

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50653 - 2011

---

# 有色金属矿山井巷工程施工规范

Code for construction of non-ferrous metals  
mine sinking and drifting engineering

2011 - 02 - 18 发布

2012 - 01 - 01 实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

# 有色金属矿山井巷工程施工规范

Code for construction of non-ferrous metals  
mine sinking and drifting engineering

**GB 50653 - 2011**

主编部门：中国有色金属工业协会  
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部  
施行日期：2012年1月1日

中国计划出版社

2011 北 京

中华人民共和国国家标准  
有色金属矿山井巷工程施工规范

GB 50653-2011

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

---

850×1168毫米 1/32 6.5印张 165千字  
2011年11月第1版 2011年11月第1次印刷

印数:6000册

☆

统一书号:1580177·693

定价:39.00元

# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 931 号

## 关于发布国家标准《有色金属 矿山井巷工程施工规范》的公告

现批准《有色金属矿山井巷工程施工规范》为国家标准,编号为GB 50653-2011,自 2012 年 1 月 1 日起实施。其中,第 3.0.11、3.0.12、4.6.1、5.2.1、5.3.1、6.1.3、6.1.4、7.1.2、7.1.3、7.2.5(1)、8.4.2、10.1.1、10.2.3、10.2.4、11.2.3、11.7.4、11.8.1、11.9.7、12.4.2、12.5.2 条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一一年二月十八日

# 前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2006〕136 号)的要求,由十四冶建设集团有限公司会同有关单位编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了有色金属矿山井巷工程施工的实践经验,吸取了相关行业施工规范成果,并在广泛征求意见的基础上,通过反复讨论、修改和完善,最后经审查定稿。

本规范共分 13 章和 4 个附录。主要技术内容包括:总则、术语和符号、基本规定、竖井施工、斜井与斜坡道施工、巷道与硐室施工、天井与溜井施工、采切工程施工、永久支护工程施工、防水与治水工程施工、辅助工作、工业卫生、环境保护。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常工作,由十四冶建设集团有限公司负责具体技术内容解释。

本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验。如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议反馈给十四冶建设集团有限公司(地址:云南省昆明市西站 12 号,邮政编码:650031),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

**主 编 单 位:** 十四冶建设集团有限公司

**参 编 单 位:** 铜陵中都矿山建设有限公司

中国瑞林工程技术有限公司

长沙有色冶金设计研究院

主要起草人：张继斌 方建铭 赵君政 李吉义 徐何来  
丁志云 王清来 丁金刚 刘福春  
主要审查人：刘育明 梅源德 刘文成 许兆友 安建英  
李淳中 张俊文 朱应林 毕文秉 徐进平

# 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术语和符号 .....	( 2 )
2.1	术语 .....	( 2 )
2.2	符号 .....	( 3 )
3	基本规定 .....	( 6 )
4	竖井施工 .....	( 9 )
4.1	一般规定 .....	( 9 )
4.2	表土段竖井施工 .....	( 10 )
4.3	基岩段竖井施工 .....	( 11 )
4.4	盲竖井施工 .....	( 14 )
4.5	竖井穿过局部不良岩层施工 .....	( 14 )
4.6	竖井井筒延深 .....	( 15 )
5	斜井与斜坡道施工 .....	( 17 )
5.1	一般规定 .....	( 17 )
5.2	斜井、盲斜井施工 .....	( 18 )
5.3	斜井反井施工 .....	( 19 )
5.4	斜坡道施工 .....	( 19 )
6	巷道与硐室施工 .....	( 21 )
6.1	一般规定 .....	( 21 )
6.2	巷道施工 .....	( 21 )
6.3	硐室施工 .....	( 23 )
6.4	锚喷支护监测 .....	( 25 )
7	天井与溜井施工 .....	( 26 )
7.1	一般规定 .....	( 26 )

7.2	垂直天井、溜井施工	(26)
7.3	分支溜井及溜井底部结构施工	(31)
7.4	倾斜天井、溜井施工	(31)
8	采切工程施工	(32)
8.1	一般规定	(32)
8.2	采切巷道、切割上山施工	(32)
8.3	漏斗川、漏斗施工	(33)
8.4	采场天井、溜井施工	(33)
9	永久支护工程施工	(35)
9.1	一般规定	(35)
9.2	混凝土搅拌、运输	(37)
9.3	钢筋制作、安装	(40)
9.4	立模	(41)
9.5	支护	(42)
9.6	养护、拆模	(45)
9.7	试件制作	(46)
10	防水与治水工程施工	(48)
10.1	一般规定	(48)
10.2	探、放水施工	(51)
10.3	注浆材料	(52)
10.4	地面预注浆施工	(53)
10.5	竖井工作面预注浆施工	(55)
10.6	斜井、斜坡道与巷道工作面预注浆施工	(56)
10.7	后注浆施工	(57)
11	辅助工作	(62)
11.1	凿井井架及悬吊设施	(62)
11.2	竖井凿井提升	(67)
11.3	斜井凿井提升	(68)
11.4	通风	(70)



11.5	排水	(72)
11.6	压风	(72)
11.7	供电	(74)
11.8	信号、通信及监视	(77)
11.9	井下照明	(78)
12	工业卫生	(79)
12.1	一般规定	(79)
12.2	井下热害防治	(80)
12.3	井下粉尘防治	(81)
12.4	井下噪声防治	(82)
12.5	井下氡及其子体防治	(83)
13	环境保护	(84)
13.1	一般规定	(84)
13.2	井下废碴排放	(84)
13.3	井下废水排放	(85)
13.4	井下废气排放	(85)
13.5	地面污水排放	(86)
13.6	地面噪声防治	(86)
13.7	地面废物处理	(86)
附录 A	围岩分级	(87)
附录 B	混凝土、喷射混凝土强度检验方法	(92)
附录 C	喷射混凝土抗压强度标准试块制作方法	(94)
附录 D	注浆浆液	(95)
	本规范用词说明	(99)
	引用标准名录	(100)
	附:条文说明	(101)

# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms and symbols .....	( 2 )
2.1	Terms .....	( 2 )
2.2	Symbols .....	( 3 )
3	Basic requirement .....	( 6 )
4	Shaft sinking .....	( 9 )
4.1	General requirement .....	( 9 )
4.2	Overburden area sinking .....	(10)
4.3	Bedrock area sinking .....	(11)
4.4	Blind shaft sinking .....	(14)
4.5	Poor rock area sinking .....	(14)
4.6	Vertical shaft deepening .....	(15)
5	Mining of slope and ramp .....	(17)
5.1	General requirement .....	(17)
5.2	Mining of slope and inclined winze .....	(18)
5.3	Mining by raising of slope .....	(19)
5.4	<i>Mining of ramp</i> .....	(19)
6	Mining of drift and chamber .....	(21)
6.1	General requirement .....	(21)
6.2	Mining of drift .....	(21)
6.3	Mining of chamber .....	(23)
6.4	Monitoring of anchor sprayed concrete .....	(25)
7	Mining of raise and chute .....	(26)
7.1	General requirement .....	(26)

7.2	Mining of raise and vertical chute .....	(26)
7.3	Mining of branched chute and chute raise bottom .....	(31)
7.4	Mining of inclined raise and chute .....	(31)
8	Mining of preparatory working .....	(32)
8.1	General requirement .....	(32)
8.2	Mining of roadway and cutting working .....	(32)
8.3	Mining of funnel drift and funnel .....	(33)
8.4	Mining of slope raise and chute .....	(33)
9	Permanent supporting .....	(35)
9.1	General requirement .....	(35)
9.2	Concrete mixing and transport .....	(37)
9.3	Reinforcing fabricating and fixation .....	(40)
9.4	Shuttering .....	(41)
9.5	Supporting .....	(42)
9.6	Curing and form removal .....	(45)
9.7	Concrete test blocks fabricating .....	(46)
10	Water prevention and control .....	(48)
10.1	General requirement .....	(48)
10.2	Water prospecting and draining .....	(51)
10.3	Grouting materials .....	(52)
10.4	Surface grouting .....	(53)
10.5	Shaft working face grouting .....	(55)
10.6	Slope, ramp and drift working face grouting .....	(56)
10.7	Grouting after mining .....	(57)
11	Assistant working .....	(62)
11.1	Headframe and handing equipment .....	(62)
11.2	Shaft sinking hoisting .....	(67)
11.3	Slope mining hoisting .....	(68)
11.4	Ventilation .....	(70)

11.5	Drainage	(72)
11.6	Air pressure	(72)
11.7	Power supply	(74)
11.8	Signal, communication and monitoring	(77)
11.9	Underground lighting	(78)
12	Industrial hygiene	(79)
12.1	General requirement	(79)
12.2	Underground heat damage prevention and control	(80)
12.3	Underground dust prevention and control	(81)
12.4	Underground noise prevention and control	(82)
12.5	Underground niton prevention and control	(83)
13	Environment protection	(84)
13.1	General requirement	(84)
13.2	Underground wastes discharging	(84)
13.3	Underground wastewater discharging	(85)
13.4	Underground waste gas discharging	(85)
13.5	Surface wastewater discharging	(86)
13.6	Surface noise prevention and control	(86)
13.7	Surface wastes treatment	(86)
Appendix A	Classification of wall rocks	(87)
Appendix B	Testing of concrete and sprayed concrete	(92)
Appendix C	Fabricating of sprayed concrete standard test blocks	(94)
Appendix D	Grouting slurry	(95)
	Explanation of wording in this code	(99)
	List of quoted standards	(100)
	Addition; Explanation of provisions	(101)

# 1 总 则

**1.0.1** 为提高有色金属矿山井巷工程施工技术水平,确保工程质量和施工安全,保护环境,节约能源,促进技术进步,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于有色金属矿山井巷工程的施工。

**1.0.3** 有色金属矿山井巷工程的施工,必须遵循工程建设程序,按照批准的设计文件施工。

**1.0.4** 有色金属矿山井巷工程的施工,应采用技术先进、经济合理、安全可靠、符合环境保护要求、节约能源的工艺、设备和材料。

**1.0.5** 施工中应采取有效措施,改善工作条件,保护员工安全和职业健康。

**1.0.6** 有色金属矿山井巷工程的施工除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 临时支护 temporary support

井巷掘进后,在易发生片帮、冒顶等现象的地段,为保证施工安全而采取的非永久支护结构。

#### 2.1.2 浅孔 shallow-hole

井巷掘进时,由于受自由面和操作条件的限制,规定炮眼深度小于或等于 5.0m 的为浅孔。

#### 2.1.3 深孔 deep-hole

井巷掘进时,由于受自由面和操作条件的限制,规定炮眼深度大于 5.0m 的为深孔。

#### 2.1.4 斜井 slope

直通地面的倾角大于 5°的地下直线通道。

#### 2.1.5 斜坡道 ramp

用于轮式运输设备通行的、坡度多变的倾斜地下通道。

#### 2.1.6 巷道 roadway

倾斜或水平的地下通道统称为巷道,包括平巷和斜巷。

#### 2.1.7 眼痕率 percentage of blasthole vestiges

眼痕率为可见眼痕的炮眼个数与不包括底板的周边眼总数之比。炮眼眼痕大于孔长的 70%,算 1 个可见眼痕炮眼。

#### 2.1.8 天井 raise

凡自下一水平层至上一水平层用作提升、通风、人行、运送材料或敷设管线的垂直或倾斜地下通道。

#### 2.1.9 溜井 pass

专为溜放矿石或废石的垂直或倾斜的地下通道。

- 2.1.10 反井法** sinking by rising hole  
指由下往上掘进竖井、斜井的施工方法。
- 2.1.11 锚喷支护** anchor-shot support  
能与围岩共同形成一个承载结构,调整围岩应力分布,防止岩体松散坠落的支护方式。
- 2.1.12 导洞法** pilot heading method  
指先用小断面超前掘进,再刷大到设计断面的施工方法。
- 2.1.13 漏斗川** chute crosscut  
当采场底部结构采用电耙出矿时,漏斗颈与电耙道之间的通道。
- 2.1.14 套箱支架** mould jacket support  
架设于永久支护体之外不拆除的临时支架。
- 2.1.15 探孔帮距** distance from handhole bottom to roadway edge  
指巷道边缘与外斜探孔孔底之间的距离。
- 2.1.16 探孔超前距** hand hole overhang  
指巷道掘进方向上掘进工作面与最浅探孔孔底之间的距离。
- 2.1.17 渗透能力** seepage ability  
又称为渗透性,指浆液对受注地层注入的难易程度,一般用浆液可注入砂层的最小粒径表示。
- 2.1.18 渗透系数** seepage coefficient  
指浆液固化后结石体渗透性高低或抗渗性强弱的指标。
- 2.1.19 综合注浆法** comprehensive slip casting method  
是以水力动水学法对注浆地层的水文地质参数进行详细的研究和计算,根据计算结果进行注浆设计并指导注浆施工,采用上行为主,上、下结合的混合注浆方式,高压力、大段高注浆,注浆过程中对注浆压力、浆液流量和浆液比重进行连续监测,注浆材料采用CL-C型粘土水泥浆的一种注浆方法。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 几何参数

$D$  —— 间隙；  
 $E$  —— 周边孔间距；  
 $H$  —— 提升高度；  
 $H_1$  —— 天轮高度；  
 $L$  —— 井口至钢丝绳与天轮接触点之斜长；  
 $L'$  —— 井口至井架中心的水平距离；  
 $L_n$  —— 井口至道岔终点长度；  
 $L_k$  —— 矿车组长度；  
 $R$  —— 天轮半径；  
 $W$  —— 最小抵抗线。

### 2.2.2 强度、抗力、爆力、速度

$f_c$  —— 喷射混凝土抗压强度设计值；  
 $f'_{ck}$  —— 施工阶段同批  $n$  组喷射混凝土试块抗压强度代表值的平均值；  
 $f'_{ckmin}$  —— 施工阶段同批  $n$  组喷射混凝土试块抗压强度代表值的最小值；  
 $M_a$  —— 2<sup>#</sup> 硝铵炸药猛度；  
 $M_b$  —— 2<sup>#</sup> 硝铵炸药爆力；  
 $N_a$  —— 所用炸药猛度；  
 $N_b$  —— 所用炸药爆力；  
 $P_a$  —— 注浆初始压力；  
 $P_b$  —— 注浆正常压力；  
 $P_c$  —— 注浆终压；  
 $P_d$  —— 注浆点静水压力；  
 $R_b$  —— 岩石单轴饱和抗压强度；  
 $S_n$  —— 施工阶段同批  $n$  组喷射混凝土试块抗压强度代表值的标准差；  
 $V_1$  —— 提人最大速度；  
 $V_2$  —— 提物最大速度。



### 2.2.3 系数、计算参数

$K$  —— 风动机械同时使用系数；

$K_0$  —— 装药量换算系数；

$k_1$ 、 $k_2$  —— 喷射混凝土强度合格判定系数；

$M$  —— 周边孔炮眼密集系数；

$m$  —— 浆液结石率；

$n$  —— 施工阶段每批喷射混凝土试块的抽样组数；

$n_j$  —— 注浆岩层孔隙率；

$n_t$  —— 同型号风动机具使用数量；

$a_j$  —— 注浆损失系数；

$a_f$  —— 管路漏风系数；

$\beta_f$  —— 风动机械磨损耗风量增加系数；

$\gamma$  —— 高原修正系数。

### 2.2.4 其他

$Q_t$  —— 总耗风量；

$Q_j$  —— 注浆量；

$q$  —— 风动工具单台耗风量；

$v$  —— 需要固结或充填的体积；

$\beta_0$  —— 栈桥倾角；

$\beta_1$  —— 钢丝绳牵引角。

## 3 基本规定

**3.0.1** 有色金属矿山井巷工程的施工单位应具备相应的资质。施工现场应建立相应的质量、安全和环境管理体系,健全施工质量控制和检验制度,应有相应的施工技术标准。

**3.0.2** 参与有色金属矿山井巷工程施工的特种作业人员必须按国家有关规定经过专门培训,考试合格,取得特种作业操作资格证书并持证上岗。

**3.0.3** 井巷工程开工前应做好下列准备工作:

1 获取并掌握矿井工程地质及水文地质资料、检查钻孔资料,绘制井巷工程的预测地质剖面图,并作下列情况的预分析:

- 1) 穿过老窿、不稳定岩层及地质构造有较大变化处的情况预分析;
- 2) 可能出现突然涌水的地点、涌水量大小及对施工影响程度的预分析;
- 3) 对膨胀性岩层的预分析。

2 进行设计交底及施工图会审;

3 编制施工组织设计或施工方案并经审批;

4 完成场地测量、基桩埋设、场地平整、道路、给水、压风、供电、通信以及防火、防洪、防涝和施工设施工程。

**3.0.4** 施工组织设计应包含下列主要内容:

- 1 编制依据;
- 2 工程概况;
- 3 施工部署;
- 4 施工进度计划;
- 5 施工准备及资源配置计划;

- 6 主要施工方法；
- 7 施工现场平面布置；
- 8 进度管理计划；
- 9 质量管理计划；
- 10 安全管理计划；
- 11 环境管理计划；
- 12 成本及其他管理计划。

**3.0.5** 施工组织设计的编制、审批和批准应符合下列规定：

1 施工组织设计由项目负责人主持编制，可根据实际需要分阶段编制和审批；

2 施工组织设计的审批应符合下列规定：

- 1) 施工组织总设计应由施工总承包单位技术负责人审批；
- 2) 单位工程施工组织设计应由施工单位技术负责人或其授权的技术人员审批；
- 3) 施工方案应由施工单位项目技术负责人审批；
- 4) 重点、难点分部(分项)工程及特殊施工技术等专项工程施工方案，应由施工单位技术部门组织相关专家评审，施工单位技术负责人审批；

3 经审批的施工组织设计(或专项施工方案)应报总监理工程师审定后实施。

**3.0.6** 井口、硐口场地平整，除应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定执行外，尚应符合下列规定：

1 拟建工业场地及其附近区域存在对工程安全有影响的滑坡或可能滑坡的地段，应先进行滑坡处理；

2 井口或硐口上侧边坡的截水沟和排水沟，应在井筒或巷道开工前完成；

3 不得采用有易燃性或有毒、有害的材料作场地填方；

4 填方高度超过 1m 时，应先做好建(构)筑物的基础和管、

网、沟的施工；

5 当地面爆破作业和井筒、平硐施工同时进行，应有保护设施，并制定安全措施；

6 场地平整后，应检查测量基准点有无变化。

3.0.7 施工用水量，应按工程用水、生活用水和消防用水量确定。

3.0.8 在雨季、冬期施工的矿山井巷工程，应根据地区及工程的特点，制定专门的技术、安全措施。

3.0.9 在有沼气或煤及沼气突出的矿井施工时，应按现行《煤矿安全规程》的有关规定执行。

3.0.10 斜井、斜坡道、巷道、硐室的施工应符合下列规定：

1 凡需永久支护的井巷工程，掘进工作面与永久支护体间的距离，应根据围岩稳定情况和使用机械作业条件确定，但不应大于40m；

2 永久支护体应与水沟同时施工；

3 掘进方式应根据围岩的稳固程度、断面大小和支护型式确定；

4 钻爆掘进时应采用光面爆破。

3.0.11 有色金属矿山井巷工程掘进穿过软岩、破碎带、老窿、溶洞、断层或较大含水层等不良地层前，应根据工程地质和水文地质资料，针对不良地层编制专门的施工安全技术措施。

3.0.12 斜井、斜坡道、巷道、硐室的临时支护，应符合下列规定：

1 在破碎围岩区域应采用管棚、预注浆等超前支护；

2 在较破碎围岩区域应采用锚喷或金属支架支护；

3 在易风化岩区域应采用喷射混凝土支护，并及时封闭；

4 在膨胀岩区域应采用先让后抗，锚喷隔绝水源或金属支架支护；

5 支架间相互连接应牢固，背板与顶帮之间的空隙必须塞紧、接顶和背实；

6 临时支护应紧跟掘进工作面。

## 4 竖井施工

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 竖井施工,应根据井筒直径及深度、工程地质及水文地质条件等因素,进行技术经济方案比较,选择合理的施工工艺和机械装备。

**4.1.2** 竖井宜采用普通法施工。当井筒穿过流沙、淤泥、卵石、砂砾等含水的不稳定地层时,应采用冻结法、钻井法、帷幕注浆法等特殊凿井法施工。冻结法、钻井法施工竖井应按现行国家标准《煤矿井巷工程施工规范》GB 50511 的有关规定执行。帷幕注浆法施工竖井,应按本规范的规定执行。

**4.1.3** 选择施工作业方式时,应将凿岩、装岩、提升、支护、排水等工作进行综合考虑。

**4.1.4** 通过单层涌水量大于  $10\text{m}^3/\text{h}$  的含水层时,应采取治水措施。

**4.1.5** 竖井施工应以井筒中心线确定炮孔位置和检查掘进、支护断面。

**4.1.6** 竖井施工采用激光指向时,应符合下列规定:

1 掘进时,应每隔  $20\text{m}\sim 30\text{m}$  用井筒中心线校核激光光束一次,其偏差不应大于  $15\text{mm}$ ;

2 砌碛时,应每隔  $10\text{m}\sim 20\text{m}$  用井筒中心线校核激光光束一次,其偏差不应大于  $5\text{mm}$ 。

**4.1.7** 竖井掘进过程中,当所揭露的岩层与地质资料发生重大变化时,施工单位应通知相关单位现场勘验。

**4.1.8** 凡与竖井井筒直接相连的各巷道、硐室口,应与竖井井筒同时施工,并进行不小于  $5\text{m}$  的永久支护。

**4.1.9** 竖井施工当井底或中部有通道可利用时,宜采用反井法施

工井筒。

**4.1.10** 反井段由上往下刷砌时,应用吊盘盖住反井口。

**4.1.11** 竖井施工期间,应按确定的方法和周期测定井筒涌水量。

## 4.2 表土段竖井施工

**4.2.1** 井口开挖前及开挖过程中,应根据当地的地形、气象、工程地质及水文地质等资料,采取有效的防水、排水措施。

**4.2.2** 表土段井筒施工方法的选择,应根据表土层工程地质及水文地质条件、施工技术装备情况确定。

**4.2.3** 普通法施工表土段井筒时,应根据表土稳定情况、涌水量大小,采取如下施工方法:

1 采用锚喷临支法,空帮距离不宜大于 2m;

2 采用井圈背板法,最大圈距不宜大于 1m,空帮距离不宜大于 1.2m;

3 采用吊挂井壁法,空帮距离不宜大于 1m;

4 采用吊挂井壁斜板桩综合法,最大圈距不宜大于 1.5m,斜板桩超前掘进工作面不应小于 0.5m;

5 采用井外疏干孔降水锚喷临支吊挂井壁法,空帮距离不宜大于 2m。

**4.2.4** 表土段井筒施工提升可按以下方式选择:

1 表土坚固稳定、允许承载力不小于 2.5MPa,涌水量小于  $10\text{m}^3/\text{h}$  时,宜先安装凿井井架再施工表土段井筒;

2 表土松软、不稳定,允许承载力小于 2.5MPa 时,应先用简易提升设备完成井颈掘砌后,再安装凿井井架;简易提升设备施工的井筒深度不宜超过 15m。

**4.2.5** 表土段井筒施工应设置临时锁口,其结构应符合封闭严密、作业安全的要求。

**4.2.6** 采用简易提升设施施工表土段井筒时,井内应设带护圈的梯子,不应用简易提升设施升降人员。

- 4.2.7 井筒施工深度超过 40m,应安装吊盘,设置稳绳。
- 4.2.8 永久井颈宜一次砌筑,并按设计预留管线口、梁窝和其他预埋洞口;当条件受限时,永久井颈井口段应采用砖、石或砌块临时封砌。
- 4.2.9 表土段井筒施工时,宜采取超前小井或井外疏干孔降低工作面水位。
- 4.2.10 表土段井筒施工过程中,应在锁口表面、井架基础和井口附近地面设置沉降观测点,定期观测。

### 4.3 基岩段竖井施工

- 4.3.1 基岩段井筒施工宜采用短段掘砌作业,段高不宜大于 4m;采用掘砌平行作业时,段高不宜大于 40m;采用掘砌单行作业时,应根据围岩类别和临时支护型式确定段高。
- 4.3.2 井筒掘进时的临时支护,可采用锚喷、井圈背板支护。锚喷临时支护的段高、厚度及其结构,可按表 4.3.2 选用。井圈背板临时支护的时间不应超过 1 个月,段高在Ⅳ级围岩中不宜大于 15m,在Ⅴ级围岩中不宜大于 5m。围岩分级详见本规范附录 A。

表 4.3.2 锚喷临时支护段高、厚度及支护结构

围岩分级	段高(m)	支护厚度(mm)	支护结构
I	30		不支
	不限	20~30	喷浆
II	80~100	30~50	喷浆或喷混凝土
III	50~80	50~80	喷混凝土
IV	30~50	80~100	锚杆、钢筋网、喷混凝土
V	<30	100~150	锚杆、钢筋网、喷混凝土

注:当井壁有淋水时,应先采取堵、截、导、治等治水措施。

- 4.3.3 当井筒直径大于 5m 时,基岩掘进宜选用环形钻架或伞形钻架。

**4.3.4** 井筒掘进应采用光面爆破技术,根据设备性能、岩石性质、爆破器材等编制爆破设计,并严格按爆破设计进行爆破作业。井筒光面爆破质量,应符合下列规定:

1 井筒掘进局部欠挖不得大于设计规定 50mm,超挖不得大于设计规定 150mm,平均线性超挖值应小于 100mm;

2 硬岩的眼痕率不应小于 80%,中硬岩的眼痕率不应小于 50%;

3 软岩井筒周边成型应符合设计轮廓;

4 井帮岩面不应有明显的炮震裂缝。

**4.3.5** 凿岩应符合下列规定:

1 凿岩前应清出实底、集水坑或水窝;

2 按井筒中心确定炮孔圈径,除掏槽孔外其余孔底宜在同一水平面上;炮眼圈径允许偏差为±50mm,各圈眼间距允许偏差为±100mm;

3 不得沿残孔或顺岩层裂隙凿岩;

4 炮孔堵塞时,应先进行人工掏孔,若炮孔深度达不到要求,则应在该孔附近重新凿孔;

5 凿岩后应用木楔堵塞炮孔口。

**4.3.6** 爆破作业宜选用防水炸药和导爆管,导爆管长度应与炮孔深度相适应并满足连线要求,并应采用磁电雷管、起爆器起爆。

**4.3.7** 爆破参数应按下列规定选择:

1 周边孔间距应为 400mm~600mm;

2 最小抵抗线应按下列式计算:

$$W = E/M \quad (4.3.7-1)$$

式中:  $E$  ——周边孔间距(m);

$M$  ——周边孔密集系数,0.8~1.0。

3 周边孔单位长度装药量应符合下列规定:

1)采用硝铵炸药时,软岩为(110~165)g/m;中硬岩为



(165~220)g/m;硬岩为(220~330)g/m;

注:  $R_b$  为岩石单轴饱和抗压强度;  $R_b < 30\text{MPa}$  为软岩;  $30\text{MPa} \leq R_b \leq 60\text{MPa}$  为中硬岩;  $R_b > 60\text{MPa}$  为硬岩。

2) 采用其他炸药时,装药量应乘以换算系数  $K_0$ ,  $K_0$  按下式计算:

$$K_0 = 1/2(M_a/N_a + M_b/N_b) \quad (4.3.7-2)$$

式中:  $M_a$  —  $2^\#$  硝铵炸药猛度(mm);

$M_b$  —  $2^\#$  硝铵炸药爆力(ml);

$N_a$  — 所用炸药猛度(mm);

$N_b$  — 所用炸药爆力(ml)。

4 周边孔药卷直径应为 20mm~25mm。

4.3.8 抓岩机及其配套吊桶的选择,可按表 4.3.8 选用。

表 4.3.8 抓岩机选型与吊桶选择

抓岩机型号	抓斗容积( $\text{m}^3$ )	适用井筒内径(m)	适用吊桶容积( $\text{m}^3$ )
手持式 NZQ <sub>2</sub>	0.11	<4.0	1.0~1.5
长绳悬吊式 HS	0.40~0.60	4.5~5.0	2.0~3.0
中心回转式 HZ	0.40~0.60	5.0~8.0	2.0~4.0
环形轨道式 HH	0.60×2	6.0~8.0	2.0~4.0

4.3.9 抓岩机的悬吊装置,应符合下列规定:

1 采用长绳悬吊抓岩机,每隔 80m~100m 应设固定导向装置,绞车应设闭锁装置;

2 采用中心回转式或环形轨道式抓岩机,其吊盘的固定装置与井壁间应支撑牢固。

4.3.10 竖井井筒施工机械可按表 4.3.10 选用。

表 4.3.10 竖井施工机械配套

井筒净径(m)	<5.0	5.5~6.0	6.5~7.0	>7.0
井筒深度(m)		300~500	500~700	>700
凿岩机具	手持式	环钻或伞钻	伞形或液压凿岩臂	
抓岩机	NZQ <sub>2</sub> 、HS、HZ	HZ、HS	HZ、HS、HH	HZ、HH

续表 4.3.10

吊桶容积(m <sup>3</sup> )	1.0~3.0	2.0~3.0	2.0~3.0	2.0~4.0
提升方式	一套单钩	两套单钩	一套单钩和一套双钩	
翻矸方式	自动翻矸			
防水排水	预注浆堵水、高扬程水泵单段或分段排水			
地表运输	载重汽车、大矿车或梭车运输			

#### 4.4 盲竖井施工

- 4.4.1 盲竖井施工宜利用永久设施,合理布置,减少措施工程。
- 4.4.2 选择盲竖井施工方法和设备时,应考虑设备大件尺寸和运输通道允许通过的最大尺寸。
- 4.4.3 盲竖井施工应在井口平面以上井筒及天轮硐室的永久支护和提升设备安装完成后,方可由上往下进行。
- 4.4.4 当井底或中部有巷道可利用时,宜采用反井法施工盲竖井,贯通后由上往下逐段刷砌井筒。
- 4.4.5 盲竖井井口平面运输应与中段运输系统相一致。
- 4.4.6 盲竖井施工的污风应排入中段回风系统,不得污染其他作业地点。
- 4.4.7 盲竖井施工的废水应排入中段排水系统。
- 4.4.8 采用竖井井筒普通法施工盲竖井尚应符合本规范第 4.3 节的规定。

#### 4.5 竖井穿过局部不良岩层施工

- 4.5.1 竖井穿过软岩、破碎带,应采用短段掘砌法施工。掘进时采用浅孔小药量爆破或风镐破岩。
- 4.5.2 竖井通过含水层地段,宜先预注浆治水,再采用短段掘砌法施工。
- 4.5.3 竖井通过膨胀岩区域应采用先让后抗的方法施工。

## 4.6 竖井井筒延深

- 4.6.1** 井筒延深时,必须设置与上部生产水平隔开的保护设施。
- 4.6.2** 保护设施宜采用保护岩柱,亦可采用人工保护盘。但在松软岩层或遇水膨胀的岩层中,应采用人工保护盘。
- 4.6.3** 采用保护岩柱应符合下列规定:
- 1 岩柱的厚度应根据围岩性质确定,并应大于井筒外径;
  - 2 岩柱的下方应设护顶盘;
  - 3 护顶盘的钢梁应在同一水平面上,梁窝用混凝土浇筑密实;钢梁拼接时应等强焊接,接头应错开;
  - 4 钢梁上方应用板材将岩柱底面背紧封严。
- 4.6.4** 采用人工保护盘应符合下列规定:
- 1 保护盘的结构、强度应能承受坠落物的冲击力,并有严密的封水和导水设施;
  - 2 保护盘的钢梁不得少于2层,各层间交错布置,缓冲层厚度不宜小于2m;
  - 3 钢梁插入井壁的深度应经计算确定,且不得小于250mm,梁窝应用混凝土浇筑密实。
- 4.6.5** 井筒延深方案应根据延深井筒的施工条件进行选择。
- 4.6.6** 井筒保护设施的拆除应符合下列规定:
- 1 拆除保护设施应在井筒与井底车场连接处掘砌完成,井筒装备基本安装完毕后方可进行;
  - 2 拆除时必须停止上部生产水平的提升,并应在生产水平设置临时防护措施;
  - 3 拆除保护岩柱宜采用自下向上掘反井与井窝贯通,再自上向下刷大,碴石宜充填废弃的临时巷道、硐室;
  - 4 拆除人工保护盘应自上向下进行。
- 4.6.7** 延深井筒中心和十字中线应符合下列规定:
- 1 采用保护岩柱时,向延深井筒的岩柱下方转设井筒中心线

和十字中心线,测量不应少于 3 次,其井筒中心互差不得大于 20mm,标定值应取平均值;十字中心方位互差不得大于  $2'$ ,与设计方位的偏差不应大于  $1'$ ;

2 采用人工保护盘时,应在保护盘施工前将井筒中心、十字中心线、标高等移至保护盘下方,井筒中心偏差不得大于 10mm,十字中心线方位偏差不得大于  $1'$ 。

## 5 斜井与斜坡道施工

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 表上段斜井、斜坡道施工方法应根据表土性质确定,并应符合下列规定:

- 1** 稳定表土层宜采用全断面法或导洞法施工;
- 2** 不稳定表土层,应采用明槽开挖或超前支护法施工;
- 3** 表土层含水较大时,宜采用降低水位法或冻结、帷幕等特殊方法施工。

**5.1.2** 斜井、斜坡道施工前,应根据水文地质资料确定排水方案,设置排水设施。工作面排水应选择安全可靠的排水设备。

**5.1.3** 斜井、斜坡道的井口采用明槽开挖时,明槽的边坡允许值应按设计或现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的有关规定执行。

**5.1.4** 斜井、斜坡道从明槽进入洞身,应采取短段掘砌,必要时应采用管棚超前支护。

**5.1.5** 含水层地段浇筑混凝土时应采取防水措施。对淋水较大的地段和集中出水点,应采取导水措施。

**5.1.6** 斜井、斜坡道砌碛支护时,应将拉线钩、挂钩、托梁等安装好或预留孔洞。预埋螺栓的外露螺纹应采取保护措施,所有外露的金属构件应进行防腐处理。

**5.1.7** 斜井、斜坡道施工中应标设中线及腰线。每隔 25m~30m 设中线 1 组,每组不应少于 3 条,中线点间距宜为 2m;腰线应紧跟工作面,每组腰线的间隔宜为 5m;每隔 100m 应对中线和腰线进行 1 次校核。

## 5.2 斜井、盲斜井施工

5.2.1 斜井、盲斜井施工,必须遵守下列规定:

- 1 提升矿车时,井口应设与提升机连锁的阻车器;
- 2 井口下 20m 内及掘进工作面上方 30m 内,应分别设保险杠,并有专人看管;
- 3 斜井内人行道侧,应每隔 30m~50m 设躲避硐室。

5.2.2 斜井施工应符合下列规定:

- 1 坡度为  $10^{\circ}$ ~ $15^{\circ}$  时,应设人行踏步,且距掘进工作面的距离不宜大于 40m;
- 2 坡度为  $15^{\circ}$ ~ $35^{\circ}$  时,应设人行踏步及扶手,且距掘进工作面的距离不宜大于 20m;
- 3 坡度大于  $35^{\circ}$  时,应设梯子,且距掘进工作面的距离不宜大于 10m。

5.2.3 斜井倾角大于  $20^{\circ}$  时,不宜采用掘进、支护平行作业。

5.2.4 斜井中设置管座时,其底面应低于实底以下 150mm,管座底面应水平或向井口倾斜,必要时底部应增设锚杆。

5.2.5 斜井出碴采用耙斗装岩机时,应采用卡轨器并固定牢靠。当斜井倾角大于  $25^{\circ}$  时,应增设防滑装置。

5.2.6 与斜井相连的各水平巷道交叉口,应与斜井同时施工,其长度不得小于 5m。

5.2.7 倾角大于  $10^{\circ}$  的斜井施工时,铺设的临时轨道应采取防滑措施。

5.2.8 斜井通过含水层后,应选择在不透水处挖掘截水沟,将水截住并导入中间水窝或转水站。

5.2.9 倾角大于  $20^{\circ}$  和斜长大于 300m 的斜井,宜设专用人车。

5.2.10 斜井交叉口施工应符合下列规定:

- 1 甩车道施工应符合下列规定:
  - 1)宜先将斜井掘进超过牛鼻子 2m~4m,再从甩车道起点开始分段刷大;

- 2) 拱部刷大采用蹬碴作业方式;
  - 3) 对位于Ⅳ、Ⅴ级围岩中的甩车道,刷大时应采取临时支护措施。
- 2 吊桥硐室施工应符合下列规定:
- 1) 当采用先墙后拱法施工时,应将斜井井筒掘过牛鼻子4m~6m,并将此段井筒及牛鼻子进行砌碇,接着支护吊桥硐室墙部,然后挑顶,进行拱部支护,最后进行井筒上方巷道的掘砌;
  - 2) 当采用先拱后墙法施工时,应将斜井井筒上方巷道掘过牛鼻子4m~6m,并将此段巷道及吊桥硐室拱部进行支护,吊桥硐室边墙应随掘随支,最后进行鼻尖下部井筒掘砌;
  - 3) 当采用全断面施工法时,应随掘随喷(或锚喷)混凝土作临时支护,牛鼻子下方斜井井筒掘砌后,再进行井筒上方巷道的掘砌;
  - 4) 在永久支护的同时应将各梁窝准确留出或预先埋设好。
- 3 甩车道、吊桥硐室牛鼻子部位应采用密集浅孔爆破,孔间距不宜超过300mm,并应隔孔装药,小药量爆破。

### 5.3 斜井反井施工

5.3.1 斜井反井施工,工作面与井底之间必须设信号装置。电耙出碴或反井提升时,井筒内严禁行人。

5.3.2 斜井反井施工应符合下列规定:

- 1 风水管、风筒、电缆宜安装在斜井起拱线附近;
- 2 加强通风、防尘的措施;
- 3 反井提升不得采用翻转式矿车,矿车与提升钢丝绳应连接牢靠;
- 4 提升绞车、电耙、耙斗装岩机、导向轮等应固定牢靠。

### 5.4 斜坡道施工

5.4.1 斜坡道施工中,当装车调头硐室无永久工程可利用时,宜

在围岩条件较好地段设置,间距宜为 100m~150m。

**5.4.2** 无轨斜坡道应设躲避硐室,在曲线段间距不应大于 15m,直线段间距不应大于 30m;硐室高度不应小于 1.9m,深度和宽度均不应小于 1.0m。躲避硐室应有明显标志。

**5.4.3** 斜坡道交岔点施工应符合下列规定:

1 宜先将斜坡道掘进超过交岔点 4m~8m,再从交岔点起点开始分段刷大;

2 按设计支护型式边刷大边进行支护;

3 对位于Ⅳ、Ⅴ级围岩中的交岔点,刷大时应采取临时支护措施。

**5.4.4** 斜坡道两侧应开挖排水沟。

**5.4.5** 斜坡道路面施工时应符合下列规定:

1 位于软土、膨胀土、岩溶区、采空区地段的路基,应根据实际情况进行处治,并应符合国家现行标准《公路路基施工技术规范》JTGF 10 的有关规定;

2 路基范围内的集中出水点、侵蚀性地下水应设排水盲沟;

3 采用基岩路基时,欠挖部分应清除;超挖部分应先清除软石和杂物,再用级配碎石或混凝土填补平整,并碾压密实,严禁用细粒土找平。路基的标高、宽度、坡度应符合设计要求;

4 当设计为水泥混凝土路面时,路面铺筑应由下向上(坡)进行,并应符合现行国家标准《水泥混凝土路面施工及验收规范》GBJ 97 的有关规定;路面铺筑 16h 内,应洒水养护,养护时间不宜小于 14d;路面混凝土强度达到设计强度 40%后方可允许人员通行,达到设计规定强度后方可通行车辆;

5 当设计为沥青混凝土路面时,应设基层;基层的施工应符合国家现行标准《公路路面基层施工技术规范》JTJ 034 的有关规定。沥青混凝土路面铺筑应符合现行国家标准《沥青路面施工及验收规范》GB 50092 的有关规定;

6 铺筑沥青路面时,应采取加强通风措施。



## 6 巷道与硐室施工

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 硐室宜布置在工程地质及水文地质条件良好的地段。
- 6.1.2 机电设备硐室和存放爆破物品硐室的墙和顶部应无渗水,电缆沟应无积水。当不能满足要求时,应采取防水措施。
- 6.1.3 用钻爆法贯通对穿、斜交及立交巷道时,应准确测量贯通距离。当两个工作面相距 15m 时,必须停止一个工作面的掘进作业;爆破前,应在通向两个工作面的巷道中设安全警戒,待两个工作面的作业人员全部撤至安全区域后,方可起爆。
- 6.1.4 间距小于 20m 的平行巷道,任一工作面进行爆破前,应通知相邻巷道工作面的作业人员撤至安全区域后方能进行爆破。

### 6.2 巷道施工

- 6.2.1 长距离巷道施工应符合下列规定:
  - 1 单轨平巷采用道岔型调车时,宜 120m~150m 设 1 个调车场;采用翻框型滑车器调车时,宜 50m 设 1 个调车硐室;
  - 2 斜巷宜每隔 100m 设 1 个调头装车硐室。
- 6.2.2 巷道水沟应定期清理,保持排水畅通。下坡掘进时,应采取排水措施。
- 6.2.3 井底车场在主、副井到位后,应采取措施尽快贯通。
- 6.2.4 曲线巷道施工应符合下列规定:
  - 1 施工前根据曲线长度、曲率半径进行分段,按分段布设中线和腰线;
  - 2 按分段长度、曲率半径、内外侧加宽值或顶(底)板加高

