

CDC.NET 软件介绍

研发部 于晓东

1. VRS 原理简介

1.1 CORS、网络 RTK、VRS 概念

- 1) **CORS:** 连续运行基准站网 (Continuously Operating Reference Stations , CORS), 一个或若干个固定的、连续运行的 GNSS 参考站, 利用计算机、数据通信和互联网(LAN/WAN)技术组成的网络, 实时地向不同类型、不同需求、不同层次的用户自动地提供经过检验的不同类型的 GNSS 观测值(载波相位, 伪距)、各种改正数、状态信息以及其他有关 GNSS 服务项目的系统。
- 2) **网络 RTK:** 在一个区域内建立多个 (一般为三个或三个以上) 的 GNSS 参考站, 对该区域构成网状覆盖, 并以这些基准站中的一个或多个为基准计算和发播 GNSS 改正信息, 从而对该地区内的 GNSS 用户进行实时改正的定位方式称为 GNSS 网络 RTK, 又称为多基准站 RTK。
- 3) **VRS:** 虚拟参考站技术 (Virtual Reference Station ,VRS), 首先在一定区域内架设一定数量(最少三个)的基准站, 基站接收卫星信号, 然后将信息传送至信息处理中心, 移动站先将接收机的位置信息发送到数据处理中心, 数据处理中心会根据移动站的位置, 选择附近几个基准站信息, “虚拟” 出一个参考站, 然后, 将虚拟出的参考站改正数据播发给移动站, 这个虚拟参考站的位置通常是在移动站周围 5 千米范围内, 但是实际情况中, 一般是几米之内, 通过这项技术所获得的数据误差就减小了很多。

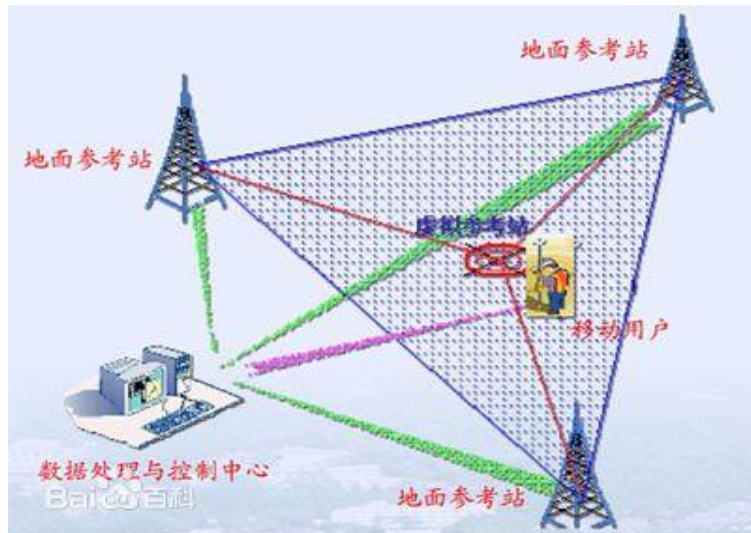
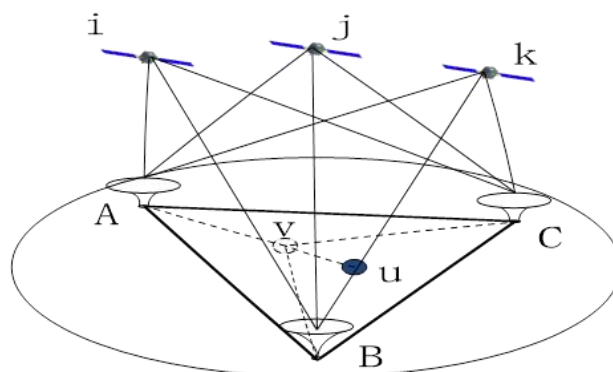


