

计算机技术在底拖网设计中应用的研究

任志忠 刘予广

一九八七年十月

计算机技术在底拖网设计中 应用的研究

任志忠 刘予广

(南海水产研究所)

1987年10月

摘 要

本报告叙述了 CAD 技术在底拖网设计中的应用。建立了主要国营渔业公司底拖网的数据文件库；采用入作为网具的线尺度放大系数设计新网；编制了检索、设计、绘制网具图等应用软件。用户给出主机马力、预定拖速、平均半目尺寸及平均线径等四个参数，在二十分钟内便可以获得新网的全部数据和准确的网衣展开图。文中附有过程、例及其结果。

一、前 言

本课题的主要研究内容是用计算机对底拖网具作辅助设计及绘图，即把 CAD (Computer Aided Design) 技术应用到底拖网具的设计上。其目的是建立全国主要国营海洋渔业公司现用底拖网具资料文件库，以库内网具为母型，采用底拖网具设计程序模块快速、准确地为各拖网渔业企业用户设计与渔轮相匹配的底拖网具及自动绘制网具展开图，提高底拖网具设计环节的自动化水平及缩短设计周期；另一意图是通过全国底拖网具资料文件库的建立，探讨底拖网具数据进机的统一格式，以随时检索各公司的网具参数，为生产单位及科研单位提供设计及研究的基本原始资料。因此，这项工作是海洋捕捞网具方面计算机应用的基础工作。

本课题完成了底拖网资料文件库的建立、底拖网设计、自动绘制网具图、计算机检索网具资料等四个方面的软件编制工作。在此之前对大连、烟台、青岛、上海、宁波、舟山、福州、广州、海南、广西等国营海洋渔业公司现行的底拖网具进行了调研，并对上述公司的底拖网具资料用手工整理、加工和复算，研制数据文件格式，按文件的要求把底拖网具数据表格化。同时，对我国现行底拖网的设计方法进行了归纳对比，在各种设计方法中采用了以往国内模型试验及实船测试研究中总结出的经验公式作为应用软件设计的基础，对设计中产生的参数再由计算机作第二次修正。

作者认为,在底拖网的计算理论迄今为止仍无统一标准的条件下,与其强调必需统一方法标准,不如利用实践证明可行的经验方法,加速渔捞网具设计上使用计算机的步伐,把网具设计水平提高一步。

二、底拖网设计方法

底拖网的设计,根据设计者的不同要求,可以有很多方法。其主要有:根据主机马力大小确定上纲的长度或网口周长(小山武夫1978);固定袖网间距之后再用悬链线模拟网口形状,决定网口周长,进而推算袖网长度、天井网长度,根据袖网与身网的比例决定身网的长度(方国华1982);用模型网试验的方法,放大后逐步修改(Dickson, W. 1959)。

本课题采用动力相似原理,根据主机马力数、拖速、平均网目尺寸及平均线径等确定网口周长放大系数,作为整体网具的线尺度放大系数,以此推算网具各部份的尺寸。最后根据马力与拖速确定沉浮力的配置。

2.1 线尺度放大系数的确定

据全国拖网阻力计算协作组(1976)进行的模型、实船测试研究,认为我国现行二片式底拖网阻力可用下式计算:

$$R = K \frac{d}{a} L C V^{1.75} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

式中R……网具阻力

K……阻力系数

d……网具平均线径(含囊网)

a……网具半目大(身网第一筒)

L……网具全长

C……网口周长

V……网具拖曳速度。

若母型网在实践中证明与渔轮主机马力匹配适当;能满足使用者在拖速上的要求,在新设计的网具所使用的机型,船型又大致相同的条件下,可以不计算船舶阻力及机器的推进效率等各种参数,从而简化了计算步骤。因此,有效马力可用主机额定马力来表示。

据动力相似,有

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{R_2 V_2}{R_1 V_1} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

式中 N_1 ……母型网船主机额定马力

N_2 ……新网船主机额定马力

R_1 ……母型网在 V_1 拖速下的阻力

R_2 ……新网在 V_2 拖速下的阻力

①式代入②式, 有

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{K_2 \frac{d_2}{a_2} L_2 C_2 V_2^{2.5}}{K_1 \frac{d_1}{a_1} L_1 C_1 V_1^{2.5}} \dots\dots\dots ②$$

设网具全长与网口周长之比为B, 即 $B = L/C$ 。在新网与母型网网型相同的条件下有

$$K_2 = K_1$$

$$B_2 = B_1$$

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{L_2/C_2}{L_1/C_1}$$

$$L_2/C_2 = L_1/C_1$$

因此, ③式可写成

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{(d_2/a_2) C_2^2 V_2^{2.5}}{(d_1/a_1) C_1^2 V_1^{2.5}}$$

