

固定式内燃机

苏联Г.С.罗波扬等著

石油工业出版社

固 定 式 內 燃 机

苏联 Г·С·罗波揚 А·А·拉屋金德著

刘景侄 刘文东译

石油工业出版社

內 容 提 要

本書介紹在石油工業中最常用於固定設備及鑽井的各種壓燃式內燃機；討論這些機器在運行、修理、調整和試驗時的一些實際問題。並介紹了各型內燃機的性能。

同時，本書還簡要地介紹了使用內燃機的移動式小型發電站及內燃機的燃料、滑油和用水的資料。

本書可供內燃機司機、機械師及從事此方面工作的工程技術人員閱讀。

Г.С.ЛОПОЯН А.А.РАВКИНД

СТАЦИОНАРНЫЕ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社（ГОСТОПТЕХИЗДАТ）

1953年列寧格勒版翻譯

統一書號：15037·52

固 定 式 內 燃 機

劉景倓 劉文東譯

石油工業出版社出版（社址：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063號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

850×1168 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張7 $\frac{3}{8}$ * 174千字 * 印3,861—8,060冊

1955年8月北京第1版第1次印刷

1958年10月北京第1版第4次印刷

定價（9）1.82元

序

苏联共产党第十九次代表大会的具有歷史意義的決議給石油工業提出了重大的任務，那就是 1955 年的石油產量要比 1951 年增加 85%，這就要求石油工業中的所有工作人員要緊張而忘我的勞動。

一般說來，動力設備，特別是石油工業的各部門中所廣泛使用的強大的內燃機的不停歇的工作，對完成和超額完成石油工業企業的生產計劃起着很大的作用。

二十世紀初葉，當巴庫-巴士米煤油管道事業中安裝了〔俄羅斯狄塞爾〕工廠最初製造的國產壓縮空氣噴射式的內燃機時，俄羅斯石油工業中就開始使用內燃機了。

以後 B-90 型，B-125 型，H-99 型，20K-4 型，60C-3 型，60C-4 型，以及其他型式的國產內燃機在高加索，中央亞細亞和恩巴等石油區的固定裝置（發電站和油泵站）中得到了廣泛的使用。

內燃機在石油工業中所以能得到這樣順利推廣的原因，是因為一部分油礦和其他企業遠在我們祖國的無水地區中，距離大的動力系統和輸電綫太遠，同時也由於這種發動機在使用方面具有其特點。關於內燃機的特點應該指出的是建設內燃機站的基本建設投資較小，可以在短時期內投入生產，隨時可以起動，經濟性高，水的消耗量小等等。

在偉大的十月社會主義革命後，石油工業得到了迅速的發展。為了滿足油礦，探區和其他企業對動力的日益增長的需要，就要求內燃機事業很快地壯大起來。最近二十年來石油工業及其動力設備得到空前的壯大。在這幾年中內燃機動力不僅在數量上增加了而且類型也有了變化。舊的壓縮式內燃機逐漸為比較現代化的非壓縮式（無氣噴射式）的內燃機所代替。

現在石油工業中所用的內燃機動力主要為無氣噴射式內燃

机。

現在使用的內燃机有不同的型式和牌号：二衝程的和四衝程的，低速的和高速的等等；功率最大的有 2000 馬力，並能燃用各种液体燃料。这些內燃机多用於帶動發電站中的發電机和輸油管幹綫上油泵站中的油泵。

內燃机在鑽井設備中作為轉盤、絞車和井場的泵等的聯動机上同樣得到了普遍推廣。

除了压燃式內燃机以外，在石油工業中還使用着一種煤氣机，煤氣机与壓縮机連成一個机組——氣動空氣壓縮机組。

这种机組用於油礦和煉廠的空氣壓縮机站，或用在瓦斯管道中唧送瓦斯。

本書只研究有關燃用液体燃料的內燃机的使用方面的問題。

石油工業的內燃机動力主要為國產机組。應該特別指出的是最近幾年來 B2-300 型內燃机在鑽井方面已成為主要的動力來源。这种內燃机的形体很小，但却具有相當大的功率，它具有不大約單位重量(2.5公斤/有效馬力)，它能在很大的轉數範圍內穩定地工作，容易搬運，它可以使用液体燃料，也可以使用氣體燃料(稍加改裝之後)。

