

找矿勘探学

成都地质学院
昆明工学院

《找矿勘探学》编写组

中 册

地质出版社

找矿勘探学

中 册

成都地质学院
昆明工学院 《找矿勘探学》编写组

地质出版社

找矿勘探学 中 册

成都地质学院《找矿勘探学》编写组
昆明工学院

*

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: 787×1092 1/16·印张: 14.25·字数: 342,000

1980年2月北京第一版·1980年2月北京第一次印刷

印数 1—8,340 册·定价1.80元

统一书号: 15038·新437

目 录

第一篇 找矿勘探的方法与手段

第四章 探矿工程法	1
第一节 探矿工程的种类和运用	1
一、轻型坑探工程（轻型山地工程）.....	2
二、重型坑探工程（重型山地工程）.....	6
三、钻探工程（ZK）.....	12
第二节 探矿工程的总体布置	15
一、勘探剖面的概念.....	15
二、勘探剖面 and 探矿工程的布置原则.....	16
三、探矿工程的总体布置形式.....	18
第三节 储量分级与探矿工程间距	27
一、探矿工程间距的概念.....	27
二、探矿工程间距与储量等级.....	28
三、矿产储量分级的依据.....	28
四、储量平衡表的概念.....	29
五、矿产储量级别的划分及意义.....	29
第四节 矿床勘探类型与探矿工程间距	30
一、勘探类型与工程间距的关系.....	30
二、划分勘探类型的依据.....	30
三、矿床勘探类型的分类.....	37
第五节 探矿工程间距的确定	37
一、影响探矿工程间距的主要因素.....	37
二、确定探矿工程间距的方法.....	38
第六节 各探矿工程的具体布置及设计	48
第七节 探矿工程的施工顺序	52
第五章 固体矿产取样	55
第一节 样品采集的方法	56
一、槽、井、坑中的取样方法.....	56
二、钻探取样.....	67
第二节 化学取样	68
一、化学取样的任务.....	68
二、化学取样的取样方法.....	69
三、化学样品的加工.....	75
四、样品的化学分析.....	80
五、样品分析结果的研究.....	85
第三节 物理取样（技术取样）	90
一、物理取样的一般介绍.....	90

二、物理试验样品的采取方法及要求	90
第四节 加工技术取样 (工艺取样)	95
一、加工技术试验的种类	95
二、加工技术样品的采取	97
三、矿样包装和采样说明书	100
第五节 矿物取样及砂矿取样	100
一、矿物取样	100
二、某些非金属矿产的取样	101
三、砂矿取样	101
第六节 确定矿石质量的其他方法	102
一、放射性同位素X射线荧光法	102
二、核子物理的中子活化分析法	104
三、根据物理参数确定品位的方法	105
四、算法法确定石英脉型黑钨矿的品位	106
第六章 矿体圈定	108
第一节 矿产工业指标	108
一、工业指标的主要内容	108
二、制定工业指标的原则及方法	112
第二节 矿体的连接与圈定	117
一、储量计算边界线的种类	117
二、矿体连接与圈定的方法	118
第七章 地质编录	135
第一节 概述	135
一、地质编录的概念、作用和种类	135
二、地质编录的基本要求	136
第二节 原始地质编录	137
一、探槽的编录方法	137
二、浅井、小圆井的编录方法	140
三、穿脉、石门的编录方法	141
四、沿脉的编录方法	142
五、斜井的编录方法	143
六、旧坑、老硐的编录方法	143
七、钻孔的编录方法	143
第三节 综合地质图件的编制	158
一、地质报告应附的主要图件	158
二、成矿规律图及成矿预测图	158
三、矿床 (矿区) 地形地质图	160
四、勘探线剖面图	160
五、中段地质平面图	162
六、矿体垂直纵投影图	165
七、矿体底 (顶) 板等高线图	167

第八章 固体矿产储量计算	172
第一节 概述	172
一、储量及储量计算的意义.....	172
二、储量计算参数的概念.....	173
三、各矿种的储量种类及其计算参数的单位.....	175
第二节 储量计算基本参数的确定方法	175
一、矿体面积的测定方法.....	175
二、矿体厚度的确定及平均厚度的计算.....	179
三、各种不同范围内平均品位的计算.....	185
四、各种不同范围内矿石平均体重的计算.....	195
第三节 常用储量计算方法	196
一、断面法（剖面法）.....	196
二、算术平均法.....	213
三、地质块段法.....	214
四、开采块段法.....	215
五、等高线法.....	217
六、伴生组分的储量计算.....	218

第一篇 找矿勘探的方法与手段

第四章 探矿工程法

钻探和坑探这两大类工程，统称探矿工程。利用探矿工程来进行找矿和勘探的方法，叫探矿工程法。钻探是用钻机在地下岩石、矿体或松散沉积物中钻出断面较小的圆形孔洞以了解深部地质情况的工程，所钻的孔洞，叫钻孔。坑探是在松散沉积物、岩石或矿体中挖掘断面较大的洞穴以了解地质情况的工程，又称山地工程。所开洞穴，称为坑道。钻孔断面面积较小，找矿勘探中常用的直径为几十至百余毫米，根据所钻出的圆柱形岩心、矿心、岩屑、岩粉等来作各种分析试验。由于矿心小，且多有磨损，所以对地质问题的研究不及坑道全面。坑道则因其断面积较大，地质人员可进入其内直接观察所揭露出来的各种地质现象，并可按需要采集各种分析、试验样品，因而其功能较钻探优越，但成本较高。

