



地质知识丛书

坑探

地质出版社

地质知识丛书

坑 探

辽宁省本溪地质队 编

地质出版社

地质知识丛书

坑 探

辽宁省本溪地质队 编

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·各地新华书店经售

1977年9月北京第一版·1977年9月北京第一次印刷

印数1—10,000册·定价0.35元

统一书号：15038·新220

前 言

坑探是一项探矿方法，设备和工种比较多。我们希望通过这本小册子来帮助广大工农兵群众，上山下乡知识青年，革命干部和地质队的广大职工初步了解和学习坑探的主要内容及其特点。

这部地质知识丛书共包括十二册。这里主要介绍坑探掘进的基本知识，并分别叙述了坑探，井探，槽探等工程的主要施工过程，技术方法以及安全操作技术等。但着重叙述了水平勘探坑道的掘进。

本书在编写过程中，得到有关生产单位和院校的大力支持和帮助，尤其是广西第四地质队和昆明地校等单位提出许多宝贵的意见，在此一并致谢。

由于我们的水平有限，经验不足，本书中错误和缺点在所难免，希望广大读者多多提出意见，争取再版时，加以修改和补充。

编 者

1976年11月

目 录

概述.....	1
一、什么叫做坑探.....	1
二、坑探的分类和它在地质探矿中的作用.....	1
三、坑探事业的发展及其今后的趋向.....	4
怎样进行坑探.....	8
一、怎样挖槽.....	11
二、怎样打浅井.....	13
三、怎样掘进坑道.....	26
(一) 凿岩.....	27
1. 人工打眼	27
2. 机械打眼	30
(二) 爆破.....	52
(三) 通风.....	66
(四) 支护.....	74
(五) 装运和提升.....	83
(六) 排水.....	98
(七) 照明.....	103
坑探的一般安全工作.....	105

概 述

一、什么叫做坑探

为达到地质勘探的目的，往往要在地表或地下挖掘各种不同类型坑道，这种工作叫坑探工作（简称坑探）。过去叫山地工作。坑探是地质普查勘探工作的重要手段之一。它在地质找矿工作中主要使用于揭开地表的覆土、风化的岩层等，其特点是工作人员可以进入工程内部，对所揭露的地质和矿产现象进行直接观察，采取样品、检验钻探和物化探成果的可靠程度。观察矿区围岩的类别和构造形态确定地下矿体的大小，以获得比较精确的地质资料，探明精度较高的矿产储量。

二、坑探的分类和它在地质探矿中的作用

在地表或地下挖掘各种不同类型坑道时，按其所在位置与地面的关系，可分为露天坑道和地下坑道。露天坑道又叫探槽，即在地表为了解地质情况，需在表土层中挖掘的露天沟道，即称探槽。地下坑道根据其中心线与水平面交角的不同又分为水平坑道，垂直坑道和倾斜坑道三种。