KDM-46 型，Д-54 型和 КД-35 型高速內燃机在鑽構造探井中得到了大力的推廣。

在讀者所關懷的這本書裏將敘述石油工業中最普遍採用的压燃式內燃机。

本書對每一種內燃机都提出了冷却水和滑油的合適溫度和壓力，燃料機構和配氣機構的調節數據，修理時應當調整的和使用中接合部的容許間隙，及內燃机的特性等。

本書在內燃机的使用和修理方面能給予讀者一些實際的幫助。

由於這本為讀者所關懷的書還是初版，自然不可能要求材料很完全，作者懇請讀者提出批評与建議，通訊地址：莫斯科牙克夫三道街 1/19 号國立石油燃料科技書籍出版社。

目 錄

序

第一章 固定設備用內燃機	5
Ч-42.5/60 型內燃機	6
V8M-345型內燃機 (吉特茨)	16
42BM6-6 型內燃機	23
HFS 型內燃機 (密爾力士)	27
M6V-40/46 型內燃機 (曼烏馬哥)	32
PK-30 (Д-30/40) 型內燃機	38
6Д-30/50 型內燃機	42
7TS-32 型內燃機 (米力茨爾勒)	47
運行資料	53
第二章 固定式內燃機的檢修	71
內燃機主要部件的修理, 零件的集裝和安裝	74
內燃機機座	74
軸承	80
曲軸	84
汽缸体和汽缸套	92
活塞組	95
第三章 固定式內燃機的調整	98
燃料泵	98
配氣機構	106
噴油器	108
第四章 內燃機的試驗	109
內燃機工作指標的計算	112
有效功率的計算	112
內燃機的指示記錄	113
轉數的計算	122
廢氣、水和滑油溫度的測量	123

燃料及滑油消耗量的計算	124
第五章 臨界轉數	127
扭轉振動的試驗	130
排除諧振的方法	138
不均匀程度的計算	141
第六章 運輸式和小型固定式內燃機	145
B2-300型內燃機	147
B2-300型內燃機改用天然氣的問題	159
B2-300型內燃機在移動式發電站中的配置情形	162
KDM-46型內燃機	165
KDM-46型內燃機在移動式發電站中的配置情形	173
Д-54型內燃機	175
Д-54型內燃機在移動式發電站中的配置情形	179
KД-35型內燃機	181
裝有KД-35型內燃機的移動式發電站	185
ЯАЗ-204型內燃機	185
8С-230P(石柯達)型內燃機	190
Ч-13/18型內燃機	193
Ч-10,5/13型內燃機	196
MR(馬卡拉連)型內燃機	200
2Д-16,5/20型內燃機	204
HD-22型和HD-40型內燃機	208
第七章 內燃機用的燃料、滑油和水	212
燃料	212
燃料的性質對內燃機工作的影响	214
潤滑油	218
潤滑油的再生和離析	221
水	225
附 錄 內燃機的故障及其修理方法	229
主要符號	234

第一章 固定設備用內燃機

壓燃式內燃機在石油工業中的發電站中和油泵站中所以能得到廣泛的推廣，是因為它比蒸汽動力設備具有更多的優點。其主要的是當建設動力站時基本建設投資較小，效率高，耗水量小並隨時可以起動。在遠離動力供應站和在水源不足的新石油礦區中開採石油時，壓燃式內燃機的這些優點就成為不能用其他設備代替的了。

