

# 清管器之種類與應用

胡培楨

## 一、前言

近些年來，由于油管長度，油料輸送量等各方面之急增，有關油管工程的各個部門，也都跟着獲得長足的進展，爲了事實上的需要，美國各大石油公司的油管工程人員，不斷的就其所遭遇到的困難問題，分別加以研究，謀求合理的解決。雖然這些研究工作，和所得到的結果，其重要性各有不同，但就促成整個油管工程方面的進步而言，也各有其特殊的供獻，近年來在清管器(Pipeline Scraper或 Pipeline Cleaner)這一方面的發展，亦即其中之一例。

清管器，一般油管工作人員通稱牠「鐵鴿子」(Go-Devil)，或者是「懶豬羅」(Pipeline Pig)，是一種用途甚廣的工具，無論在輸油操作方面，或管綫保養方面，都時常用到牠。所以，爲欲使其在長途油管中通行無阻起見，在鋪設管綫之先，除去一部份特殊的裝置之外，還必須預先顧到牠的行動便利，如彎管彎度的大小，凡而的形式，以及其他管件的使用，鋼管是否有不圓或凹進的現象等，都應事先詳加考慮，否則，足以增加很多以後操作上的困難。

的困難。

個人對於這一方面的學識不足，見聞尤爲有限，雖然高廠開已請購數種清管器，但現貨尙未見到，無從觀摩，僅就所能談到的幾種文獻，略爲拼湊成篇，加以介紹，謬誤之處，在所難免，尙望各同仁多加指正。

再者，本篇所談，只涉及用于輸油管綫方面者，至于輸氣管綫清管器方面，于此不擬多贅。

## 二、清管器之使用目的

我們爲什麼要使用清管器，其目的何在？可以分下列幾方面來看：

第一、對於新作之管綫來講，當一支新的管綫鋪設完成之後，其中往往遺留有泥、沙、石塊、鐵屑，以及其他多種的阻礙物等，所以，在泵油之前，必須使用清管器，加以清除，否則對油料的泵送操作，管綫的輸油數量等，將產生不良的影響，同時，在新作管綫的計量方面，也須藉助于清管器的作用，加以確定。

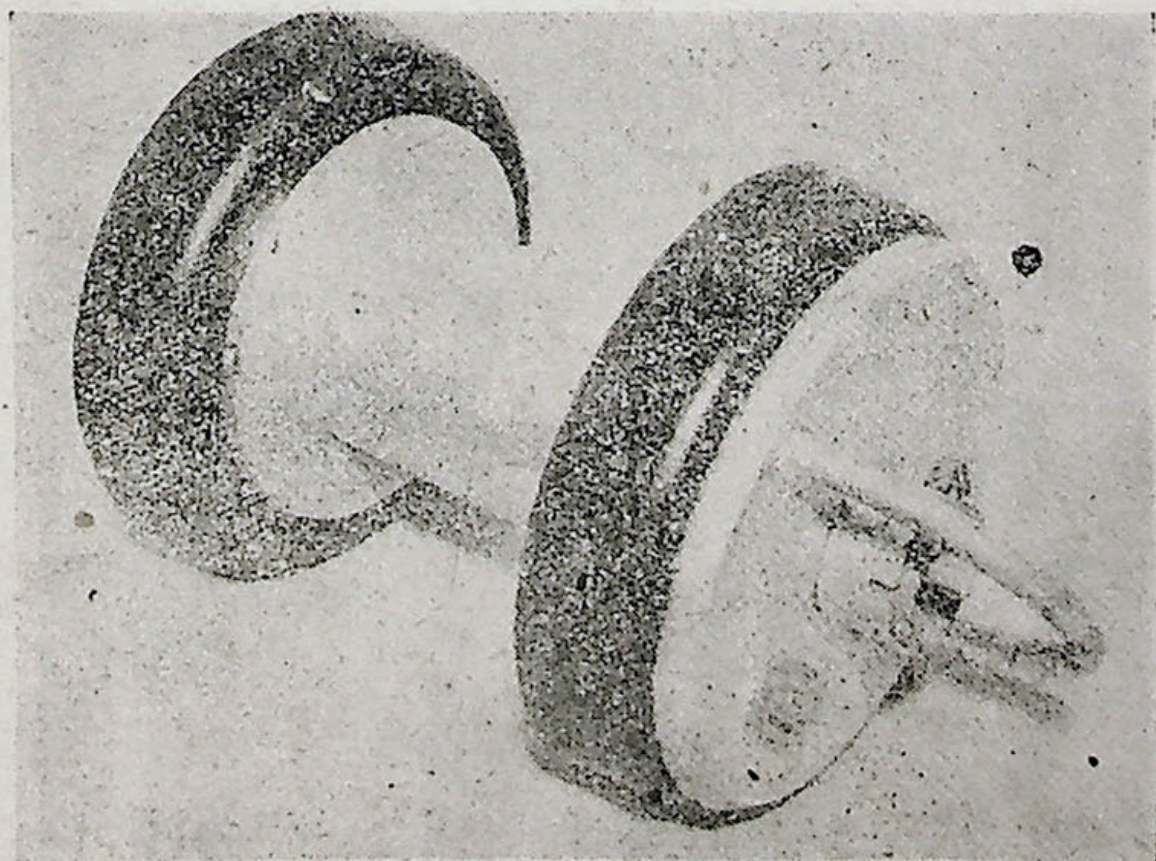
第二、我們大家都知道，譬如一支原油管線，在經過數年的輸油操作之後，其內壁往往厚厚地附着有一層臘質，及其他多種沉積物質。這些物質沉積的快慢，則與其在原油中的含量，泵油速度，油料溫度等因素有關。而一支成品油料管線，則由于成品油料中往往含有水份，于輸送時可能析出，經過氧化作用，而致管壁生銹，無論原油管線內的沉積物質，或成品油料管線內的銹蝕情形，皆足使管徑變小，管壁粗糙，以致減小其斷面積，增加其摩擦力，換句話說，也就是嚴重地影響到油料的輸送量，所以，為欲保持管線的原來輸送量，則非得按期使用清管器，加以清除不可。

第三、在一支管線，已經用來泵送某種油料，而欲改作泵送別種油料時，尤其是原來的黑油管線，打算來改作白油管線時，除經用水或油料清洗外，還必須利用清管器，加以清除，方不致使將來泵送之油料變質，這一點，對於煤油顏色的保持上，尤為重要。

