅助井巷等可敷设充填管时,则应充

分利用。当矿体埋藏浅,充填服务年限长时,打专用充填井可能较为合理,故可采用。

5 井下充填管路应布置在水力坡度线范围内,因为水力坡度线范围以外的管道已超过了设计的充填倍线,故输送可靠性较差,应避免。



## 9 矿 山 机 械

### 9.1 竖 井 提 升

**9.1.1** 本条对竖井提升作出规定。

1 多绳摩擦式提升机使用的先决条件是提升时不出现打滑现象,在相同深度或相同载重量的情况下,多绳摩擦式提升机重量及钢丝绳直径都小于缠绕式提升机,在较深的竖井或载重量大的矿井,多绳摩擦式提升机无论投资方面还是钢丝绳的使用寿命都更加优于缠绕式提升机。

提升机是矿井的主要生产安全设备,其电机运转频繁,主井多为单一的重载提升方式,且现代大型矿井的主井提升载重量日趋增大;副井担负升降人员和运送重型设备,其提升载重量、方向、速度多变。因此,在客观上对提升机及其供电和电控设备的性能要求也愈来愈高,随着电子电力变流器供电调速系统和计算机可编程序控制技术的迅速发展,电子器件和电子变流装置的性能和可靠性的不断提高,大型交流电动机的调速性能也完全可以与直流电机相媲美,而不再强调采用直流调速系统还是交流调速系统。目前国内外交流调速系统技术已经成熟,其应用领域已相当广泛。

2 提升是矿山生产的咽喉,提升设备的改变势必影响矿山的生产,给矿山带来不必要的经济损失,如矿山服务年限过长,超过提升设备使用年限,可通过经济比较,确定是分期建设还是更换提升设备。

3 当年提升能力大于 30 万 t 时,其相应的人员、材料及辅助提升量增大,采用一套罐笼很难完成提升业任务,采用两套罐笼或大型矿车进罐,则基建投资大、生产管理复杂,故应采用箕斗提升矿石。

4 同时作业超过两个水平的竖井,若采用双罐笼提升,需要经常调水平,操作复杂,失去双罐笼提升作用。所以宜采用单罐笼配平衡锤的提升方式。

5 竖井采用双钩提升而不采用单钩提升,主要是单钩提升钢丝绳易旋转,使罐道磨损严重,安全性差;二是提升设备大、功率大,浪费能源。

9.1.2 本条对提升能力计算作出规定。

2 本款对副井班提升能力计算作出规定。

本款中的规定主要是根据生产实践提出的。目前,矿山主井提升能力都能达到设计能力,而副井设计提升能力与实际生产能力存在差距,经常达不到设计能力;其主要原因是提升种类繁多,需经常调整提升任务,无法按设计所给定的休止时间运行。本款加大岩石、材料提升量,其目的在于加大副井提升能力,缩小设计与实际生产的差距。

3 本款对提升容器在井口、井底同时作业时的休止时间作出规定。

1)主要是参考煤炭设计规范而确定的。经调查,国内使用的 $3.1\text{m}^3$ 及以下箕斗休止时间,一般能满足要求; $3.1\text{m}^3 \sim 5\text{m}^3$ 箕斗休止时间一般与实际操作休止时间出入不大;只有部分 $8\text{m}^3$ 以上靠外动力卸载的箕斗休止时间难以满足要求。因此,本项增加靠外动力卸载的箕斗应增加5s设备联动时间的规定。

2)罐笼进、出车休止时间(表9.1.2-1)主要是参考《采矿设计手册》编制的,在保留《采矿设计手册》规定数值的基础上,只是对单层装车罐笼在同侧进、出车的休止时间加以修改,增加了5s人工操作时间。

3)罐笼升降人员休止时间(表9.1.2-2)主要是参考《采矿设计手册》编制的,在保留单层罐笼休止时间的基础上,只是对双层罐笼升降人员的休止时间加以修改,即将双层罐笼升降人员的休止时间改为单层罐笼升降人员休止时间的2倍,同时增加5s串罐



