

855

74.24

855

苏联高等学校教学用书

钻探工程学

A.B.卡林尼科夫著



地质出版社

鑽探工程學

增訂第二版

A. B. 卡林尼科夫 著

崔福魁等 譯

苏联高等教育部農業大學管理局審定
作为水利土壤改良專業教學用書

地質出版社

1959·北京

А. В. КАЛИНИНОВ

БУРОВОЕ ДЕЛО

СЕЛЬХОЗГИЗ

МОСКВА-1956

本書是苏联高等学校教学用書。書中分門別類地講述了農業用水、水利土壤改良、水利工程建筑方面的鑽探方法和設備，并敘述了在不同地層中鑽進时所应用的鑽探設備及方法，如在稀軟疏松岩層中鑽進用的手搖鑽桿冲击鑽，在堅硬岩層中用的机动快速迴轉鑽，和用針狀過濾器降低水位的水壓鑽等均講得十分透澈。同时对鑽探設備的構造均以圖解表示，并用文字加以說明。

本書適用於我國高等学校鑽探專業、水利土壤改良專業教學參考，也適用於鑽探人員進行上述鑽探時參考。

鉆探工程學

著者	А. В. 卡林尼科夫
譯者	崔福魁等譯
出版者	地質出版社
	北京西四羊市大街地質部內
	北京市書刊出版業營業許可證出字第050號
發行者	新華書店
印刷者	冶金工業出版社印刷廠
	北京廣渠門內南里10號

印數(京) 1761-3260册	1958年3月北京第1版
開本31"×43" 1/32	1959年11月第2次印刷
字數335,000	印張15 ³³ /32 插頁5
定價(10) 2.10元	

目 錄

原序	7
緒論	9
§ 1. 鑽探、鑽孔、鑽具	9
§ 2. 鑽探方法	11
§ 3. 苏联鑽探事業的發展	17
§ 4. 岩石	20
第一章 刺探和打入鑽	21
§ 5. 刺探	21
§ 6. 打入鑽	25
§ 7. 冲击錘打在鑽具和鑽管上時其重量和阻力的測定	28
第二章 最簡單的回轉和冲击鑽具	34
§ 8. 回轉鑽具	34
§ 9. 冲击鑽具	35
第三章 冲击和慢速回轉鑽進所用的鑽具和鑽探設備	37
§ 10. 鑽頭	37
§ 11. 鑽桿和鑽桿扳子	46
§ 12. 提升設備	50
§ 13. 套管	64
§ 14. 套管柱的計算	68
§ 15. 撐接、提升和下降套管用的設備	76
§ 16. 打撈工具	80
第四章 淺型的手搖鑽桿冲击回轉鑽	85
§ 17. 深達10公尺的鑽進	85

§18. 深10公尺以上的鑽進·····	92
§19. 鑽探記錄簿·····	94
第五章 深孔手動鑽 冲击回轉鑽進 ·····	98
§20. 鑽探裝置、鑽探井及鑽塔·····	98
§21. 提升絞車·····	103
§22. 鑽進·····	106
§23. 清水沖洗鑽進·····	112
§24. 簡易鑽塔的計算·····	114
第六章 孔底的沖洗 ·····	124
§25. 清水沖洗·····	124
§26. 泥漿及其配制·····	130
§27. 沖洗時泥漿的運動速度·····	132
§28. 泥漿沖洗之計算·····	136
第七章 深孔鋼繩機械冲击鑽進 ·····	140
§29. 鑽進的機械化·····	140
§30. 鑽具·····	140
§31. YA-75型鑽機·····	145
§32. 使用YA-75型鑽機鑽進·····	148
§33. 打撈工具·····	155
§34. 鑽具重量和冲击鑽機負荷的計算·····	159
§35. 冲击鑽具的計算·····	162
第八章 干式螺旋回轉鑽進 ·····	166
§36. ПБС-110型輕便鑽探設備·····	166
§37. 綜合式回轉冲击鑽機·····	169
§38. 螺旋及常用勺形回轉鑽具的計算·····	174
第九章 快速回轉岩心鑽進 ·····	178
§39. 鑽具·····	178
§40. KA-300、KAM-300和KA2M-300型鑽機·····	196
§41. KAM-500型鑽機·····	201
§42. 差動式給進鑽機·····	205