(深)值作施工大样图；

3 测量放线的分段及起点应与施工大样图的分段及起点一致；

4 根据中线、腰线及工作面距分段起点的距离，按施工大样图确定中线左、右边尺寸和腰线上、下尺寸；

5 凿岩时应控制曲线转角角度和方向；

6 当使用有轨装岩设备施工平曲巷道时，轨道应偏向操作侧对侧；

7 轨道应加工成平面弧形或立面弧形，不得加工成折线形。

6.2.5 巷道掘进的机械设备组合，应根据断面大小及运输条件确定。当采用无轨设备运输时，应加强通风并维护好运输道路。

6.2.6 斜巷施工应采用机械装岩，无轨或有轨设备运输，并根据涌水量大小确定排水方案。斜巷下向施工采用有轨设备运输时应符合下列规定：

1 提升容器不得采用翻转式矿车；

2 提升容器与提升钢丝绳的连接应牢靠，并经常进行检查；

3 斜巷与中段巷道之间，宜采用平车场连接方式；

4 在中段巷道与斜巷连接处的对侧，设置提升硐室，其长度按提升容器调车方式确定；当采用道岔调车时，不宜小于15m；

5 斜巷内钢丝绳托辊间距不宜大于10m，变坡处间距宜为4m~5m。

6.2.7 巷道交岔点施工应符合下列规定：

1 交岔点位于Ⅰ、Ⅱ级围岩中，宜采用全断面法施工；位于Ⅲ、Ⅳ级围岩中，宜采用分部法施工；位于Ⅴ级围岩中，应采用导洞法施工；

2 采用分部法和导洞法施工时，应先将变断面巷道支护至距牛鼻子2m左右停下，再将与交岔点相邻的主巷及分巷各支护2m~4m，最后刷大交岔口，并与前后巷道支护连成一体；

3 交岔点牛鼻子部位的炮孔布置，应采用密集炮孔布置，其

间距不宜超过 300mm, 并应隔孔装药, 小药量爆破。

### 6.3 硐室施工

**6.3.1** 马头门、箕斗装载硐室的施工, 应符合下列规定:

1 竖井井筒掘至马头门、箕斗装载硐室上部 3m~4m 处, 应停止井筒掘进, 在完成其永久支护后, 方可往下施工井筒和马头门(或箕斗装载硐室);

2 马头门、箕斗装载硐室; 宜与井筒同时施工;

3 马头门、箕斗装载硐室位于Ⅲ级及其以上围岩中, 宜采用分层法施工; 位于Ⅳ、Ⅴ级围岩中, 应采用导硐法施工;

4 马头门、箕斗装载硐室, 当采用下行分层掘进, 反向一次砌碛方法施工时, 不论围岩稳定与否, 均应采用锚喷作临时支护, 喷层厚度不宜小于 50mm;

5 马头门、箕斗装载硐室与井筒连接处, 应砌筑成整体;

6 井壁有淋水时, 应在马头门、箕斗装载硐室上部做截水槽或搭设防水棚。

**6.3.2** 提升机硐室、破碎机硐室及其他大型硐室的施工, 应符合下列规定:

1 采用导硐法施工, 宜先拱后墙, 再清除岩柱, 最后施工设备基础;

2 刷大时宜采用锚喷作临时支护。

**6.3.3** 防水闸门、排泥仓密闭门硐室的施工, 应符合下列规定:

1 硐室设置在节理、裂隙不发育的坚硬稳定的岩层中;

2 防水闸门硐室应设置在直线巷道内;

3 巷道掘至硐室设计位置时, 应及时通知建设、设计及监理单位进行现场勘验, 对围岩条件作出鉴定;

4 巷道掘进超过防水闸门硐室的距离宜为 10m;

5 硐室刷基槽按先两帮, 后挑顶, 再起底的顺序进行, 炮孔眼底不宜布置在硐室轮廓线上, 并采用浅孔小药量爆破, 欠挖部分应

用风镐刷齐；

6 硐室全部掘完，方可砌碛；砌碛前，门框应找平校正、固定牢靠；

7 与防水闸门硐室相连 5m 内的巷道应与硐室连续浇筑，并按设计预埋注浆管；

8 按设计要求进行壁后注浆，注浆终压为设计压力的 1.5 倍；

9 防水闸门、排泥密闭门硐室建成后，按设计要求进行抗压试验。

6.3.4 水仓施工中形成的临时通道，在水仓竣工前封堵，不得漏水。

6.3.5 井筒转水站施工，应符合下列规定：

1 转水站的设置应符合下列规定：

1) 施工措施转水站宜利用设计已有的巷道、硐室；

2) 竖井转水站应靠近吊泵的悬吊位置；斜井转水站应设于排水管线侧；

3) 转水站的标高应根据水泵扬程和围岩情况确定。

2 转水站水仓应分隔成两部分，并进行防渗漏处理。

3 转水站泵房和变配电硐室的规格，应满足设备运行的要求。当两者相连通时，中间应设置隔墙。

4 转水站入口处的高度不宜小于 3m，宽度应根据实际需要确定。

5 竖井、斜井转水站自井壁向里支护的长度，不得小于 5m。竖井转水站位置应设固定盘。

6 转水站以上的井筒淋、涌水应采取措施导入转水仓。

7 当 2 个相邻施工井筒共用 1 个转水站时，其中 1 个井筒宜用钻孔与转水站水仓相通，钻孔朝转水站方向的倾角不得小于  $5^{\circ}$ ，其直径应大于该井筒排水管直径。

6.3.6 硐室设备基础施工应符合下列规定：

- 1 设备基础施工前,应根据到货设备核对设备基础图;
- 2 预留螺栓孔的位置应准确,模板盒不得残留在孔内;
- 3 预埋螺栓的外露螺纹应采取保护措施;
- 4 采用锚杆基础时,锚杆埋设后应进行抗拔力试验,锚杆抗拔力应符合设计要求。

#### 6.4 锚喷支护监测

- 6.4.1 采用锚喷作初期支护,应按设计规定的内容进行施工监测。
- 6.4.2 需多次支护的巷道、硐室,支护时,应将监测点留出,并做好保护。
- 6.4.3 施工监测应按现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定执行。

## 7 天井与溜井施工

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 天井、溜井宜布置在坚固、稳定的岩层中,避开破碎带、断层、褶皱、溶洞及节理裂隙发育地带。
- 7.1.2 天井、溜井施工,应采用导爆管、磁电雷管起爆器起爆,严禁使用普通电雷管起爆。
- 7.1.3 天井、溜井掘进爆破后,必须通风,工作面必须经安全检查合格后方可进行作业。
- 7.1.4 天井、溜井施工,当工作台距坠落接触面高度超过 2m 时,作业人员应系好安全带。
- 7.1.5 天井、溜井不应采用从上向下的坐炮贯通法施工。
- 7.1.6 天井、溜井施工时,井上、下应设联络信号。

### 7.2 垂直天井、溜井施工

- 7.2.1 垂直天井、溜井施工方法的选择,应根据天井、溜井设计高度、围岩稳固程度、工作条件及施工技术装备情况确定,并应符合下列规定:
- 1 优先采用反井钻机法施工;
  - 2 当高度小于 15m,且围岩为Ⅲ级及其以上时,可采用锚杆悬吊平台法施工;
  - 3 当高度为 15m~60m,且围岩为Ⅳ级及其以上时,可采用普通法施工;
  - 4 当井上、下均与巷道相通,高度为 15m~200m,围岩为Ⅳ级及其以上时,宜采用吊罐法施工;
  - 5 当高度为 30m~150m,且围岩为Ⅳ级及其以上时,可采用

爬罐法施工；

6 当高度为 15m~60m，且围岩为Ⅲ级及其以上时，可采用深孔分段爆破法施工；

7 当围岩为Ⅴ级时，应采用由上往下的竖井施工方法施工。

7.2.2 天井、溜井采用反井钻机法施工时，宜采用下行导孔、上行扩孔，并应符合下列规定：

1 导孔应一次钻到位；

2 根据岩层条件合理选用钻进参数，钻进时应注意观察转速、进尺和泥浆排渣情况，发现异常及时采取措施；

3 导孔每钻 10m，应设稳定器，且每 20m 测斜 1 次；

4 当导孔通过软硬互层时，应采用小钻压低转速钻进；

5 发生卡钻时，应立即反向推进，使刀刃脱离岩面；

6 钻孔和扩孔，均应先开水、后开钻；先停钻、后停水；钻进时应连续供水；

7 扩孔直径宜大于 800mm，井底岩渣或岩浆应及时清除；

8 扩孔后从上往下逐段刷砌；

9 刷大时，应控制炮孔间距，炮眼深度不宜大于 1.5m，并封盖孔口。

7.2.3 高度小于 15m 的天井、溜井，采用锚杆悬吊平台法施工时（图 7.2.3），应符合下列规定：

1 平台由凿岩平台和安全保护平台组成，两平台间距不得大于 2m；

2 工作平台吊框制作材料不应小于 10<sup>#</sup> 槽钢，保护平台吊框制作材料不应小于 L100×8 角钢，平台上应铺设 50mm 厚的木板，并安装稳固；

3 井壁上应悬挂梯子，并用锚杆固定牢靠，梯子距井壁不得小于 50mm；

4 锚杆应用直径 28mm~35mm 圆钢制作，长度宜为 0.8m~1.2m，露头为 100mm~150mm；

5 锚杆孔应下倾  $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ，分上、下两层钻设；平台与锚杆应连接牢固。

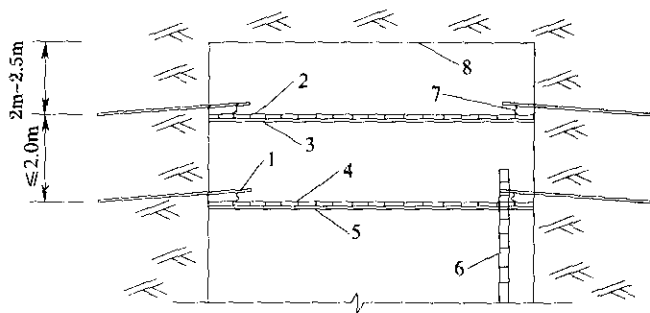


图 7.2.3 锚杆悬吊平台法施工天(溜)井

- 1—锚杆；2—工作平台板；  
3—工作平台吊框；4—保护平台板；  
5—保护平台吊框；6—梯子；  
7—吊绳(铁链或钢绳)；8—工作面

7.2.4 天井、溜井采用普通法施工时，应符合下列规定：

1 天井、溜井应分隔为碴石间、梯子间、提升间，梯子上端头超过平台面的高度不应小于 1.0m，梯子宽度不应小于 0.4m，梯蹬间距不应大于 0.3m；

2 凿岩平台、保护平台必须架设牢固，其间距不应大于 2.0m；

3 碴石间不得放空；

4 梯子间、提升间上部的安全棚应架设牢固，与工作面的距离不宜大于 5m，安全棚偏向碴石间的倾角应为  $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ；

5 每次排碴后，碴石面宜比最上一架梯子平台低 1.0m；凿岩平台与工作面间的距离宜为 2.0m $\sim$ 2.5m；

6 每掘进 5m 应校核 1 次中心线；

7 炮孔的深度不宜超过 2m，宜采用楔形掏槽，掏槽孔应对准碴石间；



8 采用木井框支护时,木井框与井帮之间,应用背板背严、背实。

7.2.5 天井、溜井采用吊罐法施工时,应符合下列规定:

1 提升机房、停罐水平和吊罐之间,必须装设信号装置;信号线不得设在吊罐钢丝绳孔内;吊罐升降时必须保证通信畅通。

2 吊罐顶部应设有厚度不小于6mm的金属保护盖板;

3 绳孔的偏斜率不得大于0.5%;当天井、溜井的段高超过60m时,应增加1个辅助孔;

4 升罐或降罐过程中,应注意处理卡帮和浮石;

5 当天井、溜井掘至距上水平7m时,每次爆破后应准确测量剩余岩柱的厚度,贯通厚度不应小于2m。当围岩条件较差时,贯通厚度不应小于3m;

6 吊罐净高不应小于2m,作业人员头顶与保护盖板的间距不应小于100mm;

7 绳孔直径应比绳头连接器大30mm以上,辅助孔直径不宜小于100mm;

8 掏槽孔应平行于绳孔,严格控制炮孔的深度,全部炮孔底应在同一个水平面上;

9 吊罐运行速度宜为6m/min~10m/min。

7.2.6 天井、溜井采用爬罐法施工时,应符合下列规定:

1 爬罐硐室位置应根据现场实际情况确定,其宽度不宜小于2.5m,高度应为2.5m~3.0m,硐室与天井、溜井连接处应开凿成弧形(图7.2.6);

2 宜采用锚杆悬吊平台工作法将天井、溜井上掘6m~8m后进行导轨和爬罐的安装;

3 导轨安装前,应检查导轨是否变形,若有变形应校正后方可安装;

4 宜采用0.8m~1.6m长的涨圈式锚杆,将导轨固定牢靠。导轨顶端距工作面的距离,不得小于0.9m;

5 掏槽孔应布置在导轨的对侧,靠近导轨的辅助孔应向导轨对侧倾斜;爆破后应检查导轨的牢固程度及方向的准确度,发现问题及时处理;当遇局部松软岩层时,宜用长轨并全部锚固,不宜用米导轨延伸;

6 每掘进 5m 应校核 1 次天井、溜井中心线和导轨方向;

7 爬罐升降过程中,应注意处理浮石或卡罐;

8 爆破前安装气水混合器,爆破后应立即打开阀门,用高压风水排除炮烟;

9 拆除导轨前应将天井、溜井上部的出口封严,天井、溜井顶部及井壁浮石应清理干净。

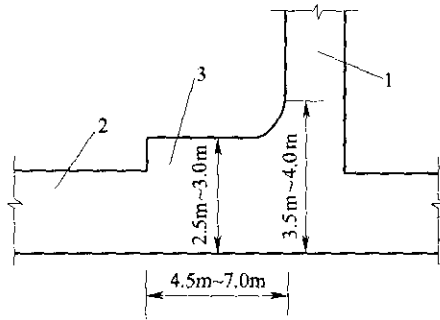


图 7.2.6 爬罐硐室规格

1- 天井、溜井; 2- 巷道; 3- 爬罐硐室

7.2.7 天井、溜井采用深孔分段爆破法施工时,应符合下列规定:

1 天井、溜井下口宜用浅孔爆破上掘 4m~6m 后,再进行深孔分段爆破;凿岩爆破参数应符合设计要求;

2 炮孔偏斜率不应大于 0.5%;每钻进 10m 应测斜 1 次,超偏的钻孔应堵塞后再重新钻孔,每钻完 1 个孔应测斜和绘制实测图;

3 应作出爆破设计,确定合理的掏槽型式、炮孔间距、炮孔数目、炮孔孔径、装药结构和起爆顺序等。采用中心空孔掏槽时,中

心空孔的直径宜为 90mm~200mm,分段爆破的高度宜为 3m~4m,应采用双雷管起爆;当分段爆破的高度大于 3m 时,尚应沿药包全长敷设导爆索;

4 各炮孔的装药高度应保持在同一个水平,炮泥的间隔位置也应在同一水平,未装药段应用炮泥或砂子堵塞。

**7.2.8 矿仓施工应符合下列规定:**

1 矿仓位于Ⅳ级及其以上围岩中,宜采用反井法施工;

2 矿仓刷大时,宜采用锚喷作临时支护,并有可靠的提升设施;

3 铺设钢轨、耐磨衬板时,应固定牢固,表面应平整。钢轨接头位置应错开。

### **7.3 分支溜井及溜井底部结构施工**

**7.3.1** 溜井掘进到分支溜井位置时,宜先施工分支溜井,在主溜井与分支溜井交接处,应搭设安全保护平台。

**7.3.2** 施工分支溜井时,应校核溜井中心线和分支溜井方向、标高,并设中线和腰线。

**7.3.3** 施工分支溜井时,作业人员应系好安全带,并在分支溜井井壁上安设扶手。

**7.3.4** 溜井底部结构施工前,应将其上部井壁浮石认真清理干净,并搭设安全保护平台。

**7.3.5** 溜井底部结构的预埋件应按设计要求施工。底部结构的支护应与下部硐室的永久支护连接为一体。

### **7.4 倾斜天井、溜井施工**

**7.4.1** 倾斜天井、溜井宜采用爬罐法施工。

**7.4.2** 倾斜天井、溜井每掘进 5m,应校核 1 次中线和腰线。

## 8 采切工程施工

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 采切工程施工前,应熟悉采区地质资料、采矿方法、采场巷道布置及其功能要求等。
- 8.1.2 采切工程施工方案应根据采区的采切设计进行编制,并确定合理的施工顺序及进度要求。对位于软岩、破碎带的采切工程,应制定相应的支护措施。
- 8.1.3 地质编录及采样工作应紧跟工作面,以指导探矿和优化采切工程设计。

### 8.2 采切巷道、切割上山施工

- 8.2.1 采准巷道施工宜在矿井总负压通风系统形成后进行,并采取加强通风和防尘的措施。
- 8.2.2 切割巷道施工,应在采场上、下水平的回风、运输和充填等采准巷道施工完毕后进行。
- 8.2.3 切割上山施工应符合下列规定:
- 1 切割上山应结合探矿和采矿方法要求进行施工。当矿体底板界线较明显、规整时,应按中线和腰线及矿体底板与上山底板的相对高差进行施工;当矿体底板不规整或受地质条件限制,应按探矿上山进行施工;当发现矿体尖灭及地质构造变化较大时,应停止施工,并及时与建设、设计、监理单位联系,确定是否采取补充探矿措施;
  - 2 当电耙道距切割上山有一定的控制高度时,应先施工切割上山,后施工电耙道;
  - 3 每次放炮后应及时清碴,严禁翻碴凿岩。

### 8.3 漏斗川、漏斗施工

#### 8.3.1 漏斗川施工应符合下列规定：

- 1 漏斗川定位宜待电耙道施工完毕后,按设计要求并结合探矿成果标定;
- 2 凿岩前,按设计断面在电耙道壁上标出漏斗川的轮廓线;
- 3 漏斗川应采用光面爆破,其壁、顶、底面应平整,炮孔应布在距边线 100mm~200mm 的设计轮廓线内;
- 4 设计要求对漏斗川围岩、桃形柱等进行加固时,应先加固后施工;
- 5 当漏斗川需要支护时,应先备齐材料,及时支护。

#### 8.3.2 漏斗施工应符合下列规定：

- 1 按电耙道中线、腰线确定漏斗颈位置,并控制好漏斗颈的高度;
- 2 漏斗井的高度应符合设计要求,当无要求时,其高度应施工至拉底巷道底板;
- 3 扩漏应在拉底巷道及采矿中深孔完成后进行;
- 4 扩漏前应在工作面上标出边孔的位置,并在漏斗井口铺设厚度不小于 50mm 的木板;
- 5 扩漏应采用浅孔小药量爆破;
- 6 漏斗喇叭口的宽度和坡度应符合设计要求。

### 8.4 采场天井、溜井施工

8.4.1 采场的短天井、溜井,宜采用锚杆悬吊工作平台法或深孔分段爆破法施工。采场的高天井、溜井施工应符合本规范第 7 章的有关规定。

#### 8.4.2 采场天井、溜井施工时,应符合下列规定：

- 1 相距 30m 以内同时施工的天井、溜井,应错开爆破时间并设警戒。任一工作面进行爆破前,应通知相邻工作面的作业人员

撤至安全区域后,方能起爆;

2 天井、溜井施工距上水平巷道小于 7m 时,应在贯通位置设明显标志,爆破时设警戒哨。贯通距离不应小于 2m,若围岩条件较差,则不应小于 3m。

**8.4.3** 兼有探矿性质的天井、溜井,施工高度应符合设计要求,并宜超出矿体顶、底板 1m。

## 9 永久支护工程施工

### 9.1 一般规定

9.1.1 永久支护采用锚喷支护时,除执行现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的有关规定外,尚应符合本规范的规定。

9.1.2 原材料进场前,应对所选原材料取样,进行分析试验,确定合格后,方能组织原材料进场。

9.1.3 混凝土中掺用外加剂的品种、掺量,使用前应根据对混凝土的性能要求、施工及气候条件、混凝土原材料、配合比等因素经试验确定,并应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定;当采用碱性外加剂时,不得使用含有活性二氧化硅的骨料。

9.1.4 混凝土用水泥,宜采用普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥,亦可采用矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥。拌制锚杆砂浆的水泥,宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥。有下列情况之一时,宜采用矿渣硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥:

- 1 大体积混凝土;
- 2 常处于水中或水位升降范围内的混凝土;
- 3 硫酸盐类侵蚀混凝土。

9.1.5 根据井巷特性要求及其适用性,支护用水泥可按表 9.1.5 采用。

表 9.1.5 支护用水泥

混凝土工程特性	适用工程	优先使用	可使用	不得使用
有快硬要求的混凝土	支护需较快承受井巷顶侧压时	硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥 火山灰水泥

续表 9.1.5

混凝土工程特性	适用工程	优先使用	可使用	不得使用
有抗渗性要求的混凝土	井下变电铜室、炸药库、卷扬机铜室等要求不渗水铜室	普通水泥 火山灰水泥	-	矿渣水泥
有耐磨性要求的混凝土	自行式设备路面、人行通道地坪	硅酸盐水泥 普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥
有抗腐蚀性要求的混凝土	井下水内含超量侵蚀性硫酸盐及碳酸盐	铝酸盐水泥	矿渣水泥 火山灰水泥	硅酸盐水泥 普通水泥

9.1.6 位于软岩、膨胀岩层或受动压影响的井巷工程,宜采用锚喷支护或分期支护。

9.1.7 钢筋混凝土保护层厚度应符合设计要求。

9.1.8 混凝土应按国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定,根据混凝土强度等级、耐久性和工作性能等要求进行配合比设计。现场拌制混凝土前,应测定砂、石含水率并根据测试结果调整材料用量,确定施工配合比。

9.1.9 混凝土最大水灰比、最小水泥用量、最大水泥用量应符合表 9.1.9 的规定。

表 9.1.9 混凝土最大水灰比、最小水泥用量、最大水泥用量

混凝土种类	所处环境及要求	最大水灰比		最小水泥用量 (kg/m <sup>3</sup> )		最大水泥用量 (kg/m <sup>3</sup> )
		素混凝土	钢筋混凝土	素混凝土	钢筋混凝土	
普通混凝土	干燥环境	不作规定	0.65	200	260	550
	潮湿环境	0.70	0.60	225	280	
抗渗混凝土	抗渗等级 P6	C20~C30	0.60	320		
		>C30	0.55			
	抗渗等级 P8~P12	C20~C30	0.55			
		>C30	0.50			
	抗渗等级 >P12	C20~C30	0.50			
		>C30	0.45			



续表 9.1.9

混凝土种类	所处环境及要求	最大水灰比		最小水泥用量 (kg/m <sup>3</sup> )		最大水泥用量 (kg/m <sup>3</sup> )
		素混凝土	钢筋混凝土	素混凝土	钢筋混凝土	
高强混凝土		0.43		320		550
泵送混凝土	--	0.60		300		

注:1 最小水泥用量包括矿物掺合料用量;

2 最大水泥用量不含矿物掺合料用量,高强混凝土掺矿物掺合料时为 600 kg/m<sup>3</sup>;

3 配制 C15 及其以下等级的混凝土时,可不受本表限制;

4 当采用人工捣固时,最小水泥用量应增加 25kg/m<sup>3</sup>。

**9.1.10** 采用砌碇、喷射混凝土作永久支护时,应进行混凝土、喷射混凝土抗压强度试验。采用砂浆锚杆、砌体支护时,应进行砂浆强度、砌体抗压强度试验,并应符合下列规定:

1 混凝土、喷射混凝土强度检验方法应按本规范附录 B 的规定执行;

2 喷射混凝土抗压强度标准试件制作方法应按本规范附录 C 的规定执行;

3 当试块资料不全或判定质量有异议时,宜采用超声检测法复测,若强度低于设计强度等级时,应查明原因,并采取相应措施。

## 9.2 混凝土搅拌、运输

**9.2.1** 混凝土原材料应按施工配合比每盘称重计量。

**9.2.2** 混凝土搅拌的最短时间应符合表 9.2.2 的规定。

表 9.2.2 混凝土搅拌的最短时间(s)

混凝土坍落度 (mm)	搅拌机型	搅拌机出料量(L)		
		<250	250~500	>500
≤10	强制式	60	90	120
	自落式	90	120	150

续表 9.2.2

混凝土坍落度 (mm)	搅拌机型	搅拌机出料量(L)		
		<250	250~500	>500
>40且<100	强制式	60	60	90
	自落式	90	90	120
>100	强制式	60	60	60
	自落式	90	90	90

- 注:1 混凝土搅拌的最短时间系指全部材料装入搅拌筒中起,到开始卸料止的时间;
- 2 当掺有外加剂与矿物掺合料时,搅拌时间应适当延长;
- 3 当采用其他形式的搅拌设备时,搅拌的最短时间应按设备说明书的规定或经试验确定;
- 4 冬期混凝土搅拌最短时间应延长0.5倍。

**9.2.3** 冬期浇筑的井口、硐口混凝土宜使用无氯盐类防冻剂。具有抗冻要求的混凝土,宜采用减水剂或引气剂,其所用原材料及配合比应符合国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55的有关规定。

**9.2.4** 冬期搅拌混凝土时,应优先采用加热水的方法,并应符合下列规定:

- 1 水泥不得直接加热,并宜在使用前存入暖棚内;
- 2 水及骨料加热的最高温度应符合表 9.2.4 的规定。

表 9.2.4 冬期拌合水及骨料加热最高温度(℃)

混凝土用水泥	拌合水	骨料	备 注
42.5 普通水泥、 矿渣水泥	100	不加热	水泥不能与 80℃ 以上的水直接接触,投料顺序为先投入骨料和水,再投入水泥
	80	60	
52.5 普通水泥	100	不加热	
	60	40	

**9.2.5** 冬期混凝土拌合料的出机温度不宜低于 10℃,入模温度不得低于 5℃。

**9.2.6** 混凝土应采用机械搅拌。当现场混凝土量较小,且不具备机械搅拌条件时,可采用人工搅拌。人工搅拌时应采用“三·三搅拌法”将混凝土搅拌均匀。

**9.2.7** 采用输料管输送竖井混凝土时,应符合下列规定:

- 1 混凝土坍落度宜为 100mm~150mm,混凝土中宜加减水剂;
- 2 粗骨料粒径不得大于 40mm;
- 3 输料管径宜为 150mm,管路悬吊应垂直,其末端应设缓冲器;
- 4 输送混凝土前,应先送少量砂浆,再送混凝土拌合料,混凝土输送间隔时间不宜超过 15min,结束时应冲洗管路;
- 5 输送混凝土时,井上、下通信系统应畅通。

**9.2.8** 混凝土运输应符合下列规定:

- 1 当用汽车、矿车运输混凝土时,车厢内壁应光洁,不漏浆,粘附的残渣应清除干净;
- 2 当运输距离较远,多段倒运且时间较长时,应将搅拌机设置于浇筑地点附近,进行现场搅拌;当不具现场搅拌条件时,应采取下列措施:
  - 1)在混凝土拌合料中掺缓凝剂;
  - 2)在搅拌站拌制混凝土干料,运至浇筑地点,再加水进行人工搅拌;
  - 3)运输混凝土干料的汽车、矿车厢内壁应干燥无水分,并用防水布覆盖。

**9.2.9** 混凝土拌合料运至浇筑地点,应符合规定的坍落度。当有离析现象时,应进行二次搅拌后方可入模。

**9.2.10** 采用输送泵泵送混凝土时,应符合下列规定:

- 1 混凝土的供给,应保证输送泵能连续工作;
- 2 输送管线宜直,转弯宜缓,接头应严密;
- 3 泵送前应先用适量与混凝土内除粗骨料外的其他成分相

同配合比的水泥砂浆或水泥浆润滑输送管内壁；

4 在泵送过程中，受料斗内应有足够的混凝土，以防止混入空气，产生阻塞；

5 预计泵送间歇时间超过 45min 或当混凝土出现离析现象时，应立即用压风或压力水冲洗管内残留的混凝土。

9.2.11 搅拌站与浇筑地点之间，应保持通信畅通，合理确定混凝土拌合量。

### 9.3 钢筋制作、安装

9.3.1 钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求。

9.3.2 混凝土中的钢筋连接，宜采用绑扎搭接；当受拉钢筋直径大于 25mm、受压钢筋直径大于 28mm 的钢筋，应采用焊接或机械连接。采用焊接或机械连接时，相邻钢筋的接头位置应错开 35 倍的钢筋直径，且不小于 500mm。

9.3.3 钢筋绑扎应符合下列规定：

- 1 宜用 20<sup>#</sup>、22<sup>#</sup> 铁丝或镀锌铁丝绑扎；
- 2 钢筋搭接处应在接头中间和两端绑扎；
- 3 单向受力钢筋的交叉点可相互交错绑扎，但应保证受力钢筋不位移；双向受力钢筋应全部绑扎；
- 4 双层钢筋之间应设支撑筋，钢筋间距应符合设计要求；
- 5 钢筋绑扎接头最小搭接长度应符合设计要求，当设计无具体要求时，可按表 9.3.3 采用；
- 6 相邻钢筋的绑扎接头应错开 1.3 倍的钢筋搭接长度。

表 9.3.3 钢筋绑扎接头最小搭接长度

钢筋等级	钢筋受力形式	混凝土强度等级			
		C15	C20~C25	C30~C35	≥C40
HPB300	受拉钢筋	45d	35d	30d	25d
	受压钢筋	31.5d	24.5d	21d	17.5d

续表 9.3.3

钢筋等级	钢筋受力形式	混凝土强度等级			
		C15	C20~C25	C30~C35	≥C40
HRB335	受拉钢筋	55d	45d	35d	30d
	受压钢筋	38.5d	31.5d	24.5d	21d
HRB400	受拉钢筋		55d	40d	35d
RRB400	受压钢筋	..	38.5d	28d	24.5d

注:1  $d$  为钢筋公称直径;

2 任何情况下,受拉钢筋的绑扎搭接长度不应小于 300mm,受压钢筋的绑扎搭接长度不应小于 200mm;

3 两根不同直径钢筋的搭接长度,以较细钢筋的直径计算。

## 9.4 立 模

**9.4.1** 立柱、碇胎、模板应具有足够的承载能力、刚度和稳定性,并装拆方便,便于绑扎钢筋、浇筑和养护。

**9.4.2** 立模前,临时支架应先拆除。地压较大地段的临时支护采用套箱支架时,允许把套箱支架浇筑在混凝土内,但应保证混凝土的厚度符合设计要求,否则应采取加固措施。

**9.4.3** 立模前,应完成下列工作:

- 1 检查掘进断面,若有欠挖应及时处理;
- 2 检查中、腰线或标高线,若有偏差应及时纠正;
- 3 竖井自掘进工作面开始浇筑混凝土,应将工作面留下的碎石整平,留出水窝,并沿周边修整成斜口,铺上 50mm 厚的砂;
- 4 竖井从高空开始浇筑混凝土,应用井帮托钩架设托盘;
- 5 立柱的横撑、碇胎下弦不得用作工作台;
- 6 立柱、碇胎安装应固定牢靠,并预留比设计大 20mm~30mm 的压缩值。

**9.4.4** 模板组装,应符合下列规定:

- 1 模板面到中线或腰线的距离应比设计尺寸大 20mm~

30mm;

- 2 墙板上、下端面应平整并符合设计坡度;
- 3 模板表面应光滑、平整,板缝应严密,不漏浆;
- 4 模板应涂隔离剂;
- 5 对重复使用的模板应进行检修和整形;
- 6 模板应固定牢固。

9.4.5 平、斜巷道曲线段立模时,应按曲线大样图控制好折线处中线左、右边尺寸。宜先按里外弧长相等立2m~4m模,再用1组里外弧长不等的模将曲线内外弧长偏差1次纠正,如此循环进行。

## 9.5 支 护

9.5.1 砂浆锚杆宜采用先注后锚式,砂浆强度等级应符合设计要求,当设计无具体要求时,应不低于M20。

9.5.2 浇筑混凝土前,应对基槽进行检查,基槽内不得有浮渣、积水或流水。

9.5.3 混凝土浇筑方式的选择,应符合下列规定:

- 1 竖井井筒及与井筒相连的马头门、箕斗装载硐室、转水站,宜采用溜灰管浇筑,或采用底卸式吊桶配混凝土分配器浇筑;
- 2 斜井、斜坡道、巷道及其他硐室,宜采用输送泵浇筑;
- 3 与上部通道相通的天井、溜井,宜采用溜灰管浇筑;
- 4 竖井反井段以及上部无通道的天井、溜井,宜采用输送泵浇筑。

9.5.4 输送泵宜靠近浇筑地点布设,输料管不得架设在模板支架及碇胎上。泵送混凝土,应符合国家现行标准《混凝土泵送施工技术规程》(JGJ/T 10)的有关规定。

9.5.5 当不具备输送泵浇筑条件而采用人工浇筑时,混凝土中宜掺缓凝剂。

9.5.6 混凝土自高处倾落的自由高度,不应超过2m,否则应采取相应措施。浇筑混凝土时,应分层对称进行,并采用机械振捣。分

层厚度应符合下列规定：

- 1 插入式振捣时，不得大于 400mm；
- 2 平板振捣时，不得大于 200mm；
- 3 采用滑动模板时，应根据混凝土脱模强度，结合滑升时限、次数的要求进行确定，不宜大于 200mm，滑升间隔时间不宜超过 0.5h。

**9.5.7 机械振捣混凝土应符合下列规定：**

- 1 每一振点的振捣延续时间，应使混凝土表面呈现浮浆和不再沉落；
- 2 当采用插入振捣器时，移动间距不宜大于振捣器作用半径的 1.5 倍；振捣器与模板的距离，不应大于其作用半径的 0.5 倍，并应避免碰撞钢筋、模板、预埋件等；振捣器插入下层混凝土内的深度应不小于 50mm，但不得插入已凝固的下层混凝土内；
- 3 当采用平板振捣器时，其移动间距应保证振捣器的平板能覆盖已振实部分的边缘；
- 4 当采用附着式振动器时，其设置间距应通过试验确定，应与模板紧密连接。

**9.5.8 每次浇筑混凝土应连续进行，间隔时间不得超过混凝土的终凝时间。需要留置混凝土施工缝的，其位置设置应符合下列规定：**

- 1 横向施工缝应与井筒、巷道中心线垂直；
- 2 纵向施工缝只能留在巷道墙部且不得位于墙拱交接处；竖井、垂直的天井及溜井不得留置纵向施工缝；
- 3 当有防水要求时，施工缝处应设止水带；
- 4 承受动力作用的设备基础，不应留置施工缝；当必须留置时，应征得设计单位同意。

**9.5.9 在施工缝处继续浇筑混凝土时，应符合下列规定：**

- 1 已浇筑的混凝土，其抗压强度不应低于 1.2MPa；
- 2 已硬化的混凝土表面应凿毛，用水冲洗干净并充分湿润，

但不得有积水；

**3** 在浇筑混凝土前，宜先在施工缝处铺一层水泥浆或10mm~15mm厚与混凝土内除粗骨料外的其他成分相同配合比的水泥砂浆；

**4** 混凝土应仔细捣实，使新旧混凝土紧密结合。

**9.5.10** 混凝土浇筑过程中，应经常观察模板、支架（含立柱、横梁、卧撑、碇胎等）、钢筋、预埋件和预留孔洞的情况，当发现有变形、移位时，应及时采取措施处理。

**9.5.11** 竖井井壁接茬宜采用斜口接茬法，在含水裂隙部位浇筑混凝土时，应采取导水措施。接茬应密实，表面平整。条件许可时，宜采用喷射混凝土接茬。

**9.5.12** 竖井、天井及溜井的壁后充填，应用同强度等级混凝土充填密实，必要时打锚杆加固。

**9.5.13** 斜井、斜坡道、巷道、硐室的壁后充填，应符合下列规定：

**1** 墙部空帮宜用毛石或毛石混凝土充填密实；

**2** 拱部空顶的充填应符合下列规定：

**1)** 当不超过0.5m时，宜采用毛石充填密实；

**2)** 当大于0.5m且不超过2m时，应采用同强度等级毛石混凝土浇筑0.5m，其余空间用毛石、木垛或其他材料充填接顶；

**3)** 当大于2m时，应采用同强度等级毛石混凝土浇筑0.8m，其余空间用毛石、木垛或其他材料充填，充填高度应符合经批准的专项方案中确定的高度。

**9.5.14** 后期支护时间，应按设计要求及前期支护体变形的施工监测数据确定。

**9.5.15** 架设永久支架时，应符合下列规定：

**1** 支架应按中、腰线架设并符合设计要求；

**2** 支架两帮及顶部应用背板背紧牢固，不得使用风化岩石或矿石作充填物；



3 支架立柱应落在巷道底板以下 50mm~150mm 的实底上;有水沟的巷道,立柱底部应低于水沟底板 50mm~150mm;

4 支架间应设拉杆或撑杆固定;

5 斜井、斜巷架设永久支架时,还应符合下列规定:

1) 支架应有  $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$  迎山角,支架间应有上、下撑和拉杆;

2) 支架不得后仰;

3) 倾角大于  $20^{\circ}$  时,应增设底撑;

4) 倾角大于  $30^{\circ}$  时,支架应增设底撑、底梁,并在每段下部设置基框或承木。

6 支架间距应符合设计要求。当围岩压力较大时,应调整支架间距。

**9.5.16** 有底鼓的巷道,应采取混凝土底拱、底部锚杆或设置底梁等措施,并应符合下列规定:

1 混凝土墙或支架立柱,应落在底拱或底梁上;

2 浇筑底拱或底部打锚杆前,应将碴石清理干净至实底,坑内积水应排除;

3 当施工条件不允许浇筑底拱时,可先浇筑墙、拱。浇筑墙时,应在墙基部留出不小于 100mm 的倒台阶和接茬钢筋;

4 混凝土底拱浇筑后应经养护达到规定强度,方可通行车辆。

**9.5.17** 永久支架宜采用金属支架、钢筋混凝土预制支架,背板宜用钢筋混凝土预制板。

**9.5.18** 永久支架宜用混凝土或片石混凝土护腿,护腿高度从轨面上起 1m 为宜。

## 9.6 养护、拆模

**9.6.1** 混凝土浇筑后 12h 内,应开始浇水养护,养护时间不小于 7d。当空气湿度达 90% 以上时,可自然养护。

**9.6.2** 对大体积混凝土的养护,除浇水养护外,应采取控温措施。

并测定混凝土内部和表面的温度,其温差不应超过 25℃。

**9.6.3** 当环境平均气温低于 5℃时,不得浇水养护,并应采取保温措施。

**9.6.4** 冬期浇筑的混凝土养护应符合下列规定:

1 混凝土浇筑后应采取冬期施工措施,并应及时采取气温突然下降的防冻措施;

2 混凝土在受冻前,混凝土的抗压强度不得低于下列规定:

1) 普通水泥配制的混凝土,为设计强度等级的 30%;

2) 矿渣水泥配制的混凝土,为设计强度等级的 40%。

**9.6.5** 斜井、斜坡道、巷道和硐室的混凝土强度达到设计值的 70%时,方可拆模。

**9.6.6** 竖井、天井、溜井拆模时,混凝土强度应达到下列要求:

1 采用滑升模板时,应为 0.05MPa~0.25MPa;

2 采取短段掘砌时,应为 0.7MPa~1.0MPa;

3 采用其他模板时,不得小于 1.0MPa。

**9.6.7** 竖井、天井及溜井拆模时,应由上往下拆除。拆除的模板、碇胎、支架等应捆绑牢固,及时提升到井口或运到平巷处,不得集中堆放于吊盘上。斜井、斜坡道、巷道及硐室拆模时,应先拆除碇胎、拱模板,再拆除墙部立柱、模板。

**9.6.8** 拆除的支架、碇胎、模板、立柱、撑木等应清理修整,分类堆放整齐,并不得妨碍其他作业。

## 9.7 试件制作

**9.7.1** 砌碇混凝土试件的制作,应符合下列规定:

1 试件规格为边长 150mm 的正方体金属模,在浇筑混凝土时,现场随机从同一盘或同一车中取样,每组 3 块;

2 试件用人工插捣时,混凝土拌合物应分两次入模,用棒长 600mm、直径 16mm、端部打磨成圆弧形的金属棒,按螺旋方向从周边向中心均匀插捣,每层 25 次,用力应均匀;

- 3 插捣完后刮除多余的混凝土,并用抹刀抹平。
- 9.7.2 砌碇混凝土试件在浇筑现场制作,养护 24h 脱模,移至温度为  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  和相对湿度 90% 的潮湿环境或水中的标准条件下养护。
- 9.7.3 试件养护 28d 进行试压,检测其抗压强度并出具试验报告。
- 9.7.4 为指导施工,可分别试压 3d、7d 的混凝土强度。
- 9.7.5 每次砌碇时混凝土的试件组数不得少于 1 组,并应符合下列规定:
  - 1 竖井、天井、溜井每浇筑  $20\text{m} \sim 30\text{m}$  或  $20\text{m}$  以下独立工程,斜井、斜坡道、巷道每浇筑  $20\text{m} \sim 30\text{m}$  或  $30\text{m}$  以下独立工程,不得少于 1 组;
  - 2 硐室浇筑  $30\text{m}^3$  以下不少于 1 组,  $30\text{m}^3 \sim 90\text{m}^3$  不少于 2 组,  $90\text{m}^3$  以上每增加  $50\text{m}^3$  至少增加 1 组;
  - 3 设备基础、地坪、道床、水沟每浇筑  $100\text{m}^3$  或不足  $100\text{m}^3$  不少于 2 组;
  - 4 每个井颈、壁座不少于 2 组;
  - 5 每个马头门、交岔点不少于 2 组;
  - 6 材料或配合比变更时,另取 1 组;
  - 7 试件代表的支护工程量应与实际相符,并连续不得间断;
  - 8 拆模、检验配合比的试件组数应按施工组织设计的规定执行。
- 9.7.6 混凝土强度的评定,应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定执行。

