

# GPS

黄智伟  
编著

## 接收机电路设计



北京 国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

内容简介

# GPS 接收机电路设计

黄智伟 编著

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书共 8 章,系统阐述了 GPS 接收机的技术基础、系统设计方案、射频前端低噪声放大器电路、下变频器电路、射频前端电路、相关器电路、基带处理器电路和单芯片 GPS 接收机电路设计,对组成 GPS 接收机各部分的集成电路芯片的原理、内部结构、性能指标、应用电路以及在应用中应注意的一些问题进行了介绍。本书突出新颖性、工程性和实用性,内容深入浅出,通俗易懂,方便使用。

本书可供从事 GPS 接收机在导航、测量、无线遥控和遥测系统、无线数据采集系统、无线网络、无线安全防范系统等应用研究的工程技术人员,进行 GPS 接收机电路设计与应用的参考书和工具书,也可以作为高等院校通信、电子等相关专业本科生和研究生专业课程的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

GPS 接收机电路设计 / 黄智伟编著. —北京:国防工业出版社,2006.10 重印

ISBN 7-118-03802-4

I. G... II. 黄... III. 全球定位系统(GPS)-接收机-电路设计 IV. P228.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 009993 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 26 $\frac{1}{4}$  字数 650 千字

2006 年 10 月第 2 次印刷 印数 4001—7000 册 定价 43.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

# 前 言

GPS 技术目前正广泛地应用在导航、测量、通信和其他许多领域。随着 GPS 技术的不断发展,应用领域在不断地扩展、普及和深入,而 GPS 接收机是 GPS 技术应用的基础。

本书是为从事 GPS 技术研究、开发与应用的工程技术人员编写的参考书和工具书。全书共 8 章,第 1 章介绍了 GPS(全球定位系统)的组成、GPS 卫星信号的基本特性、GPS 接收机的基本构成;第 2 章介绍了 AD 等 14 家公司的 GPS 接收机设计方案;第 3 章介绍了基于 ATR0610 等 8 种低噪声放大器(LNA)IC 芯片组成的 GPS 接收机射频前端 LNA 电路设计;第 4 章介绍了基于 CXA1951AQ 等 7 种变频器 IC 芯片组成的 GPS 接收机下变频器电路设计;第 5 章介绍了基于 ATR0600 等 15 种射频前端 IC 芯片组成的 GPS 接收机射频前端电路设计;第 6 章介绍了基于 GPI020 等 3 种相关器 IC 芯片的 GPS 接收机相关器电路设计;第 7 章介绍了基于 ATR0620GPS 等 7 种基带处理器 IC 芯片的 GPS 接收机基带处理器电路设计;第 8 章介绍了基于 CXD2951GA 等 5 种单芯片/模块的 GPS 接收机电路设计,系统全面地对 GPS 接收机各组成电路的集成电路芯片的原理、内部结构、性能指标、应用电路以及在实际应用中应注意的一些问题进行了阐述。

本书具有如下特点:

**新颖性** 本书中所介绍的 GPS 接收机电路均是采用近年各公司推出的最新的、高集成度的集成电路芯片。

**系统性** 本书介绍了 14 种 GPS 接收机系统设计方案、8 种 GPS 接收机低噪声放大器电路、7 种 GPS 下变频器、15 种 GPS 接收机射频前端电路、3 种 GPS 接收机相关器电路、7 种 GPS 接收机基带处理器电路和 5 种单芯片 GPS 接收机电路等的设计。

**理论性** 本书分门别类地介绍了各种芯片的不同结构及特点,进行了内部电路的分析。

**工程性** 本书结合不同芯片,详细介绍了电路设计时应注意的一些问题,包括电路设计、印制电路板设计布局、元器件参数选择等。

**实用性** 本书中所提供的大部分应用电路和印制板都可以直接复制,应用于所设计的产品中。并且在参考文献中列出了大量的参考文献和各公司的网址,以便于读者参考使用。

本书可以作为从事 GPS 接收机在导航、测量、无线遥控和遥测系统、无线数据采集系统、无线网络、无线安全防范系统等应用研究的工程技术人员,进行 GPS 接收机电路设计与应用的参考书和工具书;也可以作为高等院校通信、电子等相关专业本科生和研究生专业课程教学参考书。

本书在编写过程中,参考了大量的资料,得到了许多专家和学者的大力支持,听取了多方面的宝贵意见和建议。李富英高级工程师对本书进行了审阅;王彦、朱卫华、张清明、潘礼、林杰文、王凤玲、余丽、申政琴、贺康政、黄松、肖凯、张朋举、简远鸣、谢远英、王艳、黄琛、李治、李伟、李金宸等为本书的编写做了大量的工作,在此一并表示衷心的感谢。

