

第四章 坦克發動機的結構組成

概 論

第二次世界大戰時期的主要坦克發動機為活塞式多汽缸內燃機。列於表 1 中的坦克發動機的各種型式，35% 為高速柴油發動機，65% 為汽化器發動機。發動機功率 N_e 的變化範圍由 130 至 750 馬力。

蘇聯的坦克車，主要是裝備強大的高速柴油機，在第二次世界大戰起初，其他國家既沒有強大的坦克發動機，也沒有可靠的大馬力的柴油機，所以在美國和英國最流行的中型坦克採用雙座汽車型式的柴油機（GMC[●]，列蘭特），以及若干汽化器式發動機（悲多福特、福特等）。

德國在戰爭開始時亦無完善型式的強大坦克柴油機，所以在全部坦克車上使用汽化器式發動機。

從 1942 年開始，蘇聯的 B-2 型坦克發動機經過詳盡試驗後，許多工廠：德蒙列耳-伯茲、塞麥林克等開始製出強大坦克發動機的實驗型式（ $N_e=700\sim750$ 馬力）。

高速坦克柴油機與汽化器發動機相比，它具有下列優點：

a) 柴油機的單位消耗量 $g_{e\text{通用}}=170\sim190$ 克/1 有效馬力·小時較之汽化器發動機之 $g_{e\text{通用}}=230\sim280$ 克/1 有效馬力·小時的效率為高；柴油機燃料的比重較汽油的比重為大，充滿同一容積的重量較多；因此裝備柴油機的坦克車具有較大的行動半徑；此外，在改變工作情況時，柴油機的燃料單位消耗量較為穩定。

6) 使用於柴油機中燃料的火災危險性較小，以及燃料易於儲存與運輸（氣油、太陽油）。

坦克用柴油機在轉數加速的可能性以及在絕對重量與外形方面，雖不如汽化器發動機，但高速柴油機的優點在頗大程度上超過此等缺點。

冷却 在坦克發動機中，主要是使用水冷却（參看表 1）。

具有空氣冷却的發動機，由於下列因素，不能滿足工作上的要求，因之極力地限制其使用於坦克中：1) 在低轉速時（在最大扭轉力矩上），由於通風量的減少以及汽缸蓋與汽缸構造上的若干缺點，汽缸蓋與汽缸壁發生過熱；2) 在冬季時發動機起動非常困難。

在第二次世界大戰開始時，美國使用空氣冷却的

發動機。日本坦克保持空氣冷却的發動機直至戰爭終了，這就說明了日本坦克製造的落後性。

空氣冷却的優點，是在馬達部分無散熱器、輸送管及頗大數量的接頭，這樣可以簡化發動機在坦克中的安裝，而縮小馬達部分的外形，賦予坦克較大的自容性與冷却系統較小的損傷性。

在最大扭轉力矩的狀況或接近於此種狀況時，汽缸蓋與工作汽缸的加強通風，以及改善汽缸蓋和工作汽缸與散熱肋的構造形式，則能消除坦克用空氣冷却發動機的缺點。

二衝程柴油機的應用 各型二衝程柴油機中，僅有雙座組成功率為 376 馬力的運轉式 GMC 型發動機採用於中型坦克上，以及功率為 165 馬力的單座發動機採用於輕型坦克上。

GMC 二衝程柴油機由於在運轉中的可靠性，並具有高的功率排量比（當 $n=2000$ 轉/分時 $\frac{N_e}{V_s}=24.5$ 馬力/公升）等於汽化器發動機（當 $n=3500$ 轉/分）及增壓進氣（當 $p_k=1.5\sim1.7$ 公斤/公分²）之高速柴油機的功率排量比，保證了具有縫口進氣閥的二衝程柴油機，能成功地採用為坦克發動機。

單座二衝程柴油機的功率，必須大大地提高，才能順利的使用於坦克中。

增壓進氣 具有增壓器的發動機，曾實行於塞墨林克柴油機的實驗型式中。在適當的增壓情況下，幾乎不提高溫度的狀態，不須特別加強發動機各部分的結構，而能大大地提高功率排量比，並且馬達機構外形尺寸增加不大。

最複雜的問題是增壓器型式的選擇。增壓器應具有高的效率（ $\eta_{\text{增}}$ ）；增壓器的性能，當發動機的轉數減少時，應保證 $M_{\text{扭轉}}$ 必需的增長。

立體型式的增壓器，當轉數減少時能得到若干空氣壓力的升高，但具有低的 $\eta_{\text{增}}$ 。漢米登式立體增壓器，具有較高數值的 $\eta_{\text{增}}$ 。在具有較高 $\eta_{\text{增}}$ 的離心式增壓器中，空氣壓力隨轉數減少而急劇地下降。在增壓器的傳動裝置中使用變速傳動，能在低轉速上提高空氣壓力，但在這種情況下，將使增壓進氣機構複雜化。

採用渦輪增壓器作為增壓進氣機構，則適合於坦克發動機。在這種情況下，如有單獨配置的渦輪壓縮

● GMC 是美國通用發動機公司。——譯者

表 1 坦克發動機的主要參數

汽化器四衝程發動機

發動機	衝程	汽缸排列	動力機中發動機數目	N_e (馬力)	n (每分鐘)	$\frac{N_e}{G_m}$ (馬力/噸)	D_m (公厘)	S (公厘)	$\frac{S}{D_m}$	V_s (公升)	i	$i \cdot V_s$ (公升)	ϵ	$\frac{D_m^3}{i}$ (公厘 ³ /公升)	$\frac{V_s}{N_e}$ (公升/馬力)	長, 寬, 高 (公尺)	$\frac{V_{a2}}{N_e^{1/3}}$ (公升 ^{1/3} /馬力 ^{1/3})	$i \cdot F_n$ (公寸 ²)	$\frac{i \cdot F_n}{N_e}$ (公寸 ² /馬力)	$\frac{V_s}{N_e}$ (公升/馬力)	G_{ab} (公升)
蘇聯嘎斯-80	4	直立	2	2×85 170	3600	—	82.0	110	1.34	0.578	2×62	3.48 6.96	6.8	6.1	13.2	1.60 ×0.50 ×0.70	0.51	3.15×2 6.30	27.0	24.4	—
美國卡季拉克	4	直立	2	2×110 220	3400	15.2	89.0	114.5	1.29	0.710	2×62	4.26 8.52	6.5	6.8	13.0	1.00 ×1.30 ×0.95	1.23	3.72×2 7.44	29.6	25.8	2×590 1180
美國克雷新列爾	4	直立	5	5×85 425	2600	14.2	87.3	114.5	1.31	0.685	5×65	4.11 20.55	6.5	7.25	9.90	—	—	3.60×5 18.0	23.6	20.6	5×500 2500
英國悲多福特	4	臥式	1	350	2200	8.9	127.0	139.8	1.10	1.76	12	21.22	5.5	6.75	10.3	1.32 1.22 0.75	1.21	15.2	23.0	16.5	1540
美國福特 GAA-V-8	4	V形	1	500	2600	16.2	133.4	152.4	1.14	2.14	8	17.1	7.25	10.1	13.2	1.49 0.84 1.21	1.51	11.2	44.6	29.2	—
英國墨捷奧爾	4	V形	1	650	2600	23.2	137.2	152.4	1.11	2.6	12	2.72	—	8.25	13.2	—	—	17.2	37.0	23.9	—
德國馬依巴黑 HL-62	4	直立	1	140	2600	15.7	105.0	120	1.14	1.03	6	6.18	6.5	7.85	10.4	1.20 0.68 0.83	0.68	5.2	27.0	22.6	—
德國馬依巴黑 HL-120	4	V形	1	300	3000	12~15	105.0	115	1.09	0.99	12	11.88	6.5	7.55	11.5	1.22 0.75 0.78	0.71	10.4	28.8	25.2	—
德國馬依巴黑 HL-210	4	V形	1	625	3200	15.0	125.0	145	1.16	1.78	12	21.4	7.5	8.20	15.4	1.205 0.892 0.900	0.97	14.70	42.5	29.2	1000
德國馬依巴黑 HL-230	4	V形	1	675	3200	11.2	130.0	145	1.16	1.92	12	23.04	6.8	8.25	15.4	1.115 0.892 0.900	0.90	15.80	42.5	29.3	1000
美國拉依特烏 依爾維德, 9 缸增壓連氣, 空氣冷卻	4	星形	1	400	2500	14.8	127.0	139.8	1.10	1.77	9	15.93	6.3	9.00	11.6	0.960 1.140 1.140	1.25	11.4	35.0	25.2	325

(續)

高 速 柴 油 機																					
發 動 機	衝 程	汽 缸 排 列	動 力 機 構 中 發 動 機 數 目	N_e (馬 力)	$\frac{N_e}{G_m}$ (馬 力 / 噸)	D_n (公 厘)	S (公 厘)	$\frac{S}{D_n}$	V_s (公 升)	i	$i \cdot V_s$ (公 升)	ϵ	P_m (公 斤 / 公 寸 ²)	C_p (公 尺 / 公 寸)	長, 寬, 高 (公 尺)	V_{ab} (公 尺 ³)	$\frac{V_{ab}}{N_e/100}$ (公 尺 ³ / 馬 力)	$i \cdot F_n$ (公 寸 ²)	$\frac{N_e}{i \cdot F_n}$ (馬 力 / 公 寸 ²)	$\frac{N_e}{V_s}$ (馬 力 / 公 升)	G_{ab} (公 斤)
蘇聯 B-2-34②	4	V形	1	500	1800	150	180.0 186.7	1.20 1.24	3.18 3.30	12	38.9	14~ 15	6.45	11.2	1.558 1.116 1.072	1.87	0.375	21.2	23.6	12.8	750
英國 AECA-190②	4	直立	1	130	1900	120	142	1.18	1.61	6	9.66	16	6.40	9.0	1.42 0.93 0.93	1.22	0.93	6.75	19.4	13.5	—
加拿大 G-6004②	2	直立	1	165	2000	108	127	1.17	1.16	6	6.96	16	5.35	8.5	1.20 0.82 0.90	0.89	0.54	5.50	30.0	23.7	730
英國列蘭特②	4	直立	2	2×95 =190	2000	108	127	1.17	1.16	2×62	6.96 13.92	15.5	6.15	8.5	1.45 1.47 0.95	2.02	1.07	2×5.50	17.3	13.6	1500
美國 GMC-6046②	2	直立	2	2×188 376	2100	108	127	1.17	1.16	2×62	6.96 13.92	16	5.82	8.9	1.20 1.74 0.90	1.88	0.49	2×5.50	34.0	27.0	1960
德國塞墨林克 增壓進氣 SL-16③ (渦輪增壓器)	4	X形	1	750	2000	135	160	1.18	2.29	16	36.7	—	9.20	10.6	1.528 1.650 2.520 1.125	2.84 4.35 ①	0.380 0.580	22.9	32.8	20.4	—
德國德蒙列伯 茲③ MB-507	4	V形	1	720	2000	158	180	1.14	3.52	12	42.2	—	7.70	12.0	1.720 1.170 1.040	2.10	0.292	23.6	30.5	17.0	900
捷克捷租② 空氣冷却	4	V形	1	250	2000	110	130	1.18	1.23	12	16.8	—	7.60	8.70	1.290 0.956 1.016 0.780	0.96 1.02 ①	(0.382) 0.410	11.3	22.1	14.9	—
美國吉伯生 T-1020②, 空氣冷却	4	星形	1	265	2260	130.2	139.8	1.07	1.86	9	16.74	15	6.35	10.5	0.75 1.15 1.15	0.99	0.372	12.0	22.0	15.8	328

