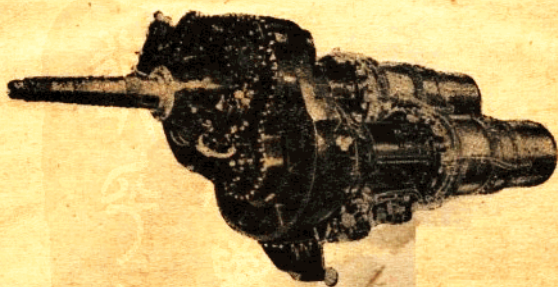


航空发动机 設計參考資料

双曼巴(Mamba) A.S.M.D.8型
渦輪螺槳噴气发动机

北京航空学院发动机資料編輯室編



國防工業出版社

PDS

內容簡介

曼巴 (Mamba) 是英國的小馬力渦輪螺旋槳發動機，自 1942 年開始設計，經不斷改進，發展，到現在已有十多年的歷史。在曼巴族發動機中又分成單曼巴與雙曼巴兩類，本書僅對雙曼巴 8 (ASMD 8) 作了重點介紹。雙曼巴即為兩台單曼巴平行排列裝於機身前部，兩個傾斜之尾噴管由機身兩側伸出，兩台發動機共用一套軸綫錯開之減速器。使兩個發動機共用一同心的兩根套軸，而其螺旋槳轉向相反的結構是雙曼巴 8 的特點，這種結構不但改善了發動機性能，並且也消除了傳到飛機之反扭矩。同時它還配備有利車裝置，可以防止巡航時不工作的一台發動機反轉。所以雙曼巴 8 的構造設計較為特殊，但它的性能優於一般渦輪螺旋槳發動機。

書中對該型發動機性能之優點作了全面論述，詳盡地介紹了它的構造，並加以分析比較，書末附有模擬等比例縱、橫剖面圖，可供生產設計人員與航空院校師生參考使用。航空噴氣發動機設計參考資料共有十三卷，本書為第七卷。

北京航空學院發動機資料編輯室編

*

國防工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第 074 號
機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

850×1168 $1/32$ 印張 $19/16$ 插頁 2 39 千字
1960 年 1 月第一版

1960 年 1 月第一次印刷

印數 0,001—1,050 冊 定價 (11) 0.53 元

NO.3105 統一書號 15034·407

編者的語

自我国社会主义建設大跃进以来，随着工农业的空前发展，科学、技术各个领域飞跃前进，在我国航空科学方面，在党的领导下，各有关部门間开展了共产主义大协作，且作出了一定的成绩。

为了有助于航空发动机的設計与教学工作，我室师生着手彙編一套有关发动机設計的参考資料。目前只选择一些资本主义国家之航空发动机，作了分析研究，并根据資料繪出比例的纵、横剖面图。由于資料不足，水平有限，某些结构又屬揣測而得，图中尺寸亦多出于估計，故仅供作参考。书中某些問題分析叙述，如有不够确切或錯誤之处請讀者指正。

书中所述各机种的基本資料均选自英美等国杂志，因而其技术性能和构造形式的介紹上，定有虛夸与失实之处，其設計主导思想亦多由最大限度地追求利潤及侵略战争出发，与我們社会主义国家設計思想根本不同。在編写过程中，我們虽尽力用批判态度，选其精华，弃其糟粕，仍希讀者在参考本书时注意批判接受。

参加本书資料搜集、研究和整理工作的有本院有关教研室教师及1958年毕业生。

在本书編輯中蒙国际航空杂志編輯部提供了許多資料，国防工业出版社对本书出版給予大力支持，我們謹致以衷心感謝。

北京航空学院发动机資料編輯室

1959年1月

目 录

总論	3
第一章 承力系統及傳动系統	7
§1 承力系統	7
§2 傳动系統	11
第二章 減速器	11
§1 簡介	11
§2 构造	12
§3 減速器的潤滑冷却和潤滑系統	25
第三章 壓縮机	26
§1 簡介	26
§2 构造部分	27
§3 壓縮机的平衡及間隙調整	32
§4 壓縮机的軸承及潤滑	33
第四章 燃燒室	33
§1 簡介	33
§2 构造概述	34
§3 燃燒室的工作情况及其优缺点	37
第五章 渦輪及尾噴管	38
§1 簡介	38
§2 构造	39
第六章 冷却与潤滑	46
§1 冷却系統	46
§2 潤滑問題	48
參考資料	49

