

中华人民共和国国家标准

GB50511-2010

---

# 煤矿井巷工程施工规范

发布日期：2010年07月15日 实施日期：2011年02月01日

---

住房和城乡建设部发布

中华人民共和国国家标准

# 煤矿井巷工程施工规范

**GB50511-2010**

主编部门： 中国煤炭建设协会

批准单位： 住房和城乡建设部

施行日期： 2011年02月01日

**2010 北京**

## 前 言

本规范是根据中华人民共和国建设部 的要求编制的。

近年来，我国煤炭基本建设快速发展，随着煤矿设计理念的变化、矿井规模的增大及建设标准的提高，建井技术工艺不断更新与进步。本规范是结合煤矿井巷工程施工特点，在原《矿山井巷工程施工及验收规范》（GBJ 213—90）基础上修订而成的。

在修订过程中，修编人员进行了广泛的调查研究，认真总结了《矿山井巷工程施工及验收规范》（GBJ 213—90）实施以来的经验和不足，补充了近年来经实践证明有效和成熟的科技成果和技术工艺，对一些不完善的条款进行了修改，对章节及内容进行了调整和充实，在广泛征求意见的基础上，形成了本规范。

本规范共分十一章，包括总则、术语、施工准备、立井井筒普通法施工、立井特殊法施工、立井井筒的延伸和恢复、斜井与平硐施工、巷道施工、暗井和硐室的施工、辅助工作、作业环境及职业危害控制等内容。

本规范执行过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄送中煤第一建设公司（地址：河北省邯郸市丛台东路 52 号，邮编：056022），以供今后修订时参考。

本规范主编部门、主编单位、参编单位和主要起草人：

**主编部门：**中国煤炭建设协会

**主编单位：**中煤第一建设公司

**参编单位：**中煤第五建设公司

中煤第三建设（集团）有限责任公司

平煤建工集团有限公司

**主要起草人：**

# 目 录

1	总 则	7
2	术 语	8
3	施工准备	11
	3.1 一般规定	11
	3.2 井筒检查孔及巷道地质预测	12
	3.3 施工准备的技术原则	15
4	立井井筒普通法施工	16
	4.1 一般规定	16
	4.2 冲积层施工	17
	4.3 基岩掘进	18
	4.4 永久支护	20
	4.5 井筒穿过特殊地层的施工	22
5	立井井筒特殊法施工	25
	5.1 一般规定	25
	5.2 冻结法施工	26
	5.3 钻井法施工	32
	5.4 井筒注浆	36
	5.5 沉井法施工	43
	5.6 混凝土帷幕法施工	45
6	立井井筒的延深和恢复	48
	6.1 一般规定	48
	6.2 保护措施	49
	6.3 自上向下延伸井筒	50
	6.4 自下向上延伸井筒	51
	6.5 井筒的恢复	53
7	斜井与平硐施工	55
	7.1 一般规定	55
	7.2 冲积层施工	57
	7.3 基岩施工	58
8	巷道施工	60
	8.1 一般规定	60
	8.2 巷道掘进	62
	8.3 巷道支护	63
	8.4 探、放水	67
	8.5 轨道工程	68
	8.6 安全构筑物及附属工程	70
9	暗井和硐室的施工	72
	9.1 一般规定	72
	9.2 暗井施工	72

<b>9.3 硐室施工</b> .....	73
10 辅助工作.....	77
<b>10.1 凿井井架及悬吊设施</b> .....	77
<b>10.2 立井临时提升及设备</b> .....	81
<b>10.3 水平巷道及倾斜井巷的运输和提升</b> .....	82
<b>10.4 通风</b> .....	84
<b>10.5 排水</b> .....	85
<b>10.6 压 风</b> .....	86
<b>10.7 信号与通信</b> .....	88
<b>10.8 供电</b> .....	89
<b>10.9 井下照明</b> .....	90
11 作业环境及职业危害控制.....	91
<b>11.1 一般规定</b> .....	91
<b>11.2 井下热害的防治</b> .....	92
<b>11.3 井下粉尘的防治</b> .....	93
<b>11.4 井下噪声的防治</b> .....	94
附录 1 水文地质条件分类.....	94
附录 2 围岩分类.....	96
附录 3 本规范用词说明.....	97
1 总 则.....	1
3 施工准备.....	2
3.1 一般规定.....	2
3.2 井筒检查孔及巷道地质预测.....	2
4 立井井筒普通法施工.....	3
4.1 一般规定.....	3
4.2 冲击层施工.....	3
4.3 基岩掘进.....	3
4.4 永久支护.....	4
5 立井井筒特殊法施工.....	5
5.1 一般规定.....	5
5.2 冻结法施工.....	5
5.3 钻井法施工.....	7
5.4 井筒注浆.....	8
5.5 沉井法施工.....	9
5.6 混凝土帷幕法施工.....	10
6 立井井筒延深和恢复.....	13
6.1 一般规定.....	13
6.2 保护设施.....	13
6.3 自上向下延深井筒.....	13
6.4 自下向上延深井筒.....	14
6.5 井筒的恢复.....	15
7 斜井与平硐施工.....	16
7.1 一般规定.....	16
7.2 冲积层施工.....	18

7.3	基岩施工.....	19
8	巷道施工.....	20
8.1	巷道施工.....	20
8.2	巷道掘进.....	20
8.3	巷道支护.....	21
9	暗井和硐室施工.....	23
9.2	暗井施工.....	23
9.3	硐室施工.....	23
10	辅助工作.....	24
10.1	凿井井架及悬吊设施.....	24
10.2	立井临时提升及设备.....	24
10.4	通风.....	24
10.5	排水.....	24
10.6	压风.....	25
10.7	信号与通讯.....	25
11	作业环境及职业危害控制.....	26
11.2	井下热害的防治.....	26
11.3	井下粉尘的防治.....	26

# 1 总 则

1.0.1 为使煤矿井巷工程的施工在确保安全和质量的前提下，不断提高劳动效率，加快施工速度，降低工程成本，缩短矿井建设周期，促进煤矿建设的发展，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于煤矿井巷工程施工。

1.0.3 煤矿井巷工程的施工必须遵守基本建设程序中的有关规定，按照设计文件、施工组织设计和作业规程进行施工。

1.0.4 井巷工程的施工应实行现代化科学管理，实施绿色施工，不断提高管理水平。

1.0.5 井巷工程的施工应推广应用经过实践检验后成熟的科研成果，积极采用行之有效的新工艺、新技术、新设备、新材料。

1.0.6 安全技术、劳动保护及工业废弃物的排放和处理等，应符合国家现行的有关规定。

1.0.7 施工所用的材料、设备和构件，必须符合设计规定及有关规范和产品质量标准，并具有合格证明。

1.0.8 工程施工中必须建立技术档案，做好各种测试记录、隐蔽工程记录、质量检查记录和竣工工程图纸等文件资料。工程竣工时应按规定做好施工总结，竣工资料应准确、齐全和完整。

1.0.9 工程竣工后应按煤炭行业和国家有关部门制定的管理办法及时组织验收。

1.0.10 煤矿井巷工程的施工，除应执行本规范的规定外，尚应符合国家现行的标准、规范的有关规定。

## 2 术语

**施工组织设计** 是指导一期（立井、斜井、平硐）或二、三期工程项目如何组织施工的系统技术文件，其直接依据是施工合同及项目业主提供的各类施工条件。其内容主要包括所涵盖的单个或多个单位工程施工的顺序、主要方法，设备选型及验算，生产及辅助系统的安排，各工种及管理人員的投入和劳动组织，进度、质量、安全、环境控制目标、控制方法及措施。

**施工作业规程** 施工作业规程是针对一个具体的单位工程，在施工组织设计所规定的施工条件（方案、设备及系统）下，结合单位工程具体的地质及水文资料制定的指导该单位工程施工的技术文件。包括施工方案、施工工艺、循环劳动组织，作业方式，岗位安排，进度指标，工艺操作规程、安全技术措施、工序质量检验标准及保证措施等。

**安全技术措施** 安全技术措施是施工作业规程的必要组成部分，是单位工程施工所涵盖的各分项、各工序环节如何安全实施的具体措施，是对人、设备、材料、工艺、环境的最具体的要求。如爆破安全措施、凿眼安全措施、装岩安全措施等等。一般情况下该技术文件形成时不独立存在。

**机械化作业线** 井巷单位工程的掘进、装岩、运输、支护、提升等主要工序中，均采用先进、高效的机械化施工设备，且各设备之间性能相互匹配。单位工程主要工艺设备的总合就构成机械化作业线。立井、斜井、平硐、岩（煤）巷道均可组建独立的机械化作业线。

**井筒** 泛指立井和斜井（含暗井）。立井井筒由井颈、井身、壁座和井窝组成，斜井由井口、井身和连接处组成。

**暗井** 两个开采水平之间用作提升、通风、溜放矸（煤）人员上下、运送材料及敷设管线的立井或斜井称为暗井。

**单行作业** 井巷工程施工中，掘进与永久支护两大工序分别顺序施工的作业方式。

**平行作业** 井巷工程施工中，掘进与永久支护两大工序在不同的空间内同时进行的作业方式。

**短段掘砌混合作业** 同平行作业方式相似，但掘进与永久支护两大工序频繁交替，即短段掘进与支护，而不用临时支护的作业方式。

**井颈** 立井井口以下井壁加厚、加强的一段井筒。

**井身** 立井井颈以下到井底车场或箕斗装载硐室底板水平的一段井筒。

**井窝** 立井井身以下的一段井筒。

**明槽** 斜井井筒由地面转入地下，为克服覆盖层薄、土质松软、顶板不易维护的困难，沿斜井底板坡面开挖的露天坑槽，永久支护完成后予以回填。

**冲积层** 覆盖于基岩之上的土层。

**杂散电流** 指存在于预设的电源网路之外的电流，其主要来源一般为：1. 电气牵引网路流经金属物(指铺轨以外的金属物)或大地返回直流变电所的电流；2. 动力和照明交流电路的漏电；3. 大地自然电流；4. 雷电和电磁辐射的感应电流等。

**光面爆破** 井巷施工通过合理选择爆破参数、科学布置各类炮眼，并按一定顺序起爆，使爆破后岩体轮廓面成型规整，围岩稳定，无明显的炮震裂缝的控制爆破。

**不支护段** 井筒或巷道工作面距支护端面之间没有支护的高度或长度。

**井壁漂浮下沉** 用钻井法凿井时，钻进结束后，在充满泥浆的井筒中，将预制的锅底形井壁底和井壁筒连接克服泥浆的浮力，使其缓慢地下沉，并相应地接长井壁筒，沉入井底的作业。

**锅底** 地面预制的井壁，为悬浮下沉需要，第一节井壁底部是全封闭的，呈锅状。

**造孔** 帷幕法施工，在井筒外围需按设计施工帷幕槽孔，采用冲击钻机分段造成槽孔的工艺称为造孔。

**槽孔** 把要施工的帷幕分为若干段，在段内又划分为主孔和副孔，主孔为圆孔，副孔就是两相邻主孔之间的鼓形土体，造孔时先钻主孔后打副孔，使主孔与主孔连续贯通，该段全部主孔贯通后所形成的深槽成为槽孔。

**护井** 又称导向槽或导墙，是在要施工的帷幕两侧修筑的钢筋混凝土环形短壁，内环短壁称内护井，外环短壁称外护井，内外壁构成环形沟槽，在造孔时起导向、贮存泥浆和维护孔口稳定的作用。

**残留小墙** 帷幕法施工，在劈打副孔时，对两主孔之间的鼓形土墙打偏后留下近似三角形的小土墙。

**接头孔** 两槽孔的连接孔。

**固井** 钻井法凿井和沉井法凿井施工中，井壁筒到达井底后，通过管路向井壁筒外侧与井帮之间的环形空间注入比重大于泥浆的胶凝状浆液，将泥浆自下而上地置换出来，并固结井壁筒的作业。

**预应力锚杆（锚索）** 由锚头、预应力筋、锚固体组成，利用预应力筋自由段（张拉段）的弹性伸长，对锚杆施加预应力，以提供所需的主动支护拉力的长锚杆。GB50086-2001 规范中所指的预应力锚杆系指预应力值大于 200Kn、长度大于 8.0m 的锚杆。

**泥浆护壁** 采用钻井法、沉井法、帷幕法（槽孔）、冻结法（钻孔）施工立井井筒时，利用井（孔）内泥浆的静压力（强）平衡地压与水压，并使泥浆渗入围岩，形成泥皮，以维护井（孔）帮的方法。

**暗井** 两个水平之间用于提升、溜放矸石、通风、上下人员、运送材料、或敷设管线的垂直或倾斜巷道。

**马头门** 立井井筒与井底车场巷道连接部变断面的一段巷道。由于推车机、阻车器等设施安装在这一段巷道中，因而，应属于硐室。

**基槽** 基槽指在安装防水门等部位的围岩中开凿的垂直于巷道方向的齿状壁槽，以增强硐室的承载能力

## 3 施工准备

### 3.1 一般规定

3.1.1 井巷工程开工前必须做好准备工作，并应符合下列规定：

- 1 审查矿井地质资料和检查孔资料，并绘制井巷工程地质剖面预测图；
- 2 完成设计图纸会审，并进行设计交底；
- 3 编制施工组织设计、施工作业规程或安全技术措施，建立质量和安全保障体系；
- 4 完成施工设施及设备的安装；
- 5 立井、斜井和平峒开工前，尚应完成下列工作：
  - 1) 场地测量、基桩埋设、场地平整及障碍物拆迁；在多家施工情况下，应统一协调核实测量成果；
  - 2) 施工期间的交通运输、给排水、输变电、通信、防雷电、防火、防洪涝等工程及必要的生活、辅助设施；
  - 3) 立井锁口、斜井和平峒的明槽及井口掘砌；
- 6 有能确保连续施工的物资储备和供应渠道，合理做好资源配置。

3.1.2 施工场地平整，除应执行国家现行的《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202-2002 外，还应符合下列规定：

- 1 有滑坡的山坡地段，应先进行滑坡处理；
- 2 井（峒）口开工前，应完成峒口上部截排水沟槽的施工；
- 3 不得采用自燃或有害性矸石进行场地回填；
- 4 当填方高度超过 1 米时，应先做好建（构）筑物基础、管网沟槽的施工；
- 5 平整场地时，应对测量基桩采取保护措施；场地平整结束后，应及时对基桩进行检查与校核。

3.1.3 施工期间的总用水量，应按工程、生活和消防用水量比较确定，采用工程、生活用水量之和与消防用水量相比，取其最大量，并应再增加百分之十的备用量。

工程与生活用水要合理分配，做到节约用水，加强水质管理，确保生活用水安全

3.1.4 井巷工程施工，应采用双回路供电。特殊情况下拟采用一回路供电时，必须在施工组织设计中加以明确并经批准，但必须设有临时备用电源，其容量必须满足通风和撤出人员的需要。

高瓦斯、煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出及水患严重的矿井进入二期工程、其它矿井进入三期工程必须形成双回路供电。

3.1.5 井巷工程施工期间的压气供应量，应根据井上下气动设备的最大压气用量计算，并增加百分之十的备用量。工作面气压压力不得低于 0.5MPa。

3.1.6 采用特殊方法施工的井巷工程，对于准备工作的特殊规定和要求，应在施工组织设计中加以明确。

3.1.7 在冬、雨期等特殊气候条件下施工，应编制专门的技术安全措施。

### **3.2 井筒检查孔及巷道地质预测**

3.2.1 井筒开工前，应完成检查孔施工，并具有完整的检查孔资料。当井筒不穿过含水冲积层，并无煤层瓦斯及其它有害气体突出危险，且具备下列条件之一时，可不打检查孔：

1 已有勘探资料表明工程地质和水文地质条件简单；

2 距设计井筒中心 25m 范围内已打过钻孔，其提供的地质、水文资料符合检查孔要求；

3 井田内或相邻井田已有生产矿井，掌握了工程地质、水文地质及其它有害气体情况及其变化规律；

4 已有的地层露头和勘探资料可提供符合斜井或平峒施工要求的地质预想剖面图。

3.2.2 立井井筒检查孔布置应符合下列规定：

1 具备下列情况之一者，检查孔可布置在井筒范围内：

1) 地质构造、水文地质条件中等以下，且无煤层瓦斯及其它有害气体突出危险；

2) 专为探测溶洞或施工特殊需要的检查孔；

2 井底距离特大含水层较近，以及采用冻结法施工的井筒，检查孔不应布置在井筒范围内；

3 水文条件复杂，有煤层瓦斯及其它有害气体突出危险时，检查孔距井筒

中心不应超过 25m;

- 4 当地质构造复杂时, 检查孔的数目和布置, 应根据具体条件确定;
- 5 检查孔终深宜大于井筒设计深度 10m。

注: 水文地质条件分类, 应符合本规范附录一的规定。

3.2.3 斜井、平峒检查孔的数量、深度和布置方式, 应根据具体条件确定。

3.2.4 检查孔钻进与取样应符合下列规定:

- 1 检查孔钻进过程中, 每钻进 30~50m, 其倾角和方位角应测定一次, 全孔偏斜率应控制在 1.0 %以内;

- 2 所穿过各主要含水层(组), 应分层进行抽水试验。试验中水位降低不宜少于 3 次, 每次降距应相等, 其稳定时间不少于 8h。困难条件下, 水位降低不应小于 1m。每层抽水的最后一次降水, 应采取水样, 测定水温和气温并进行水质化验分析;

- 3 洗井先采用机械方法对抽水层段反复抽洗, 再用亚酸或二氧化碳洗井, 将岩粉和泥浆全部清除, 直至孔内流出清水为止。

- 4 检查孔应全孔取芯。取芯率: 在土层与稳定岩层中, 不宜小于 75%; 破碎带、软弱夹层、砂层中, 不宜小于 60%。并应采用物探测井法核定土(岩)芯层位, 土(岩)芯必须编号装箱保存;

- 5 检查孔在岩层钻进中, 每一层应采取一个样品进行物理力学试验。当岩性变化较大且层厚超过 5m 时, 应适当增加采样数量。对于可采煤层, 其顶、底板应单独采样;

- 6 检查孔钻完后, 除施工尚需利用的孔外, 其他检查孔在清除孔壁和孔底的岩粉后, 必须用水泥砂浆封堵严实, 封口后应对封口质量进行检查, 其抗压强度不应低于 10MPa, 并设立永久性标志。

3.2.5 由检查孔提供的地质报告, 应包括下列主要内容:

- 1 井筒检查孔柱状图(含测井曲线)及沿井筒中心线的预测地质剖面图;
- 2 井筒的水文地质条件, 包括含水层(组)数量、埋藏条件、静水位与水头压力、涌水量、渗透系数、水质、水温, 含水层之间及与地表水的水力联系, 地下水的流向与流速, 抽水试验图、含水层特别是主要含水层的裂隙特征、裂隙率, 结合勘探所做的水文工作预计井筒用水量等;

- 3 井筒通过的土(岩)层的物理力学性质、埋藏条件和断层破碎带、溶洞、

裂隙、老空区等的特征判断；

- 4 井筒测温资料及温度预报曲线；
- 5 对膨胀性粘土、流砂、基岩风氧化带、软岩情况进行预报分析；
- 6 瓦斯及其它有害气体涌出资料；
- 7 检查孔测斜资料（含测斜图）；
- 8 含水层段抽水试验成果图；
- 9 测井综合成果图；
- 10 检查孔实测图和封孔资料（包括封孔设计、封孔报告含封孔检查情况、试验资料等）。

3.2.6 钻孔通过的各类岩层，根据施工需要进行的物理力学性能试验项目，应符合下列规定：

1 砂层：

颗粒成分、湿度、密度、容重、孔隙率、渗透系数、内摩擦角。

2 土层：

密度、湿度、容重、孔隙率、可塑性、内摩擦角、内聚力、抗压强度、膨胀性。

3 冻结状态下的厚粘土层：

- 1) 温度在 $-8\sim-15^{\circ}\text{C}$ 状态下的冻土三向受力；
- 2) 温度在 $-8\sim-10^{\circ}\text{C}$ 状态下的冻土蠕变；
- 3) 温度在 $-5\sim-15^{\circ}\text{C}$ 状态下的冻土膨胀性及膨胀量；
- 4) 温度在 $-5\sim-15^{\circ}\text{C}$ 状态下的冻土无侧限抗压强度；
- 5) 冻土应力与应变关系曲线、弹性模量、泊松比；
- 6) 比热容、导热系数；
- 7) 冻土物理力学性能试验应有专题报告。

4 接近细砂、粉砂层的亚粘土和轻亚粘土的颗粒分析、不均匀系数。

5 其它岩层及可采煤层测定项目可根据需要确定。

3.2.7 巷道地质预测，应包括以下内容：

1 巷道施工前，应提供地质预测和综合分析资料：

- 1) 地质预测剖面图及与勘探阶段地质资料的对比；
- 2) 穿过不稳定岩层与地质构造变化较大处的情况预分析；

- 3) 可能出现的涌水点、涌水量及对施工影响的预计;
  - 4) 瓦斯、煤层及其它有害气体突出危险的预测;
  - 5) 对膨胀性粘土、流砂、基岩风化带、软岩情况预测;
- 2 在风化带附近施工的巷道, 当地层露头资料不足时, 应补充勘探。

### 3.3 施工准备的技术原则

3.3.1 编制施工组织设计、施工作业规程、安全技术措施应符合下列要求:

- 1 矿井单项工程必须编制施工组织设计;
- 2 工程量大且结构复杂、施工难度大、使用年限长的重要单位工程或单位工程组合, 如井筒、马头门、大型硐室、大型井底车场等, 必须编制施工组织设计;
- 3 采用特殊工艺或新工艺施工的单位工程, 应编制施工组织设计;
- 4 单位工程和重要分部工程, 应编制施工作业规程;
- 5 一般分部工程或重要分项工程以及特定的工艺工序, 应编制安全技术措施。

3.3.2 主要井巷工程的施工顺序, 宜符合下列原则:

- 1 井筒宜按总工期和施工组织设计要求的顺序开工;
- 2 井筒必须在完成封口盘安设和吊盘吊挂后正式掘进;
- 3 立井井筒应利用凿井设施一次施工完成, 箕斗装载硐室宜与井筒同时施工; 其它硐室、巷道与井筒相交部位也宜一并施工;
- 4 工业广场有多个井筒时, 应安排两个井筒到底后先行贯通;
- 5 2 个井筒永久设施的施工, 应交替进行, 宜先副井后主井, 需要临时改装提升系统时, 宜改装箕斗提升的主井;

6 井底车场及硐室的施工, 应先安排通风、排水、供电、运输需要的巷道或硐室;

7 采区巷道施工宜根据开采时间确定;

8 井巷工程应兼顾安装工程, 统筹安排合理的施工顺序。

3.3.3 地面建筑和设施的布置, 应符合下列规定:

- 1 工艺流程合理, 施工作业应能做到快捷、顺畅, 动力设施应靠近负荷中心, 机修及加工设施宜邻近料场与仓库。办公与生活区应分开布置, 并避开噪音

和污染；

2 场区出口不应少于两个，场内道路与轻轨铁路不宜平面交叉；条件允许可采用立交方式；

3 宜利用永久矸石场和低洼地排矸，掘进煤与矸石应分别单独堆放；

4 临时炸药库、油脂库、加油站的设置必须符合国家现行有关规定；

5 临时设施应避开永久建筑，有条件的地方宜利用永久建筑设施和设备施工；

6 寒冷地区冬季施工，应设置供热、防冻设施。

## 4 立井井筒普通法施工

### 4.1 一般规定

4.1.1 井筒施工作业方式应符合下列规定：

1 井筒施工作业方式，应根据井筒直径、深度、地质水文条件等因素，经过技术经济方案比较后确定；

2 井筒施工应优先采用短段掘砌混合作业方式，也可采用单行或平行作业方式；

3 对于立井转平巷施工前进行临时改绞的井筒，运输水平以下，必须预留符合安全规程的过放距离井窝。

4.1.2 井筒掘砌指向方式应符合下列要求：

1 井筒掘砌深度在 300m 以内时，可采用激光指向；

2 当井筒深度大于 300m 时，掘进仍可采用激光指向，但砌筑井壁应采用中垂线指向；

3 对于有特殊精度要求的井筒，掘砌均应采用中垂线指向；

4 采用激光指向时，应定期对激光仪进行校验，其允许偏差值不得超过：掘进 15mm；砌壁 5mm. 。

4.1.3 与井筒关连峒室的施工安排，应符合下列要求：

1 做好与井筒关连峒室的测量定位定向工作；

2 与井筒相连的峒室或巷道，在井筒施工时，应同时掘出 3~5m，并与井筒一齐砌筑。

#### 4.1.4 原始资料的收集

1 井筒施工期间，应详细填写施工日记；

2 井筒施工期间，应做好隐蔽工程验收记录，测绘井筒地质柱状图、井筒掘砌纵横剖面图；

3 定期测定与记录井筒涌水量。

### 4.2 冲积层施工

#### 4.2.1 冲积层施工的井口设施布置应符合下列要求：

1 冲积层施工前，应先做好井筒锁口，并安设临时封口盘，封口盘的强度应满足施工安全的要求；

2 在条件允许的情况下，井筒锁口可一次按永久设计做成，也可采用临时锁口过渡；

3 冲积层坚硬稳定，允许承载力大于 2.5MPa 时，可直接安装凿井井架；表土松软，允许承载力小于 2.5MPa 时，应先利用简易提升设备完成井颈掘砌后，再安装凿井井架，掘砌深度不应大于 20m；；

4 冲积层施工初期，在提升系统形成前，井内应设临时爬梯供人员上下；当井深大于 20m 后，应利用提升设施上下人员，并挂设工作吊盘。当井深大于 40m 时，应安设提升导向稳绳。

#### 4.2.2 冲积层段支护应符合下列要求：

1 井颈可按掘砌段高逐段砌筑而成，在条件受限时，也可扩大井径，先砌筑小型砌块作临时支护；

2 冲积层段井筒的临时支护方式应根据土层的稳定性确定，其临时支护段高不应大于 2m.。

#### 4.2.3 沉降变形观测应符合下列要求：

1 表土层段井筒施工过程中，应通过事先设立的观测点，定期观测地表沉降和地面设施变形情况；

2 对于变形较大且有危害施工安全的设施，应及时采取加固措施。

### 4.3 基岩掘进

#### 4.3.1 炮眼钻进，应符合下列规定：

- 1 基岩掘进，除过于松散破碎的岩层外，应采用钻眼爆破法施工。井径大于 5m 时，宜采用伞型钻架钻眼；井径小于 5m 时，可用手持气动凿岩机钻眼；
- 2 钻眼前应清除完工作面余渣，露出实底；
- 3 用量具确定炮眼圈径和每圈炮眼眼位；
- 4 每圈炮眼应钻至同一水平位置，掏槽眼应按要求增加深度；
- 5 钻眼时应避开残眼和岩层裂隙。每个炮眼钻完后应及时封住眼口，防止掉渣堵眼，装药前应用压气清除炮眼内的岩粉和污水。

#### 4.3.2 爆破作业应符合下列要求：

- 1 炮眼的深度与布置应根据岩性、作业方式等加以确定，通常情况下，短段掘砌混合作业的眼深应为 3.5~5.0m；单行作业或平行作业的眼深可为 3.5~4.5m 或更深；浅眼多循环作业的眼深应为 1.2~2.0m；

- 2 宜采用高威力、防水性能好的水胶炸药、乳化炸药，实行光面爆破；
- 3 应编制施工作业规程和爆破图表，并根据岩性变化适时调整；
- 4 光面爆破参数的选择，应符合下列规定：
  - 1) 周边眼的眼距应控制在 0.4~0.6m；
  - 2) 有条件的井筒，周边眼应采用小炮眼、小药卷，药卷直径宜为 20~25mm；
  - 3) 周边眼单位长度的装药量应为（以硝酸铵炸药为例）：
    - (1) 软岩  $R_b < 30\text{MPa}$ , 110~165g/m；
    - (2) 中硬岩  $R_b = 30\sim 60\text{MPa}$ , 165—220g/m；
    - (3) 硬岩  $R_b > 60\text{MPa}$ , 220~330g/m。

