

前 言

本标准是根据中华人民共和国住房和城乡建设部《住房和城乡建设部关于印发 2015 年工程建设标准规范制订、修订计划的通知》(建标〔2014〕189 号)的要求,由中国煤炭建设协会负责组织,中煤第五建设有限公司和兖矿新陆建设发展有限公司会同有关单位共同编制而成。

本标准在编制过程中,编制组认真学习了国家有关现行法律、法规及标准,进行了广泛的调查研究,总结了多年来斜井冻结工程施工及验收的经验,对标准条文反复讨论修改,并以多种形式征求全国煤炭系统有关单位和专家的意见,最后经审查定稿。

本标准共分 11 章和 8 个附录,主要技术内容包括总则、术语、基本规定、冻结施工设计、冻结钻孔施工与验收、冻结器安装与验收、制冷站安装与验收、冻结壁检测与判断、井筒掘进与支护、冻结设施处理和绿色施工等。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由中国煤炭建设协会负责日常管理工作,由中煤第五建设有限公司负责具体内容的解释。在本标准执行过程中,如有意见和建议,请寄送中煤第五建设有限公司(地址:江苏省徐州市淮海西路 241 号,邮政编码:221006),以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中煤第五建设有限公司

兖矿新陆建设发展有限公司

参 编 单 位:中煤特殊凿井有限公司

中煤邯郸特殊凿井有限公司

唐山开滦建设(集团)有限责任公司

北京中煤矿山工程有限公司

中煤西安设计工程有限责任公司

淮北矿业(集团)工程建设有限责任公司

主要起草人: 沈慰安 袁兆宽 王鹏越 张步俊 逯心杰

齐吉龙 李锐志 史贵生 单益新 程志彬

张立刚 郭永富 张灿灿 马跃峰 张庆武

成中海 张家勋 付万贵 裴继承 李庆禹

董建刚 刘杰忠 王 峰 崔 灏

主要审查人: 孙守仁 安和人 张胜利 李理化 刘培年

长孙学亭 卢相忠 刘 巍 沈华军 刘志强

华召文 庞荣庆 刘长安 邓维国 王宗金

赵 强 王厚良 李现春 张云利 田国栋

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
4	冻结施工设计	(5)
4.1	一般规定	(5)
4.2	技术准备	(5)
4.3	冻结设计参数	(7)
4.4	冻结壁厚度	(9)
4.5	冻结钻孔设计	(10)
5	冻结钻孔施工与验收	(11)
5.1	一般规定	(11)
5.2	钻孔施工质量	(11)
5.3	验收	(13)
6	冻结器安装与验收	(14)
6.1	一般规定	(14)
6.2	冻结器安装	(14)
6.3	验收	(15)
7	制冷站安装与验收	(18)
7.1	一般规定	(18)
7.2	制冷站安装	(18)
7.3	制冷站运转	(19)
7.4	验收	(21)
8	冻结壁检测与判断	(24)
8.1	温度观测孔检测	(24)

8.2	水文观测孔检测	(24)
8.3	冻结壁形成判断	(24)
9	井筒掘进与支护	(26)
9.1	井筒掘进	(26)
9.2	井筒支护	(28)
9.3	施工过程检测	(29)
9.4	井筒注浆	(30)
10	冻结设施处理	(33)
10.1	制冷站拆除	(33)
10.2	冻结管回收	(33)
10.3	冻结管(孔)充填	(33)
11	绿色施工	(34)
11.1	一般规定	(34)
11.2	冻结造孔阶段	(34)
11.3	冻结运转阶段	(34)
11.4	职业健康	(35)
附录 A	水文地质条件分类	(36)
附录 B	围岩分类	(37)
附录 C	钻孔工程原始记录表	(38)
附录 D	冻结管安装记录表	(40)
附录 E	制冷站运转记录表	(42)
附录 F	冻结钻孔分项工程质量验收记录表	(45)
附录 G	制冻结冻分项工程质量验收记录表	(47)
附录 H	冻结分部工程质量验收记录表	(49)
	本标准用词说明	(51)
	引用标准名录	(52)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(4)
4	Freezing construction design	(5)
4.1	General requirements	(5)
4.2	Technical preparations	(5)
4.3	Freezing design parameters	(7)
4.4	Freezing wall thickness	(9)
4.5	Freezing hole design	(10)
5	Freezing hole drilling and acceptance	(11)
5.1	General requirements	(11)
5.2	Quality of freezing hole drilling	(11)
5.3	Acceptance of freezing hole	(13)
6	Installation of refrigerator	(14)
6.1	General requirements	(14)
6.2	Installation of refrigerator	(14)
6.3	Acceptance of refrigerator	(15)
7	Installation and operation of freezing station	(18)
7.1	General requirements	(18)
7.2	Installation of freezing station	(18)
7.3	Operation of freezing station	(19)
7.4	Acceptance of freezing station	(21)
8	Measurement and assessment of freezing wall	(24)
8.1	Measurement in temperature observation hole	(24)

8.2	Measurement in hydrological observation hole	(24)
8.3	Assessment on formation of freezing wall	(24)
9	Excavation and support of inclined shaft	(26)
9.1	Excavation of inclined shaft	(26)
9.2	Lining	(28)
9.3	Monitoring of construction operations	(29)
9.4	Grouting in inclined shaft	(30)
10	Handling of freezing facilities	(33)
10.1	Dismantling of freezing station	(33)
10.2	Reclamation of freezing pipes	(33)
10.3	Filling in freezing pipes (holes)	(33)
11	Green construction	(34)
11.1	General requirements	(34)
11.2	Freezing hole drilling stage	(34)
11.3	Freezing operation stage	(34)
11.4	Occupational health	(35)
Appendix A	Categories of hydrogeological conditions ...	(36)
Appendix B	Categories of surrounding rock	(37)
Appendix C	Drilling log	(38)
Appendix D	Record of installation of freezing pipes	(40)
Appendix E	Record of operation of freezing station	(42)
Appendix F	Record of quality acceptance of freezing hole ...	(45)
Appendix G	Record of quality acceptance of freezing classifications	(47)
Appendix H	Record of quality acceptance of freezing division	(49)
	Explanation of wording in this standard	(51)
	List of quoted standards	(52)

1 总 则

1.0.1 为规范矿山斜井冻结法施工及质量验收,确保施工质量和施工安全,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于采用冻结孔竖直布置方式且冲积层厚度不超过 200m 的矿山斜井冻结工程施工及质量验收。

1.0.3 工程施工应采用成熟的新工艺、新技术、新设备、新材料。

1.0.4 工程施工应实行现代化科学管理,实施绿色施工。

1.0.5 矿山斜井冻结法施工及质量验收除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 斜井 inclined shaft

