

CAPS-OC 终端控制系统软件设计与实现

宁春林^{1,2}, 施浒立², 崔君霞², 胡超², 李圣明²

(1. 国家海洋局第一海洋研究所海气相互作用及气候变化实验室, 山东 青岛 266061; 2. 中国科学院国家天文台, 北京 100012)

摘 要: 介绍 CAPS-OC 终端在海洋资料浮标观测系统中的工作原理及在海洋资料浮标上的工作过程, 阐述 CAPS-OC 终端控制系统软件的设计与实现, 并对其中的多串口芯片关键技术进行说明。通过对 CAPS-OC 终端在大型锚系浮标观测系统上的双向通信和定位实验, 结果表明, CAPS-OC 终端及核心控制软件具有良好的稳定性和可靠性。

关键词: 中国区域定位系统; CAPS-OC 终端; 大型锚系浮标

Design and Implementation of CAPS-OC Terminal Control System Software

NING Chun-lin^{1,2}, SHI Hu-li², CUI Jun-xia², HU Chao², LI Sheng-ming²

(1. Lab Ocean-Atmosphere Interaction and Climate Change, First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China;

2. National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Science, Beijing 100012, China)

【Abstract】 This paper describes the principle and the working process of the CAPS-OC terminal application on ocean data buoy's observation system. Design and implementation of CAPS-OC terminal control system software and the important technology of the multi-serial chip are expounded in detail. Through intercommunication of CAPS-OC terminal on large mooring buoy observation system and location experiment, result shows that CAPS-OC terminal and core control software have well stability and reliability.

【Key words】 Chinese Area Positioning System(CAPS); CAPS-OC terminal; large mooring buoy

1 概述

要想有效地利用开发海洋资源, 就需要解决海洋环境和海洋生态环境等问题, 通过海洋环境监测, 快速、准确地获取相关的海洋环境数据。海洋浮标就是一种能解决上述问题的现代化的海洋监测设施^[1]。

由于浮标远离海岸线, 无法使用地面通信以及定位网络, 为了获得观测点气象要素传感器和水文要素传感器自动采集到的海洋数据, 需要通过卫星定位系统测得海洋浮标观测点的位置以及通过卫星通信系统传输观测点的浮标的位置数据以及海洋环境监测数据。

文献[2]使用 GPS 进行定位, 利用铱星系统进行数据传输; 文献[3]使用 GPS 定位和 Inmarsat-C 进行数据传输; 文献[4]使用 ARGOS 进行定位和数据传输。上述卫星定位和卫星传输系统均为国外的系统。

中国区域定位系统(Chinese Area Positioning System, CAPS)是中国科学院自主创新的转发式卫星导航系统, 是基于同步轨道通信卫星的卫星导航系统, 特别是采用了小倾角的倾斜同步轨道通信卫星, 充分利用了卫星上丰富的转发器资源, 开发出了基于位置、时间和状态等服务的的海双向数据通信, 实现了导航和通信的一体化设计^[5]。中国科学院国家天文台及合作单位研制的 CAPS-OC 终端可以同时满足海洋浮标终端所需要的卫星定位和卫星通信的双重要求。

2 CAPS-OC 终端在海洋资料浮标上的应用

目前, 在海洋资料浮标上使用的 CAPS-OC 终端原理示意图如图 1 所示。CAPS-OC 终端包括电源部分、CPU 控制部分、通信发射部分和定位、通信接收部分。

