

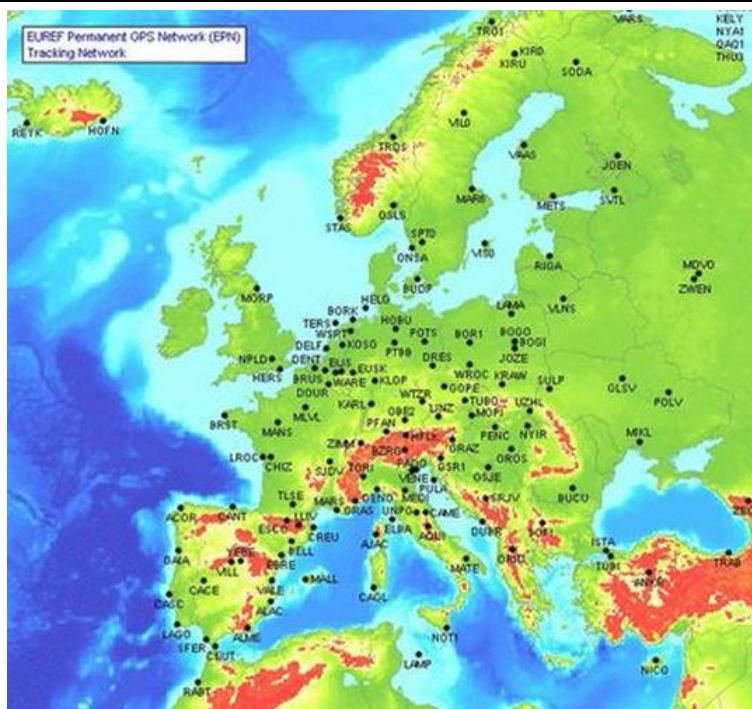
地基增强系统应用简述

1. 背景

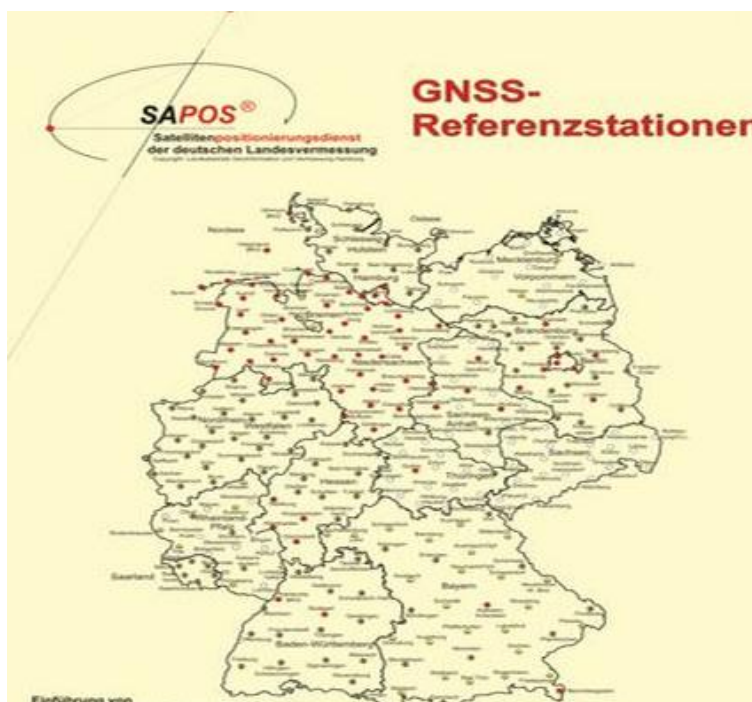
地基增强系统，即 ground-based augmentation systems（缩写：GBAS），通过提供差分修正信号，可达到提高卫星导航精度的目的；优化后的定位精度可以从毫米级至亚米级不等；该系统是卫星定位技术、计算机网络技术、数字通讯技术等高新科技多方位、深度结合的产物。

