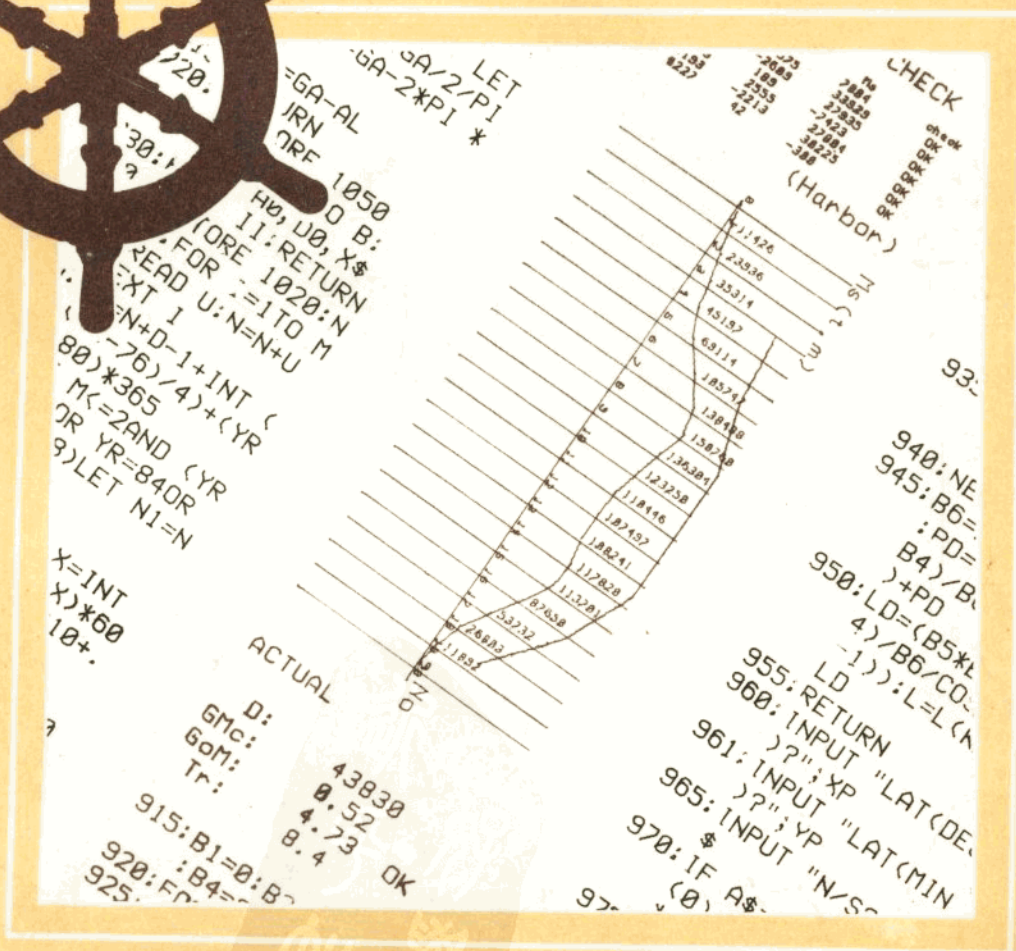
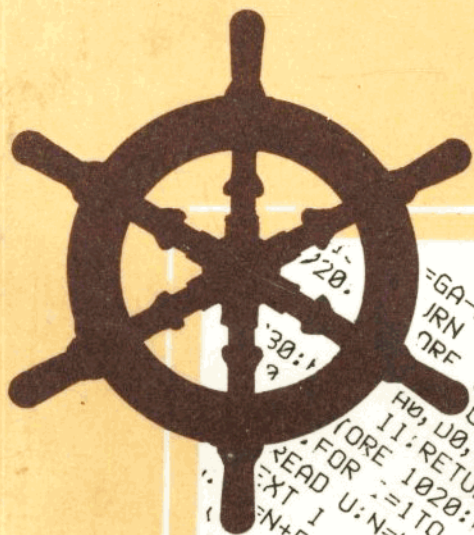


计算机辅助船舶驾驶

方祥麟、郭洪贵 等著

贾传炎 审



大连海运学院出版社

计算机辅助船舶驾驶

JI SUAN JI FU ZHU CHUAN BO JIA SHI

方祥麟 郭洪贵等著

贾传英 审

大连海运学院出版社

内 容 简 介

本书是关于利用计算机辅助船舶驾驶的教学参考书。主要内容有袖珍计算机 PC—1500 简介、墨卡托航行和大圆航线计算、天文定位及天测罗经差计算、劳兰 C 时差—坐标转换计算、雷达避碰计算、船舶货物装载计算,共六章。每章用实例介绍了计算程序的使用方法。各章源程序附于书后。

读者在 PC—1500 袖珍计算机上装入上述程序,便可进行航海驾驶的常用计算。

程序设计中采用了便于人机对话的 BASIC 语言和符合驾驶员日常作业习惯的格式,并具有输入数据计算机自检和用户自检功能,便于修改。所有从键盘输入的原始数据以及计算结果均能由打印机打印出来作为航行资料,以供校对、存档。不需要驾驶员懂得 BASIC 语言和程序设计的任何知识,使用时完全与他平时作业的格式一致。

