

井巷工程施工手册

第十六篇 冻结法施工

煤炭工业出版社

井巷工程施工手册

第十六篇 冻结法施工

《井巷工程施工手册》编写组

煤炭工业出版社

总 审 校: 沈季良、崔云龙

第十六篇

主编单位: 淮南煤矿基地建设指挥部

参加单位: 煤炭科学研究院建井所 两淮基地建设指挥部特雷公司、
丰沛矿区建设指挥部 邯邢煤炭建设指挥部、
淮北煤矿基地建设指挥部 淮 南 煤 炭 学 院

审 校: 徐光济、陈文豹、汤志斌

编 写: 徐光济、陈文豹、孙宗林、曹念忠、刘尚和、伍期建、刘万禧、
吴学儒、汤志斌、王学金、张崇霖

2004/12/24

井巷工程施工手册

第十六篇 冻结法施工

《井巷工程施工手册》编写组

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门内和平北路15号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₁₆

印张27 插页2

字数639千字

印数1—7,000

1980年12月第1版

1980年12月第1次印刷

书号15035·2320

定价3.35元

出 版 说 明

建国三十年来，煤炭工业取得了巨大的成就。煤炭基本建设正以前所未有的速度向前发展。为了总结和推广煤矿基本建设战线广大群众创造的新技术、新工艺、新材料、新设备和先进经验，向从事矿山井巷施工人员提供必要的技术资料，以适应新时期总任务对高速度发展煤炭工业的要求，我们编辑出版了《井巷工程施工手册》。

《井巷工程施工手册》是一本反映井巷工程施工技术的工具书，主要供有一定专业基础知识和实践经验的、在现场直接组织与指挥施工的工程技术人员查阅使用。也可供有关专业的院校师生和科研人员参考。

《井巷工程施工手册》是根据党和国家的有关方针政策和大量的生产实践，本着科学性、先进性和实用性的原则编写的。在内容上，主要包括井巷工程常用技术资料与工程材料；地质、测量与矿图；机电设备与设施；普通与特殊施工方法和凿井工艺；灾害的预防与处理；施工组织与管理等部分，共分二十篇。在资料的取舍上，以目前新技术为主，兼顾一般常用施工技术，注意介绍国内外带有发展方向的先进技术；以井巷施工为主，兼有部分设计、计算、基本原理和部分土建、安装方面的内容。表达形式着重于条理化、图表化，力求做到简明、实用、查阅方便。

《井巷工程施工手册》在煤炭部党组领导下，由部基本建设局、科技局、设计管理局、技术委员会、科技情报研究所共同负责组织。参加编写的有施工、科研、设计、大专院校等共计四十个单位，一百余人。同时，开滦、梅田矿务局等许多单位和有关人员参加了审稿或提供了资料。冶金部、一机部、铁道部等有关单位，对《手册》的编写工作给予了热情支持。对于各单位的大力支持与帮助，特致谢意。

《井巷工程施工手册》篇幅较大，为了早日与广大读者见面，广泛征求意见，先出单行本，以后再按普通法施工和特殊法施工出合订本。

目 录

第十六篇 冻结法施工

第一章 冻结法施工概况	16-2
第一节 冻结法施工的实质及其应用	16-2
一、冻结法施工的实质	16-2
二、冻结法凿井的施工程序	16-2
三、冻结法的适用条件及应用范围	16-2
第二节 冻结法凿井的现状	16-2
一、打钻测斜技术	16-4
二、制冷冻结技术	16-5
三、井筒掘砌	16-7
四、冻结施工过程的检测技术	16-9
五、冻结基础理论研究	16-9
第二章 工程地质条件及其与冻结的关系	16-10
第一节 冻结施工对地质资料的要求	16-10
一、冻结施工矿区的地质特征	16-10
二、冻结施工对地质资料的要求	16-10
第二节 土中水与冻结的关系	16-11
一、土的热物理性质指标	16-11
二、对冻结施工影响较大的不稳定地层	16-11
三、土中水的分类及水理性质	16-12
四、土中含湿量	16-13
五、土中水对冻结的影响	16-15
六、地下水动态对冻结的影响	16-19
第三节 冻土物理力学性质	16-22
一、冻土的基本特性	16-22
二、冻土的物理力学性质	16-27
第三章 冻结施工常用设备	16-33
第一节 冷冻设备及附件	16-33
一、冷冻设备	16-33
二、氨制冷辅助设备及其附件	16-39
三、氨阀门	16-65
四、冷冻站自控元件	16-67
五、盐水泵	16-69
六、深井泵	16-73
第二节 打钻设备、器材和工具	16-74

