

序言

电子海图 (Electronic Chart, EC) 和电子海图显示与信息系统 (Electronic Chart Display and Information System, ECDIS) 及电子海图系统 (Electronic Chart System, ECS) 是二十世纪七十年代开始的一门新技术, 兴起于二十世纪九十年代。术语“电子海图”按国际权威定义, 它是“用以描述能够显示海图信息的数据、软件和电子系统的, 一个含义甚广的术语”。因此电子海图从狭义上解释是以数字形式出现的海图, 即数字海图 (Digital Chart), 而在广义上理解, 则可认为是对所有有关电子海图的生产或应用、软件或硬件的技术泛称。电子海图技术大体上包括三个方面:

电子海图数据的生产与发行技术, 如数据的采集、加工、处理、存储、分发等。

电子海图数据的应用技术, 包括电子海图显示与信息系统 (ECDIS), 电子海图系统 (ECS) 等应用电子海图为某一领域进行信息化服务的技术。

电子海图应用设备, 如船用电海图设备、陆地对海服务用电海图设备等。

电子海图技术同地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 技术一样, 是随着当代电子计算机技术的飞速发展而发展起来的。使用计算机可以快速生产数字化形式的海图—电子海图; 使用计算机可以应用电子海图, 结合卫星定位设备、水声设备和无线电通信设备, 组成电子海图显示与信息系统或电子海图系统, 提高海上安全航行的自动化水平。可以讲, 电子海图技术的出现, 引起了传统的海洋测绘领域和古老的航海领域的一场翻天覆地的技术革命。

地球表面 70% 是蓝色的海洋, 地球上的生物约有 80% 生活在海洋之中。《联合国海洋法公约》宣告: “人类源于海洋, 生存与发展依赖于海洋”。人类在海上的活动可以追溯到数千年以前, 每一次地理大发现都是从海上开始的。无论在海上从事什么活动, 都离不开航海, 而航海离不开海图。有人形象地把海图比喻成舰船的眼睛, 可见海图对人类的海上活动是多么地重要。电子海图及其应用系统的出现, 为海上安全、高效、清洁地航行提供了有效的技术手段。然而海上航行是一项十分危险的工作, 稍有不甚就会船毁人亡。电子海图这种高新技术是一把双刃剑, 必须从保证海上人命安全的高度去把握它的发展。

世界各国对电子海图及其应用系统都极为重视, 不惜花费巨资进行研发, 与此相关的国际组织从电子海图刚刚兴起时, 就对其加以规范。国际海道测量组织 (IHO) 为此成立了专门委员会研究电子海图及应用系统的标准和规范, 他们从电子海图的生产和应用的角度相继开发了 S-52 《ECDIS 海图内容与显示规范》和 S-57 《数字海道测量数据传输标准》等。国际海事组织 (IMO) 的海上安全委员会也从使用者的角度, 以大会决议的形式, 提出了《ECDIS 性能标准》, 简称作 IMO PS。国际电工委员会 (IEC) 则从设备的角度, 开发了 IEC 61174 《ECDIS—操作与性能要求, 测试方法与测试结果》。为了促进电子海图技术健康、有序、高效地发展, 这三大国际组织还成立了专门的协调组织, 就电子海图的软件、硬件、数据、通讯、更新等问题进行统一的处理和解决。电子海图在国际产业界进展得很快, 许多发达国家的各类舰船上大都装备了配有这种数据和设备的系统。据不完全统计, 国际上从事电子海图研发和生产的大公司就有上百家, 较有代表性的是挪威的 C-Map 公司、英国的船商 (TRANSAS) 公司、德国的 ATLAS 公司和 7CS 公司、美国的 Sperry 公司等。据有关资料介绍, 在 15000 条 SOLAS 公约船中, 有约 1000 条船装有电子海图显示与信息系统, 目前世界上新造 SOLAS 公约船舶, 基本上都安装这类电子海图系统。

我国电子海图的起步源于二十世纪八十年代, 海军海洋测绘研究所开发了我国第一套电子航海图系统, 此后船舶工业、电子工业、交通运输、渔业水产等行业的院校和科研机构, 以及海军其他科研院所也相继开发了不少优秀的船用电海图系统, 部分系统已装备到各型舰船。数字海图的生产业已走入成熟阶段, 海军司令部航海保证部已建成各级比例尺的海图数据库, 交通部海事局对所属的港口也制作了相应符合国际标准的电子海图, 开始供应各类用户。在标准方面, 我国参考国际

IHO S-52, 于 1996 年颁布了第一本《电子海图技术规范》GB 15702-1995。我国与国际上发达国家相比,就电子海图技术与应用而言,目前仍处于早期的开发阶段,表现在一是普及率不高,二是没有形成系统化研究格局和规模化生产模式,三是在数据、软件方面还没有和国际标准完全接轨。

当前,电子海图技术的发展日新月异,新术语、新思想源源不断,国际上各类标准十年间已改版多次。为了促进我国电子海图技术领域的发展,开展与国际同行的交流与合作,尽快实现与国际标准的接轨,笔者深深感到需要有意识地逐步推动电子海图技术的标准化,需要形成一套为大家熟知惯用的专业共同语言,以便准确理解国际标准,研发出具有中国特点的,与国际标准接轨的电子海图数据和电子海图应用系统,使电子海图这一新兴技术在我国获得更大范围的推广和应用。推动电子海图技术的标准化不但要使大家了解国际标准是什么,怎样产生的,而且更重要的是怎样落实国际标准,怎样结合中国的具体实践产生具有中国特点的国家标准,从而推动电子海图技术产业化的进行。

笔者从事海图制图事业三十余年,人生基本分两段,前半是纸质海图的出版和研究,后半是电子海图及应用系统的研究与实施。从标准化的实施角度而言,笔者感到纸质海图用一本规范和一本图式就可搞定了它的标准化,而对电子海图来说,标准化涵盖的范围和难度比之纸质海图要困难得多。这不仅表现在如何将真实世界抽象为具体的信息模型,而且要规范到电子海图应包括那些内容(数据字典),如何进行编码(定义物标及属性的代码),数据如何进行采集、处理(软件、工艺与流程规定),怎样在生产者与用户之间交流(数据的交换格式),怎样才能满足用户端快速处理数据的需要(应用系统的内部存储格式),怎样才能在用户端快速而标准地显示、查询电子海图(符号库与显示生成器的规定),怎样才能快速而标准地进行海图改正(海图改正规定)等等。因此电子海图的标准化不但要涉及数据的生产,而且必须要涉及数据的应用。好的数据得不到好的应用,等于没有好的数据,这是纸质海图标准化与电子海图标准化的一个本质区别。鉴于此,笔者近几年来一直在思考电子海图标准化问题,特别是近一年来收集、整理了大量国内外有关文献,在国内同行和朋友们的鼓励下,这里不揣冒昧,结合笔者从事电子海图及应用系统研究的心得体会,编写了这本《电子海图技术国际标准研究》,渴望在同行之间交流,逐步达成标准化共识,为推动我国电子海图技术标准化、产业化尽点微薄之力。诚恳希望本书的读者能将进一步的修改意见用电子邮件的方式寄给 Hongli_li@NGD.GOV.CN 或 Hongli_li@163.net。