本书可供船舶驾驶技术人员、科研人员及有关院校师生参考。

计 算 机 辅 助 船 舶 驾 驶

方祥麟 郭洪贵等著

贾传莹 审

大连海运学院出版社出版、发行

大连海运学院出版社印刷厂印装

责任编辑:时培育 封面设计:安生

开本:787×1092 1/16 印张:7.5 字数:178 千

1991 年 7 月第 1 版 1991 年 7 月第 1 次印刷

印数:0001—1800 定价:1.90 元

ISBN 7-5632-0208-0/TP·4

登记证号:(辽)第 11 号

参 考 资 料

1. 大连海运学院、上海海运学院,航海学(上册),人民交通出版社,1979。
2. 大连海运学院、上海海运学院,航海学(中册),人民交通出版社,1980。
3. 大连海运学院、上海海运学院,航海学(下册),人民交通出版社,1979。
4. 郭洪贵、金一丞,天文定位和天测罗经差的微型计算机算法,大连海运学院学报,1984年第4期。
5. 郭洪贵、东昉、方祥麟、金一丞、谷伟,墨卡托航行和大圆航线的微机算法,大连海运学院学报,1989年第1期。
6. 傅万煊、方祥麟、谷伟,微型计算机雷达壁碰计算,大连海运学院学报,1986年第4期。
7. 袁安存,无线电导航系统坐标变换及计算机算法,大连海运学院学报,1982年第1期。
8. 方祥麟,雷达避碰的速比测定法及其准确度估计,中国航海,1978年。
9. 方祥麟、傅万煊,速比圆预报危险区模型及其在ARPA系统中的应用,中国航海、中日航海学会学术交流文集,中国航海学会,1984年。
10. 方祥麟、郭洪贵、刘世宁、金一丞、东昉、傅万煊、谷伟,袖珍电脑辅助船舶驾驶软件包,交通与计算机、中日航海学会学术交流文集,中国航海学会,1986年。
11. 中国科学院紫金山天文台,1980年中国天文历,科学出版社。
12. 中国科学院紫金山天文台,1984年中国天文历,科学出版社。
13. 中国科学院紫金山天文台,1980、1981、1982、1983、1984年航海天文历,中国航海图书出版社。
14. SHARP CORPORATION PC-1500 APPLICATIONS MANUAL,1982.
15. ЛЕСКОВ М. М. НАВИГАЦИЯ ТРАНСПОРТ, МОСКВА, 1986.
16. УХОВ К. С. НАВИГАЦИЯ, ВОДТРАНСИЗДАТ 1954.
17. КРАСАВЦЕВ Б. И. МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ, ТРАНСПОРТ, МОСКВА, 1978.
18. БУХАНОВСКИЙ И. Л. РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ СУДОВОЖДЕНИЯ ТРАНСПОРТ 1964.
19. ДВЯКОНОВ В. Ф. ПРЕДВЫЧИСЛЕНИЕ МЕСТНЫХ ЧАСОВЫХ УГЛОВ И СКЛОНЕНИИ СОЛНЦА И ЗВЕЗД НА ЛЮБОЙ МОМЕНТ ДНЯ ТЕКУЩЕГО ГОДА, СУДОВОЖДЕНИЕ И СВЯЗЬ № 19, ЛЕНИНГРАД, 1962

前 言

本书是在1984年通过技术鉴定、1985年荣获交通部优秀科技成果奖的《微型计算机航海常用算法》的基础上,参考国内外文献,经过大量考题校核、远洋航行实验和生产单位的实际应用,采纳了用户意见,整理补充编著而成。书中主要介绍五个航海驾驶工作中常用的算法、数学模型、程序及其使用方法,目的在于省去查表、作图和计算,利用计算机直接快速地求得准确结果。五个实用程序是:

- 一、墨卡托航行和大圆航线设计计算程序;
- 二、天文定位及天测罗经差计算程序;
- 三、劳兰C时差——坐标转换计算程序;
- 四、雷达避碰计算程序;
- 五、货物装载计算程序。

用户只需一台日本SHARP公司制造的PC—1500或PC—1501袖珍计算机,输入书中介绍的程序,便成了一台既能作航海专用又能作一般科学计算的通用计算机。袖珍计算机体积小,便于携带,大小船舶均可使用。

程序设计中采用了便于人机对话的BASIC语言和符合驾驶员日常作业习惯的格式,并具有输入数据计算机自检和用户自检的功能,便于修改。所有从键盘输入的原始数据和计算结果均能由打印机打印出来,将其作为航行资料,以供校对、存档。

本书各章的主要编著者为:第一章郭洪贵,第二章郭洪贵、东昉、方祥麟、谷伟,第三章郭洪贵、金一丞,第四章金一丞、东昉、方祥麟,第五章方祥麟、傅万煊,第六章刘世宁、东昉、金一丞、谷伟。全书由方祥麟统稿。