§43. 岩心鑽探用水泵.....	206
§44. 岩心鑽探用發動機.....	210
§45. 岩心鑽進.....	213
§46. 鑽粒鑽進.....	220
§47. ЗИФ-300型鑽探機械.....	223
§48. ЗИБ-150型和ЗИБ-75型鑽機.....	237
§49. 岩石硬度軟化劑.....	242
§50. 采用沖洗液的回轉鑽進中某些理論問題.....	243
第十章 孔底全面快速回轉鑽進.....	250
§51. 鑽探工具.....	250
§52. 安有四速升降機的固定式鑽探裝置.....	261
§53. 泥漿泵和鑽具給進調節器.....	268
§54. 轉盤鑽進.....	271
§55. 孔底全面鑽進用移動式鑽機及其使用.....	292
§56. 用ABE-3-100型回轉鑽機鑽進.....	302
§57. 回轉鑽進時功率的計算.....	314
§58. 快速回轉鑽進時鑽桿的計算.....	320
第十一章 透平鑽和電鑽.....	328
§59. 借助下到孔底的發動機鑽進.....	328
§60. 透平鑽具.....	329
§61. 用透平鑽具鑽進.....	333
§62. 電鑽.....	342
§63. 快速回轉鑽進時消除故障的一般須知.....	344
第十二章 鑽進時的特种工作和新的鑽探種類.....	348
§64. 鑽孔彎曲的測量.....	348
§65. 電測法.....	350
§66. 鑽孔的校正及套管的整直.....	353
§67. 預防套管被岩石卡塞的方法.....	357
§68. 鑽孔止水.....	358
§69. 鑽孔直徑的選擇.....	360

§70. 抽水試驗.....	362
§71. 手動鑽探安全技術.....	367
§72. 機械岩心鑽探安全技術.....	370
§73. 進尺指標.....	373
§74. 振動鑽進.....	378
§75. 水力沖擊鑽進.....	381
§76. 岩心鑽進的有效方法.....	383
§77. 用電動鑿孔機借助電纜鑽進.....	385
附錄 1 配備在 ABE-T 型鑽探機械上的鑽具、升降工具、 打撈工具和备件	387
附錄 2 手動沖擊回轉鑽探設備說明書	390
附錄 3 說明書（鑽機、發動機、水泵）.....	391
附錄 4 蘇聯採用的幾種主要鑽探方法	393
附錄 5 孔底全面鑽進時岩石可鑽性的分類.....	396
參考文獻	398

原 序

随着我國農業的發展，就需要根本改善田間的水流狀況，灌溉和合理地安排農業供水。为了完成这些任务，必須建立大量的土壤改良系統和修建水利工程建筑。在我國將要实现一个巨大的耕地土壤改良，特別是灌溉和農業供水的工作計劃。这些工作根据苏联共產党和政府所制定的大規模提高苏联農業、开垦荒地和休耕地、向无水区的牧場供水的規劃將在第六个五年計劃得到大大地發展。

要实现土壤改良和水利工程工作，就必須打大量的勘探鑽孔和开圓桶形水井的鑽孔。因此，广泛应用最新的最有效果的鑽進方法，采用專門的鑽机、正确的劳动組織，全面培养相当的工人和技術人員，以提高鑽進效率和鑽進質量，有着極大的意义。

水利工程师应解决与下列工作有关的問題，即勘察、設計和兴建灌水、排水、灌溉系統和供水系統，利用地方性的、区域性的、共和國性的和全苏性的水利以及各个水利工程建筑的問題。

