

TI航海导航程序库模块

程 序 解 析

(航海参考资料)

中国人民解放军 海军潜艇学校

一九八一年三月

出版单位：中国人民解放军海军潜艇学校

编者：张守城

校对：张守城

前 言

为了帮助学习了解航海程序库库存程序的内容，现将《航海导航固态软件模块的使用方法》一书中未曾列出的具体程序进行解析，加注简要的说明，绘出程序框图。掌握了这些内容，可以避免在使用航海专用程序中的盲目性，也可供个人自编程序时参考，或调用库存程序做子程序。阅读这份资料时，应结合《自编程序》和《航海导航固态软件模块的使用方法》一起阅读。为了便于阅读，有关程序的数学模型、用户指令、寄存器存数等一并列出。

在本书中解析的是部分常用的程序。希读者本着一学、二用、三改、四创的精神，编写自己常用的程序。

编者： 张守诚

一九八〇年十月

目 录

NG—01	
航海程序库的诊断程序.....	1
NG—04	
变换阵位程序.....	6
NG—04 的另一用法	
求敌向敌速.....	16
NG—05	
航速、流速和实际航速向量.....	17
自编此程序的简明程序.....	27
NG—10	
求推算船位.....	30
NG—11	
等角航线航行.....	41
NG—26	
大圆航行.....	52
NG—18	
六分仪高度改正.....	62
NG—19	
求太阳计算高度和方位.....	76
NG—20	
求月亭计算高度和方位	85

NG—21

FG—2 1

求行星计算高度和方位..... 9 2

NG—2 2

求恒星计算高度和方位..... 9 7

NG—2 3

两条位置线相交计算船位..... 1 0 2

方程解析..... 1 1 0

NG—1 5

计算日出、日没、晨光、昏影时间..... 1 1 5

NG—1 6

定行星地平坐标..... 1 2 4

NG—1 7

恒星识别..... 1 8 8

自编三星定位程序以及与库存程序

联用的修正六条位置线的异顶差并

求最或然舰位的补充程序..... 1 4 4

FG—2 1

求行星计算高度和方位..... 9 2

NG—2 2

求恒星计算高度和方位..... 9 7

NG—2 3

两条位置线相交计算船位..... 1 0 2

方程解析..... 1 1 0

NG—1 5

计算日出、日没、晨光、昏影时间..... 1 1 5

NG—1 6

定行星地平坐标..... 1 2 4

NG—1 7

恒星识别..... 1 8 8

自编三星定位程序以及与库存程序

联用的修正六条位置线的异顶差并

求最或然舰位的补充程序..... 1 4 4

航海导航程序库库存程序

NG-01

航海程序库的诊断程序

此程序检查计算机的计算及绝大部分功能其中包括计算机中预先编好程序的转换和统计功能，三角函数及对数等。如果诊断结果无误，大约15秒钟内，稳定地显示航海程序库的代码“5”，如果连结热印机印出：

NAVIGATION 5

如果计算机或固态软件模块有故障则显示出闪动的数字“5”。这时应首先检查存储区划分是否正确，按2nd OP 16显示现行划分如划分不正确，则应按3 2nd OP 17重新划分存储区。3代表留30个寄存器存储数据，因为航海程序最多用到30个数据寄存器。如果重新划分后仍有故障，请参阅《自编程序》附录A。

此程序的第二个作用是予置线性回归分析，每当要进行线性回归分析或使用统计功能键时，均应予置线性回归分析，此予置程序清除数据寄存器01~06和测试寄存器（T寄存器）而不影响其它任何寄存器。

航海程序库库存程序的编号是01~30，00号程序是计算机的程序存储器。

用户指令

步骤	进	程	引入	按	键	显	示
1 a	诊断或模块检查 选择程序			2nd Pg m 01			

~1~

1b	操作诊断		SBR =	5
	或者			
1c	程序库模块检查		SBR2ndR/S	5
	予置线性回归分析			
2a	选择程序		2ndPgm 01	
2b	予置线性回归分析		SBRCLR	0