图 1 VRS 工作原理示意图

1.2 几种网络 RTK 技术比较分析

	VRS	FKP	MAC	CBI
基础数学模型	双差观测模型内插模型	全网整体解的非差观测模型 Kalman 滤波	双差观测模型/各模型兼容	双差观测模型内插模型
空间误差建模	在服务器端	在流动用户端	在流动用户端	在服务器端
参与解算的参考站	需要选择一个主参考站, 网络内全部基准站都参与定位解算	不选择主参考站, 取距离流动站距离最近的三个基准站	需要选择一个主站, 但并不要求一定取距离用户最近的基站作为主站	根据流动站和基准站的相对位置灵活选择参考站
通讯方式	双向通信	单向通信	双、单向通信	单向通信
	天宝公司的 GPSNet	德国的 SAPOS 网络	徕卡公司的 Spider	武汉大学 PowerNet

1.3 VRS 基本原理



$$\begin{cases} P_V^j = P_A^j + \Delta\rho_{AV}^j + \Delta\nabla \frac{\eta_{AV}^{ref,j}}{f^2} + \Delta\nabla T_{AV}^{ref,j} + \Delta\nabla O_{AV}^{ref,j} \\ \Phi_V^j = \Phi_A^j + \frac{1}{\lambda} \Delta\rho_{AV}^j + \frac{1}{\lambda} (-\Delta\nabla \frac{\eta_{AV}^{ref,j}}{f^2} + \Delta\nabla T_{AV}^{ref,j} + \Delta\nabla O_{AV}^{ref,j}) \end{cases}$$

1.4 VRS 关键技术

VRS 软件的关键技术有：

- 一是基准站长基线的模糊度固定。如何实现长基线模糊度的快速、准确固定，是影响系统初始化时间、可用性的关键因素。
- 二是区域空间大气误差的精确建模。大气误差的建模精度直接影响用户的定位精度。

围绕这两个核心因素，需要解决的相关技术要点有：

- 数据实时传输，不同格式数据的编码、解码；
- 数据质量控制，周跳、钟跳、多路径等相关误差的处理；
- 大容量用户接入时的并发处理；

1) 基线模糊度固定

a) 宽巷模糊度

$$\lambda_w \Delta\nabla N_w = [(\lambda_w (\Delta\nabla \varphi_1 - \Delta\nabla \varphi_2) - (\frac{f_1 \Delta\nabla P_1 + f_2 \Delta\nabla P_2}{f_1 + f_2}))]$$

b) 消电离层组合

$$\Delta\nabla \varphi_{IF} = \frac{f_1}{f_1 + f_2} \Delta\nabla \varphi_1 - \frac{f_2}{f_1 + f_2} \Delta\nabla \varphi_2$$

c) L1 模糊度和天顶对流层延迟 RZTD (短基线可忽略对流层影响,不进

行估计，长基线需要估计 ZTD)

$$\lambda_{WL}\Delta\nabla\varphi_{IF} - \Delta\nabla\rho - \frac{f_2}{f_1 - f_2}\Delta\nabla N_{WL} = \left[\nabla\mathbf{MF}(\theta_A^j), -\nabla\mathbf{MF}(\theta_B^j), \lambda_h \right] \begin{bmatrix} \mathbf{ZTD}_A \\ \mathbf{ZTD}_B \\ \Delta\nabla N_1 \end{bmatrix}$$

2) 基线大气误差延迟信息计算

a) 双差电离层延迟计算

$$\Delta\nabla I_1 = \left(\frac{f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} \right) [(\lambda_1\Delta\nabla\varphi_1 - \lambda_2\Delta\nabla\varphi_2) + (\lambda_1\Delta\nabla N_1 - \lambda_2\Delta\nabla N_2)]$$

$$\Delta\nabla I_2 = \left(\frac{f_1^2}{f_1^2 - f_2^2} \right) [(\lambda_1\Delta\nabla\varphi_1 - \lambda_2\Delta\nabla\varphi_2) + (\lambda_1\Delta\nabla N_1 - \lambda_2\Delta\nabla N_2)]$$

b) 双差对流层延迟计算

$$\Delta\nabla T = \left(\frac{f_1^2}{f_1^2 - f_2^2} \right) \lambda_1(\Delta\nabla\varphi_1 + \Delta\nabla N_1) - \left(\frac{f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} \right) \lambda_2(\Delta\nabla\varphi_2 + \Delta\nabla N_2) - \Delta\nabla\rho$$