服务于地下开采,在地层中开凿的,直通地面的倾斜通道。

2.0.2 斜井冻结法凿井 excavation of inclined shaft by freezing method

由地面施工竖直冻结孔,用制冷技术暂时冻结加固斜井井筒掘进轮廓线周围不稳定地层,并隔绝地下水后再凿井的特殊施工方法。

2.0.3 冻结壁 freezing wall

用制冷技术在井筒掘进轮廓线周围地层形成的,具有一定厚度和强度的连续冻结岩(土)体。

2.0.4 井壁 lining

在井筒开挖围岩的表面,构筑一定厚度、强度的支护结构。

2.0.5 冻结壁交圈 enclosure of freezing wall

在冻结区域范围内,井筒掘进轮廓线周围所有相邻的冻结器单独形成的冻土(岩)体相交形成完整的冻结帷幕。

2.0.6 冻结壁形成期 stage of formation of freezing wall

从地层冻结开始至冻结壁形成并达到设计要求的时段,又称积极冻结期。

2.0.7 冻结壁维持期 stage of maintaining of freezing wall

冻结壁形成期后,为维持其功能要求,继续向冻结器输送冷媒剂的时段,又称维持冻结期。

2.0.8 水文观测孔 hydrological observation hole

用以观测冻结壁形成期掘进轮廓线内主要含水层地下水文变化的竖直钻孔。

2.0.9 温度观测孔 temperature observation hole

布置在冻结壁厚度范围内及冻结降温区内,用于观察冻结壁形成过程中的温度变化的竖直钻孔(简称测温孔)。

2.0.10 冻结孔 freezing hole

用于安装冻结器的钻孔。

2.0.11 封头冻结孔 front freezing hole

布置在斜井冻结段始端的竖直冻结孔。

2.0.12 封尾冻结孔 end freezing hole

布置在斜井冻结段末端的竖直冻结孔。

2.0.13 冻结器 refrigerator

安设在冻结孔内,用作循环盐水与地层进行热交换的装置。冻结器由冻结管、供液管、回液管、底锥等组成。

2.0.14 测斜 inclination measurement

测量钻孔在不同深度上的偏斜量和偏斜方位。

2.0.15 制冷站 freezing station

为地层冻结提供负温循环盐水而在井筒附近集中设置的制冷设备和设施的总称,其中主要有氨、盐水、冷却水循环系统及供电系统。

2.0.16 冻结孔开孔间距 freezing hole spacing

指同一排相邻冻结孔各自开孔中心线之间的水平距离。

2.0.17 冻结孔排距 freezing hole interval

指相邻两排冻结孔开孔中心之间的水平距离。

2.0.18 分段冻结 step freezing

沿斜井井筒轴向,将斜井冻结段划分为数段,依次冻结的方法。

2.0.19 冻结壁厚度 freezing wall thickness

冻结壁内侧壁面上任一点与外侧壁面之间的最短距离。

2.0.20 冻结壁平均温度 average temperature of freezing wall

冻结壁任一横截面上温度分布的平均值。

3 基本规定

3.0.1 矿山斜井冻结法施工应符合设计要求、施工组织设计、作业规程及施工安全技术文件的规定。施工技术文件编制应采用先进的技术工艺,提出工程质量标准和要求,制定相应的质量保证措施,并经审查批准。

3.0.2 矿山斜井冻结工程施工质量控制应符合下列规定:

1 主要材料、半成品、成品、构配件应进行现场验收,按有关规定复验,并应经监理单位确认;

2 施工材料、设备和构件必须符合设计要求及有关规范和产品质量标准,并应具有合格证明;

3 各工序质量控制应符合施工技术标准,每道工序完成后应进行质量检查并形成记录。

3.0.3 工程施工中必须建立技术档案,并应做好各种检测记录、隐蔽工程记录、质量检查记录和竣工图纸等文件资料的收集、整理工作。工程竣工时应做好施工总结,竣工资料应真实、准确、齐全。冻结分部工程质量验收应按本标准附录 H 的规定进行记录。

3.0.4 施工现场质量管理应具有适用的施工技术标准、健全的质量管理体系。

3.0.5 施工及质量验收应符合现行国家标准《煤矿井巷工程施工规范》GB 50511 和《煤矿井巷工程质量验收规范》GB 50213 的规定。

3.0.6 本标准适用于冰点温度高于 -2°C ,地下水流动速度不大于 5m/d ,地温不高于 25°C 的地层条件,当条件不满足时,应采取相应的技术措施。

4 冻结施工设计

4.1 一般规定

4.1.1 施工方案的选择,应根据地质、水文地质、工程地质围岩分类、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。水文地质条件应按本标准附录 A 分类,工程地质的围岩应按本标准附录 B 分类。

4.1.2 斜井冻结宜采用分段冻结施工,冻结分段的划分应与掘砌速度相适应,每冻结分段应设置封尾冻结孔。

4.1.3 冻结壁在本段井筒掘砌期间应具有隔绝地下水、承受地压的功能。

4.2 技术准备

4.2.1 施工组织设计编制时,必须有该井筒的井筒检查钻孔地质报告和下列技术资料:

- 1 矿井设计概况;
- 2 井筒主要技术特征,包括井口平面坐标及高程、井筒倾角及方位、冻结斜长、冻结起止位置等;
- 3 矿井工业场地以及冻结区域范围内和周边的地形地貌;
- 4 矿井工业场地的永久、临时设施布置图;
- 5 井壁结构设计平面图和剖面图;
- 6 矿井工业场地和斜井冻结区域内的地下管网及文物资料;
- 7 地区气象及供电供水资料。

4.2.2 应对井筒附近的水源井进行调查,收集水源井的用途、数量、方位、距离、深度,出、抽水层位及深度,抽水时间,日抽水量以及抽水影响半径等资料。

4.2.3 距离井筒 600m 范围内,不应设置水源井;在此范围内的水源井,应在冻结壁形成期间停止使用。

4.2.4 井筒检查孔应符合下列规定:

1 斜井检查孔应沿斜井轴线布置,其间距不应超过 60m,冻结起始端、中部、终止端应至少各布置 1 个检查孔;

2 检查孔不得布置在井筒掘进范围内,且距井筒中心线的水平距离不应大于 25m;

3 每个检查孔深度应超过该处斜井底板以下 30m;

4 每个检查孔成果资料应有含(隔)水层水文地质特征描述;

5 应全孔取芯,取芯率在黏土层或基岩中不宜小于 75%,在砂层、破碎带、软岩和溶洞充填物中采取率不宜小于 60%;

6 检查孔钻进过程,每钻进 30m~50m 应进行一次测斜,钻孔偏斜率不应大于 1.0%。

4.2.5 井筒检查孔地质报告资料应满足地层冻结、井壁设计要求,并应具有下列资料:

1 井筒检查孔位置、深度,检查孔主要施工工艺及主要施工过程;

2 井筒检查孔地质柱状图,包括岩性、层厚、倾角、岩芯采取率、累计深度、岩层主要特征的描述;

3 井筒穿过地层的地质构造及分段地温;

4 主要土(岩)层的常规土工试验资料及按本标准规定的人工冻土(岩)试验资料;土工试验取样的层位、深度应与冻土(岩)物理力学性能试验层位一致;人工冻土(岩)物理力学性能试验应有专项试验报告;

5 各含水层的特征,包括含水层埋深、层厚、静止水位、渗透系数、水力坡度、流向、流速、水质、水温,冲积层与基岩的水力联系,基岩掘进时预计井筒涌水量。

4.2.6 井筒检查孔地质报告中应有冻土物理力学性能试验

报告。当冲积层厚度小于 100m 时,应至少有 1 个水平的冻土试验资料;当冲积层厚度 100m~200m 时,应至少有 2 个水平的冻土试验资料。强富水性层段应增加取样。

4.2.7 每个水平的人工冻土物理力学性能试验项目应符合表 4.2.7 的规定,试验方法应符合国家现行标准《人工冻土物理力学性能试验》MT/T 593 的有关规定。

表 4.2.7 人工冻土物理力学性能试验项目

试验项目	冲积层厚度	
	<100m	100m~200m
单轴抗压强度	-5℃~-12℃ 选 3 种不同温度	-5℃~-20℃ 选 4 种不同温度
三轴剪切强度	-5℃~-12℃ 选 2~3 种不同温度	
单轴压缩蠕变	-5℃~-12℃ 选 2 种不同温度	
三轴剪切蠕变		
导热系数	测定	测定
热容量		
冻结温度		
冻胀量和冻胀力		

4.2.8 斜井冻结过程中若地层条件变化或有其他要求的,应收集相应的资料,综合分析后调整,相应技术文件应按规定审批。

4.3 冻结设计参数

4.3.1 斜井冻结垂深应根据地层埋藏条件确定,并应符合下列规定:

1 斜井冻结起始位置的井筒掘进断面底板,宜高于地下水静水位 0.5m;

2 沿斜井轴线方向冻结终端位置应使斜井井筒掘进断面顶板进入相对稳定的隔水地层 5m 以上;

3 每冻结分段冻结孔深度应穿过斜井冻结段井筒底板 5m 以上。

4.3.2 斜井井筒各冻结段单位时间需冷量可按式计算:

$$Q = \pi \cdot D \cdot \sum_1^n H_i \cdot q \cdot \eta \quad (4.3.2)$$

式中: Q ——冻结段单位时间需冷量(kcal/h);