## 10 防水与治水工程施工

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 当掘进工作面遇有下列情况之一时,必须先探水后掘进:

- 1 接近溶洞、水量大的含水层;
- 2 接近可能与地表水体或地下水系、含水层等相通的断层、裂隙;
- 3 接近被淹井巷、老窿;
- 4 接近水文地质复杂地段;
- 5 接近隔离矿柱;
- 6 掘进工作面或其他地段发现有突水预兆。

**10.1.2** 在接近含水层或可疑地段,应根据工程地质、水文地质和施工技术装备条件,选择钻探、物探或化探进行探水。并采取查、探、堵、排的综合治理方法进行防水与治水。经技术经济方案比较,编制探放水工程设计、注浆工程设计。

**10.1.3** 地下水的防治方法,应根据地下水的充水性和富水性,以及对井巷工程施工的影响程度和矿井总体排水方案,采取下列方法:

- 1 对补给通道不大,容易构筑防水帷幕的强含水层,可采用帷幕注浆堵水;
- 2 对与地表水相通的地下水,可采用地面预注浆、改道引流堵水;
- 3 对直接向井巷充水的含水层,可采用疏放降压排水或注浆堵水;
- 4 井巷工程穿过有突水危险的地区,可采用设置防水闸门,

钻探探水或预留防水隔离岩防水；

5 在水文地质条件不清的地区施工井巷工程时，可采取短段探、注、掘方式防治水；

6 对直通井巷的出水裂隙，可采用后注浆堵水；

7 对导水断层、裂隙等潜在突水点，应在揭露前采用钻探查清含水层位置，并用预注浆堵水；

8 井巷掘进中遇到涌水冒砂时，应采取水砂分离的防治方法，先堵住冒砂，再注浆固砂、止水；

9 对含水破碎带、含水砂层，可采用预注浆固结、堵水；

10 对已支护工程，可采用后注浆堵水；

11 对老窿、溶洞积水可采用钻孔疏放降压排水。

10.1.4 通过单层涌水量大于  $10\text{m}^3/\text{h}$  的含水层，或有  $0.5\text{m}^3/\text{h}$  以上的集中出水点，竖井井筒应采用注浆堵水，斜井、巷道的防治水方法可根据实际情况确定。

10.1.5 注浆钻孔应按设计施工。地面预注浆和工作面预注浆钻孔每隔  $20\text{m}\sim 30\text{m}$  应测斜一次，钻孔偏斜率应符合下列规定：

1 孔深小于  $200\text{m}$  时，不得大于  $0.5\%$ ；

2 孔深  $200\text{m}\sim 400\text{m}$  时，不得大于  $0.8\%$ ；

3 孔深大于  $400\text{m}$  时，不得大于  $1.0\%$ 。

10.1.6 注浆前的准备工作，应符合下列规定：

1 成孔后用清水冲洗钻孔，直至返清为止。当裂隙小，冲孔效果不好时，应采用抽水洗孔；

2 对注浆管路系统进行水压试验，压力应为注浆终压的  $1.2$  倍 $\sim 1.5$  倍，持续时间不少于  $15\text{min}$ ；

3 安设止浆装置及连接孔口管路；

4 对钻孔进行压水试验，检查止浆塞（或止浆垫、孔口管）的密封效果，测量钻孔吸水量；

5 备齐注浆材料，确定浆液品种、配合比及浓度。

10.1.7 工作面预注浆，应先安装孔口管，并用不小于  $1.2$  倍注浆

终压进行压力试验,孔口管应不松动、不顶出。

**10.1.8** 浆液起始浓度、注入量及单、双液的使用界线,应根据钻孔吸水量确定,并应符合下列规定:

1 浆液起始浓度及注入量应符合表 10.1.8 的规定;

**表 10.1.8 浆液起始浓度及注入量**

钻孔吸水量 (L/min·m)	水泥浆液		水泥-水玻璃浆液体积比
	水灰比	浆液注入量 (m <sup>3</sup> /m)	
1.5	4.00 : 1.00	1.0	1.0 : 1.0 ~ 1.0 : 0.4
3.0	2.00 : 1.00	1.0	
3.0	1.50 : 1.00	1.5	
7.0	1.25 : 1.00	1.5~2.0	
8.0	1.25 : 1.00	1.5~2.0	
9.0	1.00 : 1.00	1.5~2.0	
11.0	0.80 : 1.00	3.0	
13.0	0.80 : 1.00	4.0	
>15.0	0.60 : 1.00	5.0	

2 当钻孔吸水量等于或小于 7L/min·m 时,宜采用单液注浆;当钻孔吸水量大于 7L/min·m 时,宜采用双液注浆;

3 每次注浆时,浆液浓度为先稀后浓。

**10.1.9** 注浆应符合下列规定:

1 当连续单液注浆 30min(双液注浆 20min)压力不升,吸浆量不减时,应提高浆液浓度;

2 当发现压力骤然上升或浆液耗量突增,应停止注浆,查明原因,处理后再恢复注浆;

3 若压力上升快、减量也快时,应依次降低浓度;

4 每更换一次浆液浓度,注浆应持续 20min;

5 当单液吸入量接近预计总量的 40%~50%,其压力不升、

吸浆量不减时,可采用低压、间歇注浆方法达到注浆终压;

6 当注浆中断时间超过浆液凝胶时间时,应在浆液凝胶前把浆液从管路系统中排出,并用清水将管路系统冲洗干净;

7 结束注浆时,应用清水冲洗注浆设备及管路,清理现场;

8 认真做好各项记录和签证工作。

## 10.2 探、放水施工

10.2.1 钻探探水前,应做好下列准备工作:

1 收集必要的工程地质及水文地质资料;

2 检查探水钻孔附近巷道的稳定性;

3 核定排水能力,做好排水准备工作;

4 在有突然大量涌水的地区探水,应先做好防水闸门;

5 确定并熟悉避灾路线,沿途要保持良好的通风和照明条件;

6 制定探水安全技术措施和应急救援预案。

10.2.2 钻孔探水时,钻孔的位置、方向、数目、每次钻进深度、探孔超前距、探孔帮距等,应根据水压大小,岩层硬度、厚度和节理发育程度,在探放水工程设计中具体规定,并应符合下列规定:

1 探水钻孔数目不得少于4个,采用深孔与浅孔混合探水时,深孔数不宜少于2个;钻孔直径宜为42mm,最大不宜超过75mm;

2 中心钻孔的方向应与井巷中心线平行,其余钻孔应与井巷中心线成 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 夹角;

3 探水方式、探孔超前距、探孔帮距应符合探水设计规定。

10.2.3 在探、放水钻孔施工前,必须考虑邻近井巷的作业安全,并应预先布置避灾路线,必要时设置防水闸门。

10.2.4 根据水文地质资料,在静水压力大于1.6MPa的地区探水钻进前,必须先安装孔口管、三通、阀门、水压表等,采取防止孔口管和岩壁突然鼓出的措施,并用1.2倍静水压力进行压水试验,

合格后方可钻孔探水。当钻孔内水压过大时,尚应采用反压和防喷装置钻进。

**10.2.5** 探放水钻孔的钻进,应符合下列规定:

- 1 应根据探放水工程设计布孔;
- 2 应测定钻孔的方向、倾角,并标注在井巷平面图上;
- 3 钻进中应根据地质剖面图、钻孔位置、水质、气体化验结果进行综合分析,预计透水时间,并加强防护工作。

**10.2.6** 深孔探水,孔口管的施工应符合下列规定:

- 1 应先用大孔径( $\phi 150\text{mm} \sim \phi 180\text{mm}$ )钻进,达到安装孔口管要求的深度;
- 2 放入孔口管( $\phi 89\text{mm} \sim \phi 127\text{mm}$ ),用早强混凝土封堵孔口;
- 3 向钻孔内注浆锚固孔口管;
- 4 扫孔,继续钻进 3m~8m,安装阀门、三通、水压表;
- 5 用 1.2 倍静水压力压水试验,孔口管不松动,不顶出。

**10.2.7** 钻孔探放溶洞、老窿积水时,钻机、钻具应有防冲击措施,并采取检查和防护有害、易燃气体的措施。钻孔穿透积水区后,应根据实情确定放水孔数。放水过程中应测定水压并对放水情况和放水量做出记录。

**10.2.8** 距含水层较近的巷道掘进,应沿探孔中心线方向保持设计探孔超前距和探孔帮距,采用浅孔爆破,多打眼,少装药,永久支护应跟上工作面。

### 10.3 注浆材料

**10.3.1** 注浆材料选择,应根据工程地质及水文地质条件、注浆目的、工艺、设备和经济因素确定,并应符合下列规定:

- 1 性能稳定,可注性好;
- 2 材料来源丰富,价格低廉;
- 3 浆液凝胶时间可调节,并能准确控制;



- 4 固化时无收缩,结石率高;
  - 5 固化后与岩石、混凝土、砂子等有一定的粘结力,结石体有一定抗压、抗拉强度和抗渗性好、耐老化;
  - 6 无毒无嗅,对人体无害,对环境污染少;
  - 7 浆液配制方便,工艺简单。
- 10.3.2 常用注浆材料的渗透能力、渗透系数、浆液的组成、性能等应符合本规范附录 D 的规定。**

## **10.4 地面预注浆施工**

**10.4.1** 有下列情况之一,宜采用地面预注浆:

- 1 竖井井筒含水层、含水砂层距地表小于 700m,其层数多,层间距又不大时;
- 2 斜井井筒、巷道含水层或含水砂层、破碎带距地表小于 50m 时。

**10.4.2** 以堵水为主的基岩含水层,宜优先采用综合注浆法,注浆材料采用 CL-C 型粘土水泥浆。当遇有溶洞、断层或破碎带时,可先灌注中粗砂、砾石等惰性材料,再进行注浆。

**10.4.3** 注浆孔的数目,应根据试验确定的扩散半径计算确定。竖井注浆孔可布置在井筒内或距井筒外径 1.5m 的圆周上。斜井、巷道注浆孔应沿井筒、巷道中心或距斜井、巷道壁面 1.5m 处布置。

**10.4.4** 注浆孔的深度,应超过所注含水层底板以下 10m。

**10.4.5** 注浆段高应根据注浆深度、岩层裂隙及含水条件划分,并应符合下列规定:

- 1 裂隙性相同的岩层宜划分在同一段高内,不同裂隙岩层不宜划在同一段高;
- 2 段高应与注浆泵量相适应;
- 3 涌水量大,裂隙较宽时,段高宜小,反之宜大;
- 4 最先施工的孔,段高宜小,后施工的孔,段高宜逐渐增大;

5 注浆段高应符合表 10.4.5 的规定。

表 10.4.5 注浆段高

裂隙等级	裂隙宽度 (mm)	水泥类注浆		综合法 CL-C 类 注浆段高(m)
		初注浆高(m)	复注浆高(m)	
微细裂隙	<0.3	40~60	80~120	>100
细裂隙	0.3~3.0	30~40	50~100	60~100
中裂隙	3.0~6.0	20~30	40~50	40~60
大裂隙	6.0~13.0	10~20	30	20~50
破碎地层	>13.0	4~10	20	10~30

10.4.6 采用止浆塞分段注浆,应符合下列规定:

1 宜用分段下行式,每个孔由上向下分段注浆,终孔后由下而上分段复注;

2 当岩层稳定且垂直节理不发育,并在含水层中间有隔水层时,宜用分段上行式,注浆孔一次钻至全深,每孔由下往上分段注浆;

3 当井筒较深、地质构造复杂,过断层、破碎带时,宜采用混合式注浆。

10.4.7 注浆孔施工顺序,应按间隔孔分组,按组数顺序施工。

10.4.8 在粒径大于 0.5mm 的粗砂层中注浆,宜采用水泥类浆液;在粒径 0.05mm~0.50mm 的中、细砂层中注浆,宜采用化学类浆液。

10.4.9 地面预注浆,检查孔布置及注浆结束标准,应符合下列规定:

1 采用注浆孔兼检查孔,不另打检查孔;检查孔的检查段序及段高应与注浆孔注浆段序、段高一致;

2 第 1 组第 1 孔为注浆前检查孔,第 2 组最后孔为注浆终检孔;

3 采用单液水泥注浆,当注入量为 50L/min~60L/min 及注浆压力达到终压时,继续以同样压力注入较稀浆液 20min~30min 后,可结束该孔段注浆;

4 采用水泥-水玻璃双液注浆,当注入量为 100L/min~120L/min 及注浆压力达到终压时,稳定 10min,可结束该孔段注浆;

5 根据注浆终检孔水压水试验计算的井筒掘进时最大涌水量,应符合设计要求。

## 10.5 竖井工作面预注浆施工

10.5.1 竖井井筒穿过的含水层厚度不大,埋藏较深,或含水层间距较大,中间有良好隔水层时,宜采用工作面预注浆。

10.5.2 井筒掘进至含水层 10m 时,应对被注含水层钻超前检查孔,核实含水层实际厚度、水量和水压。

10.5.3 工作面预注浆应符合下列规定:

- 1 应在距被注含水层一定距离,预留止浆岩帽;
- 2 工作面岩层破碎,不具备预留条件时,应采用强度等级不低于 C25 的混凝土砌筑人工止浆垫,止浆垫宜与井壁一同浇筑;
- 3 工作面有涌水时,应铺设 0.5m~1.0m 厚的碎石滤水层,并安设集水盒、排水管及注浆管;
- 4 止浆垫达到设计强度后,应经注浆管注浆封闭涌水;
- 5 止浆岩帽、止浆垫的厚度应根据注浆压力经计算确定。

10.5.4 井筒遇到断层、导水裂隙或突水,采取强排水无效时,应待涌水上升到静水位后,在水下浇筑止浆垫,切断水源。经排水后,采取工作面预注浆法施工。水下浇筑混凝土应连续进行,厚度均匀并符合设计要求。

10.5.5 注浆孔宜按同心圆锥台形布置,孔口距井筒内壁宜为 0.3m~0.5m。

10.5.6 含水砂层工作面预注浆段高宜为 3m~5m,其注浆方式可按下列选用:

- 1 粒度和渗透系数大致相同时,宜用下行式注浆;
- 2 渗透系数随深度明显增大时,宜用上行式注浆;
- 3 当含水砂层厚度大或上下层渗透系数相差较大时,宜用分层注浆;分层厚度一般为 0.4m~1.0m;先注渗透系数大的分层,后注渗透系数小的分层;

4 在层界面和封底处应加强注浆,上、下层注浆重叠厚度不小于0.1m。

10.5.7 工作面预注浆,基岩裂隙含水层注浆段高划分,应符合本规范第10.4.5条的规定。

10.5.8 工作面预注浆,注浆方式宜采用分段下行式。

10.5.9 工作面预注浆,注浆效果应符合下列规定:

1 用最后一个钻孔做放水试验,计算井筒开挖时最大涌水量应符合设计规定;

2 用最后一个钻孔做压水试验,吸水量不得超过 $0.5 \text{ L/min} \cdot \text{m} \sim 1.0 \text{ L/min} \cdot \text{m}$ ;

3 采用岩芯裂隙浆液充填统计法对比分析;

4 超过规定或浆液充填较差时,应补孔注浆。

## 10.6 斜井、斜坡道与巷道工作面预注浆施工

10.6.1 斜井、斜坡道及巷道工作面穿过强含水层或水压较大的含水破碎带、裂隙岩层时,宜采用工作面预注浆。

10.6.2 注浆前,应在工作面设置止浆墙。当基岩稳固时,应预留止浆岩柱。止浆墙或止浆岩柱的厚度,应经计算确定。止浆墙应嵌入围岩内,在使用前,应钻孔进行压水试验,达到注浆终压稳定10min不漏水,否则应注浆加固。

10.6.3 注浆分段长度及注浆方式,应根据地质条件和注浆孔漏水量确定,并应符合表10.6.3的规定。

表 10.6.3 注浆分段长度及注浆方式

岩层条件		注浆孔涌水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	分段长度(m)	注浆方式
裂隙岩层	发育	$>10$	5~10	分段前进式
	较发育	5~10	10~15	分段前进式
	不够发育	2~5	15~20	分段后退式
破碎岩层		-	$<5$	分段前进式

**10.6.4** 工作面预注浆施工顺序应符合下列规定：

1 当地下水流速、流向对注浆效果影响大时，应先注水流上方；

2 当地下水流速、流向对注浆效果影响不大时，应按先顶板、再两侧，后底板的顺序施工。

**10.6.5** 斜井、斜坡道及巷道工作面预注浆，注浆结束标准应符合下列规定：

1 在裂隙岩层中，注浆终压时单液浆注入量为 40L/min~60L/min，双液浆注入量为 60L/min~120L/min；并维持注浆终压 10min~15min，可结束该孔段注浆；

2 在破碎岩层中注浆终压时，注浆浆液水灰比为 0.8 : 1.0，注入量不大于 60L/min，且维持注浆终压 5min~10min 可结束该孔段注浆。最后一次扫孔，压水后的注浆孔漏水量不大于 20L/min，也可结束注浆。

## 10.7 后注浆施工

**10.7.1** 遇有永久支护体出现渗漏水、漏水带砂、壁后空洞或为提高支护与围岩整体稳定性，或裸体井巷直接堵漏，宜采用后注浆法进行堵水或加固。

**10.7.2** 后注浆应根据工程地质、支护结构、隐蔽工程记录、漏水特征及水量大小、注浆目的等因素制定注浆施工方案。

**10.7.3** 遇有下列情况之一，宜采用壁内注浆：

- 1 施工缝渗漏水；
- 2 支护体开裂；
- 3 双层井壁漏水；
- 4 其他影响支护体强度的渗漏水。

**10.7.4** 遇有下列情况之一，宜采用壁后注浆：

- 1 壁后空洞引起支护体开裂；
- 2 壁后围岩破碎引起的支护体变形、开裂；

- 3 壁面漏水较大部位及漏水带砂；
  - 4 建成后或正在施工的竖井井筒涌水量大于  $6\text{m}^3/\text{h}$ ，或井壁有  $0.5\text{m}^3/\text{h}$  以上的集中出水点；
  - 5 有压排水通道、排泥仓、防水闸门硐室等。
- 10.7.5 井巷直接揭露的含水层集中出水点或大面积漏水地段，以及需要加固的基岩裂隙地层，宜采用裸体井巷注浆。
- 10.7.6 后注浆，注浆区划分应符合下列规定：
- 1 宜一次注浆达到效果，减少重复注浆次数；
  - 2 应为注浆工作创造良好作业条件；
  - 3 应有效控制漏水与注浆范围；
  - 4 充分利用浆液材料特点、简化施工工艺；
  - 5 在保证支护体稳定的条件下，提高堵水、加固效果。
- 10.7.7 后注浆施工方式，应根据井筒、巷道渗漏水特征及注浆目的按表 10.7.7 的规定确定。

表 10.7.7 后注浆施工方式

渗漏水特征	注浆目的	施工方式
一般集中漏水点	堵水	“顶水对点”布孔注浆
较大集中漏水点	堵水	先打斜导水孔，再对点布孔注浆，后注导水孔堵水
大面积渗漏水	堵水、加固	梅花布孔，多孔导水，追踪水源注浆
矿体裂隙或施工缝漏水	加固、堵水	裂隙表面挖补加固，沿缝布孔注浆
壁后空洞沟通含水层	加固、堵水	分区布孔、多孔导水，先浅孔注浆加固，再深孔注浆堵水
支护体断裂、破碎	加固、堵水	下行分段、段内上行式或前进式均匀布孔注浆
围岩裂隙涌水	堵水	贯通裂隙布孔、深浅孔结合，先浅孔后深孔注浆

- 10.7.8 后注浆施工顺序，应符合下列规定：
- 1 有集中和分散漏水的井巷，应先注集中部分，后注分散部分；
  - 2 漏水区段与壁后含水层一致的井巷，应先注下部，再注上

部,最后注中间部分;

3 井筒壁后空间注浆及破壁注浆,应采用下行分段,段内上行式注浆;

4 巷道、硐室注浆,应采用前进式注浆,并先注顶部,再注两侧,后注底板。

10.7.9 井巷后注浆浆液类型和凝胶时间应根据注浆区特征和注浆目的按表 10.7.9 采用。

表 10.7.9 井巷后注浆浆液类型和凝胶时间选择

注浆目的	注浆区特征	浆液选择		浓度
		浆液类型	凝胶时间(s)	
充填加固	大裂隙、壁后空洞、碇体漏水;壁后为粘土层、充填壁后空间	单液水泥浆 C-S 浆	90~180	水灰比 0.8:1~0.6:1;起始浓度比正常低一级
堵水为主	多为小于 0.1mm 裂隙及封堵砂层水;双层井壁堵水	先用水泥浆,效果不好再用化学浆	化学浆 10~40	水灰比 2.0:1~1.0:1
	大于 0.1mm 裂隙、粗砂层及砾石层	水泥浆 C-S 浆	60 左右	水泥浆水灰比 1.0:1~0.8:1;水玻璃浓度 25Be'~30Be'
	松散卵砾石层	水泥浆掺速凝剂		
充填加固堵水	壁后空洞、小裂隙或碇体质量不好	先用 C-S 浆充填加固,后用化学浆注小裂隙堵水	60 左右	水泥浆水灰比 1.0:1~0.8:1;水玻璃浓度 25Be'~30Be'

10.7.10 后注浆,可采用凿岩机钻孔,钻头直径宜为 38mm、42mm、55mm。

10.7.11 注浆孔深度的确定应符合下列规定:

1 壁内注浆,孔深宜小于井壁厚度 50mm~100mm;双层井壁应穿过内壁进入外壁 50mm;

2 壁后注浆,钻孔应穿过井壁 500mm~1000mm,并保证注浆管花眼段位于壁后需要注浆部位;

3 基岩裂隙注浆,宜采用深浅孔组合,深孔应满足距出水口 1m~2m 且能揭穿涌水裂隙而导出涌水,浅孔一般宜为 0.5m~2.0m,先注浅孔,后注深孔。

**10.7.12** 注浆过程中如发生围岩或支护变形、串浆等异常情况,可采取下列措施:

- 1 降低注浆压力或采用间歇注浆,直至停止注浆;
- 2 改变注浆材料或缩短浆液凝胶时间;
- 3 调整注浆方案。

**10.7.13** 注浆管的埋设,应符合下列规定:

1 注浆时,注浆管不顶出,不跑浆;注浆管口端应带丝扣,尾端泄浆眼段长不宜小于 200mm,泄浆眼孔直径不宜小于 6mm,泄浆眼孔应梅花形布置;

2 挖槽补缝时,宜预埋注浆管,用锚固剂固管,补缝时连同注浆管一同固定;

3 采用后埋注浆管时,注浆管外径应与钻孔孔径相适应,并符合下列规定:

- 1)宜采用套管式注浆管;
- 2)当采用楔缝式注浆管时,楔缝长度宜为 80mm;
- 3)当采用麻丝、棉纱缠绕式注浆管时,注浆管固定段应刻槽,刻槽长度不宜小于 150mm;
- 4)打入注浆管时,丝扣应戴护帽;
- 5)除套管式注浆管外,注浆管固定后,钻孔口部应用水泥—水玻璃胶泥封严,并用楔子背牢。

**10.7.14** 后注浆的注浆压力应按下列公式计算:

$$P_a = P_0 + (0.1 \sim 0.3) \quad (10.7.14-1)$$

$$P_b = P_0 + (0.4 \sim 0.5) \quad (10.7.14-2)$$

$$P_c = P_0 + (0.5 \sim 0.8) \quad (10.7.14-3)$$

式中:  $P_0$  —— 注浆点静水压力(MPa);

$P_a$  —— 注浆初始压力(MPa);



$P_1$  —— 注浆正常压力(MPa);

$P_c$  —— 注浆终压(MPa);

0.1~0.8 —— 富裕压力(MPa)。

注:1 壁内注浆和堵水为主的注浆,富裕压力选择取低值;

2 充填加固为主的注浆,富裕压力选择取高值;

3 料石砌体的注浆,富裕压力选择取低值;

4 混凝土砌体的注浆,富裕压力选择取高值。

**10.7.15** 后注浆的注浆量可按下式计算:

$$Q_j = a_j v n_i / m \quad (10.7.15)$$

式中:  $Q_j$  —— 注浆量( $m^3$ );

$a_j$  —— 浆液损失系数,一般情况下  $a_j = 1.1 \sim 1.5$ ;

$v$  —— 需要固结或充填的体积( $m^3$ );

$n_i$  —— 孔隙率(%);砂层  $n_i$  为 26%~40%,充填空洞  $n_i$  为 100%,岩石裂隙  $n_i$  为 1%~5%;

$m$  —— 浆液结石率(%);一般取  $m = 85\%$ 。

**10.7.16** 后注浆的注浆结束标准应符合下列规定:

1 以堵水为目的的后注浆,剩余涌水量应小于设计值;

2 以加固充填为目的的后注浆,吸浆量小于 30L/min~40L/min 并保持注浆终压 10min;

3 以堵漏为目的的后注浆,应无渗水;

4 以充填支护体裂隙、施工缝为目的的后注浆,浆液应充满裂隙、缝隙,并无漏水。

## 11 辅助工作

### 11.1 凿井井架及悬吊设施

11.1.1 凿井井架选择时,应根据凿井施工方案选定的提升及悬吊设施,计算井架荷载和高度,确定井架荷载组合,并进行下列验算:

- 1 天轮平台主梁和井架主体桁架;
- 2 井架基础;
- 3 井架稳定性。

11.1.2 凿井井架的选择,应符合下列规定:

- 1 能安全地承受施工荷载;
- 2 保证足够的过卷高度;
- 3 天轮平台的尺寸,应满足提升及悬吊设施的天轮布置要求;
- 4 满足矿井各施工阶段不同提升方式的要求;
- 5 井架四周围板及顶棚不得使用易燃性材料。

11.1.3 凿井井架天轮平台的布置,应符合下列规定:

- 1 天轮平台主梁应与提升中心线垂直,提升中心线宜与井下中段出车方向一致;
- 2 提升中心应与井筒中心错开一定距离;
- 3 天轮布置应使井架受力平衡;
- 4 天轮出绳点应与井筒平面布置的提升、悬吊点重合;
- 5 悬吊钢丝绳与天轮平台各构件的间隙不应小于 50mm;
- 6 天轮宜平行于提升中心线布置;
- 7 双绳悬吊同一管路时,宜采用双槽天轮,出绳方向应一致;
- 8 天轮宜布置在同一水平;

9 天轮进绳方向和副梁方向,应尽可能使井筒转入巷道施工时,改装工作量最小;

10 天轮进绳方向应根据凿井绞车布置的可能性和合理性确定。

11.1.4 凿井井架翻矸平台的高度,应满足碴石仓容积、溜槽口装车高度以及大型凿井设备、长材料出入井口的要求。当高度不能满足要求时,可采取下列方法增高井架:

- 1 增加井架基础高度;
- 2 在井架柱脚与基础顶面间设钢座垫;
- 3 接长井架柱脚。

11.1.5 利用永久井架凿井时,应符合下列规定:

- 1 简化天轮平台的布置,悬吊设施可使用地轮;
- 2 凿井绞车、提升设备、天轮的布置,应适应永久井架结构及其受力特点;

- 3 对井架受力较大的杆件,应进行验算,当需要加固时,不应破坏原结构。

11.1.6 利用永久井塔凿井时,应符合下列规定:

- 1 凿井绞车、提升设备的布置,应适应井塔的特点;
- 2 天轮应分层布置;
- 3 受力较大的梁、柱,应进行验算,当需要加固时,不应破坏原结构;
- 4 施工后不用的门、窗、洞口,应按设计修补好。

11.1.7 凿井井架以及利用永久井架、井塔凿井时,每年应对其构件强度、稳定性、腐蚀性、断裂、偏斜等进行1次检查。

11.1.8 竖井井筒内布置的悬吊设施,应符合下列规定:

- 1 井上及井筒内设置的固定梁以及各种悬吊设施的外缘离开井筒中心不小于100mm,并不得在承受荷载的梁上穿孔;
- 2 井筒内风筒及管路的突出部位到提升容器边缘的距离,不得小于500mm;

- 3 吊桶外缘到永久井壁的距离,不得小于 450mm;
- 4 喇叭口及井盖门与滑架最突出部分的间隙,不得小于 100mm;
- 5 安全梯应靠近井壁悬吊,距井壁不大于 500mm,通过的孔口其周围间隙不得小于 150mm;
- 6 悬吊设施的选择和布置,应满足各个施工阶段的要求;
- 7 吊泵通过的孔口,其周围间隙不得小于 50mm;
- 8 风筒、管路及其卡子通过的孔口,其周围间隙不得小于 100mm;
- 9 吊盘的突出部分与模板之间的间隙,应小于 100mm,当井筒支护不使用模板时,吊盘的突出部分与永久井壁之间的间隙,也应小于 100mm;
- 10 照明、动力电缆与信号、通信、爆破电缆的间距,应大于 300mm,信号和爆破电缆与压风管路的间距应大于 1m,爆破电缆应单独悬吊。

**11.1.9** 井筒深度超过 500m 时,井筒内风筒及管路宜采用井壁吊挂。

**11.1.10** 两个提升容器的钢丝绳罐道之间的间隙,应按下式计算:

$$D \geq 0.25 + H/3000 \quad (11.1.10)$$

式中:  $D$  ——间隙(m),且应不小于 0.3m;

$H$  ——提升高度(m)。

**11.1.11** 凿井绞车的设置,应符合下列规定:

- 1 凿井绞车的能力,应按悬吊设施及附属装置的最大静荷载计算;
- 2 卷筒上钢丝绳出绳的最大偏角应小于  $2^\circ$ ;
- 3 悬吊安全梯的凿井绞车提升能力应大于  $5 \times 10^4 \text{ N}$ ,应为手、电动两用绞车,或设双回路电源;
- 4 悬吊吊盘的凿井绞车提升速度不宜大于 0.2m/s。

11.1.12 各种用途的钢丝绳应符合下列规定：

1 悬吊钢丝绳应符合下列规定：

- 1) 悬吊设施宜采用  $6 \times 19$  或  $6 \times 37$  圆股钢丝绳，稳绳宜采用三角股钢丝绳或  $6 \times 7$  圆股钢丝绳；
- 2) 双绳悬吊时，应采用编捻方向相反的钢丝绳；
- 3) 悬吊设施的钢丝绳长度，应保证设施送达井底时卷筒上留有 5 圈~10 圈的钢丝绳；
- 4) 悬吊钢丝绳安全系数应符合表 11.1.12-1 的规定。

表 11.1.12-1 悬吊钢丝绳安全系数

悬吊设施名称	安全系数
吊盘、吊架、排水管、抓岩机、罐道绳、稳绳	$\geq 6$
供水管、风筒、压风管、注浆管、输料管、电缆及拉紧装置	$\geq 5$
吊罐	$\geq 13$
安全梯	$\geq 9$

2 提升钢丝绳应符合下列规定：

- 1) 竖井提升钢丝绳宜选用多层异形股、多层股不旋转钢丝绳；斜井提升宜选用三角股钢丝绳；
- 2) 提升钢丝绳悬挂时的安全系数应符合表 11.1.12-2 的规定；

表 11.1.12-2 提升钢丝绳安全系数

提升钢丝绳用途		安全系数
专门升降	物料	$\geq 6.5$
	人员	$\geq 9$
升降人员和物料	物料	$\geq 7.5$
	人员	$\geq 9$

- 3) 钢丝绳长度应保证提升容器送达井底时在卷筒上留有 5 圈~10 圈的钢丝绳。

3 提升钢丝绳及悬吊钢丝绳，应经检验合格后，方可使用。

其试验、检查的内容和要求及检验周期,应符合现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的有关规定。

**11.1.13** 同一提升容器中的稳绳或罐道绳下端张力差,应为 5%~10%。

**11.1.14** 吊盘的设置,应符合下列规定:

- 1 吊盘结构强度应按施工最大荷载计算;
- 2 吊桶通过的各层吊盘,孔口上、下均应设置喇叭口;
- 3 吊盘的固定销,不应少于 4 个,并应均匀分布在吊盘的周边上,固定销的安全系数不得小于 10;
- 4 吊盘主梁应与提升中心线对称布置,圈梁宜采用闭合圆弧形;
- 5 吊盘主、副梁位置,应根据吊桶、吊泵、管线和安全梯的位置及其通过口的大小确定。当吊盘上设有抓岩机、环形钻架、悬吊绞车等设备时,还需按盘上设备布置的要求确定;
- 6 吊盘上应设带活动门的井筒中心测孔,其边长不应小于 200mm;
- 7 吊盘各层周围应设有扇形活动遮板,其宽度宜为 500mm~600mm;
- 8 吊盘上、下层间距,应与永久罐梁层间距相适应。

**11.1.15** 钩头、安全梯、吊盘等设施与钢丝绳的连接,应采用桃形环及夹板型绳卡或用楔型绳环连接。采用桃形环时夹板型绳卡之间的距离宜为 250mm,回头绳应设一观察圈,不同绳径的最少绳卡数目应符合表 11.1.15 的规定。

表 11.1.15 不同绳径的最少绳卡数目

钢丝绳直径(mm)	绳卡数目(个)	钢丝绳直径(mm)	绳卡数目(个)
≤15	4	25.5~28	7
15.5~19.5	5	28.5~34.5	8
20~25	6	≥35	9

**11.1.16** 连接装置的安全系数,应符合表 11.1.16 的规定。

表 11.1.16 连接装置的安全系数

连接装置用途		安全系数
专门升降人员的吊桶提梁和连接装置		13
专门升降物料的吊桶提梁和连接装置		10
升降人员和物料的吊桶提梁和连接装置	升降人员时	13
	升降物料时	10
悬吊风筒、风水管、排水管、输料管		8
悬吊吊盘、吊泵、抓岩机、安全梯		10

注：连接装置包括钩、环、链、螺栓等。

## 11.2 竖井凿井提升

### 11.2.1 竖井凿井提升设备应符合下列规定：

1 适应井筒开凿、巷道开拓、井筒安装等不同时期的提升方式及提升能力要求；

2 吊桶沿稳绳升降的最大加(减)速度不应大于  $0.5\text{m/s}^2$ 。其最大速度应按下列公式计算：

$$V_1 \leq 0.25 \sqrt{H} \quad (11.2.1-1)$$

$$V_2 \leq 0.4 \sqrt{H} \quad (11.2.1-2)$$

式中： $V_1$ ——提人最大速度(m/s)，不得超过 6m/s；

$V_2$ ——提物最大速度(m/s)，不得超过 8m/s；

$H$ ——提升高度(m)。

3 无稳绳段吊桶的最大升降速度和距离应符合下列规定：

1) 升降人员速度不得大于 1m/s，升降物料速度不得大于 2m/s；

2) 升降距离不得大于 40m。

4 提升机钢丝绳出绳最大偏角，单层缠绕时，不应大于  $1^\circ 30'$ ；多层缠绕时，不应大于  $1^\circ 15'$ ；

5 吊桶提升时，过卷高度不应小于 4m，并设过卷保护装置。

11.2.2 采用钩头吊挂大于吊桶外缘尺寸的物料时,其升降速度应符合下列规定:

- 1 有导向装置时,不应大于 1m/s;
- 2 无导向装置时,不应大于 0.3m/s。

11.2.3 吊桶提升应符合下列规定:

- 1 每人所占吊桶底有效面积不应小于  $0.12\text{m}^2$ ,吊桶净高不得小于 1.1m;
- 2 人员在井筒内检查设备、设施时,吊桶的升降速度不得大于 0.3m/s;
- 3 稳绳终端和钩头连接装置上方,应设缓冲装置;
- 4 提升钩头必须设有防止吊桶梁脱出的安全闭锁装置。

11.2.4 天轮的选择应符合下列规定:

- 1 选择提升天轮应符合下列规定:
  - 1)天轮直径与钢丝绳直径的比值不小于 60;
  - 2)天轮直径与钢丝绳中最粗钢丝直径的比值不小于 900;
  - 3)天轮的安全荷载,应大于其实际选用最大钢丝绳的钢丝破断拉力总和;
  - 4)当钢丝绳仰角大于  $35^\circ$ 时,应按实际受力情况验算天轮轴强度;
  - 5)天轮轮槽剖面的中心线,应与轮轴中心线垂直。天轮不应有轮缘变形、轮辐弯曲和活动等现象。
- 2 选择悬吊天轮应符合下列规定:
  - 1)天轮直径与钢丝绳直径的比值不小于 20,与钢丝绳中最粗钢丝直径的比值不小于 300;
  - 2)天轮的安全荷载,应大于实际选用钢丝绳的最大静拉力。

### 11.3 斜井凿井提升

11.3.1 斜井凿井提升,应符合下列规定:

- 1 斜井宜采用箕斗提升,大于  $30^\circ$ 的斜井不应采用矿车提升;



- 2 矿车提升,应设保险绳或保险链;
- 3 连接装置的安全系数,应符合下列规定:
  - 1) 专为升降人员或升降人员和物料的提升容器的连接装置,以及运送人员车辆的每一个连接器、钩环和保险链的安全系数,均不得小于 13;
  - 2) 专为升降物料的提升容器的连接装置的安全系数,不得小于 10;
  - 3) 矿车的连接钩环、插销的安全系数,不得小于 6。

4 井筒上端应有可靠的过卷装置,过卷距离应根据斜井的倾角、设计载荷、最大提升速度和实际制动力计算确定,并应有 1.5 倍的备用系数。

### 11.3.2 斜井凿井提升设备,应符合下列规定:

- 1 适应井筒开凿和巷道开拓两个时期的提升方式及提升能力要求;
- 2 提升人员的加(减)速度不得大于  $0.5\text{m/s}^2$ ;
- 3 斜井提升的最大速度应符合表 11.3.2 的规定。

表 11.3.2 斜井提升最大速度

提升类别	最大提升速度(m/s)	
	斜长 $\leq 300\text{m}$	斜长 $> 300\text{m}$
提升矿车	3.5	5.0
提升箕斗	5.0	7.0
人车	3.5	5.0

### 11.3.3 斜井的提升布置应符合下列规定:

- 1 天轮高度设置应符合下列规定:
  - 1) 箕斗提升,应按碴石仓容积及运输方式等因素确定;
  - 2) 矿车或矿车组提升,采用甩车场、平车场时应分别按下列公式计算:

$$H_1 = L \times \sin\beta_0 - R \quad (11.3.3-1)$$

$$H_1 = (L' - L_0 - 1.5L_k) \tan\beta_1 - R \quad (11.3.3-2)$$

式中： $H_1$ ——天轮高度(m)；

$R$ ——天轮半径(m)；

$L$ ——井口至钢丝绳与天轮接触点之斜长(m)；

$L'$ ——井口至井架中心的水平距离(m)；

$L_0$ ——井口至道岔终点的长度(m)；

$L_k$ ——矿车组长度(m)；

$\beta_0$ ——栈桥倾角；

$\beta_1$ ——钢丝绳牵引角。

2 平车场的长度及坡度，在矿车摘钩后，矿车应能自溜至停车线，摘挂线的直线长度不应小于1.5倍矿车组长度；

3 钢丝绳出绳的最大偏角应符合本规范第11.2.1条的规定。

**11.3.4** 斜井提升应在轨道中心安装托辊，其间距宜为5m～10m。

**11.3.5** 斜井提升天轮应符合本规范第11.2.4条的规定。当钢丝绳出绳偏角过大时，宜采用游动天轮，其直径与钢丝绳直径的比值不得小于20。

## 11.4 通 风

**11.4.1** 掘进工作面所需风量应按下列要求分别计算，并取其中最大值：

1 按掘进工作面同时工作的最多人数计算，每人的新鲜空气量不少于 $4\text{m}^3/\text{min}$ ；

2 有内燃机工作的工作面，供给同时作业台数设备每千瓦发动机的新鲜空气不少于 $4\text{m}^3/\text{min}$ ；

3 风速不得小于 $0.25\text{m/s}$ ；电耙道和二次破碎巷道不应小于 $0.5\text{m/s}$ ；箕斗硐室、破碎硐室等作业地点，可根据具体条件，在保证作业地点空气中有害物质的接触限值符合国家现行有关工业场所所有害因素职业接触限值的前提下，分别采用计算风量的排尘

风速。

**11.4.2** 井下作业地点的空气中,有害物质的接触限值不应超过国家现行有关工业场所有害因素职业接触限值的规定。

**11.4.3** 独头工作面有人作业时,局扇应连续运转。

**11.4.4** 多台局扇并联或串联运行,宜采用同型号局扇。

**11.4.5** 井下工作面通风,应符合下列规定:

1 采用混合式通风时,抽出式局扇的入风口,滞后压入式局扇的入风口不得小于5m;

2 局扇的启动装置,应安装在进风巷道中,距回风口不得小于10m;

3 工作面新鲜风源中的空气成分,按体积计:氧气不小于20%,二氧化碳不大于0.5%,含尘量不大于 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ ;

4 采用风筒接力通风时,局扇间的距离,应根据局扇的性能曲线和风筒阻力经计算确定;

5 接力通风的风筒直径不得小于400mm,每节风筒直径应一致;

6 风筒宜采用重量轻、耐冲击、接头密实、安装方便的硬质风筒;