注： $R_b$ —岩石单轴饱和抗压强度，MPa。

- (4) 采用其它炸药时，装药量应乘以换算系数 K。K 可按下列公式计标：

$$K=1/2 (Ma/Na+Mb/Nb)$$

式中  $Ma$ ——2# 硝酸铵炸药猛度 mm；

$Mb$ ——2#硝酸铵炸药爆力 ml；

$Na$ ——换算炸药猛度 mm；

$Nb$ —— 换算炸药爆力 ml。

- 5 井筒掘进时，应监测井筒内的杂散电流。当电流超过 30mA 时，应采取以

下措施：

- 1) 检查电器设备的接地质量；
- 2) 爆破导线不得有破损、裸露接头；
- 3) 采用抗杂散电流的雷管。

4.3.3 装岩作业应符合下列要求：

- 1 装岩设备可参照表 4.3.3-1 选择

表 4.3.3-1 装岩设备选型

抓岩机型号	抓斗容积	适应井径	吊桶容积
NZQH	0.11	< 5.0	1.0~1.5
H 长绳悬吊	0.4~0.6	5.0~7.0	2.0~3.0
HZ 中心回转	0.4~0.6	4.0~7.0	3.0~5.0
HH 环形轨道	0.6×2	6.0~8.0	3.0~5.0

- 2 抓岩机的悬吊应符合下列规定；

1) 采用中心回转与环型轨道式抓岩机，其吊盘的固定装置与井壁之间应支撑牢固；

2) 采用长绳悬吊式抓岩机，宜靠近井筒中心布置，悬吊绞车应设闭锁装置。

#### 4.3.4 临时支护应符合下列规定：

1 井筒临时支护，可采用锚喷支护。锚喷临时支护的段高、厚度及其结构可按表 4.3.4-1 采用；

表 4.3.4-1 锚喷临时支护的段高、厚度及其结构

岩层分类	掘砌段高(m)	锚喷结构与喷层厚度(mm)
I	不限	不须支护
II	80~100	喷水泥砂浆或混凝土，厚 20~50
III	50~80	喷混凝土，厚 50~80
IV	30~50	锚杆钢筋网喷射混凝土，厚 80~100
V	<30	锚杆钢筋网喷射混凝土，厚 80~150

2 井筒掘进时，不支护段高的高度，应符合下列规定：

1) 在 I 类岩层中，可由施工单位自定；

2) 在 II、III 类岩层中，不得超过 4m，当高度超过 2m 并有危岩时，应采取局部挂网或安设锚杆等防片帮措施；

3) IV、V 类型岩层，不得超过 2m。

3 井筒穿过煤层和构造破碎带时，可用井圈背板临时支护。

## 4.4 永久支护

#### 4.4.1 锚喷支护应符合下列规定：

1 当井筒采用锚喷作永久支护时，应按国家现行《锚杆喷射混凝土支护技

术规范》的有关规定执行；

2 喷射前应用井筒中垂线检查掘进断面尺寸，并埋设喷浆厚度标志点。

4.4.2 现浇混凝土支护应符合下列规定：

1 现浇混凝土施工模板类型及要求：

1) 木模板

(1) 高度不应大于 1.2m，厚度不应小于 30mm，宽度不应大于 150mm；

(2) 应正面刨光，两侧平整。

2) 组合钢模板

(1) 高度不宜大于 1.2m，钢板厚度不应小于 3.5mm；

(2) 组装方便、快捷、牢固；

(3) 有足够的刚度。

3) 整体活动钢模板

(1) 高度宜为 2~5m，钢板厚度应根据模板刚度计算结果确定；

(2) 通过地面稳车或吊盘悬吊时，其悬吊点不应少于 3 个。

4) 整体滑升钢模板

(1) 高度宜为 1.2~1.4m，钢板厚度不应小于 3.5mm；

(2) 上下锥度应为 0.6~1.0%；

(3) 有足够的刚度。

2 模板组装尺寸应符合下列要求：

1) 模板组装后，其外沿半径应大于井筒设计净半径的 10~20mm；

2) 模板上下面应保持水平，其允许偏差值不超±10mm；

3) 能重复使用的模板，在使用前必须修整和清理。

3 混凝土配制与输送，应符合下列规定：

1) 混凝土的配制应符合设计和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的要求。有条件的地方应使用商品混凝土；

2) 输送混凝土可使用底卸式吊桶，也可使用溜灰管。对于干硬性高强混凝土，不宜采用溜灰管输送；

3) 使用溜灰管输送混凝土，应符合下列要求：

(1) 石子粒径不得大于 40mm，混凝土塌落度不应小于 150mm；

(2) 灰管直径宜为 150mm，末端应安设缓冲装置。直径大于 6.0m 的井筒，应

安设分灰器；

(3)溜灰管送料前，应先输送少量水泥砂浆。井壁浇筑完后，应及时用水清洗；

(4)使用溜灰管送料时，应加强井上下的信号联系，一旦发生堵管现象，应立即停止送料，并及时予以处理。

#### 4 混凝土质量控制要求

1) 混凝土施工应执行国家现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204；

2) 严格按施工设计控制水灰比和添加剂的掺量；

3) 混凝土应对称入模、分层浇筑，并及时进行机械振捣。当采用滑升模板时，每层浇筑高度宜为 0.3~0.4m；

4) 脱模时的混凝土强度应控制为：整体组合钢模 0.7~1.0MPa；普通钢木模板 1.0MPa；滑升模板 0.05~0.25MPa。

5 按设计要求做好混凝土强度配合比设计及强度试验，并做好井壁隐蔽工程记录。

### 4.5 井筒穿过特殊地层的施工

4.5.1 井筒穿过断层破碎带应符合下列规定：

1 井筒掘进工作面距断层破碎带垂直距离 10m 时，应进行对瓦斯、煤及其它有害气体和涌水的探测，并应采取防治措施。

2 井筒穿过断层破碎带时，应根据实际情况采用钢筋网喷混凝土支护或短段掘砌、吊挂井壁等施工方法通过。

4.5.2 井筒穿过煤与瓦斯突出地层前，应做好下列工作：

1 井筒掘进工作面距煤层 10m 时，应停止掘进，并应布置检测钻孔进行检测；

2 按下列指标对照检测所得数据，综合分析确定该煤层是否具有突出危险：

1) 煤层结构的破坏程度：

裂隙密度  $L > 0.7 \text{mm} / \text{mm}^2$ ；

煤的筛分指数  $C > 7$ ；

瓦斯放散系数  $\Delta P \geq 10$ ；

弹性波通过煤层的速度  $V \leq 900 \text{mm/s}$ 。

- 2) 煤的坚固系数  $f \leq 0.5$ ;
- 3) 软煤比  $R > 0.2$ ;
- 4) 瓦斯压力  $P \geq 0.74 \text{ MPa}$ ;
- 5) 瓦斯涌出变化值: 放炮后 15min 所测瓦斯浓度为平时 2.5 倍以上。
- 6) 瓦斯含量  $> 10 \text{m}^3/\text{t}$  煤;
- 7) 煤层透气性系数  $\lambda < 10 \text{m}^2/\text{MPa}^2 \cdot \text{d}$ ;
- 8) 每米钻孔的岩粉量增至正常的 2 倍。

4.5.3 对有瓦斯与煤突出危险的煤层, 应在煤层卸压后方可进行掘进作业。按下列指标确定所要穿过煤层已消除突出危险:

- 1 瓦斯压力降至 0.74MPa 以下;
- 2 煤层相对变形  $> 2\%$ ;
- 3 煤层透气性明显增大;
- 4 瓦斯排放量超过卸压范围瓦斯含量的 30%;
- 5 综合指标  $B < 10$

$$B = \Delta P - (152 / P^{1.5}) \cdot f^3$$

式中  $\Delta P$ ——瓦斯放散系数;

$P$ ——瓦斯压力 (MPa);

$f$ ——煤层坚固系数。

- 6 综合指标  $K < 1.3$

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

式中  $K_1 = 1 \ln P + 1.32$

$P$ ——瓦斯压力 (MPa);

$\ln P$ —— $P$  的对数;

$K_2$ ——煤层瓦斯含量系数 (见表 4.5.3-1)

$K_3$ ——钻孔动力现象系数 (见表 4.5.3-2)

$K_4$ ——煤层厚度变化影响系数 (见表 4.5.3-3)

表 4.5.3-1

$K_2$  系数

瓦 斯	5	10	15	
--------	---	----	----	--

含量 ( m <sup>3</sup> /t 煤 )				
K <sub>2</sub>	0.3	0.7	1.0	

表 4.5.3-2

K<sub>3</sub>系数

钻孔穿煤层情况	正常	堵水、顶钻、下钻	喷煤、喷瓦斯
K <sub>3</sub>	1	2	3

表 4.5.3-3

K<sub>4</sub>系数

井筒附近最大与最小煤层	1~1.5	2	≥ 3
-------------	-------	---	--------

厚度比			
$K_4$	1	1.3	2

4.5.4 井筒穿过有煤与瓦斯突出危险的煤层，施工前应完成下列准备工作：

- 1 井口棚及井下各种机电设备必须防爆，并应安设漏电保护装置；
- 2 必须设置瓦斯监测系统；
- 3 井下采用不延燃橡胶电缆和抗静电、阻燃风筒。

4.5.5 井筒揭露有煤与瓦斯突出危险的煤层时，应符合下列规定：

- 1 根据实际情况，可采用爆破、气镐或抓岩机直接抓岩的掘进方法；
- 2 当采用爆破作业时，必须采用安全炸药和瞬发雷管，若采用毫秒延期雷管，最后一段的延期的时间不得超过 130ms；
- 3 爆破时，人员必须撤离至井外安全地带。井口附近不得有明火及带电电源，其安全距离应根据具体情况确定。爆破后应检查井口附近瓦斯含量；
- 4 过煤层必须及时做好井帮支护封闭工作，当穿过中厚煤层进入底板岩层后，应立即砌筑永久井壁，根据需要注黄泥浆封闭。

4.5.6 井筒穿过煤层期间，工作面必须定时监测。当发现井壁压力增大等异常现象时，应撤出人员，并应采取治理措施。

4.5.7 井筒施工过程中，通风机必须连续运转。在无水的井筒中，掘进有煤尘爆炸危险煤层时，必须采取喷雾洒水措施。在干燥的情况下，不得使用气镐掘进。

4.5.8 瓦斯监测，应将监测时间、地点、瓦斯含量、存在问题及所采取的治理措施等，填写监测记录。

## 5 立井井筒特殊法施工

### 5.1 一般规定

5.1.1 立井井筒穿过流砂、淤泥、卵石、砂砾等含水不稳定冲积层及含水裂隙

岩层时，应采用特殊法施工。

5.1.2 特殊施工方法的选择，应根据地质、水文地质、井筒特征、施工技术装备等综合因素，经技术经济分析比较后确定。

5.1.3 采用特殊法施工的井筒段，其漏水量应符合下列规定：

- 1 冻结法、钻井法施工的井筒段，成井后漏水量不大于  $0.5\text{m}^3/\text{h}$ ；
- 2 帷幕法，沉井法施工的井筒段，成井后漏水量不大于  $1.0\text{m}^3/\text{h}$ ；
- 3 井筒注浆后的井筒段，漏水量不大于  $6.0\text{m}^3/\text{h}$ 。
- 4 不应有漏水量大于  $0.5\text{m}^3/\text{h}$  的集中漏水孔和水中含砂的孔。

5.1.4 采用特殊法施工的井筒，不宜预留或后造梁窝。井梁的安装应采用锚杆固定或采用其它不破坏井壁的方法。单层井壁的锚杆深度不应超过井壁厚度的  $3/5$ ，双层井壁的锚杆深度，不应超过内层井壁厚度的  $4/5$ 。

## 5.2 冻结法施工

5.2.1 冻结法凿井适用于不稳定冲积层、基岩含水层、松软地层、断层等复杂地层。

5.2.2 立井井筒的冻结深度，应根据地层埋藏条件确定，并应深入稳定的不透水基岩  $10\text{m}$  以上；基岩下部涌水量大于  $30\text{m}^3/\text{h}$  时，应延长冻结深度至含水层底部  $10\text{m}$  以上。冻结孔深度应符合下列规定：

1 单圈冻结孔、多圈孔的主冻结孔（用于形成冻结壁主体的冻结孔）的深度不应小于冻结深度，深入不透水基岩深度应按表 5.2.2 选取；

表 5.2.2 单圈冻结孔、多圈孔的主冻结孔深入不透水基岩深度

冲积层厚度 (m)	$\leq 300$	300~400	400~500	500~700
单圈冻结孔或多圈孔的主冻结孔深入不透水基岩的深度 (m)	10	10~12	12~14	14~18

2 辅助冻结孔（用于增大冲积层段冻结壁厚度和降低冻结壁平均温度的冻结孔）深度，应穿过冲积层深入基岩风化带  $5\text{m}$  以上；

3 防片冻结孔（用于缩短冻土扩入井帮的时间和防止或减少片帮的冻结孔）深度，宜为冲积层厚度的  $1/2\sim 3/5$ 。

5.2.3 冻结壁设计应符合下列规定：

- 1 应能满足强度和变形的要求；
- 2 应能承受永久地压，设计载荷宜采用重液公式计算；

3 井筒按设计段高和井帮裸露时间施工时,冻结壁的径向位移值一般不宜大于 50mm/段;

4 冻土强度应按下列方法计算:

1)采用 50mm×50mm×50mm 立方体冻土试件按快速加载(30s)获得的冻土无侧限抗压强度时,应除以安全系数 2(砂性土层)~2.5(粘性土层);

2)采用 Φ61.8mm×150mm 圆柱体试件按每 min1/100 恒应变速率轴向加载获得的冻土无侧限抗压强度时,应除以安全系数 1.2(砂性土层)~1.4(粘性土层)。

5.2.4 冻结孔的偏斜率:位于冲积层的钻孔不宜大于 0.3%,但相邻两个钻孔终孔的间距不应大于 3.0m;位于风化带及含水基岩的钻孔,不宜大于 0.5%,但相邻两个钻孔终孔的间距不应大于 5.0m。当相邻两个钻孔的偏斜值超过上述规定时,应补孔。

5.2.5 冻结孔、测温孔、水位孔宜采取钻、测、纠相结合的钻进工艺,并应符合下列规定:

1 在钻进过程中,应每隔 30-50m 测斜一次,≤300m 段发现偏率超过 0.3%(冲积层)~0.5%(风化带、基岩)或>300m 段发现偏值超过靶域钻进半径时,应进行纠偏;

2 钻孔成孔后,应每隔 50m 进行成孔测斜,并绘制成孔偏斜平面投影图。

5.2.6 冻结管穿过马头门、硐室、巷道部分,下管前钻孔内应注入水泥浆,浆液中应掺入适量的缓凝剂,以确保冻结管顺利下至孔底。

5.2.7 冻结孔按设计深度施工钻孔到底后,下管前要用泥浆冲孔,冻结孔的下管深度不应小于设计深度。

5.2.8 冻结管、供液管的材质与连接应符合下列规定:

1 冻结管必须采用低温韧性好的无缝钢管,脆化温度转化点应比设计盐水温度低 10℃以上,在-40℃条件下的冲击韧性(α<sub>k</sub>值)应不低于 60J/cm<sup>2</sup>;

2 冻结管的壁厚不应小于表 5.2.8-1 的规定;

表 5.2.8-1 冻结管的壁厚

冻结地层深度(m)		冻结管壁厚(mm)
冲积层风化带中	≤200	5.0
	200~300	6.0
	300~600	7.0
	>600	8.0

基岩中	≤300	5.0
	>300	6.0

3 冻结管可采用螺纹管箍或焊接管箍连接，管箍焊条的材质应与管体材质相符；采用螺纹管箍连接时，下管应采用电动扭矩板手上紧；采用焊接管箍连接时，破口加工和焊缝质量应符合设计要求，每个接头焊好后宜冷却 5~10min 再下入钻孔内；

4 冻结管下到孔底后，应立即进行动压试漏，试验压力应为冻结管内盐水柱与管外清水柱的压力差与盐水泵压力之和的 2 倍，持续时间 15min 压力不下降为合格。发现渗漏时，应根据渗漏情况采取补救措施，符合质量验收标准后方可移钻机施工下一个钻孔；

5 供液管的外径、壁厚应符合表 5.2.8-2 的规定。

表 5.2.8-2 供液管的外径与壁厚

供液管品种	外径(mm)	壁厚(mm)
焊接钢管	≥38	3
聚乙烯软管	≥50	5

5.2.9 冻结全过程必须确保冻结盐水循环系统和每个冻结器的安全运转，并应符合下列规定：

1 积极冻结期间应定期检测每个冻结器的盐水流量与温度，应满足设计要求；

2 多圈孔冻结时，各圈冻结孔盐水宜采用独立的配、集液圈，也可采用独立的主冻结孔圈和辅助与防片冻结孔圈共用的配集液圈盐水循环系统。

5.2.10 水位观测孔设计施工应符合下列规定：

1 水位观测孔不应占据提升位置，深部水位孔的深度宜进入冲积层底部主要含水层中，但不得进入基岩中，不得偏入井帮；

2 水位观测管必须设底锥，在需要检查冻结壁交圈时间的含水层部位应设置滤水网，观测管的管口应高出地下水位并加盖；

3 水位观测孔成孔后，应立即进行洗孔和检查水位状况，发现异常情况要立即进行处理，待水位正常后方可撤走钻机；

4 井筒开始冻结后应每天定时检测水位观测孔的水位，检测工作持续到水位高过地下水的水位并溢出管口为止。

5.2.11 测温孔设计施工应符合下列规定：

1 测温孔应布置在冲积层中终孔（成孔）间距偏大（或较大）的冻结孔界面上。单圈孔、双圈孔、三圈孔冻结时每井的测温孔数量应分别不少于 3 个、4 个、5 个；冻结壁外侧宜布置 1~2 个，内侧 1~3 个测温孔应分别布置于各冻结圈孔间距最大部位；

2 防片冻结孔与井帮之间的测温孔深度应比防片冻结孔的冻结深度大 5m 以上，其余部位的测温孔深度应比冲积层厚度大 10m 以上；

3 测温孔的允许偏斜率和钻进靶域半径应与冻结孔要求相同。

5.2.12 环形冷冻沟槽的底板应高于正常地下水位，净高应不小于 1.8m，顶、底板和墙体均应有防水性能，顶板还应具有隔热抗压性能。当地下水位较高时，应设排水设施。冷冻沟槽低于地下水位部分的底板和墙体应采用防水混凝土。

5.2.13 地面盐水管路系统必须进行动压试漏，试验压力不得小于盐水泵最大工作压力（取 0.5MPa）的 1.5 倍，持续 15min 压力不下降为合格。

5.2.14 冻结盐水设计温度不低於-35℃时，宜采用氯化钙溶液，溶液的比重应根据设计盐水温度确定，溶液的浓度应在冰盐合晶点范围以内。

5.2.15 氨压缩机所用制冷剂的纯度应大于 99.8%。

5.2.16 冷冻系统的低温设备和低温管路必须进行隔热和防潮处理，其冷量损失应不大于冻结站工作制冷能力的 15%。

5.2.17 冷冻站房结构应通风良好，空气中氨的浓度不得超过 0.004%。站内应设置防火、防毒、避雷等安全设施。当室外气温高于 35℃时，氨瓶等应设遮阳凉棚。

5.2.18 冻结站充氨前，必须进行试漏检验，并应符合下列规定：

1 压气试漏的压力应符合表 5.2.18 的规定，试漏时间应为 24h，初始 6h 压力下降应不超过 0.05MPa，再持续 18h 压力不下降为合格；

表 5.2.18 压气试漏的压力

系统	设备名称	试验表压力 (MPa)
高压系统	高压机排气、油氨分离器、冷凝器、贮液桶、集油器至调节站	1.8
中压系统	自低压机排出口，经中间冷却器、高压机吸气	1.4

低压系统	自调节站、氨液分离器、蒸发器、浮球阀至低压机吸入口	1.2
------	---------------------------	-----

2 在压气试漏合格后应进行真空试漏，系统内试漏真空度应为 0.097~0.101MPa，24h 后压力应保持在 0.090~0.093MPa 之间。

5.2.19 冷却水的水质、水温、水量应符合冻结设计规定，水源井应布置在冻结井筒的地下水流向的上方，与被冻结井筒的距离不宜小于抽水影响半径。在抽水影响半径范围内的水源井在冻结壁交圈前应停止使用。

5.2.20 盐水降温梯度应符合下列规定：

- 1 在正温阶段，盐水的降温梯度不宜大于 5℃/d；
- 2 当温度降至 0℃后，盐水的降温梯度宜为 1.5~2.5℃/d。

5.2.21 冻结器之间的盐水流量、温度差应符合下列规定：

- 1 每圈冻结器的盐水循环量差值不宜大于同圈平均值 1m<sup>3</sup>/h；
- 2 每圈冻结器的回路盐水温度差值不宜大于同圈平均值 1℃。
- 3 差异冻结时，同一深度的冻结孔可参照上述要求。

4.2.22 井筒开挖应具备以下条件：

1 水位观测孔内的水位应有规律的上升并溢出管口，当水位观测孔遭受破坏时井筒内的水位应有规律地上升；

2 根据测温孔实测温度分析，判断井筒浅部不会发生较大片帮和不同深度、不同土层的冻结壁厚度和强度可以满足设计和施工要求；

3 地面的提升、搅拌、运输、供热等辅助设施均能适应井筒施工的要求。

5.2.23 冻结站的供冷量应根据井筒不同施工阶段进行调整，并应符合下列规定：

- 1 冻结初期，应根据冻结设计盐水降温规定把盐水降至要求温度；
- 2 在冲积层段掘砌过程中，应根据冻结壁厚度、平均温度、井帮稳定性、掘砌速度等实际情况调整供冷方式和盐水循环量；

3 当掘砌进入风化带后，井帮稳定、外层井壁完好时可适当提高盐水温度或减小盐水循环量；

4 当内层井壁套壁进入冲积层后，在套壁工作正常和外层井壁安全状况良好的条件下，可通过技术分析提出停冻时间。

5.2.24 冻结掘砌段高应根据地层性质、冻结壁的强度、井帮稳定性和井壁结构、施工工艺、掘砌速度等因素综合分析确定，并应符合下列规定：

1 冲积层段段高:

——试挖阶段, 不宜大于 2m;

——正式开挖阶段, 应严格控制上部 (<300m) 的段高 $\leq$ 4m、循环作业时间 $\leq$ 30h 和深部 (>300m, 含风化带) 的段高 $\leq$ 3m、循环作业时间 $\leq$ 24h, 冻结壁径向位移 $\leq$ 50mm;

2 基岩段的掘砌段高宜不大于 4m, 否则要进行临时支护。

5.2.25 冻结段应首选外层井壁短段掘砌和内层井壁一次套壁的施工工艺, 而把分次套壁的施工工艺作为工程预案。在冲积层段施工过程中若发现冻结管断裂和外层井壁压坏等现象危及井筒安全施工时, 应暂停掘进提前进行套壁, 以控制事故的发展。

5.2.26 冻结段的掘砌深度应浅于主冻结孔设计深度, 其值应符合表 5.2.26 规定。

表 5.2.26 冻结段井筒的掘砌深度浅于单圈冻结孔、主冻结孔设计深度值

冲积层厚度(m)	掘砌深度浅于单圈冻结孔、主冻结孔设计深度值(m)
$\leq 200$	7
200~300	7~9
300~400	9~11
400~500	11~13
500~600	13~15

5.2.27 冻结段采用钻爆法施工时, 应符合下列规定:

- 1 必须编制爆破安全措施, 并经单位技术负责人批准;
- 2 采用防冻安全炸药。

5.2.28 钢筋混凝土井壁施工, 应按现行国家标准 GB50204《钢筋混凝土工程施工及验收规范》有关规定执行, 并应符合下列规定:

- 1 内层、外层井壁的厚度和混凝土强度均应满足设计要求;
- 2 外层井壁宜采用低水化热早强高性能混凝土, 在深部 ( $\geq 200\text{m}$ ) 厚粘土层中的外层井壁与井帮之间应增设聚苯乙烯泡沫塑料板;
- 3 内层井壁宜采用低水化热防裂密实高性能混凝土;
- 4 混凝土的适宜入模温度为  $15^{\circ}\text{C}$ : 冷天施工时的入模温度应不低于  $10^{\circ}\text{C}$ , 热天施工时的入模温度应不高于  $30^{\circ}\text{C}$ ;

5 向井下输送混凝土的方式：强度 $\leq$ C40 的混凝土可采用溜灰管下料，但应采取防止混凝土离析的措施； $>$ C40 的混凝土宜采用底卸式吊桶下料；

6 夹层井壁的夹层部位必须注入水泥浆充填，钻孔应穿透内层井壁进入外层井壁 100mm，注浆工作宜在夹层部位温度 $\geq 4^{\circ}\text{C}$ 时进行。

5.2.29 冻结站拆除及盐水管路处理应符合下列规定：

1 内层井壁施工结束后方可拆除冻结站，拆除工作开始前必须先回收盐水和氨；

2 冻结管回收工作应由冻结单位和建设单位协商确定，要回收冻结管时应编制专门措施；冻结管回收后，应用水泥浆充填冻结孔；

3 供液管必须全部回收。

### 5.3 钻井法施工

5.3.1 钻井法既适用于各种含水的冲积层，也适用于中等硬度岩层。

5.3.2 井筒检查孔应在井筒范围外，距井中心 25m 以内。

5.3.3 采用钻井法施工的井筒宜钻全深，不钻全深时，进入不透水的稳定地层内的深度不得小于 5m。

5.3.4 钻井的偏斜及测井次数，应符合下列规定：

1 偏斜

1) 钻进

深度小于 300m 偏值不得大于 250mm；

深度大于 300m 偏率不得大于 0.8‰。

2) 成井

深度小于 300m 偏值不得大于 150mm；

深度大于 300m 提升井偏率不得大于 0.4‰；

非提升井偏率不得大于 0.6‰。

2 井径井斜测量次数：

1) 超前钻孔钻至风化带应测斜一次，钻完设计深度后，再测一次；

2) 各级扩孔测斜次数，应根据前一级扩孔的偏斜情况确定，但不得少于一次，终孔冲积层段测斜不少于两次，岩石段每隔 20m 测一次，测量方位数不少于 4 点；

3) 遇倾角大于  $20^{\circ}$  的岩层, 宜每隔 10~20m 测斜一次。

3 测井选点, 应沿井筒的四个方向进行测量, 每个水平测点不少于 4 个。  
当偏斜值大于规定时, 应纠偏后, 再继续钻进。

5.3.5 锁口的直径应比钻井的直径大 200mm, 锁口的底部宜设在较稳定的土层中。遇特殊情况应采取措施。

5.3.6 钻井机钻进时, 应符合下列规定:

1 采用减压钻进, 总钻压不得超过钻头在泥浆中重量的 60%, 在地层变层处不得大于 40%;

2 在砂层中钻进, 钻头的旋转切线速度, 应符合设计规定;

3 应安装钻进参数监控仪;

4 应定期起钻检查钻头、刀具、中心管、导向器、钻杆接头等的状态和磨损程度。

5.3.7 钻井泥浆, 应符合下列规定:

1 泥浆参数, 应按不同的施工条件设计, 可选用下列参数;

1) 密度  $1.15\sim 1.22\text{g}/\text{cm}^3$ ;

2) 粘度  $20\sim 30\text{s}$  (野外漏斗粘度计);

3) 失水量 (滤失量)

采用油压失水量仪测定时, 小于或等于  $15\text{ml}/30\text{min}$ ;

采用气压失水量仪测定时, 小于或等于  $25\text{ml}/30\text{min}$ ;

4) 含砂量 (经 200 目  $0.074\text{mm}$  滤网后测定) 小于或等于 2%;

5) 胶体率大于 98%;

6) pH 值  $7.5\sim 8.5$ ;

7) 静切力: 初切力  $0\sim 0.5\text{mg}/\text{cm}^2$ , 终切力  $10\sim 15\text{mg}/\text{cm}^2$ ;

8) 泥皮厚度  $1.0\sim 1.5\text{mm}$ 。

2 泥浆沉淀池的布置, 必须避开工业场地建筑物基础的位置, 废弃泥浆宜利用永久排矸场等地排放或采取废浆处理等措施;

3 钻进时, 井筒内泥浆液面应高于当地静止水位或不低于锁口面  $0.5\sim 1.0\text{m}$ ;

4 泥浆管理应设专人负责, 泥浆参数应定时检测调整;

