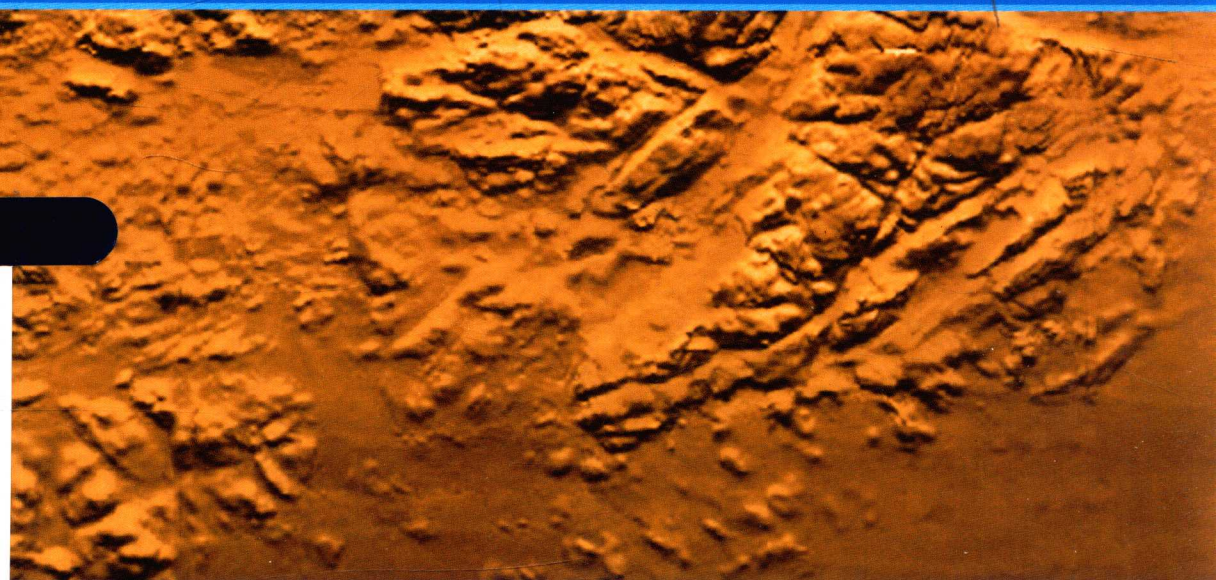


CARIS HIPS

多波束测量数据后处理教程

Multibeam Data Processing Tutorial of
CARIS HIPS

肖付民 郭立新 金绍华 边刚 夏伟 编



测绘出版社

CARIS HIPS 多波束测量 数据后处理教程

Multibeam Data Processing Tutorial of CARIS HIPS

肖付民 郭立新 金绍华 边 刚 夏 伟 编

测绘出版社

© 肖付民 2015

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内容简介

本教程力求对 CARIS HIPS 多波束测量数据后处理流程、参数设定等进行简明扼要的解释说明,使相关人员能够快速直接地学习和使用 CARIS HIPS 软件进行多波束测量数据处理。本教程分为 5 章,分别叙述 CARIS HIPS 软件历史与多波束数据处理步骤,着重叙述了处理过程,对多波束数据处理步骤中一些关键知识点进行了详细说明,并融入了一些实际应用软件经验。

本教程内容丰富,结构清晰,提供了丰富的应用图例,是初学 CARIS HIPS 软件的最佳入门指导,也可作为测量人员和学习 CARIS HIPS 软件人员的参考工具书。

图书在版编目(CIP)数据

CARIS HIPS 多波束测量数据后处理教程 / 肖付民等
编. — 北京:测绘出版社,2015.8

ISBN 978-7-5030-3586-9

I. ①C… II. ①肖… III. ①波形测量—应用软件—
教材 IV. ①TM935.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 143967 号

责任编辑	巩岩	封面设计	李伟	责任校对	董玉珍	责任印制	喻迅
出版发行	测绘出版社			电 话	010-83543956(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号				010-68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010-68531363(编辑部)		
电子邮箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	北京京华虎彩印刷有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	169mm×239mm						
印 张	9.75			字 数	195 千字		
版 次	2015 年 8 月第 1 版			印 次	2015 年 8 月第 1 次印刷		
印 数	001-800			定 价	32.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-3586-9/P·768

本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

前 言

CARIS HIPS 是 CARIS 系列软件中一种集多波束、单波束、多换能器、激光测深等多种数据后处理的软件,功能强大、结构庞大、可视化程度高,尤以海量多波束测量数据处理见长。CARIS HIPS 软件采用了科学的数据处理模型,能够实现声线改正、水位改正、水深点归算、测深点不确定度估计、数据抽稀、粗差剔除等功能。