令 $\lambda = C_2/C_1$, 所以

$$\lambda = \sqrt{\frac{N_2}{N_1} \frac{d_1/a_1}{d_2/a_2} \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{2.5}} \dots\dots\dots ④$$

用④式作为新网的线尺度放大系数。那么, 在键盘上给出渔轮的额定马力、拖速、平均半目尺寸、平均线径值等四个参数, 即可得入值。

2.2 沉浮力的确定

据动力相似, 有

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{G_2}{G_1} = \frac{R_2}{R_1} \dots\dots\dots ⑤$$

式中 Q_1 ……母型网静浮力

Q_2 ……新网静浮力

G_1 ……母型网沉纲空气中重量

G_2 ……新网沉纲空气中重量

在主机类型相似的情况下, 有

$$N \approx RV/75$$

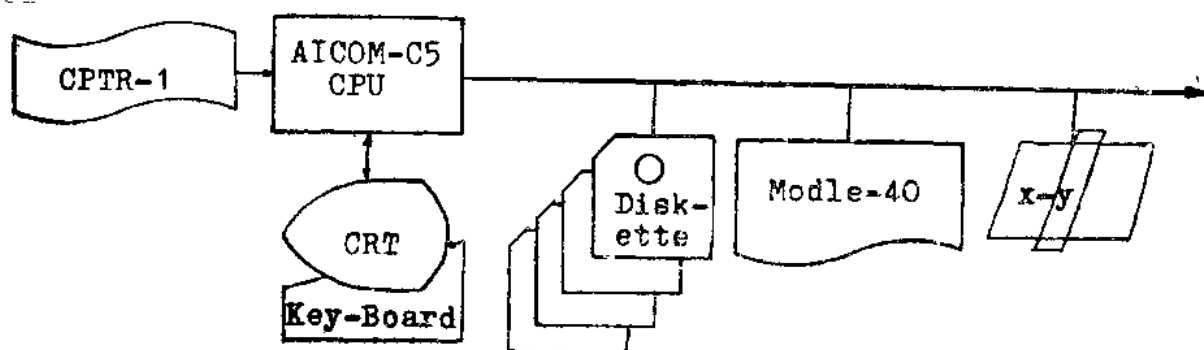
因此, ⑤式可写成

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{G_2}{G_1} = \frac{N_2 V_1}{N_1 V_2} \dots\dots\dots ⑥$$

以⑥式计算新网的沉浮力。

三、计算机硬件设备

本课题在我所日本AICOM—C₅小型计算机系统上实现。
硬件构成见下图。



硬件表:

名 称	型 号	数量	性 能
主 机	AICOM-C5	1	32KW, 500ns
软盘驱动器	C5-FDU	4	256KB/set
视屏控制器	VG-270	1	960ch/min
宽行打印机	Modle-40	1	132ch/L., 5L/sec
纸带输入机	CPTR-1	1	8Code/400ch/sec.
X-Y绘图仪	DPL-603	1	400step/sec., step0.1mm 750mm*30m

四、应用软件

4.1 底拖网资料文件库格式

底拖网资料文件库在AICOM—C₅小型计算机的外存软盘上建立。在主机内存设计一定空间的缓冲区与外存数据建立联系。软盘驱动器四台。软盘容量为256kB/1Sheet, 一个记录段 (Sector) 为 256BYTE, 因此, 大约有 1000Sector/1Sheet。根据磁盘操作系统 (FDOS—5) 文本的规定: 0—12Sector 为用户盘名称标记及文件名称记录段, 961Sector 以后, 作为盘片的备用记录段。

在文件库的设计中，根据每张网具的实际数据量，来决定记录长度。经计算，每张网的数据占 8 Sector，依次排列。每片软盘用于存放数据的记录长度定为 949 Sector，以一个文件的形式存放。其格式见下图。

磁盘区域划分：

User	Disk	Label	0 sector
File	Directory		1 sector
File	irec15		13 secto
net1			
net2			
net3			
...			
netN			
			949 sector