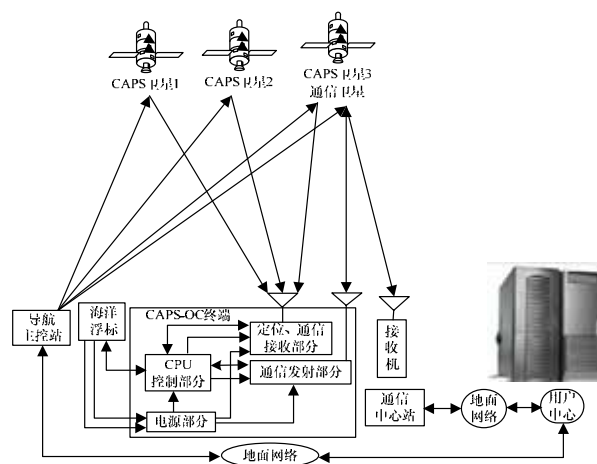


图1 CAPS-OC 终端在海洋资料浮标应用的原理

整个工作过程中海洋资料浮标控制器按照设计流程, 在一定的时刻利用电源控制线给 CAPS-OC 终端供电。CAPS-OC 终端上电之后, 电源部分立即给 CAPS-OC 终端的 CPU 控制部分供电, CPU 控制部分自检正常后给浮标控制系统反馈正常信息。CAPS-OC 终端的 CPU 控制部分给定位部分上电, 在预设的时间内通过串口接收定位部分的定位结果, 确

基金项目: 国家“973”计划基金资助项目(2006CB403602)

作者简介: 宁春林(1977-), 男, 助理研究员, 主研方向: 卫星通信与导航, 大型锚系浮标, 深海观测浮标; 施浒立, 研究员、博士生导师; 崔君霞、胡超、李圣明, 助理研究员

收稿日期: 2010-02-10 **E-mail:** ningc1@126.com

认定位成功后,给定位部分停电,等待浮标控制器的请求,请求分为 2 种:(1)请求定位结果;(2)请求发送数据。对于第(1)种请求,CAPS-OC 终端的 CPU 控制部分按照一定的格式发送给浮标控制器;对于第(2)种请求,CAPS-OC 终端收到后,立刻给通信部分中的发射机上电,使得海洋资料数据和定位数据按照一定的格式发送给卫星,转发给地面中心通信站。CAPS-OC 终端确认通信发射机发射完毕后,将发射机停电,同时给定位部分上电,且在一定的时间间隔内监听是否接收到指令数据。通信中心站的通信接收机接收卫星转发的数据后,立即把接收到的数据通过地面网络发送给用户中心。用户中心判断接收到数据参数的完整性,若数据不完整或存在误码,则用户中心需要将指令通过网络发送到导航主控站,利用复合导航电文^[6]中的辅助导航通信电文频点发射到卫星。CAPS-OC 终端的定位通信部分在一定的时间范围内将接收到的指令通过串口发送给 CPU 控制器,CPU 控制部分成功解析指令后,则按照指令进行操作。接收到的指令为以下 2 种:(1)重发指令;(2)调整参数指令。对于第(1)种指令,CAPS-OC 终端的 CPU 控制器通知浮标控制器延迟断电时间,同时重新给通信发射机上电,把重发数据发送给该发射机,直到确认第 2 次重发完毕后,CAPS-OC 终端的 CPU 控制器才通知浮标控制器告之这次发射过程结束可以断电。对于第(2)种指令,CAPS-OC 终端的 CPU 控制器把调整的参数及其内容通过串口发送给浮标控制器,并告之这次发射过程结束可以断电。