鉴于海量的多波束测量外业采集数据和规范化数据处理的需求,作者收集了国内外 CARIS HIPS 软件应用的相关资料,对多波束测量数据后处理程序进行归纳、总结和整理,并融入了作者使用软件的心得而编辑了本教程。本教程结构虽然采用传统章节的形式,但内容的组织是直接采用处理流程的操作步骤和必要功能介绍的形式,这样有利于使用本教程的人员更直观地学习和使用本教程及 CARIS HIPS 多波束测量数据后处理软件。

由于我国许多测量单位多习惯使用 CARIS HIPS&SIPS 6. x 版本,为此本教程以 CARIS HIPS&SIPS 6.1 版本为基础,兼顾 7.1 版本的部分内容,并以多波束的 XTF 格式数据为例对多波束测深数据的后处理步骤进行分解说明,其他格式的多波束测量数据及 CARIS HIPS&SIPS 7.1 以上版本只需参阅本教程和软件操作过程中出现的提示对话框(略有差异,高版本的功能集成性更高)或界面提示即可进行数据处理工作。另外,操作过程中,有的步骤可根据项目设计书要求及在测量技术负责人的指导下进行增减。

使用本教程的前提是已经将需处理的多波束测深数据及其相关信息准备完毕,且获得认证的 CARIS HIPS 软件和软件狗。由于本教程为黑白版印刷,教程中所截取图像的彩色不能直观清晰地表现出来,因此希望在学习本教程过程中配合 CARIS HIPS 软件一同使用,以所使用软件显示的图像色彩为准(本书中所述色彩为软件默认色彩),为此而带来的不便敬请谅解。

本教程是由大连舰艇学院肖付民、金绍华、边刚、夏伟与上海海洋大学郭立新共同合作完成。作者在编写过程中,参阅了国内外的相关资料,并吸取了国内同行的宝贵经验,在此一并表示感谢。另外,特别感谢海军司令部航海保证部和“军队 211 工程”对本教程的编写提供了热心的指导和资助。

由于作者水平有限,不妥之处敬请批评指正。

目 录

第 1 章	CARIS HIPS 软件概述	1
§ 1.1	CARIS HIPS 软件发展历程	1
§ 1.2	CARIS HIPS 软件主要特点	2
§ 1.3	CARIS HIPS 软件安装	3
§ 1.4	CARIS HIPS 软件多波束数据处理流程	6
第 2 章	多波束数据准备	8
§ 2.1	创建测量船文件	8
§ 2.2	创建新工程	24
第 3 章	多波束数据预处理	28
§ 3.1	导入多波束数据与数据转换	28
§ 3.2	浏览编辑导航与姿态数据	37
§ 3.3	创建声速剖面文件与声速改正	40
§ 3.4	条带编辑	45
§ 3.5	创建与导入水位改正数据	52
§ 3.6	数据合并	57
§ 3.7	校准偏差计算与检查	59
第 4 章	多波束数据处理	64
§ 4.1	计算总传播不确定误差	64
§ 4.2	创建新外业图板	66
§ 4.3	曲面清理	70
§ 4.4	生成 CUBE 曲面	73
§ 4.5	假设值设定	78
§ 4.6	CUBE 滤波	81
§ 4.7	条带与子区数据检查	83
§ 4.8	生成成果曲面	90

第 5 章 多波束数据输出	98
§ 5.1 BASE 面的 ASCII 码输出	98
§ 5.2 HIPS 数据的 ASCII 码输出	101
参考文献	105
附录 A CARIS HIPS 软件定义新坐标系	106
附录 B CARIS HIPS 软件定义新坐标投影	108
附录 C 声速剖面文件格式	111
附录 D 验潮站水位观测数据文件格式	112
附录 E 多站水位改正分区文件格式	113
附录 F 生成 BASE 面的其他两种方法	115
附录 G CUBE 面生成中的消除数据多值性参数文件设置	117
附录 H HIPS 数据子区 3D 显示设置	119
附录 I CUBE 假设值	122
附录 J BASE 面合并	126
附录 K BASE 面内插	128
附录 L 3D 显示与飞行	130
附录 M 浅点指定	133
附录 N 批处理	135
附录 O ResonPDS 格式数据转换	137
附录 P ResonPDS 数据未能进行数据转换的原因	140
附录 Q 多波束校准顺序	141
附录 R CARIS HIPS 7.1 软件工程创建说明	142
附录 S CARIS HIPS 6.1 推荐多波束数据处理基本流程图	144
附录 T CARIS HIPS 数据管理框图	145

