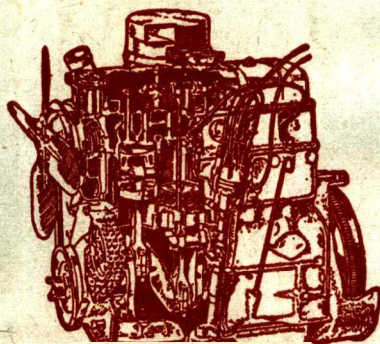


汽车发动机的修理

謝 勒 特 著

刘 通 宝 译



人民交通出版社

本书内容包括汽车发动机主要零件的修理要点，对于这些零件磨损后的修复方法，例如镀铬、金属喷镀以及热处理等亦作了简单的介绍，最后较详细地阐述了各种制动测功器的构造以及进行发动机试验的方法。本书可供汽车修理厂工程师、技术员和技工参考。

汽车发动机的修理
Instandsetzung
von
Kraftfahrzeug-Motoren

Von
Ing. Hans Schellert

Erfurt

Mit 41 Abbildungen



VEB Wilhelm Knapp Verlag · Halle (Saale) 1954

本书根据德意志民主共和国哈勒(萨雷)国营维赫姆克那普出版社

1954年德文版本译出

刘通宝译

人民交通出版社出版

(北京安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第〇〇六号

新华书店北京发行所发行 全国新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印刷

1958年6月北京第一版 1963年12月北京第3次印刷

开本：787×1092 1/32 印张：1 1/2

全书：50,000字 印数：40,451—45,750册

统一书号：15044·4192

定价(10)：0.34元

目 录

序 言	2
发动机故障的确定	3
(1)修理和装配时的一般守则	10
(2)部件修理的分組	11
(3)修理	11
1.曲軸箱修理組	11
2.曲軸連杆機構組	17
3.气缸蓋及配气機構組	23
4.进、排气管及汽化器組	23
5.輔助設備和附件組	27
6.离合器及离合器外壳組	23
7.电气設備組	23
硬化与調質处理	23
表面硬化	30
鍍硬鉻	31
1.鋼質气缸套筒的鍍鉻	32
2.鑄鉄气缸套筒的鍍鉻	33
金属噴 鍍	34
1.噴鍍表面的准备工作	33
2.在經過預先准备的表面上进行噴鍍	37
3.噴鍍后的加工	33
經濟性	33
应用范围	33
大修后发动机的試驗	40
功率試驗的方法	40
1.机械制动測功器	40
2.液力制动測功器	42
3.电力制动測功器	45
附 录	50

序 言

人民汽車工業的發展，尤其是交通事業迅速的發展，對汽車修理企業提出了特別的要求。

培養青年成為訓練有素的熟練工人就成為一個首要的任務。他們借助於豐富的生產技術知識和能力以及較高的一般教育水平，而將勞動生產率提高。

本書的目的是使青年工人、教師以及培訓工作者能夠熟識汽車發動機修理的最新知識。同時也可作為技工及汽車修理工程技術人員的參考資料。

謝 勒 特

1953年11月於耶爾福城

發動機故障的確定

在詳細研究修理工作時，首先要確定在發動機上一般可以被排除的故障。

當發動機的曲軸連杆機構和氣缸有較大的損傷，尤其當氣缸體由於外力作用以及凍裂而損壞時，就要進行整修。於是，曲軸必須加以修整，發動機必須重新加以搪缸或鑲裝新的套筒。

當發動機在曲軸連杆機構和氣缸上存在着上述差不多相同的損傷，只不過曲軸和氣缸體無須經過特殊的加工（不磨曲軸）即可繼續使用時，它要進行大修。

當發動機在曲軸連杆機構上沒有損傷，僅在活塞和氣缸上有些損傷時，它要進行中修。

當發動機僅在附件上有些損傷，或只要更換襯墊，磨合氣門時，它要進行小修。

在確定了所發生的故障以後，發動機即應送修。這裡我們並不專門討論某一種型式或廠牌的發動機，並且所要談到的只是高速發動機（1000~3000轉/分），因為汽車上大都是用這種發動機。發動機的特點是不論在製造或修理時對某些零件應特別加以注意，尤其是对由於高速而承受大的機械負荷的零件，要加以謹慎的處理。這些零件是軸承、曲軸、連杆、活塞、氣缸或氣缸套以及氣門和配氣機構等。