3) 虚拟参考站处对流层、电离层延迟线性内插

4) 虚拟参考站综合改正数生成

a) 综合改正数:

$$\Delta\nabla R_{AB}^{rs} = \Delta\nabla T_{AB}^{rs} + \Delta\nabla I_{AB}^{rs}$$

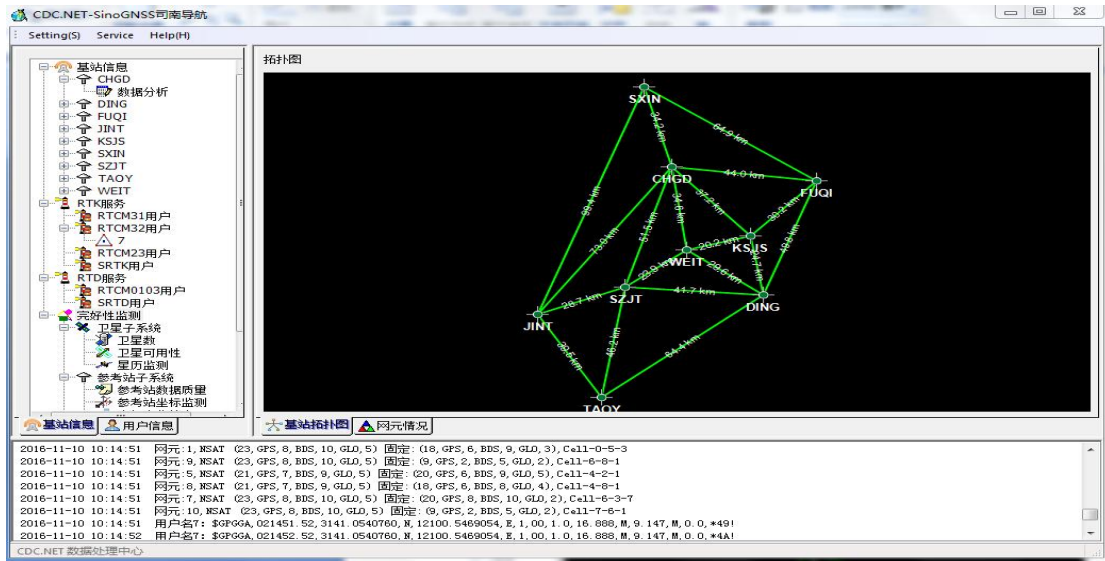
b) 非差观测值:

$$\begin{cases} P_V^j = P_A^j + \Delta\rho_{AV}^j + \Delta\nabla R_{AB}^{rs} \\ \Phi_V^j = \Phi_A^j + \frac{1}{\lambda}\Delta\rho_{AV}^j + \frac{1}{\lambda}\Delta\nabla R_{AB}^{rs} \end{cases}$$

2. CDC.NET 功能概述

2.1 软件运行布局

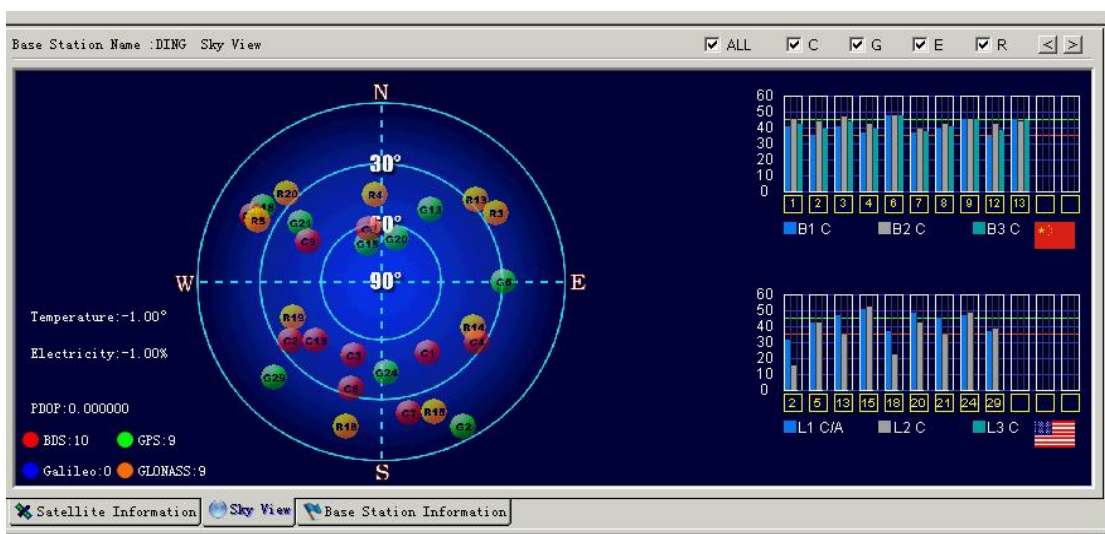
- 1) 一站式管理，前后台分离、界面关闭不影响服务运行； 分布式架构，可满足大规模网运行服务要求；
- 2) 一站式安装，安装过程简化,(除数据库等插件外，其余服务一键安装)，中、英文两个语言版本支持。
- 3) 基站网形图



