

关于电子海图（ENC）中深度 信息精度的航海者指南

1.0.0版 – 2020年9月

IHO



International
Hydrographic
Organization

由国际海道测量组织发布



中文版由中国海事局翻译

版权声明

© 版权归国际海道测量组织所有 2020年

本作品受版权保护。除根据《伯尔尼保护文学和艺术作品公约》（1886年）允许使用及以下情况外，未经国际海道测量组织（IHO）秘书处书面许可，不得以任何方式翻译、复制、改编、传播或商业利用本出版物的任何部分。本出版物中某些内容的版权可能归第三方所有，翻译和/或复制该内容须得到所有者许可。

作为一般参考，可在不超过成本价格的情况下，对本文件全部或部分进行翻译、复制或分发。未经IHO秘书处和任何其它版权所有人事先书面同意，不得以盈利或收益为目的出售或分发副本。

如果根据上述条款对本文件全部或部分内容进行复制、翻译或分发，则应包括以下声明：

“IHO秘书处代表国际海道测量组织（IHO），许可（许可证编号..... /）复制IHO出版物[名称+版本]。国际海道测量组织（IHO）不对复制本的正确性承担责任：如有疑义，请以IHO原本为准。含有IHO资料不得理解为IHO认可该复印本。”

“本文件或出版物是IHO出版物[名称]的译本。IHO未对此译本进行检查，因此不对其准确性承担责任。如有疑义，请查询IHO出版物[名称]的[语言]版。”

未经IHO秘书处事先书面许可，不得在任何衍生产品中使用IHO徽标（Logo）或其它标志。

目 录

1 引言	1
1.1 缩略语	1
2 概述和建议	1
3 纸海图中深度信息的精度	3
4 电子海图中深度信息的精度	4
4.1 通用信息	4
4.1.1 高精度深度信息	5
4.1.2 中精度深度信息	6
4.1.3 低精度深度信息	6
4.2 对危及航行安全的单个物标的质量描述	6
4.2.1 障碍物	7
4.3 测量可靠性	8
4.4 图注深度值的深度精度	9
4.4.1 安全等深线	10
5 ENC中的置信区符号	10
5.1 ZOC分类对航海者的影响	11
5.1.1 过度超比例尺放大显示的影响	12
6 官方海道测量机构对测量质量的置信度评估	12
6.1 评估实例	13
6.2 测量中的定位精度	14
附件A 置信区类别	16
附件B 在“孤立危险物”附近对ECDIS进行过度超比例尺放大显示的危险性	18

前 言

IHO标准《关于电子海图(ENC)中深度信息精度的航海者指南(S-67)》是供航海者和航海培训机构使用的一本指南,它阐述了电子海图中的深度及其位置信息在充分性和精度方面的置信情况。

在编排方面,本标准尽可能与IHO出版物《IHO国际海图规则和海图规范(S-4)》《IHO数字海道测量数据传输标准(S-57)》和《ECDIS海图内容和显示规范(S-52)》保持一致。

本标准的目标读者是从事沿海或国际航行的航海者,以及相关航海培训机构。

本标准,作为IHO标准《关于电子海图及其强制配备要求的相关事实(S-66)》和上文提及的相关IHO标准的补充,深入阐述了航海者应该如何理解电子海图显示与信息系统(ECDIS)中的深度信息。本标准的读者还应参考各国关于ENC中深度精度信息表达的政策规定,如《航海者手册》和国家海道测量官方网站(如有)。

IHO对各利益相关方,特别是Intertanko和CSmart/Carnival,在本标准编制中的宝贵贡献表示感谢。

1 引言

海图的主要目的是为航海者提供规划和实施安全航行所必需的信息¹。航海者需要恰当、相关、精确和明确的信息。

大多数国家海道测量机构都有义务提供覆盖本国水域的海图，覆盖范围和比例尺应能满足各类船舶（从最小到最大）在整个沿海水域（包括供最大的船舶进出的主要港口和地方性的小港湾）安全航行的需要。从这个意义上说，众所周知，海图是一种助航工具²。

国家海图序列通常是显示近海海床详细构造的最大比例尺出版物。在这方面，海道测量机构对本国水域负有类似于地形测绘机构对陆地区域的测绘责任。除航海者外，本国其他用户（如水工建筑工程师、疏浚承包商、海洋学家、国防部门和海岸带管理者）也需要这些海底地形信息³。

为满足这两个方面的需求，国家海图序列应详细覆盖国家水域，其中，中小比例尺海图提供综述、一般和沿海等航海用途的国家水域信息；大比例尺海图则提供近岸、港口和泊位附近航行所需的信息。此外，海道测量机构还提供官方电子海图（ENC），其按预期用途（雷达探测范围（或航海用途））分为如下6类：

1. 综述（Overview）
2. 一般（General）
3. 沿海（Coastal）
4. 近岸（Approach）
5. 港口（Harbour）
6. 泊位（Berthing）

航海者要求每个航海用途范围内的ENC（至少在主要数据内容上）保持一致，这称为“垂直一致性”。当比例尺较小时，必须对细节进行综合，即仅对被选用的源数据（包括水深）进行图示表达，以便ENC中的信息都能得到清楚地显示。此外，绘制在最小比例尺海图上的任何水深也将全部被绘制在最大比例尺海图上⁴。

海图向航海者展示了真实世界的映像。图注深度信息来源不一，每种来源都有其充分性和精度。因此，就产生了一个问题：航海者在ECDIS中计划和执行航程时，该如何辨别深度信息的充分性和精度呢？

1.1 缩略语

CATZOC	数据置信区类别 ⁵
ECDIS	电子海图显示和信息系统
ENC	官方电子海图
HO	官方海道测量机构
m	米
NM	海里
ZOC	置信区

2 概述和建议

¹ 摘自S-4条款B-100.4。

² 摘自S-4条款A-102.1。

³ 摘自S-4条款A-102.1B。

⁴ 摘自S-4条款B-100.5。

⁵ 摘自S-57附录A，第2章2.106页。

ENC中深度精度信息的可视化是通过面状置信区（ZOC）来实现的。ZOC区反映了该区域海图深度信息质量的综合情况。海道测量源数据的质量可分为六类（CATZOC），其中经过评估的数据可分为5个质量类别（A1、A2、B、C和D）；未评估的数据则为第六类（U）。海道测量机构基于以下因素对海道测量数据的质量进行评估和分类：

- 深度精度；
- 位置精度；以及
- 海底覆盖率。

为便于理解，解释如下：

- （1）高精度的深度信息（ZOC A1和A2），显示为5星或以上。
- （2）中精度的深度信息（ZOC B），显示为4星。
- （3）低精度的深度信息（ZOC C、D和U），显示为3星或以下；或字母U。

通过激活“精度”选项，可以在ECDIS中显示ZOC区。航海者应遵循如下建议：

- 在计划新的航程时，应可视化显示ZOC，以全面检查船舶计划航区内的数据质量。
- 在航途中更改计划航线时，应可视化显示ZOC，以便全面检查船舶计划航区内的数据质量。

