

舰船蒸汽动力装置
毕业设计参考资料

(一)

军事工程学院

1964.6.

目 录

1. 美国驱逐舰动力装置的发展特点.....张彬 (1)
2. 关于日本警备舰“春风号”动力装置几个问题的探讨.....文章 (22)
3. 轻型舰艇动力装置发展的研究.....Б.ИИ.尤道温 (35)
4. 美国海军舰艇动力装置发展的特点.....Б.С.尤道温 (51)
5. 美国“汀末曼”号驱逐舰机炉装置.....
.....А.И.巧尔诺夫 Б.А.阿格芳诺夫 (59)
6. 确定锅炉蒸汽产量与燃料消耗量的近似方法.....张彬 (69)
7. 船舶动力装置的重量特性与确定重量的分析法.....Ю.А.马凯顿 (84)
8. 英国海军主汽轮机的最近发展.....F.T.柯灵 А.Ф.維奇 (95)
9. 关于船用辅助透平的效率问题.....А.Г.库尔仲 (126)
10. 核推进在海军舰艇上应用的若干问题.....H.C.李科佛尔等 (134)

美國驅逐艦動力裝置的發展特點

張 彬

一、目前概況

在資本主義國家中美帝國主義擁有最大的海軍艦隊和艦艇數目，戰鬥艦艇為數達一千一百艘以上，而驅逐艦又是美國海軍中數量最多的一種，目前共有 380 餘艘，約占戰鬥艦艇總數的 33% 左右。

在二次大戰時期以及大戰後十餘年來驅逐艦是美國海軍中很重視的一個艦級，一方面由於其數量很多，而更重要的是驅逐艦擔負着十分重要的戰役任務，如在以航空母艦為中心的艦隊突擊編隊中驅逐艦擔負着警戒，搜索，與實施火力攻擊的任務。因此，對於驅逐艦及其技術裝備（包括動力裝置）的研究和改進進行了很多工作，使驅逐艦的性能獲得了很大的提高，與二次大戰中所建的驅逐艦比較之，其動力裝置在重量方面降低了 10%，巡航時經濟性提高了 14%，此結果使動力裝置與燃料儲備的總重量約降低了 22%。

自二次大戰結束後到目前，美國驅逐艦的建造可以分為三個階段：

1. 戰爭結束到 1950 年，本階段的特点是總結大戰中的戰鬥經驗，並利用當時的最新技術成就，進行設計技術指標較高的艦艇。

2. 自 1950 年後至 1955 年左右。本階段的主要特點是建造和設計一些新型艦艇，這些艦艇反映了當時的最新技術成就，以及對新武器防禦（如原子防禦）的要求；與此同時還改建了一批較老的驅逐艦，用最新的技術設備（如電子設備，自動武器）裝備這些艦艇。

3. 1955 年以後，研究和發展新技術，主要的是用導彈裝備艦艇代替火炮，並且開始研究和設計原子能動力裝置的驅逐艦。

經過戰後這十多年的發展美國驅逐艦的狀況有了較大的變化，目前美國所擁有的驅逐艦可以分下列幾種：

原子能導彈驅逐領艦 (DLGN)；

導彈驅逐領艦 (DLG)；

驅逐領艦 (DL)；

艦隊驅逐艦 (DD)；

導彈驅逐艦 (DDG)；

雷達哨艦 (DDR)；

反潛或對空驅逐艦 (DDE)。

利用原子能動力裝置的驅逐艦 (DDN 或 DDGN) 目前已有一艘在製造，同時還有一部份驅逐艦正在裝備導彈以代替魚雷和部份火炮。

美国驱逐舰的主要性能列于表1中，这里列举的是最典型的驱逐舰，表中没有列出DDE,DDR等驱逐舰，因为这些舰均由表中所列的DD型改建的，它们的性能是一致的。

从表1所列出的主要性能可以得到下面几点结论：

1. 战后新建之驱逐舰其排水量逐渐增大，最大的为原子能导弹驱逐舰，其标准排水量达到6500吨，接近轻巡洋舰的吨位；其他的为3000~5500吨。排水量增大的主要原因是由于装备了导弹及其制导设备，新式的无线电与雷达设备，保证原子防御改变了上层建筑的结构形式等。

2. 随着吨位的增加，舰艇的航速并不提高，甚至还降低一些，因此，动力装置的总功率保持在70000~85000马力。每吨排水量所需马力下降剧烈，战后建造的舰介于15~20之间。相对马力与速长比的关系示于图1中，它们之间成线性比例。

3. 从发表的有关续航力与燃油储备量的资料可以看出，其数值超过了一般驱逐舰的数据。如燃油储备量约占满载排水量的18~23%，而一般的数据为15%；续航力几乎均超过6000海里（15节），即使航速为20节时，续航力亦达4500海里以上，而一般驱逐舰在15节时为4000海里，20节时约3000海里左右，这个战术要求完全是由于美国侵略政策所决定的，为了要侵略别国，镇压各弱小国家和殖民地人民，不得不远涉重洋进行长距离的航行。要满足这个要求，虽然在排水量分配上给予燃油储备以较大的百分数，同时还必需提高动力装置在低速（经济速度与巡航速度）工况时的经济性。

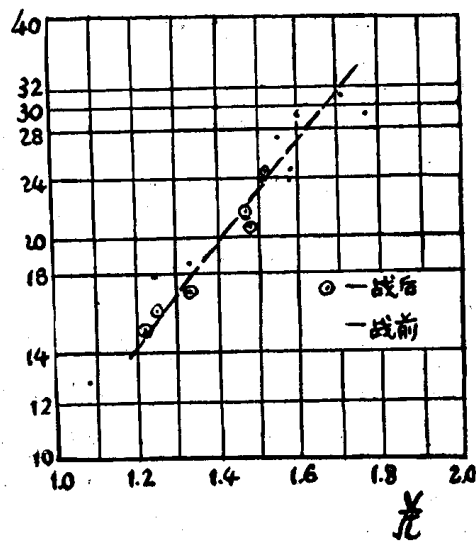


图 1

除了表1所列出的各种驱逐舰外，美国尚设计和建造了若干试验舰，用以实舰试验各种技术装备，如驱逐舰 Timmerman号（代号AG-152）于1952年建成，它的主要特点是：在保持原有舰的排水量与尺度下，提高装置功率以增大航速。并要求动力装置的重置降低而经济性提高。此舰的主要性能为：

| | |
|--------------|-----------|
| 排水量（标准/满载），吨 | 2452/3540 |
| 装置总功率，马力 | 100,000 |
| 航速（全速）节 | 40 |
| 装置单位重量公斤/马力 | 8.4 |

该舰为双轴，成梯队布置，左、右舷装置采用不同的蒸汽参数，锅炉型式和传动设备。其蒸汽初终参数为

| | | |
|------|-----|---------------------------|
| 右舷装置 | 初参数 | 61.5 ^a / 565°C |
| | 终参数 | 0.14 ^a |
| 左舷装置 | 初参数 | 140 ^a / 565°C |

