

海洋资料浮标工程手册

国家海洋局管理监测司 编



海 洋 出 版 社



海洋资料浮标工程手册

国家海洋局管理监测司编

海洋出版社

1992.6 北京

内 容 简 介

本书以复杂系统论、信息论、力学、海洋学为理论基础,结合海洋资料浮标详细阐述了海洋动力环境浮标监测技术理论及其相关的观测、通信等技术体系。之后,详细介绍了浮标总体设计及其各子系统(浮标体、锚系、数据采集与控制、通信、供电、传感器等)的原理及设计,并配合详实的示例。

本书涉及海洋资料浮标及海洋观测技术方面的众多最新的理论和技术问题,不仅可供海洋科学研究、海洋观测技术探索、海洋资料浮标研发的学者、工程技术人员阅读,也可供我国海洋、气象业务管理部门参考。

图书在版编目(CIP)数据

海洋资料浮标原理与工程/王军成著. —北京:海洋出版社, 2013. 12
ISBN 978 - 7 - 5027 - 8748 - 6

I. ①海… II. ①王… III. ①海洋气象浮标 IV. ①P716

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 286779 号

责任编辑:高 英

责任印制:赵麟芬

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京旺都印务有限公司印刷 新华书店发行所经销

2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月北京第 1 次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:21.75

字数:510 千字 定价:98.00 元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

《海洋资料浮标工程手册》是“七五”期间我国依靠自己的力量研制海洋资料浮标，以及引进和吸收国外先进浮标技术的总结。在这本《手册》中，就国产直径 3m (FZS1—1 型) 小浮标、直径 10m (FZF2—1 型) 大浮标和英国 DS14 型海洋资料浮标等三种标型的基本结构、系统工作原理、各部分的工程技术特点，以及操作和检查的基本步骤都作了较详尽地介绍，记录了这一历史时期我国研制和引进浮标技术的水平和状况，也为我国继续发展浮标遥测技术奠定了基础。它的出版，对于浮标作业人员有系统地学习和提高，对于关心和了解浮标事业发展的人们来说，都会提供有益的帮助，也可供科研和教学单位使用。

“七五”期间浮标技术之所以能够得到较大进展，它同国务院有关部门以及各级领导的关心和支持是分不开的，是广大科技人员刻苦钻研、奋力攻关的结果，也是所有参加过这项工作的单位、以及工人同志们团结合作的结果。《手册》的作者们仅是将这些结果从工程和技术角度系统地进行总结，并在此基础上付诸以文字表达。

相信在今后一个时期，资料浮标作为海洋遥测的高新技术，也会像卫星遥感一样，将得到更快的发展，为防灾减灾、海洋环境预报、海洋工程、石油开发、交通运输、渔业生产等提供服务，也将揭示出更多的海洋奥秘，使人们对海洋的认识、开发和保护能力再上升一个新台阶。

国家海洋局管理监测司

1991 年 8 月 6 日

目 录

第 1 篇 FZS1—1 型海洋资料浮标

第 1 章 概述	(2)
1 浮标技术指标	(2)
2 浮标系统组成	(3)
3 浮标工作过程	(3)
4 浮标测量项目的要求与处理结果	(5)
第 2 章 电气部分	(6)
1 浮标微机系统	(6)
1.1 浮标微机主要特点	(6)
1.2 浮标微机技术指标	(7)
1.3 浮标微机主要功能板及功能	(8)
1.4 浮标微机系统软件	(10)
2 浮标微机系统检测设备	(11)
2.1 检测设备的组成	(11)
2.2 检测设备的主要功能	(11)
2.3 HX—20 的工作流程图	(11)
2.4 检测设备的连接	(12)
2.5 检测设备的操作	(12)
3 浮标传感器	(19)
3.1 传感器的安装要求	(19)
3.2 传感器的结构及工作原理	(20)
4 浮标导航灯	(27)
5 浮标电池	(27)
6 雷达反射器	(28)
7 浮标数据发送	(29)
7.1 短波数传机发送	(29)
7.2 超短波数传机发送	(31)
8 浮标数据接收	(32)
8.1 短波接收系统	(32)
8.2 超短波接收系统	(34)
9 ARGOS 系统	(35)
第 3 章 浮标体及系泊系统	(37)
1 浮标体	(37)
1.1 技术指标	(37)
1.2 浮标的安装及注意事项	(37)
2 系泊系统	(41)