一、钻机	16-74
二、钻塔	16-75
三、泥浆泵	16-76
四、柴油机	16-76
五、钻具	16-77
六、其它器具	16-88
第四章 冻结法施工组织设计的编制	16-93
第一节 冻结法施工组织设计编写内容	16-93
第二节 冻结方案设计编写大纲	16-93
第三节 打钻工程施工组织设计的编写大纲	16-94
第四节 冻结施工组织设计编写大纲	16-95
第五节 冻结段掘砌施工组织设计的编写大纲	16-98
第五章 冻结施工方案	16-100
第一节 冻结深度与冻结施工方案分类	16-100
一、冻结深度	16-100
二、冻结施工方案分类	16-101
第二节 立井冻结施工方案	16-101
一、一次冻结全深	16-101
二、差异冻结	16-104
三、局部冻结	16-107
四、分期冻结	16-111
第三节 斜井冻结方案	16-114
一、斜井冻结型式	16-114
二、斜井常用的冻结方案对比	16-117
三、国内部分斜井直孔冻结的主要技术指标	16-117
四、卜弋桥斜井直孔冻结施工实例	16-118
第四节 风道口冻结施工方案	16-119
第六章 冻结技术设计	16-121
第一节 冻结壁设计及钻孔布置	16-121
一、冻结壁平均温度的确定	16-121
二、冻结壁厚度计算	16-123
三、钻孔布置	16-127
四、冻结壁及钻孔布置的设计实例	16-129
第二节 氨制冷系统设计	16-131
一、氨循环系统	16-131
二、冻结管的散热能力和冷冻站的需冷量	16-131
三、制冷剂与冷冻机	16-132
四、单级与串联双级压缩制冷的应用	16-149
五、单级压缩制冷计算	16-150
六、串联双级压缩制冷计算	16-158
七、氨系统附属器材的选用和计算	16-162
八、制冷系统计算实例	16-167

第三节 盐水系统的设计	16-172
一、盐水循环系统	16-172
二、盐水管路	16-172
三、冷媒剂	16-174
四、盐水泵	16-183
五、盐水管路和盐水泵计算实例	16-184
第四节 冷却水系统设计	16-185
一、冷却水	16-185
二、水源井	16-188
三、冷却水计算实例	16-189
第五节 低温管路和设备的隔热	16-189
一、冷量损失的估算	16-189
二、隔热材料	16-190
三、隔热工程的热工计算	16-193
第六节 冻结壁形成和自然解冻	16-197
一、冻结壁的形成	16-197
二、冻结壁自然解冻	16-202
第七章 打钻工程	16-203
第一节 施工准备及临时建筑	16-203
一、准备工作内容	16-203
二、打钻临时建筑物面积	16-203
第二节 钻场施工	16-204
一、钻场结构和布置	16-204
二、钻场基础施工	16-205
第三节 泥浆	16-207
一、泥浆站	16-207
二、泥浆配制	16-208
三、打钻过程中泥浆的净化与调配	16-211
四、泥浆检验器具	16-211
第四节 打钻设备安装	16-211
一、打钻常用设备和安装顺序	16-211
二、滑动底盘	16-212
三、钻机布局 and 整体移动	16-213
四、四角钻塔的改制和安装	16-214
五、泥浆泵的安装	16-215
六、泥浆管路的安装	16-216
七、打钻设备安装质量要求	16-216
第五节 钻孔施工	16-217
一、钻孔的质量和施工方法	16-217
二、钻具选择及管材配套	16-217
三、钻进技术参数	16-218
四、加重管	16-219