7 风筒应吊挂平直、牢固,避免车碰和炮崩,并应经常检查、维护;

8 平巷使用的风筒,宜设放水嘴。

**11.4.6** 地面临时通风的出入口,应符合下列规定:

1 压入式通风的入风口,应位于空气洁净处,离地面的高度不得低于1.5m;

2 抽出式通风的出风口,宜位于该地区主导风向的下方,离地面的高度不得低于0.5m。

**11.4.7** 主井、副井、风井到底后,应以最快速度、最短距离贯通,形成矿井总负压通风系统。采区施工时,应及早贯通两条巷道,进行双巷通风,形成区域通风系统。

**11.4.8** 冬季施工时,进风井、巷道内的温度不应低于2℃,当低于2℃时,应预热空气。不得采用明火直接加热进风井、巷道内的空气。在严寒地区、寒冷地区,所有提升井和作为安全出口的风井,应有保温措施。

## 11.5 排 水

**11.5.1** 井巷工程施工,应根据涌水量、排水距离,经计算后确定排水方案。施工过程中,当涌水量发生较大变化时,应根据实际情况,调整排水方案。

**11.5.2** 井筒掘进采用分段排水时,转车站水仓(或水箱)容量不应小于0.5h的涌水量。

**11.5.3** 井下临时水泵房和水仓,宜利用永久硐室或巷道。主要临时水仓容量应能容纳4h的矿井正常涌水量,其他临时水仓容量根据涌水量大小确定,主要排水设备不宜少于2组。

**11.5.4** 临时排水管路应符合下列规定:

- 1 按井巷施工各阶段的最大涌水量确定管径和管路数量;
- 2 经常移动和拆卸的管路,宜选用轻便的管道和易于装拆的连接方式;
- 3 水泵房排水主管,应留出增设水泵的连接接头。

## 11.6 压 风

**11.6.1** 空气压缩机的选择,应符合下列规定:

- 1 建井期的总耗风量应按下式计算:

$$Q_T = a_f \beta_f \gamma \sum n_i K q \quad (11.6.1)$$

式中:  $Q_T$  ——总耗风量( $\text{m}^3/\text{min}$ );

$a_f$  ——管路漏风系数,按表11.6.1-1的规定选用;

$\beta_f$  ——风动机械磨损耗风量增加系数,宜为1.10~1.15;

$\gamma$  ——高原修正系数,以海平面起,海拔每提高100m,系数增1%;

$K$  —— 凿岩机、风镐同时使用系数,按表 11.6.1-2 的规定选用;

$n_1$  —— 同型号风动机具使用数量(台);

$q$  —— 风动工具单台耗风量( $\text{m}^3/\text{min}$ )。

表 11.6.1-1 管路漏风系数

管路长度(m)	<1000	1000~2000	>2000
系数 $a_1$	1.10	1.15	1.20

表 11.6.1-2 凿岩机、风镐同时使用系数

凿岩机 风镐(台)	≤10	11~30	31~60	≥61
系数 $K$	1.00~0.85	0.84~0.75	0.74~0.65	0.64

2 备用风量不应小于施工组织设计确定风量的 10%,当各个施工阶段的风量供给变化较大时,备用风量应为设计风量的 20%~30%,备用空气压缩机不得少于 1 台;

3 宜选用同一型号的空气压缩机,当负荷波动较大时,可选用容量不同的空气压缩机;

4 宜选用风冷式空气压缩机。采用水冷式空气压缩机时,备用冷却水泵不应少于 1 台,其能力应与最大 1 台冷却水泵相等。空气压缩机的进水温度,不宜超过 30℃,出水温度不宜超过 40℃。

### 11.6.2 压风管路的选择和敷设,应符合下列规定:

1 压风管路应采用钢管,管径应满足最远用风点处的总压力损失不超过 0.1MPa;

2 井上或井下管路的最低点及主要管路,每隔 500m~600m,应设油水分离器,在温差大的地区,当管路直线长度超过 200m 时,应设伸缩器;

3 管路连接宜选用密封性好、拆装方便的快速接头;

4 连接风动机具胶管的内径,应比机具接风口管内径人一级。

### 11.6.3 空气压缩机站的设置,应符合下列要求:

1 地面临时空气压缩机站,应设在使用风负荷中心;站址应选择在于常年主导风向上风侧空气清洁的地方,距碴石山、出风井、烟筒等产生尘埃和废气的地点不宜小于 150m,距提升机房不宜小于 100m;

2 空气压缩机的转动部位距墙面不小于 1.2m,固定部位距墙面不小于 1m,其基础应与机房基础分开;

3 机房屋檐高度不宜小于 3.5m,机房正面宜朝向夏季主导风向;

4 空气压缩机之间的通道宽度,不宜小于 1.5m;

5 井下空气压缩机站,应设在设备运输方便、空气流畅的进风巷道中,地坪应高于周围巷道轨面。

**11.6.4 风包的设置,应符合下列规定:**

1 地面应设在阴凉处,井下应设在空气流畅的地方;

2 应装设超温保护设施和动作可靠的安全阀、放水阀;

3 出口管路上应设释压阀,释压阀口径不得小于出风管直径;

4 新安装或检修后的风包,应用 1.5 倍工作压力做水压试验。

## 11.7 供 电

**11.7.1 建井期间的施工用电,应符合下列规定:**

1 应编制施工用电方案,并按规定程序进行审批,施工用电工程实施后经验收合格方可投入使用;

2 宜利用永久电网供电;

3 竖井及有淹井危险的斜井、斜坡道施工,应设置双回路电源供电;

4 地面临时变电所的位置选择,应符合下列规定:

1) 高压设备、大容量设备附近或用电负荷中心;

2) 避开激烈震动和污染源影响范围;

3) 进出线方便;

4) 临时变电所的结线, 应简单可靠, 操作安全。

5) 井下变电所, 宜利用永久变电设施。当条件不允许时, 宜选用移动变电所。井下中央变电所变压器应采用矿用变压器, 台数不应少于 2 台, 供电不应少于 2 回路电源线。

11.7.2 井下设置临时变电所时, 变、配电硐室应符合下列规定:

1) 硐室应用不燃性材料支护, 其顶部及墙部应无渗水, 电缆沟无积水;

2) 硐室的规格, 应符合变配电设备的运输、安装及检修规定; 并应留有值班人员和存放消防器材的空间;

3) 硐室应通风, 变、配电设备运行期间, 有人值班硐室的室内温度不应超过  $30^{\circ}\text{C}$ , 无人值班硐室的室内温度不得超过  $34^{\circ}\text{C}$ ;

4) 位于井底车场附近的硐室底板应高于入口处巷道底板  $0.5\text{m}$ ; 位于采区附近的硐室底板应高于入口处巷道底板  $0.2\text{m}$ ;

5) 硐室口应装设向外开的栏栅与通道有效隔离。

11.7.3 井下各级配电标称电压和各种电气设备的额定电压, 应符合下列规定:

1) 配电电压应符合下列规定:

1) 井下电力网的高压配电电压宜采用与地面高压电力网相同的配电电压, 且额定电压不得大于  $10\text{kV}$ ;

2) 井下电力网的低压配电电压, 宜采用  $660\text{V}$ , 亦可采用  $380\text{V}$ ;

3) 综合机械化掘进工作面的低压配电电压, 可采用  $1140\text{V}$ ;

4) 手持式电气设备电压不得大于  $127\text{V}$ 。

2) 直流牵引网额定电压宜采用  $250\text{V}$  或  $550\text{V}$ ; 当运输距离长、运量大, 并采取可靠的安全措施后, 可采用  $750\text{V}$ ;

3) 照明电压应符合下列规定:

1) 固定式照明电压: 斜井、巷道内不得大于  $220\text{V}$ , 天井内不

得大于 36V；

2) 移动式照明电压不得大于 36V, 当采用矿用防爆型灯具时, 可采用 127V；

3) 行灯电压不得大于 36V。

4 信号装置的额定电压不得大于 127V。

**11.7.4 中性点直接接地的地面变压器或发电机不得直接向井下供电。井下电气设备不得接零。井下应采用矿用变压器, 若采用普通变压器, 其中性点不得直接接地, 变压器二次侧的中性点不得引出载流中性线(N 线)。**

**11.7.5 井下变、配电所, 高压馈出线应装设单相接地保护装置, 低压馈出线应装设漏电保护装置。漏电保护装置应灵敏可靠, 并应每天进行一次检查。**

**11.7.6 电缆的选择和敷设, 应符合下列规定:**

1 电缆应根据环境特点和使用条件, 按现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的有关规定选择和敷设；

2 临时供电电缆的敷设, 应能随工作面向前推进逐步延长, 并便于回收；

3 电缆的最小弯曲半径应符合表 11.7.6 的规定；

4 电缆的金属外皮和金属电缆接线盒及保护钢管等应可靠接地。

**表 11.7.6 电缆最小弯曲半径**

电缆型式	多芯	单芯
控制电缆	10D	-
橡皮绝缘电力电缆	无铅包、钢铠护套	10D
	裸铅包护套	15D
	钢铠护套	20D
聚氯乙烯绝缘电力电缆	10D	
交联聚乙烯绝缘电力电缆	15D	20D

注: 表中 D 为电缆外径。

**11.7.7 井下所有电气设备的金属外壳及电缆金属支架等, 均应**



接地。巷道中接近电缆线路的金属构筑物等也应接地。

**11.7.8** 井下安全用电除符合本规范的规定外,尚应符合现行国家标准《用电安全导则》GB/T 13869 的有关规定。

## **11.8 信号、通信及监视**

**11.8.1** 提升信号设置,应符合下列规定:

- 1 每台提升机,均应有独立的、声光兼备的信号系统;
- 2 信号电源应采用隔离变压器供电,并有电源指示灯;
- 3 信号应清晰、易辨;
- 4 竖井井筒施工时,每个工作地点都应设置信号装置;各工作地点发出的信号,必须能准确辨识;

5 竖井吊桶提升,应设置井盖门安全信号,当吊桶上升距井盖门 40m~50m 时,应发出有声信号;竖井罐笼提升,安全门与提升信号系统应设置闭锁装置;

6 运送人员的斜井人车,必须装设可在运行途中向提升机司机发送紧急信号的装置;斜井多水平提升,各水平应设置独立的信号装置,各水平发出的信号,必须能准确辨识;甩车场应设置信号装置,甩车时必须发出警号;

7 提升信号必须经过井口信号工转发,严禁井下与提升机房直接用信号联系。

**11.8.2** 凿井绞车信号设置,应符合下列规定:

- 1 井口以下井筒段,宜利用提升信号装置,井口至凿井绞车棚宜装设凿井信号装置;
- 2 悬吊各种设施的凿井绞车信号,应清晰、易辨,并有明显区别;
- 3 凿井信号应经过井口信号工转发。

**11.8.3** 井口信号房与提升机房、井下信号房之间应设置直通电话。

**11.8.4** 调度室、主要机电设备硐室、炸药库和值班室,均应安装电话。

**11.8.5** 信号系统的各种金属外壳,应可靠接地。

**11.8.6** 竖井、斜井提升,宜安装电视监控系统。视频分配器宜设在井口房内,控制器设在提升机房和调度室。

## **11.9 井下照明**

**11.9.1** 掘、砌工作面应采用移动式电气照明,其余作业地点、人行通道,应有固定式照明。

**11.9.2** 照明线路宜采用三相三线制供电系统,并由专用变压器供电。从变电所到照明专用变压器的供电线路,应为专用线,不应与动力线共用。当照明系统与动力系统共用 1 个变压器时,照明电源应从变压器低压出线侧的断路器前引出。

**11.9.3** 井下照明应有合理的照度,良好的显色性和稳定性。

**11.9.4** 井下照明装置应控制简单,安全可靠。

**11.9.5** 照明灯具的选择,应根据淋水情况和矿井有害气体等级确定。

**11.9.6** 入井时作业人员应携带完好的照明灯具。

**11.9.7** 天井、溜井口及危险地段,必须安装固定式照明装置,并有明显的灯光警示。施工设备用的照明装置应保持完好。

## 12 工业卫生

### 12.1 一般规定

**12.1.1** 井下施工,应加强职业危害的防治与管理,做好作业场所的职业卫生和劳动保护工作,采取有效措施控制职业危害,保证作业场所符合国家职业卫生标准。

**12.1.2** 施工组织设计中,应根据工程地质资料和工程特点,制定工业卫生的治理措施,施工过程中应认真遵照执行。

**12.1.3** 施工过程中,应定期对井筒、巷道进行维护和清理,保持井巷安全、整洁,排水畅通。

**12.1.4** 施工单位应配备满足职业卫生检测的仪器和专业人员,或委托有资质的单位定期进行职业危害因素的监测。

**12.1.5** 施工中的工业卫生应定期监督与检测,检测内容及检测周期应符合下列规定:

1 井下作业地点的气象条件(温度、湿度和风速等),每月应测定 1 次,高温矿井应每周进行检测;

2 井下作业地点,粉尘浓度每月应测定 1 次,粉尘中游离二氧化硅含量应每年至少测定 1 次;空气中含有放射性元素的作业地点,粉尘浓度应每月至少测定 3 次;

3 噪声测定每年不应少于 2 次;

4 防尘用水中的固体悬浮物及 pH 值,应每年测定 2 次;生活用水每月宜进行 1 次水质化验;

5 井下空气中有害气体的浓度,应每月测定 1 次;井下空气成分应每半年进行一次取样分析;

6 井下空气中,其他有毒物质,应每季测定 1 次;放射线应每年测定 1 次;

7 有氡气放射性危害的矿井,氡及其子体的浓度,应每周测定 1 次,浓度变化较大时,每周测定 3 次。

**12.1.6** 井巷工程施工中的职业卫生,经检测,凡不符合规定的,应采取治理措施。

**12.1.7** 施工单位应组织井下接触粉尘、毒物及放射线的施工人员,离岗时及在岗期间每 2 年应进行 1 次健康检查,并建立健康档案。

## 12.2 井下热害防治

**12.2.1** 井下施工时,空气的温度不得超过 28℃,超过时应采取以下措施:

- 1 检查并完善通风系统;
- 2 加强通风,提高风速,增大风量;
- 3 隔绝热源;
- 4 减湿降温或增湿降温;
- 5 人员集中处可采用压气引射器、水风扇或冰块降温;
- 6 当上述措施不足以消除井下热害时,应采用机械制冷降温。

**12.2.2** 机械制冷可采用地面集中制冷、井下集中制冷、井下分散移动式制冷三种方式,宜采用井下分散移动式制冷。

制冷降温时,应控制工作面与巷道间的温差,一般降幅宜为 5℃。

**12.2.3** 机械制冷降温时,应符合下列规定:

- 1 制冷机安设在井下,不得用氨作制冷剂;
- 2 制冷过程中,应严格控制制冷剂的漏失,工作地点空气中有害物质的最高允许浓度应符合表 12.2.3 的规定。

表 12.2.3 工作地点空气中有害物质的最高允许浓度

有害物质名称	最高允许浓度(mg/m <sup>3</sup> )
氨	30
氟化物(换算成 F)	1

- 3 制冷降温用的冷却水与冷媒水的管道安装,其隔热层的包

缠应严密。

**12.2.4** 在地温较高或有热水涌出的矿区施工时,应根据实际情况编制降温方案,报请建设单位批准后实施。

### **12.3 井下粉尘防治**

**12.3.1** 井下作业地点空气中的粉尘浓度,应符合下列规定:

1 粉尘中游离二氧化硅含量大于 10%,最高允许浓度为  $2\text{mg}/\text{m}^3$ ;

2 粉尘中游离二氧化硅含量小于 10%,最高允许浓度为  $10\text{mg}/\text{m}^3$ ;

3 水泥粉尘中二氧化硅含量小于 10%,最高允许浓度为  $6\text{mg}/\text{m}^3$ 。

**12.3.2** 井巷掘进必须采取综合防尘措施,并符合下列规定:

1 采用湿式凿岩;

2 爆破后应对距工作面 20m 范围内的井筒、巷道进行冲帮洗壁;

3 出碴前应用水将岩堆洒透;

4 应合理布置通风设施并保持正常通风;

5 进风巷道应安装水幕,净化风源;

6 距工作面 20m 以外的井筒、巷道每季至少清洗 1 次;

7 加强个体防护,佩戴高效防尘口罩。

**12.3.3** 有色金属矿山井巷工程的施工,应采用机械通风,风速、风量应符合本规范第 11.4.1 条的规定。

**12.3.4** 喷射混凝土施工,宜采用湿喷或水泥裹沙喷射工艺。当采用干法喷射混凝土施工时,应采用下列综合防尘措施:

1 在保证顺利喷射的条件下,增加骨料含水率;

2 在距喷头 3m~4m 处增加一个水环,用双水环加水;

3 在喷射机或混合料搅拌处,宜设集尘器或除尘器;

4 在粉尘浓度较高的地段,设置除尘水幕;

- 5 加强作业区的局部通风；
- 6 采用增粘剂等外加剂；
- 7 喷射混凝土作业人员，应佩戴防尘用具。

## 12.4 井下噪声防治

12.4.1 井下工作地点噪声声级卫生限值应符合表 12.4.1-1 的规定。接触碰撞和冲击等脉冲噪声的声级卫生限值，不应超过表 12.4.1-2 的规定。

表 12.4.1-1 工作地点噪声声级卫生限值

每天连续接触噪声时间(h)	卫生限值[dB(A)]
8	85
4	88
2	91
1	94
1/2	97
1/4	100
1/8	103
最高不得超过 115[dB(A)]	

表 12.4.1-2 工作地点脉冲噪声声级卫生限值

工作日接触脉冲次数	峰值(dB)
100	140
1000	130
10000	120

12.4.2 井下施工时，作业地点的噪声超过噪声声级卫生限值时，应采取消声、吸声、隔声、减振等技术措施减少噪声危害，作业人员应佩戴个体防护用具。

12.4.3 有色金属矿山井巷工程施工，应选用符合声级卫生限值标准的施工设备。

## 12.5 井下氡及其子体防治

**12.5.1** 含铀、钍放射性元素的矿山,井下作业地点氡在空气中的最大允许浓度为  $3.7\text{kBq}/\text{m}^3$ ,氡子体的潜能值不超过  $6.4\mu\text{J}/\text{m}^3$ 。

**12.5.2** 井下氡及其子体的浓度超过卫生限值时,必须采取通风排氡、控制和隔离氡源等技术措施,并加强个体防护。

**12.5.3** 有放射性的矿山井巷工程施工时,作业人员不应在井下吸烟、饮水和就餐。

## 13 环境保护

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 施工组织设计中,应结合矿山设计规模、采矿工业场地、废石场和污水处理设施的布局,确定井巷工程施工的环保设施平面布置方案。

**13.1.2** 施工单位应结合建设工程特点,建立污染物排放和噪声防治的环境保护管理制度,并安排专人负责。

**13.1.3** 与井巷工程有关的环境保护工程和井巷工程施工期间实施的环境保护工程,应做到与井巷工程“三同时”。

**13.1.4** 井巷工程施工产生的井下废渣、废水和废气等排放,应符合已经环保主管部门批准的本工程建设项目环境影响报告书中确定的各项指标。

### 13.2 井下废渣排放

**13.2.1** 井下废渣应集中堆置到废石场,不得随意倾倒,运输途中不得沿途丢弃、遗撒。

**13.2.2** 废石场选址,应符合下列规定:

1 与工业场地和居住区相距较近时,宜位于工业场地和居住区常年主导风向的下风侧;

2 应有足够的库容,以满足井巷工程施工废渣总量的排放;

3 宜选在汇水面积小,对下游居民、农田、生活水源影响小的地区;

4 产生有害废水的废石场,在选址前应获取相应的工程地质和水文地质资料,避免选在有潜在滑坡和有渗漏的地区。

**13.2.3** 当废石场有可能对下游产生污染或发生滑坡、泥石流时,



应在废石场周围施工截洪沟,下游设拦挡坝。当废石场淋溶水含有害物质时,下游应设集水池,集中进入废水处理系统。

**13.2.4** 应采用经济合理的废物综合利用技术。有条件时,废石宜用于地下开采矿山的充填或作建筑材料。

**13.2.5** 废石场停止使用后,应进行覆土植被,减少环境污染和生态破坏。

**13.2.6** 含危险物质的废石排放,应符合国家现行有关固体废物污染环境防治的有关规定。

### **13.3 井下废水排放**

**13.3.1** 排放井下废水,应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978的有关规定,不得污染矿区周围水源和危害农作物。

**13.3.2** 井下废水宜排至地表污水调节池,经沉淀净化后,宜返回生产使用。对含有重金属离子的酸性、碱性井下废水的处理,应按建设项目环境影响报告书的要求确定方案。

**13.3.3** 改、扩建矿山井巷工程施工产生的废水,宜进入矿山已有的废水处理系统。

**13.3.4** 随废石进入废石堆场的井下废水,宜在废石堆场下游设污水调节池,经沉淀、净化后达标排放。

**13.3.5** 井下废水应每季进行1次水质化验。

### **13.4 井下废气排放**

**13.4.1** 井巷工程施工中,应按本规范第12.3.2条的规定,采取综合防尘措施,减少粉尘和炮烟的浓度。

**13.4.2** 井下破碎矿(岩)时,应设收尘装置。

**13.4.3** 井巷施工当采用回风井或回风巷道排放废气时,宜在距出风口较近的回风井、回风巷道内增设喷雾装置吸烟降尘。

**13.4.4** 井下废气排放口,宜位于井口工业场地和居住区常年主导风向的下侧。

### 13.5 地面污水排放

- 13.5.1 居住区的厕所宜设化粪池,污水经化粪池处理后,达标排放。
- 13.5.2 职工食堂污水需经隔油池隔油后,达标排放。
- 13.5.3 混凝土搅拌站应设沉淀池,产生的污水应经沉淀后排放。

### 13.6 地面噪声防治

- 13.6.1 当地面噪声超过声级卫生限值时,应按本规范第 12.4.2 条的规定采取防治措施。
- 13.6.2 高噪声车间和站房,应与生活区、办公区分开布置,其门窗不宜朝向生活区和办公区。
- 13.6.3 选择设备时,应选用符合声级标准的低噪声设备。

### 13.7 地面废物处理

- 13.7.1 含有毒、有害物质的固体废物,不得焚烧。
- 13.7.2 易燃和含有毒、有害物质的液体废物,不得随意倾倒,应按当地政府的有关规定,进行回收或统一处理。
- 13.7.3 地面产生的一般固体废物,有再利用价值的,应予回收利用,无再利用价值的,应集中堆放在指定地点,最后进行填埋处理。

## 附录 A 围岩分级

**A.0.1** 围岩分级,应根据岩石坚硬性、岩体完整性、结构面特征、地下水和地应力状况等因素确定,并应符合表 A.0.1 的规定。

**表 A.0.1 围岩分级**

围岩级别	主要工程地质特征						毛洞稳定情况	
	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况和组合状态	岩石强度指标		岩体声波指标			岩体强度应力比
			单轴饱和抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)	岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指标		
I	整体状及层间结合良好的厚层状结构	构造影响轻微,偶有小断层。结构面不发育,仅有2组~3组,平均间距大于0.8m,以原生和构造节理为主,多数闭合,无泥质充填,不贯通。层间结合良好,一般不出现不稳定块体	>60	>2.5	>5	>0.75	毛洞跨度5m~10m时,长期稳定,无碎块掉落	
II	同I级围岩结构	同I级围岩特征	30~60	1.25~2.5	3.7~5.2	>0.75	毛洞跨度5m~10m时,围岩能较长时间(数月甚至数年)维持稳定,仅出现局部小块掉落	
	块状结构和层间结合较好的中厚层或厚层状结构	构造影响较重,有少量断层。结构面发育,一般为3组,平均间距0.4m~0.8m,以原生和构造节理为主,多数闭合,偶有泥质充填,贯通性较差,有少量软弱结构面。层间结合较好,偶有层间错动和层面张开现象	>60	>2.5	3.7~5.2	>0.5		

续表 A.0.1

围岩级别	主要工程地质特征						毛洞稳定情况
	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况和组合状态	岩石强度指标		岩体声波指标		
			单轴饱和抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)	岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指标	
Ⅲ	同Ⅰ级围岩结构	同Ⅰ级围岩特征	20~30	0.85~1.25	3.0~4.5	>0.75	>2
	同Ⅱ级围岩块状结构和层间结合较好的中厚层或厚层状结构	同Ⅱ级围岩块状结构和层间结合较好的中厚层或厚层状结构特征	30~60	1.25~2.50	3.0~4.5	0.50~0.75	>2
	层间结合良好的薄层和软硬岩互层结构	构造影响较重。结构面发育,一般为3组,平均间距0.2m~0.4m,以构造节理为主,节理面多数闭合,少有泥质充填。岩层为薄层或以硬岩为主的软硬岩互层,层间结合良好,少见软弱夹层、层间错动和层面张开现象	>60 (软岩, >20)	>2.50	3.0~4.5	0.30~0.50	>2
	碎裂镶嵌结构	构造影响较重。结构面发育,一般为3组以上,平均间距0.2m~0.4m,以构造节理为主,节理面多数闭合,少数有泥质充填,块体间牢固咬合	>60	>2.50	3.0~4.5	0.30~0.50	>2

毛洞跨度5m~10m时,围岩能维持一个月以上的稳定,主要出现局部掉块、塌落

续表 A.0.1

围岩级别	主要工程地质特征						毛洞稳定情况	
	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况和组合状态	岩石强度指标		岩体声波指标			
			单轴饱和抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)	岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指标		岩体强度应力比
IV	同Ⅱ级围岩块状结构和层间结合较好的中厚层或厚层状结构	同Ⅱ级围岩块状结构和层间结合较好的中厚层或厚层状结构特征	10~30	0.42~1.25	2.0~3.5	0.50~0.75	>1	毛洞跨度5m时,围岩能维持数日到一个月稳定,主要失稳形式为冒落或片帮
	散块状结构	构造影响严重,一般为风化卸荷带。结构面发育,一般为3组,平均间距0.4m~0.8m,以构造节理、卸荷、风化裂隙为主,贯通性好,多数张开,夹泥,夹泥厚度一般大于结构面的起伏高度,咬合力弱,构成较多的不稳定块体	>30	>1.25	>2.0	>0.15	>1	
	层间结合不良的薄层、中厚层和软硬岩互层结构	构造影响严重。结构面发育,一般为3组以上,平均间距0.2m~0.4m,以构造、风化节理为主,大部分微张(0.5mm~1.0mm),部分张开(>1.0mm),有泥质充填,层间结合不良,多数夹泥,层间错动明显	>30 (软岩, >10)	>1.25	2.0~3.5	0.20~0.40	>1	

续表 A.0.1

围岩级别	主要工程地质特征						毛洞稳定情况	
	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况和组合状态	岩石强度指标		岩体声波指标			
			单轴饱和抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)	岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指标		岩体强度应力比
IV	碎裂状结构	构造影响严重,多数为断层影响带或强风化带。结构面发育,一般为3组以上。平均间距0.2m~0.4m,大部分微张(0.5mm~1.0mm),部分张开(>1.0mm),有泥质充填,形成许多碎块体	>30	>1.25	2.0~3.5	0.20~0.40	>1	毛洞跨度5m时,围岩能维持数日到一个月稳定,主要失稳形式为冒落或片帮
V	散体状结构	构造影响很严重,多数为破碎带、全强风化带、破碎带交汇部位。构造及风化节理密集,节理面及其组合杂乱,形成大量碎块体。块体间多数为泥质充填,甚至呈石灰土状或土夹石状			<2.0			毛洞跨度5m时,围岩稳定时间很短,约数小时至数日

- 注:1 围岩按定性分级与定量指标分级有差别时,一般应以低者为准;  
 2 本表声波指标以孔测法测试值为准。如果用其他方法测试时,可通过对比试验,进行换算;  
 3 层状岩体按单层厚度可划分为:  
 厚层:大于0.5m;  
 中厚层:0.1m~0.5m;  
 薄层:小于0.1m。  
 4 一般条件下,确定围岩级别时,应以岩石单轴湿饱和抗压强度为准;当洞跨小于5m,服务年限小于10年的工程,确定围岩级别时,可采用点荷载强度指标代替岩块单轴饱和抗压强度指标,可不做岩体声波指标测试;  
 5 测定岩石强度,做单轴抗压强度测定后,可不做点荷载强度测定。

**A.0.2** 对Ⅲ、Ⅳ级围岩,当有地下水时,应根据地下水类型、软弱结构面多少及其危害程度,适当降级。围岩中的地下水按其规模可分为四类:

渗——裂隙渗水;

滴——间隙一定时间以水珠式滴下;

流——以裂隙泉形式,流量小于10L/min;

涌——有一定压力,流量大于10L/min。

**A.0.3** 在Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级围岩中,当存在断层或软弱结构面,与井筒、巷道轴线交角小于 $30^{\circ}$ 时,围岩级别应降低一级。

## 附录 B 混凝土、喷射混凝土强度检验方法

**B.0.1** 同批混凝土、喷射混凝土抗压强度,应以同批内标准试件的抗压强度代表值来评定。同批试件是指在抗压强度设计值相同,原材料和配合比基本相同的试件。

**B.0.2** 施工中抽样制取试件应符合下列规定:

- 1 混凝土砌碛的试件组数应符合本规范第 9.7.5 条的规定;
- 2 每次喷射混凝土试件组数不得少于 1 组,并应符合下列要求:

- 1) 竖井、天井、溜井 40m~50m 或 40m 以下独立工程,斜井、斜坡道、巷道 40m~50m 或 50m 以下独立工程,不得少于 1 组;
- 2) 主要硐室不得少于 2 组,一般硐室不得少于 1 组;
- 3) 材料或配合比变更时,另取 1 组。

**B.0.3** 混凝土强度的检验方法,应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

**B.0.4** 喷射混凝土抗压强度的验收,应符合下列规定:

- 1 同组试块应在同块大板上切割制取,对有明显缺陷的试块,应予舍弃;

- 2 每组试块抗压强度代表值为 3 个试块试验结果的平均值;当 3 个试块强度中最大值或最小值之一与中间值之差超过中间值的 15% 时,可用中间值为该组代表值;当 3 个试块强度中的最大值和最小值之差均超过中间值的 15% 时,该组试块不应作为强度评定的依据;

- 3 竖井、斜井、主要运输巷道、主要机电硐室的合格条件为:

- 1) 当同批试件组数  $n \geq 10$  时:



$$f'_{ck} k_1 S_n \geq 0.9 f_c \quad (\text{B. 0. 4-1})$$

$$f'_{ck\min} \geq k_2 f_c \quad (\text{B. 0. 4-2})$$

2) 当同批试件组数  $n < 10$  时:

$$f'_{ck} \geq 1.15 f_c \quad (\text{B. 0. 4-3})$$

$$f'_{ck\min} \geq 0.95 f_c \quad (\text{B. 0. 4-4})$$

4 天井、溜井、其他巷道和一般硐室的合格条件为:

$$f'_{ck} \geq f_c \quad (\text{B. 0. 4-5})$$

$$f'_{ck\min} \geq 0.85 f_c \quad (\text{B. 0. 4-6})$$

式中:  $f'_{ck}$  —— 施工阶段同批  $n$  组喷射混凝土试块抗压强度代表值的平均值(MPa);

$f_c$  —— 喷射混凝土抗压强度设计值(MPa);

$f'_{ck\min}$  —— 施工阶段同批  $n$  组喷射混凝土试块抗压强度代表值的最小值(MPa);

$k_1$ 、 $k_2$  —— 合格判定系数,按表 B. 0. 4 的规定确定;

$n$  —— 施工阶段每批喷射混凝土试块的抽样组数;

$S_n$  —— 施工阶段同批  $n$  组喷射混凝土试块抗压强度代表值的标准差(MPa)。

表 B. 0. 4 合格判定系数  $k_1$ 、 $k_2$  值

$n$	10~14	15~24	$\geq 25$
$k_1$	1.70	1.65	1.60
$k_2$	0.90	0.85	0.85

5 同批喷射混凝土的抗压强度,应以同批内标准试块的抗压强度代表值来评定;

6 喷射混凝土强度不符合要求时,应查明原因,采取补强措施。

## 附录 C 喷射混凝土抗压强度标准 试块制作方法

**C.0.1** 标准试块应采用从现场施工的喷射混凝土板件上切割成要求尺寸的方法制作。模具尺寸为  $450\text{mm}\times 350\text{mm}\times 120\text{mm}$  (长 $\times$ 宽 $\times$ 高),其尺寸较小的一个边为敞开状。

**C.0.2** 标准试块制作应符合下列步骤:

1 在喷射作业面附近,将模具敞开一侧朝上,以  $45^\circ\sim 50^\circ$  (与水平面的夹角)置于墙脚;

2 先在模具外的边墙上喷射,待操作正常后,将喷头移至模具位置,由下而上,逐层向模具内喷满混凝土;

3 将喷满混凝土的模具移至安全地方,用三角抹刀刮平混凝土表面;

4 在井下工作面附近养护 1d 后脱模。将混凝土大板移至试验室,在标准养护条件下养护 7d,用切割机去掉周边和上表面(底面可不切割)后,加工成边长 100mm 的立方体试块。立方体试块的允许偏差:边长为  $\pm 1\text{mm}$ ,直角小于或等于  $2^\circ$ 。

**C.0.3** 加工后的边长为 100mm 的立方体试块继续在标准条件下养护至 28d 龄期,进行抗压强度试验。

**C.0.4** 抗压强度试验结果乘以系数 0.95,即为该试块的抗压强度值。

## 附录 D 注浆浆液

**D.0.1** 单液水泥浆不适用于粉砂、细砂及裂隙宽度小于 0.1mm 的基岩注浆。

**D.0.2** 常用注浆材料的渗透能力、渗透系数应符合表 D.0.2 的规定。

**表 D.0.2 常用注浆材料的渗透能力及渗透系数**

注浆材料	渗透能力(mm)	渗透系数(m/s)
(单液)水泥类	1.10	$10^{-4} \sim 10^{-3}$
水泥-水玻璃类	1.00	$10^{-2} \sim 10^{-3}$
水玻璃类	0.10	$10^{-2}$
CL-C 粘土水泥类	0.50	$10^{-5} \sim 10^{-6}$
丙烯酰胺类	0.01	$10^{-5} \sim 10^{-6}$

**D.0.3** 单液水泥浆宜加外加剂,其基本性能应符合表 D.0.3 的规定。

**表 D.0.3 单液水泥浆的基本性能**

水灰比	外加剂		初凝	终凝	抗压强度(MPa)			
	名称	用量(%)	min	min	1d	3d	7d	28d
1:1	---	---	896	1467	0.8	2.0	5.9	8.9
1:1	水玻璃	3.00	440	870	1.0	1.8	5.5	--
1:1	氯化钙	2.00	430	904	1.0	1.9	6.1	9.5
1:1	氯化钙	3.00	410	493	1.1	2.0	6.5	9.8
1:1	三乙醇胺	0.05	405	755	2.4	3.9	7.2	14.3
	氯化钠	0.50						
1:1	三乙醇胺	0.10	443	778	2.3	4.6	9.8	15.2
	氯化钠	1.00						

续表 D. 0. 3

水灰比	外加剂		初凝 min	终凝 min	抗压强度(MPa)			
	名称	用量(%)			1d	3d	7d	28d
1:1	三异丙醇胺	0.10	576	852	1.8	3.5	8.2	13.1
	氯化钠	1.00						

- 注:1 水泥用 42.5 普通硅酸盐水泥;  
 2 外加剂用量为占水泥用量的百分数;  
 3 氯化钙用量一般为水泥量的 5% 以下;  
 4 水玻璃用量一般为水泥量的 3% 以下。

D. 0. 4 水泥—水玻璃浆液组成应符合表 D. 0. 4 的规定。

表 D. 0. 4 水泥—水玻璃浆液组成

原料	规格要求	作用	用量比例	主要性能
水泥	42.5 或 32.5 普通或矿渣水泥	主剂	1.00	1. 凝胶时间可控制在几秒至几十分钟范围内; 2. 抗压强度为 5MPa~20MPa
水玻璃	模数:2.4~3.4 浓度:30Be'~45Be'	主剂	0.50~1.00	
氢氧化钙	工业品	速凝剂	0.05~0.20	
磷酸氢二钠	工业品	缓凝剂	0.01~0.03	

- 注:1 水玻璃用量为水泥浆的体积比;  
 2 速凝剂和缓凝剂的用量为占水泥重量的比数。

D. 0. 5 水玻璃浆液的组成、性能应符合表 D. 0. 5 的规定。

表 D. 0. 5 水玻璃类浆液的组成、性能

类别	原料	规格要求	体积比 用量(%)	凝胶 时间	注入 方式	抗压强 度(MPa)	备注
水玻璃 氯化钙 浆液	水玻璃	模数:2.5~3.0 浓度:43Be'~45Be'	5.00	瞬间	单管 或双 管	<3	1. 加固地基; 2. 注浆效果受操作技术影响较大
	氯化钙	比重:1.26~1.28 浓度:30Be'~32Be'	55.00				
水玻璃 铝酸钠 浆液	水玻璃	模数:2.4~3.4 浓度:40Be'	1.00	几十 秒~ 几十 分	双液	<3	1. 堵水或加固; 2. 改变水玻璃模数、浓度、铝酸钠含铝量和温度可调节凝胶时间;模数越高,凝胶时间越快; 3. 铝酸钠含铝量影响抗压强度
	铝酸钠	含铝量: 160g/L~190g/L	1.00				

续表 D.0.5

类别	原料	规格要求	体积比 用量(%)	凝胶 时间	注入 方式	抗压强 度(MPa)	备注
水玻璃 硅氟酸 浆液	水玻璃	模数:2.4~3.4 浓度:30Be'~ 45Be'	1.00	几十 秒~ 几十分	双液	<1	1.堵水或加固; 2.两液等体积 注浆,硅氟酸 不足部分加水 补充;两液相 遇有絮状沉 淀产生
	硅氟酸	浓度:28%~30%	0.10~ 0.40				
水玻璃 乙二醛 浆液	水玻璃	模数:3.2 浓度:42Be'	1.00	几十 秒~ 几十分	双液	<2	1.堵水或加固; 2.两液等体积 注入.乙二醛 不足部分加水; 乙二醛用量超 过15%,凝固 体抗压强度 下降; 3.醋酸为速凝 剂,凝胶时间 随醋酸的增加 而缩短
	乙二醛	浓度:35%	0.20~ 0.60				
	醋酸	浓度:90%	0.00~ 0.02				

D.0.6 裂隙、破碎岩层注浆材料及浓度,应符合表 D.0.6 的规定。

表 D.0.6 裂隙、破碎岩层注浆材料及浓度

项目	裂隙含水岩层注浆孔涌水量(L/min)						破碎岩层中冲洗 液漏失量(L/min)		
	<50	50~ 100	100~ 200	200~ 500	500~ 1000	> 1000	<50	50~ 80	80~ 100
浆液类型	单液 水泥浆	单液 水泥浆	单液 水泥浆	水泥 水玻璃 浆液	水泥 水玻璃 浆液	水泥 水玻璃 浆液	单液 水泥浆	单液 水泥浆	水泥- 水玻璃 泥液
浆液起始浓 度(水灰比)	1.5:1.0 ~ 1.0:1.0	1.0:1.0 ~ 0.8:1.0	0.8:1.0 ~ 0.6:1.0	1.0:1.0 ~ 0.8:1.0	0.8:1.0 ~ 0.6:1.0	0.6:1.0	1.0:1.0 ~ 0.8:1.0	1.0:1.0 ~ 0.8:1.0	1.0:1.0 ~ 0.8:1.0
水泥外加 剂用量(%)	氯化钙 3%~5% 或水玻璃 3%~5% 或三乙醇胺 0.05% 及食盐 0.5%						氯化钙 3%~ 5%或水玻 璃 3%~5% 或三乙醇胺 0.05%及食 盐 0.5%		

续表 D.0.6

项目	裂隙含水岩层注浆孔涌水量(L/min)						破碎岩层中冲洗液漏失量(L/min)		
	<50	50~100	100~200	200~500	500~1000	>1000	<50	50~80	80~100
水玻璃浓度(Be')	—	—	—	35~40	35	30~35	—	—	35~40
水泥浆与水玻璃体积比	—	—	—	1.1:0.8 ~ 1.0:0.8	1.0:0.8 ~ 1.0:0.6	1.0:0.6 ~ 1.0:0.3	—	—	1.0:0.5
凝固时间(min)	300~480			2~3	1~2	<1	600	300~400	2~3

## 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

- 《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086
- 《沥青路面施工及验收规范》GB 50092
- 《水泥混凝土路面施工及验收规范》GBJ 97
- 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 《混凝土外加剂应用技术规程》GB 50119
- 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202
- 《煤矿井巷工程施工规范》GB 50511
- 《污水综合排放标准》GB 8978
- 《用电安全导则》GB/T 13869
- 《金属非金属矿山安全规程》GB 16423
- 《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10
- 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 《公路路基施工技术规范》JTGF 10
- 《公路路面基层施工技术规范》JTJ 034



中华人民共和国国家标准

有色金属矿山井巷工程施工规范

**GB 50653 - 2011**

条文说明

## 制 订 说 明

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2006〕136号)的要求,由中国有色金属工业建设标准规范管理处组织十四冶建设集团有限责任公司会同铜陵中都矿山建设有限责任公司、中国瑞林工程技术有限公司、长沙有色冶金设计研究院等单位共同编制而成。

在规范编制过程中,编制组学习了国家有关法律、法规和现行经济技术政策,进行了考察调研,在原中国有色金属工业总公司标准《有色金属矿山井巷工程施工及验收规范》YSJ 413—93的基础上,总结了多年来行之有效的实践经验和科研成果,广泛征求意见,形成本规范。