- 在ZOC A1和A2区进行航线规划时，航海者应考虑到孤立危险物和浅点的真实位置与其图注位置的偏离可能高达20米，且真实深度至少要比图注深度浅或深0.5-1米。

- 在ZOC B区进行航线规划时，航海者应考虑到孤立危险物和浅点的真实位置与其图注位置的偏离可能高达50米，且真实深度至少要比图注深度浅或深1米。

- 在ZOC C、D和U区进行航线规划时，航海者应考虑到孤立危险物和浅点的真实位置与其图注位置的偏离可能高达500米，且真实深度至少要比图注深度浅或深2米。

- 航海者应注意船舶计划航区的深度精度，并采取带一定安全裕度的谨慎措施，特别是在富余水深对航行安全影响很大的区域和/或持续快速变化的区域中。

- 在航次规划过程中，为自动航线检查功能设置偏航距离时，航海者应将CATZOC中定义的区域水平精度纳入考虑范畴。

- 在ZOC C、D和U区中，建议航海者注意：实际深度可能比图注深度要浅许多。一些危及航行安全的重要海底要素（岩石、珊瑚礁、沉船、水下障碍物）很可能尚未被发现并绘制在海图上。

- 通过ECDIS Pick 报告（选取报告），航海者可以获得危及航行安全的孤立危险物的额外质量信息和/或测量可靠性信息（如果ENC中已包含）。否则，航海者应假定孤立危险物实际上偏离图注位置和/或浅于图注深度（如CATZOC所示）。

- 航海者必须确保其ENC组合的比例尺符合航线要求，因为ECDIS内置安全功能是使用系统内最大比例尺海图中的数据（无论是否被显示）来触发警报的。虽然ECDIS确实允许航海者对海图进行过度超比例尺放大显示，但是，这可能导致因错误地理解孤立危险物的精度（如果未检查CATZOC）和范围而产生错误的安全感（见附录B）。通常不建议在ECDIS中过度超比例尺放大显示海图。因此，航海者应注意ECDIS中的“over-scale（过度超比例尺放大显示）”标识。

- 许多潮汐河流和河口都存在持续快速变化的区域，在通往某些港口的通道上可能存在障碍物和一些附属堆积物。CATZOC系统的局限性在于缺乏有关测量时间或海床稳定性的信息；但是，可通过ECDIS Pick报告来查看区域的测量日期。因此，重要的是，航海者应关注沙波区域、航道疏浚日期以及关于航道已变化或可能变化的注释。

简而言之，航海者可以在ZOC A1和A2区中放心地航行。ZOC B区也不大可能存在影响水面航行的未上图危险物。而在ZOC C区，航海者则应谨慎航行，因为可能会遇到未上图的危险要素，尤其是在礁质、岩质或活动海床水域及附近。在ZOC D区，航海者需要特别谨慎，

因为区内要么数据非常稀疏，要么根本未被测量。最后，在ZOC U区，航海者最好以与在ZOC D区相同的谨慎程度小心航行。

在港内水域，引航或港口管理部门可能会建议实施更高精度的测量，这样就可以容许更少的富余水深（取决于潮汐、天气、船速和操纵裕度）。若引航或港口管理部门未提出类似建议，则不应做出类似假设。

沿海航区的评估情况大致如下：

- ZOC B - 约占世界沿海水域的40%；
- ZOC C - 约占世界沿海水域的30%；
- ZOC D - 约占世界沿海水域的10%；以及
- ZOC U - 约占世界沿海水域的15%。

尽管具体比例可能因地而异，但需要注意的关键点是，港外水域很少会采用与港内水域相同的测量标准。因此，即使港外水域水深可能更深，但离港船舶面临的风险仍可能更大。风险将会随着富余水深的增加（水深超过100米）而降低；深于200米的水域通常被认为可以安全地进行水面航行。因此，了解ENC中深度信息的可信度至关重要。

3 纸海图中深度信息的精度

海图会为引航员和“导航操作”（包括新航线规划和官方定线措施）规划人员提供关于图注深度及其位置在充分性和精度方面的置信信息。这在纸海图上表示为“资料采用略图”。该图提供了测量数据的来源信息，航海者可以从中推断出图注深度信息的置信程度。该图展示了：

- 所用设备的充分性；
- 对浅于特定深度（基于当时船只的最大吃水）的危险物的彻查情况；和
- 深度变化的可能性，特别是在海床活动或不稳定的区域或珊瑚生长区域。

纸海图的版次日期虽然可能会引起误解（因为源数据可能旧得多），但仍然具有一定的价值⁶。

传统纸海图的“资料采用略图”上应注明测量类型（必要时附带解释），如：

- “测量”表示在某个日期进行的定期、可控或系统的海道测量。
- “草测”或“踏勘测量”意味着存在重大风险（未发现的危险物），即使“测量”日期很近也是如此。

- “走航测深”表示一段时间内通过非专业测量获得的水深。

● 当日期注释未充分说明测量方法时，可在测量类型之后添加限定性注释，如“（水砫）”、“（非声呐）”和“（多波束）”。

● 如果某次测量中临时补充了在该次测量前后的测量活动中获得的水深数据，通常仅标注主要测量活动的测量类型⁷。

许多潮汐河流和河口都存在持续快速变化的区域。在通往某些港口的通道上可能存在障碍物；和一些附属堆积物⁸。

在大多数尚未进行缆索扫海测量或全覆盖扫测的区域，实际深度可能浅于图注深度。航海者可以通过设置富余水深来处理这种和其他不确定性。未充分测量区域可定义为水深测量采用早期水砫测深或其他开放性（例如踏勘测量）或非海道测量性质的测量（如地震测量）的区域。这些测量类型不足以发现测线间可能存在的所有浅点，或者在进行水深选

⁶ 摘自S-4条款B-294.1。

⁷ 摘自S-4条款B-295.2。

⁸ 摘自S-4条款B-416。

取时未遵循“去深就浅”原则⁹。

不同国家或地区的“资料采用略图”通常差异很大。方法、细节和解释方面的差异使得这类质量信息不适用于电子导航系统（如ECDIS），因为自动检查程序没法使用它来沿着计划航线进行适用性确认。

在由纸海图向ENC转换的过程中，国际海道测量组织在其出版物《IHO数字海道测量数据传输标准（S-57）》中制定并发布了“ZOC区”的概念。值得注意的是，一些海道测量机构已用ZOC区替换了其纸海图上的“资料采用略图”，以便与其ENC产品保持一致。

4 电子海图中深度信息的精度

ENC中的深度精度可以用如下三种方式进行描述：

- （1）置信区（ZOC）提供的综合性信息（强制）；
- （2）对危害航行安全的单个物标的质量描述（类似于在纸海图上将单个物标标记为“PA”或“PD”）（可选）；和
- （3）测量的可靠性（可选）。