水平坑道是指坑道中心线与水平面几乎平行的坑道。属于这一类型的坑道有平巷、石门、沿脉及穿脉等。

平巷是在地面有直接出口的水平坑道。它可以沿着矿床走向掘进，也可以与矿床走向成一定的角度。

石门是没有出口直接通达地面的水平坑道，掘进在围岩

中，其方向与矿床走向成垂直相交。它一般作为联络竖井或斜井同主要运输水平巷道之间的主要通道。

穿脉也是没有出口直接通达地面的水平坑道，但掘进在矿体内，其方向也与矿体走向相交。其长度随矿体厚度和平行的矿脉数目而定。

沿脉，还是没有直接通达地面的出口，其方向与穿脉不同，不是与矿体走向相交，而是与矿体走向平行的水平坑道。主要用来了解矿体的有用成分沿走向的变化情况。

什么是垂直坑道？垂直坑道实际就是个井，属于这类坑道的有浅井，竖井，暗井（盲井）及天井等。

浅井是与地面垂直向下掘进的坑道，一般不超过20米，其断面为矩形或圆形。

竖井是从地面向下掘进，其深度超过20米的垂直坑道，断面形状与浅井相似，面积则稍微大一些。

暗井是在地下水平坑道中向下掘进的垂直坑道，一般断面为矩形。

天井是从地下水平坑道中向上掘进的垂直或稍许倾斜的坑道。供溜放矿石，运送工具及材料，上下人员通风之用。

凡是坑道中心线与水平面成一定倾角的坑道，都叫做倾斜坑道。属于这一类的坑道有斜井、上山、下山等。

斜井是从地面沿一定倾斜角度向下掘进的坑道，一般倾斜角不大于35度。它是进入地下的一种主要通道。

上山是在水平坑道内，沿一定倾斜角度向上掘进的坑道。反之，向下掘进的坑道叫下山。

上述各种坑道类型用于地质勘探时称为勘探坑道。为了进一步识别它们在矿体或围岩中所处的位置，可参看勘探坑道类型图1所示。

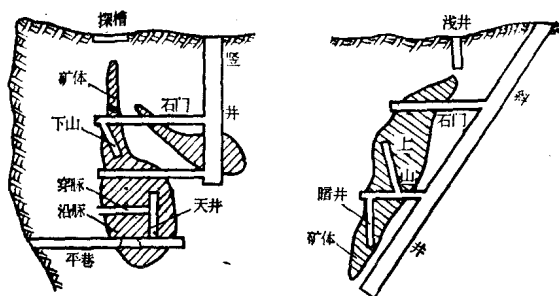


图 1 勘探坑道类型图

这些不同类型的坑道，在地质勘探工作中怎样使用和起到什么作用呢？先拿探槽和浅井来说吧！当地质队的同志在野外找矿时，遇到群众报来的矿石，首先要经过初步鉴别，如果认为是有用的矿石，就要问清矿石的来源地点，同时还要到来源地点去踏勘普查，寻找矿石或基岩的露头。有些地方露头很明显，容易找到，但也有些地方露头不明显，甚至露头上覆盖着较厚的浮土，这种情况，就必须要用锹镐把浮土剥去，或挖掘一段探槽，把浮土挖掉，使露头露出来才能看得清楚。地表覆盖的浮土厚度不一，有些地方覆盖的浮土很厚，不仅剥土不行，就是挖掘探槽也挖不到矿石或基岩露头，因为一般探槽的深度不超过三米，在这种情况下就必须使用浅井来代替探槽。在露头不清楚的地方，通过剥土或探槽、浅井后，如果发现了有用的矿石或基岩的露头就要测量它的产状。什么叫产状？产状就是指矿石和基岩存在的空间位置。然后在含矿地带进行取样，化验矿石的品位，以及查明各种地质情况，最后作出矿区开采的评价。总之，在普查找矿时，要了解浅部的情况，还是依靠探槽和浅井。近几年来，已大量地采用取样钻代替部份槽井探。取样钻是一种小型轻便、配有自带动力的手提式岩心钻机。减轻了劳动强

度，提高了劳动效率。再就坑道掘进来说吧，它是地质普查勘探工作中最可靠的找矿方法，它的最大优点是人们可以直接进入坑道里观察研究地质现象，收集地质资料，掌握成矿规律；同时对其它勘探手段如物探、化探等也要用坑道来检查验证，进一步查清各种类型矿床埋藏的详细情况，以求得更准确的高级工业储量。对那些形状不规则，品位不均匀的有色、稀有金属矿床，以及钻探采取矿心有困难的特种矿床也只有掘进各种坑道进行勘探，才能正确地了解矿床产状、品位、工业储量及其它开采技术条件等。随着我国社会主义经济建设事业的发展，工业、农业以及国家最急需的稀有金属及特种矿床等矿物原料都要进行大量的勘探工作。于是坑探的作用将是非常重要的。

三、坑探事业的发展及其今后的趋向

坑探虽然是地质探矿中一项比较重要的勘探手段，但解放前，旧中国的地质勘探工作在帝国主义，封建主义、官僚资本主义的反动统治下，基本上处于一穷二白的状态。解放后，在中国共产党和毛主席的正确领导下，地质勘探工作获得了极其巨大的发展，除台湾省外，全国各省或自治区都成立了地质局，每个地质局又建立了不少的地质队，分布在全国各省或自治区境内的群山峻岭之中。根据勘探工作的需要，有的地质队还成立了机掘队。就一九七一年来说，全国地质系统中有机掘队的省市（自治区）占三分之二，完成坑道掘进工作量占掘进工作量总数的47%。贵州省地质局有一个地质队的机掘队，二十多年以来，平均台月效率达220多米。广东省地质局一九七二年八个队有坑探任务，一个队使用了凿岩机，完成机掘工作量占掘进工作量总数的78%。这

个局另一个地质队几年来坚持使用电动凿岩机打眼，年年提前完成生产任务。还有的地质队即使没有机掘队组织，也要配备不少专业坑探人员，从事槽井探工作。为地质普查初步提出找矿线索，因此，坑探是地质勘探和普查工作中一项不可缺少的找矿方法。

