

中国地质学会
第一届全国探矿工程学术会议
論 文 集

水文地质工程地质部分

(内部資料 注意保存)

中国地质学会探矿工程专业委员会編印

一九六五年十二月北京

目 录

出版说明

冲击钻探方面

1. 冲击鑽清水水压鑽进原理及技术的探討
.....地質部水文地質工程地質第一大队 (1)
2. 鋼繩冲击鑽用“水压鑽凿”法鑽大直径管井的原理和方法
.....西北煤田地質局水文地質队 李启后 (7)

大口径钻探

3. 大口径岩心鑽孔施工方法.....长江流域规划办公室勘测处 (14)
4. 基岩中大口径鑽孔鑽进方法
.....建工部給水排水設計院 建工部給水排水設計院中南分院 (20)
5. 开采喀斯特裂隙水及大口径岩心鑽探方法.....建工部綜合勘察院 (25)
6. 用XB—300型鑽机进行大口径水文地質孔鑽探試驗.....鉄道部第三設計院 (32)
7. 大口径鑽孔成井工艺.....山东省地質局 801 队 (36)
8. 水文地質鑽孔抽水井管的安装与起拔
.....地質部水文地質工程地質第二大队 (44)

复杂地层钻进方法

9. 在深厚复盖层中岩心鑽进方法.....水利电力部成都勘测設計院 (53)
10. 某矿区大型破碎带鑽进方法
.....广西壮族自治区有色局地質勘探公司 215 勘探队 (58)
11. 卵石及块石堆积层鑽探方法.....鉄道部第二設計院 (63)
12. 提高玻璃砂鑽探質量的探討
.....建筑工程部非金屬矿地質公司华东分公司 (67)
13. 礫石层的胶結鑽进方法.....地質部水文地質工程地質第六大队 郭允庄 (73)
14. 自流水地区水文地質鑽探技术方法
.....地質部水文地質工程地質第一大队 (78)

水文地质工程地质試驗

15. 在基岩中进行机械管涌試驗的技术方法
.....地質部水文地質工程地質第四大队 (85)
16. 壩前帷幕灌漿水上鑽探的体会.....河南省水利电力厅設計院 (91)

17. 关于观测标的结构与作用的研究

.....地質部水文地質工程地質第二大队 (93)

18. 孔内爆破.....建工部給水排水設計院西北分院 (100)

19. 噴射水泵用于浅层抽水試驗.....湖北省地質局探矿处 (103)

原状取土器

20. 反旋活塞取土器.....江苏省水利厅勘测設計院勘测总队 (111)

21. 簡易活塞取土器.....铁道部第一設計院 (115)

22. 应用固定活塞取土器采取砂(土)层原状样品

.....水利电力部成都勘测設計院 (117)

23. 試談原状土样的采取.....浙江省地質局水文地質工程地質大队 李小甫 (120)

钻孔止水

24. 长期观测孔止水方法.....水利电力部海河勘测設計院 (126)

25. 水泥止水在卡斯特较发育的石灰岩层中的运用

.....广西壮族自治区煤炭石油工业局 150 勘探队 (130)

26. 水文地質鑽孔胶塞隔水器

.....河北省煤炭工业管理局地質勘探公司 李任年 (134)

27. 胶塞隔水.....辽宁省煤炭工业管理局地質勘探公司 (141)

28. 桐油石灰止水.....四川省地質局探矿处 (146)

29. 滑动式强压小口径同径止水方法.....江西省地質局赣东北大队 911 队 (149)

30. 胶囊止水器.....地質部水文地質工程地質第六大队 (152)

31. 气胎止水試驗.....地質部水文地質工程地質第一大队 (154)

钻探封孔

32. 水泥砂浆封孔試驗报告.....山东省地質局第三綜合地質大队 (158)

33. 水泥封孔.....湖北省地質局鄂西地質队 (164)

34. 砂浆封孔方法的討論.....呂金奎、楊沛賢 (173)

35. 关于中深鑽孔长段分次水泥封閉方法的探討.....甘肃省地質局試驗鑽 (177)

36. 多层封孔工艺.....福建省地質局 305 队 (182)

37. CSNH 系速效混合液及其干水泥注井法

.....黑龙江省地質局第三地質队試驗鑽 (185)

38. 塑料封孔.....广东省地質局 723 队 (190)

39. 喀斯特地区工程地質鑽孔的水泥封閉

.....地質部水文地質工程地質第六大队 郭允庄、刘梦飞 (195)

冲击钻清水水压钻进原理及技术的探討

地质部水文地质工程地质第一大队

随着水文地质勘探事业的发展,冲击鑽大口径鑽探已开始广泛的应用,特別在支援农业、大兴水利化和工业上的寻找地下水源及凿井等,已成为主要的手段之一。我队1960年下半年,在学习兄弟单位經驗的基础上,开始使用清水水压鑽进方法。仅1963年的統計,打井(孔)六十眼,成功良好五十八眼,完成4000多米的工作量,各井(孔)都能完滿的取得水文地质資料,用水井的質量也都达到了設計的要求,不但得出地层最大出水量,就井的使用上也都正常良好。清水水压鑽进大大的簡化了泥漿鑽进的成井工序,同时减少了泥漿对含水层的堵塞及对水質的污染作用,这就显得清水水压鑽进的优越性。現根据实际生产中的体会提出我們的看法。