2.1 水平系泊系统	(41)
2.2 单点系泊系统	(41)
2.3 系泊系统装配及注意事项	(41)
第4章 浮标的布放与回收	(42)
1 布放	(42)
1.1 布放前的准备工作	(42)
1.2 布放	(42)
2 回收	(44)
第5章 浮标与系泊的维护与保养	(45)
1 浮标体的维护与保养	(45)
2 系泊系统的维护与保养	(45)

第 2 篇 FZF2—1 型海洋资料浮标

第1章 系统概述	(48)
第2章 浮标系统	(49)
1 主要技术指标	(49)
2 浮标体结构	(50)
3 浮标锚泊系统	(52)
4 浮标各分机之间的连接关系	(52)
5 浮标数据采集和控制系统	(54)
6 浮标通信系统	(61)
7 浮标磁带记录及回放	(64)
8 浮标传感器	(72)
9 浮标电源系统	(76)
10 浮标定位系统	(76)
11 浮标检测设备	(78)
第3章 岸站接收处理系统	(84)
1 概述	(84)
2 主要设备功能	(85)
3 接收岸站信号流程	(86)
4 信息结构	(88)
5 岸站接收时序表	(91)
6 接收岸站使用说明	(91)

第 3 篇 Marex DS14 型资料浮标

第1章 DS14 型资料浮标概述	(96)
1 基本结构	(96)
2 各个分机的连接关系	(98)
3 测量系统的工作过程	(98)
4 各要素的测量要求和处理结果	(98)
第2章 传感器	(101)
1 风速传感器	(101)

2	风向传感器	(101)
3	相对湿度传感器	(102)
4	气压传感器	(103)
5	气温传感器	(103)
6	水温传感器	(104)
7	波浪传感器	(105)
8	海流传感器	(105)
9	方位传感器	(107)
第3章 微处理机舱		(108)
1	电源变换系统	(108)
2	微处理机系统	(109)
3	浮标测量系统工作方式选择	(111)
第4章 磁带记录仪和磁带回放机		(113)
1	磁带记录仪	(113)
1.1	概述	(113)
1.2	磁带通用记录格式	(113)
1.3	经过处理的数据记录格式	(114)
1.4	波谱数据记录格式	(116)
1.5	波浪原始数据记录格式	(116)
1.6	海流原始数据记录格式	(116)
2	磁带回放机	(116)
2.1	概述	(116)
2.2	磁带回放机前面板	(116)
2.3	磁带回放机后面板	(118)
第5章 ARGOS 系统		(119)
1	ARGOS 系统简介	(119)
2	ARGOS PTT 信息格式	(119)
3	ARGOS 发射机舱基本组成	(121)
4	ARGOS 电传资料格式	(121)
5	ARGOS 地区性用户终端 (LUT)	(125)
第6章 锚泊系统		(127)
1	锚泊系统概述	(127)
2	锚泊系统基本组成	(127)
第7章 室内检测		(129)
1	检测器	(129)
2	检测项目和检测步骤	(130)
2.1	设置时间	(130)
2.2	检测存储器	(132)
2.3	检测插针板	(133)
2.4	检测远程模数转换器	(134)
2.5	检测波浪、气压、气温、水温和相对湿度传感器	(134)
2.6	检测风速传感器	(134)