第1章 电子海图技术标准与国际相关组织

1.1 国际海道测量组织（IHO）与其标准

1.1.1 国际海道测量组织简介

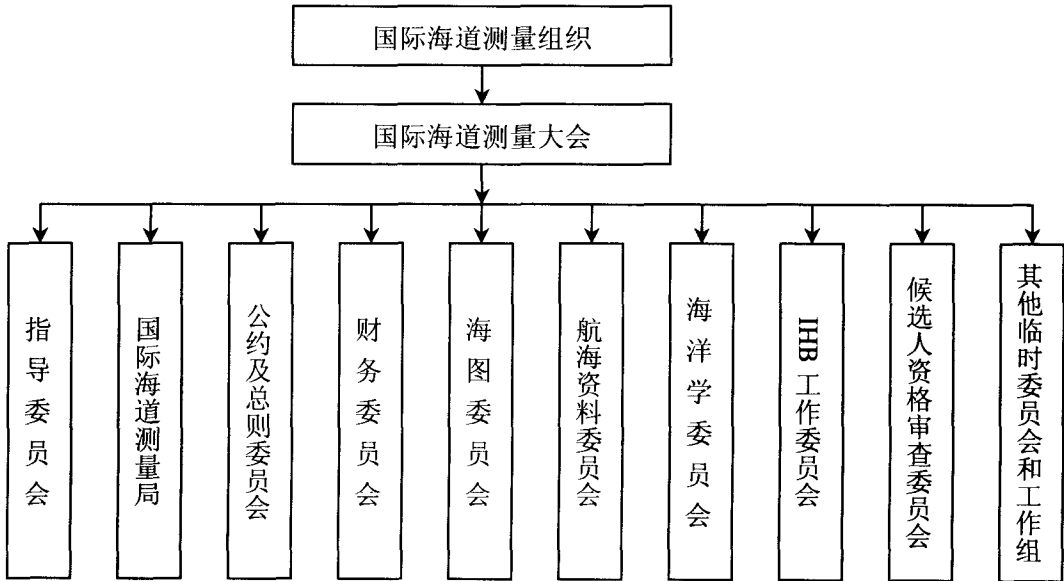
国际海道测量组织（International Hydrographic Orgenazation, IHO）是电子海图技术国际标准的主要制定者。该组织由英、法两国发起，1919 年 6 月在英国伦敦召开了有 24 个国家参加的首届国际海道测量大会，会议决定成立常设机构---国际海道测量局（International Hydrographic Bureau, IHB）。经过近两年的筹备，IHB 于 1921 年正式开展活动，当时有 19 个成员国，工作总部设在摩纳哥。1967 年在摩纳哥召开的第九届国际海道测量大会上，制定了一个政府间的《国际海道测量组织公约》，1970 年 9 月 22 日经联合国注册，正式成立了国际海道测量组织，此后国际海道测量局就成为该国际组织的总部机构，担任秘书处工作，同时也是世界海洋测绘资料中心和技术标准协调组织。

中国系该组织的创建国。1967 年“组织公约”通过后，台湾当局曾派人盗用中国名义在该公约上签字。1977 年第十一届国际海道测量大会上，以投票表决的方式将台湾当局驱逐出去，承认中华人民共和国政府为中国参加国际海道测量组织的唯一合法代表。此后每届大会（五年一次），我国政府都是由中华人民共和国交通部和中国人民解放军海军联合组团参加。目前国际海道测量组织共有成员国 68 个，如美国、英国、俄罗斯等，大部分是以海军的身份参加，也有的是以交通部门、海洋部门的身份参加，或者是几者兼有。

国际海道测量组织是技术咨询性的国际机构，其活动是科学的或技术性的，它的宗旨是：

- 1. 协调各国海道测量机构的活动；
- 2. 促进海图、航海资料和技术文件的统一；
- 3. 推广可靠有效的海洋测绘方法；
- 4. 促进测绘学和海洋学方面的成就在海洋测绘领域的应用。

国际海道测量组织的组织形式可用下图表示：



其中临时性的工作委员会或工作组是根据国际海道测量教育、科学和技术的发展状况而设，涉及电子海图技术的临时工作委员会或工作组主要是：

1. 信息系统海道测量需求委员会 (Committee on Hydrographic Requirements for Information System , CHRIS) ;
2. 世界电子航海图数据库委员会 (World Electronic Navigational Chart Data Base, WENDB);
3. IMO/IHO 电子海图显示与信息系统 (Electronic Chart Display and Information System ,ECDIS) 协调工作组 (IMO/IHO Harmonizing Group on ECDIS, HGE)。

其中电子海图技术标准的主要起草者是信息系统海道测量需求委员会 CHRIS, 该委员会是由 IHO 的电子海图显示与信息系统委员会 (Committee on ECDIS, COE) 和数字数据交换委员会 (Committee on Exchange of Digital Data, CEDD) 以及与纸质海图与航海书表标准化相关的机构, 于 1995 年合并而成的, 目前下设六个工作组:

海图色彩与符号工作组 (Colours and Symbols Working Group, C&SMWG);

海图标准化与纸海图工作组 (Chart Standardization and Paper Chart Working Group, CSPCWG);

数据质量工作组 (Data Quality Working Group, DQWG)

航海书表标准化工作组 (Standardization of Nautical Publications Working Group, SNPWG);

数据防护工作组 (Data Protection Scheme Working Group, DPSWG);

传输标准维护与应用开发工作组 (the Transfer Standard Maintenance and Application Development Working Group , TSMAD)。

此外 2004 年前还曾设有:

海图改正更新工作组 (Updating Working Group)

技术术语工作组 (Glossary Working Group)。

国际海道测量局还鼓励在海洋测量、海图研究、资料收集等方面有共同课题的国际海道测量组织成员国建立地区性的海道测量委员会, 以促进相互间的协作和地区海道测量事业的发展。到目前为止, 已成立的地区性海道测量委员会共 11 个, 如北海海道测量委员会、美/加海道测量委员会等。我国参加的是东亚海道测量委员会, 包括日本、韩国、菲律宾等东亚频海国家。

国际海道测量局的定期出版物主要是《海道测量评论》(International Hydrographic Review)、《国际海道测量简报》(International Hydrographic Bulletin) 和年鉴 (Yearbook), 属于 P 系列。不定期的出版物主要是:

B 系列的水下地形数据与命名规范标准 (Bathymetric Publications);

S 系列的特殊出版物 (Special Publications);

M 系列的综合性出版物 (Miscellaneous Publications)。

有关电子海图技术的标准归于 S 系列。

国际海道测量局的联系方式是:

International Hydrographic Bureau

4, Quai Antoine 1er

B.P 445 - MC 98011 MONACO Cedex

Principauté de Monaco

Telex: 479 164 MC - INHORG

Telefax: (+377) 93 10 81 40

E-mail: info@ihb.mc

Web <http://www.iho.shom.fr>

国际海道测量组织徽记是:



1.1.2 国际海道测量组织颁布的标准

电子海图技术标准源于 1987 年的北海实验，目前国际海道测量组织颁布了如下电子海图技术标准：

1. IHO S-52 电子海图显示与信息系统海图内容与显示规范 (SPECIFICATIONS FOR CHART CONTENT AND DISPLAY ASPECTS OF ECDIS)

该标准的草案由 IHO1986 年成立的 ECDIS 委员会 (COE) 开发，于 1987 年 5 月在摩纳哥召开的第 13 届国际海道测量大会上提交给 IHO 的各成员国，以及各国的航运管理部门、海员协会、系统设备制造厂商广泛征求意见，1988 年 4 月正式形成第 1 版，以 IHO 第 52 号特殊出版物方式出版。此后历经多次修改，目前是 1996 年 12 月修订的第 5 版，并维护更新至 2001 年 12 月。该规范下含两个附件，三个附录，分别是：

附件 A. S-52 与 IMO ECDIS 性能标准交叉参考表 (Reference table between S-52 and the IMO Performance Standards for ECDIS)

附件 B. IMO ECDIS 性能标准 (IMO Performance Standards For ECDIS, amended March 1999)

附录 1. 电子航海图更新指南 (Guidance on Updating the Electronic Navigational Chart)

附录 2. 电子海图显示与信息系统色彩与符号规定 (Colour and Symbol Specifications for ECDIS)

附录 3. 电子海图显示与信息系统相关术语集 (Glossary of ECDIS - related Terms)。

2. S-57 IHO 数字式海道测量数据传输标准 (IHO TRANSFER STANDARD for DIGITAL HYDROGRAPHIC DATA)

该标准源于 IHO 数字数据交换委员会 (CEDD) 1987 年开发的数字制图数据交换与供给格式 (DX-87 格式)，1991 年正式形成第 1 版，以 IHO 第 57 号特殊出版物方式出版，并命名为“数字海道测量数据传输标准”，其数据交换格式称 DX-90，1992 年 4 月 15 日在摩纳哥召开的第 9 届国际海道测量大会上被推荐为官方标准，1993 年 11 月修改为第 2 版。起实质性变化的是 1996 年 11 月发表的 S-57 3.0 版，它以全新的数据定义和组织方法对 2.0 版做了彻底地修改，并抛弃了 DX-90 的称谓。目前使用的是 2000 年 11 月发表的 3.1 版。该标准包括三个部分：引言、理论模型、数据结构，附有两个附录：A IHO 物标分类、B ENC 产品规范。

3. S-58 电子航海图有效性检核推荐案 (Recommended ENC Validation Checks)

目前为 2003 年 10 月发布的第 2 版。

4. S-61 光栅航海图产品规范 (Product Specifications for Raster Navigational Charts , RNC)

目前为 1999 年 1 月发布的第 1 版。

5. S-63 IHO 数据防护模式 (IHO Data Protection Scheme)

目前为 2003 年 10 月发布的第 1 版。

6. S-65 电子航海图生产指南 (Electronic Navigation Charts (ENCs) “Production Guidance”)，目前为 2005 年第 1 版。

1.2 国际海事组织 (IMO) 与其标准

1.2.1 国际海事组织简介

国际海事组织 (International Maritime Organization, IMO) 是电子海图技术国际标准的又一制定者，它侧重于航海需要。1948 年在日内瓦召开的一次国际会议上决定成立有关国际海事问题的国际组织，1958 年 3 月成立了名为“国际政府间海事协调组织 (Inter-Governmental Maritime

Consultative Organization, IMCO)”的国际组织，次年举行了新组织成立的第一届大会，1959年成为联合国（the United Nations）的专门机构，总部设在英国伦敦。1975年国际政府间海事协调组织大会决议，自1982年5月起更名为国际海事组织（IMO），成为国际海事方面的权威机构。

1959年第一次国际海事组织大会时，其有28个成员国，现有164个成员国和3个联系会员。我国于1973年3月1日加入该组织，对口单位是国家交通部海事局，已连续七次当选为A级理事国。国际海事组织的成员国目前拥有98.6%的世界商船吨位，许多重要公约文件已基本实现了全球覆盖。国际海事组织已于36个国际政府组织和63个非政府组织建立了联系和协作。

国际海事组织的宗旨是促进国际贸易航运业的合作；鼓励各国在海上安全和航行效率有关问题上普遍采用最高可行的标准及取消对国际贸易航运业的歧视行为和不必要的限制；研究联合国或其他专门机构可能提交的有关航运的问题和有关航运业所采取的不正当的限制措施问题；为各国政府交换本组织所研究问题的信息。国际海事组织目前最重要的任务就是保证船只航行安全、防止因船只造成的海洋环境污染，营造“更安全的航行，更清洁的海洋”（“safer shipping and cleaner oceans”）的国际航运环境。在这两方面该组织促成通过的重要国际公约有：

《1972年国际海上避碰规则公约》

《1974年国际海上人命安全条约》（the International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)；

《1979年国际海上搜寻救助公约》（The International Convention on Maritime Aearch and Rescue,1979）；

《1998年国际安全管理规则》（the International Safety Management Code)；

《1973年国际防止船舶污染条约》（The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, amended 1978）；

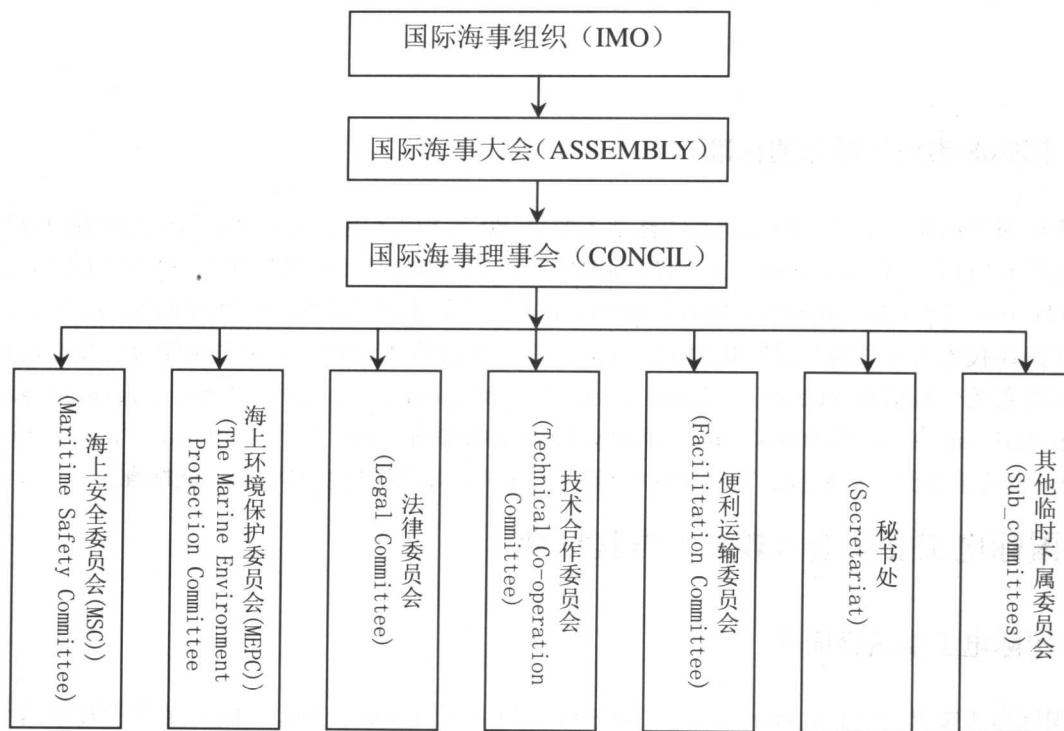
《1975年国际油污损害民事责任公约》（The International Convention relating to Civil Liability of Oil Pollution Casualties）。

