

渔业遥感志

(国外资料集)

国家水产总局渔业机械仪器研究所

一九七九年八月

前 言

随着航天、计算机、红外、激光和电子技术等现代技术的发展，遥测已成为一门新兴的综合性的边缘科学，并在很多领域里显示了它的独特优越性。利用遥测技术对海洋大面积的、实时的探查，为预报和侦查鱼群提供了巨大的可能性。国外已进行了许多研究试验，并也有所应用，但渔业遥测技术还处在初创时期，还有一个较长的发展过程。估计到在人们今后向海洋进军的过程中的作用，它被誉为“渔业的未来”。

为了促进遥测技术在我渔业中的应用和发展，加速实现渔业现代化；为了介绍和交流国内外渔业遥测技术的发展动向，技术资料 and 科研成果，以便为水产部门和有关单位开展渔业遥测研究提供参考，我们编辑了“渔业遥测”这个集子。这次在本所情报室和东海水产研究所情报室同志大力支持下，汇编了国外的一些资料。我们的工作刚开始，今后希望能在各方面的关心和支持下，将此项工作继续搞下去。

由于初次进行，又限于专业和外文水平，定有不少错误和不当之处，欢迎批评指正。

渔机所仪电室遥测小组

一九七九年八月

目 录

前 言

1. 遥测在渔业中的若干应用.....	1
2. 远距离传测田在渔业上的应用.....	2
3. 用空间实验室—3号进行渔业资源调查的初步结果.....	3
4. 航天仪器及其在海洋学和渔业中的应用.....	4
5. 美国国家海洋渔业署的遥测工作.....	5
6. 粮农组织与遥测在渔业上的应用.....	6
7. 海洋颜色遥测光谱作为生物活动的指标.....	7
8. 根据拉曼散射的退偏度遥测海洋温度.....	8

遥测在渔业中的若干应用

§ 摘要

目前，工业上以及政府用以探测鱼群和调查大洋区资源的技术（方法）还是不充足的。

宇宙观测台的遥测看来是提供了一个较为有效而又经济的方法，可以为估计目前的资源和预测未来的渔业资源及其分布提供所需的资料。

本文介绍了应用遥测，可以对鱼群及其环境的许多重要特性进行观察。本文亦讨论了这些遥测有应用的可能，以及环境因素对这些遥测有效程度的影响和限制。

§ 绪言

近数月来，有关美国渔业工业衰落的情况已经大量发表。它指出了在这八年期间，美国在世界渔业生产中已从第二位退居至第五位。且不管个人对渔产品及贝类产品的消费量在确定上升，衰落已经发生。美国仅占世界人口的6%，而1967年，其对渔产品及贝类产品的消费量则超过世界产量的12%。目前，70%以上的水产品是由外国船队供应的。如此情况，是受到多种因素的影响的，如社会的、政治的以及技术方面的因素等。然而，为了扭转这个趋向，并应付将来激增的人口对食品的需求，我们必须寻求更加有效的以及效率更高的探测及捕获鱼群（渔业资源）的新方法。

最近的一项研究工作（1969年Norton进行的），对加利福尼亚的金枪鱼围网船队的捕鱼活动作了调查，发现船队在渔场有75%的时间是消耗在捕鱼工作上。这样，每年就得消费一千三百万元，相当于所捕获的金枪鱼总价值的三分之一以上。这样看来，探索鱼群的

时间减少50%，再加上捕捞率提高25%，则可以减少三分之一以上的渔船（出海捕捞）。这样从成本来看，一年可以减少一千一百九十四万元左右，可节省投资六百四十万元。

这项研究工作指出了与金枪鱼收成有关的效率低的主要问题。然而，探测效率低的问题并非仅限于金枪鱼渔业。拖网捕捞，即使在鱼群密度最高的海域，其探测鱼群的时间亦占海上工作时间的50%。

因此，可以下结论说，探鱼能力上的任何技术改进对渔获成本都有极大的影响，从而对渔业以及所涉及的国家部门都能得到显著增长的经济收益。这个事实已经得到冰岛、日本、苏联等几个国家的证明，这些国家给本国船队提供渔场图和渔情预报等服务项目。美国渔民，因为他们在确定资源上的类似的援助而处于不利环境之中。为了把美国渔民置于一个竞争者的位置上，必须提供类似的援助。援助项目包括下列内容：

1. 帮助确定资源。对指定海区的鱼群的位置，特性，及数量等提供情报报导。

2. 帮助调度船队并对船队进行捕捞性指挥。

3. 预报可捕鱼群的分布及其在一定时间与一定水域的数量

对“遥感”领域内技术新进展的应用看来是对开发新资源提供了一个更有效而又经济的方法，除提供数据之外还能大幅度的减少渔船的探鱼时间。

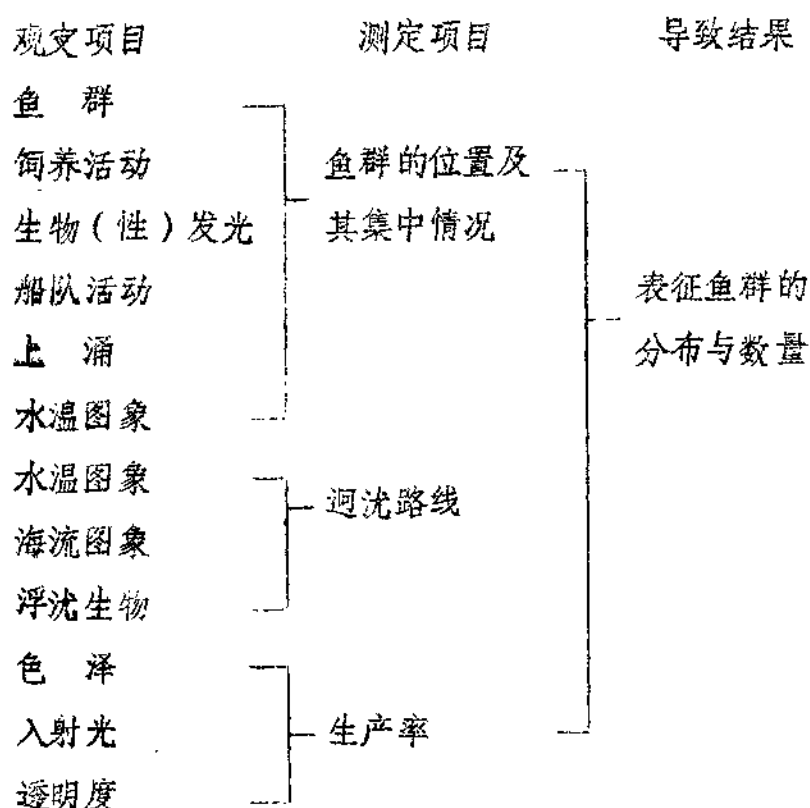
§ 遥感的口应用

一些重要的可通过遥感口进行观测的海洋环境特性列于表1。如果有足够的探测率和精度，遥感的观测结果可对海洋生产率的估计以及对鱼群分布及其在一定时间与一定水域中的数量的测定提供必需的数据。（如果有足够探测率和精度，遥感口观测结果所提供的数据，

≈ 1 - 2 ≈

是估计海洋生产率和测定鱼群分布及鱼群在一定时间与一定水域中的数量所必需的。)

图1 与渔业有关的观文项目



若干看来在渔业方面有应用可能性的遥测项目，以及每种遥测项目所能观测的现象和活动均列于图2。对渔业来说，那些具有重要意义的数据可分为二大类。一类是用于估计生物生产率及鱼群分布的环埤数据，一类是用于某一指定海域的资源探查的直接观测。直接观测也是测定以环埤数据为基础的渔业预报的可靠性和精确性所必需的。

图2 遥测口及其在渔业上的应用

观测项目	多光谱 照相机	可见光 照相机	激光 口	分光 计	辐 射 温度计	红 外 显象管	微光 电视	微 波 辐射计
鱼 群	0	0	0	0			0	
鱼 色	0			0				
水 色	0	0		0				
表面异常	0	0		0			0	0
上 涌	0	0		0	0	0		0
生物体发光							0	
浮流生物			0				0	
潮 流	0	0		0	0	0		0
表面水温					0	0		0
海 况		0	0					0
渔捞活动	0	0		0			0	

宇宙观测台上的遥测看来很可能限制与磁强计，伽马射线频谱仪等不同的（相反的）纯电磁传悉口的使用。传悉装置（设备）既可以是主动的（有源的），诸如激光系统，激光系统用单色光的一个相干波束照射目标，并且根据光传播至目标，再由目标返回所需的时间来测定目标距离。（传悉装置）也可以是被动的，诸如胶片照相机，胶片照相机记录反射的阳光是通过光子入射至胶片上，与胶片乳胶的卤化颗粒相互作用而记录的。

对电磁频谱的试验（研究）（见图3），提出了我们应当能够“看见”海洋在包括二十个以上数量级的频谱范围内我们所选择的任何波长波段的辐射反射或重发射。然而，辐射传播至一定的波长或辐射 $\approx 1 - 4 \approx$

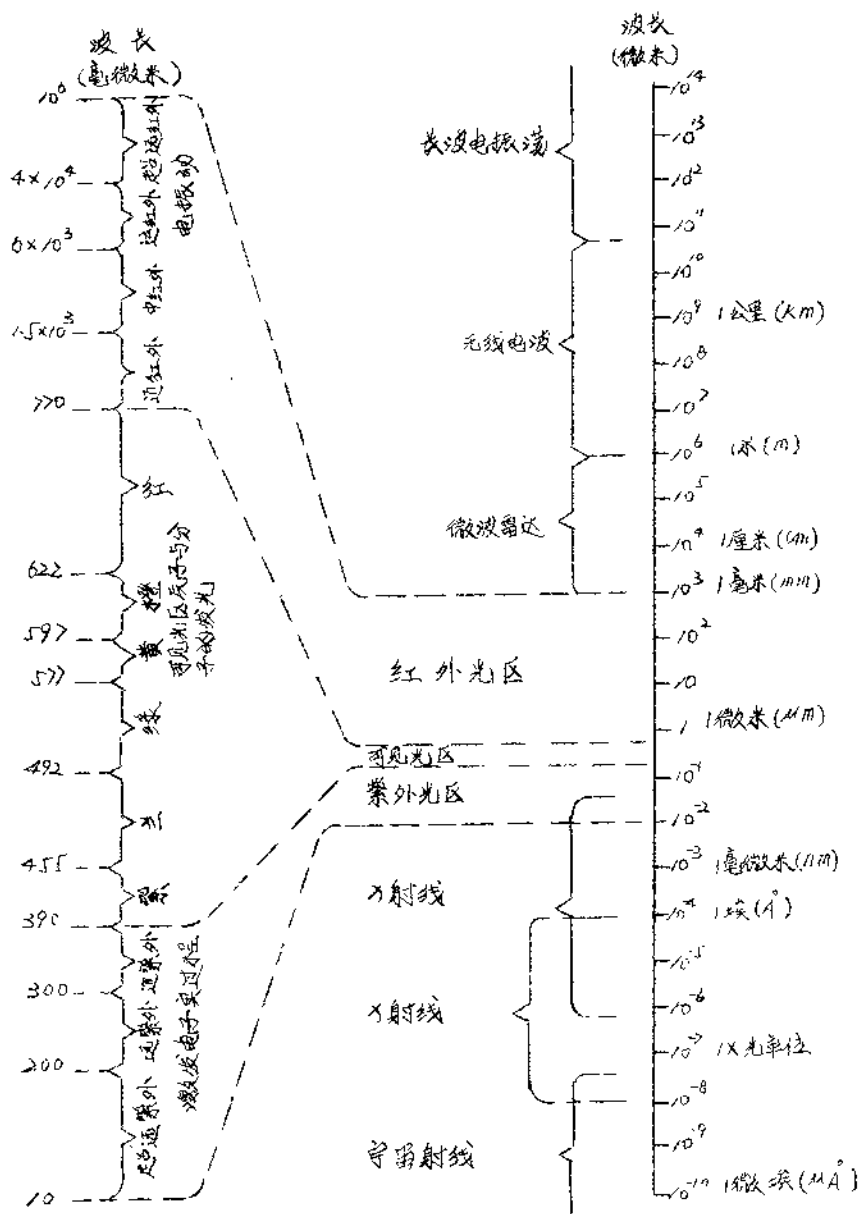


图3 电磁频谱 (录自RCA 光电手册, 1963)

射传播至“窗孔”却受到大气吸附和散射的限制 (见图4)。

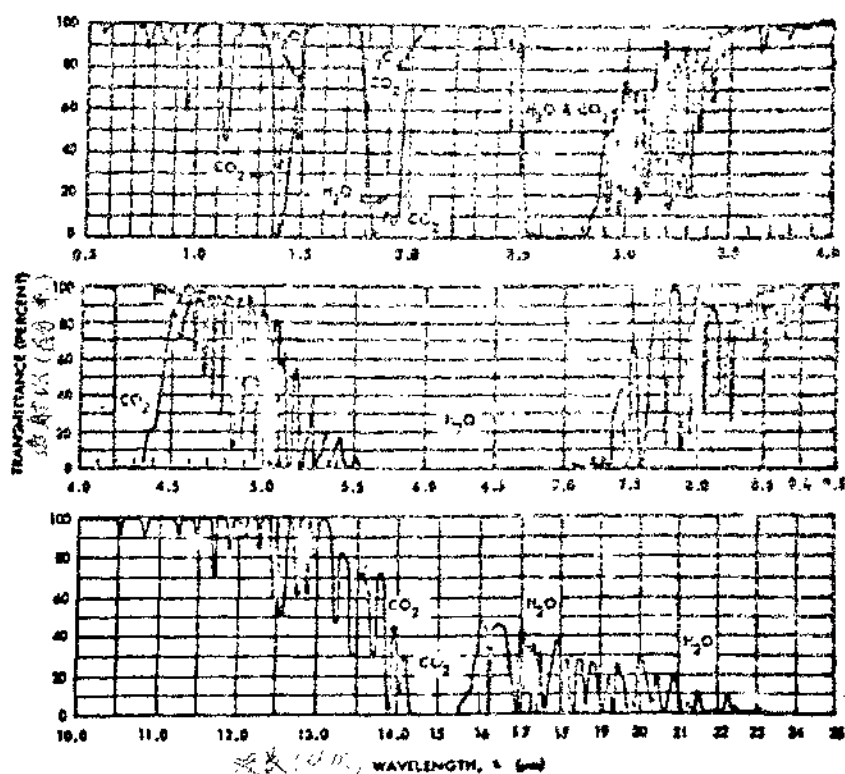


图4 水温华氏79度，海表沉淀度5.7mm时1000英尺水平空气路程 (Path) 的传输情况

由于水介质电磁辐射的强衰减，直接探测更被限制至频谱可见部份的窄频带范围之内（见图5）。

最澄透的海水的电磁辐射（透射波长）为170毫微米左右，沿岸海水因颗粒物质的浓度较高，其透射波长便向较长的波长移动。因此，只有在电磁频谱可见部份的这个狭窄“海洋窗孔”能进行工作的传感器对渔业直接探测才具有应用的可能性。

图3：电磁频谱（摘自1963年出版的RCA电光学手册）

图4：海平面为5.7mm，沉淀水的水温为华氏79度，1000尺的地平空中传播轨迹（空中传播路线）。

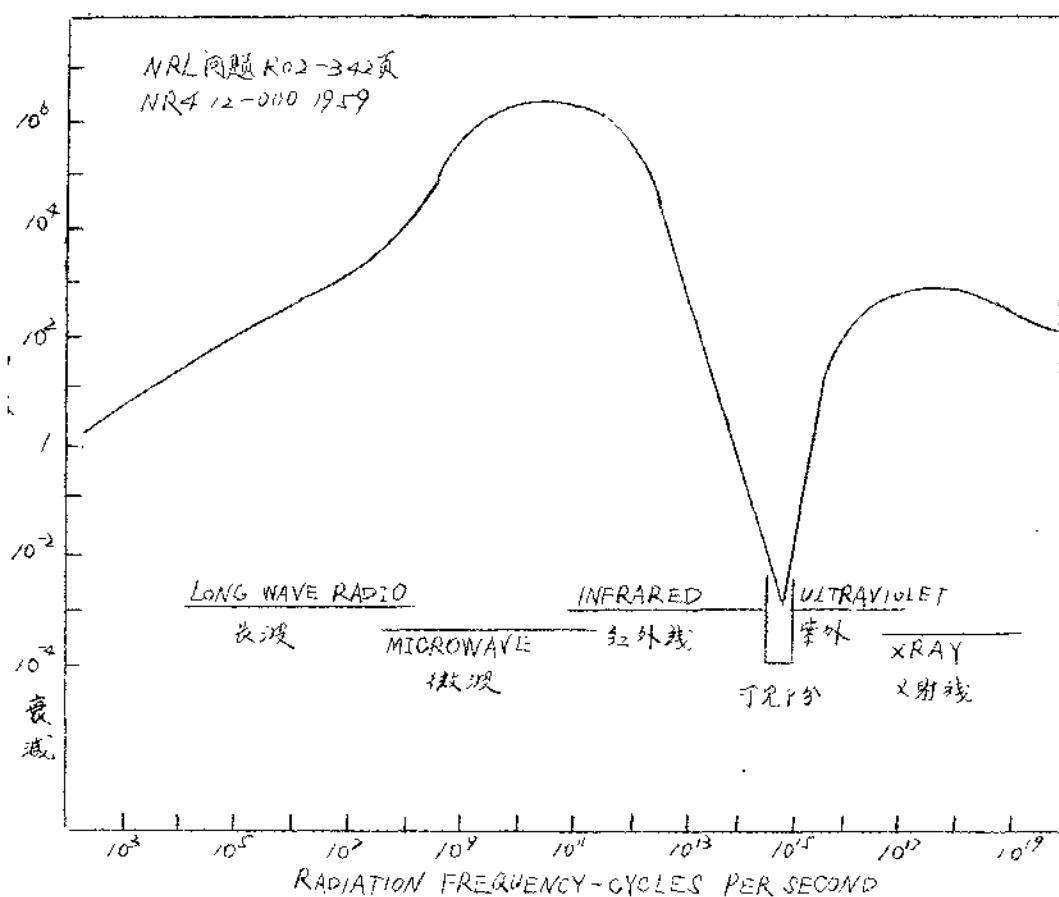


图5 海表电磁辐射的衰减 (取自 L.R Jenkes 1969)

辐射频率—每秒周期

§ 环埕

表面温度

Hela 和 Laevastu 于1970年报导了鱼群总是搜寻并选择一个物理条件和生物条件结合得最理想的自然环埕。根据这些调查研究者的工作,几乎各类鱼群都有一个最适温度,可用鱼群的最适温度来预测各种鱼类的旺季和分布。长鳍金枪鱼的捕捞率与海表温度之间

$\approx 1 - 7 \approx$

的关系列于图6。这些参数可用热扫描口或红外线辐射计在宇宙观测台上进行遥测。

计算海水红外线辐射的放射(量)的基本方式有:

斯忒芬-波耳兹曼(Stefan-Boltzman)定律, $W = \epsilon \delta T^4$;

维恩(Wien)位移定律, $\lambda_{\max} T = 2898 \mu(\text{ok})$;

普朗克(Plancks)定律, $u\lambda = C_1 \lambda^{-5} (e^{C_2/\lambda T} - 1)^{-1}$

式中的

W = 以瓦特为单位的辐射功率

ϵ = 海水放射率 = 0.98

$\delta = (0.56687 \pm 0.00010) \times 10^{-8}$ 瓦特厘米⁻²度⁻⁴

T = 以开耳芬温标为标准的绝对温度

λ = 以微米为单位的波长

u = 辐射能量密度

C_1 = 常数

C_2 = 常数

在海洋所能达到的极值温度,亦即自 $-2^\circ \sim +35^\circ \text{C}$ 的范围之内,可以用上述公式测定辐射能量的分布。根据Wiens位移定律,处于这些温度时的最大辐射(量)约为10微米(1000nm)。可用Stefan-Boltzman定律的方程式来测量海表的辐射能(量)。

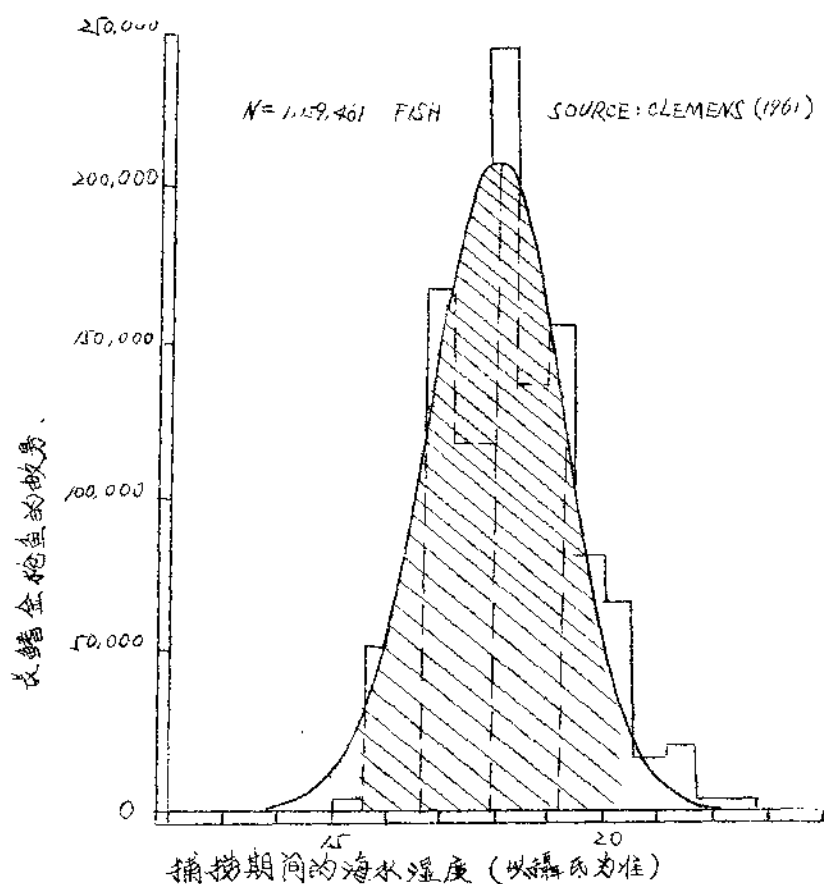


图6 海表温度与长鳍金枪鱼捕获量之间的关系。

阴影区占总捕捞量的95% (根据1970 HeLa
及Laevastu的报告1970)

从Dorey (1940)和Defant (1961)的研究工作来看,在电磁频谱 $4 \sim 100\mu$ 范围内,海洋是不传导辐射的。其透射系数(透射比)为,一层约为 0.02mm 厚的海水层,将吸收在这个波长频带范围内的各种入射辐射。因此,海洋的放射必须在一层同样厚度(0.02mm)的海水层中放射。

Drennan (1967)指出,从直接测量的以及在飞机上遥测的海

表温度曲线的比较分析来看，这些参数可用遥测测得，而且测量结果可靠。从在墨西哥湾所观测到的表面温度的水平梯度来看，与主要潮流系统和上涌区是一致的。

用 (Drennan 1966) 在飞机上对表面温度的测量结果勾划了密西西比河的流出量曲线和墨西哥湾北部的环流 (流通量) 的主要表面特征。渔民和从事渔业的科学家们都一致认识到这些现象对渔业的重要性。沿潮流边界海水“下沉物质”的聚集，形成了一个以饲料有机物质和小鱼组成的“机动的”聚集体，可以作为诸如金枪鱼，竹刀鱼等较大的商业重要品种鱼的饲料资源。(根据 Hela 和 Laevastu 的根告)。

冷的上涌，营养丰富的海水，以及河水经流 (河水流量) 都对饲料供应和海洋生产率有影响。然而，潮流的位置和强度以及上涌区有季节性的变化而且会随气象条件而变化。因为这些现象会出现反常的气候及色泽特征，它们的活动是可以测定的，而且在宇宙观测台上应用遥测还能予测到来的位置 (情况)。

§ 海水色泽

Clarke, et al (1969年) 所指导的研究工作，尝试把与生物生产率有关的上涌光的比率在频谱仪的绿区 (540nm) 改变为兰区 (460nm)。这项研究的现实性和重要性是建立在光合作用的知识上的，光合体制造了海洋的食物链，光合作用是由浮沉植物等含叶绿素的海藻来完成的。从这类有机物的频谱分析来看，有 460nm 和 670nm 二个吸收波段 (吸收频带)。清晰的“生物贫乏”的海浮水，吸收极少，其吸收波长约为 470nm。随着叶绿素浓度的增加，最小吸收波长接近叶绿素的素小吸收波长，为 540nm。因此，富饶 $\approx 1 - 10 \approx$

的海洋区的特征是呈绿色，绿色是叶绿素及其它生物色素高度集中的指征。

测量叶绿素在鉴定与勾划丰产渔场上的重要性已得到证实（宇宙（太空）应用的夏季研究1969）。完成了加利福尼亚海岸的叶绿素，金枪鱼食料，和金枪鱼出现这三者之间关系的研究工作。根据这些研究工作，得悉在一指定时间内，海表叶绿素含量高的海区，作为金枪鱼食料的含量也高，二者是一致的。海水的这些特性也只有在能大批捕获金枪鱼的有限的温度范围之内才出现。可以预期在营养条件较差之时，对叶绿素分布的知识将比测定动物分布更为重要。

因此，从Clarke, et al (1969)的研究工作来看，可以在10,000尺的高空，用一只试验性的空中分光光度计，来辨别叶绿素浓度低的和叶绿素浓度适中的海区，在海洋生产率的测定能力上向前跨进了重要的一步。

海洋的色泽，以及对渔业具有重要性的其它海表特征，也可以通过照片进行观文（Stevenson 1967, 1969, Lindner 和 Bailey 1968），虽然目前胶片的频谱分辨力还不足以介决（分辨）与叶绿素浓度的微量变化有关的细微的（难以捉摸的）色泽差别，对色泽差别和表面（海表）特征的进一步判断，可用来判断主潮流系统的边界，上涌区，而沿海区的沉淀分布也可以勾划出来。

§ 直接探测鱼群

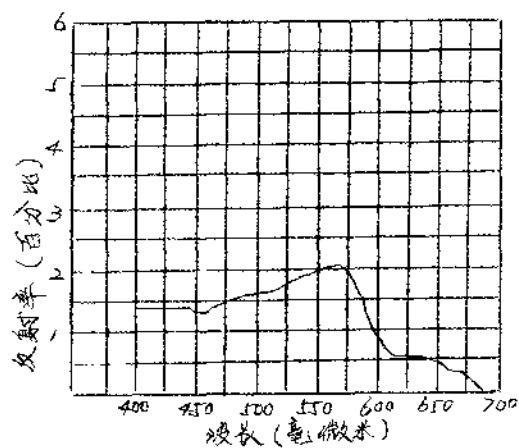
分光光度计的研究

分光光度计已被商业性捕鱼工业的驾驶员们证明，可由颜色区别深海鱼的某些品种。驾驶员们也可利用其它特征诸如鱼群群体流动的图象，鱼群的生态，海表面的粗糙度以及寻找鱼群的鸟的入水情况来

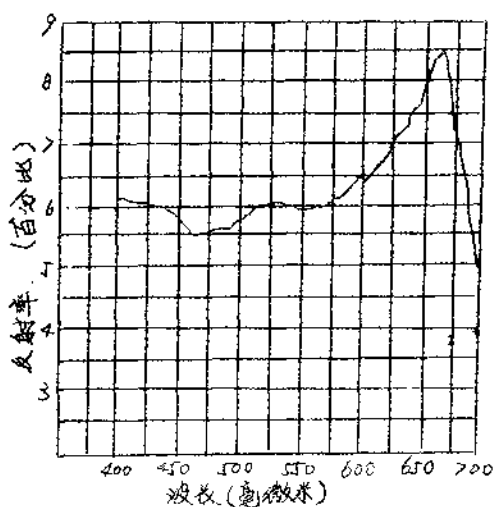
确定鱼群的数量。在颜色区别敏感的情况下，鱼群是清晰的，这就给分光光度计技术用于确定鱼的主要品种的光谱符号提供了可能性。

1968年9月，根据国家海洋渔业署的合同，国家海洋渔业服务部和加利福尼亚雷东多比奇的TRW组织合作，在墨西哥的北部湾，测量了15种鱼群的光谱反射。使用最近研制成功的TRW水色分光仪对单体鱼，小鱼群以及限制在一定范围内的渔群进行了观文。将单体鱼麻醉后放入一只黑色背景的小的、装满水的容器内。进行观文时，将鱼保持在恰好在水平面以下，需要观文1.2秒钟；也可以在有水的网中进行观文。为了进行观文，分光仪装在海洋学研究的平台上，该平台高出水面80英尺。

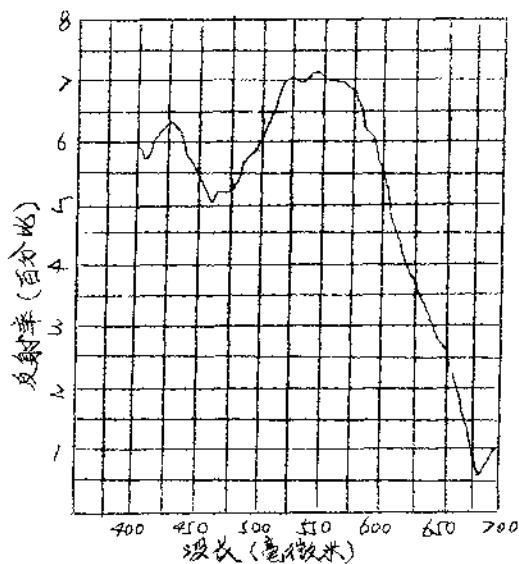
当用TRW进行分析的过程中，得到了约为120种光谱中的33种。资料研究表明，在一般情况下，能区别海木反射还是鱼群反射，而且还能区别鱼的品种。此期间所获得的反射曲线已列于图7。右下角的曲线表示马鲛鱼的光谱反射。马鲛鱼是光亮的（鲜明的），反射能力强，在光谱（500~600毫微米）的绿色部份有一易于鉴别的高“峰”。在网内观文Cigar鱼，可看到很清晰的反射曲线。其主要特征是反射能力强，在光谱（600~700毫微米）的红色部分有一高峰。分析反射曲线可得到许多“峰”和“谷”。将波长固定，出现了特殊的鉴别密码，可称为光谱的符号差。



混浊浅海水的频谱反射率



海水里渔网内的Cigar鱼的频谱反射率



浸在水中里托盘里的马鲛鱼的频谱反射

图7 光谱反射曲线

不同密度鱼群的探测和识别可考虑用于三个重要品种：其中之一就是马鲛鱼，所计算的反射曲线如图8所示。这些计算是飞机在晴朗

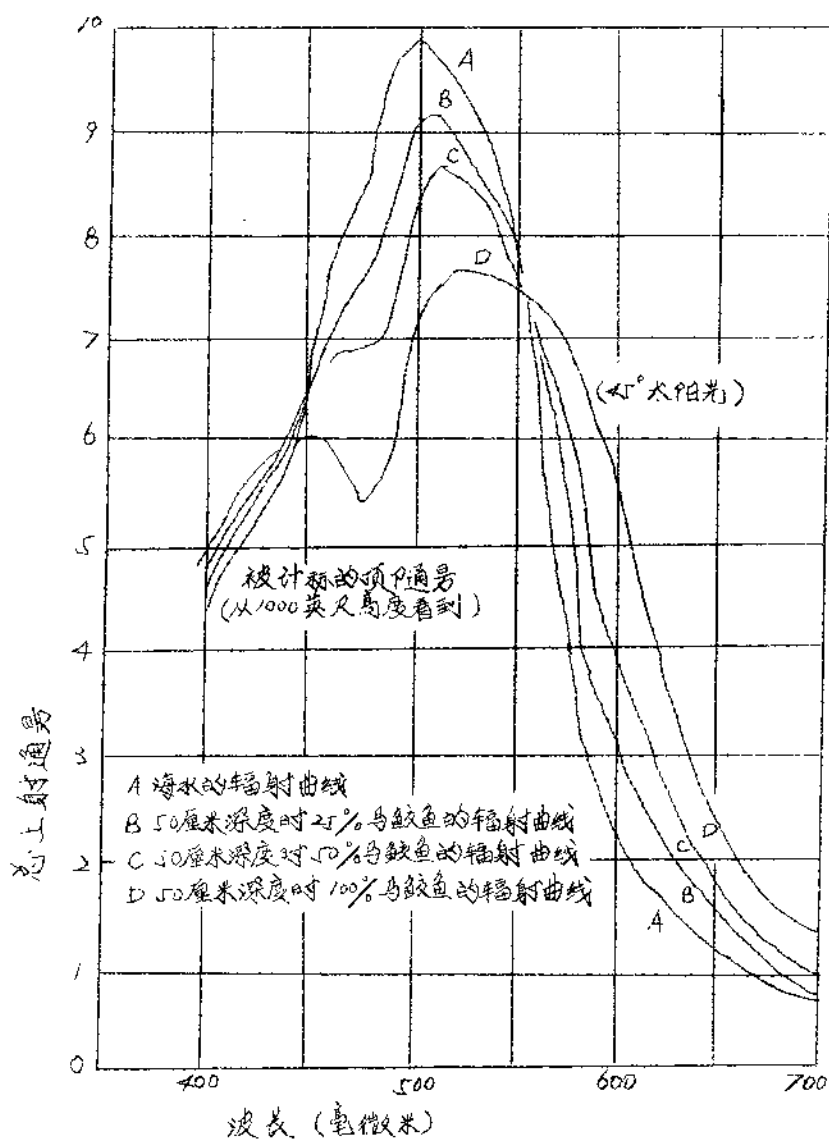


图8 海水中不同密度马鲛鱼向上辐射的比较

天气，45° 太阳角，在代表性水体的上方1000英尺的低空飞行，亦即每立方米水体中含叶绿素a 1毫克，鱼的深度为50厘米的情况下观文得到的。曲线A表示该日对海水予测的仪口读数，曲线B表示水

≈ 1 - 14 ≈