經過整修的發動機，由於曲軸連杆機構和氣缸均經過修理，原則上應該和新製造的一樣，必須保持製造時所具有的精度。

發動機中發生相對運動的部分，在裝配時必須保留一定的間隙，這些間隙均系由製造廠供給的經驗數據。

軸承間隙決定於軸承的材料和負荷。

最常用的軸承合金如下：

DIN 17030 白合金；

錫基白合金 $WM30$ (含錫 80%) ;

含錫鉛基軸承合金 $Lg.Pb-Sn10$ (含錫 10%) ;

無錫鉛基軸承合金 $Lg.-Pb$;

鐵土金屬加鉛;

鉛青銅, 連杆軸承及主軸承用: 含 23% 鉛, 1~2% 其他, 余量為銅;

鉛青銅, 連杆軸承及主軸承用: 含 70% 銅, 30% 鉛;

連杆銅套:

70% 銅, 20% 鉛,

5% 錫。

鉛青銅軸承的間隙要比白合金軸承的間隙大一些。

一般可以采用下列的平均值:

中等負荷的柴

油機:

軸承間隙 =

$$= \frac{D}{1000}$$

$$= \frac{\text{軸承直徑}}{1000}。$$

例如有一軸承, 其直徑為 70 公厘, 其軸承平均間隙則可取為:

間隙 =

$$= \frac{70}{1000} = 0.07 \text{ 公厘}。$$

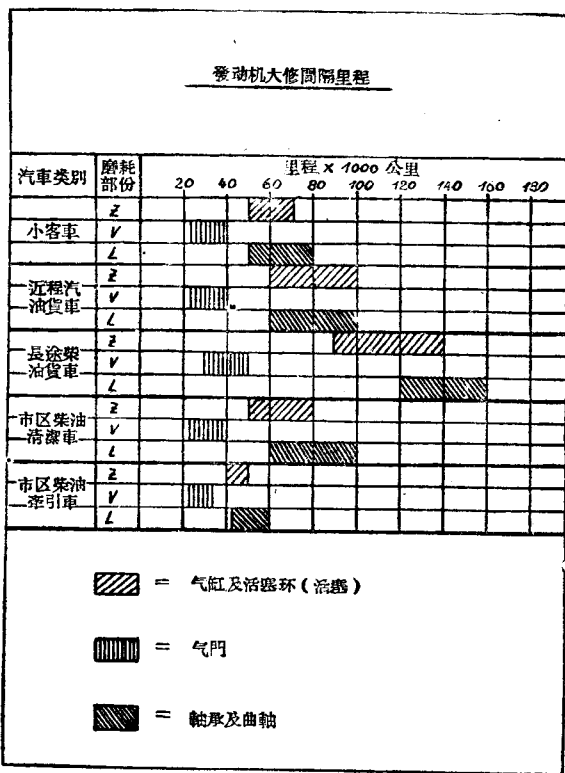


圖 1 發動機大修間隔里程

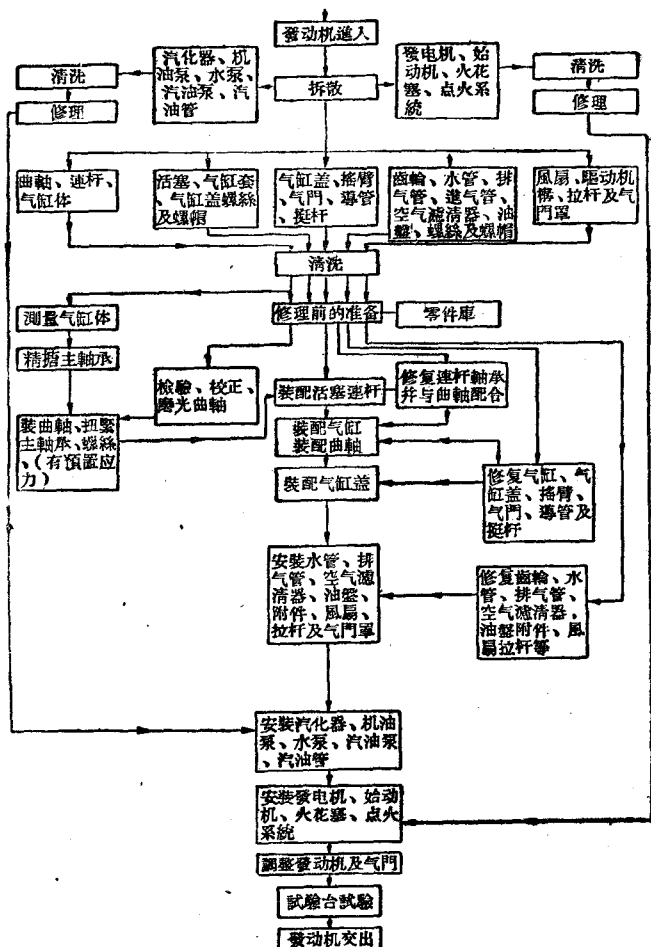


圖 2 汽油發动机修理工藝過程

大負荷的柴油機:

$$\text{軸承間隙} = \frac{D \times 1.5}{1000}。$$

用白合金軸承的汽油機:

$$\text{間隙} = \frac{D}{2000}。$$

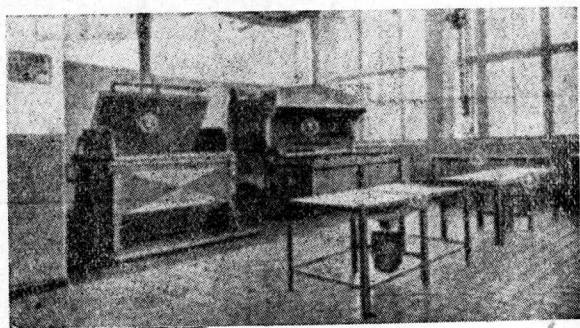
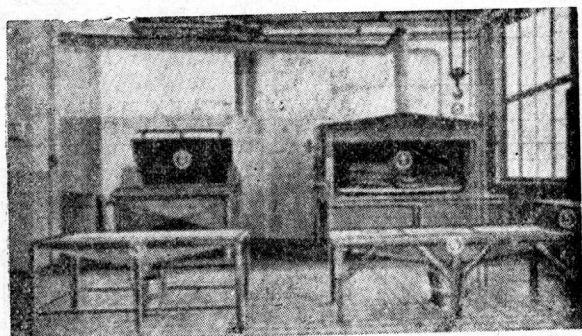


圖 3 自動洗滌機

1及2-零件洗滌機；3及4-总成拆散工作台；5-氣缸體和氣缸蓋的檢驗設備；6及7-起重設備。

曲軸連杆機構檢驗紀錄									
型式: _____		發動機號碼 _____				工作單號(合同) _____			
									
主軸承	1	2	3	4	5	6	7	8	
連杆軸承	1	2	3	4	5	6			
軸頸 ϕ									
軸頸硬度									
主軸承									
軸承 ϕ	/	/	/	/	/	/	/	/	
軸承間隙	/	/	/	/	/	/	/	/	
連杆									
軸承 ϕ	/	/	/	/	/	/	/	/	/
軸承間隙	/	/	/	/	/	/	/	/	/
備註:									

圖 4 曲軸連杆機構檢驗紀錄

曲軸彎度檢驗紀錄						工作單號		
(校正前後)		發動機型式				發動機號碼		
軸承號碼	軸承中 校正前後	軸承位置				軸承 情況	軸承 硬度	軸承與軸 承中心間 的距離
		a	b	c	d			
1	校正前							X
	校正後							
2	校正前							
	校正後							
3	校正前							
	校正後							
4	校正前							
	校正後							
5	校正前							
	校正後							
6	校正前							
	校正後							
7	校正前							
	校正後							
8	校正前							
	校正後							
軸頸位置						備註:		

圖 5 曲軸彎度檢驗紀錄

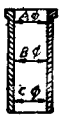
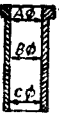
气缸檢驗紀錄		發動機型式	發動機號碼:																				
磨耗  上止點 ϕ ϕ ϕ 下止點	1号气缸	磨耗  上止點 ϕ ϕ ϕ 下止點	2号气缸																				
	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>												<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>										
	0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5		0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5																				
磨耗  上止點 ϕ ϕ ϕ 下止點	3号气缸	磨耗  上止點 ϕ ϕ ϕ 下止點	4号气缸																				
	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>												<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>										
	0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5		0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5																				
活塞檢驗紀錄		發動機型式	發動機號碼:																				
磨耗  ϕ ϕ	1号活塞	磨耗  ϕ ϕ	2号活塞																				
	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>							<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>															
	0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5		0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5																				
磨耗  ϕ ϕ	3号活塞	磨耗  ϕ ϕ	4号活塞																				
	<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>							<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>															
	0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5		0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5																				