冲击鑽鑽进护壁方法,大致可分为两类、三种:Ⅰ类、鋼質套管护壁;Ⅱ类、液压护壁:(1)泥漿护壁;(2)清水水压护壁。

这三种方法各有特点,适应范围因受条件限制,都有一定的局限性,从比較中得出清水水压护壁鑽进主要优点如下:

- 1.能取得准确真实的地层、地质資料。
- 2.可滿足一般井(孔)的深度、口径的需要;
- 3.保証成井的各种試驗質量,真实反映出地层水文地质資料;
- 4.减少了成井洗井工作的复杂性;
- 5.只要保持井內水柱的压力,即可保証鑽进及成井的安全;

6.鑽进效率高,成本低,輔助時間少;

7.鑽进中的操作简单、省力,并减少了起拔鑽进套管和鑽进中的泥漿管理工作,專門撈砂工序等。

除上述优点之外,水压鑽进可与井內自造漿鑽进方法配合,同时可随时改变鑽进方法。因此,在实际生产中很受欢迎,并逐渐广泛应用,适应范围也逐渐扩大。

一、清水水压钻进原理

清水水压是属于液压护壁鑽进方法的一种,它的原理:概括的講就是“依靠在井內的清水靜压力平衡地压而维护圓筒状的井壁的穩定”进行鑽进。然而鑽进中的护壁任务由清水担任要比泥漿困难的多,因泥漿的比重较大,相对靜压力大,对地层顆粒有粘結性的作用,对井壁有造泥膜的作用,而清水水压护壁不但很少有这种作用,反而有冲刷破坏地层完整性的作用,如鑽具在井內工作时造成的水波和地层漏失必然引起水的流动等。

水压鑽进在井內虽然有自然造漿的現象或可能,但只是对粘性土地层而言,并且是暫时的。由于清水不断向井內加入,所以井內还是以清水为主。經過几年来的实践証明了只要符合清水水压鑽进的条件,这种鑽进方法是安全可靠的。

1. 堅井地压理論及靜水力学計算公式:

为进一步研究清水水压鑽进原理,我們試採用矿山堅井地压理論及靜水力学原理来闡明实践中的規律性。我們应用这些

理論時只考慮了其中的主要因素，次要因素還未全面的考慮，有待今後更進一步的去研究。沖擊鑽大口徑清水水壓鑽探，孔徑雖比礦山豎井小，但比勘探孔徑大4~8倍，又處在地表第四紀松散地層中。所以運用礦山地壓理論來進行計算是有其實際意義的。

(1) П·М·秦巴列維奇地壓理論計算公式：

$$F_n = r_n h_0 t_g^2 \left(\frac{90^\circ - \phi_n}{2} \right)$$

$$F_n' = r_n (h_n + h_0) t_g^2 \left(\frac{90^\circ - \phi_n}{2} \right)$$

式中：

F_n —第n岩層上介點單位面積井壁側

壓力（公斤/平方厘米）；

r_n —第n岩層的容重（公斤/立方厘米）；

F_n' —第n岩層下介點單位面積井壁側壓力（公斤/平方厘米）；

h_0 —上部岩柱的換算高度（厘米）；

h_n —第n岩層的厚度（厘米）；

ϕ_n —第n岩層的內摩擦角；

$t_g \phi_n = f_n$ （見表1）；

f_n —第n岩層的摩擦係數。

$$h_0 = \frac{h_{n-1} \cdot r_{n-1}}{r_n} + \frac{h_{n-2} \cdot r_{n-2}}{r_n} + \frac{h_{n-3} \cdot r_{n-3}}{r_n} + \dots + \frac{h_1 \cdot r_1}{r_n}$$

表 1

岩 層 分 類	岩 層 稱 名	f_n 值
粘 結 性	粘土淤泥、砂粘、砂土、粘砂、泥礫胶結岩層	0.9~3.0
松 散 性	砂層、砂礫石、砂卵石、礫卵石層	0.4~0.8
流 動 性	流 砂	0.3

秦氏認為井筒深度對地壓大小的影響很小，而地壓的數值更多的決定於岩石的力學性質，因此分層計算更為合適。如圖1。

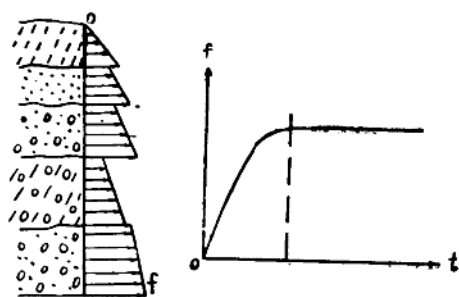


圖 1

圖 2
地壓與時間關係曲綫

秦氏從力學觀點出發，導出了初始地壓和時間關係的一般規律，就是說地壓隨時間的增加而增大，當地壓增大到一定程

度而趨向穩定（如圖2）。這個理論用於清水水壓鑽探也是有一定實際意義的，就是說施工時間愈短愈有利於水壓鑽探。

(2) 靜水壓力計算公式：

$$P = rh$$

式中：

P —井（孔）內水柱單位面積側壓力（公斤/平方厘米）；

r —清水液體重率（公斤/立方厘米）；

h —清水液柱高度（厘米）。

清水水壓鑽探中，液體重率 $r=0.001$ 公斤/立方厘米，則單位面積上清水靜水壓力 P 將隨着深度 h 的增加而增大（見圖3），因此要想增大靜水壓力 P 必須抬高液柱高度。