空白盘片预置和定义命令是：

\$ DI, 7, CODE, Label

\$ DF, 7, A, IREC15/D, 949

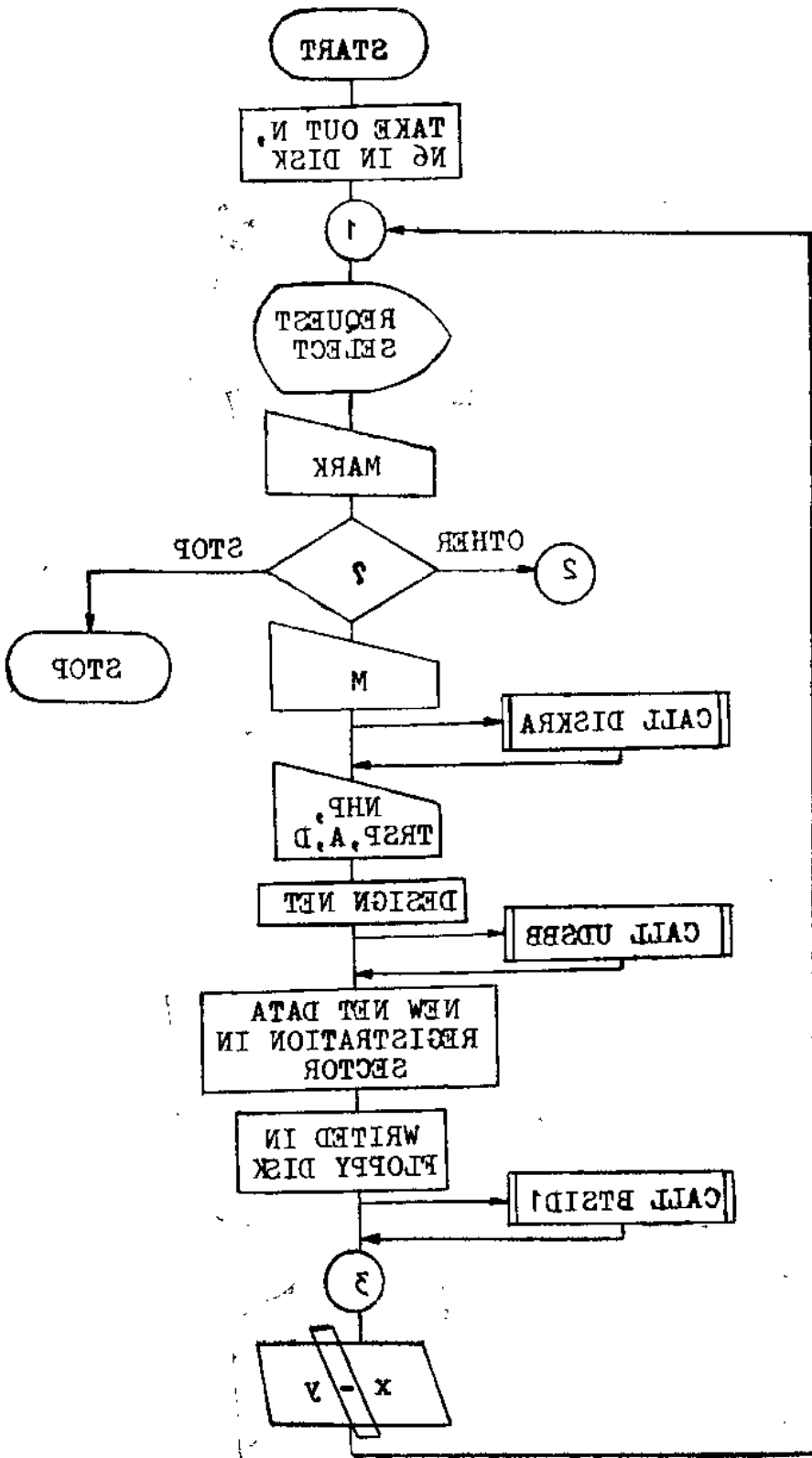
盘片名称和文件名称、数据类型、文件长度等由此固定。底拖网数据和符号按规定的格式记入盘片。文件库具有自动扩充功能以存贮新的网具资料。

