

深海资料浮标传感器

THE SENSORS FOR DEEP SEA BUOY

滕怀德 张培新

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

国家七·五攻关项目深海资料浮标投放于 4 000 m 水深、台风常经过的路径上。海况和工作环境恶劣, 因此对海洋资料浮标传感器的研制提出更高的要求。各种传感器必须适应恶劣的环境; 具有长期稳定工作的性能; 各传感器功耗要低; 具有防腐和防生物附着的能力; 水文和气象传感器应具有良好的水密性能和气密性能。除风速风向传感器是采用美国 R. M. Young 公司 05103 型风速仪外, 研制了水温、气温传感器、波浪传感器、气压传感器、海流传感器。浮标方位传感器、浮标倾斜传感器。下面就各传感器的工作原理和特点、技术指标、环境试验和现场使用情况进行简要介绍。

1 各传感器的工作原理和特点

1.1 风速、风向传感器 R. M. Young 公司制造

的 05103 风速传感器开始是为海洋数据浮标研制的, 现在已应用于多种风速测量。它的结构简单, 是全用塑料注塑的, 轻便、耐腐蚀, 没有滑环和电刷, 因此可靠、耐久, 尤适于深海浮标用。

风速传感器的旋浆是用聚丙烯材料制成的, 旋浆为四叶片。浆叶转动带动浆在旋浆轴上的六磁极, 安装在中心线圈上感应出频率正比于风速的正弦交流电压信号。中心线圈是安装在主体的非转动部分, 因而不需要滑环和电刷。

风向是由传感器的尾翼随风转动的位移, 通过一个联接器传送到一个导电塑料电位器上。该电位器加有激励电压, 输出信号是一个正比于方位角的模拟电压。

收稿日期: 1997-01-02

1.2 水温、气温传感器 这两种温度传感器都是用两端集成电路AD590。AD590的特点是工作电压宽(+4V~+44V);它的性能近似恒流器,有良好的抗干扰性能,便于长距离信号传输;具有很高的输出阻抗(大于10MΩ),因此有较好的电源电压漂移和纹波抑制比;它可承受超压到+44V,反向电压20V,误操作不致损坏器件;稳定性好,长时间温度漂移约为±0.1℃;水温、气温传感器均可在现场显示温度真值,便于现场检查。

AD590输出电流随温度变化,但在某一温度下的输出电流是恒定的。温度系数为1μA/1K。AD590输出的温度电流信号经电阻网络转换成电压信号送入A/D转换器。转换后的温度信号一路经译码、驱动、显示器直接显示温度真值。另一路则输出分时温度BCD码,位选信号、极性信号,供数据采样系统采样,该电路由于A/D转换之前没有用直流放大器,这样消除了由于直流放大器温漂带来的测量误差,提高了温度测量的准确度,降低了传感器成本。

1.3 气压传感器 气压传感器的敏感元件是振动圆筒,筒内有激振线圈和拾振线圈。当被测压力通入圆筒内腔时,由于被测压力的作用,沿轴向和径向被张紧的圆筒的刚度发生变化,从而改变了圆筒的谐振频率。拾振线圈一方面直接检测出随压力而变的振动频率增量,送入检测电路,测出压力值。另一方面又不断地把感应电势反馈到激振线圈产生激励力,使圆筒维持振动。圆筒的中心振荡频率为5kHz。为了进行温度补偿。圆筒还产生一个模拟电压。以校准温度变化而带来的测量误差。该传感器的特点是长期稳定性好、抗电磁干扰力强、耐振动和冲击,特别适用于浮标测量。