五、扶正器	16-221
六、稳压匀速给进	16-221
七、开孔钻进	16-224
八、正常钻进	16-225
九、防偏和纠斜	16-225
十、钻孔漏水的预防和处理	16-227
十一、钻孔常见事故处理	16-227
第六节 冻结管安装、验收	16-228
一、冻结管结构及要求	16-228
二、冻结管的下放与试漏	16-229
三、冻结孔的验收及漏孔处理	16-230
第七节 冻结孔的测斜	16-230
一、冻结孔测斜工作要求	16-230
二、经纬仪灯光测斜法	16-231
三、陀螺仪测斜法(JDT-2型)	16-235
四、测量结果图的绘制	16-239
第八节 水源井施工	16-242
一、水源井的特点和结构	16-242
二、井管和过滤器	16-243
三、压风洗井	16-247
第八章 冷冻站的安装、运转与维护	16-249
第一节 冷冻站安装前的准备工作	16-249
一、冷冻设备的安装程序	16-249
二、冷冻站的位置及房屋建筑要求	16-250
三、冷冻站工程项目及施工程序	16-250
四、设备基础、循环水池、盐水干管沟槽及环形沟槽施工	16-250
第二节 制冷系统安装	16-254
一、氨系统安装	16-254
二、盐水系统安装	16-260
三、冷却水系统的安装	16-263
四、低温管路和设备的隔热工作	16-263
五、灌盐水及充氮	16-264
第三节 冷冻站供配电	16-265
一、供电的特点及要求	16-265
二、供电系统	16-266
三、变(配)电室的位置及平面布置	16-269
四、用需要系数法计算变(配)电室的负荷	16-270
五、变(配)电设备的选择	16-273
六、冻结站电动机的起动及控制	16-276
第四节 冷冻站的运转、维护及检测	16-287
一、冷冻站制冷设备的运转	16-287
二、制冷设备的使用维护	16-290

三、氨压缩机不正常现象和常见故障的原因及消除方法	16-294
四、压缩机检修的时间及内容	16-301
五、冷冻站的安全注意事项	16-301
六、冻结过程中易发生的问题及处理方法	16-302
第五节 冻结过程的检测与冷量控制	16-303
一、冻结过程的检测	16-303
二、冻结期的划分及冷量控制	16-304
第六节 制冷设备的自动控制	16-304
一、氨压缩机和电动机的安全保护自动控制	16-304
二、氨压缩机的附属设备自动控制	16-304
三、压缩机的自动卸载	16-305
四、自动化系统常见故障、原因及排除方法	16-308
第九章 冻结段掘进	16-310
第一节 开挖时间的确定及开挖前的准备工作	16-310
一、井筒试挖和正式开挖的条件及时间估算	16-310
二、井筒开挖前的准备工作	16-312
第二节 冻结段掘进的特点和施工方法	16-313
一、冻结段掘进的特点及要求	16-313
二、冻结段的掘进方法	16-313
第三节 掘进工作应注意的几个问题	16-317
一、掘进段高的确定	16-317
二、压风管路和风动工具的防冻措施	16-319
三、掘进中遇见的问题及预防处理措施	16-320
第十章 冻结井筒砌壁	16-323
第一节 井壁结构	16-323
一、冻结井筒筑壁的特点及要求	16-323
二、井壁结构型式及适用条件	16-323
第二节 混凝土的基本特性和配制	16-327
一、混凝土的标号要求	16-327
二、混凝土拌合料技术要求	16-328
三、混凝土配合比和水灰比	16-328
四、冻结井筒井壁混凝土特征	16-329
第三节 单层及外层井壁施工	16-335
一、砌块井壁施工	16-335
二、混凝土井壁施工	16-337
第四节 内层井壁施工	16-346
一、滑模套壁	16-346
二、防水夹层施工	16-376
三、金属活动模板筑壁	16-377
第五节 井壁质量分析及防治	16-378
一、井壁漏水	16-378
二、井壁压坏	16-379