因为一切土壤改良—水利工程勘察都屬於地質和水文地質勘察範圍之内，所以必須广泛应用鑽探打淺型的和深型的勘探鑽孔；为了利用含水層來供水和灌溉，則需打深型鑽孔及配备适于筒狀水井的裝备。

在打建筑物地基时也应用鑽探來降低地下水面，加固流动土和压实裂隙岩層。我們知道在用电热法融化冻土層时也应用鑽探打淺型鑽孔。

在潮湿的、稀軟的难于穿入的地帶和在軟的、疏鬆的、鬆散的和塑性岩層中一般是打分布稀疏的（鑽孔位置分布不密）淺型鑽孔。打

这些鑽孔往往应用手搖的鑽桿冲击回轉鑽（干鑽）和用刺探器來鑽。在比較易于穿入的地帶可以应用自动的或移动的鋼繩鑽進的冲击鑽机和用机器帶動（最好用于自动的或移动的冲击鑽机上）的螺旋給進鑽，而鑽孔可分布得密些。

在坚硬岩層中打探建筑物地基的構造鑽孔和打爆破鑽孔，都要应用机动鑽机進行快速回轉岩心鑽。

降低水位的鑽孔可用針狀过滤器進行水压鑽進，同时还可以应用冲击和快速回轉鑽机來鑽進。

打利用地下水來做供農業用水和灌溉水的圓井鑽孔主要是应用移动的和自动的鑽机進行鋼繩冲击鑽，以及应用快速回轉鑽，并用泥漿冲洗。

应用石油業所常用的渦輪鑽以及电鑽來打勘探鑽孔和圓筒形水井远景最大。

所有各地区的水利工作的領導人員，其中包括鑽探工作的領導人員都是水利工程师，他們应很好地研究和了解現代無論打勘探鑽孔以及打圓筒形水井的鑽進方法。

根据上述意見，根据鑽探工程的教学大綱，在本書中研究以下問題：1.用最簡單的鑽具鑽進，2.人力冲击回轉鑽桿鑽，3.机械冲击鋼繩鑽，4.机械螺旋給進鑽，5.快速回轉岩心鑽，6.快速回轉輪轉鑽以及渦輪鑽和电鑽。

批評家斯大林獎金獲得者技術科学博士H. H.庫利奇欣教授和技術科学碩士H. H.克魯格洛夫副教授對本書提出了許多寶貴意見，作者僅致衷心感謝。

緒 論

§ 1. 鑽探、鑽孔、鑽具

所謂鑽探就是用鑽具在地壳打各种不同深度的坑道，亦即所謂的鑽孔，以及圓筒形的水井和鑽探井。

每一鑽孔（圖 1）分为位于地表的孔口 1，承受鑽头作用的孔底 2 和孔壁 3。

鬆散、膨脹或有裂隙的岩層中的鑽孔壁应当用套管 4 加固，而堅固的岩層中孔壁不会坍塌，而且液体礦產也不会流入裂隙中，因此，不必用套管加固。

鑽孔主要是用鋼管借接箍 5 接成的柱來加固。管柱下面擰一切开的磨成尖的或鋸齒狀的圓筒，即所謂管袖 6。

随鑽孔加深、随往里面下套管，下套管可用各种方法：用吊錘冲打、用重物、加压螺旋即千斤頂加压或用帶杆的特制夾持器來旋轉。

以一般冲击方法打探水鑽孔时，由于岩石的摩擦，只能下 30—80 公尺管柱 5（圖 2）。为了保証繼續加固鑽孔，可往孔中的管柱中下第二套套管 6（直徑比第一套套管小 3.5—5 公厘），为此，还能往下加固 30—80 公尺。这样，鑽到最后便有几套套管柱——管柱上部分套在上一層管柱的末端，而下部分加固孔壁。为了節省材料或为了使孔口附近的鑽孔直徑大，一般把中間管柱的上部截掉，只留下高出上面管袖 4 不大的一節（2—10 公尺）。所謂截切的地方 3 用水泥漿或柏油封嚴（填塞）。这样一來，鑽孔 1—2 之間沿中間剖开便成为套筒式的。有时在水井中所有外面的套管均取去，只剩下里面的套管柱。