时间。另外,《采矿设计手册》中  $n$  表示一次乘罐人数,本规范改为  $n$  表示每层乘罐人数。

**9.1.3** 本条对提升容器与平衡锤作出规定。

**1** 翻转式箕斗卸载时,曲轨上箕斗将发生失重,引起提升机上的钢绳张力差增大,对摩擦式提升来讲,极易造成提升钢丝绳在摩擦式绳筒上产生滑动现象。因此,摩擦式提升系统宜采用底卸式箕斗。

**9.1.4** 本条对提升系统钢丝绳的选择作出规定。

**3** 就同类圆股钢丝绳而言,同向捻比交互捻的寿命和耐磨性都要高一些,这是因为同向捻钢丝绳的柔性好,耐疲劳。

在相同直径的情况下,三角股钢丝绳的金属密度要比圆股钢丝绳大,金属密度越大,钢丝绳的破断力也越大,在同样的负载情况下,实际的安全系数也越大,寿命因而随之提高。

钢丝绳与绳筒的绳槽接触面积的大小,对钢丝绳在承受荷载时的拉力分配的均匀程度和钢丝绳的耐磨损性都会有直接影响,因而也会影响使用寿命。三角股钢丝绳与绳筒的绳槽接触面积大,这也是三角股钢丝绳寿命高于圆股钢丝绳的原因之一。所以多绳摩擦式提升系统宜采用三角股钢丝绳。由于三角股钢丝绳具有旋转性,随着井深的增加,其旋转性引起钢丝绳破股的现象便逐步显现,从而导致钢丝绳使用寿命快速下降;因此,当提升高度超过 1000m 或更多时,应进行技术方案比较后确定。

**5** 尾绳根数太多,管理复杂。但若仅一根尾绳又不安全,且绳径粗,弯曲性能差,寿命短,所以本款规定不应少于 2 根。

**9.1.5** 本条对提升系统设备的选择与布置作出规定。

**3** 多层缠绕时,提升钢丝绳在卷筒上受挤压,易损坏钢丝绳;为保证升降人员安全可靠,故规定升降人员的缠绕式提升机的提升钢丝绳宜单层缠绕。

**4** 本款规定单绳缠绕式提升机的提升钢丝绳自天轮到绳筒的最大偏角,用以改善钢丝绳在绳筒上的缠绕状况,并保证钢丝绳



在绕入和放出时不“咬绳”。

5 卷筒上的钢丝绳出绳仰角太小,钢丝绳很容易与提升机基础相碰,出绳仰角太大,将引起提升机主轴设计危险断面安全系数降低,造成提升机主轴强度下降;因此,钢丝绳出绳仰角不宜小于 $30^{\circ}$ ,且不宜大于 $50^{\circ}$ 。

**9.1.6** 过卷高度与系统最大提升速度有关,要求在发生过卷时不损坏井架(塔)和天轮等设备。实践证明,在过卷距离内装设过卷保护开关、楔形罐道等过卷保护装置,并且保证处于正常工作状态,在规定的过卷高度内是可以实现安全停车的。

**9.1.8** 摩擦式提升系统一旦发生过卷,井下容器先进入楔形罐道,可使提升钢丝绳的张力差增大,缓解上升侧容器的过卷程度。缠绕式提升系统只需在井上设置楔形罐道和过卷挡梁或过卷挡梁和过卷托台,一旦过卷,容器可卡在楔形罐道内。若挡罐梁将提升绳卡断,容器下落,可由装在井架上的过卷托台托住,以免容器坠落井底造成重大事故。

**9.1.9** 箕斗提升的矿仓应有足够容量,以协调提升、运输和井下破碎等环节的正常工作;但容量太大,基建投资也大;根据矿山生产实践经验总结,矿仓容量井口宜为 $1h\sim 2h$ 箕斗提升量,井下宜为 $2h\sim 4h$ 箕斗提升量。

**9.1.10** 本条为强制性条文。安全门是防止人员坠井、矿车坠井砸毁罐笼的重要安全防护设施。在罐笼升降人员时,罐笼没有到位,摇台没有放下,不得打开安全门;提升物料时,车辆通过时打开,车辆通过后关闭;安全门应为常闭式。

**9.1.12** 本条为强制性条文。中间阶段装设摇台、稳罐器、托台,一旦误动作,罐笼全速通过中间阶段时,将发生严重的“顿罐”事故,所以摇台、稳罐器、托台与提升机必须连锁。自动托台的危害性远大于摇台与稳罐器。

**9.1.14** 本条对提升系统的安全与防滑作出规定。

1 提升机的工作制动是按工艺要求的减速度通过电控系统



实现稳定停车,所施制动力是电控系统控制主电动机产生,为提高制动器闸瓦的寿命,一般尽量不使制动器参与工作,仅在接近停车点时,才以 3 倍静力矩的制动力施闸停车。安全制动时,主电机自动断电,制动器对绳筒施加制动力矩,使提升系统在安全规程规定的减速度范围内进行减速停车。摩擦提升系统进行安全制动时,还应防止提升钢丝绳在绳筒上出现打滑。所以安全制动过程的制动力矩常小于 3 倍静力矩,仅当减速终了前,才以 3 倍静力矩施闸。