D ——冻结管外直径(m);

H_i ——冻结管散热计算长度(m);

n ——冻结管数量(个);

q ——冻结管散热系数,可取 $q = 250 \text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 280 \text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;

η ——冷量损失系数,可取 1.2~1.3。

当地层条件超出本标准要求时,冻结管散热系数和冷量损失系数应通过论证确定。

4.3.3 井筒最大需冷量计算应满足同时处于积极冻结期和维护冻结期的各冻结段的需冷量的总和。

4.3.4 盐水温度确定应符合下列规定:

1 设计盐水温度可按表 4.3.4 选取;

2 地温高于 25℃时,盐水温度应低于表 4.3.4 的规定;

3 当土层含盐量过多时,盐水温度应经试验确定;

4 维护冻结期间盐水温度可高于表 4.3.4 的规定。

表 4.3.4 盐水温度选取值(℃)

冲积层厚度		<100m	100m~150m	150m~200m
井筒掘进宽度 或高度	≤6m	-23~25	-24~-27	-26~-30
	>6m	-24~-26	-26~-29	-29~-32

4.3.5 冻结孔排距应根据斜井井筒掘进宽度确定,当斜井井筒掘进宽度大于 4.5m 时,沿井筒走向宜布置 4~6 排竖直孔;冻结孔排间距在冲积层中不宜大于 2.6m,在基岩中不宜大于 3m。

4.3.6 斜井边排孔设计布置时,冻结孔开孔间距应符合下列规定:

- 1 冲积层中开孔间距宜为 1.4m~1.7m;
- 2 基岩层中开孔间距不宜大于 1.8m。

4.3.7 斜井中排孔设计布置时,冻结孔开孔间距宜为 1.8m~2.4m。

4.3.8 制冷站制冷能力应符合下列规定:

- 1 制冷站的制冷能力应满足斜井井筒最大需冷量要求;
- 2 制冷站的制冷能力、盐水温度、流量、冻结孔布置、冻结孔和冻结管的质量应符合冻结设计;
- 3 各段冻结时间应与井筒掘砌相适应,满足井筒连续掘砌需要。

4.3.9 冻结壁平均温度可按表 4.3.9 选取。

表 4.3.9 冻结壁平均温度选取表(℃)

冲积层厚度	顶板	侧帮	底板
≤100m	-8~-10	-6~-8	-8~-10
100m~150m	-10~-12	-8~-10	-10~-12
150m~200m	-12~-15	-10~-12	-12~-15

4.4 冻结壁厚度

4.4.1 斜井冻结壁厚度计算应根据地质条件和井筒设计确定,计算控制层的选择应符合下列规定:

- 1 冲积层厚度较浅,冻结段以砂性土层为主的井筒,应选择冲积层底部的含水层作为控制层;
- 2 冲积层较深,且中下部赋存多层黏土层的冻结井筒,应选择底部含水层和深部黏土层作为控制层位。

4.4.2 斜井冻结壁厚度选取宜符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 冻结壁选取参数表 (m)

冲积层厚度	<100	100~150	150~200	备注
顶板冻结壁厚度	≥ 5.0	≥ 5.5	≥ 6.0	—
底板冻结壁厚度	≥ 5.0	≥ 5.5	≥ 6.5	—
两帮冻结壁厚度	2.0~3.0	2.8~3.4	侧帮冻结壁 厚度应根据地 层条件合理选取	—

注:软岩段的冻结壁厚度可按冲积层冻结壁厚度确定,正常基岩段的冻结壁厚度应根据可靠封水原则确定。

4.5 冻结钻孔设计

4.5.1 斜井冻结孔布置应满足井筒顶、底板与两帮冻结壁交圈的需要,中排孔宜采用梅花布置方式。

4.5.2 冻结孔的有效冻结段实测孔间距不应超过设计最大孔间距值,当超过设计最大孔间距时应补孔。

4.5.3 温度观测孔设计应符合下列规定:

1 每冻结分段应在终孔间距偏大或较大的冻结孔界面上,井筒的左右两侧或水流上下方应布置温度观测孔。每冻结分段的温度观测孔数量不宜少于 3 个,冻结壁左右两侧应各布置 1 个~2 个外测孔,冻结孔最大斜距部位应布置 1 个~2 个内测孔;

2 冻结分段的温度观测孔布置应避开封头冻结孔;

3 无法布置水文观测孔的井筒,应增加温度观测孔的数量。

4.5.4 各冻结分段均应设置水文观测孔,水文观测孔花管应设置在冻结区域内的含水层中。

4.5.5 冻结管的有效冻结段以外部分宜采取减少冷量损失的措施。

5 冻结钻孔施工与验收

5.1 一般规定

- 5.1.1 斜井冻结钻孔施工时,应在拟冻结区的起始端和终端位置各施工 1 个取芯孔,取芯范围为井筒顶板上部和底板下部各 20m。
- 5.1.2 冻结孔钻场基础应牢固平整,可选用灰土基础;当斜井冻结钻孔深度超过 100m 时,钻机基础宜采用混凝土结构,且厚度不应小于 300mm,混凝土强度不应小于 C20。
- 5.1.3 钻孔施工时每台钻机应配备独立的泥浆循环系统,泥浆性能参数应根据不同的地层及时调整。
- 5.1.4 钻孔施工时应按本标准附录 C 进行记录。

5.2 钻孔施工质量

5.2.1 钻孔的偏斜应符合下列规定:

- 1 钻孔偏斜值应符合设计偏斜率要求,位于冲积层的钻孔偏斜率不宜大于 3‰,位于基岩或风化带的钻孔偏斜率不宜大于 5‰;
- 2 终孔在冲积层时,边排孔的最大孔间距不应大于 3.0m;
- 3 终孔在基岩或风化带时,边排孔最大孔间距不应大于 4.0m,冻结区域内部中间孔最大孔间距不应大于 5.0m;
- 4 最大孔间距不满足以上要求时应补孔。

5.2.2 钻孔测斜、纠偏和防偏应符合下列规定:

- 1 斜井井筒钻孔施工过程中必须测斜,距离有效冻结段垂距 20m 以上部分根据钻进情况可 30m~50m 测斜一次;有效冻结段钻进应 10m 测斜一次,偏斜超过设计要求时必须纠偏,符合规定后再钻进;
- 2 钻孔纠偏可采用扫孔、扩孔、铲孔纠偏法或移位法,当以上

方法达不到要求时应采用井下动力钻具定向纠偏；

3 钻孔结束后，应绘制钻孔偏斜平面图，且应符合下列规定：

- 1) 冻结孔、温度观测孔及其他用途钻孔的最终测斜资料，应绘制在同一平面图上；
- 2) 距离井筒有效冻结段垂距 20m 以上部分，应每 30m 绘制一个钻孔水平位置图；其他层位应每 10m 绘制一个钻孔水平位置图；应绘制井筒和钻孔位置关系图；
- 3) 钻孔施工过程应保存施工记录，记录格式可按本标准附录 C 执行。

5.2.3 温度观测孔施工应符合下列规定：

1 温度观测孔宜在冻结孔施工结束后施工，温度观测孔的位置应根据冻结孔的实际测斜成果及各种因素综合确定，深度不应小于冻结孔深度；

2 温度观测孔的施工质量、下放的管材材质及安装质量应符合冻结孔施工要求；

3 温度观测孔管下放安装后，不宜做水压试验，管口宜高出地面 0.5m，并应安设防护。

5.2.4 水文观测孔施工应符合下列规定：

1 每冻结分段中部应设置 1 个水文观测孔；

2 水文观测孔的深度严禁接近或穿过冻结底板区域，应终止在井筒中心位置；水文孔在有效冻结范围内的偏斜率不应大于 5‰；

3 水文观测孔处于井筒中心位置部分应设置花管，其他层位不应设置花管；花管部分必须采用滤水网等材料包扎；

4 水文观测孔管内不得穿孔钢丝等物品。

5.2.5 冻结段处于岩层或风化带时，钢管与地层之间的环形空间应进行缓凝水泥浆液置换，其置换高度应进入冲积层 10m 以上；井筒掘砌结束后冻结管内部全孔应充填水灰比为 1:1 的水泥浆，充填量不应小于冻结管容积的 90%；冻结深度小于 50m 时，可在冻结工程结束后拔出冻结管进行全孔水泥浆充填。

