

高速艇动力装置

国防工业出版社

高速艇动力装置

〔苏〕 Г. Б. 里别福尔特

刘歧云 译

国防工业出版社

1975

内 容 简 介

本书叙述了高速艇动力装置的设计、计算和试验等问题,介绍了艇用动力装置的特点及对其要求,简述了艇用发动机、倒顺车减速器传动装置及弹性离合器的典型结构形式,提出了轴系的计算方法,以及高速艇和喷水推进艇轴系的主要特点。书中还介绍了高速艇及塑料艇上的减振问题,对消音和减振措施及遙控系统也作了介绍。

本书适用于有关的工人、工程技术人员及有关院校师生阅读。

МЕХАНИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ БЫСТРОХОДНЫХ
КАТЕРОВ

Г. Б. ЛИБЕФОРТ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «СУДОСТРОЕНИЕ»

1966

*

高速艇动力装置

刘岐云 译

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可証出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168^{1/32} 印张8⁸/₁₆ 216千字

1975年8月第一版 1975年8月第一次印刷 印数: 0,001—3,400册

统一书号: 15034·1431 定价: 1.10元

目 录

出版说明	5
符号说明	6
第一章 机械的布置和选用	9
§ 1 机舱的布置	9
§ 2 主机和辅助机械的选用	16
§ 3 燃油、滑油储备量和续航力的计算	19
第二章 发动机的特性	22
§ 4 高速发动机的主要参数	22
§ 5 主机的特性	26
第三章 艇用发动机的主要特点	35
§ 6 主机	35
§ 7 辅助发动机及机组	59
第四章 角式和倒顺车减速传动装置	66
§ 8 倒顺车离合器和倒顺车减速器概述	66
§ 9 倒顺车离合器, 倒顺车减速器和角式传动装置的结构	68
§ 10 立轴	85
第五章 主机和辅助机械在艇上的安装	90
§ 11 概述	90
§ 12 减振器的构造	92
§ 13 减振器的选用	100
第六章 轴系	107
§ 14 概述	107
§ 15 轴系的计算	113
§ 16 轴系诸元件的构造和计算	121
第七章 为机械装置服务的系统	159

§ 17 概述	159
§ 18 润滑系统	167
§ 19 冷却系统	176
§ 20 燃油系统	190
§ 21 排气系统	196
§ 22 启动系统	203
第八章 发动机的遥控系统	212
§ 23 概述	212
§ 24 动力装置的自动化	213
§ 25 遥控系统	214
§ 26 控制部位的设备	223
§ 27 检测仪表	228
第九章 减小发动机工作噪音的措施	236
§ 28 噪音级	236
§ 29 艇上噪音的研究和降低噪音的方法	239
§ 30 消音器的构造和计算	243
§ 31 减小机舱噪音的措施	249
§ 32 减小机舱噪音向其它舱室传布的措施	254
第十章 艇用动力装置的试验	261
§ 33 概述	261
§ 34 发动机的台架试验	261
§ 35 系泊试验	262
§ 36 航行试验	264
§ 37 试验结果的测量和整理	265
第十一章 艇用动力装置今后发展中的几个问题	270
附录	272
参考文献	273

出版说明

遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导，组织翻译出版了《高速艇动力装置》一书，供有关广大工人、生产科研技术人员参考。

近些年来，在造船方面相继出现了轻合金和玻璃钢制的新型滑行艇、水翼船和高速喷水推进船。这些艇具有良好的航海性能，并且功率大，重量轻和体积小。如主机为喷气发动机的“蓝鸟”滑行艇曾在1964年12月创造了水中航速为445公里/小时的记录。艇的航速提高无论是对民用或军用都具有重大意义。现在虽有些书刊对一般船用的蒸汽机、蒸汽轮机、内燃机和燃气轮机的动力装置作了系统的或专题的介绍，但主要介绍高速艇动力装置的特点、机舱的布置、机械的选用和安装、功率的传递、遥控和消音减振等问题的书刊还是不多的。