① 具有通風機空氣冷却的發動機之寬度。

② 混合氣化: 直接噴成霧狀。

③ 試驗的發動機; 混合氣化: 在預燃室噴成霧狀。

器,可使馬達機構的總效率提高 10~15%。

當利用渦輪壓縮器作為增壓進氣機構時,難於造成渦輪管路中氣管的氣密性,以及保證由馬達裝置導出熱量與防護增壓器被烟垢阻塞。燃氣引入渦輪的輸送管之紊亂現象,增加火災的危險性。在試驗的塞墨林克柴油機上,裝設兩個渦輪增壓器,每一個在 8 汽缸組上工作($p_k=1.5$ 公斤/公分² 平均有效壓力 $p_e=9.2$ 公斤/公分²)。

應用增壓器於汽化器發動機中,可能使單位功率增高很大,但由於必須使用高辛烷值的燃料供給發動機,所以在汽化器式坦克發動機中,採用增壓進氣是應該限制的。

汽缸的排列 應用於坦克中的發動機,工作汽缸有直立排列的與 V 形排列的(參看表 1)。

在坦克中 12 汽缸 V 形排列的型式,已得到廣泛的應用,此種型式在單組機構中保證極大的功率,並能在坦克馬達部分便利而適當地配置各個構件(散熱器與油箱、通風機及其他)。V 形排列發動機屬於比容最小的發動機。汽缸一列式直立排列的六缸型式,在單組機構內不能保證足夠的功率($N_e=90\sim 180$ 馬力)。

在輕型與中型坦克的若干型式中,此種一列式排列的發動機成對配合為一組總的馬達機構。成對的發動機與其他型式相較,其單位外形容積甚大(參看表 1)。

汽缸的星形排列是不大適宜的,因其使坦克的總高度大大地增加,而傳動箱和發動機相連的軸必須配置在下部裝甲鋼板之上。當坦克的高度較大時,則更加沉重而易受損傷。

汽缸的 X 形排列也是不大適宜的,因其不易觀察分配機構及下排汽缸的燃料系統。但若發動機的構造形式能很少需要檢查分配機構,則採用 X 形排列 16 汽缸的發動機可以保證巨大的馬力與可靠的工作。

汽缸的臥列能保證坦克的高度較低。但在第二次世界大戰中,汽缸臥列的發動機並未流行(參看表 1)。坦克中配置發動機最流行的是縱向排列。

熱力參數 功率排量比的平均值與平均有效壓力 $\frac{N_e}{i \cdot F_n} \cdot c_p$ 及 p_{ecp} 列於表 2。

在汽化器發動機中,是依靠較大數值的 p_e 與提高轉速 $n_{cp}=2900$ 轉/分,活塞速度 $c_{cp}=12.4$ 公尺/秒而獲得高的功率排量比。在汽化器發動機中,由於燃燒的較大有效過程與較低的過量空氣係數,雖然活塞平均速度提高,仍將保證 p_e 的較高數值。 $\frac{N_e}{V_s}$ 數值的比

較,表現汽化器發動機的某些優點,僅在具有增壓進氣 $p_k=1.50\sim 1.70$ 公斤/公分² 時之高速柴油機及現代二衝程高速柴油機能與之比擬。活塞功率 $\frac{N_e}{i \cdot F_n}$, 作為活塞上熱力負荷的指數列於表 3。

在 GMC 二衝程柴油機中以及在悲多福特汽化器發動機中,為了防止活塞環黏結,規定有特殊的活塞冷卻法,以便由活塞環導出熱量。考慮到坦克發動機應保證經常不斷而可靠的運轉,此種型式發動機的活塞功率應當受到限制。

表 4 所列是功率 $N \approx 600$ 馬力之 V 形發動機的數據 $p_e, i \cdot F_n, c_{cp}$ 及 $\frac{N_e}{i \cdot F_n}$ (汽化器發動機與高速柴油機)。

汽化器發動機具有較大的活塞速度與較大的有效壓力;因此在同樣的功率時,其總面積 $i \cdot F_n$ 較之高速柴油機的該項總面積為小(當 $N_e=600$ 馬力時,則較小 35%,參看表 4)。

發動機外形尺寸的減小,使馬達部分能以縮小容積,而能增大戰鬥部分的尺寸與增厚裝甲鋼板。汽缸

表 2 功率排量比 $\frac{N_e}{V_s}$ 的平均值與平均有效壓力 p_e

發動機型式	$\frac{N_e}{V_s}$ (馬力/公升)	p_e (公斤/公分 ²)
四衝程汽化器發動機	24.90	7.80
四衝程高速柴油機	無增壓進氣	14.80
	有增壓進氣	21.00
二衝程柴油機	24.90	5.60

表 3 活塞功率(馬力/公寸²)

數 值	四 衝 程			二衝程 高速柴 油機
	汽 化 器 發 動 機	高 速 柴 油 機		
		無增壓進氣	有增壓進氣	
$\frac{N_e}{i \cdot F_n}$				
各種型式 發動機的平均值	33.4	23.6	33.0	32.0
最大加速 發動機的最大值	47.2 福特 8 缸 V 形排列	30.4 德蒙列耳- 伯茲 12 缸 V 形排列	33.0 塞墨林克 16 缸 X 形排列	34.0 GMC 6 缸 一 列 式

V形排列的汽化器發動機具有最小數值的 V_{os} 及 $\frac{V_{os}}{N_e}$ (馬依巴黑 HL-230、福特 GAA-V-8, 參看表 1)。

分析表 1 中的數據, 即可確定近代坦克發動機的各项基本指數。

坦克發動機平均有效壓力 p_e 與
燃料單位消耗量 g_e 的數值

1. 無增壓進氣的高速四衝程柴油機: $p_e=7.5\sim 8.0$ 公斤/公分²; $g_e=160\sim 190$ 克/1 有效馬力·小時。

上述 p_e 的數值, 可以依靠 α 的降低, 高的充氣係數 η_n 、燃燒室最適宜型式的選定, 以及最有利的噴射條件的選擇而獲得。

高數值 p_e 與低燃料單位消耗量的條件, 要求優先發展直接混合進氣的柴油機, 它能保證較可靠的起動。在這種情況下, 最大燃燒壓力 p_z 達 $80\sim 100$ 公斤/公分²。

表 4 功率 600 馬力以下之發動機的
有效壓力 p_e 、活塞速度 c_{cp} 、活塞
功率 $\frac{N_e}{i \cdot F_n}$ 及燃料單位消耗量 g_e

參 數	四 衝 程			二衝程 高速柴 油機
	汽 化 器 發 動 機	高 速 柴 油 機		
		無增壓進氣	有增壓進氣	
$p_e \left(\frac{\text{公斤}}{\text{公分}^2} \right)$	7.80	6.70	9.20 當 $p_K = 1.5 \frac{\text{公斤}}{\text{公分}^2}$	5.60
$c_{cp} \left(\frac{\text{公尺}}{\text{秒}} \right)$	13.0~15.5	約12.0	10.6	8.50
$\frac{N_e}{i \cdot F_n} \left(\frac{\text{馬力}}{\text{公分}^2} \right)$	37~44	27.5	32.8	—
$g_e \left(\frac{\text{克}}{1 \text{ 有效馬力} \cdot \text{小時}} \right)$	230~270	170~180	160~200	190~210

選定最有利的噴射條件, 即燃料泵柱塞的直徑(燃料供給的持續時間)、燃料泵的凸輪形式、噴霧器的構造、噴口的直徑和數量、噴射壓力, 以及燃料供給的導程角, 能達到很小的燃料單位消耗量。

2. 有增壓進氣的高速四衝程柴油機: $p_e=10.0\sim 13.0$ 公斤/公分²; $g_e=160\sim 200$ 克/1 有效馬力·小時。

當渦輪壓縮機利用廢氣的熱量時, 則可得到最低的單位消耗量 $g_e=160$ 克/1 有效馬力·小時。當使用傳動的增壓器時, 則單位消耗量就有若干的升高 $g_e\approx 200$ 克/1 有效馬力·小時。

3. 二衝程高速柴油機 (直接噴射法): $p_e=6.5\sim$

7.0 公斤/公分²; $g_e=190\sim 210$ 克/1 有效馬力·小時。

所引用之數值在下列條件下可以得到: a) 採用合理的送風系統, 保證工作汽缸最大完全淨化 $\gamma=0$ (閥門縫口式或單流縫口式); b) 較高的掃缸壓力; B) 有增壓進氣階段的存在。

最有利的噴射條件, 以及最有利的燃燒室型式, 當掃缸氣泵具有高 $\eta_{氣泵}$ 的合理構造時, 則能獲得很小的燃料單位消耗量 g_e 。

4. 汽化器四衝程發動機(無增壓進氣): $p_e=8.5\sim 9.5$ 公斤/公分²; $g_e=240\sim 280$ 克/1 有效馬力·小時。

在汽化器發動機中, 保證 p_e 的高數值是: 用適宜型式的燃燒室提高壓縮比 $\epsilon=7.0\sim 7.5$ 及以上(四面傾下中間隆起的或圓錐形的燃燒室), 以及靠足夠的空氣通路截面, 或靠進氣系統很小的阻力與正確地選擇噴射階段而得到高的 η_n 數值。

