

## 目录

前言.....	2
一、 引用说明.....	3
二、 为什么需要卫星定位和卫星通信.....	3
三、 北斗一代、二代、三代分别指什么呢? .....	4
四、 卫星定位是怎么实现的.....	5
五、 北斗短报文卫星通信是怎么实现的.....	7
六、 北斗短报文是如何实现双星定位的.....	9
七、 RDSS 和 RNSS 分别是什么.....	9
八、 卫星通信和卫星定位产品使用注意.....	10
九、 如何快速开发北斗短报文产品.....	10
1. RD 模块.....	11
2. 天线.....	12
3. 开发板.....	15
4. 成品.....	16
十、 为什么北斗短报文有频度和字节数限制.....	18
十一、 为什么需要用到北斗卡.....	19
十二、 北斗三代建成后, 以前的设备需要更换吗? .....	19
十三、 北斗短报文卫星通信的功耗.....	19
十四、 如何处理离线消息.....	20

## 前言

北斗通信和北斗定位已经家喻户晓，但是很多初学者和开发工程师往往被各种概念混淆。有鉴于此，七星云物联整理出这份入门文档，将常见问题系统性地梳理出来。

文档免费开源，编写上尽可能将相关领域的知识进行比较，让读者能够更轻松更深入地掌握。

已经购买七星云物联 RD 模块、天线、开发板等的用户，请跟客服索要“北斗通信和北斗定位硬件设计篇”和示例代码，客服将在第一时间发送过去。七星云物联提供完善的技术支持，让购买的用户快速开发出产品。由于笔者技术水平有限，如果文档有什么错漏，请各位读者批评指正。本文档仅供参考，七星云物联不对文档承担任何责任。文档如有更新，恕不另行通知。

## 一、 引用说明

本文档关于 GPS 的定位原理和图片取自互联网，链接如下：

<http://www.cnblogs.com/magicboy110/archive/2010/12/09/1901669.html>

## 二、 为什么需要卫星定位和卫星通信

由于中国的卫星技术起步晚，而手机基站的发展却非常迅猛，所以以前了解卫星技术的人群非常少。2008 年汶川地震导致基站被大范围损坏后，人们才明白此时的手机只是块砖头。当时灾区的情况外界不知道，外界的救援灾区不知道，信息的传输几乎回到了原始社会的水平。也就是 2008 年后，卫星通信的普及和发展才迫在眉睫。

由于基站的建设、供电、维护、升级等成本高昂，所以很多国家的基站都只是覆盖人口较多的城市，而人烟稀少的地方则没有手机信号。所以对于驴友、船员来说，卫星通信设备是刚需。即使对于基站覆盖非常密集的城市，一旦发生天灾人祸、战争、供电维修，手机也回天乏术，此时卫星通信是辅助通信的手段。

但一直以来，铱星、海事卫星、欧星等设备都高达 6000 元以上，月租费也比较高。所以北斗短报文通信设备应运而生。相较于其它通信设备，北斗短报文设备才 2000 元左右，月租费为 0，真正做到了物美价廉。

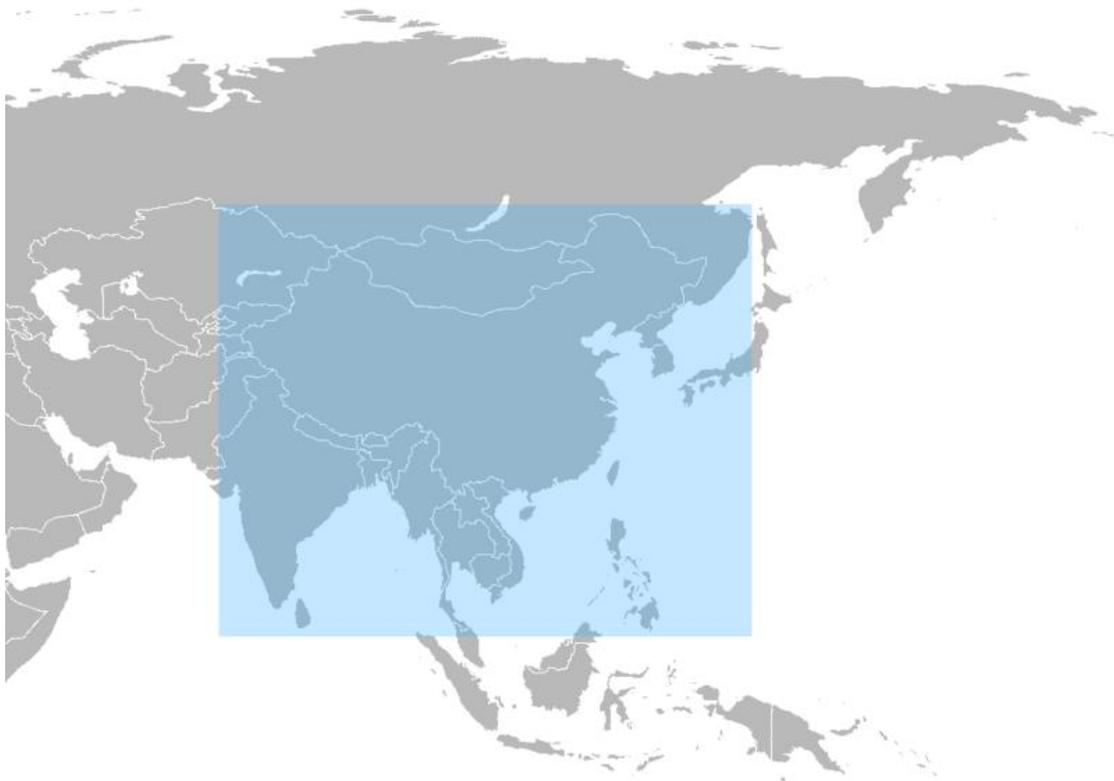
至于卫星定位的价值，现在用惯了滴滴打车、百度地图的用户都很清楚。不过我们视为理所当然的定位技术，也是最近 10 年才广泛应用在手机上面。