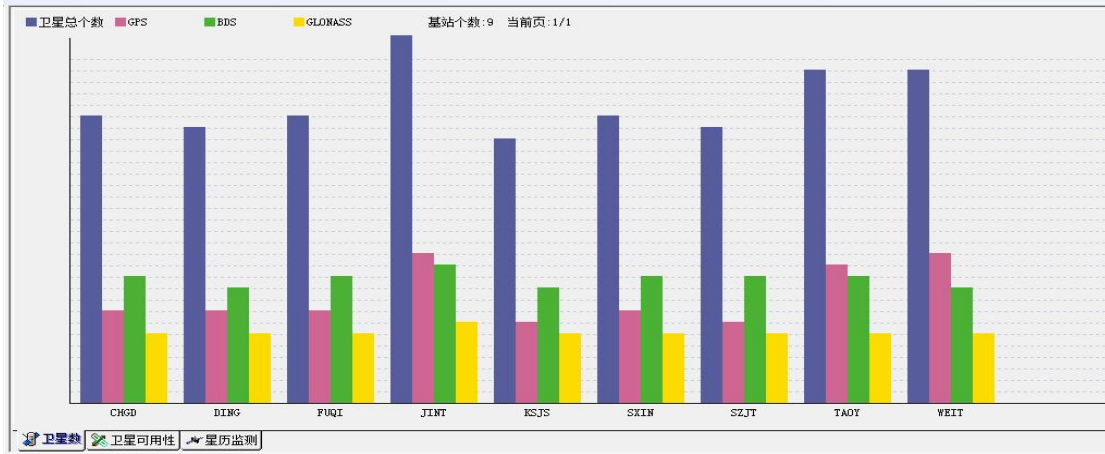
4) 基线固定情况

ID	CELL	Station	Status	Fixed	SatNum	Satellites
0	CELLO	FUQI->JD01->DING		UNFixed	0	0,GPS,0,BDS,0,GLO,0
1	CELL1	JD01->DING->SHES		Fixed	25,GPS,8,BDS,8,GLO,9	24,GPS,7,BDS,8,GLO,9
2	CELL2	JD01->BASEJ->SHES		Fixed	25,GPS,8,BDS,8,GLO,9	23,GPS,8,BDS,8,GLO,7

5) 卫星跟踪情况



6) 卫星观测个数



2.2 软件运行参数配置

- 静态数据存储：支持页面设置、路径选择、时段、采样间隔、站点名称命名；
- 差分数据播发：支持差分端口、差分数据格式配置；
- 系统服务重启：界面支持系统开启，关闭
- 数据库设置：支持页面配置数据库参数（配套 mysql 数据库，小免费型数据库）
- 精密星历：星历提供机构，存储路径
- FTP 文件服务器：用户名，密码,FTP 服务器 IP 等
- 邮件报警：邮箱用户名，密码等

1) 参数配置：

System Setting

RINEX

PATH: D:\ [open]

