上海司南卫星导航技术股份有限公司

软件用户手册

项目名称：应用软件维护及定制(CS 2.0)

项目编号：1902021302

文件编号：JL-R-06-014-1902021302

版　　次：A/0

受控状态：

分发序号：

标准化状态：

编制		审核		批准	
日期		日期		日期	

年　　月　　日发布　　年　　月　　日实施

文件会签页

文件名称	软件用户手册	文件编号	JL-R-06-014-**1902021302**
编制	年月日	工艺	年月日
校对	年月日	质量	年月日
审核	年月日	批准	年月日
标准化审查	年月日	客户	年月日

下发范围：

□研发中心	□生产部	□质量部
□营销中心	□技术研发部	□产品研发部
□软件研发部	□计划与物流部	□采购部
□生产技术部	□生产车间	□其他

修改记录

版本 状态	修改内容	修改人	审核人	批准人	生效日期

应用软件维护及定制(CS 2.0)

产品手册

上海司南卫星导航技术股份有限公司

中国 上海

前言

感谢您选用我公司研发的应用软件维护及定制(CS 2.0)产品，本手册对 CS2.0 的功能、原理、使用方法及相关技术参数等进行了详细的介绍。请您在使用本产品之前，仔细阅读该用户手册，以求达到最佳使用效果。

司南公司致力于不断改进产品功能和性能，后期产品规格和手册内容可能会随时变更，恕不另行通知。若有说明书图标、图片等与实物有差异，请以产品实物为准。

本手册版权归上海司南卫星导航技术股份有限公司。在著作权保护的范围内，未经本公司书面同意，禁止对其进行翻印、改编等行为。

目录

1 引言 4
1.1 编写目的 4
1.2 背景 4
1.3 免责说明 4
1.4 软件介绍 4
1.5 技术服务 5
2 用途 5
2.1 功能 5
2.1.1 运行主程序 6
2.1.2 工程项目 23
2.1.3 观测文件 33
2.1.4 基线解算 42
2.1.5 站点平差（网平差） 63
2.1.6 成果输出 70
2.2 性能 82
2.2.1 精度 82
2.2.2 时间特性 82
2.3 安全保密 82
3 运行环境 83
3.1 硬设备 83
3.2 支持软件 83
4 使用过程 83
4.1 安装与初始化 83
4.1.1 软件安装 83
4.1.2 软件卸载 86
4.2 静态数据后处理操作 86
4.2.1 新建项目 86
4.2.2 导入数据 89
4.2.3 处理基线 89
4.2.4 平差设置 90
4.2.5 进行网平差 92
4.2.6 成果输出 92
4.3 动态数据后处理操作 93
4.3.1 新建项目 93
4.3.2 导入数据 93
4.3.3 处理基线 94
4.3.4 成果输出 95
5 相关文件 96
6 相关记录 96
7 附录 96
附录 1：GNSS 系统简介 96
附录 2：GPS 测量原理 99

附录 3：专业术语注释 117
附录 4：等级网控制表格参数 122
附录 5：RINEX 格式说明 123
附录 6：精密星历 SP3 说明文件格式 127
附录 7：基线解算设置原则 128
附录 8：外业成果质量检核标准 130

1 引言

1.1 编写目的

此手册分模块详细介绍 Compass Solution（简称 CS）软件的用途、各模块的功能以及使用的操作流程。文中语言风格力求简洁、通俗易懂，讲述操作过程力求明确化、简单化，以便初学者能够轻松、快速、准确地学会使用各个操作环节。

1.2 背景

在北斗卫星导航应用中，用户需要对 GNSS 卫星导航数据进行后处理分析。为了满足用户的需求，司南导航自主研发的一款 GNSS 静动态后处理软件 Compass Solution 软件，用于行业内 GNSS 数据的后处理分析工作。Compass Solution 软件是在 Windows XP 及以上操作系统上运行的 PC 端软件。该软件能够处理静动态观测数据，并且能够依据基线的计算结果，进一步进行静态基线控制网的平差工作。Compass Solution 软件同时提供了丰富的成果报告，便于客户对后处理结果做进一步的统计和应用。

1.3 免责说明

司南公司致力于不断改进产品功能和性能，后期产品规格和手册内容可能会随时变更，恕不另行通知。若有说明书图标、图片等与实物有差异，请以产品实物为准。

使用本产品之前，请务必仔细阅读本说明手册，对于未按照使用说明书的要求或未能正确理解说明书的要求而误操作本产品造成的损失，司南公司不承担任何责任。

1.4 软件介绍

CS 软件司南导航自主研发的一款 GNSS 静动态后处理软件，用于行业内 GNSS 数据的后处理分析工作。在友好的界面交互下，该软件仍然对用户专业素养有一定的要求，这使得用户需要具备一定的 GNSS 行业知识。CS 软件是在

Windows XP 及以上操作系统上运行的 PC 端软件，用于原始观测数据的后处理。该软件能够处理静态观测数据，包含对零基线、短基线、中长基线、长基线的解算。并且能够依据基线的计算结果，进一步进行静态基线控制网的平差工作。

CS 软件采用先进的数据解算引擎，既可支持单卫星系统的数据处理，也可支持 GPS\BDS\GLONASS\GALILEO 多模多频联合解算。CS 软件适用于专业大地测量方面的静态测量数据后处理，满足特殊需求的动态 PPK 数据后处理。支持司南导航所有的板卡及接收机数据处理，同时兼容其他厂家的 RINEX 数据和 RTCM 数据。

CS 软件同时提供了丰富的成果报告，其形式有专业版和简易版等。既能满足专业客户的需求，又能适应常规客户的使用。

1.5 技术服务

用户在购买司南公司产品之日起，将长期享受上海司南卫星导航技术有限公司提供的技术服务及升级政策。

地址：上海市嘉定区澄浏中路 618 号 2 号楼

邮编：201801

电话：021-39907000　　传真：021-54309582

服务热线：400-630-2933

E-mail：comnav@comnav.cn

本公司网站为：http://www.sinognss.com 用户可以在网站内了解到司南公司软硬件的最新动态、下载有关产品的最新版本及相关技术资料。

2 用途

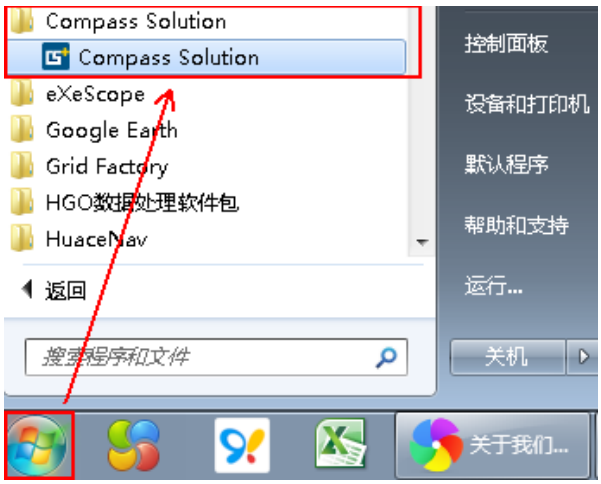
2.1 功能

结合本软件的开发目的逐项地说明本软件所具有各项功能以及它们的极限范围。

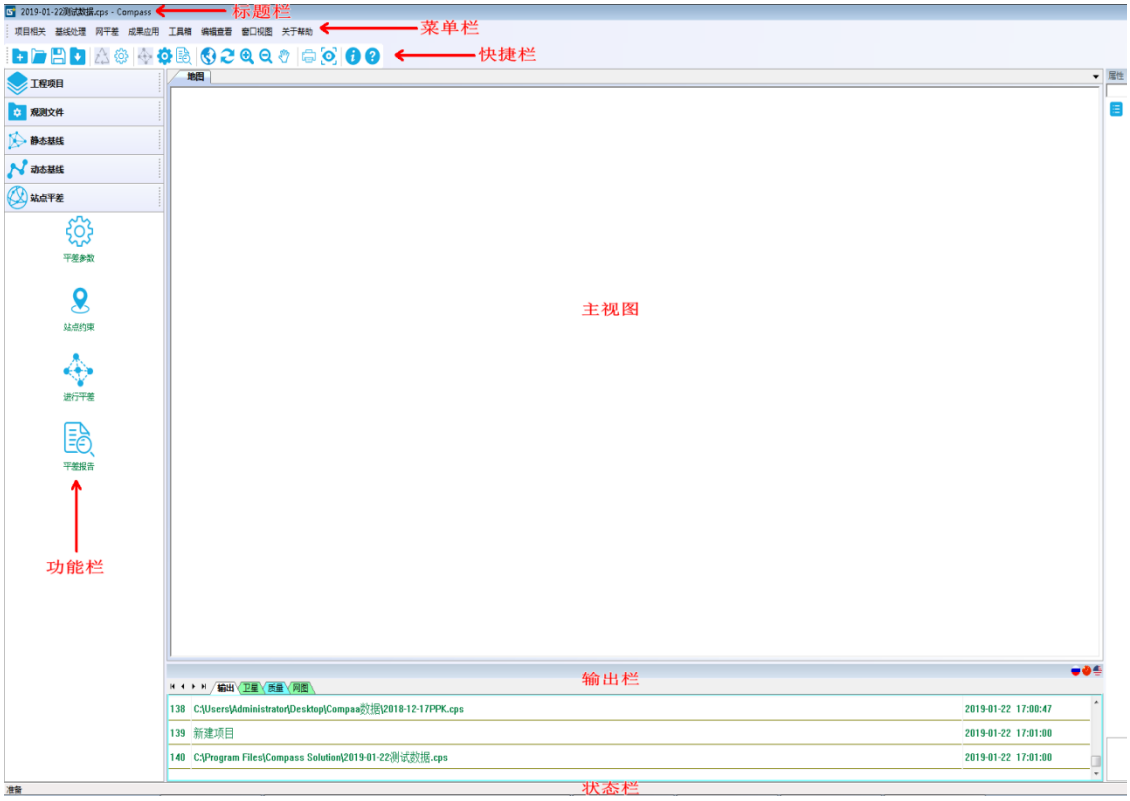
2.1.1 运行主程序

2.1.1.1 启动软件

执行[开始]→[所有程序]→[Compass Solution]，启动软件，如图所示。



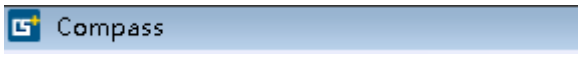
启动软件



软件界面

2.1.1.2 菜单应用

标题栏：标题栏的初始目的是为了帮助您很快地决定当前的应用程序类。用户也可以为了一些基本的程序控制（最大化、最小化及退出等）使用标题栏。作为默认，在 Compass Solution 将总是显示项目名称。如图所示。



标题栏

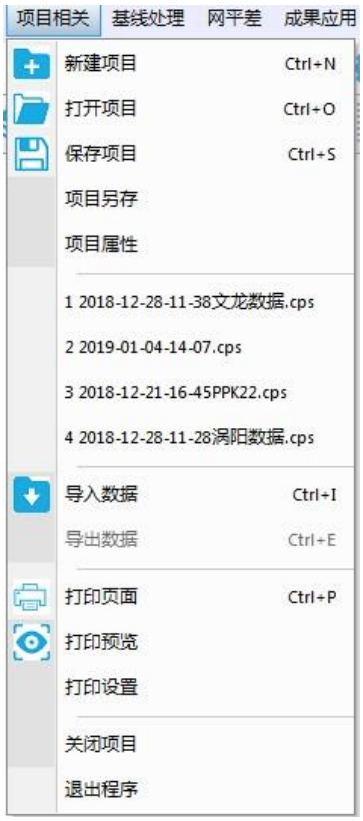
快捷栏：通过主程序的工具条，可以直接使用常用功能，加快软件的执行速度。工具栏可以隐藏，如图所示。



工具栏

菜单栏：下拉菜单是任何 Windows 应用窗口的重要组成部分。提供绝大多数用来建立项目文件，解算数据和管理数据的各种命令。程序的主菜单由项目相关、基线处理、网平差、成果应用、工具箱、编辑查看、窗口视图、关于帮助组成。

项目相关：包含工程项目的相关操作功能。



项目相关

- 新建项目：新建项目文件；
- 打开项目：打开已建立的项目文件；
- 保存项目：保存新建/修改的项目文件；
- 导入数据：导入数据；
- 项目属性：查看项目属性信息；

- 关闭项目：关闭当前项目；
- 退出程序：退出软件。

基线处理：基线处理下的二级菜单，基于基线的相关操作。



基线处理二级菜单

- 处理静态基线：处理所有静态基线。
- 处理动态基线：处理所有动态基线。
- 基线处理设置：进入基线处理设置，对整个软件生效。
- 分析全部基线：分析全部基线数据。
- 清除解算结果：清除之前全部基线处理结果。

网平差：网平差下的二级菜单。



网平差二级菜单

- 进行网平差：进行快速的网平差计算。
- 清除网平差结果：清除之前平差解算结果。
- 网平差设置：进入网平差设置，对整个软件生效。
- 网平差报告：输出网平差报告。
- 网平差报告设置：进入网平差报告设置。

- 检测观测文件：检查选中的观测文件是否为正常的观测文件。
- 检测网图：检测网图是否联通。

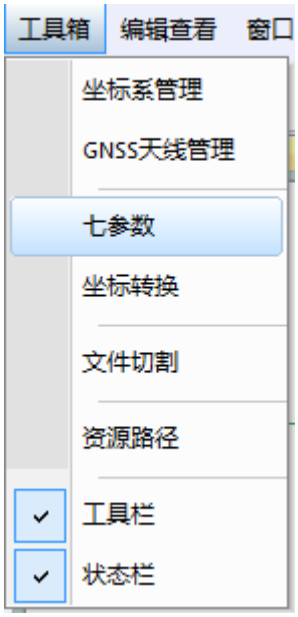
成果应用：成果应用下的二级菜单。



成果应用二级菜单

- 详细成果输出：详细的平差结果输出，直接显示在当前主视图上。
- 简明成果输出；简明的平差结果输出，直接显示在当前主视图上。
- 导出 DXF：导出 DXF 格式文件，直接通过 CAD 阅览。
- 导出 TXT：导出详细的平差结果 TXT 格式，直接通过记事本可阅览。
- 导出 KML：导出 KML 格式，直接通过谷歌 Earth 软件可阅览。

工具箱：工具箱下的二级菜单。

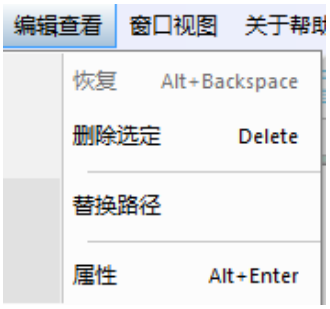


工具箱二级菜单

- 坐标系管理：直接查看当前的坐标系管理。
- GNSS 天线管理：直接查看当前天线管理页面。
- 七参数：进行七参数计算操作。

- 坐标转换：进行坐标转换，可单坐标或文件方式。
- 文件切割：进行对观测文件进行切割。
- 资源路径：快捷进入当前项目所属路径资源。

编辑查看：编辑查看下的二级菜单。



编辑查看二级菜单

- 恢复：恢复前一步操作。
- 删除选定：删除选中的内容。
- 替换路径：替换当前路径文件位置。
- 属性：查看当前选中文件数据的属性信息。

窗口视图：窗口视图下的二级菜单。



窗口视图二级菜单

- 层叠：显示当前层叠情况。
- 平铺：平铺当前列表内容，暂时无效。
- 排列：排列当前功能内容，暂时无效。

- 底图视图：显示当前视图效果。
- 底图配置：进入地图配置界面。
- 刷新：刷新当前视图。
- 放大：放大视图。
- 缩小：缩小视图。
- 移动：移动视图。
- 读取：读取当前所有视图栏，可进行关闭或开启。

关于帮助：关于帮助下的二级菜单。



关于帮助二级菜单

- 帮助：进入帮助向导页面。
- 关于我们：关于软件版本、版权等信息。

2.1.1.3 功能应用

功能栏主要为应用功能的重点导航位置，通过每一个导航功能栏来调节当前主视图栏需要显示的信息内容，更便捷的应用操作。

功能栏-工程项目



工程项目

- 新建项目：新建项目。

- 打开项目：打开项目。
- 项目属性：进入项目属性。

功能栏-观测文件



功能栏-观测文件

- 导入数据：进入导入数据界面。
- 星历管理：进入星历管理界面。
- 星历下载：暂不支持。

功能栏-静态基线



功能栏-静态基线

- 解算参数：进入基线处理设置，对整个软件生效。
- 开始解算：处理所有静态基线。
- 基线报告：查看基线报告(HTML 格式)。
- 闭合环：进入闭合环列表。
- 分析基线：进入基线分析界面。

功能栏-动态基线



功能栏-动态基线

- 解算参数：进入基线处理设置，对整个软件生效。
- 开始解算：处理所有动态基线。
- 报告设置：进入报告设置界面。
- 基线报告：查看动态基线报告(HTML 格式)。

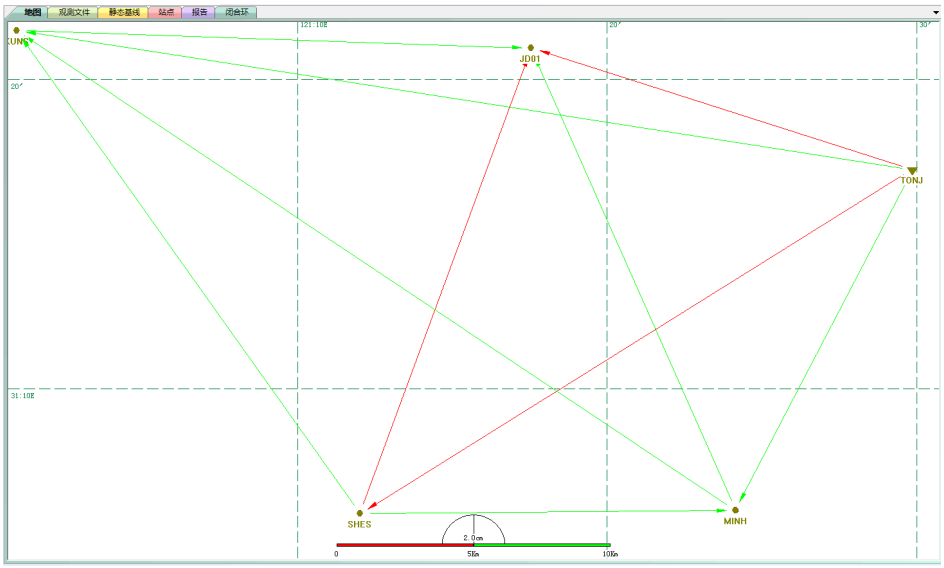
(1) 功能栏-站点平差



功能栏-站点平差

- 平差参数：进入网平差设置，对整个软件生效。
- 站点约束：选中站点对站点进行约束。
- 进行平差：进行快速的网平差计算。
- 平差报告：输出网平差报告。

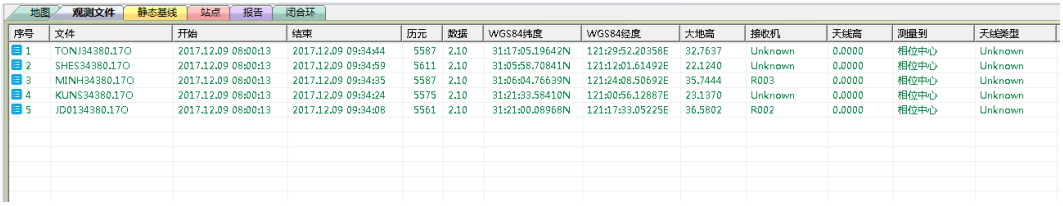
主视图-网图：GNSS 观测点分为已知点、未知点等。在网图中，已知点用▼来表示，未知点用●来表示。应当说明的是，由于网图是观测站点在 WGS-84 下的单点定位的大地坐标来绘制的，因此，网图的比例尺并不严格。



主视图-网图

网图的主要操作有选择、刷新、复位、移动、放大、缩小、删除、误差椭圆的放大缩小、图像配置、属性等。

主视图-观测文件：观测文件可实时掌握导入文件的内容及观测时间节点、历元数量、单点位置、接收机型号、天线参数等等。



序号	文件	开始	结束	历元	数据	WGS84纬度	WGS84经度	大地高	接收机	天线高	测量到	天线类型
1	TONJ34380.17O	2017.12.09 08:00:13	2017.12.09 09:34:44	5587	2.10	31:17:05.19642N	121:29:52.20358E	32.7637	Unknown	0.0000	相位中心	Unknown
2	SHES34380.17O	2017.12.09 08:00:13	2017.12.09 09:34:59	5611	2.10	31:05:58.70841N	121:12:01.61492E	22.1240	Unknown	0.0000	相位中心	Unknown
3	MINH34380.17O	2017.12.09 08:00:13	2017.12.09 09:34:35	5587	2.10	31:06:04.76639N	121:24:08.50692E	35.7444	R003	0.0000	相位中心	Unknown
4	KUNS34380.17O	2017.12.09 08:00:13	2017.12.09 09:34:24	5575	2.10	31:21:33.58410N	121:00:56.12887E	23.1370	Unknown	0.0000	相位中心	Unknown
5	JD0134380.17O	2017.12.09 08:00:13	2017.12.09 09:34:08	5561	2.10	31:21:00.08968N	121:17:33.05225E	36.5802	R002	0.0000	相位中心	Unknown

主视图-观测文件

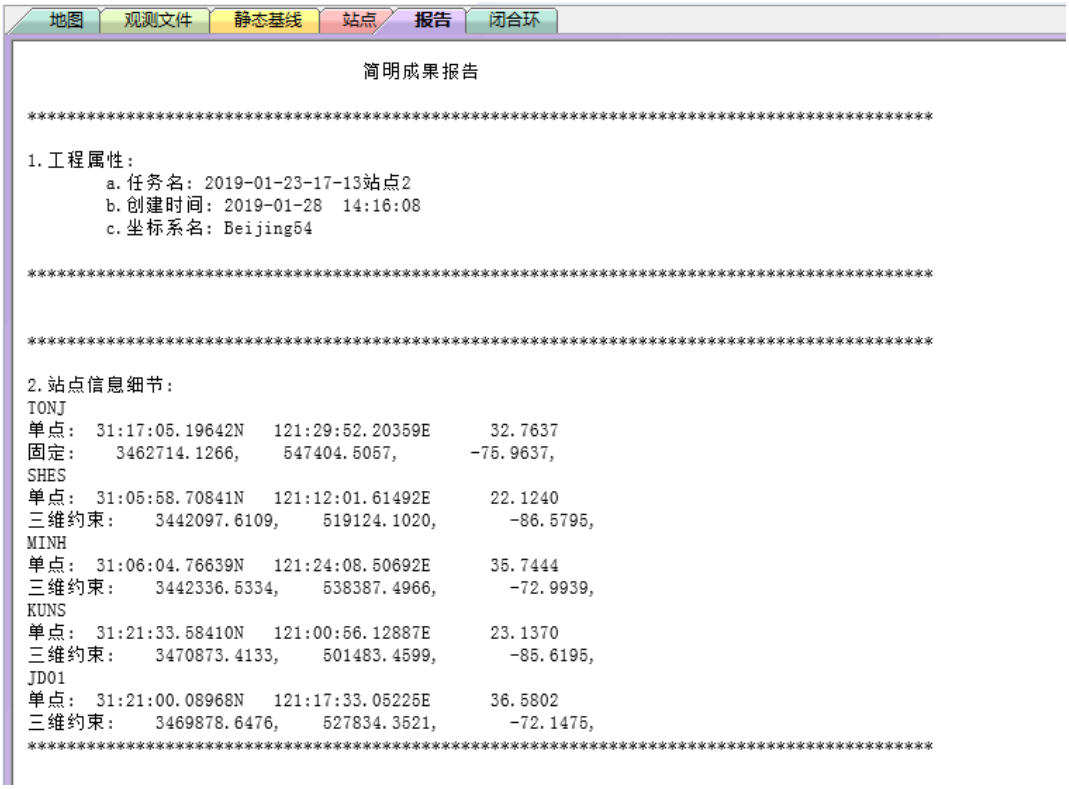
主视图-静态基线：静态基线包含起点、终点、同步时间、状态、解类型、Ratio、RMS 值、校验、X 方向距离、Y 方向距离、Z 方向距离、三维距离。



序号	开始	结束	同步时间	状态	解	Ratio	RMS	检验	dx	dy	dz	ds
1	TONJ34380.17O	SHES34380.17O	01:34:31	使用	固定	23.1	0.0119	有效	18680.5843	23817.4576	-17564.6474	34996.4620
2	TONJ34380.17O	MINH34380.17O	01:34:22	使用	固定	2.8	0.0140	有效	2264.9684	13736.8843	-17397.8736	22282.6856
3	TONJ34380.17O	KUNS34380.17O	01:34:11	使用	固定	12.4	0.0107	有效	41472.2431	20136.3288	7056.3063	46639.1482
4	TONJ34380.17O	JD0134380.17O	01:33:55	使用	固定	4.9	0.0099	有效	18639.6281	6974.1024	6182.3542	20839.7539
5	SHES34380.17O	MINH34380.17O	01:34:22	使用	固定	3.9	0.0111	有效	-16415.6128	-10080.5787	166.7733	19264.4289
6	SHES34380.17O	KUNS34380.17O	01:34:11	使用	固定	5.9	0.0121	有效	22791.6609	-3681.1293	24620.9536	33752.0648
7	SHES34380.17O	JD0134380.17O	01:33:55	使用	固定	5.7	0.0101	有效	-40.9582	-16843.3512	23747.0018	29113.9185
8	MINH34380.17O	KUNS34380.17O	01:34:11	使用	固定	2.1	0.0166	有效	39207.2787	6399.4470	24454.1796	46649.4429
9	MINH34380.17O	JD0134380.17O	01:33:55	使用	固定	2.3	0.0162	有效	16374.6584	-6762.7752	23580.2336	29493.9313
10	KUNS34380.17O	JD0134380.17O	01:33:55	使用	固定	5.7	0.0108	有效	-22832.6200	-13162.2243	-873.9481	26369.2334

主视图-静态基线

主视图-报告信息：可实时显示当前报告内容以及相关检查情况等。



主视图-报告信息

主视图-闭合环：实时掌握当前闭合的基线数量、环类型、长度、每个方向的闭合差等等，对闭合环总结和报告更加深入一层。



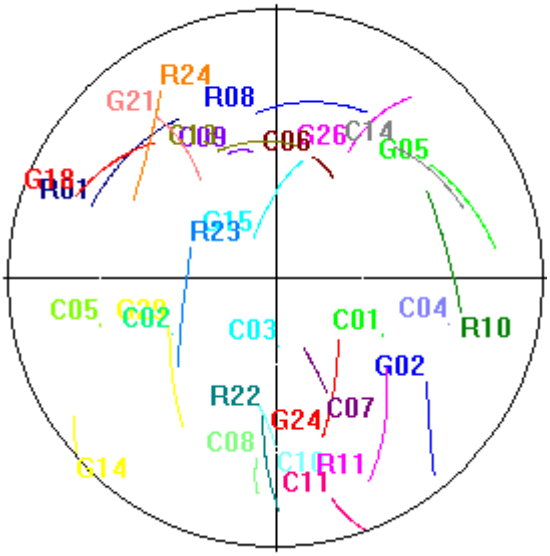
闭合环	类型	状态	环总长(m)	X闭合差(m)	Y闭合差(m)	Z闭合差(m)	相对误差(ppm)
C0(TONJ,SHES,MINH)(3基线)	同步环	通过	76543.576572	-0.003088	0.005307	0.000471	0.026818
C1(TONJ,SHES,KUNS)(3基线)	同步环	通过	115387.675045	-0.002049	0.000474	0.000062	0.006078
C2(TONJ,SHES,JD01)(3基线)	同步环	通过	84950.134492	0.001983	-0.004071	-0.000272	0.017799
C3(TONJ,MINH,KUNS)(3基线)	同步环	通过	115571.276719	-0.003968	-0.002474	0.000260	0.013506
C4(TONJ,MINH,JD01)(3基线)	同步环	通过	72616.370800	0.001297	-0.006660	-0.005868	0.041176
C5(TONJ,KUNS,JD01)(3基线)	同步环	通过	93848.135570	0.004969	-0.002078	-0.004062	0.023962
C6(SHES,MINH,KUNS)(3基线)	同步环	通过	99665.936604	-0.005007	0.002359	0.000669	0.018645
C7(SHES,MINH,JD01)(3基线)	同步环	通过	77872.278737	-0.003774	0.002718	-0.005125	0.029624
C8(SHES,KUNS,JD01)(3基线)	同步环	通过	89235.216669	0.000937	0.002466	-0.003728	0.017060
C9(MINH,KUNS,JD01)(3基线)	同步环	通过	102512.607588	-0.000296	0.002107	0.002066	0.009643

主视图-闭合环

2.1.1.4 属性状态

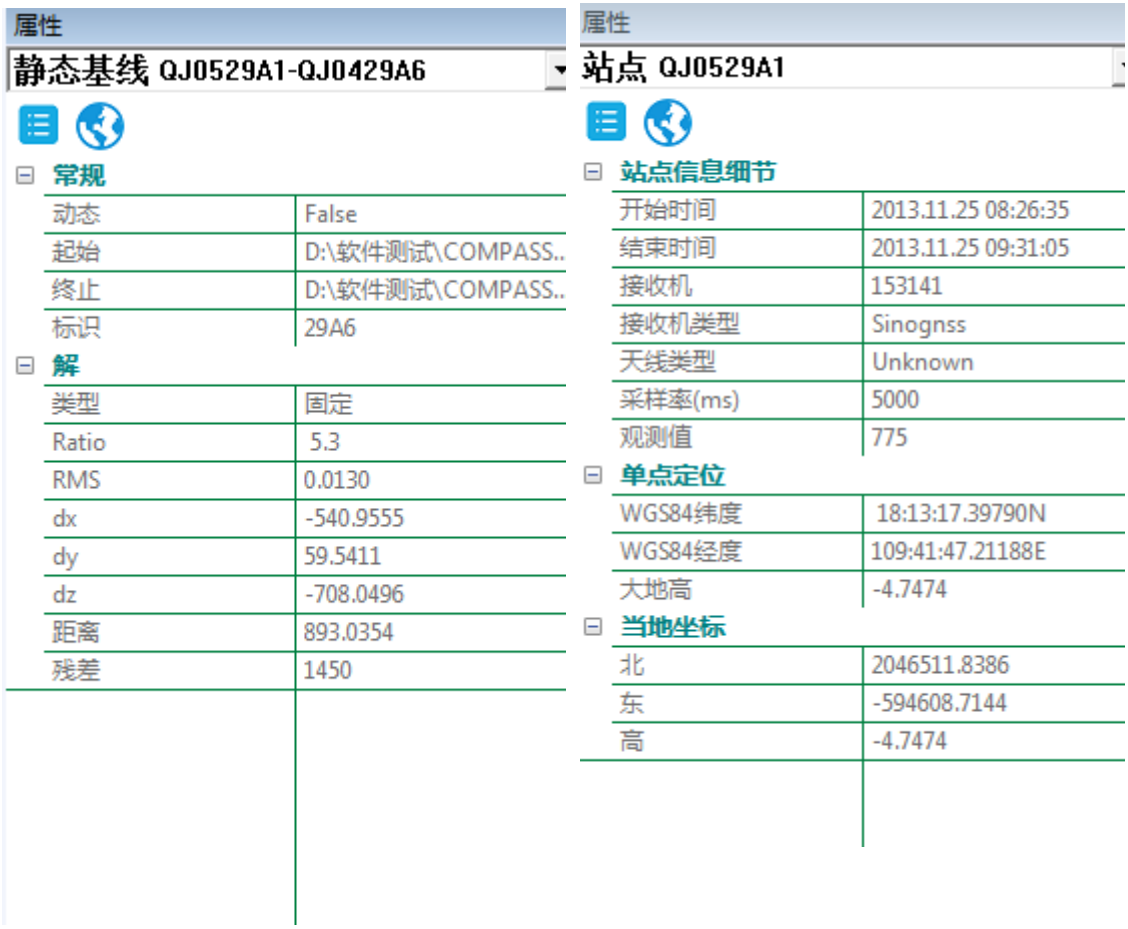
观测文件属性图：右框图将主视图中对象的属性进行显示。





右框图-观测文件属性信息

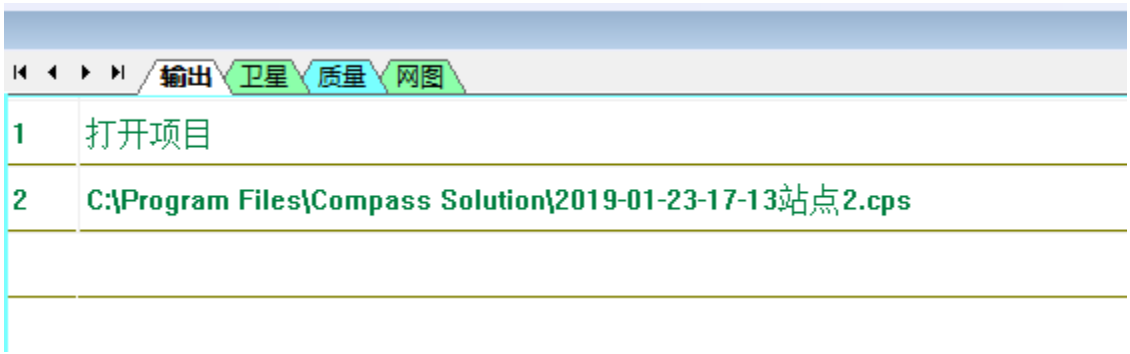
- 上左图：表示当前观测文件详细属性信息，包括文件类型、站点名称、路径等以及包括接收机型号、天线参数、单点定位坐标。图中绿色项可进行修改，灰色项只能查看。GLONASS CPB 概念见附录：专业术语注释。
- 上右图：表示当前观测文件的卫星轨迹图。



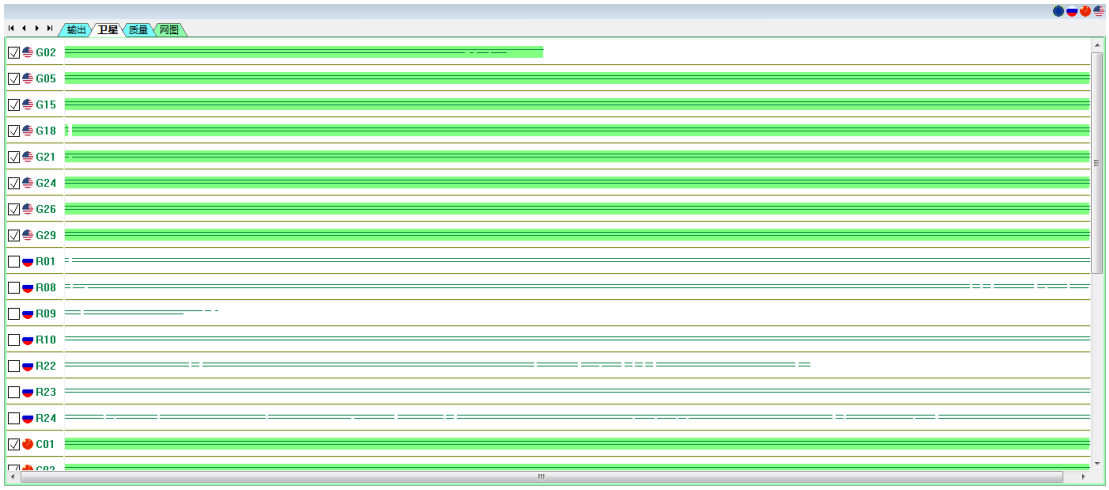
右框图-基线及站点属性

- 上左图：表示当前静态基线文件详细属性信息，包括文件类型、路径、标识、解算类型、各方向改正数、基线距离、基线残差等。
- 上右图：表示当前站点属性信息，单点坐标位置和当地坐标位置。

输出栏：显示当前操作的一些提示信息，如下图。

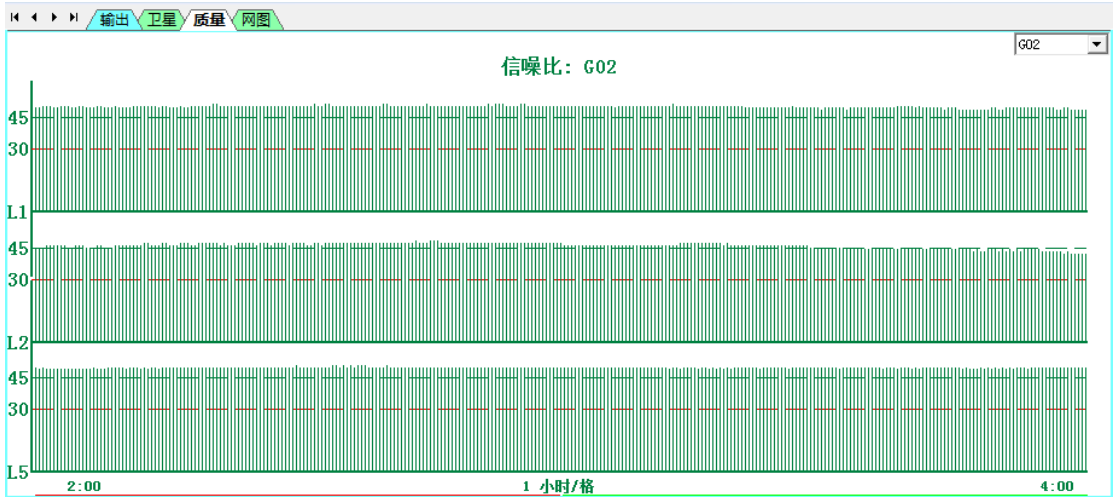


输出栏-日志信息



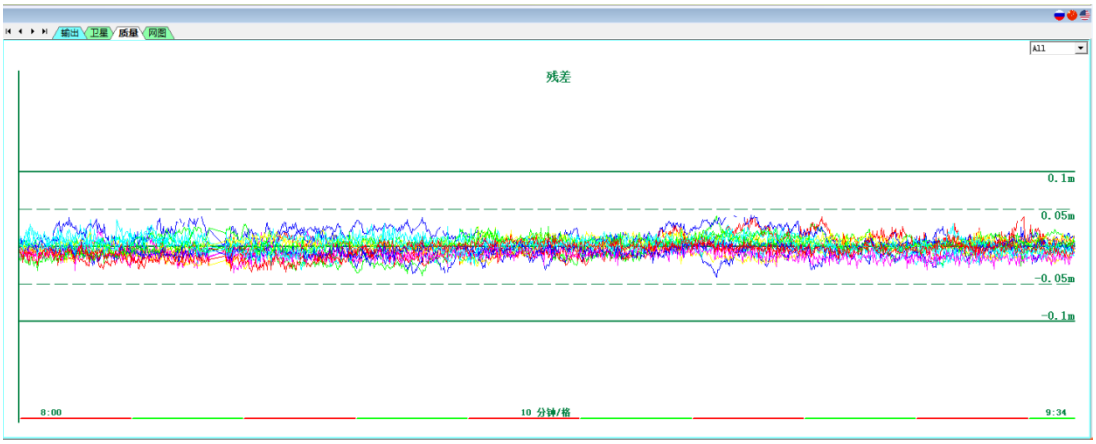
输出栏-基线解算卫星

- 表示当前选中的基线卫星使用情况。每颗卫星包含 1~3 条线，分别代表 3 个频点 L1/L2/L5，线条断开则表示解算中采集的观测量数据不连续；绿色表示该卫星数据用于解算，而空白则表示该卫星未参与解算。右上角 4 个卫星系统标志，可通过单击选择是否查看该系统卫星。



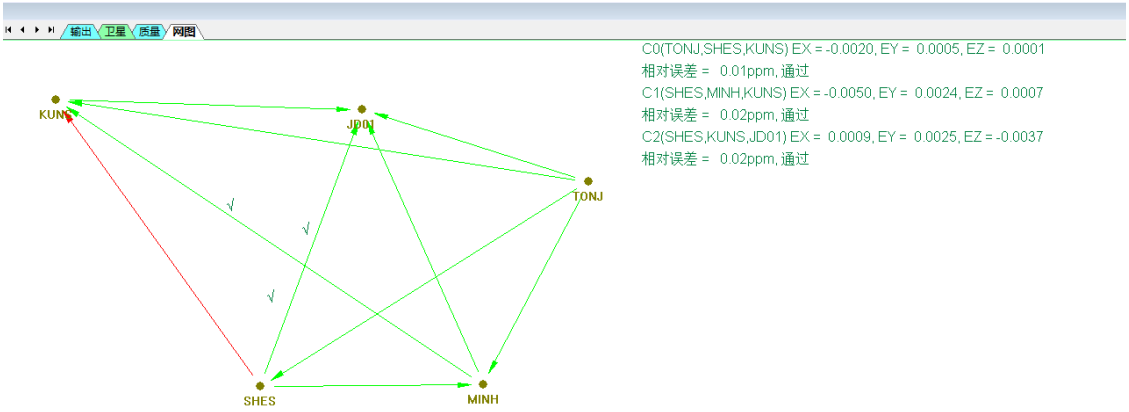
输出栏-信噪比

- 上图表示当前选中的观测文件卫星信噪比情况。分 L1/L2/L5 三个频点统计，通常信噪比低于 30 认为该卫星信号较差，不可用。



输出栏-质量

- 上图表示当前选中的基线残差情况。起伏严重的数据表示残差情况不理想，需要针对卫星数据进行剔除处理。



输出栏-网图

- 上图表示当前所有站点分布与成图情况，对号表示闭合环通过，图中红色线所在三个闭合环均通过。

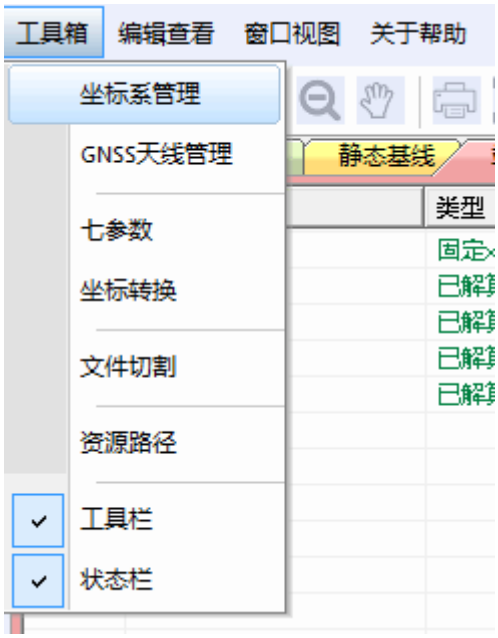
状态栏：软件操作状态，显示当前软件操作状态信息情况；比如：进行基线处理时，显示“正在处理选中的基线”等样式。



状态栏

2.1.1.5 工具箱

下图为工具箱中包含功能，坐标系管理、GNSS 天线数据、七参数、坐标转换、文件切割、资源路径、工具栏、菜单栏。



工具箱

1）坐标系管理

本章节暂不对坐标系管理进行说明。

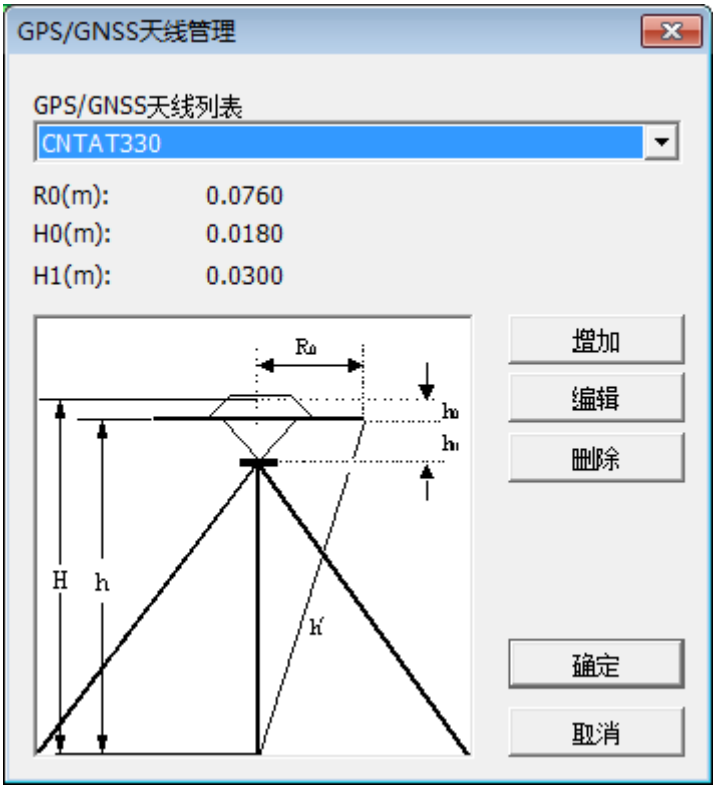
详见：项目属性-项目基准。

2）GNSS 天线管理

进入工具，执行[天线管理]进入天线设置界面，或右击观测文件→文件属性修改天线参数。

天线管理：可进行对天线新增、编辑、删除操作。

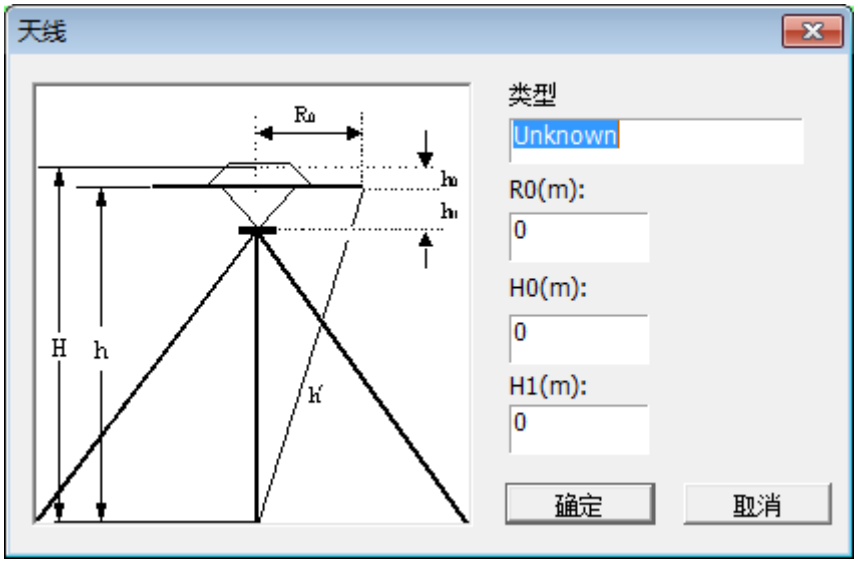
新增：获取天线的三个参数 R/H0/H1，增加用户需要的天线类型。



天线管理

天线参数说明

天线参数	数值含义
R0	天线半径
H0	距测量标志
H1	底部到测量标志

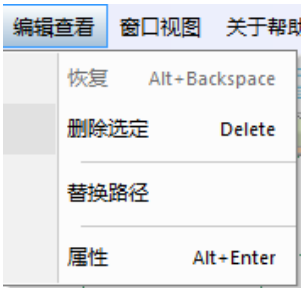


天线新增

2.1.1.6 编辑查看

执行[编辑查看]选中需要的文件或内容进行点击，也可进入任何视图选中一

条文件“右击”→[编辑/删除]等操作。



编辑查看

编辑查看信息说明

操作内容	含义
恢复	进行上一步操作恢复操作
删除选定	删除选中的信息
替换路径	替换当前文件路径
属性	选中一格文件/一条信息查看属性

2.1.1.7 窗口视图

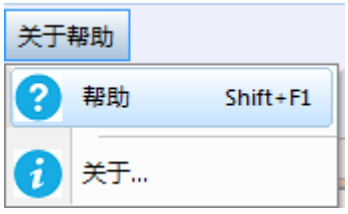
串口视图包含以下内容。

窗口视图内容说明

操作内容	含义
层叠	层叠当前列表项
平铺	平铺当前列表项
排列	排列当前列表项
地图视图	切换到地图界面
地图配置	进行底图配置
刷新	刷新当前图形
放大	最小比例的查看图形操作
缩小	最大比例的查看图形操作
移动	移动图形操作
读取	读取当前执行的视图界面进行关闭、开启操作等

