

80765

基本馆藏

石油工业出版社

中等专业学校教学用书

油礦的鑽井機械

苏联 波·夫·罗申等著



石油工业出版社

中 等 專 業 学 校 教 学 用 书

油 矿 的 鑽 井 机 械

苏联 波·夫·罗申 姆·阿·盖依瑪著

石油管理总局鑽探局西南鑽探处譯

苏联石油工業部教育司審定
作为石油中等專業学校教材

石 油 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書對現代化的鑽井設備的構造和計算作了詳細的敘述和解釋。
除此之外，本書還論述了地面附屬建築物的設備和基礎的佈置圖，以及基礎的簡單機械計算原理。

本書是石油中專業學校的教材，並可供鑽井工程技術人員參考。

П. Ф. РОЩИН М. А. ГЕЙМАН
БУРОВЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ
根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社
1950年列寧格勒版翻譯

統一書號:15037·89
油 礦 的 鑽 井 機 械
石油管理總局鑽探局西南鑽探處譯

石油工業出版社出版(地址:北京六鋪炕石油工業部十号楼)
北京市書刊出版業營業許可証出字第083號
北京市印刷一厂排印 新華書店發行

850×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 印張15 $\frac{1}{4}$ * 338千字 * 印4,051—5,560冊
1954年12月北京第1版第1次印刷
1956年7月北京第1版第3次印刷
定價 2.1 元

序 言

鑽鑿石油井過程在於破壞岩層，自地表到達油層形成一狹小的孔（井眼）。由於鑽鑿成井眼的結果，油層中本來保持平衡狀態的位力，開始運動，這樣，位力迫使石油沿着阻力最小的路線到達井底。

鑽井技術早為人們所熟悉，俄羅斯的鑽井已有不止一世紀的歷史了。根據俄羅斯歷史材料的記載可以知道，遠在十六世紀末葉，在俄羅斯的北方就曾利用鑽井而獲取食鹽。

在烏赫特的西陀羅夫(1855年)，庫班的諾伏西里采夫(1866年)和巴庫的米爾淑也夫(1869年)等地方第一口石油井曾噴出了石油，並因此而成為價廉的豐富的動力泉源。世界經濟的普遍高漲和發展，特別是運輸工具的發達，對於石油需求的增加有巨大的影響，因而開採石油的技術也隨着而進步。

鑽井由原始的掘井方法發展到現在已是非常複雜的過程了。在鑽進中同時利用幾乎全部為人們所熟悉的方法來破壞岩層：撞擊，切割，離裂，壓碎。但是任何破壞岩層的過程都必須經過三個階段：工具切入岩層；將岩石與整體岩層分離；把分離的岩石部分從井底帶出。

在鑽井技術開始發展的時期，破壞岩層的這些階段是利用衝擊鑽（即頓鑽）。

衝擊鑽鑽鑿石油井在石油礦場上使用很久，在巴庫桿式衝擊鑽獲得特別的發展，而在格羅茲內是繩式衝擊鑽。俄國工程師為了繼續發展衝擊鑽而提出了很多技術上的改進，但其中的任何一種也不能消除其根本的缺點，即在一般衝擊鑽中，特別是在桿式衝擊鑽中破壞岩層的過程必然產生定期停歇的現象。這種現象表現在鑽頭在井底工作時，為了破壞岩石而上下撞擊，表現在調換鑽頭的鑽頭和從井底取出鑽屑而提昇鑽具時，必須順次裝卸鑽桿。這種定期停歇的現象，根據井深程度而愈加減低了鑽進速度，更不用談鑽桿和衝擊鑽頭經常發生

的事故了。

繩式衝擊鑽是比較進步的：它消除了在衝擊鑽鑿過程中某些停歇現象，即在起下鑽具時，裝卸鑽桿和在衝擊負荷作用下經常折斷鑽桿。

從井底不間斷地取出鑽屑的方法，其發展是在旋轉鑽代替了衝擊鑽之後，但這個問題的解決遠在旋轉鑽未發明之前。

在一八四二年，鑽鑿鹽井時建議用水流清潔（沖洗）井底，為此目的而使用管狀鑽桿，使其與泵連接，並把水泵入鑽桿，使水從井眼中流出，這樣，沿井壁和鑽桿之間的環狀間隙，水把鑽屑一起帶出。

