

中等专业学校教材試用本

勘探工程及 水文地质试验

宣化地质学校編



中国工业出版社



本书内容共分为三篇。第一篇为山地工作，首先一般性叙述山地工作掘进程序，随后较详细地介绍轻型山地工作，并对重型山地工作及山地工作编录也作了概述。第二篇为钻探，其中对浅孔钻探和钢丝绳机械冲击钻探论述得较为详细，岩心钻探和钻探特种工作也作了概括叙述，最后介绍了钻孔水文地质观测及编录。第三篇为水文地质试验，专门叙述水文地质野外试验，首先详细地叙述了抽水试验和压水试验的基本原理及工作方法，然后简明扼要地阐明了地下水实际流速流向的测定及试坑渗水试验的基本原理和方法，最后介绍了地下水动态的长期观测方法。

在编写过程中，曾广泛地搜集和采用了有关我国和苏联的先进理论及生产实际经验的材料。并选择了大量的插图，以助于对内容的了解。

本书可作为中等地质专业学校“水文地质与工程地质”专业的试用教材，或从事地质工作人员学习参考之用。



勘探工程及水文地质试验

宣化地质学校编

*

地质部地质研究所编辑（北京西四羊市大街地质部院内）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张19¹/₄·插页3·字数447,000

1961年10月北京第一版·1962年2月北京第二次印刷

印数2,238—2,817·定价(9-4)1.90元

*

统一书号: K15165·922(地质-38)

中等专业学校教材試用本

勘探工程及 水文地质试验

宣化地质学校編



中国工业出版社



本书内容共分为三篇。第一篇为山地工作，首先一般性叙述山地工作掘进程序，随后较详细地介绍轻型山地工作，并对重型山地工作及山地工作编录也作了概述。第二篇为钻探，其中对浅孔钻探和钢丝绳机械冲击钻探论述得较为详细，岩心钻探和钻探特种工作也作了概括叙述，最后介绍了钻孔水文地质观测及编录。第三篇为水文地质试验，专门叙述水文地质野外试验，首先详细地叙述了抽水试验和压水试验的基本原理及工作方法，然后简明扼要地阐明了地下水实际流速流向的测定及试坑渗水试验的基本原理和方法，最后介绍了地下水动态的长期观测方法。

在编写过程中，曾广泛地搜集和采用了有关我国和苏联的先进理论及生产实际经验的材料。并选择了大量的插图，以助于对内容的了解。

本书可作为中等地质专业学校“水文地质与工程地质”专业的试用教材，或从事地质工作人员学习参考之用。

勘探工程及水文地质试验

宣化地质学校编

*

地质部地质书刊编辑部编辑（北京西四羊市大街地质部院内）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $19^{1/4}$ ·插页3·字数447,000

1961年10月北京第一版·1962年2月北京第二次印刷

印数2,238—2,817·定价(9-4)1.90元

*

统一书号：K15165·922(地质-38)

前 言

勘探工作及水文地質試驗是水文地質及工程地質勘察的重要工作方法之一，因此，水文地質工程地質工作者必須熟練地掌握这项技术知識。

勘探工作可分为山地工作和鑽探两部分。山地工作是以某种方法向地下鑿掘各种形式的坑道，以便使我們能直接觀察及描述地下的地質及水文地質情况，取出标本和試样进行實驗室研究，以及在坑道內进行水文地質或工程地質的專門試驗工作。鑽探是根据一定的目的和要求，利用人力或机械的鑽机向地層深处鑽鑿直徑較小而深度很大的鑽孔，以便使我們通过对鑽孔中取出的岩心的觀察和描述，以及鑽孔中的水文地質觀測和試驗，获得地下深处的地質和水文地質資料。

水文地質試驗是通过在鑽孔或試坑中进行各种專門性的試驗，获得含水層的透水性、富水性，地下水的流向、流速和动态的資料和数据，以便使我們能对地区的水文地質条件进行定量的評價。

“勘探工程及水文地質試驗”就是專門研究山地工作、鑽探及水文地質試驗的課程。

學習本課程的目的，是使同学了解勘探工程及水文地質試驗在国民經济中的意义和水文地質工程地質勘察工作中的地位，并通过对我国和苏联在勘探工程和水文地質試驗方面的先进經驗的介紹，使同学更加热爱社会主义、热爱自己的专业。通过學習本課程，在业务上应达到下列目的：第一篇山地工作要求掌握輕型山地工作的一般方法和了解重型山地工作的一般知識。第二篇鑽探要求掌握手搖鑽探、鋼繩机械冲击鑽探和岩心鑽探的一般工作原理、設備、鑽进方法和操作技术，鑽探中的特种工作如止水、水上鑽探等，以及鑽探的水文地質觀測和編录方法。第三篇水文地質試驗要求掌握抽水試驗、压水試驗、地下水流速流向的測定、試坑滲水試驗以及地下水动态觀測的一般原理、設備、試驗过程、操作技术和資料整理的方法。