在坑探机械制造方面，各省（自治区）也先后成立了探矿机械厂，除加工制造各种探矿机械外，有些探矿厂还专设坑探机械加工车间。近年来，诸如争光-10型取样钻机，YN-23型（原东方红-23）内燃凿岩机，YTD-25（原东风-25）电动凿岩机，地勘-1型滑道式装岩机，蓄电池机车和三用充电机，FC-1型风动采样机，内燃通风机，潜水泵，浅井提升机以及内燃凿岩机废气净化器等，都是各省探矿机械厂的新产品，并且大部分已在生产中得到推广使用。这些适合我国坑探特点的小型机械设备制造的成功，为提高我国坑探技术装备的机械化程度和逐步实现全部机械化创造了有利的条件。

在科学研究方面，中国地质科学院勘探技术研究所，成立了坑探研究室。同时国家为了培养坑探技术人材，在有的地质院校和矿冶学院还设立了探矿工程专业和坑探专业。解放二十多年来培养出大批坑探技术人材。还有的省地质局和地质队每年还开办坑探学习班或七·二一大学等，不断提高广大坑探工人技术业务水平，并培训出不少技术骨干。近年来广大坑探工作者，为了适应地质勘探事业的迅速发展的需要，加速改变我国坑探技术装备的后进状态，在自行设计和制造适合我国坑探特点的小型机械设备方面已经取得了很大的成绩。但是，我们必须戒骄戒燥，继续大干，巧干，促使坑探工作乘胜前进，高举“鞍钢宪法”的大旗，紧紧的依

靠广大坑探工人，抓革命，促生产，继续贯彻风、电、内燃并举的方针，改进槽井探的掘进方法，积极推广平巷掘进机械化作业线的发展方向前进：

1. 贯彻风、电、内燃并举的方针。大力推广，坚持使用适合坑探特点和行之有效的现有小型掘进机械设备。在平巷的掘进工作中，工作量集中的工区，除继续推广使用风动凿岩设备外，还应着重抓好小型装岩机和电瓶车的推广使用；工作量不大的工区，主要推广电动凿岩机，在有条件的地方，也可以使用小型装岩机和电瓶车；工作量较小，零星分散的普查浅坑，可以使用内燃或电动凿岩机，内燃装运机和内燃通风机。工业用电方便，或具有小型发电机组的地质队，深度超过五米的浅井，可以使用浅井提升机，电动潜水泵和内燃通风机，井下平巷掘进的凿岩、装岩、运输等主要工序也可以争取实现机械化。进一步提高效率，降低生产成本。

2. 改进槽井探掘进方法。槽井探是国内外机械化程度最低的工种之一，而且工作量很大，占用了各地质队较多的劳动力。由于机械化程度低基本上还是人工挖掘，手摇辘轳提升，劳动强度较大，生产效率也低。但近年来，试验和推广使用取样钻代替槽井探的工作，获得了可喜的成果，它从根本上改革了槽井探传统的掘进方法。目前全国二十六个省市自治区地质局和部份地质队已开始推广使用。同时西藏地质局在海拔4800米的依拉山工区进行试用，也获得成功，为扩大取样钻的使用地区提供了宝贵的经验。值得提出的是广西壮族自治区地质局已在全局所属地质队全面推广使用，有效地代替了部分槽井探工程。取样钻与槽井探比较，前者比后者勘探速度快，成本低，减轻了劳动强度，实现了槽井探机械化。特别是在涌水层地带，不好进行挖井、挖槽的工程，

更显示出取样钻的优越性。除用取样钻代替部分槽井探外，还有辽宁地质局有一地质队采用 YN-23 型内燃凿岩机进行空气反循环打眼取样，部分代替探槽和采样工作，初步获得较好的试验成果。还有的地质队，根据具体情况必须打井挖槽而地层条件又适合时，多采用浅井压缩爆破和探槽松动爆破与抛掷爆破，减轻工人笨重体力劳动，提高生产效率。

3. 应积极开展平巷掘进机械化作业线的研究试制工作。为了进一步减轻劳动强度，使现有坑探机械设备，如装岩机、电瓶车等能充分发挥作用，同时结合坑探特点，设计研制液压凿岩台车和转载设备，使平巷掘进从凿岩、装岩、转载、运输到卸碴形成一条机械化作业线，把平巷掘进机械化程度提高到一个新水平。

4. 开展以小型柴油机为动力的附有液动凿岩机的无轨轮胎式凿岩台车或液动支架以及液动装运机等设备的研究试制。进一步实现勘探坑道掘进设备全部小型轻便机械化和遥控自动化。这对地质勘探坑道的工作量较小而又分散和交通不便的地方，具有特别重要的意义。因为这些设备可直接用同一的能源柴油机驱动，省去铁轨，压风机和风管或电机和输电线路等设备。从而节约了钢材和木材。