凡是经过探矿工程所揭露的地质体，都能直接获得准确的地质资料，故探矿工程法乃是目前准确性和功效最高的找矿勘探方法，特别是坑探工程更是如此。

但是，探矿工程法较之物探和化探等方法所需费用大，工作进度慢，因而不宜在大面积的区域地质调查和矿产普查的图幅内大量使用。通常，探矿工程法仅有目的地使用在已经找到的矿点、矿区或有矿化异常的地段上。特别是矿区评价及矿床勘探两个工作阶段，常常比较集中而有系统地使用。

在矿床开采以前，必须全面而准确地了解矿床中各矿体的形态、大小、空间位置、数量以及与采矿、选矿、冶炼有关的各项地质资料，这些资料的取得，在目前，只有探矿工程法才能办到。因此，探矿工程法乃是目前矿区评价和矿床勘探阶段所必须应用的基本方法。

为了节约找矿勘探工作的费用，提高找矿勘探工作的质量、加快找矿勘探速度，在使用探矿工程法之前，凡能使用物探或化探的情况下，都应尽可能先用物、化探进行初步了解，以指导探矿工程的布置，节约探矿工程的数量。在使用探矿工程时，凡有条件者，也应尽量用物化探配合进行，即所谓各种方法的综合运用，以达到多、快、好、省地进行找矿勘探工作的目的。

第一节 探矿工程的种类和运用

坑探可分为轻型坑探工程（也称轻型山地工程，如探槽、浅井等）和重型坑探工程（也称重型山地工程，如各种地下坑道）两类。钻探工程中，最常用的是机械回转岩心钻及各种类型的浅钻。不同的工程都各有自己的性能及其使用条件。探矿工程运用得合理与否，将直接影响找矿勘探工作的效果、质量、成本和工作速度等重要方面。故在找矿和勘

探中，必须根据它们的性能和运用条件加以选择运用。

一、轻型坑探工程（轻型山地工程）

轻型坑探工程，主要有剥土、探槽、浅井、小平硐等工程。由于这些工程是在地表或浅部开凿的小型洞穴，长度、深度都不大，开凿技术要求不高，不需要特殊设备，一般人工挖掘即可，费用也相对较低，开凿速度也较快，故称轻型坑探工程。凡工程所揭露之处，都能直接进入其内对地质现象进行观察和度量，且结果较为可靠。由于有以上多种优点，所以，凡需了解矿床近地表的和浅部的地质情况时，都可运用此类工程。尤其是详细矿点检查、矿区评价和矿床勘探初期，配合测制大比例尺地质图时，轻型坑探工程乃是必不可少的。

（一）剥土（BT）

剥土是在地面剥去土层的一种小型工程。其形状不受限制，深度不超过一米。因此，它适用于揭露厚度不超过一米的零星覆盖物或风化层下面的矿体和某些重要地质界线。特别适用于矿体露头出露不全的情况下揭露其未出露部分（图4-1），以确定矿体的边界线和采取矿石作为分析试验样品或标本。

（二）探槽（TC）

探槽是从地面挖掘的一种槽沟，其横断面通常为倒梯形（图4-2），槽的深度一般不超

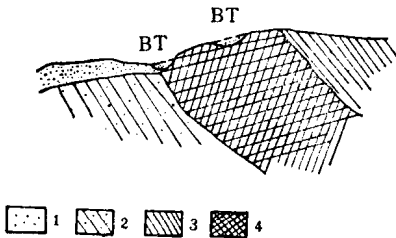


图 4-1 剥土揭露矿体（横剖面）

1—覆土；2—砂岩；3—页岩；4—赤铁矿体；
BT—剥土工程

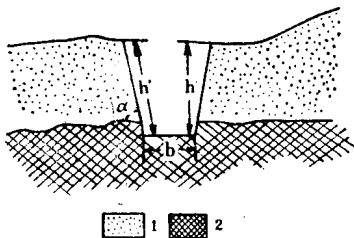


图 4-2 探槽的横断面（矿体纵剖面）

1—覆土；2—矿体； h —探槽深度； h' —槽壁斜深；
 α —槽壁的坡度角； b —槽底宽度

过3—5米。可用它来揭露为大量厚度在3—5米的残、坡积物所覆盖的矿体近地表部分的边界线，也可用以揭露其他地质界线。为了了解矿体近地表部分从顶板到底板的全部情况，探槽的延长方向一般应尽量与矿体走向相垂直（图4-3，4-4）。当矿体形态复杂、产状不明时，为了追索矿体的延长方向，探槽的延长方向也可沿矿体走向追索，此种探槽，称为“沿脉探槽”。当矿区可能有若干平行矿脉存在时，为了不漏掉一个矿体，或者为了进行

