

121290



譯文選輯

鑽井新技术



13

石油工業出版社

內 容 提 要

本小冊子收集了十篇當前蘇聯和美國在鑽井技術革新方面的最新資料；書中着重介紹新的技術，如提高動力指標，採用自動給進，不受洗井液比重影響的電動鑽井；順利解決無水地區和嚴重漏失地區鑽井問題的空氣鑽井，加速起下鑽以提高純鑽井時間的無桿電動鑽井和無桿水力鑽井；充分發揮設備的潛力，大大增加經濟鑽速和週期鑽速的三眼鑽井以及企鵝在鑽井過程中免除起下鑽操作的沖擊震彈鑽井和不起鑽的渦輪鑽井法；此外還介紹了最新式電動鑽具的資料。

本書供鑽井工程技術人員和研究人員以及有關院校的師生閱讀。

統一書號：15037·257

譯文選輯

鑽 井 新 技 術

*

石油工業出版社出版（地址：北京八寶坑石油工業部十號樓）

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張3 $\frac{1}{2}$ * 66千字 * 印1—2,100冊

1957年6月北京第1版第1次印刷

定價(11)0.70元

目 录

电动鑽井.....	1
最新式的电动鑽具.....	20
無桿电鑽.....	32
無桿水鑽.....	48
不起鑽桿的渦輪鑽井法.....	62
三眼鑽井.....	68
空气鑽井.....	79
空气鑽井中的几个問題.....	87
小眼鑽井.....	91
冲击霰彈鑽井.....	94

电 动 鑽 井

H. K. 阿尔汉格耳斯基

最近几年內，在苏联旋轉鑽井的技术方面已經确定了將發动机移至井底的方向。有关类似將轉动鑽头的發动机移至井底的优越性問題已有了充分的闡明，因此这个問題就不再多加叙述。

目前將發动机移至井底的問題我們是按照兩個方案来解决的：水力的(借助渦輪鑽具)和电力的(采用电动鑽具)。

必須指出，在許多工業部門設計新型机器和工艺过程时采用电力系统，比起其他系統(水力和气动)来，前者具有下列的优点：

1. 不論功率大小，动力輸送及分配都十分方便；
2. 可以进行近距以及远距的連續控制而且很簡單；
3. 現代化高速工艺过程中裝的自动設備既簡單又完善；
4. 在低溫下对工作的可靠性影响很小；
5. 容易將电能变换成其他的能量(效率較高)。

由于科学工作者及設計师(从前的第一專門設計局和全苏石油鑽井科学研究所)会同生产工作者(巴什基里亞石油联合管理局及阿塞拜疆社会主义共和国石油工業部)进行了巨大的創造性工作，因而創建了苏联新的把电动鑽具接在鑽桿柱上下入井內的电动鑽井技术(斯大林獎金获得者 A. И. 奧斯特罗夫斯基和 H. B. 阿列克山德爾所建議)。