由于水文地質試驗与勘探工程有紧密的联系，故將二者合併为一門課程講述，以便更好的相互銜接，这种新的体系还只是一种嘗試，其优越性是否很大，有待于在實踐中来檢驗。

目 录

前言	3
----------	---

第一篇 山地工作

第一章 概 論	7
§ 1 山地工作在水文地質和工程地質中的作用	7
§ 2 我国山地工作發展簡述	7
§ 3 坑道的基本概念	8
§ 4 坑道的分类	8
§ 5 山地工作的岩石分类	10
第二章 山地工作掘进程序	14
§ 1 鑿岩	14
§ 2 爆破	25
§ 3 通風	30
§ 4 装岩	33
§ 5 运输与提升	33
§ 6 支护	37
§ 7 排水	42
§ 8 照明	44
第三章 輕型山地工作	45
§ 1 剝土和淺坑的挖掘	46
§ 2 探槽的挖掘	46
§ 3 淺探井的掘进	51
第四章 重型山地工作	54
§ 1 水平与傾斜坑道的掘进	54
§ 2 豎井的掘进	56
第五章 山地工作編录	57
§ 1 編录的概念及种类	57
§ 2 輕型山地工作編录	59
§ 3 重型山地工作編录	62
第六章 制造压縮空气用的 設備	65
§ 1 概述	65
§ 2 往复式压气机	65
§ 3 压气消耗、風包容积及管道直徑的計算	66

第二篇 鑽 探

第一章 鑽探 概述	68
§ 1 我国鑽探發展簡史	68
§ 2 鑽探的概念及用途	69
§ 3 鑽探过程及鑽进方法的分类和应用	70

§ 4 岩石的基本物理机械性質和可鑽性以及各種鑽進方法的岩石分類	72
第二章 淺孔鑽探	78
§ 1 淺孔鑽探的種類及其在水文地質和工程地質工作中的应用	78
§ 2 幾種簡易手搖鑽探方法簡介	78
§ 3 手搖(人力)冲击、迴轉鑽探	81
§ 4 淺孔機械鑽探	102
第三章 鋼繩機械冲击鑽探	108
§ 1 機械冲击鑽探概述	108
§ 2 鋼繩機械冲击鑽探用的工具	108
§ 3 鋼繩機械冲击鑽探用的鑽機	111
§ 4 鑽孔的鑽進	118
§ 5 事故的預防和處理	122
第四章 岩心鑽探	125
§ 1 岩心鑽探概述	125
§ 2 岩心鑽探用的工具	126
§ 3 岩心鑽機	135
§ 4 水泵(泥漿泵)	141
§ 5 岩心鑽探用的動力機	143
§ 6 鑽塔	144
§ 7 清洗鑽孔	145
§ 8 鑽進前的設計和准备工作	147
§ 9 岩心鑽進方法	149
§ 10 採取岩心	160
§ 11 保全孔壁	162
§ 12 岩心鑽探的事故、安全規程及防火措施	162
第五章 鑽探的特种工作	163
§ 1 鑽孔彎曲	163
§ 2 鑽孔爆破簡述	165
§ 3 鑽孔止水	166
§ 4 水上鑽探及凍土鑽探	174
§ 5 探水鑽孔鑽進	176
§ 6 封孔	177
第六章 鑽孔水文地質觀測和編錄	178
§ 1 鑽孔水文地質觀測	178
§ 2 鑽孔編錄	183
§ 3 鑽探工作的各種主要文件	186
§ 4 鑽探發展途徑	190

第三篇 水文地質野外試驗

第一章 抽水試驗	194
§ 1 抽水試驗概述	194
§ 2 抽水試驗設備	206

§ 3	抽水試驗現場工作	217
§ 4	抽水試驗成果室內整理及有关数值計算	222
第二章	压水試驗	242
§ 1	压水試驗的意义及原理	242
§ 2	压水試驗对鑽探及鑽孔的要求	243
§ 3	压水試驗进行的基本方法	244
§ 4	試驗段及压力值的确定	247
§ 5	压水試驗的設備	248
§ 6	压水試驗的現場工作	253
§ 7	压水試驗的內業整理工作	258
第三章	地下水流向及流速的測定	269
§ 1	概述	269
§ 2	地下水流向的測定	270
§ 3	地下水实际流速的測定	270
第四章	試坑渗水試驗	273
§ 1	試坑渗水試驗的意义与实質	273
§ 2	試坑渗水試驗的方法	275
第五章	地下水动态的長期观测	280
§ 1	地下水动态观测的目的意义及任务	280
§ 2	地下水动态观测站观测網的佈置	282
§ 3	地下水动态观测点的选择与装备	284
§ 4	地下水动态观测的項目、仪器及要求	287
§ 5	地下水均衡的研究	289
§ 6	地下水动态观测資料的整理	307

