HUACE NAVIGATION

华测连续运行参考站

方

案

书

上海华测导航技术有限公司

中国　　上海

前　言

连续运行参考站系统（Continuous Operational Reference System，简称 CORS 系统）是现代 GNSS 发展热点之一。CORS 系统将网络化概念引入到了大地测量应用中，该系统的建立不仅为测绘行业带来深刻的变革，而且也将为现代网络社会中的空间信息服务带来新的思维和模式。

CORS 是由卫星定位接收机（含天线）、计算机、气象设备、通讯设备及电源设备、观测墩等构成的观测系统。它长期连续跟踪观测卫星信号，通过数据通讯网络定时、实时或按数据中心的要求将观测数据传输到数据中心。它可独立或组网提供实时、快速或事后的数据服务。而按照服务响应时间区分，CORS 系统可分为静态、准动态和实时动态三种类型。静态或准动态的 CORS 系统主要采用事后或准动态的精密处理技术，实时动态 CORS 系统主要采用实时相位差分技术（Real Time Kinematic，RTK），近年则以网络 RTK 技术为主要发展方向；实际上，实时动态 CORS 系统包含了静态或准动态的 CORS 系统的全部功能。

华测 CORS 系统由基准站、系统控制中心、用户数据中心、用户应用、数据通信五个子系统组成，各子系统通过计算机网络互联。系统的数据服务分为两种方式：第一是通过拨号服务器以无线数据通信方式向用户提供实时精密定位服务；第二是通过 Internet 网络向用户提供精密事后处理的数据服务。与常规 RTK 定位技术相比，华测 CORS 技术的电离层、对流层等改正考虑较好，定位可靠性和精度较高，作用范围较大，同时最大程度上保护了用户的设备投入。

CORS 技术是 GNSS 测量技术发展中革命性的突破，其意义不亚于由平板测量到数字化测量或常规控制测量到 GNSS 测量的技术革命。

上海华测导航技术有限公司
地址：上海市桂平路 680 号 35 号楼 2 层　　电话：021-51508100
传真：　021-64852007　　网站：www.huace.cn
全国免费电话：400-620-6818

第一章　城市测量发展之路

1.1 建设的意义

在我国整个经济形势的带动下，一些新型的中小城市已进入高速发展的轨道。发展就离不开资源，特别是土地资源，所以这些中小城市都已面临着城市与乡村，资源与环境，社会与经济协调稳定发展的新时代。为迎接这一时代的来临，作为基础建设，中小城市建立自己的信息高速公路和空间数据基础设施[1]则尤为重要。

目前，一些发达的大城市通过建设连续运行参考站（缩写为 CORS）[2]获取和采集各类空间信息位置、时间和与此相关的动态变化的一种基础设施。在我国一些发达的城市主要利用天宝的 VRS 或徕卡的主辅站技术，这两种方案不仅建设费用高、复杂、周期长，而且将来的维护也比较麻烦，对于一些中小城市或中小城市只为了获取空间基础数据是很一笔很浪费的开支。因此，华测公司提出了另一种解决方案（HCCORS）。

HCCORS 的建立是要在中小城市范围内建设单个或几个连续运行的 GPS 卫星定位参考站，通过数据通信网络如因特网和广播网等向各类需要测量和导航的用户提供国际标准差分数据，以满足各类不同行业用户对精密定位，快速和实时定位、导航的要求，及时地满足城市规划、国土测绘、地籍管理、城乡建设、环境监测、防灾减灾、交通监控等多种现代信息化管理的社会需求。

1 “空间数据基础设施（SDI）”是联合国和美国政府首脑倡导的为迎接新世纪挑战的战略措施，也就是建立起资源、环境、社会、经济等多种信息数据的采集、传输、分享、处理、分析、反馈和决策的服务网络体系。十分明显，正如工业技术时代的能源、交通是社会经济发展的基础设施一样，“空间数据基础设施”是信息社会、知识经济时代的必备的基础设施。

2 连续运行参考站缩写为 CORS，主要为科学应用：板块运动研究，气象，大气研究；数据服务：允许网络内 RTK、RTCM 用户得到差分服务，数据有偿或无偿发布；监测应用：进行连续高精度监测-滑坡，建筑，桥梁，水坝…

1.2 建设的必要性

1.2.1 规模化、集约化利用 GPS 技术的必定结果

GPS 定位技术具有全球性、全天候、连续、精确、实时的导航、定位、授时的功能，能在全球任何地点、任何时间提供用户静止和动态的地理位置和时间信息，同时又具有抗干扰强、高效、廉价、小巧、方便等一系列显著优点，将为经济建设、社会发展和科技进步，为陆海交通、运输管理和土地、农林、地矿等资源调查、环境和灾害监测等带来极大方便。因此，我国许多部门和行业、许多单位和公司都在纷纷引进 GPS 技术及设备，从事 GPS 产品销售和技术开发。

美国政府的 GPS 政策是一方面鼓励广泛民用，表示永不收费、全球开放，并在 2000 年左右或更提前一些取消限制精度的 SA 政策，甚至还在 2006 年基本布设完毕的新一代卫星中加载第二民用频率，进一步提高民用单机实时定位的精度。另一方面又继续宣布：仍将实行防电子欺骗的 AS 政策，使民间用户不能获得米级精度的实时单机定位。由于取消 SA 和加入第二民用频率后民间用户单机实时定位精度仍然只能达到 15m-20m 左右，不能满足大多数导航用户 0.5m-10.0m 的要求，更不能满足测绘用户毫米级至分米级的定位精度要求，所以专家和学术界普遍认为：差分导航和精密相位差分定位的技术，也就是建差分基准站的需求仍然是必要的。就连美国的民用部门，包括大地测量局（NGS）、联邦航空局（FAA）等，也正在建设国家范围内的广域差分或统一的精密连续差分定位站网系统。同样，我国许多部门和城市中不同需求的用户仍然在引进各种差分导航和精密差分定位（实时和非实时的）GPS 设备，以满足他们各自的要求。

GPS 差分导航和定位的巨大效益和商业机遇刺激着国内许多用户独立地引进这种定位技术，其结果是出现了严重的技术上的低水平重复，单位所有制又造成了设备利用率低下，甚至出现一个城市不同单位各自建了独立使用的差分参考台站，造成无线电频率资源浪费拥挤，基准台站布局不合理，数据不能共享，盲目竞争客户等。总而言之，目前的差分定位方式是一种分散式的，重复式的，小规模和低水平的利用卫星定位和无线通信信道资源的方式。这种方式的发展将给国家和城市的资源和信息的管理带来混乱。

卫星定位技术虽然有广泛的需求，但归根结底是国土测绘技术。因此，为了提高中小城市利用卫星定位技术的水平，满足测绘和社会的迫切需求，避免资源和资金的浪费，建立一

个统一标准的差分参考站服务体系，也就是必定的结果。

1.2.2 城市管理现代化的必由之路

目前，我国一些新型中小城市的经济规模日益扩大，城市化趋势锐不可挡，人口、资源、生态、交通、环境、金融、社会保障体系、经济都处在快速的动态变化之中，对于城市这样一个大的复杂的动态开放系统，政府和有关部门必须实现对其中一些重要的动态变化进行及时、有效、连续的监控管理，例如，交通流量、公共安全、目标监控、港口海关、区域环境、紧急事态应变等等，都必须在实时采集动态信息的基础上，做出快速分析判断决策。而且随着城市经济规模的扩大，现代化程度的提高，国际交流的加强，这种需求也越来越多，涉及领域越来越广，对动态响应的要求越来越高。一个 GPS CORS 系统的建立，其长远目标之一就是城镇、乡村有关交通、公安、保险、金融、港口、农田、工程和灾害等方面的实时动态信息实现三维空间位置和时间方面的监控和管理。这种定位网络系统与各种现代通信网络系统有机的结合，通过快速信息的采集和传输，掌握城市社会、环境动态变化提高城市动态信息管理能力，提高城市应付紧急事件的能力，使城市保持有序、协调、稳定、健康的发展。

1.2.3 城市动态测绘参考基准建设发展的必然趋势

新型中小城市的迅速发展迅速，每天都要进行大量的城市建设、国土规划、工程施工等工程。这些工程的实施都需要测绘工作基础，特别是测量控制点坐标。但是以静态测量构成的静态测量控制点作为城市建设的基础设施，已经远远不能适应现代城市发展的要求了。主要表现在：

由于城市发展迅速，一些城市大部分控制点遭到了破坏。最近采用 GPS 技术建立的新的控制点，有的因为建设的需要，也不得不破坏掉，又需重新建设一些新的 GPS 点。这是一种建设—破坏—重建的不良循环方式，到了现阶段还继续重复就是投资和资源的浪费。中小城市的建设与发展，要靠上百个乃至更多的埋石加觇标型的控制点来维持其测绘基准，还必须随坏随建，不同单位还可能重复建设，每年约需数十多万元的直接维持费用。如果采用 CORS 作为基准，随时随地进行实时或准实时测量，单纯从完成目前静态网的功能要求来说，全市

只有五六个 GPS 长年跟踪站就够了，而这一建设相当于以前一到两年的维护费用，但却几乎是一劳永逸的。

当前测绘技术正从模拟、解析测量阶段发展到数字化、自动化阶段，从事后处理阶段发展为实时处理阶段，从一维、二维定位发展到三维、四维定位阶段，现代多个用户要求测绘建立实现全自动、全天侯、全时域、全空域（地下、水下、地面、天上、太空）的连续测量体系，这样，任何静态形式的、模拟方式的、人工方式的，以光电技术为主实现数据采集的测绘模式都远远不能满足这一要求。社会发展和进步的需要，迫使测绘工程现代化、信息化、实时化，这样，建设基于卫星定位技术的三维实时动态测绘参考基准就是测绘技术发展的必然趋势。

第二章　华测 CORS 连续运行参考站

由于市场需求及 GPS 技术发展，华测公司根据多年的 CORS 技术的研发经验推出更全面、更强大、更优化、应用广泛的 CORS 系统方案，广泛应用于全国各地连续运行参考站的建设。