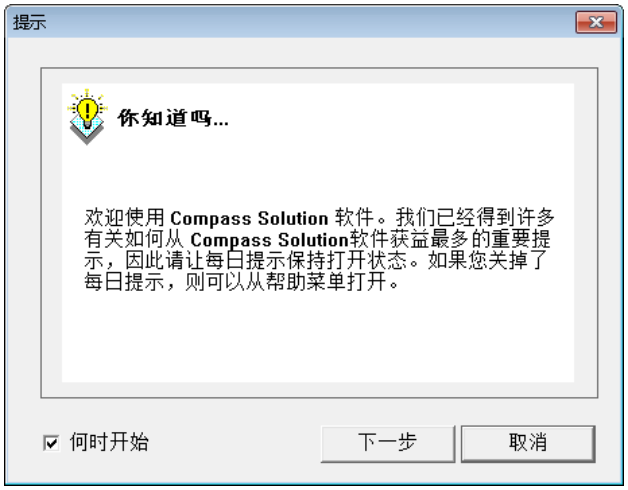
2.1.1.7 关于帮助

执行[关于帮助] →[帮助]/ [关于]。



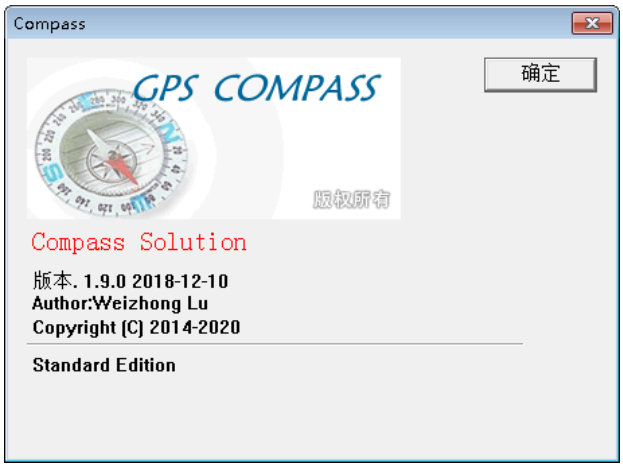
关于帮助

帮助：执行[帮助]进入帮助界面，可进行下一步查看帮助信息。详细操作如下：



帮助

关于：执行[关于]进入关于界面，可关于软件版本、版权信息等。详细操作如下：



关于

2.1.2 工程项目

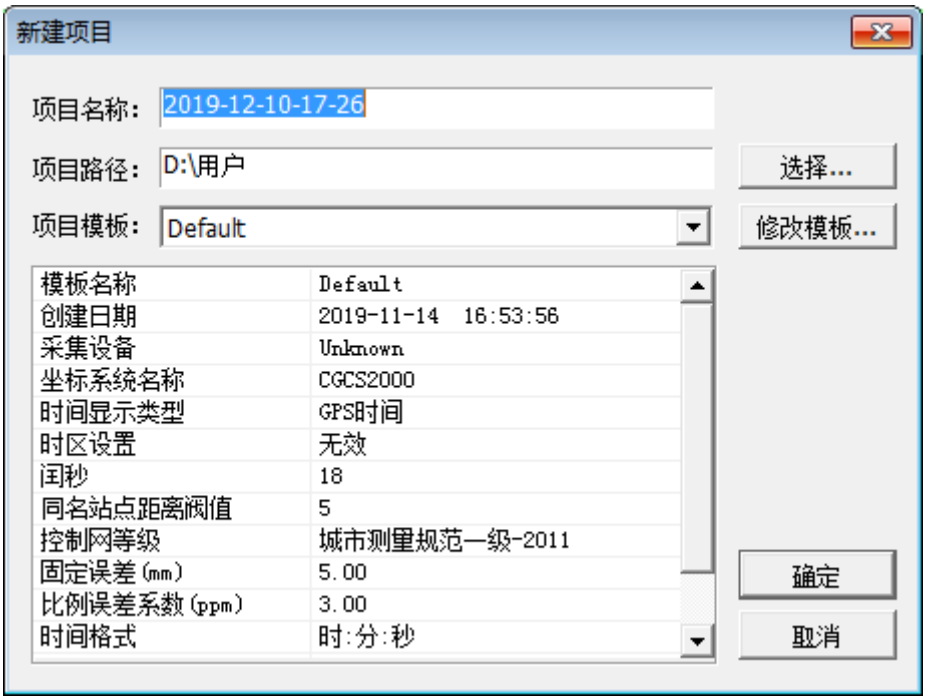
Comass Solution 是面向项目进行管理的数据后处理软件。因此，不论是进行单点定位，还是进行静态基线处理，或者是进行动态基线处理。首先需要建立一个新的项目，或者打开一个已解算过的项目。

2.1.2.1 新建项目

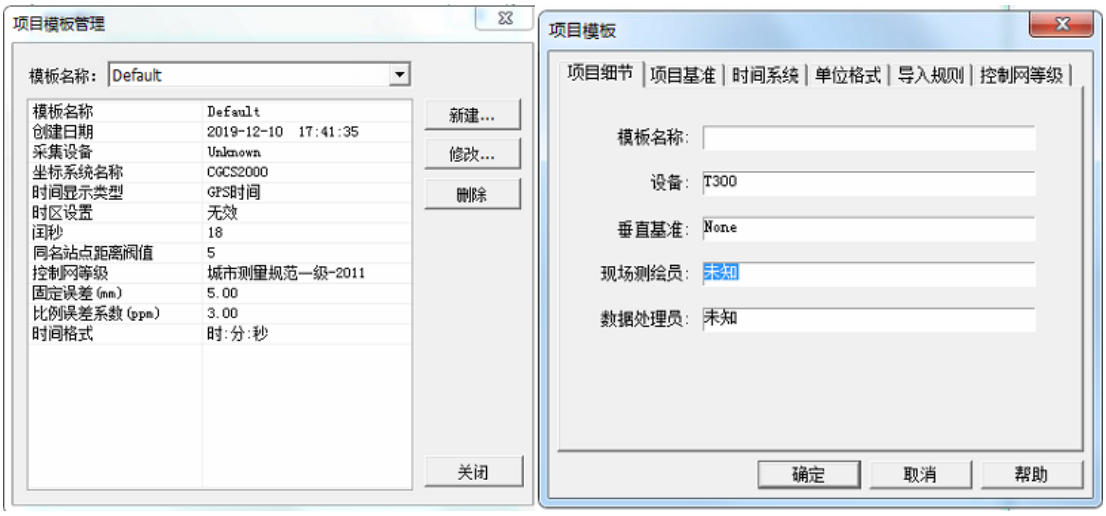
建立一个新的项目可按如下步骤进行：打开 CS 软件→执行[项目相关]/[工程项目]→[新建项目]→输入项目名称、选择项目坐标系统及路径、完善项目信息的输入→单击[OK]，确定建立新项目。

项目模板为 CGS2000 坐标系，中央子午线 121°，横轴墨卡托投影；控制网等级为城市规范测量一级-2011。若对项目坐标系及测量规范等级有特殊要求，

可根据要求创建目标模板。



新建项目



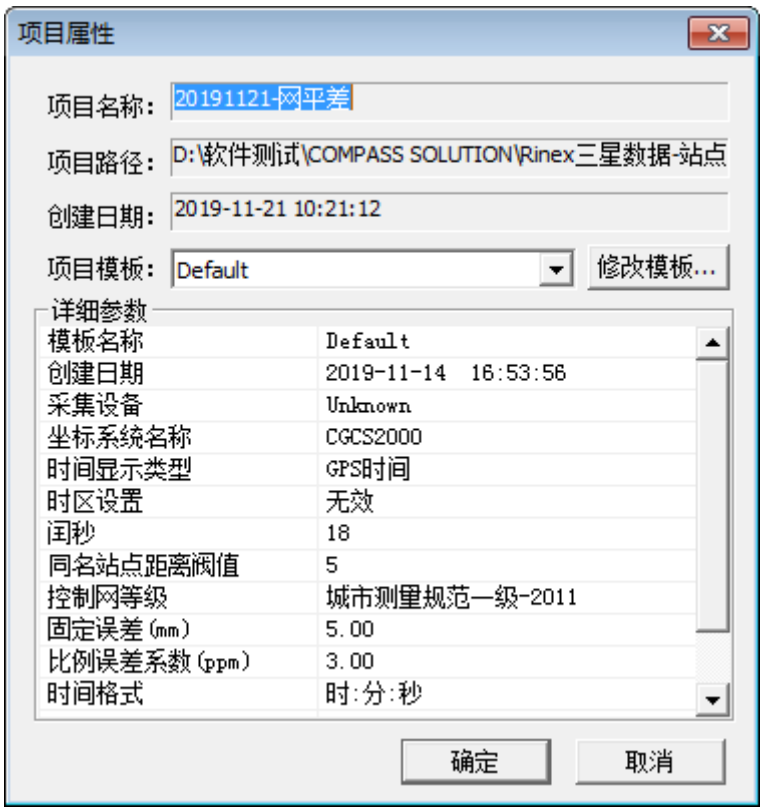
修改模板

注意：建议在处理一个项目的数据时，将所有的观测文件保存到项目目录或它的子目录下。这样，所有的数据及中间处理结果都保存在项目所在的目录下，一个项目完成后，可以将整个目录及其子目录打包、保存。

2.1.2.2 项目属性

项目属性主要描述的是项目的配置参数与控制参数，更好的按照要求来完成整个项目的导入、解算、平差等过程。

1）项目细节



项目细节

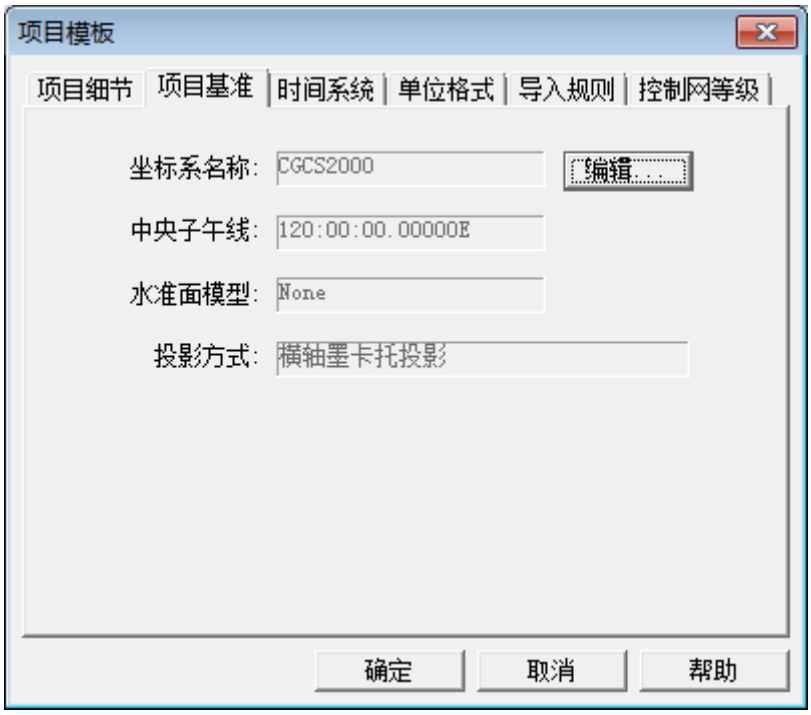
主要的项目细节描述

- 项目名称：当前新建的项目名称，不可编辑修改。
- 项目路径：当前项目所属的路径文件。
- 坐标系统名称：当前任务的坐标系名称。
- 控制网等级：当前任务处理报告是否通过的检验标准。

2）项目基准

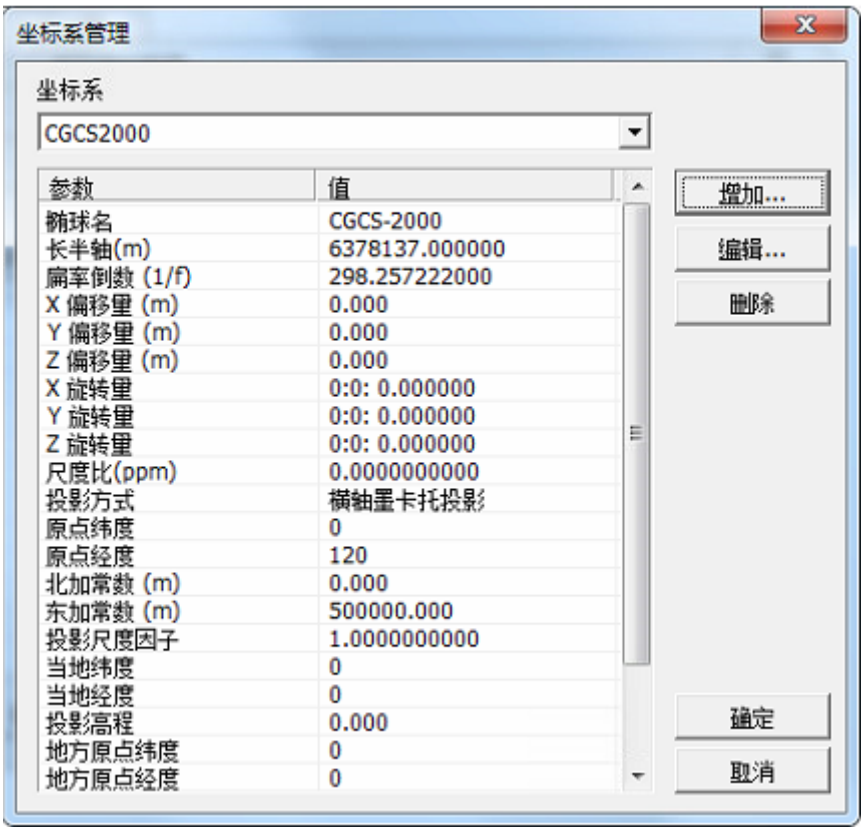
项目基准描述，进入编辑可设置坐标系操作。

- 坐标系名称：默认 Beijing54，可进行编辑修改。
- 中央子午线：根据当前导入数据自动提取大概的当前经度，可自行进入编辑修改。
- 水准面模式：默认 None，表示无，可自行编辑修改加载。
- 投影方式：默认横轴墨卡托投影，可自行编辑修改。

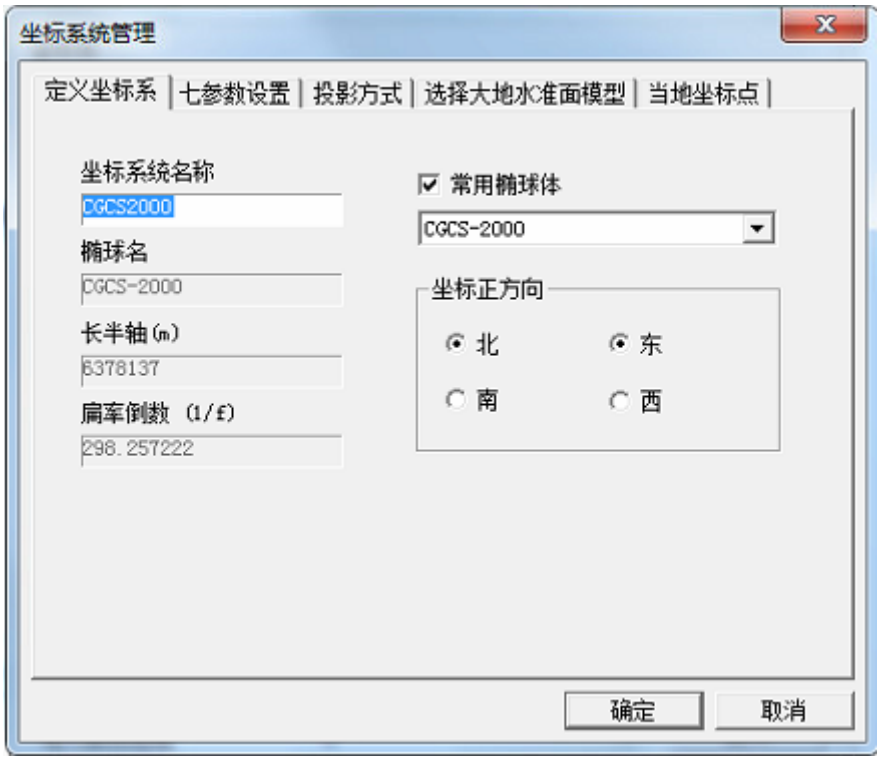


项目基准

定义坐标系：进入主程序后，编辑/项目属性→坐标系管理



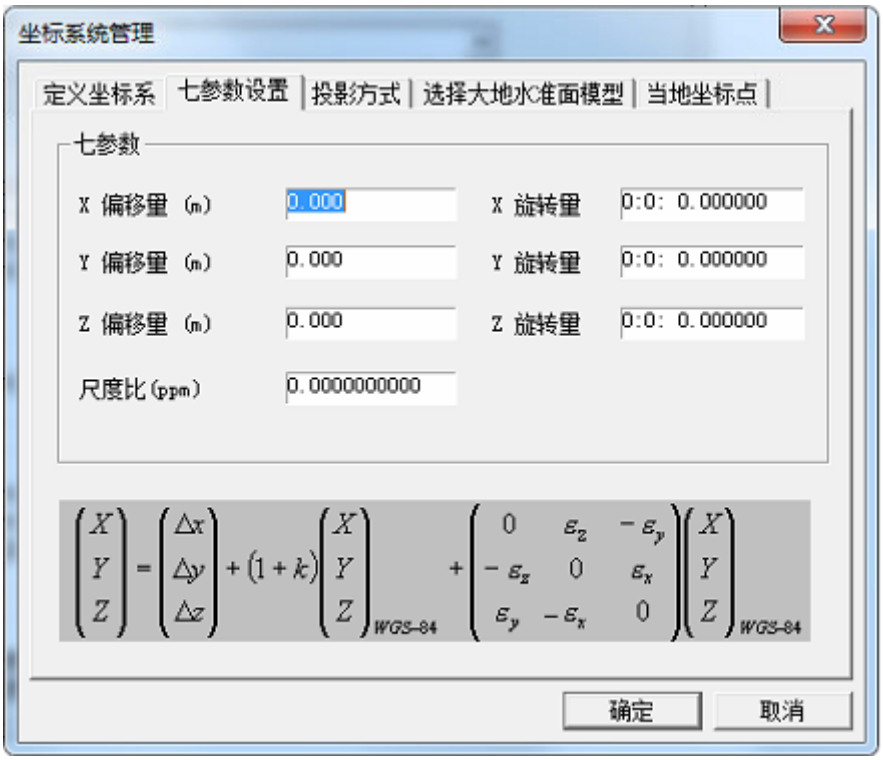
坐标系管理



坐标系定义

- 用户可在[坐标系统名称]文本框中自定义输入；
- 勾选[常用椭球体]，则可在下拉框中按需选择椭球体；
- 不勾选[常用椭球体]，则可在文本框[椭球名]、[长半轴]、[扁率倒数]等信息输入用户自定义的椭球体参数。

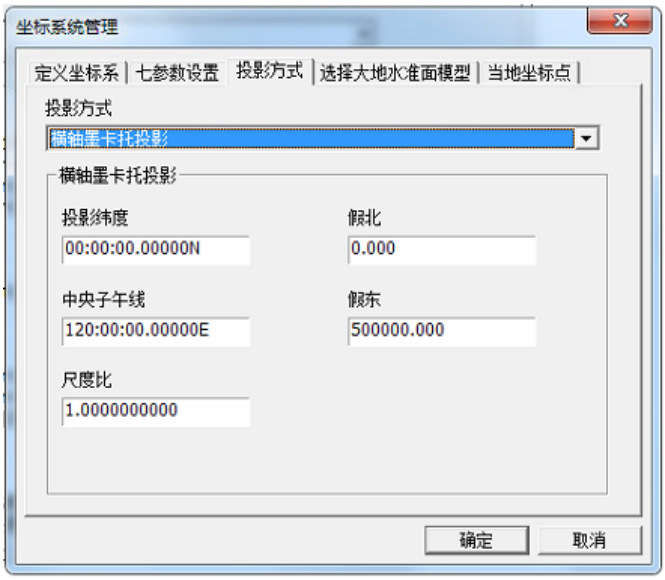
七参数设置：当进行数据后处理时，用户需要获得地方坐标系的坐标值时，需在[七参数设置]页面输入七参数值；而在用户使用 WGS-84 坐标系统时，输入七参数值的文本框都输入 0 即可。



七参数设置

注意：a.用户通常不熟悉 WGS-84 坐标与其他坐标系（北京 54、西安 80 等等）的七个转换参数。这时，请将七个参数值均输入 0，对于常规 GPS 测量而言，后续的处理可将 WGS-84 坐标强制转换到用户自定义的坐标系中；b.对于局部地方坐标，如测区范围很小，有时候可能没有中央子午线，这时候，请在原点经度中输入测区中央的经度即可。

投影方式:用户按需选择投影方式，输入投影参数值。

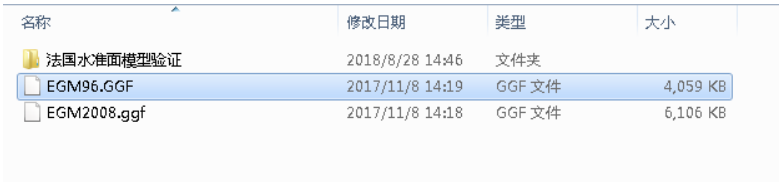


投影方式

大地水准面:对高程进行水准面模型改正提高高程精度，用户按需选择大地水准面模型。一般常用格式为 ggf，也有各地区个国家自行布设水准面模型文件；在国内常用有 EGM96 和 EGM2008。



选择大地水准面模型



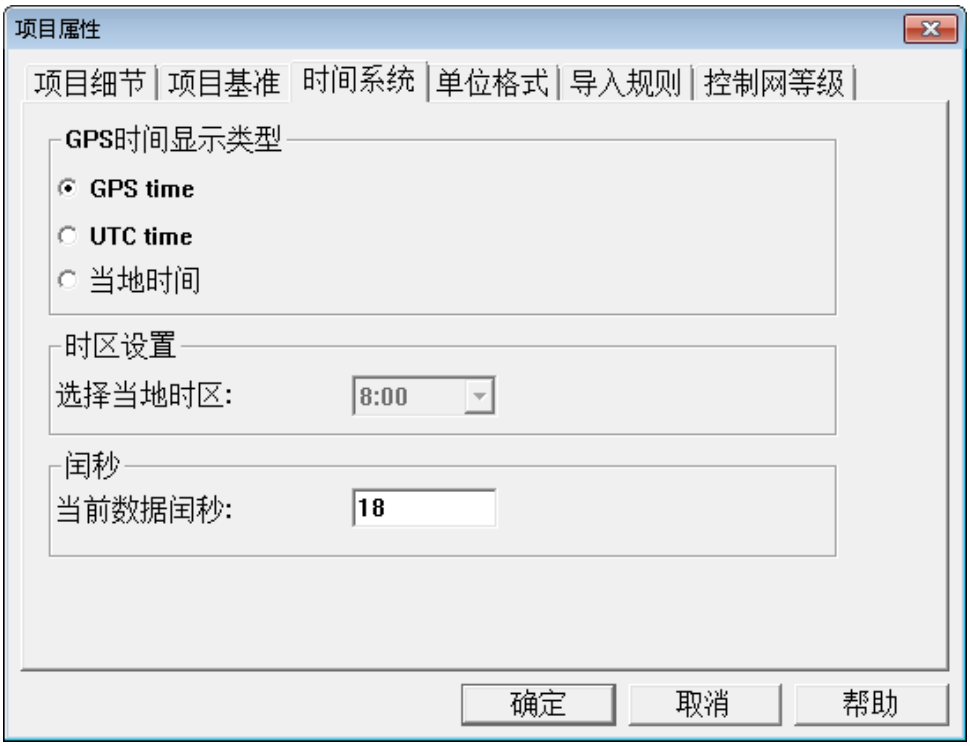
常用水准面模型文件

当地坐标点：输入相关当地坐标参数值。



当地坐标点

3）时间系统



时间系统

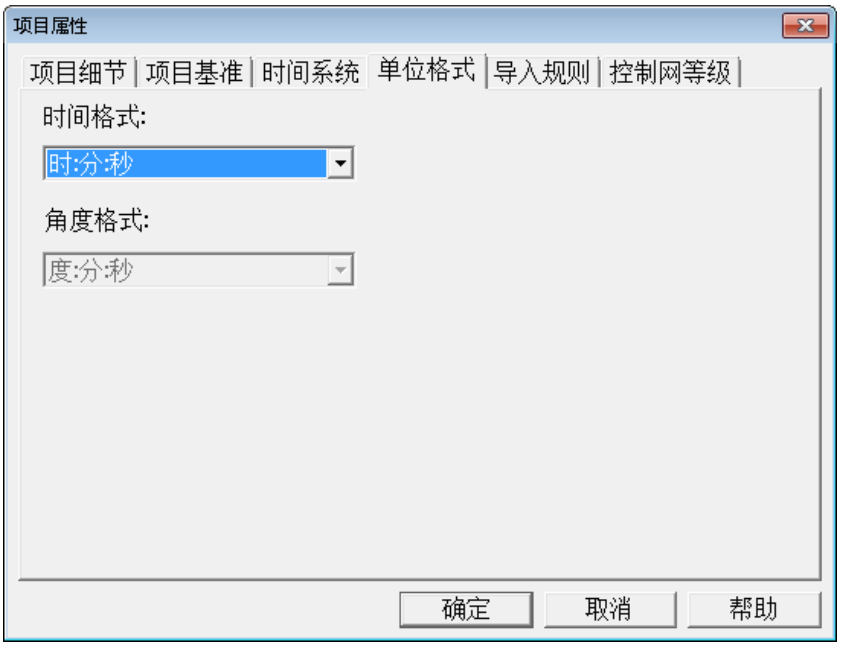
GPS 时间显示系统描述：

- GPS time：指的是 GPS 时间，使用接收机内部的时间。
- UTC time：指的是国际时间。
- 当地时间：指的是本地北京时间。

时区设置描述

- 选择当地时区：默认根据当前计算机自行换算的一种方式，如北京时间则在 UTC 时间上+8 小时。
- 闰秒描述：当前数据闰秒默认 18s，是指为保持协调世界时接近于世界时时刻，由国际计量局统一规定在年底或年中（也可能在季末）对协调世界时增加或减少 1 秒的调整。由于地球自转的不均匀性和长期变慢性（主要由潮汐摩擦引起的），会使世界时（民用时）和原子时之间相差超过到±0.9 秒时，就把协调世界时向前拨 1 秒（负闰秒，最后一分钟为 59 秒）或向后拨 1 秒（正闰秒，最后一分钟为 61 秒）；闰秒一般加在公历年末或公历六月末。目前，全球已经进行了 27 次闰秒，均为正闰秒。最近一次闰秒在北京时间 2017 年 1 月 1 日 7 时 59 分 59 秒（时钟显示 07:59:60）出现，这也是本世纪的第五次闰秒。

4）单位格式

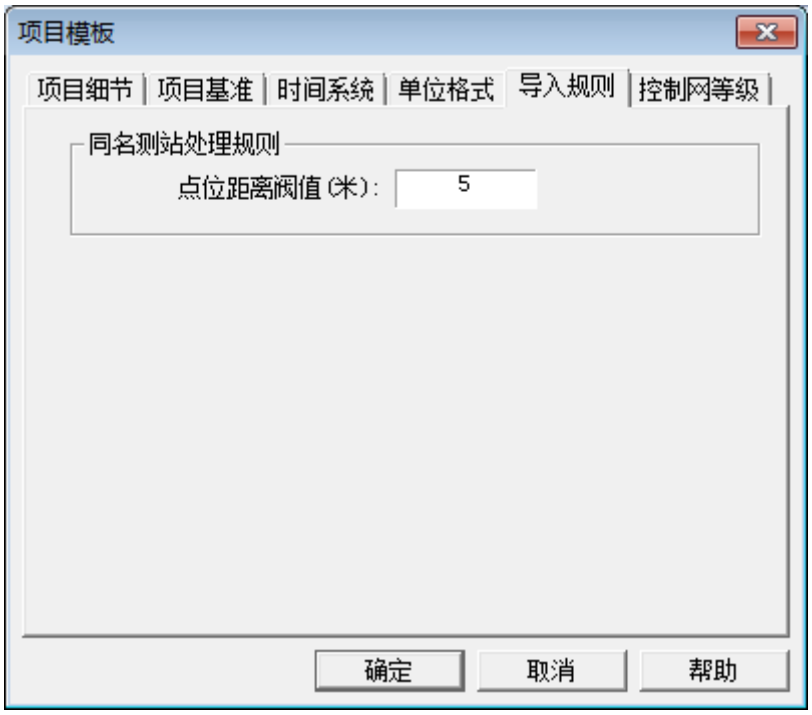


单位格式

单位格式描述：

- 时间格式：默认时:分:秒，可选择 GPS 秒(GPS 时间)或天内秒(一天内时间秒)。
- 角度格式：默认度:分:秒，不可选择。

5）导入规则



导入规则

导入文件规则描述

- 数据采样间隔：默认 5S，表示在数据采样间隔时间为 5S 一次。
- 基线生成规则描述
- 最小观测时长：默认 5 分钟，设定的基线生成最小时长值，当导入的文件观测时长小于 5 分钟则无法生成基线。
- 最大观测距离：默认 1000 公里，设定的基线生成最大距离，当导入的文件观测时长大于 1000 公里则无法生成基线。

同名测站处理规则

- 点位距离阈值：默认 5 米，设定的同名站点检测机制为 5 米以内，当距离值在 5 米范围内(包括 5 米)，则会提示用户站点一致，如果大于 5 米则会形成新的站点。

6）控制网等级



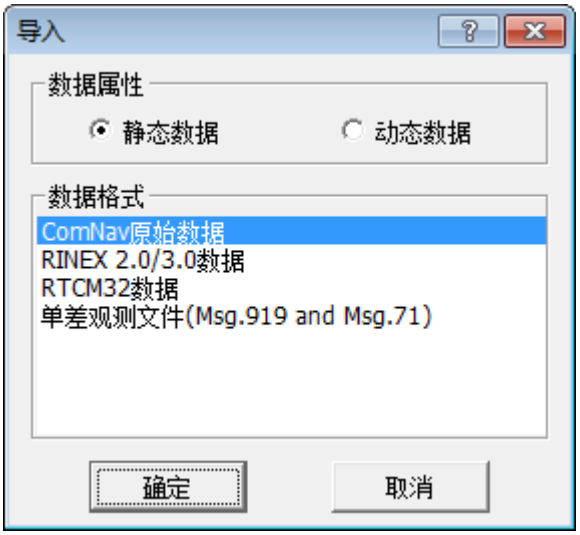
控制网等级

控制网等级是根据当前各行业及部分地方应用规范，在软件中进行基线处理、网平差质量、闭合环、成果报告等影响，详细的规范内容请见附录：等级网控制表格参数。

2.1.3 观测文件

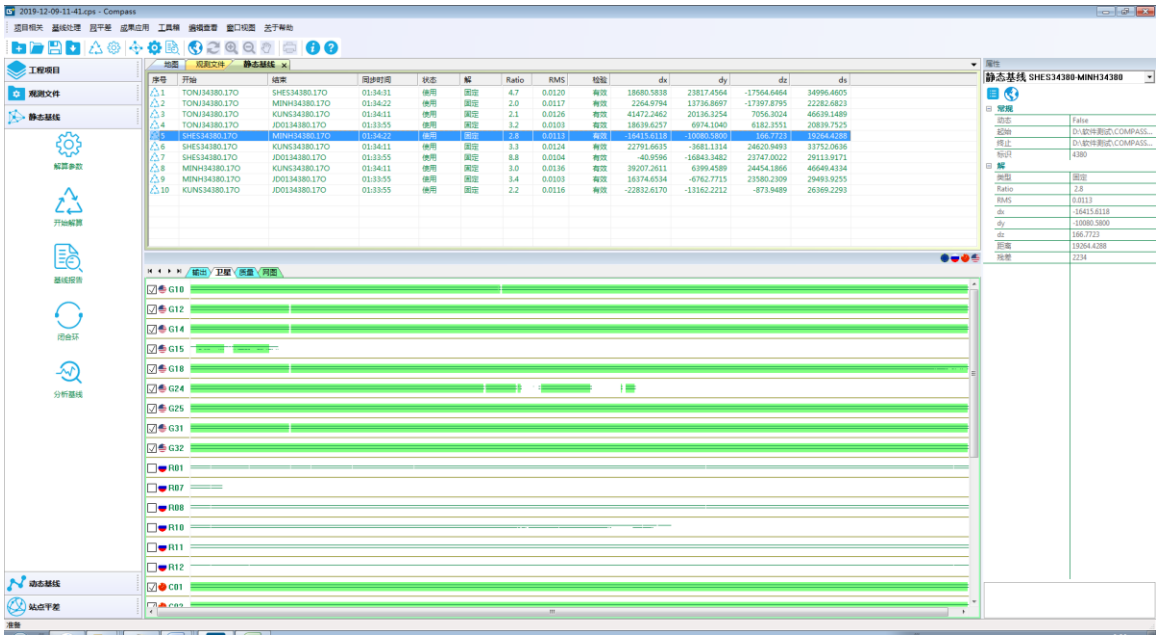
2.1.3.1 静态数据导入

执行[项目相关]→[导入数据]导入数据



导入数据类型

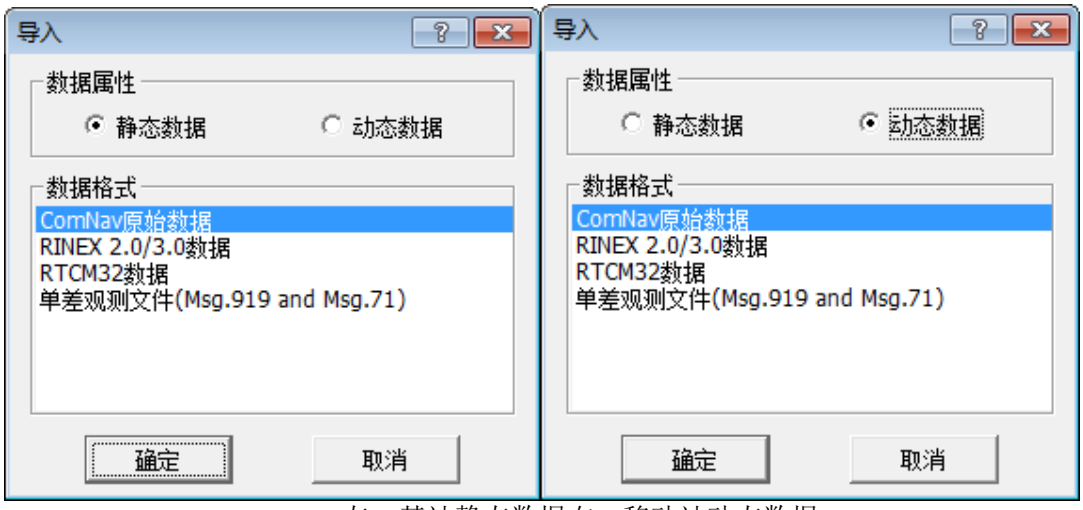
- ComNav 原始数据司南数据格式，后缀为 cnb
- RINEX2.0/3.0 数据 RINEX 标准格式
- RTCM32 数据 RTCM32 标准格式，后缀为 rtcm
- 单差观测文件(Msg.919andMsg.71) 单差观测文件数据



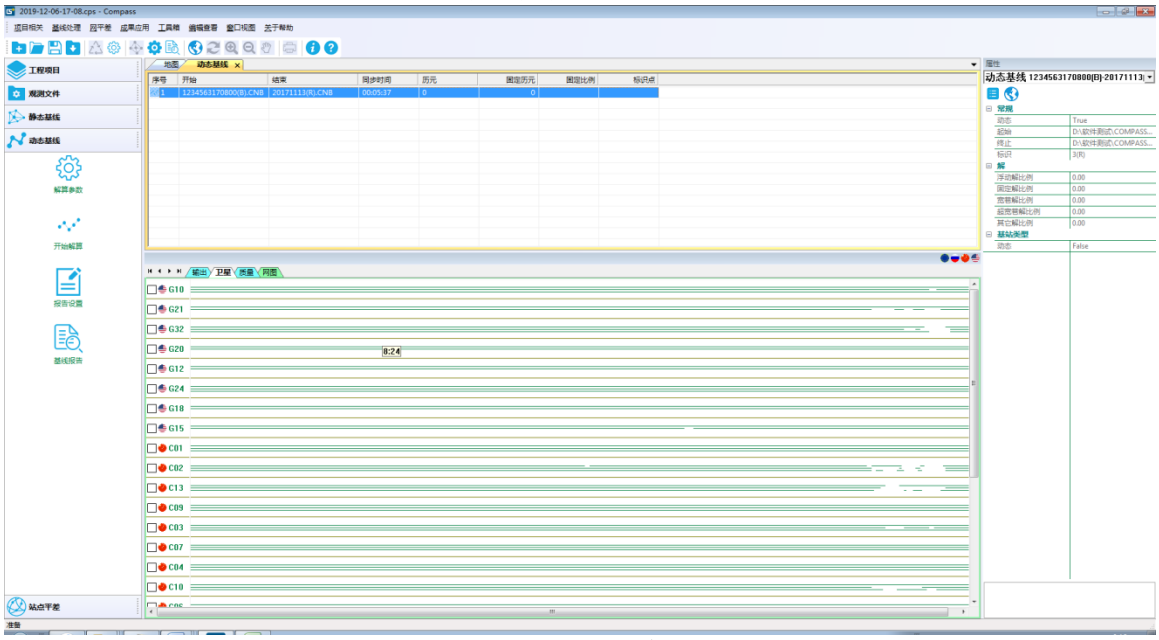
形成静态基线

2.1.3.2 动态数据导入

动态数据导入分为两个部分：①基准站点数据导入，数据属性需选择静态数据；②移动站数据导入，数据属性需选择动态数据。



左：基站静态数据右：移动站动态数据



形成动态基线

2.1.3.3 导入格式说明

1）ComNav 原始数据格式说明

ComNav 原始数据为 CNB 文件后缀为***.cnb 格式，除表头以外全部为二进制(一般打开为乱码)内容详细见下图：



CNB 文件

CNB 格式文件头说明

标签	说明	备注
COMPASS COLLECTED ATAFILE	表头文件	
Ver 55.0	版本	
ReceiverID:3302009	接收机 ID 号	
Date:2017/11/13	日期	
Model	模块	
MakerName:null	标记点名称	
AntHigh:0.00	天线高	

CNB 数据包含报文

报文 ID	报文信息
41	GPS 原始星历
792	GLONASS 原始星历
412	BDS 原始星历
1122	GALILEO 原始数据
140	采集的观测数据信息

2）RINEX 格式说明

详细附录：5RINEX 格式说明

4）RTCM32 格式说明

RTCM32 数据包含报文

报文 ID	报文信息
1074	GPS RTCM 观测量
1084	GLONASS RTCM 观测量
1124	BDS RTCM 观测量
1094	GALILEO RTCM 观测量
1019	GPS RTCM 星历数据
1020	GLONASS RTCM 星历数据
1042	BDS RTCM 星历数据
1046	GALILEO RTCM 星历数据

5）单差数据 919 格式说明

单差文件包含报文

报文 ID	报文信息
41	GPS 原始星历
792	GLONASS 原始星历
412	BDS 原始星历
919	采集的单差数据信息

6）星历文件说明

卫星星历是用于描述太空飞行体位置和速度的表达式———两行式轨道数据系统星历文件。卫星星历作用：卫星星历以开普勒定律的 6 个轨道参数之间的数学关系确定飞行体的时间、坐标、方位、速度等各项参数，具有极高的精度。

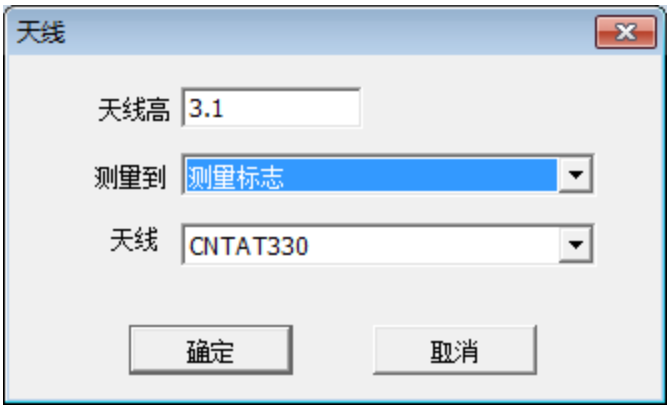
卫星星历能精确计算、预测、描绘、跟踪卫星、飞行体的时间、位置、速度等运行状态；能表达天体、卫星、航天器、导弹、太空垃圾等飞行体的精确参数；能将飞行体置于三维的空间；用时间立体描绘天体的过去、现在和将来。

文件说明

格式标签	说明	备注
SinoGnss Raw 星历文件(*.cnb)	司南原始数据文件	自行解析广播星历
SinoGnss 单差星历文件(*.bin)	司南单差导航文件	自行解析广播星历
RINEX 观测量(*.??O)	RINEX 观测量文件	
RINEX GPS 星历(*.??N)	GPS 导航文件	
RINEX GLONASS 星历(*.??G)	GLONASS 导航文件	
RINEX BDS 星历(*.??C)	BDS 导航文件	
RINEX 混合星历(*.??P)	混合星历文件	
RTCM32 数据文件（*.rtcm）	RTCM32 数据文件	观测量及星历文件
SP3 Precision 星历(*.SP3)	精密星历文件	高精度星历文件

2.1.3.4 天线修改

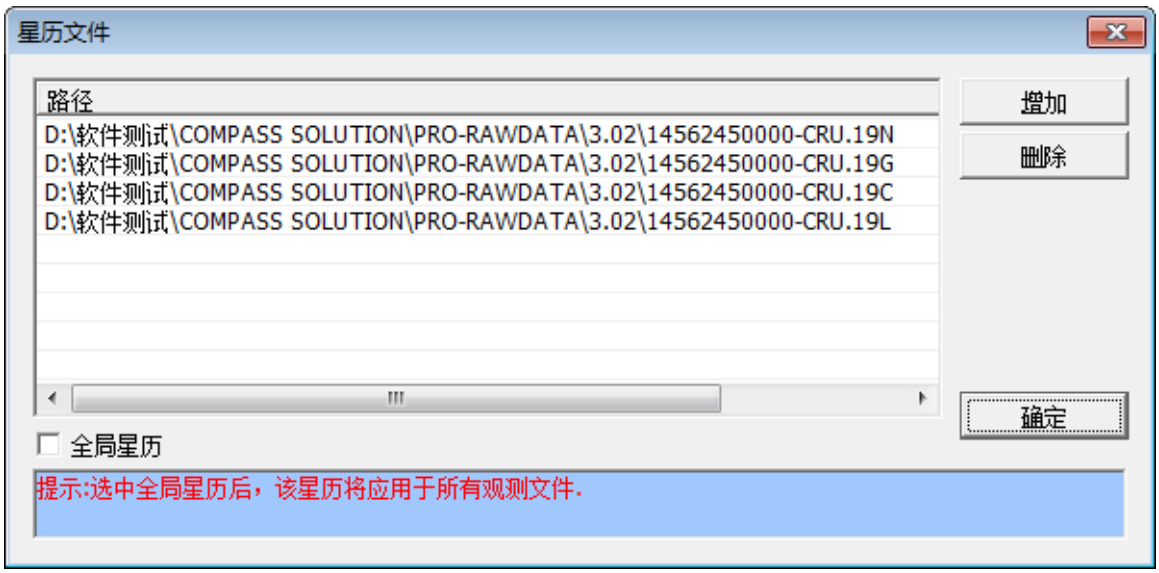
选中一个或多个观测文件，“右击”→[天线修改]，见下图。观测数据的天线高。若需要新建天线或编辑天线参数，可通过工具箱[GNSS 天线管理]进行操作。



天线修改

2.1.3.5 星历管理

选中一个观测文件，“右击”→[星历管理]，见下图。可以设置观测数据所使用的星历，一般用于无星历、星历错误或有全局星历的情况。



星历管理

在查看当前观测文件时自动提取当前观测文件星历，也可自行加载星历文件如上图所示。

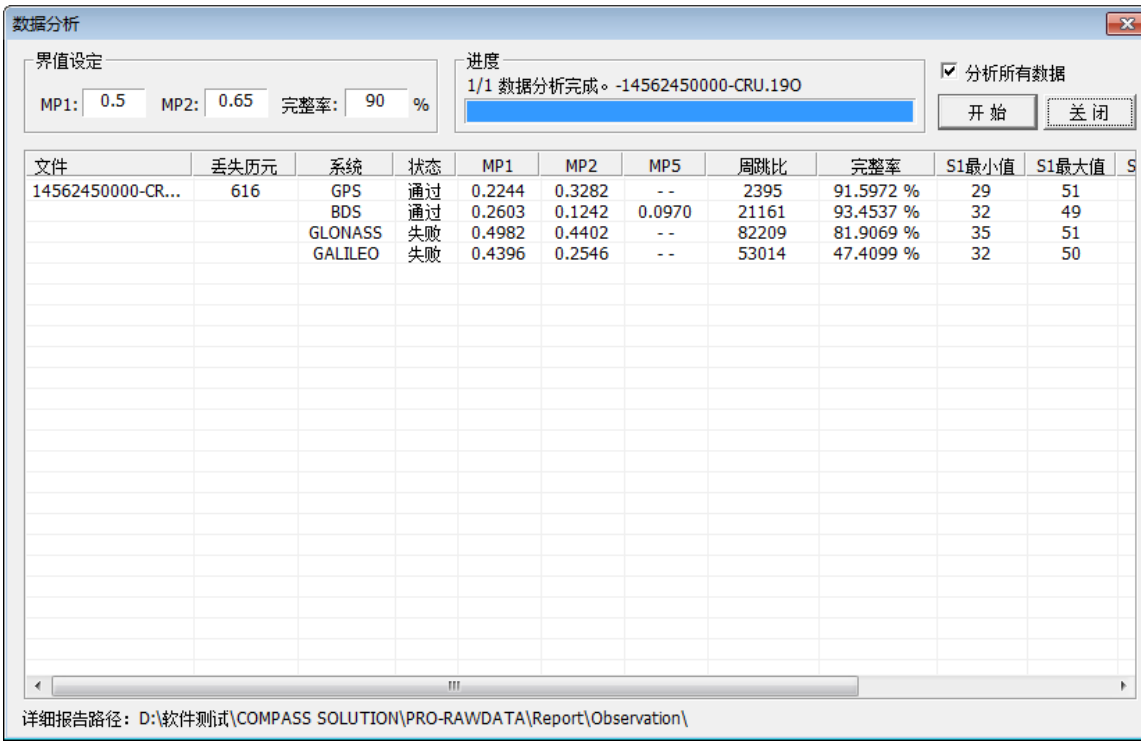
- 增加：新增新的星历文件如上述 4.4.4 章节星历文件进行加载。
- 删除：删除当前的星历。
- 全局星历：表示勾选后自动应用到所有观测文件，如果不勾选则只使用当前观测文件。

详细说明见：附录：5RINEX 格式说明和附录 6 精密星历 SP3 说明文件格式。

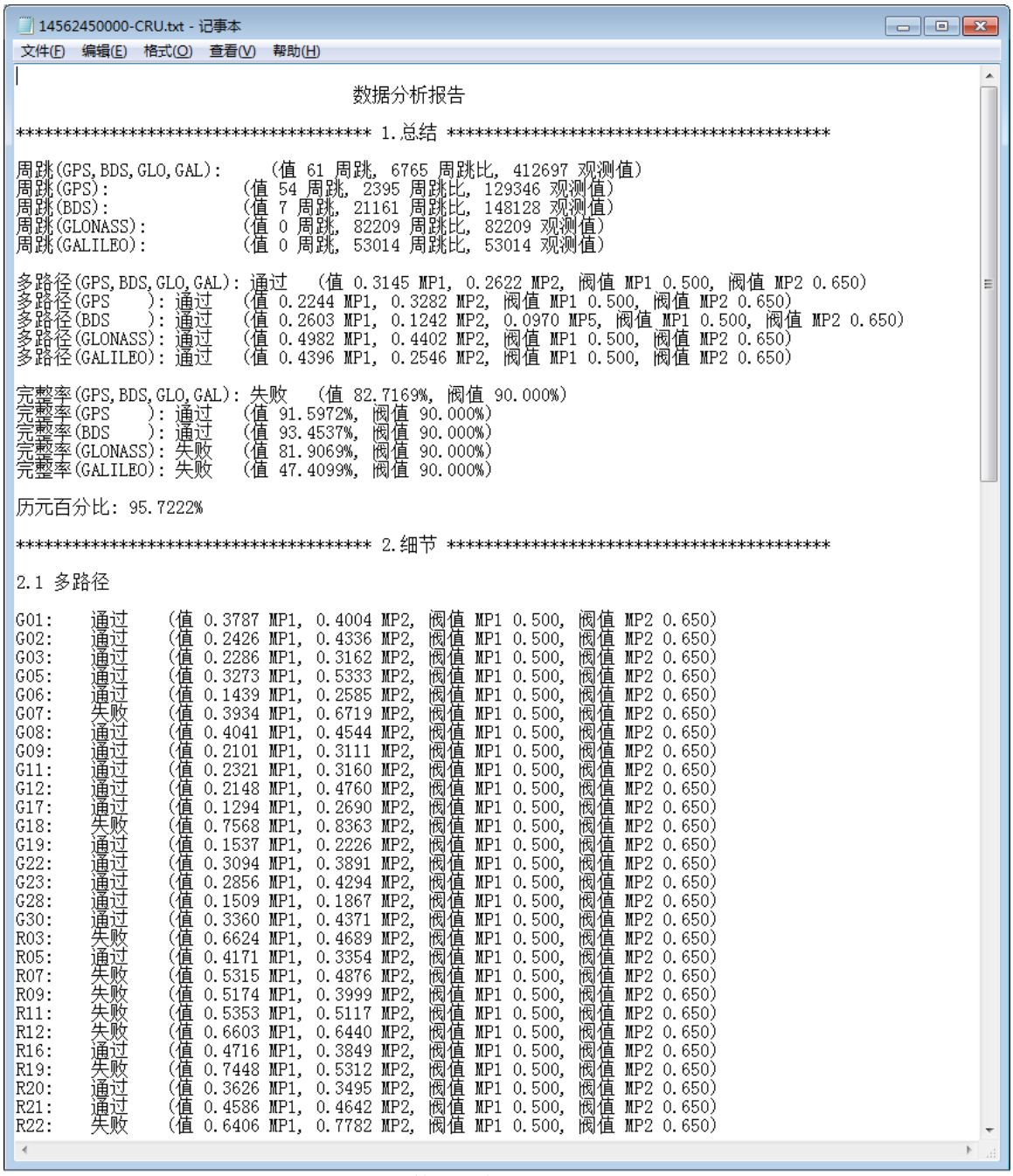
2.1.3.6 数据分析

右击观测文件，数据分析，设定多径和完整率的界限值，获取观测数据的数据

质量。简明分析结果在对话框中展示，详细成果数据文件路径在当前工程文件的 report 文件夹 observation 中…\PRO-RAWDATA\Report\Observation，报告文件名与观测文件名相同。



