



岩心钻探学

Н. Г. 沃洛德欽科 著



地质出版社

岩 心 钻 探 学

修訂第三版

〔苏〕К. Г. 沃洛德欽科 著

刘 彦 德 译

地 质 出 版 社

1960·北京

К. Г. ВОЛОДЧЕНКО
КОЛОНКОВОЕ БУРЕНИЕ
ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ
ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ
ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ
(МОСКВА·1957)

本書为沃洛德钦科著的“岩心鑽探学”第三版修訂本。內容比原来初版本有很大修改,并增补了許多最新材料;如ЗИФ-300、650、1200等新型鑽机的結構和使用注意事項,以及鑽探技术等材料。

原書是作者根据苏联地質部技术局的指示,并綜合了許多鑽探专家的意見,以及作者个人在工作中的經驗和創制编写而成。以后在实际应用中經过几次的修訂补充,內容逐漸全面完善。在苏联鑽探工作者几乎人手一册,成为工作中不可缺少的手册。

本書的特点在于材料实际、具体。适于鑽探工人、机班长和工程、技术員在实际工作时参考。

本書由刘彦德譯,任宏远校。

岩 心 钻 探 学
修訂第三版

著 者 К. Г. 沃 洛 德 钦 科
譯 者 刘 彦 德
出 版 者 地 質 出 版 社

北京西四馬路大街地質部內
北京市書刊出版業登記證出字第050号

发 行 者 新 華 書 店 科 技 发 行 所
經 售 者 各 地 新 華 書 店
印 刷 者 地 質 出 版 社 印 刷 厂

北京安寧門外六鋪炕40号

印数(京)1—1—4200册 1960年2月北京第1版
开本850×1168¹/₃₂ 1960年2月第1次印刷
字数470,000 印张17¹/₂插頁5
定价2.80元 統一書号:13038·420

目 录

第一部分 鑽探設備和工具

緒 論	9
一、关于鑽探和鑽孔的概念	9
二、鑽孔的用途	9
三、鑽探簡史	10
四、鑽探方法的分类	12
五、岩心鑽探的实質及特点	13

第一章 岩心鑽探用主要鑽具

一、鑽头	17
二、岩心管	21
三、岩粉管	25
四、岩心鑽探中專門用途的工具	26
五、其他种鑽头	38

第二章 鑽管（鑽杆）、鑽管的連接及其附件

鑽管	41
一、鑽管連接的方法	43
二、鑽管（鑽杆）的加厚	50
三、鑽管（鑽杆）的技术条件	51
四、用焊接鑽接头連接的鑽管	52
五、鑽鉸	52
鑽管附件	54
一、鑽管提引接头	55
二、提升鑽管用提引器	55
三、提引樑	57
四、鑽管夾持器	59
五、轉动靈活夾持器	61
六、墊叉	61

七、擰卸鑽管（鑽杆）用的鉗子.....	61
---------------------	----

第三章 套管及其附件

套管.....	64
一、套管及其接头的技术条件.....	65
二、套管的維護.....	68
套管附件.....	70
一、套管主要附件.....	70
二、沃洛德欽科式水压捞管器.....	71
三、擰卸套管用的鉗子.....	73
升降鑽管和套管用的附件	74
一、連接套管与鑽管的异径接头.....	74
二、套管夾持器.....	75
三、提引滑車.....	78
四、提引鉤.....	79
五、鋼絲繩.....	82

第四章 岩心鑽机

給进把給进式鑽机.....	93
一、KA-2M-300型鑽机.....	93
二、KAM-500 型鑽机.....	103
三、鑽进时对KAM-500型鑽机及 KA-2M-300 型鑽机的維護.....	113
四、克芮留 B-3和B-4型鑽机.....	119
五、孔底压力的調整方法（給进把給进式的鑽机）.....	123
六、給进把式鑽机上配备的記錄仪器.....	133
給进把-差动給进式鉗机.....	135
一、ЗНВ-150型鑽探机械.....	135
二、ЗНВ-75 型鑽探机械.....	155
三、地下鑽进用 ПП-1 型鑽机.....	158
四、СВУ-150-ЗНВ 型自行鑽探机械.....	160
五、配有轉盘式鑽机的自行鑽探机械.....	165
油压給进式鉗机.....	165
一、ЗНФ-300型鑽探机械.....	171
二、ЗНФ-650-A 型鑽探机械.....	179

