

《狂怒》原型、二战美国海军雷达防空、普洛耶什蒂大轰炸

战争事典

热兵器
时代③

WAR STORY

指文董旻杰工作室著

“狂怒”的星条旗 二战中的美军王牌坦克手与坦克指挥官

铜墙铁壁

二战美国海军的雷达防空

进击的巨浪

普洛耶什蒂大轰炸

东南亚空战

高潮岁月



《狂怒》原型、二战美国海军雷达防空、普洛耶什蒂大轰炸

战争事典

热兵器
时代③

W A R S T O R Y

指文董旻杰工作室 著

台海出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

战争事典之热兵器时代. 3, 《狂怒》原型、二战美国海军雷达防空、普洛耶什蒂大轰炸 / 指文董旻杰工作室著. -- 北京: 台海出版社, 2018.5
ISBN 978-7-5168-1862-6

I. ①战… II. ①指… III. ①军事史-史料-世界-现代 IV. ①E195

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 078331 号

战争事典之热兵器时代 3: 《狂怒》原型、二战美国海军雷达防空、普洛耶什蒂大轰炸

著 者: 指文董旻杰工作室

责任编辑: 俞滢荣
视觉设计: 舒正序

策划制作: 指文文化
责任印制: 蔡 旭

出版发行: 台海出版社

地 址: 北京市东城区景山东街 20 号

邮政编码: 100009

电 话: 010 - 64041652 (发行, 邮购)

传 真: 010 - 84045799 (总编室)

网 址: www.taimeng.org.cn/thcbs/default.htm

E-mail: thcbs@126.com

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 重庆共创印务有限公司

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社联系调换

开 本: 787mm × 1092mm

1/16

字 数: 242 千

印 张: 14

版 次: 2018 年 5 月第 1 版

印 次: 2018 年 5 月第 1 次印刷

书 号: 978-7-5168-1862-6

定 价: 59.80 元

版权所有 翻印必究



目录

CONTENTS

前言 / 1

铜墙铁壁

二战美国海军的雷达防空 / 2

进击的巨浪

普洛耶什蒂大轰炸 / 65

“狂怒”的星条旗

二战中的美军王牌坦克手与坦克指挥官 / 102

东南亚空战

高潮岁月 / 166

前言

PREFACE

太平洋战场上的航母对攻给舰队防空提出了严峻的挑战，好在美国海军已经握紧了早期预警和防空指挥的“神兵利器”——舰载雷达。随着战事的深入，一道以舰载雷达为耳目、以战斗情报中心为大脑、以多通道通信为神经网络、以高射炮和战斗机为拳头和利箭的防空铁幕逐渐形成。在这道铁幕面前，疯狂的日军战机能究竟是能侥幸突破，还是会撞得粉身碎骨？敬请一览《铜墙铁壁：二战美国海军的雷达防空》。

燃油是第三帝国的黑色血液，摧毁了纳粹德国的燃油产能，就等于瘫痪了希特勒的战争机器。《进击的巨浪：普洛耶什蒂大轰炸》将再现那场波浪壮阔的“断油行动”：五个大队178架战略轰炸机密集集结，1900千米跨国长途奔袭，60米高度超低空水平轰炸。无论损失如何惨重，无论成果是否尽如人意，这都堪称人类战争史上的一大壮举。

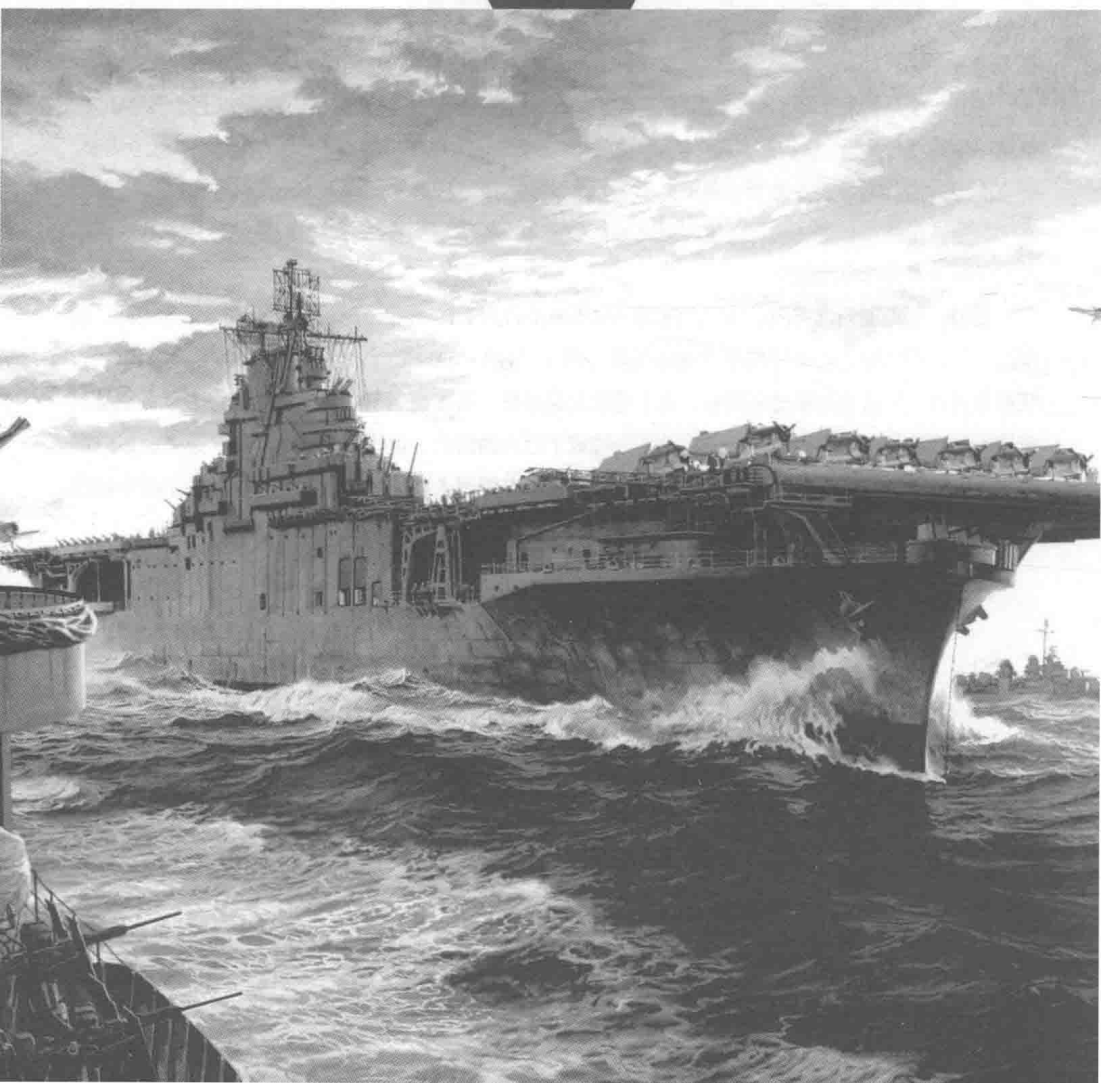
难得一见的坦克战电影《狂怒》，用不无夸张的手法塑造了“战争老爹”唐·科利尔上士恪尽职守、坚韧不拔的银幕形象。事实上，二战美军坦克手的征战史远比电影更加精彩，战神附体的“战争老爹”确有原型，他其实是众多美军王牌坦克手的一个缩影。《“狂怒”的星条旗：二战中的美军王牌坦克手与坦克指挥官》讲述的正是这群坦克手们鲜为人知的故事——在钢铁与钢铁的碰撞中，一幅血火交融的英雄群像呼之欲出。

林登·约翰逊当选美国总统后，越南的战事愈演愈烈。1965年，越战升级为以美军为主的“局部战争”；第二年，美军凭借绝对火力优势开启了“搜剿与围捕”作战；到了1967年，美军“自我感觉良好”，认为战事进展顺利。为了迫使北越屈服，美军投入了数量空前的空中力量，空袭的规模和强度亦与日俱增。这不仅给北越方面造成了巨大的伤亡，也让美军自己承受了越来越多的损失。《东南亚空战：高潮岁月》将展现这场当时被许多美国人视为胜利的战争悲剧，揭示战争最荒谬的一面——从来没有真正的赢家。

2018年5月

铜墙铁壁： 二战美国海军的雷达防空

作者
谭星

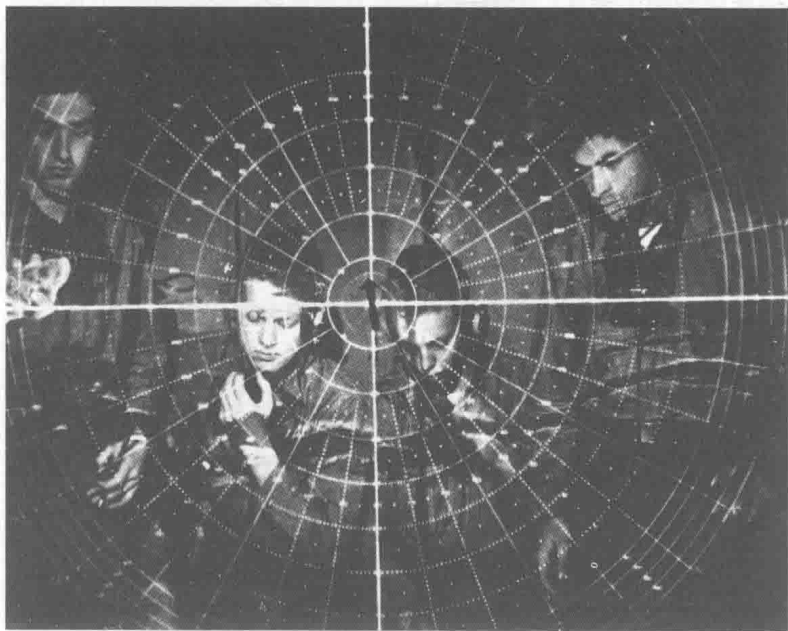


美国海军早期雷达史

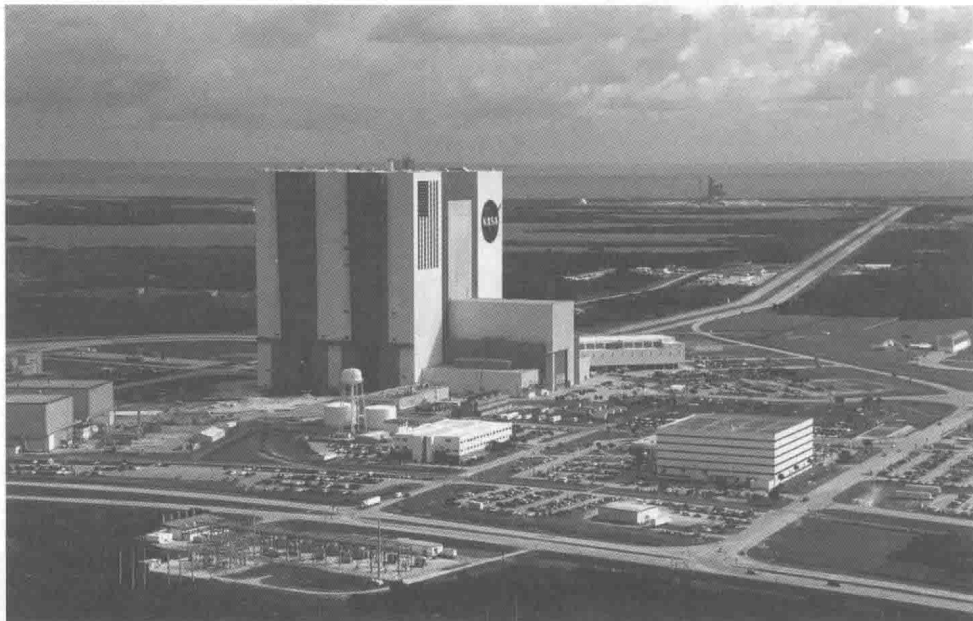
大家都知道，雷达是英国人最先发明的。不过本文写的是美国海军，我们今天讲讲美国人的故事。既然是雷达的故事，文章中难免会涉及一些诸如脉冲电磁波、双工天线之类的技术名词，还请读者勿怪。

奇怪的干扰波

1930年6月24日，位于美国哥伦比亚特区最南端波托马克河旁的海军研究所（NRL）里，工程师莱奥·扬和劳伦斯·海兰德正在外场试验一组用于引导飞机在夜间或浓雾中降落的无线电聚焦波束。他们在地面上架起了一套场强计来测定每一组波束的场强。当试验飞机顺着波束飞近试验场时，他们发现场强计的指针忽然大幅度地摆动起来，他俩立即意识到无线电波被飞机反射了回来。更令他们惊讶的是，这种反射已经强大到对波束的强度造成了十分明显的增益或抵消扰动。他二人立即把这个发现报告给了上级——海军研究所无线电分部的负责人A. 霍伊特·泰勒博士。后者鼓励这两人在不影响正常工作的情况下继续深入研究无线电波束的反射现象。注意，前提是“不影响正常工作”，你懂的。



◀ 雷达是航空母舰特混舰队作战体系的核心。和航母本身一样，雷达的出现、发展和成熟同样是一个极其漫长的过程。



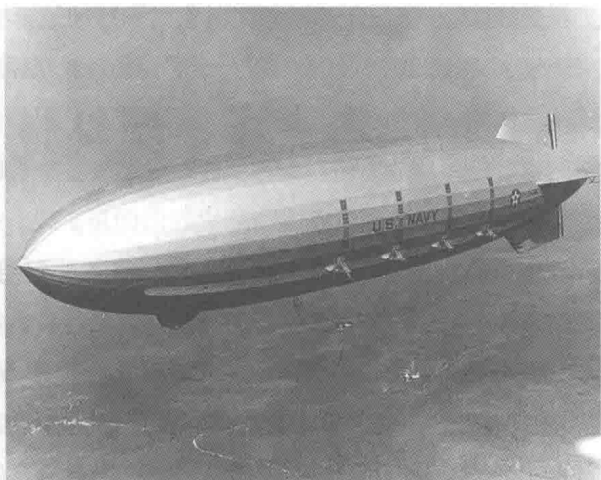
▲ 今天的美国海军研究所。在20世纪30年代时，这个机构可远没有这么气派，但美国海军今天驰骋战场的众多装备都是从这里发源的，例如雷达和导弹。

不过，作为无线电领域的老鸟，泰勒博士还是有眼光的。1930年秋，他给研究所所属的美国海军工程局上书：“我相信我们研究的这种无线电回波设备不仅可以探测目标的方位，还可以根据回波的多普勒频移来测定目标的速度。当然，我们无线电分部现有的这点经费是不够的，所以……”如此要钱就是泰勒的不对了，他的信件让人家工程局的老爷们一头雾水：定位、测速？你在说啥？这东西是干吗的？能吃吗？结果不言而喻——没钱给你！这种时候就该那些混官场的发挥作用了。经海军研究所执行官 E. D. 阿尔梅的指点，泰勒恍然大悟，他于1931年1月16日再次上书，言明了这种无线探测技术对海军的重要性——能够在远距离上发现飞机和军舰云云。这次的结果当然不一样了，工程局三天就回了信，直接命令研究所解决“用无线电波探测敌方飞机和军舰的问题”，还特地要求这项工作要绝对保密。

这下，雷达研究算是有了官方身份，但问题是这仅仅是个名分而已，一不加入二不添枪，想要人要资源就得和海军研究所无线电分部的其他项目抢，因此在最初的几年里，无线电定位项目的推进都是极度缓慢的，唯一的进展是验证了泰勒博士



▲霍伊特·泰勒博士，20世纪30年代美国海军研究所无线电组的负责人。他对雷达早期的发展起了重要的推动作用，虽然直接参与的研究工作并不多，但仍然被视为美国雷达的鼻祖之一。好的领导也是功不可没的。



▲海军的“空中航母”——“阿克伦”号巨型飞艇。她和姊妹艇“梅肯”号都是20世纪30年代美国海军最大的明星。注意图中正在准备回收的“雀鹰”战斗机。凭借巨大的身躯，“阿克伦”号在美国海军的雷达发展史中也发挥了自己的作用。

关于探测所需波长与目标长度有关的推测：1931年12月，美国海军巨型飞艇“阿克伦”号来到研究所上空协助校准高频无线电定向器，泰勒趁机进行了试验，他用波长与飞艇长度相近的1.4兆赫无线电照射飞艇，回波正常，但用同样的电波照射小许多的客机就会收不到信号，于是所需波长与飞机长度相关的推测就得到了证明。他还发现雷达波的发射天线和接收天线之间需要保持很大的距离，以免发射出的电波直接被接收。这个距离甚至超过了最大型军舰的长度！当然，这个问题后来解决了，否则就不会有那么多舰载雷达了。

1934年2月中旬，海军研究所为美国国会海军委员会举行了一次“科研成果展示会”，磨蹭了三年半的无线电探测仪也跟着露了一次脸。直到此时，美国海军的雷达项目一直都只有泰勒带着两个小兄弟“兼着做”——因为“不能影响正常工作”。为了这场展示会不出岔子，研究所才给雷达组指派了第四个成员——一个名叫罗伯特·佩奇的初级工程师。这次展示会的结果看起来还不错，因为议员们第二年就给研究所增加了预算。

直到1934年年初，泰勒等人使用的一直是连续不断的无线电波，只有里奥·扬

工程师在 1933 年一度试验过间断发射的脉冲电磁波，他后来也向泰勒提议可以考虑改用脉冲波。现在刚好，新人来了，泰勒就指派新来的罗伯特·佩奇负责研究用脉冲波探测飞机和舰艇。这位新人不辱使命，很快独自开发出了一套利用脉冲电磁波测量目标距离的方法。简单地讲就是做了一个计时器，通过计算脉冲波发出和回波到达的时间差来测量距离。

佩奇的第二个目标是解决发射天线和接收天线距离过远的问题。有了脉冲波，思路就简单了，让同一台设备兼任发射机和接收机就可以了。思路简单，但做起来可不容易。佩奇很快开发了一套电路，可以发出 10 微秒（百万分之一秒）无线电波，继而停止 90 微秒，如此循环；他还在研究所里找到一台发射机，只要稍微改动一下就可以发射足够强的脉冲波——那个发射机的主人也很大方，答应把东西借给他，只要别“改得太夸张”就行。佩奇的努力方向就在于改进这套设备，使它在接收到脉冲电磁波时不致产生不可控的电磁振荡，并在此基础上实现电波发射和接收的快速转换——要很快，近距离目标的回波时间极短，慢了就收不到了。结果问题就出在收发转换上。佩奇不得不专门研发一套接收机来接收回波。这项工作一直拖到 1935 年 11 月才告一段落。在此期间，佩奇实际上成了唯一一个全职研究雷达的人，不过这个“全职”也不太纯粹，他也经常被拖到别的项目里去帮忙。

雷达的优先级提高了

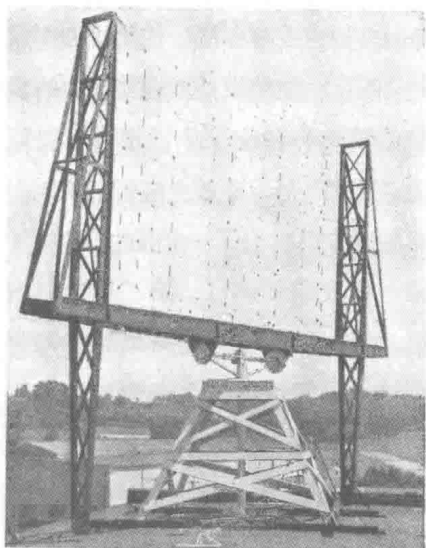
1935 年年初，无线电分部老大霍伊特·泰勒和音响部老大哈维·海耶斯经海军研究所主任和工程局局长许可，向国会海军军费委员会的一帮老爷们做了汇报，汇报内容不难想见：无线电技术和水下听音技术越来越重要了！研究这些技术要花很多的钱！我们海军研究所现在钱不够！所以，国会老爷们给点钱吧。国会委员会听了他们的汇报，未置可否，走了。几天后消息下来了：国会同意每年多给海军研究所 10 万美元。在 1935 年，这可是个大数目！为了把这笔银子花到刀刃上，研究所提出了需要优先发展的 15 个项目，其中“无线电探测舰船与飞机研究”位列第 9，工程局则直接把它提高到第 3 位。

这下优先级也有了，钱也来了，美国海军的无线电探测项目总算有了第二个全职工程师——罗伯特·C·古斯雷。新人 1935 年 11 月 22 日开始和佩奇一起工作，现在，研究所的电子车间终于造出了佩奇要的那种接收机。12 月，俩人的新玩意已经可以测试了。此时，研究所已经有了一面高达 60 米的巨大的帐幕形天线阵列。

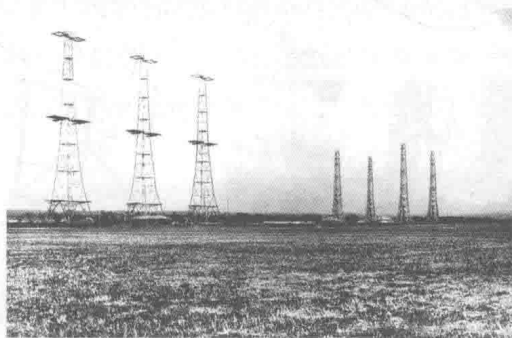
俩人觉得，与其争取再建造一组天线，还不如重新调谐自己的无线电设备来适应这套天线。因此，他们把工作频率从60兆赫下调到了28兆赫，波长延伸到10米，另外还在一座楼顶的两根杆子上搭建了接收天线和接收机。

1936年4月28日，美国海军的雷达发出了自己的第一声啼哭。佩奇和古斯雷打开了电路的开关，3.2千米外一架飞机的信号立即清晰地出现在了接收机的屏幕上。第二天，他们把发射机的电压提高到5000伏，探测距离随即增加到了12.8千米。现在可以向上级交差了。5月6日，雷达项目的俩人当着研究所一众头头脑脑的面跟踪了一架飞机，直到它飞到了27.2千米外。6月10日，工程局派来的两名专员也看了他们的演示。两天后，工程局来信，要求将无线电探测项目置于最高优先级，并着手开发能够手动和马达驱动天线旋转、既能探测目标也能显示距离的舰载设备。既然要旋转天线，那么测向也就是顺理成章的了。工程局这封信还要求雷达研究要绝对保密，知情人越少越好。

不久，工程局局长库雷上校安排无线电探测项目组为海军总长、海军部一名副部长、美国舰队司令和其他一群高级将领做演示。几天后，海军又向项目组派来了三个工程师，负责把那张像晒渔网一样的雷达天线改造成坚固耐用、适合上舰的实



▲ 佩奇工程师在海军研究所里搭建的最早的雷达样机。和英国的早期雷达一样，这也是一台巨大的家伙。



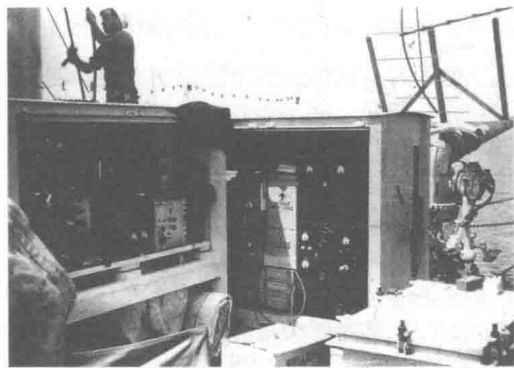
▲ 英国早期的Mk1型雷达的天线。图中左侧是高大的发射天线，右侧则是比较低矮的接收天线。为了防止收发之间的干扰，发射天线和接收天线之间需要留出很远的距离。但在军舰上，这显然是不可能实现的。为此，美国人找出了解决之道：用脉冲电磁波——同一个天线，发出一个电磁脉冲后就立即转入接收模式。

用设备。佩奇也意识到他需要提高无线电频率，缩短波长，以适应小型旋转天线。问题是频率并不是想提高就能提高的，这取决于真空管可以承受的最高电压，因此波长最多也只能缩短到 1.5 米。同时，他们还研究了适合上舰使用的天线的形状。无线电室主任霍伊特·泰勒坚决反对用这么两大块天线来分别进行电波的发射和接收，他强令佩奇用一部天线解决所有问题。佩奇对此的第一反应是“这不可能”，因为发射机发出的强大电波，接收机是承受不住的。不过他还是想到了办法，他带领团队开发出一种开关电路，可以让天线在脉冲波发射的间隙里转为接收状态。佩奇把这种天线称为双工天线。

一个月后的 7 月 22 日，雷达小组就完成了新型 200 兆赫设备和双工天线的制造。双工天线获得了巨大的成功。佩奇随后还通过加装四倍电子管的方式大大提高了发射功率。到 1937 年年初，雷达基本成型，佩奇虽然还想继续改进，但却来不及了。海军的头头脑脑们虽然在新技术面前一向保守，但对雷达的态度显然是个例外——海军高层早早就看出了这个新玩意的潜力。因此，早在 1936 年结束前，海军总长赫普顿中就将要求工程局尽快安排新型雷达设备的海试。

失败的“第一次”

1937 年年初，佩奇接到通知，要他准备雷达海试。他觉得时机还未到，担心如果测试结果不佳就会毁了这个项目。但军令如山，他也没有办法。他只好利用仅剩的一点时间为收发设备制造了防水外壳，尽量“固化”他的设备以迎接大海的考



▲ 装在驱逐舰“莱利”号上的第一台舰用雷达样机。主机就直接摆放在露天的炮座上，各种天线则直接固定在炮管上。注意，这种早期的驱逐舰甚至没有炮塔，火炮直接装在开放式的炮座上。

验。试验将在位于华盛顿海军船厂的“莱利”号驱逐舰上进行，为此，军舰还专门腾出了一个月的“档期”：第一周安装和调试，第二周出海测试，第三周回港评估结果并进行再调试，第四周再次出海测试。雷达基座安装在 127 毫米火炮炮座上，可以随火炮旋转，各种平板天线、鱼骨形的八木天线则固定在炮管上，平板天线负责探测 24 千米外的飞机，八木天线负责探测近距离飞机。测

试结果令人失望，原因很简单：驱逐舰上电压不够，发射机功率不足。

解决这个问题需要电压耐受力更强的电子管，结果还真叫佩奇一班人给找到了。一家名叫艾特尔-麦库罗夫的公司就有。这家公司专门为那些喜欢挑战设备极限的无线电爱好者制造各种稀奇古怪的东西，其中就有一款名叫“爱玛客 150 号”的电子管，它在发射短波脉冲电波时可以承受 15000 伏特的电压。佩奇还发现他那由 4 个电子管组成的闭环电路可以将电子管换成任意偶数数量，所以他用 6 个“爱玛客 150”重建了这套电路。现在电压不足的问题解决了。雷达研究小组还制作了可以旋转和俯仰的雷达天线基座：他们用从旧货店里淘来的卡车轮毂和污水管做了这套东西，把雷达装在旧轮毂上，轮毂则装在一个可以俯仰的架子上，这样既能根据天线指向来判断目标方位，又能通过仰角判断目标高度。当然，测高的问题根本不是这么容易解决的。到 1938 年 2 月，佩奇等人认为雷达性能基本可以达标了。虽然他们还打算再做一些改进，但工程局等不及了，官员们迫不及待地想要把实用的舰载雷达造出来。

1938 年 2 月 24 日，工程局要求研究所尽快制造一台 200 兆赫频率的舰载雷达样机。研究所表示当年 9 月 1 日可以交货，造价 2.5 万美元。现在，研究所的主要工作是加强雷达设备对不良环境的适应能力并将其小型化。不过小型化的努力也有不可逾越的天花板，比如天线至少要保证 1.5 平方米左右的面积以保障波长，重量也因此卡在了 400 千克，这就意味着这个只有装到桅顶才能发挥作用的大家伙只能装在航母、战列舰、巡洋舰这种大型舰艇上。不过这倒也不是问题，折腾了近 8 年，演示了许许多多次之后，雷达这种新玩意已经不缺拥趸了：大西洋分舰队司令 A.W. 约翰逊将军曾经参观了雷达的演示，现在他打算把自己的旗舰“纽约”号战列舰拿出来用作雷达试验平台。

惊艳亮相——“纽约”号战列舰试验

美国海军工程局将第一台实用雷达样机命名为 XAF，研究所的制造车间花了 8 个月赶制出了雷达的主机和监视器，布吕斯特飞机公司则根据研究所的设计图制造出了雷达天线，造价刚好 2.5 万美元。1938 年 12 月 8 日，研究所无线电分部把样机装到了战列舰上。虽然据说把雷达天线布置在飞行员舱顶上是为了保密，但这显然是不可能的，这个“苍蝇拍子”吸足了舰上水兵们的注意力。1939 年 1 月，“纽约”号带着 XAF 雷达和一组海军研究所的工程师开赴加勒比海。蛰伏了 8 年的美国海

军雷达终于惊艳亮相。在这段难忘的航程中，XAF 雷达经历了 14 英寸（356 毫米）重炮射击造成的震动和狂风暴雨的洗礼，但仍然能够每天 24 小时连续正常运转；77 千米外的飞机和 16 千米外的舰船都难逃它的法眼；在模拟驱逐舰雷击试验中，它在驱逐舰进入鱼雷射程前就抢先发现了对手。试验员们还惊讶地发现，雷达甚至可以捕捉到 14 英寸主炮炮弹射出后的轨迹。而这所有的一切，都和舰上的其他电子设备的运转互不干扰。XAF 的首次亮相堪称完美！

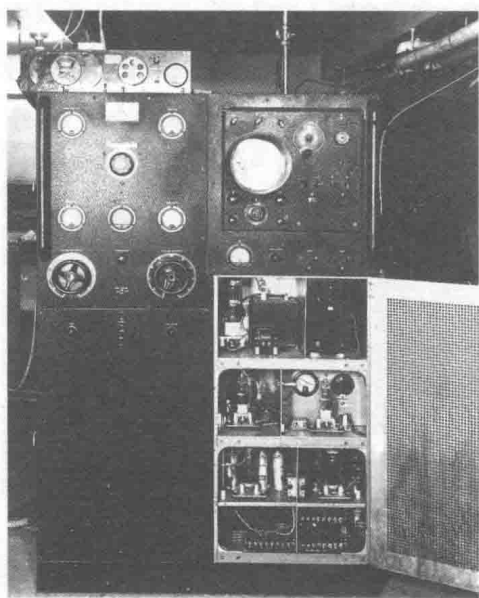
“纽约”号的舰长在航行报告中如此写道：

它应该立即被安装到所有的航空母舰上，并尽快装备其他军舰。我不同意牺牲探测距离以缩小雷达体积，尤其是对于航母而言，这些设备看起来很大，但其实没什么妨碍。有得必有失，雷达十分对得起它占用的那些空间。