美国现有驱逐舰的主要性能 表 1

| 舰 型 | 排水量 标准/满载 | 航速 (节) | 功率 (马力) | 轴数 | 续航力 (哩/节) | 燃油量 (吨) | 建 造 年 | $\frac{N_e}{D_H}$ | $\frac{V}{\sqrt{L}}$ | $\frac{L}{B}$ |
|---------------------|--------------|-----------|------------|----|---------------------|------------|-----------|-------------------|----------------------|---------------|
| Bain Bridge(DLGN) | 6500/7600 | >30 | >60000 | 2 | 100,000~ 150,000 | | | >9.2 | >1.03 | 9.5 |
| Coontz(DLG) | 4770/5600 | 34 | 80000 | 2 | | | 1957-1961 | 17 | 1.33 | 9.87 |
| Coontz改进型(DLG) | 5670/7000 | 34 | 55000 | 2 | | | 1959-1963 | 15 | 1.22 | 10 |
| Norfolk(DL) | 5600/7300 | 32 | 80000 | 2 | 7000/15 | 1400 | 1948-1953 | 16 | 1.25 | 9.6 |
| Mitscher(DL) | 3675/4730 | 35 | 80000 | 2 | | | 1949-1954 | 21.8 | 1.47 | 9.2 |
| Mitscher(DDG) | 3370/4500 | 35 | 70000 | 2 | | | 1958-1964 | 20.8 | 1.48 | 9.2 |
| Forrest Sherman(DD) | 2850/4200 | 35 | 70000 | 2 | | | 1953-1959 | 24.5 | 1.52 | 9.3 |
| Gearing(DD) | 2425/3550 | 35 | 60000 | 2 | 5800/15 | 650 | 1945-1946 | 24.8 | 1.58 | 9.55 |
| Carpenter(DD) | 2500/3350 | 35 | 60000 | 2 | 5800/15 | 650 | 1945 | 24 | 1.58 | 9.55 |
| Allen. Summer(DD) | 2200/3300 | 34 | 60000 | 2 | 6000/15 | 650 | 1943-1945 | 27.3 | 1.55 | 9.2 |
| Fletcher(DD) | 2050/3050 | 35 | 60000 | 2 | 6000/15 | 650 | 1943-1944 | 29.3 | 1.6 | 9.58 |
| Gleaves(DD) | 1700/2580 | 37 | 50000 | 2 | 5000/15 | 600 | 1940-1943 | 29.4 | 1.78 | 9.5 |
| Mayo(DD) | 1620/2575 | 36 | 50000 | 2 | | | 1940-1943 | 31.2 | 1.71 | 9.9 |

二、动力装置的经济性

动力装置经济性的高低直接影响到装置的重置与燃料储备量，动力装置的经济性则取决于热线图型式，蒸汽初终参数与各主要部件的效率等三个因素。

美国驱逐舰动力装置在全速工况及巡航工况时具有较高的经济性（或以燃耗率表示）。这是因为前面提到的它的续航力较大的缘故。为了在有限的排水量内儘量减少燃油储备量的排水量比例（虽然此比例已经超过了一般的数值）保证获得较大的续航距离，不得不提高装置的经济性，尤其是巡航工况的经济性。图2为几艘典型驱逐舰的燃耗率曲线。图中1为战前设计的驱逐舰；2为战后设计的驱逐舰方案2(N₂)；3为试验性驱逐舰，由图2可见战后设计的装置其燃耗率是降低的，而巡航工况范围内（约12%~15%全功率）燃耗率的降低更为显著。

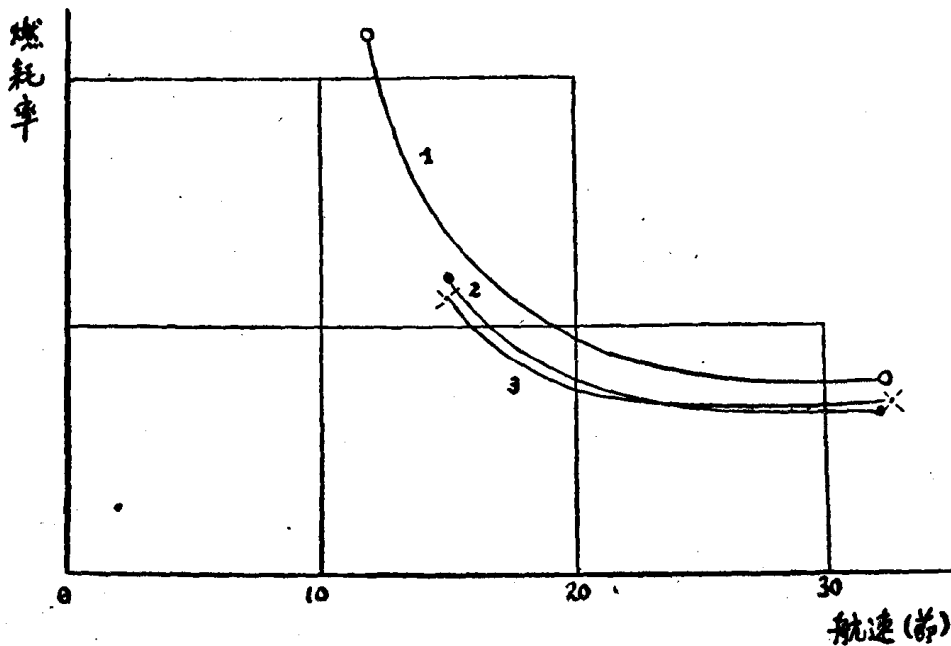


图2 驱逐舰动力装置的燃耗率

如果将战后设计的驱逐舰动力装置经济性的提高以相对于战前所设计的装置经济性的百分数表示，则可以更明显的看出各个有关部份对经济性影响的程度。各设计方案的百分数列于表2中。

由表2的相对百分数可以得到下列几点结论：

1. 战后所设计的各个方案其经济性均大于战前方案，而在巡航工况时经济性的提高更为显著；
2. 装置经济性的提高与各部件的经济性的提高密切有关，其中最主要的影响因素为理论耗热率与主机效率，辅机的经济性变化不大；
3. 推进装置耗热率的提高较整个装置耗热率的提高为大，因为后者还包括全舰性辅机的附加耗热以及因背压不同而被冷却水多带走的热量修正。

动力装置经济性的改善

表 2

| 航行工况 | 设计方案 | 理论耗热率 | 主机效率 | 锅炉效率 | 实际推进装置之耗热率 | 辅机耗热率 | 冷却水带走之热量修正 | 实际装置之耗热率 | 压力(公斤/厘米 ²) | 蒸汽初温(°F) | 背压(吋水银柱) |
|---------|-------|-------|------|------|------------|-------|------------|----------|-------------------------|----------|----------|
| 全速 | 战后№1 | 4 | 2 | 1 | 7 | 0 | -2 | 5 | 1200 | 950 | 25 |
| | 战后№2 | 4 | 4 | 3 | 11 | 1 | -1 | 11 | 1200 | 950 | 25 |
| | *试验№1 | 3 | 5 | -4 | 4 | 1 | -1 | 4 | 875 | 1050 | 25 |
| | *试验№2 | 10 | 1 | -4 | 7 | 0 | -1 | 6 | 2000 | 1050 | 25 |
| 巡航(20节) | 战后№1 | 5 | 8 | -1 | 12 | -1 | 1 | 12 | 1200 | 935 | 28.6 |
| | 战后№2 | 4 | 12 | 0 | 16 | 0 | 1 | 17 | 1260 | 900 | 28.5 |
| | 试验№1 | 5 | 12 | -1 | 16 | 2 | 3 | 21 | 875 | 1000 | 28.8 |
| | 试验№2 | 10 | 8 | 0 | 8 | -2 | -2 | 14 | 2000 | 975 | 28.8 |