近来在工業实验方面采用这种电动鑽具鑽进的过程中得到了極其良好的效果。

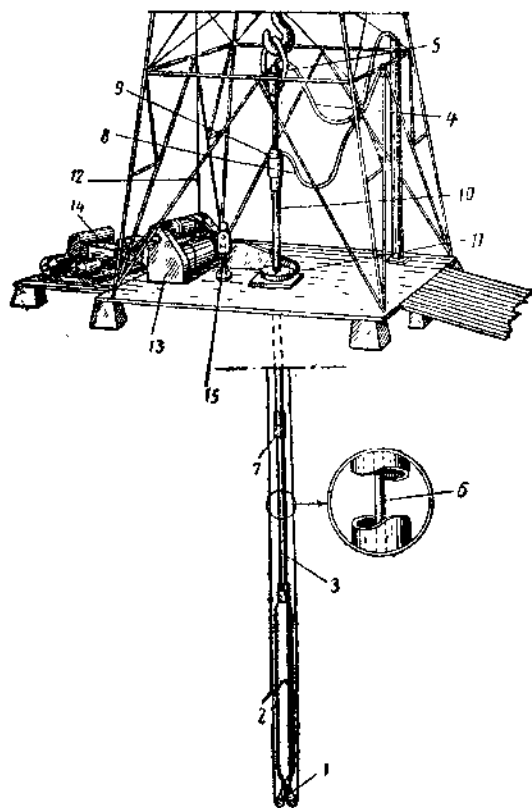


圖 1 电动鑽具鑽進示意圖

- 1—鑽頭；2—電動鑽具；3—內部裝有電纜的鑽桿；4—水龍帶；
 5—水龍頭；6—電纜；7—內部裝有電纜接頭的接頭絲扣；
 8—電纜；9—集電器；10—內部裝有電纜的方鑽桿；11—轉盤；
 12—鋼絲繩；13—絞車；14—鑽頭自動給進器；15—操縱台。

圖 1 为在鑽程上使用电动鑽具鑽进的示意图。

同普通轉盤鑽井一样，也是用鑽头 1 来破碎井底岩石，鑽头是借裝在鑽程 3 上下到井底的电动鑽具 2 来轉动。

洗井液(水或特种泥浆)用来冷却鑽头和把岩屑帶到地面上来，洗井液是用泥浆泵通过水龙带 4 及水龙头 5 泵入鑽程內的。

在电动鑽井过程中，鑽程內裝有橡膠絕緣的管狀三相電纜 6，輸給电动鑽具電能的軟銅電纜芯断面为 3×50 公厘²。

鑽程柱由單根(里面裝有一段電纜)組成。接头絲扣 7 內裝有三相電纜接头。

借助外部電纜 8 及固定在水龙头 5 和方鑽程 10 之間的集電器 9 將電能由電力網傳到鑽程內的電纜。

集電器 9 是用来將電能由外部不轉动的電纜 8 傳送到可以轉动的，裝在鑽程內的電纜 6 上。

在鑽进过程中，鑽程柱一般是不动的，但在許多場合下还是要用轉盤 11 以低速定期地轉动鑽程柱。

同轉盤鑽进及渦輪鑽进一样，鑽压是依靠从絞車滾筒 13 上放松銅絲繩 12，由压在鑽头上的鑽具的重量造成的。

随着井底岩石的鑽碎，借助裝置在絞車 13 旁边的自动給进調節器 14 来进行給进。

絞車 13 旁边的司鑽台上裝有操縱台 15，司鑽利用操縱台来控制鑽头的給进。

由于电动鑽井(电动鑽具裝在鑽程上下入井內)具有技术操作特点(下面要詳細地敘述)，因而就可以用一部泥浆泵鑽井，甚至为了循环的目的还可以使用离心泵(在杜瑪茲各油矿的条件下)。

圖 2 表示了 ЭБУИ-250 型電動鑽具的構造原理。

ЭБУИ 250 型電動鑽具是圓筒形，其外徑為 250 公厘，全長 11.8 公尺。

電動鑽具由兩個主要部件組成：沉沒式電動機(МАПИА-25-617/10 型或 МАПІ-25 617 10 型)和主軸(或譯主軸总成)(ЛІІЭБ 2 型)。

洗井液通過電動機按照下列途徑流動(箭頭所指的方向)：接觸針支座 24 的水眼，上部大小頭 73 的內部，加油器外殼 12 內的加油器間的空隙，電動機空心軸的內部。

