

GPS 军用车载卫星地球站天线自动定位系统

朱民鲍远律 张旺生

中国科学技术大学自动化系 GPS 实验室，230027

摘要：本文提出了一种由 MCS-51 单片机组成的 GPS 车载卫星地球站天线自动定位系统。该系统能够自动控制车载天线转向并锁定某一个同步通讯卫星，以获得最佳的通讯质量。文中还着重介绍了 PSD311 芯片在系统中的应用。

关键词：GPS，天线自动定位，方位角，仰角，PSD311，LCD

GPS 全球定位系统是美国开发的新一代卫星导航与定位系统，它通过接收、计算来自导航卫星的导航电文与时间差来提取移动目标的精确经度、纬度、速度、高度和时间等信息，它不仅具有全球性、全天候、连续的精密导航与定位能力，而且具有良好的抗干扰和保密性，它从根本上解决了人类在地球上的导航与定位问题，可以满足不同的需要。鉴于 GPS 系统快速、准确的定位能力，将其应用在车载卫星地球站的天线自动控制系统中。其应用的基本思路是：将 GPS 接收板作为一个位置传感器，通过它解算出卫星地球站的位置坐标，然后求出天线的目标方位角和仰角，再控制执行机构转动天线。

1. 天线自动定位系统的设计

1.1 系统框图及运行过程

系统组成框图如图 1 所示。其工作过程如下：通过 GPS 接收机得到车载卫星地球站的经纬度，根据由键盘输入的同步通讯卫星的经度，系统计算出天线的目标方位角和仰角，结合天线初始方位角和仰角而给出一系列的控制信号。

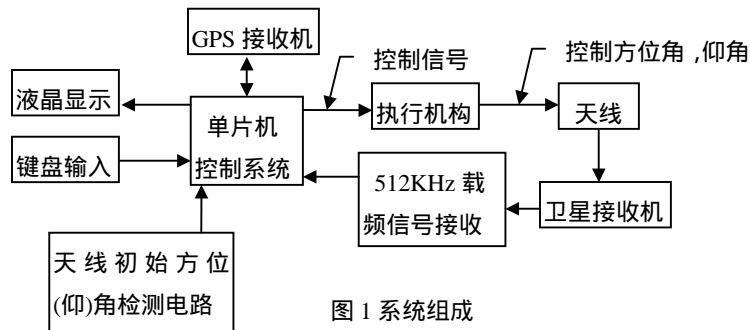


图 1 系统组成

整个控制过程分为两步。第一步粗调，执行机构根据控制信号将天线方位角以 $1^\circ/s$ ，仰角以 $0.2^\circ/s$ 的速度粗调至目标位置。第二步细调，天线在目标位置方位角的 $[-5^\circ, 5^\circ]$ 范围内、仰角的 $[-1^\circ, 1^\circ]$ 范围内以 $0.2^\circ/s$ 的速度进行细调，同时检测 512KHz 的载频信号并锁定在最大值上。如果最大值恰巧落在边界上，则顺沿扩展搜索。在整个控制过程中，卫星地球站的经纬度、天线的方

方位角和仰角以及采样电平都要在液晶上显示出来。另外，因为本系统应用在军队中，对可靠性要求较高。当 GPS 卫星失效时，系统可通过输入卫星地球站的经纬度来实现天线的自动控制。

1.2 系统控制信号

卫星地球站与赤道上空同步卫星通讯时，天线应指向的方位角和仰角的计算公式如下：

$$\text{方位角： } \zeta = \arctg \frac{\text{tg}(\alpha_1 - \alpha_2)}{\sin \beta_1} \quad (1)$$

$$\text{仰角： } \psi = \arctg \frac{\cos(\alpha_1 - \alpha_2) \cos \beta_1 - 0.12157}{\sqrt{1 - [\cos(\alpha_1 - \alpha_2) \cos \beta_1]^2}} \quad (2)$$