3 通信数据格式协议及流程

CAPS-OC 终端和各异设之间的工作流程如图 2 所示。

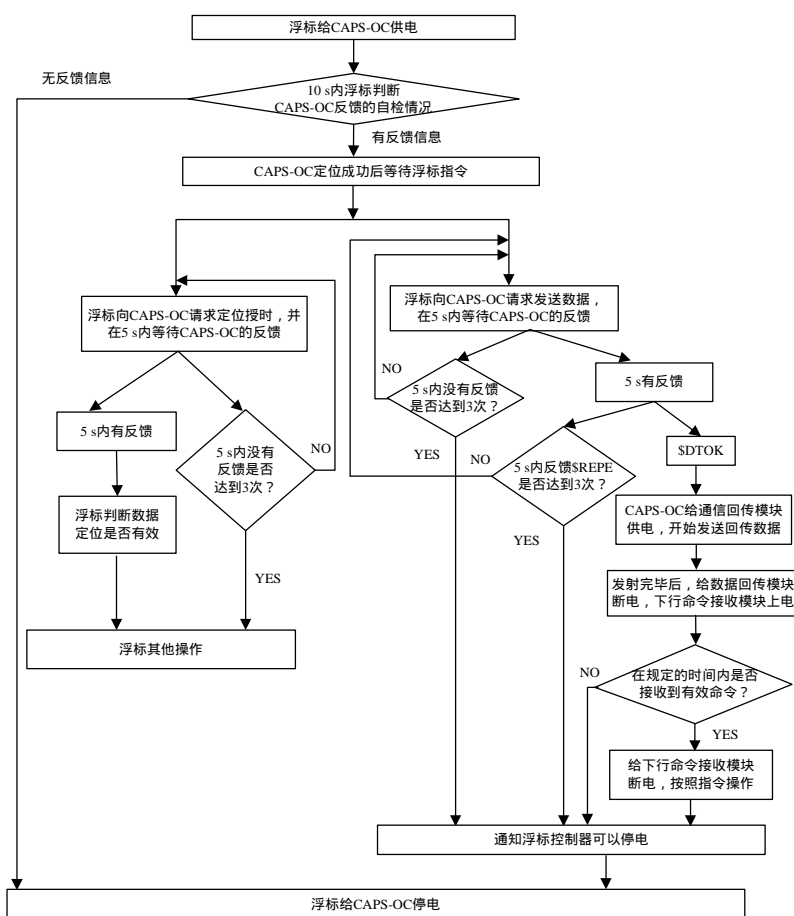


图 2 CAPS-OC 终端控制器与浮标控制器流程

根据图 1 可以看出,CAPS-OC 终端控制器需要与浮标控制器、定位下行通信模块控制器以及回传模块控制器通过串口进行通信。

浮标控制器与 CAPS-OC 终端之间所有的通信报文、报文头均以 \$ 开始,然后是 4 位 ASCII 码的报文标识,后面是参数,以回车换行结束,各参数之间以逗号分隔。

导航数据输出协议采用 NMEA0183 的标准定长度输出,输出的语句包括 3 种:GP GGA, GPRMC 和 GP602。

CAPS-OC 终端 CPU 控制器与通信回传控制器之间所有的通信报文,均为 16 进制数据。

4 CAPS-OC 终端控制软件

软件采用 C51 编写,模块化编程,包括初始化模块、定位模块、接收浮标数据模块、数据发射模块和下行指令接收模块。

4.1 初始化模块

浮标控制器按照自己的控制逻辑和时序,在一定的时刻给 CAPS-OC 终端供电,供电之后,CAPS-OC 控制器进行一系列的初始化。初始化完毕之后,在正常情况下,CAPS-OC 控制器通过串口给浮标控制器发送反馈信息,表明可以工作;如果浮标控制器在 10 s 中没有收到任何反馈信息,则认为给 CAPS-OC 终端上电之后出现状况,则需要停电后重新上电。若上述过程中浮标控制器重复 2 次后仍然无法收到 CAPS-OC 的控制器的反馈,则跳过该步骤进入到下一个步骤。

4.2 定位模块

CAPS-OC 控制器初始化成功之后,定位部分开始定位。首先,CAPS-OC 控制器给定位下行通信模块中的定位模块通电,然后,在一定的时间间隔内通过串口接收定位模块发送过来的定位数据,如果在限定的时间内接收到正确的定位数据,则立刻给定位模块断电,进入接收浮标数据模块流程。如果在限定的时间内未收到正确的定位数据,CAPS-OC 控制器也给定位模块断电,进入接收浮标数据模块流程。