### 三、 北斗一代、二代、三代分别指什么呢？

经常有用户询问北斗一代、二代、三代分别有什么差异，我们系统化同时通俗地讲解下：

卫星定位不仅是军事利器，对于民用也是非常大的市场。除了美国的 GPS，俄罗斯的 GLONASS，欧洲的伽利略，中国也一直在努力探索和发展。

北斗一代卫星从 2000 年开始研制，2003 年完成，总共发射了三颗静止轨道卫星，主要覆盖中国及周边区域。



北斗一代卫星受限于当时的资金和技术水平，主要是解决中国卫星定位“从无到有”的问题。地面上的用户机需要向北斗一代卫星发送请求，才能接收到定位信息。这种机制我们称为有源定位。这就跟前面提到的 GPS 定位机制不一样，GPS 是无源定位，地面上的用户机只需要接收，然后解析出坐标，不需要向卫星发送请求。

但是正因为这种有源定位的机制，北斗一代卫星就具备了卫星通信的功能，所以我们才

能使用北斗短报文这一物美价廉的卫星通信。而且有源定位机制虽然定位精度只有 100 米以内，但是定位速度非常快，两三秒就可以定位；而 GPS 定位则需要 30 秒以上。

由于北斗一代需要用户机发送请求、定位精度不高、用户容量有限，加上国家加大投入、技术的积累，北斗二代卫星随后列入国家发展规划。项目从 2005 年开始，2017 年完成，主要覆盖中国周边地区，提供高精度的无源定位、测速、授时服务。北斗二代就解决了中国卫星定位“从有到优”的问题。

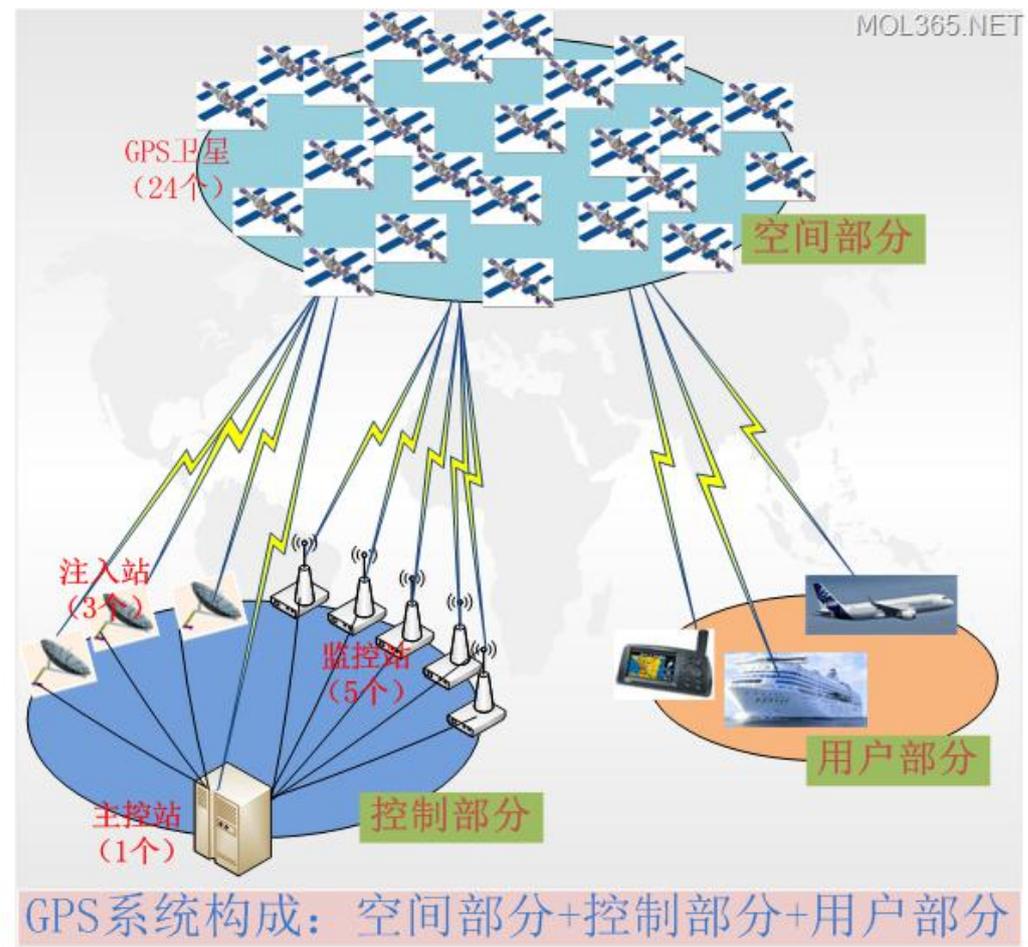
北斗三代卫星是真正意义上的全球覆盖，中国版的全球 GPS。项目从 2017 年开始，预计 2020 年完成，通过发送更多卫星、建成更多的地面基站增强系统，将北斗一代的有源定位和北斗二代的高精度无源定位从中国周边拓展到全球。

