

4. 抽样一般原则

选择进行以抽样为基础的调查主要基于认识到通过以普查为基础的全面调查产生大量费用，是不可持续和不必要的，如果适当考虑统计抽样特征和方法的话。这类考虑包括以下的理解：

- 抽样的理由和目标。
- 准确性和精确度之间的关系。
- 不同样本规模预计的可靠性。
- 确定调查的安全样本规模。
- 数据的变化性。
- 分层特征和其对调查成本的影响。
- 预计偏差的风险。
- “船舶”和“网具”统计办法之间的差异。

以普查为基础的技术一般对小型渔业不可行，原因是在参考时期需要监测大量捕捞活动。以下的例子概述了以普查为基础的调查涉及的后勤问题和成本。

4.1 普查成本和抽样目标

假设中等规模的渔业包含1,000艘捕鱼的独木舟，每艘一个月捕捞24次，一个航次为一天。这意味着：

1) 在该月中有大约24,000次上岸卸货，需要记录每次卸货情况，每次要完成全套基础渔业数据（物种构成、重量等）（注意不需要单独对捕捞努力量进行调查，所有航次将被记录）。

2) 假定一次卸货的单个记录最少需要10分钟(经验显示在许多数据收集系统情况如此), 最少需要240,000分钟(4,000个工作日)。

3) 如果一名数据收集员每天工作8小时, 每月25天, 数据收集将需要 $4,000/8 \times 25 = 20$ 名数据收集员, 才能对相对小的渔业进行监测。这是假设这类水平的数据收集是可行的, 全天上岸情况和渔民是平均分布的。

4) 除了数据收集员费用外, 还有其他费用: a) 监督, b) 每月24,000次上岸情况的数据编辑、检查和录入, 以及 c) 每年计算机数据保存 $12 \times 24,000 = 288,000$ 个上岸情况。

另一方面, 明确的抽样计划最可能只需要1或2名记录员收集数据, 由于录入的数据量很少, 只需要部分计算机保存和处理资源。

因此, 抽样计划的3个目标是:

- 检查数据有代表性的子集。产生预计, 例如CPUE、价格等, 这些尽可能接近通过全面调查获得的“真实”值。
- 减少运行费用。
- 减少分析和计算要求。

4.2 抽样的准确性和精确度

在抽样程序中, 准确性和精确度是两个不同的统计指标, 可能需在此对其含义进行澄清, 因下文将频繁地提及这两个术语。

4.2.1 抽样准确性

- 抽样准确性通常是以百分比形式表示的相对的指数（即0和100%），表示以抽样为基础的参数预计数接近真实数据群值的程度。
- 在以相对指数表示时，抽样准确性独立于数据群的变化，即数据群高度变化的参数依然可以做有良好准确性的预计。
- 在样本规模增加时，样本的代表性、抽样准确性也增加。其增加的比率，在小样本时非常急剧，在样本规模超过一定水平时减慢。

4.2.2 抽样精确度

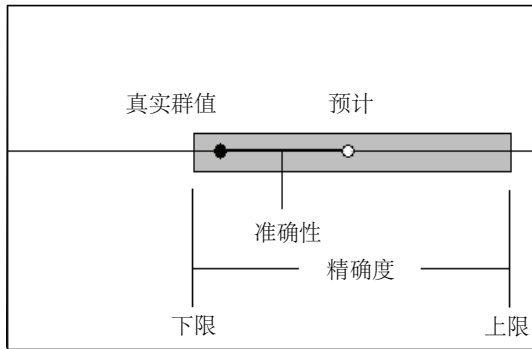
抽样精确度与采用抽样的变量有关。在反向意义上说，其由变化系数（CV）衡量，用于样本方差和样本均值的可变性相对指数。

CV指数也决定预计的置信限，即预计值的范围，来包含在特定概率时真实数据群值。

预计可以是高度精确的（即狭窄可信限），但准确度不高。这发生在样本不具有代表性，所产生的预计数低于或高于真实数据群值。

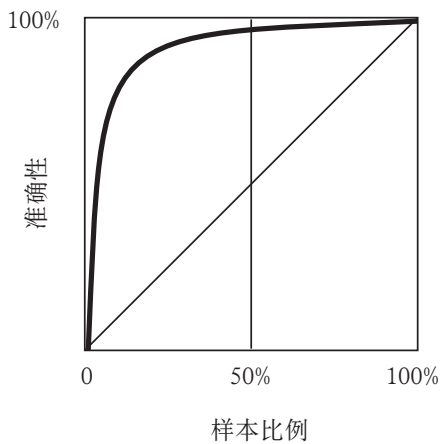
在样本规模增加时，由于变化减少，精确度增加。其在小样本区域急剧增加，在样本规模超过特定水平时减慢和更平稳。