SAMPLING: 1 S INTERVAL: 1 H

DATABASE

IP: 127.0.0.1 PORT: 3306

DATABASE: vrs

USERNAME: root PASSWORD: 1234

NtripCaster

ListenPort: 7906

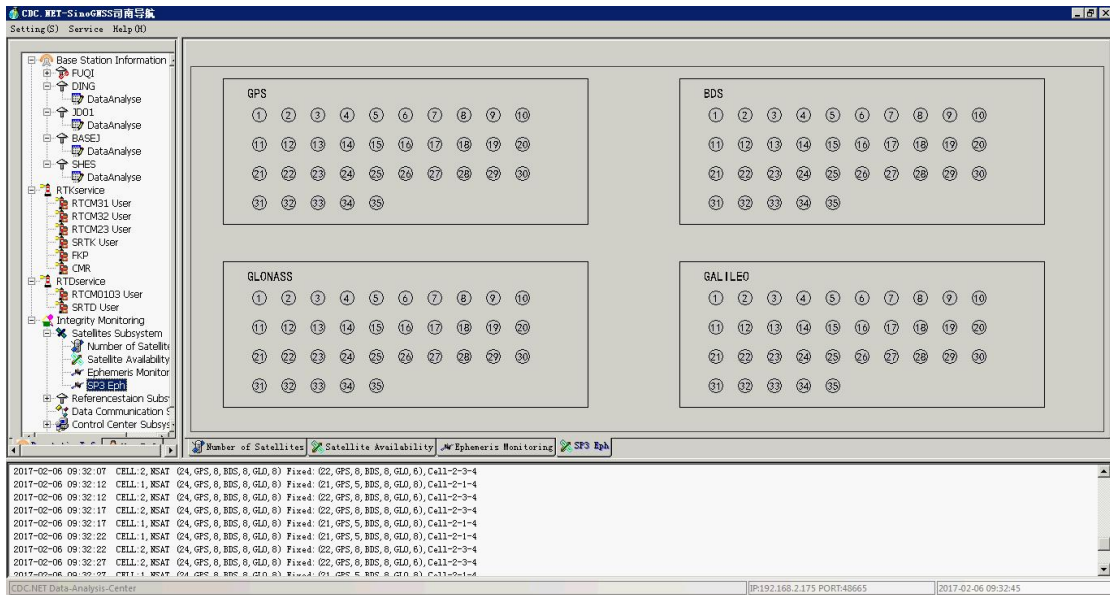
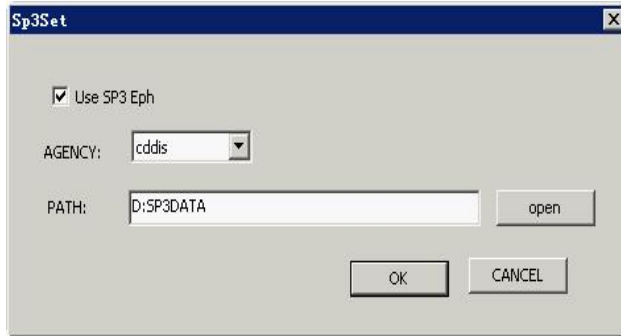
Parameters