正確地選擇汽化器的構造與實驗地選定其工作制度, 在上述的條件下, 則能降低燃料單位消耗量 g_e 。

單座的汽化器發動機, 當必須獲得較大的功率時, 也可使用增壓進氣法, 但需要限制增壓進氣的壓力。這種限制是由於必須大大提高燃料的辛烷值。

對於坦克發動機構造所提出的
轉速與要求

在坦克發動機中, 必須具有增高的轉數 (當 N_{max} 時) 與相當低的活塞平均速度。

1. 在高速柴油機中, 無論使用增壓進氣或無增壓進氣, $n=2500\sim 3000$ 轉/分及 $c_{cp}=9\sim 11$ 公尺/秒。

在高轉數時, 必須降低進氣的平均速度。減少進氣線路的阻力, 才有可能獲得較高數值的 η_n 。

降低 c_{cp} 的數值, 會得到高的 η_{max} 與最小的發動機磨耗量。

在提高速度狀況下, 精細地選擇燃料供給系統與燃燒室可以保證過程的經濟。

2. 在汽化器的標準型式中, 當 $c_{cp}=11\sim 13$ 公尺/秒時, $n=3000\sim 4000$ 轉/分。

在汽化器發動機中, 爲了達成高的轉數, 也要有擴展的進氣系統與足夠之時間-截面的閥門。減少往復運動部分的質量, 在曲軸銷與曲軸頸上能具有容許的數值 k_{cp} 。在所有其他相等的條件下, 增高的轉數可使燃料的辛烷值降低。

現代坦克發動機的構造, 應適合下列的條件: a) 坦克發動機的外形, 特別是它的高度應爲最小; b) 發動機主要構件的構造(曲軸、連桿機構、曲軸箱及支座) 應保證發動機可靠而持久的運轉; B) 發動機重量的減

輕,無論靠其構造的形式,或靠使用輕合金的構造(同時使整個構造的剛性受到若干損失),均非決定的因素,因為發動機與其機構在一起僅為坦克總重量的3~6%;r)通風機的傳動機構,無論配置在坦克馬達部分任何位置時均應保證通風機的轉動;д)當坦克在各種傾斜角度時,發動機均能運轉;е)轉動各個機構(通風機、發電機、燃料泵、水泵及其他)的各種軸完全氣密;ж)易於檢查與便於修理。

除了所列舉的基本原則以外,下列特殊條件同樣也很重要:a)在通風機的傳動裝置中,應設有特殊的摩擦式離合器,以防止通風機由於馬達之轉數突然變化時所發生的過載,以及便於通風機分離(例如,坦克通過江河的障礙與水中通行時);б)必須保證發動機可靠的起動;в)嚴寒時期,在發動機起動以前所必需的冷水與油的預熱,應由直接裝配在發動機機構上的特殊裝置來保證;г)必需採用自動裝置(例如,溫度調節器)以便調整發動機的受熱狀態。

表5所列是動力裝置所佔體積的主要數據。

在坦克馬達部分的配置是:發動機、水散熱器與油散熱器、保證供給散熱器鼓風的通風機、燃料箱與滑油箱的一部分、蓄電池、壓縮機以及若干其他構件。馬達

部分的比容,即比值 $\frac{V_{\text{馬達部分}}}{N_e} \cdot 100$,可用以判斷坦克

馬達部分中動力裝置各構件合理配置的程度。增高的功率排量比及發動機構造與通風機傳動裝置的緊密性,均將保證比容的降低。增加發動機的功率,可使馬達部分的比容大大降低(表5);例如,當馬達機構的功率 N_e 由100至200馬力時,馬達部分的比容等於由2.0至1.2公尺³/100馬力,而當 N_e 由500至700馬力時, $\frac{V_{\text{馬達部分}}}{N_e} \cdot 100$ 等於由0.74至0.50公尺³/100馬力。

在坦克馬達部分中各機構的合理配置,對馬達部分比容的數值發生最大的影響。這一情況也可由列於表5中的比值 $\frac{V_{\text{馬達部分}}}{V_{\text{發動機}}}$ 來證實。例如,裝置於‘帕因捷爾’坦克中的馬依巴黑發動機,雖然其 $\frac{V_{\text{馬達部分}}}{N_e} \cdot 100$ 比

較最小,表示發動機製成非常的緊密,但比值 $\frac{V_{\text{馬達部分}}}{V_{\text{發動機}}}$ 仍然比在其他坦克中所有的要大得多。

在蘇聯的坦克中,雖然柴油機本身的外形尺寸稍大,但靠馬達部分中各機構的配置非常緊密,而能獲得小的數值 $\frac{V_{\text{馬達部分}}}{V_{\text{發動機}}}$ 。

表5 動力裝置體積的主要數據

國別	坦克名稱	坦克重量 G_m (噸)	發動機功率 N_e (馬力)	馬達部分體積 $V_{\text{馬達部分}}$ (公尺 ³)	發動機體積 $V_{\text{發動機}}$ (公尺 ³)	$\frac{V_{\text{馬達部分}}}{N_e} \times 100$ (公尺 ³ /100馬力)	$\frac{N_e}{G_m}$ (馬力/噸)	$\frac{V_{\text{馬達部分}}}{V_{\text{發動機}}}$	發動機規定功率範圍 N_e (馬力)
蘇聯	T-34	—	500	3.72/4.40	1.87	0.74/0.88	16.0	$\frac{1.99}{2.34}$	100~200
英國	威廉達因MK-III	17.0	130	2.56	1.22	1.97	7.7	2.1	
英國	威廉達因MK-IX	16.5	165	2.10	0.88	1.29	10	2.38	
德國	T-II6	15.7	140	1.60	0.68	1.14	9.0	2.35	
英國	MK-IV	40.0	350	3.50	1.21	1.00	9.0	2.9	300~400
美國	M4-A2	30.9	2×188=376	3.00	1.88	0.80	10.2	1.6	
德國	T-III	21.0	300	3.45	0.71	1.15	14.3	4.9	
美國	M4-A3	30	500	3.00	1.51	0.60	16.5	2.00	500~700
德國	T-VI	56	625	4.10/4.62	0.97 1.30	0.655/0.74	11.0	$\frac{4.25}{4.78}$	
德國	T-V	45	675	4.20/4.94	0.97 1.30	0.620/0.735	15.0	$\frac{4.35}{5.10}$	

B-2型四衝程柴油機

蘇聯坦克的高級戰鬥力與技術質量,取決於B-2型柴油機的可靠構造與其經濟的工作。蘇聯設計師採

用強大柴油機作為坦克發動機的成功經驗,在國外兵團的坦克中,無論在單座的強大柴油機或在雙座裝置的形式中均已引用。

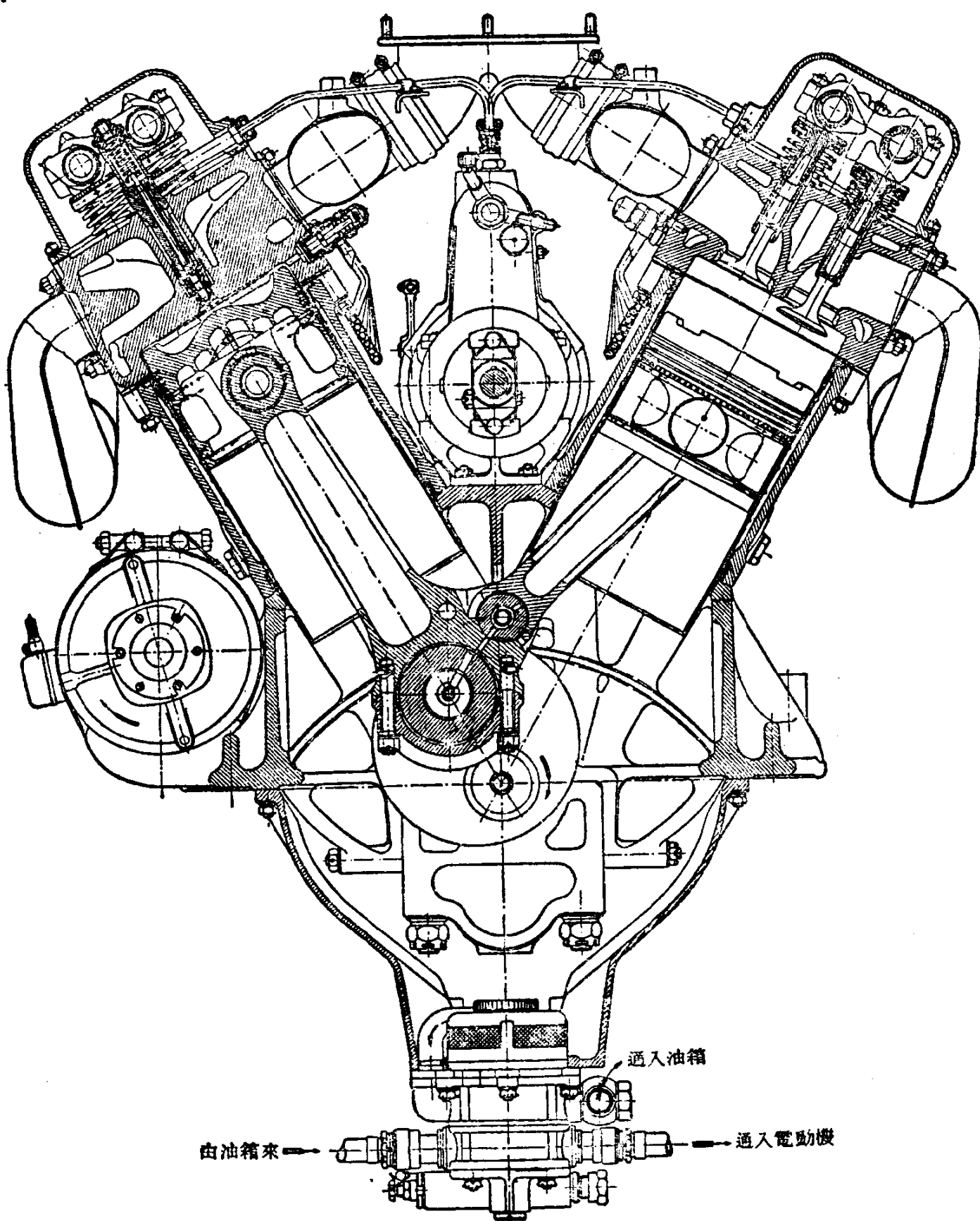


圖1 B-2型坦克柴油機的橫斷面。

B-2 型四衝程高速柴油機具有V形排列的12汽缸,用水冷却(圖1及2)。

B-2 型柴油機由於直接噴射之使用、燃燒室型式之選擇、噴孔之數量與直徑 ($i=7$; $d=0.25$ 公厘) 及噴射燃料之壓力等的結果,能獲得高度經濟性 ($g_e=160$ 克/1 有效馬力·小時)。