建立的保证航行安全的全球性安全系统主要有：

全球海上遇险与安全系统（the Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS），该系统由上世纪70年代开始建立的全球海上搜救系统（global search and rescue system）发展而来，1992年2月全面实施，无论在全球任何地方，船只遇难了，都可以向其呼救，得到实际的救援。

全球航行警告服务系统（World Wide Navigational Warning Service, WWNMS），该系统由IMO和IHO共同协调建立，1980年起在全世界范围内全面实行，向航行在世界各地的船舶提供航行警告服务，保证航运安全。

国际海事组织的组织形式可用下图表示：



其中其他临时下属委员会目前有 9 个，主要职责是辅助海上环境保护委员会和海上安全委员会开展有关技术和事物性的工作。它们是：

散装液体和气体分委员会 (Bulk Liquids and Gases, BLG);

危险货物、固体货物和集装箱分委员会 (Carriage of Dangerous Goods, Solid Cargoes and Containers, DSC);

消防分委员会 (Fire Protection, FP);

无线电通信与搜救分委员会 (Radio-communications and Search and Rescue , COMSAR);

航行安全分委员会 (Safety of Navigation, NAV);

船舶设计与装备分委员会 (Ship Design and Equipment , DE);

稳定性与载重线和捕鱼船安全分委员会 (Stability and Load Lines and Fishing Vessels Safety SLF);

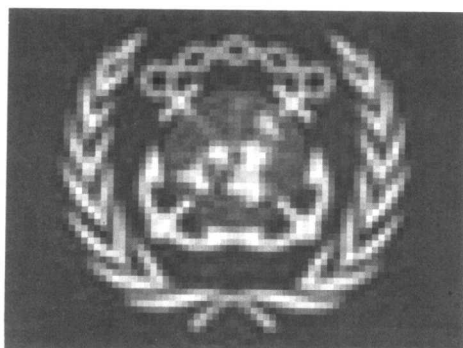
训练与值守标准分委员会 (Standards of Training and Watchkeeping STW);

船旗国履约分委员会 (Flag State Implementation FSI);

涉及电子海图技术标准的主要是它的海上安全委员会下属的航行安全分委员会。

国际海事组织秘书处的联系地址是：

Web <http://www.imo.org>



国际海事组织的徽记是：

1.2.2 国际海事组织颁布的标准

国际海事组织关于电子海图技术的标准主要是IMO A. 817《电子海图显示与信息系统（ECDIS）性能标准》（目前已更新至1999年）（PERFORMANCE STANDARDS FOR ELECTRONIC CHART DISPLAY AND INFORMATION SYSTEMS, amended March 1999），及《国际海上人命安全条约SOLAS》第五章。其他与电子海图技术有关联的标准则是IMO A. 694: 1991，全球海上遇险与安全系统船台无线电设备和电子导航设备的一般需求（General requirement for shipborne radio equipment forming part of the global maritime distress and safety system(GMDSS) and for electronic navigational aids），及关于罗经、计程仪、自动雷达标绘仪（ARPA）等船用导航设备的性能标准。

1.3 国际电工委员会（IEC）与其标准

1.3.1 国际电工委员会简介

国际电工委员会（International Electrotechnical Commission, IEC）是电子海图技术国际标准的另一制定者，它侧重于设备的性能和检测。

1904 年在美国圣路易召开的国际电工会议上通过了关于建立永久性的国际电工标准化机构的决议，以解决用电安全和电工产品标准化问题。1906 年 6 月，13 个国家的代表集会伦敦，起草了 IEC 章程和议事规则，正式成立了国际电工委员会，总部设在伦敦。1947 年作为一个电工部门并入国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO），1948 年迁址至瑞士日内瓦。1976 年该组织又从 ISO 中分立出来，作为电子、电气标准化国际组织。

IEC 的宗旨是：通过其成员促进电工、电子和相关技术领域的国际标准，认证认可规则等国际文件的制定及国际和区域标准化和认证认可方面的合作。IEC 的目标是：有效满足全球市场的需求；保证在全球范围内优先并最大程度地使用其标准和合格评定计划；评定并提高其标准所涉及的产品质量和服务质量；为共同使用复杂系统创造条件；提高工业化进程的有效性；提高人类健康和安全；保护环境。

IEC 是制定和发布国际电工/电子标准的非政府性国际机构，与国际标准化组织和国际电信联盟（International Telecommunication Union, ITU）并称世界三大国际标准化组织，它是联合国经社理事会的甲级咨询组织。截止 2004 年 2 月，该组织共有成员国 62 个，其中正式成员（National Committee）51 个，辅助成员（Associate membership）11 个，此外还有准成员（Pre-Associate membership）4 个。国际电工委员会的组织形式可用下图表示：



理事会（全体大会）为最高权力机构，负责制定 IEC 政策、长期战略和金融目标，每年召开一次。理事会理事局为最高决策机构，负责落实理事会制定的政策。执行委员会（董事局常委会）负责具体实施理事会和理事局的决议，监督中央办公室的运作。中央办公室负责监督 IEC 章程等的正确实施，标准最后文本的出版，保证 IEC 工作的正常运转。标准化管理局负责管理 IEC 标准工作，下设行业局、技术委员会、技术咨询委员会，主要技术标准出自技术委员会和行业局。合格评定局管理各认证委员会，负责合格评定工作。在组织上其自成体系，财务上独立自主。它是世界范围的自愿认证机构，其宗旨是促进国家或国际间的自由贸易。按照严格的认证程序，以国际标准为依据对电工产品生产厂的技术力量和管理水平，实行全面的审核和评审；对要求认证的生产的元器件，按标准要求进行测试检验。对符合质量要求的产品授以合格标志和证书，以确保产品质量达到和保持标准要求的水平。IEC 认证体系于 1981 年开始，已形成了一个成熟的体系。负责管理 IEC 合格评定工作。截止到 2004 年 2 月，IEC 设有 174 个技术委员会（TC）和分技术委员会（SC），532 个工作组和 196 个项目组，大约有 10000 名专家参与标准的制修订工作。电子海图技术标准主要出自 IEC 的第 80 技术委员会（IEC Technical Committee No. 80: MARITIME NAVIGATION AND RADIOCOMMUNICATION EQUIPMENT AND SYSTEMS）的第 7 工作组（Working Groups 7: Electronic Chart System (ECDIS & ECS)）。

IEC 的工作语言为英语、法语和俄语，其主要出版物是：《IEC 国际标准》、《IEC 标准目录》、《IEC 年报》、《IEC 年鉴》、《IEC 通报》、《国际电工词汇》等。

我国于 1957 年 8 月参加 IEC，1980 年首次进入执行委员会，1988 年后以国家技术监督局的名义参加 IEC 的工作，现在则是以中国国家标准化管理委员会的身份参加 IEC 的活动。目前我国是 IEC 理事会、执委会和合格评定局的成员，同时还是其 89 个技术委员会和 107 个分技术委员会的积极成员。我国分别于 1990 年和 2002 年在北京承办了 IEC 第 54 届和 66 届年会。IEC 的各技术委员会一般不在总部，分别挂靠在有关国家。2003 年 3 月 IEC 同意我国承担“架空线导体技术委员会（IEC / TC 7）”和“电和电磁量的测量设备技术委员会（IEC / TC 85）”的秘书处工作，这标志着中国在参与国际标准制、修订方面取得了实质性的突破。

