



现代舰船

国内统一刊号:CN11-1884/U
主办单位:中国船舶信息中心

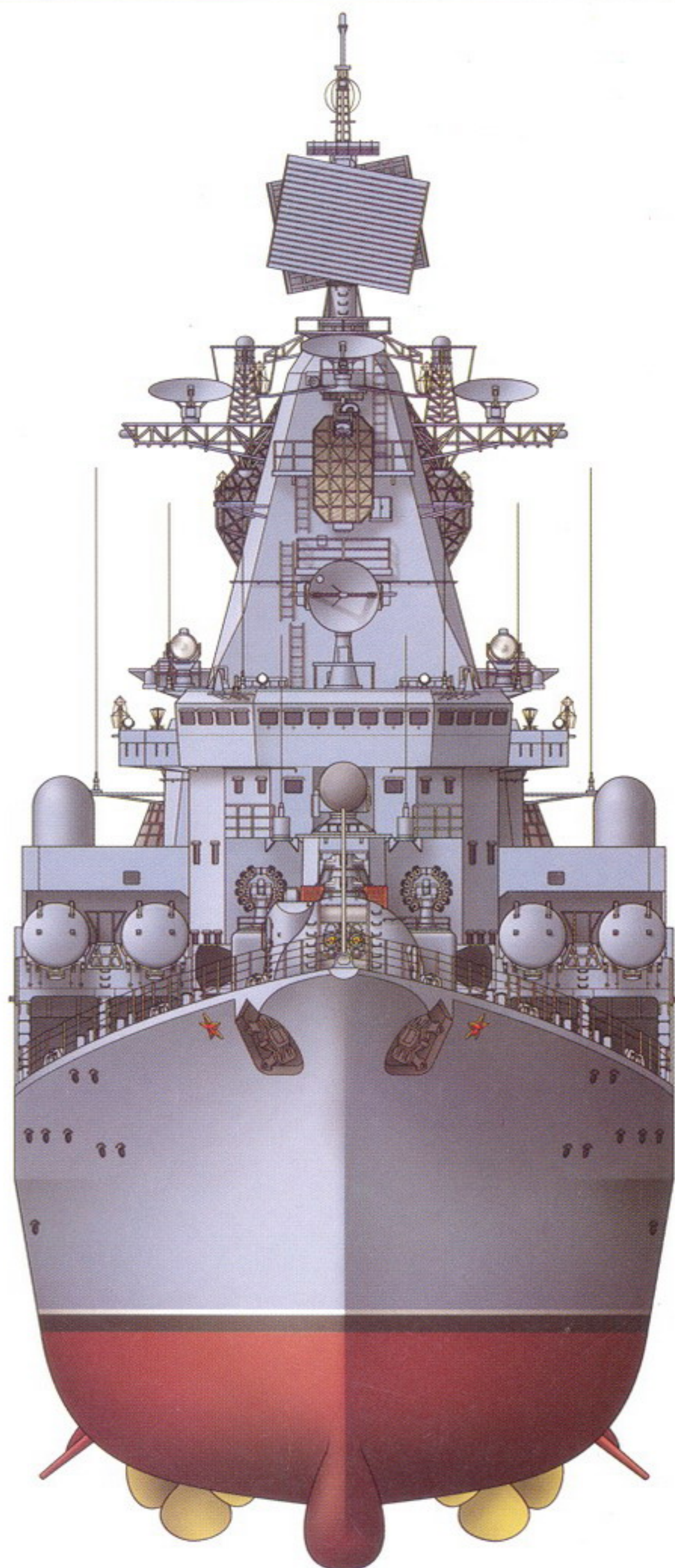
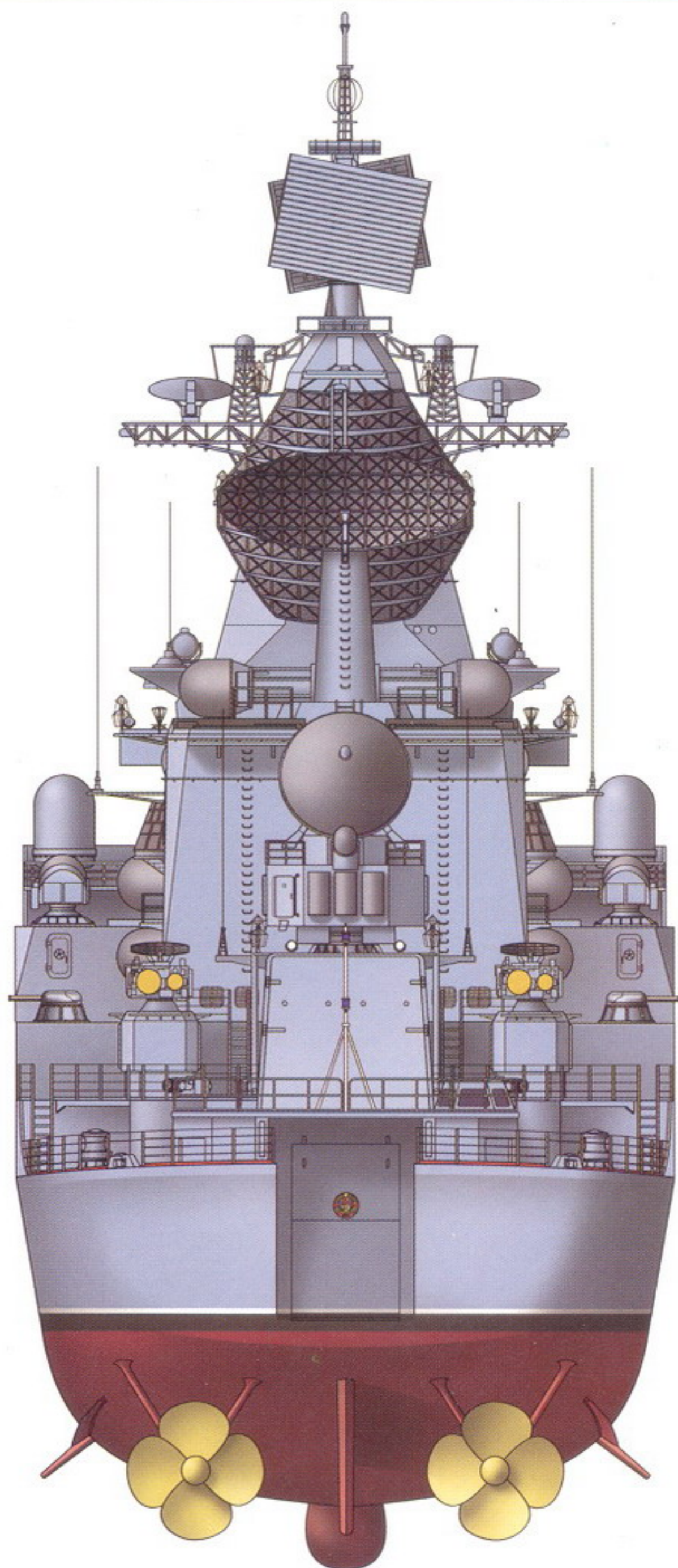
Modern Ships

[海上力量版]

NO.240
5 B
2005

- ★ 对海军陆战队配装 96 式坦克的设想与建议
- ★ 绝境逢生
- ★ 苏联海军弹道导弹潜艇的建造与发展

- ★ 对常规飞机跃升甲板起飞技术的探讨
- ★ 碧海忠魂——“致远”级穹甲巡洋舰

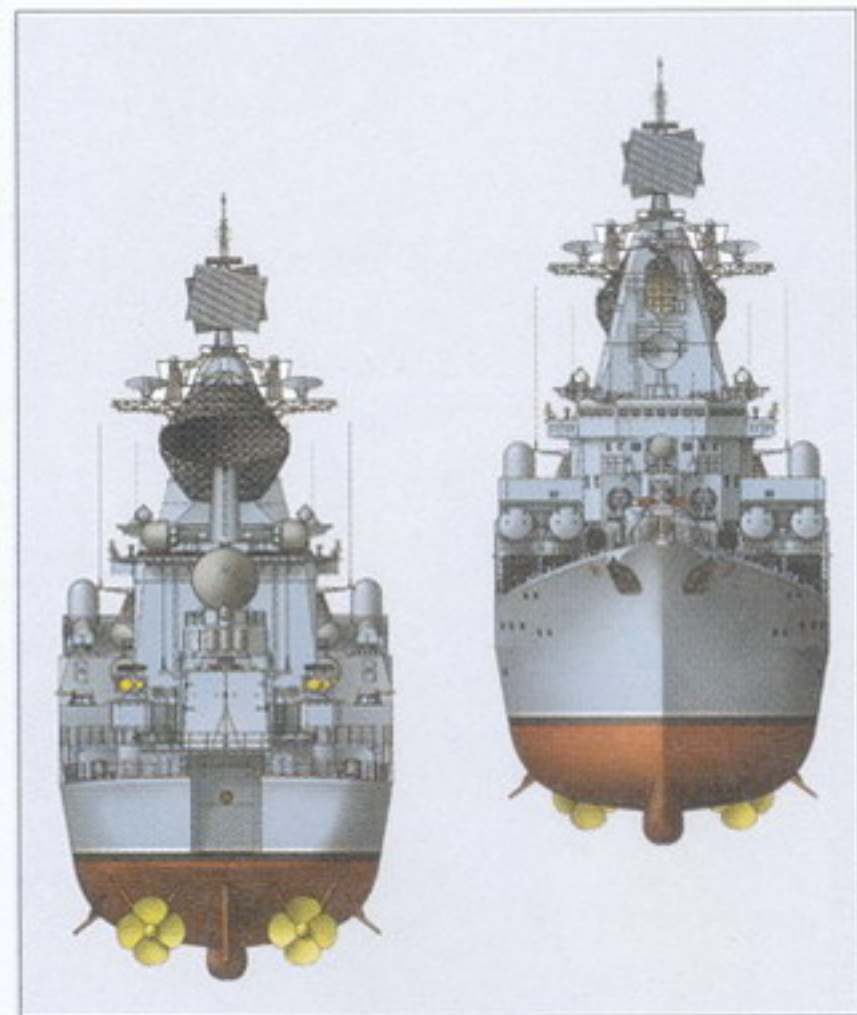


启航



2005年第5期B版 总第240期
2005年4月15日出版

主管单位 中国船舶重工集团公司
主办单位 中国船舶信息中心
编辑部门 《现代舰船》编辑部
出版单位 现代舰船杂志社
地址 北京朝阳区德外双泉堡甲2号
中国舰船研究院办公主楼六层
通信地址 北京 2854 信箱
邮编 100085
联系电话 (010) 64872211 转 2782
网址 www.shipnet.com.cn
电子信箱 mseo@shipnet.com.cn
社长 张正满
总编 张培元
主编 钟 铠
执行主编 王 辉
美编 张 艳
发行部主任 石贵芝
发行电话 (010) 64872211 转 2783
印刷 北京国彩印刷有限公司
国内发行 北京报刊发行局
国内邮发代号 2-279
国外发行 中国国际图书贸易总公司
国外发行代号 M6078
广告经营许可证号 京朝工商广字 0146 号
国内统一刊号 CN11-1884/U
国内每册定价 6.00 元人民币



封面 俄罗斯“现代”级导弹驱逐舰
封二 启航
封三 整装待发
封底 建造中的“乔治·布什”号
航母

目次

海上力量 CONTENTS

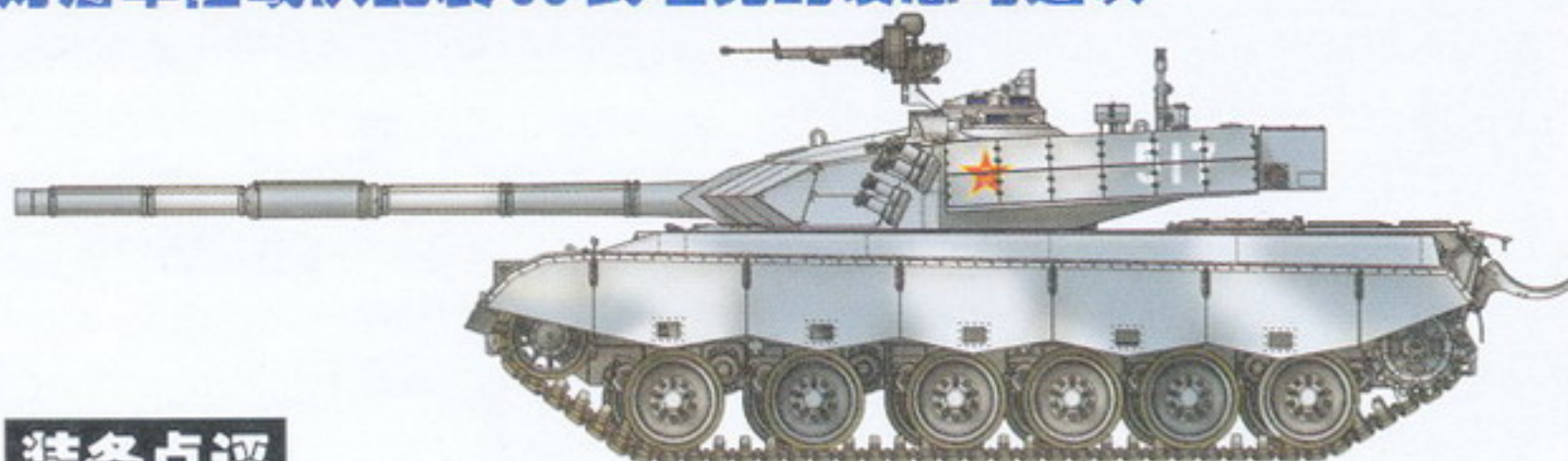
军闻述评 P2-5

美海军计划减少航母数量
等 15 条



中国海军 P6-11

对海军陆战队配装 96 式坦克的设想与建议



装备点评

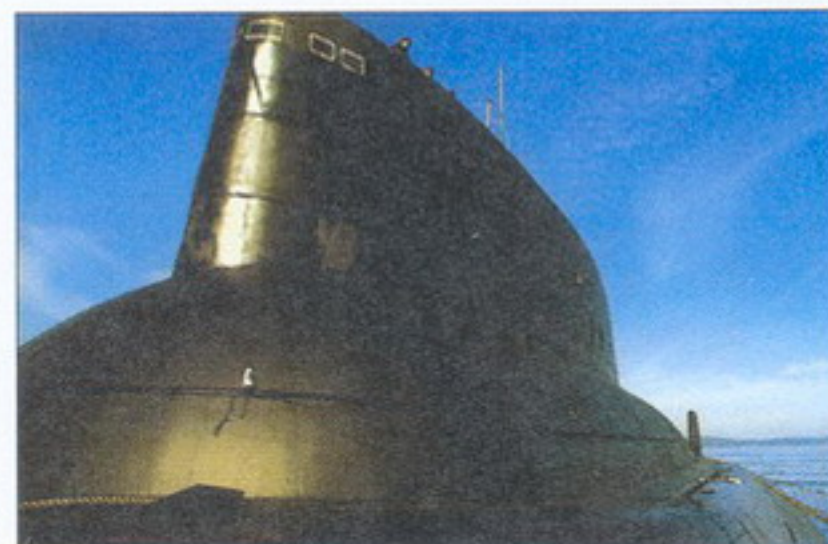


绝境逢生 P12-21

美国海军 MV-22 “鱼鹰”
倾转旋翼机发展纪实

逝去的荣耀 P22-29

苏联海军弹道导弹潜艇的
建造与发展



舰船技术



对常规飞机跃升甲板起飞
技术的探讨 P30-40

海军战史

碧海忠魂 P41-56

——“致远”级穹甲巡洋舰



“海军部也感受到了变革带来的压力”戈登·英格兰在3月21日对记者说“这让我们的工业基地和部分议员不好受，不过变革就是这样”。



美海军计划减少航母数量

据美国媒体报道，美海军正在考虑未来30年内，将航母数量减到10艘。新的长期造舰计划还提出到2035年将攻击型核潜艇由58艘减到41艘。

该计划由海军部长戈登·英格兰签署，并已于3月22日递交到国会。

任何有关航母和潜艇的调整都会对诺思罗普·格鲁曼公司产生巨大影响，诺·格公司的纽波特纽斯船厂是美国海军惟一的航母建造商和仅有的2个核潜艇建造商之一（另一个是通用动力公司电船分部）。美海军计划的推迟已令该公司处于非裁员不可的境地。现在舰队规模的缩减肯定会使建造计划进一步被推迟。

诸种改变的深层原因当是美国人正在重新规划他的

舰队，以应对越来越明显的恐怖主义威胁。美海军的注意力已从冷战时期与苏联海军在公海上角力转到了在全球范围内的近岸海区展开战斗——这要求小而灵活、高速的战舰。

若是冷战时期，这类不可思议的计划怕就不会出现了，不过现在恐怕连美海军的领导层也不确定未来战争中所需舰艇的确切数量。

现在，美海军共拥有290艘战舰，其中12艘航母，55艘攻击型核潜艇。

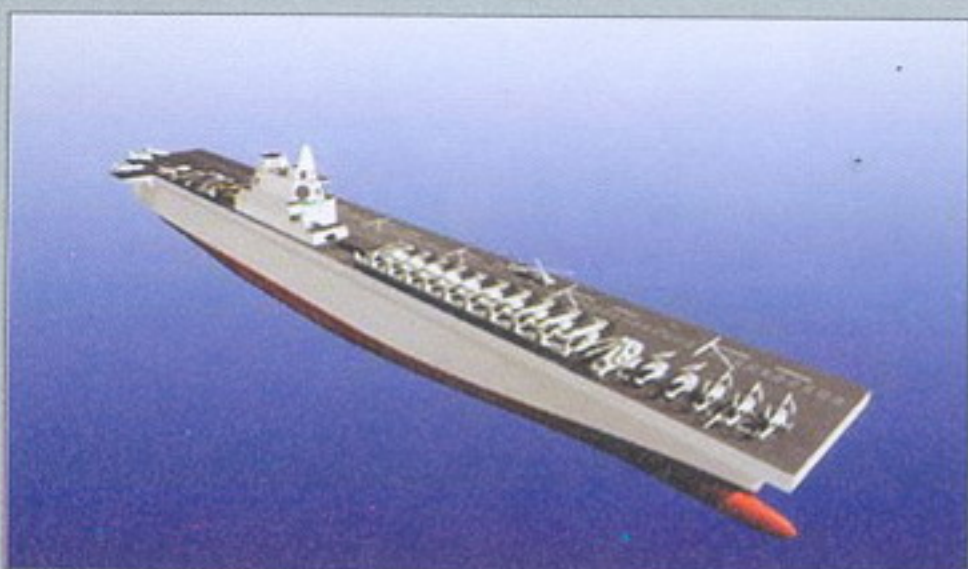
该造舰计划共有2个方案，一个是到2035年保有325艘战舰，其中包括11艘航母和45艘攻击型核潜艇；另一个即要求保有260艘战舰，其中包括10艘航母和41艘攻击型核潜艇。

这个30年造舰计划只是粗略地勾画出了美海军的需要，并未开列具体的时间表和开支细目。英格兰称计划的细节要到夏季才能完成。

虽然美海军希望至少保持12艘航母甚至15艘，然而由于财政压力、技术进步和海军改变维护政策等因素的共同作用，航母数量的减少似乎是必然的。

然而，航母数量减少并不意味着美海军作战能力减弱，过去的10年里技术的发展已使航母的精确打击能力有了巨大的飞跃。美海军作战部长佛农·克拉克曾指出未来4~5年里，这种能力还会翻番。要保持原有的作战能力并不需要保持原有的数量。

目前，这个30年计划还仅仅是个蓝图，肯定还要经过若干次的争吵、斗争、调整才会最终确定下来。在尘埃未落定时，做出结论并没有太大的意义。应当相信美国人有足够的能力和时间在实现海军转型的同时，维持住长期低靡的造船基地。



美国海军将增购两栖攻击舰

美国《每日防务》2005年3月17日报道，美国海军部长称，缩减航母的数量并不表示海

军将缩减航空作战部队的规模。海军正计划建造一批先进的LHA两栖攻击舰。这些舰可搭载直升机和AV-8B“鹞”式战斗机，并可作为V-22“鱼鹰”倾转翼飞机的母舰。在未来十年中，LHA两栖攻击舰还能为F-35联合攻击战斗机提供短距离起飞和垂直降落的场所。

他同时也指出，由于应用了精确制导设备，作战飞机已具备同时摧毁多个目标的能力，海军不需要再像1991年海湾战争时那样调动多架飞机攻击单个目标。而且，现在的航母能够比过去装载更多的飞机，并支持大规模的空中打击任务。此外，美海军打算在2006财年中再增购1艘濒海战斗舰（LCS），他们认为这样将更有助于海军的战术实施。

目前，美国海军还没有作出最终决定，是否继续同时购买由通用动力公司和洛·马公司提供的2种不同型号的濒海战斗舰。

韩国计划在济州岛建设海军基地

2005年3月31日，韩国宣布将在济州岛建立一座海军基地，以强化其军事立场并期在该地区发挥更大影响。韩国海军官员称，该基地将于明年开工建设预计2014年完工，估计建设费用为7.96亿美元。建成后该基地可同时容纳20艘战舰停泊。新基地将成为一支“战略舰队”的母港，这支部队的使命是护卫韩国贸易线——从济州岛南部到马六甲海峡，韩国工业所需的大部分原材料均经此航线运至。石油进口的90%及60%的商品出口均要经过此地区。

新舰队将拥有2~3艘宙斯盾驱逐舰、新型潜艇和两栖登陆舰。除护卫贸易线外，该舰队还将负责阻断毒品和大规模杀伤性武器在该区域的运送。济州岛居民对此表示抗议，担心开辟新的港口会污染海水，并毁掉他们赖以生存的渔场。



驻波斯湾美军调动

据美国海军消息，美第五舰队“卡尔·文森”号航母战斗群已抵达波斯湾，接替“杜鲁门”号。后者是2004年11月到达波斯湾开始执勤的。

“卡尔·文森”战斗群兵力包括第9舰载机大队和第31驱逐舰中队。除了“卡尔·文森”号核动力航母外，还有“提康德罗加”级巡洋舰“安提塔姆”号、“阿利·伯克”级驱逐舰“奥肯”号和“马斯汀”号、“卡姆登”号快速战斗支援舰。

美海军公布 T-AGM (R) 舰的设计要求

美国 Marinelog 网站 2005 年 3 月 22 日消息, 美海军已经公布了用于“朱迪眼镜蛇”替换项目 (CJR) 的新舰设计要求。该舰将替代 T-AGM 23 “观察岛”号, 作为 CJR 项目的支持平台。CJR 项目将为美海军提供全球性的、高质量、高解析度和多波长雷达数据, 海军已经为该项目订购了新型雷达和任务设备, 并确定了系统集成和安装的承包商。

T-AGM (R) 舰的设计参数初步定为最大船长 217 米、最大船宽 32.3 米、最大吃水 8.22 米。舰员编制为 88 人, 由军事海运司令部派遣的非军职船员或民间合同船员运作。该舰内部两层甲板用于安装任务雷达列阵, 上下两层雷达列阵的重量分别为 302.78 和 274.3 吨。干舷天线区域能够容纳 38 套通信天线。

T-AGM (R) 舰将具备在无补给条件下独立作战的能力, 自持力为 70 天, 航速 20 节时作战范围为 12000 海里。该舰设计能够在浪高 2.4~4 米的情况下执行任务, 并能在浪高 7.6~14 米的恶劣环境下生存。新舰具备搭载直升机的能力, 符合海军航空战司令部载机舰航空公告 1J 的要求, 能够在 Level III (白天) 和 Class 5 (航速不超过 15 节) 情况下进行 MH-60S 直升机的作业。



T-AGM 23 “观察岛”号

T-AGR (R) 舰将根据美国船级社标准进行分级和建造, 预期寿命为 30 年, 要求能在现有的国防部补给条件下实施维护 and 后勤支持。该舰可继续沿用现役 T-AGM 23 的设备和港口设施。海军计划分两个阶段进行 T-AGM (R) 舰的采购工作: 第一阶段由两家公司进行概念设计, 第二阶段进行舰船的详细设计和建造。



美海军 DDX 国家小组成功进行
远程对陆攻击炮弹试验

美国《每日防务》2005 年 3 月 23 日报道, 据美国海军 DDX 国家小组称, 该小组上个月成功完成了 DDX 驱逐舰 B 节点的远程对陆攻击炮

弹 (LRLAP) 试验, 并达到了预定要求。

联合防务公司 (UDI) 的发言人称, 远程对陆攻击炮弹从 1 座固定火炮发射, 该火炮与 DDX 即将使用的舰炮极为相似, 这种对陆攻击炮弹为制导炮弹, 其试验在加利福尼亚州进行。

DDX 国家小组由诺思罗普·格鲁曼公司和雷声公司领导, 其他成员包括洛克希德·马丁公司、通用动力公司和联合防务公司。DDX 国家小组声明, 这次炮弹的制导飞行 (GF-03) 试验于 2005 年 2 月 24 日进行, 其目的是演示这种 155 毫米远程对陆攻击炮弹利用 GPS 进行制导和导航的稳定性和机动性。

试验中, 炮弹能够正确的展开尾翼, 并且炮弹的弹身结构、火箭性能、GPS 接收器和飞行控制器性能都令人满意。每门先进舰炮系统将能够在 1 分钟内发射 10 发炮弹, 其炮弹将由 GPS 系统提供精确制导能力, 具备全天候的致命杀伤力。

DDX 国家小组认为, 这次试验的成功证明 DDX 装备先进舰炮系统是可行的, 先进舰炮系统能够为海军陆战队提供内陆纵深精确打击能力, 辅助 DDX 驱逐舰更好地完成其对陆攻击使命。(王兵)

美国将“先进鹰眼”预警机序列编号定为 E-2D

据美国《每日航宇》报道, 美海军正式宣布“先进鹰眼”预警机的序列编号为 E-2D。海空军司令部在 3 月 14 日宣布, 下一代用于舰载作战管理、预警、指挥和控制的飞机将于 2011 年服役。它还兼有对海上、濒海地区以及陆地的监控能力。

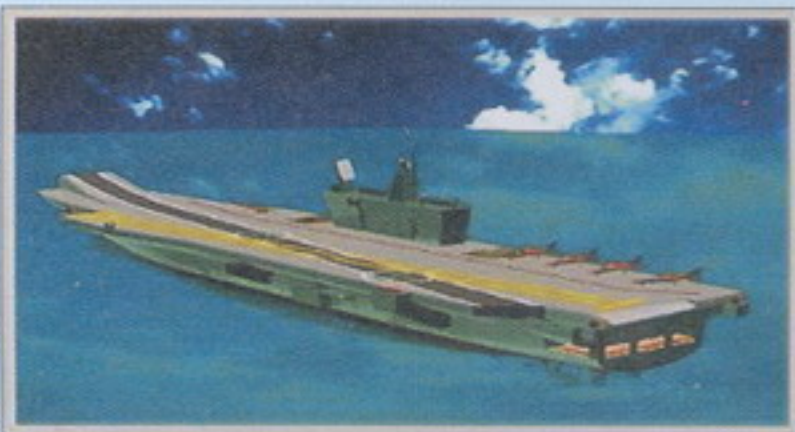
E-2C 于 1973 年入役, 非常适宜在远海空域执行任务。在上世纪 90 年代以后, 参加了海湾“沙漠风暴”、对伊拉克南北禁飞区的监控、前南联盟和科索沃冲突等作战行动。E-2D 将具有 E-2C 的网络中心能力, 它还将用于海上打击和海上封锁作战, 以及作为网络中心战的节点方面起着重要作用。

它的 ADS-18 雷达将取代 E-2C 装备的 APS-145 雷达。由于采用了电子扫描相控阵雷达体制, ADS-18 雷达具有更远的作用距离和对小型目标的分辨力, 使预警机在对战场监视和导弹防御等方面的能力远远超过它的前辈。该雷达由洛克希德·马丁公司海军电子和监视系统部负责研制, 目前已经成功地通过了关键设计评审。

日本要在冲鸟岛上安装观测雷达

日本《读卖新闻》2005 年 3 月 27 日报道, 日本政府决定于 2005 年 6 月在日本最南端的冲鸟岛上安装 1 座观测雷达, 雷达将安装在环礁水域内的工作平台上。该雷达以观测对冲鸟岛造成侵蚀的海浪为主要目的, 但是同时具备监视该岛方圆 20 千米内一切船舶动向的能力, 雷达搜集的情报将直接传送给关东地区发展署的海岸控制办公室。日本政府希望该雷达能够阻止中国的海洋调查船和其他可疑船只接近该岛屿。

日本国土交通省在 2005 年年度预算中已经为该雷达划拨预算 3.3 亿日元。日本政府为监视中国海洋调查船在该海域的活动情况, 已于 2004 年 6 月在该岛安装 3 台具备夜视和远距摄像功能的新型照相机, 这 3 台照相机已经于 2005 年 2 月正式投入工作。



印度雄心勃勃推进航母计划

印度海军新闻网2005年3月27日报道,2003年1月印度政府拨款7亿美元设计建造一艘国产防空舰。印度海军对此计划寄予厚望。然而,建造航母的技术复杂性超过了印度海军的预期,迄今只有3个国家(美、俄、法)自行设计建造过如此大的航母。印度的航母满载排水量37500吨,将能够搭载12架“米格”-29K舰载机、8架LCA或“海鹞”飞机,10架ALH和卡-31直升机。该航母将在印度柯钦船厂建造,印度海军已经向柯钦船厂投入了超过4320万美元的经费,用于

船厂基础设施的改造。据预计,柯钦船厂要想能够在预定时间内交付防空舰的话,它每年的开支将超过1亿美元。

印度海军的国产航母长252米,宽58米,吃水8.4米,型深25.6米。其动力装置采用4台通用电气公司的LM2500燃气轮机,总功率80兆瓦(12万马力),使该航母的最高航速达到28节。该航母的续航力为7800海里/18节,后勤自持力45天。该航母的人员编制为1560人(1400名水兵及160名军官)。该航母最多能够搭载30架飞机,其中17架能够放在机库中。该航母能够在5级海况下作业,上面设2条跑道,1条滑跃起飞跑道,1条为舰载机降落跑道,设有3条阻拦索。

· 设计

航母的设计由印度海军所属的设计局进行,前期设计工作已经结束,目前正在详细设计。该航母将采取模块化

和壳舾涂一体化的建造方法,来自韩国和迪拜的公司正在就此展开竞争,向印度提供有关的技术援助。目前,柯钦船厂已经从国外接收了约456吨钢材,而整艘航母需要约20000吨钢材。

· 合同

印度海军选择了意大利顶级舰艇设计建造商泛安科纳造船公司帮助集成主推进系统,进行主机舱室布置并为舰艇准备建造规格。“米格”-29K舰载机将由俄罗斯提供,俄罗斯将帮助印度进行有关的设计工作,包括航空设施,如飞行甲板、机库、飞机升降机、弹药升降机、飞机起飞与回收系统等。

· 主要计划节点

防空舰的钢板切割预定于2005年4月11日进行,龙骨将于10月7日铺设,届时,初步舾装的主机舱模块将运到柯钦船厂,该航母预定于2012年完成建造和试验,交付印度海军。

美国同意向巴基斯坦出口F-16战斗机

美国《防务新闻》2005年3月25日报道,尽管遭到印度的强烈反对,美国3月25日仍然宣布将向巴基斯坦出售F-16战斗机。布什25日致电印度总理曼莫汉·辛格,通报了美国的这一决定。辛格对美国这一决定表示遗憾,并称将会给该地区安全稳定带来负面后果。印度称,向巴基斯坦出售先进战斗机将会影响该地区的军事力量平衡,并对这两个核国家已开始的谈判和对话造成消极影响。自2004年印度和巴基斯坦开始谈判以来,两国关系开始升温,两国的交流日益增加。

但美国官员称,对巴基斯坦的军售不会改变该地区的军事力量平衡。9·11恐怖袭击以后,巴基斯坦成为美国在反恐战争中的最主要盟友。巴基斯坦希望购买25架最新型号的F-16,美国官员称,尽管提供给巴基斯坦的飞机数目可能相对较少,但美国对出售给巴基斯坦的飞机数目没有限制。巴基斯坦20世纪80年代末期同美国签订了购买F-16战斗机的合同,但出于对巴核计划的担心,美国停止向巴方交付战斗机。印度在其他领域开展合作,包括防务合作和技术许可证,主要的领域



2001年阿富汗战争中帮助美国推翻了塔利班政权,美国和巴基斯坦的关系开始升温。

布什向辛格表示,美国在向巴基斯坦出售F-16的同时,也将向印度出售先进多功能战斗机。印度考虑向美国购买大量先进战斗机,包括F-16、F-18或其他飞机。印度还考虑购买法国的“幻影”、瑞典的“鹰狮”和俄罗斯的“米格”等多种先进战斗机。美国表示愿意和印度在其他领域开展合作,包括防务合作和技术许可证,主要的领域包括指挥控制、预警系统和导弹防御。

印度海军考虑购买法制“猎鹰”900海上巡逻机

美国《防务新闻》2005年3月28日报道,由于从美国采购3架P-3巡逻机的谈判3年来毫无结果,印度海军已经转向法国达索航空公司。最近,达索航空公司向印度海军司令普拉卡什率领的代表团介绍了该公司研制的新型“猎鹰”900海上巡逻机(MPA),该机是在达索航空公司的“猎鹰”商用飞机的基础上研制的。据印度国防部透露,达索航空公司提出“猎鹰”900海上巡逻机的单价为4500万美元,与美国洛克希德·马丁公司提供的二手P-3C飞机相同。

印度飞行员目前还没有驾驶过“猎鹰”900,但达索航空公司已经同意让它们试驾“猎鹰”商用飞机。达索航空公司的

官员称,“猎鹰”900可以满足印度海军的需求,达索航空公司也能满足印度对飞机备件的长期需求。

自从2002年10月印度海军的2架“伊尔”-38飞机在事故中坠毁后,印度海军一直急迫寻求新的海上巡逻机。海军现役的3架俄制“伊尔”-38和8架图-142海上巡逻机必须替换。由于价格原因,与俄罗斯国防出口公司合作进行图-142中期升级的计划已陷入僵局。

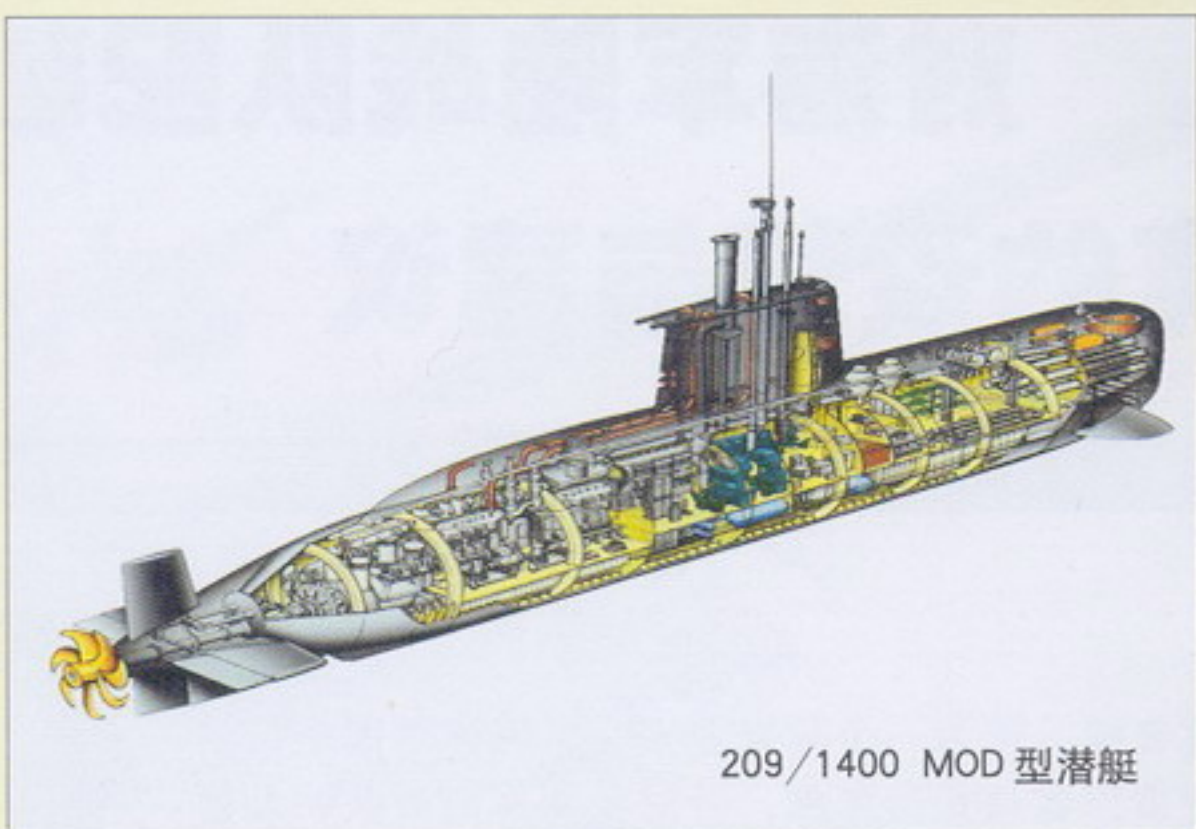
印度国防部官员称,由于印美关系最近因伊朗-印度天然气管道问题变得紧张,使购买“猎鹰”900的可能性增大。此外,由于巴基斯坦已经从美国采购了2架P-3C,因此采购不同的海上巡逻机似乎是更好的选择。

南非海军 209 级潜艇开始海试

《简氏防务周刊》2005 年 3 月 16 日报道，南非海军购买的 3 艘 209/1400 MOD 型潜艇中的第一艘已经开始进行海试，这 3 艘艇由蒂森克虏伯公司下属的霍瓦兹·德意志船厂建造。

该艇还没有正式命名，舷号为 SASS101，2 月 28 日在波罗的海进行了深度为 25 米的下潜试验。3 月中下旬，该艇接着进行了浅水区下潜试验、声学评估以及平台、作战系统和声呐的测试。从 3 月底到 6 月，该艇将在挪威附近海域进行深潜试验。

这 3 艘艇于 2000 年 7 月订购，由霍瓦兹·德意志船厂和蒂森北海船厂共同建造，后者负责 3 艘艇的装配工作。南非海军计划于 2005 年 9 月在基尔正式接收该艇，第 2 艘和第 3 艘将分别在 12 个月和 24 个月后交付。



209/1400 MOD 型潜艇



“鲐鱼”级潜艇效果图

印度确定购买“鲐鱼”级潜艇

美国《防务新闻》2005 年 3 月 21 日报道，在本国海军和法国政府的双重压力下，印度国防部已经同意以 46 亿美元的价格向法国购买 6 艘“鲐鱼”级潜艇，这和双方 2002 年议定的价格相比贵了 14 亿美元。购

买潜艇的合同将于今年正式签订。

1997 年，印度国防部批准“75 项目”计划，要求建造 2 种新一代潜艇。1999 年，国防部开始与泰勒斯公司商谈“鲐鱼”级潜艇的合作事宜，但 2002 年却由于价格问题陷入了僵局。目前，由于海军对潜艇迫切需要，政府不得不同意新的价格。海军正向政府申请从 2005—2006 年预算中划拨 1 亿美元用于马扎冈船厂的改造，为“鲐鱼”级潜艇的建造做准备。

根据计划安排，6 艘“鲐鱼”级潜艇将由马扎冈船厂根据许可证方式建造，由法国阿马里斯公司（由舰艇建造局和泰利斯公司合资组建）提供技术援助和设备。印度国防部称，近 90% 的设备，包括钢板、动力装置、武器控制系统和其他子系统将由法国政府提供。合同金额的 75%（34.5 亿美元）将用于支付技术转让、人员培训、专利使用以及设备、系统和原材料的购买费用。其余 25% 将用于马扎冈船厂的潜艇建造、组装和人工费。

首艇预计将在合同签订 3 年后交付，全部 6 艘将在 12 年内陆续交付。合同中不包含武器和 AIP 系统。

美海军下一代反潜战直升机即将进入作战评估阶段

美国《每日防务》2005 年 4 月 1 日报道，美海军将在下个月对下一代 MH-60R 直升机的机载武器系统进行作战评估。该武器系统由洛克希德·马丁公司研制。美海军将在 12 月接收首批 4 架 MH-60R。

MH-60R 飞机由联合技术公司的分公司西科斯基公司制造，将取代美海军所有的 SH-60B 和 SH-60F 直升机。MH-60R 集成了 SH-60B 和 SH-60F 的功能于一身，并在系统功能上作了更大的改进，例如改进了 APS-147 雷达、电子侦察系统和 AN/AQS-22 反潜战系统。

MH-60R 飞机有望到 2006 年 2 月进入批产阶段。美海军计划采购 254 架 MH-60R。美海军还有可能将 MH-60R 售给印度和丹麦。

对 APS-147 雷达的改进包括新增了逆合成孔径成像，能够提供目标识别、长度测量等功能，并可存储图像留作进一步分析使用。对该雷达的其他改进还包括潜望镜探测、任务预规划和数据融合。ALQ-210 的改进包括拓展了工作频率，提高了系统的方位角精度和灵敏度。AN/AQS-22 的改进包括提高了目标探测与定位的信号处