第一篇 山地工作

第一章 概 論

§ 1 山地工作在水文地質和工程地質中的作用

山地工作（又称坑探）是水文地質与工程地質調查工作中的一种手段。通过在地表或地下开掘各种形状不同、大小和深度不等的坑道，来查明埋藏在地下的各种地質現象。因此山地工作一詞就是开掘各种坑道的施工方法、技术和施工过程的总称。

山地工作，根据其工作量的大小，工作的难易，投資的多少可以分为輕型山地工作和重型山地工作。一般情况下，在地表进行工作量不大，工作条件簡單，施工容易且投資又較少的山地工作称为輕型山地工作。相反，在地下較深，工作量較大，工作条件复杂，施工較难且投資也較多的山地工作則称为重型山地工作。

水文地質和工程地質普查与勘探阶段，通过坑探（山地工作），可以直接深入地下岩層取得所需資料。供水或排水隧道，公路隧道，铁路隧道及城市地下铁路等等的勘测，不仅直接运用掘进程序中的各种方法，在勘探阶段，获得真实可靠的資料（岩層的成份、产狀、結構、構造、解理和裂隙发育情况，岩石压力，地下水的性質和动态以及岩石的各种物理机械性質），而且还可以校正普查阶段所获得的資料和对勘探阶段发现的不良地質現象提出改良措施的意見。此外，在农田水利工程修建灌溉渠道或在城市修建排水明渠或暗渠时，也需要运用山地工作中的挖掘探槽等方法，如运用探槽挖掘方法修建城市供水或排水渠道；采用輕型山地工作中的裸体爆破法修建山区农田灌溉渠道等。因此，山地工作是水文地質和工程地質普查与勘探阶段不可缺少的工作方法之一。

§ 2 我国山地工作发展簡述

山地工作是随着矿山事业发展起来的，因此山地工作的发展是矿山事业发展的标志。

我国是一个历史悠久的文明的大国，在使用金屬方面是世界最早的国家。在公元前2940年伏羲氏、神农氏时代开始用鉄；公元前2198~2205年黄帝时代开始用銅；春秋战国时代，管子在地数篇中記載“凡天下名山，五千二百七十，出銅之山，四百六十七，出鉄之山，三千六百有九；……”，可見那时我国古代人民已广泛使用銅和鉄。各种金屬广泛的利用采矿事业和山地工作，也相应的有了很大的发展。另外在公元960~1279年我国已用黑色火药崩碎岩石，明朝时已开始用轆轤提升、用木板支护，用竹管作压差通風排出毒气、且在垂直坑道下面縱横挖掘水平坑道开采煤矿。这些足以說明我国古代人民的創造与发明是很伟大的。由于历代統治者輕視人民的創造，技术始終停滯不前。虽然我国矿产資源極为丰富，但解放前因为地質工作非常落后、技术装备極为簡陋、矿山掘进工具寥寥可数，从来没有进行过正規的山地工作，当然在这里就無法談論山地工作的发展情况了。

解放后，由于党的正确领导与苏联的無私帮助以及全体职工刻苦鑽研和坑探工們忘我的劳动，建国十多年来，山地工作有了迅速的发展。几年来利用山地工作为国家探明了許

多种矿产资源，另外山地工作在水庫坝址、水电站及建筑道路等水工建筑方面均发挥了很大的作用。解放后，山地工作不仅完成了很大的工作量，而且在技术装备、技术力量，以及技术操作与組織管理等方面都有很大的改进和提高。山地工作用的机械設備（如鑿岩机等）我們都能自造。連續三年大躍進以來，革新和創造了許多簡易、土洋結合的机械設備，設計和製造了許多機械化自動化的新型工具。同時也摸索并推广了許多鑿岩和爆破的先進經驗。

解放以來，在黨的領導下，山地工作所取得的成績是巨大的，但是機械化程度和掘進技術方面與蘇聯及世界先進水平相比，還有一定的距離，特別是機掘比重還不大，槽井探工程絕大部分還採用人工掘進，因此，我們必須貫徹兩條腿走路的方針，發動羣眾大搞技術革新和技術革命，積極設計製造出適合我國地質勘探特點使用的小型、簡便、效率高的新型機械設備，同時大力推广半機械化工具，提高職工的操作熟練程度，研究破碎岩石的新方法，以適應祖國大規模經濟建設發展的需要，和迅速趕上世界先進水平。

§ 3 坑道的基本概念

由於礦山開采，水工建築，勘探工程技術的進行，在地殼表面或地下形成的人為空洞稱為坑道。

不同形狀和大小的坑道其用途是不相同的。因此，必須根據各種不同的目的與要求來選擇坑道的類型。

坑道的始點，也就是它與外面或與其他坑道相連接的地方叫做坑道口；如果坑道在掘進過程中，它的終點——在進行工作的地方，這種終點叫做工作面或稱掌子面。

坑道兩側的面叫做幫或壁；坑道上部的面叫做頂板；而下部的面叫做底板。距離坑道兩幫均相等的綫叫做坑道中綫，沿着它可以測量坑道的長度或距離。垂直於坑道中綫的切面叫做橫斷面。