总 論

1 曼巴(Mamba)发动机族的发展簡史

曼巴这族发动机，从1942年起，就設計成功，以后經過不断的改进和发展，直到現在已有十多年的历史了。

单曼巴ASM. 1在1942年就由阿姆斯特蘭·賽得勒(Armstrong Siddeley)公司着手設計，到1945年設計完毕，1946年4月作了第一台发动机的試車，1948年通过了500小时的試車。它在軍用飞机“伯利尔”(Beliol)和民用飞机“阿浦罗”(Apollo)上都使用过。經過十多年的发展，单曼巴ASM和双曼巴ASMD都由1号发展到了8号，ASM只有少数用于飞机上，主要是作为ASMD的組成部分。

ASMD. 1是由两台ASM. 3組成的，1947年开始改装，1948年試車成功，接着又設計了ASMD. 4; ASMD. 7; ASMD. 8。双曼巴(ASMD)型发动机的結構比較特殊，它由两台单曼巴(ASM)平行排列組成，通过一套軸綫錯开式減速器及一个惰輪使两台发动机的螺桨同軸綫，但扭向相反(如图2所示)，因为这样可以抵消因螺桨工作傳給飞机的反扭矩。其优越性超过活塞式和噴气式发动机，也超过其他渦輪螺桨发动机。因为它比活塞发动机的重量轻、載重大；比噴气发动机的消耗率低，起飞和降落跑道短，适用于軍艦上的飞机。一般用一台大型渦輪螺桨发动机，則在低速巡航时的油耗率很高；用两台单曼巴(小功率)，則螺桨就无法具有同軸綫的优点，而双曼巴在起飞或战斗时需功率大，便可使两台发动机同时工作；在巡邏和偵察时需要的功率小，便可用一台发动机工作，因而油耗量很少。它有利車裝置可防止不工作的发动机螺桨反轉。

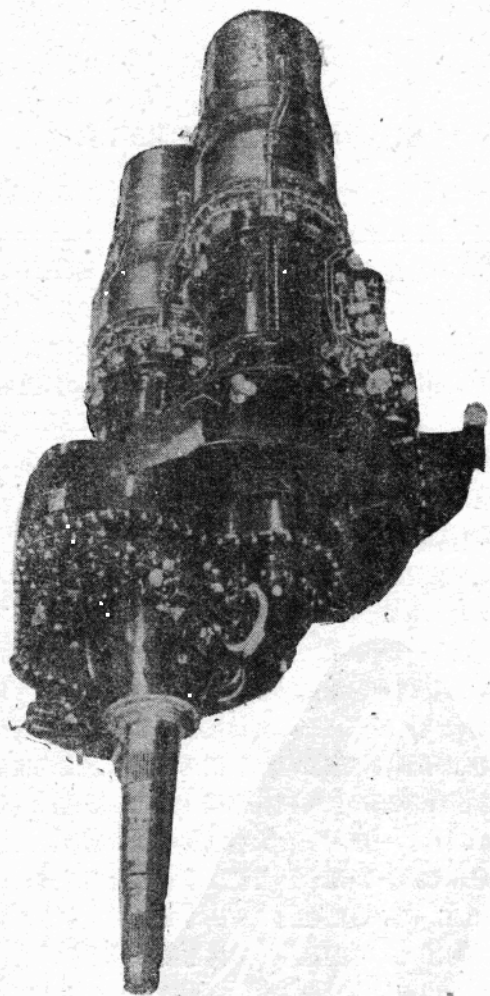
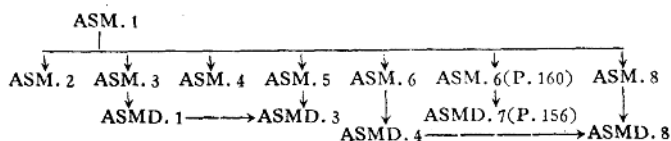