* 试验№1即试验性驱逐舰 Timmerman号之右舷装置, 试验№2即为此舰之左舷装置。

4. 巡航工况时的经济性除了个别项目外极大部份是提高的, 整个装置耗热率的改善更是显著。

促使战后设计方案经济性提高的主要因素为:

1. 热力线图的改进;
2. 蒸汽初终参数的变化。
3. 各个主要部件效率的提高。

热力线图

驱逐舰蒸汽动力装置热力线图的基本型式战后并没有什么重大变化, 通常均采用以辅机乏汽预热给水的单级加热的热线图, 加热器用混合式除氧器。给水预热温度介于100~120°C(212°F~250°F), 大多数采用112~119°C。即使在蒸汽初参数较高时, 为了保证动力装置工作可靠, 重量减轻, 同时使锅炉具有适度的效率, 给水预热温度还是保持在这一范围内, 数值偏于较高的一边。在此给水预热温度下, 辅机乏汽压力约为1~2公斤/厘米², 在这种线图中锅炉通常只具有经济器。

线图中变化比较大的是辅助机械的蒸汽参数和部份辅机的驱动方式。战前方案, 主锅炉为双炉膛M型, 过热温度用喷油嘴数目来调整, 在低负荷时由于调节不良, 蒸汽的过热度很小, 接近于饱和温度。所以用蒸汽透平驱动之辅机均用饱和蒸汽工作, 只有主机与发电机透平用过热蒸汽。这种配置就要求有二条新蒸汽管路通至机舱, 加大了管理上的复杂性, 导致重量的增加。战后设计的方案改变了这种配置, 虽然蒸汽参数提高很大(压力提高了一倍, 温度提高100°C左右), 大部份方案中大容量辅机如给水泵, 鼓风机等均用锅炉全参数工作, 此时辅机的蒸汽直接引自主蒸汽管路。在少数方案中, 辅机采用退热蒸汽。显然, 第二种方式的重量是比第一种方式为大。

辅助机械的驱动方式与对动力装置经济性和重量的要求有关, 战前方案大部份辅机均用蒸汽驱动, 而且是成对复设, 因而重量较大。战后方案为了使重量进一步下降, 并

使经济性在全速工况及巡航工况得到较大的改善，除了前面提及之大容量辅机采用蒸汽辅机外，小功率辅机一般采用电动。备用辅机除个别重要的以外也考虑用电动，并且减少备用辅机的数量甚至不考虑备用。

蒸汽参数

美国驱逐舰动力装置的蒸汽参数在战后有较大的发展，战前的标准参数为43.5公斤/厘米², 455°C (600磅/吋², 850°F); 战后的标准参数提高到84公斤/厘米² 510°C (1200磅/吋², 950°F) 甚至有525°C (980°F)的。凝汽器压力在全速时，战前方案为0.08~0.09公斤/厘米², (27.5~27.3" Hg) 战后则提高到0.17公斤/厘米² (25" Hg)。

战后方案中蒸汽初终参数选定这样高的数值是经过专门研究的。此研究证明采取这种参数可以保证在增大装置功率的同时使动力装置的总重量（包括机械设备的重量与燃料储备量）为最小。

图3表示不同蒸汽初参数与燃耗率，动力装置重量以及续航力的关系，曲线以相对百分数绘出，用600磅/吋², 800°F的装置为基础。图中虚线表示巡航工况（为16%全功率），实线表示全速工况。图3中a为耗