圖 6 气缸檢驗紀錄

保持精確的軸承間隙，有一部份需要复杂的工作方法，这应由专业的工場担任。

因此，发动机必須在一个现代化的修理工場中进行整修，在这种修理工場中气缸体、曲軸連杆機構及气缸各自有其修理的程序。

整修时，发动机首先要进行拆散，这就是說，发动机要拆散成为零件并加以清洗。清洗时可用特种洗滌剂在自动洗滌設備上进行。

主要的零件，必要时，还需要用洗滌汽油清洗，經過清洗后的零件便送

往准备車間。发动机修理前的准备工作就是测量运动部份的尺寸和檢驗各部份有无裂紋（断裂的危險）以鑑定其是否可以繼續使用。正確地測量要进行整修的发动机，由于这工作的重要性，应特別加以注意。发动机的測量工作在准备車間中进行，必須对气缸体、曲軸、連杆、活塞、气缸套筒等等的尺寸加以檢驗；这些重要的尺寸要登記在檢驗紀錄內，这对于发动机以后所要进行的修理工作有决定性的意义。

（1）修理和装配时的一般守則

1. 保持清洁，这在装配时尤其重要。

彻底清洗各部件，特别是那些不易清洗的地方，如气缸体中及曲軸中的油道。

表面抛光的零件如曲軸、凸輪軸、滾柱軸承、气門彈簧等不要送到洗滌机中清洗。如在苏打溶液中洗滌后，应立即浸入热油中，否則就会在使用时因生銹而引起裂紋或断裂（这是由于耐疲强度的关系）

2. 在准备車間中要根据所規定的极限尺寸用量規或适当的量具来確定零件磨損的程度，只有磨損达到規定限度的（或有严重損伤的）零件要予以報廢，其他的零件則可进行加工（以节省零件及材料）。也有一些超过磨損限度的零件在用鍍硬铬及噴鍍等專門修理設備修复以后仍可繼續使用。

3. 于零件加工修理后在各加工部門中必須进行过程檢驗，俾使零件及总成送往装配时都是沒有缺陷的，这也是保証装配結果良好的先决条件。裝好的总成要在各种試驗台上进行作用与性能的試驗，然后才能送去装配。

4. 等各加工部門的零件及总成均准备妥当后（发动机中間仓库），才可以开始进行装配，以避免在装配时发生中断現象。

5. 在装配前所有零件必須用洗滌油清洗一次（單用壓縮空气吹洗是不够的），應該遵守特殊的装配規，并須应用特种工具及設備。要檢查配合間隙。

重要的螺絲連接（如主軸承螺絲、連杆螺絲、气缸盖螺絲及气缸体緊固螺絲）要用扭力扳鉗按規定的扭力旋緊。

所有螺絲連接均須保險。

在裝上油盤以前要檢查一下油路。

6. 在試驗台上經過試車与走合后进行最終的檢驗。

(2) 部件修理的分組

1. 曲軸箱及气缸套筒、主軸承、配气驅動機構以及机油泵驅動機構。
2. 曲軸連杆機構及曲軸、連杆及連杆軸承、連杆銅套、活塞及活塞环、活塞銷、飞輪及扭振減消器。
3. 气缸盖及配气機構。
4. 附件如机油泵、机油冷却器及机油濾清器、燃油泵、水泵、空气壓縮机、風扇及发动机支架。
5. 离合器及离合器外壳（飞輪壳）。
6. 电系（始动机、发电机、分电器、点火綫圈、火花塞）。

(3) 修 理

1. 曲軸箱修理組

磨損部件：

- 甲、曲軸箱；
- 乙、气缸套筒；
- 丙、主軸承；
- 丁、正时齿輪；
- 戊、机油泵驅動裝置。

甲、曲軸箱

曲軸箱本身並沒有自然磨損。它的損坏往往是由于暴力作用而发生，例如連杆或活塞的断裂、冷却水冰冻等。曲軸箱大都是鑄造而成的（灰鑄鉄或鑄造的輕金屬），如果由于上述原因发生裂紋或碎裂以后，可用补焊或加补丁的方法来修理。能否焊补修理要看損坏的程度和焊接的技术水平而定。在主軸承或气缸套筒附近的地方加以热焊时常常容易失敗，因为在复杂形态的鑄件上发生的应力事先无法估計，也不能計算。目前在平面上的焊接已經获得成功，它是与用种釘补修（随后加以硬釘焊）的方法一样的可靠与完善。損伤較大的曲軸箱以更換为宜，因为新曲軸箱的价值并不比在大多数情况下归于失敗的焊补工作的成本大。