4 经过国内外较多矿井摩擦式提升系统防滑验算证明,除极少数单容器带平衡锤提升系统仅需一级制动装置可满足提升防滑安全外,多数需要采用二级制动装置才能解决摩擦提升防滑要求。

考虑到大型提升机如采用直联,其系统变位质量偏小,满足防滑要求困难,为提高摩擦提升机制动的安全可靠,本款规定“有条件时宜采用恒减速安全制动装置”。

5 摩擦提升应尽量选用平衡提升系统,是基于防滑基本原理,即主、尾绳平衡系统对防滑最有利;但在实用中难以办到,多为不平衡提升系统,主、尾绳差重愈大,对防滑的危害性也愈大。

本规范规定将不平衡差重计入重载侧,不但考虑了提升运行时对防滑影响不利的因素,同时也有利于安全,并简化了设计。

对提升防滑校验来说,设置导向轮(天轮)的提升系统也是影响防滑的不利因素之一,设计应考虑导向轮的惯性影响。塔式单侧带导向轮的提升系统,由于每次提升方向的变化,空、重载位置居于不同侧,对防滑是有影响的。

设计计算防滑忽略了井筒阻力的影响,相对而言是对防滑安全有利的,起到部分安全储备作用。

6 有条件时优先采用摩擦系数为 0.25 的摩擦衬垫。摩擦式提升机衬垫材料的摩擦系数是影响防滑安全和经济的灵敏因素,是关键性技术问题。例如,如果是相同钢丝绳、 $180^\circ$ 围抱角的提升系统,摩擦系数 0.2 的衬垫比摩擦系数 0.25 的衬垫防滑极限值理



论上降低了 17%，其提升系统的防滑重量相对要增加 38%，这对经济和运行都不利。

## 9.2 斜井提升

9.2.1 本条对斜井(坡)提升作出规定。

1 矿车组提升时，斜井倾角超过  $30^\circ$  时，矿车的装满系数降低，且提升过程中车箱内的矿石有可能撒落，影响安全运行。因此当斜井倾角超过  $30^\circ$  时，应采用箕斗或台车提升。

2 矿车组提升钢丝绳采用交互捻钢丝绳，是考虑不松捻和便于摘挂钩。

3 验算提升加、减速度，主要是对坡度小或倾角变化大的斜井(坡)而言，若提升系统的加、减速度超过容器下滑、停车的自然加、减速度，则会产生松绳和断绳的事故。

4 斜井内不设两套提升设备主要是从斜井断面大、投资高、施工难度大三个方面考虑的。

5 斜井内设置防跑车装置主要是防止误操作矿车和断绳矿车冲入井下，撞毁井下设施，并发生伤人事故。

9.2.4 本条对斜井安全与防护作出规定。

5 本条对斜井矿车组提升作出规定。

1) 斜井内设置防跑车装置主要是防止误操作矿车和断绳矿车冲入井下，斜井上部和中部设阻车器或挡车栏主要是防止上部矿车滑入井中和运行车辆进入非指定车场；

2) 主要是防止其他线路上的矿车滑入车场摘挂钩地点。

4) 斜井提升易出现跑车事故，所以井下各车场均应设避车硐室，保证井下车场内人员的人身安全。

6 本款对运送人员斜井的乘人车场设置作出规定。

1) 井口乘人车场应设在井口竖曲线以下，井底乘人车场应设在井底竖曲线以上；主要是使提升钢丝绳处于拉紧状态，在升降人员时不出现“顿绳”现象。



### 9.3 压气设施

**9.3.1** 本条对压气设施设计作出规定。

1 压缩空气站应设置于地表,主要是从矿山压风自救系统安全方面考虑的。

2 压缩空气站区位于全年风向最小风频的上风侧,主要是最大限度地减少有害源对空气质量的污染。

3 地表集中布置空气压缩机的数量不宜超过6台,主要考虑方便操作和减少维修工作量。

**9.3.3** 本条对压缩空气站的布置作出规定。

4 空气压缩机与储气罐之间应装设止回阀,空气压缩机与止回阀之间的排气管道应装设放气阀,可使压缩机在无背压及空负荷状态下启动,以降低电动机的启动电流,缩短启动时间。此外,放气阀对确保无压安全检修也很重要。