5.2.6 钻孔施工结束后应提交施工报告和测斜成果图等相关资料,经验收合格后方可拆除钻孔施工设备。

5.3 验收

5.3.1 冻结钻孔的偏斜、最大孔间距应符合本标准第 5.2.1 条规定和设计要求,温度观测孔符合本标准第 5.2.3 条规定和设计要求,水文观测孔符合本标准第 5.2.4 条规定和设计要求。

检查数量:逐孔检查。

检验方法:检查钻孔成孔测斜记录和成孔总平面偏斜投影图,并抽查原始测斜记录表单,抽查比例不应小于 30%。

5.3.2 钻孔深度、冻结管和供液管的下管深度不应小于设计深度。

检查数量:逐孔检查。

检验方法:检查钻孔施工记录或丈量钻具;检查冻结管、供液管的下管记录或现场抽查复测。

5.3.3 水文观测孔(或管)的位置、深度、结构应符合设计要求,并应正常报道水位变化情况。

检查数量:逐孔检查。

检验方法:检查观测孔的结构、施工记录和水文管安装原始记录。

5.3.4 钻孔与钢管之间的环形空间泥浆置换应符合本标准第 5.2.5 条的规定。

检查数量:抽查比例不应小于 30%。

检验方法:检查水泥浆的配合比试验报告及材料使用记录。

5.3.5 钻孔泥浆性能应符合冻结施工组织设计要求。

检查数量:逐孔检查。

检验方法:检查原材料合格证或化验单和泥浆性能试验记录。

5.3.6 冻结钻孔分项工程质量验收应按本标准附录 F 进行记录。

6 冻结器安装与验收

6.1 一般规定

6.1.1 斜井冻结配液、集液总管应沿斜井井筒走向布置,根据各段钻孔完成情况逐段铺设。

6.1.2 冻结管材料应选用耐低温材料,符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163 的有关规定。在材料使用温度范围内使用时,应做材料理化试验,确定材料符合要求;当使用温度超出材料要求时,应增加材料的低温力学试验以及材料的抗冲击性、韧性试验,确定材料低温工况下的适用性。

6.1.3 冻结管的安装应按本标准附录 D 进行记录。

6.2 冻结器安装

6.2.1 冻结孔的偏斜经检测符合要求后,应使用合适比重的泥浆冲洗钻孔后再下放安装冻结管,冻结管的下放深度不得小于设计冻结深度。

6.2.2 斜井冻结器安装应符合设计要求,每个冻结器应工作正常。

6.2.3 冻结管、供液管的材质及连接应符合下列规定:

1 冻结管必须采用无缝钢管,每批新钢管应抽样进行压力试验,试验压力应为 5MPa,保压时间为 30min;

2 冻结管管材应优先采用 20 号低碳钢,壁厚不小于 5mm;

3 冻结管的安装应优先采用内衬箍坡口对焊连接,管箍、焊材的材质必须与管材相适应。每个接头焊接结束后应留设冷却时间 5min~10min,再下放冻结管至钻孔内;采用螺纹管箍连接时,必须进行地面渗漏试验和连接强度试验,合格后方

可使用；

4 供液管宜优先采用聚乙烯塑料管或焊接钢管，应连接牢固、严密。供液管的外径和壁厚应符合表 6.2.3 的要求。

表 6.2.3 供液管的外径与壁厚(mm)

供液管种类	外 径	壁 厚
聚乙烯塑料管	≥ 50	≥ 5
焊接钢管	≥ 38	≥ 3

6.2.4 冻结管安装下放到设计深度后，应立即进行水压试验，试验压力应为全冻结管内盐水柱与管外清水柱的压力差及盐水泵工作压力之和的 2 倍，并保持 30min 压力下降不超过 0.05MPa，再延续 15min 压力不变为合格。

6.2.5 斜井冻结器供液宜采用分组串联方式，井筒两帮与顶底板的冻结器宜分别串联，顶、底板冻结器宜沿井筒横向串联。每个冻结器必须安装头部温差测量装置，每组冻结器的供液系统应设置阀门控制。

6.2.6 盐水总管的最高处或终端位置应安装放空装置，区段间应设置阀门，不同冻结区域的盐水流量应分别控制。

6.3 验 收

6.3.1 冻结器安装材料品种、规格、质量应符合设计要求。

检查数量：按检验批检查，每个检验批不少于 3 组。

检验方法：现场抽查和检查材料出厂合格证、抽查的检验批试验报告、焊材的烘干记录等。

6.3.2 接箍、底锥、焊条的品种、材质必须满足冻结设计要求。

检查数量：逐批检查。

检验方法：检查出厂合格证和有关试验检验报告。

6.3.3 冻结器的规格必须满足冻结设计要求。

检查数量：逐孔检查。

检验方法:检查下管记录和现场抽查。

6.3.4 冻结管的压力试验应符合冻结设计要求。

检查数量:逐孔检查。

检验方法:检查试压记录、自检报告或现场抽查复试。

6.3.5 冻结器的管材和底锥地面水压试验应符合本标准的规定。

检查数量:按检验批检查,每个检验批不少于3组;底锥逐根试验。

检验方法:抽查现场地面水压试验和试压记录。

6.3.6 冻结器的下放安装深度必须符合本标准第6.2.1条规定,对焊缝或螺纹连接位置等施工信息应记录。施工记录应按本标准附录D执行。

检查数量:逐个检查。

检验方法:检查施工记录。

6.3.7 冻结器头部安装、阀门控制装置、放空设置以及冻结器分组应易于操作。

检查数量:阀门和放空设置位置逐个检查,冻结器安装抽查数量不少于5%。

检验方法:现场检查对照、质量保证资料核查和施工记录检查相结合。

6.3.8 冻结器安装完成后,必须进行盐水供、回液系统的整体水压试验,试验压力不得小于冻结器正常工作压力的1.5倍,并检查供液系统和冻结器头部安装部分,持续15min压力不下降。

检查数量:逐个冻结器检查。

检验方法:现场检查和施工记录检查相结合。

6.3.9 水文观测管安装应符合工艺及设计要求。

检查数量:逐孔检查。

检验方法:现场检查和施工记录检查相结合。

6.3.10 温度观测管的安装验收应包括下列内容:

1 安装深度、超出地面高度及防水部件验收;

2 材料材质验收；

3 测温系统调试及原始地温测试。

检查数量：逐孔检查。

检验方法：现场检查和施工记录检查相结合。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

7 制冷站安装与验收

7.1 一般规定

7.1.1 制冷站位置应根据地形、地貌、气候、供水、供电及排水条件等因素综合确定,并且不应影响矿井永久建筑施工;制冷站厂房宜建在冻结负荷中心附近,地面高程应满足当地防洪要求。

7.1.2 制冷站厂房应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定,采用轻钢屋架、防火材料。

7.1.3 制冷站顶部和侧墙应设置通风装置,室内空气中氨浓度不超过 $30\text{mg}/\text{m}^3$,并备有急救用品和消防器材。

7.2 制冷站安装

7.2.1 制冷站氨系统安装应符合国家现行标准《氨制冷系统安装工程施工及验收规范》SBJ 12 和《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的有关规定。

7.2.2 制冷站设备、压力容器以及管路、阀门等必须清洗干净,并经压力试验合格;其盐水系统应设置盐水渗漏报警系统,并定期调试灵敏度。

7.2.3 低温管路应采用低碳钢无缝钢管,低温管路及容器应采取保温措施,保温材料应采用阻燃材料。

7.2.4 制冷站内各系统之间应满足相互调配的要求,方便调节冻结运转参数,盐水系统宜安装盐水分配器,回收的盐水应重新进入原盐水循环系统。

7.2.5 氨系统应安装紧急泄氨装置并引至室外的水池。

7.2.6 室外气温超过 30°C 时,高压贮液器、冷凝器、氨瓶等应设遮阳凉棚。

7.3 制冷站运转

7.3.1 制冷站正式运转前,应对冷却水、盐水及氨系统进行试运转,各系统应符合下列规定:

1 冷却水系统的水源供水量及水温应符合设计要求,冷却水循环系统运转正常;

2 盐水系统的盐水浓度及总流量应符合设计要求,各冻结器盐水流量基本均匀,无杂物堵塞,盐水循环系统运转正常;

3 冷却水、盐水系统试运转正常后,应首先进行试充氨,将氨系统压力控制在 $0.2\text{MPa}\sim 0.3\text{MPa}$ 之间,用试纸检漏,合格后才能正式充氨;

4 充氨量应达到设计要求,氨纯度必须达到 99.8% ;

5 充氨过程中,氨、盐水、冷却水系统运转应正常,盐水温度逐渐下降。

7.3.2 制冷站正式运转前应具备下列条件:

1 配电系统能连续正常供电;

2 影响冻结壁交圈的水井停止使用;

3 制冷站内消防栓、防毒面具、防雷装置、电气接地等安全设施齐全;

4 冷冻机易损件、仪表和冷冻机油均已备足。

7.3.3 制冷站正常运转应符合下列要求:

1 氨、冷却水、盐水循环系统温度、流量、压力正常,经过 $7\text{d}\sim 15\text{d}$ 盐水温度应逐渐下降,各冻结器回液温度正常,冻结器连接处、胶管结霜正常,发现不结霜或结霜少应查明原因并处理;

2 氨系统冷凝压力和蒸发压力应分别与冷却水温度、盐水温度相对应;

3 盐水温度应比氨蒸发温度高 $5^{\circ}\text{C}\sim 7^{\circ}\text{C}$,冷凝温度应高于冷却水出水温度 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$;

4 冷却水进出水温差应为 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$;

5 盐水去回路温差在冻结壁形成期应为 $3^{\circ}\text{C} \sim 8^{\circ}\text{C}$ ，在冻结壁维持期应小于 3°C ；

6 氨压缩机正常运转台数应达 90% 以上；各容器氨液位应正常，其中贮液器为 30%~80%，中间冷却器为 50%，蒸发器为 70%~85%，氨液分离器不超过 1/3。

7.3.4 地层冻结开始日期应符合下列条件：

1 制冷站氨、盐水、冷却水系统及供电系统应正常运转，符合设计要求；

2 制冷站试运转 3d~5d 后，盐水去路温度正常连续下降，降至 0°C 之日即为本井筒地层冻结开始日期。

7.3.5 斜井各段开冻后，盐水温度波动范围不宜高于设计盐水温度 6°C 。

7.3.6 第一冻结段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 $5^{\circ}\text{C}/\text{d}$ ；

2 当温度降至 $0^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ ，盐水的降温梯度宜为 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{d} \sim 2.5^{\circ}\text{C}/\text{d}$ ；

3 当温度降至 -20°C 以下，盐水的降温梯度宜为 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{d} \sim 1.0^{\circ}\text{C}/\text{d}$ 。

7.3.7 积极冻结期间，每冻结分段的冻结器盐水流量和每个冻结器温度应符合下列规定：

1 冻结壁形成期应定期检测每个冻结器的盐水流量与温度，且应符合设计要求；

2 每个冻结器的盐水循环量与同段盐水流量平均值的差值不宜大于 $1\text{m}^3/\text{h}$ ；

3 每个冻结器的回路盐水温度与同段回路盐水温度平均值的差值不宜大于 1°C 。

7.3.8 制冷站运转日志应符合下列规定：

1 制冷站运转时应按本标准附录 E 的规定进行记录；

2 氨压缩机运转日志应包括氨循环系统中的温度、压力、液

位,以及每次充氨量、加油量的记录;

3 每段盐水泵班运转日志应包括盐水泵电流、压力、流量、盐水箱水位及盐水温度的记录;

4 每路盐水干管盐水去回路温度,冻结器盐水流量及其头部回路盐水温度、头部胶管结霜情况的记录;

5 水源井及循环水水泵运转日志,应包括水源井冷却水的流量及水温,冷凝器进、出水温度的记录。

7.3.9 制冷站应在冻结段井壁全部施工完成后方能停止运行。

7.4 验收

7.4.1 制冷系统、冷却水系统、盐水系统的设备型号、规格、数量和安装质量应符合冻结设计要求。

检查数量:分系统检查。

检验方法:检查产品说明书、出厂合格证、安装质量验收报告。

7.4.2 制冷系统和地面盐水系统试漏应符合下列要求:

1 制冷系统和地面盐水系统试漏压力应符合表 7.4.2 的规定;

表 7.4.2 制冷系统和地面盐水管路试漏压力

系 统	设备、管路	试漏方式	试验表压力(MPa)
制冷系统	高压机排气、油氨分离器、 冷凝器、贮液桶、集油器至调节站	压气	1.8
	自低压机排出口,经中间 冷却器、高压机吸气	压气	1.4
	自调节站,经氨液分离器、 蒸发器、浮球阀至低压机吸入口	压气	1.2
	氨系统	负压	当时当地大气 压乘以 0.94
地面盐水管路	自盐水泵至去、回路总管	压水	≥ 0.75

2 氨系统压气试漏时间应为 24h,初始 6h 压力下降不应超过 0.05MPa,再持续 18h 压力不下降为合格;

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

检查数量:制冷系统按分组、分系统段检查,盐水管路按分组循环系统检查。

检验方法:检查压力试验记录和检验验收报告。

7.4.3 盐水干管的盐水流量、温度检测装置和安装质量应符合冻结施工组织设计要求。

检查数量:分项检查。

检验方法:对照设计检查盐水管路、冻结器的安装记录和检验结果。

7.4.4 冻结壁形成期盐水干管和每个冻结器的盐水温度应不高于设计值 2℃,盐水流量应符合施工组织设计要求。

检查数量:检查去路干管和每个冻结器的盐水温度及流量。

检验方法:对照设计检查每天的盐水温度实测记录,每月实测盐水流量不少于 1 次。

7.4.5 冻结壁交圈时间应符合冻结施工组织设计要求,最迟不宜超过 10d。

检查数量:检查每个水文观测管的水位。

检验方法:对照设计检查、分析不同含水层的水位变化和冻结壁交圈时间。

7.4.6 冻结壁有效厚度和平均温度应符合冻结施工组织设计要求。

检查数量:检查每个温度观测孔不同深度、不同土层的温度。

检验方法:对照设计检查、分析冻结壁的有效厚度、平均温度。

7.4.7 冷却水系统的补给水源井位置、水量和管路、储水池、排水沟的安装、施工质量应符合冻结施工组织设计的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:对照设计分项检查冷却水系统的安装(施工)记录和检验结果。

7.4.8 制冷系统的低温设备、管路和地面盐水管路的保温质量应符合冻结施工组织设计要求。

检查数量:分项检查。

检验方法:对照设计检查制冷站内、外低温设备、管路的安装记录和验收记录。

7.4.9 工程完工后应对冻结管进行充填,充填质量应符合冻结设计要求和现行国家标准《煤矿井巷工程施工规范》GB 50511 的有关规定。

检查方法:逐管检查。

检验方法:现场检查验收冻结管的充填记录。

7.4.10 制冷冻结分项工程质量验收应按本标准附录 G 的规定进行记录。

8 冻结壁检测与判断

8.1 温度观测孔检测

8.1.1 温度观测宜采用数据自动采集系统。

8.1.2 温度观测孔内测点布置,应至少在井筒掘进轮廓线的顶板上 1m、底板下 1m、井筒腰线三个层位各布置 1 个测点,监测水温 and 地层温度变化。主要含水层或控制层距离井筒掘进轮廓线顶、底板距离小于 5m 时以及地下水流速大时应加密测点。