下图显示准确性和精确度的含义。它们都是重要统计指标，定期用于评估抽样行动的有效性。对其正确的解释可大大协助确定问题领域，并采用必要的适当纠正措施。



4.3 准确性作为样本规模的功能

下图显示样本规模提高时准确性增加的模式（还可见表4.5）。



注意:

- 准确性为100%以及检查了整个数据群（如同普查）。
- 准确性的增长模式为非线性。一个样本等同于一般数据群的准确性不是50%，但非常接近100%。
- 良好的精确度可以在相对较小的样本规模时获得，但需要样品具有代表性。
- 这种关系的结果是，样本规模超过一定水平，准确性增加可以忽略不计，而抽样成本显著增加。

4.4 推理准确度指标

渔业行政管理的一个经常性关切是数据收集预算和人力资源有限。这类限制对数据收集的实地操作频率和范围有直接影响，需要确立成本有效的抽样计划。因此，在设计调查时，最好是确立准确性指标，以便保证样本规模处于预计数据群参数的可接受的可靠性水平。这在时间上是困难的，原因是一开始可能对目标数据群的分布和变化了解的不多。在可以利用有指导性的统计指标之前，统计规划者倾向于要求增加大型样本，增加实地操作规模和数据管理程序的复杂性。

在设计阶段制定抽样准确性推理指标是可行性，可通过以下获得:

- 估计目标数据群分布的总体状态。
- 确定作为数据群规模唯一功能的准确性指标。

4.4.1 目标数据群

在确定总产量和捕捞努力量（第2和3节）时，以抽样为基础的产量/努力量调查的两个目标数据群是：

- 一个月中所有船舶的上岸量情况，自此预计总CPUE。
- 0-1值的确定（等于“船舶没有捕捞”、“船舶捕捞”），描述一个月中所有船舶的捕捞活动。

捕捞活动的目标数据群用于制定任何一艘船在任何一天的捕捞概率（BAC）。然后将BAC与从框架调查得出的船舶数量和时间提高因素结合，预计捕捞努力量。

为实现相同水平的准确性，上述两个数据群具有不同的抽样要求。下段提供了在各自情况下如何根据理想准确性水平确定样本规模的更多详情。

4.5 上岸量和努力量的安全样本规模

抽样的理想准确性水平和预计过程取决于随后对统计的利用以及用户愿意容忍错误的量。总之，经验显示，基础渔业预计的准确性应在90% – 95%的范围。

下表显示了为实现特定准确度水平要求的两种目标数据群（船舶活动性和上岸量）的安全样本规模。

表 4.5 不同准确度的抽样要求，规模超过50,000的大型组

准确性 %	船舶活动性样本规模 (抽样的船舶)	上岸量调查样本规模 (抽样的上岸量)
90	96	32
91	119	40
92	150	50
93	196	65
94	267	89
95	384	128
96	600	200
97	1,067	356
98	2,401	800
99	9,602	3,201

从上表可以得出以下结论:

- 对船舶活动性要求的样本是上岸量样本的大约三倍多。
- 对于准确性90%的一般抽样调查，要求32个上岸量记录和96个捕捞活动性的船舶状况记录。

上述抽样要求只与特定预计情形有关，即地理分层、参考时期（即月份）以及具体船舶/网具类别。在特定准确性水平确定安全样本规模的过程必须对所有预计情形重复进行，以确定整体抽样要求。

4.6 变量指标

如前述，第二重要的统计指标是有关精确度的，或反过来说，与变量有关。变化系数（CV）是最普遍采用的变量相关指数，通常以百分比表示（即10%、15%等），经验显示CV低于15%是数据抽样可接受变量的指标。在非常低的变量（例如0.1%、0.5%）重复报告时，可对结果表示怀疑。尽管其可能显示非常同质的数据群，但也可能显示偏差的样本。

在解释空间和时间整体变量方面有标准方法。这在增加抽样活动以减少预计的变量可行时是有用的。在这种情况下，空间和时间单独变量指标将指导抽样活动，以从更多地点或更多天数收集数据。减少预计中的变量也可以通过抽样分层来处理（见下文和第5节）。

4.7 分层及其对调查成本的影响

4.7.1 定义

分层是基于目标数据群（例如所有渔船）的特征（例如拖网、刺网、围网或大中小；或商业、手工、生计）将其划分到大量更为同质的子集的过程。分层通常因以下原因进行：

- 为统计目的（例如显示船舶类别产量的差异）以及在需要减少预计的总体变量时。例如，相似类型但不同规格的船舶捕捞率有极大差异，因此对每个规格类别单独抽样可编制有意义的统计。如