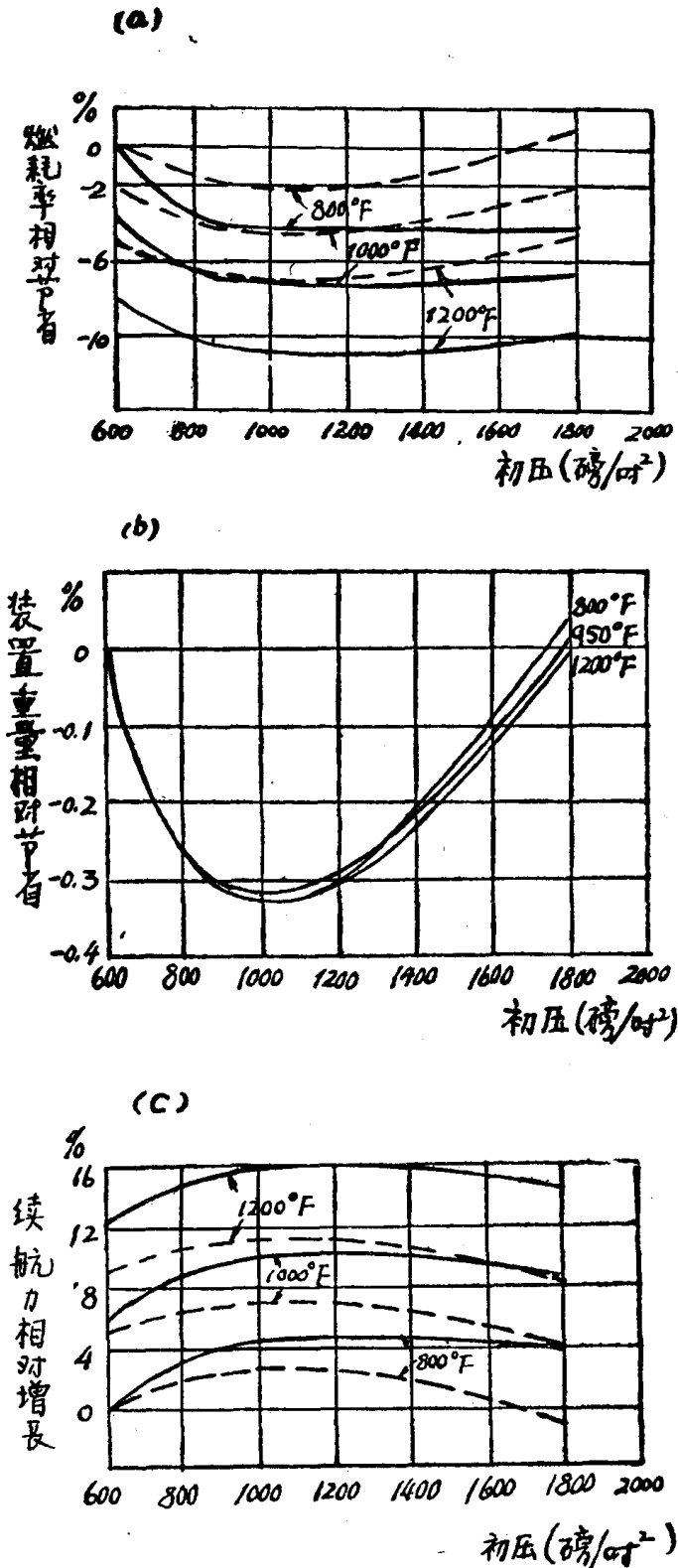


图3 蒸汽初参数对动力装置燃耗率、重量与续航力的相对节省

图3中a为耗

油率相对百分数与参数的关系，*b* 为装置重量相对百分数与参数的关系，*c* 为续航力相对百分数与参数的关系。

由此图可见考虑到全速工况与巡航工况对经济性的要求，对于驱逐舰其参数的提高是有限止的，同时蒸汽参数的选择还需结合对耐高温材料的需求而定。图中表明当温度提高时，相对利益的增长是肯定的，而温度就完全取决于耐高温材料的品质了。压力的提高却受到限止，自 600 磅/吋² 增加时获利较大，当超过 12001 磅/吋² 时，相对百分数减小，而在 1100~1200 磅/吋² 时所得利益为最大。为避免锅炉过热器蒸汽管子与主机蒸汽管道的材料发生困难，根据这一研究确定战后驱逐舰之蒸汽初参数为 1200 磅/吋² 950°F (84 公斤/厘米² 510°C)。

凝汽器压力的选择同样也经过专门的研究。凝汽器压力的改变影响到好几个方面：首先是凝汽器的冷却面积，因而也是凝汽器本身的重量和尺度；其次是冷却水量，因而也影响到循环水泵的功率和重量尺寸；再次是主机末级叶轮的出口面积或者是叶高，因而也影响到主机的转数和经济性，结果也反映到主机重量及尺度的改变。

最后凝汽器压力的变化直接影响到装置的经济性。总之，凝汽器压力的改变对装置的经济性和重量尺寸密切相关。图 4a, b, c 同样也表示了凝汽器压力变化时与燃耗率装置重量以及巡航距离的相对利益（以百分数表示），此相对利益以 25" Hg 作为基础。

除上述对经济性起重要影响的两因素外，必须指出全舰性非推进装置的相当燃耗率对装置的经济性亦有一定的影响。这个影响随着负荷的减少而增加，同时当动力装置的配置功率愈小时，此燃耗率在低速时对装置经济性的影响愈是显著。为了比较起见，图

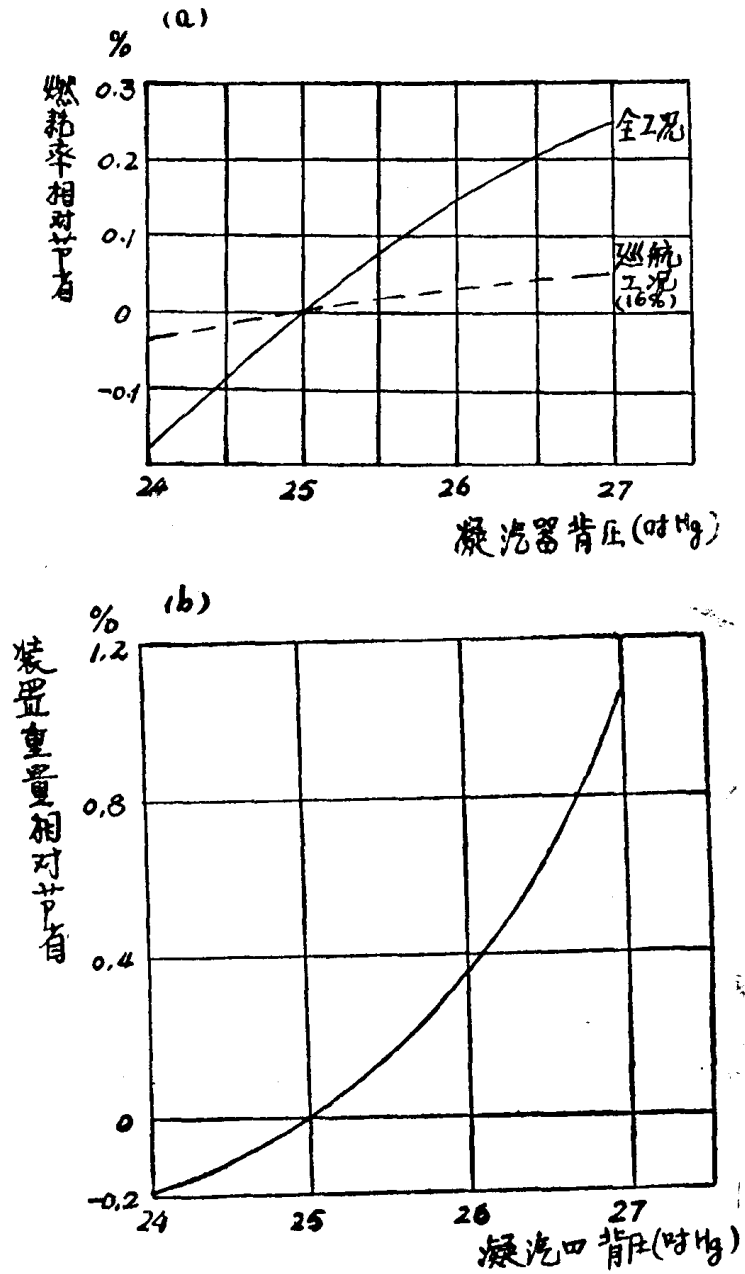


图 4 a b

5 示出了在不同装置负荷时非推进装置的燃耗率。由图可见，战后设计方案这部份燃耗已有所减少但随负荷的减少，增加很是显著。

根据上述资料，对美国驱逐舰动力装置经济性的变化可以得到下面几点结论：

1. 战后驱逐舰动力装置的经济性无论全速工况或者巡航工况是有提高的，其主要措施是提高蒸汽参数和部件效率，然而并不是所有部件的效率均高于战前方案，而是装置在循环

上及某些主要部件上的收益远远超过某些部件效率降低的影响。

2. 辅助机械及装置的经济性变化不大，甚至还有所降低。

3. 非推进装置的燃耗率的影响在低负荷时甚为显著，这是低负荷时经济性不高的一个主要原因。

4. 动力装置最有利的参数的选定是从装置重量的减轻，燃耗率的减少与续航力的加大几方面具有最大的收益来考虑，但是当巡航功率占全功率的百分比与燃料储备量占动力装置重量的百分比发生变化时，此最有利的参数也会转移。