随着我国社会主义经济建设的日益发展，为早日实现四个现代化，地质勘探工作必须先行一步，而坑探工作为了适应地质勘探大发展的需要，今后必须逐步向机械化和自动化方面发展，这是必然的趋势。

怎样进行坑探

在未介绍怎样进行坑探工作之前，首先谈一谈岩石的物理机械性质和破碎岩石的基本原理，这是很必要的。因为先懂得了岩石的物理机械性质和破碎岩石的基本原理，对今后从事凿岩爆破工作是具有很大的实际意义。那么有那些是岩石最主要的物理机械性质呢？

1. 硬度：是岩石抵抗工具切入的性能。凡是硬度愈大，则凿岩愈困难。

2. 韧性：表示岩石抵抗外力使其分离成颗粒的性能。岩石的韧性愈大，则爆破时炸药消耗量也愈大。

3. 弹性：指作用在岩石上的外力除去后，岩石又恢复原来的形状和大小的性质。岩石弹性大时，冲击工具如钎子将被弹回，因此，弹性愈大，凿岩愈困难。

4. 脆性：是岩石受到冲击或爆破时，不经变形就立即破碎成或大或小的碎块的性能。大体上硬度大的岩石其脆性也大。

5. 含水性：岩石含水的性能。对排水和爆破材料的选择要考虑。

6. 孔隙度：表示岩石颗粒间的间隙大小。孔隙度大的岩石组织结构不是那样紧密，一般易于凿眼爆破。

7. 容重和比重：容重是指单位体积（包括空隙与气孔在内）的岩石的重量，表示岩石颗粒充填程度。容重大的岩石不易破碎，凿岩效率低。反之，则凿岩效率高。比重是

不包含空隙与气孔的单位体积的岩石重量。比重大的岩石凿岩时对排粉有所影响。在深孔凿岩时，必须选择适当的冲洗液。

8. 层理性与片理性，是指岩石容易从一定方向的面上分离的性质。在进行爆破时就利用这种性质来布置炮眼分离整体岩石，减少炸药消耗量。

上面已介绍了岩石的物理机械性质，再谈一下岩石在凿眼过程中又是怎样被钎头切削和破碎的呢？一般凿眼破碎岩石的方法有三种。现将它们破碎切削岩石的过程和基本道理分述如下：

1. 冲击式凿眼法：主要是利用冲击力作用在钎子上，使钎刃受冲击而切入岩石，将岩石破碎。如图2所示。它的破碎岩石过程和道理是：

当冲击力 P 作用于钎子时，钎刃（或钻头）受冲击力作用使岩石破碎，并在I-I的位置形成有 h 深度的一条小槽1-2-3-4。钎子每冲击一次，就向反时针方向转 β 角度，促使钎刃第二次受冲击时在II-II的位置再形成有 h 深度的一条新小槽5-6-7-8。在两条小槽间剩余的两个扇形面积1-6-

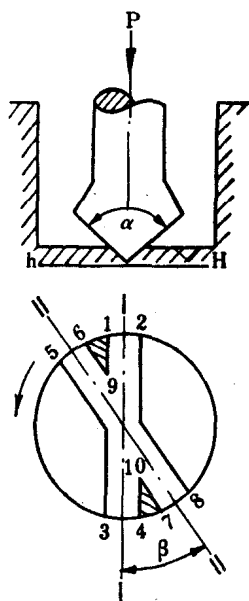


图2 冲击式凿岩破碎岩石过程

9与4-7-10的岩石，被钎子受轴向冲击力 P 以后，在钎头的切削刃上所产生的水平方向分力 H 与旋转时的扭转力矩所剪

碎。如此，不断循环进行，每当钎子转半圈(180°)后，炮眼底上整个 h 深的岩石被破碎，因此切入岩石的深度为 h 。当钎子转一圈(360°)后，又将炮眼中深度为 h 的第二层岩石破碎。如此继续进行，就逐渐形成一个具有一定深度一定直径的炮眼。

每次冲击所凿进的深度 h ：

(1) 与冲击力 P 成正比；(2) 与钎刃的长度（钎头直径）或刃数成反比（冲击力 P 等于常数时）；(3) 与岩石的坚固性成反比；(4) 与钎刃的刃角成反比。

每次冲击时的水平切削力 H ：

(1) 与冲击力成正比；(2) 与钎刃的刃角 α 成正比。

2. 迴转式钻眼法，先在钎子上（或钻杆上）加以轴

向推力 P_1 ，使钎刃（或钻头）切入岩石，同时给钎头以迴转力矩 P_2 使钎刃不断切削眼底岩石。如利用螺旋型钎杆在浅孔炮眼中就可及时将被破碎的岩屑或岩粉自动排除出来。如图 3 所示。