石油工業中的固定設備主要使用無氣噴射式固定式的和船用的各種內燃機，其功率由200至2000馬力，轉數為每分鐘187—1000轉。這些內燃機在正常負荷下的效率是35—39%，燃料的單位消耗量是180—200克/馬力小時，滑油消耗量是4—6克/馬力小時，水的消耗量（當內燃機進水及出水的溫度差為15—25°C時）是15—25公升/馬力小時。

轉數固定是固定設備用內燃機工作的重要特點。

發電站中所裝設的內燃機，一般都是直接（固接）聯在發電機上。這種接合是用剛性接合器和緊固螺釘來完成。

在這種情況下，內燃機的轉數應該保持電流的標準頻率（50週/秒），就是說，內燃機應該以下列轉數工作，即：每分鐘187，214，250，273，300，333，375，428，500，600，750，或1000轉。

在功率在300馬力以內的個別設備中，內燃機和發電機用皮帶（平皮帶或三角皮帶）連接或是經過彈性聯軸節（例如RAD-3型內燃機）連接。

裝有內燃機的各個發電站，或是彼此獨立地工作，單獨向各地區供電，或是用輸電綫連成一個整個的系統，而彼此併車運轉，並且也可和汽輪機發電站併車運轉。

在輸油管道的油泵站中，內燃機與活塞泵的連接要用能够使

油泵与減速器工作不均匀性減弱的彈性联軸節或是齒輪联軸節。

減速器的用途是在內燃机的轉數保持原狀之下，也就是功率不變的情況下，使油泵能得到所需轉數。爲避免使用裝置複雜和笨重的減速器起見，在石油工業的泵站中應儘量採用每分鐘轉數不超過 300 轉的內燃机。

300 馬力以內的油泵站，可以採用高速內燃机（CP-69 型，B2-300 型）；在這一情況下，內燃机和油泵的連接同樣是用三角皮帶。皮帶輪直徑得按油泵所需轉數選擇。

本章所述內燃机，不論是固定式的或船用的，在發電站中都可用以帶動發電机。

爲了取得足夠的功率並保證電流以應有的頻率（50週/秒）起見，使用船用內燃机時，必須選擇那種接近發電机額定轉數的內燃机。

用以帶動活塞式油泵的內燃机，主要採用每分鐘轉數爲 187 和 250 轉的 3Ч-42.5/60 型和 4Ч-42.5/60 型內燃机，和每分鐘轉數爲 300 轉的 6Д-30/50 型內燃机。

下面對於石油工業最普遍採用的幾種內燃机的構造，燃料油泵（這是一個能保證內燃机運轉可靠而經濟，並且是比較重要的部件）調整的方法，以及內燃机的運轉參數，如：冷却用水和滑油的溫度与壓力，修理時所應規定的和使用時所容許的接合部的間隙，內燃机的特性等將作簡要的說明。

對於不常用的內燃机，則將列表說明。

4-42.5/60 型內燃机

這是一種四衝程、無氣噴射、合箱、單燃燒室、筒形活塞式的內燃机；這種內燃机有三缸、四缸和六缸的幾種。四缸和六缸的內燃机有每分鐘爲 187 轉和 250 轉的兩種，三缸的只有 187 轉的一種。每分鐘 187 轉的內燃机，其汽缸功率是 100 馬力，每分鐘 250 轉者爲 125 馬力。

每分鐘轉數爲 250 轉的內燃机与每分鐘 187 轉的內燃机有下

列區別：每分鐘轉數為 250 轉的內燃機，其噴油器的噴油嘴上有一七個直徑為 0.45 公厘的噴油孔，而一般的只有五個噴油孔，閥頭的直徑較大，汽缸蓋稍有不同（相應截面的汽門孔），調速器的彈簧較硬，飛輪也有所不同（直徑較小的圓盤飛輪），連桿螺栓是合金鋼製的。除上述者外，其他零件都可以與其他內燃機互換使用。這種內燃機的橫斷面見圖 1，其主要技術規格見表 1。