最后，根据资料还可以指出美国在设计驱逐舰动力装置时考虑经济性要求的基本观点：驱逐舰经常以巡航速度航

行，此速度需要约12~15%的总功率，而以此速度航行时的燃耗量约占燃料储备量的80%；因此，动力装置的设计应使舰艇在巡航速度下运行时具有最大的经济性。但

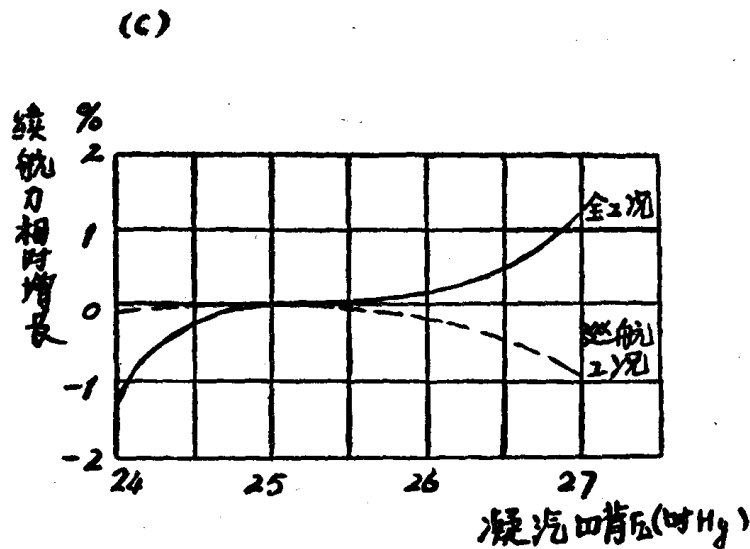


图 4。背压对燃耗率、重量及续航力的相对节省

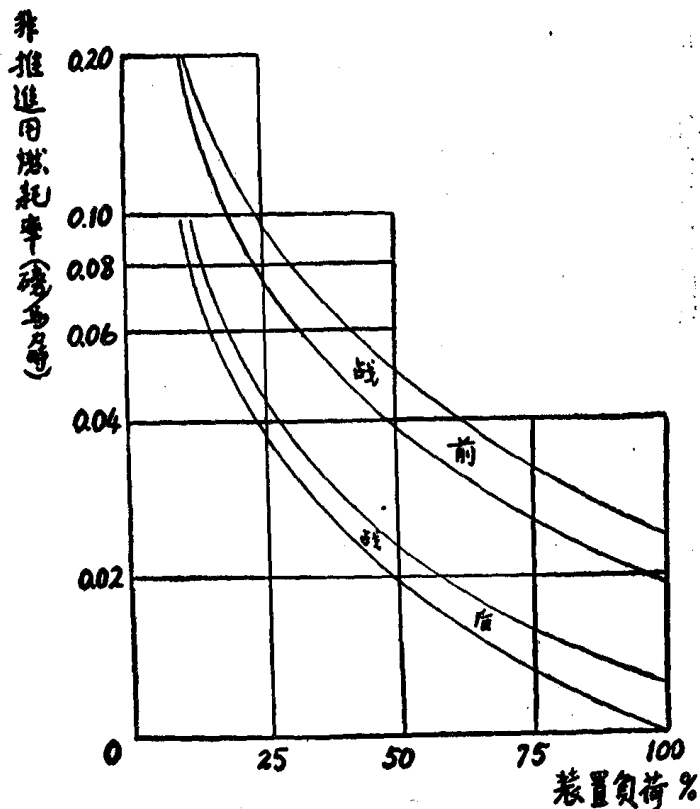


图 5 非推进用的燃耗率

是，这个要求并不允许首先考虑各个主要部件在巡航工况时具有最高的效率，因为任意牺牲全功率时的部件效率会对部件的重量及尺寸带来不利影响。因此，任何一个动力装置的设计其基本目的是要同时获得最小的动力装置重量与燃料储备量。

通常推进装置重量决定于装置的设计功率，而所带之燃料决定于巡航工况的燃耗率。

三、动力装置的重量与尺寸

动力装置重量与尺寸的不断减小是美国驱逐舰在战后设计方案中的另一个重要特点。因为动力装置重量及尺寸的减小直接影响到驱逐舰战斗性能的改善，如重量的减轻可以使武器装备，新式的电子设备（通讯，控制，探测等）军火的储存，燃料储备量的储存得到增加，而尺寸的减小一方面可以提高生命力，另一方面可以有较多的空间来满足体积比较大的电子技术装备与导弹等所需的地位。

美国驱逐舰动力装置重量负荷按照美国标准划成22个分组，这22个分组可以组成下列5个部份：

1. 推进机械——主机与减压器，凝汽器与空气泵，循环水泵，凝水泵增压泵，锅炉与锅炉附件，给水泵，鼓风机以及舰用系统的泵；
2. 推进系统——滑油系统，燃油系统，蒸汽管路（新汽与乏汽）水管路以及管路绝热与外罩；
3. 轴系与螺旋桨——主轴，轴承与螺旋桨；
4. 独立装置及系统——蒸发装置，电站及电气设备，冷气机站，压缩空气装置通风及空气调节系统，暖汽系统等；
5. 其他——烟道及烟囱，花铁板，栅格及围栏，各种柜，传动设备，以及修理工场。

这五部分中，第一与第二部份的重量组成了推进装置重量，此重量决定于所设计的轴功率，它占了动力装置重量的较大部份，是表征装置重量大小的一个重要因素。第三、四、五部份一般说来它主要取决于舰艇的级别与尺度，其次才取决于设计轴功率。

无论是动力装置抑或推进装置重量均计入包含在所组成的机械设备及管路中的液体重量（标准的或非标准的），因此，重量指标均指湿重而言。

美国驱逐舰动力装置重量占满载排水量的百分数在战前方案中约为28~32%，战后方案，降低至24~26%。

动力装置各部份重量的分配列于表3中。

动力装置各部重量的分配比例(%)

表 3

| 方 案 | 推 进 机 械 | 推 进 系 统 | 螺 旋 桨 与 轴 系 | 独 立 装 置 与 系 统 | 其 他 | 液 体 负 荷 | 动 力 装 置 重 量 |
|-------|---------|---------|-------------|---------------|-----|---------|-------------|
| 1920年 | 47 | 15 | 9 | 15 | 6 | 8 | 100 |
| 1930年 | 43 | 14 | 13 | 16 | 7 | 7 | 100 |
| 战前方案 | 43 | 18 | 9 | 15 | 7 | 8 | 100 |
| 战后№2 | 35 | 17 | 7 | 24 | 9 | 8 | 100 |

由表3的重量分配可以看出下面几点：

1. 推进装置（即推进机械与推进系统之和）的重量比例稳定下降，战前方案占61%，而战后方案占52%。

2. 独立装置与系统的重量比例在战后设计方案中显著增加，这是因为战后方案考虑了许多新技术的应用和防御上的要求，使电站容量加大，蒸发器能率提高，空气调节装置需要方面增多以及某些舰用系统（如冲洗系统，水幕系统等）增加的缘故。

3. 螺旋桨，轴系与其他部份的重量变化不甚有规律。轴系的重量比例由于布置不同，长度不一，主轴转数不一致，传动方式有所差异，它的变化可能是不同的。

4. 动力装置机械设备及管路中所贮存的液体重量比例基本不变。

如果把驱逐舰动力装置的单位重量的变化表示，则其结果列于表4中，表中之减少或增加的百分数以战前方案的动力装置单位重量为比较基准。

动力装置各部份重量以单位重量表示的分配比例(%)

表 4

| 方 案 | 推进机械 | 推进系统 | 螺旋桨与轴系 | 独立装置与系统 | 其他 | 液体负荷 | 动力装置重量 |
|-------|------|------|--------|---------|-----|------|--------|
| 1920年 | +37 | 0 | +29 | +23 | +8 | — | +23 |
| 1930年 | -8 | -32 | +36 | -2 | -19 | — | -10 |
| 战后№1 | -13 | -8 | -23 | +17 | +4 | — | -7 |
| 战后№2 | -28 | -18 | -29 | +46 | +42 | — | -11 |