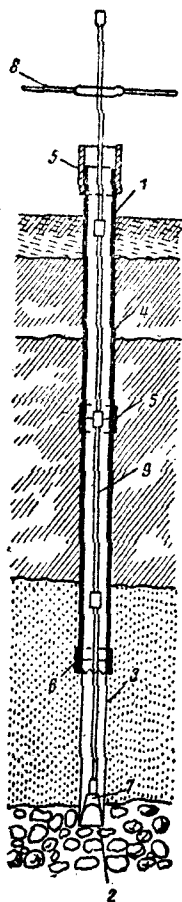


圖 1. 鑽孔和鑽具

1—孔口；2—孔底；
3—孔壁；4—套管；
5—接箍；6—管袖；
7—鑽頭；8—動力接
受器；9—鑽具連接
部分

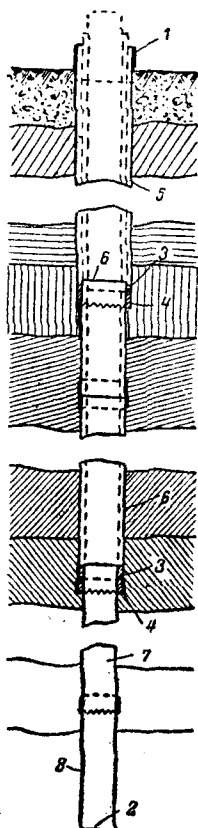


圖 2. 套筒式的
加固鑽孔

1—孔口；2—孔底；
3—切割的地方；4—
套袖；5, 6, 7—第
一套、第二套、第三
套套管柱；8—未加
固的鑽孔

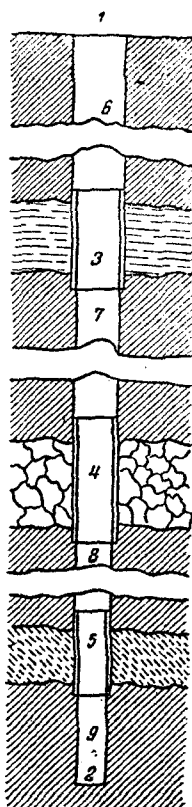


圖 3. 用埋頭套
管加固鑽孔

1—孔口；2—孔底；
3、4、5—埋頭套管；
6、7、8—鑽孔未加
固部分

为了節省起見，有时鑽孔不全部加固，只在需要加固的地方应用所謂埋头套管3、4、5加固（圖3）。这种鑽孔的剖面也有点像套管，但与圖2所画的稍有不同。

根据鑽探的目的和工作条件，鑽孔可打垂直的，水平的和傾斜的。

垂直鑽孔在地質和水文地質調查时用来進行土壤改良-水利工程工作，編制地質剖面圖和平面圖，勘探液体礦產：石油、鹽水、地下水；垂直鑽孔在建筑工程上修建筑物地基和由地下水源供水时用来勘察土層；在礦山工程上用来勘探礦產，代替通風井，垂直鑽孔也可以在坑道中打安全鑽孔，下降鋼繩和各种电綫时以及爆破和其他工作时用；在水利工程建筑上也可以用水平鑽孔和傾斜鑽孔。