理能力以及水声任务计划能力。

美海军试验工作队已于 2 月 15 日完成了技术评估，目前正在准备将在 5 月 1 日开始的阶段性里程碑评估。在技术评估期间，美海军 HX-21 和 VX-1 试验中队同时对所有机载武器分系统的使用和开发性能进行了测试，重点测试了多功能雷达、电子侦察系统与雷达告警接收机、机载吊放式声呐与音响设备和数据融合的性能。

“艾森豪威尔”号重回现役

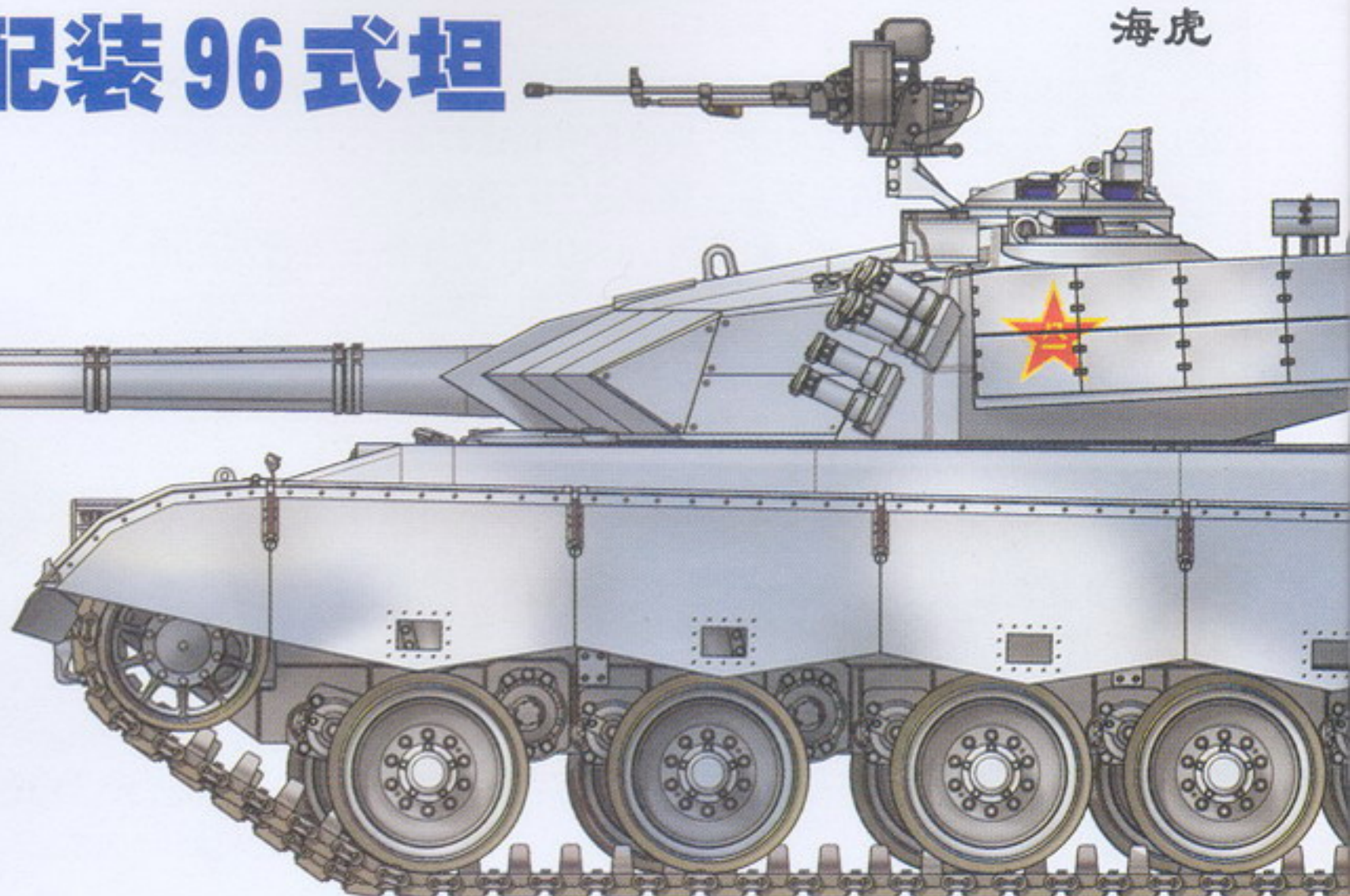
在纽波特纽斯船厂进行了历时 4 年、耗费 250 亿美元的全面检修改造后，“艾森豪威尔”号于 3 月 25 日返回诺福克海军基地，开始海试。

“艾森豪威尔”号是第 2 艘接受这种大修的“尼米兹”级

航母，维修工作包括为航母反应堆换料、对舱室进行广泛的现代化改装并为水下舰体喷涂新涂料，飞行甲板、弹射器、作战系统和岛式上层建筑也进行了大量的升级工作，上层建筑的最上面 2 层被拆掉，取而代之的是 1 部新的天线桅杆，这将为航母提供更好的雷达能力。

对海军陆战队配装96式坦克

克的设想与建议



编者按：作为一个非专业人士，满怀爱国热情的文章作者从长远考虑，针对我海军陆战队的装备与未来作战之间可能出现的问题进行了大胆的设想，并提出了自己的见解。为了方便大家阅读，文章中谈及的装备型号均借鉴自国家公开刊物的报道。本刊刊登作者文章并不代表赞成其观点，仅供参考。

20世纪80年代初，为适应新形势的需要，我军组建了海军陆战队。由于组建之初对这一新的兵种的认识还在摸索期间，因此这支新生的部队在相当的一段时间内基本上处于试验性阶段。随着国力的增强，为适应新形势下军事斗争的需要，国家对海军陆战队的使命提出了更高的要求。在这种要求下，海军陆战队开始向着合成化和诸兵种联合作战体系转化。

在世界范围内，美国海军陆战队独领风骚，为区域大国海军陆战队的发展提供了丰富的借鉴经验。合理地借鉴其成功的经验对区域大国海军陆战队的发展有着极其重要的意义。

在美国和俄罗斯的海军陆战队中，均配属有编有主战坦克的坦克营，而美国海军陆战队的M1A1主战坦克多次在对伊战争的突击作战中担当了主力角色。随着反装甲作战武器呈多样化和威力化发展的趋势，充当快反利剑的海军陆战队在编制体系中配属少量的经过改进的重装备可以有效地弥补其固有的缺陷。

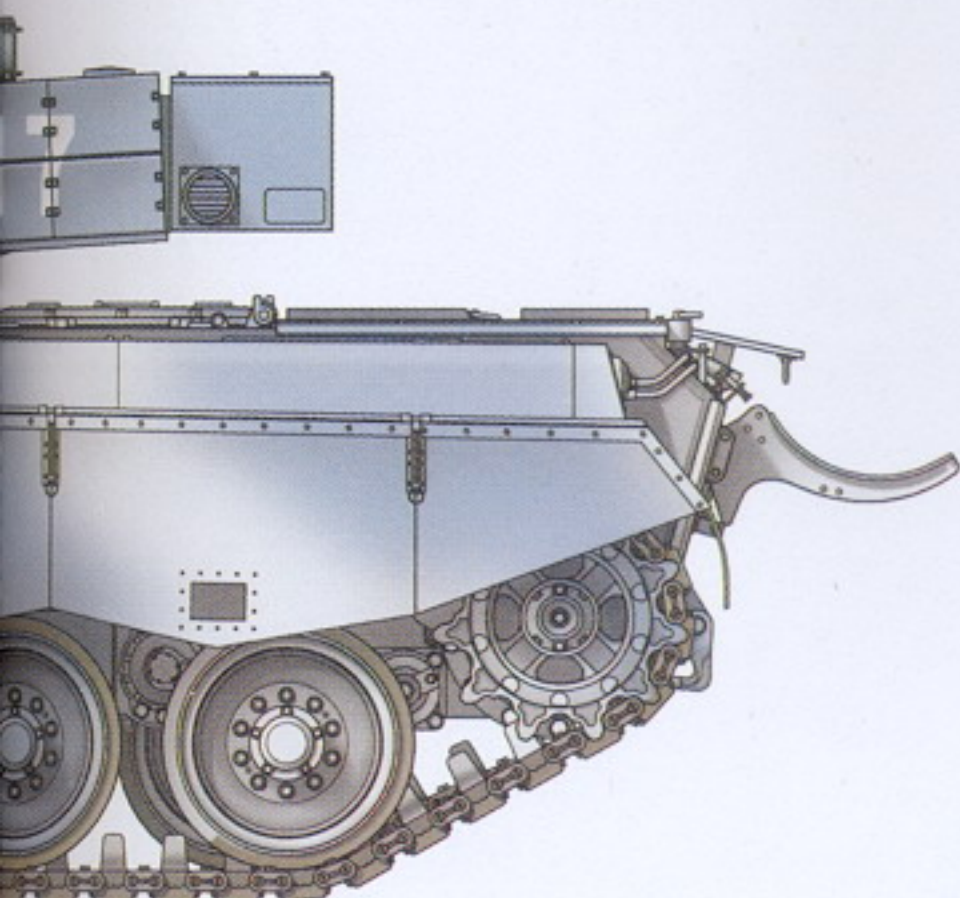
从我国海军陆战队的装备配属情况来看，其下属装甲兵的主战装备主要以轻型两栖装甲车辆

M60A3坦克是美军二十世纪70年代装备的主力坦克，台湾于80年代中后期从美国购买了一批该型坦克。该坦克安装有105毫米线膛炮，发射新型动能穿甲弹时可在2000米距离上穿透约450毫米厚的装甲。

为主。相对而言，其装备仍呈现出单一性。其中，在未来跨海登岛作战中处于第一轮冲击波的水陆两栖坦克部队在抢滩作战中可能要面对防守敌军反装甲武器的阻击，而水陆两栖装甲车辆在防护能力上先天固有的弱点很可能会给己方带来不可避免的伤亡。无论从常识上理解还是从图片上推测，水陆两栖装甲车辆前面的装甲仅能抵挡近距离上的12.7毫米高机的射击，对

于20毫米口径以上的机关炮就显得无能为力了，虽然63A型水陆两栖坦克拥有较为强大的105毫米火炮，但作为两栖装甲车辆的特性，其装甲相对于普通的装甲车辆而言过于脆弱，一旦受损，强大的火力将无法发挥。在战斗中，如果因无法应对守敌装甲与反装甲火力的反击而丧失战机的话，不但会将抢滩登陆初期的战果丧失殆尽，更有甚者会影响到整个战局的进展。





96式坦克的前身——85IIAP坦克，据《简式防务周刊》报道，该坦克曾在90年代初大批出口到巴基斯坦。数年后，由于其技术较为先进且可靠，受到了国内陆军的青睐。

另外，完成抢滩作战后，海军陆战队在巩固滩头阵地时可能会面对敌军残余装甲力量的反击。

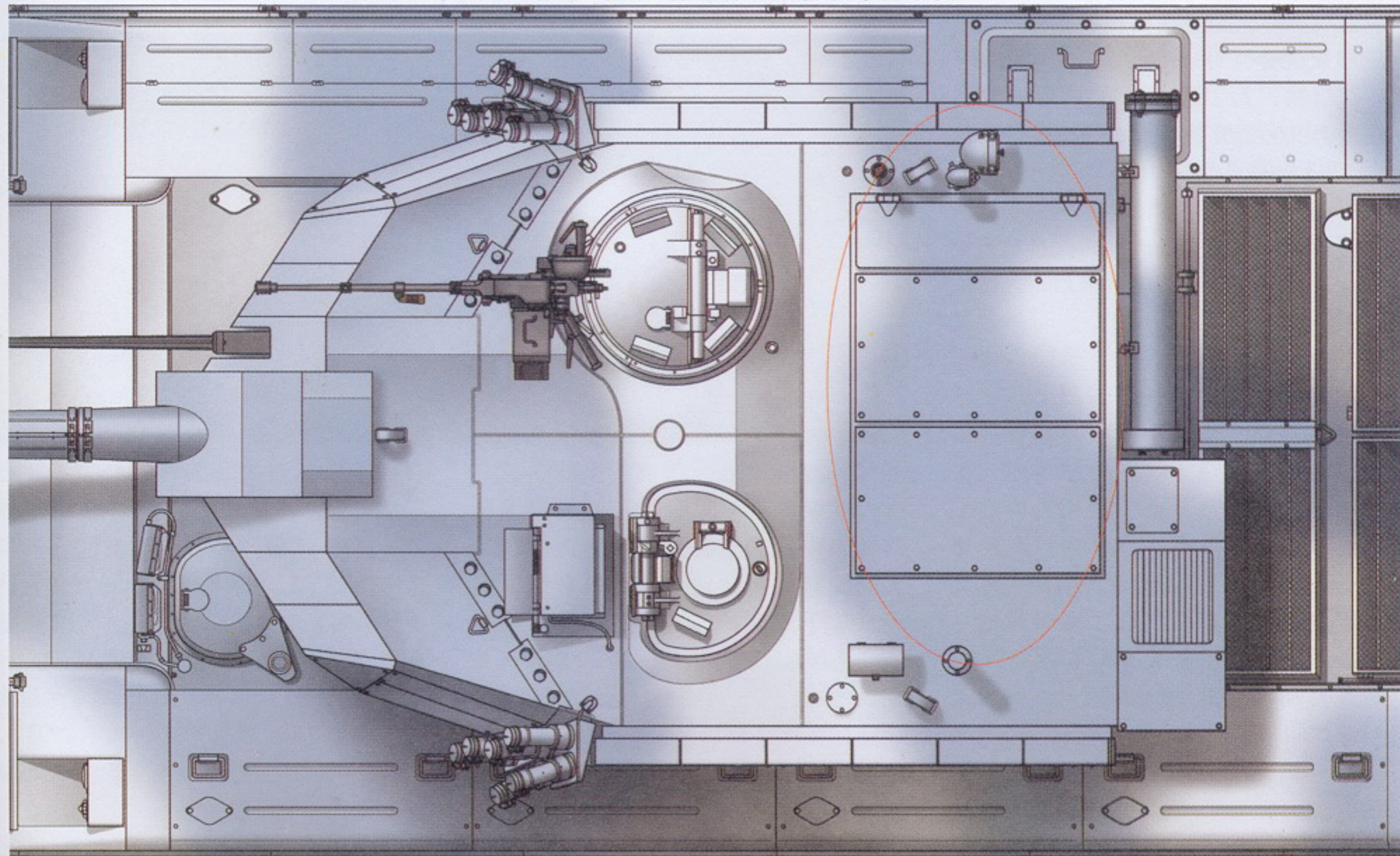
在台湾陆军的编成中，有8个旅编有坦克营，共有21个坦克营。别的坦克暂且不算，其中最具威胁的是550辆M48H“勇虎”坦克和460辆M60A3坦克。也就是说，在可能发生的跨海登陆作战中，需要认真对付的至少有1000余个装甲目标。即便是在我海空军猛烈的火力打击下这些装甲目标损失掉70%

的话，和登陆部队发生直接冲突的上述装甲目标也应在300辆左右。作为防守的一方，由于守军地域狭小，回旋空间不大，因此其对防守区域的地形会非常了解，而我跨海登岛部队则属于异地作战，在陌生区域与占地利的守敌作战时，恐怕在发挥战斗力上会显得有些被动。

由于沿岸守敌的装甲力量基本以M60A3和M48H“勇虎”等重型装备为主，在与这些装备对抗时，海军陆战队

的两栖战车在防护上会处于绝对的劣势。当年金门登陆作战失利的主要原因之一，就是登陆部队在抢滩登陆成功后因缺乏有效的反装甲武器而陷入敌军的装甲部队围攻之中并遭受重创。因此，在两栖陆战队中配属防护能力较强的主战坦克是保证未来跨海登陆作战中的一个不可忽视的环节。同时为了节省费用，可以在现役主战坦克中挑选一种能在一定时期内适合海军陆战队需要的型号作为海军陆战队装

由军事爱好者绘制的改进型96式坦克设想图，红圈内是炮塔尾舱上方弹仓的泻压板，一旦有弹药击中位于炮塔后侧的弹仓，诱爆后的弹药能量会从炮塔顶部的泻压板冲出，这样可以避免伤及车内乘员。



甲作战单位中的主战装备。

在我军现役的主战坦克中，基本形成了以59系列改进型坦克（36吨级）、88/96系列主战坦克（40吨级）和99式主战坦克（50吨级）并存的格局。59系列的坦克由于技术老化，为适应未来作战必须要对其包括火力、火控在内的诸多性能进行改进，这就会涉及到数额不菲的改装费用。况且该坦克机动性差，不适合于两栖登陆部队。99式坦克虽然性能先进，但其50吨级的重量会给登陆部队的运载舰只提出更高的要求，且台湾的地形也不适应该坦克的运用。那么剩下的就是88式坦克的升级版——96式主战坦克了。有关该型坦克的报道多见于国内最权威的坦克类杂志《坦克装甲车辆》，该杂志所公开的图片资料显示，96式坦克于90年代中期以后开始装备部队，由于该坦克性能较为先进可靠且采购价较为低廉，适于大批量生产，因此在少量装备99式主战坦克的同时，96式坦克及其改型已经源源不断的成为我军装甲部队的中坚。

虽然和63A型水陆两栖坦克相比较，96式主战坦克的重量较重，但其具有前者无与伦比的防护能力和火力，并辅有先进的火控系统。将其与63A型水陆坦克配合使用，既可发挥63A型水陆坦克抢滩突击性快的优点还能弥补其防护不足的弱点。而且在旅一级的编成内，96式坦克能够和63A型水陆坦克形成优势互补。

当然，为了适应两栖作战的需要，还要对96式坦克进行必要的改进。根据1993年的《兵器知识》杂志介绍，96式坦克的前身——85IIAP坦克安装有类似于T-72坦克上的旋转式自动装弹机。采用这种自动装填系统后，火炮所发射的弹药必须是分装式。而分装式弹药位于炮塔吊篮底部，炮塔内的车长和炮长等于就坐在了弹药上，一旦坦克被击穿，当装甲背板碎片可能毁坏自动灭火抑爆系统的传感器后，炙热的穿甲弹芯残片会引发坦克内的油气混和物燃烧并有诱发车内弹药殉爆的危险。因此，有必要对原有的自动装弹机进行改进，在经过了多年的技术储备后，我国已经完全掌握了炮塔尾舱式自动装弹机的技术。因此利用这一成熟的技术对96式坦克进行改造完全是必要的。由于采用尾舱式自动装弹机，这样就可以将部分弹药事先安装在与战斗室之间有装甲隔板的炮

为了便于浮渡，63A的装甲相对于其他类别的装甲车辆要薄弱一些。



塔尾舱内，其他弹药则可以储备在车体内特制的有液体保护液且耐高温的储弹箱内。由于去除了车体内体积庞大的旋转式自动装弹机，笔者建议将原来位于火炮护盾右侧的车载机枪拆除换装与BMP-3上相同的30毫米机关炮。据航空工业出版社公开出版的《MBP-3战斗部论文集》介绍，我国已经引进了该步兵战车上的30毫米机关炮，该炮结构简单，重量仅为100余千克。考虑到作战中大部分情况下遇到

的抵抗目标多为非装甲或轻型装甲目标，用坦克上的125毫米炮弹打击这些目标多少会显得浪费。而有时车长指挥塔上的12.7毫米遥控机枪在对付这些目标时，威力又略显不足，而用30毫米机关炮足以能够应付这些目标，且发射弹药的成本较低。由于30毫米炮的结构要较96式坦克炮塔护盾右方的7.62毫米车载机枪复杂得多，因此有必要重新设计火炮护盾。

由于采用尾舱式自动装弹机，因此

要在原来的分装式弹药基础上开发一种整装式弹药，这对于生产部门而言是件很简单的事情。有30毫米机关炮作为火力补充，96式改进型坦克内上的125毫米弹药的配属数量可减至30发左右，其中在尾舱式自动装弹机内装有12发，其他的可储放在有防护的车体弹箱内。自二战结束以来，各国先后发展了三代坦克，这些坦克的弹药基数一般都在34发至50发余发之间，这是根据当时假定的战场环境来制定的。如今，传统的作战模式正在经历着巨大的变革，大规模机械化兵团间的对抗在未来战争中恐怕很难再出现，这就比如在机枪和速射火炮出现后，你还能用传统的骑兵部队突击雨点般的火力网吗？因此，在未来的作战中，96式坦克作为一个火力单元，12发待发弹和1000发30毫米弹药已经足以应付几乎任何一场激烈的战斗。况且，作为一辆坦克而言能够在战斗中将自动装弹机内的弹药全部打光，即便是按照30%的命中率计算，其最低也能消灭对方至少3辆坦克，如果以营为单位（假设为43辆坦克），就意味着可一次对付与主战坦克类似的529个大型目标和数以万计的小型目标。这仅仅是一个营的规模，辅以其他的作战单位，以营为单位的96式坦克足以胜任可预料到的任何一场营级规模战斗。

除了配属动能穿甲弹外，96式坦克还能配发化学能破甲弹、高爆榴弹以



多年来，台湾陆军的装甲兵建设一直被放在首要的位置，有人甚至称其为台湾的最后一道防线。图为台湾陆军的M60A3坦克群在进行抗登陆演习。



台湾在美制M48和M60坦克基础上拼凑出的M48H“勇虎”坦克，该坦克的装甲无法抵御我军63A型水陆两栖坦克105毫米火炮的攻击。



俄罗斯的“贼鸥”级气垫登陆艇可以运送40吨级的坦克3辆或10辆12吨级的装甲车辆。我国未来大型登陆气垫船可以参考其成功的设计。

台湾陆军装甲部队中的M60A3坦克群,该坦克在可能发生的跨海登陆作战中,会成为我军登岛部队最大的威胁。

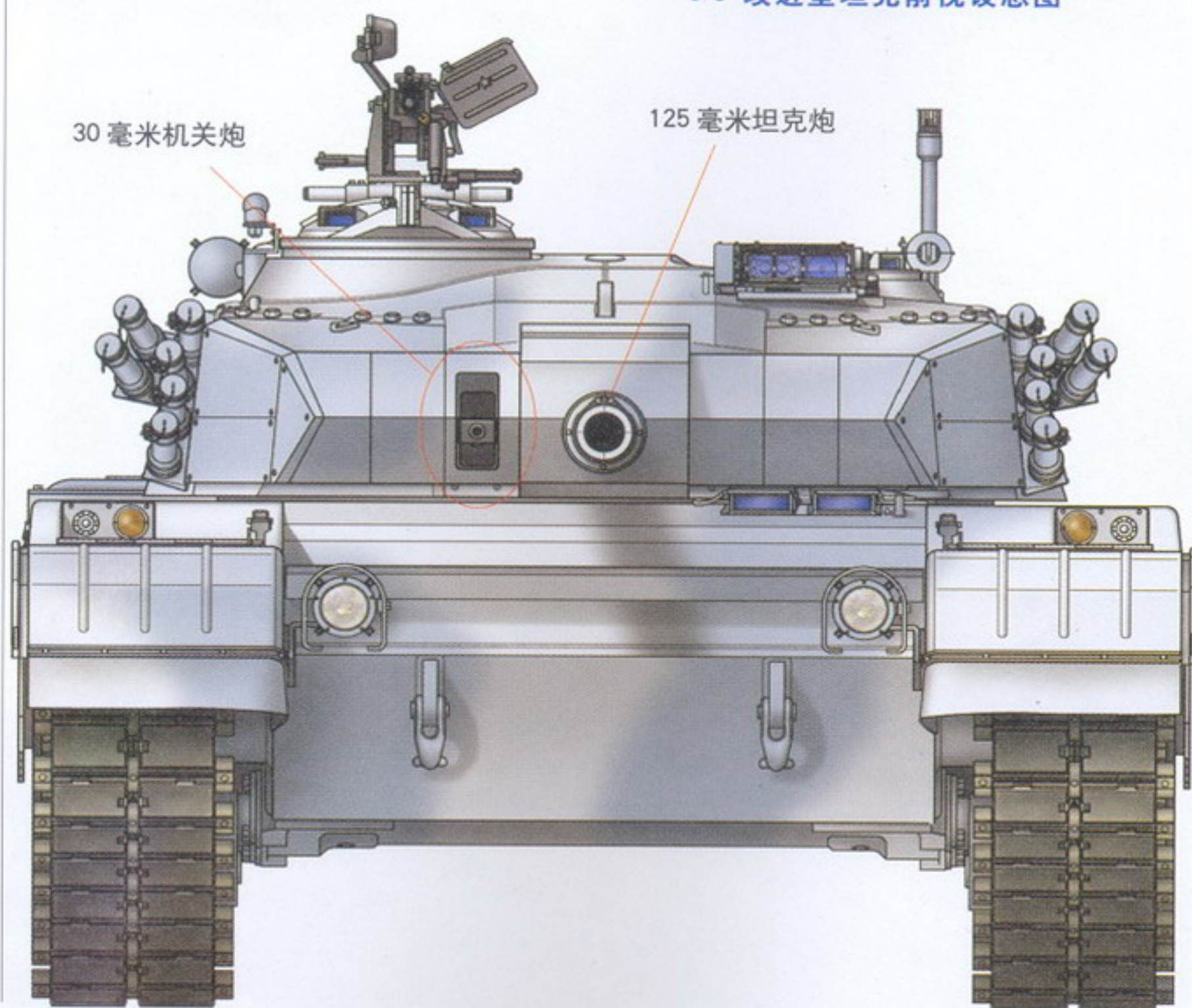


及炮射导弹,这令其火力打击范围非常宽广。即便是在其本身装甲无需改进的情况下,96式坦克的车体和炮塔前装甲也能够抵挡拟定作战对象装备几乎所有反装甲武器的攻击。为了进一步提高96式坦克的夜间和低能见度条件下的作战能力,笔者建议为该坦克的炮长改配热象瞄准镜,这样可极大提高坦克的作战范围。

可能许多细心的朋友会问:40吨级的96式坦克不具备浮渡能力,它如何能够完成抢滩登陆任务呢?笔者以为至少有几种方式可供96式坦克抢滩登陆。一种是用不同级别的坦克登陆舰将96式坦克运到可下水的地段令其离舰抢滩;另外一种方法是研制一种可载重90吨级的大型高速气垫船(每艘气垫船可运载2辆96式坦克)搭载96式坦克直接冲击抢滩登陆。还有一种办法是在96式坦克的车体四周加挂不同类型的浮箱,浮箱与车体间用爆炸螺栓连接,一旦到达可触地行驶水域可迅速起爆爆炸螺栓将浮箱抛掉并投入战斗。

在未来可能发生的跨海登陆作战

96 改进型坦克前视设想图



中,抢滩部队在局部地段可能会遭到敌人有规模的残余装甲力量的反击。在这些残余的装甲力量中可能会有战斗力较强的M60A3或M48H“勇虎”坦克。这两种坦克有着较强的火力和先进的火控系统,并有一定的防护能力,63A水陆两栖坦克如在抢滩作战中遭遇这两款坦克,虽然在火力上会占有优势,但在火控系统和防护上将会处于不利的地位。如果63A水陆坦克处于浮渡状态下冲击有M60A3坦克或M48H“勇虎”坦克防御的滩头阵地,会因为浮渡状态下火炮射击精度大打折扣而丧失其火力优势,敌我损失比可能会高达1:7甚至更高。据国内权威的《坦克装甲车辆》报道,63A水陆两栖坦克的火控系统为光点式简易火控,这种火控系统不具备动对动射击能力。而M60A3坦克或M48H“勇虎”坦克均装备有能够支持在动对动状态下进行精确射击的稳像式火控系统,因此,在与M60A3坦克或M48H“勇虎”的对抗中63A水陆两栖坦克的损失比会处在一个较高的数值上。

经改进后的96式坦克由于装备有先进的稳像式火控系统和可在远距离上发射的精确制导炮射导弹,因此可在M60A3坦克或M48H“勇虎”的火力射击圈外对这两种坦克进行攻击。以俄罗斯的“斯维尔河”炮射导弹为例,



演练中的两栖装甲车辆

该炮弹可由与96式坦克相同口径的火炮发射,其最大射程可达5千米以上。

由于在未来跨海登陆作战中,拟定作战区域的特点不适合大规模装甲部队的展开和实施行动,因此,笔者建议在海军陆战队中部署改进后的96式坦克应以营级编制为主。在旅级作战部队规模下可以和63A水陆两栖坦克混编成装甲营。如果独立成营,则应下辖2个96式坦克连和2个63A水陆两栖坦克连,96式坦克连每连又下辖3个坦克排,每排装备4辆96式坦克,加上连指挥部装备的2辆坦克,全连共装备96式坦克14辆。63A水陆坦克连的编制与96

式坦克连相同。营部装备2辆96式坦克,全营共装备有30辆96式坦克和28辆63A水陆两栖坦克。之所以将96式坦克与63A水陆两栖坦克混编成营,是考虑到这样搭配既可发挥63A水陆两栖坦克能够快速浮渡抢滩登陆的特点又能够弥补登陆后该坦克抵御反装甲能力薄弱的缺陷。由于采用了新的编制,2个96式坦克连的作战能力基本上已经到了过去传统编制下坦克营的能力。作为抢滩登陆作战的尖刀,相信96式坦克与63A水陆两栖坦克一起会在未来的跨海登陆作战中发挥不可估量的作用。

63A装备有105毫米线膛炮,该炮目前的反装甲作战能力在世界同口径火炮中处于领先水平。





美国海军MV-22“鱼鹰”倾转旋翼机发展纪实

MV-22“鱼鹰”是贝尔公司与波音公司为了满足美国政府于1981年底提出的“多军种先进垂直起落飞机计划”要求，在贝尔301/XV-15的基础上共同研制的倾转旋翼机。目前由海军负责，和空军一起参与了这项计划。该计划的出台给世界直升机发展史带来了一场革命。

倾转旋翼机是在类似固定翼飞机机翼的两翼尖处，各装一套可在水平位置与垂直位置之间转动的旋翼倾转系统组件，当飞机垂直起飞和着陆时，旋翼轴垂直于地面，呈横列式直升机飞行状态，并可在空中悬停、前后飞行和侧飞；在倾转旋翼机起飞达到一定速度后，旋翼轴可向前倾转90°角，呈水平状态，旋翼当作拉力螺旋桨使用，此时倾转旋翼机能像固定翼飞机那样以较高的速度作远程飞行。

倾转旋翼机是一种性能独特的旋翼飞行器。它既具有普通直升机垂直起降和空中悬停的能力，又具有涡轮螺旋桨飞机的高速巡航飞行的能力。倾转旋翼机采用了新的思维方法来设计直升机的旋翼和总体布局，设计思想已突破了传统直升机的范畴，属于

新原理旋翼构型，是直升机技术突破性、跨越性的发展、是直升机行业带有革命性的一项高技术，也是直升机技术发展的必然结果，MV-22的问世已使美国海军陆战队重新定义两栖作战的法则。倾转旋翼机是90年代直升机界最瞩目的飞行器，并将成为21世纪美国海军的主要装备。1991年，“鱼鹰”倾转旋翼机曾获得美国国家航空协会颁发的“重大航空进步奖”，同时由于倾转旋翼机重大事故频繁、研制费用高、技术复杂且难度大、研制周期长，也引起人们极大的争议。尽管如此，由于倾转旋翼机集直升机能垂直起降和涡轮螺旋桨飞机能高速飞行的优点于一身，世界各国竞相在这方面加强研究。

倾转旋翼机融合了直升机与固定翼飞机的优点，是一种军民两用的高技术产品，因此，在未来高技术战争和国民经济建设中必将发挥巨大的作用，在军民领域的用途非常广泛。

据美国军方称，“鱼鹰”倾转旋翼机可满足32种军事任务的需求，并能赋予战场指挥官更多的选择和更大的灵活性。它出动时所需的支援较少，且

不需要机场和跑道，加之维修简单，生存力强，因而特别适用于进行特种作战和缉毒行动，可大大提高军队布防、缉毒、救援、拯救人质等行动的速度。美国前国防部长科恩指出，“鱼鹰”将会改变人们的行动方式，适应21世纪美军的多方需要，大大缩短军事打击、解救人质、灾难救援、人道主义援助和维护和平的反应时间。

倾转旋翼机能完成直升机所能完成的一切任务；由于其速度快、航程远、有效载荷较大等优点，因此它特别适合执行兵员/装备突击运输、战斗搜索和救援、特种作战、后勤支援、医疗后撤、反潜等方面的任务。

除此之外，在民用运输方面，由于常规直升机经济性差、速度较小、振动大，因而作为一种运输工具受到了很大限制。而倾转旋翼机的飞行速度与支线客机相近，可在没有机场的任何地区执行运输任务，特别适用于经济不发达地区的开发和建设，可以局部替代支线客机成为现代化空中运输网的一个重要组成部分，在商业上具有极高的价值，它不仅解决部分空港和跑道拥挤问题及边远地区的运输问题，

而且其运输成本要比常规直升机和固定翼飞机低得多。

倾转旋翼机的发展历程

倾转旋翼机的发展经历了漫长曲折的发展过程，在过去半个多世纪中，共开发研究过 XV-3、X-22A、XC-124A、CL-84、“伏托尔”76 等 43 种不同的型号，但多数以失败而告终。只有美国贝尔直升机公司成功地研制出了 XV-3，XV-15，并在 XV-15 的基础上成功地研制出军用型“鱼鹰”及民用型 BA609 倾转旋翼机。经过漫长的探索研究之后，倾转旋翼机终于真正地投入了实际应用。

早在 20 世纪 40 年代末期，美国贝尔直升机公司就开始了倾转旋翼机技术进行研究。1951 年，贝尔直升机公司在军方的支持下开始研制 XV-3 倾转旋翼机。1955 年 8 月第一架 XV-3 倾转旋翼试验机以直升机模式进行了首次垂直起降飞行试验。通过风洞试验发现，XV-3 旋翼系统存在气动弹性不稳定的问题，为了解决这一问题，技术人员将 XV-3 的 3 片桨叶铰接式旋翼系统改为 2 片桨叶半刚性旋翼系统。1958 年 12 月 12 日，XV-3 第二架原型机在美国爱得华空军基地试飞。同月 18 日，该机成功地完成了两副旋翼倾转 90° 的飞行试验，整个倾转过程只需 10 秒钟。这标志着倾转旋翼机技术取得了重大的进展。在飞行试验中，该机以固定翼飞机的模式飞行的最大速度为 213 千米/小时。小角度俯冲速度为 287 千米/小

XV-15 倾转旋翼验证机



时。由于 XV-3 没有完全解决好气动弹性不稳定性的技术问题，该机的性能受到了很大的限制。1965 年第二架原型机在风洞试中，旋翼与机身脱离，从而结束了 XV-3 的历史使命。

XV-3 倾转旋翼机的飞行试验成功，证明了倾转旋翼机具有强大的生命力，同时也引起了美国航空航天局和军方的高度关注，为倾转旋翼机的发展打下了良好的基础。开创了倾转旋翼机这一新型飞行器发展的新局面。

1972 年，美国航空航天局和陆军开展了一项全新的、以涡轮轴发动机驱动的倾转旋翼机计划。贝尔直升机公司于 1973 年获得研制合同，并将原型机取名为 XV-15。1977 年 5 月，贝尔直升机公司生产的第一架原型机完成首次悬停试验。该原型机经过 3 小时的

飞行后，转入风洞试验，以遥控的方式试验原型机不同飞行模式的情况和寻找动力不平衡的原因。第二架原型机于 1979 年 4 月 23 日进行首次悬停试验，同年 7 月 24 日完成了旋翼的倾转试验。试验中，XV-15 原型机在短距起落时的最大起飞重量为 6804 千克，以飞机模式飞行时的水平飞行速度达到 555 千米/小时，最大俯冲速度达到 639 千米/小时。XV-15 原型机还能以 74 千米/小时的速度后退飞行。

1981 年，第一架 XV-15 原型机代表贝尔直升机公司和美国陆军在巴黎航展上展出，它在连续 11 天的飞行表演中，给参观者尤其是直升机同行们留下了深刻的印象。XV-15 倾转旋翼机在此次航展上卓越的、具有创造性的表演，促使后来的 V-22“鱼鹰”倾转旋翼机计划的诞生。XV-15 的 2 架原

试验中的“鱼鹰”倾转旋翼机原型机



“鱼鹰”倾转旋翼机为人类航空提供了一种新的模式



型机一直进行着飞行试验，直至1992年第一架原型机失事。第二架原型机于1994年由美国国家航空航天局返还给贝尔直升机公司，用作民用倾转旋翼机的试验机，并进行有关声学的试验。

基于XV-15的出色表现，美国政府于1981年年底提出了“多军种先进垂直起落飞机”(JVX)计划，要求在XV-15的基础上研制三军共用的倾转旋翼机。1982年这项计划由美国陆军负责，1983年1月后该计划转交给了美国海军。

1983年4月26日，贝尔/波音直升机公司与美国海军航空系统司令部签订了一项为期24个月的合同，对V-22进行初步设计。1985年1月正式将这种旋翼机命名为V-22“鱼鹰”。1986年5月2日，美国海军航空系统司令部又与贝尔和波音直升机公司签订了合同。这个合同是V-22旋翼机为期7年的全尺寸研制(FSD)总合同的第一期合同。合同要求制造6架试飞原型机，以及用于静力试验、地面试验和疲劳试验的机体。1989年3月19日完成首次试飞，同年9月14日完成首次由直升机状态向定翼机状态过渡的飞行转换。1990年4月美国政府开始对“鱼鹰”进行试验，其中包括三军试飞员15个小时的飞行试验。1990年12月4~7日，在美海军“大黄蜂”号航空母舰上进行了海上试飞，其中包括3号机的起飞和着舰试飞，以及4号机的设备和功能试飞。到1990年底已完成起飞着陆转换试飞、机翼失速试飞、单发试飞以及飞行速度高达647千米/小时的试飞。同年获得

美国国家航空协会颁发的“航空重大进步奖”。1992年7月在V-22总计飞行643个起落763小时后，由于4号机在试飞中发动机舱起火后坠毁而造成临时停飞。1993年，2号和3号机又重新试飞，并且改进了防火墙、发动机舱、放泄口及驱动轴的防热层。

1997年5月7日，首架MV-22B开始生产，1999年5月开始交付14架给海军陆战队试用。

2000年美国海军陆战队对MV-22“鱼鹰”倾转旋翼机进行了一系列的测试。美国海军陆战队自从1999年11月

开始对海军型MV-22进行使用鉴定计划以来，独立测试小组对MV-22进行了广泛的测试，测试地点包括舰船、机场、野外地点、受限区域以及测试站。对MV-22进行了包括部署、着陆和舰上作业、两栖攻击、掠海飞行、夜间飞行、低空飞行、吊挂飞行、与C-130加油机进行空中加油、人员和货物的空中运输、登陆、从舰船起飞着陆等一系列测试，用以评估MV-22的作战能力。但在经过8个多月522架次、804个飞行小时的使用鉴定试验之后，发现MV-22的桨叶折叠系统有缺陷，而该系统

V-22“鱼鹰”主要变型机种

MV-22A 美海军陆战队突击运输型。原计划需552架以取代正在服役的CH-46和CH-53直升机，现在已削减到425架，有可能进一步削减至360架。该型能载3名机组人员和24名全副武装的海军陆战队员或等量的货物，飞行速度463千米/小时，活动半径370千米，在大气温度33℃、高度915米能进行无地效悬停。1999年开始交付试用。与MV-22要取代的CH-46E直升机相比，MV-22的速度快1倍，航程远4倍，负载重2倍。

HV-22A 美国海军战斗搜索和救援型。可执行特种作战任务和后勤支援任务，需求量为48架，用以取代HH-3直升机。机组人员5名，执行战斗搜索救援任务时，飞行速度为463千米/小时，活动半径852千米，中途在915米高度能无地效悬停15分钟营救4名幸存者。从2010年开始交付使用。

CV-22A 美国空军远程特种作战型。需求量最初为80架，后减至55架，目前确定为50架。该机能载12名特种部队士兵或1306千克内部货物，任务半径为964千米，速度463千米/小时，并能在1220米高度、35℃时无地效悬停。该机于1997年1月获得4.9亿美元工程制造阶段的合同。2002年，该机开始进行飞行试验。

美国陆军型 原计划购买231架美海军陆战队要求的V-22突击运输型，用于执行医疗后撤、特种作战和战斗突击支援任务。现已取消这项计划，但陆军仍保留这方面的需求。

SV-22A 美国海军反潜型，用以取代固定翼飞机S-3“北欧海盗”，需求量300架。将装AN/APS-137雷达，吊放式声呐，声呐浮标挂架，外部油箱，前视红外装置，鱼雷，反舰与自卫导弹。目前这只是一个初步方案。

