

油气井射孔与井壁取心

杜 有 名編著

石油工业出版社

內 容 提 要

本書首先介紹了我國常用射孔器和井壁取心器的工作原理、規範和技術特性，火藥和炸藥的一般知識，射击器裝配工地的組織，裝卸射击器的設備和工具，裝卸射击器的工作方法，以及射孔的主要設備。在此基礎上作者詳細地介紹了現場實際工作的步驟和應注意的事項，射孔、井壁取心的深度計算辦法，並且把補炮上提和下加深度列成了表格，供實際工作中使用。最後還介紹了射孔工作中常發生的事故，和預防及處理這些事故的辦法。

本書內容具體實際，文字通俗易懂，可供油礦射孔隊工人及工程技術人員和有關院校師生參考閱讀。

統一書號：T 15037·905

油、氣井射孔與井壁取心

杜 有 名編著

*

石油工業出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本·印張5 $\frac{1}{2}$ ·104千字·印1—2,100冊

1960年8月北京第1版第1次印刷

定價(10)0.68元

目 录

第一章 射孔、井壁取心和爆炸的目的	1
第二章 射击器	2
ПП-6型和ППХ-4型射孔器	3
1ПК-37型(子母弹)和1ПК-22型射孔器	7
火焰喷射(聚能喷射)射孔器	9
井壁取心器	21
第三章 火药与炸药	24
炸药的一般知识	24
火药	28
炸药	31
第四章 点燃和爆炸材料	35
电气引火器	35
雷管	35
第五章 射击器弹药装配工地	38
射孔器及井壁取心器的装药室	39
未爆炸射孔器及取心器的拆卸室	40
地下储藏雷管室	41
试炮坑	41
第六章 装卸射击器用的主要设备和工具	42
装卸射击器的工作台	42
装卸射击器的座子	42
弹道搬手及主要工具	44
药包压机	51
第七章 对新来射击器、弹药、雷管的简单检查与	

試驗的方法	52
对射孔器的检查	53
井壁取心器的检查	53
爆炸筒的检查	53
子弹的检查	54
火药的检查与简单的試驗	54
炸药的检查与初步試驗	55
雷管的检查与初步試驗	55
試驗射孔器的方法与試驗后的检查	55
井壁取心器的試驗与試驗后的检查	59
第八章 各种射击器的装卸方法	60
装各种射击器前的准备工作	61
擦洗射击器的方法与步驟	65
装各种射击器的方法与步驟	67
第九章 絞車与其他設備的使用与維護	80
射孔絞車	80
电纜	82
井口滑輪	83
指重表	86
絞車的操作方法与步驟	87
絞車、电纜、仪器面板的简单清洁和保养	88
絞車的电气設備	90
СПУ型射孔仪器面板	94
間断发射换向头	97
СКП-3000型絞車的射孔仪器面板	99
国产53型射孔仪器面板	100
絞車照明及开关仪器操縱面板	103
“跃进”牌射孔仪器面板	104

第十章 实际工作中劳动組織及

現場工作中应注意的事項	106
射孔队的組織机构	106
平常各队(組)的准备工作	108
射孔出动前的准备工作	109
井壁取心出动前和爆炸出动前的准备工作	110
現場工作步驟	111
射孔工作結束时各工种工作人員应作的工作	121
井壁取心和爆炸工作时应作的工作	122
射击器掛鈎的连接	122
如何接电源綫	123
包接头的方法和应注意的事項	124
鋼絲电纜的连接方法	126
射击器不响(殉爆)的原因及消除方法	127
第十一章 射孔、井壁取心及爆炸的深度	129
深度单	129
补心与套管头、短节、法兰、封井器的关系	131
用单芯电纜放多个射孔器时深度的計算方法	132
用多芯电纜射孔时的深度計算	134
多芯电纜一个芯子接两个射孔器的深度問題	150
在井底沒有“口袋”时射孔的方法及深度計算	151
用单、多芯电纜取心和爆炸的深度加減	151
井場深度牌	152
第十二章 射孔事故发生的原因、預防及处理的办法	153
誤射孔的发生和防止	153
电纜打結的原因、預防与处理	154
掉射孔器和加重的原因及預防的办法	155
射孔器被卡的原因、預防与处理	156

第一章 射孔、井壁取心 和爆炸的目的

射孔又叫放炮，就是用专门的枪身装上弹藥下到鑽成的井中，用电火引发在套管上射孔。还有一种不用子弹进行射孔的，我們称它为无弹射孔或火焰噴射射孔。射孔工作中还包括在鑽进中的井壁取心和井下爆炸工作。射孔、井壁取心和爆炸，是油矿工作中很重要的工作之一。