华测公司在国内首个推出单基站 CORS 系统；

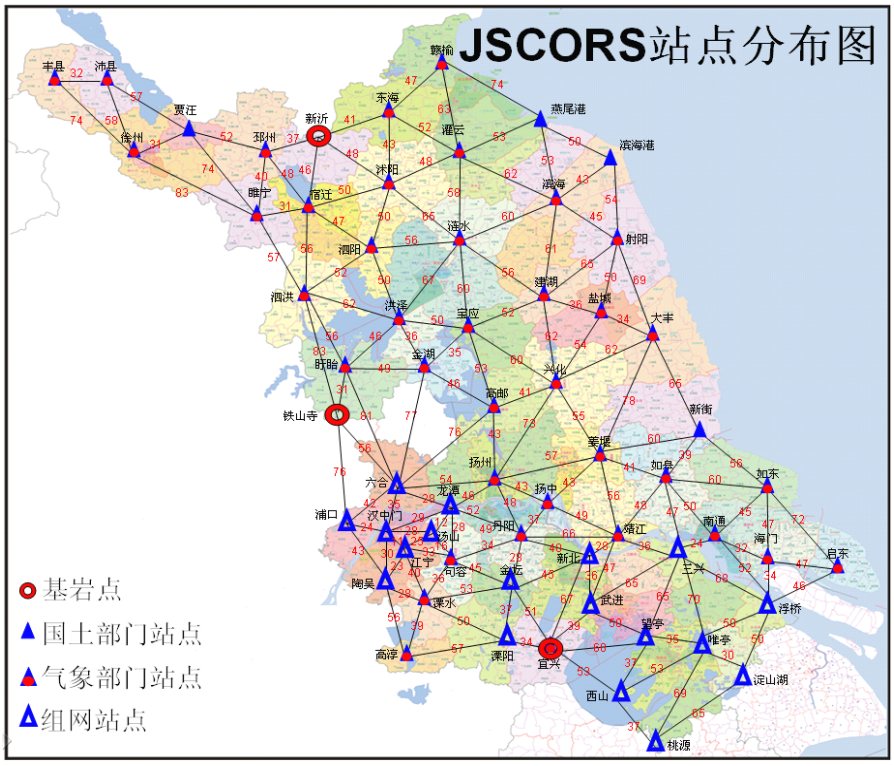
华测是国内第一个推出并建立多基站 CORS 系统——黑龙江大庆建立了多基站 CORS 连续运行参考站，服务于大庆油田，大大提高了油田 GPS 定位的效率和可靠性，大庆油田的整体信息化工程也上了一个新的台阶；

国内第一个建立校园 CORS 实验室——黄河水利职业技术学校 CORS 实验室；

2.1 前期设计

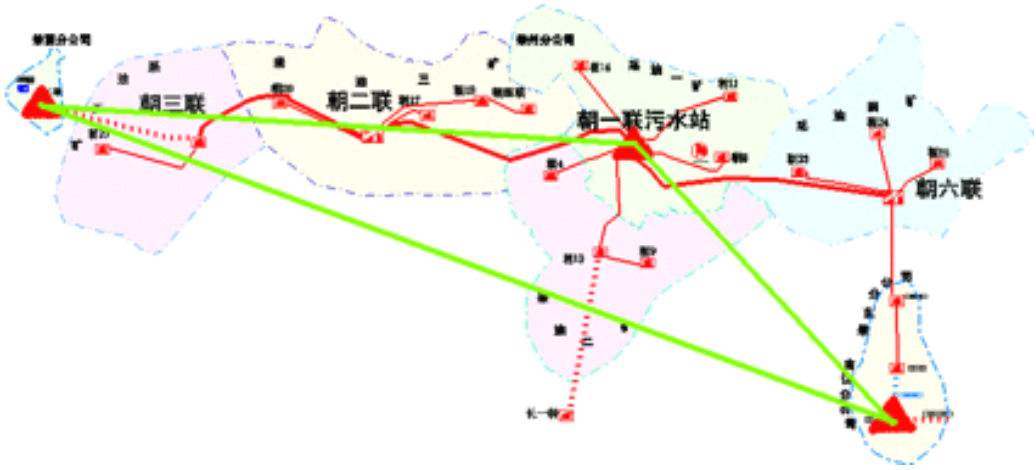
根据区域的大小，气候状况，人文地理环境，交通情况，基础设施的建设以及所设计 CORS 的覆盖范围，设计和布设永久性参考站的数量以及具体的分布情况，华测 CORS 的覆盖范围：最大平均站间距 90km(中纬度地区)，网外 30km。

下图为江苏 CORS 的站点分布图：



上海华测导航技术有限公司
地址：上海市桂平路 680 号 35 号楼 2 层　　电话：021-51508100
传真：　021-64852007　　网站：www.huace.cn
全国免费电话：400-620-6818

江苏 CORS 站点分布图



大庆 CORS 的站点分布图

2.2 CORS 的建设过程

- 方案评审
- 站点踏勘
- 环境测试
- 基建施工
- 设备安装
- 控制中心
- 通信网络
- 系统测试
- 试点验收
- 整网验收

第三章　华测 CORS 系统的整体概述

3.1 系统组成

根据全球定位系统连续运行参考站网建设规范及甲方的建设需求，本系统主要包括连续运行参考站网的构成、站址选择、基建、仪器设备配置、数据通信网络、数据中心组成、数据处理、数据管理、产品服务。

3.2 技术依据

华测 CORS 系统的建设主要依据《全球导航卫星系统连续运行参考站网建设规范》以及参照国内外计算机、网络、测绘等国家标准及相关规范，所参照国家标准及技术规范见下表：

名 称	编号	批准单位	备注
全球导航卫星系统连续运行参考站网建设规范	CH/T2008	国家测绘局	2005
全球定位系统（GPS）测量规范	GB/T 18314	国家测绘局	1991
国家一、二等水准测量规范	GB/T 12897	国家测绘局	1993
工程测量规范	GB 50026	国家技术监督局	1997
卫星通信中央站通用技术条件	GB/T 16952	国家技术监督局	1999
计算机信息系统安全保护等级划分准则	GB 17859	国家技术监督局	1994
精密工程测量规范	GB/T 15314	国家技术监督局	1997
全球定位系统城市测量技术规程	CJJ 73-97	中国建设部	1989
测绘技术设计规定	ZBA 75001	国家测绘局	1991
测绘技术总结编写规定	CH1001-91	国家测绘局	1995
测绘产品检查验收规定	CH 1002	国家测绘局	1995
测绘产品质量评定标准	CH 1003	国家测绘局	1995
全球定位系统（GPS）测量型接收机检定规程	CH 8016	国家测绘局	1987
电子设备雷击保护导则	GB 7450	国家技术监督局	1997
建筑物防雷设计规范	GB 50057	国家技术监督局	1994
通信用电源设备通用试验方法	GB/T 16821	国家技术监督局	1988
计算机软件产品开发编写指南	GB8567	国家技术监督局	1989

信息处理-数据流程图、程序流程图、系统流程图、程序网络图和系统资源图的文件编制符号及约定	GB1526	国家技术监督局	1993
信息处理系统 计算机系统配置图符号及约定	GB/T 14085	国家技术监督局	1990
计算机软件质量保证计划规范	GB/T 12504	国家技术监督局	1990
计算机软件配置管理计划规范	GB/T 12505	国家技术监督局	
电子计算机房设计规范	GB 50174	国家技术监督局	1993
UNAVCO 参考站建立规范	---	国际 UNAVCO 组织	
IGS 参考站建立规范	---	国际 IGS 委员会	
中国地壳形变监测网络参考站建立规范		地震局、测绘局	2000
中华人民共和国公共安全行业标准	GA173	国家技术监督局	1998
混凝土结构设计规范	GBJ 10	国家建设部	1989

参照技术规范

3.3 工程目标

1. 参考站子系统与系统控制中心间的不间断数据传输。
2. 系统控制中心的数据分流、数据处理、数据入库。
3. 通过 Internet 向用户提供数据等相关信息服务，实现事后精密定位功能。
4. 以 GSM ,GPRS,CDMA 等数据通信方式进行实时定位信息的服务,实现实时定位功能。

3.4 系统工程内容

1. 建设若干个参考站，其中包括参考站的选址、观测室及观测墩基建；
2. 建立系统管理中心和相应的 Intranet 网（内部局域网）；
3. 建立参考站与管理中心之间的数据传输系统；
4. 建设多接口的精密差分信息和普通导航差分信息的发播系统；
5. 用户硬件和软件系统。完成厘米级、分米级定位和米级导航定位服务

3.5 系统所具备的功能

华测 CORS 系统功能目前主要在于两方面：第一是通过拨号服务器以无线数据通信方式向用户提供实时精密定位服务；第二是通过 Internet 网络向用户提供精密事后处理的数据服务。

1. 在定位信号的有效覆盖区域内,利用一台 GPS 测量型接收机可进行城市各级控制点测量（非完全荫蔽区），精度达到厘米级；

2. 在定位信号的有效覆盖区域内，提供 GNSS 实时测量，满足非荫蔽区工程测量、地图修测、精密授时等项要求；
3. 本系统可实时广播 RTK 信息，用户可采用 GSM、GPRS、CDMA 中的任何一种手段实时获取差分数据，同时该系统支持 RTCA、CMR、RTCM2.x、RTCM V3.0、RTD 等数据格式，也同时支持国际各主流品牌 GPS/GNSS 接收机在网内工作；
4. 本系统利用 Internet 或其它手段可实现事后精密定位的数据服务，数据格式支持 RINEX2.0 和 RINEX2.1；
5. 参考站网络软件、中心服务器软件及用户端软件均采用全中文界面，包括测图、放样以及将来的导航软件系统，为用户提供良好的使用交互界面；
6. 本系统的安全性良好，具备计费和完善的用户管理功能。