是MV-22舰载所不可缺少的，并且发现该机的可靠性、维护性、可用性和互用性仍然存在不少问题。测试结果表明MV-22倾转翼机暂时不符合使用要求。

据测试报告称，MV-22达到了重大故障时间间隔的要求，但是该机只满足平均故障间隔时间（MTBF）要求的一半。为了实现MTBF的要求，海军陆战队已发现该机有149处需要修改，并随后进行了改进。经过测试表明，MV-22能满足甚至超过其他重要的性能指标，其中巡航速度达到了478千米/小时，比要求的高33千米/小时；海上部队运输半径几乎比要求的增加了一倍，并可携带770千克的外挂。值得指出的是，该机可在8小时内实现3890千米外的部署，比要求的12小时大大缩短。

2000年，在美国倾转旋翼机MV-22“鱼鹰”发生两次重大事故后，停止了其所有的飞行试验计划。造成这两起灾难的原因有液压系统故障、机电问题和飞行控制软件缺陷。在海军、海军陆战队、国防部和工业部门协商拟订一项计划、并通过改进一系列硬件和软件以及提高MV-22安全性和性能后，于2002年5月29日恢复了该机的飞行试验。在此次试飞中，MV-22完成了20次起降，并且在空中连续多次进行了从直升机模式转换到飞机模式的飞行。在整个测试过程中，直升机没有出



独具一格的“鱼鹰”倾转旋翼机

现异常情况。与以往的机型相比，这架MV-22在液压系统设计上作了很大的改动，动力系统上也作了相应的调整。MV-22经过一系列飞行测试后，于2004年年底重新进行评估。2002年9月11日，空军特种作战型CV-22在爱德华兹空军基地也恢复了试飞。另外，2002年9月，美海军陆战队已要求波音公司和贝尔直升机公司就增加V-22倾转旋翼机桨叶升力和推力的技术途径进行竞争。V-22计划官员正在评审提高桨叶15%~20%性能的可能性。计划在2005财年进行新桨叶技术的原型机飞行验证并做出决定，2006财年将决定是否继续进行设计。

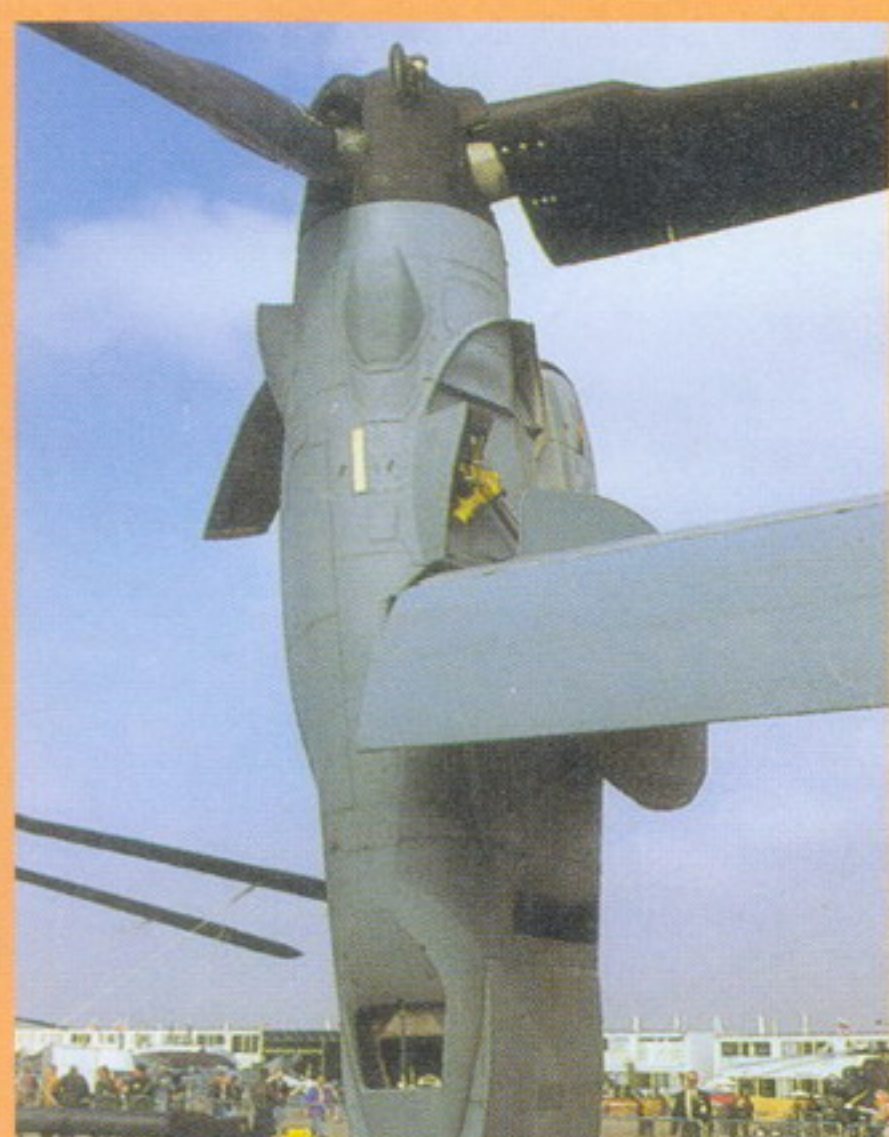
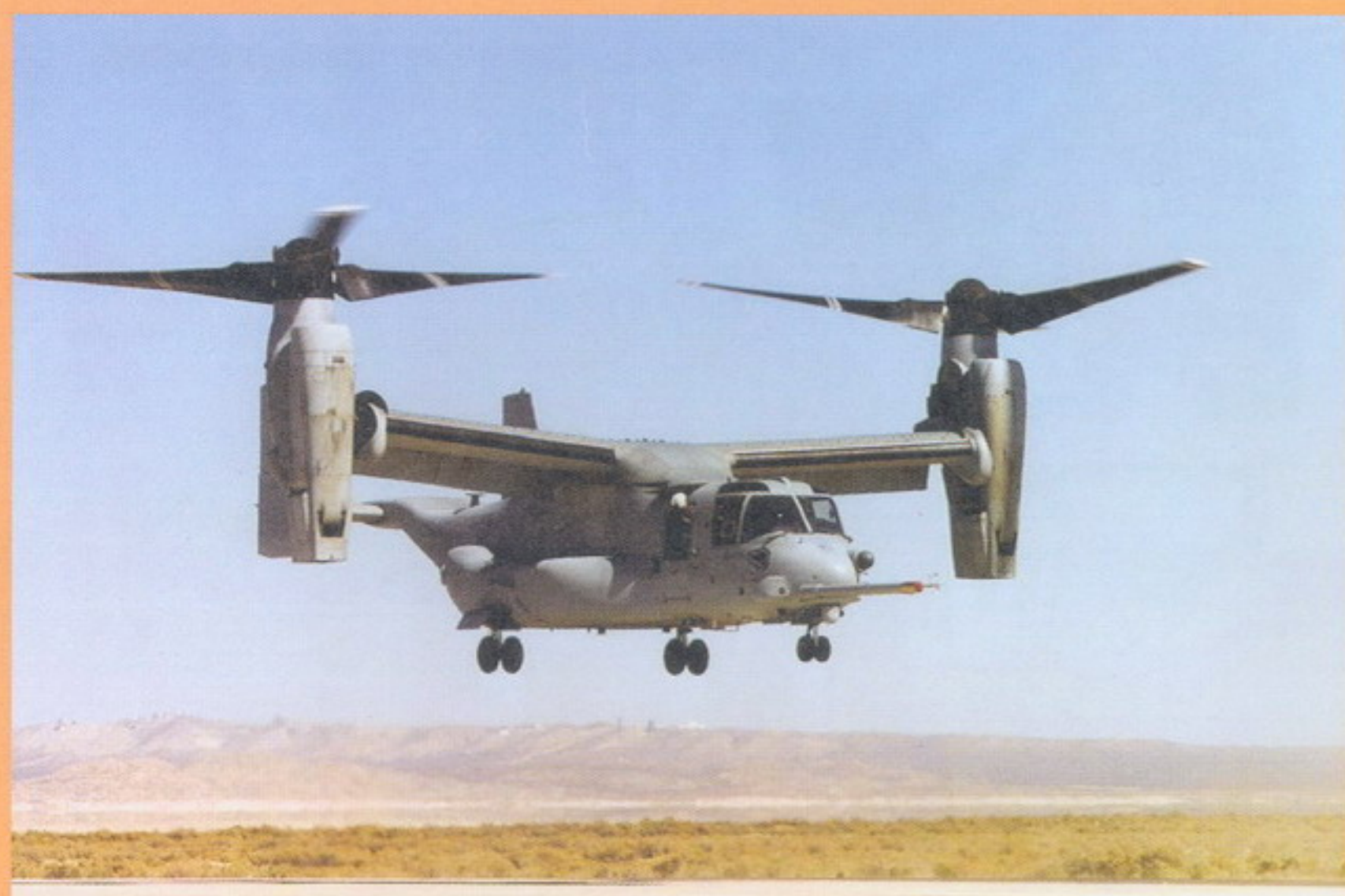
MV-22“鱼鹰”的技术特点和主要性能

MV-22“鱼鹰”是世界上第一种投入使用的倾转旋翼机，它是一种融直升机垂直起降、空中悬停和固定翼飞机速度快、航程远等优点为一体的悬臂式上单翼旋翼机。

MV-22“鱼鹰”的旋翼系统采用两副逆时针旋转的贝尔直升机公司研制的3片桨叶螺旋桨旋翼系统。桨叶由石墨/玻璃纤维制成，桨叶为高扭度尖削桨叶。而桨盘载荷略高于一般直升机，有利于续航和降低地面效应。两副旋翼能在下洗流中产生一个“死区”，有利于空中救援。桨毂由层压弹性球形轴承和玻璃纤维星形件组成。旋翼桨

“鱼鹰”倾转旋翼机双机编队，供美国海军和空军用的V-22将装备AN/APQ168雷达。





飞行中的“鱼鹰”倾转旋翼机，旋翼系统采用两副逆时针旋转的贝尔直升机公司研制的3片桨叶螺旋桨旋翼系统并用了悬臂式上单翼和尾部结构。

叶可机械折叠，装有标准旋翼刹车和防冰装置。发动机、传动系统以螺旋桨旋翼装置在定翼机平飞状态与直升机工作状态之间的角度为 $97^{\circ}30'$ 。舰载存放开始时为直升机状态(即发动机舱垂直)，然后旋翼刹车，一片桨叶朝内并与机翼前缘平行，剩下两片桨叶按顺序自动朝内折叠靠着第一片桨叶，然后发动机舱转到水平位置，最后开锁并转动机翼。舰载存放的第2阶段是，在桨叶折叠和发动机短舱转到水平位置后机翼开锁，在2.31米直径的不锈钢圆盘上顺时针转动 90° ，使发动机短舱转到位于机身上方平行于机身的位置。机翼的上锁/开锁和转动是由液压作动筒驱动的。在机翼转动期间导线扭转盒通过圆盘保持电气连接的完整性。每副旋翼转速为333转/分，桨尖速度为201.75米/秒。

该机的每台发动机通过发动机耦

合器和发动机短舱内的螺旋桨旋翼减速器分别驱动各自的旋翼系统。螺旋桨旋翼减速器通过传动轴联结以允许单台发动机工作。辅助动力装置安装在机身内用于启动时驱动横轴，横轴在发动机停车后仍使两副螺旋桨旋翼转动。起飞时传动功率为3408千瓦，一发停车时传动功率为4415千瓦。

MV-22“鱼鹰”采用悬臂式上单翼。等剖面翼型，略前掠。机翼主要由复合材料制成，为高强度高刚性扭矩盒梁，由模压式石墨/环氧树脂翼肋、粘接的桁条以及整体模压式上下蒙皮壁板构成。三段式可拆卸前缘由铝合金和Nomex蜂窝夹芯组成，每侧后缘由两段式单缝石墨襟副翼和钛合金接头组成，由液压作动筒和电传操纵信号装置控制。无调整片，前缘采用气囊式除冰装置。悬停时襟副翼和副翼下垂以减少机翼负升力。

该机机身半硬壳式结构，矩形剖面。机身的41%是复合材料制成的，由框架、桁条、蒙皮和金属铆钉组成。机翼上有大型整流罩可容纳机翼旋转圆盘和一些设备。短翼位于中机身下部两侧，可容纳主起落架、燃油和空调系统，还可提供安全应急漂浮能力。

MV-22“鱼鹰”采用悬臂式尾部结构。水平尾翼在后机身上部，平尾两端装有两个后掠式垂尾和方向舵，整个结构由AS4石墨/环氧树脂夹层结构构成(接头、铰链和紧固件除外)。升降舵内有3个液压作动筒，每侧方向舵内有一个液压作动筒。所有电信号由电传操纵系统控制。升降舵和方向舵均无调整片，平尾和垂尾前缘采用气囊式除冰装置。

该机着陆装置采用前三点式液压收放起落架。均为双轮，每个起落架内有油-气减震器。前轮可转弯操纵，主起落架装有双级减震器，正常接地速度为3.66米/秒，最大为4.48米/秒，下坠接地为7.32米/秒。前轮向后收起，主起落架均向前收起，主起落架收入短翼内，多盘式液压碳刹车装置。

MV-22“鱼鹰”装2台艾利逊公司T406-AD-400(501-M80C)涡轮轴发动机，每台起飞和中等功率为4586千瓦，最大连续功率为4392千瓦，装在翼尖倾斜短舱内。每个短舱有发动机整流罩和挂架支撑结构，后部有红外辐射抑制器，每台发动机装有空气粒子分离器和防冰系统，以及全权限数字

“鱼鹰”的座舱布局合理，多功能显示器对称排列在操纵台的两侧。



式发动机控制系统，具有电子模拟辅助控制能力。内部燃油装在3个抗坠毁自密封充氮加压油箱中，每侧短翼中各有一个1115升燃油的前油箱，右短翼后方有一个2417升燃油箱。每侧机翼前缘有4个319升辅助油箱，在每个短翼的辅助油箱外侧有一个214升发动机供油箱。总容量为7627升。右短翼前缘有一压力加油口，两侧机翼上表面有重力加油口。有燃油管理系统。在主机舱内可加装4个辅助油箱，每个可容纳2305升，供转场用。在前机身右下侧有空中加油管。

MV-22“鱼鹰”的驾驶舱可乘坐驾驶员(右侧)、副驾驶和机长。驾驶员座椅为抗坠毁装甲座椅，可承受7.62毫米口径穿甲弹的射击，以及朝前30g和垂直14.5g的负加速度。座椅用碳化硼/聚乙烯叠层制成。驾驶舱除了有大的风挡和主侧窗外，在头部上方和膝盖四周部位都装有透明玻璃，头部上方还有一个后视镜。主窗架由钛合金制成。座舱有复合材料地板，可容纳24名全副武装士兵和2名机枪手，座椅为面朝内抗坠毁折叠座椅，或按装12副担架及医护人员布置。货物装卸系统包括1个承载907千克的货物绞车和滑轮，以及可拆卸的滚动导轨。座舱门在右前方，上部朝上朝内开，下部朝下朝外开。全宽的后装载跳板门在后机身下面，由液压作动筒操纵。应急出口在左侧，逃生口在机翼位置的机身顶部。



在航母上进行试验的“鱼鹰”

该机可根据需要装甚高频/调幅调频电台和超高频保密通信电台；塔康导航系统，伏尔/仪表着陆系统，航向姿态参考系统，雷达高度表和数字地图显示器；敌我识别器，霍尼韦尔公司AN/AAR-47导弹告警系统；雷达/红外告警系统；ADI-350W备用姿态指示器；数据采集和储存系统等。主要的战术传感器有：AN/AAQ-16前视红外探测器在机头下整流罩内；机头左侧罩筒内的AN/APQ-174地形跟踪多功能雷达，2台IP-1555彩色多功能显示器。2台AN/AYK-14任务计算机，驾驶员夜视系统和综合头盔显示系统，设备还有箔条/曳光弹撒布器，前舱门装有救援绞车。

下一代倾转旋翼机

除V-22“鱼鹰”倾转旋翼机之外，美国贝尔直升机公司正计划研制未来的倾转旋翼机V-44。这种目前还处在图板上的旋翼机由“鱼鹰”倾转旋翼机衍变而来，旋翼机有4个机翼，在每个机翼的翼尖装有一个可以倾转的短舱。旋翼机的尺寸与一架加长型C-130飞机相当，可装下80~100名士兵或10~20吨货物，载重量是V-22的2倍，内部体积是V-22的8倍。V-44旋翼机可垂直起落，不需跑道和机场，航程在1609~3218千米之间，速度超过483千米/小时，除可作为军民用运输机外，还可挂导弹等武器，作为军用作战旋翼机使用。

倾转旋翼机的优缺点

倾转旋翼机与常规直升机相比，

美国并不满足于“鱼鹰”的发展，其将更远的目光盯在了V-44上。





“鱼鹰”的发展为我们提供了一套新的垂直登陆方式

归纳起来有以下几个性能优点：

速度快 直升机因受到旋翼前行桨叶激波失速和后行桨叶气流分离的限制，当直升机飞行速度为360千米/小时（即100米/秒）时，则旋翼前行桨叶处于 90° 处的桨尖相对气流速度达300米/秒（旋翼旋转时桨尖处的切线速度一般为200米/秒），接近声速340.2米/秒，再增加速度就很容易产生激波失速了，而此时后行桨叶在 270° 处相对气流的速度为100米/秒，桨根部分会出现气流从桨叶后缘流向前缘的反流区，从而使桨叶产生的升力减少，为使升力保持与前行桨叶相同，需要增加后行桨叶的桨距，但桨距过大会出现气流分离现象。因此常规直升机最大速度超过360千米/小时、巡航速度超过300千米/小

时的不多，而V-22倾转旋翼机的巡航速度为509千米/小时，最大速度可达650千米/小时。

噪声小 倾转旋翼机因巡航时一般以固定翼飞机的方式飞行，因此噪声比直升机小得多，并且在150米高度悬停时，其噪声只有80分贝，仅相当于30米外卡车发出的噪声。

航程远 如V-22的航程大于1850千米，若再加满两个转场油箱，航程可达3890千米。如果进行空中加油，该机具有从美国本土直飞欧洲的能力，而直升机的航程很少超过1000千米。

载重量大 美国研制的倾转旋翼机V-22悬停重量已达21800千克。贝尔直升机公司计划研制的下一代四旋翼倾转旋翼机（V-44）可装载80~100名士

兵或10~20吨货物。

耗油率低 倾转旋翼机在巡航飞行时，因机翼可产生升力，旋翼转速较低，基本上相当于两副螺旋桨，所以耗油率比直升机低。

运输成本低：综合考虑倾转旋翼机耗油量少、速度快、航程远、载重大等优点，其运输的成本仅为直升机的1/2。

振动小 由于一般倾转旋翼机的旋翼布局在远离机身的机翼尖端，并且旋翼直径较小，因此其座舱的振动水平比一般的直升机低得多。

虽然倾转旋翼机与一般直升机相比有许多优点，但也有不少缺点，主要表现在如下几个方面：

技术难度高 倾转旋翼机因既有旋翼又有机翼，并且要实现旋翼从垂直位



置向水平位置或水平位置向垂直位置倾转，因此在旋翼倾转过程中气动特性的确定；旋翼/机翼、旋翼/旋翼、旋翼/机体之间的气动干扰问题；结构设计；旋翼在倾转过程中的动力学分析、旋翼/机翼耦合动载荷和稳定性问题；操纵控制技术及操纵系统动力学设计等方面都遇到了许多技术难题。

2001年，美国航空航天局(NASA)在对MV-22“鱼鹰”进行的一项独立评估中发现，还有未知的航空力学现象会威胁该机的安全，并阻碍该机的开发和部署。因此，它建议恢复该项目，这样许多问题可以通过测试来发现和解决。可见，倾转旋翼机技术还远谈不上已成熟，还有许多技术有待进一步研究和验证。

研制周期长 从40年代起，美国贝尔直升机公司就开始进行倾转旋翼机的研究，已经过50多年的技术发展，其技术仍不是很成熟。“鱼鹰”倾转旋翼机从八十年代初到现在也经历了二十多年的研制历程，目前仍存在诸多问题，并没有真正形成战斗力和投放民用市场。倾转旋翼机的技术研究和型号研制的周期都相当长。

研制费用高、单机成本高 由于倾转旋翼机是一项高新技术产品，其技术复杂、难度高，因此要验证各项技术需要很高的费用，造成研制费用和单机成本都高得惊人。像美国的“鱼鹰”倾转旋翼机的研制费用达380亿美元，其海军型MV-22的单价达4400

万美元。

倾转旋翼机的事故分析

美国在研制军用倾转旋翼机MV-22“鱼鹰”的过程中，几乎事故不断，并且发生了四次坠机重大事故，造成30人死亡。这在航空史上都是罕见的。

1991年6月11日，由于机上3个横滚陀螺中的两个接线有错误，“鱼鹰”5号原型机在首次飞行中坠毁。所幸未造成人员伤亡。

1992年7月20日，4号原型机在弗吉尼亚州匡蒂科海航站降落时坠入波多马克河，造成3名陆战队员和4名平民丧生。事故原因是聚集在发动机短舱内的减速器润滑油被吸入进发动机。着火后，燃烧的高温使传动横轴不能正常向两旋翼传输功率，使升力突然下降引起坠机事故。

2000年4月8日，2架MV-22“鱼鹰”在参加服役前的飞行评估时，1架在降落过程中坠毁，造成19名人员伤亡。这次事故的原因是MV-22下降速度太快而前飞速度太慢，在桨叶内侧产生的上洗流超过了桨叶旋转产生的下洗流，使该机进入涡环状态，从而使桨叶失去升力，最后滚转坠地。

2000年12月11日晚，1架载有4名机组成员的美国海军陆战队的MV-22坠毁，4名机组成员全部遇难，其中包括一名美国海军驾驶MV-22经验最丰富的中尉。这次事故的原因至今还没有定论。

在2000年12月11日的事故后，美国海军陆战队于当日起停飞了所有的MV-22，对该项目进行审查并对所有的MV-22进行检查。原计划2000年12月中旬做出对MV-22的投产决定已无限期推迟。直至2002年4月26日，美国国防部负责采办的副部长奥尔德里奇在国防采办会议上宣布，国防部已批准恢复对MV-22“鱼鹰”倾转旋翼飞机的飞行测试。

不难看出，倾转旋翼机克服了常规直升机速度慢的缺点，并兼有常规直升机和固定翼飞机的优点，必将得到越来越广泛的应用。特别是美国海军已把MV-22“鱼鹰”作为21世纪的主要装备之一，不惜重金加速研制。虽然在研制过程中遇到了一些挫折，但2010年后，美国海军的主要运输直升机都将逐步被“鱼鹰”倾转旋翼机替代的趋势不会改变。✍

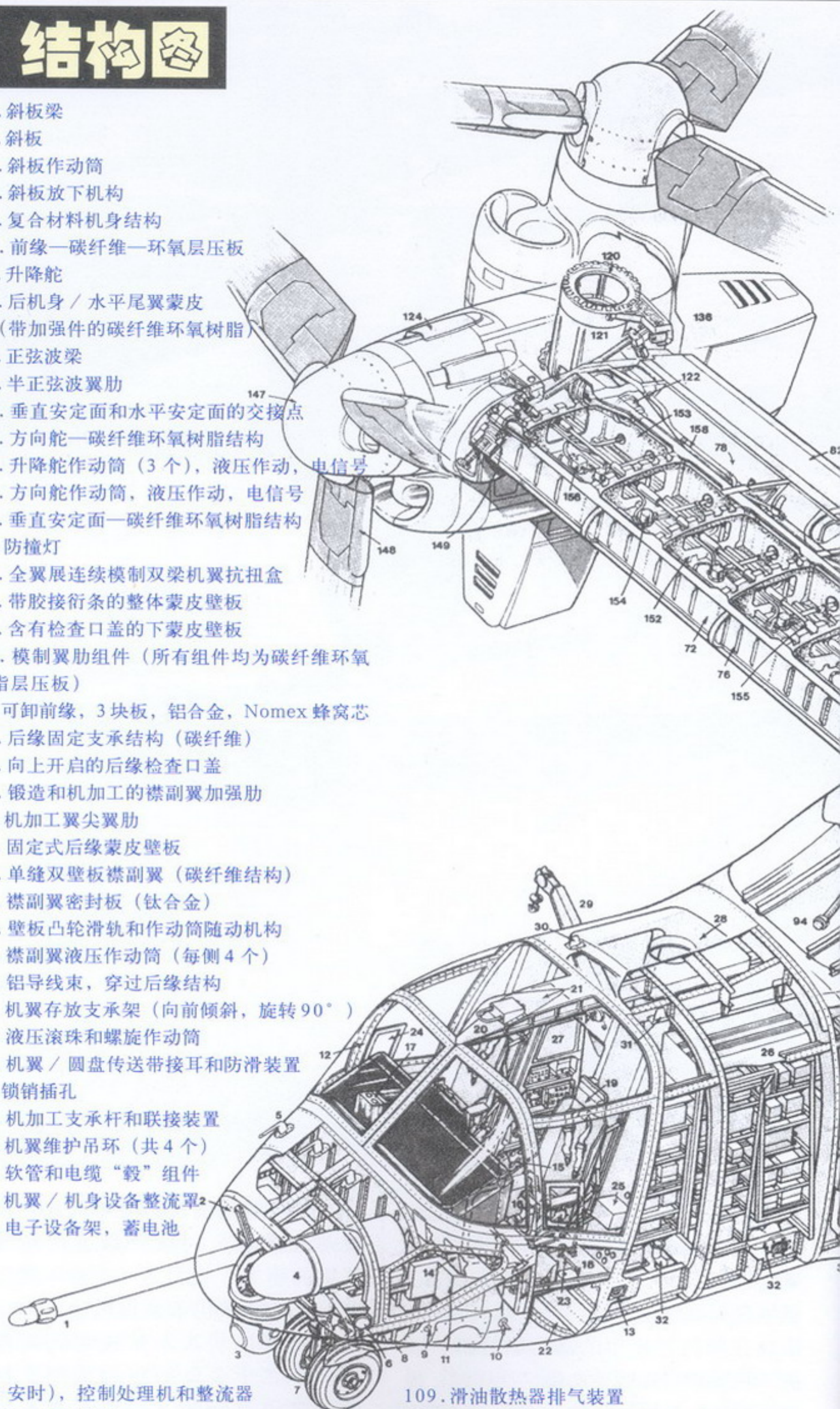
MV-22 “鱼鹰” 结构图

1. 空中受油管
2. 抗坠毁隔框
3. 前视红外线
4. 地形回避 / 地形跟踪雷达
5. 皮托管 (3 个)
6. AAR-47 传感器 (4 个)
7. 后收式可转向前轮
8. 前起落架舱门
9. 静压孔
10. 气温传感器
11. 下视窗
12. 风挡玻璃框—钛 (风挡玻璃用电防冰)
13. 连接线下垂环
14. 带脚尖刹车装置的方向边舵脚踏
15. 驾驶杆 / 变距操纵杆
16. 推力杆
17. 侧操纵台
18. 驾驶舱地板
19. 驾驶员座椅 (能从座椅两侧驾驶飞机)
20. 下滑道天线
21. 下滑道天线整流罩
22. 倾斜隔框
23. 从操纵装置到飞行控制诸机的传动装置、到液压系统的信号
24. 向侧面打开的窗户
25. 贮藏箱
26. 左电子设备架
27. 右电子设备架
28. 前驾驶舱门 (上部铰接折入驾驶舱, 下部下折成梯子)
29. 救援绞车
30. “塔康” 导航系统天线
31. 敌我识别天线
32. 冷却电子设备的管道
33. 用于冷却电子设备的进气口
34. 用于冷却电子设备的排气口
35. 前安定面油箱—两侧容纳 1431 千克的燃油 (右侧后油箱只容纳 925 千克燃油)
36. 油箱检查口盖
37. 应急离机舱口
38. 座舱窗 (共 6 个)
39. 舱顶大梁
40. 舱底大梁
41. 地板梁
42. 复合材料地板
43. 连接线下垂板
44. 前货钩
45. 到后货钩的入口 (两个货钩能挂 4536 千克的货物)
46. 军用折叠式座椅 (共 24 个)
47. 容纳向后收起的双轮主起落架的主起落架舱
48. 主起落架门
49. 环境控制系统舱, 可向驾驶舱和客舱提供过渡的加热空气
50. 后机身顶部蒙皮
51. 甚高频 / 调幅 / 调频特高频天线 (仅空军型有)
52. 部队指挥官天线
53. 高频—单边带天线
54. 安装在 2 个垂直尾翼前缘的甚高频 / 调幅 / 调频天线
55. 应急离机口

56. 斜板梁
57. 斜板
58. 斜板作动筒
59. 斜板放下机构
60. 复合材料机身结构
61. 前缘—碳纤维—环氧层压板
62. 升降舵
63. 后机身 / 水平尾翼蒙皮 (带加强件的碳纤维环氧树脂)
64. 正弦波梁
65. 半正弦波翼肋
66. 垂直安定面和水平安定面的交接点
67. 方向舵—碳纤维环氧树脂结构
68. 升降舵作动筒 (3 个), 液压作动, 电信号
69. 方向舵作动筒, 液压作动, 电信号
70. 垂直安定面—碳纤维环氧树脂结构
71. 防撞灯
72. 全翼展连续模制双梁机翼抗扭盒
73. 带胶接衍条的整体蒙皮壁板
74. 含有检查口盖的下蒙皮壁板
75. 模制翼肋组件 (所有组件均为碳纤维环氧树脂层压板)
76. 可卸前缘, 3 块板, 铝合金, Nomex 蜂窝芯
77. 后缘固定支承结构 (碳纤维)
78. 向上开启的后缘检查口盖
79. 锻造和机加工的襟副翼加强肋
80. 机加工翼尖翼肋
81. 固定式后缘蒙皮壁板
82. 单缝双壁板襟副翼 (碳纤维结构)
83. 襟副翼密封板 (钛合金)
84. 壁板凸轮滑轨和作动筒随动机构
85. 襟副翼液压作动筒 (每侧 4 个)
86. 铝导线束, 穿过后缘结构
87. 机翼存放支承架 (向前倾斜, 旋转 90°)
88. 液压滚珠和螺旋作动筒
89. 机翼 / 圆盘传送带接耳和防滑装置
90. 锁销插孔
91. 机加工支承杆和联接装置
92. 机翼维护吊环 (共 4 个)
93. 软管和电缆“套”组件
94. 机翼 / 机身设备整流罩
95. 电子设备架, 蓄电池

- (15 安时), 控制处理机和整流器
96. 前、后悬臂梁
97. 供维修时行走的蒙皮加强壁板
98. 后整流罩导轨和滚子
99. 中单翼减速器 / 机翼支承梁
100. 辅助动力装置和支承“A”框架
101. 中单翼减速器 (30 分钟干运转能力)
102. 减速器滑油泵和液压泵 (用于起动主发动)
103. 恒频发电机 (40 千伏安), 有 2 台
104. 变频发电机 (50/80 千安), 有 2 台
105. 轴驱动的压气机
106. 滑油散热器和风扇
107. 旋翼定相驱动系统机械锁和旋翼刹车机构
108. 辅助动力装置排气装置

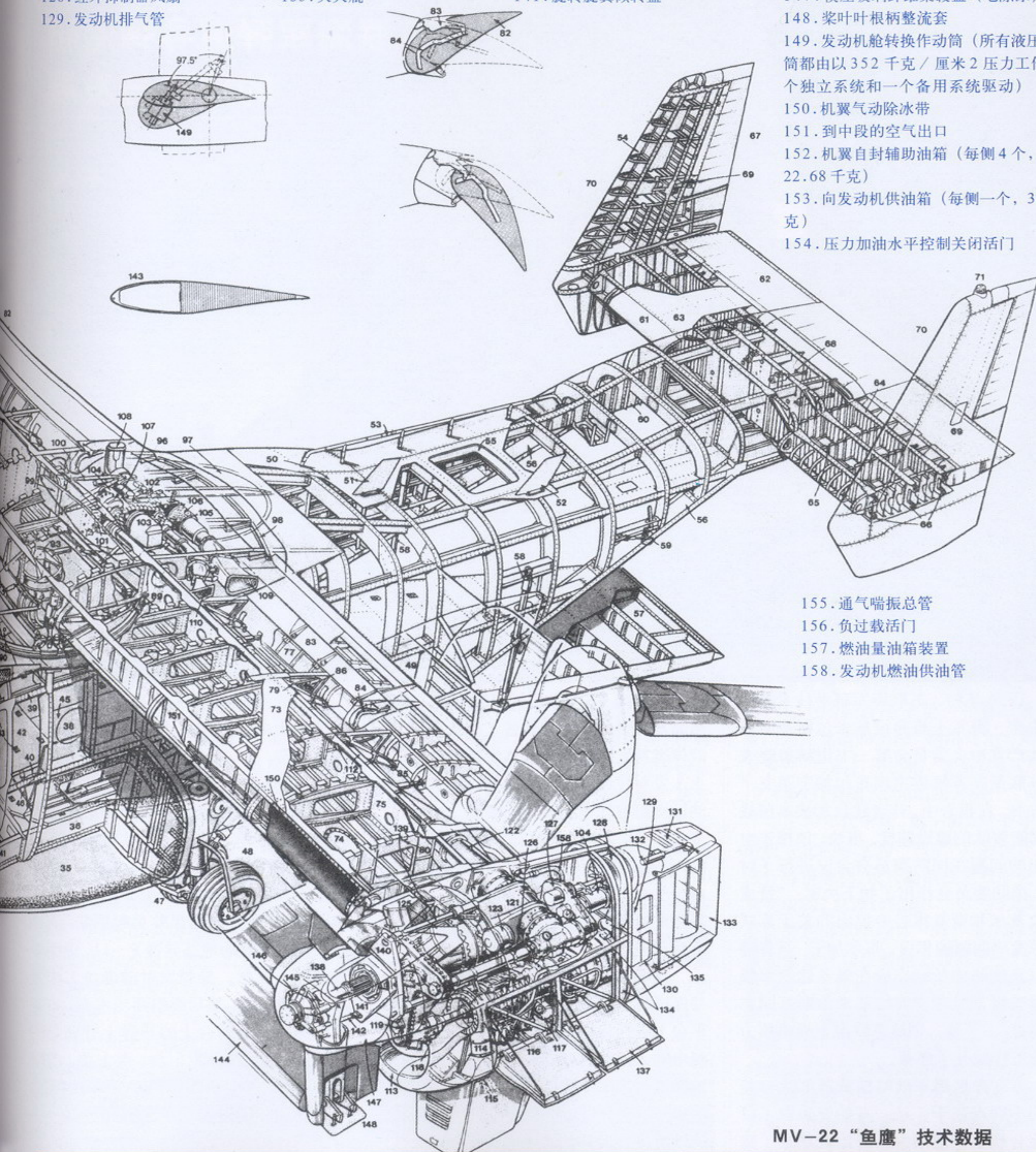
109. 滑油散热器排气装置
110. 压气机进气道
111. 进气道格栅 (两侧)
112. 旋翼轴和支架的钢制连接件
113. 发动机进气口 (电防冰)
114. 粒子分离器和鼓风机 (液压驱动)
115. 通风排气窗 (电子控制)
116. 艾利逊公司 T 406-AD-400 涡轮轴发动机
117. 发动机润滑油箱
118. 发动机前万向接头安装架
119. 旋翼减速器
120. 通过弯曲的联接器把功率传动到舱支架上
121. 短舱支架
122. 短舱转换轴



123. 减速器滑油箱
124. 滑油散热器进气口
125. 滑油散热器
126. 倾转轴减速器的衬套驱动轴
127. 倾转轴减速器
128. 红外抑制器风扇
129. 发动机排气管
130. 侧进气口
131. 中心体进气道
132. 舱门作动筒
133. 几何形状可调的舱门
134. 钛垂直和水平防火壁
135. 灭火瓶

136. 玻璃纤维模压整流罩
137. 维护平台
138. 旋翼驱动轴
139. 旋翼倾转盘作动筒 (液压作动)
140. 固定旋翼倾转盘
141. 旋转旋翼倾转盘

142. 旋翼桨距边杆
143. 玻璃纤维旋翼桨叶 (见详图) 电除冰
144. 折叠位置的旋翼桨叶
145. 玻璃纤维旋翼架
146. 三杆恒速接头
147. 模压玻璃纤维桨毂盖 (电除冰)
148. 桨叶叶根柄整流套
149. 发动机舱转换作动筒 (所有液压作动筒都由以 352 千克 / 厘米² 压力工作的 2 个独立系统和一个备用系统驱动)
150. 机翼气动除冰带
151. 到中段的空气出口
152. 机翼自封辅助油箱 (每侧 4 个, 容量 22.68 千克)
153. 向发动机供油箱 (每侧一个, 306 千克)
154. 压力加油水平控制关闭活门



155. 通气喘振总管
156. 负过载活门
157. 燃油量油箱装置
158. 发动机燃油供油管

MV-22 “鱼鹰” 技术数据

旋翼直径(每副)为 11.61 米, 旋翼桨叶弦长 0.90 米 (根部) 和 0.56 米 (尖部), 机翼展长 15.52 米 (包括短舱), 机宽 5.61 米 (旋翼 / 机翼折叠), 机长 19.20 米 (旋翼 / 机翼折叠), 机高 5.51 米 (旋翼 / 机翼折叠), 空重 15032 千克, 最大内部载荷 (带货物) 9072 千克, 正常任务起飞重量 21545 千克 (垂直起飞) 和 24947 千克 (短距起飞); 最大巡航速度 638 千米 / 小时 (最佳高度, 定翼机状态), 航程在不同状态下分别为 953 千米 (两栖攻击)、2224 千米 (垂直起飞, 总重 21146 千克, 包括 5443 千克有效载荷)、3336 千米 (短距起飞, 总重 24947 千克, 包括 9072 千克有效载荷) 及 3892 千米 (短距起飞, 转场总重 27442 千克, 无有效载荷)。

逝去的荣耀

苏联海军弹道导弹潜艇的建造与发展

海 风



1956年初，苏联海军科学技术委员会主席、海军上将弗拉基米尔斯基向苏联共产党中央委员会第一书记赫鲁晓夫和苏联最高苏维埃主席布尔加宁递交了报告书。在报告中，作者建议加快本国战略潜艇舰队的建设速度。很快，该报告中提出的问题在国防委员会会议进行了讨论，国防委员会作出了如下决定：“赞成弗拉基米尔斯基报告中提出的关于苏联海军发展问题的倡议。布尔加宁、赫鲁晓夫以及国防部长同志应在筹备建造军舰的远景规划时考虑弗拉基米尔斯基同志的建议”。于是，创建苏联海上战略核力量的工作拉开了序幕。

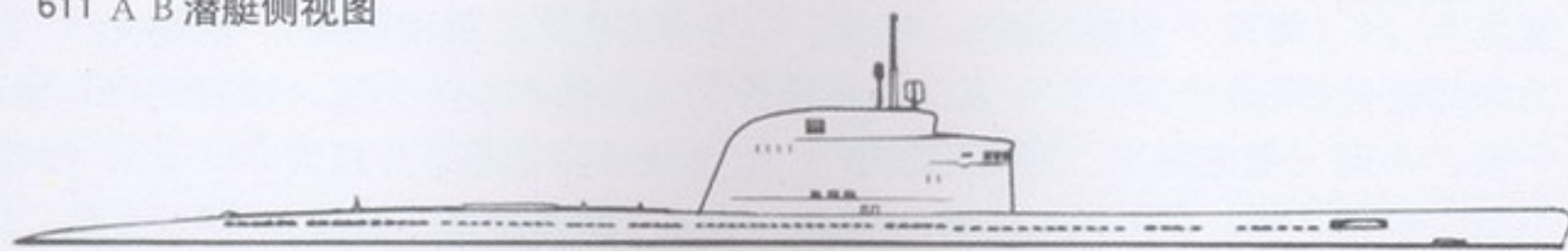
苏联发展海军战略核武器部队与美国的的不同点在于，从一开始就采取了目标综合规划，规划中一开始就奠定了建造包括用固体燃料研制水下发射的专用弹道导弹和用核燃料研制专用潜艇以及弹道导弹载体系统和后勤保障、配置等系统，并且准确计算出所需要的弹道导弹的核潜艇的数量——41艘。开始时，苏联使用了后来被海军上将C·Γ·戈尔什

科夫称之为“国产化”的研制方式，即采用陆基导弹作为基础代替了海基导弹，用液体燃料发动机取代固体燃料发动机，用水上发射代替水下发射，用成批生产的柴油机潜艇取代专门设计的潜艇。这种向技术水平不足妥协的做法在当时固然有其理由，但确实应该明确承认，在建立和发展本国的海上战略核力量的过程中，显然苏联在发展海军潜艇的初期和中期阶段远远落后于美国人。

在潜艇的有限空间配置弹道导弹、并保证弹道导弹从活动的、特别是摆动的平台上进行目标定位，是建造弹道导弹潜艇中的大问题。这些问题解决不好会明显地降低射击的准确性。C·Π·克罗列夫承担了这项任务，并根据1954年1月通过的政府决议，开始着手研制代号为Π-1