从北斗系统的发展历史，可以明白技术的发展需要长期的投入和积累，不能一蹴而就。无数科学家和工程师的努力才使得北斗项目能够从无到有，精益求精。

## 四、 卫星定位是怎么实现的

我们以 GPS 系统为例。北斗二代定位系统、GLONASS 系统、伽利略系统等也是类似的。

GPS 卫星系统除了位于天上的 24 颗中轨道卫星（实际不止 24 颗），还有地面上的注入站、监控站、主控站等，用于修正数据和控制卫星。而用户机只负责接收和解析数据。

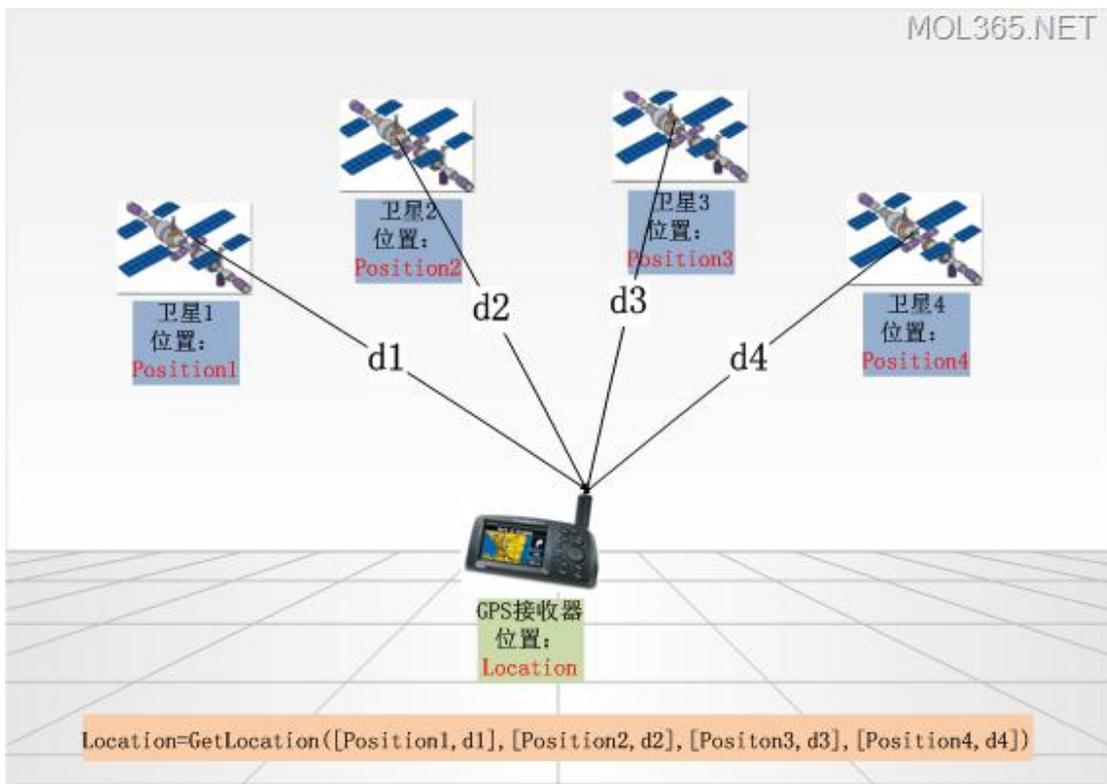


运行在天上的 GPS 卫星，每个都不停地通过卫星信号向地球广播自己的当前位置坐标和时间。而用户机接收到后，用自己的时间减去卫星时间，就知道卫星信号在空中传播所用的时间。用传播时间\*光速，就得到用户机与卫星的距离。