黄智伟

2004 年 11 月 28 日于南华大学

# 目 录

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 第 1 章 GPS 技术基础                                    | 1  |
| 1.1 GPS 的组成                                       | 1  |
| 1.1.1 空间卫星星座                                      | 1  |
| 1.1.2 地面监控系统                                      | 2  |
| 1.1.3 用户接收设备(GPS 接收机)                             | 3  |
| 1.2 GPS 卫星信号的基本特性                                 | 4  |
| 1.2.1 频率和调制方式                                     | 4  |
| 1.2.2 功率电平                                        | 6  |
| 1.2.3 自相关特性和功率谱密度                                 | 7  |
| 1.2.4 互相关特性                                       | 9  |
| 1.3 GPS 接收机                                       | 9  |
| 1.3.1 GPS 接收机的基本构成                                | 9  |
| 1.3.2 SPS 接收机                                     | 11 |
| 1.3.3 数字 GPS 接收机                                  | 12 |
| 1.3.4 GPS 接收机的选择                                  | 13 |
| 第 2 章 GPS 接收机设计方案                                 | 15 |
| 2.1 AD 公司基于 NAV2400 的 GPS 接收机设计方案                 | 15 |
| 2.1.1 NAV2400GPS 接收机芯片组简介                         | 15 |
| 2.1.2 基于 NAV2400 的 GPS 接收机电路板简介                   | 15 |
| 2.1.3 NAV2400 评估系统                                | 16 |
| 2.2 Atmel 公司基于 ATR06xx 的 GPS 接收机设计方案              | 18 |
| 2.2.1 ATR06xx 系列芯片简介                              | 18 |
| 2.2.2 基于 ATR06xx 的 GPS 接收机设计方案                    | 19 |
| 2.3 Garmin 公司便携式 GPS 手持机设计方案                      | 19 |
| 2.3.1 Garmin 公司便携式 GPS 手持机简介                      | 19 |
| 2.3.2 Garmin 公司便携式 GPS 手持机内部结构                    | 19 |
| 2.4 Globallocate 公司基于 Indoor GPS 芯片组的 GPS 接收机设计方案 | 21 |
| 2.4.1 Indoor GPS 芯片组简介                            | 21 |
| 2.4.2 基于 Indoor GPS 芯片组的 GPS 接收机设计方案              | 21 |
| 2.5 Himark 公司基于 AR2010 的 GPS 接收机设计方案              | 22 |
| 2.5.1 AR2010 GPS 控制器 SoC 简介                       | 22 |
| 2.5.2 基于 AR2010 的 GPS 接收机设计方案                     | 22 |
| 2.6 infineon 公司基于 FirstGPS™系统的 GPS 接收机设计方案        | 24 |

|        |                                      |    |
|--------|--------------------------------------|----|
| 2.6.1  | FirstGPS™系统简介                        | 24 |
| 2.6.2  | 基于 FirstGPS™的 GPS 接收机设计方案            | 25 |
| 2.7    | NEC 公司的 GPS 设计方案                     | 26 |
| 2.7.1  | NEC 公司的 GPS 设计方案简介                   | 26 |
| 2.7.2  | NEC 公司的 GPS 器件简介                     | 27 |
| 2.8    | Nemerix 公司的 GPS 设计方案                 | 28 |
| 2.8.1  | Nemerix 公司的 GPS 芯片简介                 | 28 |
| 2.8.2  | SW1030 软件体系结构                        | 29 |
| 2.8.3  | Nemerix 公司的 GPS 设计方案                 | 30 |
| 2.9    | Skyworks 公司基于 CX20xxx 系列芯片的 GPS 设计方案 | 31 |
| 2.9.1  | CX74xx 接收机 ASIC 系列芯片简介               | 31 |
| 2.9.2  | CX20xxx 基带模拟处理器系列芯片简介                | 33 |
| 2.9.3  | 基于 CX20xxx 系列芯片的 GPS 设计方案            | 34 |
| 2.10   | SONY 公司 GPS 接收机设计方案                  | 34 |
| 2.10.1 | SONY 公司 GPS 接收机下变频器芯片简介              | 34 |
| 2.10.2 | SONY 公司 GPS 接收机基带处理器芯片简介             | 35 |
| 2.10.3 | SONY 公司单片 GPS 接收机芯片简介                | 35 |
| 2.10.4 | SONY 公司 GPS 接收机设计方案                  | 35 |
| 2.11   | ST 公司的 GPS 接收机设计方案                   | 37 |
| 2.11.1 | ST 公司 GPS 接收机系列芯片简介                  | 37 |
| 2.11.2 | ST 公司的 GPS 接收机设计方案                   | 37 |
| 2.12   | Ti 公司基于 TGS5000 的 GPS 接收机设计方案        | 38 |
| 2.12.1 | TGS5000 无线 GPS 芯片组简介                 | 38 |
| 2.12.2 | 基于 TGS5000 的 GPS 接收机设计方案             | 38 |
| 2.13   | u-Nav 公司基于 uN80xx 的 GPS 接收机设计方案      | 39 |
| 2.13.1 | u-Nav 公司的 GPS 芯片简介                   | 39 |
| 2.13.2 | 基于 uN8031B 与 uN8021 的 GPS 接收机设计方案    | 39 |
| 2.14   | 基于 XE1610 芯片组的 GPS 接收机设计方案           | 40 |
| 2.14.1 | XE16BB10 简介                          | 40 |
| 2.14.2 | 基于 XE16BB10 的 GPS 接收机设计方案            | 40 |
| 第 3 章  | GPS 接收机射频前端低噪声放大器电路设计                | 41 |
| 3.1    | 基于 ATR0610 的 GPS 接收机低噪声放大器电路         | 41 |
| 3.1.1  | ATR0610 简介                           | 41 |
| 3.1.2  | ATR0610 主要性能指标                       | 41 |
| 3.1.3  | ATR0610 内部结构与引脚功能                    | 42 |
| 3.1.4  | ATR0610 的应用电路                        | 43 |
| 3.1.5  | ATR0610 芯片封装尺寸                       | 44 |
| 3.2    | 基于 BGA622 的 GPS 接收机 LNA 电路           | 45 |
| 3.2.1  | 基于 BGA622 的 LNA 电路结构                 | 45 |
| 3.2.2  | 基于 BGA622 的 LNA 电路性能指标               | 46 |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 3.3 基于 BFP640 的 GPS 接收机 LNA 电路 .....                  | 47 |
| 3.3.1 基于 BFP640 的 LNA 电路结构 .....                      | 47 |
| 3.3.2 基于 BFP640 的 LNA 电路性能指标 .....                    | 48 |
| 3.3.3 基于 BFP640 的 LNA 电路外形 .....                      | 49 |
| 3.4 基于 MAX2641 的 GPS 接收机 LNA 电路 .....                 | 50 |
| 3.4.1 MAX2641 简介 .....                                | 50 |
| 3.4.2 MAX2641 主要性能指标 .....                            | 50 |
| 3.4.3 MAX2641 芯片封装与引脚功能 .....                         | 50 |
| 3.4.4 MAX2641 应用电路 .....                              | 51 |
| 3.4.5 MAX2641 封装尺寸 .....                              | 52 |
| 3.5 基于 MAX2654/MAX2655/MAX2656 的 GPS 接收机 LNA 电路 ..... | 52 |
| 3.5.1 MAX2654/MAX2655/MAX2656 简介 .....                | 52 |
| 3.5.2 MAX2654/MAX2655/MAX2656 主要性能指标 .....            | 52 |
| 3.5.3 MAX2654/MAX2655/MAX2656 芯片封装与引脚功能 .....         | 54 |
| 3.5.4 MAX2654/MAX2655/MAX2656 应用电路 .....              | 54 |
| 3.5.5 MAX2654/MAX2655/MAX2656 芯片封装尺寸 .....            | 55 |
| 3.6 基于 NE38018 的 GPS 接收机 LNA 电路 .....                 | 56 |
| 3.6.1 NE38018 简介 .....                                | 56 |
| 3.6.2 NE38018 主要性能指标 .....                            | 56 |
| 3.6.3 NE38018 应用电路 .....                              | 58 |
| 3.6.4 NE38018 封装尺寸 .....                              | 58 |
| 3.7 基于 $\mu$ PC2749TB 的 GPS 接收机 LNA 电路 .....          | 59 |
| 3.7.1 $\mu$ PC2749TB 简介 .....                         | 59 |
| 3.7.2 $\mu$ PC2749TB 主要性能指标 .....                     | 59 |
| 3.7.3 $\mu$ PC2749TB 内部结构与引脚功能 .....                  | 59 |
| 3.7.4 $\mu$ PC2749TB 应用电路 .....                       | 60 |
| 3.7.5 $\mu$ PC2749TB 封装尺寸 .....                       | 63 |
| 3.8 基于 $\mu$ PC8211TK 的 GPS 接收机 LNA 电路 .....          | 64 |
| 3.8.1 $\mu$ PC8211TK 简介 .....                         | 64 |
| 3.8.2 $\mu$ PC8211TK 主要性能指标 .....                     | 64 |
| 3.8.3 $\mu$ PC8211TK 芯片封装与引脚功能 .....                  | 64 |
| 3.8.4 $\mu$ PC8211TK 应用电路 .....                       | 65 |
| 3.8.5 $\mu$ PC8211TK 封装尺寸 .....                       | 65 |
| 第 4 章 GPS 接收机下变频器电路设计 .....                           | 66 |
| 4.1 基于 CXA1951AQ 的 GPS 接收机下变频器电路 .....                | 66 |
| 4.1.1 CXA1951AQ 简介 .....                              | 66 |
| 4.1.2 CXA1951AQ 主要性能指标 .....                          | 66 |
| 4.1.3 CXA1951AQ 内部结构与引脚功能 .....                       | 67 |
| 4.1.4 CXA1951AQ 电路应用 .....                            | 70 |
| 4.1.5 CXA1951AQ 封装尺寸 .....                            | 75 |