第十一章	冻结段快速施工	16-380
第一节	冻结井筒快速施工现状	16-380
第二节	冻结段快速施工的主要措施	16-381
一、	处理好冻结与掘砌的关系	16-381
二、	提高冻土破装机械化水平和提升能力	16-386
三、	采用筑壁新工艺, 实现多工序平行作业	16-386
四、	加强施工技术管理, 实行正规循环作业	16-387
第十二章	冻结法凿井的检测工作	16-389
第一节	检测工作的目的、内容及手段	16-389
第二节	冷冻系统、冻结壁和井壁温度的测量	16-389
一、	常用温度计的性能及适用条件	16-389
二、	热电偶测温	16-390
三、	热电阻测温	16-397
四、	温度集中检测	16-398
第三节	冻结制冷三大循环系统的流量检测	16-400
一、	液氨、盐水、水检测常用的流量计	16-400
二、	BLD型电磁流量计	16-400
三、	LW型涡轮流量计	16-402
四、	孔板流量计	16-403
五、	常用叶轮式流量计的技术特征及工作条件	16-405
第四节	井壁内外力的测量	16-405
一、	冻结压力和永久地压的测量	16-405
二、	钢筋应力的测量	16-407
三、	混凝土应变和应力的测量	16-408
第五节	冻结壁和井壁的其他检测方法	16-410
一、	冻结壁位移的测量方法、步骤及优缺点	16-410
二、	用超声波测量冻结壁的厚度	16-411
三、	混凝土井壁的无破损检测	16-412
第十三章	收尾工作	16-413
第一节	回收液氨和盐水	16-413
一、	液氨回收的方法及注意事项	16-413
二、	盐水回收的方法、贮运及注意事项	16-414
第二节	冷冻设备和管路的拆除	16-414
一、	拆除步骤	16-414
二、	拆除注意事项	16-414
第三节	拔管和充填	16-415
一、	拔管	16-415
二、	冻结孔充填	16-419
三、	冻结井地表沉降	16-420

第十六篇

冻结法施工

第十六篇 冻 结 法 施 工

第一章 冻结法施工概况

第一节 冻结法施工的实质及其应用

一、冻结法施工的实质

冻结法施工是藉助于人工制冷手段暂时加固不稳定地层和隔绝地下水的一种特殊施工方法。如图16-1-1所示,首先在拟开凿井筒的周围打一定数量的钻孔,孔内装有带底锥的冻结器,以便输送低温盐水进行热交换,吸收管子周围地层的热量,使之降温以致冻结。随着冻结工作的延续,各钻孔周围的冻结圆柱不断扩大而连成不透水的且能抵抗地压和水压的冻结圆筒,尔后在冻结壁保护下进行井筒的掘砌工作。

二、冻结法凿井的施工程序

冻结法施工包括打钻、冻结、井筒掘砌三大内容。根据现有施工装备和工艺要求,主要施工程序如下:

1. 根据检查孔资料,编制冻结施工技术设计,做好打钻、冻结所需要的设备、材料等的准备工作;
2. 打钻开始前应做好冻结孔的测量定位,环形轨道的铺设,泥浆站、灰土盘及钻机的安装、在冻结孔施工期间(包括打钻、测斜、下管、试漏)应修建冷冻站和安装冷冻设备,施工水源井和安装冷却水管路,施工冷冻沟槽和安装盐水管路;
3. 在井筒积极冻结的同时,要抓好井架和提绞设备的安装,施工队伍的培训以及井筒开凿的各项准备工作;
4. 冻结段掘砌结束后,要抓紧进行氨和盐水的回收工作,拆除冷冻设备和管路,拔冻结管和冻结孔充填,并尽快转入非冻结段施工。

三、冻结法的适用条件及应用范围

1. 适用条件:冻结法既适用于松散不稳定的冲积层和裂隙含水岩层,也适用于淤泥、松软泥岩以及含水量特大、水头特高的地层,并成功地通过许多含盐地层;它既可作为地质条件复杂的矿井工程正规施工方法,又可作为工程抢险和事故处理的手段。
2. 应用范围:冻结法被广泛地用于矿山井巷工程——立井、斜井、平巷、马头门等的施工,并已用来施工地下铁道、桥墩、港口、大容积地下硐室以及深基础工程等。

第二节 冻结法凿井的现状

冻结法凿井已有百年历史,它是一种理论上和实践上比较成熟的特殊施工方法。特别是近三十年来,冻结法凿井技术发展很快,除打钻、冻结、掘砌的设备和施工过程的检测控制手段有较大改进外,基础理论也得到不断的提高和完善。世界主要产煤国家把冻结法作为在深厚冲积层和特大含水基岩中施工的一种安全、可靠、经济的方法加以推广。据不完全统计,国内外用冻结法已施工了八百多个立井井筒,冻结总深度达十多万米,最大冻结深度为930米(见表16-1-1)。

