

全球定位系统的简介

作者：开源大鸟，QQ：2812159241

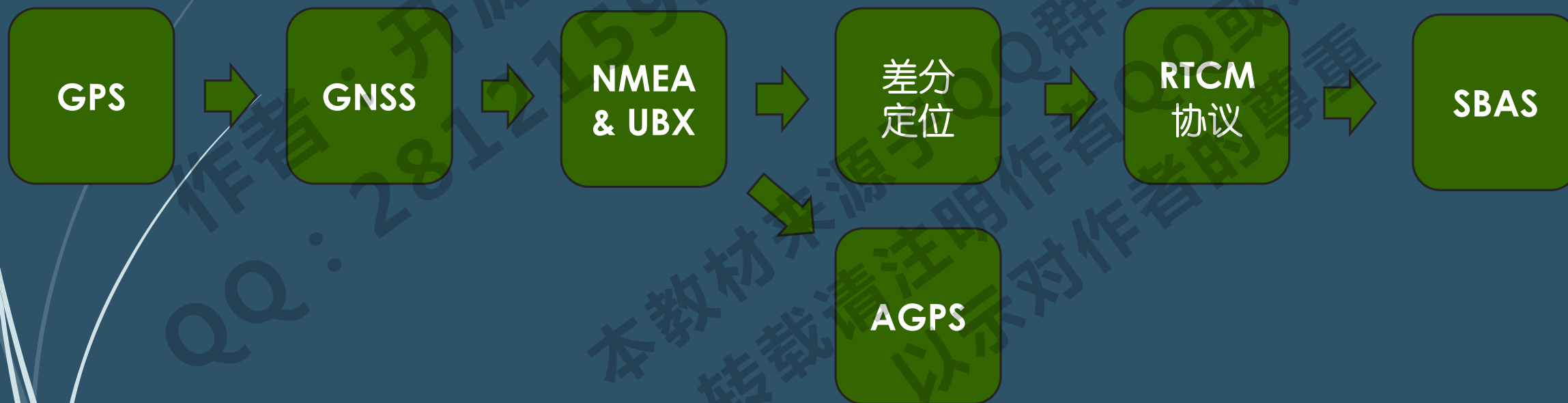
本教材来源于QQ群597271014

转载请注明作者QQ或来源，以示对他人劳动的尊重

序

- 本教材简单通俗地概括了卫星全球定位系统的概念、技术及应用，内容大多来自网络等第三方资料，并融入作者实际使用过程中的理解，经汇集整理而成
- 本培训材料内容通俗易懂，主要用于初学者交流学习。限于作者水平有限，如有发现疏漏错误，欢迎广大网友予以指正

课程大纲



GPS 和 GNSS

- GNSS的全称是全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System) , 泛指所有的卫星导航系统, 包括:
 - 全球的、区域的和增强的卫星导航系统, 如美国的GPS、俄罗斯的Glonass、欧洲的Galileo、中国的北斗
 - 还包括相关的增强系统, 如美国的WAAS (广域增强系统)、欧洲的EGNOS (欧洲静地导航重叠系统) 和日本的MSAS (多功能运输卫星增强系统) 等
 - 还涵盖在建和以后要建设的其他卫星导航系统。
- 因此, GPS、GLONASS、Galileo、北斗这些导航卫星系统统称GNSS (Global Navigation Satellite System)
 - GPS — 美国的卫星导航系统
 - GLONASS — 俄罗斯
 - Galileo — 欧洲
 - 北斗 — 中国
- 本文在后续讲述中, 也会使用GNSS而不是GPS, 来代表全球卫星定位系统