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| 4.2 基于 CXA3355ER 的 GPS 接收机下变频器电路 .....               | 75  |
| 4.2.1 CXA3355ER 简介 .....                             | 75  |
| 4.2.2 CXA3355ER 主要性能指标 .....                         | 76  |
| 4.2.3 CXA3355ER 内部结构与引脚功能 .....                      | 77  |
| 4.2.4 CXA3355ER 电路测试 .....                           | 82  |
| 4.2.5 CXA3355ER 电路应用 .....                           | 88  |
| 4.2.6 CXA3355ER 封装尺寸 .....                           | 94  |
| 4.3 基于 MAX2680/MAX2681/MAX2682 的 GPS 接收机下变频器电路 ..... | 94  |
| 4.3.1 MAX2680/MAX2681/MAX2682 简介 .....               | 94  |
| 4.3.2 MAX2680/MAX2681/MAX2682 主要性能指标 .....           | 95  |
| 4.3.3 MAX2680/MAX2681/MAX2682 引脚功能 .....             | 97  |
| 4.3.4 MAX2680/MAX2681/MAX2682 电路应用 .....             | 98  |
| 4.3.5 MAX2680/MAX2681/MAX2682 封装尺寸 .....             | 100 |
| 4.4 基于 MAX2740 的 GPS 接收机下变频器电路 .....                 | 100 |
| 4.4.1 MAX2740 简介 .....                               | 100 |
| 4.4.2 MAX2740 主要性能指标 .....                           | 100 |
| 4.4.3 MAX2740 芯片封装与引脚功能 .....                        | 101 |
| 4.4.4 MAX2740 内部结构与工作原理 .....                        | 102 |
| 4.4.5 MAX2740 电路应用 .....                             | 103 |
| 4.4.6 MAX2740 封装尺寸 .....                             | 108 |
| 4.5 基于 RF2498 的 GPS 接收机下变频器电路 .....                  | 109 |
| 4.5.1 RF2498 简介 .....                                | 109 |
| 4.5.2 RF2498 主要性能指标 .....                            | 109 |
| 4.5.3 RF2498 内部结构与引脚功能 .....                         | 111 |
| 4.5.4 RF2498 电路应用 .....                              | 115 |
| 4.5.5 RF2498 封装尺寸 .....                              | 121 |
| 4.6 基于 TQ5139 的 A-GPS 接收机下变频器电路 .....                | 122 |
| 4.6.1 TQ5139 简介 .....                                | 122 |
| 4.6.2 TQ5139 主要性能指标 .....                            | 123 |
| 4.6.3 TQ5139 内部结构与引脚功能 .....                         | 124 |
| 4.6.4 TQ5139 电路应用 .....                              | 126 |
| 4.6.5 TQ5139 封装尺寸 .....                              | 128 |
| 4.7 基于 TQ5638 的 GPS 接收机下变频器电路 .....                  | 129 |
| 4.7.1 TQ5638 简介 .....                                | 129 |
| 4.7.2 TQ5638 主要性能指标 .....                            | 129 |
| 4.7.3 TQ5638 内部结构与引脚功能 .....                         | 131 |
| 4.7.4 TQ5638 电路应用 .....                              | 132 |
| 4.7.5 TQ5638 的封装尺寸 .....                             | 134 |
| 第 5 章 GPS 接收机射频前端电路设计 .....                          | 135 |
| 5.1 基于 ATR0600 的 GPS 接收机射频前端电路 .....                 | 135 |