1.4 波浪传感器 利用重力加速度计做为敏感元件,测量浮标体随波浪起伏的加速度,通过二次积分电路可测得波高。经过过零检测电路求得波浪周期,再从倾斜仪和浮标方位传感器测得信号,经过放大滤波,A/D变换后,进行微机处理可得波浪方向谱。该传感器在电路设计上有下列特点:(1)2s低通滤波器,有效地抑制了小于2s的信号电压。它不使传感器输出的短周期突发性信号进入二重积分器,从而保证在随机浪中,二重积分器处于准平稳状态,降低了零漂现象;(2)合理地选择了二重积分的时间常数,在保证0.2~20m波高具有足够大的输出,并满足2~15

s带宽下,获得最短的回零时间(20s);(3)20s高通滤波器,有效地抑制了大于15s的零漂。由于采用贝塞尔型滤波器,取得了线性的相频特性,在要求的带宽内,波形不失真。

1.5 海流传感器 该传感器用于测量海面表层流,是非考核指标。流速的敏感元件是萨沃纽斯转子,流速推动转子旋转,通过霍尔开关元件和计数器,测量每秒钟的转数,换算出流速。流向测量是通过海流的尾翼指向流向,带动电位器。为此电位器的阻值大小对应于一定的流向,在这一阻值下的输出电压就给出了流向值。该传感器使用霍尔元件,灵敏度高,功耗低,工作稳定可靠。由于该传感器用于海面表层,所以海流计进行了防腐蚀和防生物附着的措施。

1.6 浮标方位传感器 测量浮标方位是采用磁通门罗盘。磁通门罗盘由高导磁环形铁芯、激励绕组和测量绕组构成。测量绕组是一对在空间相互垂直的线圈,当铁芯激励至饱和状态,此时测量绕组被感应的二次谐波分量的合成矢量,其幅角与线卷相对于地磁场的夹角相关,利用这一原理组成方位传感器。由于磁通门罗盘是一种新型的电子式罗盘,它没有机械活动部件,因而克服了以往机械式罗盘所遇到的种种问题。该传感器的特点是体积小、精度高、成本低、响应时间快,适用于波动区域测量。

1.7 浮体倾斜传感器 该传感器是两个互为正交的敏感元件组成。每个传感器是由一对加工精密的弧形金属棒,涂上均匀的绝缘膜,插入水银容器中形成测量电容。当传感器处于水平状态时,两个电容相等;当发生倾斜时,两棒电容变化量大小相等,方向相反,形成差容器,其倾角正比于电容变化量,经过电路变换,测出倾角。该传感器的特点是精度高、抗振动,特别适于海上使用。

2 传感器的技术指标

根据国家海洋局,中国科学院资环局联合下达的深海浮标(76-05-03)研制任务书规定的各传感器技术指标列入表1。

3 传感器与数据采集系统接口

根据与数据采集系统承担单位协商约定,传感器与数据采集系统接口,见表2。

表 1 测量项目及相应技术指标

项目	敏感元件类型	测量范围	分辨率	测量精度	备注
平均风速	飞机型旋桨	1~60 m/s	0.5 m/s	±(0.5m±0.5V)	美国 R. M. Young 公司产品
平均风向	飞机型尾翼	0~360°	±3°	±5°	同上
最大风速	飞机型旋桨	1~60 m/s	0.5 m/s	±(0.5m±0.5V)	同上
水温	AD590	-5~45℃	0.1℃	±0.5℃	/
气压	振动圆筒	840~1050 hPa	0.1 hPa	±1 hpa	/
表层流速	萨沃纽斯转子	0.05~2.5 m/s	0.05 m/s	±满量程 3%	非考核
表层流向	电位器罗盘	0~360°	5°	±10°	非考核
波高	重力加速度计	0.3~20 m	0.1 m	±满量程 10%	/
波周期	同上	3~25 s	1 s	<±0.5 s	/
波谱	重力加速度计, 磁罗盘, 倾斜仪	0.01~0.5 Hz			非考核
浮标方位	磁通门罗盘	0~360°	0.5°	室内±3°使用±3.5°	/
浮标倾斜	电容电数差容	0~60°	0.1°	±满量程 2%	非考核指标