IEC 中央办公室联系地址是:

3, rue de Varembe

P.O. Box 131

CH - 1211 GENEVA 20

Switzerland

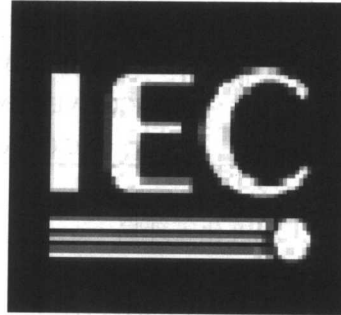
Phone: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

E-mail: info@iec.ch

Web <http://www.iec.ch>

IEC 标准的徽记是:



1.3.2 国际电工委员会颁布的标准

国际电工委员会关于电子海图技术的标准主要是 IEC 61174《电子海图显示与信息系统 ECDIS-操作与性能需求, 测试方法和应达到的测试结果》(Electronic chart display and information system(ECDIS)-Operational and performance requirements, methods of testing and required test results), 隶属于“海上导航与无线电通信设备与系统”标准系列, 目前是 2001 年公布的第 2 版。其他与电子海图技术有关联的标准则是该系列下的 IEC 60872-1《雷达标绘仪-第一部分: 自动雷达标绘仪 (ARPA)-测试方法和应达到的测试结果》(Radar plotting aids-Part 1:Automatic radar plotting aids (ARPA)-, Methods of testing and required test results)、IEC 60945《海上导航与无线电通信设备和系统-一般需求, 测试方法和应达到的测试结果》(Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - General requirements - Methods of testing and required test results)、IEC 61162《海上导航与无线电通信设备和系统-数字接口》(Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Digital interfaces)。

1.4 其他相关的国际组织

电子海图和电子海图显示与信息系统是关系到海上航行安全的一门高新技术, 它一问世就受到国际上各有关机构和组织的格外重视, 除上面介绍的三大国际组织外, 还有不少组织和机构对其也给予了相当的重视, 颁布了许多与电子海图技术有关联的标准和文件, 它们是:

1.4.1 国际标准化组织 (ISO)

该组织是目前世界上最大、最权威性的国际标准化专门机构。1946 年 10 月, 中、英、美、法、苏等二十五个国家的代表集会于伦敦, 正式表决通过建立国际标准化组织。1947 年 2 月 23 日, 宣告正式成立。ISO 是联合国经社理事会的甲级咨询组织和贸发理事会综合级咨询组织。此外, ISO 还与 600 多个国际组织保持着协作关系。

该组织的目的和宗旨是: “在全世界范围内促进标准化工作的发展, 以便于国际物资交流和服务, 并扩大在知识、科学、技术和经济方面的合作”。其主要活动是制定国际标准, 协调世界范围的标准化工作, 组织各成员国和技术委员会进行情报交流, 以及与其他国际组织进行合作, 共同研究有关标准化问题。

按照 ISO 章程, 其成员分为团体成员和通信成员。团体成员是指最有代表性的全国标准化机构, 且每一个国家只能有一个机构代表其国家参加 ISO。通讯成员是指尚未建立全国标准化机构的发展

中国(或地区)。通讯成员待条件成熟后,可转为团体成员。

ISO 的工作语言是英语、法语和俄语,总部设在瑞士日内瓦。ISO 现有成员 143 个。

ISO 现有技术委员会(TC)186 个和分技术委员会(SC)552 个,与电子海图技术有关的委员会是其第 211 技术委员会(ISO TC/211 地理信息技术委员会)和第 8 技术委员会的第 6 分技术委员会(ISO TC/8/SC6 船舶和海洋技术委员会)。ISO TC/8/SC6 2001 年已形成草案的标准是 ISO/CD 19379《船舶和海洋技术—电子海图系统数据库》(Ship and marine technology—ECS database)。

1978 年 9 月 1 日,我国以中国标准化协会(CAS)的名义重新进入 ISO。1988 年起改为以国家技术监督局的名义参加 ISO 的工作。现在则以国家标准化管理委员会的名义参加 ISO 的工作。1999 年 9 月,我国在京承办了 ISO 第 22 届大会。

该组织的网址是: www.iso.org。

1.4.2 国际海事无线电通信委员会(CIRM)

国际海事无线电组织(International Radio Maritime Committee, CIRM)由八家世界知名的海事无线电服务公司发起,1928 年创立于西班牙,1947 年在比利时重组后,迁址至英国伦敦,现已成为国际海事电子通信领域的主要团体,其成员涵盖 21 个国家的 75 家大型海事无线电服务公司,每年举行两次大会。

该组织的目的和宗旨是:在全世界范围内促进海上生命安全和船舶有效管理的电子技术的应用与开发,协调、发展与海上电子导航、通信、信息系统领域的有关国际组织间的关系,促进海事无线电标准化工作的进展。此外,该组织还是三大国际标准化组织之一的国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)的成员,也是 ISO 和 IEC 的联络员,目前它承担着 IEC/TC80 的秘书处工作,是 IEC 第 80 技术委员会的领导力量。

该组织涉及的技术领域包括航海设备与系统(雷达、无线电双曲线导航、卫星导航、综合舰桥系统、组合导航系统、电/磁罗经、测深仪、计程仪、自动标绘仪等)、电子海图与应用系统(ECDIS/ECS)、无线电通信与 GMDSS、自动辨识系统(AIS)、航行数据记录仪(VDR)、船舶交管系统(VTS)等。下设四个工作组:

无线电导航工作组(RadioNavigation Working Group, RNWG);

无线电通信工作组(RadioCommunication Working Group, RCWG);

无线电频率工作组(RadioFrequency Working Group, RFWG);

通信流量计费工作组(Traffic Accounting Group, TAG)。

该组织的网址是: www.cirm.org。

1.4.3 数字地理信息工作组(DGIWG)

数字地理信息工作组(Digital Geographic Information Working Group, DGIWG)成立于 1983 年,是北大西洋公约组织(North Atlantic Treaty Organization, NATO)下设的一个非官方的数字地理信息工作组(DGIWG),负责制定该组织军用的数字地理信息交换标准(The Digital Geographic Information Exchange Standard, DIGEST),以便在 NATO 成员国之间交换数字地理信息。

该组织成员国有 18 个,包括美国、英国、法国、德国、加拿大、意大利等西方国家。它虽然不是 NATO 的官方机构,但它的标准化工作得到 NATO 地理委员会(NGC)的承认和欢迎。它研制和维护的交换标准 DIGEST 推动了数字地理信息的交换,支持在 NATO 各国内部和国家之间进行互操作,促进数字数据产品的共享。此外它的工作还包括数据集规范制定和标准的协调。DIGEST 标准已经成为 NATO 的标准化协议(STANAG 7074),其最新版本 V. 2.0 是 1997 年 6 月更新的。

该组织与国际上许多地理信息标准化组织具有广泛的联系，包括 IHO、ISO、IEC、WMO（世界气象组织）OGC（开放式地理信息系统协会）等，推动了地理信息标准化的实现。目前该组织下设如下技术组：