图 1 外形图。

曼巴族发动机的发展情况如表 1:

表 1



各型曼巴发动机的性能数据及特点如表 2 所示:

表 2

型 别	压缩机 级数	涡轮 级数	燃烧室 数目	轴马力	推力 (磅)	备 注
ASM. 1	10	2	6	1010	307	最终形式具有三个轴承和蒸发管式燃烧室。
ASM. 2	—	—	—	—	—	未制造。
ASM. 3	10	2	6	1270	384	重新设计的压缩机，有三个轴承，已小批生产。
ASM. 4	—	—	环形	—	—	相同于 ASM. 3，但改用环形燃烧室，未制造。
ASM. 5	10	3	环形蒸发管式	1400	—	仅供作 ASMD. 3发展的基础。
ASM. 6	10	3	环形蒸发管式	1650	365	相同于 ASM. 5，有“O”级压缩机；作为 ASMD. 4发展的基础；并在飞机上。
ASM. 7	12	2+2	环形	2430	—	以 ASM. 6 为基础设计的，但未生产。
ASM. 8	11	3	环形	1950	—	采用 Nimonic 100 的涡轮叶片；用作 ASMD. 8发展的基础。
ASMD. 1	(见 ASM. 3)			2540	925	用两台 ASM. 3 组成，在生产使用中，是第一台双曼巴。
ASMD. 2	(见 ASM. 5)			2800	900	由两台 ASM. 5 组成，用 ASMD. 1 减速器，正在生产使用中。

2 双曼巴8(ASMD.8)概述

双曼巴8的减速器分为两级，第一级为游星减速器，担负着

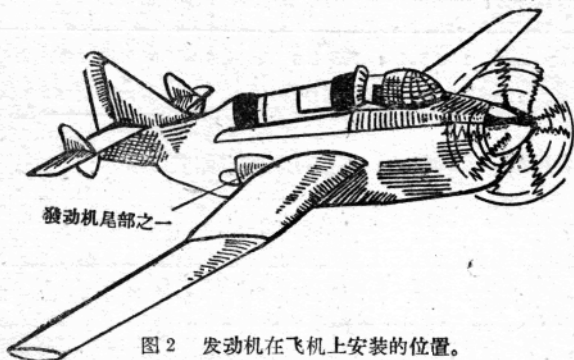


图2 发动机在飞机上安装的位置。

主要减速作用，第二级采用简单齿轮式减速器。在减速器机匣上铸有进气通道，进口为“新月形”，进气道分为两段，以保证气流均匀地进入压缩机。压缩机为11级轴流式的，机匣为分开式，转子为混合式， $\pi_k^* = 5.5$ 。燃烧室为环形，并采用低压供油的蒸发管，燃烧完善，轴向尺寸短。燃烧室内、外机匣(外套及中机匣)平行传力。用三级涡轮的端齿传扭及用长螺栓轴向拉紧。三级涡轮中心都有孔，冷却气便通过其中，它为前支点式、大鼓轴，采用扁球头(装配时转 90°)作为涡轮及压缩机转子的联轴器。三级导向器叶片固定在悬臂的外环上。双层外环后安装边与尾喷管联接。尾喷管有四块翼形支板支持着内锥体。外环外层加有绝热层，防止热量对飞机的影响。尾喷口是斜的，以便于从机身两侧伸出。发动机附件由压缩机前轴的套齿传动。飞机附件由刹车机构的小轴通过传动轴来带动(图3)。