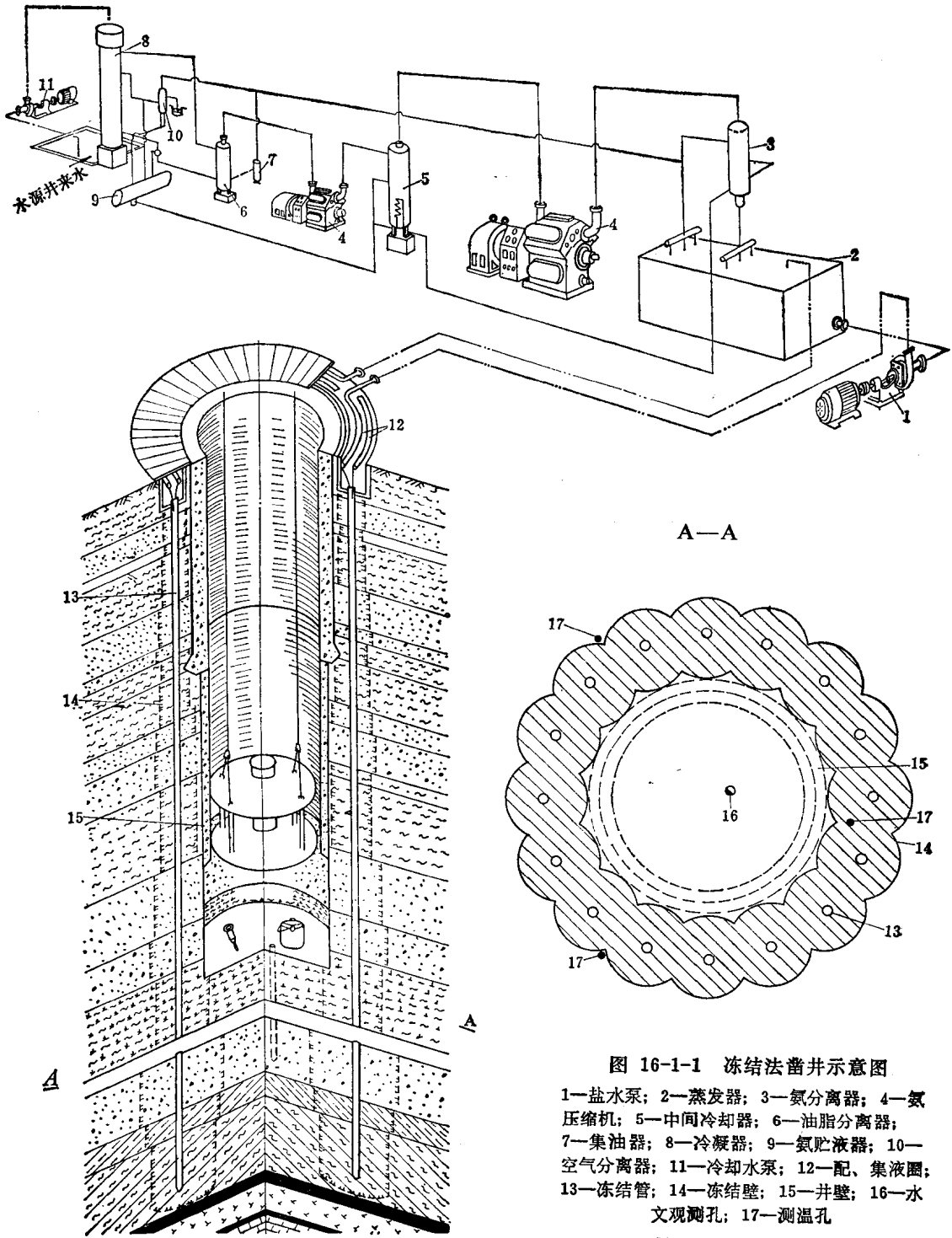


表 16-1-1 国外最大冻结深度

国 名	最大冻结深度 (米)	冲积层最大埋深 (米)
英 国	930	40
加 拿 大	915	
波 兰	726	<200
比 利 时	638	215
苏 联	620	
西 德	582	258
法 国	550	
荷 兰	338	>170