§ 4 坑道的分類

在水文地質、工程地質以及礦產地質的普查勘探過程中需要開鑿各種不同的坑道，按其與地面的關係，可分為地表坑道和地下坑道。

一、地表坑道

即在地表挖掘深度不大的空洞。屬於地表坑道有以下几种：

（一）剝土：在山坡或基岩之上進行剝離表土的工作叫做剝土，其形狀不定且深度較淺。

（二）淺坑：即在地表挖掘形狀不定的淺坑。

（三）探槽：即在地表挖掘成深度不大的長条形且兩壁常為傾斜（上寬下窄）的槽子（圖1之1）。

二、地下坑道

在地下掘進的坑道，均叫做地下坑道或地下巷道。按其空間位置即坑道中心綫與水平面所成的角度可分為水平的、傾斜的和垂直的三種坑道。

（一）水平坑道：屬於此類型的坑道有平窿、石門、沿脈及穿脈等。

1. 平窿（平硐）：是一端出露於地表的水平坑道（圖1之2）。它的佈置方式可以與岩層

或矿层的走向相交，亦可与之平行。这种坑道的优点是施工方便，投资不大（与垂直坑道比较）。其缺点是只限于在地形有利的条件下使用。

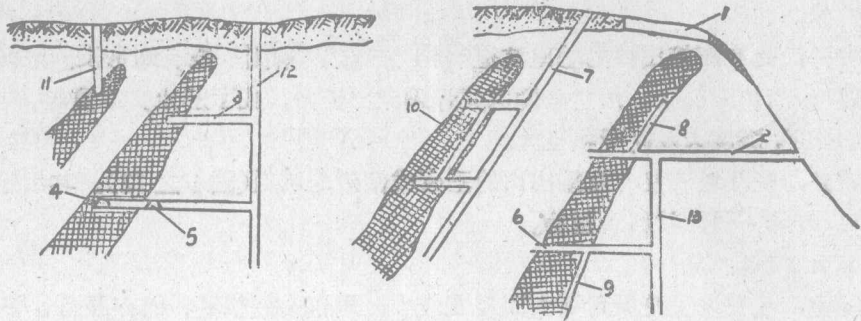


圖 1 各种坑道

1—探槽；2—平窿；3—石門；4—脉內巷道；5—脉外巷道；6—穿脉；7—斜井；8—上山；
9—下山；10—天井；11—淺深井；12—豎井；13—暗井

2. 石門：石門是在地表沒有直接出口且与矿体走向相垂直的水平坑道(圖 1 之3)。大多数石門是与矿体走向垂直的。石門是作为通往矿体的运输、行人、通风、排水等之用，且由于是在岩层內掘进，故名石門。

3. 沿脉(平巷)：沿脉是在地表沒有直接出口且沿着矿体走向在矿体内或矿体外掘进的水平坑道。它是沿走向来勘探矿体的。如果沿走向在矿体内掘进的水平坑道，叫做脉內巷道(圖 1 之4)；而沿矿体走向在矿体外掘进的水平坑道，叫做脉外坑道或称石巷(圖 1 之5)。

4. 穿脉：同样是在地表沒有直接出口，但在矿体内与矿体走向垂直或成一定交角的水平坑道(圖 1 之6)。

5. 隧道：隧道是两端出露于地表的水平坑道。水工建筑中常采用此种坑道。如铁路隧道、公路隧道、人行隧道、航运隧道、排水隧道及通风隧道等。

严格的說、水平坑道并非绝对水平，在一般場合下，为了运输和排水方便起见，因此，常有 $3/1000 \sim 8/1000$ 的坡度，而以 $5/1000$ 为最好。

(二) 傾斜坑道：

坑道中心綫与水平面成某种角度的坑道叫做傾斜坑道。属于此类型的坑道有斜井、上山、下山、天井等。

1. 斜井：在矿体或岩层中掘进的在地表有直接出口的傾斜坑道(圖 1 之7)。斜井用于勘探緩傾斜的矿体或作为采矿的提升运输等用。

2. 上山：是在矿体内开掘的在地表沒有直接出口的向下傾斜坑道(圖 1 之8)。它的用途是借助于机械設備，沿傾斜面由上而下运送重物。若借助于此产生的重力，將空車拉回上面去，这样就叫做輪子坡(它是由下向上掘进的)。

3. 下山：它和上山不同的地方是方向和用途不同，其他完全一样。下山的用途是借助于机械設備，由下向上提升重物(圖 1 之9)(其掘进方向与上山相反)。

4. 天井：是从地下水平坑道向上开掘的垂直的或傾斜的坑道。在矿体内或圍岩內开掘(圖 1 之10)作通风，运输或行人等之用。它多用于金属矿床。

(三) 垂直坑道：其坑道中心綫与水平面成垂直相交。属于此种类型的坑道有淺探井、暗井、豎井等。

1. 淺探井：是一端直接通至地表的垂直坑道(圖 1 之 11)。它的断面不大，深度一般不超过 30 米。

2. 豎井：是有直接出口的垂直坑道(圖 1 之 12)。断面一般有矩形及圓形两种。深度一般超过 30 米而达数百米。用它来勘探或开采深部矿体、或了解水文地質等資料。它与淺井的区别是在于深度大及断面积也大。