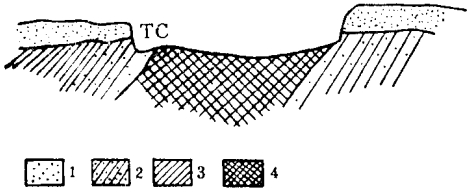


图 4-3 探槽垂直于矿体走向延长（横剖面）

1—覆土；2—砂岩；3—页岩；4—矿体；TC—探槽

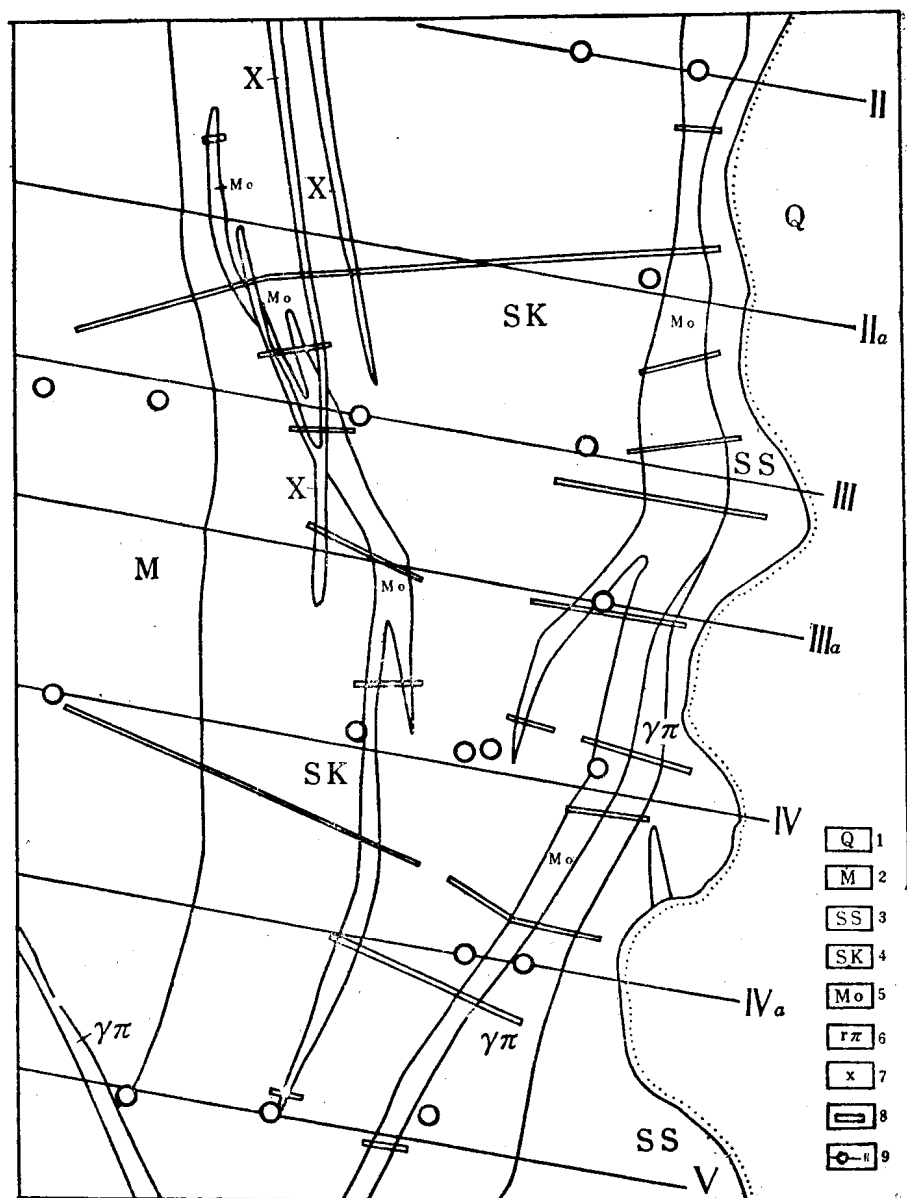


图 4-4 揭露矿体的主干探槽及辅助探槽 (矿床地质图)

1—第四系覆盖物；2—震旦系变质灰岩；3—震旦系变质砂岩；4—砂卡岩；5—矿体；6—花岗岩斑岩墙；7—煌斑岩墙；8—探槽（其中揭露砂卡岩带的是主干探槽，追索矿体的短槽是辅助槽）；9—勘探线

系统的剖面研究，常在主要勘探剖面线上，将探槽穿过整个含矿带（含矿层），以了解含矿带中矿体的个数、产出部位、厚度及质量等情况，此种探槽一般较长，称为“主干探槽”。加密于主干探槽之间，可挖掘若干追索各矿体沿走向变化的短探槽，称为“辅助探槽”（图4-4）。一般探槽的起、止两端，以距矿体顶、底板一米左右为宜。为此，应先从矿体中心线上向两端挖掘，以免一开始就挖不到矿体，浪费土石方工作量。探槽的具体深度视矿体近地表部分的埋藏深度而定，通常是挖穿覆土后再在矿体中挖掘0.3—0.5米而

停止。探槽底部的宽度以保证施工方便，能容纳一人进入观察和取样为准，通常底宽为0.5—0.6米，不超过0.8米。探槽的两壁（又叫两帮）的坡度角，应在保证不坍塌的前提下尽量陡些，以节省土石方工作量。具体确定坡度时，要根据覆土的结实程度而定。表4-1中所列，为以往一些经验数字，可供参考。

表4-1

槽 深	坡 度 角	适 宜 土 层
<1m	90°	一般土层
<3m	75—80°	结实土层
	60—70°	松软土层
	<55°	潮湿松软土层

在确定槽壁坡度时，还应注意含水量的变化所引起的槽壁安息角的变化。如粘土在一般情况下，坡度可以近于直立，但在遇雨或干燥时，则容易坍塌。故必要时要加以支护，以保证安全。

根据探槽的上述特点，可见，只要矿体埋藏深度不超过3—5米，均可用它来揭露、追索和圈定矿体的边界线。同时，除剥土外，探槽又是最易施工和最省费用的工程，所以它是揭露和研究矿体近地表部分情况的最常用的工程。

（三）浅井（QJ）

浅井是从地面向下挖到矿体的一种浅型垂直坑道。其断面多为矩形，有时可挖成圆形。圆形断面的浅井又称小圆井，其深度不超过20米，其直径多在0.8—1.2米。因圆形的抗压能力强，故不需采用支架。但因其断面较小，不宜安装排水设备，所以，只能在稳定而干燥的岩石内或基本无涌水的致密稳固的残、坡积层中掘进。若需在不很稳固或有涌水（涌水量每小时不超过10立方米）的松散堆积层中掘进，小圆井则无能为力。此时宜用矩形浅井。矩形浅井可深达20—30米，但必须采用支架避免坍塌，并需安置排水设备。因支架、提升土石方的容器和排水设备都要占用相当的空间，故矩形浅井的断面面积较小圆井为大。