燃料的直接噴射,造成相當大的 $p_z=85\sim95$ 公斤/公分², 以及曲柄旋轉 1° 燃燒過程中壓力的較大增長。

因此大多數的零件須用高級合金鋼製造。滑油泵與水泵、濾油器與燃料濾器,以及發電機是配置在分配傳動裝置的一側,這樣可以保證由坦克戰鬥部分易於管理。曲軸軸尾的較大長度,能在其上裝置散熱器的通風冷却。

B-2 型柴油機的主要數據已列於表1中。

曲軸箱 B-2 型柴油機的曲軸箱是由鋁合金鑄製的上下兩半構成。沿曲軸中心線剖開的平面,將引起

曲軸箱剛性的某些降低。B-2 型柴油機的動力圖如圖 3 所示。曲軸為吊掛的型式，構成作用於主軸承的水平力是由側部支座來承受。爲了提高曲軸主軸承組合件的剛性，應將側部支座與保護環用橫向夾緊螺栓固緊（圖 1）。

用雙頭螺柱固結吊架的尖頂蓋板（圖 3）以減輕曲軸箱橫向隔板的拉伸應力。

在最近的構造中，下部曲軸箱的內部輪廓稍有擴

展，並取消散熱肋而裝設受油器擋板，以減少油的攪拌與乳化。

在下部曲軸箱中具有兩個凹處，即前油盤與後油盤。在曲軸箱下半配置有：滑油泵與水泵的傳動裝置，以及固裝在曲軸箱外部燃料吸取泵的傳動裝置。

汽缸體 左右汽缸體是與曲軸箱上半部固結，汽缸體與蓋是以十四個雙頭螺栓固結於上部曲軸箱。在汽缸體中裝置六個鋼製的硝化套筒，套筒按兩道腰帶

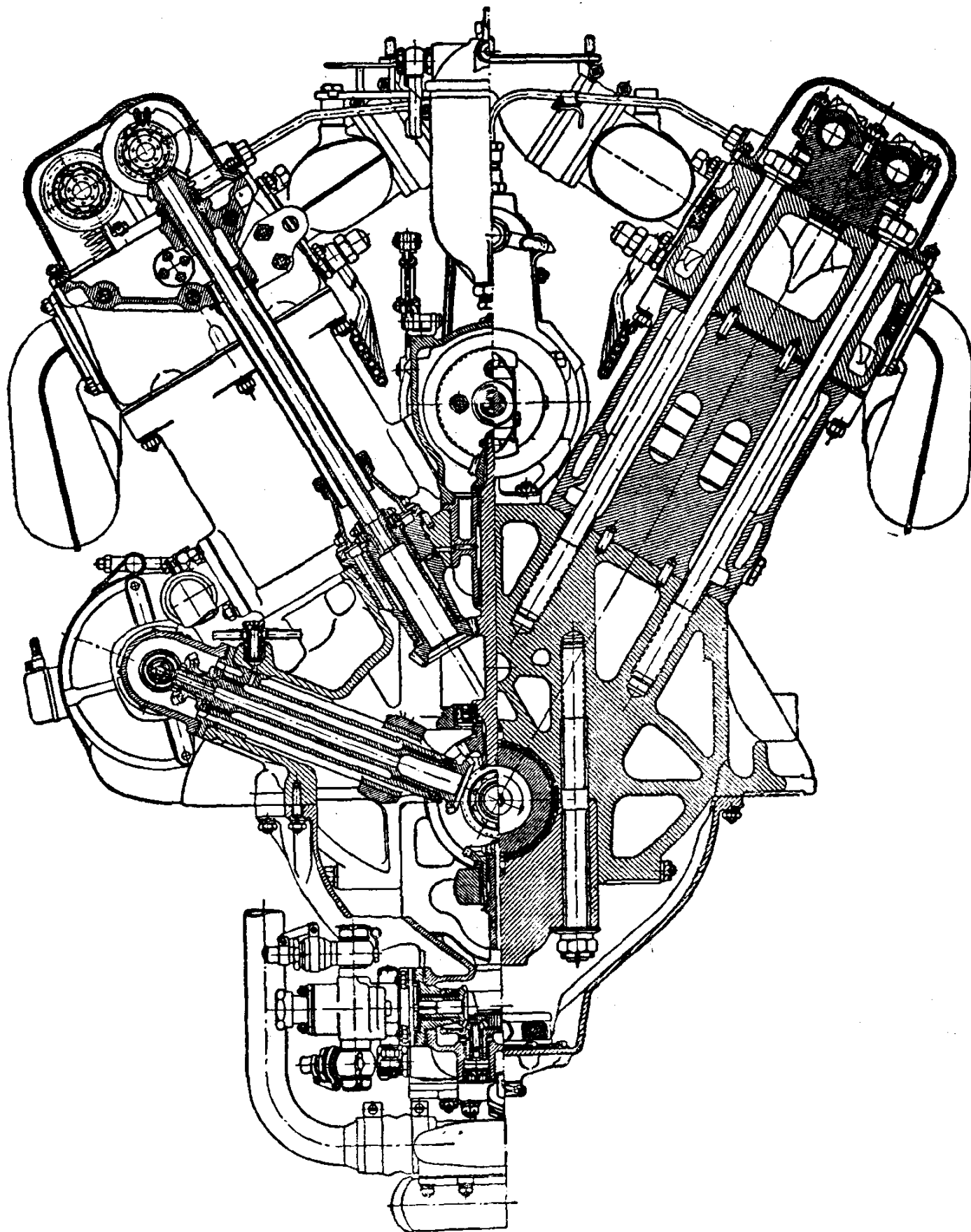


圖 3 B-2型柴油機的橫斷面與動力裝置圖。

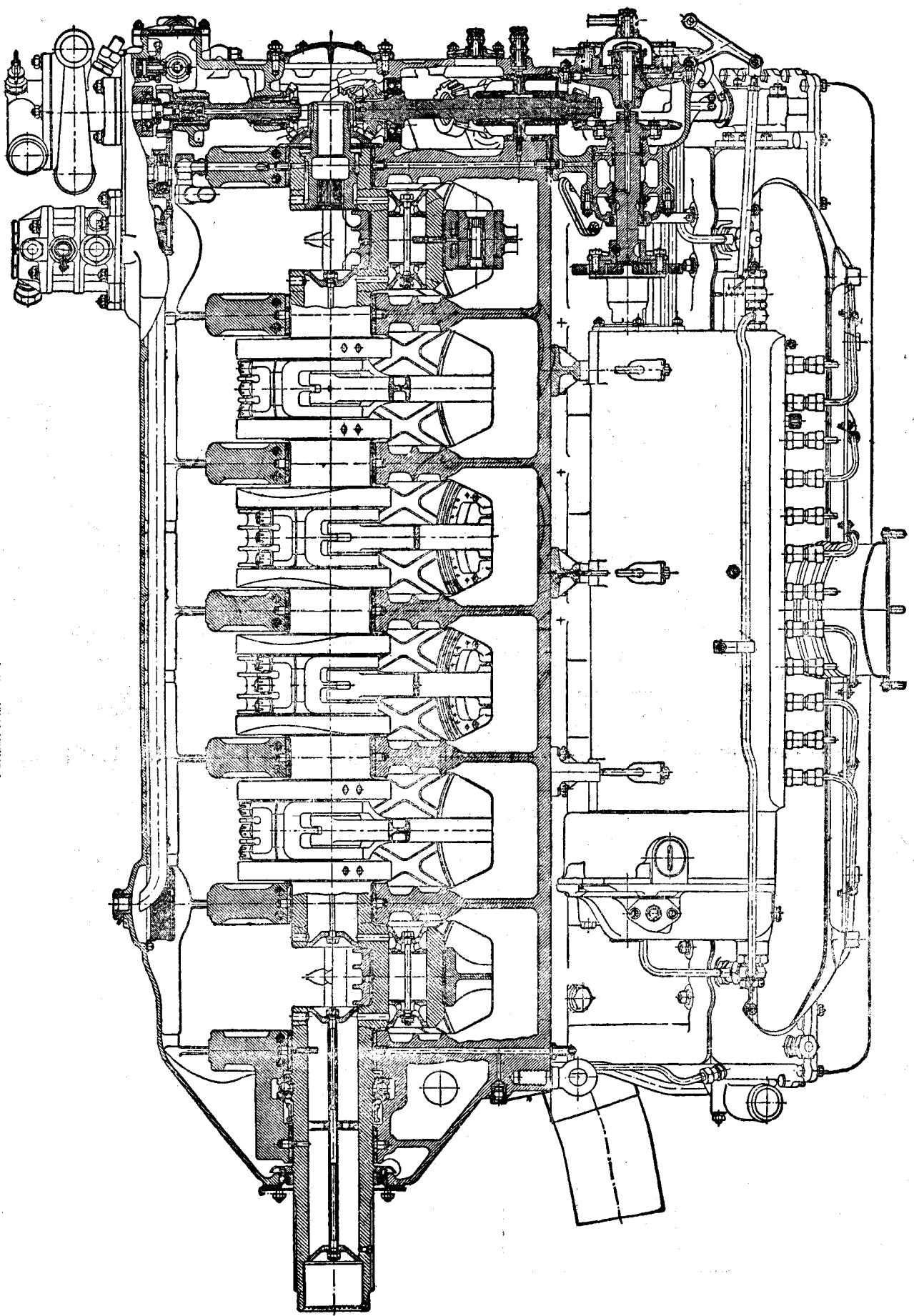


圖 2 B-2型坦克柴油機縱斷面。

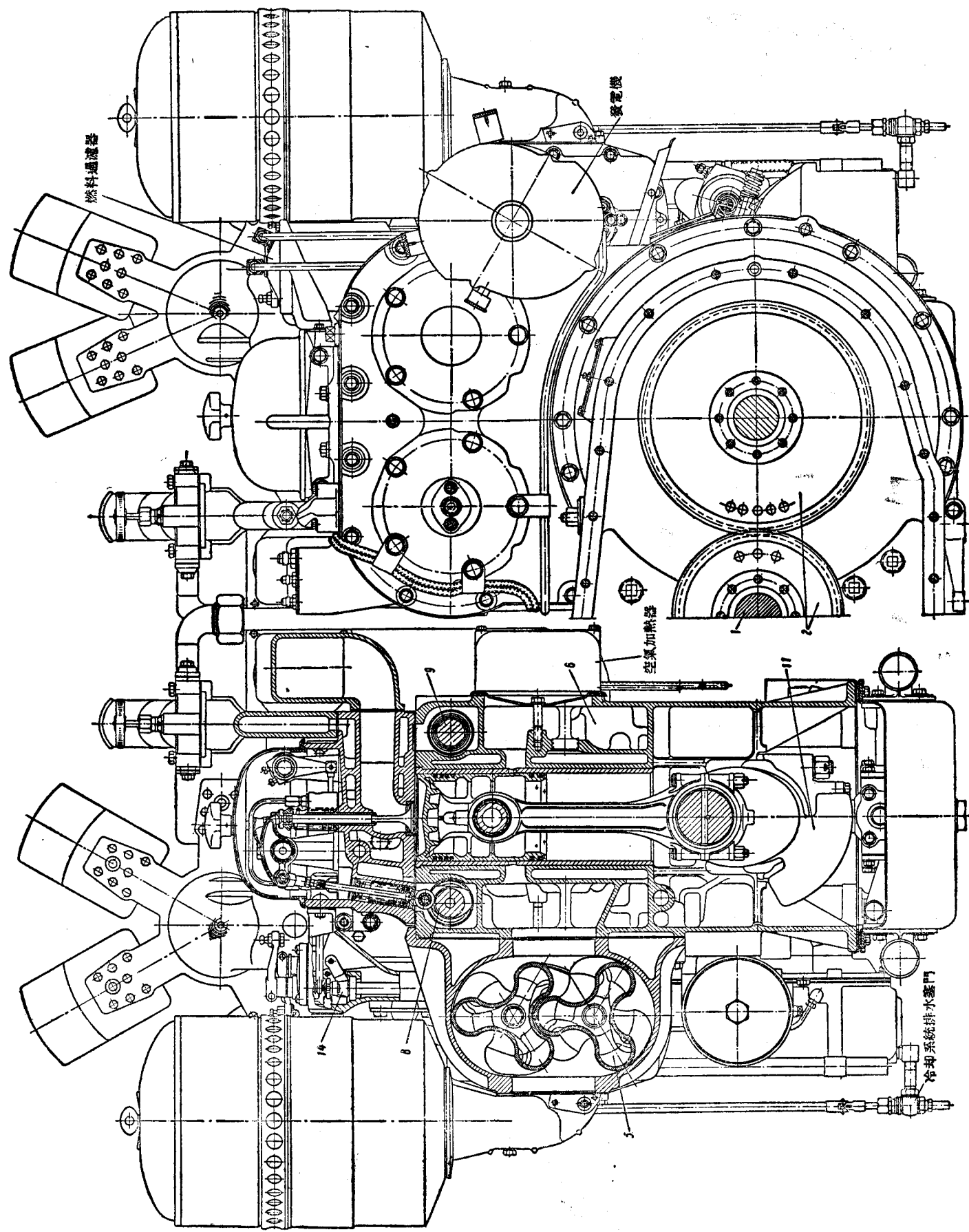


圖 9 GMC 型發動機的橫剖面。

表 6 幾種坦克發動機構件的主要構造比例

參 數	B-2型	列 蘭 特	韃 靼	福 特	馬 依 巴 黑
汽缸直徑 D_n (公厘)	150	108	110	136.8	130
活塞衝程 S (公厘)	180/186.7	138	130	152.4	145
$\frac{S}{D_n}$	1.24①	1.17	1.18	1.10	—
$\lambda = \frac{R}{L}$	0.28	0.238	0.25	0.30	0.271
活塞平均速度 v_{cp} (公尺/秒)	12	8.5	—	13.2	15.5
在 $N_{e最大}$ 時發動機的轉數	1800	2000	—	2600	3200
軸頸直徑(公厘):					
主軸 d_k	95	74.85	160②	85.5	215②
連桿 d_{uw}	85	71.15	80	82.5	68
$\frac{d_{uw}}{D_n}$	0.566	0.655	0.725	0.605	0.523
$\frac{d_k}{D_n}$	0.633	0.690	1.45②	0.627	1.65②
軸頸長度(公厘):					
曲軸 l_k	56.0	—	26.2③	46.0	40.0③
連桿 l_{uw}	60	40	96.2	$\frac{66}{32.9}$ ③	$\frac{76}{35}$ ③
$d_{uw} \cdot l_{uw}$ (公分 ²)	51	28.4	76.6	54.5	52
$\frac{d_{uw} \cdot l_{uw}}{\pi D_n^2}$	0.286	0.308	—	$\frac{0.373}{0.186}$ ③	$\frac{0.39}{0.180}$ ③
活塞長度 L_n (公厘)	120	134	156	126	122
$\frac{L_n}{D_n}$	0.8	1.24	1.44	0.925	0.935
活塞銷直徑 d_{nna} (公厘)	48	—	40	34.8	32
$\frac{d_{nna}}{D_n}$	0.32	—	0.362	0.256	0.246
全套活塞構件的重量 $G_{n.sp}$ (克)	3821	2130	—	2355	2270
活塞組的單位重量 $G_{n.sp}/\pi D_n^2$ (克/公分 ²)	21.8	23.25	—	16.1	17.2
連桿重量 G_{uw} (克)	6130④	3030	—	2331	3320④