三、ЗИФ-1200-A 型鑽探机械.....	189
-------------------------	-----

第五章 岩心鑽探用发动机

一、二行程石油发动机 (柴油机)	194
二、四行程发动机	197
三、石油发动机 (柴油机)	199
四、蒸汽机装置	226
五、电动机	227

第六章 岩心鑽探用水泵

一、水泵在鑽进时的功用	231
二、活塞式水泵的工作	232
三、水泵的主要部分	234
四、水泵的型式	235
五、水泵附件	243
六、水泵的维护	249
七、水泵的故障及其发生原因和消除方法	253

第七章 鑽探时輔助工作用的水泵

一、离心式水泵	255
二、手动式水泵	258
三、隔膜式水泵	259
四、单作用杆式水泵	260

第八章 鑽 塔

一、鑽塔的结构及其类型	265
二、鑽塔的安装	271
三、金属鑽塔	278
四、三脚架和鑽塔的安装	279
五、鑽塔的拆卸	283
六、移动式鑽塔及其迁移	283
七、鑽塔和鑽塔机械下面的基台的裝置	291
八、传动皮带	299
九、輔助设备及工具在鑽塔里的布置	303
十、淨化冲洗液循环系統的裝置	309
十一、預防鑽杆摆动的設備	311

十二、安装复滑车索具的方法.....	311
十三、地下鑽进时鑽探机械的安装.....	318
十四、鑽塔的照明.....	321
十五、鑽塔的保暖.....	326

第九章 鑽孔的冲洗

一、冲洗的功用及冲洗液.....	329
二、冲洗方法和冲洗鑽孔时的简单計算.....	331
三、鑽探用泥浆.....	337
四、工地上泥浆业务的組織.....	353
五、岩石硬度軟化剂.....	355

第二部分 鑽探技术

第十章 鑽探緒論

一、岩石鑽进时岩石可鑽性及岩石特性的概念.....	359
二、岩石鑽探时岩石可鑽性的分类.....	360

第十一章 硬合金鑽进

一、硬合金的概念.....	370
二、在鑽头上鑲嵌硬合金切削具.....	372
三、鑽进規範.....	378
四、磨料的消耗.....	382
五、ВНМС和ІІКБ 型硬合金鑽头.....	382

第十二章 鑽粒鑽进

鉄砂鑽进.....	388
一、鉄砂.....	388
二、向孔底投砂.....	389
三、磨料的消耗.....	393
四、鑽粒鑽头的修整.....	393
五、鑽进規範.....	394
鋼粒鑽进.....	399
一、鋼粒(切制的).....	400
二、鋼粒(切制的)鑽进用的鑽粒鑽头.....	401
三、鋼粒(切制的)鑽进規範.....	401

第十三章 金刚石鑽进

一、金刚石的概念	403
二、金刚石鑽进的性質	408
三、鑽焊金刚石的方法	408
四、細粒金刚石鑽头	410
五、金刚石鑽进的过程	414
六、鑽进时金刚石的选择和計算	424

第十四章 条件困难的鑽进

一、用无泵鑽进法在松散不稳固的岩层中鑽进	428
二、在漂砾-砾石层中的鑽进	433
三、在含承压水及有天然气显示的岩层中的鑽进	441
四、在漏失泥浆的岩层(裂隙岩层、喀斯特等)中鑽进	443
五、在易坍塌的岩层、易膨胀的粘土及碎石带中的鑽进	445

第十五章 用套管加固鑽孔

一、向鑽孔中下降套管柱	447
二、起拔套管	449

第十六章 岩心鑽进时岩心的采取

一、卡塞岩心	455
二、收集岩粉	460

第十七章 鑽孔的弯曲

一、鑽孔弯曲的原因	463
二、鑽孔弯曲的測量	466
三、測量鑽孔傾角方位	469
四、鑽孔的人工弯曲	476

第十八章 鑽孔止水

一、粘土止水	478
二、水泥止水	482
三、用专制塞子进行的鑽孔止水	491
四、止水質量的检查	491

第十九章 岩心鑽探时发生的事故及其預防和消除

一、发生事故的原因	493
二、事故的預防	495

三、消除事故的一般方法.....	497
四、处理事故用的工具.....	499
五、事故的处理.....	504
六、金刚石鑽进时所发生的事故.....	517
七、处理事故时震动器的应用.....	519
第二十章 鑽探工作的組織	521
一、勘探鑽探的設計.....	521
二、提高岩心鑽进效率的方法.....	540
参考文献.....	559