|       |                                      |     |
|-------|--------------------------------------|-----|
| 5.1.1 | ATR0600 简介 .....                     | 135 |
| 5.1.2 | ATR0600 主要性能指标 .....                 | 135 |
| 5.1.3 | ATR0600 芯片封装与引脚功能 .....              | 136 |
| 5.1.4 | ATR0600 内部结构与电路应用 .....              | 137 |
| 5.1.5 | ATR0600 封装尺寸 .....                   | 141 |
| 5.2   | 基于 GP2010 的 GPS 接收机射频前端电路 .....      | 142 |
| 5.2.1 | GP2010 简介 .....                      | 142 |
| 5.2.2 | GP2010 主要性能指标 .....                  | 142 |
| 5.2.3 | GP2010 芯片封装与引脚功能 .....               | 146 |
| 5.2.4 | GP2010 内部结构与工作原理 .....               | 148 |
| 5.2.5 | GP2010 电路应用 .....                    | 150 |
| 5.2.6 | GP2010 封装尺寸 .....                    | 152 |
| 5.3   | 基于 GP2015 的 GPS 接收机射频前端电路 .....      | 153 |
| 5.3.1 | GP2015 简介 .....                      | 153 |
| 5.3.2 | GP2015 主要性能指标 .....                  | 154 |
| 5.3.3 | GP2015 芯片封装与引脚功能 .....               | 154 |
| 5.3.4 | GP2015 内部结构与工作原理 .....               | 156 |
| 5.3.5 | GP2015 电路应用 .....                    | 156 |
| 5.3.6 | GP2015 封装尺寸 .....                    | 162 |
| 5.4   | 基于 MRFIC1505R2 的 GPS 接收机射频前端电路 ..... | 163 |
| 5.4.1 | MRFIC1505R2 简介 .....                 | 163 |
| 5.4.2 | MRFIC1505R2 主要性能指标 .....             | 163 |
| 5.4.3 | MRFIC1505R2 内部结构与引脚功能 .....          | 165 |
| 5.4.4 | MRFIC1505R2 电路应用 .....               | 167 |
| 5.4.5 | MRFIC1505R2 封装尺寸 .....               | 168 |
| 5.5   | 基于 NJ1004 的 GPS 接收机射频前端电路 .....      | 169 |
| 5.5.1 | NJ1004 简介 .....                      | 169 |
| 5.5.2 | NJ1004 主要性能指标 .....                  | 170 |
| 5.5.3 | NJ1004 芯片封装与引脚功能 .....               | 171 |
| 5.5.4 | NJ1004 电路应用 .....                    | 175 |
| 5.5.5 | NJ1004 封装尺寸 .....                    | 181 |
| 5.6   | 基于 NJ1006 的 GPS 接收机射频前端电路 .....      | 183 |
| 5.6.1 | NJ1006 简介 .....                      | 183 |
| 5.6.2 | NJ1006 主要性能指标 .....                  | 183 |
| 5.6.3 | NJ1006 芯片封装与引脚功能 .....               | 185 |
| 5.6.4 | NJ1006 电路应用 .....                    | 188 |
| 5.6.5 | NJ1006 封装尺寸 .....                    | 195 |
| 5.7   | 基于 SIM8660A 的 GPS 接收机射频前端电路 .....    | 197 |
| 5.7.1 | SIM8660A 简介 .....                    | 197 |
| 5.7.2 | SIM8660A 主要性能指标 .....                | 197 |

|        |                                        |     |
|--------|----------------------------------------|-----|
| 5.7.3  | S1M8660A 引脚功能 .....                    | 198 |
| 5.7.4  | S1M8660A 的内部结构 .....                   | 200 |
| 5.7.5  | S1M8660A 电路应用 .....                    | 201 |
| 5.7.6  | S1M8660A 封装尺寸 .....                    | 203 |
| 5.8    | 基于 S1M8662A 的 GPS 接收机射频前端电路 .....      | 207 |
| 5.8.1  | S1M8662A 简介 .....                      | 207 |
| 5.8.2  | S1M8662A 主要性能指标 .....                  | 207 |
| 5.8.3  | S1M8662A 的引脚功能 .....                   | 207 |
| 5.8.4  | S1M8662A 的内部结构 .....                   | 208 |
| 5.8.5  | S1M8662A 电路应用 .....                    | 209 |
| 5.9    | 基于 SE4100L 的 GPS 接收机射频前端电路 .....       | 213 |
| 5.9.1  | SE4100L 简介 .....                       | 213 |
| 5.9.2  | SE4100L 主要性能指标 .....                   | 213 |
| 5.9.3  | SE4100L 芯片封装与引脚功能 .....                | 215 |
| 5.9.4  | SE4100L 内部结构与工作原理 .....                | 216 |
| 5.9.5  | SE4100L 电路应用 .....                     | 220 |
| 5.9.6  | SE4100L 封装尺寸 .....                     | 221 |
| 5.10   | 基于 STB5600 的 GPS 接收机射频前端电路 .....       | 221 |
| 5.10.1 | STB5600 简介 .....                       | 221 |
| 5.10.2 | STB5600 主要性能指标 .....                   | 221 |
| 5.10.3 | STB5600 引脚功能 .....                     | 223 |
| 5.10.4 | STB5600 内部结构与工作原理 .....                | 225 |
| 5.10.5 | STB5600 电路应用 .....                     | 225 |
| 5.10.6 | STB5600 封装尺寸 .....                     | 228 |
| 5.11   | 基于 STB5610 的 GPS 接收机射频前端电路 .....       | 229 |
| 5.11.1 | STB5610 简介 .....                       | 229 |
| 5.11.2 | STB5610 主要性能指标 .....                   | 229 |
| 5.11.3 | STB5610 引脚功能 .....                     | 230 |
| 5.11.4 | STB5610 内部结构与电路应用 .....                | 231 |
| 5.11.5 | STB5610 封装尺寸 .....                     | 232 |
| 5.12   | 基于 uN1005/uN8021 的 GPS 接收机射频前端电路 ..... | 234 |
| 5.12.1 | uN1005/uN8021 简介 .....                 | 234 |
| 5.12.2 | uN1005/uN8021 主要性能指标 .....             | 234 |
| 5.12.3 | uN1005/uN8021 芯片封装与引脚功能 .....          | 236 |
| 5.12.4 | uN1005/uN8021 内部结构 .....               | 236 |
| 5.12.5 | uN1005/uN8021 电路应用 .....               | 239 |
| 5.12.6 | uN1005/uN8021 封装尺寸 .....               | 241 |
| 5.13   | 基于 $\mu$ PB1008K 的 GPS 接收机射频前端电路 ..... | 242 |
| 5.13.1 | $\mu$ PB1008K 简介 .....                 | 242 |
| 5.13.2 | $\mu$ PB1008K 主要性能指标 .....             | 242 |