為了不使電動機繞組受潮，電動機內腔(密封裝置 17 及 18 之間)裝滿變壓器油，該內腔並與變壓器油的加油器 14 相連。

變壓器油受活塞 15 的控制，而泵入電動機內的洗井液及被壓縮的彈簧 16 又控制了活塞。

由於加油器活塞所起的作用，變壓器油的壓力就超過了泵入電動鑽具的及其周圍的洗井液的壓力(高出 0.2—2.5 大氣壓)。

因此，如果有地方不密封(包括密封裝置)，油就能從電動機中流出，直到加油器內活塞 15 下面儲存的油流盡為止。

為了提高電動機上部密封裝置的可靠性，採用第二個裝有潤滑脂的加油器 25，該加油器和密封裝置 18 與 19 之間的空腔相連。

由於使用粘度大的潤滑油，封密裝置 19 的操作更加穩固並且潤滑油的消耗也較少。

主軸中心軸 28 以套齒式連軸節 53 與電動機的軸相連，連軸節上帶有孔眼以便流通洗井液。

洗井液通過主軸中心軸 28 下端孔眼進入中心軸空心端，

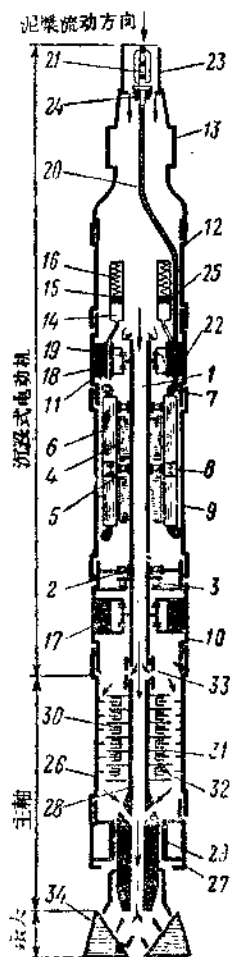
然后冲向鑽头。

电动鑽具的沉沒式电动机是一部井底异步电动机，当將电能（三相交流电）傳到定子繞組7的时候，电动机轉子开始旋轉，于是中心軸28及鑽头34也就跟着轉动。

裝有 МАП1А-25-617/10 型电动机及 ШЭВ-2 型主軸的 ЭСШ-250 型电动鑽具具有以下的主要技术規格：

圖 2 电动鑽具構造圖

1—电动机的軸；2—徑向滾珠軸承；3—支撐滾珠軸承；4—轉子部分；5—徑向滾珠軸承；6—定子部分；7—定子繞組；8—反磁調整環；9—电动机外殼；10—电动机下部連接短节；11—电动机上部連接短节；12—加油器外殼；13—上部大小头；14—变压器油的加油器（补偿器）；15—加油器活塞；16—加油器彈簧；17—下部密封裝置；18—密封裝置；19—上部密封裝置；20—電纜輸入端；21—接觸針；22—電纜密封；23—保护套筒；24—接觸針底座；25—潤滑油加油器（补偿器）；26—主軸外殼；27—主軸下部外殼；28—主軸中心軸；29—橡膠徑向軸承；30—鋼膠止推軸承；31—止推軸承；32—鋼膠止推軸承环；33—連軸节；34—鑽头。



外徑, 公厘.....	250	額定轉矩, 公斤公尺.....	275
長度, 公尺.....	11.8	啓動轉矩, 公斤公尺.....	475
功率, 瓩.....	150	最大轉矩, 公斤公尺.....	565
轉速, 轉/分鐘.....	530	電動機效率, %.....	72
電壓, 伏特.....	1100	最大鑽壓, 噸.....	25
額定電流強度, 安培.....	162	功率系數.....	0.68
啓動電流強度, 安培.....	461		