数据分析



14562450000-CRU.txt - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

```
                                    数据分析报告

************************************ 1.总结 ***************************************

周跳(GPS,BDS,GLO,GAL):     (值 61 周跳, 6765 周跳比, 412697 观测值)
周跳(GPS):              (值 54 周跳, 2395 周跳比, 129346 观测值)
周跳(BDS):              (值 7 周跳, 21161 周跳比, 148128 观测值)
周跳(GLONASS):          (值 0 周跳, 82209 周跳比, 82209 观测值)
周跳(GALILEO):          (值 0 周跳, 53014 周跳比, 53014 观测值)

多路径(GPS,BDS,GLO,GAL): 通过   (值 0.3145 MP1, 0.2622 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
多路径(GPS    ): 通过   (值 0.2244 MP1, 0.3282 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
多路径(BDS    ): 通过   (值 0.2603 MP1, 0.1242 MP2, 0.0970 MP5, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
多路径(GLONASS): 通过   (值 0.4982 MP1, 0.4402 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
多路径(GALILEO): 通过   (值 0.4396 MP1, 0.2546 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)

完整率(GPS,BDS,GLO,GAL): 失败   (值 82.7169%, 阀值 90.000%)
完整率(GPS    ): 通过   (值 91.5972%, 阀值 90.000%)
完整率(BDS    ): 通过   (值 93.4537%, 阀值 90.000%)
完整率(GLONASS): 失败   (值 81.9069%, 阀值 90.000%)
完整率(GALILEO): 失败   (值 47.4099%, 阀值 90.000%)

历元百分比: 95.7222%

************************************ 2.细节 ***************************************

2.1 多路径

G01:    通过    (值 0.3787 MP1, 0.4004 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G02:    通过    (值 0.2426 MP1, 0.4336 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G03:    通过    (值 0.2286 MP1, 0.3162 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G05:    通过    (值 0.3273 MP1, 0.5333 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G06:    通过    (值 0.1439 MP1, 0.2585 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G07:    失败    (值 0.3934 MP1, 0.6719 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G08:    通过    (值 0.4041 MP1, 0.4544 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G09:    通过    (值 0.2101 MP1, 0.3111 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G11:    通过    (值 0.2321 MP1, 0.3160 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G12:    通过    (值 0.2148 MP1, 0.4760 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G17:    通过    (值 0.1294 MP1, 0.2690 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G18:    失败    (值 0.7568 MP1, 0.8363 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G19:    通过    (值 0.1537 MP1, 0.2226 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G22:    通过    (值 0.3094 MP1, 0.3891 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G23:    通过    (值 0.2856 MP1, 0.4294 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G28:    通过    (值 0.1509 MP1, 0.1867 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
G30:    通过    (值 0.3360 MP1, 0.4371 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R03:    失败    (值 0.6624 MP1, 0.4689 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R05:    通过    (值 0.4171 MP1, 0.3354 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R07:    失败    (值 0.5315 MP1, 0.4876 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R09:    失败    (值 0.5174 MP1, 0.3999 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R11:    失败    (值 0.5353 MP1, 0.5117 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R12:    失败    (值 0.6603 MP1, 0.6440 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R16:    通过    (值 0.4716 MP1, 0.3849 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R19:    失败    (值 0.7448 MP1, 0.5312 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R20:    通过    (值 0.3626 MP1, 0.3495 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R21:    通过    (值 0.4586 MP1, 0.4642 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
R22:    失败    (值 0.6406 MP1, 0.7782 MP2, 阀值 MP1 0.500, 阀值 MP2 0.650)
```

数据分析详细成果

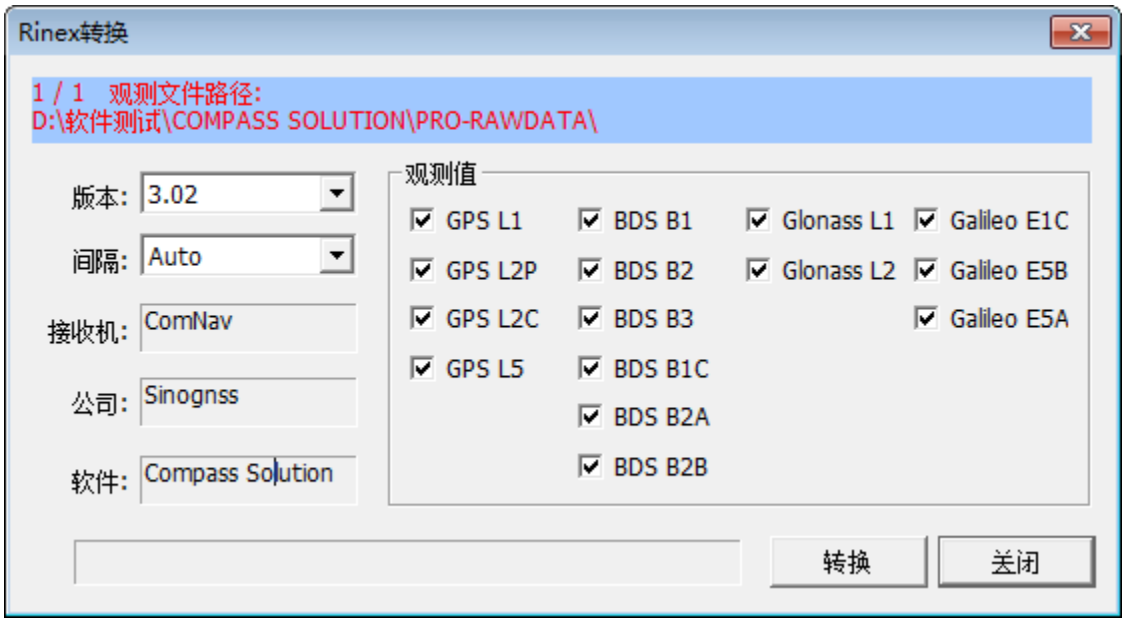
- 周跳比：观测数据各频点总的观测值个数与发生周跳个数的比值，通常此值越大数据越好，部分招标标准为 8000（总的观测值个数少于 8000 此标准无意义）。可分单系统和多系统分别统计。

- 多路径：用于反馈观测数据受多路径因素的影响，通常有两个指标 MP1 和 MP2，对于三频卫星，也可计算 MP5。此值越小越好，表明受多路径干扰较小，标准规定，MP1 通常不得大于 0.5，MP2 通常不大于 0.65。可分单系统和多系统分别统计。

- 完整率：观测数据中所有历元的实际跟踪卫星总数与理论跟踪卫星总数比值，此值越接近 100%越好，标准规定，90%为合格线；可分单系统和多系统分别统计。
- 历元百分比：观测数据中所有历元总数与理论上历元的总数比值（理论总数计算方法一般为：（观测数据结束时间－开始时间）/历元间隔）；此值越接近 100%越好，注意此值与完整率的区别。

2.1.3.7 Rinex 转换

将非 RINEX 格式文件转换为标准格式 RINEX 文件，右键观测文件（非 rinex 文件），进行 RINEX 转换。设置 Rinex 文件的版本，历元间隔，以及需要转换的观测值类型。默认转换后的 Rinex 文件存储在该观测文件所在的目录。



Rinex 转换

2.1.3.8 导入 RTK 点

该功能仅对动态观测文件生效。且导入的 RTK 点文件目前只支持我司 SurveyMaster 软件导出的测量点成果（该成果可以为单点解的结果）。该功能将测量软件成果与动态后处理成果融合，实现类似 PPK 测量的效果，操作如下，选中一个动态观测文件，右击选择导入 RTK 点，即可将测量点成果要素添加进该观测数据，如时间、点名、天线信息等等，并在动态基线后处理结果中，加于融合展示。

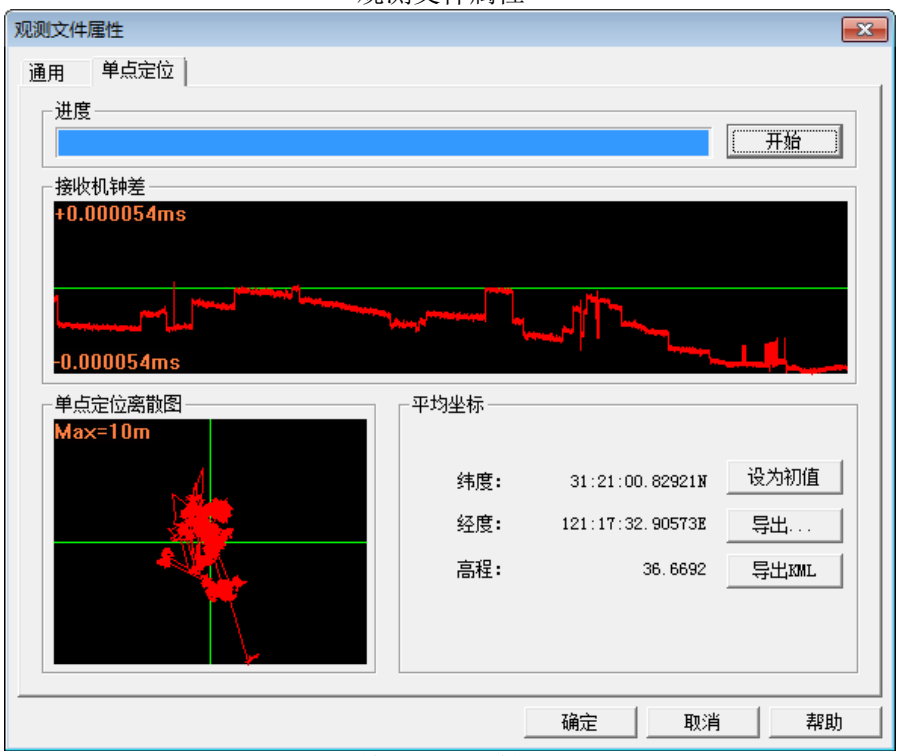
2.1.3.9 文件属性

选中一个观测文件，右击选择文件属性。修改站点名称、天线高和初始 WGS84

经纬度坐标。单点定位界面，可查看接收机钟差、单点定位离散图，所有历元单点定位平均值，可设坐标初值。并且可以导出单点定位结果，该结果解算频率以观测文件采集历元间隔一致，支持输出 CSV 和 KML 两种格式。



观测文件属性



单点定位属性

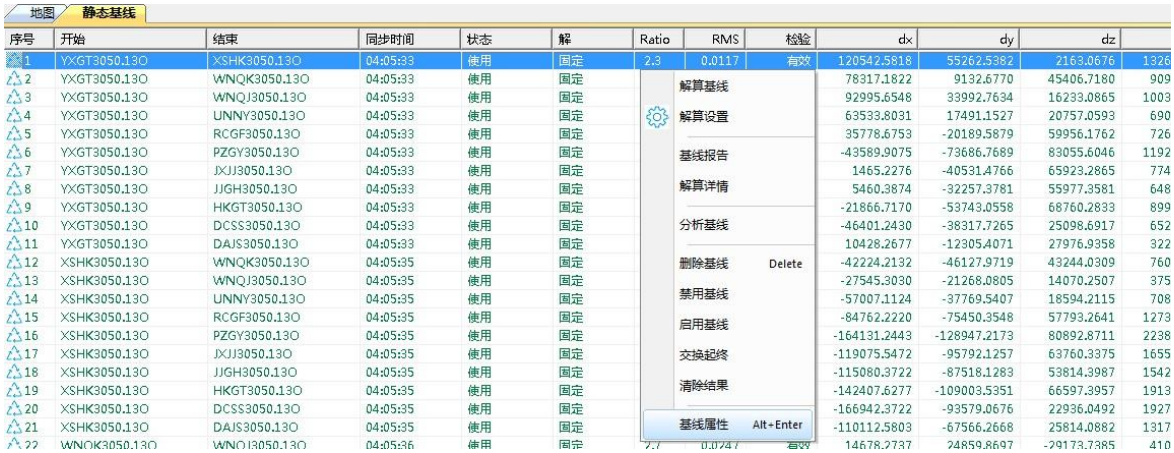
2.1.4 基线解算

2.1.4.1 静态基线解算

基线解算的一些设置原则和成果质量检核标准，参照附录 7：基线解算设置原则和附录 8：外业成果质量检核标准。

基线处理软件的优劣不但影响着 GNSS 相对静态测量的精度，而且也影响着相对静态测量可靠性、所需观测时间等。对于一款基线处理软件来讲，不但要求其能准确、可靠地处理出基线向量，而且要求软件操作简单、便于使用。

CS 数据处理软件很好地实现了复杂的基线处理理论与简易的软件使用的有机统一。对于正常的观测数据，通常不需人工干预，就能很快得到准确的结果。而对于观测质量比较差的数据，用户也可以根据各种基线处理的输出信息，进行人工干预，使基线的处理结果符合工程的要求。

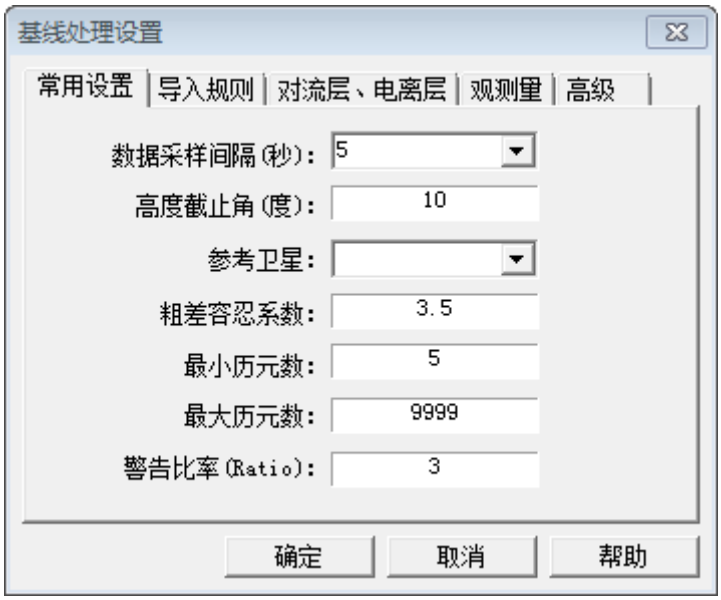


序号	开始	结束	同步时间	状态	解	Ratio	RMS	检验	dx	dy	dz	
1	YXGT3050.13O	XSHK3050.13O	04:05:33	使用	固定	2.3	0.0117	有效	120542.5818	55262.5382	2163.0676	1326
2	YXGT3050.13O	WNQK3050.13O	04:05:33	使用	固定				78317.1822	9132.6770	45406.7180	909
3	YXGT3050.13O	WNQJ3050.13O	04:05:33	使用	固定				92995.6548	33992.7634	16233.0865	1003
4	YXGT3050.13O	UNNY3050.13O	04:05:33	使用	固定				63533.8031	17491.1527	20757.0593	690
5	YXGT3050.13O	RCGF3050.13O	04:05:33	使用	固定				35778.6753	-20189.5879	59956.1762	726
6	YXGT3050.13O	PZGY3050.13O	04:05:33	使用	固定				-43589.9075	-73686.7689	83055.6046	1192
7	YXGT3050.13O	JXJJ3050.13O	04:05:33	使用	固定				1465.2276	-40531.4766	65923.2865	774
8	YXGT3050.13O	JJGH3050.13O	04:05:33	使用	固定				5460.3874	-32257.3781	55977.3581	648
9	YXGT3050.13O	HKGT3050.13O	04:05:33	使用	固定				-21866.7170	-53743.0558	68760.2833	899
10	YXGT3050.13O	DCSS3050.13O	04:05:33	使用	固定				-46401.2430	-38317.7265	25098.6917	652
11	YXGT3050.13O	DAJS3050.13O	04:05:33	使用	固定				10428.2677	-12305.4071	27976.9358	322
12	XSHK3050.13O	WNQK3050.13O	04:05:35	使用	固定				-42224.2132	-46127.9719	43244.0309	760
13	XSHK3050.13O	WNQJ3050.13O	04:05:35	使用	固定				-27545.3030	-21268.0805	14070.2507	375
14	XSHK3050.13O	UNNY3050.13O	04:05:35	使用	固定				-57007.1124	-37769.5407	18594.2115	708
15	XSHK3050.13O	RCGF3050.13O	04:05:35	使用	固定				-84762.2220	-75450.3548	57793.2641	1273
16	XSHK3050.13O	PZGY3050.13O	04:05:35	使用	固定				-164131.2443	-128947.2173	80892.8711	2238
17	XSHK3050.13O	JXJJ3050.13O	04:05:35	使用	固定				-119075.5472	-95792.1257	63760.3375	1655
18	XSHK3050.13O	JJGH3050.13O	04:05:35	使用	固定				-115080.3722	-87518.1283	53814.3987	1542
19	XSHK3050.13O	HKGT3050.13O	04:05:35	使用	固定				-142407.6277	-109003.5351	66597.3957	1913
20	XSHK3050.13O	DCSS3050.13O	04:05:35	使用	固定				-166942.3722	-93579.0676	22936.0492	1927
21	XSHK3050.13O	DAJS3050.13O	04:05:35	使用	固定				-110112.5803	-67566.2668	25814.0882	1317
22	WNQK3050.13O	WNQJ3050.13O	04:05:36	使用	固定				14678.2737	24859.8697	-29173.7385	410

静态基线功能表

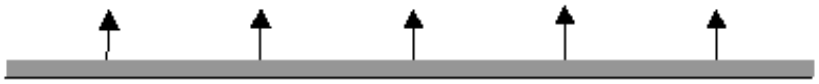
1）解算设置

a) 常用设置



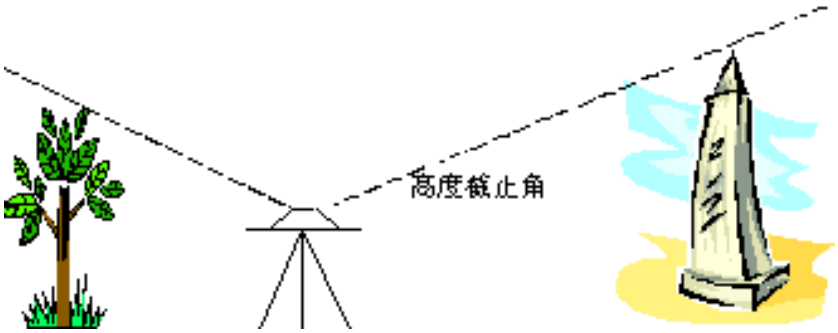
常用设置

- 数据采样间隔：就是在基线处理时，软件从原始观测数据中抽取数据的间隔。比如，两台仪器在作静态观测时，设置为每 5 秒采集一组数据，但在内业处理时，这么高密度的观测数据通常并不能显著提高基线的精度，反而会大大增加基线处理的时间。因此，为提高基线处理的速度，用户可适当增大数据处理的采样间隔。



采样间隔

- 高度截止角：默认 10 度，可自行编辑修改；高度截止角用来限制高度比较低的卫星数据，使其不参与基线解算。由于大气层对高度比较低的卫星信号的影响比较复杂，难以用模型进行改正，又由于高度比较低的信号容易受到如多路径、电磁波等各种因素的影响，因此，它们的信号质量通常也比较低。所以，在数据处理中，通常将它们剔除。如单从大气层折射的角度来看，对于短距离的观测，可以降低高度截止角；而对于长距离的观测，应该加大高度截止角，因为距离越短，大气折射影响越容易相互抵消。当然，高度截止角的设置要还要视观测站点周围的环境如何。在野外观测时，应根据卫星分布状况降低高度截止角，以采集尽量多的数据，方便处理。



高度截止角示意图

- 参考卫星：默认 AUTO 自动模式，可自行定义修改。由于双差观测值是单差观测值在卫星之间进行差分形成的，所以在组成双差观测值时，为了方便处理，软件采用选取参考卫星的方法。默认的设置是自动方式。这时，软件会选取观测数据最多、而且高度角较高的卫星作参考卫星。但由于观测条件的影响，这样的选择未必最合理，当参考卫星选取不当时，会影响基线处理结果。这时，就需要用户根据观测数据状况重设参考卫星。在重设参考卫星时，首先根据卫星预报、野外观测记录、前面基线处理的结果状况综合进行选择。如任意选择一颗根本没有观测到的卫星是没有意义的。

- 粗差容忍系数：默认 3.5，可自行定义修改。在数据处理的过程中，常常要将一些不合格的数据当作粗差剔除。当观测值偏离模型值超过（粗差容忍系数×RMS）时，就认为这组观测值为粗差。可见，这个系数太大或者太小都会影响观测数据剔除的标准。通常情况下，不需要修改这个参数。

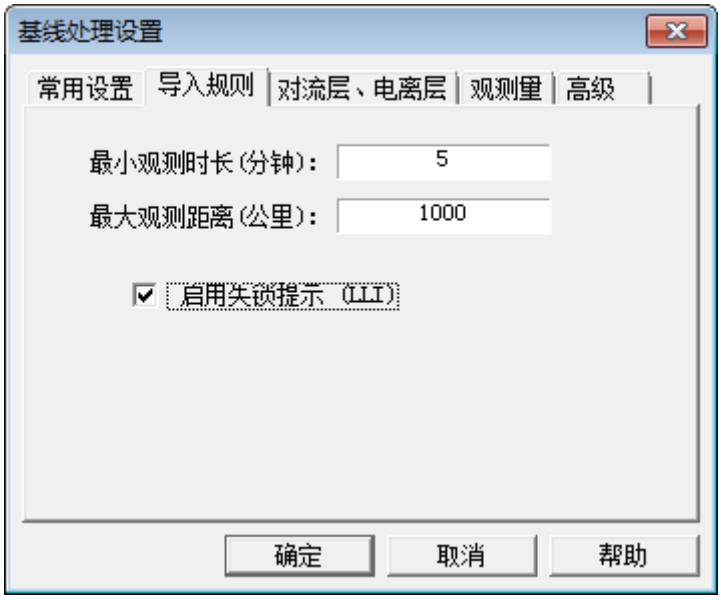
- 最小历元数：默认 5，可自行定义修改。在观测过程中，接收机必须观测到连续的载波相位，如一段数据连续出现周跳，则这一段数据的质量通常是很差的，常常影响基线处理的质量，因此，通常应该将其剔除。因此，在基线处理过程中，软件会将观测连续历元数不超过最小历元数的数据段剔除。

- 最大历元数：默认 9999，可自行定义修改。软件在基线处理时分配的内存有关。

- 警告比率：默认 3，可自行定义修改。软件在基线处理后自行检测当前整数解 Ratio 是否满足设置条件。

b) 导入规则

一般不需改动，默认即可。若基线距离超出 100km，需要相应的放宽距离限制。

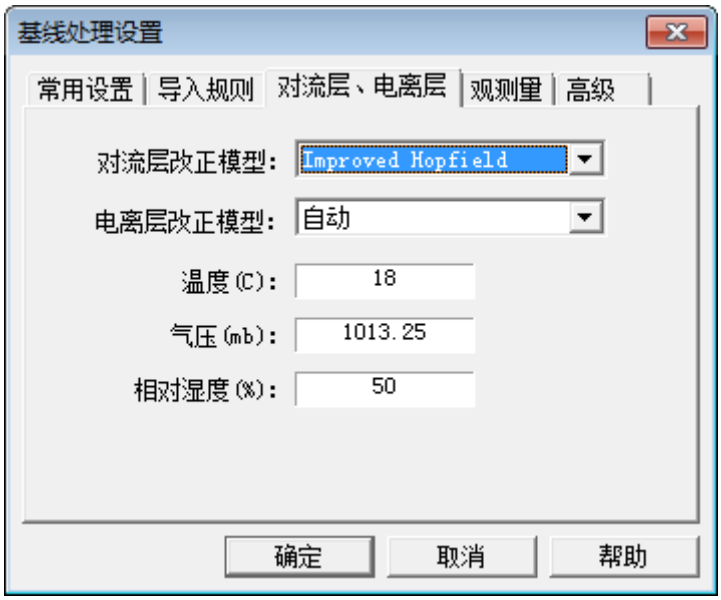


基线导入项设置

- 最小观测时长：默认 5 分钟，设定的基线生成最小时长值，当导入的文件观测时长小于 5 分钟则无法生成基线。
- 最大观测距离：默认 1000 公里，设定的基线生成最大距离，当导入的文件观测时长大于 1000 公里则无法生成基线。
- 启动失锁提示(LLI)默认打开，如果关闭情况下，当基线中无法满足解算设置要求时，会标注失锁。

c) 对流层、电离层设置

一般情况下不需要特别设置，默认设置即可。这是软件内部自行使用卡尔曼滤波器进行处理应用。



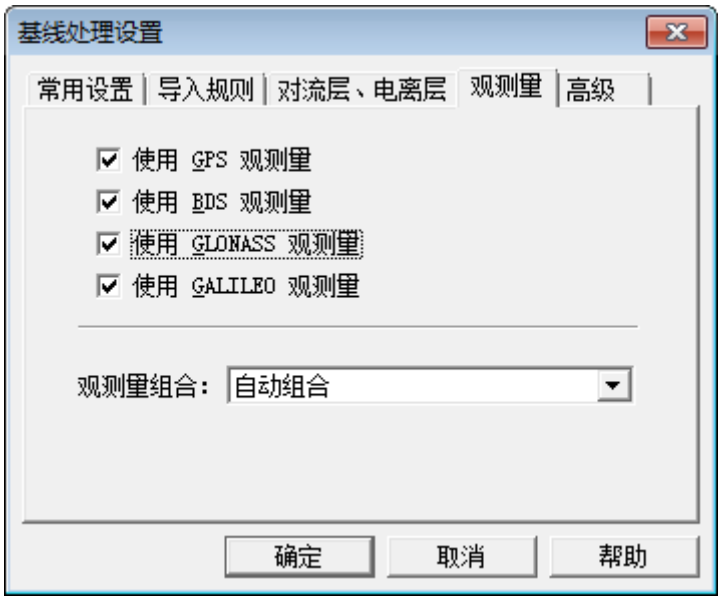
对流层、电离层设置

d) 观测量

可以选择参与解算的卫星系统及观测组合方案，北斗时差设置项默认。在通常情况下，不需要更改其内容。软件会自动根据观测数据的情况应用不同的模型进行解算。对于一些自动处理结果较差的数据，可以修改对话框中的“观测组合方案”多选框，选取不同的模型，进行多次解算，来获取一个最优解。观测数据各种组合的含义如下：

- 自动组合。软件根据观测数据的情况自动选取响应的模型。
- 单 GPS L1 或单北斗 B1。选择单频 L1 频点观测数据进行解算。
- 单 GPS L2 或单北斗 B2。选择单频 L2 频点观测数据进行解算。
- 单 GPS L5 或单北斗 B3。选择单频 L5 频点观测数据进行解算。
- 快速静态。基线较短时使用（一般基线长小于 10km）。
- M W 方法。基线较长时使用（一般基线长大于 25km）。
- I F 方法。消电离层参数组合，使用最多，中长基线时使用（一般基线长大于 10km，小于 25km）。
- 三频解算。使用三个频点观测数据进行解算。
- I P 方法。基线观测时间较短时使用（一般观测时长少于 10min）。

注意：上述各种组合不保证在满足相应条件时，一定是最优解。软件提供多种模型是在遇到解算结果较差数据时，用户能够借助不同的配置，去尝试能否获取更优的解。一般情况，用户不需要更改该设置，使用自动组合即可。



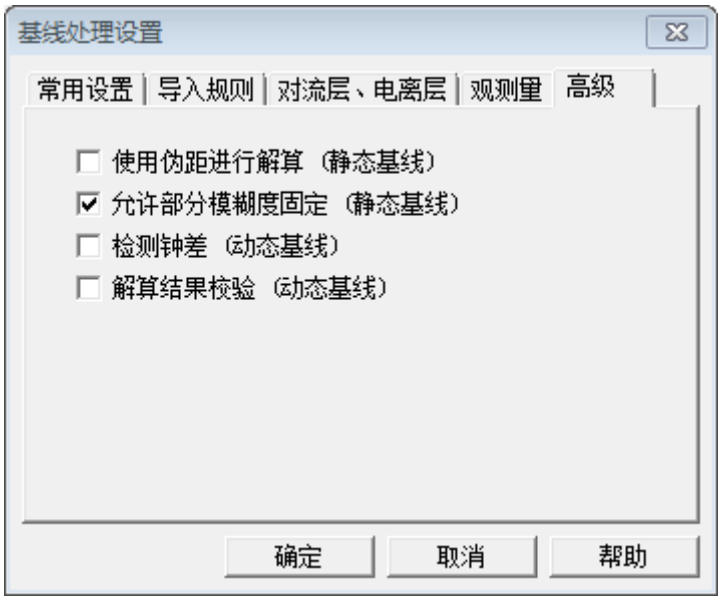
观测项设置

e) 高级

默认使用模糊度固定的静态解算的方式，可根据当前基线处理结果选择合适的解算方案。一般情况，此项参数更改的可能性很小。下面介绍一些特殊情况使用场景。

- 使用伪距进行解算。针对静态基线计算不好，且载波观测值可能异常的情况。
- 允许部分模糊度固定。对静态基线生效，默认开启，自适应较差数据，一般不作更改。
- 检测钟差。对动态基线生效。一般用于解算结果较差，大多数历元无法固定，为浮点解的情况，且数据含有较大钟差。钟差查看可参考章节 4.5.6 观测文件属性，一般钟差在 1E-7 秒这个数量级。因为检测钟差耗时较多，所以开启此参数一般会使基线解算时长扩大 2-3 倍。
- 解算结果校验。对动态基线生效。一般用于解算结果含飞点的情况。开启此参数会增加运算量，只在出现异常时选择使用。

注意：高级页面亦不保证在满足相应条件时，一定是最优解，只是提供用户更多的选择，去面对一些特殊的场景。



高级

2）基线属性

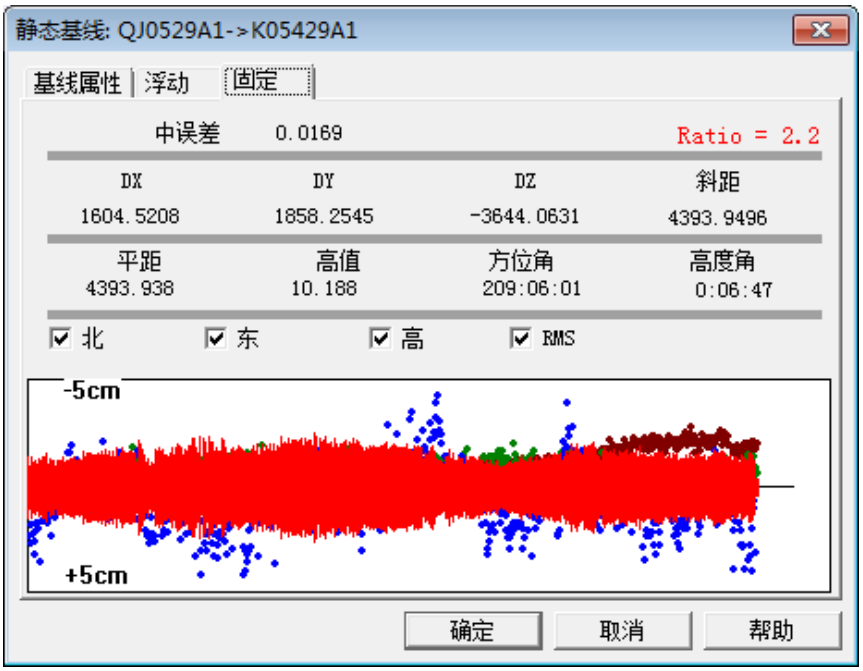
该页面显示了静态基线的基本信息以及网平差相关参数。通常情况，默认参数即可。若禁止该基线参与解算则将[参与基线处理及网平差]之前的“√”去掉

即可。此项勾选表示该基线参与解算及后面的平差工作。

如果基线解算完成，基线属性会增加解算情况，如下图浮动解和固定解页面。页面中包含中误差、Ratio 值、X 方向距离、Y 方向距离、Z 方向距离、斜距、平距、高差、方位角、高度角以及单历元固定误差图示。这些信息都会收录在基线报告中。



基本属性

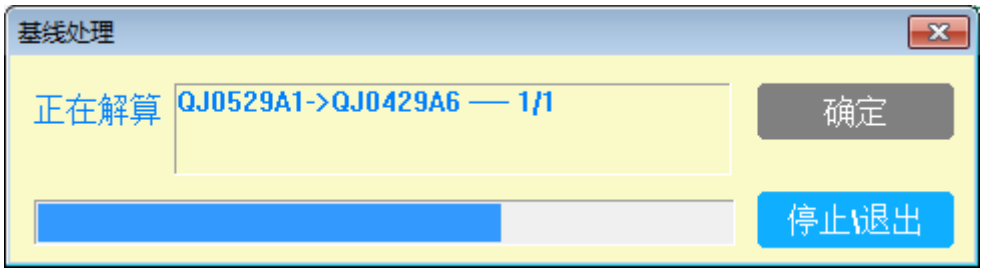


固定解情况

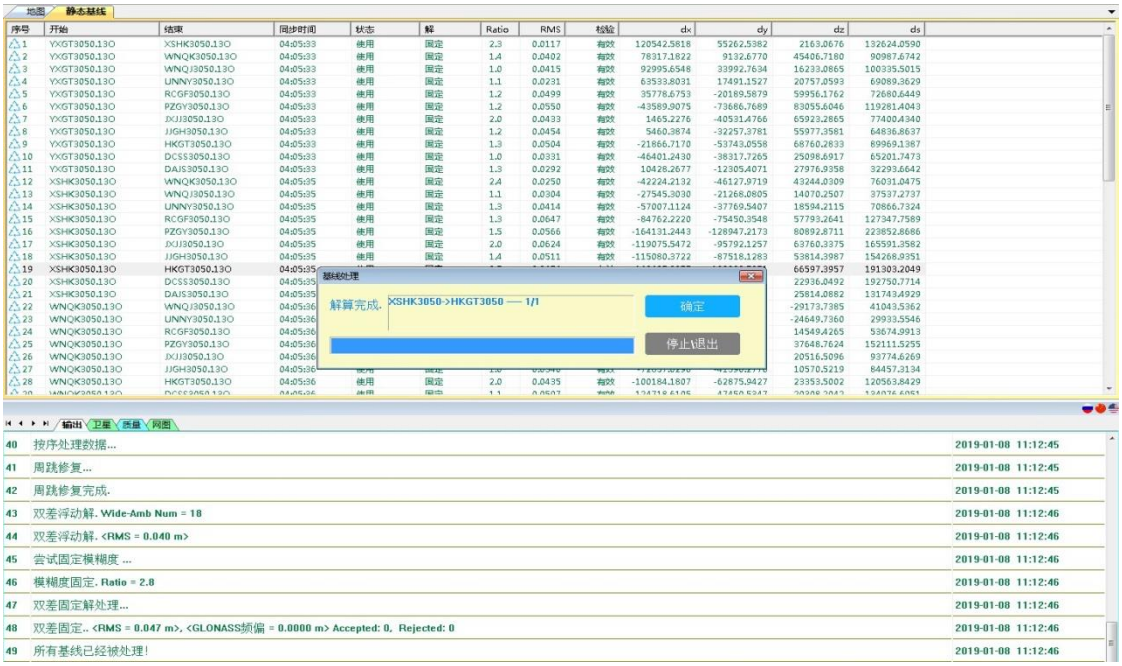
3）基线处理

对于基线处理，通常情况下，正常的数据都可以一次性处理通过，可通过基线列表查看解算后的基线信息，合格与否主要通过 Ratio、RMS 值来评估。Ratio>3，RMS 值越小越好。同时，也可通过卫星参与解算的情况以及残差情况来判别基

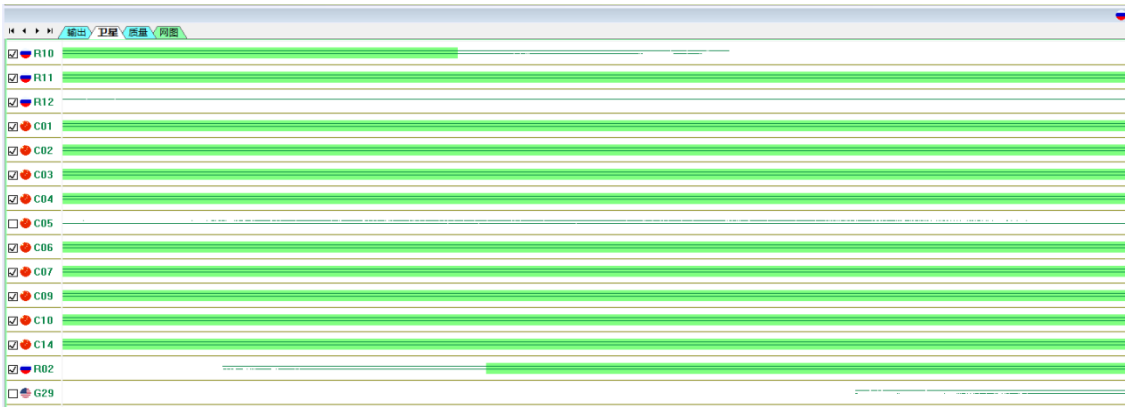
线解算的质量。参与解算数据完整，不中断，残差贴近 0 线波动，则解算质量较高。



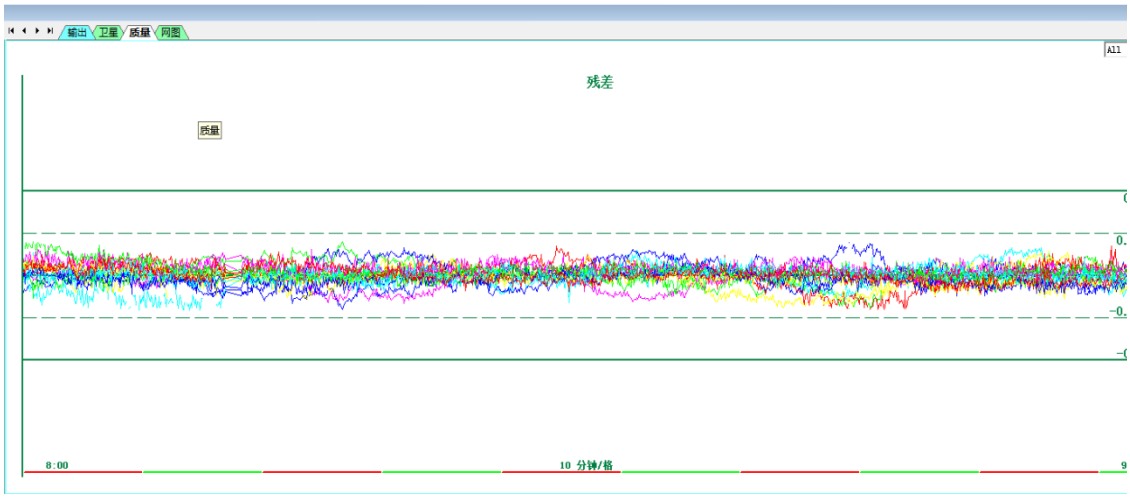
基线处理过程



基线处理完成



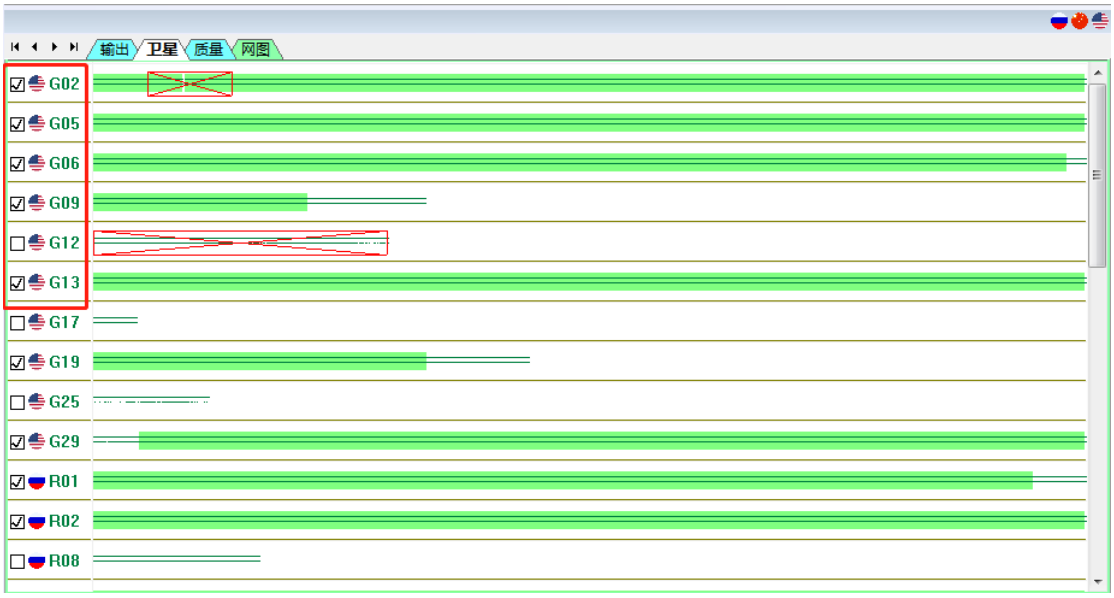
卫星数据



数据质量—残差

在基线处理中会发现某基线处理不合格的情况（Ratio<3），或 RMS 精度不满足测量规范时，这种情况下可能需要对基线反复处理，可使用的方法有如下几种：

- 调整基线处理设置的高度截止角、数据采样间隔参数重新处理。
- 调整基线处理设置的观测量选项，采用关闭 GPS 系统、BDS 系统、GLONASS 系统或使用单系统解算。
- 调整基线处理设置的观测量选项，采用不同的观测值组合解算。
- 根据基线卫星数据解算图，剔除中断较多的卫星数据或删除局部较差的时间段，重新解算（剔除方法可直接点击卫星前的选中按钮或用鼠标在质量图上框选，出现红叉表示删除成功），如下图。
- 核对基线起始文件和终点文件的初始解算坐标，防止坐标偏差过大（可和单点定位平均结果对比，参考 4.5.6 章节，观测文件属性）。



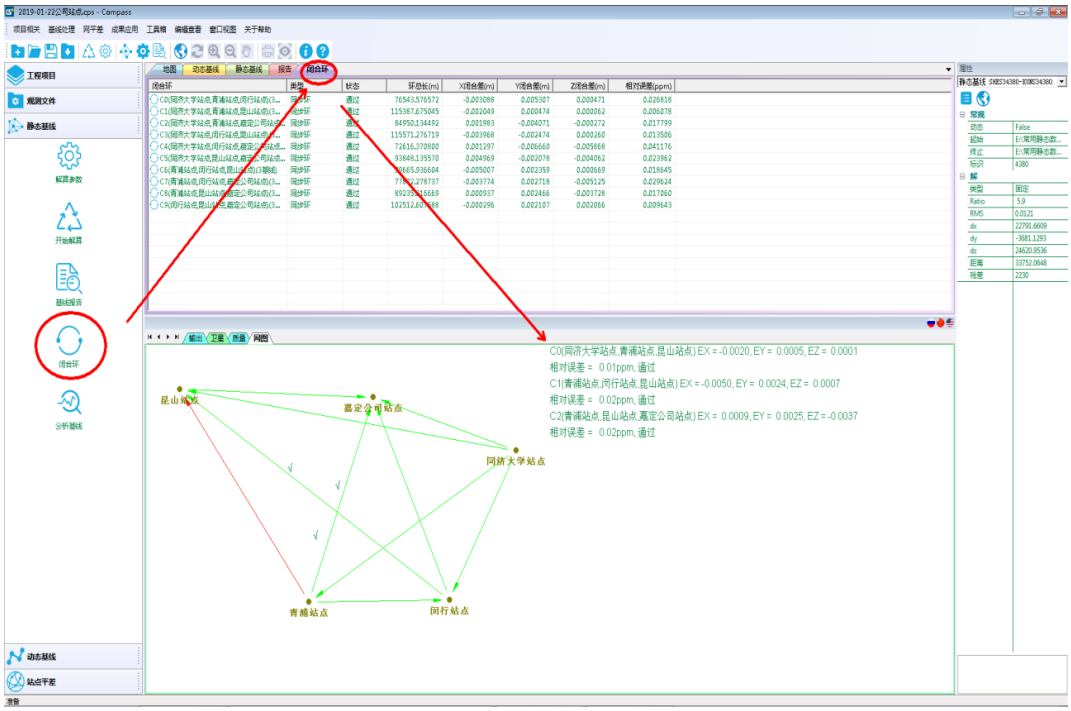
卫星数据—删除示例

经反复处理的基线如果还不能达到合格的解算结果，在不影响网形的情况下可以使这条基线不参与网平差或将其删除；若这条基线在控制网中是必不可少的话，就需要重新测量或联系我司技术支持人员，协助处理基线数据或重新进行数据采集。

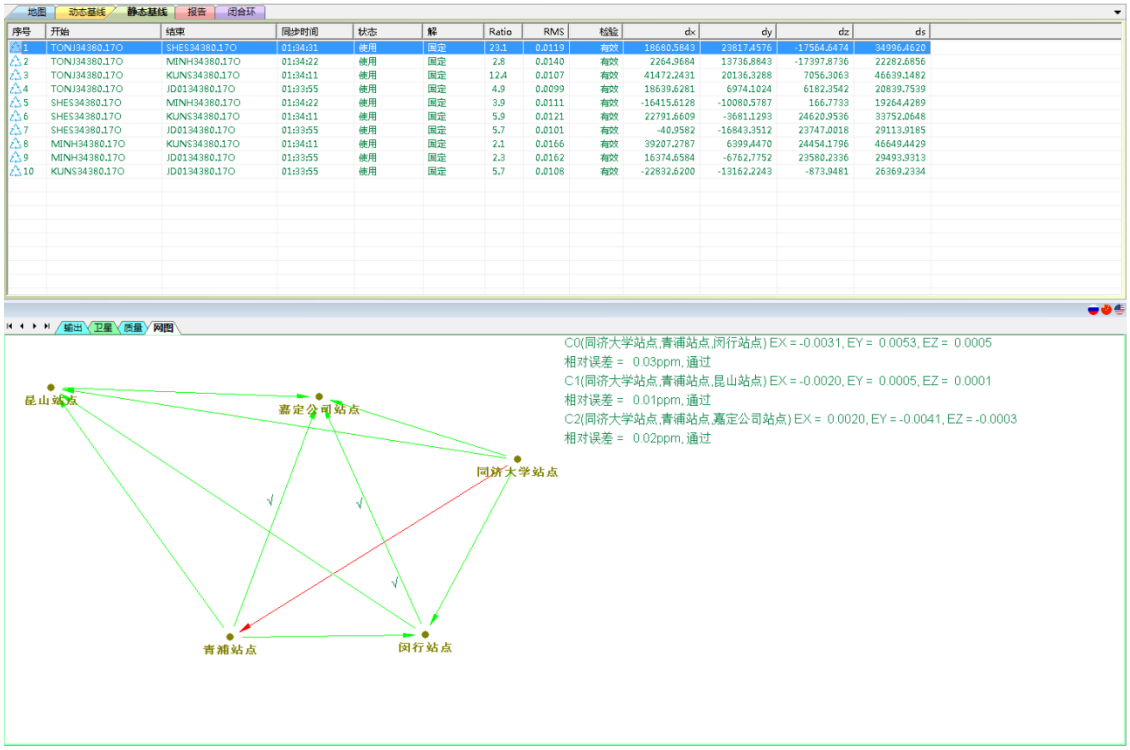
4）闭合环

闭合环的相关定义见附录 3：专业术语注释，这里不作介绍，只说明闭合环功能的用途。

选择一条基线查看—输出栏显示，点击网图，可实时查看当前网图闭合环情况；或直接点击执行[静态基线]→[闭合环]进入列表界面，如下图所示：



闭合环列表



闭合环图形

闭合环路检验是检测基线质量的有力方法，在所有基线解算完毕后，点击基线查看对应网图，如果由该基线所构成的闭合环中，有一个或多个检测通过的闭合环，则该基线解算质量合格，相反，如果该基线所构成的闭合环全部检测失败，则该基线解算结果是错误的。

