

坑探工程手册

上册

云南省地质局
昆明地质学校 合编

• 只限国内发行 •

地 质 出 版 社

坑探工程手册

上册

云南省地质局
昆明地质学校 合编

地质出版社

坑探工程手册

上册

云南省地质局合编
昆明地质学校

(只限国内发行)

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经营

1975年11月北京第一版·1975年11月北京第一次印刷

印数1—7,600册·定价1.20元

统一书号: 15038·新108

00250

前 言

在毛主席革命路线指引下，在伟大的无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，我国社会主义革命和社会主义建设事业呈现出一派繁荣昌盛的景象。地质战线广大坑探职工狠抓革命，猛促生产，在生产实践中创造和采用了不少新技术、新设备、新工艺、新方法，为迅速发展我国地质事业做出了新贡献。

遵照毛主席关于“要认真总结经验”的教导，云南省地质局和昆明地质学校抽调人员，综合了地质部门许多单位的坑探经验，选用了燃化、冶金部门的有关经验，收集了目前国内生产的坑探设备、材料、工具、仪器等资料，编写成这本《坑探工程手册》。

手册分上、下两册。上册包括岩石性质与分级、小断面坑井掘进方法，坑探设备的计算与选型、主要的技术规格、常见故障及排除方法等内容。下册包括坑探工程中常用的电气设备、材料、工具的技术性能和规格，安全仪器设备和装置，主要设备配套表和各种计算换算表等内容。可供从事地质坑探工作的坑、班长和工人同志，技术人员，安全人员，后勤人员和主管生产的各级领导人员学习和参考；也可供小型矿山及从事小断面坑道施工的有关人员参考。

手册编写过程中不少地质局、地质队的工人和技术人员以及有关工厂、院校提供了不少宝贵意见和资料；河北、贵州、河南等省地质局和地质科学院勘探技术研究所派人参加了审稿和修改整理工作，在此一并致谢。

书中缺点和错误，敬希读者批评指正。

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

按照实际情况决定工作方针，这是一切共产党员所必须牢牢记住的最基本的工作方法。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

目 录

第一章 岩石性质与分级	1
第一节 岩石性质	1
一、岩石组织	1
二、岩石构造	1
三、硬度	1
四、强度	1
五、韧性	2
六、弹性	2
七、腐蚀性	2
八、脆性	3
九、松散性	3
十、密度和容重	5
十一、孔隙度和含水性	5
十二、安息角	5
第二节 岩石分级方法	5
一、岩石坚固性分级法	5
二、原地质部岩石分级法	8
第二章 坑井掘进方法	14
第一节 水平坑道掘进	15
一、断面形状及规格	15
二、坑口掘进与加固	17
三、凿岩爆破作业	17
(一) 炸药的消耗量与装药量	18
(二) 炮眼数目	19
(三) 炮眼深度	22
(四) 炮眼直径	24
(五) 炮眼利用率	24
(六) 炮眼排列	24
(七) 布眼原则	33

(八) 确定爆破参数举例	35
(九) 手掘扩底爆破	37
(十) 手掘坚硬岩层硬质合金活动钎头凿岩	41
四、通风与防尘	41
(一) 通风方式	41
(二) 通风工作经验	44
(三) 防尘方法	48
五、地压与支护	53
(一) 地压	53
(二) 支护方法	55
六、装岩运输	67
(一) 人力装岩	68
(二) 铲斗式装岩机装岩	68
(三) 调车方法	70
(四) 敷设轨道	72
第二节 斜井掘进	74
一、断面形状及规格	74
二、井口掘进	78
三、井口及井筒支护	79
(一) 支架结构形式	79
(二) 构件的连接	79
(三) 平地掘进斜井的支护方法	81
(四) 自山坡掘进斜井的支护方法	83
四、装岩工作	83
五、斜井调车及敷设轨道	84
(一) 井口调车场	84
(二) 井底调车场	85
(三) 中段吊桥与中段调车场	85
(四) 敷设斜井轨道	89
六、排水	91
七、水泵房及水仓	92
(一) 一般要求	92
(二) 水泵房的宽度和高度	93
(三) 水仓	93
(四) 泵房与水仓的配置	93