根据空间几何知识，只要用户机能够捕捉到 3 个以上的卫星，就可以根据到这 3 颗卫星的距离和卫星的坐标，推测出用户机自己的(X,Y,Z)坐标。

因为传播时间有误差，速度也会受到空中电离层的影响。所以一般要捕捉到 4 颗以上的 GPS 卫星，通过一些算法来减少误差。

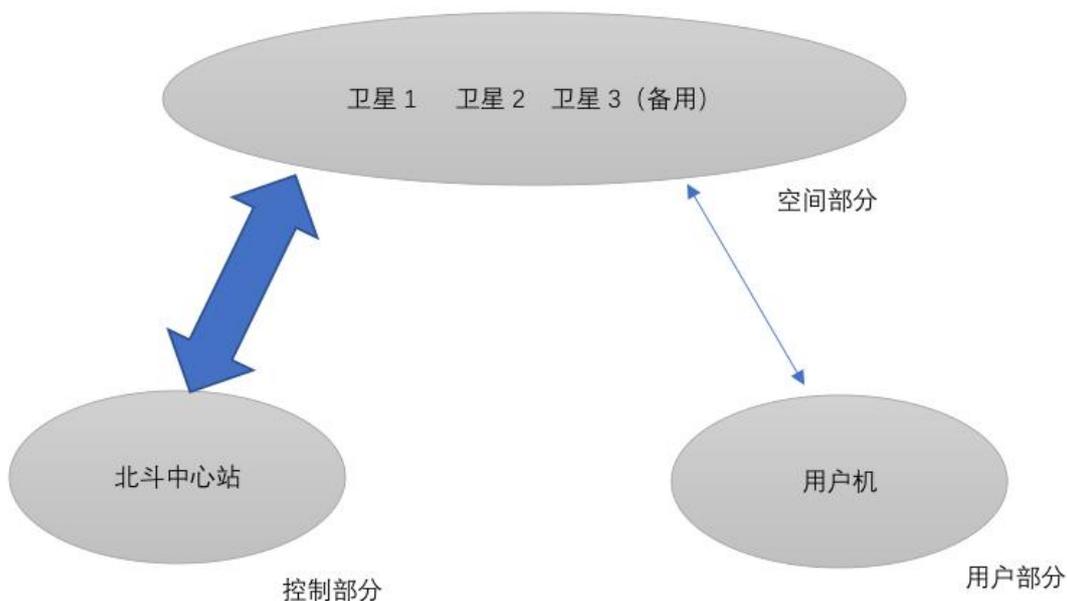
我们常说的 3 星定位和 4 星定位就是来源于此。



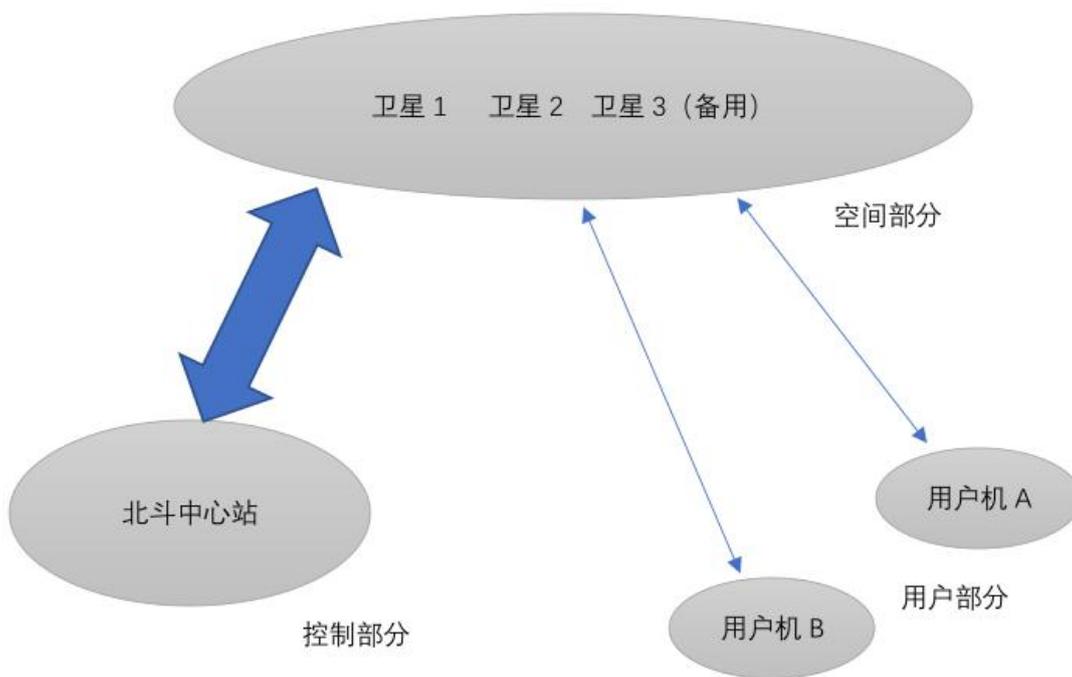
## 五、 北斗短报文卫星通信是怎么实现的

北斗短报文卫星通信系统跟 GPS 定位系统类似，也是由天上的卫星、地面的控制站和用户机这三部分组成。

北斗短报文系统由于卫星是在静止轨道，所以只需要两颗卫星就可以覆盖中国及周边地区，另外一颗卫星作备用。到 2020 年覆盖全球时，也总共只需要 5 颗卫星。



卫星通信的过程是：用户机 A 将短报文发送给卫星，经过卫星中转后发送给用户机 B。



卫星通信机制类似于手机通信机制。手机 A 也是通过基站中转才能将消息发送给手机 B。所以一旦基站损坏，所有手机都无法正常使用。

可以这样说，卫星系统都是类似的，通信系统都是类似的，定位系统也都是类似的。当然在细节上会有很多差异，比如频率、编码方式、加密方式、传输距离、传输功耗、链路控

制等。

## 六、 北斗短报文是如何实现双星定位的

北斗短报文除了可以用于卫星通信，还能用于卫星定位。前面提到，GPS 定位最起码需要三颗卫星，那为什么北斗短报文可以做到双星定位呢？

这种定位方式的原理在于：

以 2 颗在轨卫星的已知坐标为圆心，各以测定的卫星至用户终端的距离为半径，形成 2 个球面，用户终端将位于这 2 个球面交线的圆弧上。地面中心站配有电子高程地图，提供一个以地心为球心、以球心至地球表面高度为半径的非均匀球面。用数学方法求解圆弧与地球表面的交点即可获得用户的位置。

所以当用户机发送北斗短报文定位请求给卫星后，卫星将请求转发给地面中心站，中心站计算完成后，就将用户机的位置坐标发送给卫星，经卫星中转到用户机。