式中 α_1 , β_1 , 是卫星地球站的经纬度； α_2 是同步通讯卫星的经度。

天线控制线共四根 A、B、C、D，通过给定 CMOS 电平高低的时间长短来控制天线的角度变化。具体控制状态如下：

控制线 A：“H”表示启动电机；“L”表示停控。

控制线 B：“H”表示仰角控制，“L”表示方位角控制。

控制线 C：“H”表示正向转动(增大角度)，“L”表示反向转动。

控制线 D：“H”表示快速运转 $1^\circ/\text{s}$ ，“L”表示慢速运转 $0.2^\circ/\text{s}$ 。

2. 系统硬件设计

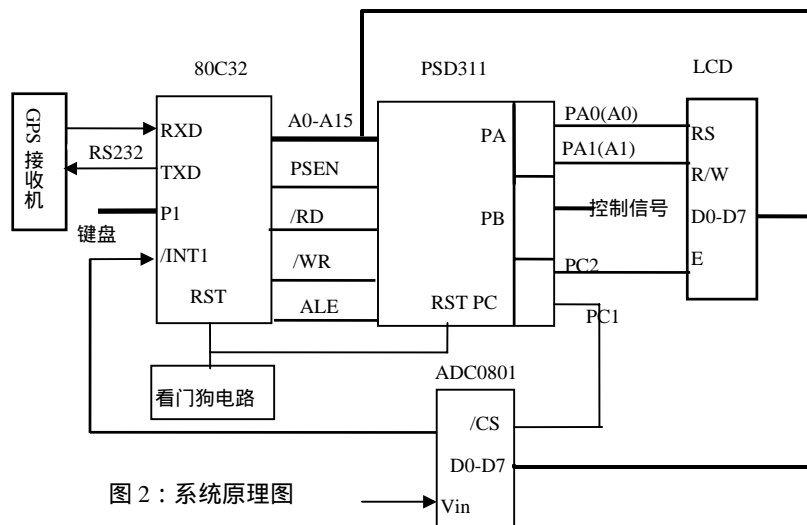


图 2：系统原理图

本系统采用 Intel 80c32 CPU 作为主控芯片，为减少系统体积和外围元件，采用了高性能的可编程单片机并口扩展芯片—PSD311。这大大简化了系统设计，增加了系统可靠性。系统硬件设计原理图如图 2 所示。

PSD311 简介

PSD311 是美国 WSI 公司推出的可编程通用外围芯片。片内集成有 256Kbits 的紫外线可擦除 EPROM、16Kbits 的静态 RAM、可编程的输入/输出和可编程地址译码器(PAD)。因此一片 PSD311 芯片可实现一片 32KB 的 EPROM，一片 2KB 的 SRAM，一片 GAL，一片 8255，两片

8 位地址锁存器等构成电路所完成的功能。一片微控制器和一片 PSD311 就可构成一个系统。

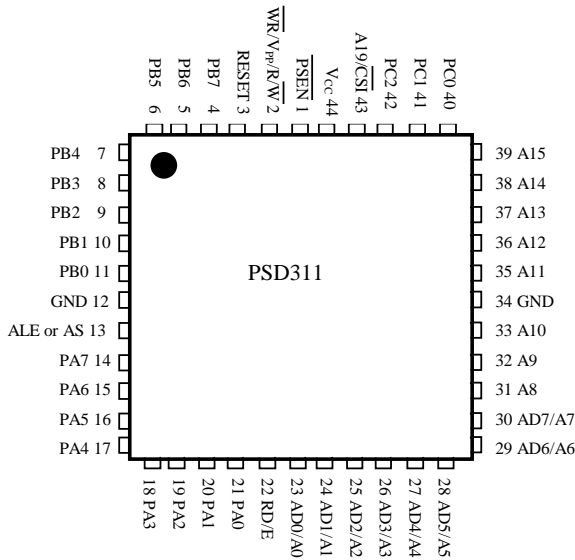


图 3 显示了 44 脚 PLCC 封装的 PSD311 管脚位置排列图，相应管脚说明如下：

\overline{PSEN} : EPROM 读脉冲，低电平有效。

$\overline{WR} / V_{pp} \text{ or } \overline{R} / \overline{W}$: 当编程为 \overline{WR} 时，有效的低电平脉冲表示写操作发生。

$\overline{RD} / \overline{E}$: 当编程为 \overline{RD} 时，有效的低电平脉冲表示读操作发生。当编程为 \overline{E} 时，和 $\overline{R} / \overline{W}$ 一起决定读写操作的执行。

$\overline{CSI} / A19$: 当编程为 \overline{CSI} 时，若此引脚输入为高电平，则芯片选择电源调电方式，输入为低电平时为正常操作方式。当编程为 $A19$ 时，此引脚用作地址锁存输入或逻辑输入。

$RESET$: 芯片的复位输入脚，可由用户编程为低电平有效或高电平有效，要求输入信号有效电平的持续时间不小于 100ns。

$ALE \text{ or } AS$: 在地址/数据复用总线方式中，可编程为地址锁存允许(ALE)或地址选通(AS)，在 ALE 或 AS 的边沿锁存 $AD7/A7 \sim AD0/A0$ 、 $A16/A19$ 。 ALE 或 AS 信号可编程为高电平或低电平有效。