单元和	键码	键 序	说 明
000	76	2nd Lb1	000~021 单元为用普通标号 CE
1	24	CE	的子程序。
2	01	1	航海程序库最多用到 30 个数据寄存
3	42	STO	器，2~4 单元检验存储区划分亦为
4	21	21	052 步存储数据。
5	60	2nd Deg	设定度的模式。
6	58	2nd FIX	清除小数定位显示格式。
7	09	9	
8	76	2nd Lb1	008~021 单元为用普标号 CLR 的
9	25	CLR	子程序。
010	29	2nd CP	清除 T 寄存器
11	06	6	011~021 单元指令清除数据寄存
12	42	STO	器 01~06 为统计运算中用这 6 个

13	01	01
14	00	0
15	72	STO2nd1nd
16	01	1
17	97	2nd DSZ
18	01	1
19	00	
020	15	015
21	92	1NVSBR
22	76	2ndLb1
23	95	=
24	71	SBR
25	24	CE
26	22	1NV
27	57	2ndEng
28	05	5
29	32	$X \rightleftharpoons t$
030	03	3
31	00	0
32	37	2nd P→R
33	78	2ndΣ+
34	22	1NV
35	37	2ndP→R
36	78	2ndΣ+
37	69	2ndOP
38	12	12
39	88	2ndD、MS
040	78	2ndΣ+
41	69	2ndOP
42	11	11

寄存器积累引入数据用。

将 6 存入寄存器 1，然后将 0 间接存入寄存器 1，然后循环迭减寄存器 1 当 $R_1 \neq 0$ 时即按三位绝对地址转移当 $R_1 = 0$ 时，即跨过 015 地址返回到调用此子程序的下一程序单元。

022~111 单元为用普通标号=的主程序，用来检验计算机的运算及其绝大部分的功能。024~025 两步调用子程序 CE(000~021) 然后返回到 026 步继续执行。消除工程显示格式，检验座标转换，度分秒转换及统计功能。

43	22	1NV
44	88	2ndD, MS
45	22	1NV
46	78	2ndZ+
47	69	2ndOP
48	14	14
49	53	(
050	24	CE
51	75	—
52	36	2ndPgm
53	11	11
54	71	SBR
55	68	2ndNOP
56	54	)
57	24	CE
58	52	EE
59	22	1NV
060	52	EE
61	32	$X \rightleftharpoons t$
62	03	3
63	08	8
64	01	1
65	93	.
66	06	6
67	01	1
68	02	2
69	03	3
070	06	6
71	05	5
72	01	1

将显示寄存器值带入括号内。

调用库存程序 11 的子程序 2nd
NOP(见后), 检验三角函数及
对数功能, 由于计算结果 $X < 0$
故 1nX 闪烁, CE 指令停止闪烁。

58~60 单元指令截断显示寄存
器中 11~13 位的尾数, 截尾后
由 028~056 步计算所得数值
应等于:

381.6123651 将此数值在
第 61 步存入 T 寄存器, 然后在
显示寄存器中再引入数值
381.6123651。

73	67	2nd X=t
74	96	2ndWrite
75	00	0
76	85	1/X
77	76	2nd Lbl
78	96	2ndWrite
79	58	2nd Fix
080	09	9
81	69	2ndOP
82	00	00
83	03	3
84	01	1
85	01	1
86	03	3
87	04	4
88	02	2
89	02	2
090	04	4
91	02	2
92	02	2
93	69	2ndOP
94	03	03
95	01	1
96	03	3
97	03	3
98	07	7
99	02	2
100	04	4
101	03	3
102	02	2

~ 5 ~

测试显示寄存器值是否等于 T 寄存器值，如果相等，即按普通标号 2ndWrite 地址转移到 077 步，如果 $X \neq t$ ，则不转移进入 75 步，产生闪烁显示，直到 109 步引入数值 5 至停止程序运转仍保持闪烁显示“5”，以说明诊断有故障。