第三节 浅井掘进	94
一、断面形状及规格	94
二、凿岩爆破工作	95
三、支护方法	98
(一) 间隔支架法	100
(二) 密集支架法	101
(三) 吊框支架法	102
(四) 插板支护法	103
(五) 沉箱支护法	104
(六) 浅井支架回收	104
(七) 废钻杆支架	105
四、通风及排水	106
(一) 通风	106
(二) 排水	107
五、提升	107
(一) 手摇绞车提升	107
(二) 机械提升	109
第四节 探槽掘进	109
一、断面形状及规格	109
二、掘进方法	109
(一) 人工挖掘	109
(二) 爆破法	109
(三) 探槽掘进注意事项	111
第五节 勘探竖井施工实例	112
一、竖井深度与断面	112
二、凿岩爆破工作	114
三、支护工作	114
四、罐道安装	115
五、提升运输	116
(一) 吊桶提升	116
(二) 箕斗提升	120
第三章 坑探设备的计算、选型及其技术特性	125
第一节 凿岩	125
一、风动凿岩机及附属设备	126
(一) 常用风动凿岩机、气腿及风镐的技术特性	128

(二) YT-23 (7655) 型风动凿岩机及附属设备	129
(三) 风动凿岩机及气腿的常见故障及排除方法	132
(四) 凿岩台车	133
(五) 凿岩用钎头及钎杆的消耗	136
二、内燃凿岩机及附属设备	136
(一) 内燃凿岩机的技术性能	136
(二) YN-23A型内燃凿岩机的结构	138
(三) 内燃凿岩机常见故障及排除方法	139
(四) 简易凿岩台车	140
三、电动凿岩机及附属设备	141
(一) 电动凿岩机的类型、规格和性能	141
(二) YTD-25型气腿式电动凿岩机及附属设备	142
(三) YTD-25型电动凿岩机常见故障及排除方法	150
四、旋转式电钻	153
(一) 手持电煤钻	153
(二) YZ-2S岩石电钻	154
(三) 云地-1型迴转式电钻	158
五、争光-10型取样钻	160
(一) 主要特点	160
(二) 安装结构	160
(三) 主要技术性能	161
(四) 常见故障及排除方法	163
第二节 通风	166
一、风量计算	167
(一) 按排出炮烟核算所需风量	167
(二) 按坑道中工作人员数核算风量	170
(三) 按瓦斯(沼气)泄出量核算风量	170
(四) 按防尘要求核算风量	170
(五) 确定通风机供给风量	170
二、负压计算	173
(一) 风筒摩擦阻力 $h_{摩}$	173
(二) 风在风筒中流动产生的动压损失 $h_{动}$	173
(三) 局部阻力损失 $h_{局}$	175
(四) 总负压及风筒特性曲线	175
三、选择通风机和计算电动机容量	176
四、地质勘探坑道常用的通风机	178

(一) 离心式通风机	178
(二) 轴流式通风机	182
(三) 小型内燃通风机	185
五、通风计算及设备选型举例	186
第三节 排水	190
一、小时排水量	190
二、水管直径的计算与选择	191
(一) 排水管直径	191
(二) 吸水管直径	192
三、水在水管内的实际流速	192
(一) 排水管内的流速	192
(二) 吸水管内的流速	192
四、扬程计算	192
五、绘制管道特性曲线	194
六、水泵的动力计算及类型选择	196
(一) 水泵电动机功率计算	196
(二) 水泵类型的选择	198
七、地质勘探坑道常用水泵	198
(一) BA型(K型)水泵	198
(二) DA型(SSM型)水泵	203
(三) 潜水电泵	213
(四) 手提电泵	215
(五) 喷射式水泵	216
八、管路及水泵选型计算举例	218
第四节 水平坑道运输	221
一、矿车数量及技术规格	221
(一) 按装岩运输时间计算矿车数目	221
(二) 按电机车牵引能力配备矿车数目	222
二、矿车运行阻力计算	222
(一) 在直线段上的运行阻力	222
(二) 坡道阻力	222
(三) 惯性阻力	223
(四) 弯道阻力	223
(五) 总阻力	223
(六) 等阻力坡度	223
三、电机车牵引力及载重计算	224

(一) 电机车牵引力	224
(二) 按电机车重车上坡起动条件核算载重	224
(三) 按电机车下坡重列车制动条件核算载重	224
四、电机车及附属设备器材	225
(一) 小型架线式电机车及配套设施	225
(二) ZK1.5-6/100型架线式电机车使用经验	228
(三) 水平坑道架线式电机车运输计算举例	233
(四) 简易交流电机车	235
(五) 蓄电池式电机车	235
第五节 斜井提升	236
一、提升容器	237
二、提升参数的选取与提升能力的计算	238
(一) 选取提升参数	238
(二) 计算提升能力	240
(三) 斜井提升计算举例	242
三、卷扬机及机房配置	244
(一) 地质勘探部门常用卷扬机	244
(二) 卷扬机房及基础	244
(三) 卷扬机与井筒的关系	247
四、QT-100型及云地-20型浅井提升机的技术特性	250
第六节 压气设备	251
一、压气消耗量	251
二、压气压力损失及输气管直径	252
三、压气消耗量及输气管路直径计算举例	254
四、地质勘探坑道常用空压机	255
第七节 装岩设备	260
一、装岩机的技术性能	260
二、地勘-1型装岩机	262
(一) 结构与工作原理	262
(二) 操作及注意事项	263
(三) 常见的故障及排除方法	265
(四) 台年备件需要量	266
(五) 电路原理及接线	267
三、华-1型电动装岩机	269
(一) 构造及工作方式简述	269
(二) 常见的故障及排除方法	272