5 当钻进通过漏失地层时, 应加强检测井内泥浆液面变化, 在正常钻进时,

应不超过 4 小时测一次，并应预先储备一定数量的泥浆；

6 当停钻时间较长时，应定期循环泥浆。

5.3.8 井壁预制，应符合下列规定：

1 钢筋混凝土井壁的施工，应按国家现行标准《混凝土结构工程施工及验收规范》GB50204 有关规定执行；

2 制作井壁的工作平台（基础）应坚固，平面的水平允许偏差为 5mm；

3 钢筋混凝土井壁应采用钢模板施工（井壁底除外）；

4 钢板井壁的钢板圆筒机械加工的质量应满足下列要求：

1) 形位偏差，钢板筒（含内、外钢板）的内径不得小于设计尺寸，也不得大于设计尺寸 10mm，垂直度不得超过 1‰；上下水平面允许偏差±3mm，内外圆筒不同心度应小于 6mm；

2) 钢板拼接，焊缝的强度应大于母材强度，焊缝应饱满，无砂眼和裂缝、不漏水；

5 钢板圆筒组装，应在现场进行；

6 预制井壁的规格允许偏差应符合下列规定：

1) 井壁厚度为 0~+20mm；

2) 井壁内半径为-30~+20mm；

3) 井壁外径为±20mm；

4) 上下法兰盘的不平行度为 10mm；

5) 节高为±10mm。

7 装设罐道梁的井壁，应在井壁的内侧按设计预留连接钢板，并应在井壁外侧相应位置设置标志。

5.3.9 井壁漂浮下沉，应符合下列规定：

1 根据终孔测量的数据，测绘出终孔有效圆断面图，其有效圆的直径应符合下式计算结果：

$$D \geq D_1 + 2d + K$$

式中：D——终孔有效圆的直径，m；

$D_1$ ——预制井壁的最大外径，m；

d——充填管的最大外径，m；

K——偏斜值，当钻井深度小于 300m 时，K=0.25m，

当钻井深度大于 300m 时,  $K=0.8\%H$ ;

H——下沉深度, m。

- 2 下沉井壁前, 应按要求调整泥浆参数;
- 3 下沉井壁时, 井筒内配重水的加量, 应按泥浆对井壁的浮力确定, 当井壁被卡不下沉时, 应停止加水, 进行处理, 严禁强迫井壁下沉;
- 4 井壁连接的节间空隙, 应用楔铁垫牢, 内外侧上下法兰盘的间隙, 应用扁钢或钢筋填实焊严, 并应注入结石率不小于 90%的浆液;
- 5 钢板复合井壁的内侧钢板, 应进行防腐蚀处理并预留泄水孔;
- 6 预埋井筒装备连接板的井壁, 下沉时应按规定方位连接;
- 7 井壁下沉到预定的深度, 应测量井筒偏斜, 经检查符合规定, 并应采取定位、防浮、防失稳措施后, 方可进行壁后充填。

5.3.10 壁后充填, 应符合下列规定:

- 1 第一段高的壁后充填, 当井筒深度大于 300m 时宜选用内管法充填, 充填应在井壁下沉到底后 7d 内进行;

- 2 外管充填的充填管应沿井壁均匀布置, 当井壁外径大于 4m 时, 布置 3~6 趟管路, 管径不应小于 60mm;

- 3 充填材料

- 1) 井壁底向上 50m, 基岩和冲积层交界面上、下各 15m 处及井壁外侧为钢板结构等部位, 必须用水泥浆等胶结材料充填;

- 2) 井筒的其他部位可用片石、石渣等粗骨料和水泥浆等材料间隔充填, 每个充填段高不宜大于 100m;

- 3) 接近地表部位的充填高度与充填材料应按设计规定施工;

- 4) 充填水泥浆的相对密度, 不得低于 1.6;

- 4 填充应采用一管一泵工艺, 充填应连续进行, 外管充填时充填管下端埋入水泥浆的深度不应小于 3m;

- 5 当第一段高充填时, 井筒内所加的配重水量和井壁的总重量, 必须大于泥浆和未凝固的水泥浆所产生的浮力;

- 6 后一段高的充填, 应在前一段高充填的水泥浆达到初凝后进行;

- 7 当外管充填遇有断管、堵管时, 应及时处理, 补充充填。

5.3.11 壁后充填结束后, 应进行质量检查, 并符合下列要求, 方可开凿马头门

或破井壁底掘进。

1 全井实际充填量不应少于测算值的 85%；

2 钻全深时，自马头门向上 30m 范围内，不钻全深时，自井壁底以上至岩石风化带底界或毗邻的岩石含水层底界以下 5m 区段内。每隔 5m，沿井筒圆周等距布置检查孔 3~4 个，邻近马头门或井壁底处，应增加检查孔数量，上下层的孔位应错开 45° 布置，孔深应穿过壁后进入充填层的厚度不少于 100mm；

3 经检查孔检查，无喷浆、喷水现象或检查孔有少量泥浆，短暂外喷，单孔出浆量小于 0.1m<sup>3</sup>，或出清水量小于 0.5m<sup>3</sup>/h，经 24h 水量不继续增加时，则无需补注浆，当单孔出水量大于 0.5m<sup>3</sup>/h，或钻孔持续喷浆，应重新补注浆；注浆压强不应大于注浆处的 1.6 倍静水压强；

4 所有检查孔，均应封孔。

5.3.12 钻检查孔时，应采用具有防止壁后泥浆压力顶钻、喷浆的安全机具，必须制定相应的安全措施。

破井壁底或开凿马头门采用爆破作业时，必须制定安全措施。

5.3.13 壁后充填结束后，应测出井筒的偏斜值和方位，并绘出井筒的中心坐标。井筒排水后，应复测井筒的偏斜值和方位，并绘制井筒纵、横断面图。

5.3.14 井筒改绞、开凿马头门、破井壁底等工程应编制施工设计。

5.3.15 井筒的管线、缆线的悬吊，宜直接挂靠在井壁法兰盘上或以锚杆固定在井壁上。

5.3.16 钻井与建井工程的接替，应符合下列规定：

1 钻井场地的机具、器材等拆迁，应与壁后充填工作同时进行；

2 井筒转入巷道掘进或井筒延深所需的施工设计、器材供应等筹备工作应在钻井工程完工前准备就绪；

3 井筒转入巷道施工或井筒延深时所必须的安装连锁工程，应在充填工程完工后立即进行。

## 5.4 井筒注浆

### I 地面预注浆

5.4.1 距地表小于 1000m 的含水岩层，其层数多、层间距又不大时，宜采用地面预注浆法施工。

5.4.2 浆液品种的选择，应适应受注岩层的渗透性，当含水岩层的裂隙大于

0.15mm 和水流速度小于 200m/d 时，应用水泥浆液或粘土水泥浆；当含水岩层的水流速度大于 200m/d 或裂隙大于 5mm 和吸水量大于 7L/min·m 时，应用水泥—水玻璃浆液或粘土—水泥浆。

遇有溶洞，可先灌注岩粉、中砂、粗砂或砾石等惰性材料。

5.4.3 预注浆孔的数量宜为 3~8 个，可布置在井筒内或距井筒外径 1.0~2.0m 的圆周上。后钻的孔位、角度应根据已钻的钻孔进行调整，使各钻孔在相同的注浆深度内呈相对均匀分布。

5.4.4 定向钻孔注浆与冻结工程等平行作业时，应符合下列规定：

- 1) 编制定向孔轨迹设计和钻孔布置专项设计；
- 2) 注浆孔与冻结孔最小距离应大于 6m；
- 3) 需冻结段与注浆段交叉共同封水，其交叉段长不应小于 15m；
- 4) 需直孔注浆段与“S”型定向注浆孔交叉共同封水，其注浆封水交叉段长不得小于 10m。

5.4.5 注浆孔的深度，应超过所注含水层底板以下 10m。当井筒底部位于含水层中，终孔的深度应超过井筒底部 10m。

5.4.6 注浆钻孔每隔 40m 应测斜一次，钻孔的偏斜率不应大于 0.5%。注浆钻孔落点位置在相同的注浆深度应相对均匀。

5.4.7 注浆前的准备工作，应符合下列规定：

1 注浆孔钻成后，应用清水冲孔，直至返清水为止。当裂隙小，冲孔效果不好时，应采用抽水洗孔；

2 对整个注浆管路系统进行压水试验，压力宜为注浆终压的 1.2~1.5 倍，试压的持续时间不应少于 15min；

3 对钻孔进行压水试验，检查止浆塞的密封效果，测量钻孔的吸水量，确定浆液品种、配比或浓度、泵压、泵量。正常注浆段压水时间宜为 10~20min；复注注浆段压水时间宜为 20~30min；泵量由小逐渐增大，一般压 2~3 个压力点的流量，每个压力点压水时间不少于 10min；

4 冬季注浆施工时，注浆站和地面输浆管路，必须采取防冻措施。

5.4.8 采用止浆塞分段注浆时，可采用上行式注浆、下行式注浆或上行与下行混合式注浆。

注浆段高可按表 5.4.8 选取。

表 5.4.8 注浆段高

岩层破裂程度	注浆段高 (m)	
	水泥浆或水泥水玻璃浆	粘土水泥浆
强风化破碎带	5~10	<30
裂隙 $\geq 3\sim 6\text{mm}$	10~30	<80
裂隙 $< 3\text{mm}$	30~50	<80
(重复注浆)	60~100	<150

5.4.9 预注浆材料，可按下列规定选用：

1 注浆应采用普通硅酸盐水泥，强度等级不应低于 P032.5，水玻璃模数宜为 2.4~3.4。粘土塑性指数不宜小于 10，粘粒(粒径小于 0.005mm)含量不宜低于 25%，含砂量不宜大于 5%，有机物含量不宜大于 3%；

2 水泥浆液的浓度可按表 5.4.9-1 选用；

3 水泥或水泥—水玻璃浆液注入量可按表 5.4.9-2 选用；

4 采用水泥—水玻璃浆液时，水泥浆的浓度宜为 1:1~0.6:1，水玻璃浓度宜为 35~42 波美度。水泥浆与水玻璃的体积比宜为 1:0.4~1:1；

5 采用粘土—水泥浆液时，粘土浆的密度宜为  $1.12 \times 10^3 \sim 1.24 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，水玻璃浓度宜为 35~42 波美度，水泥加入量宜为  $100 \sim 300 \text{ kg/m}^3$ ，水玻璃加入量宜为  $10 \sim 40 \text{ L/m}^3$ ，配合比根据现场试验确定；

6 水泥—水玻璃浆液的凝胶时间，可按表 5.4.9-3 选取，其配合比应经现场试验确定。

表 5.4.9-1 水泥浆液浓度

钻孔最大吸水量 (L/min)	浆液浓度 (水:水泥)
60~80	2:1
80~150	1.5:1
150~200	1.25:1 或 1:1
>200	1:1

表 5.4.9-2 浆液注入量

序号	每米钻孔单位时间的吸水量 (L/min)	浆液注入量(m <sup>3</sup> /m)	浆液品种
1	2~4	1.0	单液
2	4~7	1.5	单液
3	7~10	2.0	双液
4	10~13	3.0	双液
5	13~16	4.0	双液
6	>16	5.0	双液

表 5.4.9-3 水泥—水玻璃浆液的凝胶时间

地下水流速(m/d)	浆液混合方式	凝胶时间(min)
100	单管孔口	3~5
200	双管孔内	<3.0
>200	双管孔内	0.2~0.5

5.4.10 预注浆的参数，可按下列规定选用：

- 1) 浆液的有效扩散半径宜为 6~10m。
- 2) 注浆终压应符合下列规定：
  - (1) 岩帽段水泥浆注浆终压值应大于静水压力值的 1.5 倍；
  - (2) 注浆段水泥或水泥—水玻璃浆液的注浆终压值应为静水压力值的 2~4 倍；
  - (3) 注浆段粘土—水泥浆注浆终压值：
    - a、孔深小于或等于 400m 的注浆段终压值应为静水压力值的 2.5~3 倍；
    - b、孔深大于 400m 的注浆段终压值应为静水压力值的 2~2.5 倍；
- 3) 浆液注入量可按下式计算：

$$Q = A \pi (R+r)^2 H n B / m \quad (4.4.10)$$

- 式中 A——浆液消耗系数，为 1.2~1.5；
- R——浆液有效扩散距离 (m)；
- r——注浆孔布置圈半径 (m)；
- H——注浆段高 (m)；
- n——岩层平均裂隙率；
- B——浆液充填系数，为 0.9~0.95；
- m——浆液结石率，0.85。

5.4.11 注浆过程中，应符合下列要求：

- 1) 当连续注浆 0.5h 不见升压或吸浆量不下降时应提高浆液浓度，当水灰

比小于 1.0 时，每个浓度级可连续注入 40~50min 后再提高浆液浓度，当双液浆液持续注浆在 20min 不升压时应及时调整浆液浓度与凝胶时间；

2) 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，并将全部管路系统用清水冲洗干净；

3) 注浆过程中，发现压力骤然上升或浆液耗量突增，应停注，查明原因并处理后再恢复注浆。

5.4.12 地面预注浆结束的标准，应符合下列规定：

1) 采用水泥浆注浆，当注入量为 50~60L/min 及注浆压力达到终压时，应继续以同样压力注入较稀的浆液 20~30min 后方可停止该孔段的注浆工作；

2) 采用水泥—水玻璃浆液注浆，当注入量达到 100~120L/min 及注浆压力达到终压时，经稳定 10min，可结束该孔段的注浆工作；

3) 采用粘土—水泥浆浆液注浆，当注入量为 200~250L/min 及注浆压力达到终压时，经稳定 20~30min 后，可结束该孔段的注浆工作；

4) 注浆施工结束的注浆效果宜采用压水检查方法。一般选取最后施工的注浆孔作为检查孔，测定注浆段的剩余漏水量是否满足设计要求。

## II 工作面注浆

5.4.13 井筒穿过的基岩含水层赋存较深，或含水层间距较大，中间有良好隔水层，宜采用工作面注浆法施工。工作面注浆分为工作面预注浆与工作面直接堵漏两种方法。

5.4.14 工作面预注浆前，应对被注的含水层钻超前检查孔，核实含水层实际厚度与含水量。

5.4.15 工作面预注浆的段高，宜为 30~50m，可采用下行式注浆，或孔内下止浆塞，一次或多次注完全部含水层。工作面预注浆的钻孔数，宜为 8~12 个，钻孔应沿井筒周边布置，并应与岩层节理、裂隙相交。

5.4.16 工作面预注浆应在含水层上方预先浇筑混凝土止浆垫。含水层上方岩石致密，可预留岩帽做止浆垫。采用浇筑混凝土止浆垫，应符合下列规定：

1) 混凝土止浆垫的施工，宜与井壁一同浇筑，并应对井壁强度进行验算；

2) 孔口套管宜用预埋法布设，并选取位置、角度、数量，采用早强水泥固牢。待套管固结后进行抗压试验，试验压力不应小于工作压力的 1.2 倍；

- 3) 混凝土止浆垫的厚度, 应根据注浆压力计算确定;
  - 4) 在工作面有涌水的情况下浇筑止浆垫时, 应铺设 0.5~1.5m 厚的碎石滤水层, 并安设集水盒、排水管与注浆管。当混凝土止浆垫达到强度后, 应经注浆管注浆封闭涌水;
  - 5) 井筒遇到含水层、断层或工作面涌水量突增, 采取强排水或直接堵漏法处理无效时, 应待井筒涌水上升到静水位, 再在水下灌注止水垫。水下灌注混凝土止水垫应连续进行, 止水垫的厚度应均匀;
  - 6) 工作面预注浆应有防止井壁破裂的措施。
- 5.4.17 工作面注浆, 深度大于 700m 的井筒注浆段粘土—水泥浆注浆终压值应为静水压力值的 1.5~2 倍, 其他参数可按本规范 4.4.9、4.4.10 的参数选用。
- 5.4.18 注浆站设在地面时, 井上、下应有可靠的通讯联系。
- 5.4.19 注浆与制浆的工作人员, 应佩戴防护眼镜和口罩, 水泥搅拌房内应采取防尘措施。
- 5.4.20 工作面直接堵漏注浆可采用手持式或架式凿岩机钻孔, 钻孔的数量、角度及深度应根据含水层的裂隙状况确定。
- 5.4.21 井筒内应设置排水泵, 钻注浆孔前应先钻超前探水孔, 钻孔前, 应安装具有防止突然涌水的孔口管。
- 5.4.22 注浆孔的深度应始终超前掘进循环进尺 2m 以上。凡遇有涌水的钻孔, 应进行注浆堵水。
- 5.4.23 注浆压力与浆液浓度, 应符合下列规定:
- 1) 注浆终压宜大于或等于静水压力的 2~4 倍。
  - 2) 浆液浓度、材质、凝结时间、注入量等, 应根据不同条件选择, 水玻璃的模数宜为 2.4~2.8, 水泥浆与水玻璃的体积比, 宜为 1:0.3~1:0.6。
- 5.4.24 工作面注浆结束的标准, 应符合下列要求:
- 1) 各注浆孔的注浆压力达到终压, 注入量小于 30~40 L/min。
  - 2) 直接堵漏注浆, 各钻注孔的涌水已封堵, 无喷水, 涌水量小于施工设计规定。

### III 壁后注浆

- 5.4.25 建成后的井筒或正施工的井壁段的漏水量, 深度小于 800 m 的井筒, 超

过  $6\text{m}^3/\text{h}$ ，深度大于  $800\text{m}$  的井筒，超过  $10\text{m}^3/\text{h}$ ，或井壁有集中漏水超过  $0.5\text{m}^3/\text{h}$  的出水点，应进行壁后注浆处理，并应符合下列规定：

1) 井壁必须有承受最大注浆压力的强度。

2) 应编制操作规程。

5.4.26 壁后注浆的工艺和材料应根据井壁结构、质量、漏水特征与壁后地质、水文地质条件等因素，经技术经济分析确定。

5.4.27 壁后注浆的施工顺序应根据含水层的厚度分段进行。对漏水段较长的井筒，宜采取由上往下逐段进行注浆，每个分段内宜先由下往上注浆，再由上往下复注一次。

5.4.28 壁后注浆孔的布置，应符合下列规定：

1) 注浆孔的数量，根据堵水需要选定，各孔注浆的有效扩散半径应相交，在含水层上下界面位置，或裂隙含水层中，注浆孔宜加密。

2) 当注浆段壁后为含水砂层时，注浆孔的深度应小于井壁厚度  $200\text{mm}$ 。双层井壁，注浆孔应穿过内层井壁进入外层井壁，进入外层井壁深度不应大于  $100\text{mm}$ ；当采用破壁注浆时，应制定专门措施。

3) 当漏水的井筒段壁后为含水岩层时，注浆孔宜布置在含水层的裂隙处，注浆孔的深度宜进入岩层  $1.0\text{m}$  以上；

4) 在井壁漏水量较大的井筒段，应布设导水孔和泄水孔。

5.4.29 壁后注浆的压力宜比静水压力大  $0.5\sim 1.5\text{MPa}$ ；在岩石裂隙中的注浆压力可适当提高。

5.4.30 井上、下都必须有可靠的通讯设施，升降注浆作业吊盘或工作盘时，必须得到值班人员的允许。

5.4.31 井筒内进行钻孔注浆作业时，作业点下方不应有人。注浆中应观察井壁，发现问题立即停止作业，及时处理。

5.4.32 钻孔时应经常检查孔内涌水量和含砂量。涌水量较大或涌水中含砂时，应停止钻进，及时注浆；钻孔中无水时，应及时严密封孔。

5.4.33 注浆管露出井壁的管端与提升容器之间的间隙，应符合《煤矿安全规程》有关规定。

5.4.34 条 壁后注浆结束应达到以下标准：各注浆孔的注浆压力达到设计压力，

各钻注孔的涌水已封堵、无喷水、涌水量小于施工设计规定。

## 5.5 沉井法施工

5.5.1 沉井的施工方法有普通沉井、震动沉井、卵石沉井和泥浆淹水沉井等，宜优先采用泥浆淹水沉井法。

5.5.2 泥浆淹水沉井法适用于厚度小于 200m 的流砂、淤泥等松软、不稳定含水冲积层中开凿井筒。其它沉井法适用于穿过流砂、淤泥等松软、不稳定含水冲积层厚度不宜超过 60m。凡粒径大于 300mm 的卵石层，或卵石层单层的厚度大于 8m，或风化基岩以下无隔水层时，不宜采用。

5.5.3 沉井穿过冲积层并进入不透水岩层的深度，应符合下列规定：

- 1 沉井的深度小于 100m，不得小于 3m；
- 2 沉井的深度大于 100m，不得小于 5m；
- 3 当沉井进入不透水岩层的深度小于上述规定时，应采取封底措施。

5.5.4 沉井下沉时，由沉井自重和壁后环形空间泥浆重量所组成的主动下沉力，应大于侧面阻力、正面阻力与水的浮力的总和。施工前应验算预期的下沉深度。

5.5.5 沉井的下沉应有偏必纠，并应符合下列规定：

1 沉井井壁内侧四周应设测点，及时监测沉井偏斜，当井壁内预埋有测压、测偏等元件时，应定期观测并记录；

2 沉井的周围应设永久水准点，距井口中心不得小于 50m；

3 沉井下沉前，在套井内应安设导向装置和纠编设施。

5.5.6 沉井的允许偏斜率不大于 5‰。

5.5.7 沉井刃脚的制造与施工，应符合下列规定：

1 刃脚的锋角及台阶的高度、宽度与结构强度，应按设计施工；

2 刃脚的中心线，应与其刃尖平面垂直，底面应平整，其误差不得大于 5mm；

3 刃脚钢靴的高度不应小于 500mm，钢靴应设置加强部件，并与刃脚上部钢筋联接焊牢；

4 钢靴加工允许偏差，应符合下列规定：

1) 直径为 $\pm 5\%$ ，壁厚为 $\pm 10\text{mm}$ ；

2) 斜度为 $\pm 2\%$ ，高度为 $\pm 5\text{mm}$ ；

3) 外型凹凸度为 $\pm 10\text{mm}$ 。

上述规定也适用于井壁加工要求。

5 钢靴或刃脚在固定时，其中心线与沉井井筒设计的中心线偏差不得超过10mm；刃脚尖的平面应垂直于井筒设计中心线。

5.5.8 套井的施工，应符合下列规定：

- 1 套井与沉井的间隙不得小于 500mm；
- 2 套井结构应满足纠偏操作和贮存泥浆的要求，其深度宜为 8~15m；
- 3 套井内应设置纠偏工作台，其位置宜高于地下最高静水位 1~2m；
- 4 套井可用沉井法施工，下沉后其刃脚应座落在不透水的粘土层中，距下面的砂层不宜少于 3m；
- 5 套井下沉后，应注浆固井，下部应回填砂土，上部应与锁口盘联成整体；
- 6 套井的厚度、强度，应不低于设计规定。

5.5.9 沉井的井壁应采用钢筋混凝土结构，其强度等级不应低于 C<sub>20</sub>，施工时应沿井筒的中心垂线方向分段整体灌筑，外壁应平整光滑，每平方米不平整度不应超过 10mm。内、外圆的半径应不大于设计规定 30mm，不小于设计规定。

5.5.10 采用沉井时，壁后环形空间的泥浆面，应高于地下最高静水位 1~2m。

5.5.11 配制泥浆的粘土，应选用蒙脱土，配制时要按照设计配比掺入一定数量和品种的化学添加剂调整泥浆的各项性能，可采用下列参数：

- 1 密度 1.1~1.2g/cm<sup>3</sup>；
- 2 粘度 18~26s；
- 3 失水量<20ml/30min。
- 4 泥皮厚度<2mm；
- 5 静切力 5~20Pa；
- 6 含砂量<3%；
- 7 胶体率 100%；
- 8 pH 值 8~9。

5.5.12 沉井的破土、提升，应符合下列规定：

1 水枪破土应靠近工作面对称、均匀地进行，用于水枪动力的高压泵，其扬程应不低于沉井深度的 2 倍。

2 空气吸泥器排碴的风压，应大于排泥管内的水、泥砂与空气混合体之总压力；

- 3 井筒内的水位应高于井外地下水位 1~2m;
  - 4 刃脚前的超挖距离, 应不大于 2m;
  - 5 不应降低泥浆液面。
- 5.5.13 沉井的固井、壁后充填、封底与排水, 应符合下列规定:
- 1 沉井下沉到设计深度后, 应先封底、固井, 通过试排水, 确认井筒的内、外水力联系已隔断, 方可继续排水;
  - 2 壁后的注浆应由上向下进行, 再由下向上复注, 水泥浆的水灰比不应大于 0.8。注浆结束后, 应进行检查验收;
  - 3 套井与沉井之间, 应灌筑混凝土。
- 5.5.14 沉井破锅底前, 应编制施工设计, 并完成井筒破锅底或延深时的有关安装工程。

## 5.6 混凝土帷幕法施工

- 5.6.1 混凝土帷幕法施工, 适用于含有淤泥、流沙、卵石、砂砾等含水的不稳定冲积层, 其深度不宜超过 60m。
- 5.6.2 混凝土帷幕圈的直径应根据设计井筒的内径、套壁厚度、允许的偏斜率及帷幕的壁厚等因素确定。帷幕的强度应能承受施工期间的最大地压, 安全系数不应低于 2。
- 5.6.3 混凝土帷幕的施工深度进入不透水的稳定岩层中不应少于 3m。
- 5.6.4 造孔应符合下列要求:
- 1 槽孔施工宜采用“先导后扩, 两钻一劈”工艺;
  - 2 护井的施工应符合下列规定:
    - 1) 护井顶端应高出地表至少 0.3m, 并应高出地下水位 1.5m;
    - 2) 深度不应小于 1.8m;
    - 3) 内外护井之间的宽度, 应比钻头直径大 200mm;
    - 4) 内护井的底部, 宜铺一层厚 200~250mm 的混凝土;
    - 5) 护井的空间, 应填黄土夯实, 并浇灌 200mm 厚的混凝土。
  - 3 造孔的钻场和环形轨道的基础应坚固平整, 环形轨道的铺设, 水平标高正负偏差小于 10mm, 椭圆度不大于 20mm;
  - 4 帷幕的全部周长可分成若干段槽孔施工, 槽内不得有残留小墙;

- 5 孔深不得小于设计规定 100mm，偏斜率应控制在 0.3%以内；
  - 6 每段槽孔完工后，应绘出孔底交圈图，经检查合格，方可清孔换浆。孔底沉渣厚度不应超过 100mm；
  - 7 造孔时，护井内的泥浆液面应高于施工期间的最高地下水位。
- 5.6.5 泥浆下灌注混凝土，应符合下列规定：
- 1 清孔换浆合格，应在 6h 内开始灌注混凝土；
  - 2 连续进行灌注混凝土，间断时间不宜超过 20min；
  - 3 灌注混凝土，应定时检测导管的埋深和混凝土的上升速度，并应绘制图表；
  - 4 混凝土应具有良好的和易性，坍落度应控制在 180~200mm，使其在泥浆下能自动摊开上升。槽内混凝土的上升速度不得小于 3m/h。
- 5.6.6 灌注混凝土下料导管，应符合下列规定：
- 1 下料导管直径宜为 200~300mm，间距宜为 3~4m，导管距离槽孔端面为 1.5m；
  - 2 下料导管的连接，应垂直、同心，接头应严密、坚固，每次用完应冲刷干净；
  - 3 下料导管应根据槽孔实测深度预先组装，并分组进行水压试验，试验压力不应小于工作压力的 1.2 倍，采用的导管应按节编号；
  - 4 下料导管的下端距槽孔底部的高度宜为 300~500mm；
  - 5 下料导管内应设置隔水栓，其直径应小于管径 15mm；
  - 6 每根下料导管应配储料箱，容积大小应满足灌注时封住导管底部。
  - 7 下料导管的埋深，宜为 2.0~2.5m，导管上口高出泥浆液面不得少于 800mm。
- 5.6.7 造孔泥浆、清孔换浆，可采用表 4.6.7 泥浆性能参数。

表 4.6.7 泥浆性能参数

项目	造孔泥浆参数		清孔换浆参数
	旋转钻	冲击钻	
密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	1.15~1.20	1.06~1.10	1.10~1.20
粘度/s	20~22	17~20	$\leq 23$
失水量/ $\text{ml} \cdot 30\text{min}^{-1}$	<15	<15	<15
泥皮厚度/mm	<2	<2	<2
含砂量/%	<3	<3	<4
静切力/Pa	0.5~1.5	0.1~1.0	0.5~1.0
胶体率/%	100	98	>97
稳定性	<0.04	<0.04	<0.03
pH 值	7~8	7~8	<8