注：（2）和（3）只能通过Pick报告功能在ECDIS中查看（见第4.2和4.3节）。

4.1 通用信息

ENC中测深数据的质量可评估为六个类别（CATZOC或ZOC），其中5个（A1、A2、B、C和D）用于经过评估的数据，而第6个（U）则用于未评估的数据¹⁰（见下表4-1）。CATZOC是S-57物标类M_QUAL（数据质量）的属性。CATZOC覆盖ENC中的所有水深区域，且互不重叠并无缝衔接。测深数据的质量评估和分类主要基于如下因素：

- 位置精度；
- 深度精度；和
- 海底覆盖率。

表4-1 ZOC类别

ZOC	位置精度	深度精度	海底覆盖
A1	±5m+5%深度	±0.5m+1%深度	全覆盖；进行了重要海底要素探测和深度测量。
A2	±20m	±1.00m+2%深度	全覆盖；进行了重要海底要素探测和深度测量。
B	±50m	±1.00m+2%深度	未全覆盖；预期没有但可能存在危及水面航行的未上图要素。
C	±500m	±2.00m+5%深度	未全覆盖；预期存在深度差异。
D	低于ZOC C	低于ZOC C	未全覆盖；预期存在较大的深度差异。
U	未评估 - 深度数据的质量尚未评估。		

完整表格（包括各类别的注释）详见附件A。

位置精度是累积误差，包含常规测量、大地坐标转换、以及数字化和编绘过程中的误差。高等级CATZOC类别（如A1和A2）的定级依据是全覆盖测量或扫测，只有1980年之后的技术才能达到这种非常高的精度标准。因此，许多迄今为止被认为充分测量的海上航线都只能被评为ZOC B类。可以预期，现代测量技术覆盖的关键区域将被评为ZOC A2，而ZOC A1将仅涵盖在非常严格条件下进行测量的区域¹¹。

图4-1展示了位置精度和深度精度对海图要素的影响；图中深度为5米的障碍物，其实

⁹ 摘自S-4条款B-417。

¹⁰ 摘自S-4条款B-297.4。

¹¹ 摘自S-4条款B-297.6。

实际位置可能是圆柱体内的任何位置，圆柱体的体积由CATZOC值（参见表4-1）决定。

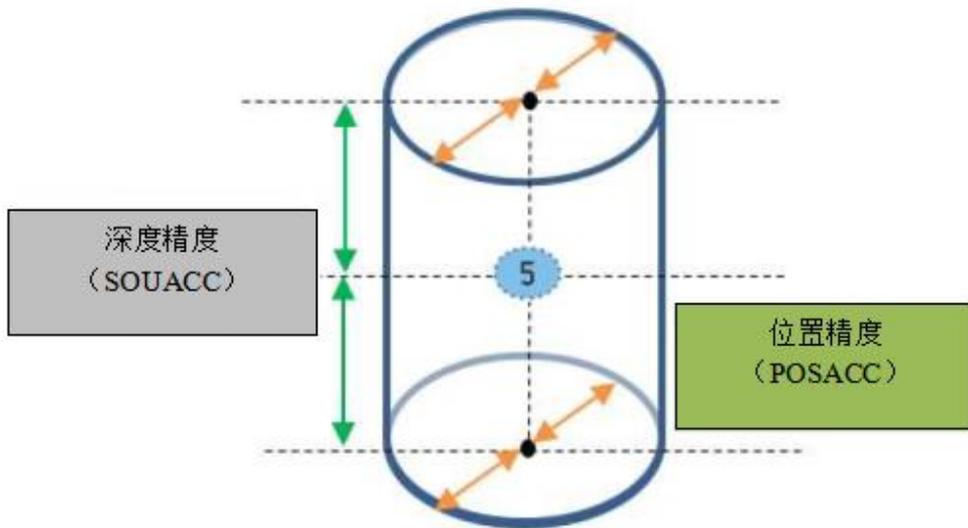


图4-1 海图要素的深度和位置精度（基于ZOC）

CATZOC的局限之一在于缺乏测量时间或海床稳定性等信息。尽管ENC的一个附加数据字段可提供日期信息，但很少这样执行，且航海者只能通过ECDIS的Pick报告功能来进行查看。在海床可能发生变化的区域，ENC编码指南建议对测量日期进行编码并/或降低该区域ZOC类别，且仅在复测后才能恢复其在ENC中的ZOC类别。然而，该建议并不总是被执行，因此，明智的做法是增加沙波区域和航道疏浚日期注释以及其他相关注释，以告知航海者航道已变化或可能会发生变化。

海图上的浅滩可能偏离其实际位置（如图4-2所示）。浅滩的图上位置与真实位置的差异，可能远大于船舶的GNSS测量位置与真实位置的差异。建议航海者谨慎对待。

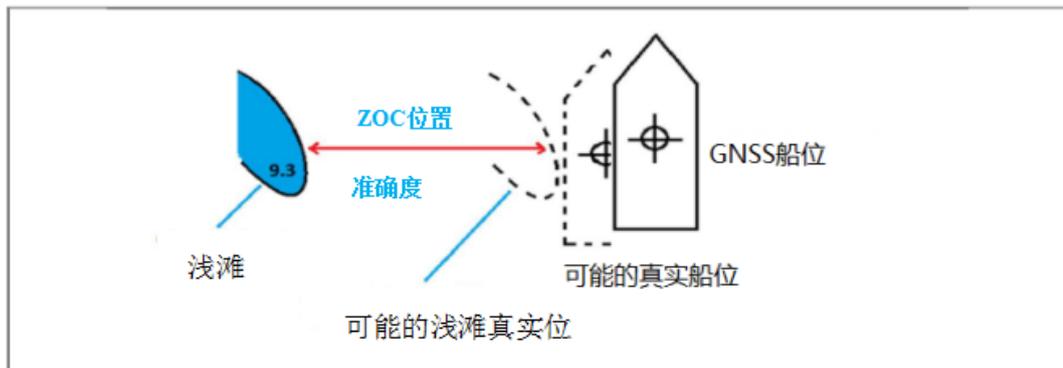


图4-2 图注浅滩位置的水平精度（基于ZOC）和船舶GNSS位置

注：航线规划时应将海图精度、船舶位置精度和其他因素均纳入考虑范畴。图中虚线表示航海者可能遇到的最坏情况。

为便于阅读，对上表4-1解释如下：

- (1) 高精度深度信息（ZOC A1和A2）
- (2) 中精度深度信息（ZOC B）
- (3) 低精度深度信息（ZOC C、D和U）

4.1.1 高精度深度信息

高精度深度信息覆盖区域已通过定期、受控或系统的海道测量活动进行了水深测量。危及航行安全的重要海底要素（岩石、珊瑚礁、沉船、水下障碍物）已被识别、准确定位并准确确定了最浅深度值。因此，在ZOC A1和A2区进行航线规划时，航海者应考虑到：孤立危险物和浅点的真实位置偏离图上位置可以高达20米，其真实深度至少比图注深度浅或深0.5至1米（见表4-4）。

