

必需氨基酸全部包括在内), 全氨基酸总量为 39.20%。必需氨基酸的种类全、数量多, 必需氨基酸占全部氨基酸的 43%, 符合优良的饲料添加剂条件^[1]。

综上所述, 采用改良的工艺制备壳聚糖, 不仅节约化工原料, 基本消除环境污染, 而且变废为宝, 回收了废液中有用的甲壳蛋白, 使资源物尽其用, 增加了经济效益。

参考文献

- 1 曹书勤. 可溶性甲壳素制备的研究, 信阳师范学院学报, 1998 11(4): 395
- 2 丁震坤. 饲料与营养学. 北京: 中国财政经济出版社, 1998 14~18

(本文编辑: 张培新)

ZTY-1型海床基水下系统状态监测仪的研制*

DEVELOPMENT OF MODEL ZTY-1 SEABED MONITOR FOR UNDERWATER SYSTEM STATE

许肖梅 粘宝卿 刘志鑫 许鹭芬 黄衍镇

(厦门大学海洋学系, 亚热带海洋研究所 361005)

关键词 海床基, 水下系统, 状态监测

随着海洋经济的发展和近海生产活动的急增, 我国近海约 1/3 海域均受到污染, 特别是河口、海湾和近岸海区污染更加严重, 需要对这些海区的海洋环境参数进行长期、同步、自动监测; 在海洋军事上, 准确、可靠的海洋环境数据是必不可少的战略服务资料, 将大大提高海上作战能力。因此, 国家 863 计划海洋监测技术 (818) 主题的近海环境自动监测技术的课题中, 列有海床基海洋环境自动监测系统的研究项目。该监测系统是置于水深大约 50m 的海底边界面上, 用于监测海洋环境要素的装置。通过本课题的实施, 将使我国的海洋环境立体自动监测技术达到 90 年代中期的国际先进水平。对置于海底的监测装置能否有效、正常地工作与其在水下所处的状态 (方位/朝向、倾斜程度) 有直接关系。因此, 需要从船上或岸站获得监测装置的水下状态, 进而判断监测装置是否正常工作。为此, 提出子课题“海床基海洋环境监测系统水下状态监测仪”的研制任务。

1 主要技术指标

ZTY-1 型水下系统状态监测仪是水声数据遥测仪器。它由水下和水上两部分的装置组成, 用以实时

监测置于海床基上的水下观测系统所处的态势, 包括系统的指定方向的相对于地磁北极的方位角, 系统基面的 X 轴和 Y 轴相对于水平面的两个倾角, 从而获知水下系统的方位角、倾斜度以及是向何方倾斜等状态参数。在声学询问指令下, 实时监测水下系统状态参数, 直读数字显示。其主要技术指标为:

- (1) 方位角: 测量范围 0~360°, 测量精度 $\pm 5^\circ$
- (2) 倾角: 测量范围 X 轴 $\pm 20^\circ$, Y 轴 $\pm 20^\circ$
测量精度 X 轴 $\pm 1^\circ$, Y 轴 $\pm 1^\circ$
- (3) 传输距离: $< 1000\text{m}$
- (4) 误码率: $< 1\%$
- (5) 工作深度: 50m

* 国家 863 计划 818 主题资助项目 8181126 号。

作者感谢蒋志迪、吕连港在他们完成硕士学位论文期间为本仪器的研制所做的许多工作。

第一作者: 许肖梅, 出生于 1960 年, 副教授。承担教育部骨干教师资助课题“海洋环境监测中的水声信息传输技术研究”; 福建省自然科学基金“浅海水声通信技术研究”等课题。Email: xmxu@jingxian.xmu.edu.cn

收稿日期: 2001-06-25 修回日期: 2001-12-20

2 基本原理

仪器整机的原理方块图如图 1。

水下状态监测仪和被监测的水下系统刚性联接。当需要获知水下系统所处的状态时，船上的指令发射机向预定的水域发出一串特定的询问指令；水下指令接收机收到并识别是询问指令后，启动状态参数