我国自1955年应用冻结法凿井以来,已建成和正在施工的立井井筒达180多个,冻结总深度近2.8万米,丰富了冻结法凿井技术,基本上解决了300米以内冲积层的凿井问题,并开始向冻结更深的冲积层(400~500米)进军。但在施工设备、检测手段、科学管理和冻结基础理论研究方面与先进国家相比还有一定差距。

一、打钻测斜技术

(一) 打 钻

打冻结孔用的钻机可概括为冲击钻机、立轴旋转钻机和转盘旋转钻机三种形式。冲击钻机的垂直度较好,但速度慢,现已被淘汰;立轴旋转钻机较冲击钻机钻进速度快,但一般扭矩较小,钻孔垂直度较差,只能满足浅冻结孔的打钻要求;转盘旋转钻机较前者的速度快、垂直好,配上涡轮钻具纠偏或定向钻进更能满足深冻结孔的打钻速度和偏斜度的要求。美国、西德、英国等已普遍采用转盘汽车钻机打冻结孔(见表16-1-2),颇能适应冻结孔施工的需要。根据资料分析,国外冻结孔打钻设备具有以下特点:

1. 转盘钻机:

转盘扭矩为1.0吨·米(当转速为80转/分时)左右;

钻机功率 ≥ 200 马力;

绞车快绳(单绳)提升能力 ≥ 6 吨;

钻杆直径为 $3\frac{1}{2} \sim 4\frac{1}{2}$ 英寸;

钻铤直径为7英寸;

涡轮钻具直径为 $5 \sim 6\frac{1}{2}$ 英寸;

钻机可以车装工作,也可以装在底盘上工作。

2. 泥浆泵:为了适应涡轮钻具钻进的需要,采用高扬程大流量的双缸双作用泥浆泵,最大流量 ≥ 1.1 米³/分,当压力为40公斤/厘米²时的流量大于或等于0.8米³/分。

3. 打钻工艺:根据不同地层选用钻头(金刚石钻头、三牙轮钻头、刮刀钻头)。钻、测、纠密切配合,定深测斜,发现偏斜及时纠正,采用涡轮钻具纠偏或定向钻进。

国内冻结孔打钻基本上还是采用XB-1000立轴旋转钻机,扭矩小(0.38吨·米),钻深300米时的台月效率为1000米左右,偏斜率为0.5%左右,不能适应深冻结孔(≥ 300 米)打钻的需要。

表 16-1-2 国外冻结孔钻进技术

国别	设 备						适用深度 (米)	使用效果
	钻 机			泥 浆 泵				
	型 号	当转速为80转/分时的转盘扭矩 (吨·米)	绞车快绳 (单绳) 提升能力 (吨)	型 号	压 力 (公斤/厘米 ²)	流 量 (米 ³ /分)		
美国 英国 加拿大	SS-35	>1	>8	双缸双作用柱塞泵	17.8 40.0	1.86 0.87	300~500	钻具台月效率为3000~4000米, 配上涡轮钻具纠偏定向钻进后, 钻孔偏斜方向和偏斜值基本上可以人为的加以控制
	IDECO-40				31.5	2.10	≥500	
西 德	B ₁ A	0.75	7	双缸双作用柱塞泵	20.0 39.0	1.575 0.80	200~300	钻机的台月效率为2000~3000米, 钻孔偏斜率为0.1%左右, 设计终孔最大偏斜值为0.5米
	B ₁	0.855	10		20.4 95.8	2.37 0.509	300~400	
苏 联	БШ-1型, УТЗ-3		6	9МГР-61	41.0	1.0	200~300	钻机台月效率为2000米左右, 偏斜率为0.3%左右
	2БА15Н, УРБ-4ПМШ	1.0	>6	9МГР-61 (2台)			300~500	
	УБЗШ-2 УБЗШ-3	>1.0					≥500	钻孔深620米时的钻机台月效率为1200~1650米