的潜艇导弹综合系统。设计潜艇的工作交给了中央设计院尼古拉·尼基托维奇和伊沙宁。从一开始，两位杰出的设计师就对成功抱定信心，高度的责任感使他们不断加快工作速度，同时动手设计潜艇和弹道导弹，并验证了从摆动的平台上发射弹道导弹的可能性。海军坚持必须水下发射，但克罗列夫开始对此并不赞同，大概他不想冒风险另起炉灶，而希望采用已成熟的地基导弹P-11，由潜艇从水面上发射。导弹发射前准备工作是在水下进行的，然后潜艇浮出水面，打开发射筒盖，发射台上的导弹上升到井的上部。发射后降下发射台，关上盖，潜艇潜入水中。在代号P-11ΦM的新型导弹中用煤油和硝酸取代了乙醇和液氧——后面一种组合容易挥发，需经常通气和

611 A B 潜艇侧视图



补偿,从而保证了导弹油箱的充分密封并显著地降低了火灾爆炸危险。

为了同时完成综合系统和重新改装1艘已建成的611型大型鱼雷潜艇(北约称之为祖鲁),在卡普斯京·雅尔试验场建设了一个模拟舰艇摇摆的专用试验台,潜艇的发射筒在这里进行了一系列试验。当时还在1艘611改进型潜艇Б-67的指挥台围壳后部安装了2个发射筒。Б-67艇于1955年9月11日加入了北海舰队,过了5天在白令海成功地发射了弹道导弹,这是世界上第一次潜艇成功发射弹道导弹。该系列发射装置成功完成发射,导弹能在150千米远的距离上准确地击中目标。

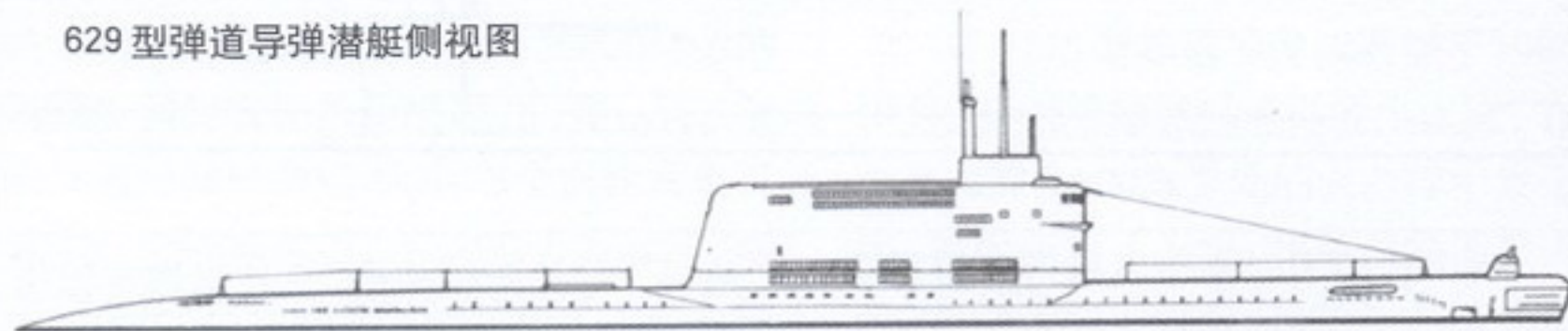
611型潜艇留下的只有1艘,用于试验新研制的弹道导弹。以611型为基础发展了更完善的新型611AB(北约称为祖鲁V),该型潜艇生产批量不大,总共只有5艘。611AB型潜艇交付使用后,611型潜艇便被撤出了编制。

苏联人同时还研制了新的导弹系统Д-2,它的核心是专门为潜艇研制的弹道导弹Р-13。开始,建造该种导弹的工作是由С·П·科罗列夫领导,然后由В·П·马凯耶夫领导,马凯耶夫后来成为苏制潜艇所有弹道导弹的总设计师。新型导弹的主要优点是射程提高了几乎3倍,在其他方面仍保留了Р-11ΦМ导弹中原有的技术。此外,为该导弹系统还专门研制了设有3个导弹发射筒的629型潜艇(北约称之为“高尔夫”)。该潜艇是由孔雀石海洋工程局设计的,总设计师是Н·Н·伊沙宁,总监造是海军的В·Ф·瓦西里耶夫,后来是И·И·利亚金,再后来是В·И·利托申科。629型潜艇在611型潜艇的基础上增加了一个导弹舱。导弹排放在指挥台围壳中,因此围壳被加长和加高了许多。潜艇装备有水面发射、射程650千米的单级液体燃料弹道导弹Р-13。虽说629型艇增大了体积和排水量,但航海性能与611型相比差得并不多。



1艘“出国深造”的629型弹道导弹潜艇

629型弹道导弹潜艇侧视图



试制的629K-79(Б.Б-41)型潜艇主要在北德文斯克市的北方机械企业生产联合体建造,并于1959年交付使用。到1962年为止,共建造了23艘(16艘在北方机械企业生产联合体建造,另有7艘在阿穆尔共青城造船厂建造)。

从1963年开始,14艘629型潜艇改进为629A型,这些潜艇都装备了水下发射、射程达1400千米的Р-21弹道导弹。这是苏联海军拥有的第一批能从水下发射弹道导弹的潜艇。14艘中6艘布置在波罗的海,其余的布置在太平洋。与629型相比,该型潜艇在外观上稍有不同,在有些艇上低频无线通信漂浮天线的浮标全都安置在上层建筑外面,有些艇上是安置在艇尾部壳体上的突出部里面。在其余的潜艇中,有一艘潜艇艇体和上层建筑加长20米,目的是为试验PCM-40型弹道导弹安设6个发射筒。还有一艘潜艇在60年代初改装成试验艇,以便试验PCM-52型弹道导弹。在改装过的潜艇中,第三艘潜艇K-159按照ПΠ-619型改装成试验导弹PCM-52型的试验艇。另有3艘潜艇上导弹发射筒被拆除,取而

代之的是通信和指挥舰艇所使用的天线。做过此种改动的潜艇不算作限制战略武器的限制项目,因此较长时间地留在了舰队中,但在90年代初,由于已经过时陈旧,所有该型潜艇都被撤出了舰队。其中一艘舰艇(没有导弹)转给了中国。

1968年2月24日K-129艇驶离堪察加的基地去太平洋战斗执勤,期间于1968年3月8日沉入太平洋北部水深5000多米处(有一种说法说是被美国的核潜艇“苏奥尔德费施”撞破的),牺牲97人。1974年7月,它的艇首部分(第一和第二舱),被专门为此建造的美国“格洛马尔·艾科斯普罗列尔”船打捞出来,里面有6具尸体,1974年9月美国人为6名死者举行了海葬。

在50年代中期,第一艘658型导弹核潜艇(北约称之为“旅店”)的设计工作进行得很顺利。设计是由红宝石中央设计局完成的,总设计师是С·Н·科瓦列夫,总监造是海军中校К·И·马尔特宁科。最初也是计划在潜艇上装备Р-13型弹道导弹。这艘弹道导弹核潜艇和629型潜艇一样,是在鱼雷核潜艇基础上建造的。艇宽不足以并列安放2排导弹发射筒,只好在629型柴电弹道导弹潜艇上一样,在指挥台围壳中安装3个发射筒。最终的方案中潜艇上配置了Р-21弹道导弹。这种弹道导弹最终实现了水下发射。Р-21弹道导弹在射程方面超过Р-13一倍多。

建造工作在北方机械企业生产联合体进行,完成得很顺利,1960年一年就建造了3艘该型弹道导弹核潜艇,其中包括首舰K-19。按照658型和它的改进型,总共建造了8艘弹道导弹核潜艇。

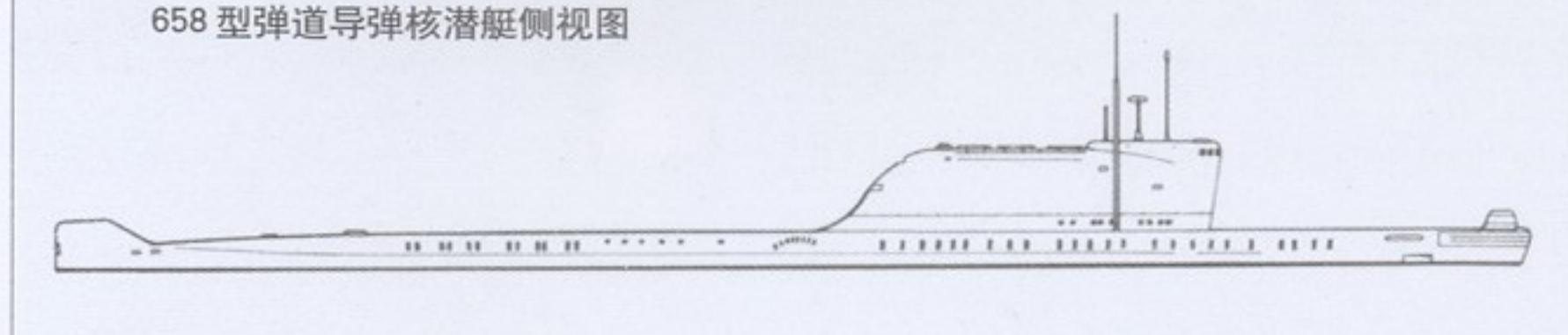


苏联海军共改造了3艘通信指挥型629潜艇,这3艘艇分别被部署在北方舰队和太平洋舰队。

658型弹道导弹核潜艇是苏联也是世界上第一级弹道导弹核潜艇。



658型弹道导弹核潜艇侧视图

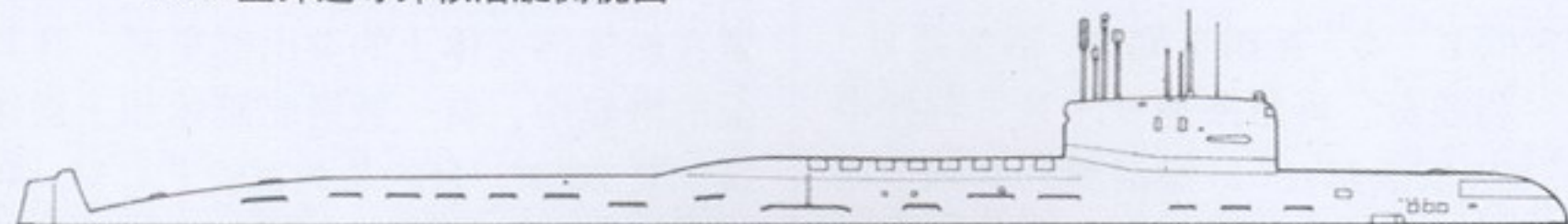


1960年10月，水下发射进行得很顺利。在1963—1970年装备了从水下发射的二级导弹PCM-40后，这批弹道导弹核潜艇按照658M设计方案进行了重新改装。在限制核武器条约生效的时候，拆除了6艘潜艇的导弹发射筒，把核潜艇重新归到鱼雷核潜艇一类，并重新换装了核潜艇的通信设备。

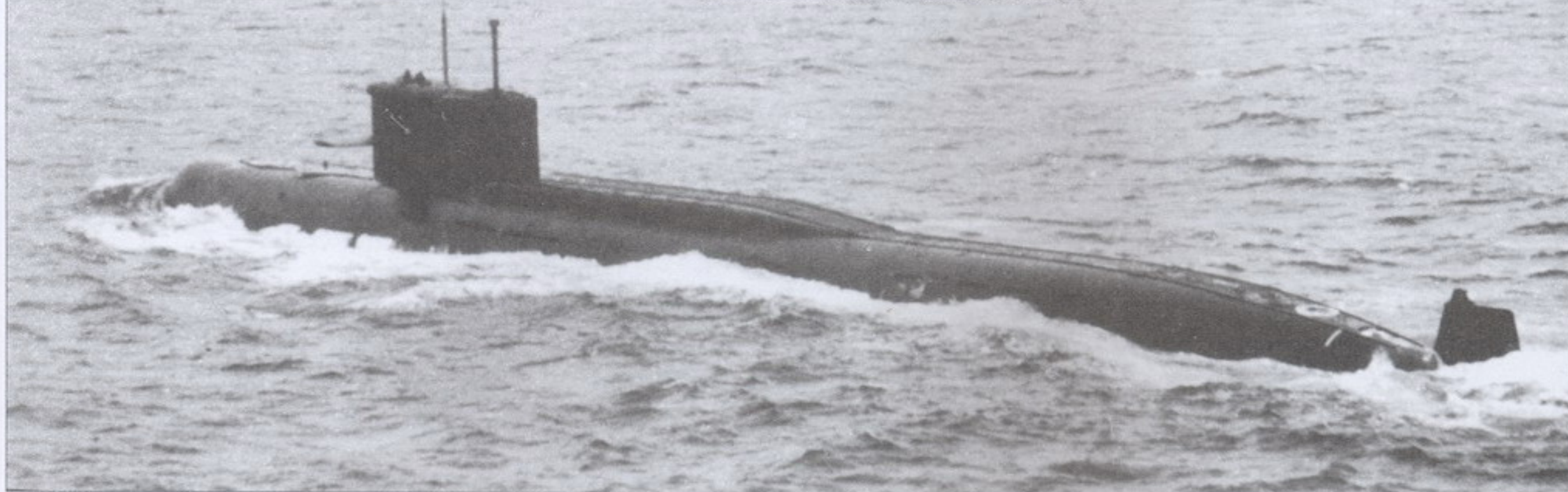
1961年7月4日，在进行“极圈”演习时，K-19上的左舷反应堆发生了故障——主循环泵和辅助循环泵全部失灵。为了排除核燃料熔化和爆炸的危险性，必须安装应急的反应堆冷却系统。导弹舱发生了2次火灾，在抢救舱艇时，受辐射牺牲了14人。但局面最终得到了控制，2个反应堆被熄灭。驶来的救生艇疏散了全体艇员并将弹道导弹核潜艇拖到了西里察。1962年，在北德文斯科开始修理弹道导弹核潜艇，割下并更换了导弹舱。1969年11月15日，这艘弹道导弹核潜艇在巴伦支海捷里别尔海峡与美国海军的

“凯顿”号核潜艇相撞，2艘艇都有损伤。1969—70年，舰艇重新改装并配备PCM-40弹道导弹。1972年2月24日，在纽芬兰岛东北处600海里的地方，艇上第九舱发生火灾，死28人，第五舱、第八舱和第九舱被烧光。调查完原因并认为全体艇员的行动正确后，国家委员会决定用这艘弹道导弹核潜艇作试验，来测验动用工业部门修船的可能性——在最短时间内修理舰艇的能力。1972年6月15日，K-19被拖船拖到了北德文斯克市星星修船厂，1972年11月5日将这艘艇又交给了海军。该艇接收了原先大部分艇员。1990年7月被编入后备队，而在1991年从海军编制中被除名，在海军中曾有个绰号叫“广岛”号核潜艇。

667A型弹道导弹核潜艇侧视图



667A型潜艇导弹舱布局与美国“乔治·华盛顿”级极为相似。这种布局对苏联弹道导弹核潜艇的设计产生了巨大的影响。从该型艇起，苏联人彻底告别了在指挥台围壳上布置发射井的作法。



苏联长期力求在海上战略核力量的发展方面赶上美国，这很自然，但差距还很明显。1960年11月美国海军第一艘弹道导弹核潜艇“乔治·华盛顿”驶入海洋巡逻，它装备了具有固体燃料导弹发动机、射程2200千米的“北极星”A1弹道导弹16枚。苏制P-21弹道导弹在射程方面不如“北极星”A1，P-21为液体发动机，需要长时间的发射前准备工作。除此之外，“美国已成批生产自己的弹道导弹核潜艇，在潜艇上配备的发射装置数量加大了与苏联的距离。虽然，我们原则上已全面审查了新型的特种设计弹道导弹核潜艇，但是指望它在近期加入苏联海军的理由还不充分。所以，为了补偿这个差距，苏联海军领导决定增加能够向岸上攻击的巡航导弹潜艇数量。美国当时对提高潜艇用弹道导弹和发展弹道导弹核潜艇的关心比对发展巡航导弹及其载体大得多。但是，为了公正性应强调指出，不是我们，而是美国人最早使用了海上远程巡航导弹（‘天狮星’I和II）和最早用它们装备了航空母舰、战舰和潜艇（其中包括核潜艇）。尽管这是个别的，不具有普遍性。”

新型的“北极星”A2弹道导弹射程已达2800千米。苏联当时已完成了建造配备P-27弹道导弹的新式导弹综合系统（P-27后来根据限制核武器条约叫作PCM-25）。该弹道导弹射程已达2500千米，采用针剂瓶式加注燃料及氧化剂，这就使得液体燃料弹道导弹的发射准备

程序与固体燃料弹道导弹的发射装备程序相一致。新一代的667A型“纳瓦格鱼”弹道导弹核潜艇成为该系统的载体（北约称为“扬基”）。在该型潜艇上，苏联人第一次使用专用电子计算机计算出射击数据。

667A型弹道导弹核潜艇是由红宝石中央设计局设计的。总设计师是C·H·科瓦列夫(苏联以后的所有弹道导弹核潜艇都是由该总设计师设计的)，667A型艇的海军总监造是海军上校M·C·法捷耶夫(监造667A Y型是海军上校Ю·Ф·普利金)。起初为667A装备16枚固体燃料弹道导弹，由于导弹的研制工作被耽误，决定用单级液体燃料导弹PCM-25替代。从订货单155开始，潜艇按照已改进的667A Y型进行建造，装备了PCM-25-2型弹道导弹，后来又装备了带有新导航综合系统的667A r型，该型导弹射程增加了20%。该艇具有比667A型艇更好的水下噪声指标，同时主要的战术技术指标都没变。后来，所有的667A进行了改进，达到667A Y型艇的水平。667A型的综合导航系统保证了在极地附近地区能正确航行和使用弹道导弹，而在667A Y型艇上已有了惯性综合导航系统，这和射程超过3000千米并能在更宽的扇形面中进行射击的PCM-25-3型弹道导弹一起显著地提高了舰艇的战斗能力。除此之外，这些弹道导弹能装配多弹头，在水下发射。潜艇配备有能接收无线电通信、目标指示和卫星导航信号的浮标天线。所有这些都注定了上述设计的潜艇及其随后的改型成为整个苏联海军核

潜艇中最多的类型。

从外观和总布局方面看，它和美国海军第一批弹道导弹核潜艇非常相似，16枚弹道导弹在甲板室后面的竖井中排成2排，因此，在舰队中有了“伊万·华盛顿”的绰号。艇内分舱共10个，依次为：1—鱼雷舱，2—蓄电池室和起居室(军官室)，3—指挥台，4和5—导弹舱，6—柴油发电机房，7—反应堆室，8和9—涡轮机房，10—电动机房。

主动力装置是双轴、双反应堆。这种布置对于苏联海军弹道导弹核潜艇来说，已成为传统性的。它由2个BM-2-4新式大功率反应堆和功率大约20000马力的新式主涡轮发电机组组成。但是，与以前的弹道导弹核潜艇不同，每个涡轮发电机置于一个隔离舱里。它的电力系统用380伏交流电，这在苏联潜艇建造史上还是第一次。电能源控制只有自动操纵发电机一种方式，同样是第一次。

677型弹道导弹核潜艇所有改进型中均采用此种动力装置。首批生产的677A型弹道导弹核潜艇“列宁主义者”号(K-137)是1964年11月4日在北德文斯克市的北方机械企业联合体开工的，1966年9月11日下水，1967年11月6日交付使用。677A型、677A Y型总共建造了34艘。24艘由北方机械企业联合体建造，10艘由阿穆尔共青城造船厂建造。

最初，由于弹道导弹的飞行距离近，所以这些弹道导弹核潜艇必须在美国的东海岸附近巡逻。随着该型舰艇数量的增加，巡逻范围扩大到美国的太平洋沿岸。

该型34艘弹道导弹核潜艇中，9艘潜

艇进行了大幅度改造，这样一来，弹道导弹核潜艇(K-140)在1971~1976年按照667A M型进行了改装，装备了固体燃料的PCM-45弹道导弹。K-420在1981~1982年按照677M型进行了改装，作为巡航导弹“雷”的新型综合系统的载体使用，其试验在1989年仍未获成功。5艘弹道导弹核潜艇按照677A T型进行改装，载有鱼雷和“石榴石”导弹。K-403按照667A K型改装成试验艇。在签定完第一阶段限制战略武器条约(OCSB-1)后，该型弹道导弹核潜艇被撤出海军的编制。

K-219型弹道导弹核潜艇于1986年10月3日因导弹燃料泄漏发生火灾，在离百慕大群岛600海里处的大西洋中发生爆炸，潜艇浮到了上面，但艇员没能扑灭火灾。虽然采取了行动，但潜艇最终还是沉没了，同时牺牲2人。类似的事发生于1979年在这艘潜艇上也发生过，但当时受过很好训练的艇员及时防止了惨剧发生并将潜艇驶回基地。

美国研制了“海神”洲际弹道导弹，射程5200千米，代替了“北极星”导弹系列，其多弹头已拥有10~14个战斗部。该导弹装备了新型弹道导弹核潜艇“拉斐特”和“麦迪逊”潜艇，而先前的“乔治·华盛顿”艇彻底重新装备了“北极星A3”。当时在苏联海军正研究另一个问题——保护自己的弹道导弹核潜艇，防御美国的反潜部队。苏联海军领导层清楚地认识到，苏联弹道导弹核潜艇在完全由美国海军和北大西洋公约组织控制的区域巡逻，迟早将导致增大反潜部队搜



美国“乔治·华盛顿”级弹道导弹核潜艇

667 Б 型弹道导弹核潜艇



667 Б Д 型弹道导弹核潜艇



667 Б Д Р 型弹道导弹核潜艇



索它们的概率，这样一来也加大了在战争开始即被歼灭的可能性。因此，以总司令为代表的领导层一贯要求增大潜用弹道导弹的射程，以便使苏联弹道导弹核潜艇的巡逻区域靠近苏联海岸并使它们从敌方反潜部队最活跃区域撤出。这个问题最终由Б·П·马可耶夫用PCM-40弹道导弹解决了。它具有比美国当时研制的导弹“三叉戟”-1大得多的射程。这枚导弹实际上成了世界上第一枚海基洲际弹道导弹。

为了装备这种潜射洲际弹道导弹，苏联海军决定改建667A型弹道导弹核潜艇。新型弹道导弹核潜艇的型号为667Б，命名为“穆列纳”（北约称之为“德尔塔”I）。像667A型一样，设计工作还是中央设计局做，还是由原来的总设计师完成。海军总监造开始是海军上校М·С·法捷耶夫，后来是海军中校С·А·诺沃谢洛夫。由于洲际弹道导弹体积的

增大，所以艇上装备数量从16减到12，而且在指挥台围壳旁形成一个“驼峰”。舰艇的总尺寸稍有增大。分舱数仍为10个。

667Б弹道导弹核潜艇配备有能接收无线电通信、目标指示和卫星导航信号的浮标天线。鱼雷发射装置备有快速装填装置。还采取了重大措施以保证艇员生活的舒适。

667Б型弹道导弹核潜艇系列已在生产中，而PCM-40导弹的试验还没有结束。首制的K-279弹道导弹核潜艇（在北方机械企业联合体生产）于1972年12月27日交付使用后开始了导弹试射。根据试验结果，苏联海军作出了关于使用PCM-40洲际弹道导弹的决定。该型弹道导弹核潜艇在2个造船厂总共生产了18艘（10艘在北方机械企业联合体，8艘在共青城造船厂）。

后来建造的667БД型弹道导弹核潜艇，称为“穆列纳-М”（北约称之为“德

尔塔”II），建造667БД型只有一个目的——使艇上的洲际导弹的总数达到16枚，和667A型的一样多。该型艇的海军总监造是海军上校Ю·Ф·普利金。新的弹道导弹核潜艇是在667A型基础上加长艇体16米的方法实现的。耐压壳中的分舱数量增加到了11个（与弹道导弹核潜艇667Б型上的10个舱相比较）。在该型弹道导弹核潜艇上最先安装了空气电化再生系统（ЭРБ-М）。实施了降低噪声和干扰水声器材工作的总体措施。特别是采用了减振浮筏。其他装备和设备与667Б相似。升降舵为围壳舵，为了在冰下快速上浮，该舵能成垂直状态转向。

该型首艇K-182型于1975年在北方机械企业联合体建成。其他3艘弹道导弹核潜艇也于1975年在北方机械企业联合体建成。整批限定为4艘，是因为当时新式PCM-50洲际导弹的研制、试验已全速进行。

1980年建成的K-193型设置了检测固定探测设备的专用舱口，以检验通过布有美国固定声呐监视系统区域和反潜防御线的可能性。1983年，该艇在全世界首次从北极地区的冰层下发射了2枚洲际弹道导弹。

这样一来，PCM-15导弹——带有单独制导的集束式多弹头的第一枚国产舰用洲际弹道导弹成了以后生产的667БДР型弹道导弹核潜艇“卡利马尔”（北约称为“德尔塔”III）的主要武器。像667БД原型艇一样，洲际弹道导弹的数量同样是16枚。海军总监造是海军中校С·А·诺沃谢洛夫。虽然潜艇的长度有所增加，但总体结构仍基本保持原样。发射筒的防护结构高度进一步增加。在设计时重点考虑射击控制系统性能的提高，其他装备和设备与原型艇相同。

保证艇员活动的设施得到了进一步的改善。在潜艇上有了体育俱乐部和浴室等。首制的K-441型弹道导弹核潜艇于1975年在北方机械企业联合体开工，1976年下水，同年12月交付使用。从1976年到1982年在北方机械企业联合体共建造了14艘这种型号的弹道导弹核潜艇。

首艇在大深度高速航行试验时触到了水下礁石，潜艇头部损伤。由于及时采取措施使潜艇成功地浮出水面，避免了艇毁人亡事故，没有人员伤亡。

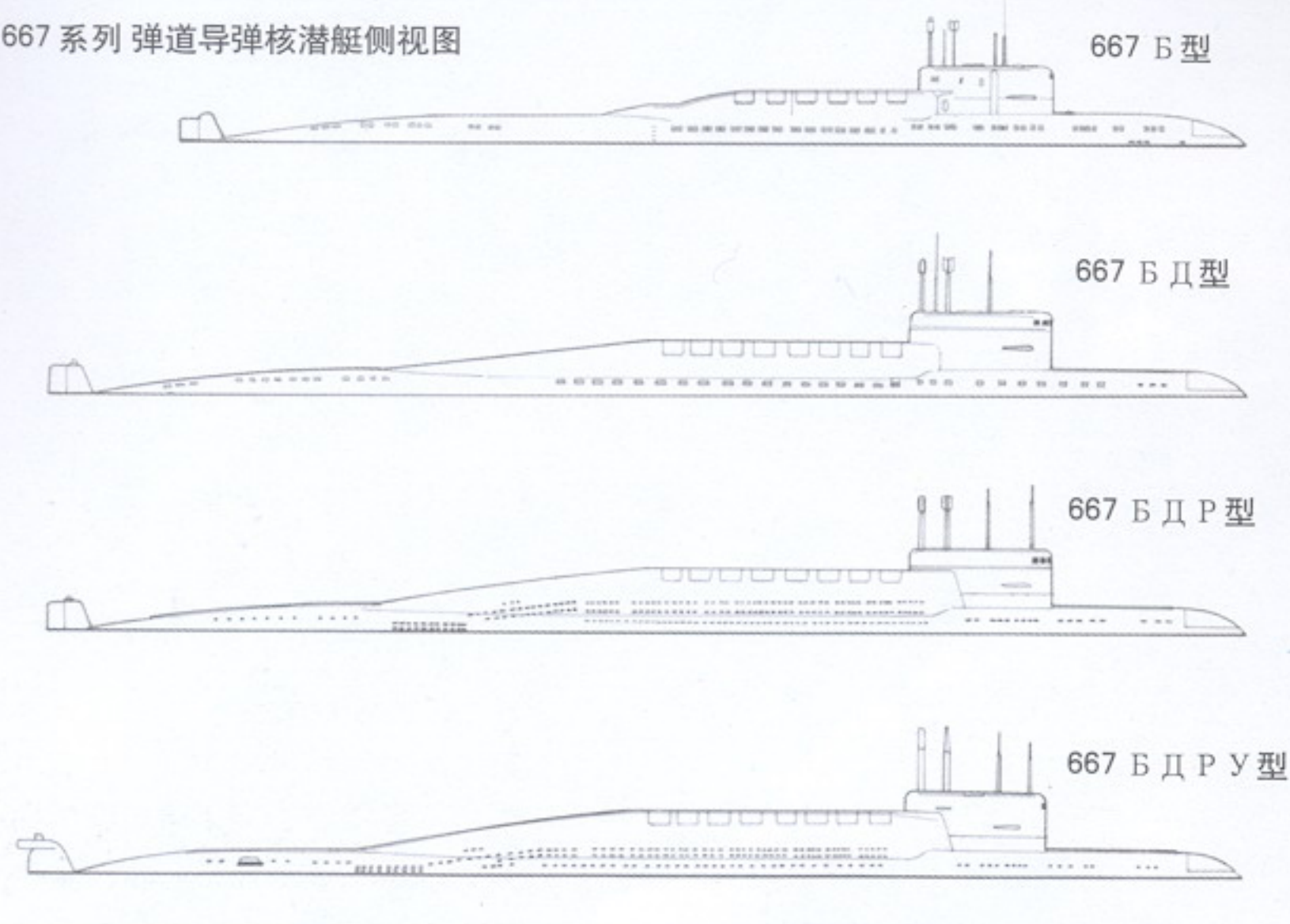
该型弹道导弹核潜艇大多数在1991年前进行了检修和改进（其余的艇是在1991年以后进行的）。90年代初，这些弹道导弹核潜艇均处于最佳战备状态。

667A型的最后改进型装备有PCM-54型分导式多弹头洲际弹道导弹的“海豚”(北约称之为“德尔塔”IV)。在最小的重量和外形指标条件下,该洲际弹道导弹在自身战斗力方面超过了美国海军的“三叉戟”洲际弹道导弹的所有改进型。其射程大大地超过8300千米。这枚洲际弹道导弹是B·П·马克耶夫的最后—型导弹。

该型潜艇的海军总监造是海军上校Ю·Ф·普利金。设计师详细研究了如何运用新式导弹武器,以及如何采用新的无线电技术和降噪等措施,为设计打下基础。在弹道导弹核潜艇上配置有上文提到的提高了射击准确度、扩大了战斗部展开半径的PCM-54型三级液体燃料洲际弹道导弹,该型导弹带有4个分导弹头。新的鱼雷导弹系统是由4具533毫米的鱼雷发射管组成,供所有类型的鱼雷、火箭助飞反潜鱼雷以及水声干扰器材使用,并安装了快速填装系统。还配备有新式的鱼雷射击控制装置。潜艇的总体结构仍保留原样。因为PCM-54型洲际弹道导弹比PCM-50型(667БДР型艇)长得多,所以必须加高发射筒。该型潜艇配备有能接收无线电通信、目标指示和卫星导航信号的2个浮标天线,进一步改善了艇员的居住条件,配备有体育俱乐部、浴室和桑拿等。

首制的K-51型弹道导弹核潜艇于1984年2月在北方机械企业联合体开工,

667系列弹道导弹核潜艇侧视图



1985年1月下水,并于当年12月交付使用。从1985年到1990年在北方机械企业联合体共生产了7艘该型核潜艇。

K-18型于1994年8月完成了去北极地带的航行,此次航行是以潜艇在北极点浮出水面而告结束。

在结束对667型弹道导弹核潜艇的演变介绍时应该指出,这不仅在苏联海军,就是在全世界也是数量最多的核潜艇系列——在2个工厂生产了77艘所有改型的弹道导弹核潜艇,其中有43艘载有洲际弹道导弹。而在1991年前,美国海军的舰队中仅有约25艘载有洲际弹道导弹“三叉戟”的弹道导弹核潜艇。尽管苏

制洲际弹道导弹的体积不断地增长,但667A型艇的总设计师成功地维持住了奠定第一个改进型基础的主要结构方案,由此保证了造船厂工艺过程的连续性。这同样地保证了苏联海军研制新式导弹系统装备的前所未有的高速度。当然,在这种情况下,艇的外形不够光顺,这远不是多余的降噪问题。然而,能够用弹道导弹核潜艇在自己领海、甚至是在驻泊地完成洲际射程的战斗任务永远比降噪更重要。苏联海军要求,要在本国舰队控制区做到将隐蔽性不好的弹道导弹核潜艇可靠地保护起来。在2种制度的核对抗时期,所有这些都完全证明是正确的。



俄罗斯继承下来的667БДРУ型弹道导弹核潜艇“图拉”号。



决策的失误使 941 型弹道导弹核潜艇守着空洞的导弹舱苦等了 20 余年而毫无结果，最终只能黯然退役或接受改装。

在对比苏联和美国的潜射弹道导弹发展时可以发现，2 个国家存在不同燃料的定向问题，美国采用固体的，苏联主要是发展液体的。每种方式都有自己的优点和缺点。采用液体燃料使得苏联最先研制出带有独立制导多弹头，在大致相同的质量、体积、安全性能、作战负荷的情况下射程超过国外相类似的海用洲际弹道导弹。苏联潜射弹道导弹之父 B·Π·马克耶夫成了液体燃料的拥护者，在他的领导下苏联液体燃料弹道导弹达到了美国竞争者在技术和工艺上达不到的高度。当时，马克耶夫研究了用固体燃料建造海上弹道导弹的可能性，研究结果

并不表明固体燃料比液体燃料有多大的优越性。然而苏联领导人对固体燃料在美国弹道导弹中的广泛使用及其内在本质缺乏透彻了解，最终使许多政治家、甚至海军专家对液体燃料弹道导弹形成了不正确的概念。

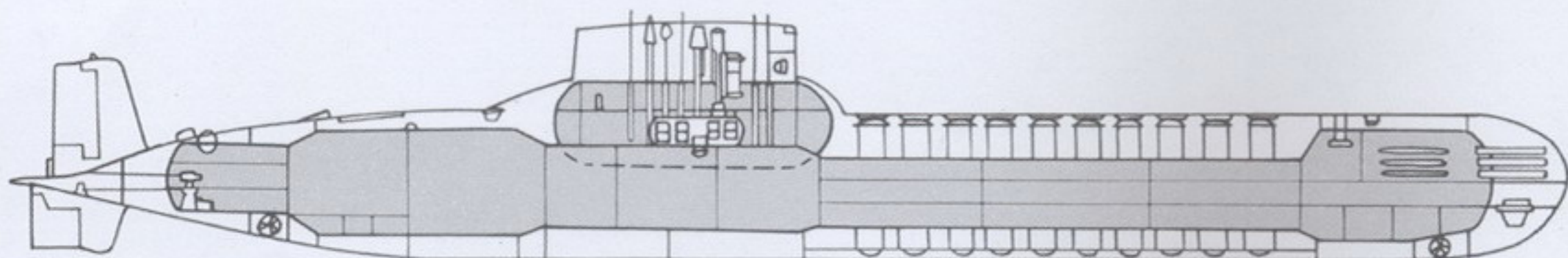
P C M-45 之后苏联人研制了 P C M-52，这是 1 型固体燃料洲际弹道导弹。这枚洲际弹道导弹装备了苏联 941 型弹道导弹核潜艇“阿库拉”（北约称之为“台风”）上，总设计师还是 C·H·科瓦列夫，而海军总监造是海军上校 B·H 列瓦绍夫。建造这艘弹道导弹核潜艇形式上是为了对抗美国生产的、装备有 24 枚“三

叉戟”洲际导弹（射程为 7400~12000 千米）的“俄亥俄”级弹道导弹核潜艇。但当时苏联海军已有 43 艘带洲际导弹的弹道导弹核潜艇，所以研制新的海用洲际导弹的战略核武器系统，因此研制新艇似乎是多余的。

941 型弹道导弹核潜艇装备 20 枚三级固体燃料、射程超过 8300 千米，并带有 10 枚分导弹头的 P C M-52 洲际导弹。

941 型采用双壳体结构，储备浮力达 32%。该型艇结构具有明显的特点，全艇纵向分为 3 个耐压筒，呈“品”形布置。下面 2 个耐压筒直径 8.5 米，各有 1 套完整的鱼雷、导弹、动力装置，第三耐压筒

直径 6 米，布置有潜艇的作战中心、观通导航设备等。这种布置的优点是潜艇的生命力强。在 1 套系统不能工作的情况下，另 1 套仍能继续工作，维持潜艇的机动



941 型弹道导弹核潜艇横剖图，阴影部分为耐压壳区域。

能力和战斗力。

941型艇的20个导弹发射筒分布在指挥台围壳前面,这种布置有利于艇的平衡调整。其指挥台围壳造型很适合突破冰层,破冰厚度达3米。

该型艇的2个纵向并行耐压筒内设有2座核动力装置系统。包括有反应堆(类似安装在“西伯利亚”型破冰船上的)和功率5000马力的涡轮泵机组。该艇升降舵直接安装在螺旋桨的后面。舱面室有冰间航行的加强结构。艇首升降舵机可以收入艇体内,沿舱面室两侧安装有两个浮升急救室。潜艇装备有2个能接收无线电通信、目标指示和卫星导航信号的浮标天线。

艇员的居住舒适性得到空前提高。艇上体育俱乐部,游泳池、浴室、桑拿、活动角等一应俱全。

“阿库拉”的水下总排水量大约20000吨,超过“基洛夫”级核动力巡洋舰的排水量。而且平衡水就占该重量的大约一半,因此人们给该潜艇讽刺性地起了个外号,叫做“运水工人”。这是苏联海军完全未做周密考虑,就尝试把洲际弹道导弹由液体燃料向固体燃料转换的代价。结果“阿库拉”成了世界上最大的潜水艇(被记入吉尼斯世界纪录)。为了建造该型潜艇,在北方机械企业生产联合体专门修建了新的车间——世界上最大的棚式船台。

与此同时,这些弹道导弹核潜艇与

自己的前身相比,成了苏制弹道导弹核潜艇种类中噪声最小的。

首制艇941 TK-208型于1977年3月在北方机械企业生产联合体开工,1980年9月23日下水,1981年11月交付使用,美国海军的“俄亥俄”级弹道导弹核潜艇差不多在同一时间入役。总共有7艘941型艇开工,但由于限制核武器条约的签订,计划建造7艘被限定为6艘,最后一艘——TK-210型在船台上还没有建成就被拆掉了。

在建造941型的同时,展开了水上专门后勤供应系统的建设工作。对于这种庞然大物,建造舰艇、漂浮码头或其他任何专用供应船都比建造停泊处的固定系统还要来得容易。

1991年9月27日在白令海进行演习射击时,该型号的一艘艇导弹没有从发射筒里发射出来,导致严重事故。发射筒盖被损坏,但没有人员伤亡。事故引起了新闻界的很大反应,大多数记者没有真实情报,但却有疯狂的想象力,时而断言该弹道导弹核潜艇的全体艇员都死了,时而断言放射性废物污染了整个白令海。

最后说几句与军事学说有关的海上弹道导弹的射击精度问题。众所周知,提高弹道导弹的射击精度能使它们用不大的核弹头击中主要有纯军事用途的点目标。这样,就可以放弃实际上只能击中像城市、工厂和类似目标的大能量核弹头。

除此以外,据许多专家估计,大规模使用大当量弹头的核战争能导致不可还原的生态灾难。在美国和苏联继续以核战争为目标并转移到高度精确的核弹头,认为在使用高度精确的核弹头情况下可以使这种战争变成对生态造成最小危害的战争。在美国经常酝酿着抢先对苏联带有高度精确核弹头的陆上弹道导弹进行超前核袭击计划,企图以此削弱苏方的“报复性”核袭击。如果苏联真是只以“报复性”核回击为目标的话,那么弹道导弹的射击精度对它来说起的作用就不重要了,因为准确击中美国陆上弹道导弹的空发射井或军队废弃的其他军事设施是毫无意义的。苏联军事学说曾提出过放弃“核报复”战略而转向抢先精确袭击及有关高精度回击合理性的问题。但是在苏联水平低下的电子技术下,力争精度将导致导弹的有效负荷大大降低——这自然是苏联人无法接受的。应该再次指出,研制海上弹道核系统“阿库拉”是对国家资金的浪费,更何况在此之前(1980年前)苏联已经建造了76艘弹道导弹核潜艇,其中具备战斗准备状态的有60多艘。而其他所有国家现役的弹道导弹核潜艇加在一起也不过50艘上下。