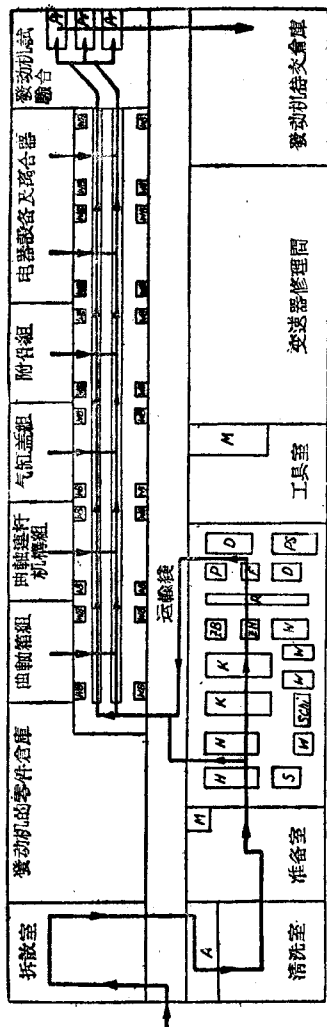


圖 7 發動機修理的平面布置及流水綫

H=主軸承搪床

S=搪杆梁

W=工具櫃

Sehl=砂輪

ZB=搪缸機

ZH=磨缸機

R=氣缸測量工具架

P=連杆搪床

Pr=發動機試驗台

F=銑床

D=車床

PS=平面磨床

WB=工作台

A=洗滌機

M=技術室

K=曲軸磨床

乙、气缸套筒

气缸套筒是主要的磨耗部份。常用的湿套是用高級細粒、有相当高矽含量(0.9—1.2%矽)的鑄鐵制成,套筒壁的硬度为勃氏硬度255到300公斤/公厘²。在行駛30,000到40,000公里以后,气缸套筒壁在和活塞环接触部份特別容易发生自然磨耗,因而需要加以修理,自然磨耗的結果使套筒失圓并产生很大的錐度。此外也可能由于潤滑系或冷却系的故障而使套筒壁被拉毛或由于外面机械的作用及热应力使套筒壁上产生裂紋(特別在套筒肩部下面)。在自然磨損的情况下就产生了压缩比的降低及功率的损失。在第二种情况下,发动机会咬住,水会漏入机油中,終于产生严重的损坏和故障。在第一种情况下,如果不会超过加大尺寸的限度,可用搪缸的办法加以修理;在第二种情况下,則要更换气缸套筒。

搪缸工作在特种精密搪缸机上进行,一般按照規定的加大尺寸,每0.5公厘一級,一直搪大至最大的容許尺寸(在湿式套筒,为名义尺寸加1.5公厘;在干式套筒及气缸体,为名义尺寸加2.0公厘)。最大允許尺寸由材料的强度来决定,在相当薄的湿式套筒(热傳导良好),經過三次加大后就达到限度。搪缸后的尺寸为所选加大尺寸加上0.06到0.08公厘的活塞間隙。使用由硬質合金或金鋼钻制成的、尺寸可以調节的高剛度自由切削刀具,不用冷却剂,在高的切削速度(100—150公尺/分)及小的走刀下(0.02—0.07公厘/轉)可以获得所需的加工精度。

刀具在搪削时仅承受軸向切削压力,而无徑向压力,因为这种压力会使刀具变形而使工作不精確。

并必須要求:气缸中心綫的垂直度,在整个气缸体中各气缸中心綫必

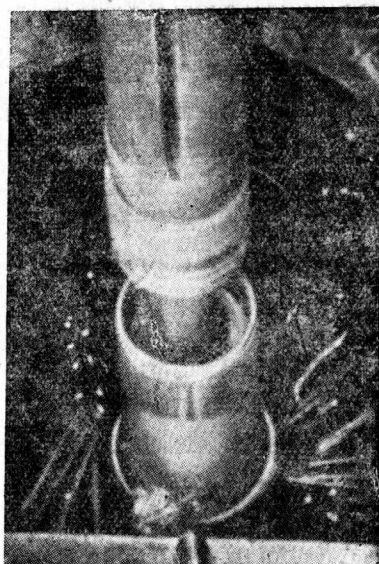


圖8 磨缸时的情形

須完全平行和角度上保持正確的关系(工作台導軌的精度高,就可以達到)。對於單獨的氣缸套筒,夾持工作物時保持正確並不產生壓力,便可以達到上述的要求。在精磨以後所得到的氣缸工作表面很高的光潔度和很好的保持油膜的性能可再經過磨缸而加以提高;磨缸時要加充分的冷卻液,使磨屑不能停留在缸壁上。除了氣缸套筒內壁以外,必須在每次修理時檢查氣缸套筒肩部的裂紋並需將與冷卻水相接觸的氣缸套筒外壁上的銹垢清除(導熱不良)。

