

中华人民共和国水利行业标准

SL 166—2010

替代 SL 166—96

水利水电工程坑探规程

**Specification for exploratory adits, shafts and trenches
of water conservancy and hydroelectric projects**

2010-10-11 发布

2011-01-11 实施



中华人民共和国水利部 发布

2010 000 490000

中华人民共和国水利部
关于批准发布水利行业标准的公告

2010 年第 39 号

中华人民共和国水利部批准《水利水电工程坑探规程》(SL 166—2010) 标准为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水利水电工程 坑探规程	SL 166—2010	SL 166—96	2010.10.11	2011.01.11

二〇一〇年十月十一日

前 言

根据水利部水利水电规划设计管理局水总科〔2008〕727号《关于召开水利水电勘测设计技术标准编制工作会议的通知》，按《水利技术标准编写规定》（SL 1—2002）的规定，对《水利水电工程坑探规程》（SL 166—96）进行了修订。

修订编制的《水利水电工程坑探规程》共10章19节128条和4个附录，主要技术内容包括：

- 坑探规程的适用范围；
- 坑探工程的基本任务、工作程序、施工安全等的要求；
- 探坑、探槽、探硐、探井的布置和施工开挖、施工安全、质量验收等的要求；
- 坑探工程爆破及爆破器材管理的规定。

对SL 166—96修订的主要内容：

- 对结构、体例格式及表述用语做了调整、修订；
- 增加了术语、一般规定、施工记录和报告、质量验收等的内容；
- 对正文、附录和条文说明的内容进行了补充、修订。

本规程所替代标准的历次版本为：

- SL 166—96

本规程批准部门：中华人民共和国水利部

本规程主持机构：水利部水利水电规划设计总局

本规程解释单位：水利部水利水电规划设计总局

本规程主编单位：中水北方勘测设计研究有限责任公司

本规程参编单位：广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院

北京市水利规划设计研究院

本规程出版、发行单位：中国水利水电出版社

本规程主要起草人：杨计申 贾国臣 罗继勇 张奇伟

杜长青 朱珍燕 武登云 高义军

林栋材 李德群 袁宏利 洪海涛
董 民 徐建闽 程向民 王晓燕

本规程审查会议技术负责人：司富安

本规程体例格式审查人：陈登毅

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	施工准备	4
5	探坑、探槽	5
5.1	探坑	5
5.2	探槽	5
6	探硐	7
6.1	一般规定	7
6.2	炮眼布置	7
6.3	凿岩	10
6.4	爆破	11
6.5	装岩与运输	17
6.6	支护	18
6.7	通风	20
6.8	有害气体、粉尘、噪声及放射性防护	22
6.9	照明与排水	24
6.10	河底平硐	25
6.11	探硐竣工	26
7	探井	27
7.1	浅井	27
7.2	竖井	27
7.3	斜井	32
7.4	探井竣工	34
8	施工安全	35

9 施工记录与报告	37
10 施工质量与验收	38
10.1 施工质量要求	38
10.2 验收	38
附录 A 岩土分级	39
附录 B 爆破及爆破器材的安全管理	46
附录 C 施工记录表	50
附录 D 施工质量验收表	51
标准用词说明	52
条文说明	53

1 总 则

1.0.1 为统一水利水电工程坑探的技术标准，保证施工安全和质量，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于水利水电工程坑探，包括探坑、探槽、探硐、探井等。

1.0.3 坑探的任务是通过坑、槽、硐、井等手段揭露地质现象，为观察地质现象、采取岩（土）样品和原位试验提供条件。

1.0.4 本规程引用标准主要有：

《爆破安全规程》（GB 6722—2003）

《缺氧危险作业安全标准》（GB 8958—2006）

《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》（GB 15848—2009）

《水利水电工程地质勘察规范》（GB 50487—2008）

《中小型水利水电工程地质勘察规范》（SL 55—2005）

《水工建筑物地下开挖工程施工规范》（SL 378—2007）

1.0.5 水利水电工程坑探施工，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 探坑 exploratory pit

为满足工程地质勘察需要,在地表挖掘的深度不大于3m的坑。

2.0.2 探槽 exploratory trench

为满足工程地质勘察需要,在地表开挖的沟槽。

2.0.3 探硐 exploratory adit

为满足工程地质勘察需要,自地表向山体内部开挖的硐。硐底坡度 $4^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 时为斜井。

2.0.4 探井 exploratory shaft

为满足工程地质勘察需要,自地表向下开挖的井。深度小于10m的为浅井。

2.0.5 松动爆破 loose blasting

利用爆破作用,使介质原地破裂或散落在原地及附近(爆破作用指数 $n<0.75$)的爆破技术。

2.0.6 抛掷爆破 throwout blasting

爆破作业中,爆破作用指数 $n>0.75$,使岩(土)体破碎,按要求方向抛落的爆破技术(其中 $0.75<n<1$ 为减弱抛掷、 $n=1$ 为标准抛掷、 $n>1$ 为加强抛掷爆破)。

2.0.7 光面爆破 smooth blasting

沿开挖周边线按设计孔距钻孔、采用不耦合装药毫秒爆破,在主爆孔起爆后一次起爆,使开挖面沿周边孔连线破裂的爆破技术。

2.0.8 最小抵抗线 minimum burden

装药重心至自由面的最短距离。

2.0.9 炮眼密集系数 concentration coefficient of holes

周边炮眼间距与最小抵抗线的比值。

2.0.10 迎山角 prop-setting angle

支护立柱中心线与斜井顶底板垂线之间的夹角。

3 基本规定

3.0.1 坑探工程应依据任务书或合同的要求进行。

3.0.2 坑探工程宜按施工准备、施工开挖、竣工验收的程序进行。

3.0.3 坑探工程施工应选择合理的施工方法、施工程序、采用先进技术,保证施工安全和质量。

3.0.4 断面尺寸、掘进方向、坡度、平整度、深(长)度等应符合任务书或合同以及本规程的有关规定。

3.0.5 应做好施工记录,加强地质巡视。

3.0.6 应做好施工现场的地质、物探、取样及试验等配合工作。

3.0.7 应遵守不占或少占耕地。

3.0.8 坑探竣工后应及时验收,编写施工说明,必要时提交施工专题报告。

4 施工准备

4.0.1 施工准备宜包括下列内容：

- 1 收集资料。
- 2 现场查勘。
- 3 编制施工组织设计。
- 4 施工机械、器具、材料、爆破材料及其储存库房等。
- 5 大型坑探临建和辅助设施等。

4.0.2 资料收集应包括地形地质、水文气象资料及当地爆破材料供应和管理规定等。

4.0.3 现场查勘应了解坑探附近的地形、地质条件和施工环境等，确定施工场地布置和渣（土）堆放的具体位置。

4.0.4 坑探施工组织设计应根据任务书以及现场查勘和收集的资料进行编制。主要内容应包括：目的与任务、技术标准、岩（土）体特征、施工方法、机械设备、工程量、计划进度、人员组织、安全措施及应急预案、质量控制等。

5 探坑、探槽

5.1 探坑

5.1.1 探坑施工应符合下列规定：

1 开挖断面应满足地质勘察及施工的要求，宜为 $1.2\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，圆形断面直径应不小于 1m 。探坑内有原位测试时断面应满足测试要求。

2 探坑开挖宜按岩土级别选择适宜的开挖方式，岩土分级应符合附录 A 的规定。

3 土体固结密实或开挖中遇有孤石，可进行爆破。紧密土体宜采用松动爆破，孤石宜采用无眼爆破。

4 探坑边坡应根据岩土体特性确定。边坡岩土体稳定性差时，应放缓边坡或采取防护措施。

5.1.2 探坑竣工应符合下列规定：

1 坑壁、坑底应进行清理，满足地质编录、采取试验样品和现场测试要求。

2 地质编录、样品采取、原位测试和验收结束后，确定无需保留时应及时回填。

3 位于堤防、坝体等工程体上的探坑，应采用与工程体相近的材料回填，回填密度不小于工程体的密度。

5.2 探槽

5.2.1 探槽施工应符合下列规定：

1 深度小于 1m 的探槽，可采用矩形断面；深度大于 1m 的探槽，宜采用倒梯形、阶梯形断面，底宽宜大于 0.6m 。两壁边坡视土（岩）体地质结构确定，稳定性差的土（岩）体应放缓边坡或采取支护措施，确保施工安全。

2 探槽开挖宜按岩土级别选择适宜的开挖方式。条件允许

时可采用爆破方式作业，并应符合下列规定：

- 1) 抛掷爆破应用于组成混杂、结构密实的表土体及均质全风化岩体等，宜在坡度大于 30° 、有两个以上自由面的斜坡地带进行。爆破炮眼应根据探槽方向、槽口宽度及地形条件布置，炮眼应倾向抛掷方向，宜与地面夹角为 $60^\circ\sim 80^\circ$ ，炮眼深为 $0.6\sim 1.2\text{m}$ 。炮眼直径为 45mm 时，炮眼间距宜为 $1.3\sim 1.5\text{m}$ ；炮眼直径为 35mm 时，炮眼间距宜为 $0.8\sim 0.9\text{m}$ 。
- 2) 松动爆破应用于节理裂隙发育的硬、脆、碎岩体或密实的非胶结、半胶结土（岩）体，宜采用少量较大直径的炮眼，装药量不宜超过炮眼长度的 $1/3$ 。
- 3) 无眼爆破应用于挖除直径小于 1m 的块石，将炸药贴在块石体表面或底部。
- 4) 爆破不应对环境造成不良影响。

5.2.2 探槽支护应符合下列规定：

1 较长探槽视槽壁土（岩）体稳定性宜 $5\sim 10\text{m}$ 预留隔断支撑槽壁。

2 探槽挖深较大、槽壁稳定性差时，可采用支撑木或螺栓撑杆以木板或钢板对不稳定地段进行支护。

5.2.3 探槽竣工应符合 5.1.2 条的规定。

6 探 硐

6.1 一般规定

6.1.1 探硐施工应符合下列规定：

1 应确保硐口稳定。对不稳定岩体应进行支护，支护工艺及长度应满足硐口稳定和施工安全的要求。

2 临近建筑物时，应采取有效防护措施，确保建筑物安全。

6.1.2 断面规格和尺寸应符合下列规定：

1 断面形态宜为梯形或直墙拱形。不支护或喷锚支护宜采用直墙拱形断面，选用木支护宜采用梯形断面。

2 断面尺寸应根据勘察目的与任务、掘进长度、岩体结构、支护措施、通风要求和施工方法等因素确定。净断面尺寸不宜小于表 6.1.2 的规定。

表 6.1.2 探硐断面规格

长度 (m)	净断面规格 (高×宽) (m×m)	长度 (m)	净断面规格 (高×宽) (m×m)
<50	2.0×1.8	<400	2.2×2.2
<200	2.0×2.0	≥400	2.2×2.5

6.2 炮眼布置

6.2.1 炮眼布置应符合下列规定：

1 炮眼布置应根据岩性、岩体结构、设计断面尺寸及起爆方法等确定。

2 坚硬、韧性好的岩体宜采用角锥掏槽；裂隙、节理较发育的岩体宜采用楔形掏槽；中硬脆性岩体宜采用直线掏槽；软弱破碎岩带宜采用扇形掏槽。

3 炮眼宜与岩层面、裂隙、节理等结构面垂直或斜交。

4 槽眼布置应充分考虑中心突破、从里到外层剥离的爆

破方法。

5 软弱破碎岩带宜采用浅眼、小药量爆破。

6 可利用底眼或附加药包翻渣。

6.2.2 角锥掏槽眼布置应符合下列规定：

1 韧性好的岩石宜增加 1~2 个开路炮眼。

2 掏槽角度、眼距与数量，宜根据被爆岩石的级别参照表

6.2.2 确定。

3 断面为 2m×2m 的探硐，炮眼平均深度宜小于 2.0m。

表 6.2.2 角锥掏槽技术参数

岩石级别	眼口距离 (m)	眼底距离 (m)	掏槽角度 (°)	槽眼数量 (个)
V	1.00	0.40	75~80	2~3
VI	0.90	0.30	70~75	2~3
VII	0.80	0.20	65~70	2~3
VIII	0.70	0.15	60~65	3~4
IX~XII	0.60	0.10	55~60	4~6

注：表中岩石分级为附录 A 表 A.0.2-1 中的 12 级分级。

6.2.3 楔形掏槽眼布置应符合下列规定：

1 每对槽眼深度应一致，槽眼倾斜方向宜垂直裂隙、节理面。

2 掏槽角度、眼距与数量，宜根据被爆岩石的级别参照表

6.2.3 确定。

表 6.2.3 楔形掏槽技术参数

岩石级别	掏槽角度 (°)	两炮眼距离 (mm)	炮眼数量 (个)
V	72~75	500	2~4
VI	67~72	450	4~6
VII	65~67	400	6
VIII	60~65	300~350	6
IX~XII	55~60	200~250	6~8

注：表中岩石分级为附录 A 表 A.0.2-1 中的 12 级分级。

6.2.4 直线掏槽眼布置应符合下列规定：

1 宜布置 1~2 个中空眼。

2 采用中空螺旋掏槽，炮眼直径以 40mm 为宜，炮眼间距宜平行，并严格按顺序起爆。各炮眼、中空眼间距及爆破顺序可参照表 6.2.4 确定。

表 6.2.4 螺旋掏槽爆破技术参数

眼号	眼深 (mm)	爆破顺序	各眼与 0 号眼间距 (mm)	炮泥长度 (mm)
1	1600	1	50~60	200~400
2	1600	2	100~120	200~600
3	1600	3	130~150	200~600
4	1600	4	200~240	200~600
0	1600~1900	空眼		