8.1.3 温度观测孔内测温元件设置完成后,管口应封堵。

8.1.4 从制冷站正式运转至水文观测孔冒水冻结壁交圈期间,应每隔 8h~24h 观测一次;从井筒正式开挖至套壁结束期间,应每天观测一次;从套壁结束至冻结壁局部融化期间,应定时观测冻结壁温度回升解冻状况和井壁有无漏水现象,并做好原始记录。

8.2 水文观测孔检测

8.2.1 制冷站正式运转前,必须观测水文观测孔水位,实测原始静止水位应基本稳定,且与地质报告、井筒附近水源井的水位相吻合,发现水位有异常情况必须查明原因进行处理。

8.2.2 制冷站运转期间,水文观测孔水位应每天观测一次,纵向温度应每周观测一次,并应掌握井筒附近其他水源井的水位变化。

8.2.3 水位变化和冒水量变化观测应有原始记录。

8.2.4 井筒正式开挖后应观测水文观测孔冒水有无异常情况,若有异常情况,应查明原因并进行处理。

8.3 冻结壁形成判断

8.3.1 斜井冻结壁交圈形成时间,应根据水文孔冒水时间以及温

度观测孔温度资料综合分析确定,并应符合下列规定:

1 冻结段两帮冻结壁交圈时间应根据两帮温度观测孔距冻结孔距离和测点温度变化分析确定;

2 冻结壁顶、底板交圈时间应根据顶底板测点温度曲线自零度附近向负温出现拐点时间分析确定。

8.3.2 判断冻结壁形成应符合下列条件:

1 水文观测孔内水位应有规律的上升并溢出管口 7d;

2 根据温度观测孔所测井筒顶、底及两侧帮温度资料,计算冻土发展半径和扩展速度应符合设计要求;

3 盐水去回路温差逐渐减小,且应稳定;

4 水文观测孔冒水后,井筒试挖至静水位以下不少于 3m,工作面应无外来水源,同时在井筒顶、底及两侧帮四个方位探测冻结壁实际位置,分析推算冻结壁厚度,达到设计要求;

5 根据本条第 1、2、3、4 款的资料进行综合分析,判断冻结壁形成状况符合设计要求。

8.3.3 当水文观测孔无法判断冻结壁是否交圈时,冻结壁交圈状态判断应通过工作面探水方式确定。

8.3.4 井筒开挖后,应每掘进 3m~5m 检测一次裸露断面温度分布情况,温度检测点不应少于 4 个;根据实测温度资料分析冻结壁向内扩展规律,依次对两侧帮冻结孔的盐水温度及流量进行调控。

9 井筒掘进与支护

9.1 井筒掘进

9.1.1 井筒开挖前应具备下列资料：

- 1 井筒检查钻孔的地质报告及井筒地质柱状图、地层剖面图；
- 2 冻结孔、温度观测孔、水文观测孔测斜资料及冻结孔偏斜平面投影图；
- 3 温度观测孔测温资料及根据测温数据绘制出的斜井顶底板、两侧帮冻结壁预测交圈图；
- 4 水文观测孔水位变化及其纵向水温资料；
- 5 井筒工作面水位变化情况；
- 6 距井筒冻结段 600m 内的各水源井用途、数量、方位、距离、深度、抽水层位、抽水时间、日抽水量以及抽水影响半径等资料；
- 7 制冷站运转报表，包括盐水温度、流量资料，以及冷冻机组运转情况；
- 8 井壁结构施工图；
- 9 井筒掘砌施工组织设计、作业规程与安全技术措施。

9.1.2 井筒开挖应具备下列条件：

- 1 施工材料、设备均已到场，提升、运输、压风、通风、排水、供电、通信等生产系统已形成，并具备井筒连续施工条件；
- 2 斜井顶底板、两侧帮处温度观测孔测点温度达到设计要求；
- 3 水文观测孔水位上升或溢出管口 5d~7d，并保持稳定；当冻结时间达到或超过设计要求，而水文观测孔仍未冒水时，应查明

原因后综合分析决定是否开挖,否则严禁开挖;

4 未设置水文观测孔的冻结段,经测温资料分析,斜井顶、底板、两侧帮处冻结壁厚度、强度应达到设计要求;

5 应有开挖通知文件。

9.1.3 冻结法凿井的斜井井筒,可采用人工挖掘法、钻爆法或挖掘机、综掘机等机械挖掘法。人工掘进法宜采用台阶式,钻爆法和机械挖掘法宜采用全断面一次掘进方式。

9.1.4 对于掘进时间长且位移量大的区段,应先开挖井筒中部,后开挖井帮。

9.1.5 冻结段内采用钻眼爆破法施工除应符合普通凿井法有关规定外,还应符合下列规定:

1 侧帮周边炮眼布置必须对照冻结孔偏斜图,侧帮周边眼与冻结管的水平距离不得小于1.2m,周边眼间距不应大于0.45m;

2 黏性冻土层中钻眼宜选用风煤钻配麻花钻杆;岩层中炮眼深度不宜大于1.8m;土层中炮眼深度不宜大于1.6m;

3 爆破施工前,应将爆破工作面前方5m范围的冻结孔停止冻结,工作面围岩揭露后,确认冻结管无损坏,方可恢复井筒两侧帮冻结管运行;在爆破作业期间,应检查冻结器、盐水系统运转情况。

9.1.6 掘进过程中应符合下列规定:

1 因冻结壁局部未有效交圈而导致工作面冒水涌砂,必须立即停止掘进,尽快向井内灌水填砂直至静止水位或施工挡水墙实施封闭,查明原因并采取补救措施,待冻结壁具有足够强度后方可排水,继续掘进;

2 应定期检查井壁,发现井壁开裂时应立即停止掘进,分析原因,制定并采取处理措施;

3 若发现冻结管偏入井内,应立即停止该冻结管盐水循环,排出管内盐水,割除偏入部分并封闭管端,严禁将该管留在井壁内;

4 因冻结管断裂,井帮、工作面发生渗、涌盐水,应停止该冻结段盐水系统运转,排出工作面盐水,确定断裂冻结管的部位、数量和孔号,采取处理措施。

9.1.7 冻结管割除与处理应符合下列规定:

1 掘进工作面前方 6m 范围内穿过井筒掘进断面的冻结管内部盐水,应在掘进施工前抽放完毕;

2 对井筒内掘进后露出的冻结管割除,宜采用气割方式;

3 冻结管割除后应及时封闭,顶板以上的冻结管管内应充填单液水泥浆;

4 施工过程中应对封头冻结管、封尾冻结管以及底板冻结壁温度观测孔管采取保护措施。

9.1.8 分段冻结的斜井,当下一分段没有达到冻结设计要求时,掘进工作面距该冻结分段的终端不得小于 5m。

9.2 井筒支护

9.2.1 外层井壁宜采用短段掘砌施工工艺,内层井壁宜采用整体金属液压模板台车下行砌筑。

9.2.2 井筒支护应符合下列规定:

1 内层井壁的断面规格允许偏差应符合现行国家标准《煤矿井巷工程质量验收规范》GB 50213 的规定;

2 外层井壁壁后充填应饱满密实,无空帮、空顶现象;

3 混凝土表面应无裂缝、蜂窝、孔洞等现象;

4 各段内层井壁连接处宜设置橡胶止水带或钢板止水带;

5 建成后的斜井冻结段井筒每百米漏水量不应大于 $2\text{m}^3/\text{h}$,并不得有集中出水点,水中不得含沙。

9.2.3 钢棚网喷外层井壁施工应符合现行国家标准《煤矿井巷工程质量验收规范》GB 50213 的规定。

9.2.4 内层井壁施工应符合下列规定:

1 内层井壁施工前,应清除外层井壁表面上的冰霜;

2 混凝土入模温度宜大于 15°C ，低温季节施工时不应低于 10°C ，高温季节施工时不应高于 30°C ；

3 内层井壁施工时，钢模板组装规格的允许误差应为 $+10\text{mm}\sim+40\text{mm}$ ；

4 采用整体液压钢模台车施工时，必须有防粘模措施，台车长度不宜小于 6m ；

5 对已浇筑的内层井壁混凝土应适时洒水养护；

6 钢筋混凝土井壁施工，除应符合上述规定外，还应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定；

7 内层井壁墙部及拱顶浇筑应在底板浇筑后进行，必须先将底板接茬处、底板与墙部接茬处清理干净、剔成毛面，再浇筑内层井壁；底板浇筑时，宜与墙基以上 $0.5\text{m}\sim1.0\text{m}$ 高的墙部同时浇筑；