4.1.2 中精度深度信息

存在危及航行安全的重要海底要素（岩石、珊瑚礁、沉船、水下障碍物）未被识别并绘制在海图上的风险。图上要素的水平精度为±50米，深度精度至少为±1米（见表4-1）。因此，在ZOC B区进行航线规划时，航海者应考虑到：孤立危险物和浅点的真实位置偏离图上位置可以高达50米，其真实深度至少比图注深度浅或深1米（见表4-4）。

4.1.3 低精度深度信息

航海者在该区域应谨慎航行。实际深度可能比图注深度要浅得多。危及航行安全的重要海底要素（岩石、珊瑚礁、沉船、水下障碍物）很有可能未被发现并绘制在海图上。图上要素的水平精度为±500米，深度精度至少为±2米（见表4-1）。因此，在ZOC C、D和U区进行航线规划时，航海者应考虑到：孤立危险物和浅点的真实位置偏离图上位置可以高达500米，其真实深度至少比图注深度浅或深2米（见表4-4）。

4.2 对危及航行安全的单个物标的质量描述

在《IHO数字海道测量数据传输标准（S-57）》中，以下（水下）物标被认为会危及航行安全：

- 障碍物
- 岩石和礁石
- 沉船

这些物标的编码以及深度的编码中可能包含仅适用于其本身的附加质量信息。ENC在结构上允许海道测量机构添加这些信息，但这并非强制要求。

孤立障碍物、岩石、礁石、沉船和水深可能具有以下附加质量信息：

表4-2 孤立障碍物、岩石、礁石、沉船和水深的附加质量信息

物标	附加信息	选项
障碍物（OBSTRN） 岩石（UWTROC） 沉船（WRECKS） 水深（SOUNDG）	水深说明（EXPSOU） （某类障碍物的最浅深度与周边等深区的水深不同，例位于15-20m等深区内的10m深的沉船）	1. 在周围等深区的深度范围内
		2. 浅于周围等深区的深度范围
		3. 深于周围等深区的深度范围
	水深质量（QUASOU） （值3、4、6、8、9和11基本是一样的含义——真实深度可能与图注深度不符）	1. 深度已知
		2. 深度未知
		3. 可疑水深
		4. 不可靠水深
		5. “未测到底”水深
		6. 最浅深度未知
		7. 最浅深度未知（给出安全富余量）
8. 报告深度（未经测量）		
9. 报告深度（未经核实）		
10. 维护深度		

		11. 非定期维护
	水深精度 (SOUACC) (仅当与CATZOC值指示的深度精度不同时才赋值)	值以米为单位
	测深技术 (TECSOU) (虽然海道测量官方机构可以声明用于测量要素位置和深度的设备, 但航海者应优先关注CATZOC值和其他特定的质量属性, 而非使用的仪器设备)	1. 回波测深仪
		2. 侧扫声呐
		3. 多波束
		4. 潜水探摸
		5. 水砣
		6. 缆索扫海
		7. 激光测深
		8. 垂直声学系统扫测
		9. 电磁传感器
		10. 摄影测量
		11. 卫星影像
		12. 水准测量 (未应用)
		13. 侧扫声呐扫海
		14. 计算机综合

航海者可用ECDIS Pick报告功能查看障碍物、岩石、礁石、沉船或水深的基本信息。

CATZOC的水平精度适用于区内各孤立障碍物、岩石、礁石、沉船和水深。但值得注意的是, 如果某个孤立物标的位置精度不同于其所在CATZOC区标示的位置精度, 可以用其关联的空间物标的POSACC属性和QUAPOS属性来编码其水平位置精度。

4.2.1 障碍物

以下要素被视为障碍物¹²:

- 河(湖)底树(枝)
- 水下桩柱
- 井口
- 排放扩散器
- 管道支架
- 鱼礁
- 险恶区
- 碍锚地
- 水栅
- 冰栅
- 已清除平台旧址
- 锚泊装置

¹² S-57附录B.1附件A——ENC物标目录使用指南第6.2.1条

应注意险恶区和碍锚地这两种障碍物之间的差异。险恶区是指存在许多未上图的航行危险的区域。若海道测量机构在ENC中创建了一个险恶区，那么它将在ECDIS“基本显示”中显示为障碍物，并同时显示所有相关警报，以告知船舶进入或穿越该区域是不安全的。

碍锚地是指可以安全航行但应避免抛锚、占用或捕鱼的区域。ENC中的碍锚地仅在ECDIS“其他显示”中显示，且没有相关的警报或指示。值得注意的是，ENC中点状的水栅、冰栅和锚泊装置物标，在ECDIS中的显示模式与碍锚地相同。

4.3 测量可靠性

在编辑ENC时，海道测量机构可以使用M_SREL（测量可靠性）物标类来提供单次测量的附加质量信息。可以通过pick报告查看已包含在ENC中的测区附加质量信息。这种信息的组成如下¹³：

表4-3 测量可靠性信息的组成

属性	允许值	定义
位置质量 (QUAPOS)	1: 已测量	通过测量点与地球表面的相对位置（位于地球表面、之上或之下）来进行定位。这里的“测量”是指在任意日期实施的正规、受控的测量。
	2: 未测量	没有测量数据或测量数据很少。
	3: 未详细测量（草测）	位置数据质量很差。
	4: 近似的	位置偏离其正确地理位置不超过30.5米。也适用于位置不固定的物标。
	5: 位置可疑	物标的位置来自于报告，但被认为是可疑的。
	6: 不可靠	物标的位置来自于可疑或不可靠的数据。
	7: 据报（未测量）	物标的位置来自于报告，但定位采用的是非正规测量方法（如对同一物标的独立报告）。
	8: 据报（未证实）	物标的位置来自于报告，但未经核实。
	9: 估计的	根据不完备或精度有问题的数据确定出的物标的最可能位置。
	10: 精确已知	位置有确切的涵义，例如锚位或者其他有确切定义的物标。
	11: 计算的	根据数据计算出的位置。
水深测量特性 (QUASOU)	1: 深度已知	从海图基准面到海底的深度是一个已知值。
	2: 深度未知	从海图基准面到海底的深度是未知的。
	3: 可疑水深	实际深度可能小于所标示的水深。
	4: 不可靠水深	深度不太可靠。
	5: 未测到底水深	测深时此深度尚未测到海底。
	6: 最浅深度已知	要素的最浅深度是已知值。
	7: 最浅深度未知 (给出安全富余量)	要素的最浅深度是未知的，但目前的这个深度值已经考虑了安全富余量。
	8: 报告深度（未测量）	深度值来源于报告，但未经全覆盖测量。
	9: 报告深度（未核实）	深度值来源于报告，但可能未经核实。
	10: 维护深度	人工维护（通常是通过疏浚）的航道深度。
	11: 非定期维护	水深可能因人为力量而改变，但不会定期维护。