連桿組單位重量 $G_{uw}/\pi D_n^2$ (克/公分 ²)	33.0	35.5	—	16.0	25.0
旋轉部分的比重(克/公分 ³)	44.8	23.5	—	27.5⑤	29.3⑤
前進運動部分的比重(克/公分 ³)	34.4④	35.25	—	21.4	23.5④
曲軸頸鑽孔內徑(公厘)	60	—	—	51	—
閥孔直徑(公厘):					
進氣閥 d_{sn}	48×2	42	49	47×2	66
排氣閥 d_{sln}	44×2	36	44	42×2	53
$\frac{d_{sn}}{d_{sln}}$	1.09	1.17	1.11	1.12	1.24
$\frac{d_{sn}}{D_n}$	0.32×2	0.39	0.445	0.345×2	0.506
排氣閥孔面積與活塞面積的比值	0.204	0.151	0.198	0.238	0.257
軸扭轉振動的固有頻率(每分鐘)	7650	—	—	—	10700
燃料泵柱塞直徑(公厘)	10.0	7.5	10.0	—	—
噴射器 $i \times f_{噴口} \times d_{噴口}$	7×0.25	4×(0.25~0.30)	—	—	—
$i \times f_{噴口}$ (公厘 ²)	0.346	0.195~0.280	—	—	—
$f_{柱}/i \cdot f_{噴口}$	227	227~158	—	—	—

① 按照副連桿。

② 滾子主軸承;曲軸頸直徑與滾子滾動內徑一致。

③ 分子——按運轉兩個連桿的銅套長度;分母:福特——單連桿承面長度(兩連桿運轉於一軸頸上);馬依巴黑——中間連桿承面長度。

④ 用於B-2型——主連桿;用於馬依巴黑發動機——叉連桿。

⑤ 發動機的旋轉質量: B-2型——副連桿與其活塞銷在一起;福特——左右汽缸組的連桿與銅套;馬依巴黑——中叉連桿與中間軸瓦。

對正中心。套筒下部腰帶具有三個密封橡皮環。汽缸蓋的鉛墊圈($\Delta s = 3.0 - 0.12$ 公厘)靠於突出套體接觸面上

0.2公厘的套筒上部凸緣上面。工作汽缸的蓋製成很高,以增加剛性。燃燒室的容積部分($h = 20.2$ 公厘;

$D=151$ 公厘)是直接配置於蓋中。在汽缸蓋中部的杯筒中(與蓋鑄成一體)裝置噴油器體,具有較室底低 $0.7\sim 1.5$ 公厘的噴霧裝置。蓋中配置有兩個進氣閥與兩個排氣閥,閥的鋼座壓入蓋中並補加滾軋。進氣孔道通在外斜汽缸之間的側面上,連接模壓鋁接製成的進氣總管。

各汽缸中心距離與其直徑的比值: $\frac{L_{AK}}{D_K} = \frac{176}{150} = 1.17$ 。

曲軸 是由鉻鎳錫合金鋼製成。車光的圓板形曲柄臂在最後加工時須精磨。八個支承曲軸頸運轉於澆鑄薄層鉛銅合金(0.75公厘)的厚壁鋼軸瓦上。全部軸瓦的寬度相同,軸承表面長度與曲軸頸直徑的比值等於 $\frac{42}{95} = 0.44$ 。

B-2 型柴油機的各個零件的構造比值詳列於表 6 中。

將滑油引入第一曲軸頸的孔中(中心給油法)而沿曲柄臂中兩個鑽孔($d=8$ 公厘)散佈於全部軸頸中。裝在曲軸銷出油孔中而通向銷心的銅管,保證受離心作用的油進入摩擦表面上。推力軸承是固定軸的軸向移動。在傳動裝置方面的曲軸端壓入一短軸,傳動輔助機械的傘齒輪可在其槽上自由移動。齒輪經過鋼墊圈靠於曲軸箱隔板上,當其膨脹時能與後者同時移動,而不變更傘齒輪的初裝置間隙。曲軸頸與曲軸銷不須經過特殊的熱處理。

活塞 是由硬鋁(杜拉鋁)模壓製成。活塞頂部外形應保證有效的汽化作用。

五個活塞環中,上面兩個為具有圓柱形表面的密封壓縮環,下面三個(最後一個配置在活塞銷的下部)為具有角度 3° 的圓錐形表面的密封壓縮環,並部分地將油拋下。浮動式活塞銷具有硬鋁製成的銷蓋。

連桿 連桿機構由主連桿與副連桿構成。通過副連桿銷中心線與曲軸銷中心線的平面,是與主連桿中心線成 57° ;因此,副連桿活塞衝程較主連桿活塞衝程大 6.7 公厘。副連桿銷具有三個軸承:兩端的軸承及寬度為 8 公厘的中部補強軸承保證銷之最小撓度。連桿下頭之蓋是用四條肋來加強,並在上下兩半部裝合的平面上具有肩領(圓柱形,高 6 公厘),用以防止上下兩半部的軸向與橫向移動。連桿下頭之蓋與其上半部由六個螺柱固結。連桿襯墊軸瓦是用澆掛鉛銅合金的薄壁鋼瓦片。