CONTENTS

Charpter 1	General	1
§ 1.1	CARIS HIPS's development	1
§ 1.2	CARIS HIPS's characteristics	2
§ 1.3	CARIS HIPS's installation	3
§ 1.4	Multibeam data processing workflow of CARIS HIPS	6
Charpter 2	Multibeam data preparation	8
§ 2.1	Create a new HVF	8
§ 2.2	Create a new project	24
Charpter 3	Multibeam data pretreatment	28
§ 3.1	Convert the raw data	28
§ 3.2	Clean the auxiliary sensor data	37
§ 3.3	Sound velocity correction	40
§ 3.4	Edit swath	45
§ 3.5	Create and load tide	52
§ 3.6	Merge	57
§ 3.7	Calibration and checking	59
Charpter 4	Multibeam data processing	64
§ 4.1	Compute TPE	64
§ 4.2	Define a new field sheet	66
§ 4.3	Surface cleaning	70
§ 4.4	Generate the CUBE Surface	73
§ 4.5	Hypothesis editing	78
§ 4.6	CUBE filtering	81
§ 4.7	Data checking	83
§ 4.8	Create a product surface	90

Chapter 5	Export data	98
§ 5.1	BASE surface to ASCII	98
§ 5.2	HIPS to ASCII	101
References		105
Appendix A	Define a new coordinate in CARIS HIPS	106
Appendix B	Define a new projection in CARIS HIPS	108
Appendix C	Sound velocity profile file format	111
Appendix D	Tide file format	112
Appendix E	Tide zoning file format of multi-station	113
Appendix F	Two methods of generating BASE surface	115
Appendix G	Setting the hypothesis configuration file	117
Appendix H	Setting the 3D view in the subset of HIPS	119
Appendix I	CUBE hypothesis	122
Appendix J	BASE surface combination	126
Appendix K	BASE surface interpolations	128
Appendix L	3D view and fly	130
Appendix M	Designated the shoaling soundings	133
Appendix N	Batch processing	135
Appendix O	Convert ResonPDS data	137
Appendix P	Results of the failure in converting the ResonPDS data	140
Appendix Q	Order of mutibeam calibration	141
Appendix R	Explains of creating the project of CARIS HIPS 7.1	142
Appendix S	Multibeam data processing workflow in CARIS HIPS 6.1	144
Appendix T	CARIS HIPS data management block	145

第 1 章 CARIS HIPS 软件概述

本章主要简要叙述 CARIS HIPS 软件的发展历程、主要特点和使用 CARIS HIPS 软件进行多波束数据处理的基本流程。通过本章的学习应了解 CARIS HIPS 软件的发展历史,了解 CARIS HIPS 软件的主要特点,掌握利用 CARIS HIPS 软件进行多波束数据处理的流程。

§ 1.1 CARIS HIPS 软件发展历程

随着世界上第一套实用型的 Sea Beam 多波束装备配备在法国海军 Jean Charcot 测量船上,于 1977 年在比斯开(Biscay)湾开始了多波束测图作业,自此揭开了多波束系统研制与规模化生产、应用的序幕。面对多波束测深系统获取的高密度的海量数据,如何快速有效地处理多波束获取数据并将之转化为数字化制图产品,是摆在世界各国海道测量人员面前最为突出的问题,也逐渐成为世界各国海道测量研究人员的研究热点。

1979 年,加拿大新不伦瑞克大学(University of New Brunswick)教授 Masry 博士创立了 Universal Systems 有限公司,其目的是利用计算机技术开发一套数字制图应用软件,而 CARIS(computer assisted resource information system)软件就是该公司开发的一套计算机辅助资源信息系统,目前已成为世界上应用较为广泛的数据处理与数字制图软件。CARIS HIPS(hydrographic information processing system)软件是该公司 20 世纪 90 年代初开始研制的 CARIS 系列产品中专门针对海道测量声呐(包括机载激光)数据处理的专用软件。