为便于大家在使用本规范时能正确理解和执行条文的规定,编制组根据《工程建设标准编写规定》的要求,按照章、节、条的顺序,编制了《有色金属矿山井巷工程施工规范》条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

# 目 次

1	总 则 .....	(109)
3	基本规定 .....	(111)
4	竖井施工 .....	(115)
4.1	一般规定 .....	(115)
4.2	表土段竖井施工 .....	(117)
4.3	基岩段竖井施工 .....	(118)
4.4	盲竖井施工 .....	(120)
4.5	竖井穿过局部不良岩层施工 .....	(121)
4.6	竖井井筒延深 .....	(121)
5	斜井与斜坡道施工 .....	(123)
5.1	一般规定 .....	(123)
5.2	斜井、盲斜井施工 .....	(124)
5.3	斜井反井施工 .....	(126)
5.4	斜坡道施工 .....	(127)
6	巷道与硐室施工 .....	(128)
6.1	一般规定 .....	(128)
6.2	巷道施工 .....	(128)
6.3	硐室施工 .....	(131)
6.4	锚喷支护监测 .....	(133)
7	天井与溜井施工 .....	(134)
7.1	一般规定 .....	(134)
7.2	垂直天井、溜井施工 .....	(134)
7.3	分支溜井及溜井底部结构施工 .....	(138)
7.4	倾斜天井、溜井施工 .....	(139)

8	采切工程施工	(140)
8.1	一般规定	(140)
8.2	采切巷道、切割上山施工	(140)
8.3	漏斗川、漏斗施工	(142)
8.4	采场天井、溜井施工	(143)
9	永久支护工程施工	(144)
9.1	一般规定	(144)
9.2	混凝土搅拌、运输	(146)
9.3	钢筋制作、安装	(148)
9.4	立模	(148)
9.5	支护	(150)
9.6	养护、拆模	(152)
9.7	试件制作	(153)
10	防水与治水工程施工	(155)
10.1	一般规定	(155)
10.2	探、放水施工	(157)
10.3	注浆材料	(159)
10.4	地面预注浆施工	(160)
10.5	竖井工作面预注浆施工	(161)
10.6	斜井、斜坡道与巷道工作面预注浆施工	(163)
10.7	后注浆施工	(164)
11	辅助工作	(167)
11.1	凿井井架及悬吊设施	(167)
11.2	竖井凿井提升	(172)
11.3	斜井凿井提升	(173)
11.4	通风	(174)
11.5	排水	(176)
11.6	压风	(177)
11.7	供电	(178)

11.8	信号、通信及监视 .....	(180)
11.9	井下照明 .....	(182)
12	工业卫生 .....	(184)
12.1	一般规定 .....	(184)
12.2	井下热害防治 .....	(185)
12.3	井下粉尘防治 .....	(185)
12.4	井下噪声防治 .....	(187)
12.5	井下氡及其子体防治 .....	(187)
13	环境保护 .....	(189)
13.1	一般规定 .....	(189)
13.2	井下废渣排放 .....	(190)
13.3	井下废水排放 .....	(190)
13.4	井下废气排放 .....	(191)
13.5	地面污水排放 .....	(191)
13.6	地面噪声防治 .....	(191)
13.7	地面废物处理 .....	(191)
附录 A	围岩分级 .....	(193)
附录 B	混凝土、喷射混凝土强度检验方法 .....	(194)
附录 C	喷射混凝土抗压强度标准试块制作方法 .....	(195)

# 1 总 则

**1.0.1** 本规范是在国家现行标准《有色金属矿山井巷工程施工及验收规范》YSJ 413 的基础上,结合有色金属矿山井巷工程施工经验和特点而编制的。本规范强调的如竖井、斜井与斜坡道、巷道与硐室、天井与溜井、采切工程、防治水工程、辅助工作等,都是为加快有色金属矿山建设,保证施工安全和质量而提出的。本规范对施工安全、职业安全卫生、环境保护、节约能源等方面作出了有针对性的规定。

**1.0.3** 本条强调遵守工程建设程序。有色金属矿山井巷工程的建设程序,在施工阶段应实行招标投标制、项目监理制和项目经理责任制等。

有色金属矿山建设工程的设计文件应经矿山企业主管部门批准,矿山建设工程中的安全设施应经矿山安全生产监督管理部门审查,施工单位必须按照批准的设计文件施工,不得擅自修改设计,严禁边设计边施工,方能保证工程质量。

**1.0.4** 本条强调矿山井巷工程施工在选择施工工艺、设备和材料时,应坚持的原则。安全可靠是最基本的要求,技术先进是提高效率、节约资源的保证,经济合理是实现工程成本目标的要求。节约能源是经济上的要求,也是社会可持续发展的要求,符合环境保护要求是社会各方面对保护环境的客观要求。矿山井巷工程施工,大量采用国内外先进的施工工艺和先进设备,大大提高了效率,加快了工程进度。如反井钻机法、爬罐法、吊罐法施工天井(溜井),反井法施工竖井,无轨设备在矿山井下的运用,锚喷支护,机械化施工斜坡道,科学合理实施防治水,输送泵浇筑混凝土等。随着矿山开采深度的增加,盲竖井、盲斜井开拓越来越多,防治水任务更

显得重要,以及为加快施工进度,缩短建设周期而采取的竖井反井法施工、斜井反井施工等方法。本规范作出了明确合理、切合实际的规定,使本规范更加贴近于实际,对促进矿山建设,起到了技术保证作用。本规范全面贯彻了“安全第一,预防为主,综合治理”的方针,体现了节约能源和环境保护的要求,体现了经济合理、技术先进的要求。

**1.0.5** 施工中应采取有效措施,这些措施包括合同措施、经济措施、组织措施、管理措施和技术措施,来改善工作条件,保护员工安全和职业健康。对工作条件、人身安全和职业健康等方面的要求,应符合国家现行有关法律、法规、标准、规范的规定。

**1.0.6** 本规范是在国家现行标准《有色金属矿山井巷工程施工及验收规范》YSJ 413 的基础上,结合有色金属矿山井巷工程特点和施工经验编制的。因此,在有色金属矿山井巷工程施工时,除执行本规范外,还应符合国家现行的其他有关规范的规定,如现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086、《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107、《建设工程项目管理规范》GB/T 50326、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119、《爆破安全规程》GB 6722、《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 等。为保证劳动者的身体健康,国家十分重视企业工业卫生防护和治理工作,制定了相关的法律、法规和标准、规范,矿山井巷工程施工的工业卫生,除应符合本规范外,尚应符合国家法律、法规和现行有关标准、规范的规定。主要有《中华人民共和国尘肺病防治条例》(1987 年)、《中华人民共和国矿山安全法》(1992 年)、《中华人民共和国劳动法》(2007 年)、《中华人民共和国矿山安全法实施条例》(1996 年)、《中华人民共和国职业病防治法》(2001 年)、《中华人民共和国安全生产法》(2002 年)、《工业场所有害因素职业接触限值》GBZ 2、《工业企业设计卫生标准》GBZ 1、《体力劳动强度分级》GB 3869、《高温作业分级》GB/T 4200、《职业性接触毒物危害程度分级》GBZ 230、《粉尘作业场所危害程度分级》GB 5817、《生产过程安全卫生要求总则》GB 12801、《噪声作业分级》LD 80 等。

## 3 基本规定

**3.0.1** 本条是对施工单位准入的规定。施工单位应具备相应资质,符合建设行政主管部门发布的资质标准的要求。

施工单位应建立质量管理体系,组建项目管理机构,制订现场管理制度,明确工程质量管理目标,落实岗位责任制,配备合适的管理人员和施工操作人员。

施工单位的质量管理体系应覆盖施工全过程,包括材料的采购、验收和储存,施工过程中的质量自检、互检、专检,隐蔽工程检查和验收,以及涉及安全和功能的项目抽查检验等环节。施工现场应具有能涵盖工程施工内容的标准、规范,做到有据可依。

**3.0.2** 有色矿山井巷工程施工的特种作业人员主要包括爆破工、信号工、把钩工、电工、焊工、矿井泵工、主扇风机操作工、绞车操作工、主提升操作工、矿内机动车司机、安全检查员等,应由有资质的培训机构进行系统培训,并经理论考试和实际考核合格、取得操作证书后才能上岗操作。未经过培训教育或考试考核不合格者,严禁上岗操作。

特种作业人员必须具有相应的安全知识和操作技能,方能保证施工安全和工程质量。

**3.0.3** 开工前的准备工作,是建设单位、施工单位、设计单位和监理单位在开工前应掌握的技术资料和应做完的工作,以保证工程开工后能顺利进行。本条所指施工组织设计和施工方案是能指导工程实施、符合工程实际情况的施工组织设计和施工方案。

竖井、斜井、巷道等井巷工程所穿过岩层的地质及水文地质资料,主要是根据矿区地质勘探资料进行预测分析获得的,特别应引起重视的是随着矿山开采深度的增加和开采时间的延长,斜井、巷



道工程穿过老窿的情况也越来越多。通过预测分析,制定相应的施工方案,采用合理的施工技术,选择可靠的排水措施,保证工程施工能顺利、安全进行。

**3.0.4** 施工组织设计的内容一般来讲应包括本条所列内容,在实际工作中可根据工程具体情况,对施工组织设计的内容进行添加或删减。

施工组织设计的编制依据主要包括与工程建设有关的法律、法规;国家现行标准、规范;工程招标文件和施工合同;设计图纸和文件;施工现场条件及工程地质、水文地质、气象、交通、资源条件;施工单位的组织能力、机械装备及技术水平。工程概况应包括项目主要情况及主要施工条件。施工部署应根据工程的特点及可能的施工条件,确定进度、质量、安全、环保及成本目标和合理的施工顺序及空间组织,以及项目管理组织结构型式等。施工总进度计划应根据施工部署进行安排。施工准备包括技术、现场和资金的准备。资源配置计划包括主要工程材料、设备、施工周转材料、施工机具及劳动力配置计划。主要施工方法应对单位工程和主要分部工程所采用的施工方法进行简要说明,同时应对临时用电及工程的重点、难点地段采取的施工措施(方案)进行说明。进度管理计划包括阶段性进度目标及其保证措施。安全管理计划包括确定危险源及其保证措施。质量管理计划包括质量目标的分解及其保证措施。环境管理计划包括确定重要环境因素及其保证措施。成本管理计划包括确定成本目标及其保证措施。其他管理计划包括防火、安保、组织协调、人力、机具、材料等生产要素的管理计划。

**3.0.5** 施工组织设计是以项目为对象编制的用以指导施工的技术、经济和管理综合性文件。施工组织设计在施工过程中起统筹和指导作用。为明确各方在编制、审批和批准中的责任作此规定。

**3.0.6** 本条是对井口、硐口场地平整提出的有关安全、技术、环保和节约利用资源的要求。

**3.0.7** 本条是施工用水量的确定方法。当生产、生活用水量之和大于消防用水量时,施工用水量应按生产、生活用水量之和确定;当生产、生活用水量之和小于消防用水量时,施工用水量应按消防用水量确定。在节水前提下,施工总用水量按实际计算就可以了。

**3.0.8** 雨季空气潮湿,甚至出现洪涝灾害,要有防潮和防洪的技术、安全措施。冬期施工易发生冻害,要有预防冻害的技术措施。

**3.0.9** 有色金属矿山会出现有色金属矿床与煤矿床伴生的现象。在有煤伴生的有色金属矿山,当施工有沼气的矿井和煤及沼气突出的矿井时,应按国家现行煤炭行业的规程、规范的规定执行。

**3.0.10** 未及时进行支护,易导致浮石伤人、冒落、坍塌等事故的发生,由此而增加临时支护工程量,并危及施工人员和设备的安全。需永久支护的,应及时支护,未支护段的长度,不应大于40m。

临时水沟及时跟进工作面,有利于排水,减少地下涌水对施工的影响。设计水沟与永久支护同时完成,可减少水沟开挖对支护结构的破坏,并保证排水顺畅。

围岩稳固程度、断面大小、支护型式是掘进方式选择的依据。围岩稳固,宜采用全断面法掘进,断面大宜采用导硐法、分部法或分层法掘进。反之,围岩不稳固,宜采用导硐法、分部法或分层法掘进,断面小则宜采用全断面法掘进。同样,支护型式对掘进方式有影响,选择掘进方式时,要考虑支护要求,才能做到安全和方便施工。

光面爆破能减少爆破对围岩的破坏作用,充分发挥围岩自身的稳定性,成型好,并可相应减小安全风险,掘进时宜采用光面爆破技术。

**3.0.11** 竖井、斜井、斜坡道、巷道、硐室、天井、溜井等井巷工程,穿过软岩、破碎带、老窿、溶洞、断层或较大含水层等不良地层,如不采取安全技术措施,极易造成片帮、冒顶、塌方、泥砂或水突然涌出等,影响施工,甚至造成硐毁人亡等事故。因此本条列为强制性条文,强调应预先制定安全技术措施,并应符合国家现行安全规程

的有关规定,以保证安全。必须严格执行。

**3.0.12** 斜井、斜坡道、巷道、硐室的临时支护型式应根据围岩条件确定。对破碎围岩,应采用管棚法施工,或预注浆法先加固围岩后再进行施工。管棚法施工有两种型式,一种是先打管棚再注浆,另一种是只打管棚不注浆。根据管棚的长度分为小管棚法(管棚长度小于5m)和大管棚法(管棚长度大于5m)。预注浆加固方法常采用工作面预注浆法。

对于较破碎围岩采用锚喷支护或金属支架支护,能及时发挥支护作用,保证施工安全,成本比管棚法、预注浆法低,节约投资。

对易风化岩层,应采用喷射混凝土及时封闭,减少围岩暴露在空气中的时间,以及隔绝围岩与水的接触,提高围岩自身的稳定性。

对易膨胀岩层应采用先让后抗的方法施工。膨胀岩层遇水吸潮极易膨胀,对井壁的破坏性很大,如果处理不当,常危及工程安全和人身安全。应采取治理涌水和井帮淋水的措施,并及时喷射混凝土进行全封闭,隔绝水源,必要时,可打锚杆和挂网加固。

采用金属支架时,支架间应相互连接,固定牢固,背板应背实、背严,严禁架空心箱,若支架间不相互连接牢固,或背板不背实、顶紧围岩,则地压来或掘进爆破时,容易造成支架倒塌,甚至发生伤亡事故。

采用锚喷作临时支护时,为尽早使喷射混凝土发挥支护作用,以及不至于因爆破时崩落或震掉喷射混凝土,在混凝土混合料中掺速凝剂或早强剂。

临时支护应紧跟掘进工作面,才能充分发挥临时支护的作用,保证施工安全。

在实际工作中,因未严格按本条规定执行,常发生片帮、冒顶,危及施工人员安全,甚至发生重大伤亡事故,教训深刻。本条为强制性条文,在实际工作中,必须严格遵照本条规定执行,确保施工安全。

## 4 竖井施工

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 竖井井筒施工方案选择时的主要依据是井筒的深度、直径和井筒穿过的地质及水文地质条件。不同的井筒深度和直径,不同的地质和水文地质条件,所选择的施工工艺和机械装备也不同;相同的井深、直径及地质、水文地质条件,所选择的施工工艺和机械装备也有多个方案。因此,应对不同的施工工艺和机械装备进行技术经济方案的比较,选择最佳的方案和机械装备。

**4.1.2** 竖井井筒的位置应通过打检查钻孔和对检查钻孔资料的分析、比较,选择地质条件较好、水文地质条件简单的地段确定井筒位置,故井筒宜采用普通法施工。本规范所指的竖井施工是指竖井普通法施工。当井筒穿过流沙、淤泥、卵石、砂砾等不稳定地层时,采用普通法施工困难较大、不安全,宜采用特殊凿井法施工,如冻结法、钻井法、帷幕注浆法等。

**4.1.3** 井筒凿岩、装岩、提升、支护和排水等设备的综合配套,对井筒施工作业方式有重大影响,不同设备的组合,对施工作业方式的要求也不尽相同。

**4.1.4** 竖井通过单层涌水量大于  $10\text{m}^3/\text{h}$  的含水层时,为保证井筒顺利施工和减少井筒建成后的总涌水量,应采取注浆堵水等防、治水措施。当含水层距离地面(或井口平面)较近时,宜采用地面(或井口平面)预注浆;反之,宜采取工作面预注浆。对因地质资料不清,直接揭露含水层、含水裂隙的井筒,应采用后注浆防治水。

**4.1.5** 强调检查掘进、支护断面和确定炮孔位置的依据是井筒中心线,在实际工作中,常出现用井壁淋水位置来确定炮孔位置或检查掘进断面的现象,应予改正。

**4.1.6** 井筒施工激光指向仪一般是安装在测量平台上,受爆破震动的影响,激光光束会发生偏斜,井筒越深,光束偏斜越大,为保证井筒掘进和砌碇的规格尺寸符合设计要求,位置正确,作此规定。在实际工作中,因未按规定用井筒中心线校核激光光束而造成的井筒偏斜现象时有发生,应引起重视。

**4.1.7** 井筒掘进过程中,当所揭露的岩层与地质资料发生重大变化时,应通知相关单位进行现场勘察,确定是否需要修改设计,如增加钢筋和支护厚度、改变支护结构或施工方法等。

**4.1.8** 与竖井井筒相连的各巷道、硐室口,应与井筒同时施工,并进行不小于5m的永久支护,以保证井筒的整体性,防止因巷道口、硐室口未支护造成片帮、冒顶,危及井筒安全。当巷道、硐室口长度小于5m时,应全部进行永久支护。

**4.1.9** 实践经验证明,利用反井法施工竖井井筒,可减少施工准备期,加快施工进度,缩短建井工期。当井底或中部有通道可利用时,宜采用反井法施工井筒。当井筒较短时,可用反井法直接掘通井口,再由上往下逐段刷砌,完成井筒施工;当井筒较长时,可用反井法施工一段井筒。反井法施工一般常用普通法、爬罐法、吊罐法、反井钻机法等,具体按本规范第7.2节的规定执行。

当井筒由上往下正掘与反井相向同时施工时,为保证施工安全,在Ⅰ、Ⅱ级围岩中相距25m,在Ⅲ级围岩中相距40m时应停止反井施工。在Ⅳ、Ⅴ级围岩中,不宜采用反井法施工。

围岩级别的划分,应根据岩石坚硬性、岩体完整性、结构特征、地下水和地应力状况等因素综合确定。本规范的围岩分级采用现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086中规定的围岩分级标准,具体详见本规范附录A的规定。

**4.1.10** 为防止作业人员坠落反井,确保安全,应用吊盘盖住反井口。用以遮盖反井口的吊盘,宜比反井规格大0.5m,并用提升设备悬吊。

**4.1.11** 为指导施工和预测井筒水量变化,应测定井筒涌水量。

特别是强调按确定的方法和周期测定井筒涌水量。竖井井筒施工期间,一般按每延深 10m 井筒为一个周期,测定一次井筒涌水量,当掘进至含水层时,虽不足规定距离,至少应在含水层的顶板及底板各观测一次,而不是随意测定。井筒涌水量大小对施工有重大影响,同时,涌水量大小也是影响工程施工和决算的一个重要因素。

## 4.2 表土段竖井施工

**4.2.2** 表土层工程地质及水文地质条件、施工技术装备情况是选择井筒表土施工方法的依据。当表土层深厚、地层不稳定、含水量大时,若采用普通法施工,费力费时不安全,宜采用特殊法施工。当表土层坚固稳定、结构均匀且含水量小时,若用特殊法施工,投资大,准备工作量大,不经济,应采用普通法施工。

**4.2.3** 普通法施工井筒表土层,其施工方法较多,具体应根据表土层工程地质及水文地质条件、施工技术装备情况确定。当表土层为粘土及砂质粘土层,土质结构均匀,抗压强度大于 0.25MPa,含水量较小时,可采用井圈背板法施工。在稳定性较差的松散表土层,厚度不大的砂层,涌水量不大的卵石层及风化岩层带中,可采用吊挂井壁法施工,吊挂井壁法包括吊挂井壁和套壁法。当流沙、淤泥层位于表土层浅部(埋深小于 20m),而且是厚度不大的夹层时,可采用吊挂井壁斜板桩综合法施工。当表土层中砂层虽涌水量大,但含有胶结性粘上层、深度在 60m 以内时,可采用井外疏干孔降水锚喷临支吊挂井壁法施工。当表土层坚固稳定,结构均匀,且含水量小时,可采用锚喷临支法施工。

**4.2.4** 表土段井筒施工提升方式的选择正确与否,对井筒正常实施有较大影响,一般情况下,应尽早安装凿井井架,有利于加快施工进度。当表土松软、不稳定,允许承载力小于 2.5MPa 或涌水量大于  $10\text{m}^3/\text{h}$  时,应先用简易提升设备完成井颈掘砌后,再安装凿井井架。由于简易提升设备施工速度慢,安全性差,故井筒施工深

度不宜超过 15m。

**4.2.5** 表土段井筒施工,应设置临时锁口。临时锁口由井颈上部的临时井壁和锁口框组成,以固定井位、封闭井口、安装井盖和吊挂掘进用支架等。临时锁口的结构型式、构件材料和断面,应根据井口大小、形状及表土特征等因素确定,并应符合封闭严密、保证井下作业安全的要求。

**4.2.6** 根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 6.1.2.1 条的规定,表土段井筒施工期间,井内应设带护圈的梯子供人员上下,梯子应固定牢固,或者应采用凿井提升设备升降人员。

**4.2.7** 井筒一般均采用提升机提升吊桶的方式施工。当井深大于 40m,吊桶在井内运行时,容易发生大的摆动,为避免发生意外,保证施工安全,井深大于 40m 时,应安装吊盘,设置稳绳,通过滑架起到稳定吊桶的作用,吊盘起到安全保护作用。

**4.2.8** 为保证永久井颈的完整性,永久井颈宜一次砌筑。砌筑永久井颈时,应按设计预留管线口、梁窝和其他预埋洞口以便施工,当条件不具备时,如井口设备、井塔结构尚未确定等,永久井颈的井口段应采用砖、石或砌块临时封砌。

**4.2.9** 采取降低工作面水位的措施,可增强井壁的稳定性,加快施工速度。

**4.2.10** 设置沉降观测点定期观测,是为了及时掌握施工期间表土沉陷和主要结构物的变形、位移情况,以指导施工,确保安全。

### 4.3 基岩段竖井施工

**4.3.1** 基岩段竖井井筒施工,宜优先采用短段掘砌法施工,其段高不宜大于 4m。短段掘砌法施工,在掘进后,能及时进行永久支护,围岩暴露时间短,一般不需要采取临时支护措施,简化了工序,节省了临时支护的费用和时间,容易实现机械化作业,并可节省掘砌转换、集中排水、清底和吊盘及管线反复起落时间,施工速度快、

安全,但井壁接茬多,封水性能差。

当井筒净直径大于 5.5m,基岩为 I、II 级,涌水量小时,可采用掘砌平行作业,其段高不宜大于 40m。掘砌平行作业组织工作复杂,要求管理水平高,井壁接茬较少,封水性能较好,但要求使用柔性掩护筒或金属掩护筒,或采取锚喷作临时支护,工序多,施工速度较慢,安全管理难度较大。

当井筒净直径等于或小于 5.5m 时,可采用掘砌单行作业,其段高应根据围岩类别和临时支护型式确定。掘砌单行作业,可采用大段高,组织工作简单,井壁接茬少,封水性能好,但井帮管理要求严格,一般均要采取临时支护措施,工序多,成本高,施工速度慢。

**4.3.2** 井筒掘进时采用临时支护措施,其段高可适当增大。本条规定是根据多年施工经验,为保证施工安全而作出的,在 III 级及其以上围岩中,一般不采用井圈背板支护。井壁淋水影响锚喷支护效果,并易加快井壁软弱结构面的发展。因此,当井壁有淋水时,应先采取堵、截、导、治等治水措施,再进行锚喷支护。

**4.3.3** 钻架凿岩速度快,并可打中深孔、深孔,能加快施工速度,但采用钻架受井筒净直径的限制,当井筒净直径小于 5m 时,宜采用多台手持式凿岩机凿岩,当井筒净直径大于 5m 时,宜采用钻架配多台高效凿岩机凿岩。钻架在升降和使用时,应注意排除与吊桶、抓岩机、排水设备等的相互干扰。

**4.3.4** 为加快掘进速度,减少工序转换次数,基岩稳定的井筒掘进应采用中深孔、深孔爆破,为保证井筒掘进质量,减少对围岩的破坏,应采用光面爆破技术。施工前,应根据所用设备性能、围岩性质和爆破器材等,编制爆破设计,并严格执行。

炮眼眼痕大于孔长的 70%,算 1 个可见眼痕炮眼。平均线性超挖值为检查横断面的超挖面积与井筒周长之比。

**4.3.6** 井筒掘进一般都有水,宜选用防水炸药。井筒内使用设备较多,为防止杂散电流引起早爆事故,宜采用导爆管,导爆管长度



应与炮眼深度相适应并满足连线要求。为安全起见,起爆管宜采用磁电雷管并用起爆器起爆。

**4.3.8 抓岩机及吊桶的选择**,主要是根据井筒净直径来确定的,抓岩机与吊桶一方面要相互配套,另一方面要考虑运行时的安全间距要满足要求。

**4.3.10 井筒施工机械化配套是否得当**,对成井速度有重要影响。在进行机械化配套时,要考虑以下几个方面:一是一次爆破方量与装岩能力的配套,要求尽可能采用中深孔、深孔爆破,增加一次爆破方量,可减小装岩准备和清底占用整个循环时间的比例,一次爆破方量一般不宜低于1h装岩能力的4倍~5倍;二是装岩能力与提升能力的配套,要求提升能力应大于装岩能力,保证抓岩机能不间断地工作;三是抓斗容积与吊桶容积的配套,要求在井筒布置允许的条件下,应尽量加大吊桶和抓斗容积,吊桶容积宜为抓斗容积的4倍~5倍;四是提升能力与排渣能力的配套,要求排渣能力应大于提升能力;五是井筒掘进能力与支护能力的配套,支护能力要能满足掘进能力的要求;六是排水能力与涌水量的配套,排水能力要大于涌水量并保证井筒正常施工的要求。表4.3.10是集多年施工经验总结出来的。

## 4.4 盲竖井施工

**4.4.1 盲竖井施工**,由于井下空间狭小,布置困难,要求尽可能利用永久设施、设备,如提升机硐室、绳道、天轮硐室、提升机及天轮等,布置要合理,结构要紧凑,尽量减少措施工程。

**4.4.2 选择盲竖井施工方法和设备时**,要考虑设备大件如何运输的问题,这是与明井施工的最大不同之处。巷道不能满足运输设备大件的的要求时,一种选择是采用其他设备代替该设备,另一种选择是对现有运输通道进行改造,加大断面,以满足运输要求。

**4.4.3 盲井筒**一般是先施工井口以上的井筒、天轮硐室、卷扬机硐室及绳道,不论围岩稳定与否,为保证安全,井口以上的井筒、天

轮洞室应完成永久支护,并完成提升设施的安装后,才可由上往下施工盲竖井。

**4.4.4** 反井法施工速度快,准备工作量小,当有条件时,宜采用反井法施工盲井筒。井筒较短时可采用反井直接施工到盲井井口平面。注意贯通时应采取可靠的安全措施。井筒较长时,可用反井施工一段盲井筒,争取最短时间内与由上往下正掘的井筒贯通。贯通后的井筒刷大和井壁支护应由上往下逐段进行。

**4.4.5~4.4.7** 盲竖井施工的井口平面运输、通风、排水系统应与井口平面的生产、基建现有系统联系起来,才能最大限度地减少交叉干扰的矛盾,保证施工的正常进行。

#### **4.5 竖井穿过局部不良岩层施工**

**4.5.1** 竖井井筒穿过软岩、破碎带,宜采用短段掘砌或采用锚网喷法、吊挂井壁法、斜板桩法等临时支护措施通过。掘进时采用风镐破岩或采用浅孔小药量爆破,尽量减少对围岩的震动,掘进后及时进行永久砌碛支护。具体采用的施工方法,应根据工程地质及水文地质的实际情况确定。

**4.5.2** 在地质条件复杂、溶洞裂隙发育、含水量大的地段,多年实践证明,注浆法是一种有效的施工方法。先注浆堵塞裂隙、隔绝水源、加固围岩,再采用短段掘砌法施工。

**4.5.3** 有色金属矿山常见的膨胀岩层有高岭石粘土层、长石石英岩、泥岩及花岗岩等,应采用先让后抗的方法施工。膨胀岩层遇水吸潮极易膨胀,对井壁的破坏性很大,如果处理不当,常危及工程安全和人身安全。应采取治理涌水和井帮淋水的措施,并及时喷射混凝土进行全封闭,隔绝水源,必要时,可打锚杆和挂网加固。

#### **4.6 竖井井筒延深**

**4.6.1** 本条为强制性条文,必须严格执行。为保护井筒延深时施工人员的安全,免受生产水平提升容器、碴石等坠落物的威胁,必

须设置与上部生产水平隔开的保护设施。如果不设置与上部生产水平隔开的保护设施,必将造成严重的安全事故,施工人员也不敢进行作业。井筒延深时的保护设施有两类:一类是预留岩柱保护,另一类是人工构筑的保护盘。本条为强制性条文,必须严格执行。

**4.6.3** 预留保护岩柱有两种方法,即全断面法和部分断面法。对采用延深间或梯子间由上向下延深井筒时,应采用部分断面法;而利用辅助水平下向延深井筒和上向延深井筒时,应采用全断面法。在保护岩柱下方应紧贴岩柱搭设护顶盘,并用板材背紧封严,防止岩石松动冒落。护顶盘并不支撑岩柱的全部重量。

**4.6.4** 人工保护盘的结构型式主要有水平保护盘、楔型保护盘、斜保护盘和柔性保护盘。

**4.6.5** 延深井筒所处位置的施工条件,是选择施工方案的主要依据。采用下向或上向延深井筒,都要设置相应的提升、悬吊设施和运输通道。因此,要开凿辅助水平。而不同的施工方案对辅助水平的要求也不一样。

**4.6.6** 拆除保护设施时要精心组织、集中力量实施,尽量缩短矿井停产时间。特别要注意最后平台梁的拆除方案,应保证可靠、安全。

## 5 斜井与斜坡道施工

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 对稳定表土层、小断面的斜井,宜采用全断面法开挖,掘进工作面与永久支护间的距离不宜大于5m;斜坡道和断面较大的斜井,宜采用导硐法开挖,并应控制导硐的长度和断面,以保证施工安全。

对不稳定表土层,应采用明槽开挖或超前支护法施工。明槽开挖要控制开挖长度和边坡,并做好边坡防护。

**5.1.2** 斜井、斜坡道施工,排水很重要。如果地下涌水不能及时排除,则会严重影响施工进度。因而在施工前,根据水文地质资料确定排水方案,设置排水设施,以防因准备不周而导致淹井事故的发生。排水设施包括排水设备、管路和水仓等。

鉴于斜井施工中,常用电动潜水泵排除工作面的水,经常发生潜水泵漏电伤人事故而作出的规定。斜井施工时工作面的水主要是地下涌水,当水较小时,可用风泵排至临时水仓或箕斗内。当水较大时,应选择安全可靠的排水设备,如喷射泵、卧泵等。

**5.1.3** 斜井、斜坡道井口采用明槽开挖时,应使斜井、斜坡道掘进断面的顶部与原土顶面(老土层)之间的距离不小于2m,作为确定明槽开挖深度的标准,明槽边坡允许值应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202的规定,以方便进硐和保证进硐时的安全。

**5.1.4** 井(硐)口岩层风化严重,易失稳,且由于开挖后破坏了山体的稳定性,易发生滑坡。因此,进硐时应采取短段掘砌,必要时应采取超前支护,以保证施工安全。在实际工作中,因进硐方法不对,造成的事故不少,应引起重视。

**5.1.5** 含水层地段应采用混凝土砌硐,以便封堵水源,减少或避

免含水层内的水流入斜井、斜坡道内。浇筑混凝土时,应采取防水措施,以保证混凝土质量。对淋水较大的地段或大于 $0.5\text{m}^3/\text{h}$ 的集中出水点,宜采用注浆堵水。

## 5.2 斜井、盲斜井施工

**5.2.1** 本条为强制性条文,必须严格执行。斜井施工是一项危险性较大的工作,防止跑车是斜井施工的重要任务之一。斜井提升容器有矿车和箕斗,矿车提升要经常在井口摘挂钩,而箕斗提升很少摘挂钩。在井口设置阻车器是为了防止在斜井井口摘矿车挂钩时,矿车自溜跑入斜井,导致跑车伤人事故。阻车器要与提升机连锁,只有发出矿车下放指令后,矿车才能通过阻车器。当提升容器通过阻车器进入斜井后,还有可能发生跑车。因此,在井口下20m和工作面上方15m~30m,应分别设保险杠,由专人或信号工负责看管,以防跑车冲入工作面发生伤人事故。工作面上方的保险杠应随工作面的推进而及时向前移动,以紧跟工作面。

斜井施工过程中,在提升的同时,斜井内人行道上经常有人行走,加之斜井施工期间,轨道不可能安装得很规整,提升容器发生跳车会危及行人安全。因此,要在斜井的人行道一侧,每隔30m~50m设一躲避硐室,以便提升容器通过时,行人能及时就近进入躲避硐室避让。

本条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006第6.1.3.3条的规定制定的,为强制性条文,必须严格执行。

**5.2.2** 行人在斜井中行走时易发生因滑倒、摔倒甚至滚落致伤的事故,如果没有踏步、梯子,人员行走时极易行走在轨道中间,容易被提升容器碰伤,并且随着斜井坡度的增加,人员行走越来越困难,发生事故的可能性越来越大,因此,斜井施工时,应根据斜井坡度分别设置踏步、扶手和梯子,以方便人员行走,保证行人安全。在斜井施工中,因工作面要放置施工设备,踏步、梯子不可能紧跟

工作面,要留有一定距离。本条是参照现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 6.1.1.7 条的规定制定的。

**5.2.3** 斜井坡度大于  $20^{\circ}$  时,易发生坠物、滚石等事故,因此除锚喷支护外,不宜采用掘进、支护平行作业。

**5.2.4** 斜井中设置管座时,如果管座不落在实处,生根不稳,在管道安装后易发生管座、管道下滑移动现象,或者运行设备发生跳车时,管座、管道易被冲撞而飞落而下,容易造成人员伤亡和设备损坏事故。

**5.2.5** 斜井内的耙斗装岩机易发生下滑和前倾,因此必须固定牢靠。当斜井倾角大于  $25^{\circ}$  时,耙斗装岩机只用卡轨器还不能满足安全要求,还应增设防滑装置,以防下滑伤人。一般采用打锚杆并用钢丝绳固定的方式,作为防滑装置。

**5.2.6** 为了保证与斜井相连的各水平巷道和硐室在施工时,不至于影响斜井的施工和使用,不至于对斜井内设施造成大的损坏而作出的规定。各水平巷道是指与斜井各个水平面上相通的巷道。

**5.2.7** 在倾角大于  $10^{\circ}$  的斜井中安装的轨道,在倾斜方向力的作用下会产生下滑现象,易发生跳车等事故,因此,应采取防滑措施进行加固。

**5.2.8** 斜井施工时,应采取分段截排水的方法,使流入工作面的水量减至最小,改善工作面的施工条件,并可降低排水费用。分段截排水应根据含水层情况,采取分段截流、多道排水,设置临时水窝等,将斜井内顺坡流下的水截入临时水窝或转水站内,及时排除,减少和避免地下水涌水直接流入工作面而影响正常施工,是加快斜井施工进度的一个关键问题。

**5.2.9** 为减少人员上、下斜井的难度及不必要的体力和精力损耗,让他们把有限的体力和精力用到生产工作中去,避免因人体疲劳而发生安全事故,体现以人为本、人文关怀的精神,故作此规定。

**5.2.10** 斜井中段连接处断面多变,施工难度大。斜井中段连接处施工时,要合理选择施工方法和确定施工顺序,要特别加强牛鼻

子保护,以免因施工方法不当造成牛鼻子位置的破坏,从而延伸牛鼻子至中段连接处起点的距离,增大中段连接处的暴露空间,这样极易发生冒顶事故。施工方法的选择,应根据围岩稳定情况和支护型式确定。本条对斜井中段连接处的不同种类、不同施工方法作出了详细的规定,在实际工作中,应认真遵照执行。

### 5.3 斜井反井施工

**5.3.1** 斜井反井施工,在工作面和井底之间设信号装置,以便联系,行人时,不得进行提升,工作面不得进行有碍行人安全的作业。斜井由下往上施工,排碴、材料运输困难。当围岩稳固时,宜采用电耙出碴,电耙出碴可采用两台接力出碴或采取加长钢绳,通过接、拆钢绳的办法,用一台电耙出碴。在实际工作中,要注意不能只顾开挖,不顾出碴,而将岩碴任意堆放在井筒内,造成通道堵塞,无法施工。当围岩较差,需要进行永久支护或反掘斜井较长时,应设反向提升装置,用绞车提升矿车运输。绞车安装在井筒底部,通过导向轮实现反向提升,应注意在井筒顶部也应安装导向轮。

由于斜井反井施工,不可能安装大型提升机,只能采用一般绞车提升,其制动性能较差,或电耙出碴时,钢绳摆动大,容易伤人。因此,电耙出碴或反向提升时,井筒内不得行人,以免造成人身伤亡。本条为强制性条文,必须严格执行。

**5.3.2** 斜井反井施工,电耙钢绳或提升钢绳摆动大,加之掘进爆破时,岩碴易往下飞落,因而要求风水管、风筒、电缆安装要高,一般宜在斜井起拱线附近。斜井反井施工通风条件差,加之电耙出碴粉尘大,因此,应采取加强通风和综合防尘措施。反井提升不得采用翻转式矿车,可选用底卸式、侧卸式或固定式矿车,矿车应与提升钢绳连接牢固,并应经常进行检查,确认是否连接牢固,以防飞车事故的发生。提升绞车、电耙、耙斗装岩机等应有防滑、防倾措施,可采取打地锚和顶撑加固,导向轮应固定牢靠。

## 5.4 斜坡道施工

**5.4.1** 当装车调头硐室无永久工程可利用时,斜坡道施工为满足装车(调头)的需要,应设置装车(调头)硐室。装车(调头)硐室间距过大,则出碴速度太慢,影响工程进度。间距过小,则因硐室规格较大,措施工程量增多,增加了工程投资,不经济。另外,为减少不必要的支护量,装车(调头)硐室宜选择围岩条件较好地段施工。

**5.4.2** 斜坡道在不设人行道时,就应设躲避硐室,以保证无轨设备通行时,行人能就近进入躲避硐室躲避,躲避硐室的间距既不能过大,也不能过小。

**5.4.4** 斜坡道施工,运输道路易受地下水侵蚀、损毁,故应在斜坡道两侧设置水沟排除地下涌水,并保持排水畅通。运输道路的好坏、畅通与否对工程施工进度有重大影响。因此,应做好运输道路的维护工作,以加快运输速度,加大运输流量,加快工程施工进度。

**5.4.5** 斜坡道要通过大型车辆、设备,路面要承受车轮的荷载,对路基有较严格的要求;若路基强度达不到设计要求,则易导致路面基层及面层的破坏;路基内的泉眼、侵蚀性地下水会导致路基强度的降低和毁坏基层及面层,因而应进行处理。基层主要起路面成型和找平作用,应保证密实度。在铺筑沥青路面前,应将基层表面清扫干净,并浇洒一层沥青粘层,使沥青混凝土面层与基层粘结牢固。在斜坡道内铺筑沥青混凝土路面时,由于井下通风不良,应加强通风,采取措施,保证施工人员安全和防止废风污染井下其他作业地点。

在基岩中的斜坡道一般都采用岩石路基,施工过程中,底板上会粘附有大量岩粉浆、软泥、浮碴等,应清除干净以保证路基强度符合要求。斜坡道掘进时,其底板往往凸凹不平,找平时对垫高的地段应碾压,密实度应符合要求,一般还应进行弯沉检测,以确定其承载能力是否达到设计要求。

斜坡道主要是为了通行车辆、设备,其运输流量较大,为保证路面质量,满足使用要求,应按本条的规定,做好质量控制工作。



## 6 巷道与硐室施工

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 硐室一般断面都较大,并且有相当一部分硐室是可根据揭露的围岩情况进行位置选择的,硐室布置在工程地质及水文地质条件良好的地段,即能增加安全性,又能减少或节约支护工程量,降低造价。

**6.1.2** 机电设备硐室和存放爆破物品硐室都有防潮要求,施工中应按设计的防水等级采用防水混凝土,若达不到要求时,应采取后注浆防水或其他防水措施进行处理。本条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 6.5.4 条的规定制定的。

**6.1.3** 钻爆法施工就是采用凿岩爆破方法进行的巷道掘进,当两个工作面相距 15m 时,不论对穿、斜交或立交,一个工作面的爆破,对另一个工作面施工的人员会带来安全威胁。这种威胁一方面是容易震落井巷墙、顶部的石块,严重时会使崩落、崩垮巷道,另一方面忽然爆破,强大的爆破声容易伤害、惊吓人员。本条是根据现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722—2003 第 5.3.2 条的规定制定的,为强制性条文,必须严格执行。

**6.1.4** 在 20m 以内的两条平行巷道,一个工作面爆破,会对另一个工作面造成影响,为防止安全事故的发生,在爆破前应通知相邻工作面的人员撤至安全区域后,才能进行爆破作业。本条是根据《爆破安全规程》GB 6722—2003 第 5.3.2 条的规定制定的,为强制性条文,必须严格执行。