圖 3 為鑽桿 2 內電纜 1 輸電構件的結構圖。

每一個輸電構件(一段電纜)的一端為裝在鑽桿母接頭 4 內的接觸接頭 3, 而另一端為裝在鑽桿公接頭 6 內的接觸針 5。

套筒 7 用來保護接觸針, 不使其損壞。

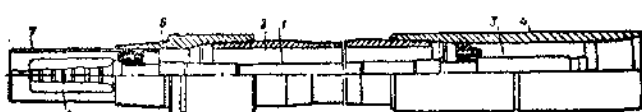


圖 3 裝有СВШ-5³/16 輸電裝置的双根
1—電纜的一段; 2—鑽桿; 3—接觸接頭; 4—鑽桿母接頭;
5—接觸針; 6—鑽桿公接頭; 7—套筒。

圖 4 為環形集電器的剖面圖。

環形集電器由以下主要零件組成: 集電器外殼 2 和一端具有電纜接頭 8, 另一端具有三個單股電纜芯 9 的電纜 6。

電纜 6 的單股電纜芯 9 分別固定於銅環 1 上, 銅環固定在集電器外殼 2 上。

銅環 1 是這樣裝置的, 不但它們互相絕緣而且與外殼 2 也絕緣。每個銅環上都壓着一個含銅石墨電刷 3, 電刷裝在電刷架 10 上。電纜 6 穿過固定的集電器外罩 4, 6 向電刷架輸送電流。電纜 6 穿過外殼 2, 在伸出的地方用法蘭盤 7 封

紧。泥浆在外壳内沿着箭头的方向通过集电器。借助旋轉的銅环 1 及固定的电刷 3 將电流由不动的电纜 5 傳至轉动的电纜。

电动鑽井的过程中，借助自动調節器(BAP-150型)給进鑽头，如滑車系統为 5×4 ，当大鉤負荷为 44 吨时，調節器可以保证以最大速度(給进速度达到 170 公尺/小时)来給进鑽井；当大鉤負荷为 150 吨时，最大給进速度可达到 50 公尺/小时。

电动鑽具最初几次的現場試驗是在1940年阿塞拜疆苏維埃社会主义共和国的油矿上进行的。

在偉大的衛国战争年代里(1941年—1945年)，电动鑽具鑽井方面的工作实际上

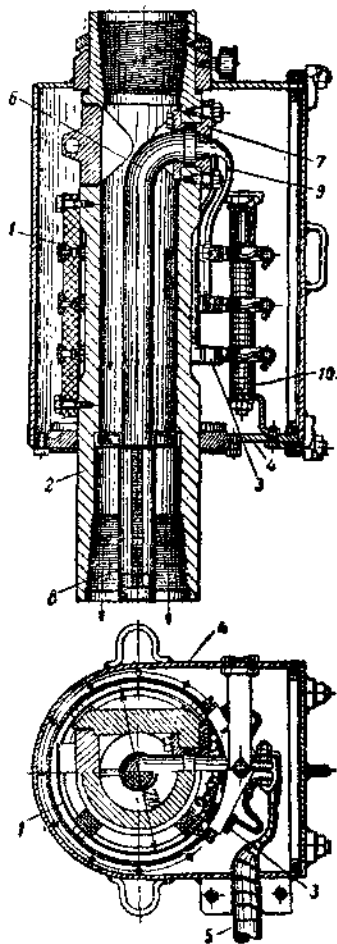


圖 4 环形集电器剖面圖

1—銅环；2—外壳；3—固定的电刷；4—固定的外罩；5—不动的电纜；6—电纜；7—法蘭盤；8—电纜接头；9—鑽头；10—电刷架。

停止了，只是在战后才又恢复起来。

在1951年—1954年期间内，杜瑪茲油矿用电动鑽具鑽了57口井，总进尺为85438公尺，平均井深为1700公尺。

巴什基里亞石油联合管理局曾用ЭБШ-250型电动鑽具鑽整油井，鑽进时使用一部泥漿泵(不論用清水或泥漿)，泵量为36公升/秒和41公升/秒，泥漿泵的泵压为20—50大气压，鑽压为10—30吨(11 $\frac{3}{4}$ “鑽头)。

在1951年—1954年期间内，在杜瑪茲油田的地層条件下，显著地提高了这一新鑽井法的技术—經濟指标，其中包括：

机械鑽速从4.9公尺/小时提高到8.7公尺/小时；

經濟鑽速从538公尺/鑽机月提高到1042公尺/鑽机月；

行程鑽速从2.6公尺/小时提高到3.7公尺/小时；

鑽头进尺从16公尺提高到23公尺；

每鑽进一公尺的成本从758盧布降低到450盧布。

比較巴什基里亞石油联合管理局在1954年所达到的平均指标(按照用各种方法鑽完的各井)后得知，虽然电动鑽具鑽井工作还在試驗阶段，但是电动鑽具用一个泵鑽进的主要指标已大大超过了其他現代化鑽井法用一个泵鑽进的指标，并且接近于用两个泵的快速渦輪鑽进的指标。