本书问世,旨在抛砖引玉,为祖国海运事业现代化铺石添瓦。因著者水平有限,经验不足,不妥之处,在所难免,还望读者提出宝贵意见,以便日后修改完善。

著 者

1990年6月

目 录

第一章 袖珍计算机 PC—1500 简介	(1)
第一节 PC—1500 计算机的基本配置	(1)
第二节 PC—1500 计算机各部件的功能	(2)
第三节 基本操作	(4)
第二章 墨卡托航行和大圆航线计算	(7)
第一节 墨卡托航行和大圆航线计算程序的功能	(7)
第二节 数学模型和框图	(7)
第三节 例题	(10)
第三章 天文定位和天测罗经差计算	(20)
第一节 天文定位和天测罗经差计算程序的功能	(20)
第二节 数学模型和框图	(20)
第三节 例题	(24)
第四章 劳兰 C 时差—坐标转换计算	(36)
第一节 劳兰 C 时差—坐标转换计算程序的功能	(36)
第二节 数学模型和框图	(36)
第三节 例题	(41)
第五章 雷达避碰计算	(44)
第一节 雷达避碰计算程序的功能	(44)
第二节 数学模型和框图	(44)
第三节 例题	(50)
第六章 船舶货物装载计算	(56)
第一节 船舶货物装载计算程序的功能	(56)
第二节 数学模型和框图	(56)
第三节 程序使用说明及例题	(61)
附 录 袖珍计算机辅助船舶驾驶源程序	(67)
附录一 墨卡托航行和大圆航线计算程序	(68)
附录二 天文定位和天测罗经差计算程序	(77)
附录三 劳兰 C 时差—坐标转换计算程序	(87)
附录四 雷达避碰计算程序	(92)
附录五 船舶货物装载计算程序	(100)

第一章 袖珍计算机 PC—1500 简介

顾名思义,袖珍计算机就是小小计算机,又叫做袋中计算机,它比电子计算器大不了多少,但其功能却远远超过计算器。实际上,微型机甚至大型计算机所具有的基本功能它都有,真可谓麻雀虽小,五脏俱全;它可以随身携带,因而其用途就更广泛、更灵活。据统计,袖珍计算机的用户每年增加以十万计,可以说是计算机队伍中“人丁”最兴旺的一支。这可能是因为掌握袖珍机比起微机和小型机要简单容易,价格便宜,携带方便,专业人员现场发现问题,就地就可及时解决,效益显著。

日本夏普(SHARP)公司生产的 PC—1500 计算机,功能齐全,不仅可以算各种数学问题,而且能处理好多字符,它既是一只电子表,又能演奏音乐作游戏,配上打印机,还可打印数字、文字、表格,绘制彩色图形,甚至控制不少仪器。

本章的目的,在于帮助读者花最少的时间掌握 PC—1500 计算机的基本使用方法,以便在介绍了后续章节的五个实用程序的使用方法后,可以解算航海常用算法问题。

第一节 PC—1500 计算机的基本配置

PC—1500 计算机的基本配置包括主机(键盘和显示屏)(见图 1—1)、打印机 CE—150、音频磁带录音机 CE—152 和内存储器模块 CE—151(或 CE—155、CE—159、CE—161 等)。

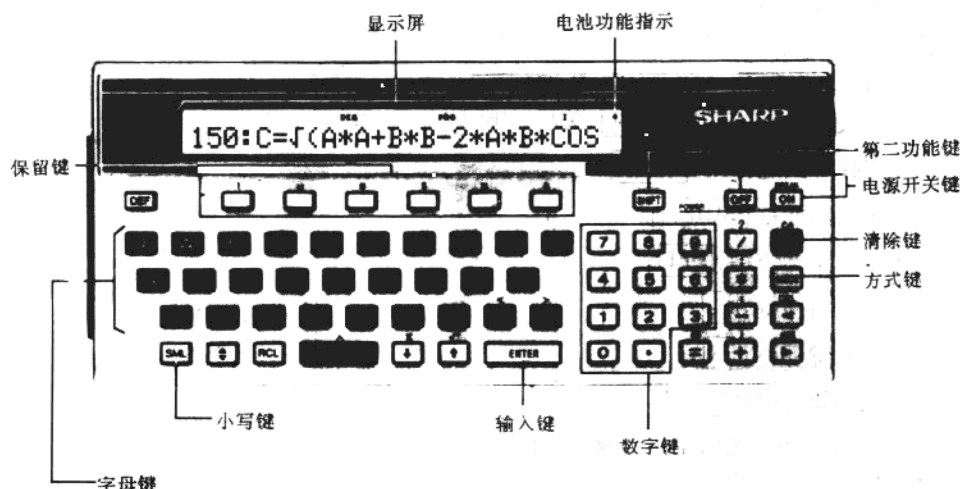


图 1—1

第二节 PC—1500 计算机各部件的功能

一、主机

主机是 PC—1500 计算机系统的主体。PC—1500 系统配备高级扩展 BASIC 算法语言，它除具有一般 BASIC 语言功能外，还具有字符串变量和字符串运算、开关分支、二维数组、绘图、图形显示、文件等高级功能，它还可以带动磁带录音机，实现程序和数据信息的存储。

1. 键盘

PC—1500 主机的键盘共有 65 个键，有字母键、数字键、用户定义键和预编程序键，其中部分键具有二种或二种以上的功能，因而相当于具有 122 个键的功能。如果将小写英文字母计算在内，则共有 148 个键的功能。按其功能分类列出如下：

(1) 英文字母键：从字母 A 至 Z，共 26 个键，其排列次序与英文打字机上的英文字母键的排列次序相同。按下 **SML** 键，再按英文字母键，就显示小写英文字母方式。