鑽孔一般規格：直徑由1公分到1公尺，深度由几十公尺到5000公尺以上。探水鑽孔和勘察水利工程建筑的鑽孔深在40公尺以內的算做淺型的，而40公尺以外的算为深型的。

鑽具（圖1）由三个主要部分組成：鑽头7，鑽头是鑽鑿孔底岩石的；动力接受器8，动力接受器是將动力——回轉的冲击的或連轉動鑽头（用手把、鉗子、夾持器、螺旋、鋼繩、鏈子、齒輪等）的冲击的动力傳給鑽具；連接部分9（鉄的、木質的、所謂鑽桿的鋼柱、植物或金屬繩），將鑽头与动力接受器固定在一起。

§ 2. 鑽探方法

根据鑽头作用于孔底和动力作用于鑽桿动力接收器的特点可以分为四种主要的鑽進方法：刺探、打入鑽、回轉鑽和冲击鑽。此外，还应用綜合的鑽探方法。

刺探經常以不大的鑽具（圖4）來進行，鑽具由鋼鑽头1（尖針头）、鋼鑽桿2和手把3組成的。这种鑽具叫做探針，一般一个或兩個人把着探針把用力加壓；这时岩層就好像刺入一根針似的。因为在这种情况下往探針上所施的壓力超不过100公斤，而岩石抗刺入的阻

力与岩石的硬度、探杆的长度和探杆头的直径平方差不多成正比，所以刺探只能在軟岩層中進行，而刺探的深度極有限。鑽孔的深度达10公尺，直径2—4公分。刺探用來探查泥炭層的厚度及性質，和确定埋藏深度及泥炭下伏岩層的性質。

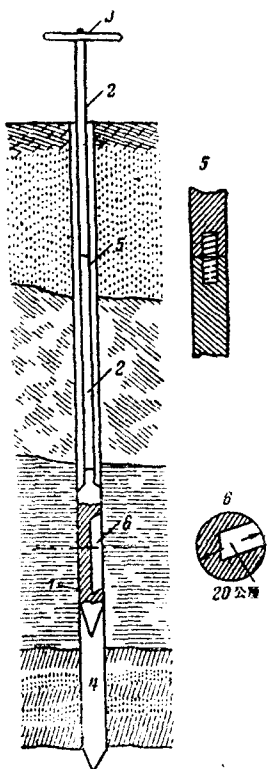


圖 4. 用普通探杆進行刺探

1—探杆头；2—探杆杆；
3—手把；4—刺出的鑽孔；
5—杆的繩扣連接；6—探杆头的橫切面

打入或冲击鑽是用鋼鑽具來進行(圖5)。鑽具的組成部分有尖錐狀的鑽頭1、实心或空心鑽桿2、夾持器3和冲击栓4。打入鑽進是用木鏈或專門的冲击錘來進行。鑽頭作用于孔底的性質几乎同刺探鑽進時一樣，不过它不是借压力的作用而是借冲击的作用。由于用木鏈冲击的力量比刺探時由兩個工人施加的压力大，所以打入鑽也可以用來鑽致密的岩層；其鑽進深度可达30公尺，鑽孔直径可达15公分。

打入鑽可以用來打小型的圓筒形水井，还可以勘探礦產，而有时也可以勘探小型建筑物的地基。

从前在坚硬岩層中打小鑽眼和炮眼用得很多的鏈击鑽就是打入鑽的一种。現在打這些鑽眼主要是应用机械快速冲击和快速回轉的鑿岩机，和机械冲击的鋼繩鑽。

刺探和打入鑽(鏈击鑽除外)岩石一般不提至地表，而被挤在旁边，只由鑽头腔取上一小部分岩石样品。

鏈击、回轉和冲击鑽進時，所鑽下來之岩石借鑽头提上來，或借压入鑽孔孔底的液体或气体携帶上來。

回轉鑽(圖6)經常是用鑽桿1來進行的，它的特點是鑽頭2一

面回轉一面往孔底加壓（部分的、全部的重量，而有时补加压力）；这时孔底岩石便克取下來了，同时鑽头便把它們提至地表。回轉鑽可以分为兩種：1. 普通手搖慢速回轉鑽，2. 主要为机械帶动的快速岩心回轉鑽（这时能鑽下并能提上來一个整岩心柱），和孔底全面鑽進。