在决定浅井断面尺寸时，应在不影响施工、保证安全和进入一人观察研究或取样的前提下尽量缩小，以降低挖掘费用，并减少塌方机会。通常，浅井的断面面积为1.2—2.2平方米。根据以往经验，支架后，其净断面尺寸可以表4-2所列数字为参考。

表4-2 浅井净断面经验尺寸

深 度 (米)	净 断 面 (长×宽,米 ²)	使 用 条 件
0—10±	1.1×0.7	辘轳提升、
0—20±	1.2×0.8—1.0	辘轳或机械提升，涌水量不大，吊桶提水
0—10±	1.3×1.1	砂矿，吊桶或一台水泵提水，辘轳或机械提升
0—20±	1.7×1.3	涌水量大，两台水泵提水，辘轳或机械提升

对于特殊用途的浅井，如采取选矿、冶炼试验样品，揭露某些特种非金属矿床时，则浅井断面可根据具体需要加大。例如用浅井采取金刚石矿的样品，有时为了保证浅井每深

2米所取样品的体积有10立方米以上，而用 $3.5 \times 1.5 \text{米}^2$ 的断面。

根据浅井的特点，它一般是在矿体上面覆盖层厚度超过3—5米，而在20—30米以内，涌水量不超过10立方米/时，探槽已无能为力，用以揭露、追索和圈定矿体近地表部分的手段。具体说，浅井可有以下用途：

1. 用以揭露埋藏深度在20—30米以内，产状不太陡的矿体的浅部（图4-5）。在挖掘时，一般应尽可能穿过矿体的顶板和底板，以了解矿体顶、底板之间的全部情况。

2. 对于埋藏不深于20—30米，产状近于水平的矿床，如某些风化壳矿床、砂矿床以及其他水平产状的层状矿床，还可用系统的浅井网（或称浅井系统）进行勘探（图4-6）。

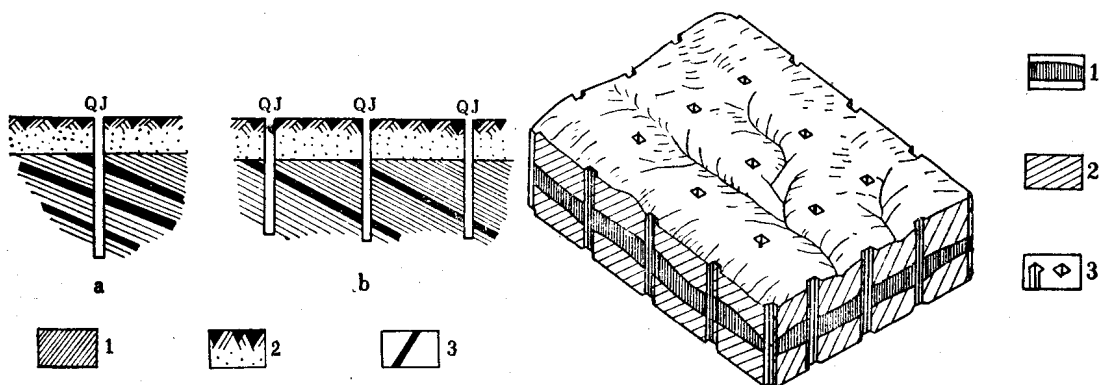


图 4-5 用浅井揭露产状不陡的矿体浅部
1—页岩；2—腐植层及覆土；3—煤层；QJ—浅井

图 4-6 用浅井网系统揭露埋藏不深的近水平产状的矿体
1—矿体；2—围岩；3—浅井

3. 对于埋藏深度大于3—5米、小于20—30米，产状较陡的厚的或薄的矿体，可先挖浅井，然后再挖小石门（图4-7a）或小穿脉（图4-7b）（二者统称浅井带岔）以揭露矿体上部的顶、底板间的全部情况。为了减少岔子的长度，浅井应在矿体的上盘或矿体的中心向下掘进。