战后期间(1951年—1954年)，电动鑽具在井底工作的情況也有了很大改进。

例如，如果在1951年(圖5)每鑽一口井需要換30次电动鑽具(平均免修期为11小时)，而在1954年鑽一口1700公尺的中深井，总共只換了11次电动鑽具(平均免修期20—25小时)。

最近，电动鑽井技术装备的个别主要(关键性的)構件和零件在耐用程度上有了显著的提高。

电动鑽具鑽井实验所在一个阿塞拜疆石油工业区成功地使用电动鑽具鑽完了一口定向井。鑽該井时不仅使用了普通的(上述的)ЭБШ-250型电动鑽具,而且还使用了功率为100瓩的縮短式电动鑽具(長7公尺)。

在用电动鑽具試鑽定向井时,曾使用了特制的 AOCV 型仪器,这种仪器是从前的第一專門設計局为了电动鑽井設計的,使用这种仪器,就可以不必起上电动鑽具而在井底控制电动鑽具偏离垂直位置的傾斜程度。

在杜瑪茲油田的主要地層条件下,对1954年电动鑽具工作效率进行了分析,分析結果表明,机械鑽速的增長几乎直接决定于井底动力机的功率及轉矩的增長。

这一結論虽然还需要进一步修正和进行实验檢查,但它已被电动鑽具在井底鑽碎岩石方面的个别研究所証实,这些研究工作包括表2中所列的工程师 Ф. Н. 福明科在 1095 号井中得到的实验数据(ЭБШ-250 型电动鑽具, 11 $\frac{3}{4}$ " 鑽头,在 737—852 公尺井段内的工作情况)。

考虑到机械鑽速的高低决定于电动鑽具所發出的功率及轉矩的大小,因此要想提高电动鑽井的指标,就需要用下列二种方法来提高傳遞給鑽头的功率及轉矩:設計功率更大的

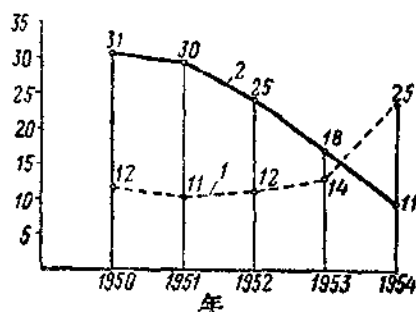


图5 每年电动鑽具免修期的改变及每鑽一口井电动鑽具的更換次数
I—免修期(小时); II—每鑽一口井电动鑽具的更換次数。

新型电动鑽具，或者是采用灌滿潤滑油的具有滾珠軸承的主軸來代替裝有橡膠止推軸承的主軸。

研究及計算証明，在裝橡膠止推軸承(滑動)的主軸內，要損失很大一部分井底動力機所發出的功率(25—30%)，因此全蘇石油鑽井科學研究所設計了并試驗着一種新型的電動鑽具，該電動鑽具的主軸部分可以注滿潤滑油并具有支撐滾珠軸承。