### 6.2 巷道施工

**6.2.1** 长距离巷道施工有其特殊性。单轨平巷施工要有调车场,

调车场间距过大则严重影响施工进度,过小则增加工程量,也会降低工程进度,具体应根据调车类型确定。若采用道岔型调车时,宜120m~150m设一个调车场,若采用翻框型滑车器调车时,宜50m设一个调车硐室。道岔型调车场工程量较大,调车方便,机械化程度高。翻框型调车硐室工程量小,灵活,但费力。

斜巷施工一般采用无轨设备,宜每隔100m设一个调头(装车)硐室。

**6.2.2** 巷道掘进,一般都会有地下水出现,为保证正常施工,做到文明生产,临时水沟应跟上工作面,设计水沟距掘进工作面不宜大于40m,并定期清理水沟,保持排水畅通。下坡施工时,应采取机械排水,否则地下水会淹没工作面,导致施工困难。在实际工作中,水沟未跟上工作面或未定期清理,严重影响了施工的正常进行,应引起重视。

**6.2.3** 主、副井到底后,必须尽快短路贯通,以便为提升、通风、排水、运输和供电、供风、供水等设施的改造创造良好条件。采取的措施包括确定合理的贯通方式(贯通距离尽可能短,工程量尽可能小)和组织短路贯通的快速施工。

**6.2.4** 曲线巷道包括平面曲线和竖曲线巷道两类。施工前,应根据测量放线确定的分段长度、曲率半径、平曲巷道的内外侧加宽值或竖曲巷道的顶(底)板加高(深)值,作出施工大样图。凿岩前,测出分段起点至工作面的距离,按施工大样图确定平曲巷道中线左、右侧的尺寸,确定竖曲巷道腰线上、下尺寸。凿岩时,要掌握好方向,控制好角度,以免打偏或打高、打低巷道。

对于平曲巷道,当使用有轨设备装岩时,要特别注意轨道安装位置,应偏向操作侧,以方便人员操作设备,保证安全,否则,易发生人员被装岩机挤伤、挤扁,造成人员伤亡事故,这种事故在实际工作中并不少见,应高度重视。

为保证运输质量,减少跳车、跳道现象的发生,曲线段轨道要加工成弧形,不得采用折线形。

**6.2.5** 巷道掘进的机械设备组合,应根据断面大小、巷道坡度及运输条件确定,即要突出省时,又要注重机械之间生产能力的搭配。平巷断面较小时,一般均采用有轨设备运输,断面大时,宜采用无轨设备,亦可采用有轨设备运输;斜巷一般均采用无轨设备运输,只是根据断面大小采取不同的运输设备而已。

采用无轨设备施工,增大了通风难度,即要排出炮烟和供入新鲜风满足施工人员的需要,又要排出无轨设备排出的废烟、废气,因此要采取加强通风的措施。

无轨设备施工时对道路的要求高,因为巷道掘进后其底板往往凹凸不平,松软不一,加之地下水的侵蚀,容易造成运输设备打滑、刨坑等,严重地影响运输设备的正常工作,甚至造成掉台、掉班,因此,应采取加强道路维护的措施。

**6.2.6** 斜巷上向施工与斜井反掘基本相同,其施工方法亦相同。斜巷下向施工与盲斜井正掘相似,但也有不同点,盲斜井一般采用箕斗提升,斜巷下向施工一般采用无轨设备运输或矿车提升。盲斜井一般常采用甩车场连接中段巷道,斜巷下向施工常用平车场连接中段巷道。

提升绞车硐室的长度,主要是根据提升容器调换空、重车的方式确定,当采用转盘调车时,硐室长度一般为5m~6m,这种方式只适宜于小容量矿车提升;当采用道岔调车时,由于矿车轴距最小为1.1m,转弯半径最小为7.7m,防过卷距离4m,绞车及操作室距离4m,扣除阶段巷道轨中至边帮的距离约1m,所以要求硐室长度不宜小于15m。

斜巷下向施工,排水工作与斜井施工相似,应根据涌水量大小选择排水方案,但斜巷一般坡度不大,并且垂高也不大,因此,宜采用喷射泵排水,当涌水量较大时,应采用卧泵排水,工作面的积水可用风泵排除。

**6.2.7** 巷道交岔点施工方法的选择主要是根据围岩条件和支护形式确定。交岔点断面多变、技术复杂、施工难度大,施工时要合

理选择施工方法和确定施工顺序,对牛鼻子的保护要特别注意,以免牛鼻子施工时遭破坏,增大交岔点暴露空间。

## 6.3 硐室施工

**6.3.1** 马头门、箕斗装载硐室断面一般较大,施工难度大,必须编制专项施工方案;为减少上部井筒裸露时间,增加施工安全性,规定竖井井筒掘至马头门、箕斗装载硐室上部 3m~4m 处,应停止井筒掘进,进行井筒永久支护,然后才能往下施工井筒、马头门或箕斗装载硐室。

马头门、箕斗装载硐室与井筒同时施工法可以充分利用凿井设备,并且在硐室施工前的准备工作很少,施工速度快、效率高、成本低。马头门、箕斗装载硐室的施工,应根据围岩条件合理选择施工方法,当采用下行分层掘进反向一次砌碛方法施工时,为保证施工安全,不论围岩稳定与否,均应采用锚喷作临时支护,喷层厚度不宜小于 50mm。

**6.3.2** 提升机硐室、破碎机硐室及其他大型硐室,断面大,工程量大,施工难度大,为保证施工安全,应采用导硐法施工。开挖时,宜采取先拱后墙法,刷大时为保证安全宜用锚喷作临时支护。拱部开挖一段即应进行永久支护,并逐段进行。拱部永久支护完成后,再进行边侧墙部的逐段掘砌,墙部掘砌完成后,清除中间岩柱,爆破时应采用小药量,以免爆破损坏支护体,最后进行设备基础的掘砌。应注意加强行车梁以上部位的高度、宽度检查,不得小于设计规定,并宜比设计尺寸大 30mm~50mm,以便安装。

**6.3.3** 防水闸门硐室在矿井发生突然涌水情况下能否发挥作用,除操作正确外,主要取决于设计的正确性和施工质量,因此对设置位置作出了规定。巷道超前防水闸门硐室的距离以 10m 为宜,此距离过小,则当巷道继续掘进时,爆破对硐室及其围岩会产生破坏性影响。但过大会造成加压试验时用水量大大增加,同时当岩性一旦发生大的变化,将会严重影响加压试验,甚至加压试验无法

进行。

硐室及其前后不小于 5m 的内外巷道应与硐室同时浇筑混凝土,并应保证结合紧密,不得漏水,是为了增强防水闸门硐室的整体稳定性。

防水门框的找平校正及固定很重要,直接关系到防水门能否正常工作,应引起高度重视。

砌碇后的养护,对保证混凝土质量,提高混凝土的抗渗能力,关系重大。

硐室砌碇后,应进行壁后注浆,砌碇时应预埋注浆管,注浆管的位置应正确,注浆终压要达到设计压力的 1.5 倍。

防水闸门、排泥仓密闭门建成后,应进行抗压试验。可采用水泵注水或采用自然水压注水,试验时逐渐升高水压,并严格注意硐室及附属巷道的漏水、渗水现象,做好记录,认真处理,确保质量。

**6.3.4** 水仓一般分为内水仓和外水仓,一个使用,另一个做清理。内、外水仓可连接于配水井,也可分别与吸水井相连。若采用配水井连接内外水仓时,在配水井附近掘进时,应注意保持围岩的完整性,应采用控制爆破,在配水井入口处应特别注意混凝土隔离墙质量,防止漏水。

内、外水仓间增加的临时通道,在水仓竣工前应封堵,不得漏水,以防水仓蹿水。

**6.3.5** 井筒转水站包括竖井、斜井井筒转水站。注意排水扬程应经过计算确定,排水扬程应小于水泵扬程。

为防止水仓内的水渗入井筒内,规定水仓应进行防渗漏处理,可采用金属水箱或混凝土浇筑水仓,并应分隔为 2 个,一个工作,另一个清理。

规定转水站入口处高度不宜小于 3m 是为了方便管线布置及设备进出。

**6.3.6** 设备基础应与设备相符,才能满足安装要求。在实际工作中,由于设备基础图与实际设备不相符的事例不少,小的方面影响

安装,大的方面导致无法安装,只有返工重新浇筑设备基础。为此,特别强调在设备基础施工前,应根据到货设备核对设备基础图。设备基础的开挖、预留孔、浇筑等,应按设计确定的十字线、标高基线进行,以保证位置正确和相互关系符合设计,满足安装要求。在浇筑前,要复查预留孔位置,应准确。在浇筑混凝土过程中,要随时观察、检查预留孔有无变化,若有变化,应及时进行处理。为了不影响安装或不降低安装质量,预留孔内不得残留有模板盒。若采用预埋螺栓时,其位置要准确,外露螺纹要采取保护措施,防止螺纹损伤。采用锚杆基础时,应进行锚杆拉拔试验。

## 6.4 锚喷支护监测

**6.4.1** 矿山井下情况千变万化,随着开采深度的增加,特别是接近采场地段,以及含高岭土、长石等矿物质的地段,有的矿山Ⅰ~Ⅴ级围岩,不论巷道宽度是大于5m还是小于5m,都会有变形且变形较大。在这些地段,一般都采用锚喷支护,并根据不同情况,采用二次支护或三次、四次等多次支护。针对多次支护的情况作出规定,目的是为了获得连续、持久的监控量测数据,以利于分析、判断支护体的变化趋势,为设计提供依据,并指导施工。

**6.4.3** 施工监测在现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 现场监控量测中有较详细的规定,应按该规范执行。

## 7 天井与溜井施工

### 7.1 一般规定

**7.1.2** 天井、溜井掘进,本身安全威胁就大,施工照明以及施工设备易带杂散电流,采用电雷管时,杂散电流易引爆电雷管,发生早爆造成人员伤亡事故。因此,不得采用电雷管、火雷管,应用导爆管、磁电雷管及磁电雷管起爆器起爆。本条为强制性条文,必须严格执行。

**7.1.3** 天井、溜井掘进时,爆破产生的炮烟多集中于工作面附近,并且容易造成人员中毒的有害气体往往集中在工作面顶部,必须进行通风处理。而天井、溜井掘进时的通风,多采用压气吹风,通风量的大小及通风时间长短,决定了通风的效果。因此,应经过现场检查确认,检查人员不应少于2人。经检查合格后方准作业,以免造成炮烟中毒,发生人员伤亡事故。本条为强制性条文,必须严格执行。

**7.1.4** 天井、溜井施工,当工作台距坠落接触面超过2m时,属高空作业,作业人员必须系好安全带,并脚挂安全网,以保证人身安全。

**7.1.5** 本条根据现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722的规定制定的。

### 7.2 垂直天井、溜井施工

**7.2.1** 垂直天井、溜井施工方法选择,应根据天(溜)井设计高度、围岩稳固程度、工作条件及施工技术装备确定。反井钻机法适用高度在150m以下的天井、溜井施工,其准备工作量不大,灵活、安全,施工时,先打小导孔,再扩孔,然后用钻爆法由上往下逐段刷

砌。因而,在天井、溜井施工中,应优先采用反井钻机法施工。

锚杆悬吊工作平台法,是在实际工作中从普通法中分出来的一种新方法,其施工简单、速度快,但要求围岩要稳固,高度不应大于15m;否则,不安全。

普通法要求围岩要在Ⅳ级及其以上,高度在15m以上、60m以下。小于15m时,用普通法不经济,大于60m而又太费力,速度慢,木材消耗大。当井上、下都有通道与天(溜)井相通,围岩为Ⅳ类及其以上时,采用吊罐法施工速度快、安全,井筒越深,效果越好,可施工到200m。

爬罐法施工安全性好,但要增加爬罐硐室,准备工作多,并且在Ⅳ级、Ⅴ级围岩中锚杆固定困难,导轨易偏斜脱落,因而要求在Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级围岩中使用。天井、溜井短采用爬罐法施工不经济,天井、溜井高采用爬罐法施工时很难爬上去,因而规定在30m~150m范围内使用。

在Ⅴ级围岩中,由下往上施工天井(或溜井),不安全,应采用竖井施工方法由上往下施工。

深孔分段爆破法施工天井、溜井安全,但要求钻孔技术高,并且在软岩、破碎地层中易发生塌孔而堵孔,故要求在Ⅲ级及其以上围岩中,对天井、溜井高度的要求,当小于15m时,除去钻窝,所剩无几,不经济,大于60m而又钻孔偏斜大,爆破控制难。

**7.2.2 反井钻机法施工天井、溜井**,围岩不受限制,其准备工作量不大,钻机布置在井口,采用下行导孔、上行扩孔的方式施工,比较安全,钻机好固定。钻机硐室尺寸,要满足钻机进杆、退杆的要求。导向孔应一次钻到位,好更换钻头,导向孔直径不宜小于200mm,扩孔直径不宜小于800mm。小于800mm,当爆破刷大时,容易堵塞钻孔。导孔钻进前,应根据岩层条件合理选用钻进参数,包括钻压、转速、扭矩、钻头类型及刀具数量等。根据不同岩石性质选用合适的钻头,是提高钻进速度、降低成本的关键。钻进时,应注意观察转速、进尺和泥浆排渣情况。当遇到软硬变化时,应采用小钻



压低转速钻进,整个钻头进入单一岩层时,再用适宜的钻进参数;当遇有小钻压进尺快或大钻压不进尺时,应采用慢进或提钻检查。为防止钻孔偏斜过大,每钻进 10m,应加入一个稳定器,以减小钻杆摆幅,稳定器与钻孔壁的间隙要适宜,间隔大,稳定器的作用不大,间隙过小,影响钻进。由于天井、溜井高度一般都不大,为防偏斜过大,造成废孔,宜 20m 测斜一次。发生卡钻时,应立即反向推进,使刀刃脱离岩面,以防损伤机具;重钻时,应用低转速小钻压钻进。由上向下钻导孔时,一般多采用气水混合排碴方式。钻导孔和扩孔,都要使用水,以冷却钻具,故要求钻进时连续供水,不得中断。用大直径钻头扩大钻孔,进度慢,钻头消耗大,成本高。因此,钻孔扩孔后,剩余断面的施工,宜采用钻爆法由上往下逐段刷砌。刷大时,为预防大块碴石堵塞钻孔,应严格控制炮眼间距和炮孔深度。为防止人员坠落,应用悬吊设备悬吊的吊盘盖住钻孔口。

**7.2.3** 在 15m 以下的天井、溜井施工中,如采用普通法施工,至 7m 时将天井、溜井分成人行梯子间及废石间,在废石间下部设漏斗,费时、费工、费料,也掘进不了几米,很不经济,于是出现了“独木靠壁”、“单绳悬吊翻杠法”等五花八门的冒险作业方式。当围岩稳定时,可采用锚杆悬吊平台法施工,从而使短天井、溜井施工作业规范化,实现安全生产。为防止人员踩滑,方便人员上下,梯子距井壁不得小于 50mm。

由于天井中间不装隔板,下部不装漏斗,爬梯靠壁直立,人员上下较困难,所以限定在短天井、溜井施工中使用,并规定其施工高度不得超过 15m。

**7.2.4** 为保证人员上下行走方便、安全,天溜井断面内应分隔,可分成 2 个或 3 个隔间,梯子间本来应设折返式人梯,但有的天(溜)井断面较小,无法安装折返式人梯。梯子除应固定牢固外,还规定梯子端头应超过平台面 1.0m 以上,是为保证人员上下时能有可靠的抓握处,以防人员坠落。

凿岩平台为主要工作平台,为防止发生意外,还应在其下部不

超过 2.0m 的地方搭设保护平台,以防止发生浮石或凿岩机砸断平台而造成人员高空坠落事故。凿岩平台与工作面间的距离是依据凿岩设备与换杆高度确定的。

天井、溜井掘进,每循环均应放碴石,以防碴石固结在天井内造成堵塞,但不能放得过多,以防人员不慎落入碴石间造成伤害。

为了减少爆破对安全棚的冲击力,掏槽孔应对准碴石间。

采用木井框支护时,背板一定要背实、背严,否则在地压作用下或爆破冲击下,易使支架破坏。

**7.2.5** 吊罐升降过程中,通信很重要,信号不畅通、不可靠时,不准升降吊罐,否则会发生人身伤亡事故。因此,绞车房、停罐水平和吊罐之间必须保证通信畅通。信号线不得设在吊罐钢丝绳孔内,以防钢绳升降过程中损坏信号线,而导致信号失灵。本条第 1 款为强制性条文,必须严格执行。

吊罐顶部保护盖板应有足够的强度能抵御片帮、冒顶等意外打击,保证人身安全。

绳孔的偏斜不得大于 0.5%,是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 6.1.4.2 条的规定制定的。当天井、溜井段高大于 60m 时,应增加 1 个辅助孔,用于下放风水管线和爆破电缆线。绳孔和辅助孔还可以起通风和导向作用。辅助孔的偏斜率不宜大于 1.0%。

吊罐在升降过程中,易发生摇摆,应注意处理卡帮,同时,天井、溜井掘进中,容易产生浮石,危及施工安全,应注意处理浮石。

为保证贯通时安全,规定了贯通厚度。

确定乘罐人员的头部与吊罐上部保护盖板间应有 100mm 的距离,是防止吊罐升降过程中忽然停止或运动中人员头部撞击盖板,造成伤害。

**7.2.6** 爬罐硐室的开凿宜顺巷道方向,以减少措施工程量,如天井在巷道正中,可不开凿硐室,但应满足硐室规格的要求。若硐室与巷道垂直,则措施工程量较大。使用单罐时硐室深度宜为 4.5m~

5.0m,使用双罐时硐室深度宜为 6.5m~7.0m。

硐室施工结束,用普通法上掘天井、溜井 6m~8m 后,可进行导轨和爬罐的安装。安装时应先安曲轨,然后接长硐室内直轨,再安装爬罐,天井、溜井内导轨应在爬罐上方安装。

导轨变形若未校正就安装使用,一则有安全隐患,二则易使天井、溜井的方向出现偏差。

导轨安装应固定牢靠,才能保证爬罐升降正常进行,导轨顶端不能距工作面太近,以防爆破时损伤导轨。

掏槽眼应布置在导轨对侧,以防爆破时岩碴直接冲击导轨,造成导轨损坏。

爆破后一定要检查导轨的牢固程度和方向。

按规定距离校正中线,是为保证天井、溜井掘进方向正确,校核导轨方向是以天井、溜井十字线为依据,以免打歪天井、溜井。

升降罐过程中,要注意处理浮石或卡罐,以防发生浮石伤人或因卡罐发生脱轨坠罐事故。

爆破后及时打开阀门通风和洗尘,排除炮烟,改善工作环境,确保人身安全。

将天井、溜井上部出口封严,清理干净浮石,保证拆除导轨时的安全。

**7.2.7 深孔分段爆破成井,速度快、工期短、安全、成本低,但成形不规则,服务年限短。深孔爆破技术要求高,为了保证成井质量,对凿孔、装药、爆破应注意的几个问题作出了规定。**

### **7.3 分支溜井及溜井底部结构施工**

**7.3.1** 为保证施工安全,宜先施工分支溜井,主溜井与分支溜井不得同时施工。为防止人员、设备下滑坠入溜井中,应在主溜井与分支溜井交接处,搭设安全保护平台。

**7.3.2** 在实际工作中,常发生分支溜井打歪、打偏的现象,为保证施工质量,避免质量事故的发生,作此规定。

**7.3.4** 溜井施工时,一般是按溜井断面先将溜井掘到设计位置,再进行底部结构的施工,如储矿仓刷大、预埋铁件、浇筑混凝土等,为保证施工安全,应将其上部井壁浮石清理干净,并搭设安全保护平台。

**7.3.5** 溜井底部结构一般都有预埋件、耐磨层,其安装应按设计进行,底部结构的支护应与其下部硐室的支护连接在一起,以增加其整体性。

## **7.4 倾斜天井、溜井施工**

**7.4.1** 吊罐法在斜天井、溜井中不安全,故不得使用。宜采用爬罐法施工,导轨安装在倾斜天井、溜井侧壁上,凿岩时增加操作平台。斜天井、溜井也可采用普通法施工,作业人员要系好安全带,以防坠落,凿岩时要增加底撑和横撑。当采用反井钻机法施工斜天井、溜井时,要控制好导孔方向,以防在重力作用下,导孔产生大的偏斜。

**7.4.2** 斜天井、溜井,只有设中线和腰线,才能指导掘进方向和控制坡度。每5m校核一次中线、腰线,才能保证斜天井、溜井位置正确。

## 8 采切工程施工

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 采切工程包括采准工程和切割工程。采切工程施工前,应熟悉勘探地质及基建过程中所收集整理地质编录资料,了解矿体的形态、产状特征、矿石与围岩界限、地质构造、采矿方法,以及采切工程与基建探矿工程相互之间的关系。

**8.1.2** 采切工程是在开拓工程结束后,才进行施工的。为进一步摸清矿体的形态、产状、走向长度、厚度、品位等,更准确地控制矿体,进行储量升级,应根据采准、切割工程设计及探矿要求编制施工组织设计,并列明施工顺序及进度要求。

采切工程施工中遇到不良地质情况时,应根据围岩具体情况,可采取锚喷、混凝土砌碛或木支架、金属支架等支护措施。

**8.1.3** 在开拓、采准、切割工程施工过程中,将工程揭露出的各种地质现象,用图形、文字和表格方式形成地质编录资料。按矿山地质规程的统一规定,地质编录和采样工作紧跟工作面,及时、正确、客观地反映地质现象,通过综合整理,形成完整、系统的地质资料,以便及时认识、分析成矿规律和地质构造,以指导探矿及采切工程的优化设计,以便及时调整采切巷道的位置。

### 8.2 采切巷道、切割上山施工

**8.2.1** 采准工程有其特殊性,一是作业面多,二是大量使用电耙出碴、出矿,三是岩体和矿体中游离二氧化硅含量较高,四是通风条件差,五是干燥。因此,采准工程应在矿井总体通风系统形成后进行施工,以缩短局部通风距离,提高通风效果。同时,采准工程施工中,还要加强通风,并采取综合防尘措施,以改善工作面的作

业条件,减少和预防职业危害,保护员工的健康。

**8.2.2** 上、下水平的运输、通风、充填巷道全部施工完毕,上、下平面的矿体已揭露清楚,便于总体考虑、安排中段各采场的布置及施工顺序,以利于加快采场的建设进度。

**8.2.3** 在缓倾斜中厚矿体,矿房沿矿体走向布置,采用分条分段崩落采矿法时,沿矿体底板设计的切割上山,具有指导下部电耙道施工的作用,见图1。

根据采矿的要求,切割上山的方位是相对固定的,要用已施工完的切割上山的位置指导电耙道施工,才能控制电耙道与切割上山的高度。

如果矿体在某处尖灭或地质情况有变化时,切割上山施工到尖灭处为止,或随地质变化提高或降低,或者先以小规格巷道探矿,后扩成切割上山的规格,则电耙道也随切割上山的终止而终止,或随地质情况的变化,重新设计电耙道坡度后再施工。

切割上山施工时,多采用电耙运输,耙矿时粉尘弥漫,作业条件恶劣,应加强通风防尘工作,以减少职业病的发生,上山内的矿石应及时清除,以利于通风,改善作业条件。

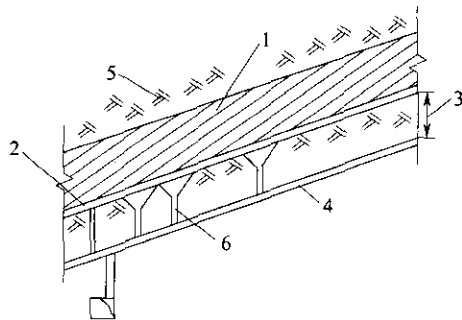


图1 切割上山位置图

- 1-矿体;2-切割上山;3-漏斗颈、漏斗口控制高度;  
4-电耙道;5-围岩;6-漏斗颈、漏斗口

### 8.3 漏斗川、漏斗施工

8.3.1 施工前应熟悉图纸,了解设计意图,合理确定施工顺序。漏斗川开口不应大,要注意控制。

在不稳定的岩层或矿体中施工漏斗川,需支护时,由于漏斗川所处的位置距井口较远,运送各种材料有困难,为保证施工顺利进行,应做好各种施工设备及材料的准备,并及时支护。

8.3.2 为防止漏斗井打歪,影响打眼巷道的稳定,漏斗井一般只施工到拉底巷道的底板标高为止,见图2。

扩漏斗施工方案制订之前,应测出漏斗颈及漏斗周围各种巷道的相对位置实测图,为扩漏爆破设计提供准确的资料。

漏斗颈可在施工漏斗川时,一并掘出,成梨形状,见图3。漏斗颈应严格控制规格,并为扩漏施工创造条件。其施工顺序为电耙道和漏斗川施工完毕,经检验合格后,施工漏斗颈。

一般情况下是在完成采矿中深孔后再行扩漏,其优点是打采矿中深孔方便、安全。此时的扩漏已成为采矿前准备工作的一部分,而不安排在基建时期施工。

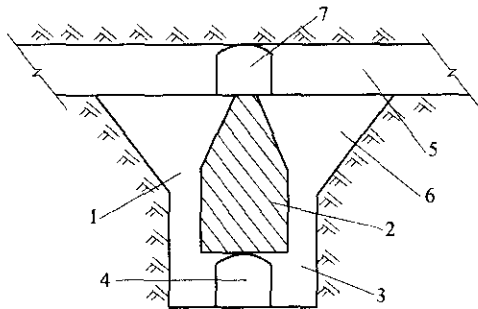


图2 采场底部结构示意图

- 1—漏斗井;2 漏斗颈(又称梨形巷道);3—漏斗川;  
4—电耙道;5 拉底巷道;6—漏斗;7—打眼巷道

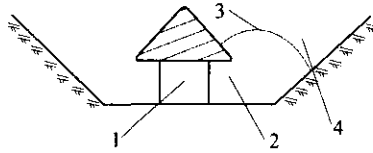


图3 漏斗颈施工示意图

1 电耙道; 2—漏斗川; 3 漏斗颈(梨形); 4 漏斗;

## 8.4 采场天井、溜井施工

**8.4.1** 短天井与溜井常用锚杆悬吊工作平台法施工,由于此法受岩石条件和天井角度的限制较小,又不需另外增加施工设备,施工方法简单易行,施工人员容易掌握,所以仍有不少单位采用。

深孔分段爆破施工天井与溜井,设备投资少,作业条件安全,工序简单,直接成本较前种方法低,在一些矿山已经取得较好的效果。因此,高度在20m以内,地质条件适合时,可以推广此种施工方法。

在高天井或岩石较硬的条件下,由于钻孔速度慢,炮孔难以掌握相互平行,给确定爆破参数带来一定困难,影响深孔分段爆破法的使用。

**8.4.2** 采切工程的一个重要特点是天井、溜井较多。根据矿山经验,相邻工作面相距30m以内时,一个工作面爆破,另一个工作面会震掉浮石,尤其在较松散的岩石中更易掉落。因此应错开爆破时间,爆破时必须事先通知附近天井、溜井的施工人员撤离工作面,以保证其生命安全。在与上水平贯通处,爆破前设警戒哨和标志的目的,是为避免恰好在爆破时有人员通过贯通处造成伤害。本条为强制性条文,必须严格执行。



## 9 永久支护工程施工

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 有色金属矿山井巷支护有其特殊性,锚喷支护除执行现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的规定外,还应符合本规范的规定。

**9.1.2** 从源头上控制原材料的质量,对保证混凝土质量具有重要作用。矿山井巷工程永久支护用的原材料,主要是钢材、水泥、砂及碎(卵)石。

**9.1.3** 各种外加剂都有其特性和适用范围,应根据使用目的予以使用。施工及气候条件,包括工地的操作水平、运输条件、保温养护措施及当时当地的气温等,都是在随着工程进展及时间的变化而变化的。而原材料的变化对外加剂的使用效果也不一样,因此,应经试验确定最佳掺量。使用中若条件发生变化,尚应及时进行试验,调整掺量,以取得最好的支护效果。

当使用碱性外加剂时,若采用含有活性二氧化硅的石材作骨料,易产生碱骨料反应,引起混凝土开裂而破坏。

**9.1.4、9.1.5** 普通水泥凝结时间较快,早期强度高,抗冻性能好,适宜井巷支护工程耐地压,以及低温条件下要求其强度增长较快的特点,所以多选用普通水泥。但普通水泥由于其早期强度增长快、水化热高,故不宜用于大体积混凝土、受水压作用及有化学侵蚀的工程,而矿渣水泥、火山灰水泥因早期强度增长慢,水化热低,适宜地下和水中工程、有硫酸盐类侵蚀的工程及大体积混凝土工程。选用水泥时,还要根据混凝土工程的特性、支护环境按表 9.1.5 的规定选择适宜的水泥品种。

砂浆锚杆要求安装后能较快发挥作用,故宜用硅酸盐水泥和

普通水泥。

**9.1.6** 软岩、膨胀岩层开挖后,围岩变形大;受动压影响的井巷工程,如采区巷道、硐室、井筒等,动压来时,容易使围岩变形增大。若直接采用如混凝土砌碇,在岩体膨胀或动压的作用下,可使混凝土支护开裂破坏甚至坍塌。而采用锚喷支护,可使支护体与围岩共同发挥作用,并充分发挥围岩自身的承载能力,有效控制围岩变形,并可根据对锚喷支护的监测,进一步掌握围岩位移变化状况以及锚喷受力情况,评价支护效果。当围岩压力释放到一定程度,变形较小时,可进行后期支护。后期支护一般宜采用混凝土砌碇支护。

**9.1.7** 钢筋的保护层,是保证钢筋与混凝土的共同工作,防止钢筋锈蚀,对增加耐久性具有重要作用。对于井下高湿度环境中的钢筋混凝土工程,混凝土碳化后钢筋锈蚀较快,以及井巷工程由于施工条件的限制,钢筋保护层常常出现达不到要求的情况,甚至出现露筋现象,应引起重视。

**9.1.8** 混凝土设计强度等级、原材料性能及对混凝土的技术要求,是配合比试验的依据,并应遵循合理使用材料和经济性原则。这是由于各地的原材料变化较大、质量不一,所以混凝土的配合比应根据工程用原材料(包括水泥、水、粗细骨料)经试验确定,而不能千篇一律地采用同一配合比。而经实验室试验提供的配合比,所选用的粗、细骨料含水率与施工现场不一样,并且现场粗、细骨料含水率又因施工方法不同,如骨料是否先润湿,或气候条件的不同而不可能始终保持同一含水率。因此,施工时,应现场测定粗、细骨料的含水率,经计算后确定施工配合比。需要特别强调的是施工配合比应随粗、细骨料实际含水率的变化而变化,是一个动态调整的过程。

**9.1.9** 在水泥、粗细骨料不变的条件下,水灰比大小对混凝土强度影响最大,水灰比越大,混凝土强度越低,因此,施工中应控制最大水灰比。混凝土中水泥用量太多,造成浪费,而且混凝土中因水

泥用量过多而增大水化热,使混凝土产生裂隙而遭破坏。最大水灰比、最小水泥用量的规定是保证混凝土强度及其耐久性的基本要求。表 9.1.9 是根据国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定制定的。

**9.1.10** 混凝土砌碇、喷射混凝土的强度检验,是井巷支护工程的必检项目,只有通过强度试验,才能知道施工的混凝土是否达到设计要求。砂浆锚杆的砂浆强度,也是必检项目,在实际中砂浆锚杆的砂浆强度检测常被遗忘。

当试块资料不全,或对判定质量有不同意见时,宜采用超声检测法进行复测。也可采用回弹检测,但其结果只能作参考。若复测混凝土强度低于设计时,应进行分析,查找原因,并采取措施。采取的措施有三类,第一类是由原设计单位根据围岩条件、地压大小,对该支护段进行复算,若能满足安全要求,予以验收;第二类是直接采取补强措施,可采用增加锚杆(或锚索)补强,或喷锚补强,或壁后注浆补强,不论用何种方法补强,均应经计算确认;第三类是拆除重建。

## 9.2 混凝土搅拌、运输

**9.2.1** 混凝土配合比是重量比,而实际工作中,常出现体积比,甚至根本就没有比例的问题,也会出现按试验室配合比一成不变使用的现象,应予纠正。不按本条规定实施,会严重影响混凝土的强度,甚至导致质量事故的发生。

**9.2.2** 混凝土只有充分搅拌,才能拌合均匀,保证混凝土拌合料的质量。当掺有外加剂时,搅拌时间应适当延长;冬期混凝土搅拌最短时间应延长 0.5 倍。

**9.2.3** 矿山井口、硐口混凝土一般均配有钢筋,且处于露天或接近露天环境,故冬期施工宜使用无氯盐类防冻剂,以降低混凝土冰点温度。

**9.2.5** 控制混凝土的入模温度,主要是使混凝土浇筑后有一段正

温养护期时间,对早期强度增长有利,可使混凝土早日达到受冻临界强度以免遭冻害。但入模温度较难控制,因此规定混凝土出机温度不得低于 $10^{\circ}\text{C}$ ,从出机到入模热耗损失一些,入模时不得低于 $5^{\circ}\text{C}$ 。

**9.2.6** 机械搅拌省时省力,又能拌合均匀,易保证混凝土拌合料的质量。只有当现场混凝土量较小,且不具备条件时,如井下多段倒运,运输复杂,不能保证按计划运输混凝土拌和物(含加缓凝剂拌和物和拌和物干料),浇筑现场又不具备安装搅拌机的条件时,才能允许采用人工搅拌。“三·三搅拌法”的操作程序为:按配合比将细骨料倒在钢板上,倒上水泥,人工干拌三次;再倒上粗骨料干拌三次;最后按水灰比计量加水拌三次,混凝土即拌成,可以入模。

**9.2.7** 竖井采用输料管输送混凝土,是竖井快速施工的主要手段之一。

输料管输送混凝土时的几点规定,是为了保证混凝土拌合物的正常输送、减少输料管的磨损,以及为防止堵管而作出的。

**9.2.8** 混凝土从拌制到入模,都要求不能受到污染,否则会降低其强度。

矿山井巷工程由于其特殊性,往往运输距离远,特别是深部工程,多段倒运,交叉运输干扰大,时间长,甚至运输无法得到有效保证。

**9.2.9** 为控制运输至浇筑地点时的混凝土质量变化,应检查其坍落度。混凝土一经受振动即会有离析现象发生,特别是坍落度大的混凝土,在静置时也会发生析水或粗骨料分离现象。而当有离析现象时,不作二次搅拌,则难于捣实,会严重影响混凝土的强度和密实性。

**9.2.11** 由于井巷工程的特殊性,搅拌站到浇筑地点有较长一段距离,配料人员难于掌握浇筑现场情况,往往造成少配或多配拌合料,影响正常施工或造成浪费。当浇筑现场条件发生变化时,也会

造成配好的拌合料不能及时入模而影响混凝土质量。

### 9.3 钢筋制作、安装

**9.3.1** 钢筋加工的形状、尺寸符合设计规定,才能使钢筋受力符合设计要求。

**9.3.2** 本条是由井巷工程的特点确定的。井巷工程空间狭小,空气潮湿,通风条件差,工作面经常处于变动中,故井巷混凝土钢筋一般采用绑扎方式,仅在硐室钢筋直径较大时采用焊接或机械连接。

**9.3.3** 钢筋绑扎的原则是使受力钢筋固定在设计位置上,浇筑时受力钢筋不位移,使钢筋处于理想的受力状态。井巷钢筋混凝土施工中,由于受空间的限制,易使钢筋产生超差位移,钢筋绑扎质量尤为重要。

钢筋绑扎接头的最小搭接长度对钢筋混凝土的受力状态有重大影响,只有保证钢筋绑扎搭接长度,才能使钢筋受力顺利传递,避免在接头处发生应力叠加现象。钢筋绑扎接头的最小搭接长度按混凝土强度等级、钢筋类型不同作出了不同的规定,受压钢筋按受拉钢筋的0.7倍确定其搭接长度。任何情况下,受拉钢筋的绑扎搭接长度不应小于300mm,受压钢筋的绑扎搭接长度不应小于200mm;两根不同直径钢筋的搭接长度,以较细钢筋的直径计算。

### 9.4 立 模

**9.4.1** 立柱、顶胎、模板的规格应根据材质、使用条件及架设方式进行计算确定,应具有足够的承载能力、刚度和稳定性,并要考虑到装拆方便,便于绑扎钢筋、浇筑和养护。

**9.4.2** 临时支架应在立模前拆除,拆除的架数及其长度,应根据每次浇筑混凝土长度确定。其施工顺序为:先加顶撑支撑箱梁,拆除临时支架箱腿,立墙部模,浇筑墙部混凝土,然后拆除箱梁,立拱模,浇筑拱部混凝土。拆除时应采取前进式(竖井井筒拆除临时井圈,应采用后退式),以保证施工人员安全,遇到险情时,人员能及

时撤出。在地压较大地段,应采用套箱支架,架箱时,应用中、腰线检查,以保证混凝土厚度,在此情况下,允许把临时支架浇筑在混凝土内。当地压、爆破或其他原因造成临时支架偏斜,混凝土厚度不能保证时,应重新更换偏斜的临时支架。当地压较大又需及时进行浇筑混凝土支护时,可采取诸如加筋、局部加厚混凝土、壁后注浆等加固措施。

#### 9.4.3 掘进断面合格,才能保证混凝土厚度。

中、腰线是检查掘进断面、指导立模的依据,应进行检查,有偏差及时纠正,否则,混凝土的支护质量也会受到影响,在实际工作中,因中线、腰线偏差超过允许范围,造成的质量事故不少,应引起高度重视。

竖井自高空开始浇筑混凝土,是竖井快速施工的基本手段之一,可实现掘砌平行作业。用吊盘、稳绳、井帮托钩架设托盘,要求吊盘要固定牢固,井帮托钩间距要适宜,安装要牢固。

立柱的横撑是起到固定立柱,不使立柱在浇筑混凝土时发生移位,保证混凝土位置正确的作用;碇胎下弦的作用是在浇筑拱脚时,不致因受混凝土挤压而使碇胎两边向中间移位,在浇筑拱顶混凝土时,不致因受混凝土挤压而使碇胎向两侧扩张,以保证浇筑混凝土位置正确。因此,立柱横撑、碇胎下弦不得用作工作台。浇筑混凝土工作台应重新搭设。

立柱、碇胎安装应固定牢靠,在浇筑时,才不会发生模板移位、变形现象,才能保证砌碇质量。预留压缩值,浇筑后才能保证碇体净空尺寸符合设计要求。

9.4.4 浇筑混凝土质量应达到表面平整、光滑、位置正确、尺寸符合要求,而模板组装质量好坏,直接关系到混凝土的砌碇质量。

9.4.5 井巷工程经常遇到平巷曲线和斜巷曲线,其立模方法与直巷不一样,有其自身特点。由于曲线内外弧长不相等,如果每一组模都按曲巷的方法施工,则需制作大量的曲线模板,造成积压和浪费,增加成本,故一般均采用折线立模方法。

## 9.5 支 护

**9.5.1** 砂浆锚杆一般均应采取先注浆,再锚固的方式进行施工,这样容易保证砂浆饱满,锚杆支护效果也较好。为使锚杆能与眼孔粘紧,砂浆强度等级不应低于 M20,必要时可采用早强水泥。

**9.5.2** 基槽内有浮渣,易导致砌碇碇体沉降引起开裂。流水容易将水泥浆冲走,积水增大了混凝土水灰比,降低混凝土强度。若积水不能排除,则应采用水下浇筑混凝土的方法施工。

**9.5.3** 选择输送泵泵送混凝土的浇筑方式,速度快,省工省力,可实现连续浇筑,混凝土连接好,防水性能好。除竖井井筒及与井筒相通的硐室和与上部通道相通的天井及溜井,宜采用溜灰管浇筑方式外,其他井巷工程,只要条件允许,宜采用输送泵浇筑方式。

**9.5.4** 输送泵靠近浇筑地点布设,泵送阻力小,可大大减少堵管次数。输料管在泵送过程中,前后摆动大,特别是在用压风清管时更为严重,若输料管直接布设在立模支架横梁或碇胎上,容易导致模板走位、偏斜或立模支架及碇胎倒塌。

**9.5.5** 人工浇筑费工费力,速度慢,施工缝多。掺缓凝剂可延长混凝土凝固时间,减少施工缝。

**9.5.6** 混凝土自由坠落高度超过 2m 时,容易造成混凝土离析,影响砌碇质量。此时,应采取措施,如使用斜溜槽、降低出料口高度等。

浇筑混凝土分层施工是为了方便捣固,做到随浇随捣,保证混凝土的密实度。浇筑时为防止模板因受力不均而产生位移,应对称作业。机械振捣能有效保证混凝土的捣固质量,保证混凝土密实度,最大限度地减少混凝土内孔隙,达到提高混凝土强度、满足抗渗和防水要求的目的。

不同的机械,振捣能力不一样,分层厚度也不同,分层厚度应方便施工,以保证混凝土的振捣质量。

**9.5.8** 井巷工程施工方法有多种,施工缝的留置与施工方法密不

可分。

规定横向施工缝应与井筒、巷道中心线垂直，一方面是能使施工缝长度最小，另一方面是使硃体能保持较好的受力状态。

纵向施工缝只能留在斜井、斜坡道、硃室、巷道的墙部，但应避开应力最大、受力最集中的墙拱交接处。斜井、斜坡道、硃室、巷道拱部和竖井、天井及溜井不得留置纵向施工缝，在实际工作中应引起高度关注。