4-42.5/60型內燃機的主要技術規格

表 1

項 目	34-42.5/60	44-42.5/60	64-42.5/60
功率，馬力	300	400;500	600;750
每分鐘轉數	187	187;250	187;250
汽缸直徑，公厘	425	425	425
活塞衝程，公厘	600	600	600
平均有效壓力，公斤/平方公分	5.66	5.66;5.3	5.66;5.3
汽缸數	3	4	6
汽缸工作次序	1-2-3	1-3-2-4	1-5-3-6-2-4
活塞平均速度，公尺/秒	3.74	3.74;5.0	3.74;5.0
燃料	MT-1(M ₃)發動機油		
燃料耗用量，克/馬力小時	180+5%	180+5%	180+5%
滑油	T 牌發動機滑油，10號汽車滑油		
滑油耗用量，克/馬力小時	4.4+10%	4.4+10%	4.4+10%
飛輪重量，公斤	—	9150*	5450*
飛輪的迴轉力矩，公斤平方公尺	—	42 000*	22 800*
最重零件的重量(帶缸套的氣缸體)，公斤	4600	6300	9250
不帶飛輪內燃機的 L 乾 1 ①重量，公斤	—	34 000	48 000
小修時需搬動零件的最大重量：			
汽缸蓋帶氣門	800	800	800
活塞連同聯桿	580	580	580
外形尺寸，公厘			
長	—	4595	—
寬	2840	2840	2840
高	3295	3295	3295