主要数据:

$$\begin{aligned}
 n &= 15000 \text{ 转/分}; & T_3^* &= 1100^\circ \text{K}; & \pi_k^* &= 5.5; \\
 N_{TB} &= 2 \times 1800 \text{ 马力}; & G_T &= 320 \text{ 加仑/时}; & \eta_{agt}^* &= 0.85; \\
 R_c &= 710 \text{ 磅}; & G_B &= 2 \times 21 \text{ 磅/秒}; & \eta_{cb}^* &= 0.88.
 \end{aligned}$$

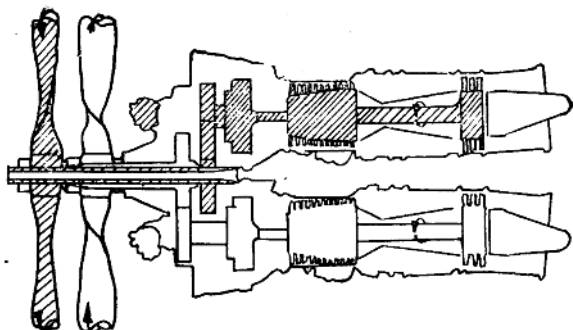


图3 发动机之传动简图。

第一章 承力系統及傳动系統

§1 承力系統

1. 承力系統主要組成部分見圖4。本發動機的主安裝節頭在游星減速器機匣上：正上方一個，兩側下方各一個；另外在每台發動機的擴散機匣上各有一個輔助安裝節（圖74）。

發動機的承力方式如下：

（1）尾噴管內錐及整流支板上的氣體力，經支杆18，再經尾噴管外殼17，渦輪第二層外環16，傳到燃燒室外殼的后安裝边上；

（2）各級渦輪導向器葉片的氣體力，通過各葉片樺頭上的螺栓傳往懸臂的渦輪第一層外環21，到燃燒室的外殼后安裝边上；

（3）渦輪軸承24的徑向力，一部分經后軸承機匣25、23，第一級導向器葉片傳到燃燒室外殼后的安裝边上，並匯同其他力，向前傳遞到擴散機匣14上。渦輪軸承24的另外一部分徑向力是通過中機匣26傳到擴散機匣14上；

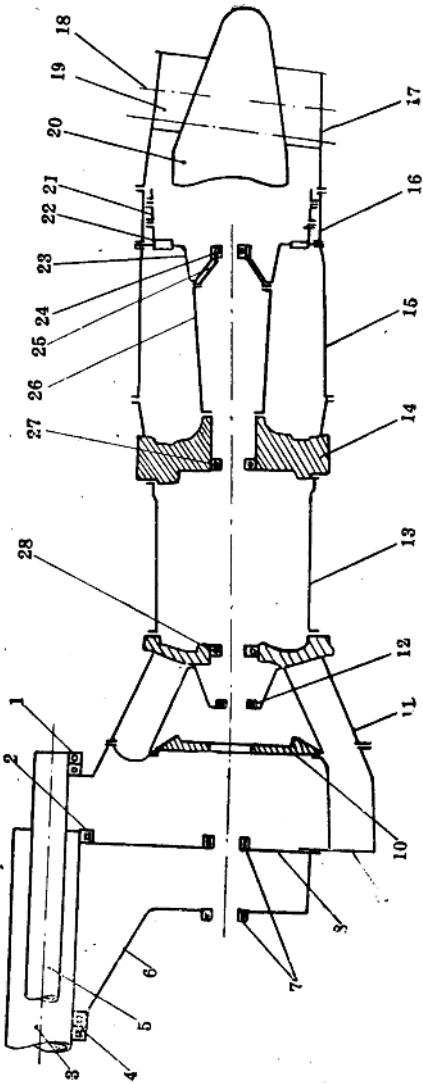


图4 承力系统图。

1—内螺桨止推轴承；2—外螺桨滚柱轴承；3—外螺桨轴；4—外螺桨止推轴承；5—内螺桨轴；6—减速器机匣前盖；7—简单或
 速器轴承；8—减速器机匣隔板；9—游星减速机匣；10—扭矩测量机构装机匣；11—附件传动机匣；12—轴承；13—压缩
 机匣；14—扩散机匣；15—燃烧室外壳；16—涡轮导向器及层环；17—尾喷筒；18—整流支柱螺栓；19—整流支柱；20—尾
 体；21—涡轮外环；22—第一级导向器叶片；23、25—后轴承机匣；24—涡轮前轴承；26—燃烧室内壳；27—中轴承；28—压
 缩机前轴承。