第一部分 鉆探設備和工具

緒 論

一、关于鑽探和鑽孔的概念

矿山工作包括鑽孔、豎井、淺井、平窿、沿脉等，其掘進的目的各不相同。鑽探工作的任务是研究鑽孔的鑽進技術和方法，而山地工作的任务是研究豎井、淺井、平窿、沿脉等的掘進技術和方法。

鑽探可以用機器，如各種鑽機，也可以用人力，如各種特殊的手動式裝置進行。

凡在地殼內鑽成圓筒狀的井稱為鑽孔，直徑小而長度（深度）大。鑽孔的開始部位叫孔口，終止部位叫孔底，側部表面叫孔壁。從孔口到孔底的距離為孔深。目前鑽探技術已擁有能鑽進深于5000米的強大功率的鑽探設備；石油鑽井深達2000—2500米已是常見的事。

二、鑽孔的用途

鑽孔按其用途可分為三類：

1. 勘探鑽孔：用做勘探固體、液體及氣體礦產（鐵、煤、石油、水、天然氣等），以及在工程地質中用做研究土壤的；
2. 開采鑽井：用做開采液體和氣體礦產（石油、天然氣、飲用水、鹽水、礦質水）；
3. 輔助鑽孔：例如，探礦工作時的通風、排水、裝置電纜、爆破、水泥膠結、沼澤排水等用的。

鑽孔的深度和直徑依其功用不同而有很大的變化。如鑽爆破鑽孔時，鑽孔深度只有1—2米，直徑只30—50毫米。在勘探石

油之类的矿产时，鑽孔的深度达到几百米或几千米，直径为75—400毫米，或者更大。在鑽豎井时，鑽孔的直径可为3—4米，或者更大，深度可达几百米。

三、鑽探簡史

根据考古学的分析和研究，認為原始人約在25 000年以前还在用石头制造工具时就已运用了鑽探（确切地說就是鑽洞术）。当时礮石鑽就是他們工作的工具。約在6000年前埃及已有了回轉鑽探。

根据現有的資料和最近所发现的古老的鑽孔遺跡，可以肯定在俄国首次采用鑽探开采盐水是在十四世紀（采盐业的开始，据年鑑記載的資料是在十世紀到十一世紀，实际开采時間可能还早些）。

在沃洛格达州苏霍納河岸托季馬城附近所发现的鑽孔遺跡証明了这些鑽孔都是用冲击方法鑽进的，鑽杆和套管均为本制的。在地面上还遺留有木質套管。第一层套管的外径为680毫米，內径为480毫米。猜想这层套管是用来加固基岩上部深达17沙繩（尺度单位）冰川沉积层的。第二层套管是用来汲引盐水的，其外径为280毫米，內径为140毫米。这层套管下降到90—95沙繩的深度。鑽孔直径为4 1/2吋，深度达120—125沙繩，达到了石灰岩层。在1933年調查鑽孔时，查明了套管的表面正在腐烂，包在套管外面的2—3层布（看来是麻焦油浸透过的麻布）已开始剝开。根据这些套管和鑽孔本身的情况，可以推想到当时的鑽探技术和隔离含水层的方法已相当优良。

俄国第一批石油鑽井是1864年在北高加索和1871年在巴庫利用網繩冲击方法鑽进的，从1922年阿塞拜疆中央石油管理局成立后，就开始运用回轉式鑽机，并采用泥浆冲洗鑽井。

目前在石油鑽井工作中广泛采用着井底发动机—渦輪鑽。

金刚石鑽探的第一次試驗是在1869年。当时在阿尔卑斯山脉掘凿蒙圣隧道时曾用金刚石鑽探进行凿岩爆破工作。从这个时候

起就开始設計了金刚石鑽探用的專門鑽机。С.Г. 沃依斯拉夫教授在这个方面做了許多工作。

采用金刚石鑽探时在很长一个时期只用黑金刚石。由于这种金刚石無論在鑽探上或其他用途上都大量需要，因此，它的价格便剧增。因为金刚石价格昂貴和竞争，便迫使工业部門不得不去探寻价廉的岩心鑽探的道路。这一問題的解决主要是采用比較价廉的金刚石“圓粒金刚石”和“浅紅晶石”来代替价格高的金刚石“黑金刚石”。同时也研究和改善了在鑽头上鑲焊金刚石的方法。