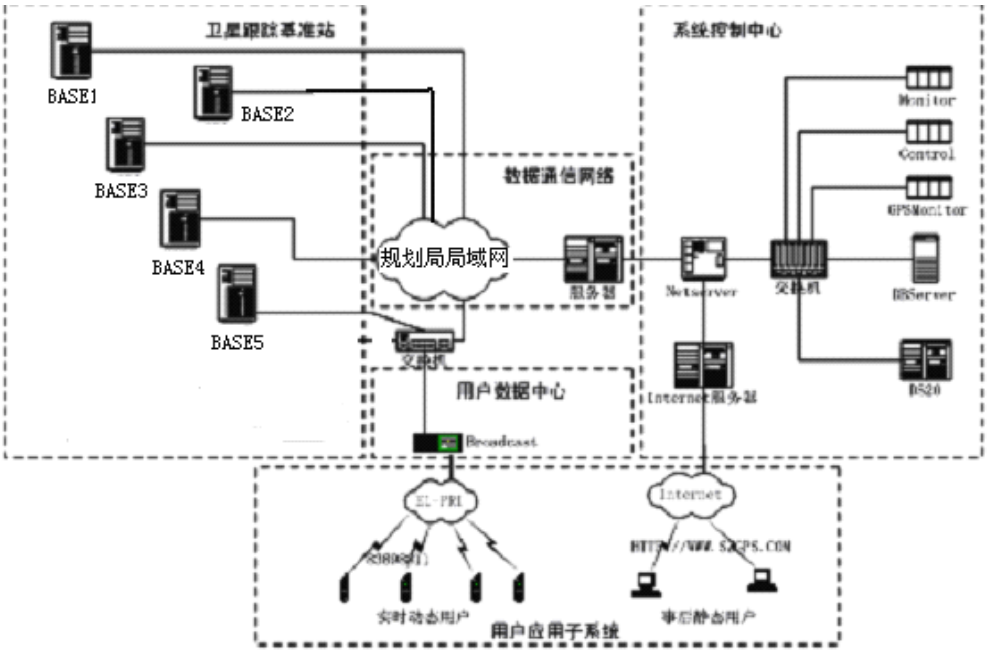
3.6 系统技术指标

项目	内 容	技 术 指 标	
覆盖领域	导航	覆盖整个城市及周边地区	
	定位	常规 RTK	距中心参考站 15km 以内
		网络 RTK	距虚拟中心站 30km 以内
服务范围	导航	陆上和水上导航，地理信息采集、更新	
	定位	测绘，地籍，规划，工程建设，变形监测，地壳形变监测	
	授时	授时精度小于±1 微秒	
系统精度	动态参考基准	地心坐标的坐标分量	绝对精度不低于 0.1 米
		基线向量的坐标分量	相对精度不低于 3×10-7
	快速或实时定位	水平≤3cm	垂直≤5cm
	事后相对精密定位	水平≤5mm	垂直≤10mm
	导航	水平≤3 m	垂直≤5m
可用性	导航	99.0% （1 天内）	
	定位	95.0% （1 天内）	
完好性	报警时间	< 6 秒，	
	误报概率	< 0.3%	
兼容性	导航、定位	RTCM2.x、RTCM3.0、CMR、RINEX、RTCA、RTD	

华测 CORS 技术指标

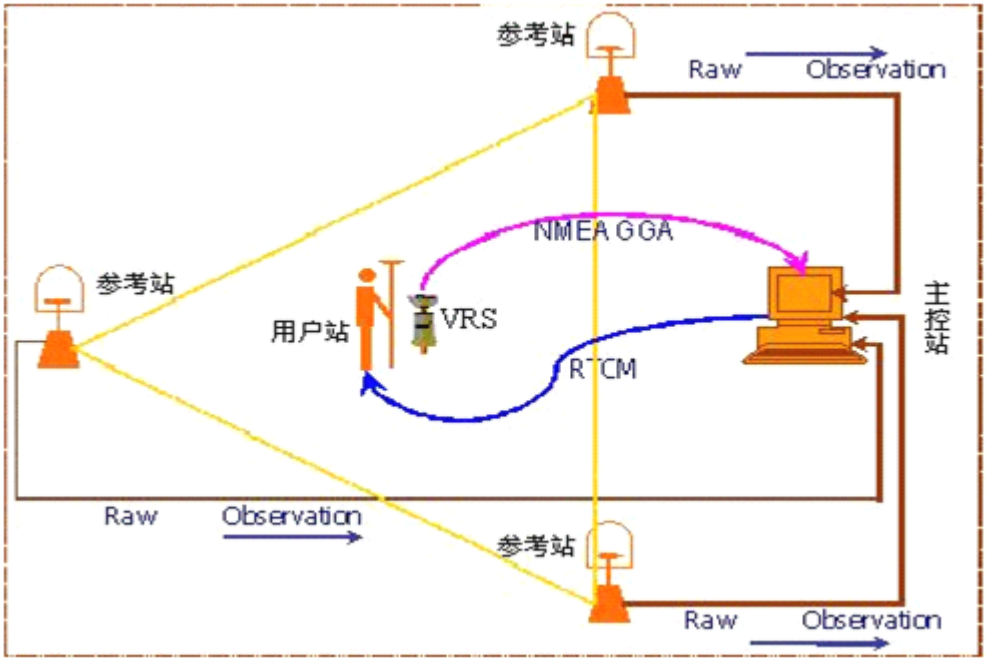
3.7 系统组成结构图

下图为整个华测 CORS 系统的组成结构图：包括参考站子系统、通信子系统、控制中心子系统、用户数据中心、用户子系统。



华测 CORS 网络结构

3.8 华测 CORS 系统工作原理



工作原理图

第四章 各子系统定义

4.1 参考站准站子系统

卫星跟踪参考站是华测 CORS 的数据源，用于实现对卫星信号捕获、跟踪、记录和传输，主要包括不间断电源、GPS 接收机、扼流圈双频天线、计算机、网络、逼雷系统、防电涌等设备，由若干个永久参考站组成。

4.1.1 参考站数据结构

各参考站以设定的时间间隔将观测数据实时传输给系统控制中心，控制软件可响应系统控制中心的控制命令，对参考站设备进行控制。

参考站数据类型见下表所示。表中的数据类型可分为两类：第一类与系统控制中心无关，是参考站利用 GPS 接收机、传感器等设备主动采集的数据。另一类是参考站被动接收的数据，由系统控制中心通过通信网络发来的控制或查询命令，与参考站本身所采集的数据无关。

4.1.2 参考站建设

(1) 选址

对于本系统，选址时首要遵循以下原则，其次要保证各站点之间的距离不要超过 60 千米，而且选好的参考站能完全覆盖整个区域及周边地区，使整个地区没有盲区。

a 观测环境

距易产生多路径效应的地物（如高大建筑、树木、水体、海滩和易积水地带等）的距离不小于 200m；

应有 10 度以上地平高度角的卫星通视条件；

距电磁干扰区（如微波站、无线电发射台、高压线穿越地带等）的距离不小于 200M；

避开易产生震动的地带。

b 地质环境

参考站应建立在稳定块体上，避开地质构造不稳定地区（如断裂带、易发生滑坡与沉陷等局部变形地区）和易受水淹或地下水位变化较大的地区；

c 维持条件

便于接入公共或专用通信网络；

具有稳定、安全可靠的电源；

交通便利，便于人员往来和车辆运输；

便于长期保存。

d 实施步骤

e 提交成果

(2) 基建

a 观测墩

- **观测墩结构选择**

观测墩一般为钢筋混凝土结构，依据参考站建站地理、地质环境，观测墩可分为基岩观测墩、土层观测墩和屋顶观测墩三类，根据各站点的实际情况选址天线观测墩的结构。

根据地质条件、周边环境条件，参照下图中推荐爱的标准规格具体设局观测墩；

基岩和土层观测墩应高出地面 3M,一般不超过 5M;对于屋顶观测墩,其高度应大于 1.5M;

基岩和土层观测墩宜建设在观测室内，应高出观测室屋顶面 1.5M 以上，室外部分应加装防护层，防止风雨与日照辐射对观测墩的影响；

对于基岩观测墩，内部钢筋与基岩紧密浇注，浇注深度不少于 0.5m；

对于土层观测墩，钢筋混凝土墩体应埋于解冻线 2m 以下；

对于屋顶观测墩，内部钢筋应与房屋主承重结构钢筋焊接，结合部分应不少于 0.1m；

观测墩应浇注安装强制对中标志，并严格整平，墩外壁应加装（或预埋）适合线缆进出硬制管道（钢制或塑料），起保护线路作用；

基岩和土层观测墩与地面结合四周应做不少于 5cm 的隔振槽，内填粗沙，避免振动带来的影响；

基岩和土层观测墩应与观测室或周围房屋的主要结构分离，以免影响观测墩的稳定性；

屋顶观测墩与屋顶观测面结合处应做防水处理。

- **混凝土施工要求**

灌制混凝土标石所用材料应符合下列要求：

- 采用的水泥标号应不低于 425。制作不受冻融影响的混凝土标石，应优先采用矿渣和火山灰质水泥，不得使用粉煤灰水泥。制作受冻融影响的混凝土标石，宜使用普通硅酸盐水泥。在制作受盐碱、海水或工业污水侵蚀地区的标石时，须使用抗硫酸盐水泥。在沙漠、戈壁等干燥环境中的标石，不得使用火山灰质水泥；
- 石子采用级配合格的 5～40mm 的天然卵石或坚硬碎石，不宜采用同一尺寸的石子；
- 沙子采用 0.15～3mm 粒径的中砂，含泥量不得超过 3%；
- 水须采用清洁的淡水，硫酸盐含量不得超过 1%；
- 外加剂可根据施工环境选用，如早强剂、减水剂、引气剂等，其质量应符合相应规定，不得使用含氯盐的外加剂。

b 观测室

观测室面积不少于 15㎡；

观测室应建在地基牢固的地点，设计时应考虑防水、排水、放风、防雷等因素；电力和信号管线应分别设计，预埋两种管线通道，并进行动物保护处理；

观测室内的温度和相应湿度应瞒住仪器设备正常运行的要求；

国家参考站网的参考站应在观测室内的观测墩基础上埋设水准与重力共用标石，该标石与地面结合四周应做不少于 5cm 的隔振槽，内填粗沙；

水准标志与观测墩强制对中标志间高差测定精度不低于 3mm。

c 控制中心机房建设

机房布置及装修的原则

- 满足技术系统的功能要求：

各类设备需要一定的安装空间、使用空间、维修空间。各类设备又有各工艺环境要求，如温度、湿度、通风、洁净度，各种供电和照明要求等。

- 给工作人员创造健康卫生的工作环境:

机房应为工作人员创造一个有利于健康、卫生的工作环境。工作人员需要昼夜在机房内工作，为有利于他们的健康、有利于他们精力充沛，机房内应有良好的通风、温度、采光、空间、色彩等环境。

- 有利于提高工作效率:

机房内设备的布置应有利于操作、管理，有利于各子系统间的技术联接，有利于统一管理和维护。

- 符合安全要求:

机房的布置和装修应符合防火、安全警卫、应急状态工作等要求。

- 数据中心建设指标:

温度、湿度范围

机房内空调是维持温度范围的主要保证条件；

室内温度范围 22℃±5

室内热量主要来自：

设备散热量：按设备耗电 70%计算

工作人员散热：(固定和流动入室人员数)

照明灯：按 2/3 照明灯开启计算

太阳的增热：室外空气渗入

应克服这些影响温湿度急剧变化的因素，保证设备在规定的温度范围中正常运转。

室内湿度范围：40～60%

机房应有明亮和均匀的照明，光源分布不致使设备间有深浓的阴影，要求桌面照度水平为荧光灯 80～100 LX，采用嵌入顶棚日光灯组，建议采用方形奶白色(或磨砂)有机玻璃灯罩，每组三根日光灯管，二根为经常照明，另一根接 UPS 不间断电源，停电时自动开启。日光灯一律不用电子镇流器启动，以免干扰仪器运作。

- 室内净化

要求室内空气洁净、防尘、易清扫，应采取以下措施：

密闭门，双层玻璃窗(或全墙面不设窗)

墙、地、顶面用易清扫、不吸尘、不积尘材料

空调通风前和后加过滤器

- 防静电活动地板

为方便电缆走线敷设、美观和地板板下式送风，机房室内地面做架空防静电活动地板，夹层下结构水泥地面要求抹光涂油漆，保持洁净，与架空地板形成送风空调箱。

- 空调与加湿

在架空地板夹层里，通过地板送出处理后的适宜的空气，可以直接向安置设备部位送风，在上方天棚回风，这种地板下送风和暗装在天棚的回风，可以非常灵活的调整设备布置，并使室内工作人员感受舒适。

加湿器可以安装在通向机房的送风支管上，不能采用直接向室内喷雾加湿。

- 天棚

天棚采用防火或阻燃材料(如石膏板-防火、吸尘、隔热)，天棚夹层内布设回风管道、嵌入式日光灯和自动喷淋 1211 消防装置。

- 插座

电源插座，裸接地线插座均在架空地板下，离水泥地面高 150mm。固定电缆走线应穿钢管，平均 2 平方米一个插座。电源种类有：UPS380 伏三相，UPS220 伏单相，动力电 380 伏三相，动力电 220 伏单相，全部插座内均有安全地线端。

不同类型的电源应有明显的区别标志。

- 隔断

各层机房内按需要设置玻璃断隔墙，将值班区、计算机房、工作间等分隔开来，并设置走廊通道，以免互相干扰。玻璃隔断墙为铝(或不锈钢)框架镶嵌玻璃。

d 其他要求

区域参考站网中应有不少于 3 个参考站与国家大地参考框价进行联测，专业应用站网应根据实际应用要求进行联测；

埋设的水准标石应进行国家一等水准联测，依据 GB12897 进行；

区域参考站网和专业应用站网中连续观测 3 年以上的参考站，且站速度变化率小于 3mm/a 的可申请加入国家参考站网。

实施步骤

在选址工作的基础上完成参考站建筑的整体设计及专项防护设计（如防风、防雷等）；

建筑观测墩和观测室地基；

建造观测室主体结构；

敷设电力先、通信线等管线；

进行设备安装调试及试运行，待验收完毕后正式使用。

(3) 接收机配置

a 参考站接收机技术指标

具有同时跟踪不少于 12 颗全球导航定位卫星的能力

至少具有 1s 采样数据的能力；

观测数据至少应包括：双频测距码、双频载波相位值、卫星广播星历；

具有在-30℃至+65℃湿度 95%的环境下正常工作的能力；

原始数据输出频率不小于 10MHz；

具备 3 个以上的数据通讯接口、接口可包括 RS232、USB、LAN 等；

具有输出原始数据、导航定位数据、差分修正数据、1PPS 脉冲的能力；

在 30s 采样率的条件下，接收机内存可连续保存至少一个月的数据；

接收机要具备中华人民共和国制造计量器具生产许可证。

为此介意使用华测 X60 型双频接收机。

b 华测 X60 型接收机介绍



X60 双频接收机

1. 技术指标

- **主 板 特 性：**

先进的测量型 GPS 主板

高精度的 L1/L2 伪距、载波相位观测值

独立独立 28 通道，全视场跟踪 C/A 码、P 码、L2C 码， L1、L2 载波窄距相关。可接收 WASS 和 EGNOS 差分信号，预留 Glonass 通道，可升级为 GPS+Glonass。

- **精 度 指 标：**

静 态

模式 静态、快速静态

水平：+5mm+1ppm（≤80km）

垂直：+10mm+1ppm（≤80km）

动态

模式 后处理：后处理动态走走停停，连续

水平：+10mm+1ppm

垂直：+20mm+1ppm

原始数据输出率：10Hz、20Hz

模式 RTK

水平：+10mm+1ppm

垂直：+20mm+1ppm

数据输出率：10Hz、20Hz

作用距离：30km

初始化时间： 30km 以内，小于 1 分钟

- **置信度＞99.9％**

首 次 定 位 时 间

冷启动　40S

热启动　10S

再捕获　1S

- **通讯方式：**

RS232 串口，USB，蓝牙，红外，可扩展 LAN 接口

- **环境指标：**

工作温度　-45℃ to +65℃

存储温度　-50℃ to +75℃

湿度　99%湿度的条件下正常工作

全封闭，防水，防尘，抗震（2M 硬地掉落）

- **物理参数：**

体积（W×H）：200mm X 85mm　重量：0.8kg

- **电气参数：**

主机功耗：3W　电池容量：2200mAh

电池工作时间：RTK：10 小时　静态：16 小时

电源寿命：1000 次充放电过程

外接电源：　9-18VDC

2. 华测天骄 X60 简要介绍

X60 分体化设计，坚固耐用、稳定、功能强大，适用于陆地、海洋、空中等多类型、复杂条件下的工作。

X60 是 28 通道，采用了先进的 GPS 技术，可用于高难度 GPS 环境下的强有力跟踪。更高效、更方便的服务于您的工作。

- **超强的兼容特性，强悍的数据链**

超强的技术实力，数次的技术攻关与实验，使华测 X60 移动站可以稳定的兼容 VRS（虚拟参考站、网络 RTK 系统）。同时华测 X60 移动站，也可稳定方便的兼容各品牌的双频 GPS 参考站。

- **先进的技术，严格的检测手段**

华测 X60 GPS 系统采用了先进的 GPS 技术。它是 28 通道双频 GPS 接收机，采用了先进的经过验证的 GPS 芯片级技术，可用于高难度 GPS 环境下的强有力跟踪。

每一台接收机的天线和主板都经过了复杂的兼容性测试，力求达到系统的最佳匹配。使您的工作不因仪器的问题所延迟。华测 X60 使用环境满足 IPX7 规定，可以浸入水下 1 米深处，满足任何工作环境要求。同时华测 X60 可以承受从 2 米高度跌落到坚硬的地面。出厂前

的超低温检测、振动跌落检测、亚毫米级天线相位中心检测等，使得每套到达您手中的设备都是精品。

- **完全适合外业需要**

整合的 Bluetooth®无线技术实现了接收机与华测测量控制器之间无电缆通讯。高容量锂电池可为接收机供电达 10 小时。华测 X60 GPS 系统可应用于多种工作，包括长期监测、网络参考站、测量、施工、资产管理等。它为所有等级测量提供了精确、灵活、方便的使用 。

主要特性：

◆ 先进的测量型 GPS 主板，独享 28 通道，可升级为 GPS+Glonass；

◆ 高精度的 L1/L2 伪距、载波相位观测值；

◆ 未经平滑的伪距测量数据，以便获得低噪音、低多路径误差、低时间域改正和高动态响应

◆ 极低噪声的 L1 和 L2 载波相位测量在 1 Hz 更新率具有优于 1mm 的精度

◆ 零相位中心 L1/L2 大地测量型扼流圈 GPS 天线

◆ 最先进的内部数据算法

◆ 28 通道”全视场跟踪 C/A 码、P 码、L2C 码， L1、L2 载波窄距相关，

◆ 兼容 VRS 系统

◆ 1PPS 输出，与 GPS 时间差±50ns(标称)

- **相关特性**

电池：采用高容量进口锂电池，寿命可达 1000 次充放电过程，一次充电可连续工作 10 个小时，保证您工作的连续性，使用温度-45℃— +65℃，完全充电后在 25℃中存放 30 天容量保持率 90%。

内存：128M 闪存，静态可满足连续 2400 小时以上数据采集的需求，在掉电情况下保存数据 10 年。

主机材料：主机外壳采用美国 GE 公司的新型材料，具有抗紫外线，耐热，耐寒，阻燃，抗高强度冲击，不褪色，不变形等性能。内涂进口导电涂层。

扼流圈：采用高品质的零相位中心双频天线，增强型右旋极化（RHCP）技术，极大地增加了信噪比，使天线对微弱多路径信号不灵敏，提高了信号质量。相位中心误差小于±1mm。

c 安装与测试

安装之前应按照 CH8016 完成接收机的检定工作；

安装或更新后需要详细填写《全球导航卫星系统接收机登记表》。

安装应根据其使用手册或说明进行；

接收机应放置于通风良好、干燥、避光的地点，一般置于集成柜内；

d 天线

1 参考站双频天线技术指标

- 相位中心稳定性应优于 1mm；
- 具备抗多路径效应的扼流圈或抑制板；
- 具有抗电磁干扰能力；
- 具有定向指北标志；
- 在-40℃至+65℃的环境下能正常工作；
- 应配有防护罩。