(4) 环形火焰筒的力通过螺钉传到燃烧室外壳上，并在扩散机匣上与后边传来的力汇合。力的一部分在此处传给辅助安装节。另一部分（主要部分）力往前传，经压缩机匣13、附件传动机匣11传到主安装节上去；

(5) 压气机导向器叶片的力通过其燕尾形榫头直接传给压缩机匣13，再经过附件传动机匣11，将力传给主安装节头。压缩机后轴承的径向力是经过扩散机匣支柱传到压缩机匣上去的。压缩机前轴承是滚珠轴承，其径向力、轴向力通过衬套经附件传动机匣支柱11传到主安装节上去；

(6) 减速器机匣前盖上的轴向力（包括机外减速器直齿轮的支持轴承7的径向力和轴承4的径向力与轴向力），经过前盖与机匣9之间的螺栓将力传给主安装节头；

(7) 减速器机匣隔板上的四个轴承的力〔包括两个直齿轮的支持轴承、两个游星齿轮架的外伸轴的支持轴承、惰轮轴承和外桨轴3的轴承2〕经过螺栓传给主安装节；

(8) 游星架后轴承的力和太阳齿轮的反扭矩是通过机匣10经机匣9传到主安装节头的；

(9) 轴承1的力是经机匣9直接传到主安装节头。

2. 支持方案中的几个问题

(1) 后轴承的支持方案采用了悬臂支承中机匣，其直径小，所以支承刚性差。

(2) 转子的支持方案是采用1—2—0式（压缩机前一个滚珠轴承，压缩机和涡轮之间有两个滚棒轴承）。

把滚珠轴承放在压缩机前边有如下几方面问题：

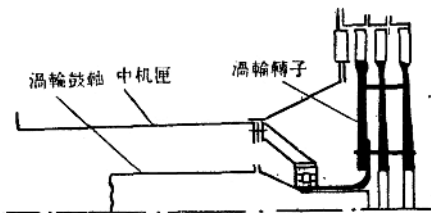


图5 涡轮后轴承支持。

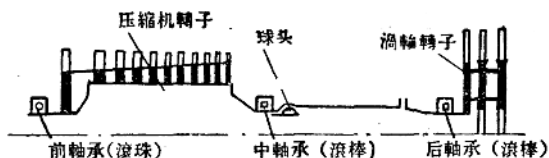


图6 轉子支承。

(一) 这个軸承受徑向力，又受軸向力，負荷較大，但放在壓縮机前溫度比較低，故工作条件好些；

(二) 軸承上的力直接經附件傳动机匣 11 傳到主安装节上去，傳力路程短；

(三) 將滾珠軸承放在最前时，因壓縮机之軸向力向前 ($P_2 > P_1$)，渦輪之軸向力向后，两者抵消一部分，則壓縮机鼓筒的負荷减少了；

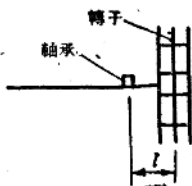


图7 渦輪之悬臂支持。

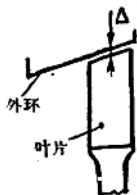


图8 Δ間隙之分布。

(四) 壓縮机轉子的軸向受热伸长会影响到渦輪的軸向移动，这样一来渦輪轉子的軸向移动就增大了，因为渦輪轉子沒有軸向的調整片，而且渦輪的气流通道是斜通道，当軸向尺寸变动时，就牵涉到徑向間隙 Δ 的变化。間隙 Δ 会使渦輪受到損失，也就是使渦輪效率降低（对后兩級带冠叶片來說影响略小些）(图8)；