自一九二二年起旋轉鑽在巴庫石油礦場上開始排擠衝擊鑽，到一九三〇年，在蘇聯的石油礦場上旋轉鑽已成為鑽鑿油井和氣井的唯一方法。

由鑽具工作觀點出發，旋轉鑽方法比衝擊鑽的優越性是很明顯的，衝擊鑽用鑽頭上下撞擊方法破壞岩石，有定期停歇的現象，旋轉鑽是鑽具（鑽頭）在井底快速的不間斷的旋轉運動，同時把鑽屑不間斷的帶到地表，鑽頭每轉均能切割和離裂岩層。切割和離裂岩層的厚薄在其他相等條件下有賴於鑽進所規定的操作方式和使用鑽具的類型。所以實行以旋轉方法鑽鑿油井是最符合於最新技術的重要原則——工作機器不間斷工作的原則。鑽鑿油井中的某些過程實際上是不間斷的（例如，鑽頭在井底工作，泥漿沖洗井底和其他工作），其他過程也逐漸接近於不間斷工作的原則（例如起下鑽），與衝擊鑽鑽速比較，這是提高鑽速最重要的因素。

現代技術的特點在於廣泛地掌握各部門的知識，用以解決進一步提高技術問題，旋轉鑽進一步地發展要求學者們——機械師，物理學家，和化學家們——努力研究。例如使用洗井的泥漿必須在研究泥漿性能和性質的理化方法基礎上方能獲得發展，旋轉鑽鑽頭技術的發展，也只有金屬合金領域內的科學成就基礎上才能達到了現代發展水平。總之鑽鑿油井的技術在其發展的現階段是建築在廣闊的整套的科學基礎上。

蘇聯石油工業所獲得的成就，不僅由於衝擊鑽過渡到旋轉鑽，並且由於精通旋轉鑽井技術，組織措施的制度和研究鑽井過程領域內的

科學發展，以及建立了具有強大的現代化工廠的研究院，實驗室和設計機構機器製造基地的結果，因而增加了鑽進速度。

自一九二四年起，全蘇具有決定意義的工廠開始生產最主要類型的鑽井設備。在斯大林五年計劃的年代裏建造了巨型的石油機器製造工廠。

蘇聯石油礦場建設的經驗證明，蘇聯石油工業能够在最短時期內掌握了有世界意義的新的油區，僅僅由於在被蘇聯強大的機器製造工廠所掌握的祖國的技術基礎上而重新武裝了石油工業。

強大的電力中心區保證了很多油區礦場上的全部電氣化。近年來出現了帶有內燃機的鑽井裝置，主要是用在探勘地區和沒有電力的地區。井底發動機，透平鑽，電動鑽獲得了廣泛的發展，特別是烏拉爾和伏爾加之間的第二巴庫地區。

鑽鑿深達 2500—3000 公尺油井的現代化鑽井裝置，具有非常複雜的整套的機械動力，其發動機規定的功率達 1000—1500 馬力。

帶有複式捲揚系統的負荷量達 300 噸的鑽井井架高高地豎立在準備鑽井的地方，在上述的設備中裝置有功率大的泵泥漿的泥漿泵，起下鑽桿是以很高的速度用負荷量很大的提昇絞車實行的。在井口上面設有轉盤，用以旋轉鑽桿，其速度為 200—400 轉/分，在石油礦場上修建特別的泥漿製造廠，裏面設有功率大的製造泥漿的泥漿攪拌器，因而鑽井裝置愈加機械化和自動化了。