闭合环严格来说按照当前设定的项目属性等级机制来判定，同时根据当前观

测数据处理情况，判断当前闭合环是否满足要求，完全通过才是最优解算方式。后续的网平差工作亦要在闭合环检测通过的情况下进行，才可确保最终结果的精度。

闭合环页面菜单支持的功能有：搜索闭合环、环检测设置、闭合环报告和清除闭合环。这里只对环检测设置、闭合环报告作介绍。

环检测设置如下图所示，可设置展示闭合环的内容：同步环、异步环、重复基线。报告格式：HTML、TXT。环检测阈值：最小 PPM、最小闭合环差、闭合环节点数。通常情况下，该页面参数不需要再设置，除非需要提供环报告，可根据实际要求指标，调整报告内容和检测阈值。

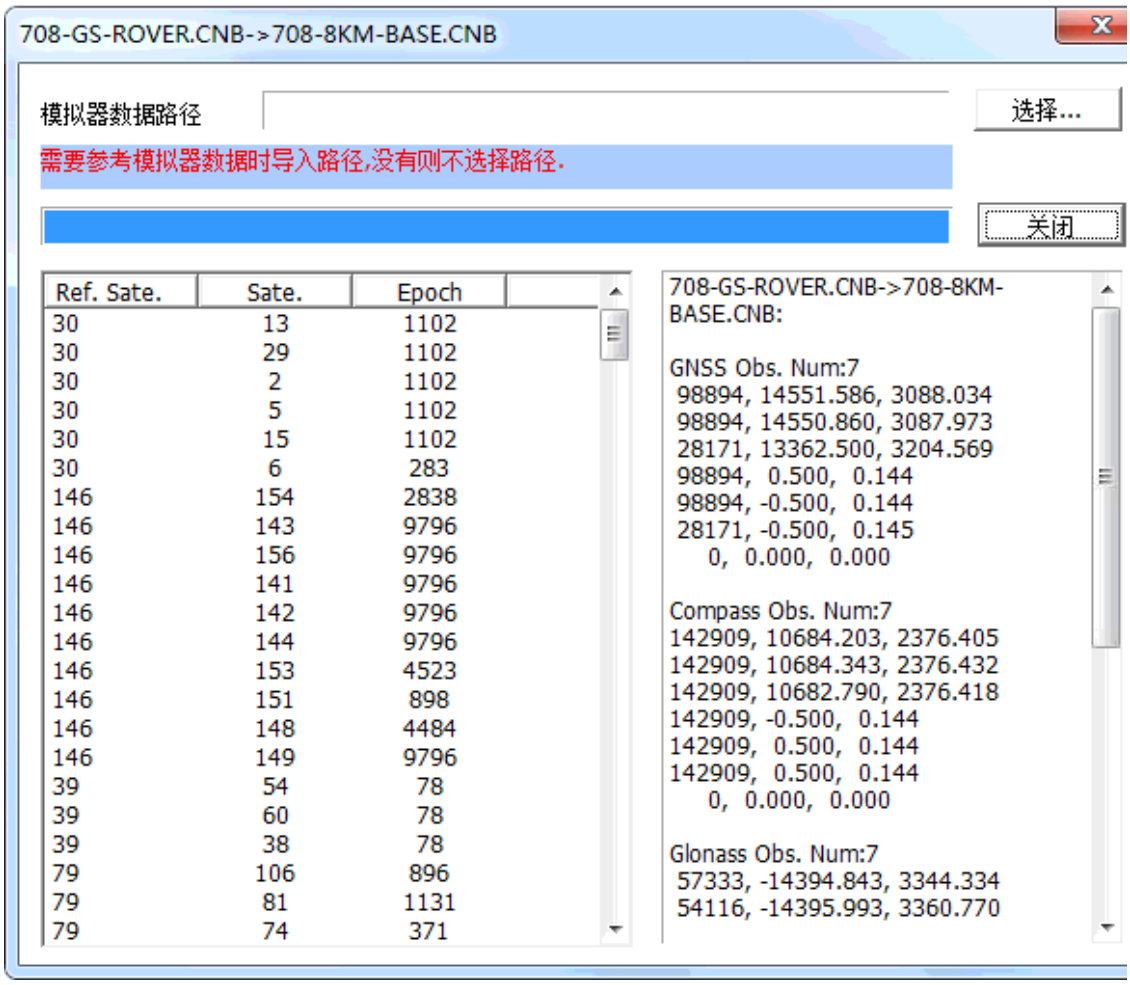


环检测设置

闭合环报告内容包含项目属性、基线、闭合环、闭合环总结四个部分。详细说明见后续章节。

5）基线分析

基线分析主要作用：分析静态零基线的载波伪距精度，通常用于检测接收机所出原始数据的可靠性。通常标准阈值载波为 0.005c，伪距为 0.1m。右击基线进行基线分析，基线报告路径：..Report\Static Baseline。

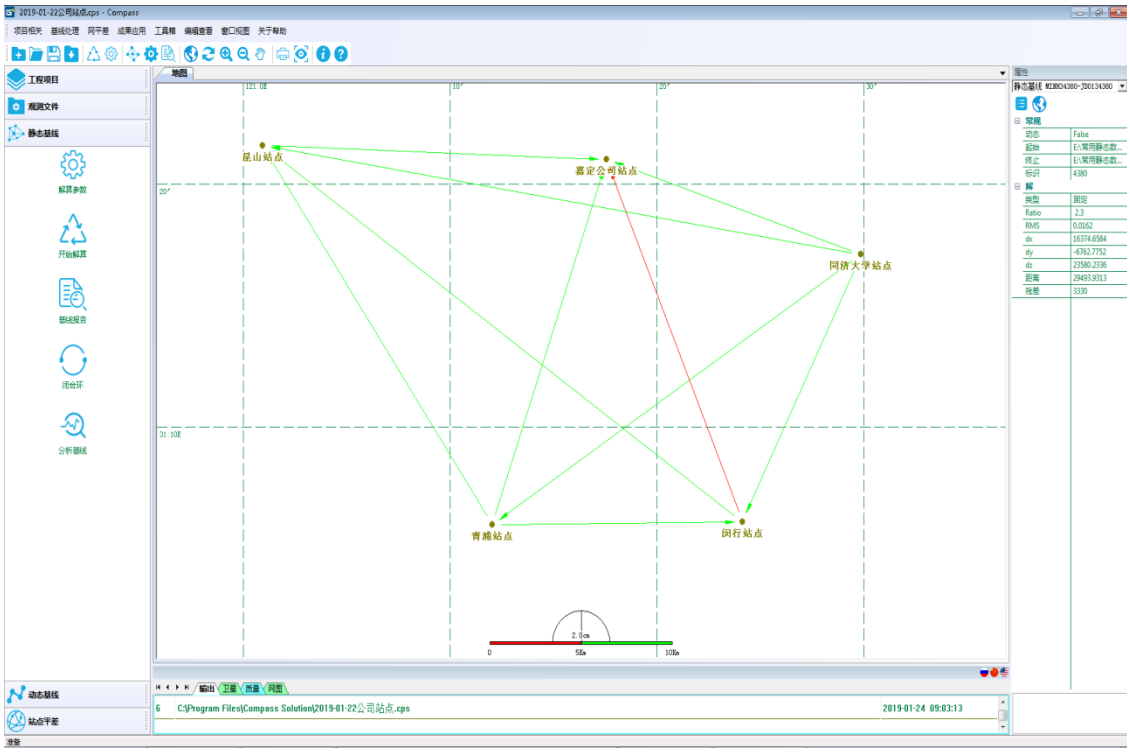


基线分析

注明：基线分析功能只对静态零基线才有意义。

6）地图

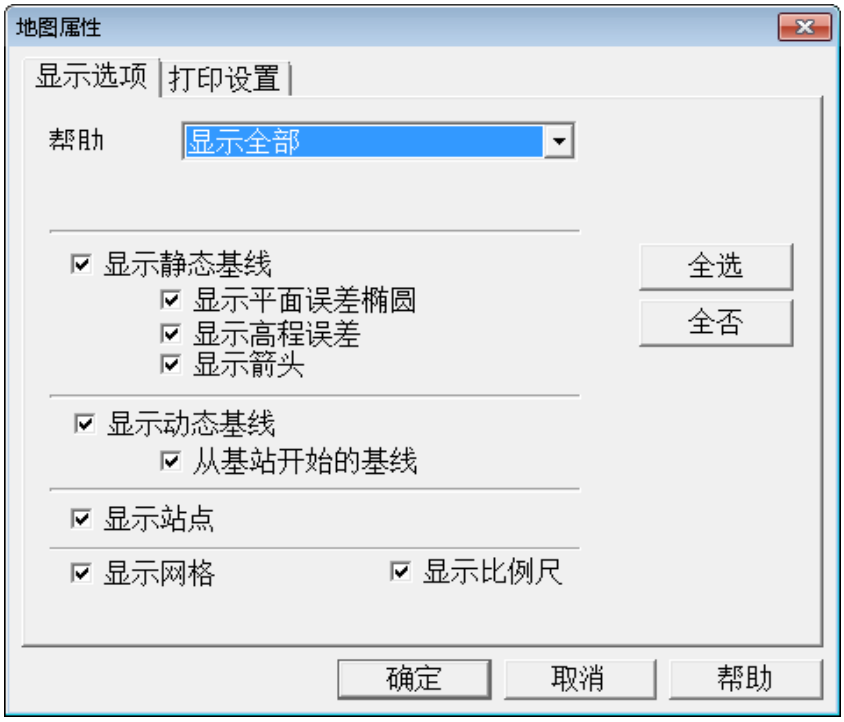
查看地图，执行菜单栏[窗口视图]→[地图]或者点击快捷图标，如下图所示：



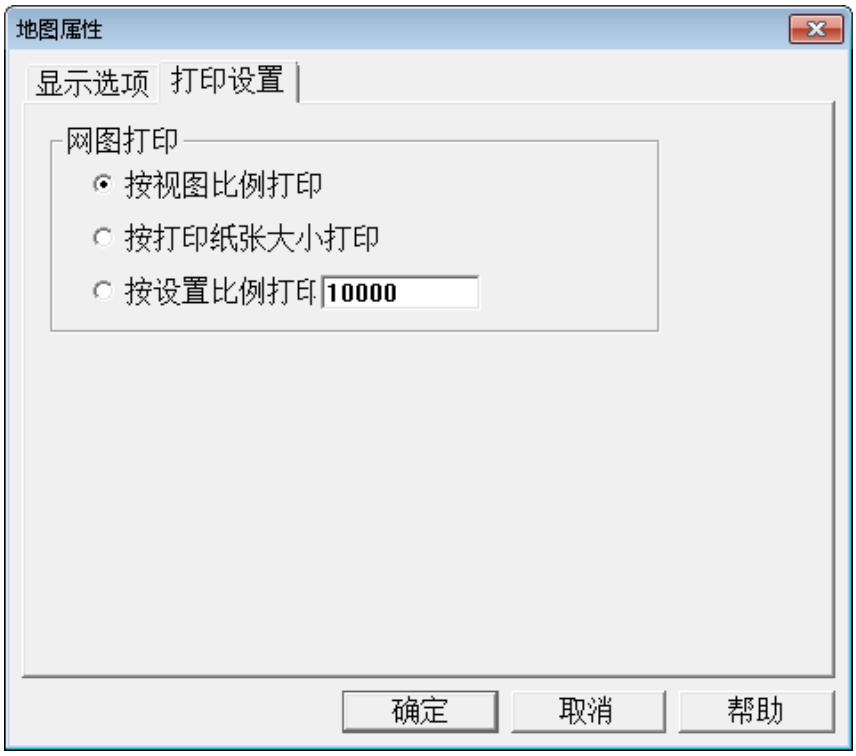
地图

- 蓝色基线：未解算。
- 绿色基线：已解算。
- 红色基线：已选中。
- 灰色基线：不参与平差。

选中一条基线后，右键可进行其它功能操作，详细如下：右键进行基线属性信息查看以及缩放图形、缩放误差椭圆、刷新、删除、导出 DXF、打印配置等操作。


地图属性
显示选项
打印设置
帮助
显示全部
显示静态基线
显示平面误差椭圆
显示高程误差
显示箭头
显示动态基线
从基站开始的基线
显示站点
显示网格
显示比例尺
全选
全否
确定
取消
帮助

网图选项

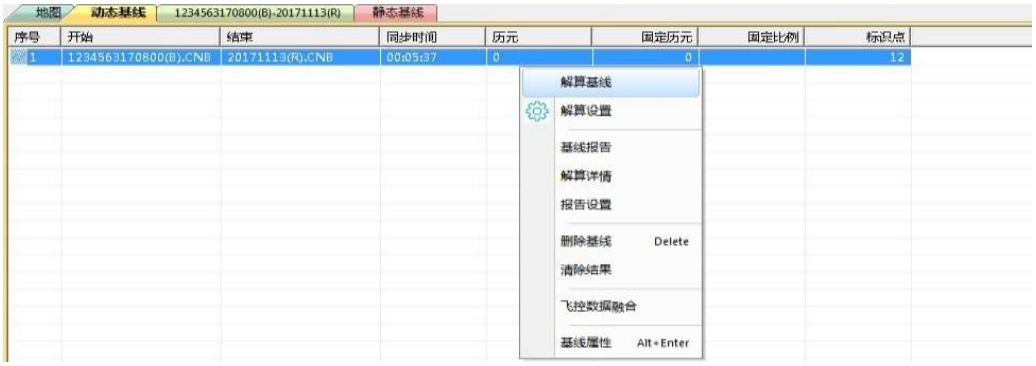

地图属性
显示选项
打印设置
网图打印
按视图比例打印
按打印纸张大小打印
按设置比例打印
10000
确定
取消
帮助

网图打印设置

2.1.4.2 动态解算

动态基线解算，是利用载波相位进行事后差分的 GNSS 定位技术，后处理解算精度达到厘米级。不需要数据通讯，作业半径达到 300km 以上。支持单系统、多系统联合解算。CS 不仅能够处理常规动态模式的数据，如跑车数据，还能处理 PPK 测量数据、飞控 Event 数据等。

动态基线解算功能包含解算基线、解算设置、基线报告、解算详情、报告设置、删除基线、清除结果、飞控数据融合等，如下图所示。因解算设置在以上章节中已经作了相关描述和解释，基线报告在章节成果输出介绍，所以本节只对以下内容加以介绍：

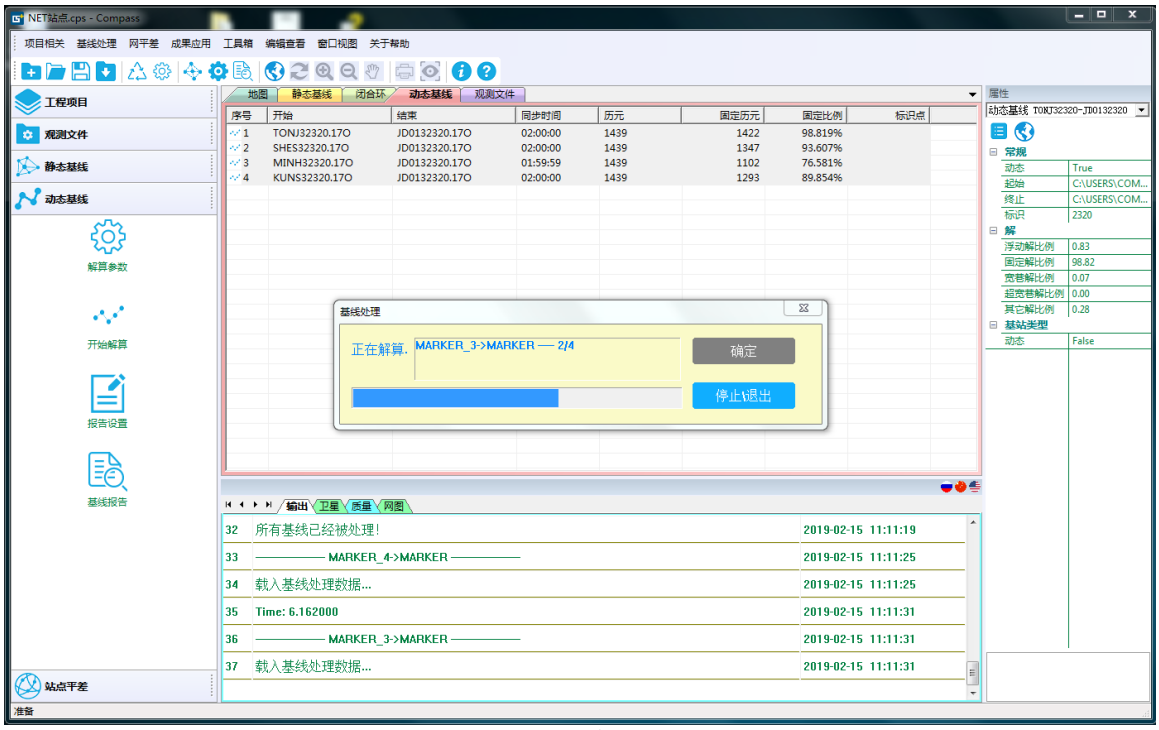


动态基线处理

1）解算基线

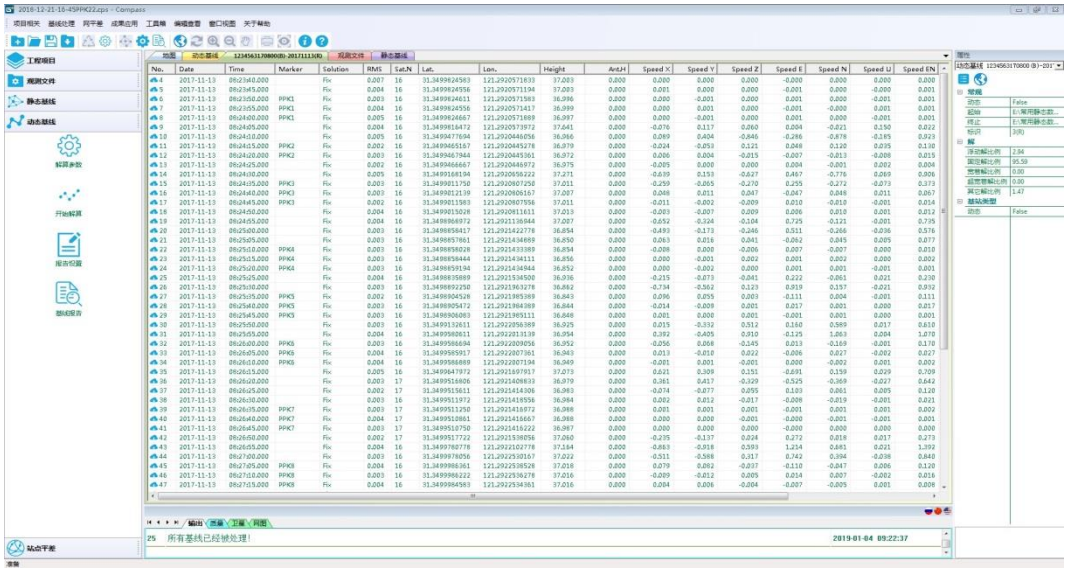
动态基线页面展示的信息有序号、开始、结束、同步时间、历元、固定历元、固定比例和标试点。其中历元为参与解算的历元总数，固定历元为本次解算结果为固定解的历元个数，固定比例为两者相除结果，标试点为 PPK 测量或 Event 数据中带特殊标记的历元，普通动态数据没有此项。

选择一条或多条要解算的基线，“右击”→[解算基线]进行解算，弹出进度条，待解算完成后显示栏提示解算完成表示解算完成。基线显示固定解百分比及历元信息。



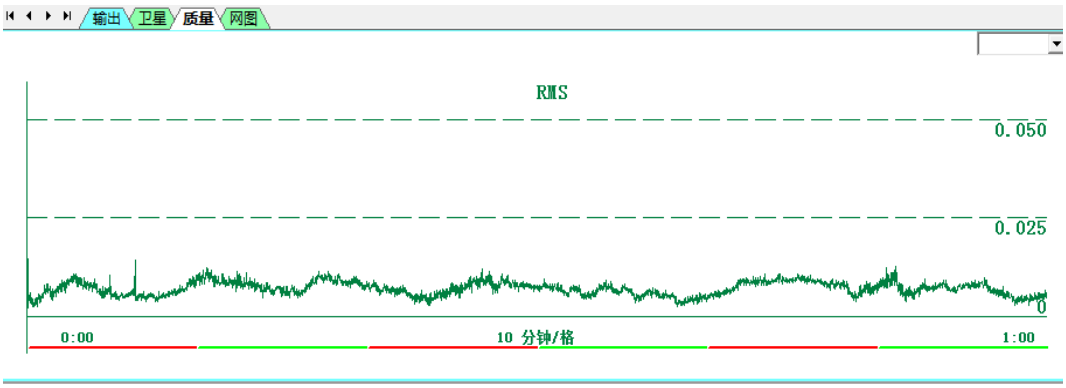
处理过程

选择解算完成的基线，双击或通过菜单[解算详情]，可查看每一个历元的详细解算结果，如下图所示：



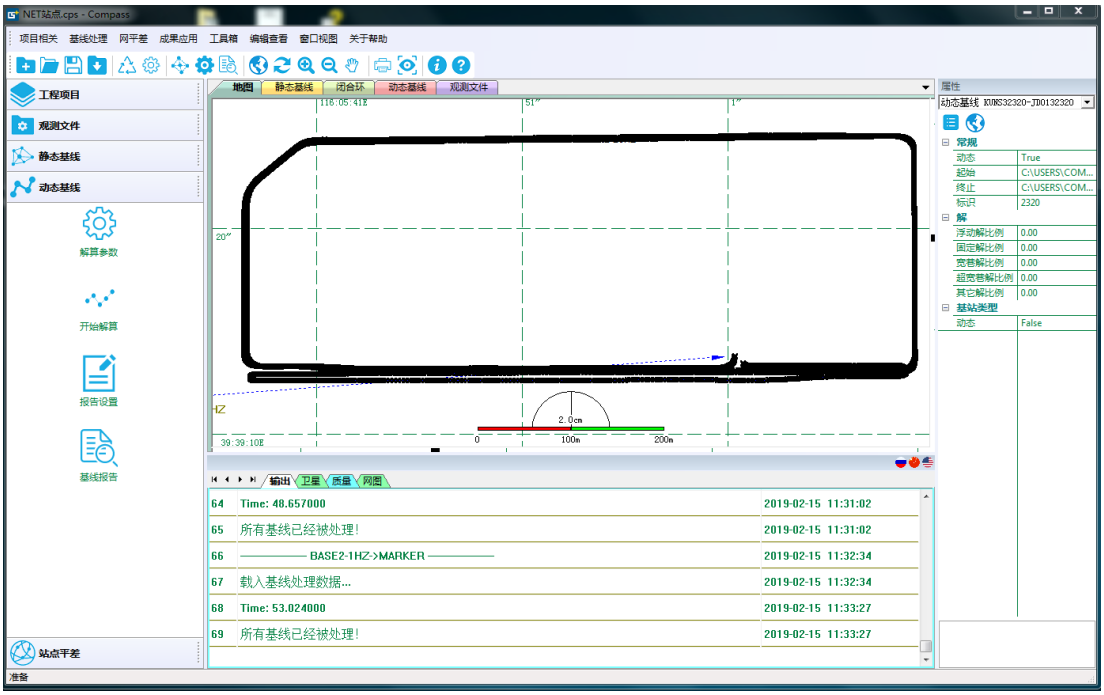
动态解算详细结果

解算完成的动态基线，点击输出栏质量，可查看解算质量图，统计数值为 RMS，此值越偏向 0 线则表示解算质量较高，精度好，如下图所示：



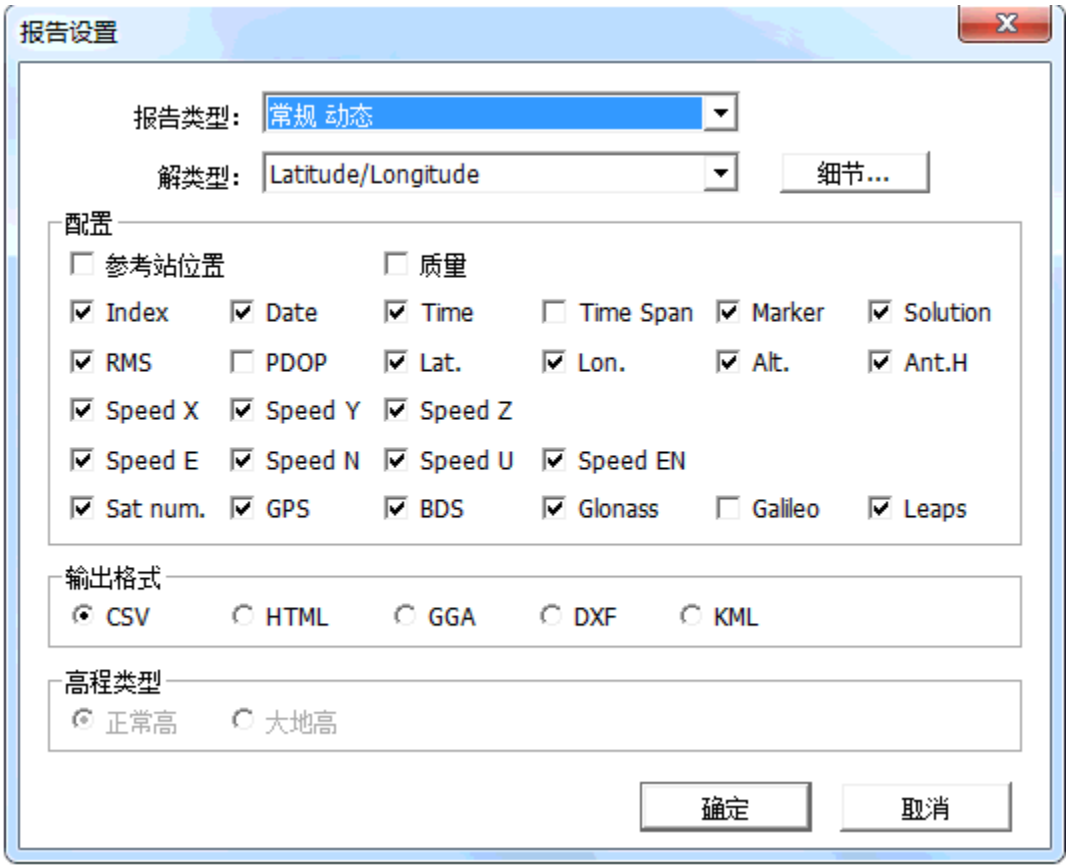
动态基线质量图

解算完成的动态基线，也可以在地图页面查看其轨迹示例图，如下图所示：



动态解算轨迹

2）报告设置



报告设置

在报告设置页面，可设置报告类型、解类型、配置、输出格式、高程类型等，下面加以介绍。

- 报告类型：分常规动态、PPK[走&停]、飞控数据[Event]。常规动态输出所有历元的解，PPK 和飞控选项仅在报告中输出 PPK 历元解和 Event 历元解。
- 解类型：有 WGS84 经纬度、当地平面、相对平距、相对距离四个选项，定义输出报告的坐标格式。
- 配置：配置报告的具体内容，通过勾选和取消设置需要的信息。
- 输出格式：支持 CSV、HTML、DXF、KML、GGA。
- 高程类型：正高、大地高。（仅对 Evnet 数据生效，与飞控数据融合相关）

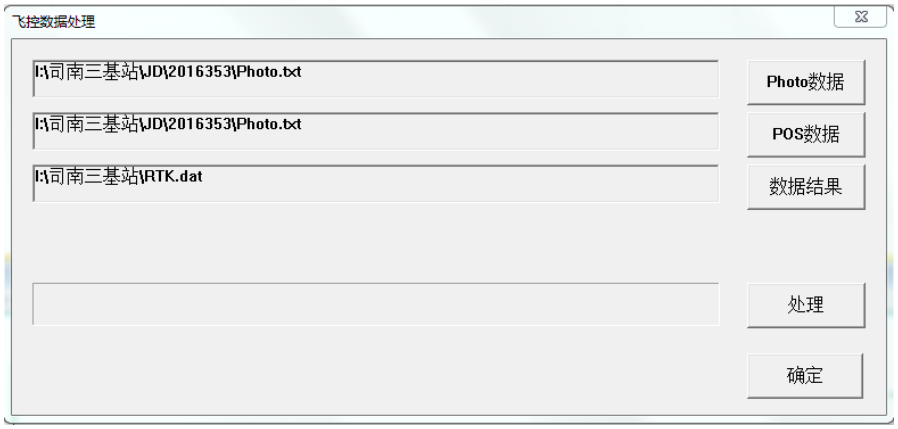
解类型支持细节设置，主要可设置输出解类型（出固定解之外其他解），显示内容以及过滤类型。如下图所示：



解算类型设置

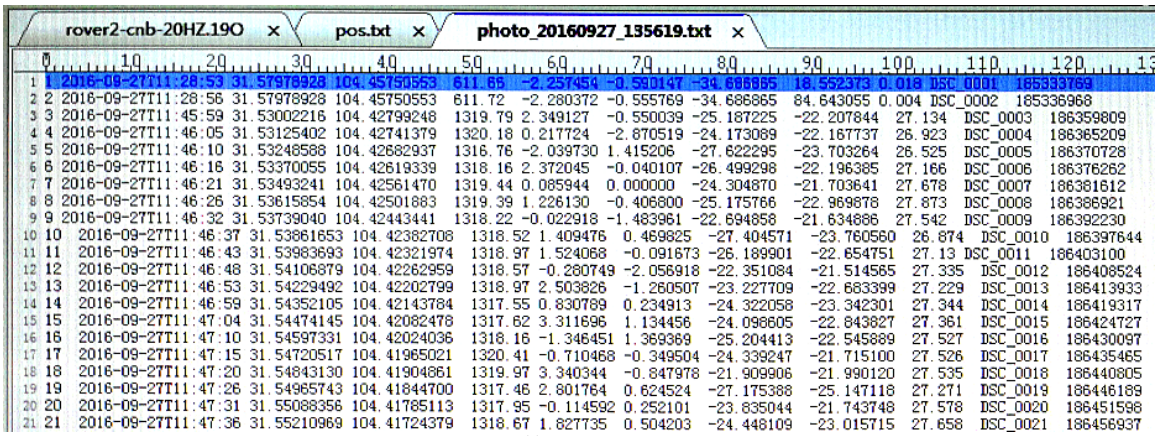
3）飞控数据融合

飞控数据融合功能仅对 Event 数据生效，启用该功能之前，需要导出已处理动态基线的报告，且报告类型设定为飞控数据[Event]。此时导出的报告就是下图需要的高精度 Pos 数据。选择动态基线，“右击”→[飞控数据融合]。如下图所示：



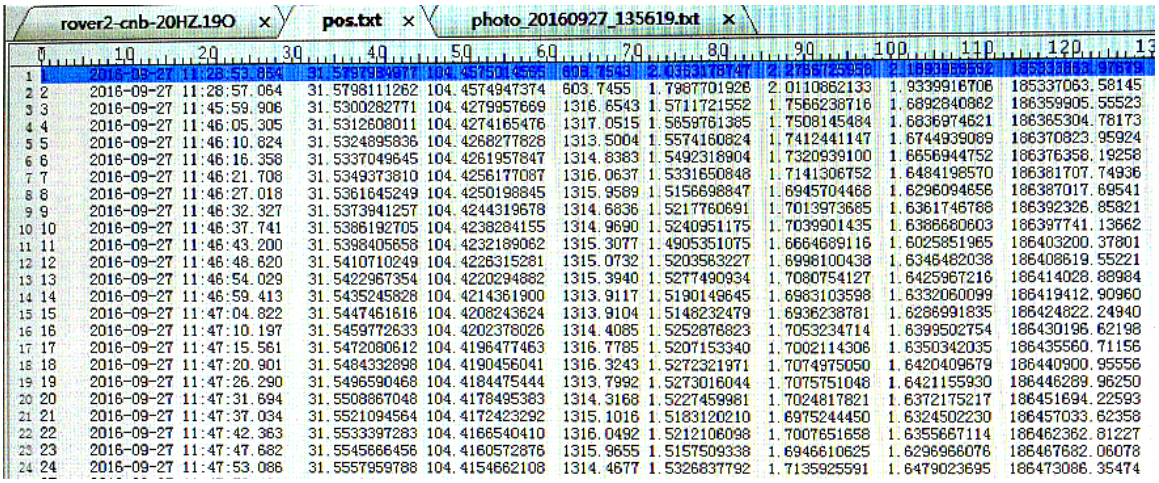
飞控数据融合

Photo 数据主要包含内容如下图所示，含时间、位置、照片编号、照片名等信息。Pos 数据主要包含时间、位置、RMS、GPS 秒等信息。如下图所示：



1	1	2016-09-27T11:28:53	31.57978928	104.45750553	611.65	-2.257454	-0.550147	-34.686865	18.552373	0.018	DSC_0001	185383769		
2	2	2016-09-27T11:28:56	31.57978928	104.45750553	611.72	-2.280372	-0.555769	-34.686865	84.643055	0.004	DSC_0002	185336968		
3	3	2016-09-27T11:45:59	31.53002216	104.42799248	1319.79	2.349127	-0.550039	-25.187225	-22.207844	27.134	DSC_0003	186359809		
4	4	2016-09-27T11:46:05	31.53125402	104.42741379	1320.18	0.217724	-2.870519	-24.173089	-22.167737	26.923	DSC_0004	186365209		
5	5	2016-09-27T11:46:10	31.53248588	104.42682937	1316.76	-2.039730	1.415206	-27.622295	-23.703264	26.525	DSC_0005	186370728		
6	6	2016-09-27T11:46:16	31.53370055	104.42619339	1318.16	2.372045	-0.040107	-26.499298	-22.196385	27.166	DSC_0006	186376262		
7	7	2016-09-27T11:46:21	31.53493241	104.42561470	1319.44	0.085944	0.000000	-24.304870	-21.703641	27.678	DSC_0007	186381612		
8	8	2016-09-27T11:46:26	31.53615854	104.42501883	1319.39	1.226130	-0.406800	-25.175766	-22.969878	27.873	DSC_0008	186386921		
9	9	2016-09-27T11:46:32	31.53739040	104.42443441	1318.22	-0.022918	-1.483961	-22.694858	-21.634886	27.542	DSC_0009	186392230		
10	10	2016-09-27T11:46:37	31.53861653	104.42382708	1318.52	1.409476	0.469825	-27.404571	-23.760560	26.874	DSC_0010	186397644		
11	11	2016-09-27T11:46:43	31.53983693	104.42321974	1318.97	1.524068	-0.091673	-26.189901	-22.654751	27.13	DSC_0011	186403100		
12	12	2016-09-27T11:46:48	31.54106879	104.42262959	1318.57	-0.280749	-2.056918	-22.351084	-21.514565	27.335	DSC_0012	186408524		
13	13	2016-09-27T11:46:53	31.54229492	104.42202799	1318.97	2.503826	-1.260507	-23.227709	-22.683399	27.229	DSC_0013	186413933		
14	14	2016-09-27T11:46:59	31.54352105	104.42143784	1317.55	0.830789	0.234913	-24.322058	-23.342301	27.344	DSC_0014	186419317		
15	15	2016-09-27T11:47:04	31.54474145	104.42082478	1317.62	3.311696	1.134456	-24.098605	-22.843827	27.361	DSC_0015	186424727		
16	16	2016-09-27T11:47:10	31.54597331	104.42024036	1318.16	-1.346451	1.369369	-25.204413	-22.545889	27.527	DSC_0016	186430097		
17	17	2016-09-27T11:47:15	31.54720517	104.41965021	1320.41	-0.710468	-0.349504	-24.339247	-21.715100	27.526	DSC_0017	186435465		
18	18	2016-09-27T11:47:20	31.54843130	104.41904861	1319.97	3.340344	-0.847978	-21.909906	-21.990120	27.535	DSC_0018	186440805		
19	19	2016-09-27T11:47:26	31.54965743	104.41844700	1317.46	2.801764	0.624524	-27.175388	-25.147118	27.271	DSC_0019	186446189		
20	20	2016-09-27T11:47:31	31.55088356	104.41785113	1317.95	-0.114592	0.252101	-23.835044	-21.743748	27.578	DSC_0020	186451598		
21	21	2016-09-27T11:47:36	31.55210969	104.41724379	1318.67	1.827735	0.504203	-24.448109	-23.015715	27.658	DSC_0021	186456937		

Photo 数据



1	1	2016-09-27 11:28:53.854	31.5797928977	104.4575045535	608.7563	2.0353178147	2.2787825456	2.1893196592	185383863.97619	
2	2	2016-09-27 11:28:57.064	31.5798111262	104.4574947374	603.7455	1.7987701926	2.0110862133	1.9399916706	185337063.58145	
3	3	2016-09-27 11:45:59.906	31.5300282771	104.4279957669	1316.6543	1.5711721552	1.7566238716	1.6892840862	186359905.55523	
4	4	2016-09-27 11:46:05.305	31.5312608011	104.4274165476	1317.0515	1.5659761385	1.7508145484	1.6836974621	186365304.78173	
5	5	2016-09-27 11:46:10.824	31.5324895836	104.4268277828	1313.5004	1.5574160824	1.7412441147	1.6744939089	186370823.95924	
6	6	2016-09-27 11:46:16.358	31.5337049645	104.4261957847	1314.8383	1.5492316904	1.7320939100	1.6656944752	186376358.19258	
7	7	2016-09-27 11:46:21.708	31.5349373810	104.4256177087	1316.0637	1.5331650848	1.7141306752	1.6484198570	186381707.74936	
8	8	2016-09-27 11:46:27.018	31.5361645249	104.4250198845	1315.9589	1.5156698847	1.6945704468	1.6296094656	186387017.69541	
9	9	2016-09-27 11:46:32.327	31.5373941257	104.4244319678	1314.6836	1.5217760691	1.7013973685	1.6361746788	186392326.85821	
10	10	2016-09-27 11:46:37.741	31.5386192705	104.4238284155	1314.9690	1.5240951175	1.7039901435	1.6386680603	186397741.13662	
11	11	2016-09-27 11:46:43.200	31.5398405658	104.4232189062	1315.3077	1.4905351075	1.6664689116	1.6025851965	186403200.37801	
12	12	2016-09-27 11:46:48.620	31.5410710249	104.4226315281	1315.0732	1.5203583227	1.6998100438	1.6346482038	186408619.55221	
13	13	2016-09-27 11:46:54.029	31.5422967354	104.4220294882	1315.3940	1.5277490934	1.7080754127	1.6425967216	186414028.88984	
14	14	2016-09-27 11:46:59.413	31.5435245828	104.4214361900	1313.9117	1.5190149645	1.6983103598	1.6332060099	186419412.90960	
15	15	2016-09-27 11:47:04.822	31.5447461616	104.4208243624	1313.9104	1.5148232479	1.6936238781	1.6286991835	186424822.24940	
16	16	2016-09-27 11:47:10.197	31.5459772633	104.4202378026	1314.4085	1.5252878823	1.7053234714	1.6399502754	186430196.62198	
17	17	2016-09-27 11:47:15.561	31.5472080612	104.4196477463	1316.7785	1.5207153340	1.7002114306	1.6350342035	186435560.71156	
18	18	2016-09-27 11:47:20.901	31.5484332898	104.4190456041	1316.3243	1.5272321971	1.7074975050	1.6420409679	186440900.95556	
19	19	2016-09-27 11:47:26.290	31.5496590468	104.4184475444	1313.7992	1.5273016044	1.7075751048	1.6421155930	186446289.96250	
20	20	2016-09-27 11:47:31.694	31.5508867048	104.4178495383	1314.3168	1.5227459981	1.7024817821	1.6372175217	186451694.22593	
21	21	2016-09-27 11:47:37.034	31.5521094564	104.4172423292	1315.1016	1.5183120210	1.6975244450	1.6324502230	186457033.62358	
22	22	2016-09-27 11:47:42.363	31.5533397283	104.4166540410	1316.0492	1.5212106098	1.7007651658	1.6355667114	186462362.81227	
23	23	2016-09-27 11:47:47.682	31.5545666456	104.4160572876	1315.9655	1.5157509338	1.6946610625	1.6296966076	186467682.06078	
24	24	2016-09-27 11:47:53.086	31.5557959788	104.4154662108	1314.4677	1.5326837792	1.7135925591	1.6479023695	186473086.35474	

Pos 数据

飞控数据融合功能主要是实现将后处理软件解算出来的高精度历元结果 Pos 文件与无人机自身记录的 Photo 数据相融合。以高精度的后处理 RTK 固定解坐标替换 Photo 中低精度坐标，同时按照后续专业飞控数据图像处理软件的需求，拼接有用的信息，输出到结果文件中。其中对齐方式就是 Photo 数据、Pos 数据的每个历元的时间戳。

2.1.5 站点平差（网平差）

平差目的就在于消除测量中存在的误差而求得观测量的最可靠的结果，并评定测量成果的精度。

首先执行检查网图，检查基线网是否连通。检验完成后，执行菜单栏[网平差]弹出如下对话框，选择[网平差设置]进行详细平差设置。



网平差

2.1.5.1 平差参数

1）平差设置

对平差前设置项，一种平差前质量限差设置。

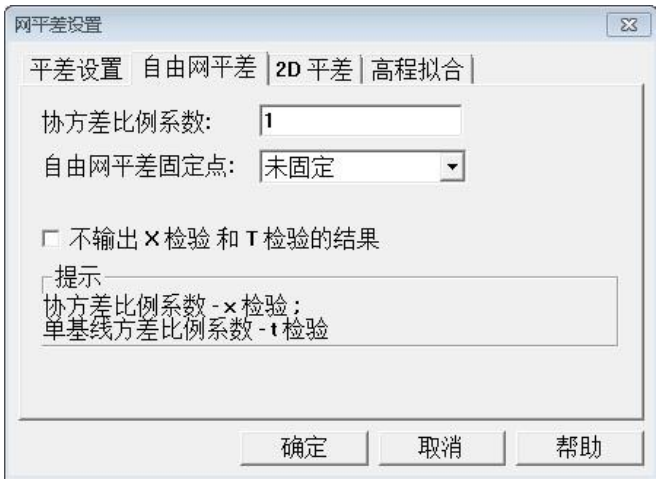


平差设置

- 3D：三维平差设置
- 2D：二维平差设置
- 高程拟合：水准高程拟合

- 置信度：平差后对 GNSS 观测网符合单位权中误差满足情况的一种评价方式。
- 具体置信度解释请见：附录专业术语注释。
- 中央子午线：当前项目观测文件所属的经度或甲方提供的坐标系参数之一。
- 清除历史结果：表示进行平差后清除之前平差结果。

2）自由网平差设置

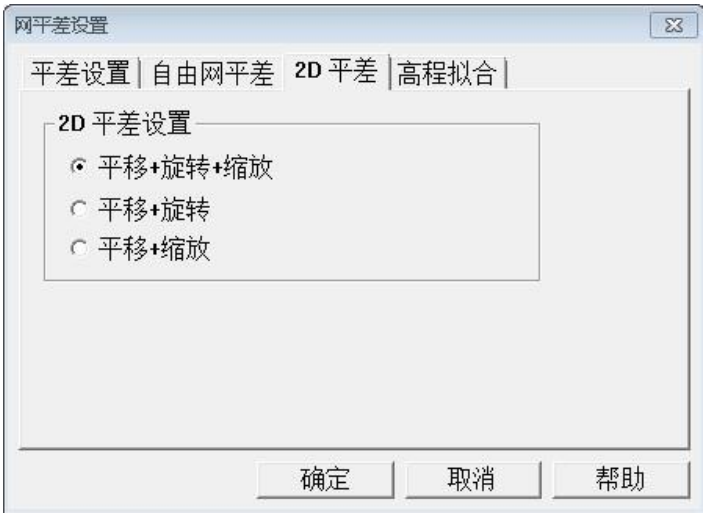


自由网平差设置

- 协方差比例系数：默认为 1，可自定义。
- 自由网平差固定点：默认未固定，可根据当前观测站点固定约束。
- 不输出 X 和 T 检验结果：则报告中不输出 X 和 T 的检验报告。

3）2D 平差参数设置

在二维平差设置时，默认的选择为平移、旋转、缩放。除非特殊情况，建议用户选择此默认选项。

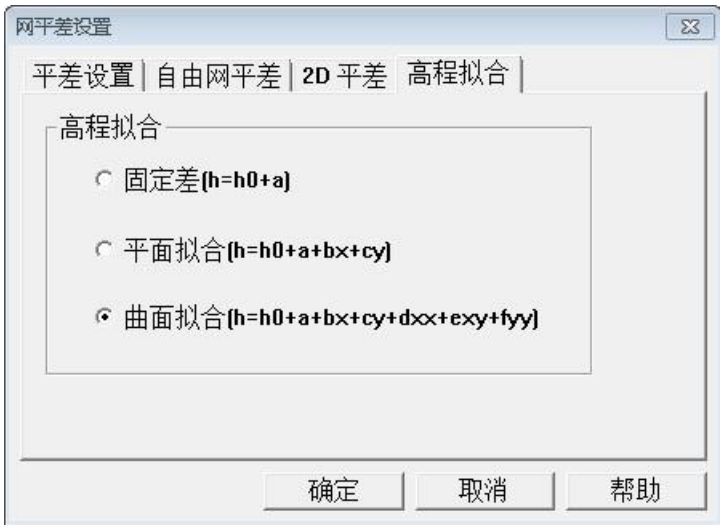


二维平差设置

- 平移、旋转、缩放：七参数相关内容(三个方向平移、三个方向旋转、1 个比例尺)。
- 平移+旋转：三个方向平移+三个方向旋转。
- 平移+缩放：三个方向旋转+1 个比例尺。

4）高程拟合

在高程拟合方案[Height Fitting]中，可以对这几种方案进行选择，默认为曲面拟合。



高程拟合设置项

- 固定差：两点间高程差值。
- 平面拟合：四个点高程模型。
- 曲面拟合：六个点高程模型。

2.1.5.2 站点约束

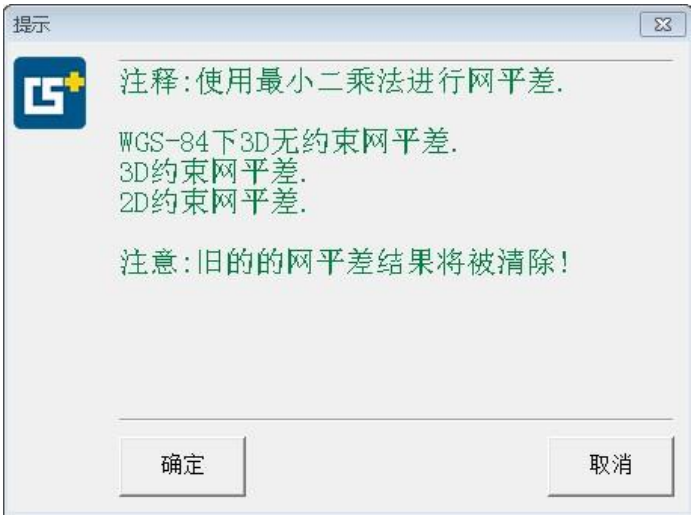
进入已知观测点设置界面。输入已知点的固定坐标，并在复选框[站点约束]勾选，确保利用已知点的固定坐标进行约束网平差。站点约束提供 xy、xyH、H、WGS84-BLH、WGS84-BL、WGS84-XYZ 几种方式进行已知点的坐标录入。



站点约束

2.1.5.3 进行平差

前面介绍了进行网平差前的准备工作，平差设置全部完成后就可以进行下一步网平差操作了。执行[网平差]→[进行网平差]，或者直接点击菜单栏中快捷图标进行网平差操作；在弹出的对话框[确定]，软件自动平差。



网平差提示信息

2.1.5.4 平差注意事项

基线经质量检核合格后进行 GNSS 网平差，选择正确的平差条件包括坐标系统、约束条件、基线边的剔除等影响到整个平差成果，因此平差时必须遵循以下的原则：

1）选择适当的坐标系统

采用标准的 WGS-84、北京 54 以及国家 80 坐标系可以直接在网平差设置里

选择，但是必须按要求输入正确的原点经度（投影中央子午线）。

2）自定义坐标系统

①知参数：一般的自定义坐标系是从标准的国家坐标系转换而来，大多数情形下是对加常数或者中央子午线、投影椭球高重新进行定义，因此必须选择相应的参数，包括所用椭球的参数、加常数、投影中央子午线、投影椭球高等。

②未知参数：假如是完全独立自定义的工程坐标系，尤其是没有办法与国家点联测、又或者投影变形超过规范要求的，可以选用标准椭球，例如北京 54 椭球参数，然后采用固定一点和一个方位角的办法来处理。具体方法如下：采用基线某一端点的单点定位解作为起点，然后用高精度的红外激光测距仪测出到基线另一端点的边长，经过严格的改正后，投影到指定高度（一般是测区的平均高程面），然后假定一个方位角（一般是采用真北方向）算出基线终点的坐标，以此两点作为约束点，然后采用与前面一致的椭球参数，投影椭球高，此时注意原点经度（中央子午线）可以采用测区中央的子午线。这样，一方面使得其变形满足规范要求，另一方面在小比例尺的图上可以与国家标准坐标系联系起来，给出符合精度要求的已知点。

选取已知点必须符合下面的要求：

尽量选取等级高，同一整体网、同一时期的控制点。在实际作业中，由于大量的国家点遭到破坏，而且点位的资料通常比较难以搜集齐全，因此尽量选取等级高的已知点。在面积较大时，最好能联测一些二等点。而采用三等点以及四等点则必须经过仔细的检核分析，值得注意的是，不同时期、不同一个整体网所得的成果，通常会有所差异，因此最好选取同一时期、同一方法的已知点。高程已知点要求采用不低于四等水准测量的方法进行水准联测。

已知点必须分布合理并且尽量联测更多的高程已知点。分布均匀合理的已知点，尤其是高程已知点对于提高整个约束平差精度起着相当重要的作用。在联测的水准点分布比较合理均匀时，输入足够多的高程已知点（三个以上，六个以下只能作平面拟合，六个以上才能进行曲面拟合）采用二次曲面拟合的方法可以获得精度较高的高程异常值，从而使 GNSS 点的高程达到等外水准或者四等水准的要求。

选取兼容性较好的已知点。采用三个平面已知点作为二维约束平差的约束条件是比较合适的，当联测更多的已知控制点时，一般不将它们都作为固定点，而是

用它们的原坐标对成果进行分析。可以通过选用不同组合的已知点进行网平差质量检核，剔除不兼容的起算点（具体方法见下一节平差成果质量检核）。可以把所有的已知点输入，然后在网平差设置中把要参与平差的已知点设定为“有效”其它的则使其选为无效。

3）正确选择基线

选取适当的基线解类型：根据第一节的要求选取适当的基线解类型，在基线条件设置中选择“按基线独立选择”，然后在基线简表或者网图状态下逐一对基线的类型进行选择。

剔除含有粗差的基线：在外业质量检核中可以舍弃在复测基线边长较差，同步环闭合差，独立异步环闭合差检验中超限的基线。在自由网平差时进一步对基线进行检验，剔除含有粗差的基线观测量。

基线图形的要求：平差中基线图形必须满足下面的要求：①不能出现孤点

对于独立的孤点（即该控制点不能与两条合格的独立基线相连），必须在该点上补测或者重测不得小于一条的独立基线；②独立环基线数目不能超限。

在舍弃基线后独立环所含基线数不能超过下表要求：闭合环或附合路边数的规定：

等级	二等	三等	四等	一级	二级
闭合环或附合路线的边数（条）	≤6	≤8	≤10	≤10	≤10

2.1.5.5 平差成果质量检验

精度要求：在城市 GNSS 测量中，基线边长相对中误差要求如下：

基线边长相对中误差要求

等级	平均距离（km）	A（mm）	B（1×10^{-6}）	最弱边相对中误差
二等	9	≤10	≤2	1/120000
三等	5	≤10	≤5	1/80000
四等	2	≤10	≤10	1/45000
一级	1	≤10	≤10	1/20000
二级	＜1	≤10	≤20	1/10000

注意：

A 为基线边长的固定误差，B 为比例误差系数(1×10^{-6})；

相邻点最小距离为平均距离的 1/2~1/3；最大距离应为平均距离的 2~3 倍；

当边长小于 200m 时，边长中误差应小于 20mm。

检验平差成果，首先检核平差成果包括各种精度指标，例如单位权中误差、边长相对中误差、点位中误差、误差椭圆等，这些指标是否达到设计的要求。然后进一步进行下列的检核：

检验自由网的基线观测量是否含有粗差；采用 t 分布在置信水平接近 99.7%时进行检验，要求自由网平差各基线向量的改正数不应超过该等级基线距离中误差的 3 倍值，即：$V\Delta X \le 3\sigma$、$V\Delta Y \le 3\sigma$、$V\Delta Z \le 3\sigma$。

检验平差已知点精度（兼容性）及其引起的 GNSS 网变形。二维约束平差是采用强制性的约束，对于起算数据要求有很好的内符合精度，即自身是兼容性的，否则将引起整个 GNSS 网的扭曲和变形，从而损害 GNSS 网的精度。

已知点兼容性不好，有可能是以下的原因造成：已知点的精度不够、已知点不是一个整体网。

通常控制网不是同一时期，采用同样的观测方法、同样的起算数据进行处理）精度很可能不一致，甚至不在同一个坐标系统。在实际作业，尤其采用城市独立坐标系、工程独立坐标系时经常会有这样的情形。点位位置不正确在检验已知点的兼容性时，要求二维约束平差基线向量的改正数与剔除了粗差的同名基线向量相应改正数的较差应符合下面的要求：$dV\Delta X \le 2\sigma$、$dV\Delta Y \le 2\sigma$、$dV\Delta Z \le 2\sigma$。

假如超限，可以认为已知点与 GNSS 网不兼容。这时应该采用不同的已知点的组合来排除不兼容的已知点。

2.1.6 成果输出

2.1.6.1 网平差成果输出

平差完成后需导出平差结果，执行菜单栏[网平差]→[网平差报告]或者点击快捷图标，导出平差结果。具体为自由网平差/约束平差，则根据当前平差设置的决定。包括以下内容分布：项目属性、坐标系统、基线、3D 无约束网平差、2D 约束网平差、高程拟合，具体如下图：

目录

1 项目属性
- 1.1 项目属性
2 坐标系统
- 2.1 坐标系统名称
- 2.2 坐标系参数
- 2.3 投影参数
3 基线
- 3.1 基线
4 3D无约束网平差
- 4.1 平差参数
- 4.2 基线校正
- 4.3 自由网平差坐标
5 2D约束网平差
- 5.1 平差参数
- 5.2 2D网平差距离
- 5.3 2D坐标
6 高程拟合
- 6.1 平差参数
- 6.2 高程拟合坐标.