2 华测扼流圈双频天线介绍

- 工作频率：1227MHZ±10MHZ、1575MHZ±10MHZ

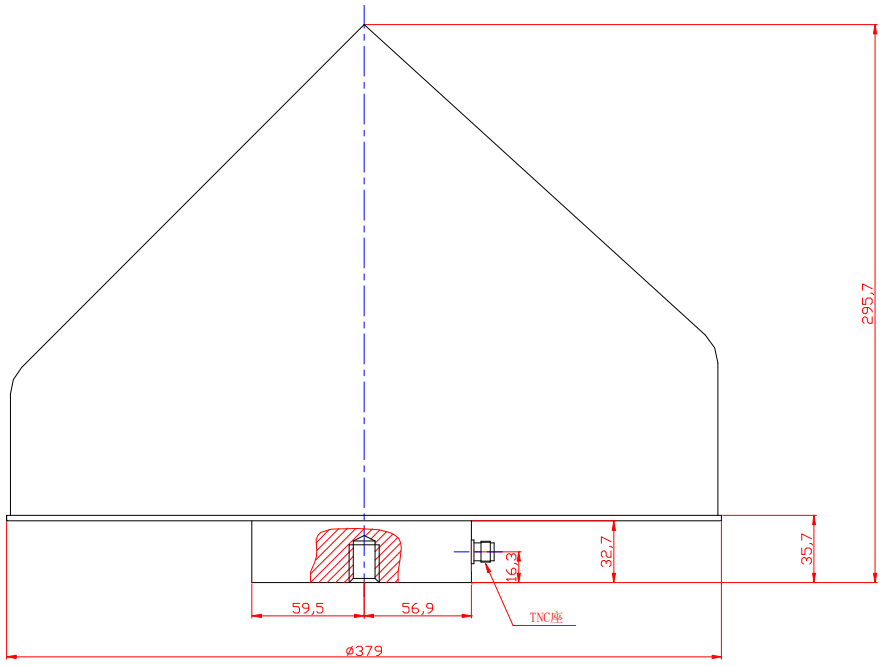


华测扼流圈天线

- 阻抗：50Ω
- 驻波比：≤1.5:1
- LAN L1 增益：38±3dB
- LAN L2 增益：39±3dB
- 噪声：≤1.5dB
- 极化方式：右旋圆极化
- 工作电压：3-12VDC

- 工作电流：≤40mA
- 相位中心：见附件
- 相位中心稳定性≤±1mm
- 连接器：TNC
- 重量：≤5.2kg
- 湿度：100%
- 工作温度：－45℃～＋65℃
- 储存温度：－55℃～＋85℃

附件：



3 安装与测试

天线必须固紧于观测墩的强制对中标志上，天线定向指北标志与真北方向差异小于5°；

天线电缆应采用低损耗的辐射电缆，若电缆需要延长时，根据性能指标加装相应的在线放大器；

天线电缆可根据需要加装低损耗射频电缆防雷装置，并按照 GB7450 进行接地电阻测试；

安装、更新后需要详细填写《全球导航卫星系统天线登记表》。

e 电源设备

1. 技术要求：

- 单相市电供电，并加装在线式 UPS；
- 后备电源可选择使用太阳能、大容量电池组等；
- 后备电源单独供电时，至少可维持参考站设备连续工作 8h；
- 电源线路应做接地保护并加装电涌防护设备。

2. 安装与测试：

- 依据 GB50174 敷设、安装供电设备系统，并加装电涌防护设备；
- 参考站内全部设备由 UPS 供电，电压不稳定地区可加装交流稳压器；
- 安装、更新后需要详细填写《电源设备登记表》。

3. UPS 型号的选择：

不间断供电设备选用美国山特公司的在线式不间断 UPSCastle(C)系列中的 C6K(S)。

山特城堡(Castle)系列在线式 UPS，包括容量 1KVA 至 20KVA 的一系列的 UPS 产品，与在线互动式或后备式 UPS 相比，在线式 UPS 能够为负载提供更佳的电源环境，无论从稳压输出范围、频率范围、输入杂讯的滤除，乃至市电模式与电池模式零转换时间等方面考虑，在线式均是最佳的 UPS 结构，因此，重要的设备，或是对电力环境要求苛刻的设备几乎都应选用在线式 UPS。

山特城堡系列在线式 UPS，除了具备传统在线式功能外，更为要求极高可靠度的用户着想，除了全面供应长效机以外，容量 6KVA 以上的机种，更可以使用双机热备份，使故障率大为降低，有效提高使用电源的安全性与可靠性，为用户最重要的设备提供安全无忧的电力保障。

性能：

- **正弦波输出**

无论在市电模式或电池模式，均可输出低失真度的正弦波电源，为用户的负载设备供最佳的电源保障。

- **零转换时间**

当市电停电或复电时，UPS 在市电模式与电池模式之间的切换是完全没有转换时间的，有效保证了负载运行的可靠性。

- **TVSS 功能**

即 TRANSIENT VOLTAGE SURGE SUPPRESS 突波电压保护功能。用于 FAX、TELEPHONE、MODEM、网络等转换保护功能。

- **双机热备份**

当用户的最重要负载设备绝对禁止断电时，容量 6KVA 以上的机种，能够全面支持双机热备份功能，用户可以使用两台 UPS 进行主、备份使用，当其中一台出现故障时，另一台则负责供电。即使出现了 UPS 故障，用户仍然可以使用到纯净、安全与稳定的电源，使断电的

危险性降至最小。

- **输入功因修正**

城堡系列 UPS 具备输入功因修正功能，在满载情况下，输入功因可以达到 0.9 以上，使用户的电网环境不会受到污染。

- **直流启动**

在市电停电状态下，若需要使用 UPS 启动计算机或其它负载设备，城堡系列 UPS 可以直接以电池进行直流开机，使 UPS 的使用更加方便、可靠。

- **旁路保护**

旁路供电功能使 UPS 的应急处理能力大大加强，同时在用户的负载设备对电源具有特殊要求时，如电压不能过高，城堡系列 UPS 提供旁路供电电压过高保护，使用户的负载设备免于高压危险。

- **自动启动功能**

当市电异常，进入电池模式供电直到截止，UPS 将关机，当市电恢复正常时，城堡系列 UPS 会自动启动开机，正常供电，无需用户一一开机。

- **长效型供电设计**

城堡系列 UPS 全面提供长效机供用户选择。配置合适的电池组，可以使用户放电使用时间可达 8 小时左右，以满足不同电网环境的要求。

- **长效机强大充电能力**

城堡系列 UPS 长效机除了放电时间延长，电池回充能力也很强，可以提供约 5－10A 的初始充电电流。

- **自我检查功能**

城堡系列 UPS 可以进行模拟断电的情况，进入电池模式供电，此功能既可通过面板上的自检按键随时执行，也可以配合山特监控软件，按定期或不定期方式进行。

- **强力抗干扰**

针对电磁干扰与射频干扰，城堡系列 UPS 依循国际标准 EN50091－2 和 IEC61000-4 系列标准设计，有效提高了 UPS 使用的安全性与可靠性。

- **可搭配发电机使用**

宽广的输入电压与频率范围，使城堡系列可以与主要品牌发电机搭配使用，使用时间更加延长，同时有效去除了发电机所产生的不良的电力，为负载提供纯净、安全、稳定的电源 。

- **网站免费下载 WinPower2000 监控软件**

为了使用户对 UPS 的管理更加便捷、有效，在因特网站上可免费下载 WinPower2000 网络版监控软件，实现智能化管理。

- **配备 Intelligent Slot 智能插槽**

城堡系列 UPS 配备一个 Intelligent Slot 智能插槽，用户可以选购山特 WebPower 智能监控卡，通过 Internet 国际互联网进行全球化管理，或者通过 SNMP 网管，实现集中监控或远程监控等功能。

- **原厂松下蓄电池**

城堡系列 UPS 的标准机搭配高品质的原厂松下蓄电池，以良好的电池质量，保证 UPS 使用安全性与可靠性。长效机的电池选配，可依用户的需求自定，如需技术咨询，请接洽山特各地分公司。

f 通信设备

1 计算机

2 交换机

g 雷电防护设备

1. 雷电防护设备

雷电防护主要指建筑物整体、站内外电子设备的雷电防护，依据 GB50057 和 GB7450 执行；

参考站根据需要可加装电力线、通信线、射频线电涌防护设备和建筑物雷电防护设备；

由具有专业资格的工程人员设计防护结构和系统；

安装及测试工作由专业技术人员完成；

安装、更新后需要详细填写《雷电防护设备登记表》。

2. 本系统避雷系统安装

- **电涌防护**

电涌是微秒量级的异常大电流脉冲。它可使电子设备受到瞬态过电的破坏。随着半导体器件的集成化程度的提高，元件间距的减小，半导体厚度的变薄，电子设备受到瞬态过电破坏的可能性越来越大。如果一个电涌导致的瞬态过电压超过一个电子设备的承受能力，那么这个设备或者被完全破坏，或者寿命大大缩短。

雷电是导致电涌最主要的原因，雷电击中输电线路会导致巨大的经济损失。每一次电力公司切换负载而引起的电涌都缩短各种计算机、通讯设备、仪器仪表和 PLC 的寿命。另外，大型电机设备、电梯、发电机、空调、制冷设备等也会引发电涌。UPS 也可被电涌摧毁。

建筑物顶部的避雷针在直击雷时可将大部分的放电分流入地，避免建筑物的燃烧和爆炸。UPS 不间断电源可处理电压的严重下降。二者非常有用，但都不能保护计算机免受电涌的破坏，而且 UPS 本身集中很多微处理器，也可被电涌摧毁。由于参考站主要设备架设于露天制高点，雷电和电涌防护可以分为电力线、通信线、射频线、露天设备防护等几方面，采用不同的避雷器件完成，有关器件的技术规格与设计施工。在华测 CORS 工程中，采取的