2.7	检测风向传感器和罗盘	(136)
2.8	检测声学海流计	(136)
2.9	检测磁带记录机	(136)
2.10	检测 ARGOS 发射机	(137)
3	仪器舱	(139)
3.1	仪器舱装配步骤	(139)
3.2	仪器舱使用注意事项	(140)
3.3	仪器舱修理方法	(140)
第8章	码头准备	(141)
1	组装浮标	(141)
1.1	浮标体预先检查	(141)
1.2	安装龙骨	(141)
1.3	安装桅杆	(142)
1.4	安装传感器圈	(142)
1.5	安装电缆	(142)
1.6	安装三脚架接线盒	(143)
1.7	安装接地装置	(143)
1.8	安装雷达反射器、罗盘、海流计和水温传感器	(143)
1.9	安装仪器舱	(143)
2	岸滨试放	(144)
3	布置锚系	(144)
第9章	海上布放、维护和回收	(145)
1	海上布放	(145)
1.1	布放计划	(145)
1.2	专用工具和设备	(145)
1.3	布放步骤	(145)
2	海上维护	(146)
3	海上回收	(147)

第 1 篇

FZS1—1 型海洋资料浮标

撰写人 许玉昆

第1章 概述

FZS1—1型海洋资料浮标能自动、定时、长期地测量所锚泊海域的水文气象参数,测量的结果自动记录在浮标内硬盘记录器上以便回放,同时通过短波、超短波及卫星系统将所测的数据传到岸站。FZS1—1型海洋资料浮标可在恶劣的海况下,现场测量海洋环境参数。其所测得的资料,对了解海洋环境,进而开发利用海洋,提高海洋环境预报的可靠性以及对海洋科学研究都有着十分重要的意义。

海洋资料浮标的作用,日益被人们所重视。随着现代科学技术的发展,海洋资料浮标的性能将更加优化,它在海洋环境监测中将起着愈来愈重要的作用。

1 浮标技术指标

1.1 使用环境极限条件

- (1) 水深 200m
- (2) 波高 25m
- (3) 表面流速 6kn
- (4) 风速 70m/s
- (5) 潮差 5m
- (6) 环境温度 $-20\sim+45\text{C}$

1.2 测量项目及其指标 (见下表)

序号	测量项目	测量范围	测量准确度
1	平均风速	0~60m/s	$\pm(0.5+V\times 5\%)$ m/s
2	平均风向	0~360°	$\pm 10^\circ$
3	最大风速	0~60m/s	$\pm(0.5+V\times 5\%)$ m/s
4	最大风向	0~360°	$\pm 10^\circ$
5	气温	$-15^\circ\sim+40\text{C}$	$\pm 0.5\text{C}$
6	水温	$-3^\circ\sim+35\text{C}$	$\pm 0.5\text{C}$
7	气压	850~1050hPa	$\pm 1\text{hPa}$
8	波高	0.3~20m	$\pm H\times 10\%$ m
9	波周期	2~25s	$\pm 2\text{s}$ (2~20s 保准确度)
10	表层流速	0.05~2m/s	$\pm(0.01+V\times 5\%)$ m/s
11	表层流向	0~360°	$\pm 8^\circ$
12	浮标方位	0~360°	$\pm 3^\circ$

1.3 定时采集传感器数据和数据发送

(1) 正常情况下, 浮标微机每天采集 8 次传感器数据, 即在北京时间 2、5、8、11、14、17、20 和 23 时正点前 20min 内采集各传感器数据, 正点后, 浮标微处理机处理各种数据, 数据处理完后, 随即发送数据。每天的 14 时, 除发送本次采集的数据外, 还重发前 8 次采集的数据。

(2) 浮标微处理机具有超限加密采集能力, 即当实测波高值大于设定的波高门限时(如波高大于 3m), 浮标自动转为每小时一次, 加密采集传感数据; 当实测波高值小于设定的波高门限时, 浮标又自动转为 3h 一次正常采集。

(3) 浮标具有自动检测浮标微处理机电池电压、短波电池电压和 ARGOS 卫星系统浮标平台发射机电池电压的功能。

1.4 数据发送方式

- (1) 以短波方式定时发送数据;
- (2) 以超短波方式定时发送数据;
- (3) 通过 ARGOS 卫星系统转发浮标数据。

1.5 浮标内数据存储器记录采集后处理过的数据及波浪原始数据, 最多可存贮一年的数据。

1.6 资料平均有效接收率不小于 80%:

$$\text{资料平均有效接收率} = \frac{\text{6 个月岸站实际收到的有效数据}}{\text{6 个月浮标应发的数据量}} \times 100\%$$