20 世纪 90 年代,世界各主要海洋大国开始竞相开展精密海底地形测量。多波束测深仪的研制和生产由深水多波束测深仪延伸到中浅水多波束测深仪,测深波束从几十个增加到上百个;同时,研制生产的多波束系统辅助传感器测量精度也达到一个新的水平,这些直接导致了多波束测量的数据量迅速激增。为此, CARIS HIPS 软件推出后, CARIS 相继与加拿大海道测量服务中心(Canadian Hydrographic Service, CHS)、新不伦瑞克大学海洋制图组(Ocean Mapping Group of the University of New Brunswick)、美国国家海洋与大气局(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)和美国新罕布什尔大学(University of New Hampshire)合作,不断对软件进行改进和完善,推出了多个升级版本;至今推出的 CARIS HIPS 9.0 版本(2015),可以支持处理 40 多种采集声呐数据格式,并

可输出近 10 种格式的数字成果文件。目前,该软件已经成为世界上少数几个广泛应用的多波束数据后处理软件之一。

CARIS HIPS 软件最为突出的特点是可视化程度高和人机交互式处理简洁清晰,能够极大地提高人机结合的多波束数据处理作业效率和可靠性;同时,可以接收和输出多种不同格式的多波束数据,兼容性非常好,是目前国内应用最为广泛的多波束数据后处理软件之一。

§ 1.2 CARIS HIPS 软件主要特点

CARIS HIPS 软件最初是专门针对单波束和海量多波束数据进行数据后处理的专用软件,后逐渐扩充其功能,引入精确的数据处理模型和先进的处理技术。除能够处理世界上知名的单波束测深仪、多通道测深仪和多波束测深仪采集的数据外,还逐渐扩展到对机载激光数据处理、侧扫声呐和干涉多波束的数据处理,发展为目前国内外应用较为广泛的 CARIS HIPS & SIPS 软件。HIPS 软件突出特点主要体现在以下几点:

(1)具有较强的数据处理效率和处理能力。该软件能够在较短的时间内完成对当前 40 余种 GB 级甚至 TB 级多波束数据格式数据的规范化和标准化处理,包括数据滤波、数据平滑、标记、声线改正、水位改正、姿态改正、测深点坐标位置归算、成图,以及各种格式的成图文件输出等。

(2)数据处理的全程可视化。从原始数据导入到最终形成成果,始终以友好的 Windows 界面展现二维和三维的处理数据,操作界面直观,流程清晰。

(3)数据处理的可重复性和高可靠性。HIPS 软件的多波束数据处理是标准化处理,每个处理步骤提供标准化的可选项,除手工条带编辑和子区编辑外,人为干预程序较少。HIPS 软件处理过程中,不对原始数据进行改动和删除,而仅对可疑数据进行标记,真正处理的是转换为软件内部格式的数据,这有利于对可疑处理结果的可重复处理,也符合目前世界上通常采用的处理测量原始数据的方式。采用的数据处理模型都是科研人员多年研究的优秀成果,并经大量实践的验证,从而保证了数据处理的可靠性。

(4)具有较强的数据处理质量控制能力。该软件引入标准的多波束数据处理流程和满足测量要求的约定俗成的处理内容,使得数据处理人员只能按规定的流程和约定的处理内容处理数据,不会造成数据处理内容漏项,也不能采用跳跃性的、不规范的方式进行数据处理;在每一个处理步骤还给出数据处理的处理状态和质量状况,可有效地进行数据处理质量监控;同时,软件引入国际海道测量组织(International Hydrographic Organization, IHO)《海道测量标准》,通过计算测深点的不确定度可以对数据处理结果进行评估。

(5)较强的数据滤波能力和效率。海洋测深数据的滤波问题一直困扰着海道测量数据处理人员的难点问题。HIPS 软件针对多波束采集到的海量数据内含大量的由于各种因素造成的伪异常数据,通过引入测深点不确定度估计、综合不确定度和测深数据估计器(combined uncertainty and bathymetry estimator,CUBE)滤波算法、与统计误差相关的测深数据(bathymetry associated with statistical error,BASE)面滤波法和其他算法,极大地提高了伪异常数据的处理效率和处理能力。

§ 1.3 CARIS HIPS 软件安装

不同版本的 CARIS HIPS 软件的安装步骤略有不同,可根据所安装软件的安装向导进行安装。这里仅以 CARIS HIPS & SIPS 6.1 版本的安装为例,简要叙述该软件的单机版安装。

1.3.1 软硬件环境要求

软件和硬件的环境包括以下几个方面。

(1)操作系统要求:

- Windows 2000 Service Pack 4(含)以上版本。
- Windows XP Service Pack 2(含)以上版本。

(2)硬件最低配置:

- Pentium IV 2.4 GHz。
- 512 MB RAM,考虑一般的测量数据存储硬盘应至少 60 G 以上。
- 128 MB 3D 显卡(支持 Open GL 1.2)。
- CD-ROM、带滚轮鼠标、USB 和并行口。