有时，因浅井不是正好打到矿体，常用所带岔子沿基岩表层寻找矿体（图4-8）。

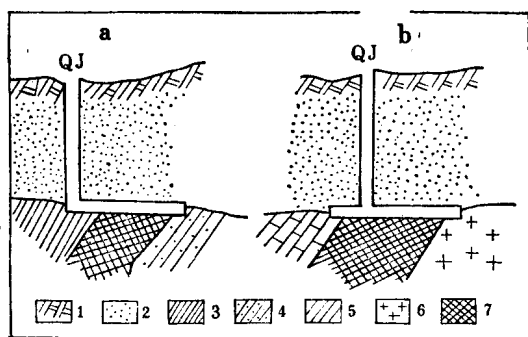


图 4-7 浅井带岔揭露较深覆盖层下的矿体
1—腐植层；2—覆土；3—页岩；4—砂岩；5—灰岩；6—花岗岩；7—矿体

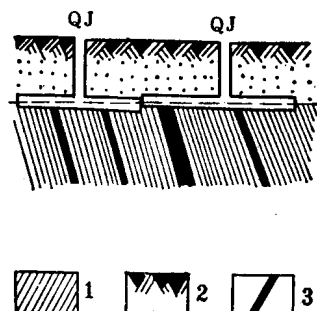


图 4-8 浅井带岔寻找矿体
1—页岩；2—覆盖层；3—煤层；QJ—浅井

对于埋藏较浅的陡倾斜矿体，有时，即使上部已使用了探槽揭露，还可用浅井带岔以揭露较深处的矿体，或配合探槽确定矿体的产状（图4-9）。

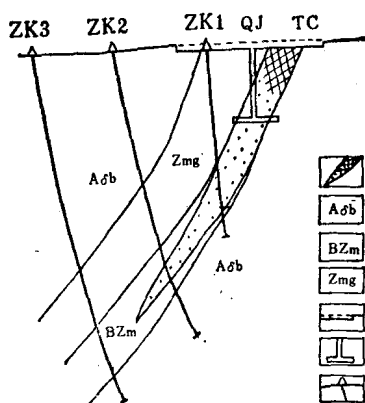


图 4-9 勘探剖面中带岔的浅井

1—矿体；2—黑云角闪斜长片麻岩；3—蛭石化蛇纹岩；4—蛇纹岩；5—探槽；6—带岔的浅井；7—钻孔

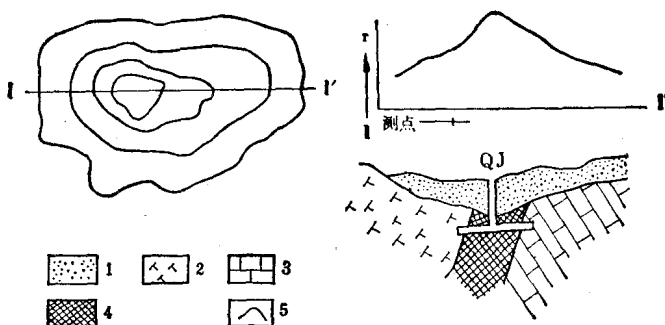


图 4-10 用浅井检查物探异常

1—矿体；2—闪长岩；3—石灰岩；4—矿体；5—物探曲线

4. 用浅井检查因浅部矿体所引起的物、化探异常（图4-10）。

5. 当矿床主要用钻探揭露时，为了采取某些技术样品和技术加工样品（这类样品一般需要量较大，钻探获得困难），有时还专门在矿体浅部挖掘较大断面的浅井以取样。

由上可知，浅井工程用途较广，也是揭露和研究矿体近地表部分或其浅部的重要工程。但其施工技术及费用一般较探槽工程要高一些。

（四）小平硐

小平硐是从地表挖掘的简易水平坑道。其断面形状多为梯形，断面大小以便于施工和进入地质观察的前提下，尽量小些。一般为 1.8×1 米²。其长度一般不超过50米。它适用于地形较陡，矿体距地表较近，不利于用探槽和浅井的情况下，尤其是当矿体向山外倾斜（矿体倾斜方向与地形倾斜方向一致）时最为适用（图4-11）。

因地下水可顺小平硐的自然坡度自然流出硐外，故此种工程不受涌水量限制，且土石方排出也较浅井方便，因而其挖掘费用比浅井为低，而略高于探槽。

二、重型坑探工程（重型山地工程）

重型坑探工程是指大型的水平坑道、垂直坑道和倾斜坑道等硐穴工程。水平坑道和倾斜坑道的断面形状一般为梯形，垂直坑道的断面形状多为矩形。由于开凿这些工程一般都是在地下深处的岩石或矿体中进行，生产技术较复杂，需要较大的动力和各种特殊设备，致使开凿速度较慢，而费用较高，故称重型坑探工程。但是，凡经此类工程揭露之处，地质人员能直接进入其内对地质现象进行观察和度量，结果比较可靠和精确；同时，又可直接采取需要量大的技术加工样品。因此，常在详细勘探时应用。但由于其费用较高，更多的是用于对复杂矿床的勘探中，主要是形状极不稳定，有用成分变化也非常大的矿体，如规模小，形状复杂的零散串珠状、巢状及不规则的脉状矿体以及内部结构、构造复杂，品位变化很大的其他矿床。然而，由于矿床的地下开采是通过坑道来采出矿石的，所以，若在勘探时期，勘探坑道的布置考虑到将来开采时被利用，则有可能使勘探坑道与开采坑道结合起来，而从总的方面节约了费用。当矿床主要采用钻探来勘探的情况下，有时为了检

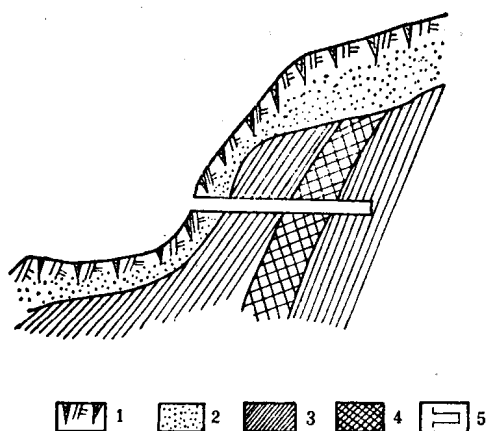


图 4-11 小平硐揭露矿体

1—腐植层；2—覆土；3—页岩；4—矿体；
5—小平硐

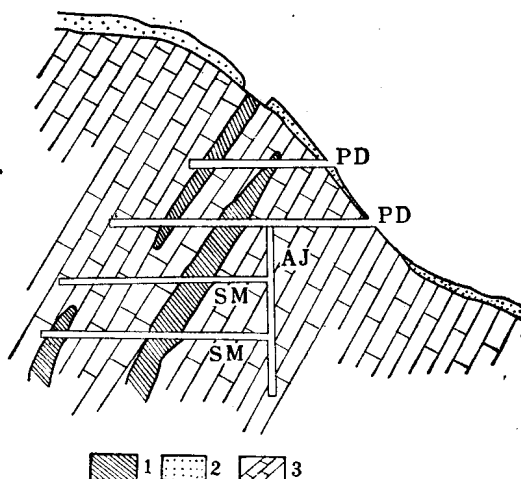


图 4-12 平硐系统勘探矿床 (剖面图)