鉴于 GBAS 存在的诸多优势，在国内外得到了大力的发展，简述如下：

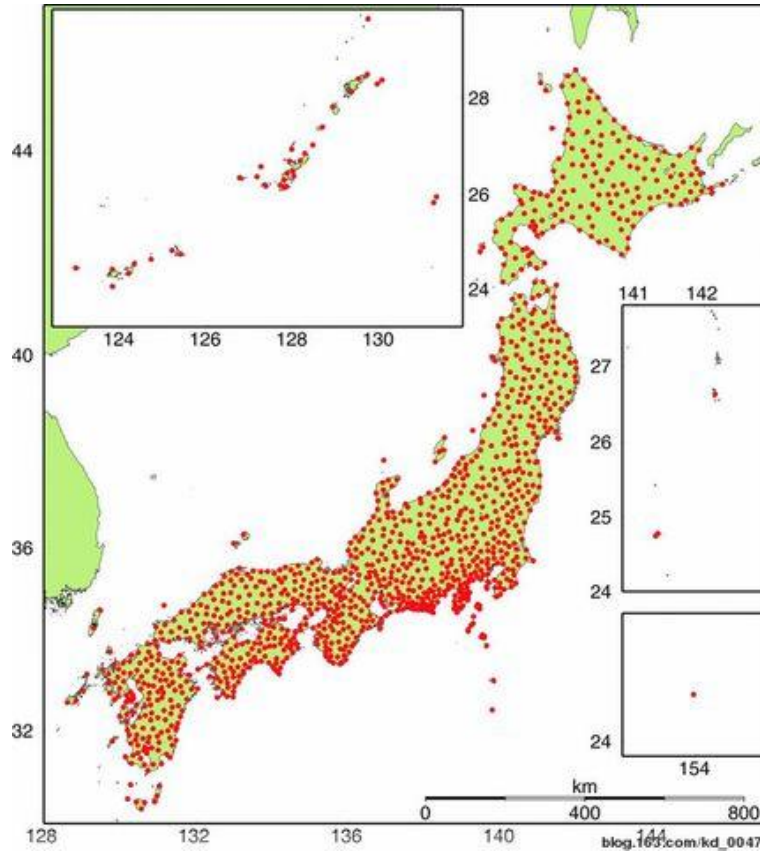
系统名称	所述国家	参考站数量	其他
美国 CORS 系统	美国	超过 1900 个	由 NGS 负责管理
EPN 系统	欧洲	未知	覆盖整个欧洲大陆，由连续观测高精度的 GPS/GLONASS 接收机构成的若干站组成，是由多国参加实现精确地理参考大地测量的基础
SAPOS 系统	德国	200 个左右	平均 40km 间距，广泛用于测量、运输、建筑、房屋和国防等领域
GeoNet 系统	日本	超过 1200 个	平均密度 20km，主要用于地震监测和预报，控制测量，建筑及工程测量
中国地壳运动观测网络	中国	永久站： 25+200 个	由中国地震局牵头，中科院、总参测绘局、国家测绘局、国家气象局、教育部参与
上海 CORS 服务网	中国	14+9 个	
北京 CORS 服务网	中国	28 个	由北京市信息资源管理中心建立
北斗地基增强系统	中国	计划 1300 个	由中国兵器工业集团作为总体研制单位



欧洲 EPN 系统示意图



德国 SAPOS 系统示意图



日本 GeoNet 系统

地基增强系统和 CORS 系统的关系，简要描述如下：

系统名称	系统特点	相互关系
CORS 系统	基于永久参考站计算差分修正数，通过移动网络/UHF 电台等向用户播发	地基增强系统比 CORS 内容更丰富，应用更广泛。
地基增强系统	基于连续运行的永久参考站，解算出的修正数包括区域信号(类似 CORS 信号)和广域差分信号(类似 SBAS)，播发方式包括移动网络/UHF 电台/同步卫星等；	