5 尽量缩短吸气管路长度,主要是为了减少吸入空气的压力降。

**9.3.4** 本条对压缩空气管道设计作出规定。

5 在温差变化较大的地方,由于温度下降,压缩空气中的油、水被离析出来,此时管道上若安装排水装置,则可把这部分油、水分离出来,不让它随压缩空气进入气动工具,以提高气动工具的工作效率。

### 9.4 排水设施

**9.4.1** 本条对矿山排水设施作出规定。

1 水泵房中的设备用电负荷在矿山中所占比重较大,与井下主变电所联合布置可降低电缆的投资;另外,水泵房一般设在副井附近,并与副井相通,井下主变电所与泵房联合布置,对生产与安全都是有保障的。

2 为解决水泵房通风降温和被淹时人员撤离问题,规定井底

主要泵房的通道不应少于两个,其中一个通往井底车场,可作为水泵安装时的运输通道;由于井底车场标高较低,为了防止泵房被淹和失火,又规定了在此出口装设防水门。另一个用斜巷与井筒连接,斜巷上口应高出泵房地面标高 7m 以上,主要目的是当水泵房被淹时,操作人员能够从此口迅速撤离。

3 水泵沿泵房单排布置,可以减少硐室跨度,吸水管与排水管分布在水泵两侧,配置简单,维护检修方便。

4 水泵房设起重设备便于设备的检修,铺轨便于设备的运输。

9.4.3 本条对露天排水设施作出规定。

4 本款规定露天排水泵站储水池的最小容积为不小于 0.5h 的水泵排水量,是根据水泵的最大启动频率考虑的。

## 9.5 井筒防冻

9.5.1 井筒冬季结冰不但给生产带来安全隐患,而且除冰工作也很不安全,设井口加热设备十分必要。

9.5.2 井筒空气加热的室外计算温度,按井筒结冰现象对井筒和运输的影响程度确定。对竖井和斜井的影响较大,故取低值,对平硐则取高值。

9.5.3 根据热风与人体接触时间长短确定热风温度,由于冷、热风在井筒混合,人体接触热风时间较短,在保证人体安全条件下,热风温度可取高一些。

9.5.6 加热空气的热媒,推荐采用高温水,目的是为了节约热能。空气加热器也不易冻坏,使用寿命长。蒸汽压力不应低于 0.3MPa,是为了提高加热器的效率。

## 9.6 井下供水

9.6.1 井下生产、生活和消防的管道系统,多数设计为合用管道系统,目的是为了节约投资;生活供水管道系统单独设立为好,一是水质有保证,二是可满足矿山自救的需要。



**9.6.2** 井下消防栓用水量,一般要根据矿山的生产能力来确定。矿山生产能力在 60 万 t/年以下时,可采用 5L/s;矿山生产能力在 60 万 t/年~200 万 t/年时,可采用 7.5L/s;矿山生产能力大于 200 万 t/年时,可采用 10L/s。当火灾危险程度增加时,可在 5L/s~10L/s 范围内适当提高消防栓用水量标准。

**9.6.3** 地面水池容量和存水量不得小于 200m<sup>3</sup>,主要是满足井下消防流量为 2×(5~10)L/s 及火灾延续 3h 用水的要求。

## 9.7 带式输送机与排土机

**9.7.1** 本条对带式输送机的设计作出规定。

1 带式输送机向上或向下运输物料时,如果角度和块度太大,物料易发生滚落现象。

2 输送带的宽度除根据输送能力和带速确定外,还受被输送物料粒度的影响,按输送能力选择的带宽,还应按被输送物料粒度尺寸校核。

3 输送带安全系数除取决于输送带的类型外,还与采用接头的方法和输送机启动、制动性能有关。德国工业标准《连续搬运设备输送散料带式输送机计算与设计基础》DIN 22101:2002,将钢丝绳输送带安全系数由 1982 年版规定的 6.7~9.5,改为根据输送带运行条件和接头特征等因素确定,使输送带设计安全系数大为降低,最低可达 4.5。美国等其他国外一些带式输送机动态分析公司及专家认为,随着带式输送机启动、制动性能的提高及输送带接头参数和技术的改进,ST1000~ST6000 钢丝绳芯输送带安全系数可降到 5.5 以下,并已应用多年。德国、英国、澳大利亚等国家正在运行的一些长距离带式输送机,钢丝绳芯输送带安全系数已降到 4.5~5.5。