1—矿体；2—覆土；3—灰岩；PD—平硐；AJ—暗井；
SM—石门

查钻探工程的质量，也用重型坑探工程。

总的说来，坑探工程主要用在矿体形状复杂、规模较小、矿化不连续及有用组份分布不均匀的情况下，特别是对一些经济价值较高的，或稀、缺的矿种的勘探。同时也要考虑到国家急需程度、当地地形适宜、矿体产状及埋藏情况有利，含水量不大，当地具有支架材料等因素。

(一) 重型坑探工程的种类

1. 平硐 (PD)

平硐为具有直接地面出口的大型水平坑道 (如图4-12)。

2. 斜井 (XJ)

斜井为具有直接地面出口的大型倾斜坑道 (图4-13)。

3. 竖井 (SJ)

竖井为具有直接地面出口的大型铅直坑道 (图4-14)。

4. 石门

石门为无直接地面出口，垂直于矿体走向，主要在围岩内向矿体方向掘进的水平坑道 (如图4-12，4-13，4-14)。

5. 穿脉 (CD)

穿脉为无直接地面出口，垂直于矿体走向，主要在矿体内掘进的水平坑道 (图4-15)。

6. 沿脉 (YD)

沿脉为无直接地面出口，在矿体内沿矿体走向掘进的水平坑道 (图4-15)。

7. 石巷 (SX)

石巷为无直接地面出口，在矿体下盘的围岩内，平行矿体走向延长的水平坑道 (图4-16)，石巷又称脉外平巷。

8. 暗井 (AJ)

暗井为无直接地面出口，且由上向下开凿的铅直坑道 (图4-12)。

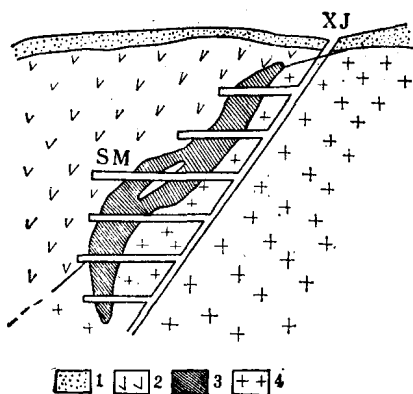


图 4-13 斜井系统勘探矿床 (剖面图)

1—覆土; 2—苏长岩; 3—矿体; 4—花岗岩;
XJ—斜井; SM—石门

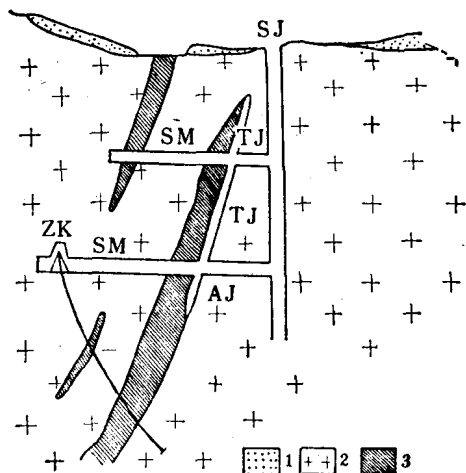


图 4-14 竖井系统勘探矿床 (剖面图)

1—覆土; 2—花岗石; 3—矿体; SJ—竖井; SM—石门;
TJ—天井; AJ—暗井; ZK—钻孔

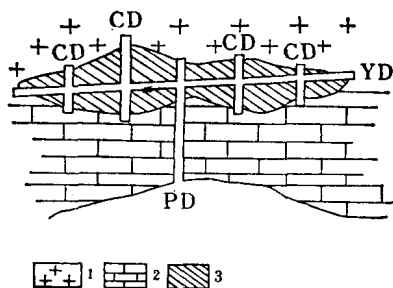


图 4-15 沿脉和穿脉揭露矿体

1—花岗岩; 2—石灰岩; 3—矿体; PD—平硐;
YD—沿脉; CD—穿脉

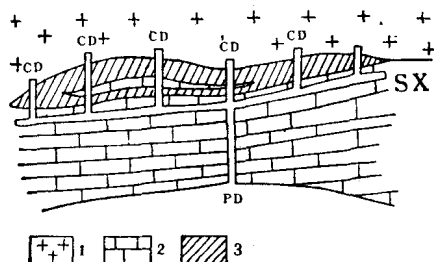


图 4-16 用石巷和穿脉揭露矿体

1—花岗岩; 2—石灰岩; 3—矿体; PD—平硐;
SX—石巷; CD—穿脉

9. 天井 (TJ)

天井为无直接地面出口, 且由下向上开凿的铅直或急倾斜坑道 (图4-14)。

10. 上山 (SS)

上山为无直接地面出口, 由下向上开凿的倾斜坑道。

11. 下山 (XS)

下山为无直接地面出口, 由上向下开凿的倾斜坑道。

(二) 各种坑道的作用和运用

当用重型坑探工程勘探矿床时, 往往由于地形限制, 或者矿体埋藏较深, 具有直接地面出口的坑道一般是不多的。大多数情况下, 都是利用平硐、斜井、竖井等坑道通往矿体, 然后再在其中开凿较多的其他坑道以直接揭露矿体。所以, 平硐、斜井、竖井一般都是作为交通巷道。