¹³ 摘自S-57附录A第2章——属性

比例值1 (SCVAL1)	数值 (25000->比例尺 1:25000)	资料采用略图中的测量比例尺区间的上界(最大比例尺)。
比例值2 (SCVAL2)	数值 (250000->比例尺 1:250000)	资料采用略图中测量比例尺区间的下界(最小比例尺)。
最小测深间距 (SDISMN)	数值 (50代表50米或50英尺)	测量活动中主测深线的最小间隔。
最大测深间距 (SDISMX)	数值 (150代表150米或 150英尺)	测量活动中主测深线的最大间隔。
测量机构 (SURATH)	源测量机构的名称	测量实施机构。
测量结束日期 (SUREND)	CCYYMMDD CCYYMM CCYY	“测量结束日期”编码格式如下:日历年用4位数字(CCYY)表示,月份用2位数字表示(MM)(例如4月=04),日期也用2位数字表示(DD)。如果不需要/不知道具体的月份和/或日期,则省略月份和/或日期的表示。
测量开始日期 (SURSTA)	CCYYMMDD CCYYMM CCYY	同上。
测量类型 (SURTYP)	1:踏勘测量/草测	精度和详细程度均低于相应比例尺下的正式测量。
	2:受控测量	严格参照指南进行的彻底测量。
	3:检查测量	主要聚焦于发现水下障碍物和危险物。
	4:走航测深	由船舶在航行途中进行水深测量。
	5:遥感测量	利用遥感技术对要素进行定位和测量。
信息 (INFORM)	文本	物标的文本信息。
用本国语言表示的信息 (NINFOM)	文本	本国语言版文本信息。

应注意的是,与CATZOC一样,测量可靠性信息也不能反映出海床的稳定性情况以及由于海床变动而导致的图注水深与实际水深之间的差别(这种差别是随时间而变化的)。

4.4 图注深度值的深度精度

CATZOC提供了对等深区(以等深线为边界)源数据质量的总体描述。等深区是以区内最浅等深线和(或许)最深等深线为界而形成的区域。默认情况下,等深线显示为实线,是深水和浅水的分界线。但如果海道测量机构提供的额外信息指出其为草绘等深线,那么就会被显示成虚线。

不同的等深区可能具有相同的CATZOC值。另一方面,单个等深区内也可能存在多个CATZOC值。

航海者应注意计划航区内图注深度信息(水深、等深线、等深区、疏浚区和水下障碍物等)的垂直精度,并采取适当的谨慎措施。根据表4-1中定义的各ZOC类别的深度精度,下表4-4给出了各深度的深度精度。

表4-4 基于CATZOC值的深度精度

深度	CATZOC					
	A1	A2	B	C	D	U
0	0.5m	1.0m	1.0m	2.0m	>2.0m	未知
10	0.6m	1.2m	1.2m	2.5m	>2.5m	未知
20	0.7m	1.4m	1.4m	3.0m	>3.0m	未知
30	0.8m	1.6m	1.6m	3.5m	>3.5m	未知
40	0.9m	1.8m	1.8m	4.0m	>4.0m	未知
50	1.0m	2.0m	2.0m	4.5m	>4.5m	未知
75	1.3m	2.5m	2.5m	5.8m	>5.8m	未知
100	1.5m	3.0m	3.0m	7.0m	>7.0m	未知

尽管如此，航海者应注意，在ZOC C、D和U区，甚至ZOC B区中，可能存在未被发现（因而未上图）的危险物，且其可能会超出图注深度的深度精度。

4.4.1 安全等深线

ECDIS默认将30米等深线设置为安全等深线。使用ECDIS的默认设置时，深于30米的等深区将以白色（安全水域）为底色显示，而深度浅于30米的等深区将以蓝色（不安全水域）为底色显示。在ECDIS中输入安全等深线值时，系统将搜索等于或较深的相邻等深线（如果ENC中不包括与输入值相等的等深线），并将其指定为安全等深线。白色区域和蓝色区域也将进行相应调整。

ENC中通常使用的标准等深线如下：0、2m、5m、10m、20m、30m、50m、100m、200m、300m、400m、500m、1000m、2000m、3000m、4000m。

此外，ENC中也可以包含其他等深线，如：3m、8m、15m、25m、40m、75m、600m、700m、800m、900m¹⁴。

除上述等深线外，一些海道测量机构正在制作“高密度（HD）电子海图”，其中的等深线间隔可能小至0.1米，以涵盖适用于其目标用户船舶吃水情况的深度区间。

5 ENC中的置信区符号

置信区有两种：

- 已评估
- 未评估

已评估区域以不同数量的星号进行符号化。未评估区域以字母U进行符号化。

星号数量与CATZOC值的对应关系如下：

- 6星= A1（在三角形中）
- 5星= A2（在三角形中）
- 4星= B（在三角形中）
- 3星= C（在水平杠中）
- 2星= D（在水平杠中）

¹⁴ 摘自S-4条款B-111。

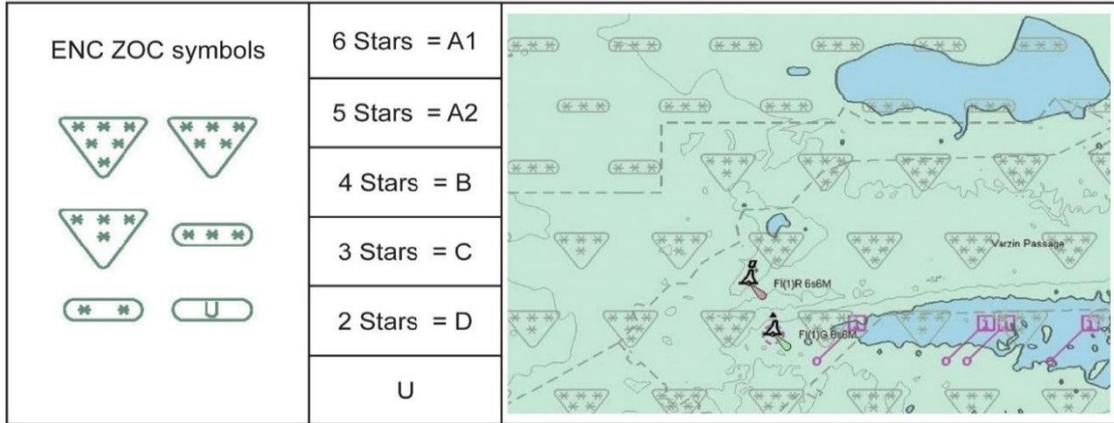


图5-1 ENC上的置信区符号、类别和表示

欲查看置信区符号，航海者需激活“海图显示层信息”（或类似设置，这取决于ECDIS型号）。

ZOC符号以规则格网形式水平排列并显示在屏幕上。CATZOC区的边界为虚线。ZOC符号位于各个不同CATZOC定义的区内。这意味着，CATZOC的符号有时只能部分绘制，因为会被相邻CATZOC或ENC单元的边界“裁剪”（从而形成一个不合理的令人困惑的“组合”符号）。如上图5-1所示，特别是在分隔ZOC A1和B区的边界附近。