普通手搖回轉鑽用來在軟的、疏松的、塑性的和鬆散的岩層中鑽進，鑽進深度可达40公尺。

在砂土、亞砂土和亞粘土岩層中用鑽桿螺旋給進鑽來鑽進，效果很好，这种鑽可將所鑽下來的岩石帶至孔口，鑽進深度可达30公尺。

在坚硬岩層中鑽進深度很深（50—500公尺以上）时可用鑲焊鋼和金剛石切削刀的空心鋼鑽头、硬合金鑽头和鋼砂來鑽進，鑽具的回轉速度很大（每分鐘50—750轉以上），而鑽具往孔底所施的压力小——这就是快速鑽進。清水冲孔可將孔底岩粉冲出，并且还能使鑽头冷却，而用泥漿冲洗时除了上述作用以外，还可以粘結孔壁，因而在鑽進时可以加固孔壁。在苏联打石油鑽多用孔底全面鑽進的輪轉回轉鑽，鑽头主要是魚尾鑽头，并通过鑽桿压入泥漿來冲洗孔底。

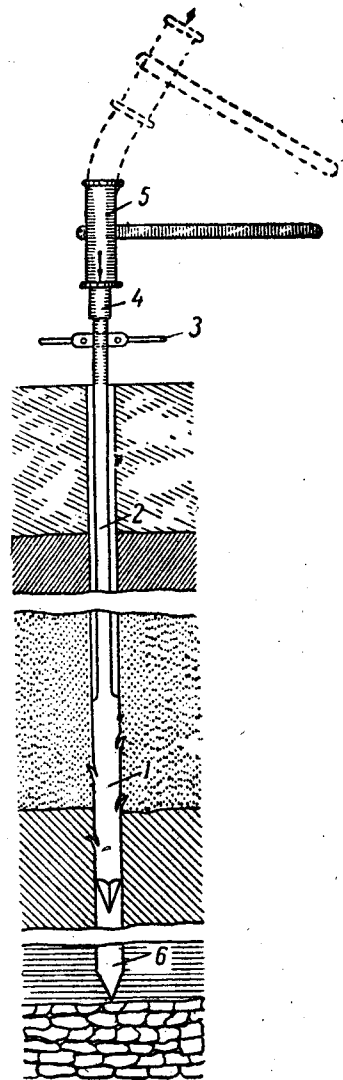


圖 5. 以建筑上用的鑽具進行打入鑽

1—鑽头；2—鑽桿；3—夾持器（把手）；4—冲击栓；5—木鑽；6—所鑽出的鑽孔。

渦輪鑽（即借水压渦輪鑽來進行回轉鑽進）在1926年巴庫就開始用而現在已通用了。渦輪鑽是卡別留什尼科夫院士發明的。現在苏联

正在進行電鑽試驗。

用冲击鑽鑽進時孔底岩石是將尖利的鑽頭稍提高孔底，然後放下進行冲击來破碎的，放下以後再將鑽頭提起扭轉一周的 $\frac{1}{10}$ ，再放下。

根據把鑽頭和它的動力接受器固定在一起的連接部分的彈性，冲击鑽可分為兩類。

鑽桿冲击鑽，它的冲击部分和動力接受器借鑽桿來連接，一般各個鑽桿可以擰開。而鋼繩冲击鑽則以植物繩或鋼繩來代替鑽桿。

冲击鑽探的方法有很多種，現在我們僅就水利工程勘察和打筒狀水井所用的一些方法談談。

圖7所畫的是普通的（陈旧不適用了）手搖慢速冲击的干鑽（用不能擰開的鑽桿）。鑽具的組成部分有鑽頭2、不能擰卸的連接部分3（鑽桿、其下部分4——重的）和動力接受器（夾持器）5（繫于鑽塔7的平衡器〔槓桿〕8上）。這種鑽探方法已不