(2) 数字键：从 0~9，小数点(.)，总共 11 个键。

(3) 符号键：又分为以下六类：

① 算术运算符号键：“+”(加号或取正值)，“-”(减号或取负值)，“*” (乘号)，“/”(除号)，“^”(乘方号)和“√”(开方号)；

② 关系运算符号键：“<”(小于号)，“>”(大于号)和“=”(等于号)；

③ 括号符号键：“(”(左半圆括号)，“)”(右半圆括号)；

④ 常数符号键：“π”键；

⑤ 分隔符号键：“,”(逗号)，“;”(分号)，“:”(冒号)，“.”(引号)；

⑥ 其它符号键：“\$”(字符串变量符)，“@”(固定变量数组名专用符)，“#”和“&”(格式化输出编辑字符)，“!”(感叹号)，“%”(百分号)，“?”(问号)。

(4) 操作功能键：

① 开关键：**ON**(开机)，**OFF**(关机)，**BREAK**(中断)；

② 工作方式选择键：**MODE**；

③ 第二功能键：**SHIFT**；

④ 自定义标志键：**DEF**；

⑤ 显示清除键：**CL**；

⑥ 输入键：**ENTER**；

⑦ 空格键：**SPACE**；

⑧ 编辑键：▶(光标左移)，◀(光标右移)，↑(程序行上移)，↓(程序行下移)，**DEL**(删除)，**INS**(插入)；

⑨ 小写方式键：**SML**；

⑩ 保留键：键盘最上方一排的 6 个空白键。

2. 显示屏

它是一块液晶显示屏。显示屏不但是计算机的重要输出装置，同样也是人机通讯的工具

之一。操作者按键输入数据和指令,即在显示屏上显示出来。计算机执行程序时输出的结果或出错信息也将在显示屏上显示出来。操作者可由显示的内容来检查操作是否正确,或得到答案,或了解计算机的工作方式。

显示屏分为上下两排显示,上面一排的显示的字体为小体字,表示机器的工作方式和工作状态。例如“BUSY”表示机器正在运算之中;“SHIFT”表示按了一次[SHIFT]键,准备输入某键的第二功能键符;“SMALL”表示按了一次[SML]键,机器处于小写方式,随后输入的英文字母将是小写字母,重按一次[SML]键,小写方式消失,又将输入的英文字母以大写方式出现;“DEG”、“RAD”和“GRAD”分别表示使用的角度制、弧度制和百分度制;“RUN”、“PRO”和“RESERVE”分别表示机器所处的工作方式,“RUN”表示运行方式;此时按下[MODE]键,即显示“PRO”,表示程序方式,连续按下[MODE]键时,显示屏上就交替出现“RUN”和“PRO”方式指示符;如果按[SHIFT]、“[MODE]”键串,则机器进入“RESERVE”方式,表示机器进入“保留”方式,此时再按[MODE]键,机器又回到“RUN”方式。

主机的基本内存为 16K 字节 ROM(只读存储器),3.5K 字节 RAM(随机存取存储器)。此外,在主机底面还设置了一个模块存储室,可加接 4K 字节(CE—151)、8K 字节(CE—155)或 16K 字节(CE—161)的存储模块,可使内存 RAM 分别扩充到 7.5K、11.5K 或 19.5K 字节。

PC—1500 主机的电源为 4 节 5 号电池,同样也可以外接 6V 直流电源供电。如与打印机 CE—150 连接后,就由打印机内的蓄电池供电。机器接通电源后,如 7 分钟内不作任何操作,则自动切断电源。

二、打印机 CE—150

打印机 CE—150 是 PC—1500 主机的外围设备。它在主机的控制下打印文字和绘制各种小图形。同时可以任意选用绿、黑、蓝、红四种颜色中的一种进行打印字符或绘制图形。打印机不能单独工作,它必须通过一个 60 线接口与 PC—1500 主机连接,在主机的控制下进行工作。

打印机 CE—150 的右侧,备有一组插口,其中一个为外接电源插口,另有四个是用于连接一台或两台盒式磁带录音机的插口,作为主机的外存储装置。打印机可由打印机接口右侧的外接电源(直流 9V)插口,通过交直流电源变换器 CE—150 供电,同时还能对打印机内的蓄电池充电。

三、磁带录音机

微型盒式磁带录音机 CE—152 是 PC—1500 计算机的外部存储设备。它实际上是一台性能较好、高音较丰富的盒式磁带录音机。磁带录音机与 CE—150 连接后,在主机的控制下,可将计算机内存的程序和数据录写在磁带上,需要时,也可以将磁带录写下的程序和数据转录到主机的内存中。

四、16K 模块 CE—161

根据辅助船舶驾驶软件的要求,我们采用 16K 模块 CE—161,CE—161 是 PC—1500 计算机的一种随机存储器模块装置,其存储容量为 16K 字节。CE—161 内部装有锂电池元件,因此,当它与 PC—1500 计算机分离后,仍能保持原有的程序内容。这样,在将其重新装入计算机后,这些程序(如天文定位及天测罗经差计算程序、墨卡托航行和大圆航线设计计算程

序、雷达避碰计算程序等)均可立即使用。由于具有这一优点,用户可将应用程序分别存储在数个 CE—161 模块中,这样就可替换模块,能方便地取出库存的应用程序。同样,也可用盒式磁带录音机 CE—152 来输入所需要的应用程序。

在替换模块时,由于静电会损坏模块,因此不要用手触碰模块的接点,从计算机的模块存储室中取下来后应立即将其放在模块盒中。模块不能日晒,也不能靠近加热器等热源。此外,还需防止遭受撞击和剧烈的震动。