4.3 数据接收模块

CAPS-OC 控制器定位模块工作结束后,开始进入接收浮标数据模块。CAPS-OC 控制器通过串口不断监测浮标控制器是否有数据发送,根据接收的数据进行不同的操作。接收到的数据有 2 种:请求定位数据和请求发送数据。CAPS-OC 控制器对于定位数据请求数据将立刻返回其定位数据给浮标控制器,浮标控制器将对返回的定位结果进行判断,如果定位成功则继续进行下面的发射数据工作,否则将给 CAPS-OC 控制器停电;如果浮标控制器在 5 s 内未收到 CAPS-OC 终端返回的定位数据,则第 2 次请求定位数据,请求总共只有 3 次机会,如果 3 次均未收到定位反馈信息,则对 CAPS-OC 终端断电。CAPS-OC 控制器对于第 2 种请求数据将立刻接收发来的数据,并对数据进行有效性检查,通过有效性检查后,则进入到数据发射模块;若数据的有效性没有通过检查,则请求浮标控制器重新发送,该过程重复 3 次,3 次均未通过有效性检查,浮标控制器将给

CAPS-OC 终端停电；同样如果浮标控制器在 5 s 内未收到 CAPS-OC 终端返回的任何反馈信息,则进行第 2 次发送数据请求,总共 3 次机会,如果 3 次均未收到任何反馈,则对 CAPS-OC 终端断电。

4.4 数据发射模块

浮标数据接收模块收到有效的发送数据后,将进入数据发射模块。数据发射模块需要发送两部分的内容:定位数据和监测数据。这 2 种数据按照一定的格式和协议通过通信回传模块发射到卫星,经过卫星转发由地面通信中心站接收。

CAPS-OC 控制器首先给数据发射模块供电,然后按照协议,数据发射模块向 CAPS-OC 控制器请求这次发射的总帧数,若 CAPS-OC 控制器限定的时间内未收到该请求,则认为数据发射模块存在问题,立刻给其停电,进入下一个环节;若 CAPS-OC 控制器在限定的时间内收到该请求,则按照此请求把总帧数发送给数据发射模块。数据发射模块收到总帧数后,立刻请求浮标控制器发送电文。CPU 控制器按照请求的具体帧数,按照帧格式发送给数据发射模块,数据发射模块收到后,验证是否有效,如果有效则继续请求下一帧,如果无效则继续请求该帧,直到正确为止。在传递过程中,如果 CAPS-OC 控制器在所有的帧未发完的情况下,在限定的时间内未收到下一帧的请求,则认为数据发射模块存在问题,立刻给其停电,进入下一个环节。当 CAPS-OC 终端控制器在发送完最后一帧后,向通信回传模块发送即将停电的命令,通信回传模块收到后,在一定的时间间隔内发送完接收到的最后一帧数据后给 CAPS-OC 终端控制器发送可以停电的指令, CAPS-OC 终端控制器收到后给通信回传模块停电。

4.5 下行指令接收模块

数据发射模块发送完数据之后, CAPS-OC 控制器将其停电,然后,判断流程是否为第 1 次进入下行指令接收模块。如果是第 1 次进入该模块,则将定位下行通信模块中的下行通信模块上电,接收下行指令。如果不是第 1 次进入,则认为不需要进入下行指令模块, CAPS-OC 控制器直接给浮标控制器发送可以立刻停电的通知。

下行指令是用户中心根据接收到的数据情况做出的判断,该命令通过地面网络发送到导航中心站,然后发射到卫星,通过卫星转发。下行指令接收模块要在限定的时间内解析收到的指令,解析正确后按照指令进行下一步的操作,若在限定的时间内未接收到正确的指令,则认为没有指令, CAPS-OC 控制器给数据接收模块停电,同时给浮标控制器发送该次监测过程结束的通知,让其给 CAPS-OC 终端停电。

接收到的下行指令中最重要的指令是全部重发指令和改变浮标参数的指令,解析到全部重发的指令后, CAPS-OC 控制器重新给通信回传模块上电进行重发,第 2 次重发完毕后,立即通知浮标控制器说明这次监测过程结束,即可以断电。解析到改变浮标参数的指令,则按照一定的格式把该数据通过串口发送给浮标控制器,然后通知浮标控制器这次监测过程结束,即可以断电。