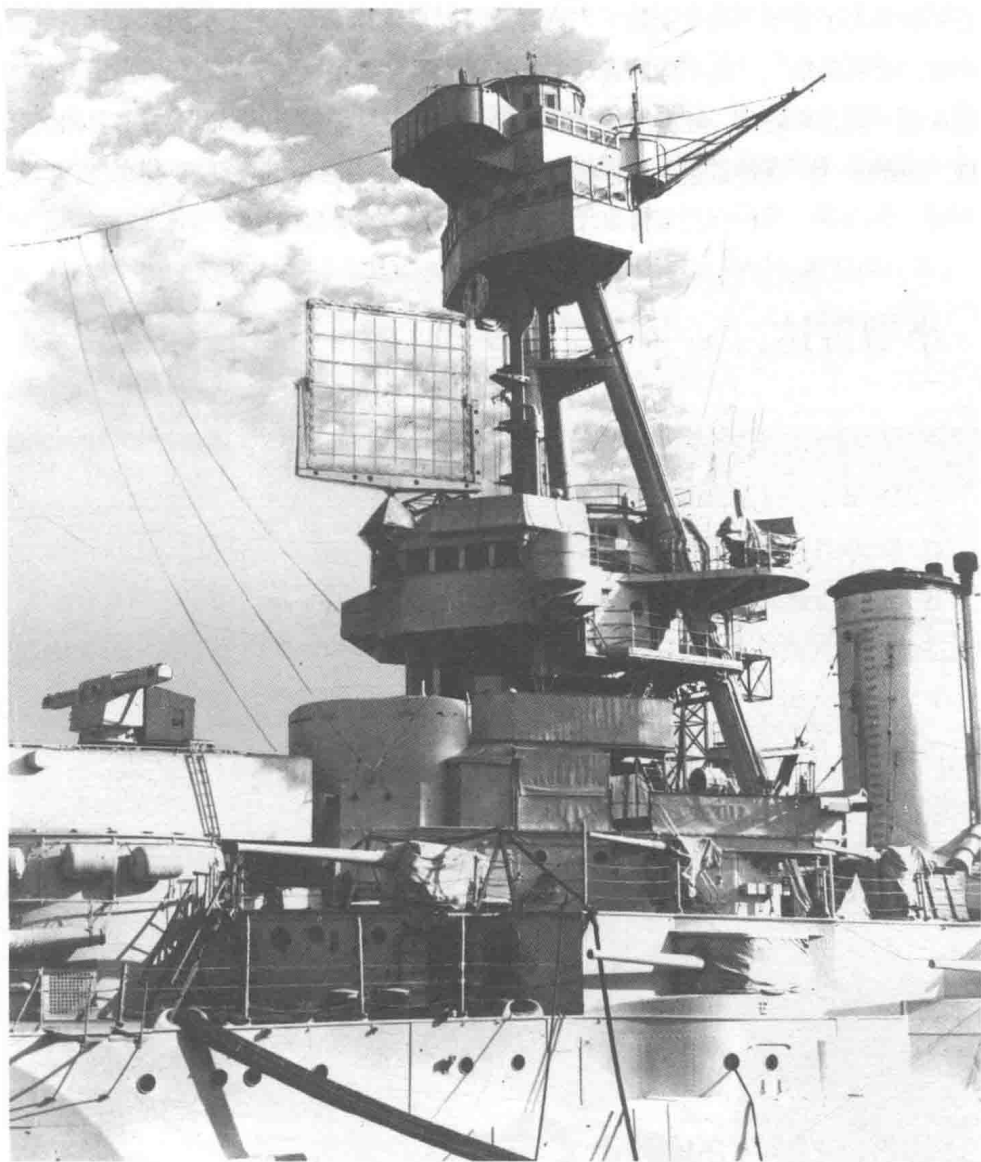
“纽约”号试验也让佩奇发现了一个问题：虽然雷达性能不错，但监视器有点坑。操作员从 A 型显示器上只能看到目标距离，方位还得抬头另看天线角度指示器。如果要掌握全空域空情，那操作员要每发现一个目标就如此操作一次，然后再寻找下一个目标，这个过程不仅费时费力还很容易出错。他觉得需要一套地图式的显示系统，可以把雷达信息直截了当地显示出来。回到研究所后，佩奇开始琢磨设计一种同心圆式的显示设备，可以直接展示目标的方位和距离——其实英国人此

时已经在这么做了，他们的作品是 PPI（平面位置坐标显示器）。当佩奇小组真的拿出实用型的 PPI 显示器时，太平洋战争已经爆发了。

鉴于 XAF 雷达在“纽约”号上的出色表演，海军总长办公室立即将无线电探测项目编为“特别项目 1 号”。1939 年 5 月 8 日，海军总长要求海军工程局尽快拿出 10—20 台 XAF 型设备，以装到军舰上试用。此时工程局手里只有 RCA 和西部电气两家供应商可以批量生产雷达，于是，1939 年 10 月 17 日，工程局向 RCA 公司订购了 6 台设备，并正式命名为 CXAM。仅仅



▲ 安装在战列舰“纽约”号上的 XAF 雷达样机。



▲“纽约”号舰桥上部飞行员舱顶上的XAF雷达天线。一眼可见，把天线装在这里根本不可能做到保密。但无论如何，雷达的辉煌时代从这里拉开了序幕。

1个月后，海军就收到了第一台试生产型雷达实机，1940年夏天，这台样机被装到了“加利福尼亚”号战列舰上。随后的5台雷达分别装到航空母舰“约克城”号和重巡洋舰“芝加哥”“切斯特”“彭萨科拉”“北安普顿”号上。测试结果很不错。于是RCA又接到14台稍加改进的雷达的订单，这一批雷达被命名为CXAM-1。

它们被装上了航母“列克星敦”“萨拉托加”“突击者”“企业”和“黄蜂”，战列舰“德克萨斯”“宾夕法尼亚”“西弗吉尼亚”“北卡罗来纳”“华盛顿”，重巡洋舰“奥古斯塔”，轻巡洋舰“阿尔贝马里”和“辛辛那提”，还有水上飞机母舰“寇蒂斯”号。这些雷达大部分都在1941年12月7日珍珠港战役爆发前安装完毕。