(五) 壓縮机前用滾珠軸承会使傳动附件的斜齒輪不致因膨脹差別或壓縮机轉子的弯曲变形而卡住。

§ 2 傳动系統

傳动系統的主要組成部分，參看圖9。

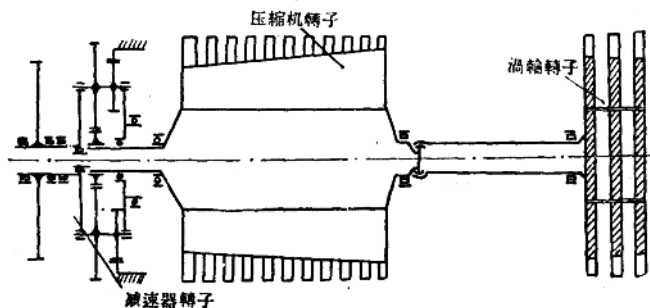


圖9 傳动系統。

第二章 減速器

§ 1 簡介

本发动机的減速器有兩套各自独立的齒輪減速系統。這兩個系統分別傳动着同一軸綫，而旋轉方向相反的两个螺槳。雙螺槳可以同时工作，也可以分別单独地进行工作。減速器由游星減速器和簡單式減速器串聯而成，其減速比为1:0.0961。

減速器机匣上的进气通道像新月形（因为在減速机匣的正中上方被螺槳軸占去了一块空間），新月兩端逐漸伸長，在游星減速机匣与附件傳动机匣交界处形成环形空腔。

游星齒輪架上裝有均布的三組游星齒輪。游星架分为兩件，用端齒槽联接傳力，用螺釘拉緊。游星架外伸軸与簡單傳动式減速器联接（圖10）。

太陽齒輪用三个凸耳，經傳动杠杆与三个軸向測扭器联系。太陽齒輪上的另一凸耳緊压在反扭感应器的爪子上（見圖30）。

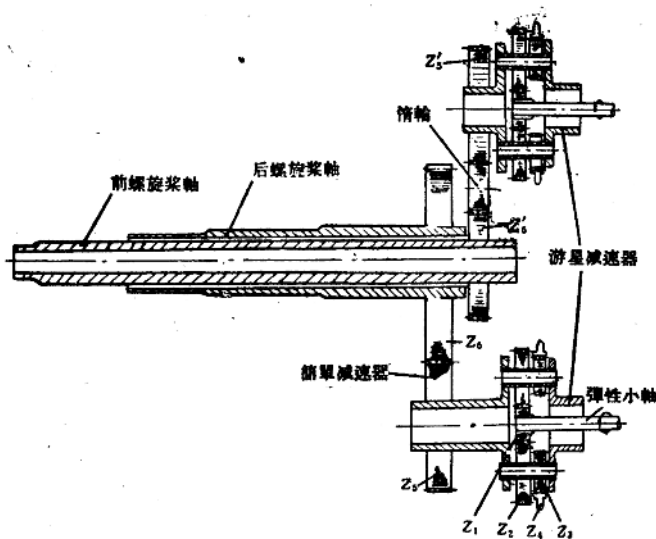


图10 减速器传动系统图。

在简单传动式减速器的正上方，装有刹车机构，它们直接与直齿轮啮合，刹车机构的外伸轴用以传动飞机附件（图74）。

减速器的总传动比 $i_0 = 0.0961$ 。其中游星减速器的传动比 $i_1 = 0.1447$ ，简单减速器的传动比 $i_2 = 0.664$ ，经计算结果： $z_1 = 23$ ； $z_2 = 36$ ； $z_3 = 18$ ； $z_4 = 68$ ； $z_5 = 64$ ； $z_6 = 96$ ； $z'_5 = 52$ ； $z'_6 = 78$ ； $z_m = 42$ ； $m_{1-2} = 3.6$ ； $m_{3-4} = 4.25$ ； $m_{5-6} = 4.8$ 。