通過地壓與靜水壓力計算，壓力平衡

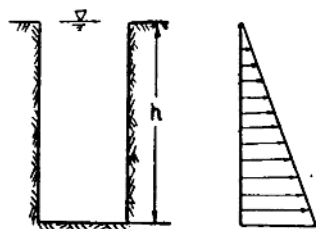


图 3

对比。若水柱静水压力 P 等于或大于地层压力 F 时，即能安全钻进；当静水压力 P 小于地压 F 时，就要考虑地层粘性土层的厚薄与非粘性土层的互层情况及地层的漏

失情况来确定是否能进行清水水压钻进。

应当说明的是泰氏地压理论是建立在挡土理论上的，适用于松散岩层，对于胶结性岩层还必须考虑其岩层所具有强度。例如，在坚硬岩层中孔壁不会坍塌，就是因为坚硬岩层具有很高的抗压、抗剪强度的关系。

2. 应用地压与静水压力公式进行实例计算：

以22号、7号两孔进行具体计算，并绘出地压与清水水压平衡图解：

(1) 钻孔孔壁压力值

表 2

孔号	层次	岩石名称	r_n	f_n	ϕ_n	h_n	h_0	h_0+h_n	F_n	F_n'	P_n	P_n'	P_n-F_n
22	1	淤泥质粘砂	0.0015	0.9	42°30'	2730	0	2730	0	0.72	0	2.73	0
	2	细砂	0.0017	0.4	21°45'	450	2457	2907	1.84	2.27	2.73	3.18	0.89
	3	粘砂	0.0015	0.9	42°00'	470	3225	3695	0.97	1.11	3.18	3.65	2.21
	4	细砂	0.0017	0.4	21°45'	300	3220	3620	2.59	2.32	3.65	3.96	1.06
	5	粘砂	0.0015	0.9	42°00'	1850	4025	5875	1.21	1.76	3.96	5.80	2.75
	6	砂礫卵石	0.0016	0.6	31°00'	2800	5514	8314	2.81	4.24	5.80	8.60	2.99
7	1	淤泥质粘砂	0.0015	0.9	42°00'	2040	0	2040	0	0.61	0	2.04	0
	2	细砂	0.0017	0.4	21°45'	1320	1836	3156	1.43	2.46	2.04	3.36	0.61
	3	粘土	0.0018	1.0	45°00'	1080	2967	4047	0.92	1.50	3.36	4.44	2.42
	4	细砂	0.0017	0.4	21°45'	1270	4301	5572	3.35	4.35	4.44	5.71	1.09
	5	砂礫卵石	0.0016	0.6	31°00'	2890	5906	8796	3.01	4.49	5.71	8.60	2.70

从表2看出：

1. 22号孔第2层次为危险层次，当水位低于8.9米时将造成塌孔。
2. 7号孔第2层为危险层次，当水位低于6.1米时将造成塌孔。

(2) 孔壁压力图

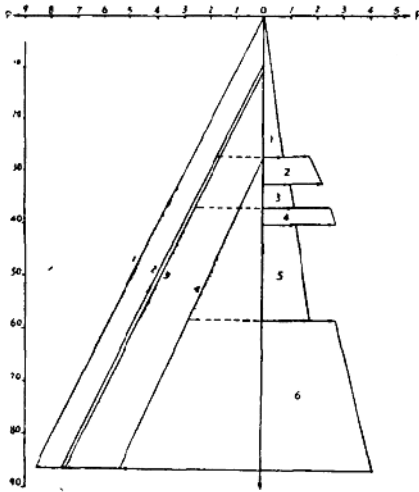


图4 22号孔孔壁压力图

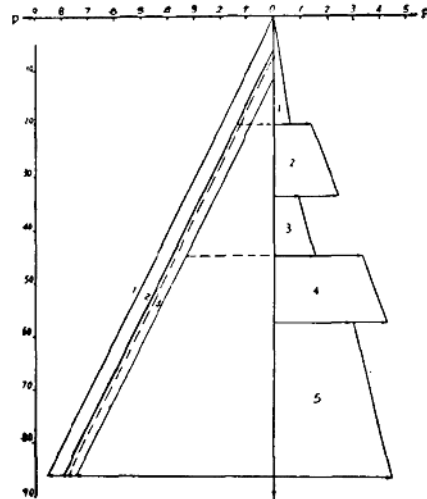


图5 7号孔孔壁压力图

(3) 鑽进时间与效率

表3

孔号	施工日期	孔深 (米)	总台时 (小时)	台月效率 (米/台月)	机械钻速 (米/小时)	钻进情况
22	63年15/4~18/4	86.00	94.00	727	1.65	钻进正常
7	63年11/3~28/3	86.00	383.00	162	0.89	因严重漏失水位下降,供水不及,坍孔掉块

3. 通过生产实践及理论计算得出清水水压鑽进的规律性:

(1) 作用在孔壁上的地层侧压力与该层岩性有直接关系。在同一岩层中随着孔深的增加而增大。水压鑽进时,水柱静压力必须大于最危险层的侧压力,才能保证孔壁稳定。在一般情况下,最好保证满孔水头,若漏失较大,水柱不能抬高至孔口时,可下入孔口管,以防防水柱以上部分塌孔。

(2) 由表2及图4、5中看出,秦氏地压理论反应了实际情况。地压最大的是细砂地层,而最危险的又是井孔上部细砂,其静水压力 P 接近地压 F 。同时也说明了秦氏地压理论适宜于地层为互层的条件下应用。实际上鑽进粘性土地层,有自然造浆作用,静水压力比计算数值要大,

同时圆形井筒的土拱作用,抵消了一部分地层压力。所以只要保持孔口水位不下降,使用清水水压鑽进是安全的。

(3) 图5中虚线所示7号孔,因在实际生产中发生孔内严重漏失,供水不足,孔内水位下降7米,使水柱压力下降,造成地压大于静水压力,而引起坍孔、掉块。

(4) 地压随时间的增长而逐渐增大的规律是符合清水水压鑽进的。由表3中的数据即说明了这一规律性。

总之,地压与清水静水压力平衡规律符合大口径清水水压鑽进原理,利用秦氏地压公式计算的地压 F 小于或等于清水静水压力 P ,是能够保证安全鑽进的。同时高效率快速鑽进,使其终孔时间提前,更促进清水水压鑽进能够成功和发展。

二、清水水压钻进技术

(一) 鑽具的选择:

1. 抽筒与鑽头两种鑽具的比较:

抽筒属于取心鑽进的一种鑽具,其鑽进原理是冲击掘取而进尺的,与鑽头鑽进比较,其优点有:不但能取得真实的地层地质资料,而且也完全适应水压鑽进特点的需要:

(1) 减少了鑽头鑽进的专门捞粉、修井及补焊鑽头等辅助时间,因而提高了时间利用率。

(2) 同样地层中(大卵石、漂石除外),抽筒比鑽头鑽进效率高0.5~1倍。

(3) 鑽具粗径部分长,工作时稳,可以大胆选择快速鑽进的技术参数,达到高效快速成井的目的。

(4) 抽筒在孔底工作时的震动力比鑽头要小。

从以上比较中得出:抽筒是清水水压鑽探的主要鑽具,鑽头只能在专门破碎大卵石漂石时用。

2. 抽筒鑽具的使用:

抽筒鑽焊上肋骨,起到保护抽筒、增加鑽孔口径、提高效率、安全鑽进等作用,肋骨形状和鑽焊在抽筒上的位置及数量,根据鑽进地层情况、抽筒直径而确定:

(1) 肋骨片宽度不大于4吋,厚度15~25毫米,12吋、14吋抽筒鑽焊8~10片,10吋以下的抽筒鑽焊4~8片,16吋以上的抽筒鑽焊12~14片。

(2) 鑽进粘性或胶结地层,使用底出刃菱形或圆圈梯形肋骨抽筒两级进尺,预防吮鑽。

(3) 细颗粒地层,使用圆圈梯形肋骨抽筒。

(4) 松散砂砾卵石层,使用密集式或双层梯形肋骨抽筒。

(5) 细、中、粗砂和砂砾石层,使用光板或高肋骨抽筒。

以上抽筒形式见图6:

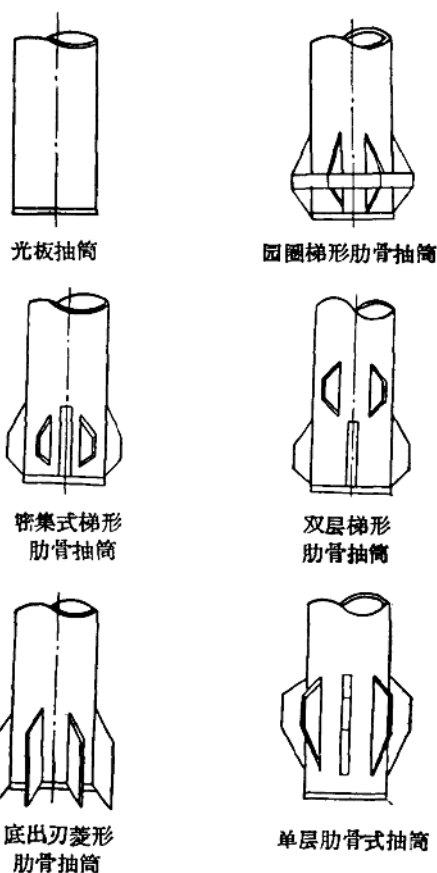


图6 抽筒形式

(二) 鑽进技术参数选择:

1. 鑽具重量: 一般800~900公斤;

2. 冲击高度: 鑽进粘性地层或砂层时, 400~600毫米, 鑽进砾、卵石或坚硬地层时, 800~1000毫米。

3. 冲击次数: 鑽进粘性地层或砂层时, 45~50次/分, 鑽进砾卵石或坚硬地层时, 40~45次/分。

(三) 鑽进中的操作:

1. 清水水压鑽进与其它鑽进方法的配合:

施工新地区、新鑽孔的水文地质条件，当不能全面了解时，就不能冒然采用水压方法鑽进，但为了确保勘探施工质量，还可大胆使用。如果鑽进中发生孔壁掉块或有较严重漏失现象，投入适当数量的粘土自造浆或用鑽头造泥墙穿过复杂孔段，再继续鑽进。当鑽孔发生严重漏失、坍塌、涌水或供水不及而不能维持水压鑽进时可改变鑽进方法达到成井。

2. 操作要点:

· 为保证勘探试验质量和鑽进中的安全，打出较理想的圆形井筒，根据地层选用恰当的肋骨抽筒是一方面，鑽进中的操作也是重要的一方面，从实际生产中总结出来的：操作鑽具要少松，勤放繩，上下一米多提动，进尺不超过半米就提升。

3. 预防鑽进事故:

(1) 下入木质或钢质孔口管，周围用粘土捣实，做好孔口的保护，并时刻保持孔内水位不下降。

(2) 鑽具弯曲、结构不合理不能使用，预防鑽孔弯曲。

(3) 下鑽前要详细检查鑽具各连接部位和主繩有无断破。

(4) 当孔内水位下降时，要立即提出鑽具。

(5) 换径深度要选择稳定性较强的岩层上。

(6) 发现孔壁有活石(探头石)时，要及时消除。

(7) 预计井孔所穿过的地层有严重漏水层，可准备一定数量的粘土，当供水

不及时可投入适量粘土，以防水位下降造成坍孔事故。

三、清水水压钻进条件

1. 有充足的水源和可靠的供水方法;
2. 选择抽筒为主要的鑽具;
3. 要有一定深度的地下水位;
4. 严重漏失或涌水地区的鑽孔不适用;
5. 表层为大卵石、石、人工碎石层时不适用。

四、結 論

1. 清水水压鑽进时，个别松散而近于孔口的地层是不稳定的，将会出现地压大于水压的状态。这就是清水水压鑽进有时可能失败的根源，也就是清水水压鑽进的使用是有条件限制的。

2. 为了创造清水水压鑽进的条件，应采用肋骨抽筒快速鑽进，提高机械鑽速，减少辅助、事故时间，充分利用井孔圆拱作用和地压随时间增大的特性。争取在地压呈现出比水压大而产生坍塌掉块之前，安装好过滤器，达到安全成井的目的。

3. 在适用清水水压鑽进的条件下，与泥浆鑽头鑽进比较，清水水压鑽进质量好、效率高、成本低。

4. 清水水压鑽进的适用范围有待于生产中多作试验，逐渐扩大。

5. 把地压理论与静水力学应用于清水水压鑽探，来说明水压鑽探的规律性还不够完善合理，有待进一步分析和研究。

鋼繩冲击钻用“水压钻凿”法 钻大直径管井的原理和方法

西北煤田地质局水文地质队

李启后

鋼繩冲击机鑽在第四系地层中用“水压鑽进”方法鑽凿大直径管井，是我国勘探工作最近几年来的創举。这种方法既不需要跟套管，又不必用泥漿护壁，完全是用清水来鑽进的。这样，不仅可以大量地节省施工材料和时间，而且维护了井壁，做到安全鑽进；保证了管井的施工質量，充分满足了水源勘探設計的要求。

我队在最近为某地洗煤厂設計的供水水源勘探中，用“水压鑽进”方法成功地鑽凿了三口直径为550毫米的管井。其中25号井实际井深达到了200.20米，整个工期(包括鑽凿、下过滤器和填礫)仅用了17天的时间。这三口大直径管井的施工質量都很好，沒有发现因井壁坍塌而扩大井径的現象；根据用深井泵抽水試驗的情况来看，涌水量都超过預計要求。实践证明，“水压鑽进”是一项先进的施工方法；是符合多快好省的要求的。在条件适宜的地区，可以用来鑽凿大直径的深井，而且也可以鑽进承压水的地层。

现在，根据生产实践，結合理論分析，对“水压鑽进”的原理和方法作一介紹，并定名为“水压鑽凿”，其目的在于与搞探工的同志們共同研究和探討。

一、概 况

众所周知，用冲击方法在松軟地层中凿井时，是采用跟套管方法，或者是用泥

漿来加固井壁的。費时費事，效率低，成本高。

我队在某地进行水源勘探——生产性

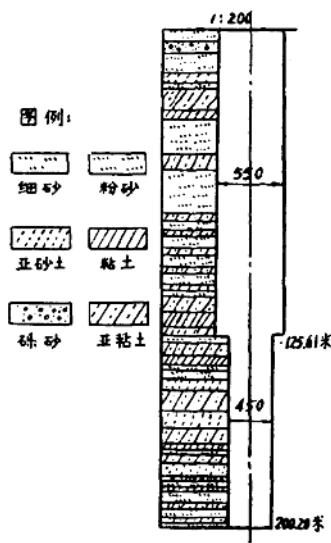


图1 25号孔实际柱状图

鑽探过程中，破旧立新，不用套管，而采用清水水压鑽凿方法，成功地完成了四口大直径鑽井，除21号外，12号、13号的終井井径均为 $\phi 550$ 毫米，25号则为440毫米。其中25号井深200.20米，12号井深118.12米，21号井深108.55米，13号井深114.90米。鑽井地質剖面由砂土、亚砂土、亚粘土和粘土組成。图1为25号井实际柱状图。

