

S-57 标准介绍

1.1 概述

S-57 (S-57—IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data) 规定了各国水文机构之间及他们和相关设备生厂商或海员等之间进行水文数据传输或交换的标准。保证水文数据的无损传输。本文将对 S57 标准的具体内容进行简要介绍。

1.2 组成

S-57 (以下统称为标准) 标准的最终目的是要把对显示世界的描述转换到可传输的物理媒介(文件等)上。这个转换过程可以分为下面几个层级:

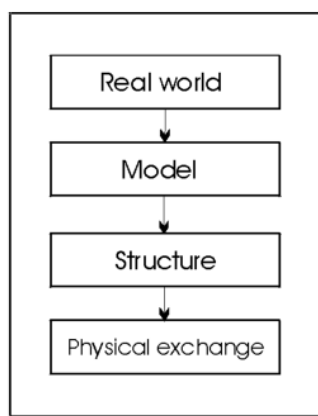


图 1. S57 转换过程层级结构

我们将以上面的层级结构为线索展开本文。首先是 **Real world**，现实世界中的物体或对象是我们直接可以感知到的并且关心的水文对象。标准首先将其抽象为理论数据模型 (**Model**)。现实世界非常复杂，**Model** 是对复杂现实世界的简化和高度抽象。根据现实世界中的水文对象的特性，**Model** 将现实水文对象定义为一个可描述对象和空间对象的结合。也就是说一个水文对象是由一个可描述对象和空间对象共同组成。标准将其定义为特性对象和空间对象 (**Feature Object and Spatial Object**)。下一步，将 **Feature Object** 和 **Spatial Object** 转换为数据结构，比如一个 **Object** 对应于一个 **Record**，**Object** 中的特性 (**Attribute**) 对应于 **Record** 中的 **Field**。这个转换结束后，数据结构将以 **ISO 8211** 标准的文件格式进行存储，即就是将 **Record**，**Field** 等存储到实际的二进制或文本文件中。

1.3 Model

标准对 **Model** 对象的描述如下图:

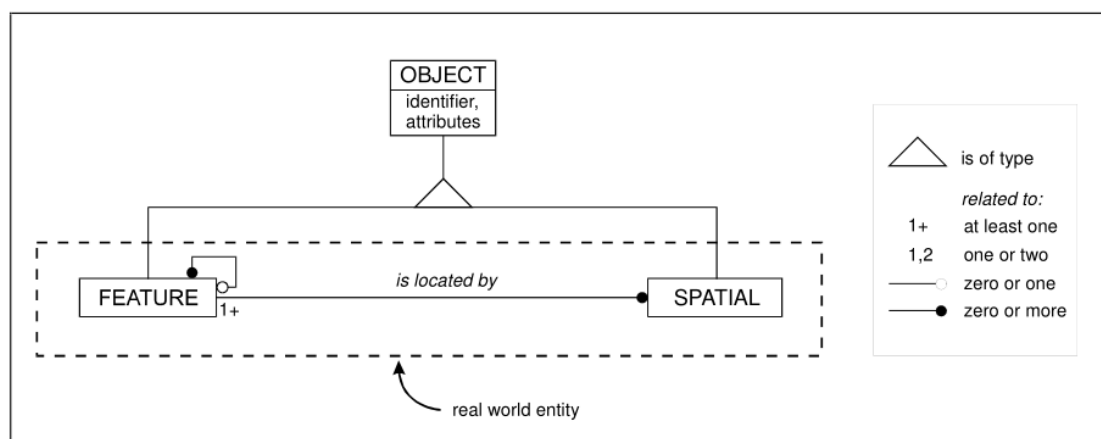


图 2. Model Object 定义

每一个 Object 由 Feature object 和 Spatial Object 组成。Feature object 只包含对象的描述信息，不包括地理信息（比如在地球上的经纬度，高度等信息），Spatial Object 可以包含描述信息，但是必须包含对象地理信息。