第三节 基本操作

本书仅介绍与使用辅助船舶驾驶软件有关的基本操作。用户需要进一步了解 PC—1500 计算机的操作内容,请阅读 PC—1500 计算机的说明书和专门介绍 PC—1500 计算机的书籍。

一、16K 存储模块 CE—161 的安装

在插入或取出模块时,应十分谨慎,不准触碰模块的插头部分,特别要注意防止静电对模块的损坏。为了除去手上的静电,可在拿模块之前先将手触摸金属物品,以防人体的静电损坏模块内部电路。

1. 16K 存储模块 CE—161 的安装步骤

(1)关闭计算机电源,按 **OFF** 键。

(2)打开计算机背面的模块存储室的盖板。从 CE—161 模块储藏盒中取出 CE—161 模块。当将 CE—161 模块用作随机存储器时,须将调整开关拨到一白色圆点对面的一侧。

(3)将 CE—161 模块对准计算机模块存储室的模块插座,将它平推进去。模块上有一插头盖板,是用来保护 CE—161 模块插头的。当 CE—161 模块装入计算机时,此插头盖板应自行全部缩入 CE—161 模块体内。

(4)装好 CE—161 模块后,计算机的模块存储室就余下一空位。然后将 CE—161 模块备有的一块空位盖板盖在模块存储室的空位上。

(5)将计算机模块存储室取下的盖板存放在 CE—161 的储藏盒中保存。

2. 进行初始化处理

(1)按住 **ON** 键,同时用原珠笔按住计算机背面的 **ALL RESET** 键,约 15 秒。然后放开,显示器显示:

NEWΦ?;CHECK

(2)按 **CL** 键和 **MODE** 键,调到 PRO 方式,并按键操作,NEW 256 ENTER。

二、将程序内容从磁带输入计算机

1. 连接磁带录音机和计算机

(1)磁带录音机是通过打印机 CE—150 接口与 PC—1500 计算机相连接的,故而先要将 PC—1500 和打印机 CE—150 连接好。连接时首先关闭计算机电源开关。

如果在电源接通的情况下将计算机和打印机 CE—150 相连接,计算机会“锁”起来,此时全部键将不能操作。发生此情况,可卸下计算机,按照前面叙述的初始化处理重复操作上述步骤。

(2)从计算机左侧揭下插口保护罩,并将它扣进打印机底部的空位。然后将打印机的插

头插入计算机插座内。

2. 将程序内容从磁带输入计算机的操作步骤

(1) 关闭主机, 将磁带录音机连接线的一端三个插头插入 CE-150 右侧面的插孔之中(如图 1-2 所示), 各插头插入的对应插孔如下:

黑色插头插入 REMO 孔内, 它传送计算机对 0 号录音机的控制信号;

红色插头插入 MIC 孔内, 它传送从计算机输出到录音机的信息;

灰色插头插入 EAR 孔内, 它传送从录音机输入计算机的信息。

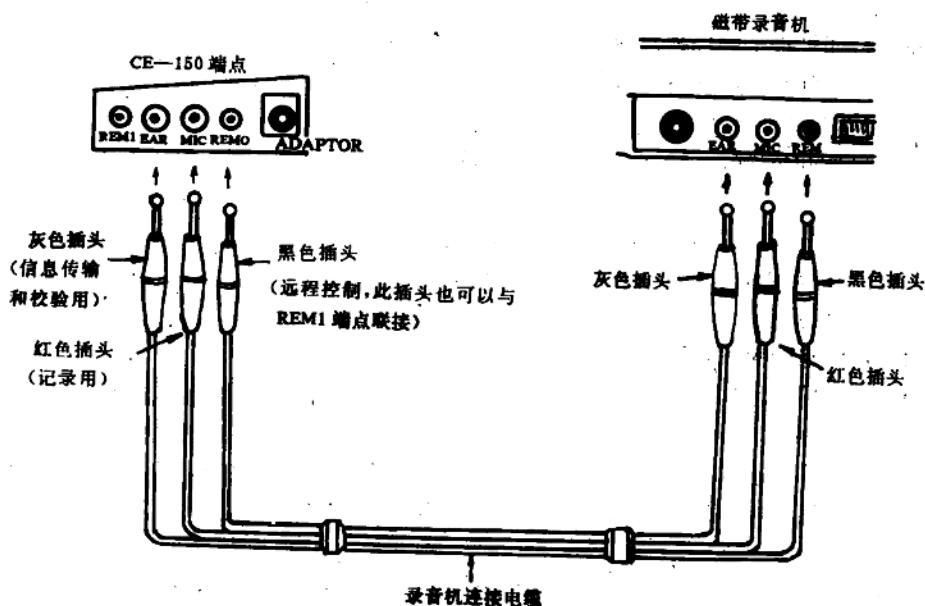


图 1-2

(2) 将磁带录音机连接线的另一端的三个插头也同样按上述方法分别插入磁带录音机左侧面的三个插孔内(见图 1-2)。

(3) 将录有所需程序内容的磁带装入录音机内, 并将 CE-150 上的遥控开关(REMOTE)拨至“OFF”处。此开关是用来控制录音机的, 它是由 REMO 插孔与计算机 REM 插孔之间的遥控连接线来控制录音机马达的电源。当遥控开关(REMOTE)拨至“OFF”时, 控制释放; 当拨到“ON”时, 录音机转动将由计算机工作来控制。