$PA7 \sim PA0$: 八位输入/输出口,A 口的每一位可编程为一般的输入/输出,或编程为低八位地址锁存输出。当芯片工作于非地址/数据复用总线方式时，此口变成数据总线 $D0 \sim D7$ 。

$PB7 \sim PB0$: 八位输入/输出口,B 口的每一位可编程为一般的输入/输出，或编程为片选输出。口的每一位均可编程为 CMOS 输出或开路输出。

$PC2 \sim PC0$: 可编程为 PAD 输入或片选输出。当编程为 PAD 输入时，每一位均可编程为一般的逻辑输入或由 ALE 锁存输入，对应的地址为 $A16 \sim A18$ 。

$AD7/A7 \sim AD0/A0$: 在地址/数据复用总线方式中为八位地址和数据的输入/输出，由 ALE 的边沿锁存地址。当工作于非地址/数据复用总线方式时，为低八位的地址输出。

$A8 \sim A15$: 高八位地址输入。

GND : 电源地。

V_{CC} : 电源输入，+5V。

键盘输入及编辑模块，数学函数计算模块，天线控制模块，采样滤波平滑模块。为了提高系统的可靠性，嵌入了“看门狗”程序的设计。

4. 结语

GPS 军用车载卫星地球站天线自动定位系统是中科大自动化系 GPS 实验室与南京某通讯部队合作开发的一个项目。以往，当车载卫星地球站到达新地点时，操作员查找军用地图以获得当前的位置坐标(粗略值)，再计算出地球站天线的目标方位角和仰角，最后转动天线并校正。本系统的研制成功大大提高了工作效率。当固定同步通讯卫星时，只须轻轻一键就可完成天线的自动定位。该系统已于 1996 年 12 月通过解放军总参通讯部的鉴定。

参考文献：

1. 孙涵芳、徐爱卿，MCS-51, 96 系列单片机原理及应用，北京航空航天大学出版社，1988
2. Programmable Peripherals Design and Application Handbook, WSI Corp., 1994
3. 周忠谟、易杰军，GPS 卫星测量原理与应用，测绘出版社，1992
4. 武汉力源单片机技术研究所，PSD3XX 可编程单片机通用外围接口芯片原理、编程及应用，1994

尊敬的编辑老师：您好！

贵刊3月18日寄出的“稿件处理通知单”已收到。

得知拙作(编号：980036)被录用非常高兴。现按贵刊要求补上英文题名、摘要、关键词，并同时寄去磁盘稿(Word 7.0排版，文件名：980036.doc，与原文字稿完全一致)。另外，由科大自动化系出具的文中无泄密问题的证明也一同附上。

最后，还想询问一下具体的刊出期号以及印刷费的具体数额和支付方式。

为防止信件丢失或贻误，请您来信时，直接寄往：230027，安徽合肥四号信箱，中国科大自动化系GPS实验室，朱民（略去以前地址的房间号）。

盼回信

祝工作顺利！

朱民

98-3-31

附英文题名、摘要、关键词：

GPS 军用车载卫星地球站天线自动定位系统

GPS-based Antenna Auto-Tracking System of Satellite-Earth Station on Army Vehicles

朱民、鲍远律、张旺生(中国科学技术大学自动化系 GPS 实验室，安徽合肥，230027)

Zhu Min, Bao Yuanlu, Zhang Wangsheng (GPS Lab., Dept. Of Auto., USTC, Hefei, Anhui, 230027)

[摘要]：本文提出了一种由 MCS-51 单片机组成的 GPS 车载卫星地球站天线自动定位系统。该

系统能够自动控制车载天线转向，并锁定某一个同步通讯卫星，以获得最佳的通讯质量。文中还着重介绍了 PSD311 芯片在系统中的应用。

[ABSTRACT]: In this paper, a GPS-based Antenna Auto-Tracking System of Satellite-Earth Station is introduced. This system can make the antenna's movement toward the synchronous communication satellite precisely and quickly and thus to obtain the optimal signals. The application of programmable peripheral PSD311 chip in this system is also especially described .

[关键词]：GPS，天线自动定位，方位角，仰角，PSD311，LCD

[KEYWORDS]：GPS, antenna auto-tracking system, bearing angle, elevation angle, PSD311, LCD