这种定位方式的定位精度比 GPS 逊色，但是定位速度比 GPS 快很多。北斗短报文定位只需要两三秒就可以获得定位，而 GPS 冷启动则需要 30 秒以上。

## 七、 RDSS 和 RNSS 分别是什么

RNSS 英文全称 Radio Navigation Satellite System，由用户接收卫星无线电导航信号，是一种卫星无线电导航业务，自主完成至少到 4 颗卫星的距离测量，进行用户位置，速度及航行参数计算。RNSS 是无源定位。GPS、北斗二代、GLONASS、伽利略等系统是典型的 RNSS 系统。

RDSS 英文全称 Radio Determination Satellite Service，缩写 RDSS，卫星无线电测定业务，用户至卫星的距离测量和位置计算无法由用户自身独立完成，必须由外部系统通过用户的应答来完成。RDSS 是有源定位。其特点是通过用户应答，在完成定位的同时，完成了向外部系统的用户位置报告，还可实现定位与通信的集成，实现在同一系统中的 NAVCOMM 集成。北斗短报文定位就是 RDSS 的典型应用。

## 八、 卫星通信和卫星定位产品使用注意

所有的卫星产品在使用时都要求设备上方尽可能无遮挡物。

为什么手机通信对这方面要求不高，而卫星定位和卫星通信使用时要注意上方无障碍物呢？因为天空中的卫星远离地面，卫星信号经过大气层的削减而到达设备上面时，信号已经非常微弱。而相比之下，手机基站跟手机的距离只有几公里到十几公里，到达手机时信号一般比较强。

由于北斗短报文目前只有两颗卫星在轨工作，所以在朝南方向信号最好。一旦锁定卫星，信号一直是非常稳定，不会像铱星那样每隔几分钟信号就变弱。

## 九、 如何快速开发北斗短报文产品

基于北斗短报文通信功能，可以做成各种各样的嵌入式产品。七星云物联现有的 RD 模块、天线、开发资料等，可以帮助企业快速开发北斗短报文。

## 1. RD 模块

企业可以自行设计北斗短报文的射频收发模块（包含基带、射频收发、滤波器、PA、LNA 等），只是研发调试的时间会比较久，也需要独立开发模块的固件，还需要长期的测试才能批量应用，不利于产品快速推向市场。