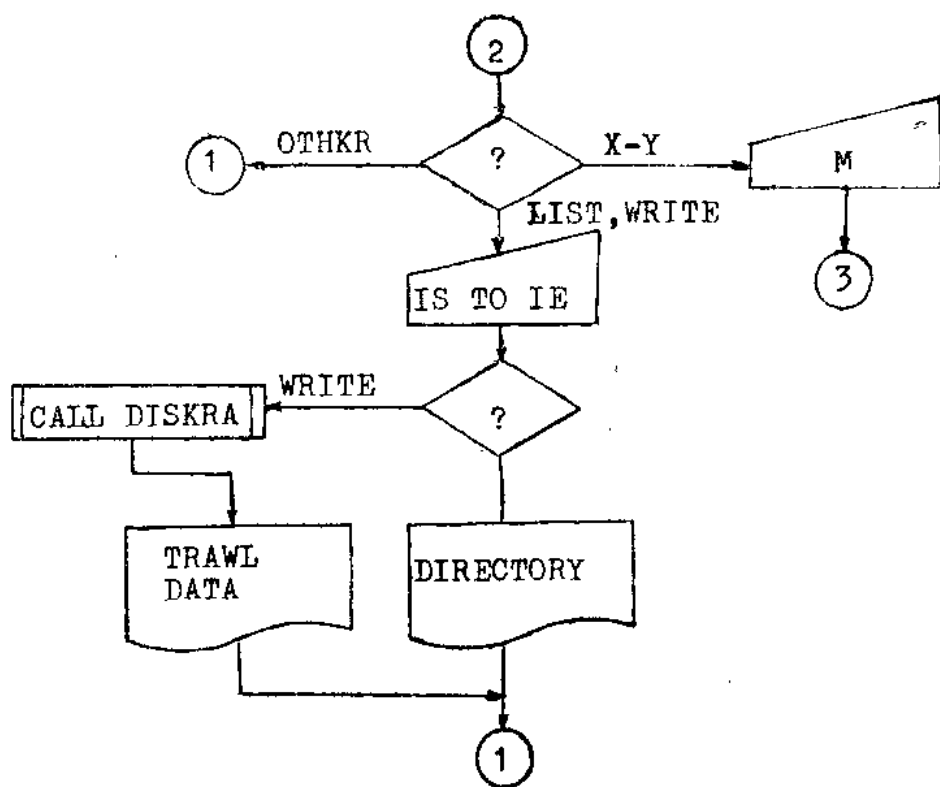
4.2 应用软件的工作框图和功能

应用软件由六个独立的程序块组成。其中包括一个主程序，五个子程序。为了避免繁杂的标志符说明，框图只以工作简图形式表示。

4.2.1 主程序工作框图

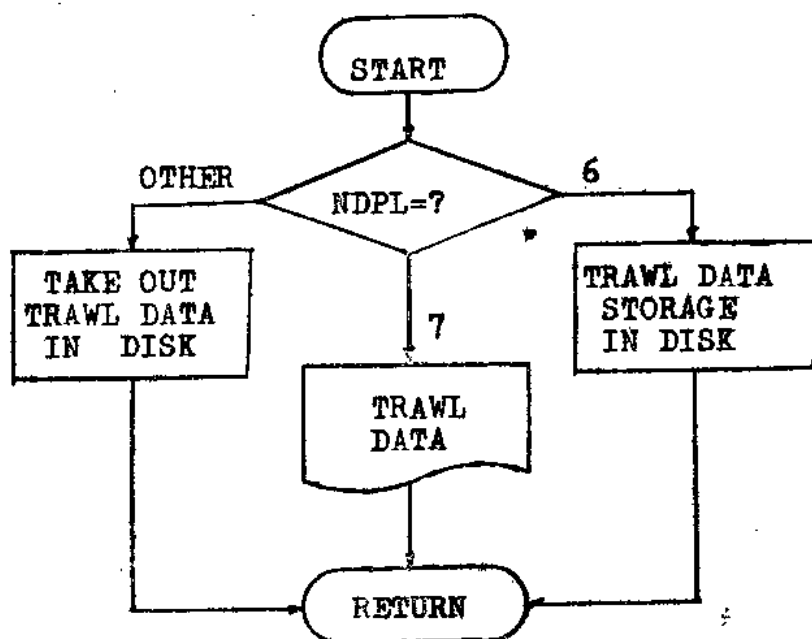
Job block diagram of Program TRDIPR



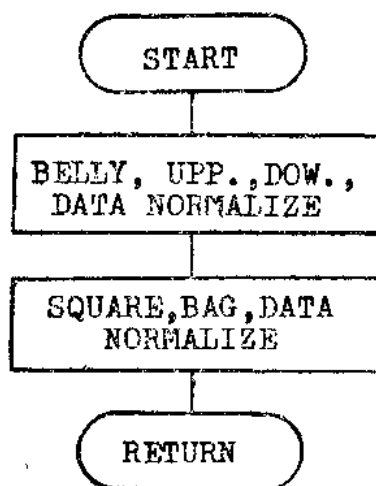


4.2.2 子程序工作框图

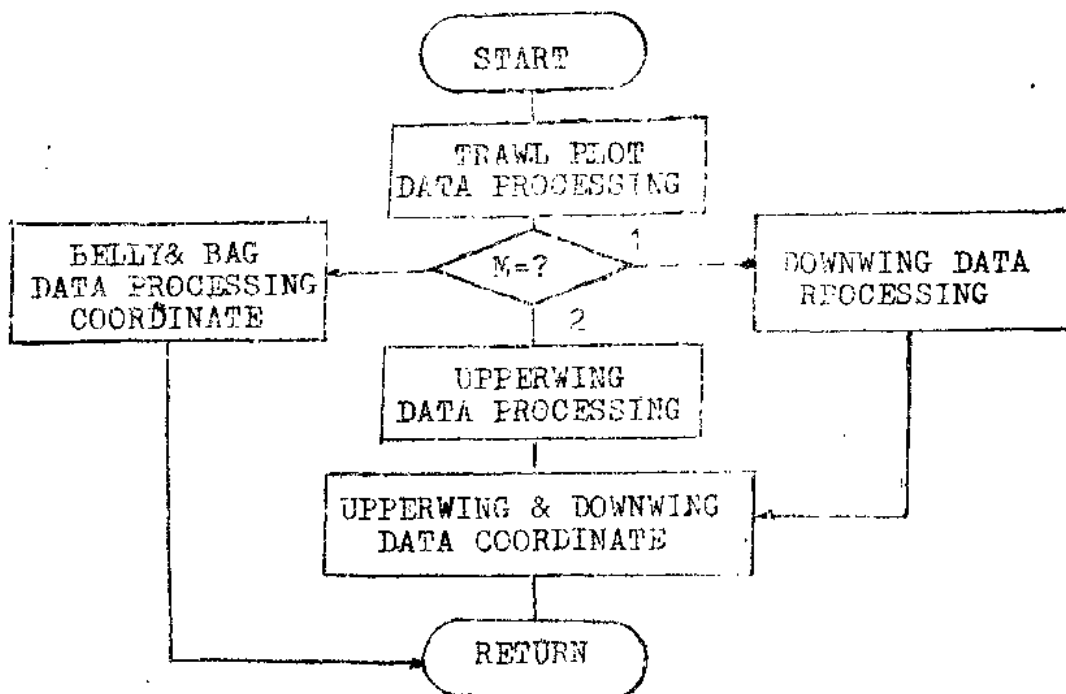
Job block diagram of SUBROUTINE DISKRA



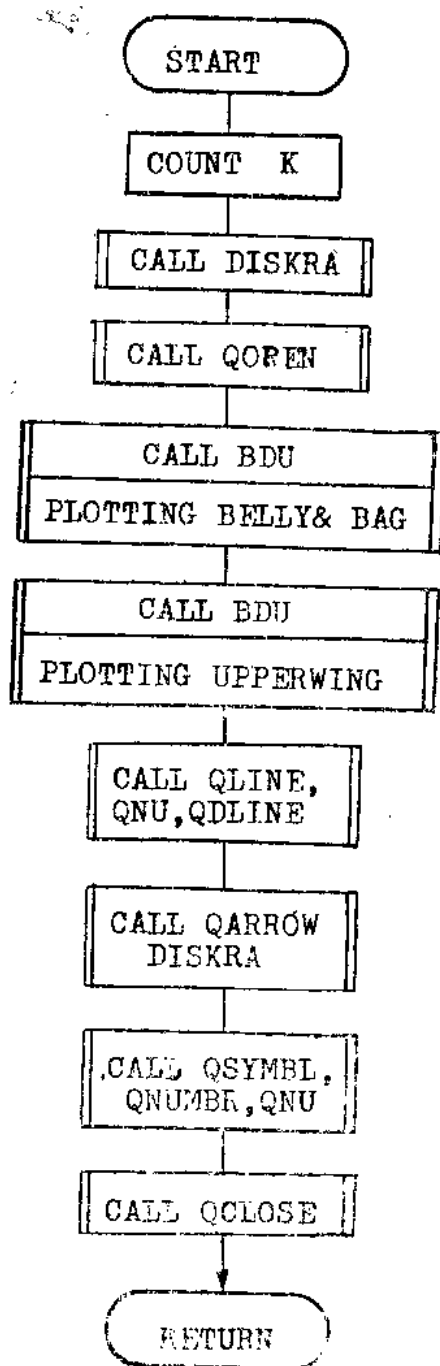
Job block diagram of SUBROUTINE UDSBB



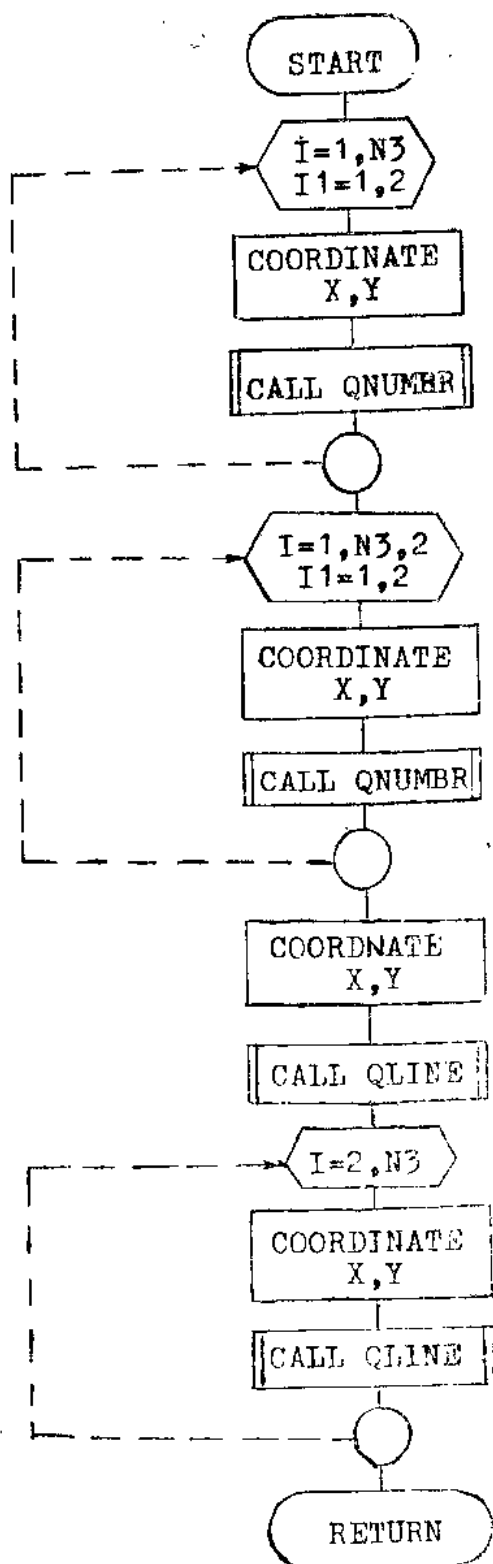
Job block diagram of SUBROUTINE BDU