司南导航

2019-01-23-17-13站点2 平差报告

1 项目属性

1.1 项目属性

项目名称	2019-01-23-17-13站点2
创建日期	2019-01-28 11:38:21
坐标系统名称	Beijing54
网平差类型	Free,3D,2D,H
置信度	95.4%
总站点数	5
约束站点数	1
基线数	10

跳至顶部

2 坐标系统

2.1 坐标系统名称

Beijing54

2.2 坐标系参数

半长轴	A	6378245.0000
扁率	F	1/298.30000000

2.3 投影参数

投影比	M0	1.00000000
投影高	H	0.0000
投影面平均投度	Bm	00:00:00.00000N
原点经度	B0	00:00:00.00000N
中央子午线	L0	121:00:00.00000E
北	N0	0.0000
东	E0	500000.0000

跳至顶部

3 基线

3.1 基线

基线 起点 --> 终点	距离(m)	方位角	高程增量(m)	解状态	Ratio	RMS	星历类型	位置精度 PDOP(m)	水平精度 HDOP(m)	垂直精度 VDOP(m)	GPS卫星	Glonass卫星	北斗卫星
TONJ->SHES	34996.4620	234:09:57	-10.625	固定	23.1	0.0119	广播	0.0009	0.0008	0.0005	8	6	9
TONJ->MINH	22282.6856	204:07:38	2.965	固定	2.6	0.0140	广播	0.0009	0.0007	0.0005	8	6	8
TONJ->KUNS	46639.1482	280:20:02	-9.654	固定	12.4	0.0107	广播	0.0009	0.0007	0.0005	8	6	9
TONJ->JD01	20839.7539	290:21:58	3.816	固定	4.9	0.0099	广播	0.0008	0.0006	0.0005	8	6	9
SHES->MINH	19264.4289	89:23:35	13.583	固定	3.9	0.0111	广播	0.0009	0.0007	0.0006	8	6	8
SHES->KUNS	33752.0648	328:35:38	0.970	固定	5.9	0.0121	广播	0.0009	0.0007	0.0005	8	6	9
SHES->JD01	29113.9185	17:30:43	14.443	固定	5.7	0.0101	广播	0.0008	0.0006	0.0005	8	6	9
MINH->KUNS	46649.4429	307:55:20	-12.619	固定	2.1	0.0166	广播	0.0017	0.0012	0.0012	8	6	8
MINH->JD01	29493.9313	339:14:37	0.858	固定	2.3	0.0162	广播	0.0015	0.0011	0.0010	8	6	8
KUNS->JD01	26369.2334	92:10:12	13.473	固定	5.7	0.0108	广播	0.0011	0.0009	0.0006	8	6	9

跳至顶部

4 3D无约束网平差

4.1 平差参数

基站	WGS-84
替代量	2
参考因子	8.74
X平方检验(a=95%)	通过
自由	18

4.2 基线校正

基线 起点 --> 终点	DX/校正 (m)	DY/校正 (m)	DZ/校正 (m)	距离/校正 (m)	RMS/相对误差 (m)
TONJ->SHES	18680.5838	23817.4574	-17564.6472	34996.4616	0.0024
	-0.0005	-0.0002	0.0001	-0.0005	1:14395929
TONJ->MINH	2264.9693	13736.8810	17397.8742	22282.6841	0.0030
	0.0009	-0.0033	-0.0007	-0.0014	1: 7551690
TONJ->KUNS	41472.2450	20136.3287	7056.3053	46639.1497	0.0025
	0.0019	-0.0001	-0.0010	0.0014	1:18628730
TONJ->JD01	18639.6266	6974.1041	6182.3553	20839.7534	0.0023
	-0.0016	0.0017	0.0011	-0.0005	1: 8996487
SHES->MINH	-16415.6145	-10080.5764	166.7730	19264.4292	0.0028
	-0.0017	0.0022	-0.0003	0.0003	1: 6883363
SHES->KUNS	22791.6612	-3681.1287	24620.9525	33752.0641	0.0026
	0.0003	0.0006	-0.0011	-0.0006	1:13056864
SHES->JD01	-40.9572	-16843.3533	23747.0025	29113.9203	0.0023
	0.0010	-0.0022	0.0007	0.0018	1:12429314
MINH->KUNS	39207.2757	6399.4477	24454.1795	46649.4404	0.0032
	-0.0030	0.0007	-0.0001	-0.0025	1:14558731
MINH->JD01	16374.6573	-6762.7769	23580.2295	29493.9277	0.0031
	-0.0011	-0.0017	-0.0041	-0.0035	1: 9659268
KUNS->JD01	-22832.6184	-13162.2246	-873.9500	26369.2322	0.0026
	0.0016	-0.0003	-0.0019	-0.0012	1:10262134

4.3 自由网平差坐标

站点	经度/RMS (度:分:秒)	(m)	纬度/RMS (度:分:秒)	(m)	高程/RMS (m)	RMS (m)
TONJ	31:17:05.19636N	0.0005	121:29:52.20354E	0.0005	32.7689	0.0014	0.0015
SHES	31:05:58.70824N	0.0005	121:12:01.61478E	0.0005	22.1454	0.0013	0.0015
MINH	31:06:04.76626N	0.0007	121:24:08.50691E	0.0007	35.7311	0.0018	0.0021
KUNS	31:21:33.58464N	0.0005	121:00:56.12907E	0.0006	23.1162	0.0016	0.0017
JD01	31:21:00.08950N	0.0005	121:17:33.05224E	0.0005	36.5878	0.0014	0.0016

跳至顶部

5 2D约束网平差

5.1 平差参数

替代量	2
参考因子	8.7441
x(north)移动(偏移)	0.0017 m
y(east)移动(偏移)	0.0013 m
比例	0.0000ppm
旋转	0.0000 s

5.2 2D网平差距离

起点	终点	北(x)/RMS (m)		东(y)/RMS (m)		2D距离 (m)	RMS (m)	相对误差
TONJ	SHES	-20616.5157	0.0008	-28280.4037	0.0007	34997.4564	0.0011	1:32013191
	MINH	-20377.5932	0.0010	-9017.0091	0.0009	22283.4637	0.0013	1:17014014
	KUNS	8159.2967	0.0008	-45921.0458	0.0007	46640.2073	0.0011	1:42603467
	JD01	7164.5210	0.0008	-19570.1536	0.0007	20840.3760	0.0010	1:20303463
SHES	MINH	238.9225	0.0010	19263.3946	0.0008	19264.8762	0.0013	1:15406417
	KUNS	28775.8023	0.0008	-17640.8420	0.0008	33752.6155	0.0011	1:29657710
	JD01	27781.0366	0.0008	8710.2501	0.0007	29114.5059	0.0010	1:27961108
MINH	KUNS	28536.8799	0.0011	-36904.0367	0.0009	46650.4173	0.0014	1:33132914
	JD01	27542.1141	0.0010	-10553.1445	0.0008	29494.6929	0.0013	1:22264598
KUNS	JD01	-994.7657	0.0008	26350.8921	0.0007	26369.6620	0.0011	1:24524291

5.3 2D坐标

站点	北(x)/RMS (m)		东(y)/RMS (m)		RMS (m)	误差椭圆		
						E(m)	F(m)	ET(度:分:秒)
TONJ	3462714.1266	*****	547404.5057	*****				
SHES	3442097.6109	0.0008	519124.1020	0.0007	0.0011	0.0008	0.0007	27:47:05
MINH	3442336.5334	0.0010	538387.4966	0.0009	0.0013	0.0010	0.0009	3:03:48
KUNS	3470873.4133	0.0008	501483.4599	0.0007	0.0011	0.0008	0.0007	21:52:09
JD01	3469878.6476	0.0008	527834.3521	0.0007	0.0010	0.0008	0.0007	15:53:04

跳至顶部

6 高程拟合

6.1 平差参数

替代量	1
参考站	TONJ
拟合函数	H = H0 + A
A	-108.733

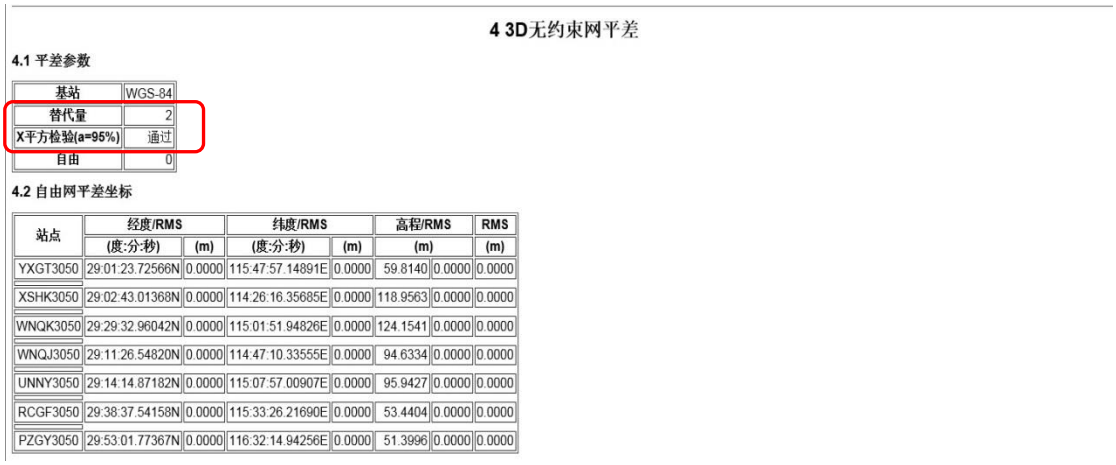
6.2 高程拟合坐标.

站点	高程(m)	RMS(m)
TONJ	-75.9637	
SHES	-86.5795	0.0013
MINH	-72.9939	0.0018
KUNS	-85.6195	0.0016
JD01	-72.1475	0.0014

跳至顶部

平差报告

若平差报告显示基线处理结果及τ值都符合要求，但是[χ square check]仍未通过（如下图），则将[Reference factor]显示结果输入到自由网平差设置项中的协方差比例系数（默认处理值为 1）中重新平差处理就能通过。



4 3D无约束网平差

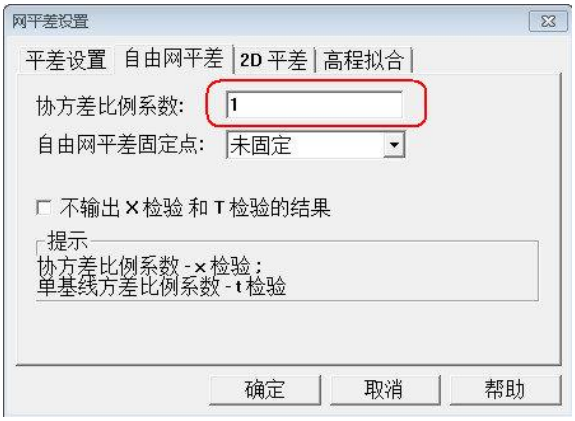
4.1 平差参数

基站	WGS-84
替代量	2
X平方检验(a=95%)	通过
自由	0

4.2 自由网平差坐标

站点	经度/RMS		纬度/RMS		高程/RMS	RMS
	(度:分:秒)	(m)	(度:分:秒)	(m)	(m)	(m)
YXGT3050	29:01:23.72566N	0.0000	115:47:57.14891E	0.0000	59.8140	0.0000	0.0000
XSHK3050	29:02:43.01368N	0.0000	114:26:16.35685E	0.0000	118.9563	0.0000	0.0000
WNQK3050	29:29:32.96042N	0.0000	115:01:51.94826E	0.0000	124.1541	0.0000	0.0000
WNQJ3050	29:11:26.54820N	0.0000	114:47:10.33555E	0.0000	94.6334	0.0000	0.0000
UNNY3050	29:14:14.87182N	0.0000	115:07:57.00907E	0.0000	95.9427	0.0000	0.0000
RCGF3050	29:38:37.54158N	0.0000	115:33:26.21690E	0.0000	53.4404	0.0000	0.0000
PZGY3050	29:53:01.77367N	0.0000	116:32:14.94256E	0.0000	51.3996	0.0000	0.0000

处理结果通过

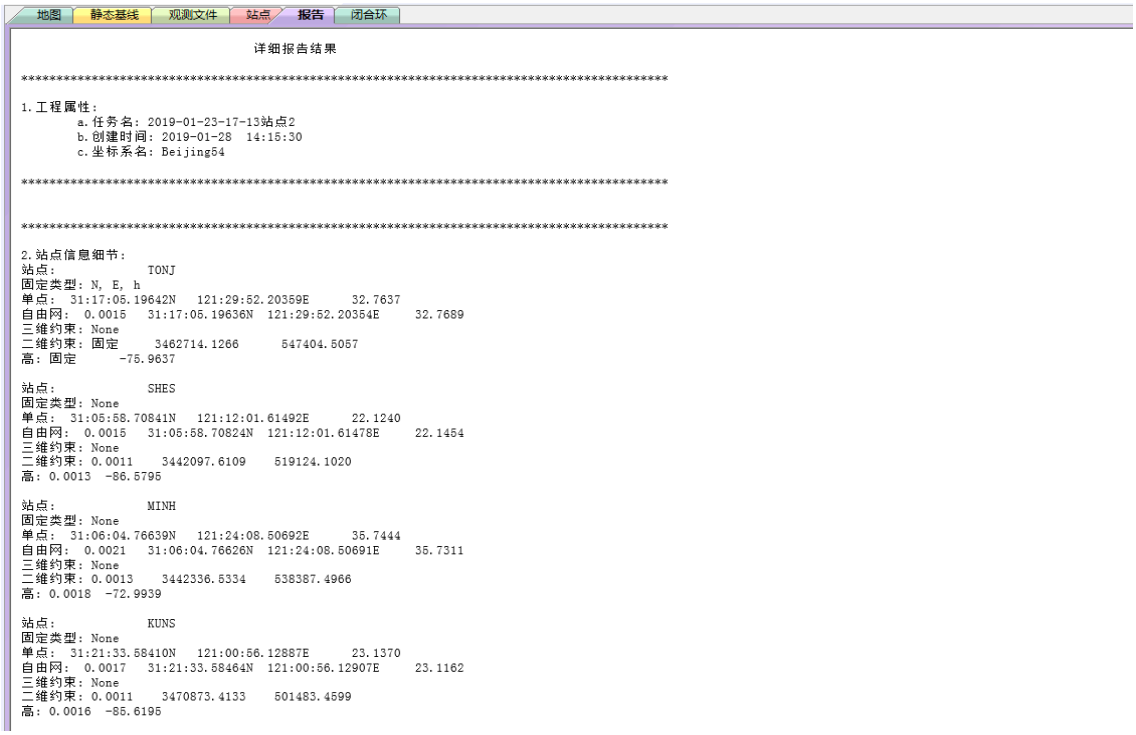


修改协方差比例系数

2.1.6.2 详细/简明成果输出

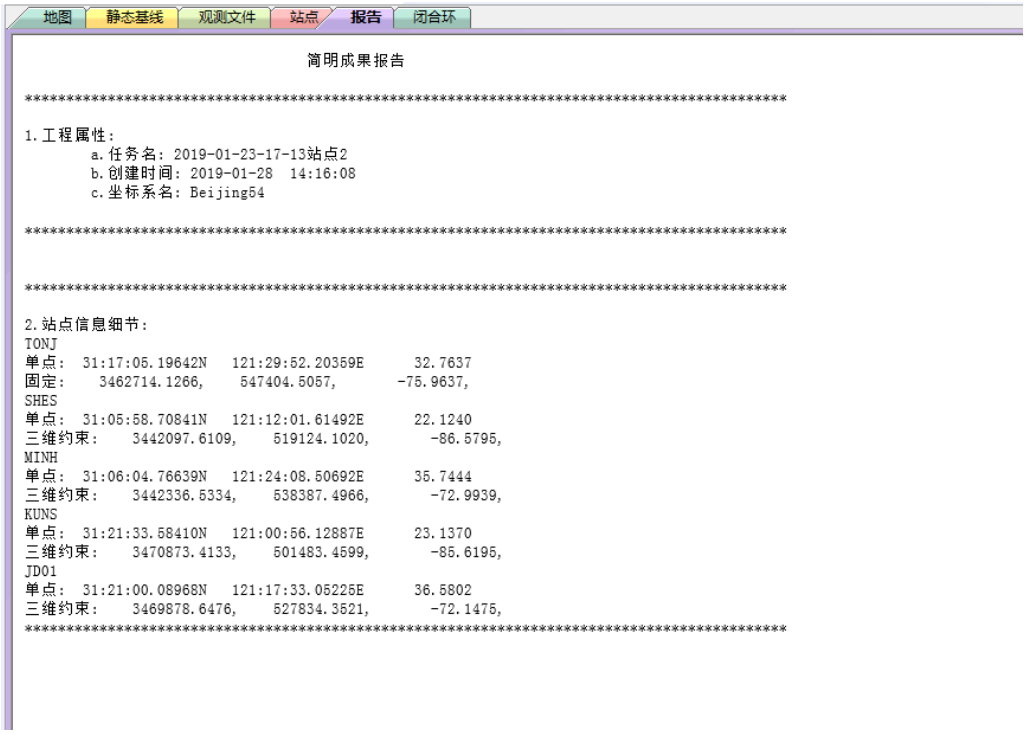
执行菜单栏[成果应用]→[详细成果输出/简明成果输出]，可以在当前主视图页面查看到输出结果。

1）详细成果输出



详细成果输出

2）简洁成果输出

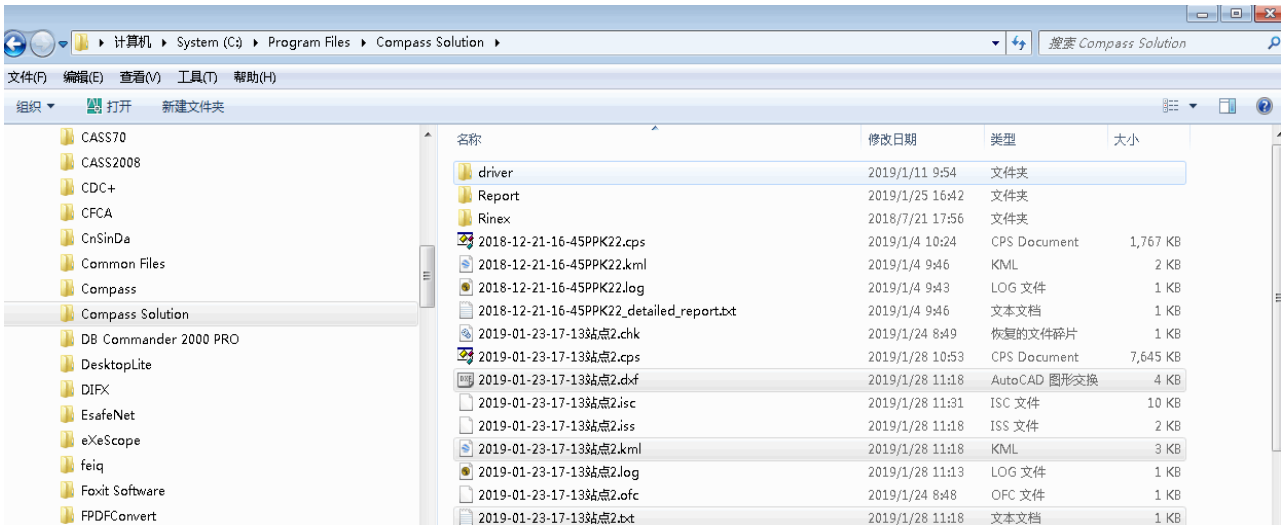


简明成果输出

2.1.6.3 DXF/TXT/KML 成果输出

执行菜单[成果应用]→[导出 DXF/TXT/KML]可进入 C:\Program

Files\Compass Solution 下找到相关的报告输出，如下图所示：

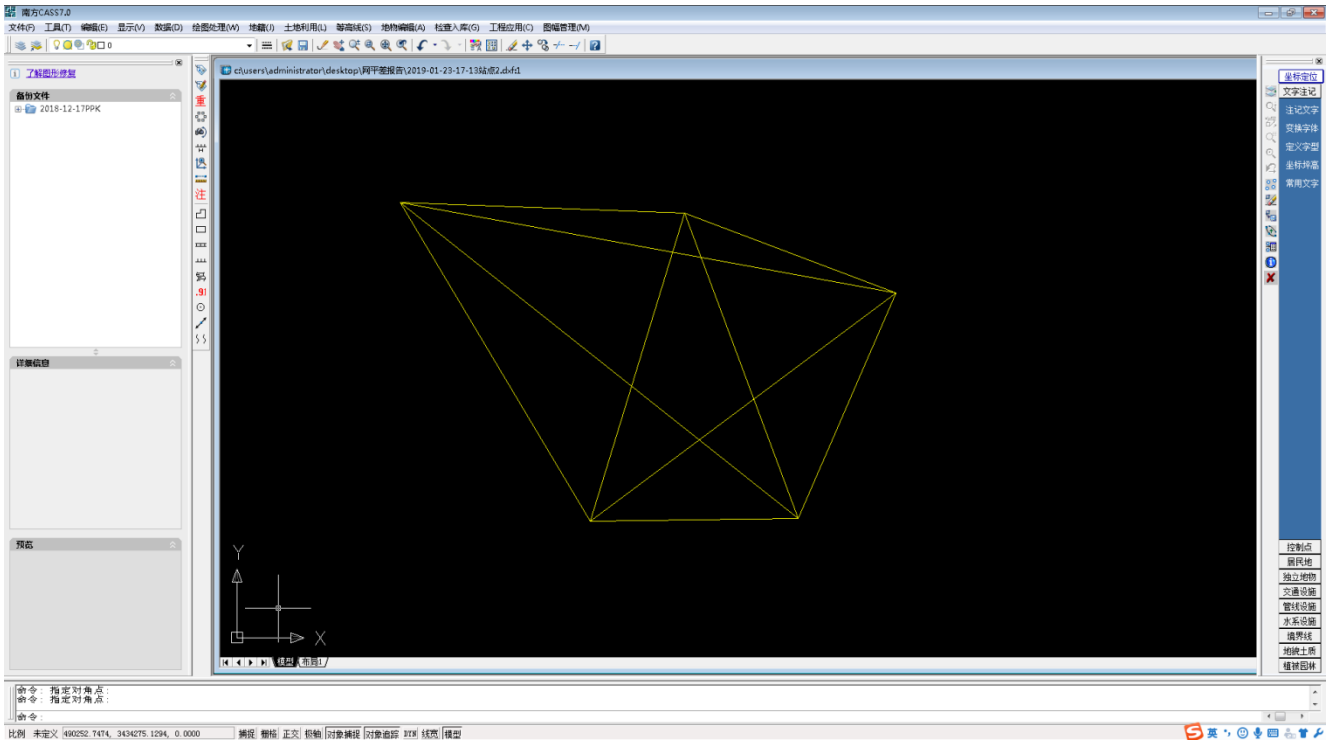


成果报告路径

执行[成果应用]→[导出 DXF]

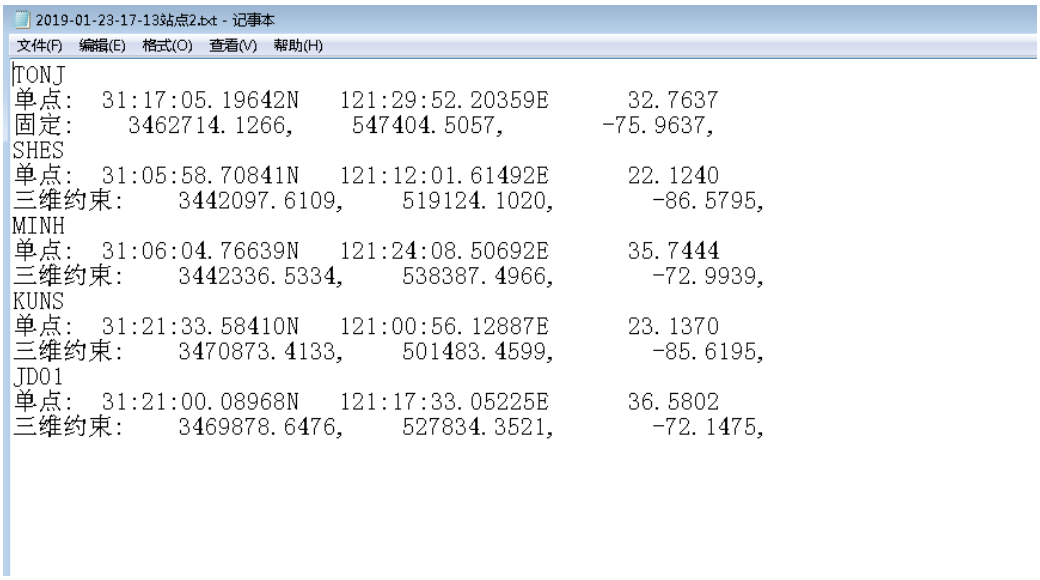
1）DXF 输出

在 CAD 中输入命令 Z，再输入 E 给予一个区间显示即可显示图形。



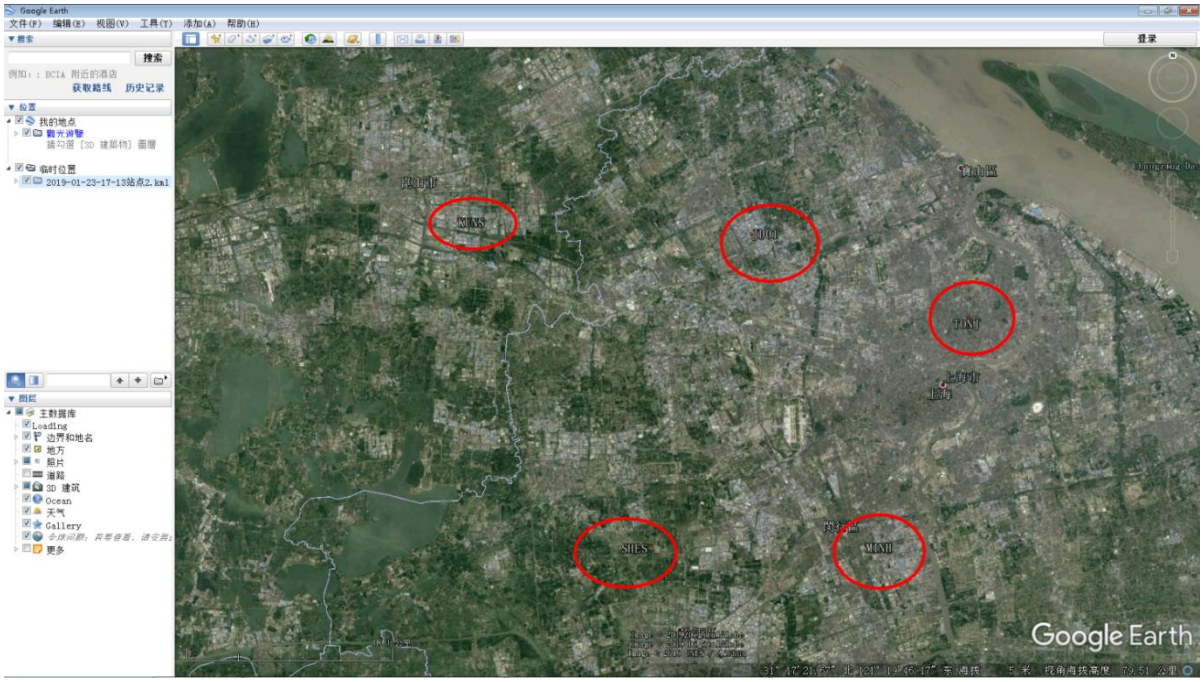
DXF 导出

2）TXT 输出



TXT 导出

3）KML 输出



KML 导出

2.1.6.4 基线报告

1）静态基线报告

选中一条静态基线，执行菜单“右键”→[基线报告]。包含项目属性、坐标系统、解算参数、解算结果、卫星、质量，详细可进入工程目录下 Report\Static Baseline 下找到相关的报告输出，如下图所示：

目录

1 项目属性
- 1.1 项目属性

2 坐标系统
- 2.1 坐标系统名称
- 2.2 坐标系参数
- 2.3 投影参数

3 解算参数
- 3.1 解算参数

4 解算结果
- 4.1 基线属性
- 4.2 解算结果
- 4.3 单历元固定误差

5 卫星
- 5.1 卫星

6 质量
- 6.1 质量

司南导航

TONJ34380-KUNS34380 基线报告

1 项目属性

1.1 项目属性

项目名称	2019-01-23-17-13站点2
创建日期	2019-01-28 11:31:58
坐标系统名称	Beijing54

跳至顶部

2 坐标系统

2.1 坐标系统名称

Beijing54

2.2 坐标系参数

半长轴	A	6378245.0000
扁率	F	1/298.30000000

2.3 投影参数

投影比	M0	1.00000000
投影高	H	0.0000
投影面平均经度	Bm	00:00:00.00000N
原点经度	B0	00:00:00.00000N
中央子午线	L0	121:00:00.00000E
北	N0	0.0000
东	E0	500000.0000

跳至顶部

3 解算参数

3.1 解算参数

采样间隔(秒)	5	GPS观测量	使用	对流层改正模型	1	最小观测时长(min)	5
高度截止角(度)	20	BDS观测量	使用	电离层改正模型	1	最大观测距离(km)	1000.0
参考卫星	0	GLONASS观测量	使用	温度(C)	18.0	启用失锁提示(LLI)	1
粗差容忍系数	3.5	北斗时差(秒)	14.0	气压(mb)	6.0		
最小历元数	5	使用伪距进行静态解算	0	相对湿度(%)	50.0		
最大历元数	9999	模糊度允许部分固定	1				
警告比率(Ratio)	3.0						

跳至顶部

4 解算结果

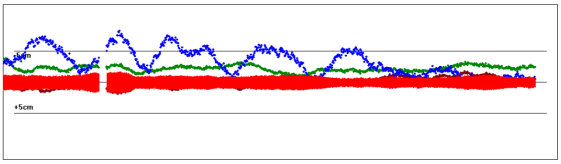
4.1 基线属性

观测文件	TONJ34380.17O	KUNS34380.17O
站点	TONJ	KUNS
接收机	Unknown	Unknown
天线高	0.0000	0.0000
测量到	相位中心	相位中心
天线类型	Unknown	Unknown
星历类型	广播	广播

4.2 解算结果

解状态	固定	DX	41472.2431	方位角	280:20:02
RMS	0.0107	DY	20136.3288	高度角	- 0:13:16
Ratio	12.4	DZ	7056.3063	GPS卫星	8
位置精度 PDOP(m)	0.0009	距离	46639.1482	Glonass卫星	6
水平精度 HDOP(m)	0.0007	2D距离	46639.1472	北斗卫星	9
垂直精度 VDOP(m)	0.0005	高程增量(m)	-9.6541		

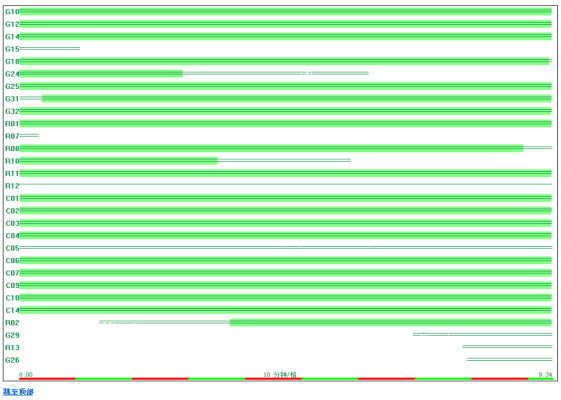
4.3 单历元固定误差



跳至顶部

5 卫星

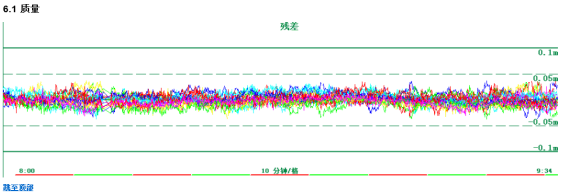
5.1 卫星



跳至顶部

6 质量

6.1 质量

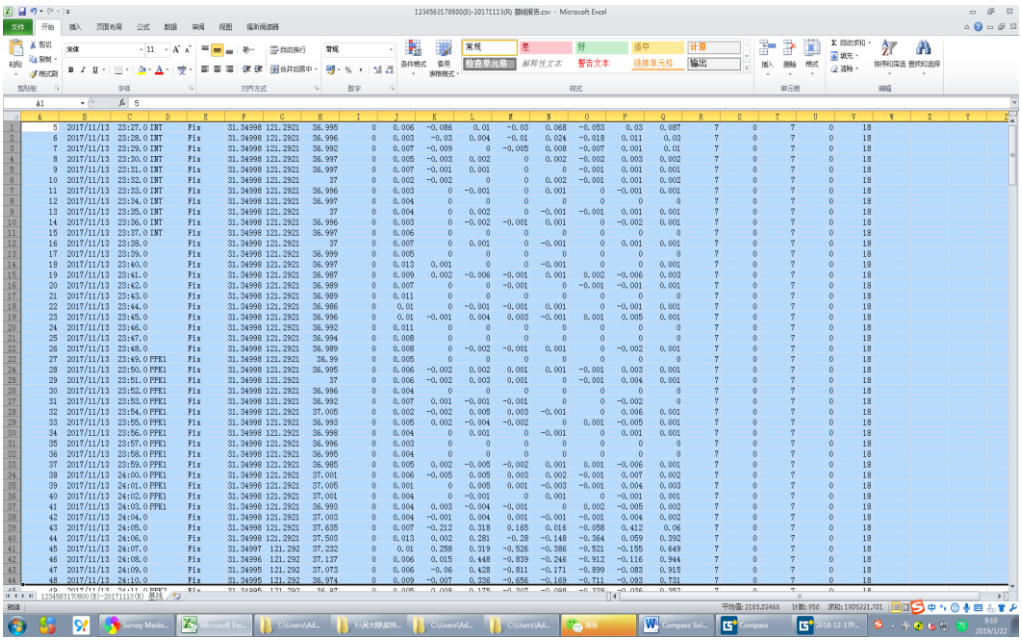


跳至顶部

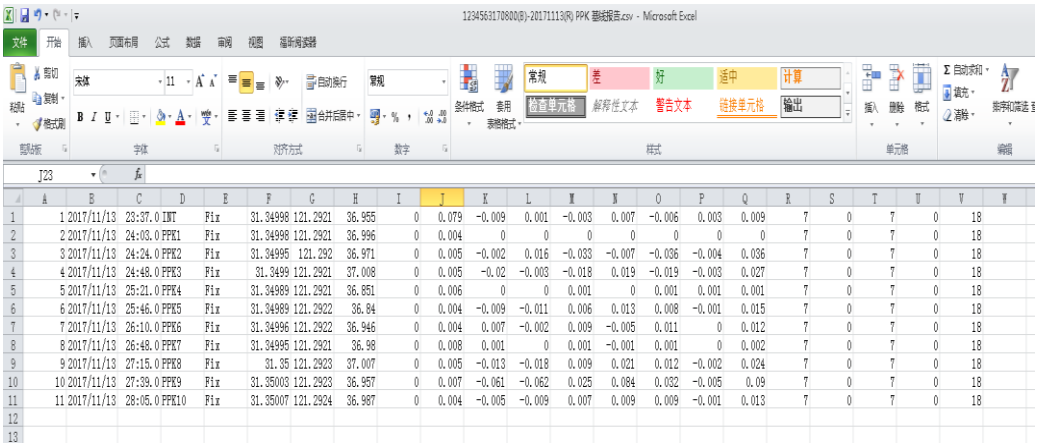
静态基线报告

2）动态基线报告

选中一条动态基线，执行菜单“右键”→[基线报告]。可进入工程目录下 Report\Dynamic Baseline 下找到相关的报告输出，如下图所示：



常规动态 CSV 结果



PPK 走停 CSV 结果

表格中显示当前 PPK 走停的 CSV 格式，与常规动态主要描述区别在于：只输出 PPK 点。包括项目属性、坐标系统、解算参数、解算结果、质量。

目录

1 项目属性
- 1.1 项目属性

2 坐标系统
- 2.1 坐标系统名称
- 2.2 坐标系参数
- 2.3 投影参数

3 解算参数
- 3.1 解算参数

4 解算结果
- 4.1 基线属性
- 4.2 解算结果
- 4.3 细节

5 质量
- 5.1 质量

司南导航

1234563170800(B)-20171113(R) PPK 基线报告

1 项目属性

1.1 项目属性

项目名称	2018-12-21-16-45PPK22
创建日期	2019-01-28 17:41:23
坐标系统名称	Beijing54

跳至顶部

2 坐标系统

2.1 坐标系统名称

Beijing54

2.2 坐标系参数

半长轴	A	6378245.0000
扁率	F	1/298.30000000

2.3 投影参数

投影比	M0	1.00000000
投影高	H	0.0000
投影面平均经度	Bm	00:00:00.00000N
原点经度	B0	00:00:00.00000N
中央子午线	L0	111:00:00.000000
北	N0	0.0000
东	E0	500000.0000

跳至顶部

3 解算参数

3.1 解算参数

采样间隔(秒)	5	GPS观测量	使用	对流层改正模型	1	最小观测时长(min)	5
高度截止角(度)	20	BDS观测量	使用	电离层改正模型	1	最大观测距离(km)	1000.0
参考卫星	0	GLONASS观测量	使用	温度(C)	18.0	启用失锁提示(LLI)	1
粗差容忍系数	3.5	北斗时差(秒)	14.0	气压(mb)	6.0		
最小历元数	5	使用伪距进行静态解算	0	相对湿度(%)	50.0		
最大历元数	9999	模糊度允许部分固定	1				
警告比率(Ratio)	3.0						

跳至顶部

4 解算结果

4.1 基线属性

观测文件	1234563170800(B).CNB	20171113(R).CNB
站点	MARKER_1	null
接收机	S4904712111199	3302009
天线高	0.0000	0.0000
测量到	相位中心	相位中心
天线类型	Unknown	Unknown
星历类型	广播	广播

4.2 解算结果

历元	68
固定历元	65
固定比例	95.588%
标识点	12

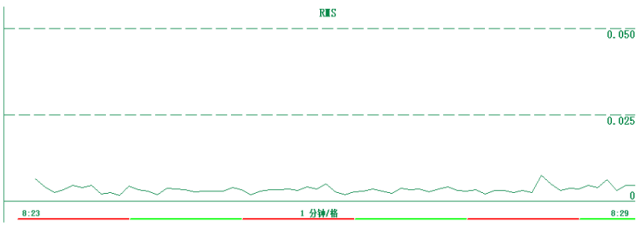
4.3 细节

No.	Date	Time	Marker	Solution	RMS	Sat.N	Lat.	Lon.	Alt.	Ant.H	Speed X	Speed Y	Speed Z	Speed E	Speed N	Speed U	Speed EN
1	2017-11-13	08:23:37.000	INT	Float	0.581	19	31.3499835200	121.2920572325	37.133	0.000	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000	-0.000	0.000
2	2017-11-13	08:24:03.000	PPK1	Fix	0.004	16	31.3499824635	121.2920571716	36.997	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000
3	2017-11-13	08:24:24.000	PPK2	Fix	0.002	16	31.3499466587	121.2920445411	36.976	0.000	-0.009	-0.025	0.053	0.020	0.054	0.014	0.057
4	2017-11-13	08:24:48.000	PPK3	Fix	0.003	16	31.3499011855	121.2920807072	37.010	0.000	-0.074	-0.019	-0.077	0.073	-0.078	-0.021	0.107
5	2017-11-13	08:25:21.000	PPK4	Fix	0.003	16	31.3498858598	121.2921434219	36.854	0.000	-0.003	-0.001	-0.001	0.003	-0.001	-0.000	0.003
6	2017-11-13	08:25:46.000	PPK5	Fix	0.003	16	31.3498905401	121.2921985036	36.845	0.000	0.028	0.015	0.002	-0.032	0.002	-0.000	0.032
7	2017-11-13	08:26:10.000	PPK6	Fix	0.004	16	31.3499586522	121.2922007941	36.948	0.000	-0.015	0.020	-0.041	0.002	-0.048	-0.001	0.048
8	2017-11-13	08:26:48.000	PPK7	Fix	0.003	17	31.3499510993	121.2921416698	36.988	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
9	2017-11-13	08:27:15.000	PPK8	Fix	0.003	16	31.3499985739	121.2922536457	37.017	0.000	0.025	0.025	-0.012	-0.034	-0.015	0.001	0.037
10	2017-11-13	08:27:39.000	PPK9	Fix	0.003	16	31.3500267350	121.2923471442	36.963	0.000	-0.262	-0.228	0.085	0.342	0.103	-0.005	0.358
11	2017-11-13	08:28:05.000	PPK10	Fix	0.003	16	31.3500700428	121.2924127729	36.993	0.000	0.016	0.020	-0.011	-0.024	-0.014	0.001	0.028

跳至顶部

5 质量

5.1 质量



跳至顶部

PPK 走停 HTML 结果

目录

1 项目属性
- 1.1 项目属性

2 坐标系统
- 2.1 坐标系统名称
- 2.2 坐标系参数
- 2.3 投影参数

3 解算参数
- 3.1 解算参数

4 解算结果
- 4.1 基线属性
- 4.2 解算结果
- 4.3 细节

5 质量
- 5.1 质量

司南导航

1234563170800(B)-20171113(R) 基线报告

1 项目属性

1.1 项目属性

项目名称	2018-12-21-16-45PPK22
创建日期	2019-01-28 17:34:34
坐标系统名称	Beijing54

跳至跟踪

2 坐标系统

2.1 坐标系统名称

Beijing54

2.2 坐标系参数

半长轴	A	6378245.0000
扁率	F	1/298.30000000

2.3 投影参数

投影比	M0	1.00000000
投影高	H	0.0000
投影面平均经度	Bm	00:00:00.00000N
原点经度	B0	00:00:00.00000N
中央子午线	L0	111:00:00.000000
北	N0	0.0000
东	E0	500000.0000

跳至跟踪

3 解算参数

3.1 解算参数

采样间隔(秒)	5	GPS观测量	使用	对流层改正模型	1	最小观测时长(min)	5
高度截止角(度)	20	BDS观测量	使用	电离层改正模型	1	最大观测距离(km)	1000.0
参考卫星	0	GLONASS观测量	使用	温度(C)	18.0	启用失锁提示(LLI)	1
相差容忍系数	3.5	北斗时差(秒)	14.0	气压(mb)	6.0		
最小历元数	5	使用伪距进行静态解算	0	相对湿度(%)	50.0		
最大历元数	9999	模糊度允许部分固定	1				
警告比率(Ratio)	3.0						