表 1

巴什基里亞石油聯合管理局中的一個鑽井處在1954年所採用的井底動力機主要操作方式	功 率		轉 矩		轉 速		平 均 機 速		平 均 程 度		平 均 頭 進 鑽 尺	
	馬力	公 斤 公 尺	公 斤 公 尺	公 斤 公 尺	公 斤 公 尺	公 斤 公 尺	公 斤 公 尺	公 斤 公 尺	公 斤 公 尺	公 斤 公 尺	公 斤 公 尺	公 斤 公 尺
	轉/分	轉/分	轉/分	轉/分	轉/分	轉/分	轉/分	轉/分	轉/分	轉/分	轉/分	轉/分
渦輪鑽具(T12M2-10")一部泵(平均泵量45公升/秒)普通操作方式	160	208	550	100	100	100	6.97	100	3.32	100	22.3	
電動鑽具(ЭБШ-250型)一部泵(平均泵量40公升/秒)	204	275	530	128	132	125	8.68	112	3.73	103	23.1	
渦輪鑽具(T12M2-10")兩部泵(平均泵量55公升/秒)快速鑽選	290	810	670	130	150	150	10.4	117	3.88	102	22.8	

在電動鑽具主軸部分注滿潤滑油，更容易保護電動機不使井底泥漿侵入，因為在這種場合下電動機下部密封裝置與

主軸潤滑接觸，而不再同井底泥漿接觸。

在現場的條件下所進行的實驗檢查，已經証實了注滿潤滑油的主軸(ШЭМ-4型)的優越性，並且証明，如果使用這種主軸(ШЭМ-4型)向鑽頭傳遞同樣大小的功率的話，在電力網上可以比使用橡膠止推軸承的主軸(ШЭБ-2型)少消耗25—30%的電力。

全蘇石油鑽井科學研究所和哈里果夫電氣機械廠曾共同設計並製造了裝 МАП-26-620/8 型侵入式電動機的 ЭБШ-250 型電動鑽具的模型，這種電動鑽具在功率和轉速上都比上述電動鑽具為高，前者的功率為 180 瓩，後者僅為 150 瓩，前者轉數為 670 轉/分鐘，後者為 530 轉/分鐘。

表 2

鑽 壓		電動鑽具電動機軸上產生的功率		電動鑽具電動機軸上產生的轉矩		機械鑽速(在同樣地質條件下)	
噸	%	瓩	%	公斤公尺	%	公尺/小時	%
20.3	100	86.5	100	158	100	15.8	100
25.4	125	106	123	195	123	20.4	129
30.5	150	112	130	206	130	24.5	155
35.5	175	127	146	236	148	26.8	169

在巴什基里亞石油聯合管理局的油礦上使用這種電動鑽具鑽進時，曾在機械鑽速及鑽頭進尺方面達到了單泵鑽進的最高(在該區條件下)指標(表 3)，同時大大超過了附近各井用裝有低功率(150 瓩)電動機(МАП-А 25-617/10 型)及 ШЭБ-2 型主軸(裝有橡膠止推軸承)的 ЭБШ-250 型電動鑽

具鑽進時所達到的指標。

表 3

井 号	鑽 井 方 法	井 段 公 尺	平均機	平均鑽	鑽頭消 耗 量
			械鑽速 公尺/ 小時	頭進尺 頭	
1249	裝有 180 瓩每分鐘 670 轉的電動機及 ШЗМ-1 型注 滿潤 滑油的主軸的 ЭБШ 250 型電動鑽具，單泵循環	0—1612	19	37.4	44
1212	T-25 型渦輪鑽具，雙泵循環	0—1615	14.1	28.9	57
1233	裝有 150 瓩每分鐘 530 轉的電動機及 ШЗБ-2 型鋼膠止推軸承的主軸的 ЭБШ 250 型電動鑽具，單泵循環	0—1641	13.4	25.6	64

為了進一步提高傳遞給鑽頭的功率，全蘇石油鑽井科學研究所與哈里果夫電氣機械廠決定共同設計裝有功率更高的沉沒式電動機的電動鑽具。

鑽鑿小直徑的油井大家都認為是效率較高且較經濟的鑽井法，因此設計了並且最近就要試驗一種裝有功率 100 瓩的電動機的 ЭБШ-215 型電動鑽具（外徑 215 公厘）。