GNSS的演变

- 20世纪90年代中期开始，欧盟为了打破美国在卫星定位、导航、授时市场中的垄断地位，致力于一个民用全球导航卫星系统计划，称之为Global Navigation Satellite System
- 该计划分两步实施：
 - 第一步：建立一个综合利用美国的GPS系统和俄罗斯的GLONASS系统的第一代全球导航卫星系统(当时称为GNSS-1，即后来建成的EGNOS)；
 - 第二步：建立一个完全独立于美国的GPS系统和俄罗斯的GLONASS系统之外的第二代全球导航卫星系统，即正在建设中的 Galileo卫星导航定位系统。
- 由此可见，GNSS从一问世起，就不是一个单一星座系统，而是一个包括GPS、GLONASS等在内的综合星座系统

NMEA协议

- NMEA 0183是美国国家海洋电子协会（National Marine Electronics Association）为海用电子设备制定的标准格式。NMEA-0183协议采用ASCII码来传递GNSS定位信息
 - 帧格式形如：\$aacc,ddd,ddd,,,ddd*hh(CR)(LF)，下面是从GPS模块获取的中国某地的NMEA数据
 - \$GPRMC,080304.00,A,3957.17391,N,11622.02395,E,0.015,,070916,,,A*7C
 - \$GPVTG,,T,,M,0.015,N,0.027,K,A*22
 - \$GPGGA,080304.00,3957.17391,N,11622.02395,E,1,05,1.77,69.6,M,-8.6,M,,*73
 - \$GPGSA,A,3,29,13,19,06,02,,,,,,,,,2.82,1.77,2.19*04
 - \$GPGSV,3,1,09,02,76,025,42,05,62,259,23,06,42,092,39,13,16,181,38*79
 - \$GPGSV,3,2,09,17,,,24,19,21,154,43,20,,,21,25,17,281,30*75
 - \$GPGSV,3,3,09,29,23,317,33*4F
 - \$GPGLL,3957.17391,N,11622.02395,E,080304.00,A,A*68
 - 几乎所有的商用GNSS设备都使用NMEA协议，最新版的谷歌地球（专业版）也支持NMEA，用来显示实时轨迹功能
- 经本人验证，使用STM32发NMEA数据给谷歌地球，能够成功实时显示定位轨迹
 - 注意：GNSS的地理坐标在谷歌地球上显示的位置可能存在偏差，原因是谷歌地球是拍照合成，存在一定的误差

UBX协议

- 瑞士U-BLOX公司定义的一套GNSS位置信息获取协议
- UBX除了定位信息，还包括GNSS模块的状态查询、参数配置等协议，能够提供比NMEA更多的地理信息，比如速度分量等
 - 采用二进制数据结构，特别适合于嵌入式电子设备，尤其是工业产品
 - 对于户外航行设备（例如无人机、无人驾驶汽车等），推荐使用UBX协议
- 具体详见U-BLOX《u-blox7 (V14) Receiver Description Protocol Specification》

定位误差的来源

- GNSS定位是利用一组卫星的伪距、星历、卫星发射时间等观测值来实现的，同时还必须知道用户钟差。因此，要获得地面点的三维坐标，必须对4颗卫星进行测量
- 在这一定位过程中，存在着三部分误差
 - 每一个用户接收机所公有的，例如，卫星钟误差、星历误差、电离层误差、对流层误差等；
 - 不能由用户测量或由校正模型来计算的传播延迟误差；
 - 各用户接收机所固有的误差，例如内部噪声、通道延迟、多径效应等
- 利用差分技术，第一部分误差完全可以消除，第二部分误差大部分可以消除，其主要取决于基准接收机和用户接收机的距离，第三部分误差则无法消除

DGPS和RTK技术

■ 什么是DGPS

- DGPS是英文Differential Global Positioning System的缩写，即差分全球定位系统
- DGPS的原理是在一个精确的已知位置（基准站）上安装GNSS监测接收机，计算得到基准站与GNSS卫星的距离修正数据