6.2.5 辅助眼与周边眼布置应符合下列规定：

1 辅助眼眼口位置宜布置在掏槽眼与周边眼之间，并向掏槽眼倾斜。

2 顶邦眼眼口距硐顶宜为 150~250mm。岩石愈坚硬，距离愈小，反之则愈大。

3 顶邦眼眼底位置，应落在断面轮廓线上。岩层较软时，炮眼可垂直于工作面。

4 底眼眼口距离底板宜为 100~200mm，向下倾斜与水平面夹角宜为 5°~10°。

6.2.6 炮眼深度应符合下列规定：

1 采用角锥与楔形掏槽，炮眼平均深度宜为探硐宽度或高度的 0.6~1.0 倍。

2 采用直线掏槽炮眼平均深度宜为探硐宽度或高度的 0.8~1.1 倍。

6.2.7 光面爆破炮眼布置应符合下列规定：

1 完整块状岩体，周边眼应布置在断面轮廓线上，破碎岩带应布置在断面轮廓线内 50~200mm。

2 周边眼距宜为 200~600mm，密集系数宜为 0.6~1.0。

3 眼孔直径宜为 30~40mm，应位置准确、轴线平直、相互平行、深浅一致，眼底应在同一平面上。

6.3 凿 岩

6.3.1 凿岩作业应根据探硐断面设计、岩体结构及作业条件，合理选用凿岩机械设备和施工方法，按施工工序和操作规程进行。

6.3.2 凿岩作业前应保持凿岩机械和辅助设备完好、牢固可靠，顶、壁及工作面无松动岩石等。

6.3.3 中线及腰线应用仪器或吊线测定。

6.3.4 凿岩作业应符合下列规定：

1 开眼作业，钎子不宜过长。应先给水后给风，轻压慢转进行定位钻进；定位后，再以正常压力作业。

2 凿岩操作应三点（即眼底、眼口、钎尾）成一线，支架调整适度，给压均匀，保持凿岩机匀速运转。不应借用外力撬弯钎杆进行凿岩。

3 正常钻进时，凿岩机前方严禁站人。采用支架时，手推加压应均匀适度，不应用力过猛。

4 炮眼角度和深度应符合技术要求，直径应比药卷直径大5~8mm。

5 炮眼底部应落在垂直探硐中心线的同一平面上，周边眼落在轮廓线上，槽眼应超深100~200mm。

6 凿岩终止应先停水、后停风，然后拆除风管、水管，将凿岩机具撤离现场。同时做好炮眼临时保护。

7 水源宜清洁，水压应为0.25~0.3MPa，水量应为2~3L/min。

8 水针与连接螺帽应严密，不漏水。掘进中应经常检查水针是否折断，遇故障应及时停钻，不应无水作业。

9 凿岩作业，不应打残眼。

10 风动凿岩风管内径宜为19~25mm，水管内径宜为13mm。胶管最长不宜超过20m，并避免弯曲和压扁，胶管长度超过20m应增加补偿设备。每1000m风管压力损失可按表6.3.4计算。

11 使用电动凿岩机，应保证供水、供电质量，接线可靠，

绝缘良好。

表 6.3.4 每 1000m 风管压力损失计算表

风量 (m ³ /min)	压力风管直径 (mm)										
	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
	压力损失										
1	0.12	0.06	0.03	0.012	0.008	0.005					
2	0.5	0.25	0.1	0.05	0.03	0.02	0.005				
3	1	0.5	0.2	0.1	0.06	0.03	0.01	0.005			
6		2	0.7	0.4	0.2	0.12	0.04	0.02	0.01	0.006	
9			1.5	0.7	0.4	0.25	0.07	0.04	0.017	0.012	0.006
20						1	0.4	0.2	0.1	0.06	0.003

6.3.5 钎子与钎头应符合下列规定：

1 钎子材料宜选用对边尺寸为22mm的六角空心炭素工具钢或合金工具钢。

2 根据凿岩机的要求，钎尾长度以108mm±1mm为宜。

3 钎尾端面应倒角平整，淬火硬度HRC55~60。

4 钎尾水针孔应正直，直径8~10mm，长度50~80mm。

5 钎头锥度应与钻头保持一致，宜为7°，长度32~38mm。

6 坚硬完整的岩体宜选用一字钎头；裂隙节理发育较破碎的岩体宜选用十字钎头。中硬、坚硬的岩体及冲击功较大的凿岩机，宜选用球齿钎头。

7 钎子与钻头有下列情况之一，不应使用：

1) 钎子明显弯曲，中心眼不正、不通，水针孔偏斜。钎尾端面不平，钎尾长度差超过±2mm，钎头与钻头锥度不一致。

2) 钎头水眼不通、钢体变形、锥度不一致、裤体开裂、硬质合金镶焊不牢或有崩刃，钎头直径小于标准钎头2mm。

6.4 爆 破

6.4.1 探硐掘进爆破应根据岩石硬度、岩体结构、开挖断面等，

表 6.4.1-1 炸药规格性能

项目	6%粉状硝化甘油炸药		2号岩石炸药		乳化炸药		2号光爆炸药		1号光爆炸药	3号光爆炸药	6号光爆炸药	乳化光爆炸药
	规格: 直径 (mm) ×长 (mm) ×重量 (g)	22×300 ×250 ×390	35×300 ×390	38×400 ×450	32×200 ×150	38×400 ×530	32×300 ×250	25×500 ×209	22×500 ×162	22×500 ×162	22×500 ×152	22×500 ×152
主要成分	硝化甘油、TNT、硝酸铵、木粉		硝酸铵、TNT、木粉		硝酸铵、硝酸钠、乳化剂、柴油或机油		硝酸铵、硝酸钠、硝化甘油、木粉		硝酸铵、TNT、木粉	硝酸铵、TNT、木粉	硝酸铵、TNT、木粉	硝酸铵、硝酸钠、乳化剂、柴油或机油
硝酸脂含量 (%)	6.0		—		—		9.0		9.0	15.0	25.0	—
猛度 (mm)	16~18		12		16~19		10~14		9~22	10~13	11	—
爆力 (mm)	360~390		320		280~320		320~350		337	340~370	—	—
冲击感度 (%)	1027 (120kg 锤)		20		0~8		12~44 (2kg 锤)		18 (2kg 锤)	20 左右 (2kg 锤)	—	—
爆速 (m/s)	—		3500		4000~5100		2800~3500		2000~2600	2500	—	—
殉爆距 (mm)	100~200		>50		100~200		150~200、50~120		120	>60	可达 280	—
抗水性	较好		差		很强		较好		较好	较好	好	很强
水分 (%)	0.1~1.0		≤0.3		<0.5		0.2~1.0		—	0.1	0.1	—
爆发点 (°C)	395		>300		>330		—		—	—	—	—
临界直径 (mm)	—		>20		12		—		—	—	—	—
冰点 (°C)	-20		—		-15		—		—	—	—	—
有效期 (月)	9		6		3		6		6	6	6	3

合理选择爆破材料及爆破参数。常用炸药规格性能可参照表 6.4.1-1；不同级别每立方米实体岩石炸药消耗量及不同炸药使用量换算可参照表 6.4.1-2、表 6.4.1-3。

表 6.4.1-2 不同级别每立方米实体岩石炸药消耗量推荐

断面 (m ²)	岩石级别										
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
3.6	1.4	1.8	2.3	2.4	2.9	3.4	4.1	5.5	—	—	—
4.0	1.3	1.7	2.1	2.3	2.7	3.2	3.8	5.3	—	—	
5.0	1.2	1.6	1.8	2.2	2.5	2.8	3.5	4.9	—	—	

注1: 表中以 2 号铵磺岩石炸药为标准 I (爆力值 320mL), 若用其他炸药应按表 6.4.1-3 进行换算。
注2: 表中岩石分级为附录 A 表 A.0.2-1 中的 12 级分级。

表 6.4.1-3 不同炸药使用量换算

炸药爆力值 (mL)	280	320	350	380	400
换算系数	1.14	1.00	0.91	0.90	0.80

6.4.2 爆破材料检查应包括下列内容:

- 1 导火线: 外形、折伤、燃烧速度、耐水时间及是否受潮、变质等。
- 2 雷管: 发火炮、电桥电阻、脚线绝缘及是否受潮、变质等。
- 3 炸药: 是否受潮、变质等。

6.4.3 爆破材料使用应符合下列规定:

- 1 导火线外表有折伤、扭破、粗细不均, 燃烧速度超过标准速度 5s/m, 耐水时间低于 2h 及受潮、变质, 不应使用。
- 2 电雷管脚线断损、绝缘、接触不良, 康铜丝电桥大于 0.3Ω、镍铬丝电桥大于 0.8Ω 及受潮、变质, 不应使用。
- 3 炸药受潮变质、低温冻结变硬、高温分解渗油, 不应使用。

4 1号、2号硝酸炸药适用于一般岩石，严禁在有瓦斯、煤尘及有可燃和爆炸性气体的探洞中使用。

5 2号、3号硝酸安全炸药，可用于有瓦斯或可燃和爆炸性气体、煤尘的探洞。

6 乳胶炸药、甘油炸药可用于无爆炸性气体及煤尘的涌水岩层。

7 雷管应根据电阻值编组使用。

8 同一工作面宜用同厂、同期起爆材料和燃烧速度相同的导火线。

9 需要时，可进行爆破材料试验。

6.4.4 爆破材料加工应遵守下列规定：

1 爆破材料加工应在专设的加工房进行。加工房应干燥通风、严禁烟火，配备消防器具。加工房与居民点及重要建筑物的距离不应小于500m。

2 作业人员应穿棉质工作服。防水处理用的蜡锅应放置室外，其距离不小于10m。

3 导火线、雷管加工应遵守下列规定：

1) 导火线长度应根据炮眼数量、深度、点炮时间及躲炮行走时间总和的2倍确定，最短不少于1.2m。

2) 雷管中如有杂物，应用手指轻轻弹出，不应用口吹。导火线切口应整齐垂直插入管中与加强帽接触，用雷管钳钳紧，不应用克丝钳或其他方式卡紧。纸雷管用缠纸或缠线等紧固。

4 起爆药卷加工应遵守下列规定：

1) 加工量不应超过当天需用量，加工后要妥善保管。

2) 加工时用直径约7mm竹签或木签插入药卷70mm后将雷管插入，严禁使用金属棍操作。

3) 雷管插入药卷后，火雷管应用扎线将药包扎紧，电雷管应用脚线扎紧。

4) 在有水炮眼中使用硝酸炸药时，起爆药包或药卷应

进行防水处理。水深在2m以内可用石蜡或沥青进行防水处理，其化蜡温度不大于80℃，浸蜡时间不大于2s；水深大于2m时，可用乳胶套进行隔水处理。

6.4.5 装炮及炮眼堵塞应遵守下列规定：

1 装药前用吹砂管将炮眼中岩粉吹净，清除堵塞的岩块及岩屑，并用炮棍探明炮眼深度、角度是否符合要求。

2 装药长度宜为炮眼长度的1/2~2/3，掏槽眼可多装10%~20%，紧密堵塞。

3 炮棍应用直径小于药卷直径6mm的竹、木质材料制成，端部应平齐，严禁使用金属棍。

4 起爆药卷宜装在由外向里的第二节药卷位置，也可采用双向起爆及反向起爆等方法。

5 炮眼堵塞物宜用黏土（塑性指数以13为佳），为增加摩擦阻力，黏土中可渗入5%~10%粒径约1mm的砂，不应用碎石堵塞。炮眼堵塞长度宜为炮眼深度的1/3~1/2，但不少于200mm。

6.4.6 起爆作业应遵守下列规定：

1 火雷管起爆应遵守下列规定：

1) 安全导火线长度根据点炮需用时间而定，宜为最短导火线的1/3。安全导火线燃尽或中途熄灭时，应立即离开工作面，不应继续点炮。

2) 应使用电石灯或导火线，按爆发顺序点炮。每炮间隔时间应为2s左右。

3) 点炮后应仔细听响炮数目是否与装炮数目相符。最后一炮响后应至少隔15min，待炮烟吹散后再进入工作面检查爆破效果。

2 电雷管起爆应遵守下列规定：

1) 雷雨天气严禁使用电雷管起爆。

2) 有涌水或有瓦斯的工作面应使用电雷管或导爆管起爆，

严禁使用火雷管。

- 3) 应根据爆发顺序采用延期雷管。杂散电流超过 30mA 时, 严禁使用普通电雷管。
- 4) 起爆线路应保持良好绝缘, 断面应保持并联电流要求, 电压应满足雷管串联要求, 母线断面不应小于 2.5mm^2 。
- 5) 爆破线路应与照明动力线路分开架设, 中途不应交叉, 各工作面应有单独的电力起爆网。爆破线路及起爆网应由爆破员亲自架设, 每次放炮前应采用电桥进行安全检查。
- 6) 探硐较深时应采用分段连接, 分段加设短路开关。
- 7) 采用电力线路起爆, 若发生拒爆应首先切断电源, 合上短路闸刀, 待即发雷管过 2min 或延期雷管过 5min 后, 方可进入工作面进行检查。

6.4.7 瞎炮处理应遵守下列规定:

- 1 用掏勺轻轻掏出炮泥, 到达预定标志应立即停止, 装入起爆药引爆。严禁采用强行拉导火线或雷管脚线的办法处理。
- 2 采用上述方法处理无效时, 可在瞎炮旁约 400mm 处平行凿眼, 装药起爆处理。
- 3 当班瞎炮应由当班炮工亲自处理。瞎炮未经处理, 不应进行正常作业。
- 4 严禁使用压缩空气吹出炮眼中的炮泥和炸药雷管。

6.4.8 光面爆破尚应符合下列规定:

- 1 光爆眼孔装药不耦合系数宜为 1.5~2.0。药卷直径应不小于 20mm。
- 2 导爆管非电起爆系统中, 引爆雷管与导爆管相捆扎应与传爆方向相反。周边眼应同时起爆。
- 3 可选择眼底起爆或反向起爆的起爆方式, 但均应采用纸和泥严密堵塞, 其长度应不小于 500mm。
- 4 周边眼每米装药量可参照表 6.4.8 确定。

表 6.4.8 光面爆破周边眼每米装药量

岩石硬度分类	每米装量 (mg)	炮眼密集系数 (m)
软岩	100~150	0.9~1.0
中硬岩	150~200	0.8~0.9
硬岩	200~300	0.6~0.8

注: 表中所列均为 2 号岩石硝酸炸药。

6.4.9 露天爆破尚应符合下列规定:

- 1 相邻地区同时放炮, 应统一指挥, 统一信号, 统一时间。
- 2 应掌握爆破方向, 控制炸药用量, 以防抛掷岩块危及周边安全。必要时可采用定向爆破、松动爆破以及在炮眼上加覆盖物的措施。
- 3 应控制爆破安全距离。炮眼直径应为 42mm 以内, 平地水平距离应为 200m, 山地水平距离应为 300m。

6.4.10 爆破及爆破器材的安全管理应符合附录 B 的规定。

6.5 装岩与运输

6.5.1 轨道铺设应符合下列规定:

- 1 人工装岩、运输的钢轨型号宜选用 6~8kg/m, 机械装岩、运输的钢轨宜选用 8~12kg/m。
- 2 固定钢轨端点距工作面不应超过 3m, 与工作面连接段可铺设活动轨道。
- 3 轨道坡度应与探硐平均坡度相一致。直线段应平直, 两轨面高度应一致。曲线段应圆滑, 车速大于 1m/s 段曲率半径宜不小于矿车轴距的 5 倍, 外轨应适当加高, 轨距应适当加宽。
- 4 钢轨轨距按矿车的轮距确定, 宜为 600mm。轨道直线段轨距偏差一般为 2~5mm。
- 5 枕木应埋设在地槽内压实, 埋设深度宜为枕木高度的 2/3。枕木间距宜为 500~800mm。
- 6 人工推车运输每间隔 100m 应设调车道, 其长度宜不小于