现在可以明显的看出动力装置单位重量在战后方案中是减小的，但减小程度不甚显著。而推进装置单位重量的减轻较大，方案1中减小21%，方案2减小46%。螺旋桨与轴系单位重量的减小亦为可观，达到23~29%，独立装置与系统的单位重量迅速增加，尤以方案2增加更大，达到46%，这是因为这个方案中考虑了更多的防御上的要求同时电站容量急剧的增加。由表可以知道在重量分配中依靠减轻推进装置与轴系的重量比例来弥补迅速增长的独立装置与系统的重量比例。

表4中还指出了另一个情况即1930年的设计要较战前方案的单位重量为轻，无论在推进装置方面或者独立装置及系统等方面其单位重量均有不同程度的减小，这个情况可以这样来解释：战前方案中由于较多的注意了提高装置经济性采取了较高的参数（与1930年比），因此在主机，锅炉以及给水预热器（自表面式改用除氧器）等方面改变了结构型式，增加了某些设备，与此同时，为了保证装置在这种参数下工作的可靠性也不得不增加一些安全措施，这一切均使战前方案的单位重量有所增加。

如果战前设计的标准方案的动力装置单位重量约为16公斤/马力，则战后方案约为14~15公斤/马力，试验性驱逐舰降低至8.5公斤/马力。

根据发表的资料，再来看一看推进机械与推进系统的重量变化。表5表示推进机械各部份单位重量的变化，此百分数也以战前方案为基准。

推进机械各部份单位重量的变化百分比

表 5

| 方 案 | 主 机 | 凝汽器 | 循环泵, 凝水泵, 增压泵等 | 锅炉及其附件 | 给水泵, 鼓风机及其他泵 | 推进机械 |
|-------|-----|-----|----------------|--------|--------------|------|
| 战后 №1 | -31 | -38 | -5 | +2 | +4 | -13 |
| 战后 №2 | -44 | -46 | -46 | -15 | -5 | -28 |

显然可见推进机械单位重量在战后方案中的减小主要依靠主机（包括减速器），凝汽器（包括空气泵）及其服务辅机的单位重量的减小，锅炉及其附件与辅机的单位重量变化不大。这是因为战后方案中蒸汽参数提高并考虑了若干提高锅炉效率的措施的缘故。主机组及锅炉装置重量的减轻与型式、参数以及经济性要求等有关，将在下文有关部份内叙述。

表 6 表示推进系统中各有关系统单位重量的变化百分比。

推进系统中各系统单位重量的变化百分比

表 6

| 方 案 | 滑油系统 | 燃油系统 | 蒸汽管路 | 水管路 | 绝热层 | 推进系统总计 |
|-------|------|------|------|-----|-----|--------|
| 战后 №1 | -18 | +10 | -21 | -1 | -12 | -8 |
| 战后 №2 | -23 | +14 | -32 | -5 | -29 | -18 |

表 6 指出单位重量减轻最多的是蒸汽管路及其绝热层与滑油系统。燃油系统的单位重量有所增加，而水管路无多大变化。

蒸汽管路及其绝热层的变化已在热力线图的变化中指出，因为战后方案蒸汽辅机直接用主蒸汽管的新汽，减少了辅机管路并且提高了管内蒸汽流速，改变了管路联接方式（采用焊接结构）；同时部份小功率辅机采用电动。

燃油系统重量的增加主要由于三个原因：第一个原因是由于某些重量负荷（如油柜）原来算在舰体部份的现在计算在这一项目中了；第二个原因是在舰内设置了快速装卸及内部转换系统，增加了管路设备的重量；第三个原因是为了改善锅炉的燃烧和提高锅炉的效率，采用了较高的喷油压力（70公斤/厘米²），并且应用大范围调节的喷油嘴和回油系统。

动力装置的尺寸与机炉舱的相对位置及布置方式有关。通常美国驱逐舰采用梯队布置的形式，两梯队间设置辅机舱。战前方案机炉舱相对面积为 8米²/1000马力，相对容积为 30~40米³/1000马力，战后方案的资料尚未发表。

根据美国驱逐舰动力装置的单位重量资料可以得到下列几点结论：

1. 战后设计方案的动力装置单位重量除试验舰外，降低不大；
2. 战后各方案中推进装置的单位重量降低显著，而独立装置及系统的单位重量则

迅速增加；

3. 战后设计方案中主机及其服务的辅机及设备的单位重量降低很多，而锅炉及其服务的辅机设备的单位重量略有增减；

4. 战后设计方案中推进系统单位重量的减小主要依靠滑油系统及蒸汽管路及绝热层的减轻，燃油系统的单位重量是增加的。

最后，根据重量资料可以看出美国舰用蒸汽动力装置重量变化的一些规律；

1. 动力装置的单位重量在同一舰级中随每轴功率的增加而略有减小，在不同舰级中则随每轴功率的增加而增加，如重型舰较轻型舰大一倍左右；动力装置的总重量则随每轴功率的增加而迅速增大（见