1.3.2 CARIS HIPS & SIPS 6.1 软件安装

下面以 CARIS HIPS & SIPS 6.1 版本为例,简要叙述该软件的单机版安装步骤。

(1)点击安装盘中的“setup.exe”,弹出“CARIS HIPS and SIPS 6.1 - InstallShield Wizard”软件安装向导对话框,如图 1.1 所示。

(2)点击“Next”(下一步),弹出版权协议说明;点击“Yes”(同意),弹出所购买软件的使用方案许可选项对话框,如图 1.2 所示。其中,“Local”为单机安装版,“Network”为网络版,“Server”为服务器版,分别对应不同许可的应用软件狗。本例选择“Local”。

(3)点击“Next”,弹出是否安装阅读软件 PDF 帮助文档的软件,点击确定即可;弹出 HIPS 软件运行计算机选择对话框,如图 1.3 所示。其中,“Run from Local Computer”(本机计算机)还是“Run from Remote Computer”(软件安装在

通过网络连接的另外一台计算机), 这里选“Run from Local Computer”。

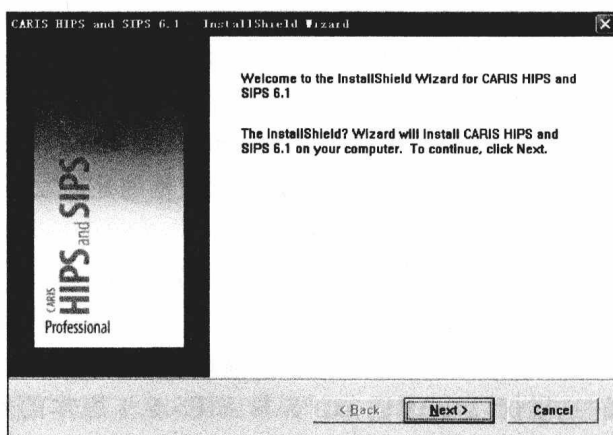


图 1.1 CARIS HIPS and SIPS 6.1 安装向导

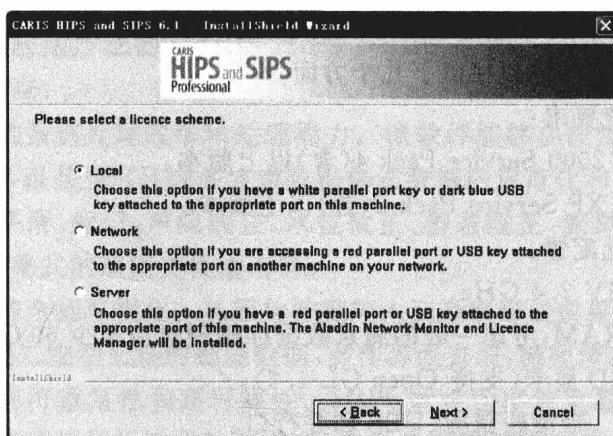


图 1.2 CARIS HIPS and SIPS 6.1 软件许可方案选择界面

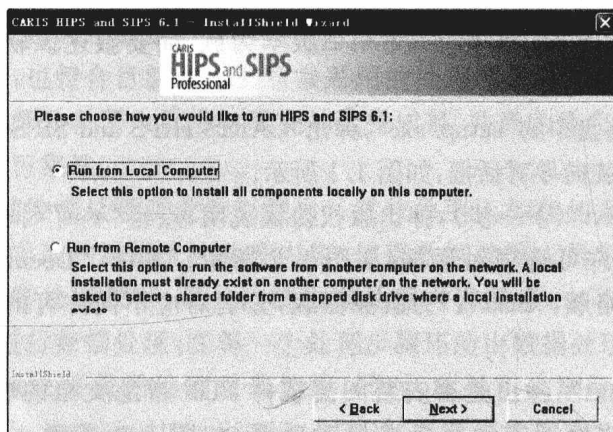


图 1.3 CARIS HIPS and SIPS 6.1 软件运行计算机选择对话框

(4) 点击“Next”，弹出 HIPS 软件安装与处理数据存储路径选择对话框，如图 1.4 所示。点击“Software”(软件)框中的“Browse”(浏览)按钮，可选择软件的安装路径，图中显示为 C 盘，一般选择“D:\CARIS\HIPS\61\”路径安装软件，避免影响计算机处理效率；点击“Data”(数据)框中的“Browse”按钮可选择处理数据的存储路径，一般选择“D:\CARIS\HIPS\61\”或“E:\CARIS\HIPS\61\”用于存储处理数据，也可选择其他硬盘分区。**要注意的是：**建议软件和处理数据安装在除 C 盘(主要安装计算机系统)外的其他硬盘分区上，安装时仅改变盘符即可，其他路径不变。