氣體分配機構 兩個分配軸的凸輪直接作用於閥頭上,進氣閥與排氣閥的形式相同。

分配軸為空心的;內部中心孔作為供給滑油至凸

輪軸的軸承與閥桿頭之用。

圖 4 所示是燃料泵、空氣分配器、發電機、燃料吸取泵、水泵與滑油泵等的傳動機構圖。

在該圖上並指出了分配軸的傳動裝置。齒輪並不直接裝在軸上,而是與調整襯筒 a 相接合。襯筒具有 10 個內部長方形槽(與軸連接用)與 41 個外部三角形槽(與齒輪連接用)。鍵槽接合按曲軸的相位變更允許精確度為 1.75° 。由於側力較大,所以進氣閥桿與排氣閥桿的直徑相當大($d=18$ 公厘)。排氣閥並無特殊冷卻。閥的最大揚程 $h=13$ 公厘。

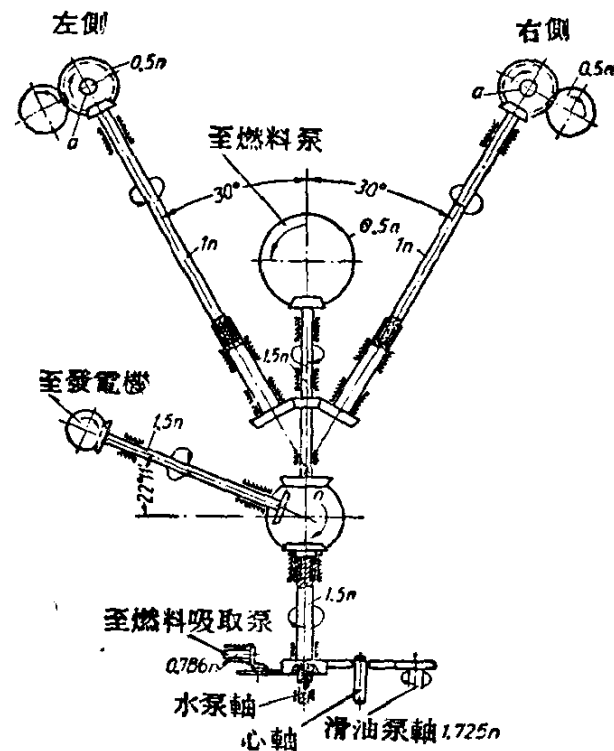


圖 4 傳動機構圖。

起動系統 B-2 型柴油機的起動是用電力起動機或壓縮空氣來進行。兩個系統中的作用彼此無關。在電力起動機的若干型式中,已改用惰性電力起動機而從坦克戰鬥部分傳動。在發動機上裝置空氣分配器,並在各汽缸上裝設自動起動閥。最大的空氣壓力:在壓縮空氣瓶中為 150 公斤/公分²,進入分配器中為 90 公斤/公分²。在夏季時候用以起動熱發動機的最小空氣壓力為 35 公斤/公分²。

燃料供給系統是由下列各部組成: a)迴轉式的燃料吸取泵,燃料係在計示壓力 $0.5\sim 0.7$ 公斤/公分²下進入燃料泵的供油空間; 6)毛氈細濾器; B)具有多制式調速器的 HK-1 型 12 個柱塞燃料泵(在較早的 B-2 型柴油機構造中裝設雙制式調速器); r)閉式的噴射器。

在這種多制式調速器的型式(圖 5),司機踏板通過三組彈簧 2 作用於燃料泵的齒板 1。當發動機在負載下運轉時,供給燃料的踏板應佔中間位置之一。當

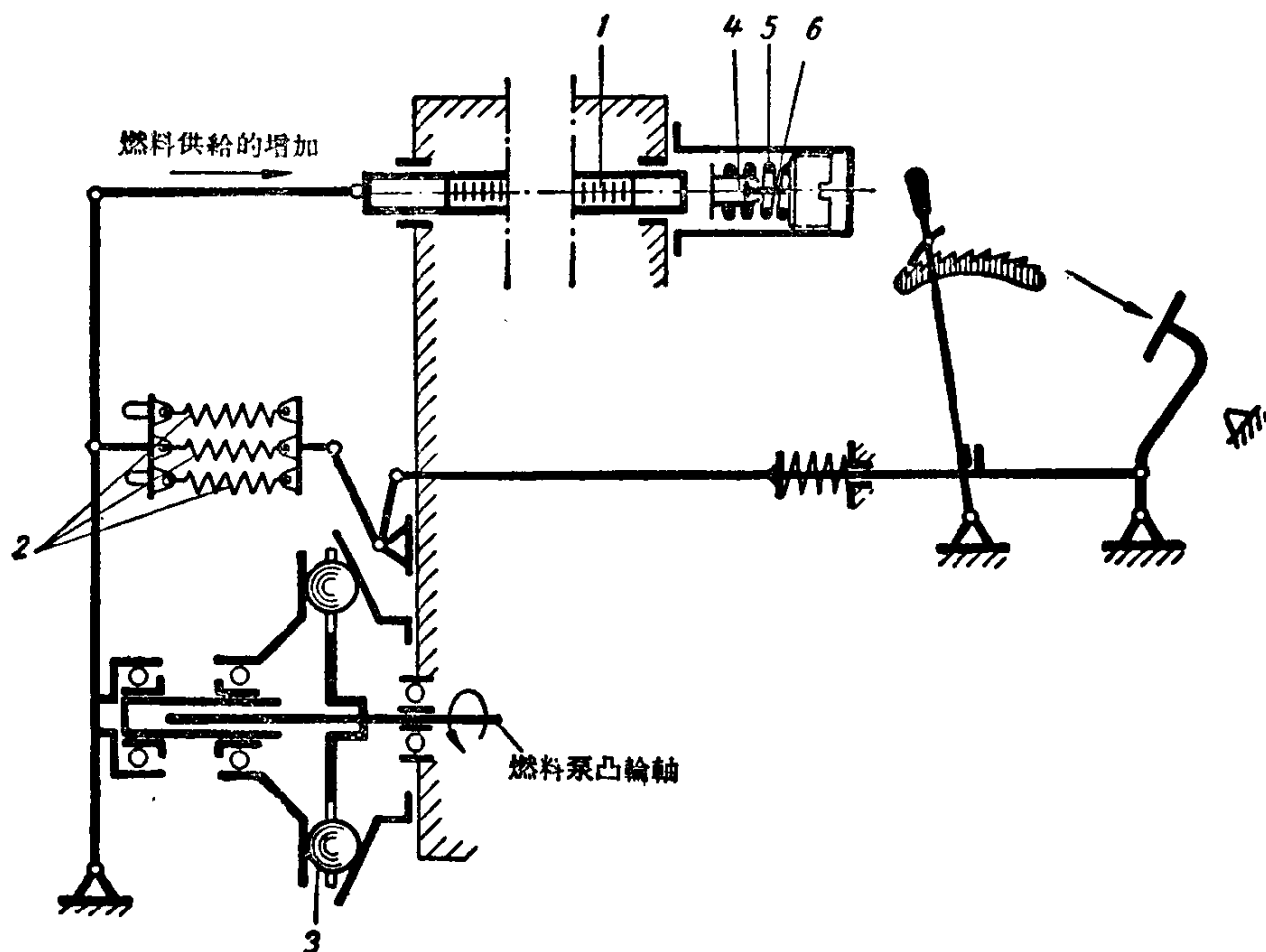


圖 5 多制式調速器圖。

達到規定的轉數時，彈簧拉力與調速器飛球離心力之間的力矩趨於平衡。若運動阻力增大時，則轉數減低，齒板即向燃料供給增大方面移動，以保證扭轉力矩的迅速增長；此時坦克的速度變化很小。當負載增長到某種程度，以致保持固定轉數的調速器不能保證必需的進料時，則由蓋 4、彈簧 5 及支柱 6 所構成的燃料調節器發生作用。調節器能靠補加的齒板移動而增加進料。在這種情況下，調速器球的離心力及調節器的彈簧力共同與彈簧組 2 的力相對抗。若發動機的轉數繼續降低時，則必須用低速傳動來保證運轉。調節器的設置使發動機轉數降低時能保證更急驟地產生扭轉力矩；在這種情況下，適應係數增高。

供給系統 在坦克體中配置供給系統的機構（圖6）：手動空氣泵 1、燃料箱 2、塞門：空氣分配塞門 3、燃料分配塞門 4 及溢流塞門 5。當發動機起動時，使用手動空氣泵 1 將空氣吸進，通過空氣分配塞門 3 進入某一組燃料箱 2。在空氣壓力下，燃料通過分配塞門 4 與精濾器，克服燃料吸取泵旁通閥的彈簧作用力進入高壓泵的給油空隙中。當發動機正常運轉時，空氣分配塞門 3 使燃料箱與大氣相通。溢流塞門 5 能排出過濾器中妨礙燃料系統工作的空氣。在燃料分配塞門中裝設有網式粗濾器。

冷却系統(閉式) 離心泵在運用轉數上($n = 1600$ 轉/分)應保證供給量為 $450 \sim 500$ 公升/分。冷却系

航(圖7)須考慮到在計示壓力 $0.6\sim 0.8$ 公斤/公分²時,即在水的沸騰溫度 $105\sim 107^{\circ}\text{C}$ 時有工作的可能。冷卻系統係由兩個散熱器1、具有溢水閥4的離心水泵2及具有蒸汽空氣閥的三通管3構成。水泵體藉兩個收受器以與左側及右側散熱器相接合。爲了防止形成汽囊,汽缸蓋頂點用蒸汽空氣管與蒸汽空氣閥接合起來(在有些其他結構中是與膨脹水箱相接合)。圖7所示是通過左右散熱器所吸入的冷卻空氣的流向。固定在發動機飛輪上的西洛科式通風機,通過空氣散熱器吸入空氣而由坦克尾部將其逸出於外部。爲了防止冷卻系統在排水時受到損傷,空氣閥在真空度 $0.08\sim 0.13$ 公斤/公分²時打開。

滑潤系統 坦克中發動機的潤滑系統(圖 8)是由滑油泵 1、油箱 2、手動吸油泵 3 及均衡小油箱 4 構成。在 B-2 型柴油機中,是使用乾油池系統。發動機起動之前,用手動滑油泵 3 向潤滑系統中吸油,以防乾摩擦或半乾摩擦。裝設在進入油箱之輸油管上的均衡小油箱,保證油液均等地分配於兩個油箱。滑油泵係由一個具有壓油量 $V_{\text{壓}} = 4740$ 公升/小時的壓油室與每個每小時抽油量 $V = 6650$ 公升/小時的兩個抽油室構成。