跳至跟踪

4 解算结果

4.1 基线属性

观测文件	1234563170800(B).CNB	20171113(R).CNB
站点	MARKER_1	null
接收机	S4904712111199	3302009
天线高	0.0000	0.0000
测量到	相位中心	相位中心
天线类型	Unknown	Unknown
星历类型	广播	广播

4.2 解算结果

历元	68
固定历元	65
固定比例	95.588%
标识点	12

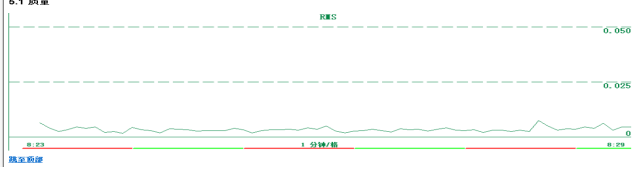
4.3 细节

No.	Date	Time	Marker	Solution	RMS	Sat.N	Lat.	Lon.	Alt.	Ant.H	Speed X	Speed Y	Speed Z	Speed E	Speed N	Speed U	Speed EN	GP
4	2017-11-13	08:23:40.000	--	Fix	0.007	16	31.3499824611	121.2920571917	37.003	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	5
5	2017-11-13	08:23:45.000	--	Fix	0.004	16	31.3499824556	121.2920571278	37.003	0.000	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	-0.000	0.001	5
6	2017-11-13	08:23:50.000	PPK1	Fix	0.003	16	31.3499824611	121.2920571667	36.996	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.001	0.000	-0.001	0.001	5
7	2017-11-13	08:23:55.000	PPK1	Fix	0.004	16	31.3499824556	121.2920571472	36.999	0.000	0.000	0.001	0.000	-0.001	-0.000	0.001	0.001	5
8	2017-11-13	08:24:00.000	PPK1	Fix	0.005	16	31.3499824694	121.2920571944	36.997	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.001	0.000	-0.001	0.001	5
9	2017-11-13	08:24:05.000	--	Fix	0.004	16	31.3499816472	121.2920574056	37.041	0.000	-0.076	0.117	0.060	0.004	-0.021	0.150	0.022	5
10	2017-11-13	08:24:10.000	--	Fix	0.005	16	31.3499477722	121.2920446139	36.966	0.000	0.089	0.404	-0.846	-0.286	-0.878	-0.185	0.923	5
11	2017-11-13	08:24:15.000	PPK2	Fix	0.002	16	31.3499466194	121.2920445361	36.979	0.000	-0.024	-0.053	0.121	0.048	0.120	0.035	0.130	5
12	2017-11-13	08:24:20.000	PPK2	Fix	0.003	16	31.3499467972	121.2920445444	36.972	0.000	0.006	0.004	-0.015	-0.007	-0.013	-0.008	0.015	5
13	2017-11-13	08:24:25.000	--	Fix	0.002	16	31.3499466694	121.2920447056	36.975	0.000	-0.005	0.000	0.000	0.004	-0.001	0.002	0.004	5
14	2017-11-13	08:24:30.000	--	Fix	0.005	16	31.3499168222	121.2920656306	37.271	0.000	-0.639	0.153	-0.627	0.467	-0.776	0.069	0.906	5
15	2017-11-13	08:24:35.000	PPK3	Fix	0.003	16	31.3499011778	121.2920807333	37.011	0.000	-0.259	-0.065	-0.270	0.255	-0.272	-0.073	0.373	5
16	2017-11-13	08:24:40.000	PPK3	Fix	0.003	16	31.3499012139	121.2920806222	37.007	0.000	0.048	0.011	0.047	-0.047	0.048	0.011	0.067	5
17	2017-11-13	08:24:45.000	PPK3	Fix	0.002	16	31.3499011611	121.2920807611	37.011	0.000	-0.011	-0.002	-0.009	0.010	-0.010	-0.001	0.014	5
18	2017-11-13	08:24:50.000	--	Fix	0.004	16	31.3499010056	121.2920811694	37.013	0.000	-0.003	-0.007	0.009	0.006	0.010	0.001	0.012	5
19	2017-11-13	08:24:55.000	--	Fix	0.004	16	31.3498968972	121.2921137000	37.007	0.000	-0.652	-0.324	-0.104	0.725	-0.121	-0.001	0.735	5
20	2017-11-13	08:25:00.000	--	Fix	0.003	16	31.3498858444	121.2921422861	36.854	0.000	-0.493	-0.173	-0.246	0.511	-0.266	-0.036	0.576	5
21	2017-11-13	08:25:05.000	--	Fix	0.003	16	31.3498857889	121.2921434944	36.850	0.000	0.063	0.016	0.041	-0.062	0.045	0.005	0.077	5
22	2017-11-13	08:25:10.000	PPK4	Fix	0.003	16	31.3498858056	121.2921433444	36.854	0.000	-0.008	0.000	-0.006	0.007	-0.007	0.000	0.010	5
23	2017-11-13	08:25:15.000	PPK4	Fix	0.003	16	31.3498858472	121.2921434167	36.856	0.000	0.000	-0.001	0.002	0.001	0.002	0.000	0.002	5
24	2017-11-13	08:25:20.000	PPK4	Fix	0.003	16	31.3498859222	121.2921435000	36.852	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.001	0.001	-0.001	0.001	5
25	2017-11-13	08:25:25.000	--	Fix	0.004	16	31.3498835917	121.2921534656	36.936	0.000	-0.215	-0.073	-0.041	0.222	-0.061	0.021	0.230	5
26	2017-11-13	08:25:30.000	--	Fix	0.003	16	31.3498892278	121.2921963333	36.862	0.000	-0.734	-0.562	0.123	0.919	0.157	-0.021	0.932	5
27	2017-11-13	08:25:35.000	PPK5	Fix	0.002	16	31.3498904556	121.2921985444	36.843	0.000	0.096	0.055	0.003	-0.111	0.004	-0.001	0.111	5
28	2017-11-13	08:25:40.000	PPK5	Fix	0.003	16	31.3498905500	121.2921984444	36.844	0.000	-0.014	-0.009	0.001	0.017	0.001	0.000	0.017	5
29	2017-11-13	08:25:45.000	PPK5	Fix	0.003	16	31.3498906111	121.2921985167	36.848	0.000	0.001	0.000	0.001	-0.001	0.001	0.000	0.001	5
30	2017-11-13	08:25:50.000	--	Fix	0.003	16	31.3499132639	121.2922056444	36.925	0.000	0.015	-0.332	0.512	0.160	0.589	0.017	0.610	5
31	2017-11-13	08:25:55.000	--	Fix	0.004	16	31.3499580611	121.2922013194	36.954	0.000	0.392	-0.405	0.910	-0.125	1.063	0.004	1.070	5
32	2017-11-13	08:26:00.000	PPK6	Fix	0.003	16	31.3499586722	121.2922009111	36.952	0.000	-0.056	0.068	-0.145	0.013	-0.169	-0.001	0.170	5
33	2017-11-13	08:26:05.000	PPK6	Fix	0.004	16	31.3499585917	121.2922007417	36.943	0.000	0.013	-0.010	0.022	-0.006	0.027	-0.002	0.027	5
34	2017-11-13	08:26:10.000	PPK6	Fix	0.004	16	31.3499586889	121.2922007250	36.949	0.000	-0.001	0.001	-0.001	0.000	-0.002	0.001	0.002	5
35	2017-11-13	08:26:15.000	--	Fix	0.005	16	31.3499648000	121.2921697972	37.073	0.000	0.621	0.309	0.151	-0.691	0.159	0.029	0.709	5
36	2017-11-13	08:26:20.000	--	Fix	0.003	17	31.3499516833	121.2921408889	36.979	0.000	0.361	0.417	-0.329	-0.525	-0.369	-0.027	0.642	5
37	2017-11-13	08:26:25.000	--	Fix	0.002	17	31.3499515611	121.2921414361	36.983	0.000	-0.074	-0.077	0.055	0.103	0.061	0.005	0.120	5
38	2017-11-13	08:26:30.000	--	Fix	0.003	16	31.3499511972	121.2921418611	36.984	0.000	0.002	0.012	-0.017	-0.008	-0.019	-0.001	0.021	5
39	2017-11-13	08:26:35.000	PPK7	Fix	0.003	17	31.3499511278	121.2921417028	36.988	0.000	0.001	0.001	0.001	-0.001	0.001	0.001	0.002	5
40	2017-11-13	08:26:40.000	PPK7	Fix	0.004	17	31.3499510889	121.2921416722	36.988	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.000	-0.001	-0.001	0.001	5
41	2017-11-13	08:26:45.000	PPK7	Fix	0.003	17	31.3499510778	121.2921416278	36.987	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	5
42	2017-11-13	08:26:50.000	--	Fix	0.002	17	31.3499517750	121.2921538111	37.060	0.000	-0.235	-0.137	0.024	0.272	0.018	0.017	0.273	5
43	2017-11-13	08:26:55.000	--	Fix	0.004	16	31.3499780778	121.2922102833	37.164	0.000	-0.863	-0.918	0.593	1.214	0.681	0.021	1.392	5
44	2017-11-13	08:27:00.000	--	Fix	0.003	16	31.3499978083	121.2922530222	37.022	0.000	-0.511	-0.588	0.317	0.742	0.394	-0.038	0.840	5
45	2017-11-13	08:27:05.000	PPK8	Fix	0.004	16	31.3499986361	121.2922538583	37.018	0.000	0.079	0.082	-0.037	-0.110	-0.047	0.006	0.120	5
46	2017-11-13	08:27:10.000	PPK8	Fix	0.003	16	31.3499986222	121.2922536333	37.016	0.000	-0.009	-0.012	0.005	0.014	0.007	-0.002	0.016	5
47	2017-11-13	08:27:15.000	PPK8	Fix	0.004	16	31.3499984583	121.2922534417	37.016	0.000	0.004	0.006	-0.004	-0.007	-0.005	0.001	0.008	5
48	2017-11-13	08:27:20.000	--	Fix	0.004	16	31.3500109639	121.2922877306	37.039	0.000	-0.570	-0.540	0.281	0.768	0.326	0.005	0.834	5
49	2017-11-13	08:27:25.000	PPK9	Fix	0.003	16	31.3500261528	121.2923468500	36.958	0.000	-0.914	-0.781	0.278	1.187	0.338	-0.020	1.234	5
50	2017-11-13	08:27:30.000	PPK9	Fix	0.003	16	31.3500269639	121.2923471361	36.966	0.000	0.159	0.125	-0.029	-0.201	-0.037	0.006	0.204	5
51	2017-11-13	08:27:35.000	PPK9	Fix	0.004	16	31.3500270833	121.2923474444	36.964	0.000	-0.032	-0.027	0.007	0.041	0.009	-0.002	0.042	5
52	2017-11-13	08:27:40.000	--	Fix	0.002	16	31.3500272556	121.2923474917	36.965	0.000	0.005	0.002	0.002	-0.005	0.002	0.000	0.006	5
53	2017-11-13	08:27:45.000	--	Fix	0.003	16	31.3500524694	121.2923851333	37.115	0.000	-0.558	-0.703	0.578	0.842	0.555	0.035	1.067	5
54	2017-11-13	08:27:50.000	--	Fix	0.003	16	31.3500699167	121.2924127972	36.993	0.000	-0.298	-0.420	0.269	0.473	0.336	-0.034	0.580	5
55	2017-11-13	08:27:55.000	PPK10	Fix	0.003	16	31.3500699833	121.2924129083	36.990	0.000	0.053	0.069	-0.042	-0.081	-0.052	0.005	0.096	5
56	2017-11-13	08:28:00.000	PPK10	Fix	0.003	16	31.3500700139	121.2924127250	36.996	0.000	-0.006	-0.009	0.008	0.010	0.009	0.000	0.013	5
57	2017-11-13	08:28:05.000	PPK10	Fix	0.003	16	31.3500701250	121.2924126806	36.994	0.000	0.002	0.000	0.000	-0.002	0.001	-0.001	0.002	5
58	2017-11-13	08:28:10.000	--	Fix	0.008	16	31.3500636833	121.2923986056	37.085	0.000	0.213	0.253	-0.132	-0.313	-0.168	0.021	0.355	5
59	2017-11-13	08:28:15.000	--	Fix	0.005	16	31.3500424583	121.2923579472	37.053	0.000	0.593	0.668	-0.452	-0.854	-0.523	-0.011	1.001	5
60	2017-11-13	08:28:20.000	--	Fix	0.003	16	31.3500087306	121.2923143778	37.003	0.000	0.496	0.771	-0.677	-0.824	-0.787	-0.010	1.140	5
61	2017-11-13	08:28:25.000	--	Fix	0.004	16	31.3499870000	121.2922645096	36.895	0.000	0.724	0.677	-0.378	-0.970	-0.428	-0.024	1.061	5
62	2017-11-13	08:28:30.000	--	Fix	0.004	16	31.3499720972	121.2922274194	37.113	0.000	0.444	0.522	-0.238	-0.569	-0.313	0.056	0.729	5
63	2017-11-13	08:28:35.000	--	Fix	0.005	15	31.3499840389	121.2921857667	37.132	0.000	0.798	0.257	0.309	-0.815	0.365	-0.006	0.893	5
64	2017-11-13	08:28:40.000	--	Fix	0.004	16	31.3499846917	121.2921482361	37.001	0.000	0.595	0.360	-0.055	-0.595	-0.046	-0.030	0.697	5
65	2017-11-13	08:28:45.000	--	Fix	0.006	14	31.3499590194	121.2921026194	36.847	0.000	0.602	0.737	-0.580	-0.897	-0.660	-0.031	1.114	4
66	2017-11-13	08:28:50.000	--	Fix	0.003	16	31.3499788194	121.2920622750	37.498	0.000	0.736	0.221	0.621	-0.744	0.631	0.158	0.975	5
67	2017-11-13	08:28:55.000	--	Fix	0.005	16	31.3499826250	121.2920571917	36.994	0.000	0.047	-0.109	-0.087	0.016	-0.013	-0.146	0.021	5
68	2017-11-13	08:29:00.000	--	Fix	0.005	16	31.3499825583	121.2920571833	36.995	0.000	-0.007	0.018	0.016	-0.003	0.004	0.025	0.005	5

跳至跟踪

5 质量

5.1 质量



跳至跟踪

常规动态 HTML 结果

2.1.6.5 闭合环报告

点击功能栏静态基线→闭合环，进入闭合环列表。



闭合环报告设置

报告内容包括项目属性、基线、闭合环、闭合环检测总结，选中任一一条闭合环“右键”→[闭合环报告]。可进入 C:\Program Files\Compass Solution\Report 下找到相关的报告输出，如下图所示：

目录

1 项目属性
- 1.1 项目属性

2 基线
- 2.1 基线

3 闭合环
- 3.1 闭合环

4 闭合环检测总结
- 4.1 闭合环检测总结
- 4.2 网图

司南导航

2019-01-23-17-13站点2 闭合环检测结果

1 项目属性

1.1 项目属性

项目名称	2019-01-23-17-13站点2
创建日期	2019-01-28 11:31:29
坐标系统名称	Beijing54

跳至顶部

2 基线

2.1 基线

基线 起点 --> 终点	距离(m)	方位角	高程增量(m)	解状态	Ratio	RMS	星历类型	位置精度 PDOP(m)	水平精度 HDOP(m)	垂直精度 VDOP(m)	GPS卫星	Glonass卫星	北斗卫星
TONJ->SHES	34996.4620	234:09:57	-10.625	固定	23.1	0.0119	广播	0.0009	0.0008	0.0005	8	6	9
TONJ->MINH	22282.6856	204:07:38	2.965	固定	2.8	0.0140	广播	0.0009	0.0007	0.0005	8	6	8
TONJ->KUNS	46639.1482	280:20:02	-9.654	固定	12.4	0.0107	广播	0.0009	0.0007	0.0005	8	6	9
TONJ->JD01	20839.7539	290:21:58	3.816	固定	4.9	0.0099	广播	0.0008	0.0006	0.0005	8	6	9
SHES->MINH	19264.4289	89:23:35	13.583	固定	3.9	0.0111	广播	0.0009	0.0007	0.0006	8	6	8
SHES->KUNS	33752.0648	328:35:38	0.970	固定	5.9	0.0121	广播	0.0009	0.0007	0.0005	8	6	9
SHES->JD01	29113.9185	17:30:43	14.443	固定	5.7	0.0101	广播	0.0008	0.0006	0.0005	8	6	9
MINH->KUNS	46649.4429	307:55:20	-12.619	固定	2.1	0.0166	广播	0.0017	0.0012	0.0012	8	6	8
MINH->JD01	29493.9313	339:14:37	0.858	固定	2.3	0.0162	广播	0.0015	0.0011	0.0010	8	6	8
KUNS->JD01	26369.2334	92:10:12	13.473	固定	5.7	0.0108	广播	0.0011	0.0009	0.0006	8	6	9

跳至顶部

3 闭合环

3.1 闭合环

闭合环	类型(m)	状态	环总长(m)	X闭合差(m)	Y闭合差(m)	Z闭合差(m)	相对误差(ppm)
C0(TONJ,SHES,MINH)(3基线)	同步环	通过	76543.576572	-0.003088	0.005307	0.000471	0.026818
C1(TONJ,SHES,KUNS)(3基线)	同步环	通过	115387.675045	-0.002049	0.000474	0.000062	0.006078
C2(TONJ,SHES,JD01)(3基线)	同步环	通过	84950.134492	0.001983	-0.004071	-0.000272	0.017799
C3(TONJ,MINH,KUNS)(3基线)	同步环	通过	115571.276719	-0.003968	-0.002474	0.000260	0.013506
C4(TONJ,MINH,JD01)(3基线)	同步环	通过	72616.370800	0.001297	-0.006660	-0.005868	0.041176
C5(TONJ,KUNS,JD01)(3基线)	同步环	通过	93848.135570	0.004969	-0.002078	-0.004062	0.023962
C6(SHES,MINH,KUNS)(3基线)	同步环	通过	99665.936604	-0.005007	0.002359	0.000669	0.018645
C7(SHES,MINH,JD01)(3基线)	同步环	通过	77872.278737	-0.003774	0.002718	-0.005125	0.029624
C8(SHES,KUNS,JD01)(3基线)	同步环	通过	89235.216669	0.000937	0.002466	-0.003728	0.017060
C9(MINH,KUNS,JD01)(3基线)	同步环	通过	102512.607588	-0.000296	0.002107	0.002066	0.009643

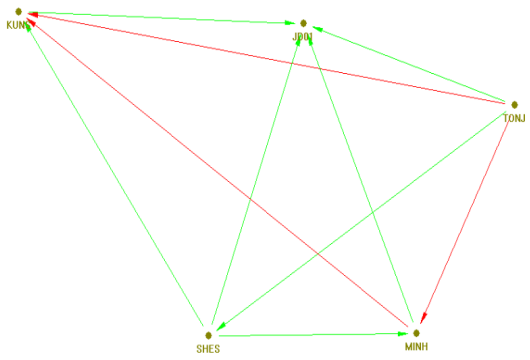
跳至顶部

4 闭合环检测总结

4.1 闭合环检测总结

闭合环最小PPM	1.000000
闭合环最小闭合差	0.030000
闭合环总数	10
闭合环节点数	3
检测通过闭合环数	10
检测失败闭合环数	0

4.2 网图



跳至顶部

闭合环报告输出

2.2 性能

2.2.1 精度

基线测量精度指标：

1.在CJJ 73-97中，城市控制网、城市地籍控制网和工程控制网划分为二、三、四等和一、二级。

2.GNSS测量的相邻点间基线长度的精度由 $\sigma=\sqrt{a^2+(bd)^2}$ 计算。

城市GNSS测量精度指标（CJJ 73-97）

等级	平均距离/km	a/mm	b/10^{-6}	最弱边相对中误差
二等	9	≤10	≤2	1/12 万
三等	5	≤10	≤5	1/8 万
四等	2	≤10	≤10	1/4.5 万
一级	1	≤10	≤10	1/2 万
二级	<1	≤15	≤20	1/1万

SinoGNSS

2.2.2 时间特性

软件对于不同模式处理，现选取以下 7 种类型进行处理。处理时间结果根据用户电脑配置情况不同，时长结果不同。

注：该结果仅作为参考，不作为任何标准。

序号	模式	所需时长 (s)	同步时间 (s)	采样间隔 (s)	高度截止角 (°)	系统组合
1	软件初始化	3	--	--	--	--
2	导入 24h 观测文件	50	86400	1	10	四系统
3	导入 1h 观测文件	6	3600	1	10	四系统
4	1h 静态基线	9	3600	5	20	四系统
5	1h 动态基线	14	3600	1	20	四系统
6	24h 静态基线	150	86400	5	20	四系统
7	24h 动态基线	282	86400	1	20	四系统

2.3 安全保密

软件支持脱机处理数据。

3 运行环境

3.1 硬设备

CPU：酷睿 i3 或更好的处理器，主频 2GHz 或以上。

内存：4G 或以上。

硬盘：500G 或以上。

显示器：1280×1024 或更高的屏幕分辨率/显存 128M 或以上。

操作系统：WindowXP、Windows Server2003 及以上更高级的操作系统。

3.2 支持软件

本软件所需要的支持软件，如：

1）支持 html 的浏览器，如 Google、firfox、IE、360 浏览器、搜狗浏览器等；

2）AutoCAD2000 及以上；

3）Google Earth;

4）Office 办公软件；

5）文本编译器等；

4 使用过程

4.1 安装与初始化

4.1.1 软件安装

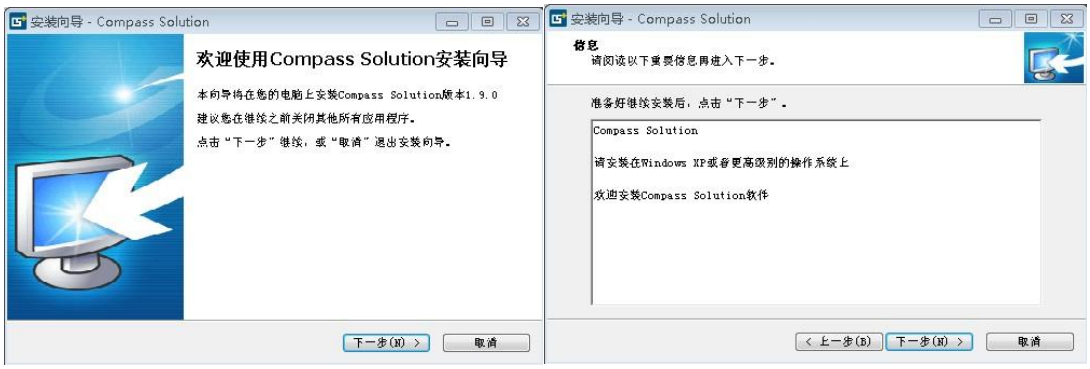
1）打开安装包，以管理员身份安装 CS 软件。对解算库及坐标系进行注册。

2）选择语言；



选择语言

3）安装向导；



向导

4）选择安装路径；



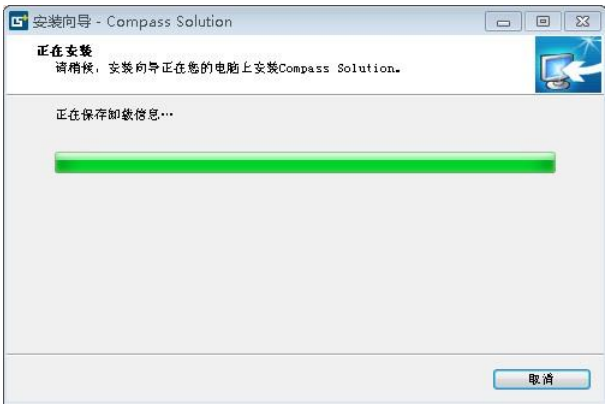
安装路径

5）创建快捷名称；



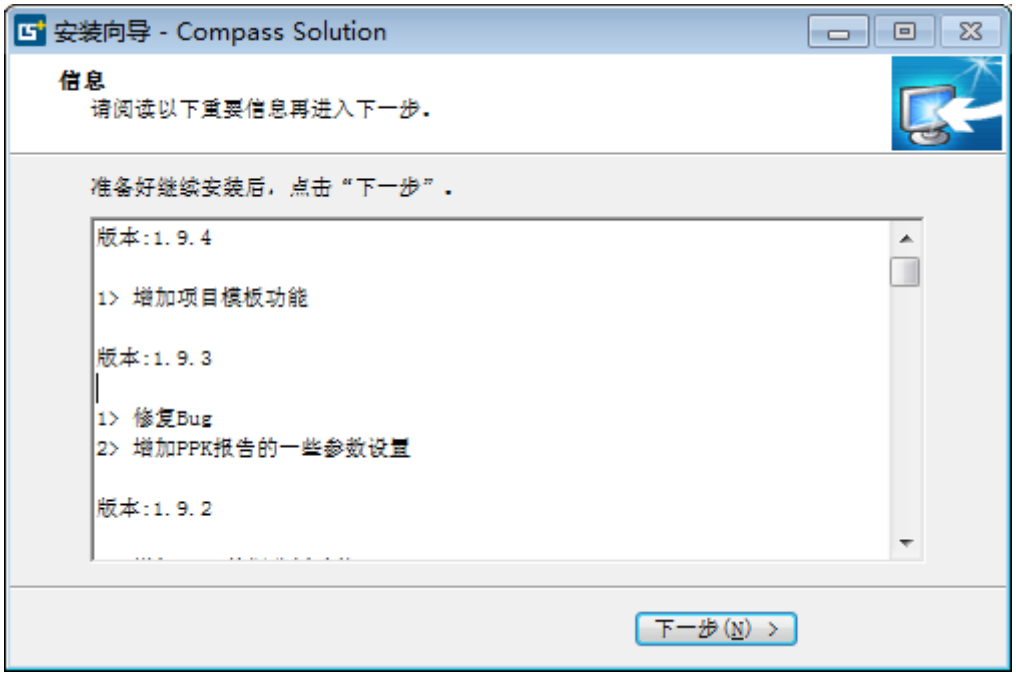
桌面快捷方式

6）保存安装程序；



保存安装

7）版本说明。包含版本说明及更新内容；



版本日志

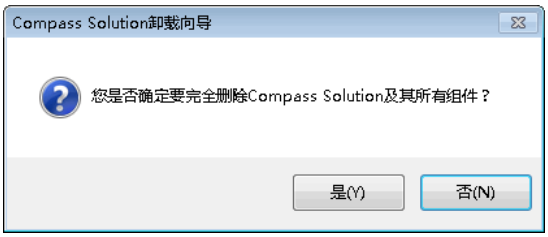
8）安装完成；



安装完成

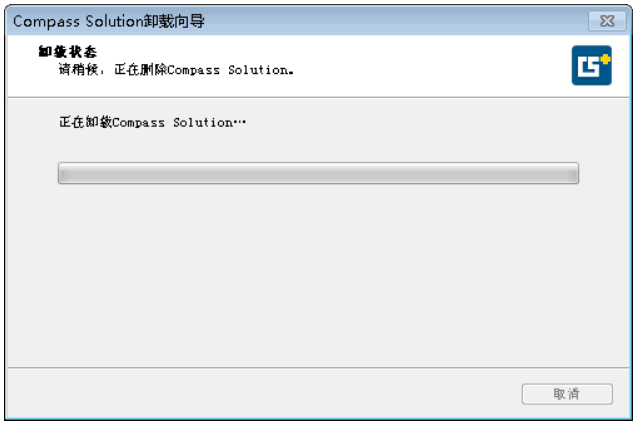
4.1.2 软件卸载

执行【开始】→【控制面板】→【程序和功能】→【Compass Solution】-右键-卸载，弹出下图所示对话框。

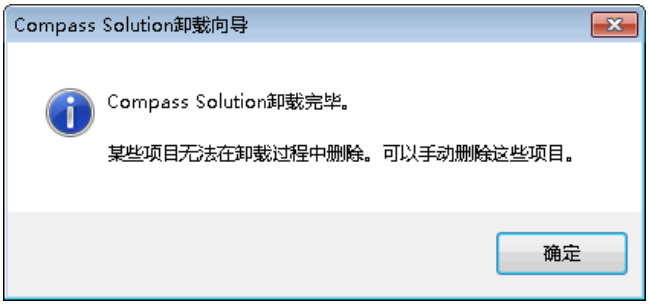


软件卸载

单击【是】进行卸载程序；卸载进度条走完，点击【完成】，完成即可。



卸载向导



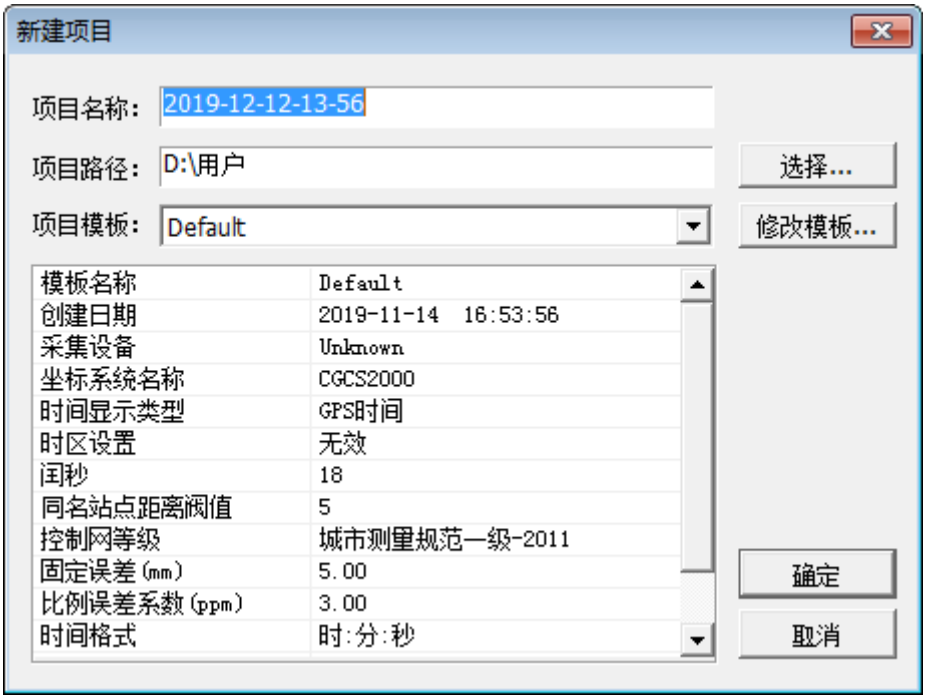
卸载完成

4.2 静态数据后处理操作

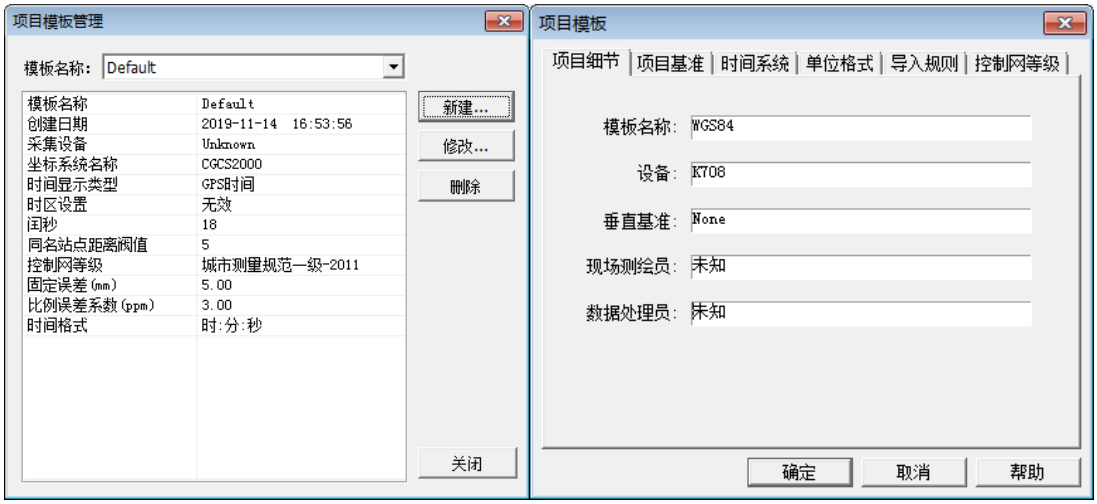
静态数据操作流程包含新建项目、导入数据、处理基线、平差前设置、进行网平差、成果输出，下面简要说明操作步骤。

4.2.1 新建项目

执行[开始]→[所有程序]→[Compass Solution]，启动本软件。选择[项目]→[新建]，如图所示。



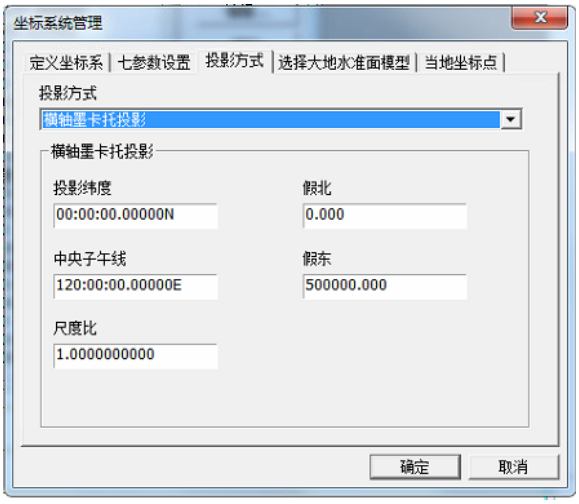
新建项目



建立工程模板



设置坐标系参数



投影方式及子午线设置

单击[确定]，即完成新项目的创建工作，并且自动弹出项目信息窗口。



项目属性

系统将自动在数据文件所在目录下创建两个文件夹：“Report”和“Rinex”，以及项目文件“***.cps”和日志文件“***.log”，如图所示。

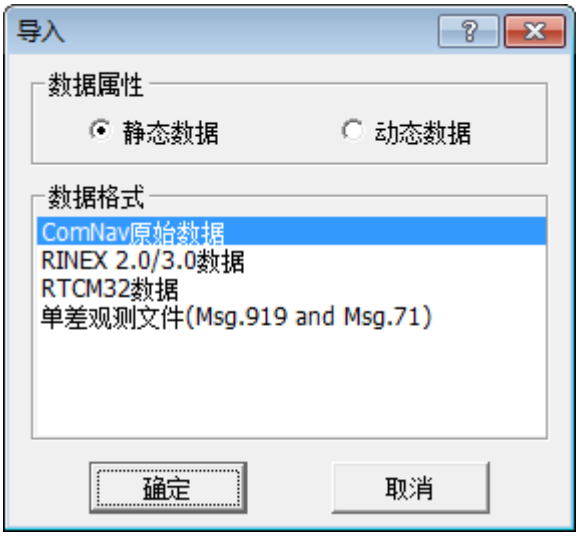
- Report：用于存放网平差、闭合环、动态基线解算、观测数据分析、静态基线解算等成果报告；
- Rinex：用于存放由观测文件转换成的 Rinex 文件；
- ***.cps：已经建立的任务文件；
- ***.log：当前任务工程的日志文件。



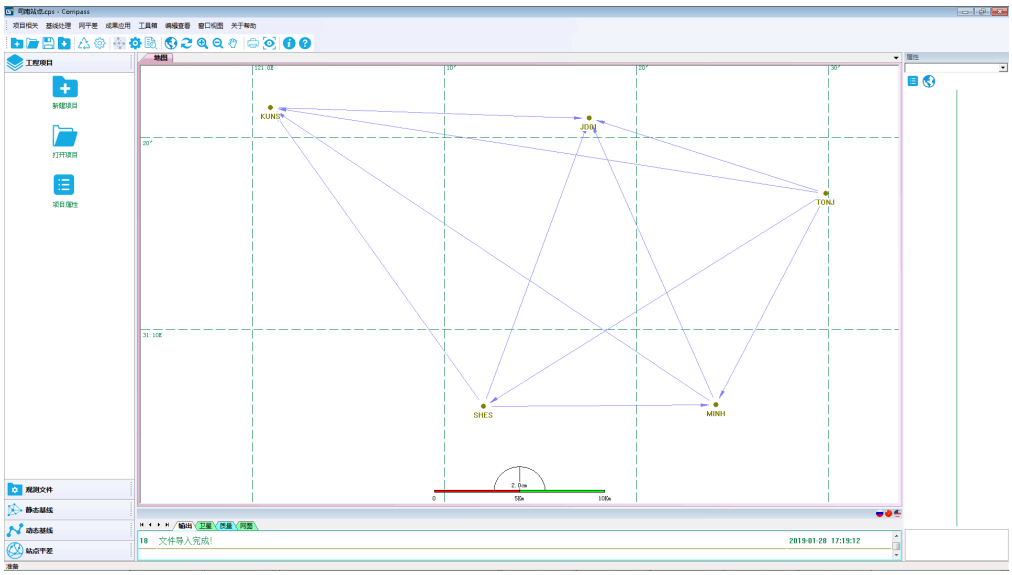
项目文件夹

4.2.2 导入数据

项目建完后，需要加载 GNSS 观测数据文件，用作基线解算。执行[项目相关]→[导入数据]，在弹出的对话框中选择需要加载的数据类型。导入目标数据，如 CNB 数据，选中多个同时段的 CNB 数据文件导入，软件自动形成多条基线，如下图所示。当 GNSS 数据文件加载完成后，系统会显示所有的 GNSS 基线向量，各条基线的相关信息暂时为空。同时 Map 窗口会显示整个 GNSS 网的情况。



导入数据



导入数据形成基线

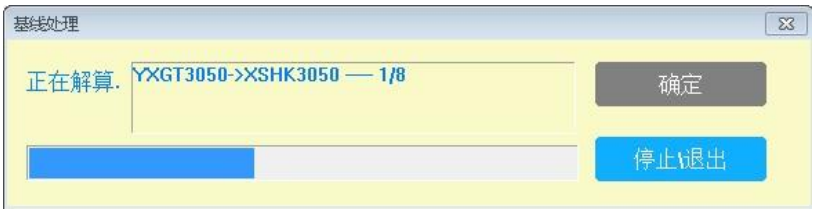
4.2.3 处理基线

执行[基线处理]→[处理静态基线]，系统将采用默认的基线处理设置，处理所有的基线向量。如图所示。



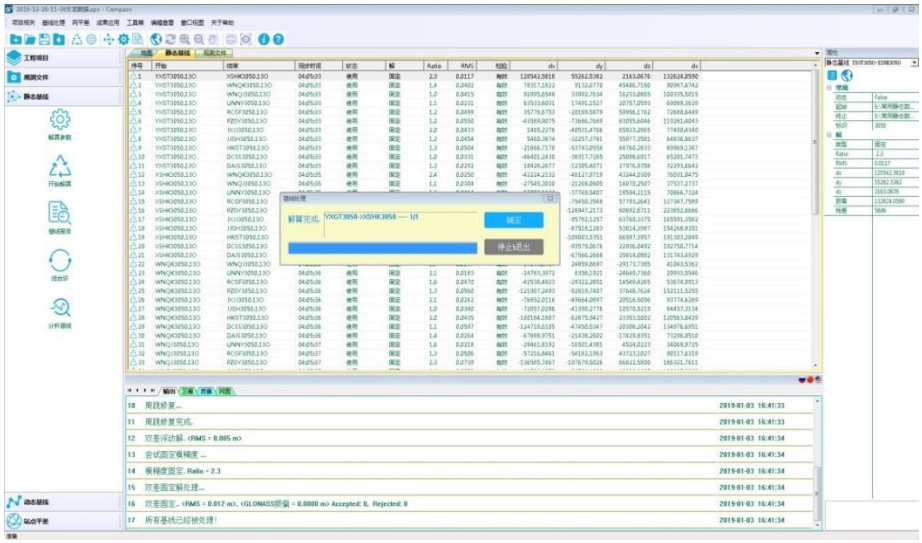
处理全部基线

处理过程中，显示整个基线处理过程的进度，从中也可以每条基线的处理情况。如图所示。



基线处理过程

基线解算的时间由基线的数目、基线观测时间的长短、基线处理设置的情况，以及计算机的速度决定。处理全部基线向量后，基线列表窗口中会列出所有基线解的情况，网图中原来未解算的基线从蓝色改变为绿色。如图所示。



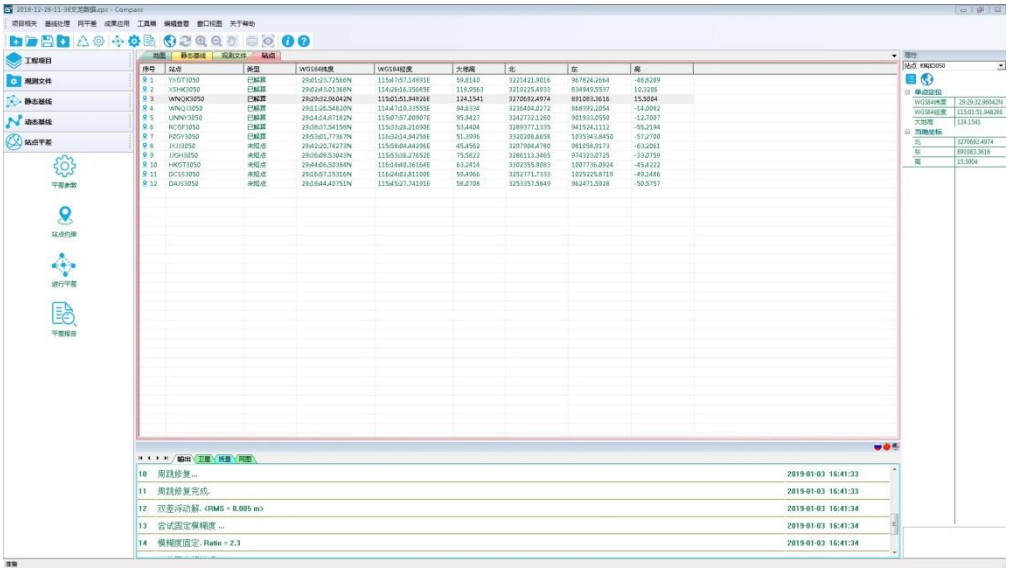
基线解算后的结果

4.2.4 平差设置

在基线处理完成后，需要对基线处理成果进行检核。因本节为快速入门，我们假定所有参与解算的基线都合格，通常情况下，如果观测条件良好，也确实就能一次性成功处理所有的基线。

基线解算合格后，还需要根据基线的同步观测情况剔除部分基线，在这里我们不作介绍。现在我们直接进入网平差的准备。

在左框图中，选择[站点平差]，主视图中显示站点信息，鼠标右键单击，选择[站点平差]。如图所示。



站点信息

选择[站点约束]，进入已知观测点设置界面。输入已知点的固定坐标，并在复选框[站点约束]勾选，确保利用已知点的固定坐标进行约束网平差。如图所示。

注：2D 网平差需要至少约束 1 个本地坐标点 XYH；3D 约束网平差需要约束大地坐标值 BLH；



观测点设置

执行[网平差]→[网平差设置]，进入平差设置窗口。在弹出的窗口，进行网平差的设置。用户可根据实际应用选择 3D、2D、高程拟合的方式，并在中央子午

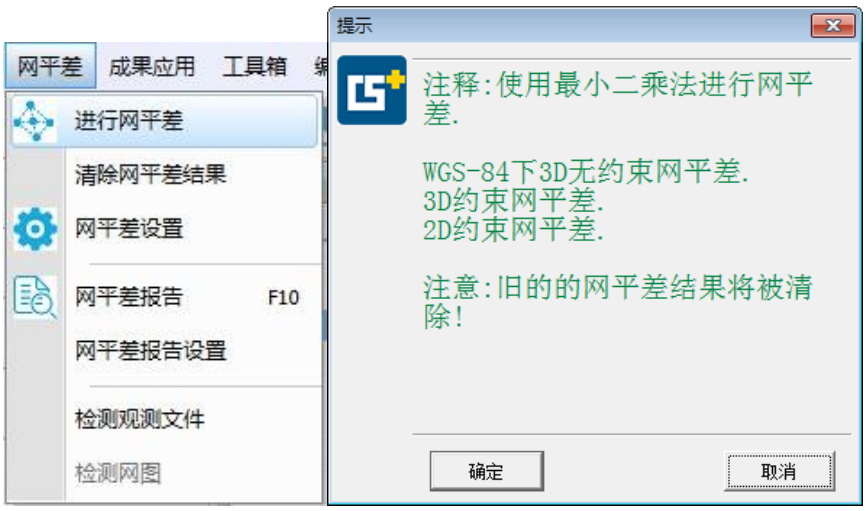
线文本框输入正确的当地中央子午线(如果前期新家项目时已经修改则默认为准确值)。如图所示。



进行平差设置

4.2.5 进行网平差

执行[网平差]→[进行网平差]，软件会按照前一节的设置运行网平差。如图所示。



网平差

4.2.6 成果输出

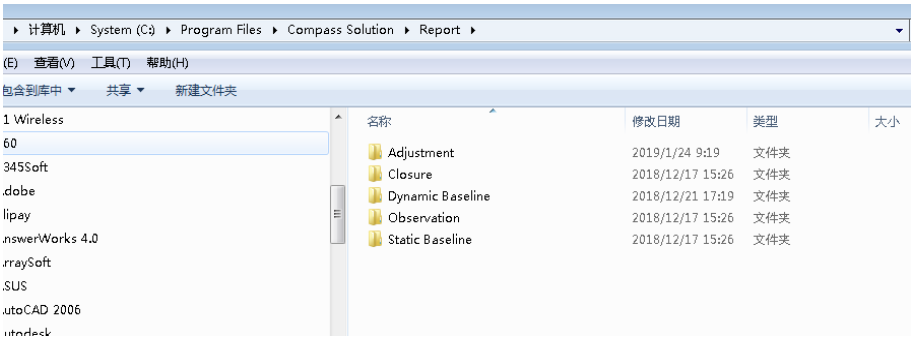
若网平差结果已满足用户要求，可将它打印输出，并作为成果提交。

执行[网平差]→[网平差报告]，可把平差结果中的全部内容编辑成一个网页报告的形式，直接浏览或打印输出。如图所示。



网平差报告

查看输出的成果报告。如图所示。导出的成果报告可以在任务所在路径的 Report 文件夹下 Adjustment 找到。具体格式可参考后文成果输出章节内容，这里不再作详细展示。