射孔的目的大約有五种：即試油、采油、采气、挤水泥（又叫打洋灰）和注水。

在鑽井完成后，为了避免井壁坍塌，油或气流到其他地层，或地下水流到油层或气层，破坏油气田，就下一层套管把整个井壁保护住，並用水泥將套管和井壁封固牢。在把套管一直下到井底的井中，为了沟通井身和油、气层，就必须把射孔器（炮身）下到套管中，对着油或气层把套管射穿。在射孔时，由于子弹进入油、气层一定深度，也就为油或气打通了流入井内的道路。

在鑽井遇卡时，为了恢复泥浆的正常循环，有时也对鑽桿射孔。在下套管时，如套管被卡，也可用射孔的办法挤水泥。

在裸眼完成井中，用射孔的方法可造成油流通路，起到增产的作用。在注水井中利用射孔打开水层对油田进行注水。

井壁取心也可簡称取心，是用专门的取心器在鑽井过程

中从裸眼的井壁上取一段岩心。取心是为了获得地层岩石成分的直接资料，利用这种资料可以对探区的油层作出正确的评价，解决同一地区电测图上的可疑地层。采用井壁取心的办法可以减少鑽井的取岩心时间，大大的提高鑽井的純鑽进时间，降低鑽井成本。

井中爆炸工作，可分为工作爆炸和解除事故爆炸两种。在坚硬而致密的油、气层中利用爆炸給油和氣造成新的通路，增加油、氣的产量。在很斜的斜井中用爆炸岩层的办法另打新井眼。此外，还在无油、氣的干井中用爆炸方法把套管炸断后起出来。这些爆炸称为工作爆炸。解除事故爆炸，系指解除鑽井、修井中卡鑽或其他事故的爆炸。

为了作好射孔、井壁取心和爆炸工作，全体工作人员必須政治掛帅，有高度的責任感和冲天的干劲，亲密的团結和互相协作精神，必須精确地計算深度，严格地遵守現行的操作規程以及工作中的規章制度，加強和地質人員及鑽井队的联系，取得他們的援助。

第二章 射 击 器

射击器要耐高压和高温，所以它們都是用鎳鉻合金鋼制成的。各种类型的射击器都經過热处理。它們是大小、长短、粗細不同的圓柱体。射击器的直径决定于要进行射孔、井壁取心的井眼的內径。我国現在常用的套管，直径一般約为5—8吋，最常使用的是5—6吋的套管。各种类型的射击器，直径一般要小于套管内径約一顆子弹的长度，以免

在发射后有个别的子弹未发射出或未射进套管，將射击器卡住。但也有个别井因情况特殊，用废鑽杆代替套管，內径比射击器大不到一个子弹的长度，但也应根据具体情况进行射孔工作。

为了便于下井和在套管中順利通行，一般除作成圓柱体的直綫形外，射击器的底部还作成斜坡形的平頂头。

射击器的类型很多，下面把常用的几种射击器作以詳細介紹。

III-6型和III-X-4型射孔器

III-6型和III-X-4型射孔器，都是利用火藥爆炸推进子弹，使它穿透套管的。这两种射孔器，是用鎳鉻合金鋼制成，形状是直綫圓柱体，上面鑽有9—12个弹道孔，孔下是火藥室（又叫燃烧室），上部由帶絲扣的弹道上紧。从构造上来看，上好弹道的射孔器（炮身），弹道孔以及弹道几乎与射孔器內的藥膛一样，像一个整身。这些藥室彼此由一个直径約为2毫米的引火孔所连通。第一孔的藥室为引火藥室，装有电阻絲藥包或电阻絲，它起引爆作用。引火的导綫孔，是从藥室的台肩上的凹槽引向外面的。其他各引火孔都在孔与孔的藥室中間，最后一孔在密封的底部，沒有向外穿出的小孔。

发射时，將掛鈎一头的電纜芯和射孔器（炮身）上的引火导綫接通包好，再通过絞車滾筒上的纜芯和电源接通，这时电流由電纜流入第一孔，將电阻絲燒紅，使火藥燃烧，引爆其他各孔的火藥进行发射。在这个时候，所有的子弹都在相距极短的一刹那時間內，向不同的方向发射出去，好像用机关枪打连发，將一排子弹一下都发射出去。所以这种射孔器