|        |                                           |     |
|--------|-------------------------------------------|-----|
| 5.13.3 | $\mu$ PB1008K 内部结构与引脚功能 .....             | 243 |
| 5.13.4 | $\mu$ PB1008K 电路应用 .....                  | 248 |
| 5.13.5 | $\mu$ PB1008K 封装尺寸 .....                  | 252 |
| 5.14   | 基于 $\mu$ PB1009K 的 GPS 接收机射频前端电路 .....    | 253 |
| 5.14.1 | $\mu$ PB1009K 简介 .....                    | 253 |
| 5.14.2 | $\mu$ PB1009K 主要性能指标 .....                | 253 |
| 5.14.3 | $\mu$ PB1009K 内部结构与引脚功能 .....             | 255 |
| 5.14.4 | $\mu$ PB1009K 电路应用 .....                  | 260 |
| 5.14.5 | $\mu$ PB1009K 封装尺寸 .....                  | 263 |
| 第 6 章  | GPS 接收机相关器电路设计 .....                      | 265 |
| 6.1    | 基于 GP1020 的 6 信道相关器电路 .....               | 265 |
| 6.1.1  | GP1020 简介 .....                           | 265 |
| 6.1.2  | GP1020 主要性能指标 .....                       | 265 |
| 6.1.3  | GP1020 引脚功能 .....                         | 267 |
| 6.1.4  | GP1020 内部结构与工作原理 .....                    | 270 |
| 6.1.5  | GP1020 电路应用 .....                         | 274 |
| 6.1.6  | GP1020 封装尺寸 .....                         | 280 |
| 6.2    | 基于 GP2021 的 GPS 12 信道相关器电路 .....          | 281 |
| 6.2.1  | GP2021 简介 .....                           | 281 |
| 6.2.2  | GP2021 主要性能指标 .....                       | 281 |
| 6.2.3  | GP2021 引脚功能 .....                         | 283 |
| 6.2.4  | GP2021 内部结构与工作原理 .....                    | 285 |
| 6.2.5  | GP2021 电路应用 .....                         | 290 |
| 6.2.6  | GP2021 封装尺寸 .....                         | 294 |
| 6.3    | 基于 XE16BB10 的 GPS 接收机相关器电路 .....          | 295 |
| 6.3.1  | XE16BB10 简介 .....                         | 295 |
| 6.3.2  | XE16BB10 主要性能指标 .....                     | 295 |
| 6.3.3  | XE16BB10 芯片封装与引脚功能 .....                  | 297 |
| 6.3.4  | XE16BB10 内部结构 .....                       | 298 |
| 6.3.5  | XE16BB10 电路应用 .....                       | 299 |
| 6.3.6  | XE16BB10 封装尺寸 .....                       | 300 |
| 第 7 章  | GPS 接收机基带处理器电路设计 .....                    | 301 |
| 7.1    | 基于 ATR0620 的 GPS 接收机基带处理器电路 .....         | 301 |
| 7.1.1  | ATR0620 简介 .....                          | 301 |
| 7.1.2  | ATR0620 主要性能指标 .....                      | 301 |
| 7.1.3  | ATR0620 引脚功能 .....                        | 302 |
| 7.1.4  | ATR0620 内部结构与电路应用 .....                   | 305 |
| 7.1.5  | ATR0620 封装尺寸 .....                        | 308 |
| 7.2    | 基于 CXD2931R-9/GA-9 的 GPS 接收机基带处理器电路 ..... | 309 |
| 7.2.1  | CXD2931R-9/GA-9 简介 .....                  | 309 |