七星云物联有性能成熟稳定且价格实惠的 5W 北斗短报文模块 RD0538T1，用户只需要在外围进行 5V 供电，就可以使用单片机进行串口通信，极大减少了企业开发北斗短报文产品的研发时间。RD0538T1 模块的规格书请在七星云官网免费下载，购买产品的用户请跟客服索要硬件开发文档和软件代码示例。



RD0538T1 模块内部跟 GSM/GPRS 模块一样也是由基带芯片、射频收发芯片、SAW、LNA、PA 等组成。当然，两者会有一些细小的差别。

RD0538T1 模块的接收灵敏度很强， $-127.6\text{dBm}$  的卫星信号也能成功捕获到。接收灵敏度类似于人耳听话的能力，灵敏度越强，就能听得越远越清晰。古代就有“千里眼顺风耳”之说。BLE 模块接收灵敏度一般只有 $-96\text{dBm}$ ，也就是说，RD0538T1 模块的接收灵敏度是 BLE 模块的 1000 倍以上。

模块的发射功率是  $37\text{dBm}$ ，相当于 5W。所以 RD0538T1 模块俗称 5W RD 模块。

**模块的通信/定位成功率实际测试大于 95%。**

模块上电后在上电初始化后 2 秒内就可以读取到当前的卫星信号情况。如果发送定位申请，一般 3 秒内就返回定位信息。定位时间上比 GPS 快很多（GPS 冷启动需要 30 秒以上才能定位），但是定位精度比 GPS 要差。

模块的默认波特率是 115200。

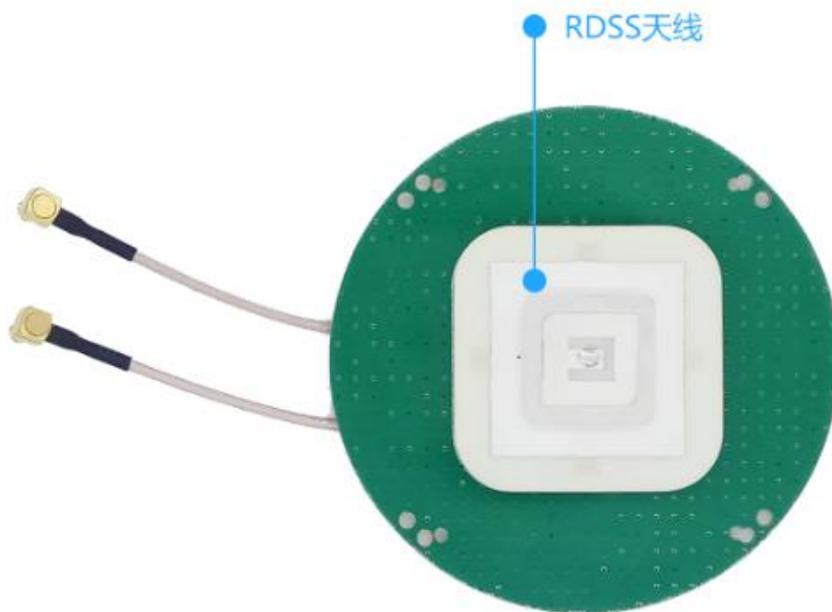
模块的工作温度是 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ ，平均故障间隔时间 $\geq 5000$  小时。

模块的尺寸是 38MM\*38MM，厚度是 3.5MM。

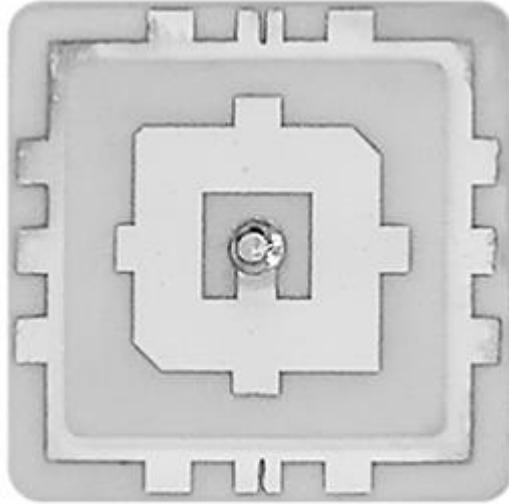
## 2. 天线

七星云物联有三款北斗短报文天线（分别是 TS2085, TS4036, TS4085），性能强悍，分别适用于手持机和车载船载产品。

下图的陶瓷天线（七星云物联命名 TS2085）稍微大个，适合放在车载、船载等卫星产品中。两根带 MCX 接头的线缆跟 RD0538T1 模块的射频收发引脚连接即可，RX 对应 RX，TX 对应 TX。



下图的这种陶瓷天线（七星云物联命名 TS4036）很小巧，集成了 L、S、B1L1 这三个频段，非常适合应用于手持机，背面的引脚可以焊接在 PCB 板上，同时背面有 3M 胶可以粘住 PCB 板。