丙、主軸承

發動機的主軸承因自然磨耗的關係產生了橢圓度及錐度。這種磨耗會引起油壓不足和連杆軸承損壞的後果。

潤滑不良、機油中的污垢和外来雜質會使軸承的工作表面過早地磨出溝紋,終于完全損壞。機械的過度負荷能引起軸承合金層剝落,因而損壞。滾柱軸承在機油不潔或潤滑不良時常常導致滾柱及滾道表面的損壞。主軸承一般是用銅鉛合金或白合金澆鑄在鋼的或青銅的底板上制成。合金的厚度一般應很薄($\frac{2}{10}$ 到 $\frac{10}{10}$ 公厘)。軸瓦應以緊配合座合在曲軸箱上並給予預置應力。這樣的預置應力應加以檢查。為了使搪削與裝配過程中具有同樣大的預置應力,主軸承蓋螺絲必須使用扭力扳鉗按照規定的扭力予以旋緊。

主軸承的搪削是在臥式精密搪床上用可以調節尺寸的自由切削刀具進行。搪削時必須根據曲軸軸頸的尺寸並留適當的間隙,這間隙在銅鉛合金軸承為 $\frac{6}{100} \sim \frac{8}{100}$ 公厘,在用白合金軸承為 $\frac{3}{100} \sim \frac{4}{100}$ 公厘。為了達到高的表面光潔度,搪刀是用硬質合金或金鋼鉗制成的,並使用高的切削速

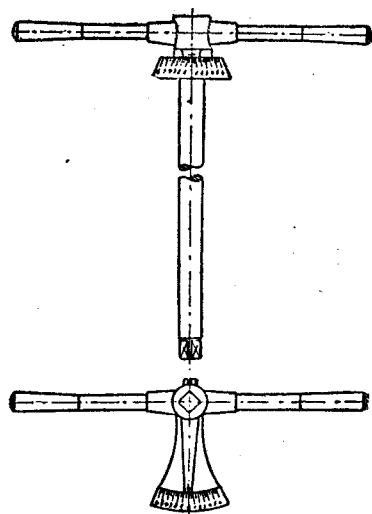


圖 9 扭力扳鉗

度(50~100公尺/分), 小的走刀量(0.02—0.1公厘/轉)。刀具的角度必須使得它在切削時不產生徑向壓力, 以免搪杆產生變形(工作的精度差)。

主軸承直徑的縮小尺寸以 0.5 公厘為一級, 一直到 3.0 公厘為限。因此曲軸軸頸可以有七級尺寸, 包括標稱直徑尺寸在內。用白合金澆鑄的主軸承一般有三個修理尺寸, 每 1.0 公厘為一級。

主軸承中的一個同時也是止推軸承, 在它的端面上必須進行加工。在此處應留間隙為 $7/100 \sim 10/100$ 公厘。這軸向間隙是為了熱膨脹的關係而留出的, 間隙的大小隨着曲軸箱的材料是鑄鐵的或輕金屬的而異, 並應按照原厂的規定留出。

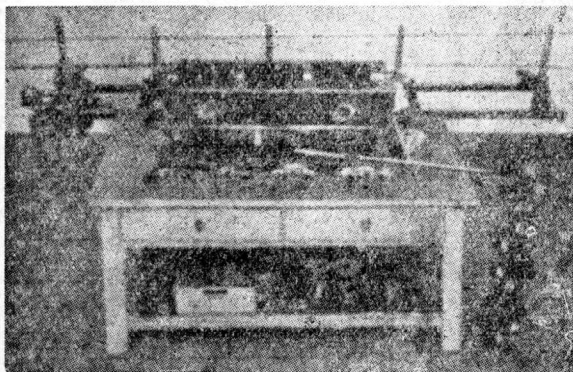


圖10 主軸承精磨機

在威氏制螺釘或其他螺距及尺寸的螺釘, 旋緊主軸承螺絲的扭矩 M_t 的值可用下面的經驗公式求得:

$$M_{tmax} = 1.065 \frac{d^2 \sigma_s h}{S_v};$$

M_{tmax} = 最大扭矩, 公分公斤;

d = 螺絲的內徑, 公分;

σ_s = 屈服極限, 公斤/公分²;

h = 螺絲的螺距, 公分;

S_v = 安全係數;