|       |                                  |     |
|-------|----------------------------------|-----|
| 7.2.2 | CXD2931R-9/GA-9 主要性能指标           | 309 |
| 7.2.3 | CXD2931R-9/GA-9 芯片封装与引脚功能        | 310 |
| 7.2.4 | CXD2931R-9/GA-9 内部结构             | 314 |
| 7.2.5 | CXD2931R-9/GA-9 电路应用             | 315 |
| 7.2.6 | CXD2931R-9/GA-9 封装尺寸             | 319 |
| 7.3   | 基于 CXD2932AGA-2 的 GPS 接收机基带处理器电路 | 321 |
| 7.3.1 | CXD2932AGA-2 简介                  | 321 |
| 7.3.2 | CXD2932AGA-2 主要性能指标              | 322 |
| 7.3.3 | CXD2932AGA-2 芯片封装与引脚功能           | 323 |
| 7.3.4 | CXD2932AGA-2 内部结构                | 325 |
| 7.3.5 | CXD2932AGA-2 电路应用                | 327 |
| 7.3.6 | CXD2932AGA-2 封装尺寸                | 330 |
| 7.4   | 基于 GP4020 的 GPS 接收机基带处理器电路       | 331 |
| 7.4.1 | GP4020 简介                        | 331 |
| 7.4.2 | GP4020 主要性能指标                    | 331 |
| 7.4.3 | GP4020 引脚功能                      | 333 |
| 7.4.4 | GP4020 内部结构与工作原理                 | 335 |
| 7.4.5 | GP4020 电路应用                      | 338 |
| 7.4.6 | GP4020 封装尺寸                      | 340 |
| 7.5   | 基于 NJ1030 的 GPS 接收机基带处理器电路       | 341 |
| 7.5.1 | NJ1030 简介                        | 341 |
| 7.5.2 | NJ1030 主要性能指标                    | 341 |
| 7.5.3 | NJ1030 引脚功能                      | 342 |
| 7.5.4 | NJ1030 内部结构与工作原理                 | 346 |
| 7.5.5 | NJ1030 电路应用                      | 349 |
| 7.5.6 | NJ1030 封装尺寸                      | 349 |
| 7.6   | 基于 ST20-GP6 的 GPS 接收机基带处理器电路     | 350 |
| 7.6.1 | ST20-GP6 简介                      | 350 |
| 7.6.2 | ST20-GP6 主要性能指标                  | 351 |
| 7.6.3 | ST20-GP6 引脚功能                    | 353 |
| 7.6.4 | ST20-GP6 内部结构与工作原理               | 355 |
| 7.6.5 | ST20-GP6 电路应用                    | 357 |
| 7.6.6 | ST20-GP6 封装尺寸                    | 358 |
| 7.7   | 基于 uN8031B 的 GPS 接收机基带处理器电路      | 259 |
| 7.7.1 | uN8031B 简介                       | 359 |
| 7.7.2 | uN8031B 主要性能指标                   | 359 |
| 7.7.3 | uN8031B 芯片封装与引脚功能                | 361 |
| 7.7.4 | uN8031B 内部结构                     | 363 |
| 7.7.5 | uN8031B 电路应用                     | 364 |
| 7.7.6 | uN8031B 封装尺寸                     | 369 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第8章 单芯片(模块)GPS接收机电路设计         | 371 |
| 8.1 基于CXD2951GA的GPS接收机电路      | 371 |
| 8.1.1 CXD2951GA简介             | 371 |
| 8.1.2 CXD2951GA主要性能指标         | 371 |
| 8.1.3 CXD2951GA芯片封装与引脚功能      | 373 |
| 8.1.4 CXD2951GA内部结构           | 376 |
| 8.1.5 CXD2951GA电路应用           | 379 |
| 8.1.6 CXD2951GA封装尺寸           | 381 |
| 8.2 基于eazix EZGPM01的GPS接收机电路  | 382 |
| 8.2.1 EZGPM01简介               | 382 |
| 8.2.2 EZGPM01主要性能指标           | 382 |
| 8.2.3 EZGPM01引脚功能             | 383 |
| 8.2.4 EZGPM01内部结构             | 385 |
| 8.2.5 EZGPM01电路应用             | 385 |
| 8.2.6 EZGPM01封装尺寸             | 385 |
| 8.3 基于ITRAX02的GPS接收机电路        | 386 |
| 8.3.1 ITRAX02主要技术特性           | 386 |
| 8.3.2 ITRAX02引脚功能             | 387 |
| 8.3.3 ITRAX02内部结构             | 388 |
| 8.3.4 ITRAX02电路应用             | 389 |
| 8.3.5 ITRAX02封装尺寸             | 393 |
| 8.4 基于RF8009的GPS接收机电路         | 395 |
| 8.4.1 RF8009简介                | 395 |
| 8.4.2 RF8009主要性能指标            | 395 |
| 8.4.3 RF8009模块封装与引脚功能         | 397 |
| 8.4.4 RF8009内部结构              | 397 |
| 8.4.5 RF8009电路应用              | 398 |
| 8.4.6 RF8009封装尺寸              | 401 |
| 8.5 基于XE1610-OEM PVT的GPS接收机电路 | 403 |
| 8.5.1 XE1610-OEM PVT简介        | 403 |
| 8.5.2 XE1610-OEM PVT主要性能指标    | 403 |
| 8.5.3 XE1610-OEM PVT引脚功能      | 404 |
| 8.5.4 XE1610-OEM PVT内部结构      | 404 |
| 8.5.5 XE1610-OEM PVT电路应用      | 405 |
| 参考文献                          | 407 |

# 第 1 章 GPS 技术基础

## 1.1 GPS 的组成

GPS(全球定位系统)由空间卫星星座、地面监控系统和用户接收设备三大部分组成。

### 1.1.1 空间卫星星座

空间卫星星座由 21 颗工作卫星和 3 颗备用卫星(共 24 颗卫星)构成,如图 1-1 所示,24 颗卫星均匀分布在 6 个地心轨道平面内,每个轨道 4 颗卫星。卫星的运行轨道周期是半个恒星日,或者说 11h58min。各个轨道接近于圆形,而且沿赤道以  $60^\circ$  间隔均匀分布,相对于赤道面的倾斜角为  $55^\circ$ 。轨道半径(即从地球质心到卫星的额定距离)大约为 26 600km。因此,同一观测站上,每天出现的卫星分布图形相同,只是每天提前约 4min。地面观测者见到地平面上的卫星颗数随时间和地点的不同而异,最少为 4 颗,最多可达 11 颗。