毫无疑问,苏联海上战略核力量的存在起到了非常重大的作用,不过在苏联最后若干年里,弹道导弹核潜艇的设计建造中存在着无秩序浪费,核潜艇的数量超过了合理的实际需要量。

苏联潜射弹道导弹外形尺寸比较图





对常规飞机跃升甲板起飞技术的探讨

离子鱼

航空母舰是确保远洋海军海上制空权最有效的手段，而舰载机是航空母舰战斗力的核心。现有的平甲板航空母舰搭载的常规舰载机的起飞方式有蒸汽弹射器起飞和跃升甲板自主起飞两种，采用蒸汽弹射器弹射起飞是目前常规舰载机起飞方式中应用范围最广泛、技术最成熟的起飞方式，美国和法国生产的航空母舰上全部采用了蒸汽飞机弹射器。虽然蒸汽飞机弹射器的应用效果好，但是蒸汽飞机弹射器的设计和制造难度极高，美国目前在蒸汽飞机弹射器的研制和生产上处于垄断地位。同样追求高性能舰载机的俄罗斯，在弹射器研制上落后的情况下采用了跃升甲板起飞的方式，随着性能先进的“米格”-29K和SU-33在航空母舰上的应用，俄罗斯舰载机通过采用跃升甲板起飞，完成了由早期的垂直/短距飞机向常规高性能飞机的转化过程。本文主要是对这两种起飞方式对航空母舰和舰载机的要求和相应的技术特点进行简单的分析和说明。

飞机弹射器在很长一段时期里都是航空母舰用来保证常规舰载机起飞的惟一手段，但是因为航空母舰弹射器结构复杂，设计和制造难度大，目前只有美国才有能力设计和生产航空母

舰用飞机弹射器。打算拥有航空母舰的很多国家一直以来都在积极的进行常规飞机不依赖弹射器起飞方法的探索和研究，从上世纪70年代末英国为本国装备的“无敌”级轻型航空母舰上安装第一块跃升甲板起，常规飞机利用跃升甲板起飞已经成为了继弹射器起飞方式之后航空母舰舰载机起飞的另外一种有效方式。

跃升甲板的历史

跃升甲板发展的时间与蒸汽弹射器几乎是同时开始的，美国NACA研究中心早在上世纪50年代初期就设计过一种坡度较小的跃升甲板，这个跃升甲板安装在航空母舰原来采用的压缩空气或者燃气弹射器之前，用来提供舰载机一个向上的初始动量，弥补飞机弹射器功率不足的影响，提高舰载机起飞的起飞重量和安全性。当美国海军在50年代中期从英国引进大功率蒸汽弹射器后，跃升甲板起飞的技术就没有得到美国海军的认可，在很长一段时间里没有得到实际应用，跃升甲板的技术发展一度陷入停滞状态。

在美国以大甲板加蒸汽弹射器的组合构成重型航空母舰起飞系统之后，受到经济上的压力而将带有弹射器的中型航空母舰退役后的英国，开始面

临提高装备在轻型航空母舰上的“海鹞”战斗机短距起飞性能的问题，为了提高“海鹞”战斗机在短距离起飞时的有效载荷，英国从70年代开始进行“海鹞”战斗机采用跃升甲板直接起飞的试验，经过1年多的实际飞行试验，证明采用跃升甲板直接起飞给战斗机带来了明显的好处，英国政府随后在本国装备的“无敌”级轻型航空母舰的舰首安装了跃升甲板。英国航空母舰和“海鹞”战斗机在不久之后的马岛战争中取得了很好的战果，马岛战争中取得的成功经验使跃升甲板起飞技术得到了普遍的认可，西班牙、印度、意大利都开始在本国装备“海鹞”战斗机的轻型航空母舰上采用跃升甲板，跃升甲板技术开始进入到了实际应用阶段。美国和苏联在80年代初期也进行了常规飞机使用跃升甲板起飞的应用研究，美国因为拥有足够数量的使用弹射器的航空母舰，所以使用跃升甲板进行的F-14、F-15、F/A-18和E-2C等机种的起飞试验的重点是研究在地面机场跑道被破坏后的紧急起飞能力。受技术因素限制，苏联航空母舰飞机弹射器的研制工作举步维艰，此种情况下，跃升甲板技术的实用化为苏联在航空母舰上使用高性能舰载机采用自主起飞的方式提供了发展方向。苏联

很快建立起了应用固定跃升甲板设施的地面模拟起飞试验场,并且利用“米格”-29和苏-27的舰载改进型进行了长时间的实际起飞应用试验,当苏联第一艘具有全通甲板的“库兹涅佐夫”号航空母舰开始海试时,苏-27K(苏-33)、“米格”-29K舰载战斗机和苏-25K舰载教练机就开始进行舰上起飞和着陆试验工作。苏-27K(苏-33)、“米格”-29K舰载战斗机和苏-25K舰载教练机在“库兹涅佐夫”号航空母舰上的成功使用,使不具备弹射器研制和生产能力的国家在航空母舰上装备先进的常规舰载战斗机成为了现实,避免了因为飞机弹射器研制上的问题而在时间上受到影响,苏-33和苏-25K的成功上舰也证明了高性能战斗机不依靠弹射器也有能力依靠跃升甲板完成自主起飞。

跃升甲板起飞对飞机性能的要求

采用跃升甲板起飞的飞机与采用弹射器起飞的飞机在性能要求上存在有明显的区别,目前采用跃升甲板在航空母舰上起飞的常规飞机都是在高性能陆基战斗机的基础上改进设计而成。采用弹射器的飞机起飞速度的获得是依靠蒸汽弹射器气压推动的活塞迅速运动实现的,飞机起飞速度的高低主要取决于弹射器,对飞机本身加速度等技术性能的要求并不高,即使是体积较大的反潜、预警等特种飞机都可以利用弹射器进行起飞。飞行员在采用弹射器起飞时并不需要进行操纵动作,飞行员只有在弹射完成后的爬升阶段才开始对飞机进行操纵。

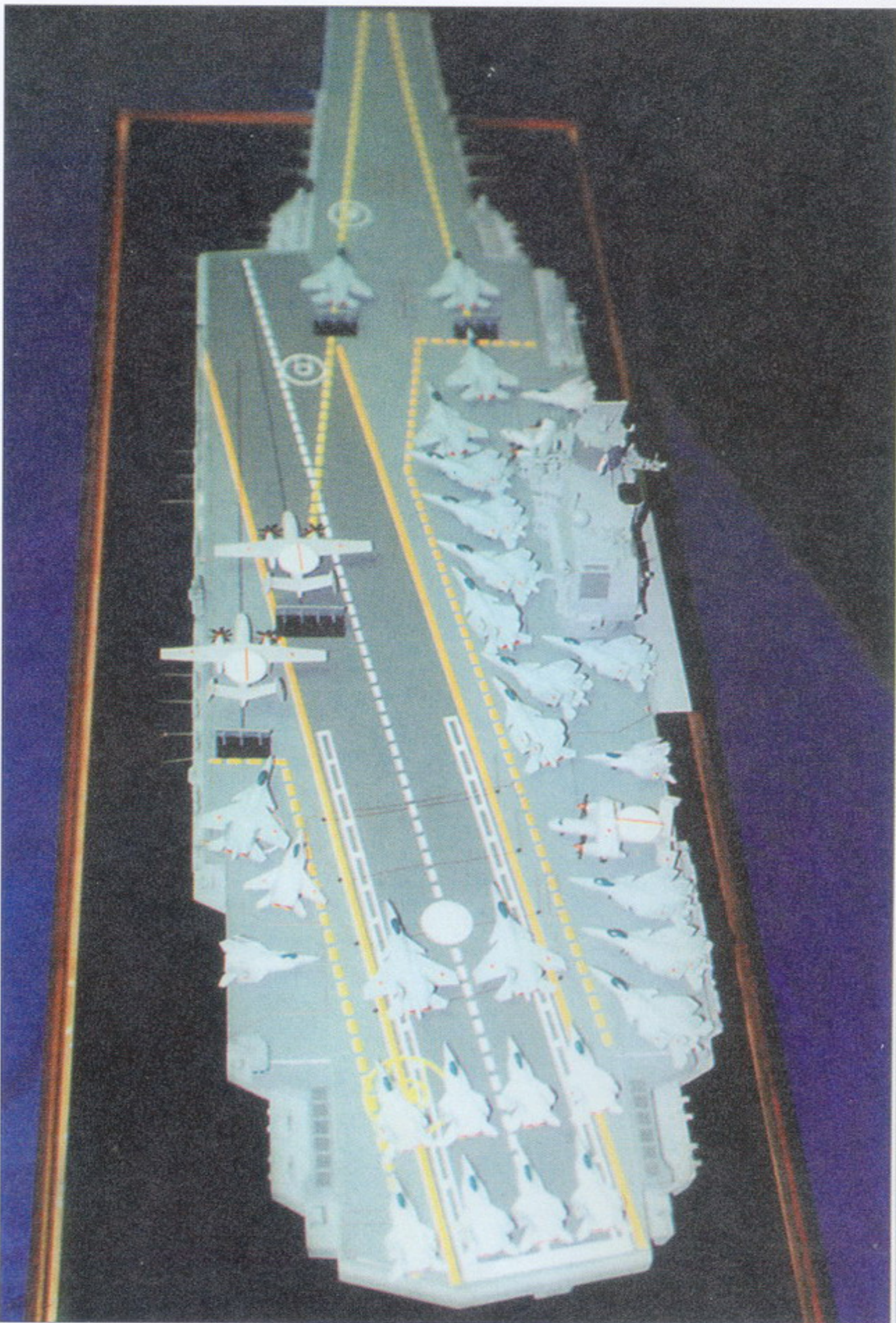
因为没有弹射器给飞机提供强制性的加速度,采用跃升甲板起飞的飞机更多的要依靠飞机本身性能来保证飞机在给定的滑跑距离内完成起飞。能够影响到飞机起飞性能的因素不但包括飞机的升力特性、翼载荷和推重比,而且和飞机的操纵品质和大迎角飞行控制能力都有着直接的关系。

当舰载机需要依靠本身的力量满足起飞时对飞机升力的要求时,飞机就需要有比较好的升力特性,能够在起飞速度较常规滑跑起飞速度低的情况下使飞机保持飞行高度,这就要求采用跃升甲板起飞的舰载机要比同型

号的陆基飞机有更多的增升措施和更大的升力系数。从俄罗斯苏-33的结构改进特点来看,苏-33把苏-27的襟副翼改为大面积的增升襟翼,并且增大了边条翼的面积和加装了全动前翼,通过气动设计上的改进大幅度的提高了苏-33的升力系数,苏-33气动上的改进为把苏-27改进成采用跃升甲板起飞的舰载机提供了实现的基础。采用跃升甲板起飞的舰载机在起飞时,必须利用有限的滑跑距离尽量提高飞机的起飞速度,而发动机的推重比可以在很大程度上决定飞机的滑跑加速性,在正常情况下只有整机的推重比超过0.7的标准后,常规飞机在航空母舰上才有利用跃升甲板起飞的可能。目前世界各国所装备的第三代战斗机

的空战推重比都超过1,而起飞推重比也普遍超过了0.75,从理论上来说,目前所装备的大多数第三代战斗机都具备采用跃升甲板自主起飞的能力,不但俄罗斯把苏-27和“米格”-29改进为舰载机,美国和法国也采用F-15、F/A-18和“阵风”进行过跃升甲板起飞试验,并且同样证明了这些飞机也可以满足跃升甲板起飞的基本性能要求。

因为应用跃升甲板起飞的常规舰载机的起飞速度大都无法完全满足直接加速爬高的要求(除非飞机的起飞推重比超过1.05),这样就使飞机从跃升甲板起飞后一般存在有一个边降低高度边进行加速的过程。如果飞机的起飞推重比超过1,那么发动机的推力和升力在飞机离开甲板后还有能力克



右边的航母甲板上停放了30架不同级别的舰载战斗机和3架预警机

服重力的影响，保持飞机飞行轨迹的基本高度，一般在经过基本的状态调整后就可以加速爬高，飞机的上升率始终为正值。如果飞机的起飞推重比没有达到1，那么飞机的推力和升力就不足以抵消重力的影响，这就使飞机在离开甲板后的飞行轨迹会出现下降的趋势，飞机的上升率为负值，飞机的速度将随着飞行高度的小幅度损失而增加，直到速度增加到飞机升力可以克服重力的影响后，飞机才能够开始正常加速爬高。随着飞机推重比的降低，飞机飞行轨迹的下降幅度也会增加，当高度损失达到低于起飞甲板高度的时候还无法得到足够的升力，飞机就有可能因为升力不足坠海而使起飞失败。

跃升甲板的作用就是可以赋予飞机一个初始的向上动量，飞机应用跃升甲板起飞初段的理论轨迹是个抛物面，飞机在离开跃升甲板顶端后就已经具备了一个比较大的迎角，飞机在高度下降过程中保持增速也会使这个迎角增加，如果飞机要保证在起飞速度不高的情况下保持安全的飞行高度，那么就必须具备足够好的大迎角飞行能力，以尽量小的飞行高度损失来尽



F-18 舰载战斗机的前起落架具有很高的结构强度

快获得足够的速度和升力来完成对飞机的加速。应用跃升甲板起飞的常规舰载机的起飞速度要明显的低于在地面通过滑跑起飞的飞机，而且在起飞后还要完成一系列低速度下的飞行控制和姿态调整，这些特点就对飞机的低速度操纵品质提出了很高的要求，舰载机在利用跃升甲板起飞后必须能够保证飞行姿态的稳定，任何飞行姿态的不利变化都会对飞行安全造成明

显的影响，而飞行高度和速度不足的条件导致飞行员几乎没有在飞机姿态失稳的情况下挽救飞机的机会，这些特点都决定了应用跃升甲板起飞的常规舰载机对飞机低速度控制能力和大迎角飞行稳定性的要求远高于陆基飞机和采用弹射器起飞的舰载机。

在陆地机场正常滑跑的战斗机起飞迎角的获得是依靠飞机达到一定滑跑速度后，由气动控制面偏转的抬头



飞离飞行甲板的F-18 舰载战斗机

力矩形成的，航空母舰弹射器起飞的飞机由弹射器施加给飞机足够的起飞速度，在飞机离开甲板后可以直接依靠气动面控制爬高，而采用跃升甲板起飞的舰载机的起飞迎角获得的手段则与上述两种起飞方式完全不同，当飞机离开跃升甲板后的速度并没有完全达到飞机的正常起飞速度，需要人为的通过曲面的跃升甲板提供飞机一个初始迎角，这就使采用跃升甲板起飞的飞机的迎角不是依靠气动面，而是依靠跃升甲板直接施加的机械力来强制飞机形成抬头力矩。

通过气动面控制获得起飞迎角的飞机在滑跑时，前起落架在离开地面前主要承受摩擦阻力，而且前起落架受力随着飞机升力的增加而降低，当飞机抬起机头后前起落架就完全不受摩擦力的影响了。而采用前轮滑块牵引弹射起飞的飞机的前起落架支柱，在飞机起飞时需要承受滑块运动所形成的极大的扭转力矩和冲击载荷，起落架支柱和与其联接的机体结构都需要极高的强度，弹射起飞的飞机在设计和制造时就需要对这部分结构进行全面的加强，这就使弹射起飞的舰载机前起落架部分的结构重量明显的超过同样类型的普通飞机。而跃升甲板起飞的飞机抬头力矩是依靠甲板曲面直接施加的，在飞机前轮离开甲板前，前起落架支柱不但要受到正常滑跑起飞时所受的摩擦力，而且要承受甲板

由于短期无法完成蒸汽弹射技术，俄罗斯的航母上的舰载机仍采用跃升起飞方式。

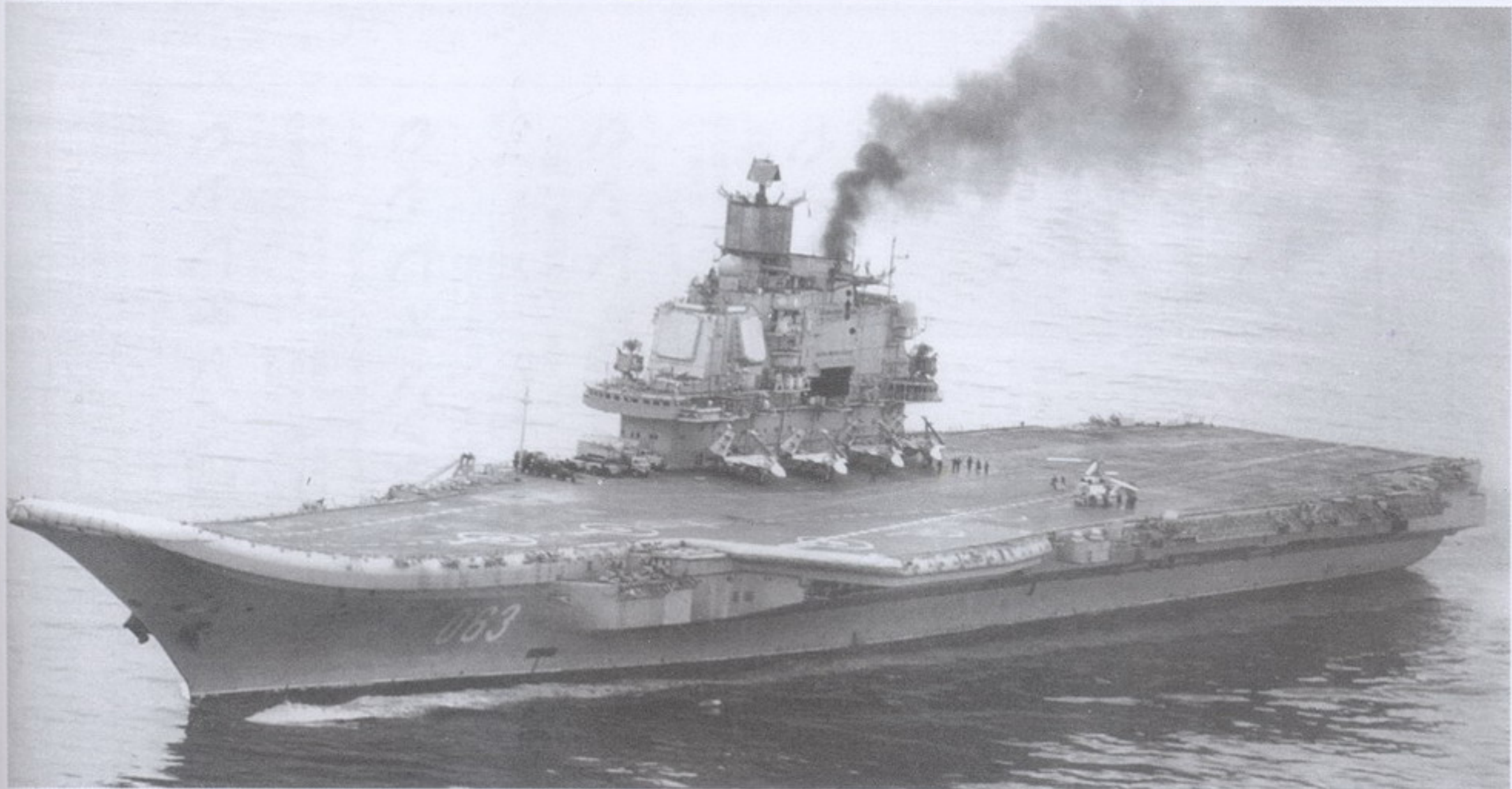
高度增加对前轮施加的一个垂直方向的压力。这就使前起落架支柱要承受摩擦力和压力所形成的一个合力，这个力将随着飞机滑跑速度的提高而增加。当跃升甲板的倾角为 12° 时，前起落架支柱受力的理论值将是陆基正常滑跑起飞的两倍，这就使采用跃升甲板起飞飞机的前起落架不能照搬陆基同型机的设计，但是因为跃升甲板起飞时起落架受力增加的幅度和速度并不很高，如果对起落架进行合理的设计完全可以在小幅度增加结构重量的前提下就可以满足采用跃升甲板起飞的需要。

跃升甲板起飞对舰载机性能的帮助

采用跃升甲板起飞可以改善飞机

的起飞性能，采用正常起飞方式的飞机在离开跑道后，飞机的升力必须要超过重力才可以保证飞机正常飞行，而利用跃升甲板起飞的飞机具备一个类似抛物面的轨迹，这就使飞机的升力和惯性力可以共同用来抵消重力的影响，从而保证飞机以更小的速度完成正常起飞的需要。通过跃升甲板起飞的飞机与正常滑跑起飞的飞机相比，在起飞距离相同的情况下可以增加飞机的起飞重量，当起飞重量一定的情况下可以降低飞机的起飞距离，这个特点就是常规飞机可以通过跃升甲板起飞的根本原因。因为飞机在跃升甲板上起飞过程中对速度的要求低，而且抬前轮的动作是由甲板的曲面强制产生的，这就使飞行员的操纵动作得

“库兹涅佐夫”号航母及其舰载机



到大幅度的简化，飞行员在通过跃升甲板起飞的时候只需要保持飞机滑跑的方向稳定和控制发动机的推力，不需要进行正常滑跑起飞时需要进行的拉杆动作（这个动作的时机掌握对新飞行员有一定的难度）。当飞机前轮离开甲板而后轮还在甲板上的时候，因为前轮突然间形成的一个与后轮之间的压力差，飞机会有一个幅度不大的低头趋势，这样就可以在很大程度上避免产生机尾擦撞到甲板的问题，不容易发生在正常滑跑起飞时因为飞行员对飞机迎角范围控制不准确而出现的机尾擦地事故。采用跃升甲板的航空母舰因为舰首甲板存在一个比较大的上翘部分，这样就可以在航空母舰舰体水线长度保持不变的情况下延长飞行甲板的实际长度，也可以在一定程度上提高飞机滑跑起飞的速度。

舰载机采用跃升甲板起飞的时候，前起落架受力要明显的低于采用前轮牵引弹射起飞的舰载机，这就使飞机的前起落架不需要增加过多的结构重量，可以明显的减轻飞机的结构重量，结构重量降低后就可以保证飞机携带更多的有效载荷。跃升甲板起飞的飞机在结构重量上的优势使之在与同类型弹射起飞的飞机相比时，理论上能够得到更大的整机推重比，更小的翼载荷和更加灵活的运动性能，这就有机会可以通过结构重量上的优势在一定程度上弥补整体航空技术不足的弱点。

跃升甲板起飞比采用弹射器起飞的飞机结构重量不但在飞机性能上能够得到一定的好处，而且更加容易获得成本上的收益。舰载型与同型



由于苏-30战斗机重量较大所以暂时还无法承担舰载机的角色

号的陆基飞机的结构变化越少，在结构中就存在更多的相同部分，那么在这两型飞机生产的时候就可以通用大部分的零件，这在成本和生产效率上与单独研制一种舰载机相比的优势是显而易见的。这个优势对于因为航空母舰装备数量不多或者装备资金有限而不能单独研制一种舰载机的国家来说更加重要。

采用跃升甲板对航空母舰和舰载机性能的影响

常规舰载机采用跃升甲板起飞除了前面所述可以免除研制弹射器的问题外，还具有很多方面的技术优势。如果航空母舰上的舰载机使用跃升甲板起飞，那么航空母舰上就不再需要安装复杂的弹射器和为弹射器服务的蒸汽制造和供应系统，航空母舰主机所产生的蒸汽可以全部用来作为航空母

舰的动力。因为不再需要为弹射器供应蒸汽，就可以降低航空母舰主机的功率、体积和重量，或者在功率保持不变的条件下提高航空母舰的航速，飞机在起飞时也不再需要进行复杂繁琐的弹射前的准备工作。航空母舰舰载机的起飞工作也将不会受到弹射器故障的影响，简单的结构设计也会使维护工作减少和可靠性提高，制造航空母舰的难度和成本也会比采用弹射器的航空母舰得到明显的降低。

航空母舰虽然体积庞大，但是海浪对于航空母舰在海上航行和作战时的影响仍然不可低估，当航空母舰顶风高速航行以提供舰载机尽量多的甲板风的时候，航空母舰船体的纵向摇动会对舰载机起飞造成一定的影响。如果平甲板航空母舰弹射飞机的时候舰首正处在波谷位置运动时，一般会在起飞甲板上形成 $-1^{\circ} \sim -2^{\circ}$ 的带加速

海军战略的改变使俄罗斯海军的远洋作战能力大大缩减，曾经的辉煌成为永久的回忆。





度的倾角，这样就使弹射起飞的舰载机在弹射起飞后对海面存在 $-3^{\circ} \sim -4^{\circ}$ （甲板倾角累加上船体运动的加速度）的下倾角，这个倾角的出现会对舰载机的飞行安全带来影响。为了在这个情况下保证舰载机起飞时的安全性，航空母舰的弹射器控制官不但需要正

确的判断出飞机弹射的时机和调节飞机的起飞速度，而且在飞机的总重量上还要有所保留，以便在出现危险时能够积攒起足够的升力将飞机在触海前拉起。采用跃升甲板起飞的舰载机在离开甲板时已经被赋予了 $9^{\circ} \sim 13^{\circ}$ （俄罗斯“库兹涅佐夫”号航空母舰跃

升甲板倾角 12° ）的初始角度，这样即使在航空母舰甲板倾角 -2° 的情况下，飞机在起飞时的航迹仍然可以保证具有最低超过 5° 的正倾角，舰载机在使用跃升甲板起飞时受甲板纵摇所受的影响比采用弹射器的要小。在飞行甲板同样具有 -1° 倾角的条件下，为了弥补甲板负倾角对飞机起飞造成的影响，采用弹射器起飞的平甲板航空母舰需要给飞机增加20节的起飞速度，而采用跃升甲板起飞的舰载机只需要给舰载机增加6节的速度就可以补偿甲板负倾角的影响。

采用跃升甲板起飞还对舰载飞机出现危险情况时飞行员的生存性有一定的帮助，跃升甲板起飞的舰载飞机在起飞的同时就已经具有一个比较大的迎角和上升的动量，这就使飞行员在飞机出现问题的时候还有一定的时间去进行改出操纵或者采取弹射救生措施。跃升甲板提供给飞机的初始角度在理论上可以将起飞中损失的飞机数量减少 $30\% \sim 35\%$ ，而且飞行员基本上都可以在飞机坠毁前安全的弹射出座舱。而采用弹射器起飞的飞机在离开甲板时的高度较小，修正飞机姿态的时间过于紧张，飞行员也很难完全从弹射时的高过载影响中恢复过来，飞行员安全救生的比例要低于跃升甲板起飞的飞机。如果说价格昂贵的现





采用跃升式飞行甲板的“库兹涅佐夫”号航母

代化作战飞机的损失对于舰载机部队来说还可以承受并且是可恢复的，但是受过舰上起降训练的熟练飞行员的损失在短时间内却是很难弥补的。

如果采用跃升甲板起飞的飞机的主要用途是用来进行制空作战，那么飞机起飞时的外挂载荷就不需要很高，可以在战时把大排水量的油轮、集装箱船和滚装船迅速改装为能够携带一定数量战斗机的载机舰。通过将民船改装成载机舰不但可以用来为护航舰队提供一定程度上的防空掩护，而且以很低的成本付出就能够得到相当数量的海上航空力量，在战争时期能够迅速扩张海上航空力量在战术和战略上的作用都是十分明显的。

存在的问题

前文基本上介绍了采用跃升甲板对航空母舰和舰载机的有利之处，但是在现代海军使用常规舰载机的航空母舰之中，只有俄罗斯的“库兹涅佐夫”号这一艘航空母舰应用了跃升甲板，而以美国和法国为代表的其他国家装备的航空母舰都应用了飞机弹射器。在美国和法国都已经完成了常规飞机采用跃升甲板起飞的试验后，仍然没有在实际装备上进行应用，这个事实也从一个方面证明了跃升甲板在使用中还存在着一定的问题，这些问题对跃升甲板的推广和应用都存在有明显的限制作用。

在采用蒸汽弹射起飞方式的航母上，其前甲板有较大的可利用空间。



舰载机在使用跃升甲板起飞时的起飞速度要大大的低于采用弹射器和地面跑道滑跑起飞的同类飞机，如果不是因为跃升甲板为飞机提供了一个初始向上的抛物线轨迹的话，单纯依靠飞机的发动机推力是无法支持飞机转入正常飞行的。舰载机在使用跃升甲板起飞时存在的这个特点决定了飞机在离开甲板后的整机推重比必须超过0.65~0.75（具体数值根据飞机的升力性能和可用滑跑距离长度来确定）。舰载机采用的涡扇发动机在低速起飞时的实际推力大都无法达到正常台架推力，实际可用推力一般情况下只能达到发动机台架推力的90%~95%，这就使舰载机在使用跃升甲板起飞后普遍存在有一个上升率为负的过程，在这个过程中飞机的飞行轨迹有一定的降低，飞机必须在高度损失达到危险范围之前就使飞机的升力能够克服重力的影响，这就使飞机使用跃升甲板起飞时必须将总重量保持在发动机推力可满足正常起飞要求的范围内以保持整机推重比。而采用弹射器起飞的飞机的初速度是依靠弹射器强制提供的，飞机发动机推力主要用来克服起飞后空气阻力和重力的影响，弹射起飞后的飞行初段高度损失很小，飞机的总重量只受弹射器功率和飞机气动结构和强度的限制。在采用跃升甲

利用蒸汽弹射装置准备起飞的舰载机



对于暂时无法解决蒸汽弹射起飞方式的国家而言，采用跃升飞行甲板的起飞方式成为惟一的选择。





现代化战机的引进与生产给中国未来航母的发展提出了更高的要求,认真地分析国外成功的经验可以对我国未来航母的发展提供的借鉴作用。

板和弹射器起飞这两种飞机的气动设计和动力系统性能相当的情况下,采用弹射器起飞飞机的总重量明显的要高于采用跃升甲板起飞的飞机,有效载荷上的差距对于担负对地攻击任务等需要大载荷的飞机是十分重要的。俄罗斯航空母舰装备的苏-33在升力系数比苏-27SK有很大提高的情况下,最大(理论计算值)起飞重量要比苏-27SK少3吨,而且苏-33还必须为起飞安全保留一定的重量余度,外挂物增加的阻力和气动变化对飞机低速度飞行品质的影响使苏-33实际的起飞重量比理论数值还要有大幅度的下降。与采用弹射器的飞机进行比较可以看出,升力系数和飞机整机推重比更高的苏-33在载弹量上与F/A-18E/F存在着明显的差距,甚至机体更小和动力性能更差的F/A-18C/D和A-7E的载弹量都要超过苏-33,这也从事实上

证明了跃升甲板起飞对飞机有效载荷和战斗力上存在的限制。

采用跃升甲板起飞的飞机的速度要比弹射起飞低,当飞机推重比下降的时候这个差距还会进一步拉大,这就使飞机在小速度和带有负上升率情况下的操纵性十分重要。对飞机小速度操纵性能的要求使采用跃升甲板起飞飞机在小速度下的俯仰、滚转稳定控制能力比普通飞机更高,在飞行控制系统的设计难度和可靠性方面的要求也会大幅度的提高。

当舰载机采用弹射器起飞的时候,飞机起飞的滑跑距离只是弹射器活塞的行程距离,计算上机身的长度和燃气折流板所占的长度也只是在100米左右,不到大型航空母舰甲板全长的1/3,这就使舰载机使用弹射器起飞的时候只需要甲板前半段的面积,与舰载机用来降落的斜角甲板之间没有干扰,

这就使使用弹射器的航空母舰在舰载机起飞的同时还可以回收舰载机,航空母舰使用弹射器时的舰载机使用更加灵活。

采用跃升甲板起飞的舰载机所需要的跑道长度要远多于弹射器的行程,以俄罗斯“库兹涅佐夫”号航空母舰上使用苏-33为例,该航空母舰起飞甲板上有2条起飞跑道,其中在岛式上层建筑方向的一条跑道的可用滑跑距离为110米,只能用来起飞“米格”-29K和轻载的苏-33,而且苏-33即使在轻载时使用这条跑道都有一定的困难。苏-33在“库兹涅佐夫”号上带弹起飞主要使用斜角甲板方向的那条180米长的跑道,在苏-33起飞时所需要的跑道总长度在200~230米左右,当多机起飞时还需要为排在燃气偏流板后面的飞机留出一定的空间。从“库兹涅佐夫”号航空母舰甲板布置情况可以看出,采用



跃升甲板起飞所需要的跑道长度超过了弹射起飞的一倍以上，当舰载机使用跃升甲板起飞的时候需要占用降落用的斜角甲板，在飞机起飞的同时就无法回收舰载机。

要避免影响飞机回收就必须缩短起飞所需要的滑跑距离，这就需要大幅度的增加飞机的整机推重比，明显的增加飞机和发动机设计的难度。

航空母舰甲板面积有限，载机密度远超过陆地机场，这就使部分飞机需要停放到甲板上，使用弹射器的航空母舰的甲板是全通的平甲板，起飞区部分也可以停放飞机，在美国航空母舰的众多照片中经常可以看到在前甲板的起飞区停满了飞机。而采用跃升甲板的航空母舰的前甲板是个带弧度的曲面，这部分甲板上无法停放和系留飞机，使航空母舰上原本面积就比较有限的甲板更加紧张。

舰载机采用跃升甲板起飞时飞机与甲板间没有硬联接，当海况恶劣的

时形成的大涌浪造成航空母舰大角度横、纵摇时，飞机的位置固定和保持滑跑方向稳定很困难，飞机起飞在舰体倾角超过一定范围后就必须停止。而弹射起飞的飞机前轮被固定在弹射器滑道上，飞机的位置比较容易保持，比跃升甲板起飞的飞机更加适应高海况时恶劣的起飞条件。

在航空母舰安装跃升甲板后，上翘的舰首与起飞甲板之间形成的高度差（“库兹涅佐夫”号航空母舰跃升甲板顶端到平甲板的高差近7米）会遮蔽部分航空母舰顶风航行时所形成的甲板风，这会影响到飞机起飞时利用甲板风的效率，安装有跃升甲板的航空母舰在航速28节时的甲板风效率比同样航速的平甲板航空母舰要低1节左右。

航空母舰舰载机采用跃升甲板起飞所存在的最大问题并不是在战斗机上，虽然战斗机通过跃升甲板起飞载弹量不足的缺点限制了航空母舰编队对地、海目标的攻击能力，但是这个缺陷对以争夺制空权为根本任务的战斗机来说还可以接受，跃升甲板起飞的载弹量足够让战斗机担负制空作战任务。有效载荷不足的问题对航空母舰舰载机部队中的特种飞机的限制，才是航空母舰舰载机采用跃升甲板起飞所存在的最大问题。现代化的航空母舰除了搭载战斗机外，执行空中预警、空中加油和电子对抗任务的特种飞机已经成为了舰载航空兵综合战斗力的核心，舰载战斗机如果缺乏这些特种飞机的支持将无法发挥出有效的战斗力，在现代战争的系统对抗中将要处于完全被动的态势。虽然以预警机为核心的特种飞机大都采用高升阻比的小后掠角机翼，并且普遍采用了复杂完善的各种增升措施，但是特种飞机上安装的任务装备和进行长时间飞行所需要的燃料都使这些飞机的体积和总重量过大，采用跃升甲板的航空母舰的起飞距离很难满足这些飞机起飞速度的需要，如果为满足起飞的要求而减少飞机任务载荷和燃料的重量又会降低飞机的性能。现代航空母舰上的特种飞机普遍需要采用弹射器起飞，以预警机为例，采用跃升甲板的俄罗斯航空母舰只能使用性能远低于采用常规弹射起飞的E-2C的预警直升飞机，预警直升飞机在雷达探测

范围、信号处理能力、续航时间和指挥引导能力上与E-2C相比差距都十分明显，同样的问题也存在于空中加油和电子对抗机中，特种飞机采用跃升甲板起飞所存在的问题严重的限制了航空母舰舰载战斗机的战斗力。

对我军现役战斗机采用跃升甲板起飞应用的探讨

战斗机采用跃升甲板起飞并不仅仅可以应用到舰载机中，在陆地机场上同样可以发挥出很大的作用，我国海岸线漫长，沿海的地区和大量的岛屿上很多都没有足够修建普通机场跑道的空间，在战争过程中敌方也会将机场跑道作为首要的攻击和破坏目标，这些因素都决定了陆基常规飞机同样需要具有一种能够在短距离起飞的可靠手段。早期美国和苏联使用过将飞机安装在轨道上采用火箭助推起飞和在飞机上附加火箭助推器的办法，但是都因为这些措施中存在的技术问题而没有得到普遍的应用，跃升甲板起飞技术的成熟为常规飞机地面起飞提供了一个更好的选择方式。

因为在地面机场起飞时的滑跑长度不必像航空母舰那样受限制，这就可以使地面起飞的飞机使用更长的跑道，起飞性能要明显的超过舰载机，而且可用滑跑距离的增加也可以完全消除舰上起飞对飞机重量的限制。带跃升段的地面跑道能够较在很大程度上降低飞机的起飞离地速度，这就使战斗机在结构强度允许下能够携带更多的有效载荷，大幅度的提高飞机的战斗力。

在机场采用带跃升段的地面跑道所能够得到的好处，可以以我国目前最广泛装备的飞机为例进行分析。据《参考消息》报道，某新型战斗机采用了机头进气和双三角机翼。假设该机携带空战挂载采用普通跑道起飞时的起飞距离为800米时，如果在跑道一端增加一块长度为80米，高度差为6米，倾角为 10° 的跃升跑道，那么在同样外挂条件下的起飞距离可以缩短到原来的40%~45%。即使是该系列采用三角机翼的早期型号也可以在500米距离上完成带弹起飞，跃升跑道在减少滑跑距离上的实际收益十分明显。

为了发挥短场起降的性能优势，使用跃升跑道起飞后的飞机着陆时的

法国的“阵风”-M舰载机彰显出别具一格的法兰西特色，其成功的经验值得我们借鉴。



滑跑距离也不应该超过起飞距离过多，这就需要对飞机采用一定的强制减速措施，采用飞机拦阻索就可以满足这个要求。西方国家的空军战斗机普遍都装备了着陆钩，可以通过机场上安装的飞机拦阻索降低飞机着陆滑跑的距离，在使用效率上超过了我军战斗机目前使用的减速伞。航空母舰上使用的飞机拦阻索必须在几十米内将高速度的飞机完全停下，这个急剧的减速过程对飞机结构强度的要求很高，为了保证拦阻着陆所需增加的结构重量占了舰载机增重的很大部分。飞机在地面机场上使用飞机拦阻索着陆前就已经进行了一定距离的减速滑跑，对飞机的结构强度要求远低于航空母舰上的舰载机，并且也不需要为主起落架进行加强。法国空军装备的“阵风”-D型战斗机上的拦阻钩组件的结构重量不到海军的“阵风”-M上的拦

阻钩的1/3，如果在我军普遍装备的战斗机加装拦阻钩组件，在重量上只需要增加150~300千克（数值根据机型不同计算），改进的技术难度和结构增重幅度都完全处在可承受的范围之内。空军战斗机无论是采用跃升跑道起飞还是拦阻着陆都可以直接参考为海军航空母舰舰载机发展的相关技术，在资金的消耗和飞机改装的难度上都要低于同型舰载机，并且可以通过分担舰载机研制的成本而得到很好的综合费比。

我国空军现在装备的战斗机大都采用了涡喷动力，这就造成了飞机的航程不远，为了保证海防的安全和对威胁的快速反应，将战斗机布置在前线的野战机场和海岛的小机场是十分必要的，如果在机场上预先构筑必须的基础，将拦阻索和跃升跑道以组件的形式进行安装，

完全可以将机场建立在很多原来无法修建机场的地方，当我军机场在战斗中受到敌方攻击而被部分破坏的时候，可以机动安装的拦阻索和跃升跑道就会成为保证飞机起飞作战和安全返航的重要手段。

结论

先进的常规舰载战斗机采用跃升甲板起飞是航空技术发展中的一个了不起的成就，具有很强的实际意义，跃升甲板技术不但在航空母舰的装备上具有很重要的作用，而且还具有在战争时期将货船迅速改建为护航航空母舰的潜力。跃升甲板起飞技术的发展对于使用地面机场的空军战斗机也有战术价值，对于跃升甲板技术的开发和研究能够使我国海、空军的作战飞机降低对跑道的依赖性，更加适应未来的战争环境。✍

陈悦

本文图片未特别标明者皆
由中国海军史研究会提供

碧海忠魂

——“致远”级穹甲巡洋舰

1986年9月的一日，空气中已悄然沁入秋的气息。威海市环翠楼广场竖起了一座高大的铜像，英雄和他的爱犬面向着大海，蔚蓝色的大海。那是一片充满了悲壮与奋争的蓝色，英雄的事业、梦想、忠诚乃至他的生命都溶在了这片蓝色的永恒当中。每天清晨，金色的阳光都会将塑像映得一片辉煌，这位英雄的故事里，有一级战舰与他的名字紧紧连在了一起，这级战舰的名字并没有随着历史的推演和时光的流逝而减损丝毫光辉，相反地，她已升华成了中华民族海军的精神象征。

“阴谋诡计”

两次鸦片战争后，近代中国开始学习西方建设新式海军，主要是以当时的海上霸主英国海军为师。在延请外籍顾问至国内教学的同时，又专门派出海军留学生赴英学习，因而中国近代海军充满了英式传统。在购买西式军舰方面，中国也一度只认准英国一家，从阿思本舰队、蚊子船，一直到“超勇”级撞击巡洋舰，都一直是英式军舰坚定的追捧者。然而随着购舰过程中陆续发生的一些不愉快，以及英国企图控制中国海军的野心日益明显，英国舰船销售在华的代言人赫德，这个目光深邃的英国人，