6m。轨道接头应平整，其间隙不应大于5mm，高差不应大于2mm。

6.5.2 人力矿车作业应符合下列规定：

- 1 矿车运行应保持一定的安全距离，不应放手滑行。
- 2 弯道或岔道运行应缓行。发生掉轨故障应立即通知后方来车。
- 3 矿车穿越公路应设置安全警戒。
- 4 卸渣道应保持适当的正坡，挡车器和卸渣支架应牢固可靠，矿车抵达挡车器之后方可卸渣。

6.5.3 机械装岩应符合下列规定：

- 1 装岩机开始工作前，可将活动轨道扣在固定轨上，再用装岩机顶入岩堆内。
- 2 装岩机电缆或风管应挂在洞壁同一侧，不应拖在地上。
- 3 装岩过程中，装岩机前后严禁站人。
- 4 不应使用装岩机强行铲装超重块石与其他物品。

6.6 支 护

6.6.1 支护应符合下列规定：

- 1 支护应满足掘进施工和地质编录、样品采取、原位测试等洞内作业的安全要求。
- 2 支护前应检查洞壁、洞顶岩体稳定性，松动岩石应挖除。
- 3 支护形式根据围岩地质条件和施工安全需要，可选用支架支护、锚杆支护。
- 4 支护材料及结构，应根据探洞用途、使用年限、断面规格形状、地压大小及安全要求等因素选择。
- 5 支护应一次架好。靠近工作面的支护应采取加固和保护措施，及时修复放炮打坏的支护。
- 6 使用中的探洞，应经常检查支护的牢固性、安全性，及时加固、更换变形移位及腐朽折断的支护。
- 7 恢复或加固、加深旧洞时，应首先检查支护，必要时进行更换。

8 破碎松散岩（土）体应及时进行支护。必要时可采用超前临时支护。

9 探洞冒顶应查明原因，及时支护。

6.6.2 支架支护应符合下列规定：

1 支架型式选择应符合下列规定：

- 1) 支架形式可选择不完全支架、完全支架、加强支架、金属组合支架和混凝土支架等。
- 2) 局部围岩稳定性差，可采用不完全支架。
- 3) 底板岩体松软，地压较大宜采用完全支架。
- 4) 地压较大、岩体不稳定、顶板跨度较大时，宜采用加强支架。
- 5) 岩体松软易于坍塌地段，宜采取插杆或插板支护方法。
- 6) 洞口及交叉道口支架，应采取加强措施。
- 7) 宜采用木质支架，必要时可采用金属组合支架。长期使用的探洞可采用浆砌块石或混凝土支架。

2 支架支护作业应符合下列规定：

- 1) 木质支架质量应坚硬结实。2m×2m断面的木支架，木材小头直径不应小于150mm。
- 2) 应将顶板和两帮突出的岩体削平，以使支架与岩体紧接。
- 3) 探洞底板上立柱应挖100~200mm深的柱窝，立柱应大头向上，小头向下。使用完全支架，底梁应全部嵌入底板内。
- 4) 立柱倾角宜为75°~80°。支架间距视地压大小，宜为0.5~1.2m。
- 5) 支架应以探洞中心线和腰线为基准，每一支架高度和宽度应保持一致。支架构成的平面应与中心线垂直。
- 6) 立架后顶、壁间隙应填满背紧，梁柱与顶、壁间应采用木楔楔紧。
- 7) 靠近工作面的支架，应采用拉条撑木等方式加固。

3 木质支架接榫形式应符合下列规定:

- 1) 顶压大, 侧压小, 支架可采用不同形式的平头榫。
- 2) 侧压大, 顶压小, 支架可采用不同形式的露头榫。
- 3) 顶压及侧压均大时, 支架应采用斜插榫。

6.6.3 锚杆支护应符合下列规定:

1 根据围岩岩体结构特征可选用水泥砂浆锚杆、硬水泥底部锚固锚杆、树脂灌注锚杆、楔形锚杆。

2 支护形式宜采用长短锚杆相结合、砂浆锚杆与楔形锚杆相结合、预应力与非预应力锚杆相结合、临时与永久锚杆相结合的支护形式。

3 锚杆锚固力, 应根据围岩压力及松动岩块质量确定。小断面探洞工程单根拉拔力可选用 30~50kN, 必要时可根据拉拔试验确定。

4 锚杆长度应根据锚固目的确定, 宜不小于洞室高度或跨度的 1/2。

5 锚杆的孔距 (a)、排距 (b) 与长度 (L) 的关系宜为:
 $a=b=(1/3\sim 1/2)L$ 。

6 锚杆材料应选用螺纹钢筋。锚杆直径应根据探洞断面、锚杆长度及施加预应力的的大小选定。探洞断面为 4~10m², 宜选用 $\phi 10\sim 16$ mm 螺纹钢筋。

7 砂浆锚杆应先注砂浆, 后插入锚杆。锚杆难于插入时, 可用风钻推送。

8 砂浆宜采用 525 号硅酸盐水泥, 灰砂比为 1:1, 水灰比为 0.35~0.42, 砂的细度模数为 2.7~3.0, 可掺入适量的速凝剂。

6.6.4 支架更换与回收应采取可靠的安全措施。支架的更换应由外向里进行, 支架回收应由里向外进行。

6.7 通 风

6.7.1 通风应符合下列规定:

1 探洞施工应合理选择通风方式、通风设备, 确保洞内空气流通、新鲜。

2 开挖工作面的氧气体积应不低于 18%。

3 无瓦斯 (CH₄) 和其他有害气体的工作面, 通风速度应不低于 0.2m/s, 人均吸入新鲜空气量应不低于 4m³/min。

4 有瓦斯 (CH₄) 和其他有害气体探洞工作面, 人均供新鲜空气量不应低于 5m³/min, 通风风速不应低于 0.25m/s。

5 洞深超过 300m 时, 应进行专门通风设计。按同时在洞内工作的总人数计, 每人每分钟供风量不应少于 4m³/min, 工作面回风风流中, 氧气、瓦斯、二氧化碳和其他有害气体含量应符合本条第 2 款及 6.8.2 条的规定。

6 施工工作面空气温度不宜超过 26℃, 工作面超温应采取加大风量、洒水等降温措施。

6.7.2 通风方式选择应符合下列规定:

1 洞深在 30m 以内可采用自然通风, 如通风时间超过 30min, 有害气体和粉尘含量仍超过规定时, 应采用机械通风。

2 洞深 30~200m, 可采用单级压入式通风或两级串联压入式通风。

3 洞深 200~300m, 可采用抽出式通风, 通风管端距工作面不应大于 6m。

4 洞深 300m 以上, 宜采用混合式通风。压入通风机和抽出通风机的进风口重叠应大于 15m, 主机通风能力应大于辅机 20%~25%。

5 不应使用分段扩散局部通风的方法。

6.7.3 通风设备的选择应符合下列规定:

1 洞深小于 200m, 宜采用 2kW 轴流式通风机; 洞深 200~300m, 宜采用 4.5~5.5kW 轴流式通风机。

2 洞深小于 200m, 可采用折叠软管通风管; 洞深大于 200m, 宜采用硬通风管, 一般单节长度为 5~10m; 洞深超过 300m 时, 宜选用单节长度为 15~20m 的通风管。通风管直径一

一般为 200~500mm。

3 有可燃性气体的探洞，应使用防爆型通风机。

6.7.4 通风机及风筒安装与维护应符合下列规定：

1 采用压入式通风，通风机进口应空气流通、清洁；采用抽出式通风，出风口应远离洞口不小于 3m 距离。

2 通风机进口应装置防碎石杂物被吸入机体的铁丝网或其他防护罩。

3 风筒安装应符合下列规定：

1) 风筒应随工作面推进而延伸。风筒与工作面间的距离，压入式通风应不超过 10m，抽出式通风应不超过 6m。

风筒安装应平直，拐弯舒缓并及时放出积水。

2) 风筒应安装在非人行道一侧的上角或下角。

6.8 有害气体、粉尘、噪声及放射性防护

6.8.1 探洞施工应做好有害气体、粉尘、噪声及放射性等的监测，针对有害因素采取防护与保健措施，必要时建立救护应急预案。

6.8.2 有害气体、粉尘、噪声监测及施工保健应符合下列规定：

1 有害气体、粉尘、噪声卫生安全标准应符合下列规定：

1) 工作面有害气体限量（按体积计）应符合表 6.8.2 的规定。

表 6.8.2 地下洞室有害气体最大允许浓度

名称	符号	最大允许（体积）浓度（%）
一氧化碳	CO	0.00240
二氧化碳	CO ₂	0.50
氮氧化物	[NO]	0.00025
二氧化硫	SO ₂	0.00050
瓦斯	CH ₄	1.0
硫化氢	H ₂ S	0.00066
氨	NH ₃	0.00400

2) 工作面空气粉尘含量不应大于 2mg/m³。

3) 洞内噪声宜控制在 90dB 以内。

2 有害气体及粉尘监测应符合下列规定：

1) 应配备有害气体和粉尘的测试仪器，并定期监测。监测应记录时间、地点、现场条件、监测仪器、监测方法、监测结果等。

2) 在无有害气体的探洞施工，每 5d 应测试气温、氧气、二氧化碳的含量，发现异常应加密监测。不符合第 1 款规定的标准时，应立即采取措施降低浓度，并及时进行防护。

3) 在有瓦斯或其他有害气体的探洞施工，应对瓦斯或其他有害气体突出的断层带、老窿、破碎带等部位每班至少监测两次，发现浓度不断升高，应加密监测。当有害气体超限时，应立即撤离工作人员或采取防护措施。

4) 瓦斯达到 1.0% 时禁止放炮，达到 1.5% 应停止设备运转，达到 2.0% 工作人员应撤离。

5) 长期停止施工的探洞恢复生产时，首先应检查氧气、二氧化碳、瓦斯和其他有害气体浓度。如不符合规定，应通风排放有害气体，达到标准后方可进洞施工。

3 有害气体及粉尘监测仪器装备应符合下列规定：

1) 在有瓦斯和其他有害气体突出的探洞施工时，应对突出部位建立安全自动报警系统。

2) 探洞施工应配备风表、干湿温度计、空盒气压计、通风多参数检测仪、光学瓦斯检定器、高浓度瓦斯检定器、便携式瓦斯监测报警仪以及氧气检测仪、一氧化碳检测仪和粉尘采样器、粉尘测定及其配套器材等。

3) 监测、检定仪器使用前应按照规定对其进行维护和调试。每年应进行一次全面校验。

4) 钻爆法工作面应配备通风除尘器。

4 施工保健应符合下列规定:

- 1) 粉尘作业人员应建立保健卡片, 定期进行矽肺及体格检查。
- 2) 洞内噪声大于 90dB (A) 时, 应采取消音或其他防护措施。
- 3) 凿岩作业, 应配带防护面罩及防护耳塞。
- 4) 采用湿式凿岩并宜以液压凿岩机代替风动凿岩机。
- 5) 采取洒水降尘措施。装岩前向岩堆分层洒水降尘; 放炮前在距工作面 10m 处安设喷雾器进行喷雾降尘; 放炮后用喷水管在通风管口前 1m 处, 冲洗顶板、两壁及工作面清洗粉尘。

6.8.3 放射性监测及施工保健应符合下列规定:

1 在火成岩地区、新构造活动部位等施工作业, 应进行 γ 射线和放射性气体测试, 判定是否存在放射性危害。

2 井、洞内施工人员的个人内外照射剂量大于年限值 1mSv/a 时, 应根据国家有关标准的规定, 进行氡及其子体和 γ 辐射的个人剂量监测及辐射环境监测, 必要时采取防护措施。

6.8.4 救护装备应符合下列下规定:

1 在有瓦斯地区掘进探洞时, 应按工作人员总数的 110% 配备自救器或送风面盔。低瓦斯地区宜用过滤式自救器, 高瓦斯地区宜配用化学氧自救器。

2 施工单位应配备氧气呼吸器。

3 自救设备应定期进行气密检查。

6.9 照明与排水

6.9.1 探洞照明应符合下列规定:

1 照明应采用 36V 以内的安全电压。

2 洞内工作面照明应采用行灯, 距离不大于 3m, 总功率不少于 500W。

3 在有瓦斯或可燃气体的洞内, 应采用防爆照明灯。

6.9.2 探洞排水应符合下列规定:

1 宜在探洞两侧设置排水沟自流排水。

2 必要时可采用机械排水, 排水设施不应与掘进施工相干扰。

3 排水不应危害周围环境。

6.10 河底平洞

6.10.1 河底平洞施工准备应符合下列规定:

1 现场查勘了解地形、地质及施工、生活环境条件。

2 搜集水文、地质资料。主要包括:

1) 河床横断面、河流流量、流速、水深、历年最高洪水位和最大冰冻壅高等。

2) 地质剖面图、钻孔柱状图以及河床覆盖层厚度、岩层产状、岩性、构造、岩体结构、水文地质条件等。

3 根据现场查勘和资料收集情况编制施工组织设计。

4 设备选择与场地布置应符合下列规定:

1) 根据涌水量、导井类型(竖井或斜洞)、导井断面尺寸等, 选定排水、提升设备类型和数量。

2) 井场面积宜为 16m×30m, 以导井为中心分别布置主、副卷扬机、工具台、工作间、器材库。

6.10.2 洞口、断面确定尚应符合下列规定:

1 导井口位置应根据任务要求以及河流最高洪水位和施工条件等选择确定。

2 河底平洞及导井断面尺寸, 应根据岩(土)体结构特征、设计深度、排水、提升和掘进设备能力等确定。斜洞坡度应根据斜洞的深度和地形条件确定。

6.10.3 河底平洞施工尚应符合下列规定:

1 洞口应构筑防洪、防凌圈。构筑标准应根据施工期最高洪水位或冰冻最大壅高确定。

2 河底平洞导井为竖井时, 宜采用阶梯式开挖。

- 3 应打超前眼，深度不小于 3m。
- 4 为防止突水，必要时可采取超前注浆止水或加固等辅助措施。
- 5 排水应符合下列规定：
 - 1) 河底平硐掘进坡度为 0.8%~1%，应开挖排水沟，导井或斜硐底部应设集水池。
 - 2) 排水设备能力应大于涌水量的一倍。
- 6 导井与河底平硐连接处应设置安全硐或躲避室。
- 7 应对围岩变形和地下水进行监测。
- 8 应配置备用电源，或采取其他措施，在突发涌水或停电时将井、硐内工作人员和设备提升到安全地点。
- 9 建立硐内外通信联络系统。