本书作者根据设计和建造经验从理论和实践方面进行了比较系统的概括和叙述，对有关人员具有一定的参考价值。

本书由刘歧云同志翻译，吕同吉同志技术校对，楼隆光同志也参加了一些工作。

符 号 说 明

- g_e ——单位燃油消耗量, 克/有效马力·小时
- g_m ——单位滑油消耗量, 克/有效马力·小时
- g ——重力加速度, 米/秒²
- g_N ——发动机的单位重量, 公斤/马力
- G ——发动机的净重; 燃油和滑油的总消耗量, 公斤
- η ——效率
- η_m ——机械效率
- η_p ——螺旋桨的推进效率
- N_e ——有效功率, 马力
- N_i ——指示功率, 马力
- N_{π} ——气缸容积功率 (升马力), 马力/升
- EPS——有效拖泄功率, 马力
- WPS——转动螺旋桨消耗的功率, 马力
- n ——转速, 转/分
- n_{kp} ——临界转速, 转/分
- M_k ——扭矩, 公斤/米
- Fr——福鲁特数
- Δ ——容积排水量
- P ——负荷, 螺旋桨推力, 公斤
- T ——续航力, 小时
- A ——续航力, 浬
- v ——航速, 节
- V_{π} ——发动机诸气缸的工作容积
- V_n ——水、油柜的容积

-伴流系数

—密度, 克/厘米³

D ——气缸直径; 螺旋桨直径

s ——活塞行程, 毫米

S ——面积, 厘米²

H ——螺旋桨螺距, 毫米

h ——高度, 毫米

p_e ——平均有效压力, 公斤/厘米²

τ ——冲程数

C_m ——活塞平均速度, 米/秒

ε ——压缩比

R ——快艇运动水阻力

l ——长度; 跨距, 毫米

f ——挠度, 毫米

F ——面积, 米²

T ——设计负荷

R ——径向负荷, 公斤; 电阻, 欧姆

R_z ——抗拉许用应力, 公斤/厘米²

Q ——力; 换算负荷, 公斤

σ_r ——屈服极限, 公斤/厘米²

σ_B ——强度极限, 公斤/厘米²

σ_{cm} ——压碎应力, 公斤/厘米²

τ_{ep} ——剪应力, 公斤/厘米²

ψ ——收缩率

δ ——延长率

τ_{-1} ——扭转疲劳强度极限, 公斤/厘米²

C ——轴承的工作能力系数

t ——温度, °C

t ——时间, 秒

W ——电功率, 瓩

E ——电动势

I ——惯性矩

W ——阻力矩

θ ——发动机运动质量的惯性矩

ω ——角速度

c ——比热, 千卡/公斤 $^{\circ}\text{C}$

δ_p ——调速器的不均匀度

A ——振幅

M ——质量, 公斤

λ ——自由振动频率

ζ ——振动频率级

ΔL ——噪音的衰减值

L ——噪音级, 分贝

β ——一个空腔的消音效果, 分贝

A ——总的吸音面积

3_n ——隔板的隔音固有值, 分贝

p_0 ——阈压, 达因/米 2

δ ——壁厚, 毫米

c_0 ——声速, 厘米/秒

v ——振动速度, 厘米/秒

i ——传动比

γ ——比重, 公斤/升

$\cos \varphi$ ——功率因数

μ, κ, k, q ——无因次系数

第一章 机械的布置和选用

§ 1 机舱的布置

高速艇上机舱的布置决定于艇的用途和类型，主机和推进器的类型，主机和推进器间的传动方式及高速艇总重心。从重心观点考虑，最佳布置方案是将可变负荷（包括燃油的基本储备量）布置在重心处或其附近。如果按这种方案布置，即使燃油装载量发生变化也不影响艇的平衡性。

螺旋桨的有效推进效率随着轴系倾角的加大而减小。当轴系为大倾角时（水翼艇为 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ），由于推进效率降低，这时螺旋桨推力的水平分力比当轴水平布置时减小 $9 \sim 18\%$ 。为了减小轴系的倾角，主机及其机舱尽量布置在艇的艏部或靠近艏部。这种布置方案参见有 40 个座位的水翼客艇“阿克瓦斯特洛”号（图 1）。这个艇的动力装置为双轴系，两台波因（Боинг）502-10МА 型燃气轮机（每台功率为 270 马力）布置在机舱内。机舱位于艇的艏部驾驶室下面。