(二) 测 斜

测斜是及时发现钻孔偏斜和确保成孔垂直度的重要措施。国外主要采用陀螺测斜仪和罗盘测斜仪 (见表16-1-3) 检查冻结孔的偏斜情况, 并已研制出小直径高精度测斜仪, 直接在钻杆中测斜, 大大缩短了测斜时间。

国内浅冻结孔一般采用经纬仪灯光测斜, 深孔或成孔则采用 JDT-2 型陀螺测斜仪测斜, 井下仪器直径为89毫米, 顶角误差为±5'。为了适应深冻结孔 (>300米) 和不提钻测斜的需要, 正在研制JDT-3型小直径高精度陀螺测斜仪, 井下仪直径60毫米, 顶角误差±5'。

表 16-1-3 国外冻结孔测斜仪

国 别	陀 螺 测 斜 仪			备 注
	型 号	顶角误差	井下仪器直径 (毫米)	
美 国	RG-1型单点磁罗盘测斜仪	±2'	32	井下仪器直接在防磁钻杆或钢管内测斜
西 德	KL ₃ 陀螺照像测斜仪	10'	78	提钻测斜
英 国	航海型陀螺测斜仪	±15'		提钻测斜
苏 联	矿工牌陀螺测斜仪	±10'		
波 兰	И-477-И 陀螺测斜仪	±2'		提钻测斜

二、制冷冻结技术

(一) 制冷剂与冷媒剂

制冷剂 and 冷媒剂要根据冻结温度确定。国外浅井的冻结温度一般为 $-20\sim-25^{\circ}\text{C}$ ，采用氨作制冷剂和单一氟盐溶液作冷媒剂（见表16-1-4）；深井或含盐地层的冻结温度一般为 $-35\sim-45^{\circ}\text{C}$ ，趋向于采用氟化物作制冷剂和几种氟盐混合溶液作冷媒剂；建筑物基础或浅部巷道冻结趋向于采用液氮直接汽化，冻结温度达 -190°C 。

国内冻结法施工一直采用氨作为制冷剂和氯化钙溶液作为冷媒剂，最低温度达 -33°C 。随着冻结深度的增大和冻结温度的降低，应当试验更加适用的制冷剂和冷媒剂。

表 16-1-4 国外冻结法凿井常用的制冷剂与冷媒剂

国 别	最低冻结温度 ($^{\circ}\text{C}$)	制 冷 剂	冷 媒 剂
西 德 加 拿 大 英 国	-30	氨 (NH_3)	氯化锂、氯化镁或氯化钙溶液
	-45	三氟溴甲烷 (CBrF_3)	85%氯化钙+5%甲醇+10%氯化镁的混合溶液
苏 联 波 兰	-45	二氯甲烷 (CH_2Cl_2)	氯化钠、氯化镁、氯化钙的混合溶液
	-35	氨 (NH_3)	氯化钙溶液

(二) 冻结管与供液管

冻结管材应当是耐低温材料制成。国外采用特定钢号的无缝钢管作冻结管（见表16-1-5）和聚乙烯软管作供液管。为了满足深井低温冻结的需要，西德已试验应用在低温条件下具有高韧性的厚壁冻结管，丝扣连接，而连接部位的断面和强度不削弱；波兰正在试验加铝脱氧45号钢制成的耐低温冻结管；苏联已试验推广“T3K”型在 -50°C 下具有良好柔性的冻结管，丝扣连接，并建议按冻结温度和工作条件选用冻结管（见表16-1-6）。

表 16-1-5 国外冻结法凿井常用的冻结管与供液管

国 别	冻 结 管			供 液 管	
	材 质	规 格	连接方式	材 质	规 格
西 德	55.29号钢材制成的无缝钢管（西德工业标准号4930DIN）	$\phi 139 \times 7.5$ 毫米	丝 扣	聚乙烯软管	$\phi 70 \sim 86 \times 5$ 毫米
苏 联	EM钢制成的无缝钢管（ГОСТ-632-57）	$\phi 146 \times 6 \sim 10$ 毫米	丝 扣	聚乙烯软管	$\phi 46 \sim 60 \times 4 \sim 5.5$ 毫米
波 兰	标准无缝钢管	$\phi 141 \times 8.5$ 毫米	丝 扣	聚乙烯软管	$\phi 75 \times 5$ 毫米