近年来，在鑽探技术上采用所謂細粒金刚石鑽头来代替粗粒金刚石鑽头頗有成效。目前，苏联国产的細粒金刚石鑽头中应用最广的是全苏矿物原料科学研究所和金矿科学研究所設計的鑽头。

为了探寻金刚石廉价代用品，采用了金属硬合金（1916—1926年間），以及鉄砂和鋼砂。目前虽然已有許多种硬合金，但还未找到能真正有金刚石那样好的代用品。

在苏联，第一次把硬合金（碳化錳合金）应用到岩心鑽探上是在1923年。从1929年起，当苏联工业能自己制造“伯別基特”合金（特硬質合金）时，硬合金在鑽探中便得到广泛采用。长时期以来采用硬合金切削具不能保証有效地鑽进硬度在4.5—5（按莫氏硬度計）以上的坚硬岩石，因此在鑽进坚硬的和特別坚硬的岩石时，便开始采用鉄砂。自1899年使用鑽粒鑽进以来，大大的改变了已有的岩心鑽探技术操作規程。

近年来（从1950年以来），由于采用了全苏矿物原料科学研究所設計的自磨式鑽头（ТП-3型）和地質部中央設計局設計的自磨式鑽头（БК型）；用硬合金鑽头鑽进坚硬岩石的应用范围大大地扩大了。用这类鑽头可以鑽进可鑽性为VII、VIII和部分IX級（不含石英的岩石）的岩石。

在鑽粒鑽进方面由于采用了鋼粒，也得到很大的成績。鑽粒鑽进的效率显著提高了，鑽粒的消耗量大大地减少了。在这方面特別应当提到И.А. 奥斯特洛烏什科和И.Х. 泽列宁的功績。近年

来，勘探工作中开始較多地采用了孔底全面鑽进——用牙輪鑽头。采用这种方法縮減了升降工序所耗費的时间，而使鑽进速度显著提高。

1946年以前，几乎只使用旧式和效率低的立軸手把給进式鑽机。旧的鑽探技术不能以快速鑽进进行勘探。因此在卫国战争以后，地質部开始广泛以新式技术重新装备地質勘探事业。

目前苏联工业部門出产的新式鑽机有：机械差动給进式鑽机（ЗИВ-150和ГП-1）和油压給进式鑽机（ЗИФ-1200А、ЗИФ-650А和ЗИФ-300）。这些鑽机的質量在实际鑽进中已充分証明是优良的。在不久的将来，将用这些鑽机替代效率低的旧式鑽机。

鑽进浅鑽孔，特别是在进行地球物理勘探时（主要是地震勘探），已广泛地应用СВУ-150-ЗИВ型移动式自行式鑽机АВВ-100、АВВ-3-100、УРВ-3А等型輕便轉盘式鑽机，以及螺旋鑽探用鑽机。

四、鑽探方法的分类

根据鑽头作用于岩石的情况，分为以下几种鑽探方法：

1. 冲击鑽探：使用专门鑽头（鑽头的形状和大小不同）冲击孔底而使岩石破碎；

2. 回轉鑽探：使用以适当方法鑽好的专门鑽头（刮刀式鑽头、牙輪鑽头、岩心鑽头、螺旋鑽头或勺形鑽头）切削、碾磨岩石而使其破碎；

3. 冲击回轉鑽探或联合鑽探：使用既有冲击作用又有回轉作用的鑽具（冲击鑽头、螺旋鑽头和勺形鑽头）破碎岩石。

冲击鑽探又分为鑽杆冲击鑽探和鋼繩冲击鑽探，前者可用清水或溶液（泥浆等）冲洗孔底，也可不用，而后者就不用冲洗。

在回轉鑽探时，孔底可为全面鑽进的或环状鑽进的。前者叫全面孔底鑽进（图1,а），后者叫环状孔底鑽进（图1,б）。全面孔底鑽进时，采用刮刀式鑽头以及勺形和螺旋鑽头破碎岩石。根据专门取样器或鑽孔器所取出的样品、随冲洗液流出的岩粉，以

及各种間接的特征，如鑽进速度、鑽头工作情况等，可判断所鑽的岩石。岩心鑽探时是采用鑽有各种切削具的鑽头，沿着环状間隙破碎岩石，而在鑽孔中心部分留下一个完整的岩石柱——岩心。