1.7 浮标在海上连续工作时间不少于 6 个月

1.8 浮标体直径 3m、浮标总长度 13.2m, 浮标总重量 3t。

1.9 锚泊方式为单点系泊

2 浮标系统组成

FZS1—1 型海洋资料浮标系统由浮标体、锚泊系统、传感器、微处理机、发射机、电池、导航灯、雷达反射机、岸站接收系统组成, 图 1.1—1。为了检查浮标系统工作情况, 还备有检测器。

浮标体上的仪器舱、电池、传感器等均采用分立结构, 以利于安装、维修与更换。各部件使用水密接插件互相连接, 以保证完好的电气性能。

岸站数据接收设备由接收天线、数接收机、IBM—PC 数据接收处理计算机, 外存储器及供电设备组成, 图 1.1—2。

3 浮标工作过程

浮标每天按规定进行 8 次观测, 在北京时间 2、5、8、11、14、17、20、23 时正点前 20min, 在微处理机控制下, 按设置的程序开始工作。首先各传感器按要求顺序自动加电, 按水文气象观测规范要求, 测量环境参数。正点后浮标微处理机进行最后数据处理, 发送处理后的数据并更新 ARGOS 发射机缓存器数据, 随后微处理机除值班电路外, 其它部分均断电, 至此浮标系统完成了一次工作循环。在 14 点时, 还要发射全天数据并将全天处理过的数据及波浪原始数据记录在浮标内硬盘上。