滑油在具有縫隙 0.075×3.5 公厘的金屬過濾器中過濾。在過濾器之前的壓力為 $6.0 \sim 9.0$ 公斤/公分²。滑

④ 數值 V (公升/小時) 的計算係當 $n=1800$ 轉/分與 $\eta_{\text{基}}=0.89$ 時。

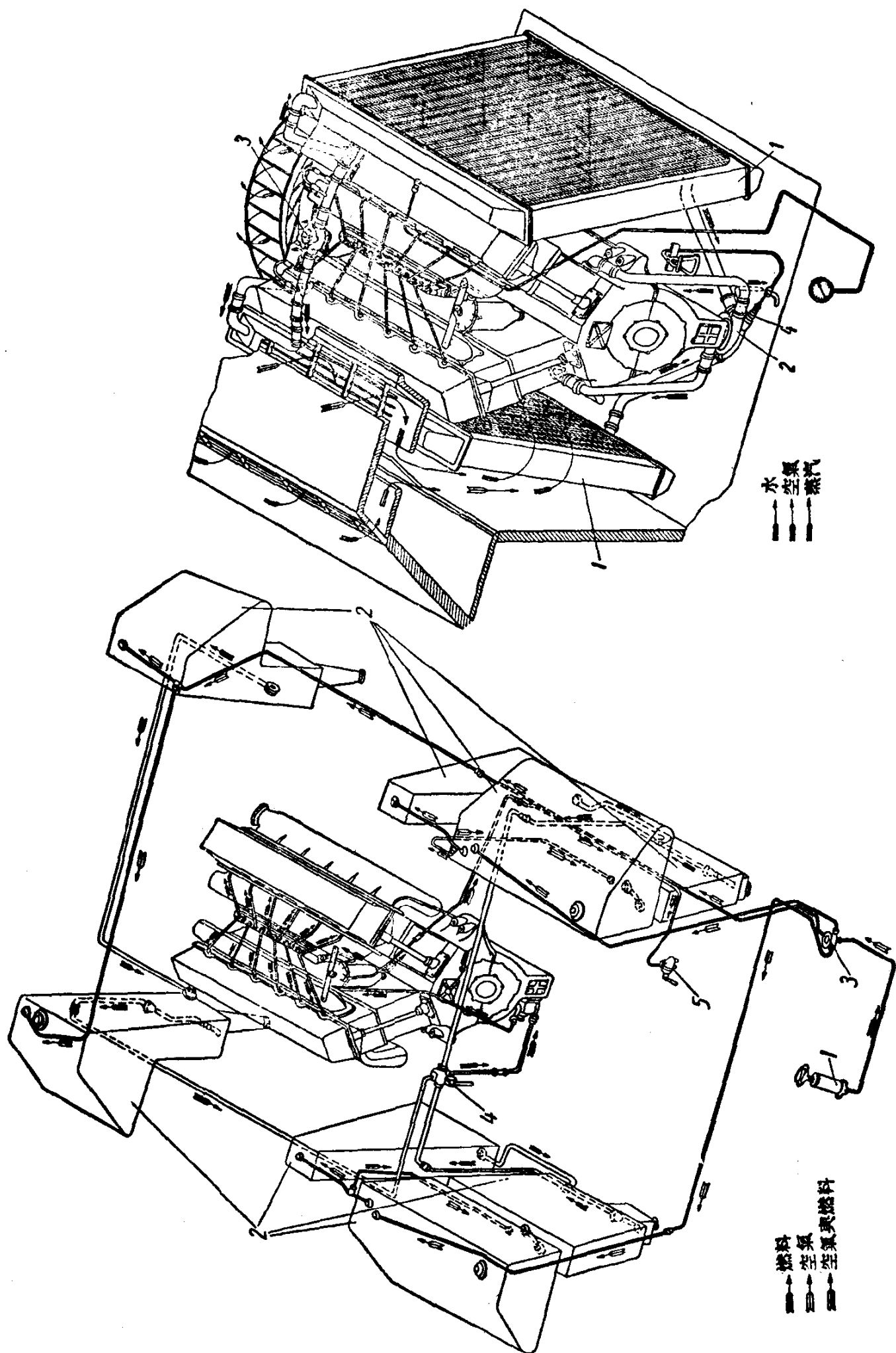


圖 6 坦克中 B-2 型柴油機的供給系統。

圖 7 坦克中 B-2 型柴油機的冷卻系統。

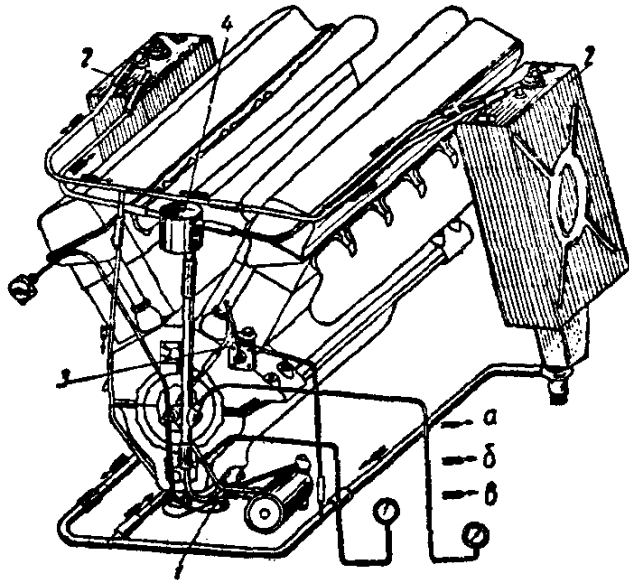


圖8 坦克中B-2型柴油機的潤滑系統：

a—油從油底殼進入曲軸箱的動向；b—油從曲軸箱進入油底殼的動向；c—空氣從油底殼進入曲軸箱的動向。

油泵壓油室的減壓閥將壓力調整至 6.5 公斤/公分²。在最近的構造中，所有各室配置在一個平面內。

GMC 型二衝程柴油機

在美國中型坦克 M4-A2 上裝設兩對六汽缸二衝程 GMC 型柴油機。GMC 型發動機的從動軸 1（見第10頁圖 9 及第17頁圖 10）裝置在橫向傳動齒輪箱 2 內，經萬向軸將扭轉力矩由兩個發動機傳給坦克的傳動軸。齒輪箱與迴轉機構配置在坦克的前部，由於司機室與傳動部分結合而使戰鬥部分的容積增大。

兩發動機接合的剛性，在前面由公共的橫齒輪箱來保證，在坦克尾部方面，則用特殊的橫撐，此橫撐接合兩發動機並且也是馬達裝置的第三軸承。

輔助機構係配置於各發動機的外側。各個機構之獨立傳動裝置的數量應縮減到最少，並且其構造應達到氣密。外部輸送管的數量應盡可能減少。每一發動機具有裝置在齒輪傳動以前的單獨摩擦離合器 3。

動力裝置固結於坦克中三個彈性支座上。前二個彈性支座組成飛輪 4 的支架，飛輪旋裝於曲軸箱鳩尾槽上。

GMC 型柴油機為直接噴射式，並具有凱色爾曼型燃燒室。

掃缸進氣為單向流動的型式（圖 9 及 10）。魯特型空氣泵 5 壓送空氣通過配置在汽缸下部的進氣孔，而燃燒產物與部分的掃缸的空氣經汽缸蓋中兩個排氣閥逸出。

汽缸體 是用合金鑄鐵與曲軸箱鑄成一體。曲軸箱的下半部的接合處平面應大大地低於通過曲軸中心

線的平面，這樣可保證汽缸體-曲軸箱構造的剛性。汽缸體-曲軸箱差不多為對稱的構造，此種構造無論在一側或另一側均能裝設輔助機構。汽缸體的對稱並不妨礙凸輪軸箱的存在，因為在另一側具有同樣的軸箱以配置均衡軸。汽缸體兩端具有相同的構造，使能在任一端上裝置飛輪與傳動機構的軸箱；或裝置均衡重量箱與通風機的傳動機構，此可根據發動機需要在左側或右側來決定。發動機的汽缸除了中部以外，按其全長用水套包圍，其中具有溝通空氣儲存器 6 的汽缸套筒進氣孔的窗口。空氣儲存器為汽缸體水套周圍的空間，其外部由八個檢查孔蓋及掃缸氣泵體的法蘭盤所封閉。在汽缸體兩端具有若干由鋼端板封閉的滑油通路。

汽缸套筒 乾型汽缸套筒是用合金鑄鐵鑄製。套筒以滑動配合裝入汽缸，公隙為 0.02 公厘。進氣窗口為圓形的，直徑 8 公厘，排成兩列斜紋的形式。進氣孔中心線與汽缸半徑作成 15° 的角度，以造成送入空氣的渦旋運動。同時進氣孔與汽缸作成 75° 的角度，以便形成接近於汽缸中心線空間最好的吹掃。汽缸蓋接合的氣密，是以套筒上端面高出汽缸體平面 0.05~0.10 公厘與用型孔鍍錫薄鋼板的特殊墊圈來達成。

汽缸蓋 六個汽缸是用公共的汽缸蓋由鑄鐵鑄製。汽缸蓋的構造，可將其安裝在左側或右側發動機上而無須任何改造。在汽缸蓋中有從各汽缸中導出冷却水的通路，汽缸蓋中冷却水由於通路截面的選擇而對排氣閥壁特別予以加強冷却。燃料泵噴射器的套筒是用紫銅製成，裝於汽缸蓋中並直接被水沖洗。按汽缸蓋外形作成的邊緣，可提高其剛性。閥座是用較大含量之鉻與鉬的特殊白生鐵製成，並壓入其座槽中。閥襯套是用含有鈦混合物的灰生鐵製成。

曲軸 用二衝程六汽缸柴油機普通構造的曲軸。與曲軸模鍛成一體的平衡配重配置在四個邊端的曲柄臂上。

曲軸具有使滑油引至曲軸銷的油孔。主摩擦離合器配置在橫向傳動裝置之前，因此兩發動機軸可在任一角度下進行配合。在某些角度時，扭轉振動的激發將發生危險。為了消除扭曲振動，在每一軸上裝設有動力型的減振器 10。