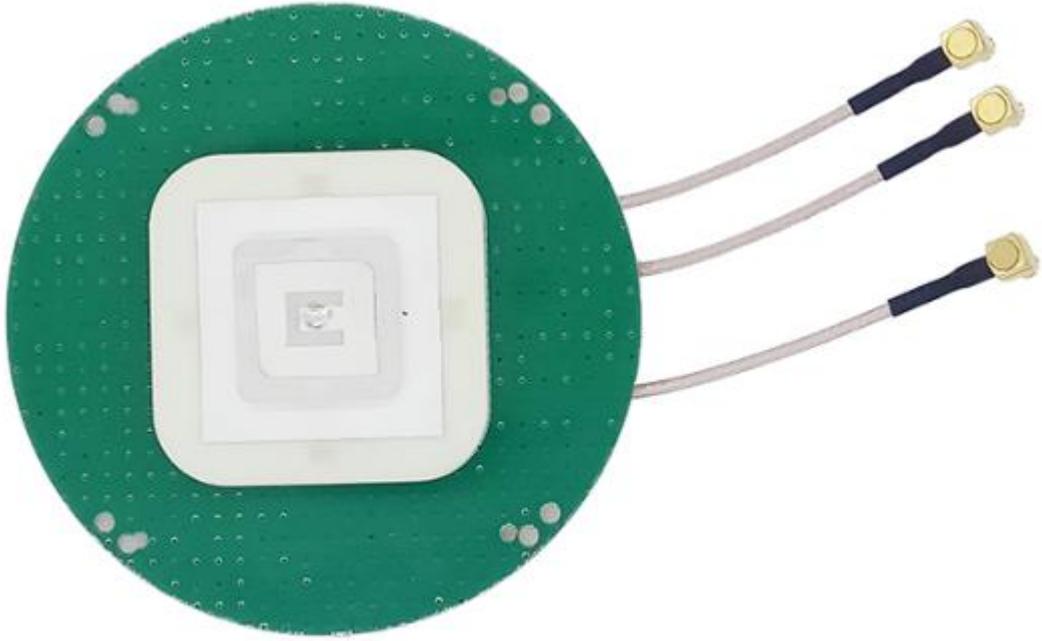
型号：TS4036

下图的陶瓷天线（七星云物联命名 TS4085）在 TS2085 的基础上增加了 B1L1 频段，  
用于连接 GPS 定位模块的射频端。



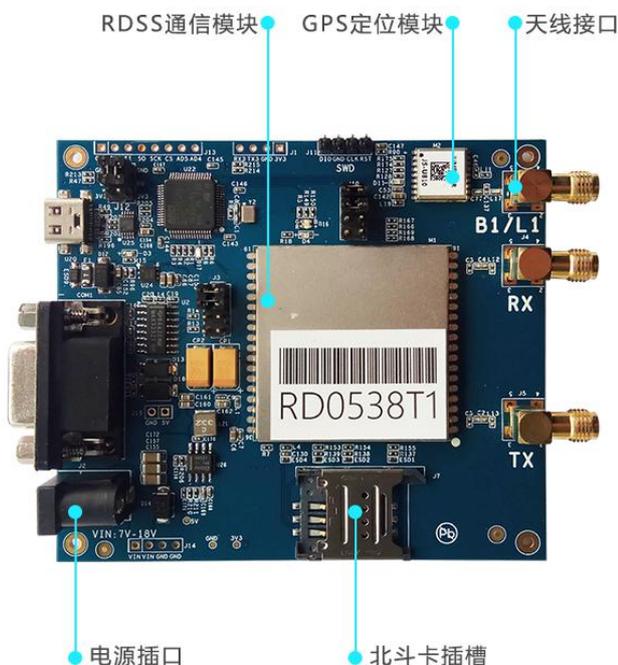
七星云物联  
7 STARS ONLINE

广州海聊信息科技有限公司



型号：TS4085

### 3. 开发板



为了方便企业快速测试北斗短报文，七星云物联研发了北斗短报文开发板 T2。

T2 开发板功能强大，不仅在功能和形状上兼容之前的 T1S 开发板，还增加了 RNSS 定位模块、单片机 STM32F105RCT6、DC-DC 同步整流降压芯片 TPS54527，既方便了用户使用电池来测试，也使得用户可以在 T2 开发板的单片机上面编程实现特定功能。

T2 开发板的最上方引出了单片机 STM32F105RCT6 的 USART3、SPI、AD4、AD5、GND、3V3 等引脚，方便用户外接液晶、蓝牙模块等进行扩展测试，也可以用于无人机定位和通信等领域。

T2 开发板使用 7V-18V 供电，内部有 TVS 防护，建议用户使用时电压不要超过 15V，避免电压波动过大时导致 DC-DC 芯片 TPS54527 损坏。用户可以接上 7.4V 或者 11.1V 或者 14.8V 等电池进行户外测试。