二、水压钻凿的基本原理

所谓“水压钻凿”是在鑽井过程中，人为地抬高鑽井中的水位，即往井内注水，使井内水位尽可能地达到最高值，形成一个輔助水头。利用輔助水头的作用来保持井壁的完整性。如图2所示， h 为輔助水头高度。

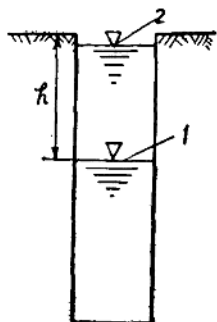


图2 輔助水头示意图

1.井內混合水位 2.注水水位

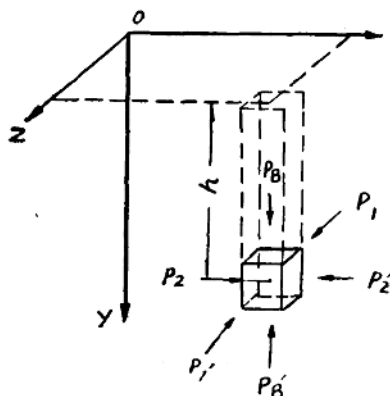


图3 地壳內原状岩石受力图

下面来研究輔助水头的作用。

首先应该了解井內岩石应力状态。

我們知道，在未形成鑽孔以前，地层岩石处于非均匀的三向受压应力状态。如图3所示，有如下关系：

$$P_B = P_B' = rh \quad (1)$$

$$P_2 = P_2' = Arh \quad (2)$$

式中 r ——单位立方体沿垂直方向上

部岩石平均容重：

h ——从单位立方体中心至地面高度；

A ——侧压系数， $A \leq 1$ 。

各种不同的岩石，侧压系数 A 值不同，很难精确确定。就流砂而言，由于 $P_1 = P_2$ ，那么 $A = 1$ 。通常 $A < 1$ 。对于同性松散岩石， A 值由挡土墙理論計算之。根据这个理論，单位垂直面上土壤的压力为：

$$P_2 = rhtg^2 \frac{P_0 - \phi}{2} \quad (3)$$

$$\text{故 } A = tg^2 \frac{P_0 - \phi}{2} \quad (4)$$

式中 ϕ ——松散岩石內摩擦角。流动性岩石 $\phi = 0 \sim 18^\circ$ ；松散岩石 $\phi = 18^\circ \sim 26^\circ 34'$ ；軟岩石 $\phi = 26^\circ 34' \sim 50^\circ$ (A 值可以参閱表1)。

当形成鑽井后，地面深处的岩石具有一个自由面，这样，原有的应力平衡状态被破坏了，产生新的应力状态。

到目前为止，人們尚沒有一种正确的計算鑽井井身压力的方法。这里，我們借用垂直矿井井筒矿山压力計算方法来計算鑽井压力，因为上述方法是建立在松散物質挡土墙理論上的，与我們鑽井实际剖面正相符合，所不同的仅是矿井井筒直径大些罢了。

如图4，假定鑽井穿过 n 层厚度为 $h_1, h_2, \dots, h_n$ 的岩层，岩石相应之容重为 $r_1, r_2, \dots, r_n$ ，对于任意层位 K 的顶底板压力为：

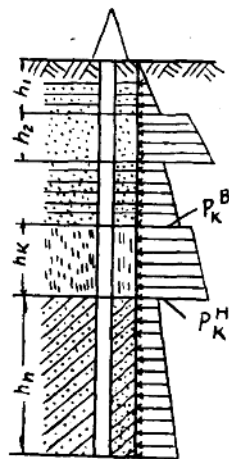


图4 钻孔壁压力計算图

$$\text{頂板 } P_k^B = r_k h_0 A_k \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{底板 } P_k^H = r_k (h_k + h_0) A_k \dots\dots\dots (6)$$

式中 r_k 和 h_k ——所計算的层位之容重和厚度。

h_0 ——根据岩石容重而引入的上部岩石条件垂直厚度，其值为：

$$h_0 = \frac{r_1}{r_k} h_1 + \frac{r_2}{r_k} h_2 + \dots + \frac{r_{k-1}}{r_k} h_{k-1} \dots\dots\dots (7)$$

A_k ——該层岩石之側压系数，由下表 1 能很方便地查得。

表 1

岩石名称	系数 A		
	从	到	平均值
流动性岩石	1.00	0.64	0.82
松散的岩石	0.64	0.50	0.57
軟岩石(粘土性)	0.50	0.297	0.39
强度低岩石	0.297	0.031	0.164
中等强度岩石	0.031	0.008	0.019
坚硬岩石	0.008	0.002	0.0045
最硬岩石	0.002	0.0007	0.0013