Central Meridian: 117 ElevationMask: 10 °

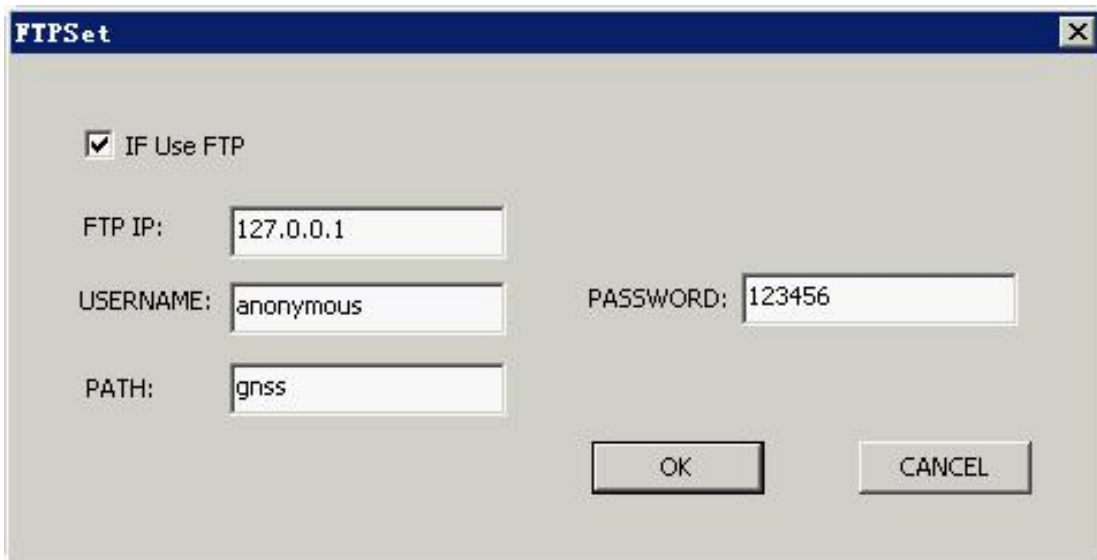
MAXLEN_SRTK: 5 KM

OK CANCEL

2) 精密星历：



3) FTP 服务器文件上传:



4) 邮件报警:

Send Alert Email

SMTP Port: 25 SMTP Server: smtp.163.com

Send Address: cdc.net_sinognss PASSWORD: cdc.net@sinognss

Dest Address: cdc.net@comnav.com

OK CANCEL

5) 用户虚拟观测值保存:

2.3 基站管理

- 支持选择天线类型，支持天线 PCO\PCV 改正；
- 基站支持 TCP Client\NTRIP 协议；
- 支持基站掉线自动重连；
- 基站数据类型、通信协议、天线类型等。

1) 基站编辑:

BASESTATION MANAGE

BASE

BASE ID: DING BASE INFO: [Empty]

CoordTYPE: XYZ

X: -2814424.4703 B: 31.184233201 °

Y: 4680450.3671 L: 121.019119482 °

Z: 3283398.6656 H: 26.0408 m

Protocol

DATATYPE: 8:RTCM32&RT27

ComProtocol: TCP/IP Mountpoint: HKWS_MSM4

IP: 127 . 0 . 0 . 1 PORT: 33203

Username: polyu_jtf PassWord: polyu251

Receiver

RECEIVERTYPE: M300PRO

RECEIVERID: R002

Antena

ANTTYPE: HXCGG486A HXCS

ANT_N: 0

ANT_E: 0

ANT_U: 0

SAVE CANCEL

2.4 用户管理

- 用户注册：用户名、密码、单位、权限、到期时间；
- 用户查询：分单位、分挂载点查询显示，用户到期时间能控制并显示；
- 用户信息显示：括移动站上线时间，在线时间，差分延迟，登录时间、固定状态、单位、源列表，注册时间等信息。

1) 用户编辑：

增加用户

用户信息

ID: 10

用户名: sino_vrs

密码: 123456

单位: sino

用户类型: RTK

到期日期: 2099-12-31
YYYY-MM-DD

确定 取消

2) 用户查看：

用户ID	用户名	用户分组	状态	密码	挂载点	用户单位	差分延迟(s)	用户类型	注册日期	到期日期	最近登陆时间	最近下线时间
9	10	1	-1	*****	SRTK	bjdx	99.99	all	2009-12-31	2099-12-31	2016-11-11 18:12:59	2016-11-11 18:12:59
1	2	1	-1	*****	RTCM31	bjdx	99.99	all	2009-12-31	2099-12-31	2009-01-01 00:00:00	2009-01-01 00:00:00
2	3	1	-1	*****	RTCM32-MSM4	sino	99.99	all	2009-12-31	2099-12-31	2016-11-08 10:47:33	2009-01-01 00:00:00
5	6	1	-1	*****	RTCM31	rtcm	99.99	all	2009-12-31	2099-12-31	2009-01-01 00:00:00	2009-01-01 00:00:00
6	7	1	-1	*****	RTCM32-MSM4	sino	99.99	all	2009-12-31	2099-12-31	2016-11-11 18:12:59	2016-11-11 18:12:59
7	8	1	-1	*****	RTCM31	bjdx	99.99	all	2009-12-31	2099-12-31	2016-11-11 18:12:59	2016-11-11 18:12:59
8	9	1	-1	*****	RTCM23	bjdx	99.99	all	2009-12-31	2099-12-31	2016-11-11 18:12:59	2016-11-11 18:12:59