■ 什么是RTK

- RTK (Real - time kinematic) 载波相位差分技术，是实时处理两个测量站载波相位观测量的差分方法，将基准站采集的载波相位发给用户接收机，进行求差解算坐标。
- 这是一种新的常用的GNSS测量方法，以前的静态、快速静态、动态测量都需要事后进行解算才能获得厘米级的精度，而RTK是能够在野外实时得到厘米级定位精度的测量方法
- 采用了载波相位动态实时差分方法，是GNSS应用的重大里程碑，它的出现为工程放样、地形测图，各种控制测量带来了新曙光，极大地提高了外业作业效率

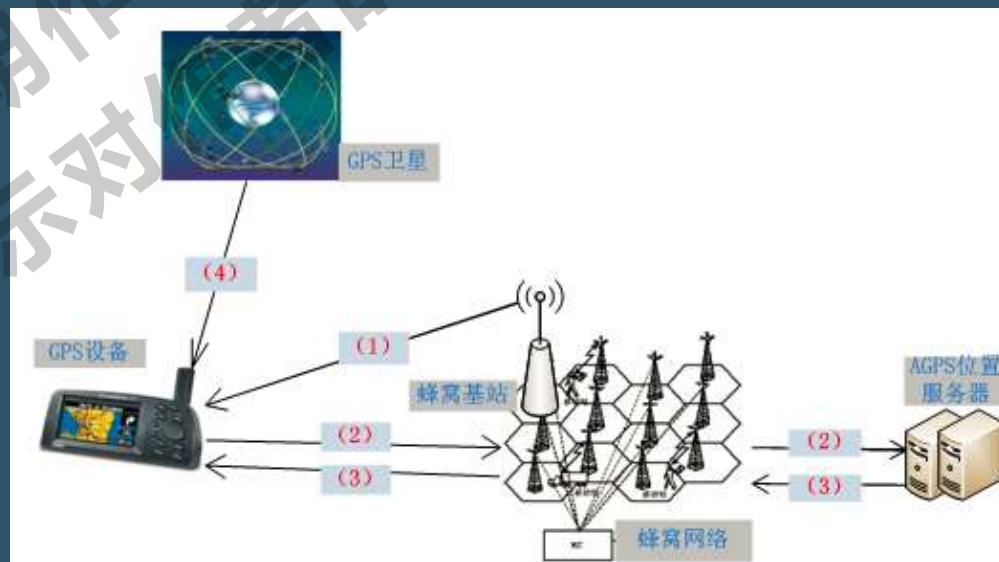
AGPS

■ 什么是AGPS

- AGPS是由外界提供接收机信号捕获与定位所需的信息数据的方式和技术，它能加快接收机信号捕获和完成首次定位的速度，又能提高信号捕获与跟踪灵敏度
- 在AGPS提供卫星星历、时间和接收机位置辅助信息的条件下，接收机的所有启动形式通常都变成了热启动，于是TTFF一般可在5s内完成
- 因为由AGPS支持的接收机不但可以极大地减小信号捕获中的搜索范围，而且又不必为了从卫星信号中实时地获取星历参数而连续运行，所以它的功耗大大降低

■ 工作流程

- ① GNSS设备从蜂窝基站获取到当前所在的小区位置（即一次COO定位）
- ② 设备通过蜂窝网络将当前蜂窝小区位置传送给网络中的AGPS位置服务器
- ③ AGPS位置服务器根据当前小区位置查询该区域当前可用的卫星信息（包括卫星的频段、方位、仰角等相关信息），并返回给设备
- ④ GNSS接收器根据得到的可用卫星信息，可以快速找到当前可用的GNSS卫星
- ⑤ 至此，GNSS接收器已经可正常接收GNSS信号，GNSS初始化过程结束



AGPS

■ 一些可用的A-GPS地址

- suplcn.sirf.com 114.80.208.5:7275
- suplcn.sirf.com 114.80.208.5:7276
- sls1.sirf.com 66.230.192.56:7275
- supl.google.com 74.125.113.192:72756
- supl.google.com 74.125.113.192:7276
- sls2.sirf.com 84.40.33.25:7276
- supl.nokia.com 64.14.59.165:7275