081~108 步以及 109~110 步印出 NAVIGATION(航海)以及航海程序库代号 5。详见《热印机控制》一章中第六节〈打印专用控制操作〉

1 0 3	03	3	
104	01	1	
105	69	2nd OP	
106	04	04	
107	69	2nd OP	
108	05	05	
109	05	5	引入 5
110	99	2nd F r t	印出指令
111	92	1NV SBR	停止程序运转, 显示 5。

NG—04 变换阵位程序

此程序根据下列矢量方程编制:

$$\vec{V}_m = (\vec{P}_2 - \vec{P}_1) / \Delta t + \vec{V}_g$$

式中:

$\vec{V}_g$ ($\vec{V}_m$) — 旗舰 (机动舰船) 的速度向量。

$\vec{P}_1$ ($\vec{P}_2$) — 距离向量

Δt — 变换阵位要求的时间

S_g — 旗舰航速

S_m — 机动舰船所需行驶的航速

C_g — 旗舰的真航向

C_m — 机动舰船应保持的真航向

D_1 — 旗舰与机动舰船之间的初始距离

D_2 — 机动舰船与旗舰之间所要达到的距离

B_1 — 从旗舰到机动舰船的初始真方位

B_2 — 要求的真方位。

如果引入的是相对方位而不是真方位, 程序中根据真方位 = 相对方

位+真航向的关系将它们换算成真方位，此程序将按指令完成换算。

用 户 指 令

步	进	程	引	入	按 键	显 示
1.	选定程序				2ndPg _m 04	
2.	选定角模				2nd Deg	
3a	引入旗舰航速	S_g (节)			A	以前的 S_g (节)
3b	引入旗舰真航向	$C_g(DDD.d)$			A	以前的 C_g
4a	引入初始距离	D_1 (海里)			B	以前的 D_1 (哩)
4b	和方位	$B_1(DDD.d)$			B	以前的 B_1
5.	如果 B_1 是相对方位换算成真方位				2ndB'	真方位 1 (DDD.d)
6a	引入所要求的距离	D_2 (哩)			C	以前的 D_2
6b	和方位	$B_2(DDD.d)$			C	以前的 B_2
7.	如果 B_2 是相对方位换算成真方位				2ndC'	真方位 2
8.	机动允许的时间	$\Delta t(HHMMSS)$			D	$\Delta t(HH.hh)$
9.	计算机动舰的速度和航向				E	S_m (节)
					R / S	$C_m(DDD.d)$

注： 3、4、6 的 a、b 部分必须同时改正。

如果任一数据为 0，要引入 0。

寄存器存数：

R_{00}		R_{05}		R_{10}		R_{15}	
R_{01}	B_1	R_{06}		R_{11}		R_{16}	
R_{02}	D_1	R_{07}		R_{12}		R_{17}	S_g
R_{03}	E_2	R_{08}		R_{13}		R_{18}	C_g
R_{04}	D_2	R_{09}		R_{14}	Δt	R_{19}	
						R_{20}	已 用
						R_{21}	已 用
						R_{22}	已 用