(4) 按录音机的倒带键(REW/REVIEW), 使安放在录音机内的磁带转到录音面的起点。按转数计数器, 使指示归零。

(5) 将音量控制旋钮(VOLUME)和音量控制旋钮(TONE)置于中点至 3/4 的位置。

(6) 将遥控开关(REMOTE)拨至“ON”处。

(7) 按下录音机的放音键(PLAY), 此时, 录音机并不转动。

(8) 由计算机键盘输入程序的命名(文件名); CLOAD“文件名”, 并按输入(执行)键 **ENTER** 键。此时显示屏上出现“BUSY”, 录音机开始转动, 约经 6 秒钟后就可以听到蜂鸣器发出啸叫声。待找到所要的文件后, 显示屏上就显示该文件名, 并逐次将磁带上的记录信息

读出到计算机的内存储器中。读完该文件,显示屏显示提示符“>”。

天文定位及天测罗经差程序的文件名为“CEL”;墨卡托航行和大圆航线设计计算程序的文件名为“GCS/MS”;雷达避碰计算程序的文件名为“RADAR”;劳兰C时差—坐标转换计算程序的文件名为“LORAN”;货物装载计算程序的文件名为“LOAD”。

如果读出过程有误,则显示屏上就显示 ERROR 43 或 ERROR 44 的错误。此时应重新开始操作上述过程。

(9)按录音机的停止键(STOP/EJECT),取出磁带。此时已将所需程序内容装入到计算机中。

三、装入打印机纸带的操作步骤

1. 向左推移打印机盒盖锁杆,掀开打印机的盒盖。
2. 把打印纸卷的纸头裁剪平整,并将其插进纸缝隙。
3. 按计算机的 **ON** 键,并按打印机的进纸键  此时打印纸的传动装置就把纸卷过去,直至纸头从打印机出来 3 至 5 厘米止。
4. 将打印纸的传动轴插入纸卷内,并将其装入盒中。
5. 盖好打印机盒盖,此时须将纸卷头从切纸器穿出打印机。
6. 扣上打印机盒盖。

四、装入打印笔的操作步骤

1. 打开打印机的盒盖。看清色笔的安装位置,色笔支座上红、蓝、绿和黑四种颜色笔槽的编号分别为 0、1、2 和 3。
2. 开机,同时按下进纸键  和数字键 0,此时进入换笔状态,笔架开始旋转并移到右端,如需卸笔,按动卸笔杆,座顶的色笔便会跳出来,便可卸去旧的笔。
3. 装上新笔。
4. 要装入或卸下另一支笔时,可再按进纸键 ,色笔支座返回左侧,并旋转支座,使下一支笔转到座顶。重复卸笔和装笔的操作,直至四支色笔装换完毕。
5. 同时按进纸键  和 **CL** 键,使打印机脱离换笔状态,此时笔架自动返回左侧,做好打印准备。

第二章 墨卡托航行和大圆航线计算

第一节 墨卡托航行和大圆航线计算程序的功能

墨卡托航行和大圆航线计算的程序(参见附录一)能使驾驶员根据计算机所提的问题输入数据。计算机便能自动完成下列计算:

一、输入起始点的船位、航向(或流向)、船速(或流速)、航行时间,能连续求得推算船位;
二、输入起始点和到达点的经纬度,能求得恒向线的距离和航向。输入船速和流速及其流向,能求得预配流压差情况下的真航向和航速;

三、输入大圆航线的起始点和到达点的经纬度。能求得大圆航线的初航向、大圆距离、大圆参数(大圆与赤道交点的经度、大圆通过赤道时的航向、大圆顶点的经纬度)、大圆航线各转向点(分点)坐标、航向、距离及大圆航线各段的总航程;

四、输入混合航线的起始点和到达点的经纬度和限制纬度。便能求得:

1. 第一段大圆航线的初航向、大圆距离、大圆参数、大圆航线各转向点(分点)坐标、航向、距离及第一段大圆航线各段的总航程;
2. 限制纬度圈的恒向线航向、航程和限制纬度圈上的起始点经度及到达点经度;
3. 第二段大圆航线的初航向、大圆距离、大圆参数、大圆航线各转向点(分点)坐标、航向、距离及第二段大圆航线各段的总航程。

第二节 数学模型和框图

一、墨卡托航行和大圆航线计算的数学模型

1. 墨卡托航行

(1) 无流情况下,已知初始点的船位、航向、航速和航行时间,求到达点的推算船位

$$\varphi_2 = \varphi_1 + D\varphi \quad (2-1)$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 + D\lambda \quad (2-2)$$

$$L\varphi = 7915.704468 \lg \left(\operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \left(\frac{1 - \operatorname{esin} \varphi}{1 + \operatorname{esin} \varphi} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \quad (2-3)$$

$$DL\varphi = L\varphi_2 - L\varphi_1 \quad (2-4)$$

$$D\lambda = DL\varphi \cdot \operatorname{tg} ZH \quad (2-5)$$

$$D\varphi = V \cdot \Delta T \cdot \cos ZH \quad (2-6)$$

式中: φ ——纬度;

λ ——经度;

$D\varphi$ ——纬差;

$D\lambda$ ——经差;

$L\varphi$ ——纬度为 φ 时的纬度渐长率;

e ——地球偏心率($e=0.081813334$);