3. 暗井：是在地表沒有直接出口的垂直或傾斜的坑道(圖 1 之 13)。其用途是借助于机械設備以升降人員，材料及重物。

(四)其他坑道：

1. 峒室：凡在地下挖掘断面大而長度較小，用作安裝机械、儲存設備、管理生产、医疗或修理的坑道，統称为峒室。属于峒室的有水泵房、机器房、火药庫、調度室、等候室、医疗室等。

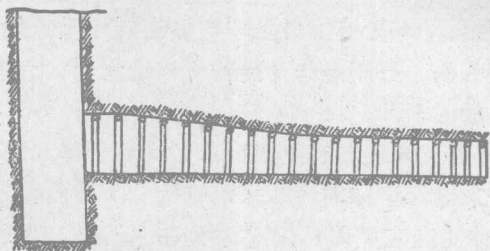


圖 2 單面井底車場

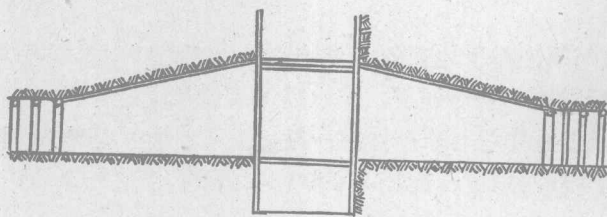


圖 3 双面井底車場

2. 井底車場：即垂直坑道的与其他水平坑道相連接的地方。它是为地下业务服务的巷道，主要是把地下的有用矿物輸送到地面。井底車場可分为单面的(圖 2)和双面的(圖 3)两种。

此外，还可以按照用途把坑道分为許多种类，如运输坑道、通風坑道、供水隧道、航运隧道等。

§ 5 山地工作的岩石分类

山地工作的主要对象就是岩石，組成地壳的岩石成分、物理机械性質是不相同的。为了合理地选择坑道的掘进方法和設備、提高生产效率，必須对岩石进行系統的分类。

岩石的分类，因研究与应用目的以及分类根据的不同而有所区别。但在开采坑道和采矿工业中，对岩石的分类则是采用普罗托吉揚柯諾夫教授的分类法，岩石統一分类法以及按松散程度及可鑽性的岩石分类法。

一、普氏分类法

普氏分类法是根据岩石的極限抗压强度，而确定岩石的硬度系数(f)或称为普氏系数而进行分类的。

岩石硬度系数是以某种岩石的極限抗压强度的百分之一来表示。 f 以下面公式計算。

$$f = \frac{R}{100}$$

式中： R ——岩石極限抗压强度(公斤/厘米²)。 f ——普氏硬度系数。例如：中硬的花崗岩受 100 公斤/厘米²靜負荷的作用而被破坏时，則 $f = \frac{1000}{100} = 10$ 。

按普氏分类法，把所有岩石分为十級，其硬度系数 f 自 0.3~20 見表 1。

表 1

級別	岩石堅硬程度	岩石種類	硬 度 系 數	極限抗压强度 (R) 公斤/厘米 ²	摩 擦 角 φ
1	極硬岩石	最硬、最密致、膠結性最大的石英和玄武岩其他特別硬的岩石	20	20.000	87°08'
2	很硬岩石	很硬的花崗岩类，石英斑岩很硬的花崗岩硅質片岩，比上項硬度較小的石英岩，最硬的砂岩和石灰岩	15	1.500	86°11'
3	硬岩石	花崗岩(致密的)和花崗岩类，很硬的砂岩和石灰岩，石英矿脉，硬礫岩很硬的鉄矿硬石英岩	10	1.000	84°18'
3a	硬岩石	石灰岩(硬的)不硬的花崗岩，硬砂岩、硬大理岩、白云岩、黃鉄矿类	8	800	82°53'
4	相当硬岩石	普通的砂岩、鉄矿	6	600	80°32'
4a	相当硬岩石	砂質頁岩、泥質砂岩	5	500	78°41'
5	中硬岩石	硬粘土質片岩，不硬的頁岩和石灰岩，軟礫岩	4	400	78°58'
5a		各种片岩(不硬的)致密的凝灰岩	3	300	71°34'
6	相当軟的岩石	軟片岩、假軟的石灰岩、白堊岩、鹽岩、石膏凍結土、無烟煤普通的泥灰压碎砂岩膠結的卵石砂礫，混石土	2	200	63°26'
6a	相当軟的岩石	碎石土、压碎的片岩、結塊的卵石、硬的烟煤硬化粘土	1.5	—	56°19'
7	軟岩石	粘土(致密的)軟烟煤、硬浮土-粘土質土壁	1.0	—	46°00'
7a	軟岩石	輕砂質粘土，黃土、礫	0.8	—	35°40'
8	土質岩石	腐植土、泥煤、輕壁土湿砂	0.6	—	35°00'
9	疏松岩石	砂岩堆小礫、填方土采出的煤	0.5	—	30°58'
10	流动岩石	流砂池沼土、稀黃土、和其他稀土	0.3	—	16°42'