5.6.8 接头孔的施工，应符合下列规定：

1 采用钻凿法施工的接头孔，应在槽孔内灌筑完混凝土 4h，即混凝土初凝后开始钻凿。

2 采用接头孔管预留接头孔：

- 1) 接头孔管要求结构简单，拆装方便，外壁圆滑规整；
- 2) 每节接头孔管的长度，宜为 4~6m，管壁厚度宜为 6~8mm；
- 3) 开始提拔接头孔管的时间，应在混凝土初凝时进行；
- 4) 接头孔管的直径，宜趋近于主孔直径，并比钻头直径小 30~50mm。

5.6.9 井筒的开挖，应符合下列规定：

1 混凝土帷幕井壁的厚度，应符合设计规定；

2 井筒开挖前，应在井筒内布置一个水文观测孔，孔深应比帷幕深度浅 3~5m。经抽水或压水试验，确认井筒的内外无水力联系，方可开挖；

3 掘进段高应根据帷幕井壁的质量确定，当帷幕井壁接茬不严、开裂漏水时，应先套壁，再继续向下掘进。

5.6.10 帷幕的套壁，应符合下列规定：

- 1 套内壁前，应将帷幕井壁与接头部位的泥皮刷净；
- 2 套内壁后的井筒质量，应符合成井设计要求。

## 6 立井井筒的延深和恢复

### 6.1 一般规定

6.1.1 井筒延深前，应取得下列资料：

- 1 原有的纵、横断面图、井壁结构图、井筒装备图、井筒与井底车场连接部图、井底车场平面、剖面及坡度图；
- 2 矿井提升、排水、压风、通风等设备能力和系统图，以及可供延深工程利用的设备及其能力；
- 3 需延深井筒相关的地质、水文资料和有关设计文件。

6.1.2 井筒延深可采用自上而下的施工方式。但当延深水平有巷道可供延深工

程排矸，且岩层稳定时，宜采用自下而上的施工方式。

6.1.3 井筒延深工程应尽量利用矿井已有设施，但必须满足操作安全的要求。

6.1.4 延深井筒中心和十字线的标定应符合下列规定：

1 采用保护岩柱防护时，向岩柱下方转设井筒中心和十字线过程中，两次

导线测量测得的井筒中心允许互差为 20mm，标定值应取其平均值；两次测得的

十字线方位允许互差为  $2'$ ，与设计方位的允许偏差为  $\pm 1'$ ，标定值应取其平

均值；

2 采用人工保护盘防护时，在保护盘施工前应将井筒中心与十字线转设到

保护盘下方，井筒中心允许偏差为 10mm，十字线方位允许偏差为  $1'$ 。

6.1.5 凡与立井井筒普通法、围岩加固注浆法和反井的施工相同的工序，应遵

照本规范的有关规定执行。

6.1.6 延深工程完成后，需废弃的临时巷道、硐室，均应封闭或填堵。

## 6.2 保护措施

6.2.1 井筒延深时，必须设置与上部井筒隔开的保护设施，保护设施采用人工保护盘，也可采用保护岩柱。

但在松软岩层或遇水膨胀的岩层中，不宜采用保护岩柱。

6.2.2 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，且尺寸不宜小于井筒外径；
- 2 岩柱的下方应设护顶盘，并与岩柱背严背牢。

6.2.3 人工保护盘的设置，应符合下列规定：

1 保护盘的结构及其强度应能承受坠落物体的冲击力，并有可靠的封水和防积水设施；

2 按埋入法安装保护盘梁时，钢梁插入井壁的深度不得小于梁高的1.5倍，

置入后，梁窝应用混凝土灌筑严实。若该处岩层为含水层，且原井壁厚度不能满

足钢梁的埋深和其保护层厚度的要求时，应采用锚杆托架方式安装保护盘；

3 水平保护盘采用两层以上的钢梁时，相邻层梁应垂直交错布置，缓冲层厚度不宜小于1.0m；

4 采用楔形保护盘时，其锥形斜面夹角宜为 $18^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ，斜面间应采用弹性物质作缓冲层；

5 采用斜保护盘时，盘面倾角不宜小于 $50^{\circ}$ ；

6 在提升井内构筑人工保护盘时，需保证上部井筒提升运行的过放距离满

足有关规程的规定。

6.2.4 在封口盘以下的井筒装备和井底车场操车设备安装完毕后，方可拆除保

护设施。拆除时，必须停止上部生产水平的提升工作，并应在生产水平设置临时

防护设施。

拆除人工保护盘，应自上向下进行。

拆除保护岩柱时，可采用自下向上掘反井与井窝贯通、再自上向下短段刷砌

成井的施工方法。拆除岩柱前，应加固延深井筒所用的封口盘，以适应承接反井

掘进和刷井排矸时的荷载。

### 6.3 自上向下延伸井筒

6.3.1 自上向下延深井筒，宜采用在原生产水平向下开凿下山，布置延深辅助

水平，利用辅助水平向下延深。当条件允许时，亦可利用原生产井筒内的延深间

或可能腾出的空间进行延深。

6.3.2 当采用辅助水平延深井筒时，应符合下列规定：

1 原生产水平到辅助水平的高差  $h_0$  应按下列式计算：

$$h_0 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

式中： $h_1$ —延深辅助水平到凿井天轮中心的高度（计算时应考虑凿井提升容器的最高位置、容器、滑架及绳卡的高度以及防过卷高度等因素）（m）；

$h_2$ —天轮中心到保护设施底部的距离（m）；

$h_3$ —保护设施的厚度（m）；

$h_4$ —保护设施顶部到原生产水平的距离（m）；

2 采用下山联系延深辅助水平与原生产水平、并用矿车提升时，下山方向不得正对延深井筒，其中心线与延深井筒中心的水平距离不应小于 15m。

6.3.3 延深辅助巷道与硐室布置，应符合下列规定：

1 井窝不深的井筒，延深绞车房宜布置在生产水平的巷道或硐室内；

2 综合规划地面、原生产水平和辅助水平的布置，充分利用地面、原生产

水平和井筒内的空间；

3 巷道的断面尺寸及弯道的曲率半径，应满足井筒安装时，罐道、罐

梁或

其他大型设备运输的要求。

6.3.4 提升间的施工应符合下列规定：

1 利用辅助水平延深时，宜采用反井与绳道贯通，然后刷扩的方法施工；

2 提升间的刷大与支护，应在保护设施完成后进行；

3 提升间内凿井设施的施工应符合下列规定：

——天轮梁的安装，宜与提升间的支护同时进行；

——按埋入法安装钢梁时，钢梁插入井壁的深度不得小于梁高的 1.5 倍，置入后，梁窝应用混凝土灌筑严实。

6.3.5 利用延深间或井筒内可能腾出的空间延深井筒时，应符合下列规定：

1 延深间的提升及运输，应为独立的系统；

2 穿过保护设施段的延深间内，应安设梯子；

3 若安装钢梁处岩层为含水层，而原井壁厚度又不能满足钢梁的埋深和其保护层厚度的要求时，则应选用锚杆托架方式安装钢梁。

6.3.6 若延深水平有巷道可联系辅助水平或原生产水平时，应考虑延深井超前泄水的施工方案，并应符合下列规定：

1 应按照凿井过程中预计的最大涌水量，在延深水平设置带有沉淀装置的排水设施；

2 钻进泄水钻孔、洗孔、并下放泄水管。在延深范围内，泄水钻孔应在井

筒净圆周内，并留有装设管罩和处理淤积杂物的操作空间；

3 凿井施工中，应随工作面推进切割泄水管，但切割口必须高于工作面，

并有效保护泄水管管口，防止杂物随水进入泄水管。

## 6.4 自下向上延伸井筒

6.4.1 自下向上延深井筒应符合下列规定：

1 反井的断面应根据延深井筒的直径、地质条件、施工方法和测量精

度等确定；

2 应按照凿井中预计的最大涌水量，在延深水平设置带有沉淀装置的排水设施；

3 反井宜位于延深井筒中心，在全部延深段中，反井不得偏出井筒掘进轮廓线；

4 如预计凿井过程中有较大涌水，应在刷扩前在反井内设置固定可靠的泄水管。

6.4.2 自下向上延深井筒的扩刷施工宜采用自上而下的方式，当围岩稳定时，

也可采用自下而上的方式。

1 采用自上而下扩刷时，应符合下列规定：

——工作面的反井口应设置防止坠人坠物的筛蓖，操作人员必须佩戴安全带，安全带应系于可靠的位置；

——爆破前，必须超前一个爆破步距回收反井支护材料，并上提至辅助水平，严禁将材料弃放于反井内；

——爆破作业应有有效控制矸石块度不超过反井（含放矸口）最小尺寸1/4的措施；

——进行喷射混凝土施工或清洗混凝土输送管时，反井应连续出矸；

——刷扩井时，应合理控制反井放矸量和井内积存量，以防止对放矸口的过度冲击和防止淤塞导水通路。

2 采用自下而上扩刷时，宜以运行在反井中的罐笼做为钻进炮孔的工作平台，选择与扩刷轮廓匹配的钻机，并应根据各断面图标定的孔位和孔深钻进水平或倾斜炮孔。

当需延深的工程量不大，选择在堆积矸石上钻进垂直仰孔扩刷和登矸支护方式作业时，应符合下列规定：

——钻孔时，由堆积的矸石面至钻爆工作面的高度不宜超过2.5m；

——钻孔时严禁出矸；

——根据支护所需的高度确定出矸量；支护作业时严禁出矸；

——必须有可靠的通风措施。

6.4.3 砌筑井壁时，宜采用分段刷砌方案施工，其段高应视围岩的稳

定程度和临时支护的形式而定。

## 6.5 井筒的恢复

6.5.1 井筒恢复前，应取得下列资料：

- 1 井筒停产、停工的原因；
- 2 井筒中心坐标、井口标高、井壁结构、井筒装备等有关图纸资料；
- 3 现有地面设施及其中可供利用部分的情况；
- 4 井筒穿过层位的地质、水文资料、积水和有害气体情况；
- 5 矿井开采情况和有关图纸资料。

6.5.2 恢复井筒前，应首先检查或调查井内原有罐道罐道梁的损坏、锈蚀情况、井壁损坏程度、范围大小，综合 5.5.1 条内资料内容制定恢复工作施工方案，若原井筒装备仍可使用，则恢复工作所用的工作平台、提升容器及导向装置应适应原井筒装备。

6.5.3 井筒恢复时，积水和涌水处理方法宜符合下列规定：

- 1 积水不多且无补给水源时，宜采用排水疏干法排除积水；
- 2 涌水量较大时，宜先排水，然后用注浆方法或设置防水闸门堵截水源；
- 3 涌水量大，且有丰富的补给水源时，宜以地面打钻注浆方法切断补给水源，再排除积水；
- 4 排出的水量应作准确测量，定时与井筒水位下降情况比较分析，判断有  
否未知水源补给，并留存记录。

6.5.4 井筒排水前，应安设通风机通风，经测定井筒内的空气中有害气体含量

符合国家现行安全规程的规定后，方可下放水泵排水，排水过程中尚需经常测定

井下空气成分。

当水位下降到接近井底车场的巷道顶板时，应进行空气取样测定，每班测定

次数不得少于一次。

6.5.5 排水过程中，应随时检查露出水面的井壁、巷道口、井筒装备等部位，

并做记录。发现事故隐患时，应先处理，再继续排水。对仍需使用的巷道口，在

距井壁 2~3m 范围内，应修复已损坏的支护，并清除积物；对废弃的巷道口，应

予封砌和填堵。

有煤与沼气突出危险的矿井，应严格按国家现行安全规程的有关规定执行。

6.5.6 修复变形、开裂、塌落的井壁，必须由上向下进行。每次修复高度不宜

超过 2m。修复部位应做隐蔽工程记录，并绘制实测图。

## 7 斜井与平硐施工

### 7.1 一般规定

7.1.1 斜井、平硐的施工方案选择应符合下列原则：

1、采用先进的机械化作业线，合理选择凿岩、排矸、提升、运输、支护等设备的配套方式，力求各环节施工能力充足并相互匹配，提高机械化程度、改善工作环境和劳动条件、提高劳动生产率；

2、施工方案应根据工程的断面、长度、坡度、支护形式、地质水文条件、施工进度计划等因素，通过综合技术经济方案比较后确定。

7.1.2 斜井、平硐的排矸及运输方式应符合下列规定：

1、坡度 $<8^{\circ}$ 的斜井和平硐运输宜采用无轨胶轮运输设备，平硐施工也可采用电机车牵引矿车或梭车运输；

2、斜井坡度 $>8^{\circ}$ 时应采用轨道运输，宜布置箕斗和矿车、人车两套提升系统，且两套提升系统各有独立的信号装置；

3、斜井、平硐施工的装岩设备，可采用耙斗装岩机，也可采用挖渣机、铲装机、侧卸式装岩机，选用的装岩设备应充分考虑作业环境和后配套运输条件；

4、从工作面或转载站到地面如果采用有轨方式排矸，宜在井口附近适当位置设置落地式矸石仓或直接装入排矸汽车，采用无轨方式可直接运往指定地点排矸。

7.1.3 坡度较小的斜井和平硐施工，劳动组织宜安排工序交叉或平行作业，但应制订安全技术措施。

7.1.4 斜井施工垂深超过 50m 时，应安设专门用于人员上下的人车运送人员，采用过渡性提升的调度绞车应在人车使用前停止使用。

7.1.5 斜井、平硐的施工布置应符合下列规定：

1、斜井、平硐的施工布置应专门留有人行道或台阶，风筒、管路、电缆等不宜布置在人行道一侧，其安全间隙应符合《煤矿安全规程》有关规定；

2、斜井人行道一侧应每隔 40m 设一躲避硐，平硐人行道一侧每隔 100~150m 设一避车硐室；

3、斜井井口及井筒内应按规定设置挡车器、挡车栏、超速挡车器等安全防

护设施；

4、瓦斯矿井应按规定装备煤矿安全监控系统。

7.1.6 斜井施工排水应符合下列要求：

1、斜井施工排水宜采用接力方式，但排水接力不宜超过3级；

2、工作面涌水量在 $10\text{m}^3/\text{h}$ 以下时，在工作面后设移动式临时水箱或临时水仓，采用潜水泵（爆破装药时应改用气泵）将工作面水排至水箱或水仓，然后采用卧泵直接排至地面；

3、工作面涌水量大于 $10\text{m}^3/\text{h}$ 时，宜先进行工作面注浆治水。

7.1.7 斜井、平硐长距离施工应符合下列规定：

1、斜长大于2000m的斜井井筒，采用有轨运输时应考虑设置中部接力车场进行分级提升；

2、斜长大于2000m的斜井或长度大于2000m的平硐，相邻的斜井或平硐同时施工，设计中两井或两硐间无联络巷时，应在其中部增设临时联络巷，并尽早贯通，在其中一个斜井的井口或平硐的硐口安装临时通风主扇，形成一井（硐）进风、另一井（硐）回风的临时通风系统，临时通风主扇的安装应符合本规范10.4.3的规定；

3、斜长大于1500m的斜井或长度大于1500m的平硐，其两侧无永久工程同时施工，当工作面距井（硐）口接近1500m时，可在布置风筒的一侧、围岩稳定的位置掘出临时风库，安装局部通风机向工作面供风；

4、斜井、平硐长距离独头通风宜采用对旋式局部通风机，应根据测风结果调整风量。工作面的风量应符合本规范10.4.1的规定。

7.1.8 斜井、平硐施工测量应符合如下规定：

1、井（硐）口定位、井（硐）中心线应根据设计坐标、高程和方位角，以近井点为地面控制点，按地面一级导线和四等水准测量精度进行测定，应在井口附近设置基桩点和水准基点，其数量不少于3个；

2、斜井井筒中或平硐内布设7"级基本控制导线进行平面控制，井下水准测量或三角高程测量进行高程控制；

3、斜井、平硐施工中应标设中腰线，使用激光指向仪给定中腰线时，应符合本规范8.1.12中的有关规定。

7.1.9 斜井和平硐在基岩中施工，应按照“有疑必探，先探后掘”的原则，做好

探、放水工作，并应符合本规范 8.4 的有关规定。

7.1.10 斜井、平硐揭穿煤层、采空区、地质构造等特殊层位时，应预先制订技术方案和安全技术措施。

7.1.11 原始资料的收集

1、斜井、平硐施工期间，应按规定详细填写施工记录；

2、斜井、平硐施工期间，应做好隐蔽工程验收记录，测绘实际揭露的地质纵横剖面图；

3、定期测定与记录斜井井筒、平硐涌水量。

## 7.2 冲积层施工

7.2.1 斜井和平硐的井口部分，采用明槽开挖时，明槽的深度，应使巷道掘进断面顶部与地表的距离不小于 3m。明槽边坡的尺寸应按国家现行标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202-2002 的有关规定执行。当土质坚硬稳定或采用挖掘与砌墙平行作业时，直墙部分可垂直下挖，不设边坡，但超过墙高部分应按上述边坡规定执行。

7.2.2 斜井和平硐明槽开挖宜符合如下规定：

1、斜井和平硐明槽不宜在雨季破土开挖；

2、根据明槽地形情况，应沿明槽边沿设档水墙或截水沟；

3、明槽开挖施工遇水时，应采取排水、降水措施；

4、明槽开挖后应设观察点观测边坡及迎脸的变形情况，根据具体情况采取台阶法、支撑加固法、锚网喷混凝土法等临时支护边坡和迎脸。

5、斜井、平硐的明槽宜采用挖掘机直接开挖，采用人工、气镐辅助开挖，自卸汽车运输，当冲击层胶结，直接挖掘有困难时，可采用松动爆破辅助挖掘，但应制订安全技术措施。

7.2.3 斜井或平硐从明槽进入暗硐时应设超前临时支护，临时支护宜采用“管棚法”、“金属支架背板法”等支护形式。

7.2.4 斜井或平硐从明槽进入暗硐的 1~3m 宜与明槽部分的永久支护同时施工。

7.2.5 明槽部分砌体的外部应设防水层或夯填三合土，回填土应分层夯实。

7.2.6 斜井和平硐在冲积层中的施工方法，应符合下列规定：

1 稳定冲积层，宜采用全断面掘进法施工，断面较大时宜采用台阶法施工；

2 不稳定冲积层，宜采用导硐法、管棚法、金属棚背板法、锚网喷法临时支护施工，当冲积层含水较大时宜采用降低水位、冻结、帷幕等特殊方法施工；

3 当斜井穿过含水量大的冲积层、流沙层时，宜采用冻结法施工。

7.2.7 斜井和平硐通过含水层地段时，应采用混凝土砌碛，并采取防水措施。

碛体内如有明显淋水或大于  $0.5\text{m}^3/\text{h}$  的集中出水点时，应进行注浆处理。

7.2.8 斜井、平硐冲积层混凝土施工应符合下列规定：

1、在井（硐）口设置具有自动计量系统的混凝土搅拌站；

2、环境条件具备时宜选用移动式模板台车、混凝土输送泵浇筑混凝土；

3、采用组装式的碛胎、碛板浇筑混凝土，其掘砌段长应根据围岩条件及采用的临时支护形式综合确定，当采用锚网喷做临时支护时，可适当延长一次浇筑混凝土的段长；

4、浇筑混凝土应符合本规范 8.3.7 的规定。

### 7.3 基岩施工

7.3.1 斜井和平硐在基岩中的施工方法，应符合下列规定：

1 宜采用全断面掘进法施工；

2 在地质条件稳定、岩性适宜的条件下，采用中深孔光面爆破。

7.3.2 斜井和平硐基岩掘进的机械设备，应符合下列规定：

1 掘进断面小于或等于  $12\text{m}^2$  斜井和平硐，宜采用多台气动气腿式凿岩机钻孔，耙斗装岩机、小型挖斗装岩机装岩，箕斗、矿车运输；

2 掘进断面大于  $12\text{m}^2$  的斜井或平硐，采用凿岩钻车或多台气动气腿式凿岩机配合移动式工作平台钻孔，侧卸式铲斗装岩机、带调车盘的大型耙斗装岩机、铲车、挖斗装岩机装岩，矿车、梭车、箕斗或胶轮车运输；

3 全部或部分布置在煤层中的斜井和平硐，在煤层中宜采用掘进机掘进，掘进机的后配套设备，宜采用桥式胶带转载机和可伸缩带式输送机，也可采用桥式胶带转载机和轨道式矿车。

7.3.3 斜井和平硐采用锚喷永久支护或临时支护，其喷射混凝土机站布置应符合下列规定：

1、坡度  $>16^\circ$  采用一套提升设备的斜井井筒，其喷射混凝土机站宜布置在地面，采用压气长距离输送喷射混凝土材料；

2、坡度 $\leq 16^\circ$  采用一套单钩提升的斜井, 配备双套提升设备的斜井和平硐, 其喷射混凝土机站宜布置在装岩机后 30~40m 的位置;

3、具备掘喷平行作业条件或断面较大的斜井和平硐, 宜使用两(多)台喷射机同时喷射混凝土;

4、井下喷射混凝土机站的布置应有防止设备倾倒、下滑及提升安全技术措施。

7.3.4 斜井和平硐基岩掘进应采用光面爆破, 其具体要求符合本规范 8.2.1 的规定。

7.3.5 斜井和平硐临时支护和永久支护的要求, 应符合本规范 8.1.2、8.1.4 和 8.3 的规定。

## 8 巷道施工

### 8.1 一般规定

8.1.1 采用平巷机械化作业线应符合下列规定：

1、根据巷道围岩的性质、长度、断面、施工计划等进行方案配套论证，力求实现凿岩、装岩、调车、运输、支护等主要工序实现机械化作业；

2、机械化作业线应能实现一次成巷、满足安全质量标准化的要求、获得合理的技术经济指标；

3、各工序的机械能力与性能应相互协调；

4、配套设备的选型应与矿井运输系统、供电、压气、供风等辅助系统相适应，设备配置能力充足。

8.1.2 平巷施工，应符合下列规定：

1 永久支护与掘进工作面间的距离，当采用锚喷作永久支护时，应紧跟掘进工作面，当采用砌碛支护时，应设临时支护，临时支护紧跟工作面，但永久支护与掘进工作面间的距离不宜大于 40m；

2 永久水沟距掘进工作面不宜大于 40m。

8.1.3 倾斜巷道施工，应符合下列规定：

1 应设置防止跑车和坠物的安全装置；

2 应设人行台阶。倾角大于  $20^{\circ}$  时，应增设扶手；

3 下山施工时，倾角大于  $20^{\circ}$ ，斜长大于 500 m 时，宜设置人车上下人；

4 倾角大于  $25^{\circ}$ ，斜长大于 30 m 的倾斜巷道，由下向上施工，采用自溜方式排矸（煤）时，应将溜矸道与人行道隔开；

5 除锚喷支护外，不宜采用掘进、支护平行作业。

8.1.4 煤巷和煤岩巷道施工，应符合下列规定：

1 巷道掘出后，应及时进行支护。放炮前和放炮后，工作面与支护间的距离，应在作业规程中明确规定；

2 在松软的煤层中施工时，应采取前探支护或其它特殊措施；

3 在有条件的情况下，宜采用掘进机掘进。

- 8.1.5 巷道临时支护方式应根据围岩稳定程度确定，宜优先采用锚喷支护。
- 8.1.6 松软破碎不稳定的大断面巷道的施工方案，可采用上下分层法、一侧或两侧导洞法、先拱后墙法等。
- 8.1.7 在有瓦斯或其它有害气体矿井中施工巷道时，必须按《煤矿安全规程》的有关规定执行。
- 8.1.8 巷道掘进穿过断层、溶洞、含水层、采空区或发火区以及施工相互贯通的巷道时，应预先制定施工安全技术措施。
- 8.1.9 井底车场巷道施工中，应及时进行导线测量、绘制实测导线图并进行闭合验算，当发现偏差时，应及时调整。
- 8.1.10 井底车场巷道施工时，应控制每次爆破装药量，避免炮震造成周围巷道破坏。
- 8.1.11 长距离巷道施工，应符合下列规定：
- 1 当巷道两侧无永久工程可利用时，可在人行道一侧、围岩稳定的位置，掘出施工用的临时硐室，硐室的间距应符合《煤矿安全规程》规定；
  - 2 单轨巷道无永久车场可利用时，宜每隔 150m 加宽巷道的一侧，设置一个调车场；
  - 3 风筒宜选用长节风筒，风筒的缝合处加粘密封条，风筒接头采用双环反向连接，风筒吊挂应平、直、牢固；
  - 4 平巷中的风筒，宜设置放水咀。
- 8.1.12 巷道的施工必须标设中线点及腰线点，并应符合下列规定：
- 1 用激光指向仪指示巷道方向和高程时：
    - 1) 指向仪光束的方向和高度，应根据仪器标定的中心线和腰线确定，中线点和腰线点每组不应少于 3 个，组间的距离宜大于 30m；
    - 2) 指向仪距工作面的距离不宜小于 70m，指向仪的设置应安全可靠，每次使用前应以中线和腰线对激光光束进行校验。
  - 2 用全站仪或经纬仪标设直线巷道方向时，宜每隔 30m 设一组中线，每组不应少于 3 个中线点，点之间距离不宜小于 3m；
  - 3 用全站仪或水准仪标设巷道坡度时，宜每隔 20m 设置 3 对腰线点，点之间距离不宜小于 2m；
  - 4 巷道沿倾斜煤层的顶板或底板施工时，根据巷道的用途可以只设中线或

腰线；

5 曲线巷道施工，应根据巷道的特征设置必要的控制点，宜用直距图法施工；

6 巷道每掘进 100m 应对中线和腰线进行一次校核。

## 8.2 巷道掘进

8.2.1 采用钻爆法掘进，应符合下列规定：

1 岩巷掘进必须采用光面爆破。当围岩松软破碎时，宜采用预留光爆层法，分次放炮；

2 炮孔布置、钻孔、装药、联线、爆破工作，应编制爆破说明书和爆破预期效果表；

3 光面爆破的爆破参数，宜按表 8.2.1-1 选取；

表 8.2.1-1

爆破参数		选取数据
炮孔深度 (m)		<3.5
周边炮孔间距 (mm)		300~600
周边炮孔抵抗线 (mm)		400~600
装药不耦合系数		1.2~2.0
周边炮孔单位长度装药量 (g/m) (按采用 2 <sup>#</sup> 岩石硝铵炸药计)	软岩	70~120
	中硬岩	200~300
	硬岩	300~350

4 开凿对穿、斜交、立交巷道时，必须有准确的实测图。当 2 个巷道接近时，应停止一头作业，其间距应符合《煤矿安全规程》规定。

8.2.2 巷道掘进的机械设备，宜符合下列规定：

1 掘进断面小于或等于 12m<sup>2</sup> 岩石巷道，采用多台凿岩机钻孔，耙斗或铲斗装岩机装岩，浮放道岔调车，电机车运输；

2 掘进断面大于 12m<sup>2</sup> 的岩石巷道，采用凿岩钻车钻孔，侧卸式铲斗装岩机或带调车盘大型耙斗装岩机装岩，带式输送机连续装入大型矿车，电机车调车、运输；

3 倾斜巷道，采用多台凿岩机钻孔，耙斗装岩机装岩，箕斗或矿车装运。

耙斗装岩机必须固定牢靠，巷道倾角大于  $20^{\circ}$  时，除卡轨器外，应增设防滑装置，上山掘进时，尚应在装岩机的后立柱上，增设 2 根斜撑；上山掘进倾角大于  $15^{\circ}$  时，提升导向轮应单独固定。

8.2.3 采用掘进机掘进，应符合下列规定：

- 1 根据巷道断面和岩石的硬度，选择不同型号的掘进机；
- 2 掘进机的后配套设备，宜采用桥式胶带转载机和可伸缩带式输送机，也可采用桥式胶带转载机和轨道式矿车；
- 3 在巷道中截割的原则是：先软后硬、由下而上、先掏槽、后落岩（煤）；
- 4 对掘进机要做好日常检查、维修，并应定期维护保养，连续工作 1.5 年应进行一次大修；
- 5 采区顺槽巷道施工，宜采用煤巷联合掘进机施工。

### 8.3 巷道支护

8.3.1 永久支护应按设计规定施工。临时支护的形式、段长以及不支护段的距离，应在作业规程中明确规定。

8.3.2 锚杆支护，应符合下列规定：

- 1 锚杆的孔深和孔径应与锚杆类型、长度、直径相匹配，在作业规程中应明确规定；
- 2 金属锚杆的杆体在使用前应平直、除锈和除油；
- 3 安装锚杆时，当围岩为块状或破碎岩石时，锚杆轴线与巷道的轮廓面的夹角应  $\geq 75^{\circ}$ 。当围岩为层状岩石时，锚杆轴线与岩体主结构面或滑移面的夹角应  $\geq 75^{\circ}$ ，当岩体主结构面与水平面夹角为  $-15^{\circ} \sim +15^{\circ}$  时，不在此限；
- 4 锚杆孔内的积水和岩粉应清理干净；
- 5 锚杆尾端的托板应紧贴岩面或初喷面，未接触部位应背紧。宜用力矩扳手拧紧螺帽，扭矩应不小于设计规定。作用于同一范围内的各锚杆螺帽的扭矩差，不宜超过设计值的 10%；
- 6 锚杆体露出岩面的长度不应大于喷射混凝土的厚度。