6.11 探硐竣工

- 6.11.1 探硐竣工后应清理干净，及时进行地质编录、样品采取等。需要时，应进行清洗。探硐内有原位测试，清理时应对试验点做好保护。
- 6.11.2 地质编录、样品采取和原位测试等结束后，硐口应设保护栅门及警示标志或进行封堵。

7 探 井

7.1 浅 井

7.1.1 浅井规格及施工方法应符合下列规定：

- 1 深度应根据勘察目的与任务要求及地质、水文地质条件确定。
 - 2 断面宜不小于 1.2m×1.5m，圆断面直径宜不小于 1m。
 - 3 土类为 I~III 级宜采用人工开挖，人力或手摇绞车提升，吊桶或微型水泵排水。土类为 IV 级可采用机械开挖。土类级别划分应符合附录 A 的规定。
 - 4 地层胶结紧密或遇有孤石可进行松动爆破或无眼爆破。
 - 5 岩石地层可采用凿岩爆破开挖，并应符合 6.2 节、6.3 节、6.4 节的有关规定。
- #### 7.1.2 浅井支护应符合下列规定：
- 1 松散、稳定性差土（岩）体中的浅井，应进行支护。
 - 2 支护可采用间隔支护、紧密支护、吊框支护、插板支护和沉箱（筒）等形式。
 - 3 支护材料应坚硬结实，满足安全要求。井框圆木宜选用小头直径为 150~180mm，井口基框圆木小头直径宜为 200~250mm 或边长为 180~220mm 的方木。
 - 4 支护框架接榫宜采用单面平接，密集式井框可采用双面平接或双面斜接。

7.2 竖 井

7.2.1 井口选择应符合下列规定：

- 1 在满足勘察要求的前提下，井口应选择岩体完整、稳定的地段。井口岩体不稳定应进行支护，支护应满足井口稳定和

施工安全的要求,并符合6.6节的有关规定。

- 2 井口邻近建筑物时,应征得有关部门的同意。
- 3 井口应设置防护圈。

7.2.2 断面选择应符合下列规定:

- 1 断面规格可参照表7.2.2选定。

表7.2.2 竖井断面规格

深度(m)	净断面(长×宽)(m×m)	深度(m)	净断面(长×宽)(m×m)
5~10	2.0×1.0	30~50	3.0×1.6
10~30	2.5×1.5	50~100	4.0×2.0

- 2 井内涌水量大,为满足排水要求宜采用较大断面开挖。

3 断面宜为矩形,其长边应垂直于岩层层面或结构面,松软土斜坡地带长边宜与坡向一致。

7.2.3 井壁结构及布置应符合下列规定:

1 根据竖井规格设置井口台基,安装提升井架,铺设排渣轨道。井口基框木料以边长180~240mm方木或小头直径 $\phi 220$ ~300mm圆木为宜。

- 2 井内提升间与梯子之间宜设置安全隔板。

3 井内应有一定的通风空间。风、水、电线路,应分开安装。

7.2.4 凿岩爆破应符合6.2节、6.3节、6.4节的有关规定,尚应符合下列规定:

1 根据岩石级别和岩体结构,宜采用角锥掏槽或楔形掏槽,布槽眼3~6个,并适当布置辅助眼及周边眼。

- 2 炮眼平均深度宜为0.7~1.0m。

- 3 严禁使用火雷管起爆。

7.2.5 支护应符合下列规定:

1 支护应满足开挖施工和地质编录、样品采取、原位测试等井内作业的安全要求。

- 2 支护形式根据地层岩性条件和施工安全需要,可选用吊

框支护、插板支护、锚杆支护及沉井支护等。

3 松散堆积地层内开挖竖井,应随井筒延伸及时架设井框。井框间距视井壁土体侧压而定,宜为0.7~1.5m,与井底距离不超过3m。

4 井口基框应埋入地下,木梁两端伸出井口边1.0~1.5m,松散地层应适当加长,木梁断面尺寸应比井框圆木直径大1/5~1/4。

5 基础井框设置,松散地层框距宜为2~4m。较完整岩体框距宜为4~6m,稳定完整岩体,框距宜为10m。梁窝深度视岩体稳定程度确定,一般为300~500mm,梁窝底面应平整,空隙用木楔楔紧。

6 安装井框前,应采用垂线测定井框位置。井框应保持水平,上下井框应平行对直。

- 7 井框四角应背适当厚度的木板,并用木楔楔紧。

8 井框应采用螺栓或挂钩连接,四角设顶柱,并用抓钉固定。

- 9 靠井底的井框,应设临时护木。

7.2.6 吊框支护应符合下列规定:

1 吊框规格应根据竖井断面大小确定。木质吊框宜使用边长不小于160~180mm方木,金属吊框宜使用槽钢或工字钢。

2 木质吊框宜采用平头接榫,吊框四角用立木撑紧,井壁进行背帮。

3 悬挂吊框的拉杆钢筋直径宜为16~20mm,数量宜为每框8根。

4 吊框支护每隔8~10m设一个基框,其四角伸入岩(土)体部分不少于300mm。

7.2.7 插板支护应符合下列规定:

1 插板应采用坚硬木材,其厚度宜为20~40mm,宽度宜为120~150mm,长度不应小于井框间距的两倍,下端削尖。

- 2 插板之间应紧密结合,插板外应用茅草等柔软物塞紧。

7.2.8 锚杆支护应符合 6.6.3 条的规定。

7.2.9 沉井作业应符合下列规定：

- 1 沉井内径宜为 1.5~3m，适宜深度 10~30m。
- 2 井靴材质及加工应符合下列规定：
 - 1) 井靴宜采用角钢和钢板焊接，钢板厚度应大于 10mm，高度应大于 0.5m，外径宜大于井筒外径 100~200mm。
 - 2) 井靴刃角应为喇叭形，卵砾石地层宜 45°~60°，砂砾石及砂土地层宜 25°~30°。
 - 3) 井靴宜在现场进行组合焊接。组合后的井靴，内外径偏差应小于井径的 1/100。
 - 4) 井靴内填充混凝土，其标号应大于 C25。
- 3 井筒质量应符合下列规定：
 - 1) 井筒自重应大于井筒与地层摩擦阻力的 1.2 倍。
 - 2) 井筒壁厚宜大于 200mm。
 - 3) 井筒钢筋加筋率宜为 4%~5%。
 - 4) 井筒混凝土标号应大于 C20，拆模前混凝土养护时间应大于 48h。
- 4 沉井开挖应符合下列规定：
 - 1) 井深超过 10m 应先做导井。导井的深度宜不小于设计井深的 1/20，导井与井筒之间的环状间隙宜为 0.3~0.4m。
 - 2) 砂砾石地层可采用砂石泵抽料，吸程不宜超过 4m。采用空气反循环抽料，工作水深宜超过 4m。
 - 3) 卵砾石地层最大粒径小于 500mm，宜采用冲抓锥排料；粒径大于 500mm 块石宜采用水泵降水、人工开挖的方法；遇大块漂砾可爆破开挖。
 - 4) 导井及地面混凝土盖板应稳固平整。地面混凝土盖板面积不应小于井径面积的 5 倍，厚度不得小于 0.2m。
 - 5) 沉井开挖应始终保持井筒垂直下沉，中心线偏差不应超过 100~200mm。

6) 沉井施工中应有防斜和纠斜措施，测斜间隔不应超过 2m。降水开挖可采用垂球测斜，非降水开挖可采用浮标倒垂测斜。

7) 采用降水开挖时，应保持沉井井底疏干，停工时应继续排水。

8) 开挖过程中应及时观察、记录、取样，或在井筒适当位置设置活动窗口观测、取样。

7.2.10 通风、防护与保健、救护应符合 6.7 节、6.8 节的规定。竖井通风宜采用压入式通风。

7.2.11 提升作业应符合下列规定：

1 提升钢绳安全系数应大于 8，并应随时检查钢绳有无断股及损坏。

2 检查提升系统（钢绳、吊钩、吊环等）牢固程度，连接部件的安全系数应大于 8。

3 提升速度应小于 1m/s，升降人员时应减速 50%。

4 升降作业应加设导向钢绳。上下联系信号应可靠，信号不清或没有信号应立即停止升降。

5 提升系统应设有深度指示器或深度标记。

6 提升容器装岩不应过满，吊桶悬挂井筒中途或吊具未停稳时，不允许装卸。

7 人员上下应乘坐专用罐笼，罐笼外缘应平顺圆滑，不应使用装岩吊桶上下人员。

8 井下安全护板厚度宜为 50~100mm，护板距井底不超过 3m，升降作业时井下人员应位于护板下方。

7.2.12 排水应符合下列规定：

1 涌水量大时可设活动水泵吊盘，吊盘内可装一台或多台水泵。吊盘与出渣桶不应互相干扰。

2 水泵排水能力应大于预测涌水量的一倍，备用水泵比例应为 1:1，并设有备用电源。

3 条件允许可采用周边降水、排水措施。

7.3 斜井

7.3.1 井口选择应符合 7.2.1 条的规定。

7.3.2 断面规格、井内布置应符合下列规定：

1 坡度大于 30°的可采用矩形断面。坡度小于 30°，需支护时宜采用梯形断面，不需支护时宜采用拱形断面。断面规格不小于表 7.3.1 规定。

表 7.3.1 斜井断面规格

深度 (m)	净断面 (高×宽) (m×m)
0~30	1.8×1.5
0~100	1.8×2.2
0~200	1.8×2.5

2 人行道宽度不应小于 0.5m，并根据坡度大小设置台阶、梯道及梯子间。

3 电线、管路和人行道，应分别设在井筒两侧，含水地层应设排水沟。

4 铁轨内侧应靠近斜井中心线或与中心线相吻合。

7.3.3 凿岩爆破应符合 6.2 节、6.3 节、6.4 节的规定。

7.3.4 支护应符合下列规定：

1 支护时倾斜每增 6°立柱迎山角增 1°。

2 坡度小于 12°时，可按 6.6 节的规定进行支护，并考虑迎山角 1°~2°；坡度为 12°~20°时，顶梁加撑柱设基础支架，采用 2°~4°的迎山角；坡度为 20°~30°时，顶梁和柱角应加支撑，并设基础支架；坡度为 30°~45°时，应增加底梁，采用四角加撑柱，并设基础支架，基础支架深入岩石不少于 300mm。

7.3.5 通风及卫生安全防护与保健、救护应符合 6.7 节、6.8 节的规定。

7.3.6 铺轨应符合下列规定：

1 枕木间距以 0.6~1.0m 为宜，枕木嵌入地槽 1/3~2/3，每隔 4~8m 铺一长枕，两端嵌入岩壁内 200mm 以上。

2 在重车行驶方向宜采用“人”字形钉道方法固定轨道。

3 坡度大于 30°，每根铁轨接头处应插筋防滑。

4 出口处的轨道应圆滑。

7.3.7 装岩应符合下列规定：

1 根据装岩工作量大小，可采用人工或机械装岩。

2 上斜井倾角超过 30°，宜采用溜渣道溜渣。

7.3.8 提升应符合下列规定：

1 提升机距井口外距离不应小于 5m。

2 每隔 5~10m 宜设安全硐，提升机运行时，作业人员应进入安全硐内躲避。

3 斜井中应设挡车器，矿车应带有安全装置。

4 轨道内宜每隔 5~7m 安设地滚，拐弯处安设立滚。

5 井口应设挡车栏杆，矿车上来应先关好挡车栏杆才准摘钩。空车下放应先将矿车挂钩挂好后再打开挡车栏杆，送下矿车。处理掉道矿车，矿车下方严禁站人。

6 提升速度宜为 0.5~1.5m/s，接近出口时应降低提升速度。

7.3.9 排水应符合下列规定：

1 工作面出现涌水，可设活动水泵进行排水。水泵排水能力应大于预测涌水量一倍，备用水泵比例应为 1:1，并设有备用电源。

2 涌水点出现在井的中下部时，可设集水池将水导入后再泵出井外。

3 水泵房应高出集水池 1~1.5m，沿水池方向应有一定坡度。

4 集水池与泵房宜建在岩体稳定、滴水少、运输和检修方便的地方。

5 集水池容积应满足井内汇水量要求。

7.4 探井竣工

7.4.1 探井竣工后应将井壁、井底清理干净，及时进行地质编录、采取试验样品等。需要时，应进行清洗。探井内有原位测试时，应对试验点做好保护。

7.4.2 地质编录、样品采取和原位测试等结束后，井口应设保护设施及警示标志或进行封堵。

8 施工安全

8.0.1 坑探施工应坚持“安全第一、预防为主”的方针。施工安全应有专人负责，经常检查，做好有害气体、粉尘、放射性等防护保健，确保安全生产。

8.0.2 应建立、健全各级安全工作机构，设置专职技安人员，制定安全措施，认真贯彻执行有关规章制度，及时解决施工中存在的安全问题。

8.0.3 应建立、健全岗位责任、安全生产责任、交接班、设备维修、质量负责等方面的规章制度。

8.0.4 应有计划地进行安全培训。未经安全教育的作业人员，不允许下井、进硐作业。

8.0.5 坑探工程施工应遵守下列规定：

1 严格爆破材料管理。爆破材料管理应符合附录 B 的规定。

2 电工、炮工等特种作业人员应持证上岗，并严格按照相关操作规程作业。

3 工地机房、库房、宿舍等设施，不应修建在洪水位以下、危岩下以及山洪暴发所危及的冲洪积扇上。

4 爆破作业应确定安全警戒范围，设立明显的安全标志，必要时要有专人把守。

5 进入井、硐前应认真进行安全检查，处理隐患，个人防护用品应穿戴整齐。

6 未经允许，非工作人员不应随意下井、进硐。下井、进硐人员，应熟悉并注意观察爆破、运输信号。

7 露天爆破时应组织躲避，必要时修建安全掩体。视线不好时不应进行露天爆破。

8 放射性防护措施应经单位领导批准后实施。

8.0.6 规模较大的支护及降水工作，应编制专项施工方案及安全预案，经批准后由专职安全管理人员现场监督实施。

8.0.7 在有瓦斯或可燃性气体的井、硐内作业，应使用防爆电器设备及材料。在有害气体存在的井、硐内作业，应做好通风。

8.0.8 进入岩体具有放射性的井、硐内作业，必须做好施工人员的防照（辐）射保护，并做好监测和井、硐内的通风。

8.0.9 查勘长期放置的井、硐前应进行全面安全检查，确认不存在安全隐患时方可下井、进硐，必要时应采取监测、通风等防范措施。

8.0.10 大型坑探工程（探硐、探井、过河平硐等）竣工后应做好后期安全管理。

8.0.11 起重机械等仪器设备应按国家有关规定进行检测，并定期检修。

9 施工记录与报告

9.0.1 坑探工程施工应做好施工记录，并应符合下列规定：

1 应按作业班次逐班记录，做到及时、真实、齐全、字迹清楚、整洁，不应事后追记。

2 记录内容主要包括：开挖岩性、工时、进尺（方量）、施工方法、施工参数、主要材料消耗、塌方和涌水等异常现象及其他应说明的施工情况等。

3 记录宜采用附录 C 规定的表格。

9.0.2 探井、探硐宜编制施工总结报告。主要内容应包括：任务目的、完成工程量、施工环境、施工方法、施工质量、竣工处理及塌方、涌水等异常现象。

10 施工质量与验收

10.1 施工要求

- 10.1.1 断面形状、尺寸及开挖深度应符合任务书要求。
- 10.1.2 任何一段中线的允许偏差为 $\pm 0.3\text{m}$ ；井、硐段的井、硐壁和设计角线的允许偏差为 $\pm 0.2\text{m}$ 。
- 10.1.3 开挖坡度允许偏差为 $\pm 0.3\%$ 。
- 10.1.4 探硐和斜井（硐）底板平整度允许偏差为 $\pm 0.15\text{m}$ ，井、硐壁平整度允许偏差为 $\pm 0.2\text{m}$ 。
- 10.1.5 应具备编录、取样和试验条件。
- 10.1.6 原位试验地段防护措施应符合下列规定：
- 1 应预留保护层厚度 $0.2\sim 0.3\text{m}$ 。
 - 2 应在试件切割边界线上打一排防震钻孔，防震孔距宜为 $0.1\sim 0.2\text{m}$ 。
 - 3 保护层外采取松动爆破应严格控制装药量。
- 10.1.7 特殊试验或采取岩（土）样品应按专门技术要求施工。