五、岩心鑽探的实質及特点

按磨料的种类（金剛石、硬合金、鉄砂和鋼粒），把岩心鑽探分为三类：1.金剛石鑽进；2.硬合金鑽进；3.鑽粒鑽进。

岩心鑽探（回轉鑽探的一种）时用的鑽头大都是鋼質环状的，其上所鑲嵌的切削具是金剛石还是硬合金，要以鑽进条件而定（图2）。

鑽粒鑽进时，鑽头的底端（图2）专作一水口，鑽进时所用的切削具和磨料就是投入鑽孔中的鉄砂或鋼粒。

鑽头借鑽机传动回轉，而鑽具借鑽杆与鑽机联接在一起（图3）。

孔底的岩石是沿环状間隙破碎，从而便有可能取得岩心。鑽机可以由各种发动机带动。在地質勘探鑽探上，鑽机的传动装置主要采用电动机和內然机。图4中所示为鑽探裝置的总图。

回轉鑽探通常要冲洗孔底。回轉式岩心鑽探的设备有以下几个主要部件：（1）鑽机，（2）发动机，（3）水泵，（4）鑽架或鑽塔。此外，每組鑽探机械还应备有一定的成套鑽探设备。

主要的鑽探设备有以下几种：鑽杆、鑽杆附件、套管、套管附件、岩心管、处理事故工具、鑽粒鑽进用的附件、鑲焊工具、各种輔助工具、鑽头和輔助设备——泥浆攪拌机、照明用的发电机，以及检查鑽进过程、泥浆質量和冲洗规范用的仪器。