8.3.3 预应力锚索支护，应符合下列规定：

- 1 锚索孔的孔深、孔径和方向应符合设计规定；
- 2 承压座的几何尺寸、结构强度必须满足设计要求，承压面应与锚索孔轴

线垂直；

3 锚索的张拉力值必须符合设计规定；

4 锚索体放入锚孔前应清除钻孔内的石屑和岩粉，检查注浆管、排气管是否畅通，止浆器是否完好；

5 灌浆可用纯水泥浆或水泥砂浆，当自由段带套管时，可与锚固段同步灌浆，否则应进行两次灌浆，预应力筋张拉锚固后，再进行自由段第二次灌浆；

6 在松软破碎和涌水量大的围岩中，施工预应力锚索前，应对围岩进行注浆固结和封水处理。

8.3.4 喷射混凝土支护，应符合下列规定：

1 原材料

1) 应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，水泥的强度等级不应低于P<sub>0</sub>32.5；

2) 应采用坚硬干净的中砂或粗砂，细度模数宜大于2.6；

3) 应采用坚硬耐久的碎石或卵石，粒径不宜大于20mm；

4) 速凝剂或其他外加剂的掺量应通过试验确定。混凝土的初凝时间不应大于5min，终凝时间不应大于10min；

5) 混凝土的拌合用水，应符合《混凝土拌和用水标准》JGJ63—89。

2 混合料的配合比应准确。称量的允许偏差：水泥和速凝剂均为±2%，砂和碎石均为±3%。

3 干混合料宜随拌随用。不掺加速凝剂的混合料的存放时间不应超过2h，掺加速凝剂的混合料的存放时间不应超过20min。

4 混合料在运输、存放过程中，应严防雨淋、滴水及石块等杂物混入，装入喷浆机前应过筛。

5 作业区应有良好的通风和足够的光照亮度。

6 喷射前应清除墙脚的岩渣，找掉浮石，基础达到设计深度，冲洗受喷岩面，对遇水易潮解、泥化的岩层，应用压风吹扫岩面。

7 喷射前应设置控制喷厚的标志。

8 分层喷射时，后一层喷射应在前一层混凝土终凝后进行，当间隔时间超过2h，应先用风、水吹洗湿润喷层表面。

9 喷射混凝土的回弹率，边墙不应大于15%，拱部不应大于25%。

10 喷射的混凝土终凝 2h 后，应喷水养护，养护时间不应少于 7d，喷水的次数，应能保持混凝土处于潮湿状态。

11 钢筋网喷射混凝土施工，应符合下列规定：

- 1) 钢筋使用前应清除污锈；
- 2) 钢筋网不得外露，保护层的厚度不宜小于 20mm；
- 3) 钢筋网应与锚杆或其他锚定装置联结牢固；
- 4) 钢筋网间的搭接长度，不应小于 100mm；
- 5) 采用双层钢筋网时，第二层钢筋网应在第一层钢筋网被混凝土覆盖后铺设。

12 钢支架喷射混凝土施工，应符合下列规定：

- 1) 先喷射钢支架与岩面之间的混凝土，后喷射钢支架之间的混凝土；
- 2) 刚性钢支架宜喷射混凝土覆盖，可缩性钢支架应待受压变形稳定后喷射混凝土覆盖；

3) 钢支架的架设应符合本规定 6.4.5 条的要求。

8.3.5 支架支护应符合下列规定：

- 1 支架应按中线和腰线架设，支架的规格应符合设计要求；
- 2 支架立柱埋入底板的深度应符合设计要求，并不得放在浮渣上；
- 3 支架的顶部及两帮应与岩面背紧；
- 4 金属支架之间应加设 3~5 根拉杆，木支架之间应加设 2~4 根撑杆；
- 5 倾斜巷道支架之间应设拉杆或撑杆；
- 6 支架与岩面之间不得使用易自燃的材料作充填物；
- 7 可缩性支架节点连接的螺栓，应用力矩扳手按规定的力矩拧紧，各节点拧紧螺栓的力矩应基本相等；
- 8 可缩性钢支架不宜使用密集的钢筋混凝土背板；
- 9 倾斜巷道的支架架设，应有适当的迎山角。迎山角的数值，可参照表 8.3.5 确定。

表 8.3.5 倾斜巷道支架迎山角

巷道倾角	5°~10°	10°~15°	15°~20°	20°~25°
支架迎山角	1°~2°	2°~3°	3°~4°	4°~5°

8.3.6 砌块支护，应符合下列规定：

1 砌墙的基础，应清理浮矸直到实底，基础槽内不得有流水和影响砌体质量的积水；

2 砌墙时应立标杆、挂边线；

3 砌胎的架立和使用，应符合下列规定：

1) 砌胎架立应与巷道轴线垂直；

2) 砌胎两侧的拱基应在同一水平上；

3) 砌胎的架立，必须牢固，砌胎的下弦不得作工作台用；

4) 砌胎之间应设拉杆；

5) 砌胎的间距，宜为 1.0~1.5m。砌胎和拱板的强度，应能满足荷载的要求；

6) 砌胎、拱板重复使用时，应进行整修和清理；

7) 在倾斜巷道中架立砌胎，应有适当的迎山角。

4 砌拱时，应由两侧的起拱线同时向中间对砌。砌块间的灰浆应饱满。最后封顶的砌块宜位于正中。

5 砌体与岩帮之间的空间应充填严实。当拱部砌体与岩顶之间的空间高度在不超过 0.5m 时，可采用矸石充填，等于或小于 2.0m 时，应砌 0.5m 厚的缓冲层，当其空间高度大于 2.0m 时，应砌 0.8m 厚的缓冲层，其余空间部分可用矸石或袋装炉渣充填，也可用木垛接顶。

缓冲层可用砂浆片石、砂浆矸石或毛石混凝土等砌筑。

6 砌胎的拆模时间不宜少于 3d。

8.3.7 浇筑混凝土支护，应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的有关规定，并应符合下列要求：

1 墙模板应安设准确、牢固，板面应平整；

2 砌胎宜用槽钢制作，木制砌胎的厚度不得小于 30mm，跨度大于 5.0m 时，砌胎双层木板的结合应用螺栓连接；

3 拱顶部分的充填，应在混凝土初凝后进行；

4 拱胎的拆模时间不宜少于 5d；

5 每天配料前应对配料的计量器具标定一次，并对计量器具进行零点校核；

6 经过水洗和雨后的骨料，应测定骨料的含水率，依据测定结果，调整拌和用水和骨料的用量；

7 在混凝土搅拌地点，每班应作三次混凝土坍落度试验，作为调整水灰比的依据；

8 碇胎的架立及壁后充填等，应符合本规范 8.3.6 有关规定。

9 泵送混凝土，应符合下列规定：

1) 专门设计适合泵送工艺所需的流动性、不离析、少泌水的混凝土配合比；

2) 泵送混凝土水泥用量的最小值为  $280\text{kg}/\text{m}^3$  混凝土；

3) 石子的粒径不宜大于 40mm；

4) 坍落度不应小于 100mm，允许误差  $\pm 30\text{mm}$ ；

5) 水灰比宜为 0.4~0.6；

6) 砂率宜为 38%~45%。

8.3.8 松软、膨胀岩体中巷道的支护施工，应符合下列规定：

1 宜采用柔性或可缩性支护；

2 临时支护宜采用前探梁、板桩、管棚等超前支护；

3 宜采用封闭式支护；

5 预留收敛断面，变形后保证不小于安全使用断面；

6 宜采用二次支护和联合支护。

8.3.9 有底鼓的巷道，应采取砌筑底拱，底部打锚杆、喷射混凝土或设置底梁等措施，并应符合下列规定：

1 边墙或支架的立柱，必须座落在底拱或底梁上；

2 砌筑底拱或锚喷前，应将浮矸清理干净，直到实底，坑内的积水应排除干净；

3 底鼓的地段宜先施工底拱，当施工条件不允许时，可先砌墙及拱，砌墙时，应在墙基部预留不小于 100mm 的倒台阶和接茬钢筋；

4 砌筑底拱或锚喷后，应经过适当的养护，方可铺轨。

## 8.4 探、放水

8.4.1 当掘进工作面遇有下列情况之一时，应先探水后掘进：

1 接近溶洞、水量大的含水层；

2 接近可能与河流、湖泊、水库、蓄水池、含水层等相通的断层；

3 接近被淹井巷、老空区或老窑；

4 接近水文地质复杂的地段。

当掘进工作面发现有异状流水、异味气体、发生雾气、水叫、巷道壁渗水、

顶板淋水加大、底板涌水增加时，应停止作业，找出原因，进行处理。

8.4.2 探放水钻孔的直径、位置、方向、数量、每次钻进的深度、超前距离等，根据水压大小、岩层或矿层的硬度、厚度和层、节理发育程度，应在探放水施工设计中明确。

8.4.3 探放水钻孔的钻进，应符合下列规定：

1 应测定钻孔的长度、方向和倾角，并标注在巷道的平、剖面图上；

2 钻进中应根据预想地质柱状图、钻孔位置、水质、气体化验结果进行综合分析，预计透水距离和时间，提前做好防护工作；

3 探放采空区的积水，必须加强对有害和易燃气体的检验和防护，防止有害气体进入火区或其它作业地点。

8.4.4 探水钻进前，必须安装孔口管、三通、阀门、压力表等。钻孔内的水压过大时，应采用反压和防喷装置钻进，并有防止孔口管和煤岩壁突然鼓出的措施。

8.4.5 钻孔穿透积水区前，应初步估算积水量，钻孔穿透积水区后，应核对积水量，根据排水能力和水仓容量，可增钻放水孔或控制放水量，放水过程中应经常测定水压，记录放水量、检查各孔口管和岩石的稳定状况。

8.4.6 在探放水钻孔施工前，必须考虑邻近施工巷道的作业安全，并通知其作业人员，预先布置避灾路线。

## 8.5 轨道工程

8.5.1 铺轨工程施工前，应取得下列资料：铺轨工程系统图、交岔点及重要硐室铺轨图、地面轻轨运输系统图及特征点坐标。

8.5.2 应充分了解铺轨施工巷道的通风、运输、瓦斯、煤层及其它有害气体情况，以及是否还有其他巷道同时施工。

8.5.3 在已具备铺轨施工条件的情况下，应根据设计要求按照施工的复杂程度编制施工设计，或施工措施。

8.5.4 在铺轨施工的硐室、交岔点、巷道中，标设道岔、转盘、弯道的起始点，自溜滑行的起坡点、变坡点、减速点位置和巷道的中线腰线点。

- 8.5.5 井下铺轨前应将巷道淤泥、积水清理干净。道床应平整，局部凹凸在  $1\text{ m}^2$  范围内，不得大于  $100\text{mm}$ 。
- 8.5.6 道床材料的品种、材质、粒度、强度应符合设计规定。道渣粒径宜选用  $20\text{--}60\text{mm}$  的碎石或卵石，不应混入碎屑、软岩、煤及木块等杂物。无碴道床轨枕槽的深度应不小于轨枕厚度的  $1/2$ 。
- 8.5.7 轨枕埋入道渣的深度，应为轨枕厚度的  $1/2\sim 2/3$ ，轨枕底面下的道渣厚度，不应小于  $100\text{mm}$ 。
- 8.5.8 在固定道床上需预留的孔洞，应在混凝土施工中准确预留。
- 8.5.9 固定道床轨道扣件的螺栓锚固时，若锚固剂为可燃性物质或施工产生有毒有害气体时，应加强通风，对气体进行监测。明火加热时，要制定安全措施，经批准后执行。
- 8.5.10 木轨枕、钢轨枕都要进行防腐处理，刚处理过的轨枕、岔枕宜放置通风阴凉处，防止雨淋、暴晒和受冻。
- 8.5.11 同一条线路一般应采用同一类型和规格的轨枕。
- 8.5.12 轨枕、岔枕底部的道渣应使用专用工具均匀捣实。
- 8.5.13 轨枕的摆放应与巷道轴线方向垂直，曲线段应沿曲线半径方向摆放。
- 8.5.14 铺轨施工前应在地面对所用的钢轨全部进行检查和调直，调好后的钢轨应整齐、多支点、平稳地摆放。
- 8.5.15 不许使用长度小于  $2\text{m}$  的短轨。轨道接头应悬接，轨枕边沿距轨头宜为  $250\text{mm}$ 。
- 8.5.16 轨道连接件应与轨型配套、齐全。不同轨型的轨道相接时，应采用过渡轨。
- 8.5.17 甩车场及高低道的位置应由测量人员标定。竖曲线轨道的加工应使用整根钢轨并采用冷弯加工方法。
- 8.5.18 道岔轨型应与线路轨型相同，轨型不同时道岔轨型不得低于线路轨型，且道岔前后应各铺一段长度大于  $4.5\text{m}$  与道岔轨型相同的轨道。
- 8.5.19 道岔道渣捣固后，应根据腰线进行调整，使整付道岔处于同一平面上。
- 8.5.20 转辙器应与道岔型号相匹配，位置偏差为  $\pm 50\text{mm}$ ，传动连杆应与道岔直基本轨垂直。
- 8.5.21 转盘的中心位置不宜偏离 2 条轨道中心线交点  $5\text{mm}$ ，标高与正线轨面高

差不大于 2mm。

8.5.22 甩车场变坡点处宜设置挡绳立辊。

8.5.23 道岔警冲标应醒目、牢固，其位置不得向道岔方向移近，远移不超过 500mm。

8.5.24 斜巷(井)上、下部的防跑车装置，必须牢固可靠，位置允许偏差为 500mm。

8.5.25 推车器、阻车器应灵活、可靠、牢固，其位置允许偏差 500mm。

8.5.26 巷道里的横水沟及斜巷的截水沟均应在铺轨施工前完成砌筑。

## 8.6 安全构筑物及附属工程

8.6.1 安全构筑物及附属工程应按设计施工，宜在巷道工程竣工后进行。

8.6.2 安全构筑物前后 5~10m 的巷道施工时宜先进行锚喷临时支护，该段永久支护同安全构筑物同时施工。

8.6.3 安全构筑物门、墙基槽宜采用气镐刷掘，四周应挖到实底、硬顶、实帮，成形规整。用爆破法施工基槽时，应制定防止围岩松动的安全技术措施。

8.6.4 安全构筑物墙模板应安设准确、牢固，板面应平整。

8.6.5 砌体、混凝土墙体与基槽四周应接实。

8.6.6 墙体的混凝土应连续浇筑，无施工缝，无裂缝、蜂窝、孔洞，并符合本规范 7.3.7 有关规定。

8.6.7 墙体与门的连接件宜预埋。

8.6.8 有管路、电缆通过时，宜预留管线孔，管线孔应封堵严密；已敷设有管路、电缆时，应采取对管路、电缆的保护措施。

8.6.9 各种门及门框材质、规格及质量应符合设计要求，安装应密贴牢固，开闭灵活。

8.6.10 风门控制系统应操作灵活可靠，开闭及时、适度。

8.6.11 防水闸门施工后应进行注水耐压试验，并应符合《煤矿安全规程》第二百七十三条有关规定。

8.6.12 木质地板所用的材质、规格及质量应符合设计要求，地板板面铺设应无明显空鼓，表面平整，铺钉牢固，无钉头外露。

8.6.13 地板板面、木格栅和垫木的防腐应符合设计要求。

8.6.14 木格栅安设牢固、平直，其间距和稳固方法应符合设计要求。

8.6.15 混凝土（含砂浆）地坪所用的水泥、骨料、水、外加剂的质量及混凝土（含砂浆）配比、原材料计量、搅拌和混凝土养护应在施工作业规程中明确规定。

8.6.16 混凝土（含砂浆）地坪应连续浇筑，无裂缝、蜂窝、孔洞，厚度不小于设计要求，表面无积水、无淤泥、无杂物。

8.6.17 台阶所用的砌块、混凝土的规格、强度及质量应符合设计要求，台阶应砌筑（浇筑）在实底上、粘结牢固。

8.6.18 井下喷刷浆灰浆的原材料和配比应符合设计规定，喷刷浆前应先冲洗受喷面，喷刷浆后应无明显掉粉、起皮和漏喷现象。

## 9 暗井和硐室的施工

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 暗井和硐室的施工，应采用光面爆破方法掘进。
- 9.1.2 硐室的掘进、支护、设备基础的掘砌等，应连续施工，一次完成。
- 9.1.3 机电设备硐室和井下火药库，必须无渗水，其它硐室应无滴水。
- 9.1.4 装有固定设备的硐室施工，应符合下列规定：
- 1 缆线的沟槽及地沟，不得渗水和漏水；
  - 2 起重梁、缆线的套管、托梁、梯子、扶手、预埋件等，宜在支护的同时安装好或预留孔洞。预埋螺栓的外露螺纹应加保护。所有外露的金属构件，均应进行防腐处理；
  - 3 混凝土基础上的预留螺栓孔的位置应准确，模板盒及早取出，不得残留在孔内。
- 9.1.5 在有瓦斯或其它有害气体的矿井中施工暗井和硐室时，应按国家现行安全规程的规定执行。

### 9.2 暗井施工

- 8.2.1 采用反向钻井施工（下行钻导向孔、上行扩反井），应符合下列规定：
- 1 钻机硐室的断面，应满足钻机操作的要求；
  - 2 导向孔钻进时，应有足够的水量和风压，使孔内岩渣排净，防止堵孔；
  - 3 导向孔钻进时，在靠近钻头的钻杆中，宜加设导向钻杆；
  - 4 扩反井中在刀刃接触岩面时，严禁使电动机反转。发生卡钻时，应立即反向推进，使刀刃脱离岩面；
  - 5 钻导向孔和扩反井的操作，均应先开水、后开钻；先停钻、后停水。运转时应连续供水，不得中断。
- 9.2.2 采用吊罐法施工暗井，应符合下列规定：
- 1 暗井掘进前应钻透提升孔、通信孔和放炮电缆孔；
  - 2 提升孔的斜率不得大于 0.5%；提升孔直径比绳头连接器直径，应大 30~50mm；
  - 4 绳头连接器连接应牢靠，摘挂应方便；

5 吊罐的升降，必须有可靠的通信联系。绞车房与吊罐之间，必须装设 2 套通信装置，其中 1 套为信号，另 1 套为电话；

6 当暗井掘至距上水平 10m 时，每次放炮后必须准确量测剩余岩柱的厚度，贯通的厚度不应小于 2m，当围岩条件较差时，贯通的厚度不应小于 5m；

7 吊罐运行的速度，宜为 6~10m/min。提升机的能力应小于提升钢丝绳的破断拉力；

8 吊罐的周围应设围栏，吊罐的顶盖应制成伞帽状，并留有能够活动打开的孔口。

9.2.3 采用钻爆法掘进暗井时，必须使用煤矿许用电雷管起爆，装药时必须切断吊罐、设施上的一切电源。联线后所有雷管脚线必须远离吊罐和钢丝绳等导电体。

### 9.3 硐室施工

9.3.1 卸载硐室施工，应符合以下规定：

1 卸载硐室位于 I、II 类围岩中，宜采用全断面施工法；

2 卸载硐室位于 III、IV 类围岩中，宜选用分层施工法，并应符合下列规定：

1) 根据硐室的高度及地槽的深度，宜将硐室及地槽分为 3~4 个分层，每个分层施工时，应加强顶板支护，宜采用锚喷作临时支护；

2) 硐室和地槽的永久支护，宜从下向上连续施工。

3 卸载硐室位于 V 类围岩中，应选用导硐施工法，并应符合下列规定：

1) 导硐的断面，不宜大于 10m<sup>2</sup>；

2) 导硐的掘进和硐室的刷大，宜采用锚喷或金属支架作临时支护；

3) 宜先完成硐室的永久支护，再施工地槽，地槽宜分段施工。

9.3.2 煤仓施工，应符合下列规定：

1 倾斜煤仓

1) 1) 煤仓倾角大于 60° 时，宜采用反向钻井法，钻出反井后，由上往下刷大，对围岩进行临时支护，由下向上砌筑仓壁；也可由上往下分段刷大并砌筑仓壁；反井的直径不宜小于 1200mm；

2) 在钻导孔前，宜先完成仓顶硐室的施工；

3) 煤仓倾角小于 60° 时，宜采用由下往上导硐（反井）掘进法施工，贯通

后由上往下刷大，由下向上砌筑仓壁；

4) 当仓顶和侧壁铺设钢轨、铸铁块或铸石板时，应固定牢靠、层面平整，其接茬位置应错开；

5) 当煤仓为圆型断面、倾角小于  $65^{\circ}$ 、仓壁为浇筑混凝土时，砌筑用的碇胎宜制成椭圆形，水平安设。

## 2 垂直煤仓

1) 可采用反向钻井法、吊罐法或普通法施工反井。卸载硐室宜先行进行支护；

2) 反井的直径不宜小于 1200mm；

3) 反井完成后，可由上往下一次刷大到底，由下往上砌筑仓壁，也可由上往下分段刷大并砌筑仓壁；

4) 仓顶掘进及仓体刷大时，宜采用锚喷作临时支护；

5) 刷大时，反井的上口应覆盖，防止人员坠下。

### 9.3.3 马头门和箕斗装载硐室施工应符合下列规定：

1 马头门、箕斗装载硐室与井筒宜同时施工，也可顺序施工；

2 马头门、箕斗装载硐室与井筒连接处，应砌筑成整体；

3 马头门、箕斗装载硐室位于 I、II 类围岩中，可采用与井筒同时掘砌施工，位于 III 类围岩中，宜采用分层施工法，位于 IV、V 类围岩中应采用分层导硐施工法；

4 当井壁有淋水时，应在马头门、装载硐室的上部做截水槽或搭设防水棚；

5 马头门、装载硐室施工应设锚喷等临时支护。

### 9.3.4 提升机硐室、破碎机硐室及其它大型硐室的施工应符合下列规定：

1 采用导硐、分层、正台阶、先拱后墙等方法施工；

2 岩石坚硬、稳定时，如用锚杆代替混凝土基础，锚杆埋设后应进行拉拔试验，试验拉力不得小于设计规定的 1.5 倍；

3 起重梁或吊环应采用预埋法施工；

4 采用边墙或由墙上伸出牛腿做行车梁时，梁面必须平整，并准确预留固定行车轨道的螺栓孔。行车梁以上巷道部分的高和宽不得小于设计规定。

### 9.3.5 防水闸门、排泥仓密闭门硐室施工应符合下列规定：

1 硐室必须设置在节理、裂隙不发育的坚硬稳定的岩层中，当巷道掘到硐

室位置时，应对围岩状况作出鉴定。若该地段不具备设置防水闸门的岩层条件，应通知设计单位，共同研究，另选适宜地点；

2 硐室周围基槽的施工，应采用浅孔少装药，每次宜起爆 2~3 个炮孔，当施工中基槽的岩石被破坏，应重新核算强度，当强度小于原基槽强度时，应另刷基槽或采用大直径锚杆补强，锚杆埋入孔内的深度不宜小于 500mm，锚杆尾端露出孔外 200~300mm；

3 硐室应全部掘完，方可浇筑混凝土，不得分段施工。浇筑混凝土应连续进行，应与与相连接的内、外巷道接合严密。门框应找平找正、与混凝土浇筑成整体；

4 待混凝土凝固后，按设计要求进行壁后注浆，其最终压力应大于设计水压的 1.5 倍；

5 防水闸门、排泥仓密闭门建成后，应按设计要求及以上规定进行试压。

#### 9.3.6 交岔点施工应符合下列规定：

1 交岔点位于 I、II 类围岩中应采用全断面施工法，位于 III、IV 类围岩中宜采用分部施工法，位于 V 类围岩中应采用导硐施工法；

2 采用分部或导硐法施工的平（斜）面交岔点，应将变断面部分支护至距岔墩 2m 左右停止，再将与岔口相邻的主巷及副巷各掘 2~4m，砌筑岔墩，将主巷及副巷支护，最后刷大岔口与前后巷道支护，连成一体；

3 平、斜面交岔点采用支架支护时，应先将主巷掘过副巷 3~5m，后在副巷的开口处架设抬棚，再进行副巷掘进；

4 施工立面交岔点，当采用先墙后拱法时，应将下方巷道掘过岔墩 4~6m，并将此段巷道墙部及岔墩进行支护，后挑顶施工拱部；当采用先拱后墙法施工时，应将上方巷道掘过岔墩 4~6m，并将此段巷道拱部进行支护，两侧墙应随掘随支护；

5 立面交岔点在永久支护的同时，应将各梁窝准确留出；

6 岔墩部位的炮孔布置，应采用密集炮孔，炮孔的间距不宜超过 300mm，隔孔装药，小药量爆破。或预留光爆层，分次装药，分次放炮。

#### 9.3.7 主排水泵房、主变电所和水仓的施工，应符合下列规定：

1 主排水泵房和主变电所位于 I、II 类围岩中，宜采用全断面施工法；位于 III、IV 类围岩中，宜采用正台阶施工法；位于 V 类围岩中，宜采用导硐施工法；

- 2 吸水井、配水井与水泵房连接部分的支护应一次完成；
- 3 内外水仓必须保持各自独立，当在其间增加临时通道时，水仓竣工前应封堵，不得漏水；
- 4 水仓增加临时斜巷施工时，斜巷的位置应避开水泵房和变电所，当水仓竣工后，应封闭；
- 5 掘进设备基础时，应钻浅孔，少装药，每次宜起爆 4~6 个孔；
- 6 起重梁宜在拱部支护时预埋；
- 7 排水泵房、主变电所和水仓采用砌碛永久支护时，应设锚喷等临时支护。

## 10 辅助工作

### 10.1 凿井井架及悬吊设施

10.1.1 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 天轮平台的尺寸，应满足提升及悬吊设施的天轮布置要求；
- 3 井架高度及角柱的跨度应满足提升悬吊施工机械和设施以及作业方式的要求；
- 4 应满足施工组织设计规定的施工阶段提升方式的要求；
- 5 井架四周围板及顶棚不得使用易燃性材料。

10.1.2 利用永久井架或井塔凿井时，井架或井塔的设计应满足凿井的需要，并应符合下列要求：

- 1 利用永久井架凿井：
  - 1) 应简化天轮平台的布置，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及整个井架的受力状态，应进行验算，当需要临时加固时，对新增结构要进行验算，不应破坏原结构；
  - 4) 安全间隙及过卷高度，应符合《煤矿安全规程》有关规定。
- 2 利用永久井塔凿井：
  - 1) 凿井绞车及提升设备的布置，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，当需要临时加固时，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。

10.1.3 采用翻转提升法竖立金属井架时，应符合下列规定：

- 1 钢丝绳
  - 1) 绷绳、牵绳可采用 6 股 19 丝钢丝绳，其它应用 6 股 37 丝及以上的钢丝绳；
  - 2) 安全系数：井架主体提升绳不得小于 6，一般构件提升绳不得小于 5，牵绳及绷绳不得小于 3.5，绳扣不得小于 8；
  - 3) 接头处的 U 型绳卡或套环绳卡，应符合表 9.1.3 的要求。

表 9.1.3 不同直径钢丝绳的绳卡数与间距

钢丝绳直径 (mm)	<15.5	<18.5	<20	<22	<25	<28	<34.5	34.5 及以上
绳卡数 (个)	3	3	4	4	5	6	7	8
绳卡间距 (mm)	100	120	120	140	150	180	230	250

## 2 绞车

- 1) 绳速不得超过 0.2m/s;
- 2) 必须具有制动装置及逆止装置;
- 3) 绞车距吊装的井架或抱杆的距离, 不得小于井架或抱杆的高度, 绞车与导向轮的距离不得小于 10m。

## 3 抱杆

- 1) 双抱杆应立在井架中心线两侧的对称位置, 单抱杆应立在井架中心线位置, 抱杆离井架的距离不应妨碍井架的起立;
- 2) 抱杆底座下的土层应夯实, 在其上垫 3 层方木, 并用铁件固定, 最上一层方木应顺抱杆起立方向排列;
- 3) 滑轮、绳扣应在抱杆起立前固定;
- 4) 抱杆相对的 4 个方向, 应设有绷绳, 绷绳仰角不应超过 45°。

