

HFB-1B 型海洋浮标平面系统定向传感器

杨 敏

(山东省科学院海洋仪器仪表研究所 青岛 266001)

提要 介绍了浮标平面系统中定向传感器的工作原理,结构及使用效果;导出了标准频率,并对传感器的精度进行了分析。

关键词 传感器,浮标,定向

海洋浮标平面系统可在无人值守的情况下,每日 4 次定时向陆地站报告浮标所在海域的风速、风向、水温、气温、气压、波浪等海洋水文气象要素。浮标定向传感器是用来测量浮标方位,并将测出的浮标方位角变换成相应的频率量,

使测出的浮标方位与风向传感器测出的风向方位合成,而得出真风向。

定向传感器由 **GHC-2** 电磁罗盘、电源板、

收稿日期 1993 年 11 月 15 日

1995 年第 2 期

V-F 电路板组成,三者都安装在圆形的防震外壳内,结构简单,可靠性高。

1 技术指标及性能要求

(1) 测量范围及性能要求: $360^\circ \pm 10^\circ$; (2) 输出幅度: “1” 10V, “0” 0.3V, 上升沿 0.01 μs , 下降沿 0.03 μs ; (3) 输出阻抗: $< 10 \text{ k}\Omega$; (4) 输出频率范围: 10kHz 以下; (5) 电源波动范围: $\pm 20\%$; (6) 电源种类: 少于两种; (7) 功耗: $< 200\text{mW}$ 以下; (8) 工作环境温度: $-10^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$; (9) 振动: 4g; (10) 碰撞: 10g; (11) 相对湿度: 100%; (12) 风速: $\leq 50\text{m/s}$; (13) 浪高: $\leq 15\text{m}$ (最大波高); (14) 工作时间: 海上工作半年以后, 各项技术指标均达到技术要求。

2 工作原理

2.1 **GHC-2 电磁罗盘工作原理** 经过改进的 **GHC-2** 电磁罗盘中心电位器的阻值变化和角度变化是相对应的。**GHC-2** 电磁罗盘将浮标的方位 θ 通过电位器变换成相应的直流电压 $\bar{V}_1$, 为了降低传输误差, 加了一级电压跟随级, 跟随级输出电压 $\bar{V}_2$, $\bar{V}_2$ 经 V-F 变换器将 $\bar{V}_2$ 变成频率量 f , f 经整形隔离后输出。

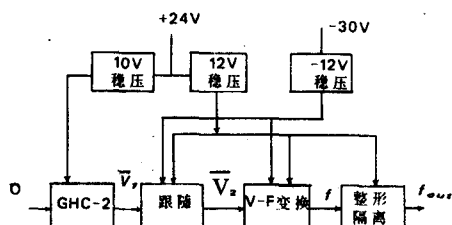


图 1 工作原理方框图

Fig. 1 Principle frame diagram

浮标所用的电磁罗盘中的环形电位器被改装成 360° 无止档, 有开口区的电位器, 罗盘固定在浮标上, 罗盘上箭头的指向与浮标艏门的方向一致, 当浮标方位为正北时, 电位器的输出电压最低。

2.2 **电源** 定向传感器共用: +10V, +12V, -12V 3 种电源。

2.3 **V-F 变换电路** V-F 变换电路由电压跟随级, V-F 变换级和隔离电路组成。(图 1)

V-F 变换器的输入电压为 1~10V, 输出频率为 1 000Hz~10 000Hz。

从图 1 可以看出, +10V 电压直接影响到 V-F 变换器的输入电压, 因此, 必须严格调整, 使 10V 稳压器的输出达到要求。

3 标准频率的求法

用查表法, 内插法获得 θ 值, 需找出标准频率。

从图 2 可以看出, f' 的 k 值不能使最大正误差和最大负误差相等, 为使 $\Delta f_{\max} = -\Delta f_{\min}$, 必须提高 k 值, 找出新的标准频率曲线 $f_{\text{标}}$ 。

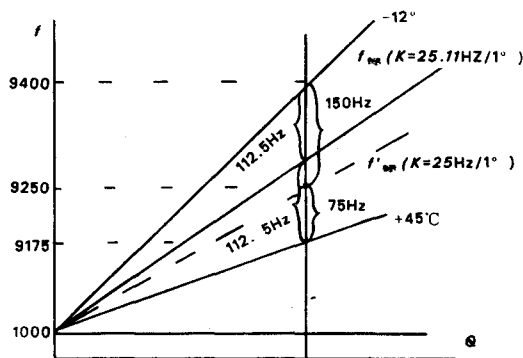


图 2 $f \sim \theta$ 关系曲线

Fig. 2 $f \sim \theta$ relation curve

3.1 预选每 1° 的频差, $f' = 25\text{Hz}/1^\circ$ 。此频差是用来初步估算最大误差所在点, 计算最大误差, 要用求出的标准频率。

3.2 根据温度试验所得的数据, 找出最大误差 $\Delta f_{\max}$ 及其相应的 θ 值, 如 330° 。

3.3 把该 θ (330°) 的最大正误差 (如 -12°C 时的 $f = 9400 \text{ Hz}$) 及该 θ 的最大负误差 (如 $+45^\circ\text{C}$ 时的 $f = 9175 \text{ Hz}$) 相加除 2, 所得频率为该 θ 时的标准频率。

$$f_{\text{标}} = (9400 + 9175)/2$$

$$= 9\,287.5 \text{ Hz } (\theta = 330^\circ)$$

3.4 求 k 值

$$k = (f_{\text{标}} - 1\text{kHz})/\theta \quad (1)$$

上例中, $k = (9\,287.5 - 1\,000)/330^\circ = 25.11 \text{ Hz}/1^\circ$

3.5 求每一 θ 时的 $f_{\text{标}}$

$$f_{\text{标}} = k \cdot \theta + 1\,000\text{Hz} \quad (2)$$

3.6 误差计算

$$\theta_{\text{误差}} = (f_{\theta} - f_{\text{标}})/k \quad (3)$$

如,定向1号传感器的误差:

$$+\Delta\theta_{\text{max}} = (9\,400 - 9\,287.5)/25.11 = +4.48^\circ (\theta = 330^\circ)$$

$$-\Delta\theta_{\text{max}} = (9\,662 - 9\,788.5)/25.11 = -5.03^\circ (\theta = 350^\circ)$$