在斯大林五年計劃的年代中，布爾什維克黨和蘇聯政府把石油工業看成爲國民經濟主要部門之一，對蘇聯進一步的工業化具有同等重要的意義。

然而隨着探勘工作的發展和新油井的增多，必須具有更多技術知識豐富的高級、中級、初級生產指揮幹部。現代化鑽井裝置要求技術人員具有高度熟練程度，正確地精通複雜的鑽井設備及其構造，生產效能，鑽井裝置各部分所作用的力，許可負荷，基本參數和其他等等知識。本教程也就敘述這一切有關鑽井技術問題。

目 錄

序言

第一章 鑽井井架	7
第1節 鑽鑿油井氣井時建築和裝置工作的綜述	7
第2節 鑽井井架	7
第3節 井架分類	9
第4節 木質井架	9
第5節 金屬井架	11
第6節 金屬井架的安裝	14
第7節 井架附屬設備	19
第8節 井架計算原理	28
第9節 確定井架各種負荷	29
第10節 井架各部分受力的分佈	32
第11節 基礎	41
第12節 井架基礎的計算	44
第13節 在大海上建築鑽井井架	46
第14節 海上底座計算	51
第15節 成組安裝鑽井設備	52
第二章 管類（鑽桿和套管）	65
第1節 鑽桿和鑽桿接頭	65
第2節 工作時鑽桿所發生的應力	80
第3節 套管	93
第4節 套管柱計算	97
第三章 鑽機（絞車）	114
第1節 提昇絞車	114
第2節 絞車制車的構造	137
第3節 自動和安全貓頭	147
第四章 轉盤	168
第1節 轉盤計算	177

第五章 傳動機械	180
第1節 轉盤的單獨傳動裝置 (ПДР)	185
第2節 ПДР 2-4 型單獨傳動裝置	189
第3節 ПДР 4-260 型轉盤的傳動裝置	189
第4節 絞車的鏈條傳動裝置和通到轉盤的鏈條傳動裝置	190
第5節 皮帶和三角皮帶傳動裝置	197
第六章 提昇設備	200
第1節 天車	200
第2節 游動滑車	205
第3節 提昇大鉤	208
第4節 水龍頭	221
第5節 起下鑽桿和套管的設備	226
第6節 用墊板方卡代替墊叉	237
第七章 循環泥漿用的泥漿泵	247
第1節 傳動式泥漿泵主要型式	249
第2節 泥漿泵工作基本原理	262
第3節 鑽進時液壓損失	269
第4節 確定泥漿泵泵量及泥漿泵發動機功率	271
第5節 泥漿泵閥與閥座	274
第6節 泥漿泵機械計算	279
第7節 配製和清洗泥漿的設備	290
第八章 水泥車	295
第九章 輕便和半輕便的鑽機	303
第1節 ПБА-800 鑽井裝置	303
第2節 БА「東方」鑽井裝置	304
第3節 БУ-40 和 БУ-60 鑽井裝置	305
第十章 井底發動機	307
第1節 渦輪鑽具	307
第2節 多級渦輪鑽具的計算	314
第3節 多級反動渦輪計算 (根據格·阿·柳皮莫夫)	322
第4節 奧斯特洛夫斯基和亞力山大洛夫的電動鑽具	324
第十一章 鑽進工作的自動化和機械化	325

第十二章	井口設備	337
第1節	閘門防噴器	338
第十三章	鑽井檢查測量儀器	346
第1節	指重表	346
第2節	鑽進中使用的電測儀器	349
第十四章	打撈工具	350
第十五章	鑽井設備的動力裝置	362
第1節	各種發動機的評價比較	362
第2節	鑽井裝置發動機型式的選擇	364
第3節	鑽機的電力傳動裝置	368
第4節	鑽井用的內燃機	373
第5節	蒸汽鍋爐	388
第6節	蒸汽機	394