## 4 锚桩

- 1) 桩木和埋设坑的规格应符合施工设计要求, 坑内的充填物应分层夯实;
- 2) 桩木的轴线应与受力方向垂直, 其出绳角度必须与绷绳的仰角一致;
- 3) 多根桩木应用 8#铁丝或扒钉连接成束, 并应在缠绕钢丝绳处, 包以 2~3mm 厚的钢板;
- 4) 利用已有建筑物、结构物系结绷绳、锚绳时, 应进行验算。
- 5) 在有雷雨、大雾或风力达到 6 级以上时, 不得进行井架竖立工作。

### 10.1.4 凿井井架安装的质量应符合下列规定:

- 1 井架中心线的实际位置与设计位置的偏差不得超过 5mm;
- 2 天轮平台的水平偏差, 不得超过 3mm;
- 3 各部位的螺栓必须紧固;
- 4 井架的构件应平直, 其弯度的矢高, 不得超过 2‰;

- 5 井架天轮平台的板梁，不得割孔和焊接；
- 6 井架上安设的避雷装置，必须符合国家现行安全规程的要求

10.1.5 井筒内布置的悬吊设施，应符合下列规定：

- 1 悬吊设施的选择和布置，应满足施工组织设计规定的施工阶段的要求；
- 2 井口及井筒内设置的固定梁以及各种悬吊设施的外缘，距离井筒中心不应小于 100mm，并不得在承受荷载的梁上钻孔；
- 3 井筒内风筒及管路悬吊卡子的端部到提升容器边缘的距离，不得小于 500mm，井筒深度超过 500m 时，宜采用井壁固定吊挂；
- 4 吊桶外缘与永久井壁间的距离，不得小于 450mm；
- 5 各盘口、喇叭口及井盖门与滑架最突出部分的间隙，不得小于 100mm；
- 6 吊泵通过的孔口，其周围间隙不得小于 50mm；
- 7 风筒、管路及其卡子通过的孔口，其周围间隙不得小于 100mm；
- 8 安全梯应靠近井壁悬吊，距井壁不应大于 500mm，通过的孔口，其周围间隙不得小于 150mm；
- 9 吊盘的突出部分与井壁之间的间隙，不应大于 150mm；
- 10 照明、动力电缆与信号、通信、放炮电缆的间距，不应小于 300mm，信号和放炮电缆与压风、排水管路的间距不应小于 1m，放炮电缆应单独悬吊。

10.1.6 提升容器之间的距离，应符合下列规定：

- 1 吊桶提升：2个或2个以上吊桶的导向装置最突出部分之间的间隙D，应按下式计算：

$$D > 0.2 + \frac{H}{3000}$$

式中 D—间隙 (m)；

H—提升高度 (m)

井筒深度小于300m时，上述间隙不得小于300mm。

- 2 缶笼提升（钢丝绳作缶道）
  - 1) 无防撞绳时，不得小于 500mm；
  - 2) 设防撞绳时，容器之间最小间隙为 200mm。

10.1.7 凿井绞车的设置，应符合下列要求：

- 1 凿井绞车的能力，应按悬吊设施及附属装置的最大静荷重计算；
- 2 滚筒上钢丝绳出绳的最大偏角不应大于 2°；

3 悬吊安全梯用的凿井绞车，应有两回路供电线路，其中的一回路应直接由变电所馈出。

10.1.8 各种用途的钢丝绳，应符合下列要求：

1 提升用的钢丝绳

1) 吊桶提升宜选用多层异形股或多层股不旋转钢丝绳，斜井提升宜选用三角股钢丝绳；

2) 安全系数：专为升降物料的为 6.5，专为升降人员的为 9，升降人员和物料时，升降人员为 9，升降物料为 7.5。

2 悬吊设施的钢丝绳

1) 悬吊设施宜采用 6 股 19 丝或每股 19 丝以上的钢丝绳；

2) 稳绳宜采用三角股钢丝绳或椭圆股钢丝绳；

3) 双绳悬吊时，应采用捻向相反的钢丝绳；

4) 悬吊设施的钢丝绳，应在滚筒上留有 3~5 圈绳；

5) 安全系数应按表 10.1.8 采用。

表 10.1.8 悬吊钢丝绳安全系数

悬吊设施名称	安全系数
吊盘、吊泵、抓岩机、罐道绳、防撞绳、排水管	$\geq 6$
风筒、风管、注浆管、输料管、电缆、供水管	$\geq 5$
吊桶、罐笼	$\geq 9$
安全梯	$\geq 6$

3 新绳和使用中的钢丝绳，其试验、检查的内容和要求，应符合《煤矿安全规程》有关规定。

10.1.9 罐道绳应符合下列要求：

1 每个提升容器（平衡锤）设有 4 根罐道绳时，每根罐道绳的最小刚性系数不得小于 500N/m，各罐道绳张紧力之差不得小于平均张紧力的 5%，内侧张紧力大，外侧张紧力小；

2 1 个提升容器（平衡锤）只有 2 根罐道绳时，2 根罐道绳的张紧力应相等，每根罐道绳的刚性系数不得小于 1000N/m。2 根罐道绳应采用不同捻向或不旋转钢丝绳，2 根主提升钢丝绳必须采用同一捻向或不旋转钢丝绳；

3 吊桶提升时每根罐道绳的最小刚性系数不得小于 500N/m，2 根罐道绳的

张紧力应相等；

悬挂吊盘的钢丝绳满足罐道绳要求时，可以兼作罐道使用，但必须制定安全措施。

10.1.10 钩头、安全梯、吊盘等设施与钢丝绳的连接，应采用桃形环及板形绳卡或用楔形绳环连接（浇注方式表述），采用桃形环时，板形绳卡之间的距离宜为250mm，绳卡数目可按表 10.1.10 选用。

表 10.1.1 不同绳径的最少绳卡数目

钢丝绳直径(mm)	15 及 以下	15.5~ 19.5	20~ 25	25.5~ 28	28.5~ 34.5	35 及 以上
绳卡数目(个)	3	4	5	6	7	8

除上列绳卡的数目以外，在最上一副绳卡的上方，应设一副辅助绳卡，这两副绳卡之间的钢丝绳尽端应煨成弯形。连接装置所使用的钩、环、螺栓等的安全系数，应符合《煤矿建设安全规范》规定。

10.1.11 吊盘的设置，应符合下列要求：

- 1 吊盘结构的强度，应按全荷载计算，施工荷载不应大于设计规定；
- 2 吊桶通过各层吊盘的孔口，上下均应设置喇叭口；
- 3 同一层吊盘的稳盘装置，不应少于 4 个，并应均匀分布在同一层吊盘的周边上；
- 4 双层或多层吊盘的上、下层间距，宜与永久缶梁的层间距相适应或为其整倍数。

## 10.2 立井临时提升及设备

10.2.1 临时提升及设备应符合下列要求：

- 1 适应施工组织设计中规定的井筒开凿、巷道开拓、井筒安装等不同时期的提升方式和提升量的需要；
- 2 吊桶沿稳绳升降时的加速度和减速度不得超过  $0.5\text{m/s}^2$ ；
- 3 吊桶沿稳绳升降：吊桶提人的最大速度不得超过  $6\text{m/s}$ ，吊桶提物的最大速度不得超过  $8\text{m/s}$ 。
- 4 无稳绳段，吊桶的最大升降速度和距离：

- 1) 升降人员的速度不得大于 1m/s，升降物料的速度不得大于 2m/s；
  - 2) 升降的距离不得大于 40m。
- 5 绞车滚筒上钢丝绳出绳的最大偏角，不应大于  $1^{\circ}30'$ ，单层缠绕时内偏角不咬绳；
- 6 罐笼提升最大速度，应符合《煤矿安全规程》有关规定。
- 10.2.2 采用钩头吊挂不规则易碰挂的物料时，其升降速度，应符合下列规定：
- 1 有导向装置时，不应超过 1m/s；
  - 2 无导向装置时，不应超过 0.3m/s。
- 10.2.3 吊桶提升应符合下列规定：
- 1 吊桶提梁及钩头、缓转器等的安全系数，应符合《煤矿安全规程》有关规定；
  - 2 每人所占吊桶底的有效面积不宜小于  $0.12\text{m}^2$ ，吊桶的净高不得小于 1.1m；
  - 3 人员在井筒内检查设备时，吊桶的升降速度不得超过 0.3m/s；
  - 4 稳绳的终端和钩头连接装置的上方，应设缓冲装置；
  - 5 提升钩头必须设有防止吊桶提梁脱出的安全闭锁装置，缓转器的下方应设悬挂保险带的吊环。
- 10.2.4 天轮的选择，应符合下列要求：
- 1 提升天轮：
    - 1) 天轮直径与钢丝绳直径的比值：当天轮的钢丝绳围抱角大于  $90^{\circ}$  时，不应小于 60 倍，围抱角小于  $90^{\circ}$  时，不应小于 40 倍；
    - 2) 天轮直径与钢丝绳中最粗钢丝直径的比值不应小于 900 倍；
    - 3) 天轮的安全荷重应大于其实际选用的最大钢丝绳的钢丝破断拉力的总和。
  - 2 悬吊天轮：
    - 1) 天轮直径与钢丝绳直径的比值不应小于 20 倍，与钢丝绳中最粗钢丝直径的比值不应小于 300 倍；
    - 2) 天轮的安全荷重应大于其实际选用的钢丝绳的最大静拉力。

### 10.3 水平巷道及倾斜井巷的运输和提升

10.3.1 在有煤与瓦斯突出或有煤尘爆炸危险的矿井，以及有腐蚀物质的矿井采用机车运输，必须符合国家现行安全规程的规定。

### 10.3.2 倾斜巷道的临时提升，应符合下列规定：

- 1 倾角大于  $30^{\circ}$  的倾斜巷道采用矿车提升时，应有防止矸石洒落的措施，有条件时宜采用箕斗提升；
- 2 矿车提升，应设保险绳或保险链；
- 3 连接装置和其它有关部分按极限强度计算的安全系数，必须符合下列要求：
  - 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和其它有关部分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和其它有关部分的安全系数，不得小于 10；
  - 3) 矿车与矿车的连接钩环、插销的安全系数，均不得小于 6。
- 4 倾斜巷道的提升装置，必须装设防止过卷、防止过速、限速、减速功能保护等保险装置。

### 10.3.3 斜井的提升和设备，应符合下列要求：

- 1 斜井宜采用箕斗提升，大于  $30^{\circ}$  的斜井不宜采用矿车提升；
- 2 适应施工组织设计规定的施工阶段提升方式及提升量的需要；
- 3 提升的加速度和减速度不得超过  $0.5\text{m/s}^2$ ；
- 4 提升的最大速度应符合《煤矿建设安全规范》规定。

### 10.3.4 斜井的提升布置，应符合下列要求：

- 1 天轮高度：
  - 1) 箕斗提升，应按卸载高度、地面运输方式及绞车位置等因素确定；
  - 2) 矿车或矿车组提升，应按下式计算：

采用甩车场时

$$H=L \times \sin \beta - R \quad (9.3.4-1)$$

采用平车场时

$$H=(L' - L_0 - 1.5 L_{\text{车}}) \text{tag} \beta_1 - R \quad (9.3.4-2)$$

式中  $H$ —天轮高度，m（斜井井口竖曲线终点高程为  $\pm 0.0\text{m}$ ）；

$R$ —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；

$L_{\text{车}}$ —矿车或矿车组的长度，m；

$\beta$ —栈桥倾角，宜取  $8^\circ \sim 12^\circ$ ；

$\beta_1$ —钢丝绳牵引角，宜小于或等于  $10^\circ$ 。

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 倍矿车组的长度；

3 绞车滚筒上钢丝绳出绳的最大偏角，不应大于  $1^\circ 30'$ ，单层缠绕时，内偏角应保证不咬绳。

10.3.5 斜井的平车场及甩车场，宜设置自动摘钩装置。

## 10.4 通风

10.4.1 掘进工作面需要的风量，应符合下列规定：

1 放炮后 15min 内能将工作面的炮烟排出；

2 按掘进工作面同时工作的最多人数计算，每人每分钟的新鲜空气量不应少于  $4\text{m}^3$ ；

3 风速：掘进中的岩巷不得小于  $0.15\text{m/s}$ ，掘进中的煤巷和煤岩巷不得小于  $0.25\text{m/s}$ ，最高风速均不得超过  $4\text{m/s}$ ；

4 采用混合式通风时，必须在炮烟全部排出工作面后，方可停止压入式局部通风机的运转。

5 按照瓦斯涌出量复核，使工作面的有效风量足以稀释释放出来的瓦斯，达到现行煤矿安全规程规定的标准。

10.4.2 地面临时通风机房的设置，应符合下列要求：

1 应避开永久通风机房及风道的位置；

2 通风机房宜靠近井口，风道应弯道少，过渡段应圆滑，风道内最大风速不得超过  $15\text{m/s}$ ；

3 通风机和电动机周围的通道不应小于  $1.5\text{m}$ ；

4 离心式扇风机应设启动闸门。

10.4.3 地面临时通风机的出入风口，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，距地面的高度不得低于  $1.5\text{m}$ ；

2 抽出式通风的出风口，宜位于该地区主导风向的井口下方，距地面的高

度不得低于 0.5m;

3 瓦斯矿井抽出式通风机的扩散器与入风井的距离, 不应小于 30m。

10.4.4 多台局部通风机并联或串联运行, 应采用同型号的通风机。

10.4.5 井下工作面的通风, 应符合下列规定:

1 采用混合式通风时, 压入式局部通风机的出风口距抽出式局部通风机的入风口, 不得小于 15m;

2 采用局部通风机接力通风时, 局部通风机的型号和间距应根据通风机的特性曲线和风筒阻力确定;

接力通风的风筒直径不应小于 400mm, 在局部通风机吸入口一端应设置不短于 7m 的硬质风筒;

3 压入式局部通风机和启动装置, 必须安装在进风巷道中, 距回风口不得小于 10m;

4 局部通风机与工作面的电气设备, 必须实行风、电闭锁。瓦斯矿井的工作面还必须实行瓦斯、电闭锁。

10.4.6 凡有煤与瓦斯突出、煤尘爆炸危险或有其它有害气体矿井的通风工作, 必须按国家现行安全规程的规定执行。

## 10.5 排水

10.5.1 深井井筒施工采用接力排水时, 其转水站可采用腰泵房、弓形盘和吊盘水箱三种形式。

10.5.2 腰泵房转水, 应符合下列规定:

1 腰泵房入口应靠近吊桶提升和排水管悬吊的位置, 其高程应根据水泵的扬程和所处的围岩情况确定;

2 两个相邻施工的井筒共同使用一个腰泵房时, 其中一个井筒用钻孔与另一个井筒的腰泵房相连通, 钻孔向腰泵房方向的俯角不得小于  $5^{\circ}$ , 钻孔的直径应大于该井筒排水管的直径;

3 腰泵房水仓的容积, 根据井筒的涌水量合理确定。水仓宜隔成两部分, 一部分使用, 一部分清理;

4 腰泵房的规格, 应满足水仓布置和设备布置及人员操作的要求;

5 腰泵房入口处的高度不得小于 1.8m, 宽度不宜小于 3m, 自井壁向里支护

的长度不得小于 4m，入口处应设固定盘；

6 腰泵房中的排水设备，宜设 2 组。

10.5.3 弓形盘转水，应符合下列规定：

- 1 弓形盘的平面位置和高程与腰泵房转水的要求相同；
- 2 弓形盘的面积应能放置排水设备和水箱，并有人员操作的位置；
- 3 弓形盘承重结构的制作和安装应符合施工设计的要求。

10.5.4 吊盘水箱转水，应符合下列规定：

- 1 吊盘上设卧泵转水，在设计井筒布置和吊盘时，应考虑上层盘设置水箱和下层盘安设水泵的位置；
- 2 工作面可采用电动或风动潜水泵，将工作面的水排到吊盘上的水箱中；
- 3 吊盘上设卧泵和水箱转水时，吊盘的强度应进行验算。

10.5.5 井下临时水泵房和水仓，宜利用永久硐室或巷道。临时水仓应设两个，水仓容积应能容纳 4h 的正常涌水量，主要排水设备不宜少于 2 组。

## 10.6 压 风

10.6.1 空气压缩机的选择，应符合下列要求：

1 建井期的总耗风量应按下列式计算：

$$Q = \alpha \beta r \sum nkq \quad (9.6.1)$$

式中  $Q$ ——总耗风量， $m^3/min$ ；

$\alpha$ ——管路漏风系数，按表 10.6.1-1 规定选用；

$\beta$ ——风动机械磨损使耗风量增加的系数，宜取 1.10~1.15；

$r$ ——高原修正系数，海拔每提高 100m，系数增加 1%；

$k$ ——凿岩机、风镐同时使用系数，按表 10.6.1-2 规定选用；

$n$ ——同型号风动机具使用数量，台；

$q$ ——每台风动工具耗风量， $m^3/min$ 。

表 10.6.1-1 管路漏风系数

管路长度 (m)	<1000	1000~2000	>2000
系 数	1.10	1.15	1.20

表 10.6.1-2 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	1~0.85	0.84~ 0.75	0.74~ 0.65	0.64

2 当各个施工阶段的风量供应变化较大时，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，当负荷有波动时可选用容量不同的空气压缩机。

4 水冷的空气压缩机站，备用冷却水泵不应少于1台，其能力应与最大一台冷却水泵相等。空气压缩机的进水温度一般不宜超过30℃，出水温度不宜超过40℃。

#### 10.6.2 压风管路的选择和敷设，应符合下列要求：

1 压风管路宜采用钢管，管径应满足最远用风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500~600m，均应设置油水分离器，在温差大的地区，当管路直线长度超过200m时，应设伸缩器；

3 管路的连接宜选用快速接头；

4 连接风动机具胶管的内径，应比机具接口管的内径大一级。

#### 10.6.3 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，应设在用风负荷中心；

2 站址应选择空气清洁、通风良好的地方，距矸石山、出风井、烟筒等产生尘埃和废气的地点不宜小于150m；

3 各空气压缩机之间的通道宽度，不宜小于1.5m。

#### 10.6.4 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；

3 应装设动作可靠的安全阀和放水阀；

4 出口的管路上应设释压阀，释压阀的口径不得小于出风管的直径；

5 新安装或检修后的风包，应用1.5倍工作压力做水压试验。

## 10.7 信号与通信

10.7.1 信号的设置，应符合下列规定：

- 1 每一台提升绞车，均应有独立的信号系统；
- 2 井口与绞车房之间，应采用数码显示的声光兼备的信号装置，并应设置直通电话；
- 3 所有提升信号必须经过井口信号接收和转发，严禁井下与绞车房直接用信号联系；
- 4 信号电源应独立可靠，并有电源指示灯；
- 5 信号系统应简单、可靠，信号应清楚易辨，系统上应作到联锁严密。

10.7.2 立井、斜井的信号设置应符合下列规定：

- 1 立井：
  - 1) 井筒施工时，每个工作地点都应设置独立的信号装置，掘进和砌壁平行作业时，从吊盘和掘进工作面所发出的信号必须有明显的区别；
  - 2) 井筒施工期间，应设置井盖门安全信号，当吊桶上升距井盖门40~50m时，信号铃应自动发出有声信号；
  - 3) 罐笼提升，井口安全门与提升信号系统，必须设置闭锁装置。
- 2 斜井：
  - 1) 人车运送人员的斜井，必须装设可在运行途中向绞车司机发送紧急信号的装置；
  - 2) 多水平运输时，各水平所发出的信号必须有区别；
  - 3) 甩车场必须设置信号，甩车时必须发出警号。
- 3 井上和井下信号室，应装设直通通讯设备。

10.7.3 井下调度室、主要机电设备硐室、保健室和各掘进工作面等重要场所，均应安装通信设备。

10.7.4 架线电机车的调度电话，宜利用其馈电线作为载波电话线，采用载波机通讯。

10.7.5 在有瓦斯或煤尘爆炸危险的矿井，井口及井下信号装置和通信设备，应采用防爆型或安全火花型；在井底车场总进风道或主要进风道，低瓦斯矿井可采用矿用一般型，高瓦斯矿井可采用矿用增安型。

10.7.6 立井、暗立井、斜井或斜巷施工时，在工作面、吊盘、井筒中间转水站、井口信号房、斜井或斜巷中部车场、绞车房及调度室等重要工作和指挥场所，应安装本安型通信设备。

10.7.7 信号系统的各种金属外壳，应可靠接地。

10.7.8 立井施工时，在工作面、吊盘、井筒中间转水站、井盖门、井口信号房、翻矸台、绞车房及调度室等重要工作和指挥场所，宜安装矿井闭路电视监控系统。

## 10.8 供电

10.8.1 建井期的临时供电，应符合下列规定：

1 35KV 及以上等级的电源，宜利用永久电网供电，在远离电力网的偏僻地区，永久电网供电困难时，可利用其它施工电源；

2 煤矿建设项目应有两回路电源线路。当任一回路停止供电时，另一回路应能担负起全部负荷。暂不能实现双回路供电，采用单回路供电时，必须有备用电源，备用电源的容量必须满足通风和撤出人员的需要。

两回路电源线路上都不得分接任何负荷。

正常情况下，两回路电源应采用分列运行方式，一回路运行时另一回路必须带电备用，以保证供电的连续性。

高瓦斯、煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出及水患严重的矿井进入二期工程、其它矿井进入三期工程必须形成双回路供电。

10kV 及其以下的架空电源线路不得共杆架设。

电源线路上严禁装设负荷定量器。

临时变电所的接线，应简单可靠操作安全。

10.8.2 井下各级配电电压和各种电气设备的额定电压等级，应符合下列要求：

1 高压不应超过 10000V；

2 低压不应超过 1140V，动力宜选用 660V；

3 照明、手持式电气设备和信号装置的额定电压，不应超过 127V；

4 远距离控制线路的额定电压，不宜超过 36V。

10.8.3 地面中性点直接接地的变压器或发电机严禁直接向井下供电，井下的配电变压器中性点严禁直接接地。专供架线电机车变流设备用的专用变压器不受此限。

10.8.4 井下的临时供电，宜利用永久设施。当条件不允许时，应优先选用移动变电站。当设置临时变电所时，所需硐室或巷道，应符合下列要求：

- 1 硐室或巷道必须用不燃性材料支护；
- 2 通风良好，变电设备运行期间环境温度与邻近巷道的温差不应大于 5℃；
- 3 硐室的规格，应符合变配电设备的运输、安装及检修的要求。

10.8.5 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，按国家现行安全规程的规定选择；
- 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 严格防止电缆的扭伤和过度弯曲，电缆允许的最小弯曲半径与电缆外径的倍数按表 10.8.5 的规定执行；

表 10.8.5 电缆允许的最小弯曲半径与电缆外径倍数

电缆型号		倍数
交联电缆		10
橡胶或塑料绝缘 电力电缆 (多芯或单芯)	有铠装	10
	无铠装塑料绝缘	8
	无铠装橡胶绝缘	6

- 4 电缆的金属外皮和金属电缆接线盒及保护铁管等应可靠接地。

## 10.9 井下照明

10.9.1 井下的照明应有合理的照度，良好的显色性和稳定性。

10.9.2 井下的照明装置必须安全，控制方式应简单可靠。

10.9.3 井巷施工的照明，应根据瓦斯等级和施工地点，按《煤矿安全规程》选用照明灯具。

10.9.4 矿灯应完好，破损、漏液或亮度不够的不得使用，矿灯每充电一次，应保证照明时间不少于 11h。

10.9.5 煤仓、暗井、硐室及井底车场主要巷道等处，应有充足的灯光照明。施工设备用的照明设施必须保持完好。

## 11 作业环境及职业危害控制

### 11.1 一般规定

11.1.1 煤矿井巷工程施工的作业环境，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

11.1.2 施工组织设计中，应有矿井作业环境的治理措施。

11.1.3 井巷工程的施工，应保持巷道整洁、水沟畅通。

11.1.4 井下废水的排放，宜利用永久净化设施处理，防止污染。

11.1.5 井巷工程施工时，作业环境的职业健康危害因素应定期监督与检测，可使用粉尘、温度、有害气体检测传感技术，检测的内容应符合下列规定：

1 每年的雨季和旱季、高温和严寒季节，应分别测定井巷中的气温与相对湿度，高温矿井应每班进行检测；

2 井下作业地点，粉尘浓度的测定每月不应少于 2 次；粉尘中游离二氧化硅含量，每 6 个月测定 1 次，当工作面或煤岩种类改变时，应及时进行测定；粉尘分散度，每 6 个月测定 1 次。

3 噪声每 6 个月测定 1 次。

4 井下水质化验，每季不应少于 1 次；

5 放射线及其它危害人体、污染环境的尘、毒等因素的检测，应按国家现行有关规程的规定执行。

凡不符合规定的必须采取治理措施。

11.1.6 有氡气放射性危害的矿井，必须加强作业地点的安全防护措施，氡气中的氡、氡子体的浓度不得超过国家现行有关规定的标准。

11.1.7 井下接触粉尘、毒物及放射线的作业人员，每年应进行 1 次体格检查。

## 11.2 井下热害的防治

11.2.1 井巷工程施工时，工作面的相对湿度为 90%时，空气的温度不得超过 26℃，超过时应采取以下措施：

1 加强通风，提高风速，适当增大风量；

2 隔绝热源；

3 减湿降温或增湿降温；

4 人员集中处可采用压气引射器、水风扇，增加人体舒适感；

5 当上述措施不足以消除井下热害时，可采用人工制冷降温。

11.2.2 人工制冷可采用地面集中制冷、井下集中制冷、井下分散制冷 3 种方式。

制冷降温时，应适当控制工作面与巷道间的温差不得过大，一般温度降幅宜为 5℃左右。

11.2.3 人工制冷降温时，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浓度应符合表 11.2.3 的规定。

表 11.2.3 工作地点空气中有害物质的最高允许浓度

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

11.2.4 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。

11.2.5 在地温异常或有热水涌出的矿井施工时，应按国家现行《矿山安全条例》的规定编制专门施工措施，报请上级主管部门批准后方可施工。

11.2.6 冬期施工的矿井，宜设空气加热设备和防寒设施，进风井内的空气温度应在 2℃ 以上。

### 11.3 井下粉尘的防治

11.3.1 井下作业地点空气中的粉尘浓度，应符合《煤矿安全规程》规定。

11.3.2 井巷工程的施工，必须采取湿式凿岩、水封爆破、放炮喷雾、洒水出矸、冲刷岩帮、加强通风等综合防尘措施，对主要进风大巷、掘进工作面及局部通风机的入风口附近应设置水幕。

11.3.3 井巷工程的施工，应采用机械通风，风速、风量应符合国家现行安全规程的有关规定。

11.3.4 喷射混凝土的降尘措施，宜符合下列规定：

- 1 采用近距离低压喷射，喷头与受喷面应垂直，距离宜为 0.6~1.0m，喷射压力宜为 0.1~0.12MPa；
- 2 在距喷浆机与喷头间 0.618 处，安设水环预加水；
- 3 采用潮料喷射或湿喷技术；
- 4 在喷射机或混合料搅拌处，设置集尘器或除尘喷雾装置；
- 5 提高作业区的风量和风速；
- 6 个体配戴封闭式眼镜和防尘口罩。

## 11.4 井下噪声的防治

11.4.1 井巷工程施工时，作业地点的噪声不得超过 85dB(A)，超过时必须使用个体防护用具。当噪声大于 90 dB(A)时，还应采取降低噪声的措施。

11.4.2 井巷工程施工时，选用新的施工设备，应符合声级标准。

## 11.5 健康监护

11.5.1 煤矿施工单位必须加强职业危害的防治和管理，建立、健全职业病防治责任制，配备职业卫生专业人员，做好作业场所的职业卫生和职业病防治管理工作。

11.5.2 对新入矿工人进行岗前职业健康检查，控制就业禁忌症，有下列病症之一的不得从事井下作业：活动性肺结核及肺外结核，严重的上呼吸道或支气管疾病，显著影响肺功能的肺脏或胸膜病变，心血管器质性疾病，风湿病反复活动的，严重的皮肤病，癫痫病和精神分裂症患者，经医学鉴定，不适合从事井下作业的其他疾病。