果所有船舶规格类型“集中”一起 - 即没有分层 - 那么例如平均产量对任何一个规格类别没有意义。

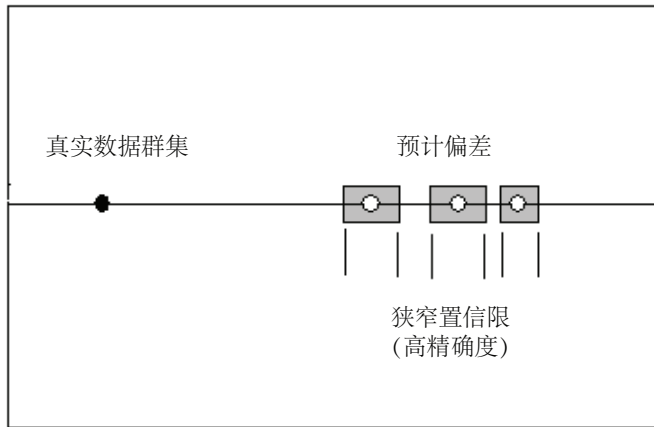
- 不是为统计目的（例如不同的地理区域）以及目前的预计对统计用户没有意义时，除非单独显示预计。
- 由于行政管理的需要“强迫”分层，例如数据收集和报告限制。

4.7.2 对成本的影响

抽样分层的实施是昂贵的，应当始终审慎应用，原因是抽样计划需要包括所有新的分层。引入大量分层可能具有严重的成本影响，原因是如果收集数据的努力维持在原有水平，整体的预计准确性没有提高，即使来自分层的结果比原来的数据群更为同质。总之，更多分层意味着更多的抽样成本，尽管性（= 统计准确性）价比更高。

为从分层的数据群完全获益，必须为每个新的分层确定安全样本规模。在非常大的数据群中，这意味着为实现理想的准确性，具有三个分层的新抽样计划需要三倍的样本，因此增加了成本。

4.8 预计偏差问题



4.8.1 举例

上图显示了偏差问题的基本项。预计偏差可系统地高于或低于真实（但不了解）的数据群值（这里所有的预计显示高于真实值）。偏差与预计的精确度（= 变量）无关。在这个例子中，准确性差，但精确度是具有误导性的好，由狭窄置信限表示。

4.8.2 偏差作为抽样计划的主要风险

偏差的预计系统地低于或高于真实数据群值，一般的原因是来自于数据群没有代表性的样本。偏差不容易发现，有时根本无法发现。因此，用户没有意识到问题，因其不了解真实数据群值。

精确度（或相对变量指标CV）不能用于发现偏差。但是，极小型变量的重复出现（例如 $CV < 1\%$ ）可能是预计偏差的迹象。

尽管由于操作限制，尝试增加样本的代表性经常无法实现，但减少偏差的最佳办法是采用适当的分层。

4.9 需要有代表性的样本

如果抽样活动收集的数据尽可能有代表性，偏差数据的风险则被大大降低。

4.9.1 抽样点的数据收集

在抽样点收集有代表性的样本不是一项困难的任务，但需要对数据收集员进行充分培训并向其介绍基本情况。在收集努力量数据方面，抽样应始终在随机选择的渔民中进行，事先不了解其是否已经进行了捕捞生产。

在船舶短时期内卸货时，有时记录员倾向于对小部分产量取样，以便尽可能多地覆盖上岸量。此外，如果在更长时期卸货，记录员必须同天走访其他地点，将只抽取第一个地点的第一次卸货的样本。这些选择可带来CPUE、物种构成和价格的消极偏差。因此，在随机时间随机选择上岸量抽样方面应当始终审慎。

4.9.2 抽样点选择

在大中型渔业调查中，获得有代表性样本的主要任务是选择要收集数据的地点作为第一个抽样阶段。良好的办法经常是轮流选择抽样

地点，作为整体抽样策略的一部分。然后，实地团组将在适当时间走访所有抽样地点进行选择，例如一月一次。这类抽样地点的推理选择能够对充分和机动的人力资源进行规划。

在存在其他实际限制时（进入、数据收集员的可获得性、有限的机动性等），规划的轮流办法可能不可行，数据收集可在长期固定的地点抽样。问题是预先选择的抽样地点有偏差样本的风险，如果上岸点对整个统计区域没有代表性的话。

4.9.3 选择抽样点的标准

采用框架调查和现有地理信息进行固定抽样点的推理选择。选择抽样地点的主要标准是：

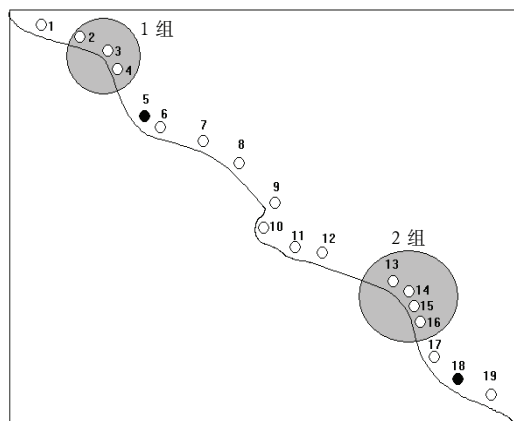
- 抽样地点应当提供统计区域的符合要求的地理覆盖范围。有限的人力资源或运输通常是覆盖范围的主要操作限制。
- 按地点和船舶/网具类型的船舶（捕捞单位）数量的原来框架调查将显示在潜在捕捞努力量方面地点的相对重要性（即很重要、重要、不太重要等）。抽样地点应当代表调查涉及的所有船舶/网具类型，抽样应当重点为有更多数量的捕捞单位的地点。

4.9.4 举例

不是检查单一的地点，规划者可审查分组的地点，由于其特点接近，提供了更好的地理覆盖范围。将几个地点分组的标准是：

- 记录员是否可在定期（例如每天）的抽样时间表内走访所有分组地点。

- 地点分组是否包含了大多数或全部船舶/网具类型的充分捕捞单位。



上图显示有19个捕捞地点的次要地理分层。表4.9.5包含了对刺网、大拉网和撒网的框架调查的结果。

表 4.9.5 框架调查数据

地点	刺网	大拉网	撒网
1	4	0	7
2	11	0	0
3	1	8	2
4	5	0	9
2、3、4组	17	8	11
5	12	4	5
6	3	0	0
7	2	1	3
8	2	2	0
9	4	1	0
10	5	3	6
11	4	3	0
12	3	2	4
13	1	0	9
14	0	0	7
15	8	3	6
16	7	4	3
13、14、15、16组	16	7	25
17	6	0	0
18	14	5	9
19	5	0	7

在单一基础上，地点5和18是最重要的地点，因其包含最大数量的所有船舶/网具类型。但是如果次要地点被分组，其可提供更好的地理覆盖范围。因此，如果规划者考虑来自以下的两种抽样选择：

- 5和18地点，或
- 1和2组

第二选择提供了在空间覆盖和船舶/网具代表性方面的更多统计优点。

4.10 “船舶”和“网具”办法

确定要抽样的捕捞单位（船舶或网具）是规划以抽样为基础的渔业调查的主要决定。

4.10.1 “船舶”办法

渔船作为统计单位是最普遍的办法，原因是：

- 框架调查通常按船舶/网具类型提供船数，可用于预计捕捞努力量的空间提高因素。
- 捕捞活动性水平最经常由船舶活动性系数（BAC）衡量，表示任何船舶在任何一天的活动概率。
- 单位努力量产量（CPUE）经常表示特定船舶/网具类型的船舶每天平均产量。

4.10.2 “网具”办法

此外，可用渔具类型作为统计单位，例如100米的刺网单位、500个钩绳单位、100米大拉网单位或定置网等。在以下情况时可采用这种办法：

- 框架调查提供按船舶/网具类型的网具数量，作为预计捕捞努力量的空间提高因素。
- 捕捞活动性水平由网具活动性系数（GAC）衡量，表示任何网具在任何一天的活动概率。
- 单位努力量产量（CPUE）表示特定船舶/网具类型的网具每天平均产量。

4.10.3 两种办法比较

总体上，“船舶”办法比“网具”办法更有利，原因是：

- 网具数量的框架调查更为复杂，要求更多工作人员的时间，由于渔具比渔船变化更为频繁，长期来看准确性低。
- 网具活动性水平更难以衡量，预计的“具体网具”相关变量参数不低于“具体船舶”的。
- “具体网具”办法产生的预计不能轻易被整合。

“网具”办法的主要优点是其能更好处理多网具的情况（无论相继或同时使用）。

概 要

本节论述了抽样方法的一般方面，包括：

- (a) 抽样的理由和目标：抽样技术可以提供预计的良好可靠性，比普查办法更为经济。
- (b) 准确性和精确度的适当情形：准确性是衡量预计数接近真实数据群值的程度，而精确度是有关变量的。均为样本规模功能。
- (c) 按推理基础可以确定安全样本规模，与上岸量和努力量调查分开。
- (d) 空间和时间变量指标的解释。
- (e) 分层和其对调查成本的影响。
- (f) 偏差预计问题。
- (g) 选择有代表性抽样点问题。
- (h) 比较“仅限船舶”和“仅限网具”的统计办法。