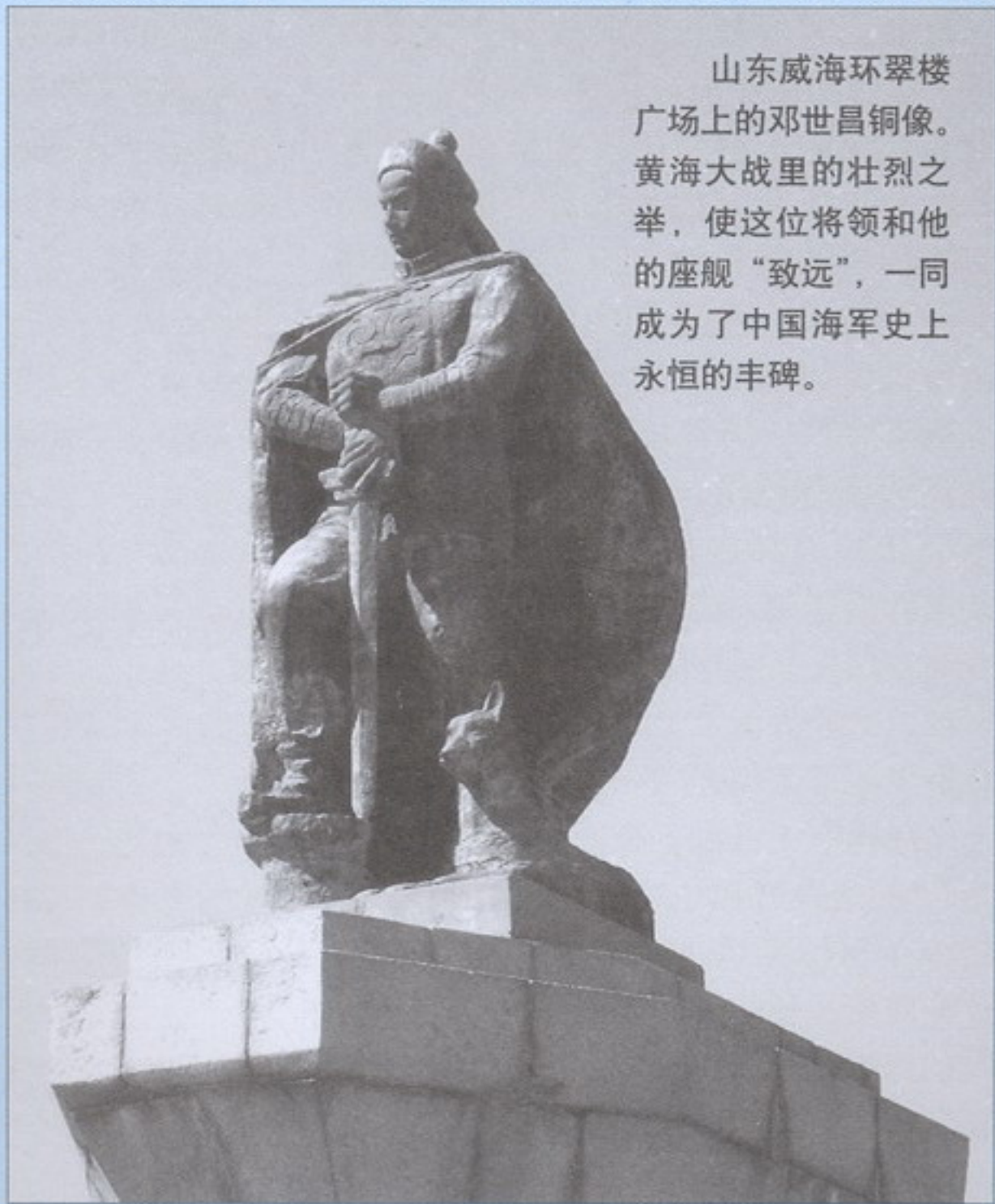
逐渐失去了主持中国新式海军建设的直隶总督李鸿章的信任，中国此后长时间不再向英国购买军舰，转而向新生的海军国家德国投去青眼。所以尽管英国设计出了相当先进的穹甲巡洋舰“爱斯美拉达”，但中国海军装备的第一艘穹甲巡洋舰却是德国建造的并不完善的“济远”级。

不甘心就此失去中国这个大市场，阿姆斯特朗公司很快调整了销售策略，撇开赫德控制的海关销售渠道，直接委派英国海军少校布里奇福德为公司驻中国的销售代表，通过英国驻华使馆、怡和洋行、旗昌洋行等从中居间，充分利用他们在中国官场和民间的各种关系，开始独立寻找、捕捉、创造军火销售的机会。

当时正值中法战争结束，福建船政水师在马尾的惨败刺激中国开始了新一轮购舰热潮，值此良机，阿

姆斯特朗公司新的销售策略很快就见到了成效。1885年10月2日，赫德收到了他的忠实部下，中国海关驻伦敦办事处主任金登干的电报，电文里报告了一个绝密情报：“曾侯奉命订购巡洋舰等，正同阿姆斯特朗等厂联系，并送去了铁甲舰的详细数据（此处铁甲舰

山东威海环翠楼广场上的邓世昌铜像。黄海大战里的壮烈之举，使这位将领和他的座舰“致远”，一同成为了中国海军史上永恒的丰碑。





薛福成(1838—1894)，江苏无锡人，先后在曾国藩、李鸿章幕府任事，是李鸿章的得力助手。1888年被派任出使英、法、意、比四国大使，后编有《出使四国日记》，详细记载了出使见闻，并抄录了大量曾纪泽任职期间的重要文件。

其实指“济远”型舰)。”10天后，消息进一步得到证实，金登干打听到中国在阿姆斯特朗公司订购了2艘军舰，同时在德国也订购了2艘。被阿姆斯特朗和曾纪泽划做局外人的赫德，愤愤地把此次交易称为“阴谋诡计”。

根据北洋大臣李鸿章的提议，最初中国的购舰计划是按照“济远”级穹甲巡洋舰的设计，在英、德两国各再订造2艘。“济远”是德国造船工业建造的第一艘穹甲巡洋舰，尽管设计上大量效仿了英国，但并没有完全学到家，不可避免存在着很多缺陷，因而从建造开始就非议不断，因为失去中国订单而对德国满腔怒火的英国人，更是对这型军舰提出许多异常尖刻的批评。受这种舆论影响，在欧洲负责具体办理订购事宜的中国官员不得不万分谨慎，驻英公使曾纪泽、驻德公使许景澄为保证新式巡洋舰的质量和先进程度，并未直接订购“济远”型军舰，而是在欧洲各国反复考察，咨询英、德两国海军部、造船界专家，最终使新巡洋舰的订造发生了有益的变化。

在评审“济远”级军舰的设计究竟是否先进的过程中，驻英公使曾纪泽结识了阿姆斯特朗公司杰出的舰船设计师威廉·怀特。才华横溢的怀特，当时的风头已大大盖过创造出蚊子船和撞击巡洋舰的乔治·伦道尔，后来还长时间供职于英国海军部。从1886年开

始，皇家海军所有大型军舰的设计几乎全出于其手，直到1903年离开海军部前，他极大地影响着无畏舰出现前英国大型军舰的设计风格，因此这段时间，又被人称为“怀特时代”。作为穹甲巡洋舰设计创始国的英国设计师，对这种巡洋舰的设计规则自然了如指掌。果然，怀特对德国学得了形的“济远”级巡洋舰提出了尖锐的批评，一口气指出“济远”的缺陷有8处之多。尽管有“外洋匠师务求相胜，亦犹自古文人之相轻。虽有佳文，欲指其瑕不患无辞”的嫌疑，但怀特提出的某些意见也不无道理，随即引起了中国国内的重视，从而间接影响了中国购买新式巡洋舰的计划。“济远”级的设计方案最终被认定设计上存在较多不足，而被放弃，清政府命令新巡洋舰改为订造“西国通行有效船式”。

这次英国人等到了他们的机会。在对德国的“济远”级设计挑鼻子挑眼时，怀特不失时机地向曾纪泽提交了一种全新的巡洋舰设计方案，对比“济远”，怀特称自己的这件得意之作有10处优点，并逐项细细阐述。经过一番了解对比，曾纪泽对这型军舰产生了浓厚的兴趣，认为确实比“济远”级优良得多，遂拟稿申请购买，与“爱斯美拉达”擦肩而过多年之后，中国终于迎来了一级英式穹甲巡洋舰，这就是后来著名的“致远”级穹甲巡洋舰。

“英厂杰构”

关于“致远”级军舰的舰体构造、各项参数、武备系统等技术情况，现代中外虽多有书籍论著提及，但多有相互矛盾之处，以致这级在中国海军历史

上占据重要地位的军舰，在迷雾后隐藏了太久的时间。非常幸运，一个多世纪前一位中国人在私人日记的偶然记载，为百年后解开“致远”之谜提供了可贵的钥匙。

1890年8月29日，李鸿章的得力幕僚、曾撰文尖刻批评赫德的薛福成，此时继刘瑞芬之后正式出任驻英公使。8月的暑气里，薛福成在日记中写下了若干对于中国舰船史研究意义重大的文字：“十五日日记，查旧卷，光绪十一年六月电传谕旨，著照‘济远’穹甲船式，在英德两国制造钢面快船各两只……”此后连续5天的日记，薛福成详细记述了有关“致远”级的大量技术资料。

这级由怀特设计，被誉为“英厂杰构”的新式穹甲巡洋舰，排水量2300吨，柱间长（指首尾立柱间的长度）250英尺，全长267英尺。从俯视图看，军舰舰首尖削，向后线型逐渐舒缓，舰尾呈椭圆形，中国以往一些线图将“致远”级军舰的舰尾画得比舰首更加尖削，这与实舰的情况并不相符。“致远”级军舰甲板最宽处达38英尺，吃水最深处21英尺，舰首吃水14英尺，舰尾吃水比舰首略深，为16英尺。军舰采用首尾楼船型，外观修长优美，主甲板距离水面6.3英尺，首尾楼甲板距离水面19英尺。作为北洋舰队中航速最高的大型军舰，“致远”级军舰的动力系统由4台高式燃煤锅炉和2座卧式三胀往复蒸汽机组成，双轴推进，功率5500马力，航速18节。和当时很多扬名世界的英国高速军舰相同，为获得更高的航速，怀特在“致远”级军舰上引入了先进的强压通风设计。



在英国航试时拍摄到的一张“致远”照片，舰首犁开的浪花，显示这艘军舰具有傲人的航速。



航试时正在高速航行的“致远”舰，照片中可以清楚地看到装在军舰首尾的小口径速射炮，以及炮口转向舷侧的210前主炮。“致远”级是北洋海军购买的第一级采用纵队作战思想设计的军舰。在英国人的设计里，压根没想让210毫米主炮向前后射击。他们在主炮前另设47毫米速射炮当前后向火炮用（图中箭头所指即为47毫米炮），虽说当时纵队战术刚开始复兴，炮位布置远未达到成熟，但怀特的设计实在有些夸张，无论怎么看都难免疯狂和古怪之嫌。

进入19世纪后，舰船上开始大量使用蒸汽动力。早期，为了获取高航速，必须让炉火熊熊的锅炉内，燃烧变得更为充分，以产生更多的蒸汽、更大的输出功率，主要采用向炉膛内机械鼓风的办法，中国称为吹风法。不过英国人并不满足于这种近乎原始的做法，不久便出现了一种更为行之有效的手段，即通过采用一系列特殊设计，让军舰的锅炉舱和相邻的煤舱能够根据需要而处于高压状态，从而提高锅炉的供气压力，使炉膛里的煤炭剧烈燃烧，此时锅炉水管中的水能在接触管壁的极短时间内迅速汽化并处于过热状态，压力将会比正常情况下高出很多，具有更大的膨胀势能，能极大提高主机的输出功率，这就是强压通风法。采用这种技术后，军舰可以获得比最大航速更高的极限航速，“致远”级军舰后来进行航试时，小试牛刀，即获得了6892马力的骄人成绩，而根据设计，“致远”级军舰采用强压通风后，功率最高将能达到7500马力。由于锅炉在强压通风状态下工作，老化会比正常工作状态下快，炉膛容易受到侵蚀，蒸汽管路长期处于高压状态的连接处也比较容易发生泄漏，因此由强压通风带来极限航速作为一种非寻常的特殊手段，在军舰的车钟表盘上并找不到这

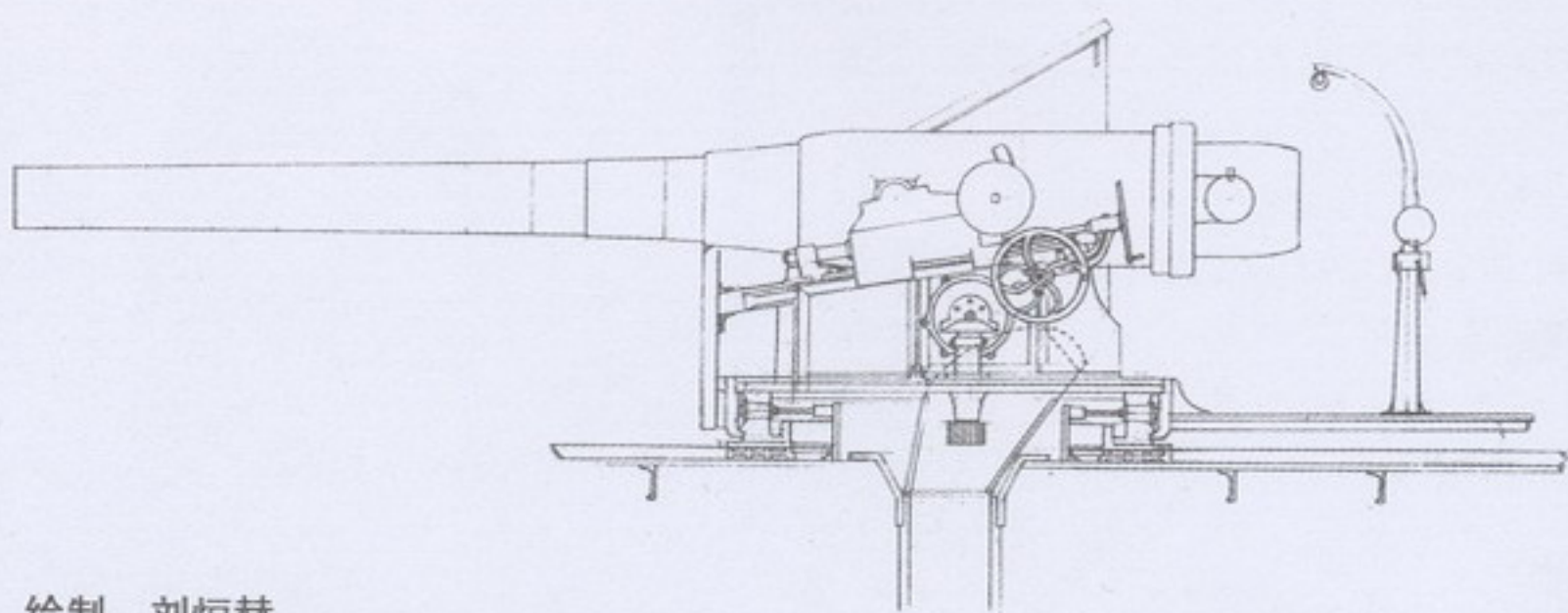
个刻度，一般都是由舰长以直接口令的形式，下达极限航速命令。1894年的中日黄海大战中，为获取极限航速，部分中国军舰采用了强压通风。然而，现代一些论著，竟想当然地把采用强压通风这种先进技术说成是北洋舰队缺乏保养，锅炉状况恶劣才不得不采用的下下之策，实在令人哭笑不得，这和批评北洋海军采用横阵一样，都属于未经调查研究，没有掌握充足的资料，对当时的海军和舰船技术没有足够的了解，便信口开河乱下结论的不科学做法。

汲取了“济远”煤舱促狭的教训，“致远”级军舰的煤舱设计得较大，正常情况下载煤200吨，煤舱最大容量为520吨，以10节航速巡航时，每天耗煤量20吨，自持力为25天左右，而当轮机处于强压通风状态下工作时，每天耗煤量则增大到70吨。

对比没有学到家的“济远”，“致远”是一级纯正的英式穹甲巡洋舰，防护设计上处处都体现出了英式思路。军舰采用双层底，2层船底之间被分隔为很多水密隔舱，“虽遇搁礁及水底攻击，不至沉下”，军舰中层水平方向由穹甲甲板防护全舰，穹甲中部隆起的部分高出水线，两侧则深入水线下18英寸。军舰中腰部位的穹甲甲板，因为

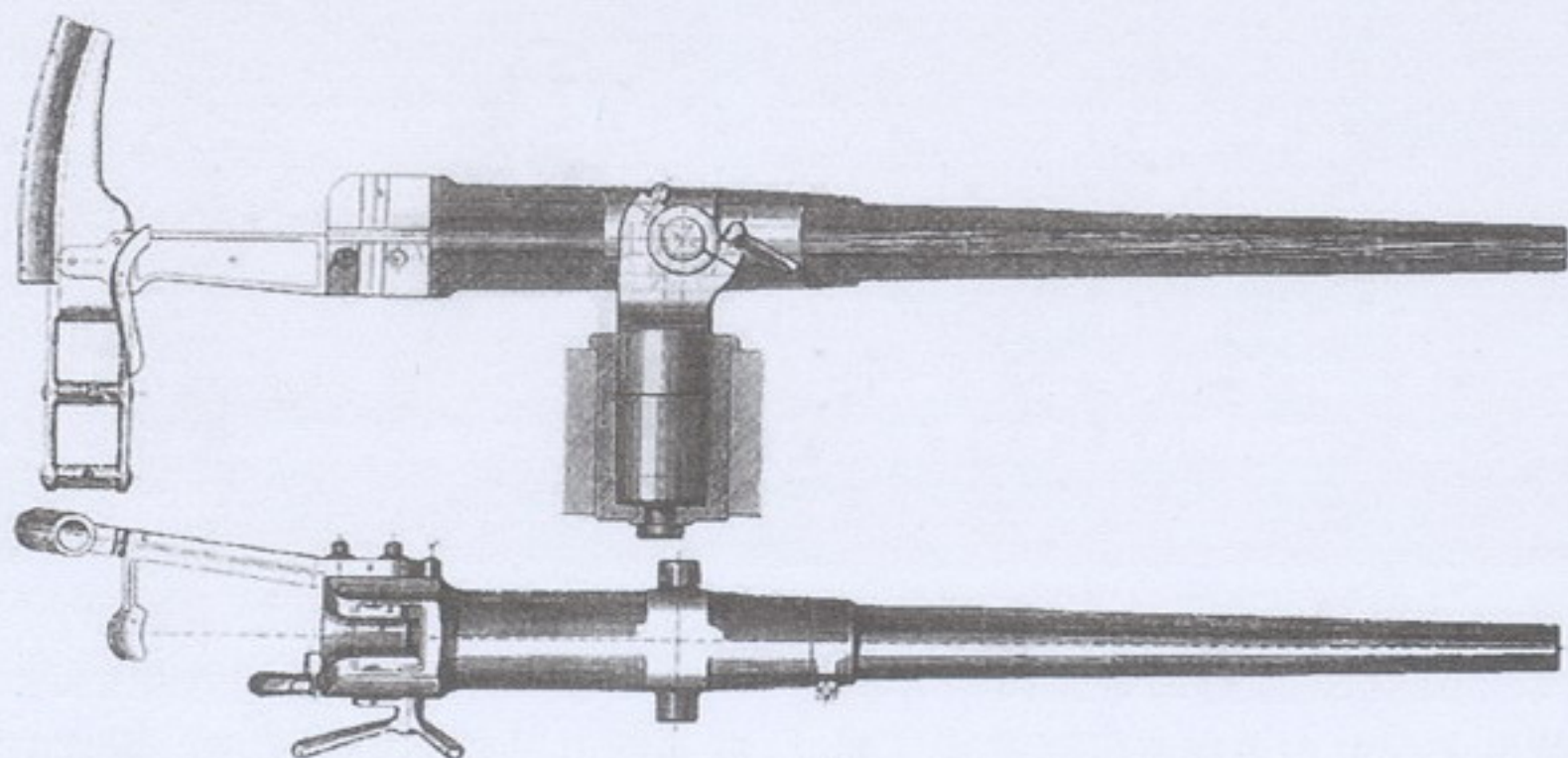
下方保护着锅炉轮机等要害部门，厚度为4英寸，而延伸向首尾的穹甲甲板，则出于减少重量考虑，厚度只有2英寸。由于除了穹甲甲板外，再没有舷侧装甲，为了使军舰有较强的抗损性，舰上的水密设计十分严密，从前到后10道水密隔壁将水线以下的舰体分为60多个水密舱，而且各座锅炉、蒸汽机之间也设置有水密隔壁，进一步提高军舰的生存力。在舰体中央部位，顶层的主甲板至穹甲甲板之间，两舷布置的水密隔舱同时也是煤舱，战时里面堆满的燃煤，可以起到一定的抵御弹片的作用，当时英国人认为，一定厚度的煤层可以抵御炮弹破片，起到防护作用。

“致远”级军舰外观上的重要特征，除了优美的首尾楼船型外，最突出的就是双桅、单烟囱。两根钢质的桅杆上，各设有一个战斗桅盘。前桅之前，在首楼甲板上设有一座装甲司令塔，塔壁厚度3英寸，司令塔内装备了水压舵轮等操舰、指挥设施，军官在此可以通过传话筒向舰上各部门发出命令，司令塔上方是露天的罗经舰桥，即飞桥，安装有罗经、车钟等设施，飞桥两翼装有左红右绿的航行灯，这里是“致远”级军舰日常的指挥场所。此外，在尾楼甲板上还有1个圆台形的备用指挥



绘制：刘烜赫

“致远”舰装备的210毫米火炮。这种结构特殊的火炮采用了德制炮管装和英制炮架，发明过地井炮的英国人，很早就掌握了液压筒的特性，并运用到了炮架上，由于装有这种原始的复进机，因而“致远”主炮的射速大大超过普通的克虏伯架退炮。



哈乞开斯37毫米口径轻型速射炮。阿姆斯特朗公司生产，与一般的哈乞开斯重型速射炮的显著区别是，火炮炮管两侧没有安装复进机。这种火炮身管较短，后坐力小，因而可以安装到桅盘内使用。

台，装有1座标准罗经，与之配套，在下方的主甲板上设有双联人力舵轮，具体安装位置在尾楼前方的2座厕所之间。“致远”舰军官有一张著名的合影照片，就是在这个位置拍摄的。

军舰上还配备了发电机，舰内的照明由150盏电灯提供，这些电灯遍布从舱面的主炮塔到装甲甲板下的轮机舱的各个舱室。另外，舰上还设有两盏照度达25000烛光的探照灯，用于夜间的海面照射、搜索。这两座探照灯一度曾被安装在桅盘里，由于如此一来桅盘内显得过于拥挤，后来便把探照灯挪至军舰前部飞桥的两翼。

不同于英式风格浓郁的舰体，“致远”级军舰的武备系统显得额外复杂多样，掺杂了很多特殊的设计。订造新式巡洋舰伊始，李鸿章就反复强调，军舰可以分别在英、德两国建造，但是武器尤其是主炮的型号必须归于统一，必须使用德国克虏伯公司生产的火炮。

抛开李鸿章对德式武器的过分热心痴迷不论，这种做法对于弹药、零件供应的标准化，的确是大有好处的。甲午战前北洋舰队混乱的供应里，很重要一个原因就是火炮的型号、口径五花八门，给零件和弹药供应带来很大困难。

依据李鸿章的指示，“致远”级军舰的主炮和在德国订造的“经远”级装甲巡洋舰一样，采用了北洋海军大量装备的德国克虏伯1880式210毫米35倍口径后膛钢箍套炮，每艘舰装备3门，分首尾布置，首楼甲板上装备双联炮台1座，2门火炮装在1个炮盘上，炮台配备2英寸厚的后部敞开式炮罩，火炮转动以及弹药提升，都由水压动力系统完成。另1门安装在尾楼甲板上，由于尾楼内有军官生活区，无法在里面布置复杂的机械装置，因此这门炮的转动和弹药补给则完全依靠人力。与之前购买的“济远”，以及驻德公使许景澄正在德国洽谈订购的“经

远”级军舰装备的同型火炮不一样的，是，“致远”的主炮仅仅是炮管为克虏伯公司制造，而炮架其实是在阿姆斯特朗公司订造的，属于带有制退复进机的最新设计。这种奇特的德国炮管加英国炮架的组合，在当时被认为充分利用了克虏伯优良的后膛炮管，与英国先进的速射炮架，属于集二者之长的设计，怀特骄傲地宣称，“致远”级的主炮炮架大大优越于“济远”。这种火炮的射速为2.5分钟1发，远远超过了传统的克虏伯架退炮，每门炮备弹50发，均为弹药分装式。“致远”级军舰回国时每门炮携带了普通铸铁开花弹15发，钢质开花弹5发，子母弹5发，实心弹25发，配套还附带了50个发射药包。

和在德国订造的“经远”级装甲巡洋舰一样，“致远”舷侧也增加了突出舰体的耳台（舷台）设计，耳台上各装备1门6英寸口径的阿姆斯特朗速射炮，舷侧射界60°，同样采用后部敞开式炮罩。火炮身管长4200毫米，药膛长767毫米，共有28根来复线，每根长3201毫米，炮管重4065千克，炮架重1434千克，配备铁弹、开花弹，弹重均为36.3千克，药包重15.42千克，火炮有效射程6500米，274米距离上测得穿甲能力234毫米。如果严格按照李鸿章的指示，这2门副炮也应采用德制克虏伯，但考虑到耳台上空间有限，而克虏伯火炮因为采用的是横楔式炮闩，炮尾的长度大大超过采用断隔螺纹炮闩的阿姆斯特朗火炮，因而改用占空间较少的英式火炮。非常有趣的是，因为耳台甲板距离水面只有10英尺左右，高速行驶时海水很容易溅入炮台，耳台正面因此被加装了一块“凹”形的炮口挡板，平时折倒，航行时则可以竖起，刚好能遮住炮罩上的炮门。

“致远”级军舰这5门大口径火炮可以用特殊的电发装置，实现齐射，司令塔内的军官只需按一下按钮，就能出现“万炮齐发”的壮观场面。除去火炮本身结构的特殊外，5门火炮的布置方法也非常特殊，当时英国在造出“爱斯美拉达”等一系列新式巡洋舰后，逐渐领悟到军舰舷侧火力的价值，对于原有的船头对敌战术进行了探索性的修正，这一修正首先是从深得船旁列炮传统的巡洋舰开始，这一修正很快也波及了铁甲舰，英式铁甲舰在继续拥有船头大炮的同时，舷侧开始装备大

量中小口径火炮，古老的纵队战术又回归了。

不同于德国设计的一心一意使用横阵战术的“经远”级军舰，怀特在“致远”上导入了纵队作战思想。首尾的210毫米口径大炮可以同时转向侧舷，即在舷侧对敌时，可以同时获得3门大口径火炮的威力。但似乎是被新出现的纵队战术冲昏了头，英国人在“致远”上加了一条画蛇添足的设计。竟然在“致远”级军舰的船头船尾各装备了1门47毫米哈乞开司单管速射炮，似乎是要用这2门挡在210毫米大炮之前的小家伙告诉中国人，横阵战术已经开始受到挑战了，210毫米火炮应该用于向舷侧射击。一方面由于消息不畅，另一方面可能因为，如果放弃以往购入的大量适用于船头对敌战术的军舰不顾，另起炉灶采用纵队战术，重新购买适合新思想的军舰，代价太大，财政难以负担。中国海军并没有特别在意这一变化，而是认为英国人把小速射炮挡在大炮前的设计非常愚蠢，随即与英方交涉，拆除了事，当时有英国报纸认为，中国人把47毫米炮和纵队战术一起扔进了垃圾堆。

5门大中口径火炮之外，“致远”级军舰还拥有大量小口径速射炮。首先是8门57毫米哈乞开司单管速射炮，其中的4门安装在首尾楼的炮房内，在“致远”级军舰的侧面可以清楚看到这几处炮房的炮门，其余则安装在甲板各处。这种火炮的外形、结构与47毫米哈乞开司炮完全相同，但威力更大，火炮炮管长2515毫米，炮管重440千克，炮架重100千克，初速600米/秒，射程4000米，在274米距离上可以击穿



“致远”级军舰装备的10管格林炮，现在保存于日本“三笠”纪念舰公园对外展出。摄影：蒋青

120毫米厚的钢板。

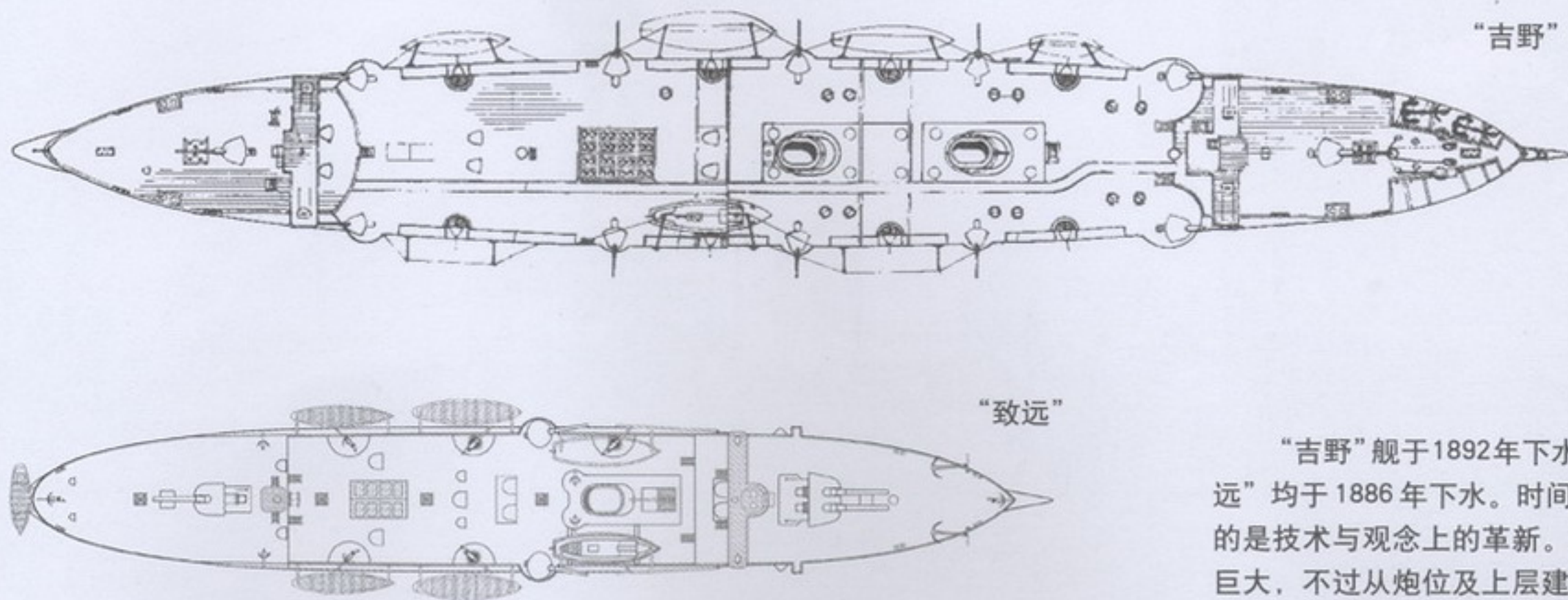
另外，装备了6门37毫米单管轻型哈乞开司速射炮，2门安装在前桅上的桅盘里，2门安装在烟囱底部的机舱棚上，最后2门装在靠近尾楼的舷侧。和普通的哈乞开司炮不同的是，这种轻型火炮身管较短，只有840毫米，后坐力小，没有配备复进机，火炮炮管重34千克，炮架重17千克，初速402米/秒，射程800米。

“致远”上还有一种特殊武器——美国的格林（现代翻译为加特林）连珠炮，就是现代加特林机关炮的始祖，海湾战争中大出风头的美国A10攻击机，机首下方的加特林机关炮就是格林炮的

直系子孙。这种由美国人理查德·加特林(Richard Jordan Gatling 1818-1903)在1862年发明，用手把摇动枪管围绕轴心转动的转管武器，火力异常猛烈。“致远”装备了6门格林10管连珠炮，2门安装在后桅的桅盘内，其余4门分别安装在首尾楼顶部的两舷，火炮炮管长811毫米，炮管重371千克，炮架重181千克。

“致远”级军舰上编制有海军陆战队，但并没有装备专门的舢板炮。而是在订造哈乞开司速射炮和格林连珠炮时，增订了陆军用的炮车，必要时可以把这些火炮拆卸上岸使用。

根据一些国外论著记载，“致远”级



“吉野”舰于1892年下水，“致远”、“靖远”均于1886年下水。时间上的跨度带来的是技术与观念上的革新。虽然两舰差别巨大，不过从炮位及上层建筑的布置上还是可以察觉出二者间前后相继的关系。

军舰装备了18英寸白头鱼雷，但从原始资料看，可能同样出于标准化考虑，出现在这级英式穹甲巡洋舰上的实际是14英寸的德制刷次考甫黑头鱼雷。全舰共有4具鱼雷发射管，分布于在船头尾和两舷，配备黑头磷铜鱼雷12枚。

除了火炮武备外，每艘“致远”级军舰还附带了40支马提尼亨利步枪，和15支当时被称为“梅花手枪”的左轮手枪。

综合来看，“致远”级军舰尽管吨位较小，但无论是船型、动力、防护、武备等方面，都有可圈可点之处，属于当时非常先进的一型英式穹甲巡洋舰。原本怀特还有计划再增设2座耳台和相应的副炮，可惜由于中国方面在吨位、经费等问题上的限制，而被迫放弃。但英式巡洋舰的这种设计思路却传承了下去，1892年，英国为日本建造“吉野”号穹甲巡洋舰时，这艘“致远”的直系子孙竟然采用了多达10座的耳台，怀特在“致远”上未能彻底施展的思想，在“吉野”上得到了淋漓尽致的体现。可是谁又能想到，这2级渊源极深的战舰，数年之后会在血与火的战场相见，上演一幕惨烈的生死决斗呢。

“穹甲”与“装甲”之辩

曾纪泽很快与阿姆斯特朗公司商定了合同，共订造2艘“致远”级军舰，后

来被李鸿章分别命名为“致远”、“靖远”，英文名称 Chih Yuen、Ching Yuen，总价364110英镑，第一笔造价9万5千英镑随后从国内通过汇丰银行汇出。应曾纪泽要求，福州船政也派出了技术人员黄戴、张启正等前往英国监造。深得父亲曾国藩的真传，曾纪泽办事处世非常小心谨慎，为防止重蹈李凤苞的复辙，预先电报总理衙门打了一针预防针，详细说明了穹甲巡洋舰没有用水线带装甲的原因：“快船加厚甲则钝，薄甲反不如无甲，缘炮子遇无甲处穿圆孔而出，其孔易堵。遇薄甲则并甲送入，孔大伤多也。恐将来有不明此理者，讥此二船无甲，故先电闻”，颇有一番恐后无凭，立此为据的意思。

对穹甲、竖甲一头雾水的总理衙门实在看不出什么名堂，便直接把选型的皮球踢给了李鸿章，要李鸿章去“详细酌议”。此时李鸿章受许景澄的影响，对德式的装甲巡洋舰产生了浓厚的兴趣，大笔一挥给了曾纪泽一封电报，竟然要求给“致远”级军舰加上8~10英寸厚的水线带装甲。此后，曾纪泽开始了和李鸿章的费力辩论，反复向李鸿章解释穹甲军舰的设计原理，那段时间里曾纪泽发给李鸿章的一系列电报，简直可以用作穹甲巡洋舰设计的启蒙读物了。早在订造“济远”时就已接触穹甲的李鸿章，对这种设计不

可谓不熟悉，此时和曾纪泽大装糊涂，自然有其原因，对赫德的满腹怨气，使得北洋大臣还是不想采用英国设计的军舰，而一心只要英国仿造德国的设计了事。

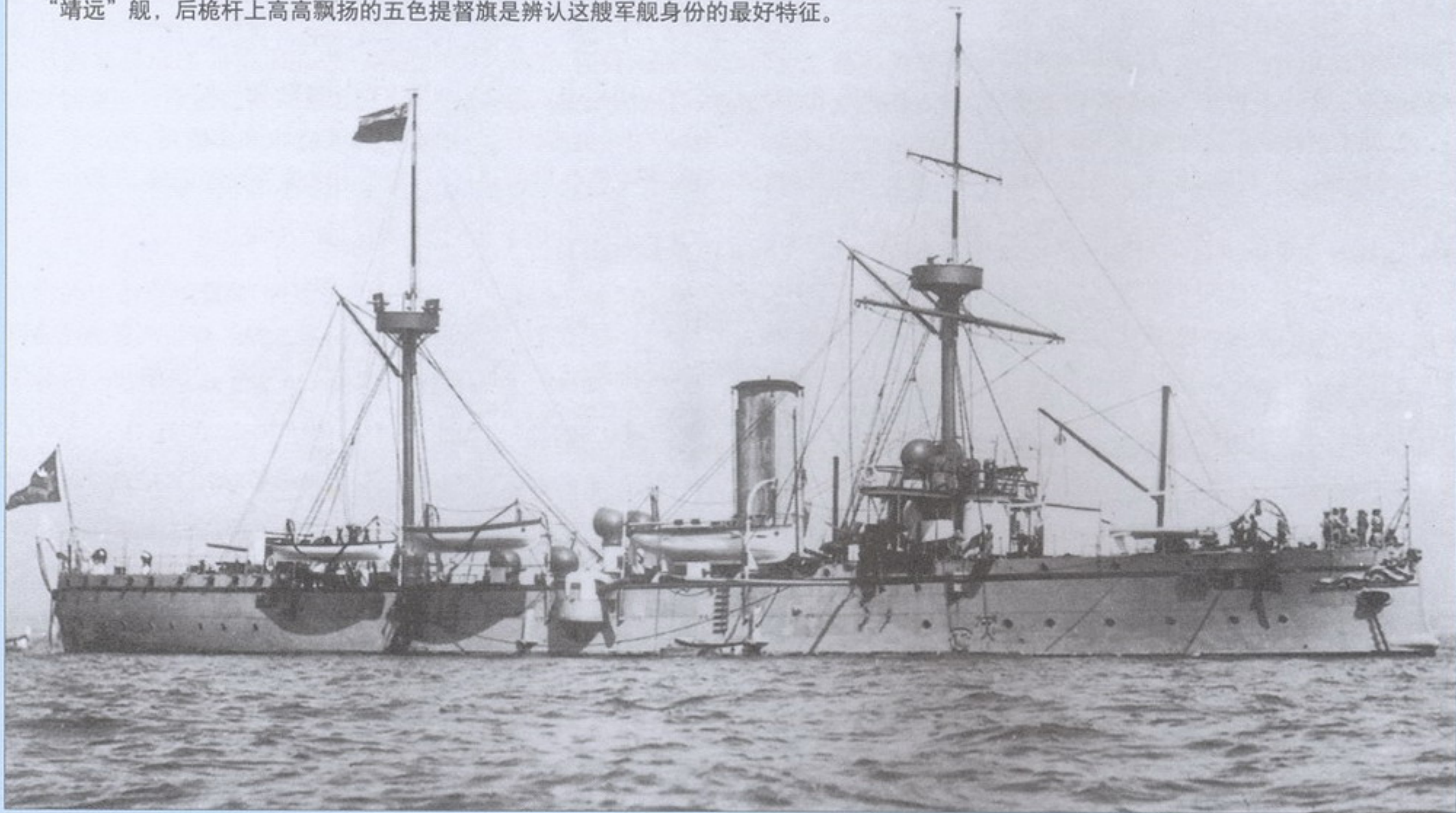
经过旷日持久的辩论，结果谁也不能说服对方。有英国设计师在幕后指点的曾纪泽，在军舰设计问题上讲得头头是道，异常雄辩。被长时间的辩论磨得没了脾气，最后李鸿章只能一碗水端平，同意在德国英国分别订造装甲、穹甲巡洋舰。1885年11月4日，清廷下旨正式确定订造2艘“致远”级穹甲巡洋舰，谕令中严词提醒曾纪泽“务期适用，毋得虚靡帑银！”，结尾处则对这位中兴功臣的后代用了两个意味深长的字：“慎之”。