凡采用平硐作为主要交通巷道而勘探矿床的系统, 称平硐系统, 以斜井为主要交通巷道的系统, 称斜井系统, 以竖井为主要交通巷道的系统, 称为竖井系统。

沿脉可以了解矿体沿走向方向的一切变化,尤其是对于厚度较小的矿体,由于其水平厚度小于沿脉坑道的宽度,沿脉工程对它揭露得很彻底,从而可以达到非常精确地了解矿体的目的。对于厚度较大的矿体,可以从沿脉中再开凿若干穿脉以揭露矿体的边界线(图4-15)。有时,对某些厚度较大的矿体,为了使坑道成为开采时的辅助交通巷道,在矿体被开采后,不致破坏坑道,或少留保安矿柱,或者因矿体内岩石非常坚硬,不易开凿,常在矿体下盘,距矿体不太远的围岩中开掘石巷以代替沿脉,而从其中再分段开凿穿脉以揭露矿体的边界线(图4-16)。石门在穿过矿体时,可起到穿脉的作用。但石门更多的是打通往矿体的通道,然后再在矿体中开凿沿脉和穿脉以勘探矿体。所以,石门常配合竖井或斜井,在不同的深度勘探矿体。为了节约运输长度,竖井或斜井常在矿床中部开凿,故石门也大多位于矿体的中部,用而又叫中央穿脉。

暗井往往是在水平坑道中通往更深处的矿体的通道(图4-12)。

暗井、天井、上山、下山等工程往往用来揭露矿体沿铅直方向或倾斜方向的变化情况,或用来连接两个不同高度的水平坑道。开采时,常在上、下两个沿脉中的左、右两边开凿此类工程而四面圈定矿体,形成开采块段。

当需要采用重型坑探工程时,应当根据矿体的产状、埋藏深度、地形陡缓而选择坑探系统。具体采用何种系统及组合形式,应当考虑到既满足探矿要求,又在技术上可行,经济上和时间内都较节约等方面。

由于平硐系统无论在技术上、费用上、设备上都较斜井系统和竖井系统优越,故是重型坑探工程中最常使用的系统。但平硐系统只能在地形切割较大或较陡的地形条件下使用,具体是在河谷或山谷的谷坡上开凿平硐,因而一般仅适用于标高在山谷底部以上的矿体的部分的勘探,在更深的部分,则只能用其他探矿工程配合。

当地质上用坑探时,以下几种情况最适宜于用平硐系统勘探:

1. 矿体走向线与地形等高线相交,矿体露头在山坡坡面上呈脊线状,或仅有少量覆盖物(图4-17)。此时,可直接在坡面的不同标高的矿体露头上直接开凿平硐。因平硐的全部坑道都是在矿体中掘进,与沿脉工程一样,故效率特别高。此种可称为沿脉式平硐系统。

2. 矿体面与山坡坡面大致平行或向山外倾斜,且距山坡坡面不太远时(图4-15, 4-18a, b),可在不同标高开凿垂直于矿体走向的平硐,此种平硐,因在围岩中掘进的长度较短,向外运输岩石和矿石的路程也较短,所以工作效率也很高。此种系统可称为石门式

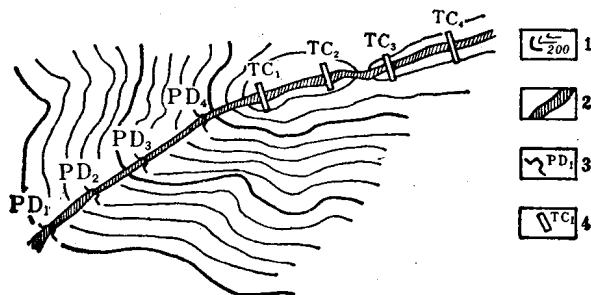


图 4-17 沿脉式平硐系统

1—地形等高线; 2—矿体; 3—沿脉平硐; 4—探槽

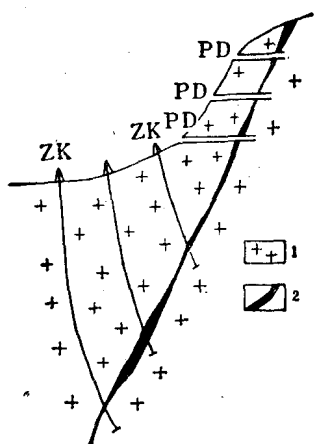


图 4-18a 平硐与地面钻配合勘探矿床

1—花岗岩；2—矿体；PD—平硐；ZK—钻孔

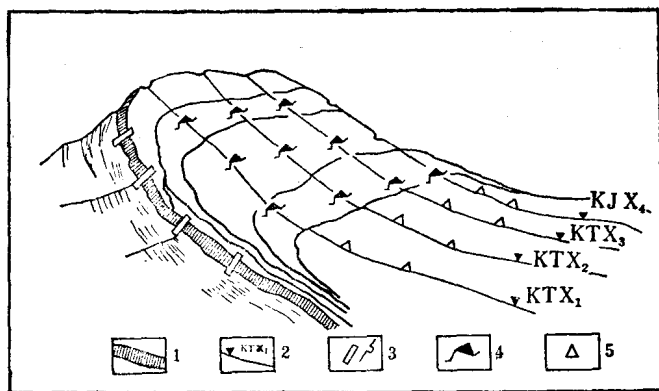


图 4-18b

1—矿体；2—勘探线；3—探槽；4—平硐；5—钻孔

平硐系统。对于标高在地面以下的矿体，则用钻探勘探之（图4-18a）。

除以上两种情况外，总的说来，只要地质上需要，都有可能用平硐系统勘探。例如当矿体向山内倾斜时，平硐可从上部开进矿体，然后再通过暗井勘探深部矿体（图4-12）。有时，平硐也配合地下钻勘探深部矿体（图4-19）。又如当矿体厚度较大、产状平缓、在必须用坑道勘探时（如地质情况复杂，水源缺乏，无钻探设备，国家又急需该矿尽快开采，或需采集大量技术加工样品等等原因），也可用平硐配合暗井、天井进行勘探（图4-20）。