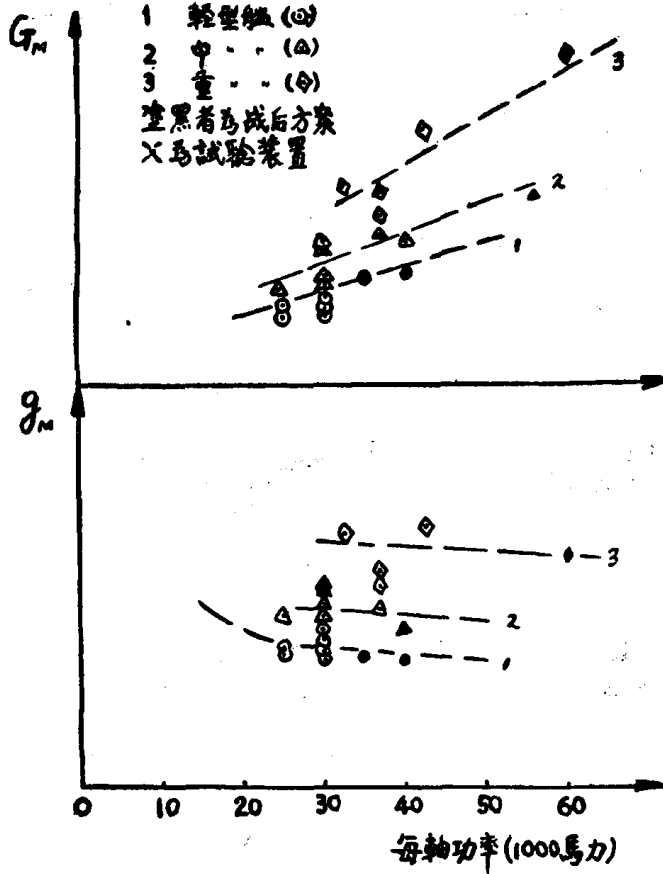


图 6 动力装置每轴功率与重量的关系

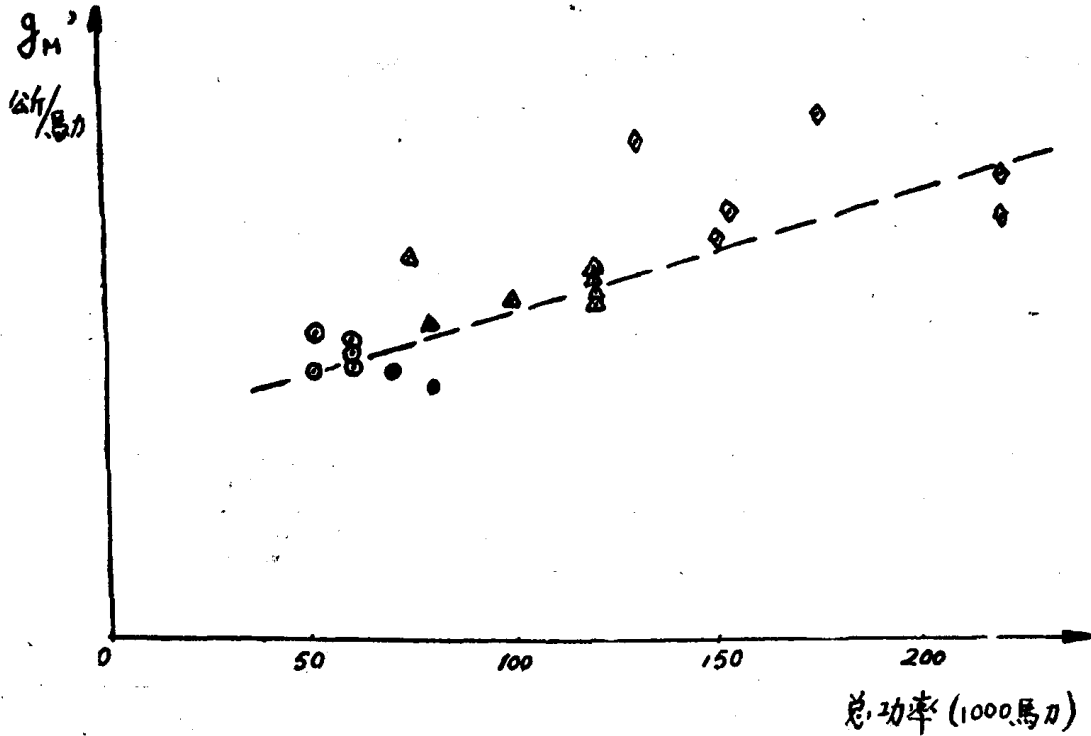


图 7 动力装置单位重量与总功率的关系

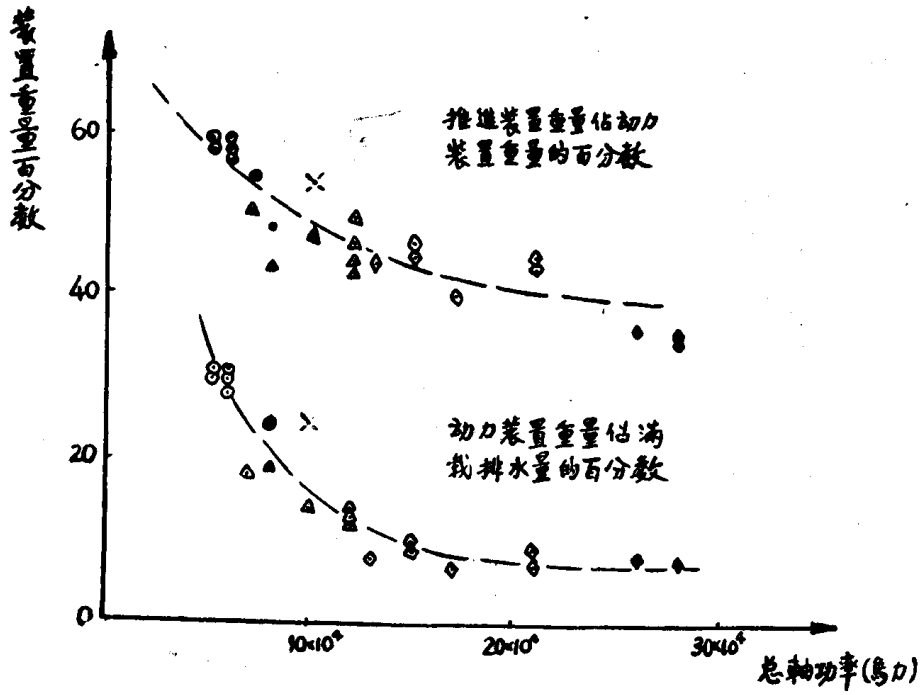


图 8 动力装置的重量百分数

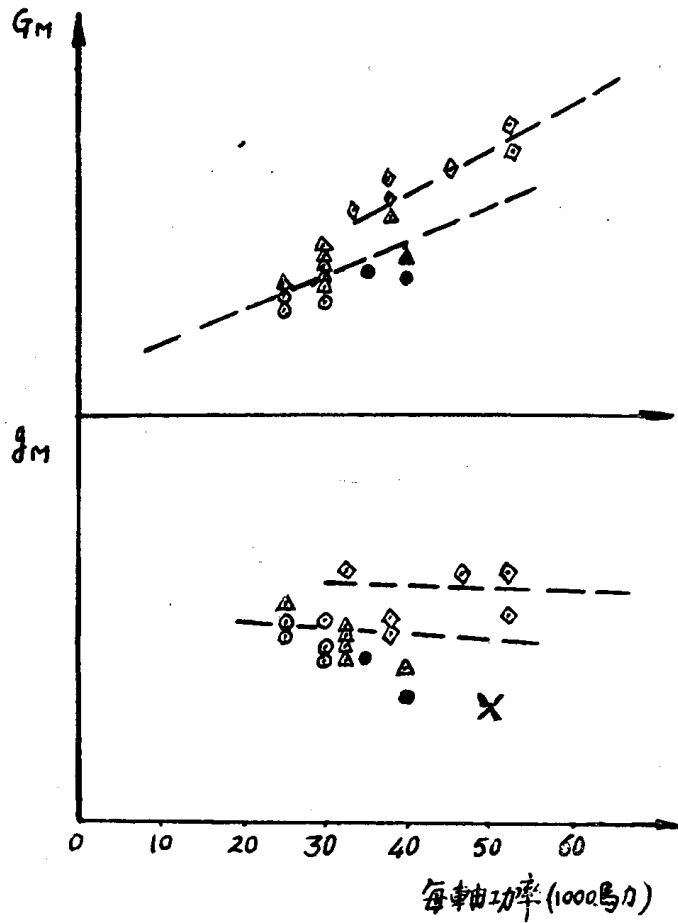


图 9 推进装置重量与每轴功率的关系

图6);

2. 动力装置的单位重量随装置配置总功率的增加而增大, 功率愈大, 单位重量愈重, 基本上成直线关系(图7);