发射机工作，即开始采集方位角、X 轴、Y 轴倾角信号，经 A/D 变换、编码、调制、功放后辐射出去；船上的状态参数接收机收到相应的信号后，经过处理，直读显示 D (方位角)、X (X 轴倾角) 和 Y (Y 轴倾角) 的数据。

水下系统状态参数发射机平时处于待机的工

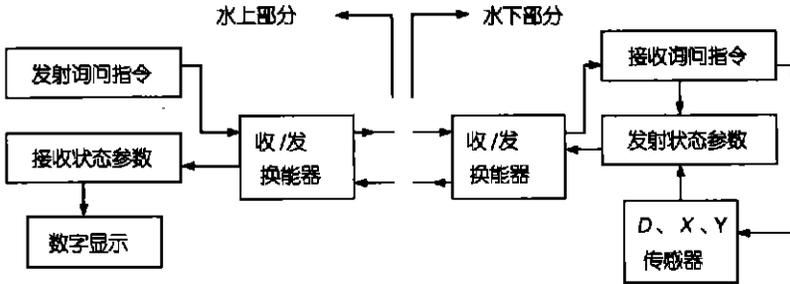


图 1 仪器原理方块图

方式，仅当收到询问指令后才进入发射状态参数的工作方式，以节省水下能源(电池)的消耗。

方位传感器采用海洋技术所的产品 YZS 1 型电位式磁罗盘，测量方位范围 $0 \sim 360^\circ$ ，准确度 $\pm 3'$ 。倾角传感器采用美国的 AccuStar-II 双轴 (X 轴和 Y 轴两个方向) 倾角计，测量范围 $\pm 20^\circ$ ，分辨率 $Q 2 \sim Q 5$ 。这样就能够以方位角、X 方向倾角和 Y 方向倾角 3 种状态参数 (物体的 3 个自由度) 监测海床基水下系统所处的态势。

水下状态参数由频率编码发送。传感器采集模拟信号后，经 8 位 A/D 变换得到相应的数据码，分别调制 f_1 (13.5 kHz, 代表数据位 1), f_0 (14.5 kHz, 代表数据位 0); 由 f_x (13.0 kHz)、 f_y (15.0 kHz) 和 f_d (14.0 kHz) 3 种频率分别代表 X 轴倾角、Y 轴倾角和方位角 D 3 个状态参数，因此一个信息码有 9 个码元。

水下状态参数发射机、船上的状态参数接收机和询问指令发射机，以及水下的询问指令接收机等均以单片机 (80C31) 最小系统为依托，尽可能避免冗繁硬件电路，提高仪器工作的可靠性。

3 关键技术

显然，本仪器要实现的是 3 个参数的水下多信息数据传输。而水声信道是随机时-空-频变参信道，其

强多途效应、大信号起伏和高噪声干扰是正确检测数据的主要障碍。特别是浅水信道中，由声脉冲组成的信息代码传输时，其多途效应产生的随机的码间干扰 (宏多途效应) 和码元模糊 (微多途效应) 是数据检测的首要障碍。作者在长江口的江海交汇处实验观测到，在水深十几米、悬浮泥沙混浊的江水透明度不到 1m 的水文条件下，本有码元间隔的源信息代码传输几百米后就已连成一片，再也分不清码元了。这证明由江水混浊的悬浮粒子以及边界的多次散射所引起的强多途，严重危害了信息代码的传输。由于随机多途的复杂性和多变性，要从理论上对其进行定量描述并非易事，因而抗多途较为困难，特别是高速率传输的情况。但是，根据多途的某些统计上的特性，并结合具体的传输系统的特点，可以找到若干有效的抗多途以及其他干扰的对策。本仪器所采用的关键技术对策主要有以下几点。

3.1 设计合适的信息代码

由于海床基水下监测系统是置于水深大约 50m 以浅的海底界面上，其水下状态受表面风浪影响较小，主要是受底流、潮汐的影响，而後者的时间尺度较大 (一般以小时计，半日潮约为 6.2h)，所以坐底的水下系统的状态参数是缓慢变化的，因而传输其数据的速率并不要求太高。基于如上的考虑，作者选用频率