平差报告路径

4.3 动态数据后处理操作

本节包含：新建项目、导入数据、处理基线、成果输出，下面操作步骤简要说明。

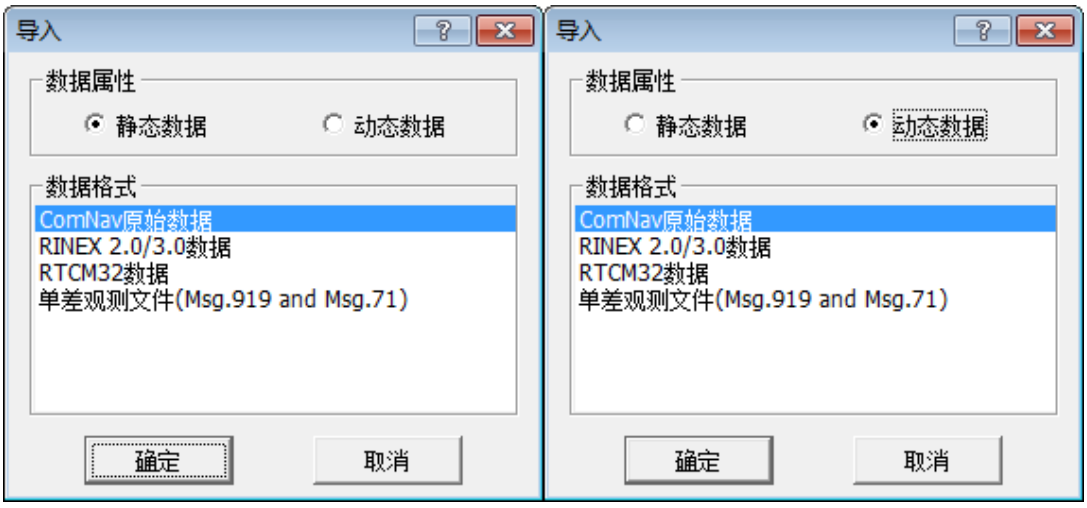
4.3.1 新建项目

在此不做重复描述。具体操作参见静态数据后处理-新建项目。

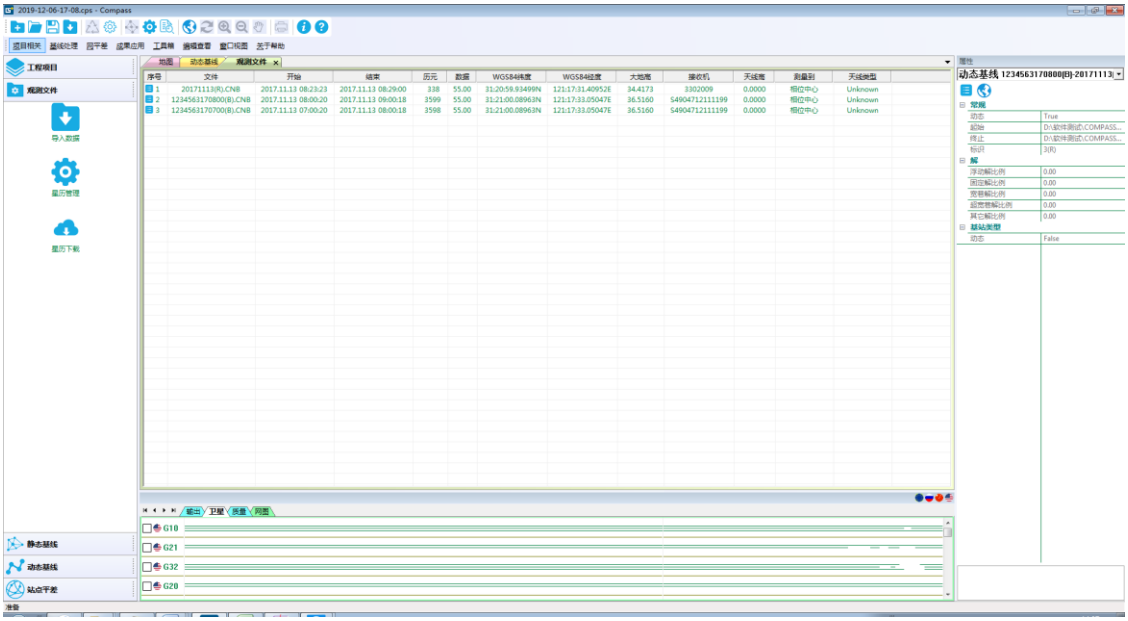
4.3.2 导入数据

首先导入基站文件，作为基准站点的数据导入方式和作静态处理的导入方式相同。执行[项目相关]→[导入数据]，在弹出的对话框中选择静态数据进行加载，进入文件选择对话框，选择观测文件进行数据导入的操作，选择动态数据进行加载，导入动态观测文件。执行[项目相关]→[导入数据]，在对话框的下方，有一个观测数据类型复选框导入数据，将复选框打勾，则表示导入的数据是动态观测数

据，如图所示。



导入数据



观测文件



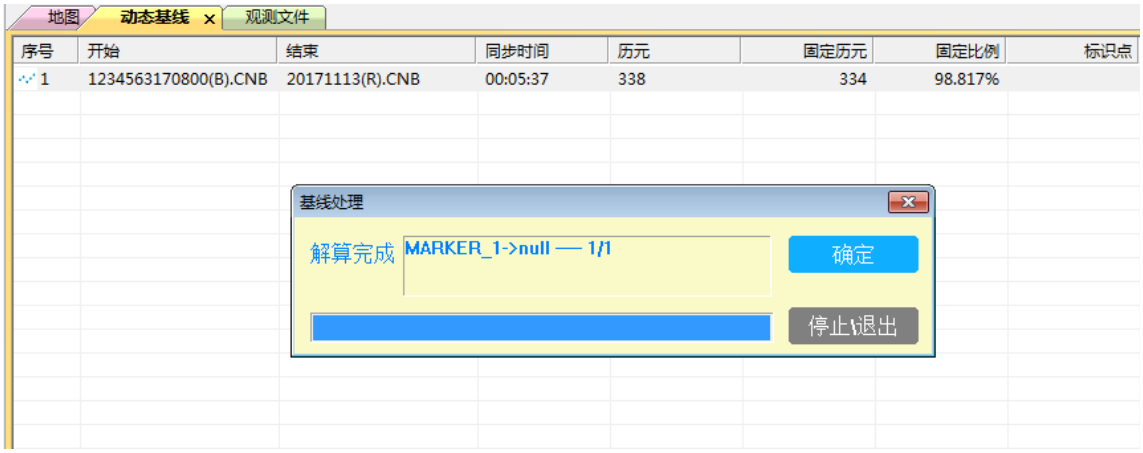
动态基线

4.3.3 处理基线

在左框图中，选择要解算的动态基线，然后在主视图中，选中基线并鼠标右键单击，选择[基线处理]，系统将采用默认的基线处理设置，处理选定基线。也可以自行修改处理设置（设置方式参照上述静态处理设置）。

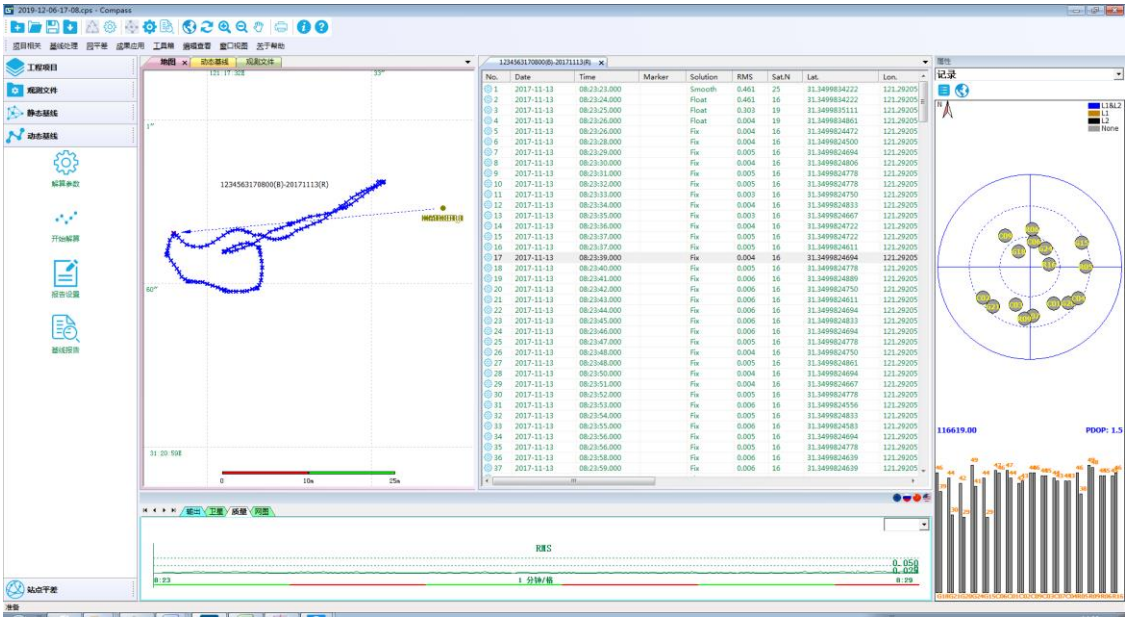
基线解算完成后，右框图的列表框中将显示当前动态路线的解算历元，以GNSS 观测时间为序。每个解算历元都记录了点的序号、测点名（或插点名、测

线名）、解算卫星数、中误差、坐标及高程（相对于基站单点定位坐标）。



动态数据处理

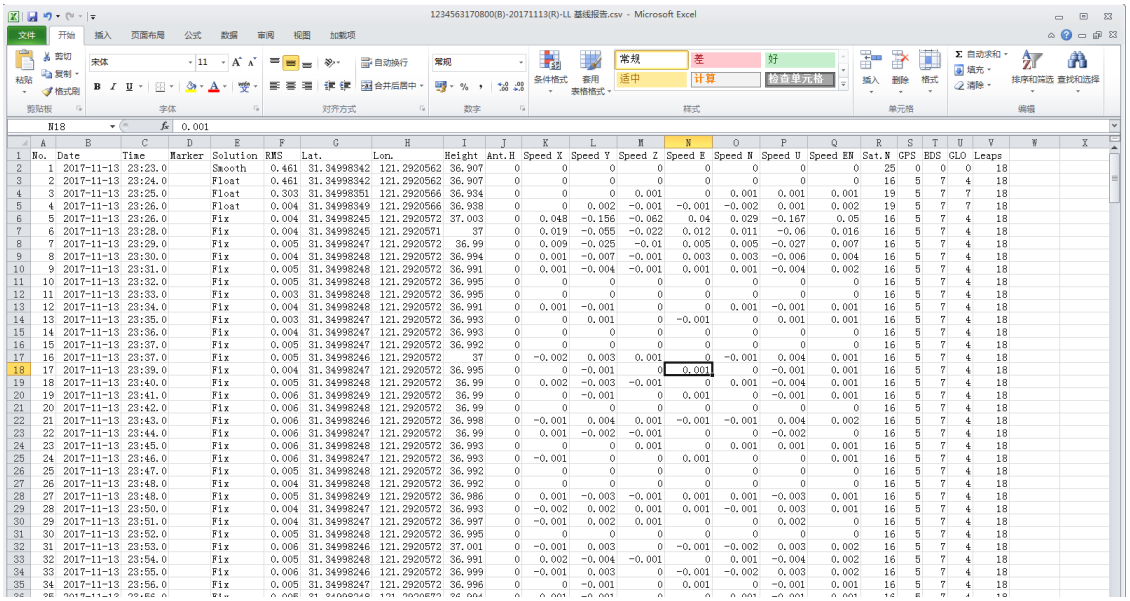
快捷双击解算后的动态基线可以看到每个历元的解算结果，如图所示。相关描述内容：历元解算结果、网图轨迹结果、历元属性。



动态基线解算结果

4.3.4 成果输出

在详细解算结果界面，鼠标右键单击动态基线-[基线报告]，可以将解算的每个历元的结果导出到为 Excel 格式，可以去 Report\Dynamic Baseline 中查找，动态基线报告的内容可通过该页面下[报告配置]菜单进行自主配置，用户可以个根据自身的需求，灵活配置，导出自己想要的格式，以经纬度格式展示，如下图。



No.	Date	Time	Marker	Solution	RMS	Lat.	Lon.	Height	Ant.H	Speed X	Speed Y	Speed Z	Speed E	Speed N	Speed U	Speed EN	Sat.N	GPS	BDS	GLO	Leaps
1	2017-11-13	23:23.0		Smooth	0.461	31.34998342	121.2920562	36.907	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	18
2	2017-11-13	23:24.0		Float	0.461	31.34998342	121.2920562	36.907	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	7	4	18
3	2017-11-13	23:25.0		Float	0.303	31.34998351	121.2920566	36.934	0	0	0	0.001	0	0.001	0.001	0.001	19	5	7	7	18
4	2017-11-13	23:26.0		Float	0.004	31.34998349	121.2920566	36.938	0	0	0.002	-0.001	-0.001	-0.002	0.001	0.002	19	5	7	7	18
5	2017-11-13	23:26.0		Fix	0.004	31.34998245	121.2920572	37.003	0	0.048	-0.156	-0.062	0.04	0.029	-0.167	0.05	16	5	7	4	18
6	2017-11-13	23:28.0		Fix	0.004	31.34998245	121.2920571	37	0	0.019	-0.055	-0.022	0.012	0.011	-0.06	0.016	16	5	7	4	18
7	2017-11-13	23:29.0		Fix	0.005	31.34998247	121.2920572	36.99	0	0.009	-0.025	-0.01	0.005	0.005	-0.027	0.007	16	5	7	4	18
8	2017-11-13	23:30.0		Fix	0.004	31.34998248	121.2920572	36.994	0	0.001	-0.007	-0.001	0.003	0.003	-0.006	0.004	16	5	7	4	18
9	2017-11-13	23:31.0		Fix	0.005	31.34998248	121.2920572	36.991	0	0.001	-0.004	-0.001	0.001	0.001	-0.004	0.002	16	5	7	4	18
10	2017-11-13	23:32.0		Fix	0.005	31.34998248	121.2920572	36.995	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	7	4	18
11	2017-11-13	23:33.0		Fix	0.003	31.34998248	121.2920572	36.995	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	7	4	18
12	2017-11-13	23:34.0		Fix	0.004	31.34998248	121.2920572	36.991	0	0.001	-0.001	0	0	0.001	-0.001	0.001	16	5	7	4	18
13	2017-11-13	23:35.0		Fix	0.003	31.34998247	121.2920572	36.993	0	0	0.001	0	-0.001	0	0.001	0.001	16	5	7	4	18
14	2017-11-13	23:36.0		Fix	0.004	31.34998247	121.2920572	36.993	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	7	4	18
15	2017-11-13	23:37.0		Fix	0.005	31.34998247	121.2920572	36.992	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	7	4	18
16	2017-11-13	23:37.0		Fix	0.005	31.34998246	121.2920572	37	0	-0.002	0.003	0.001	0	-0.001	0.004	0.001	16	5	7	4	18
17	2017-11-13	23:39.0		Fix	0.004	31.34998247	121.2920572	36.995	0	0	-0.001	0	0.001	0	-0.001	0.001	16	5	7	4	18
18	2017-11-13	23:40.0		Fix	0.005	31.34998248	121.2920572	36.99	0	0.002	-0.003	-0.001	0	0.001	-0.004	0.001	16	5	7	4	18
19	2017-11-13	23:41.0		Fix	0.006	31.34998249	121.2920572	36.99	0	0	-0.001	0	0.001	0	-0.001	0.001	16	5	7	4	18
20	2017-11-13	23:42.0		Fix	0.006	31.34998248	121.2920572	36.99	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	7	4	18
21	2017-11-13	23:43.0		Fix	0.006	31.34998246	121.2920572	36.998	0	-0.001	0.004	0.001	-0.001	-0.001	0.004	0.002	16	5	7	4	18
22	2017-11-13	23:44.0		Fix	0.006	31.34998247	121.2920572	36.99	0	0.001	-0.002	-0.001	0	0	-0.002	0	16	5	7	4	18
23	2017-11-13	23:45.0		Fix	0.006	31.34998248	121.2920572	36.993	0	0	0	0.001	0	0.001	0.001	0.001	16	5	7	4	18
24	2017-11-13	23:46.0		Fix	0.006	31.34998247	121.2920572	36.993	0	-0.001	0	0	0.001	0	0	0.001	16	5	7	4	18
25	2017-11-13	23:47.0		Fix	0.005	31.34998248	121.2920572	36.992	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	7	4	18
26	2017-11-13	23:48.0		Fix	0.004	31.34998248	121.2920572	36.992	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	7	4	18
27	2017-11-13	23:48.0		Fix	0.005	31.34998249	121.2920572	36.986	0	0.001	-0.003	-0.001	0.001	0.001	-0.003	0.001	16	5	7	4	18
28	2017-11-13	23:50.0		Fix	0.004	31.34998247	121.2920572	36.993	0	-0.002	0.002	0.001	0.001	-0.001	0.003	0.001	16	5	7	4	18
29	2017-11-13	23:51.0		Fix	0.004	31.34998247	121.2920572	36.997	0	-0.001	0.002	0.001	0	0	0.002	0	16	5	7	4	18
30	2017-11-13	23:52.0		Fix	0.005	31.34998248	121.2920572	36.995	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	7	4	18
31	2017-11-13	23:53.0		Fix	0.006	31.34998246	121.2920572	37.001	0	-0.001	0.003	0	-0.001	-0.002	0.003	0.002	16	5	7	4	18
32	2017-11-13	23:54.0		Fix	0.005	31.34998248	121.2920572	36.991	0	0.002	-0.004	-0.001	0	0.001	-0.004	0.002	16	5	7	4	18
33	2017-11-13	23:55.0		Fix	0.006	31.34998246	121.2920572	36.999	0	-0.001	0.003	0	-0.001	-0.002	0.003	0.002	16	5	7	4	18
34	2017-11-13	23:56.0		Fix	0.005	31.34998247	121.2920572	36.996	0	-0.001	0	0	0.001	0	-0.001	0.001	16	5	7	4	18

动态基线解算结果

5 相关文件

无。

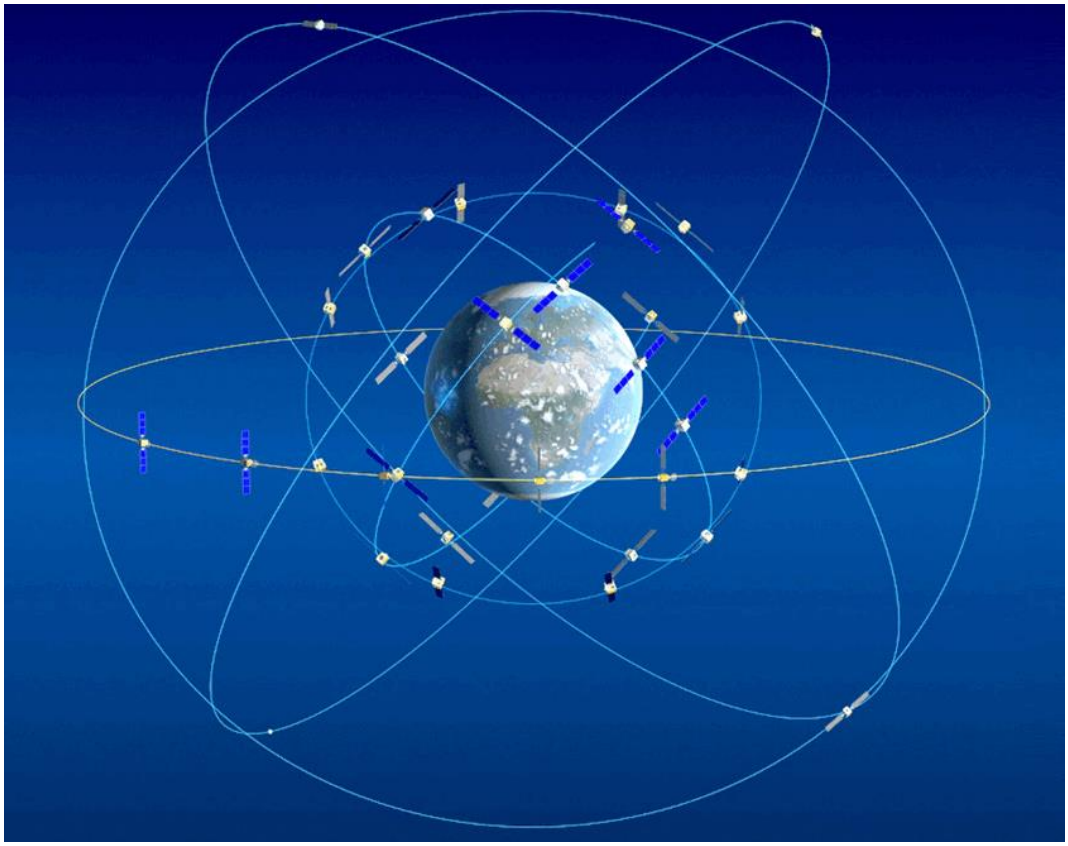
6 相关记录

无。

7 附录

附录 1：GNSS 系统简介

GNSS 全称为：Global Navigation Satellite System，中文为：全球导航卫星系统定位，是利用一组卫星的伪距、星历、卫星发射时间等观测量，同时还必须知道用户钟差。全球导航卫星系统是能在地球表面或近地空间的任何地点为用户提供全天候的 3 维坐标和速度以及时间信息的空基无线电导航定位系统。因此，通俗一点说如果你除了要知道经纬度还想知道高度的话，那么，必须对收到 4 颗卫星才能准确定位。



图附录-1 BDS 卫星定位分布事列图



图附录-2 GNSS 卫星分布事列图

包括以下卫星系列：

名称(英文)	所属国家	中文名	组网卫星	精度 m
GPS	美国	GPS 卫星定位系统	24	10
BDS	中国	北斗卫星导航系统	35	5
GLONASS	俄罗斯	格洛纳斯卫星定位系统	24	1
GALILEO	欧盟	伽利略卫星导航定位系统	30	1

(1) GPS 卫星简介

GPS 卫星导航系统是在美国海军导航卫星系统的基础上发展起来的无线电导航定位系统。具有全能性、全球性、全天候、连续性和实时性的导航、定位和定时功能，能为用户提供精密的三维坐标、速度和时间。现今，GPS 共有在轨工作卫星 31 颗，其中 GPS-2A 卫星 10 颗，GPS-2R 卫星 12 颗，经现代化改进的带 M 码信号的 GPS-2R-M 和 GPS-2F 卫星共 9 颗。根据 GPS 现代化计划，2011 年美国

推进了 GPS 卫星更新换代进程。GPS-2F 卫星是第二代 GPS 卫星系统向第三代 GPS 卫星系统过渡的最后一种型号，将进一步使 GPS 提供更高的定位精度。

(2) **BDS 卫星简介**

北斗卫星导航系统（BDS）是中国自主研发、独立运行的全球卫星导航系统。该系统系统由卫星、地面测控站和用户设备三部分组成，目前服役卫星分为两代，即北斗一代和北斗二代系统。我国上世纪 80 年代决定建设北斗系统，2003 年，北斗卫星导航验证系统建成。该系统由 4 颗地球同步轨道卫星、地面控制部分和用户终端三部分组成。目前北斗三代卫星系统已全面展开部署。

(3) **GLONASS 卫星简介**

GLONASS 是由原苏联国防部独立研制和控制的第二代军用卫星导航系统，该系统是继 GPS 后的第二个全球卫星导航系统。系统由 21 颗工作星和 3 颗备份星组成，分布于 3 个轨道平面上，每个轨道面有 8 颗卫星，轨道高度 1 万 9000 公里，运行周期 11 小时 15 分。

(4) **GALILEO 卫星简介**

GALILEO 卫星导航系统是由欧盟研制和建立的全球卫星导航定位系统，该计划于 1992 年 2 月由欧洲委员会公布，并和欧空局共同负责。系统由 30 颗卫星组成，其中 27 颗工作星，3 颗备份星。卫星轨道高度为 23616km，位于 3 个倾角为 56°的轨道平面内。2012 年 10 月，伽利略全球卫星导航系统第二批两颗卫星成功发射升空，太空中已有的 4 颗正式的伽利略卫星，可以组成网络，初步实现地面精确定位的功能 GALILEO 系统是世界上第一个基于民用的全球导航卫星定位系统，投入运行后，全球的用户将使用多制式的接收机，获得更多的导航定位卫星的信号，这将无形中极大地提高导航定位的精度。

附录 2：GPS 测量原理

(1) **GPS 测量数与使用码**

由于 GPS 全球卫星导航系统涉及多种卫星导航系统，在此仅用 GPS 信号作为列子描述：GPS 卫星发射两种频率的载波信号即频率为 1575.42MHz 的 L1 载波和频率为 1227.60HMz 的 L2 载波。它们的频率分别是基本频率 10.23MHz 的

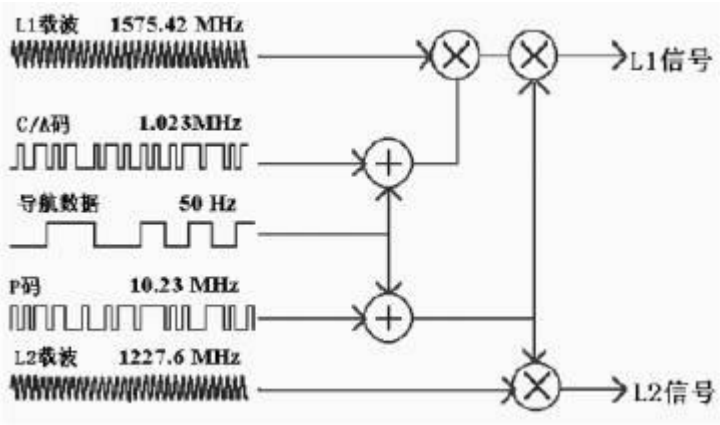
154 倍和 120 倍。它们的波长分别为 19.03cm 和 24.42cm。在 L1 和 L2 上又分别调制着多种信号，这些信号主要有：

1）C/A 码。C/A 码又被称为粗捕获码，它被调制在 L1 载波上，是 1MHz 的伪随机噪声码(PRN 码)，其码长为 1023 位，周期为 1ms。由于每颗卫星的 C/A 码都不一样，因此我们经常用它们的 PRN 号来区分它们。C/A 码是普通用户用以测定测站到卫星间的距离的一种主要的信号。

2）P 码（Y 码）。P 码又被称为精码。它被调制在 L1 和 L2 载波上，是 10.23MHz 的伪随机噪声码，在实际应用中，P 码采用 7 天的周期，即截取一段周期为 7 天的 P 码，并规定每星期六午夜零点使 P 码置全“1”状态作为起始点。在实施 AS 时 P 码与 W 码进行模二相加生成保密的 Y 码，此时一般用户无法利用 P 码来进行导航定位。

3)导航信息(或称 D 码)。导航信息被调制在 L1 载波上，其信号频率为 50Hz，包含有 GPS 卫星的轨道参数、卫星钟改正数和其它一些系统参数。用户一般需要利用此导航信息来计算某一时刻 GPS 卫星在地球轨道上的位置。导航信息也被称为广播星历。

综上所述，GPS 卫星所发播的信号，包括调制在 L 载波上的 C/A 码、P 码（或 Y 码）和导航信息（或称 D 码）等多种信号分量。而其中的 P 码和 C/A 码，统称为测距码。载波具有 L1(1575.42MHz)、L2(1227.60MHz)两个频段，调制方式为 900 调相。GPS 系统还将增加 L5 频段以及 L2 频段上的 C/A 码，这里就不作介绍。目前的 GPS 信号结构大致如图附录-3 所示：



图附录-3 GPS 卫星发送的信号

上述这些信号能被用户接收机全部接收或部分接收，并将其输出，供 GPS 后处理软件进一步处理。

SPS 和 PPS。GPS 系统针对不同用户提供两种不同类型的服务，一种是标准定位服务(SPS－Standard Positioning Service)，另一种是精密定位服务(PPS－Precision Positioning Service)。这两种不同类型的服务分别由两种不同的子系统提供，标准定位服务由标准定位子系统(SPS－Standard Positioning System)提供，精密定位服务则由精密定位子系统(PPS－Precision Positioning System)提供。因此，SPS 主要面向全世界的民用用户，而 PPS 则主要面向美国及其盟国的军事部门以及民用的特许用户。

GPS 定位的常用观测值：在 GPS 定位中经常采用下列观测值中的一种或几种进行数据处理，以确定出待定点的坐标或待定点之间的基线向量：

- L1 载波相位观测值
- L2 载波相位观测值（半波或全波）；
- 调制在 L1 上的 C/A 码伪距；
- 调制在 L1 上的 P 码伪距；
- 调制在 L2 上的 P 码伪距。

实际上，在进行 GPS 定位时除了大量地使用上面的观测值进行数据处理以外，还经常使用由上面的观测值通过某些组合而形成的一些特殊观测值，如宽巷观测值（Wide-Lane）、窄巷观测值（Narrow-Lane）、消除电离层延迟的观测值（Ion-Free）、消除几何因数的观测值（Geometry-Free）等来进行数据处理。

GPS 定位的星历数据和历书数据

卫星星历是描述有关卫星运行轨道的信息，并且只包括当前卫星的精确位置，可用来定位。利用 GPS 进行导航和定位，就是根据已知的卫星轨道信息和用户观测资料，通过数据处理来确定接收机的位置及其载体的航行速度。所以，精确的轨道信息是精密导航和定位的基础。卫星星历的提供方式一般有两种：预报星历（广播星历）和后处理星历（精密星历）。目前，一般的 GPS 接收机都能对广播星历解码，并将其存储在存储器中。而精密星历通常可以从 Internet 网上下载，在本课题中编写的软件能处理 SP3 精密星历格式，SP3 精密星历可以从 IGS(International GPS Service)的网址 igscb.jpl.nasa.gov 上下载。

卫星的历书同样描述有关卫星运行轨道的信息，只是其精度较低，并包括全部卫星的信息，可用于卫星预报。接收机需收集完 12.5 分钟的导航电文才能获得一组完整的历书。同样，用户也可从网上下载历书数据进行卫星预报。

(2) 时间系统

在 GPS 卫星定位中，时间系统有着重要的意义。作为观测目标的 GPS 卫星以每秒几公里的速度运动。对观测者而言卫星的位置（方向、距离、高度）和速度都在不断地迅速变化。因此，在卫星测量中，例如在由跟踪站对卫星进行定轨时，每给出卫星位置的同时，必须给出对应的瞬间时刻。当要求 GPS 卫星位置的误差小于 1 cm 时，相应的时刻误差应小于 2.6 μs。以如在卫星定位测量中，GPS 接收机接收并处理 GPS 卫星发射的信号，测定接收机至卫星之间的信号传播时间，再乘以光速换算距离，进而确定测站的位置。因此，要准确的测定观测站至卫星的距离，必须精确的测定误差应小于 0.03ns。所以，任何一个观测量都有必须给定取得该观测量的时刻。为了保证观测量的精度，对观测时刻要有一定的精度要求。

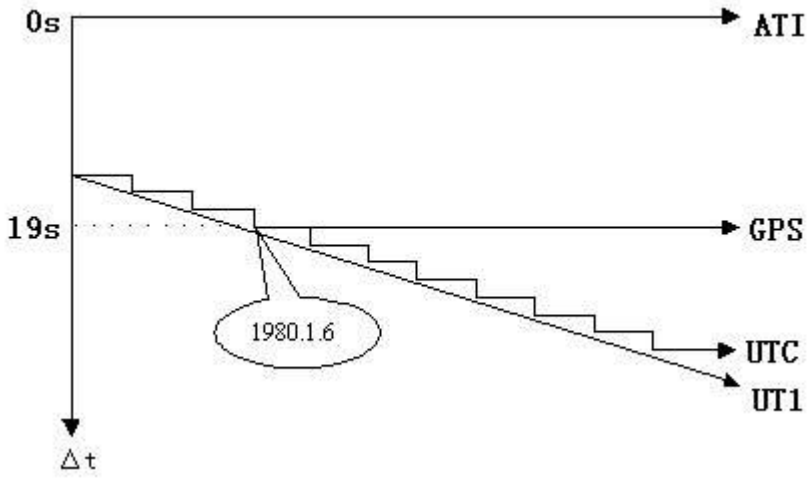
时间系统与坐标系统一样，应有其尺度（时间单位）与原点（历元）。只有把尺度与原点结合起来，才能给出时刻的概念。理论上，任何一个周期运动，只要它的运动是连续的，其周期是恒定的，并且是可观测和用实验复现的，都可以作为时间尺度（单位）。实际上，我们所能得到的（或实用的）时间尺度能在一定的精度上满足这一理论要求。随着观测技术的发展和更加稳定的周期运动的发现而不断接近这一理论要求。实践中，由于所选用的周期运动现象不同，便产生了不同的时间系统，比如恒星时（ST）、平太阳时（MT）、世界时（UT）、原子时（ATI）、协调世界时（UTC）等。

(3) GPS 的时间系统

GPS 系统是测时测距系统。时间在 GPS 测量中是一个基本的观测量。卫星的信号，卫星的运动，卫星的坐标都与时间密切相关。对时间的要求既要稳定又要连续。为此，GPS 系统中卫星钟和接收机钟均采用稳定而连续的 GPS 时间系统。该系统由 GPS 主控站的原子钟控制。

GPS 时间系统采用原子时 ATI 秒长作为时间基准，但时间起算的原点定义在 1980 年 1 月 6 日 UTC 0 时。启动后不跳秒，保持时间的连续。以后随着时间的积累，GPS 时与 UTC 时的整秒差以及秒以下的差异通过时间服务部门定期公布（至 1995 年相差达 10 秒）。卫星播发的卫星钟差也是相对 GPS 时间系统的钟差，在利用 GPS 直接进行时间校对时应注意到这一问题。

GPS 时与 ATI 时在任一瞬间均有一常量偏差：TATI —TGPS = 19（秒）,GPS 时间系统与各种时间系统的关系图附录-4 所示。



图附录-4 时间系统

GPS 时的表达.在 GPS 系统中，GPS 时以星期数和星期秒数相结合来表示，星期数为自 1980 年 1 月 6 日起开始计算的星期的序数，秒数是指相对于每周星期天零时的时间，即

$GPST = WN \times 604800 + GPSS$ 式中

GPST———至 1980 年 1 月 6 日起的累计秒数；

WN——— GPS 的星期数；

GPSS——— GPS 秒。

但应注意的是在 GPS 卫星中，星期数是以 10 位二进制来表示的，故其表达范围为 0～1023，秒的表达范围为 0～604800（不包括 604800）。由于星期数表达位数的有限，使得星期计数在 1999 年 8 月 22 日又回到了 0，从而软件很容易将这一天理解成 1980 年 1 月 6 日，这就是所谓的 Week Rollover 问题，比如一组 GPS 数据以 GPS 星期和 GPS 秒的方式表示 GPS 时间，其 GPS 星期为 80，这时，数据处理软件可能将其理解为 1981 年，也可将其理解为 2001 年，这样，如果软件得不到别的辅助数据，则将可能判断错误。

综上所述，如果简单地认为北京时间比 GPS 时间提前 8 个小时，是极其不严格的。

(4) 坐标系统

一个完整的坐标系统是由坐标系和基准两方面要素所构成的。坐标系指的是

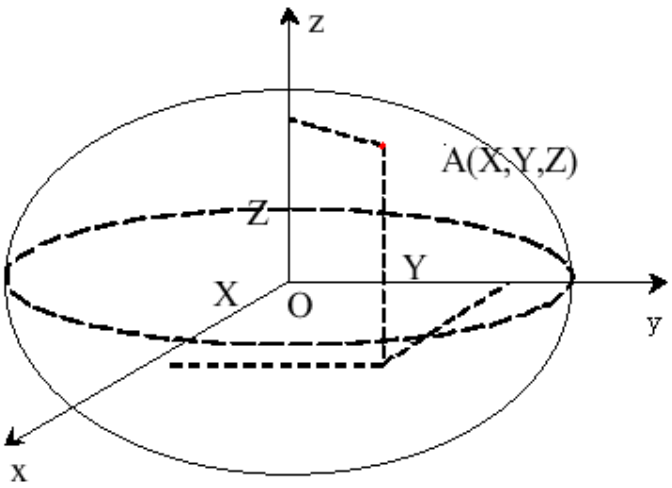
描述空间位置的表达形式，而基准指的是为描述空间位置而定义的一系列点、线、面。在大地测量中的基准，一般是指为确定点在空间中的位置，而采用的地球椭球或参考椭球的几何参数和物理参数，及其在空间的定位，定向方式以及在描述空间位置时所采用的单位长度的定义。

坐标系的分类

正如前面所提及的,所谓坐标系指的是描述空间位置的表达形式,即采用什么方法来表示空间位置。人们为了描述空间位置，采用了多种方法，从而也产生了不同的坐标系，如直角坐标系、极坐标系等。

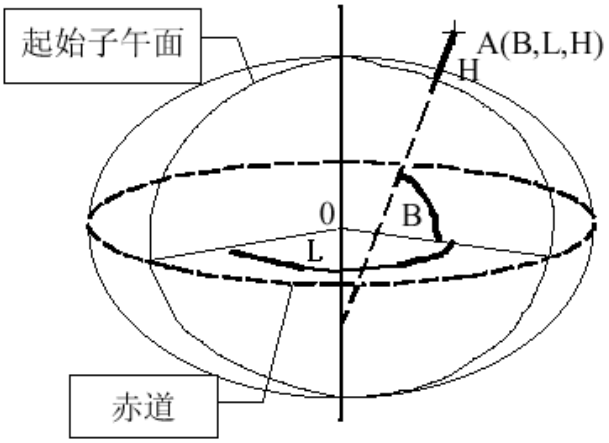
在测量中常用的坐标系有以下几种：

空间直角坐标系。空间直角坐标系的坐标系原点位于参考椭球的中心，Z 轴指向参考椭球的北极，X 轴指向起始子午面与赤道的交点，Y 轴位于赤道面上且按右手系与 X 轴呈 90° 夹角。某点在空间中的坐标可用该点在此坐标系的各个坐标轴上的投影来表示。空间直角坐标系可用图附录-5 来表示：



图附录-5 空间直角坐标系

空间大地坐标系。空间大地坐标系是采用大地经、纬度和大地高来描述空间位置的。纬度是空间的点与参考椭球面的法线与赤道面的夹角；经度是空间中的点与参考椭球的自转轴所在的面与参考椭球的起始子午面的夹角；大地高是空间点沿参考椭球的法线方向到参考椭球面的距离。空间大地坐标系可用图附录-6 来表示：



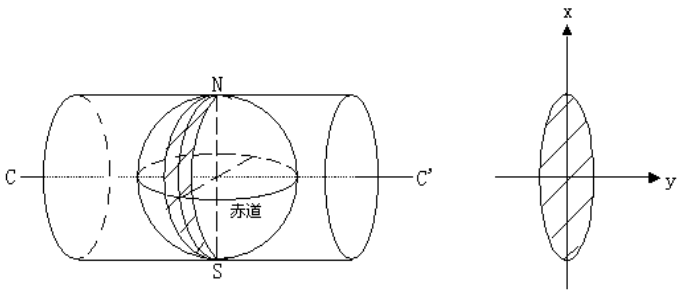
图附录-6 空间大地坐标系

平面直角坐标系。平面直角坐标系是利用投影变换，将空间坐标空间直角坐标或空间大地坐标通过某种数学变换映射到平面上，这种变换又称为投影变换。投影变换的方法有很多，如横轴墨卡托投影、UTM 投影、兰勃特投影等。在我国采用的是高斯-克吕格投影也称为高斯投影。UTM 投影和高斯投影都是横轴墨卡托投影的特例，只是投影的个别参数不同而已。

高斯投影是一种横轴、椭圆柱面、等角投影。从几何意义上讲，是一种横轴椭圆柱正切投影。如图所示，设想有一个椭圆柱面横套在椭球外面，并与某一子午线相切（此子午线称为中央子午线或轴子午线），椭球轴的中心轴 CC’通过椭球中心而与地轴垂直。

高斯投影满足以下两个条件：1)正形投影；2)中央子午线投影后应为 x 轴，且长度保持不变。

将中央子午线东西各一定经差（一般为 6 度或 3 度）范围内的地区投影到椭圆柱面上，再将此柱面沿某一棱线展开，便构成了高斯平面直角坐标系，如下图附录-7 所示。



图附录-7 高斯投影(x 方向指北、y 方向指东）

可见，高斯投影存在长度变形，为使其在测图和用图时影响很小，应相隔一定的地区，另立中央子午线，采取分带投影的办法。我国国家测量规定采用六度

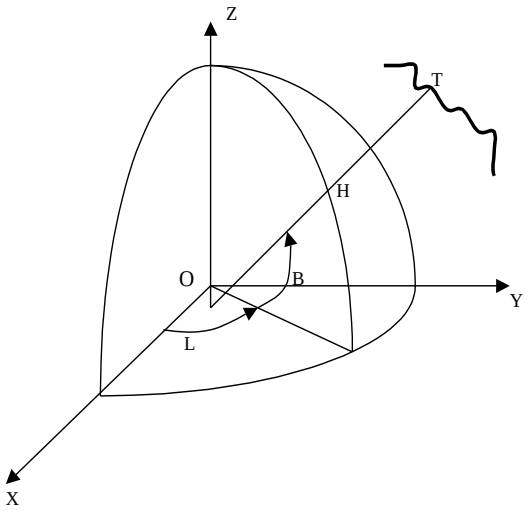
带和三度带两种分带方法。六度带和三度带与中央子午线存在如下关系：

$$L_{中}^{6}=6N-3；\quad L_{中}^{3}=3n$$

其中，N、n 分别为 6 度带和 3 度带的带号。

另外，为了避免 y 出现负号，规定 y 值认为地加上 500000m；又为了区别不同投影带，前面还要冠以带号，如第 20 号六度带中，y=-200.25m，则成果表中写为 y 假定＝20499799.75m。x 值在北半球总显正值，就无需改变其观测值了。

空间直角坐标系与空间大地坐标系间的转换。图附录-8 表示了空间直角坐标系与空间大地坐标系之间的关系。



图附录-8 地球空间直角坐标系与大地坐标系

在相同的基准下空间大地坐标系向空间直角坐标系的转换公式为：

$$\left.\begin{aligned} X &= (N+H)\cos B\cos L \\ Y &= (N+H)\cos B\sin L \\ Z &= [N(1-e^2)+H]\sin B \end{aligned}\right\} \qquad (2\text{-}1)$$

式中，

$N=\dfrac{a}{W}$，a 为椭球的长半轴，N 为椭球的卯酉圈曲率半径

a =6378.137km

$W=\sqrt{1-e^2\sin^2 B}$

$e^2=\dfrac{a^2-b^2}{a^2}$，e 为椭球的第一偏心率，b 为椭球的短半轴

b =6356.7523141km

在相同的基准下空间直角坐标系向空间大地坐标系的转换公式为

$$\left.\begin{aligned} B &= arctg\left[tg\Phi\left(1+\frac{ae^2}{Z}\frac{\sin B}{W}\right)\right] \\ L &= arctg\left(\frac{Y}{X}\right) \\ H &= \frac{R\cos\Phi}{\cos B}-N \end{aligned}\right\} \qquad (2\text{-}2)$$

式中

$$\Phi = arctg\left[\frac{Z}{\sqrt{X^2+Y^2}}\right]$$

$$R=\sqrt{X^2+Y^2+Z^2}$$

空间坐标系与平面直角坐标系间的转换。空间坐标系与平面直角坐标系间的转换采用的是投影变换的方法。在我国一般采用的是高斯投影。因为高斯投影和 UTM 投影都是横轴墨卡托的特例，因此，高斯投影和 UTM 投影都可以套用横轴墨卡托投影的投影公式。

横轴墨卡托投影的投影的正反算公式可参见有关资料，它们的区别在于轴子午线投影到平面上后，其长度的系数，对于高斯投影，系数为 1，对于 UTM 投影，其系数为 0.9996。

变动高程归化面的影响。用户在建立地方独立坐标系时，有时变动高程归化面，这将产生一个新椭球，这就必须计算新常数，新椭球常数按下列方法和步骤进行：第一．新椭球是在国家坐标系的参考椭球上扩大形成的，它的扁率应与国家坐标系参考椭球的扁率相等，即 $a'=a$；第二．计算该坐标系中央地区的新椭球平均曲率半径和新椭球长半轴。

新椭球平均曲率半径为：

$$R'=R_m+H_m=\sqrt{MN}+H_m=\sqrt{\frac{a(1-e^2)}{W^3}\frac{a}{W}}+H_m=\frac{a\sqrt{1-e^2}}{1-e^2\sin^2 B_m}+H_m \qquad (2.10)$$

式中

H_m ———该地区平均大地高；

B_m ———该地区的平均纬度。

新椭球的长半轴按下式计算：

$$a' = R' \frac{1 - e^2 \sin^2 B_m}{\sqrt{1 - e^2}} \tag{2.11}$$

将新的椭球参数代入，就可以进行投影的正反计算了。

坐标系统的转换方法。不同坐标系统的转换本质上是不同基准间的转换，不同基准间的转换方法有很多，其中最为常用的有布尔沙模型，又称为七参数转换法。七参数转换法是：设两空间直角坐标系间有七个转换参数：3 个平移参数 $(\Delta x \quad \Delta y \quad \Delta z)$、3 个旋转参数 $(\varepsilon_x \quad \varepsilon_y \quad \varepsilon_z)$ 和 1 个尺度参数 k。比如，由空间直角坐标系 A 转换到空间直角坐标系 B 可采用下面的公式：

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_B = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix} + (1+k) \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_A + \begin{pmatrix} 0 & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 0 & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & \varepsilon_x & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_A$$

世界大地坐标系 WGS-84

WGS-84 坐标系是目前 GPS 所采用的坐标系统，GPS 所发布的星历参数和历书参数等都是基于此坐标系统的。

WGS-84 坐标系统的全称是 World Geodical System-84 (世界大地坐标系-84)，它是一个地心地固坐标系统。WGS-84 坐标系统由美国国防部制图局建立，于 1987 年取代了当时 GPS 所采用的坐标系统 WGS-72 坐标系统而成为现在 GPS 所使用的坐标系统。

WGS-84 坐标系的坐标原点位于地球的质心，Z 轴指向 BIH 1984.0 定义的协议地球极方向，X 轴指向 BIH 1984.0 的启始子午面和赤道的交点，Y 轴与 X 轴和 Z 轴构成右手系。

WGS-84 系所采用椭球参数为见表 2.1。

1954 年北京坐标系

1954 年北京坐标系是我国目前广泛采用的大地测量坐标系。该坐标系源自于原苏联采用过的 1942 年普尔科夫坐标系。该坐标系采用的参考椭球是克拉索夫斯基椭球。该椭球的参数见表 2.1。

遗憾的是该椭球并未依据当时我国的天文观测资料进行重新定位，而是由前

苏联西伯利亚地区的一等锁经我国的东北地区传算过来的，该坐标系的高程异常是以前苏联 1955 年大地水准面重新平差的结果为起算值，按我国天文水准路线推算出来的，而高程又是以 1956 年青岛验潮站的黄海平均海水面为基准。

由于当时条件的限制 1954 年北京坐标系存在着很多缺点主要表现在以下几个方面：1）克拉索夫斯基椭球参数同现代精确的椭球参数的差异较大，并且不包含表示地球物理特性的参数，因而给理论和实际工作带来了许多不便；2）椭球定向不十分明确，椭球的短半轴既不指向国际通用的 CIO 极，也不指向目前我国使用的 JYD 极。参考椭球面与我国大地水准面呈西高东低的系统性倾斜，东部高程异常达 60 余米，最大达 67 米；3）该坐标系统的大地点坐标是经过局部分区平差得到的。因此全国的天文大地控制点实际上不能形成一个整体，区与区之间有较大的隙距，如在有的接合部中同一点在不同区的坐标值相差 1-2 米，不同分区的尺度差异也很大，而且坐标传递是从东北到西北和西南，后一区是以前一区的最弱部作为坐标起算点，因而一等锁具有明显的坐标积累误差。

1980 年西安大地坐标系

1978 年我国决定重新对全国天文大地网施行整体平差，并且建立新的国家大地坐标系统。整体平差在新大地坐标系统中进行，这个坐标系统就是 1980 年西安大地坐标系统。1980 年西安大地坐标系统所采用的地球椭球参数的四个几何和物理参数采用了 IAG 1975 年的推荐值，见表 2.1 中的西安 80。

椭球的短轴平行于地球的自转轴（由地球质心指向 1968.0 JYD 地极原点方向），起始子午面平行于格林尼治平均天文子午面，椭球面同似大地水准面在我国境内符合最好，高程系统以 1956 年黄海平均海水面为高程起算基准。

四、几种常用的坐标系统的几何和物理参数

下表列出了几种常用的坐标系统的几何和物理参数，用户需要时可以查阅：

表 2.1 GPS 测量中常用的坐标系统的几何和物理参数

坐标系	WGS-84	北京 54	CGCS200	西安 80
a (m)	6378137	6378245	6378137	6378140
$\overline{C}_{2.0}$ (或 f)	-484.16685×10^{-6} (或 1/298.257223563)	--- (或 1/298.3)	--- (或 1/298.2572220)	--- (或 1/298.257)
J_2	---	---	---	1.08263×10^{-3}
ω (rad • s^{-1})	7.292115×10^{-5}	---	---	7.292115×10^{-5}

GM($m^3 \cdot s^{-2}$)	3.986005×10^{14}	---	---	3.986005×10^{14}

(5) **高程系统**

在测量中常用的高程系统有大地高系统、正高系统和正常高系统。

大地高系统

大地高系统是以参考椭球面为基准面的高程系统，某点的大地高是该点到通过该点的参考椭球的法线与参考椭球面的交点间的距离。大地高也称为椭球高。大地高一般用符号 H 表示。

大地高是一个纯几何量，不具有物理意义，同一个点在不同的基准下具有不同的大地高。通常，GPS 接收机单点定位得到的高程为 WGS-84 下的大地高。

正高系统

正高系统是以大地水准面为基准面的高程系统，某点的正高是该点到通过该点的铅垂线与大地水准面的交点之间的距离。正高用符号 H_g 表示。

正常高

正常高系统是以似大地水准面为基准的高程系统，某点的正常高是该点到通过该点的铅垂线与似大地水准面的交点之间的距离，正常高用 H_γ 表示。

高程系统之间的转换关系

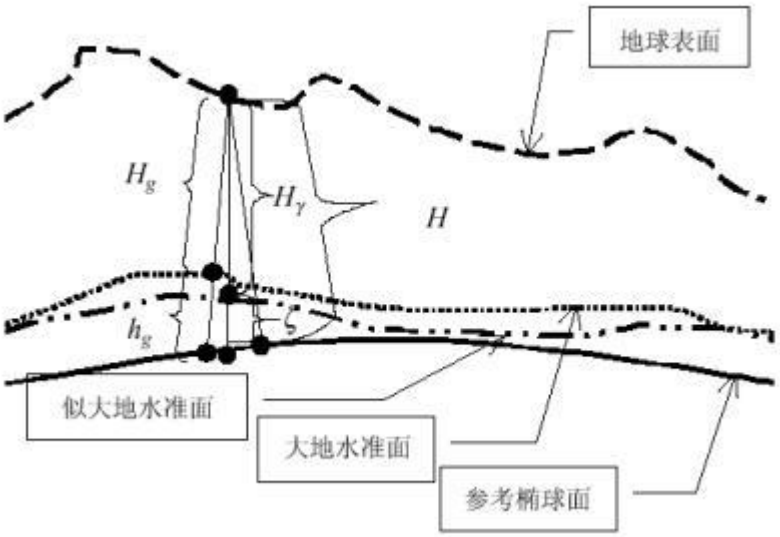
大地水准面到参考椭球面的距离称为大地水准面差距，记为 h_g，大地高与正高之间的关系可以表示为：