3. 随着配置总功率的加大, 动力装置所占的排水量比例迅速下降, 而推进装置所占动力装置重量的比例亦下降, 但下降程度较前者为缓慢(见图8)。

4. 推进装置的单位重量在一定功率范围内随每轴功率的变化不甚显著, 而其总重量则随每轴功率迅速增加(图9)。

四、主汽轮机组

美国驱逐舰用主汽轮机组的结构在战后变化较大。战前设计的标准方案中大部份均采用带巡航机的三缸汽轮机组而在战后方案中大部份采用串联一并联的双缸汽轮机组。

三缸汽轮机组 三缸机组由巡航机, 高压缸与低压缸组成图10, 巡航机仅在巡航工况(约12~15%设计功率)以下时工作, 此时蒸汽自主汽管进入后经巡航机沿管2进入高压缸, 最后至低压缸。在巡航工况以上工作时, 巡航机不加入工作, 蒸汽绕过巡航机直接进入高压缸。这种布置目的在于低速航行时具有较大的经济性。因为巡航机的增设加大了低速工作时的叶片级数(通常三缸之级数为8-12-9), 同时巡航机功率不大, 叶轮直径较小, 转速可以增加(巡航机在全功率

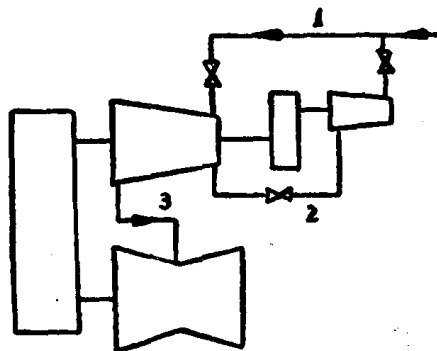


图10 三缸汽轮机

工作时为10000转左右), 其结果使汽轮机在低负荷的特性比增加, 效率得以提高。这种机组布置在巡航功率较小时比较有利。它在运行中存在一些缺点: 自三缸转入二缸运转时, 必须切断巡航机的蒸汽, 令其在真空下空转; 或者用专门的离合器将其与高压缸脱开。前一方式需要通入部份蒸汽冷却巡航机叶片, 后者需要有可靠而简便的离合器。这些措施均使机组的运转和管理带来若干困难。同时巡航机与高压缸均承受全温全压参数的蒸汽, 其轴承及轴端汽封结构复杂。

在战后的设计方案(如试验性驱逐舰)也采用三缸机组作为主机, 由于参数很高使巡航机的结构及运转困难更大。特别在140公斤/厘米² 565°C的装置中由于水平剖分无法保证密封性, 巡航机改用垂直剖分, 轴向装配式结构。显然, 这种结构在维护检修方面相当麻烦, 同时巡航机轴向汽封承受全参数的问题还是没有解决。

战后设计方案中巡航机的转速提高到12000~18000转/分, 试验装置中的转速因参数很高提高到20000转/分。

串联一并联汽轮机组

由于三缸汽轮机组的某些缺点, 使目前驱逐舰用高参数动力装置的主机大部份采用串联一并联汽轮机。该型汽轮机在美国早已应用(如DD251等), 与现在串联一并联机组的区别在于老式的具有高、中、低三个汽缸, 而新式的把高中压缸合并成一个, 成为双缸机组。

图11所示为一种串联—并联机组的简图。图中的情况为并联运行时的工作情况，此时喷咀伐 a, b 全部打开， c 伐把管路2切断，仅接通管3。蒸汽进入后同时平行的流经高压与中压缸，分别经管3与4在低压缸前汇合进入低压缸做功。当串联运行时伐 b 关闭，伐 c 切断管3，打开管2，则蒸汽自高压缸经管2入中压缸最后经管4进低压缸，此时高压缸与中压缸串联运行。

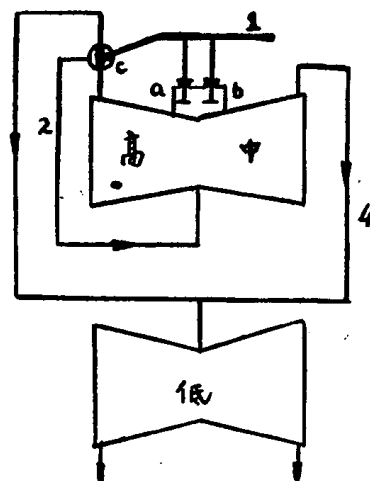


图 11 串联—并联汽轮机

从串联—并联机组的工作原理可以知道，作为巡航机的高压缸它不仅在巡航工况下工作，而且也在全速工况下工作，避免了空转与可能的叶片过热，同时这种布置也可以使机组在低速时具有较高的特性比，因为串联后在较低的转数下具有较多的叶片级数(目前的设计为8-9-9)。从图11的布置可以看出把巡航机合并在高压缸中后高压进汽部份处于汽缸中间，使轴向汽封得到改善；并且把结构复杂及维护比较困难的巡航机取消，代之以结构较简单的，维护较方便的高压缸，机组长度比三缸(带巡航机)机组缩短较多。

美国驱逐舰汽轮机组除了型式上的变化外，在某些参数上也有改变。前面已经提到，战后设计方案中将凝汽器真空度降低，自90~92%降低至83~87%，结果使蒸汽膨胀后的比容几乎减少一半，而使凝汽器中的配置温差提高

5~15°C。此时汽轮机乏汽损失得以减小，机组末级叶轮的出口面积也可减少。将战前的30000马力汽轮机与战后的比较之，当提高背压后功率增加至40000马力，低压缸末级叶轮的直径降低5%，而叶片高度减少10%。由于低压缸末级叶轮直径和叶片高度的降低，使低压缸的转数自4800转/分提高到6000~7500转/分，而高压缸自5500~6000转/分提高至7000~8000转/分。这些特性及参数的变化结果，战后汽轮机的重量几乎减少了一半，试验性装置减少达61%。

汽轮机单位重量

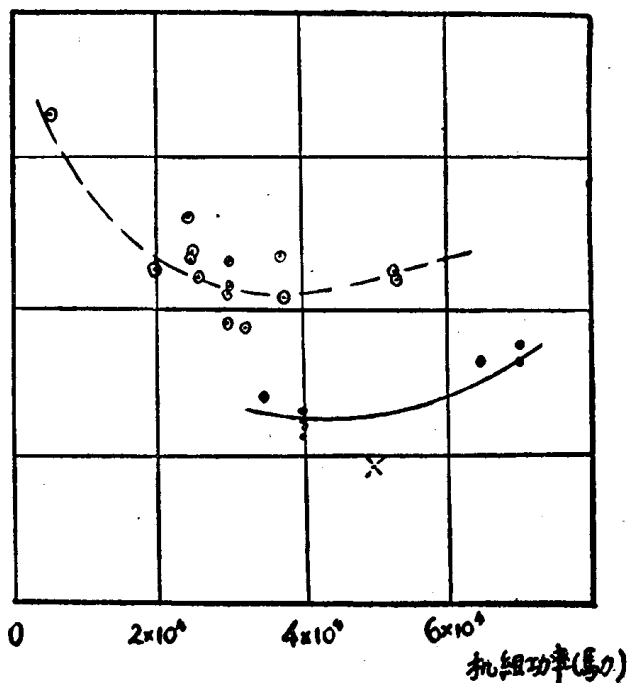


图 12 汽轮机的单位重量