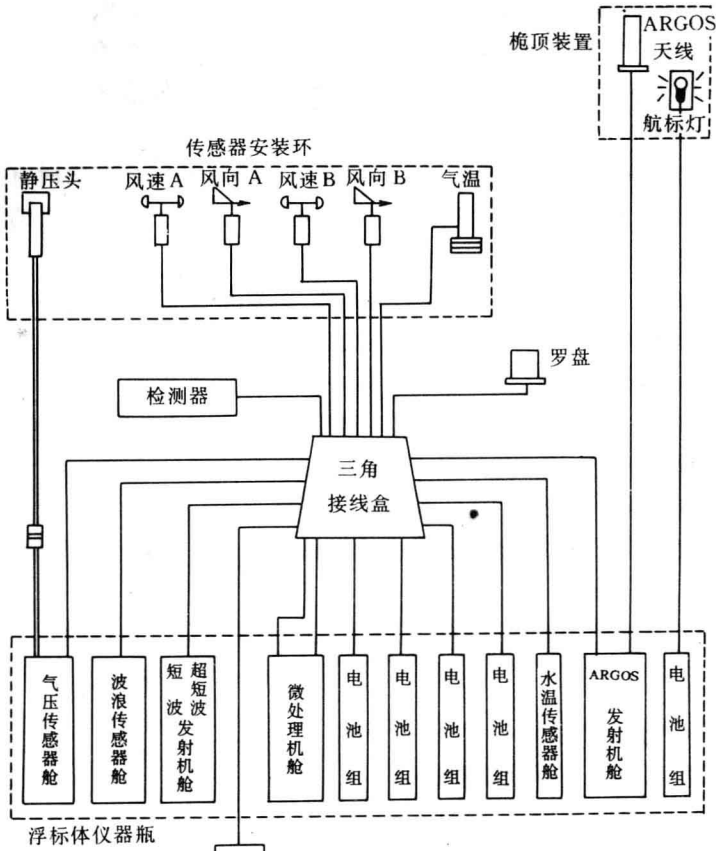


图 1.1—1 FZS1—1 型
海洋资料浮标各分机连接示意图

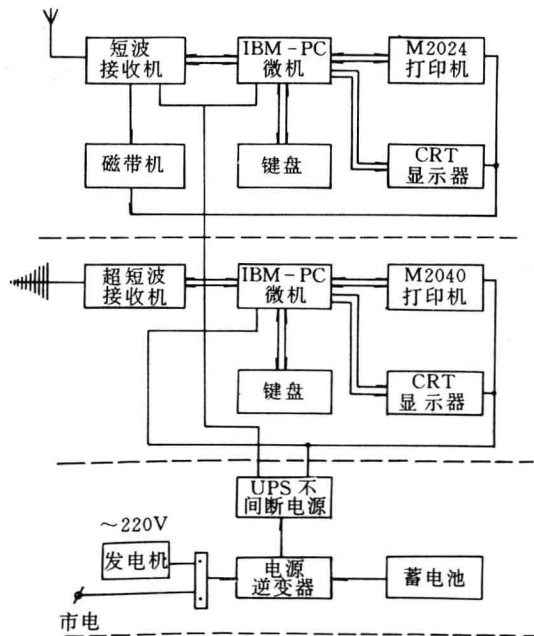


图 1.1—2 浮标数据岸站设备

4 浮标测量项目的要求和处理结果 (见表 1.1-1)。

表 1.1-1 数据采集要求和处理结果

序号	项 目	测量范围	测量准确度	通电时间	采样时间	采样速率	采样次数	岸站处理结果	单位	打印值分辨率
1	海面起伏	0.3~20m	±10% H 实际	第 40'~60'	第 42'56"~60'	1 次/0.5s	2 048	$\bar{H}1/100; \bar{H}1/3$ $\bar{T}1/100; \bar{T}1/13$	m s	0.1m 0.1s
2	风速 A	1~60m/s	±(0.5+ 5%×V 实际) m/s	第 49'50"~60'	第 50'~60'	1 次/4s 每次 闸门时间 3s	150	$\bar{V}_{w1,10}$ $\bar{V}_{w1, 3max}$	m/s m/s	0.1m/s 0.1m/s
3	风速 B									
4	风向 A	0~360°	±10°	第 49'50"~60'	第 50'~60'	1 次/4s	150	$\bar{Q}_{w1,10}, 10$ $\bar{Q}_{w1, 3max}$	度 度	1° 1°
5	风向 B									
6	气温	-15°~ +40 C	±0.5 C	第 54'~58'	第 57'~58'	1 次/5s	12	\bar{t}_A	C	0.1 C
7	气压	850~ 1 050hPa	±1hPa	第 52'~58'	第 57'~58'	1 次/5s	12	\bar{P}	hPa	0.1hPa
8	表层水温	-3°~ +35 C	±0.5 C	第 54'~58'	第 57'~58'	1 次/5s	12	\bar{t}_w	C	0.1 C
9	微机电 池电压	12~21V	±0.1V		第 57'~58'	1 次/5s	12	\bar{V}_{MB}	V	0.1V
10	ARGOS 电池电压	12~21V	±0.1V		第 57'~58'	1 次/5s	12	\bar{V}_{AB}	V	0.1V
11	HF 发射机 电池电压	18~27V	±0.1V		第 57'~58'	1 次/5s	12	\bar{V}_{HB}	V	0.1V
12	表层海流	流速 5~ 200cm/s 流向 0~360°	流速 ±5cm/s 流向±10°	第 57'50"~60'	第 58'~60'	1 次/5s	240	\bar{V}_{cv} \bar{Q}_{cv}	cm/s 度	1cm/s 1°
13	浮标方位	0~360°	±3°	第 57'~60'	第 58'~60'	1 次/5s	240	\bar{Q}_{co}	度	1°

第2章 电气部分

1 浮标微机系统

1.1 浮标微机主要特点

浮标电气各部分工作时开/关控制、数据采集、处理、记录以及数据的发送等都由浮标内的微机控制执行。根据目前国内外微机产品性能比较,本浮标微机系统选定了美国国家半导体公司生产的低功耗 CMOS 工艺、工业品级的 NSC—800 系列芯片自行设计而成。由于海洋环境恶劣,维修困难并且要求微机能连续工作半年,所以要求微机可靠性要高,为此,浮标微机在设计上采取了以下措施:

(1) 微机采用间歇供电方式。即在浮标不观测时,除微机的常供电电路外,其他部件一律断电,此时值班电流仅 20mA。当浮标到规定时间要观测时,由值班时钟电路先“叫醒”CPU、运行程序、按时序分别控制各部分加电、进行数据采集、处理、发射、记录。各部分工作完毕立即断电,从而大大节约了电源,减少了元器件的热量耗散,提高了设备的可靠性。

(2) 在电路设计中,对关键部件,如:时钟值班电路、存贮应用程序的 ROM、随机存贮器 RAM 等,采用了功能块结构和冗余技术。浮标每次开始工作,微机先对 CPU、ROM、RAM 等进行自诊断,如果发现有损坏的元器件,则自动跳到对应的备份上运行,从而提高了微机整体可靠性。

(3) 微机配加了硬件乘除法器,它可以直接做 16 位 \times 16 位,32 位 \div 16 位的运算,大大提高了微机的运算速度,缩短了数据处理的时间,从而节省了电源。

(4) 在硬件设计上,接口具有可扩展性,以备增加其它观测项目时用。

(5) 在软件设计上,尽量以“软代硬”,减少元器件的数量。系统软件由分时操作系统和实时多任务操作系统组成并具有很强的多任务处理能力、系统自身管理能力及分时对系统各部分的检查能力。

(6) 微机系统还配置了硬件和软件结合的“看门狗”(Watchdog)技术,解决了程序在受干扰时走入“死循环”影响微机正常工作的问题。

(7) 浮标微机外存贮器采用美国生产的 LAPINE 牌 3.5 英寸温氏硬盘,外存贮器容量达 20MB,可连续记录一年浮标测量的数据。

(8) 浮标微机系统还配有专用的检测设备,利用它可对微机各部分工作状态、传感器工作情况、发射机是否工作正常等进行检测。通过检测器还可设定浮标的工作状态,如波高的门限值预置、短波和 ARGOS 发射机数据传输重发组合方式、浮标时钟年、月、日及是否闰年和浮标工作的启动时间设置等。此检测设备可采用有线和无线工作方式,当浮标投放下水后或维修浮标时,可用检测器通过超短波对浮标进行无线检测,从而避免了放小艇登标检测,减少了海上登标作业的危险性。

1.2 浮标微机技术指标

- (1) CPU: NSC800 执行 Z80 指令组;
 - (2) 数据字: 8bit;
 - (3) 指令字: 8bit/16bit/24bit/32bit;
 - (4) 周期时间: $2.6\mu\text{s}$ (最短指令执行时间);
 - (5) 系统时间: 1.536MHz;
 - (6) 指令数: 158 条;
 - (7) 内存容量: 64KB, 可扩展到 128KB; 32KB/64KB ROM; 32KB/64KB RAM; CPU 板上容有 4KB、ROM 和 4KB、RAM;
 - (8) 外存容量: 10MB/20MB;
 - (9) 并行 I/O 口: 12 个;
 - (10) 串行 I/O 口: 6 个 UART;
 - (11) 计数口: 10 个;
 - (12) A/D 转换器: 12bit 单端 8 路; 范围 $0\sim+5\text{V}$, $-5\text{V}\sim+5\text{V}$;
 - (13) 备有乘除法器 2 片 CDP 1855E:
乘法, $16\text{bit}\times 16\text{bit}$ 积 32bit;
除法, $32\text{bit}\div 16\text{bit}$ 商 16bit, 余数 16bit;
 - (14) 具有系统中使用的 8 种不同频率时钟: 76.8kHz, 4.8kHz, 1.2kHz; 400Hz, 40Hz, 8Hz, 4Hz, 2Hz
 - (15) 5 级矢量中断: $\overline{\text{NMI}}$, $\overline{\text{RSTA}}$, $\overline{\text{RSTB}}$, $\overline{\text{RSTC}}$, $\overline{\text{INTR}}$;
 - (16) 总线结构: 内总线, 非国际标准, B-100 总线;
外总线, RS-232C 标准和自定义标准;
 - (17) 检测: 专用检测设备, 有线、无线两种工作方式;
 - (18) 主电池: +18V, 备有 DC/DC 转换器, 供微机和各传感器使用;
 - (19) 板尺寸 (mm): 240×200 ;
- 微处理器系统方框图如图 1.2-1。