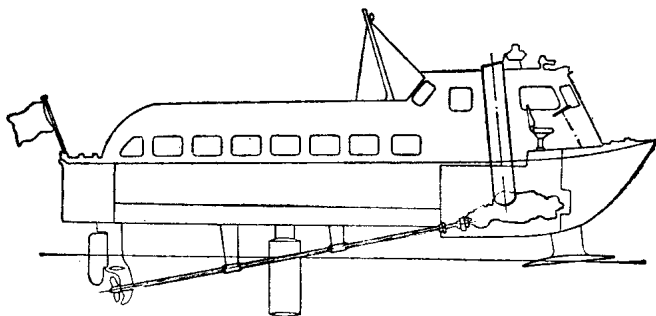


图 1 “阿克瓦斯特洛”号(Аквастрол-40Р)水翼客艇发动机和轴系的布置图

提高螺旋桨效率的其它方法则是采用角式传动装置或者通过主轴传动。这时机舱应位于艇的尾部。在“勇敢”级护卫艇上(图2)动力装置由三台普罗捷乌斯-1250型燃气轮机(每台功率3500马力)组成,装在艇的艏部。艏轴通过角式倒顺车减速器进行传动。这种布置形式还可同时利用喷气推力。在高速游艇“水星”号(Меркури)上采用类似的布置。当机舱在艏部时除了上述优点外,还能保证余下的舱室布置和利用比较合理,且减小了轴系长度。这种布置还可减小机舱噪音向其他舱室的传布,这对客艇尤为重要。

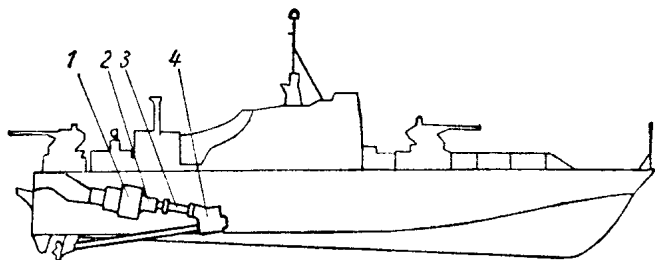


图2 “勇敢”级(Брежнев)护卫艇轴系和发动机的布置图

1—燃气轮机；2—初始减速器；3—中间轴；4—角式倒顺车减速器。

具有角式倒顺车减速器的6ЧСП 9.5/11主机装在交通艇的艏部，艇体是轻合金，线型为排水式(图3)。在一些小型滑行艇

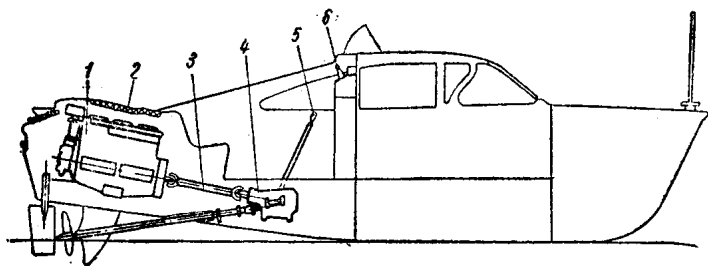


图3 交通艇的动力推进装置

1—6ЧСП 9.5/11主机；2—有隔音的舱口盖；3—万向轴；4—角式倒顺车减速器；5—换向操纵杆；6—供油操纵手柄和仪表板。

上机舱通常都布置在艏部，在舦部的很少。机舱的大小取决于主机和辅助机械的尺寸及机械设备布置的紧凑程度。机舱的长度由艇的抗沉性来确定。在机舱内除主机外，还装置下列机械设备：柴油发电机、压气机、各种机械装置及全船系统的泵、日用滑油和燃油箱、淡水和滑油冷却器（不装在发动机上的）、消音器、带附件的管路、空气瓶、主配电板、蓄电池组、变流机、电启动设备、机械装置操纵台及其它设备。具有一台或者两台主机的动力装置布置在一个机舱内。如主机台数多时，要布置在两个机舱内。当有两个机舱时，为了提高艇的生命力每个机舱除主机外还要有柴油发电机、消防泵和排水泵及其它机械设备。这样当一机舱损坏或进水时另一机舱的设备仍能保证艇具有航行能力。

机舱内的布置应保证：

1. 便于通往主机和辅助机械操纵室；装在主机上的组合机；管路的连接处；滑油和水注入或排出处；辅机的人工启动手柄处；功率输出凸缘；固定在基座上的减振器和螺栓；
2. 在拆卸和维修时便于通向附件、过滤器、通海阀、油水舱的人孔及其它设备处；
3. 便于接近机舱的隔壁、舷板及船底板处。

艇的主机和辅助机械采用集中修理的方法，因为现代高速发动机只有在具有专门设备的专业化的修理所或修理厂才能修理。集中修理方法具有修理质量高，周期短，特别是在艇上调换主机和辅助机械较快等优点。主机和辅助机械的布置要考虑到不拆其零件而能进行装卸。艇上各装置之间的通道较船上窄，而船上的宽通道可用来在机舱修理主机和其它机械。如果没有通道，各机械和隔壁的间距应便于对各机械进行维修。通道处和工作地点及从铺板至平台或甲板构架的高度按俄罗斯内河船舶登记局规范不少于 1700 毫米；按苏联海船登记局规范不少于 1850 毫米。

机舱应有两个出口，一个是主出口，另一个是备用的，它们位于机舱的两端。两个机舱时，机舱之间的水密隔壁上的门作为

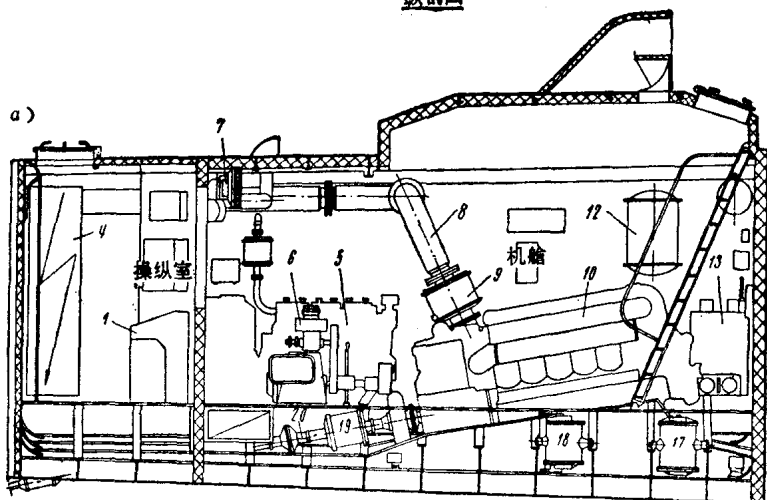
备用出口。主出口要有牢固的金属扶梯,其宽度不小于 540 毫米。扶梯的踏板宽度不小于 100 毫米。内河船舶登记局规范允许小船上的扶梯倾斜 15° 。但是,即使这样的扶梯在艇上也不是经常放得下的,所以便采用垂直扶梯。常用带把手的舷梯或者可折叠收放式扶梯作应急用扶梯。机舱应急用出口可做成尺寸不小于 540×540 毫米的方形或半圆形的。铺板是用网纹轻合金板或具有一定厚度而不致于压弯的玻璃钢板制成。所有活动部分均有外罩及栏杆保护。因客舱和工作室常常布置在机舱上面,所以不能开天窗。为了机舱的照明,在甲板或两舷设有不能开的透明舷窗。

机舱应有通风设备,每小时换气不少于 25 次。进行通风计算时,要考虑到主、副机需要的空气量,因为艇上机舱小,装有大功率发动机时需要大量的空气,所以当发动机工作时一般不开辅助通风机。通风及发动机所需的空气可通过自然通风解决。装小的电动通风机作为停泊时通风用。如主机需要的空气不是从机舱而是从外面抽取,则应有能排除余热的抽风机。

装在敞蓬艇上的发动机具有可拆卸的罩壳,这更要有良好的通风。在小型高速艇上可不执行登记向关于在罩壳上装置相当直径的通风管路的要求,因为发动机需要的空气及舱内通风一般由舷窗来满足。为了防水,百叶窗装有防水板,内部有防焰网。排气管的水套或其绝缘层距燃油柜或滑油柜的距离不应小于 350 毫米。排气管路的法兰接头要气密并且距燃油柜或者滑油柜 1 米以上。

水下排气口必须选择在废气喷不到螺旋桨或者舵的地方。如废气喷到螺旋桨上会使螺旋桨产生空泡及降低效率。如废气喷到舵上,其工作效率也会降低。当使用较大的排气管路时会影响到发动机的布置,所以在开始研究机舱总布置时就要考虑到排气管路布置的可能性。当在机舱内布置机械时尽量使它们之间的管路最短。蒸汽、水、燃油、滑油管路及其附件和接头不允许布置在配电板上。如上述管路无拆卸的部分和附件可以在电动机和发