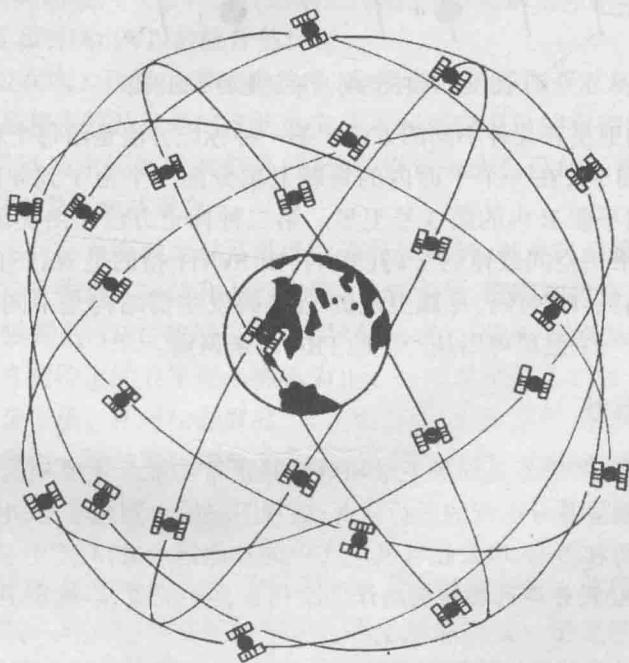


图 1-1 GPS 空间卫星星座

如果把卫星运行轨道想象成一个“环”,把每条轨道打开,在一个平面上拉直;同样也将地球赤道想象成一个“环”,把它打开,在一个平面上拉直,那么每条卫星运行轨道的斜率表示相对于地球赤道平面的倾斜角,其额定值为  $55^\circ$ 。卫星运行轨道平面相对于地球的位置由升交点的经度来确定,而卫星在轨道平面内的位置由平均近点角来规定。升交点经度是每个卫星运行轨道平面与赤道的交点。格林尼治子午线是基准点,或者说在那里升交点经度为 0 值。平

均近点角是在轨道内的每颗卫星以地球赤道为基准的角位置,在赤道上的点平均近点角为 0 值。可以看出在相邻轨道上的大部分卫星之间的相对相位大约为  $40^\circ$ 。以 UTC(USNO)1993 年 7 月 1 日 0000 时的历元时间为基准用平面投影表示的卫星轨道如图 1-2 所示。

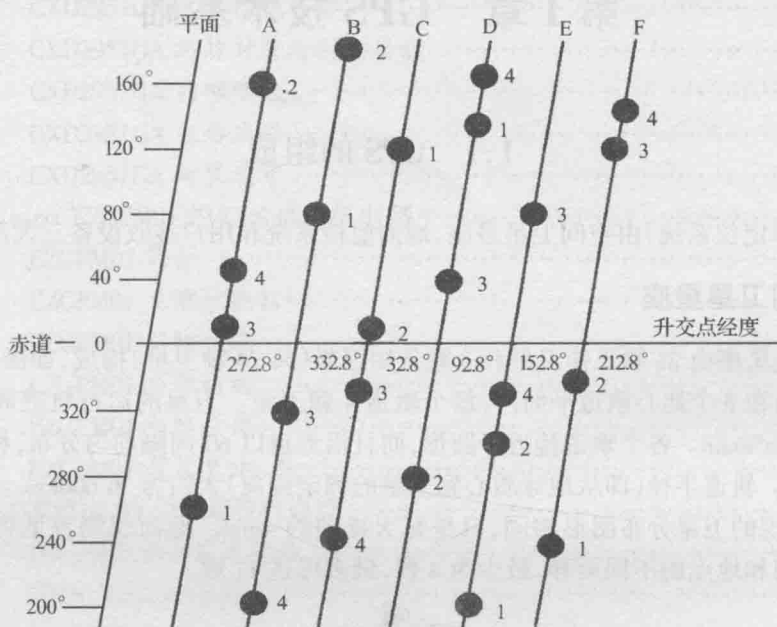


图 1-2 GPS 空间卫星星座的平面投影

标记在轨道中的卫星有几种不同的方法。第一种标记方法是给每个轨道平面分配一个字母(即 A, B, C, D, E 和 F),在一个平面内的每颗卫星分配一个由 1 到 4 的号码,如一颗称做“B3”的卫星指在轨道平面 B 内的第 3 号卫星。第二种标记方法是由美国空军分配的 NAVSTAR 卫星号码,标记采用空间载体的号码(SVN),如 SVN11 指的是 NAVSTAR 11 号卫星。第 3 种标记方法采用伪随机(PRN)码,每颗卫星的 PRN 码发生器结构是不同的,产生不同版本的 C/A 码和 P(Y)码,每一个卫星可用其产生的 PRN 码来识别。

### 1.1.2 地面监控系统

地面监控系统的主要任务是维护卫星和维持其正常功能。主要功能包括:将卫星保持在正确的轨道位置;监视星载分系统的运行状况;监视卫星的太阳能电池、电池的功率电平;更新每颗卫星的时钟、星历和历书,以及在导航电文中的其他指示量;判定卫星的异常;控制选择可用性(SA)和反欺骗(AS),并在远端监视站作伪距和  $\Delta$  伪距测量,以确定卫星钟的校正量、历书和星历等。

地面监控系统包括一个主控站、3 个注入站、5 个监测站和地面上行链天线,其分布如图 1-3 所示。主控站是地面监控部分的中心,它位于美国科罗拉多州的科罗拉多喷泉城的 Falcon 空军基地。主控站除负责管理和协调整个地面监控系统的工作外,其主要任务是根据本站和其他监测站的所有跟踪观测数据,计算各卫星的轨道参数、钟差参数以及大气层的修正参数,编制成导航电文并传送至各注入站。主控站还负责调整偏离轨道的卫星,使之沿预定轨道运行。必要时启用备用卫星以代替失效的工作卫星。

全球共有 5 个监测站,分布在美国本土和三大洋的美军基地上,主要任务是为主控站提供



图 1-3 GPS 卫星的地面监控站分布

卫星的观测数据。监测站是一个数据自动采集中心,监测站包含双频(L1/L2)GPS 接收机,接收机天线的相位中心位置是精确已知的。每个监测站均用 GPS 接收机对视界内每颗卫星进行连续观测,所有观测数据连同气象数据传送到主控站,用以更新主控站的精密卡尔曼滤波器对每颗卫星位置、速度和时间(PVT)的统计估计值。