又称为机关枪式射孔器。

ПН-6型和ПХХ-4型射孔器，它们都是以3—4个弹道和火

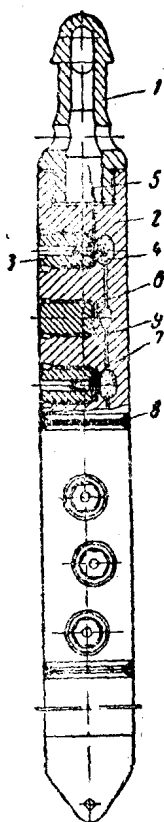


图 2-1 ПН-6型射孔器

1—菌状打捞帽；2—枪身；3—
弹道；4—火药室；5—引火线；
6—衬垫；7—子弹；8—焊接处；
9—引火线孔。

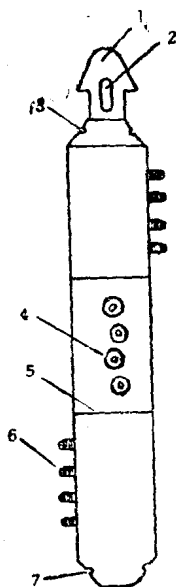


图 2-2 ПХХ-4型射孔器

1—菌状打捞帽；2—挂钩孔；
3—引线外出孔；4—上好的弹
道；5—接口处；6—弹道；7—挂
重小孔。

藥室为一节。III-6型是三孔为一节；III-X-4型是4孔为一节。它們的全身由三节（即三个小主体）組成，所以又分別称为9孔和12孔射孔器。用电焊將三节连接处焊死，並达到严密的封閉。为了保証引火孔在焊接后仍能貫通，在焊接接口的引火孔必需扩大一些。

射孔器的上部作成菌状，是带公扣的打捞帽。打捞帽的中間有一个可与掛鈎连接的长偏圓孔，而在它的下部有两个小引綫出入的孔。III-6型射孔器見图2—1，III-X-4型見图2—2。

III-6型射孔器最适合在壁厚为8—10毫米的5—6吋套管內射孔；在4³/₄吋套管中也可使用。

这种射孔器的最大威力能穿透10—15毫米厚的鋼板（管），能穿透100—110毫米厚的水泥。适合于0.65—0.7米射一炮。

III-X-4型射孔器最适合在壁厚为10—12毫米的6吋以上套管中射孔；在5³/₄吋套管中也可使用。这种射孔器的最大威力能穿透15—20毫米厚的鋼板（管），能穿透120—140毫米厚的水泥。适合于0.85—1米射一炮。

另外还有一种小型的III-3型射孔器（見图2—3）。这种射孔器也是用優質鎳鉻合金鋼制成的，並經過热处理。它的优点是体輕，适于在壁厚4—5毫米的3—4吋的管子內射孔；缺点是威力小，穿透率低，不容易下井。这种射孔器多在浅鑽或輕便鑽井中使用；但有时也用来在小套管井中射孔。

以上三种射孔器的规范見表2—1。

ПП-6型和ПНХ-4型和ПП-3型射孔器的规范

表 2-1

指 标	ПП-6	ПНХ-4	ПП-3	指 标	ПП-6	ПНХ-4	ПП-3
射孔器全长, 米	0.96	1.2	0.64	子弹长度, 毫米	26—27	26—27	32
射孔器的直径, 毫米	96	108	68	子弹直径, 毫米	11—12	11—12	12.7
孔距全长, 米	0.65	0.85		子弹斜度, 毫米	13	13	
火箭室容积, 厘米 ³	10—12	15—17	3.5	子弹硬度	50—60°		
丝扣长度, 厘米	3.6	3.6		射孔器的硬度	36—40°		
弹道全长, 厘米	5.4	5		射孔器重, 公斤	45—47	35	18.7
弹道六方长度 (一方), 厘米	1.1	1		射孔器孔数	9	12	8
弹道底部长度, 厘米	0.6	0.6					
弹道底部内径, 毫米	18	18					
弹道外径, 厘米	3.3	3.3					
弹道进口直径, 毫米	13	13					
弹道出口直径, 毫米	12	12					

ТПК-37型(子母彈)和ТПК-22型射孔器

ТПК-37型和ТПК-22型射孔器，构造与原理是一样的，只是子弹与弹道的直径不同。它們都是用貴重的鎳鉻合金鋼制成並經過热处理，形状是直綫圓柱体的，上面鑽有帶絲扣的彈道孔，孔下面是火藥室。一节上只有不对称的彈道孔二个，孔的方向是相反的。每节外壳的頂除有連接絲扣外，中間还有防水接头。底头也同样有絲扣。它們的頂是一个和III-6型相同的茵状打撈帽，底部接有斜形帽，帽子的中間开有一个直孔，是用来加加重等用的。彈道是另外的。整个射孔器共由四部分组成。