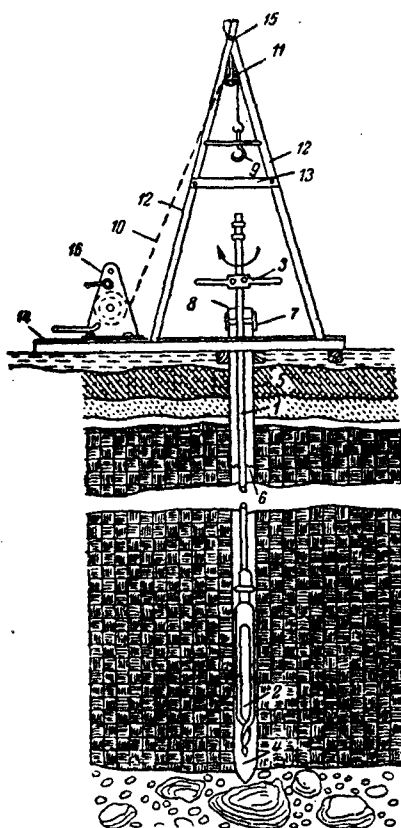


圖 6. 普通回轉鑽
（帶鑽塔和升降機）

- 1—鑽桿；2—鑽頭（勺形）；3—夾持器（把手）；4—孔底；5—套管柱；6—套管袖；7—接箍；8—安全排水管；9—提引鉤；10—鋼繩；11—滑車；12—鑽塔腿；13—鑽塔橫拉手；14—鑽塔和升降機基合架；15—穿釘（掛吊環和滑車的）

適于用來打深度75公尺以上，直徑200公厘以上的鑽孔了。

为了提高工作效率，冲击鑽進时有时应用冲洗液冲洗孔底。

事实証明，鑽進时应用冲洗液冲洗只是用不擰卸的鑽桿适合，而不适合用擰卸的鑽桿，所以用不擰卸的鑽桿打深孔并以冲洗液冲洗鑽孔來試驗。不过，長的不擰卸的鑽桿在冲击时提升的距离較大（0.15—0.25 公尺）往往会折断。因此提升的高度就要减小至 8 公分。为了提高鑽進效率，冲击次数每分鐘应达 150 以上，也就是轉为快速冲击。

第二类冲击鑽——鋼繩冲击鑽不是用鑽桿而是用鋼繩，提升鑽具时將鋼繩纏在升降机的卷筒上；因此鑽具的提升和下降比用鑽桿时快，因为鑽桿冲击鑽升降时需要擰卸鑽桿。但是应用鋼繩鑽進，鑽孔往往發生弯曲，特别是在很陡的岩層中，在这里打撈工作是很难進行的。