10.2 验收

- 10.2.1 坑探工程竣工后，施工单位应提交施工记录和施工报告。
- 10.2.2 应按施工任务书和10.1节的规定进行质量验收，填写竣工验收表。验收表格式应符合附录D的规定。
- 10.2.3 不符合质量要求的应采取补救措施。
- 10.2.4 现场验收应由施工单位提出申请，宜由委托单位、施工单位和现场地质人员参加。

附录 A 岩土分级

A.0.1 土类开挖可按表 A.0.1 进行分级。

表 A.0.1 土类开挖分级

土类级别	名称	天然湿容重 (kg/cm^3)	外形特征	开挖方式
I	砂土、种植土	1650~1750	疏松，黏着力差或易透水，略有黏性	用锹或略加脚踩开挖
II	壤土、淤泥、含壤种植土	1750~1850	开挖时能成块，并易打碎	用锹需用脚踩开挖
III	黏土、干燥黄土、干淤泥、含少量砾石黏土	1800~1950	黏手，看不见砂粒或干硬	用锹、三齿耙开挖或用锹用力加脚踩开挖
IV	坚硬黏土、砾质黏土、含卵石黏土	1900~2100	结构坚硬，将土分裂后成块状或含砾石较多	用锹、三齿耙工具开挖

A.0.2 岩石可按表 A.0.2-1 和表 A.0.2-2 进行分级。

表 A.0.2-1 岩石可钻性分级

岩石级别	压入硬度 (MPa)	代表性岩石
I~IV	<1000	粉砂质泥岩、碳质页岩、粉砂岩、中粒砂岩、透闪岩、煌斑岩
V	900~1900	硅化粉砂岩、碳质硅页岩、滑石透闪岩、橄榄大理岩、白色大理岩、石英闪长玢岩、黑色片岩、透辉石大理岩、大理岩
VI	1750~2750	黑色角闪斜长片麻岩、白云斜长片麻岩、石英白云石大理岩、黑云母大理岩、白云岩、蚀变角闪闪长岩、角闪变粒岩、角闪岩、黑云石英片岩、角岩、透辉石榴石砂卡岩、黑云白云石大理岩
VII	2600~3600	白云斜长片麻岩、石英白云石大理岩、透辉石化闪长玢岩、混合岩化浅粒岩、黑云角闪斜长岩、透辉石岩、白云石大理岩、蚀变石英闪长玢岩、石英闪长玢岩、黑云母石英片岩
VIII	3400~4400	花岗岩、砂卡岩化闪长玢岩、石榴子砂卡岩、石英闪长斑岩、石英角闪岩、黑云母斜长角闪岩、混合伟晶岩、黑云母花岗岩、斜长闪长岩、斜长角闪岩、混合片麻岩、凝灰岩、混合浅粒岩
IX	4200~5200	混合岩化浅粒岩、花岗岩、斜长角闪岩、混合闪长岩、斜长闪长岩、钾长伟晶岩、橄榄岩、斜长混合岩、闪长玢岩、石英闪长玢岩、似斑状花岗岩、斑状花岗闪长岩
X	5000~6100	硅化大理岩、砂卡岩、混合斜长片麻岩、钠长斑岩、钾长伟晶岩、斜长角闪岩、鞍山质熔岩、长英质混合岩化角闪岩、斜长岩、花岗岩、石英岩、硅质凝灰砂砾岩、英安质角砾熔岩
XI	6000~7200	凝灰岩、熔凝灰岩、石英角岩、英安岩
XII	>7000	石英角岩、玉髓、熔凝灰岩、纯石英岩

表 A.0.2-2 岩石开挖分级

岩石级别	岩石名称	实体岩石天然湿度时的平均容重 (kg/m ³)	净钻时间 (min/m)			极限抗压强度 (MPa)	强度系数 <i>f</i>
			用直径 30mm 合金钻头, 凿岩 机打眼 (工作压 力为 4.5atm)	用直径 30mm 淬火钻头, 凿岩 机打眼 (工作压 力为 4.5atm)	用直径 25mm 钻杆, 人工单 人打眼		
V	1. 砂藻土及软的白垩岩 2. 硬的石炭纪黏土 3. 胶结不良的砾岩 4. 各种不坚实的页岩	1550 1950 1900~2200 2000	—	≤3.5	≤30	≤20.0	1.5~2.0
VI	1. 软的有孔隙的裂隙多的石灰岩及贝壳石灰岩 2. 密实的白垩岩 3. 中等坚实的页岩 4. 中等坚实的泥灰岩	2200 2600 2700 2300	—	4 (3.5~4.5)	45 (30~60)	20.0~40.0	2.0~4.0
VII	1. 水成岩卵石石灰质胶结而成的砾石 2. 风化的裂隙多的黏土质砂岩 3. 坚硬的泥质页岩 4. 坚实的泥灰岩	2200 2200 2300 2500	—	6 (4.5~7)	78 (61~95)	40.0~60.0	4.0~6.0

表 A.0.2-2 (续)

岩石级别	岩石名称	实体岩石天然湿度时的平均容重 (kg/m ³)	净钻时间 (min/m)			极限抗压强度 (MPa)	强度系数 f
			用直径 30mm 合金钻头, 凿岩机打眼 (工作压力为 4.5atm)	用直径 30mm 淬火钻头, 凿岩机打眼 (工作压力为 4.5atm)	用直径 25mm 钻杆, 人工单人打眼		
VIII	1. 角砾状花岗岩	2300	6.8 (5.7~7.7)	8.5 (7.1~10)	115 (96~135)	60.0~80.0	6.0~8.0
	2. 泥灰质石灰岩	2300					
	3. 黏土质砂岩	2200					
	4. 云母页岩及砂质页岩	2300					
	5. 硬石膏	2900					
IX	1. 软的风化较甚的花岗岩、片麻岩及正长岩	2500	8.5 (7.8~9.2)	11.5 (10.1~13)	157 (136~175)	80.0~100.0	8.0~10.0
	2. 滑石质蛇纹岩	2400					
	3. 密实的石灰岩	2500					
	4. 水成岩卵石硅质胶结的砾石	2500					
	5. 砂岩	2500					
	6. 砂质石灰质的页岩	2500					
X	1. 白云岩	2700	10 (9.3~10.8)	15 (13.1~17)	195 (176~215)	100.0~120.0	10~12
	2. 坚实的石灰岩	2700					
	3. 大理岩	2700					
	4. 石灰质胶结的致密砂岩	2600					
	5. 坚硬的砂质页岩	2600					

表 A.0.2-2 (续)

岩石级别	岩石名称	实体岩石天然湿度时的平均容重 (kg/m ³)	净钻时间 (min/m)			极限抗压强度 (MPa)	强度系数 f
			用直径 30mm 合金钻头, 凿岩机打眼 (工作压力为 4.5atm)	用直径 30mm 淬火钻头, 凿岩机打眼 (工作压力为 4.5atm)	用直径 25mm 钻杆, 人工单人打眼		
XI	1. 粗粒花岗岩	2800	11.2 (10.9~11.5)	18.5 (17.1~20)	240 (216~260)	120.0~140.0	12~14
	2. 特别坚硬的白云岩	2900					
	3. 蛇纹岩	2600					
	4. 火成岩卵石钙质胶结的砾岩	2800					
	5. 钙质胶结的坚硬砂岩	2700					
	6. 粗粒正长岩	2700					
XII	1. 微风化安山岩及玄武岩	2700	12.2 (11.6~13.3)	22 (20.1~25)	290 (261~320)	140.0~160.0	14~16
	2. 片麻岩、粗面岩	2600					
	3. 特别坚硬的石灰岩	2900					
	4. 火成岩卵石硅质胶结的砾岩	2600					
XIII	1. 中粒花岗岩	3100	14.1 (13.4~14.8)	27.5 (25.1~30)	360 (321~400)	160.0~180.0	16~18
	2. 坚实的片麻岩	2800					
	3. 辉绿岩	2700					
	4. 玢岩	2500					
	5. 坚硬的粗面岩	2800					
	6. 中粒正长岩	2800					

表 A.0.2-2 (续)

岩石级别	岩石名称	实体岩石天然湿度时的平均容重 (kg/m ³)	净钻时间 (min/m)			极限抗压强度 (MPa)	强度系数 f
			用直径 30mm 合金钻头, 凿岩机打眼 (工作压力为 4.5atm)	用直径 30mm 淬火钻头, 凿岩机打眼 (工作压力为 4.5atm)	用直径 25mm 钻杆, 人工单人打眼		
XIV	1. 特别坚实的细粒花岗岩	3300	15.5 (14.9~18.2)	32.5 (30.1~40)	—	180.0~200.0	18~20
	2. 花岗片麻岩	2900					
	3. 闪长岩	2900					
	4. 最坚硬的石灰岩	3100					
	5. 坚硬的玢岩	2700					
XV	1. 安山岩、玄武岩、坚硬的角闪岩	3100	20.0 (18.3~24.0)	46 (40.1~60)	—	200.0~250.0	20~25
	2. 最坚硬的辉绿岩及闪长岩	2900					
	3. 坚实的辉长岩及石英岩	2800					
XVI	1. 钙钠长石质玄武岩及橄榄石质玄武岩	3300	>24			>250.0	>25
	2. 特别坚硬的辉长岩、辉绿岩、石英岩及玢岩	3300					

注: 1atm=1.013250×10⁵Pa。

A.0.3 岩石硬度可按表 A.0.3 进行分类。

表 A.0.3 岩石硬度分类

分类	硬岩	中硬岩	软岩
饱和抗压强度 R _b (MPa)	>60	30~60	≤30

附录 B 爆破及爆破器材的安全管理

B.1 基本规定

B.1.1 爆破器材的购置、管理、使用，必须遵守《民用爆破物品管理条例》的规定。

B.1.2 爆破人员必须经过培训，并经考试合格领取《爆破员作业证》后，才能从事爆破作业。严禁非爆破人员从事爆破工作。爆破员不应从事非生产性的爆破作业。

B.1.3 爆破作业应将每次消耗的爆破材料登记入册，做到领耗平衡，责任清楚，剩余交库，不得随便存放。爆破器材散失必须及时报告。

B.1.4 爆破前应发出信号或悬挂明显警戒标志，在危险边界和各有关通道应派专人警戒，严禁无关人员停留和进入危险区域。

B.1.5 爆破后由爆破人员进行检查，确认没有危险时，方可解除警戒。进入工作面时，首先进行安全检查和隐患处理，然后开始正常作业。

B.1.6 爆破器材的检查与销毁，必须按照《爆破安全规程》(GB 6722)的规定执行。

B.2 爆破器材的运送

B.2.1 远距离运送应遵守下列规定：

1 炸药和雷管应分车运送。电雷管与电池严禁同车运送。

2 装载时应轻抬轻放，叠放平稳，用绳捆好，注意防雨、防潮、防震、防冻、防摩擦。

3 装载高度不应超过车箱高度，运送雷管或硝化甘油炸药时，码放高度不应超过两层，车箱底部并应敷设软垫。运送火雷管时，层间也必须敷设软垫。汽车行驶速度应低于正常速度，能见度好时，不应超过 40km/h。

4 必须指派持有《爆破员作业证》或《押运员作业证》、工作责任心强的人员押运。车船内不应载运其他人员和其他易燃、易爆、铁器等物品。严防烟火。运输途中不应在居民点或人员集中的地方停留。运送工具之间应保持一定的距离。严禁携带爆炸物品搭乘公共交通工具。

B.2.2 现场运送应遵守下列规定：

1 从炸药库往加工房运送爆破器材，应在持有《押运员作业证》或《爆破员作业证》人员监督下进行。人工担运量，炸药一次不应超过两箱，雷管一次不应超过 20 发，炸药、雷管不应同时运送。运送爆破器材，必须白天进行，严禁晚间或雷雨天气运送。

2 工地一人同时运送少量爆破器材时，炸药不应超过 20kg、雷管不应超过 30 个，雷管应放在安全盒内。

3 提升爆破器材时，斜井或竖井的提升速度不应超过 1m/s，浅井不应超过 0.3m/s。

4 机械运送爆破器材时，起爆药包必须放在专用的木箱内。

B.3 爆破器材的保管和领用

B.3.1 爆破器材的储存保管应遵守下列规定：

1 爆破器材必须放在专用的库房内，按照出厂日期先后顺序存放。爆破材料储存，不应超过三日用量。

2 爆破器材应放在架空高度大于 0.5m 垫木上，室内应干燥、通风良好。

3 爆破器材库房必须由责任心强，经过专业培训，有《爆破员作业证》或《保管员作业证》的人看管。

4 炸药库房内不应加工炸药。库房内严禁烟火，不得存放其他易燃、易爆物品。

5 应定期检查、试验爆破器材性能，检查试验工作不得单人进行。

6 性质相抵触的爆破器材不准同库存放，各类爆破器材的

储存必须遵守表 B. 3. 1 的规定。

表 B. 3. 1 爆破器材的允许共存范围

爆破器材名称	雷管类	黑火药	导火索	硝酸类 炸药	属 A1 级 单质炸药类	属 A2 级 单质炸药类	导爆 索类
雷管类	○	×	×	×	×	×	×
黑火药	×	○	×	×	×	×	×
导火索	×	×	○	○	○	○	○
硝酸类炸药	×	×	○	○	○	○	○
属 A1 级单质炸药类	×	×	○	○	○	○	○
属 A2 级单质炸药类	×	×	○	○	○	○	○
导爆索类	×	×	○	○	○	○	○