11.5.3 粉尘、毒物及有害物理因素超过国家职业卫生标准的作业场所，除采取防治措施外，作业人员必须佩戴防尘或防毒等个体劳动保护用品。

11.5.6 对检查出的矽肺病人安排治疗和疗养。

## 附录 1 水文地质条件分类

一、水文地质符合下列条件之一时，宜划为简单类型。

1. 矿层离含水层较近，含水层充水空间不发育，与地表水无水力联系，单位涌水量小于  $0.1\text{L/s} \cdot \text{m}$ ；

2. 矿层含水层较远，含水层充水空间发育，矿层与含水层之间岩层结构致

密，具有良好的隔水层，且断层导水性微弱。

二、水文地质符合下列条件之一时，宜划为中等类型。

1. 矿层顶板或底板接近含水层，含水层充水空间较发育，单位涌水量为  $0.1\sim 1.0\text{L/s}\cdot\text{m}$ ；

2. 矿层与含水层之间有隔水层，但不稳定，断层导水性弱，地表水与地下水无水力联系，或有水力联系，但对矿层开采无甚影响。

三、水文地质符合下列条件之一时，宜划为复杂类型。

1. 矿层顶板或底板直接与含水层接触，含水层充水空间发育，单位涌水量大于  $1.0\text{L/s}\cdot\text{m}$ ；

2. 矿层顶板或底板不与含水层直接接触，但含水层位于拟建巷道顶板裂隙范围内，或底板隔水层强度不足以抵抗含水层静水压力的破坏；

3. 地质构造复杂，断层导水，地下水与地表水有水力联系。

## 附录 2 围岩分类

分类		岩层描述	岩种举例
类别	名称		
I	强稳定岩层	1.坚硬、完整、整体性强，不易风化， $R_b > 60$ MPa 2.层状岩层，层间胶结好，无软弱夹岩	玄武岩、石英岩、石英质砂岩、奥陶纪石灰岩、茅口石灰岩等
II	稳定岩层	1.比较坚硬、 $R_b = 40 \sim 60$ MPa 2.层状岩层，胶结较好 3.坚硬块状岩层，裂隙面闭合无泥质充填物， $R_b > 60$ MPa	砾岩、胶结好的砂岩、石灰岩等
III	中等稳定岩层	1.中硬岩层， $R_b = 20 \sim 40$ MPa 2.层状岩层以坚硬为主，夹有少数软岩层 3.较坚硬的块状岩层， $R_b = 40 \sim 60$ MPa	砂岩、砂质泥岩、粉砂岩、石灰岩等
IV	弱稳定岩层	1.较软岩层， $R_b < 20$ MPa 2.中硬层状岩层 3.中硬块状岩层 $R_b = 20 \sim 40$ MPa	泥岩、胶结不好的砂岩、煤等
V	不稳定岩层	1.高风化、潮解的松软岩层 2.各类破碎岩层	泥岩、软质灰岩、破碎砂岩等

### 附录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) 用于表达要严格遵从才能符合标准要求,不允许使用与其要求的偏离的词:

正面词采用“应”,

反面词采用“不应”。

2) 用于表达在几种可能性中推荐作为特别适用的一种,不提及也不排除其他可能性;或表示某个行动步骤是受到推荐是首选的,但也未必是所要求的,或表示不赞成但也不禁止末种可能性或行动步骤:

正面词采用“宜”,

反面词采用“不宜”。

3) 用于表示在标准界限内所允许使用的行动步骤:

正面词采用“可”,

反面词采用“不可”。

4) 用于陈述由材料、生理的或某种原因导致的可能和能够:

正面词采用“能”,

反面词采用“不能”。

2 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时,写法为“符合……的规定”。

---

中华人民共和国国家标准

GBJ 213—07

---

# 煤矿井巷工程施工规范

## 条文说明

200 发布

200 实施

---

中华人民共和国建设部发布

中华人民共和国国家标准

# 煤矿井巷工程施工规范 条文说明

GBJ 213—07

主编部门：中国煤炭建设协会

批准单位：中华人民共和国建设部

施行日期：

2007 北京



# 目 录

1	总则.....	1
3	施工准备.....	2
3.1	一般规定.....	2
3.2	井筒检查孔及巷道地质预测.....	2
4	立井井筒普通法施工.....	3
4.1	一般规定.....	3
4.2	冲击层施工.....	3
4.3	基岩掘进.....	3
4.4	永久支护.....	4
5	立井井筒特殊法施工.....	5
5.1	一般规定.....	5
5.2	冻结法施工.....	5
5.3	钻井法施工.....	7
5.4	井筒注浆.....	8
5.5	沉井法施工.....	9
5.6	混凝土帷幕法施工.....	10
6	立井井筒延深和恢复.....	13
6.1	一般规定.....	13
6.2	保护设施.....	13
6.3	自上向下延深井筒.....	13
6.4	自下向上延深井筒.....	14
6.5	井筒的恢复.....	15
7	斜井与平硐施工.....	16
7.1	一般规定.....	16
7.2	冲积层施工.....	18
7.3	基岩施工.....	19
8	巷道施工.....	20
8.1	巷道施工.....	20
8.2	巷道掘进.....	20
8.3	巷道支护.....	21
9	暗井和硐室施工.....	23
9.2	暗井施工.....	23
9.3	硐室施工.....	23
10	辅助工作.....	24
10.1	凿井井架及悬吊设施.....	24
10.2	立井临时提升及设备.....	24
10.4	通风.....	24
10.5	排水.....	24
10.6	压风.....	25
10.7	信号与通讯.....	25

11	作业环境及职业危害控制.....	26
11.2	井下热害的防治.....	26
11.3	井下粉尘的防治.....	26

# 1 总 则

1.0.1 该条指出的是制定施工规范的原则，规范中各个条款都是在这个原则指导下制定的。因此，在执行本规范时，必须掌握这些指导原则。

1.0.4 该条文是根据近年来管理科学的发展，所以增加了实行科学管理的内容，积极推广应用现代化的管理方法，使对安全、质量、工期和成本的管理水平提高一步。

1.0.5 该条文是根据近年来新技术的不断提高和应用，要求在施工中采用可靠的新技术，既要求施工的可靠性，也要求经济技术的合理性，在这个前提下，积极推广应用先进的技术。

1.0.6 煤矿施工安全是在施工时首先要考虑的要素，在安全的原则下去提高质量，加快进度，完成施工。

要求建设煤矿的同时，必须对废气、废水、矸石等污染物的治理工程同时上马，要求与主体工程同时竣工，实有困难时也必须采取临时措施，加以临时治理，合乎排放标准，符合国家现行的有关规定。

1.0.8 该条文强调在施工中加强档案的管理。施工中应有完整的原始记录，施工结束应有总结。整个工程竣工后应有完整的技术档案，以便积累经验，不断进步。

1.0.9 工程竣工后，应做好接受质量验收的各种准备，按上级管理部门及有关规定进行验收，在施工质量验收合格后，方能交付使用。

1.0.10 煤矿工程是多工种、多专业的项目，本规范只涉及矿山井巷工程，相关的国家标准较多，因此，提出除执行本规范的规定外，还应遵守国家其它的现行规范、标准等有关规定。

## 3 施工准备

### 3.1 一般规定

3.1.1 本条文由原条文所属条款作了合并与调整，并修改与增补了一些内容：

1 原文四与五款合并，增加了“防雷电”内容，以扩大安全防范范围。并将“通讯”改为“电信”以增强现代感。“生活辅助设施”改为“生活、辅助设施”，以突出先生活后生产原则，体现以人为本的思想；

2 原文第五款第1与第3小款合并修改后，增加了“在多家施工情况下，应统一协调核实测量成果”的内容，以避免各自为政，造成测量事故；

3 增加了“有能确保连续施工的物资储备和供应渠道，合理做好资源配置”内容，作为第六款。以防止因物资供应不上而影响连续施工。

3.1.2 对原文做了重新组合，内容无大更改。

3.1.3 用水部分“工程与生活用水要合理分配，做到节约用水，加强水质管理，确保生活用水安全”的内容，以体现节水意识。

3.1.4 供电部分作了较大调整，为确保用电安全，修改并增加了“应采用双回路供电”，强调“采用一回路供电时，必须在施工组织设计中加以明确并经批准，但必须设有临时备用电源，其容量必须满足通风和撤出人员的需要。”等内容，以确保井巷施工用电安全。同时强调“高瓦斯、煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出及水患严重的矿井进入二期工程、其它矿井进入三期工程必须形成双回路供电”。

### 3.2 井筒检查孔及巷道地质预测

3.2.2 立井井筒检查孔可布置在井筒范围的三条规定中，删除了“采用钻井法施工的井筒”。实践证明，检查孔布置在井筒内不利钻井法施工；

3.2.3 斜井检查孔增加了具体条文，明确了三点要求。

## 4 立井井筒普通法施工

### 4.1 一般规定

4.1.1 本条定为“井筒施工作业方式”，对原文 3.1.1~3.1.3 各条进行了重新组合和扩充，删除了注浆内容（列入“井筒注浆”章节中）。

- 1 原文“短段掘砌作业”一词不够确切，改为“短段掘砌混合作业”；
- 2 对平巷施工前的立井临时改绞提出了安全设施的明确要求。

4.1.2 本条文定为“井筒掘砌指向方式”，涵盖了原 3.1.4 条文的内容，并修订与增加了新的内容：

- 1 由于深井的增多，从实际出发，对井筒施工指向作了新的明确规定；
- 2 修订了激光指向的精度。

4.1.3 本条定为“与井筒关连硐室的施工安排”：

- 1 将测量列为一项重要内容；
- 2 原条文关于运输水平大巷标高因岩性变化而须变更之说，考虑到体制变化，不宜列入施工规范中，故予删除。

4.1.4 本条文“原始资料的收集”是新增加的，对于井筒施工，其原始资料的收集十分重要。

### 4.2 冲击层施工

4.2.1 本条定为“冲积层施工的井口设施布置”，将原 3.2.1 与 3.2.2、3.2.3 条内容合并组合成四款。

4.2.2 本条定为“冲积层段支护”，综合了原文 3.2.4 与 3.2.5 条的内容。

4.2.3 本条定为“沉降变形观测”。增加了对发生较大变形且危及安全的设施应及时采取加固措施的内容。

### 4.3 基岩掘进

4.3.1 本条定为“炮眼钻进”，综合了原 3.3.1 与 3.3.2 两条内容，分为五款。

4.3.2 本条定为“爆破作业”，综合了原 3.3.4~3.3.6 条的内容，分为五款：

- 1 根据作业方式，对钻眼深度作了具体规定，以方便施工；
  - 2 删除最小抵抗线计标公式。因为对于施工规范来说没有实际意义；
  - 3 对于光面爆破质量不再作具体规定，纳入到质量验收标准中；
  - 4 删除了原 3.3.7 条，因为涉及到安全问题，安全规程已有明确规定。
- 4.3.3 本条定为“装岩作业”，综合了原 3.3.8 与 3.3.9 条的内容，分为两款：
- 1 删除了不适合煤矿立井使用的“靠壁式装岩机”；
  - 2 考虑到小煤矿立井之条件，保留了老式的 0.11 m<sup>3</sup> 装岩机。
- 4.3.4 本条定为“临时支护”，综合了原 3.3.10 与 3.3.11 条的内容，分为两款：
- 1 对不同作业方式的临时支护方式作了具体要求，提供了选择的范围；
  - 2 对锚喷厚度的内容作了进一步明确，以方便操作。

#### 4.4 永久支护

- 4.4.1 本条定为“锚喷支护”，综合了原 3.4.1 与 3.4.2 条的内容，删除了“冶金、化工、核工业矿山”的内容。
- 4.4.2 本条定为“现浇混凝土支护”，综合了原 3.4.3 与 3.4.7 条的内容（含主要是技术数据）作了修改与调整：
- 1 整体活动钢模板高度由 2~4m 改为 2~5m，其厚度不作硬性规定，而是通过计算来确定，模板直径比井筒内直径大 10~20mm 改为 10~30mm；
  - 2 混凝土浇筑的脱模时间，由原来根据作业方式确定改为根据模板类型来确定；
  - 3 混凝土配制增加了“有条件的地方应使用商品混凝土”，这既可保证混凝土质量，也可减少占用场地和污染；
  - 4 关于壁座条文，理应划归设计部份，这里予以删除；
  - 5 删除 3.4.9 和 3.4.10 条，3.4.10 条内容划归质量验收标准中。

## 5 立井井筒特殊法施工

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 本条文是说明穿过特殊地层时，采用特殊法施工，应根据井筒的直径、深度、地层特点，选定施工方法。
- 5.1.3 本条文对采用不同特殊施工方法的井段，分别制定出漏水量，区别对待，便于施工时掌握。
- 5.1.4 本条文对采用特殊方法施工，对井梁的安装，要采用锚杆固定。根据不同井壁类型，确定不同的锚杆眼的深度，最后由设计确定。

### 5.2 冻结法施工

- 5.2.1 国内立井冻结法施工尚无穿过溶洞的实践经验。
- 5.2.2 冻结孔深度应根据冻结孔的种类和作用确定
- 1 立井冻结深度随着冲积层厚度的增加而增大，冻结孔布置方式由单圈孔向主冻结孔圈（用于形成冻结壁主体厚度和强度的冻结孔）内侧增设辅助冻结孔圈（用于增大冲积层段冻结壁厚度和降低平均温度的冻结孔）、防片冻结孔圈（用于缩短冻土扩至井帮的时间和防止或减少片帮的冻结孔）或主冻结孔圈内、外侧均增设辅助孔圈。因此，应分别说明不同冻结孔圈的作用及深度要求。
  - 2 在主冻结孔内、外侧可能增设个别或一些不规则的加强冻结孔，但不便作具体的规定。
- 5.2.3 冻结壁设计原则
- 1 地质条件复杂的深冻结井应由建设单位（业主）委托冻结技术经验较丰富的单位编制冻结技术方案设计。
  - 2 对原文删除部分
    - 1) 不底鼓的提法太抽象，在施工中难以掌握。
    - 2) 外层井壁不被压坏不能作为对冻结壁设计的要求。
- 5.2.6 穿过马头门、硐室、巷道的冻结孔与冻结管壁之间如不采取封堵措施，容易使冲积层的水沿冻结孔与冻结管壁之间的间隙流下而造成水患；对穿过马头

门、硐室、巷道的冻结管部分，在下管前注入掺有适量缓凝剂的水泥浆，封堵效果良好。

#### 5.2.8 冻结管、供液管的材质、规格与连接质量

1) 冻结管材质的主要指标是脆化温度和低温冲击韧性。根据近 20 年深厚冲积层冻结经验，脆化温度应比设计盐水温度低  $10^{\circ}\text{C}$  以上， $-40^{\circ}\text{C}$  条件下的冲击韧性应不低于  $60\text{J}/\text{cm}^2$ 。

2) 国内冻结凿井的经验，认为冻结管壁厚应随着冲积层和风化带厚度的增加而增大（见表 4.2.8-1）冲积层厚度 600m 的冻结管壁厚不超过 8mm，不透水稳定基岩中（含微风化带）的冻结管壁厚不超过 6mm。德国的冻结管壁厚均为 7.72mm。冻结管的直径不完全取决于冻结深度，而应根据冻结设计对主冻结管、辅助冻结管、防片冻结管的要求确定。故在施工规范中不作具体规定。

#### 5.2.10 水位观测孔设计与施工质量规定

1 水位观测孔的数量、深度应根据冲积层埋藏条件和冻结段掘砌工艺确定。

2 冲积层中水位相差较大的含水层不宜采用混合报导水位方式，以免造成“暗流”影响冻结壁正常交圈，一般报导水位的控制层位优选顺序为粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾石。

3 当发现含水层水位超过地表时，应设法测出原始水位或水量、水压，在冻结壁交圈前应保持管口高于水位或封闭管口。

5.2.11 冻结壁测温孔数量应根据冻结壁设计厚度和冻结孔圈数量确定。

5.2.17 氨瓶在室外气温高于  $35^{\circ}\text{C}$  条件曝晒，容易引起爆炸，氨瓶存放处应设遮阳凉棚。

5.2.20 冻结盐水降温速度直接影响冻结壁交圈时间和井筒开挖时间。但盐水降温过快，盐水管路容易因急剧冷缩发生裂漏。因此，要对盐水降温梯度作适当规定。

#### 5.2.21 冻结器盐水循环量和回路温度的控制

1 盐水循环量是判断冻结器环形空间内盐水流动状态和冻土扩展速度的重要因素，应按设计要求进行监控。

2 冻结器回路盐水温度是判断盐水有无短路现象的重要依据，应按要求进行监控。

5.2.22 井筒开挖时间直接影响冻结工期、掘进速度和安全施工，必须根据冻结壁交圈时间分析掘砌过程能否发生较大片帮和冻结壁强度、稳定性能否满足安全快速施工以及能否达到连续施工的要求，以便作出正确的判断和制定有效措施。

#### 5.2.29 盐水管路的回收与拆除

1 本规范对冻结管是否回收未作明确规定。其原因：之一是回收难度较大；之二是回收时间较难具体规定；之三是拔管后的冻结管充填技术不过关，充填不好容易对井筒产生不均匀地压。

2 未回收的冻结管，必须对管内盐水进行稀释，并应对上部 0~100m 范围内充填密实和加盖焊严，以防止冻结管腐蚀。

### 5.3 钻井法施工

5.3.1 钻井法施工既包括立井施工也包括反井施工，实践证明，它既能通过深厚冲积层大型井筒的钻凿，也能用于通过花岗岩等硬岩的较小型井筒的钻凿。

5.3.3 分别对钻井法适用条件及钻井深度作了明确规定，采用钻井法施工的井筒，提倡钻全深。当钻不到全深时，它与冻结法一样有安全深度的要求。

5.3.7 泥浆排放与处理是当前钻井法需要妥善解决的课题。本条文特别强调泥浆池的布置与排放不得占用工业广场永久建筑物的位置。

泥浆参数的选择、监测与管理是防止井帮塌落、缩径，保证顺利排渣，加快钻井速度的重要环节，也是钻井成败的关键。钻井过程中，利用泥浆柱压力以平衡穿过砂层、粘土层、松散土层的静水压力及粘土膨胀力。是钻进期间有效控制井帮片帮、塌井事故的重大措施。泥浆参数的选择与地质条件、钻进工艺等有关。当井筒穿过砂层多或粘土层多时，注意泥浆参数的选择和调整。必要时应加适量化学剂以改善泥浆性能。

5.3.8 双层钢板混凝土复合井壁和单层钢板钢筋混凝土复合井壁的结构是行之有效的，既可以减薄井壁厚度，又可以增强井壁的厚度，在深钻井中采用是适用的。

5.3.9 井壁能否顺利下沉，是决定钻井成败的重要工序之一，对下沉井壁有关注意事项作了具体规定：

1 下沉井壁前，应切实掌握井筒偏斜情况，按规定绘制纵横断面，确认合

格后方可下沉井壁；

2 对配重水应精确计算，严格掌握井筒内的水与井壁外的水泥浆相互之间的浮力关系。遇下沉阻力过大，应查明原因处理，严禁降低泥浆面迫沉；

3 下沉井壁前，应重视泥浆处理，严防下沉过程中发生井邦塌落。

5.3.10 壁后充填是钻井工程的最后一道工序，它关系到固井、封水质量及井巷开拓的施工安全。充填不好的原因有：

1 井壁下完后充填工作没有及时进行，以致泥浆沉淀影响充填质量；

2 充填管未下到规定深度和位置；

3 水泥浆的水灰比失控，水泥浆比重不符合规定，水泥浆未能将泥浆置换出来；

4 充填管间距过大，充填物不闭合；

5 充填未采取一管一泵原则，充填工作间断或时间过长。

本条文对充填段高、材料作了具体规定。并规定井壁下完后七天内应进行第一段高的充填。

## 5.4 井筒注浆

### I 地面预注浆

5.4.2 随着深井注浆设备、工艺、材料的开发应用，目前 1000m 以内的地面预注浆技术日趋成熟。

近年来开发应用的粘土—水泥浆（又称 C-CL）浆液为主要内容的综合注浆法，开辟了地面预注浆技术应用新的时代，粘土水泥浆具有抗渗性好、堵水效果好、施工效率高、且原材料来源广泛、价格低廉等优点。根据这种情况增加了粘土水泥浆的内容。

5.4.3 深井且大型矿井建设，需要设计较大直径的井筒，对注浆布孔技术提出新的要求，需要的注浆孔数增加。

5.4.9 地面预注浆材料中，粘土—水泥浆已在工程实践中广泛应用，本条规定粘土—水泥浆用粘土的质量指标，并对粘土浆的密度、水玻璃浓度、水泥适宜加入量、水玻璃加入量作出规定。

5.4.10 根据多个井筒工程实践，注浆压力浅部（ $\leq 400\text{m}$ ）不应低于静水压力

的 2.5 倍，深部 (>400m) 不应低于静水压力的 2 倍。

5.4.12 增加了采用粘土—水泥浆分段注浆标准和注浆施工结束检查方法和标准。

## 5.5 沉井法施工

5.5.1、5.5.2 沉井法凿井在我国已有 53 年的历史。自从 1969 年在山东省黄县煤矿首次采用泥浆淹水沉井以来，沉井技术发生了很大的变化，沉井深度从 30~40m 之间，进展到 60m、80m、100m，最深已达到 180m 和 192.75m (单家村矿副井和主井)。目前，采用泥浆淹水沉井法在厚度小于 200m 的流砂、淤泥和单层厚度较薄、粒径不大的卵石层等含水冲积层中施工立井的技术业已成熟，并具有施工设备少、工艺简单、成本低和安全可靠等优点。本章规范内容主要是按照泥浆淹水沉井法施工制订的。其它沉井的施工方法可参照有关条款执行。

5.5.3 沉井进入不透水、稳定岩层的深度，应在施工设计中提出具体要求。本条文强调，当沉井深度浅于规定时，必须封底后方准排水试挖。

5.5.5、5.5.6 经验证明，井筒偏斜一般都在下沉过程中发生，尤其在出现突然下沉时，偏斜情况可能加剧。因此，应该树立以防偏为主、纠偏为辅的观点，除了在井壁结构、刃脚设计、套井施工等环节上采取措施外，在沉井下沉过程中，随时注意监测并及时纠偏是保证沉井顺利下沉的关键。沉井的允许偏斜率是按照有提升设备时规定的。

5.5.7、5.5.8 施工实践证明，沉井的钢靴、刃角的制作和套井的施工，都是关系到沉井顺利下沉的基本条件，本条文作了有关规定。考虑到表土层层位、厚度变化大，套井座落的深度、具体位置应有选择余地。

5.5.9 沉井的井壁结构应采用钢筋混凝土结构，其强度等级应满足设计的要求。沉井的井壁不宜采用料石或砌块井壁结构，因为料石、砌块的井壁，整体性和防水性较差。

5.5.10、5.5.11 在沉井与井帮之间注入泥浆的浆面应超过套井刃脚，让泥浆贮存在套井和沉井间的环状槽内，泥浆液面始终应高于井外的地下水位，防止沉井突沉引起泥浆供应脱节的危险。为了获得高质量的泥浆，必须认真的选择配制泥浆的原材料，并在室内做好配比试验，以获得合理的配比和最佳的性能效果。泥浆液面位置的确定和泥浆性能参数是根据施工经验，并参照钻井法凿井泥浆使用

情况提出的。

5.5.12 泥浆淹水沉井法施工，水枪掘进是目前沉井掘进的主要方法。为了保证沉井顺利，井下工作面破土与排渣要对称、均匀，避免出现偏土台，使沉井产生偏斜。沉井下沉时的井内水位，应高于井外的地下水位，且不得降低泥浆液面来减小浮力迫沉。这是防止突沉，井内涌砂造成沉井偏斜甚至报废的主要措施。为了保持井内的水位高于井外地下水位，杜绝沉井涌水、冒泥事故的发生，在水枪掘进过程中，空气吸泥器从井筒内排出的水量必须及时补上。要注意工作面中间破土不可超过刃脚太深，以防止发生突沉。

5.5.13 为了有效地将沉井井壁与井帮间的泥浆置换出来，配制的水泥浆密度应大于泥浆密度。

## 5.6 混凝土帷幕法施工

5.6.1 在现有的施工机具设备和技术条件下，采用混凝土帷幕法穿过较浅的含水冲积层，特别是含有卵、砾石层、基岩层以上又无可靠隔水层的含水冲积层中开凿立井，是比较适宜的。目前，混凝土帷幕法施工最大深度为鹤岗竣德煤矿风井达到 57m。

5.6.4 “先导后扩，两钻一劈”成槽工艺，即先用直径为 180mm 的无芯钻头配加重管，用旋转钻机打主孔导向孔，当主孔导向孔打到预定的深度，再用带有导向管的扩孔钻头扩孔（扩孔钻头直径即设计的主孔直径），当两个相邻主孔扩到预定深度后改用冲击钻机，采用相当于两个主孔间的弧长，两端焊有小直径导向管的钻头，沿两主孔内周边劈打，清除两主孔间的土体。若干个主孔劈通后，即形成槽孔。槽孔的长度，应根据地质条件、灌注能力和设备数量而定，宜为 6~12m。槽孔少，接头就少，对帷幕的质量有利，因此，应尽量加大槽孔长度，减少槽孔。

内护井内的底部铺一层混凝土，是为了防止造孔时泥浆渗入井内空间造成清孔工作台的沉陷。环形轨道的稳固性及其水平度是保证钻孔垂直的关键因素之一。因此，必须保证道床稳定，两轨水平，使钻机运转过程中，保持垂直状态。环形轨道的椭圆度，决定主孔的中心位置，主孔开孔的中心位置要求在同一圆周上，因此，对环形轨道的椭圆度误差作了规定。

形成槽孔时，两相邻孔之间，由于钻孔的偏斜，劈孔时没有全部劈通，所残留的三角形的小土墙，必须进行处理后才能清孔换浆。

5.6.5 清孔换浆合格后至灌筑混凝土开始的时间需尽量缩短，以减少孔底沉淀物。采用直升导管法灌筑混凝土时要加强施工管理，制定出有关导管配置、安设和提拔的周密措施，以及准备足够的混凝土用量，尽量防止发生堵管现象。不能出现停工待料，以保证灌筑工作连续而均衡的进行。拆管或处理堵管时间不宜超过 20min。在灌筑混凝土过程中，混凝土拌合料应具有足够大的流动性和良好的和易性，以保证拌合料在运输和灌筑期间混凝土成分均匀，无离析、泌水现象；混凝土在泥浆下能自动摊开上升。槽孔内混凝土面上升速度愈快愈好，一般不得小于 3m/h，否则易产生难灌和堵管。

5.6.6 下料导管直径是按照帷幕深度和混凝土量的大小选择，一般为 200~300mm。下料导管间距取决于灌筑混凝土的有效扩散半径（即下料导管作用半径），而混凝土在泥浆下有效扩散半径又取决于导管上口距泥浆面的高度。由于施工上的限制，这个高度不可能太大，导管顶端过高对混凝土上料、运输和灌筑都不利。煤矿混凝土帷幕法施工时槽孔长度一般在 6m 以上，每段槽孔内应至少设置两根下料导管，其间距为 3~4m，在槽孔内基本上呈均匀布置。根据施工经验，导管适宜的灌筑范围为 3~3.5m，导管上口高出泥浆面不得少于 800mm，才能得到足够的管底超压力，使混凝土能够均匀地上升和摊展。当灌筑下一段槽孔时，两端的下料导管应略向槽孔两端移近一些，导管距离槽孔端面应为 1.5m，以增加对端部接头孔的挤压力，减少两段混凝土接头缝内的夹泥厚度。由于槽孔的狭长，对混凝土的上升、摊展阻力较大，所以导管的间距不宜过大，否则混凝土在上升、摊展过程中会卷进泥浆。但是，导管间距过小，又将造成施工复杂和不经济。因此，必须慎重确定导管高出泥浆面的最小高度和设置导管间距。

下料导管的短管一般长 0.3~0.5m，用以调整输料口的高度；中间管长 1~2m；脚管长 4m 左右，用以调整导管的埋深。导管深入至槽孔内距孔底的尺寸，视导管的直径而定，一般为导管直径加 100~200mm，以使隔水栓能顺利地由导管底端逸出。

混凝土储料箱容积决定于开始灌筑时混凝土的用量，即是导管内混凝土体积和把导管下端封住（一般要求埋住导管底口的深度不少于 300mm）所需用混凝土的最小体积之和。

泥浆下灌筑混凝土要求下料导管下口必须始终埋在混凝土内。据施工经验，埋入深度过小，可能会使泥浆卷入混凝土内；埋入深度过大，易发生提升不动或

者堵塞管事故。导管提拔必须与灌注混凝土的速度相一致，严防提漏。导管埋深 2~2.5m 比较适宜。

5.6.7 清孔换浆的目的是清除槽孔底沉淀物及更换槽孔中的陈旧劣质泥浆。造孔泥浆性能参数和清孔换浆性能参数是根据施工经验，并参照钻井法凿井泥浆护壁性能参数和井壁下沉泥浆性能参数制定的。其中，泥浆失水量是采用 1009 型油压泥浆失水量测定仪量测的；粘度是用野外标准漏斗粘度计测定的；静切力用电动切力计量测。