最大正误差和最大负误差均在误差范围 $\pm 10^\circ$ 之内。

定向传感器经过实验室比测和现场比测表明,传感器工作稳定可靠,重复精度达 0.5° 。

4 θ 值的确定

4.1 根据测得频率,查频率角度曲线,得到相应的 θ 值。或者查频率角度对照表,得到相应的 θ 值。如测得频率在两个整数方位之间,可用内插法求得 θ 值。

如, $f = 3\,143\text{Hz}$ (在 $80^\circ \sim 90^\circ$ 之间)

$80^\circ \sim 90^\circ$ 的 Δf 为 251.1Hz , 则每度为 25.11Hz

$$\theta = 80^\circ + (3\,143 - 3\,006)/25.11 = 85.46^\circ$$

4.2 θ 值也可由公式求出,但没有查表法精度高。

$$\theta = 39.51(F - 1) \quad (4)$$

式中 F 为所测频率,单位为 kHz 。

如上例: $F = 3.143 \text{ kHz}$

$$\theta = 39.51(3.143 - 1) = 84.67^\circ$$

5 浮标的真方向

上面得到的 $\theta = 85.46^\circ$, 为浮标的磁方向, 上海地区的磁差为 5.4° , 浮标的真方向为:

$$85.46^\circ - 5.4^\circ = 80.06^\circ$$

6 精度分析

定向传感器的误差由以下几方面组成:

(1) GHC-2 电磁罗盘转换误差(固有误差), 包括:

刻度误差 $\pm 1^\circ$; 迟滞误差 $\pm 1^\circ$; 罗盘周围铁磁性物体影响误差 $\pm 2^\circ$; 线绕电位器 360° 线性误差 1% , 3.6° ; 固有误差总和为 6.6° 。

(2) GHC-2 电磁罗盘信号转换误差 0.6° 。

(3) 电压跟随级误差 0.24° 。

(4) $V-F$ 变换器的线性度和温漂误差 1.22° 。

理论误差总和

$(6.6^\circ + 0.6^\circ + 0.24^\circ + 1.22^\circ) = 8.66^\circ$, 符合技术指标要求。

实测误差: $-5.03^\circ, +4.88^\circ$, 小于理论计算误差。

7 温度实验

做温度实验时, 将电路板放在恒温恒湿箱内, 用导线将电路板与箱外的电磁罗盘相连, 通以 $+24\text{V}$, -30V 电源, 温度从常温 $\rightarrow -12^\circ\text{C} \rightarrow +20^\circ\text{C} \rightarrow +45^\circ\text{C}$ 。在每个温度点停留 1h 后, 转动罗盘, 从 $0^\circ \sim 359.5^\circ$, 间隔为每 10° 一个点, 记下相应的频率量。

实验结果见表 1。

表 1 频率-角度对照表

Tab. 1 Frequency-angle table

$\theta(^{\circ})$	f_{kHz}			$\theta(^{\circ})$	kHz		
	-12°C	$+20^{\circ}\text{C}$	$+45^{\circ}\text{C}$		-12°C	$+20^{\circ}\text{C}$	$+45^{\circ}\text{C}$
0	1.007	1.006	0.997	190	5.813	5.747	5.710
10	1.273	1.272	1.254	200	6.069	5.986	5.961
20	1.514	1.509	1.502	210	6.337	6.241	6.197
30	1.764	1.761	1.750	220	6.587	6.494	6.448
40	2.012	2.003	1.991	230	6.839	6.747	6.698
50	2.266	2.256	2.239	240	7.098	7.001	6.944
60	2.522	2.504	2.489	250	7.355	7.248	7.200
70	2.782	2.756	2.741	260	7.610	7.497	7.450
80	3.040	3.006	2.992	270	7.857	7.757	7.688
90	3.282	3.247	3.229	280	8.125	8.000	7.937
100	3.540	3.499	3.496	290	8.372	8.252	8.199
110	3.794	3.746	3.732	300	8.629	8.507	8.438
120	4.041	3.998	3.983	310	8.888	8.758	8.687
130	4.297	4.242	4.220	320	9.141	9.000	8.935
140	4.556	4.498	4.486	330	9.400	9.253	9.175
150	4.814	4.750	4.722	340	9.636	9.504	9.426
160	5.063	4.989	4.965	350	9.875	9.744	9.662
170	5.318	5.242	5.209	359	10.113	9.967	9.895
180	5.555	5.488	5.548	359.5	0.997	1.002	0.993

(开口区)

DEVELOPMENT OF DIRECTIONAL SENSOR OF MODEL HFB-1B OCEAN BUOY PLATFORM SYSTEM

Yang Min

(Institute of Oceanographic Instrumentation, Shandong Academy of Sciences, Qingdao, 266001)

Received: Nov. 15, 1993

Key Words; Sensor, Buoy, Directional

Abstract

This paper describes the working principle, structure and used results of the directional sensor of the buoy platform system. Introduces sensor's standard frequency, and analysis its accuracy.