注 1: ○表示可同库存放, ×表示不应同库存放。
 注 2: 雷管类包括火雷管、电雷管、导爆管雷管。
 注 3: 属 A1 级单质炸药类为黑索金、太安、奥克托金和以上述单质炸药为主要成分的混合炸药或炸药柱(块)。
 注 4: 属 A2 级单质炸药类为 TNT 和苦味酸及以 TNT 为主要成分的混合炸药或炸药柱(块)。
 注 5: 导爆索类包括各种导爆索和以导爆索为主要成分的产品, 包括继爆管和爆裂管。
 注 6: 硝酸类炸药包括以硝酸铵为主要组分各种民用炸药。

7 工地临时炸药库, 可利用干燥土窑、坑道、土砖房、洞穴等代替。炸药和雷管的储存量不宜超过一昼夜的用量。雷管必须放在专用的箱内, 并加锁。雷管和炸药应分开放置, 并保持 2m 以上的距离或用安全墙将其隔开。

B. 3. 2 爆破器材的发放、领用应遵守下列规定:

1 爆破材料应按照出厂日期先后发放。不应同时发放两种不同性能的导火线。领发和回收爆破材料时, 交接双方应办清点手续。

2 不应发放冻结、溶解、变质、加工不完善和性能不详的爆破材料。

3 开箱时应小心进行, 不准用力敲打。

4 用后剩余的爆破材料、残留药包和雷管, 应及时交回库房, 不准私自处理。

B. 4 爆破材料的销毁

B. 4. 1 变质失效爆破材料的销毁, 必须经过试验并报主管部门批准。

B. 4. 2 炸药销毁应在技术人员指导下, 由有经验的炮工进行。事后必须提出试验和销毁报告备案。

B. 4. 3 爆破材料的销毁及试验, 均应设置好警戒。试验和销毁后, 如有残余雷管炸药, 应再次进行销毁。

B. 4. 4 变质失效爆破器材的销毁宜采用爆破法。爆破材料销毁地点应安全可靠, 不应在河流、湖泊中进行。

标准用词说明

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	

中华人民共和国水利行业标准

水利水电工程坑探规程

SL 166—2010

条 文 说 明

目 次

1 总则	55
3 基本规定	56
4 施工准备	57
5 探坑、探槽	58
6 探硐	60
7 探井	75
8 施工安全	79
9 施工记录与报告	80
10 施工质量与验收	81
附录 A 岩土分级	82
附录 B 爆破及爆破器材的安全管理	83
附录 C 施工记录表	85
附录 D 施工质量验收表	86

1 总 则

1.0.1~1.0.3 坑探是水利水电工程地质勘探的重要手段之一。通过坑探工程（探坑、探槽、探硐、探井等）可以直接观察、描述地层岩性、地质构造等地质现象，同时为岩（土）体试样采取和原位测试提供条件。

统一坑探工程的技术要求、技术标准，对保证坑探工程施工质量、施工安全十分必要。条文对规程编制的目的、适用范围及坑探工程的基本任务做了规定。

3 基本规定

3.0.5 通过地质巡视和施工记录,可以全面、真实地了解地质情况和施工动态,及时调整施工要求。施工记录要满足本规程第9章的有关技术要求。地质巡视随施工进度进行,了解施工情况、观察地质现象等。

3.0.6 施工现场的地质、物探、试验等配合工作,主要包括工作场地的平整、通风、照明、排水及安全防护等。

3.0.8 大型坑探工程,如长度大于500m的探硐、深度大于30m的探井及河底平硐等一般编制专题施工报告。

4 施工准备

4.0.2 地形地质资料主要包括施工现场和周边地区的地形图、地质图及相关资料。水文气象资料主要包括施工期当地降雨、降雪、冰冻及气温变化等资料。位于河流岸边的探硐、探井要特别注意收集河水流量、流速、水深、历年最高洪水位和最大冰冻壅高等资料。

4.0.3 现场查勘要了解施工现场的地形、地质条件和环境地质条件。特别是易于引发山洪、泥石流、滑坡、坍塌等有害于施工安全的地质环境以及地层岩性、地质构造、水文地质等与施工有关的地质条件。

在满足勘察目的的条件下,坑探工程的位置要选择在相对安全地带。渣(土)堆放地选择要以不影响环境、不产生水土流失和易于恢复原地形为原则。

4.0.4 坑探工程施工环境和施工条件存在诸多不确定因素,安全生产十分重要。编制施工技术计划或施工组织设计时,要贯彻安全第一的方针。

5 探坑、探槽

5.1 探坑

5.1.1 探坑常布置于松散地层，主要用于定点查明下伏地层的产状、岩性、结构、地层界线、构造形迹、岩（土）透水性、地下水位等以及天然建筑材料勘察。

条文对探坑的施工方法做了规定。

松动爆破、无眼爆破是探坑施工中常用的爆破方法，其优点是节省凿岩时间，不需凿岩设备，可以控制爆破方向，减少抛掷散落物。使用中要注意爆破方向和药量控制，以防对周围土（岩）体稳定和环境的影响。

5.1.2 本条为新增内容，对探坑竣工做了规定。

实际勘察中，探坑竣工之后往往弃之不管，这样不仅不利于土地的保护和使用，也给后期安全留下隐患。因此，条文规定探坑竣工后要及时回填、恢复原地貌。位于工程体的探坑一般利用探坑开挖料，按工程体密实度分层夯实回填。

5.2 探槽

5.2.1 探槽常布置于松散地层，主要用于追踪查明下伏地层产状、岩性、地层界线、构造线、破碎带、岩脉等的分布、物质组成及结构特征等。依坡向布置可分为横槽、竖槽，可视勘探目的确定。在同一地区同等条件下施工，竖槽两壁较之横槽稳定，一般采用自上而下的施工程序。横槽施工中要注意上游壁失稳，必要时增加隔墙。

抛掷爆破、松动爆破、无眼爆破也是探槽施工中常用的爆破方法，可根据地质条件、施工条件按条文规定选用。

抛掷爆破按抛掷形式可分为双侧抛掷爆破和单侧抛掷爆破，

可根据施工条件选用。采用抛掷爆破要注意地形条件，遵守露天爆破的有关规定。新进入的施工地区，要先进行试爆，根据试爆结果修正爆破参数。

探坑、探槽的开挖边坡可依据 GB 50487 附录 K 确定岩（土）体边坡坡比。

6 探 洞

6.1 一 般 规 定

6.1.1 洞口是开挖进洞的关键部位。为确保洞口安全，防止上方岩（土）体崩落，洞口要进行支护。支护应支洞外不少于3m，并在顶部加覆盖物。

6.1.2 拱形断面有利于自然稳定，梯形断面便于支护，施工中可根据具体情况选用。

断面规格的设计要根据本条所列的因素确定。表6.1.2提供了经多年勘探实践证明是经济合理的断面，供参考。

6.2 炮 眼 布 置

6.2.1 本条规定了炮眼布置和掏槽形式的一般要求。

为了提高爆破效率，保证爆破后探洞断面形态完好，炮眼布置及掏槽形式要充分考虑岩石（体）的性质、结构以及爆破方法等因素。探洞爆破的目的是在岩体中形成所需的空间，所以布眼首先要满足断面尺寸的需要，使洞壁尽可能完好平整。

岩石爆破要求被爆岩体需有两个以上的自由面。探洞爆破中槽眼的作用就是将掌子面的部分岩石首先爆破下来形成新的自由面，为其余炮眼爆破创造有利条件，以提高爆破效率。槽眼布置在掌子面中部，掏槽形式要根据岩石级别和岩体结构特征等选择。如果槽眼布置和掏槽形式选择不当，会造成整个掌子面爆破失败。因此，要合理布置槽眼，正确选择掏槽形式。

6.2.2 本条规定了角锥掏槽眼的布置原则。

掏槽中有三个以上的槽眼，分别指向中心，眼底趋于集中但不贯通形成角锥，称角锥掏槽。角锥掏槽是一种常用的、较为可靠的掏槽法，适用于任何坚固性岩石。

槽眼的数量随着岩石级别的提高而增加，角度则随之减少。

表6.2.2给出了角锥掏槽的技术参数，供参照。如有成熟的先进技术，可另作规定。

6.2.3 本条规定了楔形掏槽眼的布置原则。

楔形掏槽是在岩体结构面两侧适当的位置，各布一排与其平行的槽眼，角度向结构面倾斜成楔形，故称楔形掏槽。楔形掏槽是充分利用岩体结构面而增加爆破效果的一种掏槽方法，应用较广泛，适于中硬以上岩石。表6.2.3给出了楔形掏槽技术参数，供参照。如有成熟的先进技术，可另作规定。

6.2.4 本条规定了直线掏槽眼的布置原则。

直线掏槽是槽眼与辅助眼同时垂直于工作面，眼孔间相互平行的一种掏槽方法。掏槽眼中不装药的炮眼谓之空眼，以其作为装药眼的辅助自由面。

在中硬岩体掘进中为增加单循环进尺或采用火雷管引爆，多采用直线掏槽。

螺旋掏槽是直线掏槽常用的一种形式，其掏槽的各装药眼至空眼的距离依次递增呈螺旋布置。表6.2.4给出了螺旋掏槽爆破技术参数，供参照。如有成熟的先进技术，可另作规定。

6.2.5 本条规定了辅助眼与周边眼的布置原则。

辅助眼的作用是扩大掏槽效果，为周边眼成形达到设计尺寸创造条件。周边眼布置于探洞四周岩壁，其作用除了崩落岩石外，主要是控制探洞的开挖形状和大小。

辅助眼向槽眼倾斜是指非直线掏槽。

顶帮眼数量，随岩石级别而确定。2m×2m规格的探洞，为了保持断面尺寸，一般不少于8个眼。

6.2.6 炮眼深度指炮眼底到掌子面的垂直距离。

6.2.7 密集系数 M 为周边眼距 E 与周边眼最小抵抗线 W 的比值，即 $M=E/W$ 。其中，最小抵抗线 W 为药包中心至自由面的最短距离。光面爆破中光面眼的最小抵抗线指周边眼所负担爆破的那部分岩石的厚度，也称光面层。周边眼距 E 和最小抵抗线 W 是光面爆破中重要的技术参数。

6.3 凿 岩

6.3.1 探洞施工方法和设备选择受自然环境和工作条件的约束。在高山峡谷交通不便的地区施工，工程量不大，适宜采用小型或微型的凿岩、发电、通风机具，利用发泡剂节约用水的成套措施。在交通、供电、供水等条件都能满足施工需要时，要充分利用大型机械的优势。

6.3.2 爆破对围岩、支护和其他器材可能会造成松动或损坏。因此，施工的每个循环作业中，在爆破排烟工序之后、出渣工序之前，进入工作面时要进行安全检查，排除不安全因素。

6.3.3 中线指设计断面的垂直平分线，腰线指设计断面水平平分线。

6.3.4

1 开眼操作钎子不要过长是为了避免摆过大，易于定位。凿岩时先给水后给风是为了避免产生粉尘。手持凿岩机在掌子面开眼前方没有定位装置，一般需要一个人在前手扶定位。因此，开眼作业要轻压慢转，进行定位钻进。操作时动作要准确细致，不可马虎，以免发生事故。

2 三点一线凿岩工作法在工作中往往被操作者忽视，结果造成凿岩效率低，凿岩机非正常磨损。因此，要严格按照三点一线凿岩法作业。

3 开眼定位后正常凿岩时前方严禁站人是为了防止钎杆突然折断伤人。如果前方有作业人员，则必须停止钻进。

4 炮眼与药卷之间的间隙小，装药困难，但增强了爆破效果；反之炮眼与药卷之间的间隙大，装药容易，但减弱了爆破效果。炮眼直径比药卷直径大5~8mm是合理的径向间隙，超过范围需要更换适当的药卷或进行改装。

5 本款的规定是为了控制探洞的断面。

6 炮眼的临时保护是指凿岩后装药之前对炮眼的保护，以防止泥砂、粉尘进入。

9 残眼是指上次爆破后由于某种原因，在原炮眼底部残留一段较长而完整的孔段。残眼中可能有残存的炸药与雷管，如在残眼中继续凿岩，可能会发生恶性事故。因此，严禁打残眼。

11 电动凿岩机电机散热方式为水冷式，缺水时电机会骤然升温而烧毁。故使用中供水量要充足。电机运行要保证供电质量，即电压、周波三相不平衡程度都要在规定范围内。不能在低电压、低周波的条件下运行。

洞内凿岩作业运行条件非常恶劣，机身内外都受水的侵袭，绝缘要求必须可靠。因此每次使用前都要进行检测，当低于规定电阻值时，需进行烘干处理。

不同距离、不同线径的输送功率可参照表1确定。

表1 不同距离、不同线径输送功率

线号	距离 (m)						安全电流 (A)
	200	400	600	800	1000	1500	
	输送功率 (kW)						
LJ-16	20.0	10.0	6.6	5.0	4.0	2.6	105
LJ-25	31.0	15.6	10.0	7.8	6.0	4.0	135
LJ-35	43.0	19.6	14.5	10.9	8.8	5.8	170
LJ-50	62.5	31.3	20.8	15.6	12.5	8.3	215
LJ-70	87.5	43.8	29.0	21.8	17.5	11.6	265
TJ-4	8.3	4.2	2.7	2.0	1.6	1.0	50
TJ-6	12.0	6.2	4.0	3.1	2.4	1.6	70
TJ-10	20.7	10.3	6.9	5.1	4.1	2.7	95
TJ-16	33.2	16.6	11.0	8.3	6.6	4.4	130
TJ-25	51.0	25.0	17.0	13.0	10.0	6.9	180
TJ-35	72.6	36.3	24.0	18.0	14.5	9.7	220