平硐与竖井和斜井相比较，技术上较简单，手工

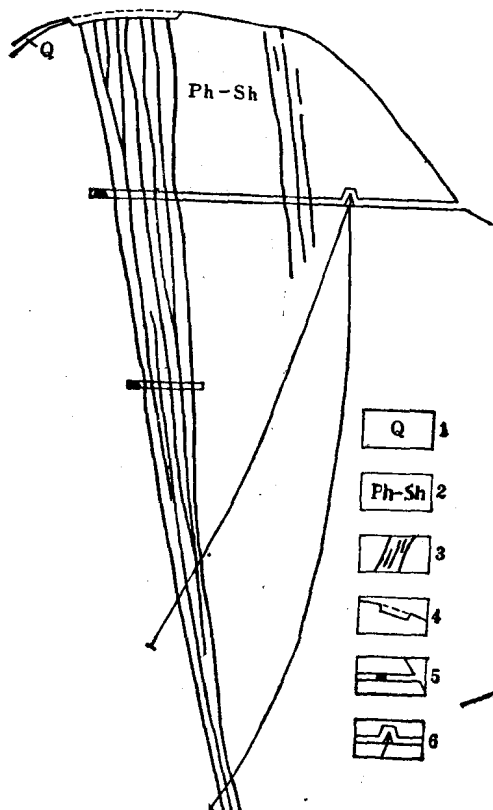


图 4-19 某脉状矿勘探剖面图

（示平硐和地下钻的应用）

1—坡积层；2—千枚岩及板岩；3—矿脉群；4—探槽；5—平硐及从中挖掘的平巷；6—地下钻

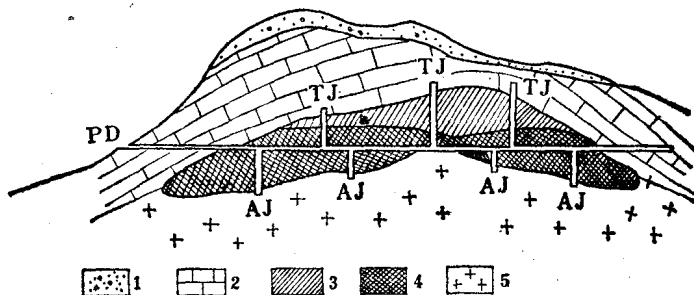


图 4-20 平硐与暗井、天井配合勘探矿床

1—覆土；2—灰岩；3—贫矿；4—富矿；5—花岗岩；PD—平硐；TJ—天井；AJ—暗井

掘进和机械掘进均可，无需专门排水设备，地下水即可沿着水平坑道的微小坡度（一般为0.3—0.7%）自然流出硐外，支架、运输也较简单，因而开凿效率较高，每月可掘进几十

至一百余米长，费用也较其他坑道低，每米成本约100元左右，因而平硐系统是重型坑探工程中最常使用的系统。

竖井系统和斜井系统一般是在必须用重型坑探工程的情况下，当地形较平缓、矿体在地面最低标高以下，无法用平硐系统勘探时才被使用。当矿体产状较陡时，采用竖井系统（图4-14），当矿体产状不很陡时，可采用斜井系统，以节约各个水平标高上的石门长度（图4-13）。

由于竖井和斜井深度一般都较大，开凿技术复杂，要考虑到大型的提升设备、抽水设备、通风设备，保护井壁的支架也较困难，断面面积也较大，故开凿费用较高，效率较低。如竖井，每月掘进深度常在10—30米以内，而每米费用常比水平坑道多5—10倍。

凡采用重型坑探工程勘探，都应当考虑到日后矿山开采时所能利用的程度，特别是平硐、竖井和斜井等主要运输巷道的利用程度。因此，主要交通巷道通常都布置在矿体的下盘，并距矿体底板一定距离以外（图4-13，4-14，4-16），以免由于以后开采矿石后破坏了坑道。同时，坑道口的位置及断面尺寸，也应尽量考虑到将来的开采运输或通风要求。但一般的勘探坑道，由于勘探时运输量不大，断面可以小些，特别是小穿脉，只要不影响

表4-3 水平勘探坑道标准断面尺寸

坑道最大长度 (米)	掘进断面面积 高×宽(米 ²)	适用范围
20	$1.8 \times 1 = 1.8$	手掘、人力运输
100	$2 \times 1.35 = 2.7$	手掘或机掘穿脉，人力运输
500	$2 \times 1.8 = 3.6$	手掘或机掘沿脉或穿脉，矿车运输
	$2 \times 2 = 4$	机掘穿脉或沿脉，矿车运输
>500	$2.2 \times 2.3 \approx 5$	机掘沿脉，矿车运输
	$2.3 \times 3.3 \approx 7.5$	机掘，双轨道坑道

表4-4 铅直坑道的断面尺寸

深度(米)	净断面面积(米 ²)	使用条件
<50	1.6×1	不设梯子间，单吊桶提升
	2.1×1.2	设梯子间，单吊桶提升
<100	2.1×1.2	设梯子间，单吊桶提升
	3×2	设梯子间，单罐笼提升

表4-5 倾斜坑道的断面尺寸

深度(米)	净断面面积(高×宽,米 ²)	适用范围
<30	$1.25 \times 1 = 1.25$	手掘，倾角>55°，手摇绞车提升
>30	$1.4 \times 1.1 \approx 1.5$	手掘，倾角>45°，手摇绞车提升
>30	$1.7 \times 1.8 \approx 3$	手掘或机掘，倾角<45°，手摇绞车提升
>30	$1.8 \times 2.2 \approx 4$	手掘，倾角<45°，单轨，卷扬机提升
>30	$1.8 \times 3.3 \approx 6$	机掘，倾角<45°，卷扬机提升