1.3.1 Feature Object

Feature Object 按照描述的非地理信息分为以下四类：

元对象（Meta）：包含其他 Feature Object 信息的 Feature Object

地图对象（Cartographic）：包含现实世界实体的制图信息的 Feature Object

地理对象（Geo）：包含现实世界实体可描述特性信息的 Feature Object

集合对象（Collection）：描述与其他对象的关系的 Feature Object

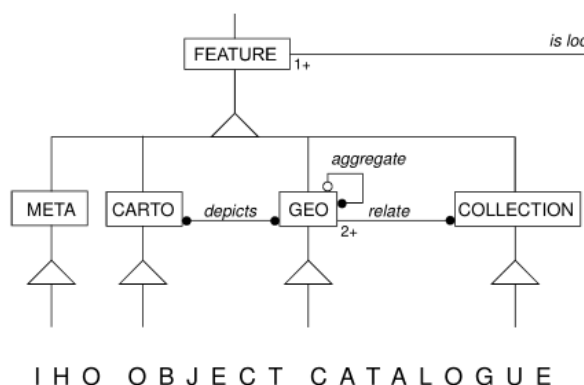


图 3. Feature Object

1.3.2 Spatial Object

对描述一个现实世界实体的空间属性问题，有几种可选方式。这里的模型中使用的描述方式仅限于矢量描述(vector)，光栅描述(raster)，矩阵描述(matrix)。光栅描述和矩阵

描述标准目前没有定义。

为了进一步简化模型，对于现实世界采用 2 维平面视图进行模拟。因此 Spatial Object 可以有 0 维、1 维和 2 维模型，对应于节点 (Node)，边 (Edge)，面 (face)。第 3 维用对象属性来描述 (Object attribute)。

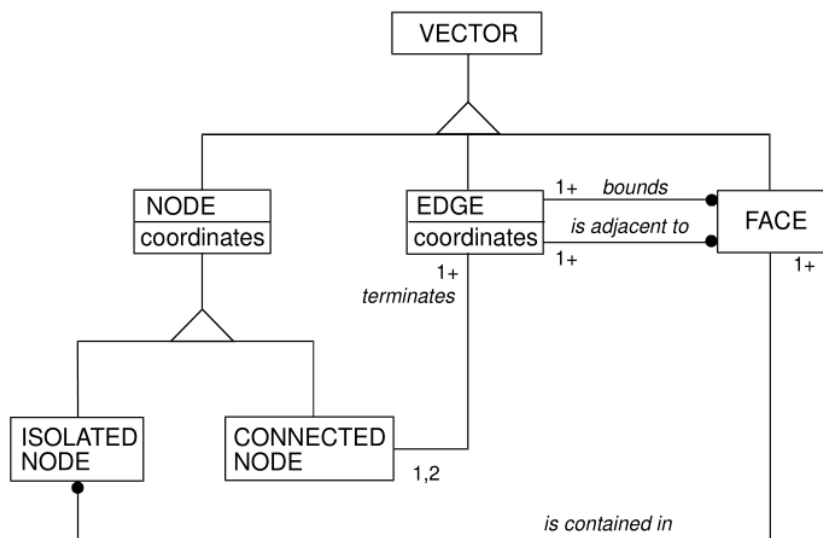


图 4. Spatial Objects

这些 Spatial Object 可以形成四种拓扑结构：

无拓扑 (Cartographic spaghetti)

链接点 (Chain-node)

平面拓扑 (Planar graph)

全拓扑 (Full topology)

这里重点介绍链接点拓扑结构。链接点拓扑由一系列的节点和边组成。边必须引用两个节点作为他的起始点和终点。但是引用的节点本身并不属于边。现实中的点对象转换为节点对象。现实中的线对象转换为一系列的边和连接的节点对象。现实中的面对象转换为闭合的一些边对象在同一个连接节点对象处开始，并在该节点对象处结束。标准不允许出现完全重合的线性几何对象。

1.4 Structure

模型建立起来后下一步将被转换为数据结构，模型中的一个对象将对应数据结构中的一个 Record。一般情况下，一个数据集(data exchange set)中包含多个对象，因此也就包含多个 Record。一个数据集由多个文件组成，一个文件则由多个 Records 构成，一个 Record 包含一个或多个 Fields，一个 Field 包含多个 subFields。层级结构如下图所示：