二、岩石統一分类法

岩石統一分类法是根据鑽眼性和爆破性分类的。鑽眼性就是在一定条件下打一米深的

表 2 岩石統一分类表 (依照鑽眼性和爆破性)

岩石等級	鑽眼性和 爆破性	标准岩石	每米炮眼消耗釐子量 (N_1 根)		每分鐘鑽眼速度 L (毫米)		每 1 釐子鑽眼的長度 $\frac{1}{N}$ (米)		每米鑽眼時間 $\frac{1000}{L}$ (分)		每米岩體需要 二號炸藥量 q (公斤)	每米岩體需要 炮眼長度 l_1 (米)	每公斤二號 炸藥爆破 岩體 $\frac{1}{q}$ (米 ³)	每米炮眼爆破 的岩體 $\frac{1}{l_1}$ (米 ³)
			鋼 釐	硬 合金	鋼 釐	硬 合金	鋼 釐	硬 合金	鋼 釐	硬 合金				
1	最難鑽 眼性和 爆破性	致密微晶石英	50	1.0	12	31	0.02	1.0	83	22	8.3	8.0	0.12	0.125
2		極致密無硫化物的石英	37	0.75	15	40	0.03	1.5	67	25	6.7	7.3	0.149	0.137
3		最致密石英和玄武岩	25	0.5	20	50	0.04	2.0	50	20	5.3	6.7	0.189	0.149
4	極難鑽 眼性和 爆破性	極致密安山岩和輝綠岩	19	0.35	25	60	0.06	3.0	40	17	4.2	5.7	0.228	0.175
5		石英斑岩	11	0.23	30	75	0.09	4.3	33	13	3.8	5.0	0.263	0.2
6		極致密硅質砂岩	7	0.15	40	90	0.14	6.6	25	11	3.0	4.5	0.335	0.22
7	難鑽眼 性和爆 破性	致密花崗岩	4.5	0.10	50	110	0.22	10	20	9	2.4	3.9	0.42	0.26
8		致密砂岩和石灰岩	3.0	0.07	65	130	0.33	14	15	8	2.0	3.5	0.5	0.285
9	中上鑽 眼性和 爆破性	岩 砂	2.0	0.05	85	160	0.5	20	12	6	1.5	3.2	0.665	0.31
10		砂 質 頁 岩	1.4	0.04	110	200	0.7	25	9	5	1.25	2.9	0.8	0.345
11	中等鑽 眼性和 爆破性	石 灰 岩	1.0	0.03	150	250	1.0	33	7	4	1.0	2.5	1.0	0.4
12		頁 岩	0.7	0.025	200	300	1.43	40	5	3.3	0.8	2.2	1.25	0.445
13	中等鑽 眼性和 爆破性	軟 頁 岩	0.5	0.02	250	350	2.00	50	4	2.9	0.6	2.0	1.665	0.5
14		無 烟 煤	0.35	0.018	325	400	2.85	56	3.1	2.5	0.5	1.8	2.0	0.555
15	易鑽眼性	致密粘土、烟煤	0.2	0.015	420	500	4.0	67	2.4	2.0	0.4	1.6	2.5	0.625
16		浮石及凝灰岩	0.15	0.010	550	600	≥6.5	≥100	1.8	1.7	0.3	1.4	3.335	0.715

炮眼，需要消耗多少根釐子，同时也可以拿打一个炮眼需要多少時間（鑽眼速度）來判定。爆破性就是在一定条件下，爆破一立方米原岩，需要多少炸藥；或爆破一立方米原岩所需要的炮眼总長度來判定。