注：电压降不大于5%，400V输电线路。

6.3.5 一般凿岩机钎尾标准长度为108mm。钎尾长度误差超过1mm，称为过长或过短。钎尾过长，提前冲击钎尾导致活塞下

行速度不足,减少了冲击功;钎尾过短,当钎尾受冲击时,气缸上部已经排气下部开始充气,活塞运行速度已经减慢,同样减少了冲击功。

钎尾端面淬火硬度超过 HRC60 时易产生脆性破裂,低于 HRC55 时易产生塑性变形。

6.4 爆 破

6.4.1 爆破是探洞挖掘的重要工序之一。爆破效果好坏,对探洞工程的质量、施工安全与效率影响极大。因此,要根据岩石条件、炸药性能、探洞断面形状规格,合理选择爆破材料、爆破参数,认真按照爆破设计进行爆破作业。尤其是软弱破碎岩带要严格控制装药量,尽量降低因爆炸震动造成围岩失稳坍塌。

表 6.4.1-1 炸药规格和性能中,仅列出了 2 号岩石炸药的化学成分、炸药性能和抗水性等,尚有 1 号、3 号岩石炸药没有列出。1 号、2 号、3 号岩石炸药其化学组成主要为硝酸铵,含少量 TNT 以增加炸药的感度和威力。1~3 号岩石炸药硝酸铵含量逐渐增多,而 TNT 含量逐渐减少,对冲击、摩擦和火花等的敏感度就逐渐降低。因而调整硝酸铵和 TNT 在炸药中的不同含量,再加入适量的食盐、石蜡和沥青等添加剂,可制成防水和防瓦斯爆炸的 1 号、3 号岩石炸药。

探洞挖掘对爆破工艺的要求主要为:

- (1) 开挖线内的岩石,爆破后没有残留。
- (2) 开挖线整齐,尺寸在要求范围内。
- (3) 开挖线以外的岩石不因爆破产生破坏和失稳。
- (4) 爆破后的岩渣块度集中于工作面利于装岩。
- (5) 洞内的支护、轨道和其他设施不受损坏。
- (6) 爆破后没有残存的炸药和雷管。

6.4.2 爆破材料加工、使用前的质量、安全检查。要按类别分别进行,不可混同一起。检查雷管时要设置安全隔板。

6.4.3 对本条作如下说明:

(1) 要根据探洞岩石条件、环境特点,正确选择爆破材料。
(2) 硝铵类炸药使用较安全。甘油类炸药较敏感,使用时要防止冲击和注意环境温度。

(3) 库存炸药、雷管、导火线,使用前要进行爆破试验和鉴定,该报废的不得发放使用。

(4) 通过试验可以更好地掌握爆破材料的性能。试验项目主要包括炸药的殉爆、爆力值试验,导火线的燃速、耐水及火力试验,雷管的猛烈度试验等。

6.4.4 爆破材料加工。

1 爆破材料加工房可以在施工场地附近临时修建或利用废弃的民房、窑洞设置。加工房要采取防爆、防火等安全措施。加工房内只能进行起爆药包的加工,雷管导火线的检查与测试以及药卷改装等工作,不得进行与加工、检查无关的工作。

2 作业人员应穿棉质工作服,以防烧伤。

3 导火线、雷管加工要注意:

(1) 导火线与雷管需在桌上进行装配,桌子四周要有凸缘,以防雷管落地爆炸。

(2) 导火线要用锋利的刀切割。不能用铁铲、石头等物敲断。要避免切割不齐,造成导火线与加强帽接触不良而产生拒爆。

(3) 导火线与雷管连接一端要垂直方向切割,另一端切成斜面,以增加火药暴露面积,便于点火。

(4) 导火线插入雷管与加强帽接触后,要紧密不得转动,以免因剧烈的摩擦引起爆炸。

(5) 火雷管与导火线的固定方法随管壳材料各异。金属雷管用雷管钳在管口缘 5mm 内夹紧,使导火线固定在雷管上;纸质雷管用胶布缠紧固定导火线。

4 起爆药卷加工要注意:

(1) 起爆药卷的制作加工应在装药前进行,不能事先制成成品备用。

- (2) 起爆药卷要选用未受潮, 质量好的药卷制作。
 (3) 起爆药卷加工后已具备引爆条件, 要妥善保管。

6.4.5 本条规定了装炮及炮眼堵塞的一般要求。

2 由于各类炮眼的位置、作用不同, 故而分配的药量亦有所不同。掏槽眼位于爆破面中部, 爆破困难, 因而要多装 10%~20%, 辅助眼、周边眼则次之。

具体分配每个炮眼的装药量, 可按照经验的装药系数由式(1)算出

$$Q_{\uparrow} = \frac{L_{\uparrow} a_{\uparrow} G}{h} \approx n_{\uparrow} G \quad (1)$$

- 式中 Q_{\uparrow} ——每个炮眼的装药量, kg;
 L_{\uparrow} ——每个炮眼的长度, m;
 a_{\uparrow} ——每个炮眼的装药系数;
 G ——每个药包的重量, kg;
 h ——每个药包的长度, m;
 n_{\uparrow} ——每个炮眼装入的药包个数(应取一个或半个的药包倍数)。

当采用炮眼的装药直径为 32mm 时, 各类炮眼的装药系数可参考表 2 的数值选取。

表 2 装药系数 a_{\uparrow}

炮眼名称	岩石坚固性系数 f						
	1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~14	15~20
掏槽眼	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.8	0.9
辅助眼	0.45	0.5	0.55	0.60	0.65	0.7	0.8
周边眼	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7

4 根据起爆药包在炮眼内的位置不同, 起爆方法有三种: 一是起爆药包位于眼底装药位置(常放在眼底的第二个药包位置), 并将雷管聚能穴朝向眼口, 称为反向起爆; 二是起爆药包放在眼口装药位置(常放在眼口的第二个药包处), 雷管聚能穴

朝向眼底, 称为正向起爆; 三是起爆药包放在炮眼装药中间位置, 称为双向起爆。

过去多用正向起爆, 近年来根据国内外的实践证明, 反向起爆可提高炮眼利用率、减小岩石的破碎块度、增大抛渣距离及降低炸药消耗量。此外, 在有瓦斯或粉尘爆炸危险的探洞中, 反向爆破比正向爆破安全, 堵塞影响小, 处理瞎炮也较安全。

5 炮眼堵塞的质量对爆破效果有较大的影响, 堵塞质量主要在于选择合适的堵塞材料和堵塞长度, 以获得堵塞物与炮眼之间所必须的摩阻力。

6.4.6 炸药起爆的方法, 根据使用的器材不同分为火雷管起爆法、电雷管起爆法、导爆索起爆法以及联合起爆法。

火雷管起爆法是利用点燃导火索产生的火焰, 先引起火雷管爆炸, 再引起炸药爆炸的方法。所用的起爆器材包括火雷管、导火索及点火器材。火雷管起爆法具有操作简单、成本较低等优点。其缺点是需在爆破工作面点火安全性差, 无法在起爆前用仪表检查起爆准备工作的质量, 不能精确地控制起爆时间, 导火索燃烧时增加了工作面的有毒气体量。

电雷管起爆法是利用电能先引起电雷管爆炸, 再引起炸药爆炸的方法。所需的起爆器材包括电雷管、起爆电源, 以及检测仪表。电雷管按通电后起爆时间的差别, 分为瞬发电雷管和延期电雷管, 后者又分为秒延期和毫秒延期两种。此外, 还有抗杂毫秒电雷管。电雷管起爆法应用范围很广, 其优点是操作安全, 可同时起爆大量雷管, 可准确控制起爆时间和起爆顺序, 可在爆破前用仪表检查电雷管和电爆网路的质量确保起爆效果。缺点是操作较复杂, 作业时间长, 需要有足够的电源和消耗电线较多, 成本比火爆高。

6.4.7 瞎炮又称拒爆或盲炮, 它是指炮眼中的起爆药包经点火或通电后, 雷管与炸药全未爆或雷管爆了而炸药未爆的现象。如果雷管与部分炸药爆了但眼底尚有残留未爆药包, 则称为半爆或残炮。瞎炮是掘进中经常发生的一种爆破事故, 必须采取措施竭

力避免。一旦发生,要认真分析原因,采取有效方法处理。

6.4.8 光面爆破技术对控制断面尺寸、提高探洞质量、保障洞室安全、降低成本均有重要作用。现对有关参数作如下说明:

(1) 眼距:影响眼距的要素与孔径大小,岩体强度有关。孔径小取小值,孔径大取大值;岩体强度高取小值,强底低取大值。一般眼距与孔径比值为 $1:5\sim 1:15$ 。

(2) 孔径:一般采用 $30\sim 40\text{mm}$,采用小孔径、小眼距,光爆效果更佳。

(3) 不耦合系数即炮眼直径与药卷直径之比,与岩体强度及炸药品种有关。坚硬岩石取小值,反之取大值。

(4) 线装药密度系指每米炮眼装药量。影响线装药密度的因素有岩石抗压强度、炮眼直径、孔距,其经验关系式为式(2)、式(3):

$$Q = 5.55\delta_c r \quad (2)$$

$$Q = 1.52\delta_c E \quad (3)$$

式中 Q ——线装药密度, g/m ;

δ_c ——岩石抗压强度, MPa ;

r ——炮眼半径, cm ;

E ——炮眼间距, cm 。

(5) 密集系数、最小抵抗线见 6.2.7 条文说明。

6.4.9 探洞露天爆破一般用于洞口开挖和施工场地平整,常用的方法有无眼爆破(表面爆破)、凿岩钻孔爆破、小型洞室爆破等。采用凿岩钻孔爆破要遵守本章的有关规定。本条规定的安全距离限于炮眼直径 $\phi 42\text{mm}$ 以内,其他爆破方法在一次装药量超限时,要另行规定。

露天爆破为避免产生瞎炮,可采用眼底起爆方法。

6.5 装岩与运输

6.5.1 人工与机车同时使用的工地,可采用 8kg/m 钢轨。钢轨距工作面超过 3m 会降低装岩效率,反之频繁接轨会增加铺设时

间。为解决这一矛盾,一般在原轨扣上临时活动短轨来解决。

轨距 600mm 的矿车,实际轮距为 598mm 。轮距偏差小于 2mm 会发生卡轨现象,大于 5mm 矿车运行中会增加摆动。因此,条文规定了轨道直线段轨距偏差为 $2\sim 5\text{mm}$ 。

6.6 支 护

6.6.1 支护是探洞施工中一项重要的工序,支护的根本目的是充分满足洞内施工、作业的安全要求。因此,支护的形式和材料选择及支护的作业、检查、加固、修复等都要以安全为最大原则。

6.6.2 支架支护是探洞施工中常用的支护形式。

1 对支架形式的选择做了规定。其中:

(1) 不完全支架为支架组合有顶梁一根和两根立柱的支架。

(2) 完全支架为在不完全支架两根立柱的底部设置一根底梁,承受两根立柱的载荷。

(3) 加强支架为在顶梁与立柱两个夹角间加斜支撑的支架。

此外,在适宜的条件下可利用废旧材料设计并制成活动装配式支架,组合使用。

2 “立柱应大头向上,小头向下”的要求是为了改善接榫后的受力情况。底板松软地层采用完全支架时,要将底梁完全嵌入底板,以防底梁产生位移。

3 对木质支架的接榫形式做了规定。其中:

(1) 平头榫为立柱顶平面不露出顶梁的接榫形式。

(2) 露头榫为立柱顶平面 $2/3$ 露出顶梁。

(3) 斜交榫为综合平头榫与露头榫的形式,使顶梁与立柱成 45° 连接。

6.6.3 锚杆支护在水电工程施工中已广泛应用,近几年经过技术改造引入勘探洞室施工,用以临时加固围岩代替木材支护。探洞对锚杆支护的要求是快速、灵活、简便。在野外条件下可利用现行的机具、设备进行加工和组装。可供选择的锚杆形式有:

(1) 金属机械锚杆。这种锚杆种类形式很多,需用优质钢材制作,工艺复杂成本相对较高。由于使用灵活、快速、安装简便,适宜在一定的范围内使用。

(2) 水泥卷锚杆。这种锚杆加工制作容易,成本低廉,应用范围广。该种锚杆是在水泥砂浆锚杆的基础上发展演变而成,装配组合不需专用的锚杆机具,在探洞施工中使用方便。其方法是用高标号水泥掺入一定数量速凝剂,制成水泥卷后备用。使用时在水中浸泡后用炮棍送入锚孔中,再用凿岩机将成品锚杆插入待初凝后使用。这种锚杆由于加工简便、成本低廉,很有应用发展前途。

6.7 通 风

本次修订将“通风”为单独一节做了规定。

6.7.1 为改善施工环境,保护施工作业人员的身体健康,探洞开挖特别是洞深大于30m的探洞要搞好施工通风。本条有关通风风速和通风量的要求,仍沿用原规程的规定。

6.7.2 通风方式可以分为自然通风、压入式通风、抽出式通风和混合式通风四种。小断面勘探平洞的通风方式可根据平洞深度,结合通风机具性能进行选择。

自然通风是利用空气自然温差产生对流进行通风的方法。

压入式通风是利用鼓风机及配套风管将新鲜空气由洞外送入工作面的通风方法。

抽出式通风是鼓风机安装在距工作面不超过6m的位置,通过风管将混浊空气排出洞外,新鲜空气从洞口吸入洞内的通风方法。

混合式通风是采用抽出通风的同时,在洞内适当的位置安装鼓风机将新鲜的空气强行送至工作面的通风方法。这种方法具有压入式和抽出式通风的优点。

根据生产实践的经验,对洞深的分级做了修订。原规定将洞深分为小于30m、不超过100m、200m以上、300m以上四级,

这次修订将洞深分为30m以内、30~200m、200~300m和300m以上四级,这样使洞深的范围更加宽广便于选择通风方式。

本次修订增加了不应使用分段扩散局部通风的要求。因为分段扩散局部通风,会造成洞内空气局部循环,达不到供给洞内新鲜空气的目的。

6.7.3 本次修订按洞深规定了通风设备选择的要求。当洞深小于200m,可选用拆装简便的通风机和折叠式软管;当洞深大于200m时,为降低风阻提高单机送风距离,要采用硬管。

6.7.4 为防止洞内混浊空气被二次吸入洞内,压入通风机的进口处要求空气流通。本次修订规定了抽出通风时风口要距洞口3m以外。

通风筒分软硬两种,硬风筒风阻小,适宜洞深超过500m的长洞;软风筒风阻大,适宜洞深50m以内短洞。

6.8 有害气体、粉尘、噪声及放射性防护

本次修订将有害气体、粉尘、噪声及放射性的监测、防护、保健等单成一节做了规定。

6.8.2 原规程中关于有害气体、粉尘、噪声等安全卫生标准的规定是合理的,且与《水工建筑物地下开挖工程施工规范》(SL 378—2007)等有关标准的规定相一致。因此,本次修订仍使用了原规程的规定,仅对结构进行了调整。