T2 开发板通过 type-c 接口对外输出 RNSS 定位信号，通过 RS232 接口对外输出 RDSS 通信信号。

T2 开发板的 J12 排针接口用于单片机的 BOOT 选择，默认是 BOOT0 和 BOOT1 都接 GND。

T2 开发板的 J3 和 J10 排针接口用于选择 RDSS 模块的数据输出。如果两个跳线帽都在上方，RDSS 模块的串口就直连 RS232 芯片输出到 RS232 接口。

如果两个跳线帽都在下方，RDSS 模块的串口就连接到单片机的 UART5，然后单片机的 UART4 连接 RS232 芯片输出到 RS232 接口。请见下图：



T2 开发板出厂时单片机内置程序，使得 RNSS 的串口数据跟 USB 接口直接连通，RDSS 模块的串口数据和 RS232 接口直接连通。

## 4. 成品

北斗短报文产品可以做成非常小巧的民用手持机，也可以做进手机里面，还可以做成数据透传设备（将传感器采集到的数据发送给设备，然后经过卫星发送出去）。



七星云物联  
7 STARS ONLINE

广州海聊信息科技有限公司





更多产品，请咨询七星云物联客服。

## 十、为什么北斗短报文有频度和字节数限制

由于北斗一代卫星通信带宽的限制，北斗短报文通信目前（军用是秒卡）民用主要是分钟卡，即每隔一分钟发送一条短报文。但是对于接收短报文是没有限制的，只要北斗短报文设备成功捕捉到卫星信号，就可以随时接收，没有频度限制。

短报文字节数最多是 78 字节。

## 十一、 为什么需要用到北斗卡

使用手机的时候，需要手机卡来作为入网许可。使用北斗短报文设备也一样，需要北斗卡来进入北斗通信网。请注意北斗卡和手机卡不能互用，不过卡的引脚顺序是兼容的。



## 十二、 北斗三代建成后，以前的设备需要更换吗？

其实不用的。反过来思考下，如果卫星一旦覆盖全球，所有用户机的设备都必须更换才能使用，这是多么差的设计思路和多么大的浪费。

原有的短报文设备和定位设备依旧能够使用，只是新增加的功能可能无法使用。这就跟我们无法用 2G 时代的 GSM/GPRS 手机去享受 4G 时代的高速通信一样，但是我们不会因为 4G 的出现导致 2G 手机无法打电话和发短信。

## 十三、 北斗短报文卫星通信的功耗

这是要将北斗短报文应用到产品中必须考虑的问题。

北斗短报文模块 RD0538T1 发射瞬间功率小于 15W，发射瞬间持续时间小于 0.3 秒。

如果是一分钟发送一条，则模块平摊下来的功率是 15W 除以 60 秒，再乘以 0.3 秒，得出的是 0.075W。

北斗短报文模块 RD0538T1 待机功率小于 0.65W。待机就是只接收、不发送的情况。

综上所述，在每隔一分钟发送一条短报文、其它时间待机的情况下，5W 北斗短报文模块的功率平均下来是  $0.65W + 0.075W = 0.725W$ 。

这样我们就可以计算出理论上多久消耗 1 度电和电池的续航时间。

1 度电是 1kWh。1kWh 除以 0.725W，约等于 57.47 天。

假定电池是 3.7V/3000MAH 的锂电池，相当于是  $3.7 \times 3 = 11.1Wh$  的能量，除以 0.725W，足够使用 15.3 小时。

当然，这是理论值。实际要考虑 DC-DC 电源的效率还有线路损耗等。

需要注意的是，当使用蓄电池或者锂电池时，要考虑电池容量每年有 10% 左右的自损耗；电池还有老化问题，当循环充放电次数达到 500 次时，电池容量会衰减 20% 左右；另外电池的内阻会随着使用年限而逐渐增加，当内阻达到一定程度，对外供电能力会大大削弱。请用户选择可靠的电池厂家，确保电池质量。

## 十四、 如何处理离线消息

有些开发工程师还会想到一个问题：如果北斗短报文设备 A 发送一条消息到北斗短报文设备 B，但是设备此时信号不好或者关机了，怎么办，消息不就丢失了吗？还有，设备 A 如何知道设备 B 是否成功收到呢？



广州海聊信息科技有限公司

这也是企业搭建的服务器在处理。可以先将设备 A 的信息通过卫星中转到企业服务器，然后由服务器来经过卫星中转给设备 B。这样如果设备 B 关机或者没有收到，服务器就会因为没有收到回执而在下一个时间继续发送。

如果跟手机通信相比，这种离线续传的功能是靠手机基站实现的。北斗短报文卫星在设计之初没有考虑到这方面问题，所以只能依靠企业服务器来解决。