2.5 数据格式

1) 基准站支持格式：

RTCM31、RTCM32、RT27、SOUTH、Binex、OEM4

2) 流动站支持格式：

RTCM23、RTCM31、RTCM32

3) 源列表：

mountpoint	ID	RTCM_FORMAT	RTCM_FORMAT_Detail	carrier	navsystem	net
SRTK	SRTK	RTCM 3.2	1074,1084,1124,1105,1106,1108	3	GNSS	CO
SRTD	SRTD	RTCM 2.3	TYPE1	1	GPS	CO
RTD-MSM1	RTD-MSM1	RTCM 3.2	1071,1081,1121,1105,1106,1108	3	GNSS	CO
VRS_RTCM31	RTCM31	RTCM 3.1	1004,1012,1006,1008,1033	2	GNSS	CO
VRS_RTCM31-CGR	RTCM31-CGR	RTCM 3.1	1004,1012,1104,1006,1008,1033	2	GNSS	CO
VRS_RTCM32-M...	RTCM32-MSM4	RTCM 3.2	1074,1084,1124,1105,1106,1108	3	GNSS	CO
VRS_RTCM32-M...	RTCM32-MSM7	RTCM 3.2	1077,1087,1127,1105,1106,1108	3	GNSS	CO
FKP	FKP	RTCM 3.2	1014,1015,1016,1017,1030,1031,1...	1	GPS	CO
CMR+	CMR+	CMR+	CMR+	1	GPS	CO

2.6 工作模式

- 支持单基站转发；
- 支持 VRS、SRTK、RTD 等模式
- VRS 模式支持基站数大于 100，用户数大于 1000
- 支持双星、三星服务

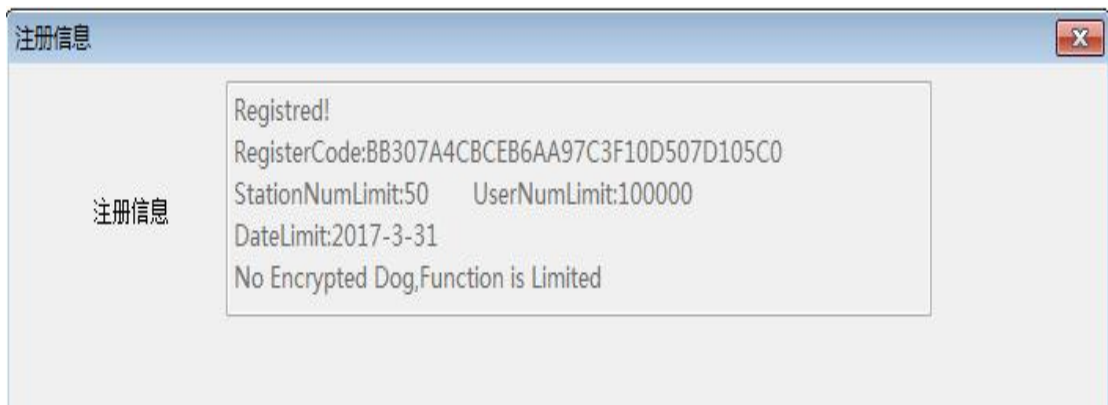
2.7 权限管理

- 加密狗和注册码配合使用
- 永久注册码必须配合加密狗才可以使用
- 注册码可以对基准站个数，流动站个数，服务到期时间等设置不同的权限

1) 二维码注册



2) 注册信息:



2.8 完好性监测显示

- 新增多路径、对流层、电离层、数据使用率等统计信息;
- 网元、基线等固定状态更新;
- 用户日志, 分用户、分天保存用户日志;
- 系统日志。

用户日志:

