

渔业资源调查 评估方法手册

第五部分： 目的和基本方法

MANUAL OF METHODS FOR FISHERIES
RESOURCE SURVEY AND APPRAISAL
Part5 - Objectives and Basic Methods

联合国粮农组织

1980 · 10 译

渔业资源调查、评估方法手册

第5部分：目的和基本方法

FAO·渔业司渔业资源和环境处水产资源调查和

评估课课长 J. A. Gulland 著

陈 克 译

王克忠 校

联合国粮农组织

1975. 罗马

文 件 的 准 备

本件系根据1975年4月7-19日在印度尼西亚、扎卡达召开的海洋渔业资源调查专题讨论会上的讲稿提纲写成。这个专题讨论会是由印度尼西亚渔业部组织，粮农组织和联合国开发计划署渔业发片管理计划和印度洋计划协助。在专题讨论会期间，作者得到上述各单位人员的协助，特别是M.Unar，A.Daiponggo和S.Venema的协助，谨表谢意。

翻 译 的 说 明

本文件为联合国粮农组织、联合国开发计划署于1980年11-12月在中国上海举办海洋资源评估讲习班的教材之一，现译成中文以供使用。

目 录

1. 调查的一般原理
 - 1-1 调查的目的
 - 1-2 调查的类型
2. 调查的实施
 - 2-1 资源调查的工具选择
 - 2-2 统计和抽样
 - 2-3 调查的设计
 - 2-4 资料的记录
3. 调查资料的整理和使用
 - 3-1 资源评估
 - 3-2 渔获率的估算
 - 3-3 资源量和潜在年产量的估算
 - 3-4 调查结果报告
4. 练习题
5. 练习题答案
6. 参考资料

1. 调查的一般原理

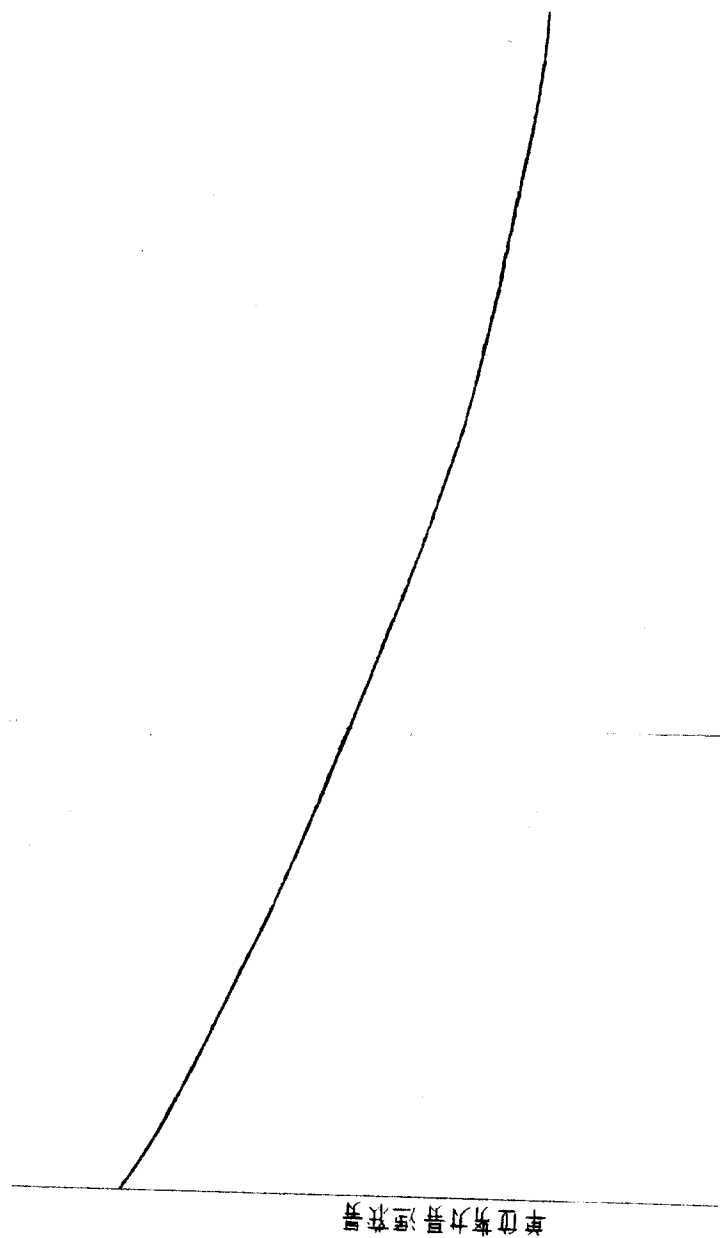
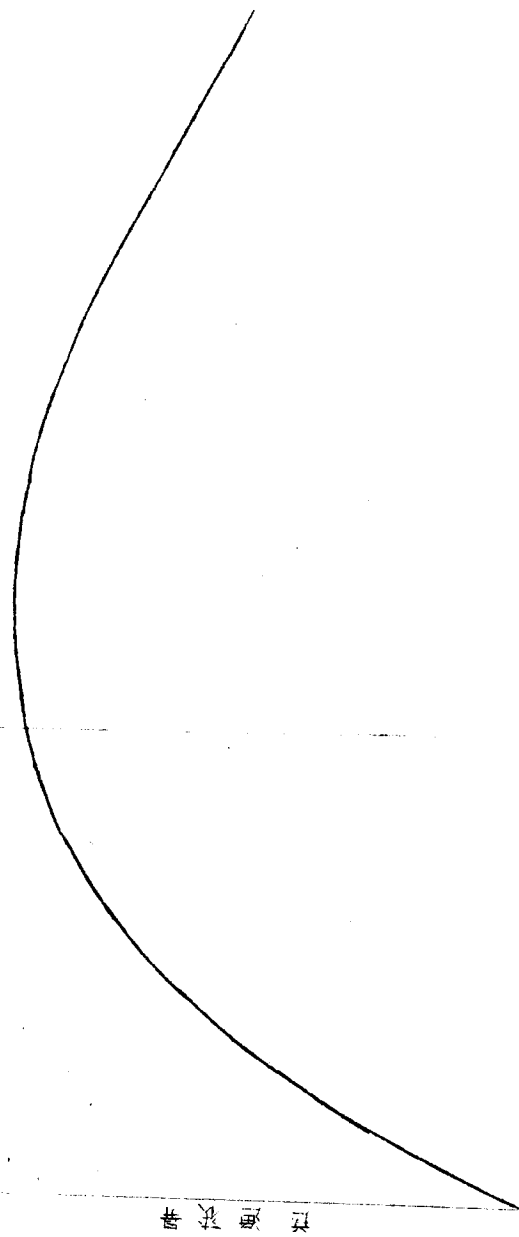
1-1 调查的目的

渔业调查是包括由生物学家，渔船船长以及其他人员，依各种目的所进行的各种活动。由于目的不同而产生的混淆，常使调查的进行和分析发生困难。因此，在计划调查的初期，明确进行调查所要达到的具体目的是主要的。为达此目的，很重要的是，确定调查工作在全面发产渔业中的地位。如果计划调查工作的生物学家或其他人员能胜任此工作，则渔业行政部门应就渔业所面临的问题（或是将来可能面临的问题），以及通过调查，希望能解决哪些问题等，对他们提供适当的指导。必须注意，如同许多科研工作一样，调查所得的资料，必须经过一定时间才能证明它的价值，而且为了某些目的，调查所得的资料，可能要延续几年，才能给出明确的答案。（例如，连续经过年复一年的波动，或是随着捕鱼量的变化而使鱼的资源量发生变动）。尽管调查计划要考虑国家的计划和重点而随时进行修订，但是如果制订一个持续的长期规划并尽可能保持不变，则调查工作将会很有成效。

渔业总异

图1 渔业总异与总鱼块异(上图)和单位努力量总异(下图)的类型关系

~2~



渔获量

努力量

时间

资源量

总净利润

资源量 (C, P, U, E)

时间

初期, 未开发

平衡

生长

全开发

管理

图2 一产型渔业的发展阶段, 上图是总努力量和总渔获量变动的线图, 下图是资源量 (C, P, U, E) 和渔船的总净利润, (即渔获量订价减去成本开支) 变动情况。

表1 渔业发尸的各阶段，及其问题和处理方法

问题	不明	未开发	生长	稳定(低)	接近充分开发	管理
	对鱼类资源情况不明	投资少；扑捞水平低（渔具、渔法），上市量少。	市场销售问题；特别是杂鱼的销售；各种矛盾。	市场销售问题；渔业是否处于低水平；以及各种矛盾。	过量投资；渔具过多；渔船成本费用过大。	选择恰当的措 施。
行动	进行观察（资源调查）	增加投资；研究装备；进行渔具试验；训练；改进销售。	进行统计；对渔获物抽样；搜集产生各种矛盾的原因。	同未开发阶段；搜集产生各种矛盾的原因。	控制；了解渔获量；最佳的频率；渔获物的更好用途。	决定替换措施的影响
调查的目的	鱼种组成及分布；概略地估算渔获率。	估算概略资源量；渔获率（全年，季节，使用的渔具，鱼种）；（试扑）；（供应渔获物）。	训练；解决各种矛盾；群体的资源量和分布	进一步估算群体大小和分布；进行实验。	监测调查（如果状况不好时）；对新资源进行一般研究。	对资源状况进行予测和监测；进行一般的研究工作。

所有海洋渔业都受若干基本条件的限制，不论在哪个地域，使用哪种渔具，同样的基本问题都要重复出现。所有被开发的鱼类自然资源，都要在量上受限制。因此，不论进行怎样多的扑捞作业，都不能超出有限的渔获量。实际上，对于某些资源，增加扑捞，将实际减少总渔获量。对大多数鱼类资源来说，扑捞作业量与平均渔获量之间的关系，有如图1所示。因此，几乎所有渔业都要经历着如第2图所示的那些发尸阶段。大多数渔业的发展阶段，可区分如下：

(1) 不明。即使有关鱼种可能出现，但对于鱼的群体的类型和区域不明。例如，沿着爪哇、苏门答腊的印度洋沿岸的深水底栖动物区系（可能包括虾和头足纲，以及有商品价值的鱼类）就可以列入这一类。

(2) 未开发。渔获量与扑捞努力量微不足道，需要对资源进行研究以吸引投资，促使它向下一阶段发展。

(3) 生长。渔获量和扑捞努力量迅速增长。在这个阶段初期，资源量与单位努力量的渔获量都高，甚至当渔民掌握了好季节和好渔场，以及使用较适当的扑捞方法时，单位努力量渔获量还能略有增加。从此以后，单位努力量渔获量下降，这种渔业的纯经济利润，同样是在开始时迅速上升，但当渔获率开始下降时，利润达到高峰，然后下降，这种转变导致扑捞努力量进入到一个稳定状态。由于有关鱼的品种的需求是没有限制的，因此这种稳定很可能是发生在第1图曲线峰部的某一点或超出此峰部。也就是说，尽管通常用以取得这种渔获量的扑捞量能够变动，但所得的渔获量则是很接近于资源的潜在极限了。图1说明两个可能平衡位置，A在低档品种，或是扑捞费用很高的品种（例如广泛分布的鱼），B是高档品种或低费用的资源。除非需求受到限制，在成长阶段的渔业，将在某一时间——通常很快而不是很迟地进入到资源接近于被完全开发的阶段。

(4) 稳定在低水平。在需求受到限制的地方，例如只将鱼供应给一个小的地方市场，那么这种渔业可在到达资源的限量之前停止。

扩大。这就很象许多传统式的小型渔业，但是这并不能认为，由于使用小船和原始渔具，资源就必定不能完全开发。对于资源量虽小，但容易扑捞的鱼类，只要有足够数量的渔船仍能充分（甚至过度）开发。在资源没有被完全开发时，通过改进和扩充贸易的措施，将能引起渔业的进一步发尸并使它重新进入生长的阶段。

(5) 达到或接近充分开发。扑捞量和渔获量都变动不快。渔获量差不多等于资源潜在的年产量。无须依据渔获量或渔获物组成采取重大措施来控制渔业；但是这些办法，可能日见需要。

(6) 管理。为了达到国家的目标（高渔获量，高经济利润，或充分就业……等），对渔获量及渔业的其它方面进行控制。

在每一阶段，渔业和渔业行政所面临的问题不同，并要求采取不同的措施，包括各种不同型式的调查去解决问题。这些问题、措施以及调查的目的等，都列在第1表中。因此，在整个渔业范围内，资源调查所处的地位（所起的作用）是看得很清楚的，表中所列的各种措施，包括有必须采取的基本措施，以及不仅仅与调查直接有关的各种措施。

在第一阶段，当资源不明时，主要的措施，就是去发现有什么资源。这种调查不需很精细，大体是去到那个地区，使用某种可能较为合适的渔具，以取得一些初步概念：现有什么样的鱼种，它们的分布，粗略估计的资源量大小，以及可能的渔获率等等。

在未开发阶段，问题较多，主要是缺乏投资和落后的技术（渔船、渔具、加工等等）。所需的主要措施是吸引投资。例如，通过各种技术性的研究，改善从扑捞到市场销售各阶段中的若干或全部工艺。随而产生的主要调查的目的是估计资源的大小，以及它的潜在年产量（以作为可能开发的规模的指导），并从季节征兆和所予计的年变化，估计出所予计的渔获率（日渔获量或某一种渔船使用某一种渔具的年渔获量）。在这阶段对资源量的估算不需很准确，重要的问题是这个资源是否能承受初期的开发，应该计划在什么样基本规模内进行长期开发。例如，原始计划的年渔获量是3000吨，

这与该资源是否能年产10,000或100,000吨无关。尽管这里的差额可能达到100,000吨或150,000吨之多都与本阶段无关，而只是关系到长期计划的利益——这对于整个渔业来说分明是非常重要的，并且是值得付出很大努力，包括调查工作，以促其发尸。

对渔获率的估计要求高度准确，特别当它们是用以结合现实性的研究时，因为当成本核算与利润回收接近平衡时，在渔获量上的小小差异，就能对计划投资的成败造成很大差别。

除了上述两个主要目的之外（大略估计资源量和相当准确估计渔获量），调查船还可为初期的各种加工处理和市场试销提供样品鱼，以及为扑捞提供试验——这就是进行各种渔具试验和改进。由于这不是属于调查目的范围，所以在表中，用括弧表示之。

在生长阶段，直接的问题不多。一般说来，一经开始发尸，渔业将按它自身的动量，无需外力帮助连续不断的增长，直到资源的限量（或在某种情况下，由于地方市场的限制），使它发尸缓慢或停止。同时，由于这些限制，致使这种成长阶段不能无限连续，一旦发尸开始缓慢，问题就呈现出来，对这些问题的有效解决办法，往往要求恰当的措施，特别对资源估算的基本资料，要尽早开始搜集而不要延迟到生长阶段的终了或是等到问题表面化才去搜集，这些要求在表中以箭头符号表示，说明后阶段的问题要从早期开始积累，解决。

当渔业已稳定在一个水平时，这就是（或相信是）它已降到资源潜力水平之下，许多问题和所需的调查及其他措施，都与未开发阶段相似。此外，此时通常需要明确资源是否能承受进一步的开发，以及由于不同渔业单位之间对同一资源进行开发而引起实际的或潜在的纠纷等问题。对这两类问题，可通过探明资源量，特别是探明有关资源分布为目的的调查，以及通过从渔业本身收集和分析适当资料帮助解决。

当渔业开发的资源达到或接近它的全都潜力时，很可能发生许多问题。它们多半是众所周知的过度开发——使用过多船只追捕少量的鱼，形成渔获率的明显下降（有时发生总渔获量的下降），和

很低的经济利润等等。此时，主要手段是采取恰当的管理措施（如果他们的基本工作及若干初步办法，诸如规定限制使用渔船数量等，在生长阶段中已经采取就会容易一些），但这些措施要求有资源状况的详细情报。这通常最好是通过渔业本身活动中得到的，但是如果努力量的资料不足时，最好就是通过有规律的调查，以监测资源量的变化。

如渔业管理得当，许多问题将明显地被解决。在余下的问题中，主要就是根据每个季节的资源变化（由于扑捞或自然原因）制定具体办法（例如，渔获量的定额水平）。当渔船队的渔获量和它的努力量统计不能使用，例如，因为这些数据不能及时提供情报以采取行动时，就要求对商品鱼进行特别的调查，调查还要求提供资源变动的预测，例如对不符合商品规格的幼鱼进行调查。

1-2 调查的类型

许多型式的活动，包括多次出海活动，有必要时就当作调查工作，有些活动，例如训练，为销售或加工试验而搜集鱼，严格地说，很明显不属于调查，但有时可与调查结合进行，如训练渔船在予定的航线上航行时，可使用水声仪器进行调查，或拖网船在调查时可以将渔获物用于销售试验。

另有两种与调查有关的活动，但在这里不作介绍，它们（用 Alvevson 的定义，1971）是：

“渔业侦察”：使用科研船或商船，判定出商品鱼的集群位置并向商业渔船队传播这些情报。

“试验性扑捞”：为测试各种类型渔具的效用或为渔业上的策略提高某一渔业的特殊方面的效率而计划的活动。

在这里介绍几种主要的调查型式：

(1) 资源评估调查：新设计的调查，要提供资源量及其分布的估算，并从中估算其潜在年产量的幅度。

(2) 监测调查：对一种资源的蕴藏量和分布的年度和长期的变化，进行研究。

(3) 勘测性的调查：通过调查提供对使用某一特定船只和渔具时，可能预期的渔获率的估计。

评估调查和勘测性调查，两者都属 Alvevson 所说的探扑调查的定义范围之内，但它们之间的区别是重要的。

勘测性调查是直接由渔船船长指挥。其目的是确定渔获率，例如单船（通常是一艘与调查船型号相类似的船和使用同样的渔具）在单位时间内（每年或每日）可能获得的渔获量。这里关键的问题，是找出这一类型渔船的渔获量，究竟是高于还是低于有利可图的利润率。通常，这种调查只进行一次，也只在某一特定的区域内重复进行，以确定那里有否重要的季节性或年度变化。

资源评估调查，主要是由生物学家指挥，其目的是确定资源的总蕴藏量及其分布，其结果可以由资源的总生物量以吨为单位来表示。这个数据还可以进一步分析，得出估计的年产量（以吨为单位）。这类调查通常可用商业型渔具，但也可使用其他型式的渔具或渔法，而不涉及渔获物。

尽管有上述的区别，但它们之间互有关联是明显的，而且这一种型式调查的结果会给那一种型式的调查提供一些质的情报（但通常不是量的情报）。例如：在一个广阔地区的勘测性调查中，所观察的渔获率是高的，那么有关的资质就是丰富的；反之，一个丰富资源就可能有高的渔获率——可是，一个中等量度的资源散布在一个广大地区时，就不可能足够地集中一起，出现高的渔获率。重要的区别在于选择什么样的位置进行观察（例如，一个拖网网次）和在这个网次中选择什么渔获物作为代表。在资源评估调查中的渔获量，通常是用以估算起网位置的密度（例如：每公顷的鱼重量），然后据以假定，作为整个地区或部分地区（如：一个特殊深度区）鱼的典型密度。为使这种假定成为可靠，起网的位置应该从整个区域或部分区域中随机选择（或在事先无偏见地确定）。为使能够从

逐个区域或从逐年的调查中得到精确的比较，其要点是使网的装配和使用方法保持不变。

另一方面，在勘测性调查中，一个特殊网次的渔获量，通常是用以代表好船长在这个区域可能做到的。这个扑捞作业的准确位置，因此将被选择作为船长常用以寻找好位置的标志——底质，水流，鸟群等等。这个地点的鱼密度可以认为是比这整个区域的平均密度高得多的，如果使用这种渔获量的资料去估算资源的蕴藏量，将会使估算建立在危险的基础上。同样，在勘测性调查期间应允许船长改进渔具，如果他认为有必要在这个区域这样做以提高效能的话，因为商业渔船船长同样要这样做的。这样仍能得出在不同区域之间，渔获量的有根据的比较，尽管这种比较对于资源研究来说，不是确实有效。

如果对上述这些区别缺乏认识，将会导致许多挫折。调查船的船员们，在海上对一个小区进行资源调查时，往往不满意于低的渔获量，于是在他们确认（或相信）的地方继续增加作业。更严重的是，由于不知道工作计划，致使调查所扑的渔获物的许多资料不能使用——因为放网位置不是随机选择的，它的渔获物资料就不能用作资源估算，并且可能处于偏高状态。同样，如果放网位置是随机选择的，就可能仅仅等于商业渔获率的低限。这种缺陷的大部，可在每次调查前通过明确的计划和指示予以消除，诸如规定调查的型式和应如何选择扑捞位置等。当然，如果能够分清两种作业内容，就可以在一个航次中，进行两种类型的调查。例如，在两星期的航期中，可以用头十天的时间在预定地点进行网格式调查，以提供资源调查的资料，其余4天则用在很有价值的地点，进行扑捞，以提供勘测调查（渔获率）的资料。

2 调查的实施

2-1 资源调查工具的选择

简单的说，资源评估调查，包括在一个抽样区域内测定鱼的密度（在绝对或相对条件下），假定这个区域内鱼的密度等于整个

调查地区（或部分地区）的密度，则可用抽样区域的鱼密度乘以整个地区的面积，估算出资源量。这种抽样区域可以是一个连续的长条，（例如，在船的下面由回声探鱼仪覆盖的体积），也可以是一组分割的区域（例如，由拖网系列拖曳过的海底）。

即使是在一个有限的区域内，也是难于测量出鱼的密度或资源量。迄今还没有一种测量或计算技术，能在各种情况下，对各种鱼类的密度得出一个满意的测量。因此，就要在各种不同调查工具之间进行选择，这种选择应取决于所要调查的鱼的类型，所要求的准确程度，所需要作出答案的速度，以及可供使用的条件（特别是船用时间）。

能使用的方法包括有：直接对鱼计数（例：直观调查），间接计数（例：水声方法），扑捞非商品规格鱼（例：浮游生物调查）和使用各种常规渔具对商品规格鱼进行扑捞。这些不同方法的优缺点分别分析于下：

A. 直观方法：包括从飞机或船舶上的目力观察以及各种类型的遥感。

优点：能很快覆盖一个大范围的面积，特别是从空中观察。一个有经验的观察者，能对鱼群的大小，鱼种及可能的渔获率做出很好的估计。

缺点：仅适用于在一定时间内接近海面的鱼种，这种对群体的估算数量有很大的日变化与季节变化。但可能得出有用的资源量年度指标。

B. 水声方法：包括使用装有或未装有先进装置的垂直回声鱼探仪，计算回声的信号并测量其强度；也包括使用声纳（沿水平或垂直方向发射和接收信号）。

优点：能很快覆盖一个大面积。在良好仪器和有利的条件下，能测得绝对资源。

缺点：当鱼群非常接近海面或海底时，就不能得到满意的测量。通常要求从扑捞得到补充情报来验证调查的鱼种。由调查所得出的种群总量与可

扑捞的种群量有区别，因为在总量中包括有不同规格和不同鱼种。水声方法调查可能测出规格小而不可上市的鱼，特别能测出能给出强回声的鱼种；而对可上市的但只给出弱回声的鱼种，例如鲭鱼，就不容易发现。

C. 浮游生物调查：通常是调查鱼卵或很小的幼体。。

优点：通过鱼卵的调查，可以杜绝使用渔具时鱼逃漏的可能，因而提供的估算不存在偏差，同时通过对鱼卵和幼体的分类，可验证鱼种。

缺点：成本高，时间慢，特别是当纯粹为渔业目的而进行调查时。所取得的资料，只能说明成鱼在产卵期的分布和资源量情况，而不说明其他阶段的情况。

D. 扑捞调查：包括使用所有类型的渔具，往往是与水声调查结合进行。

优点：及时提供有关鱼种的情报，还为生物学家提供样品鱼（例如，对鱼大小，年龄，索饵等）或为加工专家提供样品鱼（例如，提供判断各种加工用途的鱼的质量）也可能为其他目的提供一些资料，例如，商业渔船的可能渔获率。

缺点：须花费较长时间，去覆盖一个广阔区域，所得的资料难于用以定量估算鱼密度。因为（a）渔具采样过的区域为已知，但在这个区域内被补鱼的比例是难于估算的（例如，在使用底拖网时）；（b）所采样的区域为未知（例如，在使用延绳钓，定置网时）。

对于勘测性的调查，选择渔具有较多的限制。进行这些调查时，其目的在于估算，如果商业渔船在这个区域作业时，它们能达到什么样的渔获率（以日渔获量或年渔获量计）因此重要的是调查船所

用的渔具要与商业渔船可能使用的很相似，最好是所用的调查船的性能也与商业渔船的性能相似，可以使用某些推算方法。例如，一个拖网调查船的渔获率可以按商业渔船的不同尺寸，或机器马力进行比较调整——但是这种推算的范围不能太大，以致成为不可靠的；而且银行或有关机关不能对这样的渔获率加以信赖，以作为借贷的依据。

在任何一种调查中，实际使用的渔具应根据所要调查的鱼的类型而定。这是十分明显的，因为很多渔具（特别在勘测性调查时）对特定的鱼种，或甚至对该鱼种的特定大小的鱼，具有较高的选择性。这些限制必须接受，并且这种调查必须是直接以某一鱼种或鱼种的群体为目的而进行。因此这通常被误认为是对一个地区进行了鱼类调查；实际上，它只是对某一具体鱼种进行调查，亦即那些鱼只能被调查所使用的渔具所扑捞或探查出来。同样明显，这一点有时是被人们所遗忘，有许多例子说明，有些重要资源（例如，在北海的玉筋鱼科）在人们熟悉的地区被长期忽视，并被一般地认为那里不存在有未发现的重要资源。

调查不应局限于使用单一渔具，综合使用多种渔具可以克服单一渔具的缺点。水声探测便于与某些渔法结合（可能与围网或中层拖网结合）至少可以用以验明鱼的品种，渔获物的记录往往可以用来确定现存群体或是可能渔获率的记录。例如：鱼探鱼记录可能显示某种大小的鱼的一个群体，平均每天发现两次。如果对这些鱼群进行扑捞，其平均渔获量是1吨，那么（留出扑捞花费的时间，而不计算找鱼时间）渔获率就可望达到每天大约2吨。

将使用水声方法和某种型式的扑捞相结合，可以形成一种调查系统。当较小的中上层鱼类——如沙丁鱼、鲭鱼等，只要它们不太靠近海面，或不栖息于太深的水中，或不过于分散，水声仪器可以探测得到时，使用这种调整系统将会得出良好的结果（包括资源评估和勘测性调查）。同样，底拖网看来是比较适合对那些栖息在非常靠近海底，不易为水声仪器所探测的底层鱼类进行调查。只要这些底层鱼类所栖息的海底不是太崎岖而影响拖曳。