第一章 鑽井井架

第1節 鑽鑿油井氣井時建築和裝置工作的綜述

爲了在地質師指定的地點打油井或氣井，必須預先修建適當的建築物和裝置鑽井設備。爲此，必須進行下列工作：

(1) 建築公路和水管線，敷設電纜、泥漿輸送管線（如果有中心泥漿製造廠）、電燈線和電話線。

(2) 平井場，佈置附屬設備、鍋爐房及變壓器棚，帶有附屬設備的井架中心（在平面圖中）應與該地區風向相符合，而且，橋架（亦稱坡道）和井架大門應安置在背風方向，鍋爐房也是如此：

(3) 就地製造或運來已經造好的井架之前，應根據該地區設計的圖形和擬定的計劃，預先打好井架和鑽井設備的基礎：

(4) 修建裝置鑽井設備的鑽棚（泥漿泵有單獨泵房）與鍋爐房；

(5) 按裝泥漿槽循環系統和排出廢泥漿的儲存池；

(6) 裝設泥漿池和泥漿儲存罐，打好泥漿攪拌器、重晶石攪拌器與化學品攪拌器的場地（如果鑽井技術工程上需要的話），裝置泥漿攪拌器、重晶石攪拌器與泥漿振動篩。

圖1所示是使用電動機時安裝鑽井設備與附屬設備的標準佈置圖。

第2節 鑽井井架

爲了起下鑽桿和套管，爲了在鑽進過程中支持全部鑽具，並爲了遮蔽機器設備和工人，以預防壞天氣，所以設置井架，井架承受着整個捲揚系統（複滑輪系統）上所提昇的鑽具或者套管柱。

井架以結構形式可分爲三角形或四角形切面角錐體。

井架以製造的材料可分爲木質的和金屬的。

鑽井井架由一個井架體，兩個鑽棚組成，一鑽棚專供鑽井時遮蔽所需的全部設備之用，另一鑽棚專供泥漿泵用。

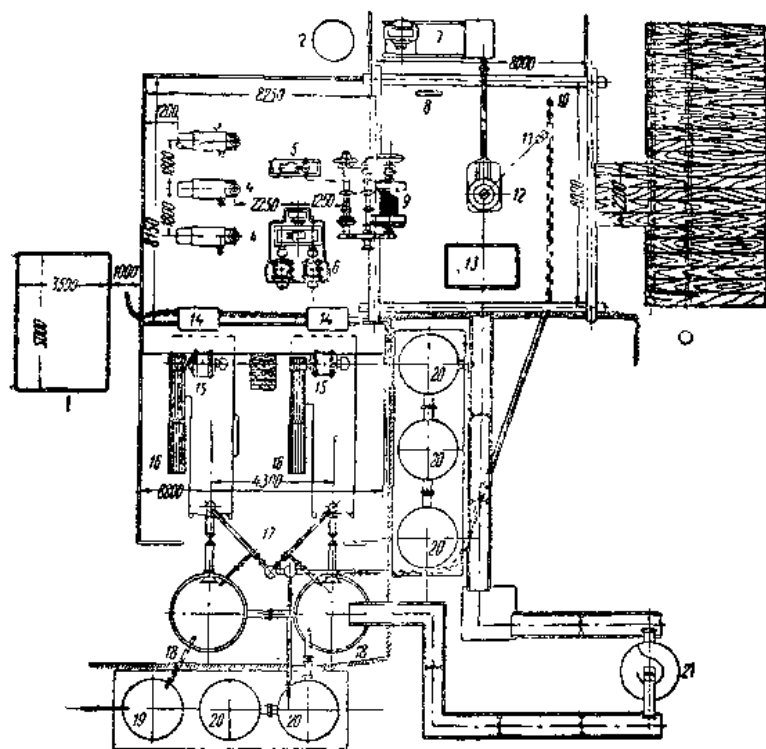


圖1 電氣設備的井場設備佈置圖

1—閉式變壓器場；2—水力制車聯結器；3—ПНР 控制器裝配（ПНР 為轉盤的單獨傳動裝置）；4—四速絞車控制器裝配；5—格里察亞奧洛維也夫式水力機械調節器；6—雙馬達減速器；7—ПНР（轉盤的單獨傳動裝置）；8—儀表板；9—四速絞車；10—連接水龍帶的立管；11—鼠眼；12—閉式轉盤；13—金屬鑽桿盒；14—泥漿泵馬達磁力站；15—185瓩的三相閉合-相位電動機；16—三角皮帶傳動裝置的泥漿泵；17—泥漿泵管線閥；18—泥漿池；19—原油儲存罐；20—泥漿儲存罐；21—錐形泥漿沉澱槽。