关于有害气体监测:

(1) 初期进点的施工探洞,从岩性及区域构造分析不太可能存在有害气体时,仍需进行必要的监测。当掘进一定深度后,经监测确认不存在有害气体,经项目负责人批准可取消后期监测。

(2) 从地质构造及岩性判定并经实测确认存在有害气体,但监测结果未超标情况下,每班仍要至少监测两次。

(3) 瓦斯是一种无色、无味、无臭的气体,比重轻,极易扩散,当浓度达到5%~10%时,遇到较高温度或火源会产生爆

炸,直接威胁着施工作业人员的生命安全。因此,要特别注意对瓦斯的监测。

条文规定的有害气体、粉尘监测仪器是施工单位及施工管理单位要配备的最主要、最基本的监测仪器,其类型和数量可根据具体施工条件和施工需要配置。在有瓦斯和其他有毒气体突出的部位建立安全自动报警系统,是为了掌握其变化规律和特点,以便采取防范措施。探洞有毒有害气体的浓度与通风强度有关,配备风表与监测仪器并用,以便分析判断,采取措施。粉尘防护是探洞安全卫生工作的主要内容,要配备必要的粉尘测定仪器监测工作面的粉尘含量,以便采取相应的防尘措施。喷射混凝土施工场所一般粉尘浓度较高,要按规定配备专用除尘器械和防尘专用的压风呼吸器。

粉尘对人体健康损害极大,长时间吸入过量粉尘会造成矽肺。探洞开挖中,凿岩造孔、放炮爆破、装岩运输都会产生大量的粉尘。湿式凿岩、放炮喷雾、装岩洒水、冲洗岩帮等是降低环境粉尘,减少矽肺的行之有效的措施,施工作业中要坚持实施,确保作业人员的健康。

6.8.3 本条为新增内容,是针对在存在放射性射线和气体的地区进行水利水电工程地质勘察(包括探坑、探洞工程),需要进行监测及防护而制定的。

该条内容主要是根据《铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定》(GB 15848—2009)编制的。

6.8.4 本条文为新增内容,对救护装备的配备数量和使用要求做了具体规定。救护装备通常在有害气体突发、停电、停风、塌方等情况发生时用于自救。救护装备要根据使用说明书定期进行检查及操作演练。

6.9 照明与排水

探洞照明要采用36V以内的安全电压。在行灯变压器进线电源380V或220V时,要用电缆线或有皮电线连接,不能使用

裸线进洞。井洞施工如为自备电源,三相四线制线路要采用接零不接地的措施。

6.10 河底平洞

河底平洞也称过河平洞,是由斜井或竖井为施工导井,以平洞为主洞的探洞,主要用于探查坝基河床部位的工程地质条件。河底平洞布置在河流岸边及河床之下,环境条件、地质条件复杂,施工难度大。因此,除应遵守探洞的有关规定,尚应遵守本节的规定。

6.10.1、6.10.2 条文规定了河底平洞施工准备及洞口、断面选择的要求。

地质资料收集要特别注意河床地层的透水性及有无钻孔穿过洞段,以确保施工排水,防止钻孔贯通河水造成大量涌水。水文资料收集要特别注意历年最高洪水位和最大冰冻壅高,以便做好防洪、防凌,确保洞口安全。

导井井位要选在施工期河流最高洪水位及最大冰冻壅高以上。导井形式要根据地形条件确定,地形较开阔宜选用斜井,坡度宜不超过 45° ,受地形限制布置斜井有困难可选用竖井作导井。导井开口最好选在基岩上,如在第四系地层开口,覆盖层井段的支护需采用混凝土衬砌,以确保后续施工的顺利进行。

导井井位确定后,以井位中心为基点布置修建内外交通、运输设施,提升机械、供风供电机械场地以及修理间和临时工棚。

6.10.3 条文规定了河底平洞施工尚应符合的要求。其中:

(1) 导井为竖井时,工作面要采用阶梯开挖,以创造自由面,利于爆破、出渣和排水。

(2) 排水沟可一侧或两侧开挖,断面要满足排水要求。

(3) 平洞段涌水进入集水池前要修一测流段,安装水尺定期观测涌水量变化。

(4) 备用水泵要定期启动运转和维护保养,以备急需时能正常工作。

(5) 备用电源的启动与运行性能要可靠, 专人负责, 确保随时启动以应急需。

6.11 探 硐 竣 工

本节为新增内容, 对探硐竣工后的清理及安全防护做了规定。

7 探 井

探井按设计开挖断面中心线与水平面夹角可分为竖井和斜井。设计开挖中心线与水平面夹角呈 90° 为竖井, 设计开挖断面中心线与水平面夹角呈 $4^\circ \sim 60^\circ$ 为斜井。

7.1 浅 井

7.1.1 探井深度大于 3m 小于 10m 者为浅井, 断面一般呈方形或圆形。

浅井施工中的无眼爆破是指被破碎的岩体不需凿孔, 将炸药包直接贴在岩体表面, 引爆后由炸药爆炸产生的冲击力破碎岩石的一种方法。该种方法的优点是节省凿岩时间, 不需凿岩设备, 可控制爆破方向和减少抛掷散落物, 适用于高度分散的地区。

7.1.2 间隔支护的支框间距为 0.5~1.5m, 框距小于 0.5m 为紧密支护。

吊框支护为框架通过螺栓或吊钩挂在基框上的支护方法。

插板支护适用于流砂砾石地层, 即用宽 70~100mm, 厚 30~40mm, 长度等于支框间距的两倍, 一头削尖的木板, 从上框内侧插向下框外侧的支护方法。

7.2 竖 井

7.2.1 条文规定了井口及其选择应符合的要求。

竖井开挖为自上而下施工, 为确保井下作业安全, 井口选择和支护、防护十分重要。布置于河流岸边的竖井井口防护圈的构筑标准要根据施工期最高洪水位或冰冻最大壅高确定。

7.2.2 竖井断面规格除特殊要求外, 主要依据井深、施工方法和施工设备而定。

一般施工断面采用矩形而不采用圆形是因为矩形断面便于支

护, 利于安全施工。在滑坡体上布置竖井时, 采用矩形断面其长边要垂直可能滑动方向, 以防止滑动。表 7.2.2 给出了常用的竖井断面规格, 供参照。

7.2.3 井口台基需采取措施保证其稳固可靠, 特别是在第四纪地层开口的竖井, 要防止产生沉陷。

施工中的风、水、电、管线路需在井框内固定, 不允许发生移动。

7.2.4 为了控制爆破烈度, 使断面整齐, 基岩竖井周边眼可以适当密布。

为了防止岩渣板结, 炮眼深度以不超过 1m 为宜。

覆盖层开挖遇有孤石需凿岩爆破时, 要采用控制爆破, 以减少炮震。

爆破工作中严禁使用火雷管引爆, 是为了防止点炮后由于某种原因作业人员不能安全撤离而发生意外。

7.2.5 井口基框是竖井开挖延伸的基础, 同时要承载下面框架传递上来的荷载。所以, 井口基框设置与安装的质量非常重要。施工中要随时注意其变形或位移, 发现问题及时纠正。

施工中基础井框按规定规格不能减少, 否则将加重井口基框的荷载, 导致变形或位移。

井框安装必须保持与井壁在一个垂直平面上, 避免出现扭曲, 以使各框架受力均匀。

7.2.6 吊框是支撑竖井井壁的骨架, 要有足够的强度。木质吊框可在施工现场制作安装, 金属吊框可在工厂用槽钢或工字钢制作在现场安装使用。吊框安装后, 在吊框与地层间须铺设被板, 防止岩石落入井内。

7.2.7 插板支护是超前支护的一种方法。在第四纪不稳定地层开挖中, 如遇边挖边垮无法进尺时, 可采用插板支护方法。

7.2.9 沉井是竖井开挖中一种特殊的支护形式。主要用于地下水丰富、砂砾石层大量涌水、涌砂, 排水、支护困难的第四纪地层, 特别是位于河床、河漫滩的竖井开挖。沉井由井靴、井筒组

成, 多以混凝土或钢板预制, 随竖井开挖而下沉形成井形支护。

条文规定了沉井的规格、结构、质量及下沉作业的基本要求。

井靴位于沉井的底部, 其作用是使沉井顺利进入地层并保护井筒在施工中不受损坏。因此, 要按规定做好选材、加工。

井筒的结构设计和质量主要依据:

(1) 沉井主要依靠自重下沉, 井筒的自重应大于与地层的摩阻力。

(2) 井筒在承受地层水平压力的同时, 还要承受由于井筒下沉而产生的拉力。因此, 要保证井筒混凝土的壁厚及混凝土中的横筋和竖筋的数量, 确保井筒质量。

导井的作用是便于安放井靴、井筒, 并保证竖井开挖方向。导井要与施工盖板同时施工, 用混凝土制作联成一体。导井混凝土标号可采用 150~200 号, 盖板混凝土标号采用 100 号。

砂砾石地层采用砂石泵排渣的优点是设备简单, 但要采取回灌措施维持井内一定的水位。需采用气举反循环, 效果优于砂石泵, 但设备比较复杂。使用上述两种方法井筒沉降速度较快, 要特别注意随时纠斜。

沉井下沉开挖防斜措施主要为井口设置导井, 井底周围均匀排渣达到均匀沉降; 纠斜方法主要是顺井筒倾斜方向, 先上后下的顺序开挖。

7.2.10 竖井开挖采用压入式通风, 有利于废气和烟雾向井外排放。

7.2.11 条文规定了提升作业的一般要求。

起重卷扬机选择应满足下列要求:

(1) 有足够的起重能力。

(2) 卷筒有足够的容量。

(3) 有两倍以上的变速范围。

钢丝绳、吊钩、吊桶、罐笼要安全可靠, 要定期检查及时修理与更换配件。

每次爆破后和作业前，要对竖井各部位进行一次安全检查并及时排除隐患。

7.2.12 在地下水丰富的地层中开挖施工，排水设施可靠程度是竖井能否延深的关键。本条的规定系常规的泵排方法，施工中遇有涌水量特大，井内排水不能满足要求时，可在井外钻凿降水井排水。

7.3 斜井

斜井与平硐的区别在于硐内能否行驶水平运输车辆，车辆需由提升设备牵引的为斜井，考虑到公路最大纵坡规定为9%（即近6°），依此规定6°为平硐与斜井的区分界线，纵坡 $<6^\circ$ 为平硐， $6^\circ \leq \text{纵坡} \leq 75^\circ$ 为斜井，纵坡 $>75^\circ$ 为竖井。

7.3.6 铺长轨和轨道接头处插筋是为了轨道防滑。出渣前要对轨道进行检查和测量以及及时发现和纠正出现的问题。

7.3.8 提升需用专用提升设备，不得使用其他代用机械。提升钢丝绳安全系数要大于8.0。操作人员上岗前要进行培训。

7.3.9 活动水车适宜涌水量较小的工作面，通过提升机排至地面。当涌水量超过 $3\text{m}^3/\text{s}$ 时，要采用泵排。

排水备用水泵是指安装在井段内随时可以启用的井泵，不是未安装的备用设备。

8 施工安全

坑探施工环境和作业条件存在许多不安全因素，因而施工安全特别重要。施工安全源于良好的安全管理，要想搞好施工安全，必须搞好施工安全管理。

本章对坑探施工安全管理做了基本规定，包括贯彻执行“安全第一、预防为主”的安全生产方针、建立健全安全生产机构和岗位责任制、制定安全生产技术措施、进行安全生产岗位培训等。施工中要结合具体施工任务、施工环境和作业条件，认真执行。

8.0.9 长期放置的井、硐，可能存在许多不安全因素，如支护损坏、缺氧、有害气体聚集等。对长期放置的井、硐进行查勘等作业时，要特别注意做好安全检查和通风。

8.0.10 条文规定的“后期安全管理”，是指大型坑探工程的井口、硐口的封堵、栅栏及警示管理，以防止发生人身安全事故。

9 施工记录与报告

坑探工作是直接观察各种地质现象的主要手段之一。为能收集到更多翔实的地质资料，开挖过程中要认真做好施工记录。开挖结束后，要编制总结报告。

本章规定了施工记录及大型坑探工程施工总结报告编制的要求，执行时可根据具体情况进行调整。

10 施工质量与验收

本章根据原规程第3章的内容，对坑探工程的质量要求和验收做了规定。

10.1 施工要求

10.1.2 中线是指设计断面的垂直平分线。

10.1.4 平整度是指硐壁、硐底、硐顶、井壁沿开挖平面出现的最大起伏差。

10.2 验收

本节未对施工质量验收的形式做出规定，一般情况下宜由项目负责人主持、施工负责人和地质人员参加，共同于现场验收。

附录 A 岩土分级

表 A.0.1、表 A.0.2、表 A.0.3 是根据《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487—2008)、《水利水电工程钻探规程》(SL 291—2003)及《水工建筑物地下开挖工程施工规范》(SL 378—2007)的规定编制的。

附录 B 爆破及爆破器材的安全管理

爆破及爆破器材的安全管理对于坑探工程施工以及周围地区的安全十分重要。附录根据有关法规结合坑探工程作业特点,对爆破及爆破器材的安全管理做了规定。

B.1 基本规定

2006年国务院第466号令公布了《民用爆炸物品安全管理条例》。本规程涉及的爆破物品、器材的购买、运输储存以及爆破作业的安全管理必须严格按该《条例》执行。

《爆破安全规程》(GB 6722)对民用工程的爆破作业和爆破器材安全管理的技术要求做了规定,要结合坑探工程爆破的实际认真执行。

B.2 爆破器材的运送

B.2.1 爆破器材的远距离运送要向运达地公安机关申领《爆炸物器运输证》,凭证在有效期内,按指定路线运输。

运输车的结构、机械性能和防盗、防火、防热、防雨、防静电等性能以及运输行驶、停靠等要符合有关运输安全的技术要求。押运人员要熟悉所运爆破器材的性能,严格遵守押运安全规定。

B.2.2 爆破器材的现场运送是坑探工程施工现场经常发生的,因此要严格执行现场运送的有关规定。

B.3 爆破器材的保管和领用

B.3.1 爆破器材库的设置要报主管单位批准,并报当地公安机关审查同意,严禁非法储存爆破器材。

根据实际情况定期、不定期有选择地进行爆破试验,可以更

附录 D 施工质量验收表

附录根据第 10 章有关坑探施工质量和验收的要求，规定了施工质量验收表的格式、内容。执行中，可根据具体情况进行调整。

表中未尽事项可另行说明。