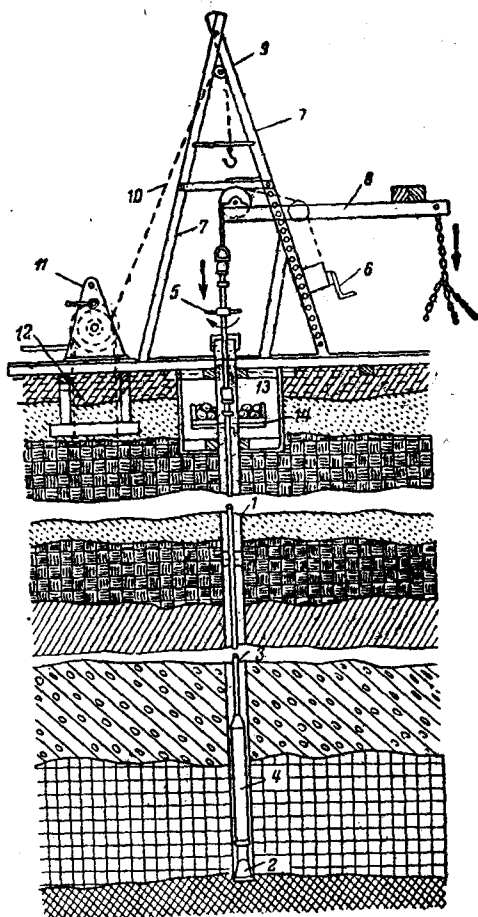


圖 7. 普通鑽桿冲击鑽

1—套管柱；2—鑽頭；3—不能擰卸的鑽桿的上部分；4—不能擰卸的鑽桿的下部分——重冲击鑽桿；5—夾持器；6—壁上的鑽探紋車；7—鑽塔腿；8—平衡器；9—滑車；10—提升鋼繩；11—建筑上用的提升絞車；12—絞車的固定錄；13—豎井；14—套管夾持器（上压有重物）

我們知道鋼繩的鑽進方法分：拉緊鋼繩鑽進和擰緊鋼繩鑽進即所謂应用泥漿沖洗的鋼繩循環鑽進。

拉緊鋼繩鑽進方法有普通的和帶切割刀的。

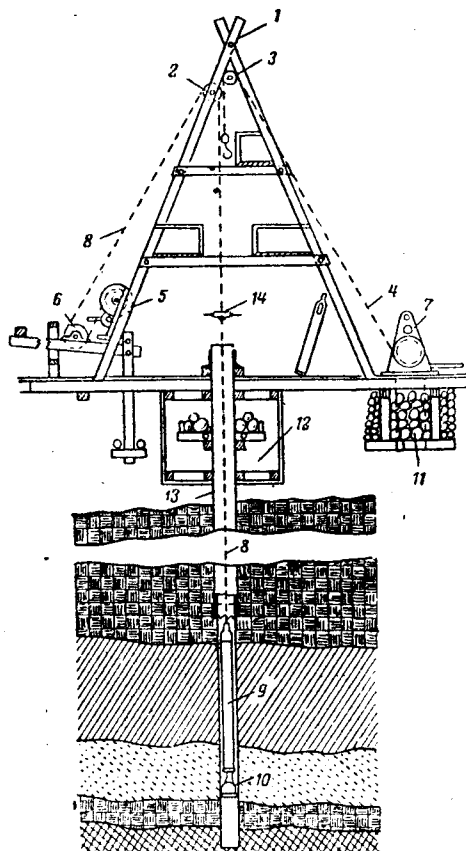


圖 8. 普通鋼繩冲击鑽

1—緊滑車的穿釘；2—鑽探滑車；3—提升滑車；4—提升鋼繩；5—壁上鑽探絞車；6—下平衡器；7—提升絞車；8—鑽探鋼繩；9—冲击鑽桿；10—鑽頭；11—絞車支撐底鉗；12—豎井；13—套管柱；14—帶卡子的鋼繩把手

普通鋼繩鑽進（圖 8）

時冲击鑽頭10、加重的冲击鑽桿9和繫鑽杆的鋼繩8合成一條不能伸長的部分，因此鑽至50公尺以上時鑽頭就會卡在孔底，而鋼繩往往會拉斷。因此普通鋼繩冲击鑽只能用來打深度一般不超過50公尺以上的鑽孔。

帶切割刀的鋼繩冲击鑽，它的切割刀安在鋼繩8和冲击鑽桿之間，它的作用就是幫助鑽頭提高孔底，因此，用這種方法鑽進可以打深達2000公尺以上的鑽孔。這種鑽進方法应用很廣。

这里必須談一下勘探中应用最廣的回轉冲击的聯合鑽進方法，這種鑽進用恩派爾鑽具來進行。鑽進時用回轉冲击鑽具以堅固的（不擰卸的）鑽桿進行普通的回轉冲击鑽，同時回轉要用帶齒狀管袖的套管柱。套管柱用人工借助吊錘打入，而回轉