5.6.8 采用钻凿法施工的接头孔，当槽孔内灌注混凝土结束后 4h，待混凝土初凝，并具有一定强度时钻凿接头孔效果较好。采用接头孔管预留接头孔时，孔管应具有足够的强度，保证提拔管时不致断裂。因此，对管壁厚度作了规定，即帷幕深度小于 45m 时，管壁厚度宜为 6~7mm；帷幕深度大于 45m 时，管壁厚度宜为 7~8mm。为了外壁圆滑，孔管的外表面宜涂一层润滑剂，润滑剂由松香和石蜡各 50%加温混合制成。

接头孔管的总长度是根据混凝土的最大上升速度和初凝时间而定的。例如，当设计混凝土平均上升速度为 4m/h，初凝时间为 3h，则接头孔管的总长度不应小于 12m，若再考虑 3m 长度系数，则接头孔管的总长度应为 15m。为了安装、拆卸方便，一般分 3 节，由内法兰盘螺栓连接组成，故每节接头孔管的长度宜为 4~6m，达到接头少并便于提拔、拆卸的目的。

开始提拔接头孔管的时间应严格掌握，过早混凝土易塌落，形不成接头孔；过迟混凝土已凝固，提拔管困难，故要求随着混凝土面的上升，接头孔管也随之上拔。

5.6.9 井筒开挖时，混凝土帷幕起着支护地层的作用，因此，混凝土帷幕厚度，应符合设计规定。由于在槽孔中灌注混凝土受条件限制，灌注时不能捣固，而且需要排除泥浆，在接头部位不易接合严密，混凝土强度增长不象地面那样稳定，所以灌注后混凝土必须达到规定的龄期，以保证其具有足够的强度，才能进行井筒的开挖。掘进段高的大小，则取决于造孔施工质量、混凝土灌注质量、接头施工质量以及地层条件。

## 6 立井井筒延深和恢复

### 6.1 一般规定

6.1.2 本章涉及的“立井延深”，系指在上部井筒需维持正常工作（含对上部水平的提升或通风）时，将井筒延深至新的水平的施工。对于停井延深的工程，应参照本规范第4章《立井井筒普通法施工》中有关规定执行；

根据条件不同，上部井筒维持正常工作时的延深施工有两种方案可供选择。

当井筒延深的终极水平尚无巷道，或虽有巷道，但不具备为井筒延深工程排矸的条件时，延深工程只能选择自上向下施工的方案。

在延深的终极水平已具备为井筒延深排矸的能力时，可选用自下向上施工的方案。自下向上延深方案有设施布置简单、施工占用面积小、影响施工进度因素少、工期短、工人体力劳动量相对较小等诸优点，因此在条件允许时，应优先选用。

### 6.2 保护设施

6.2.1、6.2.2、6.2.3 凡井筒提升不能停止，而井筒又需延深时，不论采用何种施工方法，都必须有保护设施将延深工作面与上部水平隔开。

人工保护盘具有占据空间小、测量投点方便准确、拆除容易等优点，宜优先选用。

缓冲层除起缓冲作用外，还起到阻止细长坠落物（如钎具、钢管等）穿透的作用。

构筑人工保护盘需占据原井筒水窝空间，故需核算原提升系统的过放距离。若构筑人工保护盘后，过放距离不能满足有关规程规定时，需对原系统的提升速度作相应调整。

### 6.3 自上向下延深井筒

6.3.1 自上向下延深井筒时，利用原井底水平开拓为延深服务的辅助水平施工的方法，具有作业条件好、安全可靠、与原井筒作业互不干扰的优点，优于利用

原井筒内预留延深间延深的方案。

6.3.3 应力求将延深井筒所用的辅助巷道及硐室工程量减至最小。

延深用提升机房设在原井底水平，可充分利用已有巷道，减少工程量，设备运输方便，并可提前安装，节省准备工期。

6.3.4 天轮平台距封口盘较远，宜在提升间支护的同时安设；为避免爆破作业破坏结构，倒矸台和封口盘宜在井筒延深至辅助水平以下 15m 左右时再行安装，如结构梁系采用埋入形式，则需在提升间支护时预留梁窝。

6.3.6 井筒施工中，排除涌水是可能影响工期的主要因素。因此，当需延深的终极水平可为延深段岩层超前疏干时，应尽量利用这一条件。同时采取严密措施，保护泄水孔道的畅通。

## 6.4 自下向上延深井筒

6.4.1 以反井贯通延深终极水平与辅助水平、然后刷扩，经反井下放矸石并泄水的施工方案的优点，在 5.1.2 的条文说明中已经述及。

反井通常采用钻爆法施工；如围岩条件允许，以反井钻机钻扩施工，则工期更短、且在扩砌成井期内抵御叉堵的效果更好。

自上向下刷大支护时，关键问题是防止反井被堵塞。反井被堵塞有两种原因：一是刷大崩落的矸石块度太大，或有废弃材料被扔入反井，二是喷射混凝土的回弹物或冲洗混凝土输送管路的浆液，在反井内将矸石胶结。一旦堵井发生，处理则很困难。因此在采用这一方案时，必须采取有效的防叉堵措施。

6.4.2 自下向上刷大、自上向下支护施工，有两种方案可供选择：

1、反井内留存矸石，在积矸上面钻仰孔刷大。采用这一方法时，反井排矸需严格控制，以保证爆破作业面有合理的高度；支护时，与支护段的段高匹配。

2、采用在吊盘或吊罐上钻进水平炮孔刷扩方法。采用这一方法时，反井是否积存矸石应按支护作业是否利用工作盘而定，若考虑支护仍以积矸为依托时，仍需根据支护段高控制排矸量；若选择改装吊盘、登盘支护时，是否排矸，取决于围岩的稳定程度。

为保护吊盘或吊罐免于被破坏，在实施爆破时，吊盘或吊罐需上提至反井内。因此，反井直径与炮孔深度两个参数限制了这一方法的应用范围，即延深井的最

大掘进直径必须小于吊盘或吊罐的工作直径与最大炮孔深度之和。

若需登盘砌筑永久井壁时，必须审慎核算改装后吊盘的承载能力及其平衡的稳定性。

## 6.5 井筒的恢复

6.5.2 因井筒停产、停工的原因、情况不同，井筒恢复方案有很大差别。恢复井筒的施工组织设计中，关键的问题在于工作平台、提升容器和排水设施的布置。而这些设计的出发点，则是原井筒装备的存舍和井壁修复工作量的大小。因此必须在井筒恢复工作开始前，对井筒装备的损坏、锈蚀情况和井壁损坏情况做全面分析，或在井中下放摄像头直接观察这些情况，做出切实可行的恢复方案。以避免在恢复工程开始后，遭遇难以克服的困难和发生安全事故。

若原井筒装备无需重做、且井壁损坏的处理工作量不大时，工作平台、提升容器及其导向装置的设计应尽可能与原井筒装备匹配。

6.5.6 修复井壁时，为防止井帮塌落，修复高度在 2m 内较易控制，如需修复的范围很大，应从上向下，每 2m 左右一段进行临时支护，至需修复的终了位置时，再由下向上一次做永久支护。

修复和清理时的弃物，必须随时装运，不得下放到井底或堆放在工作盘上。

## 7 斜井与平硐施工

斜井、平硐是煤矿重要的开拓方式，按照煤矿基本建设工期划分的原则，二者均属于一期工程。原规范将斜井与平硐的施工要求编入巷道施工部分，同巷道中的斜巷和平巷做同样的要求，不能够突出二者作为煤矿一期重要单位工程在工程特点、施工环境、施工设备选型、技术工艺、施工组织等方面的特殊性。为此，本次修编把斜井与平硐作为独立的一章提出要求，补充了原规范未作规定的、区别于斜巷和平巷的部分内容，同巷道一致的有关规定仍执行巷道有关条款，本章未作重复性要求。

### 7.1 一般规定

7.1.1 近年来，我国的斜井、平硐的施工单进水平同上世纪八、九十年代相比有了大幅度提高，建井总工期也明显缩短，这得益于处在主要矛盾线上的斜井和平硐工程施工中推广应用了先进的机械化作业线，选用高效能的施工设备，并不断完善其配套方式。随着开采深度的增加，矿井规模和斜井、平硐的断面趋于加大，根据快速施工的需要，斜井、平硐作业线已向设备系列化和大型化发展。为此，本条对斜井、平硐的施工方案选择提出了原则性要求。

7.1.2 在井巷施工掘、装、运、支四个环节中，装矸和运输占了循环总时间的一半以上，本条对斜井、平硐装矸和运输提出了建设性的意见和要求。

1、近年来，我国许多坡度较小的斜井（巷）、平硐（巷）施工采用无轨胶轮车运输，因其机动灵活、排矸能力强，缩短了循环排矸时间，使施工单进水平大幅度提高。因此，具备条件的斜井、平硐施工要首选胶轮车等无轨设备作为排矸运输设备。

目前，国产无轨胶轮车满负荷最大爬坡能力为  $14^{\circ}$ ，由于斜井施工需要长时间、长距离负载爬坡，坡度越大，在速度一定的情况下负载能力越小。实践证明，斜井坡度  $< 8^{\circ}$  时才能够充分发挥其运输效率。

对平硐而言，可因地制宜地选用无轨胶轮车、梭车、和电机车牵引矿车作为运输设备。

2、本条是指因坡度大采用胶轮车效率低或不具备使用条件的斜井，为保证

运输能力，断面满足布置两套提升系统的，要尽量布置两套提升。一套采用大容积箕斗专门用于排矸，另一套提升矿车和人车，用于下放材料、辅助排矸和运送人员。

3、耙斗装岩机为有轨移动，一般和箕斗、矿车配套；挖斗装岩机、铲装机、侧卸式装岩机为履带式移动或胶轮移动，一般和胶轮车等无轨运输设备配套，也可和矿车、梭车、箕斗配套，但需要皮带转载设备或轨道紧跟工作面，爆破作业时装岩机进退不便。

7.1.3 平行作业是提高施工速度的有效途径。坡度较小的斜井或平硐施工时，在工艺上可根据工作面条件安排掘进和支护平行、凿孔和出矸平行、出矸和支护平行等多种形式，由于多工种在同一时空内同时作业，必须制定措施，密切配合，保证安全。

7.1.4 本条对应于《煤矿安全规程》三百六十五条。

7.1.6

1、对于斜井施工，可选用的满足扬程和排水量的水泵型号较多，应根据斜井的总垂深尽量选用一级直排卧泵，减少接力级次。如采用小扬程卧泵多级排水，会增加管理困难。一般情况下，由工作面到水箱 然后由水箱直排地面的 2 级排水可满足要求，当冲积层或上段水量较大时，可在中部设转水站，承担对上段的截水和下部的转水，因此，一般不超过 3 级排水。

3、斜井工作面涌水量大于  $10\text{m}^3/\text{h}$  时，各工序均受影响，甚至会因排水泵故障造成淹井和停工，使施工速度受到严重影响。此时应进行工作面注浆治水，为实现快速施工创造条件。

7.1.7 本条针对斜井、平硐长距离施工面临的提升运输和通风困难问题提出了要求。

1、斜井提升机选型时，应在满足提升荷载和提升速度要求的前提下，充分考虑技术经济的合理性。当斜井斜长较大（超过 2000m）时，一是提升机容绳量不能满足要求，二是提升周期延长，降低施工速度。如在中部设接力车场调节提升长度，缩短提升周期时间，可有效解决上述两个问题。

2、长度大于 2000m 两条相邻并行的斜井或平硐，在其中部增设联络巷，在其中一个井（硐）的井口安装临时主扇，可形成一井（硐）进风、另一井（硐）

回风的临时通风系统，在井下设置风门等设施，采用局部通风机向工作面供风，不仅可有效解决独头长距离通风风量、风压不足的问题，保证通风安全，还为井（硐）工程后期增加工作面创造通风条件。

3、本条提出了长距离独头通风条件下保证工作面风压与风量的措施。

4、从节能考虑长距离独头通风推荐使用对旋式局部通风机。

## 7.2 冲积层施工

7.2.1 本条规定的明槽的深度应使巷道掘进断面的顶部与地面的距离不小于3m，是指暗硐入口处掘进荒顶以上应至少保留3m厚的土层，保证开挖过程中上部土层自稳，避免坍塌。3m是按第四系黄土层的开挖条件，根据经验确定的。

7.2.3 由于明槽迎脸土层已经形成竖向自由面，不稳定，受扰动后易坍塌，为确保明槽进入暗硐施工安全，本条规定必须设超前临时支护。在冲击层实施超前支护，“管棚法”、“金属支架背板法”是非常稳妥、有效的方法，也可以根据工程具体情况因地制宜地采用“扇形棚法”“前探梁法”等其他超前支护方式。

7.2.4 本条是推荐条款。明槽进入暗硐的1~3m与明槽部分永久支护同时施工，使暗硐入口支护呈整体性，形成“锁口”效果，避免在此位置接茬，影响支护质量或对后续施工造成不利影响。本条适用于土层较稳定的情况，当土层稳定性差，开挖后必须立即支护时，应先施工明槽永久支护，再进行暗硐开挖。

### 7.2.6

3 斜井通过含水量较大的冲积层、流沙层，若采用普通法施工，尚未形成非常成熟的技术工艺。特别是对于厚度较大、流动性强的含水沙层，普通法施工时工作面易出现涌沙，无法形成有效进尺，施工非常困难。冻结法在我国是一项非常成熟的技术工艺，斜井冻结也有多项成功的案例。通过冻结固化流沙，可实现打干井，快速施工。

### 7.2.8

2 斜井、平硐采用的移动式模板台车是一种实践应用非常成功的先进混凝土衬砌设备。模板台车主要由行走系统、液压支撑系统、操作平台和模板组成，是根据工程净断面规格设计而成的墙、拱一体化模板。适用于斜井、平硐采用混凝土永久支护时短段掘砌施工。具有机动灵活、支模拆模快速方便、成型规格精确、操作方便的特点，与传统的人工装拆模板相比，可提高工效，加快施工速度。

但由于其移动方式多采用机车驱动,使用模板台车前应考虑工程断面、支护特征、长度、坡度、围岩等环境条件是否满足要求。

## 7.3 基岩施工

### 7.3.1

1 推广全断面爆破是提高施工速度的重要措施,能够适应于挖斗机、铲装机等高效能的装岩设备。

2 传统的工艺是浅孔多循环台阶法施工,炮孔深度一般为 1.5~2.5m。这里推荐采用的中深孔爆破,是指炮孔深度 2.5~4.0m,全断面爆破施工法。与浅孔台阶法施工相比,可减少辅助时间,降低单位炸药消耗量,提高爆破效率,加快施工速度。但由于爆破后空顶距离增大,本方法适用于较稳定的岩层,并且施工中需要加强顶板管理,防止冒顶事故。

### 7.3.2

3 在煤层中采用掘进机掘进,是一种成熟的技术工艺,与炮掘相比,机械化程度高,施工速度快。掘进机多用于二、三期工程的煤巷、煤岩巷施工。将掘进机用于一期工程的斜井和平硐,对缩短建井工期具有重要意义。但斜井、平硐施工期间,掘进机后未形成连续的煤流系统,必须重点选好后配套转载设备。

## 8 巷道施工

### 8.1 巷道施工

8.1.1 一次成巷是指巷道掘进、支护、水沟和铺轨四项工序同期完成。由于架线、敷设电缆、架设管路和安装照明等工序在巷道掘进期间施工，将会互相干扰，并且，这些工作不是由巷道掘进的人员完成，因此，这些工序在一次成巷中未作明确规定。

为了使永久水沟跟随成巷同步向前推进，而又不被巷道施工所损坏，所以，水沟与巷道的成巷拉开一定距离是必要的。另外，规定每月以巷道成巷与永久水沟两者最短的长度进行验收和工程款结算，是保证水沟与巷道同期施工的好办法。

由于临时轨道与永久轨道在轨型、轨距、位置、轨面高度及轨枕等方面不尽一致，所以，在巷道施工中，不宜铺设永久轨道。为了缩短永久铺轨的工期和基本实现一次成巷，在巷道施工中，采用永久轨型的钢轨和轨枕，后期铺设道碴、调整轨道的位置、轨距和轨面高度是个好办法。施工时，轨枕应埋入巷道的底板中，轨道的钢轨底面不得高于设计的巷道底板，这样，可以减去调整轨道时的拉底量。

8.1.12 电子全站仪是目前最先进的测量仪器，它是用激光束和棱镜进行超远距离高精度测距。它有大容量记忆内存的存储卡、双面操作面板、大屏幕液晶显示器、全字母数字键盘、自动处理计算测量数据、无线遥控键盘、红外线通讯等配置和功能。

### 8.2 巷道掘进

8.2.1 根据实践经验，对光面爆破的参数提出了选用的范围，在施工中，根据围岩情况和爆破实践，确定合理的参数，才会得到理想的爆破效果。

8.2.2 为了施工安全，将原规范“当巷道倾角大于  $25^{\circ}$  时，……”改为“当巷道倾角大于  $20^{\circ}$  时，……”，将“当上山倾角大于  $20^{\circ}$  时，……”改为“当上山倾角大于  $15^{\circ}$  时，……”。

防滑装置一般在巷道的底板或两帮，打 1m 深的孔，楔入直径 40mm 的圆钢，用钢丝绳与圆钢相连，拦住耙斗机。

### 8.3 巷道支护

8.3.2 规定各锚杆螺帽拧紧的扭矩的差，不宜超过设计值的 10%，是为了使全部锚杆基本同时起到锚固、悬吊岩石的作用。如果螺帽拧紧的扭矩相差较大，锚杆可能会被各个“击破”。

8.3.3 由于近十几年来，开拓深度逐渐增加，地压增大，锚杆支护不能满足巷道支护和修复的需要，而采用预应力锚索支护的地点和单位，逐渐增多。预应力锚索与锚杆在材料、锚固深度、预应力和施工工艺等方面存在较大不同，所以，“规范”中将预应力锚索支护与锚杆支护分别作了规定。

8.3.4 钢筋网喷射混凝土，从喷层的受力状态分析，是受弯曲，钢筋网的位置应靠近喷厚的外层面，钢筋网保护层的厚度与喷层的厚度有关，但是，由于岩面凹凸不平，钢筋网与岩面的间隙难以控制，所以，规定钢筋网不得外露，保护层的厚度不宜小于 20mm。

8.3.5 倾斜巷道架设支架的迎山角，过去所有资料均笼统地规定为  $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。此规定不够合理，在施工和验收中不易掌握。支架迎山角的大小，主要与巷道的倾角和顶板的压力有关，而在施工中，顶板压力不易量测。巷道的倾角越大，顶板铅锤压力在倾斜方向的分力越大，支架的迎山角也应加大，用来抵抗和阻止沿倾斜方向的下推力。条文中作了具体的规定，便于施工操作和掌握。

8.3.6 由于许多小型煤矿特别是乡镇煤矿企业，仍在大量采用砌块（料石、片石、砖、混凝土预制块等）支护，所以，本规范中将砌块列为一种支护形式作了规定。

砌墙的高度应低于起拱线 70~130mm，是出于一：起拱线是直线与弧线连接的切点处，应砌一整个的砌块；二是：砌块的高度一般约为 200mm，考虑土 30mm 的误差，所以，定为 70~130mm。

8.3.7 浇筑混凝土工程施工的有关规定如下：

- 1 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2002
- 2 《混凝土质量控制标准》GB50164-92

- 3 《混凝土强度检验评定标准》GBJ107-87
- 4 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55-2000J64-2000
- 5 《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》JGJ53-92
- 6 《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》JGJ53-92
- 7 《钢筋焊接及验收规程》JGJ18-96
- 8 《混凝土拌和用水标准》JGJ63-89

由于井下巷道和硐室的断面逐渐增大，浇筑的混凝土量也随之加大，为了加快浇筑混凝土的速度，宜采用机械浇筑，代替人工浇筑，本条文对泵送混凝土的工艺，作了简要的规定。

8.3.8 巷道的变形能量，来自地层位移或岩体膨胀，其表现形式常由急到缓，因此，应采取让压（卸压）办法，先释放一部分岩体的变形能，采取柔性、可缩性支护或二次支护能取得良好的效果。

## 9 暗井和硐室施工

### 9.2 暗井施工

9.2.1 暗井采用反向钻井法施工，下行钻进的小孔称导向孔，上行钻进的大孔称反井。此种方法多采用反井钻机施工。该机具有体积小，装运方便，钻进速度快，效率高，质量好，劳动强度低，安全性好等优点，在国内早已广泛应用。

9.2.2 暗井掘进前，先钻透 3 个孔，其中通信孔内设信号电缆和通讯电缆，吊罐和绞车房直接联系，使吊罐的升降更为安全。放炮电缆孔设 1 根放炮电缆，放炮工作由上水平巷道掌握，放炮后，将放炮电缆提上一段距离，放炮电缆损失极小。

本条文规定提升机的提升能力应小于提升钢丝绳的破断拉力，是为了保证，即使提升过卷，也不会拉断钢丝绳而坠罐的一项安全措施。

### 9.3 硐室施工

9.3.2 倾角小于  $65^\circ$ 、圆形断面、现浇筑混凝土支护的倾斜矿仓的施工，比较复杂，因为，一是硐胎的四周与岩帮不接触；二是浇筑的混凝土面是水平的，硐胎平面是倾斜的，所以，矿仓倾角越小，硐胎的无效高度越大；三是工作台搭设困难。倾斜的圆形硐胎在水平面上的投影为椭圆形，将硐胎作成椭圆形，硐胎平面与浇筑的混凝土面均是水平的，施工方便。这种方法，在矿井倾斜矿仓的施工中，取得了成功的经验（见“煤炭科学技术” 年第 期）。

9.3.5 防水闸门、排泥仓密闭门硐室周围的基槽，是硐室的重要承压部分，不仅要掘出齿状壁槽，而且要保持齿间岩石的完整。所以，本条文对上述硐室的掘进，提出了严格的要求。

9.3.6 立面交岔点是指斜井吊桥车场，为两个巷道平面投影相重叠，岔墩位于上部巷道（平巷）的底部，下部巷道（倾斜巷）的顶部，交岔点施工时，应力求保持中间岩柱的完整性。由倾斜巷道变断面开始至岔墩处，巷道逐渐增高，至岔墩处拱顶最高，岩帮暴露面最大，所以，立面交岔点的施工，多采用分部施工。

## 10 辅助工作

### 10.1 凿井井架及悬吊设施

10.1.2 利用永久井架凿井，一般都是利用提升缶笼的副井井架，很少利用提升箕斗的主井井架，因为提升箕斗的永久井架，高度大，偏离井筒中心，不便于布置凿井设施。利用永久井塔凿井，因其底面积大，所以，主、副井均能采用。

10.1.3 井架安装包括井架构件组装和井架竖立两项工作，本条文内容没有包括井架构件组装。井架构件组装有分扇组装和整体组装两种，这两种组装方法可在井口组装，也可在井口以外组装竖立，进行整体平移。无论在什么地点和什么方法组装井架，都要使用翻转提升法起立井架。

10.1.9 规定同一提升容器中，缶道绳的张力有一定的差值，是为防止在提升过程中缶道绳产生共振。

### 10.2 立井临时提升及设备

10.2.1 条文中规定了绞车滚筒上钢丝绳出绳的最大偏角值，主要考虑两个因素：第一，偏角超过某一限度时，钢丝绳与天轮的绳槽所产生的摩擦力增大；第二，偏角过大时，引起钢丝绳在滚筒上产生间隔不等的缠绕。为使钢丝绳在滚筒上获得最佳的缠绕，所以，作此规定。

### 10.4 通风

10.4.4 局部通风机串联或并联运行，应采用特性曲线相同的风机。同型号风机，其特性曲线相同，串联时，其组合特性曲线可通过等流量线上的风压叠加来求得。并联时，可把等压线上各并联通风机的风量加起来求得总特性曲线。

10.4.5 局部通风机实行风电闭锁，即当通风机停止运转时，能立即自动切断其供风地点的一切电源，以防停风后由于明火使积聚的瓦斯爆炸。

### 10.5 排水

10.5.1 深立井井筒接力排水的中间转水站，有三种形式：一是在井深  $2/3$  的下

面井筒中，开掘一硐室（腰泵房），二是在井筒中设一弓形盘，盘上安设水泵和水箱；三是在吊盘上安设水泵和水箱进行转水。

井下正常涌水量系指建井期间的正常涌水量。

## 10.6 压风

10.6.2 在温差大的地区，应根据管路长度计算管路的热伸长量。即：

$$\Delta l = 0.000012L \Delta t, \text{ m}$$

L——管路长度， m

$\Delta t$ ——输气时最高温度与大气的最低温度差， °C

0.000012m/°C——钢材膨胀系数

当 $\Delta t$ 为 50°C

$$L=100\text{m}, \Delta L = 0.06\text{m}$$

$$L=200\text{m}, \Delta l = 0.12\text{m}$$

$$L=500\text{m}, \Delta l = 0.3\text{m}$$

伸缩器最大伸长量一般为 0.2m。因此，本规范规定，温度变化较大，且管路直线长度超过 200m 时，应设伸缩器。

## 10.7 信号与通讯

10.7.8 在立井井筒和井底车场巷道的施工中，安设“矿井闭路电视监控系统”，对于安全施工和调度指挥，能起到很好的作用。

## 11 作业环境及职业危害控制

### 11.1 一般规定

11.1.5 粉尘中游离二氧化硅含量决定了粉尘的危害性，是评价粉尘卫生程度的重要指标之一。因此，应定期对粉尘中游离二氧化硅的含量进行测定分析。

### 11.2 井下热害的防治

11.2.1 规定井下的空气温度不得超过 28℃，并不是非常合理的。因为，空气温度升高所引起人体生理的反应和变化，与气温、湿度、风速及环境辐射换热条件等有关。

根据在井下气温的测定和高温下的体验，井下气温达到 28℃时，工人的精神和身体已经烦躁难耐，何况再劳动工作。为了体现以人为本的思想，并参照《煤矿安全规程》的规定，将原《规范》的井下气温不得超过 28℃，改为井下气温不得超过 26℃。

### 11.3 井下粉尘的防治

11.3.1 粉尘是造成煤肺、矽肺和煤矽肺等职业病的根源，粉尘浓度越高对人体的危害也越大，因此，必须降低粉尘浓度，保证井下作业区工人的身体健康。

世界主要国家对于粉尘浓度的规定，见表 11.3.1-1

表 11.3.1-1 国外允许的最高粉尘浓度 (mg/m<sup>3</sup>)

游离二氧化硅含量 (%)	美国	英国	法国	苏联	日本	瑞典	朝鲜
>10	2	2	2.4~0.65	2	2	2	2~5
<10		5	8	4	5	5	10
	10*	8**			10*	10*	

注：“\*”为水泥粉尘、“\*\*”为煤粉尘

粉尘中，对人体危害最大的是二氧化硅的含量，常见岩石中二氧化硅含量见表 11.3.1-2

表 11.3.1-2 常见岩石中二氧化硅含量

序号	岩石名称	二氧化硅含量 (%)	序号	岩石名称	二氧化硅含量 (%)
1	石英岩	95 以上	9	硅质板灰岩	50~60
2	石英脉	90~95	10	燧石石灰岩	50~60
3	石英砂页岩	80~90	11	闪长岩	40~50
4	花岗岩	65~75	12	辉岩	30~40
5	里云花岗岩	50~60	13	砂岩	35~45
6	混合片麻岩	50~70	14	煤质页岩	29 左右
7	花岗闪长岩	50~60	15	页岩	27~30
8	长英岩	50~60			

11.3.4 在喷浆机的输料管中增加 1 个水环，对运行过程中的喷料进行预加水，可以减少喷射中的粉尘和降低回弹率。预加水水环安在输料管中的位置，经过试验测定，加在喷浆机与喷枪间，距喷浆机 0.618 处，粉尘浓度为最低，此试验是数学家华罗庚亲自主持的，与华罗庚所著“优选法”中的“0.618 法”正相符合。

潮料喷射推广应用对降低工作环境粉尘有明显作用。

湿喷技术在其它行业已得到应用，随着湿喷机性能的不断改进与完善，大力推广湿喷技术，是从源头上解决粉尘的有效措施。