2. 系统组成

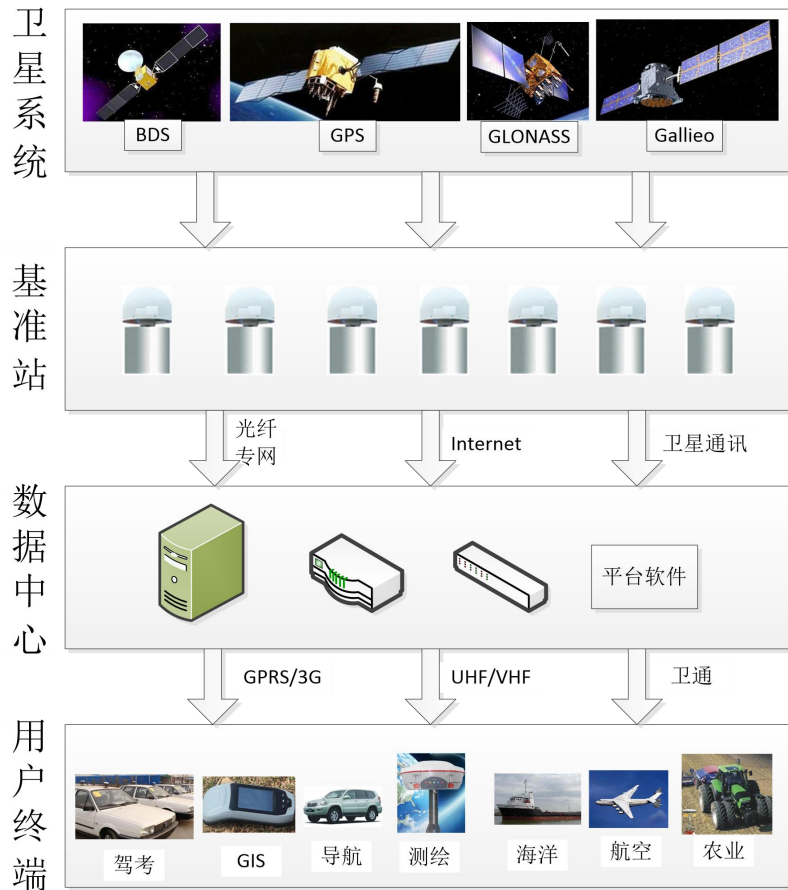
地基增强差分系统由连续运行基准站网、系统控制与数据中心、数据通信网络以及用户应用子系统等组成，各子系统的定义与功能介绍如下。

- 1) 连续运行基准站子系统；
- 2) 系统控制与数据中心子系统；

- 3) 数据通信网络子系统;
- 4) 用户应用子系统;