数据存储技术组（Data Access Technical Panel）；

服务与接口技术组（Services and Interfaces Technical Panel）；

数据结构技术组（Data Structure Technical Panel）；

政策与技术策略组（Policy & Technical Strategy Group）；

需求与发展趋势组（Requirements & Outreach Group）。

该组织的网址是：<http://metadata.digwg.org>，或

<http://saicmapserver.saic.com//dgiwg>。

1.4.4 美国海事无线电委员会（RTCM）

美国海事无线电委员会（US Radio Technical Commission for Maritime, RTCM）1947 年受美国政府特许，成立于美国哥伦比亚区，现总部地址位于美国的维吉尼亚州（VIRGINIA）的阿林顿（Arlington）。成立初期曾是美国国务院的一个顾问委员会，后来则演变为一个独立的，非盈利性的国际科技、教育组织，专门致力于海事无线电导航、无线电通信及相关技术领域的标准化研究。其研究成果--RTCM 标准，被美国联邦通信委员会和美国海岸警备队所采用，许多 IEC 标准也是由此而来，其中有些标准已为《国际海上人命安全条约，SOLAS》第 V、第 VI 章所强制要求。

该组织的成员可以是政府组织，也可以不是政府组织，但必须是在海事无线电导航与通信方面卓有成绩者，可以是制造厂商、政府代理、商贸实体、民间协会、船东与船员、教育机构以及销售和服务商。目前该组织有来自世界不同国家的成员 100 多个。

该组织与国际上许多标准化组织具有广泛的联系，包括 IMO、IHO、ISO、IEC、CIRM 等，推动了海事无线电导航与通信领域标准化的实现。目前该组织下设如下专门委员会（Special Committee）：

SC 101：数字选择性呼叫委员会（Digital Selective Calling, DSC）；

SC 104：差分全球导航卫星系统委员会（Differential Global Navigation Satellite Systems, GNSS）；

SC 109：电子海图委员会（Electronic Charts）；

SC 110：应急信标委员会（Emergency Beacons (EPIRBs and PLBs)）；

SC107：海事 VHF 频段干涉委员会（Maritime VHF Interference）；

SC 119：海难幸存者位置指示器委员会（Survivor Locator Devices）。

该组织最著名的标准是 SC 104 差分 GPS 标准，已广泛应用在各种 GPS 差分接收机上。它的电子海图系统标准（RTCM RECOMMENDED STANDARDS FOR ELECTRONIC CHART SYSTEM），与 IHO 和 IMO 的标准相差较大，它不强调全部 ECDIS 功能，以满足 SOLAS 公约的要求，而只是将电子海图系统作为导航的辅助设备，如带电子海图背景的 GPS 接收机。目前该标准为 3.0 版，有望成为 IEC 的一个新标准。

该组织的网址是：www.rtcn.org。

1.4.5 开放式 ECDIS 论坛（OEF）

开放式 ECDIS 论坛（Open ECDIS Forum, OEF）是一个互联网上开展电子海图技术（ENC & ECDIS）讨论的民间性组织，成立于 1997 年（？）。该论坛受到国际海道测量局的高度重视和支持，许多知名的 ECDIS 国际厂商和 ENC 的官方生产者，以及海事/船运研究机构都参与其中。

它专注于电子海图显示与信息系统的的发展，最终目标着眼于可以支持航海、海洋环境保护、海

上交通管制的大型海事地理信息系统 (Maritime Geographic Information System)。开放式 ECDIS 论坛全力支持国际海道测量组织使 S-57 标准成为世界范围的电子海图数据交换格式的努力,同时协助使用其他标准的用户理解、兼容 S-57 标准。

开放式 ECDIS 论坛的目标是:

鼓励和支持电子海图显示与信息系统及其他延伸应用的发展。

提供在 IMO/IHO/IEC 标准的用户和开发者之间的信息交流管道。

改进 S-57 数据模型,使之在海洋环境保护与监测中得到应用。

调查 ECDIS 制造及其应用的有效性。

促进电子航海图数据的生产。

开放式 ECDIS 论坛还对国际海道测量组织 S-57 标准的附录附件 A 中未进行数据生产者编码的那些非官方组织或公司进行编码,目前已登记注册的有 57 家机构。以两个字符作为名称缩写,以一个整形数作为编码。

开放式 ECDIS 论坛是一个开放性的组织,世界上任何组织或个人,只要对电子海图技术感兴趣,均有资格参加,网上报名注册即可。

德国汉堡的 SevenCs 公司目前是论坛的主办者,进行实际运作。澳大利亚的海道测量科学公司 (HAS) 提供备份网址。

目前开通的讨论主题是:

APAC 组,已承认的 ECDIS 类型与终端用户的认可度。

Compris W3 组,内湖(河)型 ECDIS 的深度和水位基准面。

CSWG 组,色彩与符号的术语。

DPSWG 组,数据保护方式。

ECDIS Training 组, ECDIS/ENC 训练课程。

ENC Updating 组, ENC 的改正。

ENC Validation 组, ENC 有效性检查。

Image and Matrix 组,在 S-57 标准中增加图象数据和网格数据。

Print on Demand 组,应请求而打印。

S-63 组, IHO S-63 标准(数据防护模式)。

SCAMIN 组,字段 SCAMIN/SCAMAX 的性质与应用。

SNPWG 组,航海书表标准化。

TSMAD 组,传输标准(S-57)的维护与应用开发。

TVO/MIO 组,时变物标(随时间变化的物标,如潮流)。

以上均可以通过电子邮件或 BBS 的方式在网上参与讨论,也可以自己另设题目开展研讨。

该组织的网址是: www.openecdis.org。

1.5 三大国际组织间的关系

电子海图、电子海图显示与信息系统及电子海图系统是二十世纪七十年代开始的一门新技术,兴起于二十世纪九十年代,是随着计算机技术、卫星定位技术和航海技术的发展而发展起来的一门高新技术。对用户而言一个应用电子海图的系统,它包括三部分:软件、硬件和数据,缺一不可。传统上,这三部分分属于不同的行业。就数据而言,传统上就是使用了几百年的纸质海图,由海道测量部门生产。它们测量、编绘、印刷出来海图,发行给航海人员就行了,根本不用考虑使用的方式。然而在信息化的今天,一切就不那么简单了,海图是以数字的形式提供给用户,根本无法用人体感觉器官直接阅读,必须借助于相应的软件和设备,遵守一定的协议才能使用。因此从本质上讲