这种符号会使屏幕变得杂乱无章，因此在航行过程时，航海者很可能会禁用此设置。然而，当计划新航线或在途中更改现有航线时，建议航海者在ECDIS系统中接受新航程前，激活CATZOC显示功能并使用其所提供的信息来为决策提供支持。

快速参考：

- 5星或更多 =高精度深度信息区。
- 4星 =中等精度深度信息区。
- 3星或更少 =精度较差的深度信息区。
- U =未评估，请谨慎航行。

5.1 ZOC分类对航海者的影响

简言之，在ZOC A1和A2区中，航海者可以放心地航行。ZOC B区可能存在海图上未表示但对海面航行有影响的未知危险物，但这种可能性很小。在ZOC C区，由于可能会出现未知的危险要素，特别是在礁石和岩石区域或附近，因此，航海者应谨慎航行。对于ZOC D区，航海者需要非常谨慎，因为这些区域要么数据非常稀疏，要么可能根本没有进行过测量。最后，在ZOC U区，航海者最好采取与ZOC D区同样谨慎的态度。

表5-1对32个国家1400万平方公里沿海水域的ENC¹⁵进行了总体分析：

表5-1 各类ZOC覆盖情况分析

ZOC类别	%英吉利海峡区域	%新加坡和马六甲海峡区域	%世界沿海ENC（32国）	置信度
A1（6星）	12.4%	1.4%	2.5%	好
A2（5星）	7.1%	0.2%	3.0%	好
B（4星）	43.5%	2.5%	38.5%	中
C（3星）	21.6%	76.2%	27.8%	差

¹⁵航海用途为3和4的ENC覆盖面积共计

14218244平方公里。世界和英吉利海峡的数据为2020年；新加坡和马六甲海峡的数据为2015年。本分析不包括港口水域。

D (2星)	12.4%	1.1%	12.5%	差
未评估(U)	3.0%	18.5%	15.7%	差

5.1.1 过度超比例尺放大显示的影响

在ECDIS中向航海者提供哪些显示比例尺系列，目前尚无统一标准，因此，不同的ECDIS之间会存在差异。与此同时，IHO推荐官方海道测量机构使用表5-2中预设的比例尺系列来编制ENC数据。这些比例尺系列虽然在设计上已尽可能接近标准雷达监视范围，但与航海者在ECDIS中可用的显示比例尺并不总是相一致。因此，强烈建议航海者使用1:1 ECDIS显示设置（尤其是航线监控模式下，亦即在航行过程中）。在该显示设置下，ENC将以船舶预期的查看比例尺进行显示。因此，航海者将因获得最详细的ENC内容而受益，且不存在过度超比例尺放大显示的风险。

表5-2：推荐的标准ENC编辑比例尺

可选雷达监视范围	标准比例尺（取整后）
200 NM	1:3,000,000
96 NM	1:1,500,000
48 NM	1:700,000
24 NM	1:350,000
12 NM	1:180,000
6 NM	1:90,000
3 NM	1:45,000
1.5 NM	1:22,000
0.75 NM	1:12,000
0.5 NM	1:8000
0.25 NM	1:4000

ENC比例尺与其预期航海用途之间存在一定的关系。用于沿海航行或进出港的ENC，通常会以比用于港内精确导航和操船的ENC更小的比例尺进行编辑。例如，在用于沿海航行的ENC中，官方海道测量机构通常不会向航海者提供在孤立危险物（如覆盖某个区域障碍物，图上一般表示为点状要素）近距离内航行所必需的海图信息；如果需要提供这样的信息，那么ENC将以更大的比例尺进行编制。ENC的过度超比例尺放大显示无疑打破了海图信息显示比例与该信息的预期航海用途之间的这种关系。

大比例尺海图以更高的详细程度覆盖一小部分区域，因此，也包含了具有更高详细程度的“置信区”。当缩编到小比例海图时，两个相邻的CATZOC区有时会被合并为一个，此时，出于安全原因，应将新CATZOC区的类别值设置为两个CATZOC区中较低的那个值。当航海者的ECDIS中没有大比例尺海图时，如对中比例海图进行过度超比例尺放大显示，就会因为过分接近孤立的水下危险物而导致航行事故。

在面状障碍物被制图综合为点状要素的区域内进行过度超比例放大显示也可能会导致事故。更多详细信息和示例见附件B。

6 官方海道测量机构对测量质量的置信度评估

电子海图中包含采用不同技术手段采集的不同类型的数据。有些数据可能已有50多年的历史，而另一些数据则使用最新技术手段采集。有些数据可能是使用水砣从船上采集的，而另一些数据则可能是使用太空中的卫星测得的。所有这些数据都会被纳入ENC中，以便更充分地反映海底和海底上方物体的情况。一些数据可能是官方海道测量机构采集的；而另一些数据可能来自港口当局、科研机构和私人船东。官方海道测量机构的任务是评估

这些数据的质量，并决定是否以及如何使用这些数据来更新ENC。这一般是按照附件A中的标准来实施的。

官方海道测量机构一般按照如下规则进行评级：

- 来自港口的数据通常评为ZOC A1, A2或B。
- 卫星测深数据评为ZOC C。
- 机载激光测深数据评为ZOC B, 有时为A2。
- 私人船东数据评为ZOC D。
- 1980年前的数据评为ZOC B, C或D。通常，数据越旧，评级越低。

个别情况下，海道测量官方机构在考虑实地情况、预期航线等的基础上，可能会对评级结果进行适当调整。

6.1 评估实例

在评估海底覆盖率、深度精度和位置精度时，首先要考虑测量活动的典型特征。其次是测量的系统性/非系统性；测量中是否包含基于可精确转换为WGS84的已知大地基准面的计划测线？将旧测量（1980年前）成果转换为ENC中使用的WGS84基准时，转换参数的精度如何？海道测量官方机构通常会将这些因素纳入考虑范畴，并适当降低CATZOC区的级别。

在本例中，1963年进行的单波束测量非常完整。在浅滩区域周围加密布设了测线，并布设了检查线以查看测线之间是否存在任何浅滩。由于本次测量的完整性，预计不会存在未上图的障碍物。因此，相关图注水深的CATZOC被评级为B。由于未实现海底全覆盖，该区域无法赋予A1或A2的CATZOC。此外，区域的动态变化也会影响数据的质量。