井架本身延伸的第一鑽棚寬度，等於井架底座寬度，其長等於8—16公尺，這也取決於所裝置設備的類型（如發動機，傳動裝置等），另一鑽棚（為泥漿泵所設）通常裝置在井架側面。

當鑽鑿高壓油氣層時，泥漿泵棚通常安裝在距離井架30—40公尺背風方向處，以便與井噴作鬥爭時進行操作。泥漿泵循環系統能正常地供應泥漿，並可避免井架腳底部土壤被冲刷。

為了搬運鑽進時所需的各種鑽具和設備，井架設有大門和橋架

(坡道)。在井架附近與橋架平行的地方，設有鑽桿套管放置架，以便放置鑽桿、套管及打撈工具。

爲了清洗井內返出來的泥漿中的岩屑，而設置泥漿循環系統，沿泥漿循環系統路線，泥漿從井口流到泥漿池內。除循環系統與泥漿池外，同時還須把一定數量的泥漿儲存在儲存容器(即泥漿儲存罐)中，泥漿儲存容器的大小，由井身結構情況與準備鑽鑿的地層的地質條件而決定。

第3節 井架分類

現代製造的金屬井架具有很多優點。井架可分爲固定井架與輕便井架。前者可完全拆散，而後者由各層或整體結構製成。井架高度取決於井深。井架高就是從鑽台至天車平台(頂層台)工字樑之間的垂直距離，此距離有28公尺，37.3公尺和41公尺。在巴庫與格羅茲內所製的井架的高度爲53公尺，操作時能以六根鑽桿接成一個立根，在將來要大力推廣使用。

設立根長度爲 l ，即等於鑽桿連接起來的總長， l 通常爲25公尺，很少有12.5公尺或18公尺。因此井架高度 H 實際上等於 $H = 1.5l$ 。因而井架大部分採用41公尺或28公尺、18公尺高的井架專用於鑽探300公尺的淺井，如果鑽500--600公尺深的井要使用28公尺高的井架。深井則需用41公尺高的井架。

41公尺高的金屬井架最廣泛的使用。這樣高的井架要提昇長25--27公尺的立根，必須考慮到提昇時游動滑車與天車之間應留下足夠的距離，這樣司鑽能全部利用提昇速度而不會發生游動滑車碰上天車的危險，也不會因此而減低提昇立根的最終速度。

第4節 木質井架

一九三八年以前，在蘇聯油礦場上主要還是使用由大的完好的成材製造的木質十字式井架(見圖2)。

這種井架的十字式架體是由水平拉筋與對角斜拉筋構成，因此稱之爲十字式井架。十字式井架由木板製成。十字式井架脚是由六塊木

板嵌合成槽型（角狀），此槽型在橫切面成角狀。裝配井架腳時，木板交叉縫合嵌合成倒逆狀，以使木板接合根據井架腳長度，第一，第二和第三層都不相同，使之不減弱切面強度。木板是用長 175—200 公厘的釘子固定。水平拉筋與斜拉筋是用厚達 5.5—9 公分的木板製成。