如果要想改成四孔的，只要在两节的中間加上一个专用的接箍(短节)即可。它們的引火与发射都不像III-6型射孔器，而是各孔单独进行(見图2-4)。

ТПК(子母彈)是一种特制的子弹，里面装有炸藥，底部有一个小型冲击雷管，外面焊有一个防水的紫銅垫圈。子母彈靠枪身內火藥燃烧后所产生的能，穿透套管进入地层。彈底部的小型冲击雷管，由于被猛击而爆炸，引起彈头內部炸藥的爆炸，使周圍的地层受到猛烈的破坏，被震松或震开裂縫，于是就降低了油层中油、气、水向井內流动的阻力。

如果油井出油的时间过长，过去所射的孔道被砂子或其它髒物堵塞，出油情况不好，或者岩层致密，油井产量低，都可用子母彈进行射孔。由于它的威力大和破坏力强，就可以給油开辟許多新的大縫隙，使油暢流出来。

ТПК-22型射孔器可在5吋以上套管內射孔。ТПК-37型可在6吋以上套管內射孔。ТПК-22型最大威力，能穿透20

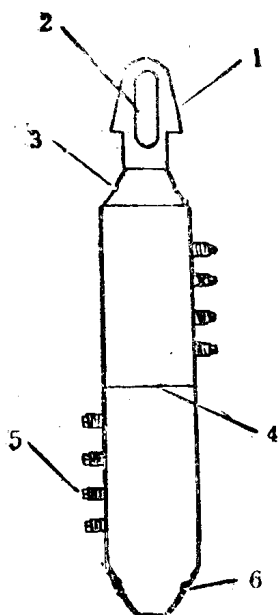


图 2-3 ПП-43型射孔器
1—菌状打撈帽；2—掛鈎孔；3—引
鐘出口孔；4—接口；5—彈道；6—掛
加重小孔。

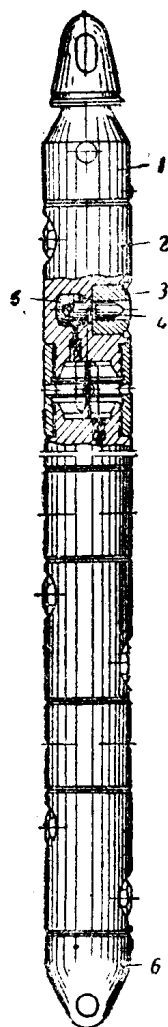


图 2-4 ТПК-22型射孔器
1—菌状打撈帽；2—枪
身；3—彈道；4—子弹；
5—火药；6—底部接头。

毫米厚的鋼管。ТПК-37型最大威力，能穿透35毫米厚的鋼管。这两种射孔器能穿透150毫米厚的水泥。我們最合适的射孔的密度是一米一顆，最多一米兩顆。

使用的藥量可用下式計算：

$$w = \Delta \times (V - 9.5)$$

式中 w ——火藥的重量，克；

Δ ——裝藥的密度，克/厘米³；

V ——火藥的體積，厘米³；

9.5——子母彈在藥室內佔的體積。

这两种射孔器的規範列在表 2—2 中。

ТПК-22型和ТПК-37型射孔器的規範

表 2-2

指 标	ТПК -22	ТПК -37	指 标	ТПК -22	ТПК -37
射孔器全长，米	0.53	0.32	彈道的孔距，米	0.1	
直径，毫米	100	117	子彈长度，毫米	75	
火藥室的容積，厘米 ³	40	50	子彈的直径，毫米	22	37
彈道全长，厘米	39	60	子彈的斜度，毫米	10	10
彈道的絲扣	10扣	11扣	射孔器的硬度	36-40°	36-40°
射孔器體重，公斤	20	10-12	彈道的孔數	2	1

火焰噴射（聚能噴流）射孔器

火焰噴射射孔，是利用黑索金（ CH_2NNO_2 ）₃或其它猛性炸藥作成的炸藥柱爆炸，產生一種高溫、高壓和高速度的

火焰能量，在一定的綫段範圍內集中（聚能）噴出進行射孔的。

火焰噴射射孔的藥柱制成如图2-5所示的形狀，一端大，另一端小。在大的一端有一個聚能孔（漏斗狀），而在小的一端裝有傳爆藥餅和起爆藥餅。當導爆索的爆能引爆藥餅時，

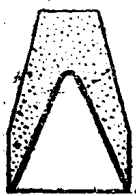


图 2-5

靠近錐孔部分爆炸，生成物起初沿着錐孔表面的法綫飛出，然後沿錐孔軸綫靠攏，形成集中的噴流。噴流具有很高的壓力、溫度和速度，當它衝擊到金屬物時，即使金屬物內部組織結構破壞而被穿孔。但這種噴流不太穩定，容易消失。為了消除這一缺點，在藥柱聚能孔上加