在我国,随着带式输送机设计水平和输送带制造技术的提高,钢丝绳芯输送带的接头技术和质量有很大提高,如采用可控软启动、制动技术,安全系数可取 5~7。

**9.7.2** 本条对排土机的设计作出规定。

**3** 排土机排土采用上、下组合台阶每次排弃量大,带式输送机移设次数少,效率高;台阶高度按排土机排料臂长度计算,但要结合排弃物料的性质并考虑排土场的稳定条件。

**5** 排土机排土线长度短,每次移设周期内排土量少,排土工作面带式输送机年移设次数多,排土能力降低;排土线过长,导致排土工作面带式输送机增长,投资增加,而且空载运行部分比例增大,造成无用功消耗。根据国内外排土机使用情况,排土机排土线长度宜为 1000m~2000m 或每年移设次数小于 4 次~5 次。

## 9.8 矿山破碎

**9.8.1** 本条对矿山破碎设计作出规定。

**1** 矿山破碎的工作制度应与采矿工作制度相一致。本规范规定采矿工作制度为连续工作制,每年工作 330d,每天 3 班,每班按 5h 考虑,每年破碎机运转 4950h,不宜超过 4950h 是考虑采矿供矿问题。

**4** 地下破碎机可以选国产设备也可以选国外设备。国外设备虽然价格高,但体积小,所需峒室小,重量轻,所选用起重机吨位小,功率小,节省电耗,有时其投资接近甚至优于国产破碎机,所以需要技术经济比较后确定。

**9.8.2** 本条对露天破碎设计作出规定。

**3** 本款对露天破碎站的布置作出规定。

**1)** 破碎机的选择是综合考虑矿山规模和矿岩块度等进行计算的,有时满足了矿岩块度要求,而破碎机的负荷率很低,就需要考虑规格小一点的破碎机,这时可能会有个别大块大于破碎机给矿口,在这种情况下,宜设大块矿岩处理设备。



## 10 井巷工程

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 对于巷道、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工程布置即可。但是,对于竖井、斜井、主斜坡道、地下破碎硐室、盲井主提升机硐室、主溜井系统等重要工程,还应进行工程地质和水文地质勘察工作。其目的是在保证生产工艺要求的前提下,将这些重要工程布置在坚硬、稳定的岩体中,节省基建投资。

**10.1.2** 竖井、斜井施工图设计应有工程地质资料。一般情况下,工程地质资料应通过工程地质勘察的手段取得。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,可不施工工程地质勘察钻孔。

**10.1.3** 井巷施工中,水文地质条件复杂的含义一般是指钻孔单位涌水量  $q > 1.0 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ ,井巷工程围岩直接与充水空间发育、涌水量大的含水层接触,或者不直接接触,但含水层位于未来巷道顶板裂隙内,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,断层导水,地下水与地表有水力联系。在这样的条件下,竖井钻孔位置和数量的确定应与建设单位、地质勘探及设计部门共同研究商定。

**10.1.5** 本条是根据现行行业标准《岩土工程勘察技术规范》YS 5202—2004 中第 4.3.7 条制订的。

**10.1.6** 本条规定了工程地质勘察报告应提供的工程地质及水文地质资料。

**3** 岩体质量指标(RQD):用直径为 75mm 的金刚石钻头和双层岩芯管在岩石中钻进,连续取芯,回次钻进所取岩芯中,长度

大于 10cm 的岩芯段长度之和与该回次进尺的比值,以百分比表示。

#### 10.1.8 井巷工程支护应符合下列规定:

3 在软弱岩体中,受地压影响,巷道易出现底鼓和支护变形现象,施工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,并进行二次支护。二次支护的时间非常重要,需要通过监测的手段来确定。

### 10.2 竖井

10.2.1 直径小于 5.0m 的井筒施工机具已很齐备,多为 0.5m 模数进级,故设计应按 0.5m 模数进级。在直径大于 5.0m 或井深超过 600m 时,按上述规定设计,其工程量增加较多,可按 0.1m 模数进级。