表 2 传感器与数据采集系统接口

项目	加电方式	电源 (V)	稳压后电源值 (V)	电流 (mA)	采样时间 (min)	采样 间隔	输出量数据格式	传感器输入 插头型号
平均风速							风速为脉冲量	P20J10AQ
最大风速	常加电	8.4	5	4	10	常加电	风向力模拟电压	(5 芯)
平均风向								
水温	提前 3 min 加电	19.2	13.2	40	/	/	BCD 码分时输出,	P20J10AQ
气温					/	/	所表示的温度值为 * * * * °C	(5 芯)
流速	提前 3 min 加电	12	5	30	2(流速)	连续 2	流速为脉冲量	自制水密
流向					流向为瞬时	m in	流向为频率量	插头(9 芯)
气压	提前 5 min 加电	10	5	< 20	瞬时	频率 计数	二进制并行码(24 位) 开关量 700 hPa-0 个 脉冲 1100 hPa~ 4000 P 脉冲速率< 100 KHz	7 芯
波高	提前 10 min 加电	- 21	± 6	< 20	15	2 点/s	0~ 5 V 直流	XS12K7P
波周期		+ 13	/	/	/	/		(4 芯)
浮体方位	提前 3 min 加电	12	5	< 30	平均 2		BCD 码脉冲输出	7 芯
浮体倾斜	正交水银-金属柱 电容差	13.8	5	24	15	2 点/s	脉宽冲宽度随电容 容量变化的连续方波	CXC27FG (7 芯)

通过室内联机和现场系统组装证明, 传感器与数据系统的接口设计合理, 工作可靠, 一次试验成功。

4 传感器标定、试验

除了风速风向传感器是用美国 R. M. Young 公司生产的 05103 风速仪外, 其他传感器都是本单位研制的。各传感器都在计量标准单位进行了标定, 并按照《中华人民共和国专业标准“海洋仪器基本环境试验方法”》和国家海洋局制定的“海洋资料浮标试验与验收条件”, 作了有关环境试验。由于篇幅所限, 具体试

验内容不在此列出。

另外, 流速流向传感器在冶金部钢铁研究总院青岛海洋腐蚀研究所进行了 3 个月耐海水腐蚀试验, 表明防腐效果良好。

各传感器都按规定进行了标定和环境试验, 结果表明各传感器工作正常, 符合《中华人民共和国专业标准“海洋仪器基本试验方法”》和国家海洋局制定的“海洋资料浮标试验与验收条件”的规定。

5 各传感器实际使用情况

1990 年 3 月份各传感器投入深海资料浮标(国家

海洋局 NO. 19 号浮标)系统工作。各传感器经过岸边考机,两次拖航试验,7月5日浮标投放到预定地点锚碇工作,连续正常工作了近9个月。多次台风经过浮标,9月3日检修浮标时,没有发现传感器损坏。海流传感器由于投放拖航中固定不好,有所损坏,没能正常工作。

上述研制的传感器也用于其他的国家七·五攻关项目,例如气压传感器用于天津海洋技术研究所负责的攻关项目仿 MAREX 浮标上。工作了两年半后,复检标定表明该仪器的原精度不变。磁通门罗盘方位传感器用于山东洋研仪器仪表研究所负责的国家七

·五攻关项目II型数据资料浮标,该浮标通过了国家鉴定。在八·五和九·五的浮标研制中也采用这种磁通门罗盘方位传感器。波浪传感器曾用于秦皇岛海洋波浪观测;在黄河口,在渤海石油平台等处作定点系留测波;还用于远洋和近海波浪观测。温度传感器曾经用于石油平台温度梯度观测;冰温观测;以及工业控制。倾斜仪已使用在国家七·五攻关项目“水下机器人”姿态控制系统,通过了正式验收。各种传感器使用情况表明,其性能是可靠稳定的。

国家海洋局 NO. 19 浮标于1991年1月通过国家级鉴定,鉴定前经考核各项传感器性能和指标合格。