8 当外层井壁采用现浇混凝土结构且为短段掘砌施工时，内层井壁与外层井壁应错茬施工。

9.2.5 外层井壁与冻结壁之间应充填不透水和不易变形材料。

9.2.6 一次支护距离迎头工作面不应大于 0.8m ，一次支护总长度不宜超过 30m ，且每段井筒开挖至永久支护间隔时间不宜超过 20d ，永久支护完成的区段可停止该区段冻结。

9.3 施工过程检测

9.3.1 掘进过程检测应符合下列规定：

1 掘进工作面温度、冻土零度线检测应符合下列规定：

1) 检测部位：掘进工作面土(岩)层；

2) 检测方法：检测时在掘进工作面布设 $8\sim10$ 个测点，测点宜布置在拱顶、拱基线、侧帮、底板，测点深度不小于 100mm ；

3) 检测频率：每个掘进段应观测 1 次，也可视土层性质变化

调整检测频率。

2 底板冻结壁温度检测应符合下列规定：

- 1) 检测部位：斜井掘进工作面后方底板温度观测孔内；
- 2) 检测方法：各冻结分段斜井底板应至少保留 2 个温度观测孔，每个温度观测孔内测点不少于 2 个，测点间距宜为 1.3m~1.5m，自上而下布置的第 1 个测点至掘进断面底板距离宜为 1m；
- 3) 检测频率：应每 2d 进行 1 次底板冻结壁温度检测。

3 侧帮径向位移量检测应符合下列规定：

- 1) 检测部位：黏性土层段掘进工作面后方 1m 侧帮距掘进断面底板高度 1.5m 的部位；
- 2) 检测方法：两侧帮对称选 4 个点，用收敛计进行检测。

4 检测数据的收集、整理与应用应符合下列规定：

- 1) 井筒掘进时井帮温度、冻土冰点线、底板冻结壁温度由井筒冻结施工单位负责检测；侧帮位移量由井筒掘砌施工单位负责检测并记录，报送建设、监理等有关单位；
- 2) 根据收集整理的数据，施工单位应及时分析，发现影响安全施工的异常情况应立即会同有关方面研究并采取相应防范措施；
- 3) 检测工作应有专人负责，实行定岗、定员，做到及时、准确。

9.4 井筒注浆

9.4.1 井筒注浆应包括壁间注浆和基岩段壁后注浆，注浆前应编制注浆施工技术 and 安全措施。

9.4.2 注浆时间应根据凿井施工工序的转换合理安排，并应符合下列规定：

1 每冻结段停止冻结后至回冻前，井壁与冻结壁间温度应在 $0^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$ 时进行壁后注浆；

2 壁间注浆应在浇筑内层井壁后 7d 以上,且夹层周围井壁混凝土温度不低于 4℃ 时进行。

9.4.3 壁后注浆充填施工应符合下列规定:

1 壁后注浆宜采用壁后预埋注浆孔口管,预埋注浆管长度宜穿透井壁;斜长每 30m 左右布置一组注浆孔,每组注浆孔宜布置在斜井断面的拱墙处,宜为 4 个~6 个孔;注浆顺序宜为前进下行式;

2 斜井冻结段起始点和终点前后 5m 的井壁与围岩之间空隙必须加强注浆充填;

3 每段注浆前应先注清水冲洗围岩与井壁间空隙,待水路畅通后方可注浆。

9.4.4 壁间注浆充填施工应符合下列规定:

1 注浆时,内壁混凝土强度应达到设计强度的 70% 以上;

2 壁间注浆可利用内壁施工时预埋的注浆孔口管,也可利用后埋设的注浆孔口管;壁间注浆孔深宜穿透内壁进入外层井壁 50mm;斜长每 20m~30m 宜布置一组注浆孔,孔数宜为 4 个~6 个;

3 每段注浆前应先注清水,检查内壁与外壁间空隙是否畅通;段间注浆顺序宜由上而下,段内注浆顺序宜由下而上,当上一层注浆孔连续返浆后即可停止下一层注浆,直至注到拱顶结束。

9.4.5 注浆充填材料及参数应符合下列规定:

1 注浆材料宜以水泥单液浆为主,当发现吸浆量较大时,或注浆即将结束时,亦可采用水泥、水玻璃双液浆液;

2 壁后注浆压力宜大于注浆处静水压力 0.5MPa~1.5MPa;

3 壁间注浆充填压力不应大于 0.5MPa,当浆液不通畅时,也可适当提高注浆压力,但不得大于注浆处静水压力。

9.4.6 注浆充填应符合下列规定:

1 每次注浆前应先钻完前后两组注浆孔,并在注浆孔口管上

安设安全阀,进行承压试验,注浆时根据注浆顺序开启相应注浆孔口管与出浆孔口管闷盖;

2 各孔注浆结束后,必须用膨胀水泥封堵注浆孔,并采用闷盖封严。

9.4.7 注浆充填结束应符合下列要求:

1 各注浆孔的注浆压力应达到设计压力;

2 注浆压力应稳定,进浆均匀,出浆孔正常出浆,且出浆量与进浆量基本持平。

10 冻结设施处理

10.1 制冷站拆除

- 10.1.1** 制冷站拆除应制定专项安全技术措施。
- 10.1.2** 拆除前应将系统内盐水、制冷剂、废油脂排放干净并回收。
- 10.1.3** 拆除所产生的固体废弃物应按规定处理后存放于指定位置。
- 10.1.4** 设备及容器应清洗、防腐后入库。

10.2 冻结管回收

- 10.2.1** 冻结管回收前应制定冻结管回收方案。
- 10.2.2** 冻结管回收应在冻结管周围冻土解冻后进行,回收前应编制专项安全技术措施。
- 10.2.3** 冻结管起拔前应先回收供液管。

10.3 冻结管(孔)充填

- 10.3.1** 不回收冻结管时,应对冻结管充填,充填冻结管前应先回收管内供液管及盐水。
- 10.3.2** 回收冻结管时,先回收管内盐水及供液管,再起拔冻结管,最后采用水泥浆全孔充填钻孔。
- 10.3.3** 充填冻结管(孔)应采用 1 : 1 水泥浆,根据需要浆液中可加入防冻剂。充填浆液体积不得小于充填总容积的 90%,每孔必须有充填原始记录。

11 绿色施工

11.1 一般规定

11.1.1 绿色施工应符合现行国家标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905 的要求,并贯穿于设计、施工、验收各阶段。

11.1.2 绿色施工应包括施工管理、环境保护、节材、节水、节能、节地等。

11.1.3 施工组织设计中应包含绿色施工相关内容。

11.1.4 冻结工程的生产、生活等临时建筑宜按绿色施工标准组织实施。

11.2 冻结造孔阶段

11.2.1 钻场、泥浆循环系统建设应减少用地和对环境的污染。

11.2.2 造孔设备应按冻结孔深度、地层特点合理配置,实现节水、节电、节地。

11.2.3 造孔过程中产生的泥浆宜排放到特定的沉淀池,并进行循环利用,废浆和岩屑应集中处理,不得随意排放。

11.2.4 造孔质量控制应符合施工组织设计要求,减少因纠偏、补孔、重复下管带来的资源浪费。

11.3 冻结运转阶段

11.3.1 冻结运转前应编制节能降耗专项方案。

11.3.2 制冷站、盐水管路施工应符合节约用地和材料的要求。

11.3.3 冻结施工宜选取节水、节能设备。

11.3.4 盐水、制冷剂应采取防渗漏措施。

11.3.5 施工过程中冻结管割除时,宜对盐水回收利用,减少材料

消耗和对工作面的污染。

11.3.6 制冷站内宜采取降噪措施,减少噪声污染。

11.3.7 开机数量应根据掘砌速度调整,减少用水、用电量。

11.3.8 制冷站内冷却用水应保持清洁,不得随意排放。

11.4 职 业 健 康

11.4.1 施工单位应加强职业危害的防治和管理,建立、健全职业病防治责任制,做好作业场所的职业卫生和职业病防治管理工作。

11.4.2 职工上岗前应进行职业健康检查,严禁带病上岗。

11.4.3 制冷站应设机械通风装置,制冷站内氨浓度每天宜监测2次以上,室内氨浓度不得超标。

11.4.4 制冷站内应备有防毒面具、防护服等劳动保护用品。

附录 A 水文地质条件分类

A.0.1 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 $0.1\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$;