(三) 装岩机易损零件	273
(四) 装岩机电气材料	274
四、耙斗装岩机	275
第八节 锻钎设备	277
一、风动锻钎机的主要技术性能	278
二、手工锻钎器	278
(一) 湖南 405 队的钎尾锻模	278
(二) 吉林综合地质大队电热锻钎机	280
(三) 广西 428 队手工锻钎器	280
三、锻钎油炉	281
四、气动修钎机	285
第九节 小型内燃机	285
一、内燃机产品型号	285
(一) 型号含义	286
(二) 型号示例	286
二、小型汽油机及柴油机主要技术性能	286
第十节 输电与配电	290
一、选择架空导线截面	290
(一) 按允许电压损失选择导线截面	290
(二) 对选用架空导线按发热条件进行校验	293
(三) 按导线最小允许截面进行校核	295
二、选择配电变压器容量	295
三、熔丝的选择	295
第十一节 机械传动计算	297
一、平皮带传动	297
(一) 皮带长度	297
(二) 小皮带轮包角	298
(三) 皮带厚度	298
(四) 皮带轮直径	298
(五) 中心距	299
二、三角皮带传动	301
(一) 中心距	301
(二) 小皮带轮包角	301
(三) 皮带速度	301
(四) 皮带长度	302

(五) 三角皮带根数	302
(六) 三角皮带的速配	303
三、变换转速的计算	305

第一章 岩石性质与分级

第一节 岩石性质

掘进坑道的实质是破碎岩石，形成人们所需要的场所；继而维护它，以防止顶帮的崩落。所以在坑道施工时，为了更好地掌握破碎岩石和维护顶帮的规律，必须了解岩石的物理力学性质。现将与坑道掘进关系比较密切的岩石性质分述于下。

一、岩石组织：组成岩石的矿物成分，其晶体颗粒的形状大小与排列；以及胶结物的种类和成分总称为组织。由于岩石组织不同而物理力学性质，亦随之改变。如一般颗粒细，胶结紧密，胶结物为硅质的砂岩具有较大的强度。石灰岩组织致密，但其矿物和胶结成分均为石灰质，因此强度较低。

二、岩石构造：岩石构造是指岩石生成时或生成后，受到各种地质作用所产生的层理、节理和裂隙等现象的总称。这些现象大都具有减弱原来岩石强度的作用，所以在坑道掘进工作中要充分利用这些对我们有利的构造，同时也要尽量避免它们可能造成的障碍。

三、硬度：岩石的硬度是指它抵抗工具切入的性能。由于岩石是一种或多种矿物的集合体，所以岩石的硬度可表现为矿物硬度或多种矿物的集合硬度。常用的莫氏矿物硬度分为十级见表1—1。

四、强度：岩石抗压、抗拉、抗弯、抗剪切的机械性能。岩石一般抗压强度最大，抗拉强度约为抗压强度的 $1/6 \sim 1/80$ ；抗剪强度约为 $1/6 \sim 1/15$ （一般沉积岩可按 $1/12$ ，火成岩可按 $1/10$ 计算得其近似值）；抗弯强度约为 $1/5 \sim 1/17$ ，岩石的机械强度随

表 1—1 莫 氏 矿 物 硬 度

矿 物	莫氏硬度	绝对硬度 (公斤/厘米 ²)	矿 物	莫氏硬度	绝对硬度 (公斤/厘米 ²)
滑 石	1	500	长 石	6~6.5	25300~27400
石 膏	1.5	1400	石 英	7	30800
岩 盐	2	2000	黄 玉	8	52500
方 解 石	3	9200	刚 玉	9	115000
萤 石	4	11000	金 刚 石	10	—
磷 灰 石	5	23700			

表 1—2 岩石的抗压强度

岩 石 名 称	极限抗压强度 (公斤/厘米 ²)	岩 石 名 称	极限抗压强度 (公斤/厘米 ²)
石英岩	3000~5000	砂质胶结的砂岩	大于 2000
致密玄武岩	2000~4000	钙质砂岩	400~1500
玄武岩	1400~2500	石灰岩	500~1500
安山岩玢岩	1800~3000	不大坚实的石灰岩	400~900
辉长岩	1600~3000	白云岩	1000~1400
闪长岩	1300~3000	大理岩	860~1100
辉绿岩	1300~2100	页 岩	600~800
坚硬花岗岩	1200~2600	泥灰岩	200~600
松软花岗岩	450~1000	粘土(湿度26.9%)	1.86
斑 岩	500~2600	粘土(湿度3%)	52.0