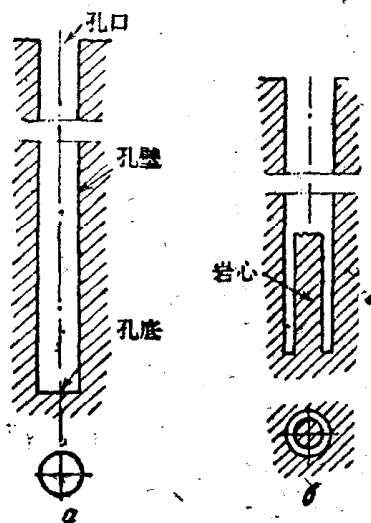


图 1. 回轉鑽探时的孔底示意图
a—全面孔底鑽进；b—环状孔底鑽进

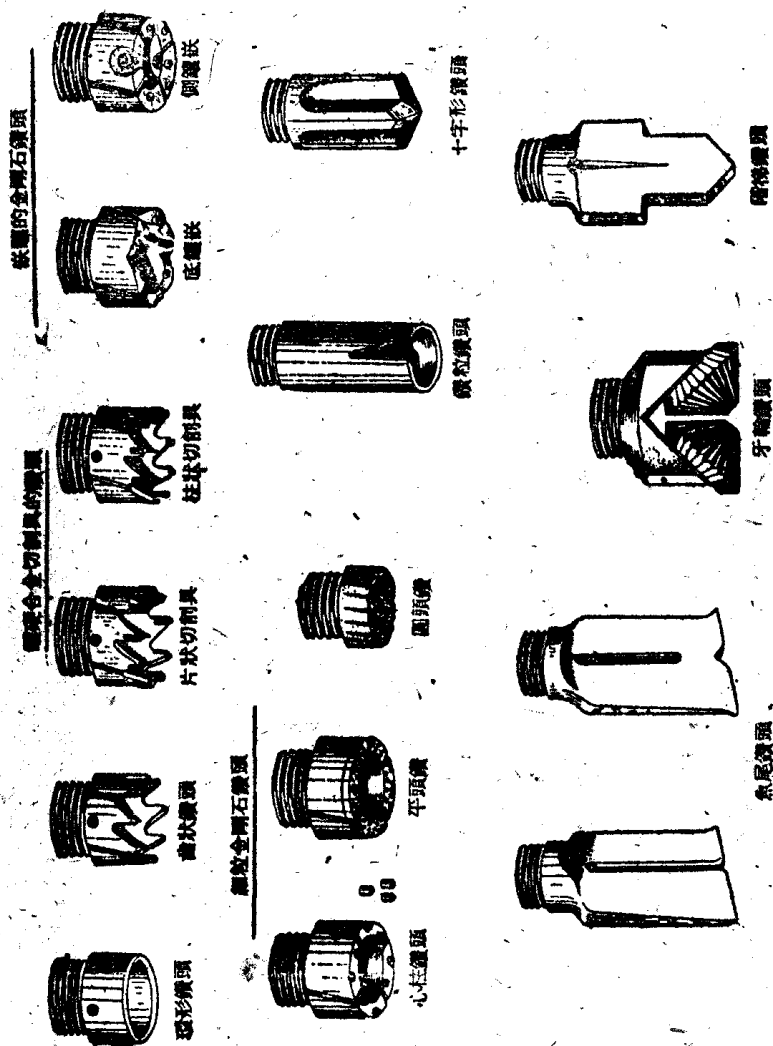


图 2. 岩心鑽探用的鑽頭

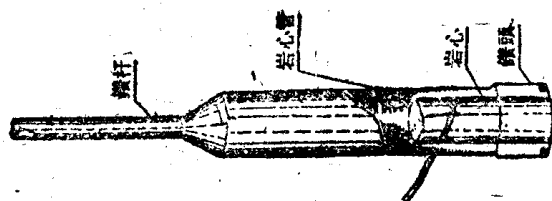


图 3. 岩心鑽具和岩心

岩心鑽探比其他鑽探方法所具有的主要优点就是可以取得良好的岩心，以及可以用較小直径的鑽头鑽进与水平面成不同傾斜角度的各种硬度的岩石。

岩心鑽探的这些优点就保证了这种鑽探方法在勘探各种不同的固体、液体和气体的矿产时的广泛的应用。岩心鑽孔的鑽进深度可达3000—3500米以上。

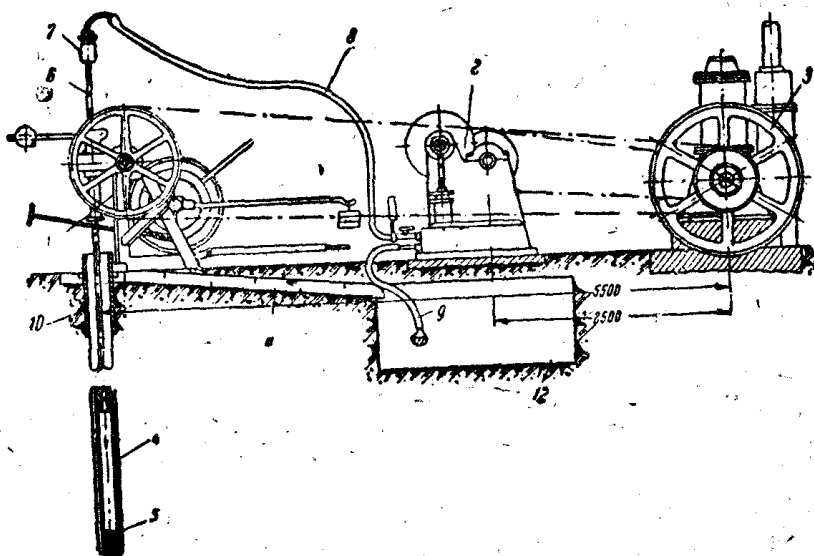


图 4. 鑽探裝置的总图

- 1—鑽机；2—水泵；3—发动机；4—鑽孔；5—鑽孔中的鑽具；
6—鑽杆；7—水接头；8—排水管；9—吸水管；10—带有三通管
(冲洗液通过用)的套管；11—沉淀槽；12—水源箱

根据磨料的种类，鑽孔直径可为：金刚石鑽进时为36毫米以上（一般金刚石鑽进时不大于59毫米），而硬合金鑽进时为200—250毫米。鑽粒鑽进时最通用的鑽头直径为75、91、110和130（很少）毫米。

岩心鑽探的缺点为：

- (1) 鑽孔弯曲比用其他鑽探方法时大；
- (2) 花費在为提取岩心进行升降工序上的時間很大，因

之，鑽進速度比无岩心鑽進低很多，特別是在松软岩层中鑽進。

在鑽進勘探鑽孔时，机长应特別注意，尽可能取到完整的和不脏污的岩心，因为这就是勘探矿产时岩心鑽探的主要目的。

根据鑽進条件、磨料种类和其他条件来选用各种不同的鑽具、鑽探設備和鑽机。