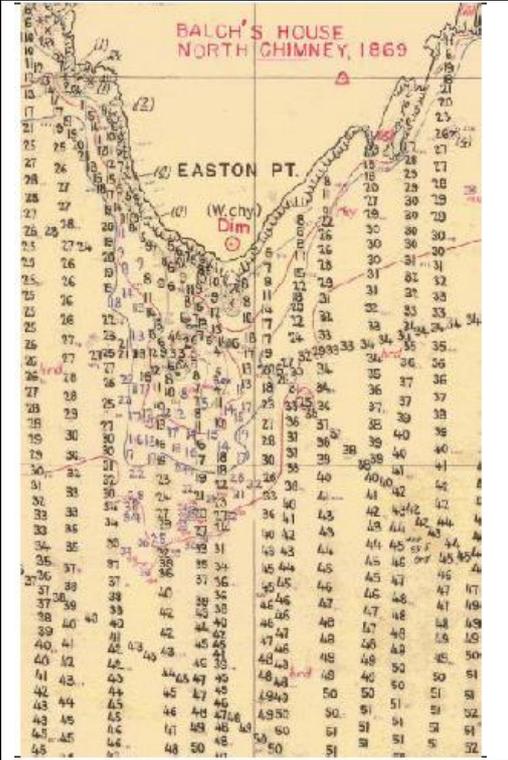


图6-1 1963年的系统性单波束测量示例

在本例中，旧的手绘测量成果完成于1899年。这是通过水砣测深（以英寻为单位记录*）获得的水深。这些测量实际上相当精确。然而，它们只是孤立的点测量，不能确保能发现观测水深之间的所有障碍物。这种旧测量方式只能发现测量员所在观测位置或海面上露出的障碍物。它被评估为ZOC C—可能出现深度差异。

果然，将水深转换为现代米制单位后发现：该次测量中未发现深度为2.1米的显著浅滩。这表明，如果1899年测量是该地区唯一的一次测量的话，那么它是不可信的；而且应该采取预防措施。

注：ENC上显示的CATZOC值将基于转换为现代米制单位后的深度值进行评估，但是这两种单位均可作为图注水深的度量单位。

（*1英寻等于1.8米。）

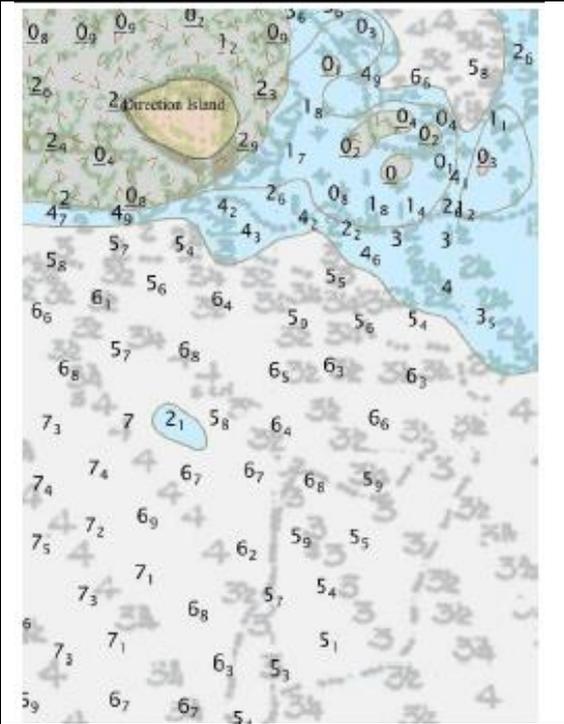


图6-2 1899年的水砣测深示例

6.2 测量中的定位精度

测量中的定位精度通常由测量过程中使用的定位系统决定。过去100年中，船舶的全球精确定位能力已得到显著提高。

从1978年开始，美国政府一直提供由美国空军管理的天基无线电导航系统服务。这项服务——全球定位系统（GPS）服务，为不计其数的GPS接收机用户所使用。用户可以在全球任何地方、任何天气和任何时间（白天或夜晚）准确获得时间和位置信息。现在，其他国家或地区也一直在提供类似服务：GLONASS（俄罗斯）、北斗（中国）、伽利略（欧盟）。全球导航卫星系统（GNSS）接收机用户现在可以同时使用所有这些服务，以提高其定位的水平精度和垂直精度。

20世纪80年代，GPS接收机的精度约为30米。随着海道测量中开始使用陆基改正信号来改正美国空军出于军事目的而引入的人为误差，以及因卫星与接收机间的信号丢失而产生的误差，30米的初始精度开始降到2米，并最终降到0.10米。如今，标准GNSS接收机的精度在5米范围内，但是由于卫星不会直接飞跃北极上空，因此北极地区的定位精度可能会低一些。随着伽利略的全面服务，单GNSS接收机的精度将达到0.20米。这意味着船位将（远）比以前测量采集和制图中使用的数据更加准确。

从19世纪40年代末到19世纪90年代，测量船依靠与岸基电子定位系统在短距离或中距离范围内传输信号来进行定位，定位精度约为20至100米。在沿海地区，这意味着物体的真实位置最多可能偏离测得的位置100米。具体定位精度在很大程度上取决于岸上发射机的位置精度，以及定位信号传输距离的精度。

在此之前，测量船使用六分仪通过测量一系列导标或岸边建造在塔楼的旗标之间的角度来进行定位，测量员完成一次这种“角度测量”往往需要耗时数个小时。通过在浅水区或礁石上建立第二排导标，可以将导标网络转件延伸到近海，但精度也会随之进一步降低。测量船获得的位置精度大约在50至500米之间，具体精度取决于导标本身的位置精度。因此，物标的测量位置与其真实位置之间的偏差很容易就会超过500米，特别是在对海上物标进行测量时尤其如此。