NG-04 变换阵位程序

单元和键码	键	序	说 明
000 76	2nd	LB1	标号 A ' 的子程序 (000~008) 将引入数值除以小时为单位的 Δt , 使之成为以小时为单位的矢量。
1 16	2nd	A'	
2 53	(		
3 24	CE		
4 55	$\div$		
5 43	RCL		
6 14	14		
7 54	)		返回到调出点的下一步。标号 E 的程序段 (009~076) 为本程序的主程序。用以计算机动舰船所需行驶的速度和航向。在此用的是矢量加减法求出合成矢量 $\vec{V}_m$ 即机动舰船所需行驶的速度和航向。
8 92	1NV	SBR	
9 76	2nd	LB1	
010 15	E		
11 43	RCL		
12 04	4		
13 16	2nd	A'	
14 32	$\vec{X} \Rightarrow t$		具体作法是通过调用标号 A ' 的子程序分别将 $\vec{P}_2, \vec{P}_1$ 转换为以小时为单位的矢量, 然后分别将 $\vec{P}_2, \vec{P}_1, \vec{V}_g$ 各矢量的极座标 (R, θ) 转换为直角座标 (X, y) , 将各 X 向量 (横向) 加入寄存器 20, 各 y 向量 (纵向) 加入寄存器 21, 再将总和的 X 向量和 y 向量由直角座标转换为极座标求出矢量 $\vec{V}_m$ 的 R (机动舰船航速) 和 θ (机动舰船航向)。由于从直角座标转换为极座标键序所计算的 θ 角是 $-90^\circ \leq \theta < 270^\circ$
15 43	RCL		
16 03	3		
17 37	2nd	P $\rightarrow$ R	
18 42	STO		
19 20	20		
020 43	RCL		
21 02	2		
22 94	+/-		
23 16	2nd	A'	
24 32	$\vec{X} \Rightarrow t$		
25 42	STO		
26 21	21		

27	43	RCL
28	01	1
29	37	2nd P→R
030	44	SUM
31	20	20
32	43	RCL
33	17	17
34	32	X↔t
35	44	SUM
36	21	21
37	43	RCL
38	18	18
39	37	2nd P→R
040	44	SUM
41	20	20
42	53	(
43	43	RCL
44	21	21
45	85	+
46	32	X↔t
47	54	)
48	32	X↔t
49	43	RCL
050	20	20
51	22	1NV
52	37	2nd P→R
53	32	X↔t
54	42	STO
55	22	22
56	32	X↔t

即所计算的角在第四象限时用负角显示，为统一按圆周算法 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 显示，对 θ 角进行测试，（第58步测试，57步先清除T寄存器）。当 $\theta < 0$ 时，经过第61~67步，加 360° 变负角为正角。当 $\theta \geq 0$ 时则按照三位数绝对地址转换到第68步在座标转换中注意以下两点：

1、在极座标(R, θ)中， θ 是自X轴正向反时针度量的而在航海上度量航向、方位、流向等均系自Y轴正向（北）顺时针度量，故在座标转换运算中键序应做如下改变：

极座标转换为直角座标：

引入	按	键	显示
R		X↔t	
θ		2nd P→R	X
		X↔t	y

直角座标转换为极座标：

引入	按	键	显示
----	---	---	----

57	29	2ndCP
58	77	2ndX $\geq$ t
59	00	
060	68	068
61	53	(
62	24	CE
63	85	+
64	03	3
65	06	6
66	00	0
67	54	)
68	32	X $\rightarrow$ t
69	43	RCL
070	22	22
71	98	2ndAdV
72	99	2ndPrt
73	92	1NVsBR
74	32	X $\rightarrow$ t
75	99	2ndPrt
76	92	1NVsBR
77	76	2ndLb1
78	11	A
79	99	2ndPrt
080	48	2ndExC
81	18	18
82	48	2ndExC
83	17	17
84	92	1NVsBR
85	76	2ndLb1
86	12	B

~ 1 1 ~

y	X $\rightarrow$ t	
X	1NV2ndP $\rightarrow$ R	0
	X $\rightarrow$ t	R

2、在连续进行座标转换时，在两次转换的衔接处可以省去一个程序步，例如将24~26步插入19~20步之间，则在第23步之后必需再加一步指令X $\rightarrow$ t，下同。

将运动舰航向存入T寄存器。

调回运动舰航速，到显示寄存器中。

走纸空一行

印出运动舰航速(S_m)

停止程序，显示S_m。

将运动舰航向交换至显示寄存器。

印出运动舰航向。

停止显示运动舰航向。

77~84为标号A的程序段，用于引入旗舰航速和航向通过存储交换先引入的航速经过显示寄存器被存入数据寄存器18，而当后引入的航向进入数据寄存器18之后，旗舰航速回到显示寄存器又进入数据寄存器17。