根据鑽眼性和爆破性可将岩石分为七类十六級見表 2。

三、按松散程度及可鑽性的岩石分类法

我国目前采用这种岩石分类法，它将岩石分为十一級，見表 3。

表 3 按松散程度及可鑽性的岩石分类

岩石等級	岩石名稱	人工挖掘 1 立方米 岩石所需時間 (分)	打 1 米炮眼所需純鑽進時間 (分)			
			人 工		鑿 岩 机	
			單人 手打眼	雙人 手打眼	鋼 鉗	合金鉗
1	2	3	4	5	6	7
I	砂。松散的砂土（砂質壤層腐植質層）。泥炭。潮湿松疏的黃土	36 利用鋒利的鉄鉤挖掘	—	—	—	—
II	輕的及黃土狀的砂質粘土。細粒及直徑達15毫米的中等砂礫。致密的腐植質層。泥炭帶有直徑達30毫米的根的腐植質層。混有礫石及碎石的砂及腐植質層	48 利用鋒利的鉄鉤并配合丁字鎬挖掘	—	—	—	—
III	油性軟泥，重亞粘土，大小从15~40毫米的細礫卵石和碎石。混石或細礫的干燥黃土和溫度不大的黃土，含有直徑大于30毫米的根的植物層或泥炭，混有碎石或卵石的亞粘土，IV級或更高級岩石廢石堆	72 用丁字鎬、鉄鉤并用部分尖錐挖掘				
IV	重粘土杂有碎石或卵石和重25公斤的巨礫的油性粘土和重亞粘土（巨礫佔10%）帶有重達50公斤的巨礫冰磧粘土（巨礫量佔岩石体積的10%）頁岩直徑達90毫米的純巨卵石。硬化了的致密壤土，軟的泥灰和蛋白土，帶有重達 50 公斤的巨礫的冰磧石（巨礫數量佔岩石体積的10—30%）V級和更高級不易分開的岩石微連結的原生岩石机械破坏的产物，膠結不緊的石灰岩、介壳石灰岩硅藻土、煤（軟的）滑石化的蛇紋岩变为碎石的岩石	108 用丁字鎬，尖錐及部分鉄楔子，大錘及一部分炮眼爆破工作来进行掘鑿	41	33	3.2	2.9
V	泥質頁岩、結晶片岩、滑石、綠泥石片岩、云母片岩、絹云母片岩、瓦板岩强烈風化的純橄欖岩、橄欖岩、蛇紋岩，高嶺土的花崗岩，閃長岩、正長岩和其他分化的火成岩、火凝灰岩、炭質頁岩和油頁岩，泥灰石灰岩、石膏、重晶石和毒重石、岩鹽和鉀鹽、多孔灰岩、致密白堊、膠結不緊的結核磷灰岩、煤、帶有泥質膠結物的礫岩和砂岩、白堊礦矿石、糖精狀磷灰石矿石、淋溶黃鉄矿石、多孔風化鉄矿石	—	55	41	5.4	4.4
VI	蛇紋岩，蛇紋石化純橄欖岩，片麻岩，硅化泥質頁岩、硅化滑石，綠泥石片岩，砂化絹云母片岩和其他硅化片岩，假像赤鉄矿石—磷灰岩—霞石矿石致密粘土質鋁土矿帶有磷酸鹽膠結物或碳酸鹽膠結物的結核磷灰岩、致密石灰岩、煤、大理石、白云岩、帶有石灰質膠結物的礫岩和砂岩、泥板岩輝鉄鎂矿	—	75	55	8.1	6.1
VII	粗粒火成岩、花崗岩、花崗閃長岩、正長岩、偉晶岩、輝長岩、純橄欖岩等，花崗片麻岩、致密磁鉄偉晶鉄矿石、褐鉄矿、菱鉄矿、銘矿、菱鎂矿、硅質變質岩、白云灰岩、石質鋁土矿、致密層狀磷灰岩	—	115	80	11.3	8.4
VIII	中粒火成岩、花崗岩、花崗閃長岩、正長岩、偉晶岩、橄欖岩、輝岩角斑岩、輝長岩等，砂卡岩矿石强烈硅化質鉄矿致密銅—鎳矿石和偉晶岩化岩石，含有鉄矿、石英層的片理很好發育的石英岩、磁鉄石英岩和赤鉄石英岩、黃鉄長英岩、帶有硅質膠結物的沉积岩的礫岩、石英电气岩、硅化層狀磷灰岩	—	174	122	16.4	11.4

續表 3.

岩石等級	岩石名稱	人工挖掘1立方米 岩石所需時間 (分)	打1米炮眼所需純鑽進時間 (分)			
			人 工		鑿 岩 機	
			單人 手打眼	雙人 手打眼	鋼 鉚	合金鉚
1	2	3	4	5	6	7
IX	細粒火成岩、花崗岩、花崗閃長岩、閃長岩、輝長岩、正長岩、玢岩和斑岩、鈦磁鐵礦、角閃磁鐵礦、硅硼鈣石-鈣鐵輝石、砂卡岩、粗狀石英岩、碧玉狀硅質片岩、硅化砂岩、硅質膠結物、膠結的火成岩、卵石組成的礫石	—	320	204	25.9	15.2
X	微粒和玻璃質噴出岩、安山岩、玄武岩、粗面岩、石英斑岩、輝綠岩、玢岩等、石英云英岩、硅質片岩、硅硼鈣石、砂卡柘榴子石片岩、硅化砂卡岩	—	650	390	—	20.3
XI	無風化痕跡的致密石英英質沉積-變質岩、角岩、鉄角岩、硅質片岩、碧玉、石英岩、碧玉鉄質岩、燧石	—	1700	1000	—	27.5