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。

A.0.2 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 $0.1\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m}) \sim 1.0\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$;

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。

A.0.3 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 $1.0\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$;

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 B 围岩分类

表 B 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, $Rb > 60\text{MPa}$; 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, $Rb = 40\text{MPa} \sim 60\text{MPa}$; 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, $Rb > 60\text{MPa}$	砾岩、胶结好的砂岩、石灰岩等
III	中等稳定岩层	1 中硬岩层, $Rb = 20\text{MPa} \sim 40\text{MPa}$; 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, $Rb = 40\text{MPa} \sim 60\text{MPa}$	砂岩、砂质泥岩、粉砂岩、石灰岩等
IV	弱稳定岩层	1 较软岩层, $Rb < 20\text{MPa}$; 2 中硬层状岩层; 3 中硬块状岩层 $Rb = 20\text{MPa} \sim 40\text{MPa}$	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

注:表中 Rb 为岩石单轴抗压强度。

续表 C

[illegible]

记录员

班长

机长_____

附录 D 冻结管安装记录表

表 D 冻结管安装记录表

孔号		管长(m)		孔深(m)		管总长(m)		管材		管材规格		年 月 日	
施工日期	月 日	编号	管长(m)		联接方式	冷却时间(min)	电焊工 签字	安装工 签字	水压试漏(MPa)	管材	管材规格	备 注	φ mm
			节长	累计					原始	30 (min)	15 (min)		
												试压压力、试压 次数,执行冻结管 安装措施	

续表 D

施工日期		编号	管长(m)		联接方式	冷却时间(min)	电焊工 签字	安装工 签字	水压试漏(MPa)			试压工 签字	备注
月	日		节长	累计					原始	30 (min)	15 (min)		
													试压压力、试压 次数,执行冻结管 安装措施

技术负责人:

技术人员:

班长:

附录 E 制冷站运转记录表

E.0.1 制冷站运转记录应符合表 E.0.1 的要求。

表 E.0.1 制冷站运转记录表

年 月 日

班别	巡视 时间	运转形式		中间 压力 (MPa)	冷凝 压力 (MPa)	盐水泵 压力 (MPa)	盐水温度(℃)		交接班 签字
		低压机	高压机				去	回	
夜 班	02:00								
	04:00								
	06:00								
	08:00								
早 班	10:00								
	12:00								
	14:00								
	16:00								
中 班	18:00								
	20:00								
	22:00								
	00:00								
备注									

E.0.2 制冷站压缩机运转记录表应符合表 E.0.2 的要求。

表 E.0.2 制冷站压缩机运转记录表

压缩机编号：		压缩机型号：		电机额定功率：		电机额定电流：				电压等级：		交班 签字	接班 签字
班别	时间	运行电流 (A)	吸气压力 (MPa)	排气压力 (MPa)	吸气温度 (℃)	排气温度 (℃)	排气温度 (℃)	油压 (MPa)	油温 (℃)				
夜班	02:00												
	04:00												
	06:00												
	08:00												
早班	10:00												
	12:00												
	14:00												
	16:00												

续表 E.0.2

压缩机编号：		压缩机型号：		电机额定功率：		电机额定电流：			电压等级：		交班 签字	接班 签字
班别	时间	运行电流 (A)	吸气压力 (MPa)	排气压力 (MPa)	吸气温度 (℃)	排气温度 (℃)	油压 (MPa)	油温 (℃)				
中班	18:00											
	20:00											
	22:00											
	00:00											
备注												

附录 F 冻结钻孔分项工程质量验收记录表

表 F 冻结钻孔分项工程质量验收记录表

单位工程名称：_____工程		部位：_____m~_____m		工程量：_____m								
主控项目	检验项目		质量情况				验收结论					
	1 冻结管及其接箍、底锥、焊条的品种、材质应符合冻结设计的要求											
	2 冻结管的直径和壁厚应符合冻结设计的要求											
	3 冻结管的压力试漏应符合冻结设计的要求											
	合格标准		检查点检查(抽查)记录				合格率					
检验项目 (设计值)		测点 部位		1	2	3	4	5	6	7	8	
4 冻结孔偏斜率 终孔间距		偏斜率		冲积层		3‰						
		风化基岩		5‰								

续表 F

主控项目	检验项目 (设计值)	合格标准		检查点检查(抽查)记录								合格率	
				测点 部位	1	2	3	4	5	6	7		8
	4 冻结孔偏斜率 终孔间距	终孔 间距	冲积层 ≤3m 风化基岩 ≤5m										
	5 冻结管下管深度不小于设计												
	6 水位观测孔的位置、深度、结构符合设计规定,正 常报道水位变化情况												
	7 钻孔泥浆性能必须符合冻结施工组织设计要求												
	施工 单位 检查 结论	项目专业技术负责人(签字): _____		验收 结论	监理工程师(或建设单位代表)(签字): _____								_____ 年____月____日

注:表中的“检查点检查(抽查)记录”栏内应填测点检测的原始数据。

附录 G 制冷冻结分项工程质量验收记录表

表 G 制冷冻结分项工程质量验收记录表

单位工程名称：_____工程

部位：_____ m～_____ m

工程量：_____ m

检 验 项 目		质 量 情 况	验 收 结 论
1	制冷站的制冷系统、冷却水系统、盐水系统的设备型号、规格、数量和安装质量应符合冻结设计要求		
2	制冷站的制冷系统和地面盐水系统的压力试漏，应符合有关规定要求		
3	冻结器、盐水干管的盐水流量、温度检测装置和安装质量应符合冻结施工组织设计要求		
4	冻结壁形成期的盐水温度应不高于设计值 2℃；盐水流量应符合施工组织设计要求		
5	冻结壁的交圈时间应符合冻结施工组织设计的要求，延迟不应超过 10d		
6	冻结壁有效厚度和平均温度应满足井筒冻结段安全、连续施工的要求		

续表 G

检 验 项 目		质 量 情 况		验 收 结 论
7	冻结管安全工作状况应能满足井筒冻结段安全掘砌的要求			
8	制冷站冷却水系统的补给水源井位置、水量和管路、储水池、排水沟的安装、施工质量应能满足冻结施工组织设计的要求			
9	制冷站制冷系统的低温设备、管路和地面盐水管路的保温质量应符合冻结施工组织设计要求			
10	冻结管的充填质量应符合冻结设计要求			
施工 单位 检查 结论	项目专业技术负责人(签字): _____ _____年____月____日	验收 结论	监理工程师(或建设单位代表) (签字): _____ _____年____月____日	

附录 H 冻结分部工程质量验收记录表

表 H 冻结分部工程质量验收记录表

分部工程名称：_____冻结工程

部位：_____m~_____m

工程量：_____m

序号	分项工程名称	项数	施工单位检查结果	验收核查意见
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

续表 H

序号	分项工程名称	项数	施工单位检查结果	验收核查意见
13				
14				
15				
16				
施工单位检查结论		项目经理(签字): _____ _____年____月____日		
综合核定结论		总监理工程师(或建设单位代表)(签字): _____ _____年____月____日		

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,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

《建筑设计防火规范》GB 50016

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《煤矿井巷工程质量验收规范》GB 50213

《工业金属管道工程施工规范》GB 50235

《煤矿井巷工程施工规范》GB 50511

《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905

《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163

《人工冻土物理力学性能试验》MT/T 593

《氨制冷系统安装工程施工及验收规范》SBJ 12