連桿 是用鉻鋼製成。在連桿下頭中裝配澆掛鉛銅合金的薄壁鋼軸瓦，在連桿上頭中壓入兩個用錫銅製的襯套。連桿上頭具有一特殊的噴射器 7，噴射器有四個給油孔，用以冷却活塞頂。為使滑油供應到噴射器，在連桿體中鑽一油路，從下面由分配一定油量的型孔來封閉。

連桿上頭襯套的特點如同活塞突出部襯套一樣，沿整個襯套內部工作表面具有縱向螺線槽。

活塞 是用可鍛鑄鐵鑄製。由於活塞是用油液強力冷卻的，根據理論上要使熱流從活塞頂部傳至活塞壁，因此活塞壁與頂部的厚度做得很薄。

活塞環是用通常的構造；其表面敷有一層不厚的錫，以利工作。油環是用內部擴張式。在每一槽中裝置兩環。因此，全部具有兩對油環。

傳動機構 閥與燃料泵噴射器的傳動機構具有較高位置的凸輪軸，這是因為裝有掃缸空氣儲存器所致。在凸輪軸上，除了操縱排氣閥的凸輪之外，尚有操縱燃料泵噴射器的凸輪。第一級慣性力矩的均衡，是由凸輪軸 8 及與其平行裝置的均衡軸 9 上所具有的平衡配重來保證。在平衡配重中裝有減少凸輪軸與均衡軸扭轉振動的特殊薄片狀減振器。

滑潤系統 潤滑系統的特徵是幾乎完全沒有輸送管。三節的油泵 12 是由曲軸齒輪經中介齒輪而被轉動。滑油泵各節的被動齒輪軸是公共的。在 GMC 型發動機中是使用‘乾’油池系統。油供應至強制潤滑的全部零件，僅沿曲軸箱體中的孔道來達成。滑油的細濾器用礦物質‘мгнсонайт’作為過濾材料。此種構件經過 100 小時工作後應即拋棄而更換新的。滑油的冷卻是在薄片狀的水油散熱器 13 中達成。

供給系統 使用合成一體的泵噴射器來代替普通的燃料泵及噴射器（參看第五章）。在 GMC 型發動機中，燃料是採用三重過濾。在第一重過濾器中（薄黃銅板塊堆）燃料通過窄小的縫隙（0.05 公厘）。第二重過濾器為特殊的吸收質（400~500 工作小時即應更換），而最後在泵噴射器本身機構的過濾器中，燃料經過最後的過濾。在噴油構造中，是採用類似波希雙制調速器的雙制離心調速器 14。

冷卻系統 冷卻系統的特徵為冷卻空氣的運動線路簡短，並具有溫度調整器。冷卻系統機構的配置，與下述採用福特 GAA-V-8 型發動機之 M4-A2 型坦克的冷卻系統相同（參看圖 28）。

發動機的起動與停止系統 發動機的停止除了燃料切斷之外，並利用掃缸進氣泵關閉空氣進口的緊急節氣門（有電路接通），可以作成空氣供給的切斷。採用這種預防的辦法，是為了避免當積存於儲氣器中的滑油落到發動機的汽缸中時，發動機有發生飛轉的可能。發動機的起動僅由二個電力起動機作成，每個電力起動機的功率為 6 馬力，無重複的起動系統。為使在冬季時期易於起動，在儲氣器中使用空氣加熱，依靠通過特

殊噴射器的火焰加熱器將噴成霧狀的燃料直接送到儲氣器中。燃料是用特殊的火花塞點火。使用此種裝置能在溫度低至 -30° 時保證發動機可靠的起動。

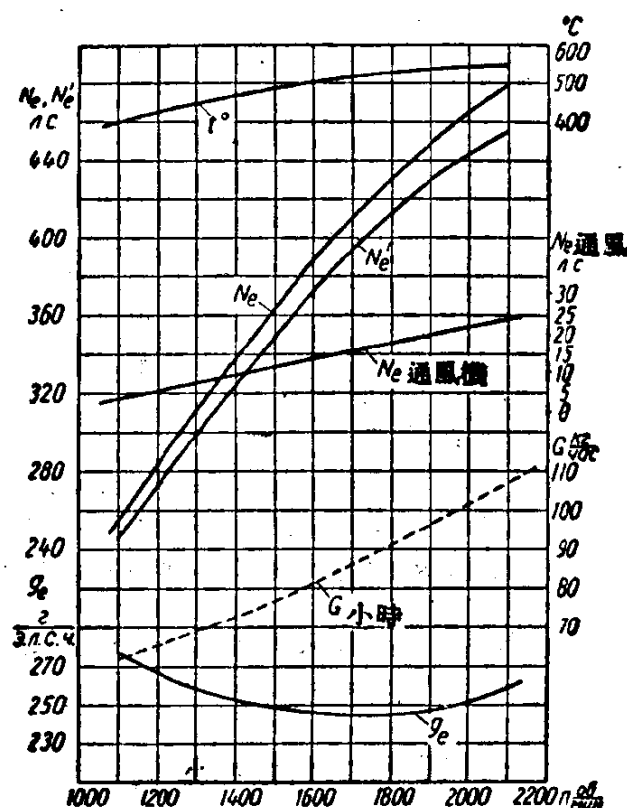


圖11 GMC-6046型發動機組的外部特性：
л.с.—馬力； $g/л.с.ч.$ —克/有效馬力·小時；
 $кг/час$ —公斤/小時； $об/мин$ 轉/分。

GMC 型發動機能容許相當大的加速；當發動機的名義功率為 160 馬力時，其最大功率可達到 $N_{e\max} \approx 230$ 馬力（圖 11 所示是 M4-A2 坦克成對機構的外部特性）。

列蘭特四衝程柴油機

圖 12 所示為列蘭特兩個汽車柴油機在坦克馬達部分中整個機構的總體組成。

在坦克中，發動機的飛輪位於前方，在前面的兩個飛輪共有的鑄製軸箱 1 與固定在分配軸箱後面的橫構件 2，將兩個發動機堅固地結合。為使發動機單獨的起動或分離，在每個飛輪上各裝一個圓盤離合器。兩發動機在構造上是相同的，但輔助機構具有不同的位置：燃料泵 3、發電機 4 及水泵 5。在左側發動機上（按運動方向），機構是配置在右面；在右側發動機上，則機構配置在左面。

扭轉力矩是用配置在發動機之間的萬向軸 6 由發動機傳至傳動軸。萬向軸以齒輪傳動裝置而與各發動機相接合。

按照汽化方法，直接噴射的列蘭特發動機具有位於活塞上並沿工作汽缸中心線有若干凸起的燃燒室。

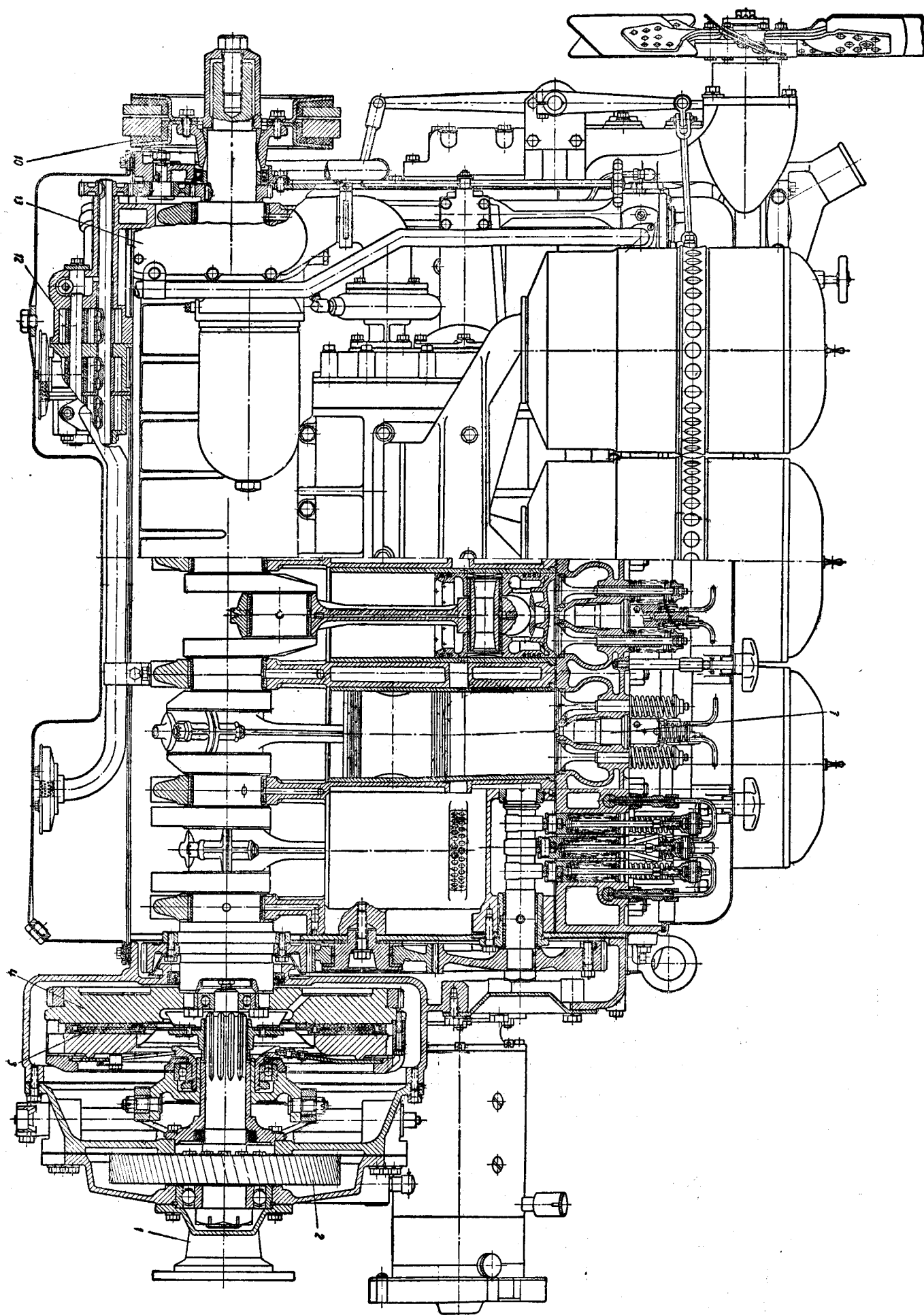


圖10 GMC型發動機的縱剖面。