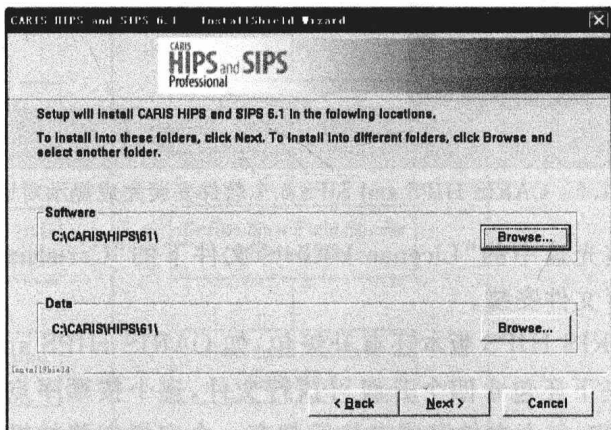


图 1.4 软件安装与处理数据存储路径选择对话框

(5) 点击“Next”，弹出软件安装类型选择对话框，如图 1.5 所示。其中，“Complete”为全部安装软件(默认项)；“Custom”为选择性安装软件，此项属高级安装方式，一般选中“Complete”即可。

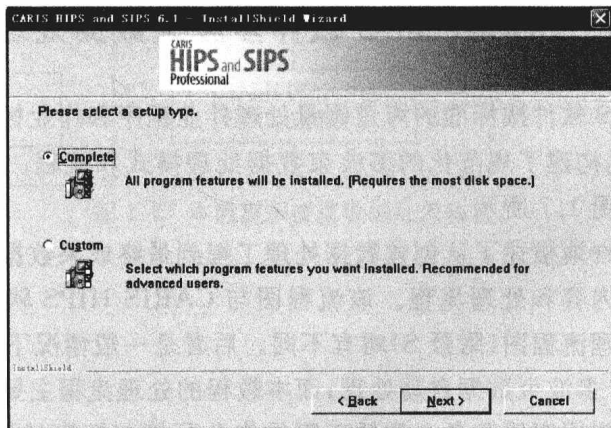


图 1.5 软件安装类型选择对话框

(6) 点击“Next”，提示是否创建计算机桌面快捷方式图标等，点击“Next”选择默认即可。软件会自动安装和配置相关信息，安装完毕后会弹出安装完成对话框，

如图 1.6 所示,点击“Finish”(完成)即可完成软件安装。

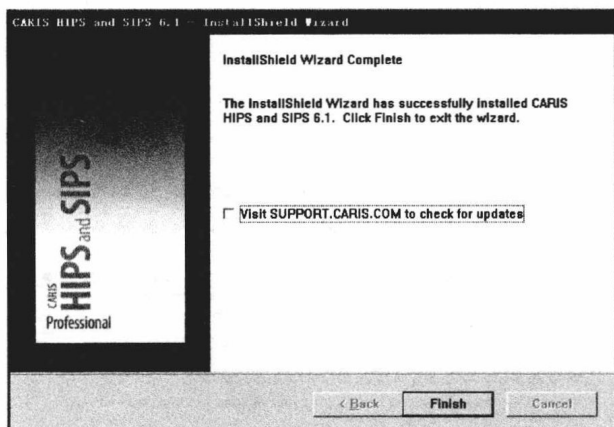


图 1.6 CARIS HIPS and SIPS 6.1 软件安装完成提示对话框

(7)点击安装光盘中的“License Utility”文件下的“CarisLicenceUtility”可执行文件,完成许可文件安装。

(8)有的 CARIS HIPS 版本还有升级包,如 CARIS HIPS and SIPS 6.1 软件的“Fotfix”文件夹下还包含四个升级可执行文件,逐个按顺序点击运行默认选项即可进行自动安装,每个文件完成安装后都有一个完成安装的提示,点击“Finish”即可。四个文件的安装顺序为“HIPSandSIPS61ServicePack1.exe”“HIPSandSIPS61SP1Hotfix1.exe”“HIPSandSIPS61SP1Hotfix2.exe”“HIPSandSIPS61SP1Hotfix3.exe”。