$DL\varphi$ ——纬度渐长率差;

ZH ——真航向;

V ——船速;

ΔT ——航行时间间隔。

(2)有流情况下,已知初始点船位、航向、航速、航行时间和流速及流向,求推算船位、有流情况时,将 V 看作流速, ZH 看作流向。

(3)求两点之间的恒向线距离和航向

$$\operatorname{tg} ZH = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{L\varphi_2 \sim L\varphi_1} \quad (2-7)$$

$$S = \frac{D\varphi}{\cos ZH} \quad (2-8)$$

式中, S ——恒向线距离。

(4)已知初始点、到达点的经纬度和航速及流速、流向,求预配流压差时应采取的真航向和实际航速

$$\sin \beta = \frac{V_c}{V_s} \sin (JH \sim CH) \quad (2-9)$$

$$V = V_s \sqrt{1 + 2 \frac{V_c}{V_s} \cos [(JH \sim CH) + \beta] + \left(\frac{V_c}{V_s}\right)^2} \quad (2-10)$$

式中: β ——流压差;

V_c ——流速;

V_s ——船速;

JH ——计划航向;

CH ——流向;

V ——预配流压差时的实际航速。

2. 大圆航行

(1)大圆参数

$$\operatorname{tg}(\lambda_m - \lambda_0) = \operatorname{tg} \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \cdot \frac{\sin(\varphi_1 + \varphi_2)}{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)} \quad (2-11)$$

$$\lambda_m = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} \quad (2-12)$$

$$\operatorname{tg} C_0 = \frac{\sin(\lambda_1 - \lambda_0)}{\operatorname{tg} \varphi_1} \quad (2-13)$$

$$\varphi_0 = 90^\circ - C_0 \quad (2-14)$$

$$\lambda_0 = \lambda_m \pm 90^\circ \quad (2-15)$$

式中: λ_0 ——大圆弧与赤道的交点的经度;

C_0 ——大圆通过赤道时的航向;

φ_0 ——大圆顶点的纬度;

λ_m ——大圆顶点的经度。

(2) 大圆航向和距离

$$\operatorname{tg} C_i = \frac{\sin D \lambda}{\cos \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cdot \cos D \lambda} \quad (2-16)$$

$$\operatorname{tg} C_r = \frac{\sin D \lambda}{\sin \varphi_2 \cdot \cos D \lambda - \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2} \quad (2-17)$$

$$\cos D = \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos D \lambda \quad (2-18)$$

式中: C_i ——大圆初航向;

C_r ——大圆终航向;

D ——大圆距离。

(3) 分点坐标

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \operatorname{ctg} C_0 \quad (2-19)$$

式中: λ_i ——第 i 个分点的经度;

φ_i ——第 i 个分点的纬度。

(4) 大圆改正量

$$\psi(\text{大圆改正量}) = C(\text{恒向线航向}) - C_i \quad (2-20)$$

3. 混合航线

如图 2-1 所示, 整段航线共分三段。第一段航线按下列公式计算:

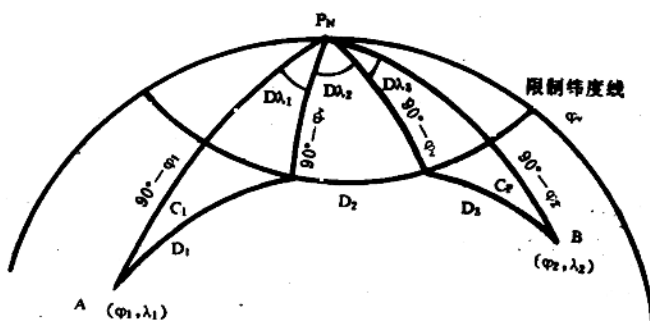


图 2-1

$$\cos D \lambda_1 = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\operatorname{tg} \varphi_e} \quad (2-21)$$

$$\sin C_1 = \frac{\cos \varphi_e}{\cos \varphi_1} \quad (2-22)$$

$$\cos D_1 = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_e} \quad (2-23)$$

式中: φ_1 ——起始点纬度;

φ_e ——限制纬度;

C_1 ——大圆初航向;

D_1 ——由起始点到与限制纬度圈相切的点的大圆距离。

第二段是在限制纬度线上的恒向线航线, 此时

$$C = 90^\circ \text{ 或 } 270^\circ$$

$$D_2 = D\lambda_2 \cdot \cos\varphi_1 \quad (2-24)$$

式中: C ——恒向线航向;

D_2 ——沿限制纬度圈上的恒向线的距离。

第三段航线按下列公式计算:

$$\cos D\lambda_3 = \frac{\lg\varphi_2}{\lg\varphi_1} \quad (2-25)$$

$$\cos D_3 = \frac{\sin\varphi_2}{\sin\varphi_1} \quad (2-26)$$

$$\sin C_r = \frac{\cos\varphi_2}{\cos\varphi_1} \quad (2-27)$$

式中: φ_2 ——到达点纬度;

D_3 ——由到达点到与限制纬度圈相切的点的大圆距离;

C_r ——大圆终航向。

整段航线的总距离 D

$$D = D_1 + D_2 + D_3 \quad (2-28)$$

二、程序框图(见下页)

第三节 例 题

一、求推算船位

例题 1: 我轮由 $5^{\circ}38'N, 97^{\circ}10'E$, 按真航向 101° 航行, 船速 14 节, 航行时间 2^h24^m , 求到达点经纬度。到达该点后, 我轮转向, 按真航向 129° 航行, 航行时间 12^h08^m , 求转向后到达点经纬度。

步骤: 1. 开机: 按 **ON** 键, 显示器显示: >

2. 开工: 按 **DEF** **G** 键, 显示器显示:

GREAT C. /MERCATOR (G/M)?