纵剖面



平面图

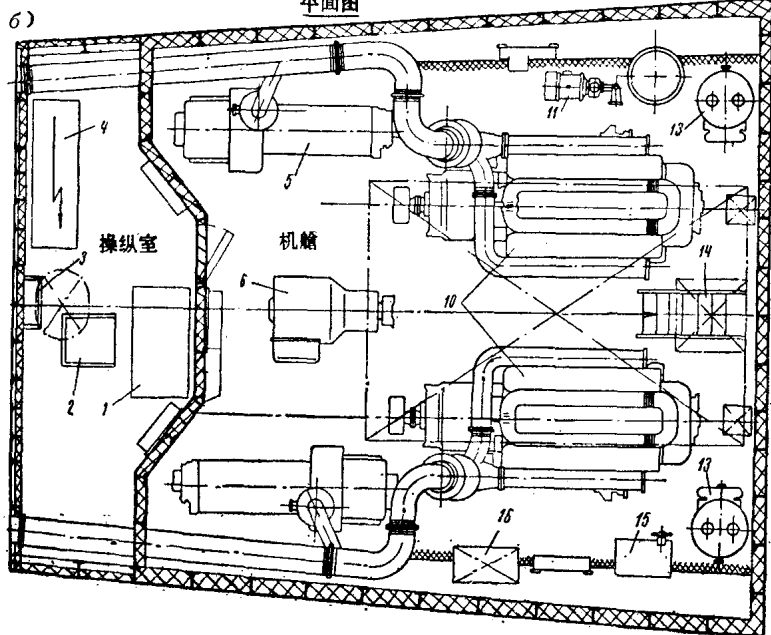


图4 大型游艇机舱的机械设备总布置图

- 1—操纵台；2—操纵员座椅；3—应急用扶梯；4—主配电板；5—柴油发电机；
6—电动压机和泵的机组；7—电动通风机；8—主机排气管；9—膨胀接头；
10—主机；11—卫生水泵；12—压力水箱；13—日用滑油箱；14—主用扶梯；15—虎
钳台；16—备用滑油箱；17—水冷却器；18—滑油冷却器；19—推力轴承；20—轴系。

a—侧视图；b—平面图。

电机上面通过。为改善主柴油机在冷态下的启动条件应尽量缩短管路，将燃油、预供滑油机组直接装在柴油机附近。主机配备有遥控操纵台。为防止遥控出事故，操纵台上装有侓钟（接收钟），因为有些机械噪音较大，所以侓钟上要有灯光信号。

艇上的主配电板一般采用壁式的（后面没有通道）。这样的配电板装在隔壁或者两舷，但要保证配电板的门能打开。配电板上的仪表应能从柴油发电机操纵台看得清楚。电动机和发电机的布

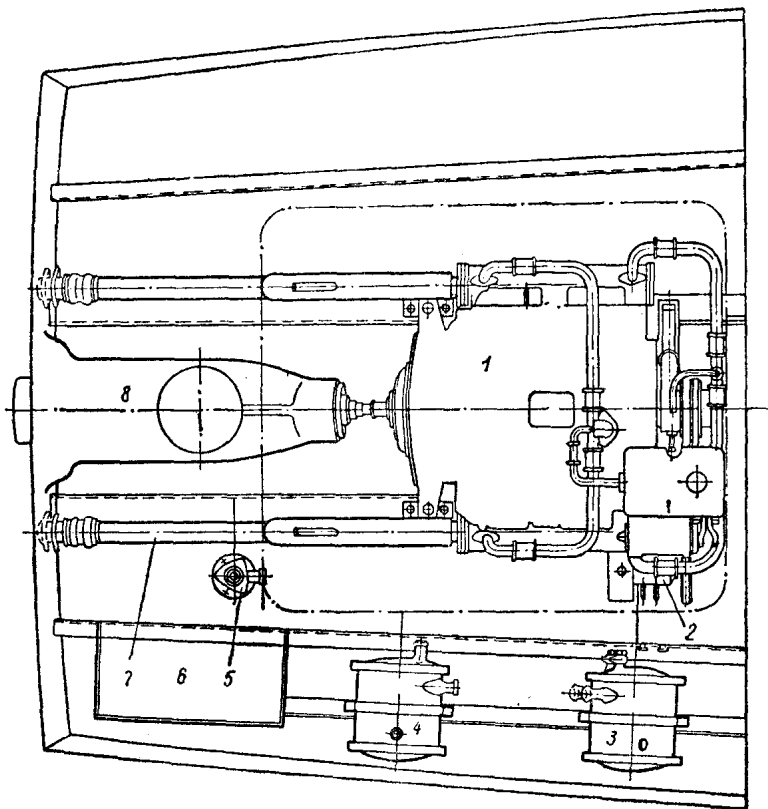


图5 喷水推进艇机舱中的机械设备总布置图

- 1—ЗИЛ-375В主机；2—舷外水泵；3—水冷却器；4—滑油冷却器；
5—带过滤器的通海阀；6—蓄电池组；7—排气管；8—喷水推进器。

置要保证能自由地接近电刷和接线盒及有可能拆下盖子。在小型艇上蓄电池组最好装在启动器和发电机一边。安装蓄电池箱时要保证能打开门和取放蓄电池组。根据发电机要靠近配电板的原则布置柴油发电机。航行中维修机械所必需的专用工具及小的备件都放在机舱内的备件、工具箱内。在中、大型艇上装一个带虎钳的工作台并且配备一个专放棉纱和擦拭布的箱子。机舱内的机械不能倾斜布置，而且机械布置要保证其重量对中线面的力矩平衡。

图4所示为双轴装置的大型游艇的机械设备总布置图。机舱内装有两台M50Φ主机，当转速为1850转/分时，每台功率为1200马力；两台ДГР-25/1500柴油发电机；一台电动压气机和泵机组，以及艇的动力装置和系统的机械及管路设备，动力装置的隔音操纵室和电气设备。在操纵室内设有操纵台和主配电板。操纵室的隔壁上有玻璃窗。机舱的天花板、舷壁和隔壁都敷有隔

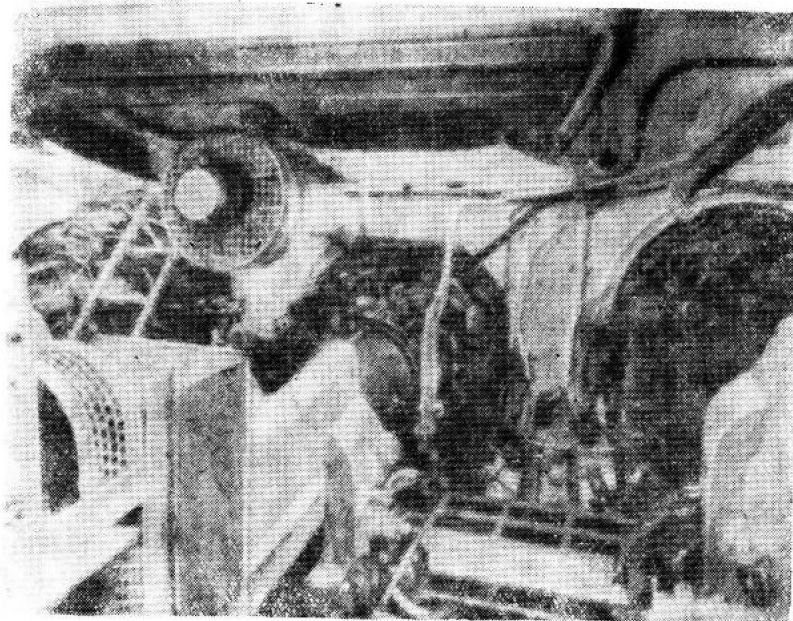


图6 有三部“普洛切乌斯”-1260型燃气轮机的
“水星”号游艇的机舱

音材料。

图 5 所示为喷水推进塑料邮政艇机舱中的机械 设备 总 布置图。图 6 所示是三轴装置的“水星”号 游 艇 的 机 舱。主 机 是“普洛切乌斯”-1260 型燃气轮机，当压气机 11000 转/分时，功率为 3500 马力。

§ 2 主机和辅助机械的选用

主机 当选用主机的类型和台数时，要根据下列原始资料：

1. 根据快速性计算或者母型艇确定需要的功率；
2. 所用燃料的种类；
3. 推进器的类型（螺旋桨、喷水推进器、航空螺旋桨和喷气推进）；
4. 艇的机动性，艇的用途和类型（排水式、滑行式或水翼式）。

根据发动机产品目录选用发动机，在特殊情况下才采用非批量生产的发动机。只应选用那些按相应计划生产的先进机型。

新机型的出现将对艇的性能产生决定性影响。在这种情况下，艇要按已选定的发动机设计。根据所要求的航速和发动机的功率计算艇的尺寸和性能。

发动机的台数取决于两个因素：

1. 对艇的机动性的要求。就是双轴装置的艇能原地回转（右发动机正车，左发动机倒车，或者相反）。单轴装置就做不到这点。如果使用上要求艇的机动性高，虽然一台发动机能满足所需功率，但仍应安装两台主机（两台发动机的总功率等于需要的功率）；

2. 是否有满足一个机组所需功率的发动机。如没有这种发动机时则应安装两台或几台主机，其总功率等于所需要的功率。

双轴装置较单轴装置具有较强的生命力。因为一台主机出事故或一个螺旋桨损坏时，艇不会丧失航行能力并能用单机返回基