具体措施如下。

电力线进入 UPS 之前，加装电力线电涌防护设备，隔离 UPS 和电力线。

GPS 天线进入主机前，加装电涌防护设备，

在户外设备，尤其是 GPS 天线附近架设建筑物雷电防护设备，

- **直击雷防护**

在距观测墩 3－3.5 米处安装 H=7 米的普通避雷针，选用Φ16 不锈钢制作。支撑杆由两节组成、分别由 2 寸、1.2 寸各三米热镀锌管制作。

地网选用 4 根 50×50×5mm 热镀锌角钢为垂直地极 L=2.5 米，以 40×4mm 热镀锌扁钢互连，地极埋地深度>0.7 米。避雷针基座为 500×500×60mm 钢筋混凝土，由地网引两根 40×4mm 热镀锌扁钢与基座连接。接地电阻小于参照 GB 7450。

避雷针与天线的距离选择大于 3 米，是以中等强度的雷电流通过避雷针接地泄流时所产生的感应电磁场到达天线时其强度可衰减到安全值的范围之内。

h 机柜

1. 技术要求

应选用符合工业标准的集成柜；

具有设备散热能力；

分层次安装机柜内各项设备。

4.2 数据通信子系统

数据通信网络是利用通讯链路实现参考站与数据中心、数据中心与用户间数据交换间的系统，它完成数据传输和数据产品分发等任务。

4.2.1 数据通讯技术要求

1. 可长期、可靠、连续工作；
2. 数据传输速率大于 32kbps
3. 实时通信时通讯误码率应小于 10^{-8}，延时小于 500ms；
4. 如果条件允许，可采用两种相互独立的数字通信链路，提高数据传输的可靠性。
5. 可用性大于 95%。

4.2.2 通信协议

TCP/IP 作为数据通信协议。

4.2.3 通讯网络

连接参考站的通信链路可以采用数据专线，无线扩频等通讯方式。

4.3 控制中心子系统

- 数据中心是汇集、存储、处理和分析各参考站数据资源，远程监控各参考站运行状态，并形成产品和开展服务的系统。
- 系统控制中心是华测 CORS 核心单元，由中心网络和软件系统组成，主要具有数据处理、系统控制、信息服务、网络管理等功能：
- 数据处理：数据质量分析和评价；数据综合、数据分流和数据存储；利用 VRS 技术形成差分修正数据。
- 系统监控：监测设备运行状态；远程管理；故障分析与故障警视。
- 信息服务:通过网站向用户提供事后精密处理的数据服务、坐标系高程系转换服务、控制测量、工程测量的软件服务和计算服务。
- 网络管理：监控并管理系统网络；通过硬软件隔离技术实现网络安全防护，保障信息安全；管理网站，通过 Internet 向用户提供 http、ftp 等访问服务。
- 用户管理：用户登记、注册、撤消、查询、权限等管理；提供访问授权和用户使用记录。

4.4 用户数据中心子系统

华测 CORS 对外的数据服务通过用户数据中心实现，分为两部分，一部分利用 GSM/GPRS/CDMA 无线网络实现多路用户实时接入；另一部分以网站方式向用户提供数据和软件下载服务。

用户数据中心设计及施工中采取了多种措施以确保通信的可扩充性和兼容性:设置冗余访问服务器。

.4.1 数据中心服务器各软件系统

(1) 数据中心符合要求

a 一般原则

- 数据中心主要由参考站网管理系统、数据处理分析系统和产品服务系统组成。
- 数据中心以计算机及网络技术为基础，用于数据存储、处理分析和产品服务。建设时应考虑：
- 安全性：数据中心内部局域网与外部网络进行物理隔离，并应设置不同级别的访问权限；
- 可靠性：关键设备采用冗余备份系统，关键数据采用双机异地备份；
- 保密性：数据和产品根据不同级别进行加密处理；
- 可恢复性：发生故障时，数据管理系统 24h 恢复，产品服务系统 12h 恢复。

b 参考站网管理系统

参考站网管理系统负责对参考站设备状况进行远程监控，对参考站产生的源数据进行采集、分流、管理和存储，对数据中心产生的各类成果数据进行规范化管理。其中数据源包括参考站原始观测数据、广播星历、气象观测数据等；成果数据包括参考站信息、参考站坐标、速度、大气参数、坐标转换参数、精密星历等。

(2) 参考站管理软件 Apis.NET

a 数据输出

- RTCM2.x、CMR、RTCA、RTCM2.3、RTD 等差分修正值，每秒一次；
- RTCM2.x、CMR、RTCA、RTCM2.3、RTD 等 RTK 数据格式，每秒一次；
- RINEX2.0/2.1，每小时形成一个文件，每天组合成一个文件夹，也可以自己设定时间。

b 完备性监控

- 系统发生故障或某颗卫星发生问题，向用户报警时间延迟不超过 6s；

- 准确示警概率 99%。

c 系统运转监控

- 系统运转完好性扫描周期 <60s；
- 子系统一般故障修复延时<600s；
- 子系统严重故障修复延时<86400s。

d 数据处理分析系统

- **数据处理原则**
  - 国家参考站网和区域参考站网应采用 ITRF 作为参考框架，以适当数量和分布均匀的 IGS 站的坐标和原始观测数据、精密星历作为起算数据；
  - 专业应用站网根据专业需求确定参考框架和起算数据；
  - 宜使用 IGS 提供的精密星历，可根据不同目的选用事后精密星历、快速精密星历或预报精密星历；
  - 应采用业务主管部门认定的高精度数据处理软件；
  - 数据处理模型宜采用 IERS 相关标准。
- **数据准备**
  - 参考站的观测数据及其质量评价；
  - 原始数据格式转换；
  - 测站信息文件准备；
  - 卫星星历准备；
  - 地球极移、章动、太阳和月亮星历等相关文件准备。
- **数据解算**
  - 国家参考站网数据解算方案应包括：单天解、周解、月解、年解；区域参考站网可以只包括单天解和年解；专业应用站网根据专业应用需求自行规定；
  - 国家参考站网采用的卫星精密星历应根据其相应的制定精度权；区域参考站网采用精密星历是，一般采用强制性约束；专业应用站网根据专业应用可选用预报精密星历或广播星历；
  - 实时应用时刻采用广播星历或预报精密星历；
  - 实时应用时参考站坐标应采用最新的年解结果；
  - 地球自转参数的选用应与所采用的卫星星历一致；
  - 区域参考站网和专业应用站网处理可在地固坐标系下进行。
- **数据分析**

国家参考站网每年应进行下列数据分析：

  - 参考站坐标分量随时间变化分析；
  - 参考站网速度场分析；
  - 各参考站工作状况分析；
  - 数据综合处理和分析。
- **服务类型**

具体服务内容有：

- ◆ 实时位置服务包括厘米级、分米级和米级精度的服务；
- ◆ 快速位置服务包括厘米级、分米级和米级精度的服务；
- ◆ 事后位置服务包括毫米级、厘米级和分米级精度的服务；

(4) 数据库系统

GPS 观测网每天产生大量的观测数据，而在数据处理过程中还要产生数量更大的中间数据，最后得到有直接使用价值的各种数据。数据库技术是实现数据管理和共享服务的最有效的方法。根据数据库技术的发展状况，数据中心将采用分布式数据库技术以实现对网络数据的分布式管理。

为保证数据库的建立与正常运行，首先必须制定数据库技术规范，确定各子库的内容、结构、接口标准及数据预处理软件。

a 制技术规范

- 数据库系统的逻辑结构。
- 各种观测数据的存储形式及存储结构。包括各种日常观测数据的文件存储标准和数据库结构标准，各种常规应用结果数据及共享服务信息的存储结构。
- 数据库系统各部分的接口标准。
- 数据共享实现的技术方案。

b 建立数据库

- 基本信息子库

包括各参考站基本信息及空间分布图，观测系统的各种构成图表，全国地质地理背景信息，活动构造信息，强震活动分布等公用信息。此外还包括全球网 IGS 站的有关信息。

- GPS 数据子库。
- 应用子库：

包括各种应用软件所产出的结果数据和图形数据。

- 数据库系统管理与维护软件。
- 日常数据报表输出软件：

输出基准网每日产出的观测数据量及数据质量报表、每月各种观测数据产出量及数据质

量报表，并向各共享单位发布公报。

- “GPS 观测网络”Internet 主页设计

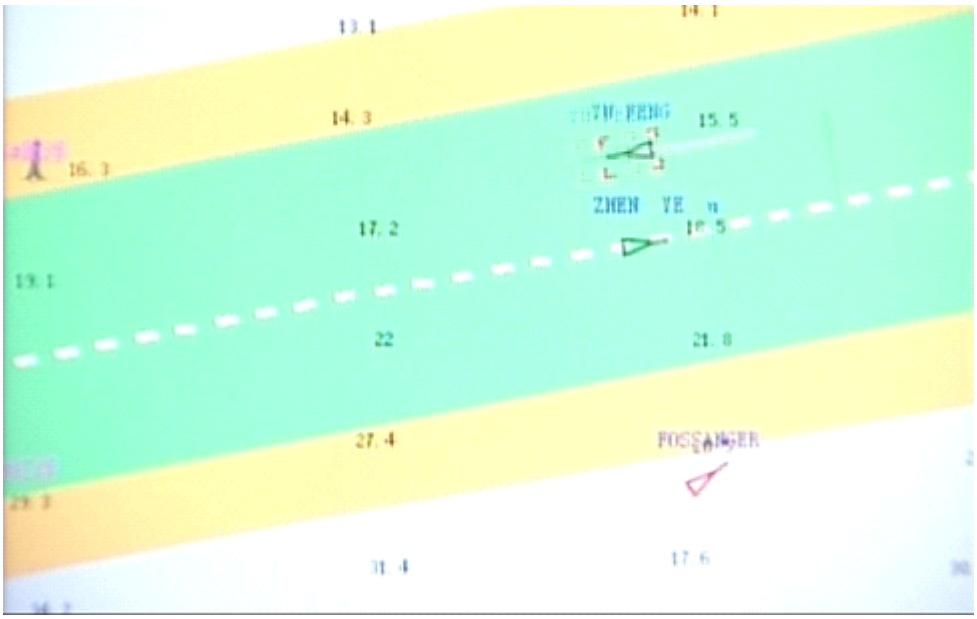
(5) 系统安全设计

对于本系统监控分析中心的网络，将要求提供详细可靠的安全防范性设计。其基本要求是：

- 网络设计要求分为外部网与内部网。任何人和黑客都不能进入内部网。外部网与内部网采用有效可靠的隔离技术实现隔离和必要的数据交换。
- 外部网设计也应提出相应的安全保密措施，如建立必要的防火墙；对用户口令和保密字施行传输进程中的加密；对任何进入系统的用户（合法的、非法的、攻击性的）都有记录等等。
- 网络遭受攻击后的恢复方法。