§2 构造

1. 游星齿轮减速器 游星减速器是本发动机减速器的主要组成部分，它由弹性小轴处接受功率，再由游星架处伸轴传出去。

(1) 弹性小轴——弹性小轴具有缓冲和减振的作用，可使发动机平稳的工作。它是一个薄壁的细长轴，两端有花键齿，在齿槽啮合处，留有适当的间隙，可起自动定心作用。弹性小轴的

軸向定位，採用了圖11的構造形式。彈簧4壓緊彈性小軸2，為了保證接觸良好，在中間加一個墊片3，襯套5壓緊彈簧4，而襯套5又被螺母6所壓緊，在螺母上作有齒，以便與襯套嚙合。襯套另一端的齒插入彈性軸2的齒槽內，可以防止螺母轉動鬆脫。

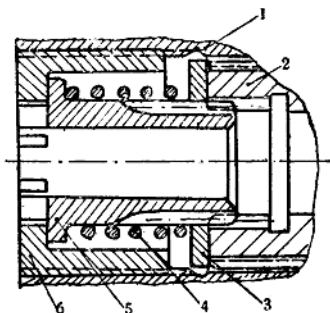


圖11 彈性小軸的軸向定位與鎖緊：
1—主動齒輪軸；2—彈性小軸；3—墊片；
4—壓緊彈簧；5—襯套；6—螺母。

(2) 主動齒輪與主動軸(見圖12)——主動齒輪是由兩個斜齒輪組成的“人”字齒輪，用花鍵齒與主動軸連接，在花鍵的兩端有圓柱定位面。主動軸用兩個軸承分別支持在前、後游星架上。主動齒輪是個高速、大負荷的齒輪。採用人字齒的理由是：齒的嚙合係數大，負荷能力增強，並可減少因基圓誤差所引起的振動。為了加工方便，所以它由兩個斜齒輪組成。

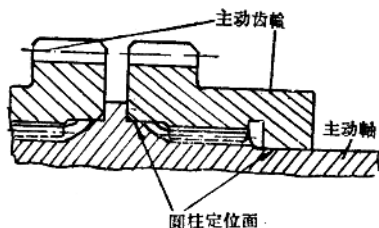


圖12 主動齒輪用圓柱面定位。

(3) 游星齒輪——游星齒輪由兩級組成，一個是與主動齒輪嚙合的大齒輪，它和游星齒輪軸作成一體，並用兩個斜齒輪組成人字齒輪，另一個是直齒小游星齒輪，它是用花鍵連接在游星齒輪軸上的。游星軸用兩個滾棒軸承支持在游星齒輪架上。

大游星齒輪的兩半用螺栓拉緊，依靠摩擦傳扭(圖13)。在螺栓與螺栓孔之間有間隙，以便調整它與主動齒輪的嚙合間隙。

大游星齒輪的兩半用螺栓拉緊，依靠摩擦傳扭(圖13)。在螺栓與螺栓孔之間有間隙，以便調整它與主動齒輪的嚙合間隙。

(4) 固定齿圈(太阳齿轮见图27)——固定齿圈与小游星齿轮内啮合,它上边装有三个爪子以作轴向定位,另有凸块与测扭机构的杠杆用球面接触,将扭矩传给测扭机构。在圆周上共有三个测扭活塞,还有一个凸块与反扭感应器的爪子接触,用以传递螺旋桨轴的反扭矩到感应器上去。