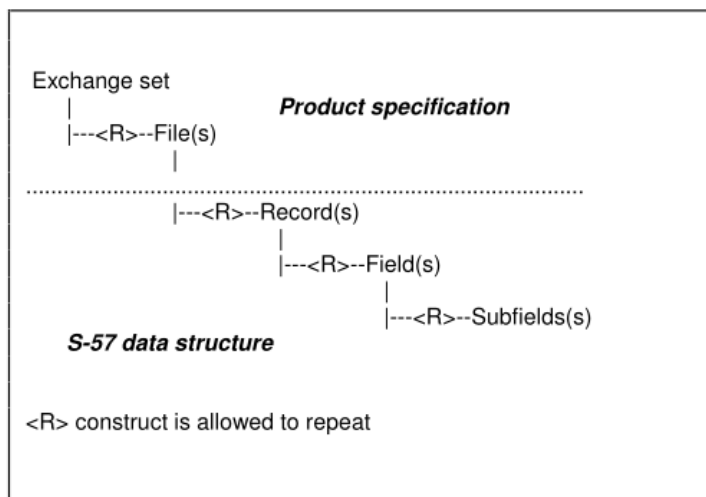


图 5. 数据集数据结构层级关系

而各种 Object 和其 Attribute 和数据结构的对应关系 如下:

Model	Structure
Feature object.....	Feature record
Meta feature object.....	Meta feature record
Cartographic feature object.....	Cartographic feature record
Geo feature object.....	Geo feature record
Collection feature object.....	Collection feature record
Spatial object.....	Spatial record
Vector object.....	Vector record
Isolated node object.....	Isolated node vector record
Connected node object.....	Connected node vector record
Edge object.....	Edge vector record
Face object.....	Face vector record or (loop of) edge vector record(s)
Raster object.....	Raster record
Matrix object.....	Matrix record
Attributes.....	Feature or spatial attribute field
Relationship between feature objects.....	Collection feature record or pointer field
Relationship between feature and spatial objects.....	Pointer field

图 6. 模型和数据结构对应关系

1.4.1 Record

标准定义了构成海图数据集的一些列 Records，这些 records 可以分为一下 5 类:

- 数据集描述 (Data Set Descriptive) Record
- 目录(Catalogue)Record
- 数据字典(Data Dictionary)Record

- 特征(Feature)Record
- 空间(Spatial)Record

1.5 数据结构实现

数据结构主要由 Record 支撑，Record 的实现结构是一个有序的有根的树形结构，如下图所示：

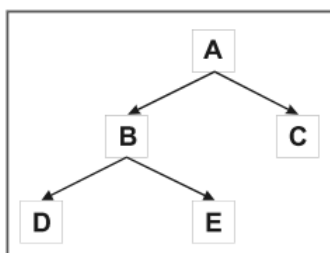


图 7. Record 实现结构示意

该树形结构必须按照从上到下，从左到右的顺序进行遍历。为了更直观地体现其遍历顺序和父子关系，标准按照下图所示方式来表示 Record 结构：

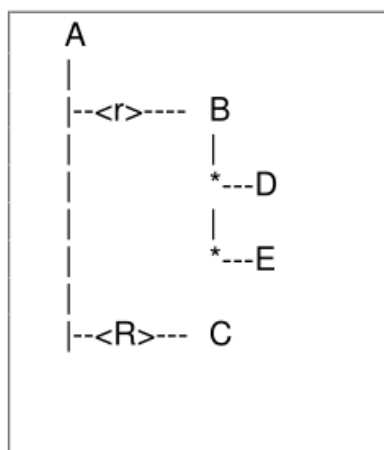


图 8. Record 实现结构

其中<r> 表示子数的重现因子。<R>表示无限制重复。 * 表示或者 D 或者 E(不能两者都出现)。树结构定义了哪些 Field 允许重复，但是在一个 Record 内，Field 重复次数取决于其中包含的数据。在某些情况下，某些 Field 可以不出现在。下面以最基本的数据集描述 Record 为例，窥探一下 Record 的结构：

```
Data Set General Information record
|
|--0001 (1) ISO/IEC 8211 Record Identifier
|
|--DSID (16) - Data Set Identification field
|
|--DSSI (11) - Data Set Structure information field
```