4.5 用户子系统

用户应用子系统涉及庞大的用户群落，按照应用领域，可分为测绘与工程用户（厘米、分米级），车辆导航与定位用户（米级），高精度用户（事后处理）等；按照精度，则可分为厘米级用户系统，分米级用户系统，亚米级用户系统，米级用户系统等。



水上导航



实时 RTK 用户

不同用户使用不同精度的差分信息，静态数据服务可达到毫米级定位精度，实时数据服务则可获得厘米级或分米级定位精度。虽然导航类用户的定位精度只需要达到米级，但由于 GPS 单机定位远不能满足精度要求，因此向导航类用户提供伪距差分数据服务仍是华测 CORS 重要的服务内容。为充分保障用户投资，华测 CORS 用户应用子系统充分考虑了 GPS 接收机的兼容性，目前已通过多类 GPS 接收机的测试，与数据服务中心的通信链路采用 GSM/GPRS/CDMA 数据通信。

第五章　关键技术

5.1 参考站高稳定性高精度定位技术及相应动态坐标框架的建立

参考站为永久跟踪站，可与国家永久跟踪站及国际 IGS（地球动力学服务）跟踪站进行联合解算，确定参考站在全球框架中的位置变化。参考站之间的相对位置变化，通过位于基岩上的参考站天线墩的稳定性来监测其他参考站的稳定性，建立整个地区的永久性动态框架基准，今后通过与 IGS 及国家跟踪站网的联测，每年建立一个这样的框架，一方面确定地区的整体位移水平，一方面作为地区独立坐标系的依据和整个区域的各种工程建筑变形和地壳构造变形监测依据。

用同样的方法，可以确立与周边地区类似连续运行卫星定位系统的坐标系的转换关系，实现系统间的兼容与转换。

5.2 快速和动态 GPS 定位技术

当整个区域的连续运行卫星定位导航服务系统建成后，用户只用一台单频或双频 GPS 接收机在区域内任意位置接收几分钟（快速）或十几秒钟（动态），在从发播台接收参考站数据后，即可进行厘米级精度定位。关键的技术主要是快速和实时动态定位技术和相应软件的开发与应用技术，其中。采用多参考站进行实时定位的网络 RTK 技术将是最为重要的和最具影响的技术。

5.3 地震与工程形变高精度监测技术

利用参考站发播的 GPS 跟踪数据，在待监测的地质构造工程、建筑体上安置 GPS 型接收机和相应传感器及数据自动记录装置，卸载数据，进行毫米级乃至亚毫米级精度的形变监测和监测数据的形变分析，并对监测物体的安全性进行预报或报警。

5.4 坐标系转换与高程系统转换技术

由本系统按 GPS 卫星定位确定的位置是当地地心参考框架框架下的坐标。系统要把在整个地区的动态地心框架下的坐标转换成满足测绘和规划工程的地方独立坐标系中的坐标。因此系统的监控分析中心每年要提供地心参考框架到地方独立坐标系的转换参数。该转换参数

的精度应满足相对定位精度优于 10-6 左右定位的结果转换后仍不低于这一精度指标。

为了获取快速或实时动态定位点的海拔高程，在整个区域要求确定出格网分辨率为 2km×2km，格网大地水准面高精度为±5cm 的大地水准面模型，从而在采用快速和实时 GPS 定位后用户可直接确定该点大地水准面高，确定大地水准面高的精度应优于±10cm$\sqrt{L}$（L 为该定位点至最近格网点以 km 为单位的距离）。

5.5 系统运行完备性分析与可靠安全性监测技术

本系统是由多个子系统构成，任一子系统中的某个环节发生故障或 GPS 卫星本身发生问题，系统都要能及时监测分析出来。同时，对系统故障进行遥控和修复，尽快使系统恢复正常，或者可向用户发出警告信息。其中几项主要技术为：

GPS 卫星信号故障监测与报警技术。

电离层突发变化监测与报警及预报技术。

系统设备故障监测与故障排除遥控技术及系统运行参数修改设置遥控技术。

5.6 多功能数据格式产生、分流、处理和服务网络管理技术

本系统为满足定位、导航用户需求，要同时产生满足导航的 RTCM 2.1 伪距差分数据和满足 RTK 定位的相位差分数据，还要产生满足精密定位用户的任意时间间隔的 RINEX V2.0 数据。这些数据经过分流要发送给不同的数据发播设备。同时还要进入数据库以备今后查询 。

此外，本系统要对系统原始观测数据、系统产品数据、相关国际、国家、省级永久跟踪站和相应卫星定位数据进行管理，形成数据压缩、编码、加密、存贮、查询、修改、更新，全面开展公益性和有偿性网络自动服务的功能。因此，网络中心的服务方式将是本系统最具影响的技术关键之一。

5.7 系统可靠性及安全正常运行的技术

本系统要求按高标准设计，保证系统正常运转性能，保证用户可用性的要求，保证系统的完好性，其主要技术是通过参考站个数、位置设计的冗余度、关键设备的冗余度、软件的容错能力和系统的监控能力来实现的。

5.8 为实现一台 GPS 接收机进行多参考站网络 RTK 实时定位的通信技术。

如通过无线网络接收的参考站差分改正信息。

上海华测导航技术有限公司
地址：上海市桂平路 680 号 35 号楼 2 层
传真： 021-64852007
电话：021-51508100
网站：www.huace.cn
全国免费电话：400-620-6818

第六章　华测 CORS 应用范围

华测 CORS 系统提供给用户的服务项目很多，在今后还可以开发出更适合于社会应用的服务项目，为此，本章对华测 CORS 中可能出现的应用做一些分析，并对其提出使用的建议。

6.1 应用类型

华测 CORS 系统是为现代化城市信息管理服务和为各种地理空间信息处理服务的基础设施，其应用领域涉及测绘、国土规划、地籍管理、工程建设、交通监控、公共安全、工程与地壳形变监测等等。该系统潜在和目前的用户存在多种类型，按照实时性可分为静态用户和动态实时用户两大类，从精度上分又可分为米级用户，分米级用户、厘米级用户和高精度用户几类。具体分类请参见下表：

应用领域	主要用途	精度需求	实时性需求
测绘工程	测图、施工控制	±0.01m±0.1m	准实时或事后
地表及建筑物形变监测	安全监测	±0.001±0.005m	准实时或事后
工程施工	施工、放样、管理	±0.01m±0.1m	准实时
地理信息更新	城市规划、管理	±0.1m±5.0m	准实时
线路施工及其测绘	通信、电力、石油、化工、沟渠、施工及竣工测绘	±0.1m±5.0m	准实时
地面交通监控	车、船行程管理、自主导航	±1m±10m	延时 ≤3s
空中交通监控	飞机进近与着陆	±0.5m±6m	延时≤1s
公共安全	特种车辆监控、事态应急	±1m±10m	延时≤3s
农业管理	精细农业、土地平整	±0.1m±0.3m	延时≤5s
海、空、港管理	船只、车辆、飞机进港后调度	±0.5m±1m	延时≤3s

用户应用类型

6.1.1 测绘类应用

按照以上对系统用户（包括现实用户和潜在用户）的分析，并根据华测 CORS 工程的建设原则，目前系统主要向测绘类用户开放。根据测绘用户的作业特点，具体作业模式可分为高精度测量、控制测量、大比例尺测图和施工放样等几项，将来还可能包括 GIS 地物属性采集等。以下就测绘用户的具体使用方式进行讨论。

6.1.2 高精密测量

此类用户多属于工程施工、建筑变形监测等方面，具体的内容如下：
观测时间：不同时间段内重复观测 2-4 次，每时段 8 小时
采 样 率：30 秒
使用仪器：双频 GPS 接收机
处理软件：Gamit，IGS 精密星历
测量精度：基线精度 3 * 10-7
使用领域：变形监测，精密工程测量等
使用方法：

1. 静态仪器直接观测，
2. 通过网络下载距离最近的参考站数据，从 IGS 网站上下载精密星历。
3. 用 Gamit 或 Bernese 软件进行后处理。

6.1.3 控制测量

控制测量是测绘工作中十分重要的一项内容，在华测 CORS 系统中可用实时和事后两种方式进行控制测量。具体说明如下：

(1) 静态方式

静态方法主要是利用系统参考站的原始观测数据和用户所观测的数据联合处理完成的，具体内容如下：
观测时间：1 时段，1-2 小时
采 样 率：15 秒
使用仪器：双频 GPS 接收机
处理软件：接收机厂商提供的商业软件，广播星历
测量精度：平面点位精度小于 2cm。
使用领域：城市控制测量，工程控制测量
使用方法：

1. 静态仪器直接观测。
2. 通过网络下载华测 CORS 参考站数据（3 个以上参考站数据）。
3. 利用商业软件进行基线处理。
4. 利用商业软件进行平差计算，得到控制点坐标。

(2) 动态方式

动态方法是利用华测 CORS 系统的 RTK 功能完成，具体内容如下：
观测值类型：RTK 固定解，10 至 180 个历元。

使用仪器：双频 GPS 接收机、GSM CDMA GPRS 模块、PDA 手簿。
测量精度：平面小于 3cm， 垂直小于 5cm。
使用领域：城市控制测量、工程测量等。
使用方法：