止水带常用的有橡胶止水带、钢板止水带等，埋设时应注意接头和埋设深度。埋设深度宜为带宽的1/2。

为保证设备基础的整体性，受动力作用的设备基础，不应留施工缝。

**9.5.9** 已浇筑的混凝土终凝后，其抗压强度应达到1.2MPa才能允许人员踏踩和在其上立模，否则会使混凝土硃体遭受破坏。

已硬化的施工缝，应凿毛、湿润和冲洗干净，并铺上一层水泥浆或水泥砂浆，并仔细捣实，使新旧混凝土紧密结合。

**9.5.10** 在混凝土浇筑过程中，应经常观察模板、支架(含立柱、横梁、卧撑、硃胎等)、钢筋、预埋件和预留孔洞的情况，当发现有变形、移位时，应及时采取加固、拆除、重新立模等措施，以保证混凝土硃体位置符合要求。

**9.5.11** 竖井井壁接茬处施工较困难，每次浇筑时，应将第一圈井壁留出斜口，以利于接茬。接茬时要塞满填实，以防接缝漏水，接茬表面要平整。出现鼓包应处理，以减少通风阻力，提高井壁观感质量。采用喷射混凝土接茬法，能有效地把上下段井筒混凝土粘结在一起，接缝严密并能起到防水作用，且接茬处无鼓包，较平滑，可减少通风阻力，但比较麻烦，因此，有条件时可采用喷射混凝土接茬法。

**9.5.12、9.5.13** 壁后充填一是强调密实，二是强调充填材料，三是强调充填接顶。

竖井垂直天井(溜井)壁后充填应特别注意第一圈井壁的壁后



充填,当井壁下大上小或壁面较光滑时,除采用混凝土充填外,还应采取在井壁上打锚杆加固,使井壁与支护体连接在一起,以防井筒下掘时,发生支护体“脱裤”现象。

斜井、斜坡道、巷道和硐室等壁后充填应特别注意拱部,实际工作中,拱部充填往往不能及时进行,或充填不密实,或采取关门的办法充填,导致发生人身伤亡事故的事例也不少,应引起高度重视。

**9.5.14** 后期支护一般均采用混凝土砌碇支护,为刚性支护。后期支护应根据施工监测提供的围岩地压及前期支护体变形实测数据对支护效果进行评价,确定支护时机。支护过早,围岩地压尚未得到有效释放,变形尚未趋于稳定,易造成后期支护开裂破坏;支护过迟,易发生冒顶、片帮甚至引起巷道大面积坍塌。

**9.5.15** 本条是永久支架应遵守的一般性规定,强调要按中、腰线架设,立柱要落在实底上,支架要背紧,才能最大限度地承受地压,严禁架空心箱;支架之间要相互连接、固定才能起到共同承受地压的作用;支架间距要符合设计要求,当围岩压力较大时,为保证安全,应根据现场实际情况,调整支架间距,否则,易导致支架倒塌。本条规定对非永久支护的支架,也有重要指导作用。不得使用矿石作充填物,是为了保护资源、利用资源和节约资源。

**9.5.17** 金属支架、钢筋混凝土支架使用时间长,并能加工成拱形,受力好,承载力大,节省材料和掘进工程量。

钢筋混凝土背板耐腐蚀,使用时间长。

**9.5.18** 在实际工作中,矿车(机车)跳车(跳道)时有发生。永久支架用混凝土、片石混凝土护腿,能增加支架的稳固性,发生跳车、跳道时不至于损坏支架,护腿高度应与矿车、机车高度相当,从轨面上起宜为1m。

## 9.6 养护、拆模

**9.6.1** 养护条件对混凝土强度的增长有重要影响,混凝土浇筑后

的7d内,是混凝土强度增长最快的时期,需水量较大,浇水养护能使混凝土中的水泥得到充分水化,并降低水化热,防止混凝土开裂,保证混凝土质量。因此,混凝土浇筑后12h内,应浇水进行养护,浇水次数应使混凝土表面保持湿润状态。空气湿度达90%以上时,混凝土表面处于湿润状态。

**9.6.2** 大体积混凝土在硬化过程中,产生的水化热不易散发,若不采取措施,会由于混凝土内、外温差过大而出现裂缝。

**9.6.3** 气温低于5℃时,水泥就不再进行水化,当温度低于0℃时,混凝土中的水分被冻结成冰,体积膨胀而易导致混凝土开裂受破坏。

**9.6.4** 本条是根据国内的实践经验确定的。受冻前混凝土的抗压强度不得低于受冻临界强度。

**9.6.5** 碇胎和模板对已浇筑的混凝土有支撑作用和养护作用,混凝土强度尚未达到规定的早期强度拆模,容易造成混凝土开裂、脱皮,降低混凝土强度,影响外观质量,甚至造成混凝土倒塌,人员伤亡。实际工作中,常发生因碇胎、模板周转不过来或影响前面施工而提前拆模的现象,应引起关注。当支护体不承受围岩压力时,拆模时间可适当提前,但应保证安全。

**9.6.6** 竖井、天井及溜井因无顶压,故拆模时间可以提前,对拆模时的混凝土强度要求不高,但应符合本条的规定。拆模时应注意不能损伤混凝土碇体。

**9.6.8** 改善施工现场条件,做到文明生产,节约资源,减少浪费,是对施工的基本要求。

## 9.7 试件制作

**9.7.1** 取样应在现场随机进行,每组试件应从同一盘或同一车中取样。取样应具有代表性,宜采用多次取样方法,一般在同一盘或同一车混凝土中的1/4处、1/2处和3/4处之间分别取样,从第一次取样到最后一次取样不宜超过15min,然后人工搅拌均匀。取

样量应为试验所需量的 1.5 倍,且不少于 20L。现场制作试件,一般均采用人工插捣方式,本条规定了插捣的工具、方法和要求。

**9.7.4** 为掌握混凝土质量,指导施工,如确定拆模期,检验浇筑混凝土的强度等,可试压 3d、7d 的混凝土强度。

**9.7.5** 本条规定的试件组数为最少组数。在实际工作中,应按试件所代表的混凝土量大小及工程的重要程度,相应增加试件组数。试件所代表的支护工程量应与实际相符合,并连续,不得间断,才能全面、系统地反映碇体的强度。

## 10 防水与治水工程施工

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 为预防掘进工作面直接贯通含水丰富的含水层、含水裂隙、溶洞、断层、老窿等地区,发生突水或透水,造成人身伤亡或井巷淹没等事故,作出本规定。在掘进工作面或其他地点发现有挂红、挂汗、空气变冷、出现雾气、水叫、顶板淋水加大、顶板压力加大、底板鼓起或产生裂隙,出现渗水、水色发浑、有臭味等突水预兆时,必须停止作业,采取措施,撤出所有受水威胁地点的人员。随着地下开采深度的增加,防治水工程显得更加重要,在实际工作中,由于未按本条规定执行,造成重大透水事故不在少数,应特别引起关注。采取先探水,后掘进,可以最大限度地预防透水事故的发生,保证安全。本条为强制性条文,必须严格执行。

**10.1.2** 井巷工程施工时,应根据工程地质和水文地质资料,在接近含水层时,采取先探水后掘进。在水文地质条件不清的地区,应根据现场岩层和涌水情况,进行涌水量大小的可能性分析,对可疑地段,应先探水后掘进。探水可采用钻探、物探或化探,探水的目的,主要是为了查明水文地质情况。

井巷工程施工防治水,应采取综合治理方法,即“查、探、堵、排”结合。查是通过调查,了解大致的水文地质情况,探是查明水文地质,并取得水文地质资料,堵是采取注浆堵水、预留隔离岩柱、设置防水闸门等,排是采取机械或其他方式排除地下水。

防治水工程应编制设计,编制的依据是工程地质与水文地质条件及井巷工程特征和要求,并应经技术、经济方案的对比分析后,选择确定。防治水的要求一般来讲,应与矿井总体排水方案相结合,并应满足标准、规范的规定和降低井巷施工难度。

**10.1.3** 地下水对矿山生产和基建的影响程度,取决于它的充水性和富水性。充水性决定地下水对井巷可能造成威胁的轻重程度,富水性决定地下水量大小。施工前,应根据地勘报告,对地下水的充水性、富水性以及地下水对施工的影响程度进行分析,结合矿井总体排水方案,采取防治措施。总体来讲,防治措施包括两类,一类是排放措施,对直接向井巷充水的含水层、含水裂隙、老窿积水等,采取疏放降压方法,对有突水危险的地下水,可化突水为正常涌水;另一类是防堵措施,对含水层、含水裂隙、含水破碎带采取注浆堵水,设防水闸门、防水隔离岩柱,地面改道引流等方法防治。

矿井总体排水方案如果是以排为主,则除竖井井筒应根据涌水量大小采取防堵措施外,其余宜采取排放措施;若矿井总体排水方案是以防堵为主,则应采取防堵措施。

**10.1.4** 为保证竖井井筒施工能正常进行,做到打干井,单层涌水量大于  $10\text{m}^3/\text{h}$  的含水层或  $0.5\text{m}^3/\text{h}$  以上的集中出水点,应采用注浆堵水。其他井巷工程根据现场实际情况确定是否采取注浆堵水。

**10.1.5** 注浆孔的孔位、孔数、孔深应符合设计要求。为保证钻孔的位置正确,钻孔应测斜,其偏斜率应符合本条规定。

**10.1.6** 在注浆前,浆液配比应现场试验后确定。钻孔成孔后,用注浆泵压清水冲洗孔壁和裂隙中的泥浆及充填物,以提高浆液结石体与岩石裂隙的粘结强度及抗渗能力,一般压水时间为  $10\text{min}\sim 20\text{min}$ ,复注压水时间一般为  $20\text{min}\sim 30\text{min}$ 。注浆管路连接后,应进行水压试验,检查管路连接质量,以保证注浆正常进行。地面预注浆,一般采用在孔内安置止浆塞止浆;工作面预注浆一般采用预留止浆岩帽或浇筑止浆垫,并固定孔口管止浆;后注浆一般采用固定注浆管止浆。

连接孔口管路,用注浆泵进行压水试验,压水试验有三个目的,一是检查止浆效果,二是把裂隙中的充填物推到注浆范围外,

以保证浆液充填密实性和胶结强度,三是测量钻孔吸水量,进一步核实岩层透水性,为注浆选用泵量、泵压和确定浆液配比提供依据。

**10.1.7 竖井、斜井及巷道工作面预注浆**,注浆压力一般都较大,为保证施工安全和注浆质量,必须安装孔口管。孔口管一般采用直径80mm~108mm的无缝钢管加工,长度比止浆岩帽或止浆垫总厚大0.5m。预留止浆帽的孔口管,采用先钻孔,在孔内灌以快凝水泥浆,再插入孔口管的方式安装。止浆垫孔口管安装可采用预埋式和后埋式。孔口管安装固结牢固后,应用不小于注浆终压1.2倍的压力进行压力试验,孔口管应不松动、不顶出。否则,应重新安装。

**10.1.8 注浆起始浓度确定**是否得当,对注浆施工和注浆效果有较大影响。

## 10.2 探、放水施工

**10.2.2 钻探探水**的目的,一是为查明地下水的位置、水压和水量,以便确定防治水方法;二是为防止突水造成的危害,将突水转化为人力可以控制的正常涌水。

钻探探水,钻孔超前距、帮距对预防水害有直接关系,而超前距、帮距又与岩层稳定程度、节理发育程度、水压、水量有关。一般情况下,松软岩层超前距、帮距要大;坚硬岩层超前距、帮距可小一些。在坚硬岩层中,若节理发育,地下水导水条件好,钻孔容易揭露地下水,突水可能性小,钻孔超前距、帮距可小;若节理不发育,地下水导水条件差,钻孔不易揭露地下水,突水可能性大,钻孔超前距、帮距要大一些。水压小、水量小,钻孔超前距、帮距可小;水压大、水量大,钻孔超前距、帮距应大。钻孔的深度,应在满足探水要求的前提下,方便施工,减少探水次数和节约探水费用,根据现场实际情况确定。

在预计静水压小于4MPa,涌水量小于40m<sup>3</sup>/h地区钻探探水,一旦探孔揭露含水构造出水,可采取后埋注浆管实施工作面注

浆堵水,也可以采取后埋孔口管,安装闸门控制放水量,人力可控制。坚硬岩层宜采用浅孔探水,松软岩层宜采用深孔与浅孔结合的混合探水,其工艺简单,施工速度快,探水成本低,安全可靠。在预计静水压力小于 4MPa,涌水量大于  $40\text{m}^3/\text{h}$  地区探水,探孔出水时,仍可采取后埋注浆管注浆或后埋孔口管,安装闸门控制放水量,人力仍可控制,安全上也有保障。坚硬岩层宜采用混合探水,松软岩层宜采用深孔探水。

采用混合探水时,深孔数不宜少于 2 个,浅孔数根据实际情况确定。通过深孔探水后,掘进时发生突水的可能性大为降低,为安全起见,每次掘进前,仍应打浅孔探水。这样,可减小探水对井巷施工的影响,降低探水费用,安全上也有保障。探孔出水后,可采取注浆堵水或通过闸门控制放水。

在预计静水压力大于 4MPa 并小于 6MPa,涌水量小于  $80\text{m}^3/\text{h}$  地区探水,一旦探孔揭露含水构造出水,有一定的危害,宜采取深孔探水。在深孔探水前,应装设孔口管,孔口管埋深宜为 3m~5m。

在预计静水压力大于 6MPa 的地区探水,安全威胁大,一旦探孔揭露含水构造出水,危害较大,应采用深孔探水。在探水钻进前,必须先安装好孔口管、泄水三通、阀门及水压表等,孔口管埋深宜大于 5m。探孔出水时,可通过闸门控制放水量,以保证安全。

探放水设计时,应按工程地质和水文地质资料预测积水区(导水断层、裂隙、含水层、溶洞、老窿)的边界线,以此线外推 60m~150m 作为探水线,开始探水,在距探水线 50m~100m 范围作为警戒线。巷道进入警戒线后,要加强警戒,发现有透水征兆时,应提前探水。布孔位置和方向,应朝向预测积水区的位置。

**10.2.3** 本条为强制性条文,必须严格执行。在进行探水钻孔施工前,应根据探放水施工与井下生产、基建之间的位置关系,预计探放水后可能造成的影响范围及后果,必须考虑邻近井下生产、施工的安全。应预先布置避灾路线,包括地下涌水的流经通道、排水设备和紧急情况下人员的撤离路线。在预计探水危险较大的地区

探水前,还应设置防水闸门,以防万一。

**10.2.4** 本条为强制性条文,必须严格执行。根据水文地质资料,在预计水压大于 1.6MPa 的地区,为防止突水事故的发生,必须先安好孔口管,同时在工作面采取防止孔口管、岩壁鼓出的措施,如用锚杆、架箱等加固孔口管、岩壁。孔口管安装后,继续钻进 5m~10m,安装闸门、三通及水压表等,用静水压力的 1.2 倍进行压水试验,合格后才能继续钻进,若不能满足要求,应重新安装。当遇到险情时,及时拔出钻杆,关闭闸门或通过闸门控制放水量,以保证井巷的排水能力满足排水需要,不致造成淹井事故。钻孔揭露含水层或含水裂隙,当水压较大,还需钻进时,应采用反压和防喷装置钻进。

**10.2.7** 溶洞、老窿一般会伴有有害、易燃气体出现,如硫化氢(H<sub>2</sub>S)、甲烷等气体,或者氮氧化物(NO<sub>2</sub>)、碳氧化物(CO<sub>2</sub>)气体含量超标,因而应进行检查,并采取防护措施,以保证施工人员安全。钻孔穿透积水区时,瞬间冲击力强,极易造成伤亡事故,要求钻机要打立柱固定牢固,钻杆要有止退装置。

钻孔穿透积水区后,应根据预计积水量及放水要求,确定放水孔数目。放水过程中,要测定水压,控制放水,对放水量以及放水过程中的实际情况作出记录。

**10.2.8** 探放水巷道应沿探孔中心线方向掘进,保持设计超前距和帮距,以防突水造成淹井、人员伤亡的事故。采用浅孔爆破,应多打眼,少装药,减小爆破对围岩的破坏,保持岩壁稳定。永久支护应跟上工作面,防止高压水压垮巷道造成较大透水。

### 10.3 注浆材料

**10.3.1** 注浆材料有若干种,如水泥浆、水泥-水玻璃浆、水玻璃浆、粘土水泥浆、化学浆等,不同的材料适用范围不同,注浆目的不同,选择材料也不同。

注浆地质条件是指注浆区是裂隙岩层还是破碎岩层,以及裂



隙岩层的裂隙发育程度,破碎岩层的岩层破碎程度等。地质条件不同选用材料不一样。水文地质条件是指含水层、含水裂隙的富水性和充水性。注浆目的一般来讲,有单一目的,如堵水注浆、固结注浆、充填注浆,也有多种目的,如堵水、加固注浆,加固、充填注浆,堵水、充填注浆等。设备包括钻孔设备和注浆设备,钻孔设备一般应采用钻机,后注浆可采用凿岩机钻孔,注浆设备有大泵量和小泵量之分。经济性是指注浆达到同样效果,投入成本的多少,如取得同样的堵水效果,粘土水泥浆中水泥用量只是单液水泥浆的10%~20%,故在以堵水为主的注浆中,宜采用粘土水泥浆。

同时,对注浆材料的一般性要求作出了规定。要求浆液在常温、常压下长期存放不改变性质,不发生其他化学反应,稳定性要好;要求浆液可注性好,能进入细小裂隙;要求浆液凝胶时间能准确控制,可以从几秒到几个小时,施工时可进行现场调整;浆液固化后结石体耐老化,抗渗性好,并且不受湿度、温度变化的影响;要求浆液配制方便,浆液配制方法容易被人们掌握。

**10.3.2** 常用注浆材料有粘土水泥浆、单液水泥浆(加附加剂)、水泥—水玻璃浆、水玻璃浆、化学浆等。

## 10.4 地面预注浆施工

**10.4.1** 地面预注浆一般在工程开工前进行,不占用施工工期,注浆后能最大限度减少井筒(或巷道)掘进时的涌水量和加固围岩,并可做到打干井,为施工创造条件。但地面预注浆与工作面预注浆相比,钻孔工程量大、投资大。

**10.4.2** 地面预注浆有常规注浆法和综合注浆法之分。常规注浆根据选择注浆材料的不同,分为水泥浆液的单液系统和水泥—水玻璃注浆的双液系统。综合注浆法用水力动力学法计算水文地质参数,采用以粘土为主要原料的CL-C型粘土水泥浆,高压、大段高注浆。同常规注浆方式相比,取得同样效果,可节约水泥80%~90%,缩短工期50%,成本降低35%。综合注浆法在以堵

水为主的基岩含水层中,效果最好。

**10.4.4** 本条是为防止地下水从注浆交界面或因注浆深度不够而从底部涌入井筒或巷道内,影响施工,降低注浆效果而作出的规定。

**10.4.5** 将裂隙性相同的岩层划分在同一段高,力求使浆液均匀扩散;裂隙等级相差较大,浆液扩散不均匀,注浆质量不易保证,并容易造成不必要的浆液浪费。注浆段高应与泵量相适应,泵量大,段高大,泵量小,段高应适当减小,以保证浆液有足够的扩散半径。后施工的钻孔,因先施工钻孔注浆后浆液扩散,充填裂隙,故段高应比先施工的钻孔逐渐加大,同理,复注段高应比初注段高大。

**10.4.6** 止浆塞是地面预注浆实现分段注浆的重要手段。分段下行式,可有利于保护孔壁的完整性,便于实现分段止浆,能有效地控制浆液上窜,确保下行分段有足够的注入量。

分段上行式,钻孔一次钻到底,可减少钻孔养护、扫孔工作,减少工艺重复,简化钻孔与注浆工艺,但对岩性有较严格的要求,适用范围局限性较大。

**10.4.7** 地面预注浆,一般隔孔将钻孔分为两组,先施工第1组,后施工第2组,有利于合理使用注浆压力和浆液浓度,渐进检查注浆质量,能及时发现问题,修正注浆参数。第1组孔注浆主要是堵塞较大裂隙,第2组孔注浆解决细小裂隙的封堵问题。

**10.4.9** 地面预注浆由于注浆孔施工顺序不同,先施工的注浆孔的注浆效果,可通过后施工的注浆孔取芯,检查裂隙被浆液充填的情况,还可通过压水试验检查,以保证注浆质量。第1组第1孔作为注浆前各段的水量检查孔,以第1组最后施工的注浆孔作为初检孔,以第2组先施工的注浆孔作为中检孔,以第2组最后施工的注浆孔作为终检孔。对于注浆前检查孔、初检孔、中检孔、终检孔的各检查段序,一律是先打钻做抽、放水试验,最后注浆。

## **10.5 竖井工作面预注浆施工**

**10.5.1** 当竖井井筒含水层埋藏较深,采用地面预注浆工程量大,

投资大,不经济。当含水层之间间距较大,中间有良好隔水层时,采用地面预注浆,工程量大,在良好隔水层的地段造成浪费。当含水层厚度不大时,也不应采用地面预注浆。采用工作面预注浆,可根据裂隙发育情况分层处理,布孔灵活,有利于提高堵水效果,节约防治水费用。

**10.5.2** 井筒掘进至距含水层 10m 时,应停止掘进,并打超前钻孔,测定含水层厚度、水量和水压,为注浆设计提供依据。

**10.5.3** 含水层顶板有足够厚度的致密不透水层或有中硬以上的预注浆带时,应在距被注含水层一定距离,预留止浆岩帽。为扩大预留止浆岩帽的使用范围,还可采取注浆加固岩帽的方法,加固范围可超出岩帽厚度 5m~8m。预留止浆岩帽可减少人工浇筑止浆垫的混凝土量和节约破除止浆垫的工作量,是最经济的方法,有条件时都应采用这种办法。

止浆垫一般均采用人工浇筑混凝土,要求强度高(C25 及其以上)、封水止浆效果好。止浆垫又可分为独立型和复合型。独立型是止浆垫的厚度全部采用混凝土浇筑。当不具备单独采用止浆岩帽或止浆垫计算厚度太大时,可采用浇筑一层混凝土与预留一段岩柱,形成复合型止浆垫。混凝土止浆垫宜与井壁一同浇筑。

若工作面有涌水,浇筑止浆垫时,应铺设滤水层,止浆垫养生 3d~7d,通过注浆管向滤水层注浆,作为加固段。

**10.5.4** 水下浇筑混凝土有两种方法,一种是通过管子直接浇筑混凝土,管子距工作面宜为 200mm~250mm,边浇筑,边提升管子,保持末端始终在混凝土上部层中;另一种是先把 3 根~4 根管子(末端带花孔)放入井中,抛掷碎石铺层,通过管子注快凝水泥浆,边注浆边提管子。为防止混凝土被稀释,可采取在井筒内回水提高水位的方法,提高水下浇筑质量。水下浇筑应连续施工,厚度应保持均匀。

**10.5.5** 由于工作面空间的限制,注浆孔布置圈径比井筒净径小,为了在井筒荒径以外能形成一定厚度的注浆壁,注浆孔宜按同心

圆锥台形布置, 并应与岩层裂隙相交, 以利于注浆施工。孔口距内壁宜为  $0.3\text{m}\sim 0.5\text{m}$ , 孔底宜超出井壁一定的距离。

**10.5.6** 含水砂层与一般的基岩含水层不同, 有其特殊性, 有必要作出规定。孔底超出井筒开挖轮廓的距离, 不得小于  $0.4\text{m}\sim 0.5\text{m}$ , 段高一般为  $3\text{m}\sim 5\text{m}$ 。砂层粒度和渗透系数大致相同时, 宜采用下行式注浆, 这样钻孔壁容易维护, 不易造成堵孔和塌孔, 容易保证浆液扩散均匀。渗透系数相差大, 浆液扩散不均匀, 应先注渗透系数大的分层, 采用分层式注浆。层界面、封底处、上下注浆层交接处往往是注浆最薄弱、最容易被人们忽视的地方, 容易导致涌水或涌水带砂, 降低注浆效果, 故作出规定, 以引起重视。

## 10.6 斜井、斜坡道与巷道工作面预注浆施工

**10.6.1** 斜井、斜坡道、巷道工作面穿过强含水层或水压较大的含水破碎带、裂隙岩层时, 容易出现大突水和塌方, 涌水和塌方相互影响, 相互加强, 对施工安全影响较大, 破碎带内一般都夹泥, 可使围岩在渗透水作用下不断蠕变直到破坏, 有些斜井、巷道可以在穿过含水破碎带后几天至数月, 出现大范围塌方和大量涌水, 这往往比当时出现塌方、涌水对施工人员安全的威胁更大。为保证安全, 宜采用工作面预注浆。

**10.6.2** 为防止注浆浆液和裂隙水从工作面涌出, 并保证浆液在注浆压力作用下沿裂隙有效扩散, 扩散半径达到注浆设计要求, 在注浆前, 应在工作面设止浆墙。当含水层或破碎带后有隔水层, 或分段注浆时, 应采用预留岩柱止浆。若含水层后部无隔水层或因资料不准确, 含水层已被揭露时, 以及在工作面附近的冒落区注浆时, 应采用人工浇筑混凝土止浆墙。止浆墙应采用 C25 或 C30 混凝土浇筑。有水时应在墙后设滤水层, 埋设排水管、注浆管。当含水层后部的隔水层厚度不够, 或注浆带的止浆岩柱厚度不够时, 应采用预留止浆岩柱与人工浇筑混凝土止浆墙相结合的复合型止浆墙。止浆墙、止浆岩柱的厚度, 应经计算确定。

止浆墙(含预留止浆岩柱、复合型止浆墙)在使用前,应钻孔进行压力试验,应达到注浆终压稳定 10min 不漏水。特别是人工浇筑止浆墙与围岩结合部位、巷道顶部等,最易发生漏水现象。

**10.6.3 注浆方式**,一般有前进式和后退式两种。在裂隙岩层中,裂隙大、岩石破碎时,孔壁易坍塌,宜采用前进式;裂隙小时,为减少钻孔工程量和减少注浆反复工序,宜采用后退式。斜井、巷道工作面预注浆,一般均采用小分段。

**10.6.4 堵水注浆**是要堵塞地下水补给通道,应先施工水流上方钻孔,有利于较快切断水源,减少注浆量。当地下水流对注浆效果影响不大时,应先施工顶部,再施工两侧,最后施工底板。

## 10.7 后注浆施工

**10.7.1 后注浆**分为壁内注浆、壁后注浆、裸体井巷注浆三类,壁内注浆是在永久支护壁内钻孔、埋管、注浆,主要用于封堵支护体内裂隙,达到加固和堵水的目的。壁后注浆是在支护体上钻孔、埋管、注浆,主要用于封堵壁后围岩裂隙,提高支护体与围岩之间的整体稳定性和起到堵水的作用。裸体井巷注浆是对已揭露的基岩出水点进行钻孔、埋管、注浆,封堵裂隙或集中出水点,或工作面附近发生冒顶片帮时采取的回填注浆。

**10.7.2 后注浆**的施工方法较多,灵活多变,一般应根据地质条件、支护结构及质量、漏水大小及特征、注浆目的、隐蔽工程记录等因素确定。采用后注浆时,首先明确注浆目的、注浆范围及重点部位;其次应确定施工方式、注浆段高和顺序,选定注浆材料和机具,确定工艺流程和注浆参数。

**10.7.6 本条**是划分后注浆注浆区段的一般原则。按这一原则划分的注浆区,注浆才能达到最佳效果。

**10.7.7 后注浆**的施工方式多种多样,具体应根据渗漏水特征和注浆目的选择。

后注浆注浆孔的布置应根据受注体特征及注浆目的,确定布

孔位置及间距,孔深及钻孔方向应根据实际情况确定。加固遭破坏的支护体,除密布孔外,应控制注浆压力,以免使支护体受到更大破坏。后注浆的注浆孔数取决于漏水面积、注浆压力和浆液扩散半径,采用的孔间距应保证不出现无浆带,才能达到注浆目的。裸体井巷注浆,要求围岩要稳固。

当支护体裂隙较大时,宜采用挖槽补缝。补缝时连同注浆管一同固定牢固,挖槽时要力求避免震动其他部位,挖槽形状应根据水量大小和注浆压力大小选择。当水量小于 $2\text{m}^3/\text{h}$ ,注浆压力不大于 $2.2\text{MPa}$ 时,宜采用V形槽;当水量大,注浆压力大于 $4\text{MPa}$ 时,宜采用倒梯形槽;在此之间宜采用矩形槽。补缝前应用钢刷清水刷净,槽内铺铁皮,铁皮外用混凝土填补,并埋设一定数量的导水管(兼注浆管)。

当支护体裂隙较小时,宜采用糊缝。在糊缝前,可用压力水压水或高压风冲风,摸清裂缝的确切部位,在裂缝处塞入棉线,打入木楔,并用 $1:1.0\sim 1:0.5$ 的水泥—水玻璃胶泥封堵。

**10.7.8** 合理的施工顺序,可以有效地隔绝水源,提高注浆防水效果和加快注浆施工进度,节省注浆成本。

**10.7.9** 选择浆液类型时,要根据受注岩层或矿体的特征选择,浆液适用范围是由浆液类型决定的。浆液凝胶时间确定合理与否,对保证注浆质量有重大影响。凝胶时间可用染色水方法确定,应略小于染色水从注水孔注入至由附近出染色水这段时间。

**10.7.10** 后注浆一般钻孔深度不大,可采用手持式凿岩机钻孔,灵活、方便。

**10.7.13** 在实际工作中,常出现注浆管固定不牢,注浆时松动、被顶出以及孔口密封不严,造成跑浆的现象。故要求注浆管要固定牢固,孔口要封严,本条对如何固定注浆管、封严孔口作出了规定。在实际工作中,还会出现由于未采取保护注浆管丝扣的措施,致使丝扣被打毛、打卷,导致注浆管安装后无法使用,影响施工,故要求打入注浆管时,丝扣应戴护帽。为方便注浆管与注浆管路连接,注

浆管口端应带 30mm 左右的丝扣。注浆管尾端泄浆眼段长度一般不宜小于 200mm, 壁内注浆时可根据实际情况确定。泄浆眼孔应梅花形布置, 以保证浆液能向四周扩散。

采用挖槽补缝时, 一般均采用预埋注浆管, 在预设注浆管处, 可将槽挖深, 以方便固管。采用先钻孔再埋注浆管的后埋式施工时, 套管式注浆管安装方便, 能回收使用, 比其他方式的注浆管具有明显的优越性, 应优先采用。套管式注浆管安装时, 一般是将套管式注浆管放入孔内的预定位置, 旋转转动手柄, 压缩胶塞, 固紧在孔壁上。注浆结束孔内不返浆时, 松动手柄, 使胶塞恢复原状并取出, 及时冲洗干净以备再用。

封孔胶泥一般采用强度等级为 42.5 的普通水泥及模数为 2.4~2.8、浓度为 51Be' 的水玻璃调制均匀呈胶泥状, 其粘结力大 (4h 可达 0.53MPa 以上)、硬化快 (5min~9min)、强度高 (4h 抗压强度超过 11MPa、抗拉强度不小于 2.05MPa)。

# 11 辅助工作

## 11.1 凿井井架及悬吊设施

**11.1.1** 凿井井架选择时,应根据凿井施工方案选定的提升及悬吊设施,计算井架荷载和高度。井架荷载包括井架自重、天轮及轴承重量、井架围棚重量和翻矸台重量的恒荷载,提升及悬吊钢丝绳工作荷载、风荷载的活荷载,以及提升钢丝绳断绳偶然作用在井架上的特殊荷载。井架高度由翻矸台高度、吊桶卸碴高度、吊桶底至滑架顶高度、提升过卷高度和 0.5 倍天轮高度组成。井架荷载组合有两种,一种是正常组合,即全部恒荷载和不包括风荷载的活荷载;另一种是特殊荷载组合,即全部恒荷载和一根提升钢丝绳断绳时的活荷载组合。验算天轮平台主梁和井架立体桁架时,应采用特殊荷载组合。井架由于提升、悬吊设施的不同,基础的受力也不一样,基础验算时,应验算四个基础中特殊荷载组合荷载最大的基础。井架的稳定性决定于作用在井架上的钢丝绳的拉力对一边基础外边线所产生的倾覆力矩和抵抗力矩的平衡条件。

以往在实际工作中,常出现有什么样的井架就选择什么样的提升及悬吊设施,往往不能满足施工进度要求,延误工期。

本条对保证工期,保证凿井施工安全,有重要意义,并有利于促进矿山凿井施工机械化水平的不断提高。

**11.1.2** 选择的凿井井架,应能安全地承受施工荷载,保证足够的过卷高度,这是保证安全的基本要求。施工荷载是指井架承受的荷载,包括井架恒荷载、活荷载及特殊荷载,应按本规范第 11.1.1 条的规定进行计算和验算。过卷高度应符合现行国家标准《金属及非金属矿山安全规程》GB 16423 的规定。

凿井井架天轮平台的尺寸,应满足提升及悬吊设施的天轮布



置要求。选择凿井井架时,不但要满足凿井期间的提升和悬吊要求,还要满足井筒到底后,转入巷道开拓以及井筒安装时的提升和悬吊要求。

**11.1.3** 凿井井架提升中心线一般均应与井下中段出车方向一致,以利于井下中段的施工提升。提升中心应与井筒中心错开一定距离,以方便测量放线。吊盘绳与天轮平台主梁边缘应有50mm以上的间隙,但错开距离不宜大于450mm,错开方向应是主提升机安装位置的反方向。天轮布置应使井架受力平衡,保持稳定,防止倾覆。天轮出绳点是根据井筒平面布置的提升及悬吊点确定的,必须重合,才能符合要求。为保证悬吊钢丝绳不跳槽和减少钢丝绳磨损,悬吊钢丝绳与天轮平台(含井架)各构件的间隙不应小于50mm。为保证井架受力平衡,天轮宜平行于提升机至天轮的提升中心线布置,当地形条件限制凿井绞车不易摆布时,可与提升中心线斜交布置。双绳悬吊同一管路时,如悬吊风水管、排水管、溜灰管等,凿井绞车应布置在同一侧,出绳方向一致。采用双槽天轮,天轮平台容易布置,可减少副梁数量。天轮应布置在天轮平台同一水平上,当悬吊设施较多,无法布置时,可采取分层平台布置,但天轮轴距天轮平台面不能太高。凿井井架在井筒施工完后,一般还要承担井下巷道开拓时的提升和悬吊等,因而要求天轮的进绳方向和副梁方向,应尽可能使井筒转入巷道施工和井筒安装时改装工作量最小,凿井绞车和提升机的位置应避开永久设施位置。天轮进绳方向是指由提升机、凿井绞车向天轮的进绳方向。井口地形条件决定了凿井绞车、提升机布置的可能性。凿井绞车、提升机的布置要考虑井架受力平衡,其布置要合理。

**11.1.4** 随着矿山大型机械设备的使用,翻矸平台的高度往往难于满足大型凿井设备和长材料出入井口的要求,因而有必要对井架增高作出规定。

**11.1.5、11.1.6** 利用永久井架、井塔凿井,可缩短工期和节省凿井井架的安装、拆除费用,有条件时,应予采用。

永久井架一般天轮平台较小,故凿井时悬吊设施不可能全部摆在天轮平台上,可用地轮,拆、安管路在井口下设置的平台上进行。

利用永久井塔凿井,布置凿井绞车、提升设备要适应井塔的特点,不适应则不容易布置,还会损坏井塔结构。

**11.1.7** 凿井井架或永久井架、井塔,都是提升系统荷载的承担者,必须具有足够的刚度和稳定性,在提升系统服务期内处于安全状态。为防止提升系统使用过程中,井架或井塔发生强度变化和失稳,威胁到提升系统的安全性,应定期检查,及时发现问题,及时解决,确保提升系统在安全条件下工作。

**11.1.8** 为不影响井筒测量,井口及井筒内设置的固定梁以及各种悬吊设施的外缘,离开井筒中心不应小于 100mm。为了不降低梁的强度,不得在承受荷载的梁上穿孔。为保证提升安全,规定了最小安全间隙。为不影响和降低通信、信号质量,照明和动力电缆与通信及信号线间距不应小于 300mm。为预防杂散电流和防止照明、动力电缆漏电,引起早爆事故,规定照明、动力电缆与爆破电缆的间距不应小于 300mm。为防止信号、爆破电缆漏电传到压风管路上,其间距不应小于 1m。为防止漏电及因每次爆破都要升降爆破电缆,故爆破电缆应单独悬吊。

**11.1.9** 当井深超过 500m 时,风筒及管路在井筒内容易产生偏斜、摆动,影响提升,故宜采用井壁吊挂,并可减轻井架荷载,但拆、装及处理较困难。

**11.1.10** 本条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 6.3.3.10 条的规定确定的。当间隙小于规定值时,提升容器发生摆动时,容易造成相撞事故。国外规定的间隙比本条规定小,今后要进一步提高施工安装技术水平,注意研究减小间隙的可能性。

**11.1.11** 悬吊设施及附属装置的最大静荷载是指井筒到底时的荷载,包括悬吊设施及附属装置和悬吊钢绳的重量,其中,悬吊风水管、排水管的荷载,还应包括管内的积水重量。

钢丝绳出绳最大偏角的规定,是为防止因偏角过大,造成钢丝绳、天轮磨损过大或发生钢丝绳跳槽。悬吊安全梯的凿井绞车应有两回路供电,以备当一回路出现故障时,另一回路能将井下人员撤离,当采用电动、手动两用绞车时,可设一回路供电。当采取在吊盘上设置软梯,工作面人员可从软梯上爬到吊盘时,则安全梯可不通过吊盘。

为保证吊盘升降时,不碰撞井壁、模板及碇胎,悬吊吊盘的凿井绞车提升速度不宜大于 0.2m/s。

**11.1.12** 圆股钢丝绳容易制造,价格低,三角股钢丝绳表面圆整平滑,与卷筒及天轮(或地轮)的接触面积大,每根钢丝分担压力小,耐磨损,其使用寿命比圆股高 2 倍~3 倍,且三角股钢丝绳有效金属断面大,在同等终端荷载下,可选用较小绳径。双绳悬吊同一设施时,如悬吊吊盘、排水管、风水管、风筒、溜灰管的钢绳和稳绳,为防旋转,应采用编捻方向相反的钢丝绳,即用左向捻和右向捻钢丝绳。

竖井提升钢丝绳要求选用多层股不旋转钢丝绳(其型号有 18×7、18×19 多层股不旋转圆股钢丝绳)或多层异型股不旋转钢丝绳[型号有 6○(21)+6△(8)和 6○(33)+6△(21)],若货源缺乏,可选用 6×19 或 6×37 钢丝绳。斜井提升钢丝绳宜选用 6△(18)和 6△(19)钢丝绳或 6×7、6×19 钢丝绳。

根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的规定,提升、悬吊钢丝绳要定期取样试验,以及连接提升容器段钢丝绳易变形,要调整绳卡位置等,故要求提升钢丝绳的长度,应保证提升容器送达井底时,卷筒上留有 5 圈~10 圈绳。钢丝绳安全系数是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 6.3.4.15 款制定的。

**11.1.13** 罐道绳的最小刚性系数代表每米绳长所能承受的垂直罐道绳方向的拉力大小。刚性系数越大,罐道绳在承受同样大的垂直罐道绳方向的拉力时,所产生的横向位移越小。同一提升容

器中的稳绳及罐道绳下端张力差,不得小于5%,是为防止钢丝绳共振而规定的。钢丝绳张紧力小,则提升容器横向位移大。本条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006第6.3.3.11款制定的。

**11.1.14** 吊盘设计时,应按施工方案中确定的作用在吊盘上的最大荷载计算其结构强度。吊盘计算包括盘架结构、立柱和悬吊装置的计算。

为防止吊桶通过吊盘孔口时,因吊桶偏斜、摆动碰到吊盘而发生翻桶事故,在各层吊盘孔上、下均应设置喇叭口。吊盘放到预定位置,要固定,一般采用固定销均匀分布固定,也可采用固定在吊盘上的液压千斤顶或螺杆撑紧装置均匀分布固定。吊盘悬吊钢丝绳生根梁为吊盘主梁,应与提升中心线对称布置,才能满足吊盘绳悬吊的要求。吊盘圈梁一般为闭合圆弧形,若需留井壁吊挂管路通过口时,可为缺口圆弧形。吊盘主梁、副梁位置,应避开吊桶、吊泵、管线和安全梯通过口,并按其孔口大小确定,若盘上设有中心回转式或环形轨道式抓岩机,以及环形钻架、悬吊绞车等设备时,吊盘主梁、副梁位置,还应满足这些设备布置的要求。吊盘上必须设带有活动门的井筒中心测孔,以保证测量放线的需要,中心测孔边长小于200mm时,影响测量放线。吊盘一般多采用双层,有的多达五层,其中最上层为保护盘兼稳绳盘。吊盘层距应与永久罐梁层间距相适应,以便井筒罐梁安装。为防止井壁与吊盘之间的空隙坠物,各层盘面应设活动遮板,其宽度应根据空隙大小确定,一般为500mm~600mm。

**11.1.15** 钢丝绳不能弯曲180°与钩头、安全梯、吊盘等设施直接连接,应采用桃形环及夹板型绳卡或楔型绳环连接钩头、吊盘等设施。绳卡的间距、数目是为保证能将钢丝绳固定牢固而规定的。

**11.1.16** 连接装置承担着将钢丝绳与提升容器连接在一起的重要作用,不能因为其强度原因造成提升系统故障。连接装置的安全系数,是指连接装置按照理论计算出来的破断强度与连接装置

所承受荷载的比值。本条规定是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 6.3.4.15 款制定的。