正 高：$H_g = H - h_g$

似大地水准面到参考椭球面的距离，称为高程异常。大地高与正常高之间的关系可以表示为：

正常高：$H_r = H - \zeta$

高程之间的相互关系可以用下图附录-9 表示：



图附录-9 高程系统间的相互关系

(6) **测量方法**

A．GPS 定位方法分类

GPS 的定位方法，若按用户接收机天线在测量中所处的状态来分，可分为静态定位和动态定位；若按定位的结果来分，可分为绝对定位和相对定位。

静态定位，即在定位过程中，接收机天线（观测站）的位置相对于周围地面点而言，处于静止状态；而动态定位则正好相反，即在定位过程中，接收机天线处于运动状态，定位结果是连续变化的。

绝对定位亦称单点定位，是利用 GPS 独立确定用户接收机天线（观测站）在 WGS-84 坐标系中的绝对位置。相对定位则是在 WGS-84 坐标系中确定收机天线（观测站）与某一地面参考点之间的相对位置，或两观测站之间相对位置的方法。

各种定位方法还可有不同的组合，如静态绝对定位、静态相对定位、动态绝对定位、动态相对定位等。目前工程、测绘领域，应用最广泛的是静态相对定位和动态相对定位。

按相对定位的数据解算，是否具有实时性，又可将其分为后处理定位和实时动态定位（ RTK ），其中，后处理定位又可分为静态（相对）定位和动态（相对）定位。

GPS 定位原理

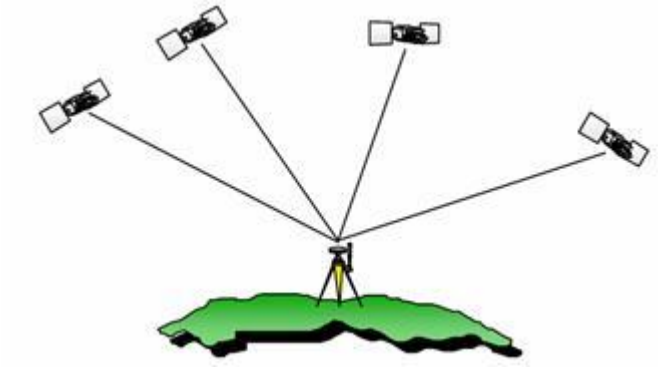
1）绝对定位原理。利用 GPS 进行绝对定位的基本原理为：以 GPS 卫星与用

户接收机天线之间的几何距离观测量为基础，并根据卫星的瞬时坐标（ XS ,YS ,ZS ），以确定用户接收机天线所对应的点位，即观测站的位置。

设接收机天线的相位中心坐标为（ X,Y,Z ），则有：

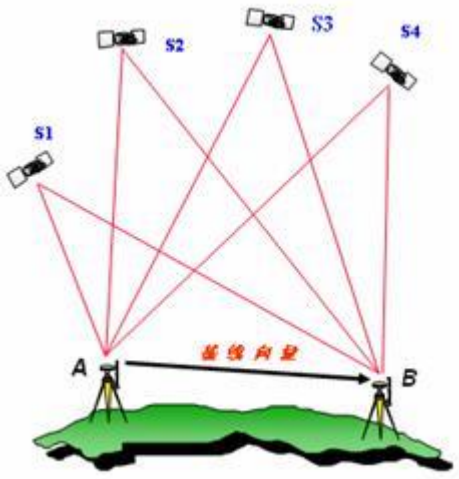
$$\rho = \sqrt{(X_S - X)^2 + (Y_S - Y)^2 + (Z_S - Z)^2}$$

卫星的瞬时坐标（ XS ,YS ,ZS ）可根据导航电文获得，所以式中只有 X 、Y 、 Z 三个未知量，只要同时接收 3 颗 GPS 卫星，就能解出测站点坐标（ X,Y,Z ）。可以看出，GPS 单点定位的实质就是空间距离的后方交会。



图附录-10 GPS 相对定位图

2）相对定位原理。GPS 相对定位，亦称差分 GPS 定位，是目前 GPS 定位中精度最高的一种定位方法。其基本定位原理为：如图附录-8 所示，用两台 GPS 用户接收机分别安置在基线的两端，并同步观测相同的 GPS 卫星，以确定基线端点（测站点）在 WGS-84 坐标系中的相对位置或称基线向量。



图附录-11 GPS 相对定位图

a. GPS 的后处理定位方法

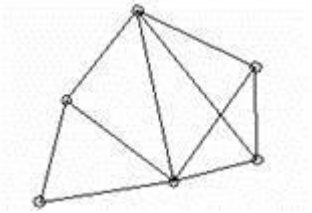
目前在工程中，广泛应用的是相对定位模式。其后处理定位方法有：静态定位和动态定位。

静态相对定位

方法：将几台 GPS 接收机安置在基线端点上，保持固定不动，同步观测 4 颗以上卫星。可观测数个时段，每时段观测十几分钟至 1 小时左右。最后将观测数据输入计算机，经软件解算得各点坐标。

用途：是精度最高的作业模式。主要用于大地测量、控制测量、变形测量、工程测量。

精度：可达到（ 2-5mm +1ppm ）。



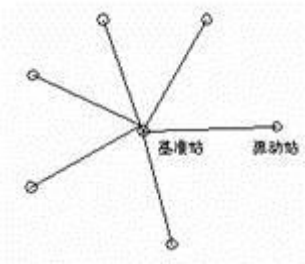
图附录-12 静态相对定位模式

动态相对定位

方法：先建立一个基准站，并在其上安置接收机连续观测可见卫星，另一台接收机在第 1 点静止观测数分钟后，在其他点依次观测数秒。最后将观测数据输入计算机，经软件解算得各点坐标。动态相对定位的作业范围一般不能超过 15km 。

用途：适用于精度要求不高的碎部测量。

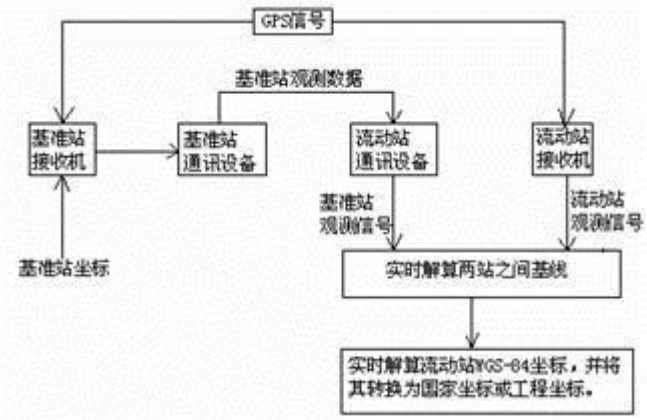
精度：可达到（ 10-20mm +1ppm ）。

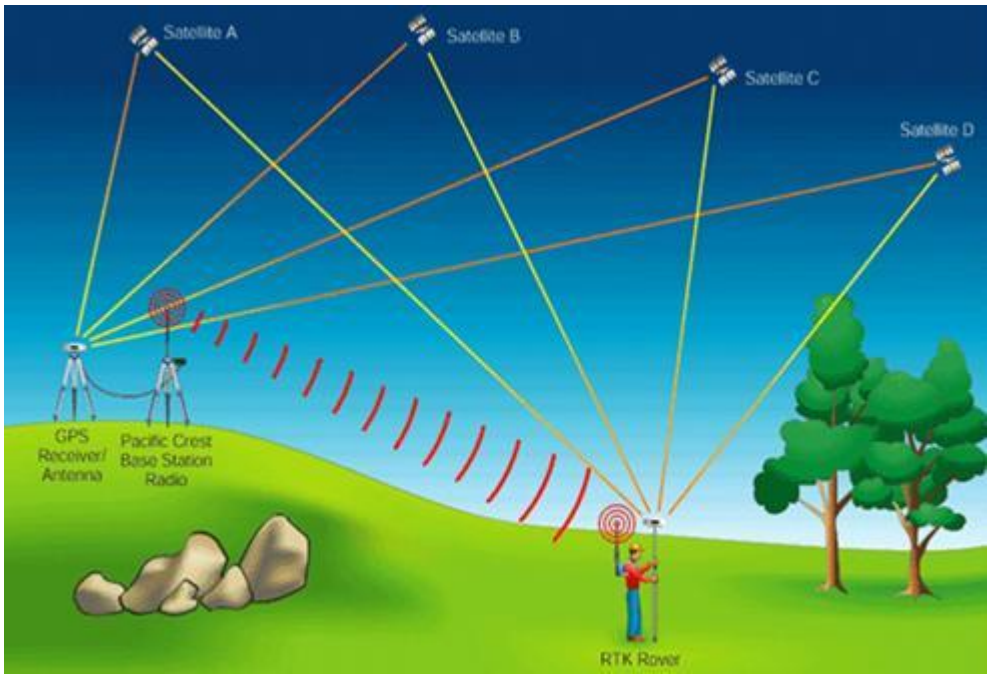


图附录-13 动态相对定位模式

b. GPS 实时动态定位（ RTK ）方法

RTK 工作原理及方法。与动态相对定位方法相比，定位模式相同，仅要在基准站和流动站间增加一套数据链，实现各点坐标的实时计算、实时输出。





图附录-14 RTK 定位图

RTK 用途：适用于精度要求不高的施工放样及碎部测量。

作业范围：目前一般为 10km 左右。

精度：可达到（ 10-20mm +1ppm ）。

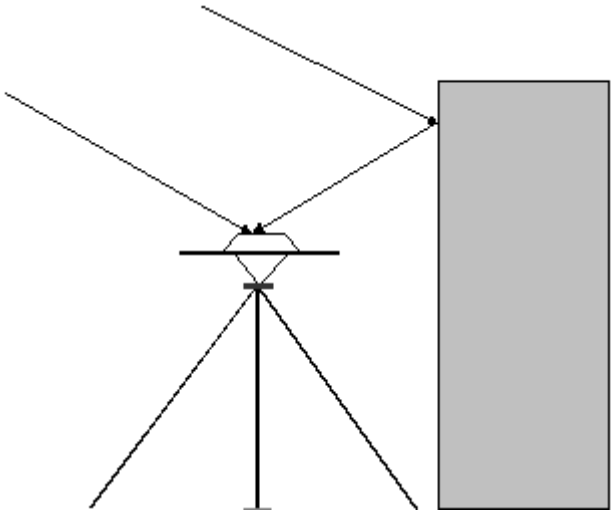
(7) 影响 GPS 测量的误差因素

前面已经提到，多种因素影响 GPS 测量，并且差分定位能大大抵消这些因素的影响。在这里，我们针对这些因素对差分定位的影响再作进一步的论述。

大气层的影响。由于 GPS 信号是以无线电波的方式不间断地向地面辐射的，因此 GPS 信号会与其它 L 波段的电磁波一样，收到大气折射的影响。在相对定位时，大气折射的影响对两台接收机之间相对定位精度的影响大大地降低了，但对于精密相对定位而言，大气层的影响仍是不可忽略的。通常，根据对电磁波传播

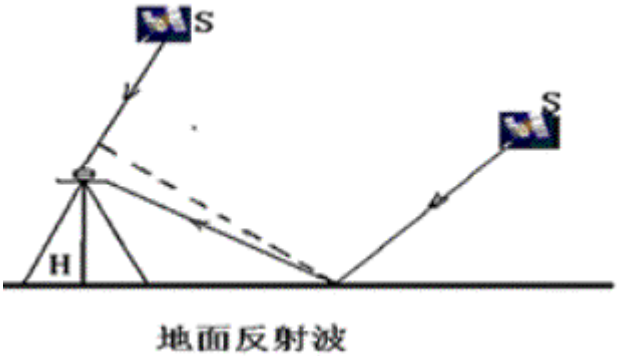
的不同影响，一般可将大气层分为对流层和电离层。对流层指从地面向上约 40km 范围内的大气底层，其影响与电磁波的频率无关；电离层分布于地球大气层的顶部，约在地面向上 70km 以上的范围，其影响与电磁波的频率有关，且比较复杂。对于这两方面，已建立了各种模型，各有其优缺点，在这里不一一罗列。

多路径效应。在 GPS 测量中，如果测站周围的反射物所反射的卫星信号（反射波）进入接收机天线，这就将和直接来自卫星的信号（直接波）产生干涉，从而使测量值偏离真值产生所谓的"多路径误差"。这种由于多路径的信号传播所引起的干涉时延效应被称作多路径效应。如下图所示：



图附录-15 多路径效应示意图

多路径效应对载波相位观测影响较小，而对伪距观测影响非常大，所以，在进行后差分动态测量时，要注意多路径效应的影响。在测量中，可通过给仪器安置多路径抑制板的方式减轻其影响。



图附录-16 多路径抑制板的作用

遗憾的是，由于同步观测的接收机的多路径影响往往不同，因此，差分方法很难消除多路径的影响。

其他影响因素。进行高精度 GPS 定位需要对各项误差的来源、影响及影响的

尺度进行仔细的分析，在这些误差中，有电磁波传播所带来的误差，如电离层、对流层折射的影响；有 GPS 系统带来的误差，如 GPS 卫星定轨的精度、GPS 卫星的时钟精度、地球潮汐、相对论、甚至人为地降低 GPS 定位的精度，如 SA 政策等等；也有与接收机有关的误差，如接收机的时钟精度、内部噪声、天线相位中心等等；还有与观测有关的误差，如起算点的误差、对中误差、天线高的测量、联合平差的已知数据等等。在两个观测站或多个观测站的情况下，卫星的轨道误差、卫星钟差、接收机钟差以及电离层和对流层的折射误差等已得到了有效的消除和减弱，但对于高精度 GPS 定位而言，仍需建立有效的模型对其影响进行进一步的减弱，因此模型的精确与否具有很重要的关系。

下表所列是 GPS 静态测量的主要误差的类别、产生的原因、影响的大小、解决的方法、最后残差造成的影响等。应当说，这只是粗略的分析结论。而对于较低精度的动态测量，其影响与静态测量类似。

影响高精度 GPS 定位的各种因素表：

误差分类		影响程度及解决方法	改正后的影响
卫星的轨道误差		用户通过导航电文所得到的卫星轨道信息，其相应的位置误差约为 20～50m，经过单差后，这种误差要大大缩小。如需要更高的精度，可以使用精密星历进行数据处理。	采用导航电文的基线误差：0.5ppm。
卫星钟差		引入钟差模型改正后，各卫星间的同步差可保持在 20ns 以内，因此引起的等效距离偏差不会超过 6m。卫星钟差经改正后的残差，在相对定位中可以通过单差消除。但由于卫星发送信号的时刻不一样，因此最后仍有一定的误差。	<0.3ppm
接收机钟差		对于象钟跳这样的粗差，可以在数据处理中剔除；但对于随机误差，在本课题中，主要采用双差的方法将其影响消除。	<1mm
整周模糊度	周跳	通过双差残差的方法修复，对于周跳过多等比较差的数据，可能会出现周跳不能修复或者修复错误的现象，这将导致基线解的不合格。	整周模糊度出现错误，会出现至少数厘米的误差。
	整周固定	通过快速搜索的方法确定，如果周跳修复不正确，或者数据质量较差，则可能会出现整周模糊度不能正确固定的现象。	
大气折射		建立系统误差模型，对观测量加以改正。对于电离层模型，其有效性可能低于 75%，而对于对流层模型，其有效性可达 90%以上。	对于长边影响较显著。通常对于 10km 的基线边，经过模型改正

		后，对基线的影响仍会达到0.5ppm。
地球自转	以信号平均传播时间为 0.075s 计算，会给卫星位置的计算带来 10m 左右的影响。通过建立地球自转模型以及单差可以大大地降低其影响。	可以忽略。
相对论效应	主要针对于 GPS 卫星的相对论效应，由于已根据相对论改变了 GPS 卫星的时钟，但由于地球的运动和卫星轨道高度的变化，以及地球重力场的变化，相对论效应对 GPS 时的影响的残差可达 70ns。经过模型改正后，这种影响会大大降低。另外，信号传播的相对论效应对观测量也有影响。	可以忽略。
接收机观测数据误差	接收机对载波相位的分辨率为 2mm 左右，增加观测量可降低其影响。	可以忽略。
已知点 坐标偏差	已知点的起算坐标主要对基线的长度有影响，影响的幅度与基线的方向、卫星的分布密切相关。这在 GPS 定位中比较重要。	对于 10km 的基线边，如参考点偏差 10m，则基线偏差会达 1ppm。
仪器 安置误差	与光学对中器有关，与对中操作有关，也与仪器高的测量有关。	通常对中误差在数毫米左右，仪器高的测量误差在 1mm 左右。
天线 相位中心	目前用于测量的天线的相位中心与几何中心的偏差都比较小，本课题中对相位中心测试的结果表明，使用的天线相位中心较好，没有必要进行特殊的处理。	瞬时影响 ＜4mm
多路径效应	比较复杂，在目前的数据处理中，未考虑。	最大可达 数厘米。
坐标系转换	用户需要的若为地方坐标，通常采用联合平差的方法将 WGS-84 坐标转换到地方坐标中去。坐标系统的不一致、重力异常、已知点本身的误差、转换模型的误差都会对最后的结果产生影响。GPS 测量在 WGS-84 坐标系下能达到较高的精度，但最后得到的地方坐标精度还取决于已知点的精度。	主要由已知点的精度决定，转换模型对精度也有较大的影响。本课题平面精度可满足传统意义上的三等控制网的测量，正常高精度在平原地区可达到三四等水准测量的精度。

附录 3：专业术语注释

模糊度(Ambiguity):未知量，是从卫星到接收机间测量的载波相位的整周期

数。

基线(Baseline):两测量点的联线，在此两点上同时接收 GPS 信号并收集其观测数据。

广播星历(Broadcast ephemeris):由卫星发布的电文中解调获得的卫星轨道参数。

信噪比 SNR(Signal-to-noise ratio):某一端点上信号功率与噪声功率之比。

周跳(Cycle skipping):在干扰作用下，环路从一个平衡点，跳过数周，在新的平衡点上稳定下来，使相位整数周期产生错误的现象。

载波(Carrier):作为载体的电波，其上由已知参考值的调制波进行频率、幅度或相位调制。

C/A 码(C/A Code):GPS 粗测／捕获码，为 1023 bit 的双相调制伪随机二进制码，码率为 1.023MHz，码重复周期为 1ms。

差分测量(Difference measurement):利用交叉卫星、交叉接收机和交叉历元进行 GPS 测量。可分为下列三种：

单差(SD）测量:（交叉接收机）由两个接收机同时观测一颗卫星所接收的信号相位的瞬时差。

双差(DD）测量:（交叉接收机，交叉卫星）观测一颗卫星的单差相对于观测参考卫星的单差之差。

三差（TD）测量:（交叉接收机，交叉卫星，交叉历元）在一历元获得的双差与上一历元的双差之差。

差分定位(Difference positioning):同时跟踪相同的 GPS 信号，确定两个以上接收机之间的相对坐标的方法。

几何精度因子(Geometric dilution of precision):在动态定位中，描述卫星几何位置对误差的贡献的因子，表示式：

$DOP = \sqrt{tr(Q^r Q)^{-1}}$ 式中：Q 为瞬时动态位置解的矩阵因子(取决于接收机和卫星的位置)。在 GPS 中有如下几种标准术语：

GDOP (三维坐标加钟差)	四维几何因子
PDOP (三维坐标)	三维坐标几何因子
HDOP (平面坐标)	二维坐标几何因子
VDOP (高程)	高程几何因子

TDOP (钟差)	钟差因子
HTDOP (高程和钟差)	高程与钟差几何因子

动态定位(Dynamic positioning):确定运动着的接收机随时间变化的测点坐标的方法。每次测量结果由单次数据采样获得并实时计算。

偏心率(Eccentricity): $e=\sqrt{\frac{a^2-b^2}{b^2}}$ 式中：a，b 为长半轴和短半轴。

椭球体(Ellipsoid):大地测量中，随圆绕短半轴旋转形成的数学图形。一般采用两个参数加以描述，即长半轴长度 a 和扁率 f。

$f=\frac{1}{a}(a-b)$ 式中：b 为短半轴。

星历(Ephemeris):天体的位置随时间的能参数。

扁率(Flattening): $f=\frac{1}{a}(a-b)=1-\sqrt{1-e^2}$ 式中：a 为长半轴，b 为短半轴，e 为偏心率。

大地水准面(Geoid):与平均海平面并延伸到大陆的特殊等位面。此面处处垂直于重力方向。

电离层延迟(Ionosphere delay):电波通过电离层（非均匀和色散介质）产生的延迟。相延迟取决于电子含量并影响载波信号，群延迟取决于电离层色散并影响信号调制码。相延迟和群延迟的辐度相同，符号相反。

L 波段(L-band):频率为 390-1550MHz 的无线电频率范围。

多径误差(Multipath error):由两条以上传播路径的无线电信号间干扰而引起的定位误差。

观测时段(Observing session):利用两个以上的接收机同时收集 GPS 数据的时间段。

伪距(Pseudo range):将接收机中 GPS 复制码对准所接收的 GPS 码所需要的时间偏移并乘以光速化算的距离。此时间偏移是信号接收时刻（接收机时间系列）和信号发射时刻（卫星时间系列）之间的差值。

Glonass CPB: CPB 全名“码相位频间偏差”，因为 Glonass 卫星播发的 G1/G2 频点频率不是定值，而是在固定频率上加上一个偏移，且每颗卫星偏移量不同，这里的频间偏差来源就是这里。而从信号跟踪技术层面上，不同厂家的接收机，在处理 Glonass 观测数据时，载波相位观测量均会在相邻频点有一个固定误差，

且此值因各家接收机固件方法不同而不一样。这导致在处理多种接受机数据时，Glonass 双差结果有一个固定的误差项在这里，导致解算效果变差或单 Glonass 系统不能解算。此时就需要借助外部，将此参数输入软件，已达到正常解算的效果。下面介绍一下 CS 软件该参数如何设置。接收机类型：0 表示未知，1 表示自定义，2 以上表示接收机类型已知，默认为 SinoGNSS。Glonass CPB：单位（米），和接收机类型对应，联合设置。接收机类型为 0 时，表示接收机类型和 CPB 值均为未知数，此时软件会默认计算该值，但存在计算不准备的风险。接收机类型为 1 时，表示自定义，即知道此观测数据采集接收机正确的 CPB 值，则此时输入该值即可。接收机类型为 2 以上，则表示软件能够根据观测数据，正确识别接收机类型，并且在软件中应用正确的值进行计算。

接收通道(Receiver channel):GPS 接收机中射频、混频和中频通道，能接收和跟踪卫星的两种载频信号。

卫星图形(Satellite configuration):卫星在特定时间内相对于特定用户或一组用户的配置状态。

静态定位(Static position):不考虑接收机运动的点位的测量。

世界时(Universal time):格林尼治的平太阳时。

UT 世界时的缩写 UT 世界时的缩写

UT0 同观测恒星直接求得的世界时。世界时与恒星时的关系为：

太阳日 - 恒星日 = $3^m56.555^n$

UT1 极移改正后的 UT0。

UT2 地球自转季节变化改正后的 UT1。

UTC 协调世界时，平滑原子时系统。它与 UT2 非常接近。

采样(Sampling):以周期性的时间间隔取某一连续变量值的过程。

观测条件:在 GPS 测量中的观测条件指的是卫星星座的几何图形和运行轨迹。

闭合环:可分为同步环、异步环和重复基线。闭合环路检验是检测基线质量的有力方法。

闭合环的闭合差在理论上应为 0，在实际测量中，允许偏离一定的值，闭合环的限差请参见有关文献。

同步环：同步环闭合差是由同步观测基线所组成的闭合环的闭合差。

由于同步观测基线间具有一定的内在联系，从而使得同步环闭合差在理论上应总是为 0

的。如果同步环闭合差超限，则说明组成同步环的基线中至少存在一条基线向量是错误的。但反过来，如果同步环闭合差没有超限，只能认为静态基线在质量上，绝大部分情况下是合格的，还不能说明组成同步环的所有基线在质量上绝对合格。

异步环：不是完全由同步观测基线所组成的闭合环称为异步环。

异步环的闭合差称为异步环闭合差。当异步环闭合差满足限差要求时，则表明组成异步环的基线向量的质量是合格的。当异步环闭合差不满足限差要求时，则表明组成异步环的基线向量中至少有一条基线向量的质量不合格。要确定出哪些基线向量的质量不合格可以通过多个相邻的异步环或重复基线来进行。

重复基线：不同观测时段对相同的两个测站间的观测结果就是所谓重复基线。这些观测结果之间的差异就是重复基线较差。环的闭和差有以下几类：

分量闭合差，即：

$$\begin{cases} \varepsilon_{\Delta X} = \sum \Delta X \\ \varepsilon_{\Delta Y} = \sum \Delta Y \\ \varepsilon_{\Delta Z} = \sum \Delta Z \end{cases}$$

全长相对闭合差，即：

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{\varepsilon_{\Delta X}{}^2 + \varepsilon_{\Delta Y}{}^2 + \varepsilon_{\Delta Z}{}^2}}{\sum S}$$

其中，$\sum S$ 为环长。

置信度：在对 GPS 网进行空间无约束平差时，我们通常假设观测值的先验单位权中误差 σ0＝1，在平差后，需要根据平差结果对这一假设进行检验。只有通过了检验，才能说明假设是合理的，平差结果是可信赖的，否则对假设就存在疑虑，就无法对 GPS 网平差的结果下肯定的结论。因此，不通过检验的结果也是不能采用的。

GPS 位权中误差按下式计算：

在对GPS 网进行空间无约束平差时，我们通常假设观测值的先验单位权中误差 σ_0＝1，在平差后，需要根据平差结果对这一假设进行检验。只有通过了检验，才能说明假设是合理的，平差结果是可信赖的，否则对假设就存在疑虑，就无法对 GPS 网平差的结果下肯定的结论。因此，不通过检验的结果也是不

能采用的。

GPS 网单位权中误差按下式计算：

$$\hat{\sigma}_0 = \pm\sqrt{\frac{V^T PV}{3m-3n+3}}$$

由 GPS 网平差而得；P 为基线向量的权阵，从基线向量解算结果文件中可获得。按概率分布理论有如下检验统计量：

$$\frac{V^T PV}{\sigma_0^2} = \frac{r\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} = r\hat{\sigma}_0^2 \sim \chi^2(\mathrm{r})$$

式中 r = 3m－3n＋3，为 GPS 网多余观测数。若令置信度为 1－α，则有如下概率式：

$$P\left\{\chi^2_{1-\alpha/2} < V^T PV < \chi^2_{\alpha/2}\right\} = 1-\alpha$$

则显著水平的接受域为：

$$\left(\chi^2_{1-\alpha/2} < V^T PV < \chi^2_{\alpha/2}\right)$$

当 $\chi^2_{1-\alpha/2}/r < \hat{\sigma}_0^2 < \chi^2_{\alpha/2}/r$ 时，就认为平差是正确的，否则说明平差中隐含着某种误差。

上述资料：摘自《安徽省测绘技术培训中心-周传根》

附录 4：等级网控制表格参数

规范标准名称	等级划分 (mm)	固定误差 (mm)	比例误差系数 (ppm)	相邻点平均距离 (km)	相邻点垂直中误差 (mm)	基线方位中误差 (mm)	最弱边相对中误差 (mm)
全球定位规范	AA	3	0.01	1000			
	A	5	0.1	300			
	B	5		50	10		
	C	10		20	20		
	D	20		5	40		
	E	20		3	40		
城市测量规范	CORS	2	1	40			800000
	二等	5	2	9			120000
	三等	5	2	5			80000
	四等	10	5	2			45000
	一级	10	5	1			20000

	二级	10	5	0.5			10000
公路勘测规范	二等	5	1	3			100000
	三等	5	2	2			70000
	四等	5	3	1			35000
	一级	10	3	0.5			20000
	二级	10	5	0.3			10000
铁路测量规范	特等	5	1			0.5	1000000
	一等	5	1			1	250000
	二等	5	1			1.3	180000
	三等	5	1			1.7	100000
	四等	5	2			2	60000
	五等	10	2			3	30000
高铁测量规范	一等	5	1			0.9	250000
	二等	5	1			1.3	180000
	三等	5	1			1.7	100000
	四等	5	2			2	70000
	五等	10	2			3	40000
上海工建规范	二等	5	2	9			120000
	三等	5	2	5			80000
	四等	10	5	2			45000
	一级	10	5	1			20000
	二级	10	5	0.5			10000
	三级	10	10	0.3			6000
	图根	10	10	0.2			4000

附录 5：RINEX 格式说明

（1）观测数据文件

RINEX 文件内容详细见下表一般分：

格式后缀	说明	备注
***.??O	数据文件	是否有数据判断
***.??N	GPS 导航文件	GPS 广播星历文件
***.??C	BDS 导航文件	北斗导航星历文件
***.??G	GLONASS 导航文件	GLONASS 广播星历文件
***.??L	GALILEO 导航文件	GALILEO 广播星历文件

此文件中包含字头块和数据块。表 C.1 列出了此文件的字头块和表 C.2 列出了此文件的数据块。这里仅就观测中的几个名词加以介绍。

时间：测量时间是指信号到达接收机的时间。这一时间为 GPS 时，而不是 UTC 时。在这一时间上观测全部跟踪卫星的伪距和相位。

伪距：伪距是信号到达接收机的接收时刻与信号从卫星上发射时刻之间的差

值乘以光速。在 RINEX 中有三种伪距观测量：C1 为 L1 的 C/A 码，P1 为 L1 的 P 码和 P2 为 L2 的 P 码。由于 AS 政策，很多接收机不能得到 L2 的 P 码，代之采用相关技术求出 Y2-Y1 的时延以消除电离层影响。此种情况下，在 RINEX 中，应用 C/A 码和 Y2-Y1 的时延转换为合成的 P2 码。

相位：相位是在 L1 和 L2 频率上实际上是在差拍频率上的整周内的小数值。在平方技术提取相位时是半周内的小数值，必须转换为整周。

多普勒：接收机中利用特定的处理软件，可记录多普勒值 D1，D2，以 Hz 计。

在以上所有的记录中，三种观测量必须保持时间上的一致性。如果采用外接频标进行改正，设时间偏差改正数为 τ，则三种观测量如下：

ρ (corr)＝ ρ (recv)－c× τ

T(corr)＝T(recv)－ τ

L1(corr)＝L1(recv)－ F × τ

1234563170600(B).17O

```
     2.11           OBSERVATION DATA    M (MIXED)           RINEX VERSION / TYPE
Sinognss                                                    PGM / RUN BY / DATE
1234                                                        MARKER NAME
                                                            OBSERVER / AGENCY
                    ComNav              55.0                REC # / TYPE / VERS
                                                            ANT # / TYPE
 -2831774.8171  4658822.4848  3299116.3127                 APPROX POSITION XYZ
        0.0000        0.0000        0.0000                 ANTENNA: DELTA H/E/N
     1     1                                                WAVELENGTH FACT L1/2
     8    C1    L1    S1    D1    L2    S2    D2    P2     # / TYPES OF OBSERV

    1.000                                                   INTERVAL
  2017    11    13     8     0   20.000000      GPS         TIME OF FIRST OBS
                                                            END OF HEADER
 17 11 13  8  0 20.0000000  0 26G10G13G21G32G20G12G24G18G15C01C02C13
                              C09C03C08C07C04C10C06R21R05R09R15R06
                              R16R22
  22869212.398   122417366.42647        42.000        2978.289    90936906.78547
        31.000        2320.750    22869224.406
  24589686.820   131766146.81344        34.000       -2588.324

  21829989.922   113618286.73048        46.000       -1258.902    90881125.26649
        38.000        -980.961    21829999.750
  24771002.719   132189932.00844        34.000        2257.777

  21279291.641   113609360.12548        46.000       -2167.555    88220679.62549
        39.000       -1688.965    21279302.094
  23460261.367   127279081.72347        42.000        2972.852    93736449.07046
        28.000        2316.488    23460272.078
  20172891.484   108518227.15249        51.000        -725.781    78477430.03549
        50.000        -565.531    20172903.938
  21023412.891   109882294.33649        48.000        1818.953    82720916.55549
        43.000        1417.402    21023422.133
  22038219.750   117162283.94549        48.000       -1900.402    93903731.82049
        39.000       -1480.805    22038229.563
  37283608.281   193264353.53949        47.000          15.617   151249965.36349
        48.000          11.844    37283612.602
  38079316.586   201556572.37547        41.000         -45.707   151183122.10949
        45.000         -35.848    38079324.016
  38831106.297   203620671.77047        42.000       -1948.586   153904825.67249
```

图附录-17 Rinex2.11 文件说明

“格式”列以数据类型开头，紧跟该内容所占字节数。F 表示浮点数，X 表示空格，A 表示 ASCII 码，I 表示整数。例如：“F9.2，11X，A1，I6”分别表示 9 位（含小数点）浮点数，保留到小数点后两位；11 位空位；1 位 ASCII 字码；

6 位整数；

连续多个相同类型则在类型前面加上总个数，如 2I6 表示两组 6 位整数。观测文件头说明

标签	描述	格式	备注
RINEX VERSION / TYPE	-版本格式（2.10） -文件类型 -导航系统类型标识	F9.2,11X, A1,19X, A1,19X	导航类型表示可为 G，R，C 分别表示：G：GPS R：GLONASS C：BDS
PGM / RUN BY / DATE	-程序名称 -机构名称 - 文件创建时间	A20, A20, A20	
*COMMENT	注释语句（可多行）	A60	此列不必须
MARKER NAME	标记点名称	A60	
*MARKER NUMBER	标记点数量	A60	此列不必须
OBSERVER / AGENCY	观测者	A20,A40	
REC # / TYPE / VERS	接收机数量、型号和版本	3A20	
ANT # / TYPE	天线数量、型号	2A20	
APPROX POSITION XYZ	标记点概略位置（WGS84）	3F14.4	
ANTENNA: DELTA H/E/N	天线高度、天线中心相对标记点东向和北向距离	3F14.4	单位：米
WAVELENGTH FACT L1/2	- L1 和L2 载波的缺省系数	2I6, I6	1: 整波 2: 半波 0 ：单频接收机
*WAVELENGTH FACT L1/2	-	2I6, I6, 7(3X,A1,I2)	不必须

# / TYPES OF OBSERV	文件中观测类型数量 观测类型列表	I6, 9(4X,A2) 6X,9(4X,A2)	如果观测值类型的数量超过9 则换行。观测类型说明如下： L1, L2: L1、L2 载波相位测量 C1: L1 载波C/A 码伪距测量 P1, P2: L1,L2 载波P码伪距测量 D1, D2: L1、L2 载波多普勒频率测量 其中载波单位为周，伪距单位为米，多普勒单位为赫兹
*INTERVAL	观测间隔	F10.3	单位秒
TIME OF FIRST OBS	-初次观测时间	5I6,F13.7, 5X,A3	
*TIME OF LAST OBS	-最后观测时间	5I6,F13.7, 5X,A3	
*RCV CLOCK OFFSAPPL	是否用实时接收机时钟补偿来修正星历、码和相位，1=yes, 0=no	I6	
*LEAP SECONDS	跳秒	I6	
*# OF SATELLITES	观测到的卫星数量	I6	
*PRN / # OF OBS	不同的观测类型中，观测到的卫星数量，如果超过9 种类型下行继续	3X,A1,I2,9I6 6X,9I6	
END OF HEADER	文件头结束标志	60X	

RINEX2.10/2.11 格式与 3.0 以上版本差异在于增加北斗等数据信息，同时导航文件上改动较多，在此不做详细描述，请自行查询相关 RINEX 资料。

N 文件表头格式说明

标签	描述	格式	备注
RINEXVERSION/TYPE	- 版本 (2.10) - 文件类型 ('N'表示导航文件)	F9.2,11X, A1,19X	
PGM / RUN BY / DATE	-程序名称 -机构名称 - 创建时间	A20, A20, A20	
*COMMENT	注释语句	A60	
*ION ALPHA	电离层参数 A0-A3	2X,4D12.4	
*ION BETA	电离层参数 B0-B3	2X,4D12.4	

标签	描述	格式	备注
*DELTA-UTC: A0,A1,T,W	用于计算UTC的参数 A0/A1:多项式系数； T:UTC参考时间； W:UTC参考周	3X,2D19.12,2I9	可选项
*LEAP SECONDS	跳秒	I6	
END OF HEADER	文件头部分的最后一行	60X	在数据处理程序中，此行的下一行为星历记录的正式开始

附录 6：精密星历 sp3 说明文件格式

下面对 sp3 文件做个简单格式说明。文件部分截图如下：

```
#aP2002  1  6  0  0  0.00000000      96 ORBIT IGS00 HLM  IGS
## 1148      0.00000000   900.00000000 52280 0.0000000000000
+   28     1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 13 14 15 17 18 20
+         21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31  0  0  0  0  0  0
+          0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
+          0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
+          0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
++         4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  5  5  4  5  4
++         4  4  5  4  4  4  4  5  5  4  4  0  0  0  0  0  0
++         0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
++         0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
++         0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
%c cc cc ccc ccc cccc cccc cccc cccc ccccc ccccc ccccc ccccc
%c cc cc ccc ccc cccc cccc cccc cccc ccccc ccccc ccccc ccccc
%f  0.0000000  0.000000000  0.00000000000  0.000000000000000
%f  0.0000000  0.000000000  0.00000000000  0.000000000000000
%i    0    0    0    0      0      0      0      0         0
%i    0    0    0    0      0      0      0      0         0
/* FINAL ORBIT COMBINATION FROM WEIGHTED AVERAGE OF:
/* cod emr esa gfz jpl ngs sio
/* REFERENCED TO GPS CLOCK AND TO WEIGHTED MEAN POLE:
/* CLK ANT Z-OFFSET (M): II/IIA 1.023; IIR 0.000
*  2002  1  6  0  0  0.00000000
P  1  23624.691086   1611.005718  12238.749456    210.339890
P  2  15688.953467  -4037.033344 -20292.804399   -132.248821
P  3   2894.885476  15708.289776 -21260.609189     98.357997
```

图附录-18 SP3 文件说明

第一行的第二列为版本，这里为 a，后续高版本将依次按照字母顺序命名；

第三列 P 表示坐标，注意有的版本包含速率的时候该字符为 V，接着为时间（4-7 列（年）、9-10 列（月）、12-13 列（日）、15-16 列（时）、18-19 列（分）、21-31 列（秒））；

96 代表历元数（33-39 列）；

IGS00 代表坐标系统（46-51 列）。

第二行 1148 表示 GPS 周（4-7 列）；

0.00000000 周内秒（9-23 列）；

900.00000000 历元间隔（25-38 列）；

52280 儒略日（40-44 列）；

0.0000000000000 儒略日小数秒（46-60）。

第三行到第七行为卫星编码，其中第三行的 28 为卫星数（5-6 列）。

第八行至第十二行为精度。十三至十八行不说了。19 到 22 行为注释行。23 行观测历元：4-7 列（年）、9-10 列（月）、12-13 列（日）、15-16 列（时）、18-19 列（分）、21-31 列（秒）。24 行第一列为 P（位置，单位 km），2-4 列卫星号，5-18 列 x 坐标，19-32 列 y 坐标 33-46 列 z 坐标 (注意当第一列标识为 V 表示速率时候，其单位为分米/秒（dm/sec）) 46-60 列钟差(单位微妙，当第一列标识为 V 时表示时间变化率，其单位为毫秒/秒（microsec/sec))。

注意如果数据行第 75 列有“E”字符，表示卫星坐标或者钟记录存在事件。

摘自以下路径参考：作者：灵影葬、来源：CSDN、原文：https://blog.csdn.net/liuci3234/article/details/21971241、版权声明：本文为博主原创文章，转载请附上博文链接。

附录 7：基线解算设置原则

在解算基线向量中，由于实际作业中对采用的作业模式、测量精度等要求都可能有所不同，因此有必要在解算时指定具体的解算条件，例如所采用基线的类型，基线合格的条件以及具体指定基线解算的历元间隔、卫星高度角、处理的有效历元等。

另一方面，虽然在绝大部分情况下静态测量型 GNSS 测量系统的成果都能自动处理出来，但在测量中不可避免地受外界环境的影响，如信号的遮挡，可观测卫星的多少，卫星在空中分布的图形强度，测站附近强电磁场的干扰，多路径效应的影响等等。因此，除了在野外观测必须按要求严格遵守测量操作规范外，还需要在必要时通过一定的手段来改进基线向量成果。

一般来说，基线向量处理设置条件时必须遵守如下的原则：

（1）选取适当的基线解算类型

处理基线中，解算整周模糊度的能力与基线的长度有关，获得全部模糊度参数整数解的结果称为双差固定解，只获得双差模糊度参数整数解的结果称为双差浮动解，对于较长的基线，浮动解也不能得到较好的结果，只能用三差解。

同一级别的 GNSS 网，根据基线长度的不同，可采用不同的基线解算类型。根据相应的国家 GNSS 测量规范，对于单频静态基线，在 8 公里以内的基线必须采用双差固定解；30 公里以内的基线，可在双差固定解和双差浮动解中选择最优结果，所谓最优解即是基线处理中基线解的中误差最小，特别是在异步环和复测基线检验中闭合差最小的那一种解算结果。30 公里及其以上的基线，可采用三差解作为基线解算的最终结果。对于所有同步观测时间短于 35min 的快速定位基线，应采用符合要求的双差固定解作为基线解算的最终结果。

对于 8 公里以内的短基线以及采用快速定位的确定的基线，在按照操作手册的要求进行观测应该能获得能满足整周模糊度参数固定解的能力，若得不到好的固定解，不是观测条件太差，如靠近强无线电干扰源，高压线，强发射体，处于树荫下等，就是卫星星座的几何条件不好或是信号不正常的卫星太多，这样的观测量是不能采用的。

（2）确定适当的基线解算条件

通过设置卫星高度角、采样间隔、有效历元等参数可以对基线进行优化。

a.卫星高度截止角

卫星高度角的截取对于数据观测和基线处理都非常重要，观测较低仰角的卫星有时会因为卫星信号强度太弱、信噪比较低而导致信号失锁，或者信号在传输路径上受到较大的大气折射影响而导致整周模糊度搜索的失败。但选择较大的卫星高度角可能出现观测卫星数的不足或卫星图形强度欠佳，因此同样不能解算出最佳基线。

在处理基线中默认设置为 20 度。如果同步观测卫星数太少或者同步观测时间不足，对于短基线来说，可以适当降低高度角后重新试算，这样可能会获得满足要求的基线结果，此时应注意，要求测站的数据要稳定，且环视条件要好，解算后的基线应进行外部检核（如同步环和异步环检核）以保证其正确性。

如果用默认设置值解算基线失败，且连续观测时间较长、观测的卫星数较多、图形强度因子 GDOP 值较小，则适当提高卫星的高度角重新进行解算可能会得到较好的结果，这主要是观测环境和低仰角的卫星信号产生了较严重的多路径效应

和时间延迟所引起的。

b.采样间隔

多数 GNSS 接收机具有较高的内部采样率（指野外作业设置的数据采集间隔，由 1 秒至 255 秒自由设置，默认为 15 秒）。而处理基线中并不是所有的数据都参与处理，而是从中根据优化原则选取其中一部分的数据采样进行处理。采集高质量的载波相位观测值是解决周跳问题的根本途径，而适当增加其采集密度，又是诊断和修复周跳的重要措施，因此在采用快速静态作业又或者该基线观测时间较短的情况下，可以适当把采样间隔缩短。

由于软件处理周跳能力比较强大，默认的 60 秒采样间隔一般能满足要求。

c.无效历元

在某些情况下，例如该卫星的健康情况恶劣；或者测站环境不理想、受电磁干扰而导致某些卫星数据信号经常失锁；又或者低仰角的卫星有时会因为卫星信号强度太弱、信噪比较低而导致信号失锁，或者信号在传输路径上受到较大的大气折射影响而导致整周模糊度搜索的失败。此时应该对该卫星的星历进行处理。

通过查看基线详解，可以对卫星观测中周跳的情况进行检查，对于失锁次数较多的卫星或者观测历元数过少的卫星进行剔除。

附录 8：外业成果质量检核标准

观测成果的外业检核是确保外业观测质量，达到预期平差精度要求的重要环节。因此，在观测任务结束后，必须在测区及时（最好是当天）对外业的观测数据质量进行检核和评价，以便及时发现不合格成果，并根据情况采取措施，删除重测或补测等。

检核一般采用以下几种方法：

（1）基线结果检验

基线解算后，可以通过 RATIO、RDOP、RMS 和数据删除率这几个质量指标来衡量基线解算的质量。认为，若 RMS 偏大，则说明观测值质量较差。若 RDOP 值较大则说明观测条件较差。需要说明的是，它们只具有某种相对意义，即它们数值的高低不能绝对的说明基线质量的高低。

a.RMS

RMS 即均方根误差（Root Mean Square），即：

$$RMS = \sqrt{\frac{V^T PV}{n-f}}$$

其中：V 为观测值的残差；P 为观测值的权；n-f 为观测值的总数减去未知数个数。RMS 表明了观测值的质量。RMS 越小，观测值质量越好；反之表明观测值质量越差。它不受观测条件（如卫星分布好坏）的影响。依照数理统计的理论，观测值误差落在 1.96 倍 RMS 的范围内的概率是 95%。

b.RATIO

RATIO 即整周模糊度分解后，次最小 RMS 与最小 RMS 的比值。即：

$$RATIO = \sqrt{\frac{RMS_{\sec}}{RMS_{\min}}}$$

RATIO 反映了所确定出的整周未知数参数的可靠性，这一指标取决于多种因素，既与观测值的质量有关，也与观测条件的好坏有关。RATIO 是反映基线质量好坏的最关键值，通常情况下，要求 RATIO 值大于 3。

（2）数据删除率

在基线解算时，如果观测值的改正数大于某一个阈值时，则认为该观测值含有粗差，则需要将其删除。被删除观测值的数量与观测值的总数的比值就是所谓的数据删除率。数据删除率从某一方面反映出了 GNSS 原始观测值的质量。数据删除率越高，说明观测值的质量越差。

a.RDOP

RDOP 值指的是在基线解算时，待定参数的协因数阵的迹的平方根，即：

$$RDOP = \sqrt{tr(Q)}$$

RDOP 值的大小与基线位置、卫星在空间中的几何分布及运行轨迹（即观测条件）有关。当基线位置确定后，RDOP 值就只与观测条件有关了。而观测条件又是时间的函数，因此实际上对与某条基线向量来讲，其 RDOP 值的大小与观测时间段有关。RDOP 表明了 GNSS 卫星的状态对相对定位的影响，即取决于观测条件的好坏，它不受观测值质量好坏的影响。

（3）同步观测边的检核

检核基线方差比（Ratio）及均方差（RMS）。一般来说，基线在 10 公里以内，

基线方差比大于 3.0，可以认为是符合等级网的测量要求。随着基线长度的增加，其中误差也相对会有所增加。如果仅作为加密控制，或者要求较低的情况下亦可以相对放宽条件，例如方差比大于 2.0。

（4）重复基线边的检核

同一基线边观测了多个时段得到的多个基线边称为重复基线边。对于不同观测时段的基线边的互差，其差值应小于相应级别规定精度的。而其中任一时段的结果与各时段平均值之差不能超过相应级别的规定精度。

（5）异步观测环和同步观测环闭合差的检核

根据国家《全球定位系统（GNSS）测量规范》、《全球定位系统城市测量技术规程》的要求，对于非同步以及同步观测边所构成的闭合图形（又称异步环，同步环）各点坐标闭合差必须符合一定的要求。

a.异步环

$$W_X \le 3\sqrt{n\sigma}$$
$$W_Y \le 3\sqrt{n\sigma}$$
$$W_Z \le 3\sqrt{n\sigma}$$
$$W \le \sqrt{W_X^2 + W_Y^2 + W_Z^2} \le 3\sqrt{3n\sigma}$$

n ——闭合环中的边数；

σ ——相应级别规定的基线向量的弦长精度。

b.同步环

同步环坐标分量以及全长相对闭合差的规定：单位(1×10^{-6})。

等级 / 限差类型	二等	三等	四等	一级	二级
坐标分量相对闭合差	2.0	3.0	6.0	9.0	9.0
环线全长相对闭合差	3.0	5.0	10.0	15.0	15.0

注意：软件中采用环线全长相对闭合差为指标。