接舰回国

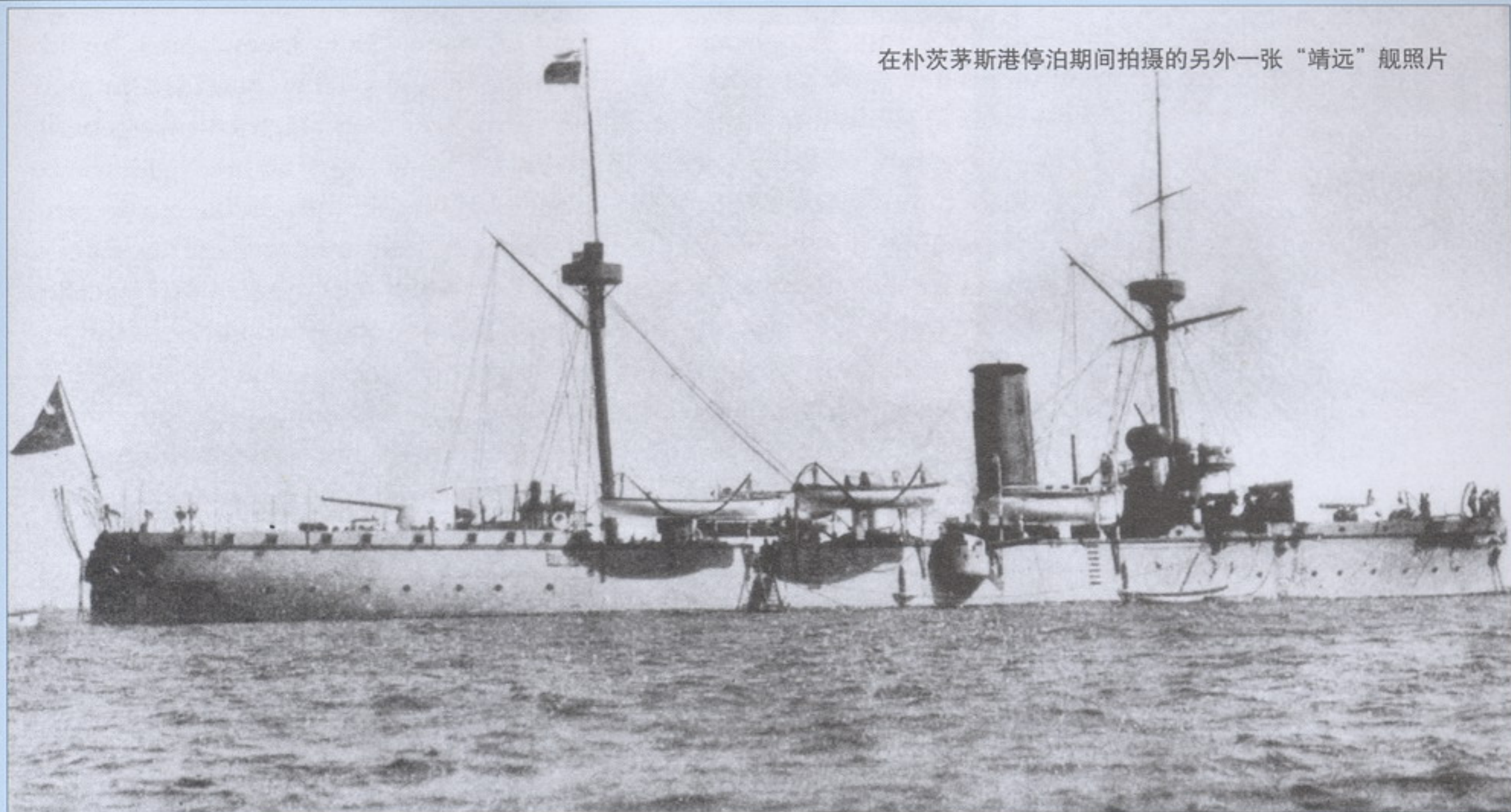
阔别多年后，阿姆斯特朗公司的船台上再次出现了为中国建造的军舰。与当年订造“超勇”级军舰时不同，这次中国军舰完全是在阿姆斯特朗公司自己开设的奥尔斯维克船厂建造的。

同样阔别多年，风光旖旎的泰恩河再度迎来了中国海军，河畔的纽卡斯尔风采依然，很多居民都还记得多年前2艘中国撞击巡洋舰的往事。经李鸿章奏请，中国向欧洲派出了规模空前的接舰部队，人数高达400多人，乘坐

这张长久以来被误认为是“致远”的照片，拍摄的实际是停泊在朴茨茅斯军港的“靖远”舰，后桅杆上高高飘扬的五色提督旗是辨认这艘军舰身份的最好特征。



在朴茨茅斯港停泊期间拍摄的另外一张“靖远”舰照片



招商局“图南”号轮船远涉重洋，分赴英、德2国接收新购的军舰。负责到英国接舰的官兵由邓世昌、叶祖珪统领，分别接收“致远”、“靖远”2艘新式穹甲巡洋舰。

引人注目的是，这次中国接舰部队的总统率，是一位蓝眼睛、高鼻梁的西方人。琅威理(Lang William M)，1843年1月19日出生于英国，14岁考入皇家海军学校，16岁开始进入皇家海军服役，行事作风严谨，是一名标准的职业海军军人。20岁时，琅威理第一次踏上了中国的土地，当时身为阿思本舰队内的一名小军官，并未给中国人留下太多印象。1877年，琅威理负责护送驾驶仅有几百吨的蚊子船到中国，因为出色娴熟的技术和认真的职业精神，获得中国驻英公使郭嵩焘等的好评。1882年开始被李鸿章高薪聘请为北洋水师总教习(总查)，负责舰队的教育、训练等事务，当时的目标是将北洋舰队的训练提升到国际水平。这位严厉的英国军官在任职期间，以身作则，治军极为严格，经常不分昼夜进行各种训练，以至北洋舰队中一度流传着“不怕丁军门，就怕琅副将”的说法。在琅威理的严格要求，和一手管理下，中国海军的训练水平到达了颠峰，令各国刮目相看，这是一位在中国海军发展进程中不应该被忘却的外国人。

以刘步蟾为首的闽党军官集团，对这位“飞扬跋扈”，到处指手画脚的英国人非常反感，结下了很深的矛盾。远

道而来的琅威理并不明白中国人平日里称他为提督，实际只是客套话而已，1890年秋，北洋舰队巡泊香港，提督丁汝昌因事暂时离舰。刘步蟾向琅威理进行挑衅，下令降提督旗升总兵旗，琅威理认为自己也是提督，虽然丁汝昌离舰了，但自己在舰上，仍应该挂提督旗，因此与刘步蟾发生激烈冲突。闽党随后抓住北洋大臣李鸿章的心理，称琅威理坚持升提督旗的行为显示了对中国海军控制权的野心，一贯坚持权操自我的李鸿章于是站到的闽党一边，讨了老大没趣的琅威理随后不久愤然辞职。

琅威理的离职，给后来的北洋海军建设产生了极大的负面影响。尽管琅威理个人始终坚持自己只是拿钱干活的职业军人，但英国政府实在是把他看成控制中国海军的象征，赫德就曾经露骨的指出“……保持海军掌握在英国人手中……中国需要琅威理，多么好的开端！机不可失……”。琅威理辞职后，英国很快停止了与中国海军的合作，不再接收中国海军留学生，转而与日本达成同盟关系。而失去琅威理的北洋舰队，如同一下子没了管束的孩子，纪律开始松弛，管理逐渐混乱，为日后的失败埋下了伏笔。当然这些都是后话，接舰之时尚是1887年，正值中英两国海军的蜜月时代。

英国朝野看到一位英国籍的中国海军提督，自然一片欢天喜地。琅威理到达欧洲后，先是仔细检查了4艘新造的

巡洋舰，并立刻安排中国水兵的培训事宜。1887年7月9日、23日，“靖远”、“致远”相继完工，顺利通过航试，各项指标均达到了设计要求，这回英国的表现终于能令人满意了。很快，中国官兵便接收了2艘军舰，琅威理将“靖远”定为编队旗舰，在桅杆上升起了象征他职衔的五色团龙提督旗。

8月20日，纽卡斯尔的居民再度欢



北洋海军总教习，英国人琅威理。在任职期间，治军严格，一度使北洋舰队的训练达到了世界水平。1891年因为撤旗事件，被排挤回国。甲午战争时，中国曾一度准备再次聘用琅威理来华指挥作战，被婉拒。甲午战后，对中国海军充满感情的琅威理，曾向中国政府提交过重建海军的通盘建议。

送远道而来的中国海军，“靖远”、“致远”2舰在夹岸英国百姓的欢呼声中，缓缓驶离码头，军舰首尾金灿灿的飞龙纹饰，在阳光照耀下分外夺目。22日下午5时，“靖远”、“致远”，连同在英国亚罗船厂建造的“左队一号”大型鱼雷艇一起抵达朴茨茅斯军港，随后不久2艘“经远”级装甲巡洋舰也从德国赶来会合。

根据琅威理的计划，编队原准备9月8日启程回国。但当天清早，在起锚过程中，“致远”舰的锚链突然断裂，舰首1只大锚丢失在海中，航行计划被迫推延。根据“致远”舰下锚时测定的经纬度，英国潜水员很快在海底寻获了大锚，一时中国海军的技术素质在英国传为佳话。

1887年9月12日，气温华氏58°，凌晨3时，整装完毕的中国舰队开始升火，从早上就刮起来的西北风到中午的时候稍稍停歇，旗舰“靖远”随即挂出旗号，命令全舰队下午1点起锚，下午2点，港内的英国舰队鸣响礼炮，4艘中国新式巡洋舰和1艘鱼雷艇以纵队队形驶离朴茨茅斯港，踏上回国的航程。

经李鸿章及当时中国驻英公使刘瑞芬的安排，中国使馆官员余思诒随舰队一起回国，负责航行沿途的照料等事，以示慎重。这位江苏武进籍的官员，在这次漫漫五万里长途中记录下了宝贵的日记，保留了一份百年前中国海军舰队生活的实况记载。

整个航程中，总查琅威理时刻不忘舰队训练，甚至“尝在厕中犹命打旗传令”。“终日变阵必数次，或直距数十百



邓世昌(1849—1894)，字正卿，广东番禺(今广州市海珠区)人。福建船政学堂一期毕业生，曾先后两度前往英国接收新购的军舰。后长时间担任“致远”舰舰长，黄海大战中，毅然指挥受重伤的“致远”舰攻击日舰“吉野”，不幸功亏一篑，“致远”中弹沉没，邓世昌义不独生，蹈海殉国。

码，或横距数十百码，或斜距数十百码，时或操火险，时或操水险，时或作备攻状，或作攻敌计。皆悬旗传令，莫不踊跃奋发，毫无错杂张皇景状，不特各船将士如臂使指，抑且同阵各船亦如心使臂焉”。以舰队进入大海后不久的9月13日这天为例，上午各舰开始例行的操练，中午练习站炮位，午后琅威理从“靖远”发旗号命令舰队改单雁行阵，随即传令各舰打慢车航行，即刻又命令开快车，随后传令舰队改列为波

邓氏宗祠始建于1834年，邓世昌在甲午海战中英勇殉国后，其族人用清廷抚银扩建。正门楹联上书：“云台功首、甲午名留”。



纹阵，同时用旗语要求各舰报告每小时燃煤的消耗量，之后又不断询问轮机存汽多少，至下午5时晚餐时间快到之前，琅威理又传令各舰进行战备演习，提升搬运炮弹。训练过程中，哪艘军舰队型不齐，或者反应稍微迟缓，琅威理必定用旗语严厉批评。由此一斑，可以看出舰队回国过程中训练的强度，以及这位琅副将尽职尽责的认真程度。

控扼着地中海、大西洋咽喉的直布罗陀军港里，一群衣衫褴褛，身无分文

滞留他乡的华工终日在港边观望，期盼遇到自己国家的船只，能搭乘回万里之外的家乡。每日里望眼欲穿，已对前途不抱太大希望的他们，今天突然见到一队飘扬着龙旗的军舰在缓缓进港，面对袖口上绣有龙纹的祖国海军军官，“哀泣求援手”。依据当



异常珍贵的一张邓世昌便装照片

停泊在朴茨茅斯的“致远”舰。外观上区分这一时期“致远”、“靖远”的办法非常简单，只要注意桅杆后的斜桁(箭头所指)，“致远”的安装位置比一般军舰要低，而“靖远”的则较正常。



时的海军制度，军舰不得私自搭载平民，更何况此次航行的统帅是管理严格的琅威理，正当各舰管带看着眼前这群在异乡处境悲惨的同胞，一筹莫展之际，“致远”舰管带邓世昌挺身而出，冒着受军纪处分的风险，接纳这些华工上“致远”舰，“允带八人回国，命下午来船帮同作工”。

出生于广东番禺的邓世昌，他的名字日后成为中国海军一个时代的精神象征，而也正是因为他的“致远”级军舰在中国海军史上留下了永不磨灭的印记，变成英雄的代名词。自幼随以经商为业的父亲客居上海的邓世昌，童年时就跟随一位欧洲人学习英语、数学。1867年福建船政学堂招募第一期学生，除在福建本地招考外，特别在香港广东招收有英语基础者，邓世昌报考被选入后学堂，学习舰船驾驶，与刘步蟾、林泰曾等成为同学。不过与很多船政一期的学生经历有所不同，邓世昌后来并未能获选前往英国格林威治海军学校深造，在那个地域观念深厚的年代里，船政派遣第一届留学生，所用经费全由闽省负担，因而绝不会花福建的钱来送一位外省籍的学生留洋。多少显得有些孤单落寞的邓世昌，和后来的北洋舰队提督丁汝昌、总查琅威理一样，都注定只能是个孤独的“外来者”。1874年邓世昌以优异成绩毕业，被留用于福建，任“琛航”舰大副，

回国一段时间之后拍摄到的“靖远”舰，照片中可以看到已经使用了维多利亚涂装。

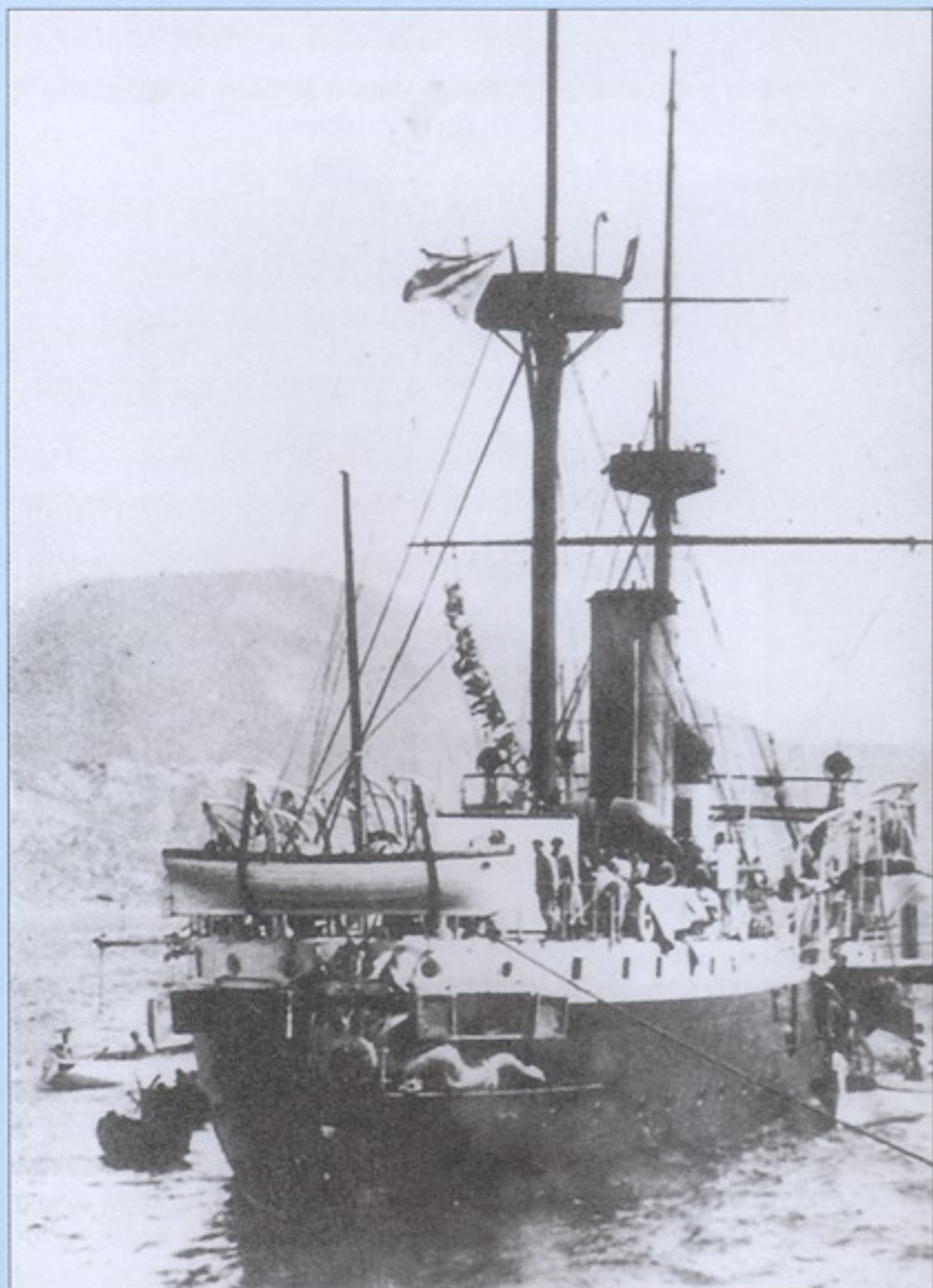


时值日本借琉球事件，大举入侵中国台湾，邓世昌在巡护澎湖、台湾防务过程中表现出色，被奖五品军功。此后，历任福建船政水师“海东云”、“振威”、“扬武”舰管带，与很多船政的同学相比，邓世昌的海上资历更为丰富。

1879年，李鸿章开始在北洋创办海军，因为人才缺乏，“闻世昌熟悉管驾事宜，为水师中不易得之才”，特别将邓世昌调往北洋，管带新购的蚊子船“飞霆”号，旋又改任“镇南”号蚊子船管带。1880年夏，“镇南”号随同编队从大连湾航向海洋岛巡弋途中，“镇南”意外发生了触礁事故，但由于邓世昌措置得当，“旋即出险”，舰体并未遭受大的损伤。事后，邓世昌被革去职

务，随后不久，考虑到引发这次触礁事故的原因较多，编队指挥葛雷森也有一定责任，又被重新起用。

在闽系军官占主导地位的北洋舰队中，邓世昌是一位孤独的舰长。他的孤独，不光是因为籍贯问题，而不被闽党集团接纳，而且他的性格和行事作风在当时的舰队中也属于卓尔不群。这位性格刚烈、不太适应官场规则、很有有种宁折不弯骨气的将领，在治军练兵方面异常严格，以至一度曾有邓世昌鞭打水兵致死的谣传，实际上，北洋舰队的军规沿袭英国海军的传统，处罚多用肉刑，鞭刑不过是一种运用极为普遍平常的惩罚方法，这种刑罚固然是极为残酷，但却是那个年代海军



“致远”舰水兵的合影，他们中的大多数都在黄海大战中，跟随自己的舰长邓世昌为国捐躯。北洋舰队中的水兵，大都来自山东荣成、文登、蓬莱一带，这些海边长大的年轻人，入伍时仅需身家清白，认识自己的名字。但进入海军后，经过1年左右的强化训练，都将成为精通船艺、天文算术，能熟练操作船上各种设备、武器，而且还能运用英文口令的合格水兵。

左图为“致远舰”尾部照片，其舰尾的龙纹异常醒目。



“致远”舰部分军官的合影，拍摄位置在军舰的舰楼附近。人群中央双手交叉站立者，就是民族英雄邓世昌，他身旁的外籍军官就是管轮洋员余锡尔。这张照片中的所有人都在黄海海战中壮烈牺牲。



情景模型：黄海大战中的“致远”舰。制作者，王少海。

中常见之事，抛开时代背景来谈论历史，往往是得不到正确的结果的。1891年，与邓世昌一样治军严格的琅威理，因遭到闽党排挤而愤然辞职后，失去了技术顾问的提督丁汝昌被闽党架空，威令不行，北洋海军的军纪一落千丈，“自

左右总兵以下争攀眷陆居，军士去船以嬉”，在这“混乱的狂欢”中，唯独邓世昌不带家眷，始终在军舰上居住，一心一意治军练兵，只有豢养的爱犬“太阳”终日陪伴左右。这位孤独的将领在他27年的军旅生涯中，仅仅回过3

次家，最长的1次也不过是在家住了7天。中法战争期间，邓世昌的父亲去世，他悲痛欲绝，但是考虑到国家海防大局紧张，而背负“不孝”之名，没有归乡奔丧，只是默默地在住舱里一遍遍手书“不孝”二字。这种不随波逐流，和诸将格格不入的做法，当时遭到很多人嗤笑和嫉恨，也使得邓世昌始终被闽党排挤，在邓世昌个人来讲，是为了治军严谨，但在很多旁人眼中，这些“标新立异”的做法大有讨好上司，意图争夺提督职位之嫌，因而邓世昌永远只是一个孤独的外来者，“不饮博（饮酒赌

博），不观剧，非时未尝登岸。众以其立异，益嫉视之”。水兵也私下把这位治军严格的舰长称为半吊子，意思就是指为人处事上，喜欢特例独行，做事与常人不同，独树一帜。

正是因为工作中的兢兢业业，尽管性格刚烈不谙官场之道，但对这位非闽省，而且海上阅历丰富的军官，李鸿章、丁汝昌都相当看重，毕竟舰队里是需要一些实实在在踏实任事的人的。为锻炼造就人才起见，1880年底，李鸿章就曾特别派遣没有留学经历的邓世昌赴英国接收当时最新锐的“扬威”军舰，时搁近7年，这次又再度派遣邓世昌赴国外接收新式军舰。

离开直布罗陀后，琅威理并未干预邓世昌接纳华工一事，这两位性格非常相像的将领，在治军严格之外，都有着爱兵如子，激扬风义的一面。舰队之后一路向东航行，在训练间隙，每隔一周左右，旗舰“靖远”上就会飘扬起旗号，命令全舰队晾晒衣物、吊床。1887年11月28日，舰队到达香港，停泊在九龙外港，之前在印度洋中航行时，邓世昌一度高烧不退，但仍坚持亲自指

挥驾舰，“邓参戎扶病监视行船，盖将至险处也”，虽然在海中多次遇到惊涛骇浪，最终安全地将军舰驾驶回国。

按照李鸿章和醇亲王奕譞预定的计划，原本以加强台湾、澎湖防务而破题购买的2艘“致远”级穹甲巡洋舰，和另2艘在德国购买的装甲巡洋舰将统一并入北洋，以加快北洋海军的建军步伐。时值冬季，北方港口大都封冻，琅威理率领的这支新购军舰编队被命令前往厦门，与正在那里过冬的北洋舰队主力会合。听说即将要见到阔别已久的丁汝昌提督，官兵都异常高兴激动，“船中金欣欣相告，云统领在厦门，吾辈不日将见吾统领矣”，足见丁汝昌当时在海军中受拥戴的程度。

1887年12月10日，天空分外晴朗，“致远”等5艘舰艇汽笛长鸣驶入台湾海峡，下午5时30分到达金门岛附近，岛上炮台鸣放礼炮致敬，此时各舰上的官兵已经依稀能够看见厦门岸边的壮观场景，以2艘“定远”级铁甲舰为首的北洋舰队主力各舰，以及南洋水师的“琛航”号军舰，都以全舰饰的盛装在等待欢迎这些远道归来的游子，远远地，还能听见“定远”舰上正在演奏雄壮的军乐，2艘“致远”级穹甲巡洋舰在这里正式加入了北洋舰队。

这批新生力量的加入，使得北洋海防实力大增，回国后的“致远”、“靖远”舰很快便迎来了北洋海军建军的盛典，邓世昌、叶祖珪被正式任命为2舰的舰长，2艘军舰之后分别长时间与同道归国的德制装甲巡洋舰“经远”、“来远”分别组队使用，经常出现于中国各海域，成为中国海军中新一代的骨干力量。然而就在这此大规模购舰后不久，户部尚书翁同龢以财政紧张为由，奏请2年内禁止海军购买外洋船炮，随即得到他的学生光绪皇帝的批准，如同郑和七下西洋后的禁海令一样，中国海军外购装备的大门被重重关上，“致远”等新式巡洋舰的归来，竟成了绝唱，中国的海军建设陷入停顿倒退的深渊。而几乎是同一时间里，光绪皇帝大婚、慈禧太后六十寿诞却都在耗费巨资，大操大办，丝毫未体现出任何一点国帑紧张迹象。

1894年春天，朝鲜爆发东学党起义。经明治维新，国力渐渐扩充、海军实力已跃居中国之上的日本，早有挑战中国，以使东亚势力划分重新洗牌的意图，遇到这千载难逢的良机，自然

不会放过，很快，朝鲜局势变得微妙起来。5月17日至27日，李鸿章亲赴威海检阅海军，性格直率的邓世昌曾当面指出北洋海军面临的窘况，一度措辞颇为激烈，让北洋大臣很是难堪。当时北洋舰队除了有效弹药匮乏、武器装备落后、煤炭供应质量低劣等问题之外，军舰的保养状况之差也已到了触目惊心的地步，包括“致远”级在内的很多军舰的水密门橡皮老化，都由于不能向国外购买军械物资而无从更换。对于这些问题，海军提督丁汝昌曾反复上报呼吁，但最终都是石沉大海。

惟公不生，惟公不死

随着朝鲜局势的急转直下，中日两国最终发生冲突，爆发了甲午战争。9月17日，护送陆军登陆结束后正准备回航的北洋舰队主力，与突然出现的日本联合舰队主力，在鸭绿江口附近的黄海海面遭遇，打响了人类历史上第一次大规模蒸汽铁甲舰队间的海战。北洋舰队迅速从双纵队变阵为利于发挥舰首方向重炮威力的横阵，而作为

舰队中唯一的两艘根据纵队作战思想设计的军舰，“致远”舰被配置于阵形左翼，“靖远”舰则被布置在右翼。

开战伊始，北洋舰队曾一度占据上风，将日本舰队分割切断。但当时日本舰队装备的100毫米口径以上火炮，数量在中国的一倍以上，而且火炮的射速也大大高于中国，因而很快战场上即出现一边倒的不利局面，日本舰队成功压制住了北洋舰队的火力，中国各舰上都是弹如雨下，而日本军舰上却可以安然行走。北洋海军旗舰“定远”在日方密集炮火攻击下，前桅杆上桅被打断，信号系统遭摧毁，导致整个舰队失去统一指挥，陷入各自为战的混乱局面。依据目前存世的北洋海军演阵图说分析，以双纵队进入战场、横阵接敌之后，实际还应该出现第三步阵形变化，即后来一些北洋海军官兵回忆的“开队分击”，这种阵形三步曲在北洋舰队历次演习中均极为常见，属于惯常的套路，但因为旗舰失去指挥能力，导致最关键的这一步变阵未能实现。



“致远”的嫡系后裔“吉野”舰，耐人寻味的是，这张“吉野”照片中可以看到晾晒在主炮等处的衣物（箭头所指处）。



西方报纸上刊登的绘画，表现的是“致远”奋力冲向“吉野”的情景。画中，“致远”的舰体已经严重侧倾。



战至下午3时10分，一直被日军炮火重点“照顾”的“定远”舰舰首被击穿，前部军医院内的大量木质构件很快燃起了灾难性的大火，浓烟从弹孔内不断向外升腾，遮蔽了整个军舰前部，导致所有面向舰首方向的花炮都无法瞄准射击，只能处于被动挨打的境地。一直以击沉“定远”为最大作战目标的日本海军，立刻调动火力最猛烈的第一游击队4舰聚攻“定远”，企图摧毁这艘亚洲第一巨舰，在日本军舰疯狂的炮击下，“定远”舰情势万分危急。

就在这千钧一发之刻，“致远”与

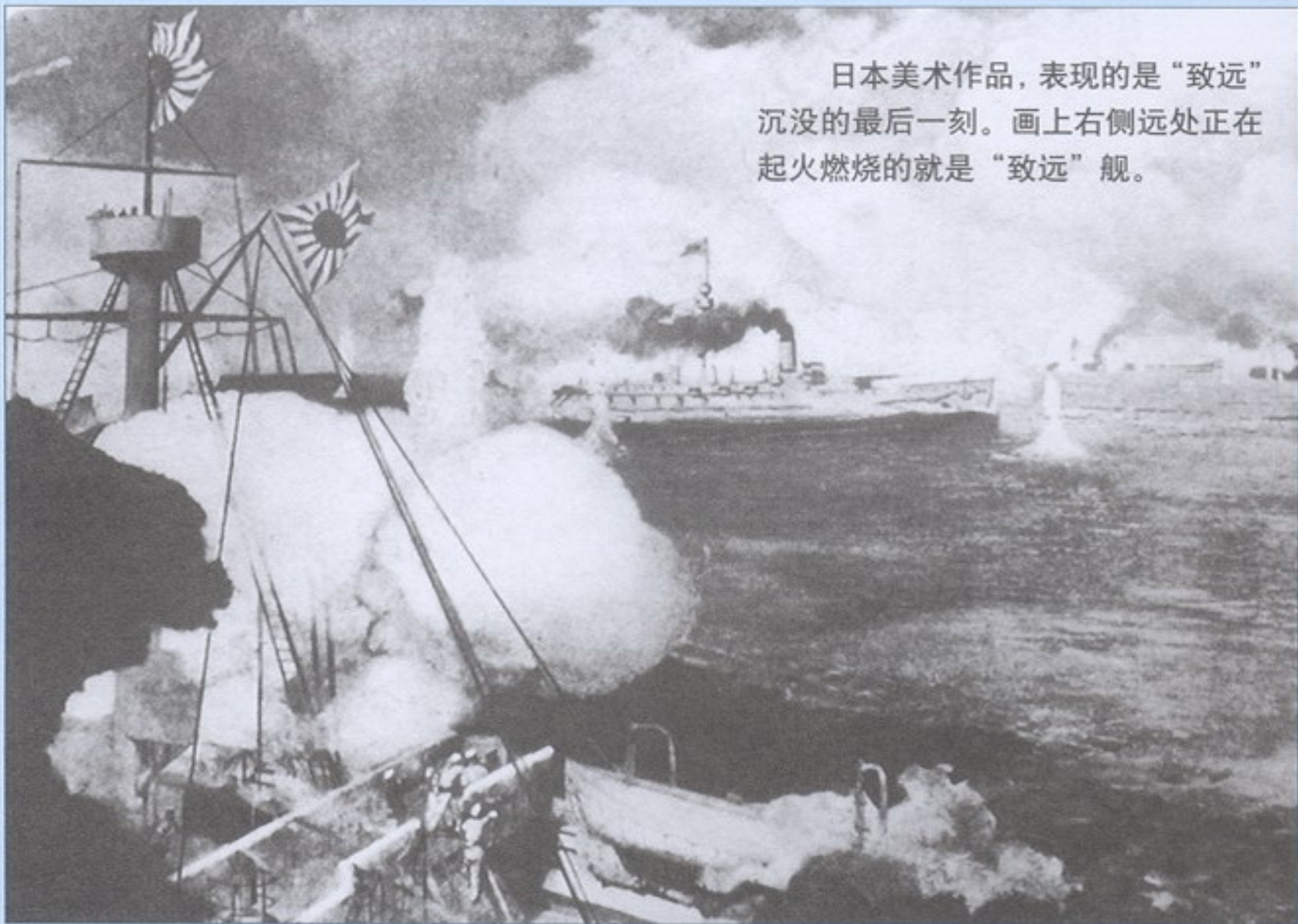
“镇远”舰从两侧驶近“定远”，配合作战，一起掩护正在与大火搏斗的旗舰。但与铁甲舰“镇远”所不同的是，“致远”只是一艘没有任何舷侧装甲防御的穹甲巡洋舰，她此刻的表现足以赢得所有人尊敬，这艘与她的舰长一般刚烈的战舰，竟然在用自己的身躯抵挡着炮弹，以保护旗舰，为旗舰争取自救的时间，“阵云缭乱中，气象猛鸷，独冠全军”。“致远”舰在不断地被击中、起火，军舰很多部位都已经洞穿进水，而老化的水密橡皮，又使水密隔舱的作用大打折扣，舰体很快开始向右侧大倾斜，“致远”是用自己的生命在换

取旗舰的转危为安。

下面的场景，可能是今天每个中国人都熟知的，在中日各舰上一片惊讶的目光中，如同一匹圣洁孤傲的独角兽，重伤侧倾、燃烧着大火的“致远”开始加速冲向日本第一游击队，冲向日本的主力舰“吉野”，“鼓轮怒驶，且沿途鸣炮，不绝于耳，直冲日队而来”。

由于时隔近2个世纪，现代的人们已经很难理解19世纪的撞角战术对于一艘战舰意味着什么，在意奥利萨海战之后，尽管撞角如同雨后春笋般开始出现在各国的军舰上，但对于撞角战术当时世界海军大都有清醒的认识，这实际是一个两败俱伤的战术。使用这种战术最适宜的是趁乱取胜，而最忌讳使用高航速，因为这样即使撞上敌舰，自己也会受到较大损伤，“或伤铁甲，或断烟囱，或震坏锅炉，或折伤机器”。并且，撞击时与敌舰的夹角，和撞击的部位也有很多技巧，通常都是从敌舰前后方以斜线切入，目标直指敌舰的锚床部位，或者是从侧面掠过，撕开缺口，或者直接撞入，然后立刻用力倒车，迅速脱离，已防“两下势猛，致己船受损”，如果不按照这些规则来，很有可能出现同归于尽的局面。因而这种风险极大的战术，在当时的海军教材中被排在各类作战手段的最末，属于军舰的最后一项武器，撞角战术被认为“乃助战之利器，而非必胜之妙算也”。

日本美术作品，表现的是“致远”沉没的最后一刻。画上右侧远处正在起火燃烧的就是“致远”舰。



邓世昌，这位孤独的将领，此刻选择这样一种危险性极高的战术有着他自己的考量。首先，在掩护“定远”过程中，“致远”已遭重创，能否坚持到整个战斗结束退出战场还是未知数，而且“致远”级军舰弹药舱容量较小，而火炮的射速相对较高，由于长时间射击，此时除了小口径火炮外，210毫米与150毫米大炮的弹药均已告罄，同归于尽的撞击，成了这艘军舰最后的攻敌手段。与其无谓地在撤退途中沉没，还不如尽力做最后一搏，适逢日本第一游击队运动至“致远”的正前方，邓世昌于是对大副陈金揆说：“倭舰专恃‘吉野’，苟沉是船，则我军可以集事”。从当时的战场形式来看，“致远”从侧面冲向日舰，除了可以冲撞“吉野”外，对一游各舰都能构成威胁。

装甲司令塔的门打开了，身着上蓝下白军官制服的邓世昌登上飞桥，冒着炮火，手持军刀，向聚集在甲板上的官兵大声呼喊：“吾辈从军卫国，早置生死于度外，今日之事有死而已！然虽死，而海军声威弗替，是即所以报国也！”，万里之外的家乡，将以蕴育了这样的后代为荣！对这位平日寡言少语，管理严格的舰长，全军官兵一直从心里深深敬佩其人格，此刻面对着眼前的日本舰队，“致远”舰上发出了同仇敌忾的怒吼，而舰上各处机关炮也向日本第一游击队扫去密集的弹雨，这是中国海军史上一段最壮烈的航程。

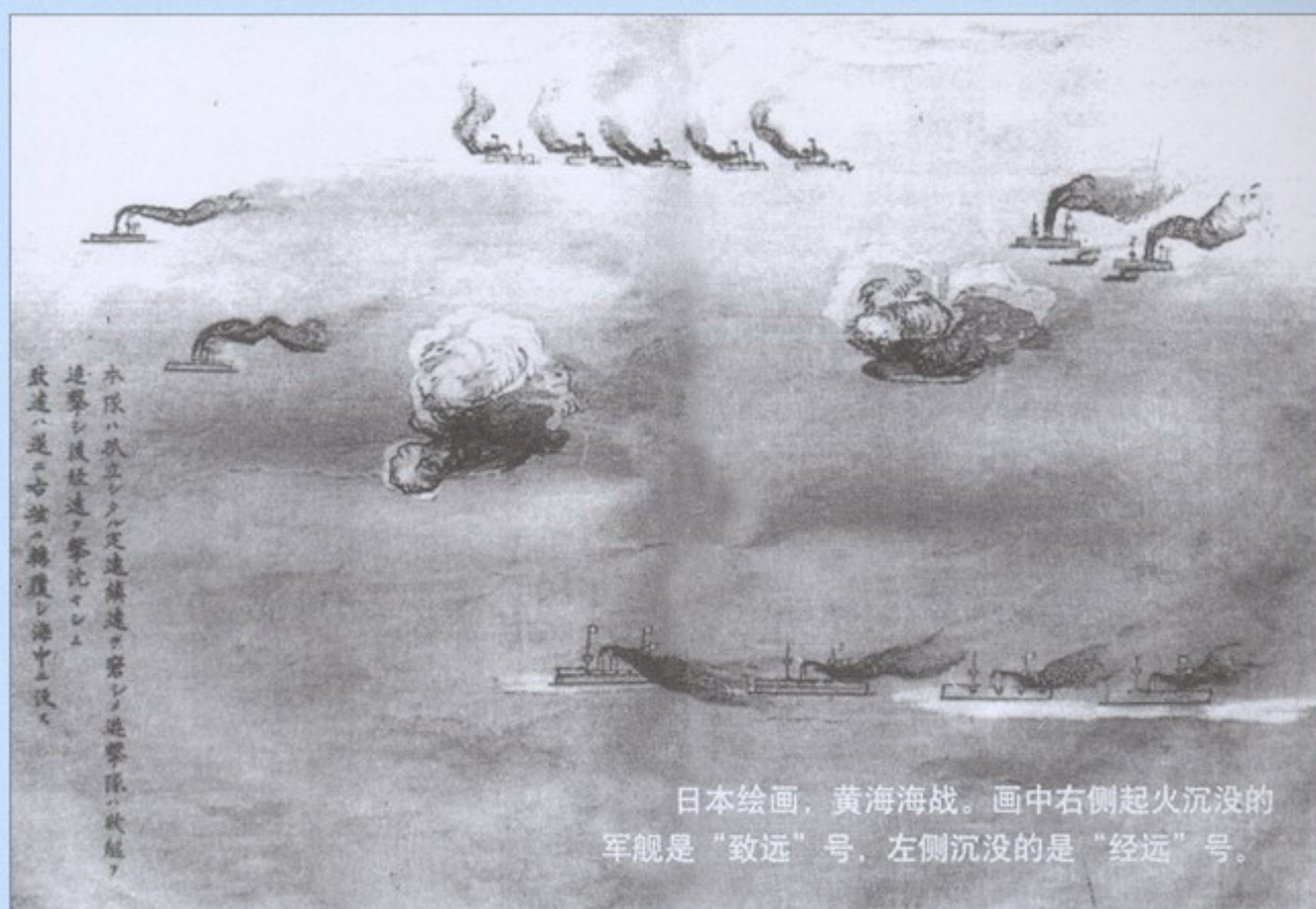
机舱里，在管轮洋员英国人余锡尔

的指挥下，水兵正在用力向炉膛里填煤，这里已经处于高压状态，显然使人觉得很很不舒适，然而此刻已经顾不了这些，他们要尽快激发出这艘战舰的极限航速来。

“致远”舰飞快地驶来，舰体在剧烈震动，船头犁开的浪花让敌舰为之胆寒，编队航速正处于11节左右的日本第一游击队4舰，感受到了巨大的威胁，用密布舷侧的大小速射炮编织起火网，向这艘不要命的中国军舰轰击，许多年轻的日本水兵都已经被眼前的景象吓呆了。但是，随着与“日本”舰队的距离逐渐缩短，“致远”中弹也越来越多，“舰体之倾斜益甚”，最终一声大巨响使得整个战场瞬时都沉寂下来，

大家都在注视着这艘军舰，“致远”号的舷侧发生剧烈爆炸，火光映红了海面，军舰的舰首先行下沉，撞到了20米深的海底沙滩上，舰尾高高竖立到空中，螺旋桨仍然在不停地旋转……不到十分钟，这艘英勇的穹甲巡洋舰就永远地消失了，只留下桅盘还露在海面之上。这只独角兽终于在离自己的敌人几百米的距离上骄傲地沉没了。

关于“致远”舰沉没的原因，后来一直众说纷纭。最初的解释是说被日本军舰发射的鱼雷命中，而导致了大爆炸。但当时的鱼雷尽管威力巨大，但性能并不可靠，而且射程较短，在战斗爆发前，由于担心这些鱼雷没有使用的机会，而且存放在舰内很可能变成