§ 1.4 CARIS HIPS 软件多波束数据处理流程

CARIS HIPS 软件按标准的海道测量处理外业程序和作业标准设计多波束数据处理方案,为此构建了规范化的多波束数据处理模式和流程。本教程的多波束数据处理流程如图 1.7 所示。

该流程图清晰地描述了从创建数据处理工程到最终成果数据输出整个多波束数据处理的项目内容和处理流程。该流程图与 CARIS HIPS 软件用户手册推荐的多波束数据处理流程图(附录 S)略有不同。后者是一般情况下的多波束观测数据的处理,侧重于多波束数据自动处理;而本教程的处理流程主要是顾及 HIPS 软件在我国多年的应用实践和各个测量工程的作业环境与海底地形复杂性(如疏浚航道等复杂海底地形区域),因此在数据处理流程中着重强调了数据处理过程中人机交互的条带编辑和子区编辑。条带编辑是基于测船坐标系的数据预处理;子区编辑是成果要求地理坐标系的数据处理,侧重于人工提早发现和判定多波束中存

在的问题,如噪声、几何偏移、浅点和海底特征物等,并为此实施必要的处理。为此,在本教程处理流程中有的测量人员更愿意在多波束数据合并后进行子区编辑,处理步骤可参看 § 4.7。