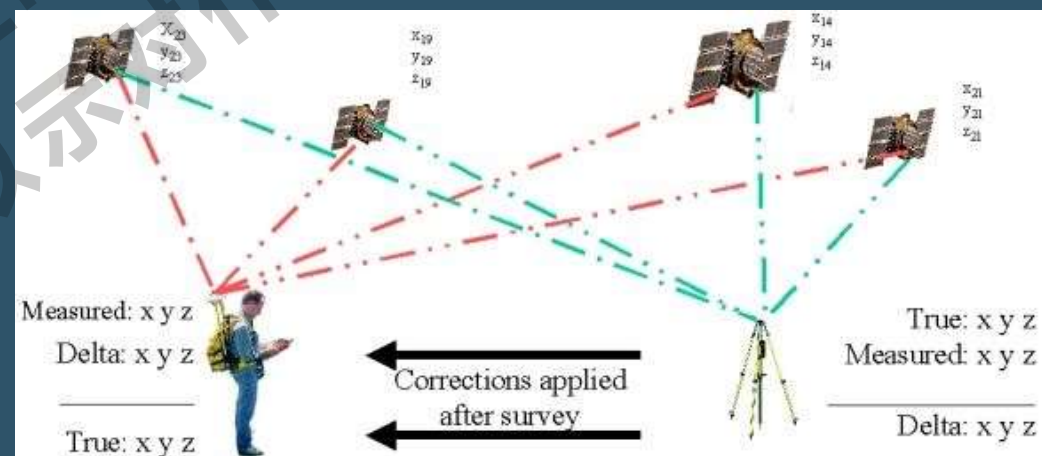
定位误差的消除原理

■ 三种差分定位技术

- 根据差分GNSS基准站发送的信息方式可将差分GPS定位分为三类，即：位置差分、伪距差分（DGPS）和载波相位差分（RTK）
- 这三类差分方式的工作原理是相同的，即都是由基准站发送修正数据，由用户站接收并对其测量结果进行修正，以获得精确的定位结果。所不同的是，发送修正数据的具体内容不一样，其差分定位精度也不同。

■ 国际海事无线电技术委员会关于DGNSS的描述

- For conventional differential operation, the data include pseudorange corrections that mitigate the effects of ionosphere, troposphere, and inaccuracies in the satellite ephemeris data. For higher accuracy real-time kinematic (RTK) operations, the data elements are code and carrier-phase observables that support double-differencing algorithms in the mobile units.



位置差分

- 这是一种最简单的差分方法，任何一种GNSS接收机均可改装和组成这种差分系统
 - 安装在基准站上的GNSS接收机观测4颗卫星后便可进行三维定位，解算出基准站的坐标
 - 由于存在着轨道误差、时钟误差、SA影响、大气影响、多径效应以及其他误差，解算出的坐标与基准站的已知坐标是不一样的，存在误差
 - 基准站利用数据链将此改正数发送出去，由用户站接收，并且对其解算的用户站坐标进行改正
 - 最后得到的改正后的用户坐标已消去了基准站和用户站的共同误差，例如卫星轨道误差、SA影响、大气影响等，提高了定位精度
- 以上先决条件是基准站和用户站观测同一组卫星的情况
- 位置差分法适用于用户与基准站间距离在**100km**以内的情况

伪距差分 (DGPS)