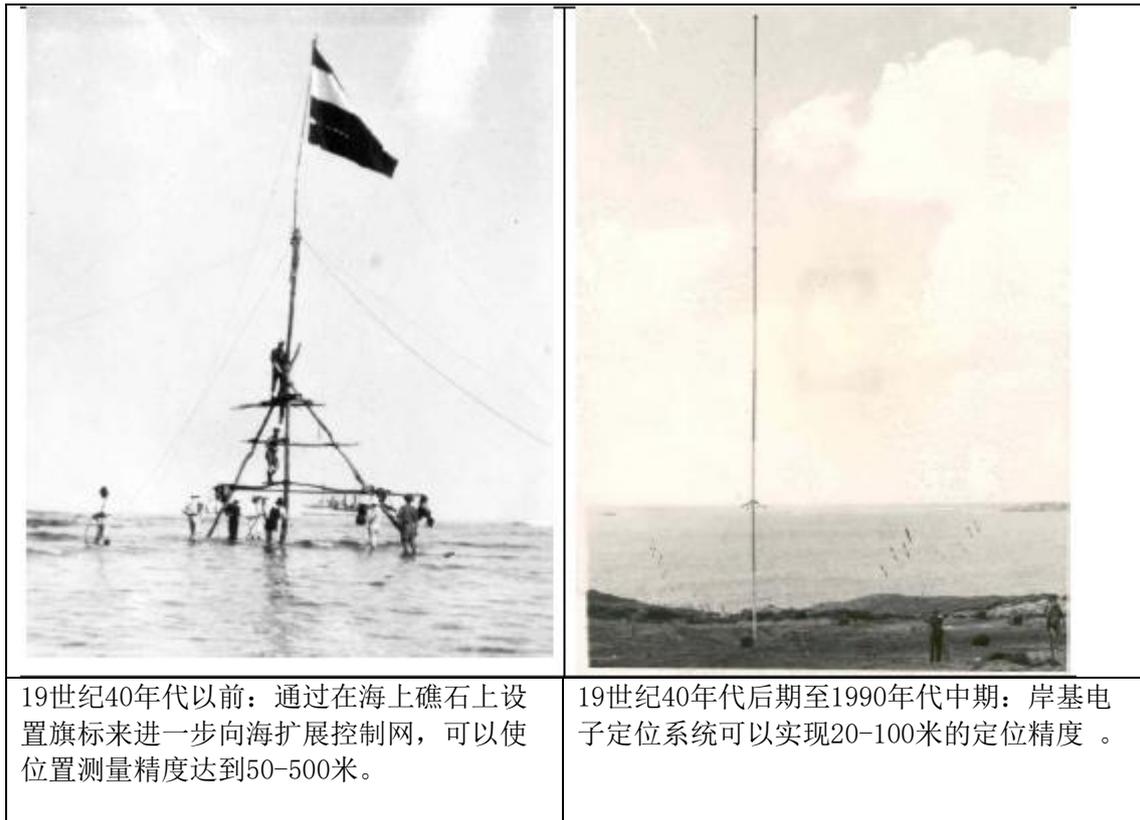


图6-3 导标测量

至于远海水域，由于完全采用天文定位方式来获取船位，因此位置精度会大幅降低，通常不会超过1到2海里，甚至更糟。

尽管现代卫星影像可用来校正许多孤立、可见的海上要素（如岛屿，礁石或在恶劣天气中可能露出的浅滩）的位置，但是由于无法对海面以下数米深度的要素进行照影，因此，其图注位置仍可能远远偏离真实位置。

附件A 置信区类别

表A-1 - 置信区类别

ZOC类别 (注1)	位置精度 (注2)	深度精度 (注3)		海底覆盖	典型测量特征 (注5)
A1	±5m+5%深度	=0.50+1%深度		全覆盖；实施了重要海底要素探测(注4)和深度测量。	受控的系统性海道测量；(注6) 采用DGPS、多波束测深系统和信道/机械扫海系统，定位和测深精度高。
		深度 (m)	精度 (m)		
		10	±0.6		
		30	±0.8		
		100	±1.5		
1000	±10.5				
A2	±20m	=1.00+2%深度		全覆盖；实施了重要海底要素探测(注4)和深度测量。	受控的系统性海道测量；(注6) 采用现代回声测深仪(注7)和声呐或机械扫海系统，定位和测深精度低于ZOC A1。
		深度 (m)	精度 (m)		
		10	±1.2		
		30	±1.6		
		100	±3.0		
1000	±21.0				
B	±50m	=1.00+2%深度		未全覆盖；预期没有但可能存在危及水面航行未上图要素。	受控的系统性海道测量；(注6) 采用现代回声测深仪(注7)，但没有采用声呐或机械扫海系统，测深精度等同于ZOC A2，但定位精度低于ZOC A2。
		深度 (m)	精度 (m)		
		10	±1.2		
		30	±1.6		
		100	±3.0		
1000	±21.0				
C	±500m	=1.00+2%深度		未全覆盖；预期存在深度差异。	低精度测量或诸如走航测深之类的数据采集活动。
		深度 (m)	精度 (m)		
		10	±1.2		
		30	±1.6		
		100	±3.0		
1000	±21.0				
D	差于ZOC C	差于ZOC C		未全覆盖；预期存在较大的深度差异。	数据质量差或因缺乏信息而无法进行数据质量评估。
U		未评估--深度数据的质量尚未评估			
列1	2	3	4	5	

资料来源：IHO S-57 3.1版附录3（2014年6月）第13-14页

备注：

要确定ZOC类别，须先比照表第2至4列中列出的条件。

表中引用的解释性注释：

注1. 特定数据的ZOC值表明其符合本表中相应ZOC类别定义的关于位置精度、深度精度以及海底覆盖率的最低标准。ZOC类别反映的是制图标准，而不仅仅是海道测量标准。每个

ZOC类别对应的深度和位置精度是指最终的图注水深误差，不仅包括测量误差，还包括在海图制作过程中引入的其他误差。

注2. 基于给定基准、95%置信度（2.45 sigma）下的图注水深位置精度。它是累积误差，包括测量、转换和数字化误差等。ZOC B、C和D无需严格计算位置精度，可以根据设备类型、校准方式、历史精度等进行估算。

注3. 在95%置信度（2.00 sigma）下，图注水深的深度精度= $a + (b * d) / 100$ ，其中d =临界深度处的深度（以米为单位）。ZOC B、C和D无需严格计算深度精度，可根据设备类型、校准方式、历史精度等进行估算。

注4: 重要海底要素是指那些超过图注深度的数字大于以下标准的要素。

深度	重要海底要素
----	--------

a. <40m	2m
---------	----

b. >40m	10%水深
---------	-------

海底全覆盖扫测是指由经培训的人员使用探测系统/水深测量系统按照规定的程序对重要海底要素进行探测和测深的系统性测量活动。只要比例尺允许，重要要素均应包含在海图中。无法保证不遗漏重要要素，今后测量时可能会在该地区发现新的重要要素。

注5. 典型测量特征——这些描述仅用于示例说明。

注6. 受控的系统性测量（ZOC A1, A2和B）——基于可以转换为WGS 84的大地基准面，按照计划测线实施的测量。

注7. 现代回声测深仪——一种高精度的单波束水深测量设备，通常包括1970年后设计的所有回声测深仪。

附件B 在“孤立危险物”附近对ECDIS进行过度超比例尺放大显示的 危险性

在某些情况下，对ENC进行过度超比例尺放大显示可能是危险的。人们错误地认为，放大显示可以提高精度，然而事实并非如此。事实上，放大显示ENC到超过其编辑比例尺，可能会产生误导和危险，对于“浅于安全深度的孤立危险物”尤其如此；因为此时数据中包含的位置误差也会被放大。因此，ECDIS中的“过度超比例尺”告警应得到航海者的重视，以防止对海图进行过度超比例尺放大显示。

每个ENC在编制时都有一个预期的最大可视范围，称为编辑比例尺。在该比例尺下，最详细的细节将被显示出来，而缩小则会逐渐降低细节级别。但这些都不会影响到海图的精度。进行放大操作可能会显示出一个新的、比例尺更大的ENC，但放大也是有限制的，在放大到一定程度后就不能再继续放大。

危及航行安全但在ENC编辑比例尺下因太小而无法在海图上绘制细节的面状要素（如非常小的礁石）通常会用大于其上图尺寸的点状符号代替。当显示比例尺放大到超过编辑比例尺时，该面状危险物的真实尺寸与符号尺寸之间的关系会被扭曲。



图B-1：过度超比例尺放大显示会扭曲点状符号与其所对应的真实世界要素之间的关系

值得谨记的是，孤立危险的定位精度可能低于500米。航线规划时应避开这些危险，至少应位于障碍物的ZOC类别所规定的范围内以外。