Job block diagram of SUBROUTINE BTSID1



Job block diagram of SUBROUTINE QNU



4.2.3 程序清单及功能

程序表:

程序名称	内 容 简 述
主程序 TRDIPR	底拖网设计, 库内检索, 网图绘制等。
子程序 DISKRA	磁盘直接存取拖网数据, 打印底拖网数据表格。
UDSBB	按磁盘存取要求, 将数据整理好, 为设计新网存放在磁盘里做准备。
BDU	按绘图的要求把数据进行处理并定出坐标点。
BTSID1	绘制底拖网具图。
QNU	在网图上确定坐标, 并填写数据、箭头和纲长。

此外, 在程序中调用了机内绘图软件包。

程序框图略语表

略 语	意 义
N	#7 磁盘中的网具做量。
N6	#8 磁盘中的网具数量。
MARK	在STOP、DESIGN、LIST、WRITE、X—Y等中选择。
M	网具号码。
NHP	新网的渔轮马力(匹)。
TRSP	新网的拖速(节)。
A	新网的平均半目大(毫米)。
D	新网网线的平均线径(毫米)。
is To iE	输入起止网具号码。
NDPL	识别标志符。在6、7和此外的数中选择。
K	磁盘中磁道号。
N _s	身网段数。

4.2.4 程序运行批处理命令清单

按AICOM—C₆文本资料的BATCH命令格式以及底拖网设计应用软件的要求, 程序运行处理命令清单为:

```
$ BA, 3, TRDESY
$ UN, 6, 13
$ UN, 7, 25
$ UN, 8, 26
$ UN, 9, 27
$ UN, 10, 3
$ FI, 7, IREC15/D, 5
$ FI, 8, IREC15/D, 4
$ RU, 3, TRDI PR/A
```

五、操作实例

5.1 例行操作

例行操作指日本AICOM—C₆小型机的启动和磁盘操作系统的运行。系统运行之后, 在屏幕上显示:

```
SYS DISC CODE CR32
INPUT DATE YY-MM-DD
```

请求输入工作日期。在键盘输入××—××—××(年一月一日)信息。回车后键入\$ JO, 再回车后屏幕显示:

```
JOB   **-*-*   (年一月一日)
JOB   **-*-*   (年一月一日)
```