1954 年，巴什基里亞石油聯合管理局用電動鑽具鑽鑿兩口井時，曾試用了電力驅動的離心泵（АЯП-315×600 型）。

在電動鑽井過程中試用離心泵的結果良好，因而決定設計出專供電動鑽井使用的離心泵。

採用這種泵就可以大大地提高這一鑽井法的動力指標。

由於在電動鑽井技術中擬定了採用井底電動機單相供電線路的方案，這就給進一步提高電動鑽具的功率（直徑為 250 公厘時達到 300 瓩或更高）、簡化供電工作及增加可能鑽進

的深度(4000—5000公尺)开辟了广阔的道路。

科学院士 B. G. 古列巴金在解决供电问题方面所做的科学工作以及单相交流电电气铁路运输方面所作的工作都给拟定类似的设计(全苏石油钻井科学研究所及哈里果夫工厂的许多设计师所提出的)打下了基础。

进一步简化电动钻井主要零件及配件和提高其可靠性的工作正按照改进电动钻井零件及配件的结构、选择新的绝缘材料和提高制造质量及安装质量的方向进行着,这样就可以显著地提高电动钻井在井底工作的可靠性。

在过去一段时期内,在扩大电动钻井使用范围方面(其中包括反循环钻井及定向钻井)所进行的个别实验曾达到了很高的指标。

图6为电动钻井反循环钻井的技术操作示意图。

井口是用防喷器封闭的。

电动钻井无论在反循环或局部循环的条件下,甚至在不向井内泵送泥浆(在静液面或动液面时)的条件下都可以运转;并且在钻进枯竭油田或压力很低的地层时,以及在地质复杂地区(漏失)钻进时,电动钻井一定能发挥它的效力。

电动钻井装在钻杆柱上下入井内的电动钻井法在技术及操作上有着特点,例如,向井底工作的钻头傳遞功率就不受洗井液数量及质量(比重)的影响,这就使得电动钻井法,在用加重泥浆钻进的条件(与其他现代的钻井法相比较)能够达到非常高的效果。

易于补偿线路中的电力损失(采用变压器)、泥浆泵泵量及泵压不太大、不必在井底将水能转变为机械能、易于控制井底破碎岩石的技术措施、能够在地面按照电力参数控制井

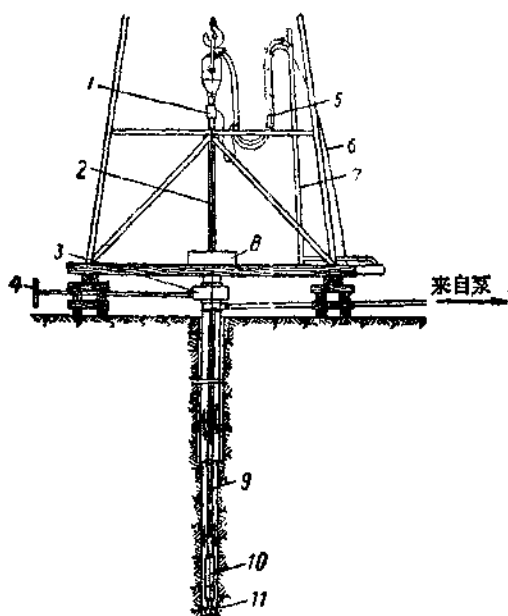


圖 6 电动鑽具反循环鑽井的技术操作示意图

- 1—集电器；2—方鑽桿；3—防噴器；4—防噴器操縱桿；
5—水龙帶；6—電纜；7—立管；8—轉盤；9—鑽桿柱；
10—电动鑽具；11—鑽頭。

底电动机的运转、傳遞給井底功率的絕對值較大所有这些特点使得电动鑽井法將成为效率極高的深井鑽井法。

工程师 A. C. 克里巴諾夫所做的概要計算証明，在同样的鑽进条件和井身結構下，这种电动鑽井法能够傳遞給井底很大的(按照絕對值)功率，并且傳遞損耗小，地面設備比較輕便和簡單，而且体积也較小。

巴什基里亞石油联合管理局 1954 年鑽成了兩口指标較