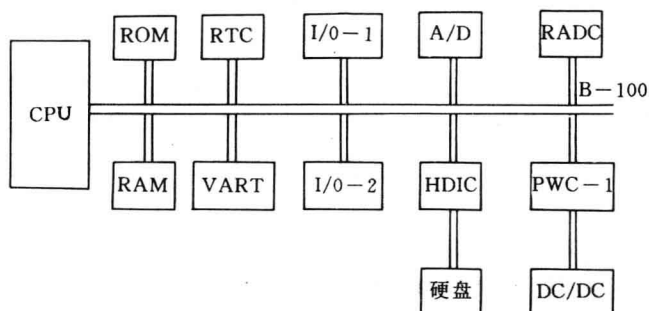


图 1.2-1 微处理器系统方框图

1.3 浮标微机主要功能板及功能

1.3.1 母板及总线结构

微机系统的地址线、数据线、控制线，电源线组成系统的内总线。它是在多总线的基础上加上系统所需的自定义信号线，构成非国际标准的 B-100 总线。

以 B-100 总线构成的母板，置于微机架的底部。所有的电路板可垂直插入槽中，板间距为 18mm，印刷板的插头（座）均镀金，100 芯插座分两面：

元件面由左向右为：1, 3, 5……99（奇数）板；

焊接面由左向右为：2, 4, 6……100（偶数）板；

1.3.2 CPU——中央处理板

CPU，选用了美国国家半导体公司的 P²CMOS NSC800D41/A 系列。它为 8 位微机，具有 Z80 的指令系统和类似的内部结构，以及 8085 复用总线结构。它可直接提供 5 级矢量中断。它具有低功耗和抗干扰能力。

VART 采用 CDP1854AE，提供串行接口，可接 CRT/检测设备，为室内调机或自检使用。

4KB ROM NMC27C32 QE-45

4KB RAM CDM6116 AE2

时钟 76.8kHz, 9.6kHz, 1.2kHz

1.3.3 ROM——只读存储器板

此板由 16 块 NMC27C32QE-45 组成 64KB 存储器，分 0 区和 1 区，每区 32KB。两区可以作为扩展 ROM 容量使用，也可互为备份，以提高整机的可靠性。

1.3.4 RAM——随机存储器板

本机共有 64KB RAM。平均分配在两块 RAM 板上，每块 RAM 板由 16 块 CDM 6116 AE2 静态 RAM 存储器组成，RAM-2，做为 RAM-1 的扩展。

RAM 不仅能够存储加密观测时（每小时一次）一天 50KB 的数据量，而且还有 14KB 作为备份和工作单元使用。

1.3.5 RTC——实时时钟板

此板由 NSC810-RAM-I/O-Timer 和二片互为热备份的 MM58167AT 实时时钟及 32768Hz 晶体组成。

此板和系统提供准确的年、月、日、星期、时、分、秒、毫秒等实时时钟信息，以及系统所需的定时采集的 250ms 信号， $\overline{\text{NMI}}$ 中断的计时基频 8Hz 信号，各种采集控制时间，有 2.5ms, 25ms, 500ms 等。

浮标微机系统采用程控供电方式，在不采集数据时，除常供电部分外，其余部分完全停电，这时只有实时时钟（常供电部分）“值班”工作。在微机停电之前，将下次开启的时间预置到 MM58167 的 RAM 中。在规定时刻，产生 $\overline{\text{STANDBY INT}}$ 中断，给微机加电。当工作结束后，自动关闭微机电源。

本板还提供了定时采集中断 $\overline{\text{RSTC}}$ ，防止程序进入死循环的过程监视器 (WATCHDOG) 电路 $\overline{\text{INTR}}$ 信号和软全程监视器中断 $\overline{\text{RSTA}}$ 。

1.3.6 I/O-1 并行接口板

本板由二片 NSC810-RAM-I/O-Timer 和为传感器提供控制信号的电路组成。传感器与微机之间采用光电隔离器连接，以防外界对微机的干扰。