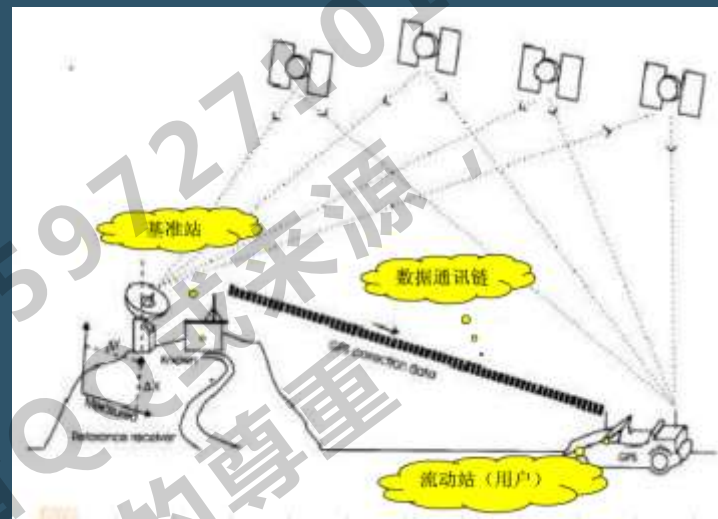
- 伪距差分是目前用途最广的一种技术。几乎所有的商用差分GNSS接收机均采用这种技术，国际海事无线电委员会推荐的RTCM SC-104也采用了这种技术
 - 在基准站上的接收机要求得它至可见卫星的距离，并将此计算出的距离与含有误差的测量值加以比较
 - 利用一个 α - β 滤波器将此差值滤波并求出其偏差。然后将所有卫星的测距误差传输给用户，用户利用此测距误差来改正测量的伪距
 - 最后，用户利用修正后的伪距来解出本身的位置，就可消去公共误差，提高定位精度
- 与位置差分相似，伪距差分能将两站公共误差抵消
 - 但随着用户到基准站距离的增加又出现了系统误差，这种误差用任何差分法都是不能消除的
 - 用户和基准站之间的距离对精度有决定性影响
- 利用伪距差分方法，定位精度可达到亚米级

载波相位差分 (RTK)

- 载波相位差分技术又称之为RTK技术 (real time kinematic)，是建立在及时处理两个观测站的载波相位基础上的
 - 与伪距差分原理相同，由基准站通过数据链及时将其载波观测值及基准站坐标信息一同传送给用户站；
 - 用户站接收GNSS卫星的载波相位与来自基准站的载波相位，并组成相位差分观测值进行及时处理，能及时给出厘米级的定位结果
- 实现载波相位差分GNSS的方法分为两类：修正法与差分法
 - 前者和伪距差分相同，基准站把载波相位修正量发送给用户站，以改正其载波相位，之后求解坐标
 - 后者把基准站采集的载波相位发送给 用户台进行求差解算坐标
 - 前者是准RTK技术，后者为真正的RTK技术
- 载波相位差分技术能实时提供观测点的三维坐标，并达到厘米级的高精度

RTCM协议

- RTCM全名国际海运事业无线电技术委员会，是国际标准组织
 - 1983年11月为全球推广应用差分GNSS业务设立了RTCM SC-104专门委员会，以便论证用于提供差分GNSS业务的各种方法，并制定了标准差分协议
 - 它是一种国际通用格式，可以用于实时伪距差分RTD和实时载波相位差分RTK
 - RTCM差分协议由二进制编码的数据流组成
- RTCM流的获取途径
 - 自行架设基准站，并通过公共无线网络（例如GPRS/3G/4G等），或私有网络（例如433Mhz开放频段）进行传输
 - 购买数据服务（注意差分定位有距离限制，因此应购买当地的服务）





CENTER 武汉大学卫星定位导航技术研究中心
NSS 国家卫星定位系统工程技术研究中心

热门文章

GTranslate

Select Language

中心对外提供数据服务

发布于 2012年5月29日 星期二 10:43
点击数: 7446

■ 中心igs服务器

地址: <ftp://ics.gnsslab.cn>
PANDA软件tables目录，每天更新；
包含我们自己的精密轨道和卫星钟差：whu目录；
igs数据和产品；
IERS数据和产品。

SBAS和PPP

- 上述三种差分定位技术，存在一个共同的问题就是需要架设基准站，且二者之间需要数据链
- SBAS (Satellite-Based Augmentation System)，即星基增强系统
 - 通过地球静止轨道 (GEO) 卫星搭载卫星导航增强信号转发器，可以向用户播发星历误差、卫星钟差、电离层延迟等多种修正信息，实现对于原有卫星导航系统定位精度的改进