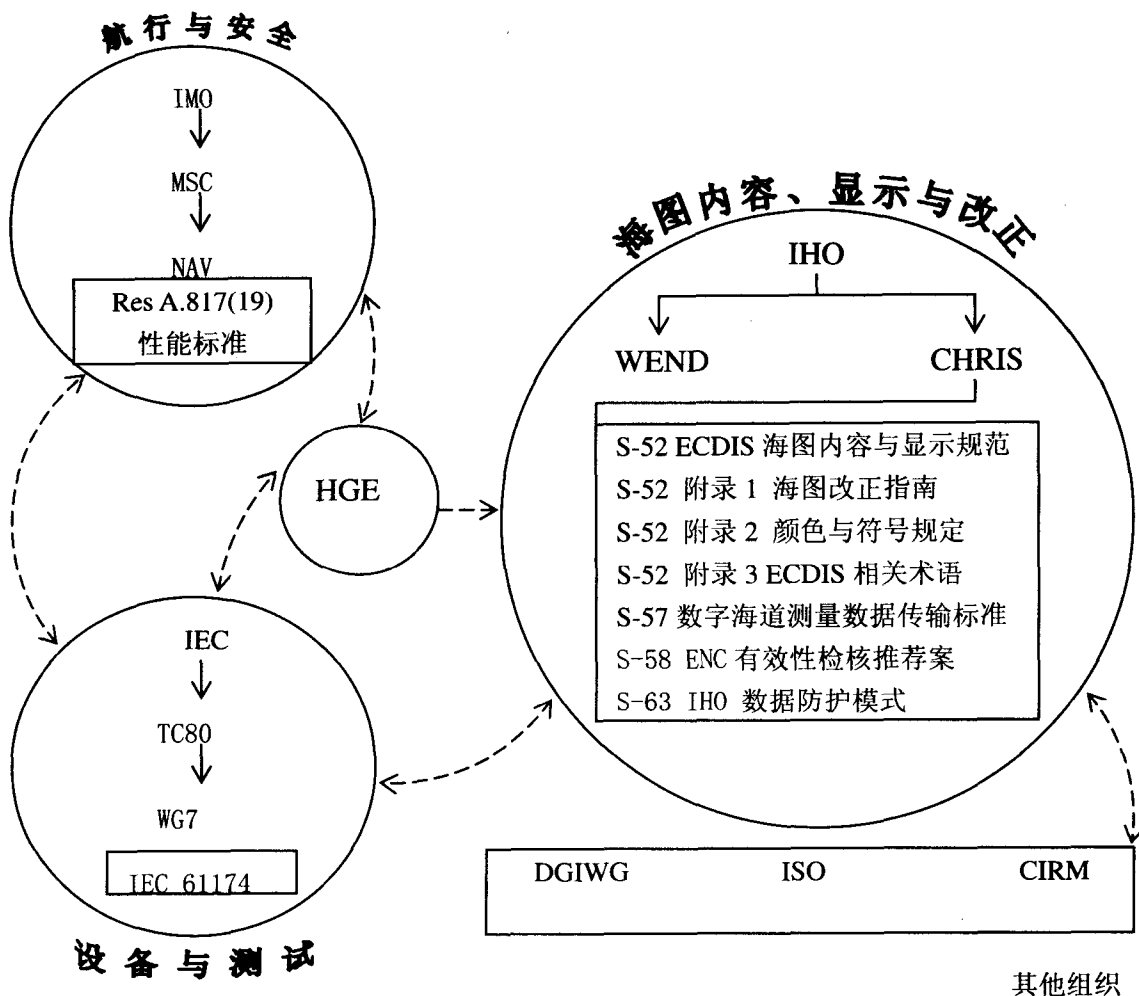
电子海图技术是一门跨学科、跨技术领域的新兴科学，必须在不同行业间整合，理顺标准，才能使其产业化。

电子海图主要用途是航海，直接提供给用户的是电子海图显示与信息系统（ECDIS）或电子海图系统（ECS）。无论 ECDIS 还是 ECS，它们都是作为一个实时的航行系统来使用的。特别是 ECDIS 汇集了船上各种导航传感器和监测传感器（ARPA 和 AIS）的信息，在电子海图的背景上，实时测定、监视自身船位及周围的海况，帮助航海人员，顺利、安全地完成预定的航渡任务。因此电子海图技术是关系到海上人命安全的技术，国际 SOLAS 公约，已将其定义为在满足相关标准的情况下，电子海图可以是纸质海图的等价物。

电子海图与它的应用系统 ECDIS，引起了世界各国的极大关注，其巨大的经济效益和保证航行安全的特点越来越为人们所认可，从上世纪八十年代开始，在九十年代得到了迅猛发展。但随着它的逐步推广和普遍应用，也暴露出来不少问题：数据不能共享、性能百花齐放、设备难以互换，更谈不上互连互通了。如果没有相应的规范标准，势必引起电子海图技术产业的混乱，如果任其不健康发展，最终会埋下海上安全航行的隐患。幸运的是，人们已充分认识到这个问题的严重性，许多国际组织都加入到电子海图技术标准的规范上来。他们从自身行业的特点出发，对电子海图及其应用系统进行科学、合理的规范，制定出不少切实可行的标准。这些国际标准是互为补充、相得益彰的。较有影响的三大国际组织是：国际海道测量组织（IHO）、国际海事组织（IMO）、国际电工委员会（IEC）。他们三者之间的关系是各有侧重，互为补充。

国际海道测量组织属于海图数据的生产行业，他们的标准侧重于数据及数据如何得到正确的应用。国际海事组织属于应用海图数据、保证安全航行的行业，他们的标准侧重于用于航行的系统的性能，从某种意义上讲，他们代表了用户，从用户的角度，规范数据的内容，系统的功能。国际电工委员会属于设备或信息系统的制造行业，他们的标准更侧重于设备或系统要有那些功能，如何检测这些功能是否实现，是否满足客户需求，设备的可靠性怎样。

三大国际组织可用 IHO S-52 给出的下图形象描述：



- IMO: 国际海事组织
 MSC: 海上安全委员会
 NAV: 航行安全分委会
 HEG: 电子海图显示与信息系统协调组
 IHO: 国际海道测量组织
 WEND: 世界电子航海图数据库
 CHRIS: 信息系统海道测量需求委员会
 IEC: 国际电工组织
 TC80: IEC 海上导航与无线电通信设备系统委员会
 WG7: ECDIS 工作组
 DGIWG: 数字地理信息工作组
 ISO: 国际标准化组织
 CIRM: 国际海事无线电委员会

其他组织

从图中可以看出，电子海图技术标准以 IHO 标准为主，在性能上辅以 IMO 标准，在设备与检测上辅以 IEC 的标准。三大组织通过一个协调机制（HEG），使其得到相互补充，形成有机整体。国际上的著名厂商在开发电子海图应用系统时，都基本上遵循了这个标准体系。

第2章 国际电子海图技术标准的由来、现状与发展

2.1 国际电子海图技术标准的由来

电子海图技术包括三大方面的技术，一是指数据的生产技术，二是指数据的应用技术，三是指应用系统的设备。这三方面的推动和发展都源于应用现代高新技术保证航行安全的需求和计算机与卫星定位/通信技术的进步。