利用公式 (5)、(6) 和 (7) 的計算資料，繪出的鑽井井身矿山压力图呈阶梯形。这种矿山压力是造成井壁坍塌的自然地質因素。

对于砂粒、流砂地层，我們利用松散砂粒的自然安息角来考虑井壁的稳固性将更为现实。

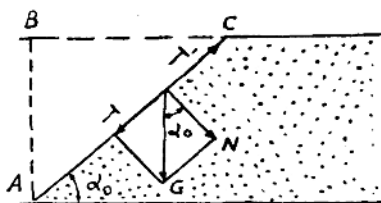


图 5 砂层自然安息角的确定

如图 5 所示，垂直作用力 G

$$G = G_0 + P_B \dots\dots\dots (8)$$

式中 G_0 ——砂粒重量；

P_B ——上部岩石压力；

則切綫分量 $T = G \sin \alpha_0$ ，

摩擦力 $T' = G \cos \alpha_0 f''$ ，

当 $T = T'$ 即切綫分量等于摩擦力时，堆集物保持稳定状态。显然：

$$f'' = \tan \alpha_0 \dots\dots\dots (9)$$

式中 f'' ——顆粒之間滑动摩擦系数；

α_0 ——自然安息角，其值取决于岩石湿度，湿度大， α_0 值小，以流砂为最小。 α_0 通常处于 $5^\circ \sim 35^\circ$ 之間。

显而易见，处于 ABC 图形內的岩石顆粒，如果不采取措施則势必垮入井內，造成坍塌涌砂現象。

如前述，鑽井井身是一自然暴露面。

图 6 中：(1) 对于松软岩石，当質点 M_1 处

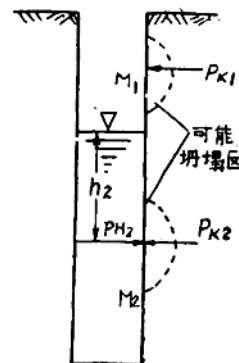


图 6 水位上下的可能坍塌区

于水位以上时，它所承受的矿山压力 P_{k1} 得不到平衡，将造成井壁坍塌；(2) 当質点 M_2 处于水位以下时，它除了 P_{k2} 的作用外，还作用着水头压力 $P_{h2} = \frac{h_2}{10}$ ，在一般情况下， $P_{k2} > P_{h2}$ ，因此，亦将造成坍塌。

进行“水压鑽凿”，往井注水施加一定的輔助水头时，将是另一种情况，如图 7 所示，我們把单元体 M_2 抽出来进行研究。

表明，在我区地质条件的情况下， $h \geq 3$ 米时就能达到井壁稳固的目的。我们这 4 个鑽井，地下水位均在 4 米左右，注水水位齐井口或略低于井口，井壁一直保持稳固。例如 21 号井在发生夹鑽事故停工 12 天中未发生井壁坍塌现象。

此外，还必须说明的是，对于迴轉鑽

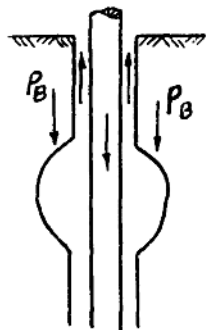


图 10 迴轉鑽井冲洗液的冲刷破坏作用

进，同样也是水位齐井口，存在着一个辅助水头，但是，冲洗液 $0.25 \sim 0.4$ 米/秒的上返速度，对井壁有着强烈的冲刷作用，在岩石颗粒联系力较弱的井段如砂层中，冲成一个个的窟窿，这样，上部的岩石压力 P_B 得不到平衡，引起严重的坍塌，如图 10 所示。因此，松软地层用迴轉鑽进方法时，必须下套管或用泥浆护壁。

三、钻具的选择和井底岩石破碎

松软地层用冲击方法凿井，通常采用抽筒（带底刃的，也有不带底刃的）作为破碎岩石的工具亦作为抽砂工具。开始时，我们也这样作。但是效率很低，尤其是对于粘土层班效仅为 $2 \sim 3$ 米，后来改用一字鑽头鑽进，抽筒抽砂，效率猛增，班效最高达 11.40 米，日效 29.09 米。

我们所使用的鑽头和抽筒见图 11。

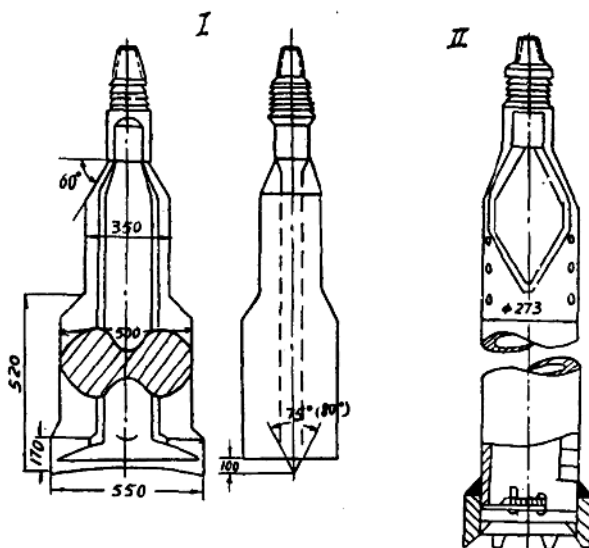


图 11 I. 冲击钻头 II. 抽筒

这种鑽头本体是为 500 毫米的鑽头；抽筒的筒径为 273 毫米，用人工补强堆焊（最好用合金条堆焊或者在工作部分、易磨损部分表面用合金粉补强）方法来加大直径的。实践指出，这种鑽头有下述优