- 全球已经建立起了多个SBAS系统

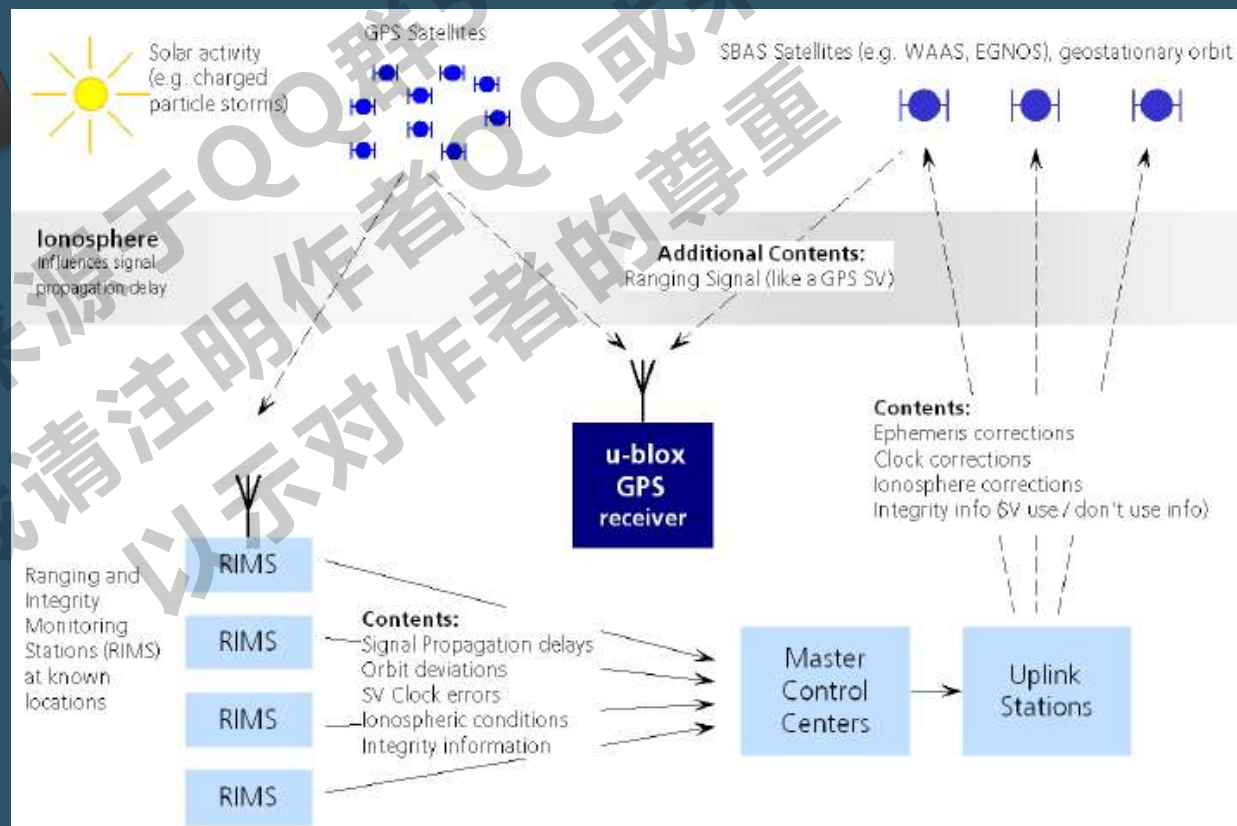
- ✓ 美国的WAAS
- ✓ 俄罗斯的SDCM
- ✓ 欧洲的EGNOS
- ✓ 日本的MSAS
- ✓ 印度的GAGAN