蓋一層紫銅錐斗。這樣當藥柱爆炸時，能量高度集中於錐斗，使它破壞變形，收攏壓成一根杆狀的物體，形成金屬噴流，以巨大的能量作用到金屬物上進行穿孔。

噴流形成過程如图 2-6 所示。

國產的57-103型（仿蘇ПК-103型）和國產的58-65型及58-105型火焰噴射射孔器的原理都是一樣的。它們之間的不同點只是彈藥的裝藥數量、彈藥的密封以及使用時的裝配有一些區別。

57-103型火焰噴射射孔器

57-103型火焰噴射射孔器，是用最優質的鎳鉻合金鋼製造並經過熱處理。它由電纜帽、槍身主體和底部接頭組成。槍身沿着螺旋綫錯開 90° 開有10個孔，孔的上部是放防水墊的台肩。57/103型射孔器的彈藥是整個安裝在馬糞紙或牛皮紙筒上。紙筒架子上安放的每個彈藥正好和槍身主體的10個

孔对正。弹药的底部由导爆索接通，最上面和发火机构或8号电雷管连接。把弹药架装在枪身主体内，上好电帽帽和底部接头，即成一个完整的射孔器（图2—7）。

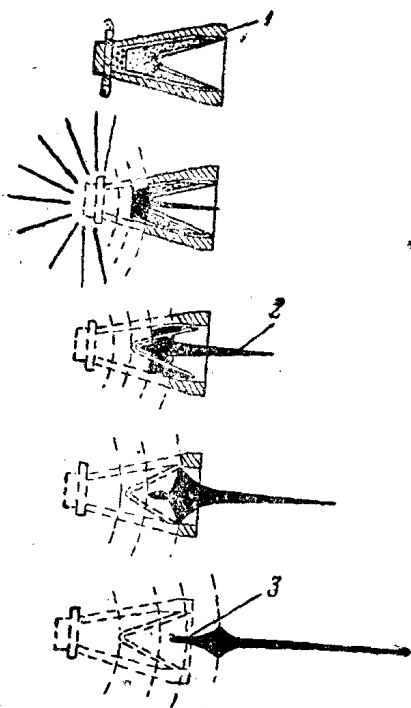


图2—6 喷流形成过程图
1—弹药；2—喷流；3—流芯。

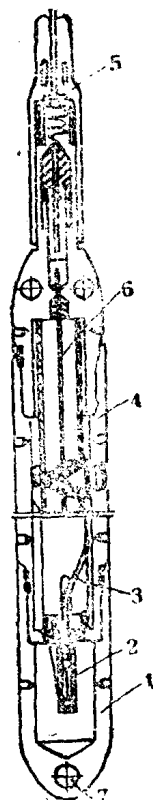


图 2—7 装配完整的

57-103型射孔器

1—底部接头；2—发火机构；
3—导爆索；4—枪身主体；5—
电帽帽；6—弹药纸筒架；7—加
重小孔。

57-103型射孔器的规范列在表 2—4 中。

57-103型射孔器的规范

表2—3

枪身全长, 米	1.6
枪身主体直径, 毫米	103
枪身内径, 毫米	68
枪身上的孔数	10
孔距, 毫米	85
枪身全重, 公斤	50
枪身硬度	35-40°
塑料弹壳壁厚, 毫米	4
塑料弹壳全长, 毫米	65
弹壳直径, 毫米	42
漏斗锥角	760
漏斗全长, 毫米	16.5
漏斗壁厚, 毫米	0.75
弹药架全长, 米	1.074

57-103 型 弹 药 架

弹药架是用来固定药包和发火机构或雷管及导爆索的。它是用马粪纸或牛皮纸做成的圆柱形的直筒子。上面有10个孔, 是放药包用的。和外壳上孔的位置相应。如个别孔稍有一点误差, 用时都要修正。为了把弹药架准确地对准外壳的孔, 在弹药架的下端开有三个不对称的槽子(外壳上也有同样的槽子)。把一个塑料三角板(发火机构的底座)插到三条槽子内, 以防弹药架移动。