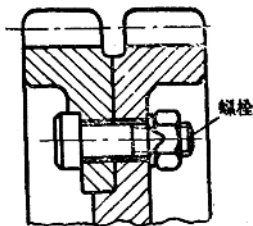


图13 大游星齿轮组合图。

(5) 游星齿轮架——游星齿轮架分为前后两件,用端面齿槽传扭,并用螺钉拉紧。前边用滚棒轴承支持在机匣隔板上,后边用滚珠轴承支持在测扭机匣上。

2. 第二级减速器(直齿轮减速器) 它是一个独立的简单传动式减速器,其主动齿轮通过花键齿槽从游星架的外伸轴上接受扭矩,然后,通过从动齿轮的花键齿槽将扭矩传到螺旋桨轴上去。

主动齿轮用两个滚棒轴承支持在机匣前盖及隔板上。主动齿轮的轮辐作成锥形剖面盘,并开有减重孔。主动齿轮与游星架的外伸轴用花键联接,用衬套定位。靠近前盖的一方是整体式衬套而靠近隔板这一方是用分开的两个半圆形衬套,其分开的目的就是为装配。

3. 分油机构的构造 因为本发动机是两台各自独立的发动机所组成,因此分油机构也有两套,位在减速器机匣前盖上的分油机构叫前分油机构(外桨轴);位在减速机匣上的分油机构叫后分油机构(内桨轴)。

(1) 后分油机构——后分油机构的构造极为别致,它是由轴的端面进油,在“梅林”发动机上曾用过端面进油的构造,而在“曼巴”这个族系的发动机上也用端面进油法。

分油衬套2用螺紋与分油套外套筒1联接(图14),分油套2上有三个螺紋孔,上边撑有三个油管接头,接头3是高距油管接头,接头4是低距油管接头,接头5是润滑油管接头,外套1与

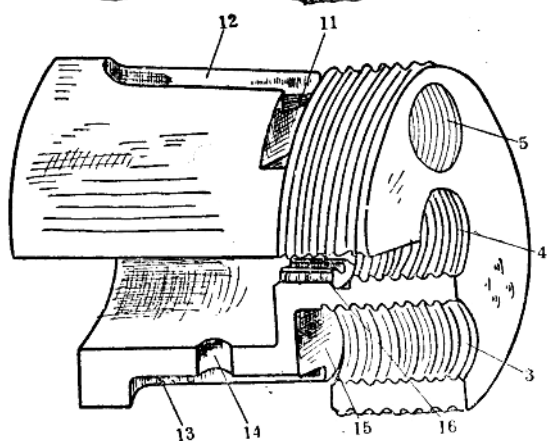
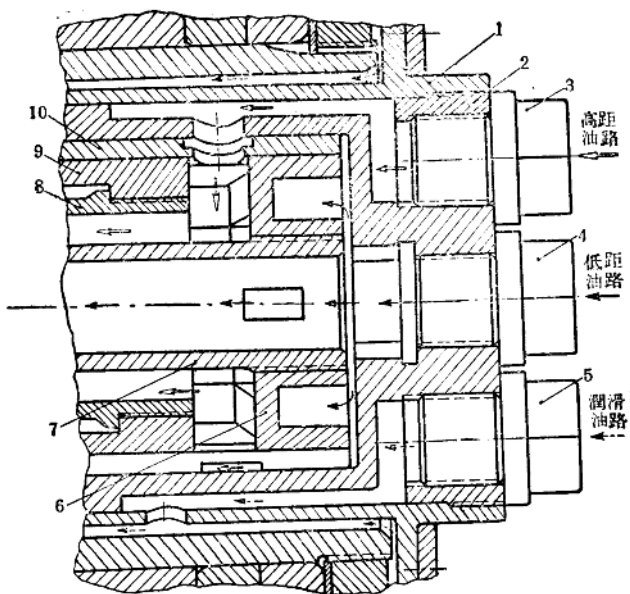


图14 后分油机构和分油衬套:

1—外套筒; 2—分油衬套; 3—高距油管接头; 4—低距油管接头; 5—润滑油管接头; 6—螺帽; 7—管子; 8—内套筒; 9—中间套筒; 10—衬套; 11—半圆形槽; 12—纵向槽; 13—纵向槽; 14—油孔; 15、16—油槽。