电子海图技术标准包括对数据的规范，对应用数据进行航海的系统性能的规范以及对硬件设备的规范。这些标准的产生源于科技的实践和产业发展的需求。

最早电子海图应用系统的雏形是1967年比利时推出的定位仪与海图标绘相结合的MANAV，是由航海仪器设备制造厂商生产。它的海图内容非常粗糙，仅是标绘航迹的背景。当时这类系统不叫电子海图系统，而称之为“视频航迹标绘仪”（Video Track Plotter）。它是一种简易的航迹自动标绘系统，能够显示简化了的轮廓海图，并在上面标绘船舶的航迹。早期的产品通常和Loran-C、Omega等无线电双曲线定位系统相连，后期产品一般同全球卫星定位系统（GPS）以及雷达设备连接，从而能够在视频显示器的轮廓海图上标绘航迹、叠加显示雷达图象。八十年代初期世界上有不少厂家生产这类产品，如日本的Furuno公司、美国的Gamin公司、加拿大的OSL（Offshore System Limited）公司等。产品一般都应用在渔船和游艇上。尤其值得一提的是英国Associated Seaway Hydrographics Ltd.公司的产品Dolphin，它在每幅电子海图上除了显示岸线外，还能分层显示其它的信息。在不同的信息层中存储着沉船、灯标和浮标、电话线和管道、危险区域、锚位、禁渔区、等深线、推荐航路等。因此，该类系统提供了有选择地显示各种所需要的海图信息的可能。“视频航迹标绘仪”的最大优点就是能够不间断地显示本船船位，保证航行安全。当然，它无法取代纸海图，只能象人们早期对电子海图的认识一样，称之为“导航系统的显示终端”。

上世纪八十年代中期，从早期的“视频航迹标绘仪”脱胎而来的多功能船用电子海图系统蓬勃发展起来。该系统是一种基于电子海图的集成式导航信息系统，它在使用电子海图的基础上，完成综合的船舶驾驶任务。它具有地理信息系统的特点，能够根据航海人员的需求查询、检索、统计海图上的各种地理物标，以及整个航线上的航行条件信息（来自航路指南、潮汐表、航标表等）；它不仅能够完成传统的在纸海图上进行的作业，包括计划航线的设计、方位/距离的计算、推算船位的修正、船位信息的采集、实时航迹的标绘、航海通告的改正等，而且还能解决诸如船舶驶近危险区域时的自动报警、得出避碰防浅的预案等人工智能问题；更重要的是它能够将海图信息与雷达信息、位置信息、姿态信息等各种船用航海传感器（如定位仪、测深仪、姿态仪、罗经、计程仪、雷达）获得的实时数据、集成在一起综合处理和显示，全方位保障航行安全。

这一时期推出的基于电子海图的船用导航系统很多，功能上也是五花八门，海图数据多是设备研制部门自行从纸海图上采集。比较著名的系统有美国Navigation Sciences Inc.公司的VIEWNAV系统、加拿大OSL公司的PINS-9000系统、美国Laser Plot Inc.公司的ChartNav 20/20系统、瑞典Disc Navigation AB公司的DISC NAVIGATION SYSTEM等。这些系统虽然各有特点，但没有统一的标准，产品得不到法律的保证，大规模推广应用面临着极大的风险。

航海是全球性的活动，是关乎海上人命安全的高危险作业，国际SOLAS公约明确规定海图是海上航行的必备资料，进行过海图作业的海图是审判海难案件的法律依据。基于电子海图的船用导航信息系统对保证船舶航行安全、提高航行效率所起的作用是显而易见的，但没有标准约束的系统对海上航行秩序的破坏或系统的粗制滥造而埋下的安全隐患也是同样显而易见的。出于保证航行安全、提高航行效率的考虑，更由于电子海图技术在航海领域将会引起一场革命性的变革，有着巨大的发展空间和市场前景，国际海事组织（IMO）和国际海道测量组织（IHO）开始认识到电子

海图技术标准势在必行,只有标准化才能使基于电子海图的船用导航系统最大限度地保证航行安全,才能使科技的创新得到延续和发展,才能使电子海图及其相关产业得到健康成长。

电子海图技术标准源于 1985 年 5 月的国际海事组织海上安全委员会第 51 次会议。在那次会议上提出对电子海图装置讨论的议案,决定由该委员会的航行安全分委员会审议。电子海图和电子海图显示与信息系统(ECDIS)的概念也自那个时候开始。ECDIS 是在总结多功能船用电子海图系统的结构、功能和应用的基础上提出来的,所有的标准都围绕着 ECDIS 应用的电子海图采用的编码、传输的格式、表现的形式、改正的方法, ECDIS 应具有的功能、检测的方法、设备的分级、使用的目的、法律的责任等方面展开研究。

1986 年初,北海海道测量委员会完成了一项关于电子海图显示与信息系统(ECDIS)的发展对海道测量部门的重要性的研究。其主要结论是:

- (1) 作为一件优先考虑的事情,应由一个新的 IHO ECDIS 工作组来制定出电子海图数据内容、格式和修改方法的标准化规范。
- (2) 为确保电子海图的完整性,电子海图的生产应是海道测量部门的职责;电子海图应以标准格式制作,所有设备应能接收标准的电子海图。
- (3) 当官方的电子海图可买到时,要求 ECDIS 用户要完整地携带它们, ECDIS 制造商或其他中间商在把电子海图提供给航海人员之前,不能对数据做预先的选择。
- (4) 明确要在 IHO 内部建立一个关于 ECDIS 的专门委员会(即后来的 COE)。

1986 年 7 月, IMO 和 IHO 开始合作,成立了 ECDIS 协调小组(HGE),共同研究 ECDIS。1987 年 6 月由挪威等北欧国家发起著名的北海工程实验,目的是建立电子海图数据库,评价 ECDIS 的功能,分析其潜在的用途。实验于 1988 年 10 月-11 月由 IMO 和 IHO 联合组织,在 LANCE 号船上进行约有 500 多人, 17 个国家参加。投入试验的电子海图系统有:

意大利的 C-MAP;

挪威的 DISC Navigation/Marintek;

荷兰的 Marcom QUOD 2000;

加拿大 OSL 公司的 PINS 9000;

加拿大海道测量局的 EC Testbed;

美国的 Sperry Marine。

实验结果表明: ECDIS 不仅仅是纸海图的等效物,而且是未来智能化船舶的必要组成部分; ECDIS 必须走国际化的道路,各国政府和国际组织应提供法律保证。

此次实验是电子海图技术发展史上的一个重要里程碑,它确立了电子海图和电子海图显示与信息系统(ECDIS)在航海中的地位。IMO、IHO 和 IEC 这三大国际组织都自那时开始,积极开展电子海图技术国际标准的研究。

IMO 的标准侧重于电子海图显示与信息系统的性能。在 IHO 制定电子海图技术标准的同时, IHO 和 IMO 成立了 ECDIS 协调小组(HGE),开始制定 ECDIS 暂行性能标准(PPS), 1989 年 5 月由 IMO 予以公布,并要求各成员国政府评价这一标准,然后把结果提交给 IMO 的海上安全委员会的航行安全分委会(MSC/NAV)。1989-1990 年荷兰等国根据 ECDIS 暂行性能标准研制出实验系统, 1991 年 2 月组织了海上实验,目的是对该暂行性能标准进行了检验,评价其在海上的适用性,检查其可能的改进。实验是在荷兰皇家海军的 BUYSKES 号海道测量船上进行,使用双屏显示的 HP-9000/300 计算机,连接的导航设备主要是 GPS 接收机、台卡无线电定位仪、罗经、计程仪和测深仪,通信设备是 INMARSAT-C 系统(经由卫星接收来自岸站的海图改正信息)。实验虽然未能全部达到 ECDIS 暂行性能标准的全部要求,但使设计者和用户确信电子海图和 ECDIS 大有前途,是能为保证航行安全、提高航行效率开辟一个新途径,标准化是完全能够实现的。此后该 ECDIS 暂行性能标准经过了