表 16-1-6 苏联建议按冻结温度和工作条件选用冻结管

分 类 号	钢 号	管子型号 钢材强度号	盐水温度 ($^{\circ}\text{C}$)	技 术 规 范
I	X	套管型 X	-20	ГОСТ-632-64
II	38XHM	套管型 E	-30	ГОСТ-632-64
III	35	套管型 35号钢	-40	ГОСТ-632-64
IV	35	T3K型	-50	按照T3K管技术规范

国内常用的冻结管为10~20号低碳钢和DZ-42中碳钢制成的无缝钢管，钢号和规格（ $\phi 127 \sim 168 \times 5 \sim 10$ 毫米）变化大，多数为管箍焊接，少数为丝扣连接。由于管子材质

杂，质量难以保证，断管现象较多，应当引起重视。供液管已推广使用 $\phi 45 \times 5 \sim \phi 62 \times 6$ 毫米的聚乙烯软管，管径偏小，质量不稳定，有待于改进。

(三) 冷冻站

冻结法凿井的冷冻站为临时生产冷量的场所，国外已向标准化、自动化和移动式方向发展（见表16-1-7）。

表 16-1-7 国外冻结法凿井的冷冻站

国 别	特 点	备 注
西 德 英 国	1. 广泛应用螺杆式冷冻机，总容量小，台数少，效率高，型号单一化，设备趋向于中型化 2. 高度自动化，人少，故障少 3. 制冷设备（包括盐水泵、冷却水泵）分组安装在便于移动的滑动框架上，占地少，安装、拆卸、吊运方便	设备总容量小的原因： 1. 冻结管导热系数取140千卡/米 ² （不包括管路冷量损失） 2. 不考虑备用冷冻机
苏 联	1. 冷冻机的总容量大，螺杆式冷冻机，单机双级压缩制冷，设备趋向于中大大型化，台数少 2. 初步实现自动化 3. 部分冷冻站实现移动式	设备总容量大的原因： 1. 冻结管导热系数取200~250千卡/米 ² （不包括管路冷量损失） 2. 管路及设备的冷量损失系数取1.15~1.25 3. 考虑10~20%的备用冷冻机

西德、英国、苏联、波兰均已广泛应用螺杆式冷冻机，体积小，效率高，可以任意调整压缩比，加上设备单一化，为推广移动式冷冻站提供了前提条件。西德、英国的冷冻站已高度自动化，实现集中控制、自动检测、科学管理，人少故障少。西德、英国已推广移动式冷冻站，把制冷机组及盐水泵、冷却水泵等安装在一个便于移动的滑动框架上，这样的冷冻站占地少，安装、拆卸和吊运都很方便。国内基本上采用往复式冷冻机，串联双级压缩制冷，效率低，制冷温度也受到限制；螺杆式冷冻机尚处在试用阶段；冷冻站基本上靠人工操作，自动化尚处在试验阶段；冷冻设备全部安装在混凝土基础上，占地面积广，施工量大，费用高，安装、拆卸和吊运困难。

三、井筒掘砌

(一) 掘 进

国外一般要求冻土扩入井帮后才进行开挖，冲积层部分采用短段（3~7米）掘砌，悬吊式重型风镐破碎冻土，抓岩机装岩（见表16-1-8）；基岩部分采用钻爆法施工，掘砌段高一般为10~30米，金属网锚杆临时支护。国内由于冻结孔布置圈径较大，冲积层部分一般在冻土未扩入井帮就提前开挖、短段掘砌，采用轻型风镐或风铲破碎冻土，开始推广DW型冻土挖掘机（履带行走，液压传动，重型风镐破土），人工装岩；基岩部分采用钻爆法施工，浅打眼少装药，以松动冻土为原则。

(二) 砌 壁

冻结井筒的井壁必须具有足够的强度和良好的隔水性能。

国外非常重视冻结井筒的井壁质量，要求井壁坚固牢靠，确保井壁不压坏和不漏水。由于冻结段井壁所处的地质条件复杂，强调通过试验弄清各种结构的受力特点和防水性能，根据不同的地质条件选用合理的井壁结构及施工工艺。表16-1-9列举深冻结井常用的

9
3
0

②