第四、有時先後繼續泵送兩種不同的油料，則其中間必須使用隔離清管器，加以分隔 (Batch)，以免互相混合，損及油料品質。

第五、在泵水推油，或泵油推水的時候，也須

圖 一 第



用清管器，使之互相分開。

### 三、清管器的種類

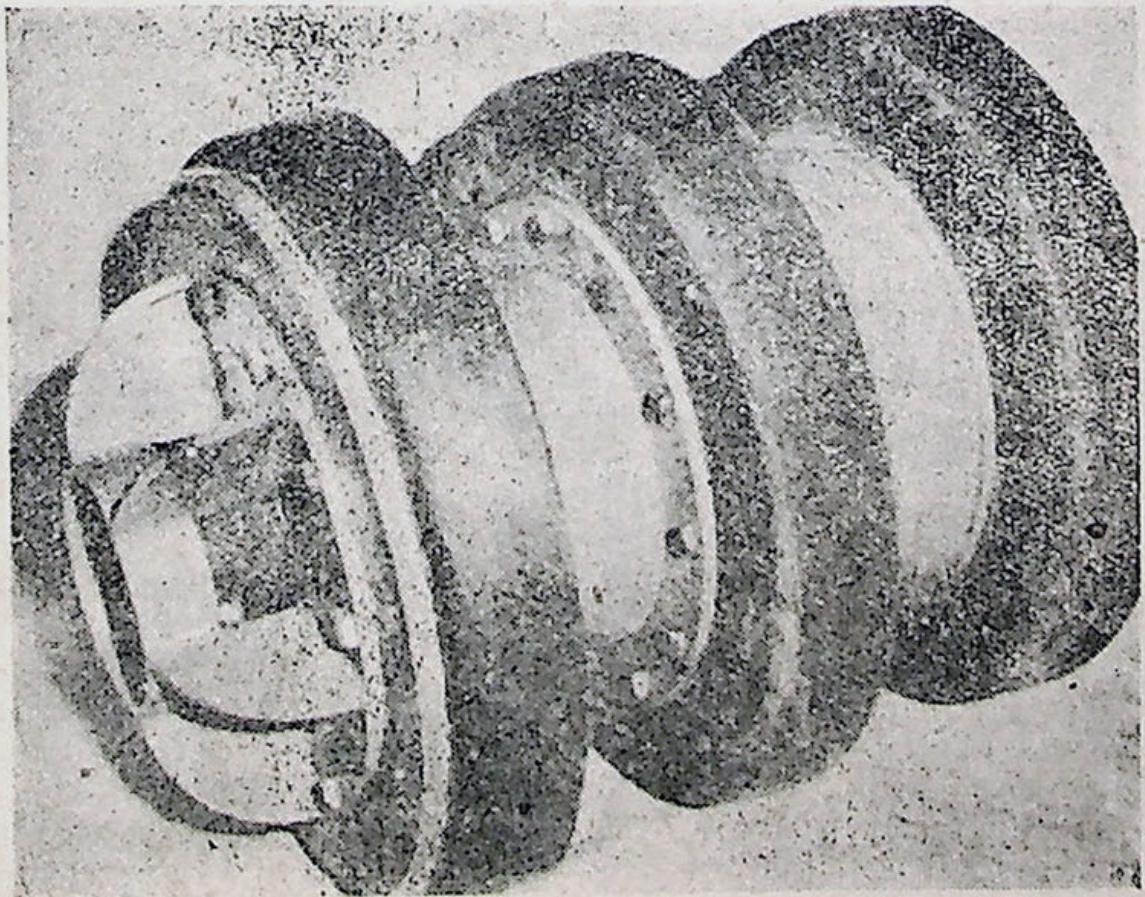
清管器的形式繁多，構造不一，可因其使用目的的不同，管徑大小的差異，而各有其特殊的設計，但歸納起來，也可以分作下列幾大類。至于其各別的名稱方面，各書皆未能相同，于此特為聲明，

#### 一、圓盤式清管器 (Cup Type Scraper) :

此種清管器，多用以清除新作管線內之遺留雜物，其構造比較簡單，如第一圖所示，在其前後兩端，各裝一圓形的人造橡皮盤，盤之直徑，約較管線直徑大出 $2\frac{1}{2}\%$ ，在其前端之橡皮盤前，另裝一用鈷鉻合金 (Stellite) 製成的金屬板，其直徑較橡皮盤者略小，約為管線直徑之 $90-95\%$ 。此種清管器，可適用的管徑範圍為兩吋到十四吋，可穿過全開的閘門式凡而，和彎度半徑 (radius of curvature) 為管徑之一倍半的彎管。使用時可以壓縮空氣或泵水推動之，其橡皮盤即承受空氣或水的壓力作用而使之前進，其前端之合金板，質地甚硬，可保護橡皮盤，以免為其他物體所損傷。

另有裝有三個或四個橡皮盤者，特別適用於油料分隔和測量管徑 (Gauging) 方面，所以，也可

圖 二 第



稱其為計量清管器 (Gauging Scraper)。因其長度較長，其可穿過的彎管之彎度半徑，也必須加大，普通約為管徑的七倍。

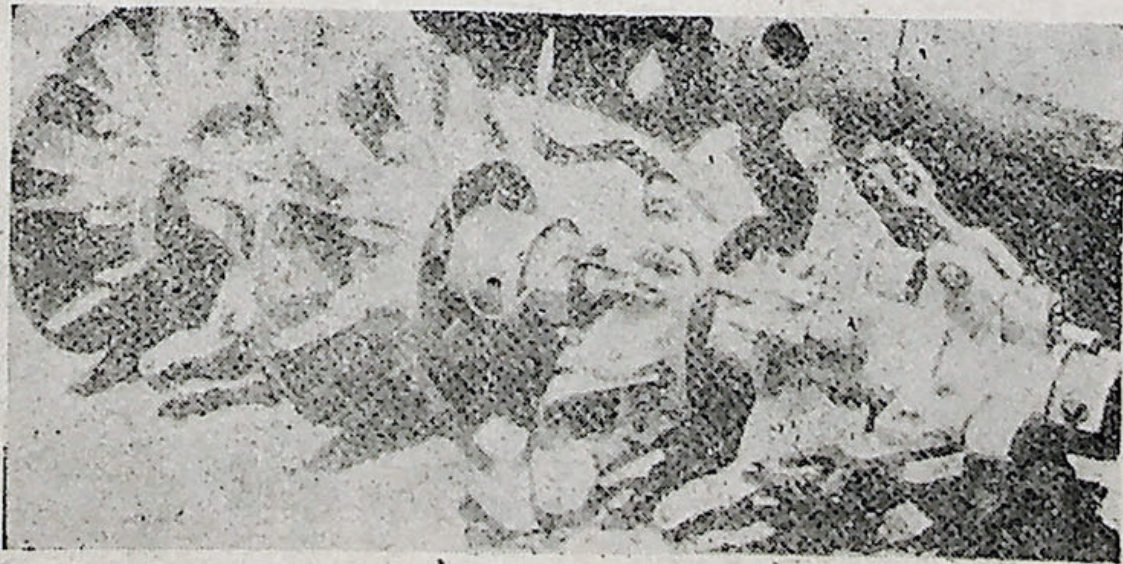
至于用于十六吋到三十吋之管徑者，普通皆有三個橡皮盤，如第二圖，其可穿過的彎管之彎度半徑，至少亦不得小于管徑的七倍。

二、刮刀式清管器 (Crucle Line Knife Scraper)：如第三圖，此種清管器，已使用多年，普通多用于十二吋以下之原油管線。在其中軸上裝有兩個用橡皮或皮革製成的圓盤，用以承受泵送油料之壓力而前進。在圓盤之前，裝有一組曲折刮刀，用以刮除管壁上的積垢，另外，在其前後部分，皆裝有可轉動的小齒輪，用以一方面來保持清管器在管線中央前進，同時，還可以發出響聲，即令管線埋在地面下數呎，也可以清晰的聽到。

刮刀式清管器之刮刀，較易損壞，不適用於成品油管；且其刮刀與管壁的接觸面較小，故其使用效率也較差。但如用來鏟除如原油管線內的厚而且硬的積垢時，則甚合宜！且時常可以與其他形式的清管器聯合使用，以收剛柔相濟之效。

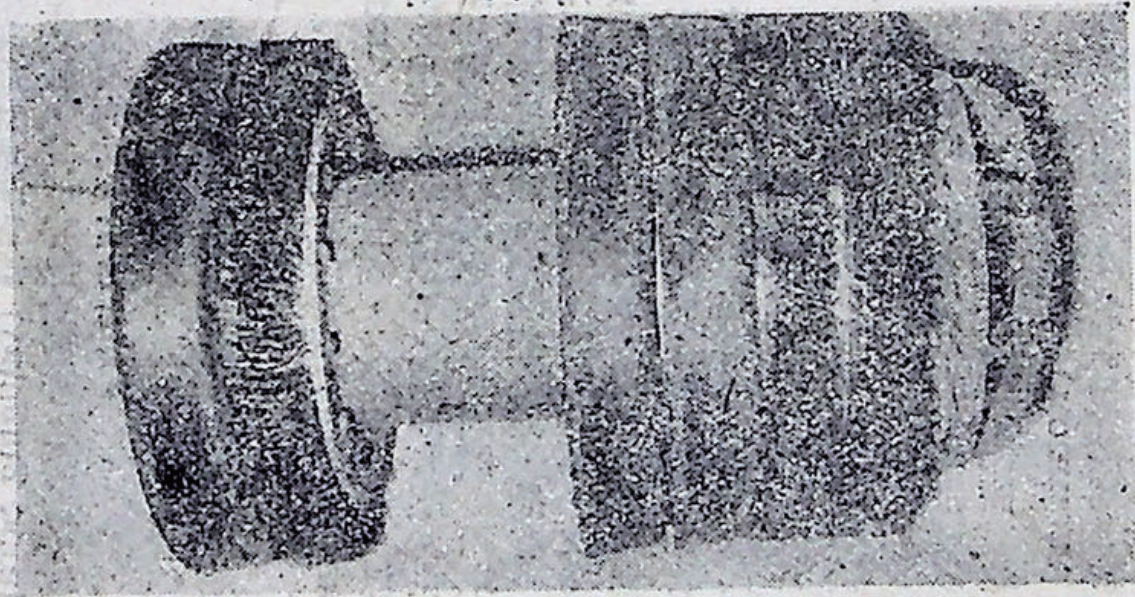
三、轉動式清管器 (Rotational Scraper)：在圓盤式清管器上，可以加裝鋼絲刷，以增加其清

圖 三 第



除效用，此等由鋼絲刷所構成的圓形，其直徑約較管徑大八分之一吋，但經過約一百英哩的使用過程後，其鋼絲刷往往因摩擦而較管徑小四分之一吋或半吋；尤其其下半部分，因其本身之重量關係，摩擦更為厲害，因而失去其效用。為欲克服此等缺點，可在其前端加裝數支短管，用作噴嘴，如第四圖，油料經過其中空的主軸，由短管噴出，因而產生一

圖 四 第



種反作用力，可使之徐徐旋轉前進，其鋼絲刷之磨損程度，即可比較平均，同時，噴出之油料，具有攪拌作用，使清除下來的沉積物等，不致逐漸集結而防碍清管器的前進，此種清管器的轉動速度，與油流速度，管線，管件，清管器等本身的情形，都有密切的關係，普通約為每行進五至二十五英哩，

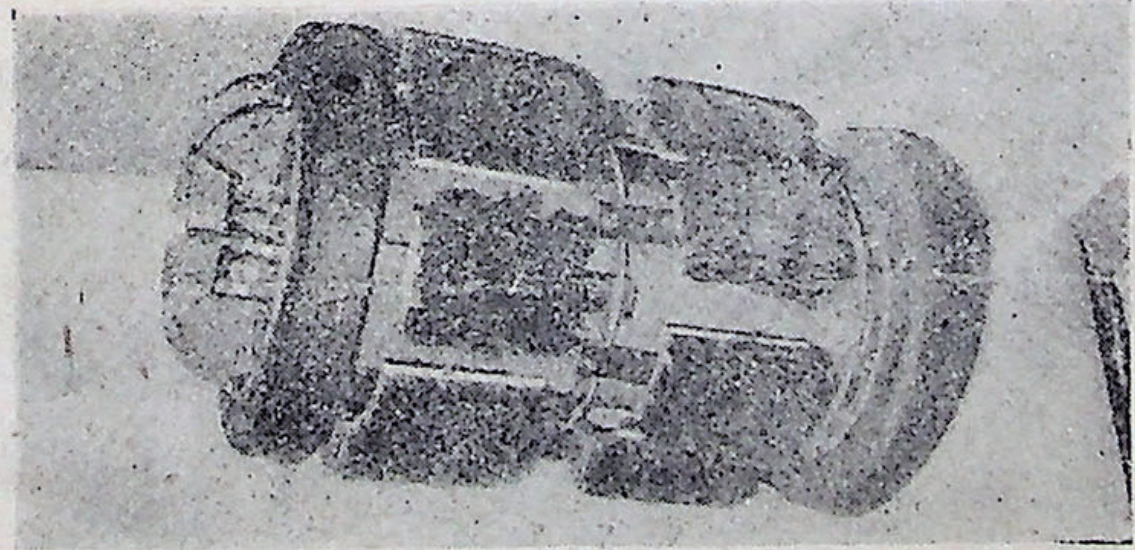


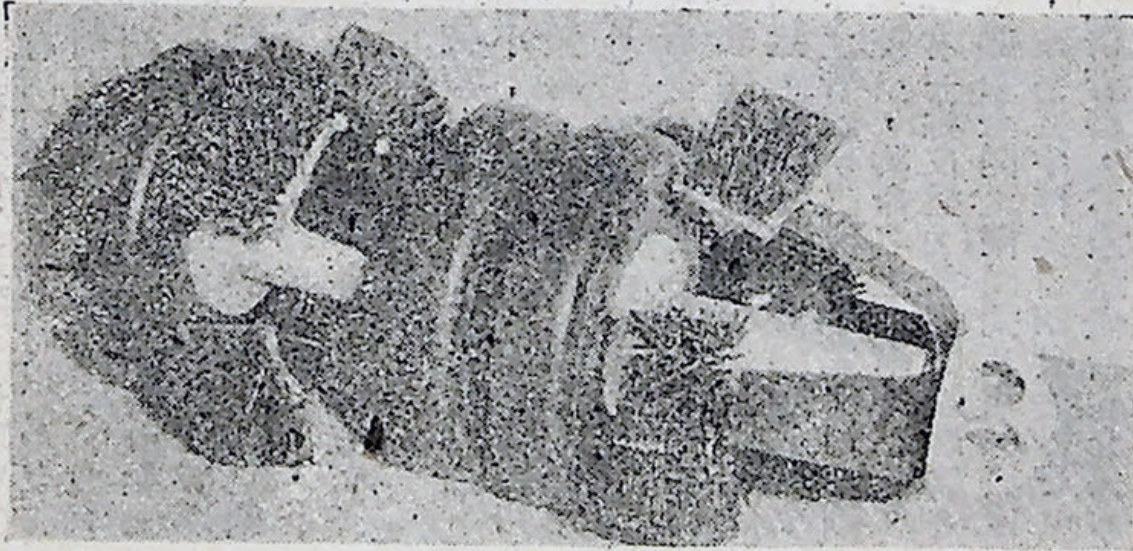
圖 五 第

旋轉一周，若轉動太快，反可增加其磨損程度。

四、抗磨式清管器 (Wear Compensating Scraper) … 如前所述之各種清管器，無論其橡皮盤，刮刀，或其鋼絲刷，皆易磨損，殊不理想，最近所設計者，多就下列數點，加以改進：1. 須使之不因磨損而失去其對管壁所具的壓力，2. 其本身重量，不可過重，愈重則磨損愈烈，3. 構造力求簡單，每

造複雜，零件太多，即易損壞，且裝修困難，增高其保養費用，4.須使能順利穿過普通之管件，此處所介紹之抗摩式清管器，即為適應此四項原則而設計者，其中尚有甚多不同的形式，今舉兩例以說明之。

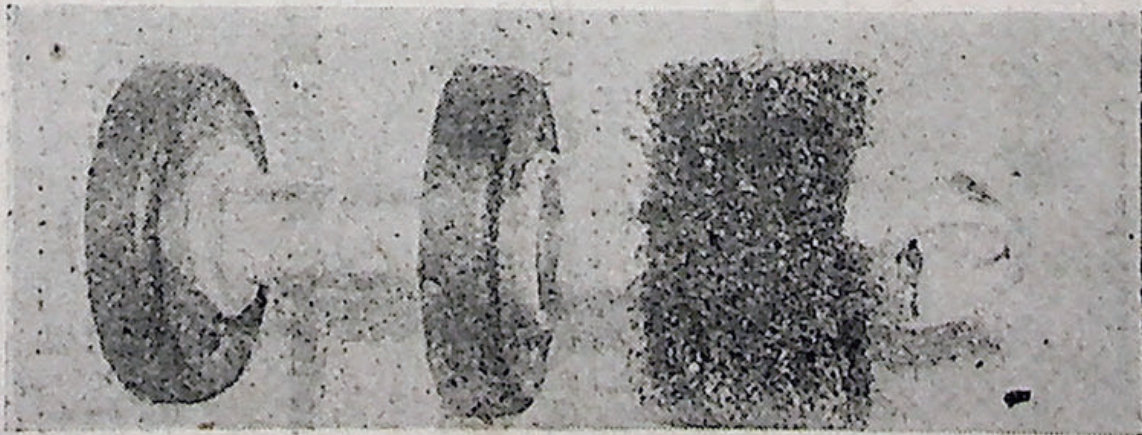
圖 六 第



盤，中間為兩列鋼絲刷，順裝于鋼製之彈簧上，即藉彈簧之彈性，以保持其中心位置，同時使鋼絲刷經常與管壁密接，不致因摩擦而失去效用。其兩列鋼絲刷之排列，使互相間隔參差，俾使能觸及全部管壁。此種清管器，可穿過全閉之閘門式凡而，和彎度半徑大于十呎之彎管，其在二十六呎之內者，且可穿過等徑之直角三通管。其有效行程，可繼續達數百英尺之遙。

2.如第六圖所示者，多用于六吋至十四吋之管線，用于六吋以下之管線時，無

圖 七 第



論就其構造方面，或其經濟價值方面看來，皆不相宜。其六吋至八吋者，有兩個橡皮盤，十吋以上者，有三個橡皮盤；皆各有兩列鋼絲刷，參差相間，順裝于鋼製之彈簧上；其中軸係中空者，油料可由中軸上之小孔中流出，攪動油料，以利其行進。其可穿過的彎管之彎度半徑，須大于六呎，其他如全開之閘門式凡而，等徑之直角三通管，亦可順利穿行，其有效行程，可繼續達兩百餘英哩，甚至有達五百英哩者。

亦有將刮刀裝于彈簧上者，但因其重量增加，刮刀對管壁之接觸面小，且易損壞，故不切實用，但因其管線中行進時，可產生一種震擊作用 (Hammering Effect)，亦有其特殊用途。

五、集油管線清管器 (Scraper for Gathering Lines)：抗摩式清管器雖有種種優點，但不適用於較小之管線，已如前述，集油管線清管器，如第七圖，即專為五吋以下之管線所設計者，尤多用于礦區之原油集油管線系統中，其命名之由來亦在此。在其後部及中部，各有一橡皮盤，前部裝鋼絲刷，係由六層合成者。可穿過全開之閘門式凡而，與之等徑之直角三通管，及彎度半徑大于四呎之彎管。上述各種形式之清管器，不過是概括的介紹而

已，其他尚有多種不同的設計，如中部裝有活動接頭 (Universal Joint) 者，可增加其活動性，如其橡皮盤上穿有小孔者，可增加油料之攪動，如附裝有發聲齒輪者，以便偵察其行進位置，種種特殊設計，不一而足。

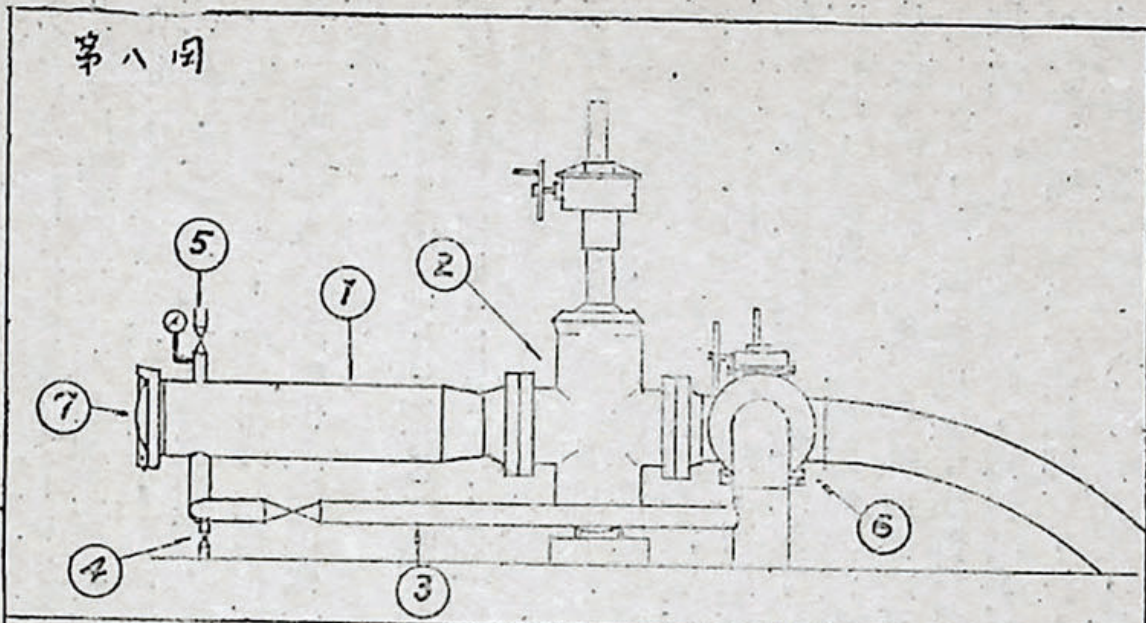
#### 四、清管器放取裝置 (Scraper Trap)

在清管器的使用上，其放取裝置是必不可少的設備，所謂放取裝置，又可分為放入裝置 (Launching Trap，或 Insertion Trap)，與取出裝置 (Receiving Trap) 兩種。其主要構造如第八圖及第九圖所示：

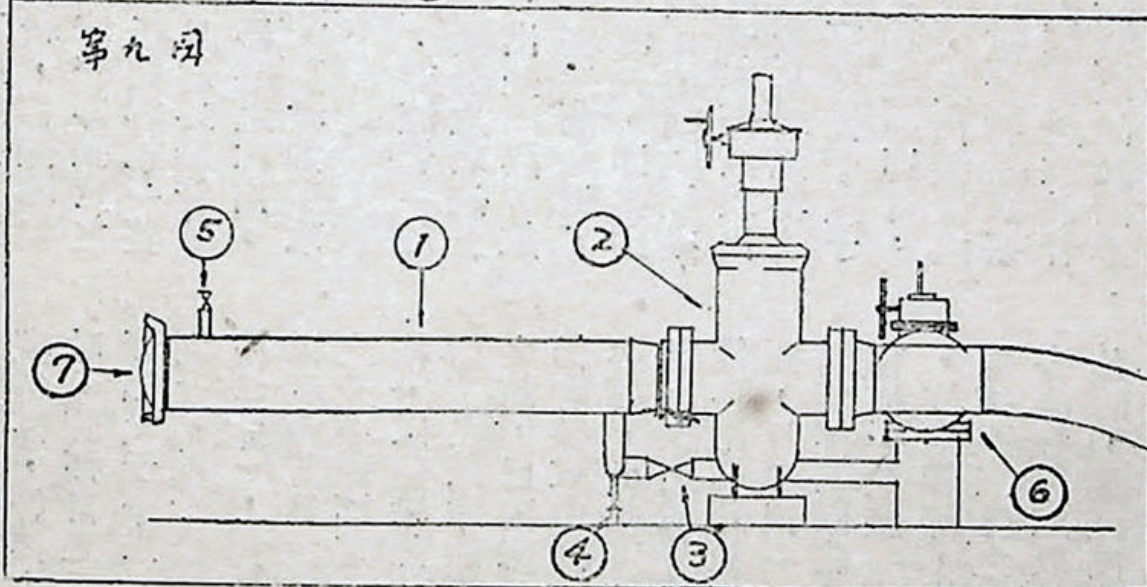
##### 第八圖：放入裝置

1. 放入銃 (Launching Barrel 或 Insertion Barrel)
2. 放入銃凡而
3. 旁流管及凡而
4. 放空管及凡而
5. 放氣管及凡而，附裝壓力計
6. 主流管及凡而
7. 速啓法蘭蓋 (Quick Opened flange)

第八圖



第九圖



第九圖：取出裝置

1. 取出鏡 (Receiving Bar-rel), (可附裝過濾管)

2. 取出鏡凡而

3. 旁流管及凡而

4. 放空管及凡而

5. 放氣管及凡而

6. 主流管及凡而

7. 速啓法蘭蓋。

放取鏡之直徑：放取鏡之直徑，應大于管線直徑約兩吋，因為若其直徑與管線直徑相等時，則放入或取出清管器之操作，甚感不便，尤其在放入時，增加甚多困難與危險，反過來說，若放取鏡之直徑略大時，其優點如操作方便，節省人力，比較安全，易于清理等是，有的在收入鏡內附裝有過濾管 (Perforated Strainertube)，清理時則更方便。

放取鏡之長度；放入鏡與取出鏡之長度不同，就放入鏡而言，約

爲所用之清管器長度之一倍半即可，不必過長，過長徒增加操作上的困難，並且浪費材料，佔據地位。但取出銼之長度，則應加長至約爲清管器長度之兩倍半，所以要加長的原因，不僅由于要容納一隻清管器，還要容納一部分沉積物，而且有時清管器可能于中途損壞，必須用另一隻清管器將之推出。但過長則除了材料與地位上的浪費外，更增加了取出與清理時的困難。

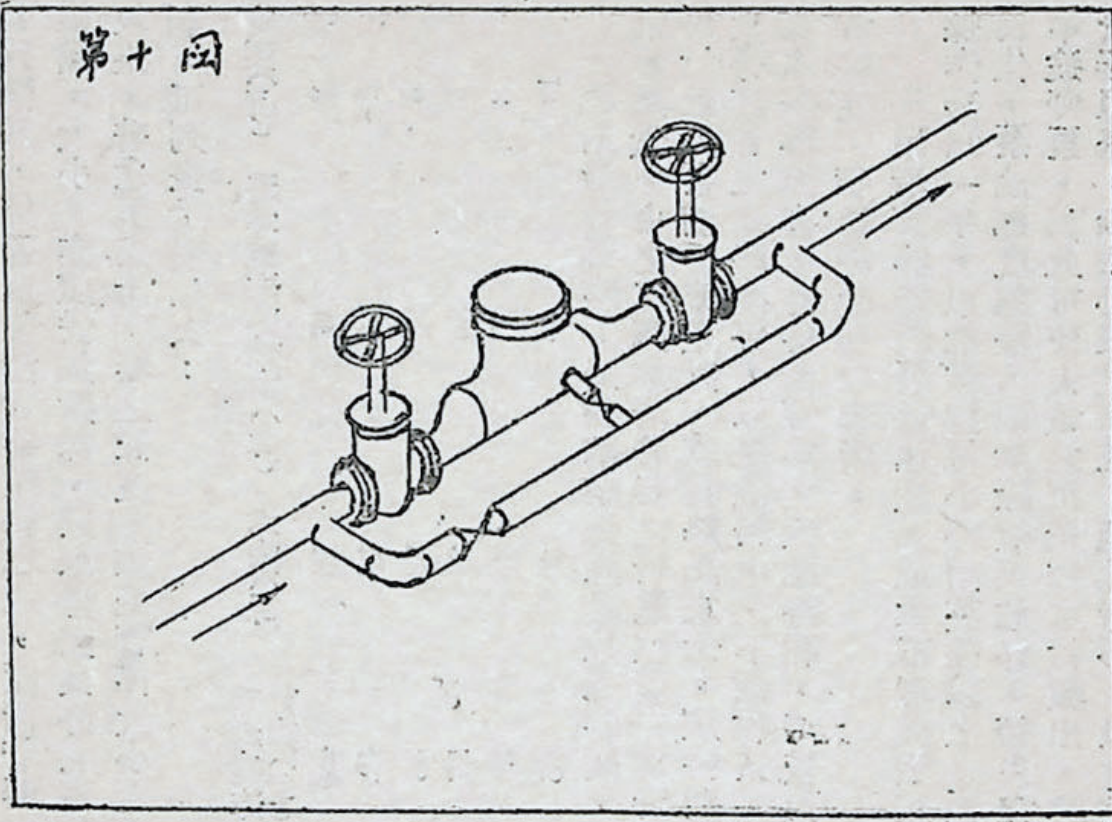
**旁流管 (By-Pass Line) 的安裝：**旁流管一端接于主流管(Main Line)上；另一端接于放取銼上，而其接口之位置，則因放入銼或取出銼而異，放入銼的旁流管接口位置，應在接近速啓法蘭之處，以便油料經旁流管而自清管器的後部流入，即推動之使順利前進，而取出銼的旁流管接口，則應使盡量接近于取出銼凡而之一端，否則清管器經過取出銼凡而進入取出銼後，仍繼續前進，以致易與速啓法蘭相撞，或油流穿過清管器而迴流，皆非所宜，至于旁流管的直徑，約等于管線直徑之三分之一即可。

此外，如放空管以裝于底部爲佳，取出裝置之放空管徑，應大于兩吋，以免其易爲沉積物所阻塞。放氣管徑與放空管相同即可，放入裝置之放氣管上，可附裝一壓力計。所用凡而，除放取銼凡而必

須用閘門式者外，其他者則無限制，所用彎管之彎度半徑，管徑小于五吋者，彎度半徑最小爲三呎六吋，管徑自五吋至十二吋，彎度半徑最小爲七呎，管徑大于十二吋時，其彎度半徑最小亦須超過管徑之七倍，放入銼所用之大小頭 (Reducer 或 Swaged fitting)，其長度應予加長，使其直徑逐漸變小，以利清管器之進入；而用于取出銼者，即普通所用之大小頭即可。放取銼之盲法蘭，以用可速啓者爲佳，以免增加其啓閉時的麻煩。

在長途油管中，清管器往往在未抵達其目的地之前，已因摩擦而失去效用，所以，在油管中段，仍有裝設中間放取裝置 (Intermediate Trap) 之必要，由此可將新的清管器放入，使繼續前進，而已磨損之清管器，採之取出，經過清洗，修換後，以備再用。此種放取裝置之構造，比較簡單，如第十圖，只須用一大型的三通管用作放取銼，其直徑約爲管徑的兩倍，其兩端各裝一閘門式凡而，上端加盲板，並裝一旁流管及旁流管凡而即可，如放氣管，放空管等，皆無必要，旁流管之直徑，約爲管線直徑之三分之二，旁流管凡而之形式，則無限制，于旁流管與放取銼之間，另裝一支管 (Crossover) 及凡而，其直徑約爲管徑之三分之一。

第十圖



### 五、清管器之操作要點

1. 新作管線之清除：可用圓盤式清管器，以壓縮空氣（或泵水）推動之，使由管線中穿過，即將管線中的遺留雜物，盡行推出，所用空氣壓縮機之大小，隨管線之大小而異，如：

管線直徑(英寸) 壓縮空氣泵出量 (每分鐘立方呎, CFMD)

2—6	100—200
8—14	150—300
16—22	300—600
4—30	500—800

所用送氣蛇管，不可太小，且愈短愈好，清管器所受之壓力，可裝一壓力計示知之，在清除之管線之另一端，可加盲板，盲板上留一直徑約為管徑的一五—二〇%之小圓孔一個，以備管線內空氣之逸出，在近盲板處之管線上半部分，另切成方形洞三、四個。管線長度以不超過五英哩為佳，若為長途管線，可分段清除之，在操作期間，應派人沿途巡查，以便明瞭清管器之行進情形。

2. 輸油管線之清除：此種操作情形，比較複雜，且隨清除目的之不同而各異，普通言之，在使用清管器之先，必須注意管線中的凡而，彎管，及其他

管件情形，是否可使清管器順利通過，而清管器的種類，大小，亦須妥加選擇，以求得到良好的清除效果，普通所用清管器之長度，須受管徑大小之限制，可列表說明如次：

管徑(吋)	清管器最大長度(吋)	管徑(吋)	清管器最大長度(吋)
2	17	16	44
4	24	18	49
5	26	20	53
6	30	24	57
8	35	26	59
10	40	30	65

使用清管器時，必須準確紀錄其放進時間，及泵油數量，由之可測知清管器之行進位置，當清管器行近如泵浦，流量計，或其終點之先，須特別注意旁流管之及時開啓，以免油料中之不潔物質，引起阻塞等弊害，有時清管器之抵達時間，可較預期者略晚，須憑經驗加以判斷。

使用清管器時的泵油速度，最低不可少于正常操作時的一半，以能維持每小時兩英里以上之速度為佳，泵油速度愈快，則清除效果愈好，切忌突然中途停泵，如此可使大量之沉積物重行澱出，將清管器阻塞，無法再使之前進，遇此情形，只有將管

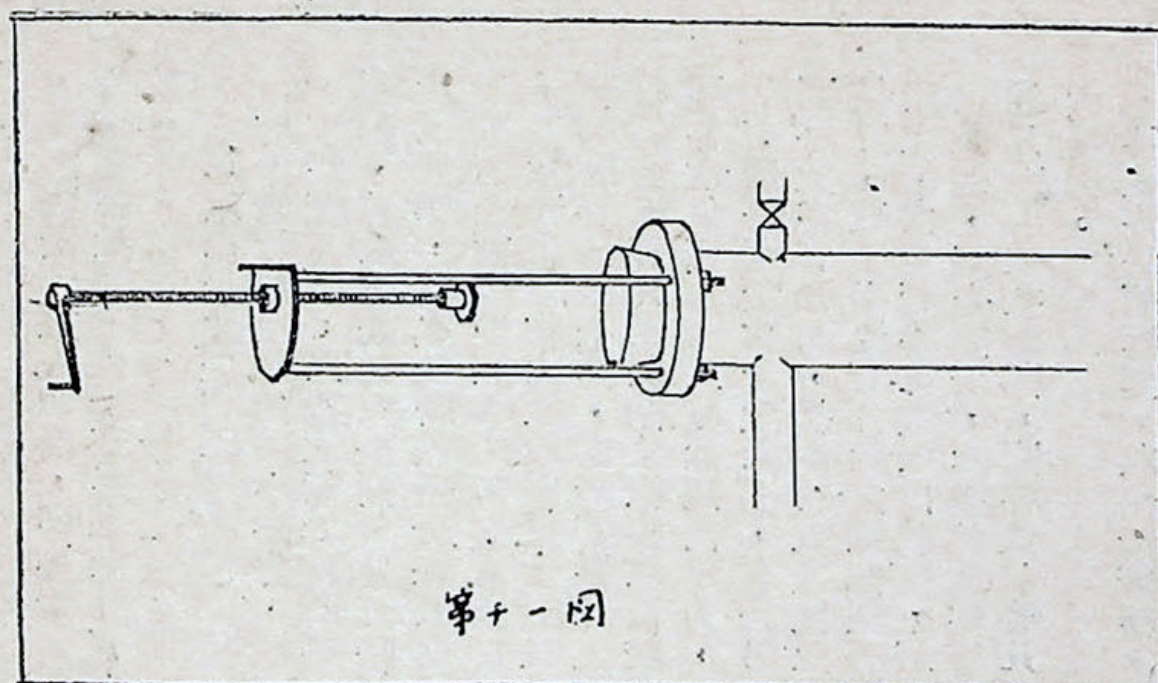
線切斷，甚為煩難。

成品油管線之清除，比較容易，而原油管線，尤其是欲將原油管線，改作成品油管線時之清除工作，則甚麻煩。普通皆用數組不同形式的清管器，同時進行，于開泵後一兩小時之間，放入第一隻清管器，以用刮刀式者較為合適，再過一兩小時，放入第二隻清管器，可用抗摩式者，若管線內有臘質過多，更須再放入一隻刮刀式清管器，如此為第一組；經過四、五小時之後，再放入第二組。若管線欲改作成品油管線，須再繼續泵成品油，推動清管器，加以清洗，至收到之油料，認為合格時為止，若為舊有的原油管線，則第一組第一隻刮刀式清管器，可于開泵前放進，第二組清管器則于第一組全部放入後，經過八到十二小時，再行放入，若為經濟油料起見，可泵水推動清管器，加以清洗，但因水份不能溶解原油沉積物，故其效果較差。

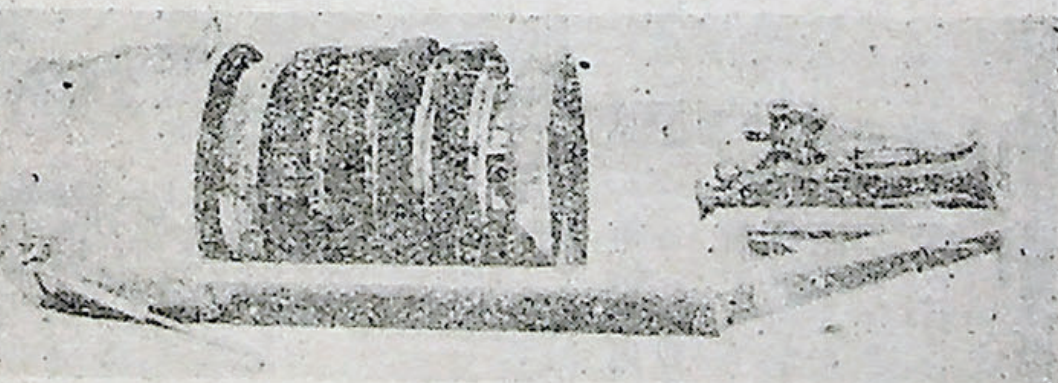
至于如何將清管器放入或取出之，亦須遵循一定的步驟，特為說明如下：

a. 放入步驟(參閱第八圖)

切實檢查放入銃凡而與旁流管凡而，如確已關閉，開啓放空管凡而，將油料放空；開啓放氣管凡而，



第十一圖



第十二圖

開放速啓法蘭，將清管器徐徐推入放入銃，必須使其後部超過旁流管進口，

關閉速啓法蘭，微啓旁流管凡而，將放入銃內空氣自放氣管排出，關閉放氣管凡而，俟放入銃內壓力約與管線內壓力相等時，關閉旁流管凡而，此時，一切準備工作，已經完成，

將放入銃凡而全開，然後開啓旁流管凡而，此時清管器即應慢慢前進，若仍停滯不動，徐徐將主流管凡而微閉，清管器即應開始進入主流管。

復將主流管凡而全開，關閉放入銃及旁流管凡而，然後開啓放空管及放氣管凡而，即可作放入次一清管器之準備。

送入清管器時，不可用力敲擊，須徐徐推進放入銃內，普通所用之工具，如第十一圖及第十二圖所示，其前端爲一圓錐形導管（Guicle

Cone)，後部裝一螺絲桿，或置一千斤(Jack)，將之聯接于放入銃後，即將清管器置入，徐徐由後部推之，使清管器經過導管而進入放入銃。

b. 取出步驟(參閱第九圖)

約于清管器抵達前一小時許，檢查速啓法蘭，放空管凡而，以及放氣管凡而等，將之妥爲關閉，將取出銃凡而全開，並可時時由放空管抽取油樣，檢查油料內所含雜質之多寡，

若沉積物並非過多，而裝有充份之過慮設備，不致因沉積物而造成嚴重之不良後果時，可將旁流管凡而全開，俟清管器進入取出銃後，復將旁流管凡而關閉，繼將取出銃凡而關閉，開啓放氣管凡而以減低銃內壓力，

若油料沉積物含量過多，有待另加處理時，開啓放空管凡而，將油料放入預定之收油設備儲存，至于主流管凡而之關閉與否，可視情形而定，俟清管器進入取出銃後，若主流管凡而已閉者，須先開妥，然後將放空管凡而，取出銃凡而，依次關閉，開啓放氣管凡而以減低銃內壓力。

將速啓法蘭拆開，取出清管器，取出之清管

器，應立即用熱水，水蒸汽，或化學清淨劑清洗乾淨，以備檢查是否有所損壞。但注意不可用火燃燒，以免清管器之彈簧，橡皮盤，鋼絲刷等因受高熱而遭蒙損害。

將取出銃加以清除，並關閉速啓法蘭，放空管，放氣管等，以備接受另外之清管器。

應將清管器抵達時刻，沉積物多寡情形等，加以記錄，供作參考。

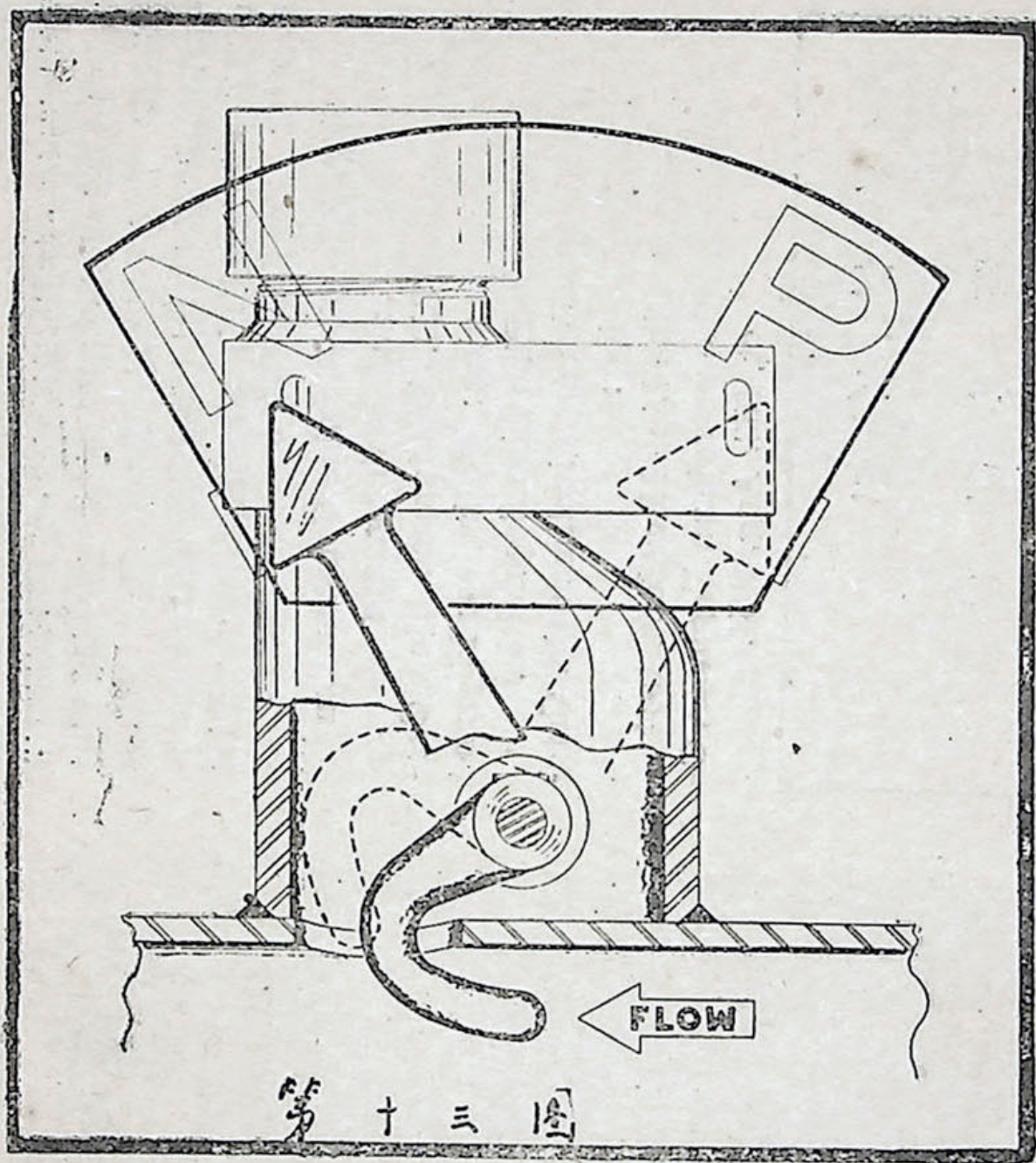
### 六、清管器行進位置之偵察 (Tracing the Scraper)

清管器之行進位置，甚關重要，應時刻加以注意，已如前述，至于對其偵察之方法，亦有多種，可供採用。

刮刀式清管器在管線中行進時，可發出響聲，工作人員只須沿途追蹤，不難知其位置之所在，但對其他各種形式之清管器，普通用下述幾種方法以偵察之。

1. 最簡單之方法，即爲在清管器上附裝發聲器 (Noisemaker)

2. 或在清管器上附裝有用電池操縱之無線電發訊機 (Battery-Operated Radio Transmitter)



第十三圖

，其所發出之訊號，可用適當之收聽器加以收聽。

3. 利用放射性物質，附裝于清管器上，用蓋氏計數機 (Geiger Counter) 測知之

4. 最近更有用磁力計 (Magnetometer) 者，且其效果甚佳，此種儀器，對磁力線之感應，甚為靈敏，即利用清管器之鋼製中軸，使預經磁化，以便偵察之

5. 另有一種清管器偵察裝置 (Scraper Detector)，如第十三圖，可用鑽孔機 (Tapping Machine) 及焊接工具將之裝設于管線上。其本體為一鋼製之密閉空室 (housing) 可耐高壓，將之焊接于管線上後，即用鑽孔機將管壁鑽成一  $1\frac{1}{8}$  吋之小洞，利用一吊鈎 (Trigger)

懸置于油流中，當清管器經過時，吊鉤即被推回空室內，因其軸之轉動而聯動一指針，可在指示盤上指示出來。同時，在此軸之另一端，裝有一偏心輪，可因其偏心轉動而使一電流開關 (Microswitch) 接通，即可傳遞訊號至辦公處所或自動操縱其他之設備，如凡而之啓閉是。

——完——

參考資料：Oil Pipeline Construction

and Maintenance

T.D. Williamson. Inc. Catalog

alog: Williamson Pigs and

Pipe Line Specialties

Cleaner Pipelines Co. Catalog

log:

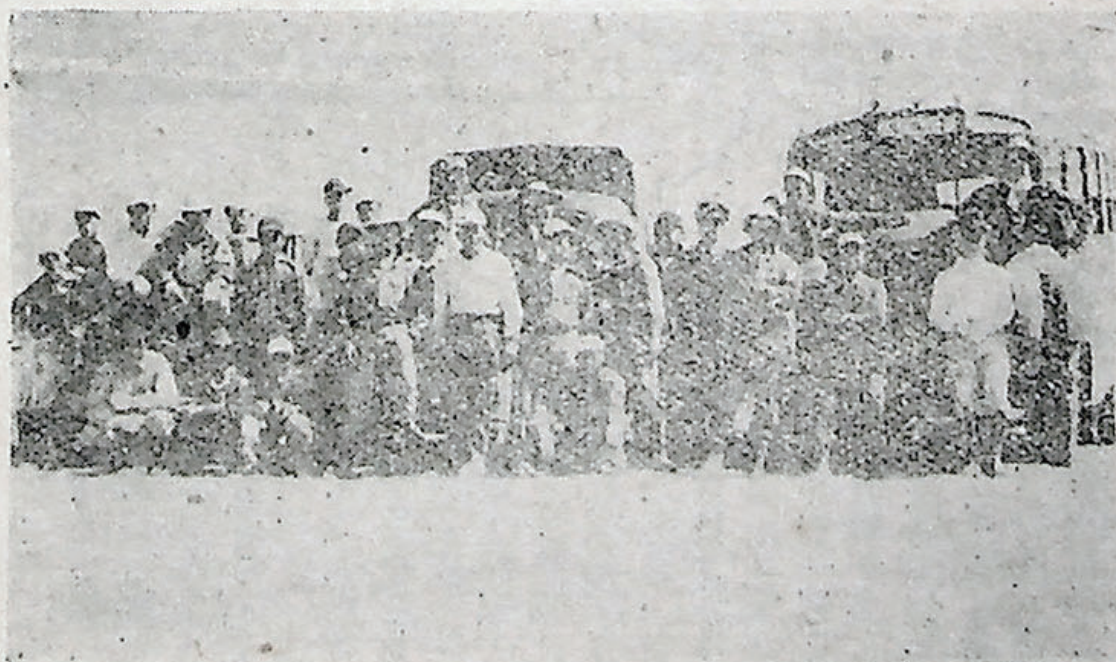
Pipe Line News Sept. 1954

The Petroleum Engineer, Oct.

1953, Aug. 1954.

反攻大陸

解救同胞



臺南地區地震探勘工作完成時工人合影 (海)