3 个注入站分别设在南大西洋的阿松森群岛、印度洋的狄哥伽西亚岛和南太平洋的卡瓦加兰岛。其主要任务是将主控站发来的导航电文注入到相应卫星的存储器,每天注入 3 次~4 次。此外,注入站能自动向主控站发射信号,每分钟报告一次自己的工作状态。全球共有 3 个地面天线站,分别与 3 个监测站重合。

主控站通过地面上行链天线设施对卫星进行指挥和控制,以及向卫星上行加载导航电文和其他数据。地面上行天线设施存储和上行加载 TI&C(电报、跟踪和指挥)数据。主控站为每一颗卫星准备好一组独特的 TI&C 数据(它包含导航电文)。这些数据从主控站送到地面天线,在那里存储起来,直到特定的卫星进入视界为止。一旦卫星进入视界,使用 S 波段数据通信上行链将数据发送至卫星。在阿松森群岛、卡瓦加兰岛、狄哥伽西亚岛和卡纳维拉尔角,地面天线是与监测站设在同一场地的。选择这些场地是因为要使卫星覆盖范围最大。

### 1.1.3 用户接收设备(GPS 接收机)

用户接收设备通常称做“GPS 接收机”,它处理由卫星发射来的 L 波段信号以确定用户的 PVT(位置、速度和时间)。对 GPS 接收机的要求是能迅速捕获按一定卫星截止高度角所选择的待测卫星信号,并跟踪这些卫星的运行,对所接收到的卫星信号进行变换、放大和处理,以便测定出 GPS 信号从卫星到接收天线的传播时间,解译出 GPS 卫星所发送的导航电文,实时地计算出监测站的三维坐标、三维速度和时间等所需数据。

GPS 接收机可分为天线单元和接收单元两大部分。一般将两个单元分别装备成两个独立的部件,观测时将天线单元置于观测站上,接收单元置于观测站附近适当的地方,两者之间用电缆线连成一个整机。也有的将天线单元和接收单元制成一个整体,观测时将其安置在观测站点上。

天线单元由接收天线和前置放大器两个部分组成。接收天线大多采用全向天线,可接收来自任何方向的 GPS 信号,并将电磁波能量转化为变化规律相同的电流信号。前置放大器可将极微弱的 GPS 电流信号予以放大。

接收单元的核心部件是信号通道和微处理器。信号通道主要有平方型和相关型两种形式,所具有的信号通道数目从 1 个至 24 个不等。利用多个通道同时对多个卫星进行观测,实现快速定位。接收机所采集的定位数据采用存储器存储,以供后处理之用。微处理器具有各种数据处理软件,能选择合适的卫星进行测量,以获得最佳的几何图形;能根据观测值及卫星星历进行平差计算,求得所需的定位信息。

软件也是 GPS 接收机的重要组成部分,软件包括内置软件和应用软件两部分。内置软件控制接收机信号通道,按时序对各卫星信号进行测量和处理;控制微处理器自动操作,以及与外设接口。这类软件已与接收机融为一体,内存或固化在 GPS 接收机的存储器中。而应用软件主要指对观测数据进行后处理的一些软件系统,要求功能齐全,能够改善 PVT 精度,提高作业效率,方便用户使用,满足用户的多方面要求,开拓新的应用领域。软件的质量与功能已经成为反映 GPS 接收机的一个重要指标。

## 1.2 GPS 卫星信号的基本特性

GPS 卫星信号包括频率分配、调制格式、伪随机噪声 (PRN) 码、用户所接收到的信号的功率电平、自相关特性、互相关特性等基本特性。GPS 卫星信号的构成如图 1-4 所示。GPS 卫星发射 L1(主频率)和 L2(次频率)两个载波频率,这些载波频率由每颗卫星专有的 PRN 码和数据码(导航电文或 D 码)所调制。所有卫星均在这两个相同的载波频率上发射,由于每颗卫星分配有专门的 PRN 码,而且所有 PRN 序列相互之间几乎是不相关的,各卫星的信号可以采用码分多址 (CDMA) 技术区分并检测出来。

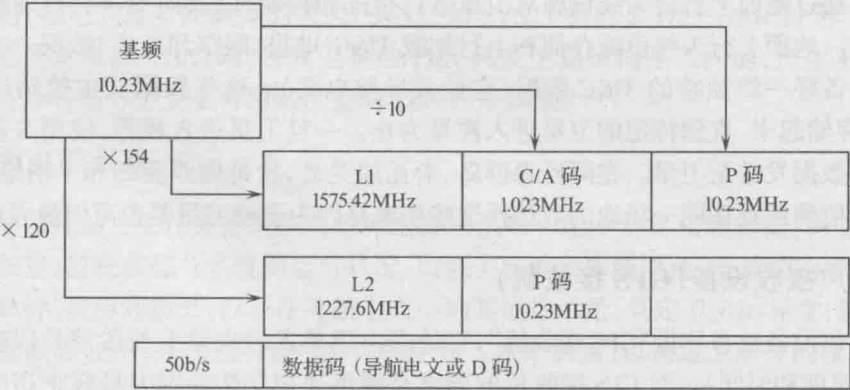


图 1-4 GPS 卫星信号的构成

### 1.2.1 频率和调制方式

在卫星上产生 L1( $154f_0$ )和 L2( $120f_0$ )信号的方框图如图 1-5 所示。L1 频率( $154f_0$ )由两个 PRN 码(粗/截获码(C/A 码)和精密码(P 码))外加导航电文数据调制(采用 BPSK 调制方式)。L2 频率( $120f_0$ )在同一时刻只能用一种 PRN 码调制(采用 BPSK 调制方式),即采用 P(Y)码⊕