5 SP2539 编程

根据图 1 可以看出, CAPS-OC 终端均通过串口与各种外设通信,而单片机一般只具有一个全双工、可编程的串行通讯口,为了解决这一矛盾, SP2539 多串口芯片提供了很好的解决方案。 SP2539 可将任意 8 位~32 位嵌入式单片机等原有的一个全双工、可编程的串行通信口(母串口)扩展为 5 个完全独立的全双工串口(子串口),其中各子串口波特率、10 位

或 11 位数据帧长度等均可由单片机软件设置,让普通单片机实现标准 5 串口单片机功能,且不占用宝贵的外部中断,5 个子串口共用原有串口中断,只是占用 6 条 I/O 控制线,利用输入地址(ADRI2、ADRI1、ADRI0)和输出地址(ADRO2、ADRO1、ADRO0)来识别不同子串口。图 3 为 SP2539 与 SST89C58 典型应用电路连接方式。

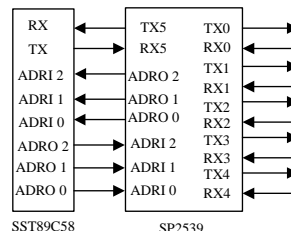


图 3 SP2539 与 SST89C58 典型应用电路

5.1 单片机接收 SP2539 数据流程

单片机接收 SP2539 数据流程如下:

- (1)单片机通过中断方式接收来自 SP2539 母串口的数据。
- (2)单片机接收到数据后,必须在最短的时间内读取该数据对应的串口地址信息(即三位输出地址的状态信息),通过该地址信息的编码方式,即可判断出该数据来自哪个子串口。

5.2 单片机发送 SP2539 数据流程

单片机发送 SP2539 数据流程如下:

- (1)单片机先发送待发射数据的地址信息到 SP2539 的输入地址,即选中待发数据对应的子串口。
- (2)将待发送的数据由单片机直接发送到 SP2539, SP2539 接收到单片机的数据后,根据三位输入地址对应的编码信息将接收到的数据由相应的子串口直接发送出去。
- (3)单片机向子串口发送数据时,由于单片机的速度比各子串口的速度快许多,单片机调用必要的延时程序来匹配母串口和各子串口的数据传输。

6 结束语

在 2007 年 12 月 17 日-2007 年 12 月 27 日期间,由国家海洋局组织开展了 CAPS-OC 终端在 9 号大型锚系浮标上的双向通信和定位实验,锚系地为(29.5° N, 124° E)附近海域,实验成功并顺利通过验收后,有 2 个 CAPS-OC 终端已经在海上大型锚系浮标上应用,其中一个已经有 8 个月连续正常运转的记录,从而说明 CAPS-OC 终端和终端的核心控制软件具有良好的稳定性和可靠性。

参考文献

- [1] 李 民, 盛岩峰. 国内大型海洋水文气象资料浮标的现状及发展方向[J]. 气象水文海洋仪器, 2002, (2): 1-4.
- [2] 王 波, 陈远知. 基于 DSP/GPS/铱星通信的远程监测系统[J]. 中国传媒大学学报: 自然科学版, 2007, 14(2): 80-84.
- [3] 牛华宁, 李 平. Inmarsat-C/GPS 技术在水声测量浮标系统中的应用[J]. 通信学报, 2001, 22(5): 67-70.
- [4] 张少永, 林玉池, 熊 焰. Argos 卫星发射平台研究与 Argos 通讯系统应用[J]. 海洋技术, 2005, 24(1): 25-28.
- [5] Ai Guoxiang, Shi Huli, Wu Haitao, et al. Principle of Positioning System Based on Communication Satellites[J]. Science in China Series G: Physics, Mechanics & Astronomy, 2009, 52(3): 472-488.
- [6] 施浒立, 尚俊娜, 杨朋翠, 等. 复合导航电文[P]. 中国专利: 200610012133.6, 2007-12-12.

编辑 索书志