图 9.数据集概要信息 Record 树形结构

上图描述了数据集概要信息 Record 的树形结构图，该 Record 由三个 Field 构成，括号中的数字表示 Field 二进制长度。001 Field 是 Record 标示符 Field。DSID 是数据集标示符 Field。DSSI 是数据集数据结构信息描述 Field。对于每一个 Field，下图描述了其组成：包括 Field Tag，Field Name 以及所有的 SubField 的描述。其他 Field 都有类似的结构。

Field Tag: DSID		Field Name: Data Set Identification			
Subfield name	Label	Format ASCII	Bin	Dom	Subfield content and specification
Record name	RCNM	A(2)	b11	an	"DS" {10}
Record identification number	RCID	I(10)	b14	int	Range: 1 to 2 ³² -2
Exchange purpose	EXPP	A(1)	b11	an	"N" {1} Data set is New "R" {2} Data set is a revision to an existing one
Intended usage	INTU	I(1)	b11	int	A numeric value indicating the intended usage for which the data has been compiled (see Appendix B - Product Specifications)
Data set name	DSNM	A()		bt	A string indicating the data set name (see Appendix B - Product Specifications)
Edition number	EDTN	A()		bt	A string indicating the "edition number" (see Appendix B - Product Specifications)
Update number	UPDN	A()		bt	A string indicating the "update number" (see Appendix B - Product Specifications)
Update application date	UADT	A(8)		date	All updates dated on or before this date must have been applied (see Appendix B - Product Specifications)
Issue date	ISDT	A(8)		date	Date on which the data was made available by the data producer (see Appendix B - Product Specifications)
Edition number of S-57	STED	R(4)		real	"03.1" Edition number of S-57
Product Specification	PRSP	A(3)	b11	an	"ENC" {1} Electronic Navigational Chart "ODD" {2} IHO Object Catalogue Data Dictionary (see 1.4.1)
Product specification description	PSDN	A()		bt	A string identifying a non standard product specification (see 1.4.1)
Product specification edition number	PRED	A()		bt	A string identifying the edition number of the product specification (see 1.4.1)
Application profile identification	PROF	A(2)	b11	an	"EN" {1} ENC New "ER" {2} ENC Revision "DD" {3} IHO Data dictionary (see 1.4.2)
Producing agency	AGEN	A(2)	b12	an	Agency code (see IHO Object Catalogue)
Comment	COMT	A()		bt	A string of characters

图 10. DSID field 结构

1.6 物理存储结构

所有的模型都转换为数据结构，也就是 Record 之后，最后一步是将其按照标准存储在物理文件中。标准采用 ISO/IEC 8211:1994 来包装数据结构。数据结构和 8211 文件结构的对应关系如下：

S-57 Data Structure

Encapsulation

Record..... Logical Record (LR) containing a group of fields
Field..... Field
Subfield..... Subfield

图 11. 数据结构和 ISO/IEC 8211 文件中元素对应关系

ISO/IEC 8211 是基于文件的数据交换格式。其最基本的组成元素为逻辑记录(Logical Record)，LR。ISO/IEC 8211 文件的第一个 LR 为数据描述记录(DDR)，其中包含了对文件中实际数据的描述和数据的逻辑结构说明。ISO/IEC8211 中其它记录称为数据记录 (DR)。其中包含了参与交换传输的真实数据。基本文件结构如下图所示。

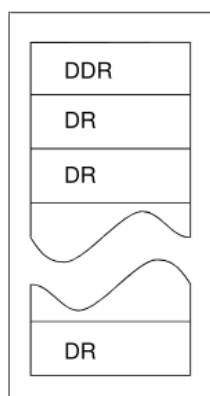


图 12. ISO/IEC 8211 文件结构

经过以上过程，对现实世界的描述最终无损的转换为实际可传输的物理文件。文件的压缩率比较高，得利于其采用的可重复结构。另外该文件的大小一般要求小于 5MB。方便使用各种介质传输。以上即是对 S-57 标准的简要介绍。

西安融成科技有限公司出品