3. 输入数据:

显示器显示	含 义	输 入
GREAT C. /MERCATOR (G/M)?	大圆航行/墨卡托航行?	按 M ENTER 键
D. R. /COU. Dis(D/C)?	推算船位/航向和距离?	按 D ENTER 键
LAT(DEG-MIN)N/S?	纬度?	按 5 - 3 8 N ENTER 键
LON(DEG-MIN)E/W?	经度?	按 9 7 - 1 0 E ENTER 键
INPUT RIGHT (Y/N)?	输入数据对吗?	对, 按 ENTER 键
COURSE(OR SET) * (DEG)?	航向(或流向)?	按 1 0 1 ENTER 键
SPEED(OR DRIFT) (KNOTS)?	航速(或流速)?	按 1 4 ENTER 键
SAILING TIME (HH. MM)?	航行时间?	按 2 . 2 4 ENTER 键
INPUT RIGHT (Y/N)?	输入数据对吗?	对, 按 ENTER 键

* 同样可做有流情况下的推算。

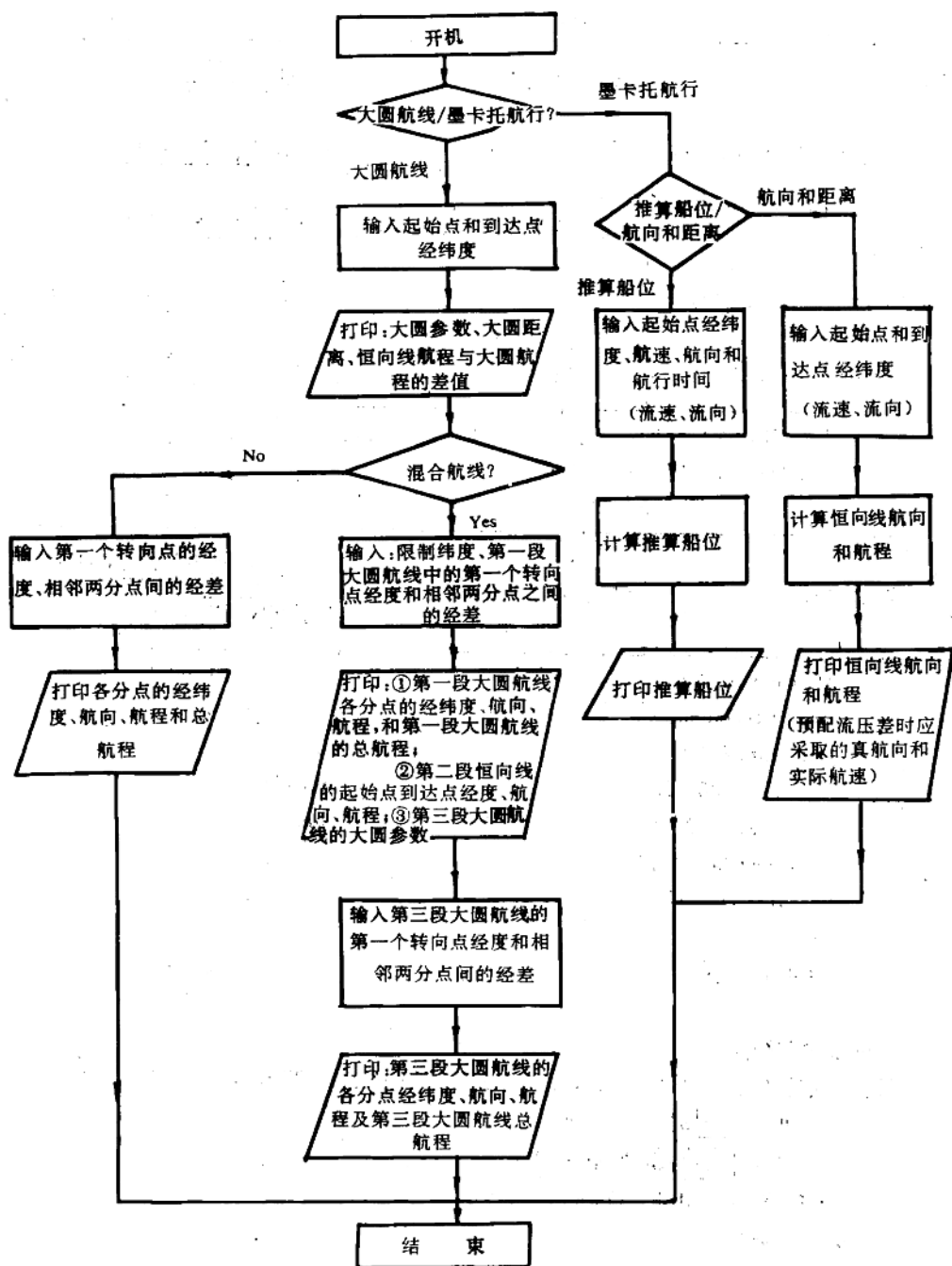


图 2—2