单纯SBAS可实现2.5米级定位精度
SBAS+PPP可实现亚米级定位精度

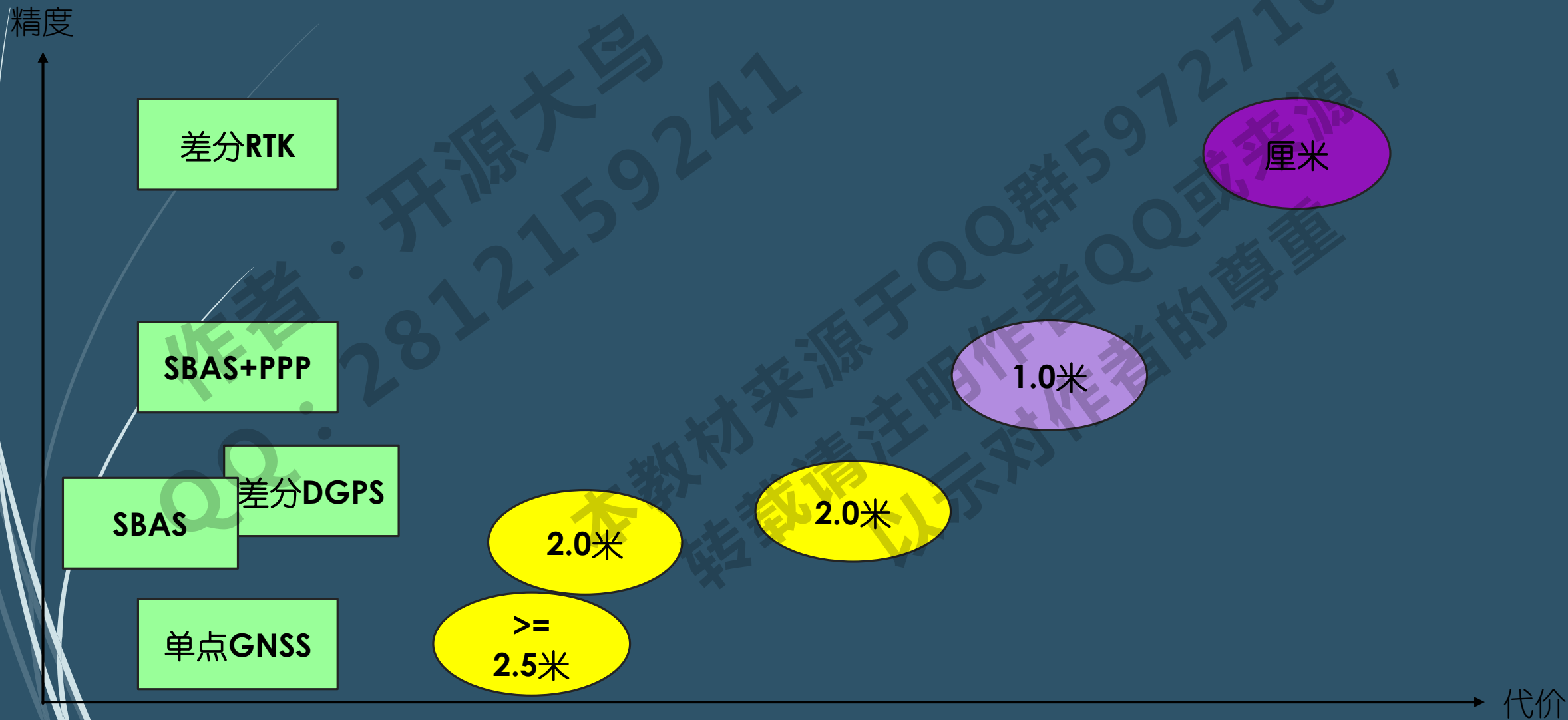
■ Precise Point Positioning (PPP)

- encompasses a number of technologies that deliver enhanced precision compared with conventional single-point positioning receivers.

很遗憾国内无SBAS，但邻近国界地区（例如上海）通常可以收到相邻国家的SBAS卫星信号



总结



A dark blue arrow points right from the left edge. Several thin, white, curved lines sweep upwards from the bottom left corner.

谢谢！
敬请指导！