根據井架腳構造，高度 37.3 公尺的木質十字式井架其製造：

(1) 按照阿塞拜疆中央石油局的標準和

(2) 按照格羅茲內石油局的標準。

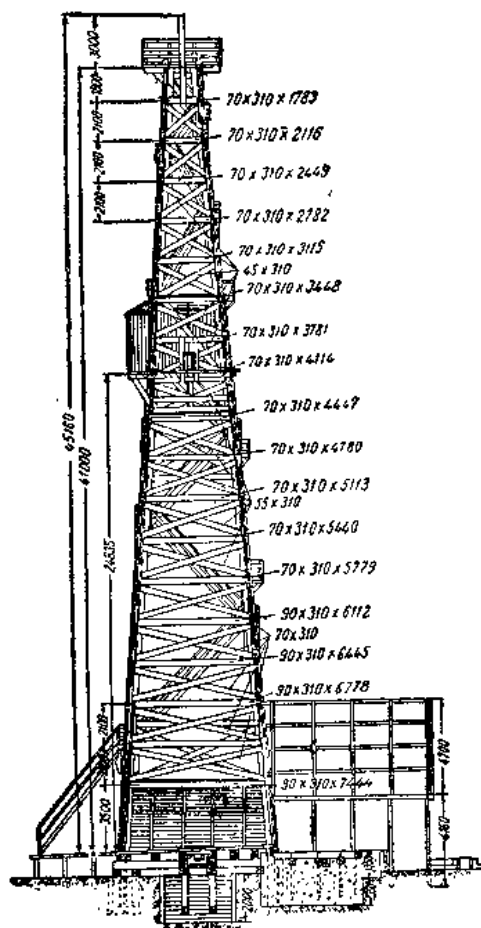


圖 2 木質十字式井架

井架腳下部固定在底座橫木上，橫木尺寸為 40×40 公分，長 8.5 公尺。阿塞拜疆中央石油局標準井架底層面積尺寸為 7.6×7.6 公尺。格羅茲內石油局的為 7.3×7.3 公尺。井架頂層台的尺寸為 1.7×1.7 公尺。

井架鑽台從底下到第二根水平拉筋用木板或稻草遮蓋。在低於鑽桿立根平均長度 1—2

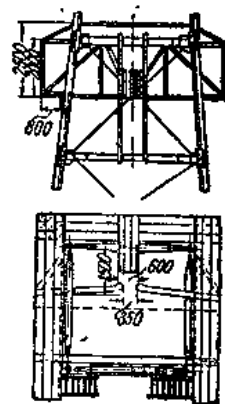


圖 3 帶有斯維爾德李科式工作合結構之格羅茲內式二層平台

公尺處，安裝二層平台（見圖3），以使從井中提昇的鑽桿立根靠在指樑上。二層平台用木板遮蓋，使井架工安全操作，避免壞天氣影響。

爲了提高深井井架的堅固性，井架腳應特別加固，在角狀木板內設置木柱（亦稱斜支柱），或用金屬卡子固定在井架腳上。爲適應該地區的風力，特以 $5/8''$ — $3/4''$ 直徑纜繩拉住井架。井架纜繩採用8—12根。纜繩的位置按井架對角方向，因爲只有如此，才能抵抗住風在任何方向傾覆井架的力量。上部纜繩用繩卡繫在二層平台的井架腳上，與水平成 45° 的傾斜角，下部纜繩與水平成 60° 傾斜角。在纜繩上應裝置花藍螺絲（也稱拉緊螺栓），以便鋼絲繩鬆弛時可將其拉緊。纜繩應該很結實的固定在鐵錐上。纜繩固定在橫木上、鐵柱上或固定螺栓上，必須把纜繩末端繫在橫木上，把橫木埋在掘好的坑裏。纜繩與井架腳固定的繩卡應卡住井架腳全部。

阿塞拜疆中央石油局井架的總重量爲30噸，格羅茲內石油局井架總重量爲40噸。

阿塞拜疆中央石油局井架預定工作負荷爲90噸，格羅茲內石油局井架預定工作負荷量爲150噸，阿塞拜疆中央石油局井架破壞負荷量爲130噸，格羅茲內石油局井架破壞負荷量爲180噸。根據可靠的經驗證明，實際破壞負荷爲195—215噸。