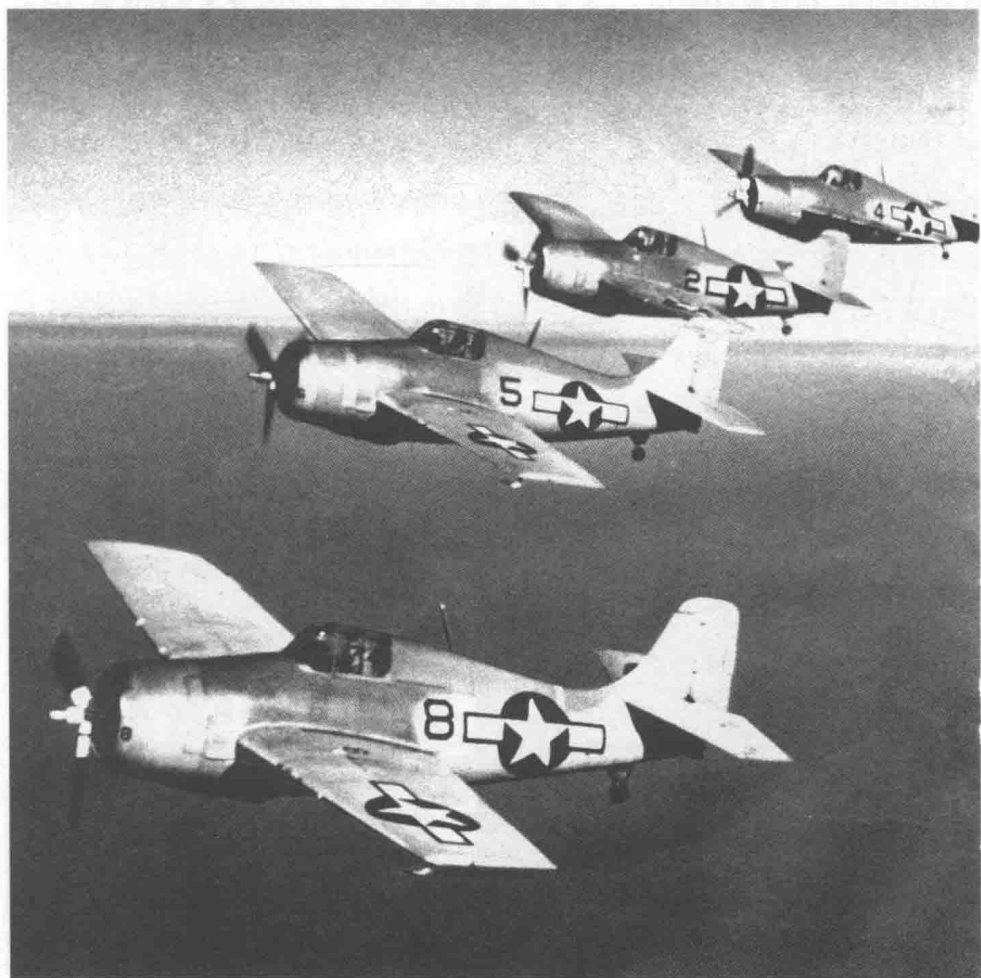
小型雷达

CXAM 雷达虽然达到了装备标准，但太大太重，只能用在巡洋舰以上的大型舰艇上，而海军总长要求得到一种能够装在驱逐舰和更小型舰艇上的雷达，而且越快越好。于是，1940年年末，海军研究所奉命开工。有了之前的基础，这次小型雷达的研发比较顺利，不久后研究所就拿出了输出功率达到 CXAM 的 20 倍，天线尺寸从 17 平方英尺（约 1.6 平方米）下降到 15 平方英尺（约 1.4 平方米），重量也减轻了很多，可以探测到 96 千米外的中型飞机的新型雷达。1941 年 7 月，新型雷达在驱逐舰“赛莫斯”号上完成测试，随即由 RCA 和通用电气两家公司投入量产，首批订单达 400 台——RCA 公司的产品命名为 SA，通用电气版则称为 SC-1。到 1941 年 12 月 18 日，也就是战争爆发 10 天后，已有 48 台 SA/SC-1 雷达交付船厂，其中 27 台已经上舰。

雷达防空指挥的缘起

在雷达诞生前，舰队的防空预警只能依靠巡逻机，目视观察是发现来袭敌机的唯一手段。美国海军当时的目视防空体系包括在舰队外围 40 千米处巡逻的单机或双机编队，以及在舰队上空待命的大群战斗机，也就是 CAP（战斗空中巡逻机）。虽然巡逻机提供了 40 千米的预警距离，但在敌机飞临舰队上空之前，留给防空战斗机的时间仍然极其短暂。为了给防空战斗机留出更多的拦截时间，后来这一防空体系又做了调整，把 CAP 机群分解成多个小群，分散布置在距离舰队 25 千米外的

不同方向上，这样一旦巡逻机发现目标，最近的战斗机就能很快来援。但这么做的问题在于，相反方向上的防空战斗机就基本没什么参战机会了。另一个问题在于，这一战术需要防空战斗机队的领队长机在战场中央掌控全局。但实际上长机也是要参战的，他根本没有精力来环顾四周把控全局。因此，此时的舰队防空基本是不受舰队指挥官掌控的，防空战斗机也得不到多少关于来袭敌机的信息。简言之，舰队防空就是一团糨糊，舰队司令只能听天由命。但现在有了雷达，是时候改变这一切了。



▲ 在电光石火的防空作战中，等发现敌机来袭再放飞战斗机迎战是来不及的，必须在舰队上空保持一定数量随时待命出击的战斗机。美国海军将这种战术称为战斗空中巡逻（Combat Air Patrol），也就是CAP。