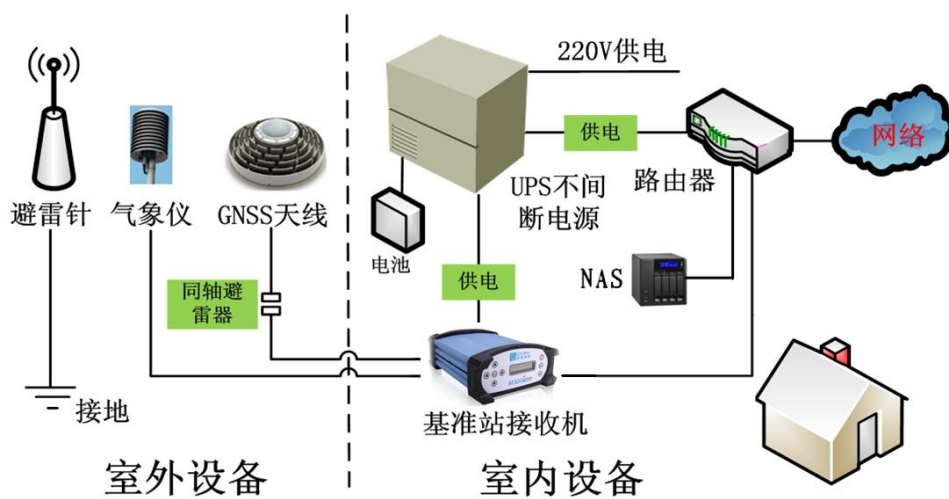
各子系统功能定义

系统名称	主要工作内容	设备构成	主要技术
连续运行基准站子系统;	卫星信号的捕获、跟踪、采集与传输; 设备完好性监测	单个基准站 (含北斗接收机、计算机、UPS 等)	采用我国自主知识产权的北斗接收机
系统控制与数据中心	数据分流与处理; 系统管理与维护; 服务生成与用户管理	计算机、网络设备、数据通信设备、电源设备	一个中心
	管理各播发站、差分信息编码、形成差分信息队列	计算机、软件	软件实现
数据通信网络子系统	把基准站北斗观测数据传输至数据中心	气象专网、SDH 等	GSM、GPRS 等
	把系统差分信息传输至用户	公众移动通信网	无线网络
用户应用子系统	按照用户需求进行不同精度定位	兼容北斗信号的接收设备 (B1\B2\B3 的接收机)、数据通信终端、软件系统	适于 DGPS、RTK 等



地基增强系统示意图

其中，基准站子系统主要由天线、接收机、通信设备、供电设备、避雷设备、气象设备及观测室等组成，见下图：



地基增强基准站子系统示意图

3. 核心设备



技术指标

M300+技术指标		
GNSS 信号	GPS	L1C/A,L1/L2/L5P, 可同时跟踪 14 颗 GPS 卫星
	BDS	B1I, B2I,B3I, 可同时跟踪 14 颗 BDS 卫星
	GLONASS	G1C&G2C, 可同时跟踪 14 颗 GLONASS 卫星
	SBAS	L1, 可同时跟踪 3 颗 SBAS 卫星
观测值准确度	伪距精度	GPS: L1=10cm/L2=10cm/L5=5cm BDS: B1=10cm/B2=10cm/B3=5cm GLONASS: G1=10cm/G2=10cm
	载波相位精度	GPS: L1=1.0mm/L2=1.0mm/L5=0.5mm BDS: B1=1.0mm/B2=1.0mm/B3=1.0mm GLONASS: G1=1.0mm/G2=1.0mm
精度	授时	20 ns
	精密单点定位	< 4m
	静态差分	H: $\pm(2.5 + 1 \times 10^{-6} \times D)$ mm, V: $\pm(5 + 1 \times 10^{-6} \times D)$ mm
	动态差分	H: $\pm(10 + 1 \times 10^{-6} \times D)$ mm, V: $\pm(20 + 1 \times 10^{-6} \times D)$ mm

4. 应用介绍

地基增强系统的应用领域无所不在，从测绘、勘探、监测等专业领域到导航、旅游等大众领域，以下列表简述：

应用领域	要求精度	推荐终端类型	备注
测绘/GIS/勘测/ 国土/城建	毫米级/厘米级	双频/多模	采集高精度地图数据，用于各种基础设施工程建设领域，为智慧城市建设提供基础数据
灾害/建筑物/构筑物监测	毫米级/厘米级	双频/多模	监测目标运行状态，减少经济损失、人员伤亡
智能交通/车辆监控	分米级/亚米级	双频/单频/多模	为智能交通管理、车道级车辆控制提供基础的位置数据
地震监测	毫米级	双频/多模	大陆架地壳稳定性监测研究
航海勘测与导航	分米级/亚米级/米级	双频/单频/多模	航海船只的精确定位、精确导航
航空导航与控制	厘米级/分米级/亚米级	双频/单频/多模	航空飞行器的导航、进场精密控制等
精准农业	厘米级/分米级/亚米级	双频/单频/多模	农业精细化管理
应急救援/旅游	亚米级/米级	单频/多模	
港口车辆调度/ 集装箱调度	厘米级/分米级	双频/单频/多模	