此时, 计算机已进入待命状态。

5.2 底拖网设计系统运行操作

底拖网设计应用软件的运行, 是由批处理命令实现的。设计者在键盘上输入

```
$ BA, 3, TRDESY
```

之后, 系统进入人机会话阶段。首先屏幕显示:

```
PLEASE INPUT DES OR LIST, WRITE, XY, STOP
```

提供用户五种选择: 设计新网, 检索库内网具目录、打印库内某一网具参数、绘制网具图和停机。

若设计新网, 则在键盘上输入DES., 程序进入设计块, 屏幕显示:

```
PLEASE INPUT PROTOYPE TRAWL NUMBER
```

计算机要求输入母型网的号码。用户根据需要, 选择库中的某一网型作为母型。如选择第1号网(大连海洋渔业公司850◇/200mm), 在键盘上打入1, 计算机屏幕上显示:

```
PLEASE INPUT USE UNIT
```

计算机要求键盘输入使用单位名称,以汉语拼音字符表示。其形式为 $\times \times \cdots \times$ (允许16个字符)。输入之后,屏幕显示:

NHP=? TRSP=? A=? D=?

计算机要求键盘输入用户对设计新网的要求:NHP表示渔轮主机马 力 数 (匹); TRSP表示新网的预定拖速 (节); A表示包括囊网的新网平均半目尺寸 (毫米); D表示包括囊网的新网平均线径 (毫米)。以上四个数据要求以实型数在键盘上输入。

数据输入之后,由计算机运算处理,并打印出新网的全部数据。见附录①。根据新网的数据由X—Y绘图仪绘制网具展开图。见附录②。

例:

烟台渔业公司新造对拖渔轮,主机马力为1200匹/台,拟选用舟山渔业公司600匹 $\times$ 2, 444 $\diamond$ /400mm对拖网为母型,新网要求拖速达3.5节,网目平均半目尺寸为135毫米,平均线径为4.5毫米。试设计新网全部参数及绘制网具图。

操作步骤:

①输入\$BA, 3, TRDESY命令后,程序开始运行。

②屏幕显示:

PLEASE INPUT DES OR LIST, WRITE, XY, STOP
键盘输入: DES,。

③屏幕显示:

PLEASE INPUT PROTOTYPE TRAWL NUMBER.

舟山444 $\diamond$ /400mm网在库内的编号为16,因此键入16。

④屏幕显示:

PLEASE INPUT USE UNIT.

键入: YANTAI (烟台)。

⑤屏幕显示:

NHP=? TRSP=? A=? D=?

键入: 1200, 3.5, 135, 4.5.

⑥宽行打印机打印出新网数据表格。见附录①。

⑦X—Y绘图仪绘出网具展开图。见附录②。

5.3 底拖网资料文件库的目录检索操作。

系统运行之后,显示:

PLEASE INPUT DES OR LIST, WRITE, XY, STOP.

键入: LIST。屏幕显示:

TYPE FIRST AND LAST TRAWL NUMBER NOS.

键入需要检索库内网具的号码区间。例如: 1, 31。表示要检索第1号网至第31号网的目录。打印形式见附录③。

5.4 底拖网资料文件库数据表检索操作

系统运行之后,显示:

PLEASE INPUT DES, OR LIST, WRITE, XY, STOP.

键入: WRITE。显示:

TYPE FIRST AND LAST TRAWL NUMBER NOS.

键入: 1, 2。表示第1号网至第2号网的数据表输出。打印格式与新网设计数据表相同。

参见附录①。

5.5 底拖网资料文件库网具展开图的绘制操作

系统运行后, 显示:

PLEASE INPUT DES OR LIST, WRITE, XY, STOP

键入: XY, 则显示:

PLEASE INPUT TRAWL NUMBER

键入库内网具号码。如: 5, 则在绘图仪上绘出库内第5号网具实际比例的展开图。见附录②。

5.6 系统运行终止操作

系统运行之后, 显示:

PLEASE INPUT DES OR LIST, WRITE, XY, STOP

键入: STOP, 则显示:

STOP

系统运行终止。

六、结论与讨论

1. 各国对底拖网的设计方法不尽相同, 国内, 各海区因捕捞对象, 船舶主机性能、海区环境等的差别, 所采用的方法也不尽相同。在底拖网设计方法没有标准化之前, 虽然给计算机的应用带来困难, 但是, 探索性地试验研究仍然是十分必要的。通过本课程题的研究, 作者认为CAD技术能够应用到海洋底拖网的设计上。

2. 设计公式

$$\lambda = \sqrt{\frac{N_2}{N_1} \frac{d_1/a_1}{d_2/a_2} \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{2.5}}$$

以入为放大系统计算出新网各部份的线尺度。

沉浮力的配置以下列公式计算:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{G_2}{G_1} = \frac{N_2 V_1}{N_1 V_2}$$