1. GSM CDMA GPRS 模块拨号，拨叫华测 CORS 系统接入号码,或接入指定 IP 或域的网络。
2. 流动站 GPS 天线保持稳定，进行初始化工作，得到 RTK 固定解。这一时间根据卫星状况、观测环境状况等可能会持续 15-80 秒。
3. 在待测点上得到固定解后，开始记录数据，连续记录 3 次结果（180 秒采样间隔）。
4. 通过最小二乘法求出该点的精确坐标。
5. 如果不能顺利初始化，可移动流动站天线位置，选择观测条件好的地点进行初始化，然后移动到待测点上，按照步骤 3 进行观测。
6. 作业过程中如果发生初始化丢失时（即 PDA 显示浮动或单点定位），需要重新进行初始化工作，直至得到 RTK 固定解为止。

6.1.4 大比例尺测图

大比例尺测图是测试测绘工作中十分重要的一项内容，利用华测 CORS 系统进行动态实时测图，可提高作业效率并减少经费。具体内容如下：

观测值类型：重要地物点 RTK 固定解，5 历元。
普通地物点 RTK 浮动解，1 历元。
使用仪器：双频 GPS 接收机、GSM CDMA GPRS 模块、PDA 手簿。
测量精度：重要地物点：平面小于 3cm。
普通地物点：平面小于 8cm。
使用领域：地形图测量、地籍测量等
使用方法：

1. GSM CDMA GPRS 模块拨号，拨叫华测 CORS 系统接入号码,或接入指定 IP 或域名的网络。
2. 流动站 GPS 天线保持稳定，进行初始化工作，得到 RTK 固定解。这一时间根据卫星状况、观测环境状况等可能会持续 15-120 秒。
3. 以浮动解模式观测普通地物点，期间如果出现固定解仍继续观测。以固定解模式观测重要地物点，连续观测 5 次，取平均值作为最终结果。
4. 野外调绘，实测时根据地物形状和特征对所测的图形进行编辑。
5. 室内成图，在室内软件的支持下完成地形图的修饰和格式转换，最终成图。
6. 如果不能顺利初始化，可移动流动站天线位置，选择观测条件好的地点进行初始化，然后移动到待测点上，按照步骤 3 进行观测。
7. 在无法进行 GPS 观测的地方，按照控制测量的实时方法设立临时控制点，用常规仪器进行观测。
8. 作业过程中如果发生初始化丢失时，需要重新稳定进行初始化工作，直至得到 RTK 固定解/浮动解为止。

6.1.5 施工放样

与测图作业类似，施工放样也是华测 CORS 系统的主要应用之一，作业中使用的仪器与测图应用相同，具体内容如下：

观测值类型：RTK 固定解，10 厘元。

使用仪器：双频 GPS 接收机、GSM CDMA GPRS 模块、PDA 手簿。

测量精度：平面小于 3cm。

使用领域：工程放样等

使用方法：

1. 室内图解得到放样点坐标，并输入到 PDA 中。
2. 在待放样点位附近架设仪器，并进行 GSM CDMA GPRS 模块拨号，拨叫华测 CORS 系统接入号码,或接入指定 IP 或域名的网络。
3. 流动站 GPS 天线保持稳定，进行初始化工作，得到 RTK 固定解。这一时间根据卫星状况、观测环境状况等可能会持续 15-120 秒。
4. 根据 PDA 指示，向精确点位移动，移动中观察直至满足放样的精度要求为止。
5. 在实测点上以固定解方式连续观测 10 次结果，作为放样的最终成果。
6. 如果不能顺利初始化，可移动流动站 GPS 天线位置，选择观测条件好的地点进行初始化，然后开始作业。
7. 作业过程中如果发生初始化丢失时，需要重新稳定进行初始化工作，直至得到 RTK 固定解为止。

6.1.6 GIS 数据采集

随着城市的发展和各种应用的提出，GIS 的数据采集也成为测绘工作中十分重要的一种应用，GIS 数据包括有空间位置和属性信息两方面，对于在公安、交通、电力、电信、石油、市政、林业、农业等行业的导航与监控应用中，又有了更进一步的应急处理系统，如在定位的同时，还需了解当前位置的周边地理情况、所需资源能否满足要求、设施设备的状态、当前位置到目标位置的最佳路径等，以便能更好、更快地进行应急处理，这样作为 GPS 移动目标表现载体的 GIS 系统不仅需要提供基本的 GPS 移动目标的地图化表现，还要提供更进一步的基于位置的分析功能，从而提供合理的决策支持依据华测 CORS 可以满足 GIS 数据采集的应用要求。 GIS 数据采集应用可分为事后处理和实时两种方式。

(1) 后处理方式

该方式是在野外地物点上采集属性信息和 GPS 原始观测信息，在室内通过软件进行后处理计算，得到地物的位置信息，具体内容如下：

采 样 率：1-5 秒

使用仪器：单频（或双频）GPS 接收机

处理软件：接收机厂商提供的商业软件。

测量精度：平面点位精度 0.5-1.0 m。

使用方法：

1. 使用单频 GPS 接收机或 GIS 数据采集设备态仪器在野外进行作业，采集 GIS 属性并进行 GPS 观测。
2. 通过网络下载华测 CORS 参考站数据（可选择任何一个参考站数据，一般选择离测区最近参考站数据）。
3. 利用商业软件进行处理，编辑 GIS 地形图。

(2) 实时方式

动态方法是利用华测 CORS 系统的 RTD 功能完成，所使用的仪器与测图和放样仪器相同，具体内容如下：

观测值类型：RTK 浮动解，1 个历元。

使用仪器：双频 GPS 接收机、GSM CDMA GPRS 模块、PDA 手簿。

测量精度：平面小于 0.5m.

使用方法：

1. GSM CDMA GPRS 模块拨号，拨叫华测 CORS 系统接入号码，或接入指定 IP 或域名的网络。
2. 流动站 GPS 天线保持稳定，进行初始化工作，得到 RTD 即可开始作业。初始化时间根据卫星状况、观测环境状况等可能会持续 15-120 秒。
3. 得到 RTD 并稳定 2-5 秒钟后，开始进行 GIS 数据采集工作。
4. 如果不能顺利初始化，可移动流动站天线位置，选择观测条件好的地点进行初始化，然后移动到待测点上，按照步骤 3 进行观测。
5. 作业过程中如果发生初始化丢失时，需要重新稳定进行初始化工作，直至得到 RTK 浮动解为止。

6.2 非测绘类应用

随着 GPS 技术的发展以及网络 RTK 的提出及应用（华测 CORS），GPS 相对定位技术不断的被应有与各行各业，如交通、农业、救援等。

6.2.1 应用于交通

出租车、租车服务、物流配送等行业利用 GPS 技术对车辆进行跟踪、调度管理，合理分布车辆，以最快的速度响应用户的乘车或送请求，降低能源消耗，节省运行成本。GPS 在车辆导航方面发挥了重要的角色，在城市中建立数字化交通电台，实时发播城市交通信息，车载设备通过 GPS 进行精确定位，结合电子地图以及实时的交通状况，自动匹配最优路径，并实行车辆的自主导航。 民航运输通过 GPS 接收设备，使驾驶员着陆时能准确对准跑道，同时还能使飞机紧凑排列，提高机场利用率，引导飞机安全进离场。

6.2.2 应用于农业

当前，发达国家已开始把 GPS 技术引入农业生产，即所谓的"精准农业耕作"。该方法利用 GPS 进行农田信息定位获取，包括产量监测、土样采集等，计算机系统通过对数据的分析处理，决策出农田地块的管理措施，把产量和土壤状态信息装入带有 GPS 设备的喷施器中，从而精确地给农田地块施肥、喷药。通过实施精准耕作，可在尽量不减产的情况下，降低农业生产成本，有效避免资源浪费，降低因施肥除虫对环境造成的污染。

6.2.3 应用于救援

利用 GPS 定位技术，可对火警、救护、警察进行应急调遣，提高紧急事件处理部门对火灾、犯罪现场、交通事故、交通堵塞等紧急事件的响应效率。特种车辆（如运钞车）等，可对突发事件进行报警、定位，将损失降到最低。 有了 GPS 的帮助，救援人员就可在人迹罕至、条件恶劣的大海、山野、沙漠，对失踪人员实施有效的搜索、拯救。装有 GPS 装置的渔船，在发生险情时，可及时定位、报警，使之能更快更即使地获得救援。

6.2.4 应用于授时校频

1. 电力，邮电，通讯等网络的时间同步
2. 准确时间的授入
3. 准确频率的授入

第七章　系统运行后维护及管理

7.1 系统建成后的管理模式

系统建成后将兼有公益性服务和商业性服务两大功能，特别是商业性社会服务的潜在能力，将是巨大的，与日俱增的。所以系统建成后必须成立专门系统维护小组由专人进行维护 。

7.2 系统运转维持费

- 人员工资费
- 设备维护费
- 通信费
- 工程维护费
- 行政事业费
- 服务费
- 商业性服务收入

7.3 商业性服务

由于系统潜在的服务面很宽，涉及的行业很多，系统建成后一定会有许多行业、部门、公司积极要求共享数据服务或进行开发性服务。

商业性服务内容：导航工程服务、测绘工程服务、监控工程服务、GPS 接收机销售、授时等。

第九章　结论

全球导航卫星系统技术在国内导航、定位、科学研究领域得到广泛应用，许多部门、行业和城市开始建立满足自身需求的连续运营的卫星定位系统参考网站。

宜昌市连续运行卫星定位服务系统，集成了传统大地测量、现代大地测量、卫星大地测量、现代无线通信、计算机网络、软件工程等多专业技术为一体，为宜昌市城市数字化建立了现代化的空间数据采集平台。

华测系统设计若干个 GPS 参考站、1 个系统控制中心的建设工作，所以本系统主要工作是完成 CORS 系统软件的开发与安装调试，完成华测 CORS 系统的网络平台的建设与调试。

建成后可使该地区参考站地心坐标的各分量精度可以达到 0.009 米。参考站基线向量相对精度可以达到 3×10-7。系统快速或实时定位内符合精度水平方向优于 3cm，垂直方向优于 5cm。系统实际覆盖范围大，在参考站外 35km 也可实现了 RTK 固定解。而系统日可用性可以到 95%以上，并且可以提供全面覆盖整个地区的 RTK 差分服务。

上海华测导航技术有限公司

技术支持部

2009 年 10 月