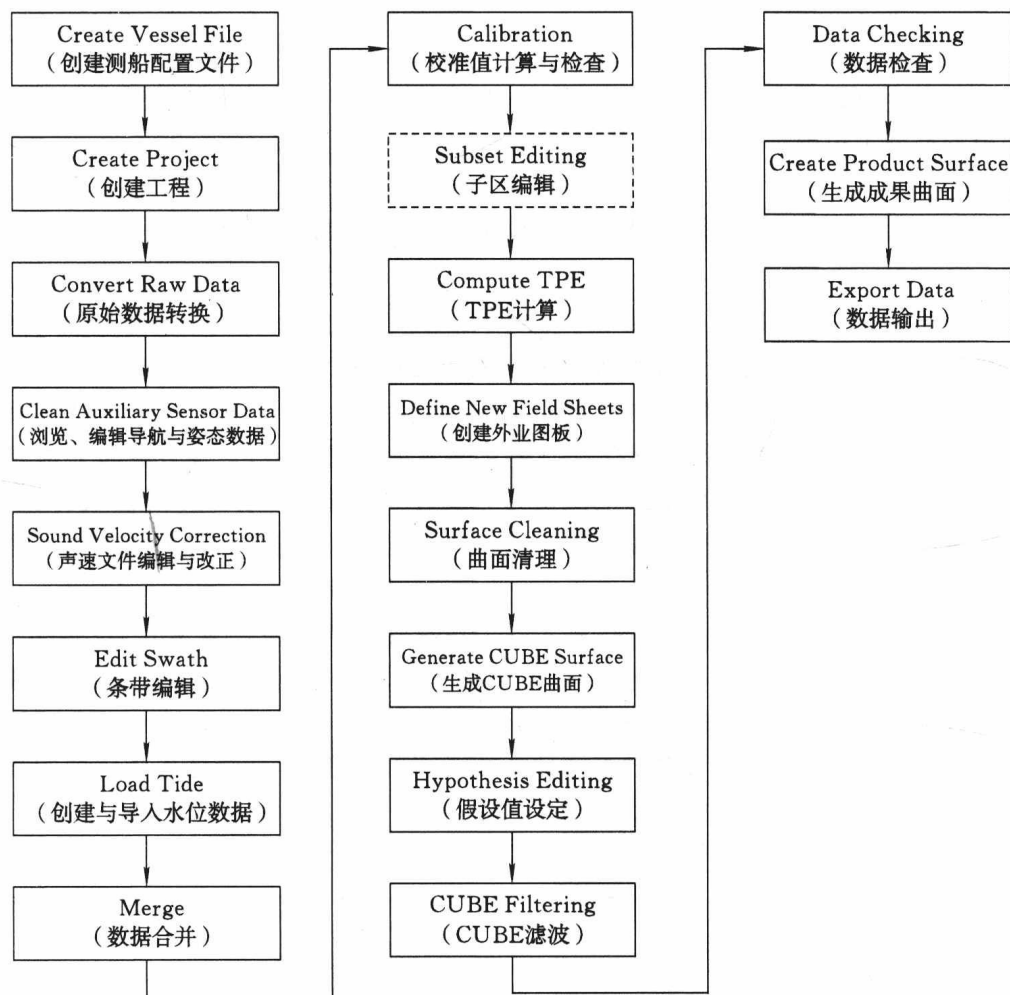


图 1.7 本教程多波束数据处理流程

第 2 章 多波束数据准备

本章主要介绍多波束数据后处理的数据准备步骤,重点掌握创建测量船文件和数据处理工程的步骤,为后续数据预处理构建基础框架。

§ 2.1 创建测量船文件

创建 HIPS 测量船文件(HIPS Vessel File,HVF)的目的是确定测量船上与测量相关的各个传感器安装空间位置和校准等参数信息,为后续数据处理和管理做基础准备。HIPS 测量船文件的默认存储路径为“... \ HIPS \ HDCS _ Data \ VesselConfig”,若处理人员愿意在自己建立的文件夹(如 aaa,该文件夹包含原始多波束采集数据)中进行数据处理,则应在该文件夹下建立“vesselconfig”文件夹,并将测量船文件存储在“vesselconfig”文件夹下,以后在建立工程时调用数据也采用同一文件夹(如 aaa)。

(1)测量船参数准备。准备好船上各个传感器相对测量船参考点(reference point,RP)(选在测量船的浮心最佳)的空间位置偏移量、导航延时、换能器姿态校准参数等,参见下例。另外,总传播不确定误差(total propagation error,TPE)计算还需要外业测量所采用设备的相关性能技术指标参数,详细参见各传感器的技术说明书。

例:某测量船的偏移量、延时、姿态校准参数设置

船只名称:666;吨位 570 吨;船长 25 m;船宽 5 m;

姿态传感器型号:Octans;

多波束型号:SeaBat 8101,101 个波束;换能器类型:弧形;安装方式:舷挂;

定位仪器型号:Trimble;工作方式:差分 GPS。

换能器静态吃水测定(2005 年 5 月 5 日):

测前船艏	m;	船中左舷	2.50 m;	船中右舷	m;	船尾	m;
测后船艏	m;	船中左舷	m;	船中右舷	m;	船尾	m。

校准测线: jy1,jy2,jy3,jy4,jy5(时间:2005.5.5 10:14-11:45);

传感器相对位置参数(参考点):

声呐头(X,Y,Z): -1.03, 2.60, 3.17;

运动传感器(X,Y,Z): 0.00, 1.95, -0.53;

GPS(X,Y,Z): -0.50, -2.60, -3.57。

系统参数校准值:

延时(Latency): 125 ms;

横摇(Roll): 1.45°;

纵摇(Pitch): 3.45°;

艏摇(Yaw): 0.78°。

校准模式:

(1) 延时: 同一条计划线同向一倍速与二倍速的两条线在目标区域作校验, jy1, jy4。

(2) 横摇: 同一条计划线反向同速的两条线在平坦区域作校验, jy1, jy5。

(3) 纵摇: 同一条计划线反向同速的两条线在目标区域作校验, jy1, jy5。

(4) 艏摇: 目标两侧计划线同向同速的两条线在目标区域作校验, jy2, jy3。

(2) 运行“CARIS HIPS and SIPS”软件, 弹出“CARIS HIPS and SIPS”主界面, 如图 2.1 所示。

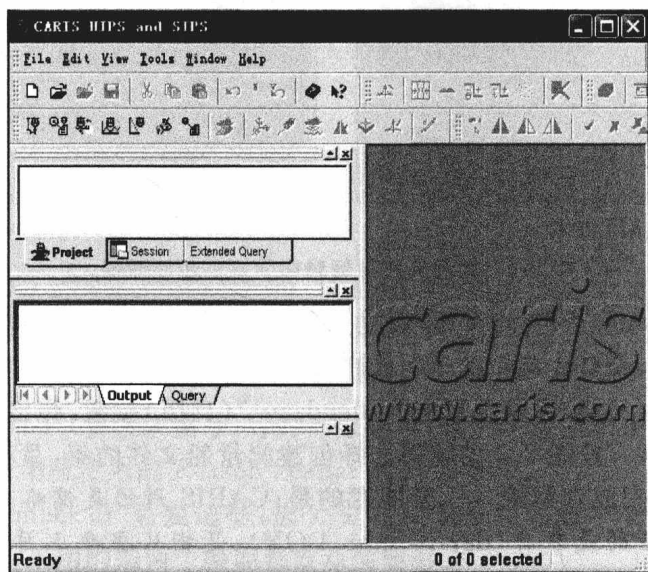


图 2.1 CARIS HIPS and SIPS 界面

(3) 点击“Edit”下的“Vessel Configuration”或工具栏图标“”, 如图 2.2 所