编码的数据传输方式:以 f_d 、 f_x 和 f_y 分别代表 3 个状态参数,以 f_1 和 f_2 分别代表数据位 1 和 Q 8 位数据码,一个信息代码,共有 9 个码元;码元宽度 $\tau=10\text{ms}$,码元间隔 $T=20\text{ms}$ 。尽管这种代码的传输速率较低,但它满足实际上的要求,而且有稳定、可靠、易实现等优点,特别是有利于数据检测端抑制多途和噪声干扰,因而大大降低误码率,提高检测系统的可靠性。

3.2 实时测宽解频

如上频率编码的信息代码传输至检测端,经过放大—滤波—限幅后,检测系统对频率码元进行解频。对码元载频 f_i (i 分别代表 d 、 x 、 y 、 1 、 0 五个频率)计算其中间部分 50 个波的时间为 τ_i 。显然, f_i 不同,对应的 τ_i 也不同。令 τ_i 和基准门限脉宽 τ_0 比较,若 τ_i 和 τ_0 相符,则再由单片机对 τ_i 进行测宽解频,即启用机内的定时/计数器在 τ_i 时间内计数值 N_i ,从而判断出接收到何种码元频率 f_i 。测频原理如图 2 单片机定时器 1 工作在方式 1 的门控定时状态, $\overline{\text{INT}}_1$ 输入待测时间信号 τ_i ,当输入高电平时,单片机开始计数,低电平时停止计数,然后从存储单元 TH_1 和 TL_1 读待测频结果(图 2)。因为设定了测频允许的误差范围仅为码元载波的 $1/2$ 周期,故其解频的分辨率很高。

3.3 阻塞消除多途

本仪器采用的频率编码,选取其码元宽度 τ (10 ms)和码元间隔 T (20 ms) 都比较长,这样使得 T 大于大多数浅水多途的时延 T_b ,即 $T > T_b$,因而可以尽可能避免前一码元的多途出现在后一码元的直达脉冲附近或迭加其上,较少形成码间干扰或码元畸变,有利于正确检测各码元的直达声脉冲。为了进一步抑制多途等干扰,检测系统对可能出现的多途施以阻塞消除。当检测到码元脉冲的 τ_i 时,立即产生一信号(即多途阻塞信号),关闭检测系统一段时间 T' 。其作用是:一旦检测到 τ_i ,紧随其后的多途等干扰便不能进入检测系统,从而消除了大部分乃至全部的多途等所产生的干扰,大大提高了数据检测的可靠性。阻塞时间长度 T' 应选在 $T' \leq (T - \tau_i)$ 的范围 (τ_i 为检测一个码元脉冲所需的时间),且应依不同的海域和传输距离选取适当的值。

3.4 以冗余代码抗多途

信息代码传输至接收端,其码元脉冲在时间上和幅度上都会产生起伏,有的码元因幅度起伏甚至达不到检测电平而漏检。因此,在预定的传输距离上,除了

要有足够高的信源功率和接收增益,还要有响应足够宽的匹配滤波器。即使这样,码元因起伏而漏检还是可能的,对此,作者进一步采取冗余代码来补救。即水下状态参数发射机一旦收到询问指令,传感器便采集状态参数并保持;对采集一次参数所得的信息代码不是只发射一次,而是重复发射多次。这样就允许代码在传输过程中丢失个别码元,而接收端总能检测到完整的信息代码。所以,对于一次询问指令下的状态参数而言,其检测概率趋于 1。显然,这种代码有冗余度的传输方式是在允许的条件下,即以降低传输速率为代价,又一次换取检测系统可靠性的提高。