10.2.3 表 10.2.3 为现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 中第 6.3.3.10 条规定的最小安全间隙。

10.2.4 本条规定为现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 中第 6.4.1.8 条规定的最高风速。

10.2.5 本条对竖井梯子间的设置作出规定。

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 中第 6.1.1.6 条制订。安全网及梯子间等可用玻璃钢制品,不易腐蚀,结构简单,安装维修方便,使用寿命是金属的 2 倍,但初期投资是金属制品的 1 倍~2 倍。对大中型矿山,服务年限长,使用玻璃钢还是经济的。

10.2.6 梯子间梁和罐道梁与井壁的连接,井筒正常段可采用快硬水泥砂浆锚杆及树脂锚杆与支承托架连接。比预留或现凿梁窝的方法简单,具有安装质量好、施工速度快等优点。

10.2.7 井筒内的钢铁材料在潮湿和淋水的环境下很容易腐蚀,为保证矿井安全生产和提升设施的安全运行,故规定竖井内所有金属构件及连接件应采取防腐措施。



### 10.3 斜 井

**10.3.1** 本条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 制订的。第 4 款是参照现行国家标准《煤矿斜井井筒及硐室设计规范》GB 50415 制订的。

**10.3.3** 本条对斜井井筒道床作出规定。

1 本款是根据《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 制订的。

2~4 这几款是根据我国黑色冶金矿山的设计经验和生产实践制订的。

**10.3.4** 本条是根据斜井服务年限、涌水量、井筒底板稳定等因素,为解决井筒本身的排水问题,设置不同形式的水沟。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。

### 10.4 平巷与平硐

**10.4.1** 本条第 1 款~第 6 款是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 制订的,第 7 款是根据设计经验、生产实践确定的。

### 10.5 溜井、溜槽

**10.5.1** 含泥量多、黏性大的矿石不宜采用主溜井放矿,因为黏性大的矿石用溜井放矿,矿石易结块堵塞,经常放不出矿,如果含水量泥多,则易跑矿,造成安全事故。

**10.5.2** 如果溜井所穿过的岩层坚硬、整体稳定性好、节理裂隙不发育,则磨损速度慢,反之则磨损速度快,特别是当溜井穿过软弱岩层或节理裂隙发育地段,不但会增加溜井磨损速度,还有可能导致溜井片帮和塌方,严重影响溜井的正常生产。

**10.5.3** 溜井系统的生产能力取决于溜井井口卸矿能力、溜井底部装矿设备的生产能力及运输巷道的通过能力。溜井数量除应满

足系统生产能力外,对生产能力大、服务年限长的溜井,还应考虑溜井的使用寿命要求。

**10.5.5** 我国曾经对溜井的使用情况进行过实际调查和实验研究工作,实践证明,溜井直径应以矿石最大块度的4倍~8倍为宜,不得小于2m是考虑施工方便。

**10.5.7** 溜井加固类型和加固材料详见表7。

表7 溜井加固条件及要求

贮矿情况	加固部位		加固条件	加固目的	加固类型	加固材料
非贮矿段	垂直溜井井口	卸矿侧	一般情况要加固	保持井壁稳定	刚性加固	混凝土或钢筋混凝土
		卸矿方向两侧	当矿流宽度大于溜井直径时	防冲击	柔性加固	堆积粉矿
		卸矿方向两侧	当矿流宽度小于溜井直径时	保持井壁稳定	刚性加固	混凝土或钢筋混凝土
		卸矿对侧	矿石流冲击不到井壁时	保持井壁稳定	刚性加固	混凝土或钢筋混凝土
	垂直溜井井筒	冲击点处		防冲击	柔性加固	堆积粉矿
		冲击点其他三面	当溜井穿过岩层稳定性差	防冲击、防磨损、保稳定	刚性加固	钢轨、钢板
		井筒四周				
	溜槽	底板两帮	当溜井穿过岩层稳定性差	防冲击、防磨损、保稳定	刚性或柔性加固	钢轨、钢板或堆积粉矿
	斜溜井	井口底板	一般应加固	防冲击	柔性加固	堆积粉矿
		两帮	当溜井穿过岩层稳定性差	防冲击、防磨损、保稳定	刚性加固	钢轨、钢板
		顶板		保稳定	刚性加固	钢筋混凝土
		底板		防冲击、防磨损、保稳定	柔性或刚性加固	堆积粉矿或钢轨、钢板