① 內燃機的 L 乾 1 重量一詞是指內燃機不帶水，燃料和滑油的重量。

* 該數字係指汽缸功率為 125 馬力的內燃機。

作為 4-42.5/60 型內燃機的典型 44-42.5/60 型內燃機，其

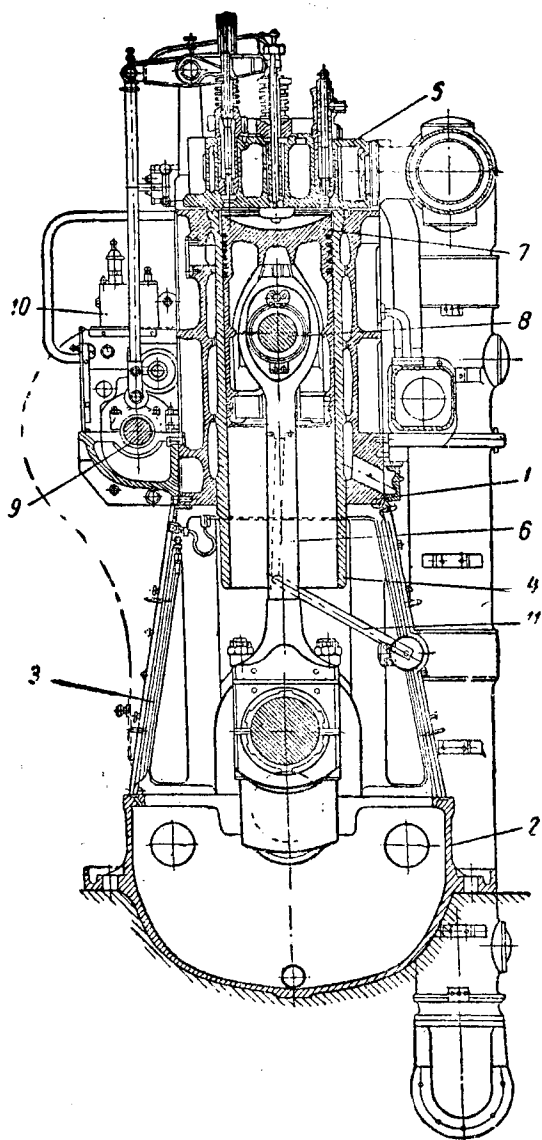


圖 1 4-42.5/60 型內燃機橫斷面圖

1—汽缸體；2—機座；3—支柱；4—缸套；5—汽缸蓋；6—連桿；
7—活塞；8—活塞銷；9—凸輪軸；10—燃料泵；11—指示器傳動裝置。

技術特性見圖 2。圖中所有曲線都是從試驗中得來的，其中最上的兩條曲線是在石油工業企業中得出來的。一條平均曲線是在一部久經使用而經調整後的內燃機上得出來的。如果修理的質量優良和調整得好，其結果應該與試驗台上所得結果相符合，就是說應該符合圖 2 下面的曲線。

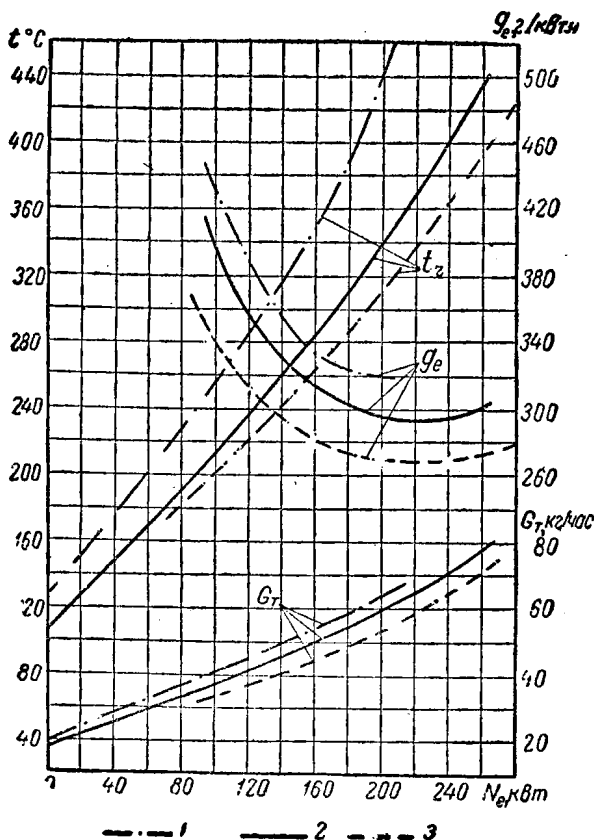


圖 2 死接在功率為 280 瓩的發電機上，每分鐘轉數為 187 轉時，44-42.5/60 型內燃機的特性
 1—大修停車之前的試驗；2—運轉過程中的試驗；
 3—當考慮發電機的效率為 0.9 時，所得的新內燃機的試驗曲線。

44-42.5/60 型內燃機有一個密閉式整的鑄鐵機座 2 (圖 1)。

座上裝有五根支柱 3，用以支撐汽缸體。對於汽缸數不同的其他內燃機如果汽缸數為 i 時，其支柱數則為 $i+1$ 。汽缸體是鑄鐵製的，三缸和四缸內燃機的汽缸體是一個整體，六缸的汽缸體是由用螺栓連接起的兩部分組成的。汽缸體內鑲有鑄鐵製的缸套 4。曲軸是一整體。主軸承的軸瓦是鑄鐵製的，表面澆有 BH 牌巴必脫合金。汽缸蓋 5 是鑄鐵的。每個汽缸蓋上都裝有進氣閥，排氣閥，起動閥，安全閥，噴油器和指示器開關。連桿 6 是鋼的，其截面為圓形，下連桿頭（不帶軸瓦）可以拆卸，其內表面澆有 BH 牌巴必脫合金。上連桿頭的軸承由兩塊可以拆開的並澆有巴必脫合金的鋼軸瓦組成。上連桿頭軸承最好澆以 E-83 號巴必脫合金或是鉛青銅或磷青銅。在後一種情況下，活塞銷的表面應具有相應的洛氏硬度。活塞 7 是鑄鐵製的整體，不加冷卻，並附有五個漲圈和兩個油環。活塞銷 8 壓入活塞的突出部中。