点：1）底刃高，刃角尖，可提高效率；2）补强部分与井壁的摩擦作用较之整体鑽头而言降低许多；3）圆角加大能保证鑽井的圆周度。对于抽筒亦有类似于前者的优点。

我們所使用的鑽機是YKC—30和BY—20—2M型冲击鑽機。前者負荷大，性能良好，有利于提高效率和排除井內故障，为后者所不及。YKC—30型效率比BY—20—2M型高65%以上。

对于YKC—30型鑽機，我們所用的規程是：冲击次数每分鐘45次，冲程高度为600~750厘米；对于BY—20—2M型鑽機，冲击次数每分鐘50次，冲程高度为500~700厘米。我們認為上述規程是較合适的，因为強烈規程虽然可以提高效率，但是，将导致鑽干扰破坏力增加，不利于井壁穩固。

四、钻进注意事項

1) 井口裝置，如图12所示。

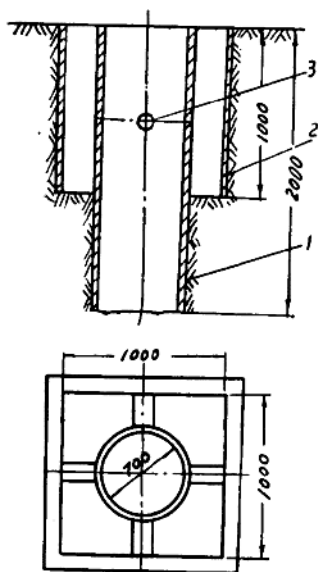


图12 井口裝置

1. 导管 2. 井口箱 3. 水眼

开孔前，在孔口位置挖一深坑，下入井口箱。井口箱与导管之間有水眼相通。井口箱容积为1立方米，这样，在提鑽和抽砂后，能减少井內水位跳动，保持輔助水头值不变。此外，鑽井前应配有三个以

上容积大于1立方米的水桶，以便在供水水源終断时，仍有足够儲备水注入孔內。

2) 放繩均匀合适。放繩技术不但影响效率，而且放繩过长时，鋼繩将强烈地打击井壁，引起坍塌。应该由技术熟練工人掌握放繩。

3) 开孔水位上部井段，在鑽进时可以向井內投入少許粘土，以便形成稀泥漿，有助于井壁穩固。

4) 每次鑽程時間以20分鐘左右为宜，因为時間长，进尺多，井內岩屑密度过大，引起重复破碎和降低鑽具末速度，結果降低效率。

5) 起下鑽具速度，不宜过快，以降低水力冲击破坏作用。抽砂筒直径一定要比鑽头直径小，我們用的抽筒外径为 $\phi 273$ 毫米，这样，可以不至于在抽吸时使抽筒下部形成中空，地下水涌入井內，破坏井壁。

6) 派专人管理注水工作，永远保持輔助水头为最大值。在鑽进过程中，特别是提鑽或抽砂时，要往井內大量注水。供水水源应充分可靠。

7) 当鑽穿涌水地层时，应接长井口管，使井口管高度高于地层承压水头高度，并且，在井架高度允許和可能操作的情况下，尽可能地接高井口管，使能形成一个較大的輔助水头。

8) 鑽进粘土层时，常常发生膨脹縮径現象，因此，每次鑽程应该扩孔，排除故障。

9) 和一般冲击鑽进方法一样，下鑽前应仔細检查鑽具联接情况，防患于未然；一旦发生掉块卡鑽或因地层膨脹縮径和井不圓夾鑽时，忌“冲空”和“死拉”，以防鋼繩断裂，使事故恶化。此外，应經常观察鑽井的圓周度。鑽井断面呈橢圓不但影响鑽井質量，而且容易造成夹鑽头事故。对于橢圓形断面的井段应采取措处理之。

10) 准备好双套鑽具和其它材料供应, 做到不中途停鑽, 以最快速度打完鑽井。終井前, 把过滤管、套管、礫石运到現場, 一終井馬上就下管子。

五、結 語

有必要对“水压鑽凿”方法的优缺点及其它作一綜述。

1) “水压鑽凿”方法在松软岩石中是一种成功的打水井的方法, 最大的优点是鑽井質量好。21号井的資料表明, 在相同的地質条件下, 用新的“水压鑽凿”方法打的鑽井之涌水量較其它方法大, 也就是說这种方法不降低岩石渗透系数。

2) 效率高、成本低。以 25 号井为

例, 全井平均小时效率为 1.51 米, 純鑽进时间为总台时的 35%, 輔助时间为 41%, 事故与停鑽为 18%, 显然, 与“跟套管”方法比較起来, 上述技术經濟指标是优秀的。如果准备工作做得好, 工人操作技术进一步提高, 肯定能取得更好的效果。

3) 大大地降低了工人的劳动强度。

4) “水压鑽凿”方法不能获得簡易水文資料, 如鑽井的初見水位, 含水层分层靜止水位等, 所以用这种方法打井时一定要事先掌握精确的水文地質資料。

5) 鉴于我們的实际經驗和理論水平所限, 对于“水压鑽凿”这一新的鑽井方法認識肤浅, 有待于作进一步的探討。