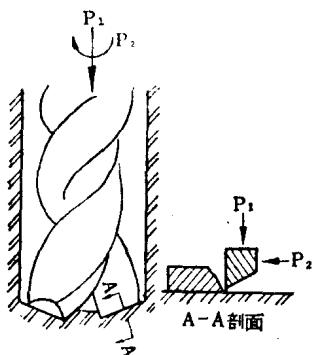


图 3 迴转式凿岩破碎过程

迴转式钻眼法，必须要使轴向推力大于岩石的抗压力，岩石才被破碎。如果只是依靠单纯的迴转力，只能磨损岩石

的表面，不能发生切削岩石的作用。所以当岩石愈坚固时，所要求的轴向推力和迴转力矩亦愈大。这样才能使钎刃切入和切削岩石，提高钻眼速度。这种钻眼法与冲击式钻眼法相较是具有不少优越性。因为迴转式钻眼法，岩石主要是被直

接切削下来的,而冲击式钻眼法,岩石主要是被冲击破碎后才切削下来的。但通过试验岩石的抗压力较其抗削力要高12—17倍。显而易见迴转式钻眼法较之冲击式钻眼法切削岩石就容易得多,同时能直接利用电能,能量的利用率比风动工具冲击式钻眼法高3—4倍;并能连续破碎岩石,在同一硬度的岩石($f=6$ 以下)中,凿岩速度比冲击式快2—3倍,其它也没有空程和反冲击力,以及切削的岩石颗粒大,岩粉少等优点。不过对钎头的耐磨性和类型、结构等目前尚未获得解决,因此,当前尚不能使用在坚固的岩石中。

3. 冲击迴转式钻眼法:在钻眼过程中钎头以一定不变的速度旋转,但隔一定时间又受到一次冲击,因而钻眼速度很高,要求要有质量很高的耐磨耐冲击的合金钎头,但这种钻眼方法目前正处于研究试验中。

一、怎样挖槽

挖掘探槽的方法过去常用的有两种。一种是在松软地层中施工多采用人工挖掘;而在土层胶结紧密夹杂砾石、碎石、树根等情况下,以及在山坡较陡时多采用松动爆破或抛掷爆破法,把地表土石、树根松动或抛掷到槽外,剩下留在槽底的泥土、石块再用人工清理出去,这样能减轻劳动强度,加快挖槽速度。除此而外,现在已开始推广使用取样钻代替部分槽井探工程,同时在结实地层中采用松动爆破或抛掷爆破时取样钻所钻出的钻孔也可兼做爆破的炮孔,这较过去采用人工打土炮眼爆破的方法提高了凿眼速度。过去打土炮眼的工具是采用直径42毫米的废钻杆当作钎子。废钻杆一端锻成尖头,另一端接上打箍,以提高钎尾的耐打程度,同时在钎尾200毫米处钻一小孔,插入直径12毫米的圆铁一根,便于转

动钎子和拔出钎子。如图 4 所示。



图 4 打土炮眼钎子

在挖掘探槽中抛掷爆破或松动爆破的炮眼布置方法是根据探槽所在地形的不同而有所区别。如探槽布置在山坡地形时，可用一排炮眼排列法，就是先在探槽中心，顺槽长方向按一定距离打一排适当角度的炮眼，装药爆破后把槽内大部分土石抛出槽外而形成一条长槽。如一次爆破后槽深尚未达到设计要求，可再打眼放炮直到设计深度为止。如图 5 所示。



图 5 顺山坡炮眼排列

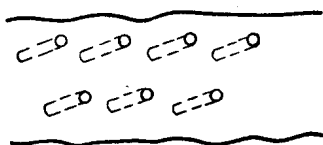


图 6 三角形炮眼排列

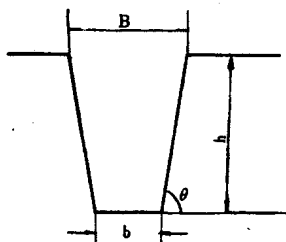


图 7 探槽横断面图

如在平缓地形上布置探槽时，施工中可用三角形炮眼排列法。如图 6 所示。

爆破炮眼的间距，一般为 1—1.5 米，炮眼直径 38—60 毫米。炮眼装药量则根据相应的岩层情况而定。但不要过多的装药，造成浪费。

探槽的槽壁最高一侧，一般不得超过三米，底宽一般为 0.6 米。两壁坡度按土质和深浅情况而定，一般为 60—80°；