水深范围: 在我国东海以北为40米左右, 南海为80米左右。不在以上水深范围的海区, 沉浮力配置可根据经验调整。

3. 计算机键盘输入以下4个数据:

NHP...新网主机额定马力。

V.....新网预定拖速。

A.....包括囊网的新网平均半目尺寸。

D……包括囊网的新网平均线径。

4. 新网与母型网的网型相同。

5. 设计一张新网所需时间为20分钟左右

6. 本系统除具有设计新网功能外, 还可利用全国国营底拖网资料文件库随时检索各公司的拖网参数, 为拖网其他方面的研究提供基础资料。

7. 本系统的使用仅限国营渔轮单、双拖作业网具, 对渔轮型的群众渔业底拖网亦适用, 机帆船的网型设计有待今后扩充。

8. 新网设计, 应具有主机推进效率, 船型大致相同的条件。据我国目前现有渔轮状况统计, 推进效率在0.26至0.28区间(陈兴崇, 1979)。根据渔轮阻力计算协作组(1976)对我国部份渔轮实测: 拖网渔轮两曳纲总张力与系柱拖力的平均比值为0.8。说明船舶阻力约占0.2左右。因此本系统的设计以国内渔轮的性能大致相同为条件, 而不考虑推进效率及船型的因素, 简化了计算内容。

承本所冯顺楼高级工程师、周传智、刘同渝助理研究员审阅, 作者深致谢意。

参考文献

方国华, 1982, 207型疏目快拖网的设计及其理论计算。中国水产学会海洋捕捞专业学术讨论会论文报告选编。1982年, 183—192。

李大成编译, 1979, 单拖船拖力和渔具规模的关系(日, 小山武夫)。国家水产总局南海水产研究所情报室编: 水产科技情报, 第16期, 1—

6。

陈兴崇, 1979, 双拖渔船主机额定马力与网具大小的关系的初步研究, 湛江水产学院海渔系, 1979年, 10月, (油印本)。

渔轮拖网阻力计算协作组, 1976, 机轮拖网模型水池试验报告。上海市水产研究所(油印本)。

渔轮拖网阻力计算协作组, 1976, 南海600马力单拖渔轮拖网实测小结。上海市水产研究所(油印本)。

渔轮拖网阻力计算协作组, 1976, 上海600马力对拖渔轮拖网阻力的测定。上海市水产研究所(油印本)。

Dickson, W., 1959, The use of the net as a method of developing trawling gear. Modern Fishing Gear of the World, 166—174. Fishing News (Books) Ltd., London.

附录① 文中例题结果(新网参数表)

NO	33
USE UNIT	YAN TAI
NETNAME	534/417
HP	1200×2

TRAW SPEED	3.50
NETPERIMETER	222.68
NETLENGTH	134.40
D/A	0.0333
HEADLINE	25.07
BOSOM	7.52
FOOTROPE	28.62
GROUNDROPE	13.79
FOOTROPEWEIGHT	1182.86
CUOYANCY	874.29

UPPERWING LENGTH, 20.22

	Length	meshsize	mesh	upp-line	upp-point	down-line	down-point
11.47	417.00	27.50	7.09	17.00	38.16	91.50	
4.38	417.00	10.50	40.87	98.00	45.45	109.00	
4.38	417.00	10.50	47.54	114.00	55.04	132.00	

DOWNWING LENGTH, 30.44

	Length	meshsize	mesh	upp-line	upp-point	down-line	down-point
11.47	417.00	27.50	4.59	11.00	30.65	73.50	
8.55	417.00	20.50	32.53	78.00	34.40	82.50	
10.42	417.00	25.00	35.03	84.00	36.90	88.50	

SQUARE LENGTE, 10.42

	Length	meshsize	mesh	upp-line	upp-point	down-line	down-point
10.42	417.00	25.00	126.35	303.00	111.34	267.00	

BELLY LENGTH, 92.01

	Length	meshsize	mesh	upp-line	upp-point	down-line	down-point
13.97	417.00	33.50	111.34	267.00	91.32	219.00	
25.17	208.00	121.00	91.00	437.50	53.56	257.50	
15.13	125.00	121.00	54.13	433.00	39.06	312.50	
10.04	83.00	121.00	38.93	469.00	28.97	349.00	
10.04	83.00	121.00	28.97	349.00	20.96	252.50	
8.83	73.00	121.00	21.06	288.50	15.80	216.50	
8.83	73.00	121.00	15.80	216.50	10.55	144.50	

BAG LENGTH, 11.73

	Length	meshsize	mesh	upp-line	upp-point	down-line	down-point
11.73	65.00	180.50	7.83	120.50	7.83	120.50	