凸輪軸 9 是藉助三個傳動正齒輪由曲軸帶動。凸輪軸上裝有開閉氣閥和燃料泵的凸輪盤。每個汽缸均有一個單獨的燃料泵。噴油器是開放式並且是用水冷卻的。摩擦部分的潤滑是混合式的——壓力潤滑和澆油潤滑。主軸承，連桿軸承和活塞銷是壓力潤滑，汽缸是澆油潤滑。這種內燃機還有可能用齒輪式滑油泵對汽缸進行輔助潤滑。輔助潤滑主要是在內燃機起動時進行。冷卻系統是開放式的。內燃機用壓縮空氣起動。三缸和四缸的內燃機有兩個起動閥，六缸的有三個起動閥。

4-42 5/60 型內燃機可以與發電機直接聯接起來，後者的技術規格如表 2 所示。

4-42.5/60 型內燃機的安裝圖見圖 3。

每一個汽缸都各有一個單獨的燃料泵，它裝在支柱上。支柱裝有帶滾柱的槓桿和推桿及停油閥的傳動裝置。燃料泵有四個閥：一個吸油閥，兩個壓油閥，一個停油閥。燃料泵的橫斷面圖見圖 4。

燃料由油箱經過濾油器進入預熱器。預熱器和排水總管肘管部分做成一個整體。用排水總管排出的熱水預熱燃料。燃料由預熱

器流到一個使燃油保持一定水平的浮子室內，然後再流到燃料泵。如果有必要不需預熱時，則燃料可以从濾油器越过預熱器直接流入浮子室中。

燃料泵的工作程序如下。燃料由浮子室沿油管流到吸油閥19中。当柱塞1向下行動時，燃料泵的工作腔中即發生空氣稀薄現象，由於这种作用的關係，吸油閥即能勝过彈簧18的阻力而開啓，燃料即行注滿柱塞上面的空腔。這時压油閥23和22以及停油閥27均由於其彈簧的压力作用而完全關閉着。

当凸輪軸繼續轉動時，滾柱4就滾到凸輪盤的凸出部分上，推桿3就驟然向上頂起柱塞1，燃料泵中的油压即行增長，因而兩個压油閥即行開啓，燃料則經噴油器噴入內燃机的汽缸中。

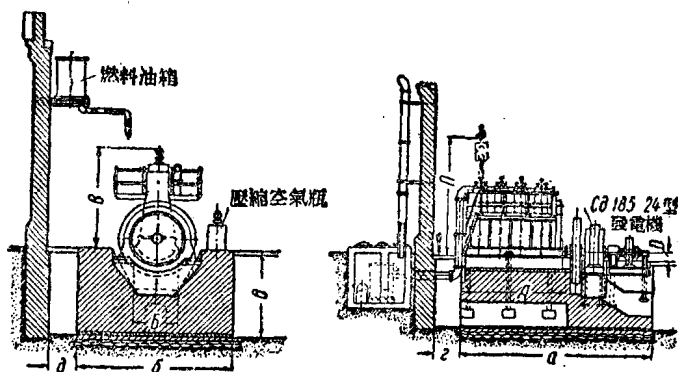


圖3 4-42.5/60型內燃机与發電机死接在一起時的安裝例圖
安裝的主要體積尺寸

內 燃 机 型 式	內 燃 机						地 基				
	A	B	B	A	E*	Π	a	b	c	l**	d**
4Ч-42.5/60	4235	1630	3300	350	320	4850	8100	4200	2800	1200	1000
6Ч-42.5/60	5895	1630	3300	350	320	4850	9700	5300	2800	1200	1000