第二章 山地工作掘進程序

山地工地的掘進是根據工作的先後按一定的順序而進行的。在一般的情況下，山地工作掘進程序是由鑿岩、爆破、通風、裝岩、運輸、支護、排水與照明等主要工作所組成，但在某些情況下某幾項主要工作也是可以同時進行的，為了全面的了解山地工作掘進的主要工作過程和內容，現按掘進程序分述如下。

§ 1 普 岩

一、鑿岩在山地工作中的意義

掘進任何一種坑道（普查、勘探或其他的坑道），都必須進行分離岩石，分離岩石就是使某一部分岩石從整體中分離。一般的岩石，是常常具有相當大的硬度的，為了達到分離的目的，就必須在岩石中鑿岩（鑽眼或打眼），然後再用炸藥進行爆破。

在坑道掘進中，構成掘進循環的一切工作最主要的和最繁重的要算是鑿岩工作和裝岩工作。因此鑿岩工作的好壞和快慢都將直接影響整個掘進的速度和掘進工作的完成。

過去所使用的銹鑄作業和楔子作業是最原始的鑿岩工作。它是一項生產效率很低的繁重體力勞動，因此，不能滿足社會主義建設大躍進的需要。

為了達到高速掘進、改善工作條件、減輕體力勞動，加快社會主義建設，就必須進行研究和採取一系列的有效措施。

為了達到上述目的，首先就要考慮縮短整個掘進循環的各項工作時間，其中最主要的是鑿岩和裝岩時間。為此，就需要以選擇採用新式鑿岩工具，合理使用工具和大胆的革新、發明、創造工具相結合，使整個鑿岩工作機械化、自動化，從而減輕工人體力勞動，達到快速掘進，來保證和加速我國社會主義建設。

二、鑿岩方法的分类

山地工作和采矿工作中，所采用的鑿岩分类方法很多。根据鑿岩动力可分为人工鑿岩和机械鑿岩。按分离岩石的目的又可进一步划分为直接掘鑿法和炮眼鑿岩法两种；直接掘鑿法是用鑿岩工具將岩石直接由工作面上分离出来；炮眼鑿岩法是用打眼、裝炸药、爆破的方法將岩石分离的。

在人工和机械打眼中，根据破碎岩石的方法又可分为：冲击式鑿岩、迴轉式鑿岩和綜合式鑿岩。

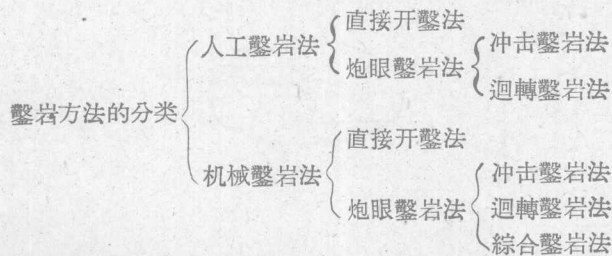
冲击式鑿岩：由于冲击作用使工具（钎子）鑿入岩石的一定深度，而將岩石破碎成岩屑或岩粉。为了使炮眼底部的岩石破碎得均匀，并使炮眼呈一圓形，因此在每次冲击后必須將钎子扭轉一定的角度；由于这样不断的冲击，在岩石中便鑿成一圓筒形的炮眼。

迴轉式鑿岩是：钻眼工具在軸心压力的作用下而使切削刃切进岩石；同时并使鑽具进行迴轉而刮削岩石使岩石破坏成圓筒形的炮眼。

綜合式鑿岩是：綜合上两种的作用而使岩石破碎的；这种方法即有冲击也有迴轉；冲击和迴轉是同时作用的。目前这种方法正在研究中，根据理論的計算这种方法的效率極高；而且使用于最高硬度的岩石。

为了便于理解和記憶，現將其分类方法归納列表于下（見表4）。

表 4



三、人工鑿岩

在山地工作的掘进过程中，使用人力作为鑿岩动力的称为人工鑿岩；人工鑿岩包括：人工直接掘鑿、人工冲击鑿岩和人工迴轉鑿岩。

（一）人工直接掘鑿

人工直接掘鑿适用于松软的不坚硬地層中。由于我国工业高速度的发展，这种人工方法已逐漸被机械方法所代替；但在某些地区的地質普查工作中，还普遍的应用此法掘进輕型山地工作（如剝土、探槽和淺探井的掘进）。人工直接掘鑿根据所使用的工具可分为：鉄鎬工作法、十字鎬工作法和楔子工作法等；它們所使用的工具都是我們日常劳动中所常見的鉄鉄、鉄錘、十字鎬、丁字鎬、鉄楔子和撬棍等；其工作方法也是我們很熟悉的，因此不需贅述。

（二）人工冲击鑿岩

人工冲击鑿岩适用于岩石硬度不大，鑿岩工作量不大；沒有鑿岩动力或距离动力（指压風机站）較远；在勘探工作开始时或交通不便的地方。人工冲击鑿岩所使用的工具有：鋼钎、鉄錘和掏勺。

鋼钎——常为六角形的实心炭素鋼制成（有时亦用八角形及圓形的，但因轉动困难，