试块的方向和尺寸不同而有很大的变化。表1—2所列为几种常见岩石的极限抗压强度值。

五、韧性：岩石抵抗分裂成块或颗粒的性能。韧性对爆破影响很大，因为，随着韧性的提高，炸药的消耗量也增加。

六、弹性：以一定压力或冲击力作用在岩石上，使岩石发生变形，当作用力除去后又立即恢复原来的形状，这种性质称为岩石的弹性。它对凿岩爆破有不良影响，因为在岩石弹性变形的过程中消耗了一部分能量。

七、磨蚀性：岩石磨蚀工具的性能。一般坚硬的岩石，尤其是含石英颗粒的岩石对钎子磨损甚为剧烈，成为迴转式钻眼法不

能在磨蚀性很强的岩石中推广使用的重要原因。

八、脆性：岩石破碎时不带残余变形的性质。这种性质对于冲击式凿岩及爆破都是很有利的。

九、松散性：整体岩石破碎成块后，体积增大，这就是岩石的松散性。

松散状态的岩石体积与其原岩体积之比，称为松散系数，在选择装岩运输设备与提升容器时必须考虑它。常见岩石与土壤的

表 1—3 岩石容重、坚固性系数和松散系数

岩 石 名 称	容重(吨/米 ³)	坚固性系数(<i>f</i>)	松散系数(<i>k</i>)
花岗岩	2.6~2.8	8~12	1.5
闪长岩	2.6~2.8	8~12	1.5
辉长岩	2.7~3.0	8~12	1.5
角闪岩	2.5~2.7	6~12	1.5
橄榄岩	2.5~2.9	6~12	1.5
玄武岩	2.6~2.7	10~15	1.5
安山岩	2.6~2.7	10~15	1.5
辉绿岩	2.6~2.7	10~15	1.5
混合岩及泥质灰岩	2.5	8~12	1.5
大理岩	2.6~2.8	6~12	1.5~1.7
千枚岩	2.2~2.9	2~12	1.5~1.6
蛇纹岩	2.7	6	1.5~1.6
绿泥片岩及滑石片岩	2.6~2.8	2~6	1.4~1.5
石英片岩及角闪岩	2.6~2.8	2~8	1.4~1.5
硅化石灰岩	2.6	10~18	1.5~1.6
绿泥石化板岩	—	4	—
变质辉绿岩	—	7	—
流纹石英斑岩	—	9	—
花岗片麻岩	—	13	—
角闪片麻岩	—	10~14	—
页 岩	2.2~2.6	2~6	1.3~1.4
砂 岩	2.4~2.6	8~16	1.5~1.6
第四纪表土	1.8~2.0	0.5~1.0	—
角砾岩	—	4~5	—
风化花岗岩	—	3~5	—

表 1—4 砂、土松散系数

岩 石 名 称	松 散 系 数 (k)
砂、壤土	1.1~1.2
腐植土	1.2~1.3
肥粘土、粗砾石、重壤土	1.24~1.3
软泥灰石	1.33~1.37
粘土质片岩, 较软的坚实岩石	1.35~1.45
中砾坚实岩石	1.40~1.60
硬和极硬的坚实岩石	1.45~1.8

表 1—5 几种常见岩石的密度和容重

岩 石 名 称	花 岗 岩	砂 岩	石 灰 岩
密度(吨/米 ³)	2.58~2.69	2.59~2.72	2.71~2.88
容重(吨/米 ³)	2.56~2.67	2.11~2.14	2.46~2.68

表 1—6 岩块及土石在不同湿度的安息角及某些岩石的内摩擦角, 度

岩块及土石名称		干 的	湿 润 的	湿 的 (含饱和水的)
安 息 角	腐植土	40	35	25
	壤 土	40~50	35~40	25~30
	粘 土	40~45	35	15~20
	粗 砂	30~35	32~40	25~27
	中 砂	28~30	35	25
	细 砂	25	30~35	15~20
	砾 石	35~40	35	25~30
	无根泥煤	40	25	15
内 磨 擦 角 ϕ	各种块度的碎胀坚实岩石	32~45	36~48	30~40
	粘土质页岩	65~70	55~65	45~50
	石灰岩	75~82	55~70	50~55
	砂 岩	82~85	60~70	50~55
	辉绿岩、片麻岩	84~86	55~65	50~55
	赤铁矿岩		65~70	50~55
	花岗岩	82~85	65~75	60~65
	硬石英岩	86~87	65~75	55~60