* E——由軸心到內燃机凸緣的距離。

** l和d的尺寸取的是最小尺寸。

当压油動作終結時，橫桿6推動停油閥27的尾部而把它打開，

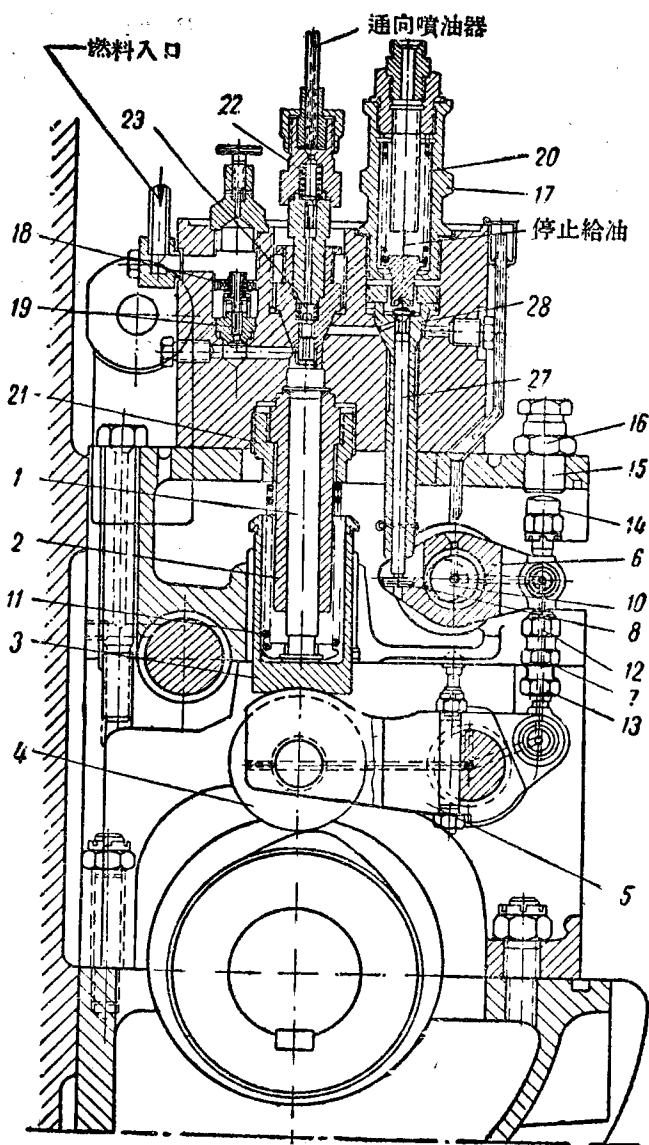
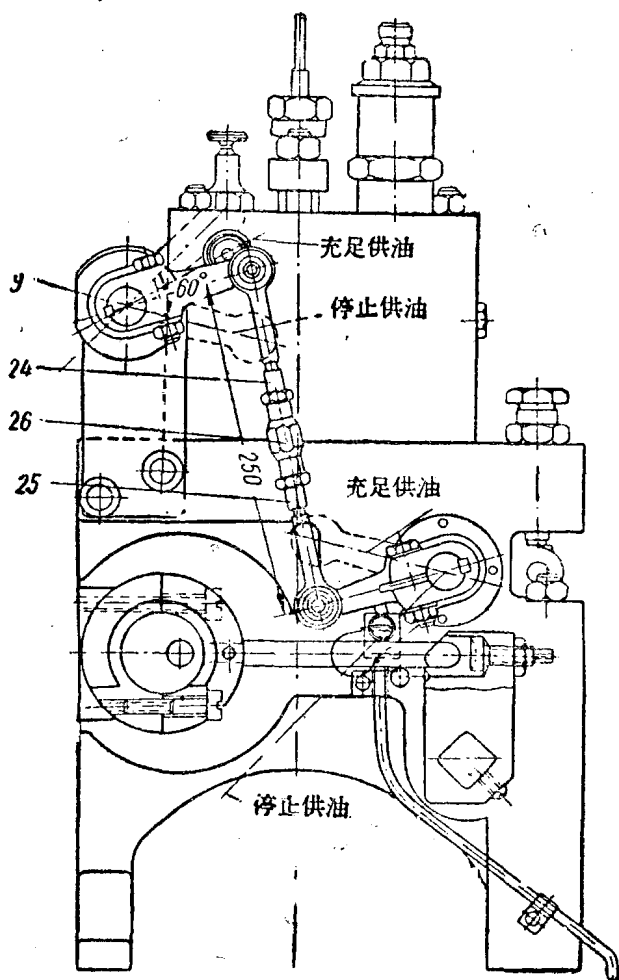


圖4 4-42.5/60型內燃機的燃料泵
 1—柱塞；2—襯套；3—推桿；4—滾柱；5—滾柱橫桿；6—停油閥襯
 桿；7—內拉桿螺帽；8—支座；9—停油軸；10—偏心軸；11—推桿彈
 簧；12—內拉桿上螺柱；13—內拉桿下螺柱；14—螺帽；15—止推螺



注：16—止推螺栓鎖緊螺帽；17—停油閥接头；18—吸油閥彈簧；
19—吸油閥；20—停油閥彈簧；21—压紧螺帽；22—上压油閥；23—下
压油閥；24—外拉桿上環；25—外拉桿下環；26—外拉桿連接螺帽；
27—停油閥；28—停油閥閥座。

燃料就通过下部的压油阀 23 和停油阀 22 流入回油箱中去。

停油阀和柱塞通过横桿和由兩個短螺栓 12 和 13 所組成的內拉桿而連接起來。

一個是右螺紋、一個是左螺紋的兩個螺釘用螺帽 7 連接着，因此拉桿的長度可以變更。變更了拉桿的長度，就變更了停油閥鐵芯與橫桿 6 之間間隙，這就變更了停油閥啓開的時間，因而也變更了供應氣缸的燃料油量。這個間隙越大，則停油閥啓開的時間來得越遲，因而供應氣缸的燃料油量就越多。縮小這個間隙，則供應氣缸的燃料油量即行減少。

上螺栓 12 和螺帽 14 在工作中要撞擊止推螺栓 15。就用這一個螺栓控制燃料泵滾柱和凸輪盤之間的間隙。這一間隙的大小決定供油的開始時間。

停油閥鐵芯和橫桿支座 8 之間的間隙要調整到把操縱桿放在零位與第一刻度之間時，就不給氣缸供油。調準這一間隙時，滾柱應該在凸輪盤的圓柱部分上。在滾柱與凸輪盤之間要放一個 0.2 公厘厚的塞尺並變更拉桿的長度。這時候應該把螺栓 15 擰出一點來，以防限制拉桿長度的變更。

調準這一間隙使之能保證停止供油之後，再把螺栓 15 擰下去，使之僅僅接觸到螺栓 13 即可。這樣在滾柱和凸輪盤之間就保持着一個要求的 0.2 公厘的間隙。這時候越前角應該是在上死點前 30 度。應該指出的是最近出品的燃料泵就沒有止推螺栓 15，並且在燃料泵的滾柱和凸輪盤之間也沒有間隙，這就簡化了燃料泵的調整工作。在這一情況下，調準供油越前角於上死點前 30 度時，只須旋轉凸輪盤即可。當舊式燃料泵的凸輪盤和滾柱沒有磨損的時候，就可以使滾柱與凸輪盤之間不要間隙而工作。

停油軸對停油閥傳動是經過橫桿用裝在燃料泵外部左側的連接拉桿來進行的。這拉桿由兩個螺釘組成，一個是左螺紋，一個是右螺紋並用一個螺帽連接起來。拉桿的長度可以變更，因而也變更了停油閥鐵芯下的間隙，所以也變更了氣缸的供油量。拉桿的正常長度（兩個柄的軸心之間的距離）等於 250 公厘。在操作過