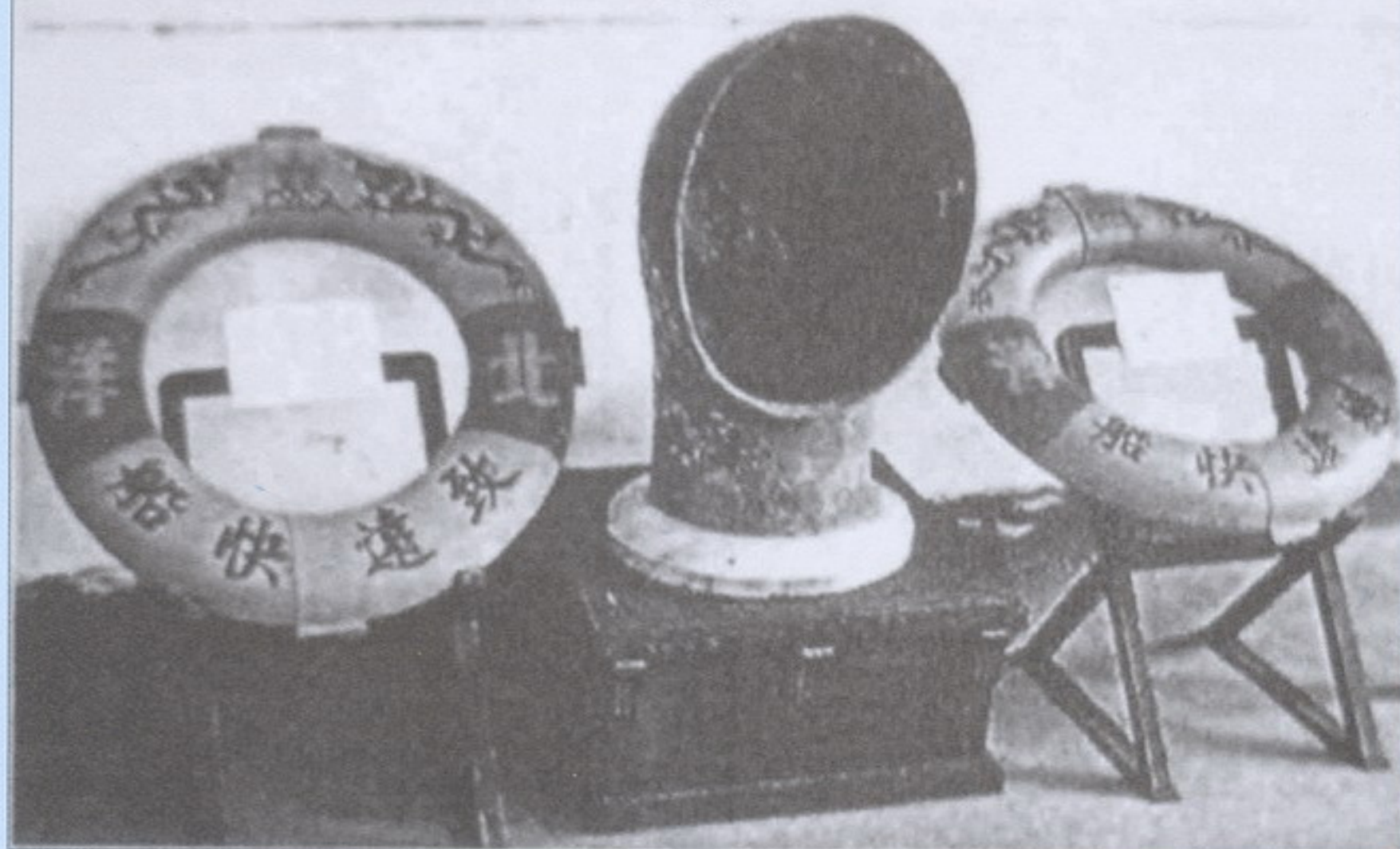


日本绘画，黄海海战。画中右侧起火沉没的军舰是“致远”号，左侧沉没的是“经远”号。



“致远”舰沉没后，在退潮时，桅杆还一度能露出水面。后来高高的上桅以及桅盘内的武器都被日本海军拆卸一光。

保存在旅顺万忠墓博物馆的“致远”舰遗物。



安全隐患，日本各舰纷纷把携带的鱼雷都投入了海中，因而实际上在整个战斗过程中，并找不到任何日本舰队发射鱼雷的记载。

而一位观战的外国人则认为，当时北洋舰队虽然也有很多军舰战前把鱼雷丢弃到海中，不过“致远”舰却没做出这样的措置，可能豪勇敢为的邓世昌是想在海战中用这种武器对日本人造成杀伤（从后来“致远”高速冲向日本舰队的情况看，确实不能排除逼近后使用鱼雷的可能）。但最后一发日本军舰的大口径炮弹命中了“致远”的舷侧鱼雷舱，引爆了存放在里面的黑头鱼雷，结果导致了最后的灾难。这种解释自上世纪90年代以来，逐渐得到史学界重视。

但近年来，根据中国海军史研究会部分会员的研究分析，又得到了第三种解释，即当日“致远”是因为水线附近被日本大口径火炮击穿，锅炉被击中，从而发生了大爆炸。目前这3种解释，除了第1种可以完全否决外，其余2种还需要进一步考证，解开“致远”沉没之谜还需时日。

“致远”沉没后，管带邓世昌落入水中，仆从刘忠游近后递来的救生圈，被邓世昌用力推开，“左一”号鱼雷艇赶来相救，这位刚烈的舰长“亦不应”，“以阖船俱没，义不独生，仍复奋掷自沉”，但是，就当邓世昌即将随波沉没时，他的辫子却突然被什么东西拉住了。竟然是他平日豢养的爱犬“太阳”，“衔其臂不令溺，公斥之去，复衔其发”，这只通人性的动物不忍心让主人下沉。满眼热泪的邓世昌毅然抱住爱

犬，追随自己的爱舰一起沉入大海，为的是一个中国海军军人的尊严，这天正好是邓世昌45岁的生日……

“致远”号沉没时，这艘巡洋舰上一共载有252名官兵，除了7个人外，包括洋员余锡尔在内的官兵都长眠海底……

邓世昌牺牲的消息很快流传开来，这位孤独的将领的壮烈事迹感动了整个国家。曾经被这位有点倔犟的将领顶撞过的北洋大臣李鸿章，得到噩耗后老泪纵横，反复念叨“不料今世尚有人”，光绪皇帝垂泪撰联“此日漫挥

有关“军舰上豢狗”

近年以来，某些文章，竟悍然指责邓世昌在军舰上豢狗的行为，认为是北洋舰队军纪涣散的象征。这些论者头脑不可谓不好使，观点不可谓不创新，但却缺乏基本的认真与严谨。不去真正了解研究历史，而是一味奇谈怪论，唯颠覆传统而行之，其出发点实在耐人斟酌。在舰船上豢养宠物，可以说是西式海军的一个由来已久的传统，早在风帆时代，为防止老鼠偷吃粮食或咬坏木料，舰船上一般都养有猫，到了蒸汽铁甲时代，除了传统的猫以外，军舰上的动物逐渐五花八门起来，狗熊、虎豹在一些西方国家军舰上都屡见不鲜，既是用来排遣海上生活的寂寞，又作为军舰的吉祥物，象征着海上传统。创生在

天下泪，有公足壮海军威”，邓世昌化作了中国海军不朽的海魂。

最后的旗舰

与“致远”舰同在战场的姊妹舰“靖远”，在管带叶祖珪指挥下也在艰苦作战，与同队的德制装甲巡洋舰“来远”一起抗击着日舰，“水线为弹所伤，进水甚多”。“致远”沉没后不久，同样已经重伤的“靖远”与“来远”脱离战场，驶至大鹿岛附近，背倚浅水，一面救火一面抗敌。下午5时左右，2舰草草修理后重新返回战场，在大副刘冠雄建议下，叶祖珪下令在“靖远”的桅杆上升起指挥旗，这艘曾经在从英国回国途中一度担任过编队旗舰的军舰，开始接替失去信号装置的“定远”指挥舰队，整队再战。日本联合舰队因为天色已晚，一方面担心遭到中国鱼雷艇的夜间偷袭，另外考虑到经过5小时的酷烈战斗，自己军舰上的弹药也已所剩无几，于是转舵向西南方，首先撤离了战场。在这次空前的大海战中，尽管中国舰队里不乏像邓世昌这样英勇的将士，但落后老化的军舰，以及暴露出来的后勤、保养方面的问题，使得海战最终以失败而落幕。

丧失姊妹舰的“靖远”之后参加了刘公岛保卫战，当时2艘“定远”级铁甲舰先后受创，失去战斗力，丁汝昌改

19世纪中期的中国海军，大量学习了西方传统，因而舰上养动物并不难理解，远远够不上牵扯到军纪的高度，而且即使是在《北洋海军章程》中，也无只字片语是用来发布禁狗令的。实际上，及至今天人民海军的很多运辅船中，也常能见到一些用来捕捉老鼠的猫活跃其间。

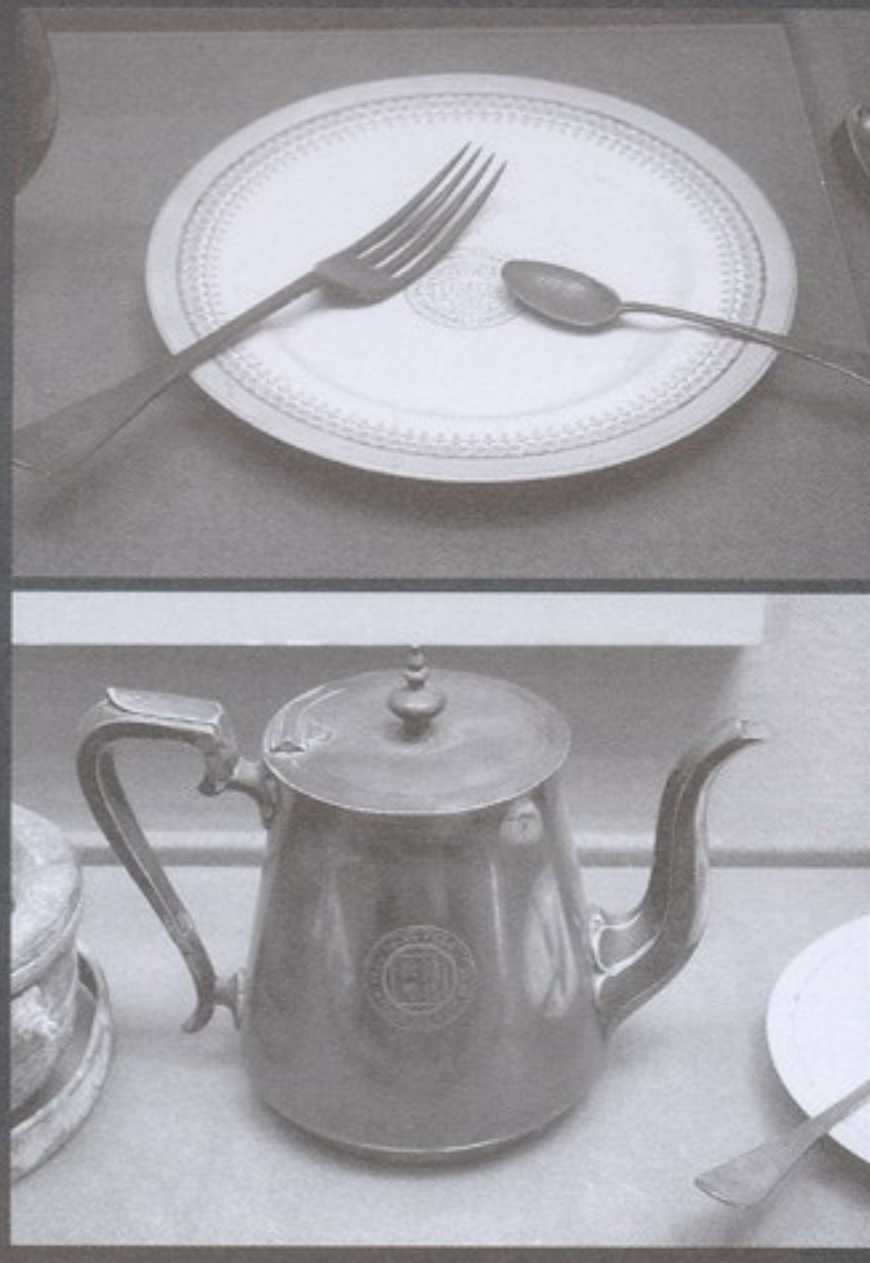
一战时，德国驱逐舰上养的宠物猪。



在“靖远”上挂起提督旗，率领残存的各舰作战。1895年2月8日，日军对北洋海军进行轮番攻击。高悬提督旗的“靖远”舰成了重要目标，中弹甚多，伤亡40余人。9日，日军大小舰艇40余艘，全部驶近威海卫南口海面列队，以炮舰在前开炮，准备强行冲入南口。丁汝昌亲登“靖远”舰驶近南口与敌拼战。中午前后，“靖远”舰被敌炮击中要害重创，“弁勇中弹者血肉横飞入海”，叶祖珪和丁汝昌“意与船俱沉，乃被在船水手拥上小轮船”，为免资敌，“靖远”舰于10日自爆沉没，北洋海军也于不久后全军覆没。

多年以后，清政府决定重建海军，原来的“靖远”舰管带叶祖珪受命担负起新北洋水师的统领重担，在他的参与下，中国海军又迎来了一级阿姆斯特朗的穹甲巡洋舰——近代中国海军中吨位仅次于“定远”级的“海天”级

保存在中国革命军事博物馆的“靖远”舰遗物：银质咖啡壶，以及餐盘餐具。那柄小小的银匙，就是叶祖珪生前始终随身携带的特殊物品。



叶祖珪，字桐侯，福建福州人。福建船政后学堂一期毕业生，曾留学英国格林威治海军学院。甲午战后，作为幸存官职较高、资历较深的海军军官，担负起了重建中国海军的重任，一度担任新建的北洋水师统领。后在任内因积劳成疾，不幸病逝。

“靖远”舰沉没前的遗影，拍摄当天因为大雾，照片上显得较为模糊。



惟公不生，惟公不死，英雄虽已化作黄海的波涛，但其精神却将永远激荡在波涛之上。



巡洋舰。1905年夏，叶祖珪在巡视沿海炮台及水雷营时，劳累过度又染伤寒，不幸在上海病逝，时年仅53岁，“将吏皆哭失声，有越千里来送葬者”。鲜为人知的是，这位福建福州籍，和邓世昌曾有同学之谊的将领直到生命的最后一刻，都一直保留着一个习惯——随身带着一把银质的小勺，勺柄的末端铭刻着一个圆形的徽章，上面用英文写着一艘中国穹甲巡洋舰的名字——大清帝国海军，“靖远”。

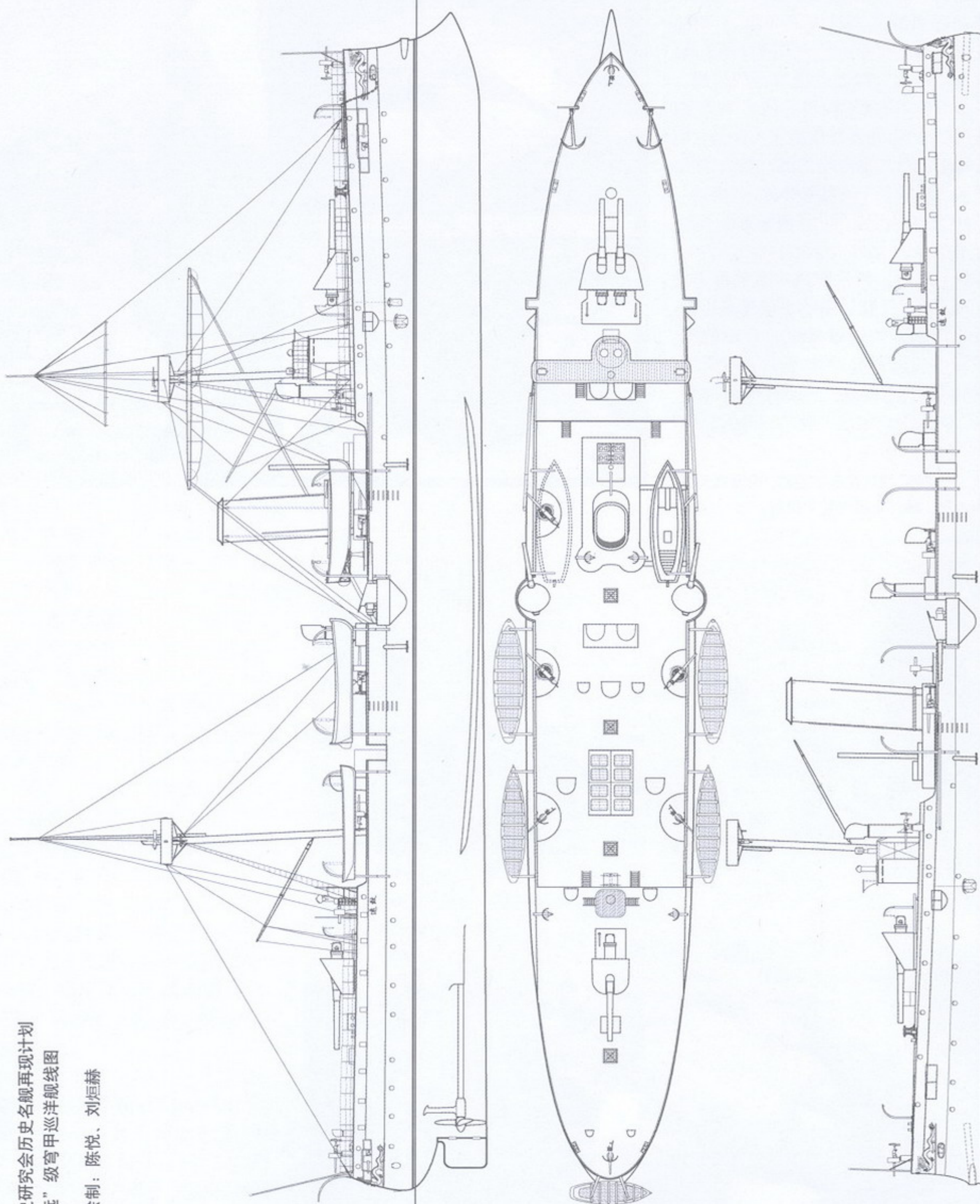
这把小勺现在静静地摆放在中国人民革命军事博物馆的展台上，一批批匆匆经过的游客，有几人能想到这件看似不起眼的物品，竟见证了两艘中国穹甲巡洋舰，以及那些可爱可敬的中国海军官兵的不朽历史呢。

叶祖珪的声音似乎还在回响：“看到这茶匙，好象‘靖远’还在我身边……”

1996年12月28日，上海黄浦江畔，船厂码头笼罩在神圣庄严的气氛中，一艘人民海军的特殊军舰，在这里举行命名仪式。军乐与白鸽的簇拥下，鲜艳的八一军旗升上了军舰的旗杆。“……作为海军‘世昌’舰的舰员，我们感到十分荣幸和自豪，……我们将时刻铭记祖国和人民的期望、各级首长的重托，继承发扬邓世昌那种精忠报国、英勇顽强的崇高精神……”

中国海军史研究会历史名舰再现计划
——“致远”级穹甲巡洋舰线图

考证、绘制：陈悦、刘烜赫

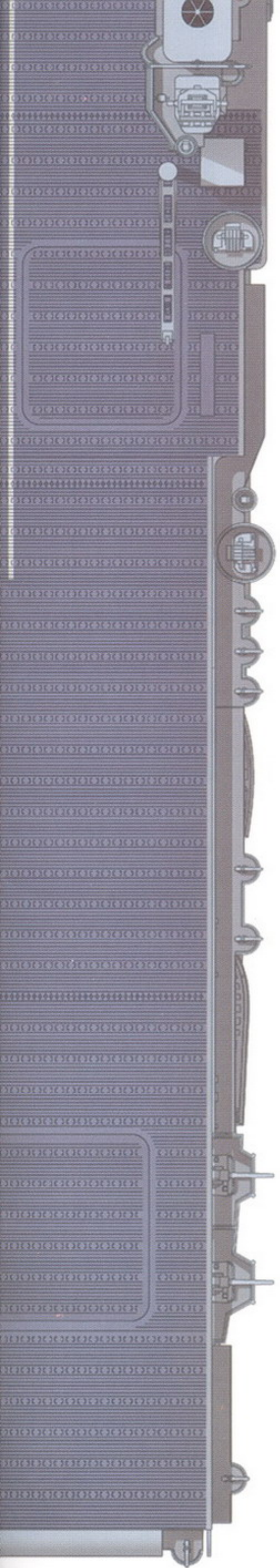
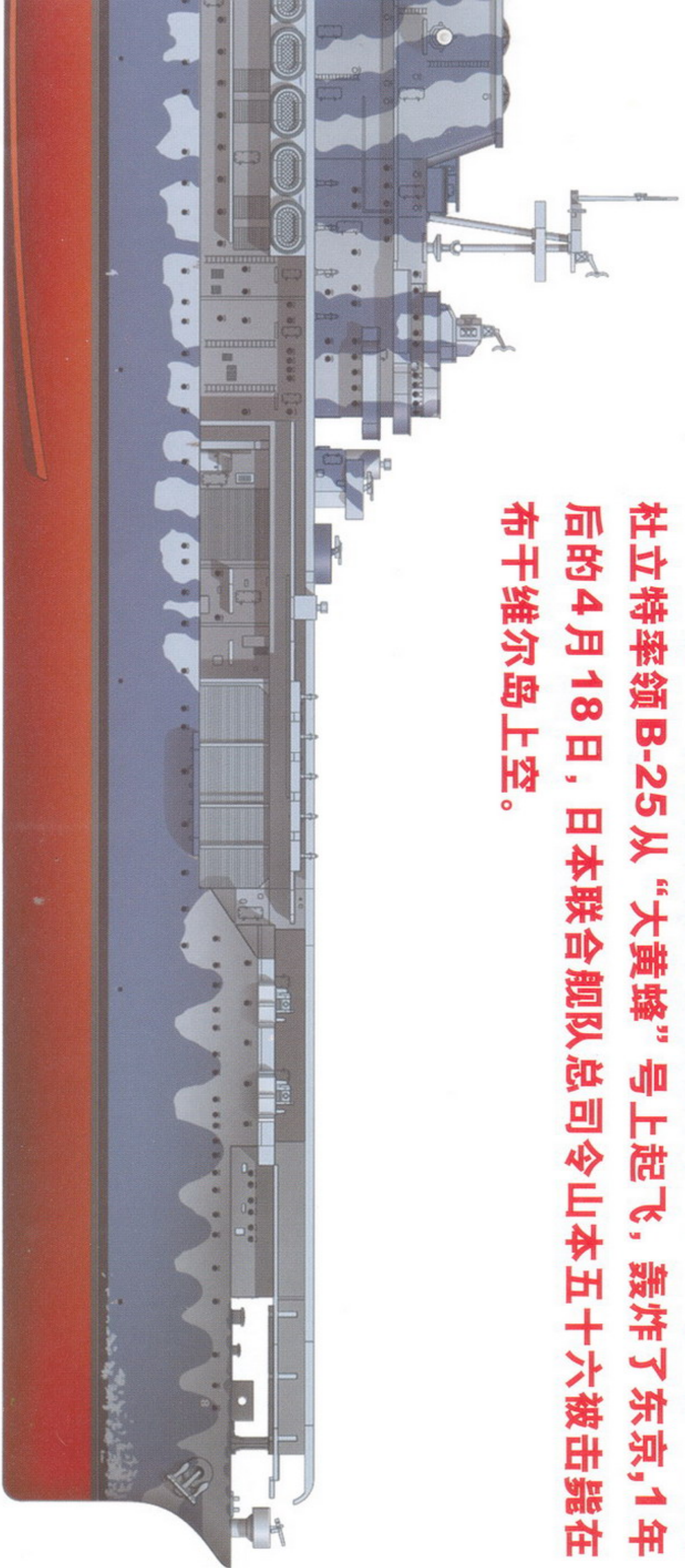


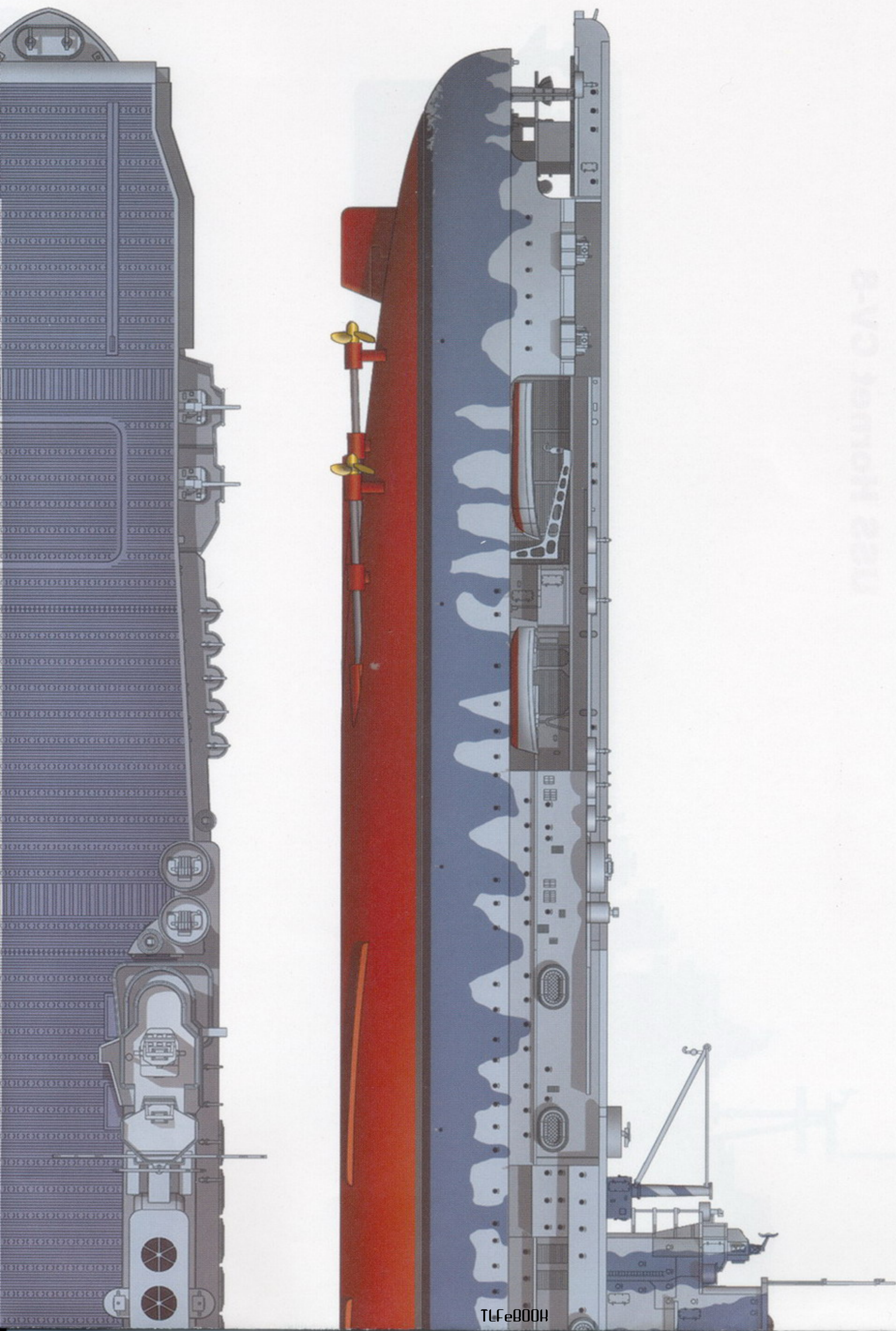
整装待命

摄影：钟魁润



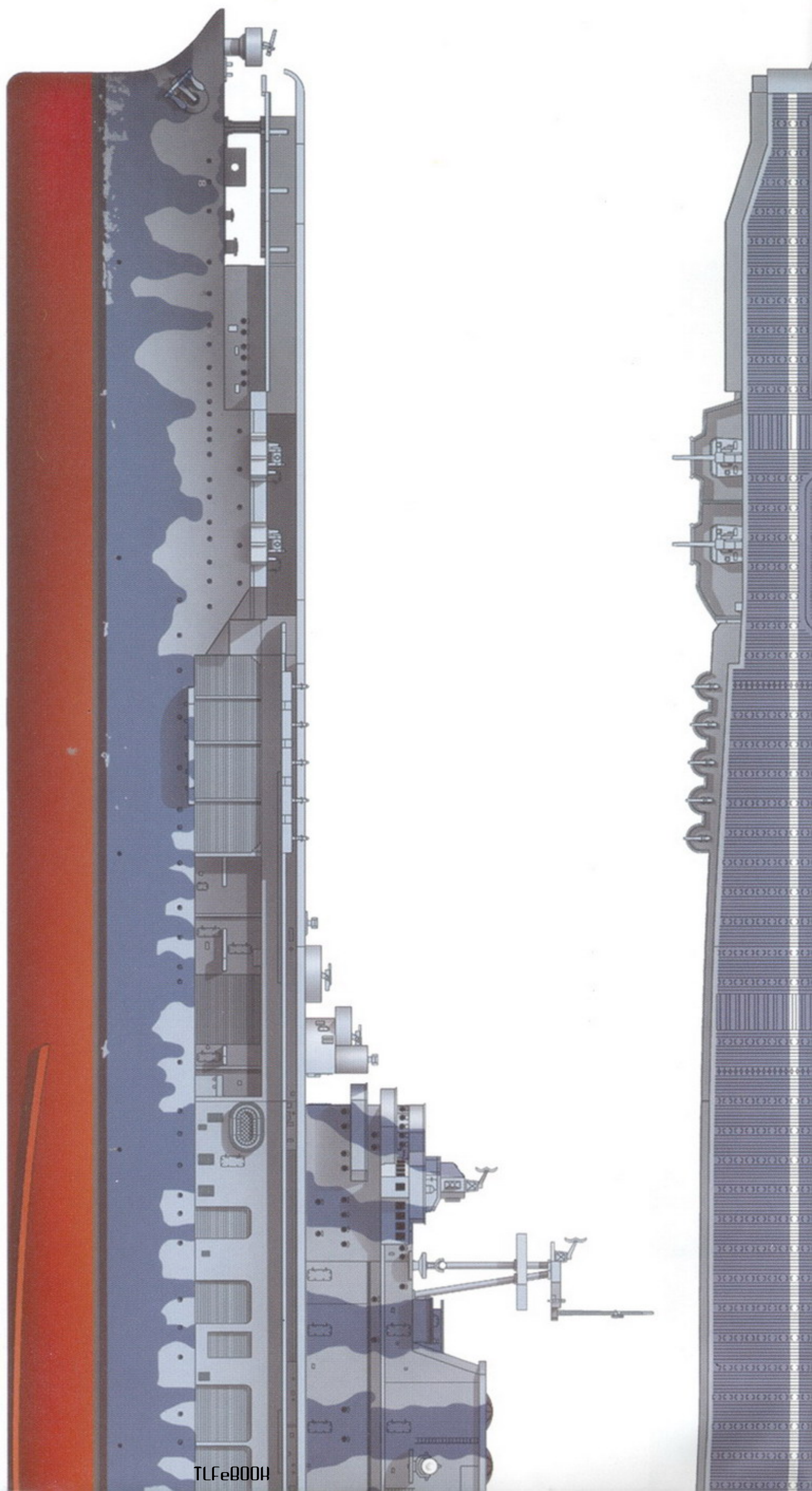
4月18日注定是日本的倒霉日，1942年4月18日，杜立特率领B-25从“大黄蜂”号上起飞，轰炸了东京，1年后的4月18日，日本联合舰队总司令山本五十六被击毙在布干维尔岛上空。





现代舰船杂志社赠

制图：佟旭

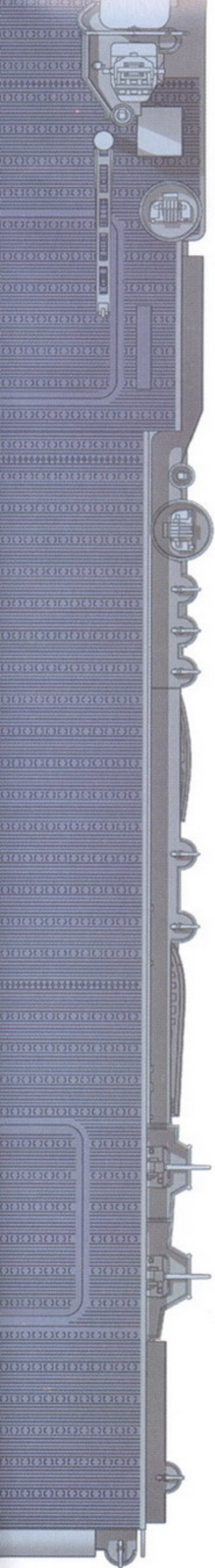
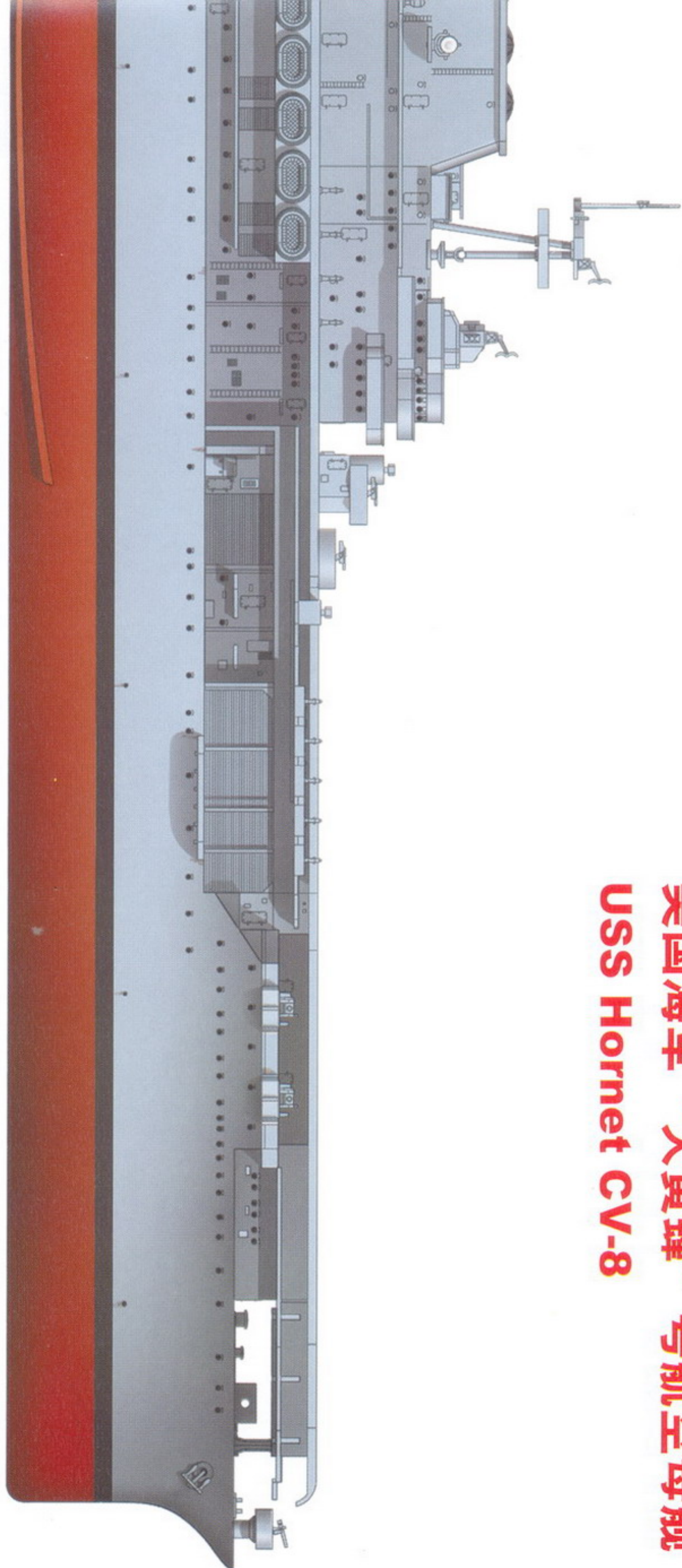


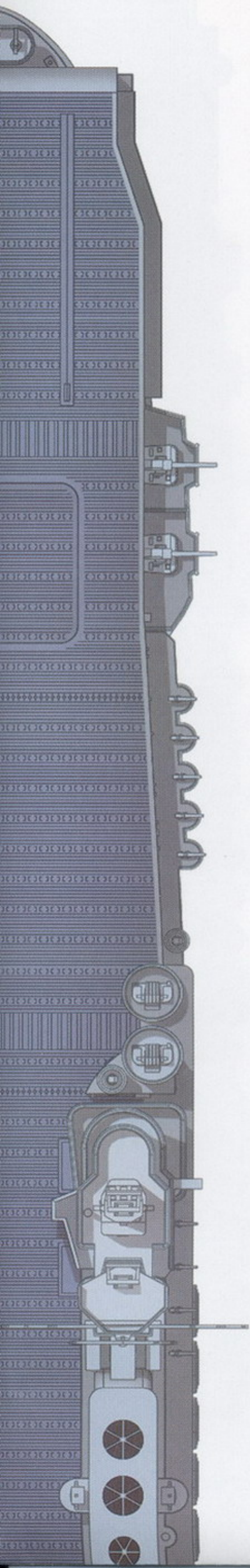
TLCe800H



版权所有，未经授权严禁引用。

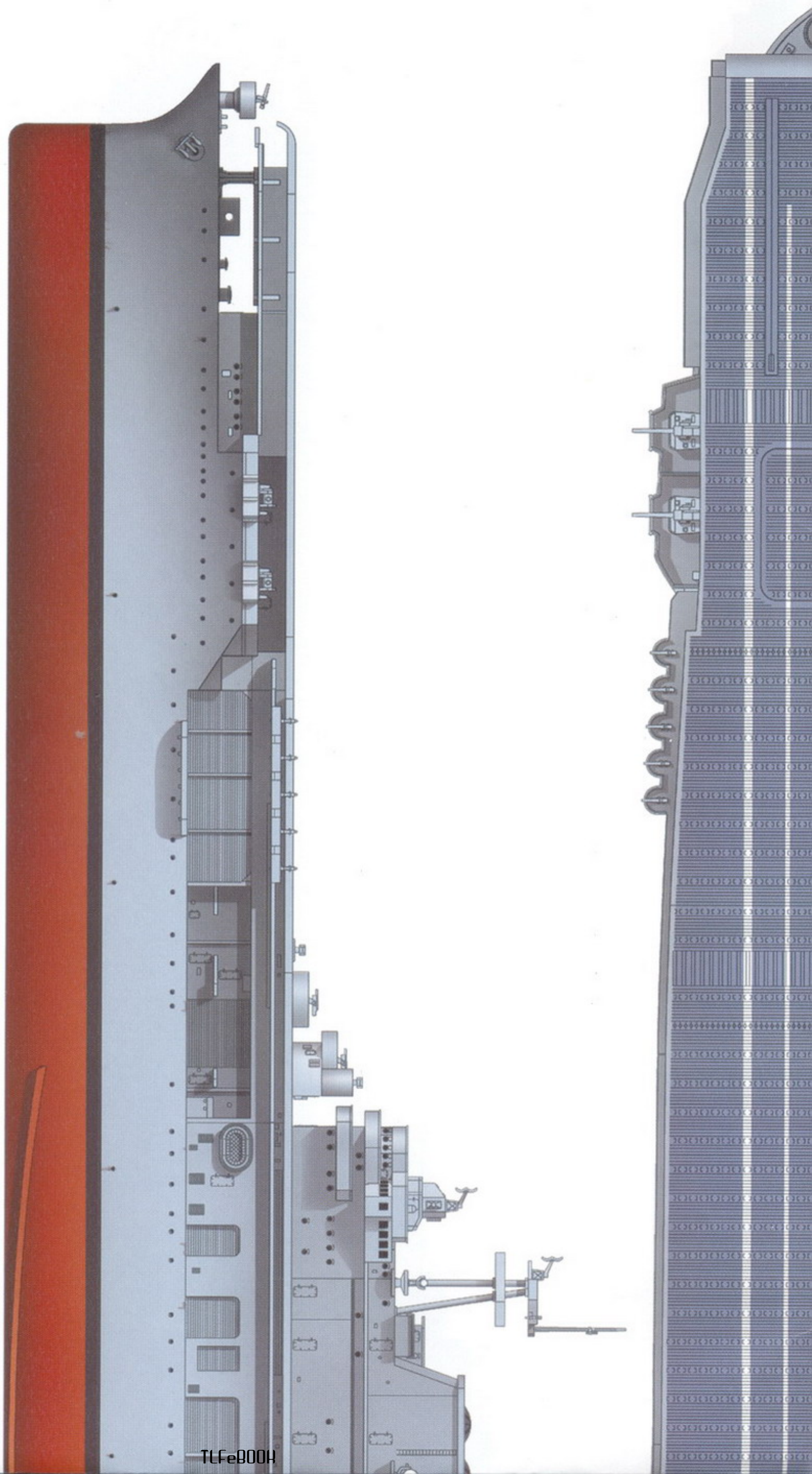
美国海军“大黄蜂”号航空母舰
USS Hornet CV-8





现代舰船杂志社赠

制图：佟旭



建造中的『乔治·布什』号航母