续表 7

矿况情况	加固部位		加固条件	加固目的	加固类型	加固材料
贮矿段	垂直溜井及斜溜井井筒		当溜井穿过岩层稳定性差	防磨损、保稳定	刚性加固	钢轨、钢板
	底部溜口	底板	当溜井穿过岩层稳定性差	防冲击、防磨损、保稳定	刚性或柔性加固	钢筋混凝土或堆积粉矿
		溜口坡度为 $90^\circ$ 一侧的井壁		防冲击、防磨损、保稳定	刚性加固	钢轨、钢板
		溜口坡度为 $0^\circ$ 一侧的井壁		保持结构的稳定	刚性加固	混凝土或钢筋混凝土
	侧向溜口	两侧及后壁		保持结构的稳定	刚性加固	混凝土或钢筋混凝土
		额墙		防冲击、防磨损、保稳定	刚性加固	钢筋混凝土 钢轨、钢板
		底板	无粉矿处	防冲击、防磨损	刚性加固	钢轨、钢板

## 10.6 主要硐室

**10.6.1** 破碎系统上部矿仓和下部矿仓的容积,由于有关的技术规定要求的不一致,所以各个矿井的实际矿仓容积差别也很大。矿仓太小,直接影响提升、运输的均衡;矿仓过大,必然受到矿仓高度、断面大小及基建投资等因素的制约。本条规定采用普遍认可的经验数据。地下破碎系统的总高度宜为采矿阶段高度的整数倍,目的是充分利用阶段巷道和施工方便。

**10.6.4** 本条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 及《矿山电力设计规范》GB 50070 制订的。

**10.6.5** 为了减轻井下爆破器材库一旦发生爆炸对全矿井的危害,现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 规定了井下爆破器材库最大炸药和雷管库容量,同时规定了单个硐室的炸药和雷

管存量。为避免井下爆破器材库一旦发生爆炸对邻近井巷甚至地面建(构)筑物的破坏和危害,现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 规定了井下爆破器材库与井巷之间的最小距离。

炸药和雷管属爆炸危险品,爆炸后的冲击波和有害气体所产生的破坏性和危害性巨大。为了防止和控制井下爆破器材库贮存的炸药和雷管一旦发生燃爆而造成灾情的扩大,现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 规定了井下爆破器材库应有独立的回风道;现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 规定了在两个出口设置防爆门,其目的是使破坏能量在库内得以充分降低。

**10.6.7** 随着矿井开采深度和水压的加大,对防水门硐室的位置应慎重选择,所以强调“应设在坚硬、稳固、完整、致密的岩层中”。而实际情况往往难以实现,但应在可供选择范围中,经巷道施工揭露后确定硐室的位置。

防水门硐室前后 5m 范围内应采用混凝土或钢筋混凝土砌筑,砌筑后应进行注浆,其注浆压力应大于设计水压。其目的是使防水门硐室与周围岩体结合紧密,严防硐室漏水,使硐室结构稳定,增强其整体强度。

**10.6.10** 本条对装矿硐室布置作出规定。

**2** 溜井额墙是受矿石流冲击的部位,应采用耐磨、抗冲击的材料加固。额墙厚度不宜小于 0.5 m,属结构的构造要求。

**3** 装矿硐室的操作室宜设有安全通道,当溜井跑矿时,人员可通过安全通道脱离危险。

**10.6.11** 卸矿硐室的车辆往来频繁,又是产生粉尘的地方,第 1 款规定的目的在于避免干扰运输和污染新鲜风流。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。留在格筛上边的大块矿石应进行处理和破碎,故在卸矿口处应设平台。

**10.6.13** 本条对其他主要硐室布置作出规定。

**2** 为解决井下作业人员在工作班中就餐问题,中型以上矿山井下工人集中作业阶段宜设井下食堂。井下食堂通常为半加工或



发放式食堂。

**3** 中型以上矿山,井下宜设调度硐室,本硐室是井下生产运输调度中心。调度硐室应设在井底车场附近运输车辆来往频繁的地方,硐室内应设有电话等通信设施。

S/N:1580242-058



9 158024 205800 >



统一书号: 1580242·058

定 价: 33.00 元