## 11.2 竖井凿井提升

**11.2.1** 竖井凿井提升设备,不但要适应凿井提升能力的要求,还要适应巷道开拓、井筒安装时期提升方式和提升能力要求。这是因为井筒到底后,在永久提升设备和永久井架(或井塔)完成前,凿井提升设备还要承担巷道开拓、井筒安装的提升。凿井期间一般均采用吊桶提升,巷道开拓时可采用吊桶或罐笼提升,井筒安装时可采用吊桶、吊篮提升。巷道开拓时,提升量最大,选择凿井提升设备时,应根据施工组织设计中确定的不同施工时期的最大提升量选择、布置提升设备,其提升能力应满足要求。吊桶最大升降速度、最大加(减)速度的规定,是为确保吊桶提升平稳、安全而规定的。

提升钢丝绳出绳最大偏角,是指天轮处提升中心线与卷筒边线之间的夹角。出绳最大偏角决定了提升机至天轮的最小距离。出绳偏角大于规定时,就会造成钢丝绳与天轮轮缘之间的摩擦加剧,使天轮和钢丝绳迅速破坏,缩短寿命。

**11.2.2** 凿井期间,井筒内布置有许多悬吊设施,钩头吊挂大于吊桶外缘的物料时,极易发生碰挂,故要求升降速度要慢,不应超过规定。不规则的物料极易碰挂,规则的物料当其外缘大于吊桶外缘尺寸时,也容易碰挂。

**11.2.3** 每人占吊桶底有效面积小于  $0.12\text{m}^2$ ,比较拥挤,容易发生人员被踩伤、挤压事故,当桶梁倒下时,人员难以避让。吊桶净高小于  $1.1\text{m}$  时,吊桶运行中加、减速时,人员易被甩出吊桶。在稳绳终端和钩头连接装置上方,应设缓冲装置,当滑架落下时,才不容易损伤滑架,一般采用弹簧作缓冲装置。为防止吊桶梁脱出,提升钩头必须设有防止脱梁的安全闭锁装置。在缓转器下方应设有吊环,以便升降人员时悬挂保险带。本条为强制性条文,必须严

格执行。

**11.2.4** 本条规定天轮直径与钢丝绳、最粗钢丝的比值,是为保护钢丝绳,减小钢丝、钢绳的弯曲变形,预防钢丝疲劳损伤。天轮的安全荷载应大于钢丝绳的钢丝破断拉力总和,即断绳时天轮不发生损坏。当提升钢丝绳仰角大于 $35^{\circ}$ ,即天轮处钢丝绳与铅垂面之间的夹角小于 $55^{\circ}$ 时,天轮所受合力较大,应验算天轮轴强度。本条规定的天轮直径与钢丝绳、最粗钢丝绳的比值,是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的规定确定的。

### 11.3 斜井凿井提升

**11.3.1** 箕斗提升能自动卸载、自动复位,卸载时间短,与矿车相比,箕斗装载量大,并且箕斗轮辐宽、轮缘深,跳车次数少,还可省去每次提升的摘挂钩时间,速度快。因此,斜井宜采用箕斗提升。斜井倾角过大,在下滑力作用下,容易造成矿车损坏和连接装置的松脱,故大于 $30^{\circ}$ 的斜井不应采用矿车提升。矿车提升时,为防止连接装置松脱,应设保险绳或保险链。连接装置和其他有关部分的安全系数,应符合现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 的规定。为防止过卷,在斜井井筒上端必须装有可靠的过卷装置,保持一定的过卷距离。过卷时,提升容器到了过卷位置,过卷装置能及时切断电源。

**11.3.2** 凿井时期常采用提升一个箕斗或一个矿车的提升方式,巷道开拓时,常采用提升一个箕斗或一列矿车组的提升方式。巷道开拓时期提升量大,要求的提升能力也要大,故在选择提升设备时,不但要考虑井筒施工时期,还要考虑到巷道开拓时期提升方式和提升能力的要求,避免更换提升设备或因提升能力不足而影响巷道开拓的施工。提升最大速度及最大加速度、减速度的规定,是为防止跳道,保持运行平稳。矿车提升速度比箕斗提升速度小,是因为矿车轴距比箕斗轴距小,轮辐窄,轮缘浅,运行中更容易跳道。本条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423

—2006第 6.3.2.7 条制定的。

**11.3.3** 斜井箕斗提升的天轮高度,主要是根据所需碴石仓容积来确定的,同时也应考虑运输方式的影响,当不用碴石仓而采用铲车装运时,天轮高度较低,用碴石仓时,还要满足装车高度的要求。

**11.3.4** 斜井提升钢丝绳磨损大,为保护提升钢丝绳,减小磨损,延长使用寿命,应在轨道中心安装托辊,其间距宜为 5m~10m,间距过大,钢丝绳易受磨损。

## 11.4 通 风

**11.4.1** 按井下同时工作的最多人数计算风量,是为了保证井下作业人员有足够的新鲜空气呼吸。本条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 6.4.1.5 条的规定制定的。

**11.4.2** 井下空气中常见的有害物质,主要有—氧化碳、氮氧化物、二氧化硫、硫化氢等。井下有害物质的最高限值:—氧化碳 30mg/m<sup>3</sup>;氮氧化物(换算为二氧化氮)5mg/m<sup>3</sup>;二氧化硫 15mg/m<sup>3</sup>;硫化氢 10 mg/m<sup>3</sup>。本条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 6.4.1.3 条的规定制定的。

**11.4.3** 独头工作面通风是靠局扇解决的,有人作业就需要不断补给新鲜风流,并排除工作面的废气(包括炮烟、粉尘等),因此局扇应连续运转。

**11.4.4** 同型号风机其工作特性一致,符合并联或串联通风的要求,并且同型号的风机配件好采购,检修、维护方便。

**11.4.5** 井下工作面的通风,采用混合式通风时,抽出式风机的入风口滞后压入式局扇的入风口,不得小于 5m,才能保证新鲜风与废气不混杂,避免循环风。小于 5m 时,容易形成局部风流循环,废气污染新鲜风。局扇的启动装置,必须安装在进风巷道中,爆破后才能及时启动进行通风。采用接力通风时,局扇间距应根据所用局扇型号的性能曲线和风筒阻力经过计算后确定。这样,才能

充分发挥局扇的作用,起到良好效果。接力通风时,风筒直径不应小于400mm,风筒直径应一致。风筒直径小于400mm,通风阻力大,风筒直径不一致,增加通风阻力。风筒宜采用重量轻、耐冲击、接头密实、安装方便的硬质玻璃钢、PVC风筒。硬质风筒风阻比柔性风筒小,通风效果好。风筒安装要悬挂平、直,以减小通风阻力,风筒安装要牢固,避免车碰和炮崩,才能保证风筒不被损坏。而在实际工作中,风筒易受到碰撞和飞石冲击等,还应经常维护风筒。平巷中的风筒,时间长会在风筒内积水,宜在风筒低矮处设放水嘴,以减小通风阻力。

工作面新鲜风源中空气成分,是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006第6.4.1.1条、第6.4.1.2条的规定制定的。

**11.4.6** 本条是从地面施工井巷工程设置通风设施应遵守的一般性规定。压入式通风的入风口,应位于空气洁净处,离地面高度不得低于1.5m,当低于1.5m时,地面行车、行人产生的粉尘容易进入风机,污染井下空气。抽出式通风的出风口离地面的高度不得低于0.5m,低于时,地面石碴容易被人踢入风筒内,增加通风阻力,并会吹扬地面粉尘,污染井口空气。

**11.4.7** 由于矿井设计的通风方式不同,构成了矿井建设期间不同的通风系统。在主井、副井、风井到底后,应选择最短的距离,以最快的速度贯通,形成矿井总负压通风系统。一般情况下,主、副井相距较近,首先应短路贯通主井、副井,形成主井、副井区域的通风系统。同时,由副井或主井往风井方向施工运输大巷、通风井(或巷道)、总回风巷道等,风井到底后,应及时施工总回风巷道,尽快使主井、副井、风井贯通,形成矿井总负压通风系统。利用矿井总负压通风,风量大、风速高、通风效果好,对采区各类巷道的施工,能创造良好条件,可加快采区建设速度。在采区施工时,应及早贯通两条巷道,进行双巷通风,形成区域通风系统。

**11.4.8** 当进风井或进风巷道内的温度低于2℃时,容易结冰,影



响施工、提升和运输安全,降低通风效果,空气预热可采用蒸汽预热或地温预热。用明火直接加热进风井或进风巷道内的空气,会产生大量的烟尘,污染风源,应采用暖风设备加热空气。加热方法可采用蒸气或水暖加热器。冬季在严寒、寒冷地区施工时,为预防井口及井筒装备结冰,所有提升井和作为安全出口的风井,应有保温措施。

## 11.5 排 水

**11.5.1** 井巷工程施工前,是根据工程地质及水文地质资料提供的涌水量制订排水方案的。施工期间的涌水量有可能与水文地质资料相符,也有可能发生较大变化。当涌水量变化较大时,应根据实际涌水量调整排水方案,以满足排水需要,保证正常施工。

**11.5.2** 井筒掘进采用分段排水时,应设硐室型井筒转水站,转水站内可设水箱或浇筑混凝土水仓,其容积不应小于0.5h的涌水量才能保证排水需要。若低于0.5h的容量,井下爆破时下段要移动水泵,以及井下排水的不均匀性,则转水站水泵开停次数频繁,在水力作用下容易伤泵和增加能耗。

**11.5.3** 竖井、斜井、斜坡道、斜巷到底后,应设置临时水泵房和水仓。设置水泵房和水仓时,为减少或节约措施工程量,宜利用永久硐室或巷道。巷道施工期涌水量变化较大,涌水量的预测很难达到较准确的程度,以及在永久泵房、水仓竣工前,主要临时泵房、水仓还要继续排水,为保证排水安全,规定主要临时水仓容量不应小于4h的矿井正常涌水量,主要排水设备不宜少于2组。其他临时水仓的容积根据水仓所处位置的涌水量大小确定。

**11.5.4** 临时排水管径和管路数量,应按施工各阶段的最大涌水量确定。这是因为排水管一旦安装后,要到设计的永久排水管安装后才能拆除,这期间要承担最大涌水量的排水。井筒施工期间,随着掘进工作面的延伸,排水设备要经常移动,排水设备与排水管之间,经常移动和拆卸的管路,宜选用轻便、耐压的管道和易于装、

拆的连接方式。由于井下涌水量较难预测准确,不可预见性大,因此,要求水泵房主管应留出增设水泵的连接接头。

## 11.6 压 风

**11.6.1** 风冷式空气压缩机一般无基础,安装方便,可设于地面,还可置于井下,使用方便,宜选用风冷式空气压缩机。水冷式空气压缩机一般宜集中布置,以减少冷却水池的数量。

**11.6.2** 压风管宜采用钢管,常用的有无缝钢管和水煤气钢管,亦可采用玻璃钢管。管径与用风点风压关系密切,管径小,风压损失大。压风管内径应根据所选压风管的标准直径,计算管路由空气压缩机站到最运用风点处的总压力损失,不超过 0.1MPa。超过时,影响施工速度,应重新进行选择。压缩空气中混有油质和水汽,在管路中应每隔 500m~600m 设油水分离器,每隔一段时间,打开油水分离器放出分离出来的油、水。管路连接应尽量选用密封性好、拆装方便的快速接头,以减少管路漏风和快速拆装管子。胶管压降较大,使用长度应尽量缩短,为方便连接,胶管内径应比机具接风口管内径大一级。

**11.6.3** 地面空气压缩机站,应设在用风负荷中心,尤其要靠近主要用风点。站址应选择距碴石山、出风井、烟筒等产生尘埃和废气的地点不宜小于 150m,距提升机房不宜小于 100m,空气清洁并位于当地常年主导风向的上风侧。同时,距井(或硐)口要近,以缩短供风管路长度和减少风压损失。距离提升机房不能太近,否则会影响提升司机的工作。空气压缩机工作时有振动,其基础应与机房基础分开。为满足检修要求,空气压缩机之间的通道不宜小于 1.5m,距墙面不小于 1m,机房屋檐高度不宜小于 3.5m。为满足夏季高温时的降温要求,机房正面宜朝向夏季主导风向。井下空气压缩机站,要考虑运输、降温和空气清洁要求,应设在运输方便、空气流畅的进风巷道中。为防止井下涌水流入机房内,要求机房地坪应高于周围巷道轨面。

## 11.7 供 电

11.7.1 本条是针对施工用电所作的规定。

1 为规范施工用电工程、加强用电管理、实现安全用电,本款依照现场施工用电实际,按照现行行业标准《电力建设安全工作规程(变电所部分)》DL 5009.3 规定编制用电施工方案,用以指导建造施工用电工程,保障用电安全可靠。

施工用电方案是一个单独的专业技术文件,为保障其对临时用电工程和施工现场用电安全的指导作用,其相关图纸需要单独绘制,不允许与其他专业施工组织设计混在一起。

为加强井下供用电管理,明确职责,按照现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423、《用电安全导则》GB/T 13869 和现行行业标准《电力建设安全工作规程(变电所部分)》LD 5009.3,结合井巷施工现场用电实际,规定用电施工方案及其变更的编制,审核、批准程序。

3 竖井及涌水量较大,有淹井危险的斜井施工,其用电等级为一级负荷,应设双回路电源线路。无淹井危险的斜井、平硐、斜坡道等井巷工程的施工,宜设单回路电源线路。

4 地面临时变电所应选择 在高压用电设备、大容量设备附近或用电负荷中心,以方便使用和减少压降,并应避开有激烈震动的场地和容易受污染的地方。有激烈震动的场地,容易造成线路短路,烧毁变配电设施。容易受污染的地方,影响设备的安全运行。同时,变电所位置的选择还要考虑进出线要方便。

变电所接线方式应根据供电方式(单、双回路)、变压器台数、用电负荷大小确定,应做到简单可靠,操作安全。

5 矿山井巷工程施工,井筒到底后,以及随着巷道开拓的延伸,井下用电量增大,一般情况下,都要在井下设变电所。设置井下变电所时,宜利用永久变电设施,如中央变电所、采区变电所等。有条件时,宜将中央变电所、采区变电所提前进行施工及安装,以

供施工使用。当条件不允许时,宜选用移动变电所。移动变电所结构紧凑,占用空间小,移动方便,可缩短供电距离减少压降,不需建专门的变电硐室,可节省投资,但只适宜在工作面比较集中的区域使用。

**11.7.2** 井下临时变、配电硐室的位置,要选择在干燥、通风良好的地方,变、配电设备运行期间,硐室的温度会增高,应采取机械通风降温,以保证变电设备的正常运行,硐室的最高允许温度是根据现行国家标准《矿山电力设计规范》GB 50070—2009 第 4.4.9 条制定的。硐室的支护要求是基于电器设备的防火、防水要求而规定的,以确保供电系统的安全。硐室底板高出入口处巷道底板是为防止巷道积水流入。当发生水患时,可以利用巷道空间,以便争取时间采取封堵等措施。硐室的最小尺寸,应保证变电设备运输、安装及检修的需要;需要值班的变、配电硐室应留有人员值班和存放消防器材的位置,不需要值班的变、配电硐室应留有存放消防器材的空间。硐室内的变电设备布置要符合相关标准的要求,以保障安全。硐室口应采用栅栏隔离,防止人员误入或无关人员进入,其隔离距离要符合要求。

**11.7.3** 本条是根据现行国家标准《矿山电力设计规范》GB 50070—2009 第 4.1.2 条、第 6.1.1 条的规定,结合国内矿山井下用电设备电压等级的实际情况制定的。

**11.7.4** 本条为强制性条文,根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 6.5.1.4 条的规定制定的,必须严格执行。架线式电机车整流装置的专用变压器,视其作业要求而定。

**11.7.5** 井下电力网络系统中,单相接地故障发生的概率较高,如不采取保护措施,对人身和设备安全将构成重大威胁。由于井下环境和作业特点的关系,人员接触设备外壳和电缆(电线)外皮的机会很多,虽然低压配电系统采用了中性点不直接接地方式,对标称电压亦有规定,但这些都是被动的保护措施,当绝缘电阻降至一定数值时,人员接触正常不带电的设备外壳和电缆(电线)外皮,亦

将有电流通过人体,严重时危及人身安全,这是井巷工程施工常发生触电事故,造成人身伤亡的关键之所在。因此,应在井下变(配)电所高压馈出线设单相接地保护装置,低压馈出线装设漏电保护装置,并宜采用单相漏电保护器。为确保安全,应改变过去对接地和漏电保护不重视的旧观念,特作出此规定。

**11.7.6** 电力电缆的选择应按现行国家标准《矿山电力设计规范》GB 50070 的规定进行选择,在竖井、天井及倾角大于或等于  $45^{\circ}$  的斜井内,固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆或聚氯乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆;在倾角小于  $45^{\circ}$  的斜井、巷道内,固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆、聚氯乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆;固定敷设的低压电缆,宜采用聚氯乙烯绝缘电缆或交联聚乙烯绝缘电缆;非固定敷设的高、低压电缆,宜采用矿用橡胶套电缆。

电缆敷设,要适应井下工作的特点,施工电缆的敷设方式要便于随工作面延伸,逐步延长,并便于回收。敷设前,要合理确定敷设线路,设置吊挂装置,检查外表有无破损、压痕等现象,并用兆欧表测量绝缘电阻。吊挂装置的间距:在竖井、天井内电缆悬挂点间距不得大于 3m,在斜井、巷道内电缆悬挂点间距不得大于 6m。敷设时,严防电缆扭伤和过度弯曲,而损坏电缆绝缘。为防止电缆漏电伤人,电缆的金属外皮和金属电缆接线盒及保护钢管等,应可靠接地。

**11.7.7** 本条是根据现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 -2006 第 6.5.6.1 条规定制定的。

## 11.8 信号、通信及监视

**11.8.1** 提升信号是专为指示提升机运行的信号。每台提升机,均应有独立的信号系统,不得采用多台提升机共用一套信号系统,并且为方便人员辨认,应做到声、光兼备。信号电源应独立、可靠,并有电源指示灯,以方便信号工观察信号系统是否正常;信号电压

不能高,以适应井下潮湿环境,预防触电事故的发生。信号系统应简单、可靠,声、光兼备,信号线不得兼作他用。信号应清晰、易辨、声、光相符、简单明了,并能保留,以便验证和指示。各施工单位内部的提升信号应作统一规定,以方便信号工、提升机司机辨识,防止因信号不清、不统一而造成事故。

竖井井筒施工时,各个工作地点,包括井筒掘砌时的掘砌工作面、吊盘上、井筒转水站以及与井筒平行作业的上部中段等,都应设置独立的信号装置。各个工作地点的信号装置独立,统一汇聚到井口信号房,井口信号房才能准确区分信号是从那一个工作地点发出的。在实际工作中,各工作地点的声信号要有明显区别是不可能的,声信号应统一,才能做到清晰、易辨、简单,否则,将出现十分复杂的信号,不利于信号工和提升机司机辨识。各工作地点独立的信号装置发出声光兼备的信号,由光的显示信号,信号工和提升机司机可以很容易地辨识信号的发出地点。为防止吊桶碰撞井盖门,规定竖井吊桶提升期间,而不仅仅是井筒施工期间,必须设置井盖门信号,当吊桶上升距井盖门40m~50m时,信号铃应自动发出有声信号,提醒信号工打开井盖门。竖井罐笼提升,不设井盖门,而设置井口安全门,为防止人员车辆等坠落井下,安全门与提升信号系统应设置闭锁装置。运送人员的斜井,必须安装可在运行途中直接向提升司机发出紧急信号的装置,一般是采用跟车人员带一套与提升机房相通的信号发射机,预防运行途中跳车时,能及时停车。

斜井多水平提升,各水平应设独立的信号装置,各水平发出的信号,必须能准确辨识,声信号指示提升方向,光信号指示位置,其设置方法同竖井井筒施工相同。为防止斜井甩车道甩车时撞伤人员,甩车时必须发出警号。箕斗提升能自动卸碴,自动复位,提升信号可不通过斜井井口信号工转发,除此外,所有的提升信号,必须经过井口信号工转发才行,严禁井下与提升机房直接用信号联系。本条为强制性条文,必须严格执行。

**11.8.2** 竖井井筒施工,除提升信号外,还要有指示凿井绞车升降的凿井信号,其凿井信号要与提升信号明显区别,其规定方法与提升信号也不相同,以防误用而导致安全事故的发生。凿井信号应按悬吊设施的不同,分门别类地规定,如吊盘升降信号、吊泵升降信号、抓岩机升降信号、各种管路升降信号等,信号应做到清晰、易辨,各种设施的升降信号应有明显区别。为简化井内信号线布置,从井口信号房以下的凿井信号装置,宜利用提升信号装置,井口信号房到凿井绞车棚应设凿井信号装置,信号应经过井口信号工转发,井口信号工要观察井口悬吊设施的升降情况,发现异常,及时发出停车信号。

**11.8.4** 调度室(含井口、井下)、主要机电设备硐室、炸药库和各地点值班室,均应安装电话,以便互相交换信息,及时掌握情况,并及时进行调度、指挥,以保证正常施工和快速抢救。

**11.8.6** 电视监控可使提升机司机直观地看到提升容器在井口及井筒内的运行情况,使提升容器准确到位,缩短提升循环时间,增加提升量,对加快施工进度,保证安全有重要意义,并可使调度或管理人员随时掌握井口、井底、提升机房等地人员和设备运转与物料上下的情况,及时进度调度、指挥。电视监控是竖井、斜井施工现代化管理的发展方向。选择摄像头应根据使用位置的条件确定。井筒中空间小,光照差,宜选用可变焦或远红外摄像头,提升机房内要求能看到司机工作和提升机运转情况,视野要大,宜选用广角摄像头,地面井口房、翻矸平台属室外作业,昼夜光照变化大,宜采用自动光圈摄像头。视频分配器将一路输入信号变成多路输出,供提升机房和调度室使用。应安设控制器,以便安装在调度室和提升机房的监视器能通过监视器切换观看2路~3路图像,及时掌握现场情况。

## 11.9 井下照明

**11.9.2** 由于井下动力用电缆线路的事故率相对较高,如果照明

系统与其共用,当发生故障时,势必造成井下漆黑一片的状态,不利于安全。照明电源应保持相对独立和安全可靠,使照明系统不受动力系统的影响。当条件不具备设置照明专用变压器时,规定照明电源应从变电所的变压器低压侧的断路器前引出,保持相对独立。

**11.9.4** 本条是为预防漏电伤人、保证安全作出的规定。控制方式一般采用闸刀开关控制。

**11.9.5** 照明灯具的选择,应根据淋水情况和矿井有害气体等级确定。在有淋水的地点,宜选用防水型灯具,在有沼气的地点,应选用矿用防爆型灯具,其他地点,宜选用普通型灯具。这是因为普通型灯具价格低,使用费用低。

**11.9.6** 入井时,作业人员必须携带完好的照明灯具,以防井下突然停电时,人员能顺利撤出。在实际中因未带照明灯具,停电时发生人员坠落、跌伤的事故不少,应引起重视。

**11.9.7** 天井口、溜井口,容易发生人员坠井事故。为保证安全,在天井口、溜井口及危险地带,必须安装固定式的照明装置,并有明显的灯光显示,提醒行人注意安全。施工设备用的照明,灯具的使用要与主机配套,保持完好,才能保证施工设备运行时的安全,防止发生伤亡事故。本条为强制性条文,必须严格执行。



## 12 工业卫生

### 12.1 一般规定

**12.1.1** 职业危害是指从业人员在不良的施工、劳动、作业环境下工作时,由施工、劳动过程和作业环境中产生的,并危及从业人员健康的有害因素。矿山井巷工程施工中产生的有害因素包括毒物、粉尘、噪声、振动、高温、辐射等;劳动过程中产生的有害因素包括劳动负荷过重,长时间单调作业,精神或视力的长时间紧张,动作不合理及夜班作业等;作业环境的有害因素包括作业空间狭小、通风量不足、空气含氧量低、高温高湿、照明不良等。防治职业危害的重要前提是用人单位强化职业危害的防治和管理,保证作业场所的职业卫生符合国家现行标准的要求。

**12.1.2** 施工组织设计是指导施工的重要依据,施工前,应根据工程地质及水文地质资料和工程特点,制定切合实际的工业卫生防治措施,以指导施工,改善作业环境,减少和降低有害因素的影响,预防职业危害,保证施工人员的身体健康。

**12.1.3** 井巷掘进后,围岩应力重新进行分布,以及爆破作业的影响、岩石的风化、地下水的侵蚀等,井巷岩(矿)壁面会发生片帮、冒顶等现象,为保证施工安全,应定期进行井巷维护。施工过程中,井筒底部、巷道底板易出现积碴、杂物堆集、排水不畅和粉尘粘附在井巷壁面等现象,为保持井巷整洁、排水畅通,应定期进行清理。

**12.1.4** 根据《中华人民共和国职业病防治法》的规定,用人单位应当实施由专人负责的职业病危害因素的日常监测,并保证监测系统处于正常运行状态。

## 12.2 井下热害防治

**12.2.1** 为保证施工人员的身体健康和提高劳动生产率,需要从人体生热和散热两方面考虑给施工人员创造热平衡条件。人体生热主要取决于劳动强度,影响人体散热的条件是空气的温度、湿度和风速三者的综合状态。一般采用卡他度作为评价劳动条件舒适程度的综合指数。卡他度的值越大,散热条件越好。井下热害防治应根据热源类型采取不同的防治措施,当采用加强通风措施时,风速宜大于  $0.5\text{ m/s}\sim 1.0\text{ m/s}$ ,当主要热源是地温造成时,应在井巷岩壁上喷涂绝热材料隔热;当主要热源是地下水造成时,应采取机械或钻孔排水,热水通过的水沟应盖上盖板封严,排水管外壁宜采用隔热材料包裹;当主要热源是机械设备散热造成时,应将热风直接排至总回风系统,不得进入风源中;当主要热源是因湿度过大或过小造成时,湿度过大应减少地下水暴露在空气中的时间和面积,减小空气中的湿度;湿度过小,可洒水增湿,或用人造冰块降温。若上述措施不足以消除井下热害时,应采用机械制冷降温。

**12.2.4** 在地温较高或有热水涌出矿区施工时,井下热害更为严重,为改善工作条件,往往要投入大量财力、物力和人力,而作为施工单位,不可能准确地预测地下热水、地温变化的情况,一般而言,这属于不可预见因素。因此,施工单位应根据实际情况编制降温方案,报请建设单位或监理单位批准后实施。若施工承包合同中包括了降温内容并明确属于施工单位的范畴,则应由施工单位自行实施。

## 12.3 井下粉尘防治

**12.3.1** 一般金属非金属矿山游离二氧化硅含量在  $30\%\sim 70\%$ ,有的高达  $90\%$ 以上,粉尘中游离二氧化硅含量越高,对人体危害越大,易导致尘肺病的发生,造成职业危害。

**12.3.2** 实践证明,要将空气中的粉尘浓度降到  $2\text{ mg/m}^3$  以下,必

须做好减尘、降尘、推尘和防护四项基本工作。采取以风水为主的综合防尘措施,这些措施包括技术、管理、组织等措施。干式凿岩工作面粉尘浓度高达  $1300\text{mg}/\text{m}^3 \sim 1600\text{mg}/\text{m}^3$ ,而湿式凿岩一般为  $6\text{mg}/\text{m}^3 \sim 18\text{mg}/\text{m}^3$ ,对打眼水净化和加入湿润剂可降低水的表面张力,当粉尘与水滴膜相撞时,容易被水湿润,在水中加入1%的氯化钠,凿岩时,可使空气中的含尘量降到  $4.16\text{mg}/\text{m}^3 \sim 4.39\text{mg}/\text{m}^3$ 。

爆破后恢复作业前,应从距工作面 20m 处开始,由外向里用压力水冲帮洗壁,不留空白区,水压宜为  $0.3\text{MPa} \sim 0.4\text{MPa}$ 。冲帮洗壁后,为防止出碴时粉尘飞扬,在出碴前,应向岩堆上洒水,使其湿透。

合理布置通风设施,包括合理确定通风方式,合理布置通风机、正确安装风筒,以及保持风机、风筒的完好,以保证通风效果达到要求。井巷掘进时,通风机应保持正常通风。在实际工作中,常发生爆破时通风,出碴、凿岩时不开风机的现象,应予纠正。进风巷道应安装水幕,以减少新鲜空气中的含尘量,达到净化风源的目的。

距工作面 20m 以外的井筒、巷道壁面上,随着时间的推移,或多或少都会粘附有一些粉尘,被风吹后容易长期飘浮在空气中,极易被人吸入体内。因此,应定期冲帮洗壁,其周期每季至少 1 次。

作为防尘的最后—关,就是加强个体防护。要求使用阻尘率达Ⅰ级标准的防尘口罩(即对粒径不大于  $5\mu\text{m}$  的粉尘,阻尘率大于 99%)。实际工作中,常见采用纱布口罩及一些低阻尘率的口罩,或者不戴口罩的现象,从而导致矽肺病发生的趋势增加,应引起重视。

**12.3.3 加强通风**,可以稀释空气中的粉尘含量,并可减少粉尘在井下空气中的停留时间,及时排出地面。风速、风量过小,不能及时稀释和排除粉尘,过大则容易将已降落和粘附在井、巷壁面的粉尘吹扬,造成新的污染。

**12.3.4** 湿喷或水泥裹砂喷射,可最大限度地减少空气中的粉尘量,改善作业环境,应优先采用。干法喷射容易产生大量粉尘,施工现场粉尘浓度较高,远远超出允许范围,不宜采用,但干法喷射在一些地方仍然采用,因而有必要作出规定。

#### **12.4 井下噪声防治**

**12.4.1** 本条是根据现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 的规定制定的。

**12.4.2** 本条为强制性条文,必须严格执行。消声、吸声、隔声、减振等是消除噪声危害的有效措施,通过采取上述措施后,仍达不到噪声声级卫生限值标准的场所,为保证作业人员的身体健康,必须采取个体防护措施,如佩戴防噪声耳等。

**12.4.3** 采用符合声级卫生限值标准的施工设备,是噪声防治最有效的方法之一,如原来用的局扇噪声较大,作业人员都不喜欢,这是造成现场局扇经常处于停机状态的主要原因,而新型局扇带消声罩噪声小,对现场作业人员的噪声干扰小,故能经常处于运行状态。

#### **12.5 井下氡及其子体防治**

**12.5.1** 含放射性元素的矿山,井下空气中氡及其子体衰变时所产生的 X 射线,对人体容易造成危害。氡及其子体对人体的危害,应同时具备三个条件,一是氡及其子体超过一定浓度,二是氡及其子体进入人体内,三是人在接受上述浓度的氡及其子体超过一定时间。为保证井下施工人员的身体健康,氡及其子体防治就是要破坏上述三个条件,否则作业人员易导致肺癌的发生。本条规定是根据现行国家标准《放射卫生防护基本标准》GB 4792 的规定制定的。

**12.5.2** 氡及其子体超过规定的卫生限值时,要采取措施,破坏其对人体构成危害的三个条件。井下空气中氡的主要来源有矿(岩)

壁、矿(岩)石和地下水中析出,以及地面空气中的氡随入风风源进入。通过通风排氡,可以稀释空气中氡及其子体的浓度。控制氡源是井巷工程应尽量避免采空区和控制每次爆破的矿(岩)石数量,并应及时将爆破的矿(岩)石及时运离井下。进风井(巷道)应设在无氡或其浓度较小的地方。隔离氡源可采取喷射混凝土(或喷浆)封闭矿(岩)壁,地下水归入水沟并用盖板盖严。通过上述技术措施,可起到净化空气,降低氡及其子体浓度的作用。同时,还应加强个体防护,缩短接触氡源时间和佩戴高效防护口罩等。本条为强制性条文,必须严格执行。

**12.5.3** 有放射性元素的矿山井下,水和食物容易被放射性的 X 射线污染,食品安全不能得到保证。井下吸烟,人体容易受到 X 射线的内照射,危害更大。

## 13 环境保护

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 矿山建设进入井巷工程实施阶段,该矿山的各项环保设施均已完成配套设计。施工队伍进场前,应认真阅读设计资料,分析这些环保设施的功能和可利用性。在施工组织设计编制中,生活、生产环保设施布置选址应与矿山永久设施有机地结合,条件好的改、扩建工程,环保设施比较完善,可以考虑利用;需新建的临时环保设施应结合矿山基建排废量、工程地质及水文地质条件、周围环境情况进行布置。

**13.1.2** 环境保护是我国的一项基本国策,是全社会的共同任务,也是企业管理的一个重要组成部分。环境保护的目的是为保护和改善生活环境与生态环境,防治污染和其他公害,保障人体健康,促进社会科学的发展,因此,环境保护任务要落实到工程建设和生产的各个环节,建立健全环保管理制度,安排专人负责。

**13.1.3** 矿山工程建设中与井巷工程有关联的环境保护工程,主要有废石场、井下废水排放池等。这些设施必须与井巷工程的施工同步实施,但通常情况下,其建设进度满足不了井巷施工期间的排废需要。因此,井巷施工期需要建设临时废石场和污水处理池。这些环保设施应在施工组织设计中明确,并尽可能在井巷工程施工正式开工前完成,以满足施工排废需要。

**13.1.4** 不同地区、不同矿山工程的废物排放标准各有差异,因此,对任何矿山建设工程,在设计前期阶段都必须进行建设项目环境影响评估,形成环境影响评估报告书,报环保主管部门批准。报告书中,对本工程建设和生产产生的废弃物排放标准、噪声防治以

及工程措施均有明确的规定,其各项指标可以作为井巷工程施工产生的井下废碴、废气和废水排放标准。

## 13.2 井下废碴排放

**13.2.2** 废石场的选址应考虑多方面因素,包括与生产、生活区的位置关系、库容量、工程地质及水文地质资料,以及对下游居民、农田、生活水源的影响情况。

若工业场地和生活区处于废石场常年主导风向的下风侧,则废石运输、排碴产生的粉尘对生产和生活有直接影响。

井巷工程基建期间,废石场库容量应根据设计的基建开拓工程量计算。

**13.2.3** 大型矿山井巷基建工程量大,废石集中堆置高度较高,在一定条件下,有可能产生滑坡和泥石流现象。因此,必须采取相应的工程措施,防止滑坡和泥石流发生,减少对下游的危害。

**13.2.4** 井下采用废石充填采矿法的矿山,改、扩建期间,井巷基建掘进产生的废石宜尽量不出地表,直接用作采矿充填料,一方面,可以减少废石场占地面积;另一方面,还可免除或减轻其对环境的污染,并节省提升、运输成本。

**13.2.6** 固体废物分为一般固体废物和危险废物,金属矿山井巷施工危险废物主要是含高砷废石和含铀废石。对危险废物的排放应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定。

## 13.3 井下废水排放

**13.3.2** 井巷工程施工产生的废水主要是凿岩、爆破、防尘产生的废水,含悬浮物为主,视为一般废水,经自然沉淀处理后,可返回井下供凿岩、防尘使用。对于原生硫化矿床,井下水还含有大量的重金属离子,而且 pH 值较低,需要按审批过的环境影响报告书中有关要求进行处理。

### 13.4 井下废气排放

**13.4.1** 井下废气中含有大量的有害气体和粉尘,有害气体主要有爆破产生的 CO、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>,硫化矿水解和有机物腐烂产生的 H<sub>2</sub>S,硫化物氧化产生的 SO<sub>2</sub>,人员呼吸和内燃设备产生的 CO<sub>2</sub>等。有害气体和粉尘对人体都有害,应采取综合防尘措施,减少粉尘含量,加快有害气体水解和稀释。

**13.4.3** 井巷施工中,采用巷道或井筒回风时,为减少井下废气中有害物质的含量,应在距地面 100m 范围内,增加喷雾装置,吸烟降尘。

### 13.5 地面污水排放

**13.5.1、13.5.2** 生活污水的来源主要是厕所和食堂污水,厕所产生的污水宜设化粪池处理,食堂产生的污水应设隔油池处理,经处理后达标投放。

**13.5.3** 地面产生的污水主要是清洗搅拌机时产生的污水。

### 13.6 地面噪声防治

**13.6.1** 矿山井巷工程施工,在地面一般都使用大型机械设备,如空压机、鼓风机、提升机等,噪声声级的限制应符合本规范第 12.4.1条的规定。噪声声级当超过规定时,应按本规范第 12.4.2条的规定采取措施。

**13.6.2** 为减少噪声对人员的干扰和危害,高噪声车间、站房,应与生活区、办公区分开布置。分开的距离应按噪声声级限制标准 [即生活区、办公区昼间不超过 65dB(A)、夜间不超过 55dB(A)] 确定。

### 13.7 地面废物处理

**13.7.1** 含有毒、有害物质的固体废物,如塑料、橡胶、油毛毡等,



焚烧时会产生大量有毒、有害气体,污染空气。因此,不得焚烧,应采取符合环境保护规定的方式处理。

**13.7.2** 易燃的液体废物随意倾倒,易引发火灾。含有毒、有害的液体废物,如苯、甲醛、乙醛等,随意倾倒,易造成地面及水体污染,破坏生态环境,严重时,将会导致重大污染事故的发生。

**13.7.3** 有色金属矿山井巷施工,地面产生的固体废物,主要有生活垃圾、建筑垃圾、金属废料、木材废料、塑料、橡胶、油毛毡等,为了节约资源,有再利用价值的,如金属、木材、塑料、橡胶等,应予回收利用,无利用价值的,应集中堆放在指定地点,最后进行填埋处理。

## 附录 A 围岩分级

**A.0.1** 有色金属矿山井巷工程开挖后的围岩稳定程度,是本规范选择施工方法的基本依据之一。为方便使用本规范,正确理解本规范的条文内容,并对照现场围岩的实际情况,选用合理的施工方法进行井巷工程的施工,保证安全,提高施工速度,节约资源,降低成本。本规范摘录了现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 的围岩分级。围岩级别的划分,应根据岩石坚硬性、岩体完整性、结构面特征、地下水和地应力等因素综合确定。

**A.0.2** 地下水是造成围岩失稳的重要原因之一,它可使岩石软化,降低强度,加剧软弱层面的滑动,还可造成膨胀地压。在Ⅰ级、Ⅱ级围岩中,岩石坚硬,软弱结构面较少,地下水影响作用不大。而在Ⅲ级及其以下围岩中,受地下水的影响较大,当有地下水时,应根据地下水类型,软弱结构面多少及其危害程度,适当降低围岩级别。地下水类型中包含了地下水量的大小,按地下水规模分为渗、滴、流和涌四类。

**A.0.3** 断层、软弱结构面与井筒或巷道轴线交角小于 $30^{\circ}$ 时,断层、软弱结构面对井筒或巷道的稳定性有较大影响,交角越小,影响越大,围岩越容易发生片帮或冒落。

## 附录 B 混凝土、喷射混凝土强度检验方法

**B.0.2** 本条是根据现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086的规定,结合有色矿山井巷工程的特点修改的。该规范第10章“质量检查与工程验收”中规定:“试块数量,每喷射 $50\text{m}^3\sim 100\text{m}^3$ 混合料或混合料小于 $50\text{m}^3$ 的独立工程,不得少于一组”。以“混合料”数量作为确定取样组数的依据,在矿山井巷工程中,不妥当。因为“混合料”并不全部构成喷射混凝土的实际支护体,还有相当一部分回弹料。在实际工作中,喷射技术水平高,回弹少;墙部喷射,回弹少;反之,回弹大。若按该规范规定执行,在进行质量检查、验收时,容易出现标准不明确的问题,因而本规范修改为按有色矿山井巷工程的支护长度以及按独立工程的重要程度确定试件的最少组数。

**B.0.4** 现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086第10章“质量检查与工程验收”中,规定了“重要工程的合格条件”和“一般工程的合格条件”,在有色矿山井巷工程中,缺乏可操作性,如斜井、主要运输巷道,在该工程范围内,可能是重要工程,而在矿区范围内,又有可能是一般工程,容易造成判别标准不清的问题出现。因而,结合有色矿山井巷工程的特点,本规范作出了较明确的规定,以方便使用。

## 附录 C 喷射混凝土抗压强度标准 试块制作方法

**C.0.2** 喷射混凝土施工要求受喷面与喷头尽量垂直,才能取得最佳密实度,并可最大限度减少回弹,节约材料。现行国家标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GB 50086 中规定:“将模具敞开一侧朝下,以 $80^{\circ}$ 左右(与水平面的夹角)置于墙脚”,实际中,敞开一侧应朝上,朝下时喷层与底板连接,浪费材料,朝上则多喷部分可作为支护体的一部分,不浪费。同时,人操作喷头的高度一般为 $1\text{m}$ ,喷嘴距受喷面的距离宜为 $0.8\text{m}\sim 1.0\text{m}$ ,若模具与水平面夹角为 $80^{\circ}$ 左右,则模具与喷嘴倾斜,试件密实性差,并且若模具敞开一侧朝下,则模具上口被模板遮挡,易造成空洞。因此,模具敞开一侧不应朝下,而宜朝上,亦可朝左或右,模具应以 $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 置于墙脚,才能保证受喷面与喷头尽量垂直。

**C.0.4** 现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 中,是以 $150\text{mm}\times 150\text{mm}\times 150\text{mm}$ 的立方体试块作为标准尺寸的,为与国家现行试块标准尺寸相一致,规定试块试验结果应乘以系数 $0.95$ ,作为该试块的抗压强度值。

S/N:1580177·693



统一书号:1580177·693

---

定 价:39.00 元