木質井架之缺點是：木質斜拉筋剛度小；接合部分脆弱易於折斷；重量大；週轉率低；運輸極不方便；受風力大；有着火的危險；樹立井架所費時間長；折舊率大。

第5節 金屬井架

一九三〇年在巴庫油礦場上第一次出現了金屬井架。

現代廣泛使用管式井架或者（在近幾年）角鐵式金屬井架。與木質十字式井架比較，金屬井架具有很多優點：可鑽深井且結構堅固耐久；重量小，輕便，因而便於運輸和搬動；安裝與拆卸時節省時間；週轉率大（10—12次）；完成一口井所需的建造井架的耗費小；着火的危險性小；折舊率小；受風力小。

依據實際資料證明，木質井架平均鑽2½口井，而金屬井架則可以鑽10口井，甚至於還要多些。

鑽深井時管式金屬井架高度為41公尺（實際高40.8公尺），此高度以鑽台面至天車工字樑的距離為標準（圖4）。井架底層面積為8×8公尺，頂層台面積為2×2公尺。井架腳底部第一層高度 $h_1 = 4.05$ 公尺，其餘井架腳每層高度 $h = 4.027$ 公尺。井架腳1不論頂層和底層均由6"鑽桿製成，其外徑為16.83公分，水平拉筋2是由4"鑽桿製成，十字式斜拉筋3由直徑29公厘的圓鋼製成，大門斜拉筋4由6"鑽桿製成。底層井架腳墊板尺寸為420×420×20公厘。井架腳管箍的夾板其尺寸為320×161×12公厘，天車工字樑長度為2325公厘，管箍由6"鑽桿製成。

41公尺高井架需要下列數量的材料：

鑽桿 $\phi 6''$	460公尺	22噸
鑽桿 $\phi 4''$	16公尺	0.4噸
工字樑.....	—	0.88噸
鋼製管箍.....	104個	2.10噸
圓鋼 $\phi 29$ 公厘.....	210公尺	1.05噸
圓鋼 $\phi 16$ 公厘.....	160公尺	0.25噸

除天車外，井架共重為26噸。

連帶天車與游動滑車，井架重量為35噸。

井架腳由直徑6"的鑽桿截成。每根鑽桿兩端各鑽鑿兩個孔。井架水平拉筋同樣由直徑6"的鑽桿製成，水平拉筋兩端壓平，並分成兩片。水平拉筋同樣要鑽鑿兩個孔。井架腳和水平拉筋彼此間用直徑6"鑽桿截成的管箍連接。用鍍鋅螺栓，每個井架腳兩個，通過管箍與井架腳對正的四個孔使各井架腳連接起來。管箍上有電焊的兩夾板，每個夾板穿兩個孔，以便用直徑32公厘螺栓與水平拉筋相銜接。

為了使用千斤頂來保持井架平衡找正中心，金屬井架腳下面部分裝置焊接的台板。在最下一層的井架腳下端有墊板，以便固定於井架底座上。在頂層井架腳上端同樣有一墊板，天車工字樑就固定在這上面。

每根天車工字樑，對於41公尺高井架是由36號至40號一對工

字鐵組成，對於 28 公尺高井架是由 30 號一對工字鐵組成。

井架上人字架負荷量為 2.5 噸，人字架專供裝卸天車之用。

井架負荷量在提昇大鈎上靜止負荷為 150 噸，整個捲揚系統負荷為 190 噸，其破壞應力為 300 噸（根據經驗資料）。

井架梯子與二層平台由鋼板或木板做成。

井架各層接合部分用的零件都是焊接成的，而裝配各層接合部分則用帶螺帽的螺栓。螺栓與螺帽必須鍍鋅以防生銹，並且也便於鑽完井後進行拆卸工作。

鑽淺井時則裝置高 28 公尺的十字式金屬井架，這種井架的井架腳和水平拉筋同樣也由直徑 6" 的鑽桿製成；斜拉筋由直徑 19 公厘的圓鋼製成；井架底層面積為 8×8 公尺，頂層台尺寸為 1.98×1.98 公尺。井架共有七層；每層高度按井架腳為 4.05 公尺。按構造來說，高 28 公尺的井架的零件和接合部分與高度 41 公尺井架的零件與接合部分的類似。