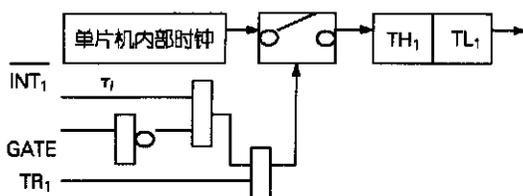


图 2 测频原理

4 实验记录和结果分析

4.1 厦门港的实验

4.1.1 现场实验的布局 如图 3 所示。

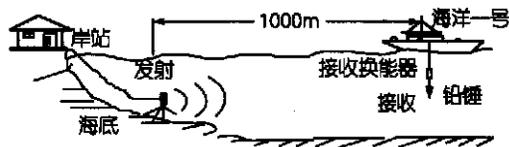


图 3 厦门港海上现场实验布局

图 3 中,岸站为发射端:将状态参数传感器置于带有方位刻度盘的斜面模型上,每改变一次模型的方位和斜面就可采集一组对应的 D 、 X 、 Y 参数,并由发射机通过换能器经水中辐射出去;实验船为接收端:检测并显示相应的 D 、 X 、 Y 数据。

4.1.2 实验记录 见表 1。

4.1.3 实验结果分析 (1) 无方向性传输距离: $L \geq 1000\text{m}$; (2) 测量精度: $\Delta D \leq \pm 5$, $\Delta X \leq \pm 1$, $\Delta Y \leq \pm 1$; (3) 传输误码率: 低于 1%, 满足预定的技术指标。

4.2 在长江口使用及验收

表 1 水下系统状态监测仪实验结果

参数	时间(年.月.日)								
	1999.6.4			1999.6.28			1999.7.12		
	距离(m)								
	1 000			1 000			1 500		
	方位角 D	X 倾角	Y 倾角	方位角 D	X 倾角	Y 倾角	方位角 D	X 倾角	Y 倾角
发射端角度(°)	56		0	54	13	0	300	11	0
接收端读数(°)	58		0	54	13	1	302	10	0
	55		0	54	13	1	304	10	0
	56		0	52	13	1	304	10	0
	58		0	55	13	1	304	10	0
	56		0	51	13	1	302	10	0
发射端角度(°)	147	0	-15	300	2	11	240	2	-11
接收端读数(°)	148	1	-14	298	2	10	243	2	-10
	151	0	-15	299	1	11	240	2	-10
	148	0	-15	295	1	10	239	2	-10
	150	0	-15	295	2	11	240	2	-11
	148	0	-15	298	2	11	239	2	-11
发射端角度(°)	210	1	0	0/360	10	0	177	1	-15
接收端读数(°)	210	1	0	360	10	0	175	1	-15
	213	1	0	1	11	0	175	1	-15
	213	1	0	360	10	0	179	1	-15
	215	1	0	360	10	0	179	1	-15
	212	1	0	360	10	0	178	2	-16

2000年 11月 25日仪器在长江口北槽中海区实际使用。水深 11.7m,江水透明度不到 1m。仪器的水下部分(发射)安装于海床基监测系统的集成架上,然后沉降于江底界面。在不是太长的时间里海床基系统的水下状态不变,传感器沉降的 D、X、Y 状态参数是确定的,因而传输至实验船的接收端检测到的数据也是基本不变的。一次询问指令下,接收端显示系统的水下状态读数见表 2。

由表中可见,数据重复性很好,满足测量精度。

5 结语

本仪器经厦门港现场反复实验和长江口实际使用,其结果说明仪器整体设计合理,采用实时测宽解频、阻塞衰落多途、代码留有冗余度等技术对策,较好地解决了浅水信道中数据传输的抗强多途、高噪声、大起伏等干扰。工作性能稳定、可靠。仪器以实际使用的方式已经通过 863计划 818主题主持单位的验收。

参考文献

- 1 杨俊杰. 时频域水声编码通信, 现代通信技术, 1997 1, 49~ 51
- 2 黄衍镇. 浅海声信道中脉位信息检测的抗信号起伏, 厦门大学学报, 1998 37(2): 243~ 247
- 3 艾宇慧等. FS 水声遥控系统, 应用声学, 1997 16(2): 32~ 36
- 4 康寿岭. 海洋环境立体自动监测系统, 海洋技术, 2001, 21(1): 1~ 21

(本文编辑:张培新)

表 2 接收端显示水下状态读数

接收端显示读数(°)		
方位角 D	X 倾角	Y 倾角
246	-6	-2
247	-6	-2
248	-6	-2
247	-6	-2
247	-6	-2