自 1947 年起製造角鐵式井架，角鐵鋼材其規格為 90×90 ， 100×100 ， 120×120 ， 150×150 ，與 200×200 公厘，以及 №18 槽鐵。製造出的井架分為十字式和菱形式二種。圖 5 所示即是由 BM-53-ЛКБ 角鐵製成的菱形井架。

各種十字式井架的斜拉筋是由直徑 25 或 28 公厘圓鐵製成。斜拉筋在一面有用螺絲拉緊的夾板（或稱巴掌）。

井架按其高度分成各拉筋，每一拉筋單獨整理好，然後將整理好



圖 4 41公尺高的金屬井架

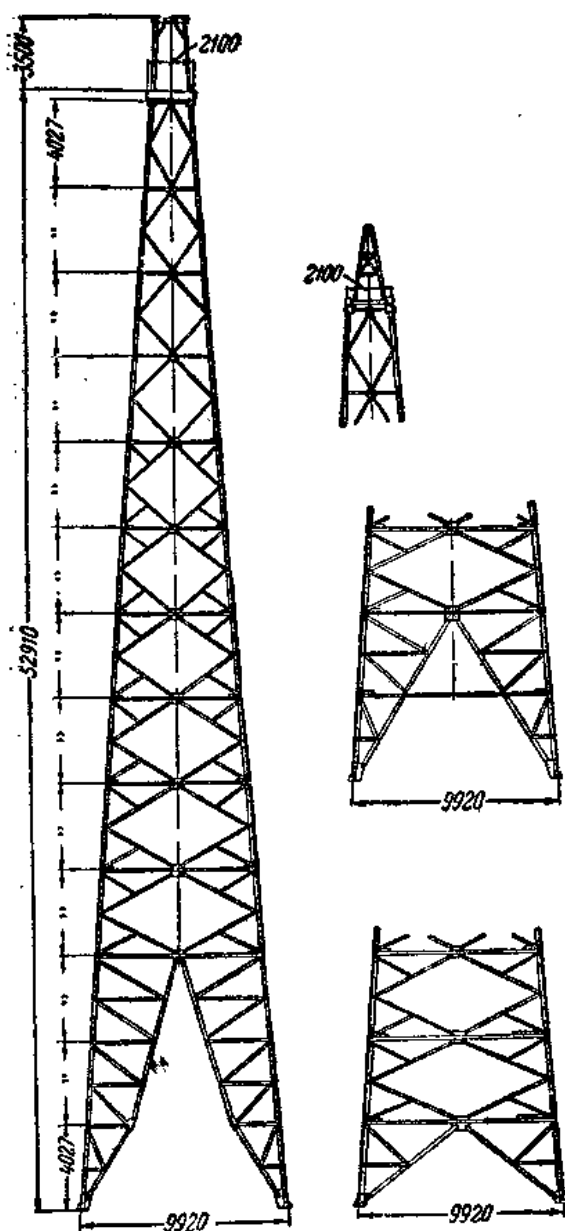


圖5 BM-53-14KB 菱形井架

式、角鐵式和槽鐵製成的井架，只需要改變卡子使符合於安裝的井架

的拉筋一個接一個地安裝起來，並用連接螺栓固定。

爲了便於裝拆鑽井設備，便於將鑽桿和套管從橋架上拖至井口，在井架底部二層沒有拉筋，而形成通過口——大門。

井架有金屬底座，每個底座由兩根平滑橫樑組成。橫樑之間用斜拉筋連接起來，下面並配有500公厘寬的滑座。滑座高度爲1900公厘，井架由此地移至彼地，可用此底座，不需要拆卸井架。滑撬形底座同時也可作爲井架基墩，茲將角鐵或井架的技術規範列入表1。

第6節 金屬井架的安裝

安裝井架採用扒桿或凱爾申巴烏姆工程師發明的升降機兩種方法。

扒桿或者凱爾申巴烏姆升降機可安裝由管